



CK.0000068408

NGÔ ĐĂNG QUANG (CHỦ BIÊN)
ĐỖ NGỌC LINH, BÙI CÔNG ĐỘ, NGUYỄN TRỌNG NGHĨA

MÔ HÌNH HÓA VÀ PHÂN TÍCH KẾT CẤU CẦU VỚI MIDAS/Civil

Civil

TẬP 1



UYÊN
HIỆU



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

NGÔ ĐĂNG QUANG (Chủ biên)
TRẦN NGỌC LINH, BÙI CÔNG ĐỘ, NGUYỄN TRỌNG NGHĨA

**MÔ HÌNH HÓA VÀ PHÂN TÍCH
KẾT CẤU CẦU
với MIDAS/Civil**

TẬP 1

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2013

LỜI GIỚI THIỆU

Mô hình hóa và phân tích kết cấu là một trong những bài toán trọng tâm trong công tác thiết kế công trình xây dựng. Nhiệm vụ của mô hình hóa và phân tích kết cấu là mô phỏng ứng xử của kết cấu dưới các tác động khác nhau để, qua đó, đánh giá được sự làm việc của nó.

Hiện nay với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ thông tin, các chương trình máy tính phục vụ cho việc mô hình hóa và phân tích kết cấu đang trở nên ngày càng mạnh mẽ và đáng tin cậy hơn. Chúng đang là những công cụ không thể thiếu trong các văn phòng thiết kế. Các công việc mà các chương trình này thực hiện cho con người đang trở nên ngày càng phức tạp hơn. Tuy nhiên, các công cụ dù mạnh và hoàn hảo đến đâu cũng vẫn không thể thay thế được tri tuệ con người. Con người luôn được yêu cầu phải nắm vững công cụ để khai thác chúng có hiệu quả nhất.

Trong số rất nhiều chương trình hỗ trợ mô hình hóa và phân tích kết cấu hiện nay, MIDAS/Civil đang nổi lên như là một chương trình mạnh, có tốc độ tính toán lớn, có thể thực hiện được nhiều công việc phân tích kết cấu khác nhau và rất dễ sử dụng. Được sử dụng như là một công cụ mô hình hóa và phân tích kết cấu, MIDAS/Civil đang có mặt ngày càng phổ biến ở các văn phòng tư vấn thiết kế. Song song, chương trình này cũng đang được sử dụng rộng rãi trong giảng dạy ở các trường đại học nước ta.

Quyển sách "**Mô hình hóa và phân tích kết cấu cầu với MIDAS/Civil**" được nhóm tác giả biên soạn nhằm cung cấp cho các kỹ sư và nhất là cho sinh viên các ngành xây dựng một tài liệu hướng dẫn ban đầu về mô hình hóa và phân tích kết cấu cầu cũng như phương pháp thực hiện trên MIDAS/Civil.

Quyển sách bao gồm bốn phần và được chia thành hai tập. Tập Một chứa hai phần I và II, tập Hai chứa hai phần còn lại, phần III và IV. Nội dung tóm tắt của các phần như sau:

Phần I giới thiệu một cách vắn tắt cơ sở của các vấn đề mô hình hóa và phân tích kết cấu. Các nội dung này, mặc dù hay được sử dụng trong thực tế, nhưng vẫn chưa được giảng dạy có hệ thống trong các chương trình đào tạo ở bậc đại học nước ta. Nội dung của phần này, tuy vậy, không phải là các tài liệu tham khảo đầy đủ mà chỉ là các giới thiệu nhằm giúp cho người đọc, nhất là sinh viên, có được kiến thức cơ sở ban đầu về các vấn đề sẽ được sử dụng.

Phần II được dùng để giới thiệu MIDAS/Civil và các phương pháp mô hình hóa và phân tích kết cấu với phần mềm này. Đây có thể coi là phần cốt lõi của toàn bộ quyển sách. Các tác giả hy vọng qua phần này, người đọc có thể tự mình xây dựng được các mô hình kết cấu bất kỳ và phân tích chúng trên MIDAS/Civil. Nội dung của phần II sẽ là cơ sở cho các phần tiếp theo, phần III và phần IV.

Phần III cung cấp các kiến thức về sử dụng các công cụ của MIDAS/Civil để mô hình hóa và phân tích các kết cấu cầu đang được sử dụng phổ biến ở nước ta hiện nay như cầu bê tông cốt thép đúc hẫng, đúc đẩy, cầu dây văng, cầu dây võng, v.v.

Phần IV được dành để cung cấp các phương pháp phân tích kết cấu đặc biệt như phân tích cục bộ, phân tích phi tuyến, phân tích động lực học, v.v.

Như đã nêu trên, quyển sách này không nhằm mục tiêu thay thế các tài liệu hướng dẫn sử dụng của MIDAS/Civil mà là một tài liệu tham khảo mở rộng. Hầu hết các nội dung liên quan đến MIDAS/Civil có trong quyển sách được khai thác theo phiên bản 6.7.1, là phiên bản mới nhất tại thời điểm biên soạn.

Trong quá trình biên soạn quyển sách này, các tác giả luôn nhận được sự giúp đỡ, cổ vũ của các đồng nghiệp, nhất là trong Bộ môn Tự động hóa Thiết kế cầu đường, Trường Đại học Giao thông vận tải. Qua đây, các tác giả muốn bày tỏ lòng cảm ơn sâu sắc đến sự giúp đỡ quý báu đó.

Mặc dù đã rất cố gắng để đảm bảo tính chính xác và hệ thống của các nội dung được đưa ra nhưng chắc chắn rằng, các tác giả vẫn còn có nhiều thiếu sót trong quá trình biên soạn quyển sách. Các tác giả mong muốn nhận được sự góp ý và bổ sung của các đồng nghiệp và người đọc để có thể khắc phục các thiếu sót đó trong các lần biên soạn sau.

Hà Nội, tháng 7 năm 2005

Các tác giả

Mục lục

Lời giới thiệu	3
Mục lục	5
Chương 1. Tổng quan về mô hình hóa và phân tích kết cấu cầu	
1.1. Khái niệm chung	15
1.2. Cơ sở lý thuyết	15
1.3. Các thành phần chính của mô hình kết cấu	18
1.3.1. Mô hình hình học	18
1.3.2. Mô hình liên kết và điều kiện biên	19
1.3.3. Mô hình tải trọng	19
1.4. Tổng quan về một số phương pháp phân tích kết cấu cầu	20
1.4.1. Phương pháp lực	20
1.4.2. Phương pháp chuyển vị	21
1.4.3. Phương pháp phần tử hữu hạn	22
1.5. Một số chỉ dẫn về mô hình hóa kết cấu	23
1.5.1. Tổng quan về các vấn đề trong mô hình hóa kết cấu	23
1.5.2. Một số chỉ dẫn về mô hình hóa kết cấu	23
Chương 2. Một số cơ sở lý thuyết trong phân tích kết cấu	
2.1. Cơ sở của phân tích tải trọng di động	30
2.1.1. Khái niệm về đường và mặt ảnh hưởng	30
2.1.1.1. Tải trọng di động	30
2.1.1.2. Hàm ảnh hưởng	30
2.1.1.3. Đường và mặt ảnh hưởng	31
2.1.1.4. Vị trí cực trị của tải trọng	31
2.1.1.5. Đường bao	32
2.1.2. Khái niệm về đoàn xe tiêu chuẩn	32
2.2. Cơ sở của phân tích động lực học kết cấu	33
2.2.1. Dao động hệ có một bậc tự do	33
2.2.1.1. Khái niệm chung	33
2.2.1.2. Dao động của hệ tuyến tính có một bậc tự do	34
2.2.2. Dao động hệ có nhiều bậc tự do	36
2.2.3. Khái niệm về dao động phi tuyến	38
2.2.4. Phân tích trị riêng (eigenvalue)	39
2.2.4.1. Phương pháp Véc-tơ riêng	39
2.2.4.2. Phương pháp Véc-tơ Ritz	40

2.2.4.3. Phân tích hình thái (Modal Analysis) hay phương pháp cộng dạng dao động (mode superposition)	40
2.2.4.4. Các phương pháp tích phân trực tiếp	42
2.3. Cơ sở của tính toán phi tuyến	42
2.3.1. Giới thiệu chung	42
2.3.2. Một số phương pháp phân tích phi tuyến	44
2.3.2.1. Phương pháp lặp trực tiếp	45
2.3.2.2. Phương pháp Newton – Raphson	45
2.3.2.3. Phương pháp “chiều dài cung” – Arc-Length	47
2.3.3. Bài toán phân tích đàn – dẻo một chiều	48
2.3.4. Bài toán phi tuyến hình học	48
2.3.5. Hiệu ứng P-Delta	50
2.4. Cơ sở của phân tích ổn định kết cấu (buckling analysis)	51
2.5. Cơ sở của phân tích tác động động đất	52
2.5.1. Khái niệm về động đất	52
2.5.2. Đo động đất	53
2.5.2.1. Cường độ (magnitude)	53
2.5.2.2. Cấp độ (Intensity)	54
2.5.3. Các thông số thiết kế	54
2.5.3.1. Lịch sử thời gian (time history)	54
2.5.3.2. Phổ đáp ứng	55
2.5.3.3. Chu kỳ lặp lại (return period)	58
2.5.4. Các hư hỏng điển hình do động đất gây ra với công trình cầu	58
2.5.5. Phân tích động lực học trong thiết kế động đất	59
2.5.5.1. Phương pháp hệ số động đất	60
2.5.5.2. Phương pháp phổ dạng đơn (single-mode spectral method)	60
2.5.5.3. Phương pháp phân tích phổ dạng phức (multi-mode spectral analysis)	61
2.5.5.4. Phương pháp phổ phản ứng nhiều gối	62
2.5.5.5. Nhận xét về phương pháp phổ phản ứng	63
2.5.5.6. Phương pháp lịch sử thời gian (time history)	63
2.5.6. Phân tích động đất theo tiêu chuẩn 22TCN272-01	63
2.5.6.1. Nguyên tắc chung	63
2.5.6.2. Phương pháp phân tích	66
2.6. Cơ sở tính toán cơ ngót, từ biến	69
2.6.1. Khái niệm chung về từ biến và cơ ngót	69
2.6.2. Tính toán từ biến	69
2.6.2.1. Tính toán từ biến theo tiêu chuẩn AASHTO và tiêu chuẩn 22TCN272-01	70

2.6.2.2. Tính toán từ biến theo tiêu chuẩn CEP-FIB CODE	70
2.6.3. Tính toán cơ ngót	71
2.6.3.1. Theo tiêu chuẩn 22TCN272-01	71
2.6.3.2. Theo tiêu chuẩn CEB-FIP 90	72
2.7. Phân tích kết cấu trong giai đoạn thi công	73
2.7.1. Các vấn đề trong quá trình thi công công trình theo các giai đoạn	73
2.7.2. Một số trường hợp điển hình trong phân tích kết cấu trong giai đoạn thi công	76
2.7.3. Mô hình hóa và phân tích kết cấu theo các giai đoạn thi công	76
2.7.3.1. Mô hình hóa kết cấu	76
2.7.3.2. Phân tích kết cấu	77
Chương 3. Tổng quan về một số chương trình phân tích kết cấu đang được áp dụng phổ biến	
3.1. Tổng quan về sự hoạt động của các chương trình phân tích kết cấu	84
3.1.1. Bộ phận tiền xử lý (preprocessing)	84
3.1.2. Bộ phận xử lý (processing)	85
3.1.3. Bộ phận hậu xử lý (postprocessing)	85
3.2. Tổng quan về một số hệ thống chương trình phân tích kết cấu cầu	86
3.2.1. MIDAS/Civil	86
3.2.2. SAP2000	87
3.2.3. STAAD.Pro	87
3.2.4. RM-SPACEFRAME	88
Chương 4. Giới thiệu phần mềm MIDAS/Civil	
4.1. Giới thiệu MIDAS IT và họ sản phẩm MIDAS	93
4.1.1. MIDAS/Gen	93
4.1.2. MIDAS/Civil	94
4.1.3. MIDAS/SDS	95
4.1.4. MIDAS/FEModeler	96
4.1.5. MIDAS/Set	96
4.1.6. MIDAS/GTS	97
4.2. Các tính năng chính của MIDAS/Civil	98
4.2.1. Các tính năng phân tích cơ bản	98
4.2.2. Các tính năng mô hình hóa và phân tích đặc biệt	100
4.2.3. Giao diện và trao đổi dữ liệu	101
4.2.4. Tính năng thiết kế kết cấu	102
4.3. Một số công trình cầu điển hình đã được thiết kế, tính toán với MIDAS/Civil	102
4.3.1. Cầu SooTong	103
4.3.2. Cầu Stonecutter	103
4.3.3. Cầu Incheon 2 (Incheon 2nd Bridge)	104

Chương 5. Mô hình hóa và phân tích kết cấu cầu cầu với MIDAS/Civil

5.1. Môi trường mô hình hóa kết cấu trên MIDAS/Civil	106
5.1.1. Tổ chức hệ thống giao diện của môi trường ứng dụng	106
5.1.1.1. Free Menu (Menu dạng cây)	108
5.1.1.2. Context Menu (Menu ngữ cảnh)	108
5.1.1.3. Model Window (Cửa sổ mô hình)	108
5.1.1.4. Table Window (Cửa sổ bảng)	109
5.1.1.5. History Window (Cửa sổ lịch sử)	109
5.1.1.6. Message Window (Cửa sổ thông điệp)	110
5.1.1.7. Status Bar (Thanh trạng thái)	110
5.1.1.8. Toolbar and Icon Menu (Thanh công cụ và Menu biểu tượng)	110
5.1.2. Thiết lập các thông số giao diện	110
5.1.2.1. Gán hệ thống đơn vị và các chuyển đổi	110
5.1.2.2. Thiết lập môi trường làm việc	111
5.1.3. Các phương pháp và quy định nhập số liệu	113
5.1.3.1. Các phương pháp nhập số liệu	113
5.1.3.2. Các lệnh nhập số liệu	115
5.1.4. Các chức năng hỗ trợ tương tác với môi trường ứng dụng	117
5.1.4.1. Biểu diễn hình dạng mô hình	117
5.1.4.2. Các phương pháp lựa chọn đối tượng	119
5.1.4.3. Kích hoạt và bỏ kích hoạt đối tượng	122
5.2. Mô hình phân tích số của MIDAS/Civil	123
5.2.1. Khái quát	123
5.2.2. Hệ tọa độ	124
5.2.2.1. Hệ tọa độ chung (Global Coordinate System – GCS)	125
5.2.2.2. Hệ tọa độ phần tử (Element Coordinate System – ECS)	125
5.2.2.3. Hệ tọa độ nút (Node local Coordinate System – NCS)	125
5.2.3. Phần tử	126
5.2.3.1. Các kiểu phần tử	126
5.2.3.2. Phần tử dầm (Beam Element)	126
5.2.3.3. Phần tử dàn (Truss Element)	128
5.2.3.4. Phần tử chỉ chịu kéo (Tension-only Element)	129
5.2.3.5. Phần tử cáp (Cable Element)	130
5.2.3.6. Phần tử chỉ chịu nén (Compression-only Element)	130
5.2.3.7. Phần tử ứng suất phẳng (Plane Stress Element)	131
5.2.3.8. Phần tử biến dạng phẳng hai chiều (Two-Dimensional Plane Strain Element)	132

5.2.3.9. Phần tử hai chiều đối xứng trục (Two-Dimensional Axisymmetric Element)	134
5.2.3.10. Phần tử tấm (Plate Element)	136
5.2.3.11. Phần tử khối (Solid Element)	138
5.2.3.12. Một số khía cạnh quan trọng trong việc lựa chọn phần tử	140
5.2.3.13. Một số chỉ dẫn về việc áp dụng phần tử	141
5.2.4. Điều kiện biên	148
5.2.4.1. Các ràng buộc bậc tự do	149
5.2.4.2. Các phần tử biên đàn hồi (các gói đàn hồi)	151
5.2.4.3. Phần tử liên kết đàn hồi (Elastic Link Element)	153
5.2.4.4. Phần tử liên kết tổng quát (General Link Element)	153
5.2.4.5. Giải phóng liên kết đầu phần tử (Beam End Release)	156
5.2.4.6. Hiệu ứng vùng liên kết (Panel Zone Effect)	157
5.2.4.7. Liên kết cứng (Rigid Link), nút chính và nút phụ	161
5.2.4.8. Các chuyển vị cưỡng bức của gói	168
5.3. Mô hình hóa kết cấu bằng MIDAS/Civil	169
5.3.1. Mô hình hoá hình học phần tử hữu hạn	169
5.3.1.1. Xác định kiểu mô hình	170
5.3.1.2. Định nghĩa hệ tọa độ người dùng (UCS)	171
5.3.1.3. Tạo lưới định vị	172
5.3.1.4. Một số chỉ dẫn khi làm việc với mô hình	173
5.3.1.5. Làm việc với nút	174
5.3.1.6. Làm việc với phần tử	176
5.3.2. Mô hình hóa vật liệu	179
5.3.2.1. Vật liệu tiêu chuẩn	179
5.3.2.2. Vật liệu do người dùng tự định nghĩa	181
5.3.2.3. Nhập vật liệu từ các dự án khác	181
5.3.2.4. Vật liệu có tính năng thay đổi theo thời gian	181
5.3.2.5. Gán vật liệu với phần tử	184
5.3.3. Mô hình hóa mặt cắt	185
5.3.3.1. Định nghĩa và khai báo mặt cắt	185
5.3.3.2. Gán mặt cắt cho phần tử	187
5.3.3.3. Dữ liệu chiều dày	187
5.3.3.4. Xây dựng và tính toán đặc trưng mặt cắt bằng SPC	187
5.3.3.5. Hệ số tỷ lệ độ cứng mặt cắt	187
5.3.4. Mô hình hóa điều kiện biên	190
5.3.4.1. Gói	190