GS. TS. NGUYỄN VIẾT TRUNG (*Chủ biên*)
GVC. ThS. NGUYỄN LAN - KS. TRƯƠNG MINH PHƯỚC

PHÂN TÍCH VÀ THIẾT KẾ KẾT CẤU XÂY DỰNG BẰNG PHẦN MỀM SAP 2000

Version 14

TẬP I

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

GS. TS. NGUYỄN VIẾT TRUNG (*Chủ biên*)
GVC. ThS. NGUYỄN LAN - KS. TRƯƠNG MINH PHƯỚC

PHÂN TÍCH VÀ THIẾT KẾ KẾT CẤU XÂY DỰNG BẰNG PHẦN MỀM SAP 2000

Version 14

TẬP I

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2011

LỜI MỞ ĐẦU

SAP (Structural Analysic Program) là họ chương trình phân tích kết cấu do Giáo sư Edward L. Wilson nghiên cứu và phát triển tại Đại học California, Berkeley Hoa Kỳ. SAP được thương mại hóa bởi hãng CSI với phiên bản (version) đầu tiên ra đời vào năm 1970. Từ đó đến nay SAP luôn được mở rộng và bổ sung liên tục. Hệ chương trình SAP du nhập vào Việt Nam từ những năm 1990 với các phiên bản như SAP86, SAP90 và SAP2000. Phiên bản SAP2000 hoạt động hoàn toàn trong môi trường Windows và được giảng dạy chính thức cho các sinh viên ngành xây dựng công trình tại các trường đại học ở Việt Nam. Đã có nhiều kết cấu công trình thực tế ở Việt Nam được phân tích và thiết kế bằng chương trình SAP2000. Hiện tại SAP2000 phiên bản 14 đã ra đời với rất nhiều tính năng mạnh trong phân tích và thiết kế có thể áp dụng cho rất nhiều dạng công trình khác nhau như kết cấu dân dụng, kết cấu công trình biển, kết cấu cầu... SAP2000 liên tục được bổ sung và mở rộng để phân tích và thiết kế nhiều dạng kết cấu đặc biệt như cầu dầm hộp dự ứng lực thi công phân đoạn, cầu dây văng, cầu dây võng, phân tích động đất, phân tích kết cấu dàn khoan trên biển, ...

Nhận thấy nhu cầu cần thiết cho việc học tập SAP2000 V14 của các sinh viên các ngành xây dựng công trình cũng như trợ giúp cho các kỹ sư thực hành SAP2000 V14 ứng dụng cho công trình thực tế, nhóm tác giả tổ chức biên soạn tập sách " Ứng dụng SAP2000 V14 trong phân tích và thiết kế kết cấu xây dựng". Kết cấu sách được phân thành hai tập, tập 1 giới thiệu tổng quan về SAP2000 v14, các vấn đề cơ bản của SAP2000, hệ thống giao diện đồ họa, menu lệnh và các ví dụ thực hành một số kết cấu cơ bản. Tính năng phân tích và thiết kế cầu của SAP2000/Bridge cũng được giới thiệu trong tập 1. Tập 2 dự kiến sẽ đề cập đến việc ứng dụng SAP2000 để phân tích vá thiết kế các dạng kết cấu công trình thực tế như phân tích nền móng, phân tích tương tác kết cấu-đất nền, phân tích nhà cao tầng, phân tích cầu đúc hẫng, phân tích cầu dây văng, phân tích cầu dây võng, phân tích các bài toán phi tuyến, ...

Do sự hạn chế về thời gian và kinh nghiệm, chắc chắn tài liệu vẫn còn một vài thiếu sót. Nhóm tác giả rất mong sự đóng góp ý kiến của các bạn đọc. Mọi ý kiến đóng góp về tập sách xin gửi về địa chỉ : Trung tâm Khoa học Công nghệ và Tư vấn đầu tư, Trường đại học Bách khoa Đà Nẵng. Khu A, số 54, Nguyễn Lương Bằng, Thành phố Đà Nẵng.

Các tác giả

Chương 1
GIỚI THIỆU CHUNG VỀ SAP2000 V14

SAP2000 là phiên bản tốt và thân thiện với người dùng nhất của các chương trình thuộc họ SAP. So với phiên bản SAP đầu tiên năm 1996, SAP2000 là phiên bản đầu tiên của SAP được tích hợp hoàn toàn trong môi trường Windows. Nó có tính năng giao diện đồ họa mạnh, dễ sử dụng và rất hiệu quả. Việc tạo và chỉnh sửa mô hình, thực hiện phân tích, kiểm tra và tối ưu hóa thiết kế, hiển thị và xuất kết quả đầu ra, ... đều được thực hiện trên một giao diện duy nhất. Một mô hình kết cấu đơn giản có thể dùng cho nhiều dạng phân tích và thiết kế khác nhau.

1.1- CÁC CẤP BẬC VÀ TÍNH NĂNG CHƯƠNG TRÌNH

Phiên bản mới nhất của SAP2000 có 3 cấp bậc phân tích khác nhau, chúng đều dùng chung một giao diện đồ họa người dùng đó là: SAP2000 cơ bản (SAP2000 Basic - B), SAP2000 bổ sung (SAP2000 PLUS - P), SAP2000 nâng cao (SAP2000 Advance - A). Các modul bổ sung khác như Bridge (BR), Công trình ngoài khơi/sóng (OS), Công trình xây dựng theo nhiều giai đoạn (SC).

Tất cả các chương trình có đặc điểm là nhiều tính năng mạnh như: Phân tích bài toán nhanh, xét được tải trọng lực và chuyển vị, phần tử thanh không lăng trụ, phần tử giằng chỉ chịu kéo, gối đàn hồi theo đường và theo mặt, phần tử cáp dự ứng lực căng sau, phần tử tấm vỏ phân lớp độ chính xác cao, phân tích dạng dao động riêng, nhiều hệ thống tọa độ cho các sơ đồ xiên, nhiều tùy chọn ràng buột nút, khả năng gộp các lưới PTHH đã định nghĩa, ma trận độ cứng gối đàn hồi tổng quát 6x6 và tùy chọn tổ hợp hoặc bao nhiều phân tích động lực học trong cùng một lần chạy chương trình.

"SAP2000 PLUS" bổ sung thêm khả năng không giới hạn số phần tử, khả năng phân tích tải trọng di động của cầu, hoàn thiện các loại phần tử hữu hạn (PTHH), phân tích tần số- vùng (cả kiểu trạng thái ổn định và mật độ phổ năng lượng), phân tích theo lịch sử thời gian và tùy chọn phân tích ổn định. "SAP2000 PLUS" xét được hiệu ứng dịch chuyển nền do động đất với các phần tử giảm chấn.

"SAP2000 nâng cao" mở rộng tính năng của mức "SAP2000 PLUS" bằng việc bổ sung lõi phân tích dựa trên 64 bít (yêu cầu vi xử lý 64 bít), xét được các phần tử liên kết phi tuyến, khớp dẻo dùng trong phần tử thanh, phần tử cáp dây xích, phần tử tấm vỏ phi tuyến và phân tích phi tuyến hình học. Các khả năng phân tích phi tuyến tĩnh

cho vật liệu và hiệu ứng phi tuyến hình học bao gồm phân tích lặp, phân tích lịch sử - thời gian phi tuyến theo cách chồng chất dạng hoặc tích phân trực tiếp.

Tất cả các chương trình SAP 2000 nêu trên đều có tính năng mạnh về thiết kế kết cấu thép, bê tông, nhôm, thép hình cán nguội, thực hiện trong cùng giao diện dùng để tạo và phân tích mô hình kết cấu. Khi thiết kế kết cấu thép và nhôm SAP 2000 có khả năng thay đổi kích thước ban đầu và tối ưu hóa kích thước mặt cắt.

Thiết kế các cấu kiện thanh bê tông cốt thép bao gồm tính toán lượng cốt thép yêu cầu, hàm lượng thép và ứng suất thiết kế cấu kiện tấm vỏ. Các cấu kiện có thể tạo nhóm khi thiết kế và bấm chuột trên phần tử để hiển thị chi tiết kết quả tính toán thiết kế. Chương trình SAP 2000 hỗ trợ rất nhiều tiêu chuẩn thiết kế của các quốc gia khác nhau, các tiêu chuẩn quốc tế và luôn được cập nhật theo thời gian.

Các mô đun bổ sung được tích hợp trong giao diện SAP2000 bao gồm:

- Thiết kế cầu theo đối tượng (SAP2000/Bridge)

- Xét quá trình xây dựng theo nhiều giai đoạn có tính đên các hiệu ứng phụ thuộc thời gian (từ biến, co ngót, chùng rão, thay đổi cường độ vật liệu).

- Xét tải trọng sóng/kết cấu công trình ngoài khơi (công trình biển).

Tất cả các dữ liệu SAP2000 như thông tin mô hình, kết quả phân tích, kết quả thiết kế có thể được truy xuất dưới dạng kết cấu dữ liệu bảng. Dữ liệu bảng có thể soạn thảo và hiển thị trong giao diện hoặc kết xuất (Export) sang file cơ sở dữ liệu Microsoft Access, Microsoft Excel hoặc file văn bản. Dữ liệu có thể kết xuất tạo các báo cáo hoặc thực hiện các tính toán đặc biệt khác. Các bảng dữ liệu này có thể nhập vào (Import) SAP2000 tạo ra mô hình hoặc được hiệu chỉnh bên ngoài môi trường SAP2000. Tính năng nhập vào và kết xuất có phổ biến trong các chương trình thiết kế và phân tích khác.

Một giao diện lập trình ứng dụng mở (Application Programming Interface -OAPI) cũng được tích hợp trong SAP2000. OAPI cung cấp cho các nhà phát triển các sản phẩm CAD và 3D gắn kết và truy cập một cách hiệu quả đối với kỹ thuật phân tích và thiết kế rất mạnh của SAP2000. Các nhà phát triển bên thứ ba có thể tạo các môdul chương trình gắn kết chặt chẽ với SAP2000, cho phép chuyển các mô hình vào SAP2000, điều khiển SAP2000 thực hiện tính toán và trích xuất các kết quả phân tích và thiết kế từ SAP2000 vào trong ứng dụng của họ. OAPI tương thích với hầu hết các ngôn ngữ lập trình bao gồm ngôn ngữ Visual Basic (VBA). Những người đã quen thuộc với lập trình VBA sẽ thấy OAPI của SAP2000 dễ dàng và trực quan.

Cái tên SAP đã gắn liền với thuật giải phân tích đỉnh cao kể từ khi giới thiệu SAP, SOLIDSAP, SAP IV hơn 30 năm qua sau đó là SAP80 và SAP90 cho máy tính PC. Cùng với sự phát triển kỹ thuật tính toán số hiện đại, SAP2000 đã bổ sung giao diện đồ họa người dùng hoàn toàn và các tính năng thiết kế rất mạnh. Kết quả

phân tích và thiết kế của chương trình đã và đang được sử dụng bởi hàng ngàn công ty trên hơn một trăm quốc gia.

* Các tính năng của SAP2000 V14 được nêu tóm tắt ở bảng sau đây:

MODELING (A, P, B)	MÔ HÌNH HÓA (A, P, B)
• Object Based Graphical Interface	Giao diện đồ họa hướng đối tượng
• Model Templates with Auto Meshing	Các mô hình mẫu tạo lưới tự động
• Frame, Cable and Tendon Members	Phần tử thanh, phần tử cáp, phần tử cốt thép dự ứng lực
• Area (Shell) and Solid Objects with Internal Meshing	Tự động phát sinh lưới phần tử diện tích (vỏ) và phần tử khối
• Integrated Graphical Section Designer for Complex Frame Shapes	Tích hợp chương trình thiết kế mặt cắt cho các cấu kiện thanh mặt cắt hình dạng phức tạp
• Bridge Wizard for Bridge Modeling (A, P, BR)	Hướng dẫn từng bước mô hình hóa kết cấu cầu
• Editing with Move, Merge, Mirror and Replicate	Các tính năng soạn thảo: Di chuyển, gộp, lấy hình đối xứng, tạo bản sao các đối tượng
• Accurate Dimensioning with Guidelines and Snapping	Định kích thước chính xác bằng đường lưới và bắt dính đối tượng
• Auto Edge Constraints for Mismatched Shell Meshes	Tự động ràng buộc cạnh khi tạo lưới phần tử vỏ phân mảnh
• Quyck Draw Options for Object Creation	Tùy chọn vẽ nhanh khi tạo các đối tượng
• Tendons in Frame, Shell and Solid Objects	Tạo các cốt thép dự ứng lực trong phần tử thanh, tấm-vỏ và phần tử khối đặc
• Parametric Bridge Cross Sections (A, P, BR)	Định nghĩa mặt cắt ngang cầu theo tham số
• Support for Multiple Coordinate Systems	Hỗ trợ nhiều hệ thống tọa độ
• Powerful Grouping and Selection Options	Tùy chọn tạo nhóm, chọn đối tượng mạnh
• Definition of Highway Layout Lines (A, P, BR)	Định nghĩa các tuyến phác thảo đường ô tô
• Automatic Generation of Code Lateral Wind and Seismic Loads	Phát sinh tự động tải trọng gió và động đất theo Tiêu chuẩn
• Wind Loads on Open Structures	Tính tải trọng gió lên kết cấu hở
• Transfer of Loads from Area Objects to Framing Systems	Chuyển tải trọng từ phần tử diện tích (sàn) sang hệ thống khung

• Application of Lane Loads to Bridge (A, P, BR)	Áp dụng tải trọng làn xe cho cầu (A, P, BR)
• Cracked Properties – Property Modification Factors	Đặc trưng hình học tiết diện nứt - hệ số hiệu chỉnh đặc trưng hình học
• Gravity, Pressure and Thermal Loading	Tải trọng nhiệt độ, áp lực, trọng lực
• Line and Surface Multi-Linear Springs (A)	Gối đàn hồi theo đường và theo mặt
• Staged Construction Analysis (A, SC)	Phân tích thi công theo nhiều giai đoạn
• Wave Generator (A, OS)	Phát sinh tự động tải trọng sóng
• Parametric Tendon Layout for Box Girders (A, P, BR)	Phác thảo các tham số cốt thép DUL cho cầu dầm hộp
SAP2000 ANALYSIS	**TÍNH NĂNG PHÂN TÍCH CỦA SAP2000**
• Static Analysis with Frame and Shell Objects (A, P, B)	Phân tích tĩnh đối tượng thanh, tấm-vỏ
• Response Spectrum Analysis with Eigen or Ritz Vectors (A, P, B)	Phân tích phổ đáp ứng theo trị riêng và vector RITZ (A, P, B)
• P-Delta Analysis (A, P, B)	Phân tích hiệu ứng P-Delta (A, P, B)
• Joint Constraints including Rigid Bodies & Diaphragms (A, P, B)	Ràng buột nút khối và sàn cứng (A, P, B)
• Applied Force and Displacement Loading (A, P, B)	Áp dụng lực dạng tải trọng và chuyển vị cưỡng bức (A, P, B)
• Gravity, Pressure and Thermal Loading (A, P, B)	Tải trọng nhiệt, áp lực, trọng lực (A, P, B)
• Layered Shell Element (A, P, B)	Phần tử tấm-vỏ phân lớp (A, P, B)
• Post Tensioning in Frame, Area and Solid Objects (A, P, B)	DUL căng sau cho phần tử thanh, tấm-vỏ và khối đặc (A, P, B)
• Relaxation & Anchorage Slip Losses in Tendons (A, SC)	Mất mát ứng suất do chùng rão và tụt neo trong bó cáp DUL (A, SC)
• Plane, Asolid and Solid Objects (A, P)	Phần tử ứng suất-biến dạng phẳng, khối 2 chiều, khối đặc (A, P)
• Time History Analysis, including Multiple Base Excitation (A, P)	Phân tích lịch sử thời gian bao gồm giảm chấn đáy móng
• Frequency Domain Analysis – Power Spectral Density (A, P)	Phân tích tần số - mật độ phổ năng lượng (A, P)
• Moving Loads (A, P, BR)	Tải trọng di động (A, P, BR)

• Time Dependent Concrete Creep & Shrinkage Effects (A, SC)	Hiệu ứng từ biến, co ngót bê tông theo thời gian (A, SC)
• Frame Hinges for Axial, Flexural, Shear & Torsional Behavior (A)	Ứng xử khớp dẻo trong phần tử thanh cho lực dọc, uốn, cắt, xoắn (A)
• Nonlinear Static Pushover Analysis (A)	Phân tích phi tuyến tĩnh (A)
• Viscous Dampers (A)	Giảm chấn nhớt (A)
• Fiber Hinges (A)	Khớp sợi (A)
• Base Isolators (A)	Cách chấn (A)
• Gap Object for Structural Pounding (A)	Đối tượng hở (A)
• Time History with Wilson FNA or Direct Integration Methods (A)	Phân tích lịch sử thời gian theo phương pháp Wilson và tích phân trực tiếp (A)
• Dynamic Effects of Moving Loads (A, P, BR)	Hiệu ứng động tải trọng di động (A, P, BR)
• Segmental Construction Analysis (A, SC)	Phân tích xây dựng phân đoạn (A, C)
• API Simplified Fatigue Analysis (A, OS)	Phân tích mỏi đơn giản hóa theo viện dầu khí Mỹ (API) (A, OS)
BUCKLING	**PHÂN TÍCH MẤT ỔN ĐỊNH DO OẰN**
• Buckling Analysis Around Any Nonlinear State (A)	Phân tích mất ổn định do oằn quanh bất kỳ trạng thái phi tuyến (A)
• Element-Based P-Delta Effects for Local Buckling Instabilities (A)	Hiệu ứng P-Delta trong phần tử cho mất ổn định oằn cục bộ (A)
LARGE DISPLACEMENTS	**CHUYỂN VỊ LỚN**
• Large Displacement/Small Strain Analysis (A)	Phân tích bài toán chuyển vị lớn/ứng biến nhỏ
• Nonlinear Large Rotations Cable Analysis (A)	Phân tích phi tuyến góc xoay lớn cho phần tử dây cáp
FREQUENCY DOMAIN	**PHÂN TÍCH VÙNG TẦN SỐ**
• Steady State Analysis (A, P)	Phân tích trạng thái dừng (A, P)
• Power Spectral Density (PSD) Analysis (A, P)	Phân tích mật độ phổ năng lượng (A, P)
• Frequency Dependent Properties for Links/Supports (A, P)	Các đặc tính phụ thuộc tần số của gối đỡ/liên kết (A, P)

NONLINEAR MATERIAL BEHAVIOR	ỨNG XỬ PHI TUYẾN VẬT LIỆU
• Pushover Analysis Using Fiber Models (A)	Phân tích pushover dùng mô hình thớ (A)
• Viscous Damper with Nonlinear Exponent on Velocity Term (A)	Giảm chấn nhớt với phi tuyến hàm mũ theo vận tốc (A)
• Base Isolator with Biaxial Plasticity Behavior (A)	Ứng xử giảm chấn với đặc tính dẻo (A)
• Hinges offer P-M-M Interaction with Moment-Curvature (A)	Khớp tương tác P-M-M với đường cong moment (A)
• Section Designer – Mander Model for Confined Concrete (A)	Thiết kế mặt cắt mô hình bê tông không nở hông (A)
• Pivot-Hysteresis and Takeda Models for Plastic Link Behavior (A)	Các mô hình Pivot-Hysteresis và Takeda cho ứng xử liên kết dẻo (A)
• Double-Acting Friction Pendulum Isolators (A)	Giảm chấn ma sát tác dụng kép (A)
SAP2000 DESIGN	**TÍNH NĂNG THIẾT KẾ SAP2000**
• Steel Frame Design for AISC-ASD & LRFD, AASHTO, API, UBC,	Thiết kế khung thép theo tiêu chuẩn viện thép, hội cầu đường, viện dầu khí Mỹ
British, Canadian, Italian, Indian and Euro Codes	Anh, Canada, Ý, Ấn Độ, châu Âu
• Concrete Frame Design for ACI, AASHTO, UBC, British, Canadian,	Thiết kế khung BTCT theo tiêu chuẩn viện bê tông, hội cầu đường Mỹ, Anh
New Zealand, Indian, Italian, Korean, Mexican and Euro Codes	New Zealand, Ấn độ, Ý, Hàn Quốc, Mexico, châu Âu
• Aluminum Frame Design for AA Codes	Thiết kế khung nhôm theo tiêu chuẩn hội nhôm Mỹ
• Cold-Formed Steel Frame Design for AISI Codes	Thiết kế khung thép dập nguội theo viện tiêu chuẩn Mỹ
• Design for Static and Dynamic Loads	Thiết kế cho tải trọng tĩnh và động
• Straight & Curved Girder Design (A, P, BR)	Thiết kế dầm thẳng và cong
• Automatic Calculation of Moment Magnification Factors	Tự động tính toán hệ số phóng đại momen
• Automatic Calculation of K-Factors & P-Delta Effects	Tự động tính toán hệ số K và hiệu ứng P-Delta

• Steel Frame Design Offers Automatic Member Selection	Thiết kế khung thép để chọn tự động cấu kiện
• Virtual Work Based Optimization for Lateral Deflections	Tối ưu hóa công ảo cho biến dạng ngang
• Grouping for Design Envelopes	Tạo nhóm để thiết kế đường bao
• Designed for Biaxial-Moment/Axial-Load Interaction	Thiết kế cho tương tác không đồng trục moment/lực dọc
• Seismic Check of Beam/Column Joints in Concrete Frames	Kiểm tra động đất điểm nối cột/dầm trong khung BTCT
• Automated Effects of Panel-Zone Deformations on Lateral Drift	Hiệu ứng biến dạng vùng sàn tự động khi kéo ngang
• API Punching Shear Checks	Kiểm tra chọc thủng theo tiêu chuẩn API
• P/T Concrete Box Girder Design (A, P, BR)	Thiết kế dầm hộp BT DUL căng sau
SAP2000 DATA EXCHANGE	**TRAO ĐỔI DỮ LIỆU SAP2000**
• Interactive Database Editing for Model Creation/Editing	Soạn thảo dữ liệu tương tác khi tạo và chỉnh sữa mô hình
• Import/Export Model to Access Database	Nhập/xuất mô hình sang CSDL Access
• Import/Export Model to Excel Spreadsheet	Nhập/xuất mô hình sang CSDL EXCEL
• Cut & Paste Portions of Model to Excel Spreadsheet for Editing	Cắt và dán các phần mô hình sang Excel để chỉnh sữa
• Import/Export Model in CIS/2 STEP File Format	Nhập/xuất mô hình cho định dạng file CIS/2 STEP
• Data Exchange Using IFC Standard	Chuyển đổi dữ liệu sử dụng chuẩn IFC
• Steel Buildings Detailed in ProSteel 3D using an Import/Export link	Vẽ chi tiết nhà thép trong Prosteel 3D sử dụng liên kết nhập/xuất
• Export Steel Models in the Steel Detailing Neutral File Format	Xuất mô hình thép sang định dạng file Steel Detailing Neutral
• Import Files in the following program formats: AutoCAD FrameWorks Plus IGES	Nhập file từ định dạng các chương trình sau: AutoCAD FrameWorks Plus IGES

NASTRAN STAAD STRUDL	NASTRAN STAAD STRUDL
• Export Files in the following program formats: AutoCAD FrameWorks Plus IGES	Xuất các file trong chương trình sang định dạng: AutoCAD FrameWorks Plus IGES
SAP2000 BRIDGE MODULE (Requyres Plus or Higher)	**MÔ ĐUN CẦU CỦA SAP2000 (yêu cầu cấp Plus hoặc cao hơn)**
PARAMETRIC BRIDGE MODELING	**MÔ HÌNH HÓA CẦU THEO THAM SỐ**
• Bridge Wizard with Step by Step Guidance to Create a Bridge Model	Hướng dẫn từng bước tạo mô hình cầu
• Parametric Bridge Model Templates	Các mô hình mẫu cầu theo tham số
• Highway Layout Lines Definition using Horizontal & Vertical Curves	Định nghĩa tuyến đường phát thảo sử dụng đường cong nằm và đứng
• Super Elevations and Skews	Siêu cao và cầu xiên
• Parametric Cross Sections – Box Girders & Steel Composites	Mặt cắt ngang theo tham số- dầm hộp và dầm thép liên hợp
• Cross Sections May Vary Along Bridge Length	Có thể thay đổi mặt cắt ngang theo chiều dài cầu
• Parametric Post Tensioning Tendon Layout for Box Girders	Phát thảo các bó cáp DUL căng sau cho dầm hộp
• Abutments with User Defined Support Conditions	Người dùng định nghĩa mố cầu và điều kiện gối đỡ
• Bents with Single or Multiple Columns	Trụ cầu có một hoặc nhiều cột
• Hinges	Các khớp
• Layered Shell Element	Phần tử tấm-vỏ phân lớp
• Lane Definition Using Highway Layout or Frame Objects	Định nghĩa làn xe sử dụng tuyến phát thảo đường hoặc các đối tượng thanh
• Automatic Application of Lane Loads to Bridge	Áp dụng tự động tải làn xe cho cầu
• Predefined Vehicle and Train Loads	Định nghĩa trước tải trọng xe cộ và tàu lửa

BRIDGE DESIGN OPTIONS	CÁC TÙY CHỌN THIẾT KẾ CẦU
• Moving Loads with 3D Influence Surface	Tải tọng di động với mặt ảnh hưởng không gian
• Moving Loads with Multi-Step Analysis	Tải trọng di động - phân tích nhiều bước
• Lane Width Effects	Hiệu ứng bề rộng làn xe
• P/T Concrete Box Girder Design	Thiết kế dầm hộp dự ứng lực căng sau
• Composite Steel Deck Bridge Design	Thiết kế cầu dầm thép - BTCT liên hợp
• Straight & Curved Girder Design	Thiết kế dầm thẳng và cong
• AASHTO, LFD & LRFD and BS 5400-2 Codes	Các tiêu chuẩn AASHTO, LFD & LRFD và BS 5400
• Dynamic Effects of Moving Loads	Hiệu ứng động của tải trọng di động
BRIDGE RESULTS & OUTPUT	**KẾT QUẢ PHÂN TÍCH CẦU**
• Influence Lines and Surfaces	Mặt và đường ảnh hưởng
• Forces and Stresses Along and Across Bridge	Nội lực và ứng suất phương dọc và ngang cầu
• Displacement Plots	Biểu đồ chuyển vị
ADVANCED ANALYSIS OPTIONS (Requyres Advanced)	**CÁC TÙY CHỌN PHÂN TÍCH NÂNG CAO**
• Segmental Construction (SC)	Xây dựng phân đoạn
• Include the Effects of Creep, Shrinkage Relaxation	Bao gồm hiệu ứng từ biến, co ngót, chùng rão
• Pushover Analysis using Fiber Models	Phân tích Pushover sử dụng các mô hình thớ
• Bridge Base Isolation and Dampers	Giảm chấn và cản cho cầu
• Explicitly Model Contact Across Gaps	Mô hình phần tử tiếp xúc qua chỗ hở
• Nonlinear Large Displacement Cable Analysis	Phân tích phi tuyến biến dạng lớn phần tử dây cáp
• Line and Surface Multi-Linear Springs (P-y curves)	Gối đàn hồi đa tuyến đường và mặt (đường P-y)
• High Frequency Blast Dynamics using Wilson FNA	Động lực học tần số bậc cao dùng phương pháp Wilson FNA
• Nonlinear Dynamic Analysis & Buckling Analysis	Phân tích động lực học phi tuyến và phân tích ổn định
• Multi-Support Seismic Excitation	Kích thích động đất đa gối đỡ
• Animated Views of Moving Loads	Hoạt cảnh các tải trọng di động

1.2- CÀI ĐẶT VÀ NÂNG CẤP SAP2000

- Tuân thủ theo tài liệu hướng dẫn cài đặt đi kèm với gói phần mềm hoặc hỏi người quản trị hệ thống để cài đặt chương trình.

- Nếu nâng cấp từ các phiên bản trước của SAP2000 (Version 11 và các phiên bản cũ hơn), bạn nên biết rằng có sự thay đổi quan trọng về thuật ngữ liên quan đến tải trọng như sau:

+ Thuật ngữ "mẫu tải trọng" (load pattern) thay cho "Trường hợp tải trọng" (load cases) của phiên bản trước.

+ Thuật ngữ "các trường hợp tải" thay cho "Các trường hợp phân tích" (analysis cases) của phiên bản trước.

+ Thuật ngữ "các tổ hợp tải" (load combinations) không thay đổi.

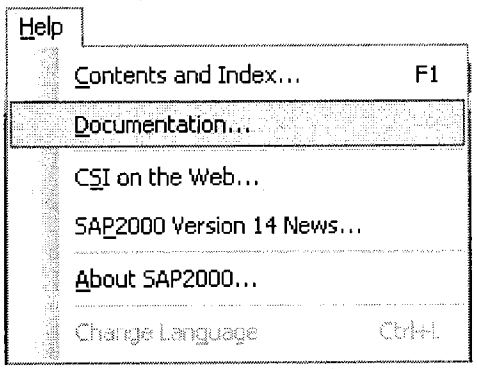
Các thay đổi này để phù hợp với tất cả các phiên bản tương lai của các sản phẩm CSI.

Chỉ có các thay đổi đơn giản về thuật ngữ, còn các khái niệm khác vẫn giống nhau. Các mẫu tải trọng là sự phân bố không gian các hiệu ứng tác dụng lên kết cấu bao gồm lực, chuyển vị, nhiệt độ và tương tự như thế. Các mẫu tải trọng không sinh ra kết quả phân tích. Trường hợp tải xác định các mẫu tải trọng được áp dụng như thế nào: Tĩnh hay động; tuyến tính hay phi tuyến; theo trình tự như thế nào, ... Các trường hợp tải sinh ra kết quả phân tích được hiển thị hoặc kết xuất. Kết quả phân tích của các trường hợp tải co thể được tổ hợp trong các tổ hợp tải. Các tổ hợp tải được dùng cho thiết kế.

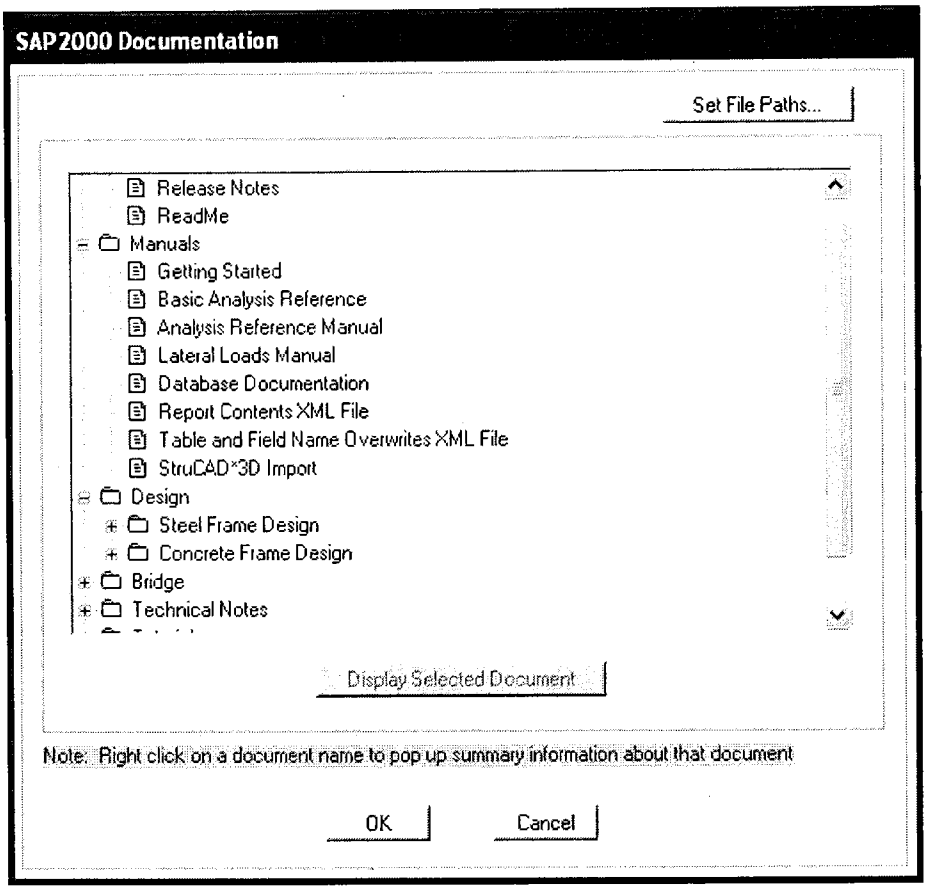
Nên tham chiếu thêm mục "Các tính năng mới" trong chuyên mục Welcome của tiện ích Help trong chương trình.

1.3- HỆ THỐNG TÀI LIỆU HƯỚNG DẪN SAP2000 V14

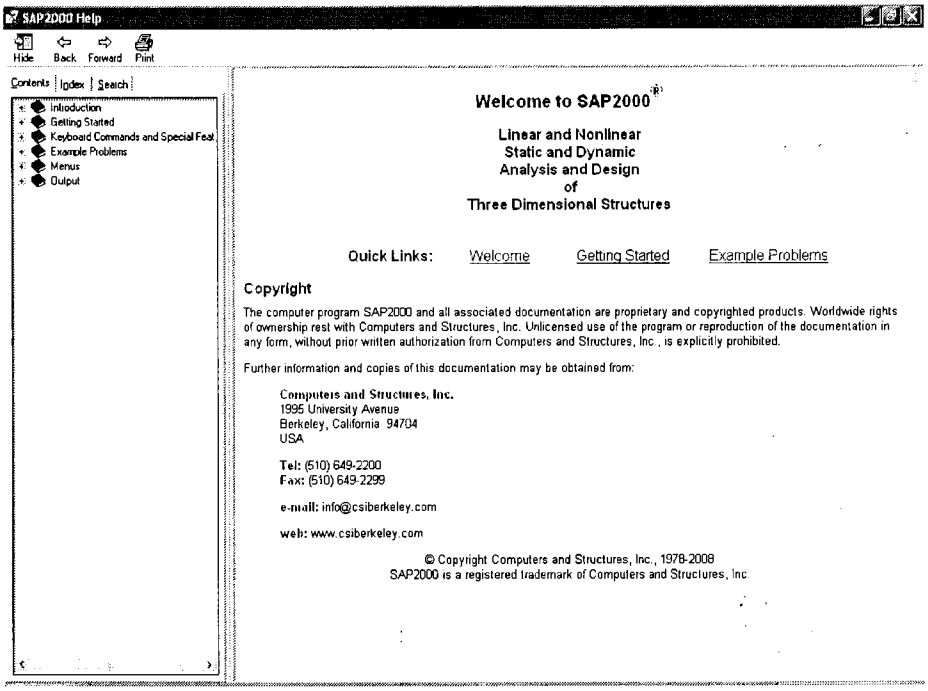
Hệ thống tài liệu hướng dẫn sử dụng đi kèm theo phần mềm SAP2000 V14 rất phong phú. Có thể truy cập các tài liệu này dễ dàng từ Help menu. Các tài liệu này dưới dạng file Acrobat. Ngoài ra người sử dụng có thể tra cứu các tính năng chương trình thông qua Help của chương trình (bấm phím nóng F1).



- Hiển thị các tài liệu hướng dẫn đi kèm chương trình:



- Bấm F1 hiện màn hình hướng dẫn theo ngữ cảnh:



Chương 2
MÔ HÌNH KẾT CẤU TRONG SAP2000

SAP2000 phân tích và thiết kế kết cấu sử dụng một mô hình do người dùng định nghĩa trong giao diện đồ họa người dùng. Mô hình này bao gồm các thành phần chính sau đây:

Units : Các đơn vị

Objects : Các đối tượng

Elements : Các phần tử

Groups : Các nhóm

Coordinate systems and grids : Các hệ thống tọa độ và lưới

Properties : Các đặc tính

Functions : Các hàm

Load patterns : Các mẫu tải trọng

Load cases : Các trường hợp tải trọng

Load Combinations : Các tổ hợp tải trọng

Design settings : Các thiết lập thiết kế

Output and display definitions : Các định nghĩa hiện thị và xuất kết quả

Giao diện đồ họa người dùng cung cấp nhiều tính năng rất mạnh để tạo một mô hình. Bắt đầu với một mô hình sơ bộ và sau đó sử dụng các tính năng thiết kế, tối ưu của SAP2000 để làm mịn mô hình với sai số nhỏ hơn. Chương này mô tả sơ bộ các thành phần cơ bản của mô hình.

2.1- HỆ THỐNG ĐƠN VỊ (UNITS)

SAP2000 làm việc với 4 đơn vị cơ bản: Lực, chiều dài, nhiệt độ và thời gian. Chương trình cho nhiều tổ hợp đơn vị của lực, chiều dài và nhiệt độ để lựa chọn như: “Kip, in, F” or “N, mm, C.” . Thời gian luôn được tính bằng giây (Ngoại trừ từ biến, co ngót, hiệu ứng tuổi vật liệu được xác định theo ngày). Một khác biệt quan trọng giữa khối lượng (Mass) và trọng lượng (weight). Mass chỉ được sử dụng để tính mômen quán tính động lực và cho các tải trọng từ gia tốc nền. Trọng lượng là lực có thể áp dụng giống như các tải trọng khác. Cần chắc chắn sử dụng đơn vị lực

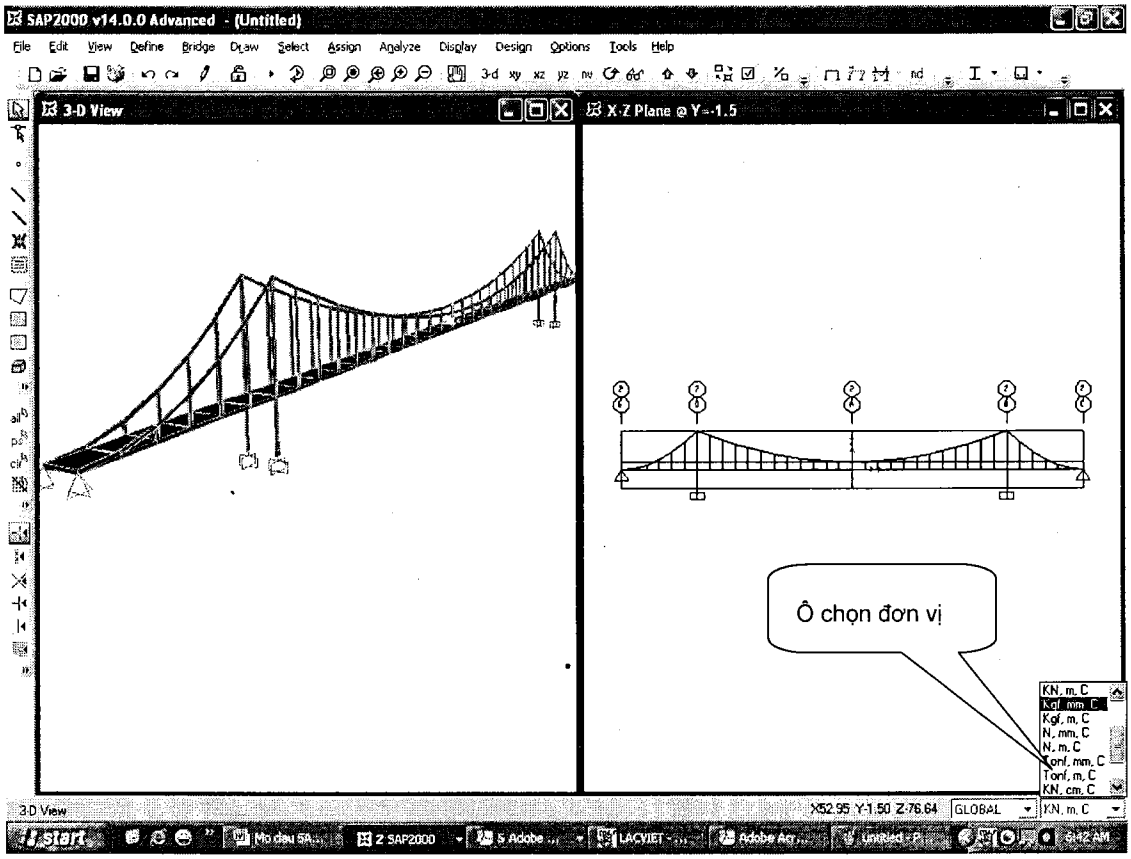
khi xác định giá trị trọng lượng và đơn vị khối lượng (lực-giây^2/ dài) khi xác định giá trị khối lượng. Khi bắt đầu một mô hình mới, SAP2000 sẽ hỏi người dùng xác định tập hợp đơn vị. Các đơn vị này sẽ là đơn vị cơ sở cho mô hình. Mặt dù có thể cung cấp các dữ liệu vào và hiển thị các kết quả theo bất kỳ tổ hợp đơn vị nào, các giá trị của chúng sẽ được chuyển đổi sang đơn vị cơ sở của mô hình.

Giá trị đo góc luôn sử dụng đơn vị sau:

+ Sơ đồ hình học như hướng các trục thì luôn đo bằng độ

+ Chuyển vị góc xoay luôn được đo bằng radian.

+ Tần số luôn được đo bằng vòng/giây (Hz)



2.2- CÁC ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẦN TỬ (OBJECTS AND ELEMENTS)

Các cấu kiện của kết cấu mô hình được đặc trưng bởi các đối tượng (objects). Sử dụng giao diện đồ họa người dùng (GUI) để vẽ sơ đồ hình học của một đối tượng và gán (assign) các đặc tính và tải trọng cho đối tượng để hoàn thành mô hình kết cấu.

Các kiểu đối tượng sau đây được sắp xếp theo kích thước hình học.

+ Đối tượng điểm (Point objects) có hai kiểu:

- Đối tượng nút (Joint objects): Được tạo tự động hoàn toàn tại các góc hoặc đầu cuối của các kiểu đối tượng khác và chúng có thể nối đến các gối đỡ mô hình hoặc các ứng xử cục bộ khác.

- Các đối tượng liên kết nền (một nút): (Grounded (one-joint) link objects): Được dùng để mô hình ứng xử các gối đỡ đặc biệt như hệ thống cách ly (isolators), hệ thống cản (dampers), nối hở (gaps), các gối đàn hồi đa tuyến và nhiều loại khác.

+ Đối tượng đường (Line objects) có bốn kiểu:

- Các đối tượng thanh, dây cáp, bó cáp (Frame/cable/tendon objects): Được sử dụng để mô hình các cấu kiện dầm, cột, giằng, dàn, cáp và bó cáp dự ứng lực.

- Các đối tượng liên kết nối (Connecting (two-joint) link objects): Được dùng để mô hình hóa các phần tử đặc biệt như hệ thống cách ly (isolators), hệ thống cản (dampers), nối hở (gaps), các gối đàn hồi đa tuyến và nhiều loại khác. Không giống như các đối tượng thanh/dây cáp/bó cáp, các đối tượng liên kết nối có chiều dài bằng không.

- Đối tượng diện tích (Area objects): Được dùng để mô hình cấu kiện tường, sàn và các cấu kiện thành mỏng khác cũng như các phần cấu kiện khối hai chiều (Ứng suất phẳng, biến dạng phẳng, khối đồng trục)

- Các đối tượng khối đặc: (Solid objects): Được sử dụng để mô hình hóa các khối đặc 3 chiều.

Theo nguyên tắc chung, sơ đồ hình học của đối tượng phải phù hợp với mô hình vật lý bài toán. Điều này làm đơn giản hóa sự mô hình hóa kết cấu giúp cho quá trình thiết kế.

Nếu bạn có kinh nghiệm sử dụng các chương trình phần tử hữu hạn truyền thống, bao gồm các phiên bản trước đây của SAP2000, bạn sẽ quen thuộc với việc tạo lưới các mô hình vật lý sang các phần tử hữu hạn có kích thước nhỏ hơn cho mục đích phân tích. Mô hình hóa hướng đối tượng (Object-based) là cần thiết cho việc tạo lưới.

Với những mới mô hình hóa phần tử hữu hạn, khái niệm hướng đối nên hiểu hoàn toàn tự nhiên.

Khi mô hình phân tích đang chạy, SAP2000 chuyển đổi tự động mô hình đối tượng sang mô hình phần tử (element-based model) để phân tích. Mô hình hướng phần tử này gọi là mô hình phân tích và nó bao gồm các phần tử hữu hạn và nút truyền thống (nodes). Kết quả phân tích được hiển thị trên mô hình phân tích.

SAP2000 cung cấp các tùy chọn để điều khiển việc tạo lưới như bậc tự do các phần tử mịn hơn và cách nối các đối tượng giao nhau. Các tùy chọn có sẵn để chia nhỏ mô hình.

2.3- PHẦN TỬ THANH (FRAME ELEMENTS)

2.3.1. Tổng quát

Phần tử thanh được sử dụng để mô hình kết cấu dầm, cột, dàn, giằng trong mặt phẳng và kết cấu không gian. Mặc dù không được đề cập trong phần này nhưng một số khái niệm có thể áp dụng cho các loại đối tượng khác như thanh cong, dây cáp, phần tử bó cáp ứng suất trước.

Phần tử thanh tổng quát 3 chiều bao gồm các hiệu ứng uốn hai phương, xoắn, biến dạng dọc trục và biến dạng cắt (xem Bath và Wilson, 1976). Các loại kết cấu có thể được mô phỏng bằng phần từ này như:

- Khung không gian (Three- dimensional frames);
- Dàn không gian (Three- dimensional trusses);
- Khung phẳng (Planar frames);
- Bản gập phẳng (Planar grillages);
- Dàn phẳng (Planar trusses).

Phần tử thanh được mô hình như một đường thẳng nối hai điểm, trong giao diện đồ họa bạn có thể chia các đối tượng cong thành nhiều đối tượng thẳng. Mỗi phần tử có hệ tọa độ riêng để xác định các đặc trưng mặt cắt, tải trọng và nội suy kết quả đầu ra. Mỗi phần tử thanh có thể có tải bản thân, tải tập trung và nhiều tải trọng phân bố. Nội lực phần tử tính toán tại các đầu phần tử và và vị trí dọc theo phần tử do người dùng xác định.

2.3.2. Nối điểm nút

Một phần tử thanh đại diện cho một đường thẳng nối qua hai nút i và j. Hai điểm nút này không có cùng vị trí trong không gian. Mặc định thì trục trung tâm phần tử chạy dọc theo đường nối hai điểm nút. Tuy nhiên bạn có thể thay đổi bằng cách dùng các điểm chèn.

2.3.4. Bậc tự do

Mặc định thì phần tử thanh có sáu bậc tự do tại hai nút nối. Nếu bạn muốn mô hình các phần tử dàn không truyền được mômen tại các đầu thì có thể dùng cách sau:

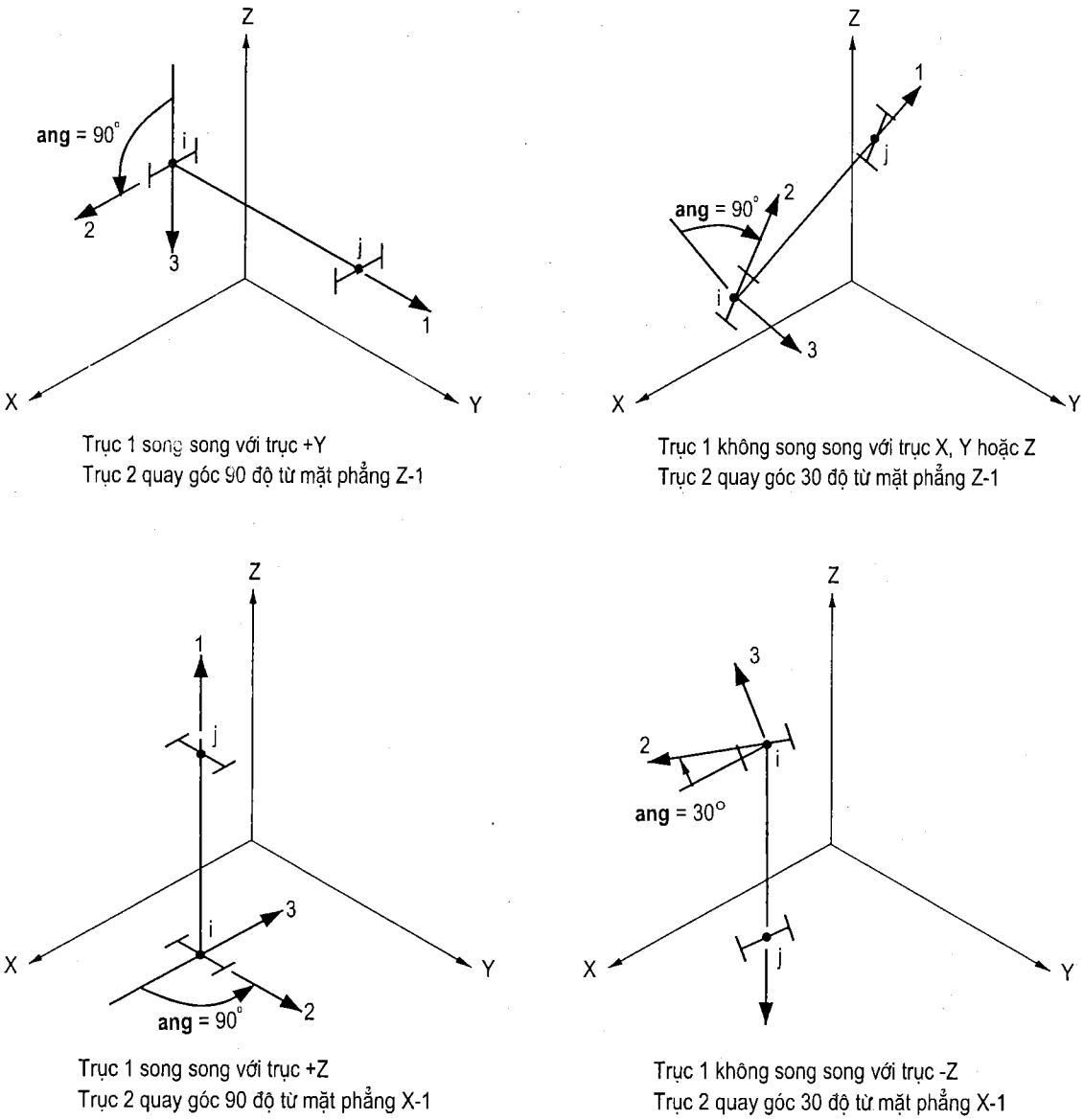
+ Thiết lập các đặc tính hình học của mặt cắt j, i33, i22 (mômen quán tính xoắn, mô men quán tính trục 2-2, môment quán tính trục 3-3) về không.

+ Giải phóng chuyển vị xoay R2.R3 tại các nút và chuyển vị xoắn tại một trong hai nút.

2.3.5. Hệ tọa độ phần tử

Hệ tọa độ địa phương phần tử 1-2-3 liên quan với hệ tọa độ tổng quát X-Y-Z. Cả hai hệ tọa độ đều tuân theo quy tắc bàn tay phải. Trong hầu hết các kết cấu hệ tọa độ địa phương xác định đơn giản bằng cách dùng hướng mặc định và góc tọa độ phần tử thanh.

Trục dọc 1 luôn luôn là trục dọc theo phần tử, hướng dương từ đầu i đến đầu j. Hướng mặc định của trục 2 và 3 được xác định theo quan hệ giữa trục 1 và trục Z của hệ tọa độ tổng thể.



Hình 2.1: *Góc hệ tọa độ phần tử thanh theo hướng mặc định*

2.3.6. Đặc trưng mặt cắt

Một mặt cắt phần tử thanh là tập hợp các đặc trưng hình học và vật liệu được mô tả. Các mặc cắt định nghĩa độc lập và được gán vào phần tử.

Các đặc trưng vật liệu bao gồm: Mô đun đàn hồi e1 dùng để tính độ cứng dọc trục và độ cứng uốn; Mô đun cắt g12 cho độ cứng xoắn và độ cứng chống cắt ngang; khối lượng riêng m để tính toán khối lượng phần tử m; dung trọng w dùng tính trọng lượng bản thân; kiểu thiết kế **ides** để chỉ phần tử gán vật liệu này được thiết kế theo kết cấu thép, bê tông, nhôm, thép cuốn nguội hay không thiết kế.

Các đặc trưng mặ cắt bao gồm:

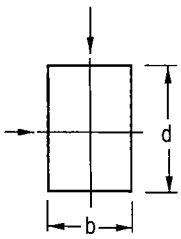
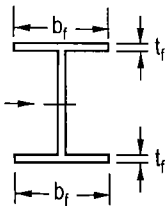
+ Diện tích cắt ngang a. Độ cứng dọc trục cho bởi a.e1.

+ Mômen quán tính i33, quanh trục 3 cho uốn trong mặt phẳng 1-2 và mô men quán tính i22 cho uốn trong mặt phẳng 1-3. Độ cứng chống uốn là i33.e1 và i33.e1.

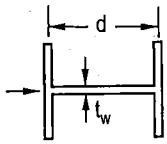
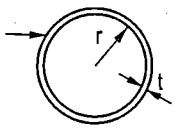
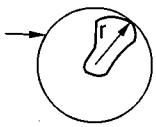
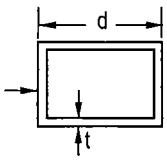
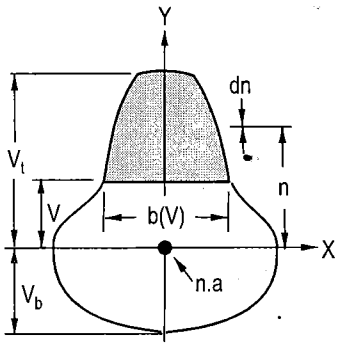
+ Hằng số xoắn j. Độ cứng xoắn của mặt cắt bằng j.g12. Chú ý rằng hằng số xoắn không giống như momen quán tính cực (ngoại trừ tiết diện tròn).

+ Diện tích cắt as2, as3 để truyền lực cắt trong mặt phẳng 1-2 và 1-3. Độ cứng chống cắt ngang tương ứng là as2.g12 và as3.g12. Công thức tính diện tích chịu cắt của các mặt cắt điển hình ở bảng 2.1.

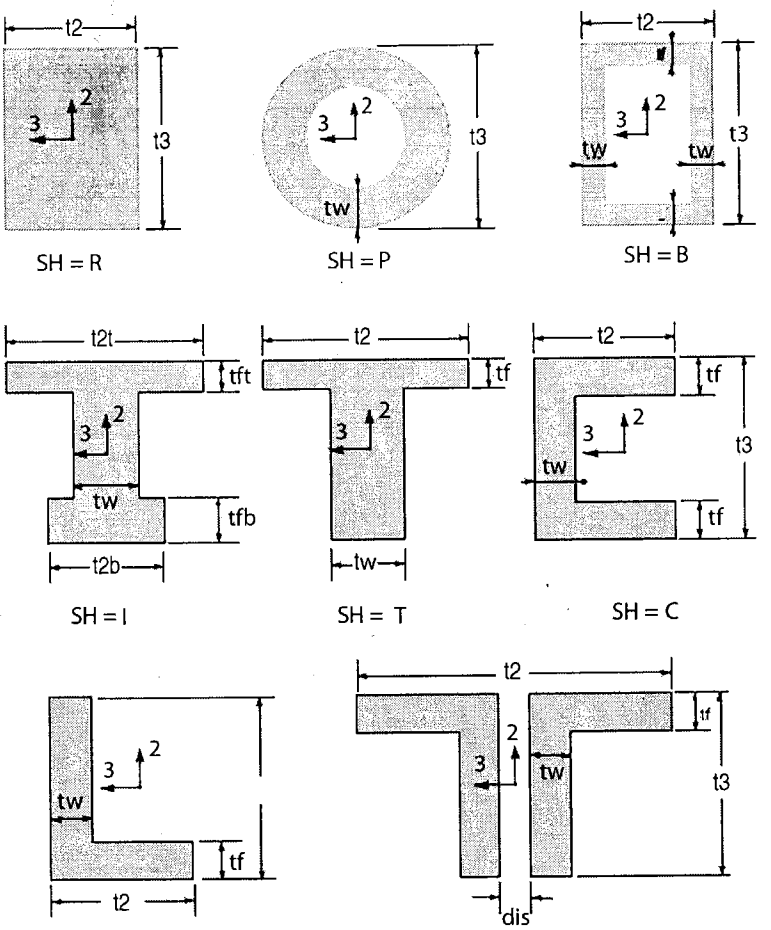
Bảng 2.1

Mặt cắt	Mô tả	Diện tích cắt có hiệu
1	*2*	*3*
	Mặt cắt hình chữ nhật. Lực cắt song song với hướng b hoặc d	5/6bd
	Mặt cắt hình chữ I. Lực cắt song song với cánh	$5/3t_fb_f$

Bảng 2.1 (tiếp theo)

1	2	3
	Mặt cắt hình chữ I. Lực cắt song song với sườn	$t_w d$
	Mặt cắt ống thành mỏng. Lực cắt theo phương bất kỳ	πrt
	Mặt cắt tròn đặc. Lực cắt theo phương bất kì	$0,9\pi r^2$
	Tiết diện hộp chữ nhật thành mỏng. Lực cắt theo phương d	2td
	Mặt cắt tổng quát. Lực cắt theo phương Y I_X - mô men quán tính mặt cắt theo phương X-X $Q(Y) = \int_Y^{Y_t} nb(n)dn$	$\dfrac{I_X^2}{\int_{Y_b}^{Y_t} \dfrac{Q^2(V)}{b(V)} dV}$

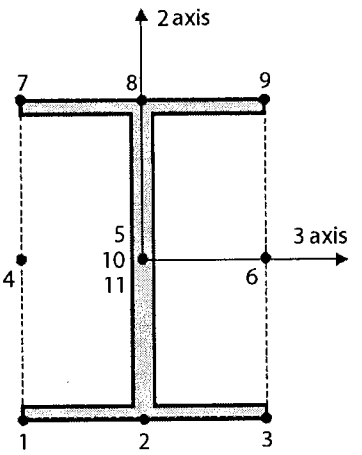
Có sáu dạng mặt cắt được SAP2000 tự động tính toán các đực trưng hình học. Nhiều cơ sở dữ liệu về tiết diện theo các tiêu chuẩn cũng được tích hợp trong SAP2000 như AISC.pro (viện thép Mỹ); AA6061-T6.pro (Viện nhôm Mỹ); CISC.pro (Viện thép Canađa). SAP2000 v14/Bridge còn bổ sung tính toán tự động các đặc trưng hình học nhiều dạng cắt ngang cầu như dầm hộp thành xiên 1, các dạng cắt ngang cầu phân đoạn, cầu liên hợp.



Hình 2.2- Các mặt cắt tự động tính các đặc trưng hình học

2.3.7. Các điểm chèn (Insertion Point)

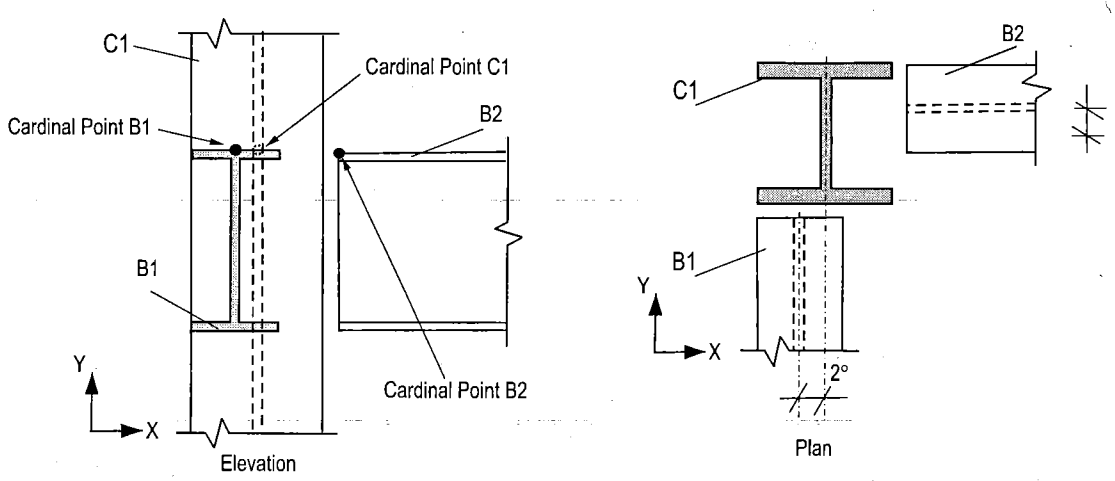
Mặc định thì trục 1 phần tử chạy dọc theo trục tự nhiên mặt cắt tại trọng tâm. Đôi khi cần phải xác định các vị trí khác của mặt cắt như điểm bên trên dầm hoặc tại điểm góc ngoài của cột. Các điểm này gọi là điểm hướng của mặt cắt (cardinal point).



1. Trái bên dưới;
2. Tâm bên dưới;
3. Phải bên dưới;
4. Giữa bên trái;
5. Tâm ở giữa;
6. Phải ở giữa;
7. Trái bên trên;
8. Tâm bên trên;
9. Phải bên trên
10. Trọng tâm
11. Tâm cắt

***Chú ý**: Đối với các mặt cắt đối xứng theo hai phương thì các điểm 5, 10, 11 trùng nhau*

***Hình 2.3.** Các điểm hướng của mặt cắt.*



Hình 2.4. Thể hiện độ lệch nút và các điểm hướng

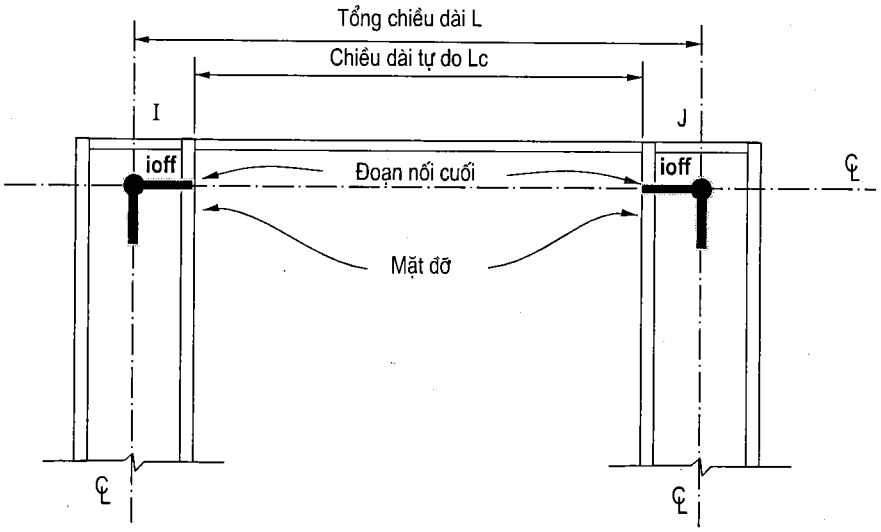
Độ lệch nút **(joint offsets)** được xác định dọc theo các điểm hướng khi gán các điểm chèn. Tính năng độ lệch nút hay được sử dụng để mô hình hóa khi dầm không nối vào trọng tâm cột (hình 2.4).

2.3.8. Độ lệch đầu cuối (end offsets)

Các phần tử thanh được mô hình như các phần tử đường nối tại điểm (nút). Tuy nhiên, nhiều kết cấu thực tế có kích thước cắt ngang xác định như nối dầm cột thì sẽ có phần trùng lên nhau. Trong nhiều kết cấu có kích thước cấu kiện lớn phần trùng này là đáng kể so với tổng chiều dài kết nối.

Bạn có thể xác định hai đoạn nối cuối (end offsets) cho mỗi phần tử bằng cách dùng tham số **ioff** và **joff** tương ứng với đầu i và j.

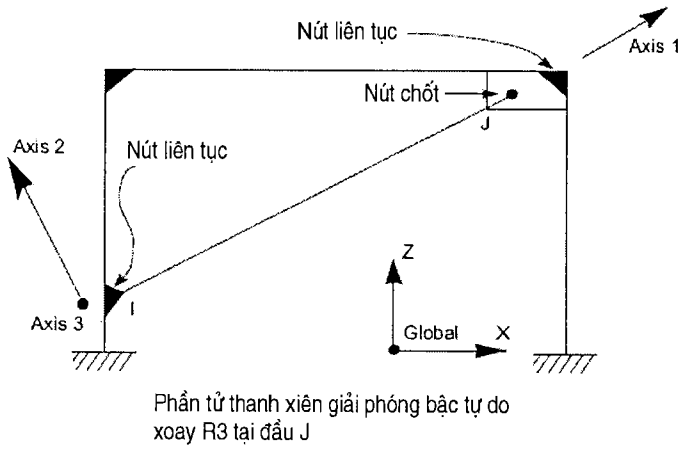
Chiều dài tự do của phần tử Le = L – (ioff + joff).



Hình 2.5. Đoạn nối cuối phần tử thanh.

2.3.9. Giải phóng đầu cuối (End Releases)

Bình thường thì có 3 chuyển vị thẳng và 3 chuyển vị xoay tại mỗi nút phần tử thanh (các bậc tự do). Tuy nhiên có thể giải phóng (không liên tục) một hoặc một số bậc tự do của các nút tương ứng với thành phần nội lực bằng không. Sự giải phóng bậc tự do xác định trong hệ tọa độ địa phương và không ảnh hưởng đến các phần tử khác nối vào nút. Bất kỳ tổ hợp giải phóng các bậc tự do tại đầu phần tử phải làm cho phần tử vẫn còn ổn định. Ví dụ ở hình sau thanh xiên có nút chốt ở đầu J (M=0), ở đầu I nối vào nút liên tục, cần giải phóng thành phần R3 (góc xoay quanh trục 3 phần tử) tại đầu J.



Hình 2.6. *Giải phóng bậc tự do đầu phần tử*

2.3.10. Khối lượng (mass)

Trong phân tích động lực học, khối lượng kết cấu dùng để tính lực quán tính. Khối lượng quán tính phần tử thanh được quy đổi về nút I và J. Hiệu ứng lực quán tính không được xét đến tại các điểm bên trong phần tử.

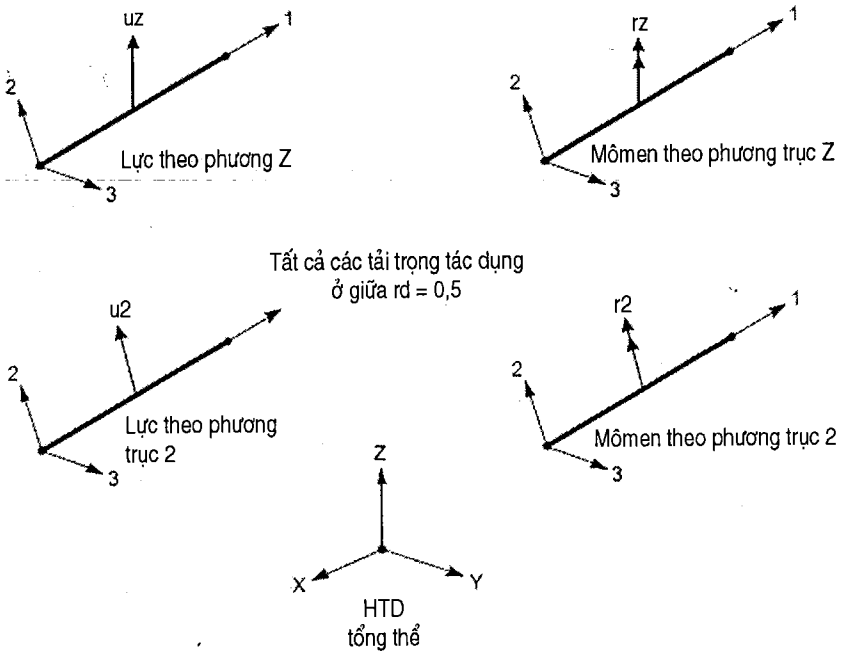
Tổng khối lượng của phần tử bằng tích phân dọc theo phần tử khối lượng riêng m nhân với diện tích cắt ngang a.

2.3.11. Tải trọng bản thân phần tử: (Self-Weight Load)

Tải trọng bản thân có thể tác dụng ở bất kỳ mẫu tải trọng nào có kích hoạt tải trọng bản thân tất cả các phần tử trong mô hình. Cường độ tải bản thân bằng tích dung trọng w và diện tích cắt ngang a. Tải trọng bản thân chiều từ trên xuống theo phương -Z hệ tọa độ tổng thể.

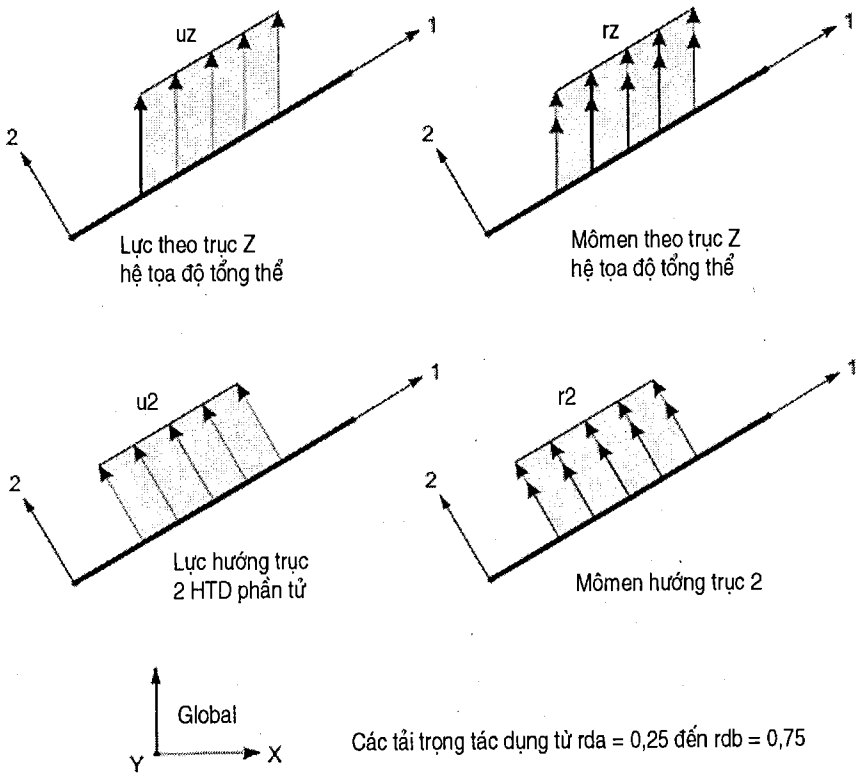
2.3.12. Tải trọng tập trung trong phần tử: (Concentrated Span Load)

Tải trọng tập trung trong phần tử dùng để tác dụng lực hoặc momen tập trung tại một vị trí xác định trên phần tử thanh. Chiều của tải trọng có thể xác định theo hệ tọa độ địa phương hoặc hệ tọa độ tổng thể.



Hình 2.7. Ví dụ lực tập trung tác dụng lên phần tử.

2.3.13. Tải trọng phân bố trên phần tử : (Distributed Span Load)



Hình 2.8. Ví dụ lực phân bố tác dụng lên phần tử

Tải trọng phân bố trên phần tử được sử dụng để tác dụng lực và momen phân bố lên phần tử thanh. Dạng tải phân bố có thể đều hoặc dạng bậc thang. Hướng tải trọng có thể xác định trong HTD tổng thể hoặc HTD địa phương. Tải trọng có thể tác dụng trên toàn bộ hoặc một phần chiều dài phần tử.

Chiều dài chất tải xác định bằng một trong các cách sau:

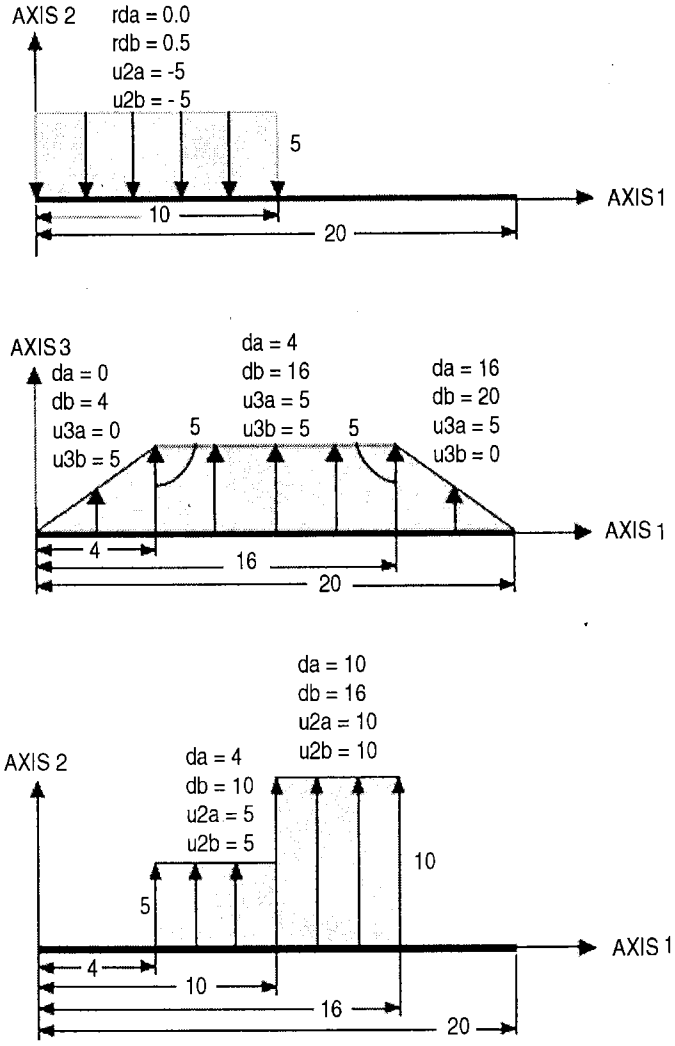
+ Xác định hai khoảng cách tương đối so với tổng chiều dài phần tử rda và rdb đo từ đầu I. Chúng phải thỏa mãn:

$$0 \le rda < rdb \le 1$$

+ Xác định khoảng cách tuyệt đối da và db đo từ đầu I. Chúng thỏa mãn:

$$0 \le da < db \le L.$$

+ Không chỉ định khoảng cách thì xem như chiều dài mang tải bằng chiều dài phần tử.



Hình 2.9. *Ví dụ tải trọng phân bố bậc thang.*

2.3.14. Kết quả nội lực phần tử (Internal Force Output)

Nội lực phần tử thanh là các lực và momen kết quả từ tích phân các ứng suất trên toàn mặt cắt ngang của phần tử bao gồm :

P - lực dọc trục;

V2 - lực cắt trong mặt phẳng 1-2;

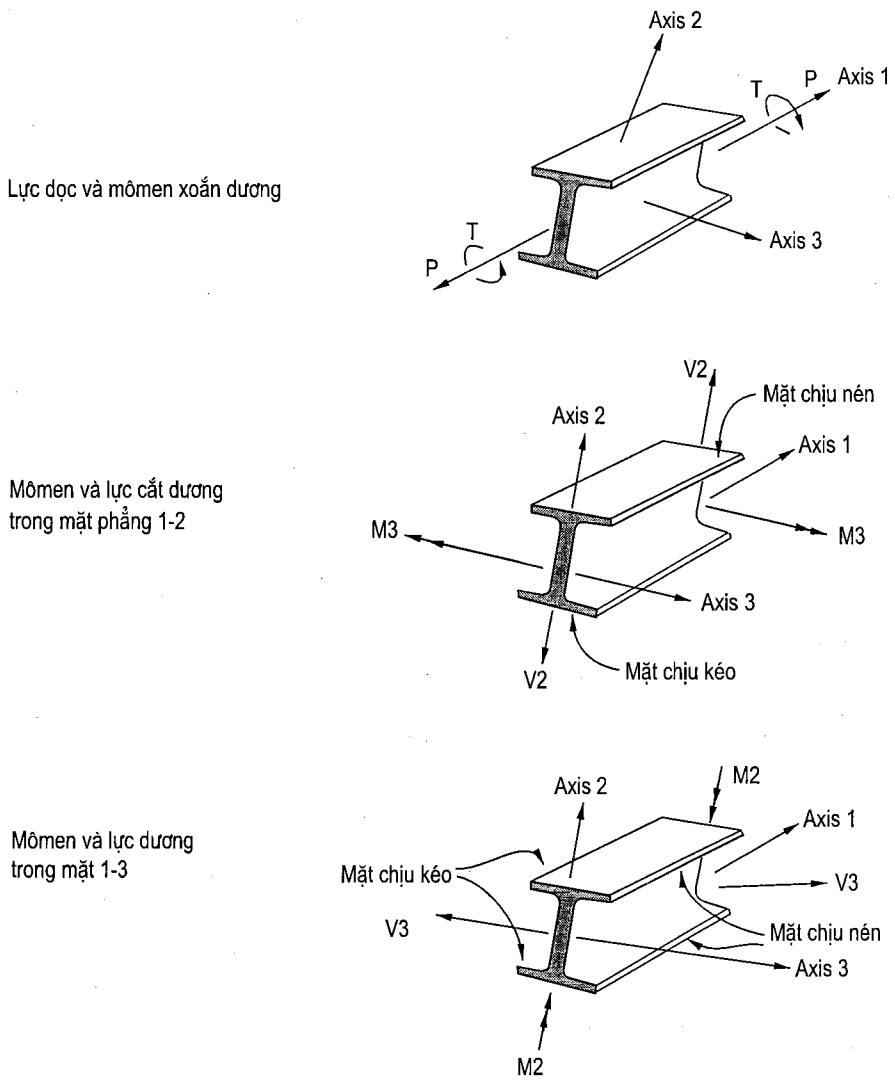
V3 - lực cắttrong mặt phẳng 1-3;

T - lực xoắn;

M2 - momen uốn trong mặt phẳng 1-3;

M3 - moment uốn trong mặt phẳng 1-2.

Quy ước dấu dương các thành phần nội lực như ở hình 2.10.



Hình 2.10. *Quy ước dấu dương các thành phần nội lực trong phần tử thanh*

2.4- PHẦN TỬ TẤM VỎ (THE SHELL ELEMENT)

2.4.1- Tổng quan

Phần tử vỏ được sử dụng để mô phỏng kết cấu vỏ, màng và tấm trong mặt phẳng và không gian. Phần tử vỏ là kiểu đối tượng diện tích. Tùy thuộc kiểu đặc trưng mặt cắt bạn gán cho một diện tích, đối tượng có thể dùng để mô phỏng kết cấu biến dạng/ứng suất phẳng và ứng xử khối đồng trục. Ứng xử màng dùng công thức đồng tham số bao gồm các thành phần độ cứng chuyển vị thẳng trong mặt phẳng và một thành phần độ cứng góc xoay theo hướng pháp tuyến mặt phẳng phần tử (xem Taylor và Simo 1985).

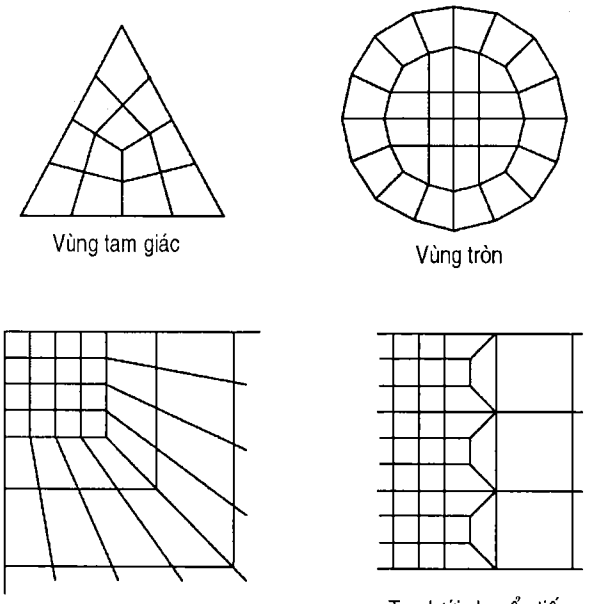
Phần tử vỏ có 3 hoặc 4 nút. Ứng xử uốn của tấm bao gồm hai phương ngoài mặt phẳng. Mặt định công thức tấm mỏng (Krichoff) được sử dụng bỏ qua các biến dạng cắt ngang. Bạn có thể chọn công thức tấm dày (Mindlin/Reissner) có kể đến các biến dạng cắt ngang. Các kết cấu có thể được mô phỏng bởi loại phần tử này bao gồm :

+ Vỏ không gian như bồn chứa và mái cong;

+ Kết cấu tấm như bản sàn;

+ Kết cấu màng như tường chịu cắt.

Mỗi phần tử vỏ có hệ tọa độ riêng để định nghĩa vật liệu, tải trọng và nội suy kết quả đầu ra. Mỗi phần tử có thể mang tải trọng bản thân hoặc tải phân bố theo bất kỳ hướng nào.



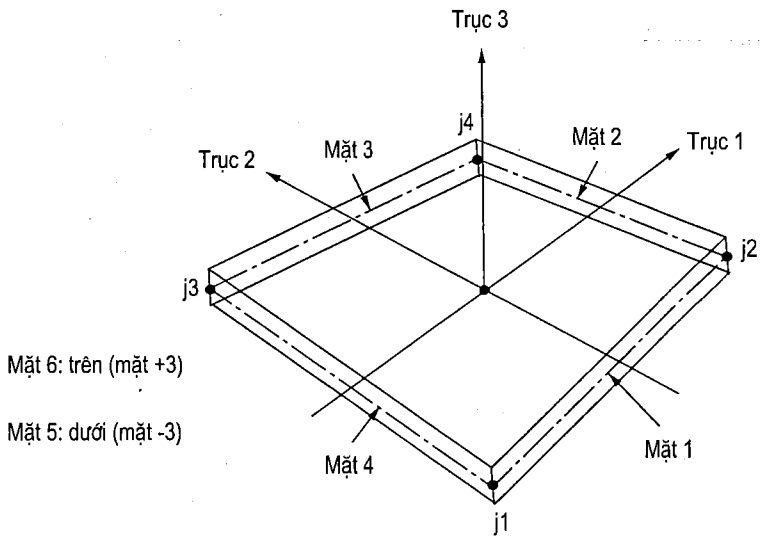
Ví dụ tạo lưới sử dụng phần tử vỏ 4 điểm nút

Hình 2.11. *Lưới phần tử tấm vỏ*

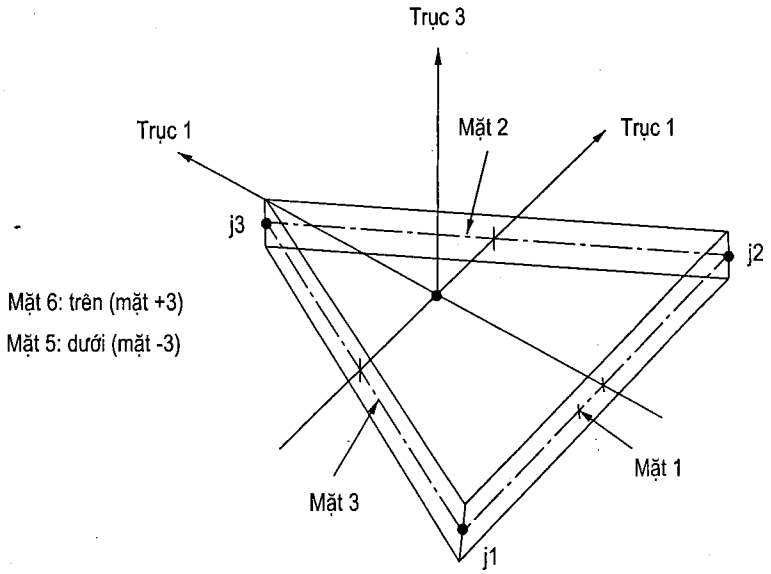
2.4.2. Nối các nút

Phần tử vỏ có thể dạng tứ giác xác định bởi 4 nút j1, j2, j3, j4 hoặc tam giác xác định bởi 3 nút j1, j2, j3. Công thức phần tư tứ giác chính xác hơn, phần tử tam giác thường chỉ dùng cho vùng chuyển tiếp. Vị trí các nút nên chọn sao cho thỏa mãn các điều kiện hình học sau:

- Góc bên trong mỗi phần tử nhỏ hơn 180° . T
- Tỷ số các cạnh của phân tử không nên lớn hơn 10



Phân tử vỏ 4 điểm nút



Phần tử tấm vỏ tam giác 3 điểm nút

Hình 2.12. *Trục tọa độ địa phương phần tử tấm vỏ*

2.4.3. Hệ tọa độ phần tử

Mỗi phần tử tấm vỏ có hệ tọa độ riêng của mình dùng để định nghĩa các đặc tính vật liệu, tải trọng và kết quả phân tích. Các trục ký hiệu là 1, 2, 3. Trục 1, 2 nằm trong mặt phẳng phần tử, trục 3 vuông góc mặt phẳng phần tử.

2.4.4. Đặc trưng mặt cắt

Một mặt cắt tấm vỏ là tập hợp các đặc trưng hình học và vật liệu được miêu tả bởi cắt ngang của một hoặc nhiều hơn phần tử tấm vỏ. Các mặt cắt được định nghĩa độc lập và được gán cho phần tử diện tích. Khi định nghĩa một phần tử diện tích, bạn phải chọn một trong ba kiểu phần tử sau:

+ SHELL (vỏ) có các bậc tự do chuyển vị thẳng và chuyển vị xoay có thể chịu các lực và momen.

+ PLANE (bài toán ứng suất hoặc biến dạng phẳng) chỉ có các bậc tự do chuyển vị thẳng.

+ ASOLID, khối đặc đồng trục với các bậc tự do chuyển vị thẳng.

Các đặc trung vật liệu gồm mô đun đàn hồi, hệ số poaxoong, khối lượng riêng, dung trọng.

Tải trọng gồm tải trọng bản thân và tải trọng phân bố đều trên phần tử.

2.4.5. Kết quả nội lực, ứng suất

Ứng suất phần tử vỏ là các lực trên một đơn vị diện tích tác dụng trong thể tích phần tử để kháng lại tải trọng. Chúng bao gồm:

Ứng suất trực tiếp trong mặt phẳng: S11 và S22;

Ứng suất cắt trong mặt phẳng: S12;

Ứng suất cắt ngang: S13 và S23;

Ứng xuất xoắn ngang: S33 (luôn giả sử bằng không).

Các ứng suất trong mặt phẳng được giả định là hằng số hoặc thay đổi tuyến tính theo chiều dày phần tử.

Nội lực trong phần tử vỏ (còn gọi là tổng hợp của các ứng suất) là các thành phần lực và moment từ kết quả tích phân các thành phần ứng suất theo chiều dày phần tử bao gồm:

Các lực màng: F11 và F22;

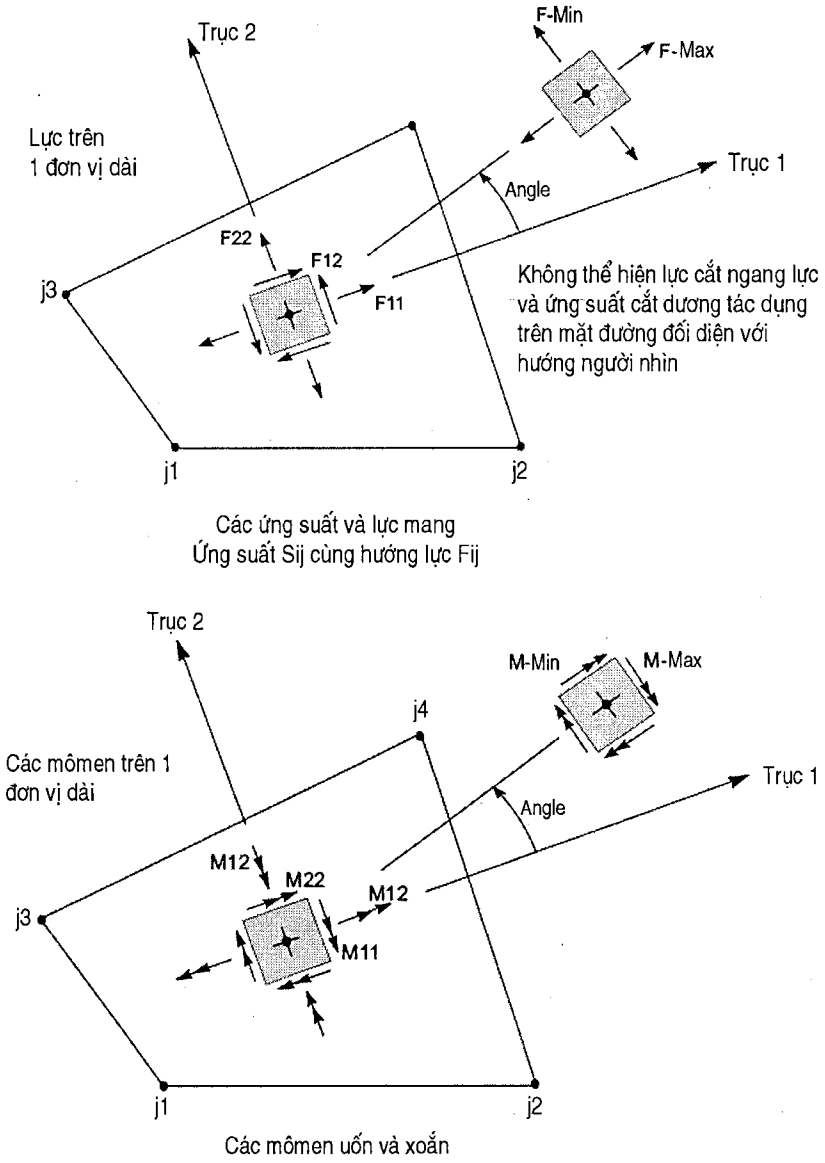
Lực cắt phần tử màng: F12;

Momen uốn của tấm: M11 và M22;

Momen xoắn tấm: M12;

Các nội lực cắt: V13 và V23.

Cần chú ý rằng hợp các ứng suất là các lực và momen tính trên 1 đơn vị chiều dài của mặt phẳng. Quy ước dấu dương các ứng suất và nội lực ở hình sau:



Hình 2.13. *Quy ước dấu các thành phần nội lực phần tử tấm vỏ*

2.5- PHẦN TỬ KHỐI ĐẶC (SOLID ELEMENT)

Phần tử solid có tám nút dùng để mô phỏng các kết cấu khối đặc 3 chiều. Mỗi phần tử solid có hệ tọa độ riêng để định nghĩa vật liệu, tải trọng và nội suy kết quả. Mỗi phần tử có thể mang tải bản thân (theo nhiều hướng), áp lực bề trên các bề mặt, áp lực lỗ rỗng và tải trọng do thay đổi nhiệt độ. Mặc định thì các trục hệ tọa độ riêng 1, 2, 3 cùng chiều các trục hệ tọa độ tổng quát X, Y, Z.

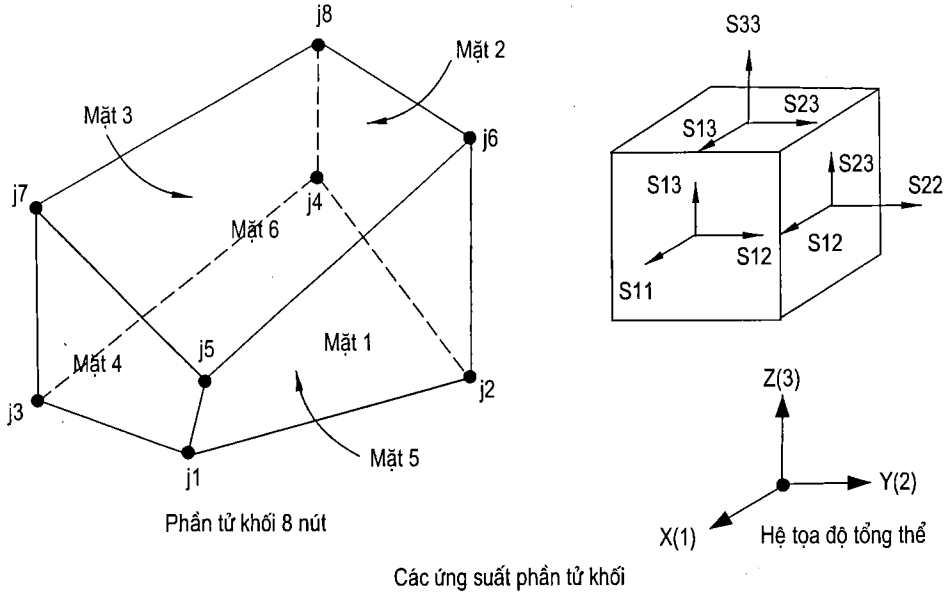
Các mô hình phần tử solid là trạng thái tổng quát của ứng suất-biến dạng trong kết cấu đặc ba chiều. Có tất cả 6 thành phần ứng suất và biến dạng cho mỗi phần tử.

Các đặc tính phần tử khối đặc gồm:

- Mô đun đàn hồi, e1, e2 và e3;
- Mô đun cắt g12, g13 và g23;
- Tất cả các hệ số poisson, u12, u13, u23, ..., u56;
- Hệ số giản nở nhiệt, a1, a2, a3, a12, a13 và a23.

Khối lượng riêng m, dùng để tính khối lượng phần tử

Dung trọng w dùng để tính trọng lượng bản thân.



Hình 2.14. *Quy ước dấu các thành phần ứng suất phần tử khối đặc*

2.6- NÚT VÀ BẬC TỰ DO (JOINTS AND DEGREES OF FREEDOM)

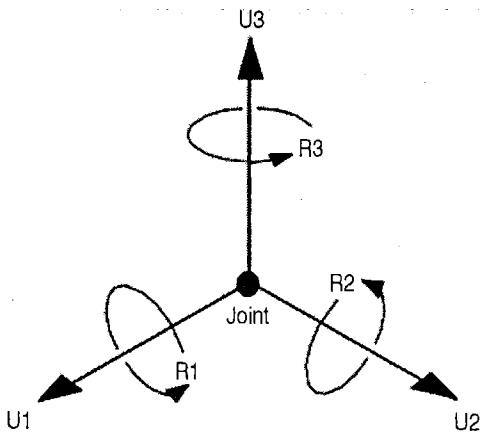
Các nút là quy tắc cơ bản trong phân tích một kết cấu bất kỳ. Các nút là các điểm nối giữa các phần tử mà tại đó các chuyển vị được xác định. Các thành phần chuyển vị (thẳng và xoay) tại nút gọi là các bậc tự do.

Nút thực hiện nhiều chức năng khác nhau như:

- ✓ Tất cả các phần tử của kết cấu nối với nhau thông qua các nút.
- ✓ Kết cấu được gối đỡ tại các nút sử dụng liên kết cứng hoặc gối đàn hồi.
- ✓ Ứng xử màng/thân cứng và điều kiện đối xứng sử dụng các điều kiện ràng buột tại các nút.
- ✓ Tác dụng các tải trọng tập trung tại nút.

- ✓ Tất cả các tải trọng và khối lượng tác dụng trên phần tử thực tế được quy đổi về các nút.
- ✓ Các nút xác định vị trí kết cấu mà tại đó chuyển vị đã biết hoặc được xác định.

Các nút có thể được xem xét như một phần tử. Mỗi nút có hệ tọa độ riêng của mình để định nghĩa bậc tự do, liên kết, các đặc tính nút và tải trọng. Tuy nhiên trong hầu hết các trường hợp hệ tọa độ tổng thể trùng phương với hệ tọa độ riêng các nút trong mô hình. Có sáu bậc tự do tại mỗi nút, 3 chuyển vị thẳng và 3 chuyển vị xoay. Các thành phần chuyển vị hướng theo phương hệ tọa độ riêng tại mỗi nút.



Hình 2.15. *Sáu bậc tự do tại nút*

2.7- CÁC NHÓM

Một nhóm là tập hợp các đối tượng có gán tên. Các nhóm có nhiều ứng dụng như:

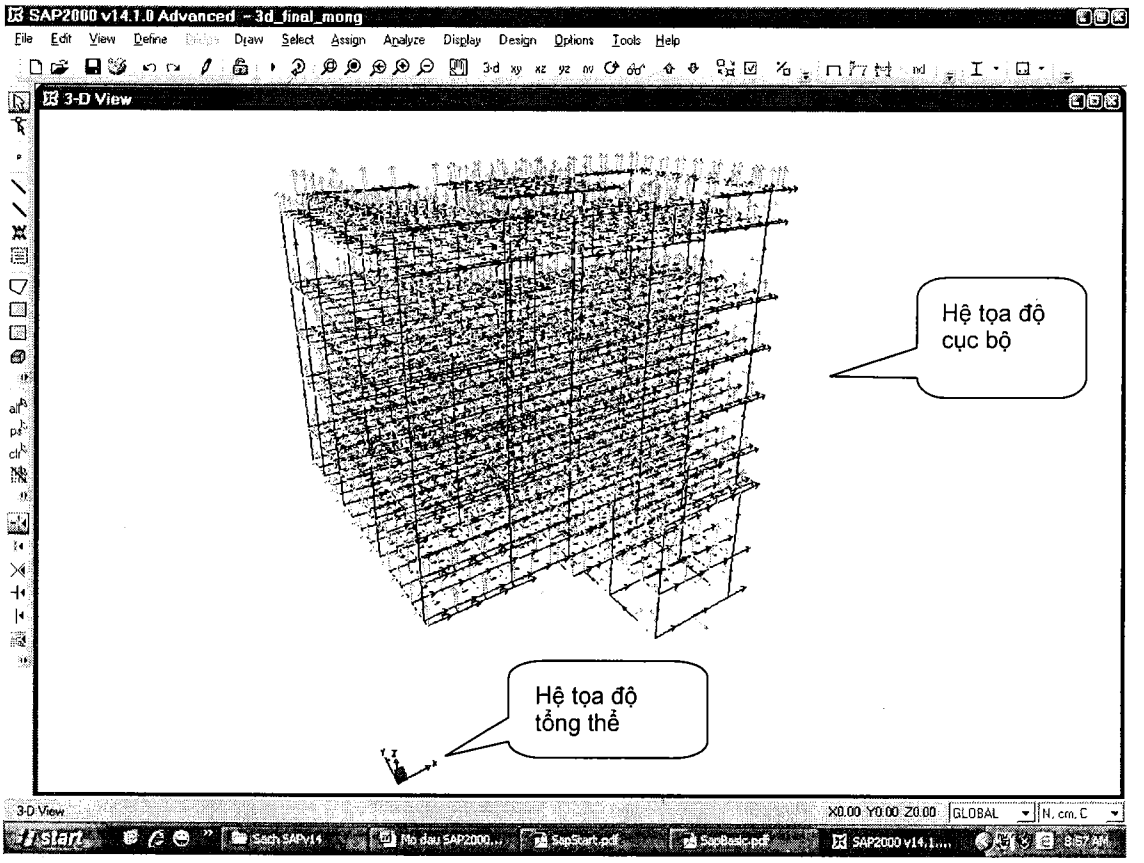
- Chọn nhanh các đối tượng để hiệu chỉnh hoặc gán thuộc tính;
- Sử dụng cho công trình xây dựng theo giai đoạn;
- Định nghĩa các mặt cắt ngang của mô hình;
- Nhóm các đối tượng có cùng kiểu thiết kế;
- Lựa chọn kết quả đầu ra.;
- Nên sử dụng các nhóm để làm tăng sức mạnh quản lý các mô hình lớn.

2.8- HỆ THỐNG TỌA ĐỘ VÀ LƯỚI

Các vị trí trong mô hình kết cấu được xác định gắn với một hệ tọa độ tổng thể. Hệ tọa độ Đề-các 3 chiều này có 2 trục X, Y, Z tuân theo quy luật bàn tay phải. SAP2000 luôn mặc định trục +Z hướng đi lên và hướng trọng lực là –Z. Có thể định nghĩa các hệ thống tọa độ bổ sung phụ trợ cho việc phát triển và nhìn các mô hình. Các hệ tọa độ này dựa vào hệ tọa độ chung tổng thể gốc.

Có thể định nghĩa hệ thống đường lưới cho các hệ tọa độ (tổng thể và bổ sung), dùng hệ thống đường lưới này để định vị các đối tượng trong mô hình. Mỗi hệ lưới có thể dạng Đê-các vuông góc hoặc dạng hệ tọa độ trụ hoặc kiểu tổng quát. Khi vẽ các đối tượng thường bật chế độ bắt dính các điểm lưới giao nhau.

Mỗi đối tượng trong mô hình (điểm, đường, diện tích, ...) có hệ tọa độ cục bộ của riêng mình để định nghĩa các đặc tính, tải trọng và các đáp ứng của đối tượng đó. Hệ trục tọa độ cục bộ ký hiệu 1, 2, 3. Hệ tọa độ cục bộ không có hệ thống lưới đi kèm.



2.9- CÁC TÍNH CHẤT

Các tính chất được gán cho mỗi đối tượng để xác định ứng xử kết cấu của đối tượng đó trong mô hình. Một số tính chất (đặc tính) như đặc trưng vật liệu và mặt cắt là những đặc tính có tên được định nghĩa trước và gán cho đối tượng. Ví dụ một mô hình có các tính chất sau đây:

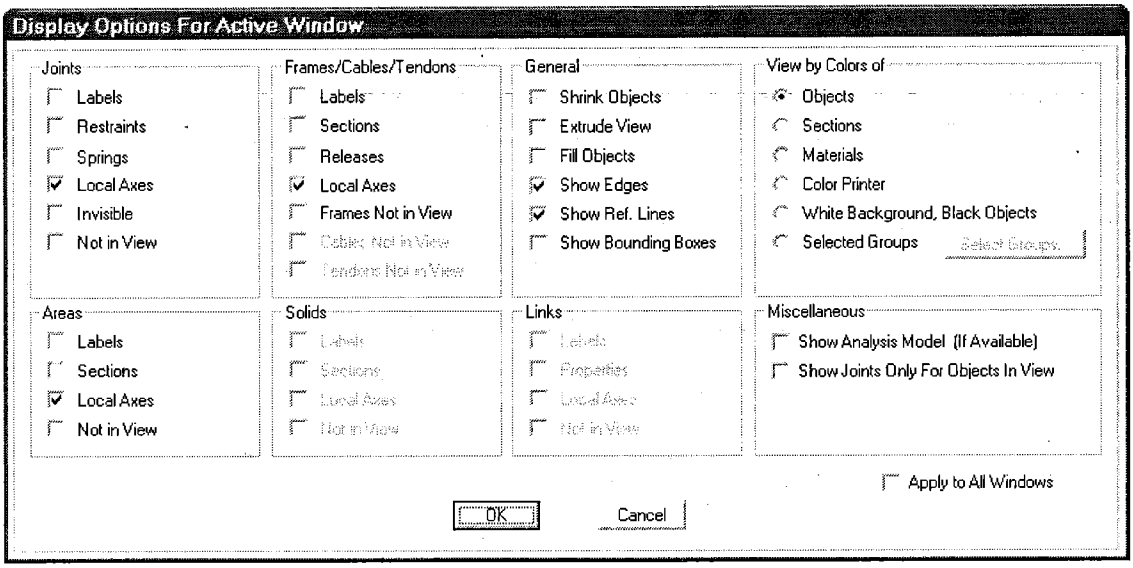
+ Đặc tính bê tông có tên gọi 4000 Psi;

+ Đặc tính mặt cắt hình chữ nhật có tên gọi RECT và hình tròn có tên CIRC dùng vật liệu 4000 Psi;

+ Một đặc tính phần tử bản có vật liệu là 4000 Psi.

Nếu ta gán đặc tính mặt cắt RECT cho một đối tượng thanh thì bất kỳ sự thay đổi của mặt cắt RECT và vật liệu 4000 Psi sẽ được tự động cập nhật vào đối tượng thanh đó. Các tính chất khác như giải phóng đầu phần tử thanh (release) hoặc gối tại nút được gán trực tiếp vào đối tượng.

☞ Để hiện tên, hệ tọa độ cục bộ, các tính chất của mô hình dùng lệnh , hiện hộp thoại sau:



2.10- CÁC HÀM

Tùy chọn hàm được định nghĩa để mô tả sự thay đổi của tải trọng theo chu kỳ hoặc thời gian. Các hàm chỉ cần cho một kiểu phân tích xác định, nó không được dùng cho phân tích tĩnh. Một hàm là một chuỗi dữ liệu các cặp số. Có bốn loại hàm sau đây:

+ Hàm đáp ứng phổ: Phổ giả định gia tốc với chu kỳ dùng cho phân tích đáp ứng phổ phản ứng.

+ Hàm lịch sử thời gian: Độ lớn tải trọng liên quan với thời gian dùng trong phân tích lịch sử thời gian.

+ Hàm trạng thái dừng: Biên độ tải trọng liên quan với tần số dùng trong bài toán phân tích trạng thái dừng.

+ Hàm mật độ phổ năng lượng: Dùng trong phân tích mật độ phổ năng lượng.

2.11- CÁC MẪU TẢI TRỌNG (LOAD PATTERNS)

Tải trọng là những tác động vào kết cấu như lực, áp lực, chuyển vị cưỡng bức của gối, hiệu ứng nhiệt độ, gia tốc nền và những loại khác. Một sự phân bố của tải trọng

lên kết cấu gọi là một mẫu tải trọng. Có nhiều mẫu tải trọng cần định nghĩa. Thường chia các mẫu tải trọng cho tải trọng tĩnh, tải di động, tải gió, tải tuyết, tải nhiệt độ, …

Các tải trọng cần thay đổi độc lập cho mục đích thiết kế hoặc cách chúng tác dụng lên kết cấu nên được định nghĩa thành các mẫu tải trọng riêng biệt. Sau khi định nghĩa tên mẫu tải trọng, gán giá trị tải trọng cho đối tượng như là một phần của mẫu tải đó. Giá trị tải gán cho đối tượng xác định loại của tải trọng (ví dụ lực, chuyển vị, nhiệt độ), cường độ tải trọng và hướng tác dụng. Mỗi đối tượng có thể chịu tác dụng nhiều mẫu tải trọng.

Để tính toán các đáp ứng của kết cấu do các mẫu tải trọng, các trường hợp tải (load cases) cần phải được định nghĩa và chạy để xác định mẫu tải trọng đó tác dụng như thế nào lên kết cấu (tác dụng tĩnh, động, …) và kết cấu được phân tích như thế nào (tuyến tính, phi tuyến, …). Một mẫu tải trọng giống nhau có thể tác dụng khác nhau trong các trường hợp tải riêng biệt.

2.12- CÁC TRƯỜNG HỢP TẢI

Trường hợp tải xác định các tải trọng tác dụng lên kết cấu như thế nào và các đáp ứng của kết cấu được tính toán như thế nào. Có nhiều kiểu trường hợp tải có sẵn trong SAP2000. Hầu hết các trường hợp tải được phân loại là tuyến tính hay phi tuyến tùy thuộc vào đáp ứng kết cấu và tải trọng như thế nào. Kết quả của phân tích tuyến tính có thể cộng tác dụng với nhau. Các kiểu trường hợp tải có sẵn như sau:

- ✓ Tĩnh **(static):** Là kiểu phổ biến nhất. Tải trọng tác dụng không có hiệu ứng động lực học.
- ✓ Dạng dao động **(Modal):** Tính tán các dạng dao động của kết cấu sử dụng phương pháp vector riêng hoặc vector-Ritz .
- ✓ Phổ đáp ứng **(Response-Spectrum):** Tính toán tĩnh học các đáp ứng do tải trọng gia tốc. Yêu cầu các hàm đáp ứng phổ.
- ✓ Lịch sử thời gian **(Time-History):** Tải trọng thay đổi theo thời gian. Yêu cầu các hàm lịch sử thời gian. Dùng phương pháp chồng chất dạng dao động hoặc tích phân trực tiếp.
- ✓ Ổn định **(Buckling):** Tính toán các dạng mất ổn định dưới các tải trọng tác dụng
- ✓ Tĩnh đặc biệt **(Hyperstatic):** Tính toán lực thứ cấp do lực ứng suất trước và các tải trọng tự cân bằng khác.
- ✓ Tải di động **(Moving Load):** Tính toán các đáp ứng do tải trọng di động. Dùng định nghĩa các làn xe hơn là các mẫu tải trọng như các kiểu phân tích khác.
- ✓ Trạng thái dừng **(Steady State):** Tải trọng thay đổi điều hòa tác dụng ở một hoặc nhiều tần số.

Mật độ phổ năng lượng (**Power Spectral Density):** Tải trọng thay đổi điều hòa tùy thuộc xác định xác xuất của tải trọng với khoảng các tần số và giá trị mong đợi của đáp ứng được xác định. Phân tích này yêu cầu các hàm đáp ứng phổ năng lượng.

Phi tuyến tĩnh (**Nonlinear Static):** Tải trọng tác dụng không có hiệu ứng động. Có thể dùng cho phân tích đẩy dần (pushover analysis).

Lịch sử thời gian phi tuyến (**Nonlinear Time-History):** Tải trọng thay đổi theo thời gian.

Có thể định nghĩa nhiều trường hợp tải. Khi mô hình được phân tích, phải chọn các trường hợp tải cần chạy. Các kết quả phân tích được xem như một phần của mô hình và cần cho quá trình thiết kế.

2.13- CÁC TỔ HỢP TẢI (LOAD COMBINATIONS)

Một tổ hợp của Sap2000 gọi là một "combo" là kết quả kết hợp của một hoặc nhiều trường hợp tải hoặc các tổ hợp khác. Khi một tổ hợp được định nghĩa nó tác dụng tới kết quả cho các đối tượng trong mô hình. Có 5 kiểu tổ hợp tải sau đây:

- Kiểu tuyến tính: Kết quả từ các trường hợp tải cộng tuyến tính với nhau.
- Kiểu tuyệt đối: Cộng giá trị tuyệt đối các trường hợp tải.
- Kiểu căn bậc hai tổng giá trị bình phương: Giá trị tổ hợp bằng căn bậc hai tổng các bình phương của các trường hợp và tổ hợp bao hàm trong tổ hợp xác định.
- Kiểu bao: Lấy giá trị max và min các giá trị của các trường hợp và tổ hợp.
- Kiểu cộng khoảng: Các giá trị dương cộng với giá trị lớn nhất và các giá trị âm cộng với giá trị nhỏ nhất.

Ngoại trừ kiểu tổ hợp bao, các tổ hợp thường dùng kiểu cộng tác dụng các trường hợp.

Thiết kế luôn căn cứ vào các tổ hợp mà không tiếp từ các trường hợp tải. Mỗi thuật toán thiết kế tạo các tổ hợp mặc định của mình. Các tổ hợp do người dùng định nghĩa bổ sung có thể tạo ra để thiết kế hoặc cho mục đích khác.

2.14- CÁC THIẾT LẬP THIẾT KẾ (DESIGN SETTINGS)

Các tính năng thiết kế của chương trình có thể dùng cho đối tượng thanh mà đặc trưng mặt cắt của chúng dùng vật liệu bê tông, thép, thép cán nguội hoặc nhôm. Nhiều thiết lập ảnh hưởng đến thiết kế một mô hình cụ thể:

- Xác định tiêu chuẩn thiết kế cho mỗi loại vật liệu như AISC-360-01/IBC2006 cho thép, EUROCODE 2-1992 cho bê tông, AISI-ASD96 cho thép dập nguội và AA-ASD 2000 cho nhôm;
- Thiết lập các tham chiếu các tiêu chuẩn được áp dụng cho mô hình như thế nào;

- Các tổ hợp dùng để thiết kế;
- Các nhóm đối tượng chia sẻ kết quả thiết kế giống nhau;
- Tùy chọn "ghi đè" các giá trị khi mỗi đối tượng xác định;
- Các hệ số và tham số thay đổi các giá trị mặc định trong các công thức của tiêu chuẩn thiết kế.

Khi thiết kế thép, thép dập nguội và nhôm, chương trình có thể tự động chọn mặt cắt tối ưu từ danh sách các mặt cắt do người dùng định nghĩa. Mặt cắt cũng có thể thay đổi một cách thủ công trong suốt quá trình thiết kế. Như thế mỗi phần tử thanh có thể có hai đặc trưng mặt cắt khác nhau gắn liền với nó: Một mặt cắt "phân tích" dùng ở bước phân tích trước và một mặt cắt "thiết kế" là kết quả của thiết kế hiện tại. Mặt cắt thiết kế trở thành mặt cắt phân tích cho lần phân tích tiếp theo và vòng lặp phân tích và thiết kế sẽ tiếp tục cho đến khi hai mặt cắt là giống nhau.

Mặt dù không có các thiết lập thiết kế rõ ràng cho phần tử tấm vỏ bê tông cốt thép, nhưng chương trình sẽ hiển thị biểu đồ ứng suất và cốt thép. Thông tin này chứa trong menu lệnh Display cho phần tử Shell. Diện tích cốt thép được tính toán sử dụng kiểu vật liệu thép thanh xác định bởi người dùng qua menu Define. Kết quả thiết kế mặt cắt cũng như các thiết lập mô tả ở đâu được xem xét là một phần của mô hình.

☞ SAP2000 V14 thiết kế cốt thép cho phần tử tấm vỏ theo các điều khoản tiêu chuẩn DD ENV 1992-1-1 Eurocode 2: Thiết kế kết cấu bê tông cốt thép. Tổng quát thì phần tử tấm chịu tám thành phần ứng suất. Thuật ngữ trong SAP2000 có 3 lực màng f11, f22 và f12; hai thành phần momen uốn m11, m22 và mômen xoắn m12; hai lực cắt ngang V13 và V23 (xem quy ước các thành phần nội lực phần tử Shell).

2.15- CÁC ĐỊNH NGHĨA HIỂN THỊ VÀ KẾT XUẤT KẾT QUẢ TÍNH (OUTPUT AND DISPLAY DEFINITIONS)

Định nghĩa mô hình SAP2000, kết quả phân tích và thiết kế có thể xem và lưu lại theo nhiều cách khác nhau:

- ✓ Xem mô hình hai và ba chiều.
- ✓ Các bảng giá trị dạng văn bản, bảng tính hoặc định dạng cơ sơ dử liệu.
- ✓ Tài liệu định dạng chứa các bảng giá trị dạng văn bản và định dạng HTML (định dạng internet).
- ✓ Hàm đồ thị của kết quả phân tích.
- ✓ Nút đơn tạo báo cáo.
- ✓ Tạo báo cáo nâng cao.

Kết xuất sang các phần mềm thiết kế khác.

Chương 3

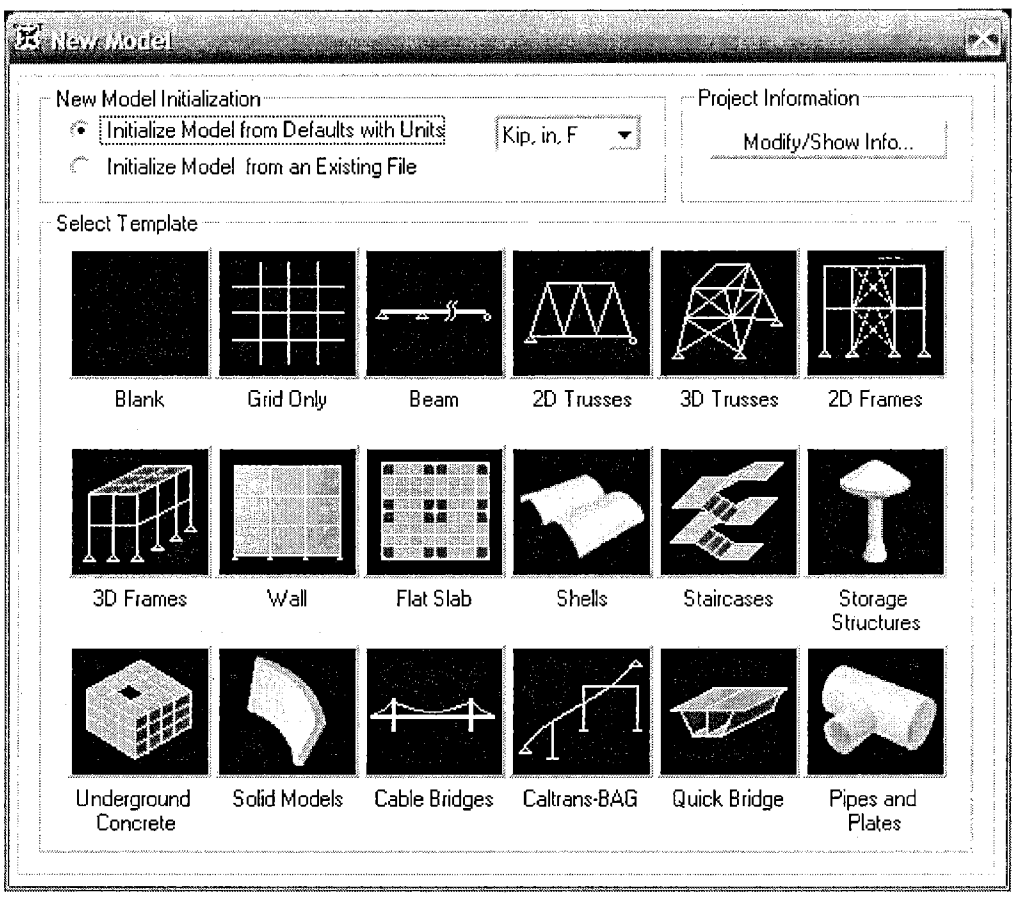
GIAO DIỆN SAP2000 VERSION 14
(THE INTERFACE OF SAP2000 V14)

3.1- TRÌNH ĐƠN FILE

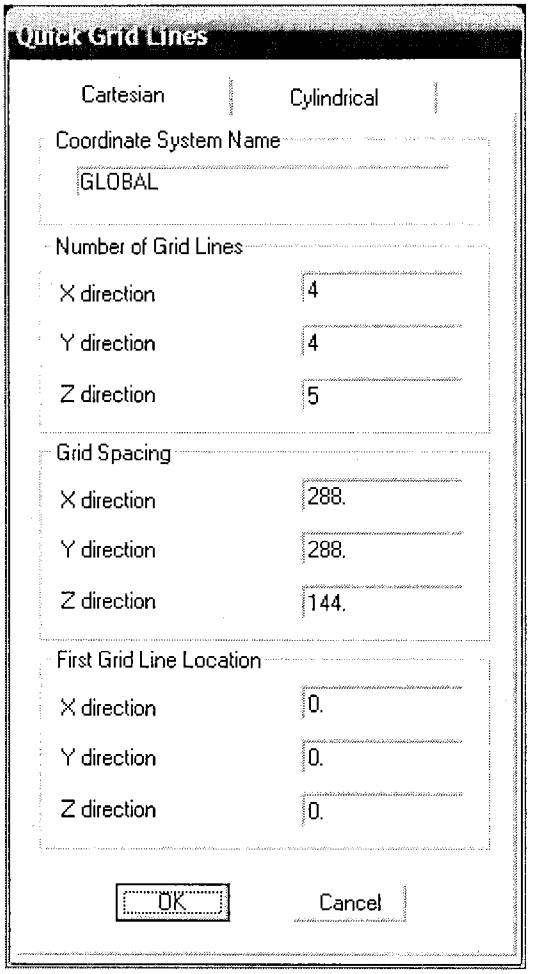
Cũng giống như các chương trình khác, trình đơn file là trình đơn khởi đầu và cũng là tổng quát cho ứng dụng SAP2000, nó chứa các lệnh tạo, lưu, xuất, nhập dữ liệu cho phần mềm SAP2000.

3.1.1. File > New Model...: Tạo mới một mô hình

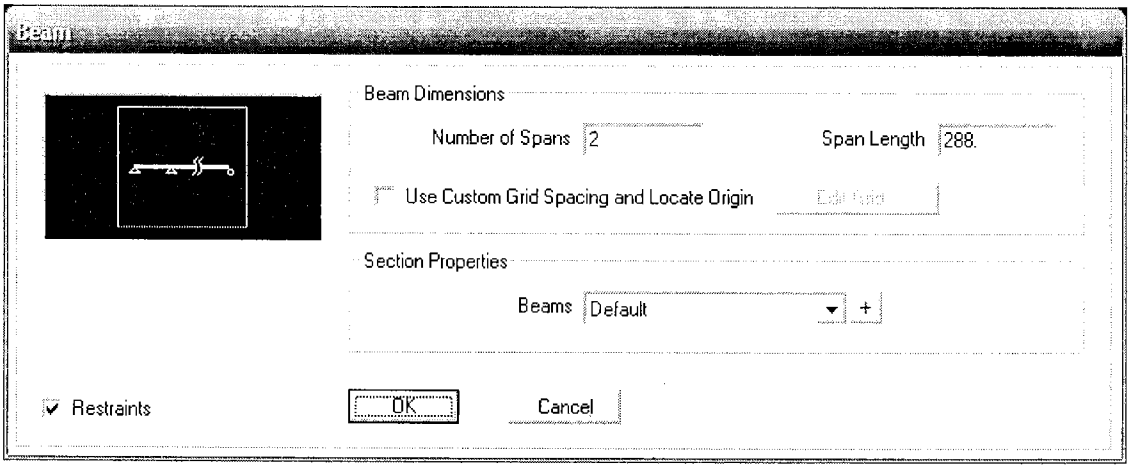
Lệnh này để tạo mới mô hình từ các mô hình mẫu sẵn có. Khi thực hiện lệnh sẽ xuất hiện hộp thoại cho phép người thiết kế thao tác trên các mô hình mẫu sẵn có. Các mẫu mô hình bao gồm:



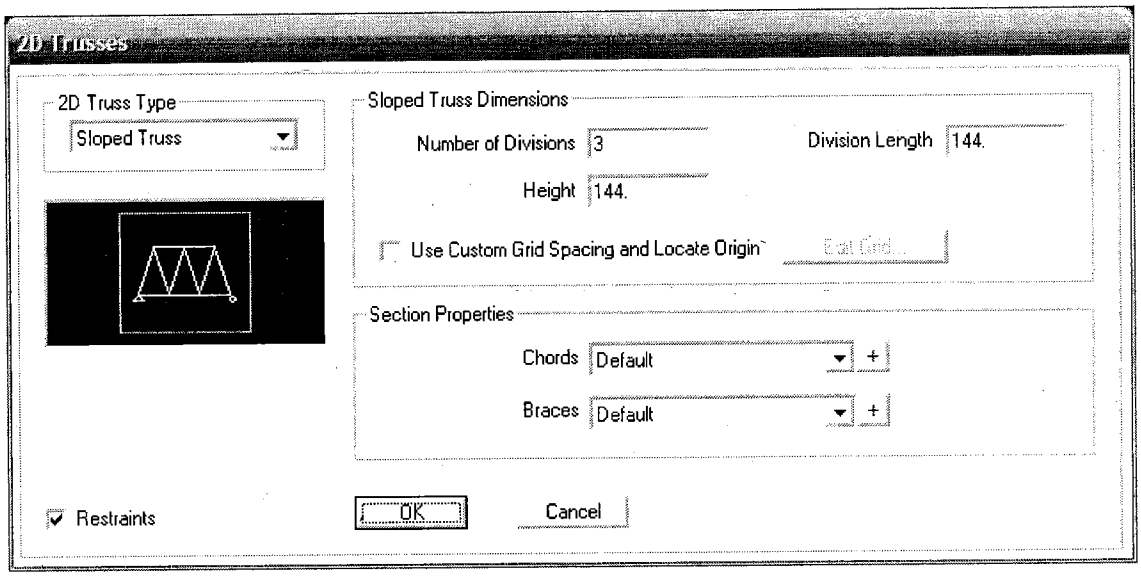
- **Blank:** tự tạo mô hình mới mà không dùng mẫu sẵn có.
- **Grid Only:** Tạo mô hình mới từ hệ lưới.



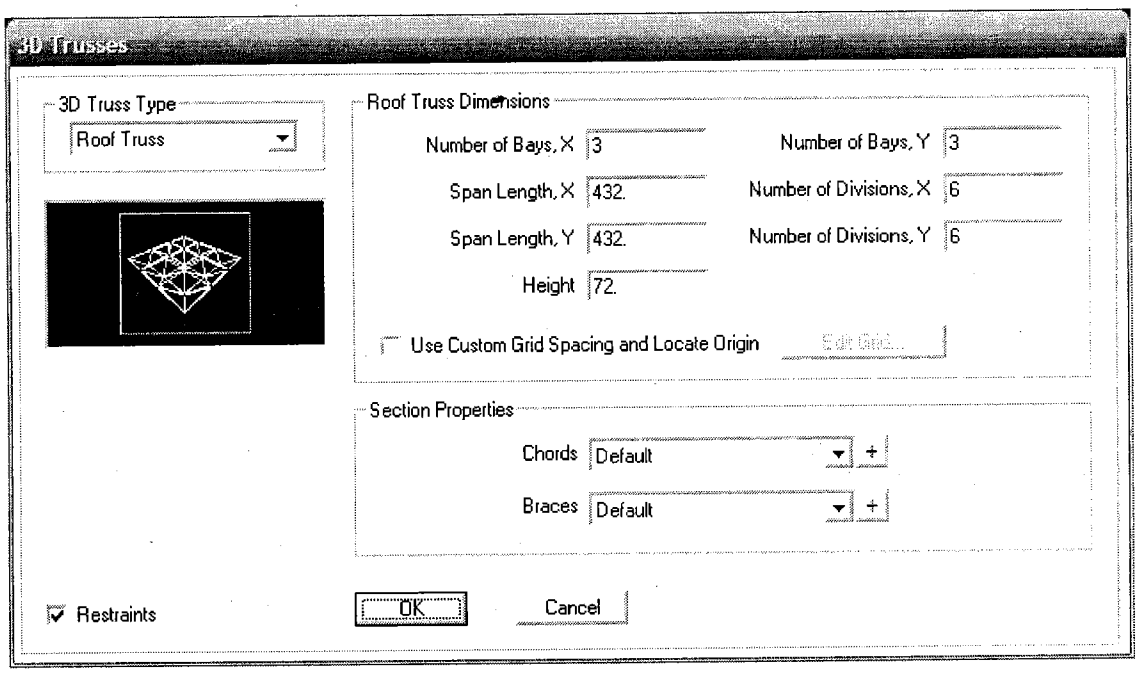
- **Beam:** Tạo mô hình mới hệ dầm liên tục.



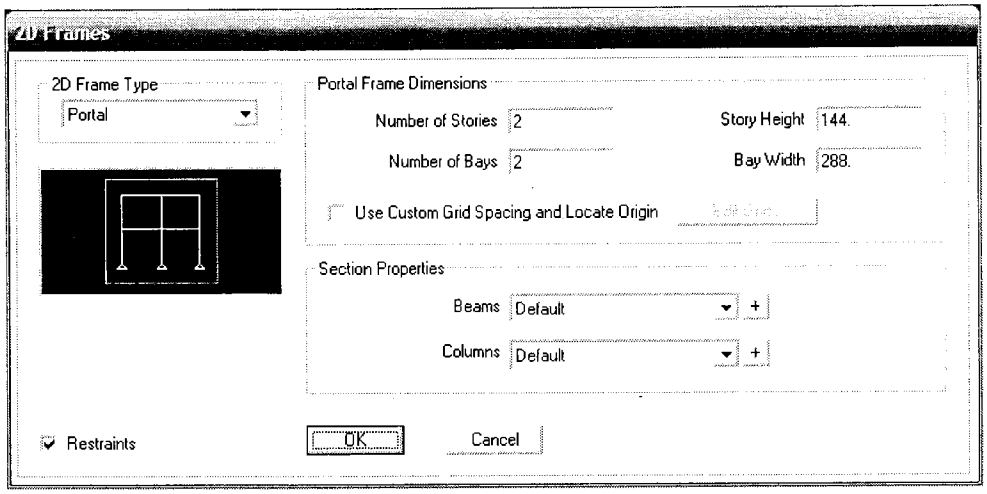
- **2D Trusses**: Tạo mô hình giàn phẳng.



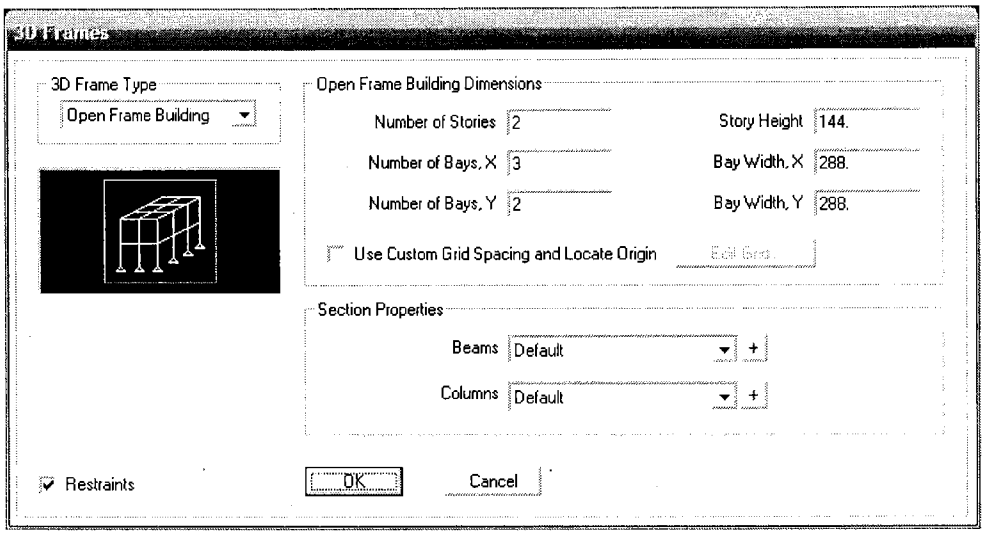
- **3D Trusses:** Tạo mô hình giàn không gian.



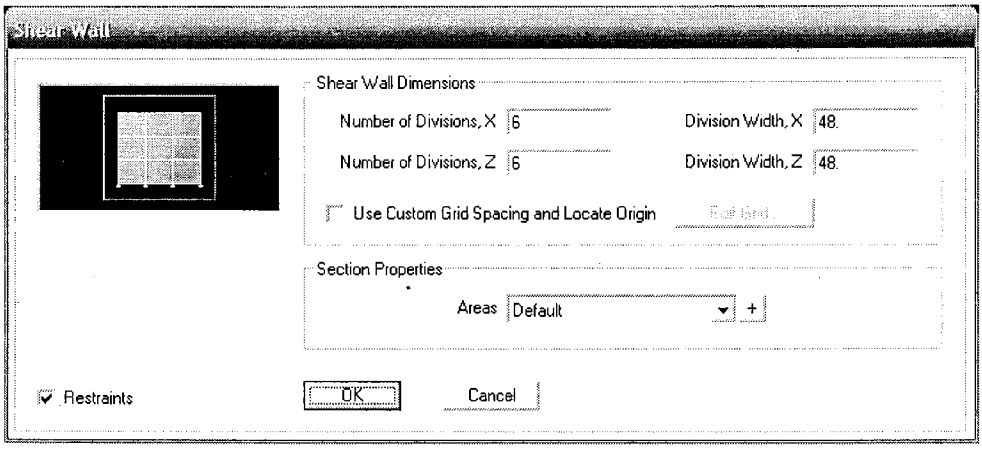
- **2D Frames**: Tạo mô hình khung phẳng.



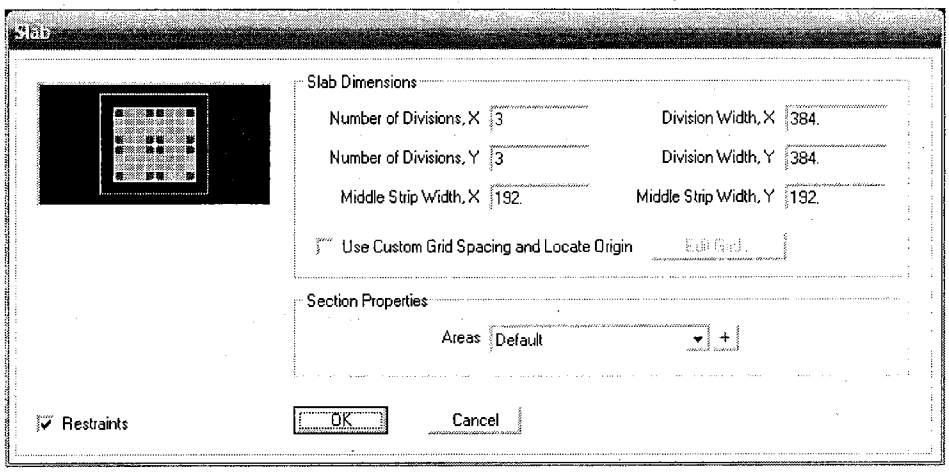
- **3D Frames:** Tạo mô hình khung không gian.



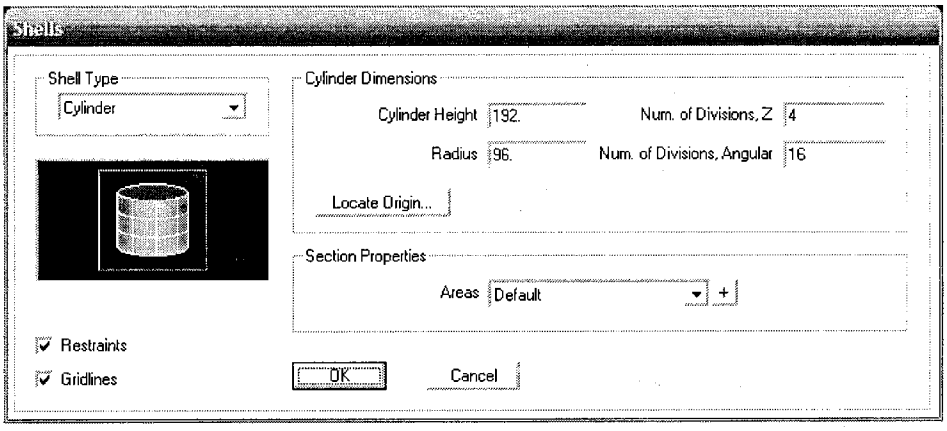
- **Wall:** Tạo mô hình tường đặc.



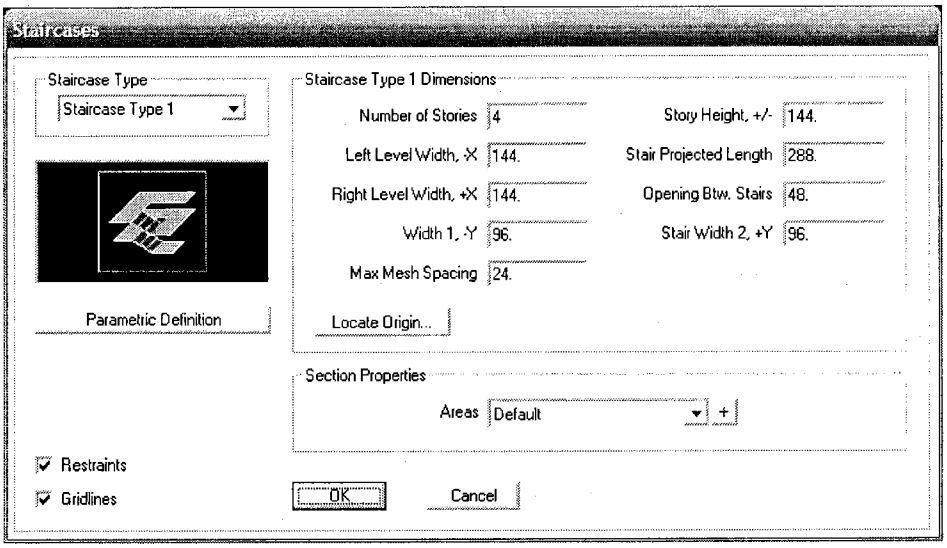
- **Flat Slab**: Tạo mô hình tấm phẳng.



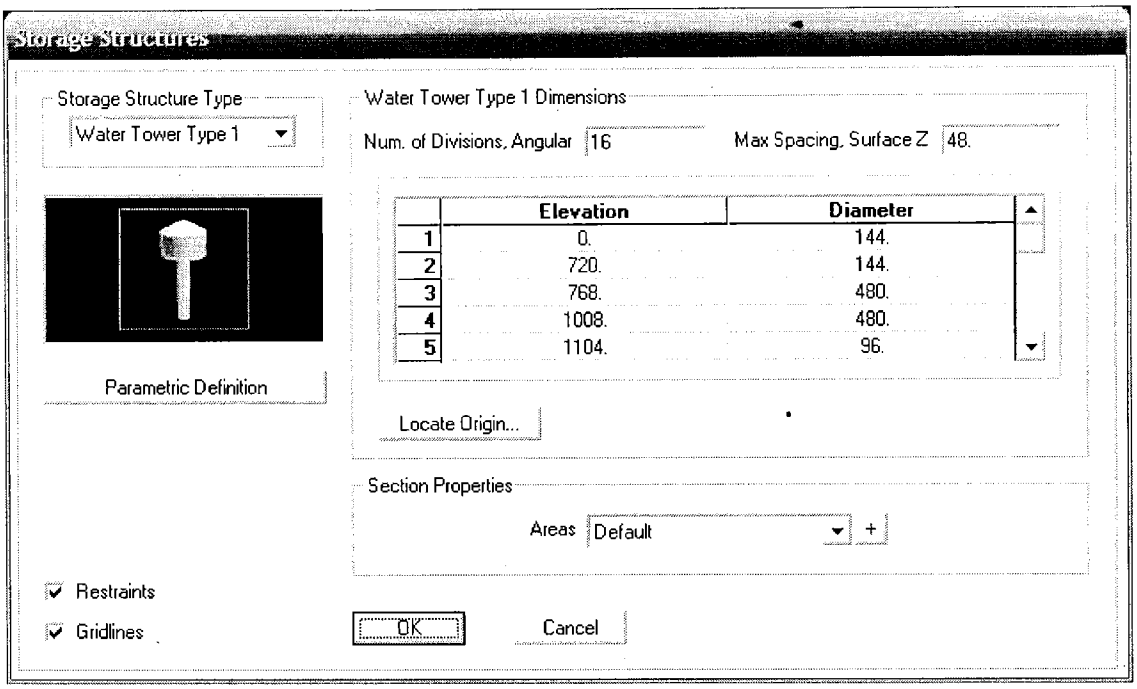
- **Shells:** Tạo các loại mô hình vỏ mỏng như mái, vỏ cong,…



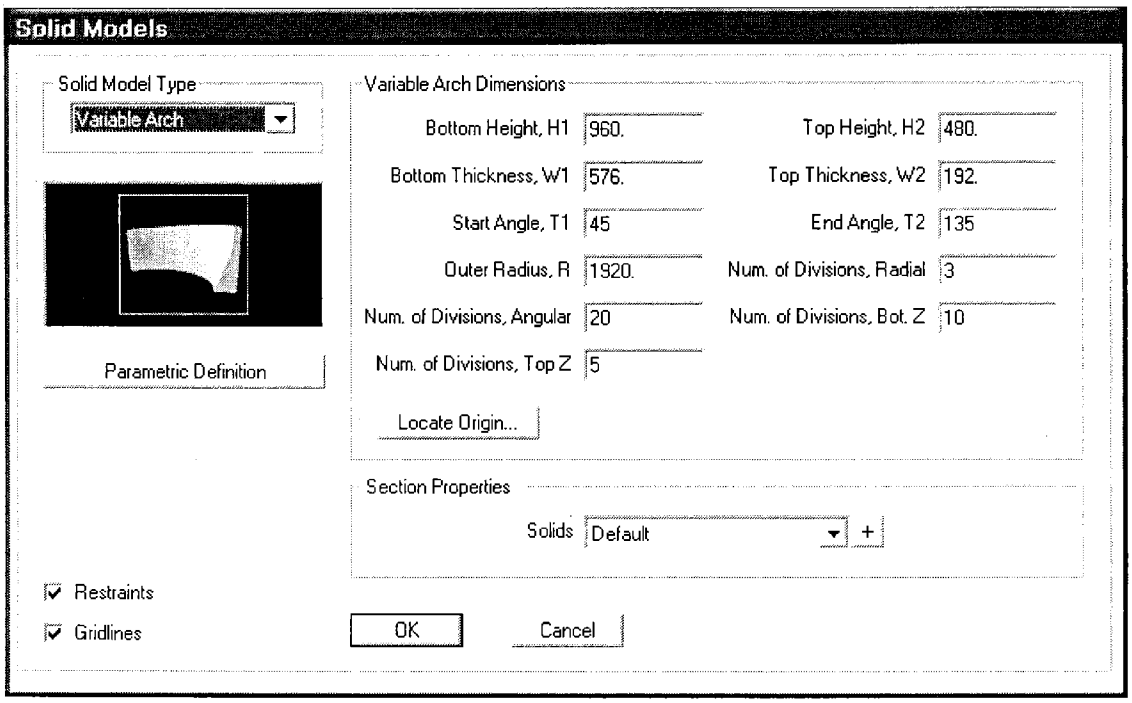
- **Staircases:** Tạo các dạng mô hình cầu thang.



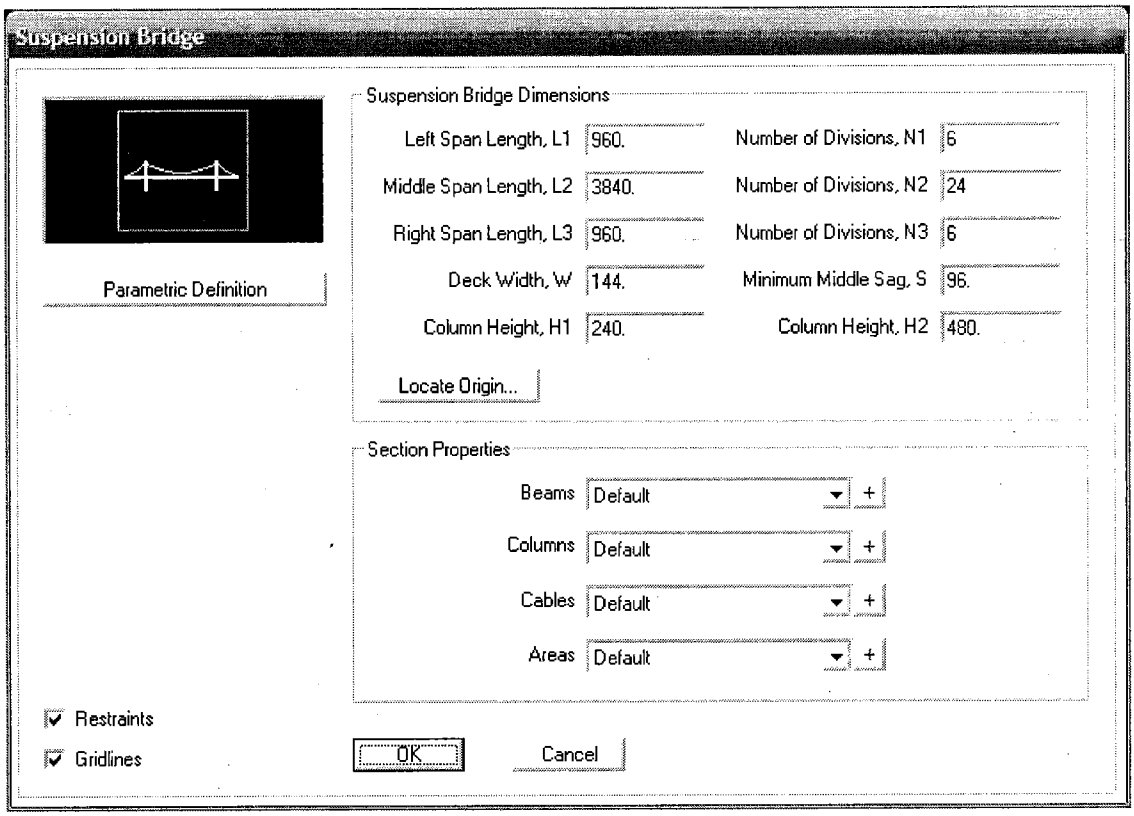
- **Storage Structures:** Tạo mô hình kết cấu thùng chứa nhựa đài nước, xi lô,...



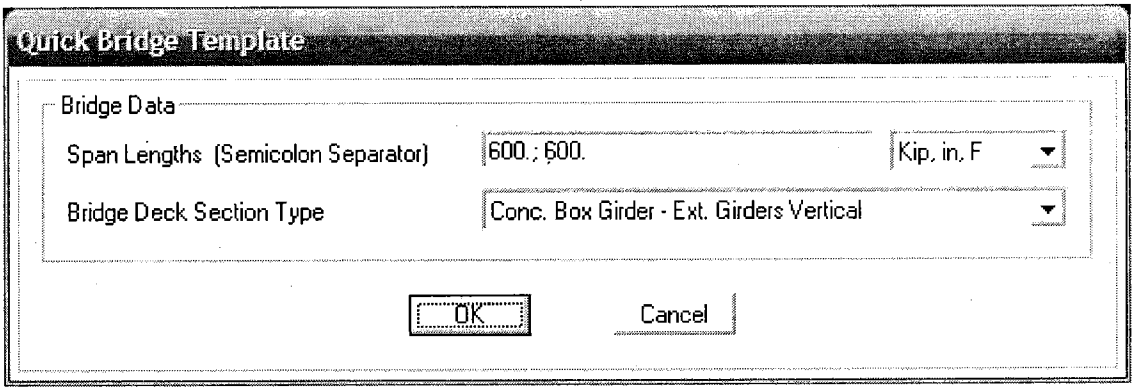
- **Solid Models:** Tạo mô hình khối đặc như đập bê tông, tường đặc,...



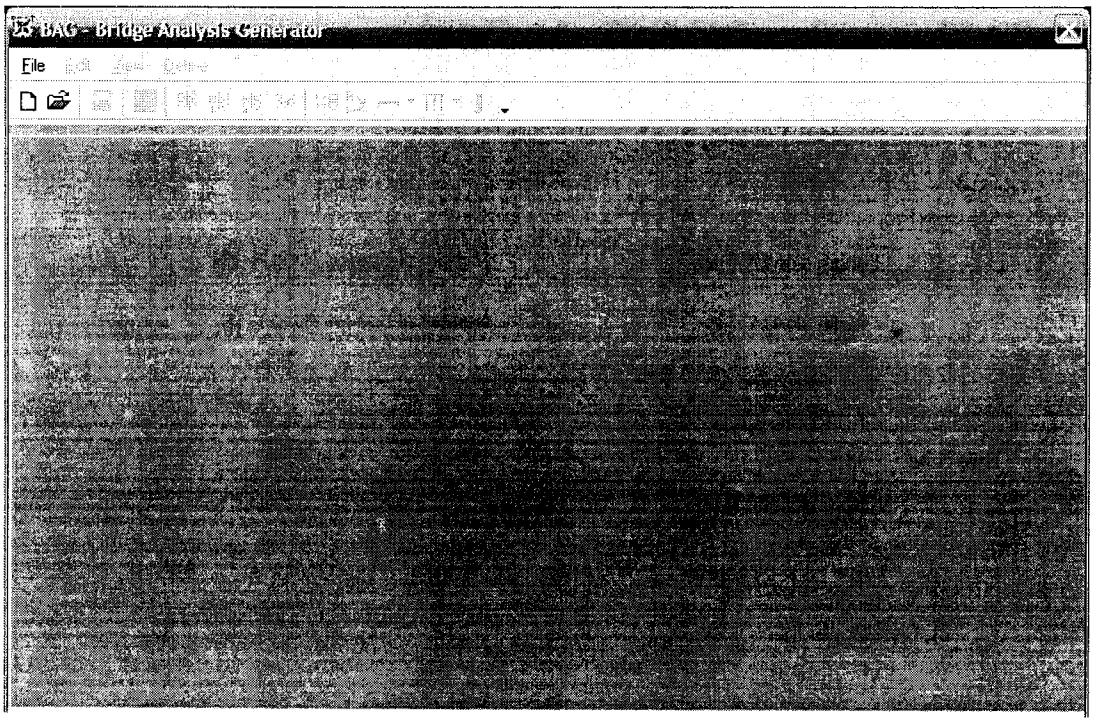
- **Cable Bridges:** Tạo mô hình cầu treo dây võng.



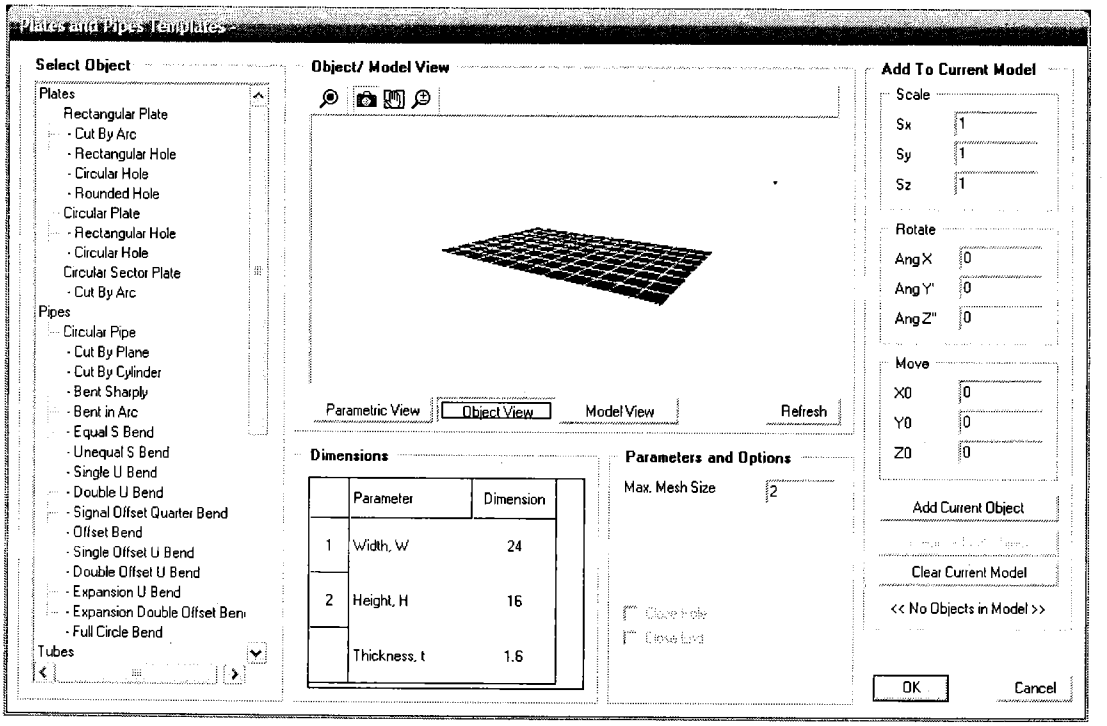
- **Quick Brim:** Dùng để tạo nhanh một mô hình cầu.



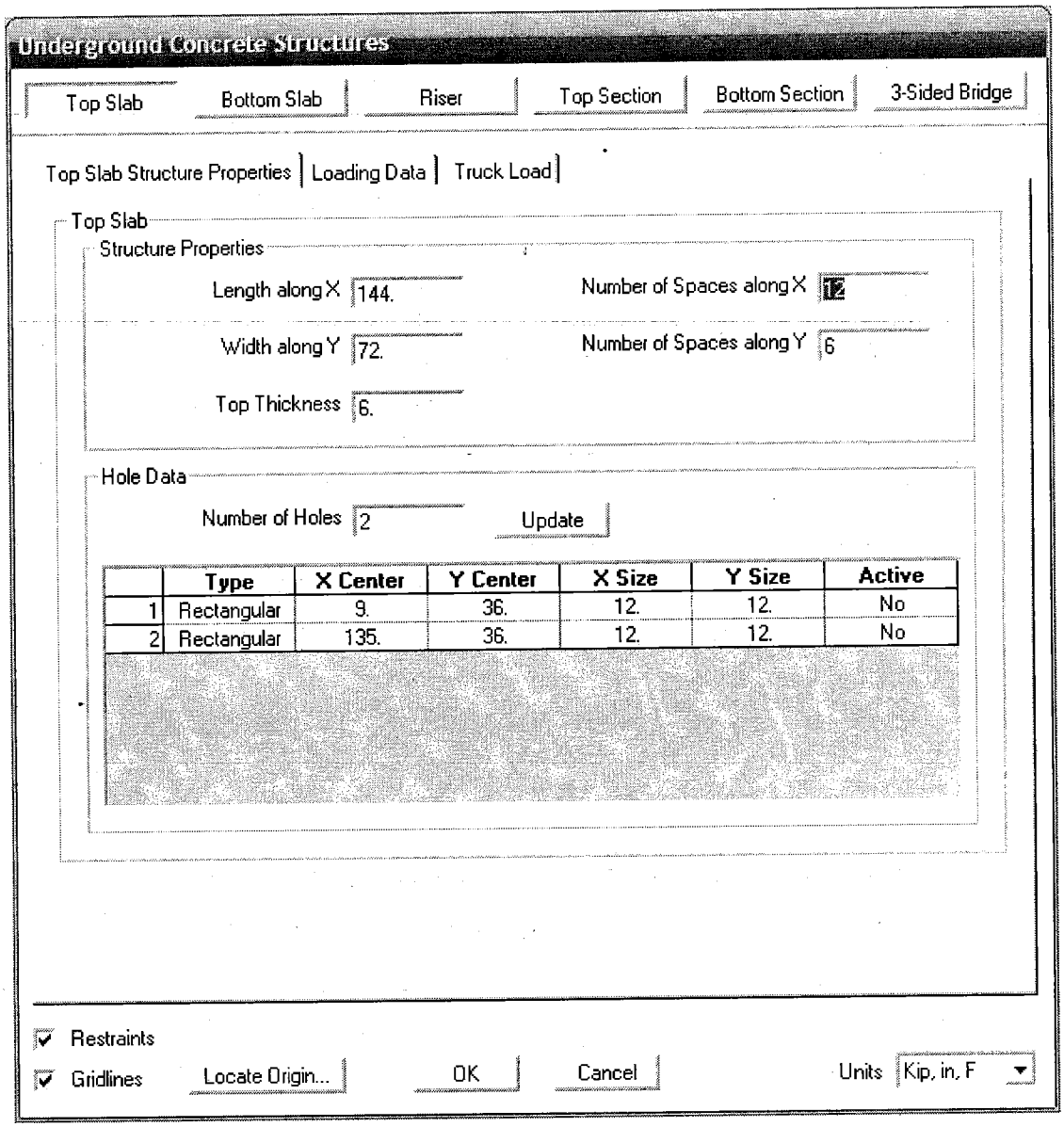
- **Caltrans-BAG:** Tạo nhanh mô hình cầu với ít số liệu về về địa kỹ thuật và kết cấu nhất.



- **Plates and Pipes:** Tạo mô hình đường ống, tấm…



- **Underground Concrete:** Tạo các dạng kết cấu công trình ngầm.



3.1.2. File > Open…: Mở một file SAP2000 đã có.

3.1.3. File>Save: Lưu mô hình.

3.1.4. File > Save As: Lưu mô hình với một tên khác.

3.1.5. File > Import…: Nhập dữ liệu đầu vào cho SAP2000 từ một cơ sở dữ liệu khác. SAP2000 phiên bản 14 cho phép người thiết kế thao tác nhập dữ liệu các từ các cơ sở dữ liệu sau:

- SAP2000 MS Access Database .mdb File;

- SAP2000 MS Excel Spreadsheet .xls File;
- SAP2000 .s2k Text File;
- SAP2000 V6 or V7.s2k File;
- SAP90 Text File;
- CIS/2 Step File;
- Steel Detailing Neutral File;
- ProSteel Exchange Database File;
- FrameWorks Plus File;
- AutoCAD .dxf/.dwg File;
- Import IFC File;
- IGES File;
- NASTRAN .dat file;
- STAAD/GTSTRUDL .std/.gti file.

3.1.6. File > Export...

Xuất dữ liệu từ SAP2000 sang các dạng dữ liệu khác. SAP2000 có thể xuất sang các dạng dữ liệu sau:

- SAP2000 MS Access Database .mdb File;
- SAP2000 MS Excel Spreadsheet .xls File;
- SAP2000 V9 s2k File;
- CIS/2 Step File;
- Steel Detailing Neutral File;
- AutoCAD .dxf/.dwg File;
- FrameWorks Plus File;
- SASSI House File;
- ProSteel Exchange Database File;
- IFC File;
- Perform3D Text file.

3.1.7. File > Batch File Control

Dùng lệnh này để tái hiện phân tích nhiều mô hình trong SAP2000 cùng một lúc.

3.1.8. File > Create Video

Chức năng này để tạo mô hình động video trong quá trình biến dạng của kết cấu hoặc sự chuyển động của kết cấu theo thời gian trong quá trình phân tích.

3.1.9. File > Print Setup for Graphics

Thiết lập và định dạng trang và máy in cho mô hình

3.1.10. File > Print Graphics: In kết quả hiển thị

3.1.11. File > Print Tables: Xuất dữ liệu thành dạng bảng

3.1.12. File > Report Setup: Định dạng kiểu dữ liệu xuất ra của mô hình

3.1.13. File > Create Report: Tạo báo cáo cho mô hình đang thiết kế

3.1.14. File > Advanced Report Writer

Tạo các báo cáo theo kiểu nâng cao, có thể bao gồm các file Excel, Access .

3.1.15. File > Capture Enhanced Metafile

Xuất ra file *.EMF, đây là một định dạng file tương thích với nhiều chương trình đồ họa và các trình soạn thảo.

3.1.16. File > Capture Picture

Xuất các file ảnh theo các định dạng .bmp, .gif, .jpeg, .png, or .tif của nhiều hình thức như: cửa sổ hiện hành, màn hình chính SAP, cửa sổ hay thanh công cụ hiện hành, cửa sổ hay miền bất kỳ do người dùng tự định nghĩa.

3.1.17. File > Modify/Show Project Information

Xem và hiệu chỉnh các thông số của dự án như: chủ trì dự án, người thiết kế, tên dự án,…

3.1.18. File > Modify/Show Comments and Log

Thay đổi/xem các thông tin chú giải và tiến trình thực hiện mô hình.

3.1.19. File > Show Input/Output Text Files

Đây là nơi thuận tiện cho việc xem và hiệu chỉnh file mô hình dạng text bao gồm: .$2k và .s2k

3.2- TRÌNH ĐƠN EDIT

Trình đơn Edit chứa các lệnh giúp quá trình hoàn thiện mô hình một cách nhanh chóng thông qua cắt, dán, xóa, hiệu chỉnh đối tượng...

3.2.1. Edit > Undo (Ctrl + Z)

Phục hồi mô hình ở thời điểm trước một thao tác.

3.2.2. Edit > Redo : Phục hồi thao tác trước đó.

Lệnh Undo và Redo chỉ có thể thực hiện khôi phục được 15 thao tác trước đó mà thôi.

3.2.3. Edit > Cut (Ctrl + X): Cắt một mô hình.

3.2.4. Edit > Copy (Ctrl + C): Sao chép một mô hình.

3.2.5. Edit > Paste (Ctrl + V): Dán mô hình trong bộ nhớ đệm vào vị trí.

Trong SAP các lệnh **Cut, Copy, Paste** thực hiện tương tự môi trường Windows.

3.2.6. Edit > Delete

Các cấu kiện trong mô hình có thể xóa bằng cách chọn chúng rồi nhấn phím **Delete** trên màn hình hoặc chọn và click **Edit > Delete**.

3.2.7. Edit > Add to Model from Template

Sử dụng để thêm đối tượng vào mô hình theo các mẫu có sẵn. Lệnh này tương tự lệnh File > New Model.

3.2.8. Edit > Interactive Database Editing...

Dùng để tạo hoặc hiệu chỉnh dữ liệu mô hình dạng bảng. Trong SAP2000, các thông số đầu vào của mô hình có thể sử dụng dữ liệu dạng bảng, lệnh này rất hữu ích trong việc định dạng các bảng đó.

3.2.9. Edit > Replicate... (Ctrl + R)

Đây là công cụ cực mạnh để mô hình những mô hình lớn từ những cấu kiện nhỏ bằng cách nhân chúng lên thành nhiều cấu kiện. Tùy vào mục đích sử dụng mà lệnh Replicate... này có rất nhiều sự lựa chọn: có thể sao chép theo kiểu tuyến tính (Linear) hay theo kiểu mảng vòng (Radial).

3.2.10. Edit menu > Extrude...

Tạo ra những cấu kiện có kích thước lớn hơn từ những cấu kiện đơn giản hơn. Tùy vào mục đích sử dụng mà có thể có nhiều sự lựa chọn cho lệnh Extrude...

- Extrude Points to Frames/Cables. Tạo phần tử dầm hoặc cáp từ một mô hình điểm.
- Extrude Lines to Areas. Tạo phần tử kiểu diện tích từ phần tử kiểu đường thẳng.
- Convert Lines to Areas. Lệnh này chuyển đổi đối tượng kiểu đường thành đối tượng kiểu diện tích có cùng bề dày.
- Convert Lines to Solids. Chuyển đổi đối tượng dạng đường thành đối tượng dạng thể tích có cùng chiều dày.
- Extrude Areas to Solids. Tạo đối tượng kiểu diện tích thành kiểu thể tích.
- Convert Areas to Solids. Chuyển đổi đối tượng dạng diện tích thành đối tượng dạng thể tích có cùng chiều dày.

- Add Solids Between Areas. Lệnh này thêm đối tượng kiểu thể tích.
- Add Areas between Lines. Lệnh này thêm đối tượng kiểu diện tích.

3.2.11. Edit > Move...: Di chuyển đối tượng theo các hướng khác nhau.

3.2.12. Edit > Edit Points: Chứa các lệnh hiệu chỉnh liên quan tới điểm (nút).

✓ Add Grid at Selected Points: thêm đường lưới vào nút đã lựa chọn sẵn.

✓ Merge Joints: Tự động nối các điểm lại với nhau với dung sai cho phép đã định trước.

✓ Align Points: Xoay điểm tới hệ trục mới với hệ tọa độ hiện hành.

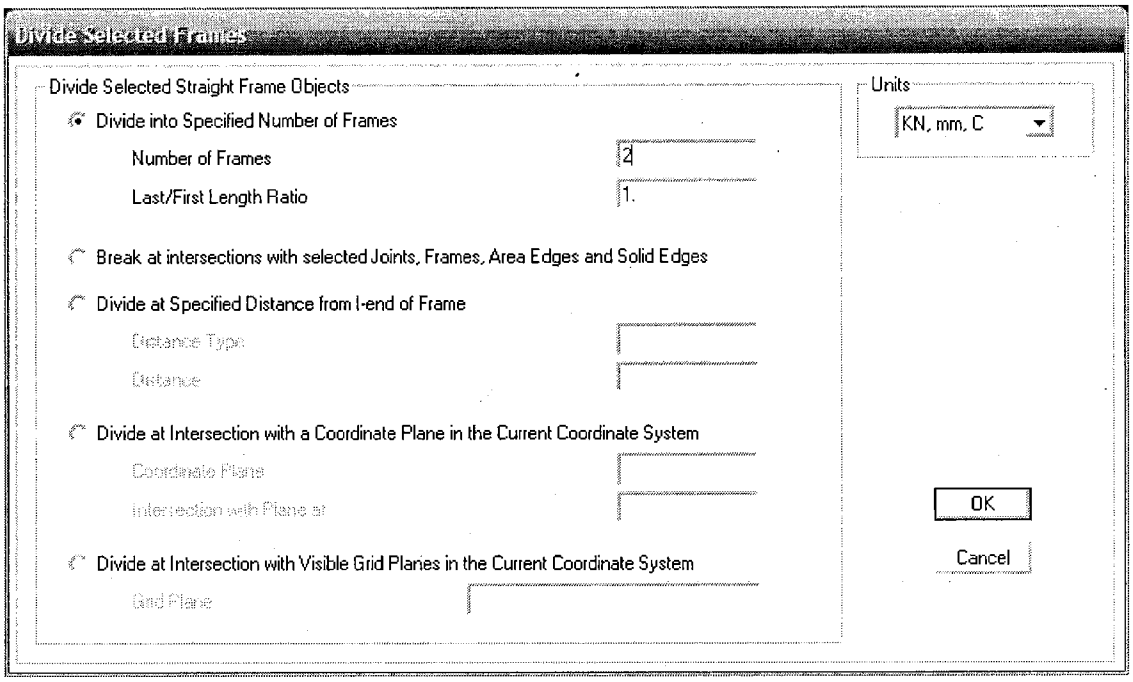
✓ Disconnect: Ngắt 1 điểm ra thành 2 điểm độc lập nhau trong một đối tượng.

✓ Connect: Ngược lại với Disconnect, lệnh này nối các điểm độc lập thành 1 điểm.

3.2.13. Edit > Edit Lines

Chứa các lệnh liên quan tới hiệu chỉnh phần tử dạng đường

Divide Frames: Khi thực hiện lệnh xuất hiện hộp thoại Divide Selected Frames.

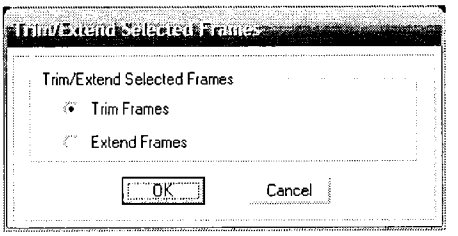


Hộp thoại này chứa các tùy chọn để chia một phần tử dầm với những tùy chọn do người dùng tự định nghĩa.

Joint Frames: Lệnh này nối những đối tượng thanh đơn lẻ thành một đối tượng.

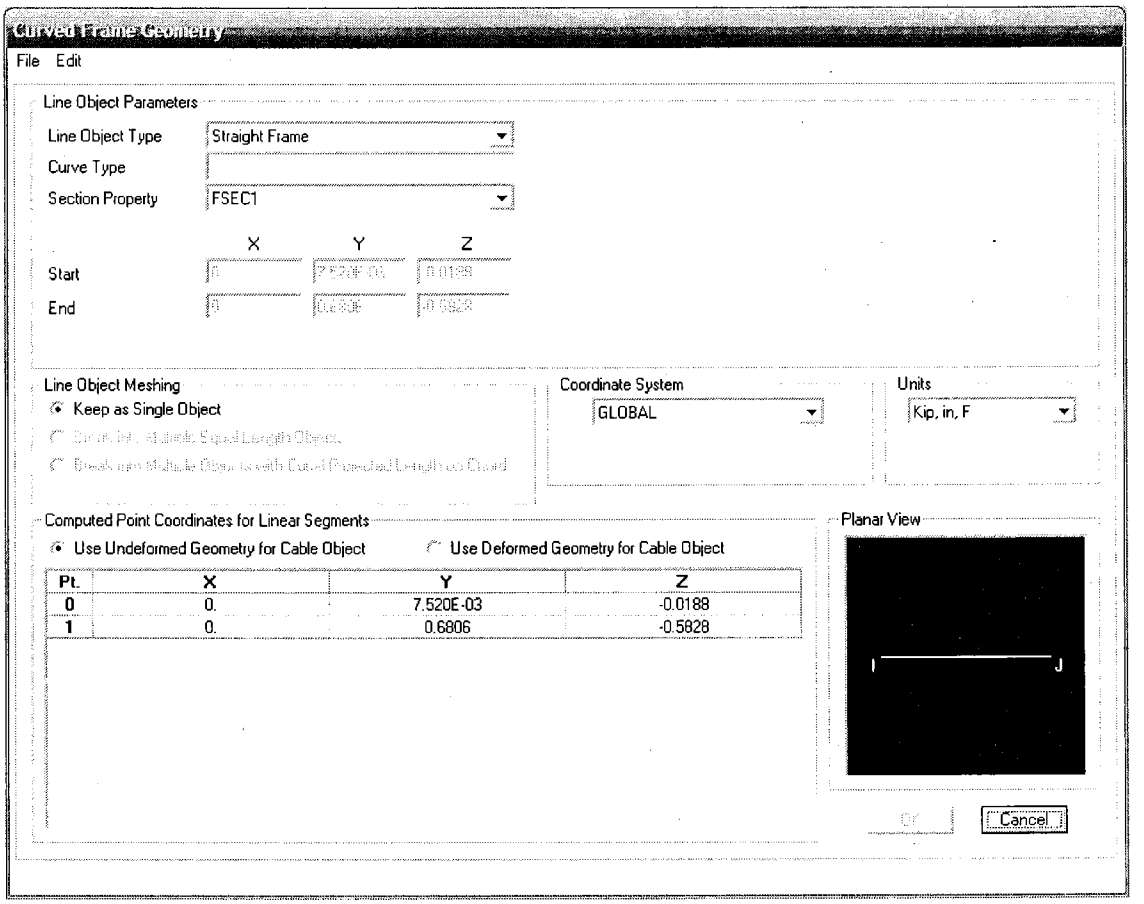
Trim/Extend Frames:

Lệnh này dùng để cắt, hoặc kéo dài đối tượng thanh. Sau khi dùng lệnh này SAP2000 sẽ kéo dài hoặc xén bớt đối tượng tới đối tượng gần nhất.



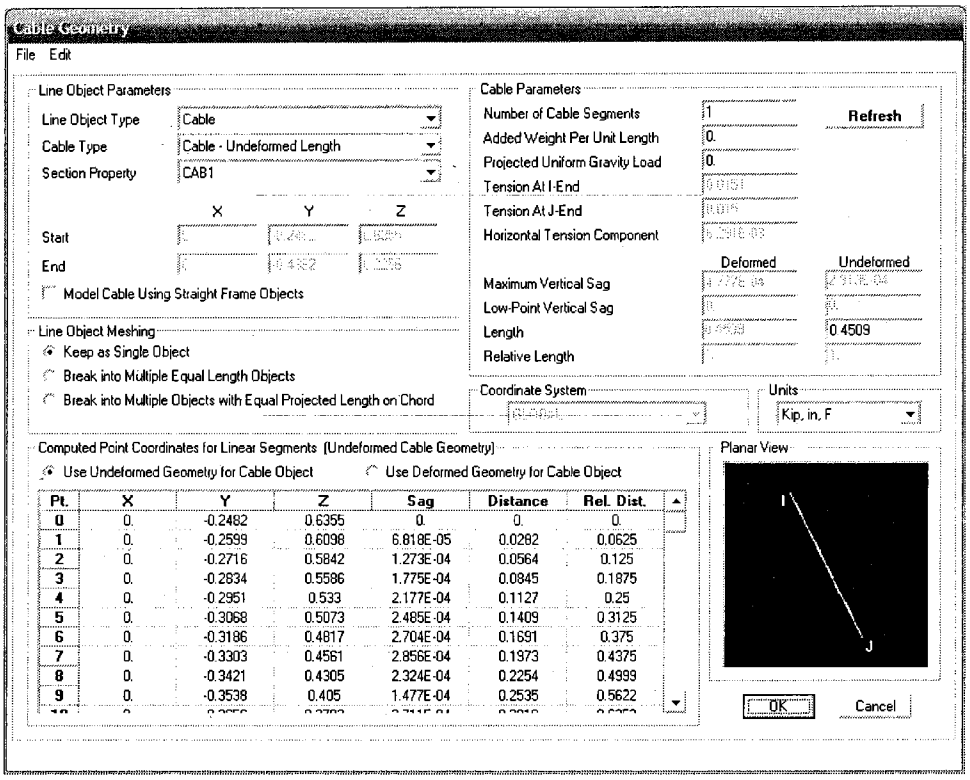
Edit Curved Frame Geometry:

Lệnh này dùng để hiệu chỉnh một đối tượng thanh cong theo các tọa độ mà người sử dụng yêu cầu.



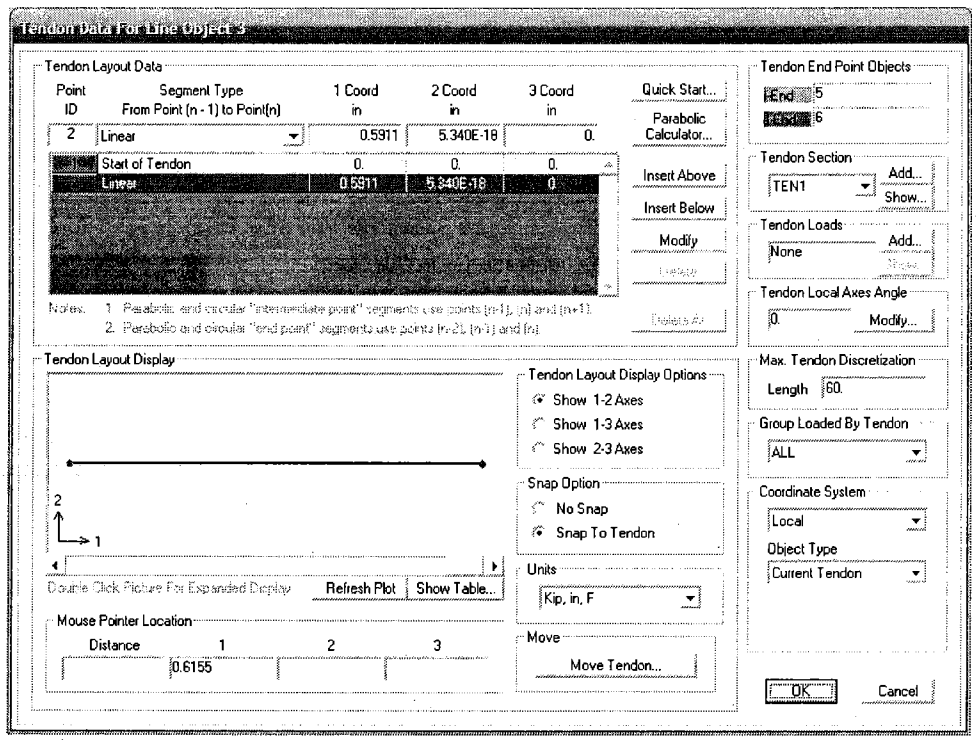
Edit Cable Geometry:

Lệnh này dùng để hiệu chỉnh tính chất hình học của phần tử cáp.



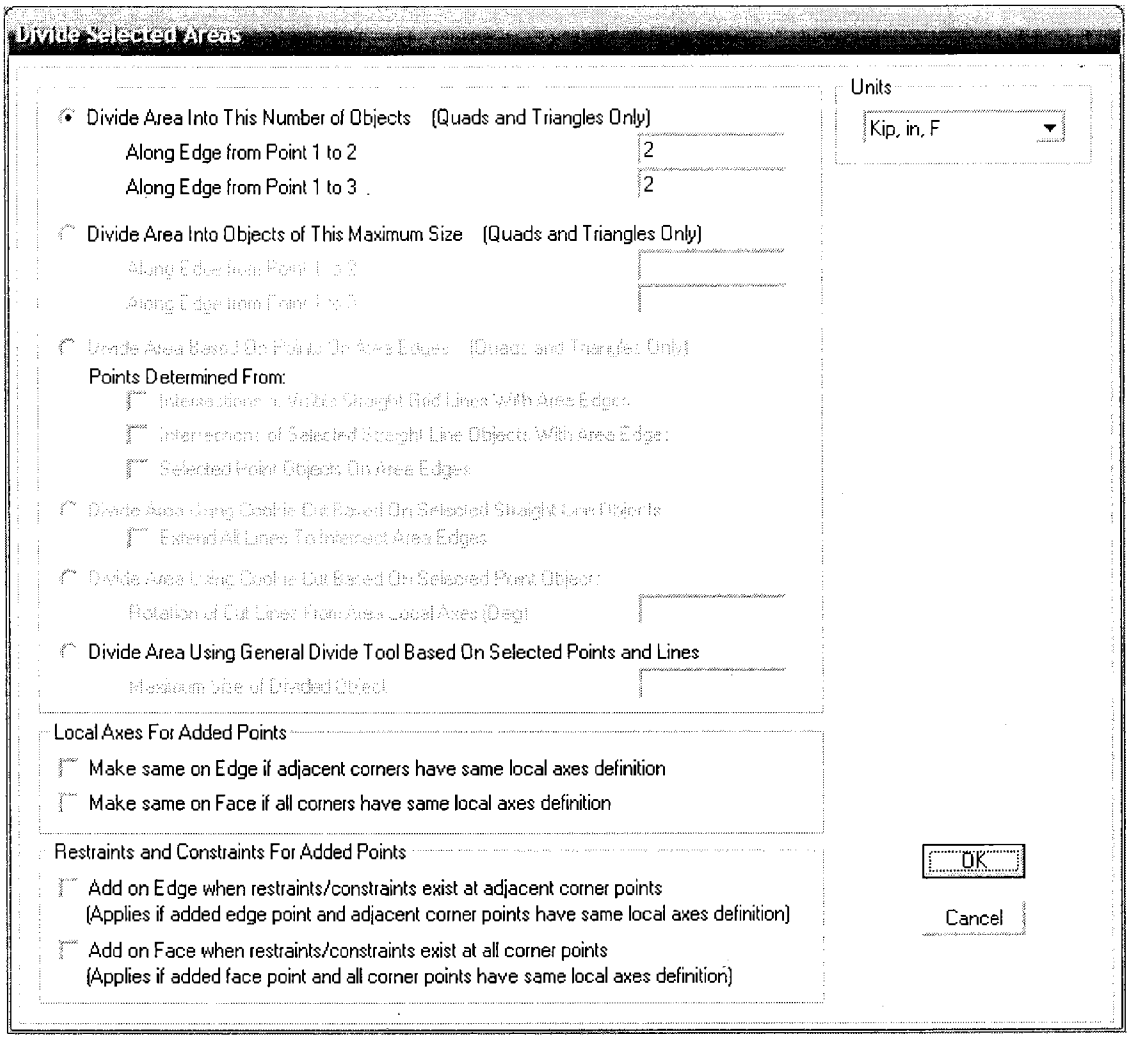
Edit Tendon Profile:

Lệnh này dùng để hiệu chỉnh tính chất hình học của bó cáp dự ứng lực.



3.2.14. Edit > Edit Areas: Chứa các lệnh liên quan tới hiệu chỉnh đối tượng kiểu diện tích. Menu này bao gồm các tùy chọn sau:

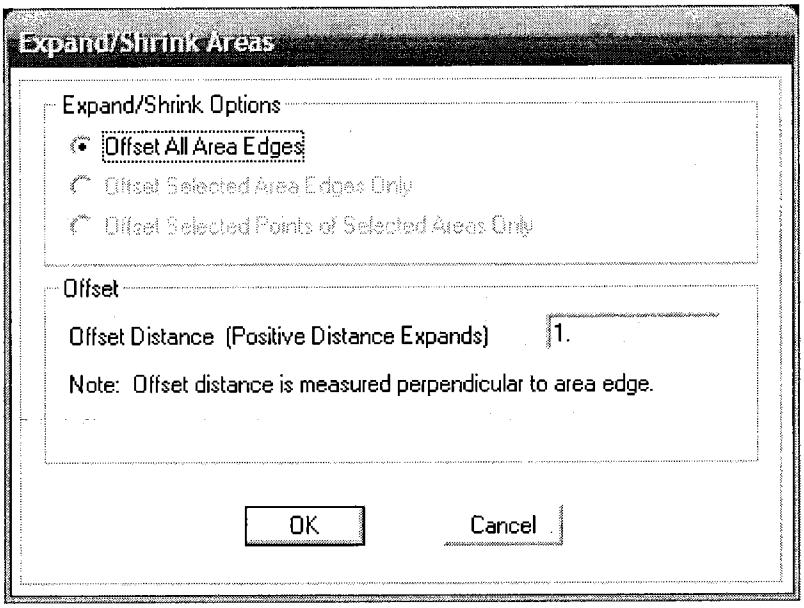
Divide Areas: SAP2000 cho phép chia đối tượng ra thành những đối tượng nhỏ hơn kiểu diện tích.



Lựa chọn đối tượng, rồi chọn lệnh để chia các đối tượng thành các đối tượng khác.

Merge Areas: Nối các đối tượng diện tích thành một đối tượng

Expand/Shrink Areas: Nhiều tùy chọn để mở rộng hoặc co ngắn đối tượng kiểu diện tích



Add Point to Area Edges: Thêm một điểm vào cạnh của đối tượng diện tích

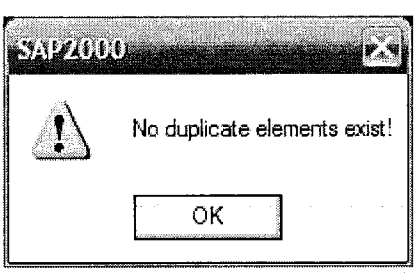
Remove Points from Area: Loại bỏ đối tượng điểm ra khỏi vùng diện tích.

3.2.15. Edit > Divide Solids

Lệnh này dùng để chia đối tượng khối trên tất cả các mặt.

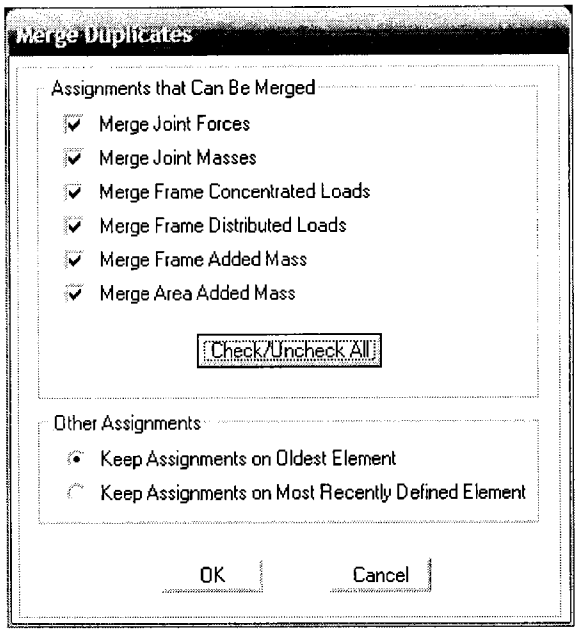
3.2.16. Edit > Show Duplicates

Lệnh này dùng để xác nhận các đối tượng trùng nhau trên mô hình. Các điểm trùng nhau này sinh ra do quá trình định nghĩa cùng một đối tượng trên cùng một hệ tọa độ và trong cùng một mô hình. Nếu các điểm trùng nhau này không thật sự cần thiết thì người thiết kế nên dùng lệnh này để nhận ra và loại bỏ chúng để quá trình phân tích được tiến hành một cách thuận lợi hơn.



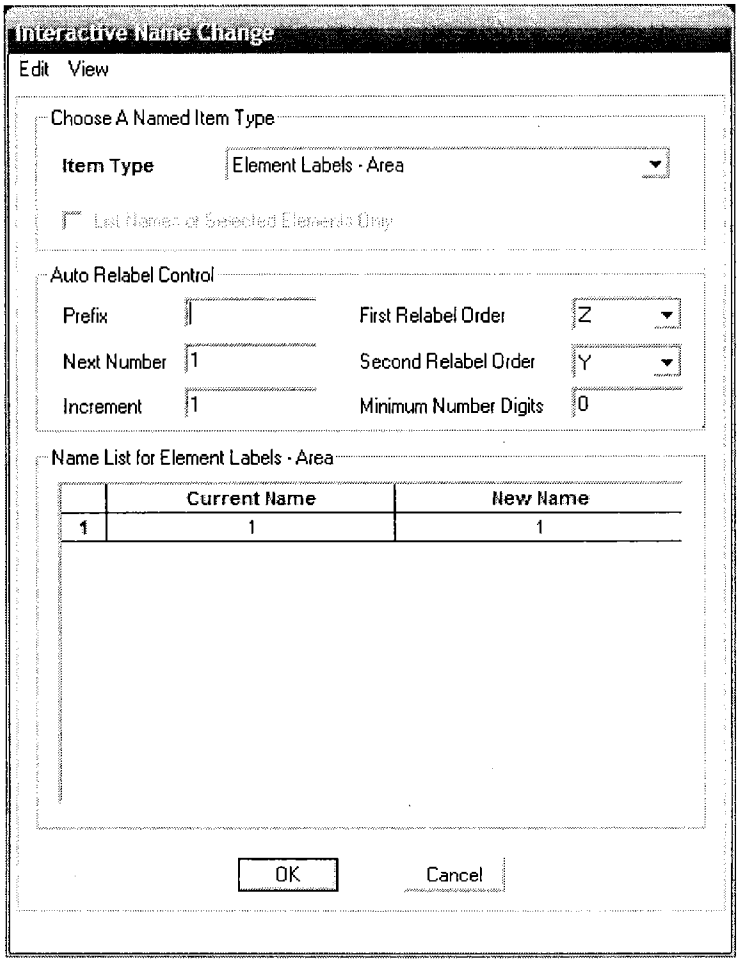
3.2.17. Edit > Merge Duplicates

Lệnh này dùng để kết nối các đối tượng giống nhau thành 1 đối tượng, có nhiều tùy chọn trong hộp thoại Merge Duplicates để ta lựa chọn.



3.2.18. Edit > Change Labels

Trong SAP2000, mặc định tên của các đối tượng trong mô hình đều được gán nhãn nhất định theo thứ tự một cách khoa học. Tuy nhiên trong quá trình hiệu chỉnh và thay đổi mô hình, người thiết kế đã đảo lộn trật tự vốn có của nó. Lệnh này khắc phục và sắp xếp lại tên các đối tượng theo đúng ý của người thiết kế. Có rất nhiều lựa chọn trong hộp thoại Interactive Name Change cho phép làm điều đó.

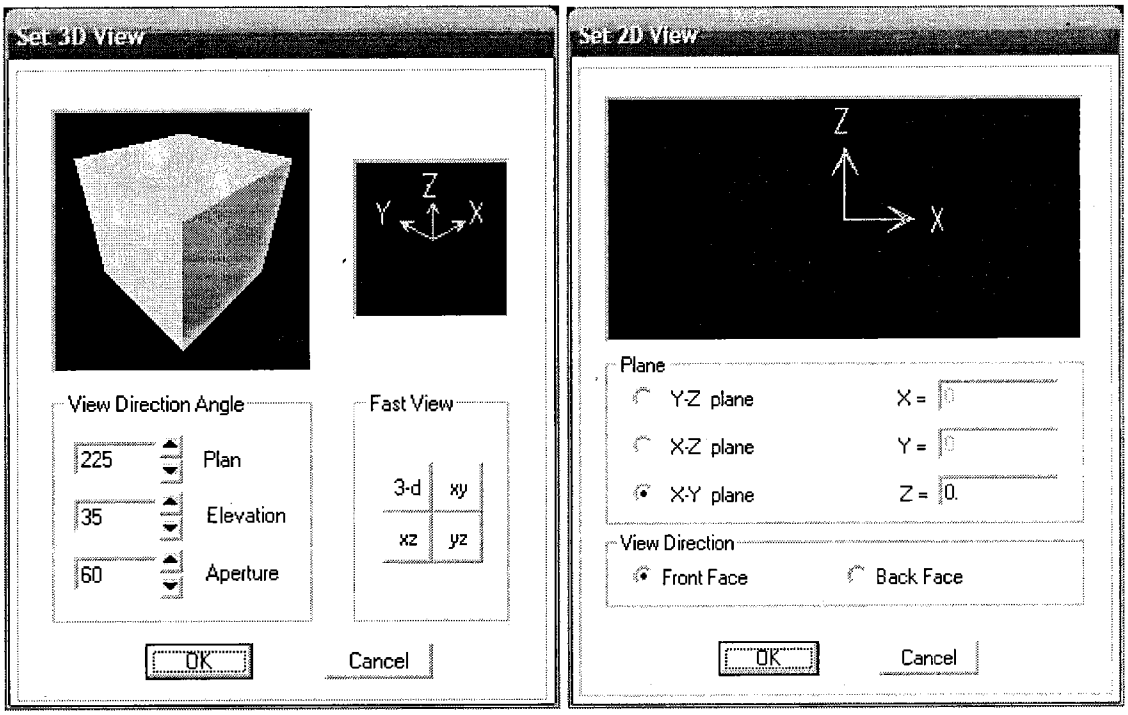


3.3- TRÌNH ĐƠN VIEW

View là thực đơn cho phép người thiết kế định dạng các khung nhìn phù hợp với nhu cầu trong từng giai đoạn và mục đích thiết kế. Sử dụng hiệu quả menu này giúp các kỹ sư có thể mô hình nhanh hơn, chính xác hơn trong quá trình xây dựng mô hình kết cấu của mình.

3.3.1. View > Set 3D View: Định khung nhìn 3D trên màn hình.

3.3.2. View > Set 2D View: Thiết lập khung nhìn 2D.



3.3.3. View > Set Name View…

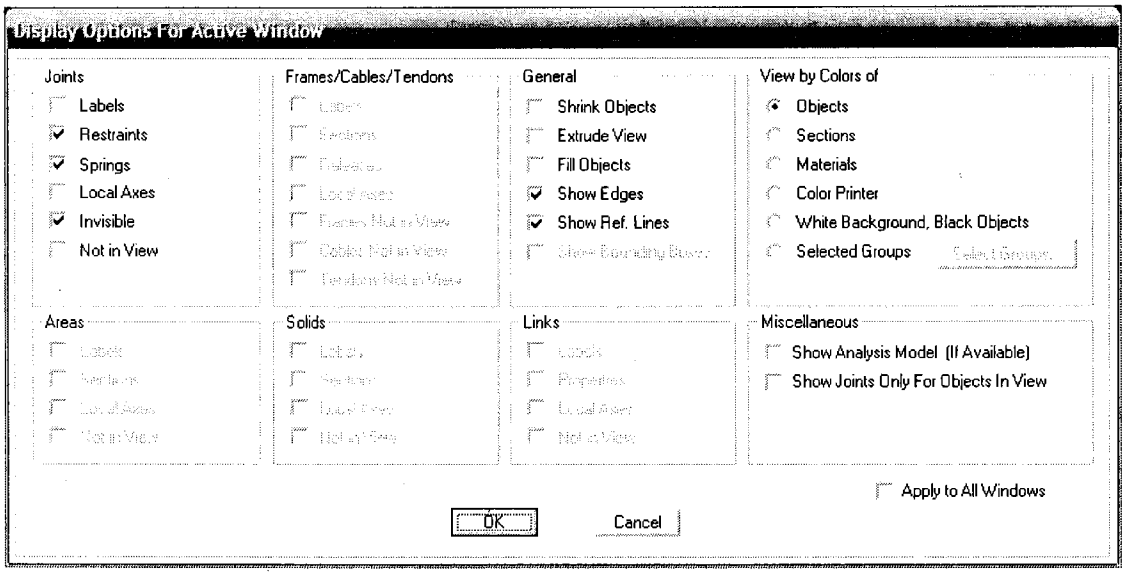
Thiết lập khung nhìn và lưu lại với tên xác định để sử dụng lại sau.

3.3.4. View > Set Limits…

Tùy chọn này cho phép bạn lựa chọn vị trí hiển thị của kết cấu.

3.3.5. View > Set Display Options… (Ctrl + E)

Mục này cho ta nhiều tùy chọn để hiển thị các loại đối tượng, nút, dầm/cáp, hiển thị chung, màu sắc, đối tượng diện tích, đối tượng khối, liên kết và nhiều lựa chọn khác nữa.



3.3.6. View > Rubber Band Zoom (F2)

Phóng to khung nhìn bao quanh bởi một đường viền do người dùng tự định nghĩa.

3.3.7. View menu > Restore Full View (F3): Hiển thị toàn bộ khung nhìn.

3.3.8. View menu > Previous Zoom: Cho phép xem lại khung nhìn trước đó.

3.3.9. View menu > Zoom In One Step

Phóng to mô hình hiện tại lên 1 bậc khung nhìn. Các bậc khung nhìn này được định nghĩa trong lệnh Options > Dimensions and Tolerances. Bậc khung nhìn thường không lớn hơn 100%.

3.3.10. View menu > Zoom Out One Step

Thu nhỏ mô hình hiện tại xuống 1 bậc khung nhìn. Các bậc khung nhìn này được định nghĩa trong lệnh Options > Dimensions and Tolerances. Bậc khung nhìn thường không lớn hơn 100%.

3.3.11. View menu > Realtime

Lệnh này chỉ có ý nghĩa thực thi trong không gian OpenGL, khi lệnh này thực thi thì ta có thể phóng to hay thu nhỏ màn hình trong không gian OpenGL.

3.3.12. View menu > Fly-through

Lệnh này chỉ có ý nghĩa thực thi trong không gian OpenGL, sử dụng lệnh này để di chuyển mô hình kết cấu.

3.3.13. View menu > Pan

Di chuyển mô hình mà không làm thay đổi góc nhìn của khung nhìn.

3.3.14. View menu > Show Grid

Đôi khi mô hình ta cần ẩn hay bật lưới tọa độ, sử dụng lệnh này để thực hiện điều đó.

3.3.15. View menu > Show Axis: Bật hay tắt gốc tọa độ.

3.3.16. View menu > Show Selection Only

Lệnh này dùng để bật những cấu kiện do quá trình chọn gây ra.

3.3.17. View menu > Invert View Selection

Chuyển đổi những đối tượng trong khung nhìn. Đối tượng nào hiển thị trong mô hình trước đó sẽ không nhìn thấy, đối tượng nào không hiển thị trong mô hình trước đó bây giờ sẽ được nhìn thấy. Lệnh này thường được kết hợp với lệnh View menu > Show Selection Only.

3.3.18. View menu > Remove Selection from View

Để loại bỏ những đối tượng từ cửa sổ hiện hành. Lựa chọn những đối tượng cần loại bỏ rồi sau đó chọn lệnh để loại bỏ khỏi khung nhìn.

3.3.19. View menu > Remove Selection from View

Lệnh này được sử dụng kết hợp với lệnh View menu > Remove Selection from View. Khi lệnh View menu > Remove Selection from View được sử dụng đối tượng sẽ bị loại bỏ khỏi khung nhìn hiện hành. Lệnh View menu > Restore Previous Selection sử dụng để hiển thị lại đối tượng.

3.3.20. View menu > Show All: Hiển thị tất cả các đối tượng trong khung nhìn.

3.3.21. View menu > Refresh Window

Lệnh này cập nhật lại khung nhìn do các đối tượng mới phát sinh trong quá trình mô hình chưa được cập nhật.

3.3.22. View menu > Refresh View

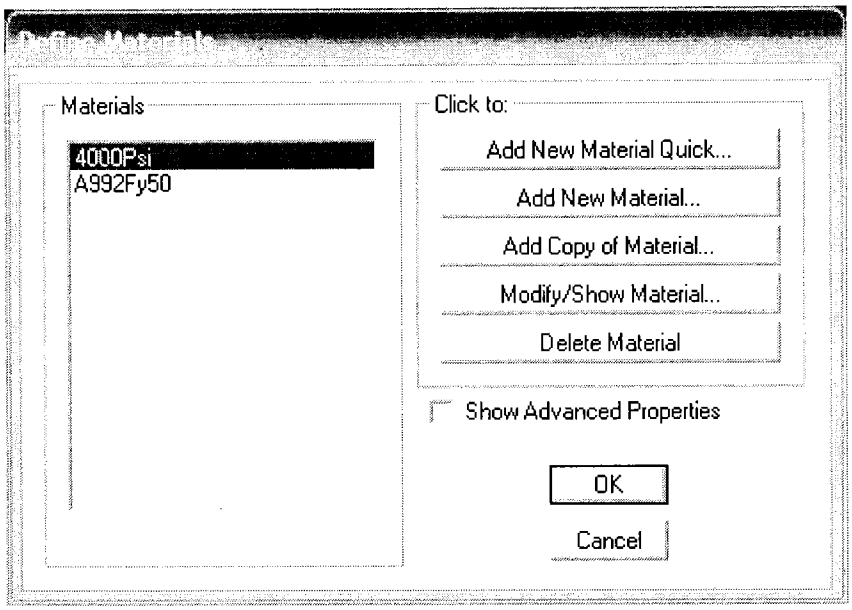
Vẽ lại cửa sổ hiện hành một cách đầy đủ. Lệnh này có thể tiến hành chậm hơn lệnh View menu > Refresh Window.

3.4- TRÌNH ĐƠN DEFINE

Trình đơn Define chứa các lệnh cho người dùng định nghĩa các dữ liệu đầu vào cho kết cấu cần phân tích...

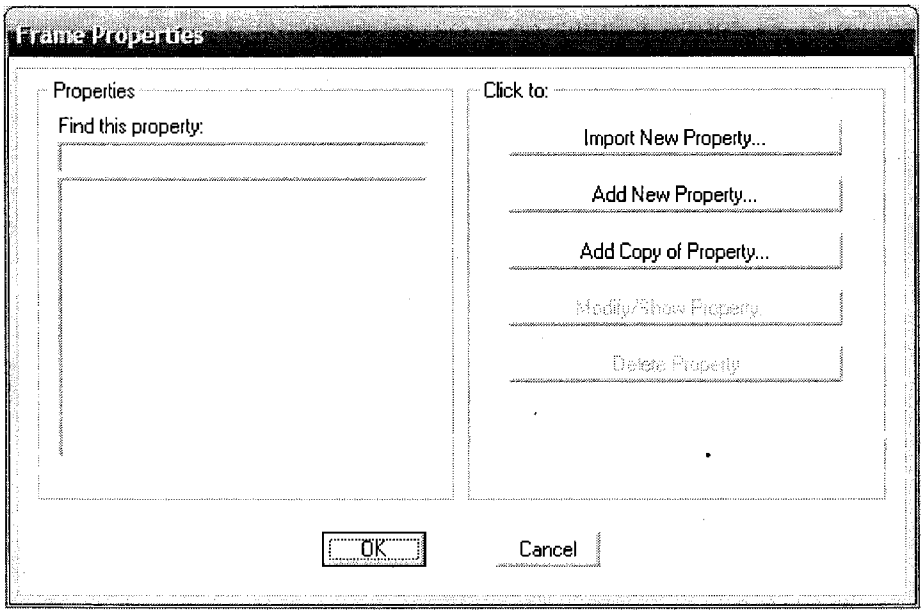
3.4.1. Define menu > Materials

Lệnh này để thêm, hiệu chỉnh hoặc xóa vật liệu. Các vật liệu có thể được định nghĩa trong phần này bao gồm: mặt cắt khung, cáp, cáp dự ứng lực, phần tử mặt và phần tử khối.



3.4.2. Define menu > Section Properties

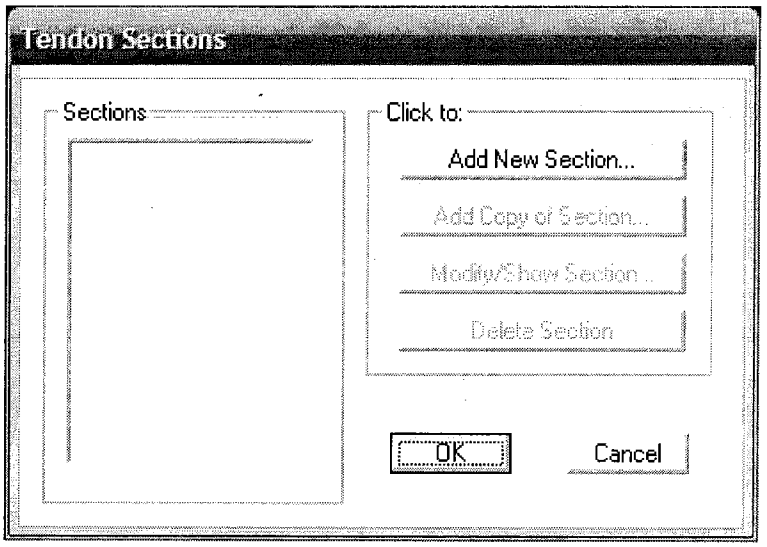
Define menu > Section Properties > Frame Sections



Lệnh này dùng để:

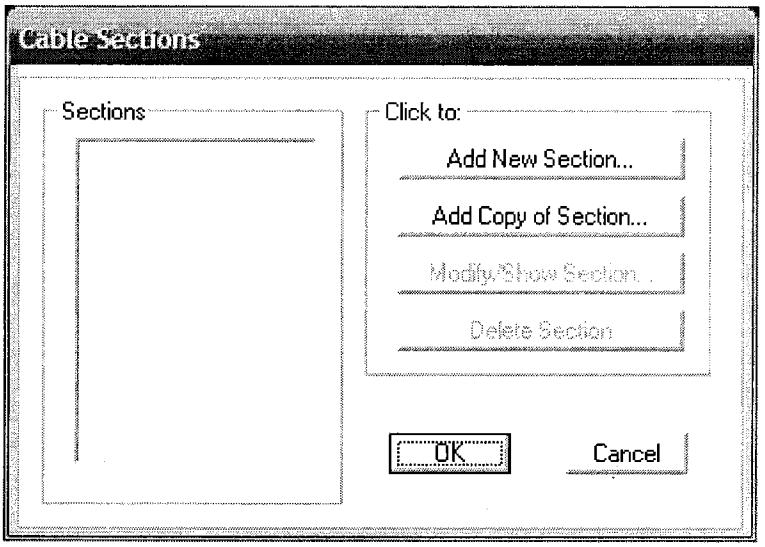
- Nhập một mặt cắt từ cơ sở dữ liệu mặt cắt đã có sẵn;
- Định nghĩa một mặt cắt với những kích thước tùy chọn;
- Xem và hiệu chỉnh mặt cắt ngang tiết diện;
- Xóa mặt cắt.

Define menu > Section Properties > Tendon Sections:



Hộp thoại này dùng để thêm, hiệu chỉnh, xóa một mặt cắt cáp dự ứng lực đã định nghĩa.

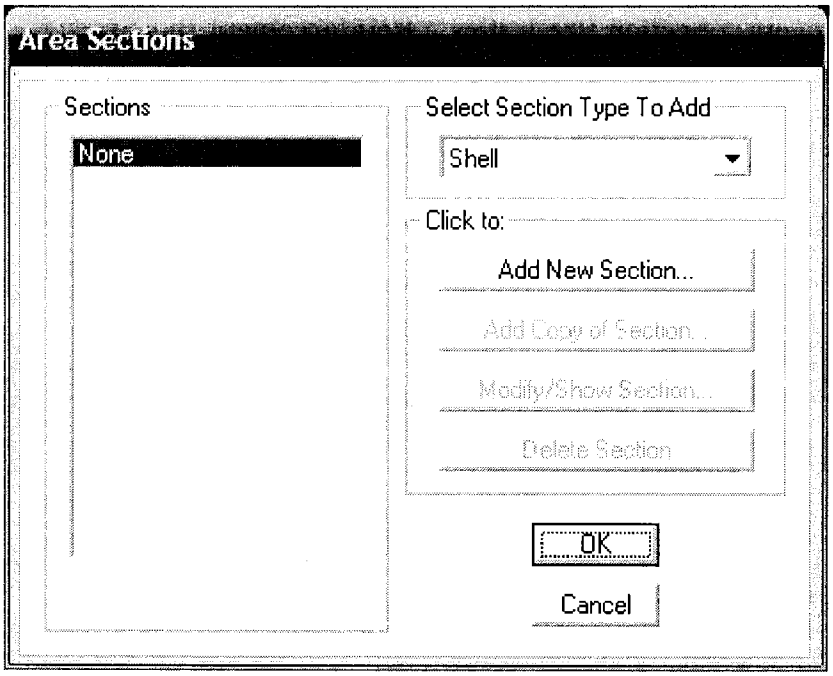
Define menu > Section Properties > Cable Sections:



Hộp thoại này dùng để thêm, hiệu chỉnh, xóa một mặt cắt cáp đã định nghĩa.

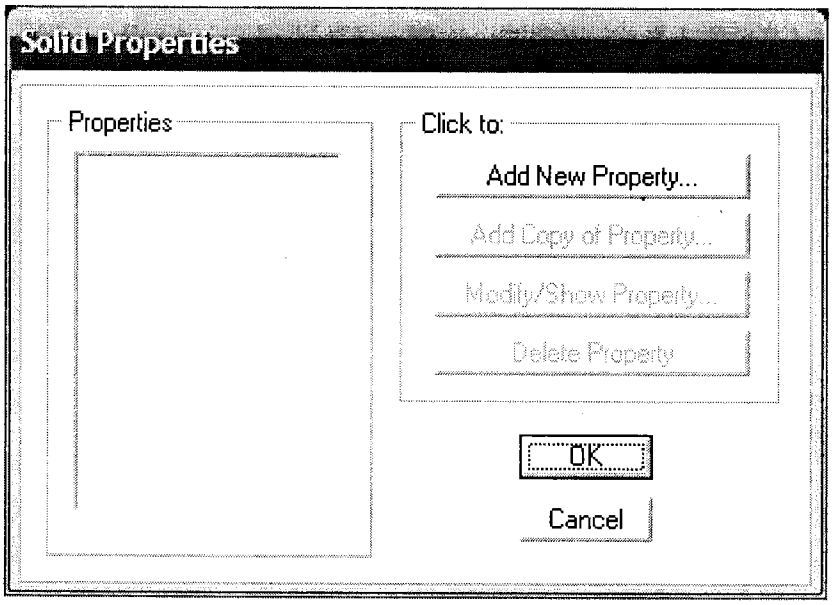
Define menu > Section Properties > Area Sections:

Dùng để thêm, hiệu chỉnh, hoặc xóa một mặt cắt kiểu mặt định nghĩa. Tính chất của mặt đã định nghĩa bao gồm tính chất hình học và tính chất vật liệu.

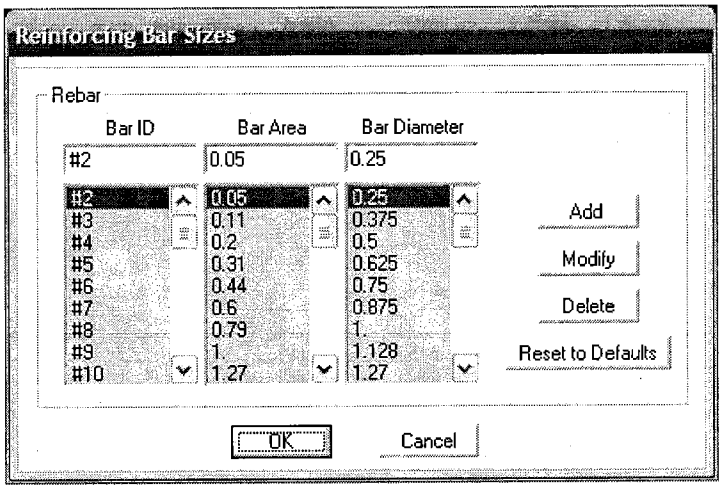


Define menu > Section Properties > Solid Properties:

Hộp thoại này dùng để thêm, hiệu chỉnh, hoặc xóa một mặt cắt kiểu khối. Tính chất của mặt đã định nghĩa bao gồm tính chất vật liệu và vài tính chất thông thường khác.



Define menu > Section Properties > Reinforcement Bar Sizes:

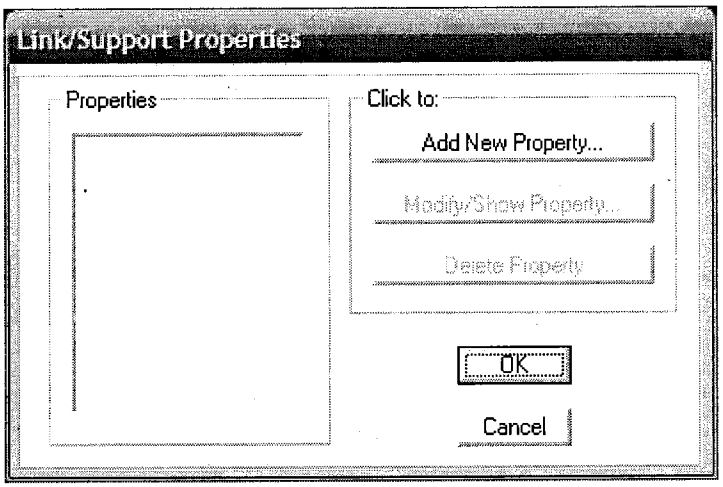


Dùng định nghĩa tên, đường kính và diện tích cốt thép. Mặc định trong SAP2000 có các kiểu cốt thép sau:

- **ASTM standard bar sizes:** Các loại thanh thép theo tiêu chuẩn ASTM hệ chuẩn #2, #3, #4, #5, #6, #7, #8, #9, #10, #11, #14, and #18.
- **ASTM metric bar sizes:** Các loại thanh thép theo tiêu chuẩn ASTM hệ đơn vị met 10M, 15M, 20M, 25M, 30M, 35M, 45M and 55M.
- **European (metric) bar sizes:** Cỡ thanh theo tiêu chuẩn châu Âu, 6d, 8d, 10d, 12d, 14d, 16d, 20d, 25d, 26d and 28d.

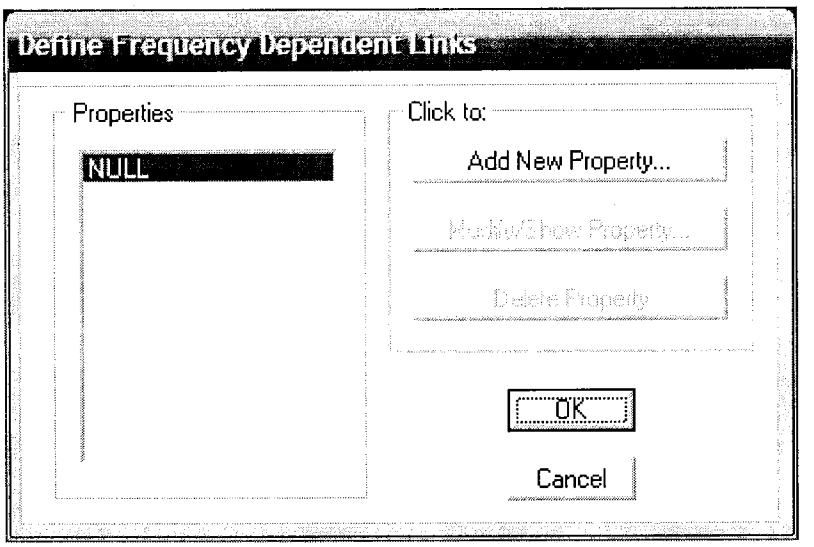
Trong hộp thoại này ta có thể thêm, hiệu chỉnh hoặc xóa dữ liệu cốt thép.

Define menu > Section Properties > Link/Support Properties:



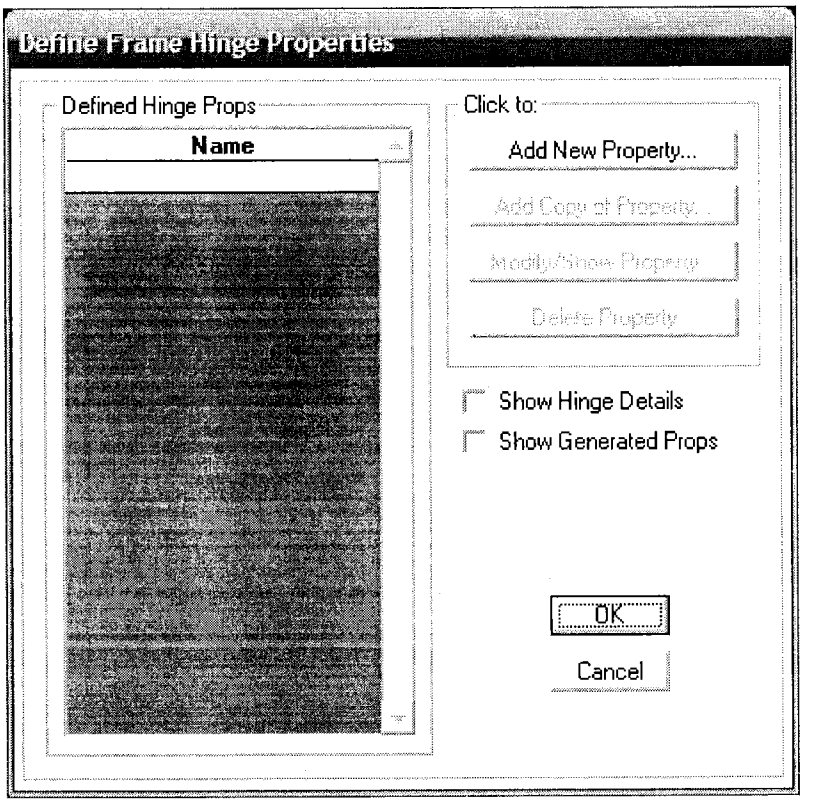
Sử dụng để thêm, hiệu chỉnh hoặc xóa liên kết.

Define menu > Section Properties > Frequency Dep. Link Props:



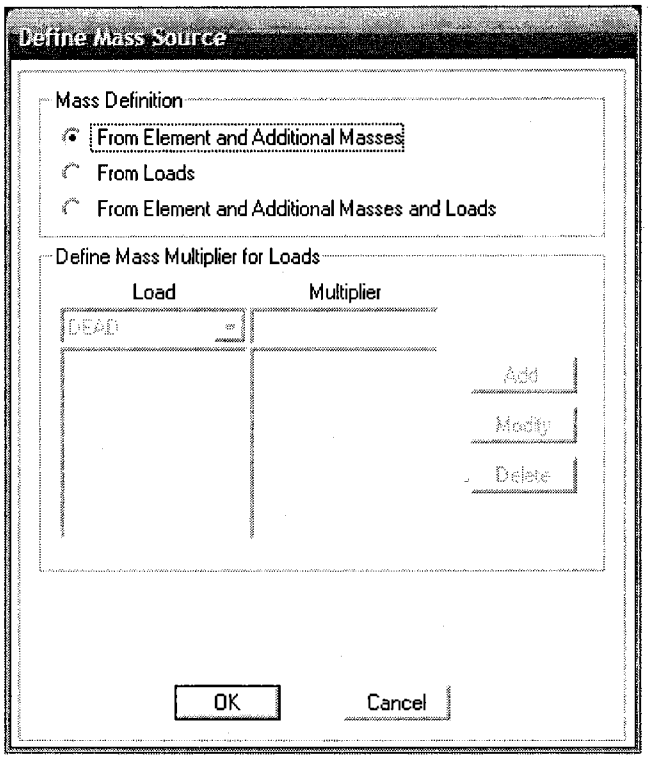
Dùng để thêm, hiệu chỉnh hoặc xóa tính chất của một liên kết độc lập theo một tần suất nhất định. Loại liên kết này được sử dụng trong tải steady-state và phân tích theo kiểu power spectral density.

Define menu > Section Properties > Hinge Properties:



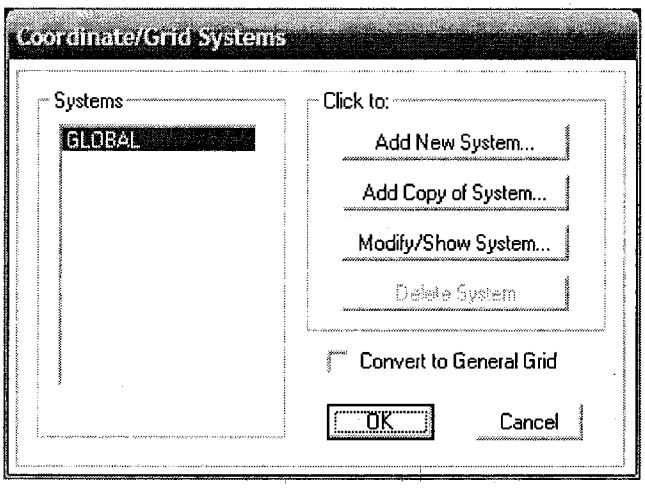
Dùng để định nghĩa liên kết kiểu Hinge-khớp dẻo (là một kiểu liên kết được sử dụng trong phân tích phi tuyến).

3.4.3. Define menu > Mass Source



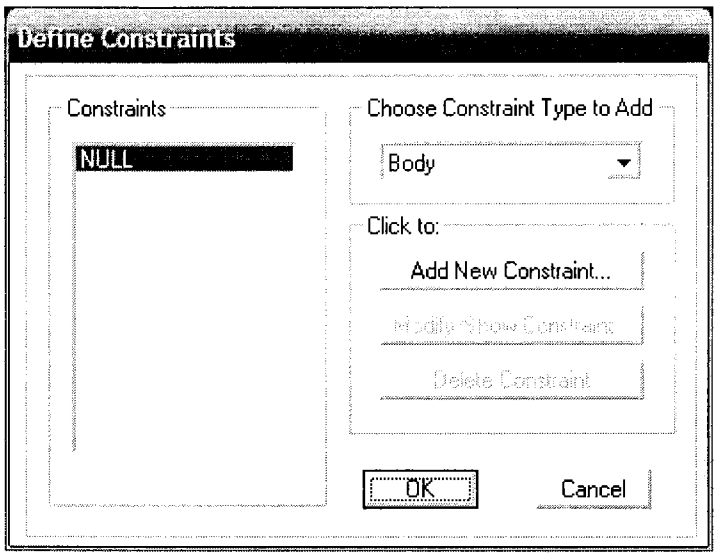
Phần này dùng để định nghĩa cách SAP2000 tính toán khối lượng cho cấu kiện.

3.4.4. Define menu > Coordinate System/Grids



Dùng để định nghĩa hệ trục tọa độ và hệ lưới tọa độ.

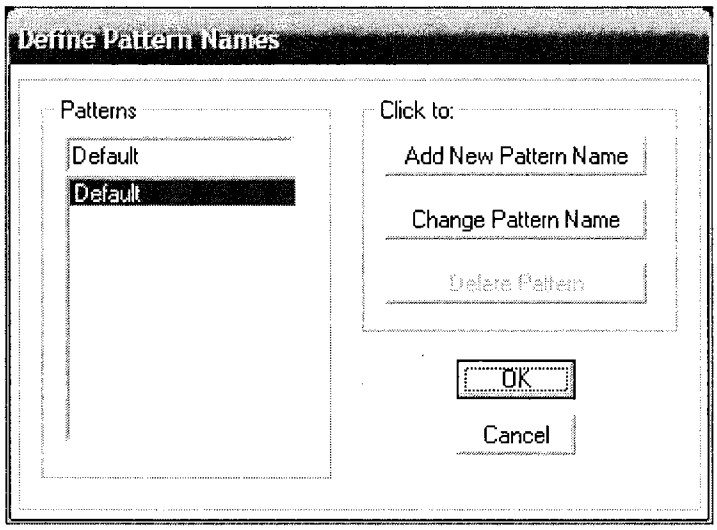
3.4.5. Define menu > Joint Constraints



Lệnh này dùng để định nghĩa các liên kết ràng buột. Các liên kết ràng buột này bao gồm: Body, Diaphragm, Plate, Rod, Beam, Weld, Equal, Local, Line.

☞ *Các mô hình dùng liên kết ràng buột hay được sử dụng trong phân tích các mô hình như khung-dầm-sàn cứng; nhóm cọc có đài cọc tuyệt đối cứng,...*

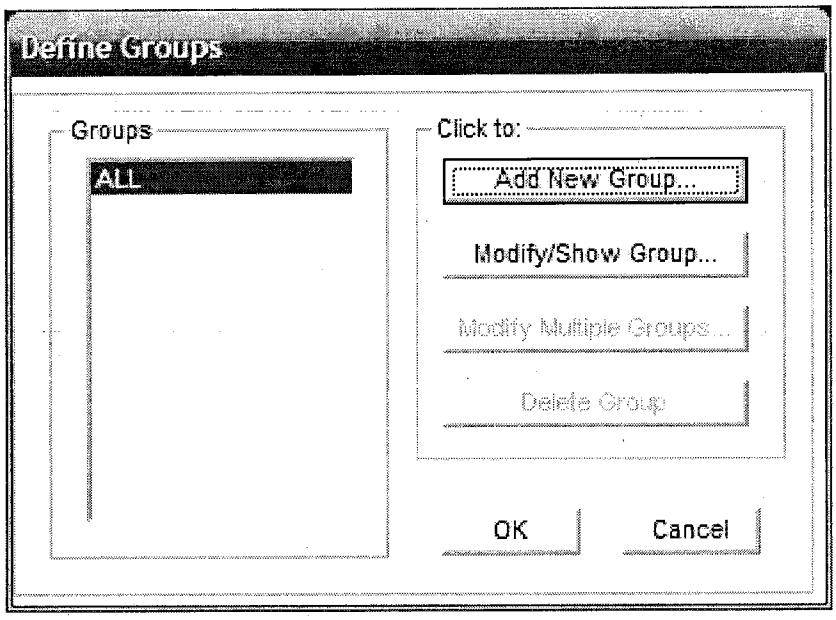
3.4.6. Define menu > Joint Patterns



Nhập tên của mẫu nút hoặc thay đổi giá trị của mẫu nút mặc định.

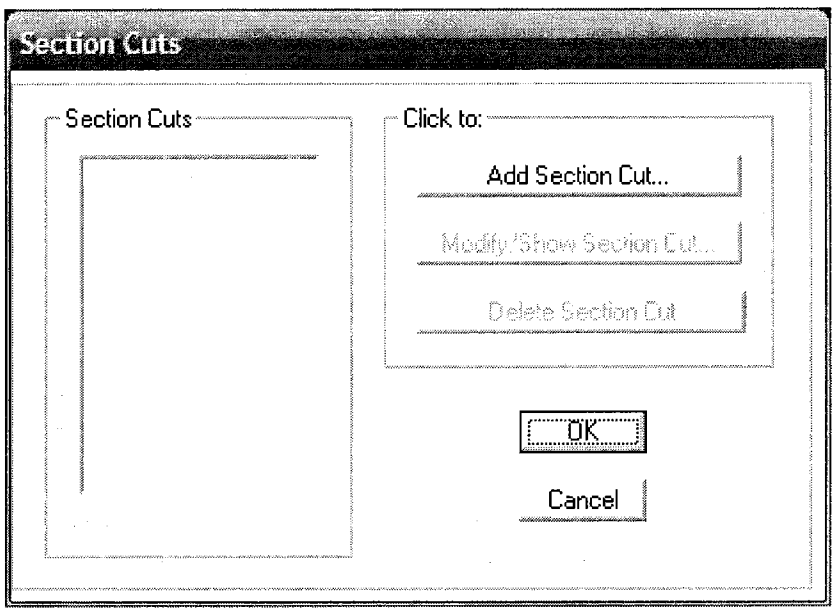
☞ *Các mẫu nút hay được sử dụng để mô tả các loại tải trọng tác dụng lên nút thay đổi theo hàm số như áp lực đất, áp lực nước lên tường chắn.*

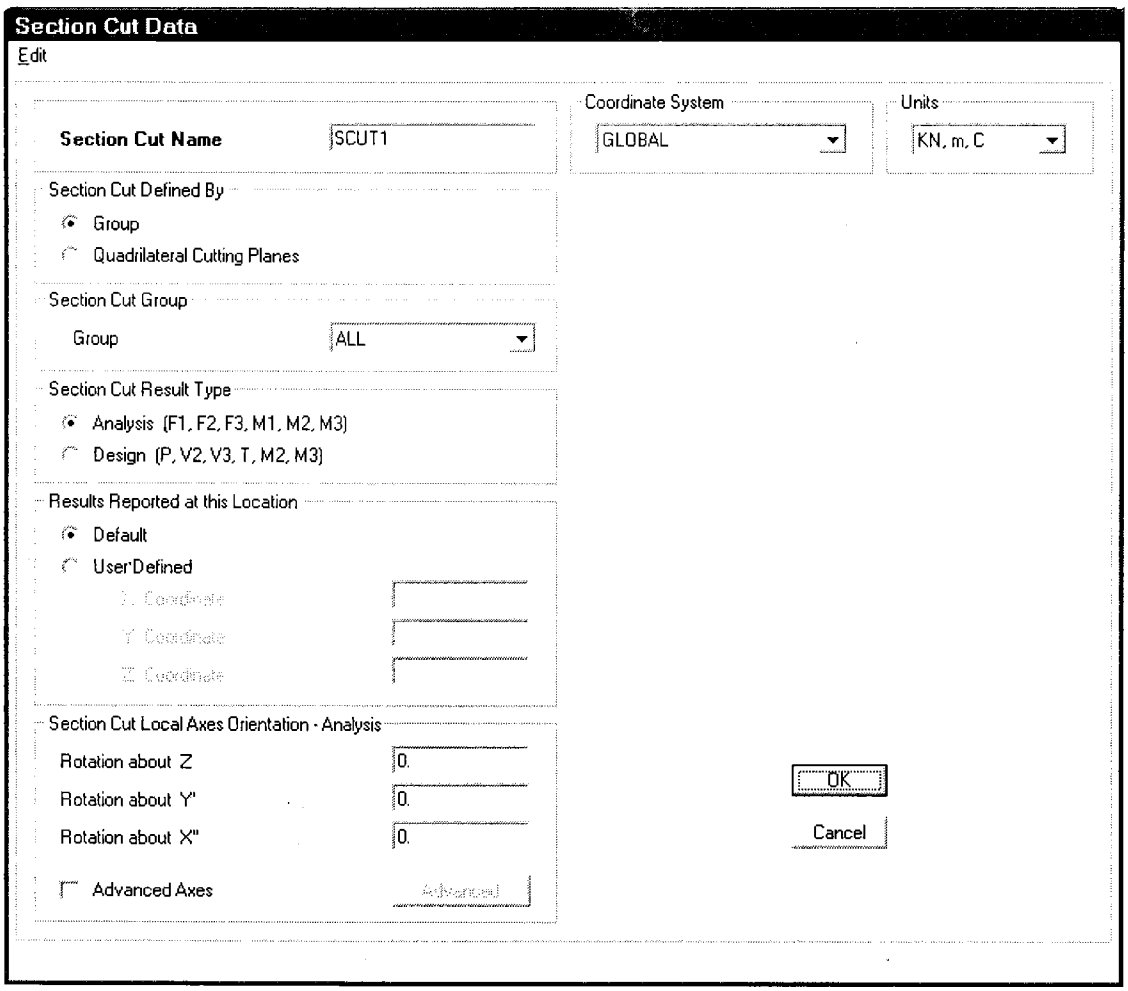
3.4.7. Define menu > Groups



Group là tính năng cực mạnh trong SAP2000. Lệnh này cho phép người dùng tự định nghĩa các nhóm để người dùng có thể thao tác chọn sau này được dễ dàng.

3.4.8. Define menu > Section Cuts





Lệnh này thể hiện kết quả lực tại mặt cắt của mô hình.

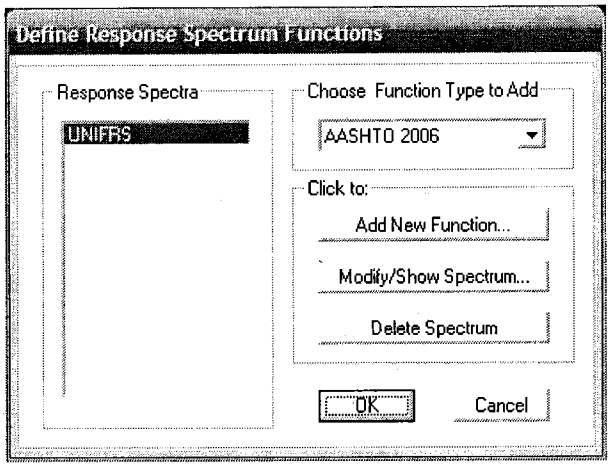
3.4.9. Define menu > Generalized Displacements

Định nghĩa các chuyển vị tổng quát của một hoặc nhiều nút. Chuyển vị tổng quát thường dùng chính cho mục đích xuất kết quả hoặc có thể dùng để giám sát các phân tích phi tuyến tính theo điều kiện chuyển vị.

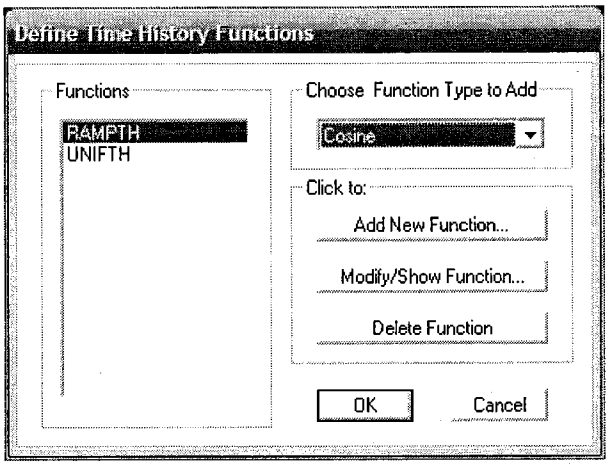
3.4.10. Define menu > Functions

Define menu > Functions > Response Spectrum Functions:

Thể hiện các phổ đáp ứng, người thiết kế có thể tự thêm vào, hiệu chỉnh hoặc xóa bỏ một phổ đáp ứng trong danh sách này.

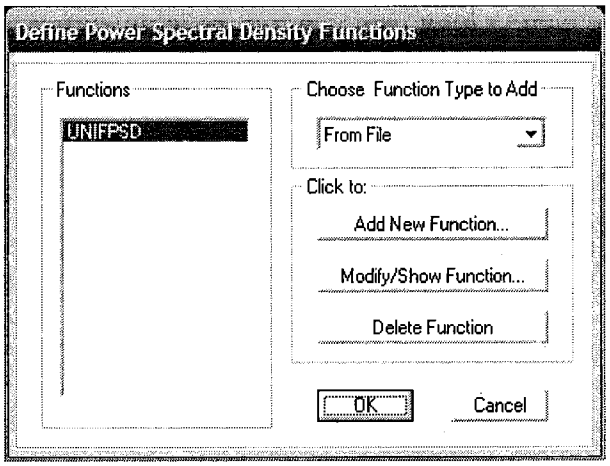


Define menu > Functions > Time History Functions:



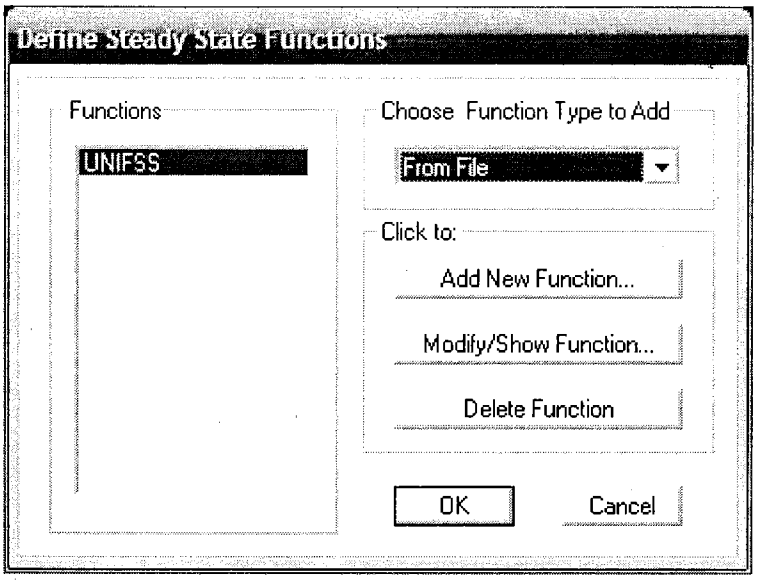
Chức năng này dùng để định nghĩa sự thay đổi theo thời gian.

Define menu > Functions > Power Spectral Density Functions:



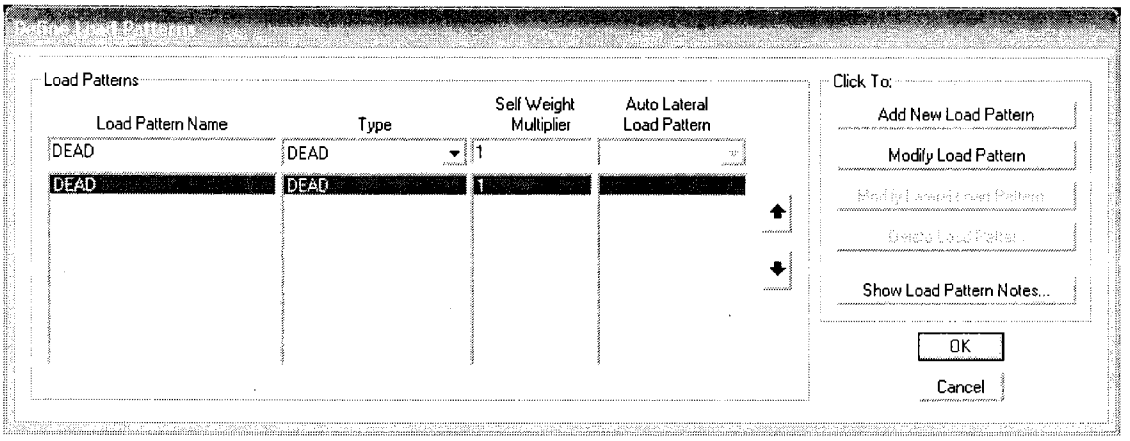
Trong hộp thoại này người dùng có thể thêm, hiệu chỉnh hoặc xóa các hàm mật độ phổ năng lượng.

Define menu > Functions > Steady State:



Trong hộp thoại này người dùng có thể thêm, hiệu chỉnh hoặc xóa các hàm trạng thái dừng.

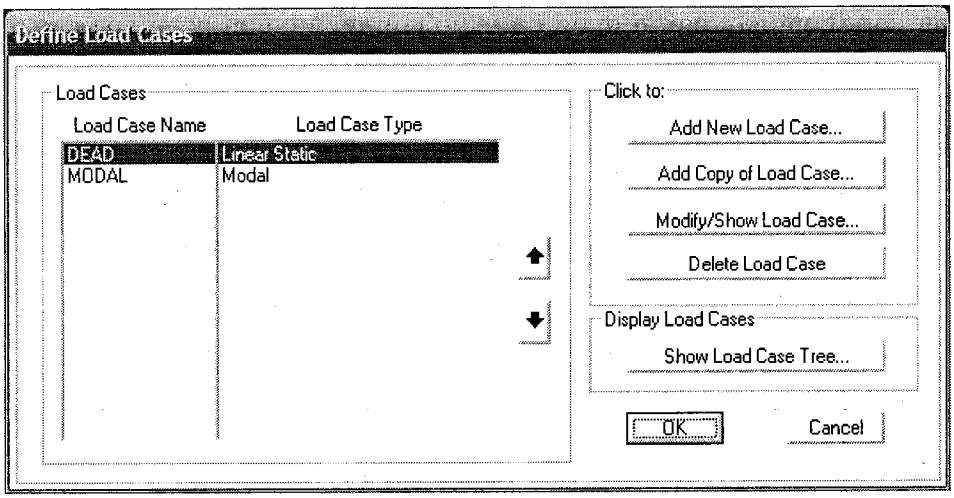
3.4.11. Define menu > Load Patterns



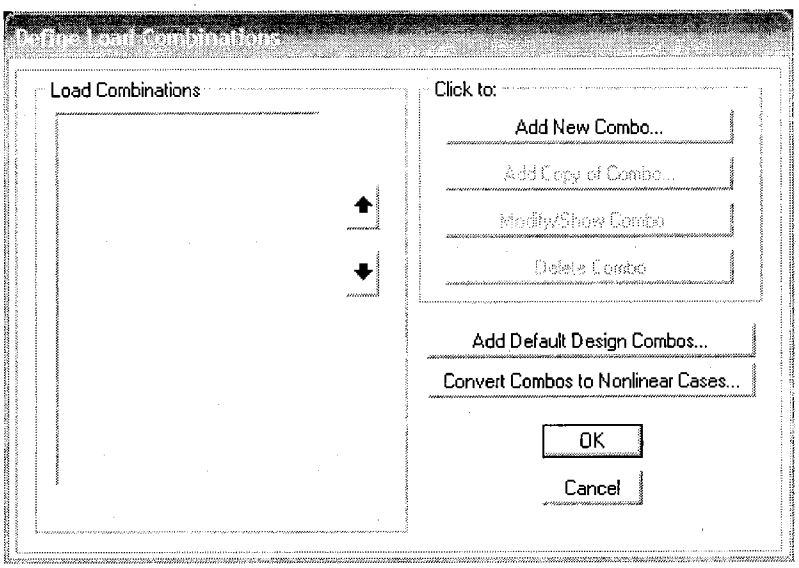
Thêm, hiệu chỉnh hoặc xóa mẫu tải trọng.

3.4.12. Define menu > Load Cases

Định nghĩa các trường hợp tải phân tích.



3.4.13. Define menu > Load Combinations



Định nghĩa các tổ hợp tải trọng.

3.4.14. Define menu > Bridge loads

Define menu > Bridge loads > Lanes: Định nghĩa làn xe di động của cầu.

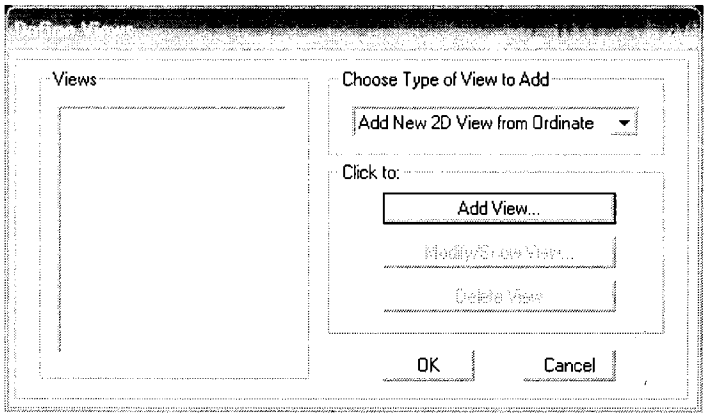
Define menu > Bridge loads > Vehicles: Định nghĩa loại xe.

Define menu > Bridge loads > Vehicle Classes: Định nghĩa lớp xe.

Define menu > Bridge loads > Bridge Responses: Định nghĩa các đáp ứng phân tích mô hình cầu.

3.4.15. Define menu > Named View

Định nghĩa khung nhìn với tên do người dùng định nghĩa.



3.4.16. Define menu > Name Property Sets

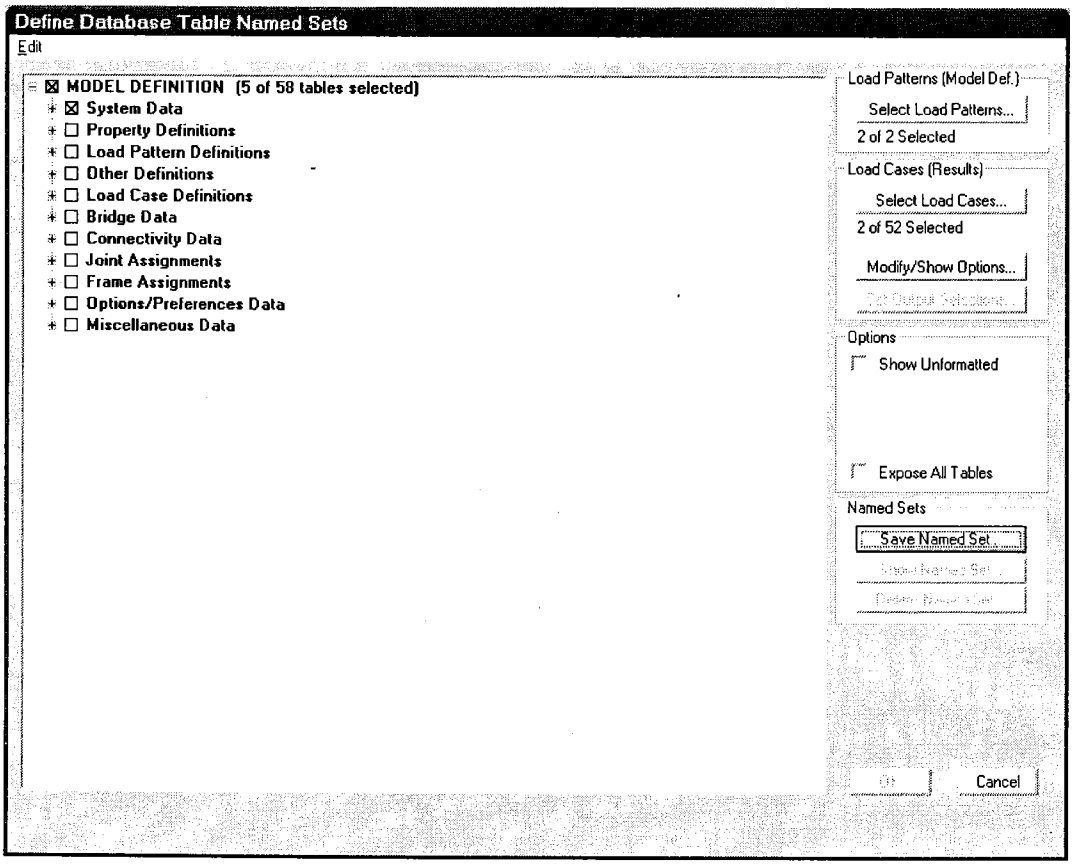
Thiết lập các tham số hiệu chỉnh cho tính chất của phần tử thanh, phần tử diện tích.

3.4.17. Define menu > Pushover Parameter Sets

Nhập các tham số cho đường cong Pushover trong phân tích phi tuyến kiểu đẩy dần.

3.4.18. Define menu > Named Sets

Thiết lập điều kiện cho các tham số cơ sở dử liệu đầu ra của SAP2000

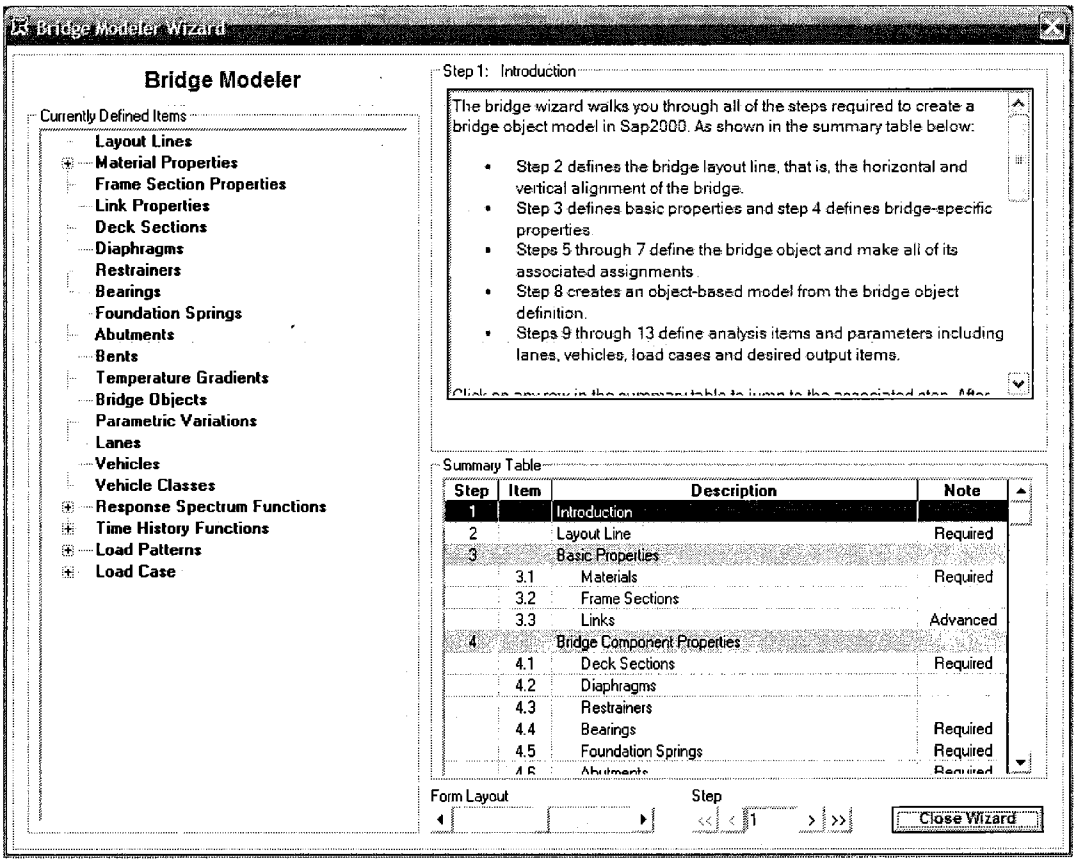


3.5- TRÌNH ĐƠN BRIDGE

Trình đơn Bridge cho phép mô hình từng bước các kiểu kết cấu cầu khác nhau, ta thực hiện từng bước trình đơn Bridge để có kết quả nhanh và chính xác nhất...

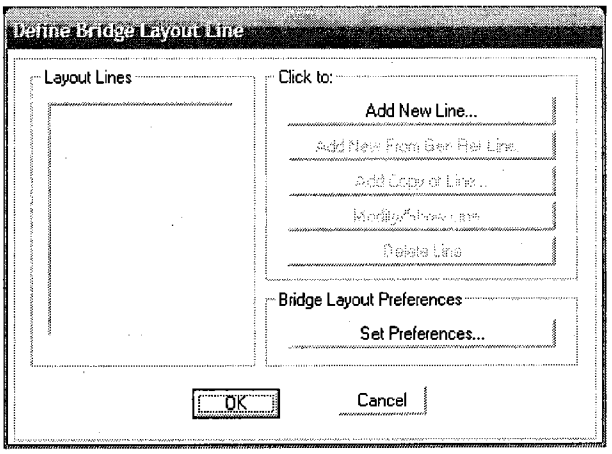
3.5.1. Bridge menu > Bridge Wizard

Thực hiện lệnh này để từng bước mô hình hóa cầu.

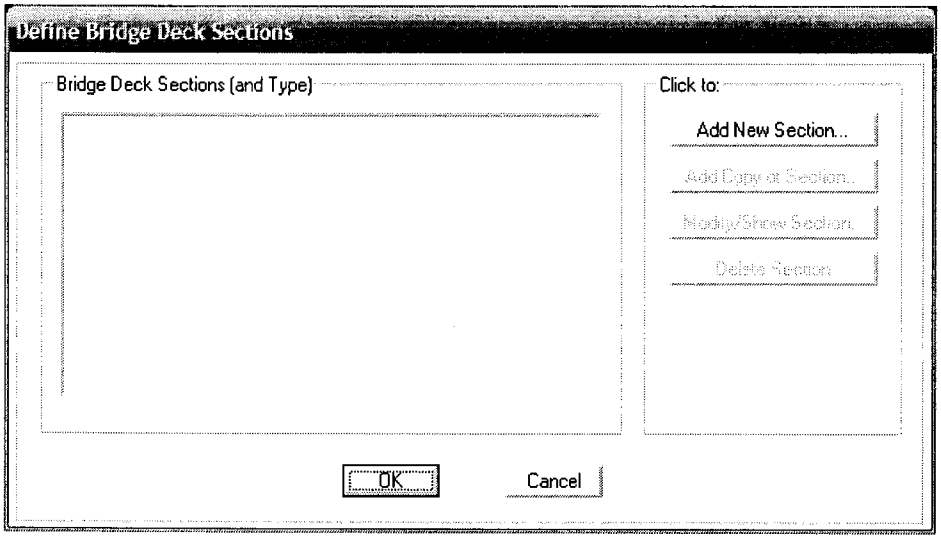


3.5.2. Bridge menu > Layout Lines

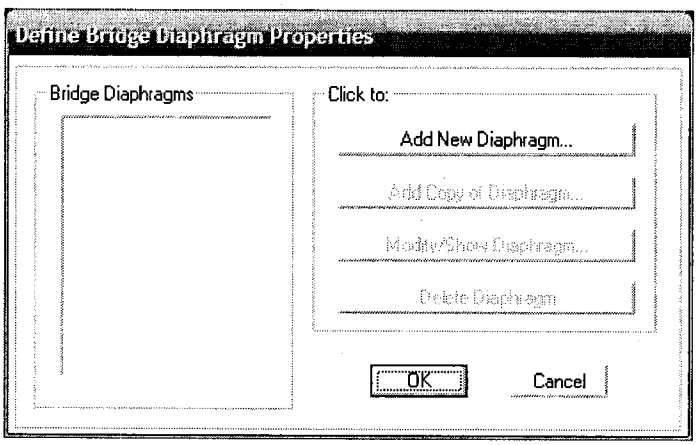
Định nghĩa đường tim cầu.



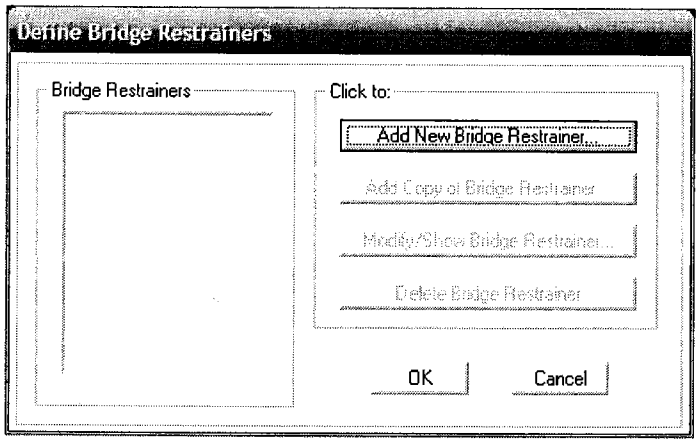
3.5.3. Bridge menu > Bridge Deck Sections: Khai báo cắt ngang kết cấu nhịp.



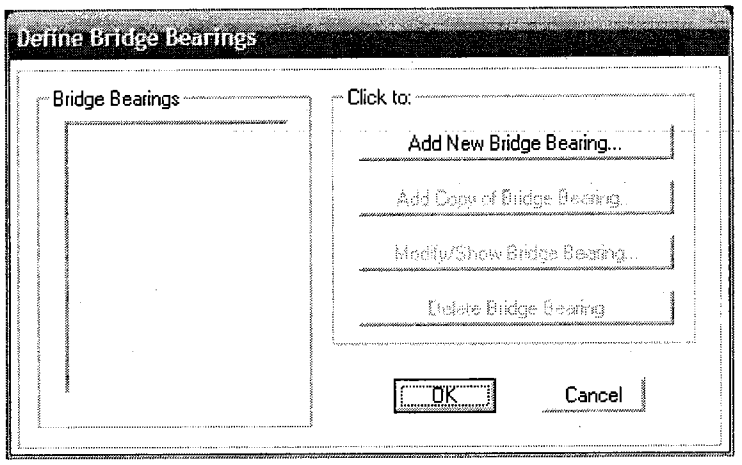
3.5.4. Bridge menu > Diaphragms: Mô hình hóa dầm ngang/bản chắn ngang.



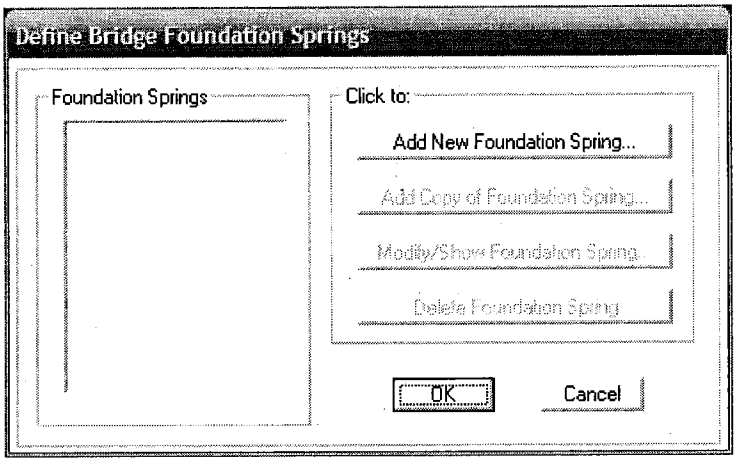
3.5.5. Bridge menu > Restrainers: Định nghĩa các liên kết trong mô hình cầu.



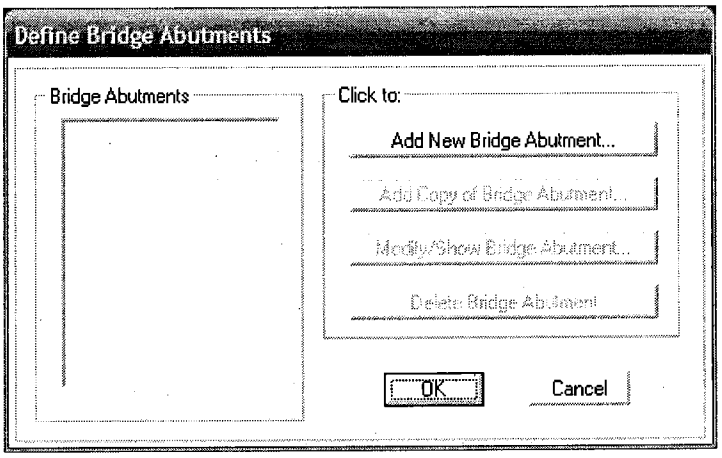
3.5.6. Bridge menu > Bearings: Định nghĩa gối cầu.



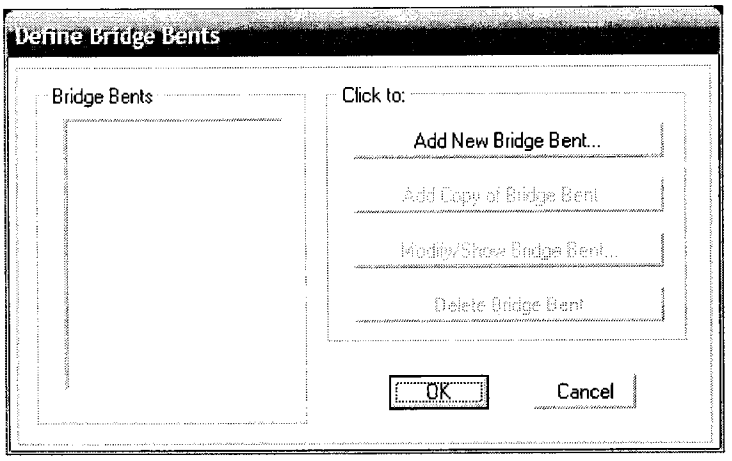
3.5.7. Bridge menu > Bridge Foundation Springs: Định nghĩa gối đàn hồi cho nền móng cầu.



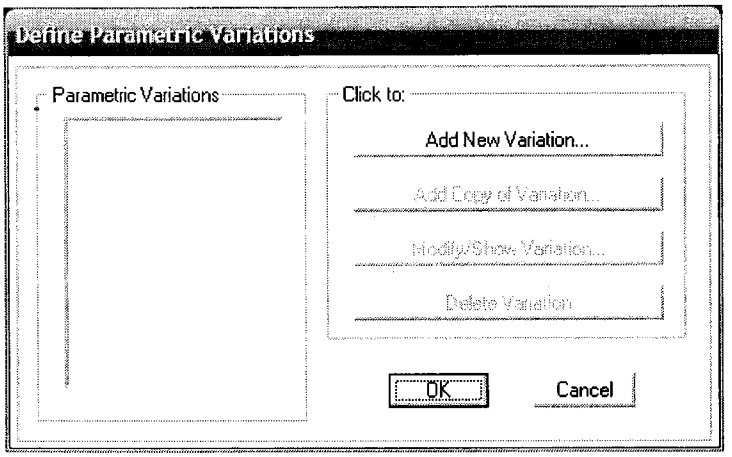
3.5.8. Bridge menu > Abutments: Định nghĩa mố cầu.



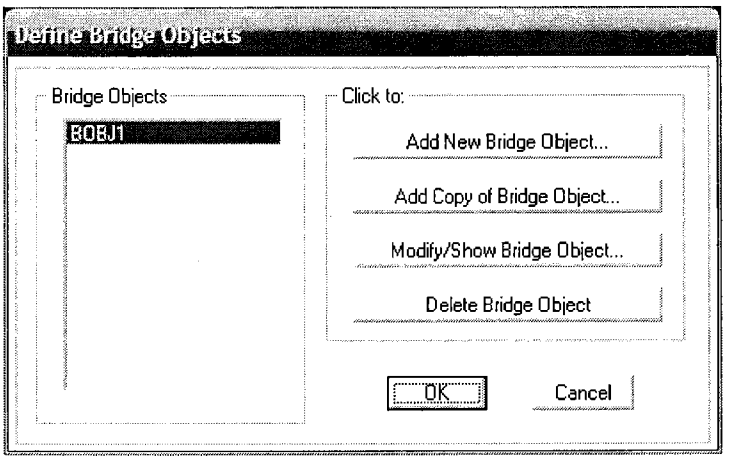
5.9. Bridge menu > Bents: Khai báo trụ cầu.



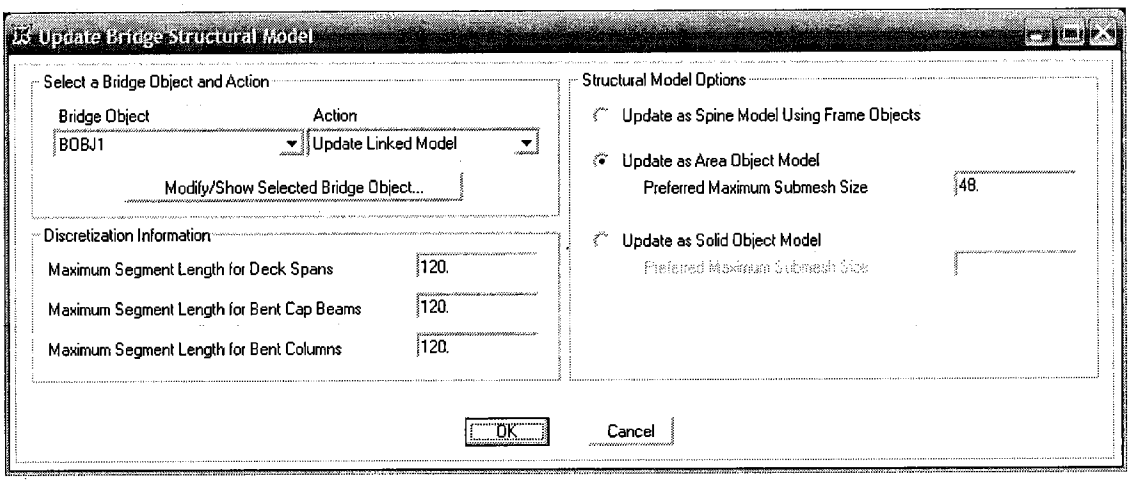
3.5.10. Bridge menu > Parametric Variations: Tham số mặt cắt thay đổi.



3.5.11. Bridge menu > Bridge Objects: Mô hình đối tượng cầu hoàn chỉnh.



3.5.12. Bridge menu > Update Linked Bridge Model: Cập nhật mô hình cầu.



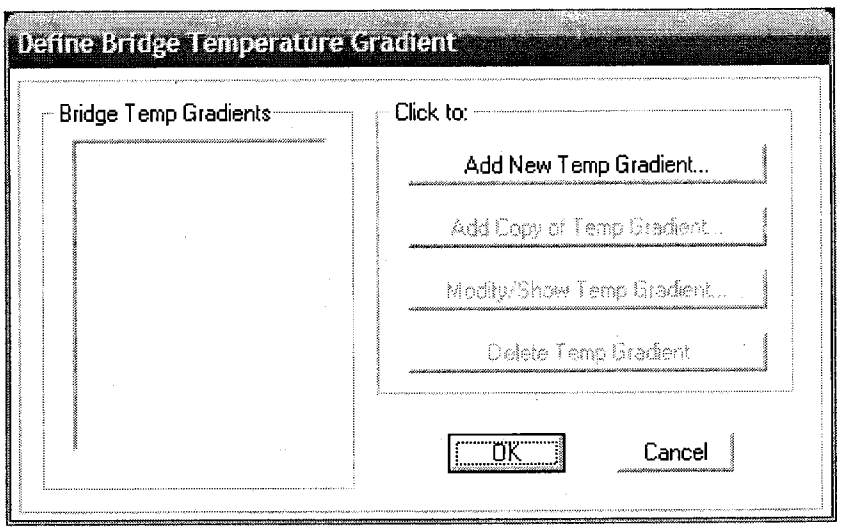
3.5.13. Bridge menu > Auto Update Linked Bridge Object: Tự động cập nhật mô hình cầu.

3.5.14. Bridge menu > Lanes: Khai báo làn xe.

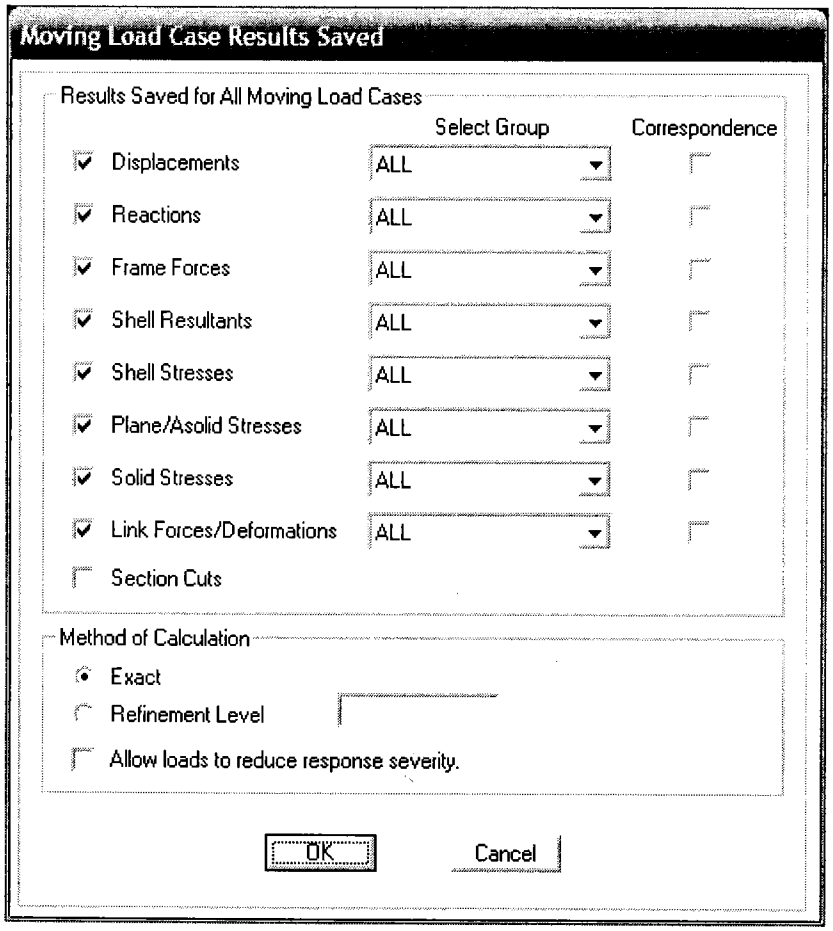
3.5.15. Bridge menu > Vehicles: Khai báo loại xe.

3.5.16. Bridge menu > Vehicle Classes: Khai báo lớp xe.

3.5.17. Bridge menu > Load Definitions > Temperature Gradients: Khai báo gradient nhiệt độ theo các tiêu chuẩn thiết kế cầu.



3.5.18. Bridge menu > Moving Load Case Results Saved: Ghi các đáp ứng cho kết quả mô hình tải trọng động.



3.5.19. Bridge menu > Construction Scheduler: Mô hình giai đoạn thi công.

3.6- TRÌNH ĐƠN DRAW

Trình đơn Draw chứa các công cụ vẽ, đây là trình đơn trợ giúp đắc lực cho quá trình mô hình kết cấu của người thiết kế...

3.6.1. Draw menu > Set Select Mode.

Trong SAP2000 có 2 chế độ của con trỏ: chế độ vẽ và chế độ chọn. Lệnh này dùng để bật chế độ chọn trong SAP2000.

3.6.2. Draw menu > Reshape Object.

Chức năng này dùng để bắt điểm trên đối tượng và hiệu chỉnh theo ý muốn.

3.6.3. Draw menu > Draw Special Joint: Vẽ điểm (nút).

3.6.4. Draw menu > Frame/Cable/Tendon.

Vẽ dầm thẳng hoặc cong, cáp và cáp dự ứng lực.

3.6.5. Draw menu > Quick Draw Frame/Cable/Tendon

Vẽ nhanh dầm thẳng hoặc cong, cáp và bó cáp dự ứng lực.

3.6.6. Draw menu >Quick Draw Braces: Vẽ nhanh hệ thanh giằng.

3.6.7. Draw menu > Quick Draw Secondary Beams

Vẽ nhanh hệ thống dầm phụ.

3.6.8. Draw menu > Draw Poly Area: Vẽ đối tượng diện tích kiểu đa giác.

3.6.9. Draw menu > Draw Rectangular Area

Vẽ đối tượng diện tích kiểu hình chữ nhật.

3.6.10. Draw menu > Quick Draw Area: Vẽ nhanh một đối tượng diện tích.

3.6.11. Draw menu > Draw Solid: Vẽ đối tượng kiểu khối.

3.6.12. Draw menu > Draw 1 Joint Link

Thêm một nút liên kết trong mô hình 2D.

3.6.13. Draw menu > Draw 2 Joint Link

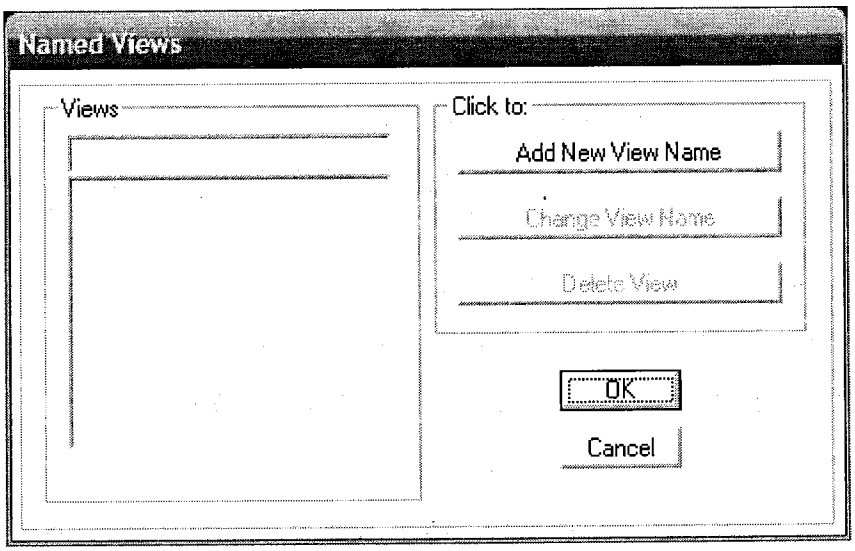
Thêm 2 nút liên kết trong mô hình 2D.

3.6.14. Draw menu > Quick Draw Link: Vẽ nhanh một liên kết.

3.6.15. Draw menu > Draw Section Cuts: Hiển thị lực dọc theo mặt cắt.

3.6.16. Draw menu > Draw Developed Elevation Definition

Lệnh này dùng định nghĩa một cao độ hình học nào đó.

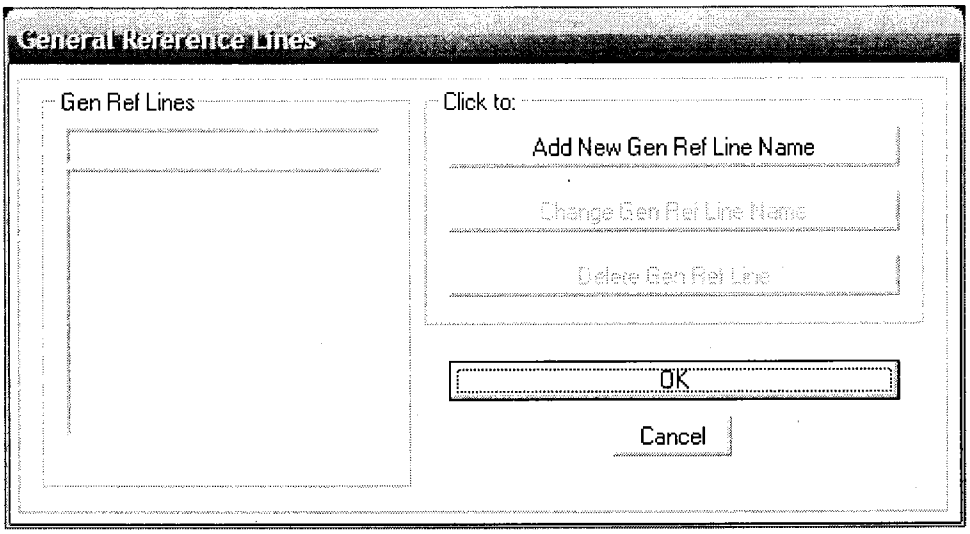


3.6.17. Draw menu > Draw Reference Point

Vẽ một điểm trong mặt tham chiếu của đối tượng.

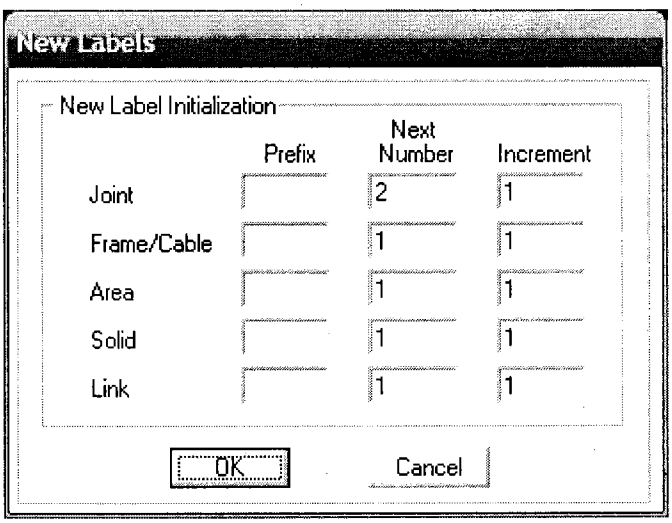
3.6.18. Draw menu > Draw/Edit General Reference Line

Vẽ đường tham chiếu.



3.6.19. Draw menu > Snap To: Thể hiện các phương thức bắt điểm.

3.6.20. Draw menu > New Labels: Thiết lập tên gọi mới theo ý người dùng.



3.7- TRÌNH ĐƠN SELECT

Trình đơn Select chứa các phương thức lựa chọn khác nhau giúp người dùng mô hình một cách nhanh chóng và thuận tiện...

3.7.1. Select menu > Select

Select menu > Select > Pointer window: Chọn các đối tượng dựa vào con trỏ chuột trên màn hình

Select menu > Select > Poly: Chọn các đối tượng bằng hình đa giác, các đối tượng nằm trong đa giác đều được chọn.

Select menu > Select > Intersecting Poly: Chọn các đối tượng bằng cách vẽ hình đa giác, các đối tượng nằm trong và bị đa giác cắt qua là được chọn.

Select menu > Select > Intersecting Line: Chọn đối tượng bằng đường thẳng, các đối tượng bị đường thẳng cắt qua là được chọn.

3.7.2. Select menu > DeSelect: Ngược lại với lệnh select, loại bỏ đối tượng chọn khỏi danh sách chọn.

3.7.3. Select menu > Select Using Tables: Chọn các bảng hiển thị.

3.7.4. Select menu > Invert Selection: Chuyển những đối tượng từ chọn sang không chọn và ngược lại.

3.7.5. Select menu > Get Previous Selection: Chọn những đối tượng vừa được chọn ở bước gần nhất trước đó.

3.7.6. Select menu > Clear Selection: Hủy bỏ các đối tượng đã chọn.

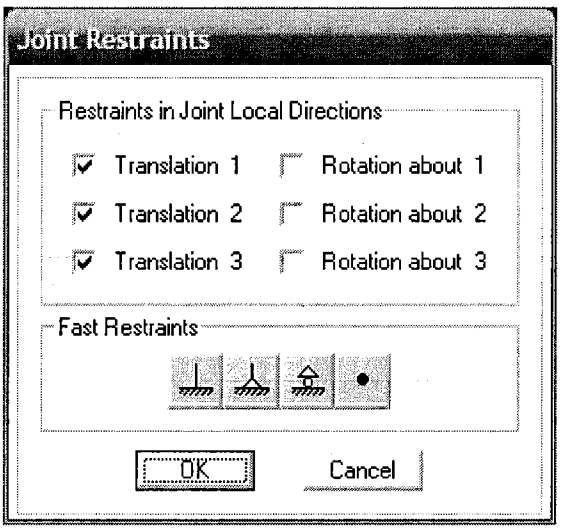
3.8-TRÌNH ĐƠN ASSIGN

Trình đơn Assign gán thuộc tính cho các đối tượng có trong mô hình...

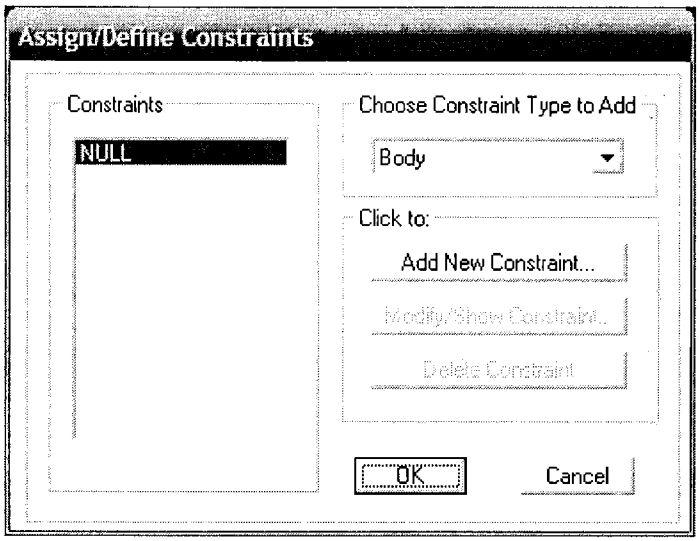
3.8.1. Assign menu > Joint

Assign menu > Joint > Restraints:

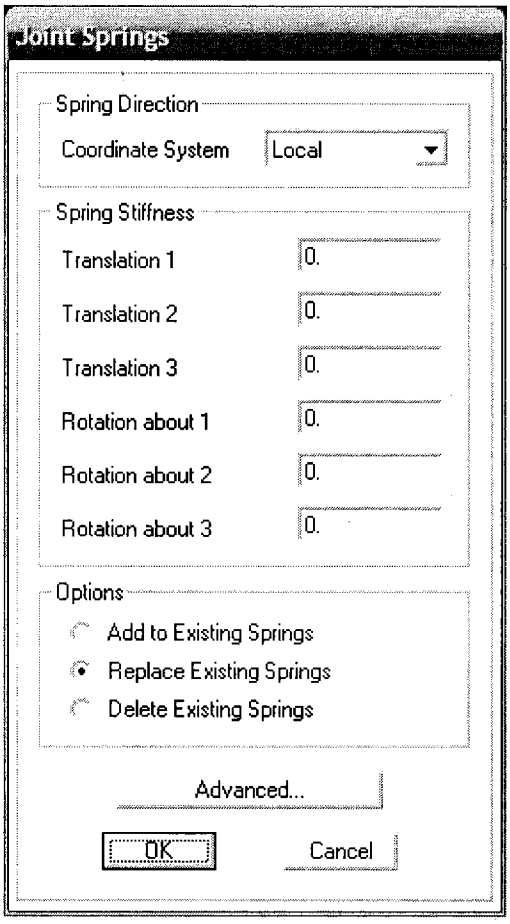
Gán điều kiện biên (liên kết) cho phần tử nút



Assign menu > Joint > Constraints: Khai báo các liên kết ràng buột giữa các nút với nhau.

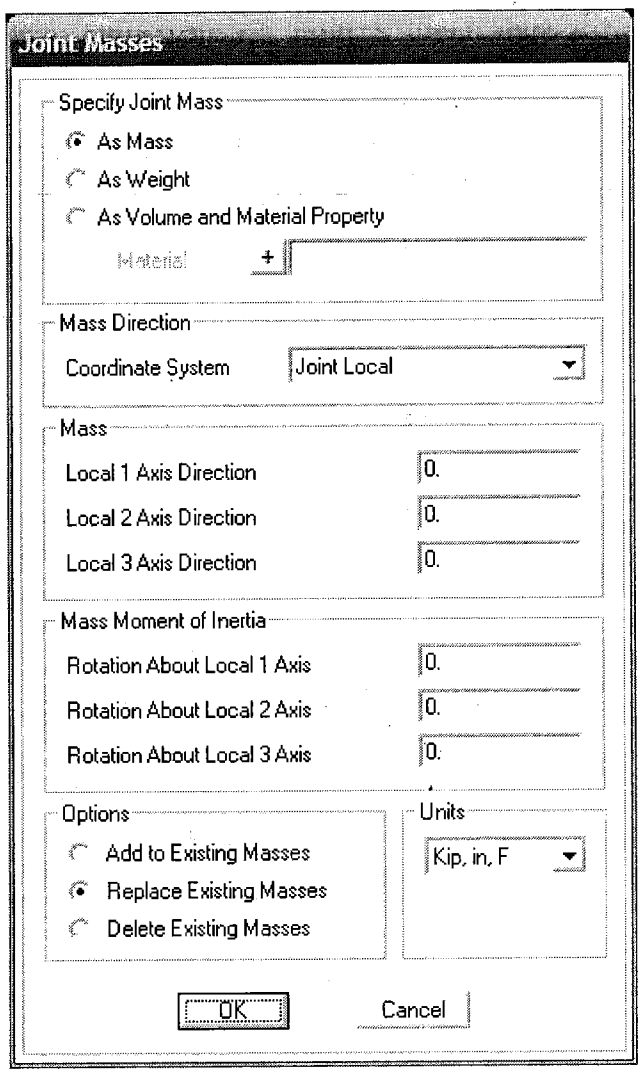


Assign menu > Joint > Springs: Khai báo liên kết gối đàn hồi.



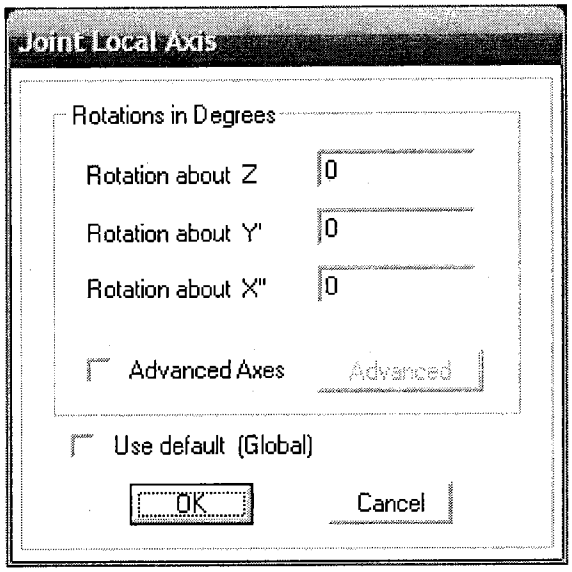
Assign menu > Joint > Masses:

Khai báo dữ liệu khối lượng cho phần từ nút.

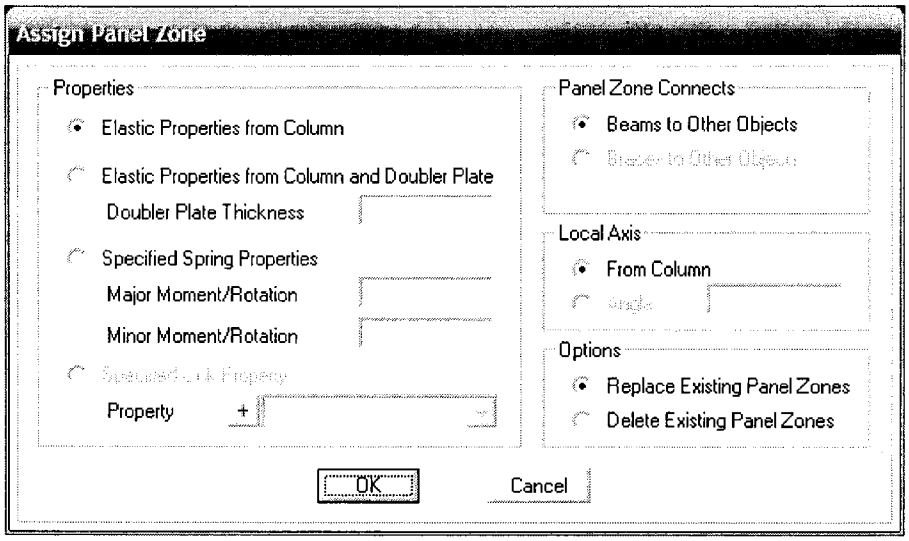


Assign menu > Joint > Local Axes:

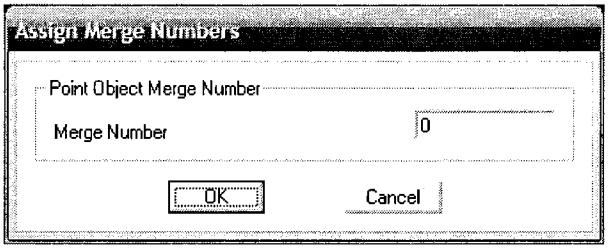
Xoay hệ trục tọa độ nút tương đối so với nút hiện hành.



Assign menu > Joint > Panel Zone: Lệnh này dùng để gán một đối tượng điểm cho phép xoay theo các hướng khác nhau.



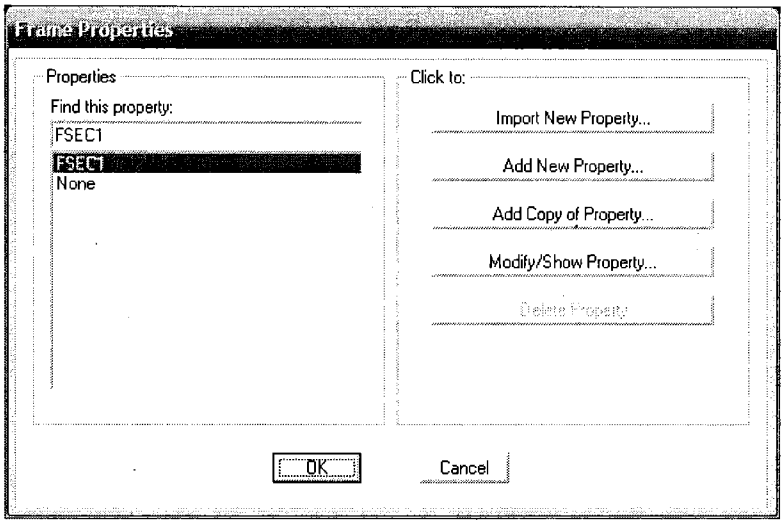
Assign menu > Joints > Merge Numbers: Ghép 2 hay nhiều nút thành một nút.



3.8.2. Assign menu > Frame:

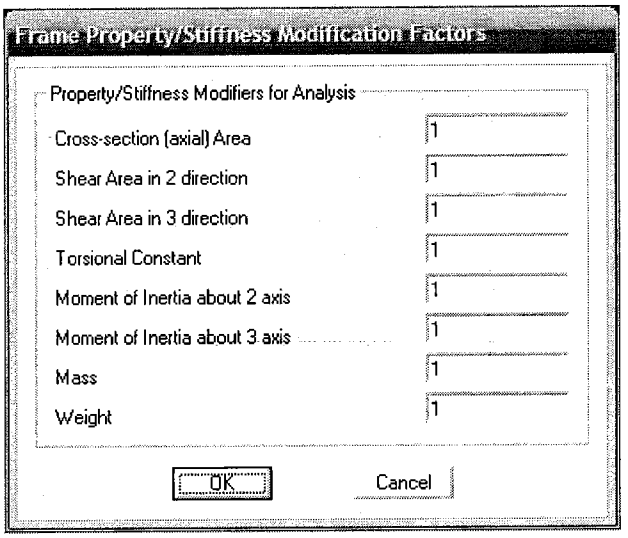
Chứa các lệnh liên quan tới gán tính chất cho phần tử khung, dầm.

Assign menu > Frame > Frame Sections: Gán mặt cắt cho phần tử thanh



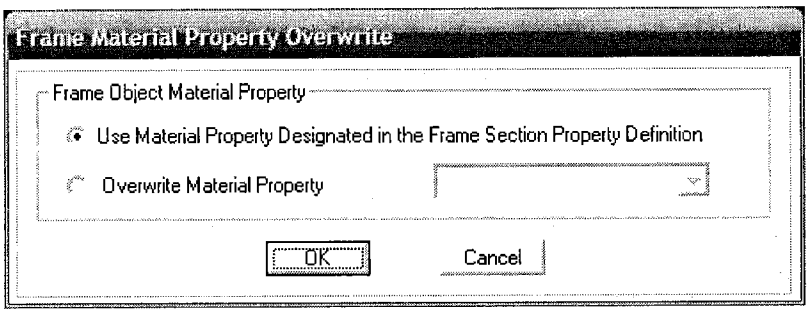
Assign menu > Frame > Property Modifiers:

Hiệu chỉnh các tính chất độ cứng của thanh trong quá trình phân tích.



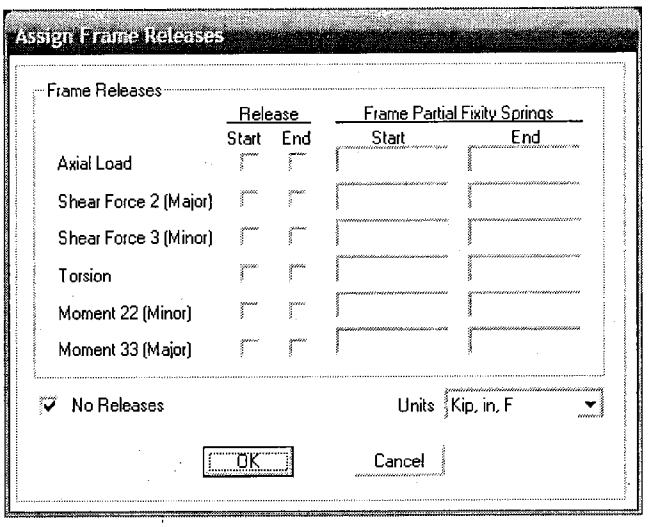
Assign menu > Frame > Material Property Overwrites:

Gán đặc tính vật liệu đã định nghĩa cho phân tử thanh.

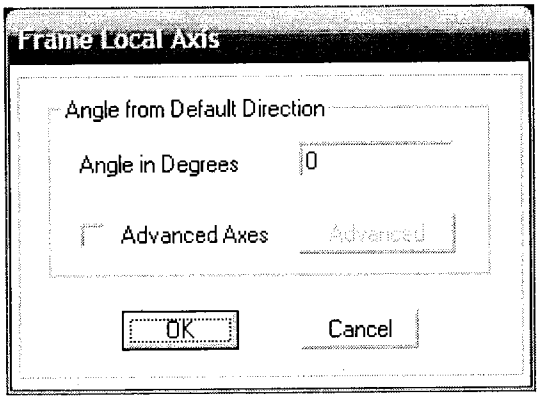


Assign menu > Frame > Releases/Partial Fixity:

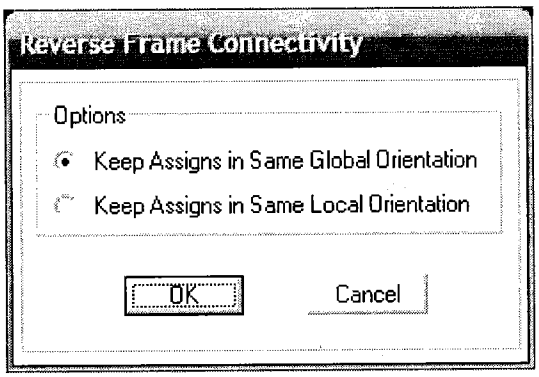
Gán độ cứng riêng phần hoặc giải phóng thành phần nội lực ở hai đầu phần tử thanh được chọn.



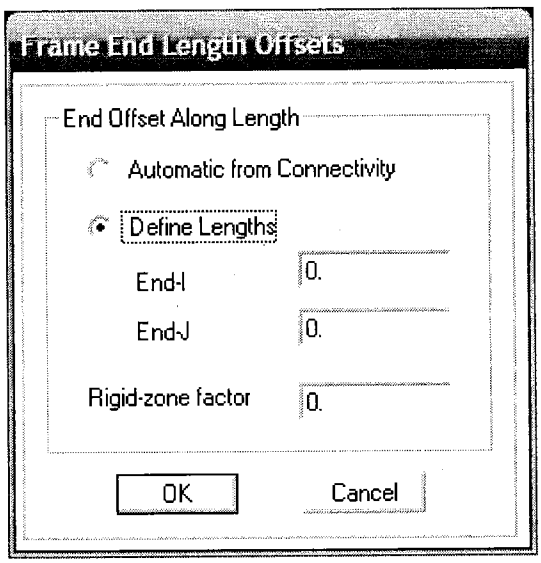
Assign > Frame > Local Axis: Xoay hệ trục tọa độ địa phương theo góc như ý.



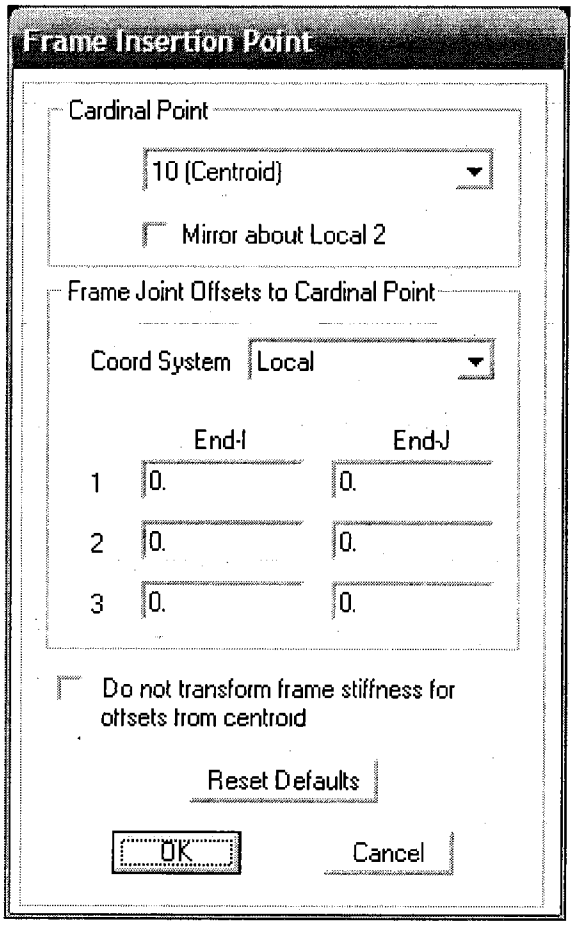
Assign menu > Frame > Reverse Connectivity: Chuyển đổi 2 đầu nút của đối tượng thanh.



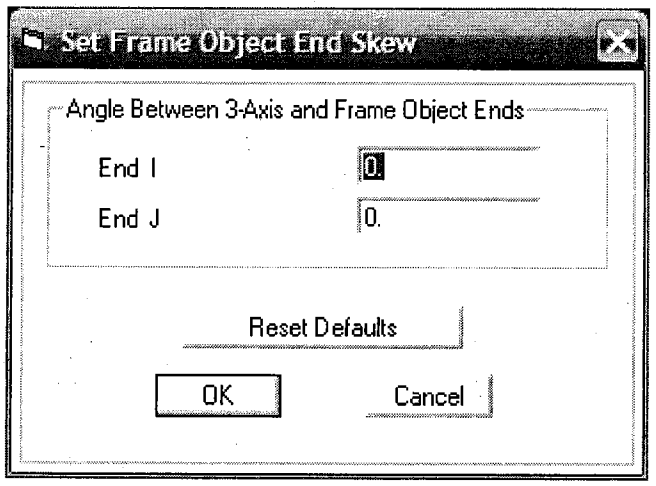
Assign menu > Frame > End (Length) Offsets: Gán chiều dài vùng cứng hai đầu nút của đối tượng thanh.



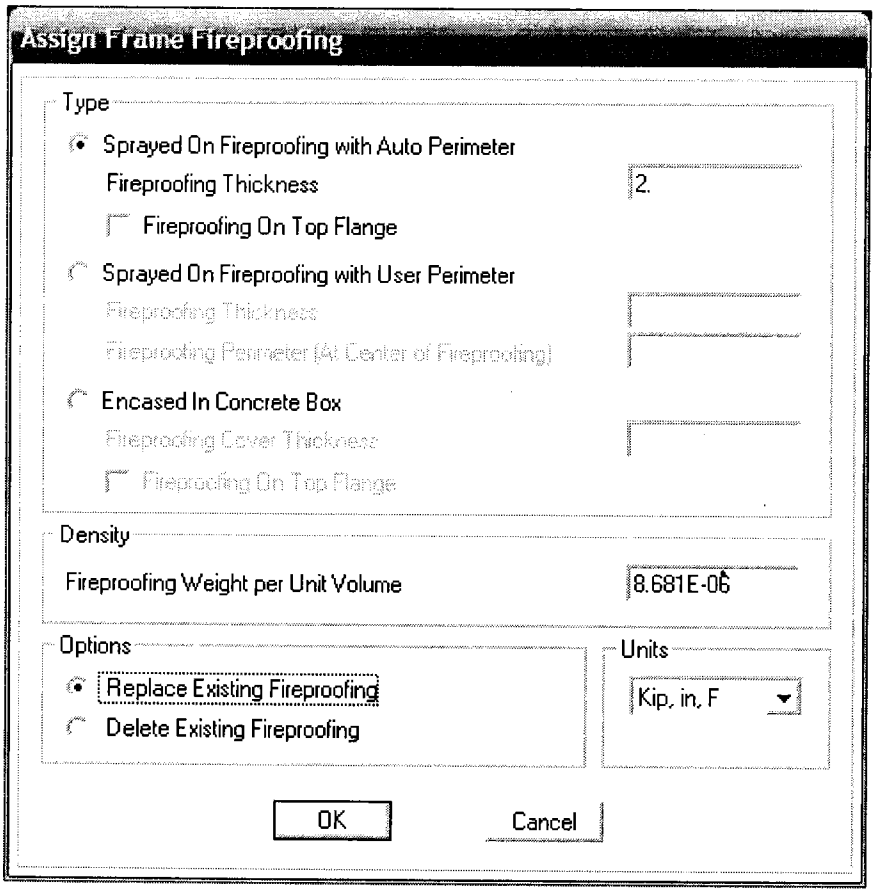
Assign menu > Frame > Insertion Point: Gán các điểm tham chiếu trên đối tượng thanh.



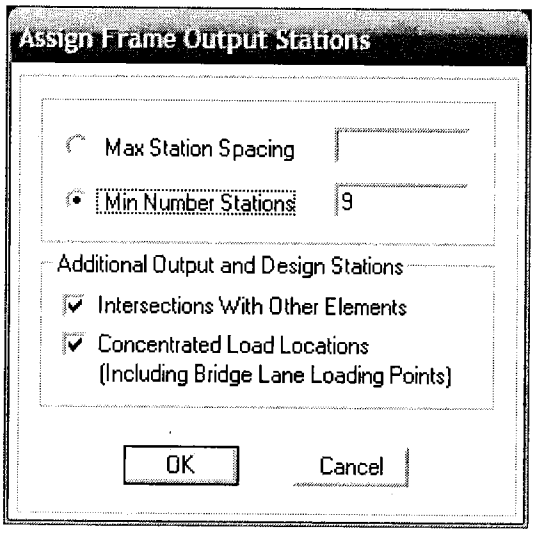
Assign menu > Frame > End Skews: Xác định góc xiên của thanh.



Assign menu > Frame > Fireproofing: Gán tính năng chống cháy cho cấu kiện dầm khung.

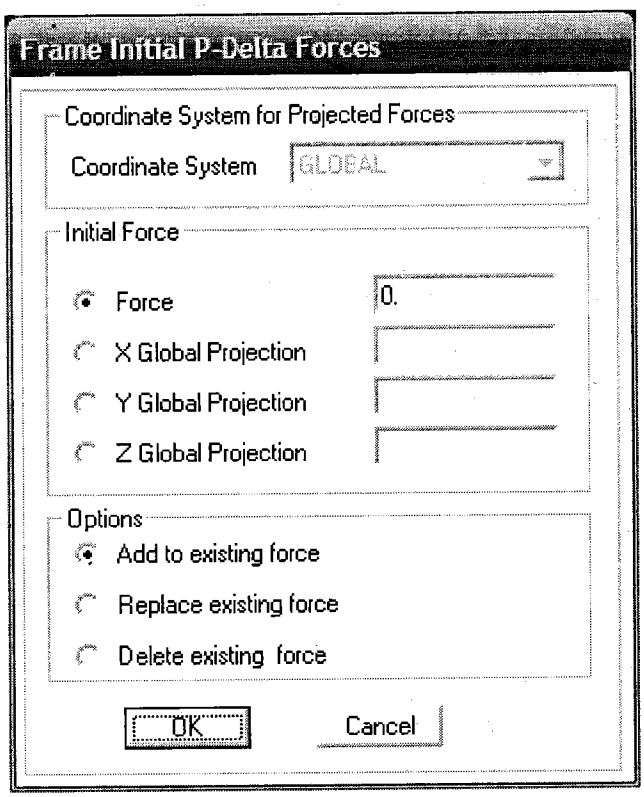


Assign menu > Frame > Output Stations: Định nghĩa số khoảng lớn nhất và nhỏ nhất vị trí xuất dữ liệu.



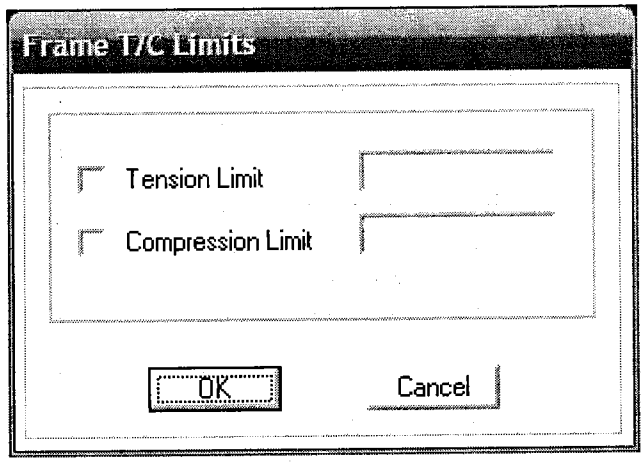
Assign menu > Frame > P-Delta Forces:

Định nghĩa dữ liệu cho phân tích P-Delta.

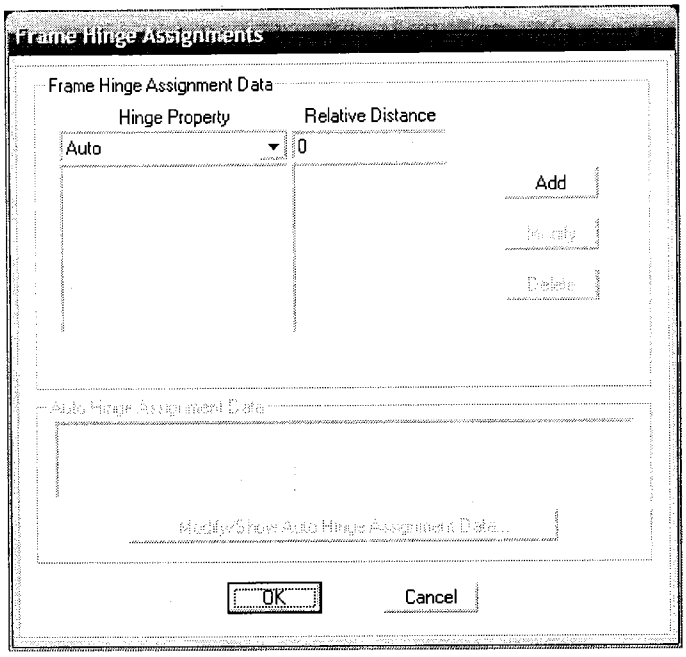


Assign menu > Frame > Lane: Gán các Frame đã chọn cho làn xe (giống một phần của tiến trình phân tích cầu).

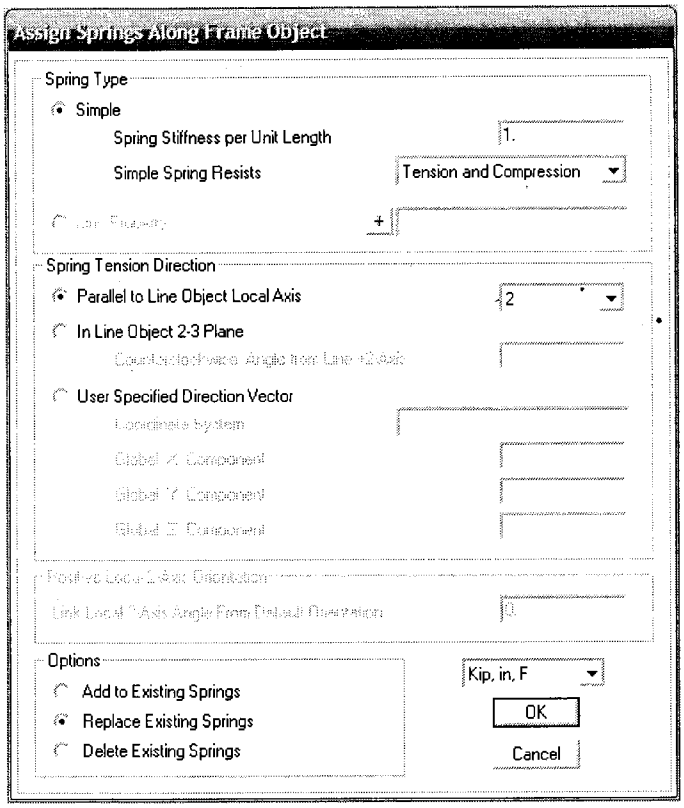
Assign menu > Frame > Tension/Compression Limits: Định nghĩa lực nén hay kéo giới hạn cho một cấu kiện dầm.



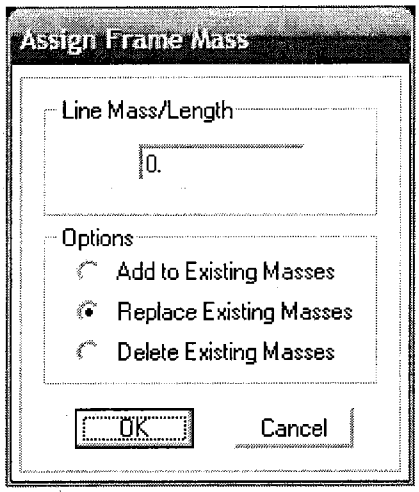
Assign menu > Frame > Hinges: Khai báo khớp dẻo cho cấu kiện dạng thanh.



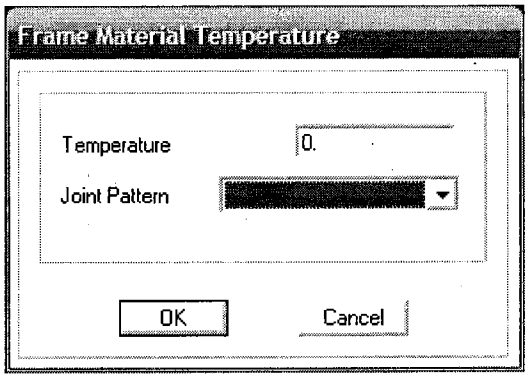
Assign menu > Frame > Line Springs: Khai báo liên kết gối đàn hồi dọc theo cấu kiện dầm.



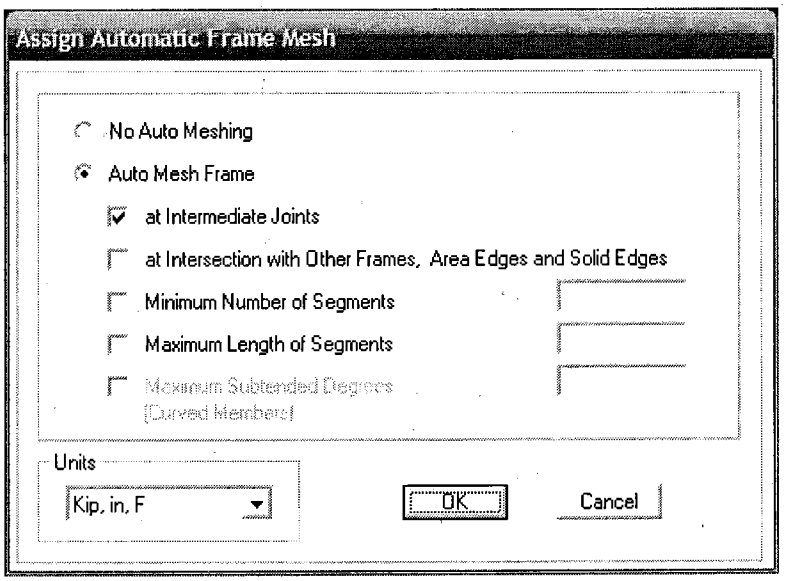
Assign menu > Frame > Line Mass: Gán khối lượng vào đối tượng dầm. Khối lượng thêm vào có thể sử dụng cho vách ngăn, lớp sơn mạ…



Assign menu > Frame > Material Temperature: Gán nhiệt độ cho vật liệu.

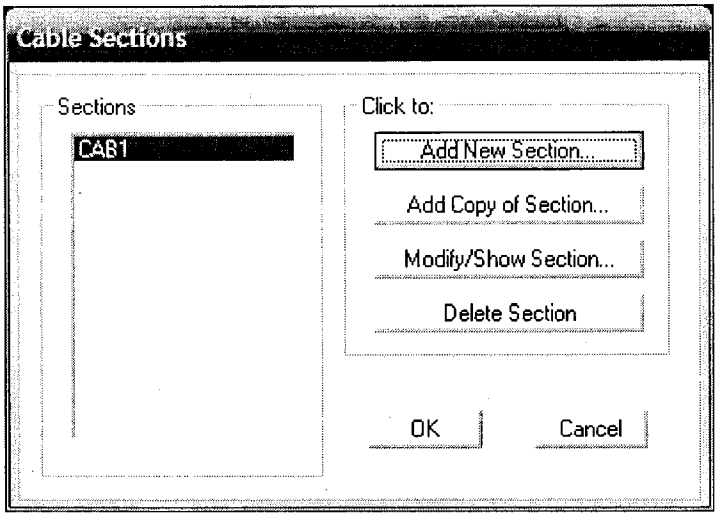


Assign menu > Frame > Automatic Frame Mesh: Tạo lưới tự động phần tử thanh.

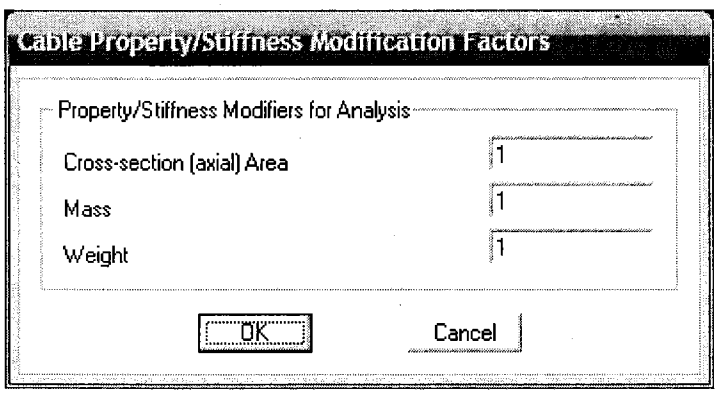


3.8.3. Assign menu > Cable

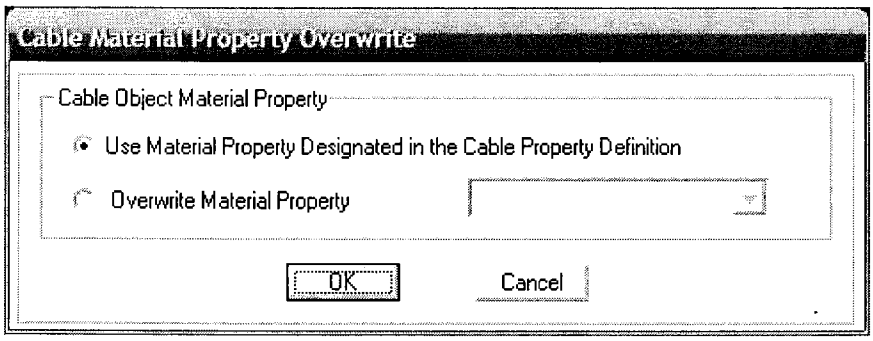
Assign menu > Cable > Cable Properties: Định nghĩa, hiệu chỉnh xóa mặt cắt ngang cáp.



Define menu > Cable > Property Modifiers: Hiệu chỉnh các hệ số đặc tính và độ cứng.

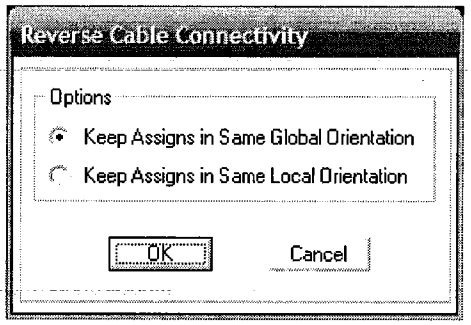


Assign menu > Cable > Material Property Overwrites: Gán đặc tính vật liệu đã định nghĩa trước cho phần tử cáp..



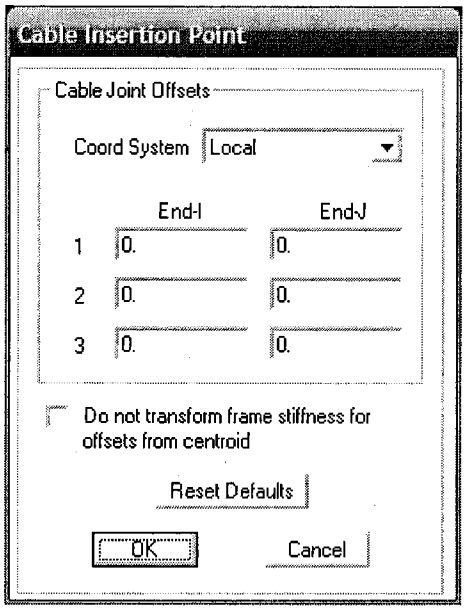
Assign menu > Cable > Reverse Connectivity:

Đảo ngược nút đầu I và nút cuối J của phần tử cáp..



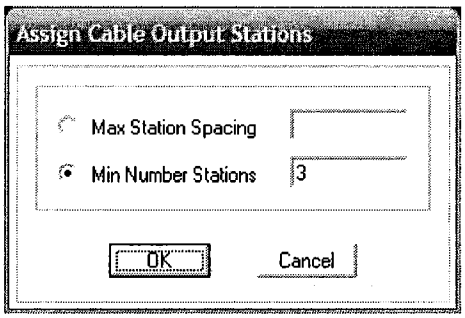
Assign menu > Cable > Insertion Point:

Gán điểm tham chiếu 2 đầu I, J cho đối tượng cáp.

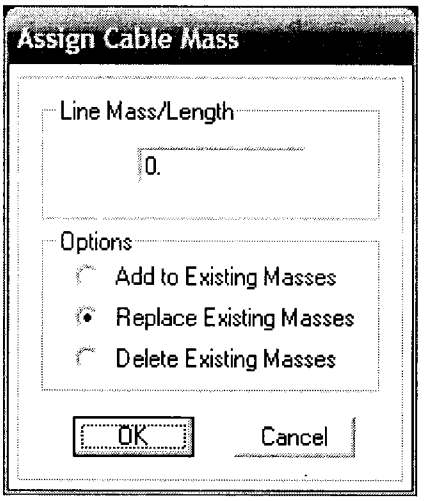


Assign menu > Cable > Output Stations:

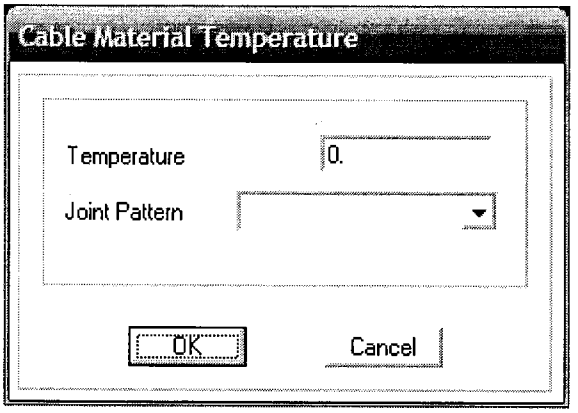
Tạo các điểm xuất dữ liệu đầu ra cho phần tử cáp.



Assign menu > Cable > Line Mass: Gán khối lượng vào phần tử cáp.

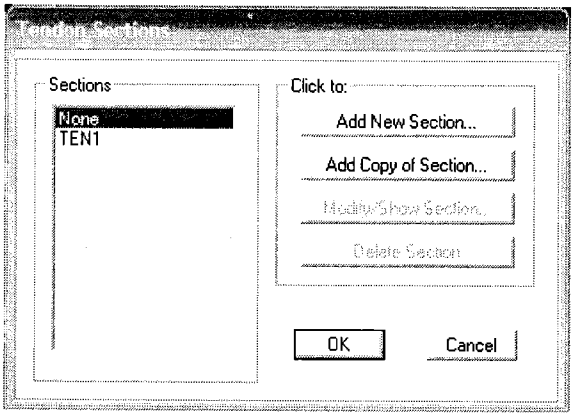


Assign menu > Cable > Material Temperature: Gán nhiệt độ vào phần tử cáp.



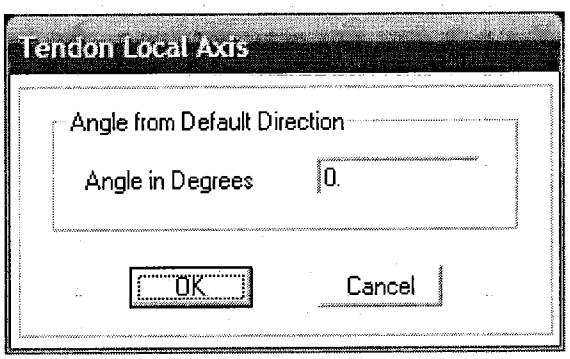
3.8.4. Assign menu > Tendon

Assign menu > Tendon >Tendon Properties: Gán mặt cắt cho phần tử cáp dự ứng lực.

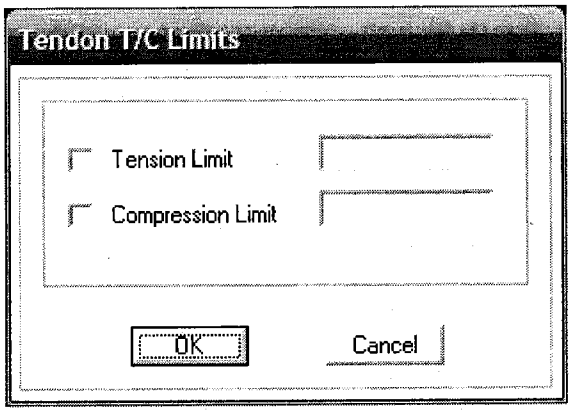


Assign > Tendon > Local Axis:

Gán góc xoay hệ trục tọa độ địa phương so với hướng mặc định của phần tử cáp..

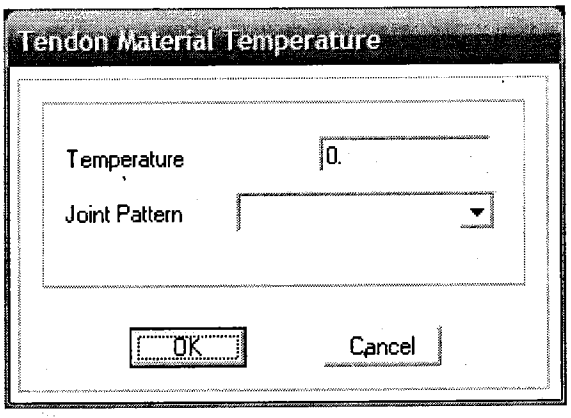


Assign menu > Tendon > Tension/Compression Limits: Gán lực kéo/nén giới hạn cho phần tử cáp dự ứng lực.



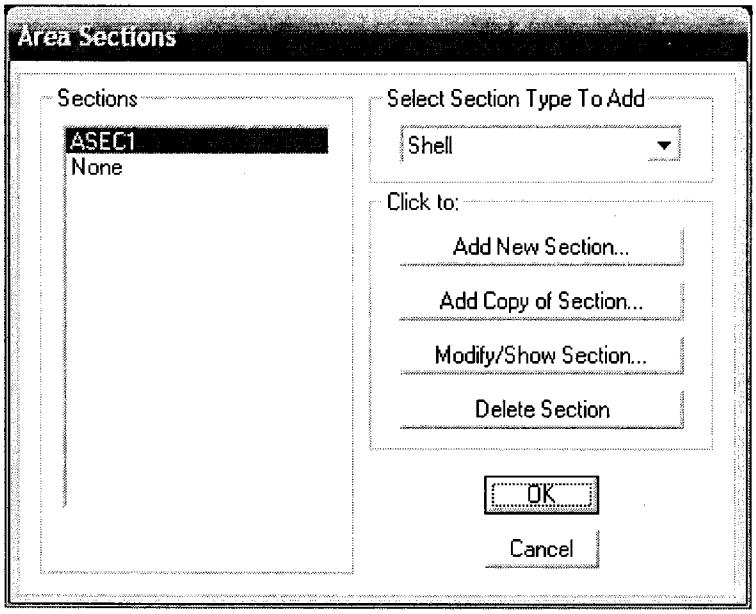
Assign menu > Tendon > Material Temperature:

Gán nhiệt độ vật liệu cho phần tử cáp dự ứng lực.



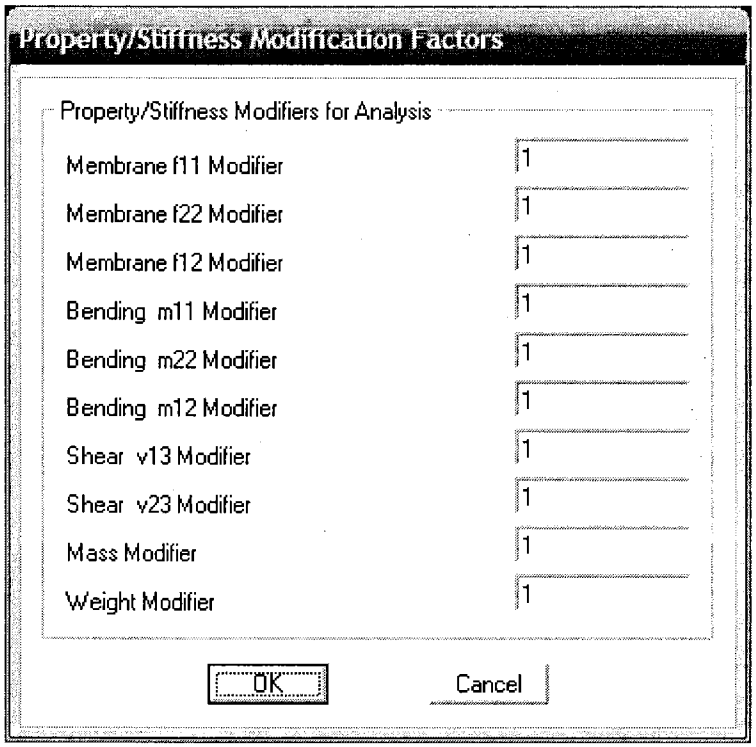
3.8.5. Assign menu > Area

Assign menu > Area > Sections: Gán mặt cắt cho đối tượng kiểu diện tích.



Assign menu > Area > Area Stiffness Modifiers:

Hiệu chỉnh tham số độ cứng cho phần tử kiểu diện tích.

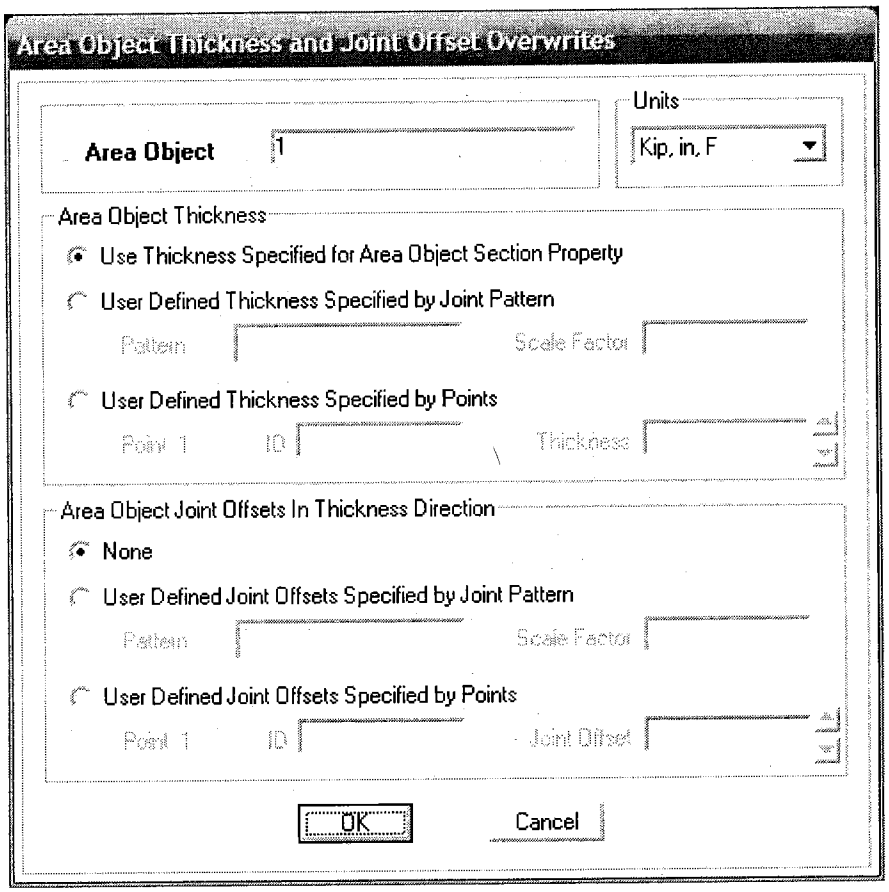


Assign menu > Area > Area Material Property Overwrites:

Gán nhiệt độ vật liệu cho phần tử kiểu diện tích.

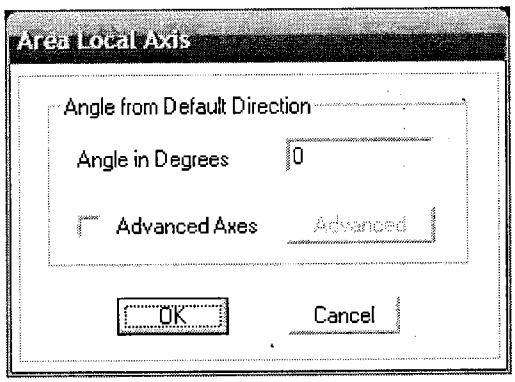
Assign menu > Area > Area Thickness Overwrites:

Hiệu chỉnh độ dày của đối tượng kiểu diện tích.



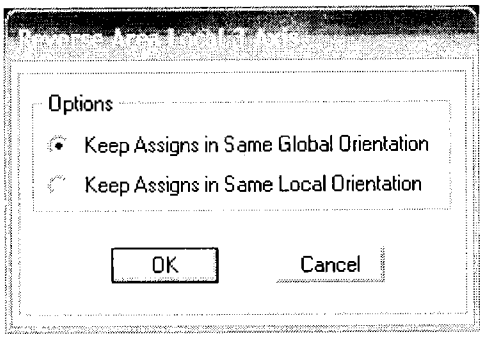
Assign menu > Area > Local Axes:

Thay đổi góc của hệ trục tọa độ địa phương theo hướng mặc định.



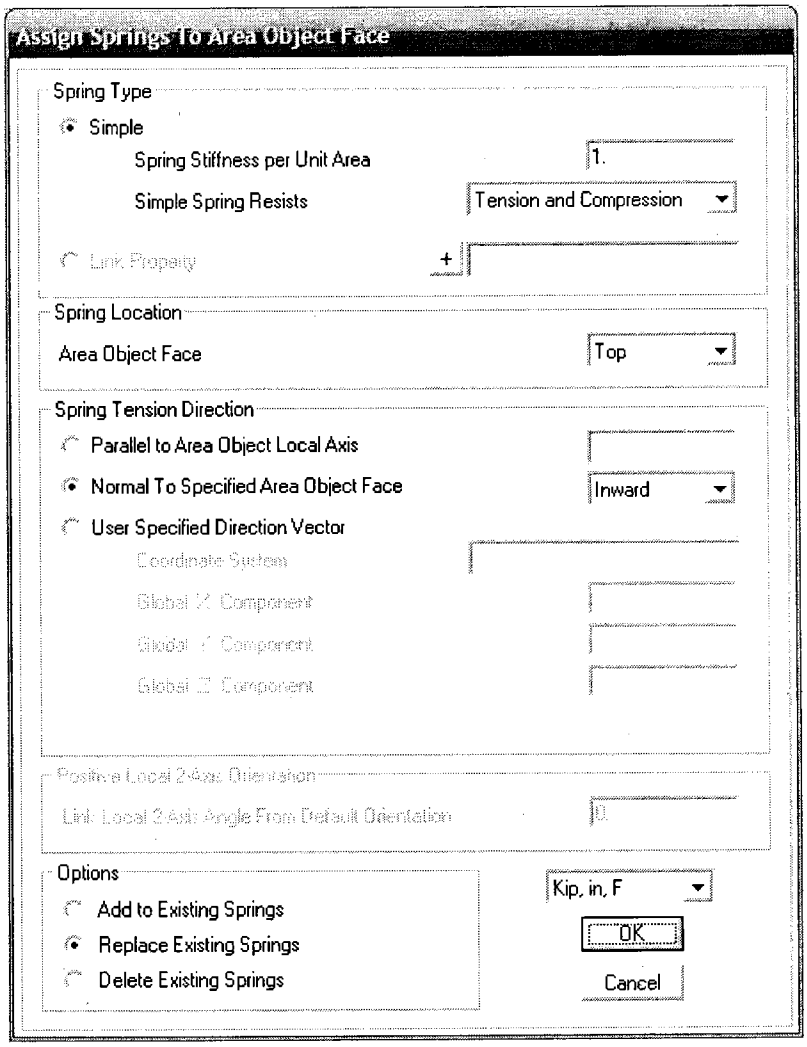
Assign menu > Area > Reverse Local 3:

Đảo ngược trục 3 của phần tử diện tích.



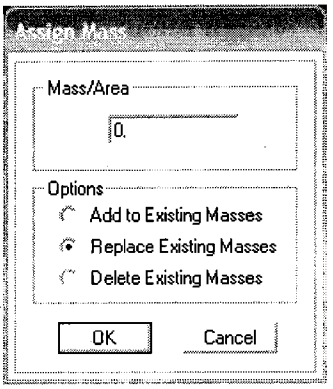
Assign menu > Area > Area Springs:

Gán liên kết đàn hồi cho đối tượng kiểu diện tích.



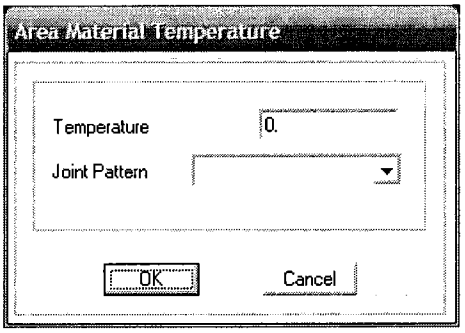
Assign menu > Area > Area Mass:

Gán khối lượng cho đối tượng.



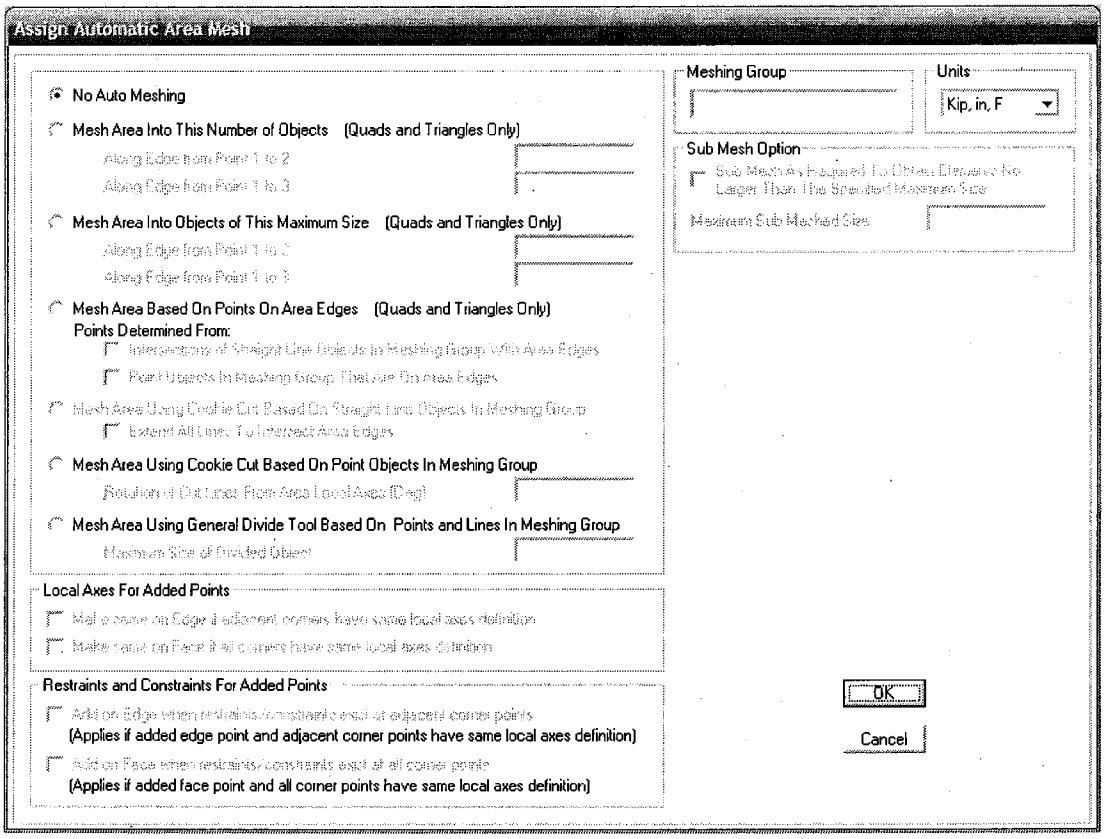
Assign menu > Area > Material Tempratures:

Gán nhiệt độ cho đối tượng kiểu diện tích.



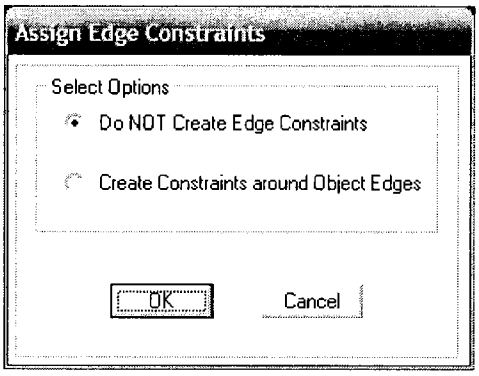
Assign menu > Area > Automatic Area Mesh:

Tạo lưới tự động đối tượng diện tích.



Assign menu > Area > Generate Edge Constraints:

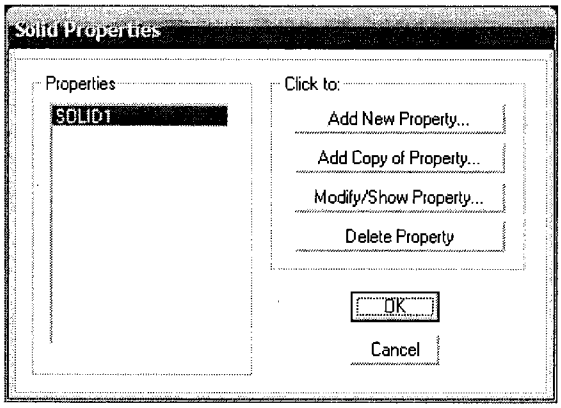
Gán ràng buộc ở cạnh đối tượng.



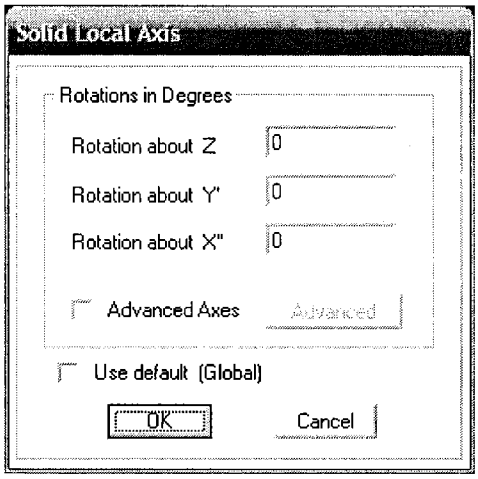
3.8.6. Assign menu > Solid

Assign menu > Solid > Properties:

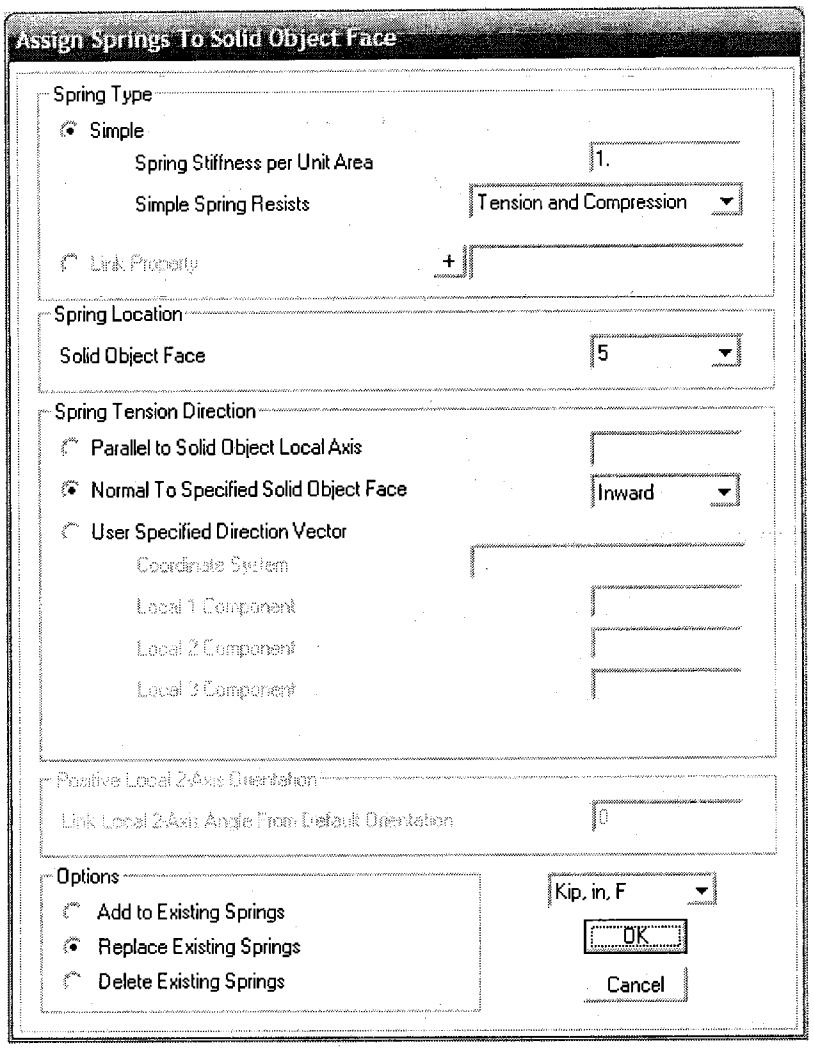
Gán đặc tính cho phần tử khối.



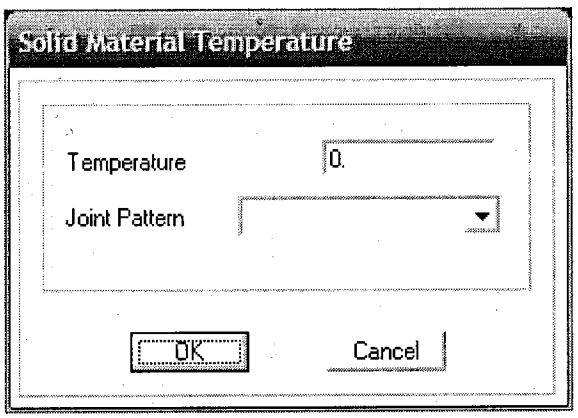
Assign menu > Solid > Local Axes: Hiệu chỉnh hệ trục tọa độ địa phương



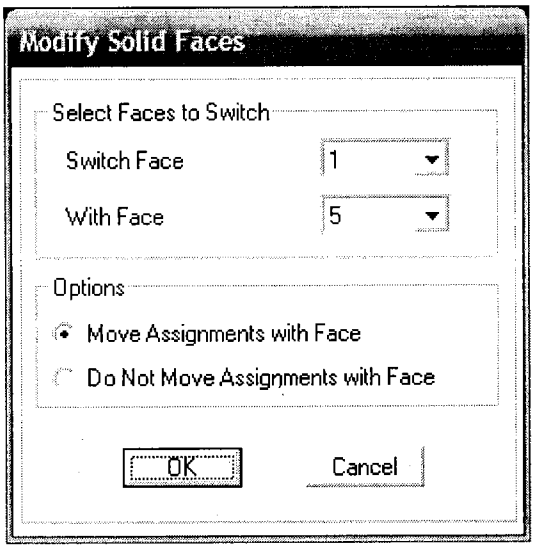
Assign menu > Solid > Surface Spring:
Gán liên kết đàn hồi cho các mặt đối tượng khối.



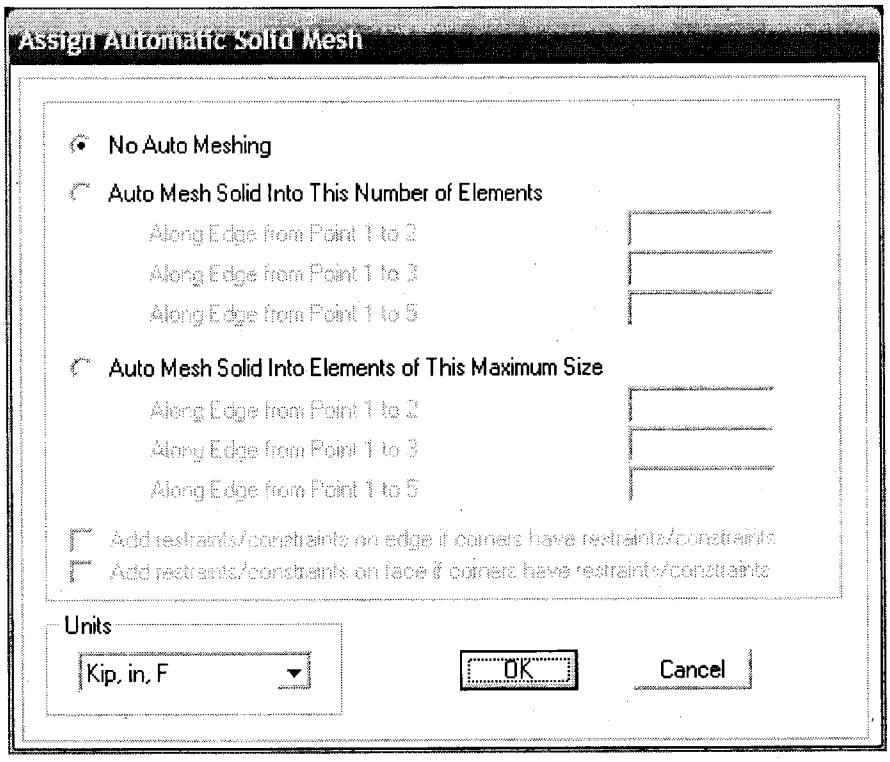
Assign menu > Solid > Material Temperature: Gán nhiệt độ cho phần tử khối.



Assign menu > Solid > Switch Faces: Hoán chuyển thứ tự các mặt phần tử khối.

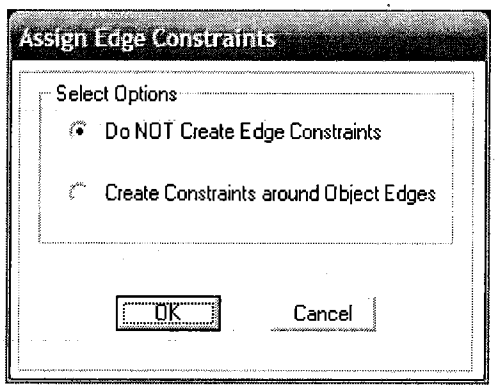


Assign menu > Solid > Automatic Solid Mesh: Tạo lưới tự động đối tượng khối.



Assign menu > Solid > Generate Edge Contraints...:

Gán liên kết ràng buộc tại các cạnh phần tử khối



3.8.7. Assign menu > Link/Support

Assign menu > Link/Support > Link/Support Properties:

Gán tính chất của liên kết tới một liên kết đã vẽ

Assign menu > Link/Support > Frequency Dep. Link Props:

Gán tính tần suất của liên kết cho một liên kết hiện tại hoặc thêm, xóa, hiệu chỉnh tính tần suất của liên kết.

Assign menu > Link/Support > Local Axes:

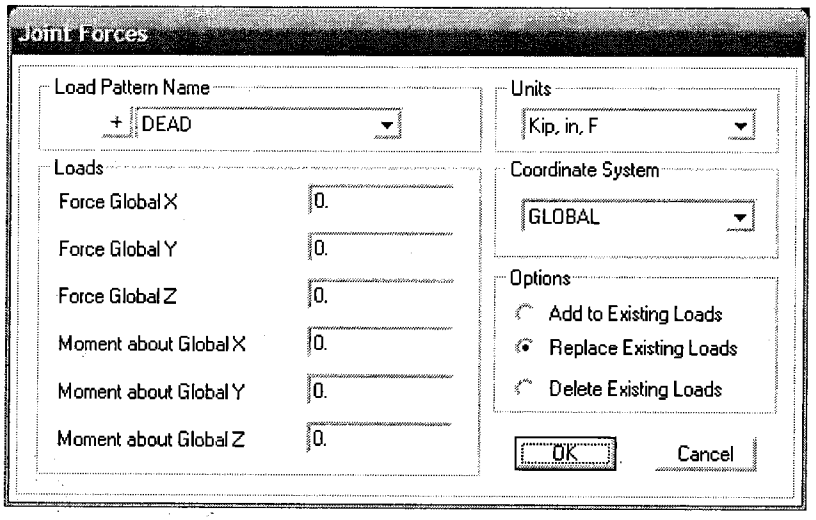
Thay đổi hệ tọa độ địa phương của phần tử liên kết.

Assign menu > Link/Support > Reverse Connectivity:

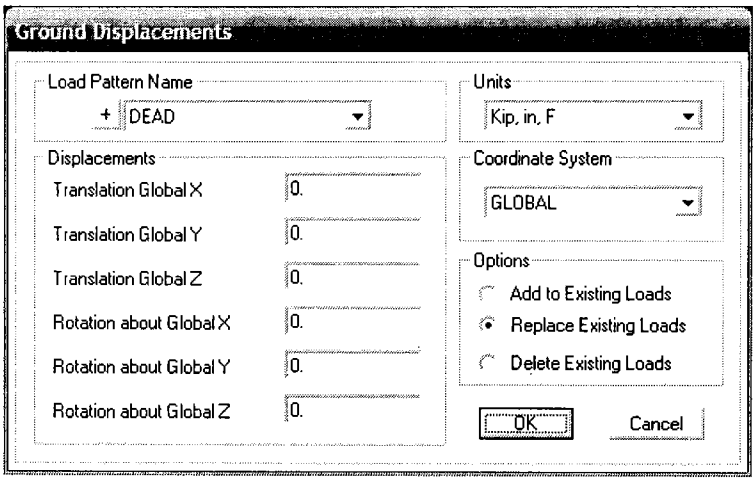
Chuyển đổi nút I và J của một liên kết.

3.8.8. Assign menu > Joint Loads

Assign menu > Joint Loads > Forces: Gán lực cho nút

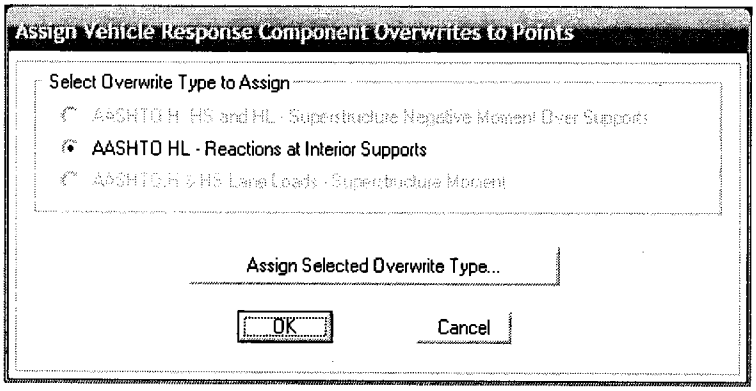


Assign menu > Joint Loads > Displacements: Gán chuyển vị cưỡng bức cho nút.



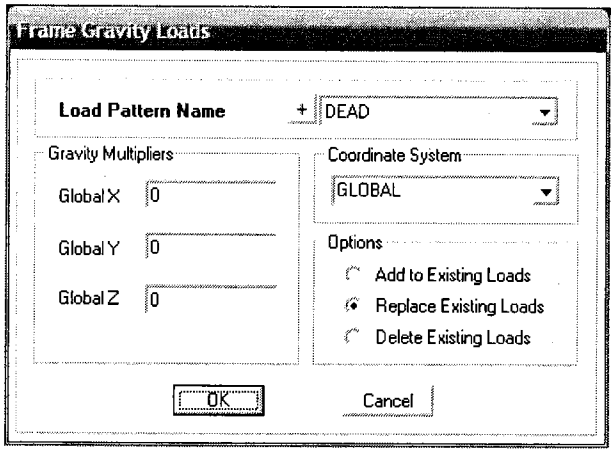
Assign menu > Joint Loads > Vehicle Response Components:

Xác định các phổ đáp ứng cho tải trọng di động.



Assign menu > Frame Loads > Gravity:

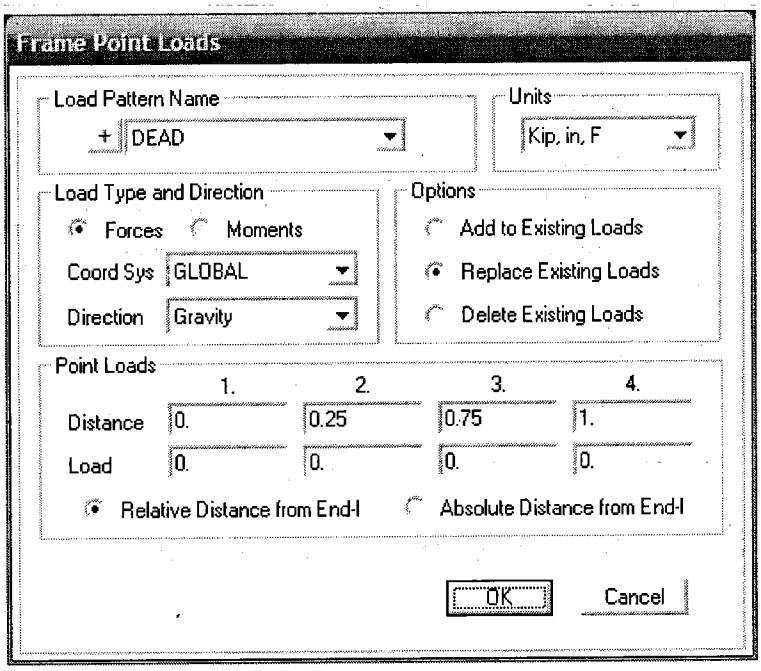
Gán tải trọng trọng trường cho cấu kiện dạng thanh.



3.8.9. Assign menu > Frame Loads

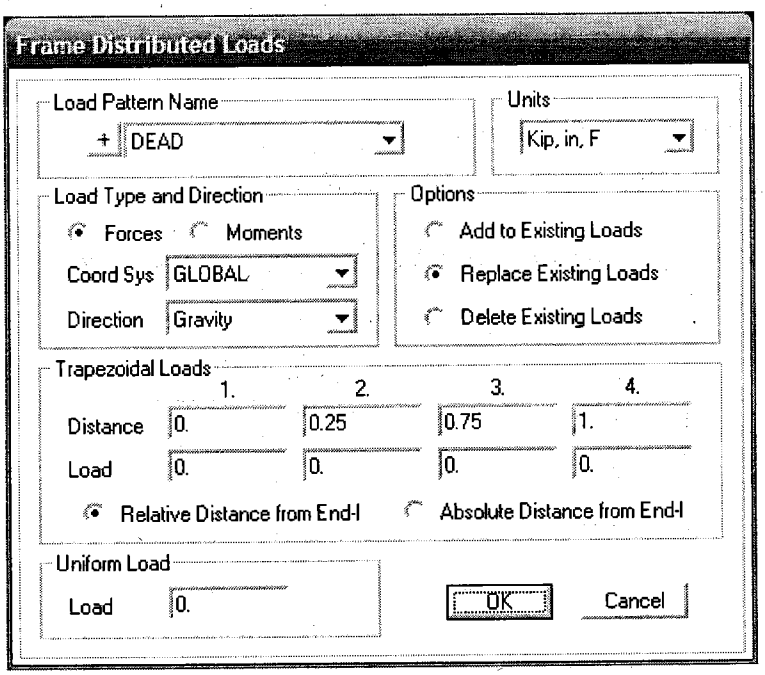
Assign menu > Frame Loads > Point:

Khai báo tải trọng tập trung tác dụng trên phần tử thanh.



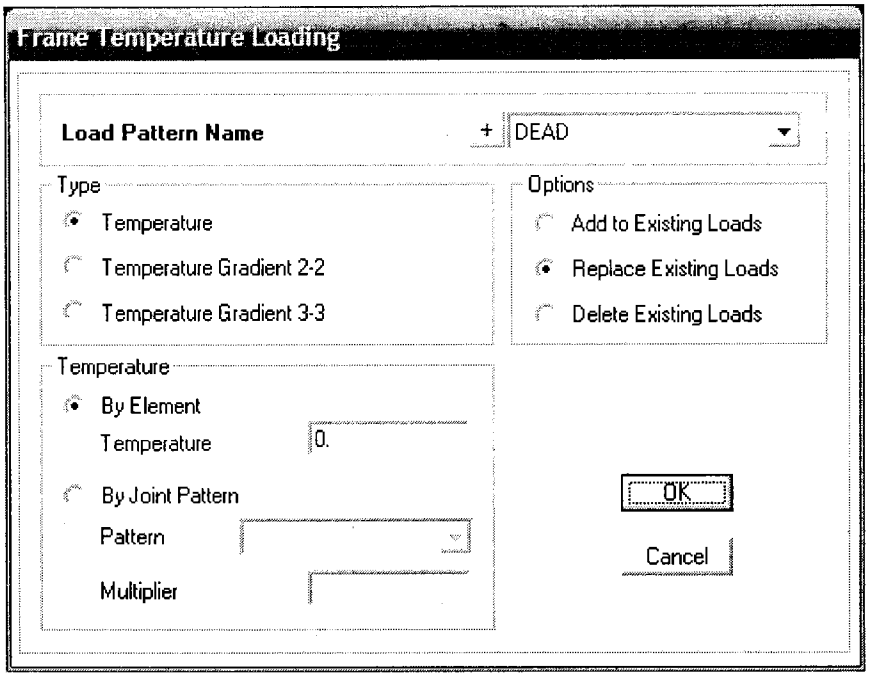
Assign menu > Frame Loads > Distributed:

Khai báo tải trọng phân bố cho cấu kiện dạng thanh.

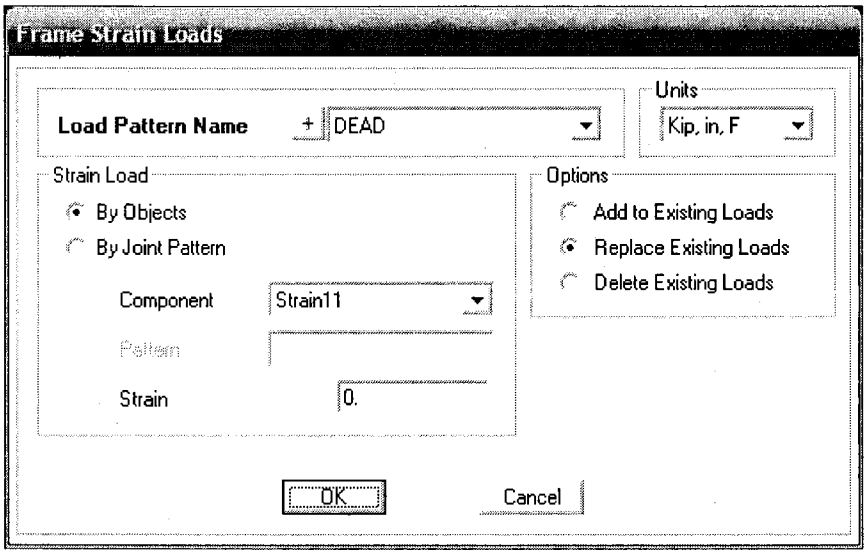


Assign menu > Frame Loads > Temperature:

Khai báo tải trọng nhiệt độ cho cấu kiện dạng thanh.

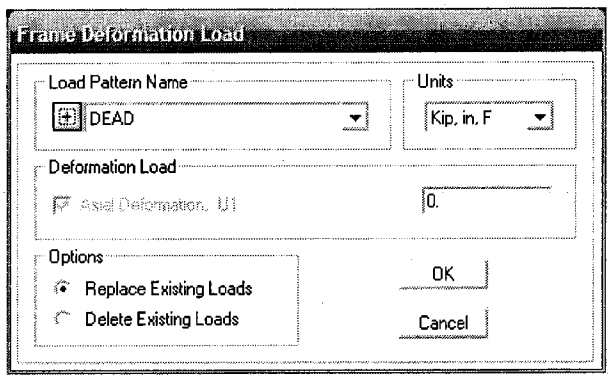


Assign menu > Frame Loads > Strain: Khai báo tải biến dạng cho cấu kiện dạng thanh.

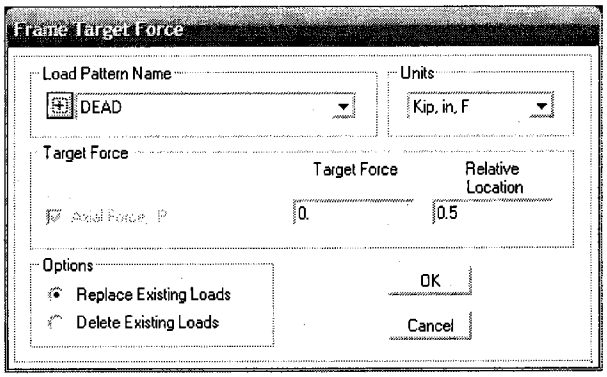


Assign menu > Frame Loads > Deformation:

Khai báo biến dạng cho cấu kiện dạng thanh.

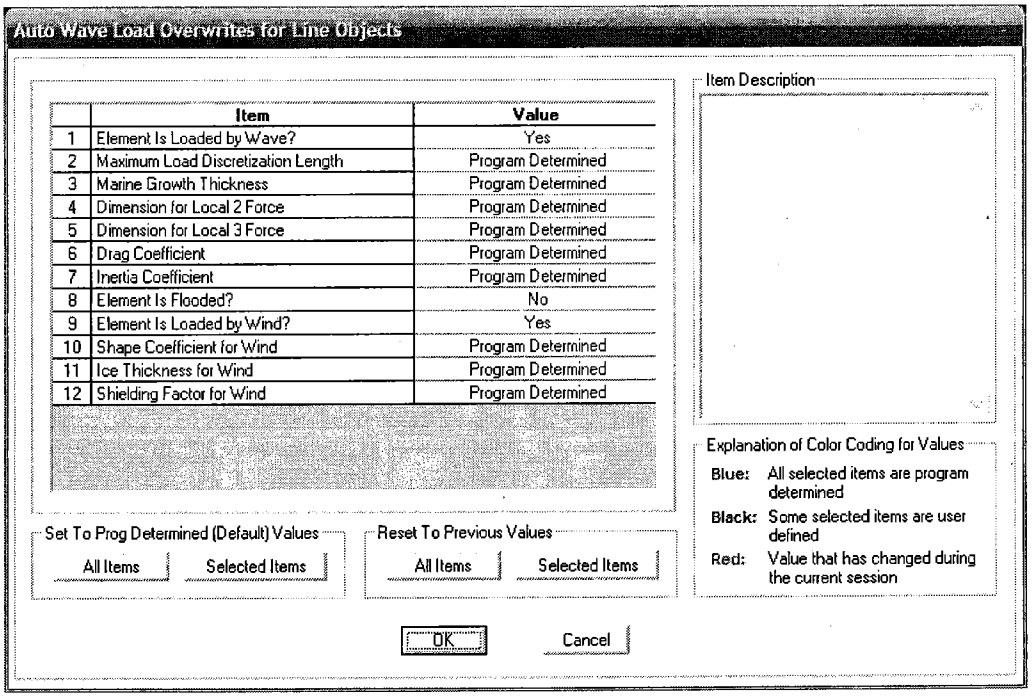


Assign menu > Frame Loads > Target Force: Khai báo lực dọc mục tiêu.



Assign menu > Frame Loads > Auto Wave Loading Parameters:

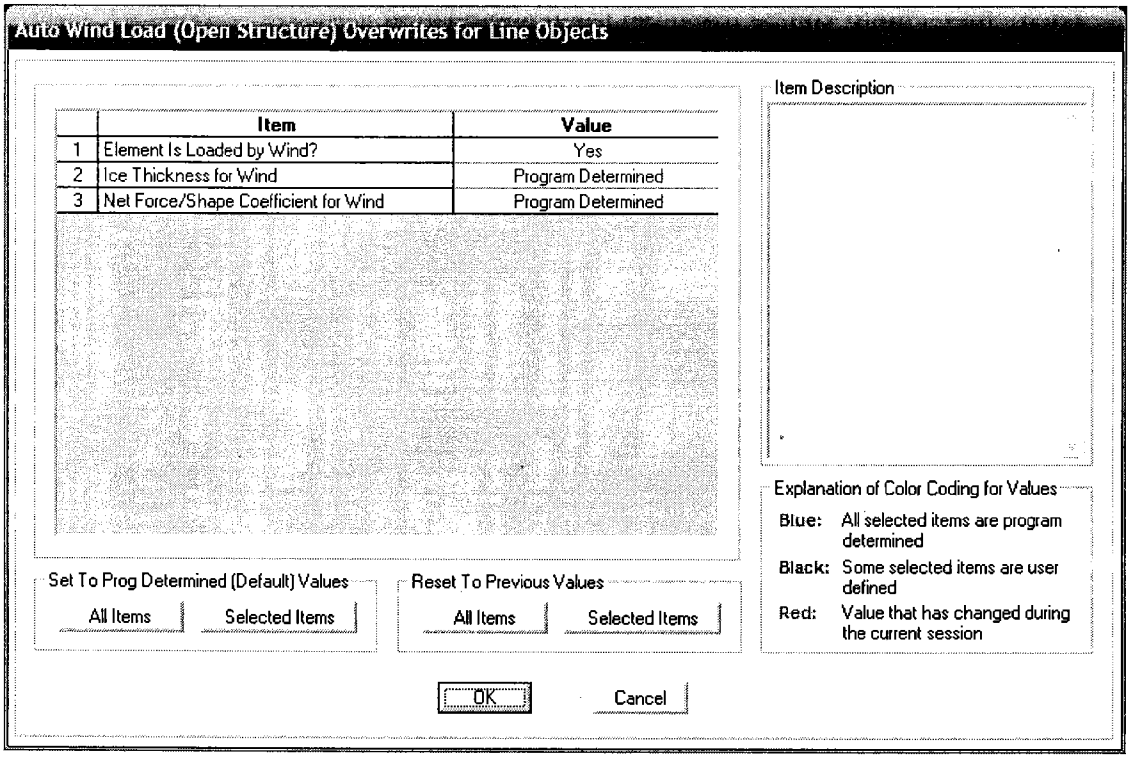
Khai báo tham số cho tải trọng sóng tự động.



	Item	Value
1	Element Is Loaded by Wave?	Yes
2	Maximum Load Discretization Length	Program Determined
3	Marine Growth Thickness	Program Determined
4	Dimension for Local 2 Force	Program Determined
5	Dimension for Local 3 Force	Program Determined
6	Drag Coefficient	Program Determined
7	Inertia Coefficient	Program Determined
8	Element Is Flooded?	No
9	Element Is Loaded by Wind?	Yes
10	Shape Coefficient for Wind	Program Determined
11	Ice Thickness for Wind	Program Determined
12	Shielding Factor for Wind	Program Determined

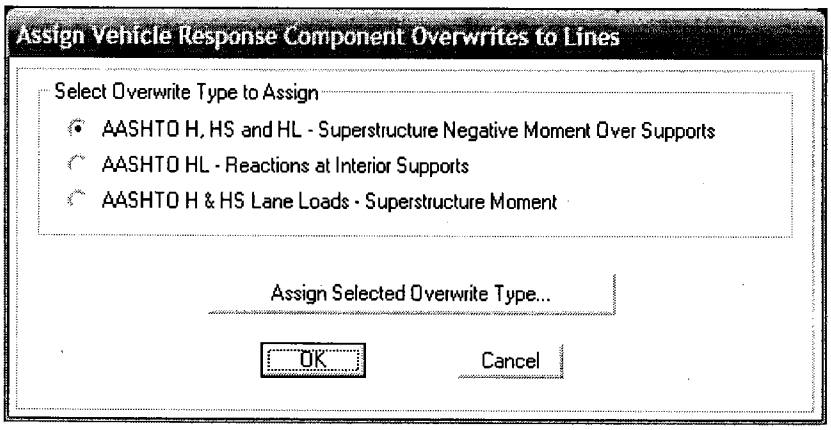
Assign menu > Frame Loads > Open Structure Wind Parameters:

Gán tham số tải gió cho kết cấu hở.



Assign menu > Frame Loads > Vehicle Response Components:

Phổ đáp ứng cho tải trọng xe cộ.

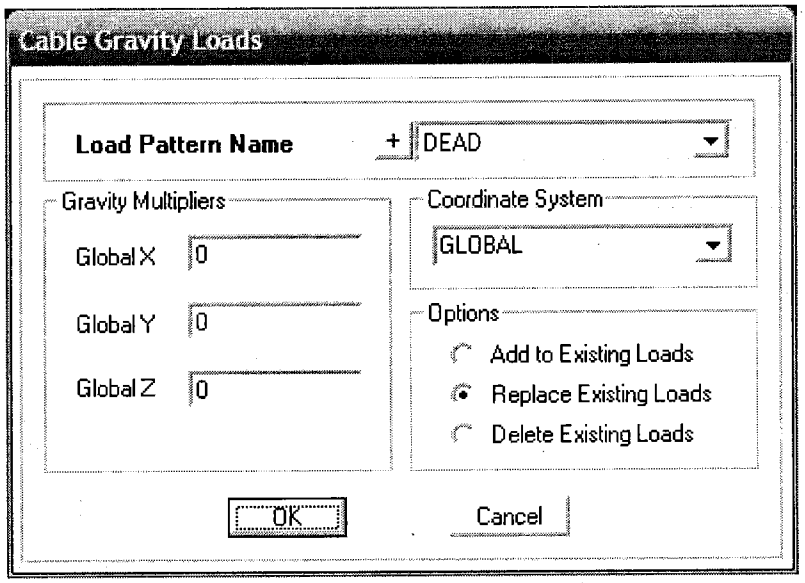


Các lệnh trong phần Cable Load, Tendon Load, Area Load, Solid Load, cũng tương tự như phần Frame Load nhưng tải đặt lên các phần tử khác nhau.

3.8.10. Assign menu > Cable Loads

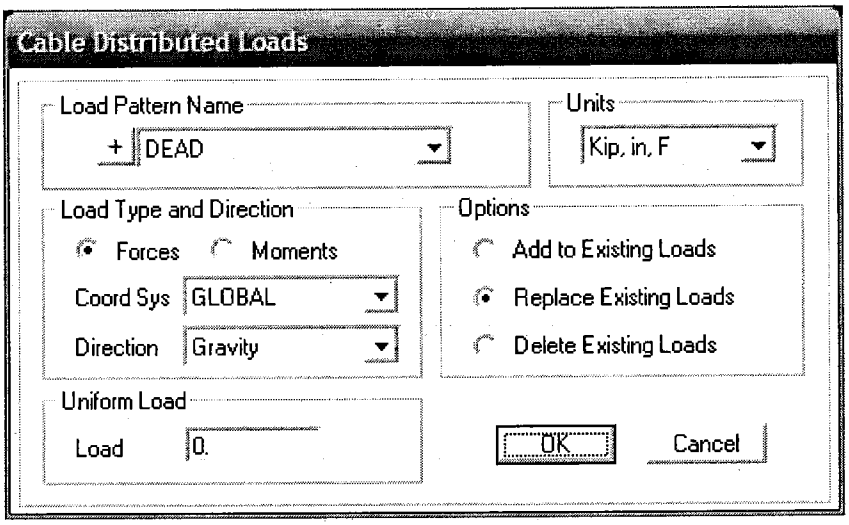
Assign menu > Cable Loads > Gravity:

Thêm, hiệu chỉnh, xóa tải trọng tập trung cho phần tử cáp.



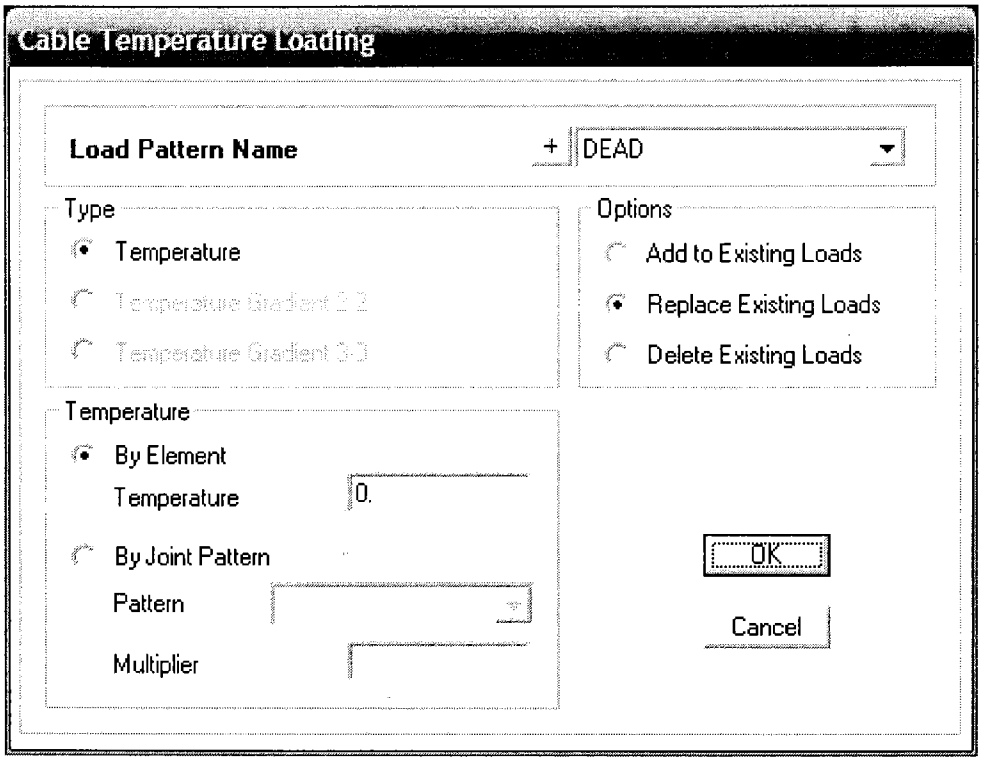
Assign menu > Cable Loads > Distributed:

Thêm, hiệu chỉnh, xóa tải trọng phân bố cho phần tử cáp.

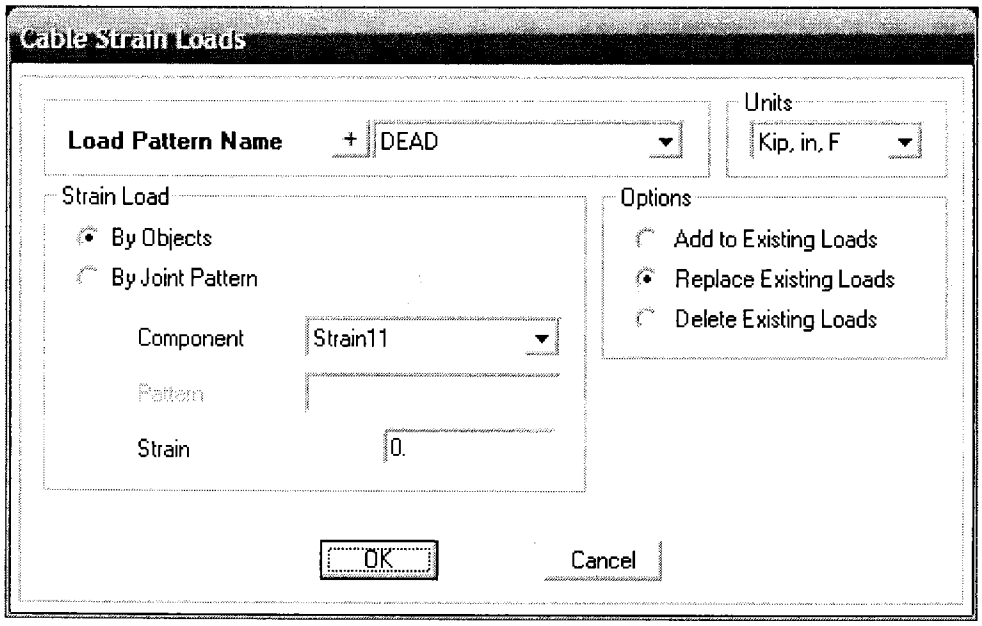


Assign Loads > Cable Loads > Temperature:

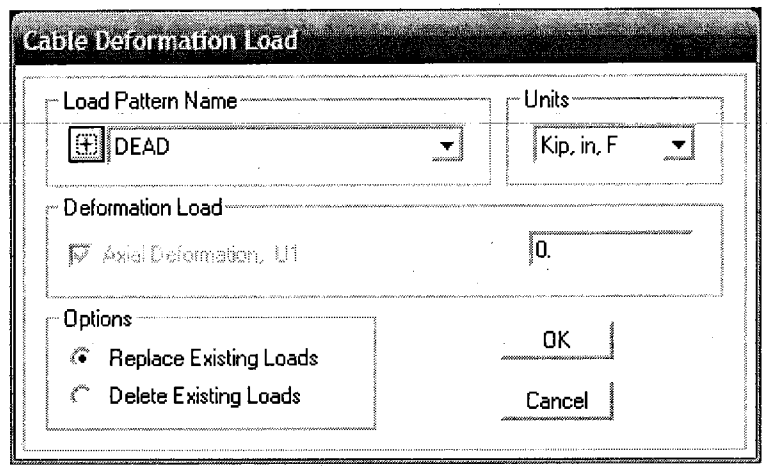
Thêm, hiệu chỉnh, xóa tải trọng nhiệt độ cho phần tử cáp.



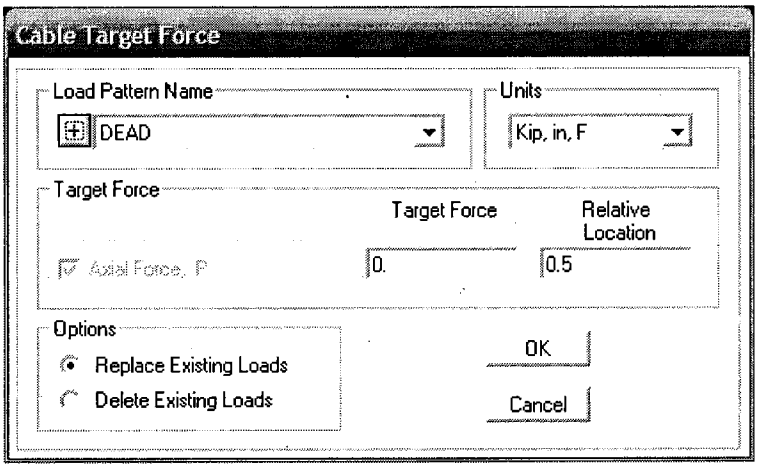
Assign men > Cable Loads > Strain: Thêm, hiệu chỉnh, xóa ứng suất phần tử cáp.



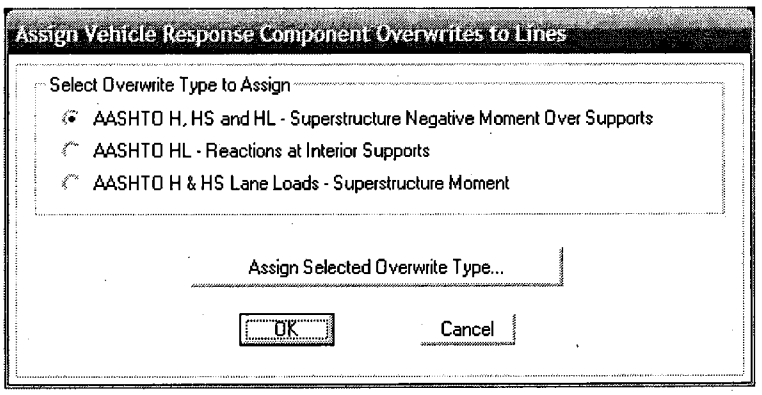
Assign menu > Cable Loads > Deformation: Gán biến dạng phần tử cáp.



Assign menu > Cable Loads > Target Force: Gán lực mục tiêu cho phần tử cáp.



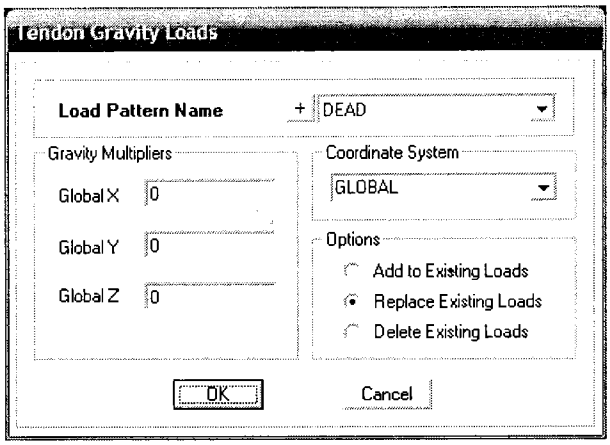
Assign menu > Cable Loads > Vehicle Response Components:
Gán phổ đáp ứng xe cho phần tử cáp.



3.8.11. Assign menu > Tendon Loads

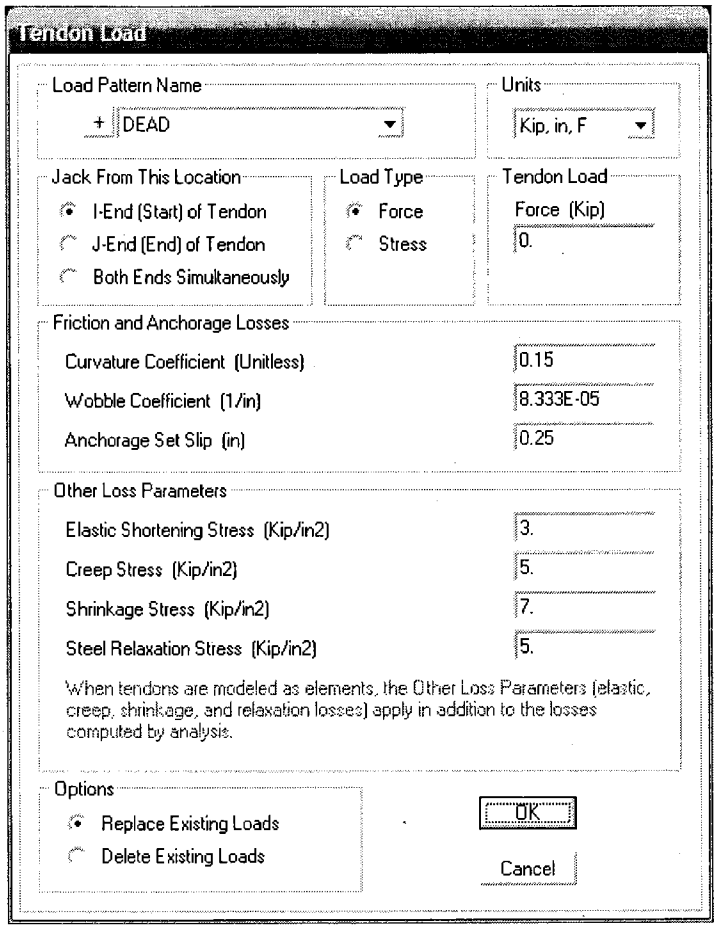
Assign menu > Tendon Loads > Gravity:

Gán hệ số tải trọng trường cho phần tử bó cáp dự ứng lực.



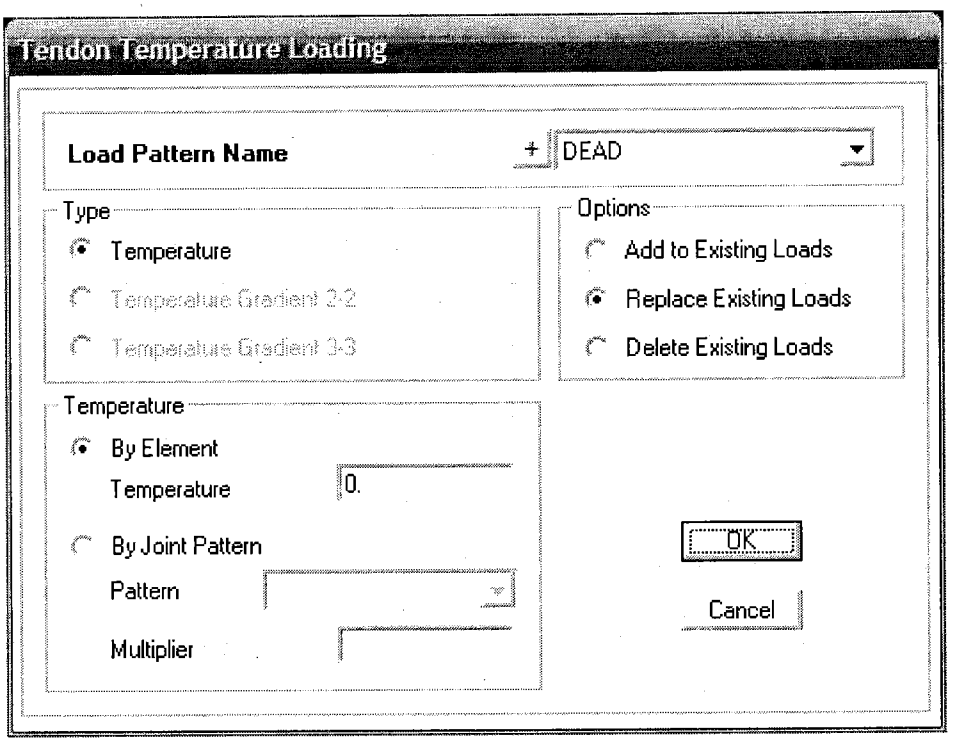
Assign menu > Tendon Loads > Tendon Force/Stress:

Gán lực/ứng suất cho phần tử cáp dự ứng lực.



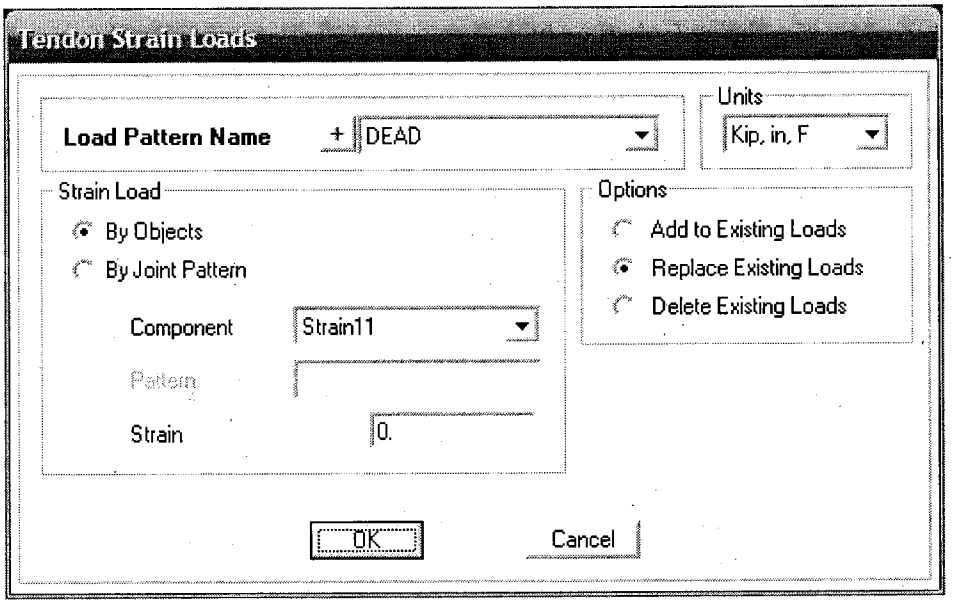
Assign Loads > Tendon Loads > Temperature:

Gán nhiệt độ cho phần tử cáp dự ứng lực.



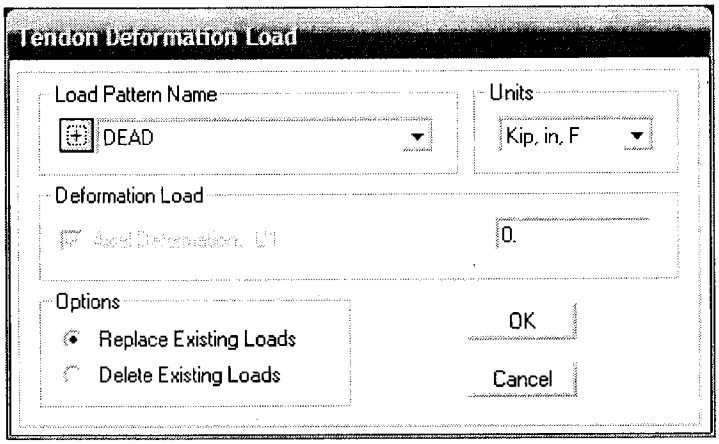
Assign men >Tendon Loads > Strain:

Gán biến dạng cho phần tử cáp dự ứng lực.



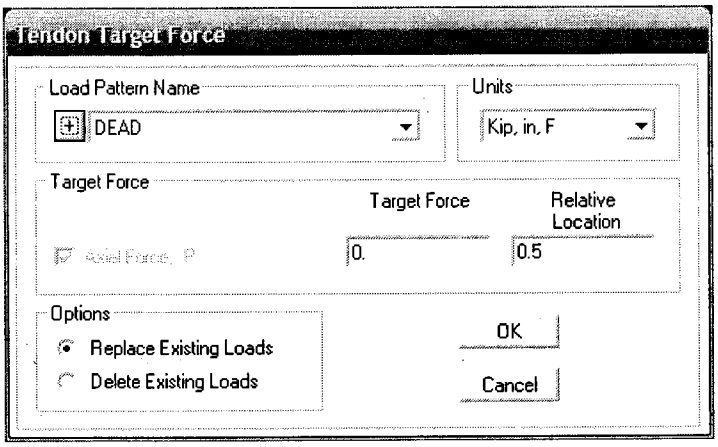
Assign menu > Tendon Loads > Deformation:

Gán biến dạng cho phần tử cáp dự ứng lực.



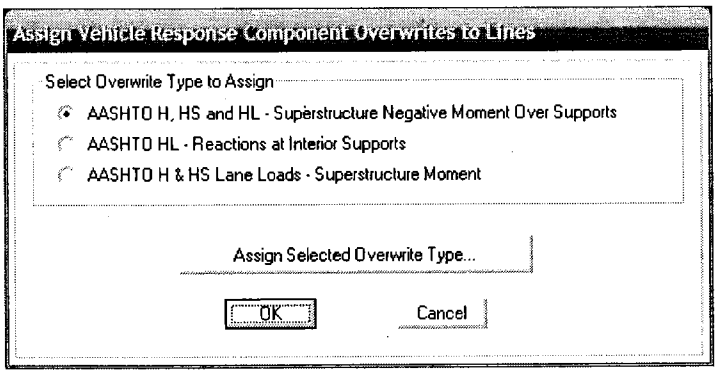
Assign menu > Tendon Loads > Target Force:

Gán lực mục tiêu cho phần tử cáp dự ứng lực.



Assign menu > Tendon Loads > Vehicle Response Components:

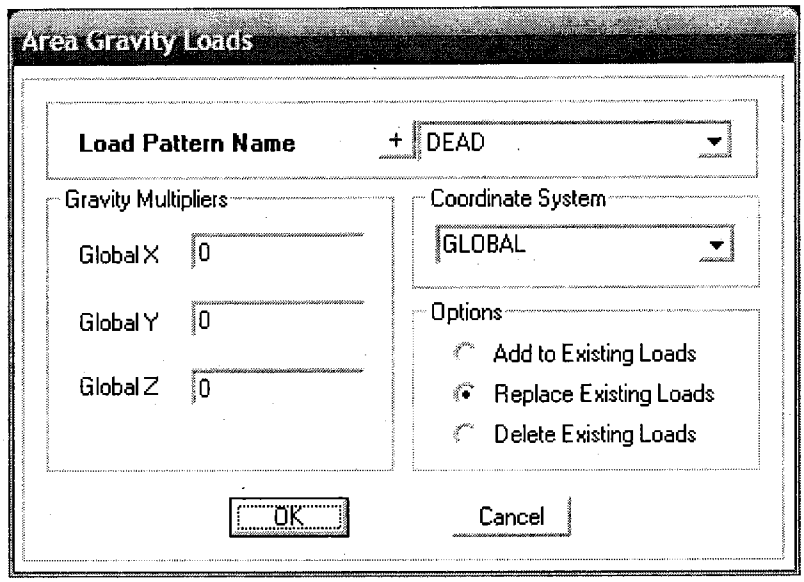
Gán phổ đáp ứng xe cho cấu kiện cáp dự ứng lực.



3.8.12. Assign menu > Area Loads

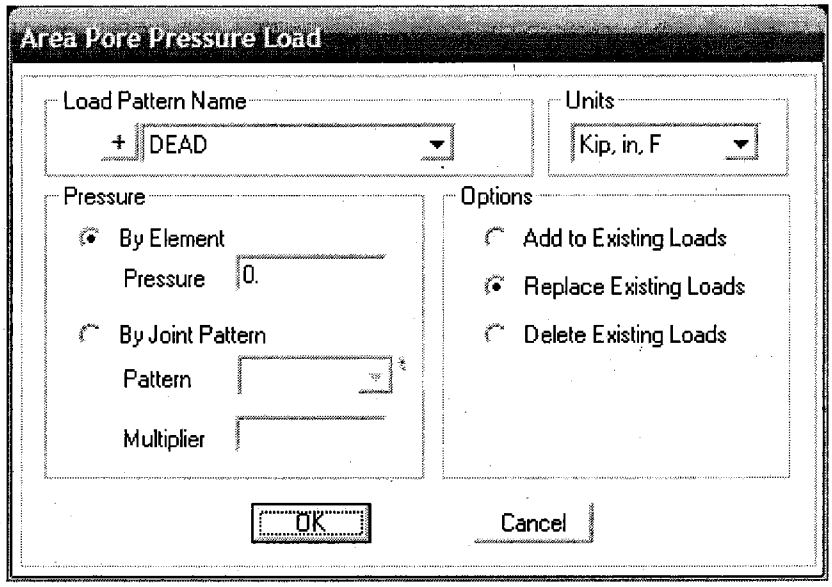
Assign menu > Area Loads > Gravity (All):

Gán lực trọng trường cho phần tử kiểu diện tích.

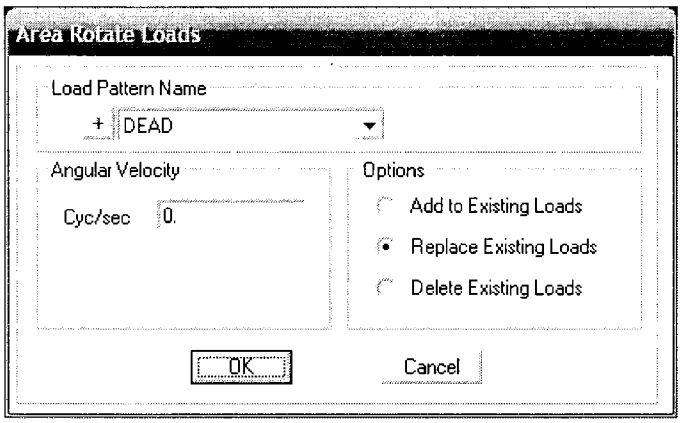


Assign menu > Area Loads > Pore Pressure:

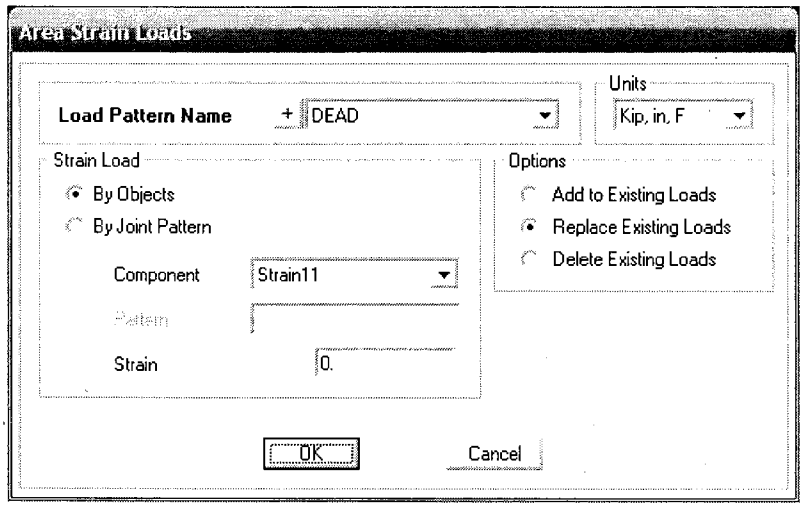
Gán áp lực lỗ rỗng cho phần tử kiểu diện tích.



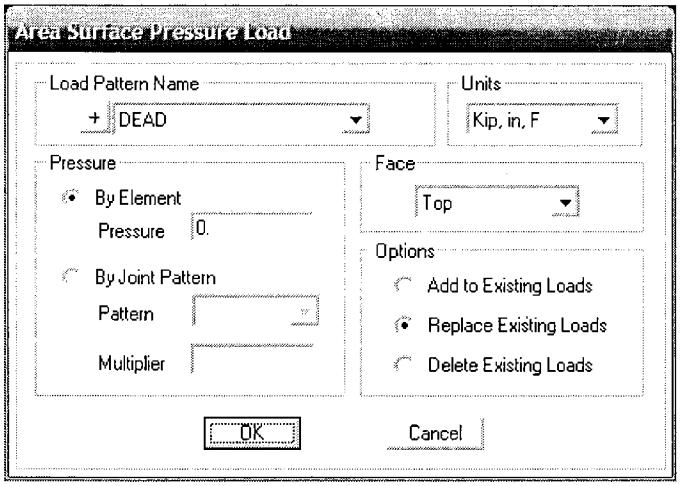
Assign menu > Area Loads > Rotate (Asolid): Gán góc xoay.



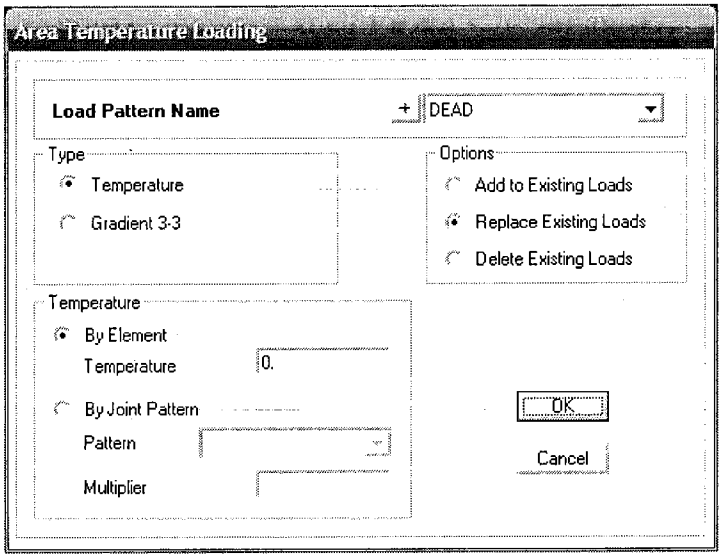
Assign men > Area Loads > Strain (All): Gán tải biến dạng.



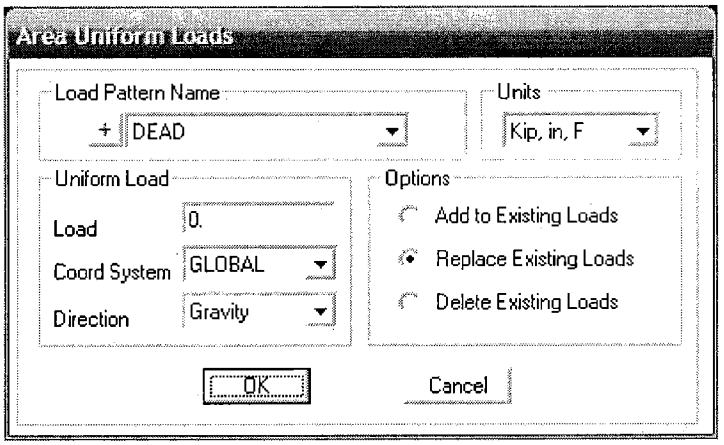
Assign menu > Area Loads > Surface Pressure (All): Gán tải áp lực bề mặt.



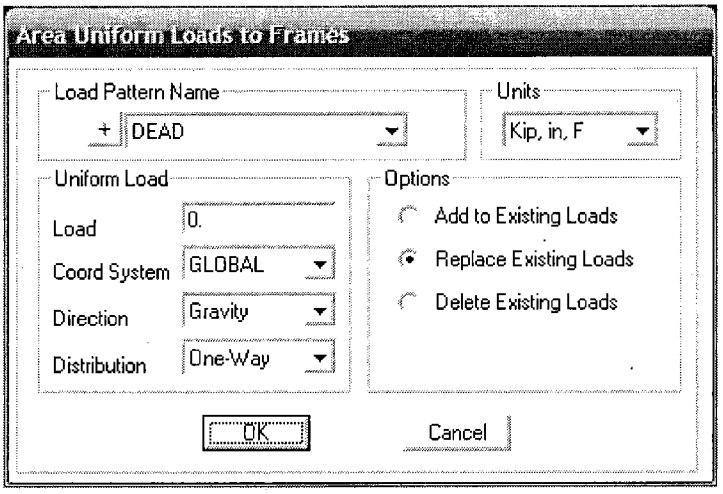
Assign menu > Area Loads > Temperature (All): Gán tải nhiệt độ.



Assign menu > Area Loads > Uniform (Shell): Gán lực phân bố đều.



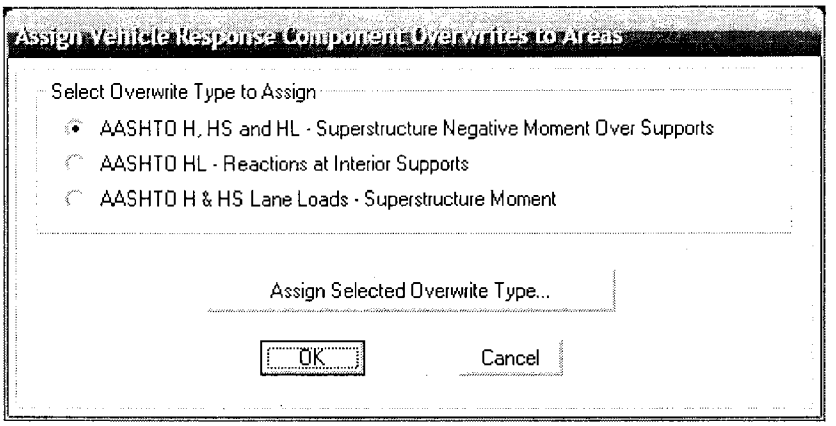
Assign menu > Area Loads > Uniform to Frame (Shell): Gán lực phân bố đều trên phần tử tấm cho phần tử thanh.



Assign menu > Area Loads > Wind Pressure Coefficients: Gán hệ số áp lực gió.

Assign menu > Area Loads > Load Vehicle Response Components:

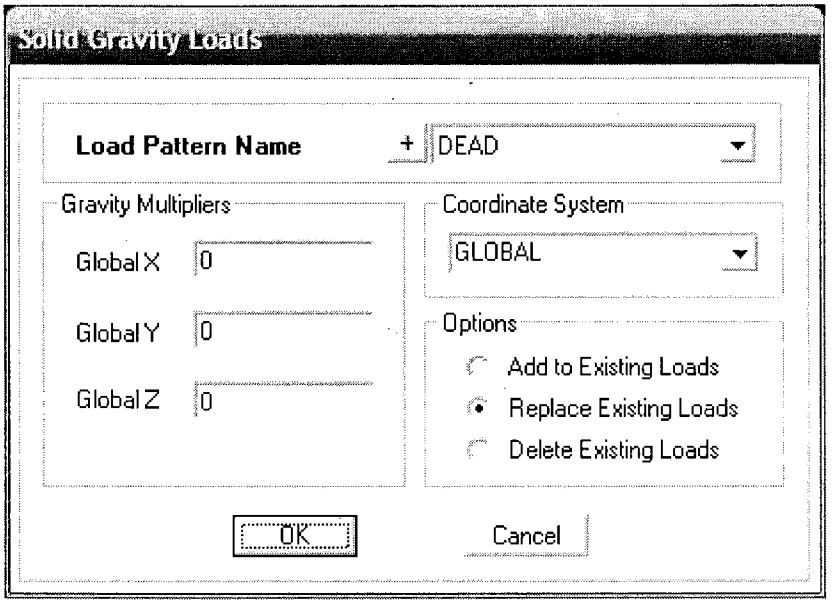
Gán phổ đáp ứng tải trọng xe cho phần tử kiểu diện tích.



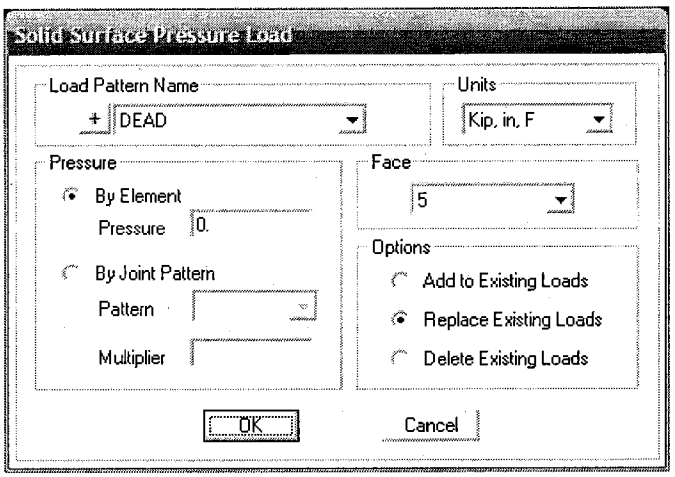
3.8.13. Assign menu > Solid Loads

Assign menu > Solid Loads > Gravity:

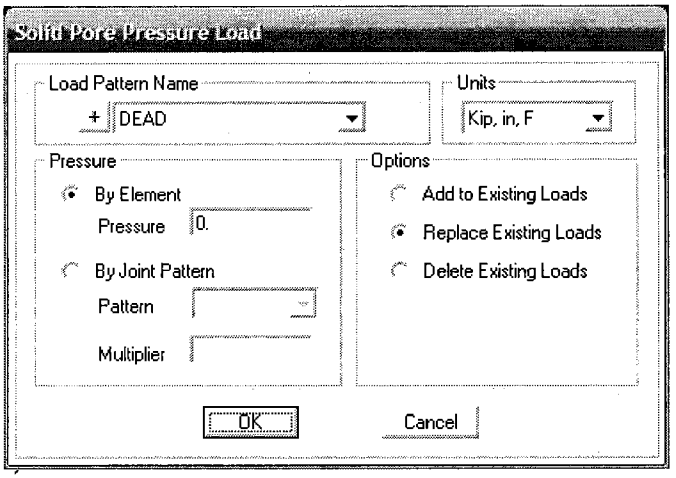
Gán tải trọng trọng trường cho phần tử khối.



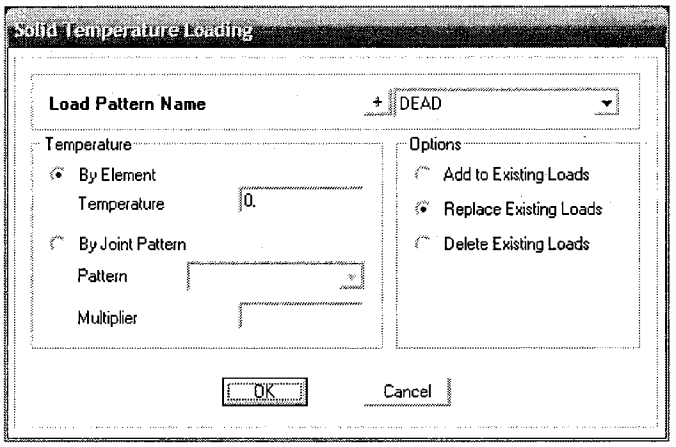
Assign menu > Solid Loads > Surface Pressure: Gán áp lực bề mặt cho phần tử khối.



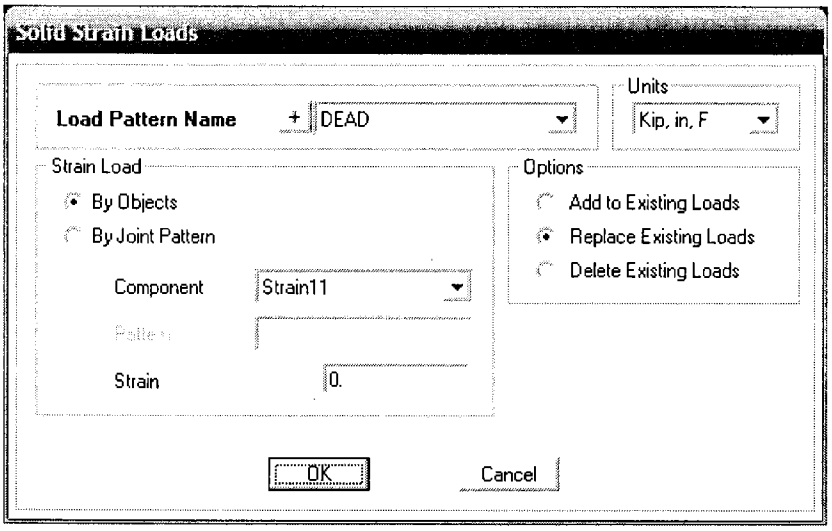
Assign menu > Solid Loads > Pore Pressure: Gán áp lực lỗ rỗng cho phần tử khối.



Assign menu > Solid Loads > Temperature: Gán tải nhiệt độ cho phần tử khối.

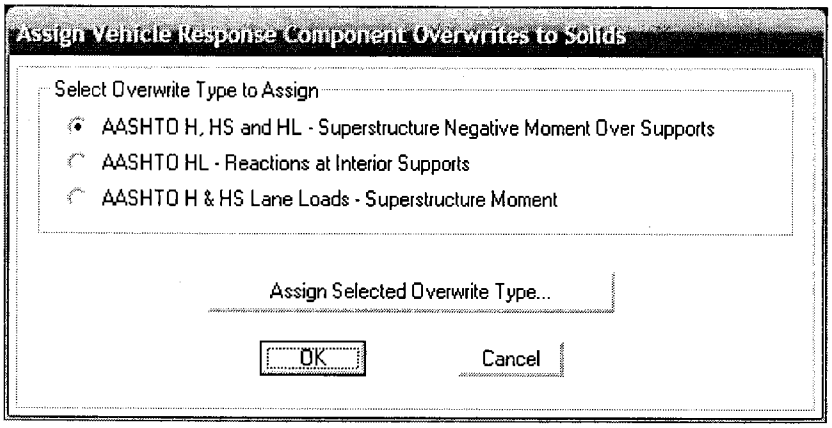


Assign menu > Solid Loads > Strain: Gán tải biến dạng cho phần tử khối.



Assign menu > Solid Loads > Vehicle Response Components:

Gán phổ đáp ứng xe cho phần tử khối.



3.8.14. Assign menu > Link/Support Loads

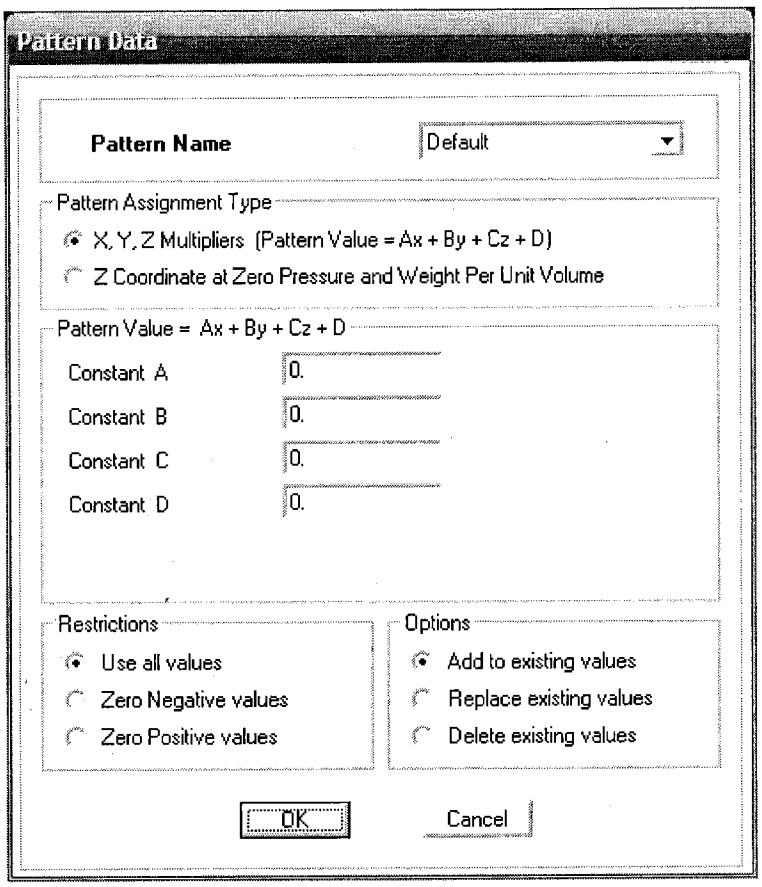
Assign menu > Link/Support Loads > Gravity: Gán tải trọng trọng trường cho phần tử liên kết/gối đỡ.

Assign menu > Link/Support Loads > Deformation: Gán biến dạng cho phần tử liên kết/gối đỡ.

Assign menu > Link/Support Loads > Target Force: Gán lực mục tiêu cho phần tử liên kết/gối đỡ.

3.8.15. Assign menu > Joint Patterns

Thiết lập các tham số cho mẫu nút.



3.8.16. Assign menu > Assign to Groups: Tạo nhóm các đối tượng chọn.

3.8.17. Assign menu > Update All Generated Hinge Properties: Cập nhật các tính chất liên kết khớp dẻo.

3.8.18. Assign menu > Clear Display of Assigns: Xóa hiển thị những thành phần vừa gán.

3.8.19. Assign menu > Copy Assigns: Copy tính chất đã gán.

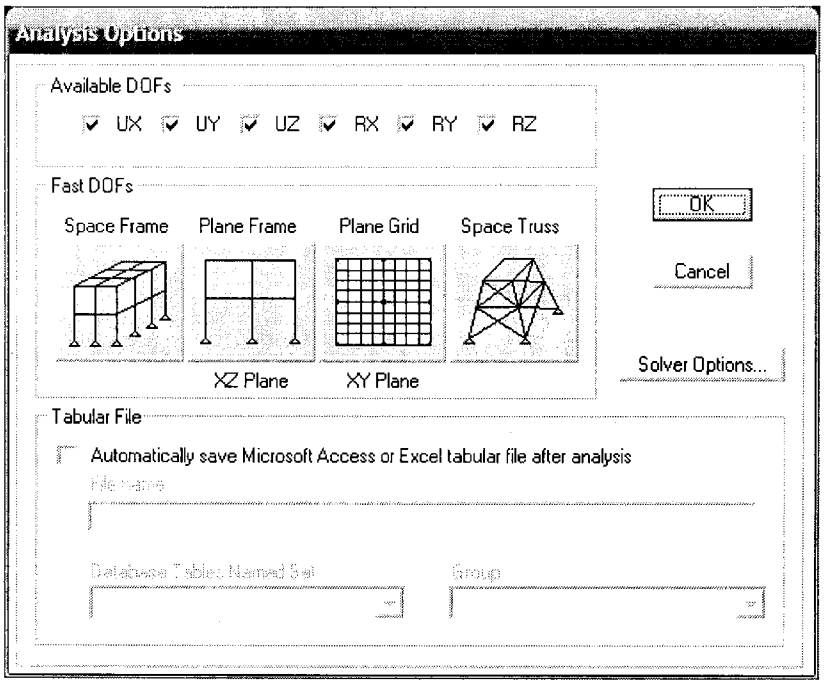
3.8.20. Assign menu > Paste Assigns: Dán tính chất đã gán.

3.9- TRÌNH ĐƠN ANALYZE

Trình đơn Analyze thiết lập các tham số cho quá trình phân tích và tiến hành phân tích kết cấu theo các dữ liệu đầu vào do người dùng định nghĩa…

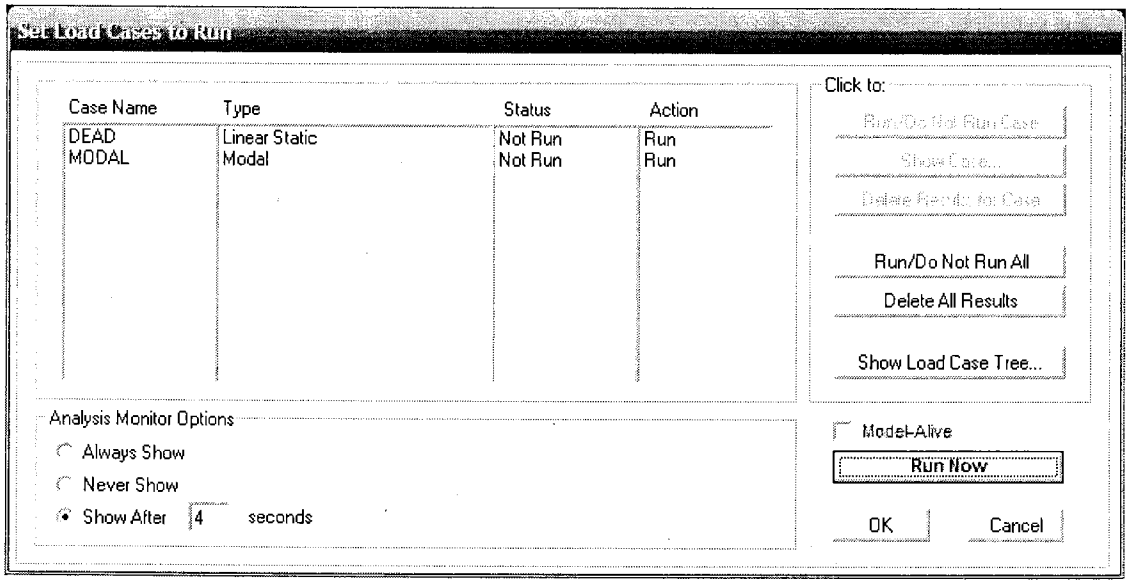
3.9.1. Analyze menu > Set Analysis Options

Thiết lập bậc tự do cho cấu kiện, chọn file lưu dữ liệu trong Windows và xuất file ra Access hoặc Excel.



3.9.2. Analyze menu > Create Analysis Model: Tạo mô hình phân tích tại bất kỳ thời điểm nào.

3.9.3. Analyze menu > Set Load Cases to Run: Thiết lập các trường hợp tải cho quá trình phân tích.



3.9.4. Analyze menu > Run Analysis (F5): Chạy phân tích mô hình.

3.9.5. Analyze menu > Model Alive

Cho thấy mô hình phân tích qua mỗi giai đoạn. Lệnh này thường dùng cho các mô hình nhỏ, với các mô hình lớn và phức tạp thực hiện lệnh này dẫn tới mất thời gian nhiều cho quá trình thiết kế.

3.9.6. Analyze menu > Modify Undeformed Geometry

Lệnh này cho phép người dùng hiệu chỉnh mô hình không biến dạng của kết cấu.

3.9.7. Analyze menu > Show Last Run Details:

Hiển thị bước cuối cùng của quá trình phân tích.

3.10- TRÌNH ĐƠN DISPLAY

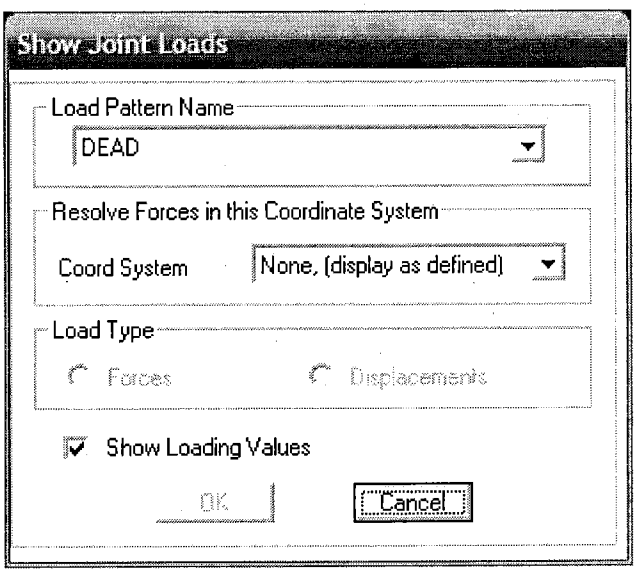
Trình đơn Display là trình đơn hiển thị, hiển thị từ quá trình mô hình cho tới kết quả phân tích của kết cấu…

3.10.1. Display menu > Show Deformed Shape (F4)

Hiển thị mô hình không biến dạng của kết cấu, mô hình kết cấu trước khi đặt tải.

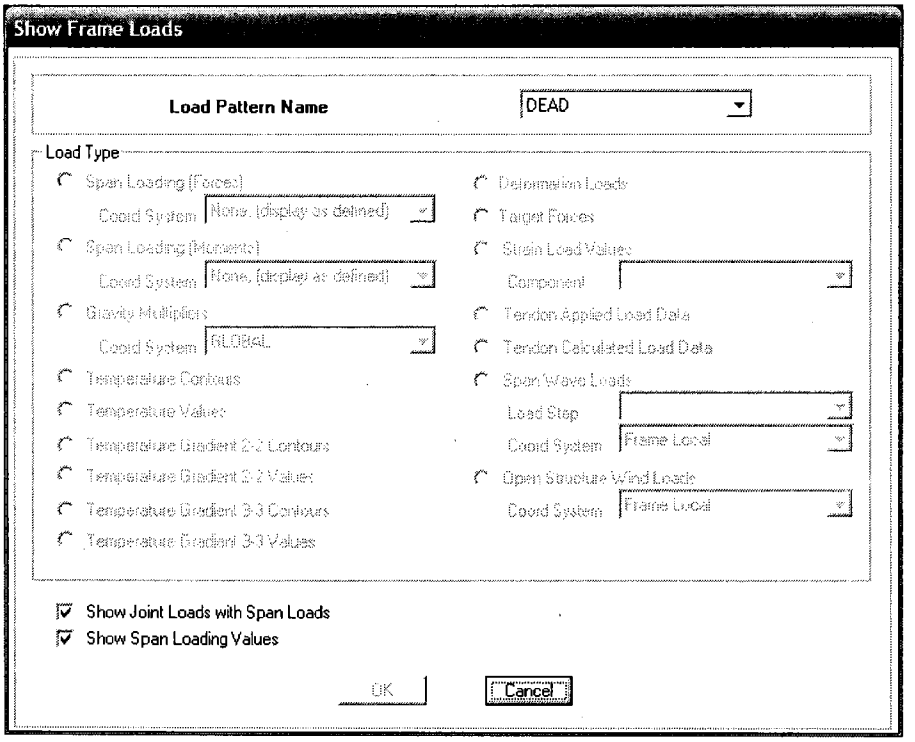
3.10.2. Display menu > Show Load Assigns

Display menu > Show Load Assigns > Joints: Hiển thị tải trọng đã gán tại các nút.



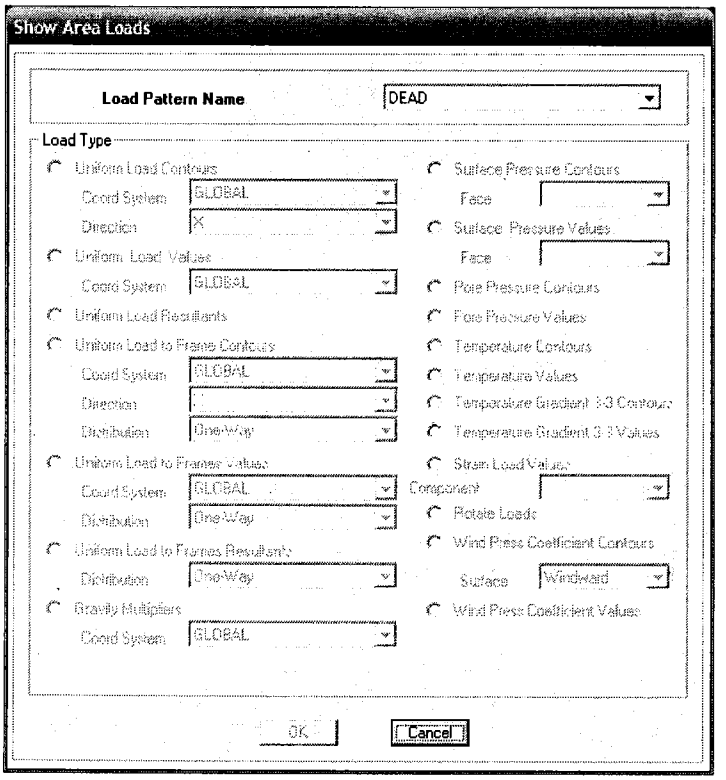
Display menu > Show Load Assigns > Frame/Cable/Tendon:

Hiển thị tải trọng gán trên Thanh/Cáp/Cáp dự ứng lực.



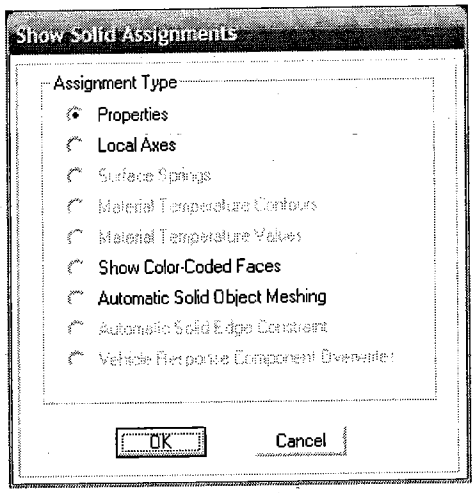
Display menu > Show Load Assigns > Areas:

Hiển thị tải trọng xếp trên đối tượng kiểu diện tích.



Display menu > Show Load Assigns > Solids:

Hiển thị tải trọng xếp trên đối tượng kiểu khối.



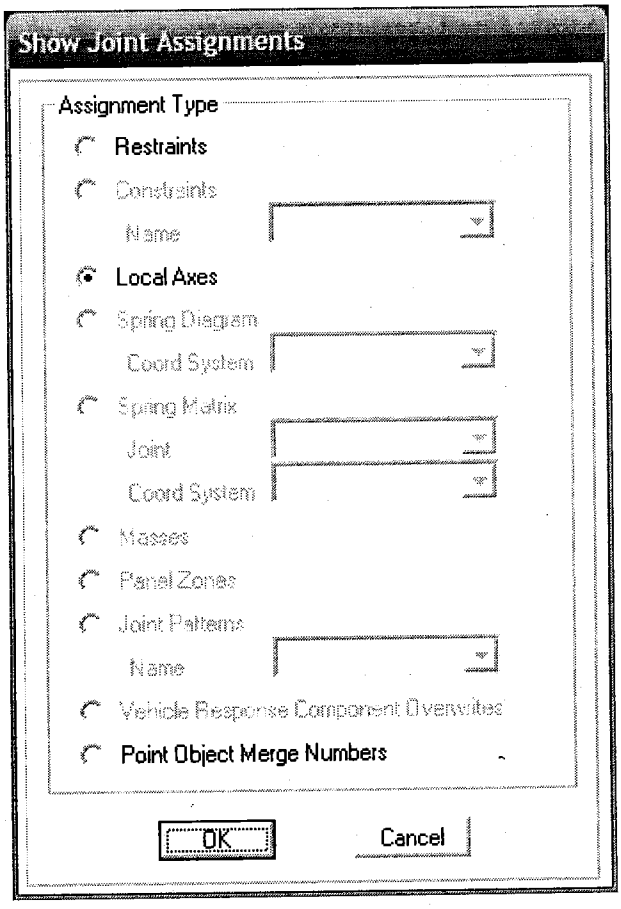
Display menu > Show Load Assigns > Link:

Hiển thị tải trọng xếp trên đối tượng kiểu liên kết.

3.10.3. Display menu > Show Miscellaneous Assigns

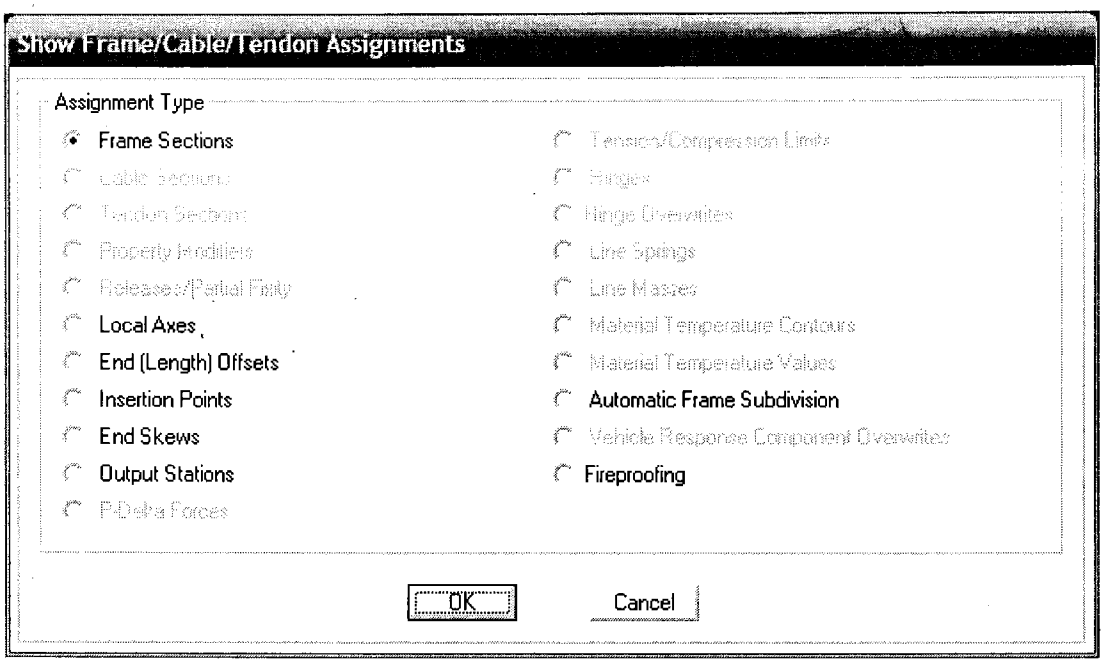
Display menu > Show Miscellaneous Assigns > Joints:

Hiển thị các tính chất đã gán cho đối tượng nút.



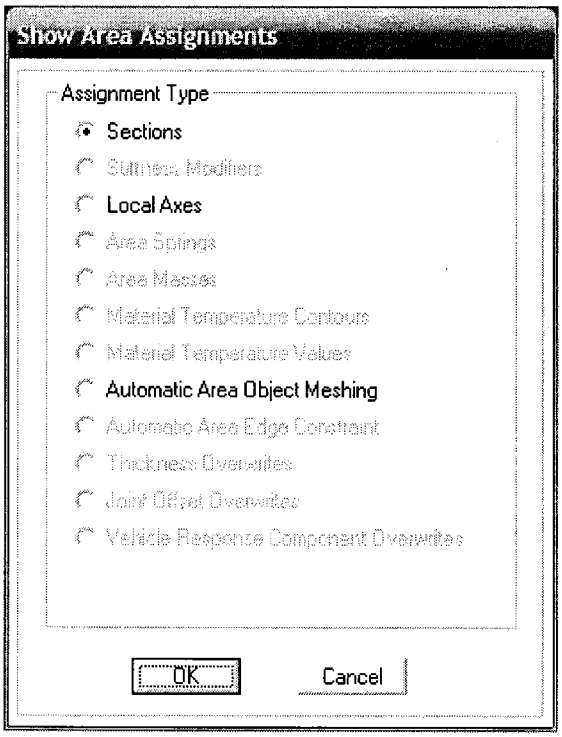
Display menu > Show Misccellaneous Assigns > Frame/Cable/Tendon:

Hiển thị các tính chất đã gán cho đối tượng kiểu thanh.



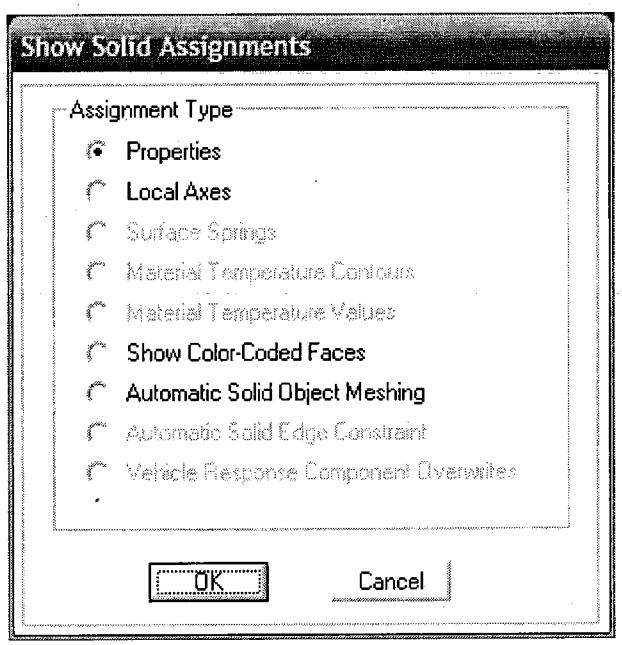
Display menu > Show Miscellaneous Assigns > Areas:

Hiển thị các tính chất đã gán cho đối tượng kiểu diện tích.



Display menu > Show Miscellaneous Assigns > Solid:

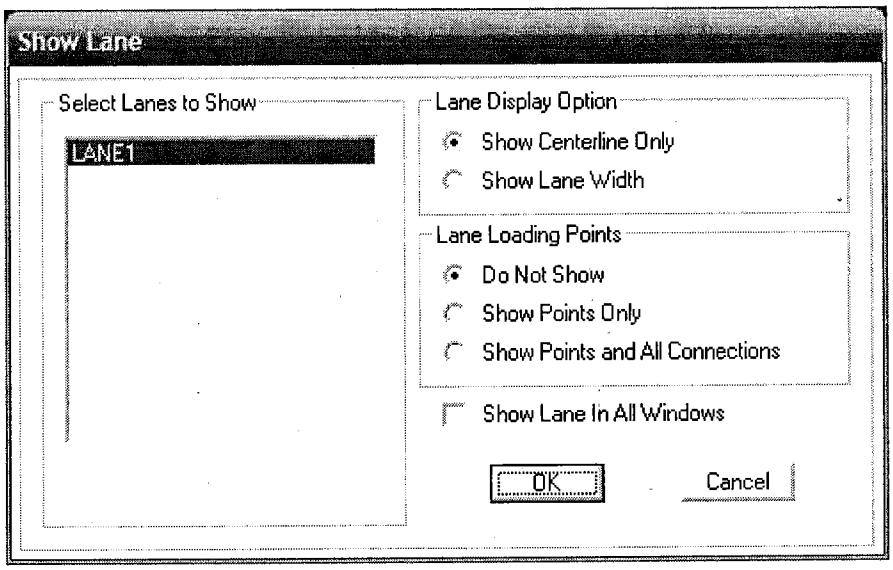
Hiển thị các tính chất đã gán cho đối tượng kiểu khối.



Display menu > Show Miscellaneous Assigns > Links:

Hiển thị các tính chất đã gán cho đối tượng kiểu liên kết.

3.10.4. Display menu > Show Lanes: Hiển thị các làn xe đã định nghĩa.



3.10.5. Display menu > Show Undeformed Shape:

Hiển thị mô hình chưa biến dạng của kết cấu.

3.10.6. Display menu > Show Forces/Stresses

Display menu > Show Forces/Stresses > Joints: Hiển thị kết quả phân tích nội lực ứng suất tại nút.

Display menu > Show Forces/Stresses > Frames/Cables: Hiển thị kết quả phân tích nội lực ứng suất tại đối tượng thanh/cáp.

Display menu > Show Forces/Stresses > Planes: Hiển thị kết quả phân tích nội lực ứng suất tại đối tượng phẳng.

Display menu > Show Forces/Stresses > Shells: Hiển thị kết quả phân tích nội lực ứng suất phần tử tấm vỏ.

Display menu > Show Forces/Stresses > Asolids: Hiển thị kết quả phân tích nội lực ứng suất cho đối tượng kiểu Asolids (khối hai chiều).

Display menu > Show Forces/Stresses > Solids: Hiển thị kết quả phân tích nội lực ứng suất cho đối tượng kiểu thể tích.

Display menu > Show Forces/Stresses > Links: Hiển thị kết quả phân tích nội lực ứng suất cho đối tượng kiểu liên kết.

3.10.7. Display menu > Show Bridge Forces/Stresses

Hiển thị kết quả phân tích nội lực ứng suất mô hình cầu.

3.10.8. Display menu > Show Virtual Work Diagram

Hiển thị biểu đồ công ảo mô hình kết cấu.

3.10.9. Display menu > Show Influence Lines/Surfaces

Hiển thị đường/mặt ảnh hưởng.

3.10.10. Display menu > Show Response Spectrum Curves

Hiển thị đường cong phổ đáp ứng của các loại cấu kiện.

3.10.11. Display menu > Show Plot Functions: Hiển thị đồ thị các hàm.

3.10.12. Display menu > Show Static Pushover Curve

Hiển thị đường cong phân tích Pushover tĩnh.

10.13. Display menu > Show Hinge Results:

Hiển thị biểu đồ kết quả khớp dẻo.

10.14. Display menu > Show Tables: Xuất bảng kết quả phân tích.

3.11- TRÌNH ĐƠN DESIGN

Trình đơn Design là trình đơn giúp người dùng từng bước thiết kế: Từ chọn tiêu chuẩn thiết kế, chọn tổ hợp tải trọng, đối tượng cần thiết kế cho tới thiết kế và kiểm tra tính tương thích các đối tượng khác nhau theo các lệnh có trong trình đơn…

3.11.1. Design menu > Steel Frame Design

Nhóm lệnh liên quan tới thiết kế kết cấu thép.

Design menu > Steel Frame Design > View/Revise Preferences: Chọn tiêu chuẩn thiết kế.

Design menu > Steel Frame Design > Select Design Group: Chọn nhóm cấu kiện để thiết kế.

Design menu > Steel Frame Design > Select Design Combo: Chọn tổ hợp tải trọng trong quá trình thiết kế.

Design menu > Steel Frame Design > View/Revise Overwrites: Xem/kiểm duyệt.

Design menu > Steel Frame Design > Set Displacement Targets: Thiết lập mục tiêu độ võng.

Design menu > Steel Frame Design > Set Time Period Targets: Thiết lập chu kỳ.

Design menu > Steel Frame Design > Start Design/Check of Structure: Thiết kế/kiểm tra kết cấu thép.

Design menu > Steel Frame Design > Interactive Steel Frame Design: Xem lại kết quả phân tích tại bất kỳ dầm nào và ghi đè số liệu để xem kết quả tương thích.

Design menu > Steel Frame Design > API Punching Load Assigns: (Chỉ sử dụng cho các Tiêu chuẩn viện dầu khí Hoa Kỳ API RP2A-WSD2000 hoặc API RP2A-LFRD97) gán tải trọng chọc thủng.

Design menu > Steel Frame Design > Start API Punching Load Check: (Chỉ sử dụng cho các Tiêu chuẩn API RP2A-WSD2000 hoặc API RP2A-LFRD97) kiểm tra tải trọng chọc thủng trên cấu kiện thép.

Design menu > Steel Frame Design > Interactive API Punching Load Check: (Chỉ sử dụng cho các Tiêu chuẩn API RP2A-WSD2000 or API RP2A-LFRD97) kiểm tra tương tác tải trọng chọc thủng trên cấu kiện thép.

Design menu > Steel Frame Design > Display Design Info: Hiển thị thông tin quá trình thiết kế.

Design menu > Steel Frame Design > Make Auto Select Section Null: Tự động gán mặt cắt cho đối tượng dầm thép.

Design menu > Steel Frame Design > Change Design Section: Thay đổi mặt cắt thiết kế.

Design menu > Steel Frame Design > Reset Design Section to Last Analysis: Thiết lập lại mặt cắt thiết kế tới cuối quá trình phân tích.

Design menu > Steel Frame Design > Verify Analysis vs Design Section: Kiểm tra sự phù hợp của phân tích và thiết kế mặt cắt.

Design menu > Steel Frame Design > Verify All Members Passed: Kiểm tra tất cả các cấu kiện có thỏa mản các nội dung kiểm tra theo Tiêu chuẩn không.

Design menu > Steel Frame Design > Reset All Steel Overwrites: Thiết lập lại tất cả số liệu thiết kế kết cấu thép.

Design menu > Steel Frame Design > Delete Steel Design Results: Xóa kết quả phân tích kết cấu thép.

3.11.2. Design menu > Concrete Frame Design

Nhóm lệnh liên quan tới thiết kế kết cấu khung bêtông cốt thép.

Design menu > Concrete Frame Design > View/Revise Preferences: Xem/kiểm duyệt Tiêu chuẩn thiết kế.

Design menu > Concrete Frame Design > Select Design Combo: Lựa chọn tổ hợp tải trọng cho thiết kế.

Design menu > Concrete Frame Design > View/Revise Overwrites: Xem/kiểm duyệt ghi đè số liệu thiết kế.

Design menu > Concrete Frame Design > Start Design/Check of Structure: Thiết kế/kiểm tra kết cấu.

Design menu > Concrete Frame Design > Display Design Info: Hiển thị thông tin thiết kế.

Design menu > Concrete Frame Design > Change Design Section: Thay đổi mặt cắt thiết kế.

Design menu > Concrete Frame Design > Reset Design Section to Last Analysis: Thiết lập mặt cắt thiết kế tới cuối quá trình phân tích.

Design menu > Concrete Frame Design > Verify Analysis vs Design Section: Xác nhận sự phù hợp mặt cắt phân tích và thiết kế.

Design menu > Concrete Frame Design > Verify All Members Passed: Xác nhận tất cả các cấu kiện có đạt các nội dung kiểm toán hay không.

Design menu > Concrete Frame Design > Reset All Concrete Overwrites: Thiết lập ghi đè lên tất cả số liệu phân tích.

Design menu > Concrete Frame Design > Delete Concrete Design Results: Xóa kết quả phân tích.

3.11.3. Design menu > Aluminum Frame Design

Nhóm lệnh liên quan tới thiết kế kết cấu khung nhôm

Design menu > Aluminum Frame Design > View/Revise Preferences: Xem/ kiểm duyệt Tiêu chuẩn thiết kế.

Design menu > Aluminum Frame Design > Select Design Group: Chọn nhóm thiết kế.

Design menu > Aluminum Frame Design > Select Design Combo: Lựa chọn tổ hợp thiết kế.

Design menu > Aluminum Frame Design > View/Revise Overwrites: Xem/kiểm duyệt ghi đè số liệu thiết kế.

Design menu > Aluminum Frame Design > Start Design/Check of Structure: Thiết kế/kiểm tra kết cấu.

Design menu > Aluminum Frame Design > Interactive Aluminum Frame Design: Tương tác trong thiết kết kết cấu khung nhôm.

Design menu > Aluminum Frame Design > Display Design Info: Hiển thị các thông tin trong quá trình phân tích.

Design menu > Aluminum Frame Design > Make Auto Select Section Null: Tự động gán các mặt cắt cho đối tượng thiết kế.

Design menu > Aluminum Frame Design > Start Design/Check of Structure: Thiết kế/kiểm tra kết cấu.

Design menu > Aluminum Frame Design > Reset Design Section to Last Analysis: Thiết lập mặt cắt cấu kiện tới cuối quá trình phân tích.

Design menu > Aluminum Frame Design > Verify Analysis vs Design Section: Xác nhận sự phù hợp của mặt cắt phân tích và thiết kế.

Design menu > Aluminum Frame Design > Verify All Members Passed: Xác nhận tất cả các cấu kiện có vượt qua điều kiện kiểm tra không.

Design menu > Aluminum Frame Design > Reset All Aluminum Overwrites: Thiết lập lại tất cả số liệu thiết kế.

Design menu > Aluminum Frame Design > Delete Aluminum Design Results: Xóa kết quả thiết kế cấu kiện khung nhôm.

3.11.4. Design menu > Cold-Formed Steel Frame Design

Nhóm lệnh liên quan tới thiết kế kết cấu thép cán nguội.

Design menu > Cold-Formed Steel Frame Design > View/Revise Preferences: Xem/kiểm duyệt Tiêu chuẩn thiết kế.

Design menu > Cold-Formed Steel Frame Design > Select Design Group: Chọn nhóm cấu kiện thiết kế.

Design menu > Cold-Formed Steel Frame Design > Select Design Combo: Chọn tổ hợp tải trọng thiết kế.

Design menu > Cold-Formed Steel Frame Design > View/Revise Overwrites: Xem/kiểm duyệt ghi đè số liệu thiết kế.

Design menu > Cold-Formed Steel Frame Design > Start Design/Check of Structure: Thiết kế/kiểm tra kết cấu.

Design menu > Cold-Formed Steel Frame Design > Interactive Cold Formed Steel Frame Design: Kiểm tra tính tương tác trong thiết kế khung thép cán nguội.

Design menu > Cold-Formed Steel Frame Design > Display Design Info: Hiển thị thông tin thiết kế.

Design menu > Cold-Formed Steel Frame Design > Make Auto Select Section Null: Tự động gán mặt cắt cho đối tượng.

Design menu > Cold-Formed Steel Frame Design > Change Design Section: Thay đổi mặt cắt thiết kế.

Design menu > Cold-Formed Steel Frame Design > Reset Design Section to Last Analysis: Thiết lập mặt cắt thiết kế tới cuối quá trình phân tích.

Design menu > Cold-Formed Steel Frame Design > Verify Analysis vs Design Section: Xác nhận sự phù hợp mặt cắt phân tích và thiết kế.

Design menu > Cold-Formed Steel Frame Design > Verify All Members Passed: Xác nhận tất cả các cấu kiện có đạt không.

Design menu > Cold-Formed Steel Frame Design > Reset All Cold-Formed Steel Overwrites: Thiết lập lại tất cả kết quả thiết kế.

Design menu > Cold-Formed Steel Frame Design > Delete Cold-Formed Steel Design Results: Xóa kết quả phân tích.

3.11.5. Design menu > Lateral Bracing: Thiết kế kết cấu giằng ngang.

3.11.6. Design menu > Overwrite Frame Design Procedure: Ghi đè lên quá trình thiết kế kết cấu thanh.

3.11.7. Design menu > Bridge Design

Nhóm lệnh liên quan tới thiết kế kết cấu cầu

Design menu > Bridge Design > View/Revise Preferences: Xem/kiểm duyệt Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu cầu.

Design menu > Bridge Design > Define Seismic Design Requests: Định nghĩa yêu cầu thiết kế động đất cho cầu.

Design menu > Bridge Design > Start Seismic Design of Bridge: Thiết kế động đất cho cầu.

Design menu > Create Seismic Design Report: Tạo báo cáo cho thiết kế động đất cho cầu.

Design menu > Bridge Design > Define Design Requests: Định nghĩa yều cầu thiết kế cầu.

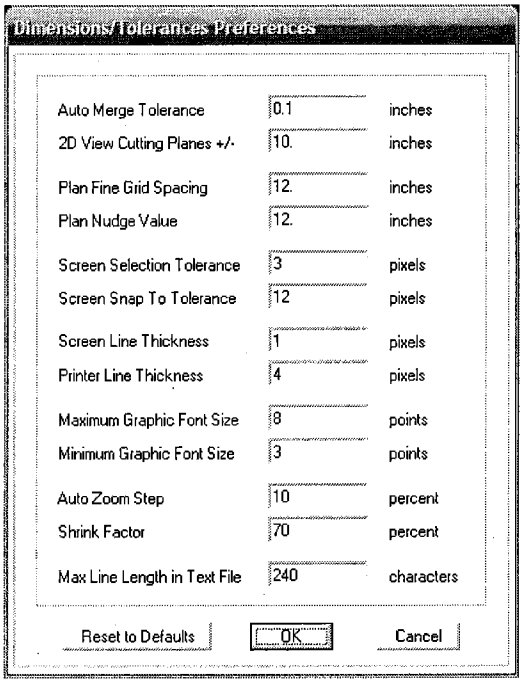
Design menu > Bridge Design > Start Design/Check of Structure: Thiết kế/kiểm tra kết cấu cầu.

3.12-TRÌNH ĐƠN OPTIONS

Trình đơn Options giúp người dùng thiết lập các tùy chọn liên quan tới tham số đầu vào/ra, màu sắc in ấn...

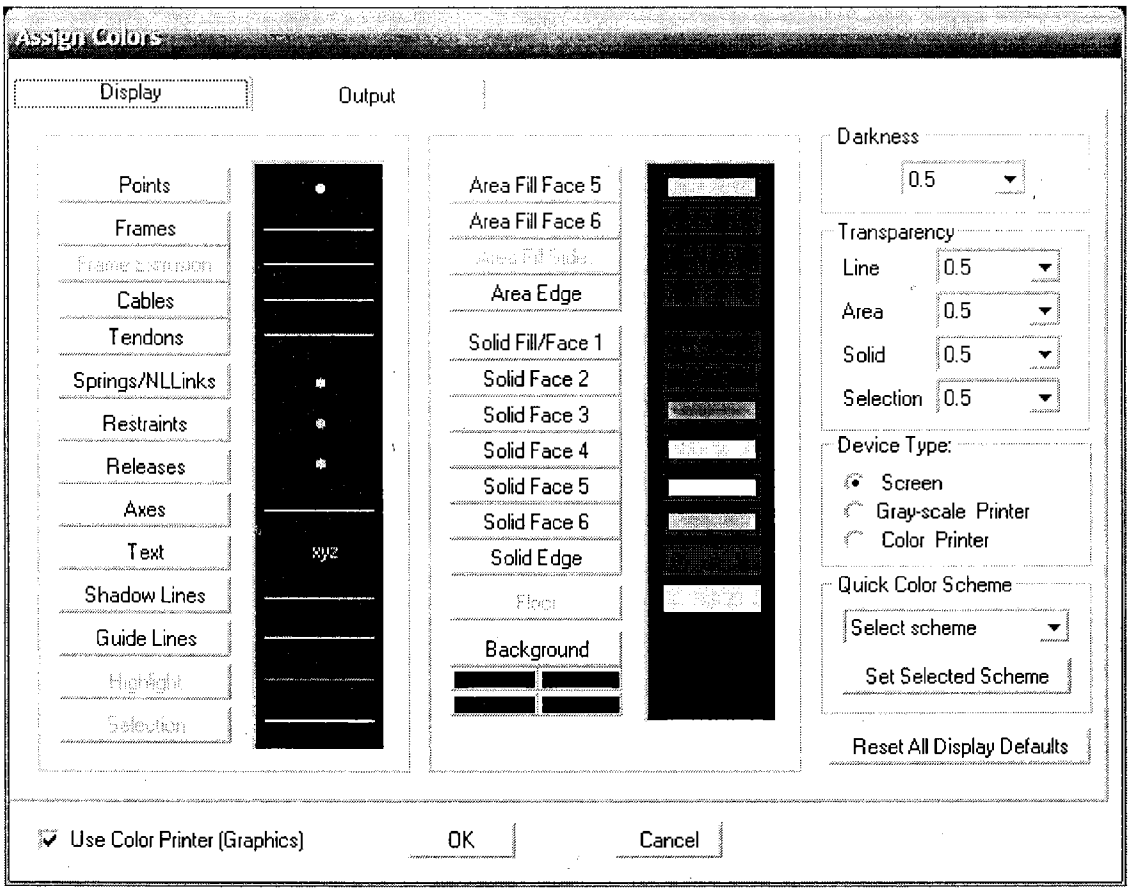
3.12.1. Options menu > Dimensions/Tolerances

Điều khiển dung sai và kích thước các yếu tố trong SAP2000.



3.12.2. Options menu > Colors

Điều khiển màu sắc trong SAP2000, có 2 lựa chọn màu ở chế độ hiển thị và chế độ khi xuất ra ở dạng in ấn.



3.12.3. Options menu > Set Program Default Display Units

Thiết lập các đơn vị mặc định cho chương trình.

Program Default Database Number Formatting Options

Format

Item	Units	Decimal places	Minimum Signif Figs	Zero Tolerance	Always use E Format
Structure Dimensions					
Coordinates	Kip, in, F	3	2	1.0000E-20	No
Absolute Distance	Kip, in, F	3	2	1.0000E-20	No
Relative Distance		4	2	1.0000E-20	No
Angles		3	2	1.0000E-20	No
Section Dimensions					
Length	Kip, in, F	4	2	1.0000E-20	No
Area	Kip, in, F	2	2	1.0000E-20	No
Length3	Kip, in, F	2	2	1.0000E-20	No
Length4	Kip, in, F	2	2	1.0000E-20	No
Rebar Area	Kip, in, F	4	2	1.0000E-20	No
Rebar Area/Length	Kip, in, F	4	2	1.0000E-20	No
Displacements					
Translational Displ	Kip, in, F	6	2	1.0000E-20	No
Rotational Displ	Kip, in, F	6	2	1.0000E-20	No
Drift		6	2	1.0000E-20	No
Gen Displ L/Rad	Kip, in, F	4	2	1.0000E-20	No
Gen Displ Rad/L	Kip, in, F	4	2	1.0000E-20	No
Forces					
Force	Kip, in, F	3	2	1.0000E-20	No
Force/Length	Kip, in, F	4	2	1.0000E-20	No
Force/Area	Kip, in, F	5	2	1.0000E-20	No
Moment	Kip, in, F	3	2	1.0000E-20	No
Moment/Length	Kip, in, F	4	2	1.0000E-20	No
Temperature	Kip, in, F	3	2	1.0000E-20	No

☑ Always Use Current Units ☐ Override Auto E Format

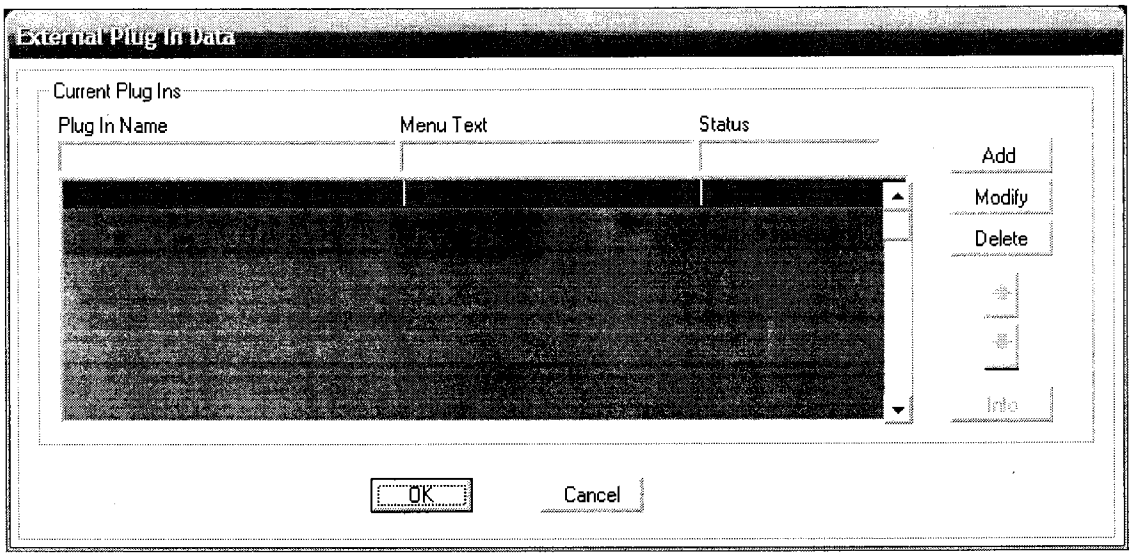
OK Cancel

3.13- TRÌNH ĐƠN TOOLS

Trình đơn này giúp người dùng tích hợp các Plus Ins được viết bằng các ngôn ngữ lập trình do người dùng tự viết vào SAP2000 để thực hiện các chức năng theo ý người dùng. Trình đơn này cho thấy tính tùy biến của phần mềm này...

3.13.1. Tools menu > Add/Show Plug Ins

Tích hợp các Plug-ins bên ngoài vào SAP2000.



3.14- TRÌNH ĐƠN HELP

Trình đơn Help chứa các dữ liệu giúp người dùng tìm hiểu chức năng, cách sử dụng, cũng như các đặc điểm về bản quyền của phần mềm SAP2000...

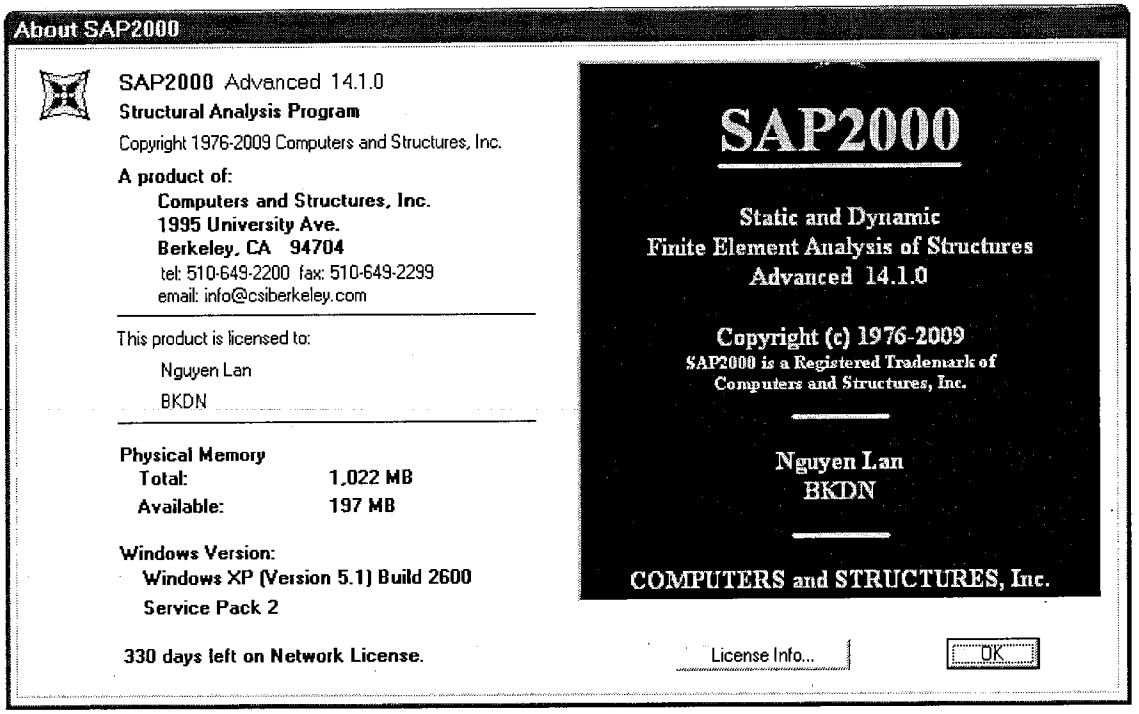
3.14.1. Help > Contents and Index (F1): Menu trợ giúp chính chứa trợ giúp của toàn bộ SAP2000.

3.14.2. Help > Documentation: Chứa các bài viết, ví dụ thực hành SAP2000

3.14.3. Help > CSI on the web...: Mở trang chủ CSI.

3.14.4. Help > SAP2000 v14 news...: Những điểm mới trong SAP2000 V14.

3.14.5. Help > About SAP2000: Về phiên bản và bản quyền phần mềm.

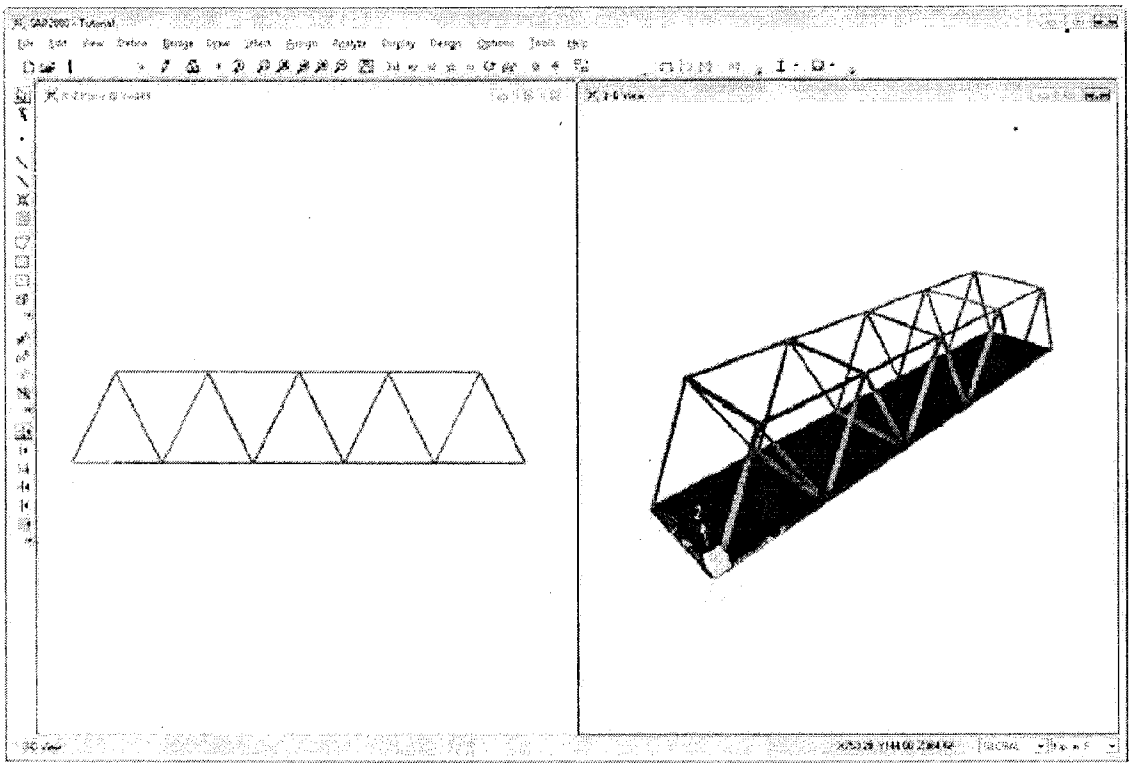


Chương 4

VÍ DỤ PHÂN TÍCH VÀ THIẾT KẾ CẦU GIÀN THÉP

A - MÔ TẢ BÀI TOÁN

Chương này trình bày từng bước mô hình cầu giàn trên SAP2000 . Với mỗi bước có hướng dẫn cụ thể, mô hình cầu giàn được cho như trên hình vẽ sau:



Hình 4.1: *Mô hình cầu giàn*

Ví dụ này trình bày cầu giàn 5 khoang. Nhịp cầu 18m, bề rộng và chiều cao là 3.6m. Gối cầu một đầu cố định, một đầu di động.

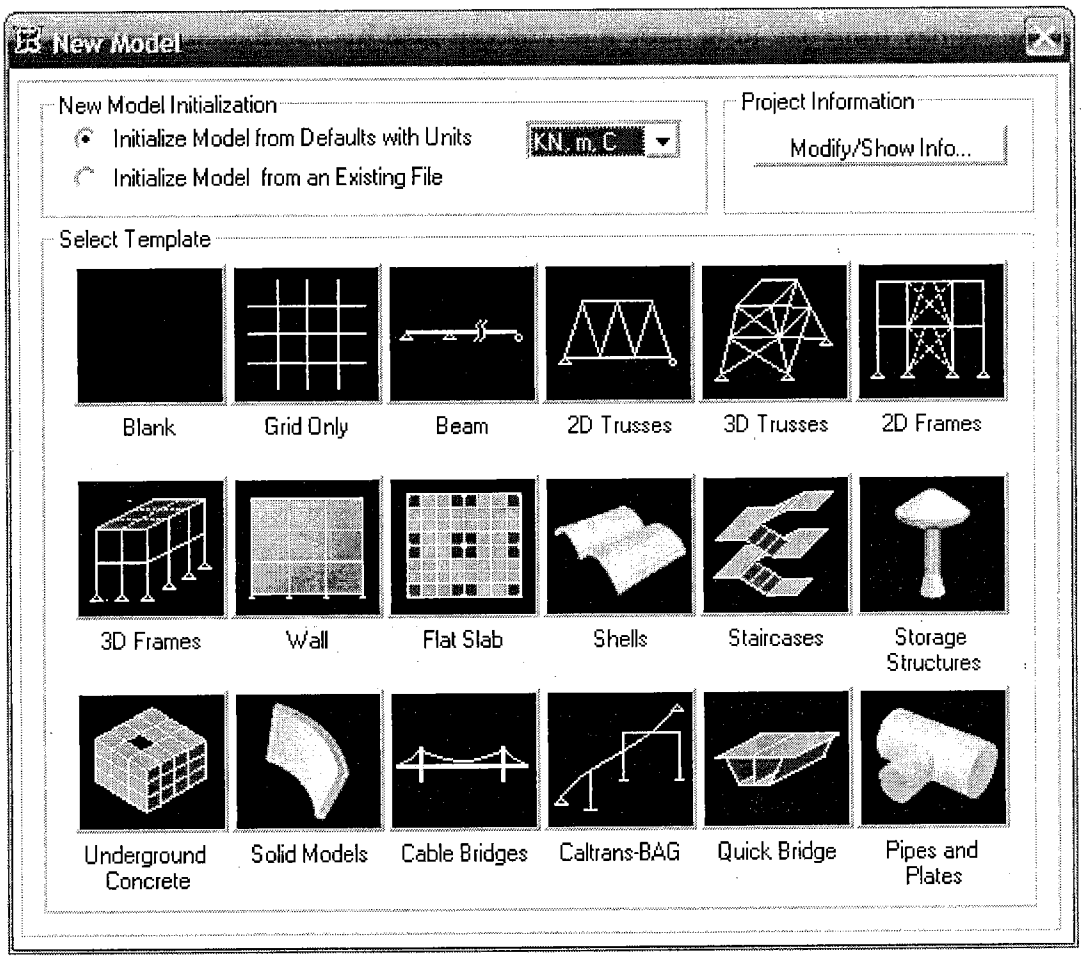
Mặt cắt ngang các cấu kiện giàn là 2L4X4s, bản mặt cầu làm bằng bê tông dày 12cm. Cầu sẽ chỉ được phân tích, bản mặt cầu có tải trọng tĩnh 0,5 kN/m^2 và tải trọng động 5 kN/m^2.

B - TRÌNH TỰ THỰC HIỆN

Bước 1: Bắt đầu mô hình

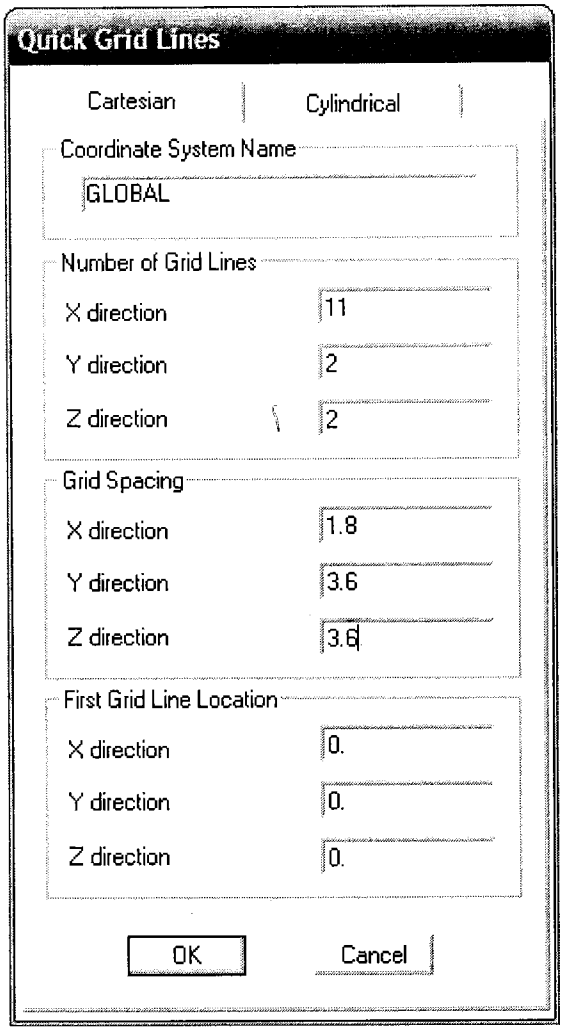
Trong bước này, hệ lưới cơ bản sẽ được chọn để phát triển mô hình. Sau đó sẽ định nghĩa vật liệu và một chuỗi các mặt cắt góc đôi sẽ được chọn cho mặt cắt thanh giàn.

A. Click lệnh **File menu > New Model** hoặc bấm nút **New Model**. Sẽ xuất hiện hình như trong hình 4.2. Để đơn vị mặc định là kN-m.



Hình 4.2: *Các dạng mô hình mẫu*

B. Kiểu New Model cho phép chúng ta lựa chọn nhanh các kiểu mô hình mẫu sau đó gán các thông số kích thước hình học là được mô hình như mong muốn.Tuy nhiên, trong ví dụ này mô hình sẽ được bắt đầu bằng hệ lưới. Khi thay đổi hệ lưới ta sẽ được dạng của mô hình và đây cũng là cách cơ bản nhất để phát triển một mô hình bất kỳ khi sử dụng SAP2000 . Lựa chọn nút Grid Only sẽ được như hình 4.3.



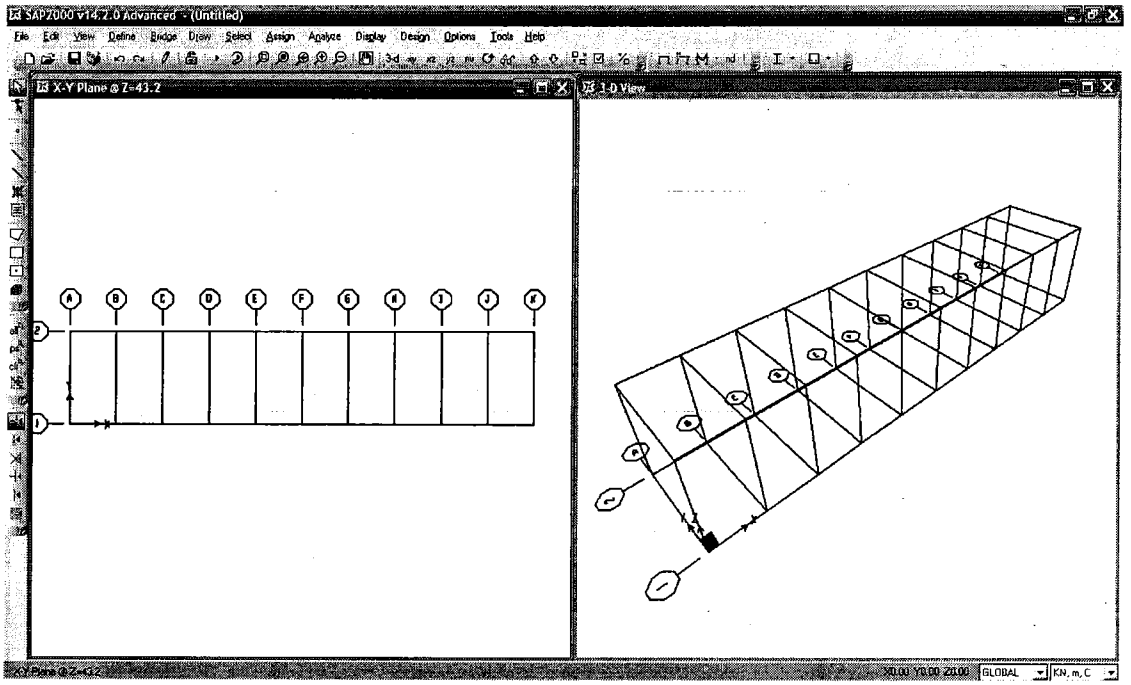
Hình 4.3: *Hộp thoại Quick Grid Lines*

C. Hộp Quick Grid Lines được sử dụng để định nghĩa khoảng cách lưới theo các phương X, Y, và Z. Thiết lập số đường lưới 11 theo phương X, và 2 theo các phương Y và Z. Giá trị được nhập trong ô phải không được là số 0.

D. Click **OK**, và chương trình sẽ xuất hiện như hình 4.4. Chú ý rằng hệ lưới xuất hiện trong 2 cửa sổ, mặt bằng X-Y ở bên trái và 3-D ở bên. Số cửa sổ có thể thay đổi bằng cách dùng lệnh **Options menu > Windows**.

Thiết lập cửa sổ hiện hành bằng cách nhấn chuột vào vùng đó.

Chú ý rằng hệ trục tọa độ Global luôn hiển thị và vị trí trục Z là hướng lên trên. Khi SAP2000 đòi hỏi nhập theo hướng trọng trường thì phải nhập hướng theo phương Z là âm.

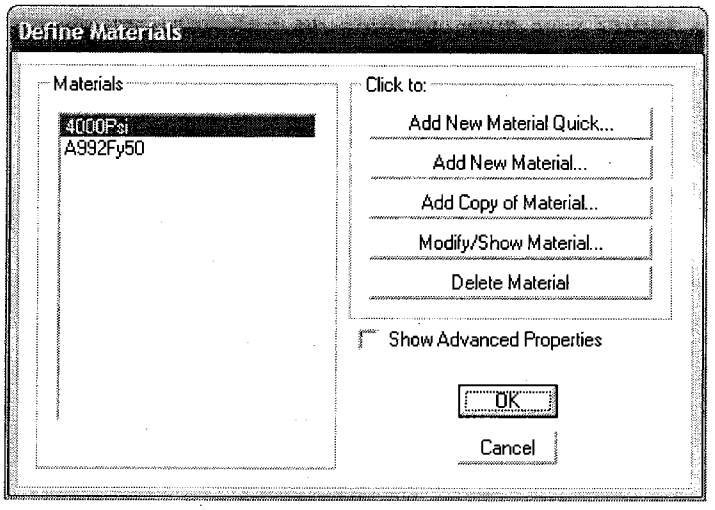


Hình 4.4: Cửa sổ giao diện SAP2000

Bước 2: Định nghĩa vật liệu

Tính chất của vật liệu đã được mặc định, hoặc là bêtông hoặc là thép. Một vật liệu thứ 3 sẽ được thêm vào là mặt cắt góc của thép. Ở cấp độ cao hơn người dùng có thể tự định nghĩa một vật liệu ngay từ ban đầu bằng cách nhập các thông số của vật liệu như trọng lượng riêng, số liệu về quan hệ ứng suất – biến dạng. Trong ví dụ này vật liệu được định nghĩa theo kiểu "nhanh" được sử dụng.

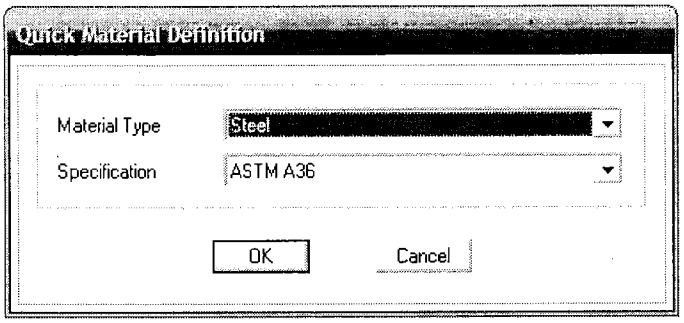
A. Click lệnh **Define menu > Materials** sẽ xuất hiện Define Materials như hình 4.5.



Hình 4.5: Define Materials

B. Click nút **Add New Material Quick** SAP2000 hiển thị hộp thoại Quick Material Definition như hình 4.6.

C. Trong hộp Quick Material Definition ta để nguyên các thong số mặc đinh. Chọn *Steel* trong kiểu danh sách kéo xuống từ Material (xem hình 4.6).



Hình 4.6: *Hộp thoại Quick Material Definiton*

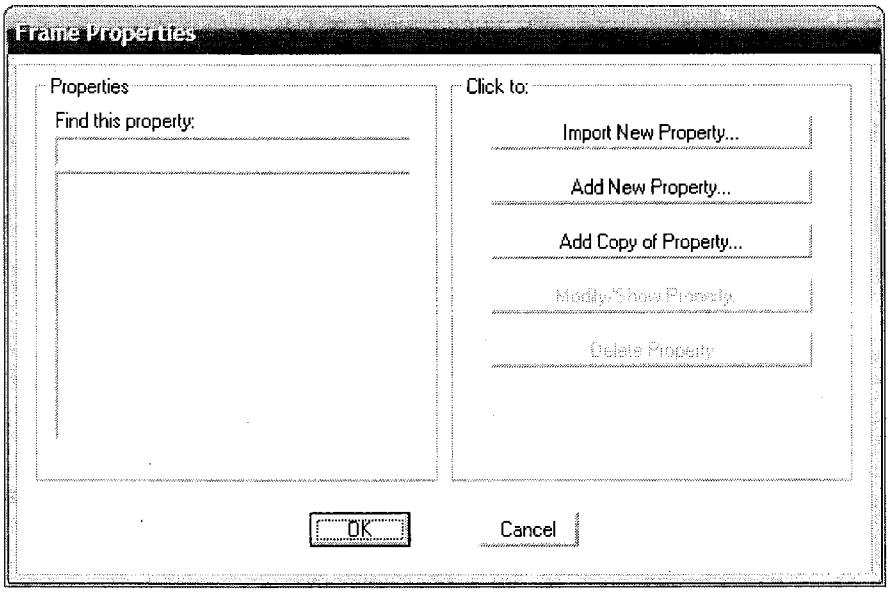
D. Chọn ASTM từ danh sách kéo xuống ở Specification; chương trình hiển thị tất cả các kiểu vật liệu được định nghĩa.

Click nút **OK** đóng hộp thoại Quick Material Definition và hộp thoại Define Materials.

Bước 3: Định nghĩa kiểu mặt cắt tự động trong danh sách mặt cắt

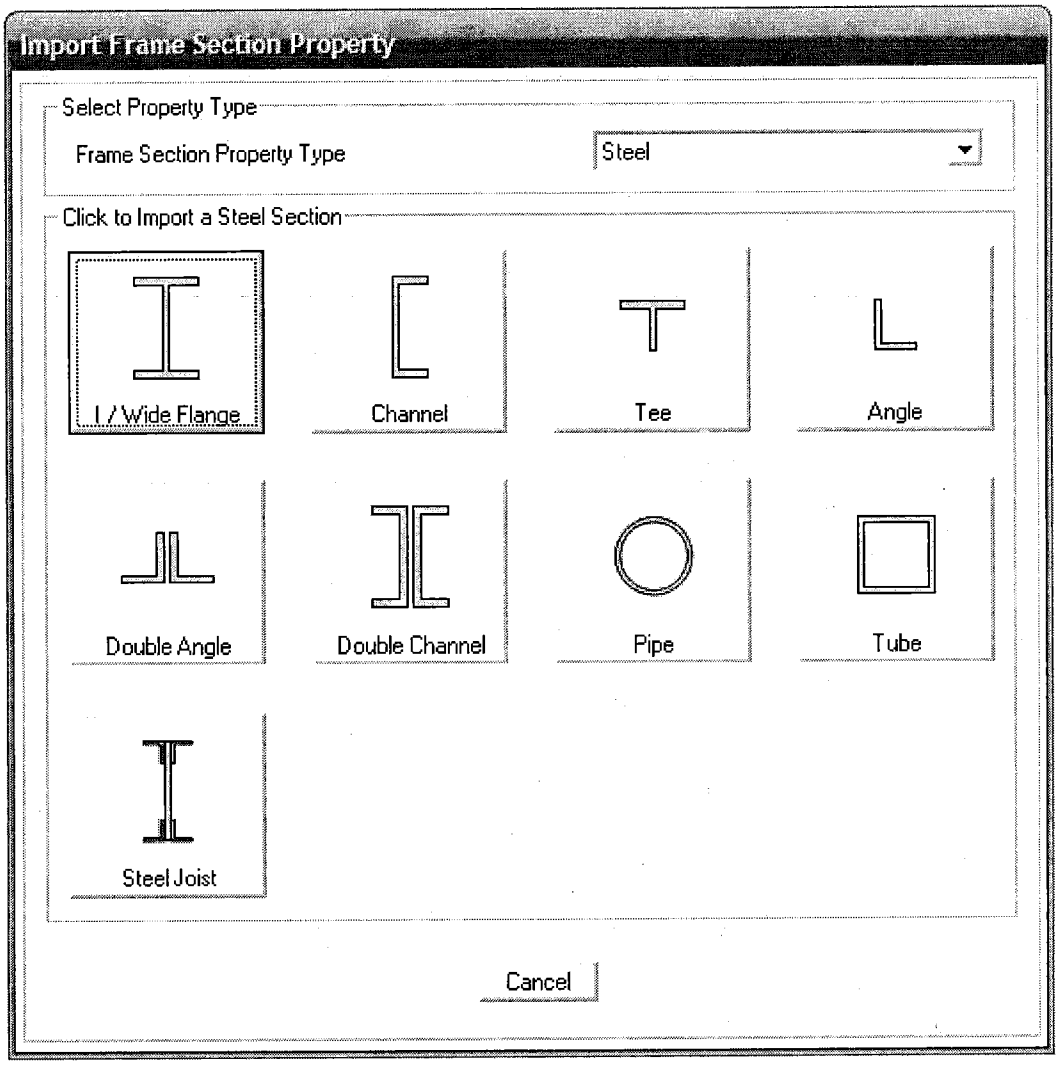
Trong ví dụ này, chương trình sẽ phân tích và thiết kế từ thép góc (2L4X4s).

A. Click lệnh **Define menu > Section Properties > Frame Sections**, SAP2000 hiển thị hộp thoại Frame Properties như hình 4.7.



Hình 4.7: *Hộp thoại Frame Properties*

B. Click nút **Import New Property**, SAP2000 hiển thị hộp thoại Im-port Frame Section Property như hình 4.8.

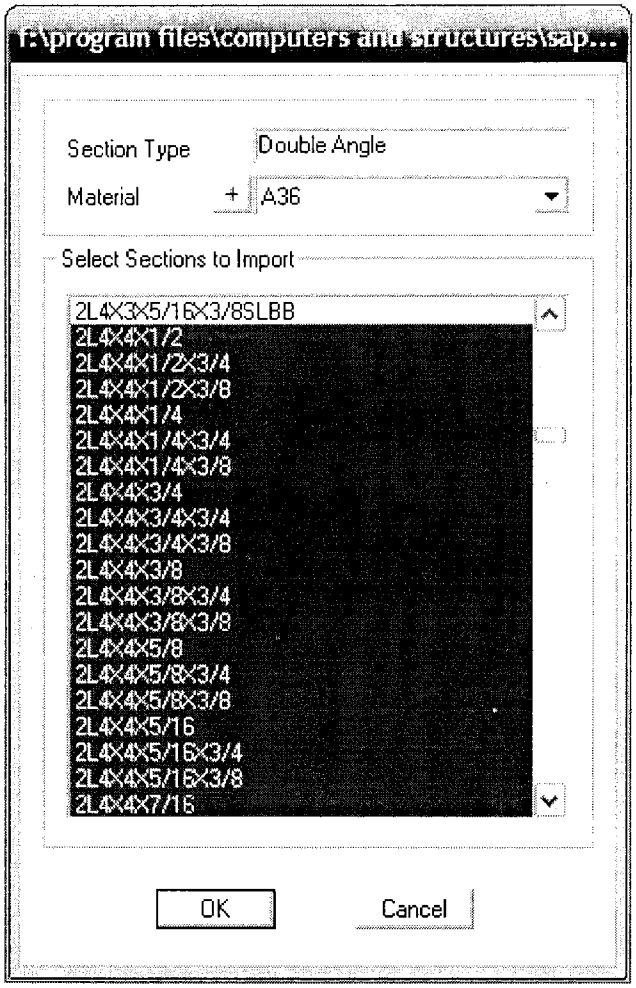


Hình 4.8: *Hộp thoại Import Frame Section Property*

C. Chọn *Steel* như trong danh sách Frame Section Property Type drop-down, và sau đó kích vùng Import a Steel Section của hộp thoại Import Frame Section Property, kích nút **Double Angle**, SAP2000 hiển thị hộp thoại Section Property File.

D. Dùng hộp thoại Section Property File để xác định *SECTIONS8.PRO*, trong này sẽ có thông tin của thép góc dùng trong mô hình hộp thoại.

E. Chọn *A36* từ danh sách Material drop-down – đây là tính chất của vật liệu đã được định nghĩa từ trước. Click vào nút + SAP2000 hiển thị hộp thoại Define Materials form và ta có thể định nghĩa thêm vật liệu ở đây.



Hình 4.9: *Danh sách mặt cắt trong Sections8.pro*

F. Kéo xuống danh sách ở nút tam giác trong vùng Select Sections to Import cho đến khi bạn tìm thấy 2L4X4 đầu tiên. Click để highlight.

G. Kéo thanh cuộn cho đến khi hết 2L4X4 cuối cùng. Dùng phím Shift và click vào *2L4X4X7/16X3/8*; tất cả 2L4X4s sẽ được bôi đen.

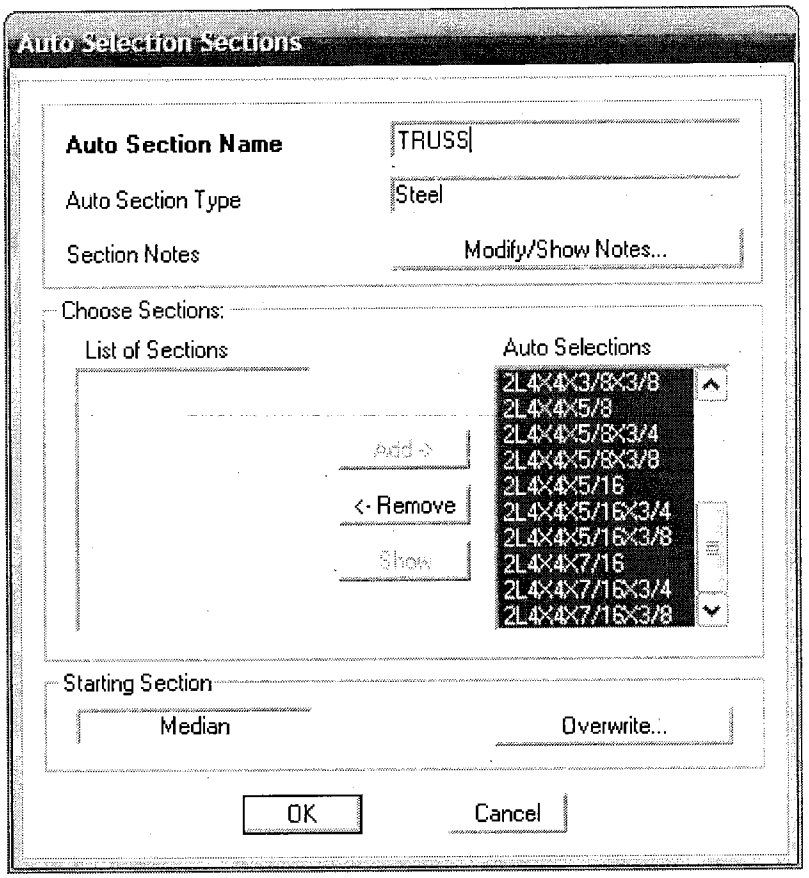
H. Click nút **OK**, và sau đó click nút **OK** trong hộp Double Angle Section để thêm thép góc vào danh sách vùng Properties trong hộp thoại Frame Properties.

I. Click nút **Add New Property** và hộp thoại Add Frame Section Property sẽ xuất hiện.

J. Trong danh sách kéo xuống Frame Section Property Type chọn *Steel.*

K. Click nút **Auto Select List** sẽ xuất hiện hộp thoại Auto Selection Sec-tions như hình 4.10.

L. Gõ **TRUSS** trong Auto Section Name.



Hình 4.10: *Hộp thoại Auto Selection Sections*

M. Xác nhận *2L4X4X1/2* trong List of Sections, và click để bôi đen nó

Tiếp tục trong danh sách cho tới khi tới thép góc cuối cùng, *2L4X4X7/16X3/8*, và giữ phím shift để chọn tất cả.

N. Kích nút **Add** để di chuyển danh sách trong hộp thoại Auto Selections sang bên phải.

Kích nút **OK** và sau đó click nút **OK** để chấp nhận những thay đổi trong hộp thoại Frame Properties và tự động thêm TRUSS vào trong danh sách Properties.

Bước 4: Thêm đối tượng khung

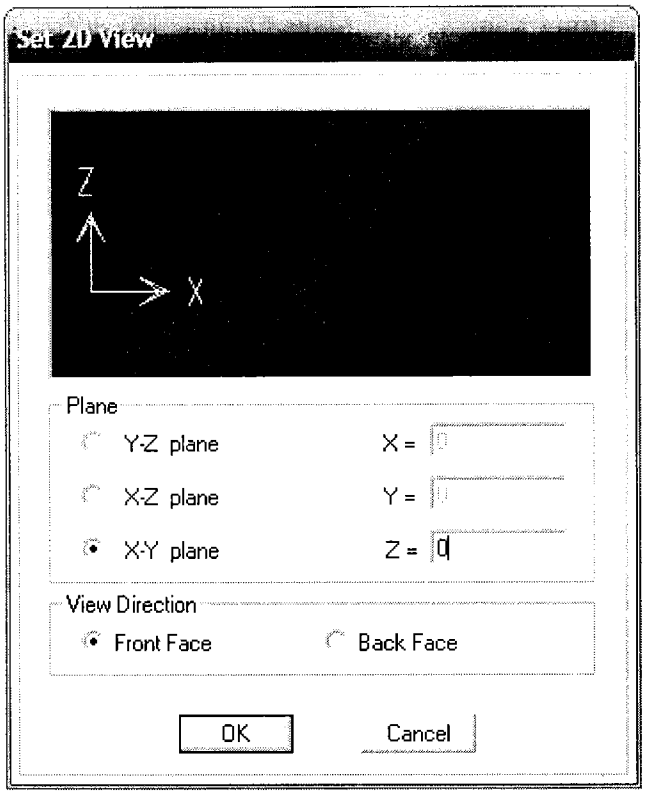
Trong bước này phần tử khung được nhập mặt cắt TRUSS, sử dụng các lệnh trong menu **Edit**.

Vẽ phần tử khung

A. Click vào lệnh **View menu > Set 2D**

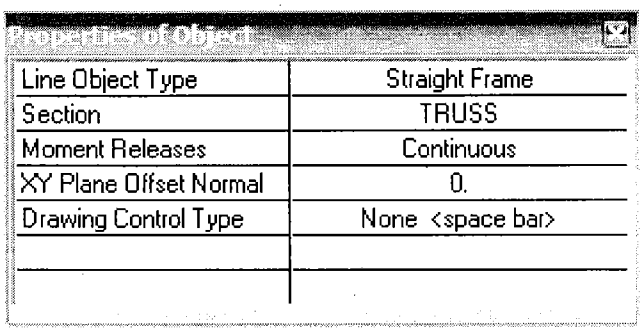
1. Click chọn tùy chọn *X-Y plane*.

2. Nhập **0** vào hộp Z = để chọn cao độ, và kích **OK**.



Hình 4.11: *Hộp thoại Set 2D View*

B. Click **Draw Frame/Cable/Tendon**



Line Object Type	Straight Frame
Section	TRUSS
Moment Releases	Continuous
XY Plane Offset Normal	0.
Drawing Control Type	None <space bar>

Hình 4.12: *Hộp thoại Properties Of Object*

Nếu hộp thoại Properties of Object bao che màn hình làm cho ta không nhìn thấy đối tượng được thì click vào thanh màu xanh trên hộp thoại và kéo lê nó đi.

C. Click vào danh sách kéo xuống của mục Section của hộp thoại Properties of Object form và kéo xuống đến vị trí *TRUSS*. Kích đơn vào để gán phần tử TRUSS cho đối tượng được vẽ.

D. Vẽ phần tử thanh dàn đầu tiên, click chuột trái lên khung nhìn ở mặt phẳng X-Y, và sau đó click một lần nữa vào góc phải ở xa cuối cùng trong cùng mặt phẳng

lưới dọc theo các đường nằm ngang giống nhau(x=18, y=0). Vị trí con trỏ được định vị tại góc dưới bên phải của giao diện. Một đường khung xuất hiện ở cả hai khung nhìn (mặt phẳng và 3D). Sau đó click vào định nghĩa điểm cuối của đối tượng khung.

Nếu bạn gặp lỗi khi vẽ đối tượng này, click nút **Slect Object**, để bỏ chế độ Draw và chuyển qua chế độ Select. Sau đó click lệnh **Edit menu > Undo Frame Add** và lặp lại mục B-D.

E. Lặp lại mục D, vẽ thêm một đối tượng thanh song song với đối tượng ban đầu từ (x=0, y=3.6) đến (x=18, y=3.6). Những kiểu đối tượng này là các thanh dưới của dàn. Click chuột phải để dừng vẽ.

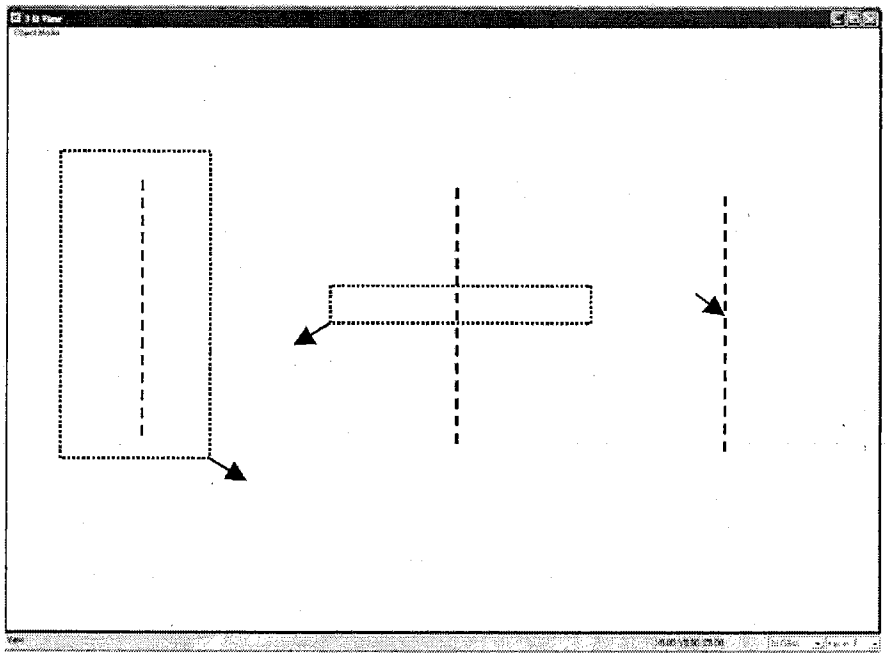
F. Click chuột trái tại (x=0, y=0) và sau đó tại (x=0, y=3.6) để vẽ thanh giằng ngang đầu tiên.

G. Click nút **Select Object**, hoặc nhấn phím Esc trên bàn phím để thoát lệnh **Draw Frame/Cable/Tendon**

Sao chép đối tượng

Đảm bảo rằng chương trình đang ở chế độ Select.

A. Chọn phần tử thanh giằng giữa các thanh giằng dọc bằng cách click chuột trái trực tiếp lên đối tượng, hoặc click chuột trái lên bên phải của đối tượng, giữ và kéo chuột trái xuống, và kéo chuột qua các phần tử. Xem hình 4.13 cho tùy chọn lựa chọn.



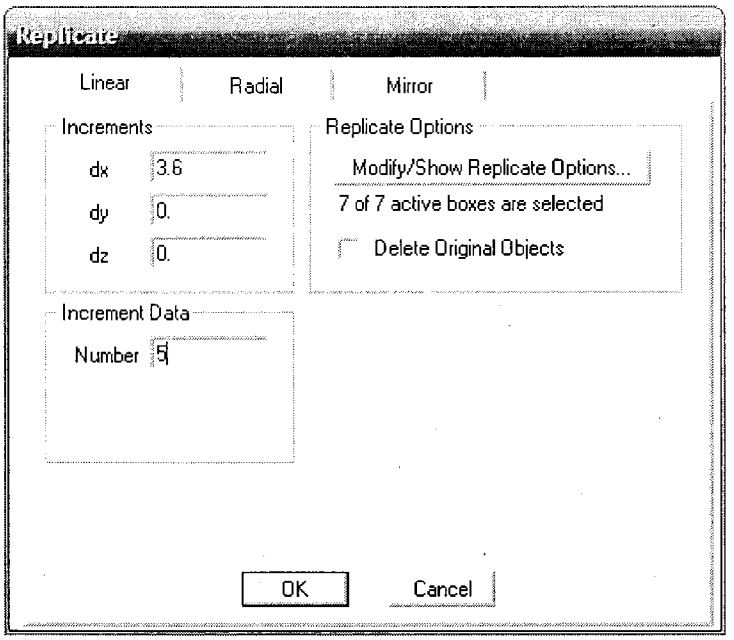
Hình 4.13: *Graphical Selection Options*

B. Click lệnh **Edit menu > Replicate** vào hộp thoại như hình 4.14.

C. Trên tab Linear, gõ **3.6** vào chỗ dx.

D. Gõ **5** vào hộp Number.

E. Click nút **OK**. Chú ý rằng các thanh giàn có thể sao chép tại mỗi mắt lưới khác nhau.



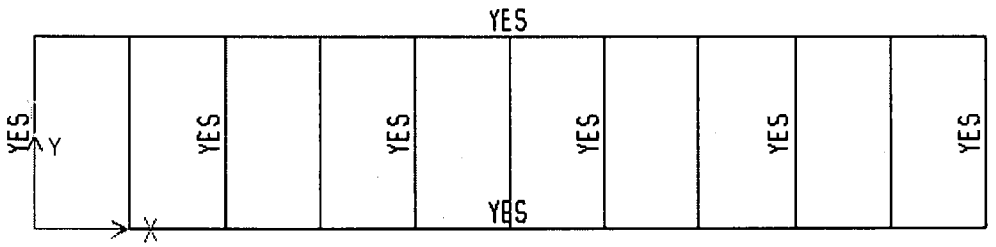
Hình 4.14: *Hộp thoại Replicate*

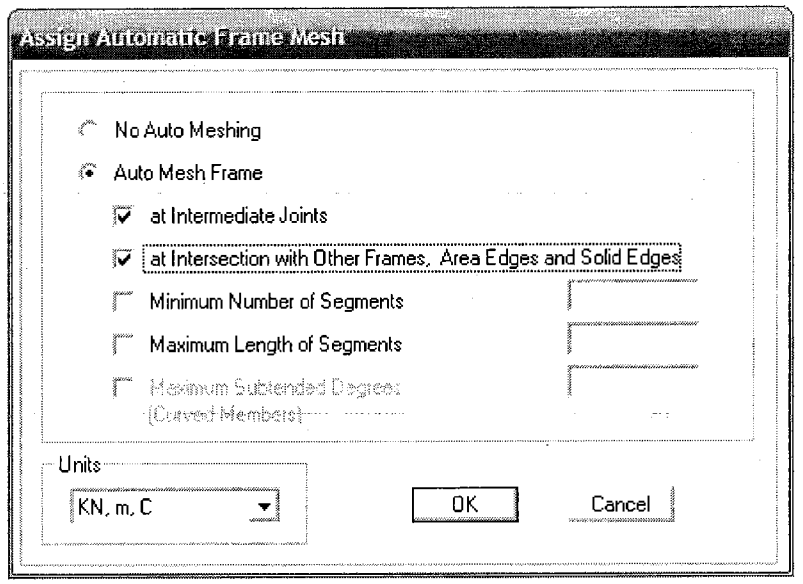
F. Click lệnh **Select menu > Select > Select Lines Parallel To > Click Straight Line Object** và click chuột trái lên cấu kiện dọc trục X. Lệnh này lựa chọn các thanh chèn khác song song nhau.

G. Click lệnh **Assign menu > Frame > Automatic Frame Mesh** để vào hộp thoại như hình 4.15. Chọn tùy chọn *Auto Mesh Frame* và đánh dấu chọn vào *at Intermediate Joints* và check vào *at Intersection with Other Frames...*, và click **OK**.

Sự kết nối này cũng thật sự cần thiết để kết nối giữa các thanh giàn với nhau và với các cấu kiện khác bởi vì các thanh giàn đã thiết lập là đơn lẻ về mặt "vật lý".

Lúc này các thanh xuất hiện chữ YES báo hiệu đã kết nối với nhau:





Hình 4.15: *Hộp thoại Assign Automatic Frame Mesh*

H. Click nút **Select All** hoặc dùng lệnh **Select menu > Select > All** để chọn tất cả các đối tượng hiện có trong mô hình.

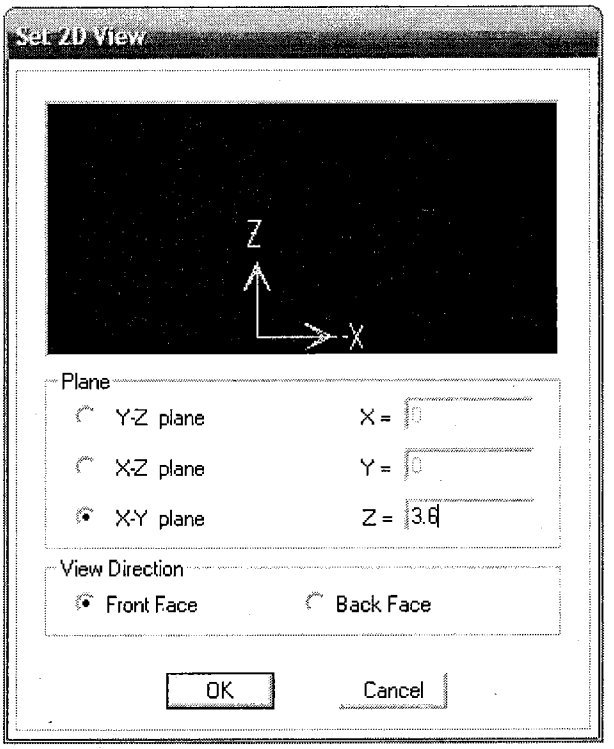
I. Click lệnh **Edit menu > Replicate** vào hộp thoại Replicate

1. Gõ **1.8** vào ô dx, **0** vào ô dy, và **3.6** vào ô dz.

2. Gõ **1** vào ô Number.

3. Click **OK** để chấp nhận những thay đổi.

Khung ở mặt phẳng dưới sẽ được chép lên mặt trên cách 1.8 m theo phương X.



Xén đối tượng

Chắc chắn rằng chương trình đang ở chế độ Select, và mặt phẳng X-Y là hiện hành.

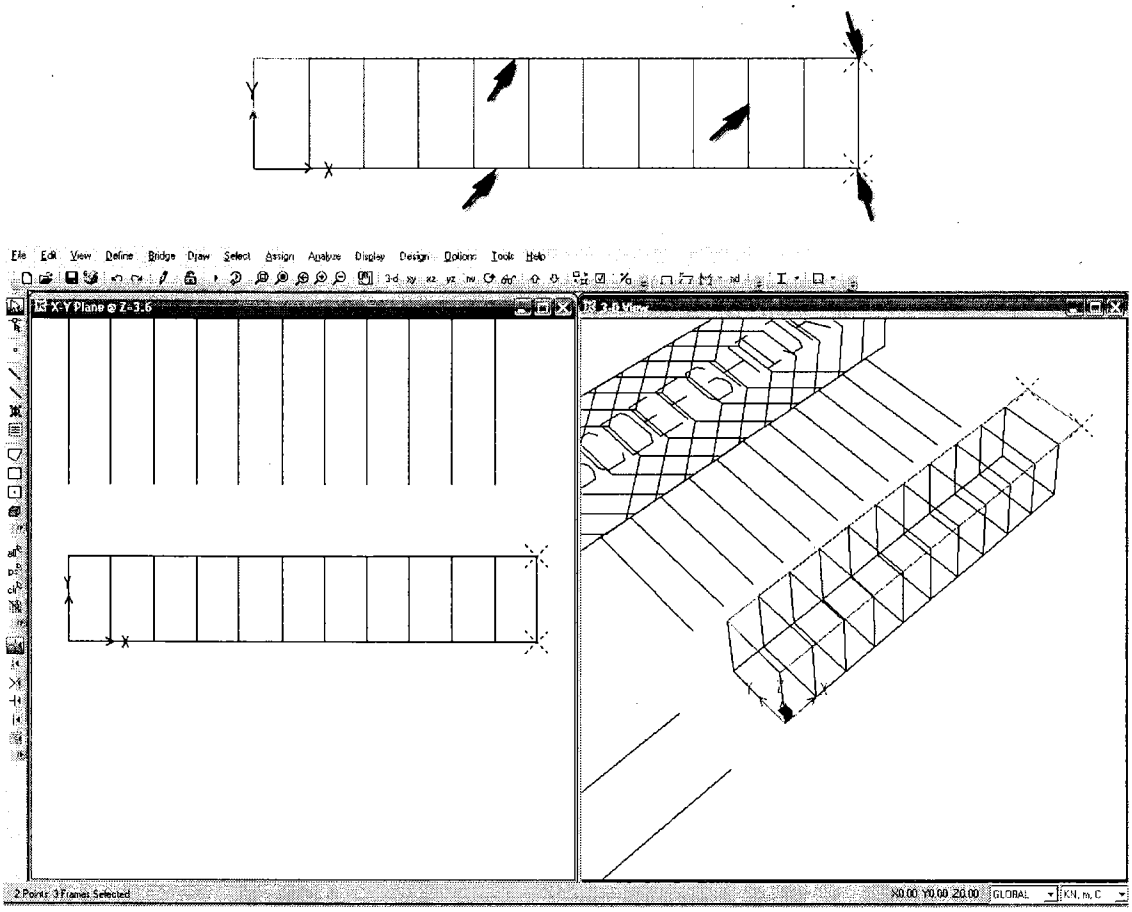
A. Click lệnh **View menu > Set 2D View**.

1. Trong hộp thoại Set 2D View click tùy chọn *X-Y plane* .

2. Gõ **3.6** vào Z= để hiển thị mặt phẳng nhìn tại phía trên và click **OK**.

B. Click lệnh **Assign menu > Clear Display of Assigns** để xóa các điểm chia Frame Subdivide.

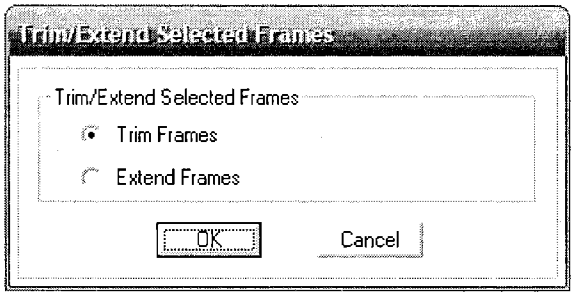
C. Click vào 2 thanh giằng, cấu kiện bên phải cuối cùng, và 2 đỉnh bên phải cuối cùng như hình 4.16. Đối tượng được chọn sẽ hiển thị như bên dưới:



Hình 4.16: *Select mode for Trim*

D. Click lệnh **Edit menu > Edit Lines > Trim/Extend Frames** để vào hộp thoại Trim/Extend Selected Frames.

1. Lựa chọn tùy chọn *Trim Frames*, và click **OK**.



Chọn tùy chọn Trim Frames sẽ cắt 2 thanh chống ngoài cùng của cấu kiện. Để xén 1 phần tử khung, chọn phần tử, chọn phần tử sử dụng làm vị trí xén, và chọn một điểm trên cạnh để xén.

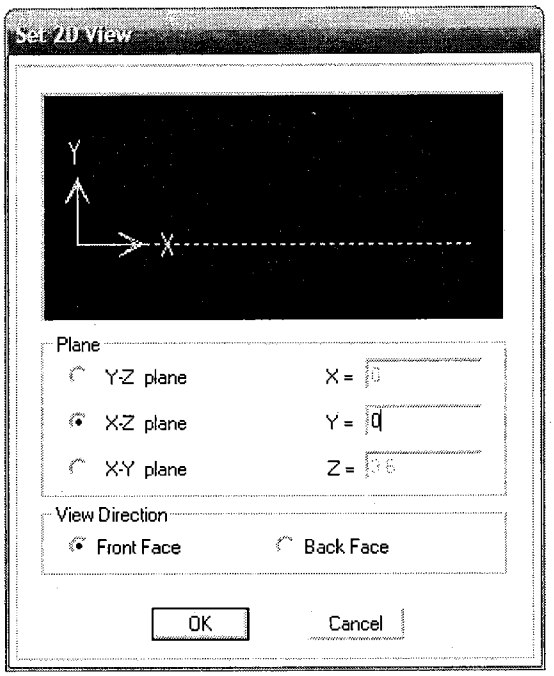
E. Click vào phần tử bên phải ngoài cùng và vào lệnh **Edit menu > Delete**, hoặc nhấn nút Delete trên bàn phím.

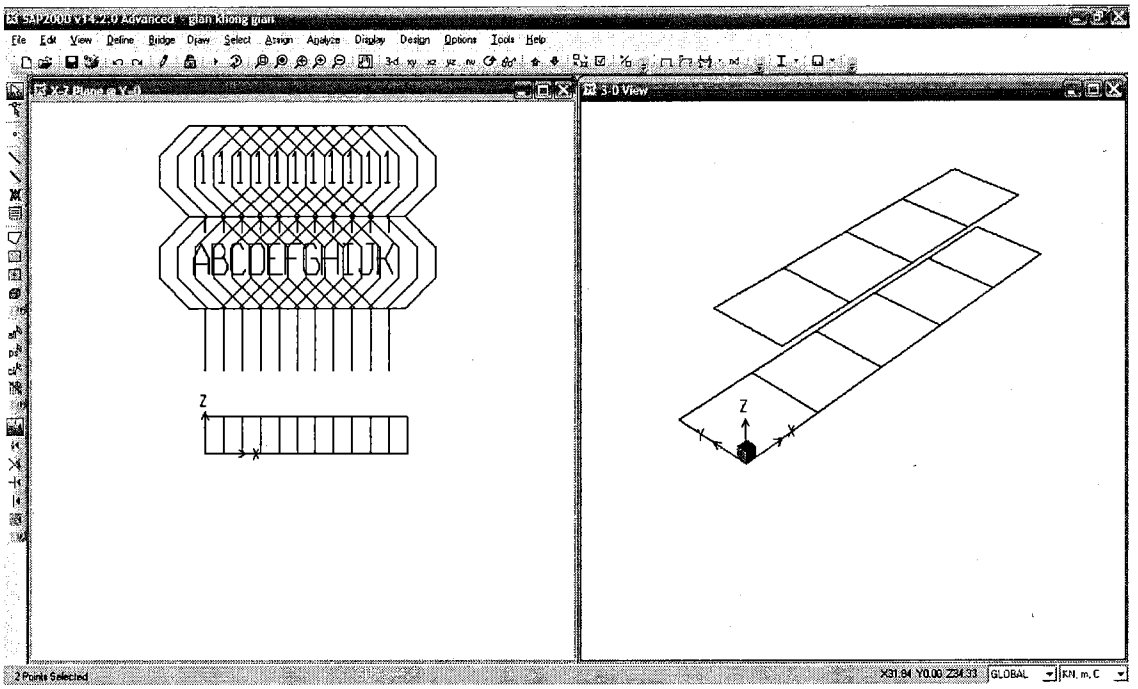
F. Đảm bảo rằng mặt phẳng nhìn là hiện hành và chọn lệnh **View menu > Set 2D View**.

2. Trong hộp thoại Set 2D View chọn tùy chọn *X-Z plane*.

3. Gõ **0** vào ô Y= và sau đó click **OK**.

Mô hình sẽ xuất hiện như hình 4.17.





Hình 4.17: *Mô hình sau khi thêm một mặt phẳng giàn.*

G. Click nút **Draw Frame/Cable/Tendon** button hoặc sử dụng lệnh **Draw menu > Draw Frame/Cable/Tendon**. Hộp thoại Properties of Object của khung sẽ hiển thị.

H. Đảm bảo rằng mục Section trong hộp thoại Properties of Object được thiết lập là *TRUSS*.

I. Vẽ phần tử thanh chéo, click chuột trái một lần lên mặt phẳng X-Z Plane để xem tại mặt phẳng X-Z, và click một lần nữa tại vị trí gần nhất của điểm trên và cuối của thanh chống (x=1.8, z=3.6). Click chuột phải, thêm một thanh chống xiên và click chuột trái tại điểm (x=3.6, z=0).

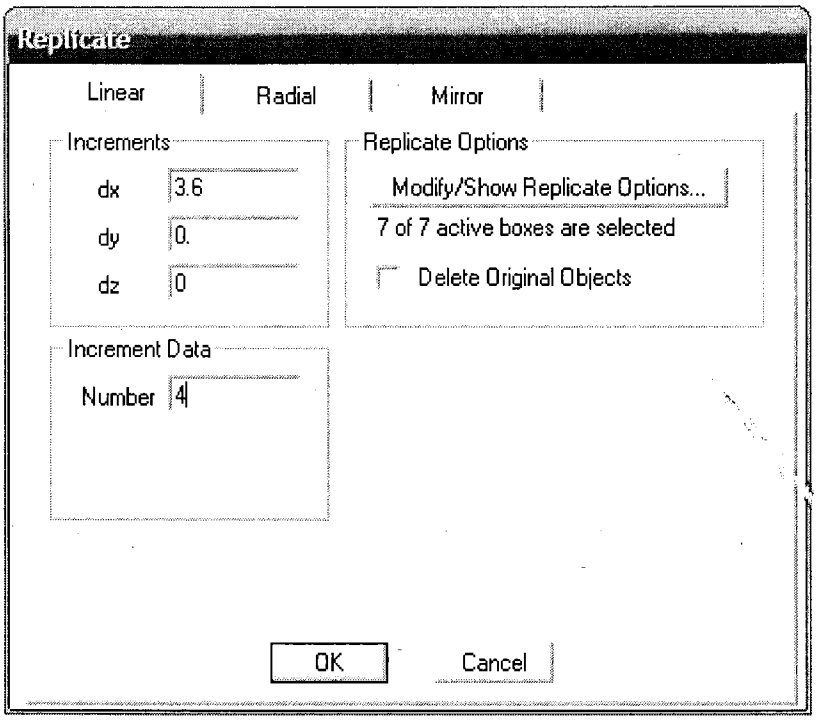
J. Bây giờ thanh xiên cho 1 nhịp đã được vẽ xong.

K. Click chuột phải và sau đó chọn nút **Select Object**, hoặc nhấn phím Esc trên bàn phím để thoát lệnh **Draw Frame/Cable/Tendon**.

Vẽ một hình chữ nhật lựa chọn từ phải sang trái để chọn hết 2 đường chéo. Xem hình 13 cho lựa chọn này.

L. Click lệnh **Edit menu > Replicate** để vào hộp thoại Replicate.

1. Gõ **3.6** vào hộp dx, **0** vào hộp dy, và **0** vào hộp dz.
2. Gõ **4** vào hộp Number.
3. Gõ **OK** để chấp nhận những thay đổi vừa nhập.



Tất cả các đường chéo của giàn đã được vẽ.

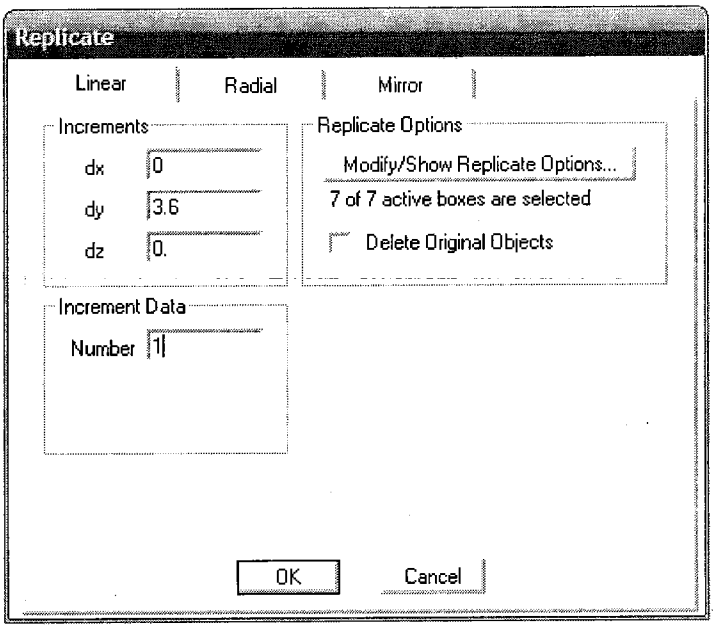
N. Vẽ một lựa chọn hộp chữ nhật từ phải sang trái để chọn tất cả các đường chéo.

O. Click lệnh **Edit menu > Replicate** để xuất hiện hộp thoại Replicate.

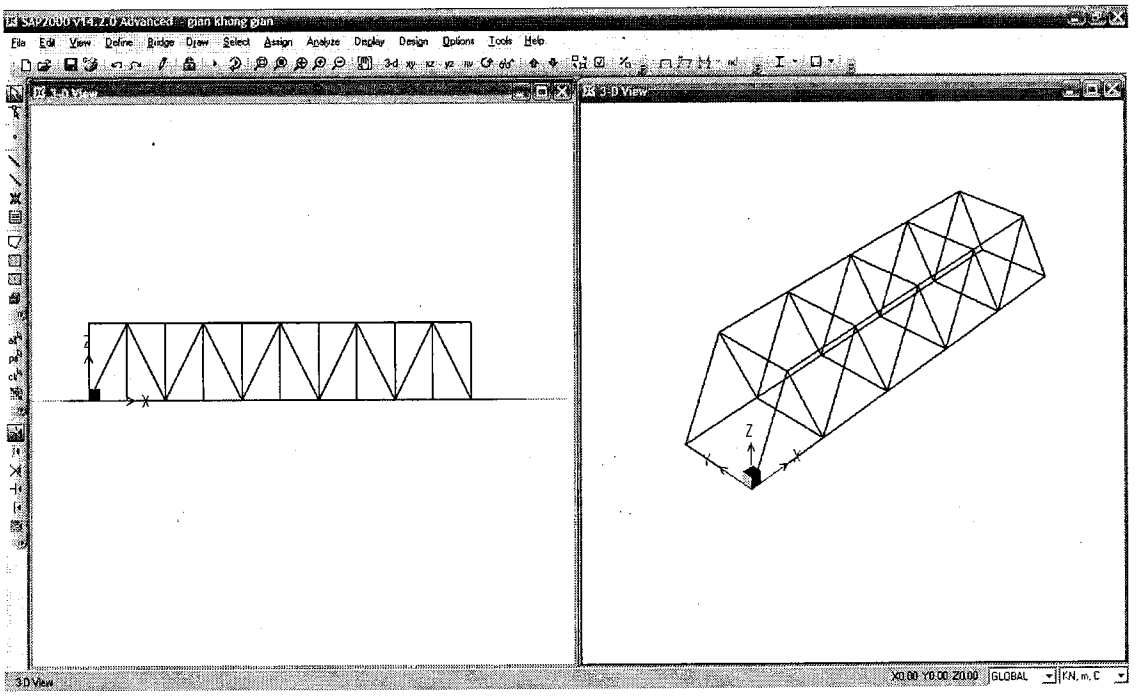
1. Trên tab Linear, gõ **0** vào ô dx, **3.6** vào ô dy, và **0** vào ô dz.

2. Nhập **1** vào ô Number.

3. Click **OK** để chấp nhận những thay đổi.



Mô hình sẽ xuất hiện như trong hình 4.18.



Hình 4.18: *Mô hình sau khi tất cả các phần tử khung đã được thêm vào.*

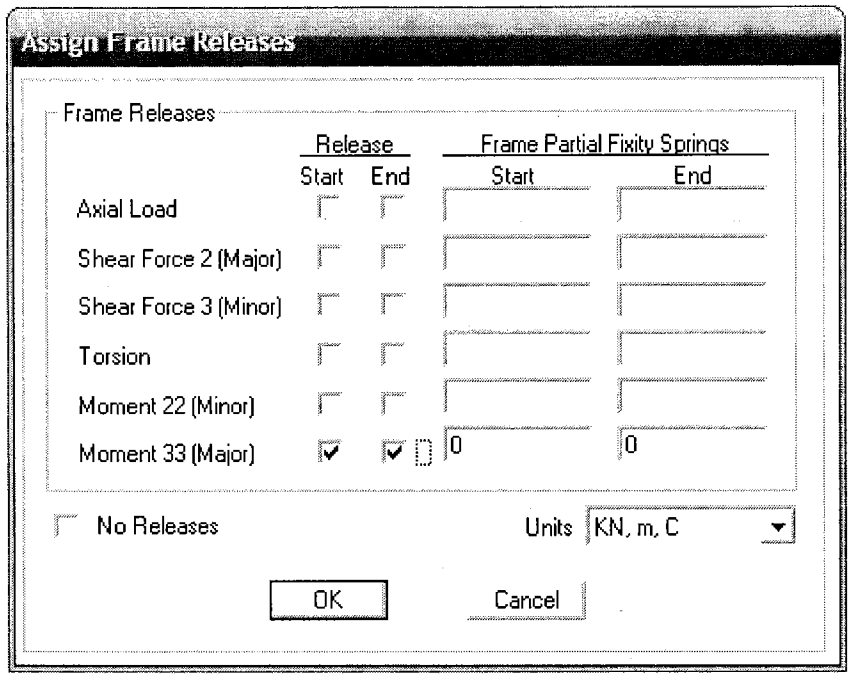
Khai báo điều kiện biên cho phần tử

Đảm bảo rằng chương trình đang ở chế độ Select, và mặt phẳng khung nhìn là X-Z.

A. Vẽ một khung chọn từ phải sang trái để chọn tất cả các thanh chéo.

B. Click lệnh **Assign menu > Frame > Releases/Partial Fixity** để vào hộp thoại như hình 4.19. Đánh dấu vào *Moment 33 (Major)* cho cả hai ô *Start* và *End* Releases.

Bằng cách bỏ thành phần mômen theo hướng chính, thanh chéo trong giàn sẽ là phần tử được giải phóng liên kết hai đầu.



Hình 4.19: *Hộp thoại Assign Frame Releases*

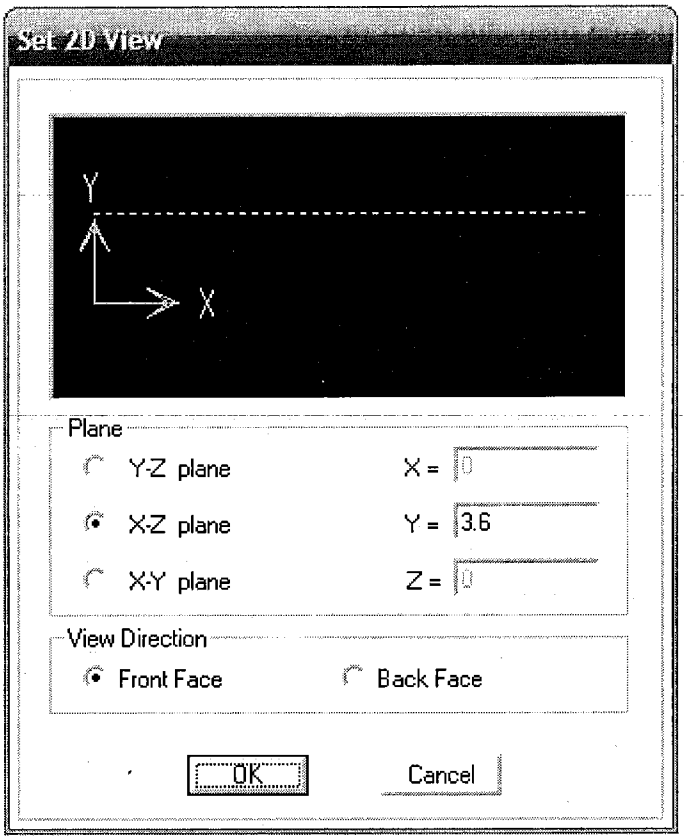
C. Click nút **OK** để chấp nhận những thay đổi và trở về chế độ Select

D. Click lệnh **View menu > Set 2D View**. Trong hộp thoại Set 2D View, click vào tùy chọn *X-Z plane* và nhập **3.6** vào ô Y= và lick **OK**. Hoặc có thể dùng nút **Move Up in List**.

E. Vẽ một hộp lựa chọn từ phải sang trái chọn tất cả các đường chéo.

F. Click lệnh **Assign menu > Frame > Releases/Partial Fixity** để vào hộp thoại Assign Frame Releases và chắc rằng đã đánh dấu chọn vào ô *Moment 33 (Major)* và cả hai ô *Start* và *End* Releases đã đánh dấu. Click nút **OK** để chấp nhận những thay đổi.

G. Click lệnh **Assign menu > Clear Display of Assigns** để xóa những điều kiện biên đã hiển thị.



Lưu mô hình

Trong toàn bộ quá trình mô hình, mô hình phải thường xuyên lưu lại. Chúng ta cũng có thể lưu mô hình ở cùng một tên hoặc với các tên khác nhau để sử dụng cho các giai đoạn khác nhau khi cần

A. Click lệnh **File menu > Save,** hoặc nhấn nút **Save**, để lưu mô hình. Nhập thư mục mà bạn muốn lưu mô hình.

Trong ví dụ này ta lưu với tên là Truss.

Bước 5: Thêm đối tượng kiểu diện tích

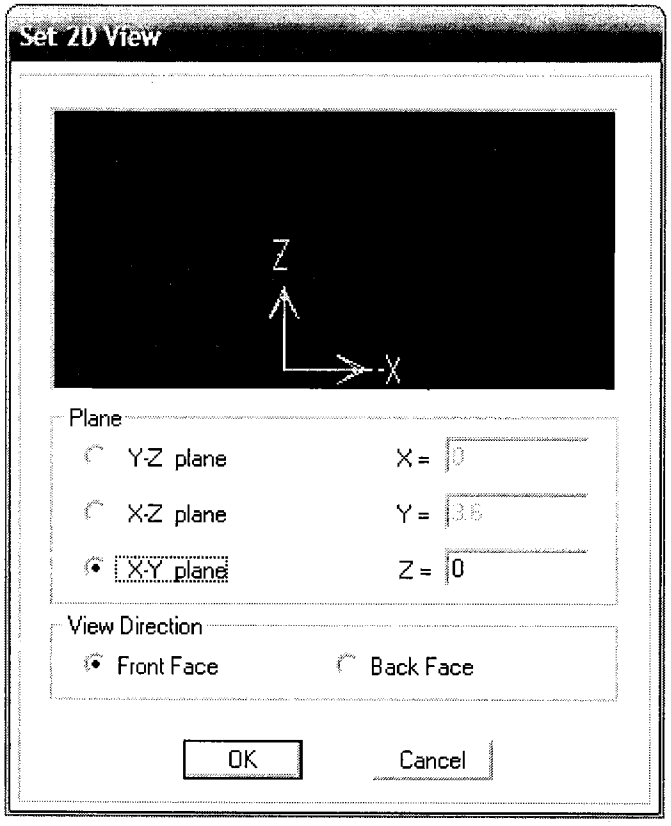
Trong bước này, bản mặt cầu hình chữ nhật được thêm vào mô hình.

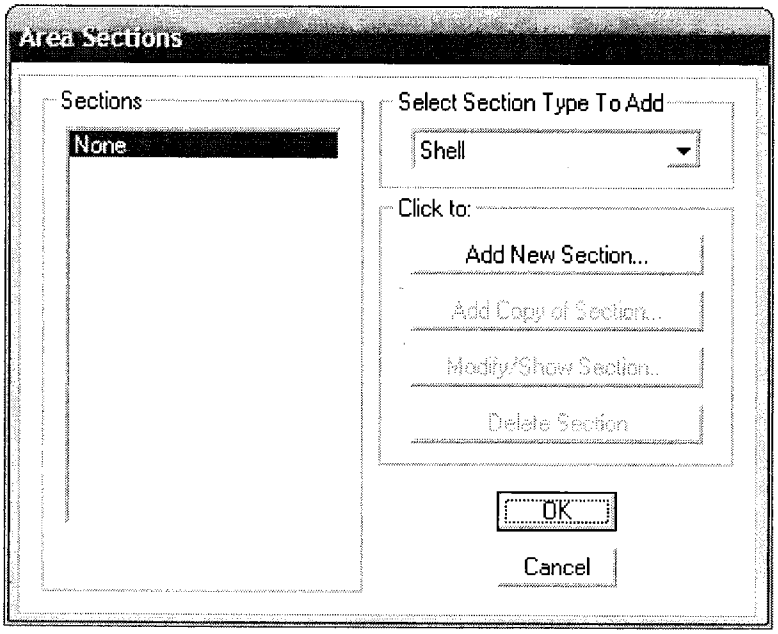
Định nghĩa mặt cắt diện tích

Đảm bảo rằng đang ở khung nhìn X-Z. Bây giờ chuyển sang chế độ xem mặt bằng, và định nghĩa tính chất cho bản mặt cầu.

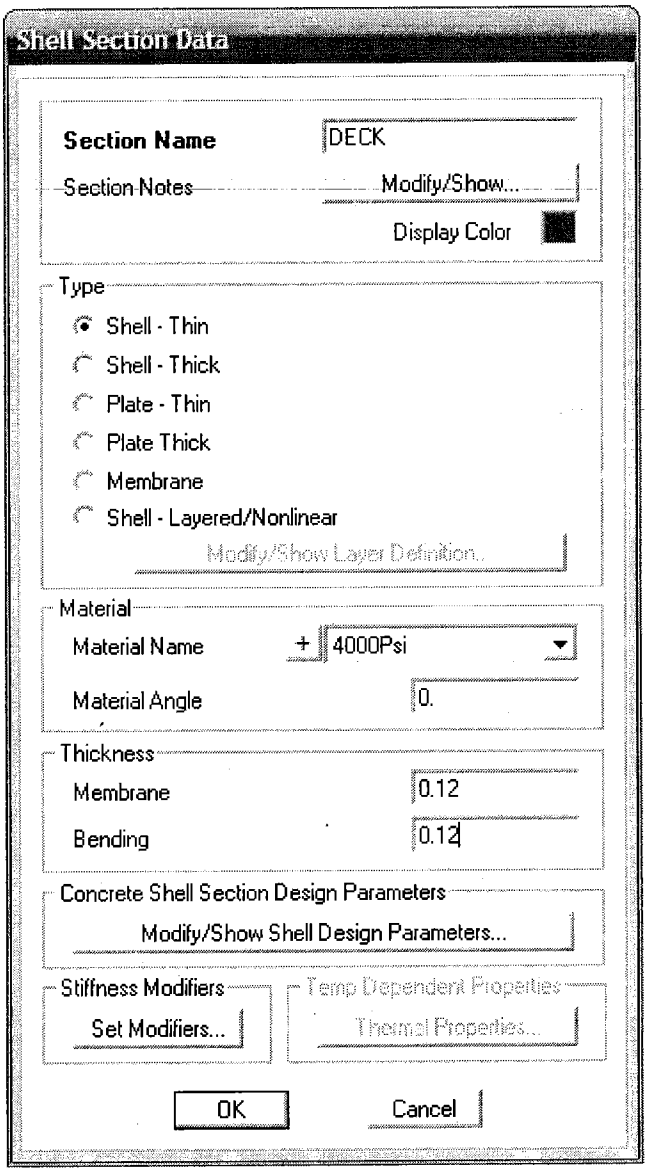
A. Click lệnh **View menu > Set 2D View**. Trong hộp thoại Set 2D View, click vào tùy chọn *X-Y plane*, nhập **0** vào ô Z = và click nút **OK**.

B. Click lệnh **Define menu > Section Properties > Area Sections**. Hộp thoại Area Sections sẽ xuất hiện.





C. Đảm bảo rằng đã lựa chọn kiểu đối tượng thêm vào là *Shell*. Click nút **Add New Section**. Hộp thoại Shell Section Data xem như trong hình 4.20.



Hình 4.20: *Hộp thoại Shell Section Data*

Nhập **DECK** vào ô Section Name.

1. Nhập Material Name là *4000Psi* cho tên của vật liệu kiểu diện tích. Click lên nút + sẽ hiển thị hộp thoại Define Materials, ta sẽ định nghĩa tính chất vật liệu trong hộp thoại này.

2. Nhập Thickness (cả hai Membrane và Bending) là **0.12** cho ta bề dày bản mặt cầu là 12 cm.

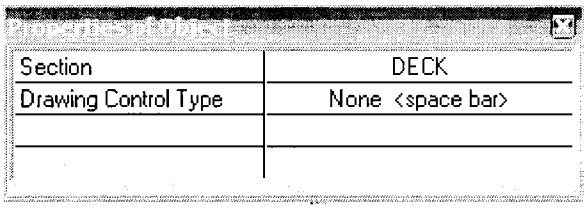
3. Bằng việc định nghĩa, đối tượng Shell bao gồm cả hai Membrane và Bending.

4. Click nút **OK** và sau đó click nút **OK** trong hộp thoại Area Sections để hoàn thiện sự định nghĩa bản mặt cầu.

Vẽ đối tượng kiểu diện tích

Đảm bảo rằng mặt phẳng X-Y với @ Z=0 đang hiển thị. Ta vẽ đối tượng kiểu diện tích theo những bước bên dưới.

A. Click nút **Draw Poly Area**, hoặc vào lệnh **Draw menu > Draw Poly Area**. Hộp thoại The Properties of Object popup Sẽ hiển thị như trên hình 4.21. Đảm bảo rằng mục Section trong hộp thoại này được thiết lập là *DECK*. Nếu nó không có, click và kéo xuống trong danh sách Section để chọn *DECK* từ trong danh sách.



Hình 4.21: *Hộp Properties Of Object*

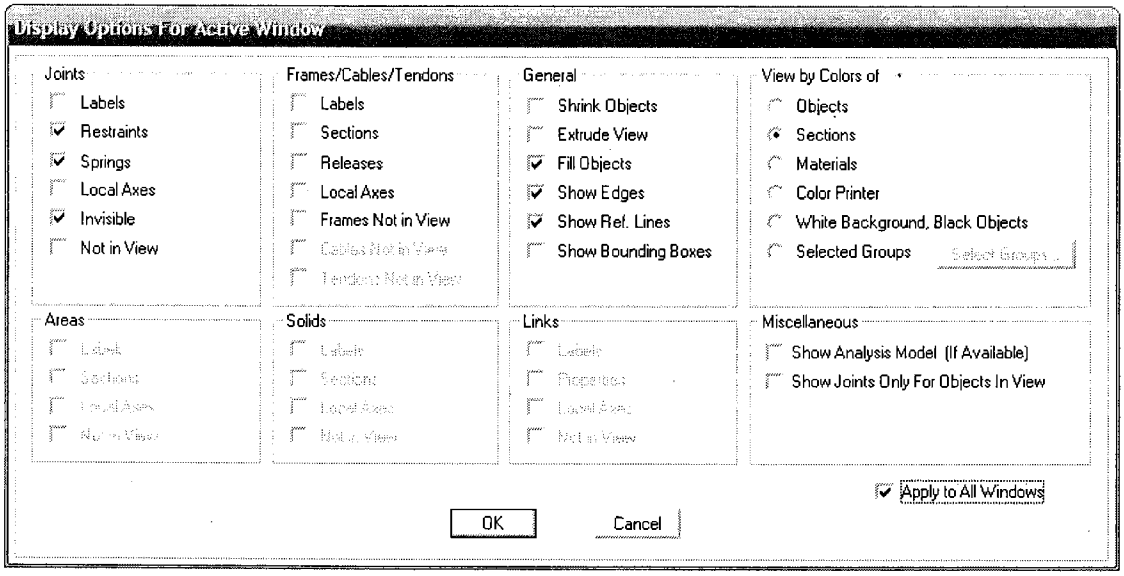
B. Check vào lệnh **Snap to Points and Grid Intersections**. Lệnh này nhằm mục đích vẽ chính xác đối tượng diện tích.

C. Click một điểm (x=0,y=0). Sau đó di chuyển cùng chiều kim đồng hồ vòng quanh mô hình, click một điểm trên đối tượng để vẽ đường phác họa cho bản mặt cầu: (x=0,y=3.6), (x=18,y=3.6) và (x=18,y=0).

D. Nhấn phím Enter trên bàn phím để dừng vẽ.

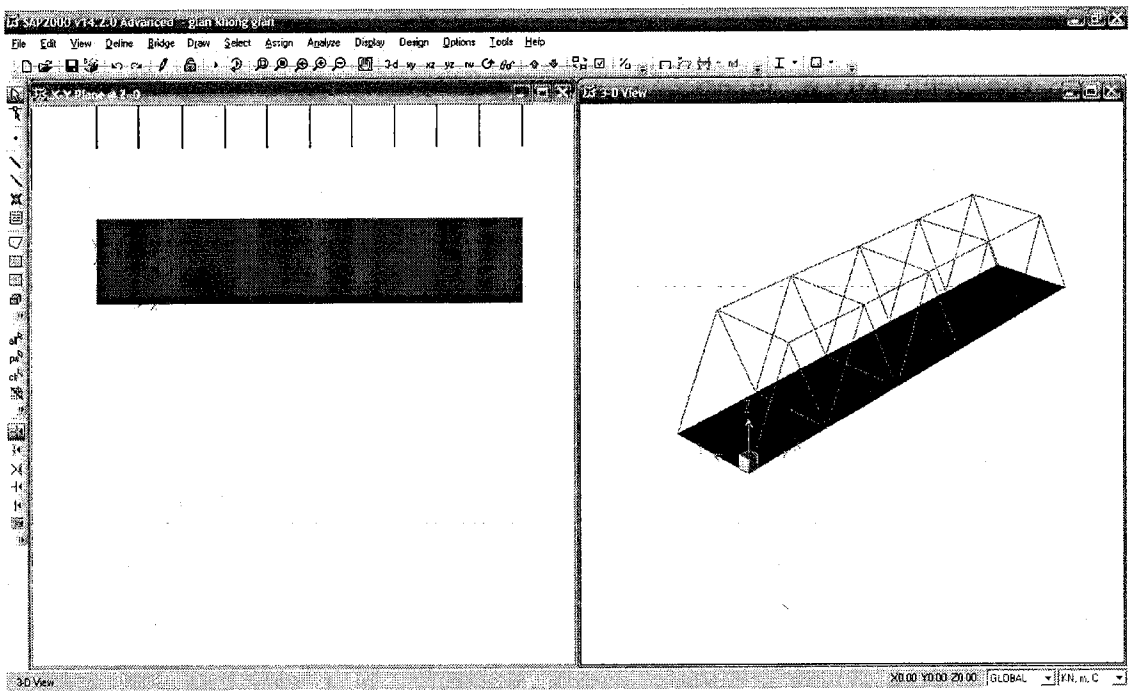
E. Click nút **Select Object**, hoặc nhấn phím Esc trên bàn phím để thoát lệnh **Draw Poly Area**.

F. Để xem bản mặt cầu thêm vào được tốt hơn, click nút **Set Display Options**, hoặc vào lệnh **View menu > Set Display Options**. Khi hộp thoại xuất hiện, đánh dấu vào ô *Fill Objects* và đánh dấu vào ô *Apply to All Window,* như trong hình 4.22.



Hình 4.22: *Hộp thoại Display Options for Active Window*

G. Click **OK** để chấp nhận các thay đổi, và bây giờ mô hình sẽ xuất hiện như trong hình 4.23.



Hình 4.23: *Mô hình sau khi đối tượng đã được vẽ*

Nối các đối tượng diện tích

Để mô hình ở mặt phẳng X-Y tại @ Z=0. Bây giờ các đối tượng diện tích sẽ được nối lại với nhau như các đối tượng khung trước đây.

A. Click chuột phải lên bất kỳ nơi nào trên diện tích vừa khai báo để xuất hiện hộp thoại Object Model_– Area Information như trong hình 4.24.

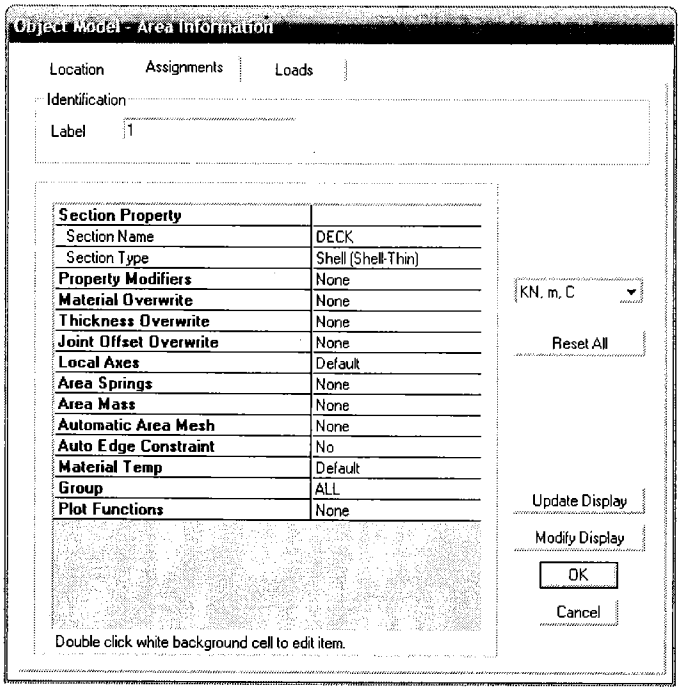
B.Click lên tab Assignments trên hộp thoại Object Model – Area Information.

C. Click đúp vào ô hiệu chỉnh vùng Automatic Area Mesh để hiển thị hộp thoại Assign Automatic Area Mesh như hình 4.25.

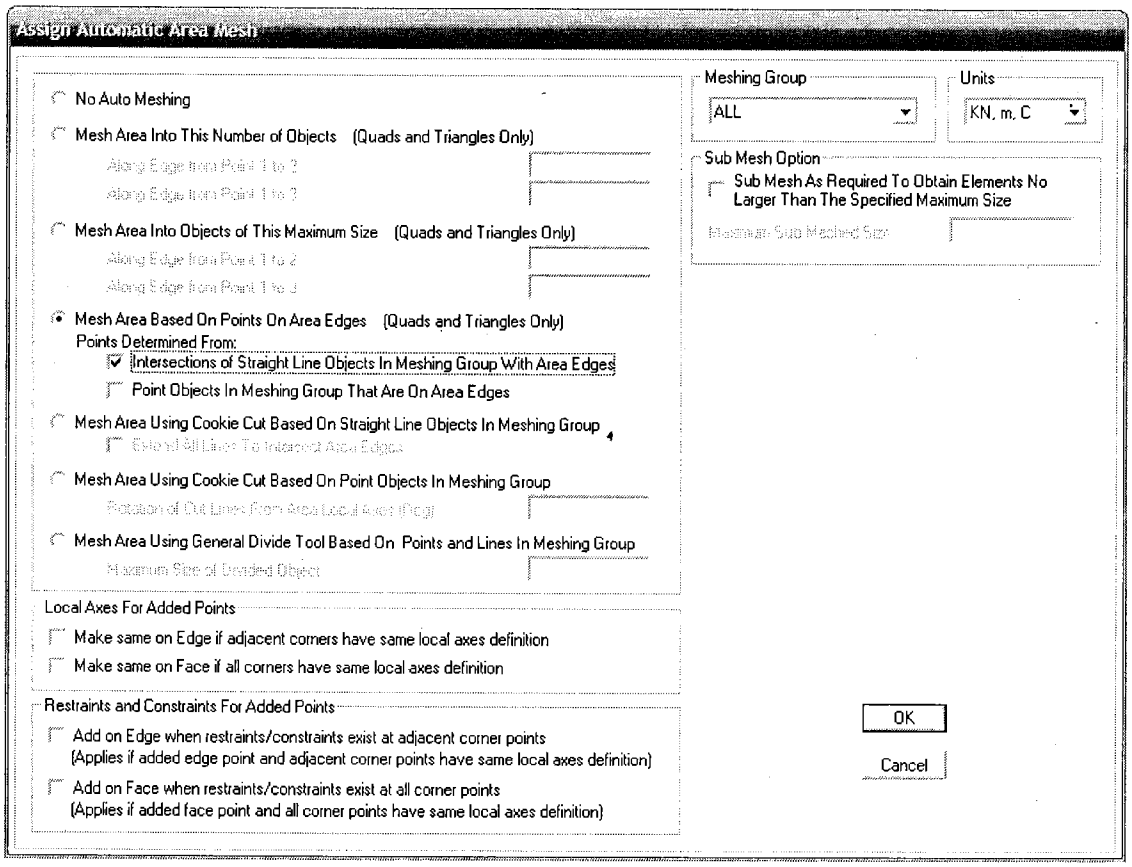
D. Lựa chọn tùy chọn *Mesh Area Based On Points On Area Edges*.

E. Đánh dấu chọn vào ô *Intersections of Straight Line Objects In Meshing Group With Area Edges*

Vùng diện tích ta vẽ như một bản mặt cầu này là một đối tượng riêng lẽ, nhưng nó cần phải nối nó lại với các cấu kiện khác để phân tích. Quá trình nối, nó không giống như chia cắt, nó không tạo ra đối tượng mới. Nếu lệnh **Edit menu > Edit Areas > Divide Areas** được sử dụng thì phần tử mới sẽ được tạo.



Hình 4.24: *Hộp thoại Object Model –Area Information*



Hình 4.25: *Hộp thoại Assign Automatic Area Mesh*

F. Click nút **OK** và sau đó click tiếp vào nút **OK** trên hộp thoại Object Model – Area Information để hoàn thành vùng diện tích được nối lại.

Bước 6: Thêm liên kết

Trong bước này, gối cầu sẽ được định nghĩa. Phải để ở chế độ hiển thị là mặt phẳng X-Y @ Z=0 , và chương trình đang ở chế độ Select.

A. Click lên 2 điểm bên phải của hai thanh đầu giàn.

B. Click lệnh **Assign menu > Joint > Restraints** vào hộp thoại Joint Restraints như hình 4.26.

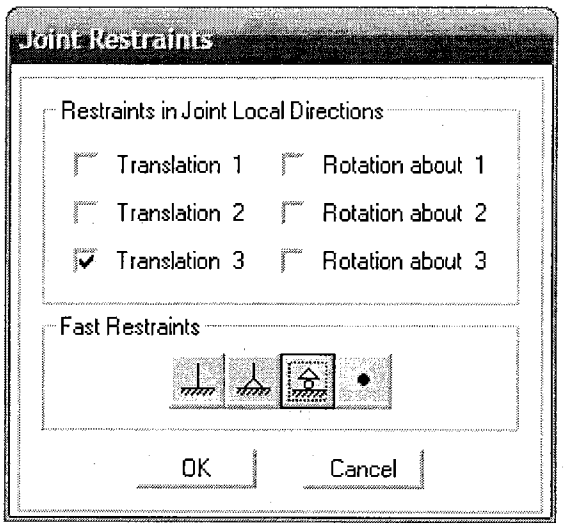
Click nút **Roller** để gán liên kết theo hướng cho 2 nút này. Click **OK** để chấp nhận liên kết đó:

Click lên 2 điểm bên trái của hai thanh đầu giàn.

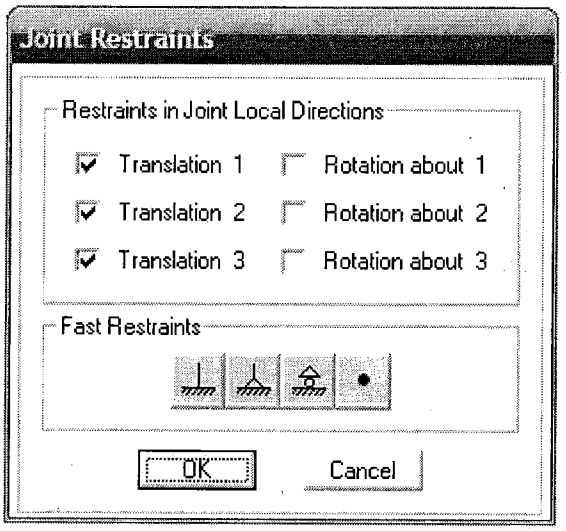
Click lệnh **Assign menu > Joint > Restraints** vào hộp thoại Joint Restraints như hình 4.26a.

C. Click nút **Pined** để gán liên kết theo hướng cho 2 nút này. Click **OK** để chấp nhận liên kết đó.

Click lệnh **File menu > Save**, hoặc nhấn nút **Save**, để lưu mô hình.



Hình 4.26: *Hộp thoại Joint Restraints*

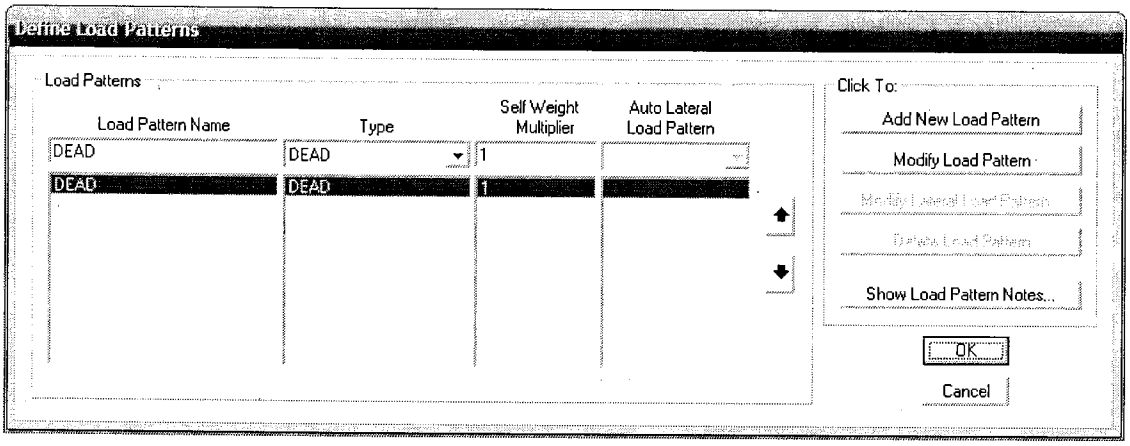


Bước 7: Khai báo mẫu tải trọng

Tải trọng dùng trong trường hợp này là tĩnh và hoạt tải tác dụng theo hướng trọng trường.

Trong ví dụ này, giả thiết trường hợp tĩnh tải bao gồm cả tải trọng bản thân của cầu, tức là đã thêm 10 pounds/foot (psf) (0.0005 MPa = 0.5 kN/m2) áp dụng cho bản mặt cầu. Tải trọng động là 100 psf (= 5 kN/m2) dùng cho bản mặt cầu

A. Click lệnh **Define menu > Load Patterns** để mở hộp thoại Define Load Patterns xem trong hình 4.27. Chú ý ở đây chỉ có một trường hợp tải trọng định nghĩa mặt định đó là tải trọng bản thân kết cấu (DEAD).



Hình 4.27: Hộp thoại Define Load Patterns

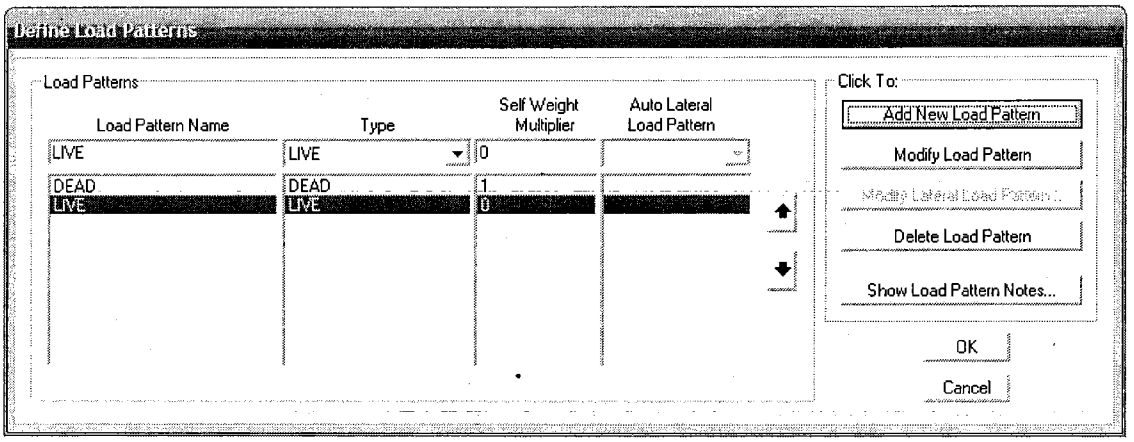
Chú ý rằng hệ số tải trọng bản thân bằng 1 là mặc định. Khi đó tải trọng bản thân sẽ tự động gán lên kết cấu.

Trong SAP2000 , có cả hai Load Patterns và Load Cases, và chúng khác nhau. Tuy nhiên, chương trình sẽ tự động tạo các trường hợp tải trọng phù hợp để phân tích.

B. Click vào hộp Load Pattern Name. Gõ tên của mẫu tải trọng mới, **LIVE**. Chọn một kiểu của tải trọng từ danh sách kéo xuống; trong trường hợp này, chọn *LIVE*. Phải chắc rằng đã nhập ở ô Self Weight Multiplier là 0. Click nút **Add New Load Pattern** để thêm trường hợp tải trọng LIVE vào trong danh sách tải trọng.

Hộp thoại Define Load Patterns hiển thị như hình 4.28. Click nút **OK** trên hộp thoại để chấp nhận những thay đổi mới khi định nghĩa tải trọng.

C. Click lệnh **Assign menu > Clear Display of Assigns** để loại bỏ các liên kết tại nút.



Hình 4.28: *Hộp thoại Define Load Patterns sau khi định nghĩa mẫu tải trọng động.*

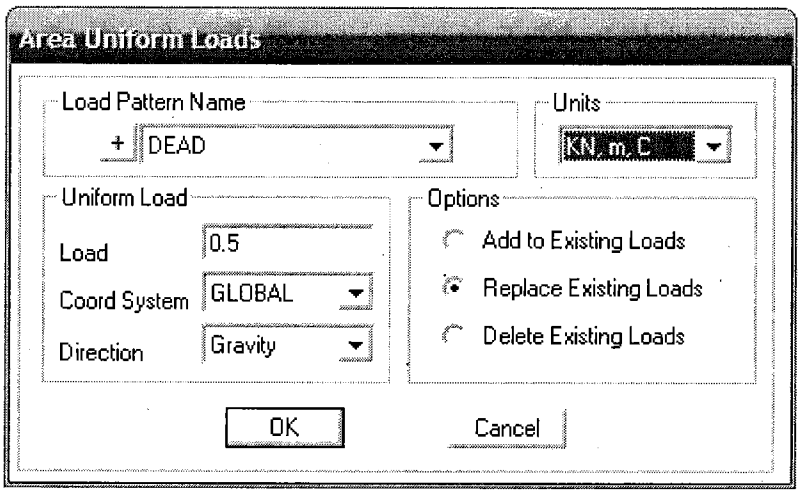
Bước 8: Khai báo tải trọng trọng trường

Trong bước này, tĩnh và hoạt tải sẽ đưa vào mô hình bằng 2 cách khác nhau. Đảm bảo rằng đang xem ở mặt phẳng X-Y và chương trình đang ở chế độ Select.

A. Click bất kỳ nơi nào trên bản mặt cầu. Thanh trạng thái phía bên góc trái sẽ chỉ "1 Areas, 4 Edges Selected" Nếu bạn gặp lỗi lựa chọn, click nút **Clear Selection**, và thử lại lần nữa.

Chọn lệnh **Assign menu > Area Loads > Uniform (Shell)** để vào hộp thoại Area Uniform Loads. Chọn *DEAD* từ danh sách kéo xuống của Load Pattern Name như trong hình 4.29. Click nút + sẽ xuất hiện hộp thoại Define Load Patterns, ở đây tải trọng có thể bị bỏ đi hay thêm vào.

1. Chọn *kN,m,C* từ danh sách kéo xuống của Units.
2. Gõ **0.5** trong hộp Load trong vùng Uniform Load



Hình 4.29: *Hộp thoại Area Uniform Loads*

Một lần nữa, nhớ rằng hướng trọng trường là ngược hướng với hướng của trục Z trong hệ tọa độ Global.

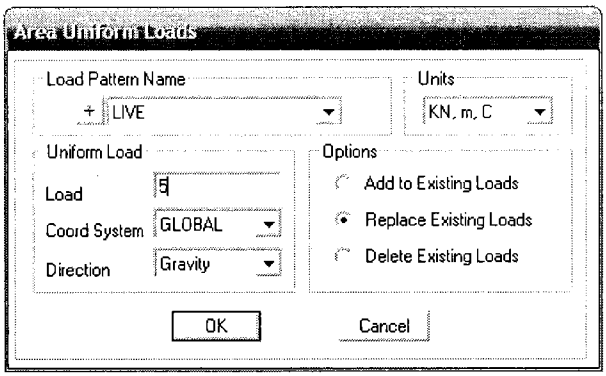
3. Click nút **OK** để chấp nhận tải tĩnh.

C. Click chuột phải ở bất kỳ nơi đâu sẽ hiển thị hộp thoại thông tin Object Model – Area Information và chọn tab Loads.

D. Click đôi vào hộp đối diện với mục Force/Area để hiển thị hộp thoại Area Uniform Loads. Chọn *LIVE* từ danh sách kéo xuống của Pattern Name.

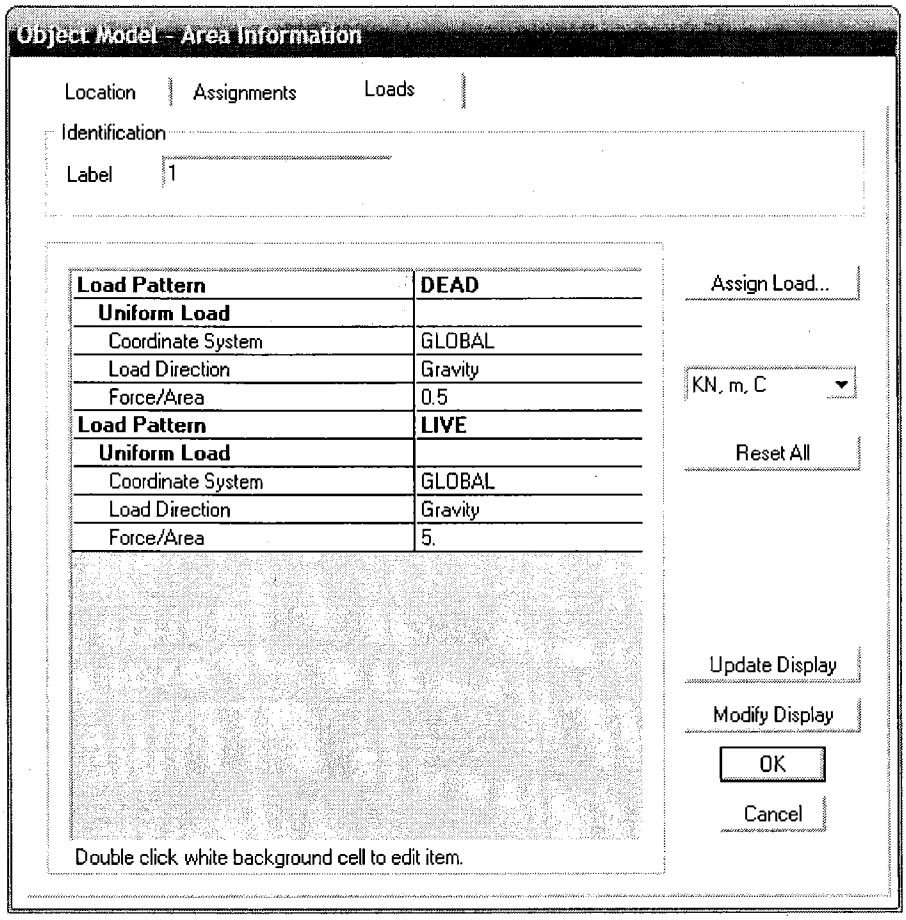
1. Chọn *kN,m,C* từ danh sách kéo suống của Units.

2. Gõ **5** vào hộp Load trong vùng Uniform Load.



3. Click nút **OK** để chấp nhận hoạt tải.

E. Click nút **OK** trong hộp thoại Object Model - Area Information.



F. Click lệnh **Assign menu > Clear Display of Assigns** để xóa những hiển thị của tải trọng đã gán

Bước 9: Khai báo Area Stiffness Modifiers

Trong bước này, tính chất màn mỏng của đối tượng diện tích sẽ được hiệu chỉnh cho phù hợp với bản mặt cầu. Đảm bảo rằng đang xem ở mặt phẳng X-Y và chương trình đang ở chế độ Select.

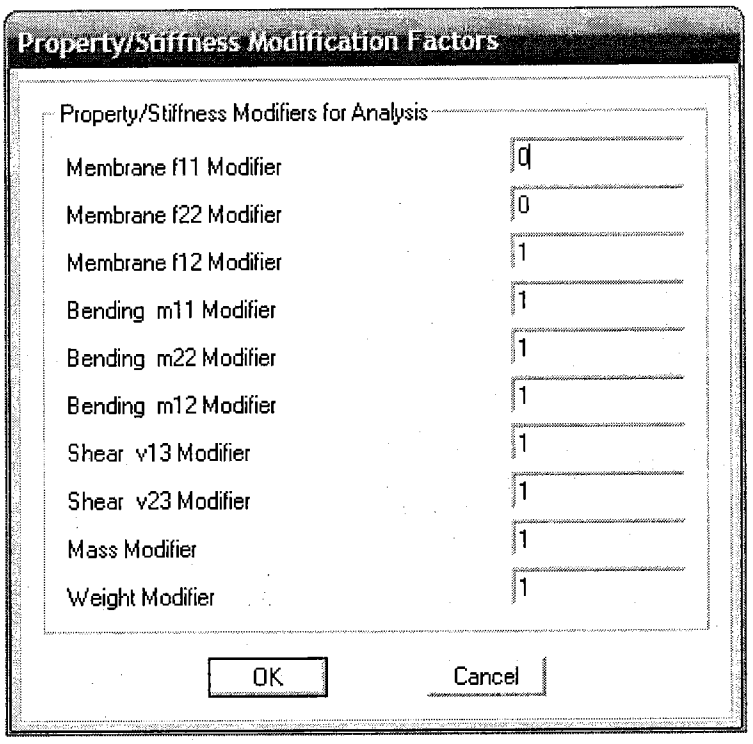
A. Click bất kỳ nơi nào trên đối tượng diện tích và chọn vào bản mặt cầu, hoặc click lệnh **Select menu > Get Previous Selection,** hoặc click nút **Get Previous Selection**. Tùy chọn này lựa chọn đối tượng bản mặt cầu.

B. Click lệnh **Assign menu > Area > Area Stiffness Modifiers** vào hộp thoại Property/Stiffness Modification Factors xem như trong hình 4.30.

1. Gõ **0** ở ô Membrane f11 Modifier.
2. Gõ **0** ở ô Membrane f22 Modifier.

Những thao tác này nhằm ngăn cản lực dọc trên bản mặt cầu.

Click OK để chấp nhận những hệ số đã gán



Hình 4.30: *Hộp thoại Property/Stiffness* ***Modification Factors***

C. Click lệnh **Assign menu > Clear Display of Assigns** để xóa những hiển thị của hệ số độ cứng.

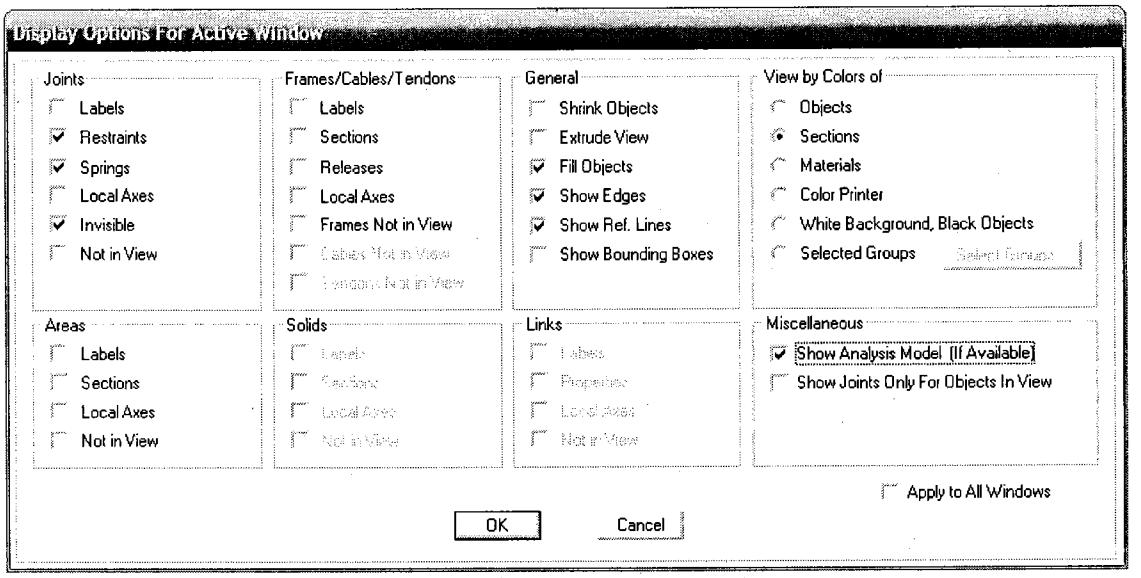
D. Để màn hình 3D hiển thị bằng việc click vào khung hiển thị màn hình 3D, và click lệnh **View menu > Show Grid**. Thao tác này làm tắt lưới hiển thị trên màn hình 3D.

E. Click lệnh **File menu > Save**, hoặc nhấn nút **Save**, để lưu mô hình.

Bước 10: Chạy phân tích

Trong bước này, mô hình phân tích sẽ được xem và chạy trong quá trình phân tích.

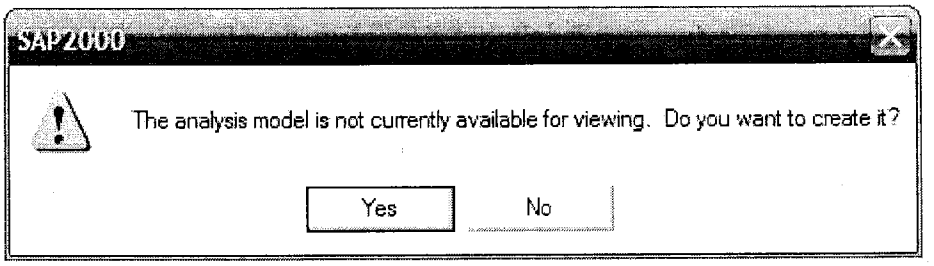
A. Click nút **Set Display Options**. Khi hộp thoại xuất hiện, đánh dấu chọn vào ô *Show Analysis Model* như trong hình 4.31.



Hình 4.31: *Hộp thoại Display Options for Active Window*

B. Click nút **OK** để chấp nhận những thiết lập.

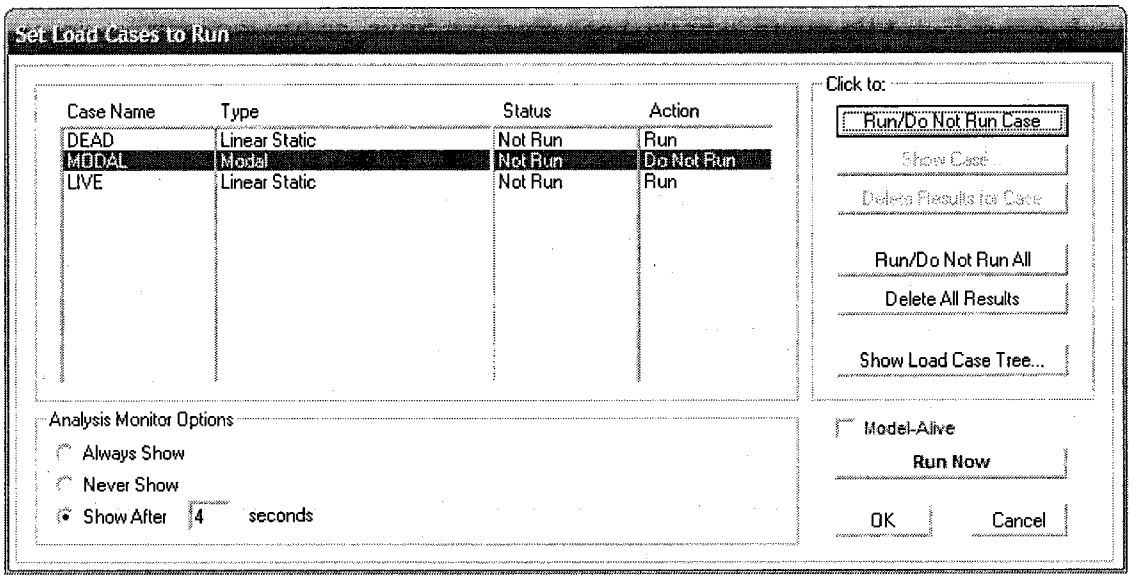
C. Nếu mô hình đã được phân tích thì một thông báo như hình 4.32 hiển thị.



Hình 4.32: *Thông báo phân tích Mô hình*

D. Click nút **Yes** để hiển thị mô hình phân tích. Chú ý rằng khi xem dưới dạng 3D trạng thái mô hình đã thay đổi qua Analysis Model. Đánh dấu moment để xác nhận những thông tin sẽ được xuất.

E. Click lệnh **Analyze menu > Run Analysis** hoặc nhấn nút **Run Analysis** , để vào hộp thoại Set Load Cases to Run xem như trong hình 4.33.



Hình 4.33: *Hộp thoại Set Load Cases to Run*

Chú ý rằng chương trình sẽ tự động định nghĩa 3 trường hợp tải trọng: DEAD, MODAL và LIVE dựa trên cơ sở những tải trọng mẫu đã định nghĩa trước đó.

1. Chọn *MODAL* từ danh sách Case Name.
2. Click nút **Run/Do Not Run Case** để thiết lập MODAL to *Do Not Run*, vì ý định của ta là chỉ chạy phân tích tĩnh.
3. Click nút **Run Now**.

Chương trình sẽ tạo ra mô hình phân tích, từ những thiết lập cơ bản của mô hình SAP2000 sẽ hiển thị một cửa sổ phân tích. Dữ liệu trong thanh cuộn lên xuống của cửa sổ chương trình. Những thông tin này ta có thể lấy lại sau này bằng cách vào lệnh **File menu > Show Input/Output Text Files** và chọn file có đuôi *.LOG*.

Khi quá trình phân tích hoàn thành, một thông báo hiện ra, đó là "ANALYSIS COMPLETE". Click **OK** để đóng cửa sổ phân tích. Chương trình tự động hiển thị chế độ xem hình dạng mô hình sau phân tích và mô hình đã được khóa. Muốn mở khóa trở lại ta vào nút **Lock/Unlock Model**. Khóa mô hình để chống lại những thay đổi trong mô hình sau phân tích cũng như để bảo vệ kết quả phân tích.

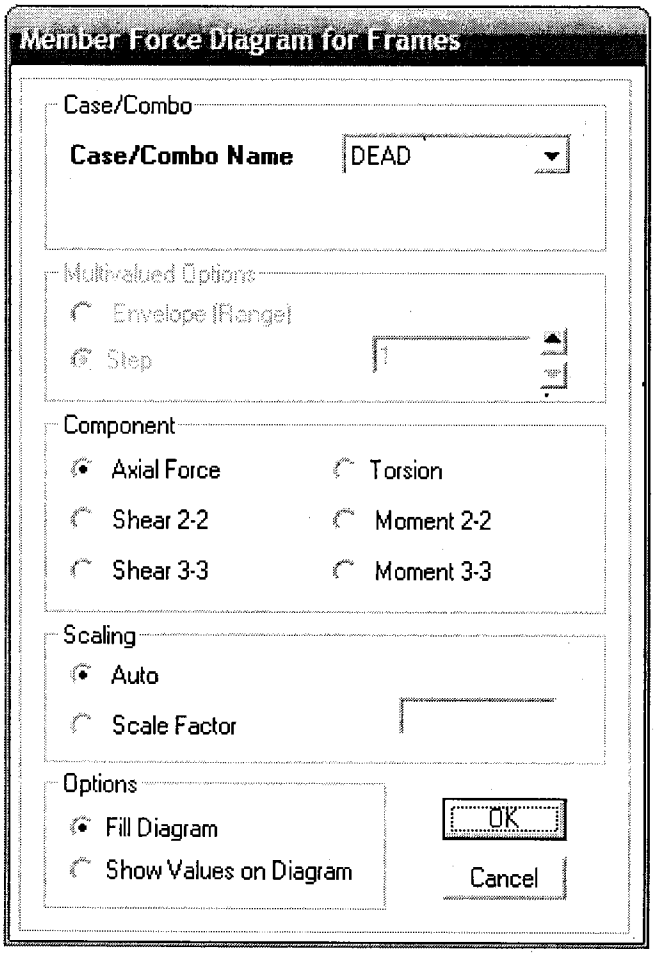
Bước 11: Xem kết quả dưới dạng đồ họa

Trong bước này, trình bày cách xuất các kết quả phân tích sẽ được hiển thị dưới dạng đồ họa.

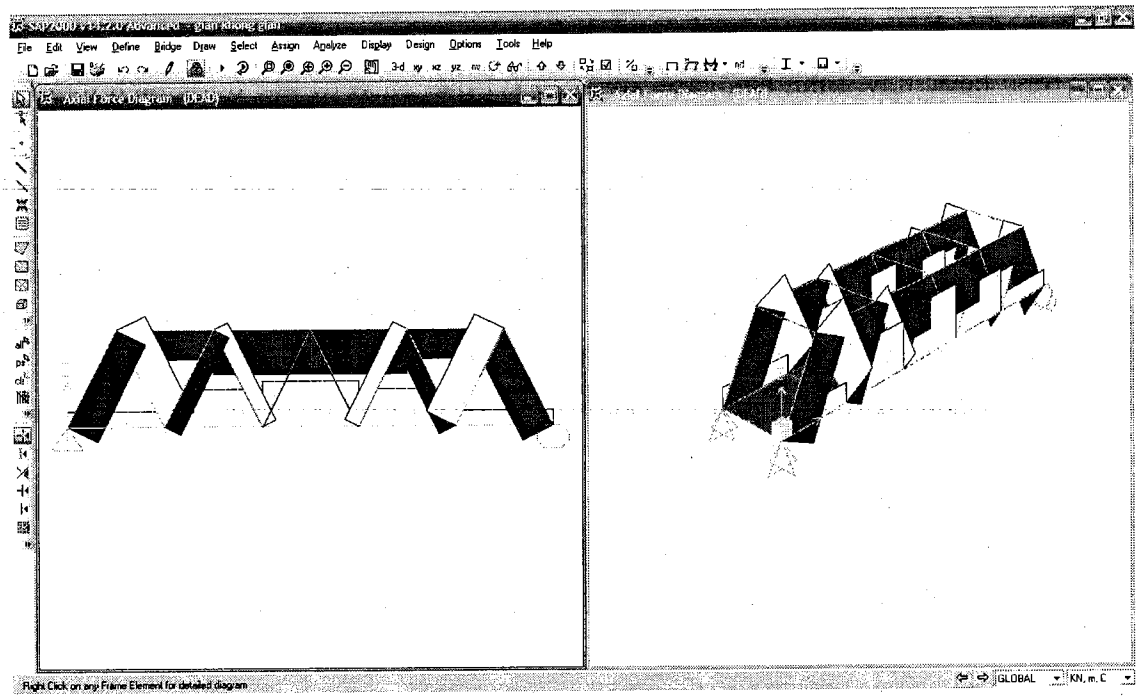
A. Cần chắc rằng đang ở mặt phẳng X-Y với @ Z=0 và sau đó click nút **XZ View** để thiết lập một cao độ hiển thị.

B. Click nút **Show Forces/Stresses > Frames/Cables** hoặc nhấn lệnh **Display menu > Show Forces/Stresses > Frames/Cables** để xem hộp thoại Member Force Diagram for Frames hiển thị như hình 4.34.

1. Chọn *DEAD* từ danh sách kéo xuống Case / Combo Name.
2. Chọn tùy chọn *Axial Force.*
3. Chọn tùy chọn *Auto* ở vùng Scaling.
4. Chọn tùy chọn *Fill Diagram.*
5. Click nút **OK** để xem biểu đồ lực dọc như trên hình 4.35.

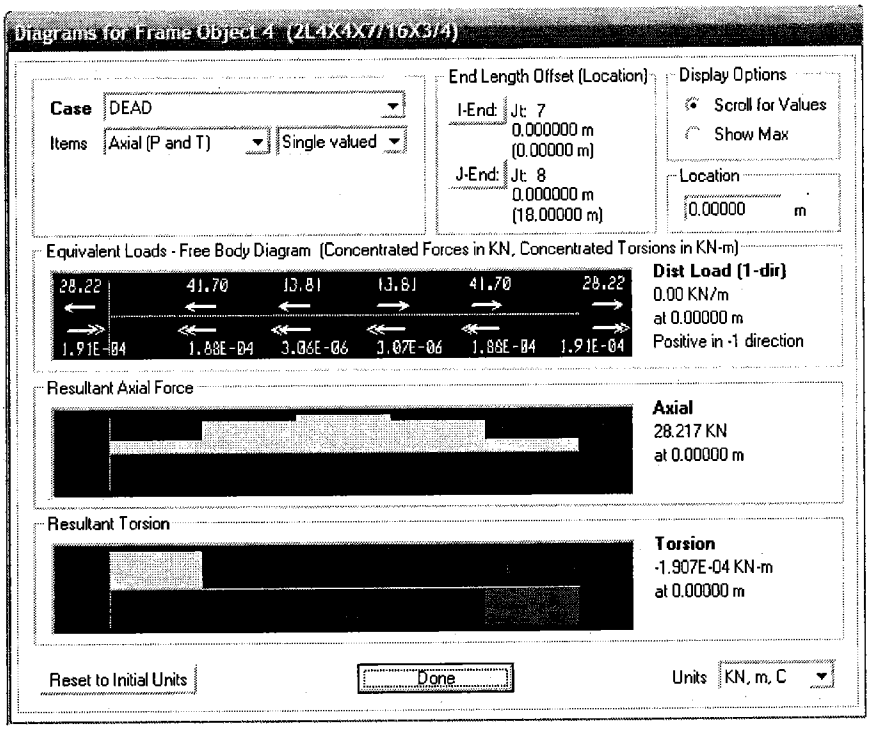


***Hình 4.34:** Hộp thoại Member Force Diagram for Frames*



Hình 4.35: *Biểu đồ lực dọc ở cao độ đang xem.*

C. Click chuột phải vào thanh giằng trên trong chế độ xem X-Z để vào hộp thoại Diagram for Frame Object như trên hình 4.36.



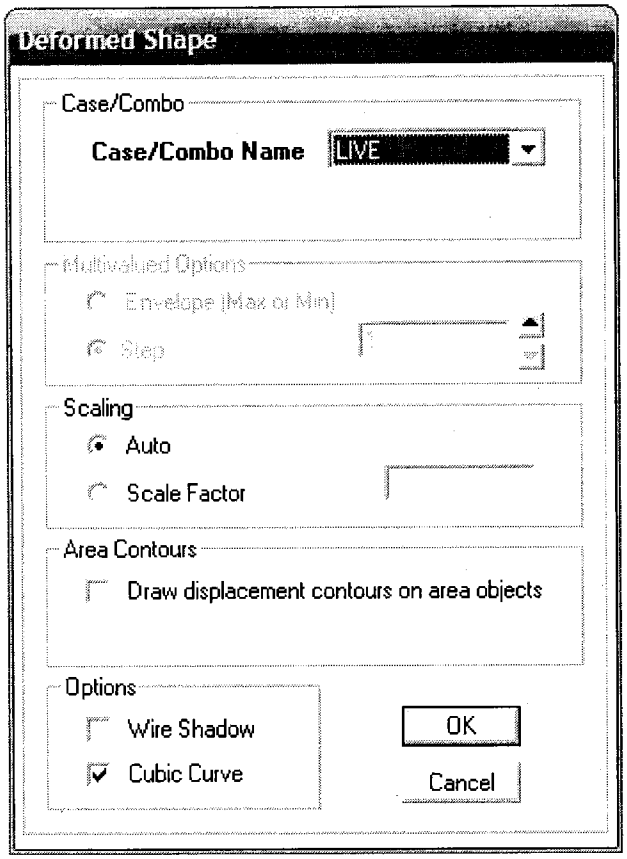
Hình 4.36: *Xem lực cụ thể bằng việc click phải vào cấu kiện để xem ở trên hình 4.35*

1. Click tùy chọn *Scroll for Values* và bạn có thể xem giá trị nội lực tại bất kỳ vị trí nào trên cấu kiện bằng cách kéo chuột trái đến vị trí đó.
2. Click nút **Done** để đóng hộp thoại.

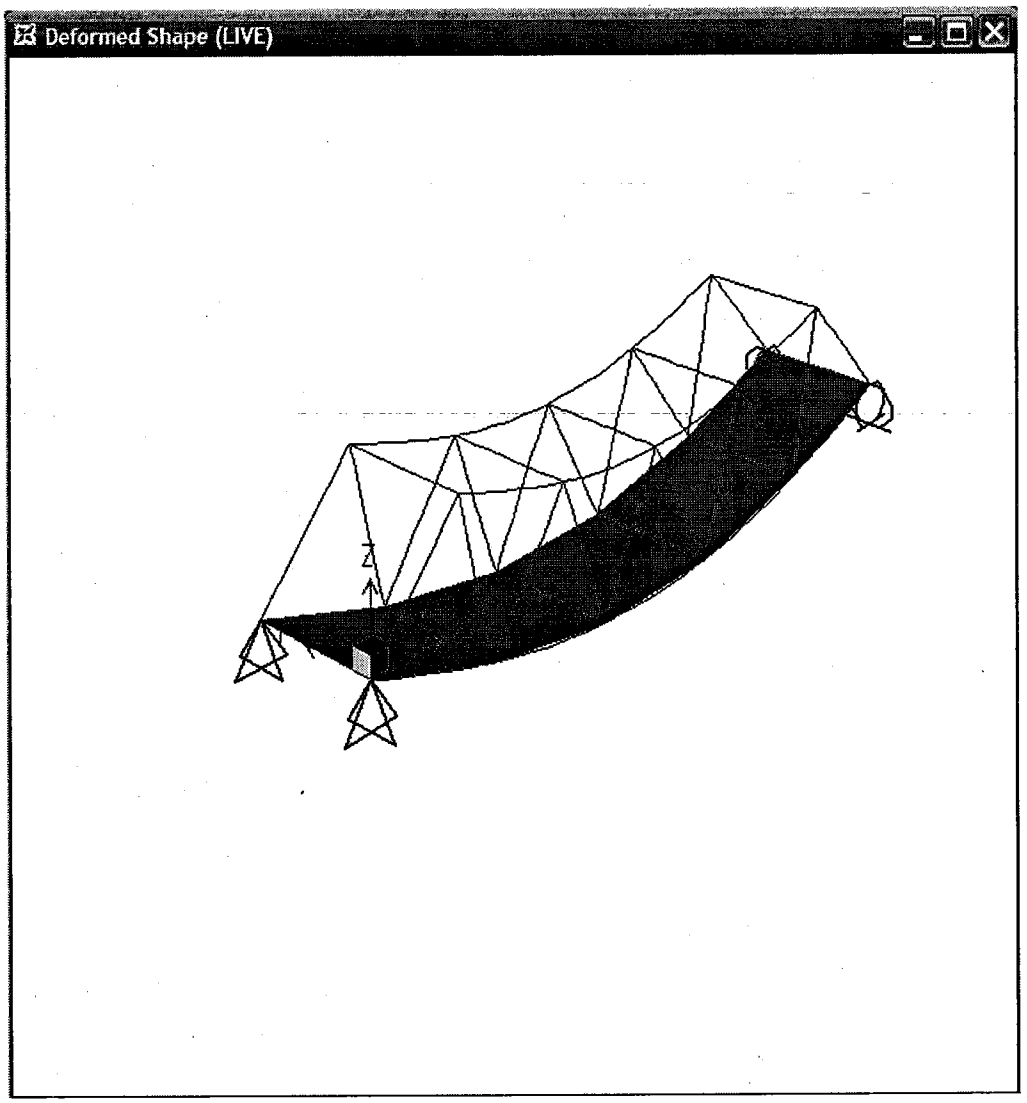
D. Chắc rằng đang xem ở mặt phẳng X-Z View, và sau đó click lệnh **Display menu > Show Deformed Shape** hoặc nhấn nút **Show Deformed Shape** để vào hộp thoại Deformed Shape như trên hình 4.37.

Chọn *LIVE* từ danh sách Case/Combo Name.

1. Chọn vào ô *Cubic Curve.*
2. Click nút **OK** xem kết quả hiển thị như hình 4.38.

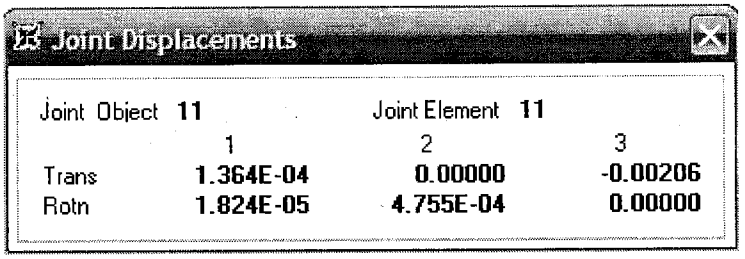


Hình 4.37: *Hộp thoại Deformed Shape*



Hình 4.38: *Biến dạng của mô hình xem ở một cao độ.*

E. Click phải lên điểm nút của đối tượng thanh trên như trong hình sẽ hiển thị kết quả chuyển vị nút Joint Displacements như trên hình 4.39.



Joint Displacements

Joint Object 11 Joint Element 11

	1	2	3
Trans	1.364E-04	0.00000	-0.00206
Rotn	1.824E-05	4.755E-04	0.00000

Hình 4.39: *Kết quả chuyển vị nút bằng cách click vào nút*

Chú ý rằng hệ trục 3 là theo hướng trục Z.

F. Đóng hộp thoại Joint Displacements bằng việc click vào dấu X ở góc phải bên trên hộp thoại.

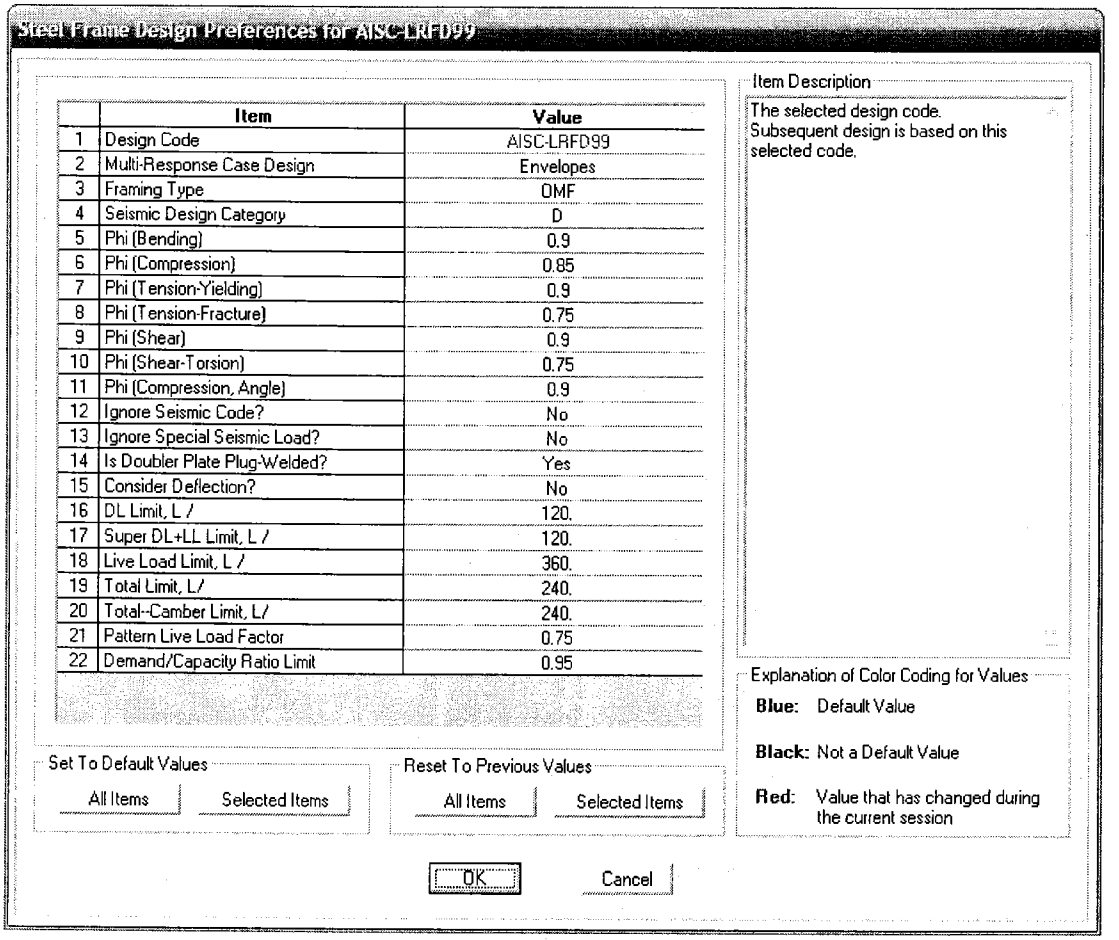
Bước 12: Thiết kế đối tượng khung thép

Trong bước này, cấu kiện khung thép của giàn sẽ được thiết kế. Chú ý rằng quá trình phân tích phải được chạy trước khi thực hiện thao tác thiết kế.

A. Click lệnh **Design menu > Steel Frame Design > View/Revise Pref-erences**. Hộp thoại Steel Frame Design Preferences hiển thị như trên hình 4.40.

1. Click vào danh sách Design Code Values để xem các tiêu chuẩn hỗ trợ thiết kế. Chọn tiêu chuẩn *AISC-LRFD99*. Còn nhiều tiêu chuẩn khác như (AISC 360-05/IBC2006, là một ví dụ) nhưng chúng sẽ không được dùng trong ví dụ này. Người dùng có thể xem tùy chọn các tiêu chuẩn bằng cách dùng lệnh **Design menu > Steel Frame Design > View/Revise Preferences**.

2. Xem lại những thông tin trong các mục khác và sau đó nhấn nút **OK** để chấp nhận những lựa chọn.

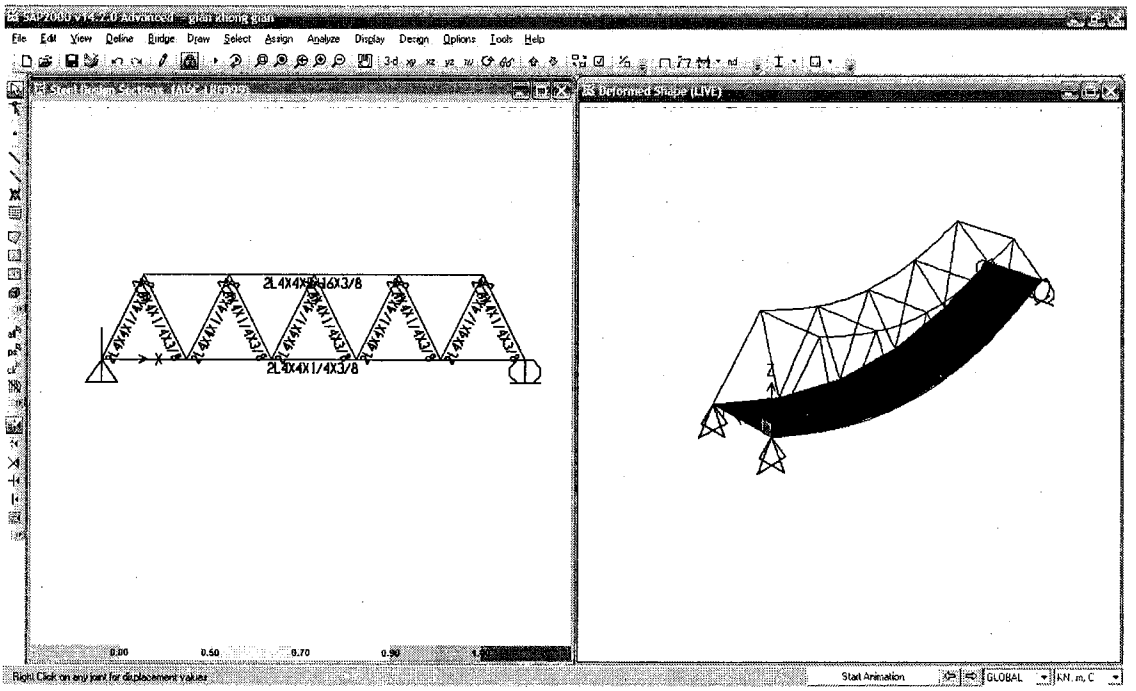


	Item	Value
1	Design Code	AISC-LRFD99
2	Multi-Response Case Design	Envelopes
3	Framing Type	OMF
4	Seismic Design Category	D
5	Phi (Bending)	0.9
6	Phi (Compression)	0.85
7	Phi (Tension-Yielding)	0.9
8	Phi (Tension-Fracture)	0.75
9	Phi (Shear)	0.9
10	Phi (Shear-Torsion)	0.75
11	Phi (Compression, Angle)	0.9
12	Ignore Seismic Code?	No
13	Ignore Special Seismic Load?	No
14	Is Doubler Plate Plug-Welded?	Yes
15	Consider Deflection?	No
16	DL Limit, L /	120.
17	Super DL+LL Limit, L /	120.
18	Live Load Limit, L /	360.
19	Total Limit, L/	240.
20	Total--Camber Limit, L/	240.
21	Pattern Live Load Factor	0.75
22	Demand/Capacity Ratio Limit	0.95

Hình 4.40: *Hộp thoại Steel Frame Design Preferences*

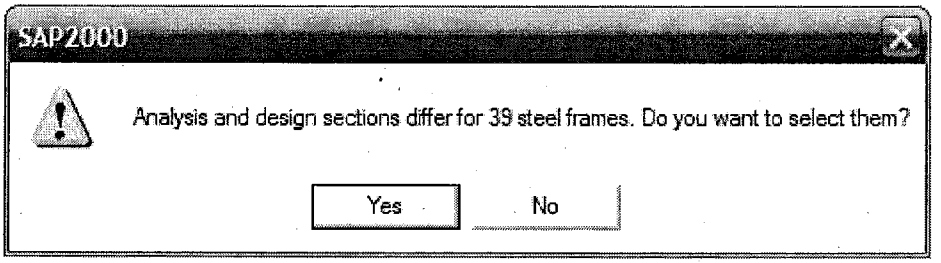
B. Click lệnh **Design menu > Steel Frame Design > Start Design/Check of Structure** hoặc nhấn nút **Start Steel Design/Check of Structure**, để bắt đầu tiến trình thiết kế. Chương trình thiết kế cấu kiện bằng thép, chọn kích thước tối ưu cho cấu kiện từ danh sách TRUSS mà ta đã gán nó trong quá trình vẽ đối tượng.

Khi quá trình thiết kế thành công, kích thước tối ưu của cấu kiện sẽ được hiển thị trên mô hình. Mô hình xuất hiện như trên hình 4.41.



Hình 4.41: Mô hình sau khi khung thép được thiết kế

C. Click lệnh **Design menu > Steel Frame Design > Verify Analysis vs Design Section**. Một thông báo như trên hình 4.42 xuất hiện. Click nút **No** để đóng hộp thoại.



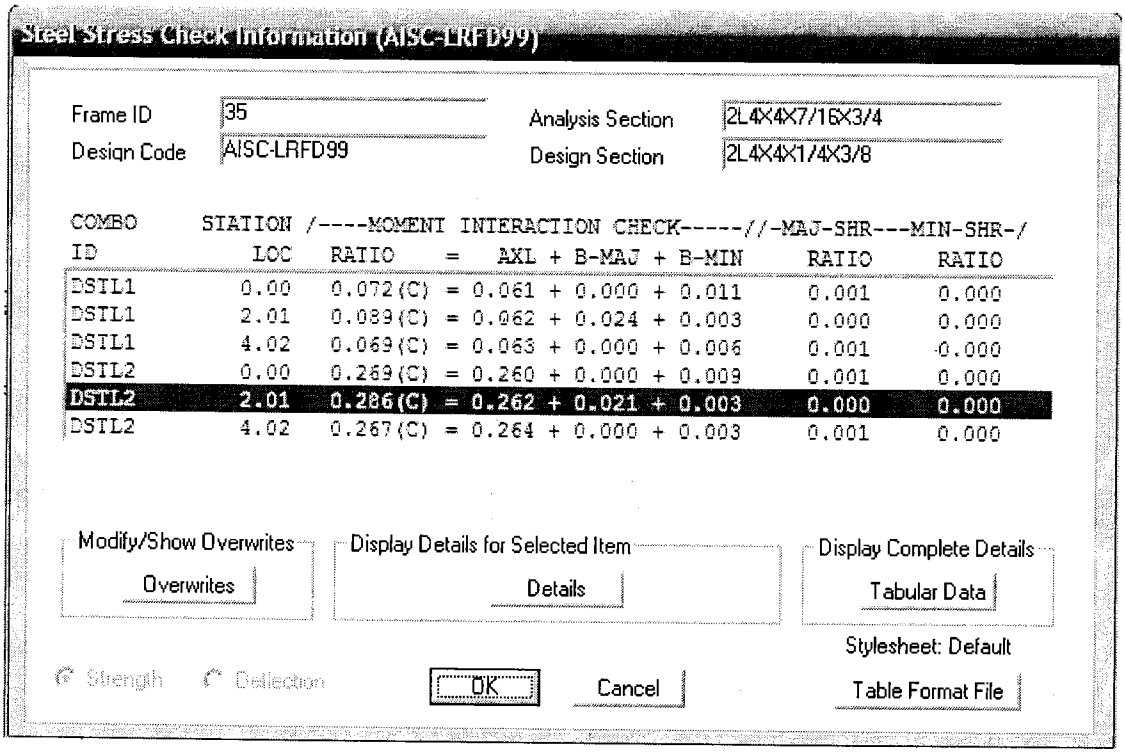
Hình 4.42: Nhắc nhở trong quá trình phân tích

Trong bước phân tích đầu tiên này (bước 8), chương trình sử dụng mặt cắt trung gian xác định bởi trọng lượng từ phần tử TRUSS tự động gán trong danh sách.

Trong suốt quá trình thiết kế (bước này), chương trình chọn mặt cắt khác bằng việc tối ưu hóa từ danh sách những cấu kiện trong TRUSS. Số vòng lặp chỉ là 1 mà thôi. Bởi vì kích thước mới của cấu kiện đang tồn tại trong mô hình, kết quả phân tích gốc không có giá trị lâu và sự phân tích sẽ chạy lại.

Mục tiêu cần đạt tới của quá trình phân tích và thiết kế là làm sao cho tất cả các mặt cắt có tiết diện như nhau. Chú ý rằng khi cầu được phân tích lại, SAP2000 sẽ dùng những mặt cắt thiết kế hiện hành (như những lựa chọn trong bước 10) là mặt cắt phân tích mới cho các bước phân tích tiếp theo.

D. Click phải lên 1 thanh biên giàn như trên mặt phẳng X-Z đã xem (như trên hình 4.41). Hộp thoại Steel Stress Check Information hiển thị như trên hình 4.43. Chú ý rằng kết quả báo cáo mặt cắt phân tích và thiết kế là khác nhau.

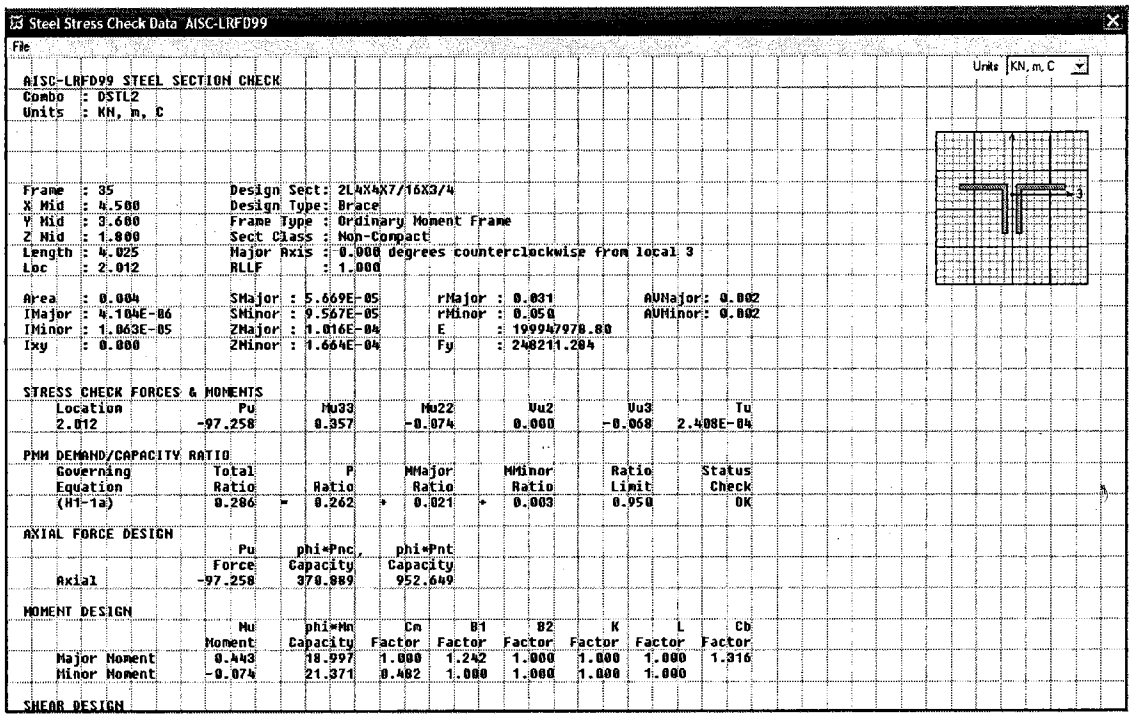


Hình 4.43: *Hộp thoại Steel Stress Check Information*

Giao diện chính của danh sách hộp thoại là tỉ số ứng suất thiết kế tại những vị trí khác nhau dọc theo khung ứng với mỗi tổ hợp tải trọng thiết kế. Chú ý rằng chương trình sẽ tự động tạo và áp tiêu chuẩn thiết kế cho phù hợp với thiết kế khung thép.

Ngoài ra cũng cần lưu ý rằng chương trình thiết kế khung giàn như một phần tử đơn, giống như nó đã vẽ, mặc dù chương trình cũng đã tự động chia nhỏ đối tượng khung thành những phần tử nhỏ hơn trong quá trình phân tích.

Click nút **Details** trên hộp thoại Steel Stress Check Information. Hộp thoại Steel Stress Check Data AISC-LRFD99 xem như trong hình 4.44. Dùng menu File trong hộp thoại để in dữ liệu.



Steel Stress Check Data AISC-LRFD99

File

Units KN, m, C

AISC-LRFD99 STEEL SECTION CHECK
Combo : DSTL2
Units : KN, m, C

Frame : 35
X Mid : 4.500
Y Mid : 3.600
Z Mid : 1.800
Length : 4.025
Loc : 2.012

Design Sect: 2L4X4X7/16X3/4
Design Type: Brace
Frame Type : Ordinary Moment Frame
Sect Class : Non-Compact
Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3
RLLF : 1.000

Area : 0.004
IMajor : 4.104E-06
IMinor : 1.063E-05
Ixy : 0.000

SMajor : 5.669E-05
SMinor : 9.567E-05
ZMajor : 1.016E-04
ZMinor : 1.664E-04

rMajor : 0.031
rMinor : 0.050
E : 199947978.80
Fy : 248211.204

AVMajor: 0.002
AVMinor: 0.002

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
2.012	-97.258	0.357	-0.074	0.000	-0.068	2.408E-04

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio		P Ratio		MMajor Ratio		MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-1a)	0.286	=	0.262	+	0.021	+	0.003	0.950	OK

AXIAL FORCE DESIGN

	Pu Force	phi*Pnc, Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	-97.258	370.889	952.649

MOMENT DESIGN

	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	0.443	18.997	1.000	1.242	1.000	1.000	1.000	1.316
Minor Moment	-0.074	21.371	0.482	1.000	1.000	1.000	1.000	

SHEAR DESIGN

Hình 4.44: Hộp thoại Steel Stress Check Data AISC-LRFD99

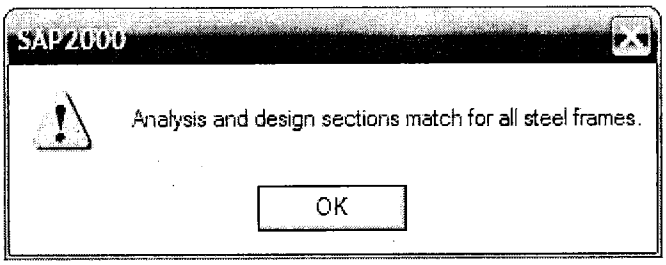
Click dấu **X** phía bên phải của hộp thoại Steel Stress Check Data AISC-LRFD99 để đóng nó. Click nút **Cancel** để đóng hộp thoại Steel Stress Check Information.

E. Chạy lại phân tích với mặt cắt phân tích mới, click lệnh **Analyze menu > Run Analysis** hoặc nhấn nút **Run Analysis**, và sau đó click nút **Run Now** trên hộp thoại Set Analysis Cases to Run.

F. Khi quá trình phân tích hoàn thành, click nút **OK** để đóng cửa sổ phân tích. Click lệnh **Design menu > Steel Frame Design > Start Design/Check of Structure** hoặc nhấn nút **Start Steel De-sign/Check of Structure**, để bắt đầu thiết kế khung thép.

G. Khi thiết kế thành công, nhấn nút lệnh **Design menu > Steel Frame Design > Verify Analysis vs Design Section**. Một thông báo tương tự như trong hình 4.45.

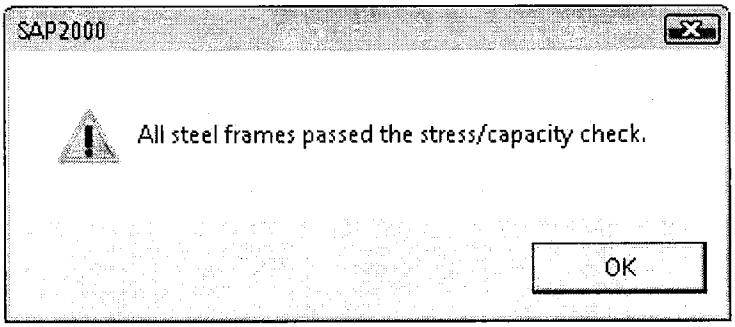
Những thông báo trên hình 4.45 nhắc nhở số mặt cắt trùng nhau cho quá trình thiết kế. Nhấn nút **No** nếu mặt cắt không giống nhau, hoặc nhấn nút **OK** nếu chúng giống nhau, đóng hộp thoại.



Hình 4.45: *Lời nhắc phân tích và thiết kế*

Lặp lại các bước từ E tới G cho đến khi các mặt cắt trong quá trình phân tích và thiết kế là trùng khớp. Sự lặp lại này nhiều hay ít là tùy thuộc vào sự phức tạp của mô hình.

H. Khi các mặt cắt phân tích và thiết kế là giống nhau, click lệnh **Design menu > Steel Frame Design > Verify all Members Passed** . Một hộp thoại tương tự như hình 4.46 xuất hiện.



Hình 4.46: *Thông báo kiểm tra Stress/capacity*

Chú ý rằng cấu kiện không qua giai đoạn này chứng tỏ nó có mặt cắt không tương xứng. Chương trình sẽ sử dụng mặt cắt lớn nhất trong danh sách mặt cắt tự động cho cả hai quá trình phân tích lẫn thiết kế, vì vậy thông báo trên chứng tỏ rằng danh sách mặt cắt lựa chọn tự động cần được hiệu chỉnh lại. Trong trường hợp này thêm mặt cắt lớn hơn cho cấu kiện sẽ không đạt đến và không tiếp tục quá trình phân tích và thiết kế

I. Click nút **OK** để đóng hộp thoại.

J. Click lệnh **File menu > Save**, hoặc nhấn nút **Save**, để lưu mô hình.

Mô hình đã hoàn thành quá trình phân tích và thiết kế.

Chương 5

VÍ DỤ TÍNH TOÁN KHUNG PHẲNG BÊ TÔNG CỐT THÉP BẰNG SAP2000 V14

A - MÔ TẢ BÀI TOÁN

Trong phần này trình bày cách mô hình và thiết kế hệ khung bằng BTCT theo TCVN bằng phần mềm SAP2000 V14.

Hệ khung phẳng bằng BTCT có các thông số như sau:

Bê tông khung: M250

Mô đun đàn hồi: $E = 2650000\ T/m^2$

Hệ số Poat- xông: $\mu = 0,2$

Cường độ chịu nén: $R_n = 110\ kG/cm^2$

Cường độ chịu kéo: $R_k = 8,8\ kG/cm^2$

Cốt thép dọc AII có:

$R_a = R'_a$

$= 2700\ kG/cm^2$

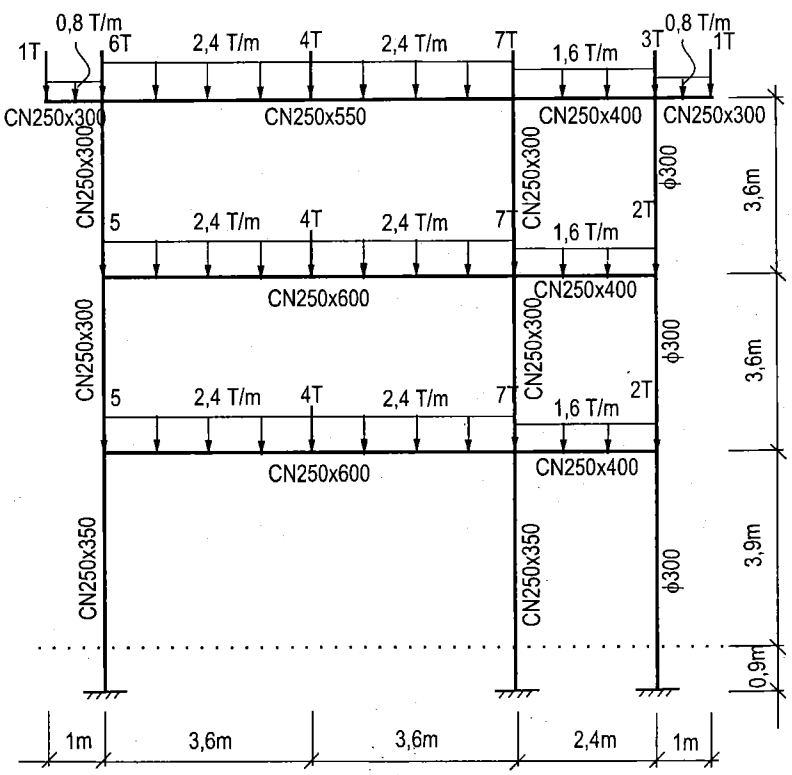
Cốt đai loại AI có:

$R_{ad} = 1700\ kG/cm^2$

Tải trọng tác dụng vào khung bao gồm:

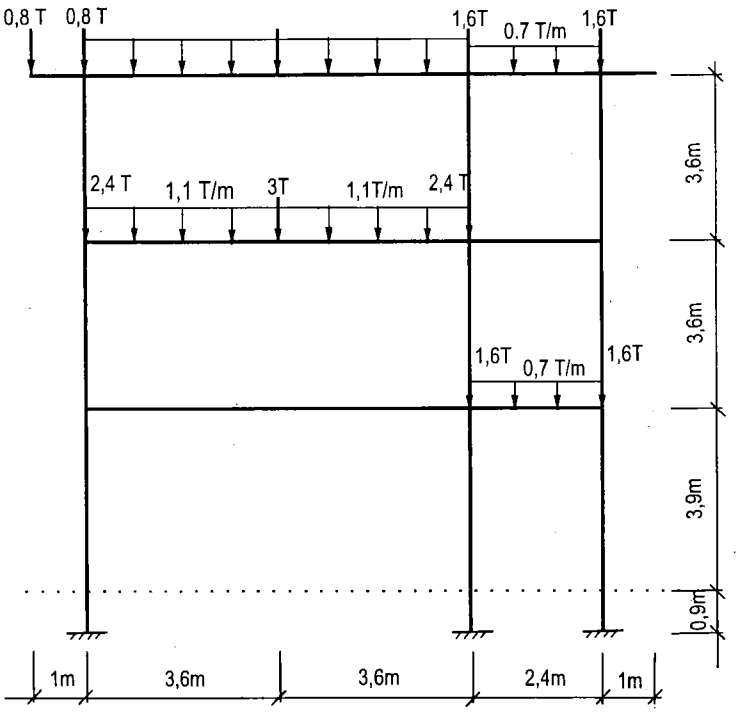
*** Tĩnh tải:**

(đã kể đến trọng lượng bản thân của dầm và cột)

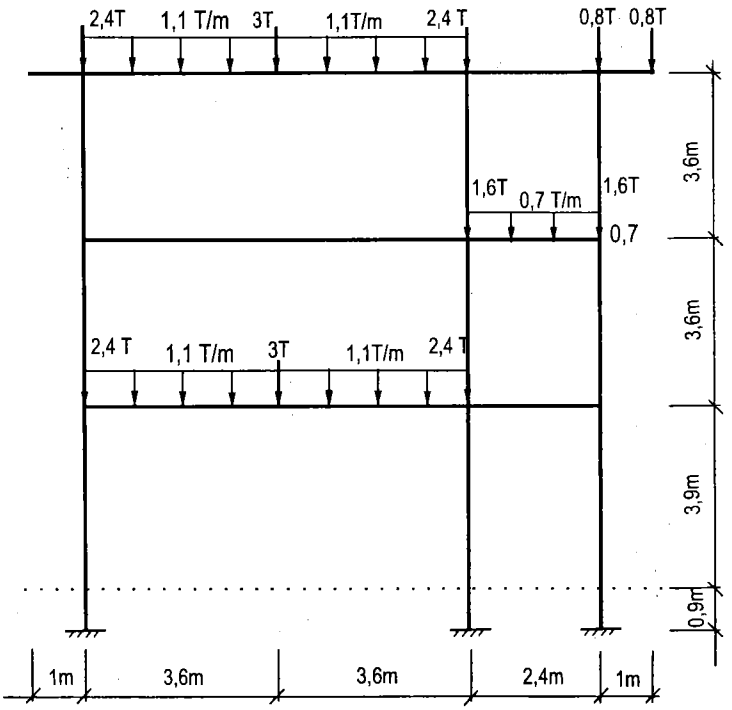


*** Hoạt tải đứng:**

Hoạt tải 1

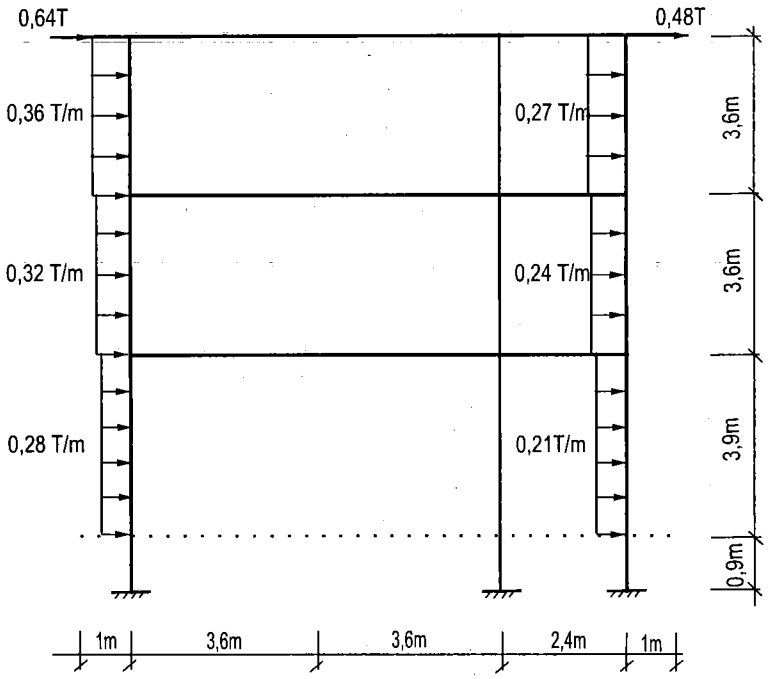


Hoạt tải 2

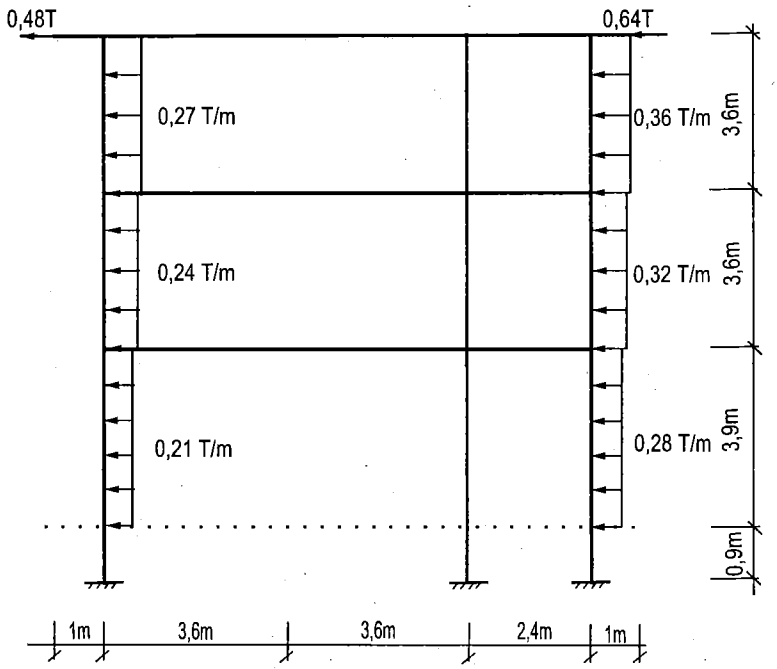


*** Tải trọng gió:** gồm 2 trường hợp.

Gió trái:



Gió phải:



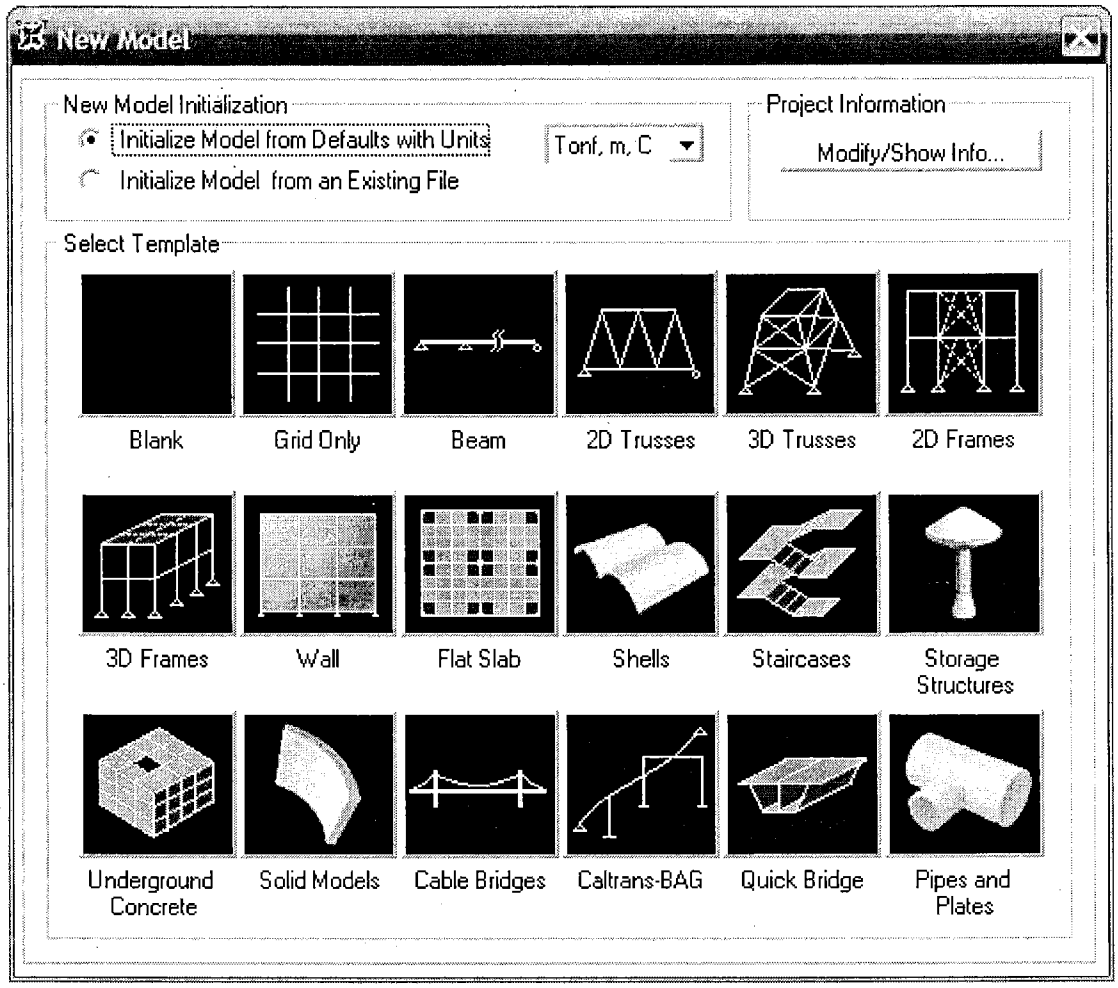
Yêu cầu:

- Xác định nội lực trong các trường hợp tải trọng
- Tổ hợp nội lực và vẽ biểu đồ bao
- Tính toán cốt thép trong khung

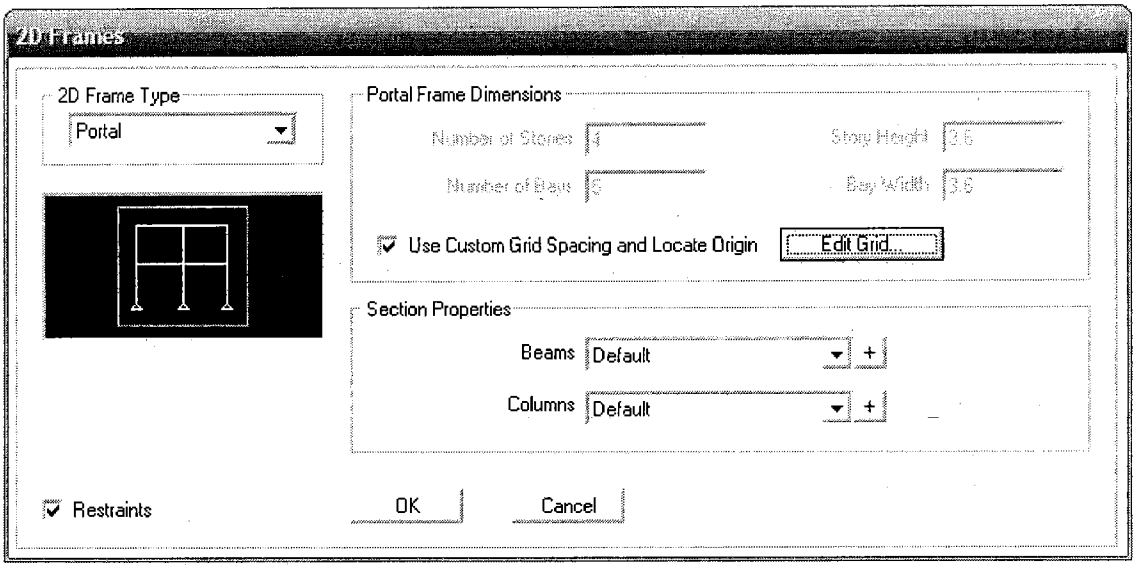
B - TRÌNH TỰ THỰC HIỆN

Bước 1: Mô hình

- Khởi động SAP2000
- Chọn đơn vị T,m : Tonf, m, C
- Xây dựng mô hình bằng cách vào menu: File>New Model…
- Click chọn vào nút 2D Frames trong hộp thoại New Model



Khai báo số tầng, số nhịp trong hộp thoại **2D Frame**, với các tham số:



Number of Stories: Số tầng

Story height: Chiều cao tầng

Number of Bays: Số nhịp

Bay width: Rộng nhịp

- Một đặc tính khá mạnh trong SAP2000 V14 là cho phép người thiết kế hiệu chỉnh mô hình lưới ngay trong giai đoạn này.

Để thực hiện, ta click chọn ô **Use Custom Grid Spacing and Locate Origin** và nhấn vào nút **Edit Grid…** trong hộp thoại *2D Frame* để hiệu chỉnh.

Ở đây, hiệu chỉnh chiều rộng nhà, hay chiều rộng khung là chiều rộng ô lưới theo phương X; chiều cao từng tầng nhà, hay chiều cao khung, là chiều rộng ô lưới theo phương Z;

Sau khi hiệu chỉnh xong, nhấn OK đóng hộp thoại này.

Ta có thể định nghĩa vật liệu và mặt cắt của dầm và cột trong khung *Section Properties*, của hộp thoại **2D Frames**. Hoặc phần này có thể định nghĩa sau khi mô hình khung đã hoàn tất, điều này tùy thuộc vào chủ ý người thiết kế.

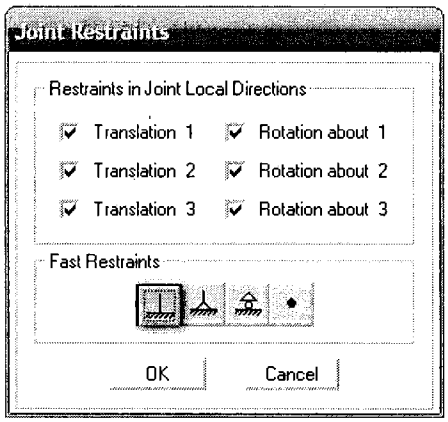
- Tiến hành xóa một số khung để phù hợp với mô hình thật: Chọn các phần bị thừa trong mô hình sau đó nhấn nút Delete.

- Khai báo liên kết

Mặc định liên kết trong SAP2000 khi khai báo mô hình ban đầu là liên kết khớp. Trong trường hợp này, tất cả là liên kết ngàm. Như vậy, ta phải thay đổi liên kết:

Trước hết, chọn các liên kết cần thay thế. Sau đó dùng lệnh: Assign > Joint > Retrains…

SAP2000 xuất hiện hộp thoại Joint Retrains. Trong hộp thoại này ta chọn liên kết là ngàm cứng.



Nhấn OK đóng hộp thoại.

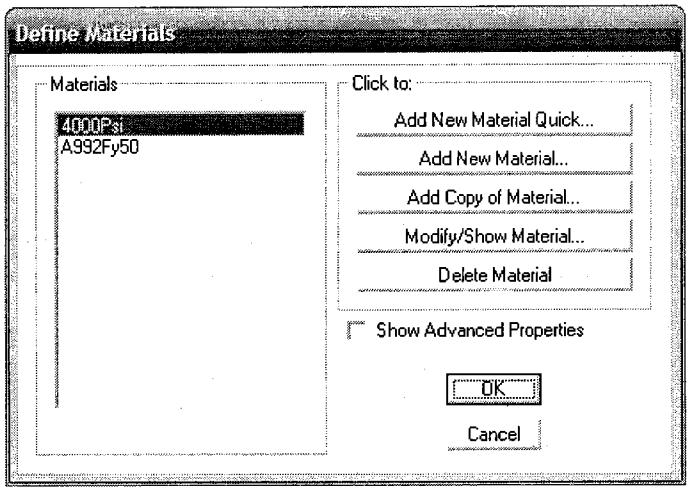
Ngay lập tức các liên kết gối cố định trước đó chuyển sang liên kết ngàm cứng.

Bước 2: Định nghĩa các tham số đầu vào cho cấu kiện

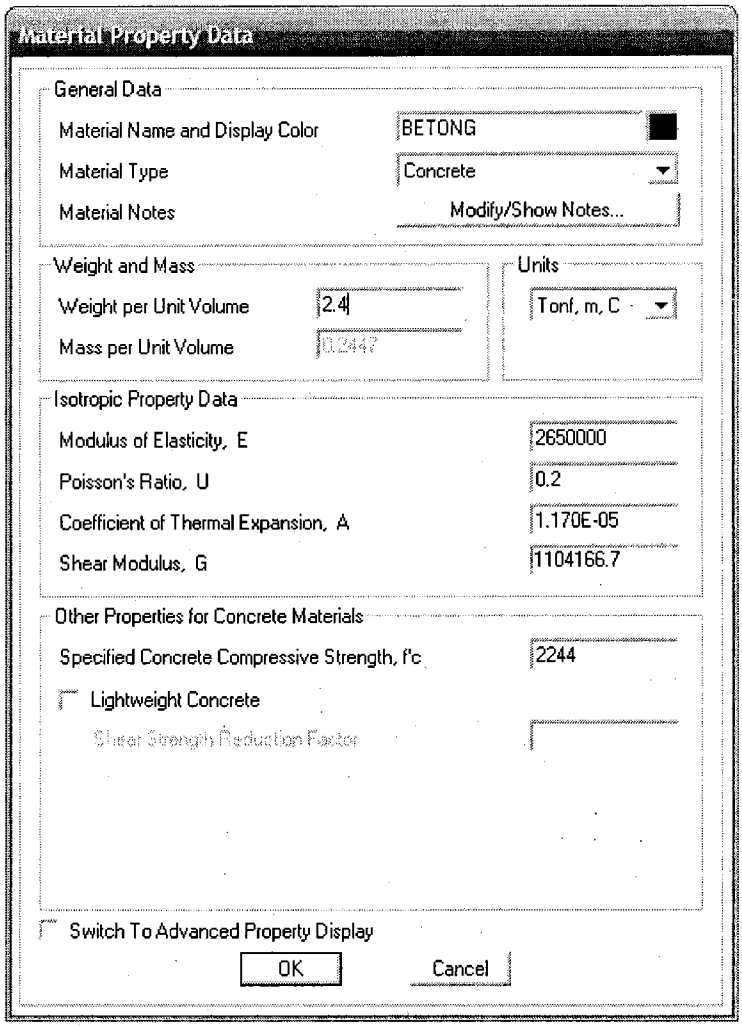
a) Vật liệu

- Dùng lệnh:

Define > Material…



Add New Material…



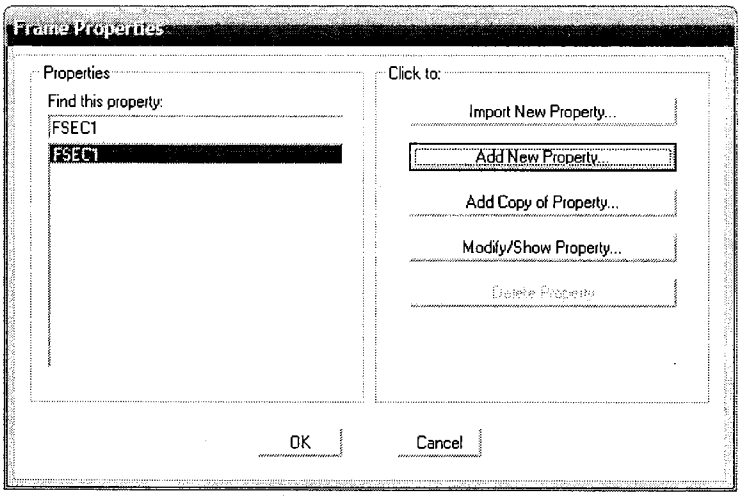
b) Tiết diện từng cấu kiện

Khai báo các tiết diện ngang cho dầm và cột khác nhau. Vì dầm chịu uốn trong khi cột chịu nén lệch tâm.

Như vậy, khung đã cho có 7 hệ tiết diện

DCN25x60; DCN25x55; DCN25x40; DCN25x30
CCN25x35; CCN25x30; CTRON30

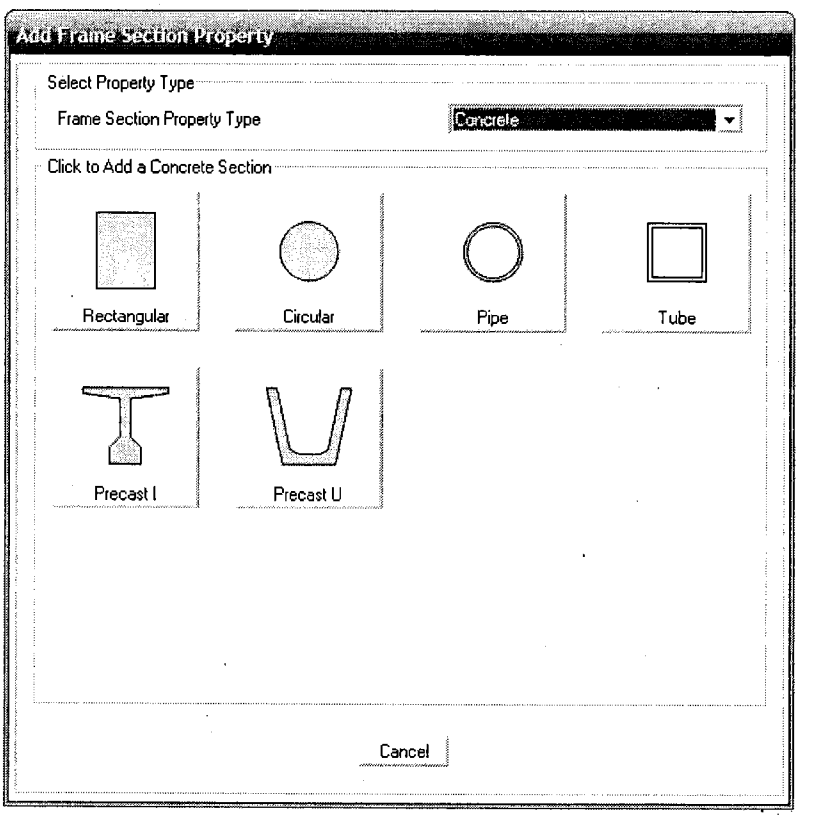
Dùng lệnh: **Define > Section Properties > Frame Section...**

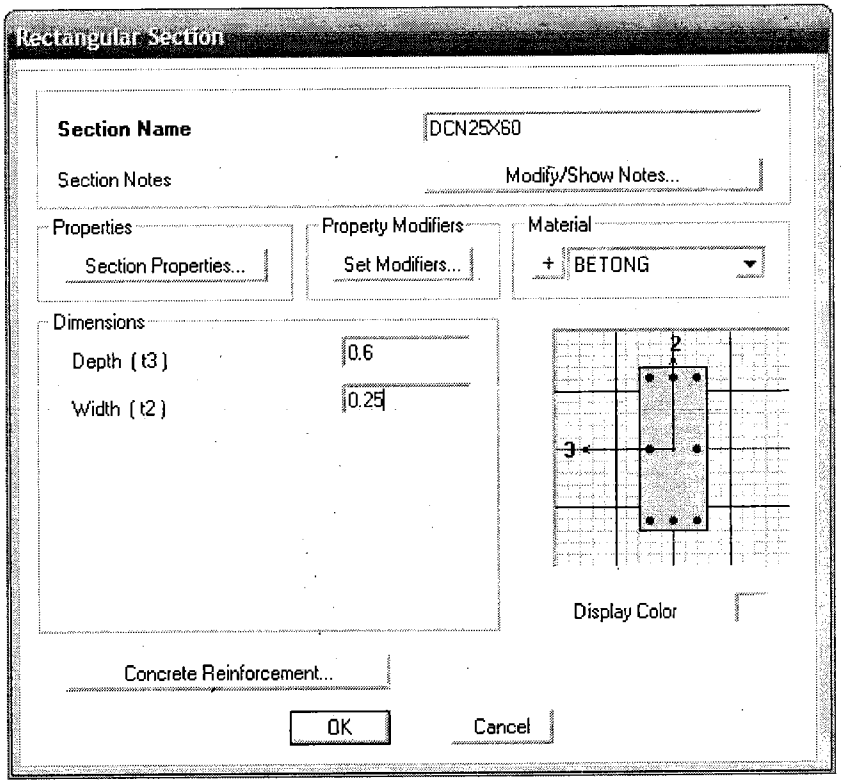


Nhấn nút

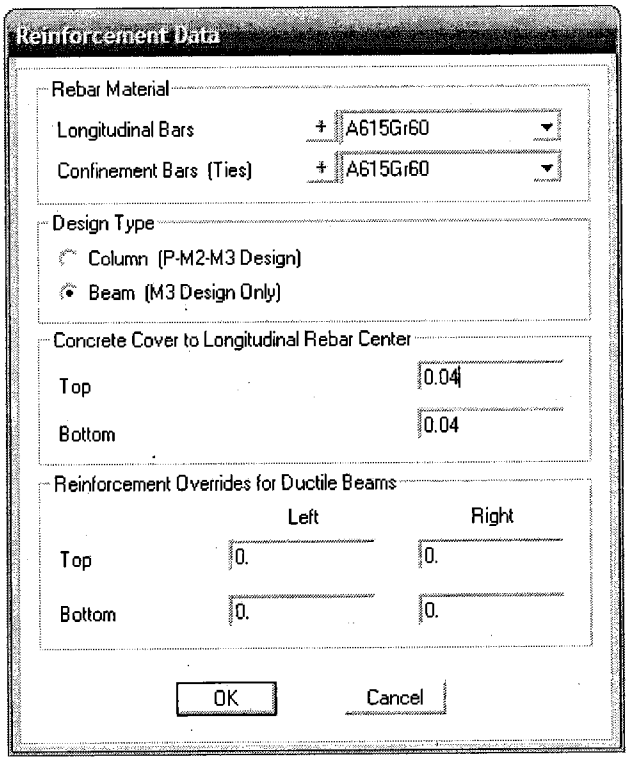
Add New Property...

- Chọn nút Concrete ở mục Frame Section Property Type
- Nhấn chọn nút Rectangular để định nghĩa mặt cắt hình chữ nhật

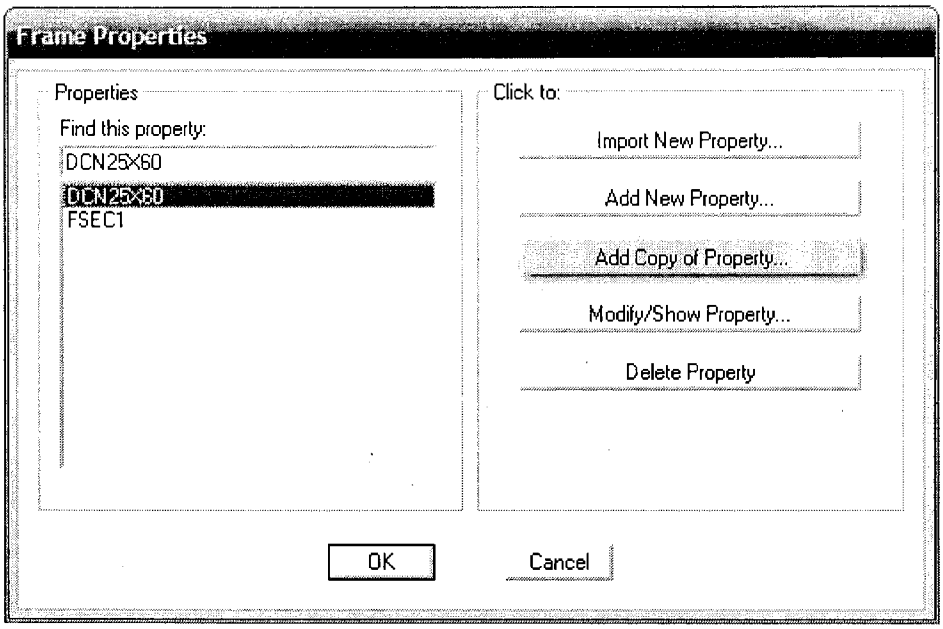




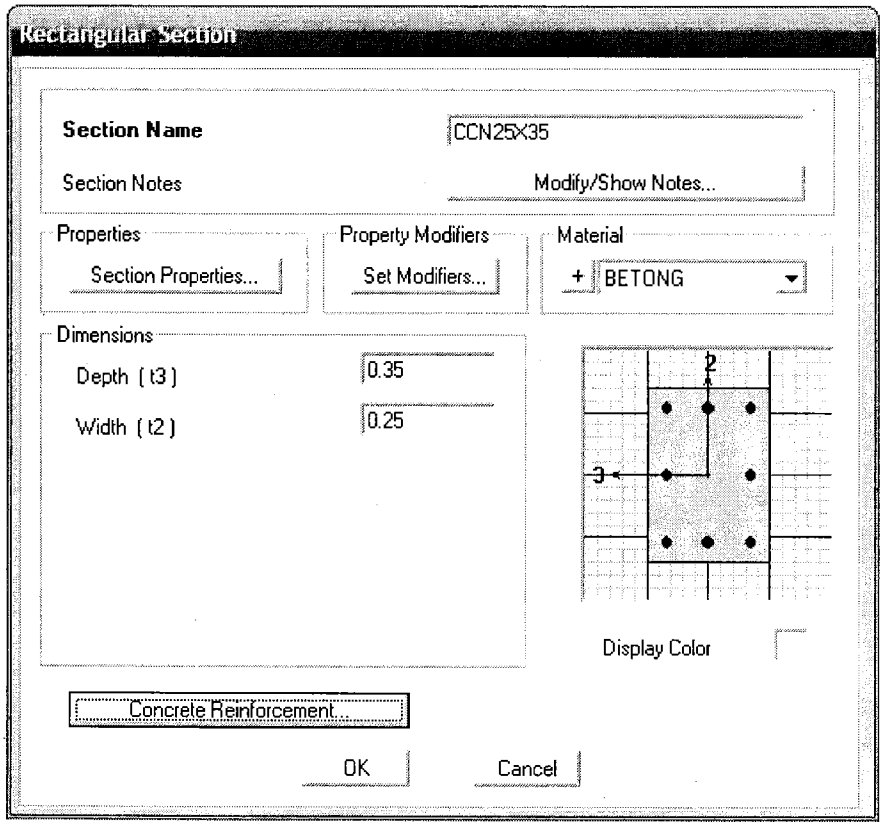
Khai báo tham số thiết kế cốt thép bằng cách nhấn nút: Concrete Reinforcement… Với dầm (chỉ chịu moment uốn M3) nên ta khai báo như sau:



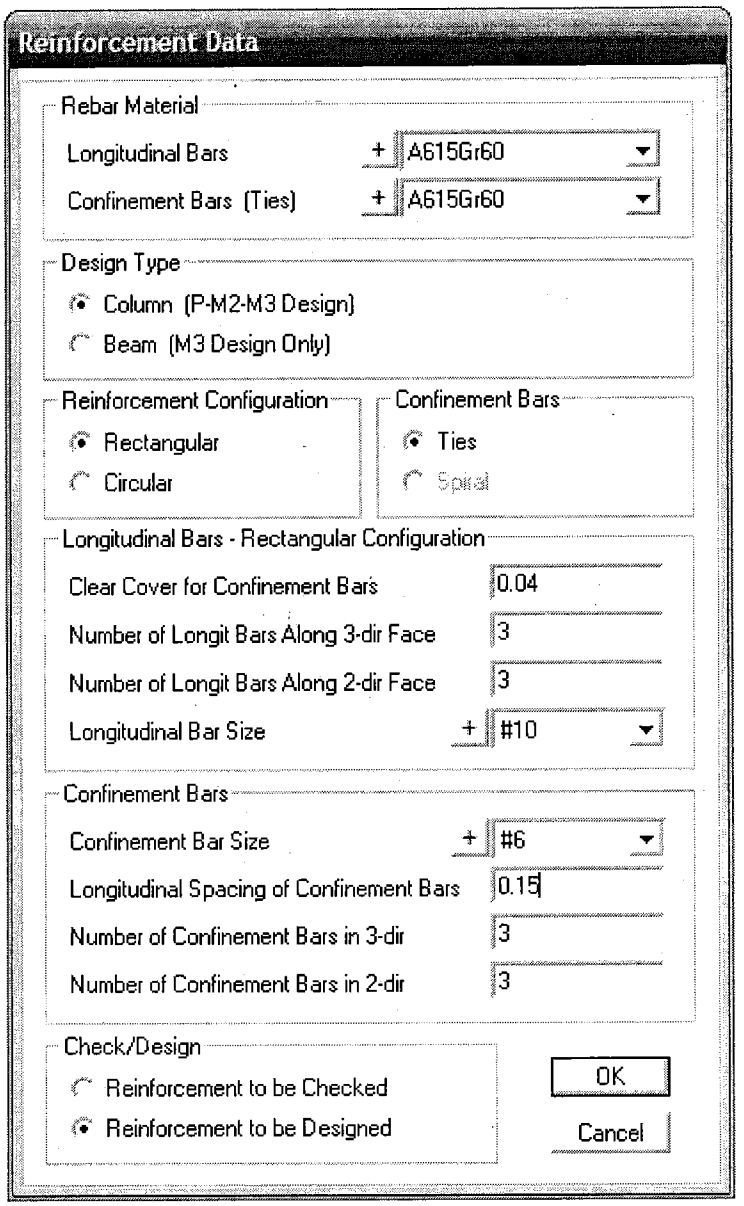
Tương tự với các mặt cắt dầm DCN25x55; DCN25x40; DCN25x30 ta khai báo bằng nút lệnh Add Copy of Properties và chỉ thay đổi kích thước mặt cắt là xong.



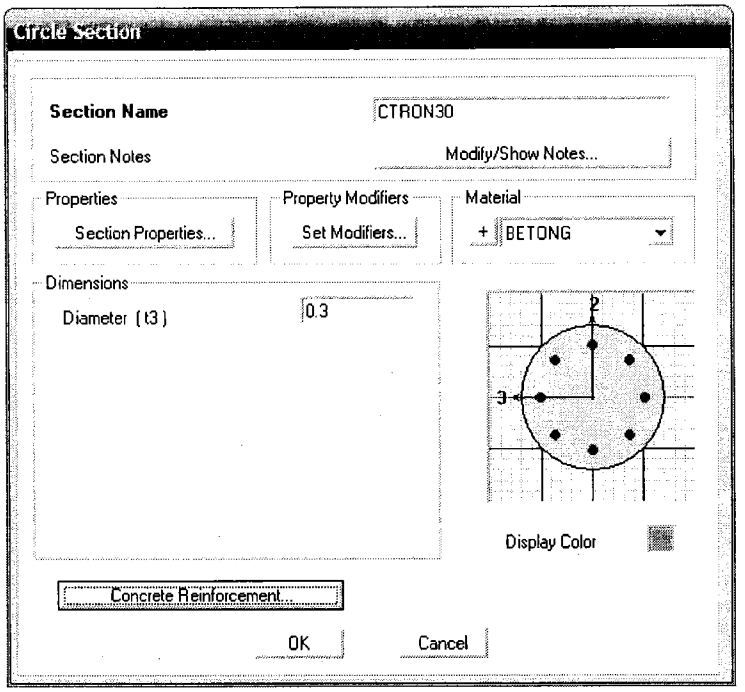
Với cột: Khai báo tương tự như dầm, chỉ khác bước khai báo cốt thép thiết kế.



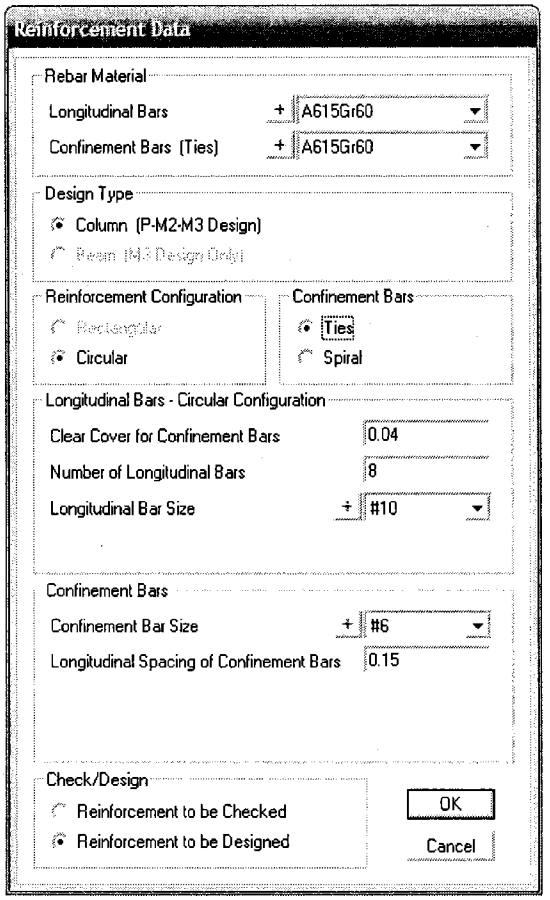
Khai báo cốt thép thiết kế bằng cách nhắp vào nút Concrete Reinforcement….



Tương tự cho các cột còn lại, lưu ý với cột hình tròn phải khai báo riêng.



Và khai báo cốt thép thiết kế:



Nhấn OK để đóng hộp thoại, và nhấn OK ở hộp thoại Frame Properties để trở về chương trình chính.

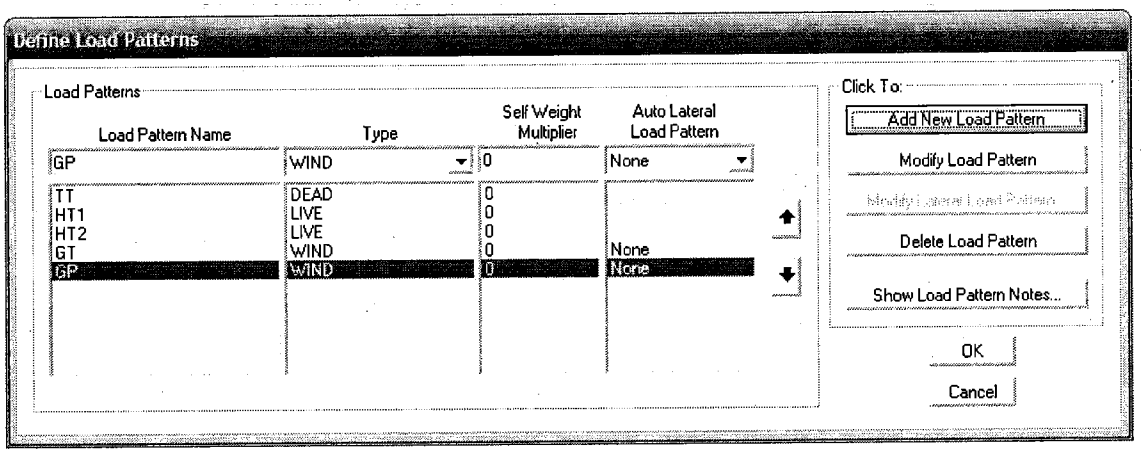
c) Khai báo các trường hợp tải trọng

Theo như đề bài thì có tất cả 5 trường hợp tải trọng.

Để khai báo các trường hợp tải trọng, sử dụng lệnh: **Define > Load Patterns...**

SAP2000 sẽ mở hộp thoại Define Load Patterns.

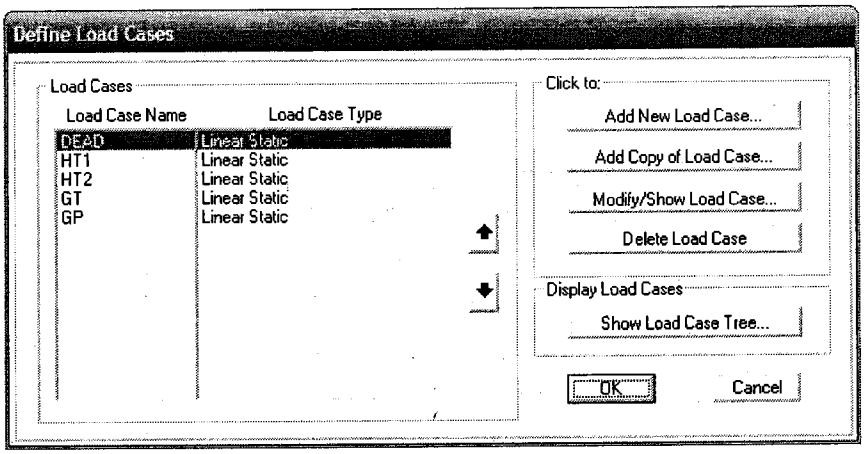
Như phần đề bài đã nêu, tải trọng bản thân đã tính vào trong tải trọng tĩnh nên ở đây ta không khai báo tải bản thân nữa. Khai báo như sau:



Một lưu ý ở đây là phần khai báo tải trọng gió (kiểu WIND), SAP2000 cho phép áp dụng trường hợp tải trọng tự động theo một số tiêu chuẩn nhất định, ở đây ta có tải trọng nên không cần khai báo, vì vậy để None.

d) Khai báo các trường hợp phân tích

Dùng lệnh: **Define > Load Case...** xuất hiện hộp thoại **Define Load Cases**, trong hộp thoại này ta xóa trường hợp Modal vì đây là trường hợp phân tích mặc định của SAP2000 không cần phân tích.



e) Khai báo tổ hợp tải trọng

Theo TCVN, khung nhà được tính theo 2 tổ hợp cơ bản:

- Tổ hợp cơ bản:

+ Tổ hợp cơ bản 1: Tĩnh tải + 1 hoạt tải nguy hiểm nhất.

+ Tổ hợp cơ bản 2: Tĩnh tải + 2 hay nhiều hoạt tải × 0,9 (hệ số chiếc giảm tải trọng).

- Tổ hợp đặc biệt: động đất, …

Trong bài toán này, ta tiến hành tổ hợp từng trường hợp tải trọng một (dùng tổ hợp kiểu Linear Add), sau đó lấy bao tải trọng (dùng tổ hợp kiểu Envelope). Đây cũng là cách phổ biến nhất khi thực hiện các bài toán tổ hợp tải trọng để tìm ra tải trọng nguy hiểm cho công trình.

Với đề bài này ta có thể có các trường hợp tổ hợp tải trọng sau:

TH1= ADD (TT;HT1)

TH2= ADD (TT;HT2)

TH3= ADD (TT;HT1;HT2)

TH4= ADD (TT;GT)

TH5= ADD (TT;GP)

TH6= ADD (TT; 0.9(HT1;GT))

TH7= ADD (TT; 0.9(HT2;GT))

TH8= ADD (TT; 0.9(HT1;GP))

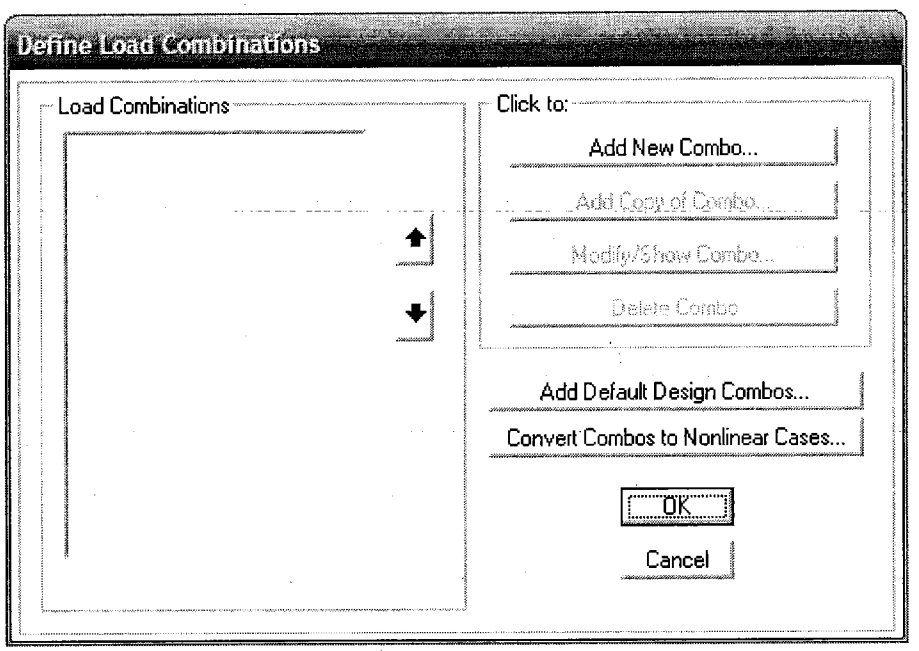
TH9= ADD (TT; 0.9(HT2;GP))

TH10= ADD (TT; 0.9(HT1;HT2;GT))

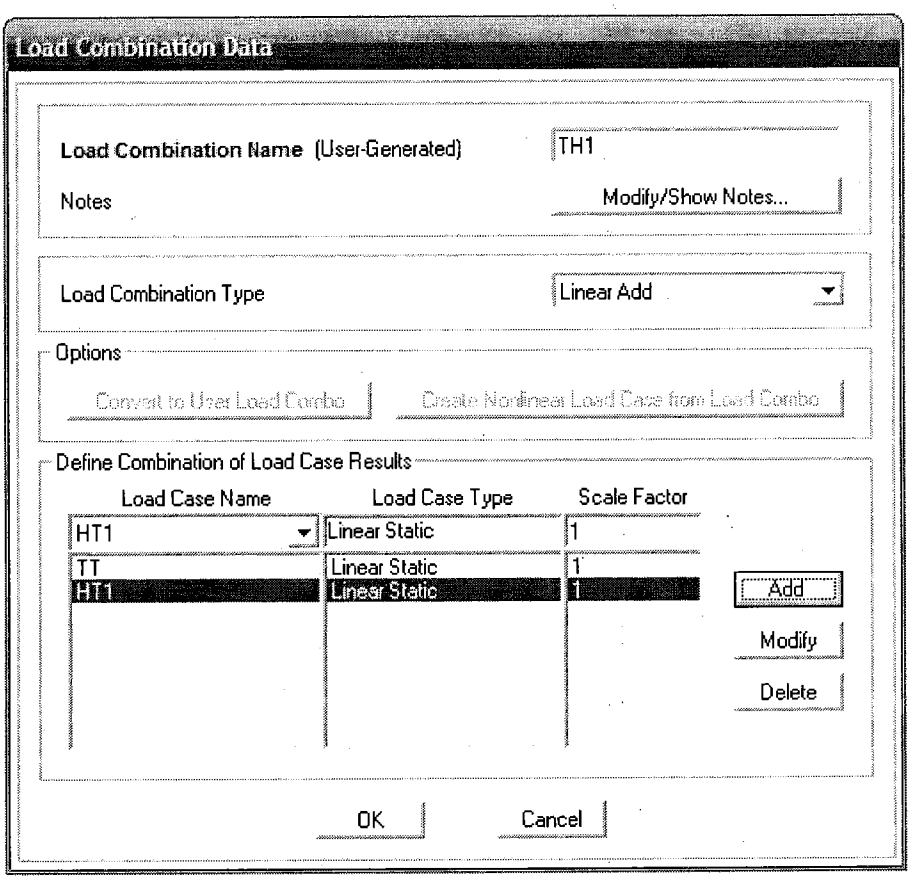
TH11= ADD (TT; 0.9(HT1;HT2;GP))

THBAO=Envelope(TT;TH1;TH2;TH3;TH4;TH5;TH6;TH7;TH8;TH9;TH10;TH11)

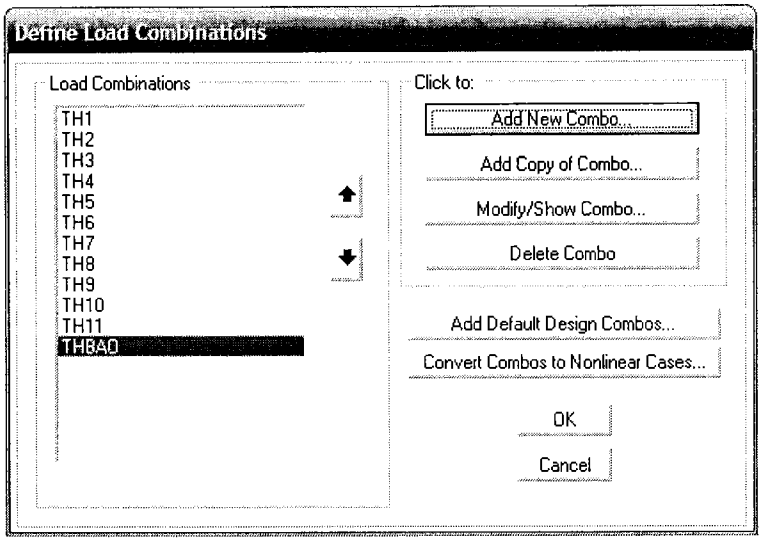
Dùng lệnh: **Define > Load Combinations**. SAP2000 xuất hiện hộp thoại **Define Load Combinations:**



Nhấn vào nút: **Add New Combo…** trong hộp thoại **Load Combination Data**:



Tương tự cho các trường hợp tải trọng còn lại.

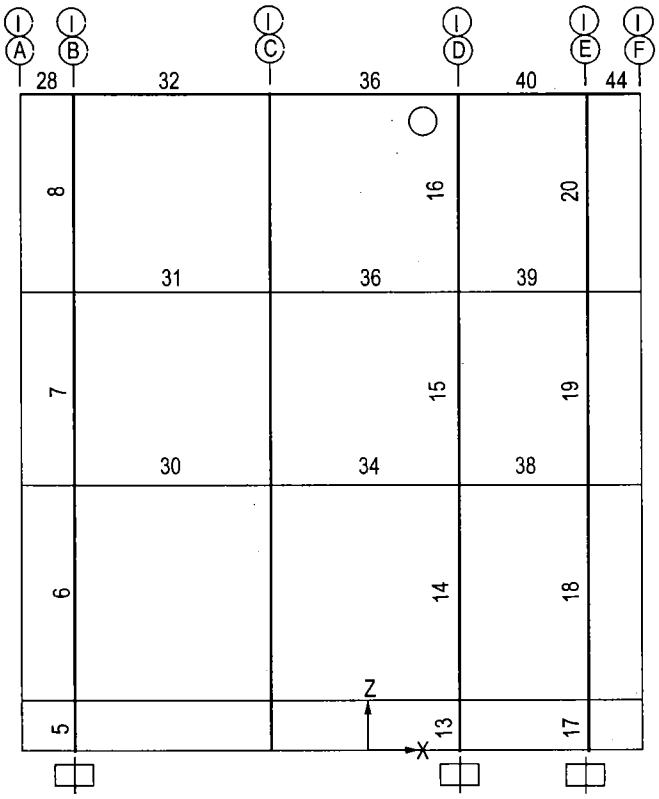


Nhấn OK đóng hộp thoại.

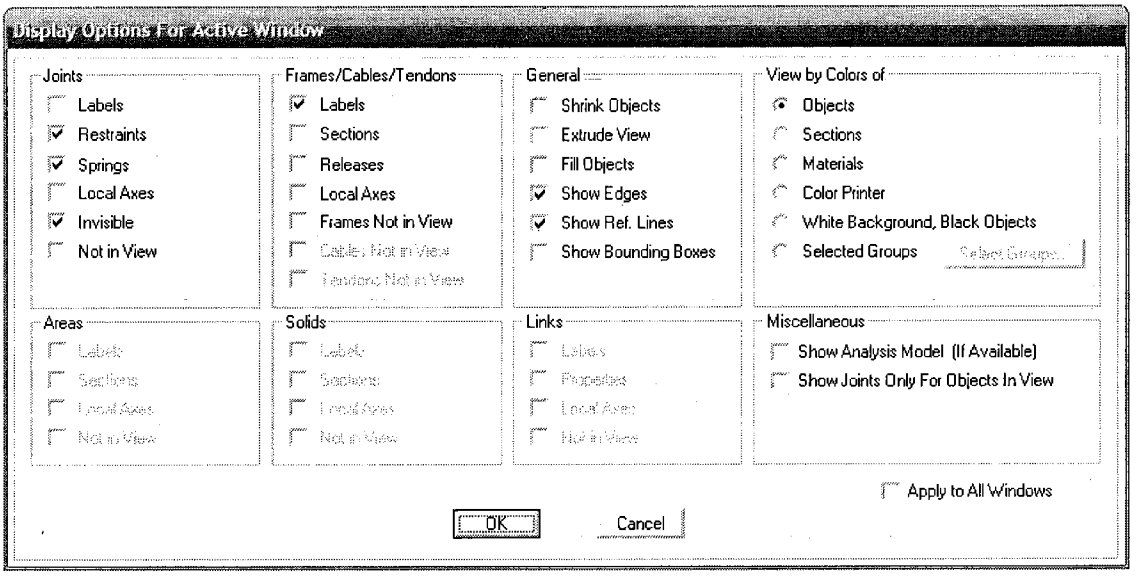
f) Thay đổi tên các thanh trong hệ khung

Bước này nhằm mục đích tiện cho quá trình gán số liệu và kiểm soát số liệu xuất ra từ hệ khung.

Để thấy được sự thay đổi tên của phần tử trước và sau khi gán, ta xem mô hình trước khi đổi tên:



Bằng cách nhấn tổ hợp phím **Ctrl+E**, sau đó click vào laber ở **Frames/Cable/ Tendon** sẽ hiển thị thứ tự Frame như hình:

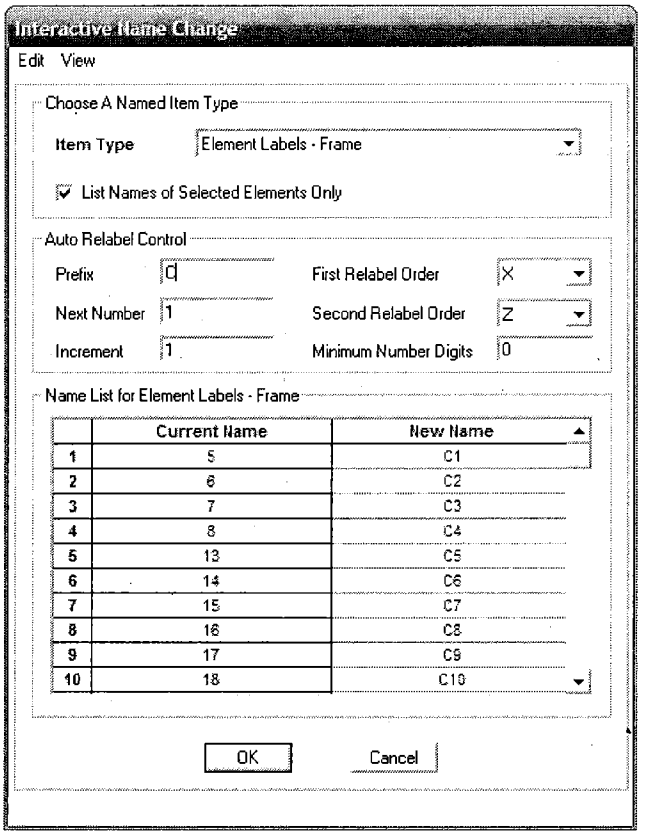


Thay đổi tên thanh bằng cách chọn toàn bộ các thanh cần thay đổi sau đó kích vào nút: **Edit > Change Labels...**

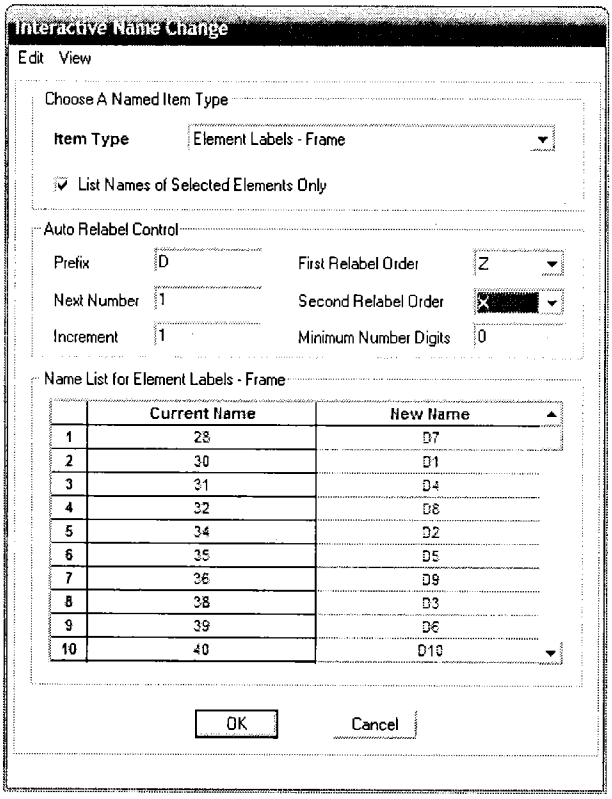
Chọn tất cả các thanh đứng trong khung, nhập vào các thông số thay đổi và chọn lệnh:

Edit > Auto Relabel > All in list

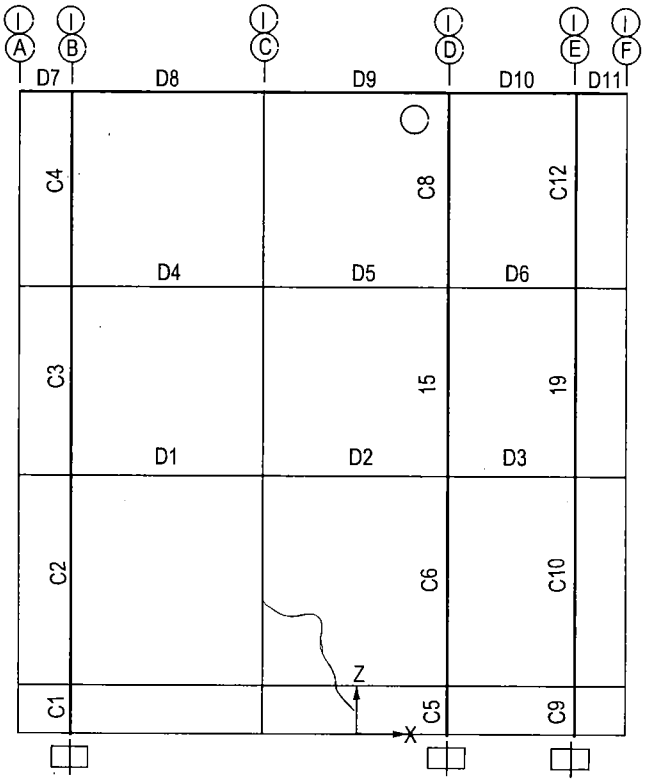
Nhấn OK để trở về màn hình làm việc.



Tương tự ta thay đổi tên cho các thanh dầm, với chữ bắt đầu là D và khác thứ tự ưu tiên sắp xếp là Z trước và X sau:



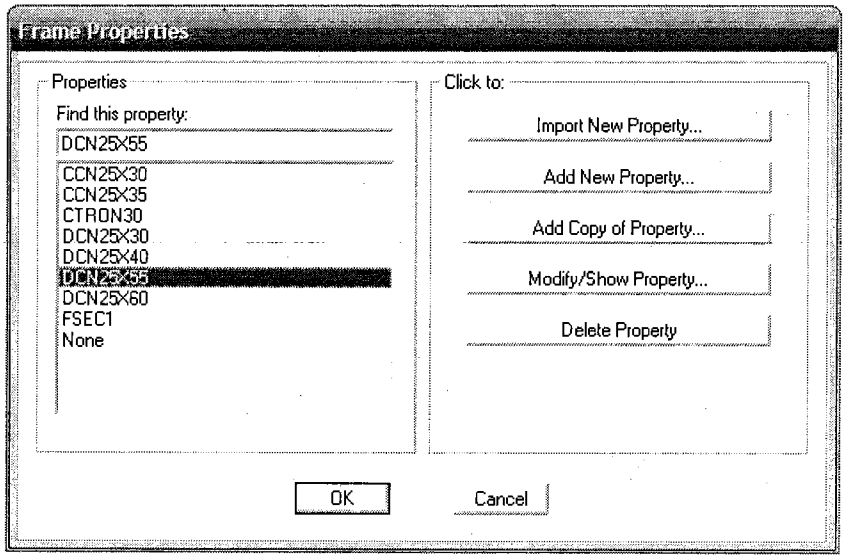
Mô hình sau khi thay đổi thứ tự dầm và cột



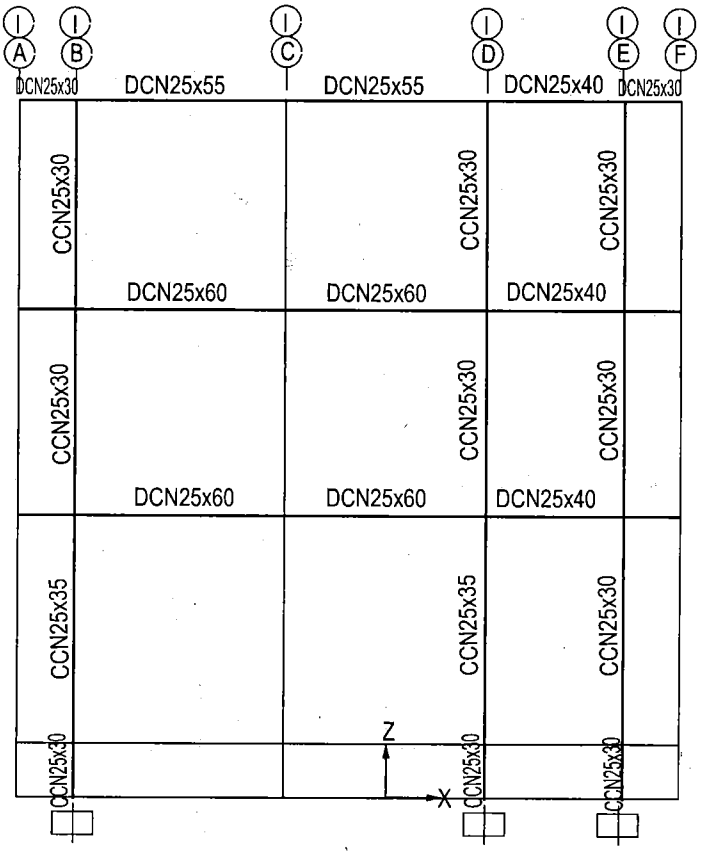
g) Gán các đặc trưng mặt cắt cho hệ

Trình tự khai báo: Chọn tên đối tượng- gán đặc trưng hình học cho đối tượng đấy.

Lệnh: **Assign > Frame > Frame Section…**, tiếp đó chọn mặt cắt và nhấn nút OK.



Khai báo các đối tượng như sau:

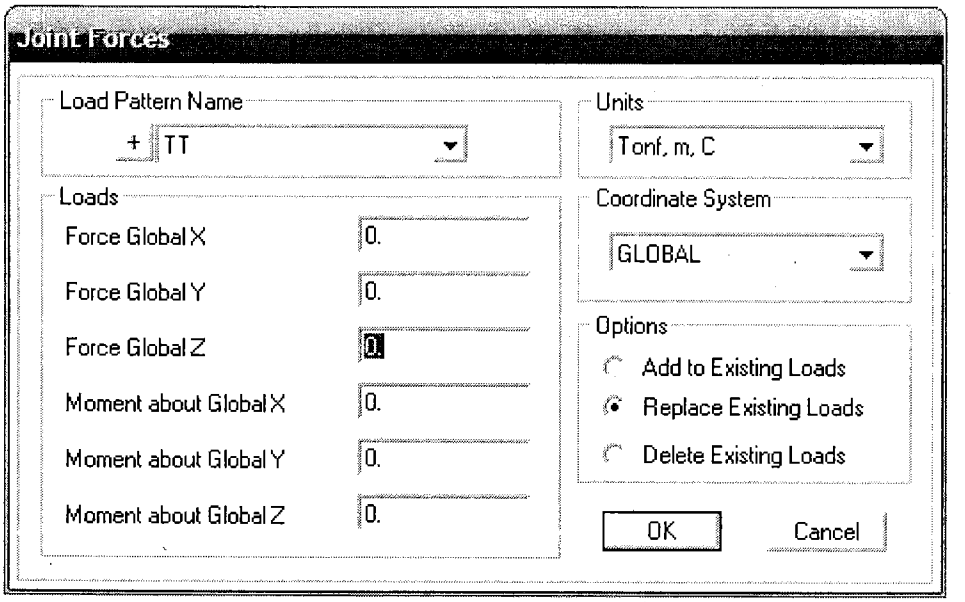


h) Gán tải trọng cho hệ

Gán tải trọng tập trung:

Các bước thực hiện:

- Chọn nút cần gán tải trọng tập trung
- Vào menu: **Assign > Joint Loads > Force...**

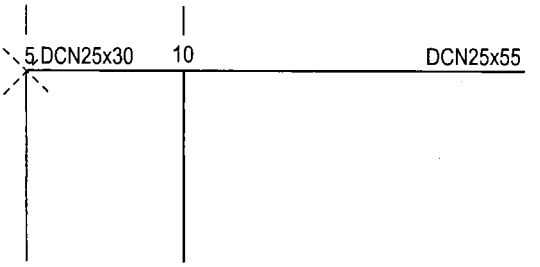


- Tiếp đó, chọn mẫu tải trọng cần dùng ở ô **Load Pattern Name** và điền tải trọng vào ô phù hợp bên dưới mục **Loads.**

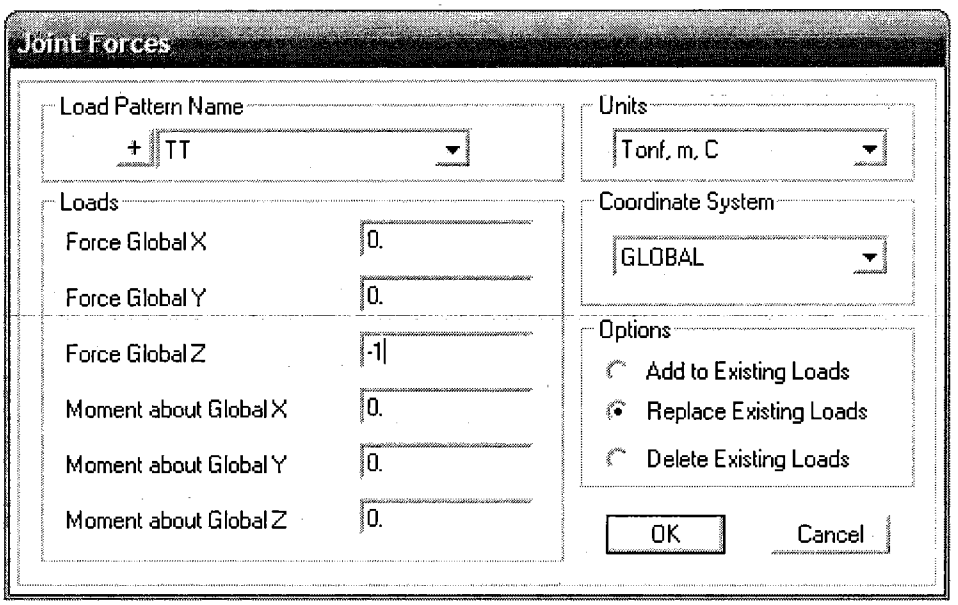
- Chú ý: chọn đơn vị và hướng của tải trọng có liên quan tới dấu của tải trọng khi điền vào ô trong khung **Loads**.

Cụ thể:

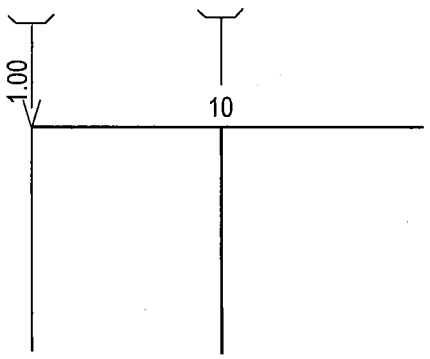
Để khai báo tải trọng tại nút số 5, ta chọn nút 5 và vào menu: **Assign > Joint Loads > Force...**



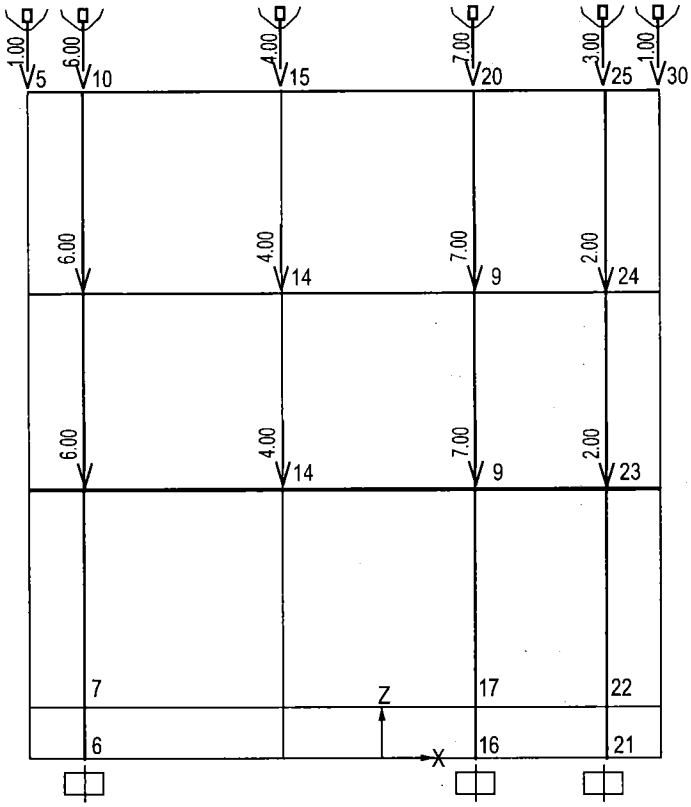
Điền giá trị tải trọng như hình dưới:



Kết quả:



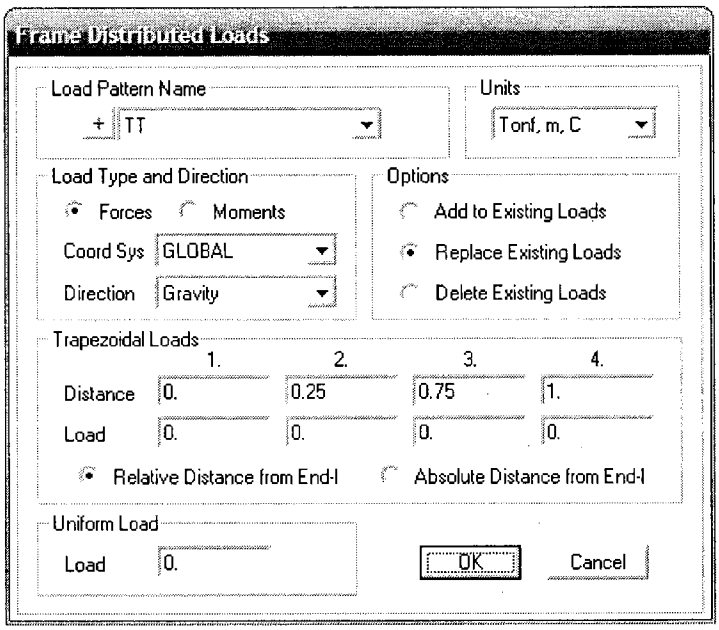
Nếu các nút có cùng tải trọng, có thể chọn 1 loạt nút sau đó hãy khai báo tải trọng. Tương tự cho các nút còn lại, ta được như sau:



Gán tải trọng phân bố đều:

Các bước thực hiện:

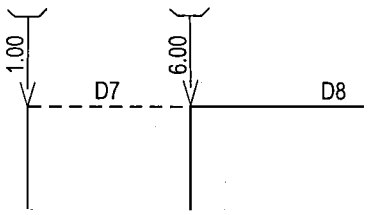
- Chọn thanh dầm cần gán
- Vào menu: **Assign > Frame Loads > Distributed…**



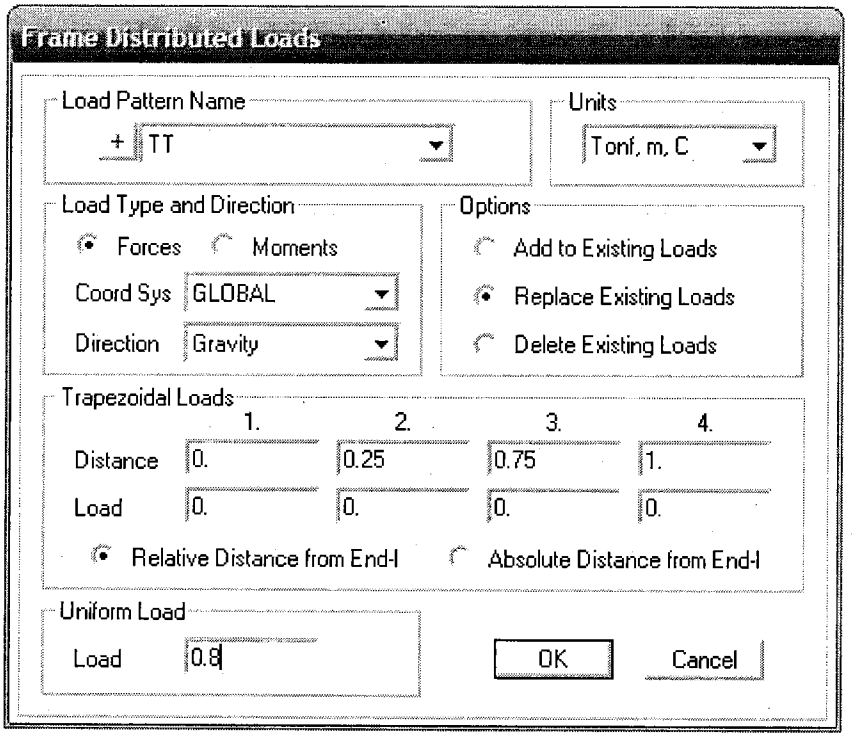
Điền giá trị phân bố lực vào ô **Load** trong khung **Uniform Load**.

Cụ thể:

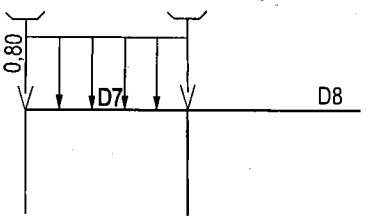
Để khai báo cho thanh số D7 ta chọn thanh và vào menu **Assign > Frame Loads > Distributed…**



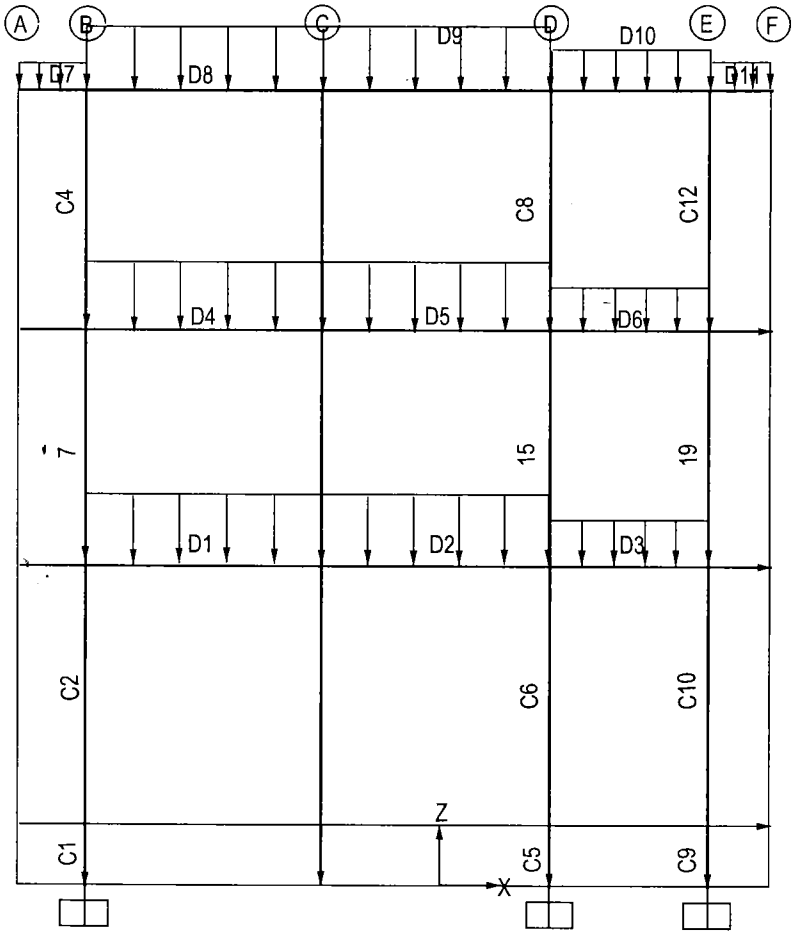
Điền các giá trị như hình sau:



Kết quả:



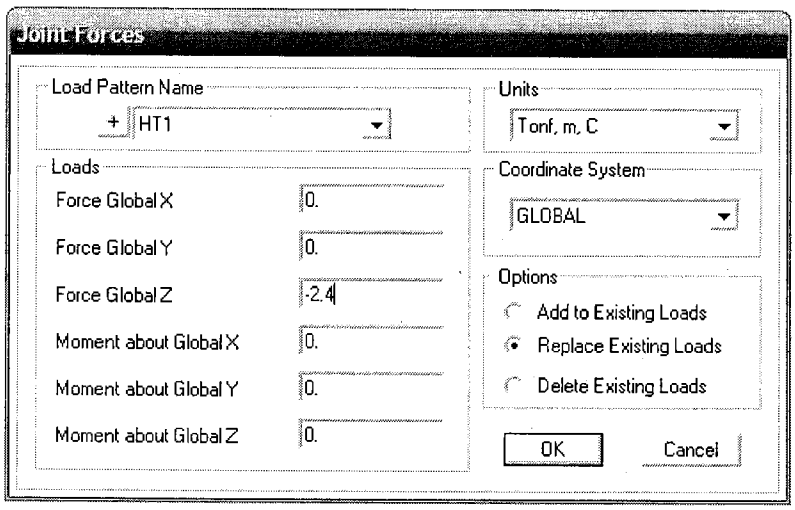
Tương tự ta khai báo cho các dầm còn lại và được kết quả như hình sau:



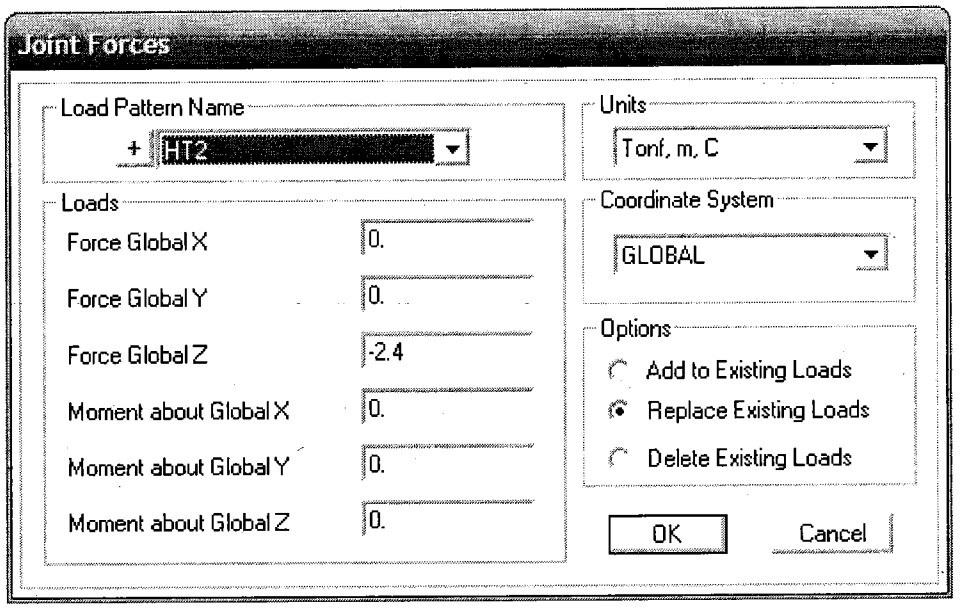
Khai báo hoạt tải:

Hoạt tải ở đây thực chất cũng chỉ là tải trọng tập trung và phân bố đều như trên mà thôi , do đó vấn đề khai báo tương tự chỉ khác là chọn trường hợp tải cho đúng.

Đối với HT1

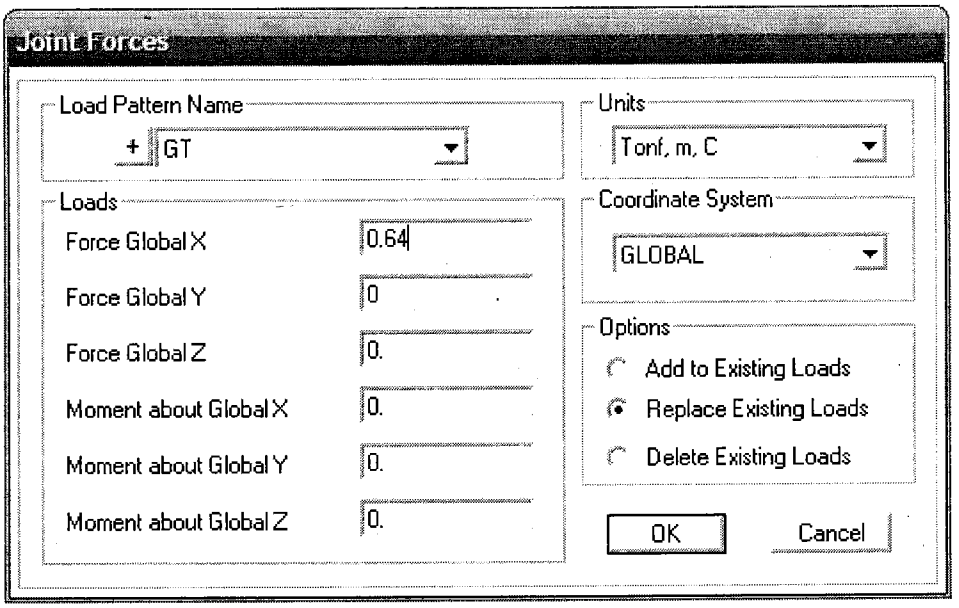


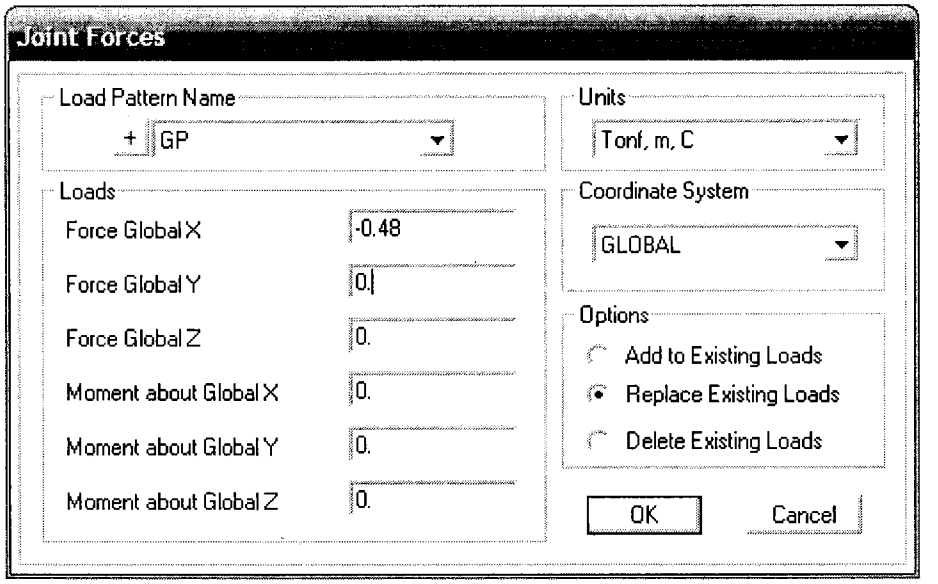
Đối với HT2:



Tải trọng gió:

Cũng tương tự như trên ta có GT và GP:

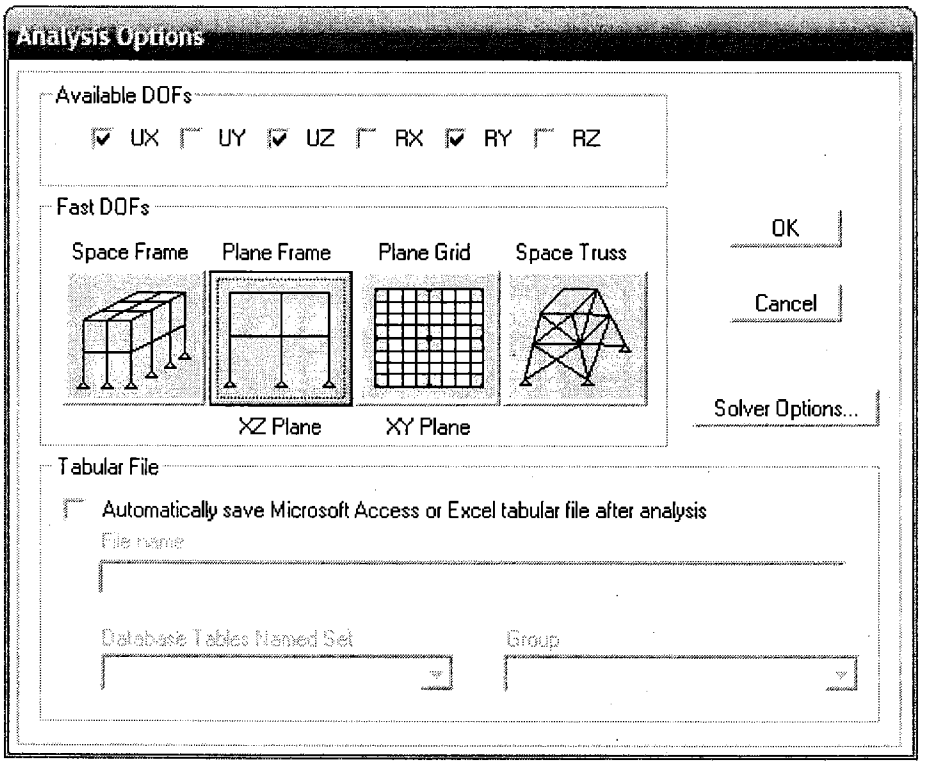




i) Thiết lập các điều kiện phân tích

Vào menu: **Analyze > Set Analysis Options...**

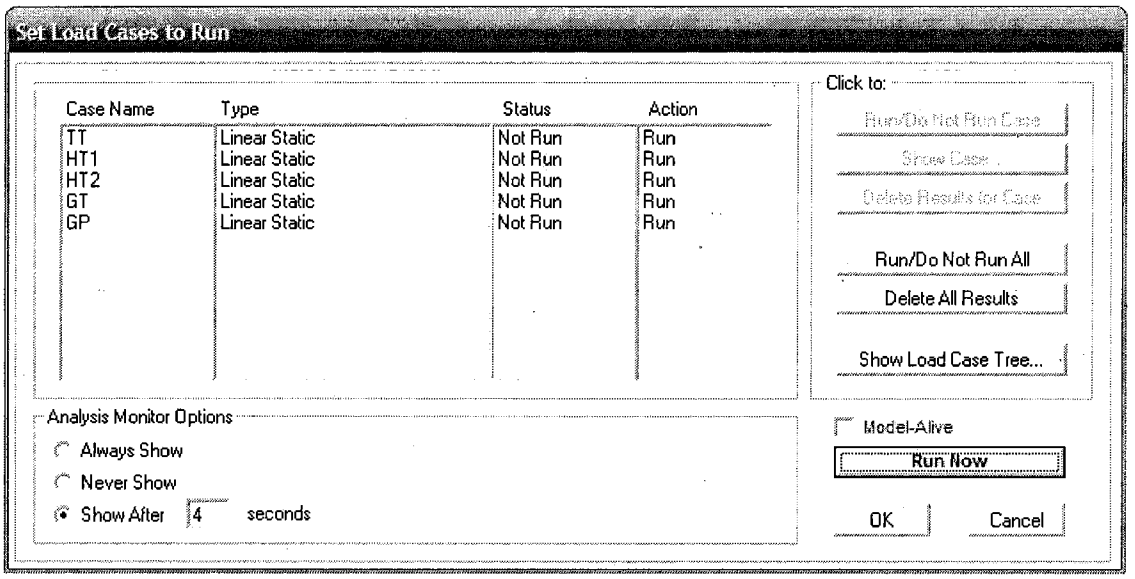
Vì đây là khung phẳng nên thiết lập các điều kiện biên cho khung phẳng bằng cách chọn vào nút **Plane Frame**.



Tiếp đó nhấn OK.

j) Chạy chương trình

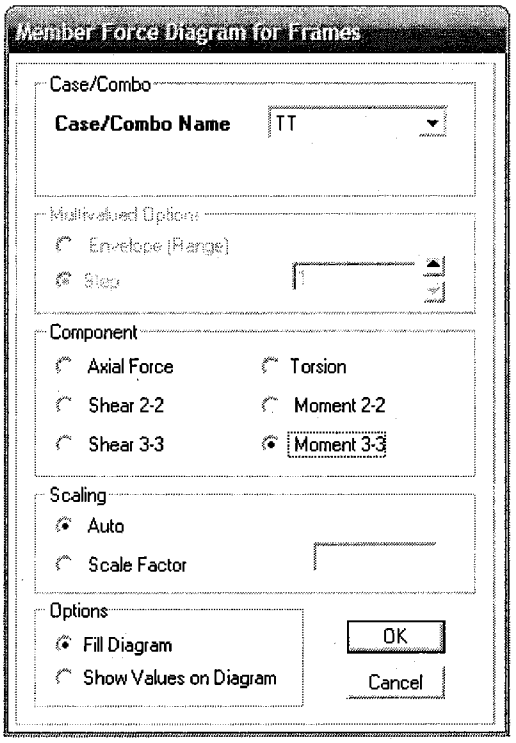
Vào menu: **Analyze > Run Analysis… (F5)**



Nhấn nút **Run Now**.

Khi đã phân tích xong ta có thể xem kết quả nội lực của hệ khung được SAP2000 xuất ra.

Vào menu **Display > Show Forces/Stresses > Frames/Cables…**



Trong hộp thoại này, ta chọn tên tải trọng hoặc tổ hợp tải trọng cần xem kết quả nội lực tại ô Case/ Combo Name trong khung Case/Combo.

Trong khung component là các kiểu nội lực cần xem, muốn xem nội lực nào thì bạn chọn vào ô đó.

Khung Scaling dùng trong trường hợp phóng to hay thu nhỏ mô hình xem nội lực. Thông thường ta để chế độ Auto.

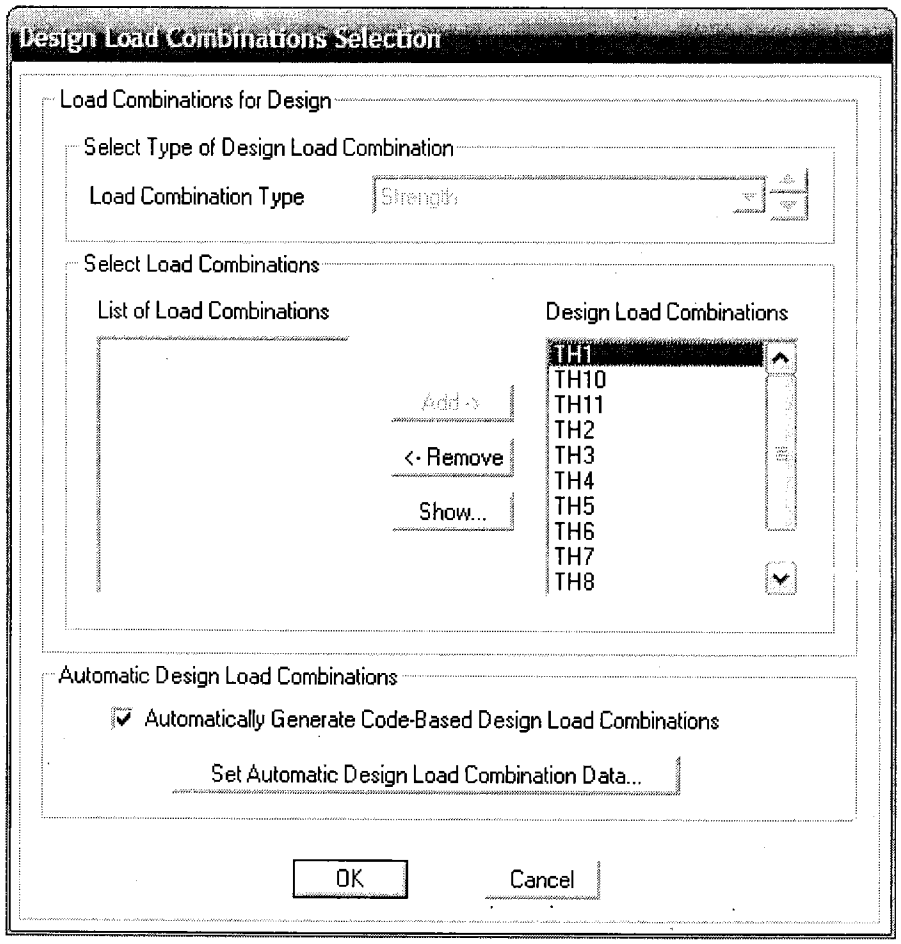
Khung Options cho 2 tùy chọn: **Fill Diagram** nếu muốn xem biểu đồ nội lực ở dạng tô màu toàn biểu đồ, và Show Values on diagram nếu muốn xem biểu đồ nội lực ở dạng hiển thị kết quả nội lực trên biểu đồ.

k) Thiết kế kết cấu

- Chọn tổ hợp nội lực dùng để thiết kế:

Dùng lệnh: **Design menu > Concrete Frame Design > Select Design Combo**...

Chọn tất cả các tổ hợp để thiết kế cốt thép



Nhấn OK.

- Chọn tiêu chuẩn thiết kế phù hợp với TCVN

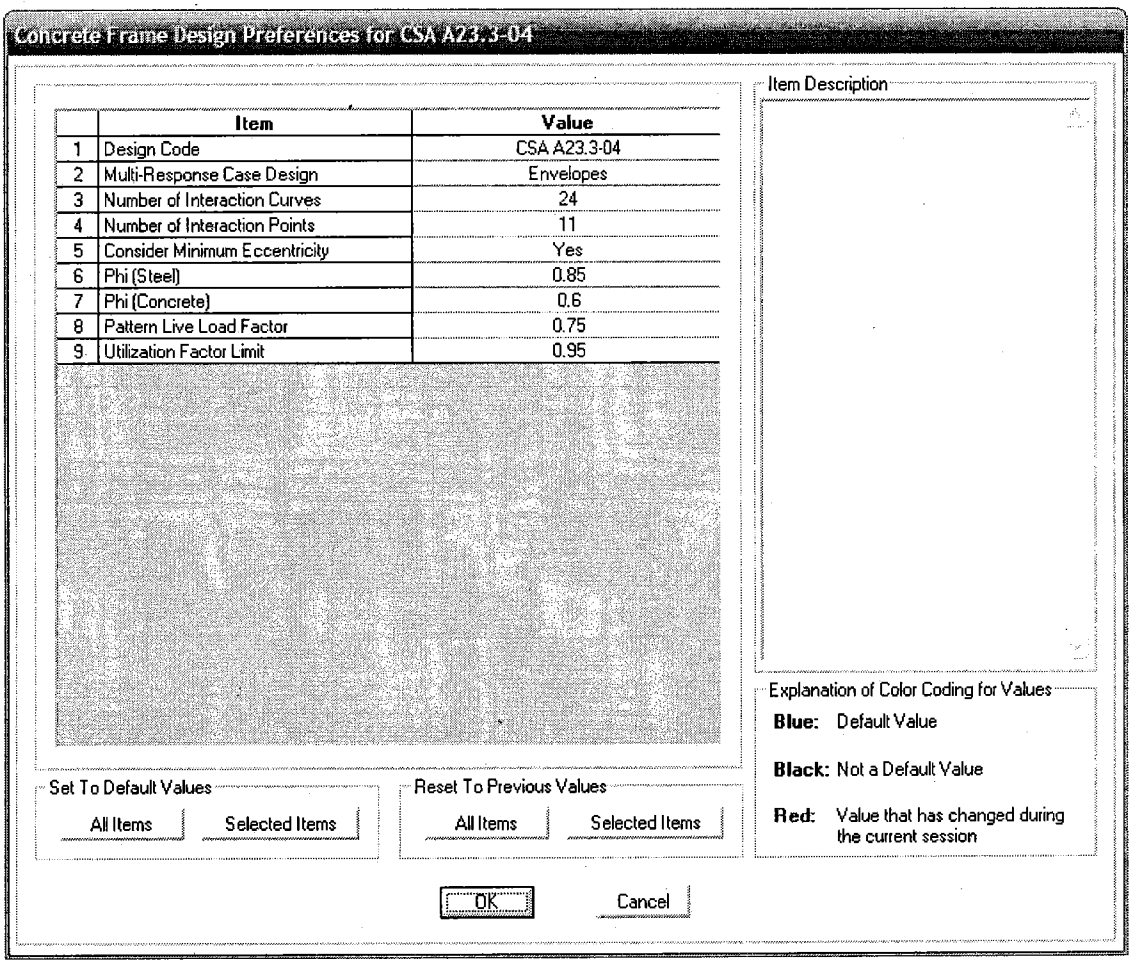
Vào menu: **Design menu > Concrete Frame Design > View/Revise Preferences...**

Có 2 cách dùng Sap2000 để thiết kế kết cấu bê tông cốt thép theo TCVN (bằng cách hiệu chỉnh các thông số của các tiêu chuẩn nước ngoài)

+ Dùng tiêu chuẩn Canada CSA-A23.3 : Nhập giá trị cường độ bê tông f'_c; cường độ cốt thép fy theo bảng (xem Giáo trình), và khai báo giá trị hệ số k (hệ số chiều dài tính toán) của phần tử cột theo bảng (xem Giáo trình).

+ Dùng Tiêu chuẩn Mỹ ACI318: Nhập giá trị cường độ bê tông $f'_c = R_n/0,85$; cường độ cốt thép $f_y = R_a$, và khai báo giá trị hệ số k (hệ số chiều dài tính toán) của phần tử cột = 0,7. Nếu vậy, ở đây ta chọn Tiêu chuẩn thiết kế là ACI318-99 và sửa các giá trị hệ số giảm cường độ (có 4 hệ số) = 1

Ở đây ta dùng Tiêu chuẩn CSA-A23.3-04:



	Item	Value
1	Design Code	CSA A23.3-04
2	Multi-Response Case Design	Envelopes
3	Number of Interaction Curves	24
4	Number of Interaction Points	11
5	Consider Minimum Eccentricity	Yes
6	Phi (Steel)	0.85
7	Phi (Concrete)	0.6
8	Pattern Live Load Factor	0.75
9	Utilization Factor Limit	0.95

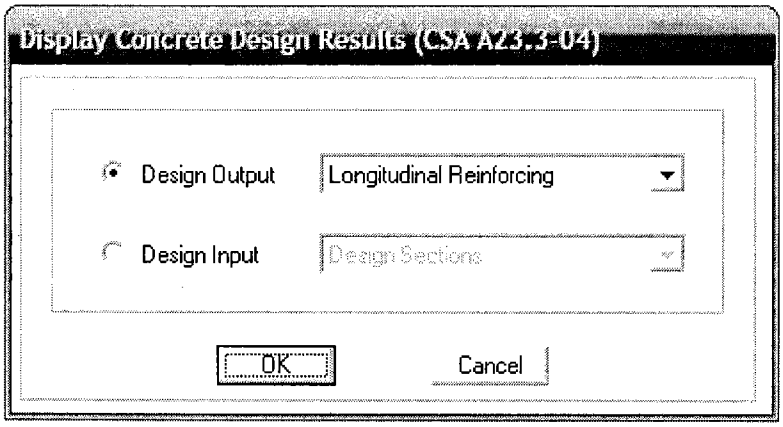
- Tính giá trị cốt thép

Vào menu:

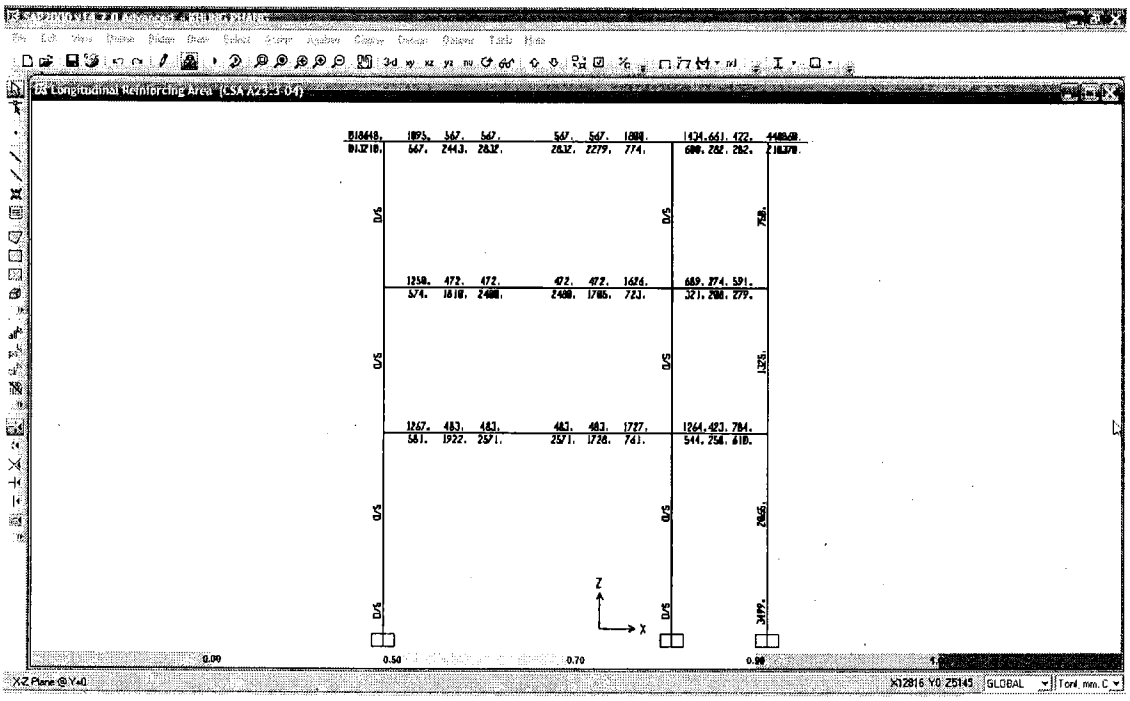
Design menu > Concrete Frame Design > Start Design/Check of Structures…

Kết quả cốt thép hiển thị trên màn hình và ta có thể xem các kết quả bằng cách vào menu:

Design menu > Concrete Frame Design > Display Design Info…



Chọn các dữ liệu xuất ra ở ô Design Output và nhấn nút OK bên dưới.

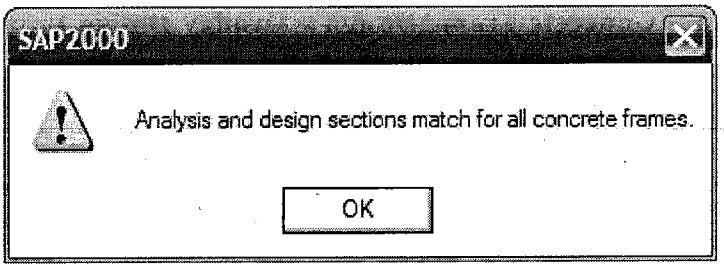


- Kiểm tra tính tương thích giữa thiết kế và phân tích

Lệnh:

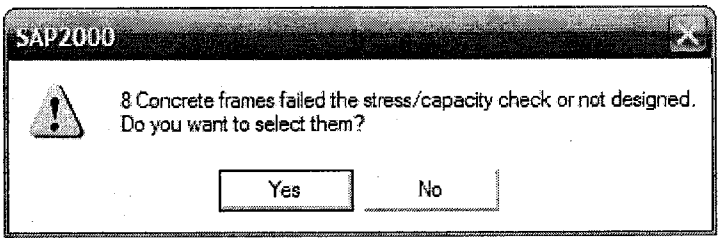
Design > Concrete Frame Design > Verify Analysis vs Design Section...

Khi hộp thoại xuất hiện thông báo như thế này thì OK nếu không bạn phải phân tích và thiết kế trở lại



- Kiểm tra khả năng đủ điều kiện thiết kế của các cấu kiện

Lệnh: **Design > Concrete Frame Design > Verify All Members Passed...**

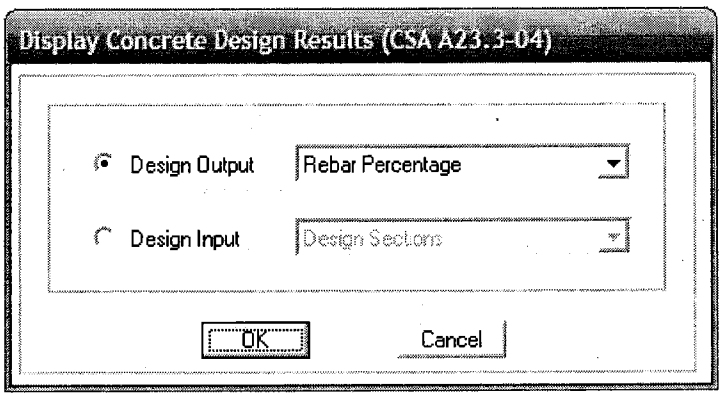


Nhấn No nếu còn cấu kiện chưa phù hợp, tiếp tục phân tích và thiết kế lại

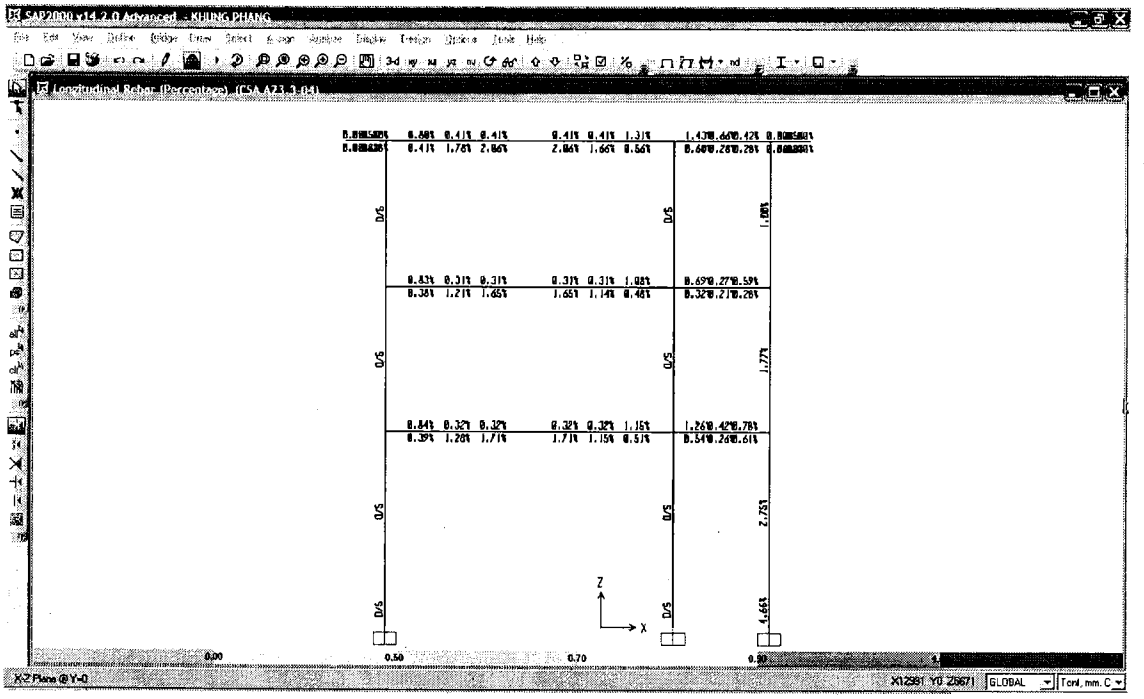
Nhấn Yes nếu tất cả cấu kiện đã đạt được.

- Xem biểu đồ cốt thép và xuất sang EXCEL

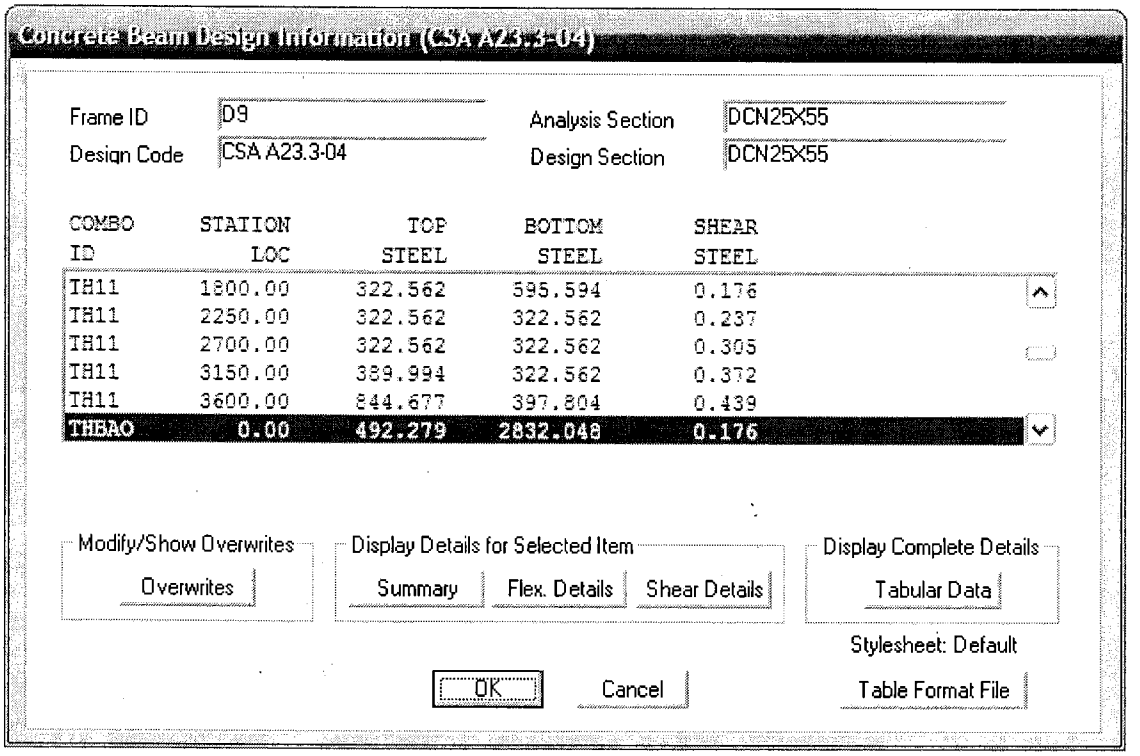
Design menu > Concrete Frame Design > Display Design Info...



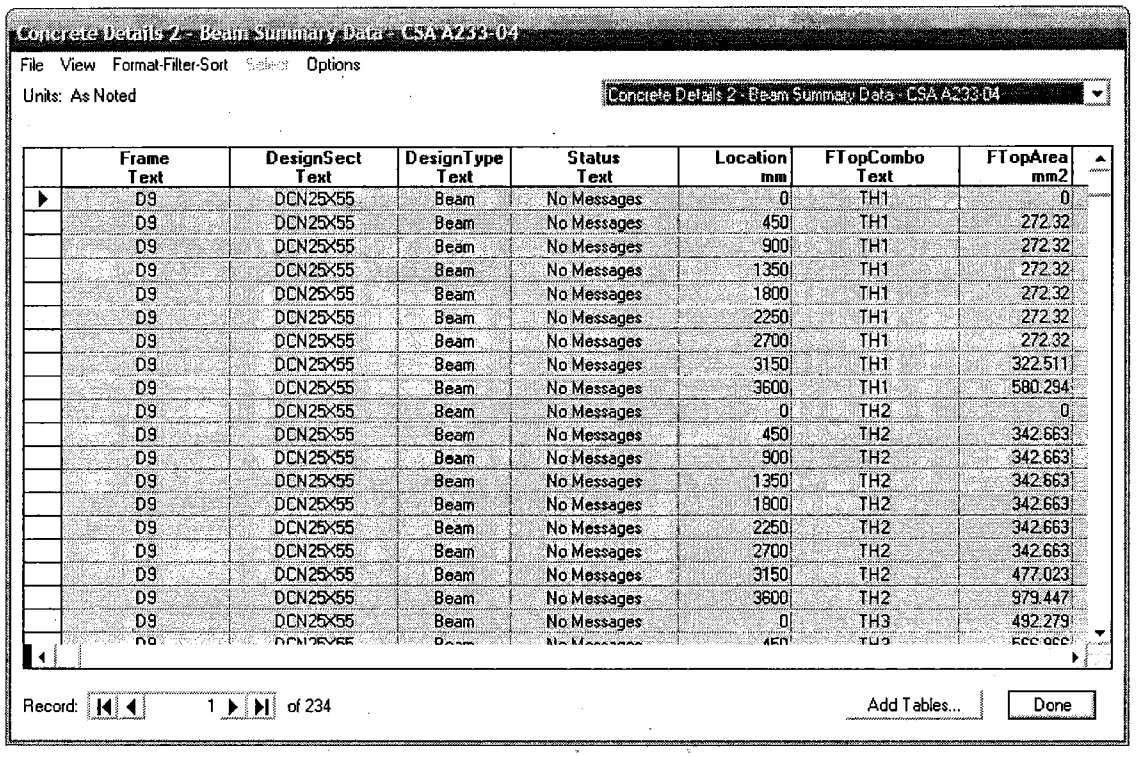
SAP xuất hiện:



Click phải vào một thanh bất kỳ:



Nhấn vào nút **Tabular Data.**



Concrete Details 2 - Beam Summary Data - CSA A233-04

File View Format-Filter-Sort Select Options

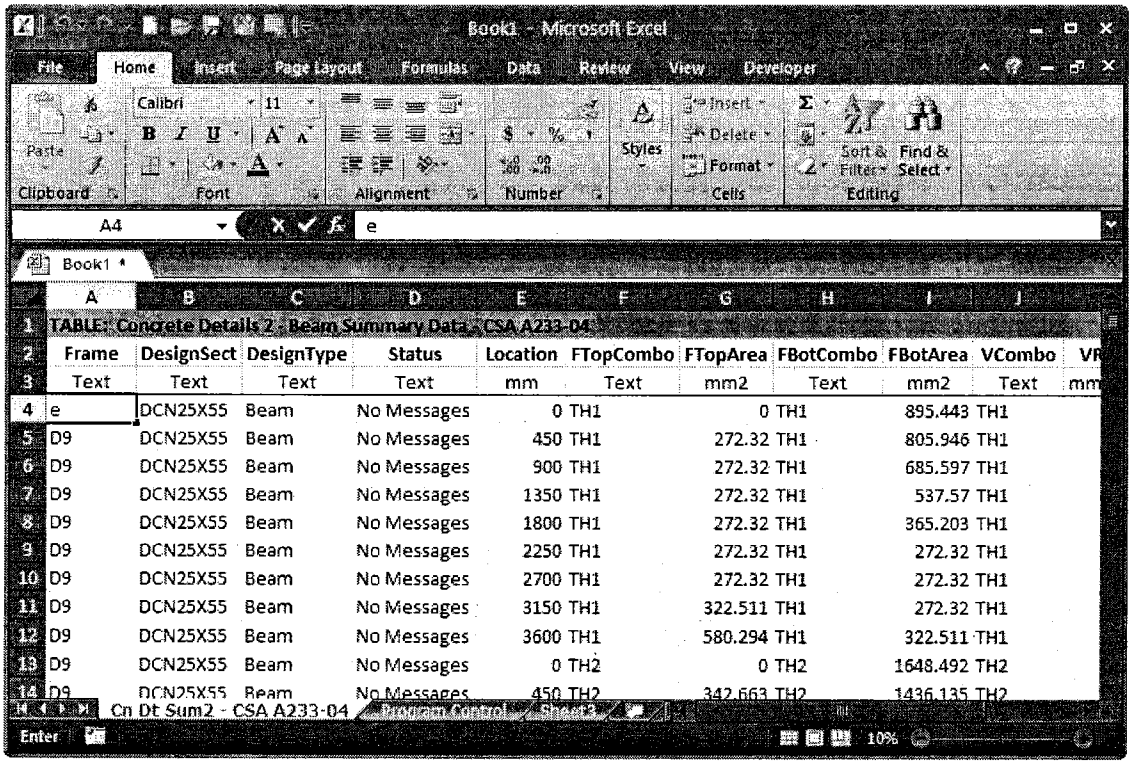
Units: As Noted

Concrete Details 2 - Beam Summary Data - CSA A233-04

Frame Text	DesignSect Text	DesignType Text	Status Text	Location mm	FTopCombo Text	FTopArea mm2
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	0	TH1	0
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	450	TH1	272.32
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	900	TH1	272.32
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	1350	TH1	272.32
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	1800	TH1	272.32
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	2250	TH1	272.32
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	2700	TH1	272.32
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	3150	TH1	322.511
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	3600	TH1	580.294
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	0	TH2	0
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	450	TH2	342.663
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	900	TH2	342.663
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	1350	TH2	342.663
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	1800	TH2	342.663
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	2250	TH2	342.663
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	2700	TH2	342.663
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	3150	TH2	477.023
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	3600	TH2	979.447
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	0	TH3	492.279

Record: 1 of 234 Add Tables... Done

Trong hộp thoại này ta chọn **vào File > Export Current Table > To Excel...,** kết quả được cho như sau:



Book1 - Microsoft Excel

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Developer

A4 e

Book1 *

TABLE: Concrete Details 2 - Beam Summary Data - CSA A233-04

Frame Text	DesignSect Text	DesignType Text	Status Text	Location mm	FTopCombo Text	FTopArea mm2	FBotCombo Text	FBotArea mm2	VCombo Text	VR mm
e	DCN25X55	Beam	No Messages	0	TH1	0	TH1	895.443	TH1	
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	450	TH1	272.32	TH1	805.946	TH1	
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	900	TH1	272.32	TH1	685.597	TH1	
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	1350	TH1	272.32	TH1	537.57	TH1	
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	1800	TH1	272.32	TH1	365.203	TH1	
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	2250	TH1	272.32	TH1	272.32	TH1	
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	2700	TH1	272.32	TH1	272.32	TH1	
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	3150	TH1	322.511	TH1	272.32	TH1	
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	3600	TH1	580.294	TH1	322.511	TH1	
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	0	TH2	0	TH2	1648.492	TH2	
D9	DCN25X55	Beam	No Messages	450	TH2	342.663	TH2	1436.135	TH2	

Cn Dt Sum2 - CSA A233-04 Program Control Sheet3

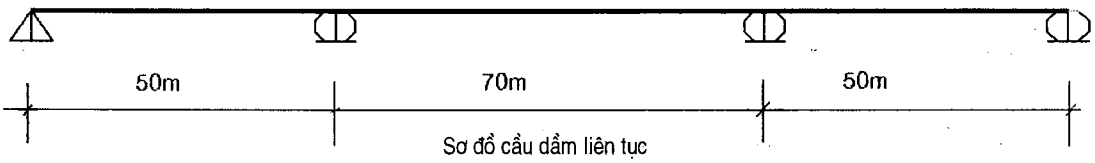
Enter 10%

Chương 6

VÍ DỤ TÍNH NỘI LỰC DẦM CẦU ĐÚC HẪNG GIAI ĐOẠN KHAI THÁC

A - MÔ TẢ SỐ LIỆU BÀI TOÁN

- Sơ Kết cấu nhịp: 50+70+50 m
- Chiều cao dầm tại gối : 4m
- Chiều cao gối tại giữa nhịp : 2.5m
- Chiều dày sườn dầm 40 cm, bản nắp 30cm, bản đáy 50cm.
- Bề rộng toàn bộ hộp dầm 8m.
- Tĩnh tải phần hai (lan can, tay vịn, mặt cầu) DC2=25 kN/m.



Sơ đồ cầu dầm liên tục

- Vật liệu: Bê tông cấp 40 MPa.

Yêu cầu thực hiện

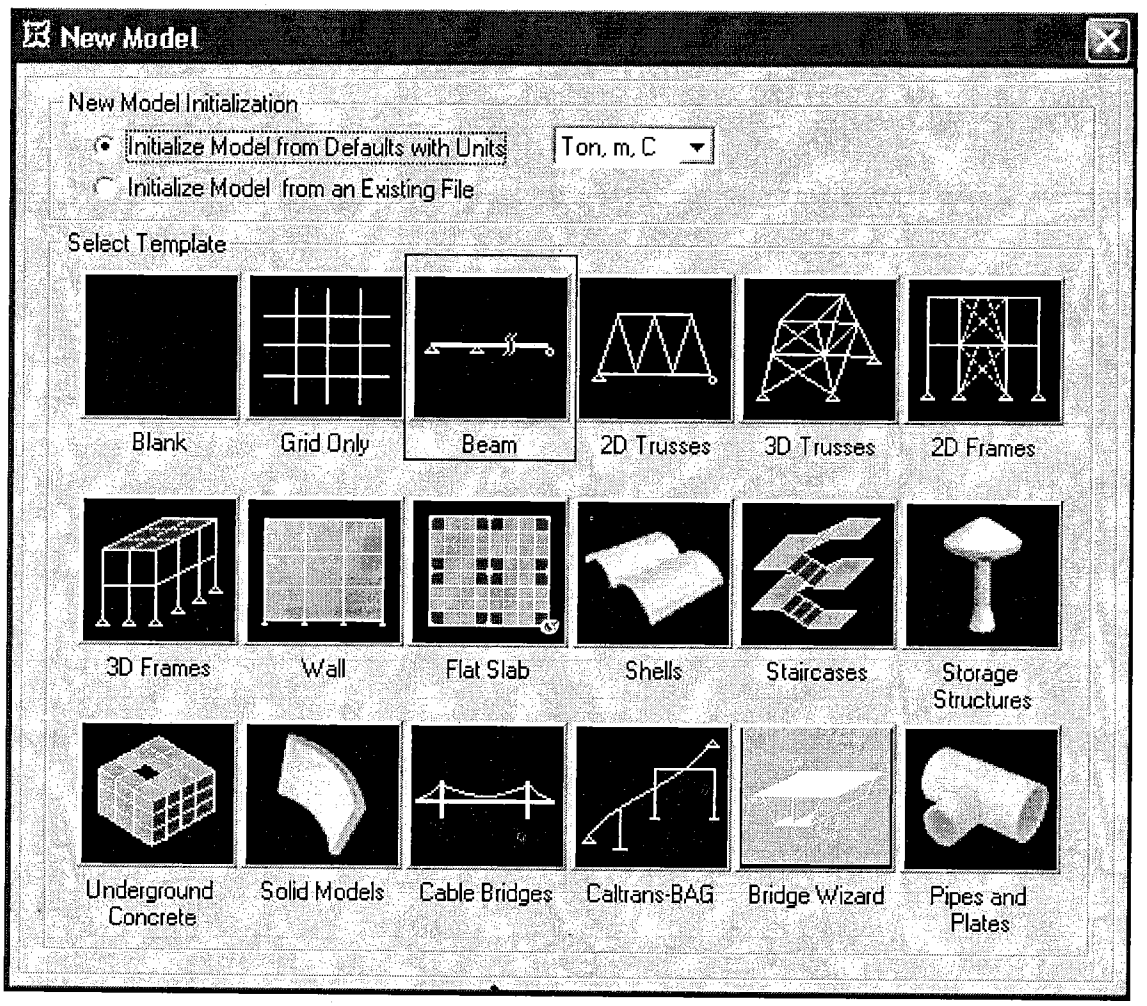
1. Hiện biểu đồ nội lực do tải trọng bản thân (DC1+DC2).
2. Hiển thị biểu đồ bao nội lực do hoạt tải HL93
3. Hiện các đường ảnh hưởng mômen, lực cắt tại giữa nhịp và gối.

B - TRÌNH TỰ THỰC HIỆN

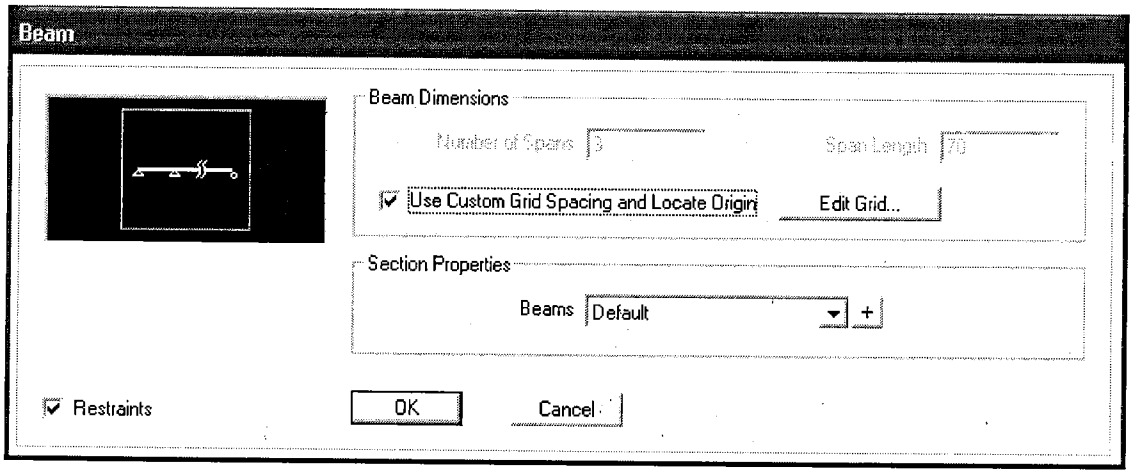
1. Khởi động **SAP2000 V14**: Bấm đôi biểu tượng chương trình 

2. Chọn đơn vị Lực-chiều dài- nhiệt độ : 

3. Chọn lệnh **File\New Model ,** chọn biểu tượng dầm liên tục.

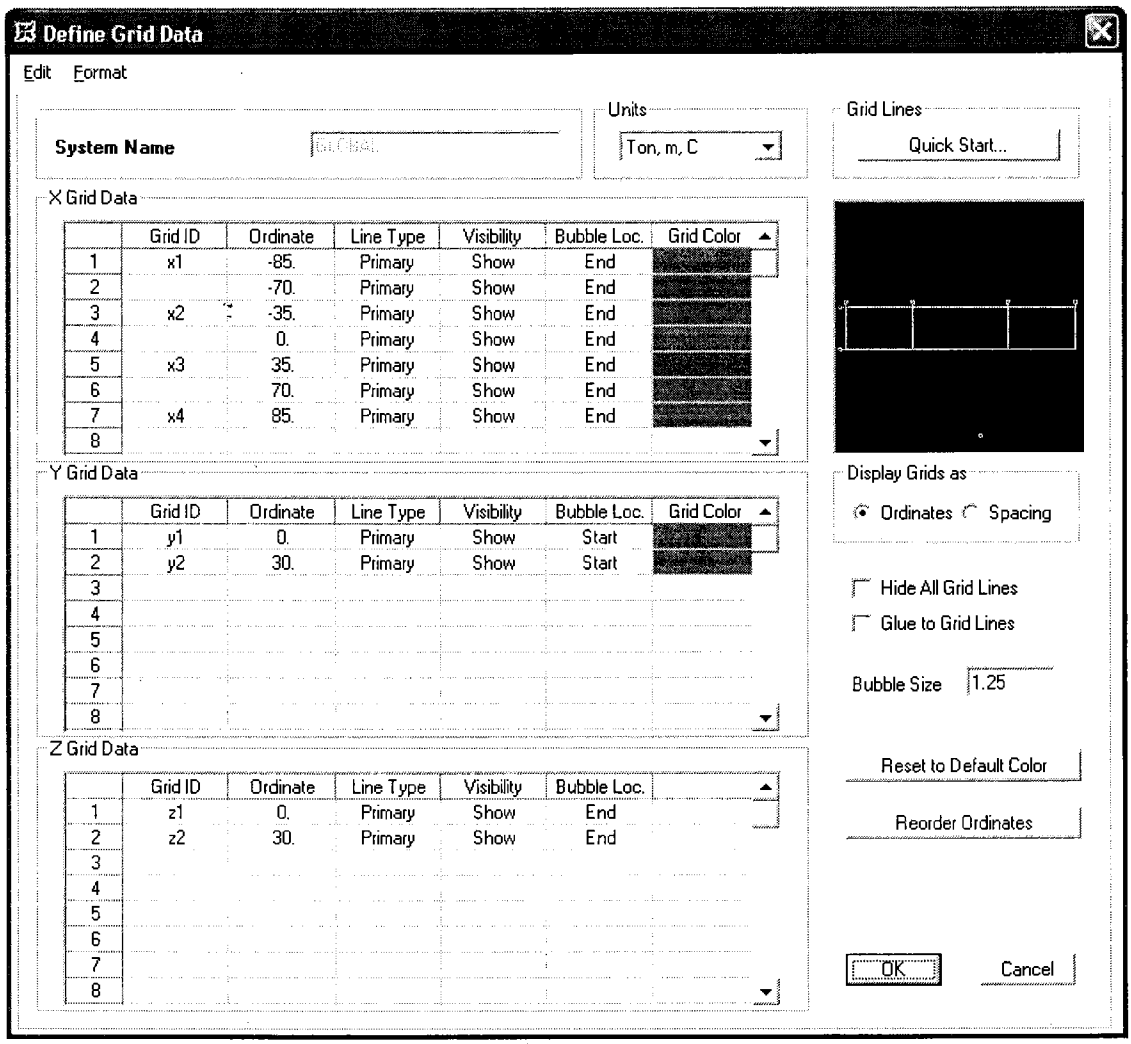


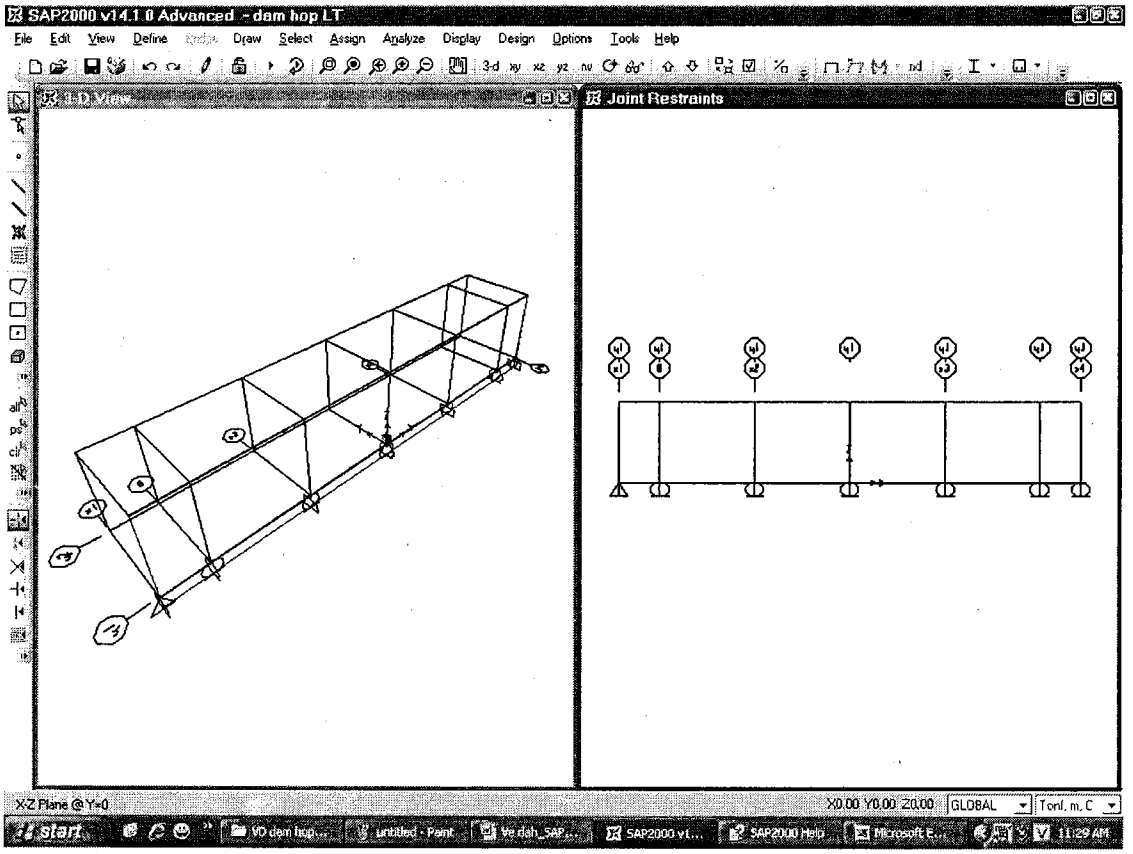
4. Gõ số nhịp **3**, chiều dài nhịp **70** vào hộp thoại, bấm chọn *Use Custom Grid and Locate Origin,* bấm nút **Edit grid** hiện hộp thoại hiệu chỉnh lưới.



5. Chỉnh sửa các đường lưới để được sơ đồ dầm liên tục 50+70+50 (m). Tạo thêm điểm nút tại vị trí hợp long nhịp biên và nhịp giữa để mô hình hóa phần tử có độ cứng thay đổi theo chiều dài.

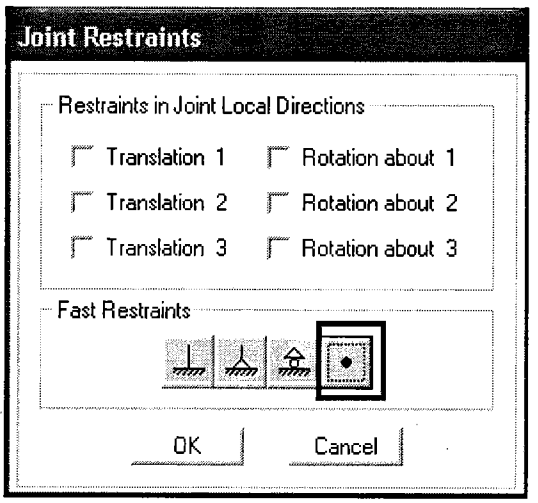
- Dùng lệnh **File/Insert** trong hộp thoại **define grid data** để chèn thêm dòng.
- Tạo thêm các đường lưới theo trục x, y, z như kết quả ở hộp thoại sau.
- Bấm nút **OK** hai lần để thoát hộp thoại.
- Bấm nút X bên phải cửa sổ 3D view để đóng cửa sổ 3D.





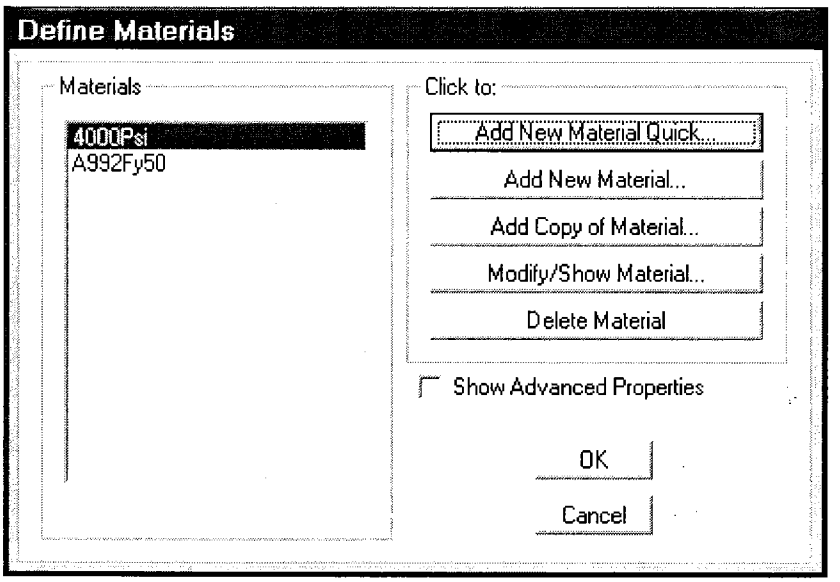
6. Xóa bỏ các liên kết thừa của dầm

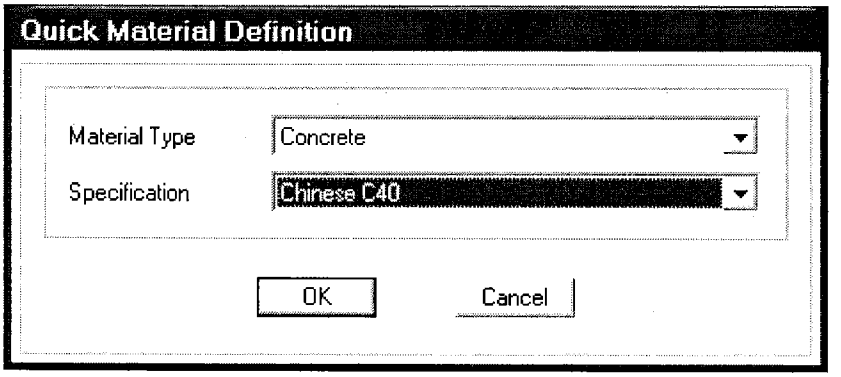
- Bấm chọn các nút có liên kết thừa tại vị trí hợp long (nút 2, 4, 5).
- Bấm lệnh **Assign menu > Joint > Restraints**
- Bấm nút chấm bỏ các liên kết.
- Bấm OK thoát hộp thoại.



7. Khai báo vật liệu cho mô hình

- Bấm lệnh **Define menu > Materials,** Hiện hộp thoại.
- Bấm tiếp nút **Add New Material Quick,** hiện hộp thoại.
- Chọn ô Material type: Concrete.
- Chọn ô Specification: Chinese 40 .
- Bấm OK, bấm tiếp OK thoát hai hộp thoại.





8. Khai báo mặt cắt dầm hộp thành xiên

- Khai báo mặt cắt tại gối dạng hộp thành xiên sử dụng chương trình **Section Designer** đi kèm theo SAP2000:

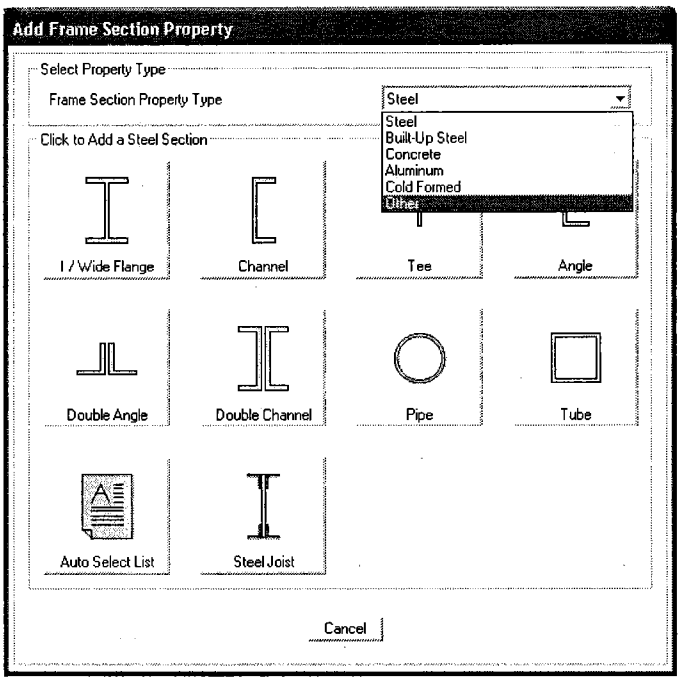
+ Vào lệnh **Define menu > Frame Sections,** hiện hộp thoại, bấm nút **Add New Property**

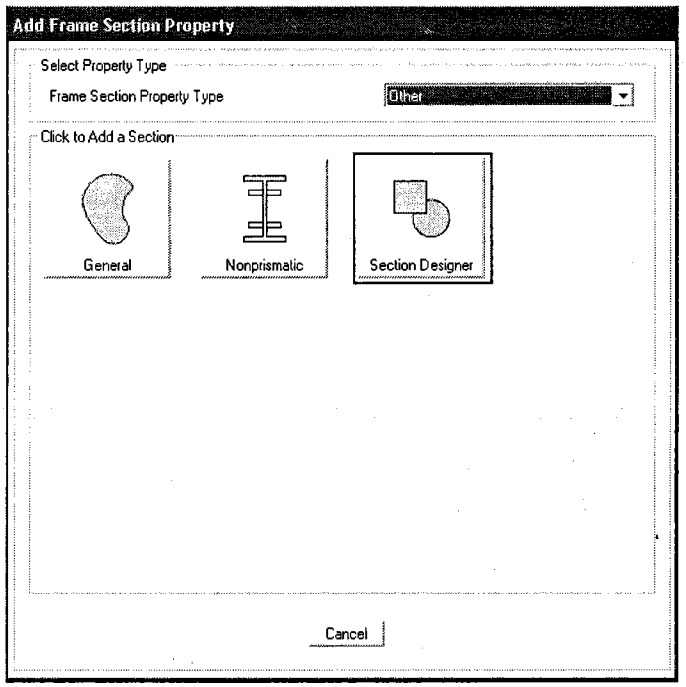
+ Bấm chọn biểu tượng **section designer** hiện hộp thoại *SD section data*

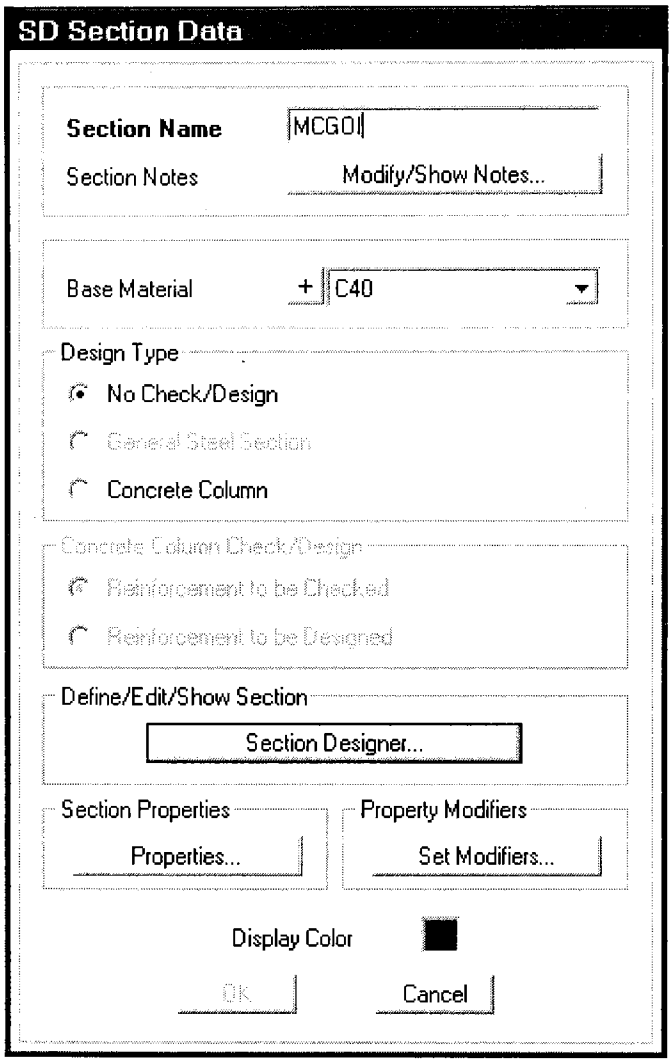
+ Gõ vào ô **Section name** tên mặt cắt là **MCGOI**

+ Chọn **Base material là C40**

+ Bấm chọn nút *section designer* để vào chương trình định nghĩa và chỉnh sửa mặt cắt của CSI tên là **CSISD**. Đây là một chương trình con đi theo bộ SAP2000 dùng để tạo và tính toán đặc trưng các loại mặt cắt bất kỳ, chương trình còn có khả năng vẽ các biểu đồ ứng suất mặt cắt, vẽ biểu đồ đường cong tương tác P-M-M của mặt cắt cột BTCT.







a) Thiết kế mặt cắt dạng bất kỳ bằng chương trình Section designer của CSI

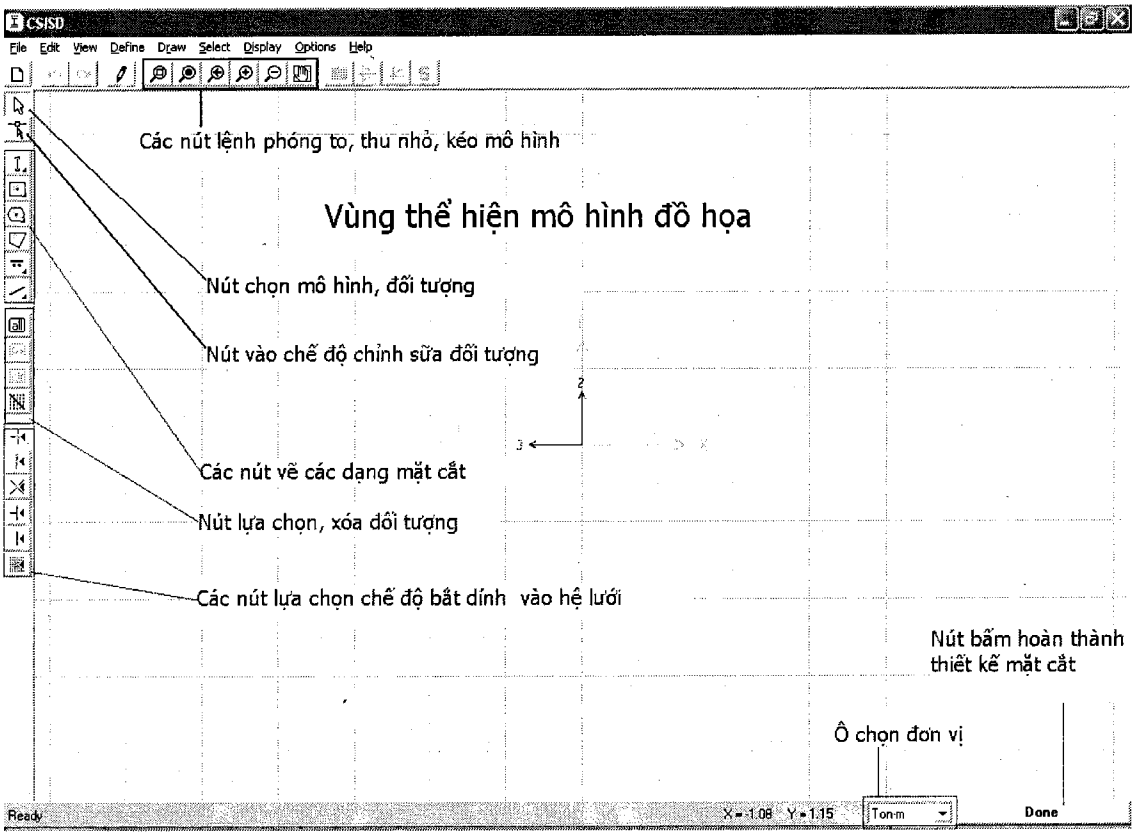
- Màn hình đồ họa của CSISD cũng bao gồm các phần chính: Vùng thể hiện mô hình trên cơ sở hệ lưới, menu Bar, thanh công cụ, nút lệnh, hệ tọa độ, ô đơn vị.

- Bấm Chọn đơn vị **ton-m.**

- Bấm lệnh **Option > Preference...** Thiết lập các tham số của hệ lưới cho phù hợp với dạng và các kích thước mặt cắt.

- Bấm chọn nút để vẽ đường bao ngoài của mặt cắt hộp xiên. Rê chuột bấm vào các nút lưới để vẽ đường bao ngoài như một đa giác khép kín. Kết thúc vẽ đường biên bấm phím Enter.

- Bấm nút , sau đó bấm chuột vào đa giác để vào chế độ sửa lại hình cho đúng kích thước chi tiết.

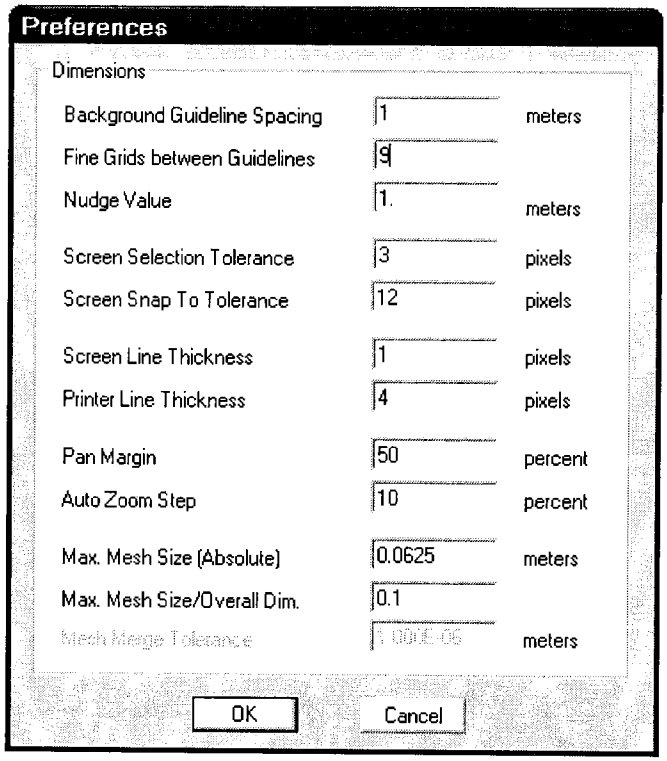


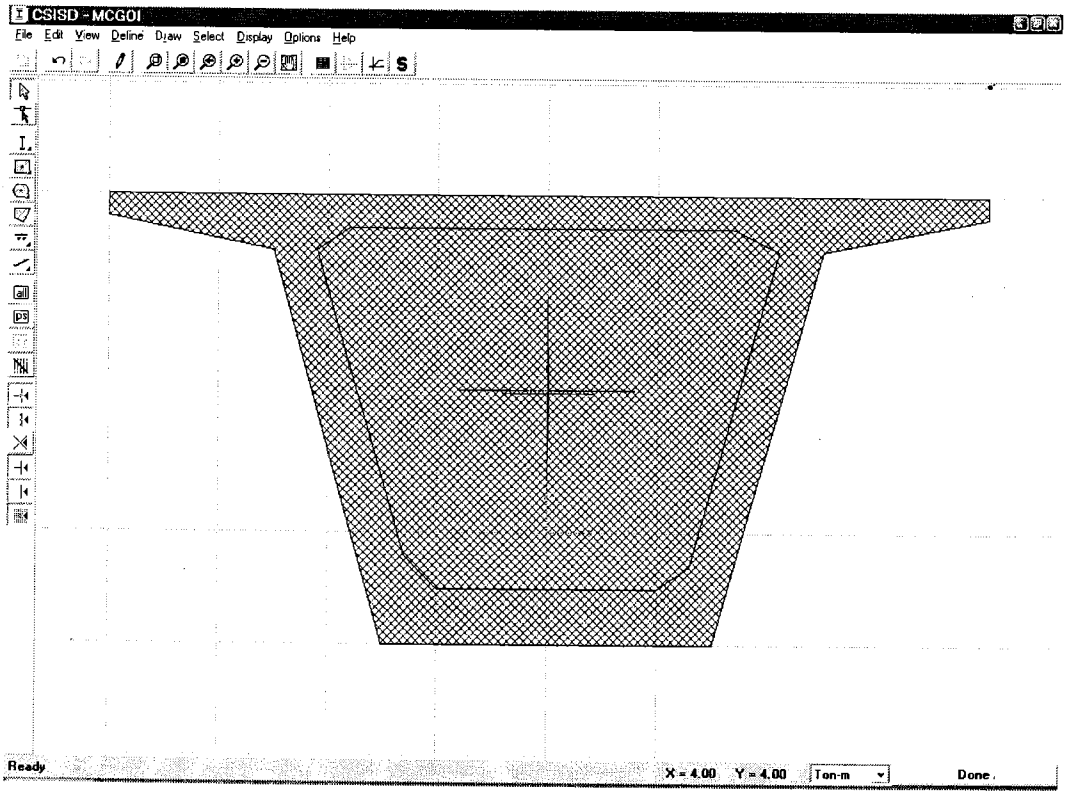
- Sử dụng lệnh phóng to, thu nhỏ, bắt dính, chia lại mật độ lưới và bấm chuột vào các điểm góc đã được đánh dấu của đường biên đa giác, rê thả các điểm góc để hiệu chỉnh kích thước biên ngoài cho phù hợp với kích thước chi tiết đã cho.

- Bấm nút , dùng chuột vẽ đường biên bên trong của hộp.

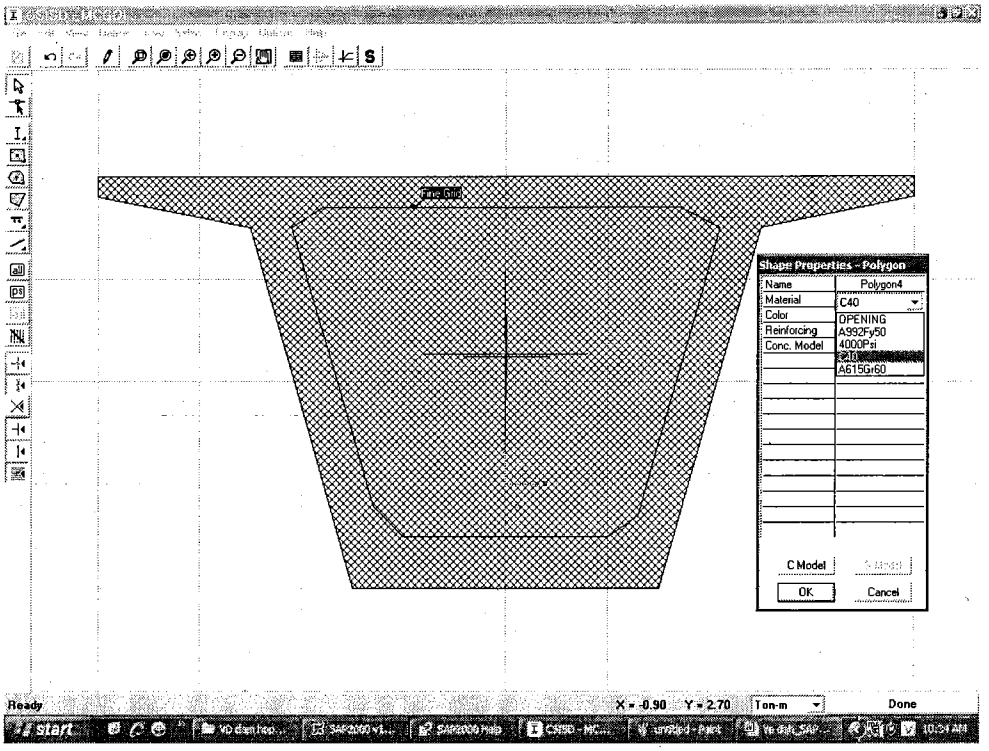
- Bấm nút , sau đó bấm chuột vào đa giác để vào chế độ sửa lại hình cho đúng kích thước chi tiết của biên trong.

- Sử dụng lệnh phóng to, thu nhỏ, bắt dính, chia lại mật độ lưới và bấm chuột vào các điểm góc đã được đánh dấu của đường biên đa giác bên trong, rê thả các điểm góc để hiệu chỉnh kích thước biên ngoài cho phù hợp với kích thước chi tiết đã cho.

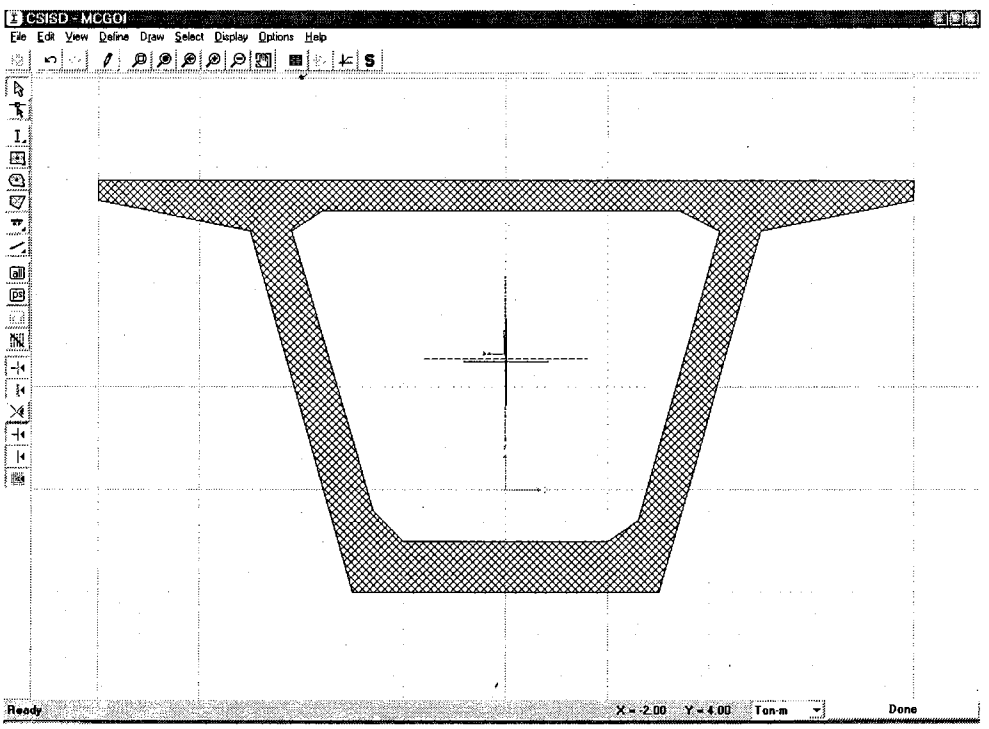




(Vẽ và hiệu chỉnh đường biên ngoài, đường biên trong của hộp)



(Chọn đường biên trong, bấm nút phải hiện hộp gán vật liệu)

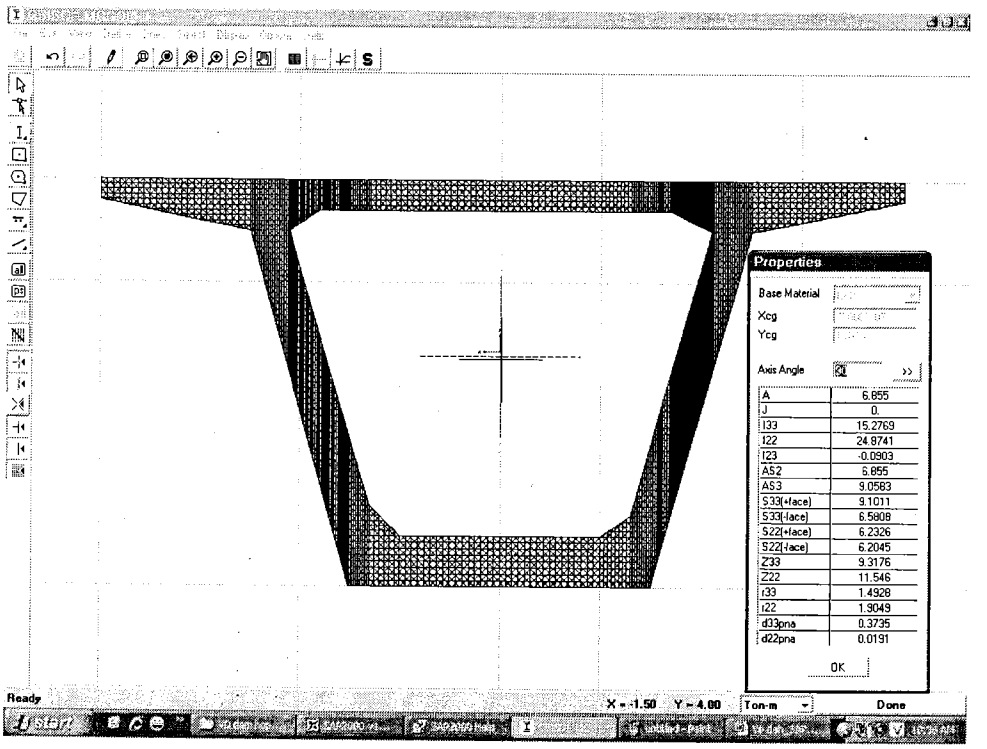


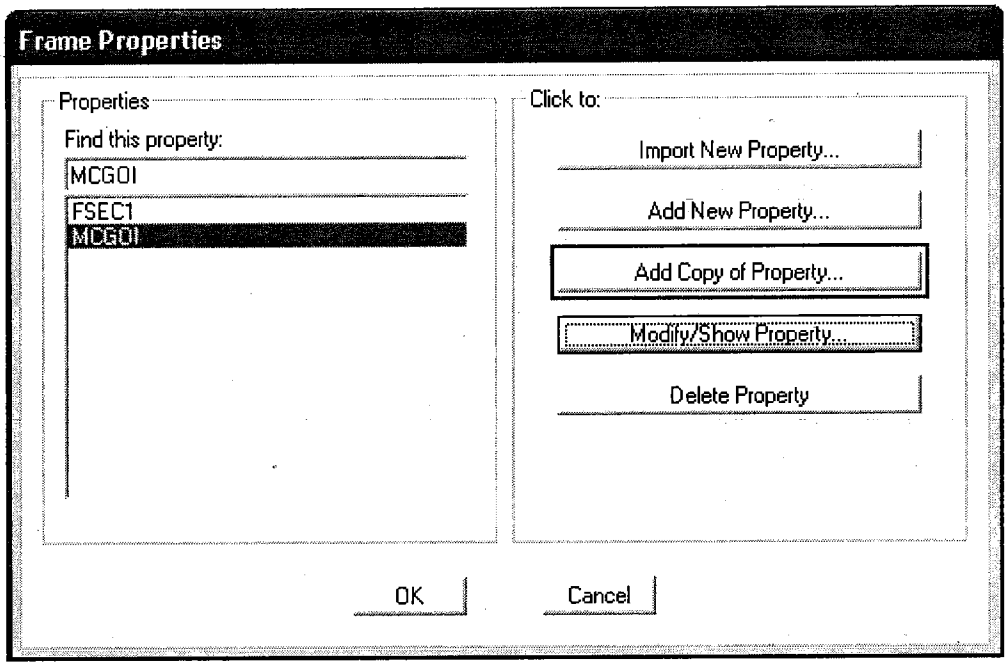
(Sau khi gán vật liệu OPENING cho đường biên trong)

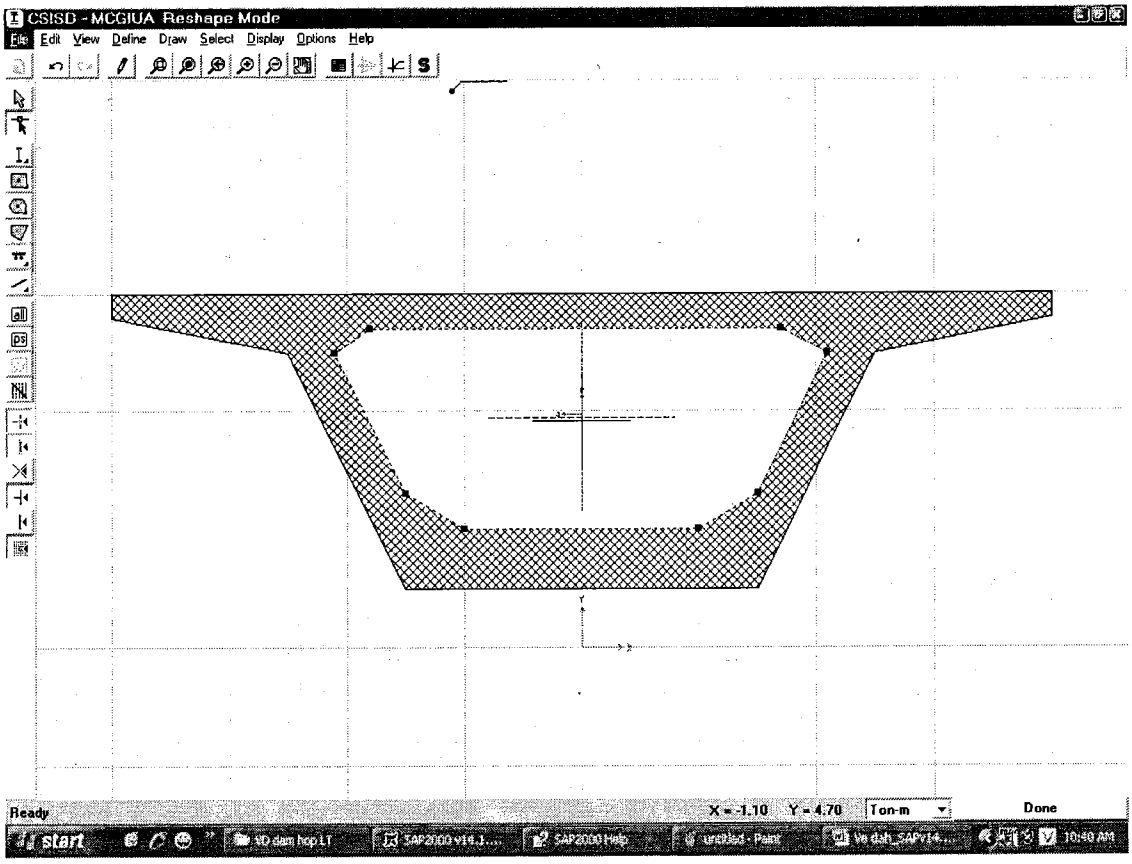
- Sau khi hiệu chỉnh xong đường biên trong (đa giác 2), bấm nút lệnh chọn đa giác 2, bấm nút phải hiện hộp thoại **shape properties,** bấm chọn ô **material** là **OPENING**

Để tạo lỗ cho tiết diện hộp.

- Bấm nút lệnh hiện hộp thoại **properties** thể hiện các đặc trưng hình học mặt cắt trong hệ toạ độ riêng (2-3).
- Bấm nút **done** kết thúc vẽ mặt cắt hộp tại gối (MCGOI).
- Bấm nút tiếp nút **OK** để thoát hộp thoại *SD section data* kết thúc định nghĩa mặt cắt ngang tại gối.
- Trong hộp thoại Frame properties, bấm chọn nhãn MCGOI, bấm nút **Add Copy of properties,** hiện lại hộp thoại *SD section data.*
- Gõ tên MCGIUA vào ô *section name.*
- Bấm nút **Section Designer** khởi động chương trình thiết kế mặt cắt CSISD.
- Vào lại lệnh **Options menu > Preference** thiết lập lại các thông số về lưới như cũ.
- Sư dụng nút lệnh **reshaper** và kỹ thuật bấm các điểm góc và kéo thả để chỉnh đa giác trong và ngoài của mặt cắt hộp MCGOI thành MCGIUA. Ví dụ này ta chỉ cần thay đổi chiều cao toàn bộ mặt cắt từ 4m còn 2,5m.
- Sau khi chỉnh sữa xong bấm nút **Done**, bấm **OK** hai lần để thoát các hộp thoại định nghĩa mặt cắt hộp.







(Kết quả chỉnh sửa mặt cắt gối thành mặt cắt giữa nhịp)

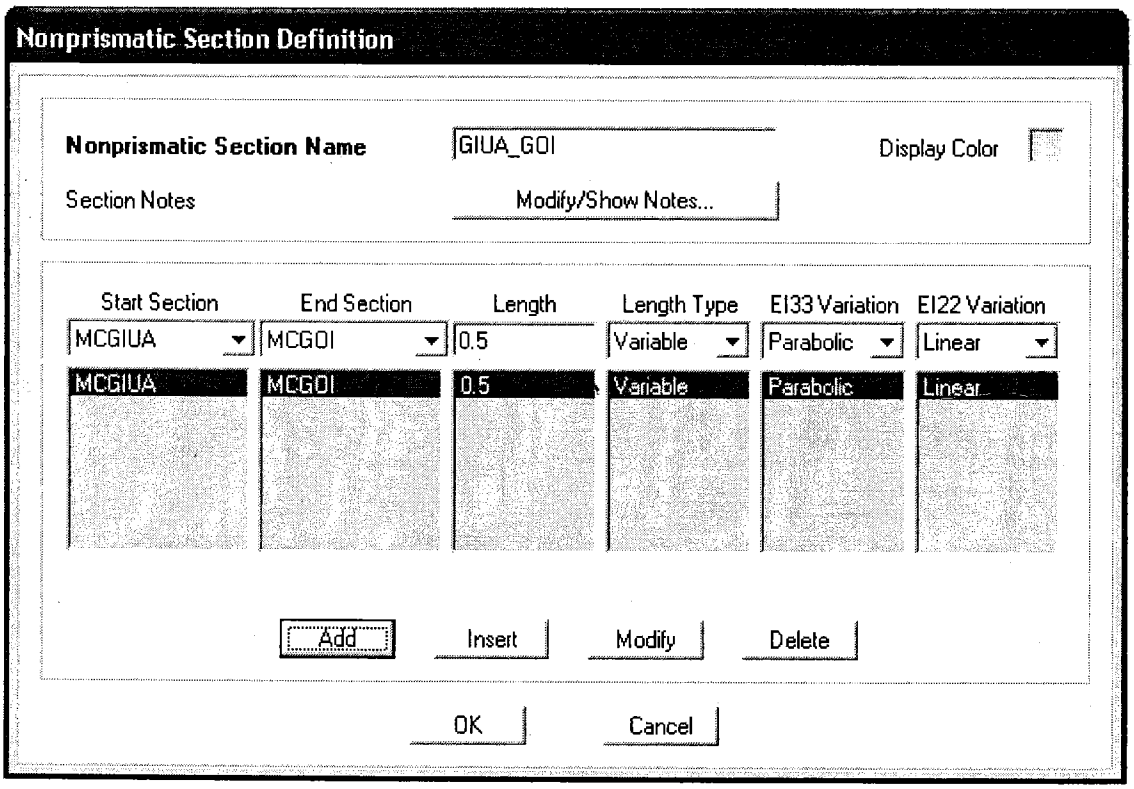
b) Định nghĩa mặt cắt có độ cứng thay đổi theo chiều dài trục thanh (Mặt cắt không phải dạng lăng trụ)

Với mục đích phân tích sơ bộ ở ví dụ này, ta tạo mặt cắt không phải dạng lăng trụ để gán cho các đoạn dầm có độ cứng thay đổi theo chiều dài. Ta tạo hai mặt cắt dạng tên GIUA_GOI và mặt cắt tên GOI_GIUA để gán cho các phần tử có độ cứng thay đổi sau này.

- Vào lệnh **Define menu > Frame Sections**

- Bấm nút **Add New Property,** chọn nhãn **Other**, Bấm tiếp nút **Nonprismatic** hiện hộp thoại *Nonprismatic Section Definition.*

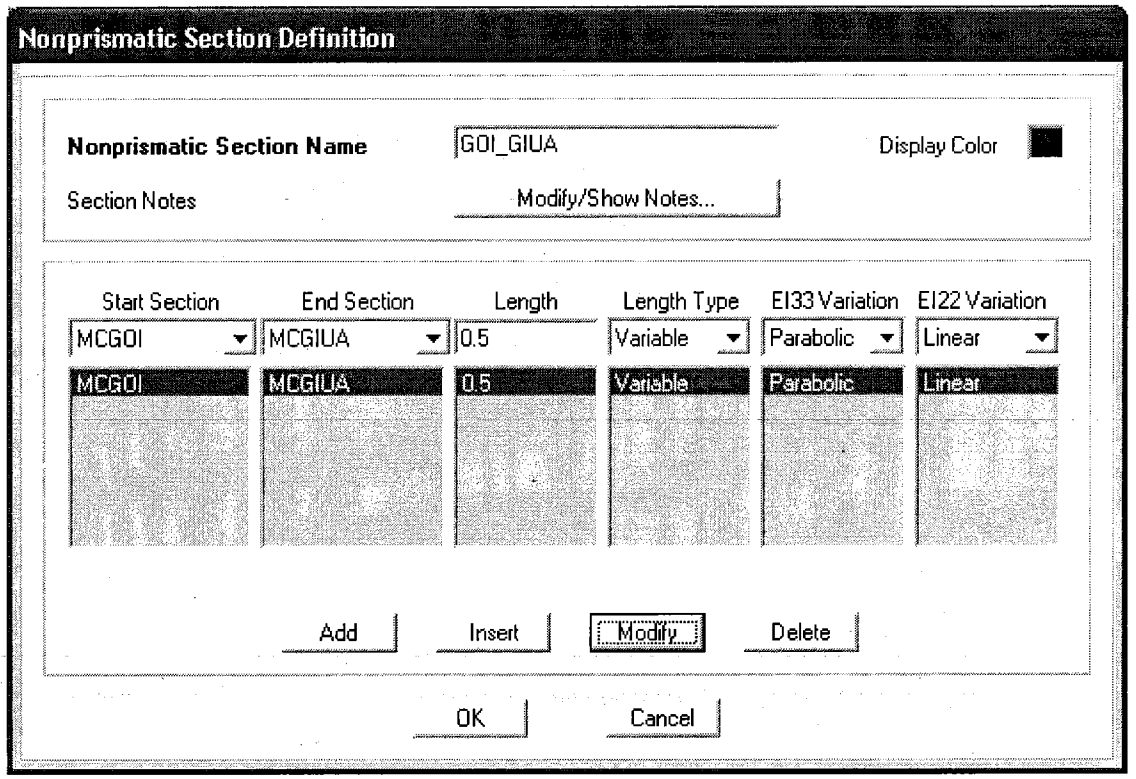
- Gõ tên mặt cắt GIUA_GOI , chọn mặt cắt đầu (start section), mặt cắt cuối (end section) và các thông số khác như hộp thoại sau:



- Bấm OK thoat hộp thoại *Nonprismatic Section Definition*.

- Bấm nút **Add copy of Property**

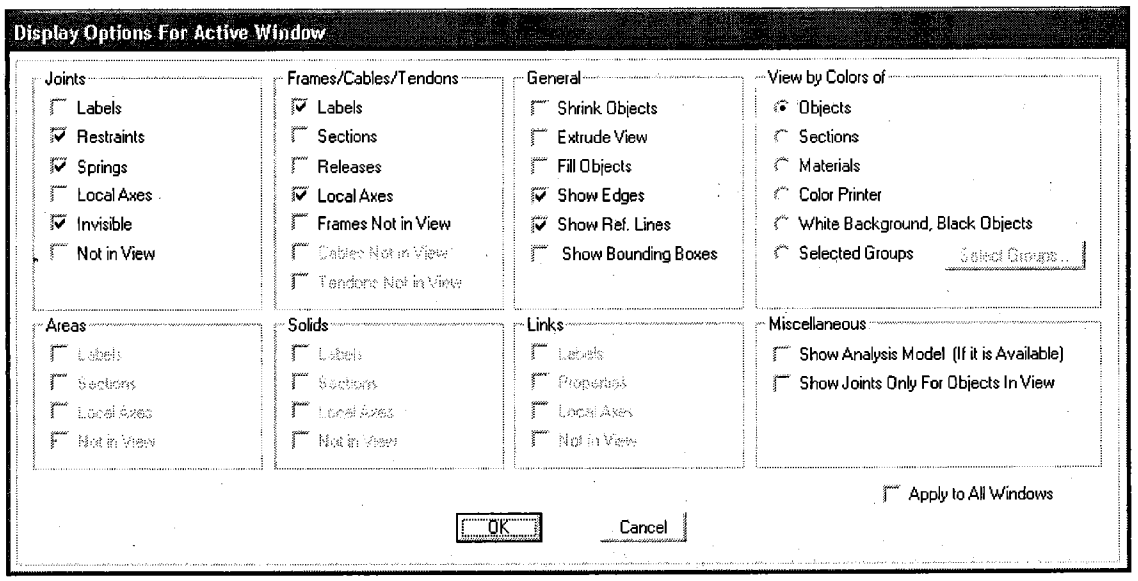
Chọn các thông số trong hộp thoại *Nonprismatic Section Definition* như sau.



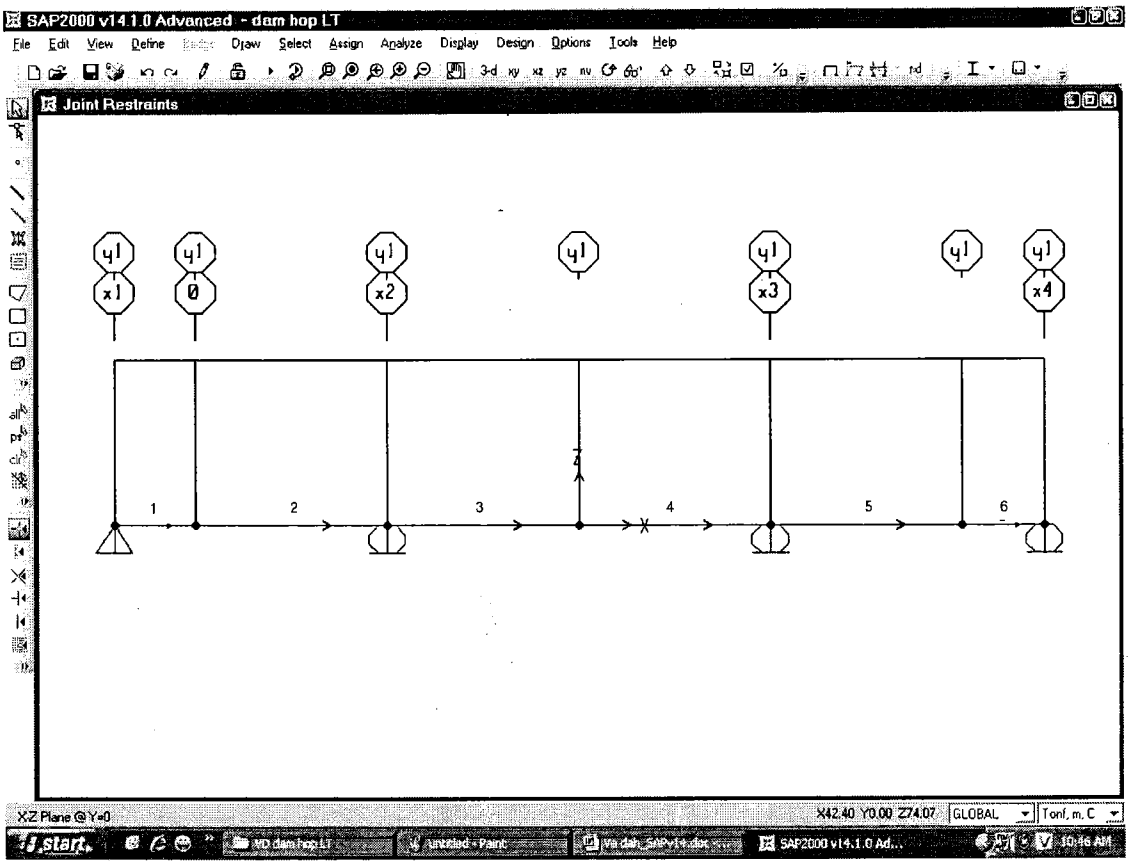
- Bấm nút OK 3 lần thoát các hộp thoại.

9. Gán mặt cắt cho các phần tử

- Bấm nút ☑ để bật số hiệu phần tử và hệ trục tọa độ địa phương.



- Chọn phần tử số 1 và số 6 (đoạn hợp long).



- Vào lệnhk **Assign menu > Frame > Frame Sections,** bấm chọn nhãn MCGIUA, bấm OK để gán mặt cắt.

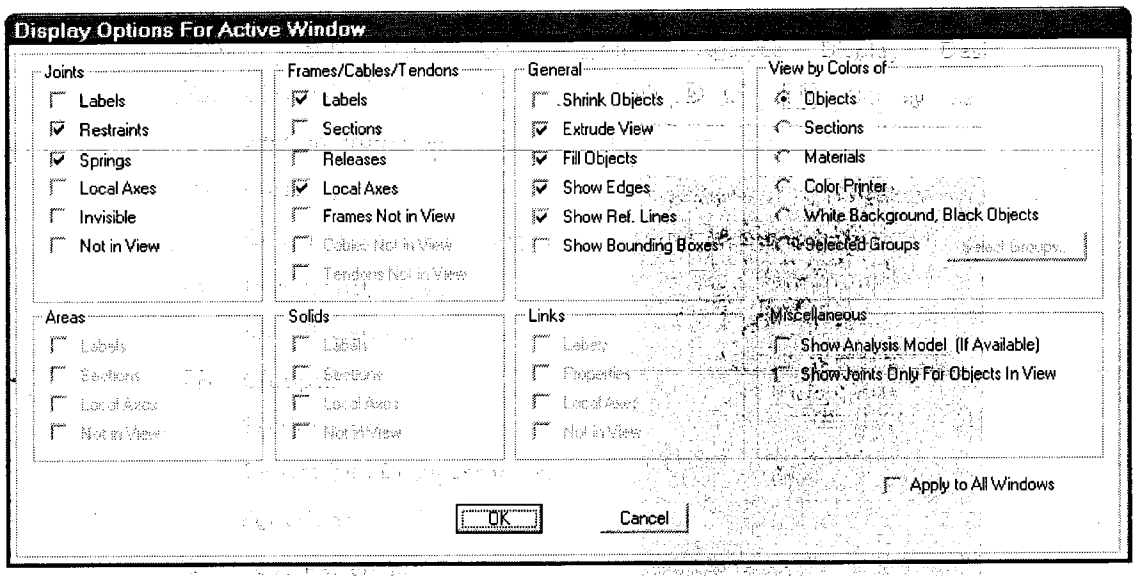
- Chọn phần tử số 2 và số 4.

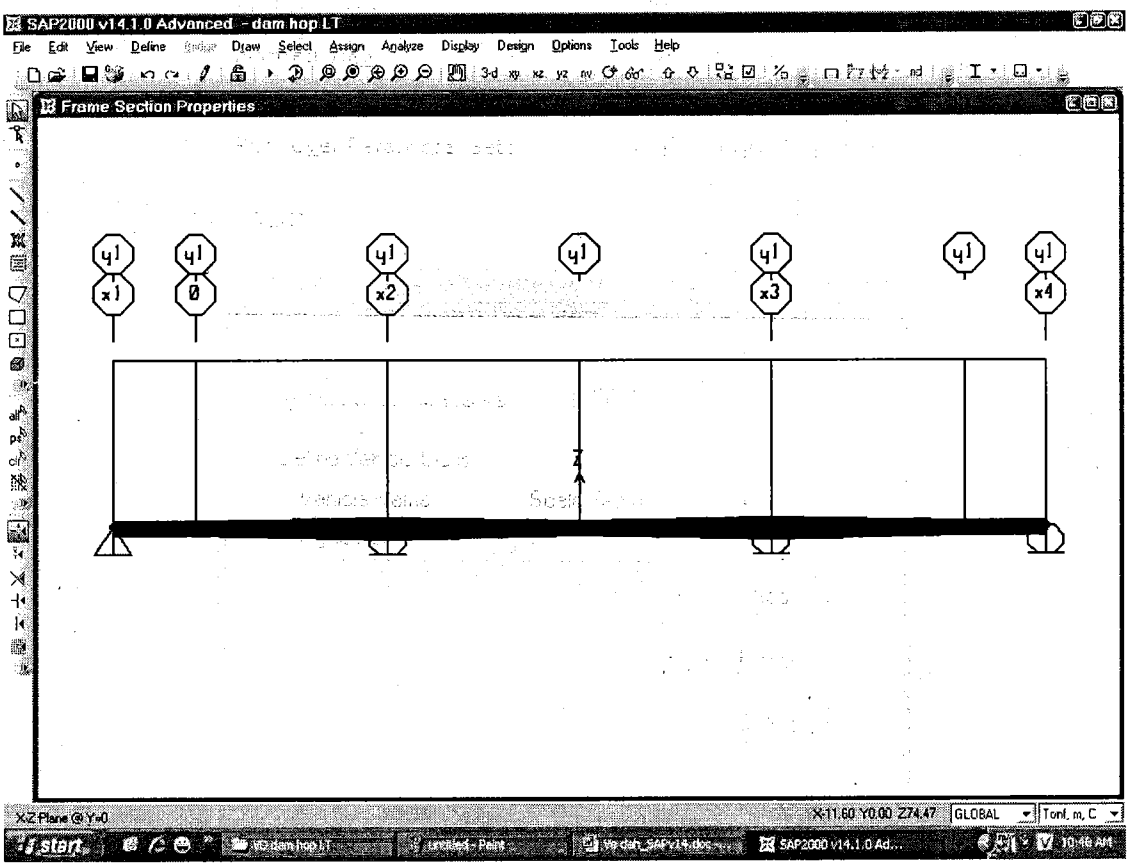
- Vào lệnhk **Assign menu > Frame > Frame Sections,** bấm chọn nhãn GIUA_GOI, bấm OK để gán mặt cắt.

- Chọn phần tử số 3 và số 5.

- Vào lệnhk **Assign menu > Frame > Frame Sections,** bấm chọn nhãn GOI_GIUA, bấm OK để gán mặt cắt.

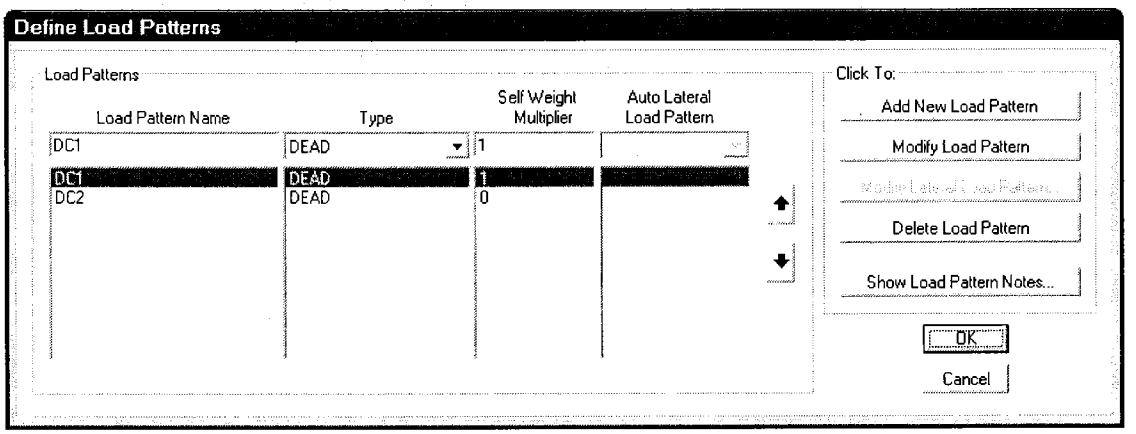
- Chọn hiển thị như sau để kiểm tra mô hình: 





10. Định nghĩa các trường hợp tải trọng tĩnh:

- Vào lệnh **Define menu > Load Patterns** hiện hộp thoại.



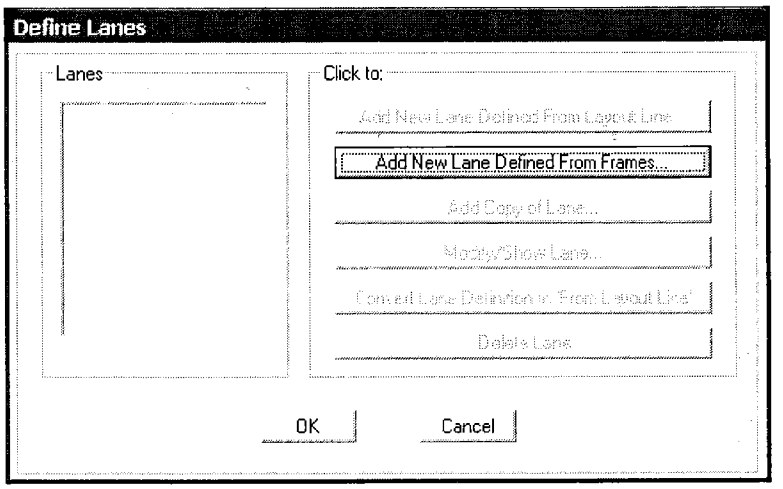
- Bấm Load name **DC1**, nhập ô **Self Weight Multipiler** (hệ số tải bản thân) 1 bấm nút Add New Load để định nghĩa trường hợp tải bản thân cho máy tự tính theo dung trọng và kích thước các phần tử đã khai báo.

- Bấm Load name **DC2**, nhập ô **Self Weight Multipiler** (hệ số tải bản thân) 0 bấm nút Add New Load để định nghĩa trường hợp tải tĩnh giai đoạn 2 , không kể tải trọng bản thân dầm vào trường hợp tải này.

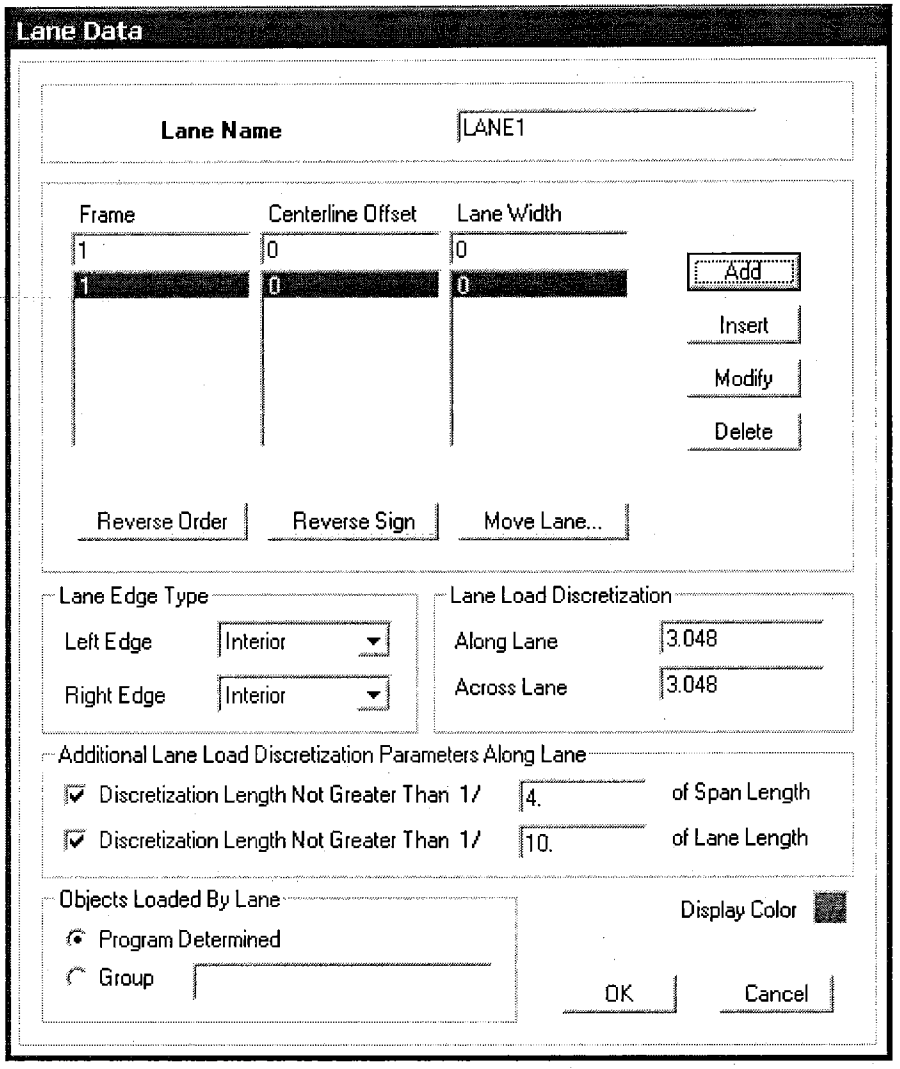
11. Định nghĩa các trường hợp tải trọng di động:

Để định nghĩa một trường hợp tải trọng di động và khai thác các đường ảnh hưởng trong SAP2000 V14 phải định nghĩa đầy đủ các bước sau: Định nghĩa làn xe (lane), định nghĩa xe (Vehicle), định nghĩa lớp xe (Vehicle class), và xác định các đáp ứng phân tích cầu cần thiết (Bridge Response).

a) Định nghĩa làn xe: Bấm lệnh **Define menu > Bridge Loads > Lanes**.



- Bấm nút : **Add New Lane Defined From Frames**, hiện hộp thoại xác định các dữ liệu cho làn xe.



Xác định làn xe có hai cách:

Cách 1: Khai báo vào ô Frame lần lượt tên các phần tử mà lane dựa vào, độ lệch tâm tương ứng (Centerline offset), bề rộng làn (lane width).

Cách 2: Chọn các phần tử Frame rồi gán vào làn đã khai báo.

Ở ví dụ này ta làm theo cách 2.

- Bấm nút OK 2 lần , thoát hai hộp thoại.

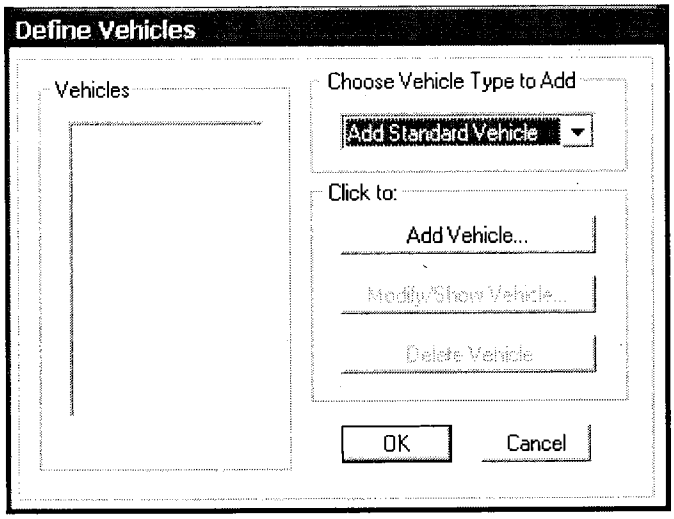
- Bấm chọn các phần tử frame.

- Vào lệnh **Assign > Frame > Lane**, bấm **OK** thoát hộp thoại gán làn.

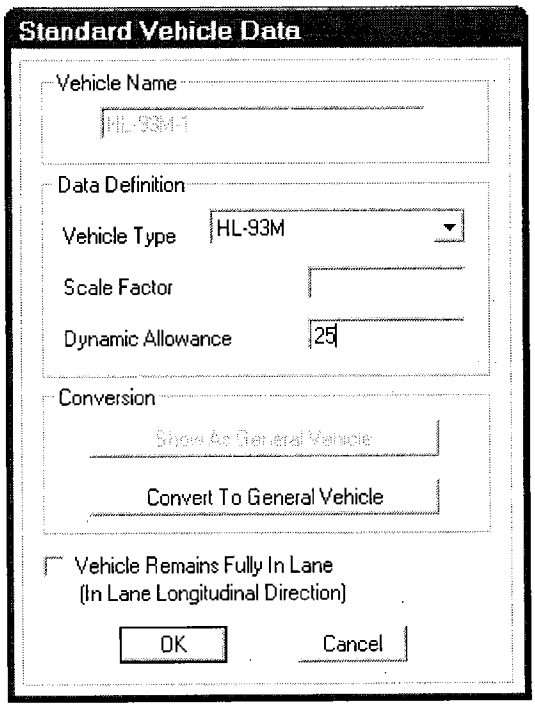
b) Định nghĩa xe

SAP2000 cho phép khai báo rất nhiều đoàn xe tiêu chuẩn như HS20, HL93,... và các đoàn xe tổng quát. Mô hình đoàn xe tổng quát có thể được ứng dụng để mô phỏng hầu hết các đoàn xe tiêu chuẩn trong các tiêu chuẩn thiết kế cầu của nhiều nước kể cả đoàn xe H13,H18,H30 của tiêu chuẩn Việt Nam cũ 22TCN 18-79. Tiêu chuẩn 22TCN 272-05 dùng đoàn xe HL93 phù hợp với đoàn xe tiêu chuẩn trong SAP2000.

- Vào lệnh **Define menu > Bridge Loads > Vehicles**, hiện hộp thoại:

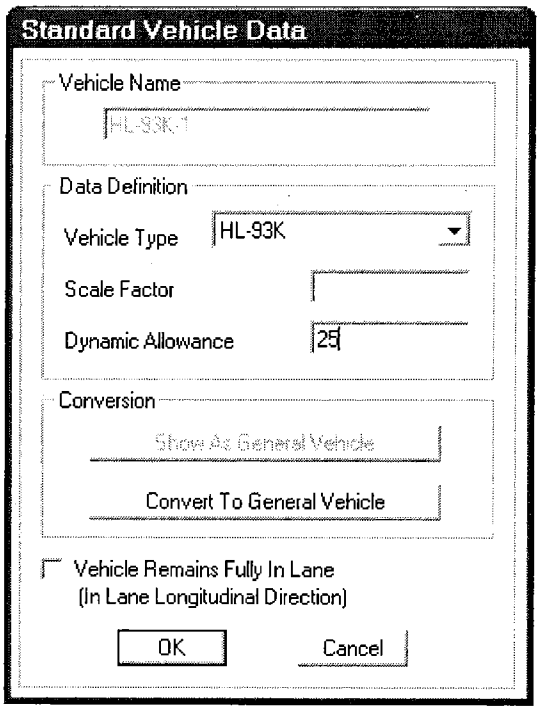


- Bấm nút **Add Vihicle...,** hiện hộp thoại:



Chọn loại xe **HL-93M** (Tải trọng làn và xe hai trục), bấm OK.

- Bấm lại nút **Add Vihicle...,** hiện hộp thoại:



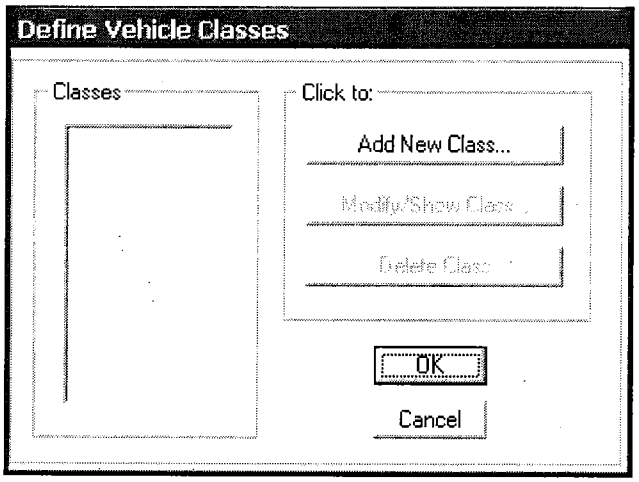
Chọn HL -93K (Tải trọng làn + xe 3 trục).

Bấm nút OK thoát lệnh định nghĩa xe.

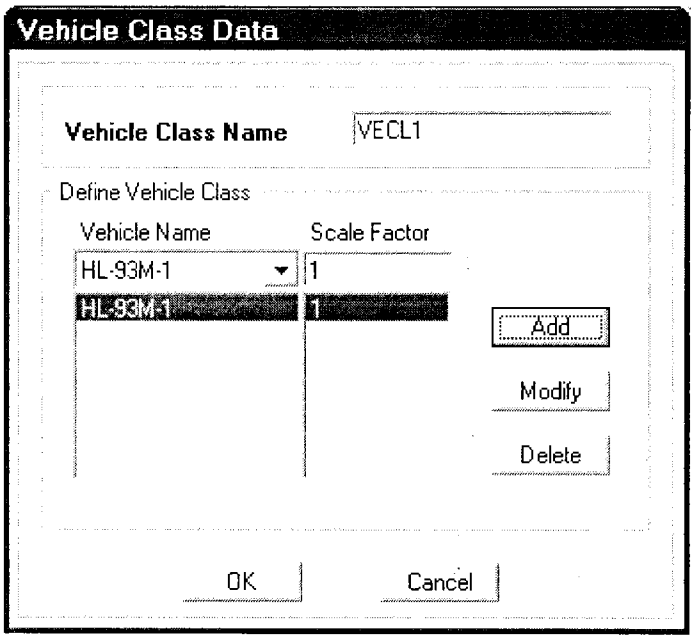
c) Định nghĩa lớp xe

Lớp xe là tổ hợp của nhiều đoàn xe. Tuy nhiên để đơn giản mỗi đoàn xe ta gán cho một lớp xe.

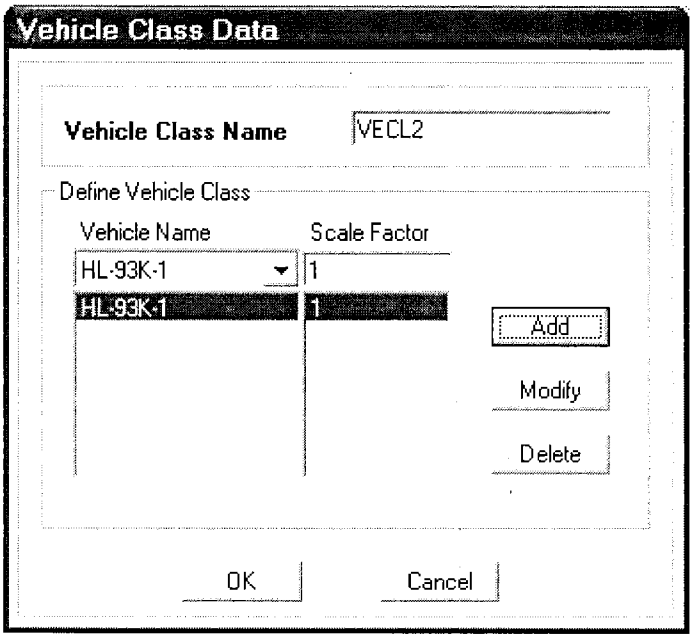
Vào lệnh **Define menu > Bridge Loads > Vehicle Classes**, hiện hộp thoại:



Bấm nút **Add New Class...,** xác định các thông số như hộp thoại sau, bấm OK.

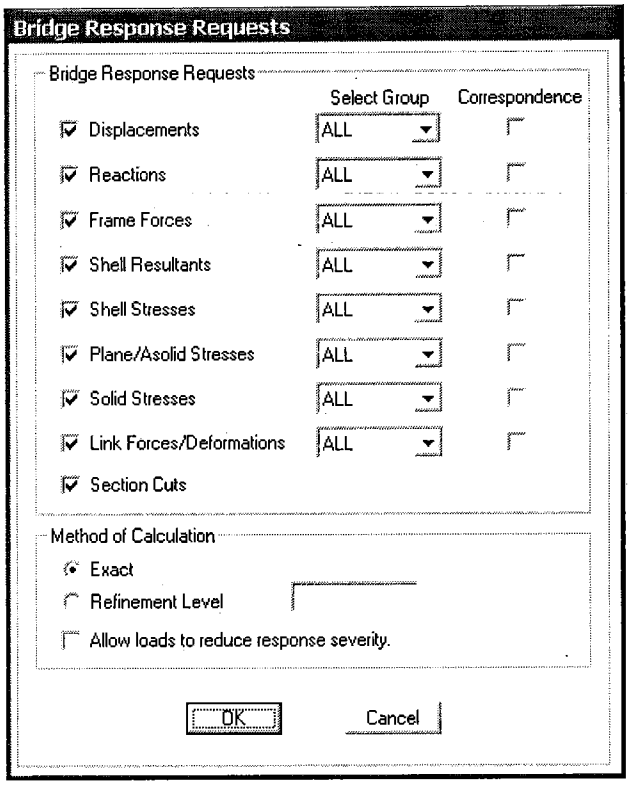


Bấm nút **Add New Class...,** xác định các thông số như hộp thoại sau, bấm OK.



d) Chọn các đáp ứng cần phân tích cho trường hợp tải di động

Bấm lệnh **Bridge menu > Bridge Responses,** hiện hộp thoại:

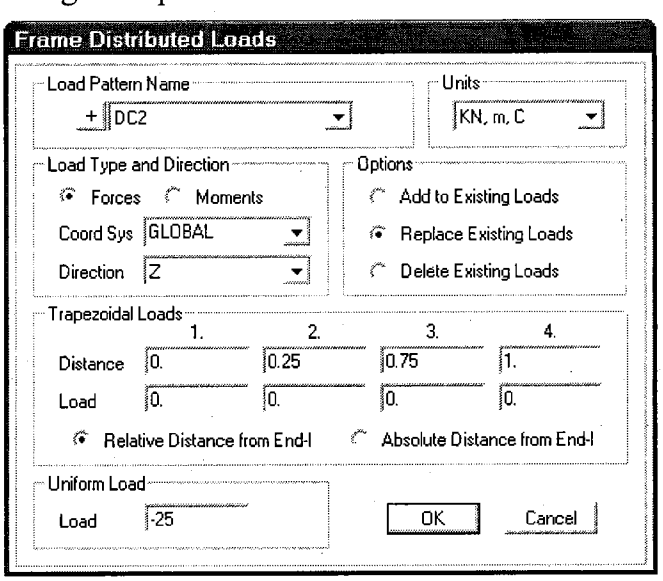


Chú ý: *Nếu chọn càng nhiều loại đáp ứng thì thời gian phân tích trường hợp tải di động sẽ càng lâu.*

12. Gán giá trị tải cho các trường hợp tĩnh tải

- Bấm chọn các phần tử

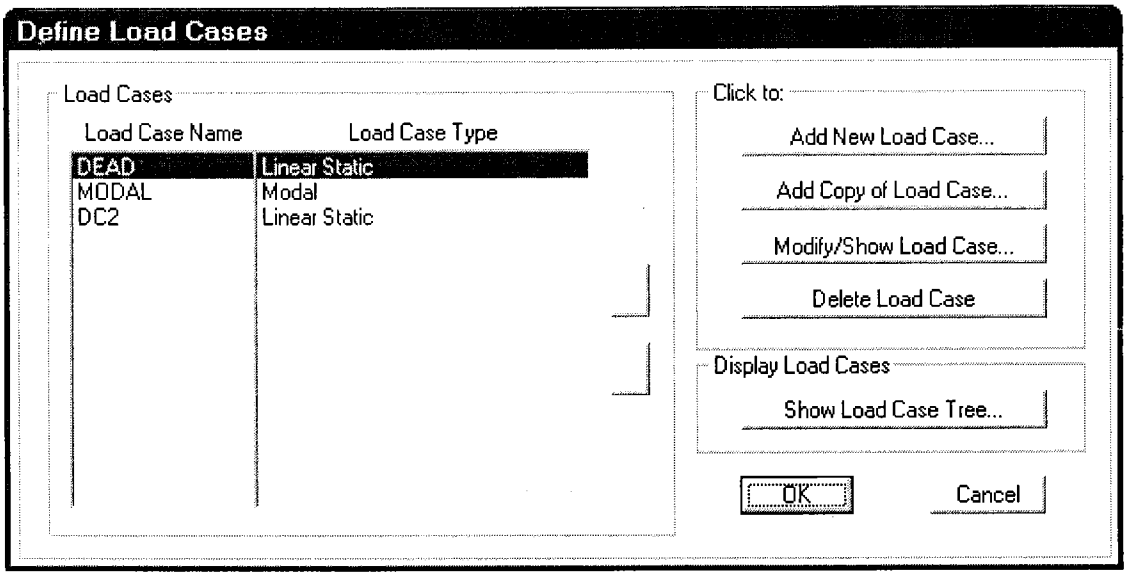
- Vào lệnh **Assign menu > Frame Loads > Distributed**, hiện hộp thoại. Xác định các thông tin như hộp thoại sau để gán tải phân bố DC2=25 kN/m.



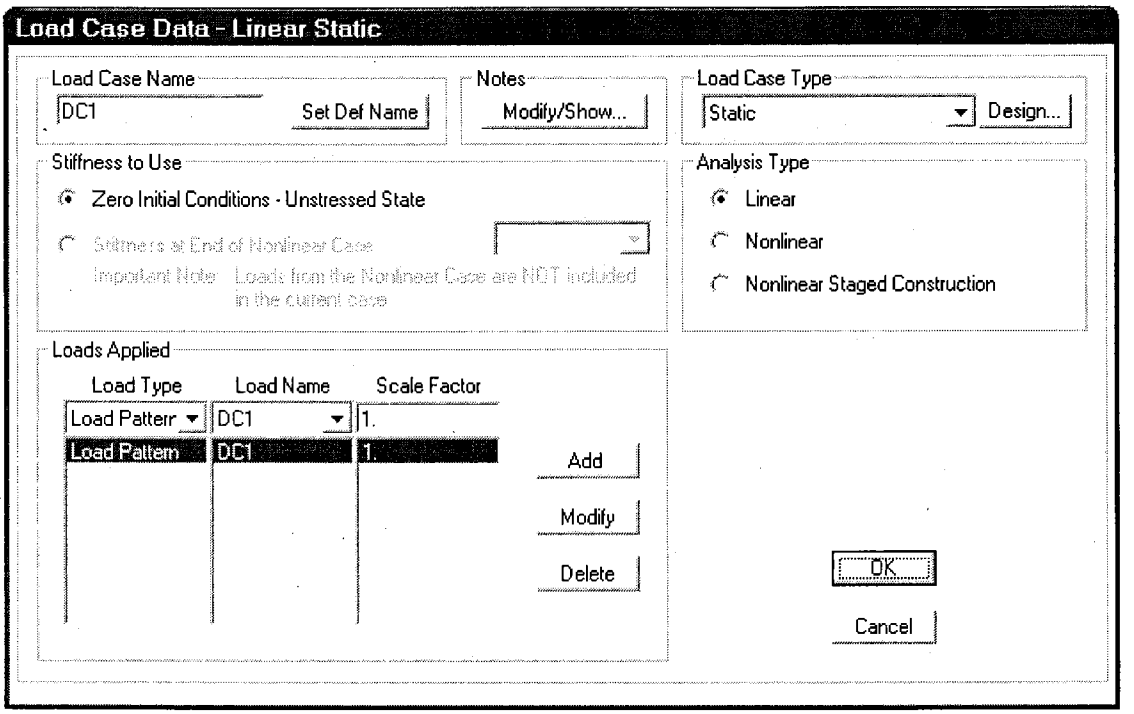
Bấm OK sẽ hiện thị sơ đồ tải trọng DC2.

13. Định nghĩa các trường hợp tải phân tích

Vào lệnh **Define menu > Analysis Cases**:

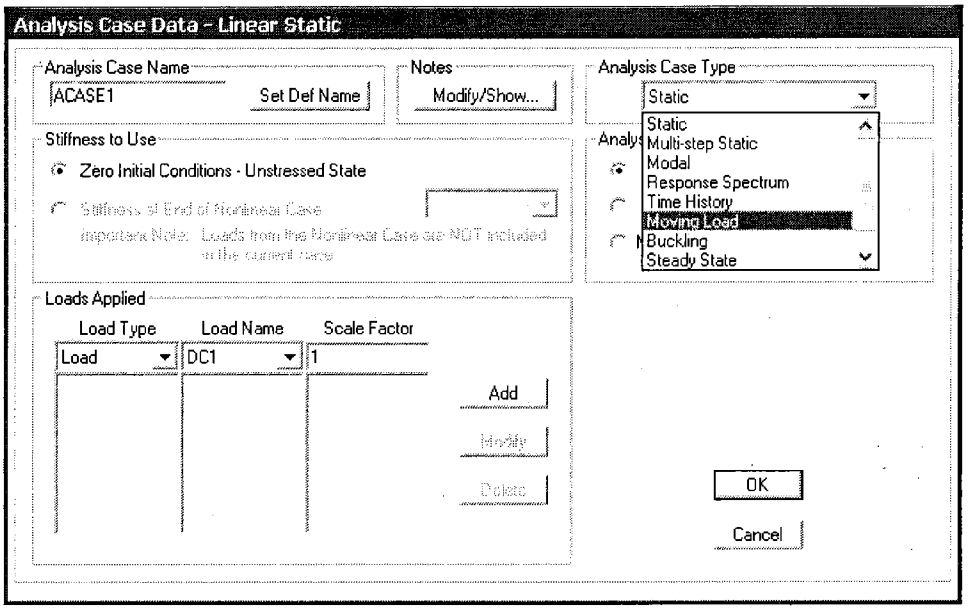


Bấm nút **Modify/Show Load Case...** xác định các tham số cho trường hợp DEAD thành DC1 như hộp thoại sau:

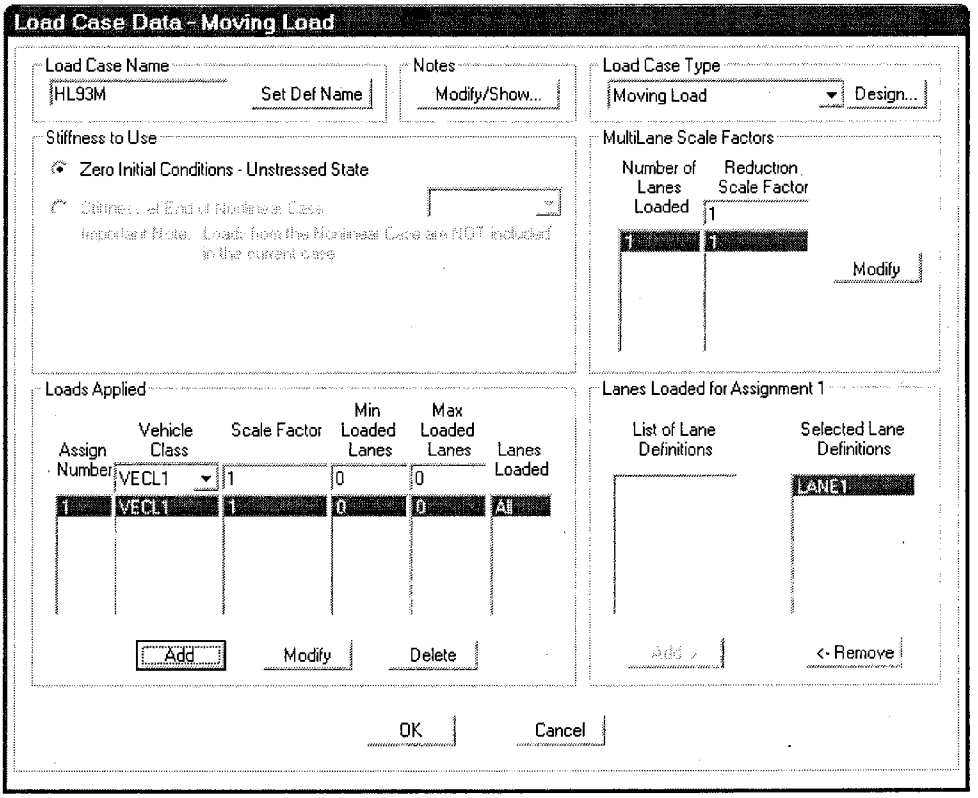


Bấm OK thoát.

Bấm nút **Add New Case...**, hiện hộp thoại. Chọn nhãn Moving Load để định nghĩa trường hợp tải di động.

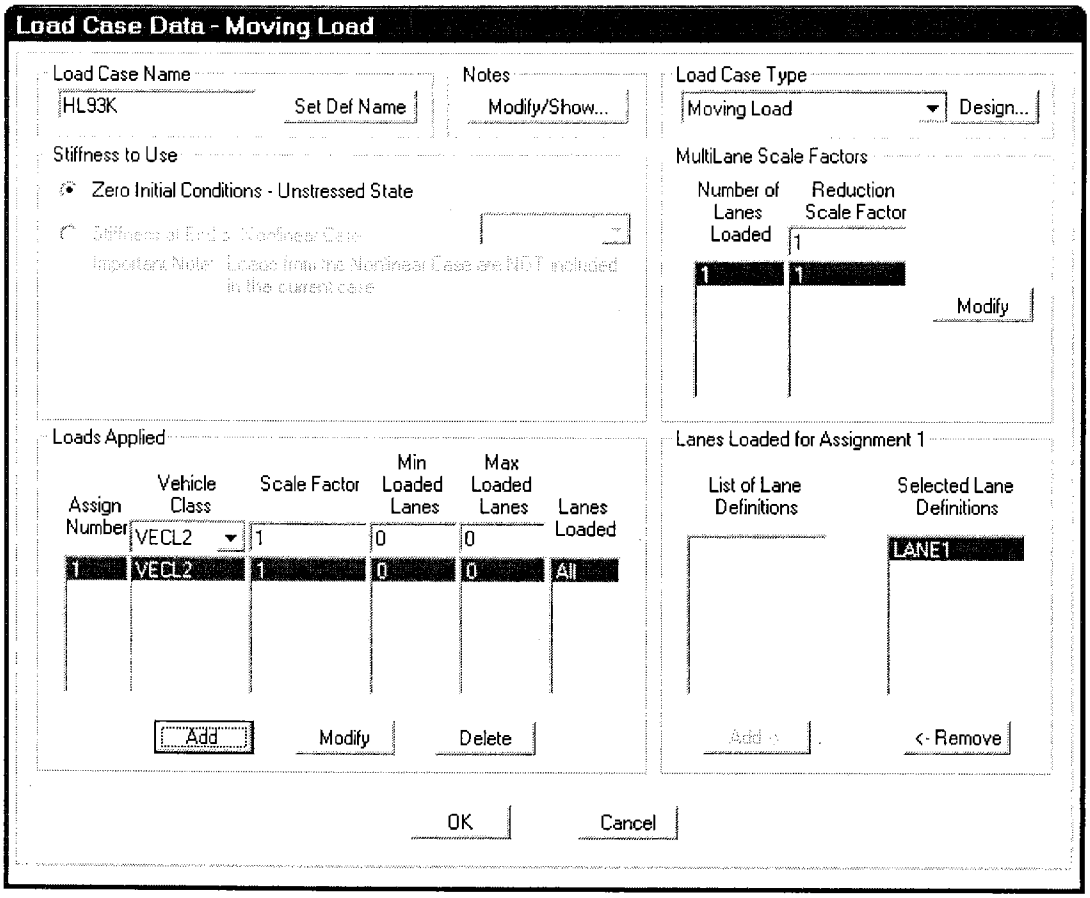


Xác định các tham số cho trường tải di động HL93M như hộp thoại sau:



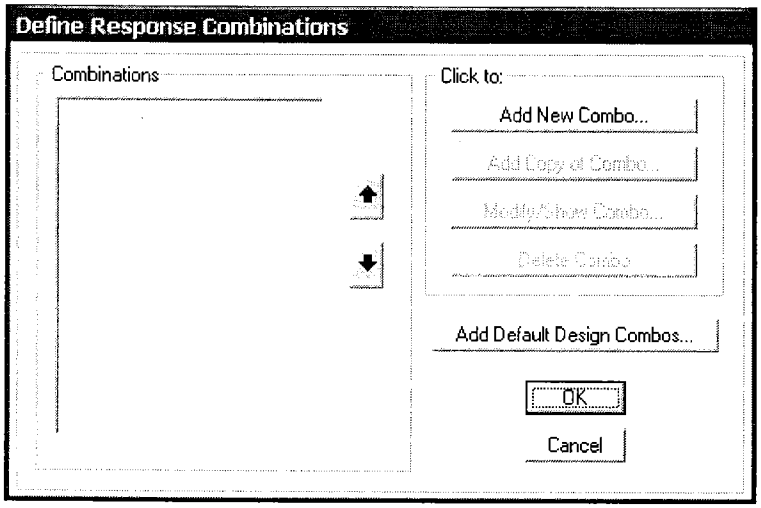
Bấm OK để thoát.

Tương tự định nghĩa các thông số cho trường hợp tải di động HL93K như hộp thoại sau:

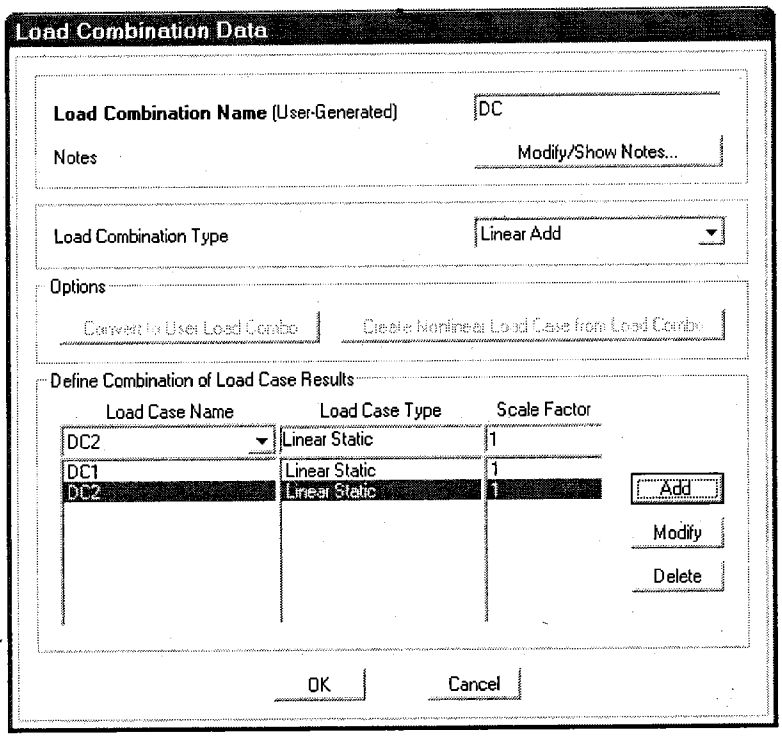


14. Định nghĩa các tổ hợp tải trọng

Vào lệnh **Define menu > Combinations**, hiện hộp thoại:

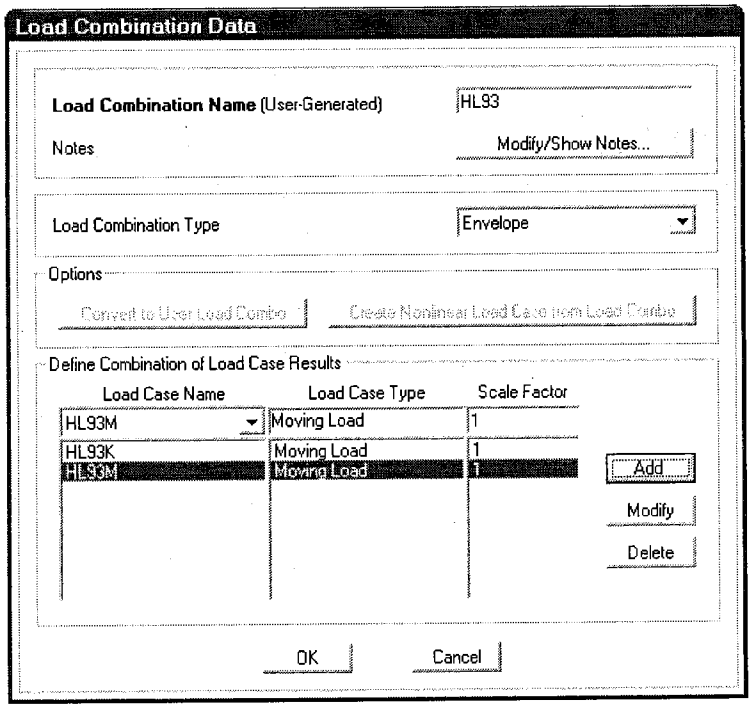


Bấm nút **Add New Combo....**, hiện hộp thoại, xác định các dữ liệu cho tổ hợp DL=DC1+DC2 như sau:



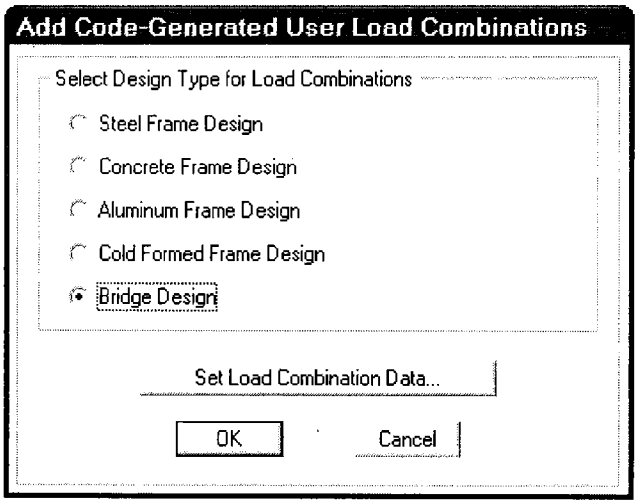
Bấm OK, thoát hộp thoại.

Bấm nút **Add Neww Combo....**, hiện hộp thoại, xác định các dữ liệu cho tổ hợp HL93= Bao (HL93K,HL93M) như sau:



Bấm OK, thoát hộp thoại.

Bấm nút **Add Default Design Combos,** để xác định các tổ hợp mặc định cho bài toán thiết kế.

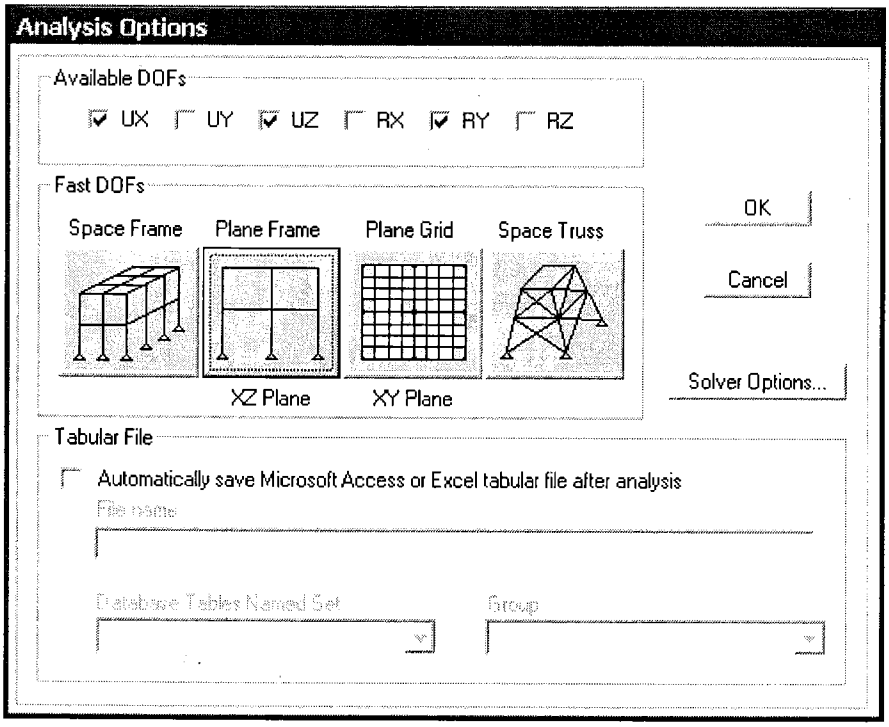


Bấm OK hai lần thoát các hộp thoại.

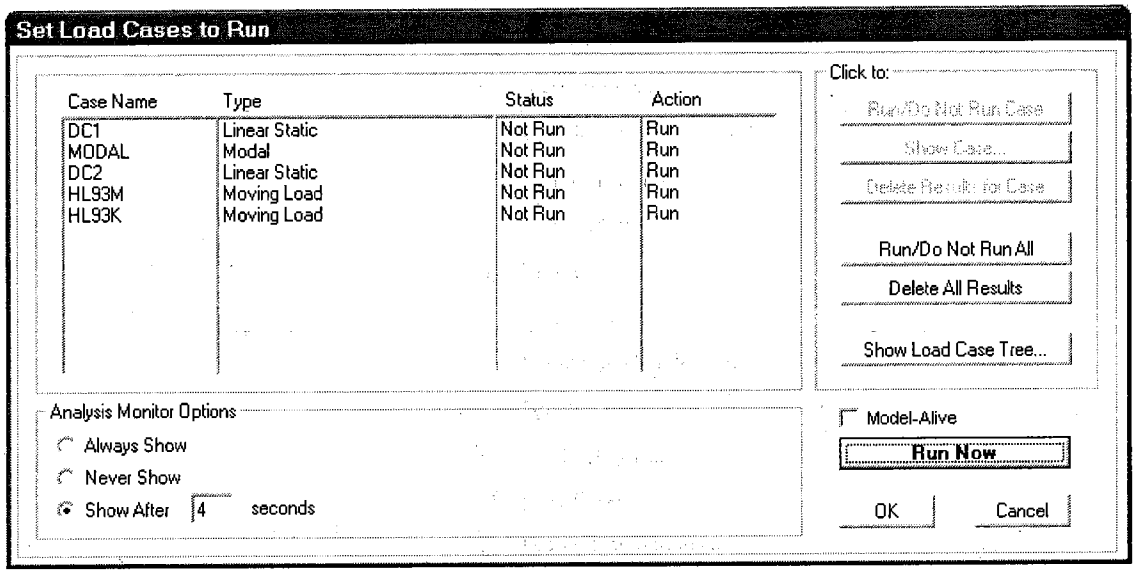
15. Chạy chương trình phân tích nội lực

- Lựa chọn trước khi phân tích: Chức năng này để lựa chọn số bậc tự do cho bài toán, các tùy chọn xuất kết quả khác.

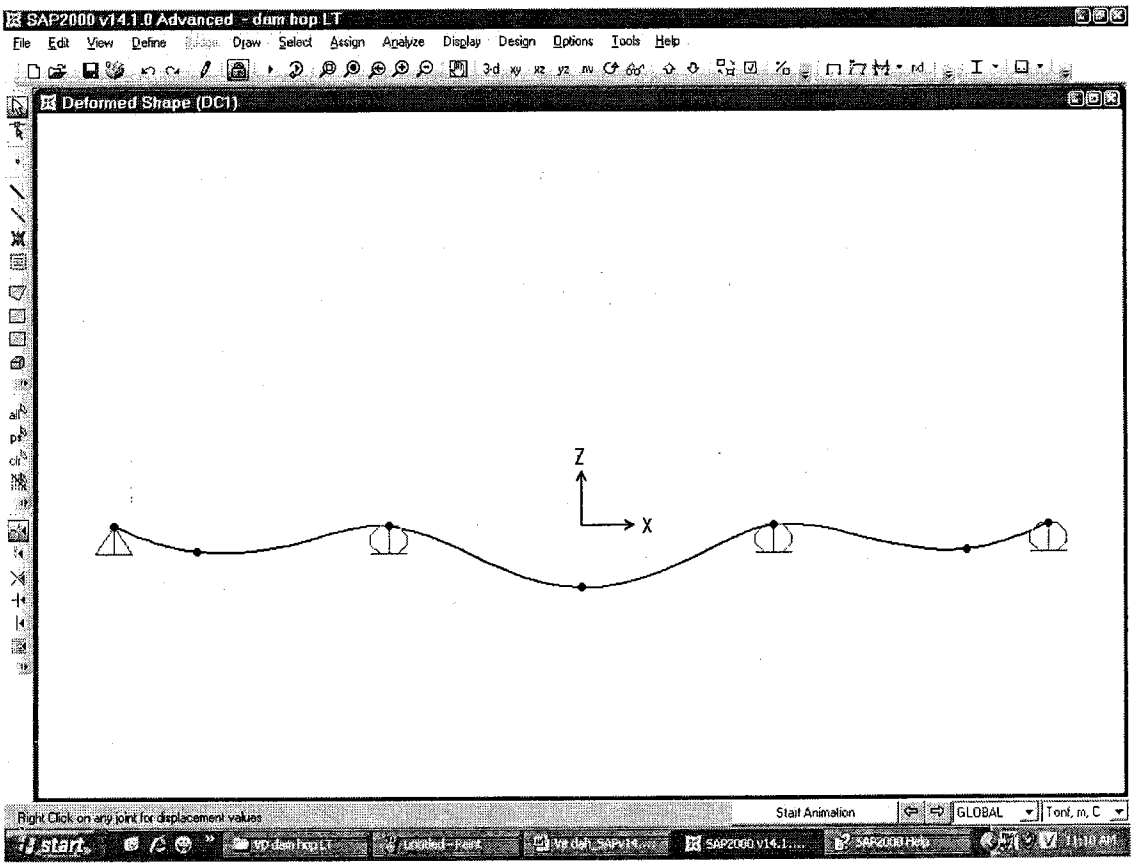
Bấm lệnh **Analyze menu > Set Analysis Options,** chọn các thông số như hộp thoại sau:



- Bấm lệnh **Analyze menu > Run Analysis**, hiện hộp thoại"

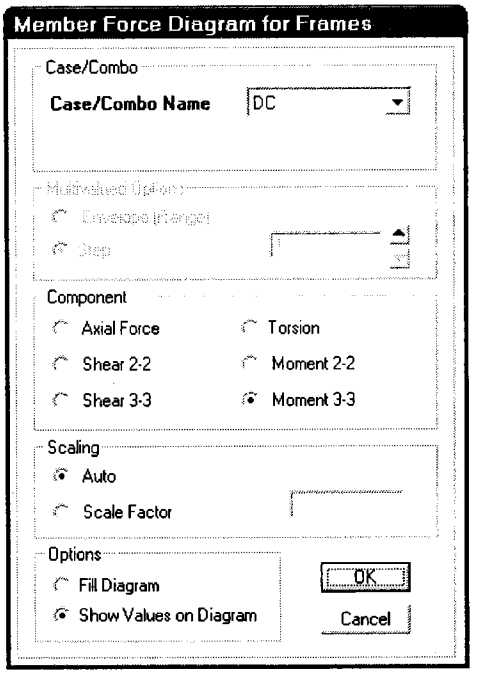


- Bấm nút **Run Now** máy bắt đầu phân tích và hiện thị kết quả sơ đồ biến dạng do DC1.

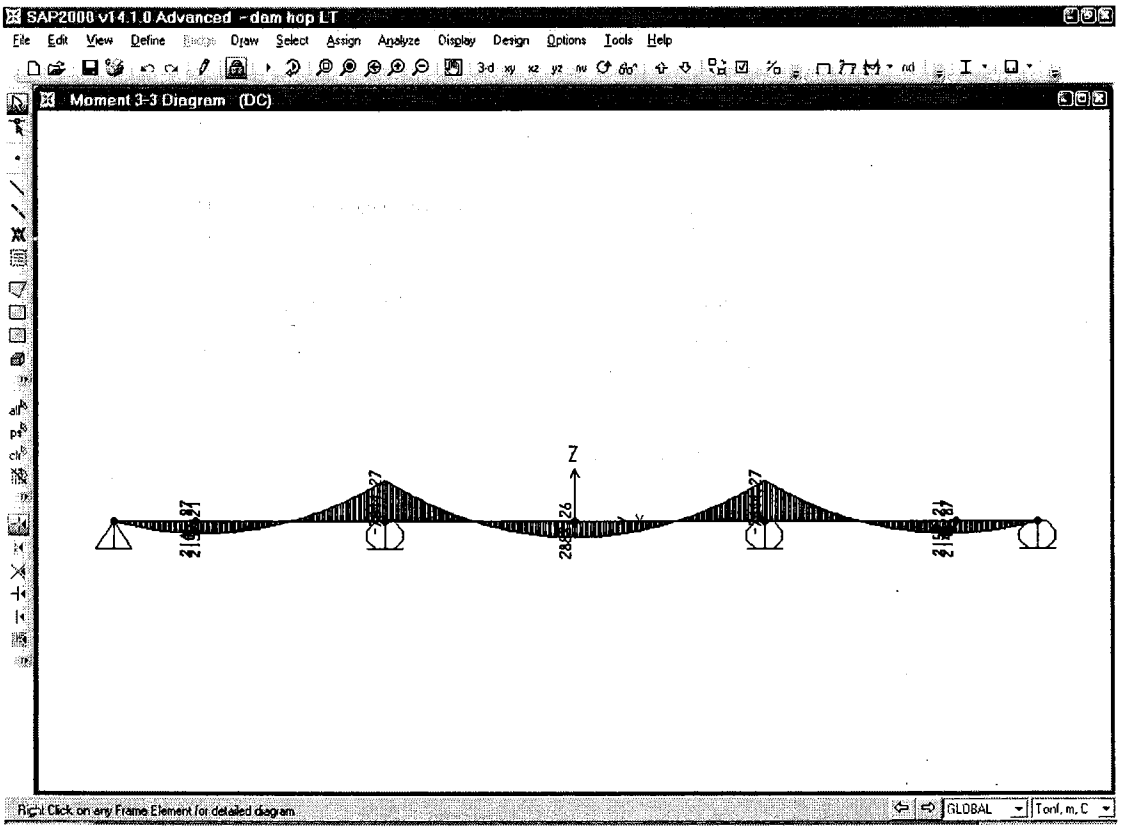


16. Hiển thị và in các kết quả

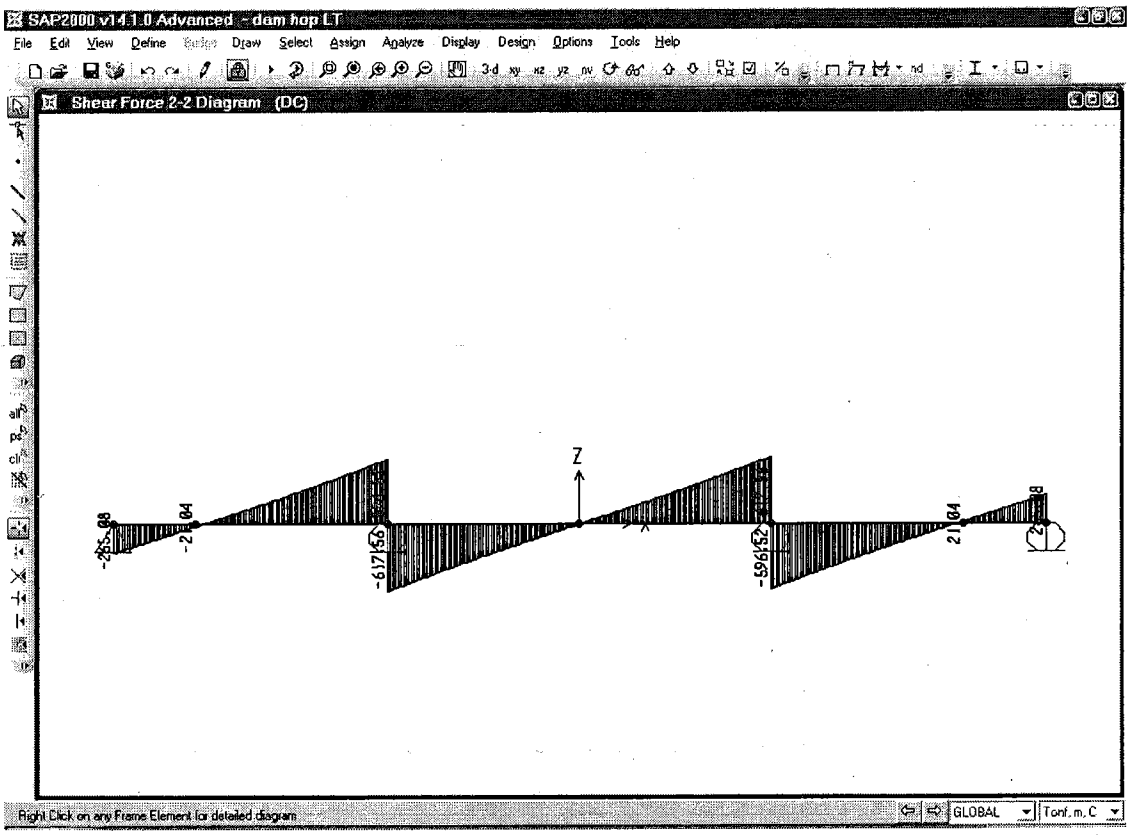
- Hiện biểu đồ mô men uốn do DC1+DC2: Bấm nút  hiện hộp thoại hiện biểu đồ nội lực.



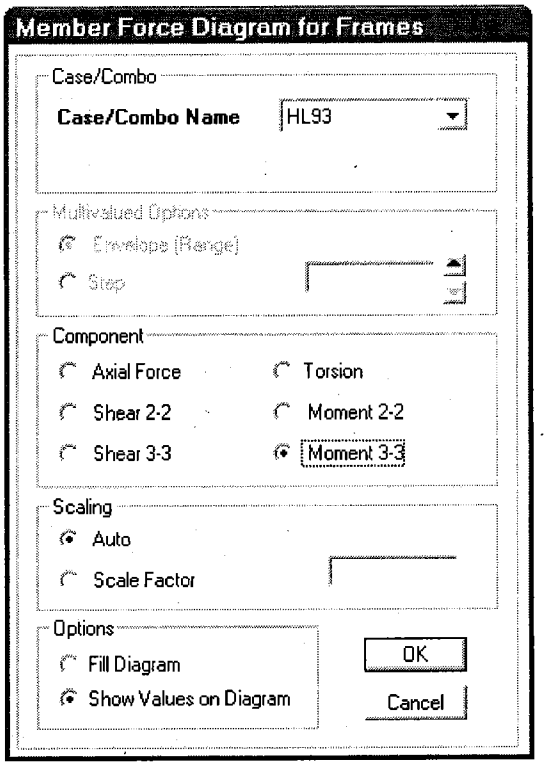
- Chọn thành phần Momen 3-3. Bấm nút OK hiện biểu đồ mômen.

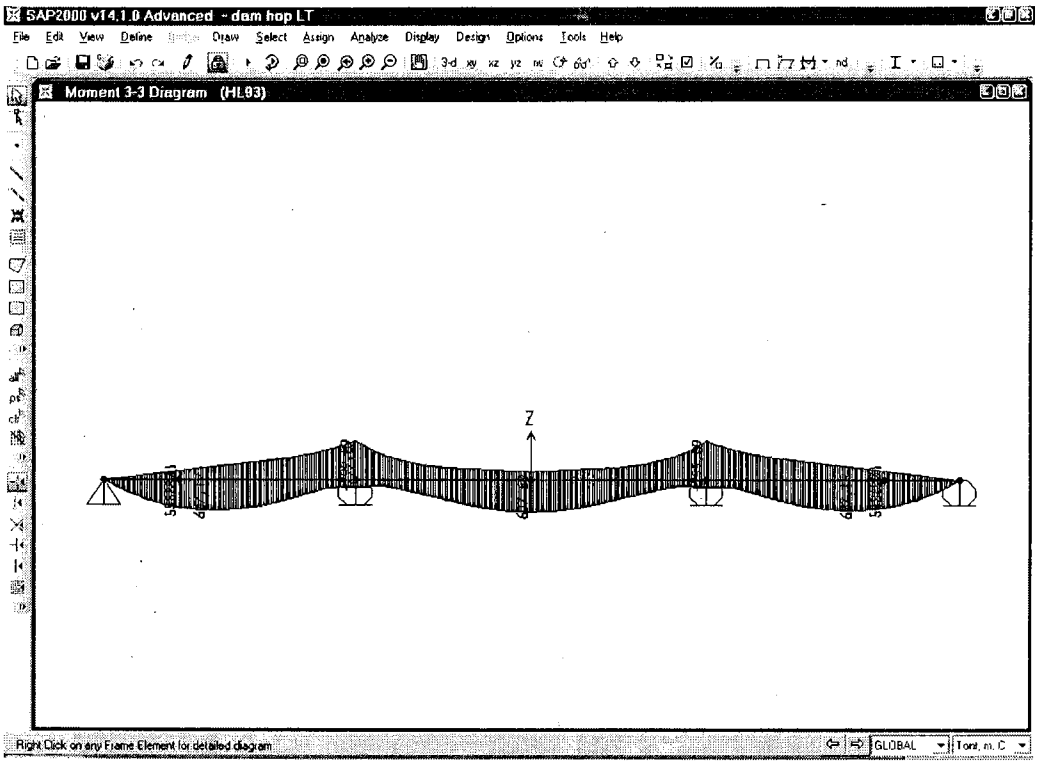


- Vào lại lệnh trên nhưng chọn thành phần Shear 2-2 để hiện biểu đồ lực cắt.

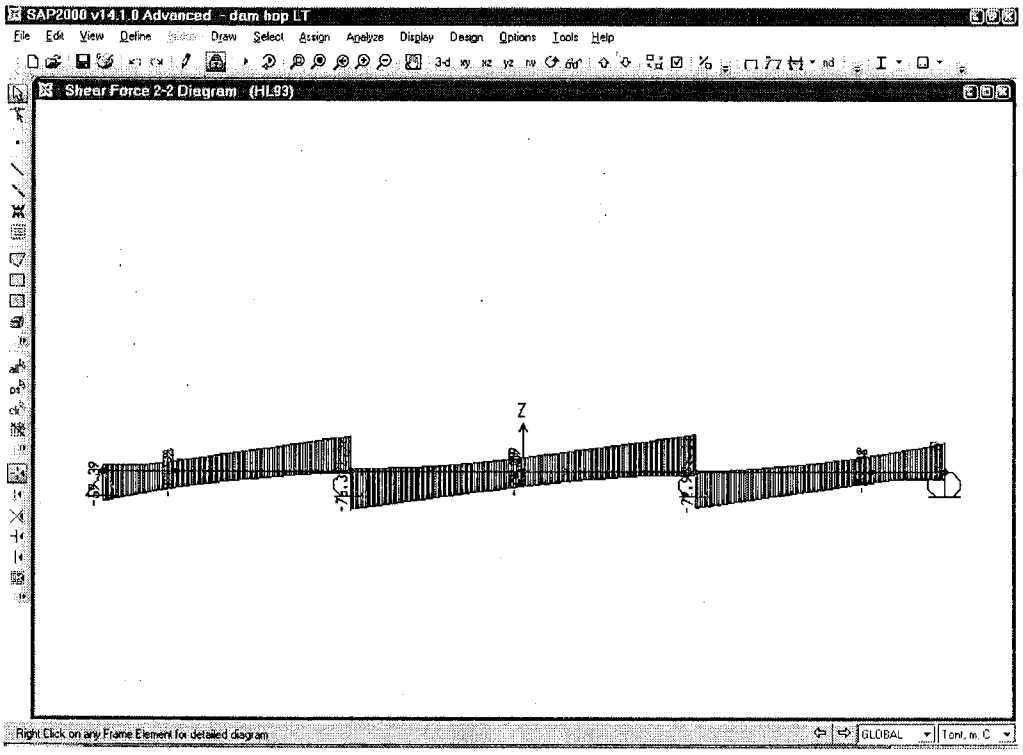


- Bấm lại lệnh . Chọn Combo name HL93. Chọn Moment 3-3. Bấm OK hiện biểu đồ bao momen do tải HL93.





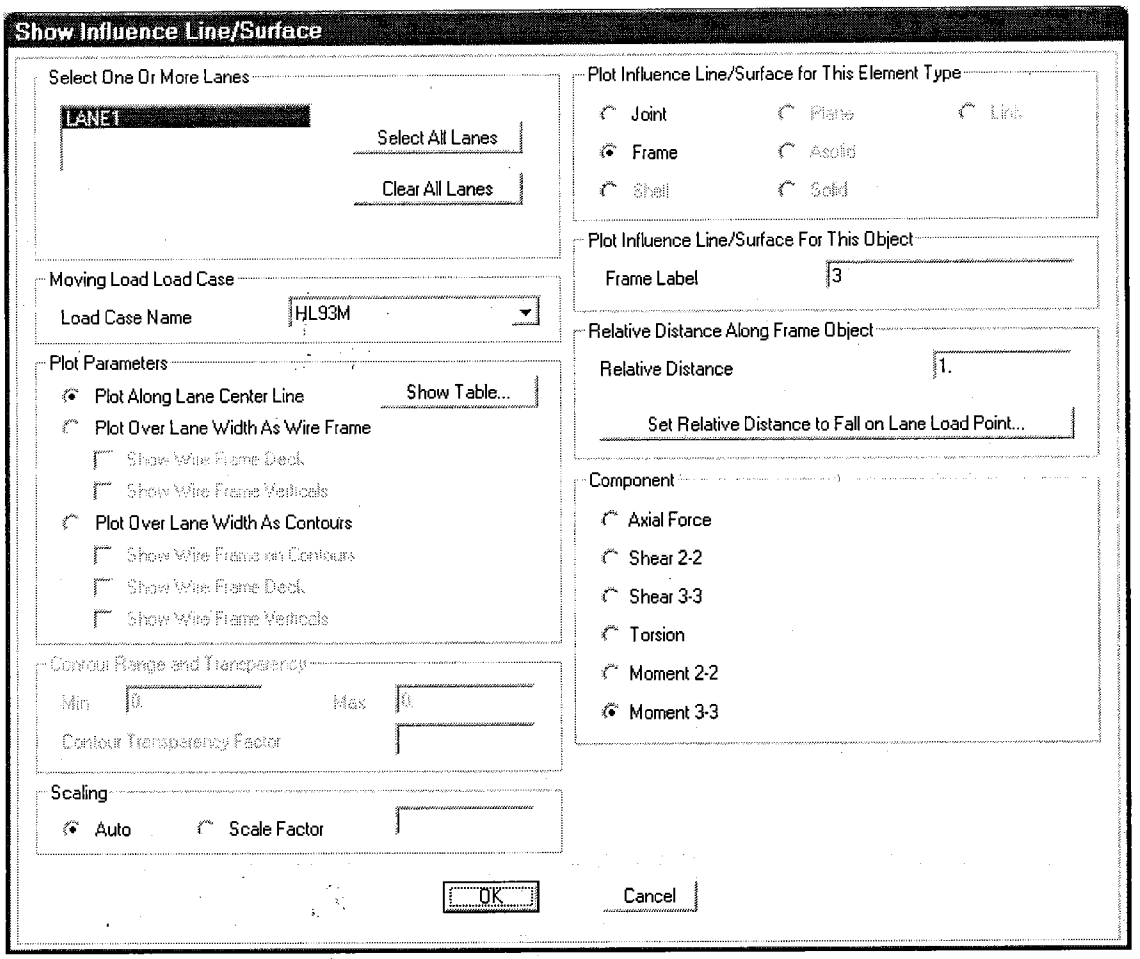
- Bấm lại lệnh . Chọn Combo name HL93. Chọn Shear 2-2. Bấm OK hiện biểu đồ bao lực cắt do tải HL93.

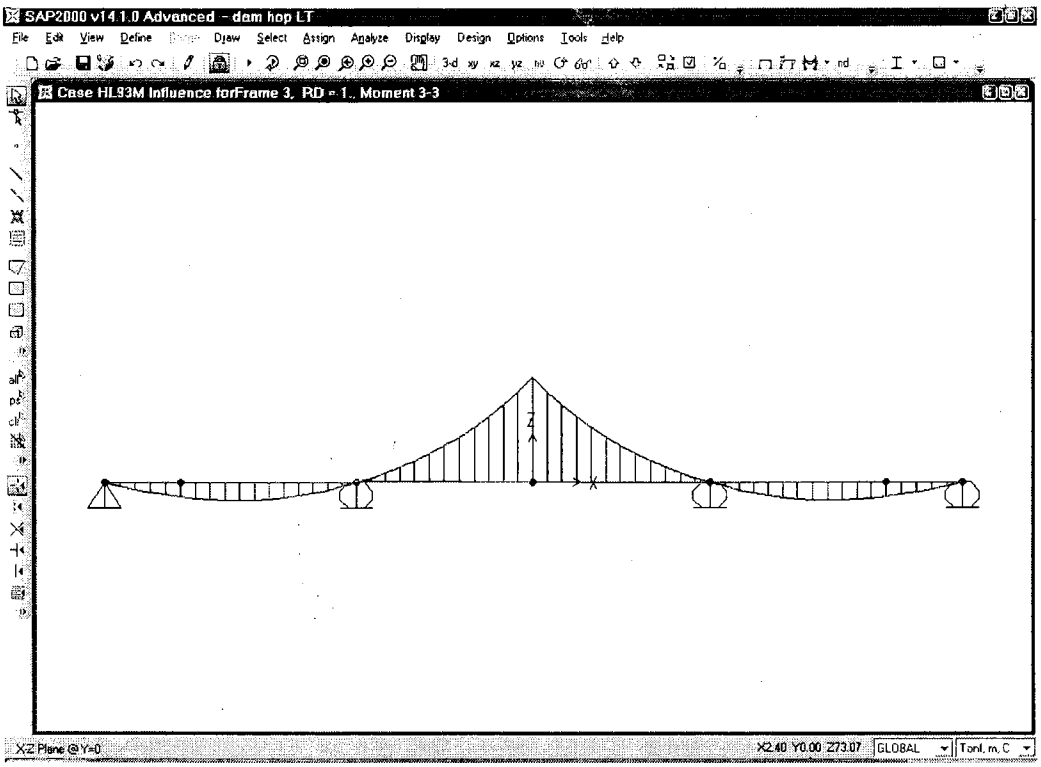


- Bấm lệnh **Display menu > Show Influence Lines/Surfaces** hiển thị đường ảnh hưởng:

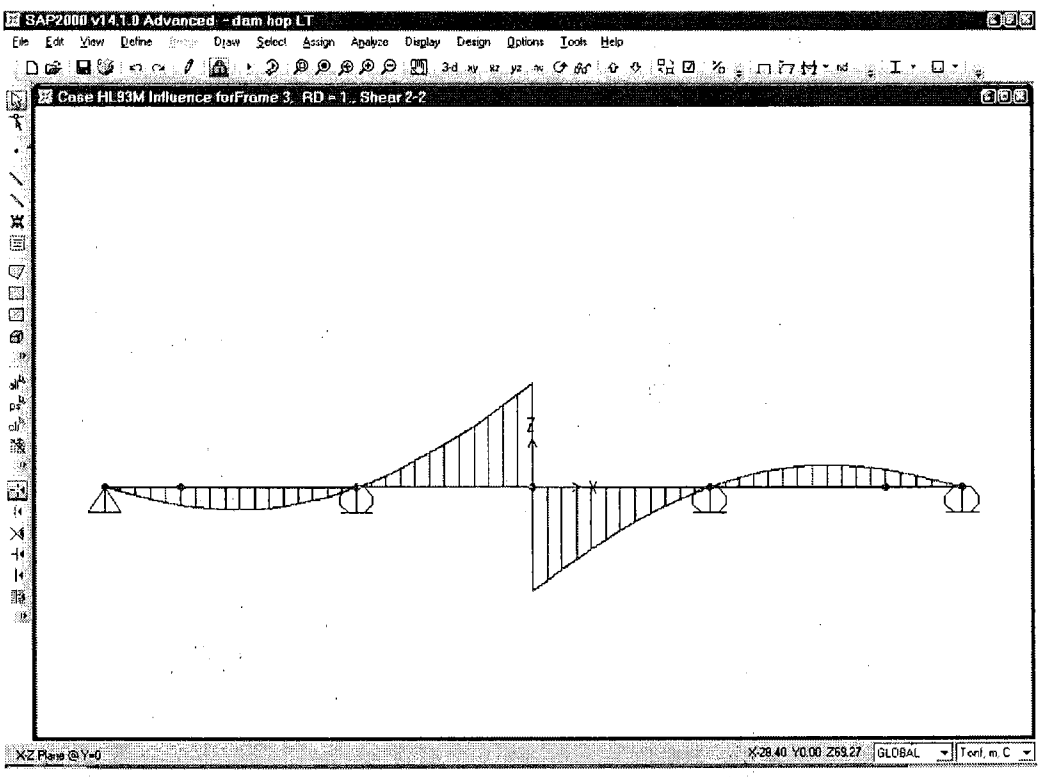
Xác định vị trí mặt cắt vẽ đường ảnh hưởng theo tên phần tử (frame label) và khoảng cách tương đối đến đầu phần tử (0: mặt cắt đầu phần tử, 1: mặt cắt cuối, 0.5: mặt cắt ở giữa phần tử). Chọn **Moment M33** vẽ đah mômen uốn dầm phẳng; chọn **Shear 2-2** vẽ đah lực cắt trong mặt phẳng uốn của dầm.

***Chú ý**: SAP2000 mặc định vẽ đường ảnh hưởng theo kiểu tung độ dương nằm trên trục 2 phần tử Frame, tung độ âm nằm dưới (ngược với quy ước cơ học kết cấu). Tuy nhiên tung độ dương biểu đồ momen vẽ bên thớ chịu kéo (cùng quy ước cơ học kết cấu).*

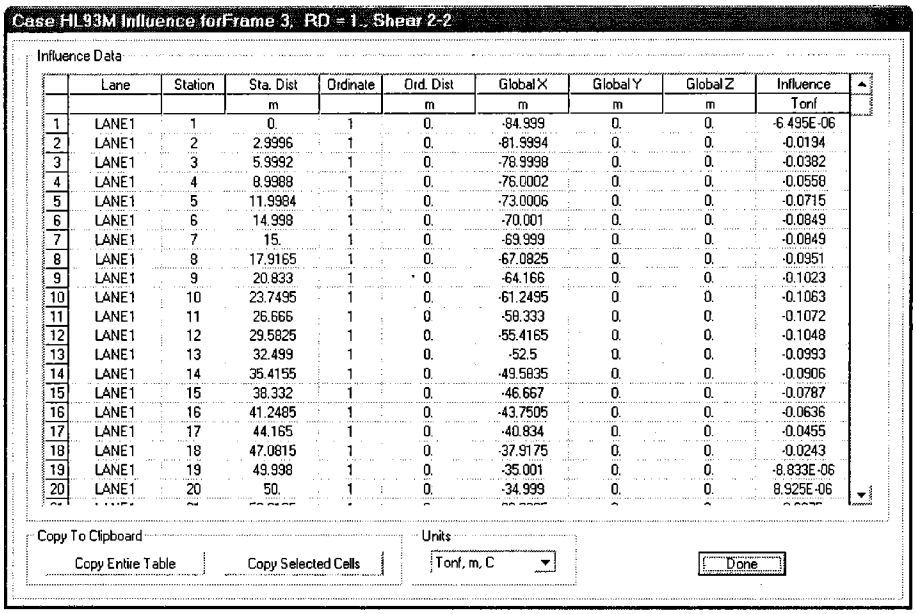




- Bấm chọn lại lệnh hiển thị đường ảnh hưởng như trên nhưng chọn thành phần Shear 2-2 để hiển thị đường ảnh hưởng lực cắt.



Nếu muốn in bảng tung độ đường ảnh hưởng tại mặc cắt đang xác định thì bấm nút **Show table**, hiện bảng tung độ đường ảnh hưởng:



Case HL93M Influence forFrame 3, RD = 1., Shear 2-2

Influence Data

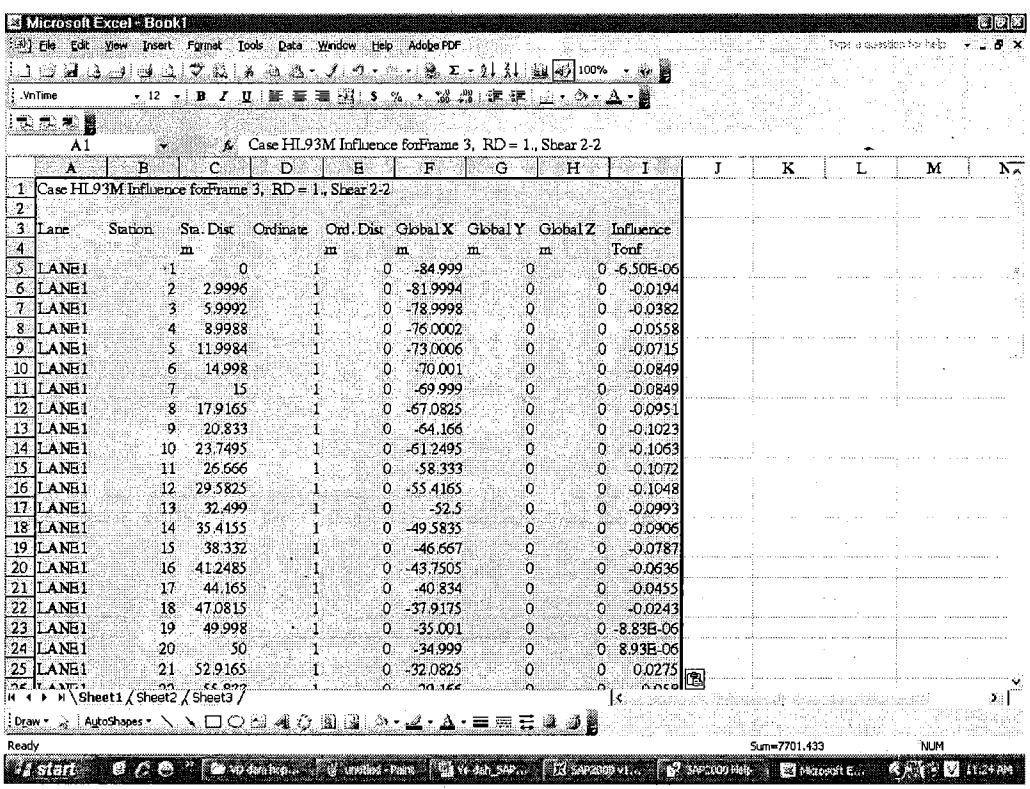
	Lane	Station	Sta. Dist	Ordinate	Ord. Dist	Global X	Global Y	Global Z	Influence
			m		m	m	m	m	Tonf
1	LANE1	1	0.	1	0.	-84.999	0.	0.	-6.495E-06
2	LANE1	2	2.9996	1	0.	-81.9994	0.	0.	-0.0194
3	LANE1	3	5.9992	1	0.	-78.9998	0.	0.	-0.0382
4	LANE1	4	8.9988	1	0.	-76.0002	0.	0.	-0.0558
5	LANE1	5	11.9984	1	0.	-73.0006	0.	0.	-0.0715
6	LANE1	6	14.998	1	0.	-70.001	0.	0.	-0.0849
7	LANE1	7	15.	1	0.	-69.999	0.	0.	-0.0849
8	LANE1	8	17.9165	1	0.	-67.0825	0.	0.	-0.0951
9	LANE1	9	20.833	1	0.	-64.166	0.	0.	-0.1023
10	LANE1	10	23.7495	1	0.	-61.2495	0.	0.	-0.1063
11	LANE1	11	26.666	1	0.	-58.333	0.	0.	-0.1072
12	LANE1	12	29.5825	1	0.	-55.4165	0.	0.	-0.1048
13	LANE1	13	32.499	1	0.	-52.5	0.	0.	-0.0993
14	LANE1	14	35.4155	1	0.	-49.5835	0.	0.	-0.0906
15	LANE1	15	38.332	1	0.	-46.667	0.	0.	-0.0787
16	LANE1	16	41.2485	1	0.	-43.7505	0.	0.	-0.0636
17	LANE1	17	44.165	1	0.	-40.834	0.	0.	-0.0455
18	LANE1	18	47.0815	1	0.	-37.9175	0.	0.	-0.0243
19	LANE1	19	49.998	1	0.	-35.001	0.	0.	-8.833E-06
20	LANE1	20	50.	1	0.	-34.999	0.	0.	8.925E-06

Copy To Clipboard: Copy Entire Table | Copy Selected Cells

Units: Tonf, m, C

Done

Bấm nút **Copy Entire Table ,** Mở Excel dán bảng tung độ đah vào Excel sau đó dùng Excel xử lý đường ảnh hưởng như tính các thông số đường ảnh hưởng và xếp tải thủ công nếu muốn.



Microsoft Excel - Book1

A1: Case HL93M Influence forFrame 3, RD = 1., Shear 2-2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Case HL93M Influence forFrame 3, RD = 1., Shear 2-2								
2									
3	Lane	Station	Sta. Dist	Ordinate	Ord. Dist	Global X	Global Y	Global Z	Influence
4			m		m	m	m	m	Tonf
5	LANE1	1	0	1	0	-84.999	0	0	-6.50E-06
6	LANE1	2	2.9996	1	0	-81.9994	0	0	-0.0194
7	LANE1	3	5.9992	1	0	-78.9998	0	0	-0.0382
8	LANE1	4	8.9988	1	0	-76.0002	0	0	-0.0558
9	LANE1	5	11.9984	1	0	-73.0006	0	0	-0.0715
10	LANE1	6	14.998	1	0	-70.001	0	0	-0.0849
11	LANE1	7	15	1	0	-69.999	0	0	-0.0849
12	LANE1	8	17.9165	1	0	-67.0825	0	0	-0.0951
13	LANE1	9	20.833	1	0	-64.166	0	0	-0.1023
14	LANE1	10	23.7495	1	0	-61.2495	0	0	-0.1063
15	LANE1	11	26.666	1	0	-58.333	0	0	-0.1072
16	LANE1	12	29.5825	1	0	-55.4165	0	0	-0.1048
17	LANE1	13	32.499	1	0	-52.5	0	0	-0.0993
18	LANE1	14	35.4155	1	0	-49.5835	0	0	-0.0906
19	LANE1	15	38.332	1	0	-46.667	0	0	-0.0787
20	LANE1	16	41.2485	1	0	-43.7505	0	0	-0.0636
21	LANE1	17	44.165	1	0	-40.834	0	0	-0.0455
22	LANE1	18	47.0815	1	0	-37.9175	0	0	-0.0243
23	LANE1	19	49.998	1	0	-35.001	0	0	-8.83E-06
24	LANE1	20	50	1	0	-34.999	0	0	8.93E-06
25	LANE1	21	52.9165	1	0	-32.0825	0	0	0.0275

Sheet1 / Sheet2 / Sheet3

Ready — Sum=7701.433 — NUM

17. Kết xuất kết quả ra các định dạng khác

- Đưa kết quả ra file cơ sở dữ liệu của Access: **File menu > Export > SAP2000 MS Access Database .mdb File.**

- Đưa kết quả ra file cơ sở dữ liệu của Excel: **File menu > Export > SAP2000 MS Excel Spreadsheet.xls File**

- Đưa kết quả ra file Bản vẽ AutoCAD:

File menu > Export > AutoCAD.dxf.dwg File

Ghi chú cho ví dụ 06:

- Ví dụ trên nhằm mô tả các bước cơ bản cho những bạn mới làm quen với SAP2000 V14 để phân tích nội lực cho dầm hộp liên tục giai đoạn khai thác. Có thể ứng dụng để tính toán nội lực khi thiết kế sơ bộ đồ án cầu dầm liên tục.

- Có thể ứng dụng các lệnh trên để phân tích nội lực các giai đoạn thi công dễ dàng.

*- Có thể ứng dụng trình **SD section** để vẽ và tính toán các đặc trung hình học của một mặt cắt đa vật liệu dạng bất kỳ (quy đổi về một vật liệu cơ sở).*

- Có thể ứng dụng để tính toán đường ảnh hưởng dầm liên tục khi tính bản mặt cầu dầm I, T theo mô hình dầm liên tục trên các gối cứng.

*- Ví dụ này chưa khai thác tính năng rất mạnh của SAP2000 V14 là **Bridge Wizard**, cho phép mô phỏng tự động các đối tượng của nhiều dạng cầu.*

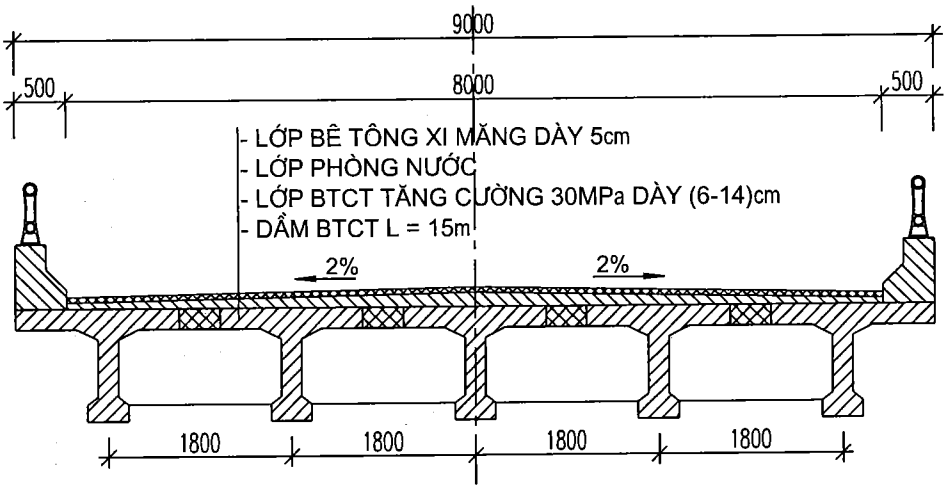
*- Với SAP2000 V14 mô phỏng sơ đồ cầu dầm hộp bê tông dự ứng lực bằng **Bridge Wizard** rất đơn giản và nhanh chóng.*

Chương 7
VÍ DỤ THIẾT KẾ CẦU DẦM BTCT THƯỜNG

A - MÔ TẢ BÀI TOÁN

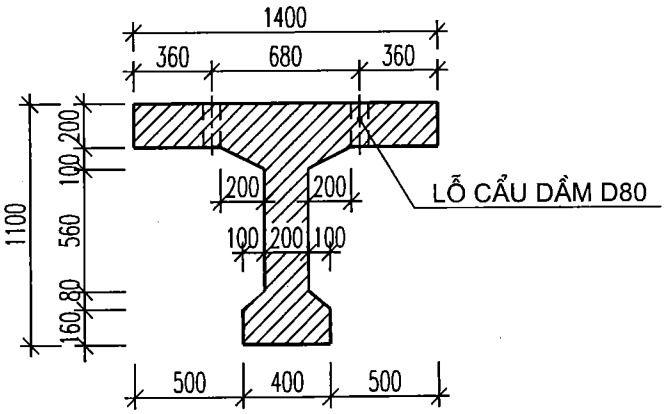
Cầu dầm T bằng bê tông cốt thép thường có chiều dài 15m, f'_c = 30 MPa, bê tông dầm ngang f'_c = 30MPa, bản mặt cầu BTCT đổ tại chỗ.

Mặt cắt ngang cầu như sau:

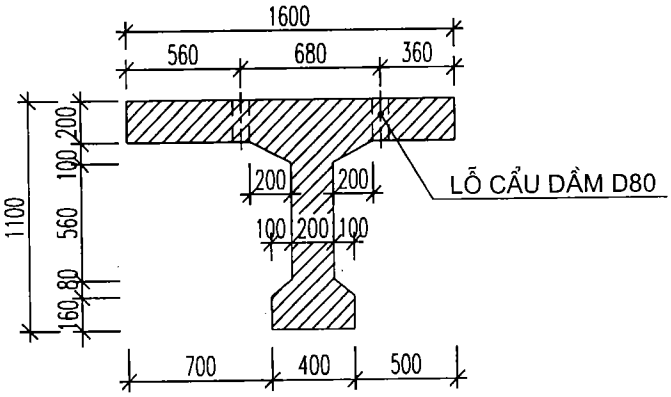


Các kích thước hình học của dầm chủ:

Dầm dọc giữa:



Dầm dọc biên:



Khổ cầu K = 8m.

Tải trọng: Hoạt tải HL93, Người đi bộ 3 kN/m^2.

Yêu cầu: Thiết kế cầu theo Tiêu chuẩn 22TCN272-05:

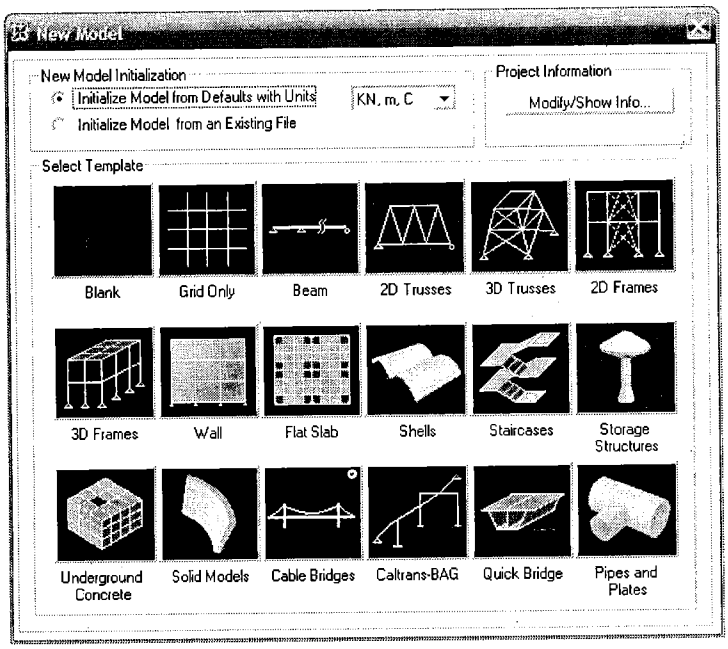
- Tính toán nội lực, độ võng hệ dầm cầu.
- Tính toán cốt thép.
- Xuất kết quả.

B - TRÌNH TỰ THỰC HIỆN

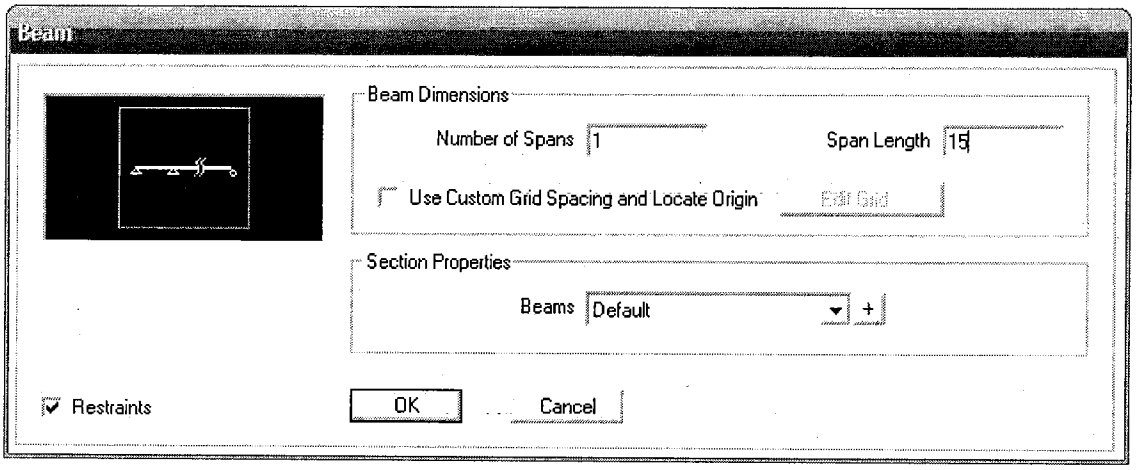
Khởi động SAP2000 V14.

Bước 1: Tạo mới mô hình

Bằng cách vào menu: **File > New Model...** (Ctrl + N) xuất hiện hộp thoại New Model với nhiều tùy chọn.



Ta chọn đơn vị là kN,m và sau đó chọn mô hình kiểu Beam. SAP2000 xuất hiện hộp thoại Beam



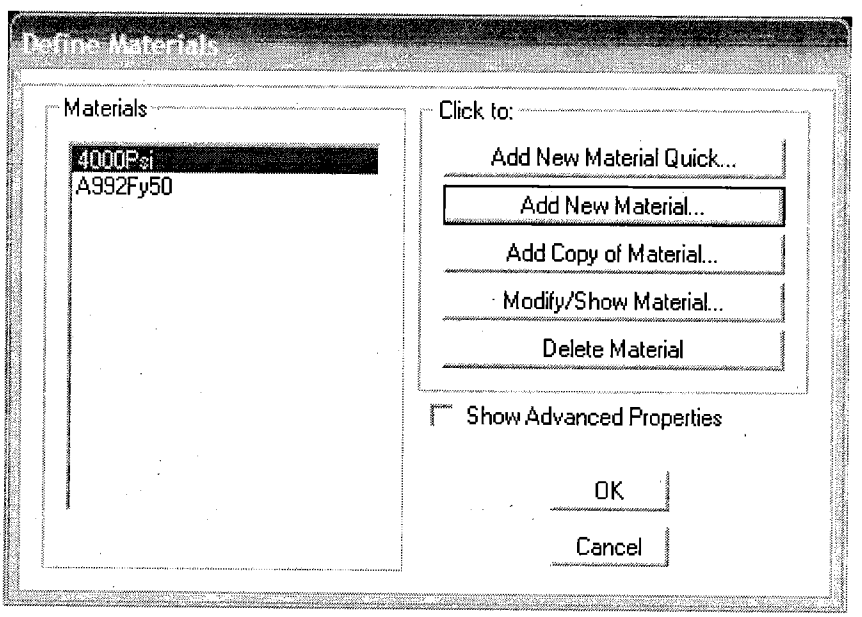
Định nghĩa số nhịp cầu dầm (Number of Spans): 1

Chiều dài nhịp dầm (Span Length): 15

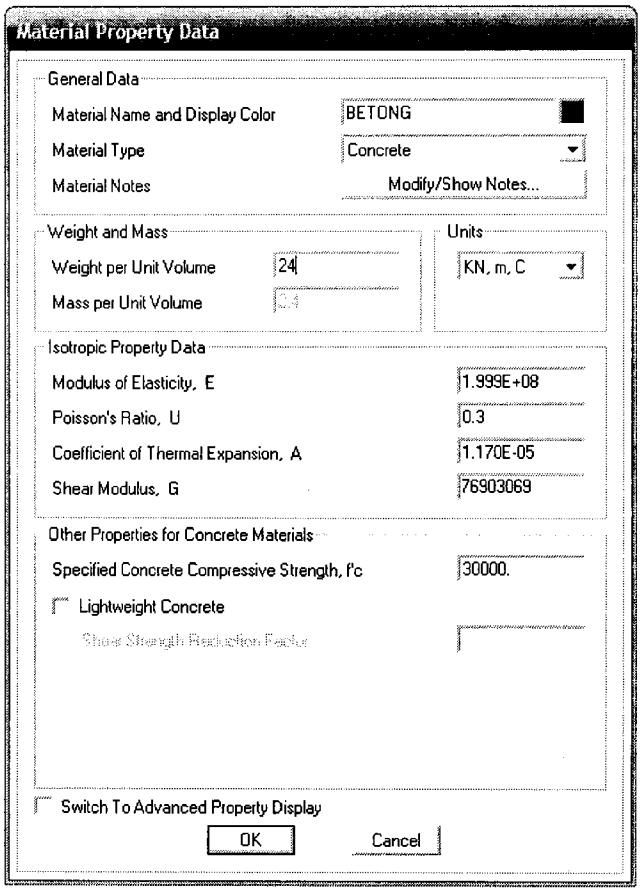
Nhấn OK đóng hộp thoại.

Khai báo vật liệu cho dầm chủ và dầm ngang:

Define > Material...



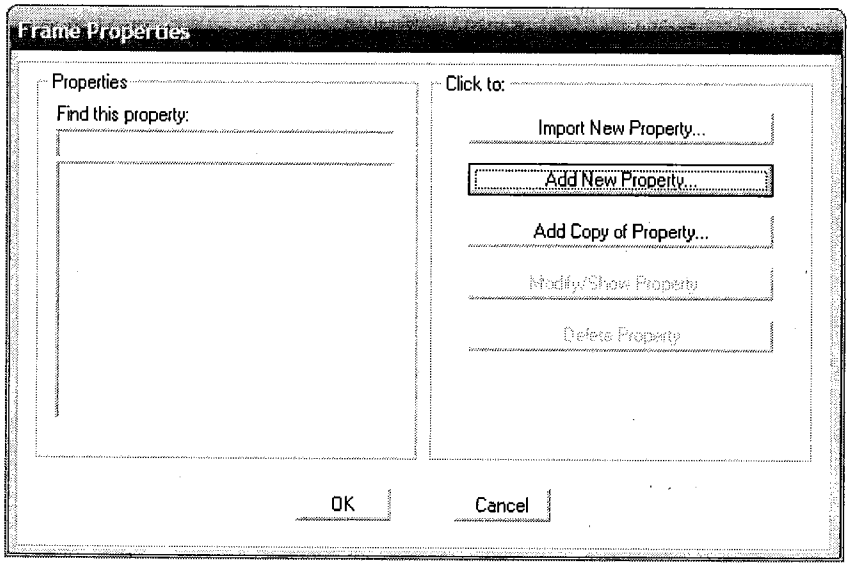
Nhấn nút **Add New Material...**



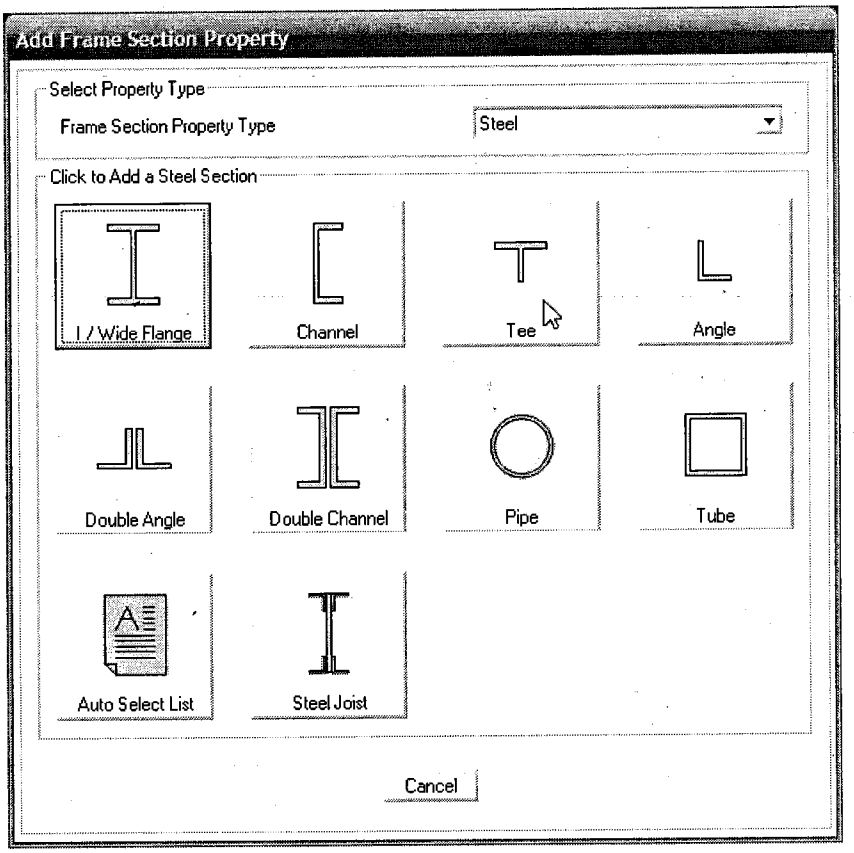
Nhấn OK đóng các hộp thoại

Định nghĩa mặt cắt cho dầm chủ

Define > Section Properties > Frame Section…



Tiếp tục khai báo mặt cắt bằng cách nhấn vào nút **Add New Properties**. Xuất hiện hộp thoại **Add Frame Section Property**.

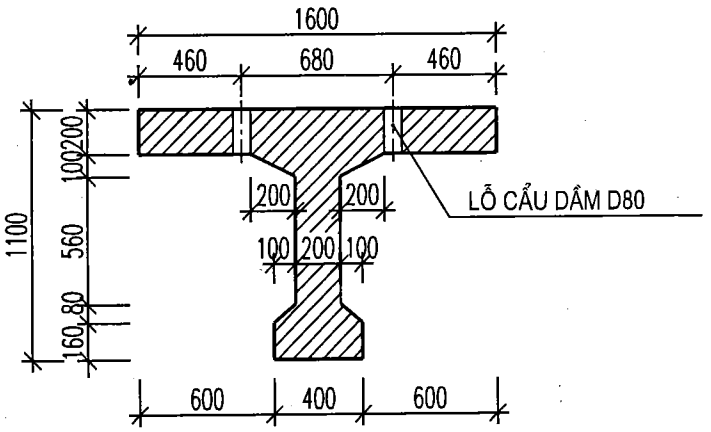


Chọn mục Tee để khai báo mặt cắt ngang cho dầm dọc chữ T

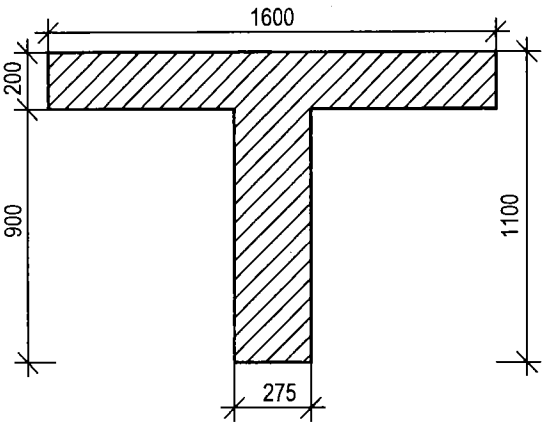
Trong hộp thoại khai báo ta định nghĩa tên dầm là DAMDOCG

CẮT NGANG DẦM GIỮA

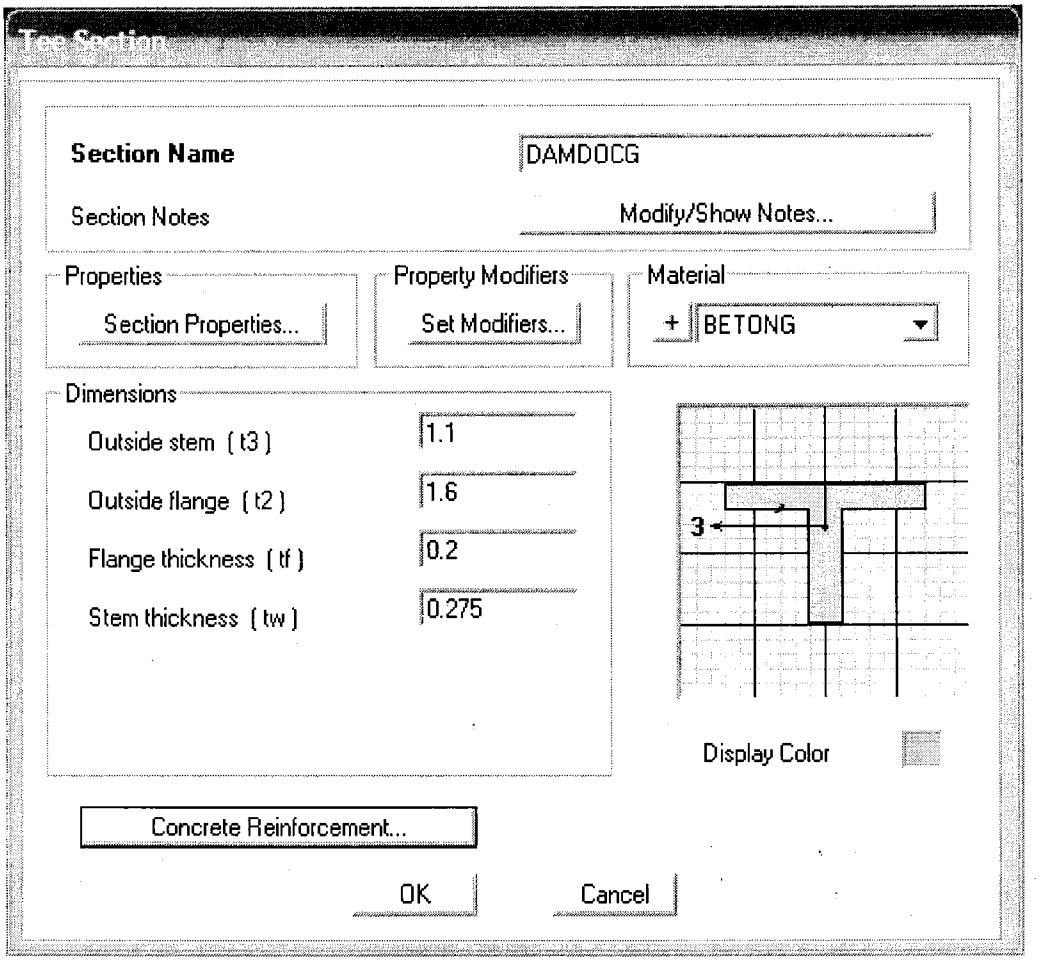
TL 1/50



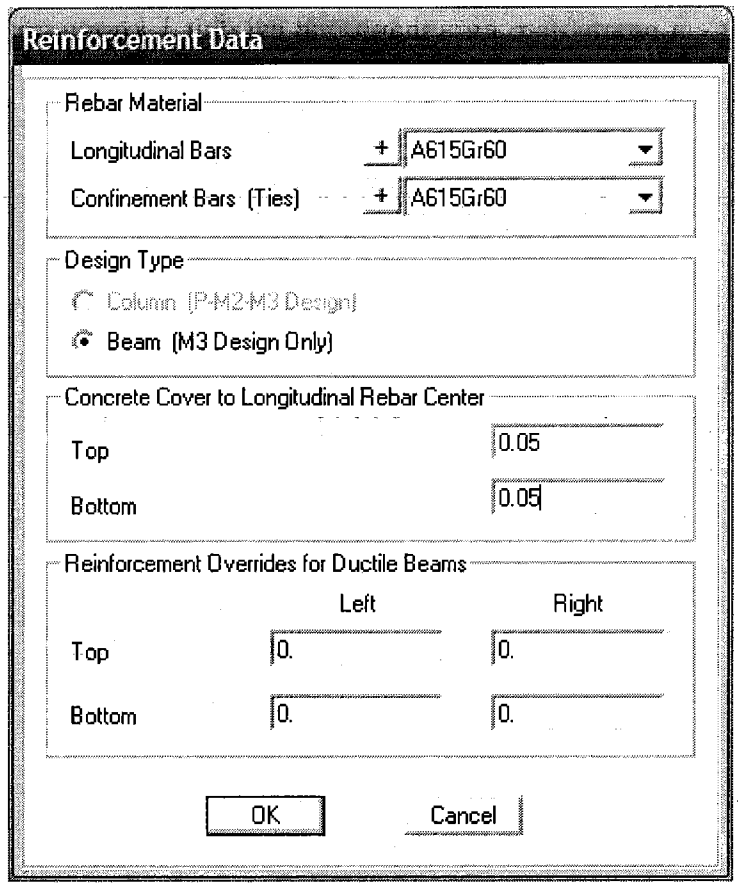
Quy đổi mặt cắt ngang dầm giữa thành mặt cắt chữ T không có bầu như sau:



Chọn lệnh **Tee** và khai báo như sau:

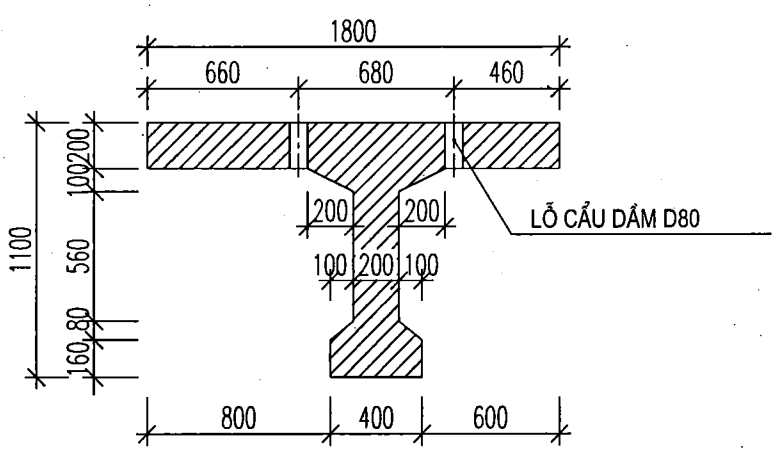


Nhấn nút **Concrete Reinforcement**… để định nghĩa cốt thép:

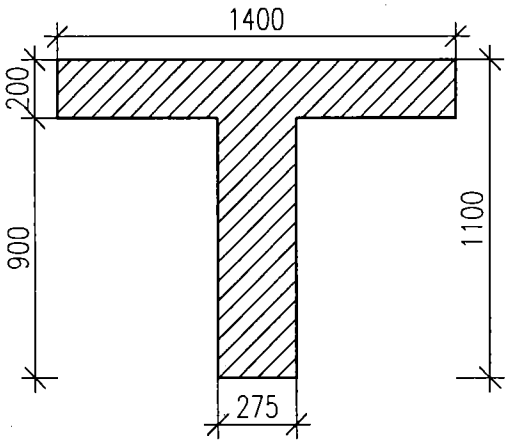


Tương tự ta khai báo cho dầm dọc biên với tên gọi DAMDOCB và các đặc trưng như hình vẽ:

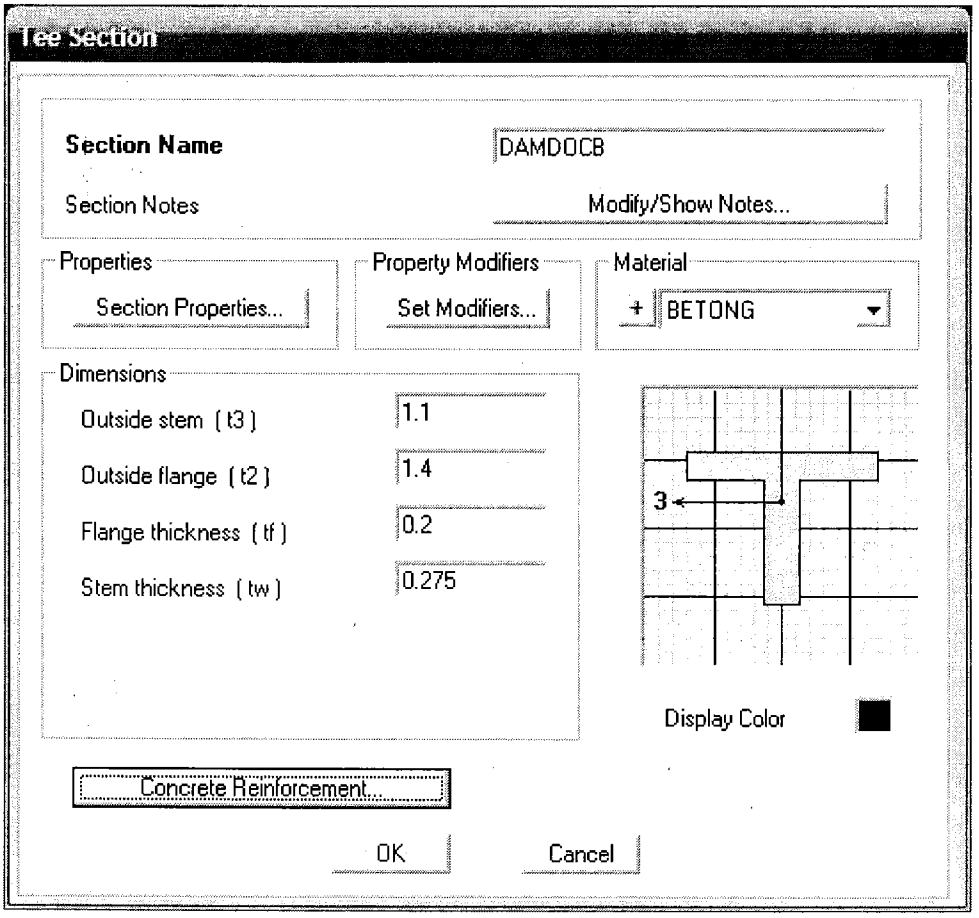
CẮT NGANG DẦM BIÊN
TL 1/50

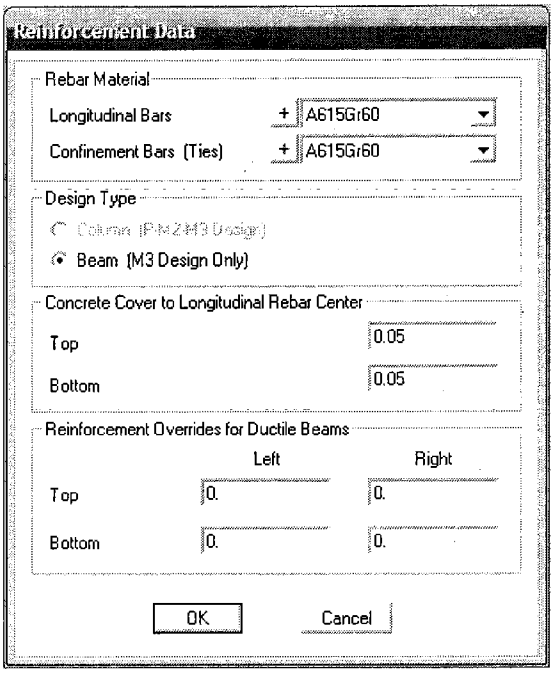


Quy đổi mặt cắt ngang dầm biên như sau:



Tương tự khai báo dầm biên như sau:



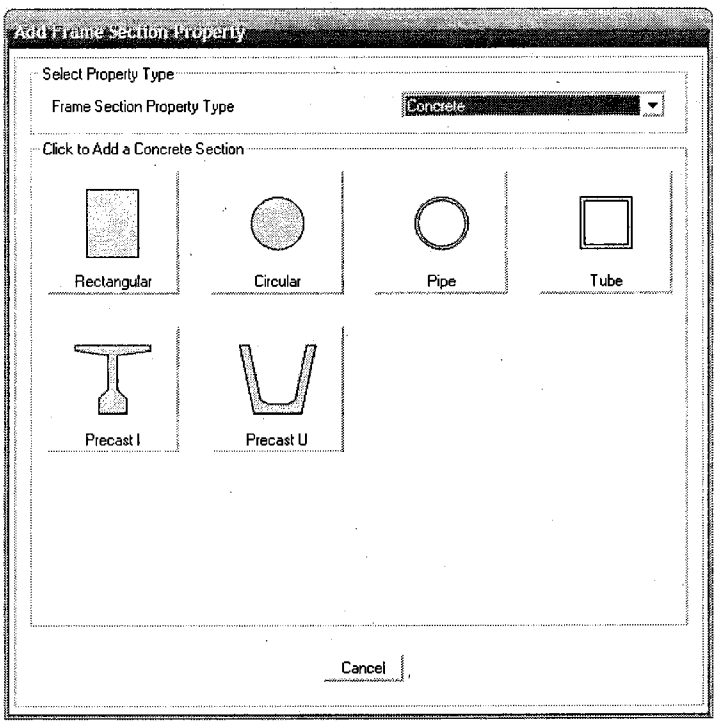


Nhấn OK đóng các hộp thoại

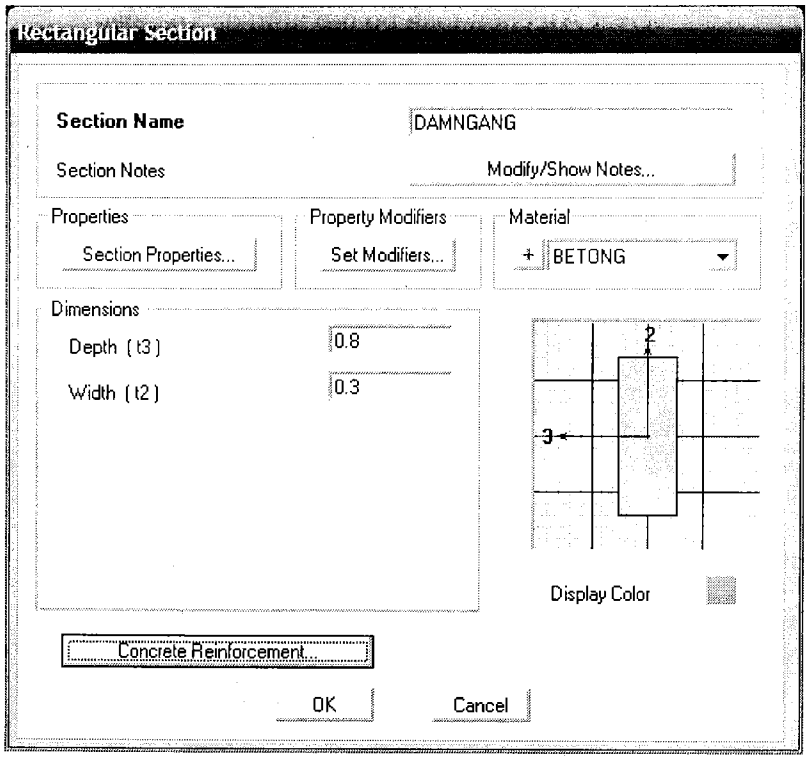
Bước 2: Khai báo mặt cắt dầm ngang

Define > Section Property > Frame Sections…

Nhấn vào nút **Add New Properties…**

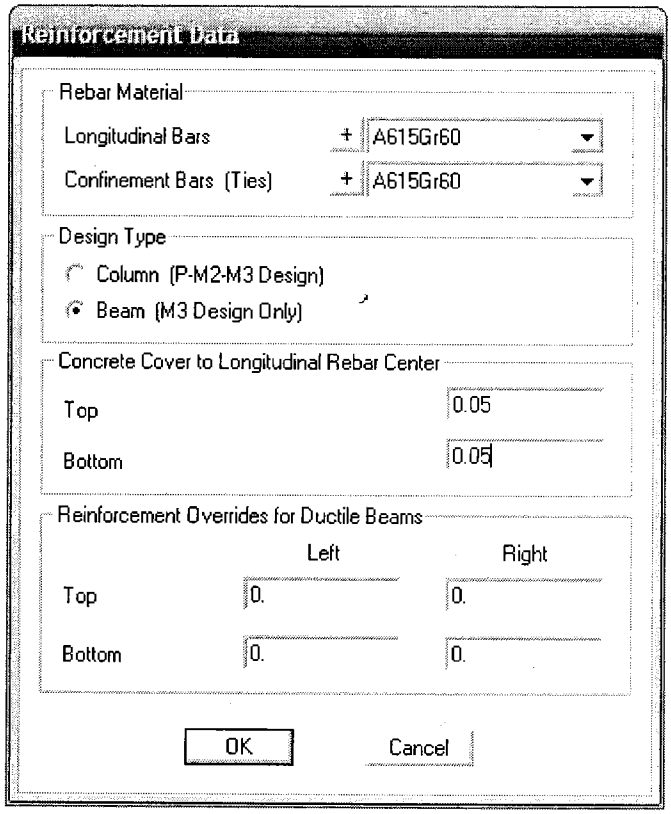


Nhấn vào nút **Rectangular** để khai báo mặt cắt cho dầm ngang hình chữ nhật.



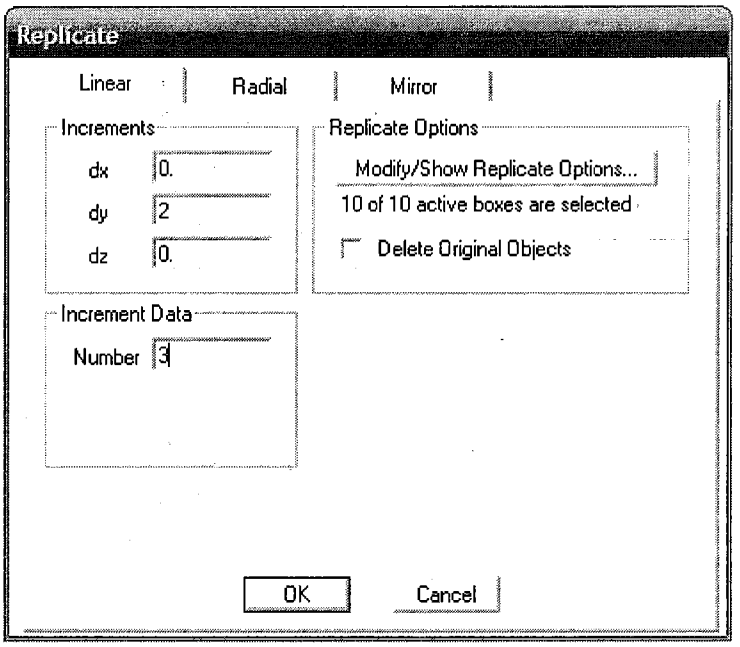
Tiếp theo nhấn nút **Concrete Reinforcement...** để định nghĩa thêm cho các thông số cốt thép thiết kế của dầm.

Nhấn OK đóng hộp thoại.



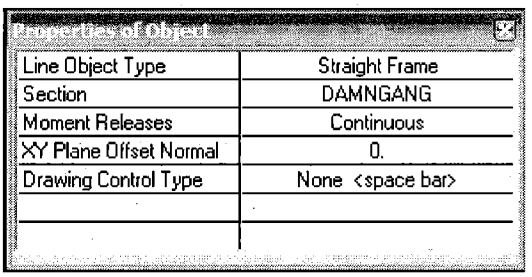
Bước 3: Hoàn chỉnh mô hình

- Dùng chức năng **Select All** chọn toàn bộ mô hình đã khai báo
- Dùng lệnh **Replicate…** (Ctrl+R) để định nghĩa các dầm mới.



Nhấn OK.

- Định nghĩa dầm ngang tại 3 mặt cắt: 2 vị trí đầu nhịp và 1 vị trí giữa nhịp. Dùng chức năng vẽ dầm của SAP2000 V14: thực hiện lệnh **Draw > Draw Frame/ Cable/Tendon**.



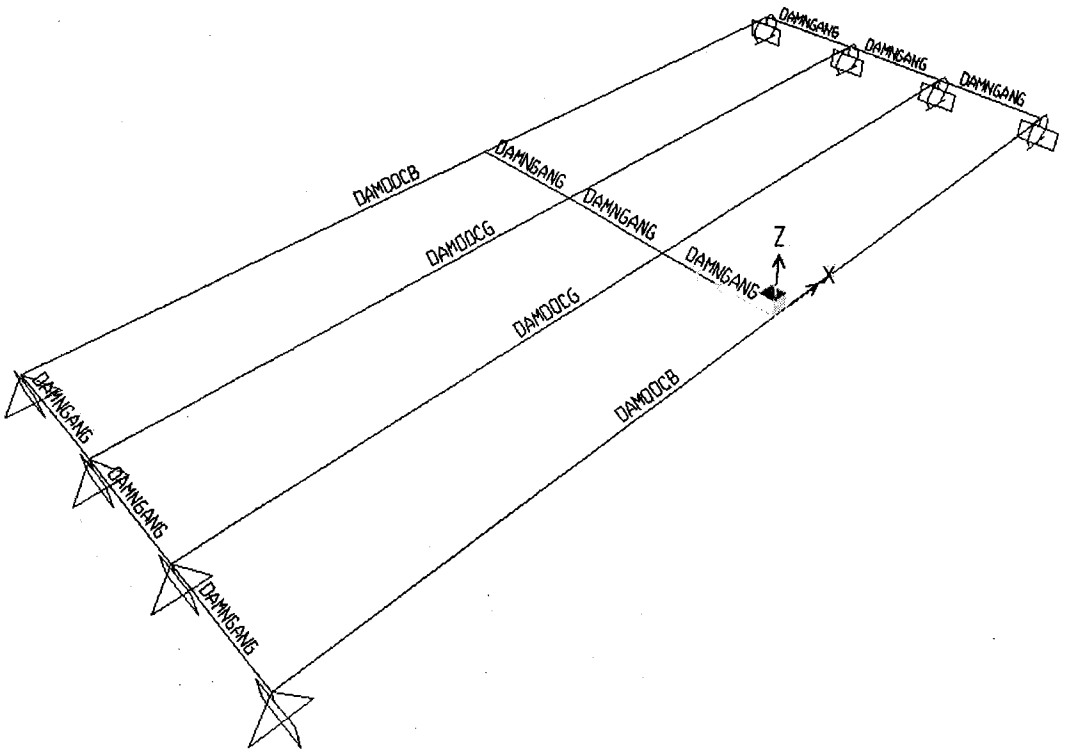
Chọn ở ô **Section** thành DAMNGANG và tiến hành vẽ dầm ngang (chú ý trong quá trình vẽ dầm ngang giữa phải dùng tính năng truy bắt điểm của SAP2000).

- Khai báo mặt cắt trở lại cho 2 dầm dọc biên:

Chọn 2 dầm dọc biên, dùng lệnh **Assign > Frame > Frame Sections…**

Click chọn DAMDOCB ở ô bên trái sau đó nhấn nút OK.

Kết quả mô hình:



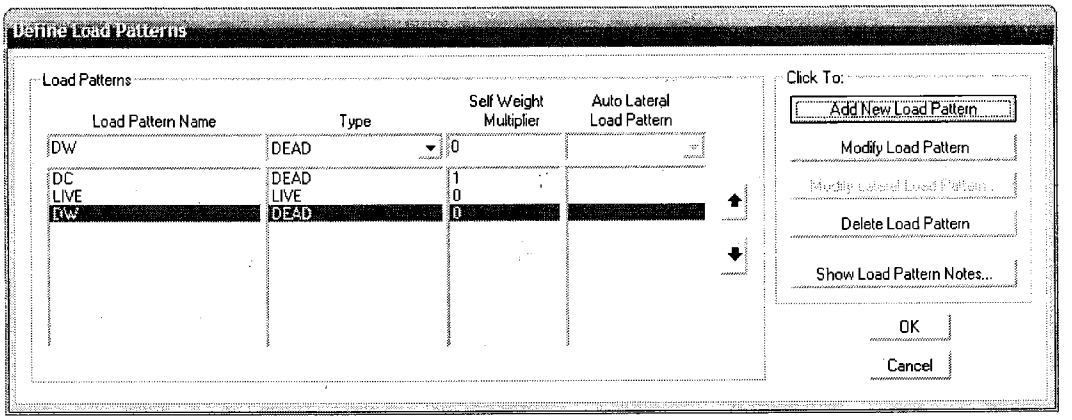
Bước 4: Khai báo tải trọng

a) Định nghĩa các mẫu tải trọng

Trong cầu, để đơn giản ta khai báo 3 kiểu tải trọng DC (Dead load), DW (Dead load) và hoạt tải LIVE (Live load)

- Lệnh: **Define > Load Patterns**..., SAP2000 xuất hiện hộp thoại **Define Load Paterns.**

Trong hộp thoại này, ta định nghĩa thêm 2 trường hợp tải LIVE và DW ngoài DEAD đã mặc định được đổi tên thành DC.



Nhấn OK đóng hộp thoại.

b) Khai báo tải trọng tĩnh

Các lớp vật liệu bản mặt cầu bao gồm:

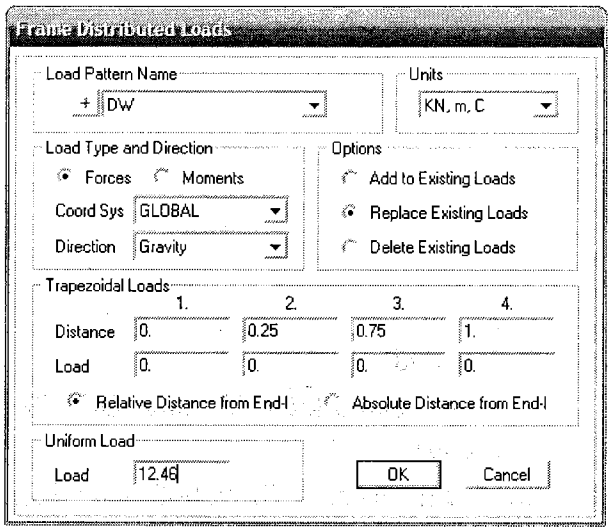
- Lớp BTCT tăng cường 30MPa dày 10cm;
- Lớp Phòng nước dạng phun lỏng;
- Lớp BTXM dày 5cm.

Tải trọng tĩnh phân bố cho từng dầm như sau:

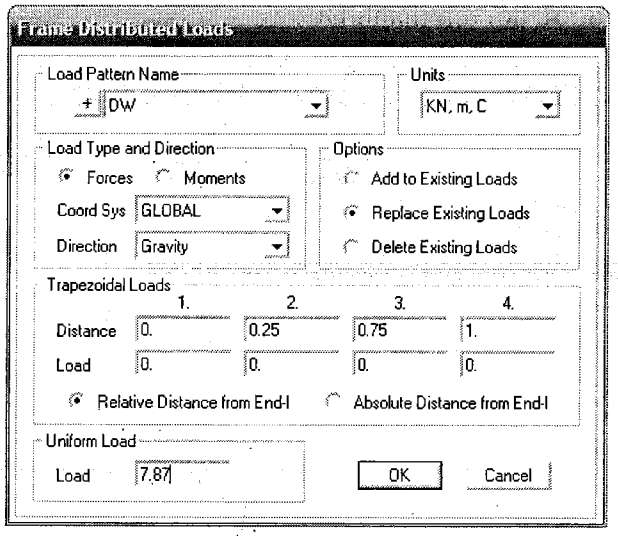
- Dầm giữa: 7.87 kN/m;
- Dầm biên: 12.46 kN/m.

Trình tự khai báo như sau:

Chọn 2 dầm biên, dùng lệnh **Assign > Frame Load > Distributed...**khai báo như sau:



Tương tự cho 2 dầm giữa:

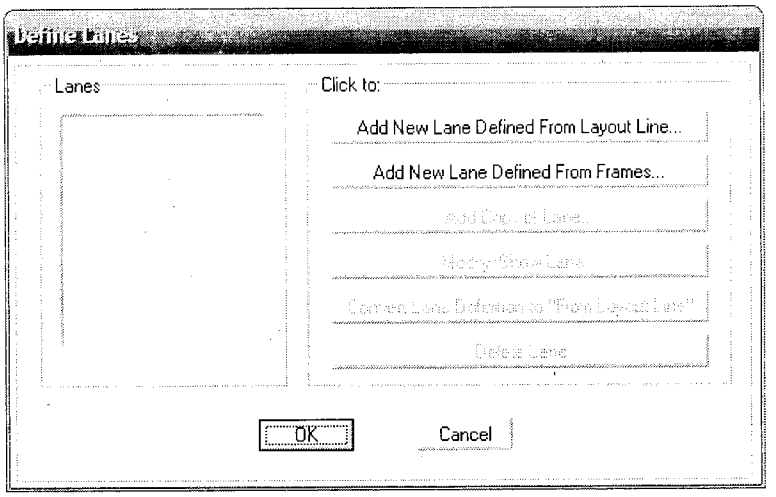


c) Khai báo tải trọng động

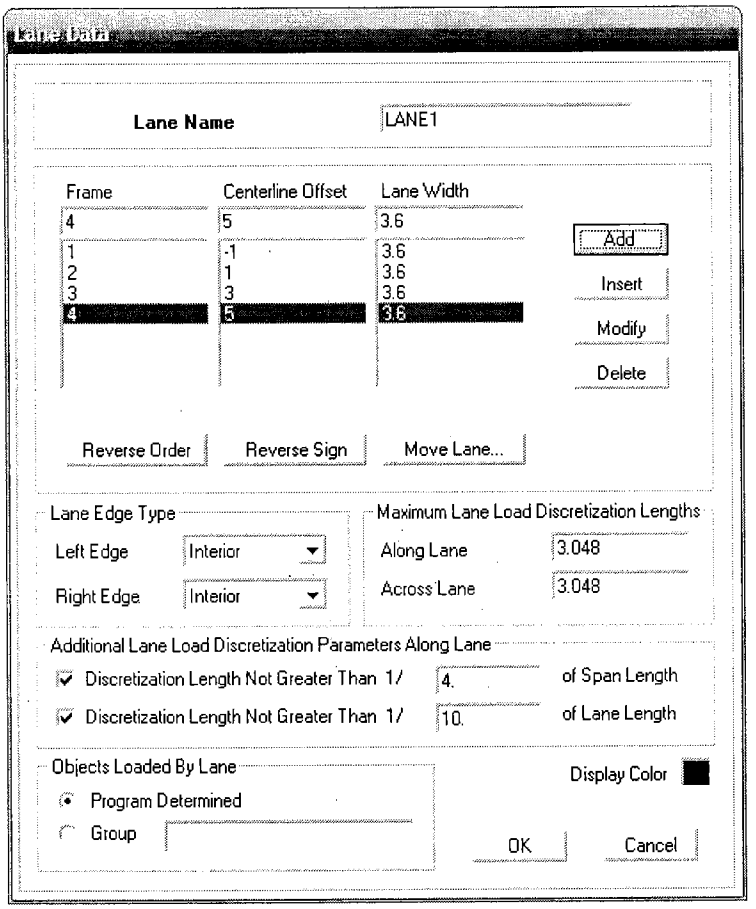
- Định nghĩa làn xe:

Menu Define > Bridge Load > Lane…

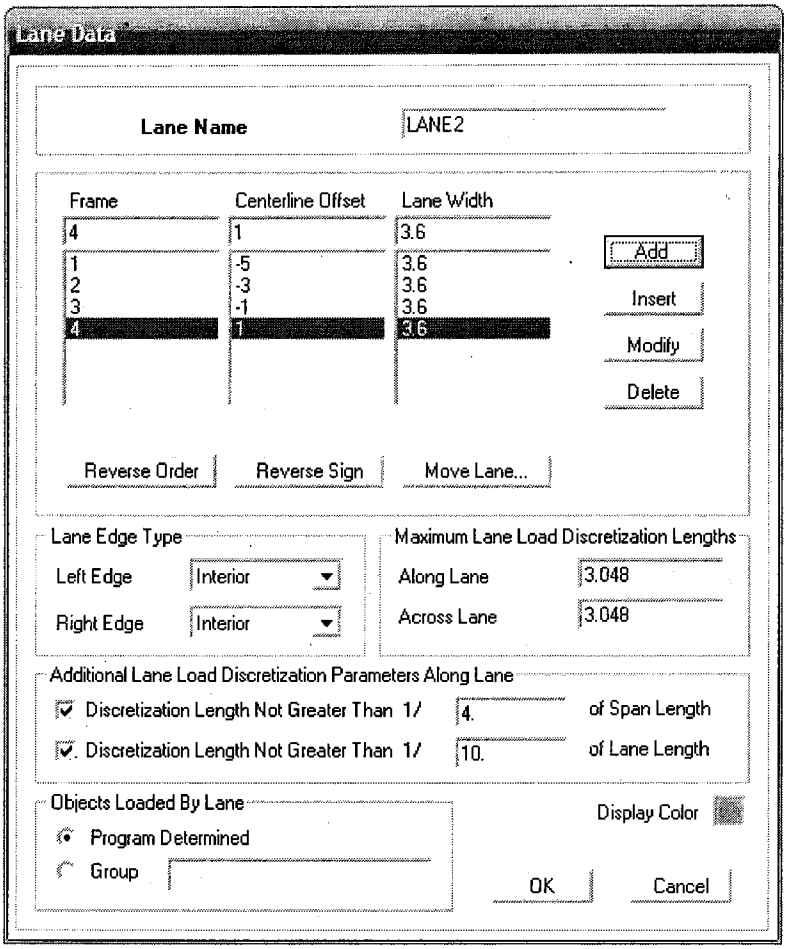
Click chọn nút:
Add New Lane Defined From Frames…



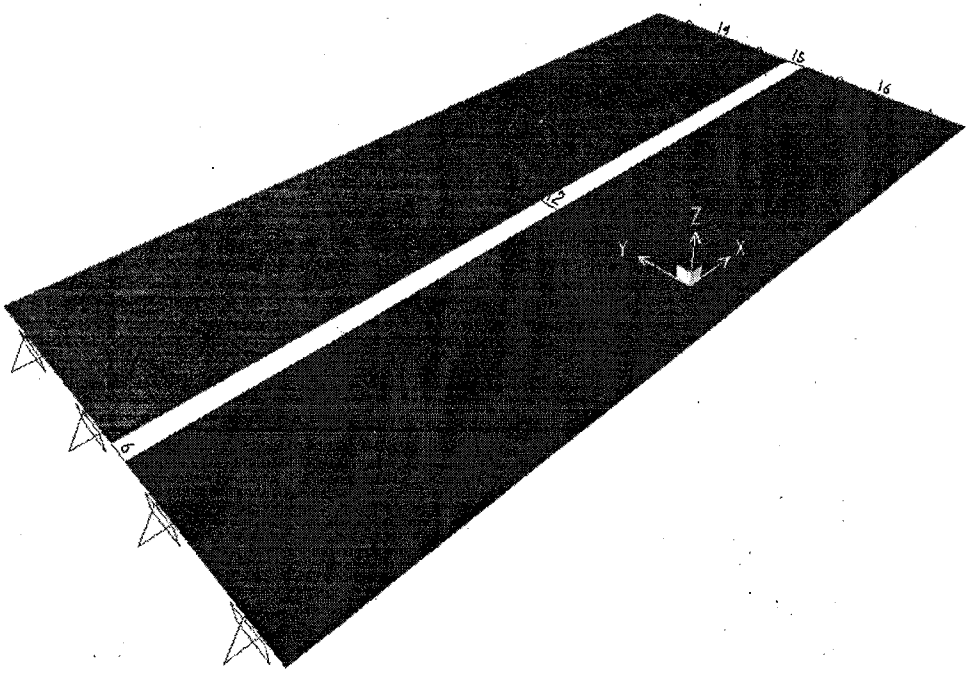
Định nghĩa làn xe 1 (LANE1) như sau:



Tiếp tục định nghĩa làn xe 2 (LANE2)

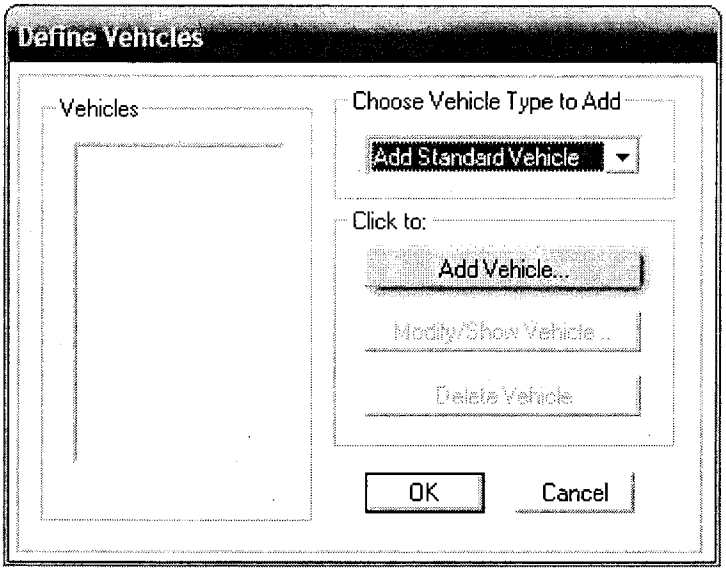


Xem các làn xe đã định nghĩa như hình sau:

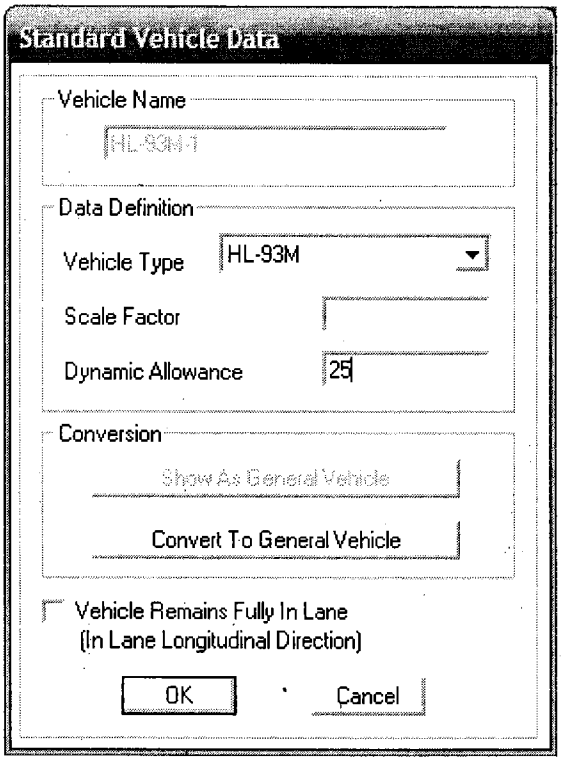


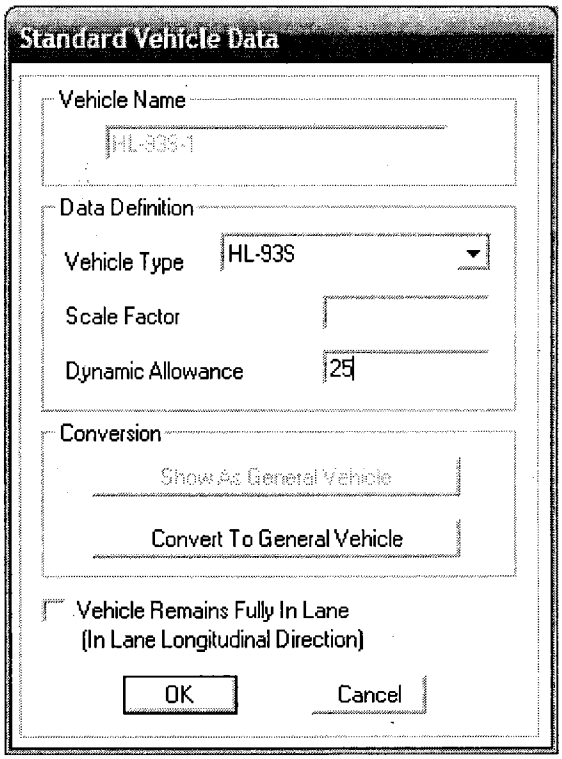
- Định nghĩa xe

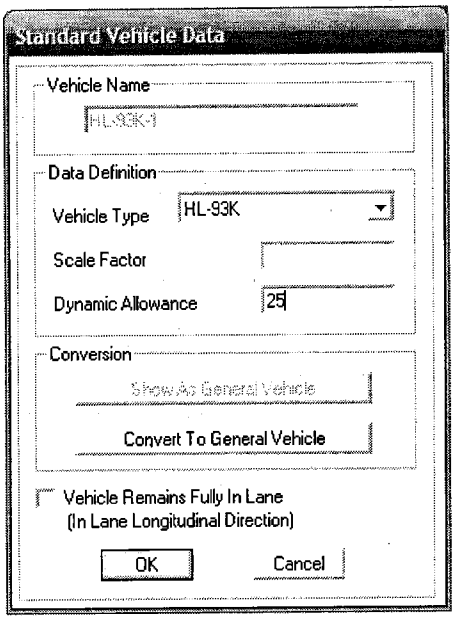
Dùng lệnh: **Define > bridge Loads > Vehicle…**



Bấm chọn nút **Add Vehicle…** và định nghĩa xe HL93M, S, K



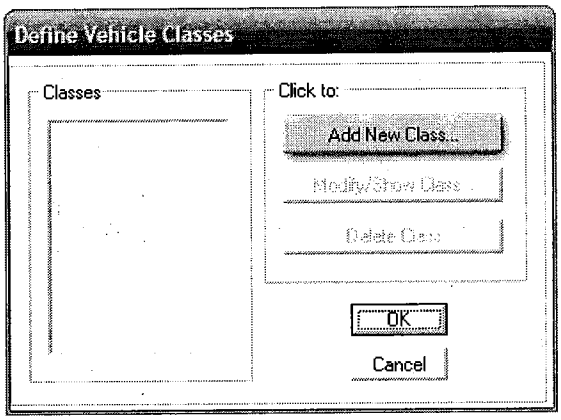




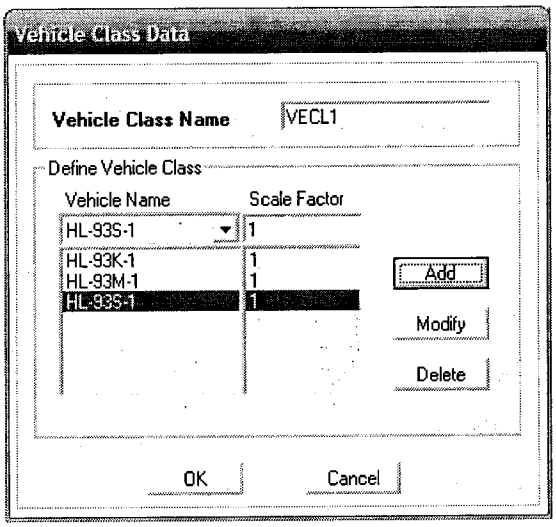
Nhấn OK.

- Định nghĩa lớp xe

Lệnh: **Define > Bridge Loads > Vehicle Class…**



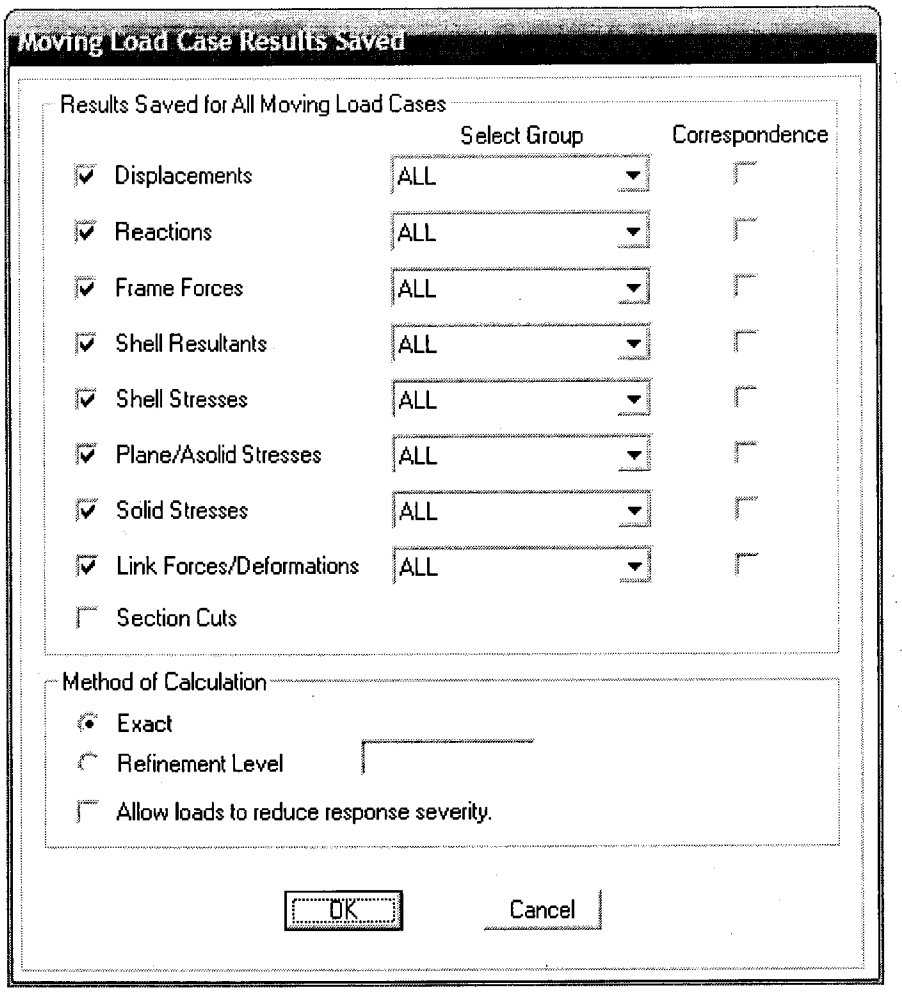
Bấm nút **Add New Class…** và định nghĩa như sau:



- Định nghĩa các đáp ứng phân tích của tải trọng động:

Define > Bridge Loads > Bridge Responses

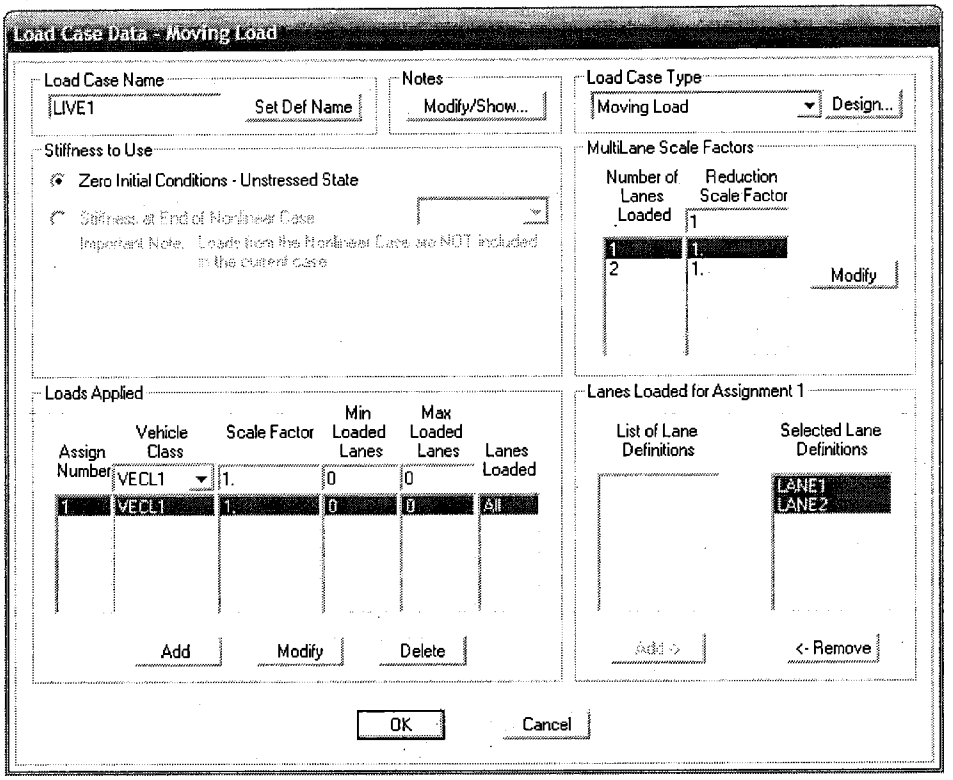
Chọn như sau:



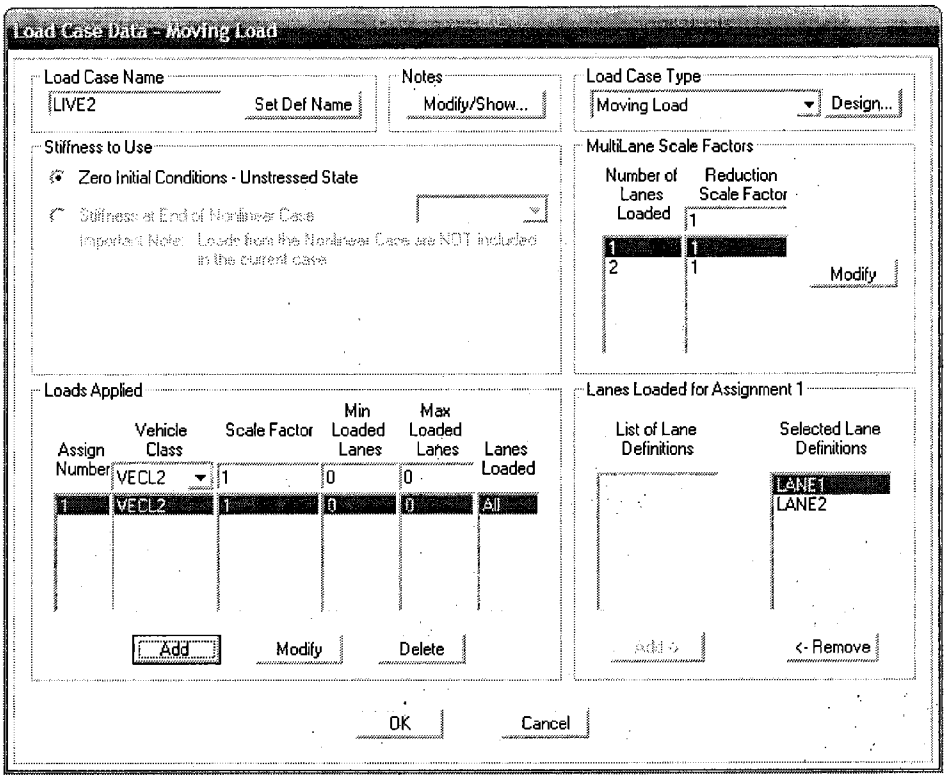
Nhấn OK đóng hộp thoại.

d) Định nghĩa tính chất các trường hợp tải trọng

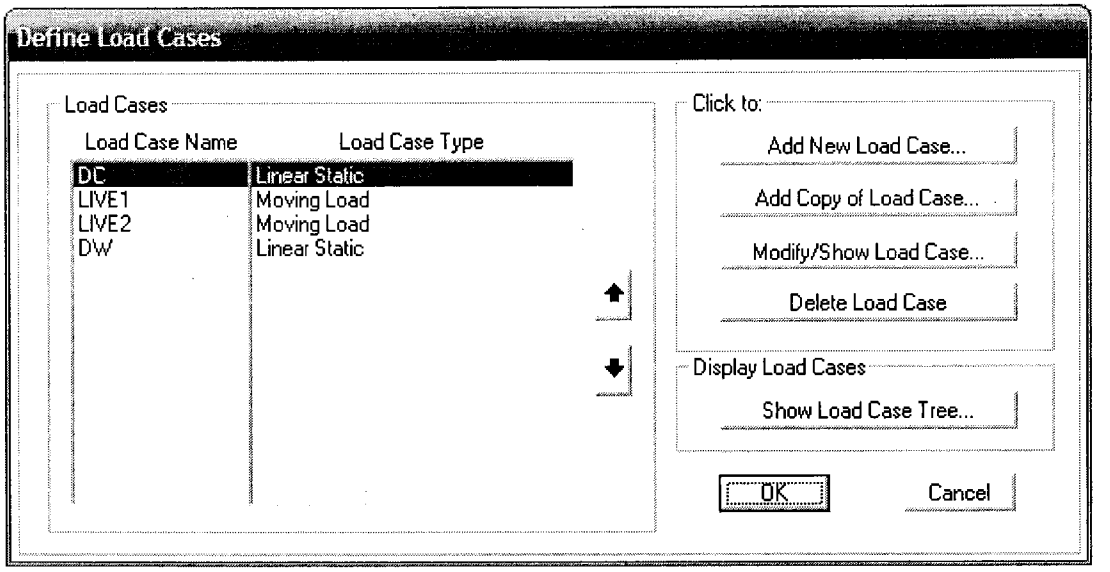
Lệnh: **Define > Load Cases**..., SAP2000 xuất hiện hộp thoại **Define Load Cases.** Thay đổi tính chất của tải LIVE1 thành Moving Load.



Tương tự cho VECL2:

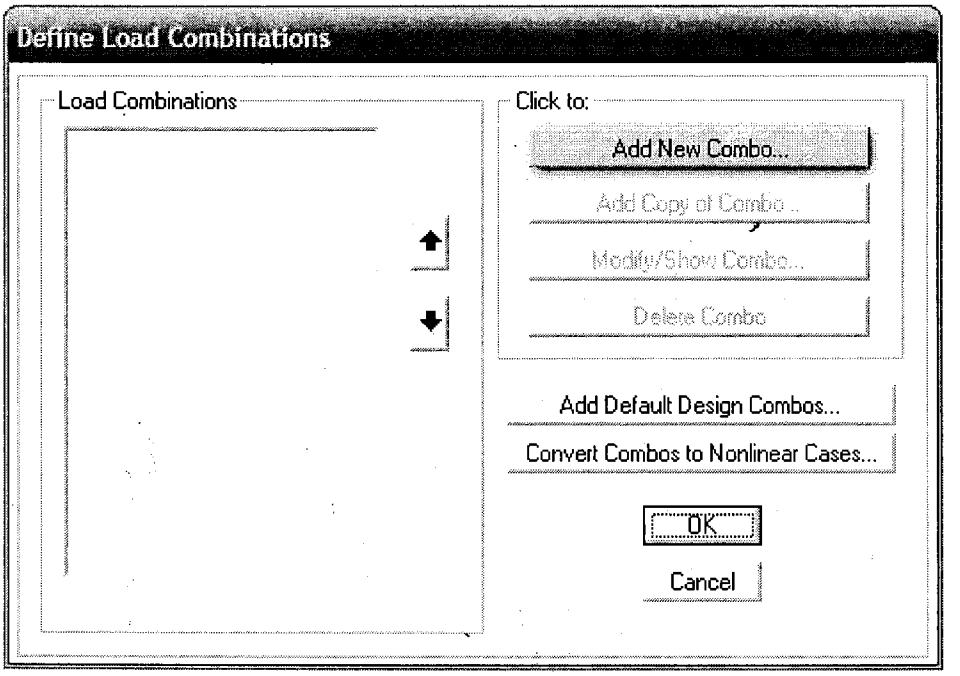


Sau định nghĩa:



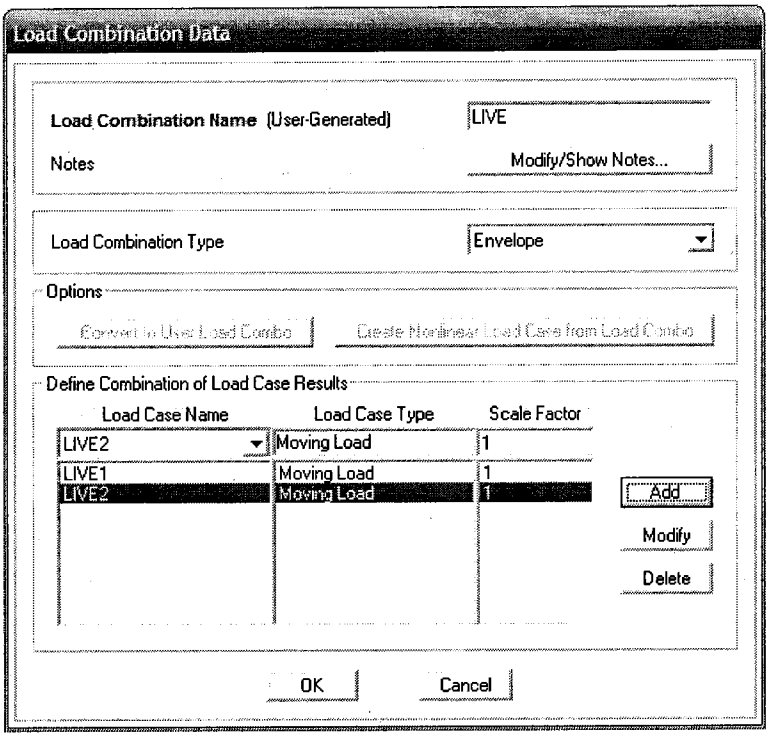
e) Tổ hợp tải trọng

Lệnh: **Define > Load Combinations…**



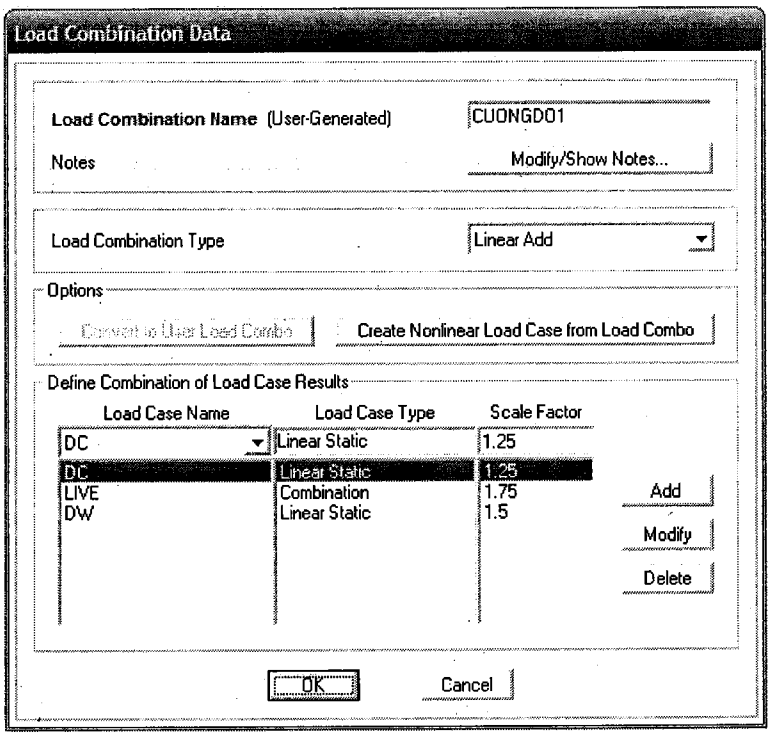
Nhấn vào nút **Add New Combo…**

Khai báo tổ hợp tải di động:



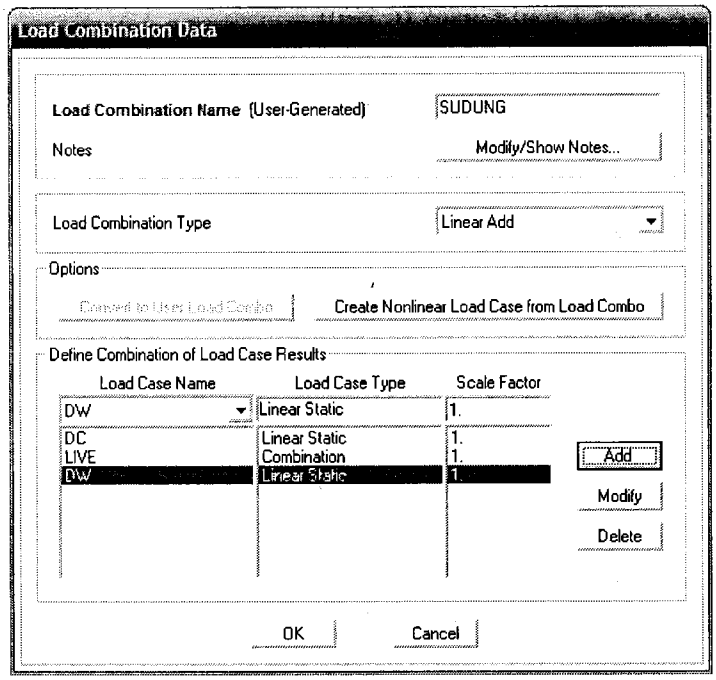
Nhấn OK.

Khai báo tổ hợp cường độ 1 (CUONGDO1) như sau:



Nhấn OK.

Tiếp tục định nghĩa tổ hợp tải trọng sử dụng (SUDUNG) như sau:

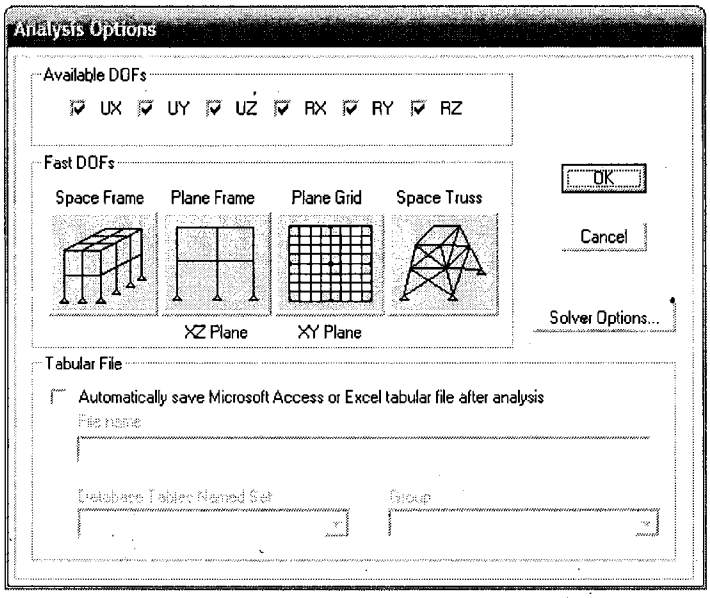


Nhấn OK.

Bước 5: Phân tích mô hình:

a) Thiết lập các tùy chọn trước phân tích

Analyze > Set Analysis Options…



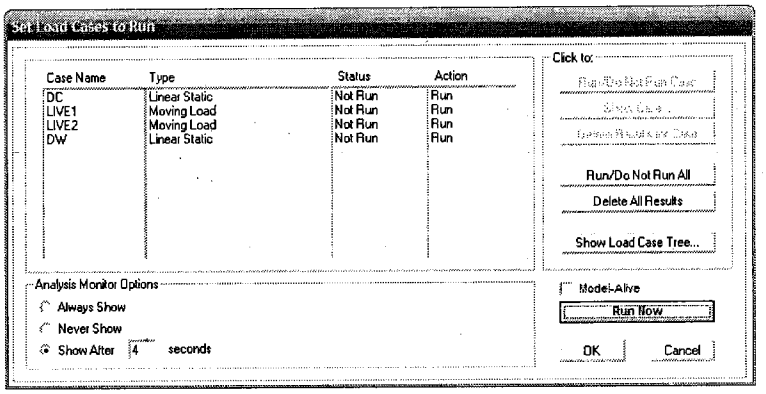
Giữ nguyên các tùy chọn và nhấn OK.

b) Thiết lập các trường hợp đặt tải để phân tích:

Lệnh: **Analyze > Set Load Cases to Run…**

MODAL là trường hợp tải mặc định của SAP2000, ta có thể bỏ đi để quá trình phân tích được nhanh hơn, hoặc không cho SAP2000 phân tích tải này.

Click vào MODAL và chọn **Run/Do Not Run Case**.

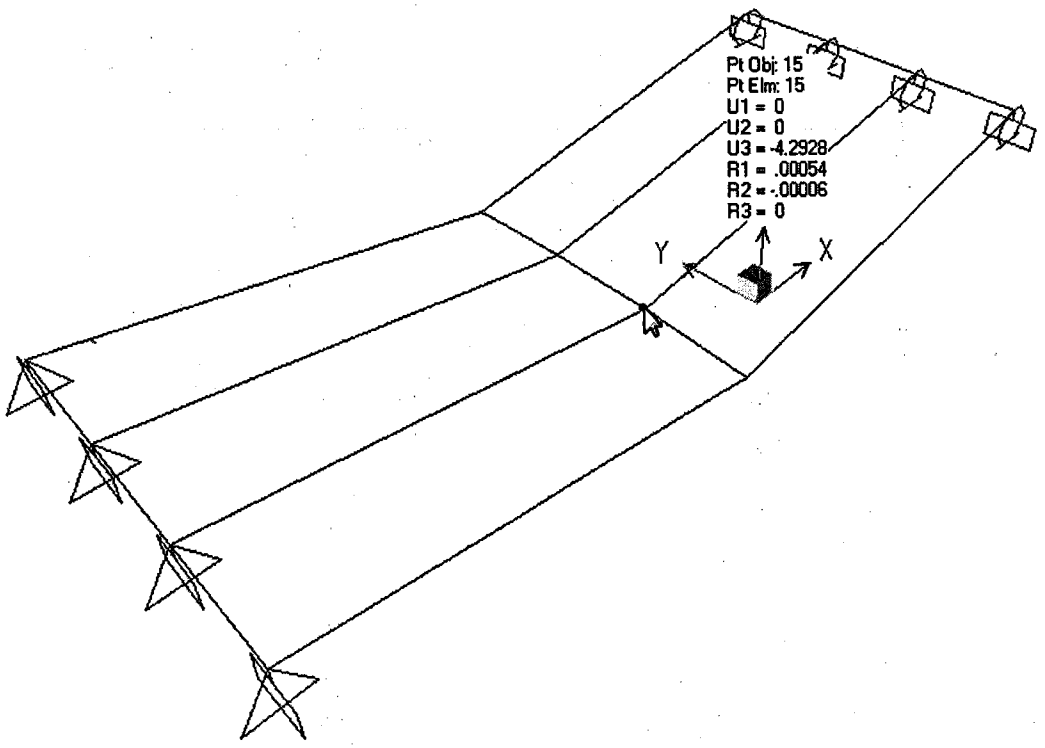


c) Chạy phân tích mô hình

Nhấn nút **Run Now** trong hộp thoại **Set Load Cases to Run**.

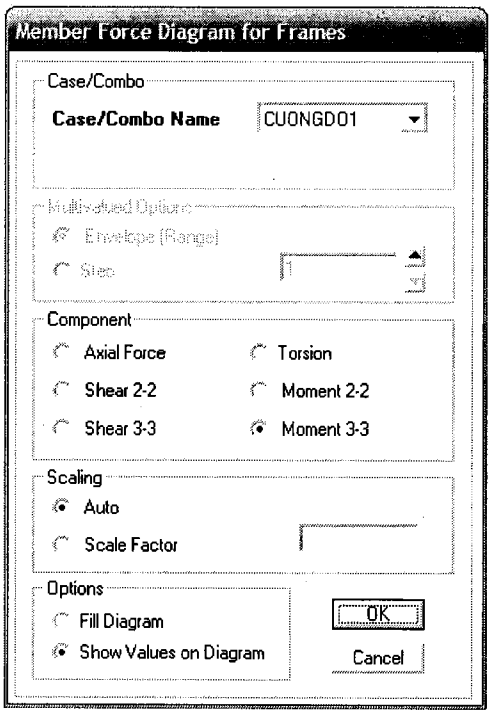
d) Xem kết quả nội lực

Kết quả chuyển vị, TTGH sử dụng, đơn vị mm.

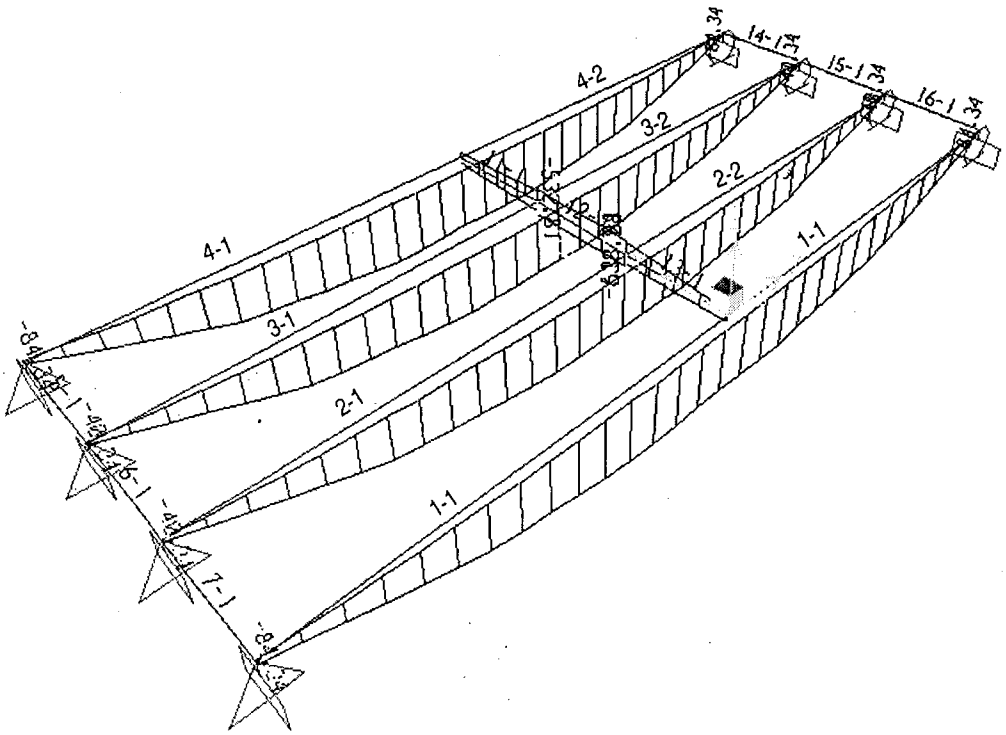


Kết quả nội lực:

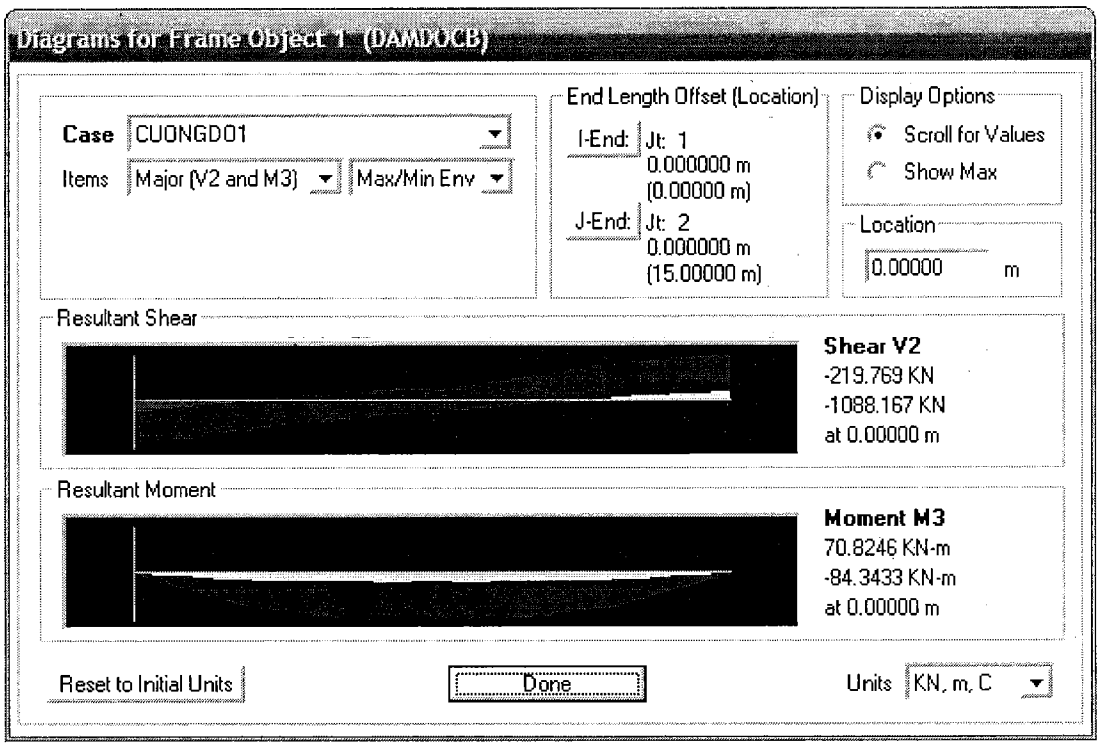
Display > Show Forces/Stressed > Frames/Cables...

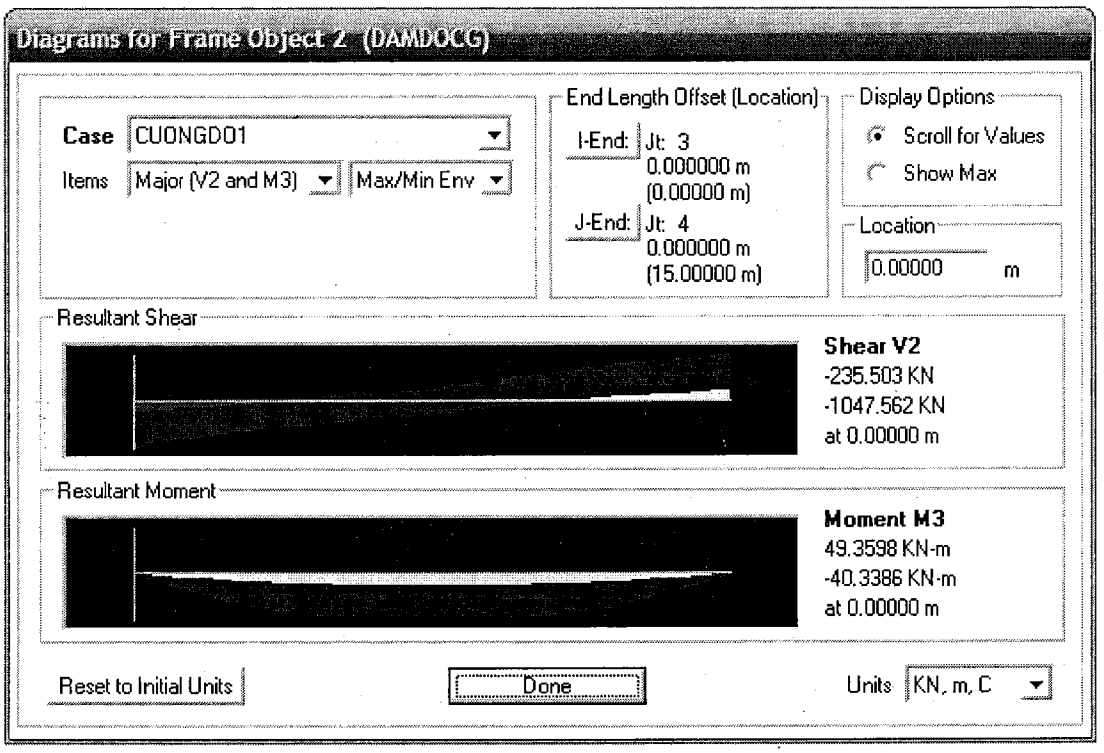


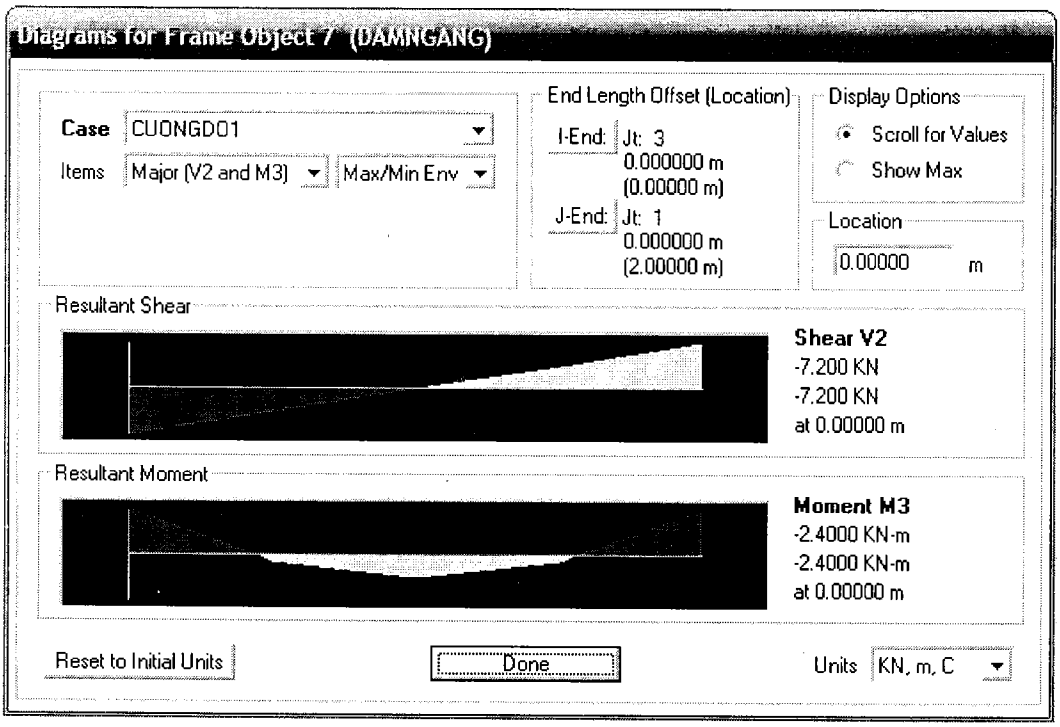
Nhấn OK để xem kết quả nội lực, đơn vị kN.m, tổ hợp CUONGDO1:



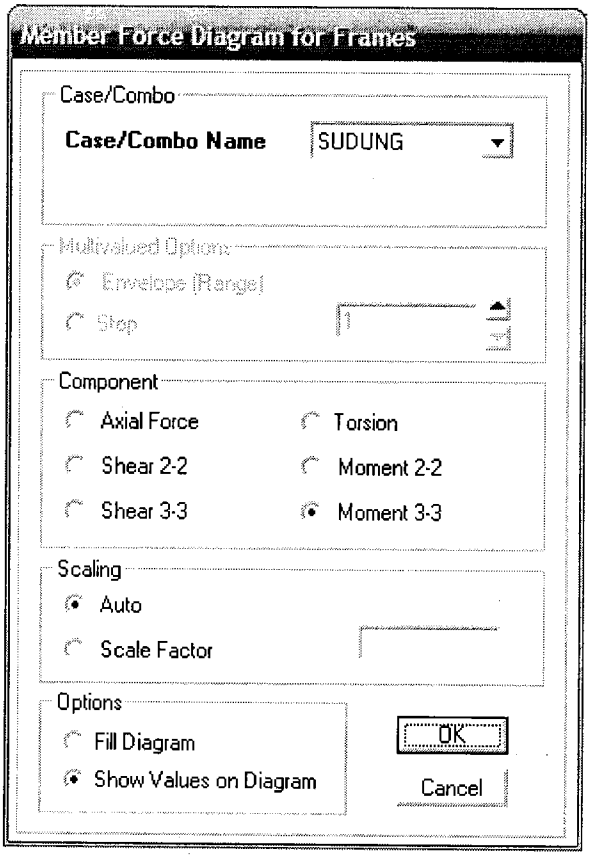
Click chuột phải vào bất kỳ dầm nào để xem kết quả cụ thể:

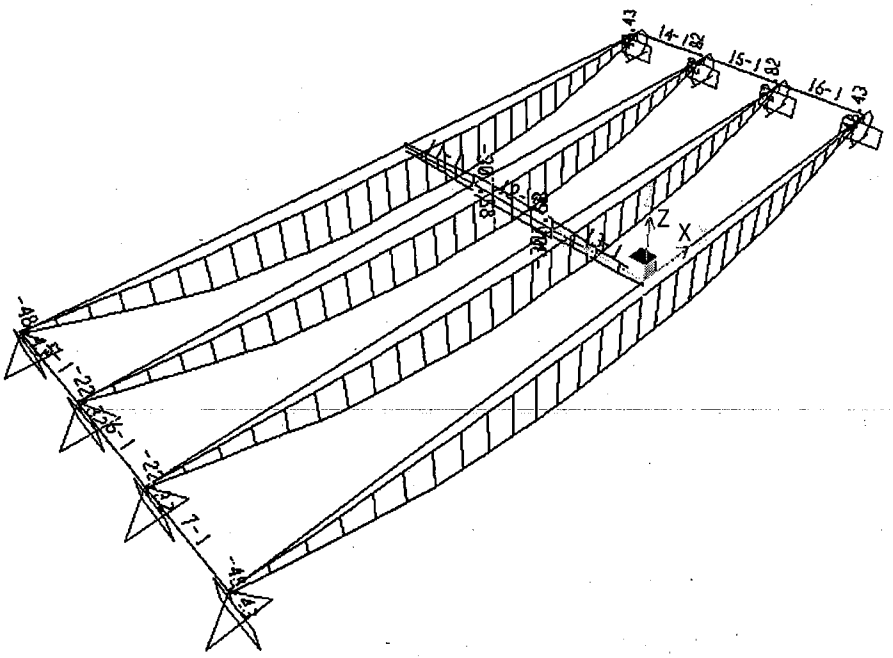






Ở trạng thái giới hạn sử dụng:



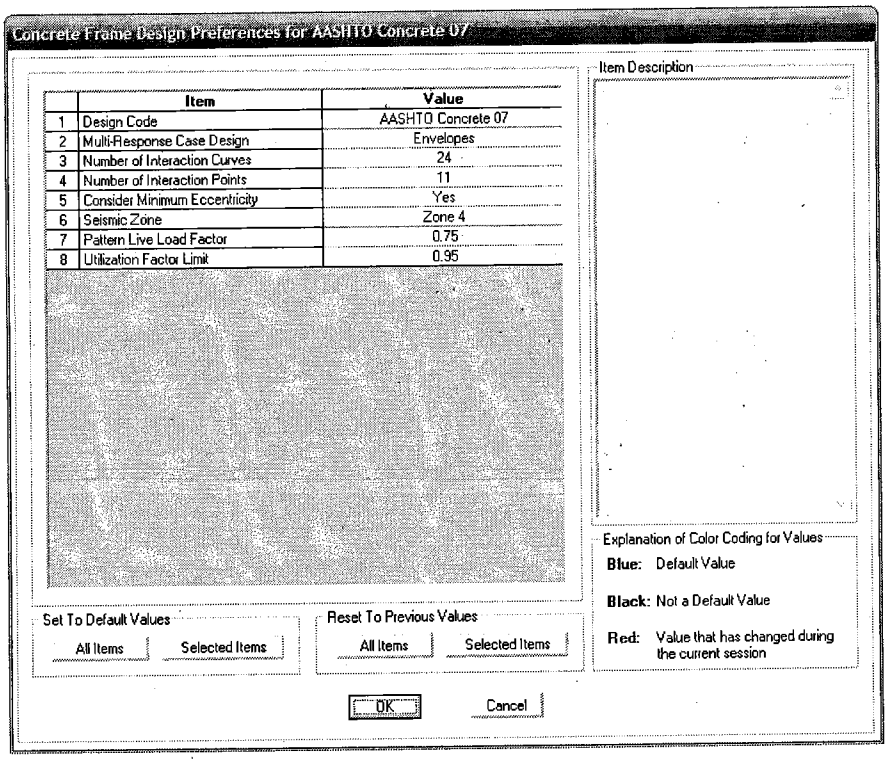


Bước 6: Thiết kế kết cấu dầm

(Nếu mô hình dùng menu bridge thì thiết kế bằng Bridge design). Trong phần này ta thiết kế theo Tiêu chuẩn AASHTO LRFD 2007.

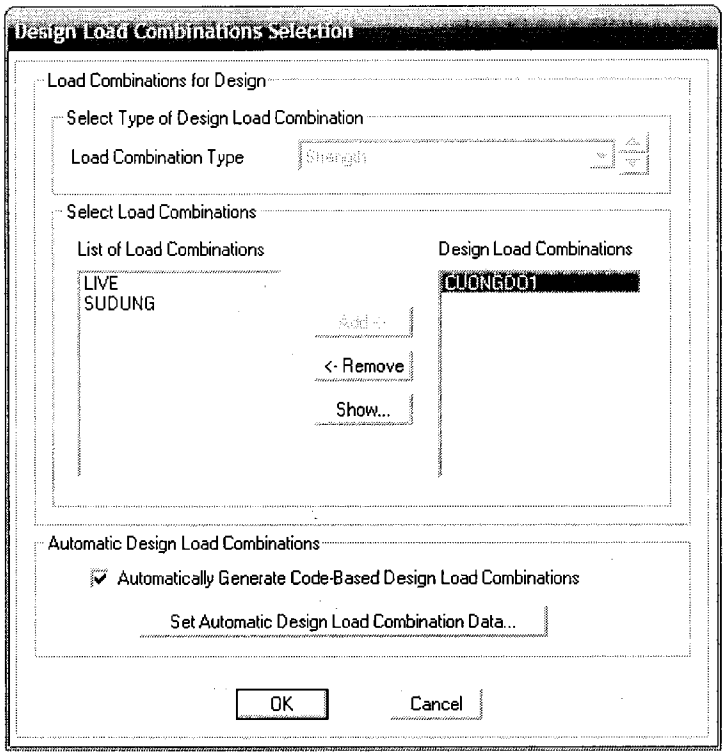
a) Định nghĩa Tiêu chuẩn thiết kế

Design > Concrete Frame Design > View/Revise Preferences

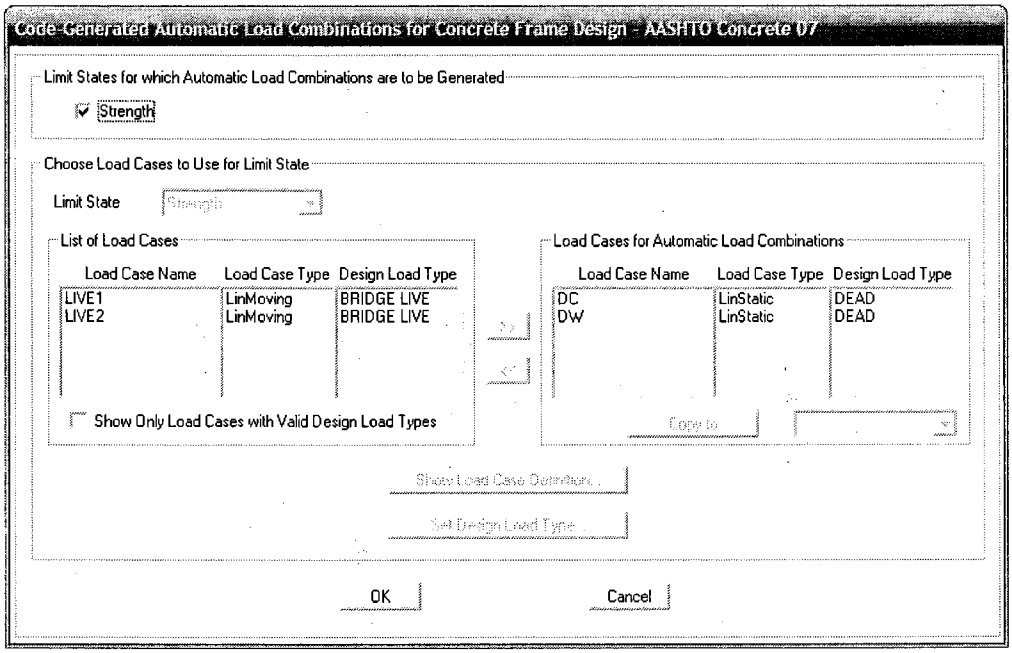


- Chọn tổ hợp tải trọng thiết kế:

Design > Concrete Frame Design > Select Design Combos.



Nhấn vào nút **Set Automatic Design Load Combination Data…**

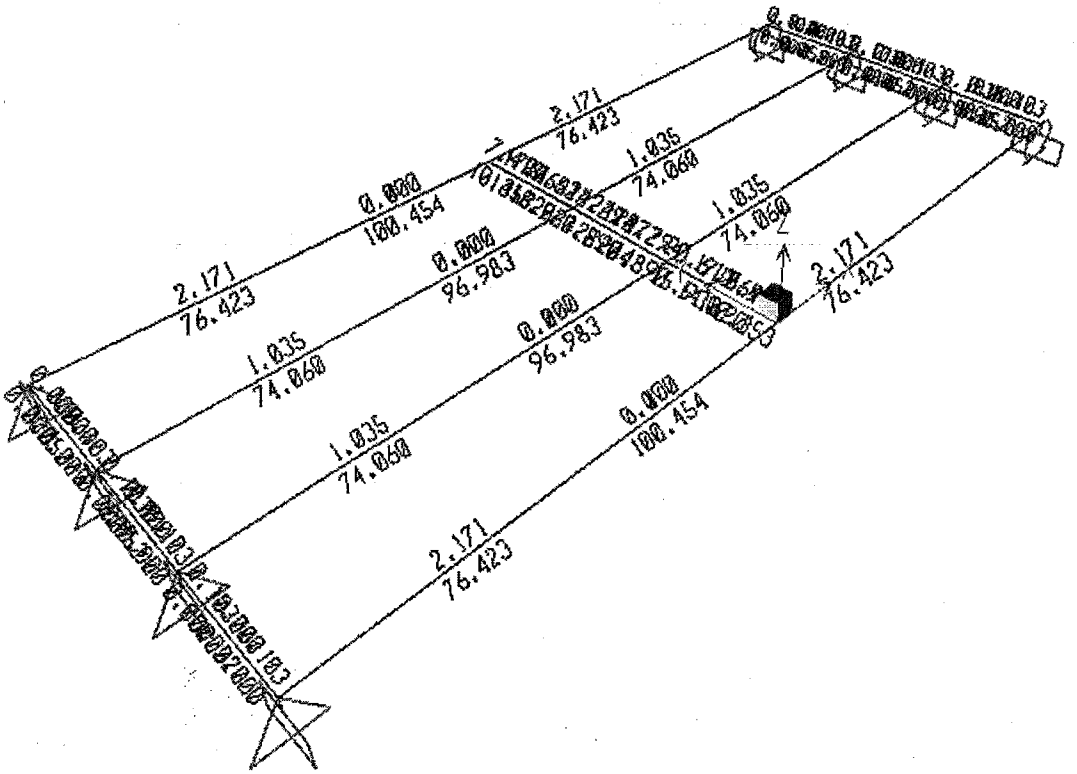


Nhấn OK.

b) Thiết kế kết cấu

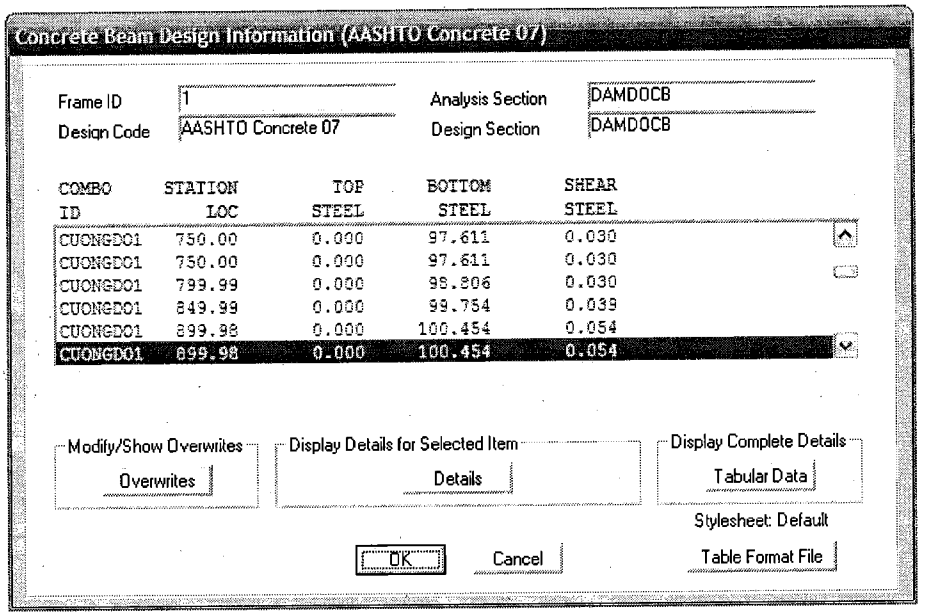
Design > Concrete Frame Design > Start Design/Check of Structure

Kết quả cốt thép; đơn vị kN;cm.

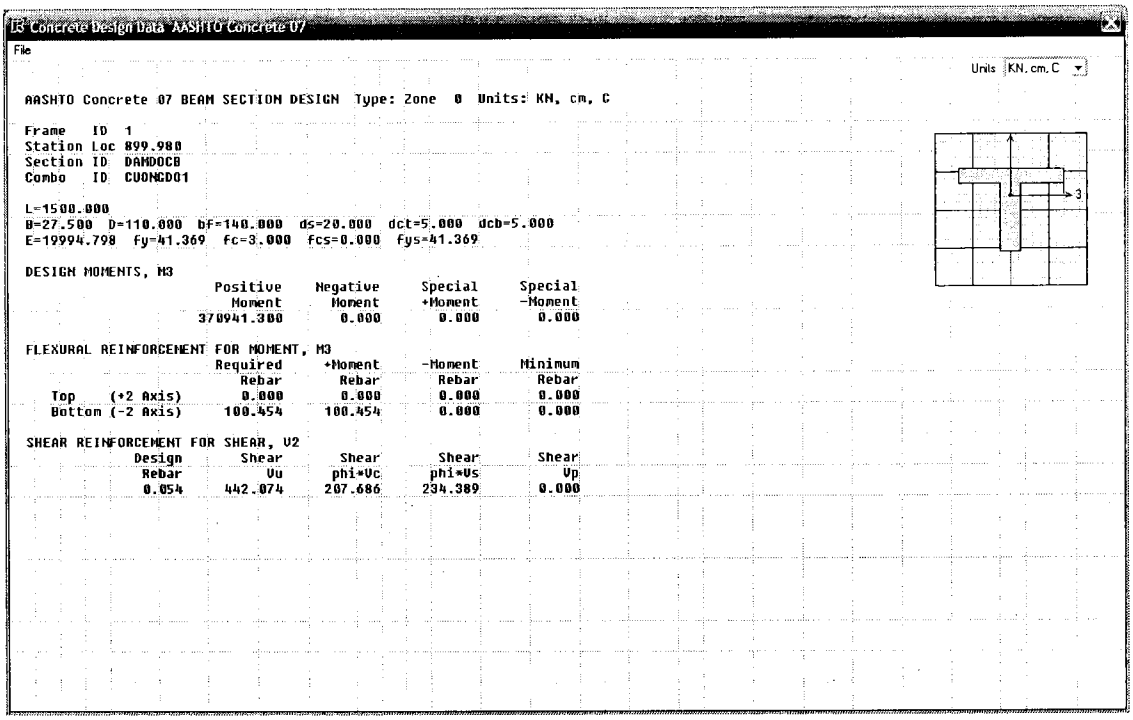


Click chuột phải vào bất kỳ dầm nào để xem kết quả.

+ Dầm biên



Click vào **Flex. Details** để xem kết quả thiết kế chống uốn.



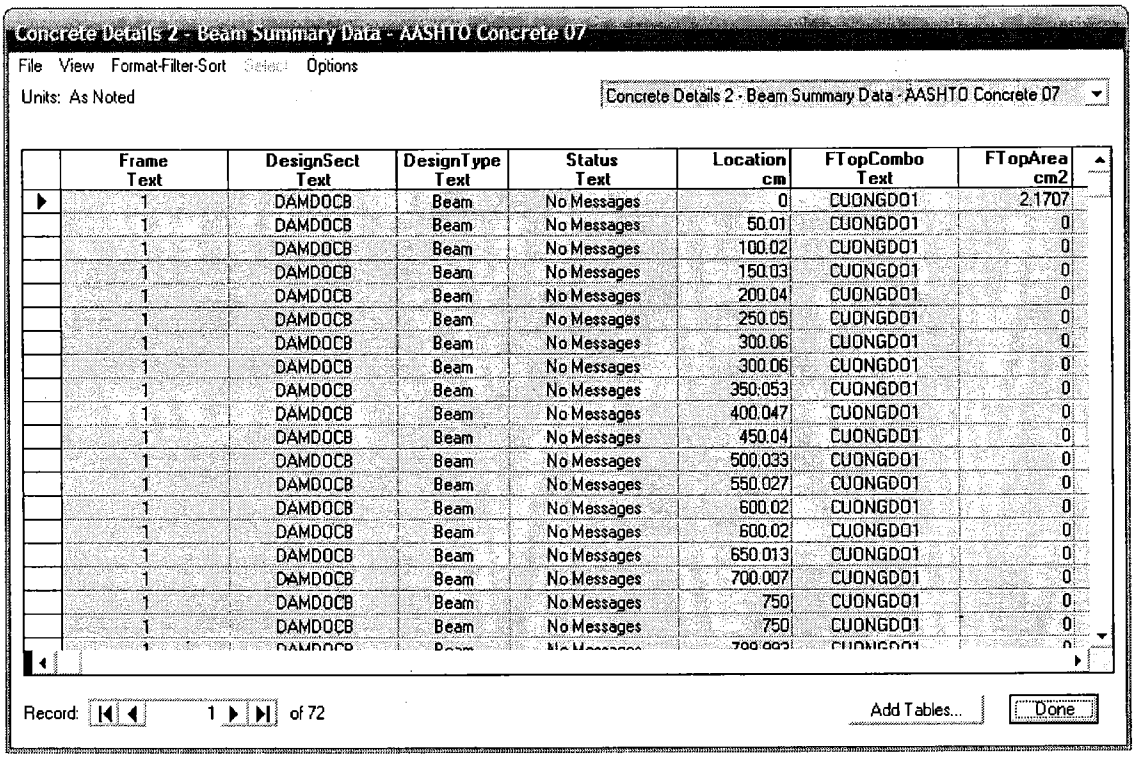
Concrete Design Data AASHTO Concrete 07

File

Units KN, cm, C

```
AASHTO Concrete 07 BEAM SECTION DESIGN  Type: Zone  0  Units: KN, cm, C

Frame    ID  1
Station Loc 899.980
Section ID  DAMDOCB
Combo    ID  CUONGDO1

L=1500.000
B=27.500  D=110.000  bF=140.000  ds=20.000  dct=5.000  dcb=5.000
E=19994.798  fy=41.369  fc=3.000  fcs=0.000  fys=41.369

DESIGN MOMENTS, M3
                        Positive    Negative     Special     Special
                          Moment      Moment    +Moment     -Moment
                        370941.300       0.000       0.000       0.000

FLEXURAL REINFORCEMENT FOR MOMENT, M3
                        Required    +Moment     -Moment     Minimum
                          Rebar       Rebar       Rebar       Rebar
   Top     (+2 Axis)      0.000       0.000       0.000       0.000
   Bottom  (-2 Axis)    100.454     100.454       0.000       0.000

SHEAR REINFORCEMENT FOR SHEAR, V2
              Design      Shear       Shear       Shear       Shear
               Rebar        Vu      phi*Vc      phi*Vs          Vp
               0.054    442.074     207.686     234.389       0.000
```

Click vào nút **Tabular Data** để xuất kết quả sang dạng bảng biểu, các phần mềm Excel, Excess…



Concrete Details 2 - Beam Summary Data - AASHTO Concrete 07

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Concrete Details 2 - Beam Summary Data - AASHTO Concrete 07

Frame Text	DesignSect Text	DesignType Text	Status Text	Location cm	FTopCombo Text	FTopArea cm2
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	0	CUONGDO1	2.1707
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	50.01	CUONGDO1	0
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	100.02	CUONGDO1	0
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	150.03	CUONGDO1	0
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	200.04	CUONGDO1	0
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	250.05	CUONGDO1	0
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	300.06	CUONGDO1	0
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	300.06	CUONGDO1	0
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	350.053	CUONGDO1	0
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	400.047	CUONGDO1	0
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	450.04	CUONGDO1	0
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	500.033	CUONGDO1	0
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	550.027	CUONGDO1	0
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	600.02	CUONGDO1	0
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	600.02	CUONGDO1	0
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	650.013	CUONGDO1	0
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	700.007	CUONGDO1	0
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	750	CUONGDO1	0
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	750	CUONGDO1	0
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	799.993	CUONGDO1	0

Record: 1 of 72

Add Tables... Done

Vào **File > Export Current Data > To Excel**, ta được kết quả như sau:

Microsoft Excel - Book1

TABLE: Concrete Details 2 - Beam Summary Data - AASHTO Concrete 07

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Location	FTopCombo	FTopArea	FBotCombo	FBotArea	VCombo
Text	Text	Text	Text	cm	Text	cm2	Text	cm2	Text
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	0	CUONGDO1	2.1707	CUONGDO1	1.8135	CUONGDO1
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	50.01	CUONGDO1	0	CUONGDO1	13.5194	CUONGDO1
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	100.02	CUONGDO1	0	CUONGDO1	25.166	CUONGDO1
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	150.03	CUONGDO1	0	CUONGDO1	36.7386	CUONGDO1
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	200.04	CUONGDO1	0	CUONGDO1	48.234	CUONGDO1
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	250.05	CUONGDO1	0	CUONGDO1	59.6491	CUONGDO1
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	300.06	CUONGDO1	0	CUONGDO1	70.9807	CUONGDO1
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	300.06	CUONGDO1	0	CUONGDO1	70.9807	CUONGDO1
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	350.053	CUONGDO1	0	CUONGDO1	76.4226	CUONGDO1
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	400.047	CUONGDO1	0	CUONGDO1	81.6579	CUONGDO1
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	450.04	CUONGDO1	0	CUONGDO1	86.6825	CUONGDO1
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	500.033	CUONGDO1	0	CUONGDO1	91.4927	CUONGDO1
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	550.027	CUONGDO1	0	CUONGDO1	96.0846	CUONGDO1
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	600.02	CUONGDO1	0	CUONGDO1	100.4545	CUONGDO1
1	DAMDOCB	Beam	No Messages	600.02	CUONGDO1	0	CUONGDO1	100.4545	CUONGDO1

+ Dầm dọc giữa:

Concrete Beam Design Information (AASHTO Concrete 07)

Frame ID: 2 — Analysis Section: DAMDOCG

Design Code: AASHTO Concrete 07 — Design Section: DAMDOCG

COMBO ID	STATION LOC	TOP STEEL	BOTTOM STEEL	SHEAR STEEL
CUONGDO1	750.00	0.000	96.016	0.030
CUONGDO1	750.00	0.000	96.016	0.030
CUONGDO1	799.99	0.000	96.542	0.030
CUONGDO1	849.99	0.000	96.864	0.042
CUONGDO1	899.98	0.000	96.983	0.056
CUONGDO1	899.98	0.000	96.983	0.056

Modify/Show Overwrites: Overwrites

Display Details for Selected Item: Details

Display Complete Details: Tabular Data

Stylesheet: Default

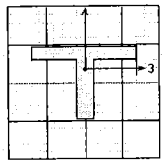
OK | Cancel | Table Format File

Concrete Design Data AASHTO Concrete 07

File

Units KN, cm, C

```
AASHTO Concrete 07 BEAM SECTION DESIGN  Type: Zone  0  Units: KN, cm, C

Frame   ID  2
Station Loc 899.980
Section ID  DAMDOCG
Combo   ID  CUONGDO1

L=1500.000
B=27.500  D=110.000  bf=160.000  ds=20.000  dct=5.000  dcb=5.000
E=19994.798  fy=41.369  fc=3.000  fcs=0.000  fys=41.369

DESIGN MOMENTS, M3
                        Positive    Negative     Special     Special
                          Moment      Moment     +Moment     -Moment
                       361384.339       0.000       0.000       0.000

FLEXURAL REINFORCEMENT FOR MOMENT, M3
                       Required     +Moment     -Moment     Minimum
                         Rebar       Rebar       Rebar       Rebar
   Top    (+2 Axis)      0.000       0.000       0.000       0.000
   Bottom (-2 Axis)     96.983      96.983       0.000       0.000

SHEAR REINFORCEMENT FOR SHEAR, V2
             Design      Shear       Shear       Shear       Shear
              Rebar         Vu     phi*Vc      phi*Vs          Vp
              0.056    446.890     206.308     240.582       0.000
```



+ Dầm ngang:

Concrete Beam Design Information (AASHTO Concrete 07)

Frame ID: 12 | Analysis Section: DAMNGANG

Design Code: AASHTO Concrete 07 | Design Section: DAMNGANG

COMBO ID	STATION LOC	TOP STEEL	BOTTOM STEEL	SHEAR STEEL
CUONGDO1	0.00	24.294	21.890	0.033
CUONGDO1	50.00	24.177	22.005	0.033
CUONGDO1	100.00	24.138	22.043	0.033
CUONGDO1	150.00	24.177	22.005	0.033
CUONGDO1	200.00	24.294	21.890	0.033
DCON1	0.00	1.387	0.000	0.000

Modify/Show Overwrites: Overwrites

Display Details for Selected Item: Details

Display Complete Details: Tabular Data

Stylesheet: Default

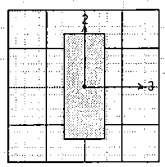
OK | Cancel | Table Format File

Concrete Design Data AASHTO Concrete 07

File

Units KN, cm, C

```
AASHTO Concrete 07 BEAM SECTION DESIGN  Type: Zone  0  Units: KN, cm, C

Frame   ID  12
Station Loc 200.000
Section ID  DAMNGANG
Combo   ID  CUONGDO1

L=200.000
B=30.000  D=80.000  bf=30.000  ds=0.000  dct=5.000  dcb=5.000
E=19994.798  fy=41.369  fc=3.000  fcs=0.000  fys=41.369

DESIGN MOMENTS, M3
                        Positive    Negative     Special     Special
                          Moment      Moment     +Moment     -Moment
                        56301.433  -61897.596       0.000       0.000

FLEXURAL REINFORCEMENT FOR MOMENT, M3
                        Required     +Moment     -Moment     Minimum
                          Rebar       Rebar       Rebar       Rebar
   Top     (+2 Axis)     24.294       0.000      24.294       0.000
   Bottom  (-2 Axis)     21.890      21.890       0.000       0.000

SHEAR REINFORCEMENT FOR SHEAR, V2
            Design       Shear       Shear       Shear       Shear
             Rebar          Vu     phi*Vc      phi*Vs          Vp
             0.033     163.360     163.402     100.373       0.000
```



Chương 8

VÍ DỤ TÍNH CẦU DÂY VĂNG BẰNG SAP2000 V14

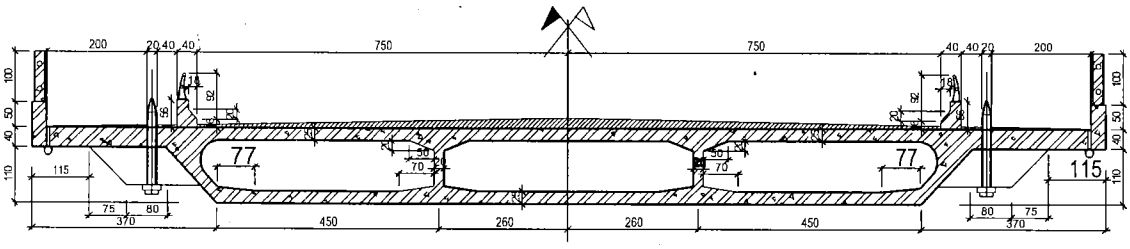
A - MÔ TẢ BÀI TOÁN

Xét ví dụ mô hình cầu HA.

Sơ đồ nhịp 62m + 128m + 62m

Cầu xiên góc 27 độ trên mặt bằng so với phương dòng chảy

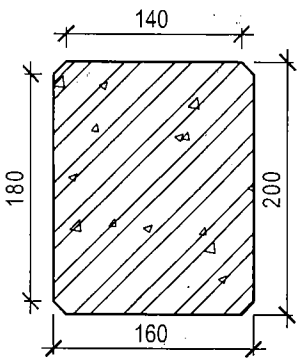
Dầm cầu là dầm hộp BTCT 50 MPa, kích thước chi tiết như sau:



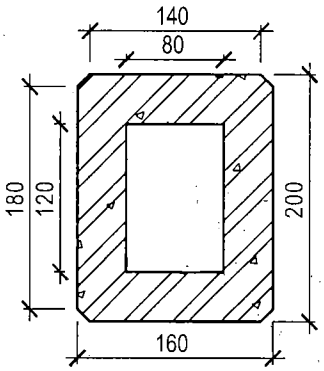
Tháp cầu bằng BTCT với bê tông cấp 45MPa, kích thước cụ thể như sau:

Các mặt cắt tháp cầu:

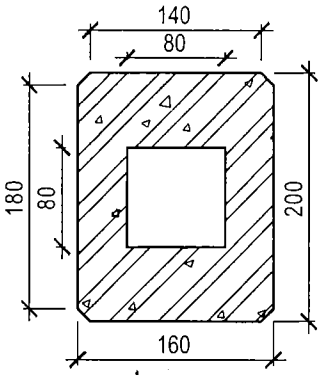
MẶT CẮT I-I



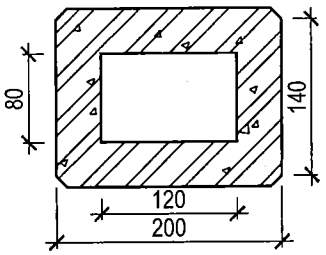
MẶT CẮT II-II



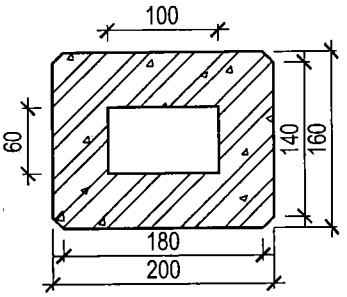
MẶT CẮT III-III

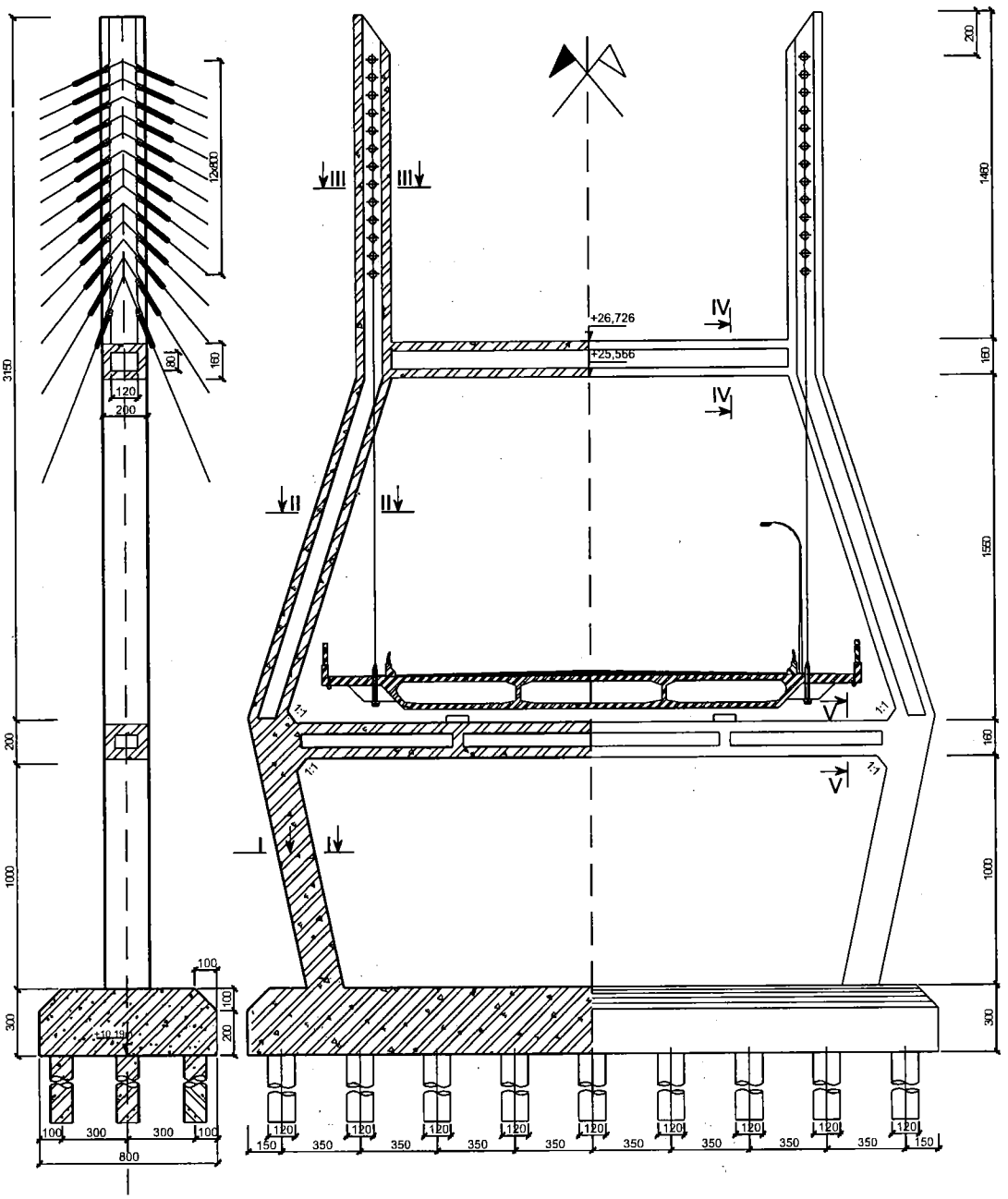


MẶT CẮT **IV-IV**



MẶT CẮT **V-V**

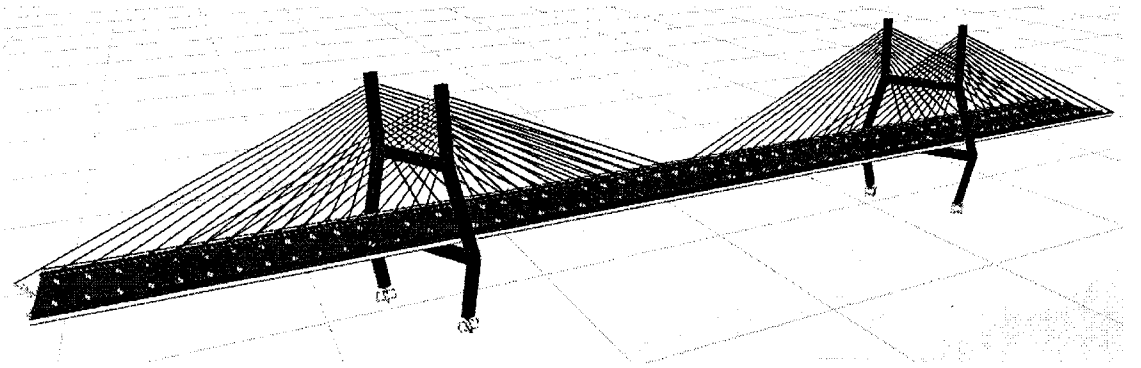




Cáp dây văng gồm 2 loại:

+ Loại 25 sợi 12,7mm;

+ Loại 37 sợi 12,7mm.

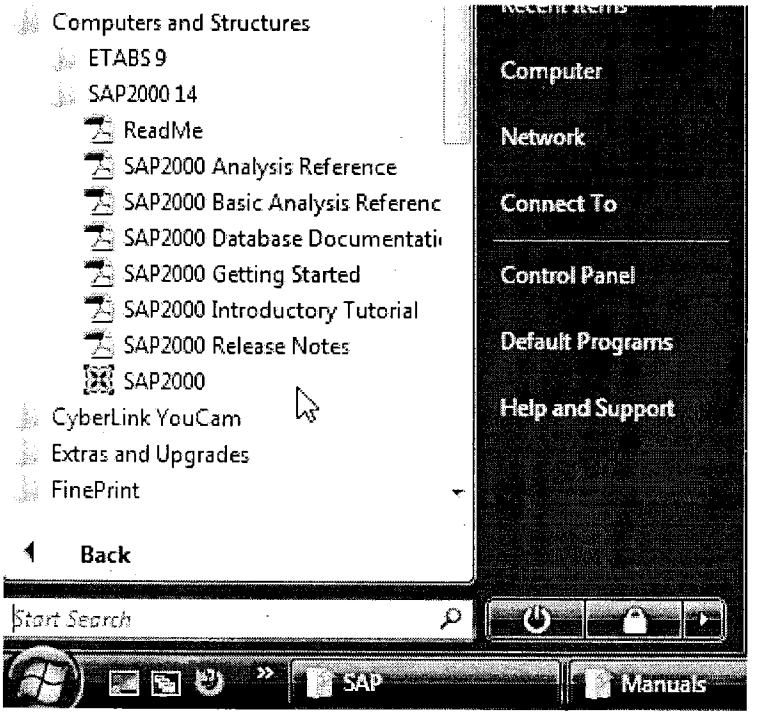


B - TRÌNH TỰ THỰC HIỆN

Để mô hình được cầu dây văng thực tế như trên ta thực hiện qua các bước sau:

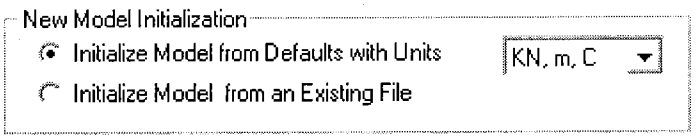
1. Khởi động SAP2000 từ màn hình desktop 

, hoặc khởi động chương trình từ nút Start của Windows.

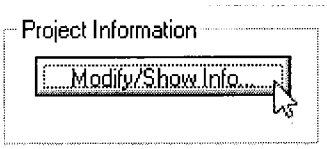


2. Vào menu **File > New Model**... *(hoặc nhấn tổ hợp phím Ctrl + N)* để thực hiện một mô hình mới.

3. Hộp thoại **New Model** xuất hiện chọn đơn vị tại ô:

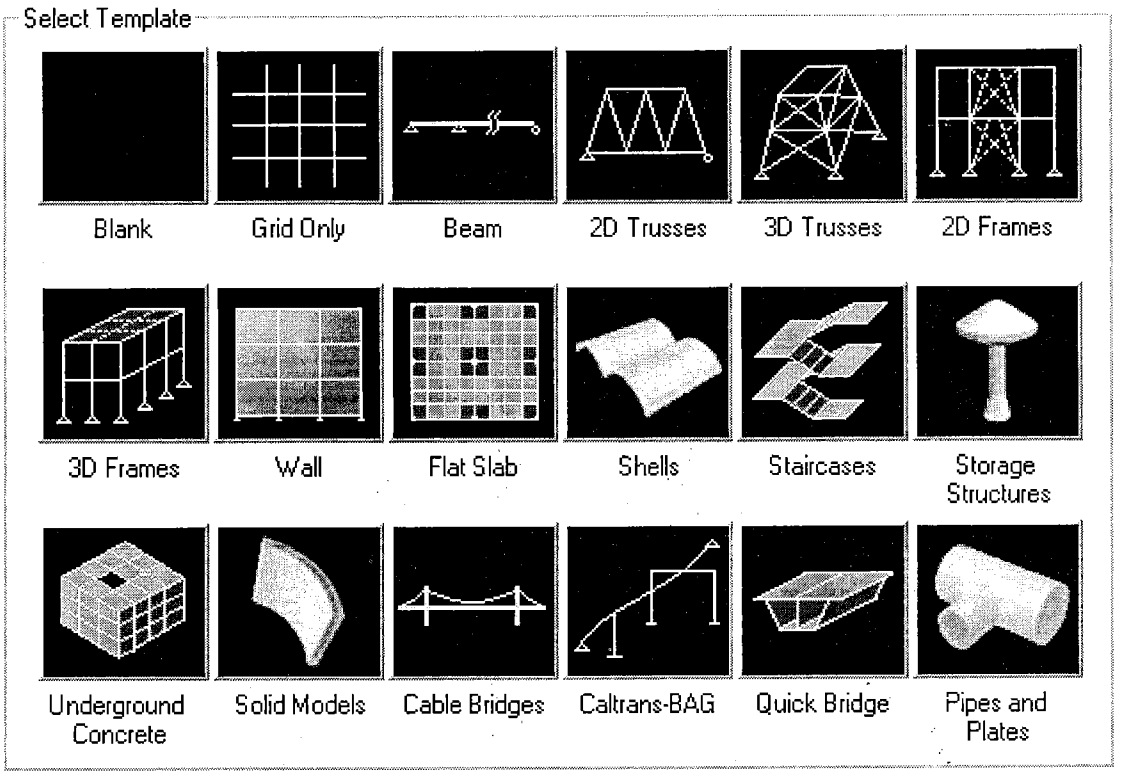


Ở khung Project Information:



người dùng có thể kích chọn để điền tên các thông tin liên quan đến dự án kết cấu đang thực hiện như tên dự án, tên đơn vị thiết kế, tên chủ đầu tư, đơn vị thi công, giám sát...

Kể từ Version 10 trở đi SAP2000 hỗ trợ rất nhiều mẫu mô hình (template).



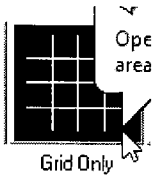
Với mỗi template người dùng sẽ đi vào từng loại kết cấu, cấu kiện mẫu định hình sẵn mà chỉ cần thay đổi các thông số kích thước là có được kết quả mô hình mong muốn. Đây cũng là một cách tạo mô hình nhanh so với các phần mềm kết cấu khác.

- ✓ Đối với công trình cầu, SAP2000 hỗ trợ template **Quick Bridge** dùng để mô hình nhanh chóng các kiểu cầu đơn giản dầm hộp, dầm I, dầm T, cầu bản…; template **Cable bridge** dùng để mô hình cầu treo dây võng….
- ✓ Đối với các công trình dân dụng và công nghiệp thì **Staircases** dùng mô hình cầu thang, **Storage Stuctures** dùng mô hình bể chứa nước, Các mô hình giàn,…
- ✓ Đối với các công trình thủy lợi thủy điện dùng mẫu **Solid Models** để mô hình đập thủy điện, tường trọng lực; dùng **Underground Concrete** để mô hình các khối bê tông ngầm,…
- ✓ Trong SAP2000 dùng 2 template là **Blank** và **Grid Only** để mô hình kết cấu có sử dụng các công cụ mô hình của SAP2000. Tức là mô hình ngay từ đầu, không thông qua các template định trước.

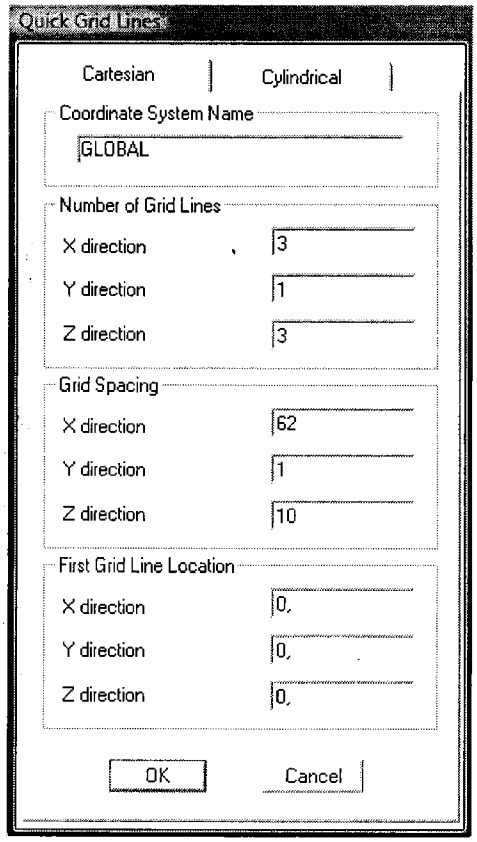
Với mỗi **template** mẫu khi đưa trỏ chuột vào sẽ hiển thị **tips** hướng dẫn về công dụng của mỗi template đó. Có thể nói SAP2000 V14 có giao diện đồ họa thân thiện, dễ sử dụng hơn nhiều.

Trong ví dụ này ta trình bày cách mô hình cầu dây văng bằng cách sử dụng hệ lưới.

4. Tiếp đó chọn:

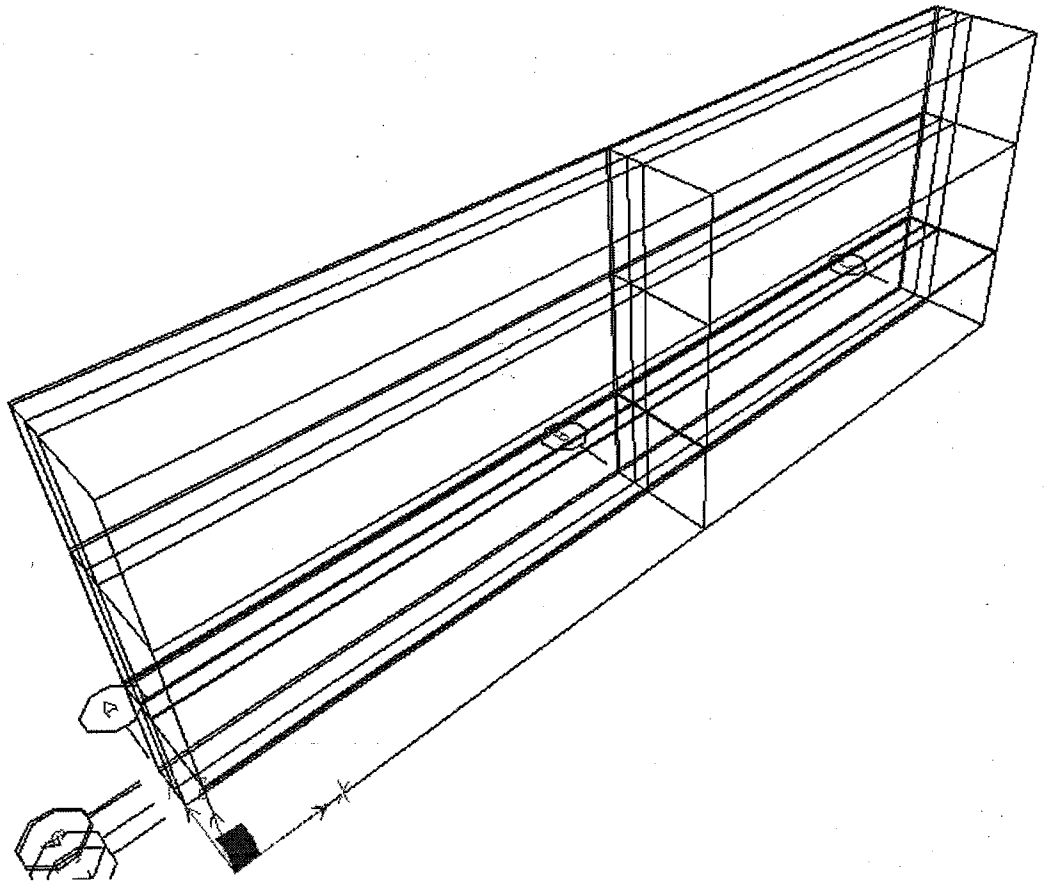


để khởi tạo dạng mô hình từ các đường lưới:

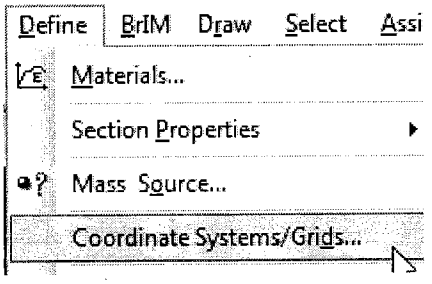


5. Màn hình hiện ra ta tắt bớt một cửa sổ 2D

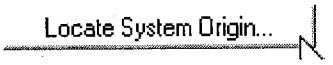
6. Sau khi tạo lưới xong ta hiệu chỉnh để có khung lưới của cầu dây văng như mong muốn:



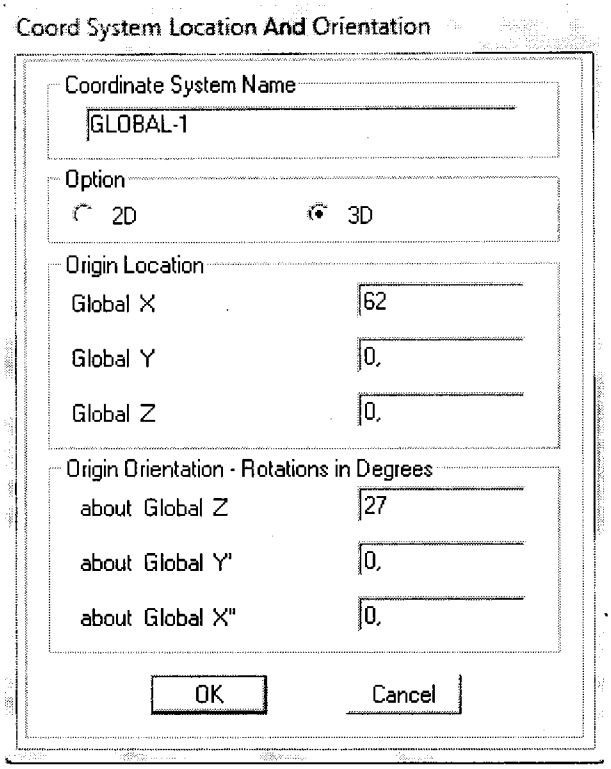
7. Tuy nhiên, cầu HA là một cầu xiên góc 27° trên mặt bằng nên phải tạo một hệ thống lưới cho tiện việc mô hình hóa: Vào menu **Define > Coordinate Systems/Grids**...



tạo thêm một hệ lưới khác: Bằng cách chọn nút **Local System Origin**...



ta hiệu chỉnh các thông số:

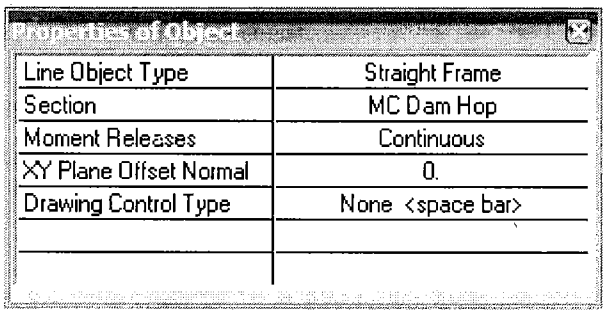


Mô hình cầu:

Ta tiến hành mô hình 1 nữa cầu sau đó lấy đối xứng qua mặt phẳng.

- Mô hình 1/4 bản mặt cầu bằng phần tử Frame

+ Dùng lệnh: **Draw > Frame Cable/Tendon**…



Line Object Type	Straight Frame
Section	MC Dam Hop
Moment Releases	Continuous
XY Plane Offset Normal	0.
Drawing Control Type	None <space bar>

+ Chia bản mặt cầu thành các đoạn có chiều dài bằng đốt đúc cầu

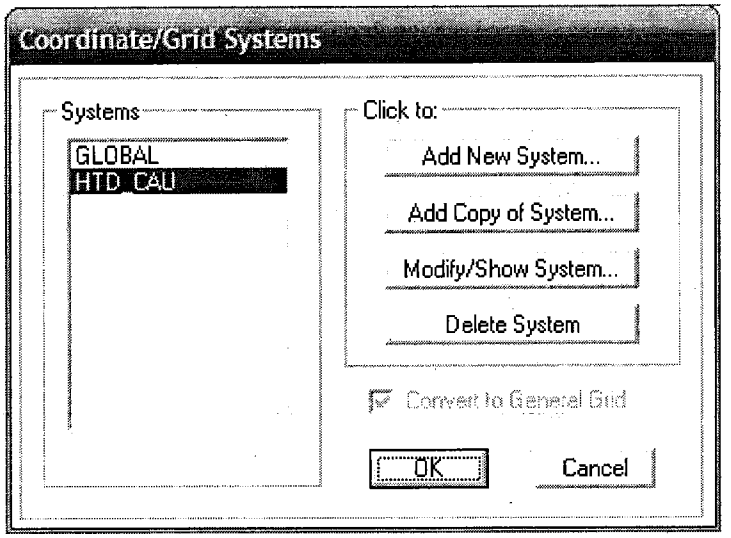
Chọn mặt cầu

Dùng lệnh: **Edit > Edit Lines > Devide Frame**…

Chia mặt cầu thành các đốt có chiều dài bằng nhau.

+ Chuyển hệ trục tọa độ sang hệ tọa độ cầu.

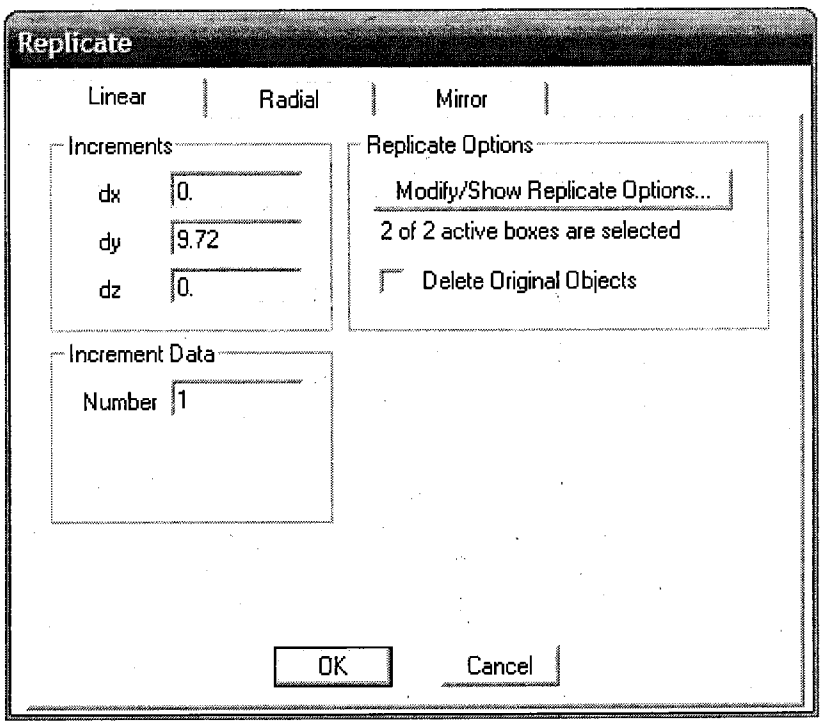
Click chuột phải vào màn hình, chọn **Edit Grid Data**…



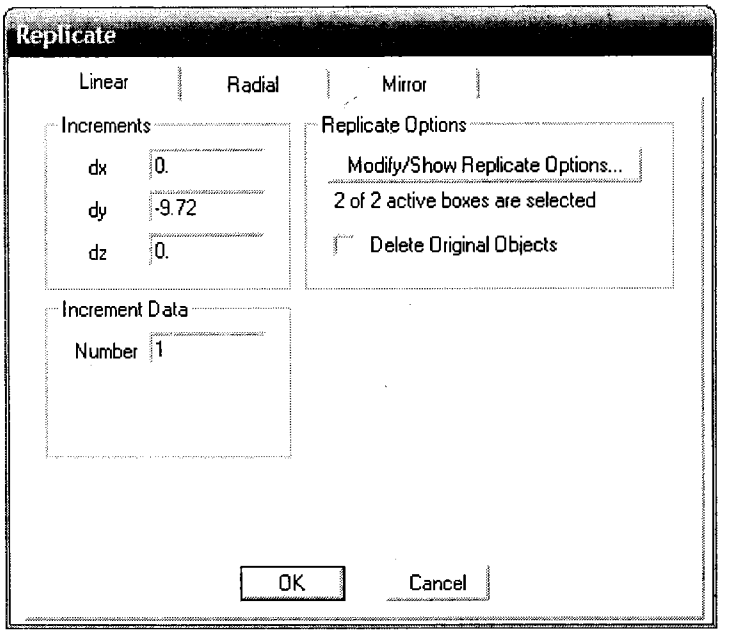
Chọn vào HTD_CAU sau đó nhấn nút chọn vào **Convert to General Grid**, sau đó nhấn nút OK.

Tiếp tục chọn các nút trên mặt cầu.

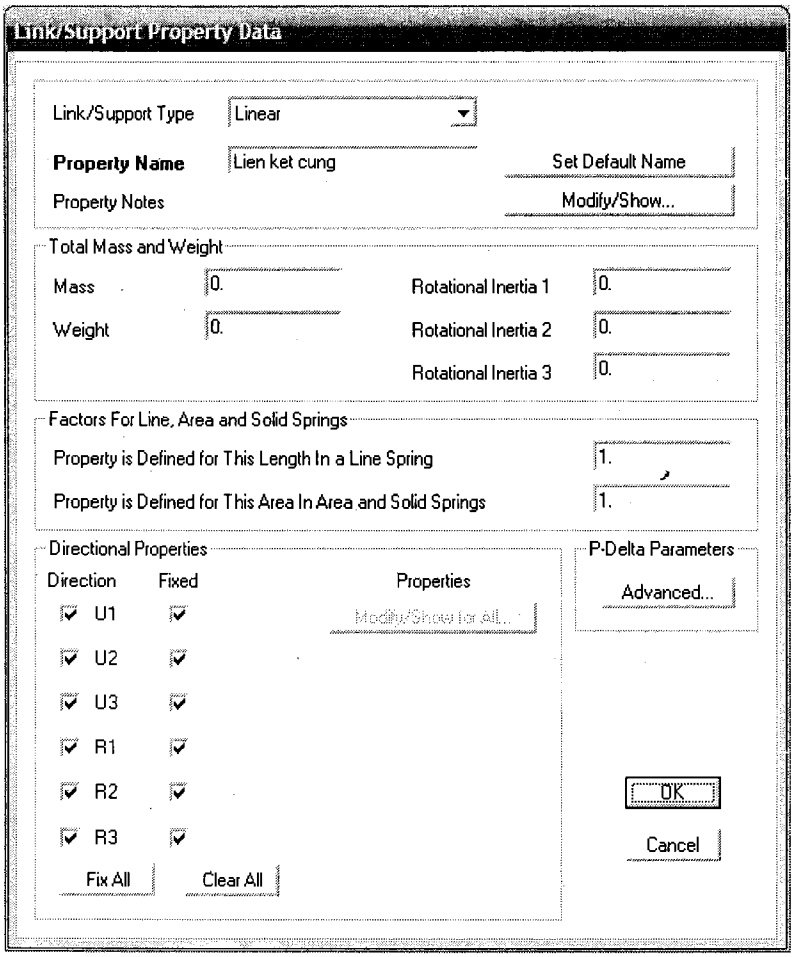
Dùng lệnh **Edit > Replicate**...



Tương tự, chọn lại các điểm nút và dùng lệnh **Edit > Replicate**...

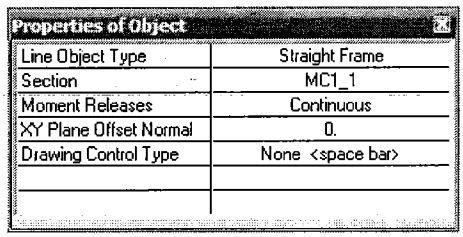


Liên kết giữa các nút này lại với nhau bằng liên kết cứng.



Tương tự, từ mô hình lưới đã có sẵn ta mô hình tháp cầu.

Dùng lệnh: **Draw > Draw Frame/Cable/Tendon**...

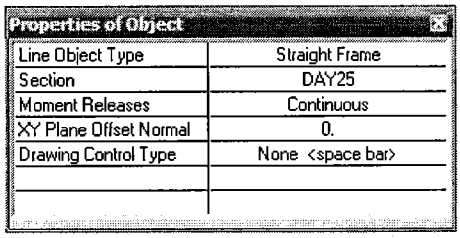


Thay đổi lần lượt mặt cắt tại mục Section trong hộp thoại Properties of Object để mô hình tháp cầu.

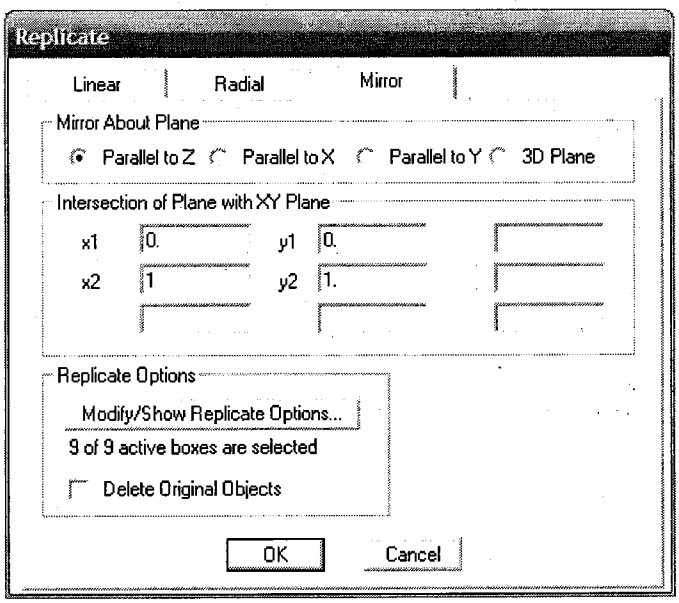
+ Tại tháp cầu, ta chia thành các đoạn cách nhau bằng khoảng cách giữa các đoạn dây văng.

Tiếp đó vẽ dây văng:

Dùng lệnh: **Draw > Draw Frame/Cable/Tendon**...



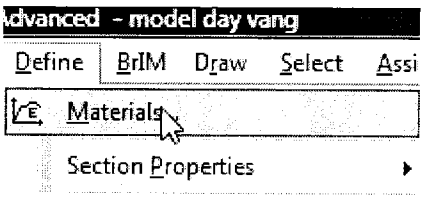
Khi đã hoàn thành xong 1/4 mặt cắt dọc cầu. Chọn toàn bộ ¼ mặt cắt, trừ tháp cầu. Sau đó dùng lệnh **Edit > Replicate**...



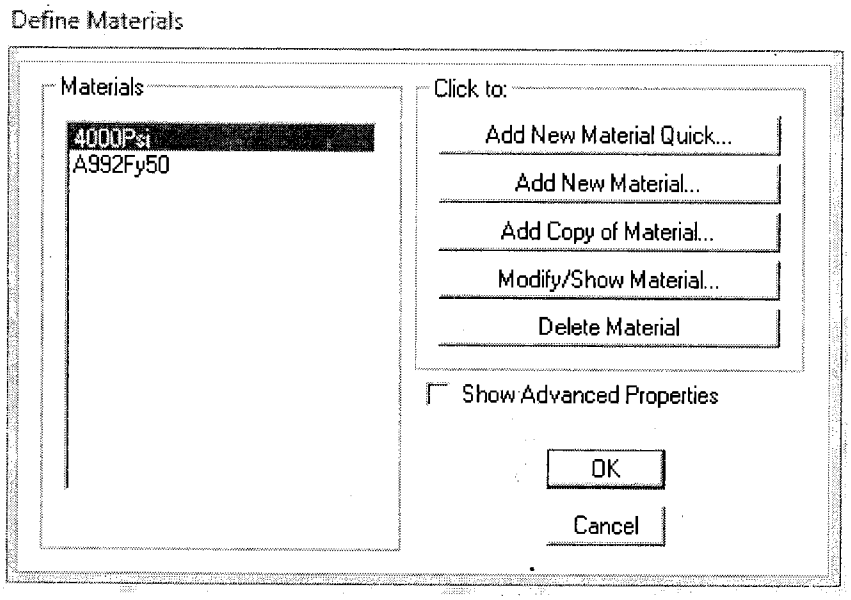
Chọn tab Mirror, thiết lập các tham số cần thiết và nhấn OK.

Tiếp tục chọn một nữa cầu và dùng lệnh **Edit > Replicate** ... và chọn tab mirror để mô hình toàn bộ cầu.

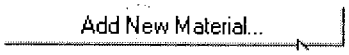
8. Khai báo vật liệu: Bê tông tháp: 45 MPa, bê tông dầm: 50 MPa, bêtông cọc: 30 MPa. Vào menu **Define > Material**...



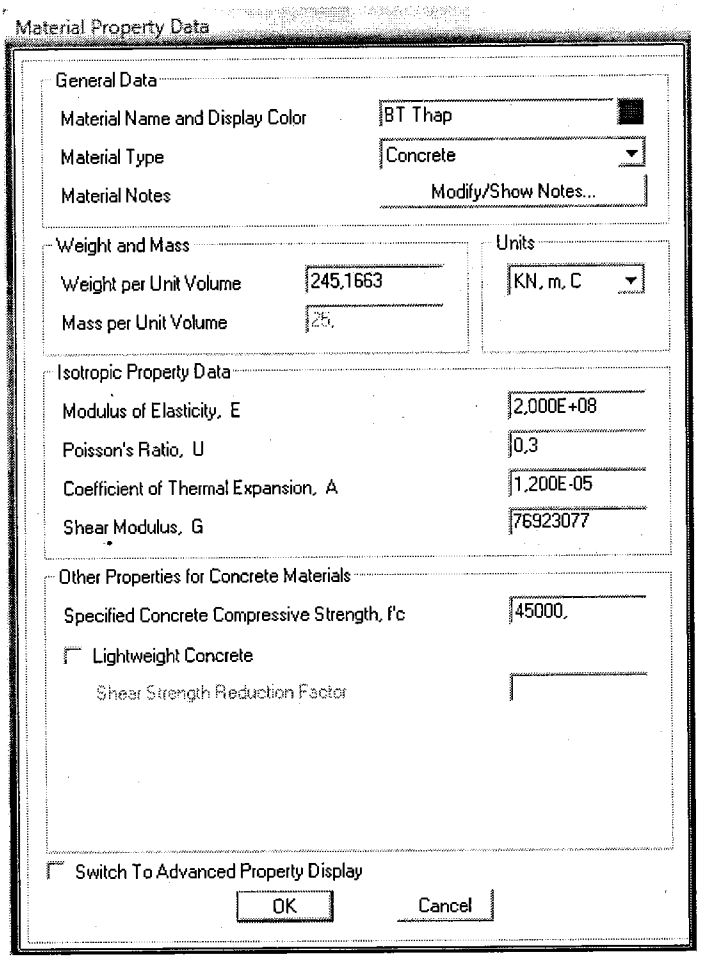
xuất hiện hộp thoại **Define Materials**:



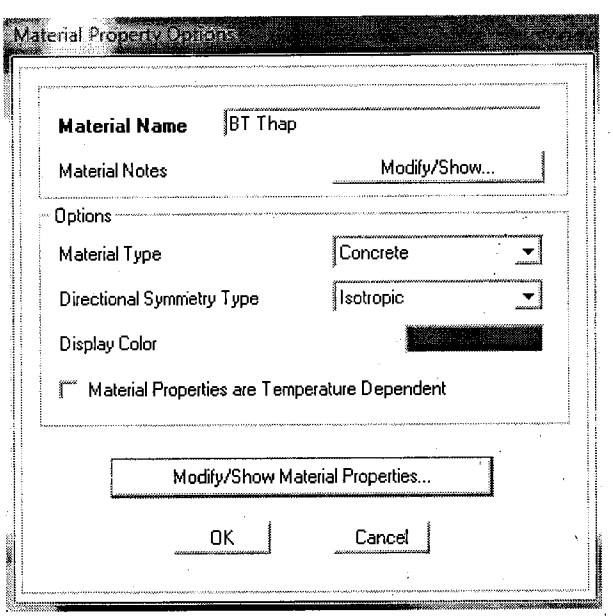
nhấp nút **Add New Material**...



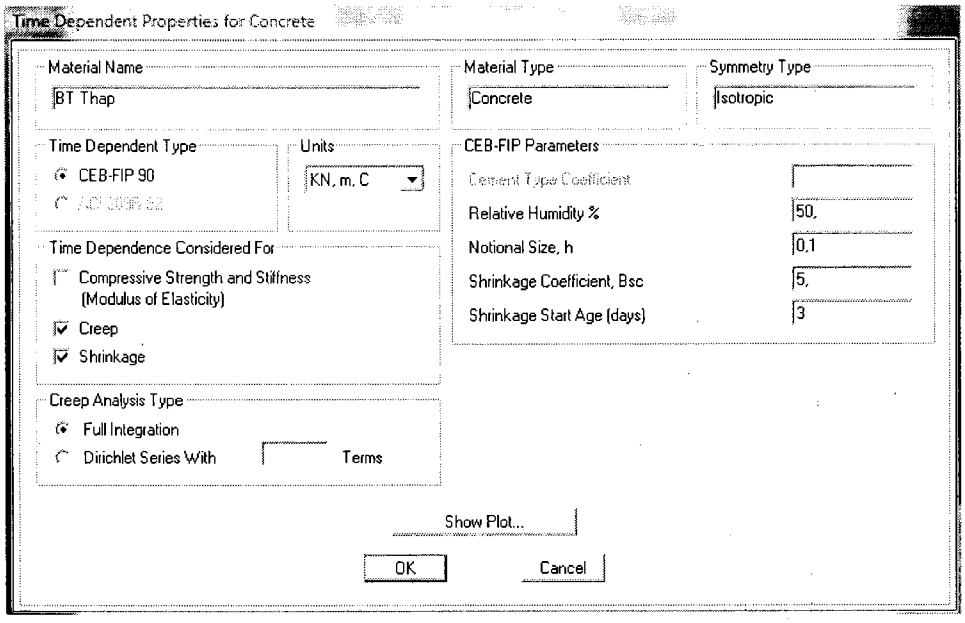
xuất hiện hộp thoại **Material Property Data**, trong này ta chọn các thông số cho vật liệu tháp như sau:



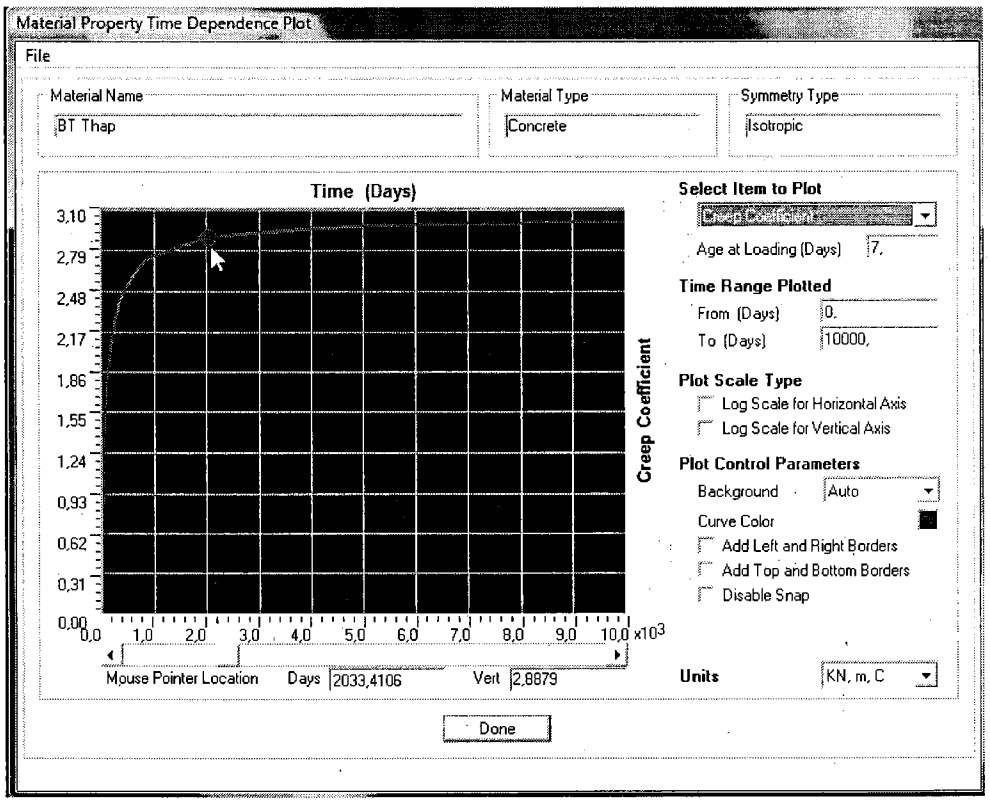
nhấp vào nút Switch To Advanced Property Display sẽ xuất hiện hộp thoại:

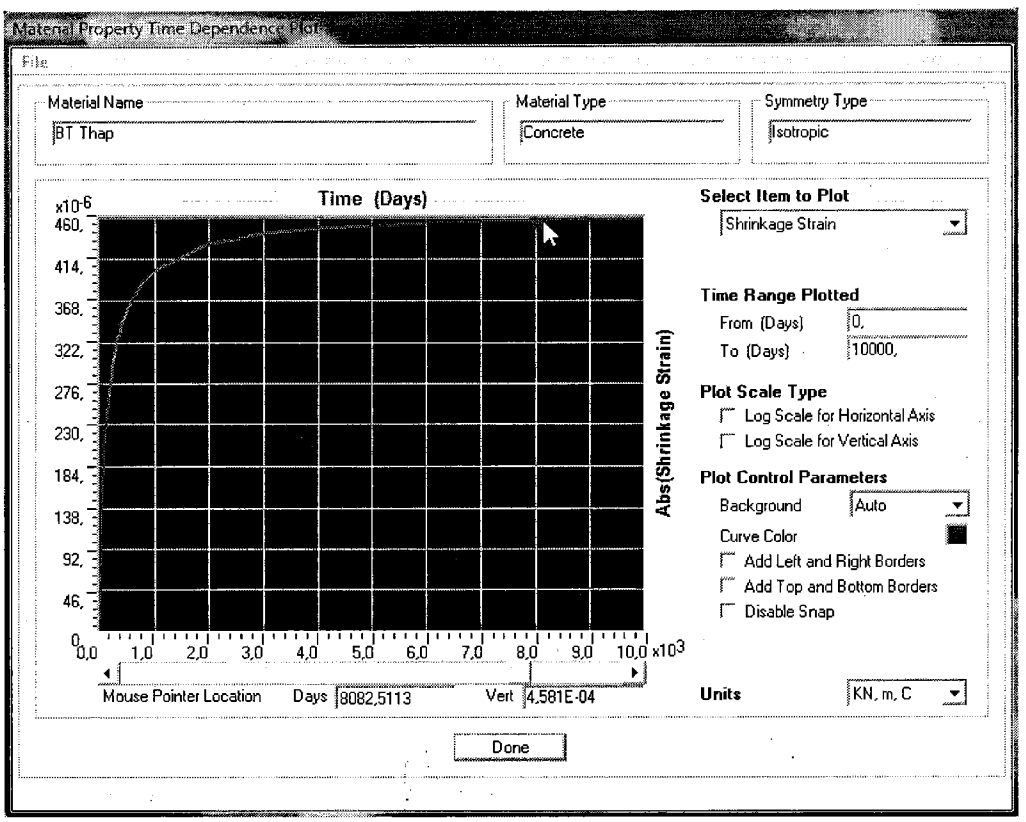


Trong hộp thoại này ta chọn nút Modify/Show Material Properties... và định nghĩa các thông số cho co ngót và từ biến như sau:

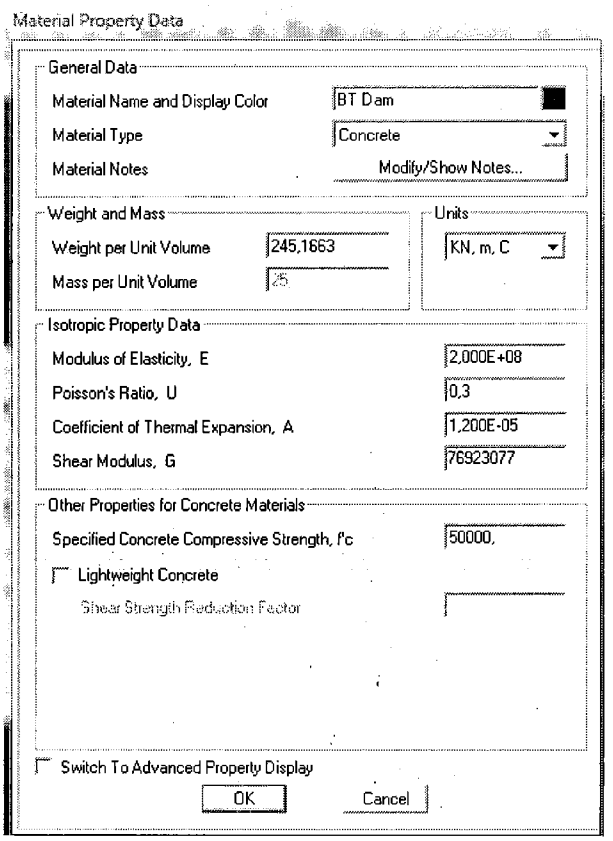


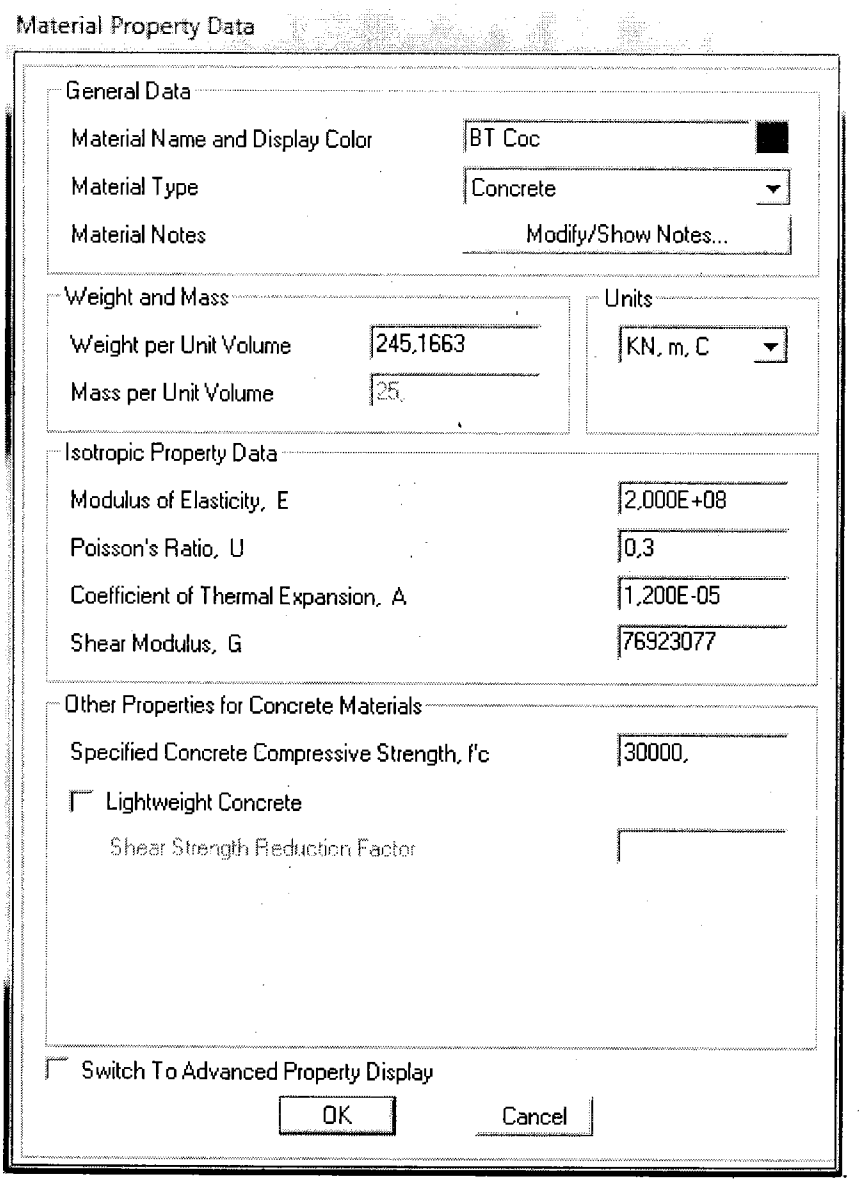
để xem đồ thị ta nhấp vào nút Show Plot... các đồ thị theo thời gian như sau:



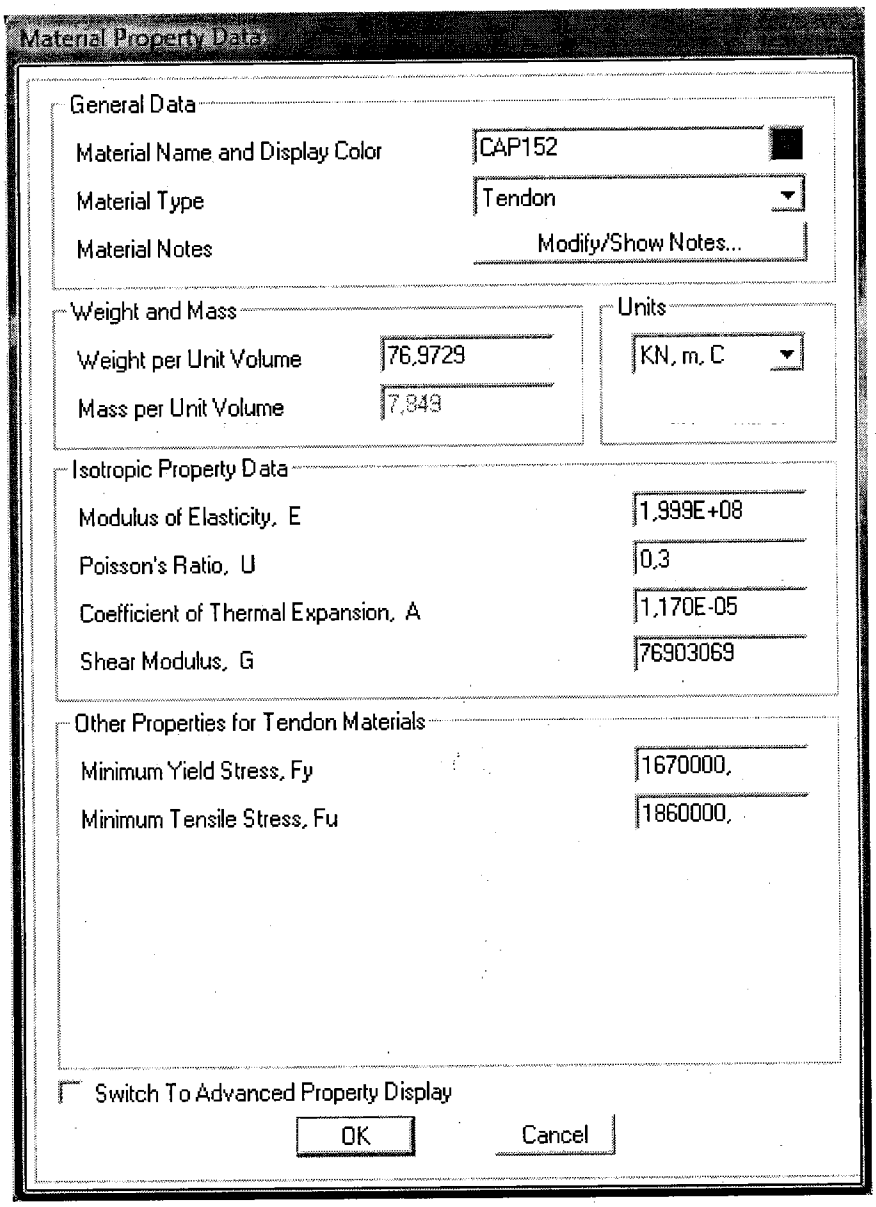


Tương tự cho vật liệu dầm (không khai báo từ biến và co ngót) và cọc:

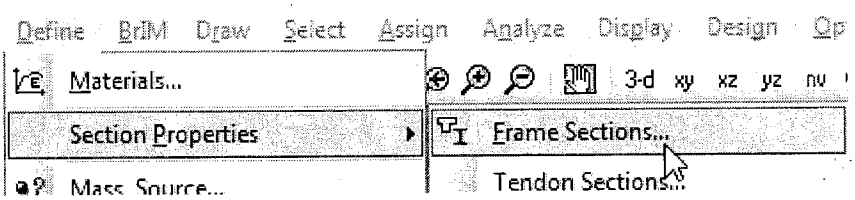




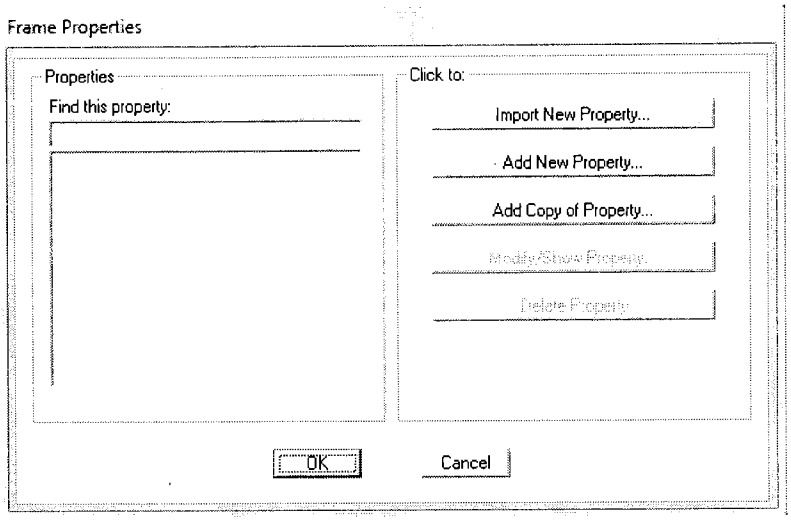
Khai báo đặc trưng vật liệu cáp dây văng:



9. Khai báo mặt cắt ngang dầm và tháp. Vào menu **Define > Section Properties > Frame Sections**...

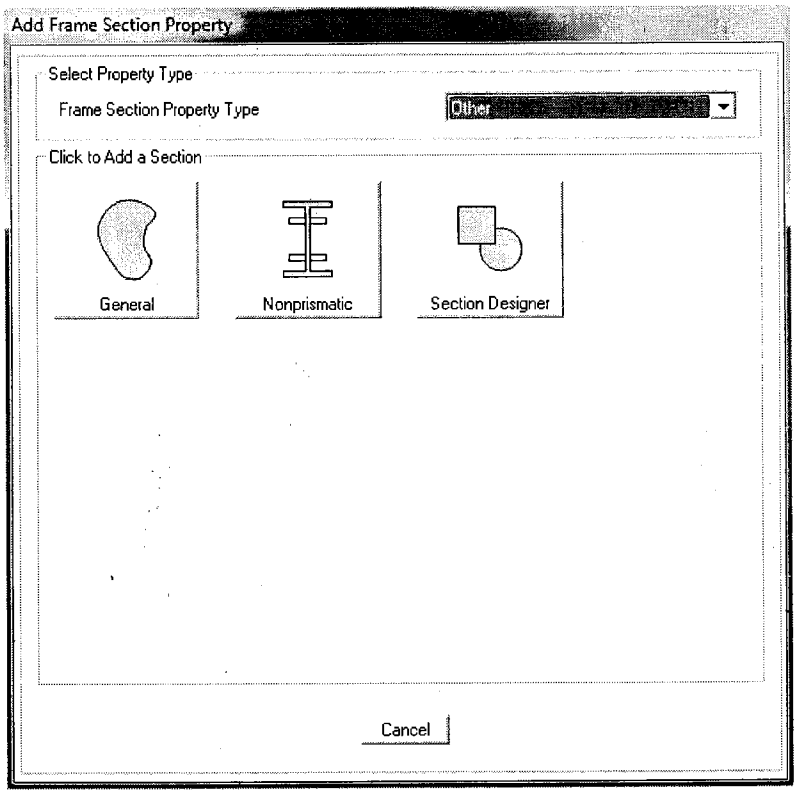


sẽ xuất hiện hộp thoại **Frame Properties**:



nhấp nút 

sẽ xuất hiện hộp thoại **Add Frame Section Property.** Trong này ta chọn:

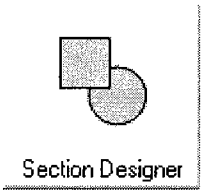


- Tùy chọn **General** cho ta thiết lập mặt cắt với các thông số là đặc trưng hình học của mặt cắt và mặt cắt xuất ra là mặt cắt tùy ý với các thông số đã được nhập

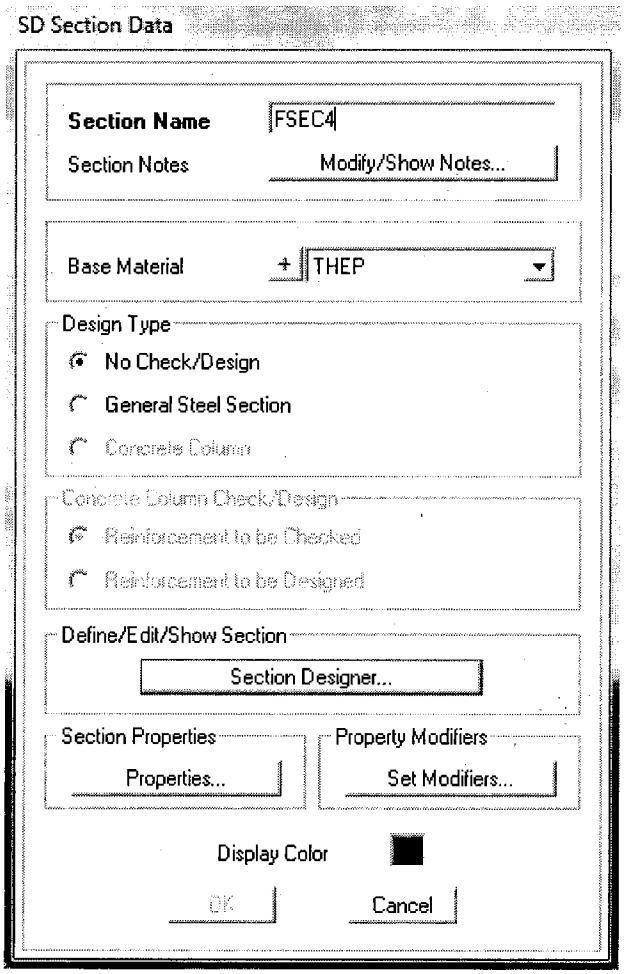
- Tùy chọn **Nonprismatic** là tùy chọn cho ta thiết lập mặt cắt thay đổi tiết diện theo một quy luật nào đó (đường thẳng, prabol…)

- Tùy chọn **Section Designer** người dùng có thể định nghĩa mặt cắt tùy ý, thiết kế cấu kiện bằng các đường cong tương tác (**Interaction Diagrams**) dưới dạng khối và dạng phẳng (Tính năng này được thiết kế chuyên nghiệp hơn trong phần mềm chuyên dụng cùng hãng CSI là **Section Builder**).

Ở ví dụ này ta chọn kích vào:



SAP2000 xuất hiện hộp thoại SD Section Data:



Trong hộp thoại này:

Ở khung **Base Material** là định nghĩa vật liệu chuẩn, tức là vật liệu mà khi tính toán chương trình sẽ quy các vật liệu khác về vật liệu đó thông qua tỉ số modun đàn hồi(n) giữa 2 loại vật liệu.

Ở khung **Design Type** cho phép người dùng định nghĩa kiểu thiết kế cho kết cấu, có thể là không thiết kế/kiểm tra, thiết kế mặt cắt thép, hay cột bê tông(có thêm 2 tùy chọn là thiết kế hay kiểm tra bên dưới).

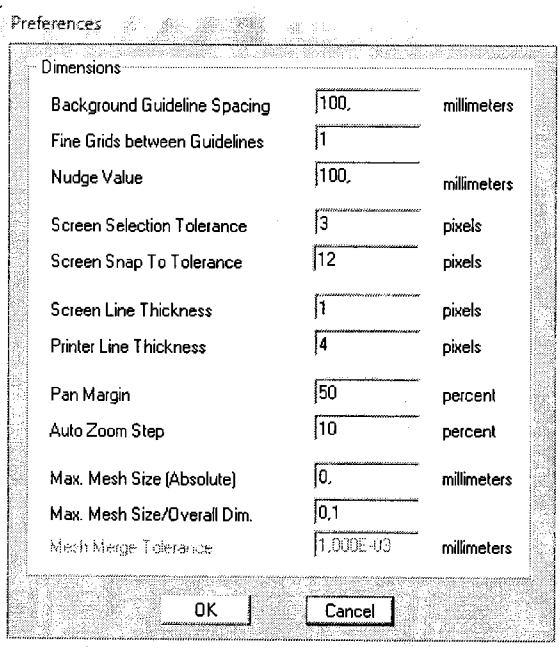
Ở khung **Define/Edit/Show Section** là phần quan trọng nhất mở trình thiết kế **Section Designer** cho người dùng tự định nghĩa mặt cắt.

Trong khung **Section Properties** dùng để xem các tính chất của mặt cắt.

Trong khung **Property Modifiers** cho người dùng tự định nghĩa các hệ số về trọng lượng, độ cứng của phần tử theo các phương…

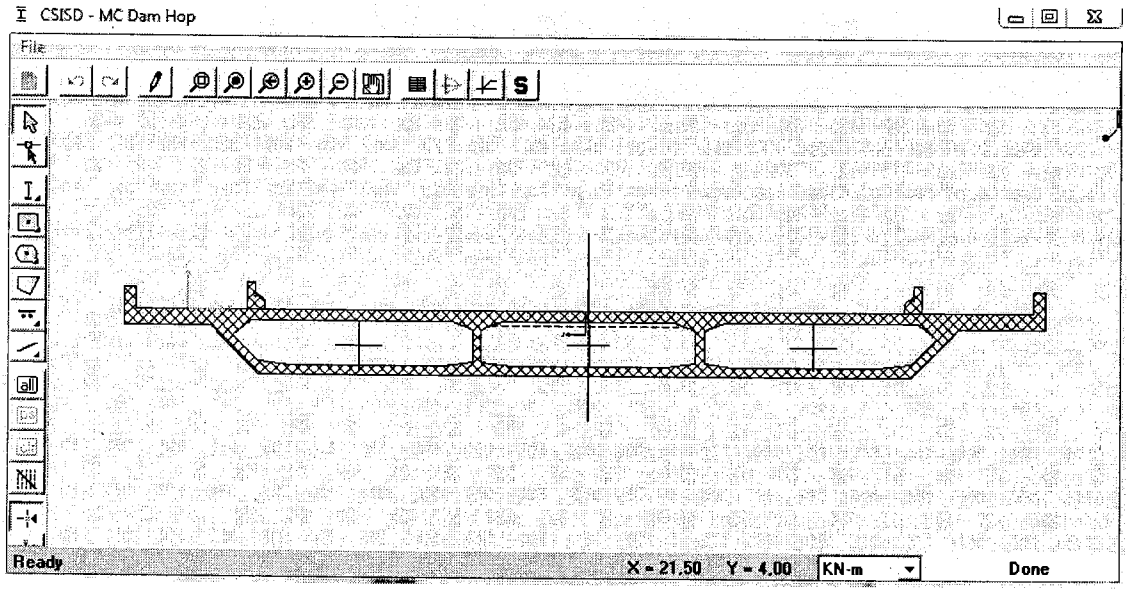
Trong ví dụ này ta chọn **Section Designer** để thiết kế mặt cắt hộp.

SAP sẽ mở một trình thiết kế mới cho việc thiết kế mặt cắt theo ý người sử dụng. Để dễ dàng cho việc vẽ ta chọn lại đơn vị Y = -823,53 KN-mm và chọn lại các thông số

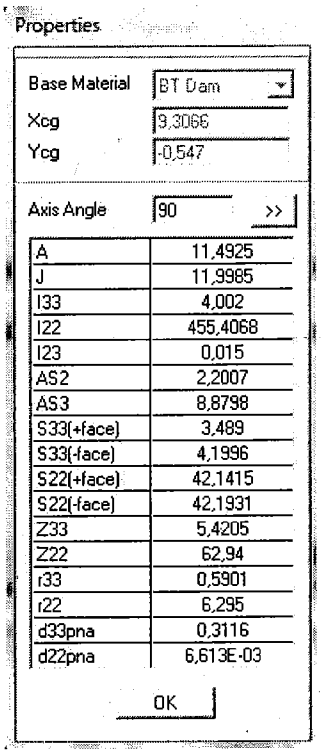


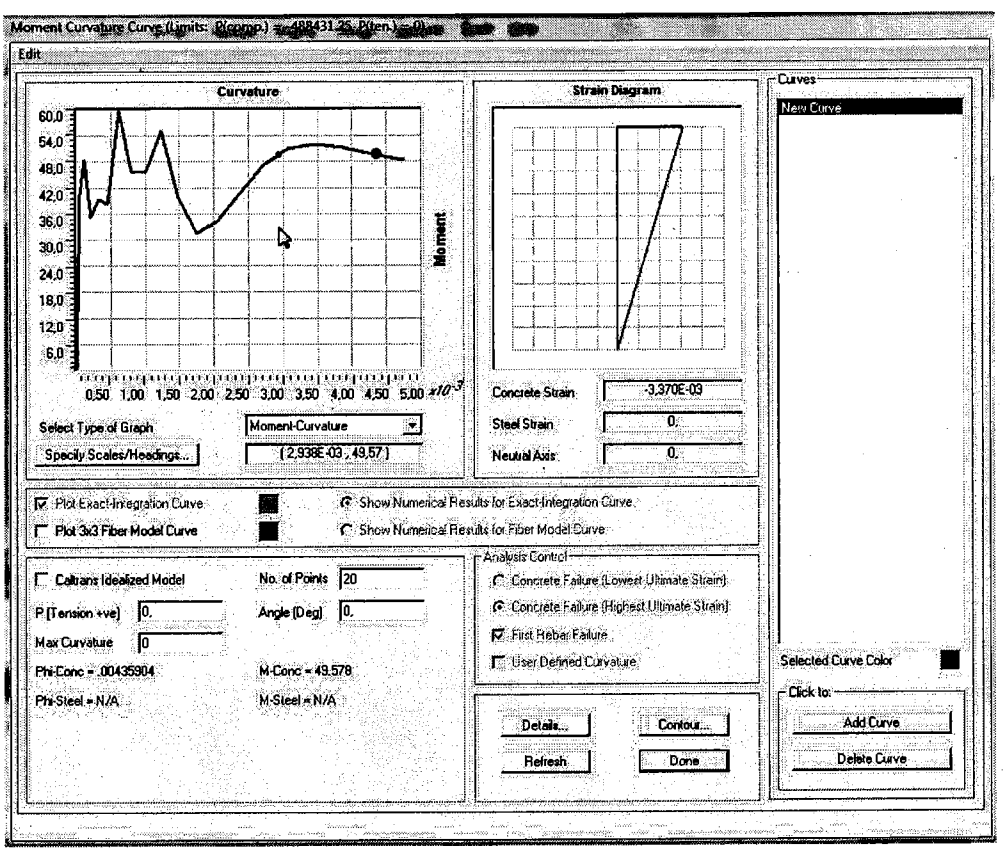
Tiếp đó vẽ mặt cắt cho dầm, tháp và cọc.

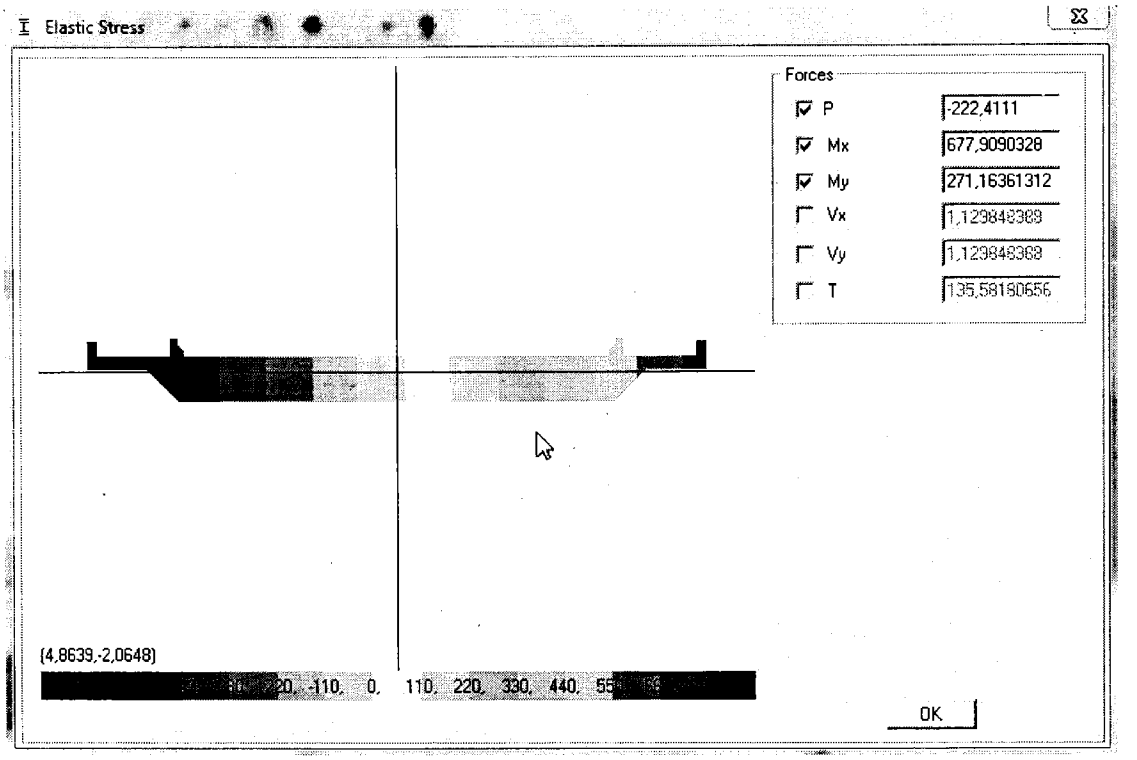
10. Các mặt cắt được vẽ bằng trình Section designer như sau:



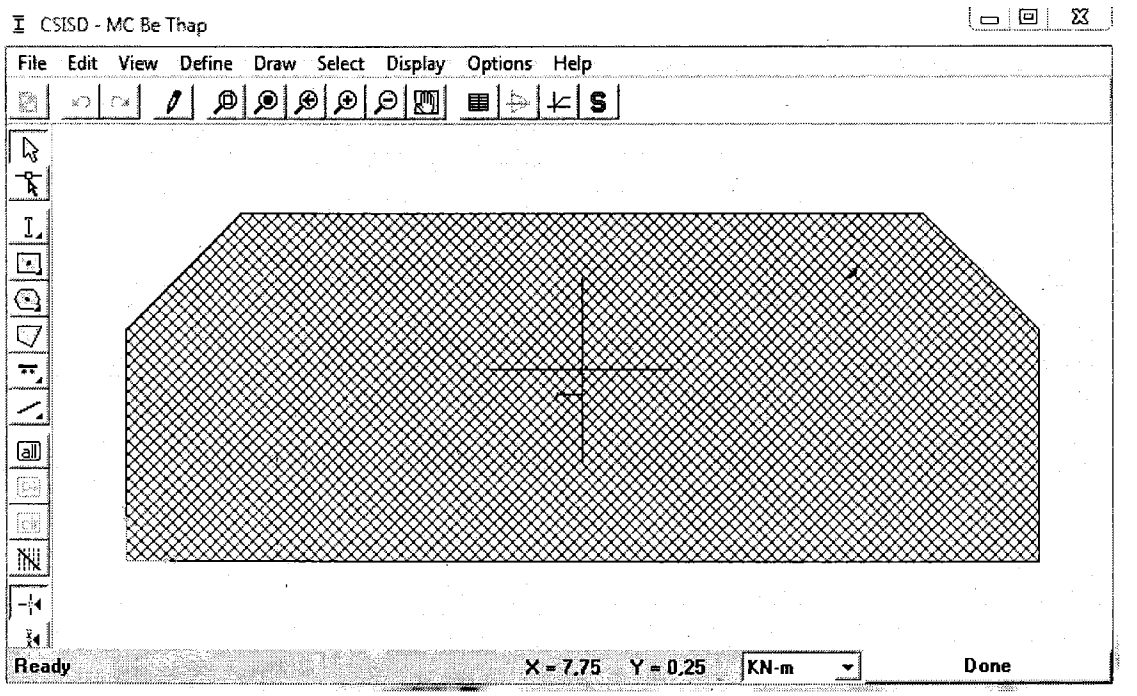
trong này ta có thể dễ dàng xem được các ứng xử của mặt cắt.

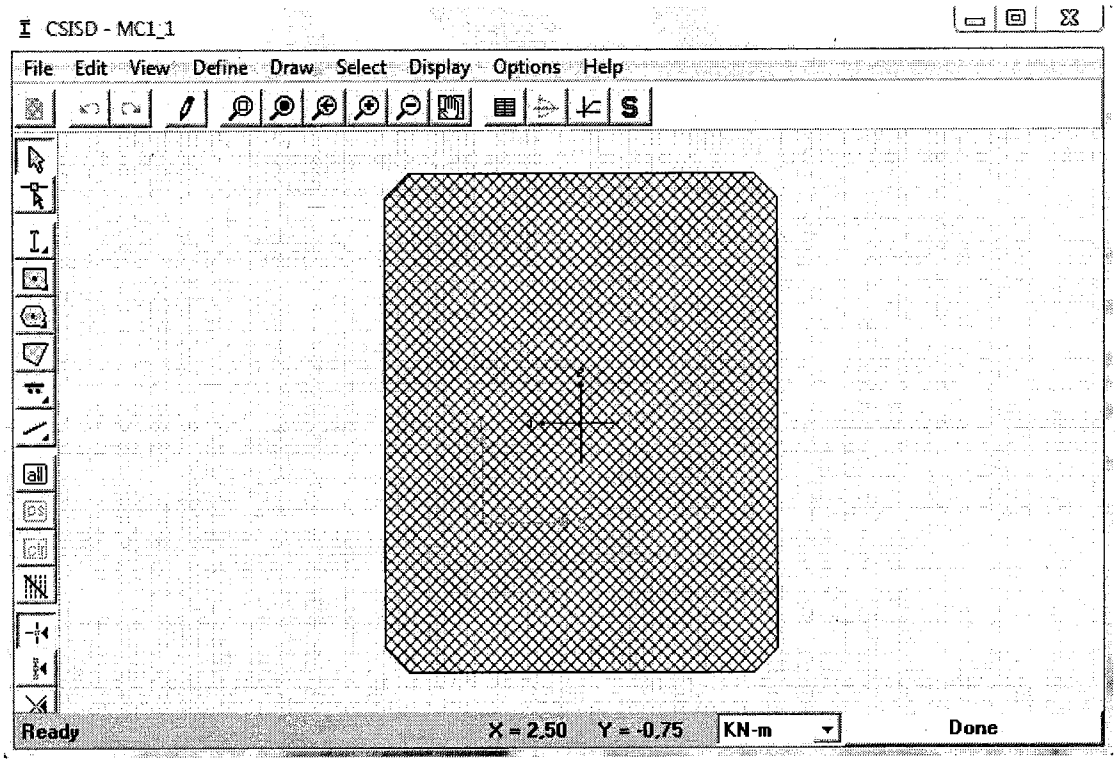


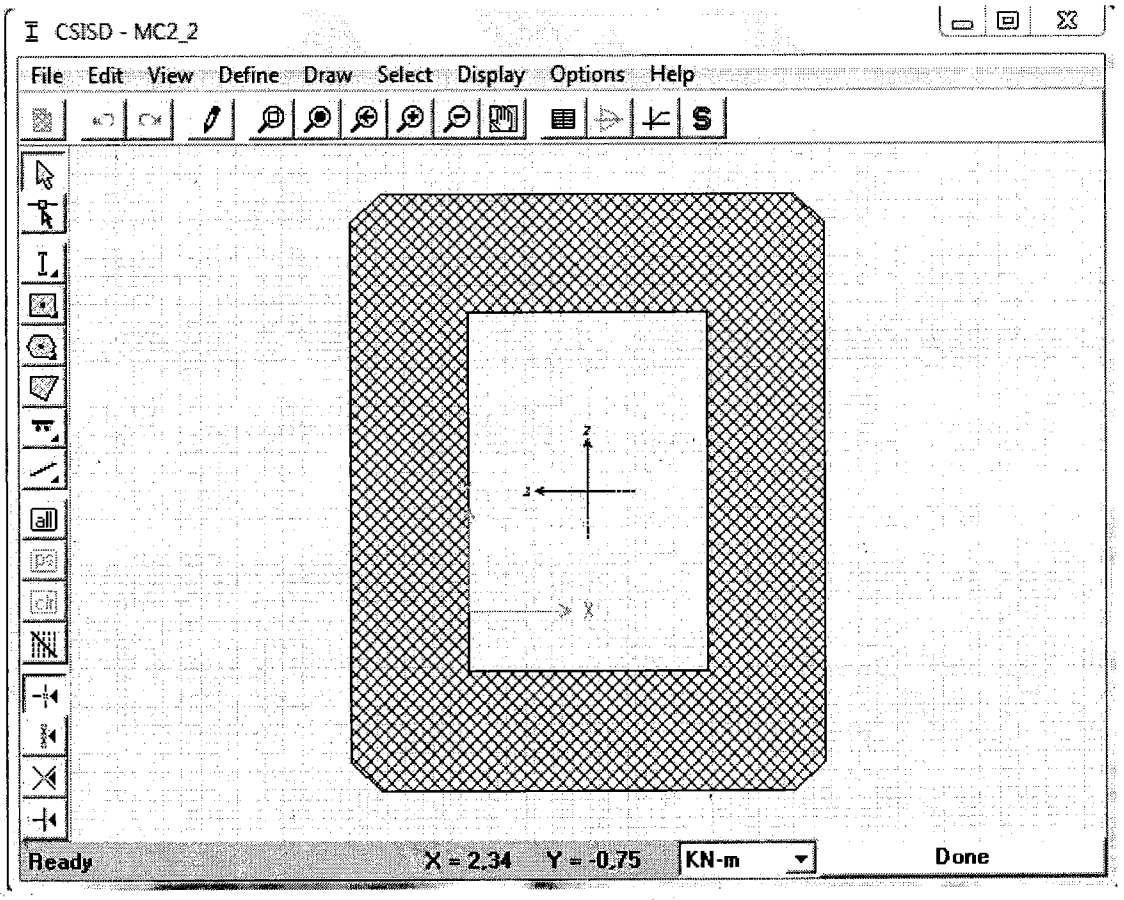


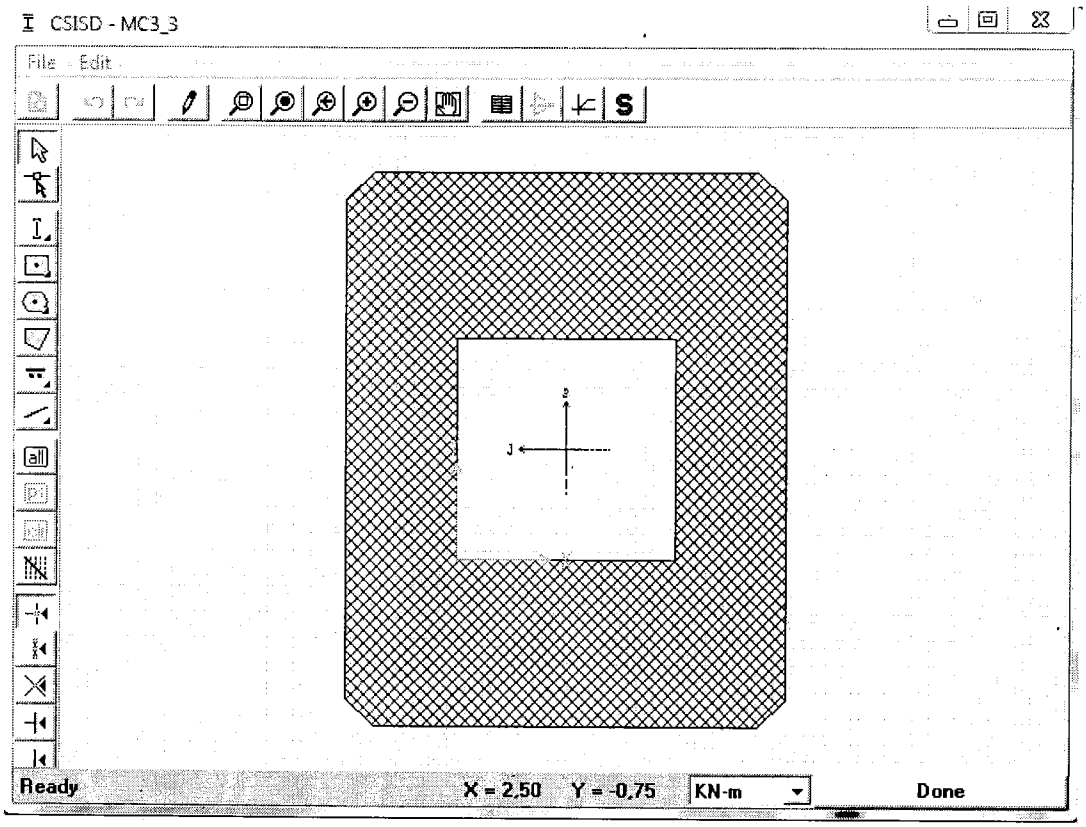


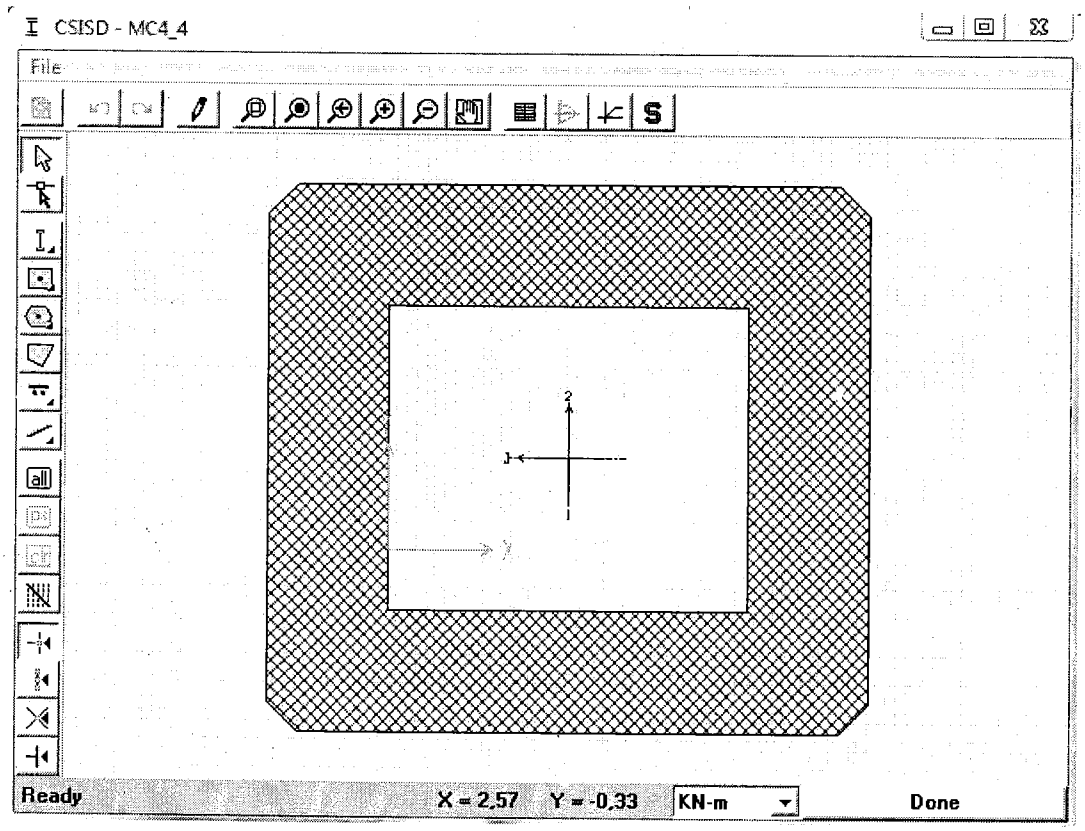
11. Các mặt cắt khác như sau:

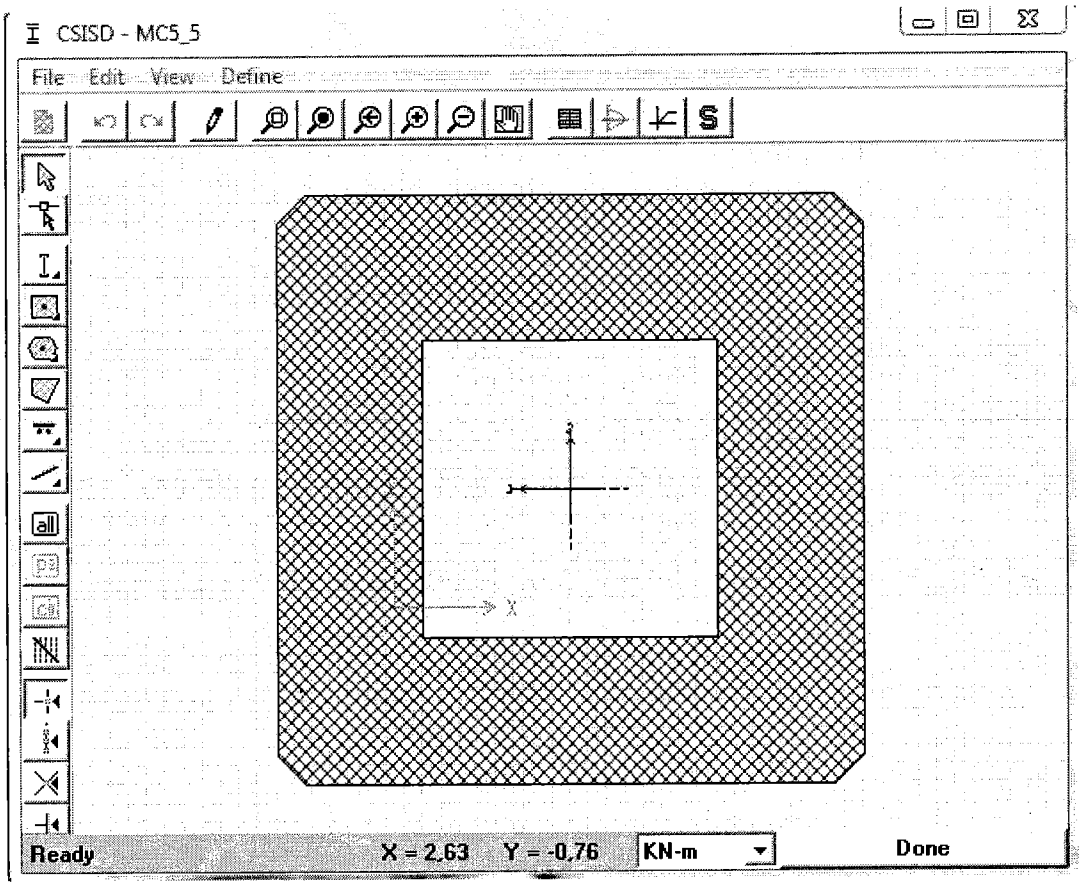






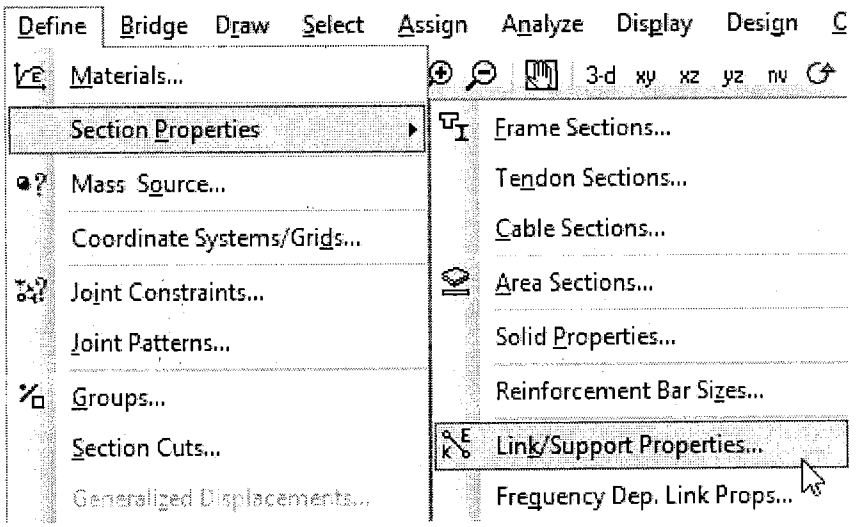




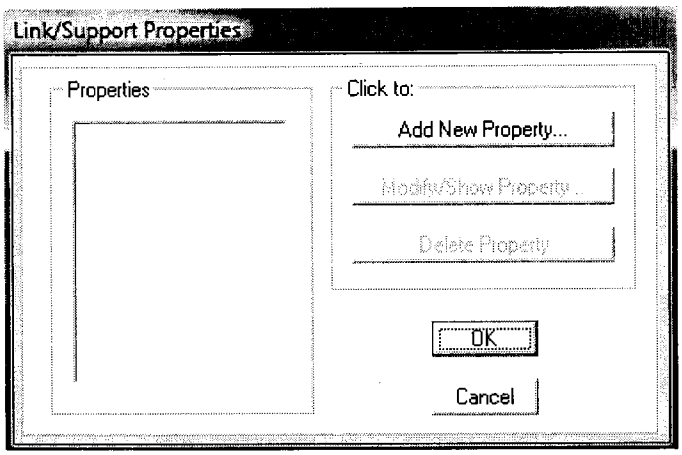


12. Thực hiện vẽ mô hình cầu HA. Sau khi tạo lưới và vẽ được một phần tư mô hình ta định nghĩa một số liên kết:

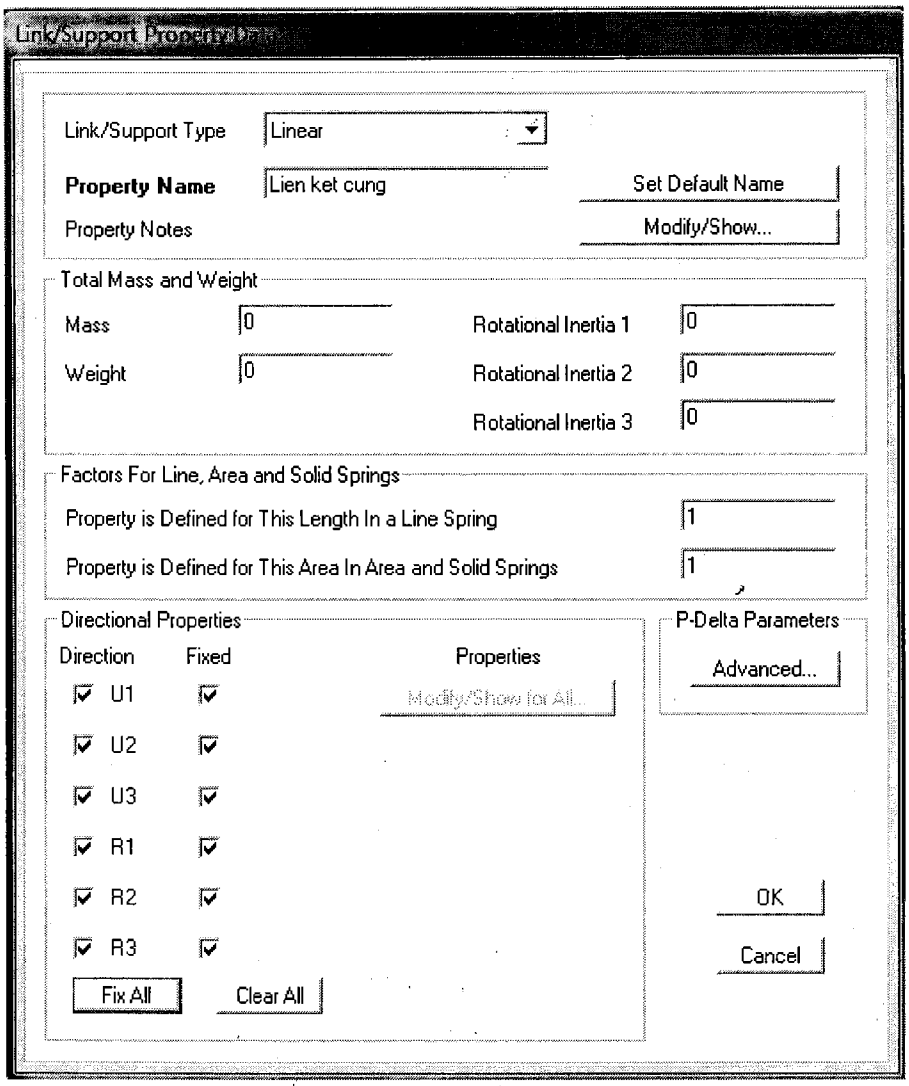
Vào menu **Define > Section Properties > Link/Support Properties…**



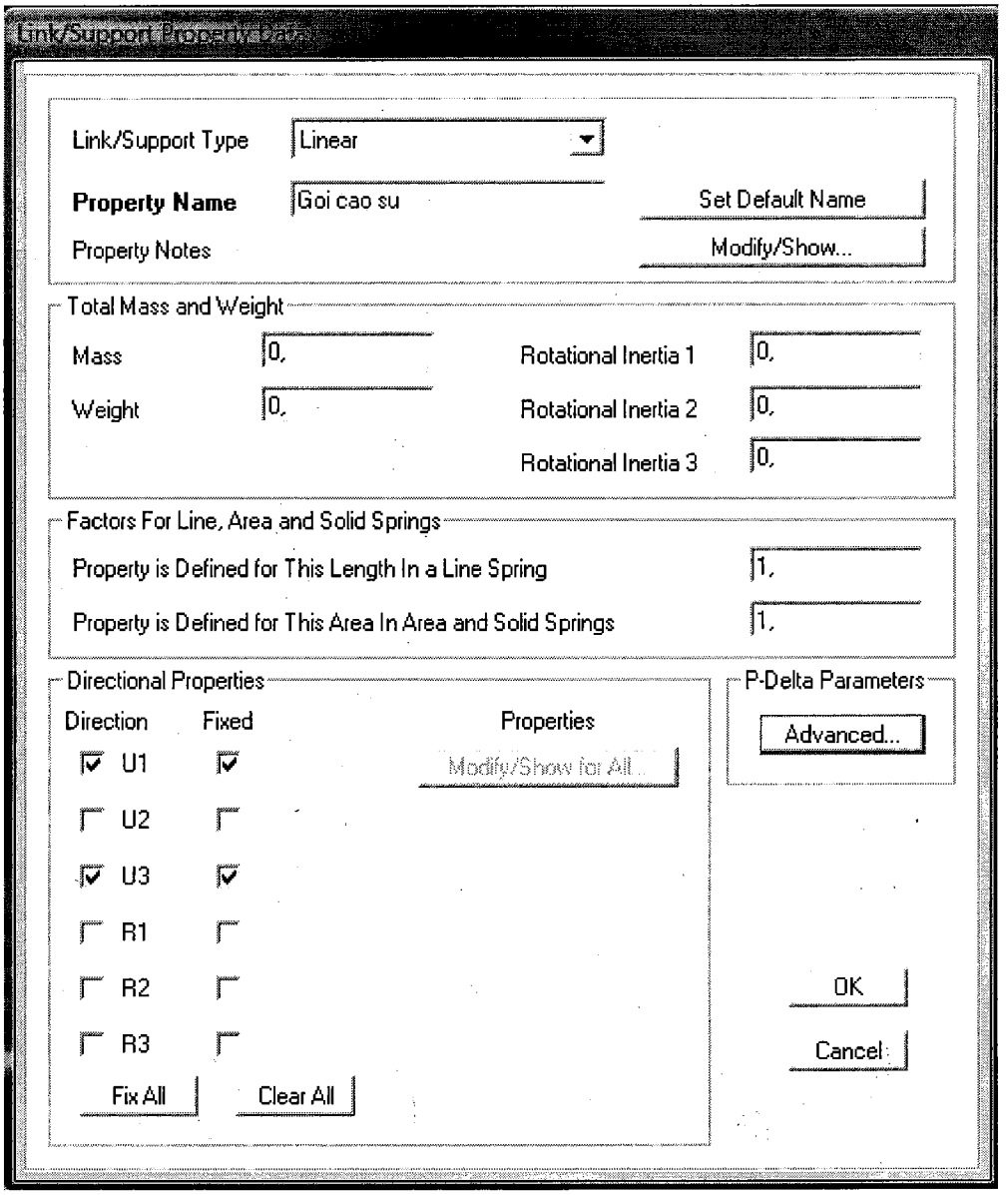
sẽ xuất hiện hộp thoại **Link/Support Properties**:



nhấp nút Add New Property... tiếp đó khai báo liên kết ràng buột các nút dây văng và dầm cứng như sau:

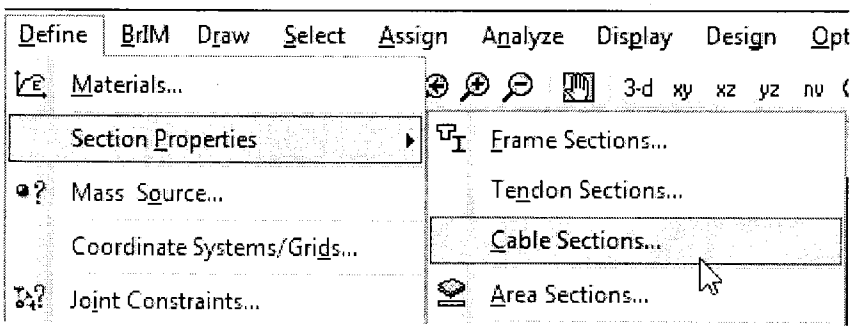


Tương tự cho liên kết của gối cầu. Liên kết ràng buộc này gắn các nút trên dầm cứng và dầm ngang của tháp để mô tả ứng xử của gối cầu, có thể xem như điều kiện truyền lực giữa dầm cứng và tháp cầu.

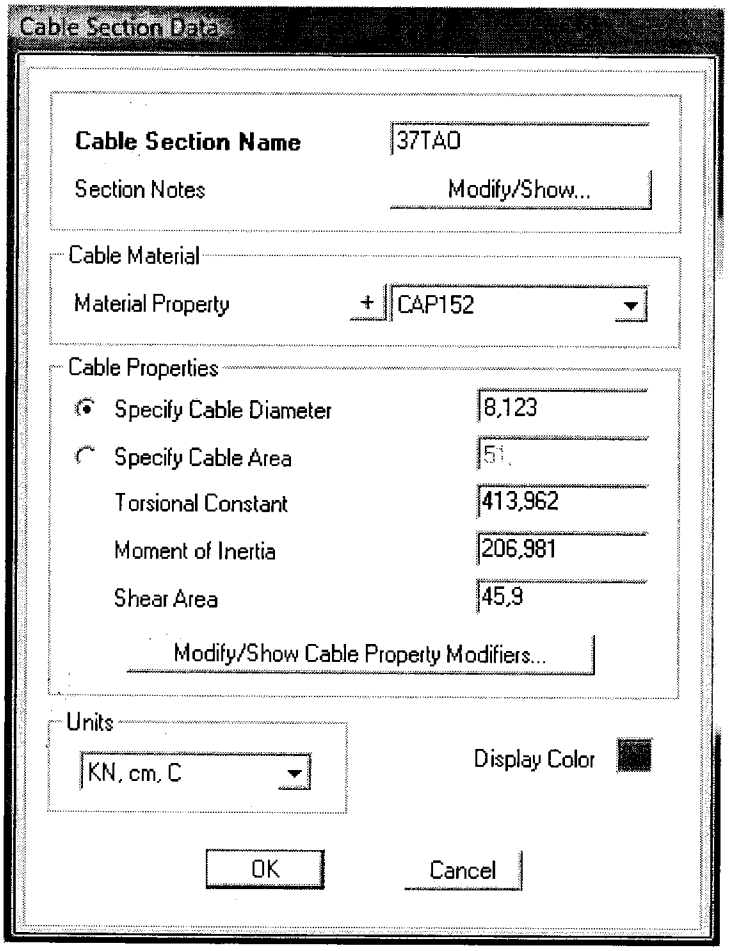


13. Tạo các chỗ liên kết cho gối cầu và liên kết dây văng bằng cách tạo các nút sau đó liên kết với dầm chủ và nối bằng các liên kết. Nhấn tổ hợp phím Ctrl+R để thực hiện việc này.

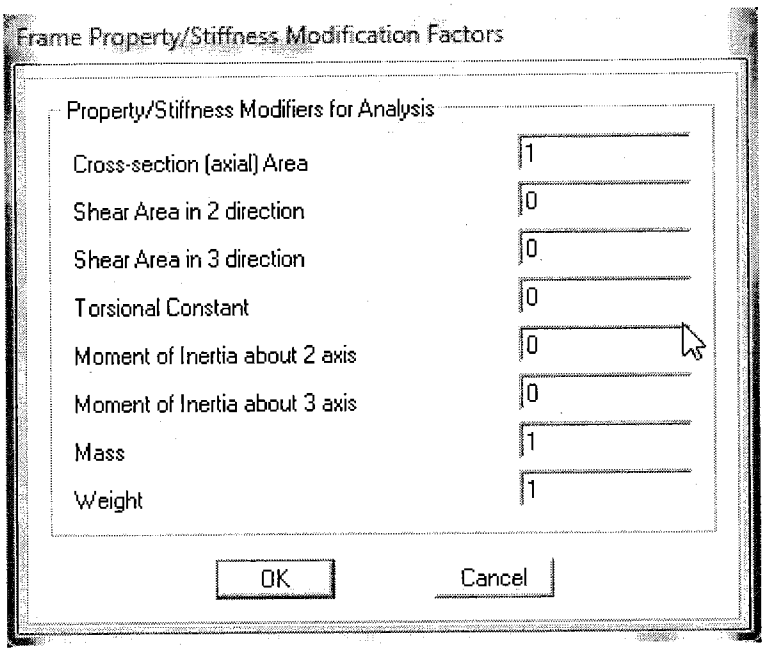
14. Khai báo mặt cắt dây văng. Ở đây, ta sử dụng loại tao thép 15,2mm được ghép thành 2 loại bó: bó 37 tao và bó 25 tao. Vào menu **Define > Section Properties > Cable Sections**...



sẽ xuất hiện hộp thoại **Cable Sections** nhấp nút Add New Section... và định nghĩa. Định nghĩa loại bó 37 tao:

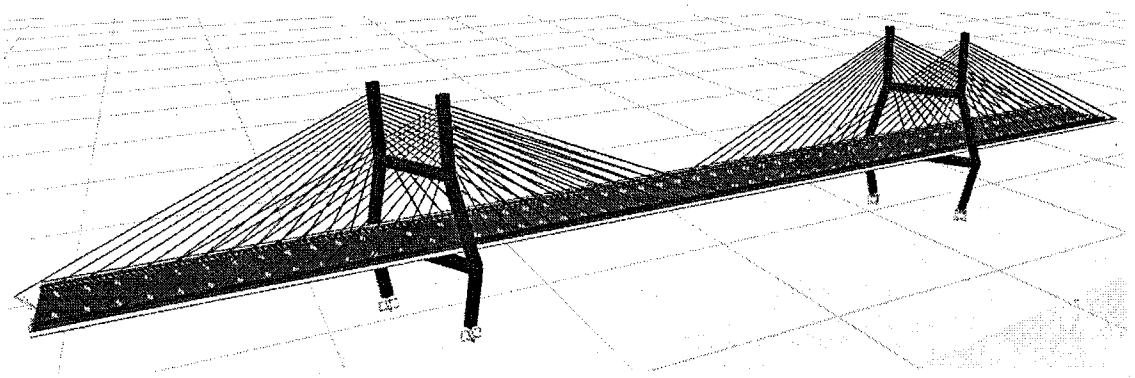


15. Khai báo thêm các đặc trưng hình học

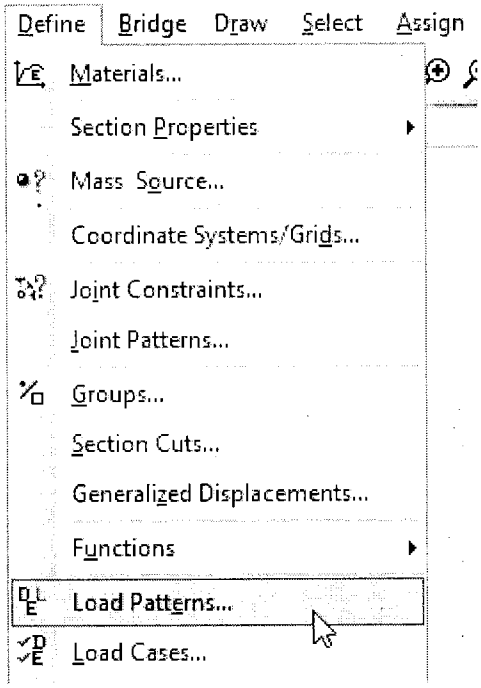


và tương tự ta khai báo cho loại 25 tao, chỉ khác loại 37 tao ở diện tích mặt cắt ngang.

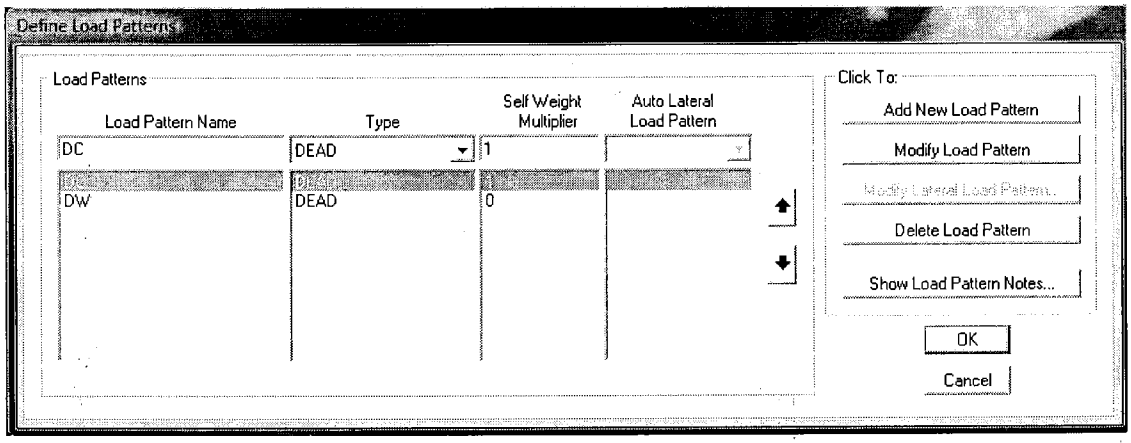
Mô hình cầu sau khi khai báo xong như sau:



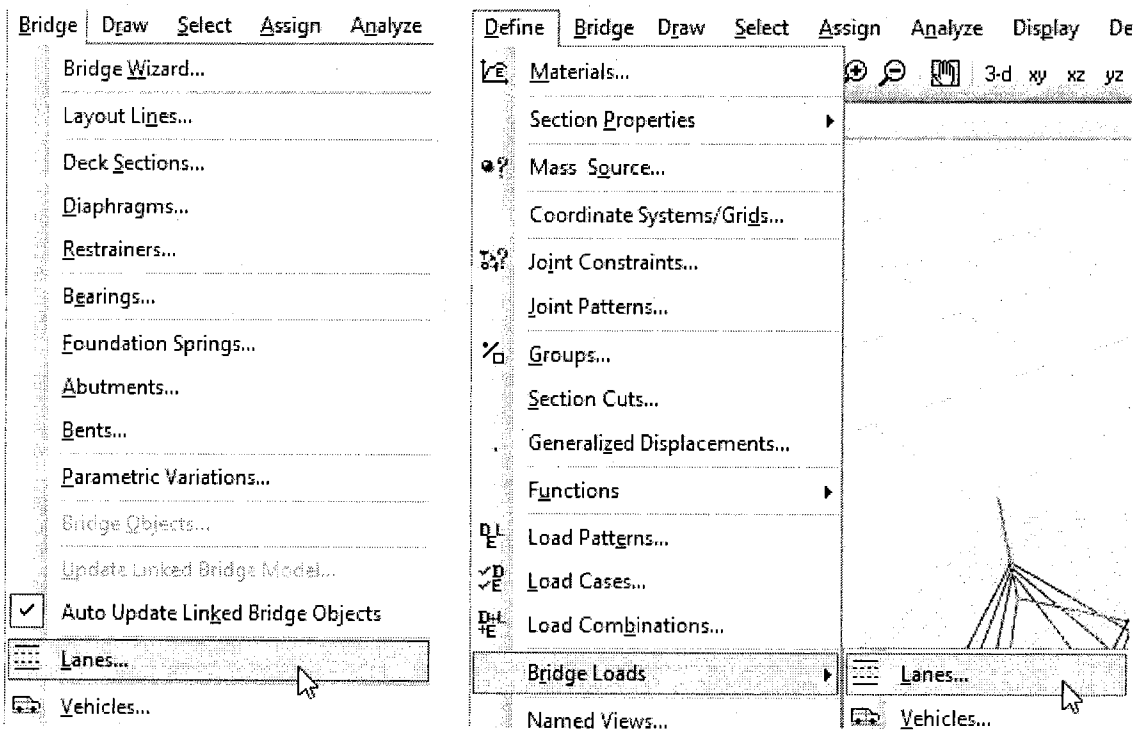
16. Khai báo tải trọng bản thân. SAP đã mặc định tải trọng bản thân trong kết cấu, tuy nhiên để kiểm tra ta vào **Define > Load Patterns**...



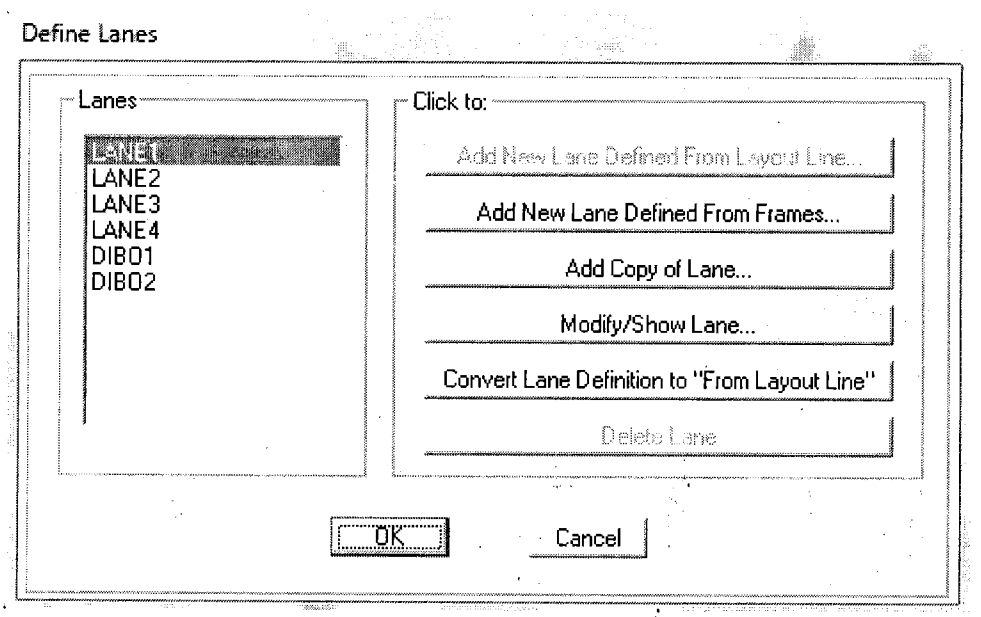
để xem lại:



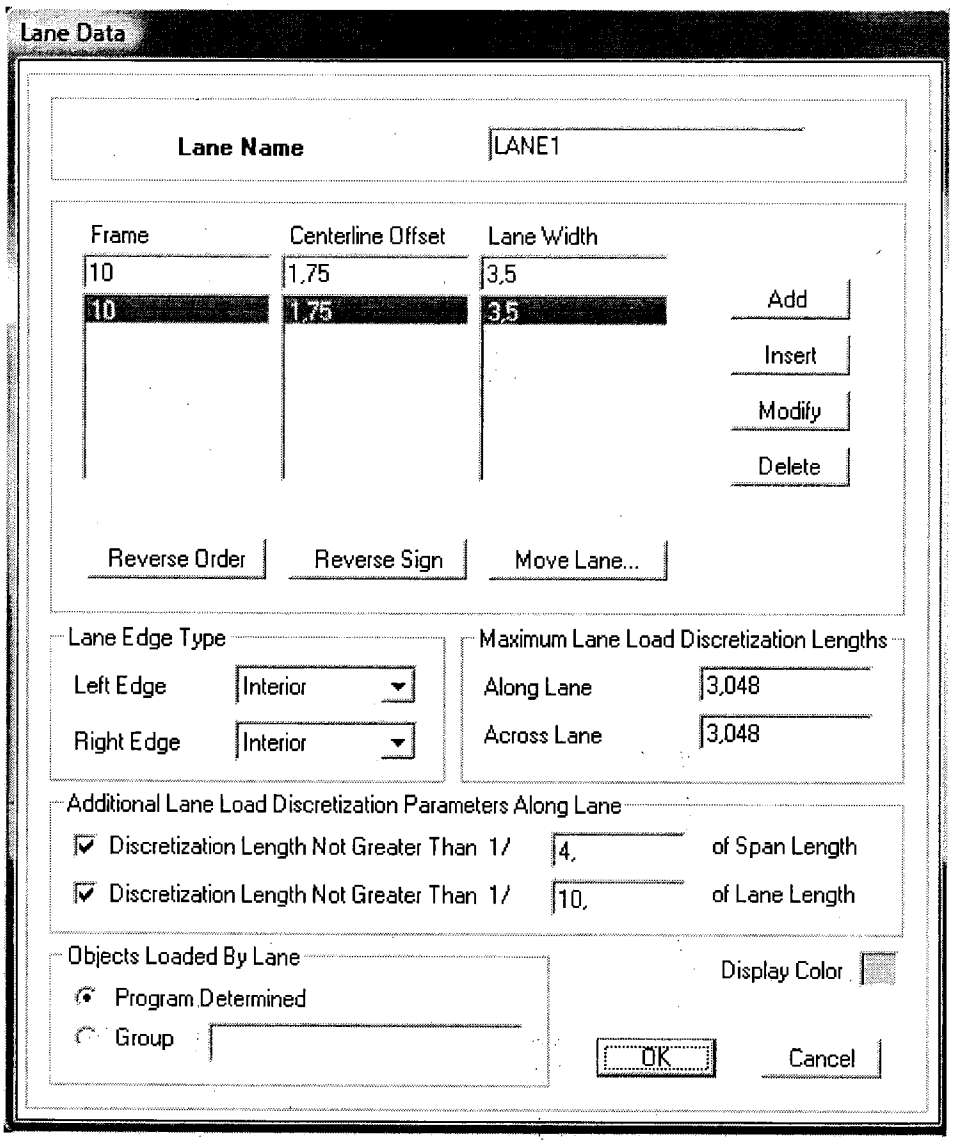
17. Khai báo tải trọng xe. Vào menu **Define > Bridge Loads > Lanes**…; hoặc có thể vào **Bridge > Lanes**…



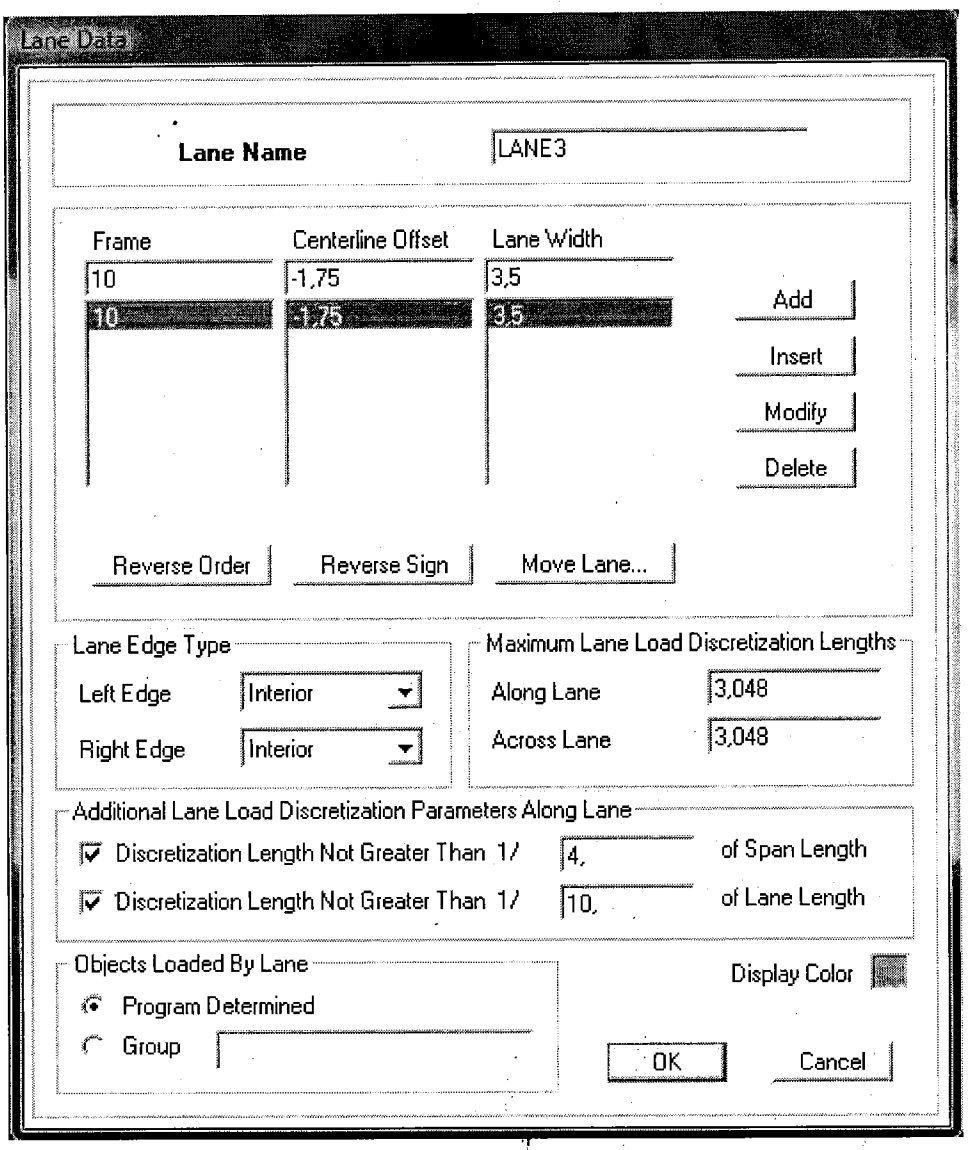
sẽ xuất hiện hộp thoại **Define Lanes**:

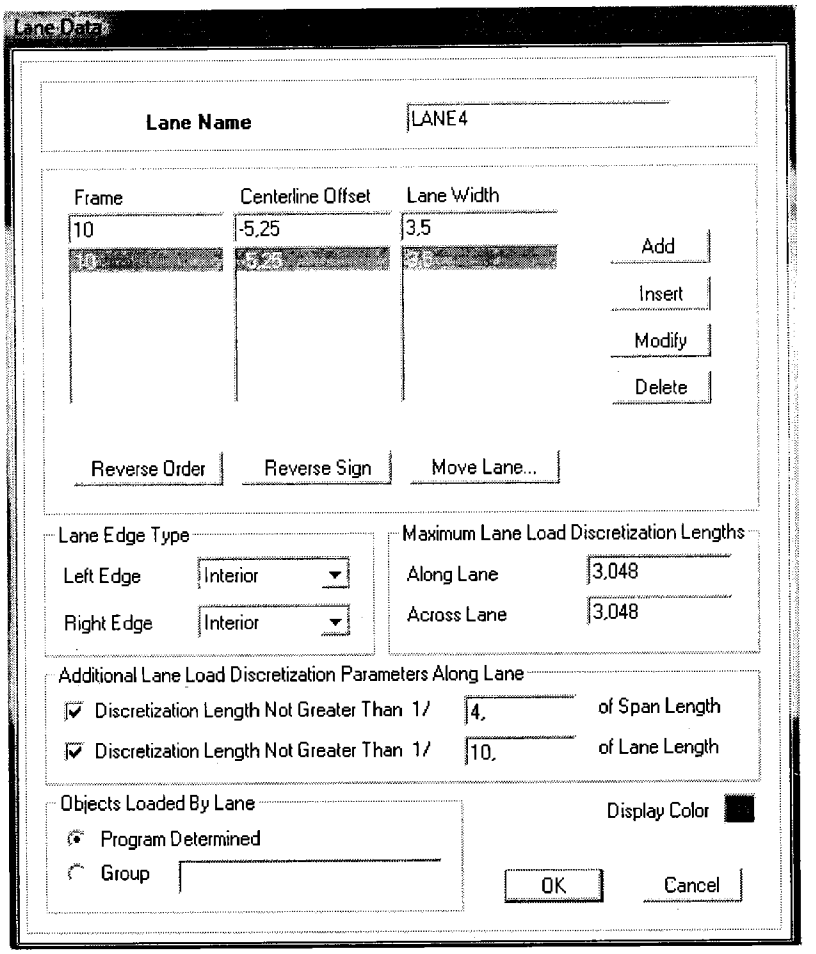


Trong hộp thoại này ta chọn nút Add New Lane Defined From Frames... sẽ xuất hiện hộp thoại **Lane Data** và ta định nghĩa các thông số cho **Lane1** như sau:

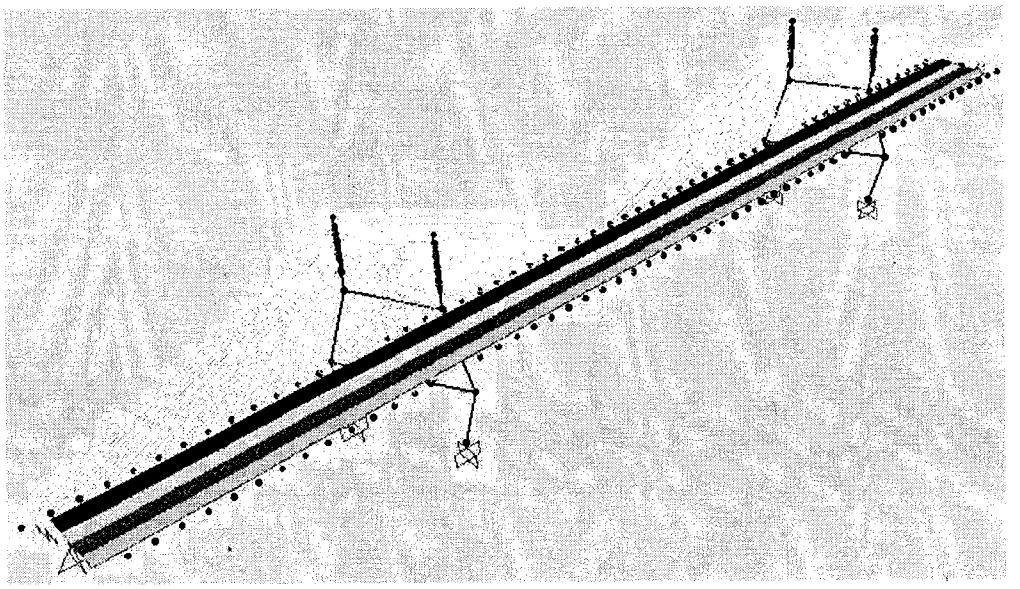


tương tự cho các làn còn lại:

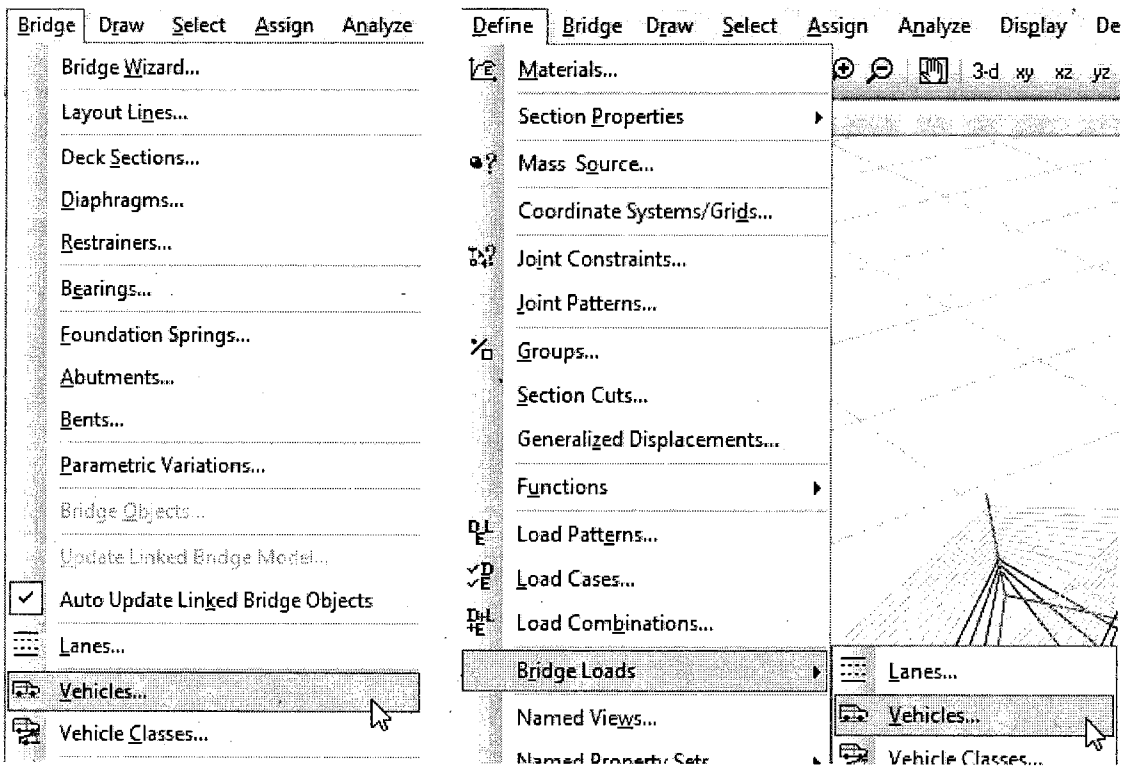




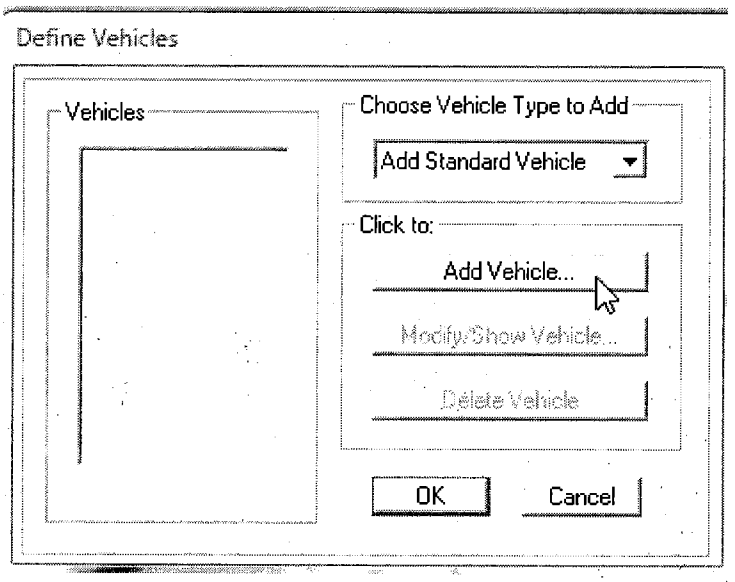
Ta có mô hình làn như sau:



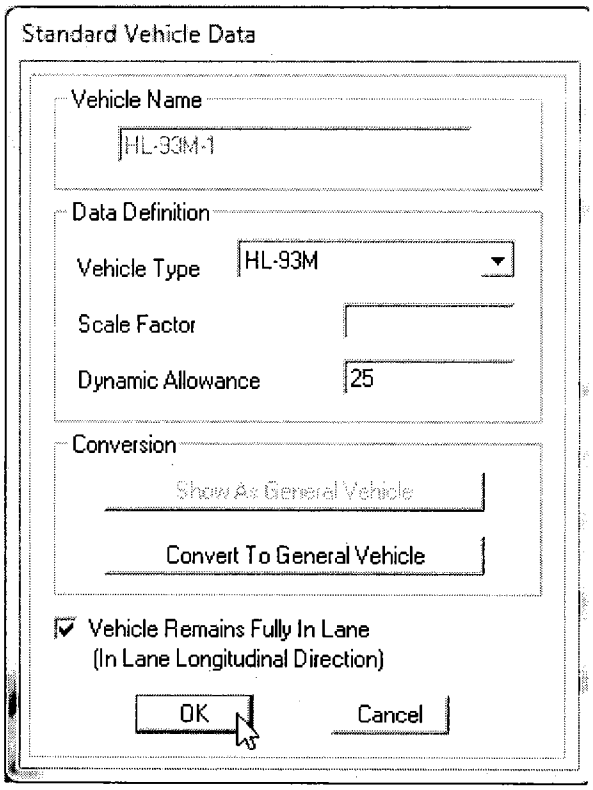
18. Tiếp đó định nghĩa xe. Vào menu **Define > Bridge Loads > Vehicles…**; hoặc có thể vào **Bridge > Vehicles…**:



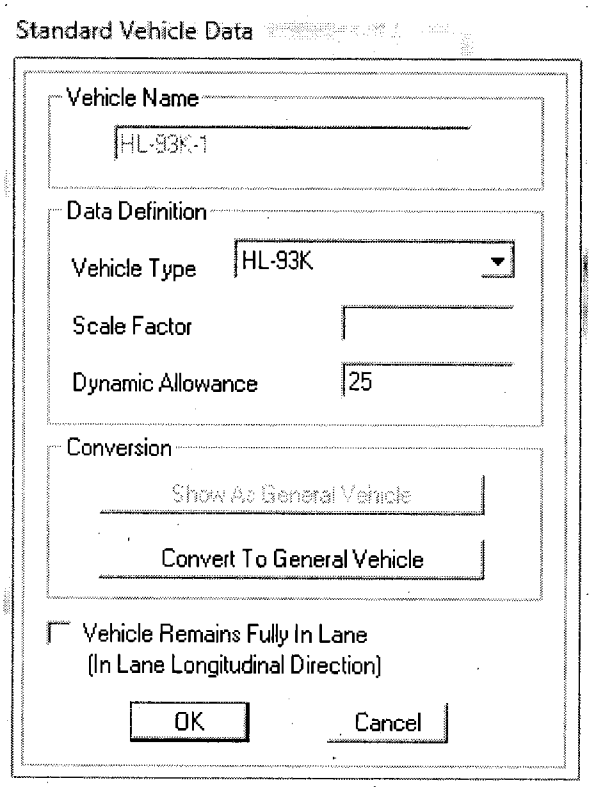
sẽ xuất hiện hộp thoại **Define Vehicles** trong hộp thoại này ta chọn:



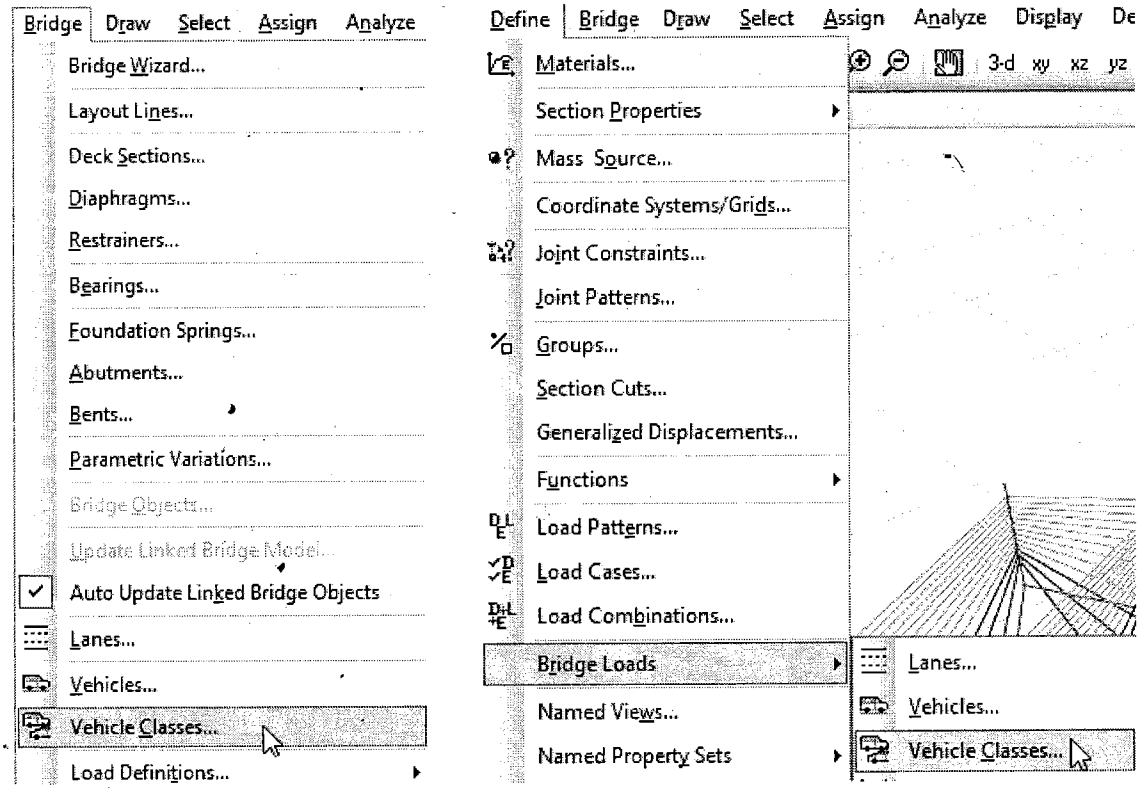
và khai báo như sau:



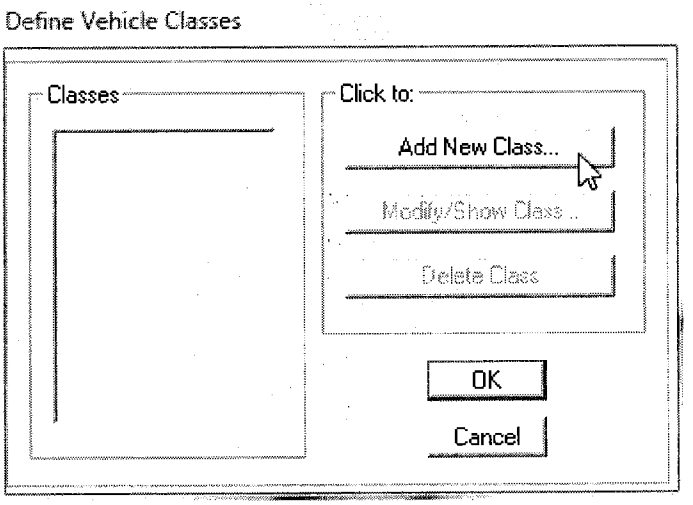
Tương tự:



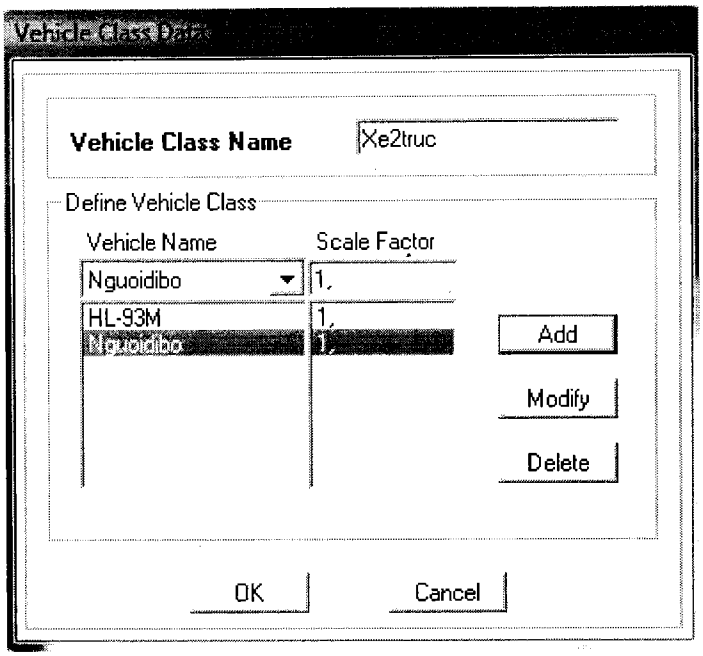
19. Tiếp tục định nghĩa lớp xe: vào menu **Define > Bridge Loads > Vehicles Classes…**; hoặc có thể vào **Bridge > Vehicles Classes…**



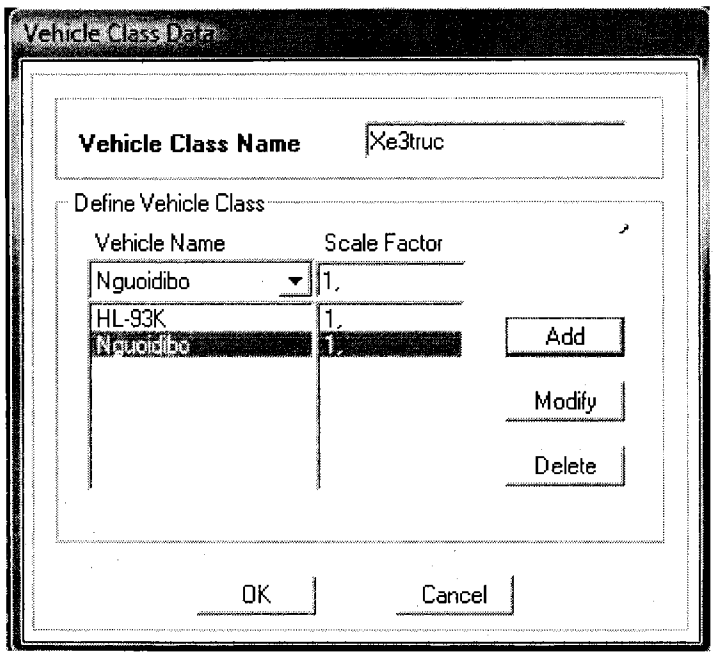
Sẽ xuất hiện hộp thoại **Define Vehicle Classes** trong hộp thoại này ta chọn **Add New Class…**



và định nghĩa như sau:

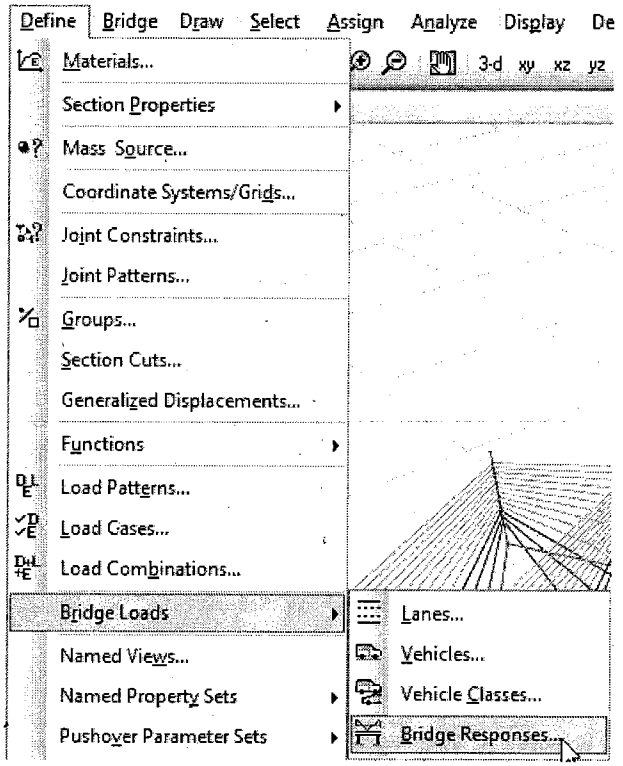


Tương tự:

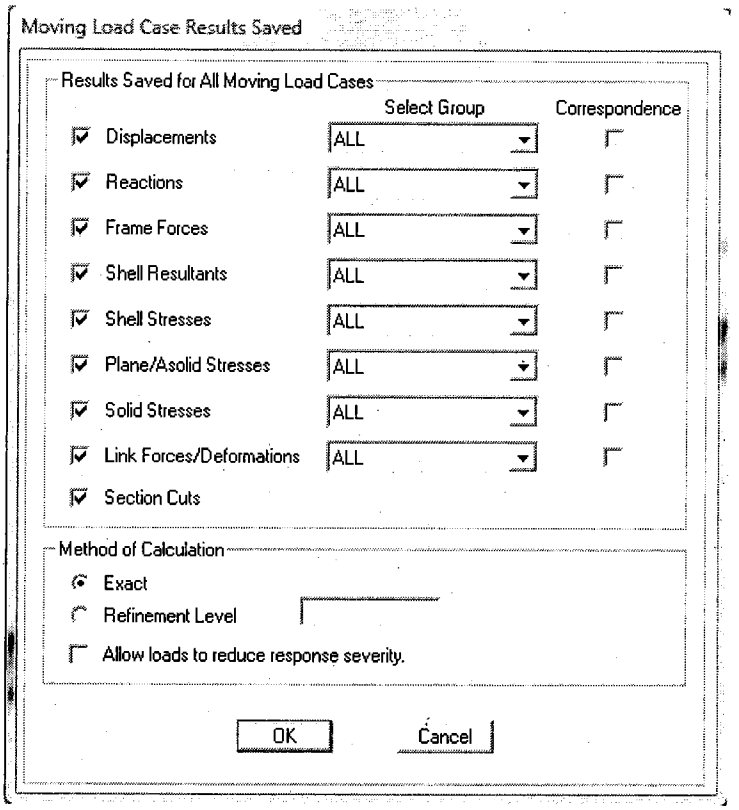


Chọn tất cả các làn xe ta được như sau:

20. Tiếp tục định nghĩa các tham số liên quan tới tải trọng di động khi tính toán kết quả, vào menu **Define > Bridge Loads > Bridge Responses...**



Định nghĩa các thông số như sau:

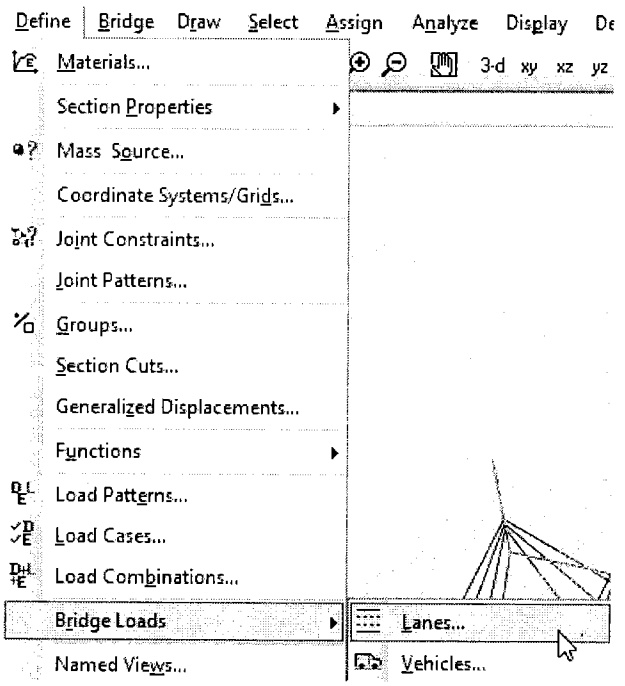


Chú ý: Nếu chọn càng nhiều loại đáp ứng thì thời gian phân tích trường hợp tải di động sẽ càng lâu.

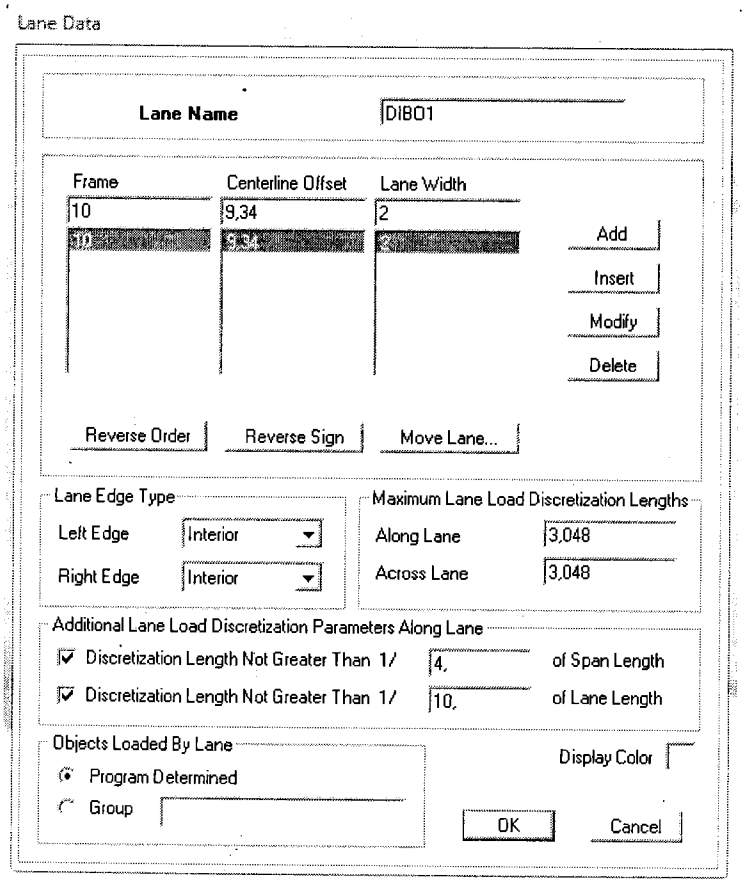
21. Định nghĩa tải trọng người đi:

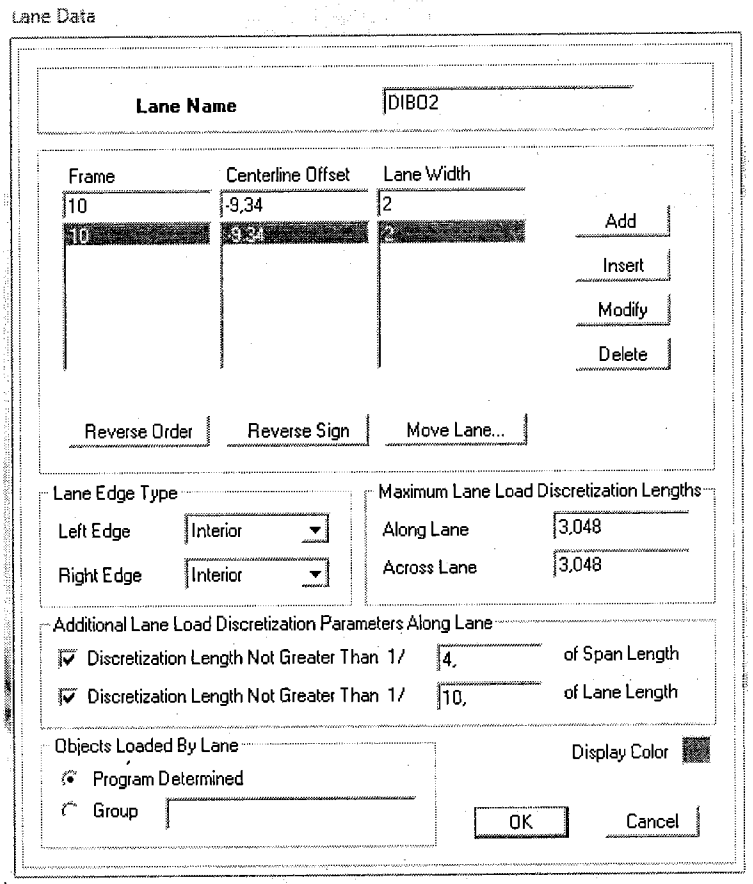
Định nghĩa làn người đi bộ:

Vào menu **Define > Bridge Loads > Lanes…**

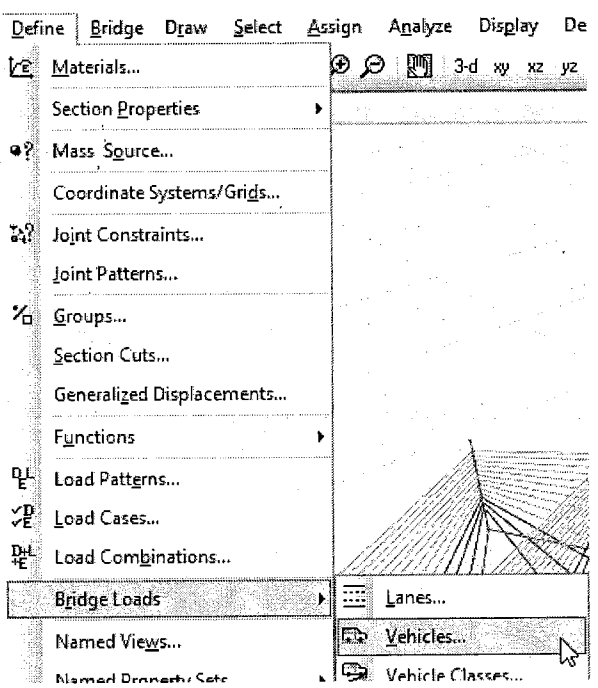


Và định nghĩa 2 làn người đi bộ như sau:

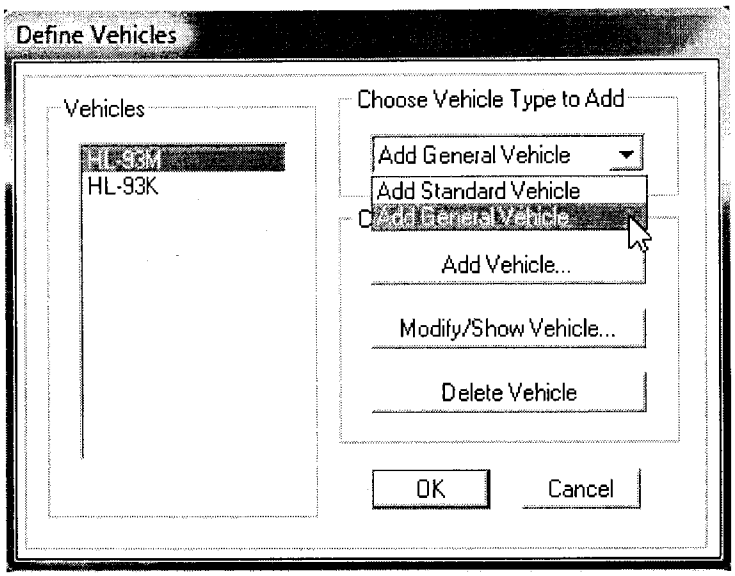




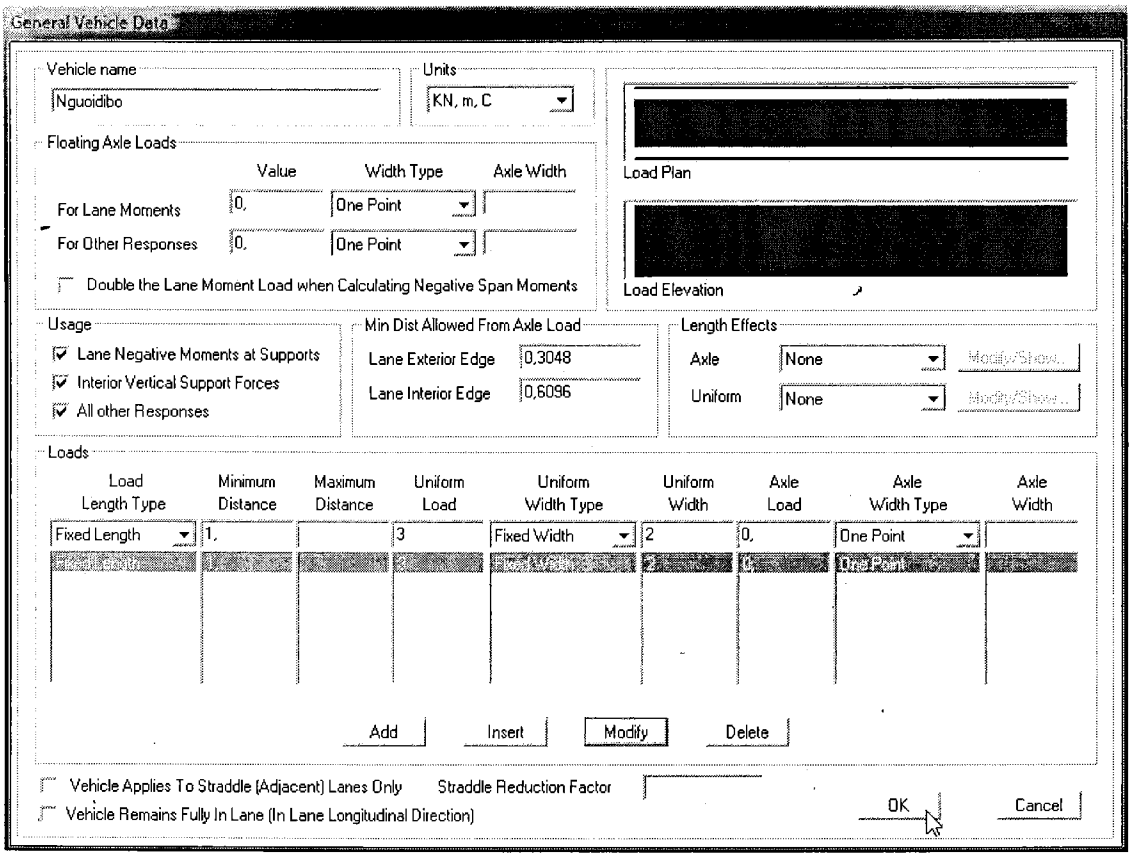
Định nghĩa người đi bộ, vào menu **Define > Bridge Loads > Vehicles…**



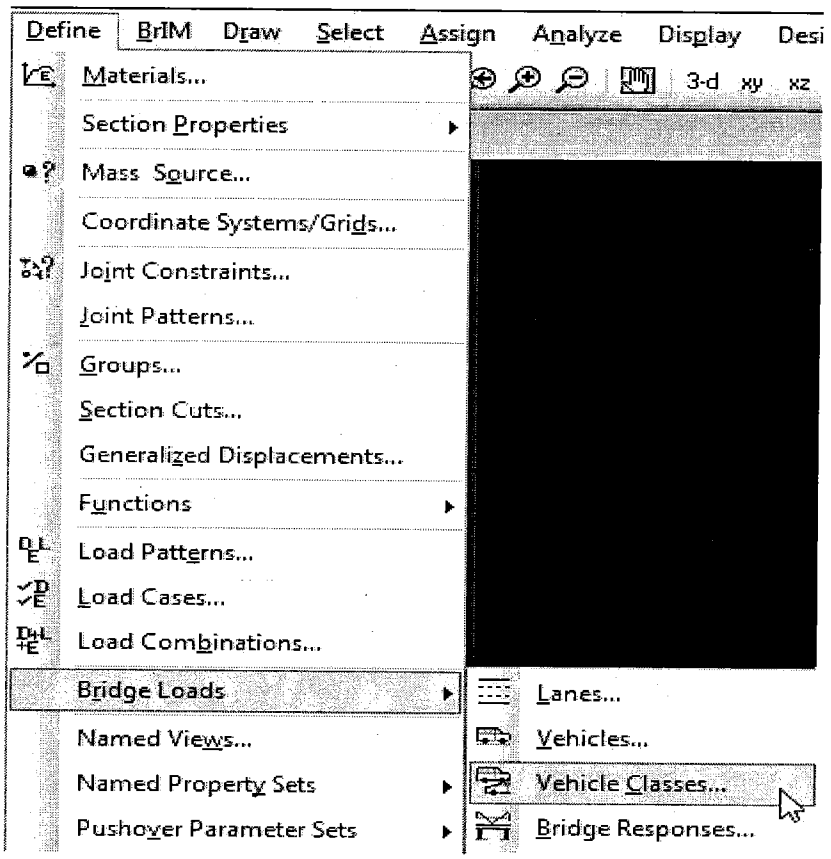
rồi định nghĩa như sau:



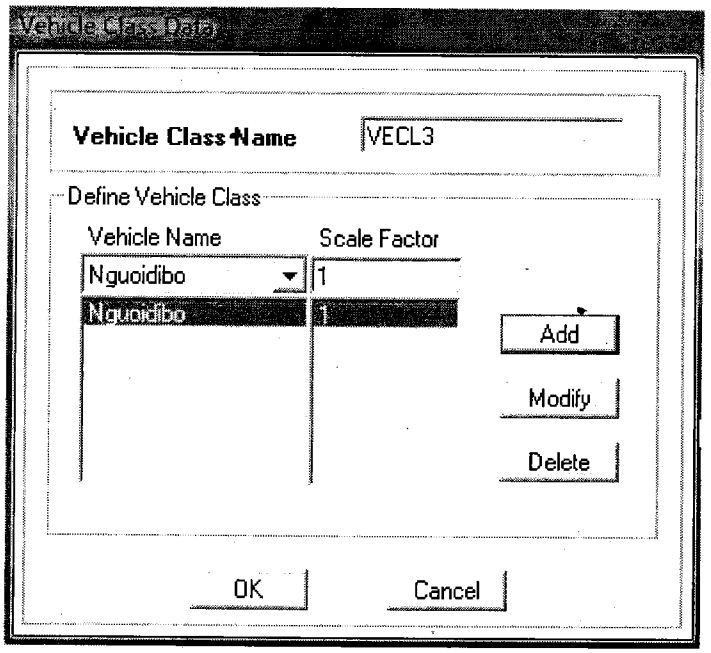
Nhấn nút Add Vehicle... định nghĩa các thông số của người đi bộ trong hộp thoại:



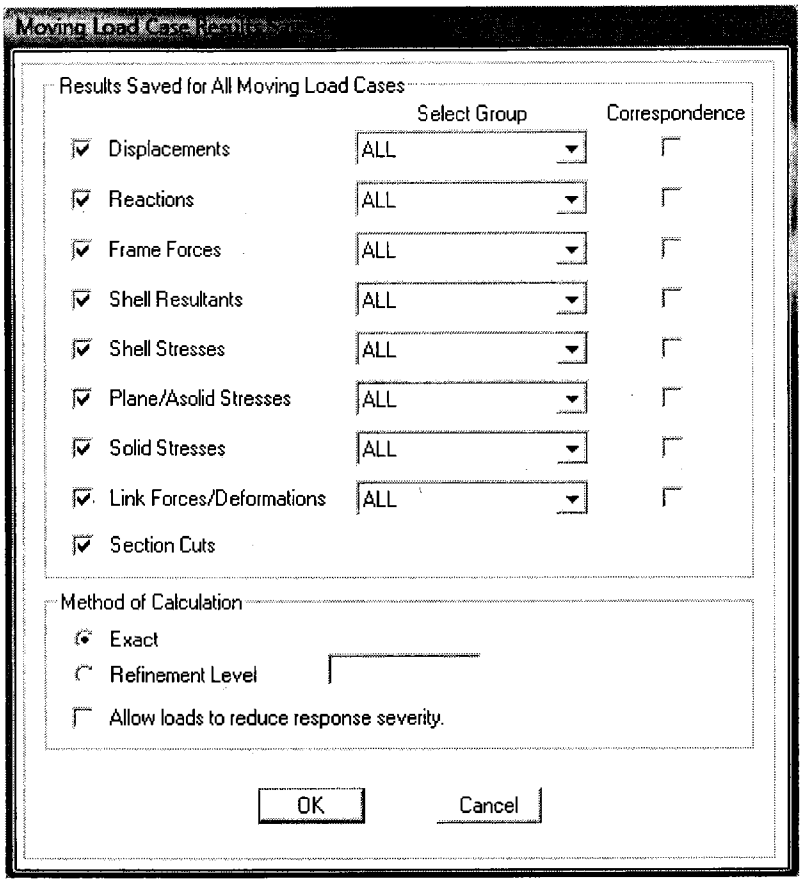
- Định nghĩa lớp cho người đi bộ:

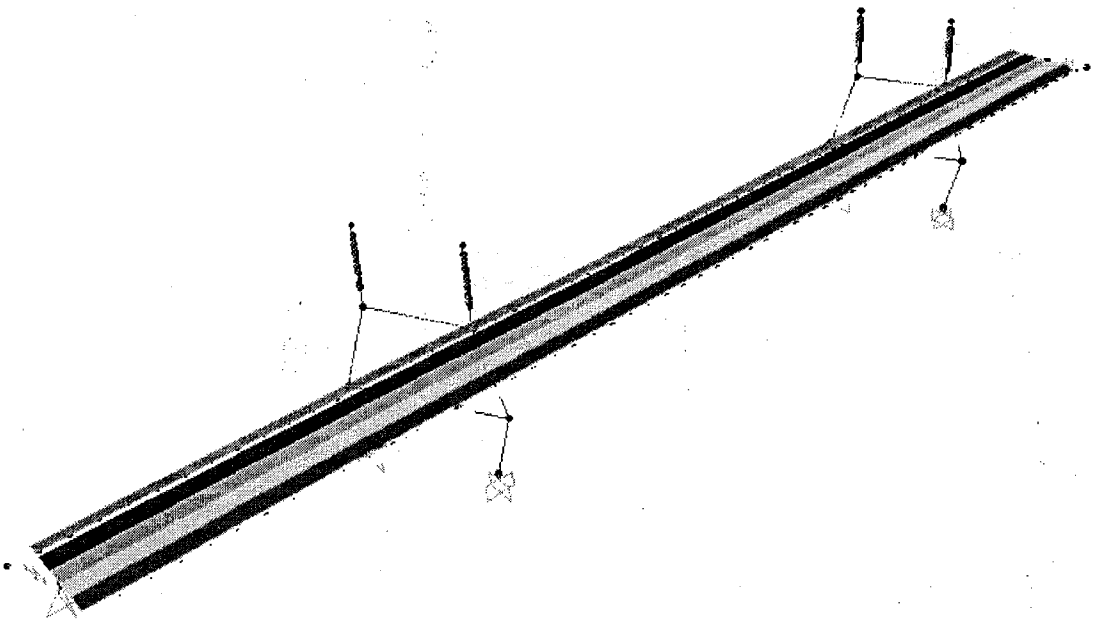


và định nghĩa như sau:



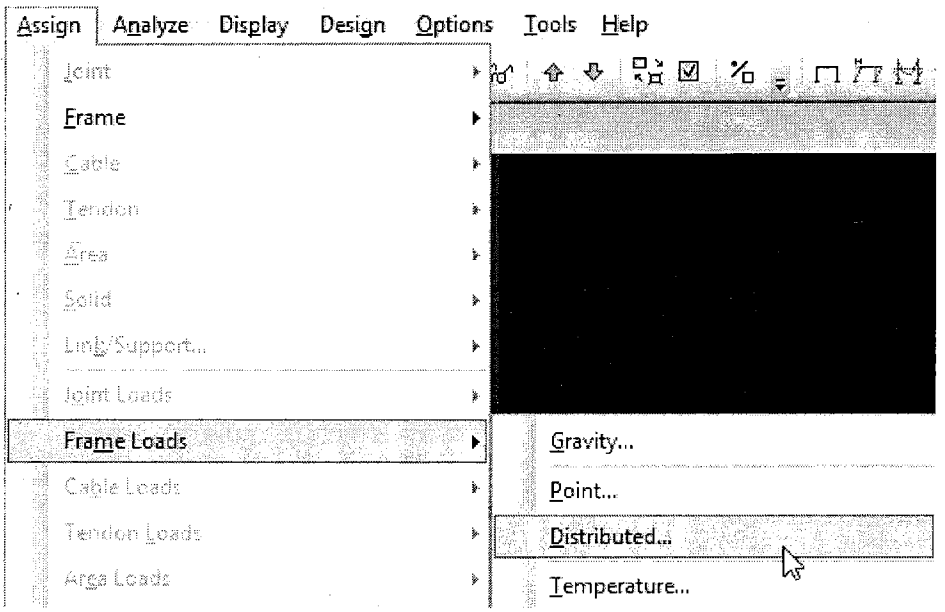
Định nghĩa các tham số tính toán:



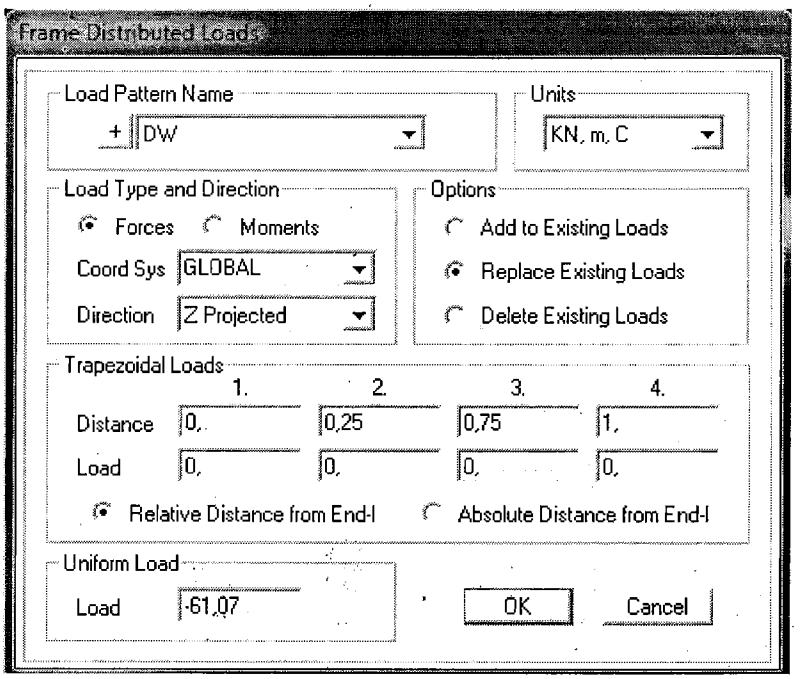


22. Gán giá trị tải cho các trường hợp tải tĩnh

- Bấm chọn các phần tử.
- Vào lệnh **Assign menu > Frame Loads > Distributed…**



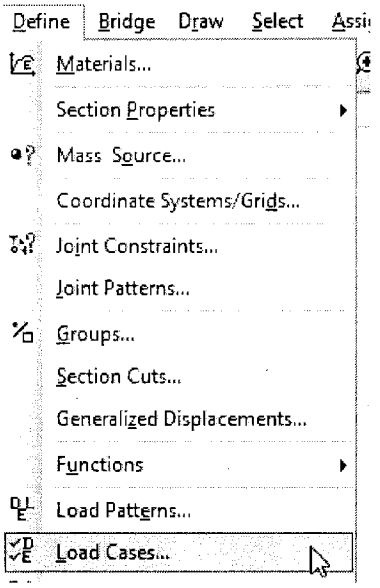
hiện hộp thoại Frame Distributed Loads. Xác định các thông tin như hộp thoại sau để gán tải phân bố DW=61,07 kN/m.



Bấm OK sẽ hiện thị sơ đồ tải trọng DW.

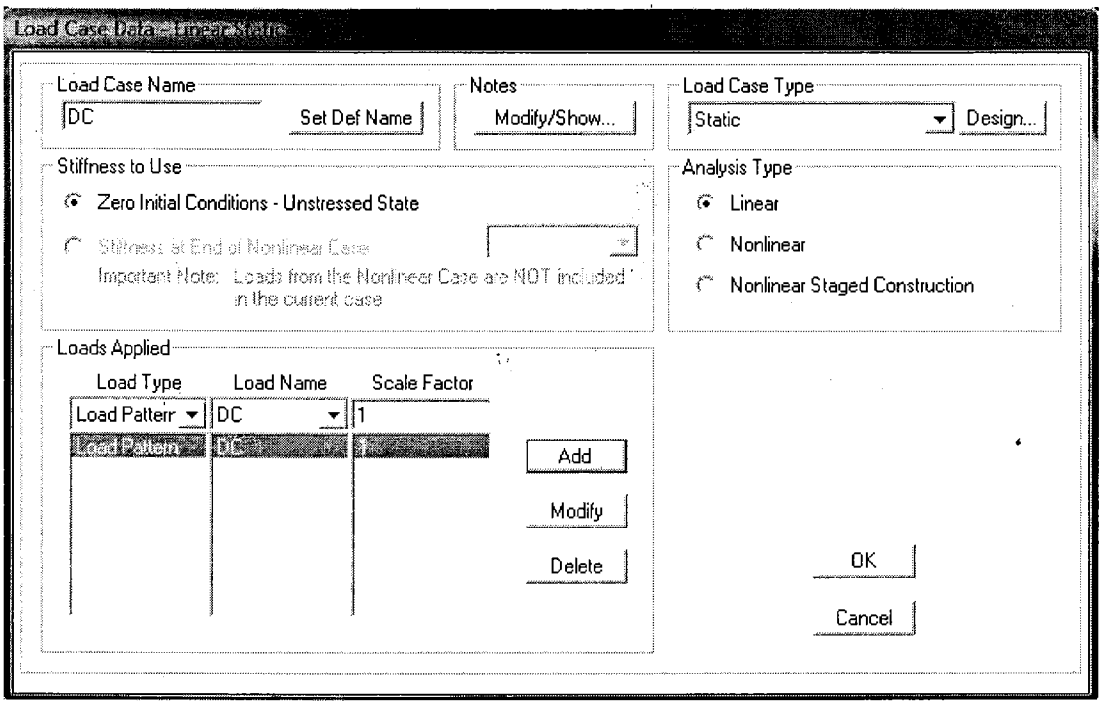
23. Định nghĩa các trường hợp tải phân tích

Vào lệnh **Define > Load Cases…**



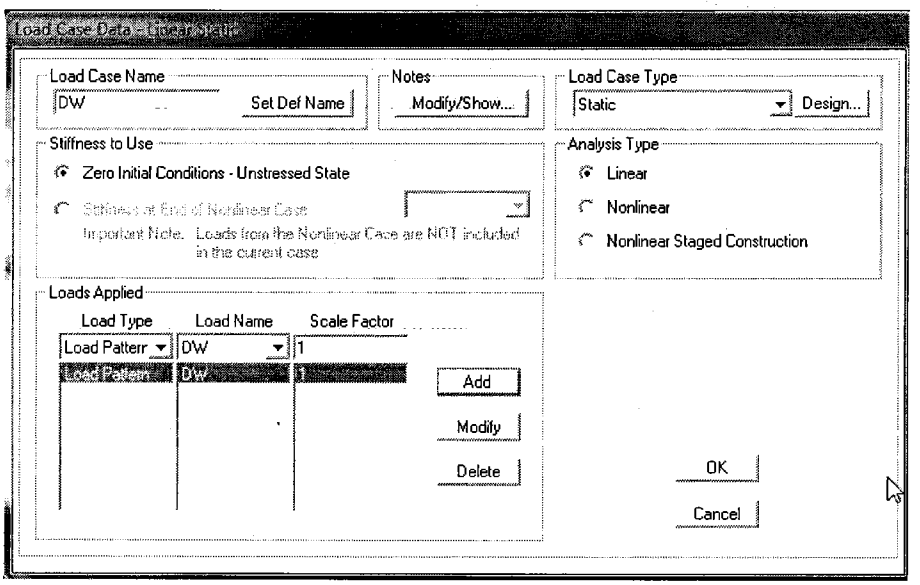
sẽ xuất hiện hộp thoại **Define Load Cases**.

Bấm nút Add New Load Case... xác định các tham số cho trường hợp DC1 như hộp thoại sau:



Bấm OK thoát.

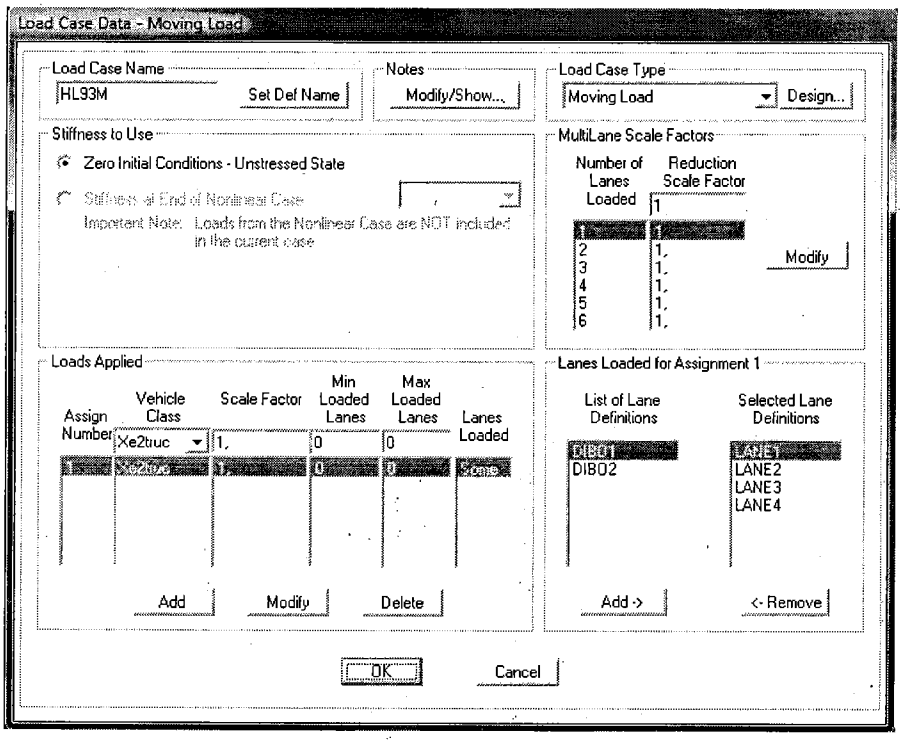
Bấm nút Add New Load Case... xác định các tham số cho trường hợp DW như hộp thoại sau:



Bấm OK thoát.

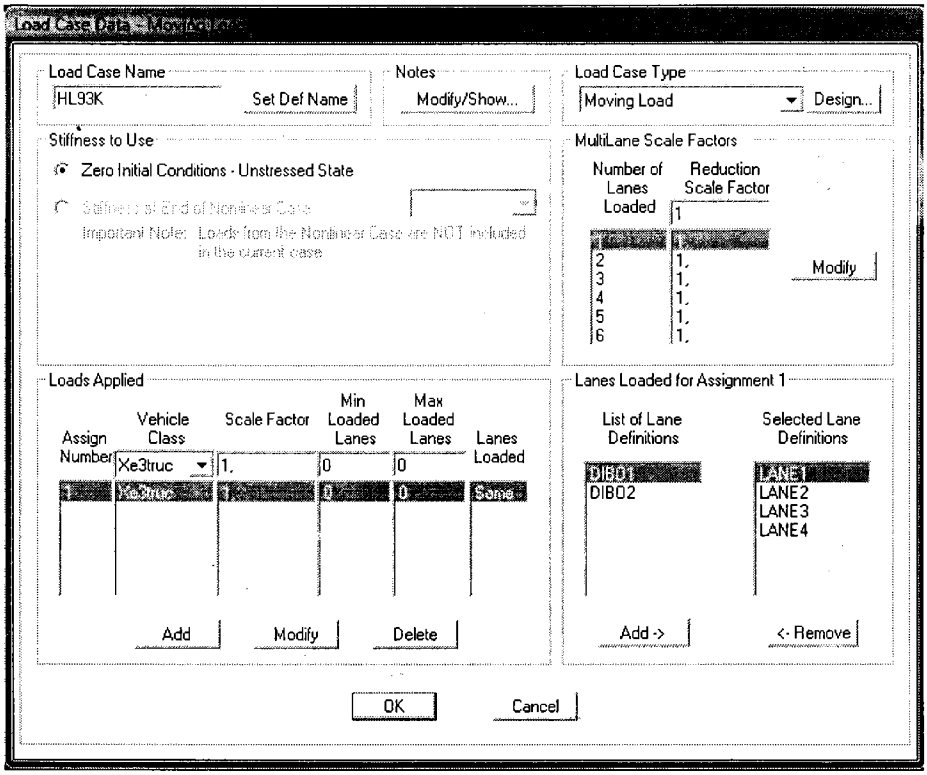
Bấm nút Add New Load Case..., hiện hộp thoại. Chọn **Moving Load** để định nghĩa trường hợp tải di động.

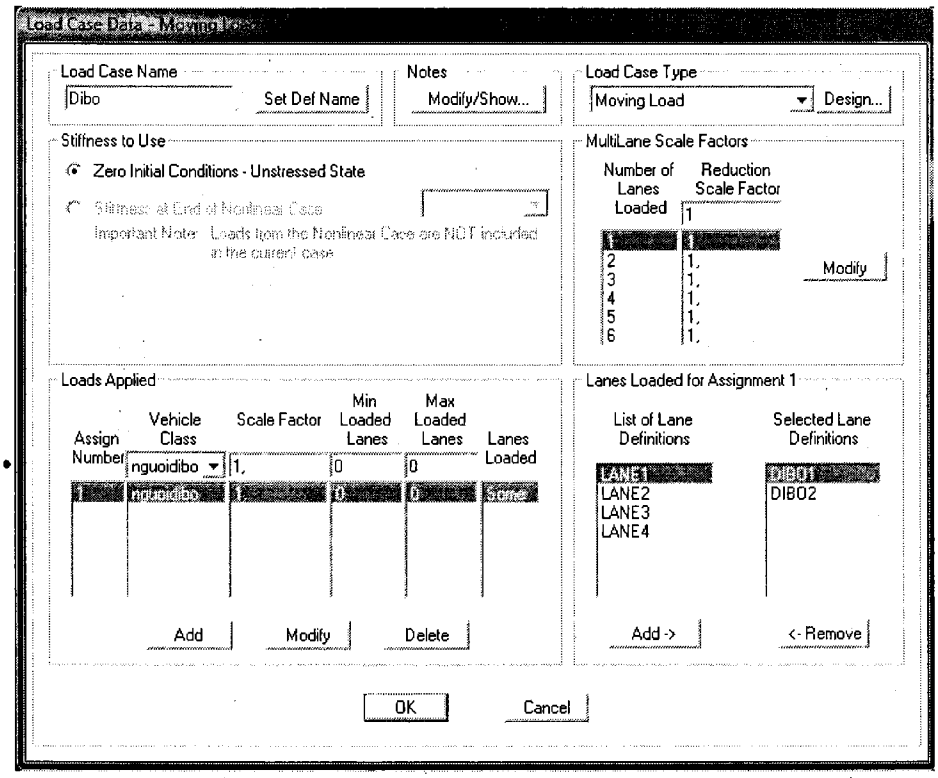
Xác định các tham số cho trường tải di động HL93M như hộp thoại sau:



Bấm OK để thoát.

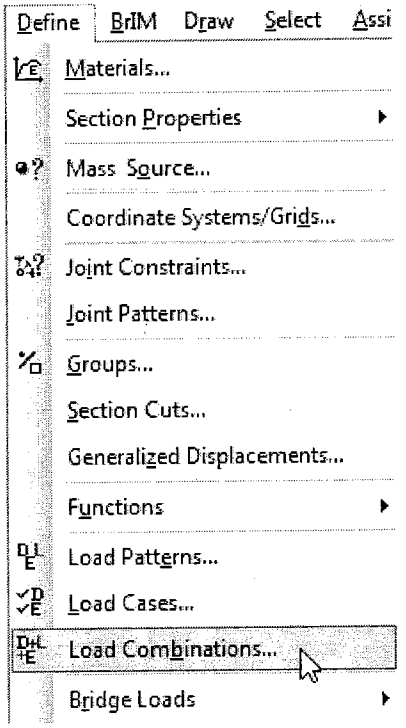
Tương tự định nghĩa các thông số cho trường hợp tải di động HL93K như hộp thoại sau:



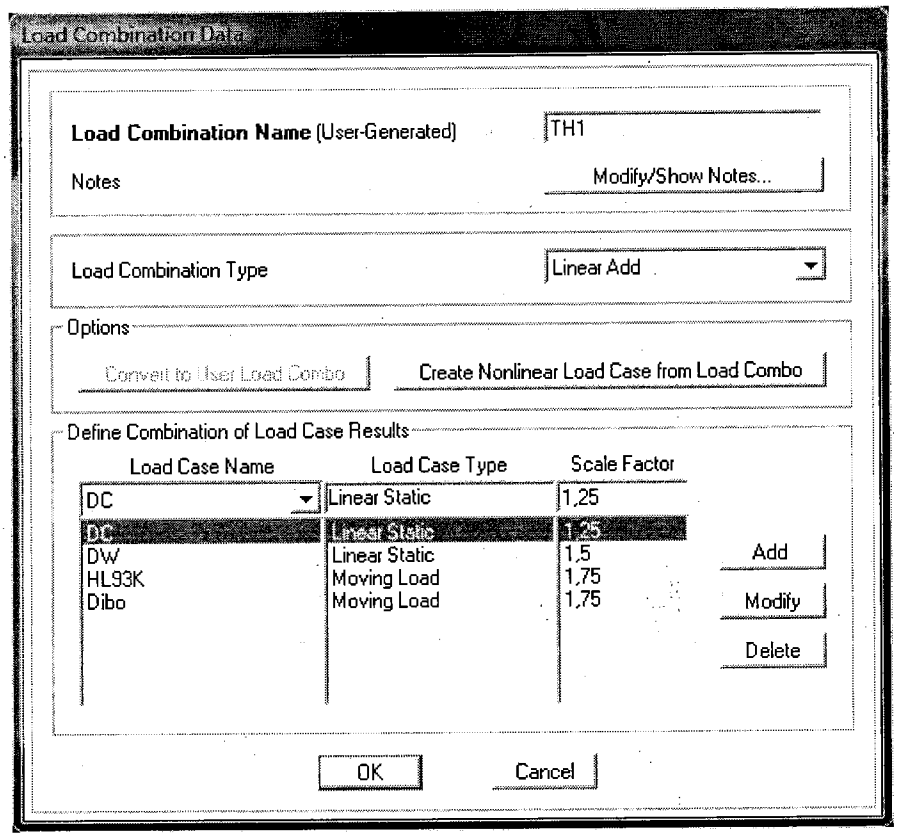


24. Định nghĩa các tổ hợp tải trọng

Vào lệnh **Define > Load Combinations...**

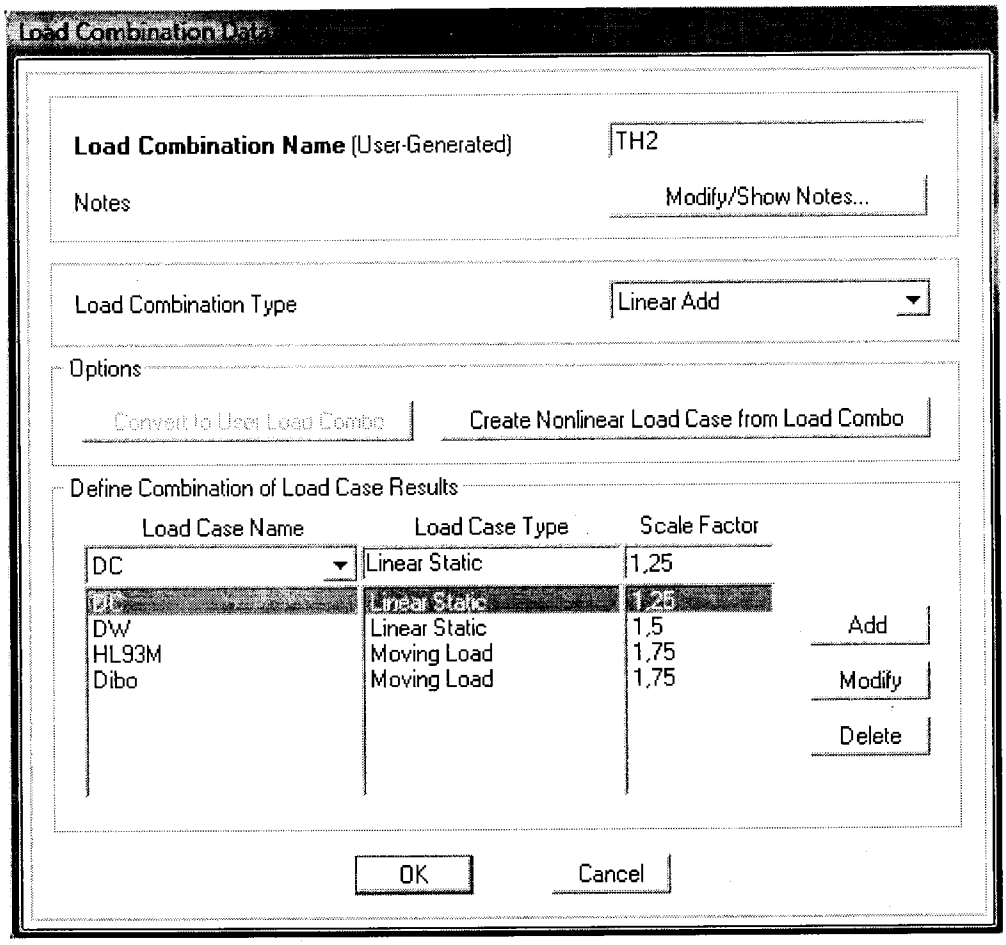


hiện hộp thoại Define Load Combinations, nhấp nút Add New Combo... hiện hộp thoại, xác định các dữ liệu cho tổ hợp CD1=1,25DC+1,5.DW+1,75HL93K+1,75.Dibo như sau:



Bấm OK, thoát hộp thoại.

Tương tự cho tổ hợp còn lại:



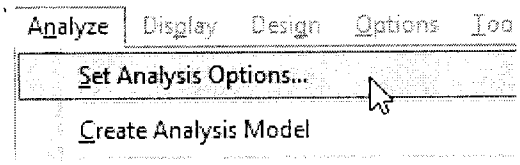
Tổ hợp cường độ 1 là bao của 2 trường hợp này.

Tương tự cho tổ hợp sử dụng nhưng hệ số là 1.

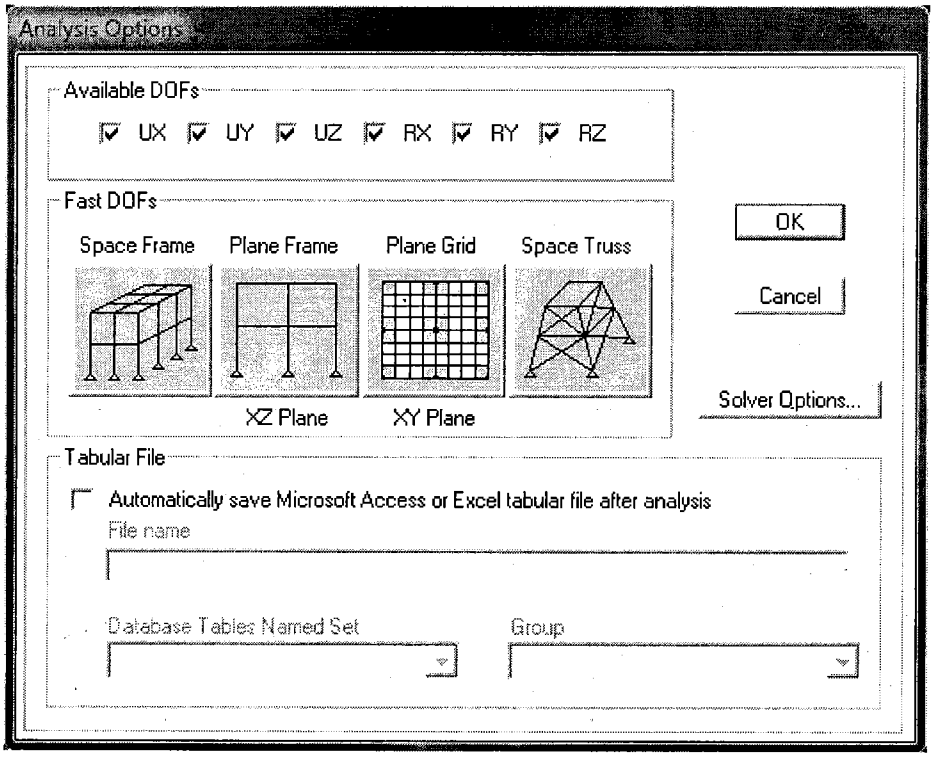
25. Chạy chương trình phân tích nội lực

- Lựa chọn trước khi phân tích: Chức năng này để lựa chọn số bậc tự do cho bài toán, các tùy chọn xuất kết quả khác.

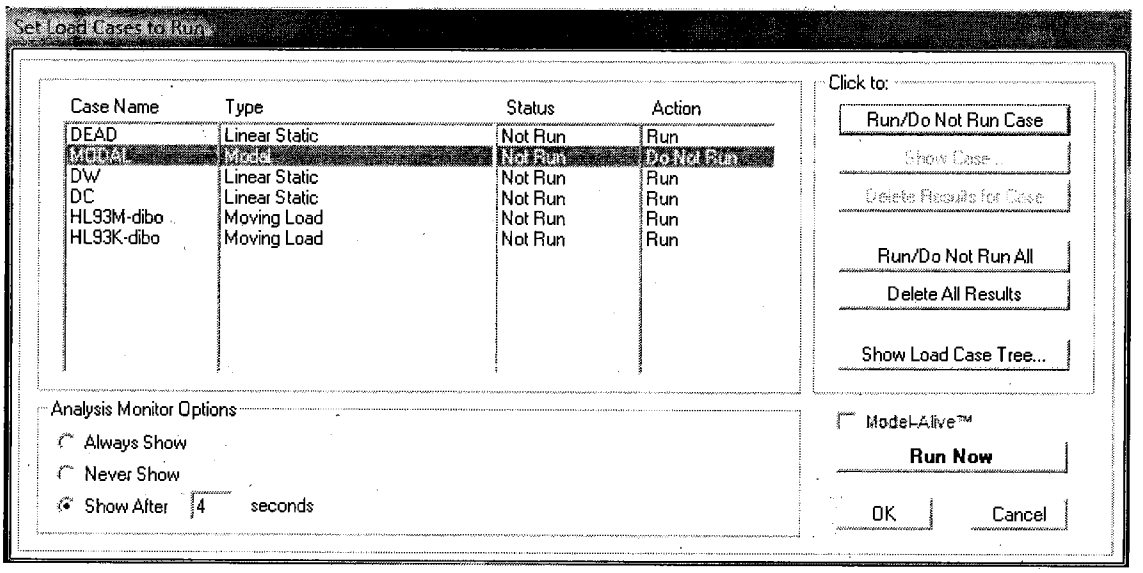
Bấm lệnh **Analyze menu > Set Analysis Options...**



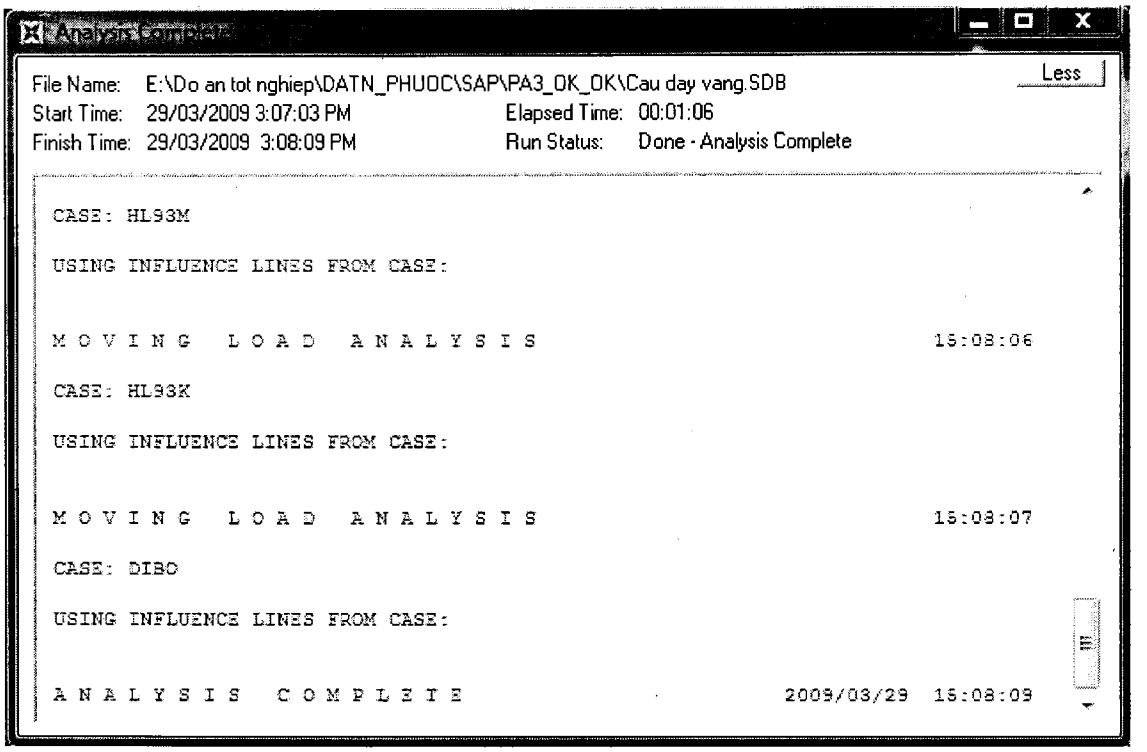
Đối với sơ đồ không gian ta chọn các thông số như hộp thoại sau:



- Bấm lệnh **Analyze menu > Run Analysis**, hiện hộp thoại:



- Bấm nút **Run Now** máy bắt đầu phân tích và hiện cửa sổ phân tích.

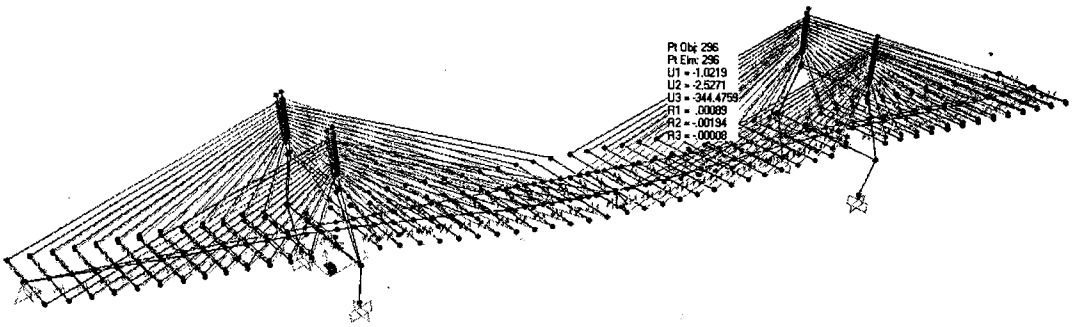


Cửa sổ phân tích hiện các thông tin phân tích, thông tin lỗi, nếu cuối cùng hiện dòng ANALYSIS COMPLETE thì chứng tỏ phân tích đã hoàn thành. Bấm OK, đóng cửa sổ sẽ hiện thị sơ đồ biến dạng trên màn hình.

C - XEM KẾT QUẢ NỘI LỰC, CHUYỂN VỊ, PHẢN LỰC

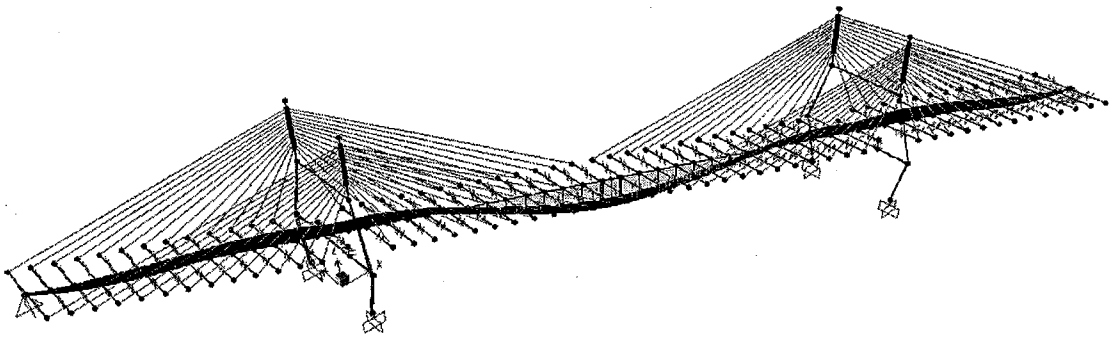
Xem biểu đồ biến dạng bấm **Display > Show Deformed Shape... (F6)**

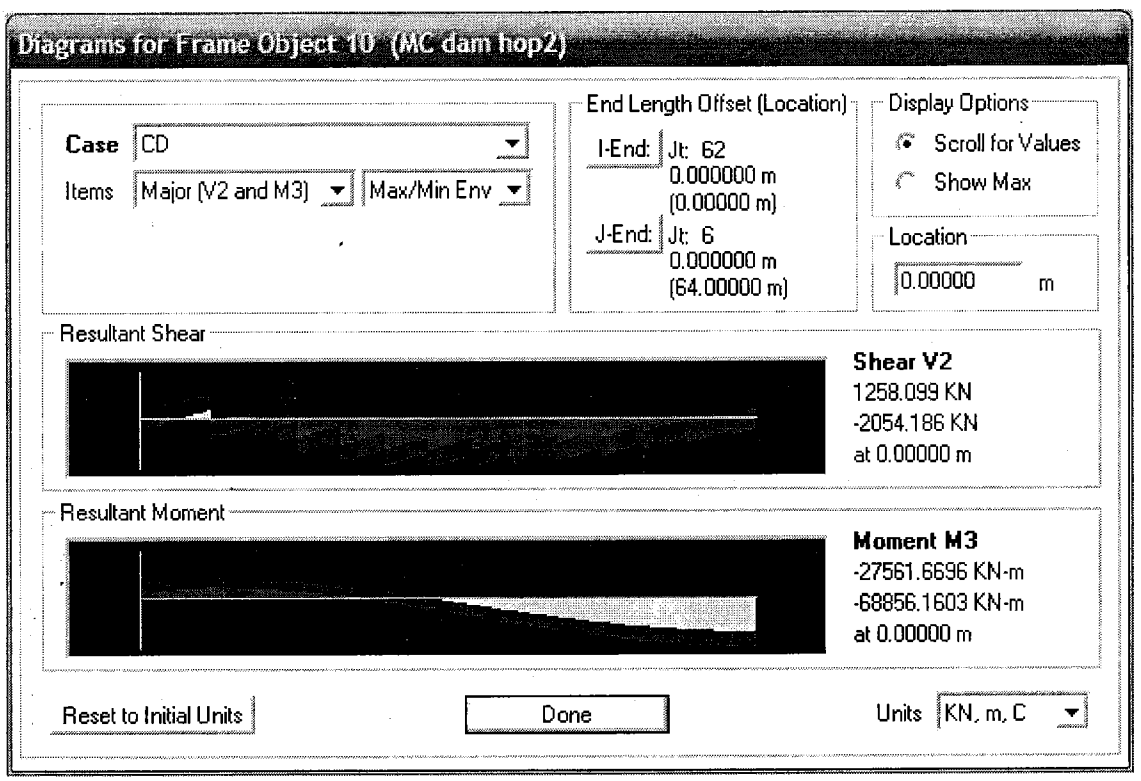
Kết quả chuyển vị đơn vị mm, TTGH sử dụng:



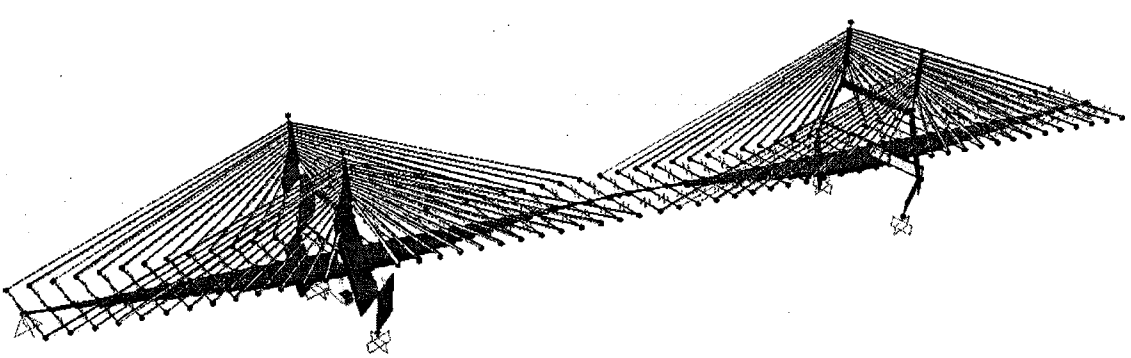
Xem biểu đồ ứng suất, momen cho từng bộ phận cầu ta bấm **Display > Show Forces/Stresses...**

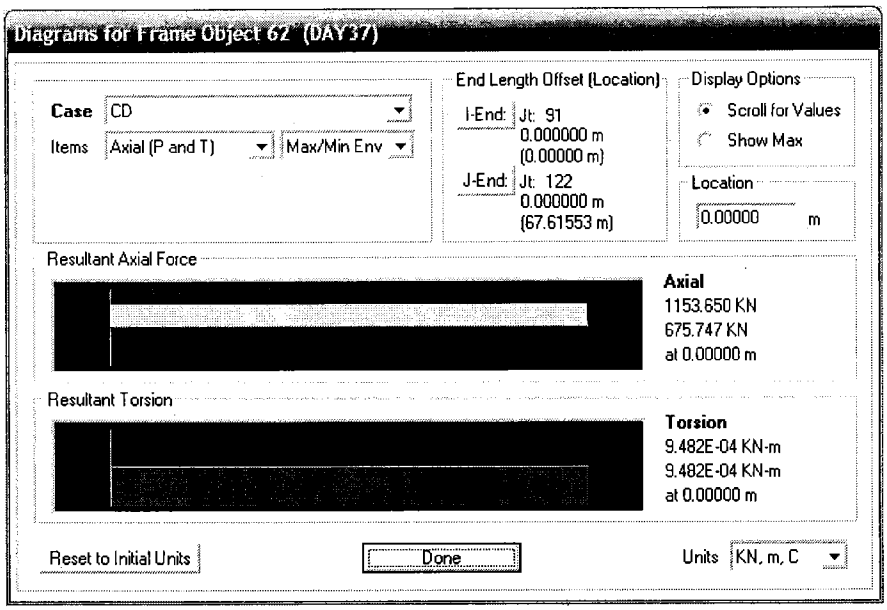
Kết quả moment 3-3, TTGH CĐ





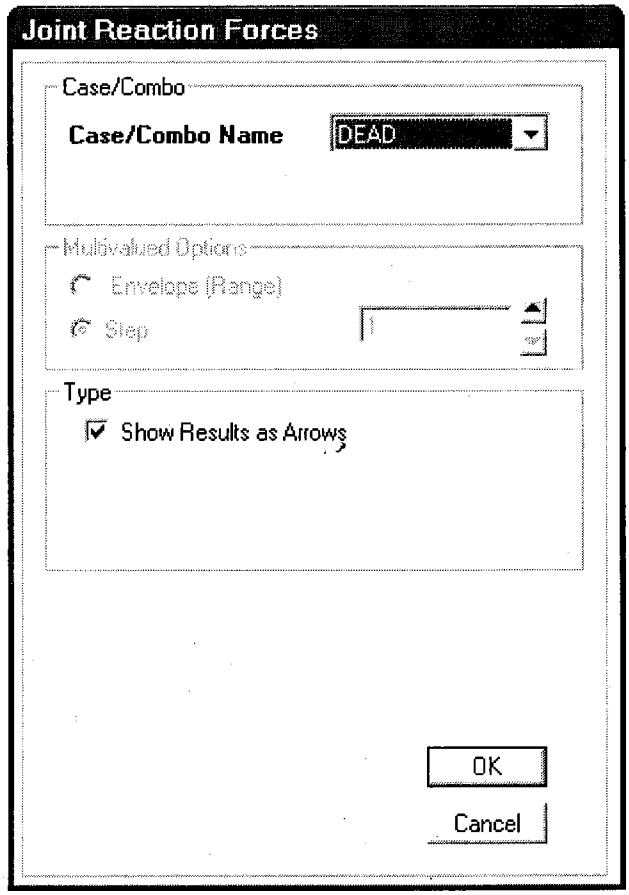
Lực dọc trên cáp:





- Để xem giá trị chuyển vị hay lực cắt, momen cho từng vị trí cụ thể ta click chuột phải vào đối tượng đó, SAP2000 sẽ hiển thị các kết quả tương chi tiết tại từng vị trí.

- Vào lệnh **Display menu > Show Forces/Stresses > Joints** hiển thị hộp thoại xem kết quả phản lực tại các liên kết.



Chương 9
GIỚI THIỆU MENU SAP2000/BRIDGE

9.1- GIỚI THIỆU CHUNG VỀ SAP2000/BRIDGE

SAP2000/Bridge là một chương trình phân tích và thiết kế kết cấu cầu. Những cầu dù có phức tạp đến đâu cũng được chương trình SAP2000/Bridge phân tích và thiết kế một cách có hiệu quả và mang tính chuyên nghiệp cao.

Khi dùng SAP2000/Bridge, người kỹ sư có thể dễ dàng mô hình một cây cầu phức tạp về mặt hình học, điều kiện biên và tải trọng. Mô hình cầu được định nghĩa thông qua các tham số như phát thảo tim cầu (layout lines), nhịp cầu (spans), gối cầu (bearings), Mố cầu (abutments), Trụ cầu (bents), Khớp (hinges), và cáp dự ứng lực (post-tensioning). Chương trình tạo ra các thanh, tấm hay đối tượng khối để tự động cập nhật mô hình cầu khi các tham số người dùng nhập vào thay đổi.

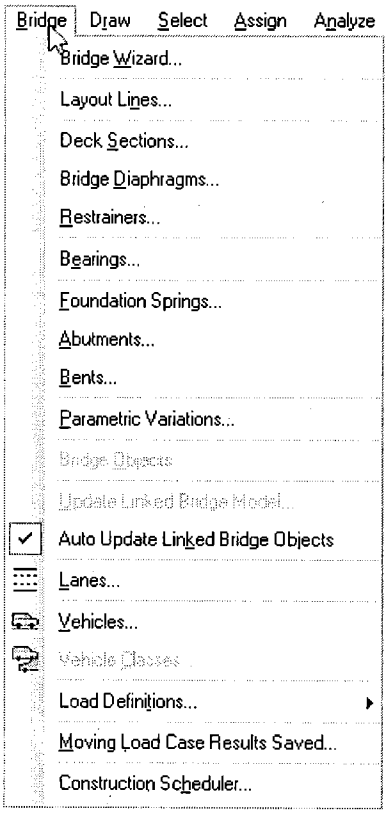
SAP2000/Bridge Design cho phép thiết kế nhanh chóng các cấu kiện cầu bằng thép hay bằng bê tông cốt thép. Các mô hình tham số cho phép người dùng xây dựng mô hình cầu phức tạp hay đơn giản một cách có hiệu quả. Làn xe và xe có thể được định nghĩa nhanh chóng và bao gồm nhiều hiệu ứng. Chương trình cũng cho phép lên tiến độ thi công theo giai đoạn với sơ đồ ngang (Gantt).

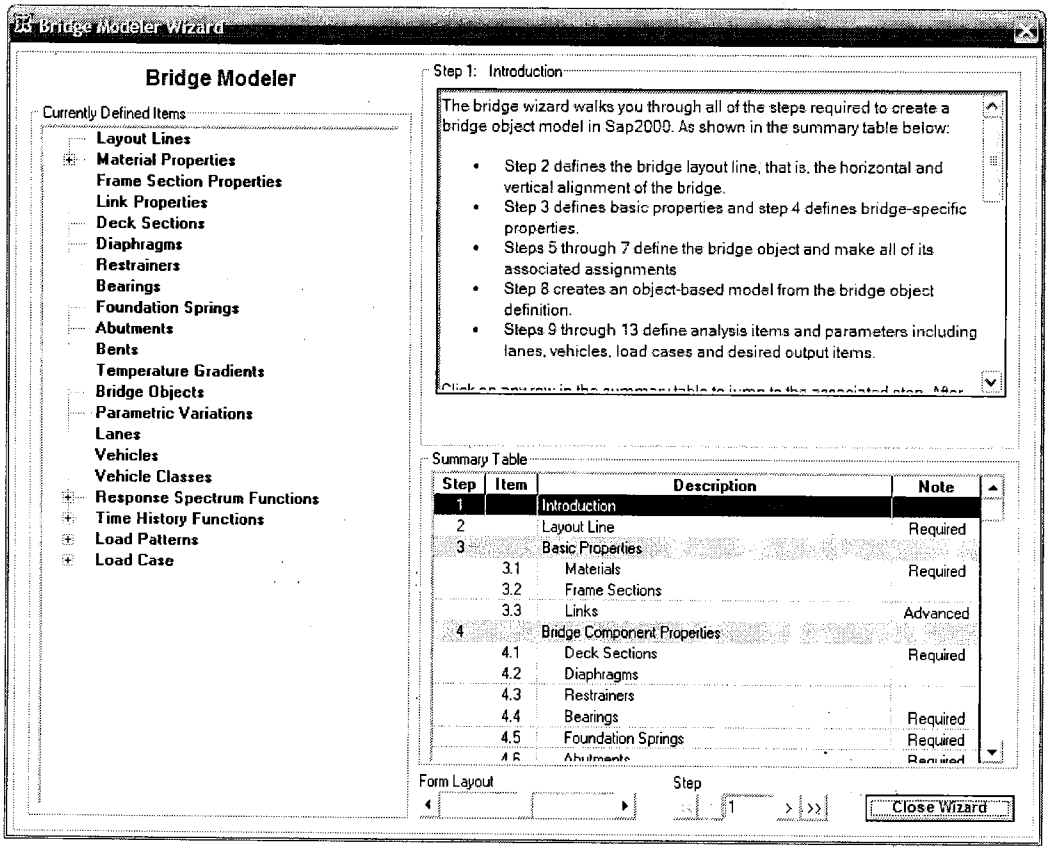
Modun SAP2000/Bridge chạy trên SAP2000 Plus hoặc Advanced của phiên bản SAP2000. Nó bao gồm nhiều bước để tạo ra một cầu hoàn chỉnh.

Toàn bộ SAP2000/Bridge Design được tích hợp trong thuật toán phân tích SAPFire, bao gồm giai đoạn thi công, phân tích từ biến, co ngót, độ căng, chùng của cáp, các phân tích phi tuyến như (P-delta và chuyển vị lớn), vật liệu phi tuyến (kết cấu nhịp, gối, đất…), phân tích động đất. Tất cả đã được đưa vào chương trình phân tích. Thêm vào đó SAP2000/Bridge sử dụng quy trình thiết kế AASHTO-LRFD phiên bản mới nhất để thiết kế kết cấu nhịp và thiết kế động đất.

Chương này nhằm giới thiệu tổng quan về SAP2000/Bridge để thiết kế cầu dầm hộp và cầu dầm bê tông dự ứng lực. Mục 9.2 trình bày các bước cơ bản mô hình cầu. Mục 9.3 giải thích cách xếp tải, bao gồm các phần quan trọng như làn, định nghĩa xe, lớp xe và tải trọng xe. Mục 9.4 đi vào phân tích và thiết kế.

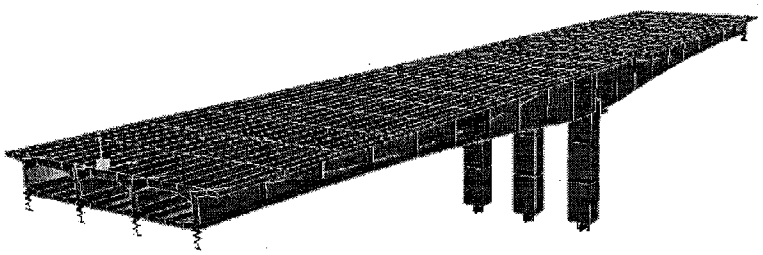
Các bạn nên đọc trước tài liệu "Watch & Learn" Series™ của SAP2000, tài liệu này bạn có thể dễ dàng tìm được trên website, http://www.csiberkeley.com. Hơn nữa bạn có thể đọc thêm các thông tin trên menu Help của chương trình.





9.2- CẦU DẦM HỘP BÊ TÔNG CỐT THÉP

Mục này trình bày từng bước tạo mô hình cầu dùng menu SAP2000/Bridge. Mô hình ví dụ xem trong hình 9.1, chương này sẽ trình bày từng bước tạo mô hình cầu dầm hộp BTCT dự ứng lực.



Hình 9.1: *Mô hình 3D cầu dầm hộp bêtông cốt thép*

9.2.1. Mô hình ví dụ

Ví dụ cầu gồm có 2 nhịp bằng dầm hộp bê tông cốt thép dự ứng lực với các đặc điểm như bên dưới:

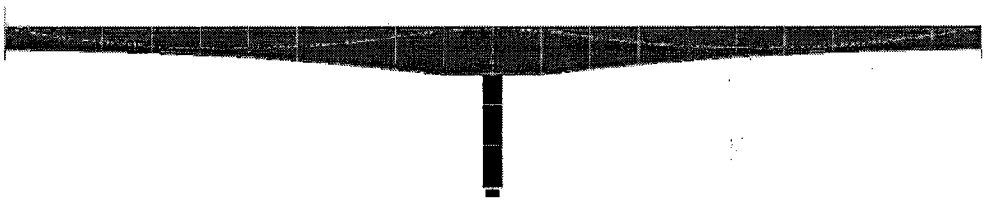
Mố: Mố cầu xiên góc 15 độ và được nối vào đáy dầm hộp.

Dự ứng lực: Cầu dầm hộp dự ứng lực với 4 tao cáp 5.0in^2 (≈160 cm^2) (trên mỗi dầm), lực kích là 1,080 kips (≈4800 kN) mỗi tao.

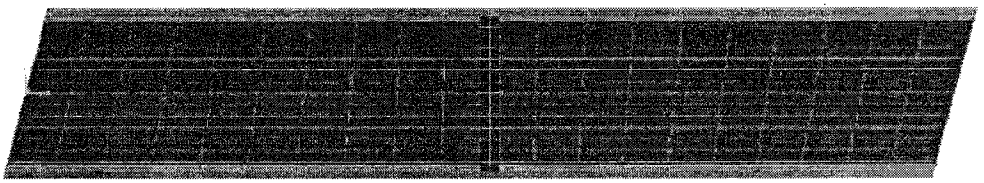
Trụ cầu: Đài trụ là cột hình vuông cao 5 feet (≈ 1,5m).

Bản mặt cầu bằng dầm hộp BTCT cao 5 feet (≈ 1,5m). Chiều cao theo quy luật parabolic cao 5 feet (≈ 1,5m) tại vị trí mố 10 feet (≈ 3m) ở trụ.

Nhịp cầu: gồm 2 nhịp mỗi nhịp dài 100 feet. (≈ 30m)



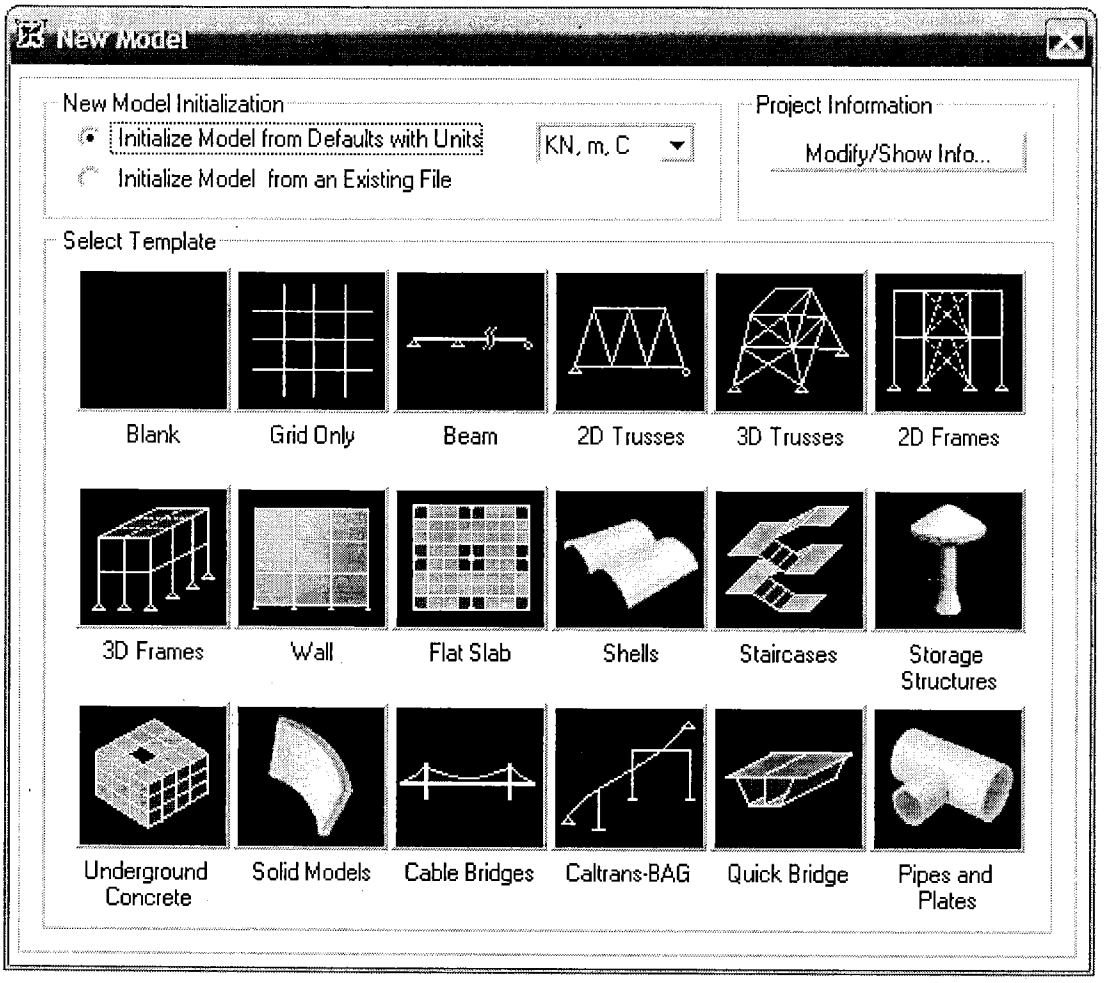
Hình 9.2: *Mặt đứng cầu*



Hình 9.3: *Mặt bằng cầu*

9.2.2. Bắt đầu một mô hình mới

1. Click vào lệnh **File menu > New Model** được hộp thoại như hình bên dưới. Trong ví dụ này, ta lựa chọn đơn vị là kN, m, C.

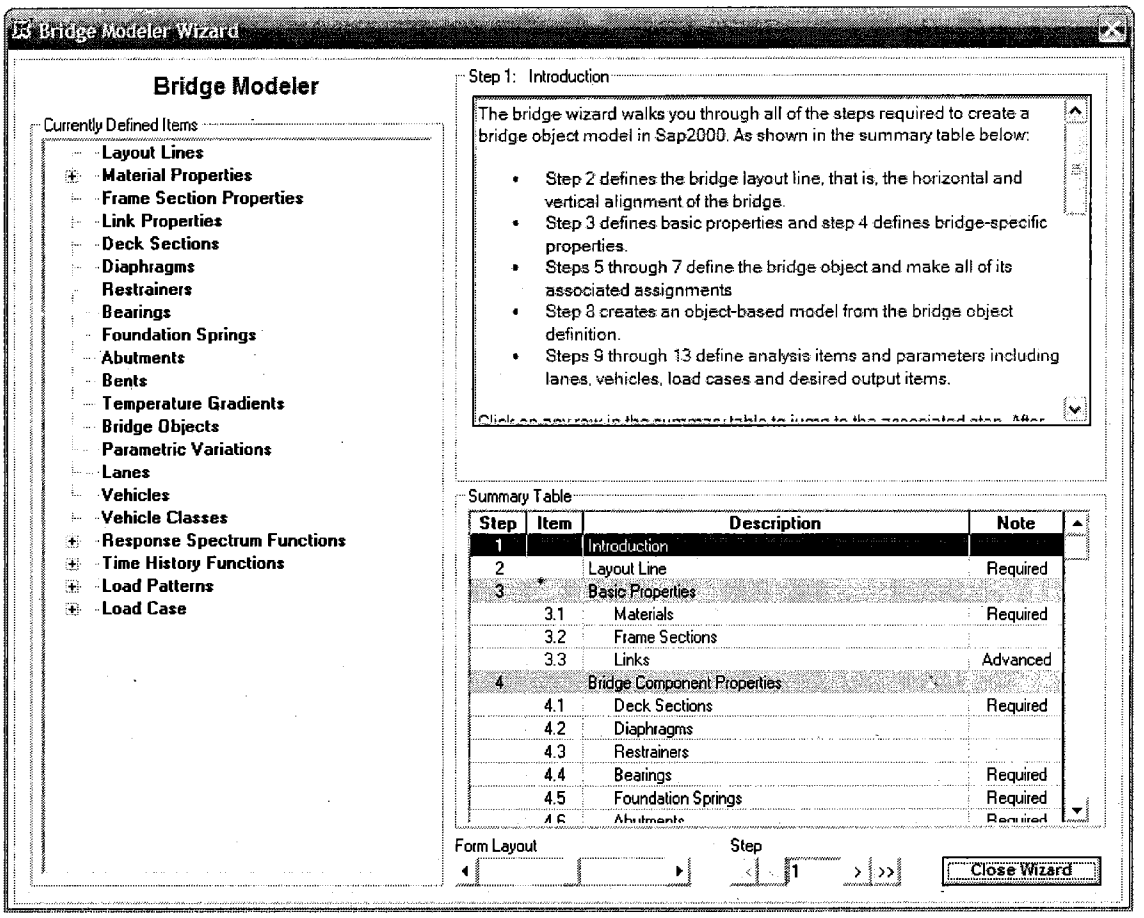


Hình 2.4:

2. Click nút **Blank**. Để mặc định, 2 cửa sổ SAP2000 sẽ hiển thị. Chúng ta thường sử dụng một cửa sổ lớn trong quá trình mô hình. Click vào lệnh **Options menu > Windows > One** hoặc kích vào nút **Close** để đóng bớt một cửa sổ, còn lại một cửa sổ lớn trên màn hình với hệ trục tọa độ global hiện hành.

3. Click lệnh **Options menu > Request Module License** và chọn vào mục Bridge. Nếu không chọn mục này thì menu Bridge sẽ bị ẩn và khi đó không thể dùng nó được.

4. Click lệnh **Bridge menu > Wizard** để vào Bridge Wizard như hình bên dưới.



Hình 9.5: SAP2000/Bridge Wizard

Trình đơn này có thể được sử dụng như một quyển sách hướng dẫn để từng bước tạo mô hình. Thêm vào đó, các lệnh khác trong menu Bride có thể sử dụng để tạo một mô hình cầu.

9.2.3. Menu Bridge

Với menu Bridge dẫn dắt người dùng từng bước tạo mô hình bằng SAP2000/ Bridge. Những bước cơ bản để mô hình cầu được cho như sau:

- ✓ Bước 2: Layout Lines: Định nghĩa đường layout, đường nằm ngang và thẳng đứng của cầu.
- ✓ Bước 3: Basic Properties: Định nghĩa những tính chất cơ bản
- ✓ Bước 4: Bridge Component Properties: Định nghĩa những tính chất khác của cầu.
- ✓ Bước 5: Bridge Object Definition, Step 6 Parametric Variation Definitions, và Step 7 Bridge Object Assignments: Định nghĩa các đối tượng của cầu và tất cả các tham số lien quan.

- ✓ Bước 8: Update Linked Model: Tạo ra một mô hình cầu từ những định nghĩa trước đó.
- ✓ Bước 9: Lane and Vehicle Definitions, Step 10 Function Definitions, Step 11 Load Case Definitions và Step 13 Moving Load Case Results Saved: Định nghĩa các tham số phân tích, bao gồm làn xe, xe, tải trọng, và các tham số xuất ra.

Click vào các mũi tên trên bảng để đến bước cần thực hiện. Sau khi bạn kích chọn trong bản này, các phím lên và xuống có thể sử dụng để di chuyển tới hay di chuyển lui các bước với nhau. Người dùng có thể từng bước sử dụng các nút trên bảng như: di chuyển về bước đầu tiên (<<), bước ngay trước (<), bước tiếp theo (>) hoặc bước cuối cùng (>>). Nhập một số tên bước vào hộp điều khiển và nhấn phím Enter để di chuyển đến bước đó. Góc nhìn thứ 3 bên trái cho thấy việc định nghĩa mô hình.

Mỗi bước trong trình đơn Bridge (loại trừ bước 1 Introduction), một nút xuất hiện ngay phía dưới bảng. Click vào nút này sẽ đi cụ thể vào từng bước trong công tác thiết kế. Tùy từng trường hợp, đôi lúc nút này không hiển thị. Sự cố này xảy ra khi bước thiết kế này không hoàn thành, ví dụ như:

- ✓ Một đường thẳng định tuyến cầu và bản mặt cầu phải được định nghĩa trước khi định nghĩa cầu.
- ✓ Một đường thẳng định tuyến cầu hoặc một dầm cầu phải có trước khi định nghĩa làn xe.
- ✓ Trong bước thứ 7, một danh sách kéo xuống của Bridge Object xuất hiện bên dưới của bảng danh sách này được sử dụng để gán những thông tin cho cầu

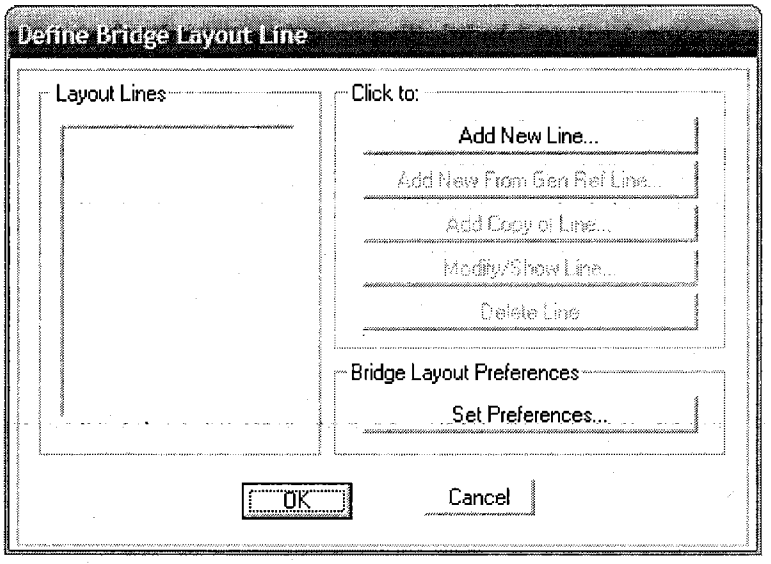
9.2.4. Đường tim cầu

Bước đầu tiên để tạo một mô hình cầu là định nghĩa một đường tim cầu. Đường tim cầu thường là đường thẳng sử dụng để định nghĩa cho chiều ngang và chiều đứng của cầu cũng như số làn xe. Đường tim cầu phải được định nghĩa chính xác để sử dụng cho việc định nghĩa vị trí của mố, trụ, vị trí tao cáp trong dầm… đường tim cầu có thể là đường thẳng, đường cong cũng có thể cong xoắn ốc nếu cần (trên mặt bằng) trên mặt đứng là đường parabol.

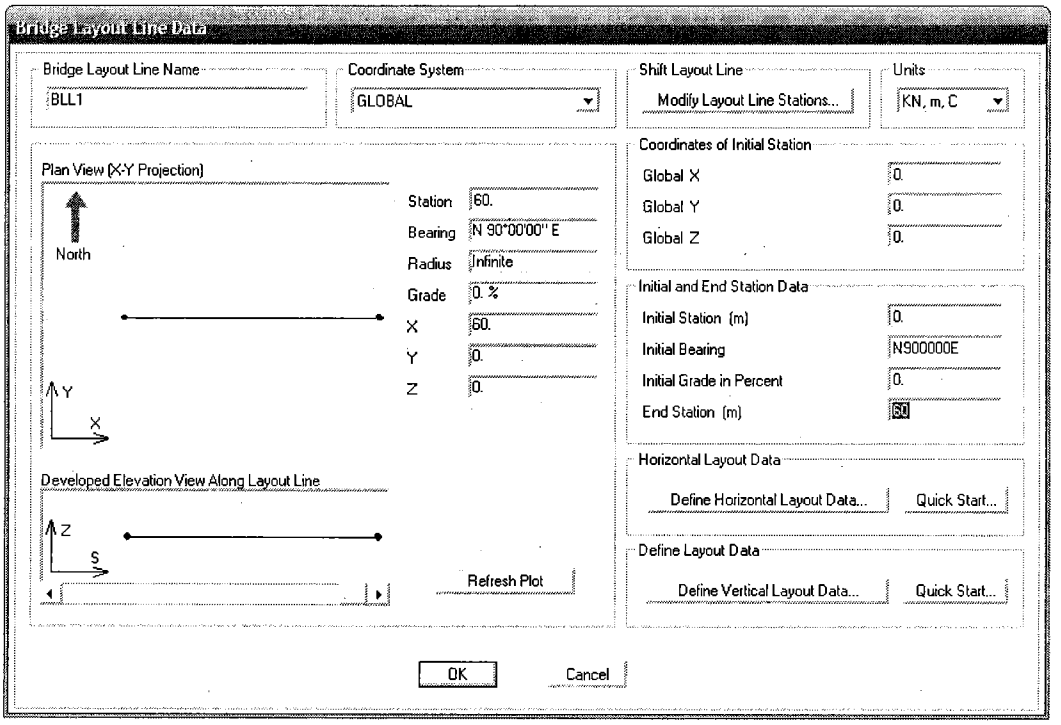
Người thiết kế có thể định nghĩa nhanh đường tim cầu bằng các tùy chọn Quick Start. Sau khi định nghĩa xong đường tim cầu, bạn có thể hiệu chỉnh nếu thấy cần thiết.

Để mô hình cầu, ít nhất phải định nghĩa được đường tim cầu và mặt cắt bản mặt cầu sau đó mới tới định nghĩa đối tượng cầu. Vì vậy, một đường tim cầu phải được định nghĩa trước khi định nghĩa làn xe.

1. Trên Bridge Wizard, click bằng 2 cách 2 Layout Line và **Define/Show Layout Lines** nút (hoặc kích vào **Bridge menu > Layout Lines**) xuất hiện hộp thoại **Define Bridge Layout Line**.



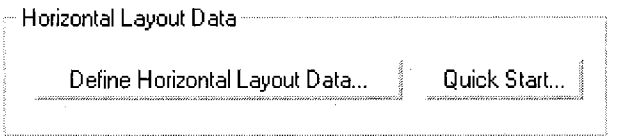
2. Click nút **Add New Line** sẽ xuất hiện hộp thoại **Bridge Layout Line Data** như hình 9.6. Tốt hơn, người thiết kế nên chọn trục cầu theo hướng West/East. Hướng cầu là từ trái sang phải trên màn hình SAP2000/Bridge, điều này tạo được cảm giác dễ dàng trong hoạt động mô hình. SAP2000/Bridge có góc nhìn như sau.



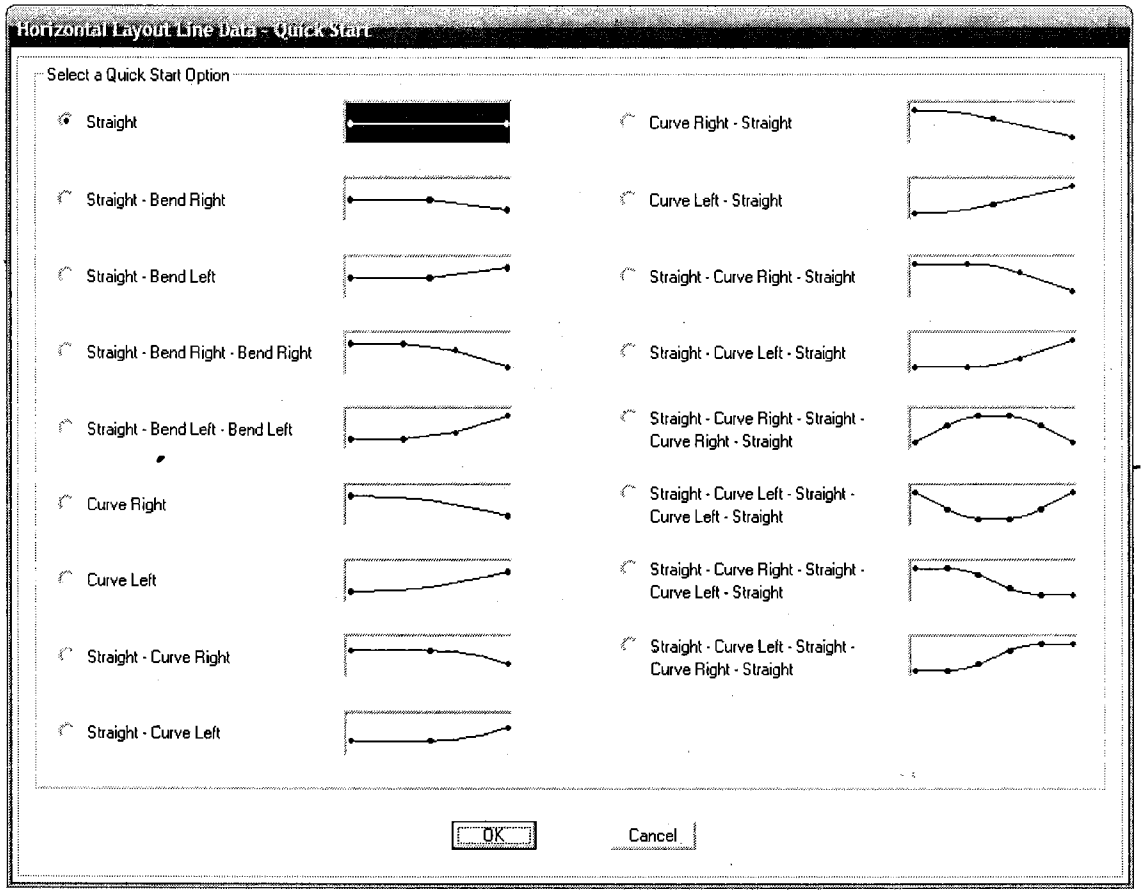
Hình 9.6: *Nhập dữ liệu đường tim tuyến*

3. Nhập 60 vào **End Station** trong khu vực **Initial and End Station Data**. Xem lại và đối chiếu với đề bài ví dụ có 2 nhịp mỗi nhịp 30m vì vậy tổng chiều dài là 60m.

4. Click nút **Horizontal Layout Data Quick Start**. Nút **Quick Start** có thể được sử dụng để nhanh chóng định nghĩa một đường tim cầu và sau đó đường tim cầu này có thể được hiệu chỉnh khi cần thiết. Ít nhất một đường tim cầu và một bản mặt cầu phải được định nghĩa trước khi định nghĩa cầu và đương nhiên phải có một đường tim cầu trước khi làn xe được định nghĩa.

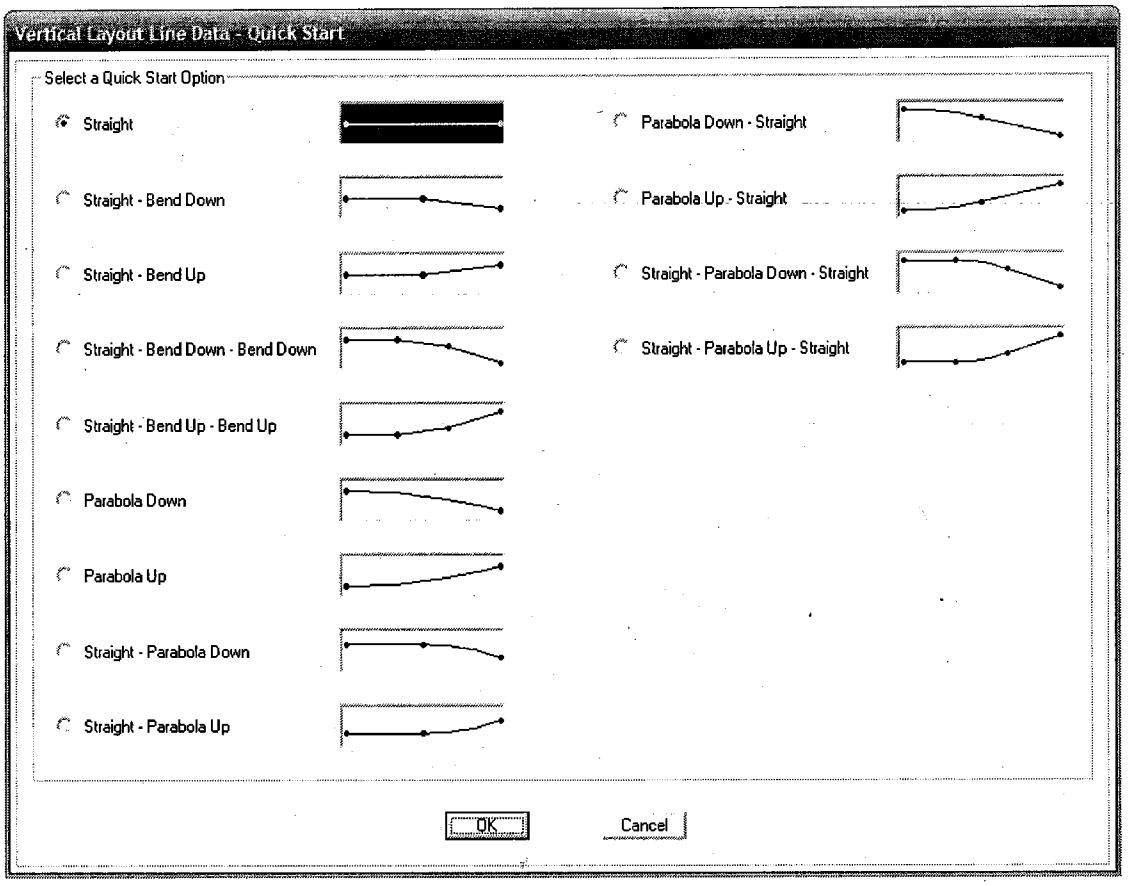


5. Trong ví dụ này, lựa chọn tùy chọn **Straight**.



Hình 9.7: *Hhộp thoại Quick Start để nhập dữ liệu đường tim cầu.*

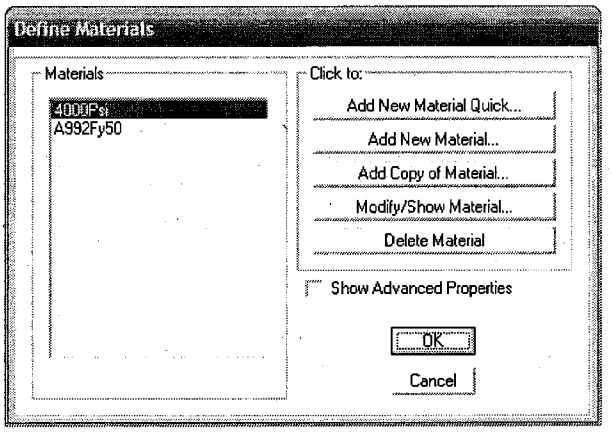
Trong **Vertical Layout Data Quick Start**, ta cũng định nghĩa tương tự:



9.2.5. Định nghĩa các tính chất vật liệu

Trong SAP2000, tính chất của vật liệu có thể được định nghĩa bất cứ lúc nào người thiết kế cần, hoặc cũng có thể định nghĩa trước, có một vài vật liệu đã được định nghĩa trước trong SAP2000, ta cũng có thể sử dụng các vật liệu này như là mẫu để định nghĩa các vật liệu thiết kế.

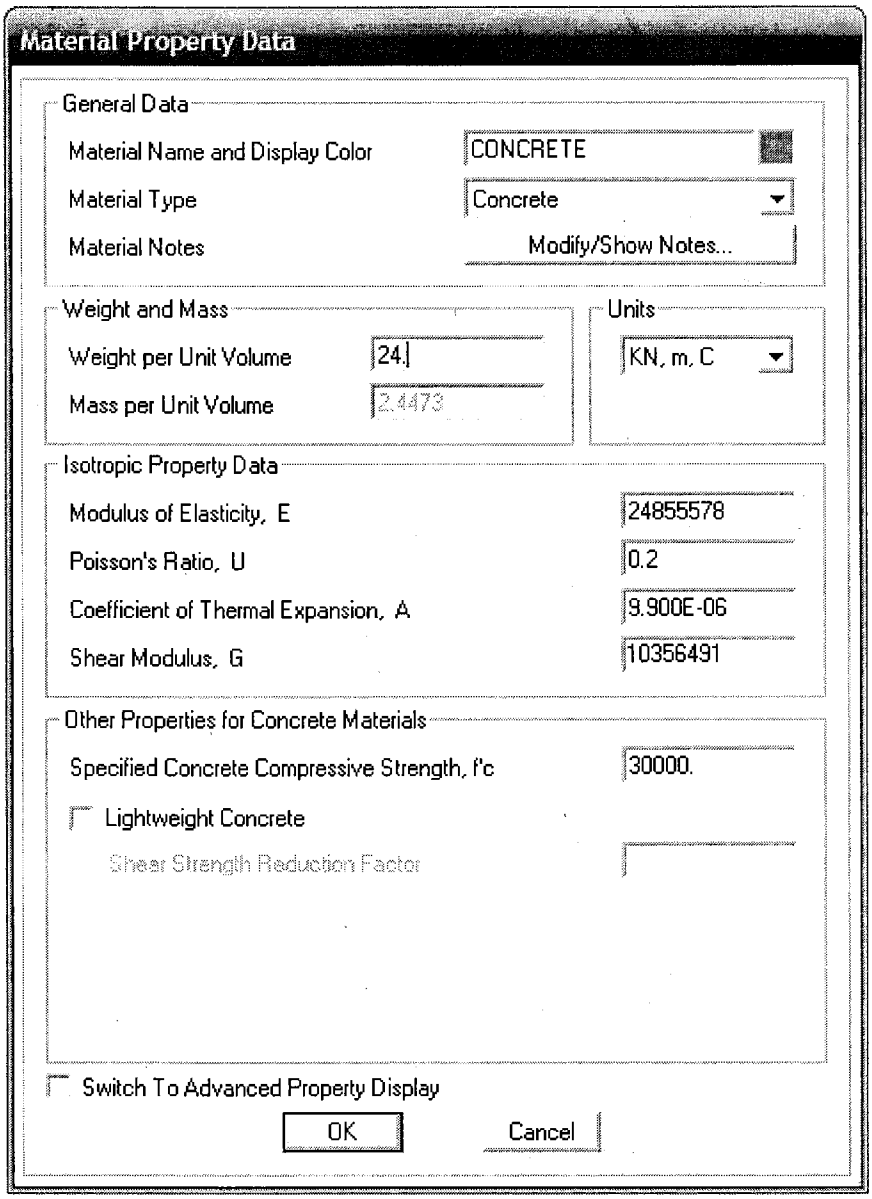
Tính chất của vật liệu được sử dụng để định nghĩa tính chất mặt cắt dầm và định nghĩa tính chất mặt cắt bản mặt cầu.



Nhấn vào nút **Add New Material...** để định nghĩa vật liệu mới. Với vật liệu là bê tông (CONCRETE) các thông số chính phải được định nghĩa trong phần này bao gồm:

- Khối lượng trên một đơn vị thể tích;
- Mô đun đàn hồi (E);
- Hệ số Poatxong (U);
- Hệ số giãn nở nhiệt (A);
- Cường độ chịu nén của bê tông sau 28 ngày (f'_c).

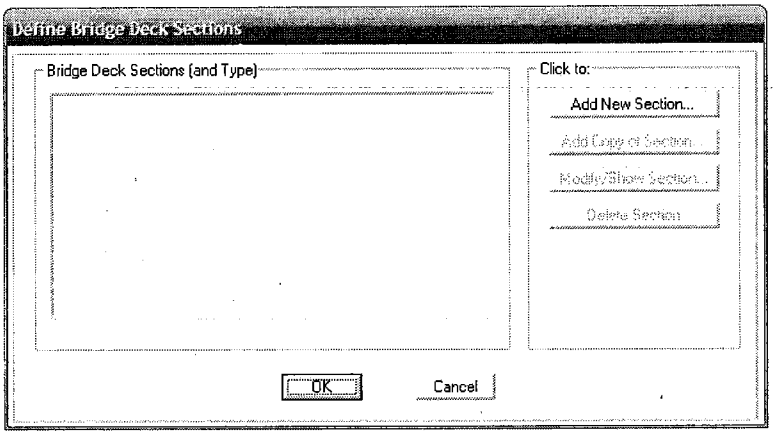
Các tham số được định nghĩa như trong hộp thoại bên dưới:



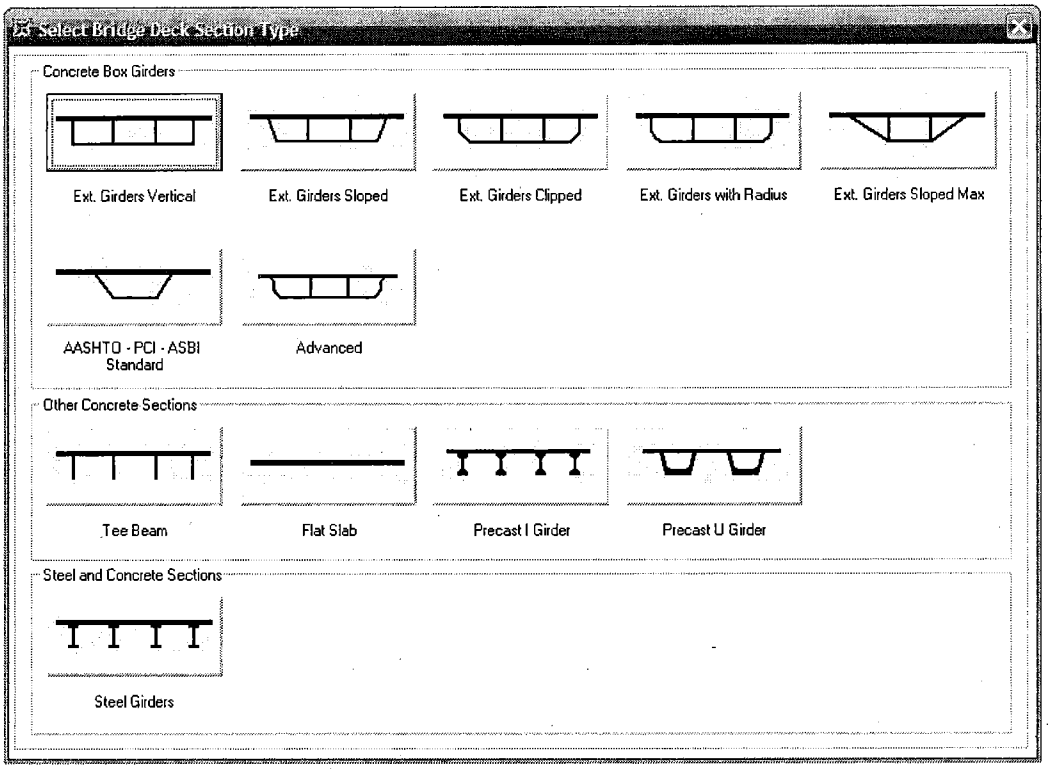
9.2.6. Mặt cắt bản mặt cầu

Mặt cắt ngang bản mặt cầu sử dụng định nghĩa kết cấu nhịp. Mặt cắt thay đổi cũng có thể định nghĩa được, bao gồm dầm hộp bê tông cốt thép, bản mặt cầu bê tông cốt thép bản, dầm bê tông dự ứng lực, và bản mặt cầu dầm thép.

Click vào mục 4.1 **Deck Section** trên trình đơn **Bridge modeler Wizard** (hoặc dùng lệnh **Bridge menu > Deck Section**) để hiển thị các kiểu mặt cắt bản mặt cầu, được xem trong hình 9.8.



Nhấn nút **Add New Section…**

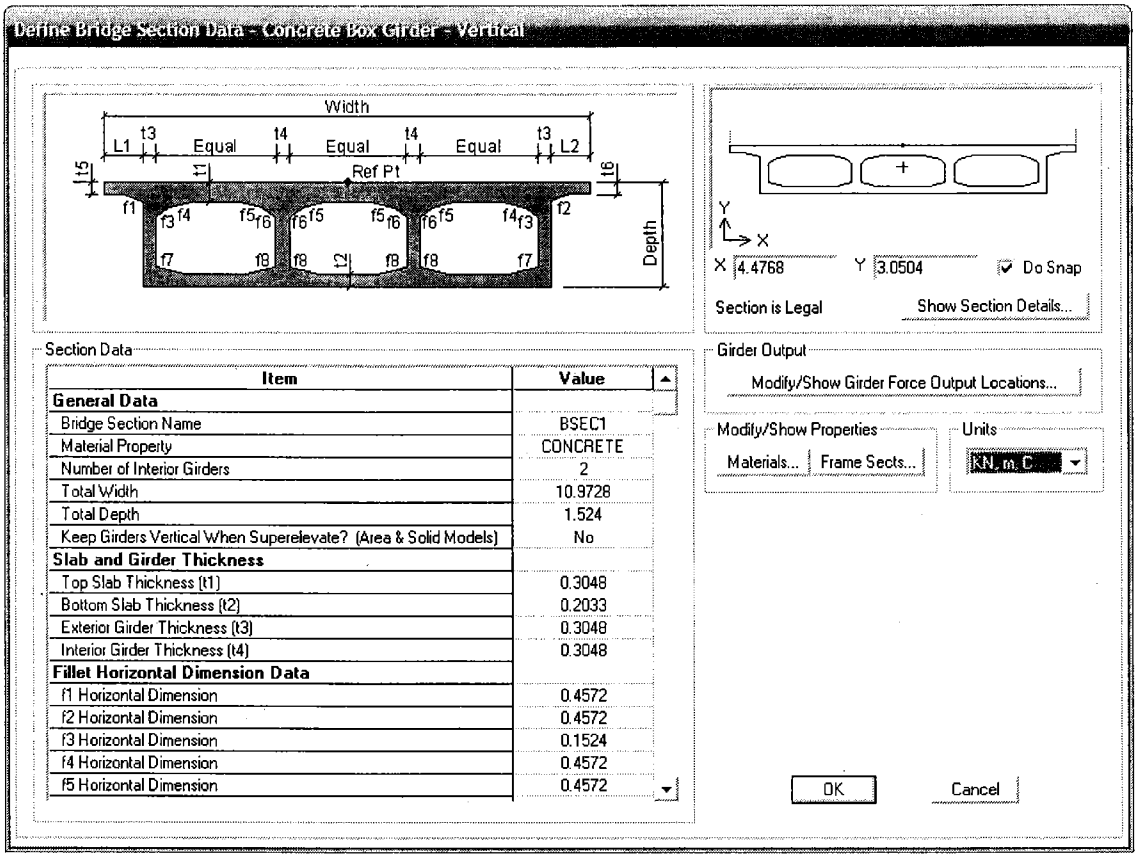


Hình 9.8: *Lựa chọn mặt cắt cầu*

Trong ví dụ này, chọn mặt cắt hộp bê tông cốt thép.

Click nút **Ext. Girders Vertical** phía dưới bên trái của hộp thoại Select Bridge Deck Section Type. Ở đây hiển thị hộp thoại Define Bridge Section Data: Concrete Box Girder Vertical xem trong hình 9.9.

Hộp thoại Define Bridge Section Data được sử dụng để định nghĩa tính chất của vật liệu và kích thước hình học của mặt cắt. Sau khi định nghĩa được mặt cắt, nó có thể được sử dụng trong Bridge Object (xem Bridge Object, bước 7 trên trình đơn Bridge Wizard).



Hình 9.9: *Nhập tính chất mặt cắt ngang*

9.2.7. Bridge Object

Tối thiểu một đường tim cầu và một mặt cắt cầu phải được định nghĩa trước khi định nghĩa bước này. Định nghĩa Bridge Object là một phần chính của môđun SAP2000/Bridge. Bước này bao gồm những thông số sau:

- ✓ Nhịp cầu phải được định nghĩa.
- ✓ Mặt cắt cầu phải được gán cho mỗi nhịp.

✓ Tham số mặt cắt cầu thay đổi cũng được gán cho mỗi nhịp.

✓ Mố cầu, bao gồm góc xiên cũng được định nghĩa cho mỗi cầu.

✓ Trụ cầu, bao gồm góc xiên cũng được định nghĩa tại mỗi vị trí.

Dầm ngang, bao gồm góc xiên cũng được định nghĩa cho mỗi nhịp

✓ Các liên kết bao gồm góc xiên cũng được định nghĩa cho mỗi nhịp.

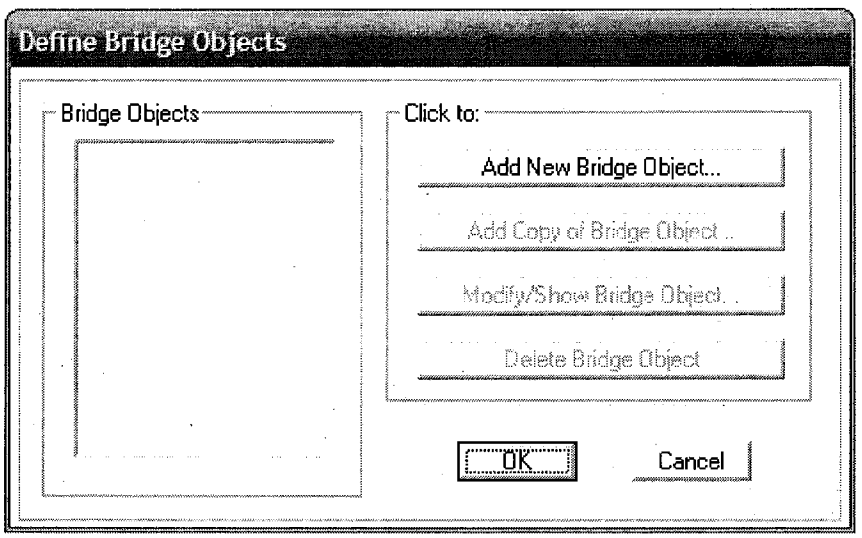
✓ Thêm vào đó các điểm riêng biệt cũng được định nghĩa.

✓ Nhập cao độ siêu cao.

✓ Nhập cáp dự ứng lực.

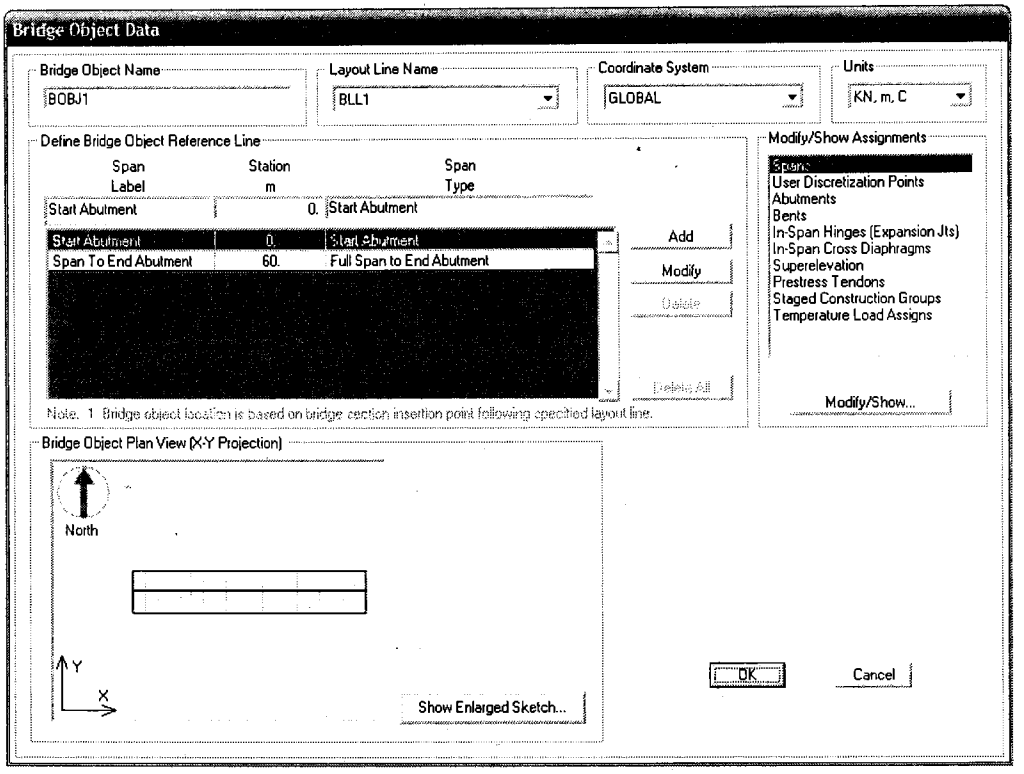
✓ Nhập nhóm giai đoạn thi công cầu.

1. Trên trình đơn Bridge, lựa chọn mục 5 Bridge Object và click vào nút **Add New Bridge Object** (hoặc click lệnh **Bridge menu > Bridge Object**).

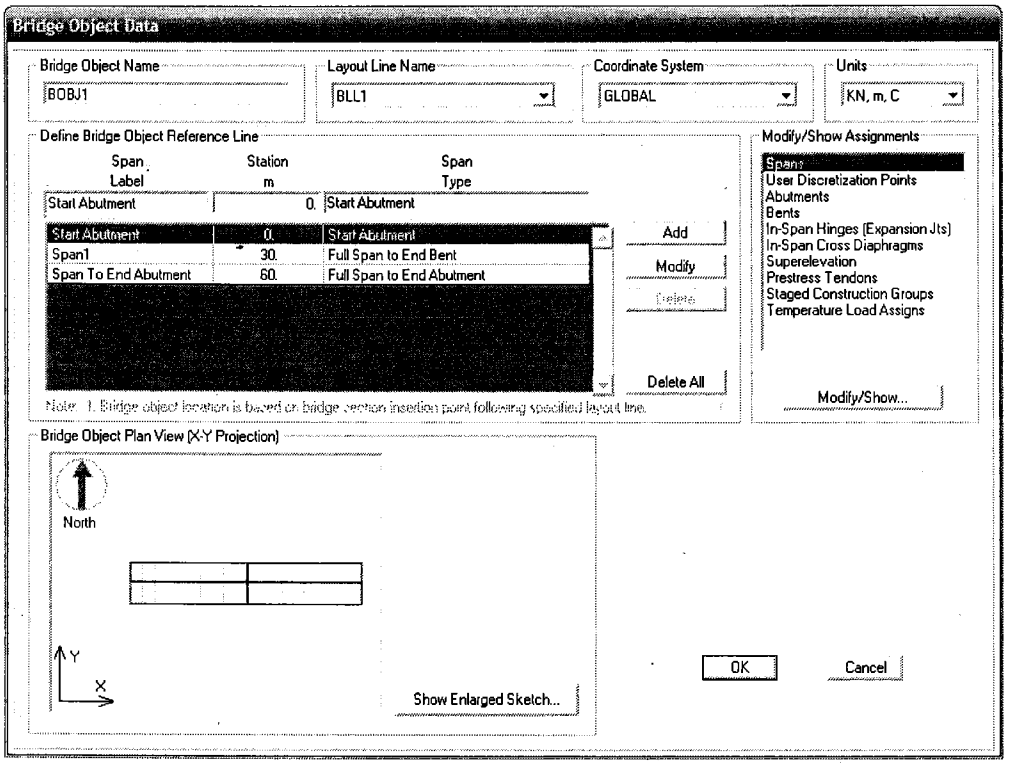


Click nút **Add New Bridge Object...** để hiển thị hộp thoại **Bridge Object Data**, xem trong hình 2-10, phía góc dưới bên trái của hộp thoại Bridge Object là góc nhìn của mặt bằng cầu. Đường màu xanh là thể hiện mố cầu, đường màu đỏ là đường tim cầu, cuối cùng, chiều dài của cầu mặc định là chiều dài đường tim cầu; tuy nhiên, chiều dài của cầu có thể được hiệu chỉnh để có thể nhỏ hơn đường tim cầu.

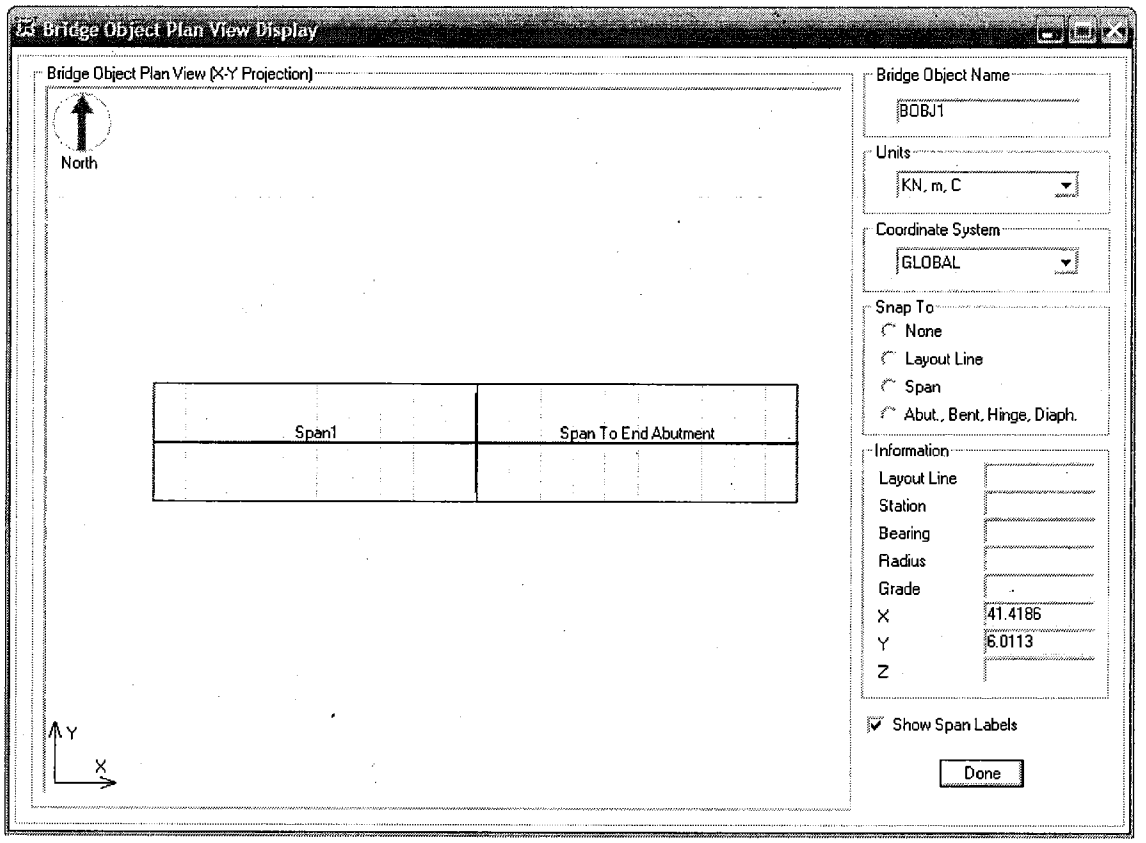
2. Nhập trụ cầu bởi việc gõ 60 vào vị trí "Station ft." trong hộp thoại **Define Bridge Object Reference Line**. Sau đó kích nút **Add**. Đây là sự xác định trụ cầu ở vị trí 100 feet tính từ mố cầu. Xem hình 9.11.



Hình 9.10: *Nhập dữ liệu cho Bridge Object*



Để xem kỹ hơn mặt bằng cầu ta bấm vào nút **Show Enlarged Sketch…**



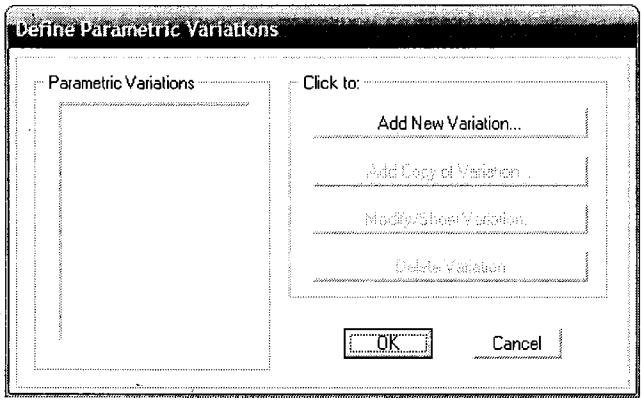
Hình 9.11: *Mặt bằng của Bridge Object*

Mặt dù không được dùng trong bước này nhưng bản mặt cầu cũng bị thay đổi bởi số nhịp của việc phân chia trụ cầu.

9.2.8. Tham số mặt cắt thay đổi

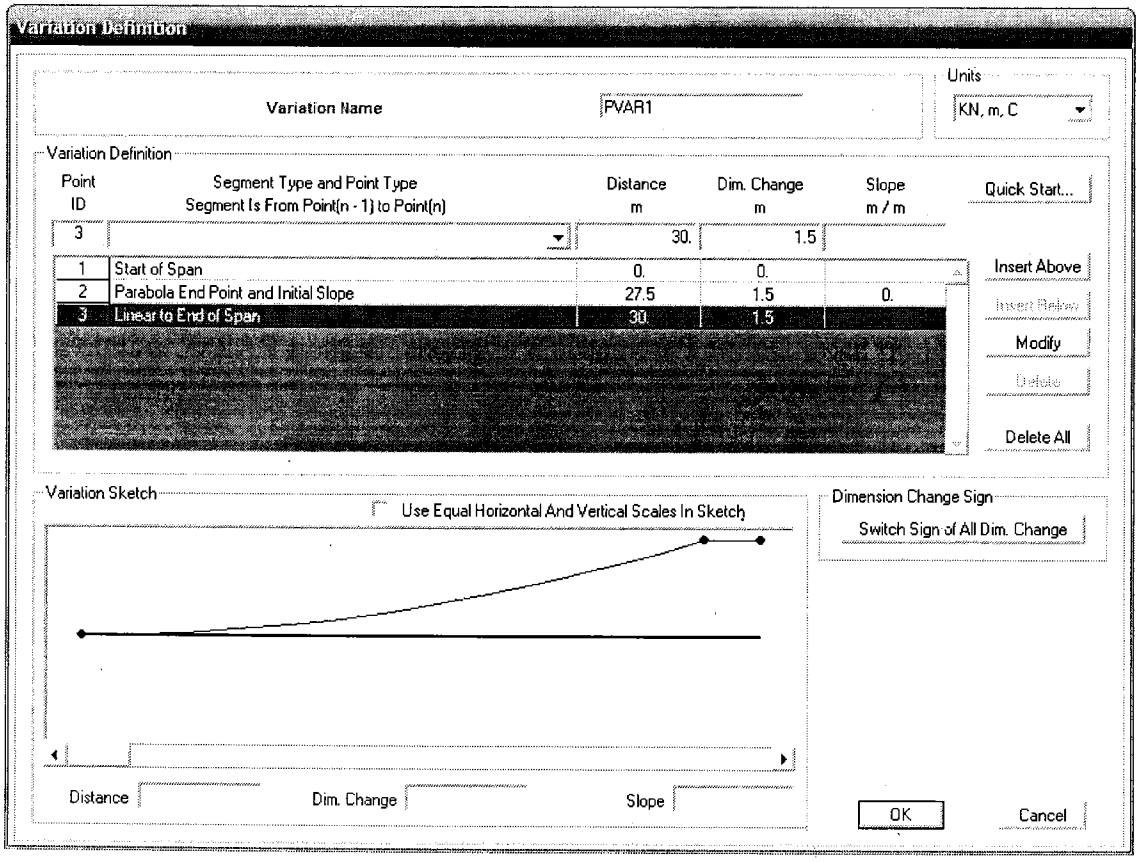
Tham số thay đổi có thể dùng để định nghĩa sự thay đổi dọc theo chiều dài của cầu. Hầu hết tất cả các tham số được dùng để định nghĩa bản mặt cầu có thể được nhập để thay đổi. Nếu cần thiết có thể cho nhiều tham số thay đổi cùng một lúc. Mỗi tham số thay đổi có thể có một giá trị riêng. Ví dụ dùng tham số thay đổi để thay đổi bề dày của dầm cầu và của bản mặt cầu dọc theo chiều dài của nó. Sự thay đổi này có thể theo quy luật đường thẳng (tuyến tính), đường parabol hay đường tròn. Sau khi tham số thay đổi được định nghĩa có thể gán phần bản mặt cầu vào cầu (xem mục 7.1 Deck Sections trên trình đơn Bridge Wizard).

1. Trên trình đơn **Bridge Wizard**, click mục 6 **Parametric Variations** và nút **Define/Show Variations** (hoặc chọn lệnh **Bridge menu > Parametric Variation**) để hiển thị hộp thoại **Define Parametric Variations**.



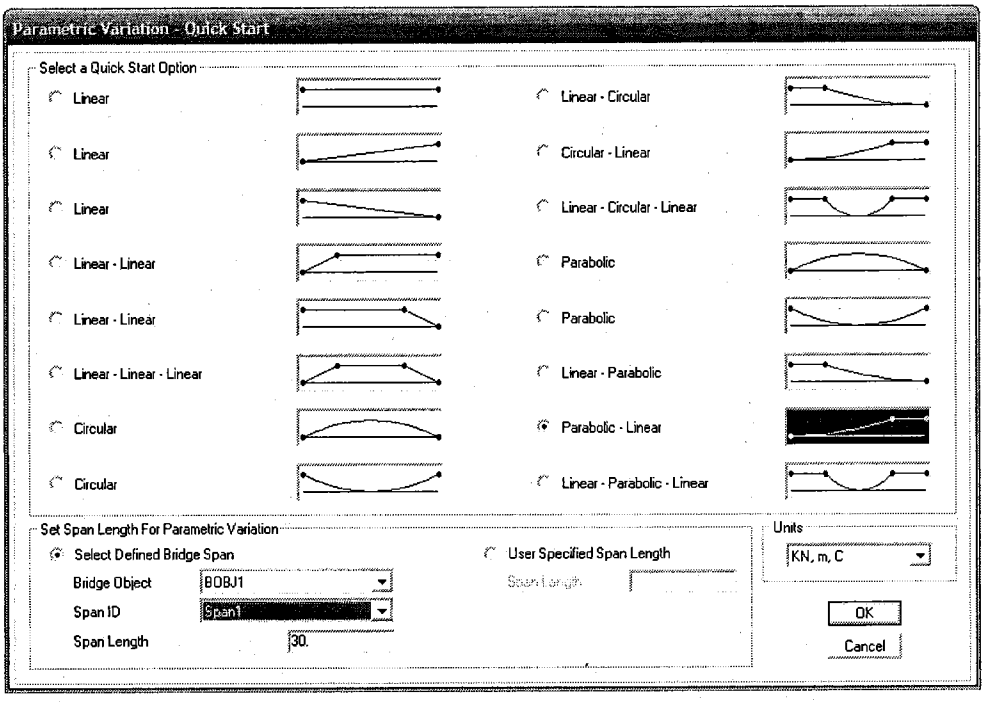
Trên hộp thoại này click chọn nút **Add New Variation** để hiển thị hộp thoại Variation Definition xem hình 9.12. Chú ý ở đây là tên của sự thay đổi được đặt là PVAR1.

2. Click nút **Quick Start** để vào hộp thoại Parametric Variation – Quick Start xem hình 9.13. Chú ý rằng tùy chọn Parabolic Line được chọn trong ví dụ này. Sau đó đóng hộp thoại và trở về hộp thoại Variation Definition. Vào hộp thoại Variation Defi-nition và gõ những thông số cần thiết như hình 9.12 bằng việc kích vào nút **Modify**.



Hình 9.12: *Định nghĩa Parametric Variation*

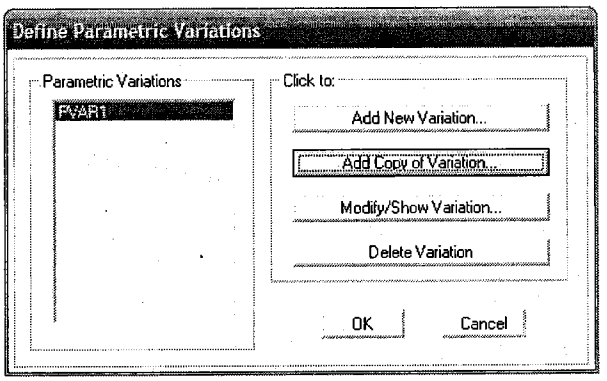
Khi đã định nghĩa xong PARV1 thì áp dụng vào trong bản mặt cầu, chiều cao của biên dưới cầu theo hình parabol trong khoảng 27,5m. Khoảng không thay đổi trong vòng 1,5m.



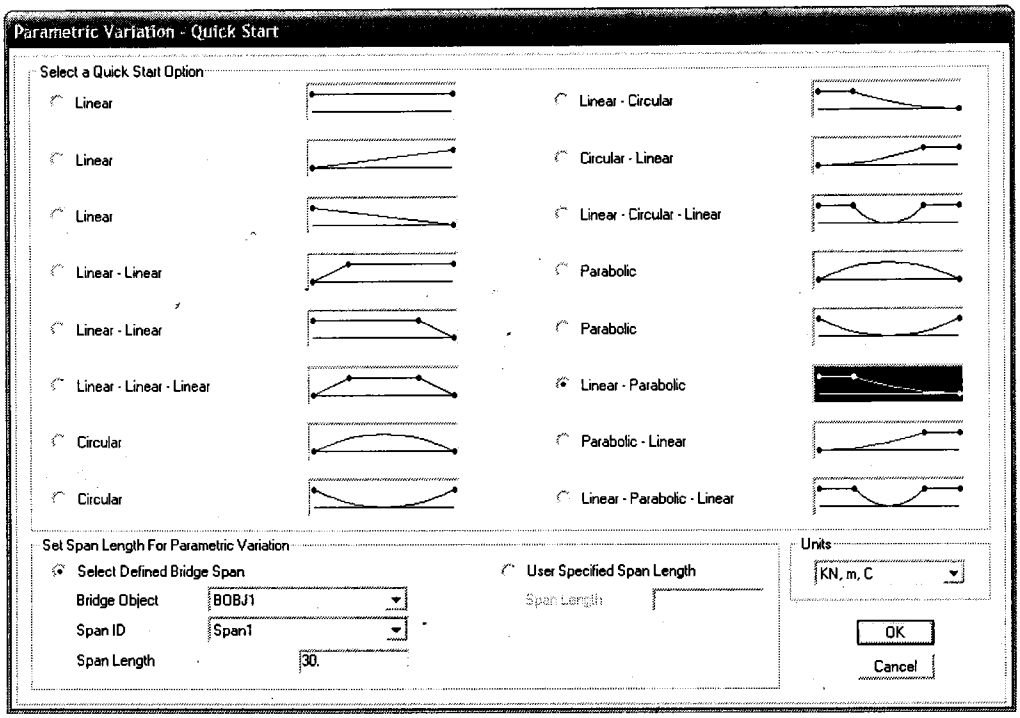
Hình 9.13: *Chọn kiểu tham số mặt cắt thay đổi*

Gán giá trị PARV1 vào nhịp 1 và nhịp 2 là, bằng cách lấy đối xứng của PARV1, sẽ áp dụng vào nhịp thứ 2. PARV2 đã được định nghĩa cùng kiểu với PARV1, loại trừ hình dạng đường Linear-Parabolic. Xem trong hình 9.14.

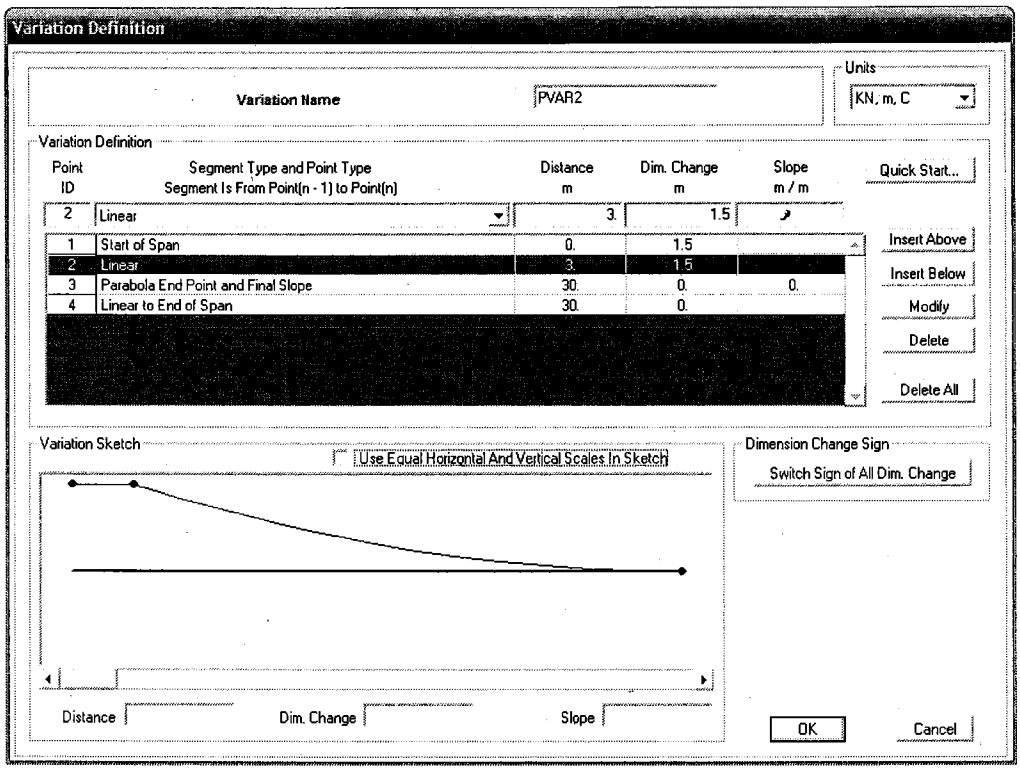
Cũng trong hộp thoại Define Parametric Variations, ta chọn PARV1 sau đó nhấn nút **Add Copy of Variation…**



Tiếp tục định nghĩa cho PARV2 bằng cách sử dụng dạng đường Linear-Parabolic trong nút Quick Start…



Chú ý rằng PARV1 và PARV2 đã được định nghĩa không cùng gán vào 1 nhịp tại cùng một giai đoạn.



Hình 9.14: *Định nghĩa tham số mặt cắt thay đổi*

9.2.9. Gán các đối tượng cầu (Bridge Object Assignments)

Hình 9.15 là 1 chuỗi danh sách 7 **Bridge Object Assignments** có thể dùng trong mô hình cầu.

Summary Table

Step	Item	Description	Note
7		Bridge Object Assignments	
	7.1	Deck Sections	Required
	7.2	Discretization Points	Advanced
	7.3	Abutments	Required
	7.4	Bents	
	7.5	Hinges	
	7.6	Diaphragms	
	7.7	Superelevation	Advanced
	7.8	Prestress Tendons	
	7.9	Staged Construction Groups	Advanced
	7.10	Temperature Loads	
8		Update Linked Model	Required
9		Lane and Vehicle Definitions	

Form Layout Step << < 7.1 > >> Close Wizard

Hình 9.15: *Các kiểu tham số được dùng cho các đối tượng cầu*

Trên trình đơn Wizard, click vào mục bất kỳ từ **7.1** đến **7.10** để nhập những thông tin cần thiết cho việc mô hình cầu. Ngoài ra, vào các mục từ 7.1 đến 7.10, mở hộp thoại **Bridge Object Data** và chọn các mục trong danh sách **Modify/Show Assignments** xem hình 9.16. (Mở hộp thoại **Bridge Object Data** sử dụng mục 5 **Bridge Object Definition** và nút **Define/Show Bridge Objects** trên menu **Bridge Wizard**, hoặc click lệnh **Bridge menu > Bridge Objects**).

Modify/Show Assignments

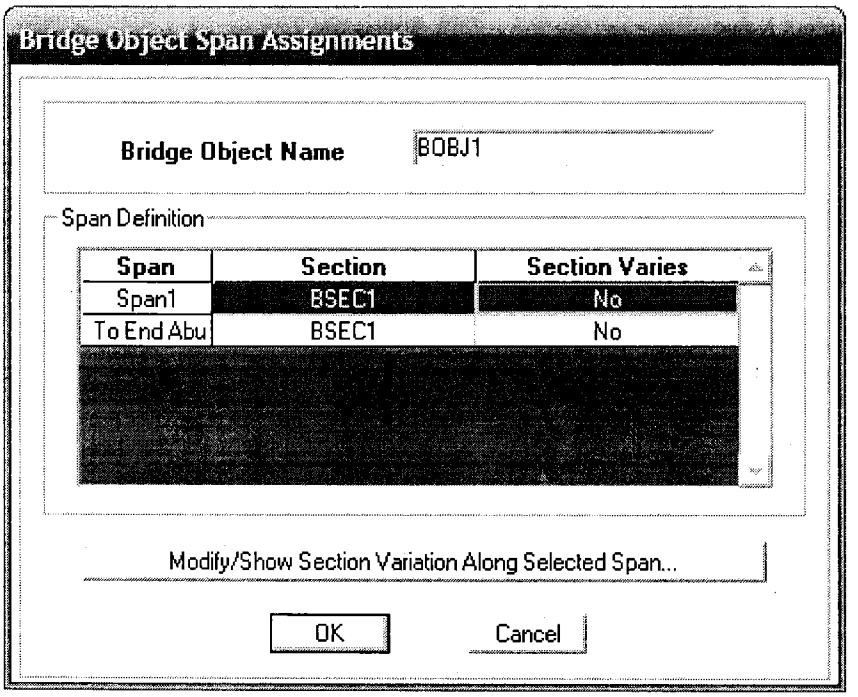
- Spans
- User Discretization Points
- Abutments
- Bents
- In-Span Hinges (Expansion Jts)
- In-Span Cross Diaphragms
- Superelevation
- Prestress Tendons
- Staged Construction Groups
- Temperature Load Assigns

Modify/Show...

Hình 9.16: *Hộp danh sách Modify/Show Assignments*

9.2.9.1. Nhịp cầu

1. Để gán tính chất của bản mặt cầu áp dụng cho sự thay đổi của bản mặt cầu, click mục **7.1 Deck Section** và nút **Assign/Show Deck Sections** trên trình đơn **Bridge Wizard**, hoặc trên hộp thoại **Bridge Object** (hình 9.10), chọn tên nhịp từ danh sách **Modify/Show Assignments** (xem trong hình 9.16) và chọn nút **Modify/Show**. Sẽ hiển thị hộp thoại **Bridge Object Span Assignments** như hình 9.17.



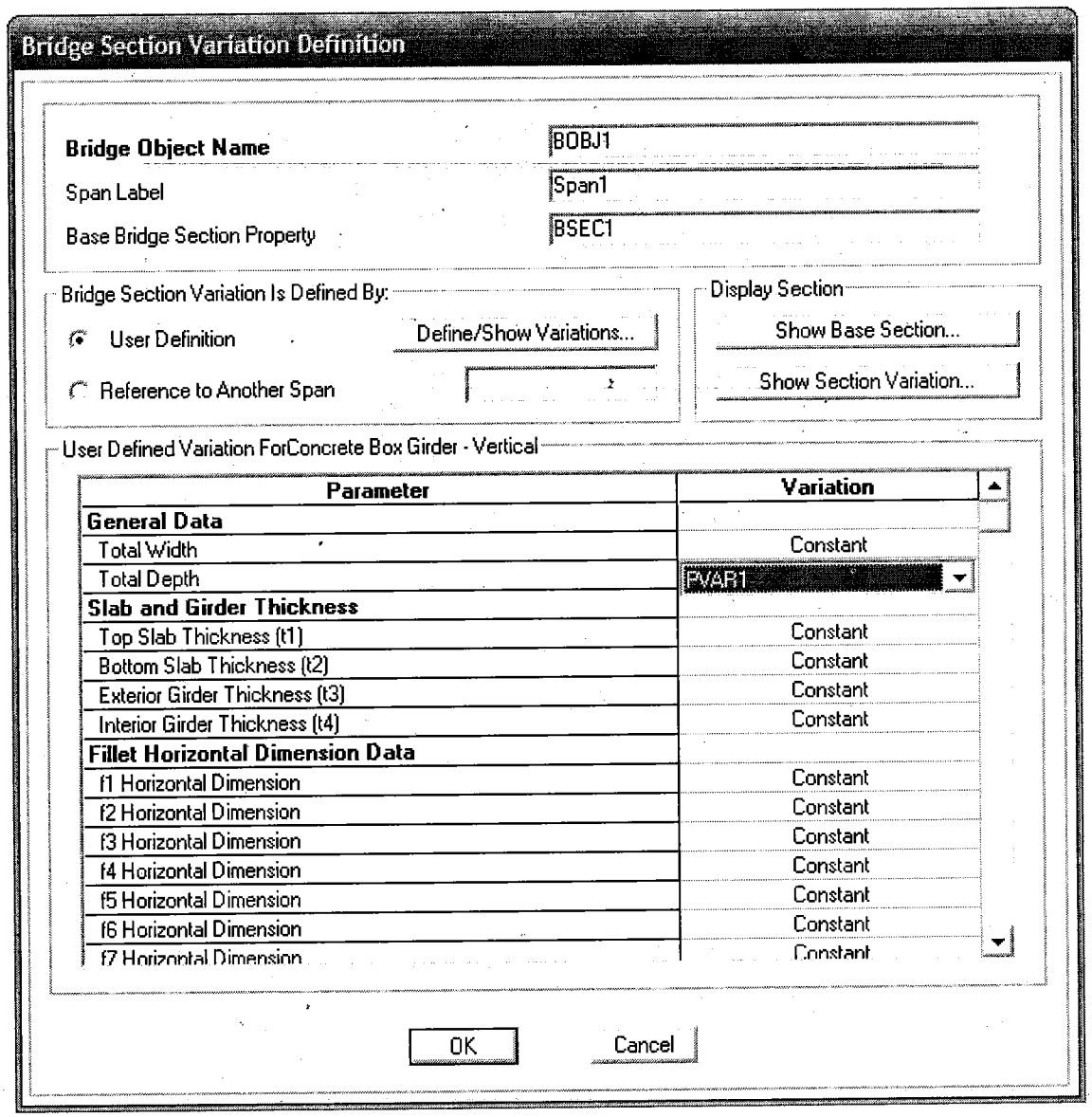
Hình 9.17: *Gán tham số mặt cắt thay đổi cho nhịp cầu*

2. Click đôi vào "No" đã hiển thị trong **Span1 Section Varies** trong ô **Bridge Section Variation Definition** xem hình 9.18.

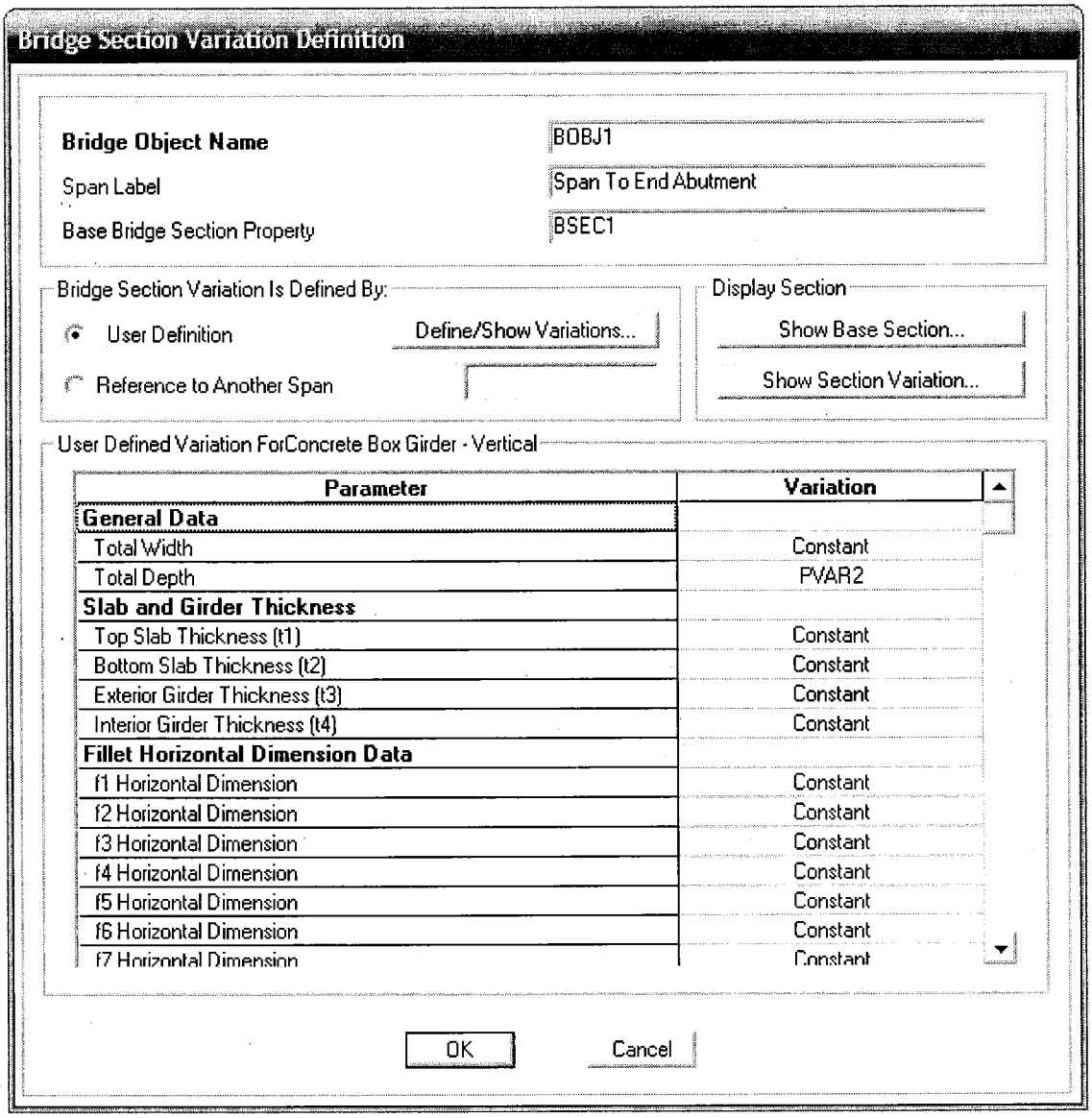
3. Click vào cột **Variation**, click vào mục **General Data**, mục **Total Depth** hiển thị danh sách kéo xuống của PVAR1 và PVAR2.

Click vào PVAR1 để gán phần định nghĩa PVAR 1 trước đó vào nhịp đầu tiên của cầu

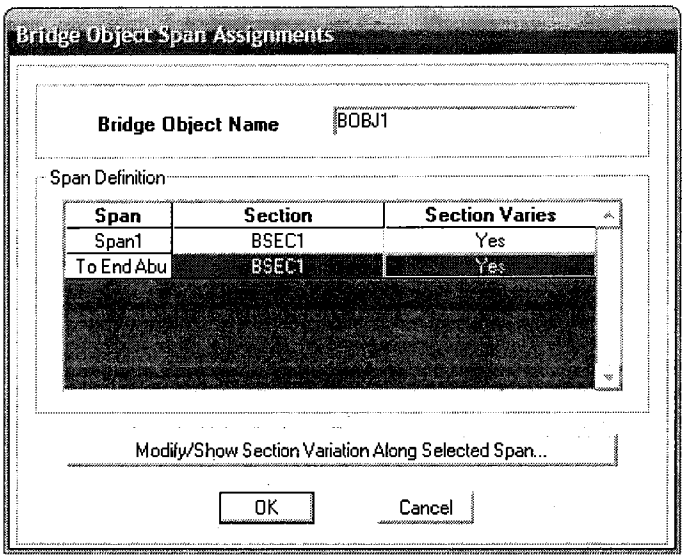
4. Lặp lại các bước này, nhưng kích đúp vào "No" đã hiển thị trên cell ToEndAbutment và lựa chọn PVAR2 từ danh sách kéo xuống để gán PVAR 2 vào nhịp dầm 2.



Hình 9.18: *Nhập giá trị thông số mặt cắt thay đổi vào nhịp dầm đã lựa chọn*



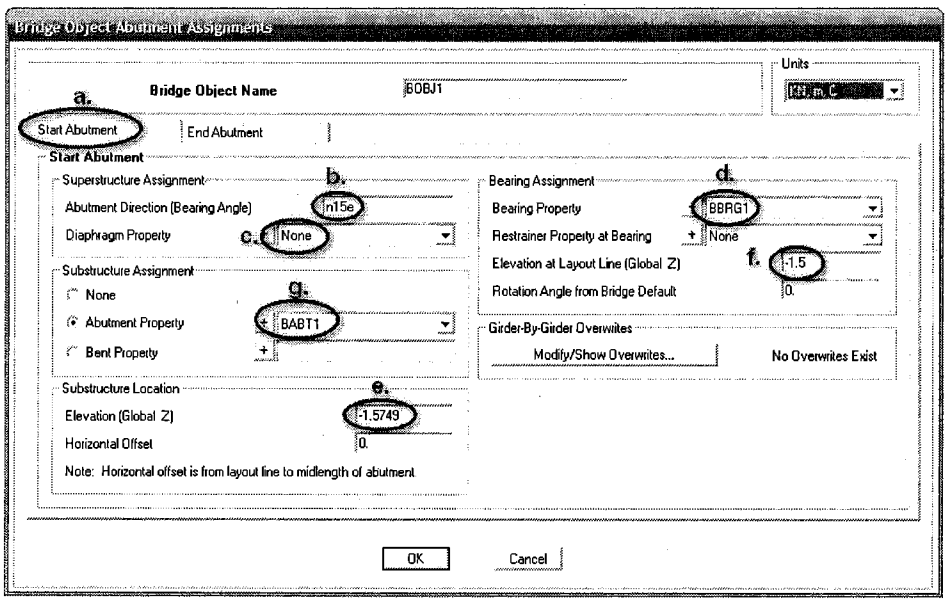
Gán PARV1 vào nhịp 1 và PARV2 vào nhịp thứ 2 có nghĩa là chiều cao của kết cấu nhịp thay đổi theo tham số mặt cắt thay đổi.



9.2.9.2. Mố cầu

Định nghĩa mố cầu rất quan trọng về vấn đề điều kiện biên cho mô hình cầu. Trong phần này, ta trình bày nhập các thông số cần thiết cho mố cầu như về tính chất vật liệu mố, vị trí mố cầu và hướng xiên của mố.

1. Click mục **7.3 Abutments** và nút **Assign/Show Abutments** trên trình đơn Wizard, hoặc ở hộp thoại Bridge Object (Hình 9.10), chọn mục **Abutments** từ danh sách Modify/Show Assignments (xem hình 9.16) và click nút **Modify/Show**. Xuất hiện hộp thoại Bridge Object Abutment As-signments như trong hình 9.19. Mố được định nghĩa ở cuối cầu. Hộp thoại trên hình 9.19 cho dữ liệu trong mục Start Abutment.



Hình 9.19: *Định nghĩa mố cầu cho Bridge Object*

2. Hiệu chỉnh hộp thoại với những thông số chỉ ra như trên hình 9.19:

a. Start Abutment.

b. Góc xiên cuối n15e North, 15 degrees East.

c. Tính chất dầm ngang cuối nhịp, nếu để None là không.

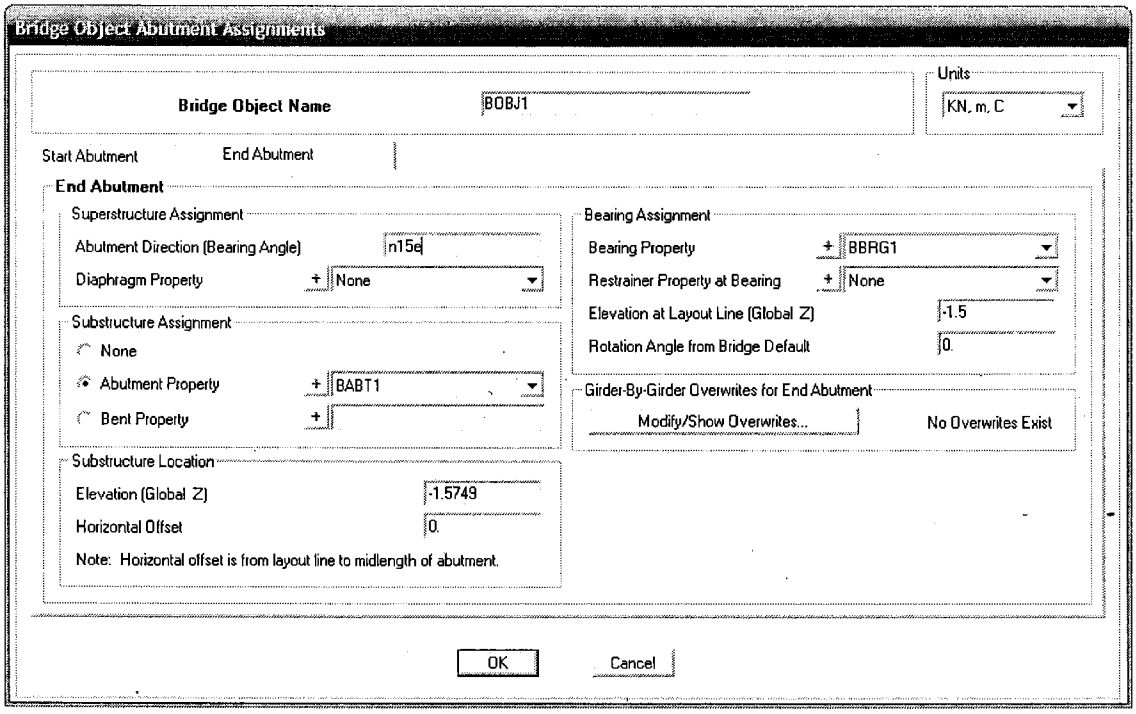
g. Gán tính chất cho mố cầu, ở đây chọn mặt định là BABT1.

e. Vị trí cao độ và hoành độ của kết cấu mố - những tham số này sẽ được giải thích sau.

d. và f. Tính chất của mố, cao độ, và góc xoay cầu. Chú ý rằng cao độ tùy thuộc vào điểm tham chiếu của mố.

Ngoài ra cũng nên chú ý rằng việc xác định cao độ của kết cấu phần dưới và mố đều thuộc hệ trục tọa độ Global Z.

3. Thao tác tương tự cho End Abutment.



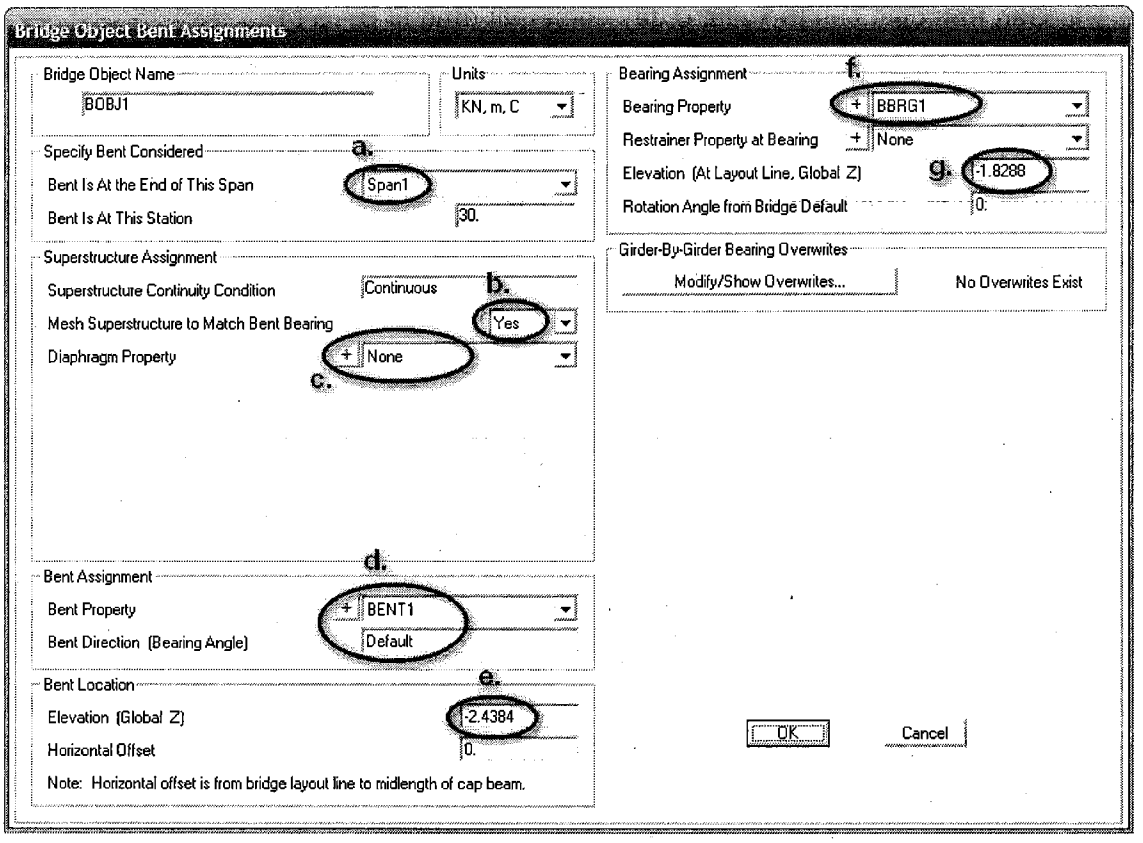
9.2.9.3. Trụ cầu

Định nghĩa trụ cầu là vấn đề rất quan trọng trong việc xác định điều kiện biên của mô hình cầu, thêm vào đó là những đặc tính của mố, vị trí mố trụ và góc xiên nếu có của chúng.

1. Click mục **7.4** bấm nút **Bents and the Assign/Show Bents** trên **Bridge Wizard**, hoặc trên hộp thoại **Bridge Object** (xem hình 9.10), chọn mục **Bents** từ

danh sách **Modify/Show Assignments** (xem hình 9.16) và chọn nút **Modify/Show**. Hộp thoại **Bridge Object Bent Assignments** hiển thị trong hình 9.20.

2. Hiệu chỉnh hộp thoại **Modify the Bridge Object Bent Assignments** nếu thấy cần thiết cho phù hợp với hình 9.20.



Hình 9.20: *Định nghĩa trụ cầu cho Bridge Object*

a. Nhập những tính chất của trụ cầu. Gán những thông số này cho trụ cầu ở cuối nhịp 1 (ví dụ, vị trí 30). Trong ví dụ mô hình là chỉ có một trụ, những vị trí trụ khác không tồn tại nên không cần định nghĩa.

b. và c. Trong mô hình ví dụ này, Kết cấu nhịp liên tục. Nếu mô hình cho kết cấu hạ bộ là không liên tục, dầm ngang như là liên kết, liên kết theo phương đứng.... Tuy nhiên, trong ví dụ này, Diaphragm Property là None (i.e., không dầm ngang được định nghĩa)

d. Một định nghĩa trước cho trụ và một sự định hướng cho trụ.

e. Cao độ theo chiều đứng và chiều ngang của trụ.

f. và g. Tính chất của gối đỡ, định nghĩa cho cao độ và góc xoay mặc định của cầu. Đối với bents cho kết cấu nhịp không liên tục thì gối được định nghĩa tách rời theo phương không liên tục đó (xem b.)

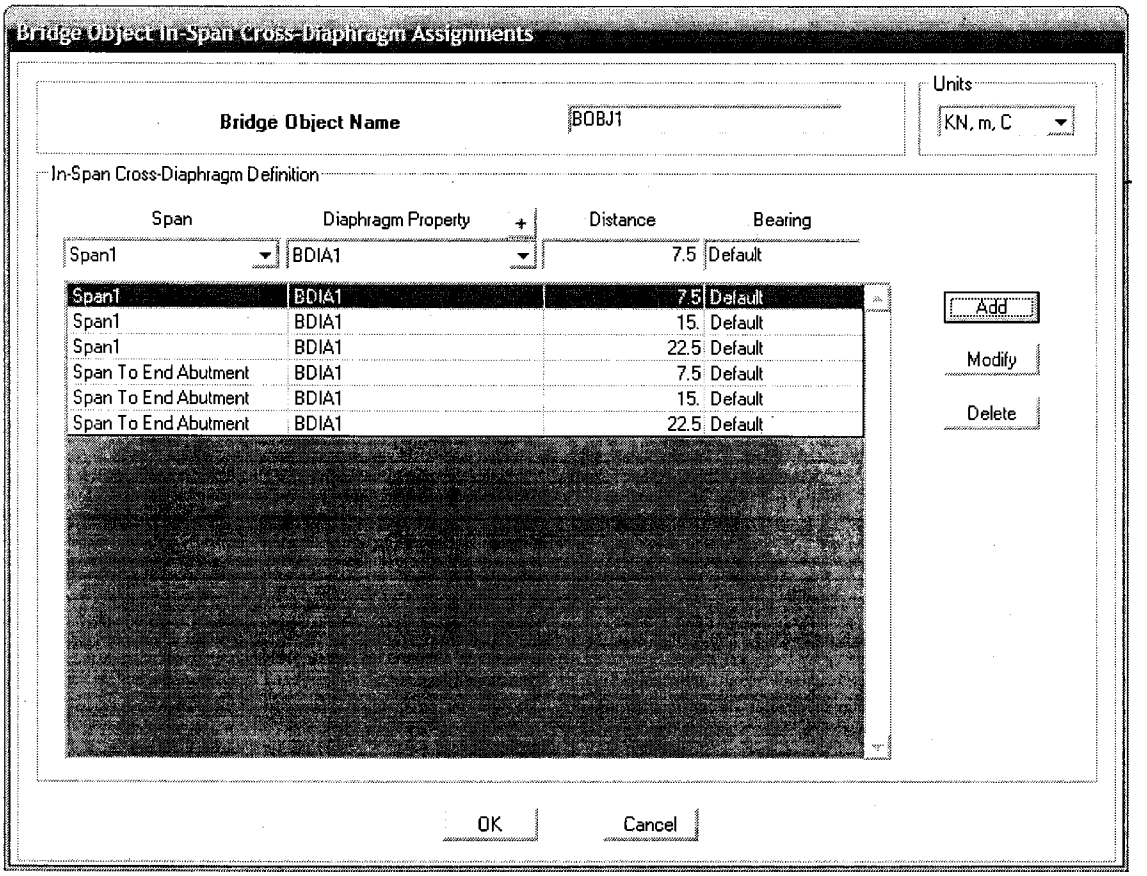
Nếu kết cấu nhịp không liên tục, thì trụ cầu phải được định nghĩa theo kết cấu nhịp không liên tục. Để định nghĩa điều này, click lệnh menu **Bridge > Bent** vào hộp thoại **Bridge Bent Data form** và chọn vào tùy chọn **Double Bearing Line** (Discontinous Superstructure).

Chú ý rằng, cao độ của tất cả phải được xác định theo trục Global Z.

9.2.9.4. Dầm ngang

Định nghĩa dầm ngang bao gồm: vị trí, tính chất và hướng dầm ngang. Dầm ngang trong kết cấu nhịp, dầm ngang được định nghĩa như là một phần của Bridge Object. Dầm ngang thường được đặt tại mố, trụ, và một số ở giữa nhịp.

Trong ví dụ này, click mục **7.6 Diaphragms** và nhấn nút **Assign/Show Diaphragms** trên Bridge Wizard, hoặc trên hộp thoại Bridge Object (hình 9.10), chọn mục **In-Span Cross Diaphragms** từ danh sách Modify/Show Assignments (xem hình 9.16) và click nút **Modify/Show button**. Hộp thoại Bridge Object In-Span Cross-Diaphragm Assignments hiển thị như trong hình 9.21.



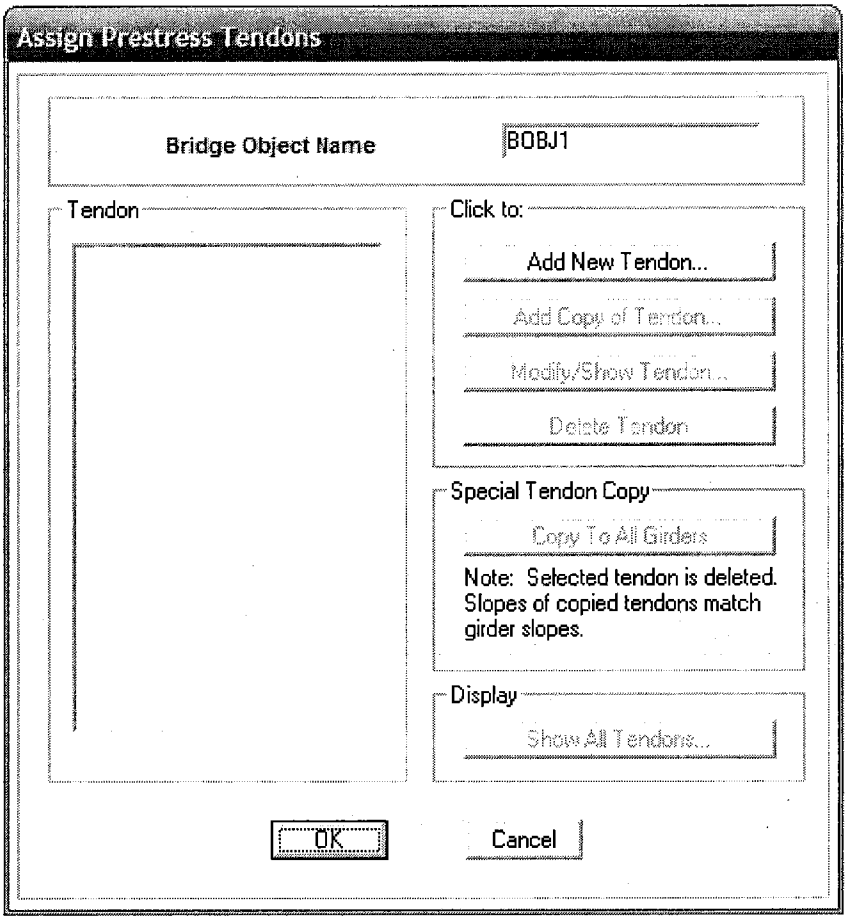
Hình 9.21: *Bridge Object In-Span Cross-Diaphragm Assignments*

Dùng hộp thoại này để nhập những thông số của dầm ngang, BDIA1, áp dụng tại điểm ¼ của mỗi nhịp.

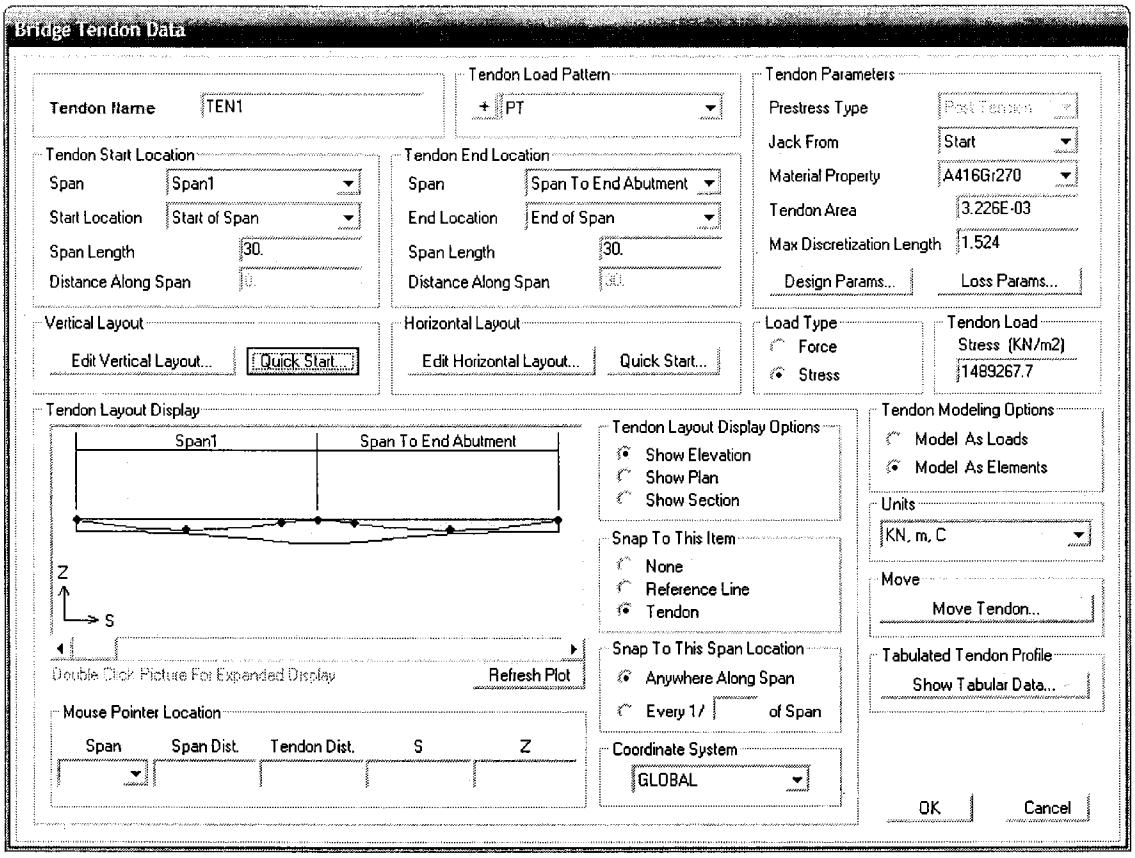
- Nhập **7.5** vào hộp Distance và click nút **Add**.
- Nhập **15** vào hộp Distance và click nút **Add**.
- Nhập **22.5** vào hộp Distance và click nút **Add**.
- Chọn **Span to End Abutment** từ danh sách kéo xuống của Span, nhập 7.5 vào hộp Distance và click nút **Add**.
- Chọn **Span to End Abutment** từ danh sách kéo xuống của Span, nhập 15 vào hộp Distance và click nút Add.
- Chọn **Span to End Abutment** từ danh sách kéo xuống của Span, nhập 22.5 vào hộp Distance và click nút **Add**.

9.2.9.5. Cáp dự ứng lực

Có thể định nghĩa cáp trong mô hình cầu bằng việc click vào mục **7.8 Prestress Tendons** và nút **Assign/Show Tendons** trên Bridge Wizard để vào hộp thoại Assign Prestress Tendons.



Khi kích nút **Add New Tendon** thì sẽ hiển thị hộp thoại Bridge Tendon Data như trong hình 9.22.



Hình 9.22: *Hộp thoại Bridge Tendon Data.*

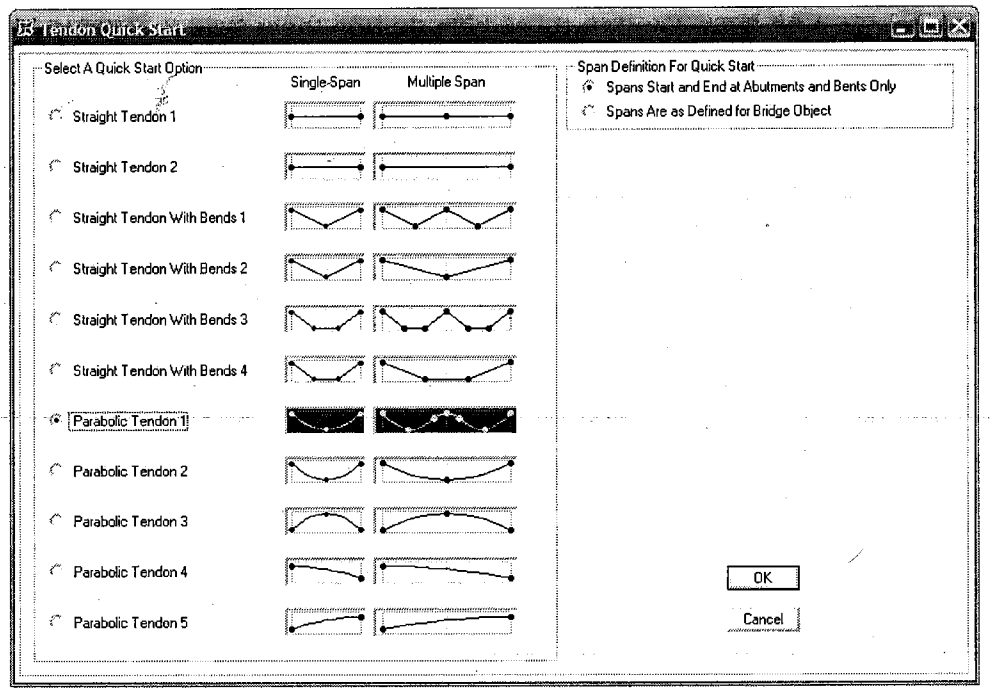
Dù không có sự thay đổi nào trong mô hình ví dụ này nhưng gán tính chất cho cáp bao gồm nhưng dữ liệu sau:

- Vị trí bắt đầu và kết thúc của cáp;
- Tọa độ ngang và đứng của cáp;
- Đặc tính cáp, tham số mất mát ứng suất, và tham số lực kích.

Nhập dữ liệu cho cáp dưới dạng lực hay ứng suất.

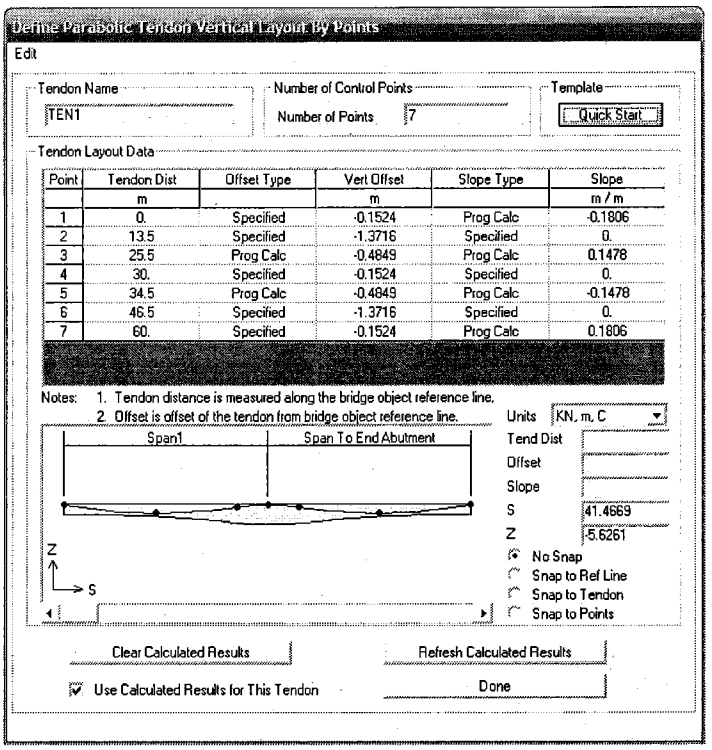
- Tùy chọn mô hình cáp, có thể mô hình cáp như là tải trọng hoặc như là phần tử. (Nếu mô hình được tạo ra bằng SAP2000/Bridge Superstructure Design, thì phần tử cáp được mô hình như là phần tử)

Nút **Quick Start** cho phép định nghĩa nhanh đặc tính hình học của cáp. Hình 9.23 là ví dụ của hộp thoại Quick Start.

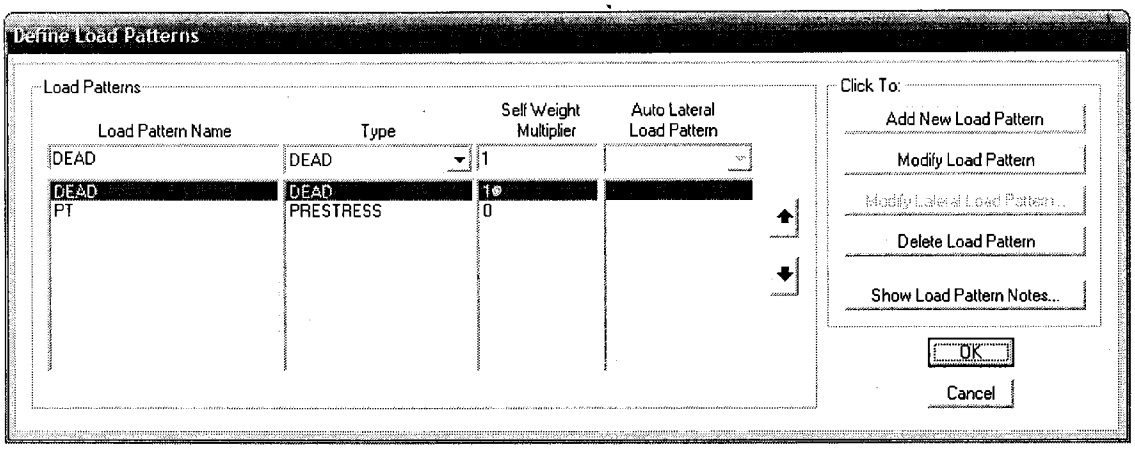


Hình 9.23: *Hộp thoại Tendon Layout Quick Start.*

Các nút này có tác dụng dẫn tới hộp thoại định nghĩa dữ liệu Vertical and Horizontal Layout. Trong hộp thoại này, nút **Parabolic Calculator** dẫn tới việc định nghĩa cáp theo dạng đường cong parabol bằng cách khai báo các điểm có liên quan.

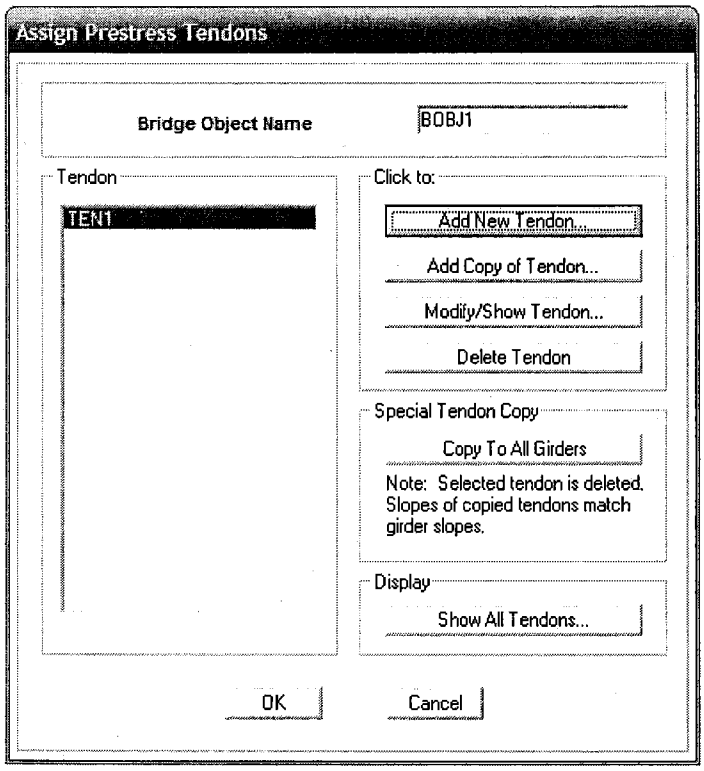


Tải trọng gán cho cáp có thể sử dụng hình thức tải trọng PRESTRESS. Hình thức tải trọng này được thêm vào bằng cách click vào nút "+" bên trái danh sách kéo xuống của Load Pattern Type trong hộp thoại Bridge Tendon Data, hiển thị như trong hình 9.24. Hộp thoại này dễ dàng định nghĩa mà không cần chỉ ra ở đây.



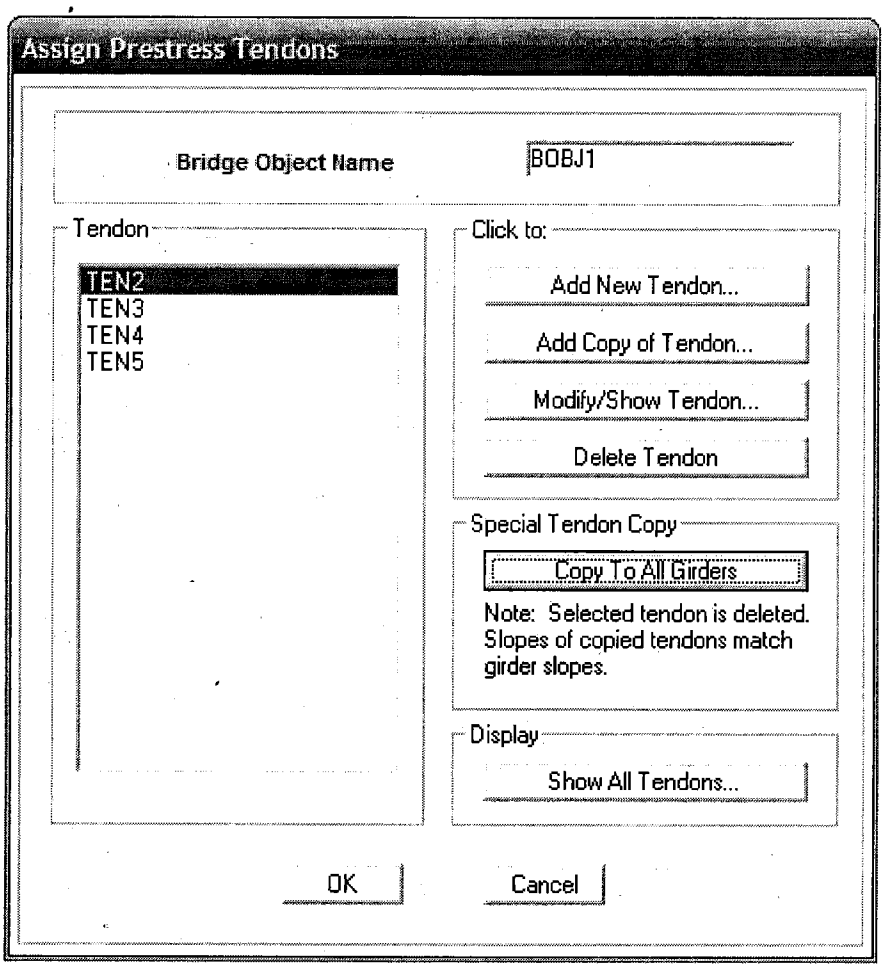
Hình 9.24: *Các định nghĩa hộp thoại Load Patterns.*

Sau khi một sợi cáp được định nghĩa, nó có thể được chép ra cho tất cả các dầm còn lại theo vị trí của dầm như trong hình 9.25.

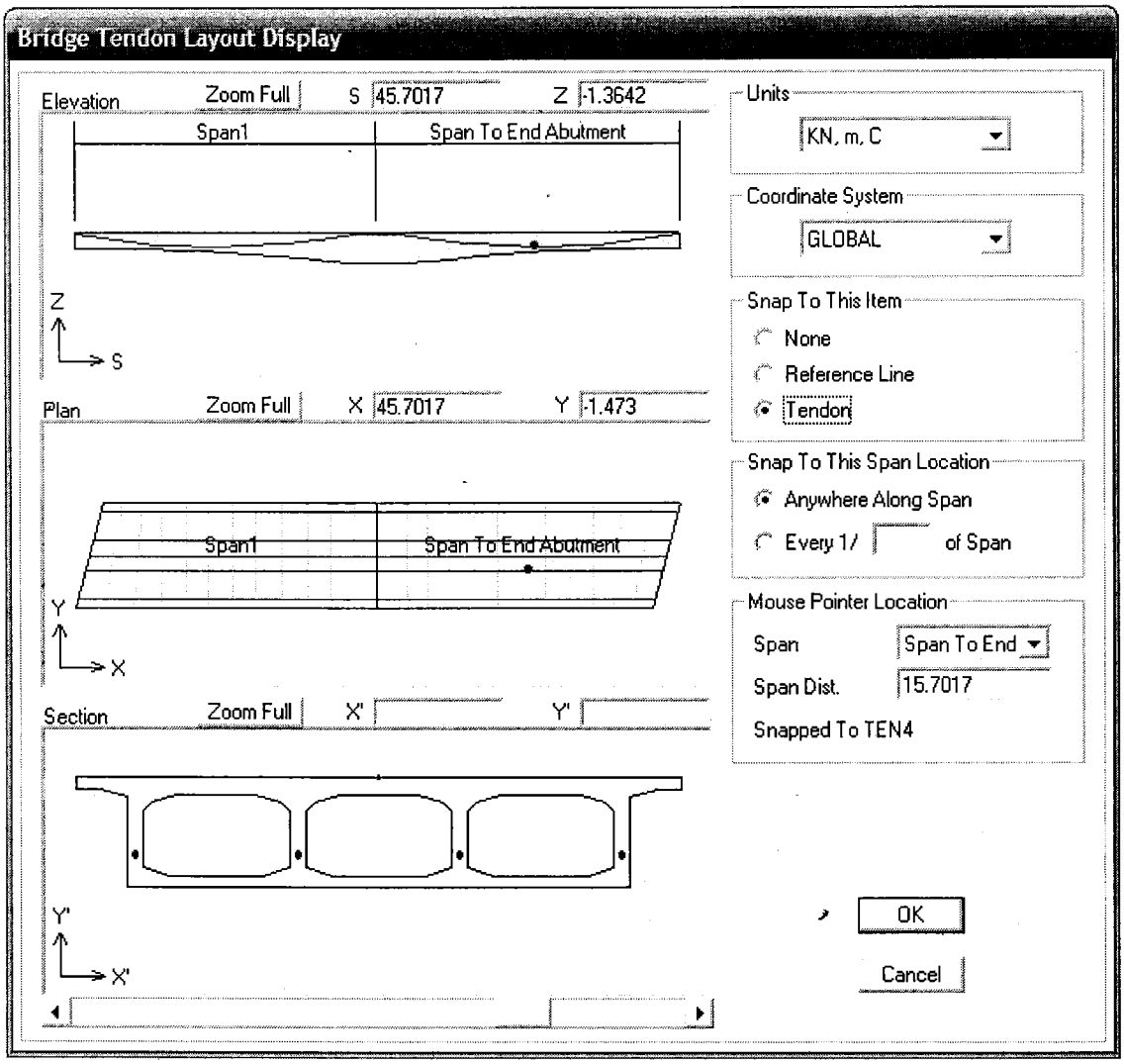


Hình 9.25: *Định nghĩa Prestress Tendon*

Sau khi click nút **Copy to All Girders**, click tiếp nút **Show All Tendons**



Để xem tất cả các cáp đã định nghĩa, xem như trong hình 9.26.

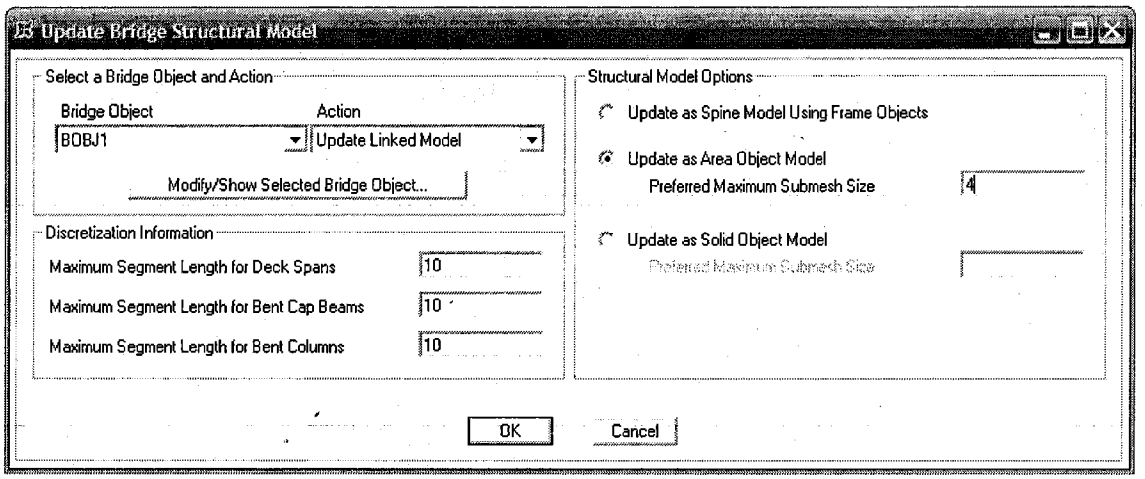


Hình 9.26: *Bridge Tendon Layout Display*

9.2.10. Cập nhật mô hình cầu (Update the Linked Bridge Model)

Khi bất cứ một bộ phận nào của bridge object được định nghĩa thì mô hình cầu phải được xác định lại để cập nhật những sự thay đổi đó.

1. Trong ví dụ này, Click mục 8 Update Linked Model và nút **Update Linked Model** trên menu Bridge Wizard, hoặc click lệnh **Bridge menu > Update the Linked Bridge Model**, để hiển thị như trong hình 9.27.



Hình 9.27: *Hộp thoại Update Linked Bridge.*

Hộp thoại Update Bridge Structural Model có một vài tùy chọn sau:

2. Lựa chọn Bridge Object and Action. Chọn **Bridge Object** (trong ví dụ này chọn bridge object). Trong này, chọn **Update Linked Model**. Tùy chọn này trong danh sách kéo xuống có thể được giải thích rõ như sau:

Update Linked Model: Quá trình cập nhật mô hình cần thiết dựa trên những thông tin mô hình cầu đã có sẵn và những định nghĩa trong Bridge Object. Nếu một đối tượng mô hình cũ đang hiện hữu, nó sẽ bị mất khi một mô hình mới khác được cập nhật. Mô hình mới này sẽ bao gồm tất cả những thay đổi trong sự định nghĩa cầu. Những định nghĩa của người sử dụng như về nền móng, và những sự định nghĩa các cấu kiện khác bên ngoài Bridge Module sẽ không được cập nhật ở đây. Người dùng khi cần có thể xem và đảm bảo so sánh giữa mô hình cầu đã cập nhật và những thông số người dùng định nghĩa.

Clear All from Linked Model. Tùy chọn này xóa mô hình cầu đang hiển thị, kết quả là một màn hình trống. Nó không xóa mô hình mà có thể hiển thị lại bằng cách chọn tùy chọn **Update Linked Model**.

Tùy chọn **Convert to Unlinked Model**. KHUYẾN CÁO! Đây là một tùy chọn mà không thể khôi phục lại được. Sau khi một mô hình đã thay đổi và đã được converted to an unlinked model, mô hình đó không thể cập nhật sử dụng SAP2000/Bridge

Tùy chọn **Structural Model**: Sử dụng tùy chọn này để tạo một kiểu cho mô hình, mô hình theo kiểu diện tích phẳng, theo kiểu khối hay theo kiểu những cấu kiện cơ bản. Kiểu của đối tượng dựa trên cơ sở mô hình được tạo từ sự định nghĩa cầu và có thể chuyển đổi bất kỳ lúc nào. Cần chú ý rằng lệnh **Bridge menu > Auto Update**

Linked Bridge Objects cho phép mô hình cầu cập nhật một cách tự động vào mọi lúc với những thay đổi của nó.

- Tùy chọn **Update as Spine Model Using Frame Objects**: Sử dụng để tạo mô hình với phần tử dạng thanh.

- Tùy chọn **Update as Area Object Model**: Sử dụng để tạo mô hình sử dụng phần tử dạng diện tích.

- Hộp hiệu chỉnh **Preferred Maximum Submesh Size**: Dùng tùy chọn này để nhập kiểu tự động nối phần tử khi phân tích. Tùy chọn này cho phép các phần tử diện tích đã được chia thành các phần tử nhỏ hơn trong mô hình được nối lại thành cầu kiện hoàn chỉnh khi phân tích.

- Tùy chọn **Update as Solid Object Model**: Sử dụng tùy chọn này để tạo mô hình dạng khối.

▪ Tùy chọn Discretization Information.

- Hộp hiệu chỉnh **Maximum Segment Length for Deck Spans**: Sử dụng để nhập chiều dài lớn nhất của phần tử thanh, phần tử diện tích hoặc phần tử khối trong nhịp bản mặt cầu.

- Hộp hiệu chỉnh **Maximum Segment Length for Bent Cap Beams:** Sử dụng để nhập chiều dài lớn nhất của phần tử thanh, phần tử diện tích hoặc phần tử khối trong trụ cầu cầu

- Hộp hiệu chỉnh **Maximum Segment Length for Bent Columns**: Sử dụng để nhập chiều dài lớn nhất của phần tử thanh, phần tử diện tích hoặc phần tử khối trong chiều dài trụ cầu.

9.3- MÔ HÌNH HÓA TẢI TRỌNG CẦU

Mục này trình bày cách lập mô hình tải trọng thay đổi trong SAP2000/Bridge. Phần sau của Chương này mô tả cách mô hình tải trọng thay đổi nhiệt độ cũng như những tải trọng khác của cầu có liên quan.

Khi phân tích một tải trọng động có thể dùng kiểu xác định phổ của kết cấu cầu lấy kết quả của tải trọng từng trục di động của xe tải. SAP2000/Bridge cung ứng rất mạnh và thích hợp cho việc phân tích và xác định trị số lớn nhất và nhỏ nhất của chuyển vị, lực, và ứng suất tùy thuộc vào số làn của kết cấu. Hiệu ứng của tải trọng di động có thể được kết nối với tải trọng tĩnh để tính toán.

Làn xe phải được định nghĩa nếu khi có một tải trọng xe được thêm vào trong mô hình cầu. Làn có thể là một đường thẳng hoặc một diện tích nơi mà tải trọng di động dùng nó để tác dụng lên kết cấu. Làn có thể có bề rộng và có thể là đường thẳng hoặc cong. Nhiều làn có thể không song song hoặc giống nhau trên cùng một chiều dài. Chương trình sẽ tự động xác định làm thế nào để tải trọng làn trên kết cấu nhịp,

nếu nó bị lệch tâm. Sự chuyển đổi từ đường và mặt ảnh hưởng là kết quả từ tải trọng trên mỗi làn có thể hiển thị trên bất kỳ phổ nào. Tải trọng động có thể được chọn để thiết lập cho xe trên đường ô tô hay trên đường tàu lửa, hoặc xe do người dùng tự định nghĩa.

Xe tải được nhóm thành từng nhóm như những tải trọng cho phép quy định trong quy trình.

Hai phương pháp có thể dùng để tính toán hiệu ứng của xe tải là phân tích từng bước và phân tích với đầy đủ hiệu ứng. Những bước cơ bản sau đây đòi hỏi cho cả hai kiểu phân tích:

Kiểu phân tích **Influence-based enveloping** (đường bao):

F. Xe di chuyển theo cả hai hướng dọc theo mỗi làn của cầu. Dùng mặt ảnh hưởng, xe được đặt tự động tại mỗi vị trí dọc theo chiều dài và chiều rộng của làn cho phổ các giá trị nỏ nhất và lớn nhất dọc theo kết cấu nhịp.

G. Mỗi xe có thể cho phép đặt trên mỗi làn hoặc từng làn xác định. Chương trình có thể tự động tìm phổ lớn nhất và nhỏ nhất lấy kết quả từ sự dịch chuyển những xe khác nhau trên những làn khác nhau.

Kiểu phân tích **Step-by-step** (từng bước):

- Xe tải có thể chạy đồng thời trên các làn, có thể cùng thời gian, cùng hướng, cùng vị trí và cùng tốc độ.

Tùy từng mục đích thiết kế, kiểu phân tích dùng **Moving-Load Load Cases** là thích hợp nhất. Trong những nghiên cứu đặc biệt và xe tải bất thường, kiểu **step-by-step** có thể rất hiệu quả.

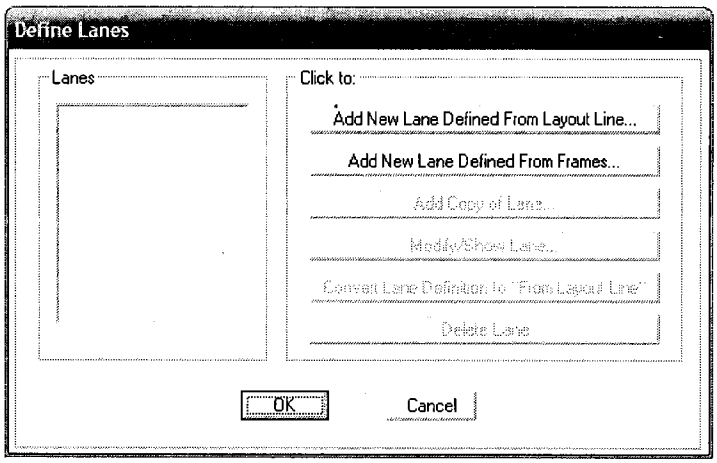
Trong mô hình ví dụ này, tải trọng di động sẽ được phân tích dùng phương pháp **influenced based enveloping**.

9.3.1. Các làn xe (Lanes)

Làn xe được định nghĩa nhằm mục đích xác định **đường tham chiếu**, có thể là đường tim cầu (layout lines) hoặc một đường của các phần thanh liên tiếp nhau. Vị trí tham chiếu của làn có thể là ở trọng tâm làn hoặc có thể khác thông qua việc khai báo độ lệch tâm. Làn được gọi là "chạy" theo một hướng đặc biệt bắt đầu từ điểm đầu tiên của đường tham chiếu dùng để định nghĩa làn đến vị trí cuối cùng. Chiều rộng của mỗi làn được định nghĩa, nó có thể là hằng số hoặc có thể thay đổi dọc theo chiều dài của làn. Khi một làn rộng hơn một xe, tải trọng trục hoặc tải trọng phân bố của xe được di chuyển trong làn cho hiệu ứng lớn nhất. Nếu làn xe hẹp hơn xe, xe được đặt tại trọng tâm của làn và bề rộng xe được giảm xuống bề rộng làn.

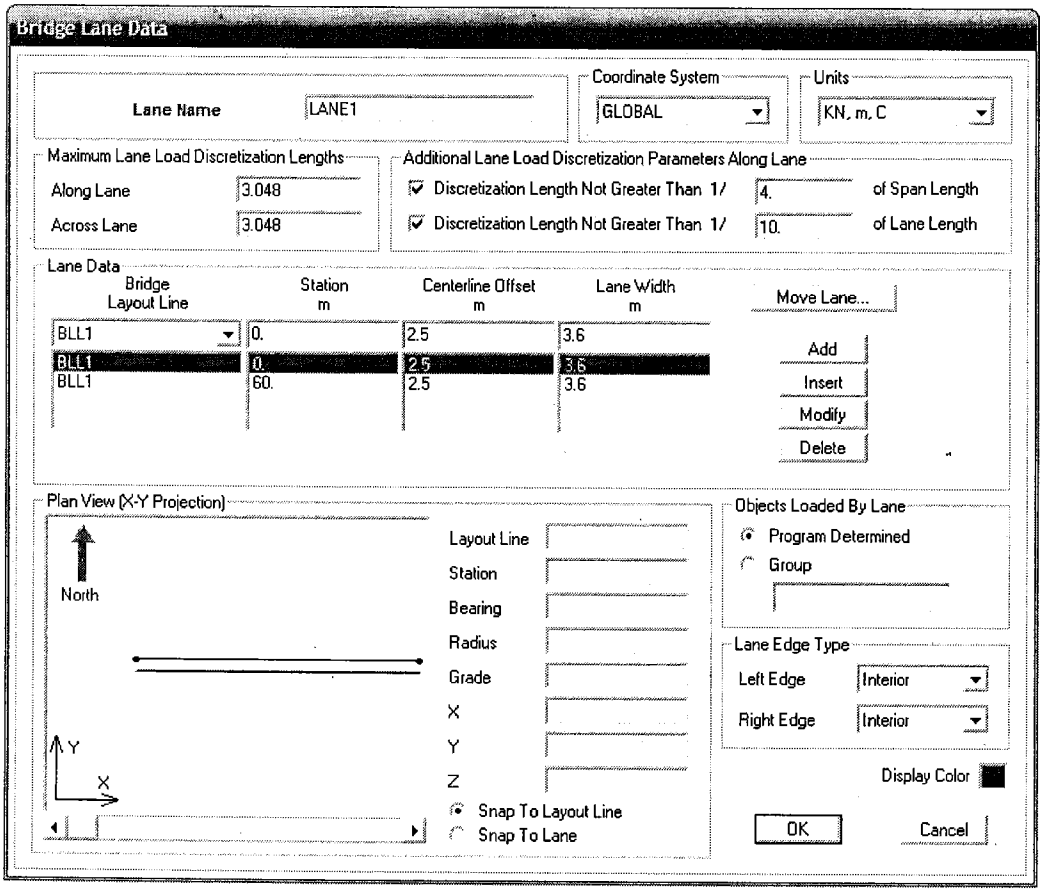
Theo như ví dụ này, 2 làn rộng 12-foot, mỗi làn đối xứng 8'-0" tính từ đường tâm cầu.

A. Click mục **9.1 Lanes** và nút **Define/Show Lanes** trên menu Bridge Wizard hoặc dùng lệnh **Bridge menu > Lanes** để vào hộp thoại Define Lanes như trong hình 9.28. Làn có thể được thêm vào dọc theo đường tham chiếu



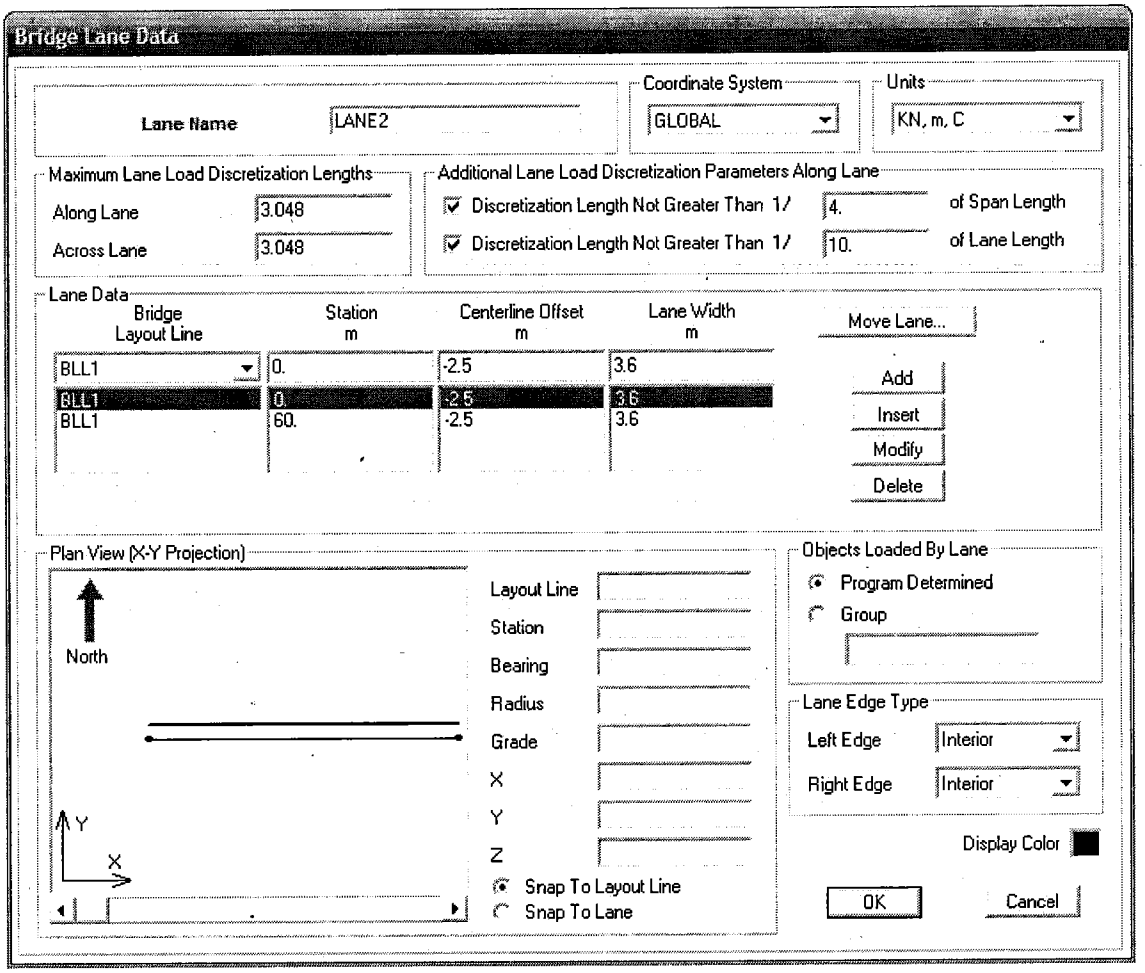
***Hình 9.28:** hộp thoại Define Lanes*

Click nút **Add New Lanes Defined from Layout Line** để thêm vào làn dọc theo đường layout line định nghĩa trong chương 2. Hộp thoại Bridge Lane Data xem trong hình 9.29 sẽ hiển thị.



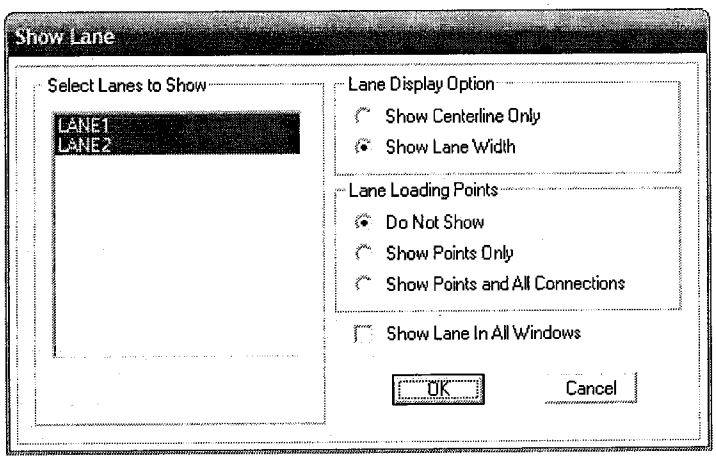
***Hình 9.29:** Hộp thoại Bridge Lane Data*

3. Click nút **Add New Lanes Defined from Layout Line** để thêm làn dọc theo đường layout line được định nghĩa như trong Chương 2. Hộp thoại Bridge Lane Data hiển thị như trong hình 9.29.

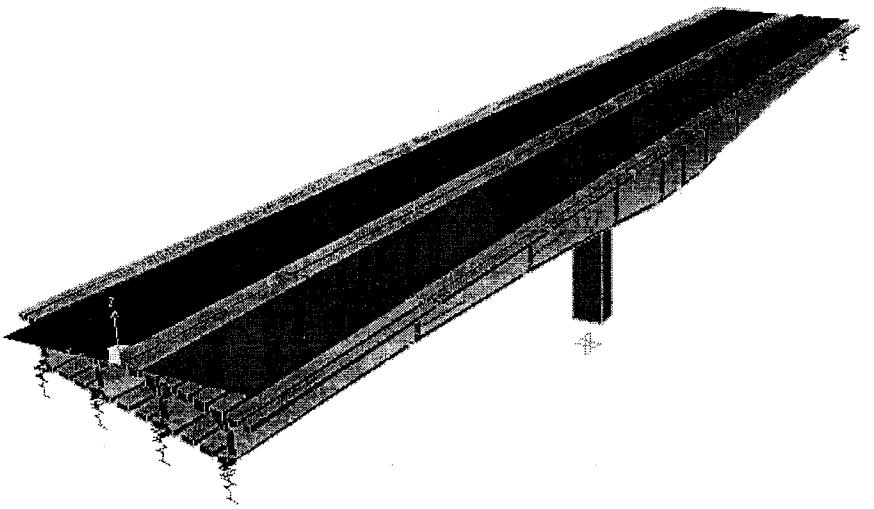


C. Nhập dữ liệu vào ô thích hợp như trong hình 9.29. Cần chú ý rằng dữ liệu Lane bao gồm 2 đường được định nghĩa bằng vị trí bắt đầu và kết thúc, vị trí đường trọng tâm và bề rộng làn. Màu của làn cũng có thể lựa chọn.

D. Định nghĩa làn xe như mô tả trong bước 3 và bước 4



E. Dùng lệnh **Display menu > Show Lanes** để xem làn hiển thị như trong hình 9.31.

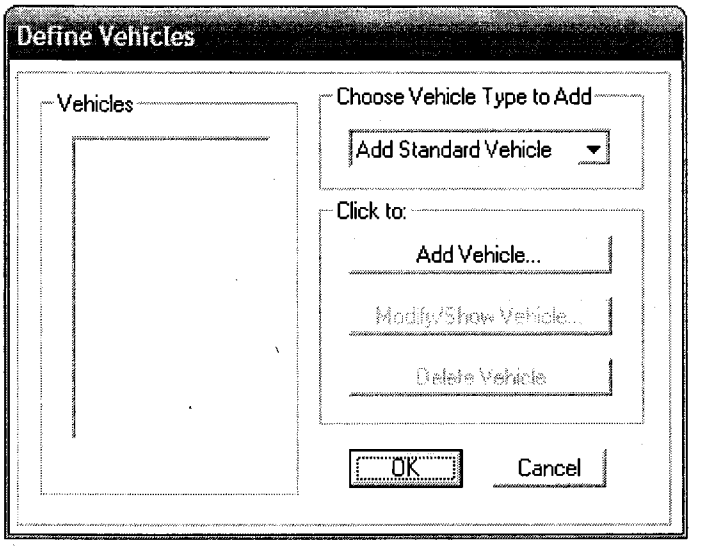


Hình 9.30: *Xem dạng 3D của mô hình cầu và làn xe*

9.3.2. Phương tiện đi lại (Vehicles)

Bất kỳ loại xe cộ như thế nào cũng được định nghĩa trong SAP2000. Kiểu tiêu chuẩn của xe có sẵn trong SAP2000/Bridge hoặc kiểu xe đặc biệt cũng có thể được tạo tùy theo ý người dùng bằng cách dùng tùy chọn general vehicle. Tải trọng của các loại xe được đặt theo trục Z của hệ tọa độ Global. Mỗi xe định nghĩa bao gồm một hoặc nhiều khoảng cách có thể bằng nhau hoặc có thể không hoặc cả hai.

1. Click mục 9.2 Vehicles và nút **Define/Show Vehicles** hoặc dùng lệnh **Bridge menu > Vehicles** để vào hộp thoại Define Vehicles xem trong hình 9.31.

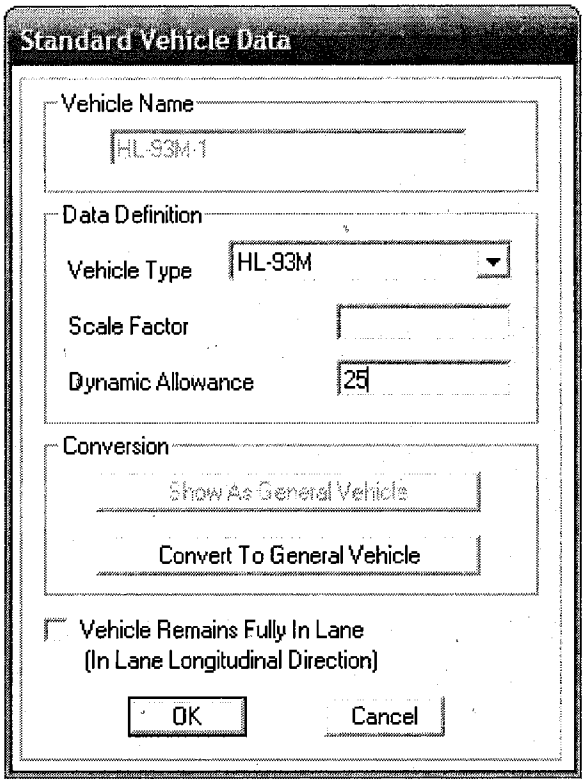


Hình 9.31*: Hộp thoại Define Vehicles*

Dùng hộp thoại này để thêm sự định nghĩa Standard or General Vehicles. Standard Vehicles có trong SAP2000 áp dụng cho những tải trọng theo quy trình.

General vehicle có thể dùng cho xe tải không có trong quy trình thiết kế. Hầu hết mọi loại xe đều có thể mô hình với SAP2000 General Vehicle. General Vehicle bao gồm n trục với khoảng cách được nhập giữa chúng. Tải trọng lệch tâm, hay đúng tâm đều có thể định nghĩa được

Trong hộp thoại Define Vehicles, nhập kiểu xe Vehicle Type vào "Standard Vehicle" và click nút Add Vehicle. Tùy chọn này thêm Add Standard Vehicle xem trong hình 9.32.

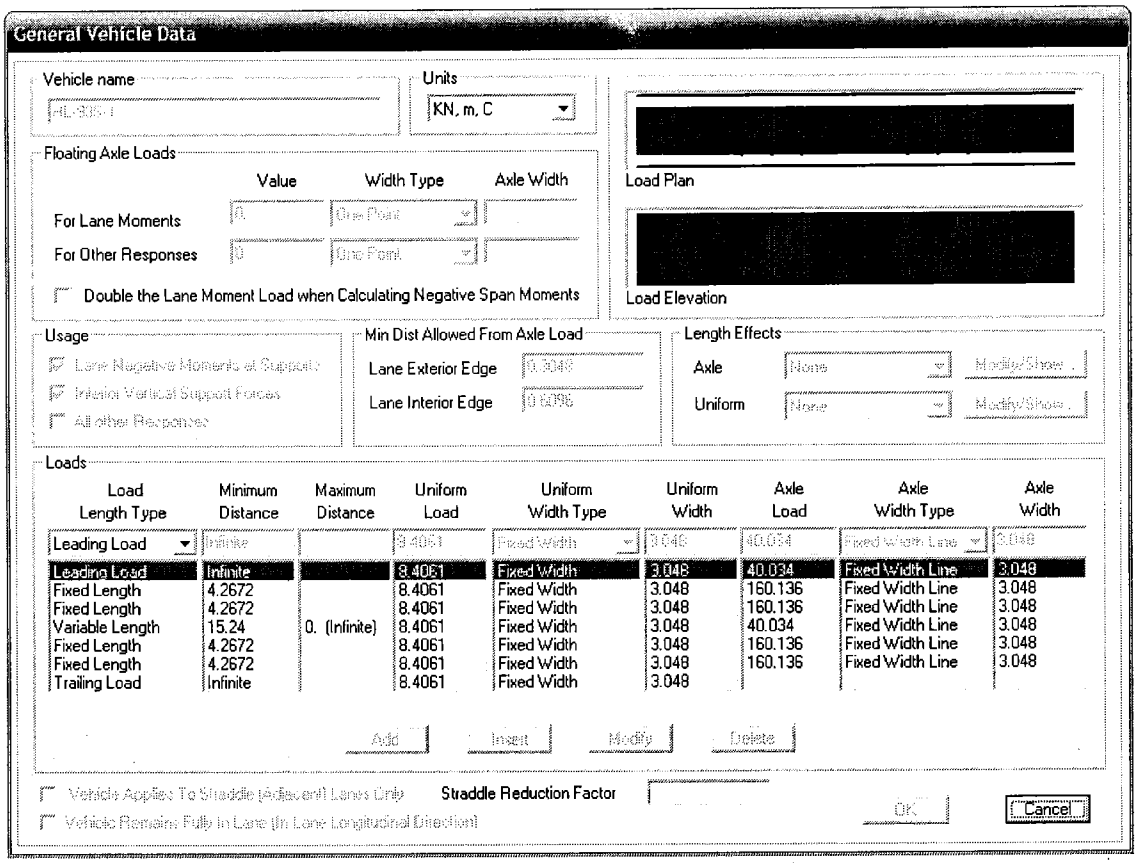


Hình 9.32: *Hộp thoại Add Standard Vehicle*

Chọn loại xe từ danh sách kéo xuống của Vehicle Type. Trong mô hình ví dụ này, thêm các xe HL93S, HL93M và HL93K.

Nếu xe muốn định nghĩa không có trong danh sách này thì quay lại bước 7 và lựa chọn kiểu tùy chọn General Vehicle.

Xem tính chất đã nhập cũng như số liệu định nghĩa xe bằng việc click nút **Modify/Show** trong hộp thoại Define Vehicles. Dùng nút **Modify/Show** để xem những tính chất của xe tải AASHTO LRFD HL93-S hiển thị như trong hình 9.33.

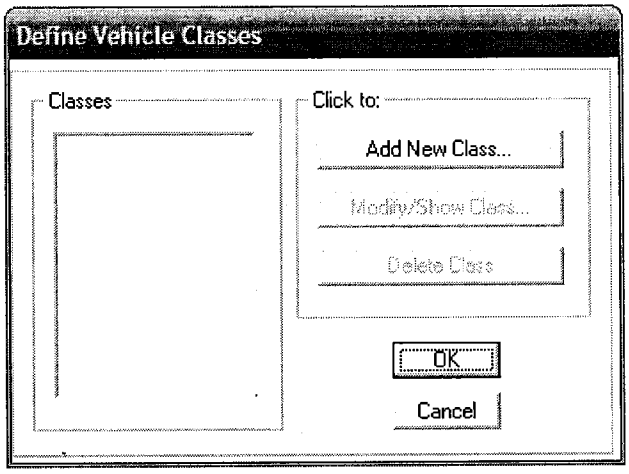


Hình 9.33: Hộp thoại General Vehicle Data

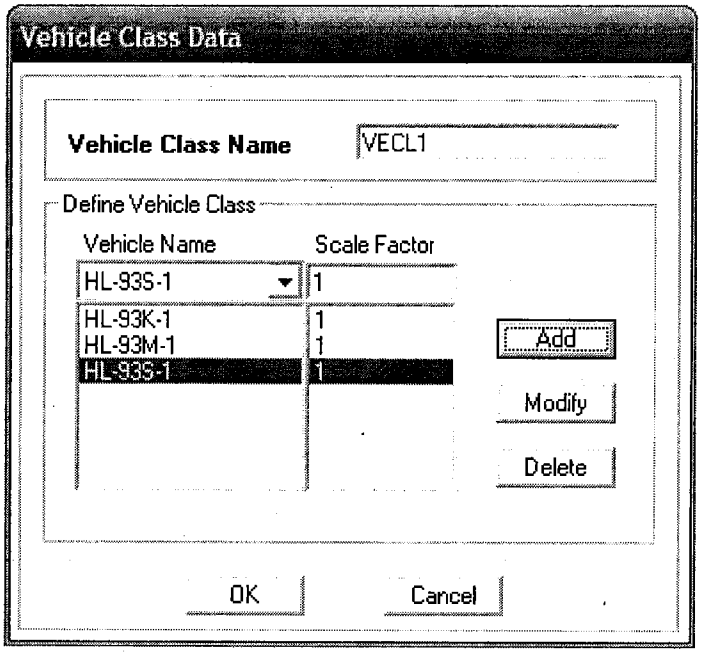
9.3.3. Các lớp xe (Vehicle Classes)

Vehicle classes (lớp xe) phải được định nghĩa để phân tích cầu dùng tải trọng di động. Một lớp xe có thể bao gồm 1 hay nhiều xe để phân tích.

1. Click mục **9.3 Vehicle Classes** và nút **Define/Show Vehicle Classes** hoặc dùng lệnh **Bridge menu > Vehicle Classes** để vào hộp thoại Define Vehicle Classes.



Click nút **Add New Class** để vào hộp thoại Vehicle Class Data xem như trong hình 9.34.



Hình 9.34: *Hộp thoại Vehicle Class Data.*

Lựa chọn Vehicle Classes và phóng to tỉ lệ để xem hình. Nhập dữ liệu cần thiết để định nghĩa tải trọng di động.

9.3.4. Các mẫu tải trọng (Load Patterns)

Mẫu tải trọng là những tải trọng phân phối trong không gian gồm lực, chuyển vị, nhiệt độ và những hiệu ứng khác tác động lên kết cấu. Một mẫu tải trọng tự bản thân nó không gây ảnh hưởng lên kết cấu. Tải trọng mẫu phải được áp dụng trong các trường hợp tải trọng để lấy kết quả. Dùng mục 11 Load Pattern Definitions và nút **De-fine/Show Load Patterns** trên menu Bridge Wizard hoặc lệnh **Define menu > Load Patterns** để định nghĩa mẫu tải trọng.

Mẫu tải trọng "Bridge Live" dùng để nhập một hoặc nhiều xe cộ di động trên cầu. Đối với mỗi xe, nhập vị trí bắt đầu tải trọng của xe, hướng di chuyển, và tốc độ. Khi dùng mẫu tải trọng tĩnh nhiều bước hoặc tải trọng động nhiều bước (trực tiếp tác động đồng thời) (xem mục 3.5), kiểu tải trọng này rất hữu ích cho việc nhập tải trọng xe.

9.3.5. Các trường hợp tải trọng

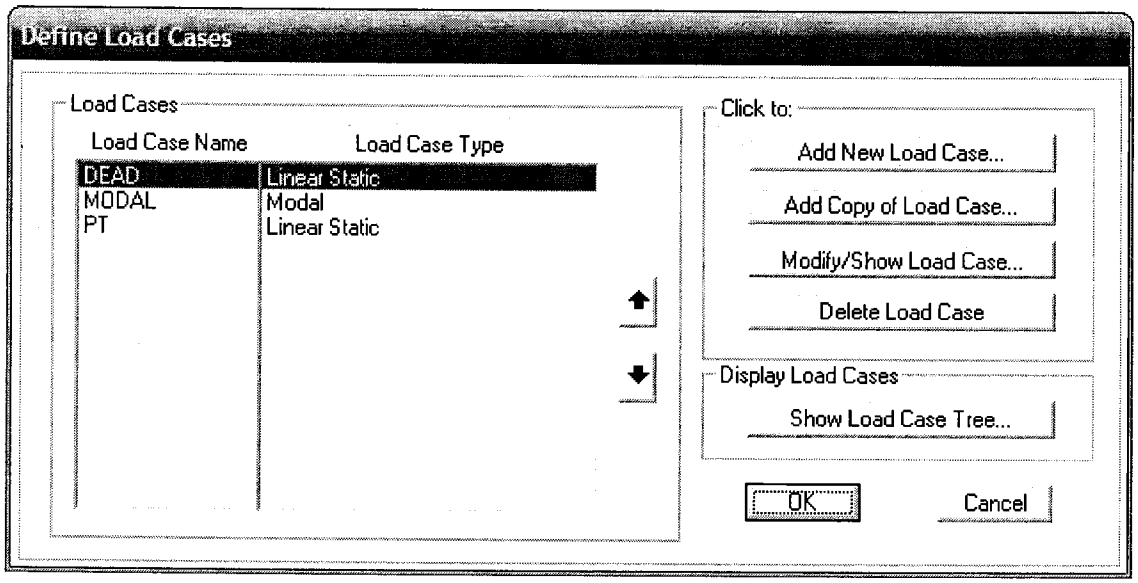
Định nghĩa một trường hợp tải trọng là tải trọng đó tác dụng lên kết cấu như thế nào (tĩnh hay động,...), đáp ứng của kết cấu như thế nào (tuyến tính hay phi tuyến),

và sự phân tích được thực hiện ra sao. Bất cứ trường hợp tải trọng nào cũng có thể phân tích được trong mô hình cầu. Trường hợp tải tĩnh, phổ động và trường hợp tải lịch sử- thời gian được sử dụng khi phân tích động đất. Phân tích đẩy dần (Pushover) dùng để tính cho trường hợp phân tích tĩnh phi tuyến. Phân tích theo giai đoạn thi công dùng trong trường hợp tải tĩnh phi tuyến.

Nhiều tùy chọn phân tích được dùng cho phân tích tải trọng động của xe. Trường hợp tải di động tính toán ra giá trị đường ảnh hưởng và giải quyết tất cả những hoán vị của tải trọng làn xe cho giá trị lớn nhất và nhỏ nhất. Các trường hợp tải tĩnh và động nhiều bước (trực tiếp tác động cùng lúc) dùng cho phân tích 1 hoặc nhiều xe di động theo phương ngang cầu có cùng tốc độ.

9.3.5.1. Trường hợp tải di động

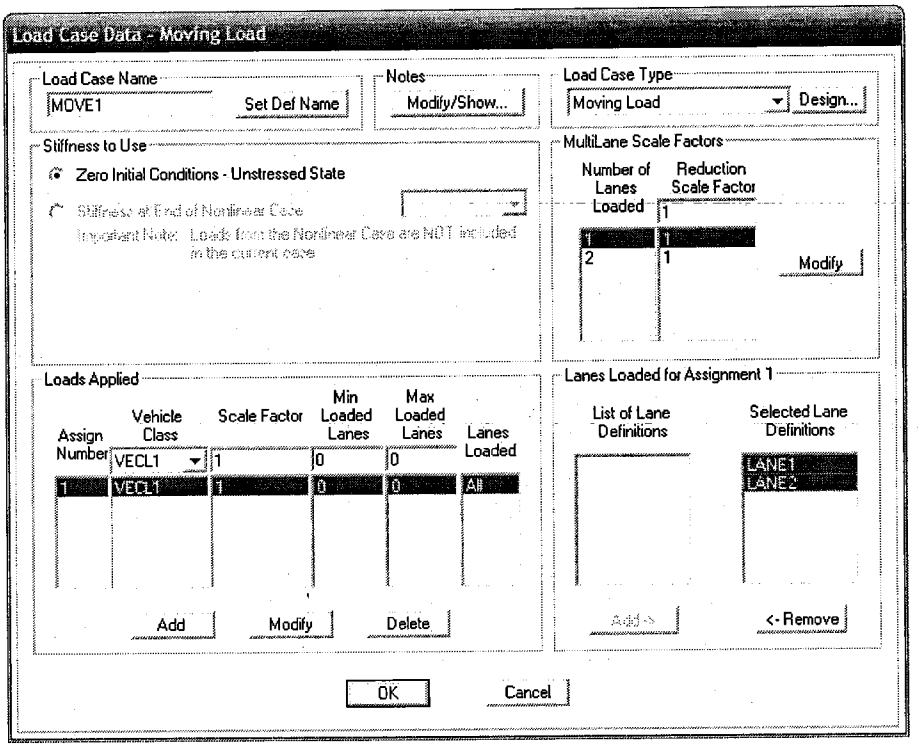
1. Click mục **12.2 Load Cases** và nút **Define/Show Load Cases** trên Bridge Wizard hoặc lệnh **Define menu > Load Cases** để vào hộp thoại Define Load Cases như trong hình 9.35. Trường hợp tải Dead and Modal load là mặc định cho các trường hợp tải trọng.



Hình 9.35: *Hộp thoại Define Load Cases*

2. Click nút **Add New Load Case** để hiển thị hộp thoại Load Case Data.

3. Kéo xuống danh sách Load Case Type và chọn "Moving Load". Hộp thoại xuất hiện như hình 9.36. chọn làn gán tải trọng và tải trọng xe.



Hình 9.36: Hộp thoại Load Case Data - Moving Load

9.3.5.2. Các trường hợp tải trọng khác

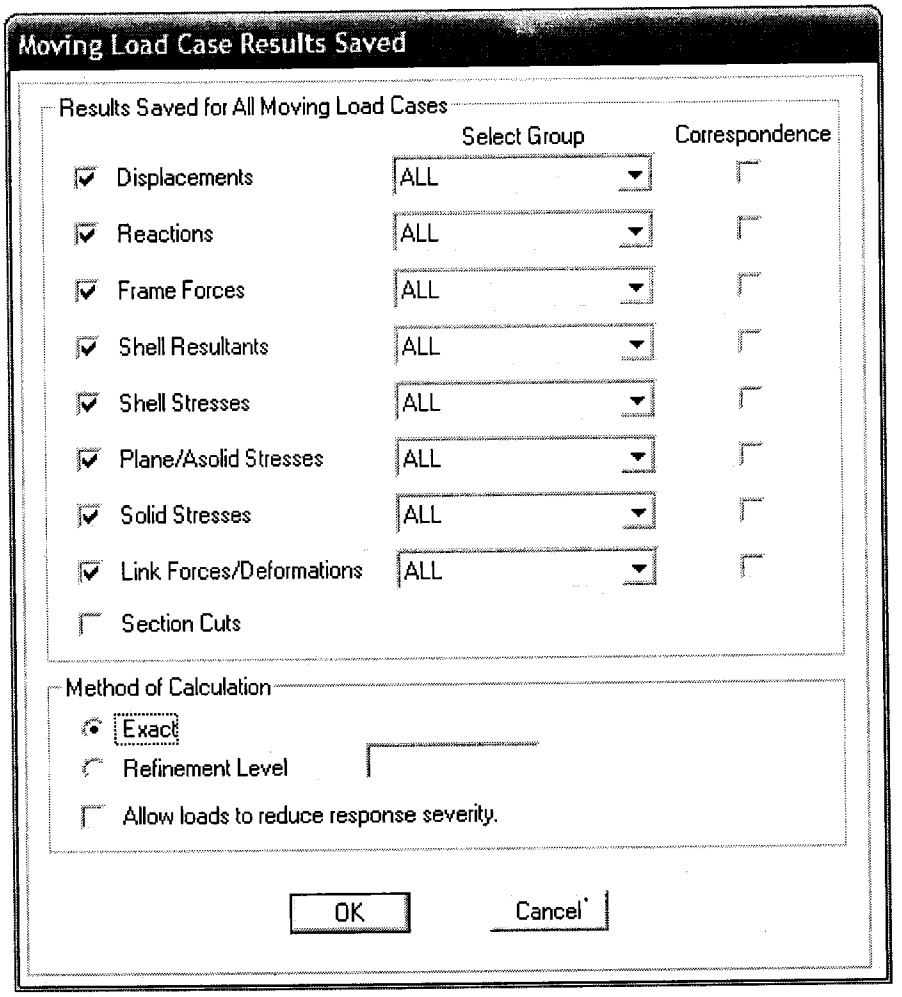
Khi các kiểu tải trọng khác được định nghĩa, như lực động đất, nhiệt độ, xô va tàu thuyền... (xem mục 3.4), các trường hợp tải thêm vào có thể được định nghĩa để phân tích cho các kiểu tải trọng này. Sự tổ hợp tải trọng cho các tải trọng này có thể dùng để phân tích bằng cách dùng **Define menu > Load Combinations** và sau đó chọn tùy chọn **Add Auto Load Combinations**.

9.4- PHÂN TÍCH VÀ XUẤT KẾT QUẢ MÔ HÌNH

Mục này trình bày từng bước xuất kết quả và phân tích mô hình cầu. Khi phân tích mô hình Linked Bridge phải được hoàn thành, vài tùy chọn có thể dùng để hiển thị kết quả sẽ được mô tả trong Chương này.

9.4.1. Các đáp ứng cầu

Phân tích hoạt tải bao gồm việc tính toán chuyên sâu và chiếm một lượng thời gian lớn đối với mô hình lớn. Dùng lệnh **Define menu > Bridge Loads > Bridge Responses** để lựa chọn các đáp ứng cho mô hình. Tức là chỉ ra kết quả cho những đáp ứng mà ta lựa chọn trong chương trình. Hộp thoại Moving Load Case Results Saved Parameters có thể được dùng để xác định các kết quả từ trường hợp tải động.

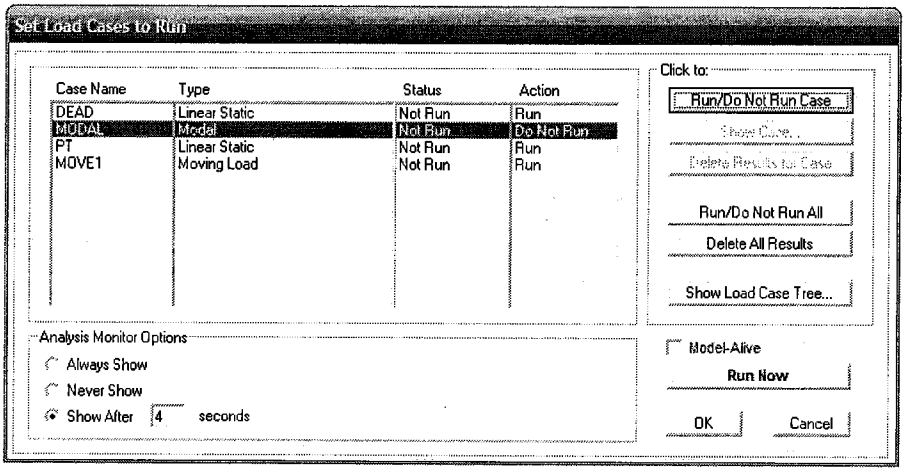


***Hình 9.37:** Các tùy chọn*
trong hộp thoại Moving Load Case Results Saved

Với mỗi phổ đáp ứng lựa chọn, giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của phổ sẽ được tính toán, giá trị lực mô ment, ứng suất có thể xuất kết quả đồng thời. Trong ví dụ này, với đối tượng khung, khi giá trị moment lớn nhất M3 được tính, nếu yêu cầu đáp ứng các phổ còn lại thì các giá trị P, V2, V3, T và M2 cũng sẽ xuất hiện đồng thời với M3 trong khi xuất kết quả.

9.4.2. Chạy phân tích

Sau khi có mô hình hình học của cầu, trường hợp tải trọng và tại trọng cũng đã được định nghĩa, cầu đã sẵn sàng cho việc phân tích. Dùng lệnh **Analyze menu > Run Analysis** để thực hiện việc phân tích. Lệnh này sẽ xuất hiện hộp thoại trong hình 9.37.



Hình 9.38: Hộp thoại Set Load Cases to Run.

Dùng nút **Run/Do Not Run** để chọn trường hợp tải trọng để chạy, và nút **Run Now** để bắt đầu phân tích.

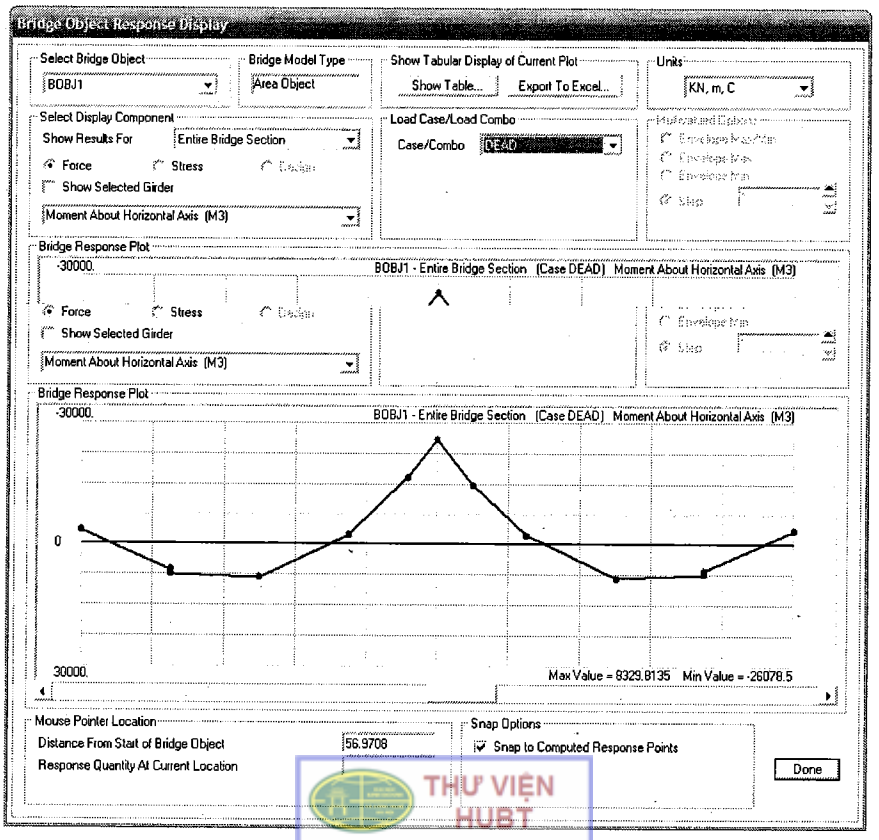
9.4.3. Hiển thị các kết quả

Người dùng có thể cho hiển thị kết quả dưới dạng đồ thị hay dưới dạng số.

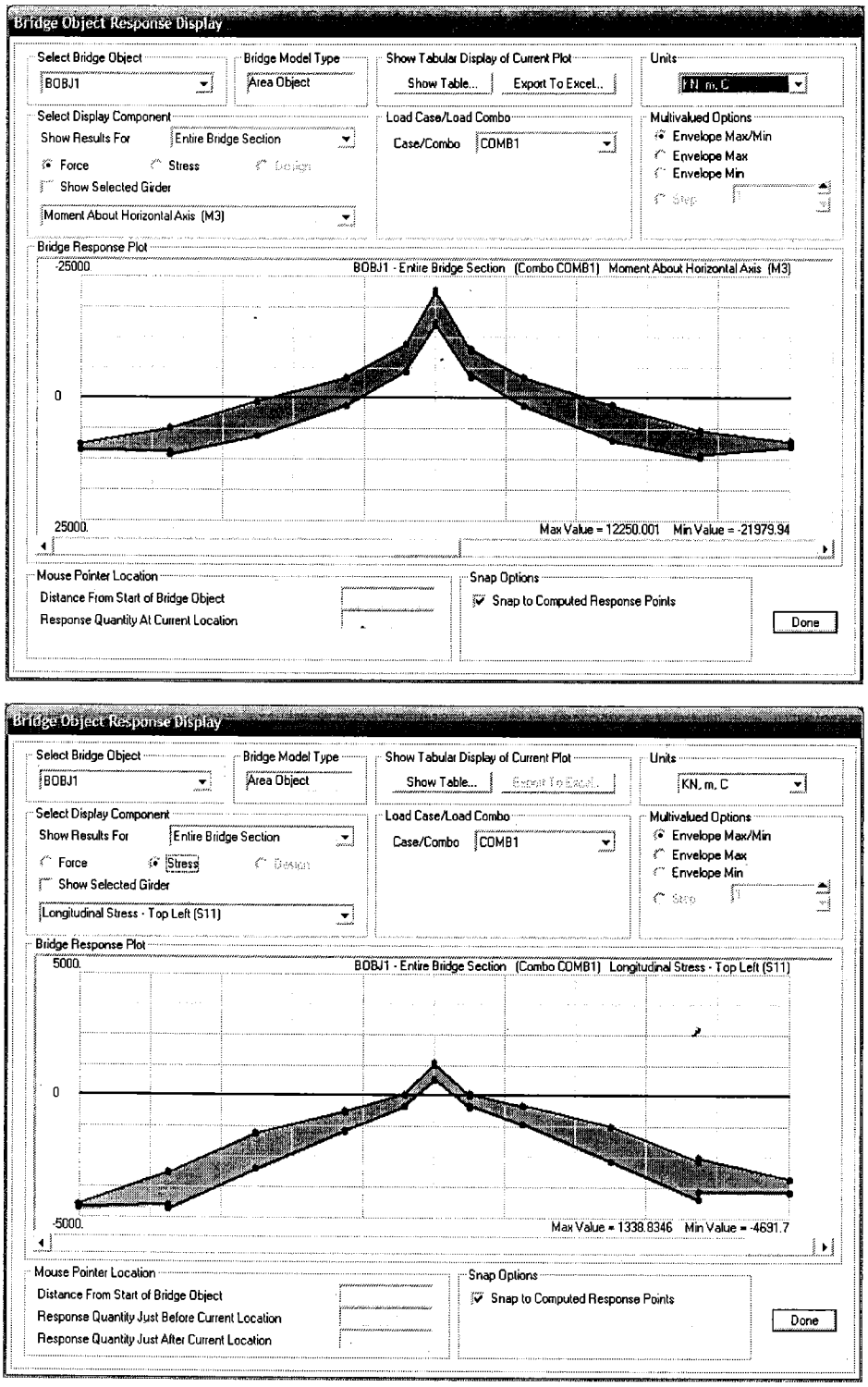
9.4.3.1. Hiển thị các kết quả dưới dạng đồ họa

Khi mô hình cầu được xây dựng bởi module SAP2000/Bridge, lệnh

Display menu > Show Bridge Forces/Stresses dùng để hiển thị kết quả lực và ứng suất, một ví dụ xem trong hình 9.39.



Biểu đồ lực và ứng suất trong phần tử tấm được hiển thị với mô hình loại này. Trong ví dụ là hình 9.39.

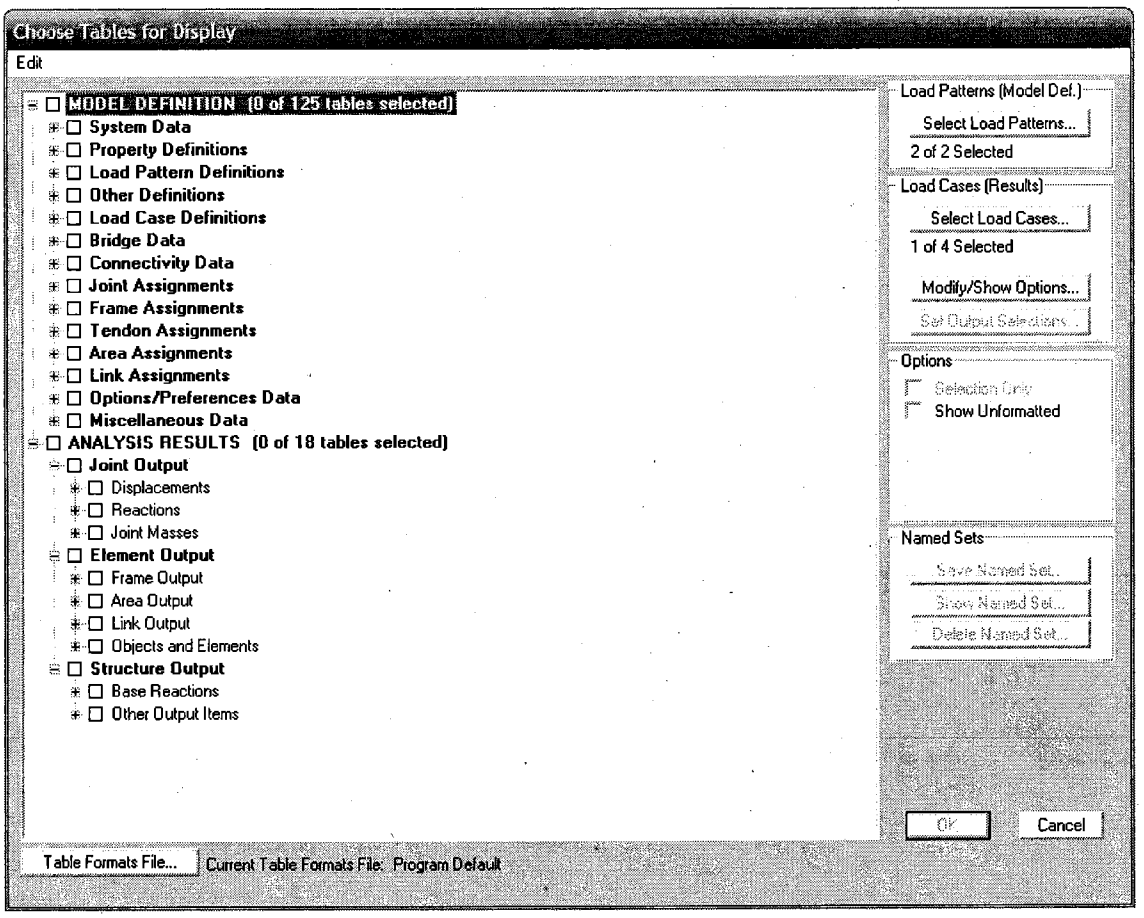


Hình 9.39: *Bridge Object Response Display*

9.4.3.2. Xuất ra bảng

Các kết quả phân tích có thể được hiển thị thành từng mục bằng cách sử dụng lệnh **Display menu > Show Tables**, như trong hình 9.4-6.

Dùng những tùy chọn khác nhau của hộp thoại để xem các kết quả hiển thị như trong bảng. Tất cả các bảng có thể xuất và lưu thành nhiều định dạng khác nhau, phổ biến nhất là Microsoft Excel.



Hình 9.40: *Hộp thoại Choose Tables for Display*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Lan. *Bài giảng SAP2000*. Trường đại học Bách Khoa - Đại học Đà Nẵng, 2007.
2. Computers and Structures, Inc. *SAP2000® Basic Analysis Reference Manual*, 2009.
3. Computers and Structures, Inc. *CSI Analysis Reference Manual For SAP2000®, ETABS®, and SAFE®*, 2009.
4. SAP2000 V14. *Online help.*

MỤC LỤC

Chương 9. Giới thiệu menu SAP2000/bridge

PHÂN TÍCH VÀ THIẾT KẾ KẾT CẤU XÂY DỰNG BẰNG PHẦN MỀM SAP2000 V14

Chịu trách nhiệm xuất bản:
TRỊNH XUÂN SƠN

Biên tập: TẠ HẢI PHONG
Chế bản: TRẦN KIM ANH
Sửa bản in: TẠ HẢI PHONG
Vẽ bìa: VŨ BÌNH MINH

In 500 cuốn khổ 19 × 27cm tại Xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy chấp nhận đăng kí kế hoạch xuất bản số 474-2011/CXB/12-42/XD ngày 11/5/2011. Quyết định xuất bản số 321/QĐ-XBXD ngày 6/9/2011. In xong và nộp lưu chiểu tháng 9-2011.