

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NAM CẦN THƠ

ThS. Phạm Văn Nhơn



TÀI LIỆU GIẢNG DẠY
CƠ HỌC CÔNG TRÌNH

Trình độ: Đại học

Ngành: Kiến trúc công trình

Cần Thơ – 2016

LƯU HÀNH NỘI BỘ

CƠ HỌC CÔNG TRÌNH

LỜI NÓI ĐẦU

Tập bài giảng Cơ học công trình (Structural Mechanics) được tác giả biên soạn cho ngành kiến trúc, Trường Đại học Nam Cần Thơ.

Sinh viên tiếp cận với môn học này từ những khái niệm cơ bản của cơ học vật rắn không biến dạng (Mechanics of non-deformable bodies/mechanics of the rigid bodies) sang cơ học vật rắn biến dạng (Mechanics of deformable bodies).

Với một thời lượng 3 tín chỉ (45 tiết), để tiếp thu tốt môn học này, sinh viên cần được trang bị tốt các kiến thức cơ bản về toán và vật lý. Đây là học phần bản lề làm cơ sở giúp cho sinh viên học tốt các học phần liên quan đến vấn đề kỹ thuật xây dựng sau này.

Đối tượng nghiên cứu của Cơ học (Mechanics) là một ngành khoa học mô tả và trình bày các điều kiện cân bằng hay chuyển động của các vật thể (bodies) dưới tác động của các lực. Đối tượng nghiên cứu Cơ học công trình (Structural Mechanics) là vật rắn biến dạng đàn hồi, tức có thể thay đổi hình dạng dưới tác dụng của các nguyên nhân bên ngoài.

Phạm vi nghiên cứu của môn cơ học kết cấu, cơ học công trình giống môn sức bền vật liệu, nhưng gồm nhiều cấu kiện liên kết lại với nhau, nên còn gọi là hệ kết cấu.

Về phương pháp nghiên cứu, trừ một vài bộ môn như lý thuyết đàn hồi, lý thuyết dẻo chỉ dựa vào công cụ toán học để lập và giải những phương trình toán học, các bộ môn khác trong cơ học vật rắn biến dạng đều là những môn khoa học thực nghiệm: dùng các kết quả thí nghiệm trên vật liệu và công trình, kết hợp với các giả thiết (assumptions) để đơn giản hóa vấn đề, từ đó đưa các kết luận và sự làm việc của kết cấu với một vật liệu cụ thể.

Hai giả thiết được sử dụng trong cơ học kết cấu là vật liệu làm việc đàn hồi tuyến tính (Linear Elasticity), và biến dạng/chuyển vị (deformation/displacement) của kết cấu là nhỏ, (bỏ qua các biến dạng nhỏ bậc 2, vì đó là những lượng vô cùng bé) các giả thiết cho phép đơn giản hóa nhưng vẫn giữ được những mô tả bản chất.

Với 2 giả thiết nêu trên, nguyên lý cộng tác dụng (Superposition Principle) được áp dụng trong tính toán.

Nhiệm vụ học phần đối với ngành kiến trúc: Ngành kiến trúc không đi quá sâu vào các bộ môn cơ sở của như ngành xây dựng, chỉ nghiên cứu một số nội dung có tính chất cơ bản.

Về bố cục học phần được sắp xếp chia ra làm 8 chương, theo thứ tự logic chương trước là tiền đề cho chương sau. Để giúp cho sinh viên có thể nắm bắt vấn đề dễ dàng, vận dụng hiệu quả được vào trong thực tiễn, sau mỗi công thức đều có ví dụ tính toán, và đồng thời sau mỗi chương đều có nêu câu hỏi ôn tập và các bài tập mẫu làm thêm.

Chương 1 và 2 (12 tiết) - Khái niệm về lực, hệ lực phẳng và điều kiện cân bằng của hệ. Khảo sát sự tác động của ngoại lực lên cố thể rắn. Hai chương này được biên soạn trên cơ sở của môn học cơ lý thuyết hay cơ học vật rắn không biến dạng, xem các cấu kiện cứng tuyệt đối.

Chương 3 (6 tiết) - Đặc trưng hình học của tiết diện, cùng với đặc trưng cơ lý độ bền của vật liệu (strength), đây là một đặc điểm quan trọng ảnh hưởng đến khả năng chịu lực, biến dạng của cấu kiện liên quan đến khái niệm độ cứng (Stiffness), độ ổn định (Stability) trong Cơ học vật rắn biến dạng khi chịu tác động của ngoại lực như Sức bền vật liệu - Strength of the materials, Cơ học kết cấu - Mechanics of structures, Lý thuyết đàn hồi - Theory of elasticity, Phân tích kết cấu - Buildings Analysis, Kết cấu bê tông cốt thép - Reinforced Concretes Structures, Kết cấu thép - Steel Structures, Kết cấu cầu (Bridge Structures ...). Trong thực tế chỉ tồn tại các vật rắn biến dạng.

Chương 4 (6 tiết) - Lý thuyết về nội lực và ngoại lực, đây là chương giúp cho sinh viên hiểu rõ cách ứng xử trong cấu kiện qua các bài toán cụ thể về cân bằng tĩnh học, liên hệ giữa moment, lực cắt với cường độ tải phân bố, liên hệ vi phân giữa $q(x)$, Q_y , và M_x . Cuối cùng là cách tính và vẽ biểu nội lực trong hệ thanh giàn, dầm.

Chương 5 (6 tiết) - Lý thuyết bền (Theory of Failure), đây là chương giúp cho sinh viên hiểu rõ các khái niệm về việc đánh giá độ bền của vật liệu qua các thuyết bền và việc áp dụng các thuyết bền phù hợp đối với vật liệu giòn, vật liệu dẻo.

Chương 6 (6 tiết) - Thanh thẳng chịu kéo, nén đúng tâm, dựa trên nền tảng các chương 1 đến chương 5, sinh viên có thể tính toán được nội lực, biến dạng trong hệ thanh phẳng, tính toán về độ bền và độ cứng của thanh.

Chương 7 (3 tiết) - Trạng thái ứng suất và biến dạng, chương nêu ra các khái niệm về trạng thái ứng suất, trạng thái biến dạng các quan hệ giữa chúng và sự tương đồng về dạng khi so sánh với các công thức trong Chương 3 – Đặc trưng hình học của tiết diện.

Chương 8 (6 tiết) - Thanh thẳng chịu uốn – đây là chương tiếp theo Chương 7 để hoàn chỉnh đồng bộ các Trạng thái ứng suất trong thanh/dầm. Các khái niệm uốn thuần túy, uốn ngang phẳng, và các khái niệm dầm có bền đều, tâm uốn của tiết diện.

Tuy là học phần dành cho sinh viên ngành kiến trúc, song về tính toán cấu kiện được xem xét đầy đủ ở các góc độ, nghĩa là tính về mặt độ bền, độ cứng và ổn định. Tính toán về độ bền là xác định nội lực, ứng suất, để xác định các thông số đảm bảo cho kết cấu không bị phá hỏng (sụp đổ, gãy, trượt v.v...) từ các nguyên nhân bên ngoài; tính toán về độ cứng là đảm bảo cho công trình không có các chuyển vị và biến dạng vượt quá các giá trị giới hạn cho phép nhằm đảm bảo sự làm việc bình thường của công trình; tính toán về ổn định để đảm bảo cho công trình có khả năng giữ được vị trí và hình dạng ban đầu của nó ở dạng cân bằng trong trạng thái biến dạng.

Mục tiêu của học phần: Môn học giúp sinh viên nắm rõ các phương pháp tính toán hệ lực phẳng và hệ không gian, các phương trình cân bằng của vật thể dưới tác động của lực; biết kiểm tra công trình theo các điều kiện độ bền, độ cứng và ổn định; biết được tính kinh tế qua các kiểm tra trên; biết xác định hình dạng, kích thước các cấu kiện trong công trình một cách hợp lý và hiệu quả.

Chuẩn đầu ra của học phần: yêu cầu sinh viên nắm được kiến thức cơ sở của ngành học, có khả năng giải quyết các vấn đề cơ học trong thực tế; có các kỹ năng tư duy, phân tích, phát hiện và giải quyết vấn đề liên quan đến lĩnh vực cơ học công trình; có thái độ yêu thích môn học, ngành học mà sinh viên đang theo học.

Trong quá trình biên soạn, mặc dù tác giả đã có nhiều nỗ lực, song chắc chắn không thể tránh khỏi thiếu sót. Rất mong được sự đóng góp và của đọc giả, các đồng nghiệp và các bậc cao minh. (Địa chỉ liên hệ đóng góp: Đại học Nam Cần Thơ, Số 168 Đường Nguyễn Văn Cừ - nối dài, Phường Lê Bình, Quận Ninh Kiều, TP. Cần Thơ. Điện thoại: 0913983007, email: nhonvanpham@gmail.com)

Tác giả cũng xin ghi nhận sự hàm ơn của các tác giả ở các tài liệu tham khảo, đã góp phần rất lớn cho sự hoàn thành bước đầu tài liệu bài giảng Cơ học công trình này. Nhiều tài liệu có ảnh hưởng sâu sắc trong việc phát triển quan điểm khi biên soạn tài liệu này và rất bổ ích cho tác giả trong việc biên soạn các học phần chuyên ngành sau này.

Sau cùng và quan trọng hơn hết, tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn với Hội đồng Quản trị Trường, Ban Giám hiệu cùng các Phòng, Ban, các đơn vị Nhà trường, các đồng nghiệp đã góp ý giúp tôi hoàn thiện tập bài giảng này.

Xin trân trọng cảm ơn.

Tác giả: Phạm Văn Nhơn

CƠ HỌC CÔNG TRÌNH

Phạm Văn Nhơn, PMA, MSc. Eng.

MỤC LỤC

Lời nói đầu	1
Chương 1: Lý thuyết lực và hệ lực	5
1.1. Các khái niệm cơ bản và hệ tiên đề tĩnh học.....	3
1.2. Liên kết và phản lực liên kết thường gặp.....	9
1.3. Lý thuyết về moment và ngẫu lực.....	16
Chương 2. Hệ lực phẳng và điều kiện cân bằng của hệ	25
2.1. Thu gọn hệ lực.....	23
2.2. Điều kiện cân bằng của hệ lực.....	33
2.3. Các bài toán.....	34
Chương 3. Đặc trưng hình học của tiết diện	39
3.1. Moment tĩnh (Statically moment) và trọng tâm.....	41
3.2. Các đặc trưng quán tính của hình phẳng.....	53
3.3. Công thức biến đổi hệ trục quán tính.....	56
3.4. Moment quán tính chính trung tâm.....	58
3.5. Khái niệm về tâm cứng, tâm khối lượng, tâm hình học.....	60
Chương 4: Lý thuyết về ngoại lực và nội lực	60
4.1. Các dạng cấu kiện và sơ đồ tính.....	65
4.2. Các dạng tải trọng.....	66
4.3. Ứng suất và sơ đồ tính.....	68
4.4. Phương pháp mặt cắt xác định nội lực trong dầm và khung.....	69
Chương 5: Lý thuyết bền	83
5.1. Đại cương.....	89
5.2. Lý thuyết bền.....	92

5.3. Ứng dụng các lý thuyết bền.....	98
Chương 6: Kéo, nén đúng tâm	94
6.1. Khái niệm.....	101
6.2. Xác định nội lực.....	102
6.3. Ứng suất.....	105
6.4. Biến dạng của thanh.....	106
6.5. Các đặc trưng cơ lý của vật liệu.....	107
6.6. Tính về độ bền, độ cứng.....	110
6.7. Thế năng biến dạng đàn hồi.....	112
6.8. Bài toán siêu tĩnh.....	115
Chương 7: Trạng thái ứng suất và biến dạng	110
7.1. Khái niệm về Trạng thái ứng suất (State of Stress/Stress State).....	119
7.2. Khái niệm về trạng thái biến dạng.....	129
7.3. Quan hệ ứng suất biến dạng.....	132
7.4. Các định lý về thế năng biến dạng đàn hồi.....	133
Chương 8: Thanh thẳng chịu uốn phẳng	126
8.1. Một số khái niệm.....	137
8.2. Biểu đồ nội lực.....	139
8.3. Ứng suất trong bài toán uốn.....	140
8.4. Trạng thái ứng suất trong dầm.....	147
8.5. Thế năng biến dạng đàn hồi.....	148
8.6. Độ bền của dầm uốn phẳng.....	149
8.7. Dầm có độ bền đều.....	150
8.8. Khái niệm về tâm uốn.....	150
Phụ lục	140