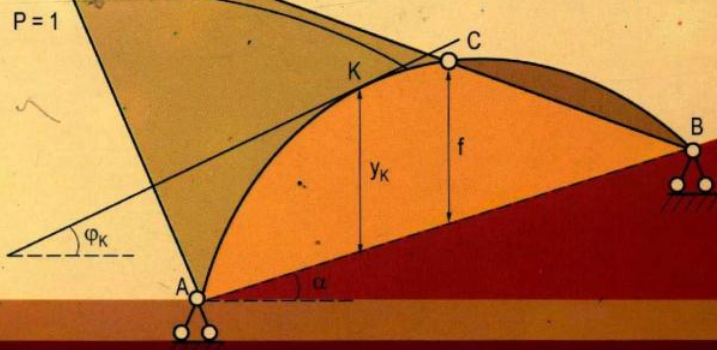




CK.0000068188

TS. NGUYỄN VĂN PHƯƠNG



CƠ HỌC KẾT CẤU

TẬP I

NGUYỄN
VĂN PHƯƠNG



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

TS. NGUYỄN VĂN PHƯỢNG

CƠ HỌC KẾT CẤU

TẬP I

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

HÀ NỘI - 2013

LỜI NÓI ĐẦU

Cơ học kết cấu là môn kỹ thuật cơ sở nhằm trang bị cho kỹ sư và sinh viên thuộc ngành xây dựng công trình những kiến thức cơ bản cần thiết để kết hợp với các môn chuyên môn khác giải quyết các vấn đề liên quan đến việc thiết kế cũng như việc thi công các công trình xây dựng.

Về nội dung sách được biên soạn phù hợp với chương trình giảng dạy môn Cơ học kết cấu áp dụng cho hệ đào tạo kỹ sư các ngành xây dựng công trình.

Để phù hợp với các học phần quy định và điều kiện ấn loát, sách được biên soạn thành hai tập:

1. Cơ học kết cấu, tập 1

2. Cơ học kết cấu, tập 2

Trong mỗi chương mục, ngoài nội dung lý thuyết còn trình bày các ví dụ tính toán và đề bài tập luyện tập nhằm giúp người đọc tìm hiểu sâu những nội dung lý thuyết đồng thời nâng cao kỹ năng thực hành và vận dụng. Tuy đã có nhiều cố gắng trong biên soạn nhưng khó tránh khỏi những thiếu sót, tác giả xin chân thành cảm ơn sự quan tâm và những ý kiến đóng góp của bạn đọc và các đồng nghiệp.

Tác giả

MỞ ĐẦU

I. MỤC ĐÍCH, ĐỐI TƯỢNG VÀ NHIỆM VỤ CỦA CƠ HỌC KẾT CẤU

Cơ học kết cấu là một bộ phận của cơ học vật rắn biến dạng, nghiên cứu các phương pháp tính để đánh giá độ bền, độ cứng và độ ổn định của công trình khi chịu các tác dụng tĩnh và tác dụng động của các nguyên nhân thường gặp như tải trọng, sự thay đổi nhiệt độ, sự chuyển vị cưỡng bức gối tựa (hiện tượng lún...).

+ Tính công trình về độ bền là đảm bảo trong quá trình làm việc công trình không bị phá hoại.

+ Tính công trình về độ cứng là đảm bảo công trình không có chuyển vị lớn, rung động lớn ảnh hưởng đến sự làm việc bình thường của công trình ngay cả khi điều kiện bền vẫn được đảm bảo.

+ Tính công trình về độ ổn định là đảm bảo công trình có khả năng bảo toàn vị trí, hình dạng cân bằng ban đầu trong trạng thái bị biến dạng.

Như vậy, mục đích nghiên cứu của Cơ học kết cấu (CHKC) và của Sức bền vật liệu (SBVL) hoàn toàn giống nhau. Sự khác nhau cơ bản giữa các môn học này thể hiện ở đối tượng nghiên cứu. Sức bền vật liệu nghiên cứu các cấu kiện riêng rẽ thuộc công trình, còn cơ học kết cấu nghiên cứu hệ kết cấu của công trình được tạo thành bởi nhiều cấu kiện liên kết lại với nhau, thường được gọi là kết cấu hệ thanh.

Dễ dàng thấy rằng độ bền, độ cứng, và độ ổn định của công trình phụ thuộc vào tính chất cơ học của vật liệu, vào hình dạng, kích thước và liên kết của các cấu kiện. Mặt khác các đại lượng này lại phụ thuộc vào nội lực, chuyển vị và biến dạng phát sinh và phát triển trong kết cấu. Vì vậy nhiệm vụ chủ yếu của cơ học kết cấu là nghiên cứu các phương pháp tính hợp lý để xác định nội lực, chuyển vị và biến dạng trong kết cấu công trình. Đồng thời nghiên cứu hình dạng, kích thước hợp lý của kết cấu công trình để đảm bảo yêu cầu về kinh tế đầu tư.

Trong thực tế thường gặp hai dạng bài toán sau:

I. Bài toán kiểm tra

Trong trường hợp này hồ sơ thiết kế công trình đã có sẵn, tức là đã biết vật liệu sử dụng, hình dạng, kích thước và liên kết của các cấu kiện, các nguyên nhân tác dụng. Do đó cần sử dụng các phương pháp của cơ học kết cấu xác định nội lực, chuyển vị và biến dạng trong kết cấu công trình và trên cơ sở so sánh với các tiêu chí thuộc tiêu chuẩn ban

hành để đánh giá xem công trình được thiết kế có đảm bảo đủ độ bền, đủ độ cứng và đủ độ ổn định hay không ? Có đảm bảo yêu cầu về kinh tế đầu tư hợp lý nhất hay không ?

2. Bài toán thiết kế

Trong trường hợp này chưa có hồ sơ thiết kế công trình. Chỉ biết các yêu cầu về chức năng, nhiệm vụ của công trình. Do đó cần chọn vật liệu sẽ sử dụng, chọn trước hình dáng, kích thước cụ thể và liên kết của các cấu kiện hình thành kết cấu công trình. Để thực hiện có thể sử dụng các phương pháp tính sơ bộ hoặc dựa vào kinh nghiệm của người thực hiện hoặc dựa vào hồ sơ thiết kế tương tự đã có sẵn. Tiếp đó thực hiện bài toán kiểm tra như đã trình bày ở trên xem với hình dáng, kích thước và vật liệu... đã chọn. Công trình khi chịu các nguyên nhân tác dụng có thoả mãn điều kiện bền, điều kiện cứng, điều kiện ổn định và các yêu cầu về kinh tế hay không ? Trên cơ sở đó thực hiện hiệu chỉnh lại hình dáng, kích thước và vật liệu... đã chọn. Sau khi hiệu chỉnh lại phải thực hiện bài toán kiểm tra.

Như vậy, trong cả hai bài toán trên, người thực hiện đều phải biết sử dụng các phương pháp của cơ học kết cấu để xác định được nội lực, chuyển vị và biến dạng trong công trình.

Cần cứ vào nội lực, chuyển vị và biến dạng nhận được, người thực hiện cần nắm vững nội dung các môn học chuyên môn khác như kết cấu bê tông cốt thép, kết cấu thép, nền móng... để tiếp tục hoàn thiện việc tính toán công trình. Do đó cơ học kết cấu là môn kỹ thuật cơ sở, chuẩn bị phục vụ các môn kỹ thuật chuyên môn.

Các phương pháp tính của cơ học kết cấu liên quan chặt chẽ với phương pháp tính của các môn cơ học khác như cơ học lý thuyết, sức bền vật liệu... và ngày càng được nghiên cứu phát triển, ứng dụng và hoàn thiện cùng với sự phát triển không ngừng của các ngành khoa học như vật liệu xây dựng, toán học... đặc biệt là khoa học công nghệ thông tin và máy tính điện tử đã làm thay đổi sâu sắc về chất cũng như về lượng thuộc nội dung nghiên cứu (các phương pháp tính), đối tượng nghiên cứu của cơ học kết cấu.

Việc sử dụng ngôn ngữ ma trận vào tính toán kết cấu, kết hợp với các ngôn ngữ lập trình của khoa học công nghệ thông tin và thực hiện quá trình tính trên máy tính điện tử đã xuất hiện các phương pháp tính dẫn đến việc mô tả nghiệm của bài toán theo một tập hợp số. Các phương pháp này có thể gọi chung là phương pháp số. Sự xuất hiện của các phương pháp số với sự trợ giúp của máy tính điện tử cho phép tính cũng như phân tích sự làm việc của kết cấu hệ thanh, của kết cấu không phải hệ thanh như hệ bản, vỏ, hệ thanh tương đương... có hình dáng bất kỳ chịu tác dụng tĩnh, tác dụng động của các nguyên nhân bên ngoài, xuất phát từ các quan điểm chung thống nhất của cơ học vật rắn biến dạng, với kết quả nhận được có độ chính xác rất đáng được tin cậy.

Cơ học kết cấu đóng vai trò quan trọng đối với kỹ sư xây dựng làm công tác thiết kế cũng như thi công hay quản lý công trình. Cơ học kết cấu trang bị cho kỹ sư xây dựng

khả năng tư duy kỹ thuật đúng đắn về sự làm việc của kết cấu các công trình xây dựng, cũng như phát huy khả năng tư duy sáng tạo của mình trong việc thiết kế, thi công... các công trình xây dựng.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Cơ học kết cấu là môn khoa học được xây dựng trên cơ sở gắn bó chặt chẽ giữa nghiên cứu lý luận và nghiên cứu thực nghiệm. Nghiên cứu thực nghiệm nhằm phát hiện những nhân tố cơ bản trong hiện tượng nghiên cứu, đồng thời phát hiện những nhân tố thứ yếu, có thể bỏ qua được để đơn giản việc đúc kết lý luận. Sau khi sáng tạo trong nghiên cứu lý luận cần tiến hành nghiên cứu thực nghiệm để kiểm tra các kết quả nhận được theo lý luận. Chỉ những kết quả nghiên cứu được thực nghiệm xác nhận mới xứng đáng được tin cậy.

Khi nghiên cứu tính toán công trình, cơ học kết cấu sử dụng các biện pháp và chấp nhận các giả thiết sau:

1. Sơ đồ tính kết cấu công trình

Mô tả kết cấu công trình một cách đầy đủ và chính xác về các thông số hình học, vật liệu, liên kết giữa các cấu kiện, tính chất chịu lực, các nguyên nhân tác dụng... là một việc rất phức tạp. Do đó cũng như các môn khoa học khác, cơ học kết cấu phải dùng phương pháp trừu tượng khoa học để mô tả kết cấu công trình thực bằng sơ đồ tính kết cấu công trình.

Sơ đồ tính kết cấu công trình là hình ảnh đơn giản hoá của kết cấu thực, trong đó giữ lại những yếu tố cơ bản (loại bỏ các yếu tố không cơ bản) phản ánh được sát sự làm việc thực của công trình.

Như vậy càng giữ được nhiều những yếu tố cơ bản thì sơ đồ tính càng sát thực, hợp lý và đáng tin cậy. Lựa chọn sơ đồ tính nghĩa là chọn giữ lại những yếu tố cơ bản, loại bỏ những yếu tố không cơ bản là công việc đa dạng và phức tạp, liên quan đến nhiều vấn đề cần quan tâm và cân nhắc như:

- Hình dáng công trình và kết cấu công trình.
- Tầm quan trọng (cấp) của công trình.
- Tỷ lệ độ cứng và liên kết giữa các cấu kiện.
- Tính chất, độ dày... các lớp đất nơi xây dựng công trình. Liên kết của kết cấu công trình với mặt đất.
- Quy luật, giá trị, tính chất... của các nguyên nhân tác dụng.
- Phương pháp tính, phương tiện và công cụ tính.
- Xem xét các giả thiết có thể chấp nhận.
- Kết hợp nghiên cứu thực nghiệm và lý thuyết để chọn được sơ đồ tính phù hợp.

- Xem xét các yêu cầu về kỹ thuật, kinh tế khác.

...

• Việc chuyển công trình thực về sơ đồ tính của nó có thể mô tả theo sơ đồ sau:

Công trình thực → Sơ đồ kết cấu công trình → Sơ đồ tính kết cấu công trình

Để có sơ đồ kết cấu công trình cần thực hiện theo một số nguyên tắc như:

- Thay cấu kiện dạng thanh bằng trục thanh, thay cấu kiện dạng bản, vỏ bằng mặt trung gian.

- Thay tiết diện ngang bằng các đặc trưng hình học như diện tích A, mômen quán tính I... của tiết diện.

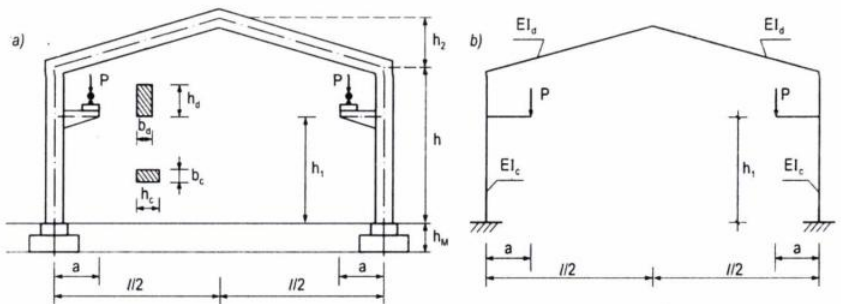
- Thay vật liệu bằng các đặc trưng cơ học như môđun đàn hồi E, hệ số biến dạng ngang Poisson v...

- Thay liên kết giữa các cấu kiện, liên kết giữa hệ kết cấu với mặt đất bằng các liên kết lý tưởng phù hợp.

- Phân tích sự làm việc của các cấu kiện, phân tích tải trọng và tính chất tác dụng của tải trọng, đưa tải trọng về tác dụng trên mặt trung gian hay trong mặt phẳng chứa trục các cấu kiện...

• Nếu sơ đồ kết cấu công trình đáp ứng các yêu cầu của sơ đồ tính thì sơ đồ kết cấu công trình được chọn làm sơ đồ tính của nó mà không cần đơn giản hoá thêm nữa.

Ví dụ với khung bê tông cốt thép cho trên hình 1a, sau khi thực hiện theo các nguyên tắc đã nêu trên, nhận được sơ đồ kết cấu khung như trên hình 1b. Sơ đồ này hoàn toàn thoả mãn các yêu cầu về sơ đồ tính nên được chọn là sơ đồ tính của khung đang xét.



Hình 1

Nếu sơ đồ kết cấu công trình còn chưa thoả mãn hoàn toàn các yêu cầu của sơ đồ tính thì cần tiếp tục nghiên cứu về lý thuyết cũng như về thực nghiệm để đưa ra được các giả thiết bổ sung, các quy định cụ thể... để phát hiện và loại bỏ thêm các yếu tố không cơ bản.