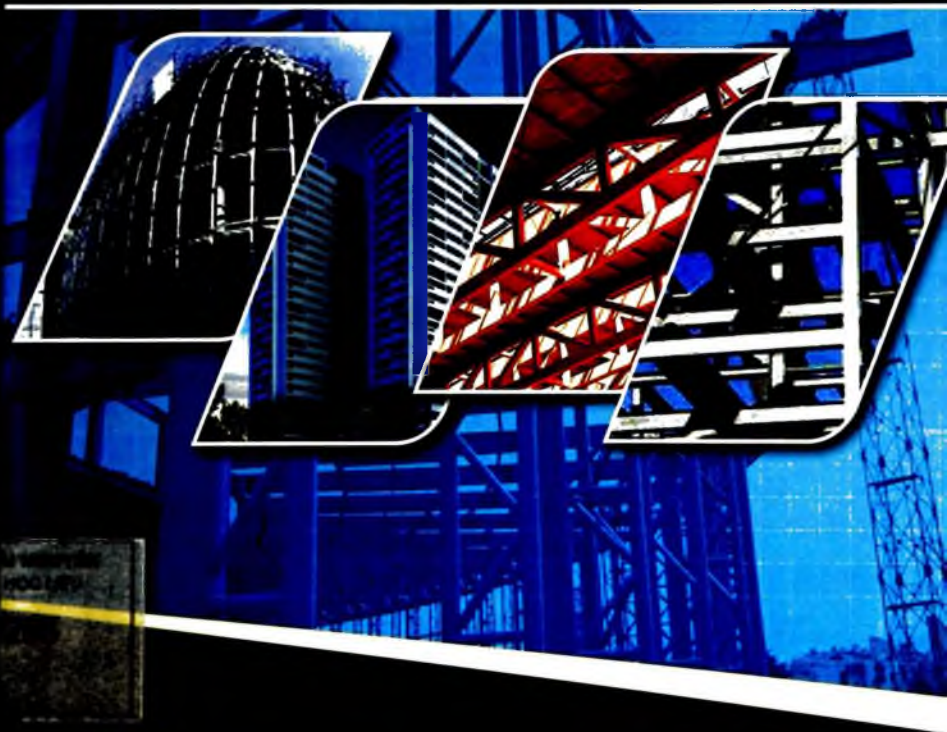




ThS. ĐẶNG TÍNH

TIN HỌC ỨNG DỤNG **TRONG TÍNH TOÁN** KẾT CẤU CÔNG TRÌNH



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

ThS. ĐẶNG TÍNH

TIN HỌC ỨNG DỤNG
TRONG TÍNH TOÁN
KẾT CẤU CÔNG TRÌNH

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2013

LỜI NÓI ĐẦU

Hiện nay, tin học đang được ứng dụng rộng rãi trong các ngành khoa học và quản lý, nhất là trong lĩnh vực xây dựng. Việc sử dụng công cụ máy tính với các phần mềm tính toán hiệu quả hoàn toàn thay thế việc tính toán kết cấu bằng thủ công. Môn Tin học ứng dụng trở thành môn học chính trong chương trình đào tạo kỹ sư trong các trường đại học về chuyên ngành kỹ thuật công trình xây dựng.

Tác giả biên soạn cuốn "**Tin học ứng dụng trong tính toán kết cấu công trình**", nội dung gồm 5 chương chính của môn Tin học ứng dụng do Bộ Giáo dục và Đào tạo quy định giảng dạy trong các trường Đại học chuyên ngành kỹ thuật xây dựng:

- Phương pháp Phần tử hữu hạn;
- Ngôn ngữ lập trình Turbo Pascal;
- Ngôn ngữ lập trình Excel;
- Chương trình tính kết cấu ETABS;
- Chương trình tính kết cấu Sap2000.

Trong mỗi chương, ngoài phần lý thuyết cơ bản và thuật toán đơn giản, tác giả còn trình bày các ví dụ thực tế ứng dụng tin học để tính toán kết cấu công trình.

Cuốn sách có thể dùng làm tài liệu cho các kỹ sư thiết kế kết cấu công trình và các sinh viên ngành Xây dựng trong việc nghiên cứu, học tập.

Tác giả mong nhận được sự đóng góp phê bình của bạn đọc.

Tác giả

Chương 1

PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN TÍNH HỆ THANH PHẪNG

1.1. THANH KHÔNG TIẾP ĐẤT

Phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH) tính nội lực, chuyển vị hệ thanh phẳng là phương pháp có hiệu quả để lập chương trình trên máy vi tính.

Có 2 phương pháp để xây dựng thuật toán cho phương pháp PTHH:

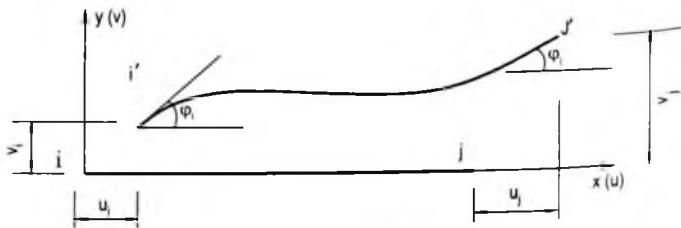
- Dựa vào lý thuyết phương pháp lực trong cơ học kết cấu (CHKC)
- Dựa vào lý thuyết phương pháp chuyển vị trong CHKC.

Trong chương này tác giả xây dựng thuật toán dựa vào lý thuyết phương pháp chuyển vị trong CHKC. Ấn số trong thuật giải là các chuyển vị nút của hệ thanh. Mỗi nút có 3 chuyển vị là 3 ấn: chuyển vị ngang ký hiệu là u , chuyển vị đứng ký hiệu là v , chuyển vị xoay ký hiệu là φ . Xây dựng thế năng của toàn hệ dùng nguyên lý "Thế năng cực tiểu", xác định được chuyển vị của các nút dưới tác dụng của tải trọng ngoài gây ra.

1.1.1. Xây dựng độ cứng đơn vị của thanh

Một thanh liên kết với nút của hệ thanh bằng 2 đầu ký hiệu bằng các chỉ số nguyên: đầu trái i và đầu phải j với quy ước $i < j$.

Từ vị trí ban đầu i, j trong tọa độ x, y sau khi chuyển vị tới vị trí mới i', j' (hình 1.1). Đầu i, j có các chuyển vị tương ứng: chuyển vị ngang ký hiệu là u_i, u_j ; chuyển vị đứng ký hiệu là v_i, v_j ; chuyển vị xoay ký hiệu là φ_i, φ_j . Từ các chuyển vị đó ta xác định được nội lực tại 2 đầu thanh i, j như sau (công thức 1.1):



Hình 1.1. Sơ đồ thanh trong tọa độ tổng thể

$$\left. \begin{aligned}
 X_i &= -\frac{EF}{l} (u_j - u_i); \\
 Y_i &= -\frac{12EJ}{l^3} (v_j - v_i) + \frac{6EJ}{l^2} (\phi_i + \phi_j); \\
 M_i &= -\frac{6EJ}{l^2} (v_j - v_i) + \frac{2EJ}{l} (2\phi_i + \phi_j); \\
 X_j &= \frac{EF}{l} (u_j - u_i); \\
 Y_j &= \frac{12EJ}{l^3} (v_j - v_i) - \frac{6EJ}{l^2} (\phi_i + \phi_j); \\
 M_j &= -\frac{6EJ}{l^2} (v_j - v_i) + \frac{2EJ}{l} (2\phi_j + \phi_i);
 \end{aligned} \right\} (1.1)$$

Trong công thức (1.1):

EF, EJ, l - các đặc trưng độ cứng và chiều dài của thanh;

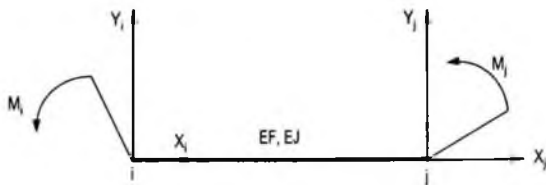
u_i, v_i, ϕ_i - các chuyển vị tại đầu i ;

u_j, v_j, ϕ_j - các chuyển vị tại đầu j ;

X_i, Y_i, M_i - lực dọc, lực cắt, mômen tại đầu i ;

X_j, Y_j, M_j - lực dọc, lực cắt, mômen tại đầu j ;

Chiều dương của các lực tại đầu i, j theo chiều mũi tên ghi trên hình 1.2.



Hình 1.2: Nội lực tại 2 đầu thanh

Từ công thức (1.1) ta xây dựng được ma trận độ cứng của phần tử thanh hai đầu gàm (công thức 1.2):

$$\begin{bmatrix} X_i \\ Y_i \\ M_i \\ X_j \\ Y_j \\ M_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{EF}{l} & 0 & 0 & -\frac{EF}{l} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EJ}{l^3} & \frac{6EJ}{l^2} & 0 & -\frac{12EJ}{l^3} & \frac{6EJ}{l^2} \\ 0 & \frac{6EJ}{l^2} & \frac{4EJ}{l} & 0 & -\frac{6EJ}{l^2} & \frac{2EJ}{l} \\ -\frac{EF}{l} & 0 & 0 & \frac{EF}{l} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EJ}{l^3} & -\frac{6EJ}{l^2} & 0 & \frac{12EJ}{l^3} & -\frac{6EJ}{l^2} \\ 0 & \frac{6EJ}{l^2} & \frac{2EJ}{l} & 0 & -\frac{6EJ}{l^2} & \frac{4EJ}{l} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} u_i \\ v_i \\ \varphi_i \\ u_j \\ v_j \\ \varphi_j \end{bmatrix} \quad (1.2)$$

Trong công thức (1.2), ma trận độ cứng của phần tử thanh là ma trận vuông 6×6 phần tử ký hiệu $[K]^e$.

1.1.2. Xây dựng ma trận chuyển tọa độ

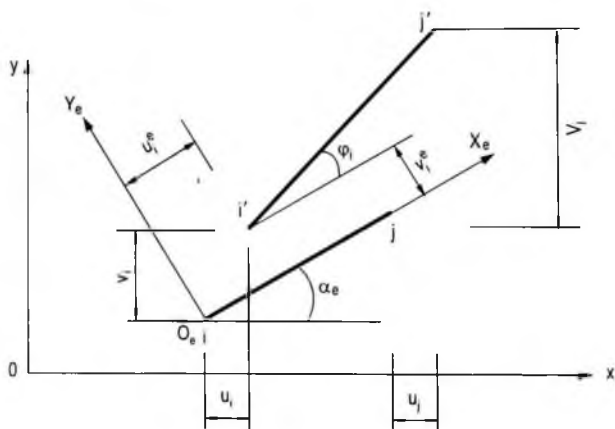
Giả sử tổng số nút của hệ l_0 , mỗi nút có ba chuyển vị (ngang u_i , đứng v_i , xoay φ_i). Viết dưới dạng véc tơ:

$$\{\delta_l\} = \begin{bmatrix} u_i \\ v_i \\ \varphi_i \end{bmatrix} \quad \text{với } l = 1, 2, 3, \dots, l_0 \quad (1.3)$$

Số chuyển vị nút của toàn hệ bằng $3l_0$:

$$\{\delta\} = \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \dots \\ \delta_{l_0} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ \varphi_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ \varphi_2 \\ \dots \\ u_{l_0} \\ v_{l_0} \\ \varphi_{l_0} \end{bmatrix} \quad (1.4)$$

Mỗi thanh (kí hiệu e) của hệ có tọa độ riêng gọi là tọa độ địa phương (lấy trục hoành X_e dọc theo trục thanh, trục tung Y_e vuông góc X_e tại đầu i của thanh). Hệ kết cấu có hệ tọa độ chung (global) x, y (hình 1.3).



Hình 1.3. Chuyển vị của 2 đầu thanh trong tọa độ chung

Ta biết $i < j$ và góc hợp bởi X_e với trục x là α_e . Công thức tính $u_i^e; v_i^e; \varphi_i^e$ trong hệ tọa độ địa phương ($O_e X_e Y_e$) theo các chuyển vị u_i, v_i, φ_i trong hệ tọa độ chung (oxy) là: