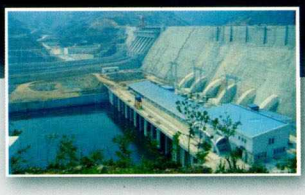
CK.0000068056

VŨ HOÀNG HƯNG *(Chủ biên)* - VŨ THÀNH HẢI
NGUYỄN QUANG HÙNG - ĐÀO VĂN HƯNG
CAO VĂN MÃO - KHÚC HỒNG VÂN



SAP 2000

PHÂN TÍCH KẾT CẤU CÔNG TRÌNH THỦY LỢI THỦY ĐIỆN

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

TS. VŨ HOÀNG HƯNG *(Chủ biên)*
PGS.TS. VŨ THÀNH HẢI - PGS.TS. NGUYỄN QUANG HÙNG
TS. ĐÀO VĂN HƯNG - TS. CAO VĂN MÃO - ThS. KHÚC HỒNG VÂN

SAP 2000

PHÂN TÍCH KẾT CẤU CÔNG TRÌNH THỦY LỢI THỦY ĐIỆN

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2013

LỜI NÓI ĐẦU

Phần mềm tính toán kết cấu SAP2000 do công ty CSI (Computers and Structures, Inc) của Mỹ xây dựng và phát triển trong suốt hơn ba thập kỷ năm qua và tạo được chỗ đứng vững chắc trên thị trường thế giới. Tại Việt Nam phần mềm này đã quá quen thuộc với số đông người sử dụng trong tính toán kết cấu từ công trình dân dụng, giao thông đến thủy lợi và được nhiều trường Đại học và Viện nghiên cứu sử dụng trong giảng dạy và nghiên cứu. Để không ngừng nâng cao chất lượng đào tạo chuyên môn kỹ thuật thủy lợi đáp ứng nhu cầu ứng dụng công nghệ thông tin trong tình hình mới, chúng tôi tổ chức biên soạn cuốn sách này.

*Toàn bộ nội dung cuốn sách "**SAP2000 - Phân tích kết cấu công trình thủy lợi thủy điện**" bao gồm 17 chương chia thành hai phần:*

Phần 1 - Từ chương 1 đến chương 9 gồm các bài toán cơ bản.

Phần 2 - Từ chương 10 đến chương 17 gồm các bài toán chuyên ngành.

Chương 1 giới thiệu khái quát về phần mềm phân tích kết cấu SAP2000 và khả năng nổi trội của phần mềm trong tính toán kết cấu công trình thủy. Chương 2 bao gồm các bài toán hệ thanh phẳng và không gian có xét đến độ cứng của vùng nút và liên kết nửa cứng. Chương 3, 4 và 5 giới thiệu các bài toán phẳng, bài toán tấm, vỏ không gian và bài toán khối. Chương 6 giới thiệu phân tích kết cấu có xét tới hiệu ứng P-Delta. Chương 7 tính toán ổn định của cấu kiện chịu nén. Chương 8 tính toán kết cấu chịu tải trọng động. Chương 9 giới thiệu tính toán kết cấu chịu tác dụng của tải trọng động đất theo phương pháp phổ phản ứng và phương pháp phân tích lịch sử thời gian. Chương 10 giới thiệu các bài toán tính toán kết cấu đập bê tông trọng lực chịu tác dụng của tải trọng tĩnh và động. Chương 11 giới thiệu các bài toán tính toán kết cấu cống ngầm theo các sơ đồ tính toán khác nhau. Chương 12 tính toán kết cấu tháp van cống ngầm. Chương 13 tính toán kết cấu tường chắn đất kiểu tường sườn trên nền đàn hồi và trên nền cọc. Chương 14 tính toán kết cấu cầu máng vỏ mỏng mặt cắt ngang hình thang và hình nửa tròn theo bài toán không gian. Chương 15 tính toán kết cấu dốc nước và máng phun. Chương 16 tính toán kết cấu đường hầm thủy công không áp và đường hầm có áp. Chương 17 giới thiệu bài toán tính toán kết cấu cửa van hình cung trong công trình thủy lợi thủy điện.

Tham gia biên soạn Giáo trình được thực hiện như sau: TS. Vũ Hoàng Hưng chủ biên và viết chương 1, 2, 3, 4, 5, 13 và 14; PGS.TS. Vũ Thành Hải viết chương 17; PGS.TS. Nguyễn Quang Hùng viết chương 8, 9, 10; TS. Đào Văn Hưng viết

chương 16; TS. Cao Văn Mão viết chương 6, 7, 11; ThS. Khúc Hồng Vân viết chương 12 và 15.

Giáo trình được dùng làm tài liệu tham khảo cho sinh viên và học viên cao học ngành công trình, các cán bộ khoa học kỹ thuật khi thiết kế và nghiên cứu kết cấu các công trình thủy lợi thủy điện.

Các tác giả xin chân thành cảm ơn các thầy cô giáo trong Bộ môn Kết cấu công trình trường Đại học Thủy lợi, Nhà xuất bản Xây dựng đã khuyến khích và tạo mọi điều kiện để cuốn sách sớm ra mắt bạn đọc. Cảm ơn ThS. Đinh Quang Thịnh đã giúp đọc bản thảo và kiểm tra lại các ví dụ tính toán. *Chúng tôi mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc. Các ý kiến xin gửi về địa chỉ:*

Vũ Hoàng Hưng - Bộ môn Kết cấu công trình trường Đại học Thủy lợi, 175 Tây Sơn - Đống Đa - Hà Nội.

Email: hung.kcct@wru.edu.vn

Xin chân thành cảm ơn.

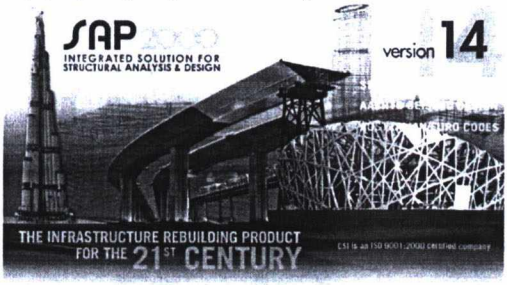
Các tác giả

Phần I
PHÂN TÍCH KẾT CẤU CƠ BẢN

Chương 1
GIỚI THIỆU KHÁI QUÁT VỀ PHẦN MỀM SAP2000

1.1. MỞ ĐẦU

Phần mềm tính toán kết cấu SAP2000 (Structural Analysis Program) được phát triển bởi công ty CSI (Computers and Structures, Inc) của Hoa Kỳ và nổi tiếng trên phạm vi toàn thế giới. Đây là phần mềm mạnh phân tích và thiết kế kết cấu trên cơ sơ phương pháp phần tử hữu hạn theo mô hình chuyển vị. Trải qua hơn 30 năm kiểm nghiệm phân tích kết cấu thực tế và không ngừng đổi mới cho phù hợp với sự phát triển của phương pháp phần tử hữu hạn, hiện nay đã phát triển đến phiên bản SAP2000 V15.

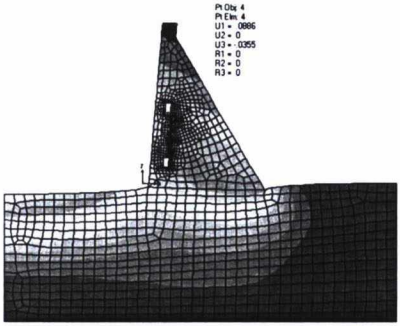


Phần mềm SAP2000 có nhiều ưu điểm:

- Giao diện đồ họa thân thiện giúp mô hình hóa đơn giản và nhanh chóng.
- Phần tử đa dạng: thanh, neo, tấm, vỏ, khối....
- Nhiều lựa chọn cho phân tích kết cấu như: tuyến tính - tĩnh, tuyến tính - động, phi tuyến - động.
- Nhiều kỹ thuật phân tích mới đã được đưa vào phần mềm như: phân tích biến dạng lớn, hiệu ứng P - Delta, phân tích Pushover, phân tích Buckling, ..
- Khả năng tự động hóa thiết kế kết cấu bê tông, kết cấu thép theo tiêu chuẩn một số nước như Hoa Kỳ, Anh, Eurocode, Trung Quốc,...
- Kết quả tính toán được định dạng chuẩn hoặc có thể thay đổi tùy ý.
- Liên kết với phần mềm AutoCAD thông qua file *.DXF hoặc có thể Copy/Paste từ các bảng tính như Excel.

Trong tài liệu này chỉ tập trung khai thác phần mềm SAP2000 V14 trong lĩnh vực xây dựng công trình thủy lợi, thủy điện. Dưới đây giới thiệu một vài ứng dụng của phần mềm SAP2000 trong phân tích kết cấu công trình thủy lợi, thủy điện.

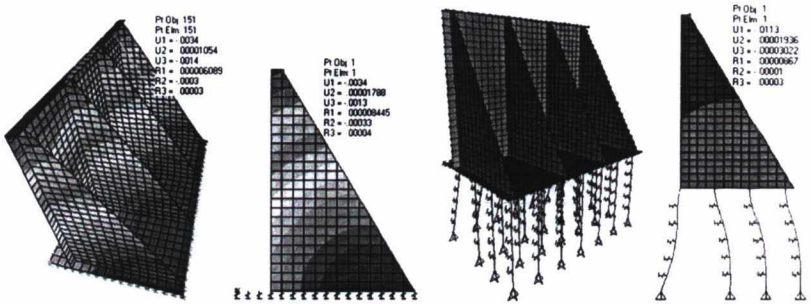
(1) Phân tích kết cấu đập bê tông trọng lực và đập tràn



(a) Chuyển vị đập bê tông trọng lực và nền *(b) Ứng suất chính lớn nhất trong đập tràn*

***Hình 1.1.** Kết quả tính toán chuyển vị và ứng suất*

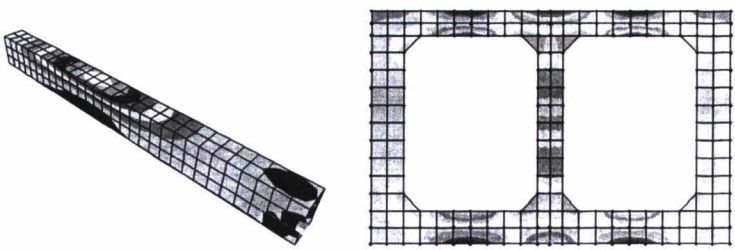
(2) Phân tích kết cấu tường chắn đất



(a) Chuyển vị tường trên nền đàn hồi *(b) Chuyển vị tường trên nền cọc*

***Hình 1.2.** Kết quả tính toán tường chắn đất*

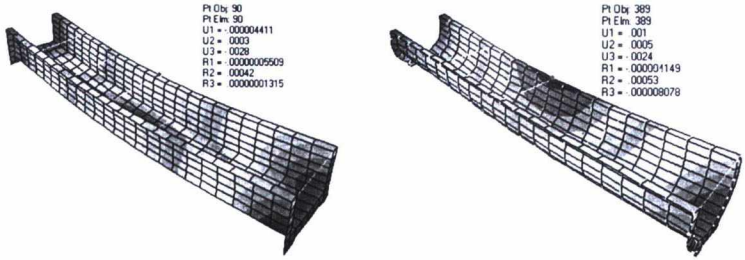
(3) Phân tích kết cấu cống ngầm



(a) Tính toán theo sơ đồ không gian *(b) Tính toán theo bài toán biến dạng phẳng*

***Hình 1.3.** Kết quả tính toán cống ngầm*

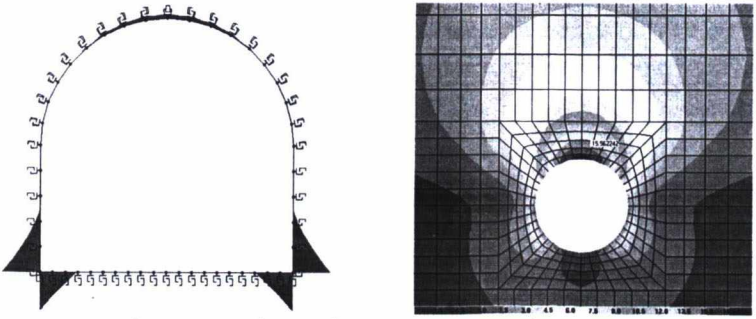
(4) Phân tích kết cấu cầu máng



(a) Cầu máng mặt cắt chữ nhật *(b) Cầu máng mặt cắt chữ U*

Hình 1.4. *Kết quả tính toán cầu máng*

(5) Phân tích kết cấu vỏ hầm thủy công



(a) Tính theo sơ đồ khung trên nền đàn hồi *(b) Tính theo sơ đồ làm việc đồng thời với nền*

Hình 1.5. *Kết quả tính toán kết cấu vỏ hầm thủy công*

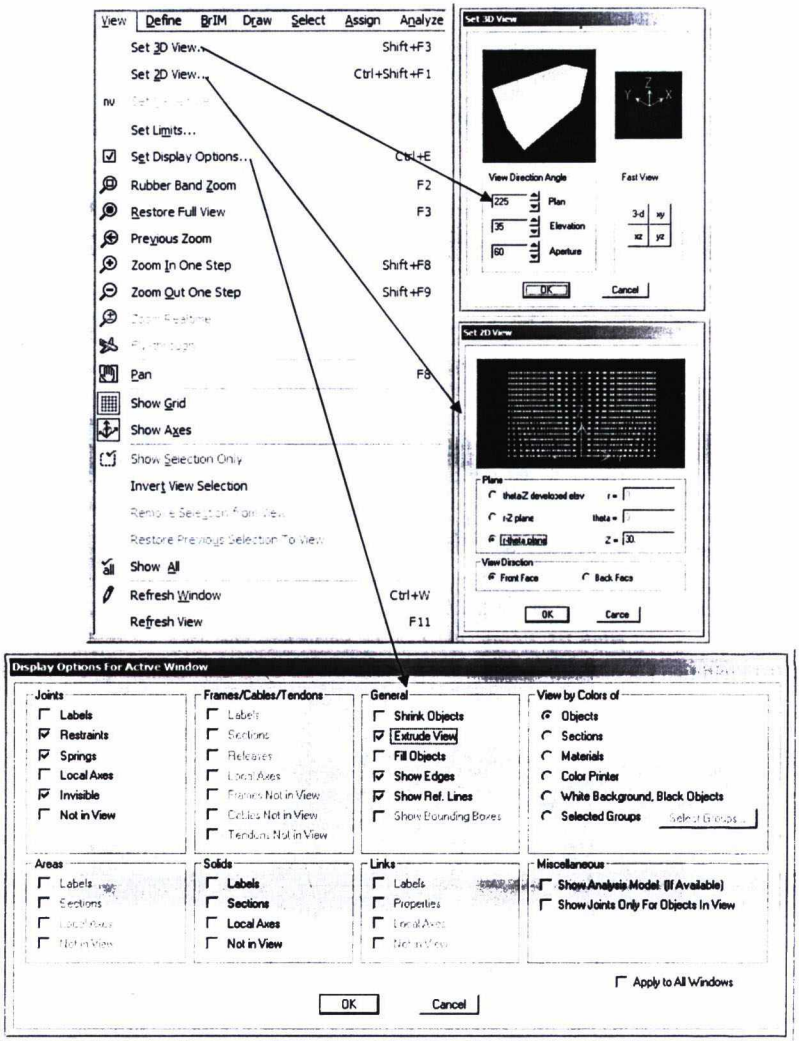
(6) Phân tích kết cấu cửa van thép

(a) Cửa van phẳng *(b) Cửa van hình cung*

Hình 1.6. *Kết quả tính toán cửa van bằng thép*

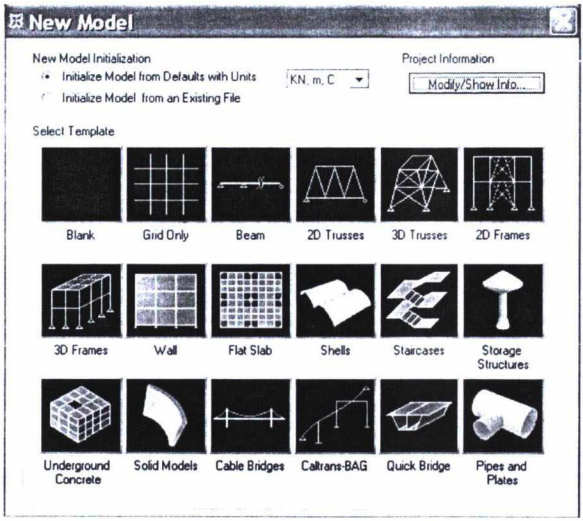
1.2. KHẢ NĂNG NỔI BẬT CỦA PHẦN MỀM

(1) Có khả năng làm việc trên nhiều hướng nhìn hoặc trong mặt phẳng. Hiển thị đối tượng theo các phép chiếu trực giao, phối cảnh. Giới hạn phạm vi hiển thị đối tượng trên màn hình đồ họa. Phóng to, thu nhỏ, dịch chuyển đối tượng dễ dàng.



Hình 1.7. Lựa chọn hiển thị đối tượng

(2) Sử dụng kết cấu mẫu với các tham số khác nhau để nhanh chóng tạo ra các kết cấu theo yêu cầu.

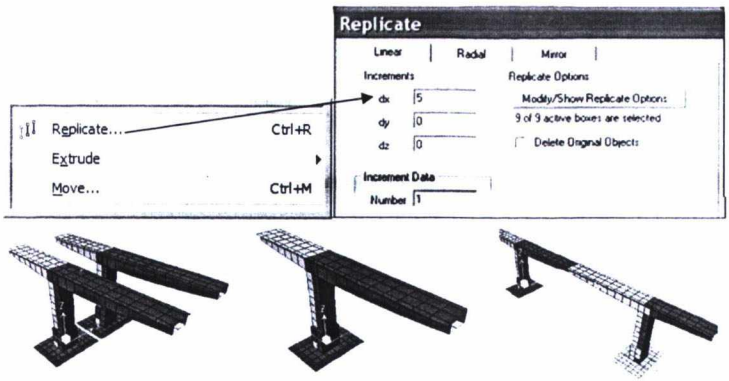


Hình 1.8. *Sử dụng các kết cấu mẫu*

(3) Sử dụng phương pháp vẽ nhanh để nhanh chóng tạo ra các phần tử.

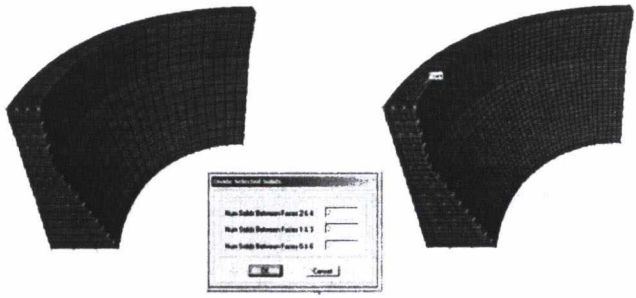
Hình 1.9. *Thanh công cụ vẽ nhanh*

(4) Thao tác nhân bản, kéo dãn, di chuyển phần tử dễ dàng.



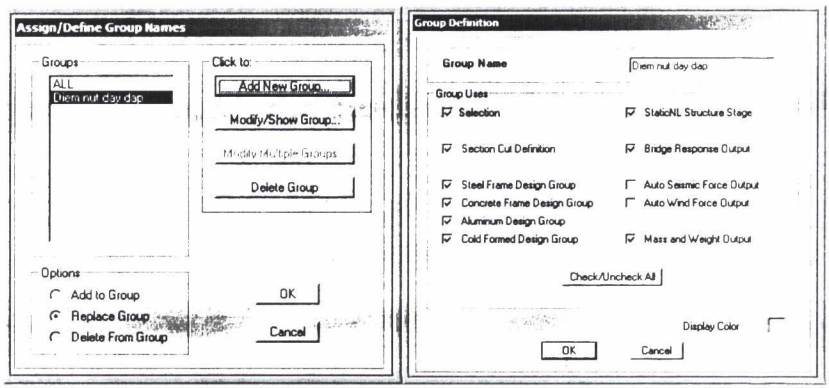
Hình 1.10. *Nhân bản đối tượng*

(5) Thuận tiện trong việc làm mịn hóa lưới phần tử.



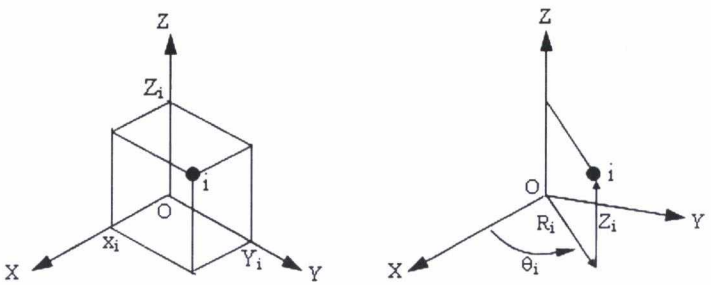
Hình 1.11. Mịn hóa lưới phần tử

(6) Tạo "nhóm" để dễ dàng cho việc lựa chọn, gán và hiển thị các đối tượng.



Hình 1.12. Gán các đối tượng có cùng thuộc tính vào một nhóm

(7) Hỗ trợ nhiều hệ trục tọa độ.



Hình 1.13. Hệ tọa độ vuông góc và hệ tọa độ trụ