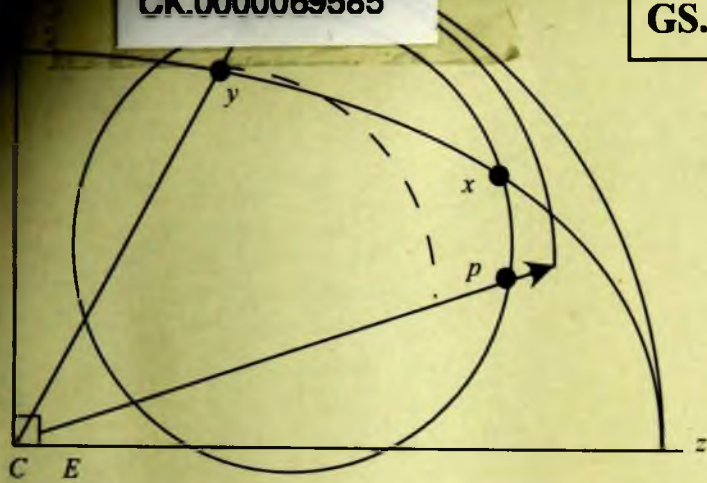


CK.0000069585

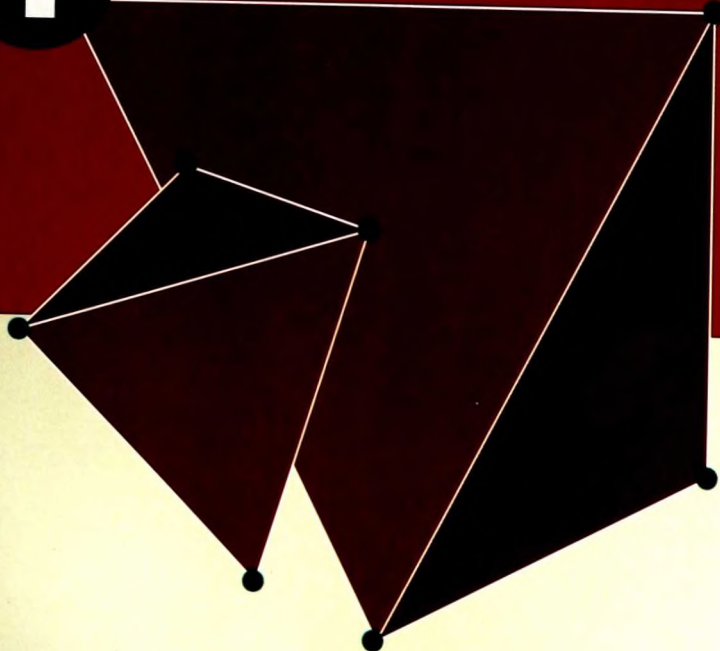
GS.TS LÊU THỌ TRÌNH



CƠ HỌC KẾT CẤU

Tập
1

HỆ TĨNH ĐỊNH



NGUYỄN
ĐOC LIÊU



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Gs, Ts. LÊU THỌ TRÌNH

CƠ HỌC KẾT CẤU

TẬP I

Hệ tĩnh định

(Tái bản lần thứ 3)



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC KỸ THUẬT

HÀ NỘI - 2014

Lời tựa

Cơ học kết cấu là một phần kiến thức cơ sở đối với kỹ sư thuộc các ngành xây dựng cơ bản, môn học được bố trí trong chương trình đào tạo của nhiều trường đại học như Xây dựng, Giao thông, Thủy lợi, Mỏ - Địa chất...

Cơ học kết cấu trang bị cho kỹ sư và sinh viên những kiến thức cần thiết để giải quyết các bài toán thực tế có liên quan đến các khâu từ thiết kế, thẩm định đến thi công và để nghiên cứu các môn kỹ thuật khác của chuyên ngành.

Giáo trình **Cơ học kết cấu** được biên soạn nhằm giúp các kỹ sư và sinh viên nghiên cứu, luyện tập khả năng phân tích tính chất chịu lực của kết cấu và kỹ năng tính toán kết cấu chịu các nguyên nhân tác dụng thường gặp trong thực tế như tải trọng, sự thay đổi nhiệt độ, chuyển vị cưỡng bức của các liên kết, chế tạo các thanh không chính xác.

Về nội dung, giáo trình được biên soạn nhằm giúp đáp ứng yêu cầu về học và dạy phù hợp với chương trình môn học hiện hành trong trường đại học, không tham vọng trình bày được đầy đủ các khía cạnh phong phú, đa dạng của Cơ học kết cấu.

Rất mong tiếp tục nhận được sự quan tâm và những ý kiến đóng góp của bạn đọc.

Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về:

Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.

70 Trần Hưng Đạo - Hà Nội.

Ký hiệu các đại lượng

Hệ tọa độ

- z trục thanh;
 x, y hệ trục chính trung tâm của tiết diện;
 ρ, θ tọa độ cực.

Các đặc trưng vật liệu

- E môđun đàn hồi khi kéo hoặc nén (môđun Young);
 μ hệ số biến dạng ngang (hệ số Poisson);
 G môđun đàn hồi khi trượt;
 α hệ số giãn nở dài vị nhiệt của vật liệu.

Các đặc trưng hình học

- A diện tích tiết diện;
 S, I, W mômen tĩnh, mômen quán tính và mômen chống uốn của tiết diện;
 S_x, S_y mômen tĩnh đối với trục x và đối với trục y ;
 I_x, I_y mômen quán tính đối với trục x và đối với trục y ;
 I_{xy} mômen quán tính ly tâm đối với hệ trục xy ;
 W_x, W_y mômen chống uốn của tiết diện trong mặt phẳng uốn yz và mặt phẳng uốn xz ;
 $W_{x,d}$ mômen chống uốn dẻo của tiết diện trong mặt phẳng uốn yz ;
 I_p mômen quán tính cực (đối với gốc tọa độ).

Ngoại lực và phản lực

- P lực tập trung;
 p cường độ lực phân bố diện tích;
 q cường độ lực phân bố theo đường, vuông góc với trục thanh;
 t cường độ lực phân bố theo đường, tiếp tuyến với trục thanh;
 M mômen tập trung;
 m cường độ mômen phân bố;

R_{jm}	phản lực tại liên kết j do nguyên nhân m ;
$\bar{R}_{j m}$	phản lực tại liên kết j do nguyên nhân m bằng đơn vị;
r_{km}	phản lực đơn vị tại liên kết k do chuyển vị cưỡng bức tại liên kết m ;
\bar{r}_{km}	phản lực đơn vị tại liên kết k do lực P_m ;
P_{tc}	tải trọng tiêu chuẩn;
P_t	tải trọng tính toán.

Các ứng suất

ρ, σ, τ	ứng suất toàn phần, ứng suất pháp, ứng suất tiếp;
σ_{tl}	giới hạn tỷ lệ;
σ_{ch}	giới hạn chảy;
σ_b	giới hạn bền;
σ_o	ứng suất giới hạn;
$[\sigma]$	ứng suất cho phép;
R_{tc}	cường độ tiêu chuẩn, sức chịu tiêu chuẩn;
R_t	cường độ tính toán, sức chịu tính toán.

Nội lực

N, M, Q	các thành phần nội lực trong bài toán phẳng;
$\bar{N}, \bar{M}, \bar{Q}$	các thành phần nội lực do lực đơn vị gây ra;
N	lực dọc;
M_x	mômen uốn trong mặt phẳng yz (mômen uốn quanh trục x);
M_y	mômen uốn trong mặt phẳng xz (mômen uốn quanh trục y);
M_z	mômen xoắn (mômen xoắn quanh trục z);
Q_x, Q_y	lực cắt theo phương x và lực cắt theo phương y ;
M_{gh}	mômen uốn giới hạn;

Biến dạng và chuyển vị

ψ	biến dạng xoay tỷ đối (góc hợp giữa hai tiết diện của một phân tố thanh có chiều dài bằng đơn vị khi phân tố bị biến dạng);
ε	biến dạng dọc trục tỷ đối;
γ	biến dạng trượt tỷ đối;
Δl	biến dạng dài của đoạn thanh;

θ	góc xoắn tỷ đối của thanh;
Δ_{km}	chuyển vị tương ứng với vị trí và phương của lực P_k do nguyên nhân m ;
Z_{jm}	chuyển vị cường bức tại liên kết j ở trạng thái m ;
y, φ	độ võng và góc xoay của tiết diện thanh chịu uốn trong mặt phẳng yz .
δ_{km}	chuyển vị đơn vị tương ứng với vị trí và phương của lực P_k do lực P_m ;
δ_{km}	chuyển vị đơn vị tương ứng với vị trí và phương của lực P_k do chuyển vị cường bức Z_m .

Các ký hiệu khác

ν	hệ số điều chỉnh, kể tới sự phân bố không đều của ứng suất tiếp;
S	đại lượng nghiên cứu S ;
\bar{S}	đại lượng nghiên cứu S do lực đơn vị gây ra;
(S)	biểu đồ của đại lượng S ;
(\bar{S})	biểu đồ của đại lượng nghiên cứu S do lực đơn vị gây ra;
T	công của ngoại lực;
A^*	công của nội lực;
U	thế năng biến dạng đàn hồi;
U_P	thế năng của ngoại lực;
t_{1m}, t_{2m}	độ biến thiên nhiệt độ ở thớ trên và thớ dưới thanh;
t_{cm}	độ biến thiên nhiệt độ ở trục thanh;
n	bậc siêu tĩnh, bậc siêu động, hệ số vượt tải (hệ số độ tin cậy về tải trọng);
k	hệ số an toàn;
γ	hệ số điều kiện làm việc;
γ_{cn}	hệ số độ tin cậy theo chức năng của kết cấu;
γ_{vl}	hệ số độ tin cậy của vật liệu (hệ số đồng chất của vật liệu).

Mở đầu

1. Đối tượng và nhiệm vụ của Cơ học kết cấu

Cơ học kết cấu là môn *khoa học thực nghiệm*, trình bày các phép tính để kiểm tra *độ bền, độ cứng và độ ổn định* của các công trình được chế tạo từ các vật thể biến dạng, chịu tác dụng của các nguyên nhân khác nhau như tải trọng, sự thay đổi nhiệt độ và hiện tượng lún.

Tính công trình về độ bền nhằm bảo đảm cho công trình có khả năng chịu tác dụng của tải trọng cũng như của các nguyên nhân khác mà không bị phá hoại.

Tính công trình về độ cứng nhằm bảo đảm cho công trình không có chuyển vị lớn và rung động lớn có thể làm cho công trình mất trạng thái làm việc bình thường ngay cả khi điều kiện bền vẫn bảo đảm.

Tính công trình về mặt ổn định là tìm hiểu khả năng bảo toàn vị trí và hình dạng ban đầu của công trình dưới dạng cân bằng trong trạng thái biến dạng.

Tuy nội dung nghiên cứu của Sức bền vật liệu và Cơ học kết cấu giống nhau nhưng phạm vi nghiên cứu có khác nhau. Sức bền vật liệu nghiên cứu cách tính độ bền, độ cứng và độ ổn định của từng cấu kiện riêng rẽ. Cơ học kết cấu nghiên cứu toàn bộ công trình gồm nhiều cấu kiện riêng rẽ liên kết với nhau tạo thành một kết cấu có khả năng chịu lực và nghiên cứu phương pháp tính toán các kết cấu đó. Đó là sự phân biệt để giảng dạy còn trong nghiên cứu cũng có nhiều vấn đề đồng thời cùng thuộc lĩnh vực của cả hai môn học.

Nhiệm vụ chủ yếu của Cơ học kết cấu là *xác định nội lực (còn gọi là ứng lực) và chuyển vị trong công trình*. Độ bền, độ cứng và độ ổn định của công trình có liên quan đến tính chất cơ học của vật liệu, hình dạng và kích thước của cấu kiện, nội lực phát sinh và phát triển trong công trình. Hơn nữa kích thước của cấu kiện lại phụ thuộc nội lực trong cấu kiện đó. Do đó công việc đầu tiên khi tính công trình là xác định trạng thái nội lực và biến dạng phân bố trong công trình dưới các tác động bên ngoài.

Trong thực tế thường gặp hai loại bài toán:

- * *Bài toán kiểm tra*: Ta gặp bài toán này khi đã có sẵn công trình, tức là đã biết hình dạng, kích thước của công trình cũng như đã biết được các nguyên nhân tác động bên ngoài. Trong trường hợp này cần phải xác định trạng thái nội lực và biến dạng của hệ dưới các tác động bên ngoài có thể xảy ra để phán đoán xem công trình có bảo đảm đủ bền, đủ cứng và đủ ổn định hay không, công trình thiết kế có kinh tế hay không?
- * *Bài toán thiết kế*: Ta gặp bài toán này khi cần thiết kế công trình, tức là cần xác định hình dạng, kích thước cụ thể của các cấu kiện trong công trình một cách hợp lý để cho công trình có khả năng thỏa mãn điều kiện bền, điều kiện cứng và điều kiện ổn định dưới tác động của các nguyên nhân bên ngoài đã biết. Để giải bài toán này người thiết kế thường phải dựa vào kinh nghiệm hoặc sử dụng các phương pháp thiết kế sơ bộ gần đúng để giả thiết trước hình dạng, kích thước của các cấu kiện trong công trình. Tiếp đó, tiến hành giải bài toán kiểm tra như đã nói ở trên để xem công trình vừa mới giả thiết có thỏa mãn các điều kiện bền, điều kiện cứng, điều kiện ổn định hay không, có bảo đảm tiết kiệm nguyên vật liệu hay không. Trên cơ sở đó người thiết kế hiệu chỉnh lại giả thiết ban đầu đã chọn.

Như vậy, trong cả hai loại bài toán kiểm tra và thiết kế ta đều phải biết cách xác định trạng thái nội lực và biến dạng phân bố trong công trình khi cho biết hình dạng kích thích thước của các cấu kiện trong công trình và các tác động bên ngoài.

Sau khi môn cơ học kết cấu đã giải quyết vấn đề nội lực và biến dạng của công trình, các môn kỹ thuật chuyên môn như Kết cấu thép, Kết cấu bê tông, Kết cấu gỗ, Kết cấu gạch đá sẽ căn cứ vào các kết quả tính nội lực đã tìm được đồng thời tùy theo tính năng của vật liệu do các môn đó nghiên cứu 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 cho các môn học chuyên môn.

Ngoài ra, Cơ học kết cấu còn có nhiệm vụ nghiên cứu dạng hợp lý của các công trình bảo đảm yêu cầu tiết kiệm vật liệu nhất cũng như nghiên cứu các quy luật hình thành công trình bảo đảm cho công trình không bị thay đổi dạng hình học dưới tác động của các nguyên nhân bên ngoài.

Cơ học kết cấu là môn *khoa học thực nghiệm* do đó các khâu lý luận và