

VAI TRÒ CỦA ĐỘ MỀM CÁC LIÊN KẾT TRONG KẾT CẤU CHỊU LỰC NHÀ CAO TẦNG

ThS NGUYỄN HỮU VIỆT
CTY TƯ VẤN XÂY DỰNG DÂN DỤNG VIỆT NAM

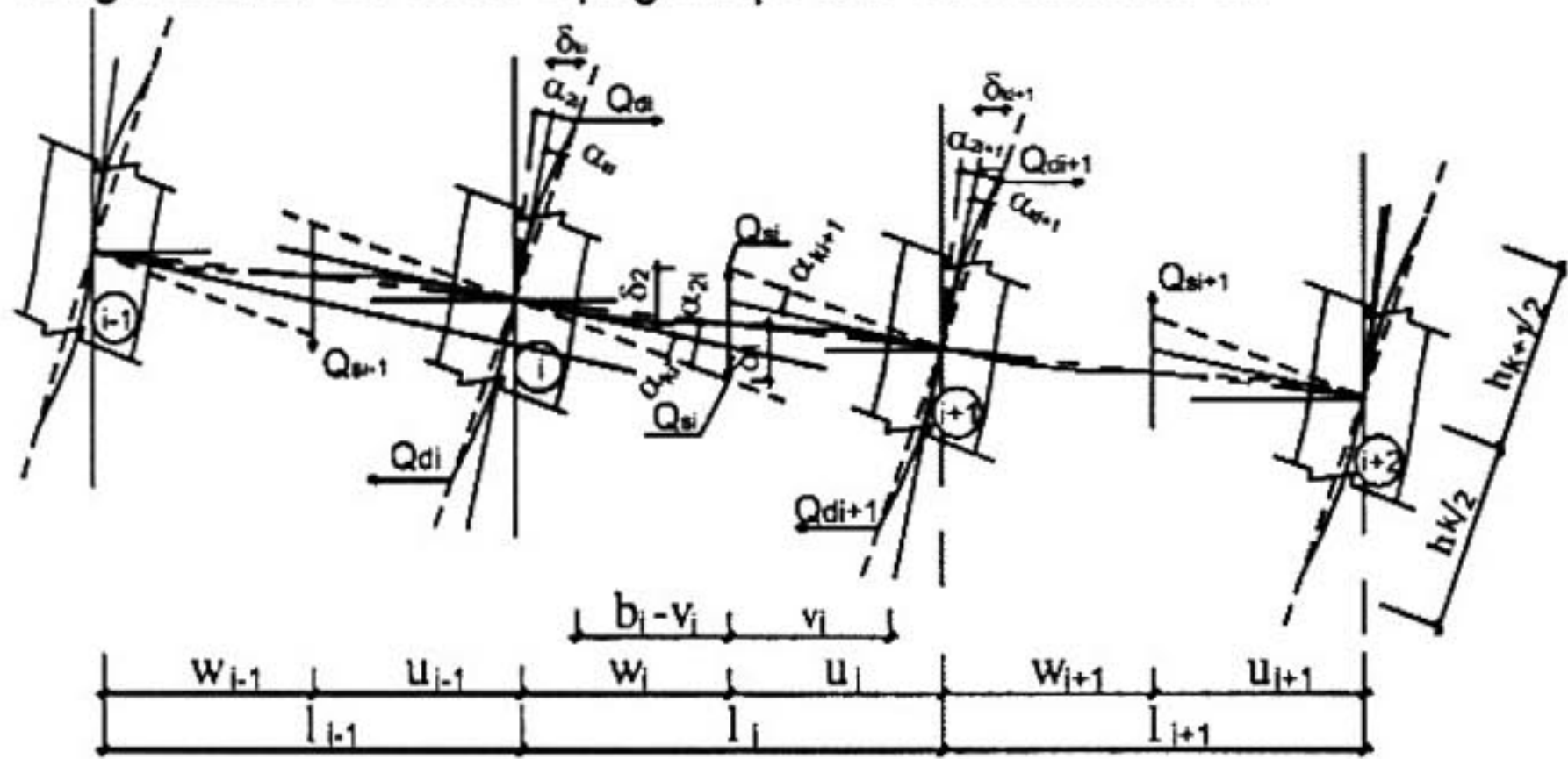
1. Đặt vấn đề

Với giả thiết hệ sàn được xem như những đĩa cứng nằm ngang, làm nhiệm vụ nhận và truyền tải trọng cho các kết cấu chịu lực đứng, cho nên trong tính toán hệ kết cấu chịu lực của nhà cao tầng ít khi được các Nhà thiết kế chú ý tới sự ảnh hưởng của chúng đến trạng thái ứng suất, biến dạng của hệ kết cấu chịu lực.

Dưới tác động của tải trọng, các liên kết (sàn, dầm, lanh tô trong các vách...) đã sinh ra các lực cắt. Các lực cắt xem như phân bố đều dọc theo biên của những kết cấu chịu lực đứng nên gọi là các lực cắt đơn vị. Các lực cắt đơn vị này đã tạo ra góc nghiêng (s_i) cho các liên kết so với trạng thái ban đầu, được gọi là hệ số mềm của các liên kết và có thứ nguyên là: $1/Kg/m = m/Kg$.

2. Thiết lập công thức tính toán độ mềm của các loại liên kết

Khi có tác dụng của tải trọng ngang hệ kết cấu chịu lực của công trình sẽ có biến dạng được mô tả trên hình 1:



Hình 1: Sơ đồ biến dạng của hệ kết cấu

Trong đó:

l_i : Khoảng cách giữa tâm cứng của các kết cấu chịu lực đứng thứ i và $i+1$ (m).

b_i : Khoảng cách giữa hai mép của các kết cấu chịu lực đứng thứ i và $i+1$ (m).

h_k và h_{k+1} : Khoảng cách giữa các sàn của tầng thứ k và $k+1$ (m).

v_i : Khoảng cách từ điểm uốn (điểm 0) của liên kết đến mép của cấu kiện $i+1$ (m):

w_i và u_i : Khoảng cách từ điểm uốn của liên kết đến trục trọng tâm của kết cấu chịu lực đứng thứ i và $i+1$ (m).

D_{Si} : Là độ cứng chống uốn của liên kết của nhịp thứ i , được tính^[1] theo công thức:

$$D_{Si} = 0.85 \frac{dt^3}{12} E_s \quad (1)$$

t : Chiều dày của bản sàn (m).

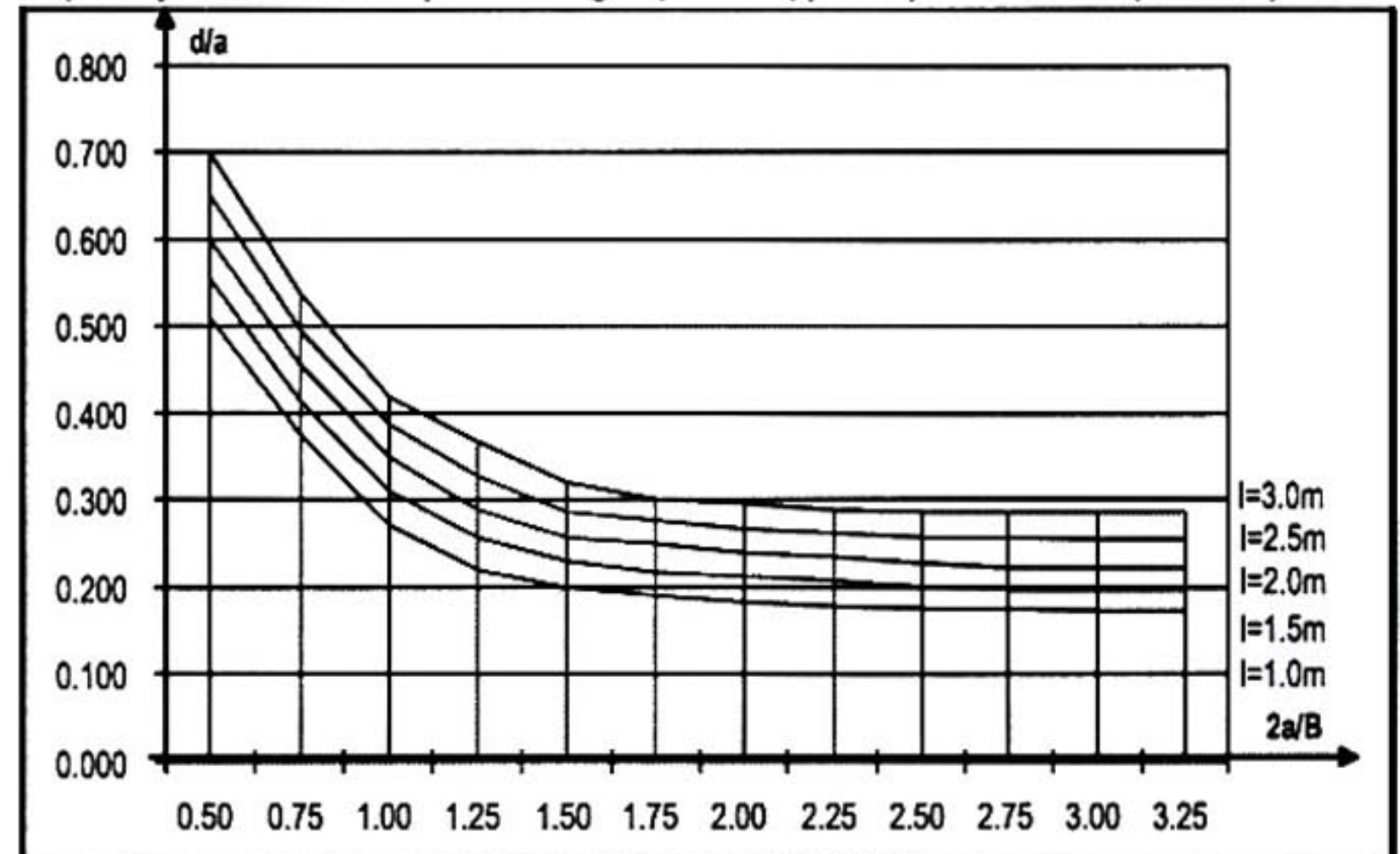
E_s : Mô đun đàn hồi của vật liệu liên kết (Kg/m^2).

a : Khoảng cách giữa các nhịp công trình (m).

B : Chiều rộng của công trình (m).

d : Chiều rộng hữu ích của sàn.

Nội suy từ các kết quả thí nghiệm^[1] lập được biểu đồ (hình 2)



Hình 2: Biểu đồ xác định giá trị chiều rộng hữu ích d

D_{di} và D_{di+1} : Độ cứng chống uốn của kết cấu chịu lực đứng thứ i và $i+1$.

Khi tách ra một phần công trình được giới hạn bằng các điểm uốn, trong kết cấu chịu lực đứng sẽ xuất hiện cặp ngẫu lực (Q_d) để cân bằng với lực cắt trong các liên kết (Q_s) và có giá trị:

$$Q_{di} = 2 \frac{Q_{Si-1} u_{i-1} + Q_{Si} w_i}{(h_k + h_{k+1})} \quad (2)$$

$$Q_{di+1} = 2 \frac{Q_{Si} u_i + Q_{Si+1} w_{i+1}}{(h_k + h_{k+1})} \quad (3)$$

$$Q_{di+1} + Q_{di} = 2 \frac{Q_{Si-1} (u_{i-1} + w_i) + Q_{Si+1} (u_i + w_{i+1})}{(h_k + h_{k+1})} \quad (4)$$

Thay (2) và (3) vào (4):

$$(w_i + u_i) Q_{Si} = w_i Q_{Si-1} + u_i Q_{Si+1} \quad (5)$$

Lấy hình chiếu theo phương trục z :

$$Q_{Si-1} = Q_{Si+1} = Q_{Si} \quad (6)$$

Tính độ dịch chuyển của điểm uốn theo công thức tính độ võng của conxon có chịu lực tập trung Q_s , Q_d nhận được:

$$\left. \begin{aligned} \delta_1 &= \frac{(b-v_i)^3}{3D_{Si}} Q_{Si} + \alpha_{ki} w_i; \alpha_{ki} = \frac{2\delta_{ki}}{h_{k+1}}; \delta_{ki} = \frac{Q_d h_{k+1}^3}{24D_{di}} \\ \delta_2 &= \frac{v^3}{3D_{Si}} Q_{Si} + \alpha_{ki+1} u_i; \alpha_{ki+1} = \frac{2\delta_{ki+1}}{h_{k+1}}; \delta_{ki+1} = \frac{Q_{d+1} h_{k+1}^3}{24D_{di+1}} \end{aligned} \right\} (7)$$

Góc xoay do có sự biến dạng trượt của liên kết là:

$$\alpha_{2i} = \frac{\delta_1 + \delta_2}{l_i} \quad (8)$$

Nếu các mảng tường của vách được nối trực tiếp với nhau bằng các liên kết trượt liên tiếp, phân bố theo bước h_i thì lực trượt trên một liên kết sẽ bằng $Q_{ij}h_i$. Chuyển vị trượt trong một liên kết dưới tác dụng của lực cắt đơn vị được xác định [1] theo thực nghiệm $\varphi = \frac{\Delta_{tr}}{Q_{tr}}$

$$\text{vì vậy } \alpha_2 = s_{ij}Q_{ij} = \frac{\varphi Q_{ij}h_i}{l} \text{ suy ra } s_{ij} = \frac{\varphi h_i}{l} \quad (24)$$

Trị số của hệ số φ thay đổi phụ thuộc vào các dạng liên kết khác nhau, được xác định từ kết quả thí nghiệm [1] trong khu vực tuyến tính thông qua mối liên hệ giữa Q_{tr} và Δ_{tr} .

Trong các công trình tầm lớn sự liên kết giữa các cột của vách đứng thường là các tấm sàn đặt trực tiếp mà không có lanh tô hoặc sườn. Vì vậy đối với loại kết cấu này để liên kết đảm bảo cho sự làm việc chung giữa cột vách có hiệu quả, thì [1] các tấm sàn phải được ngàm chặt vào các tấm tường nhờ các mối nối chông.

Đối với hệ vách có nhiều dãy lỗ thủng: Mỗi nhịp trong hệ vách với nhịp đều nhau hay không đều nhau cũng như vách có liên kết đơn, khi các mảng tường vách có độ cứng lớn, tức $D_{di} = D_{di+1} \approx \infty$; và $b_i - v_i = v_i = 0,5b_i$:

$$s_i = \frac{(h_k + h_{k+1})b_i^3}{24D_{si}l_i} \quad (25)$$

$$\text{Khi } h = h_k = h_{k+1} \quad s_i = \frac{hb_i^3}{12D_{si}l_i} \quad (26)$$

Nếu lanh tô của các vách hoặc dầm khung có nhịp (l) lớn không đáng kể so với chiều cao tiết diện t, ($l/t=0.1-0.5$), thì [1] cần phải tính đến sự ảnh hưởng trượt đối với biến dạng của chúng. Dưới tác động của lực đơn vị, chuyển vị tương hỗ của các đầu lanh tô với tính toán trượt theo phương thẳng góc với tiết diện thành là:

$$\delta = \frac{hb^3}{12D_s} \left(1 + \frac{\psi t^2}{0.4b^2} \right) = \delta_0 \gamma \quad (27)$$

$$\gamma = 1 + 2,95 \left(\frac{t}{b} \right)^2 - 0,02 \left(\frac{t}{b} \right) \quad (28)$$

Hệ số γ là thừa số nhân của công thức (23), (24) và vế có D_s trong các công thức khác.

Trong trường hợp khi công trình được thi công theo phương pháp lắp ghép, hai mảng tường được nối với nhau thông qua các mối nối theo suốt chiều dọc mảng tường, thì sự ảnh hưởng của độ cứng mối nối ngang [1] có thể được xét đến trong tính toán mô đun biến dạng trung bình đối với mảng tường trong các tấm tường theo công thức sau:

$$E = \chi E_d \quad (29)$$

Hệ số χ : Hệ số giảm độ cứng được xác định theo công thức:

$$\chi = \frac{1}{1 + \frac{h_{mn} E_d F_d}{h_d E_{mn} F_{mn} c_K}} \quad (30)$$

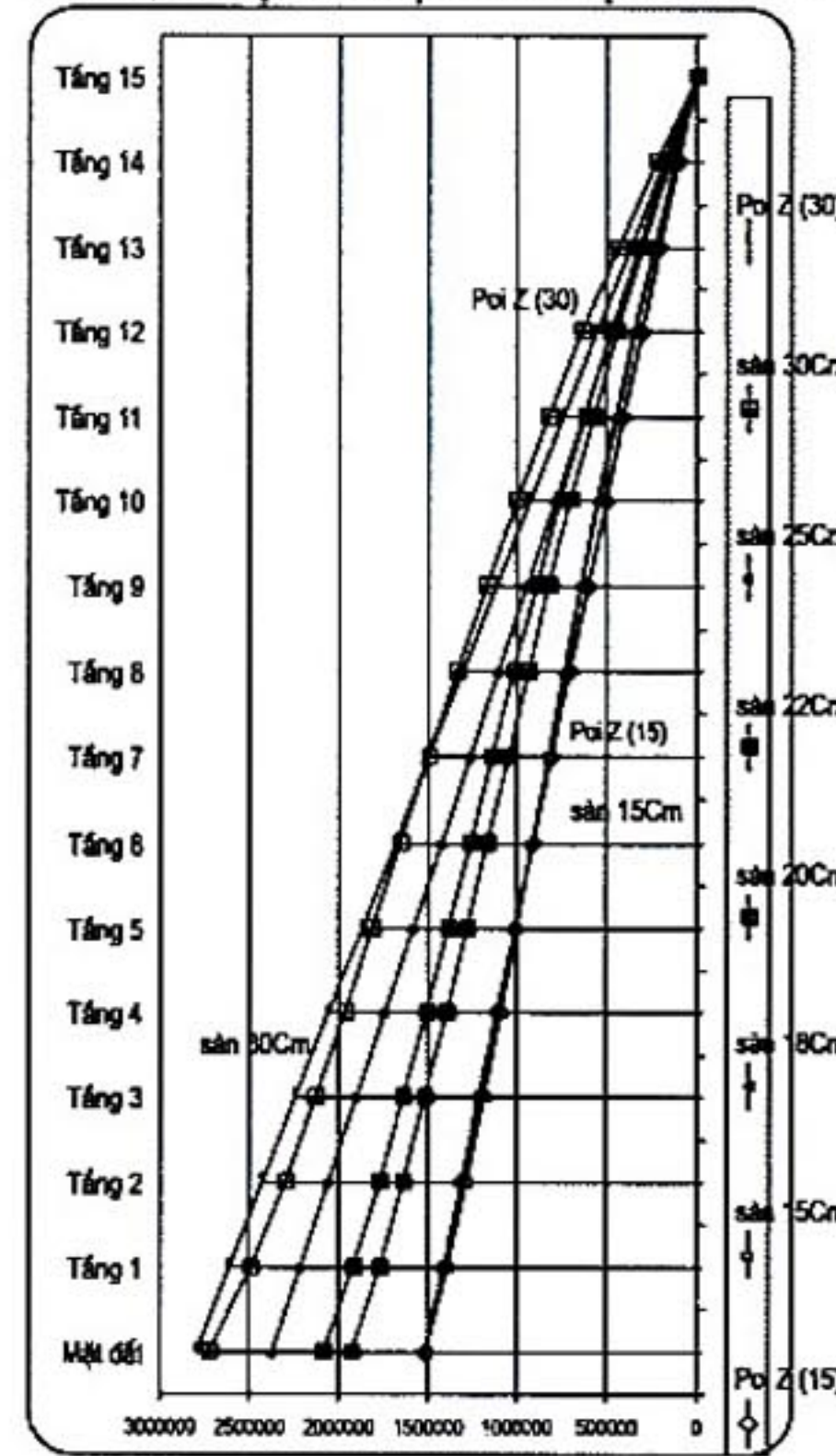
E_d, F_d : Mô đun biến dạng và diện tích tiết diện ngang quy đổi của kết cấu chịu lực đứng.

E_{mn}, F_{mn} : Mô đun biến dạng của mối nối (đối với vữa có mác ≥ 50 theo số liệu thực nghiệm đã cho $E_{mn} \approx 8.10^5 \text{ Pa}$), và diện tích tiết diện ngang quy đổi của mối nối.

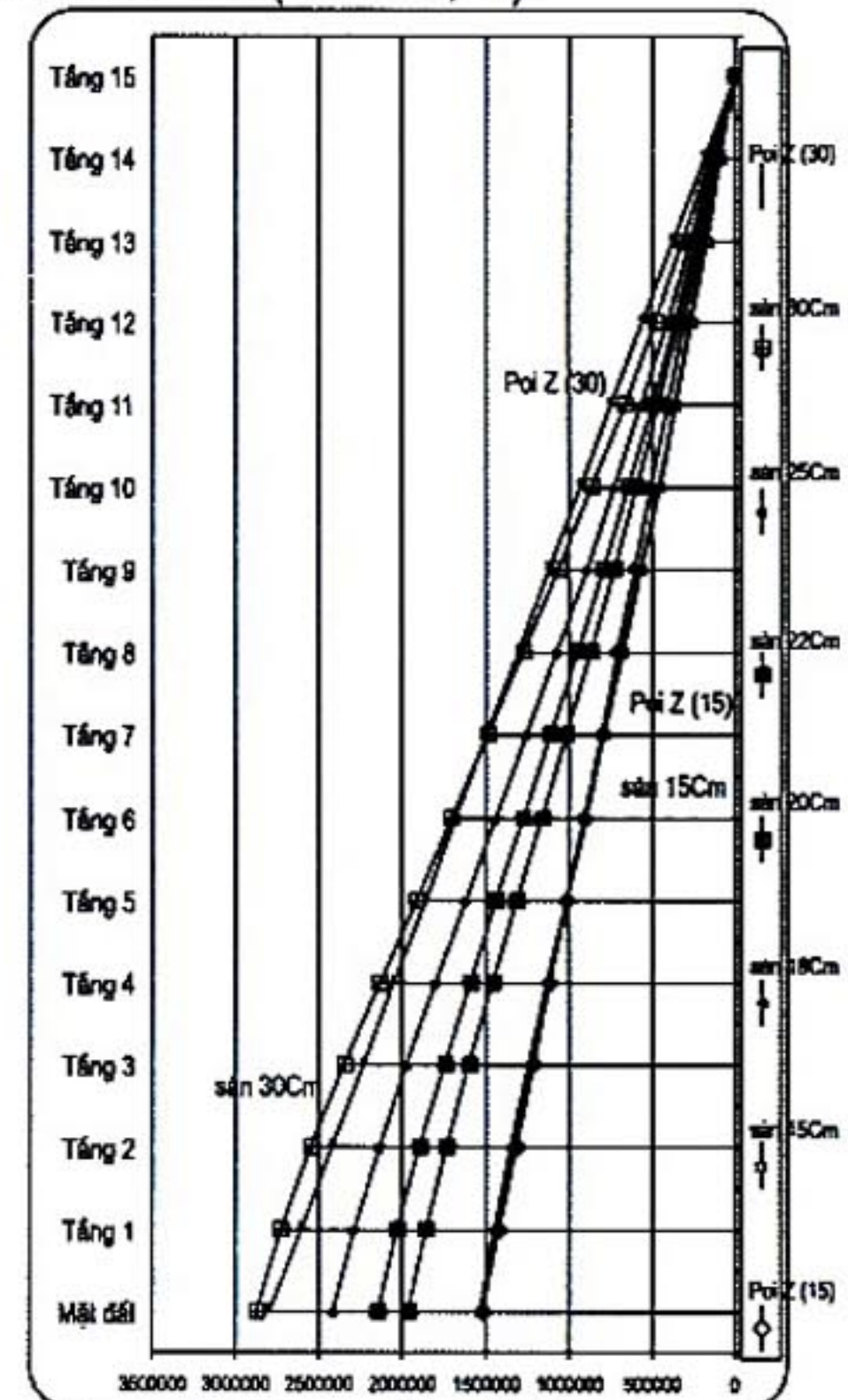
c_K : là hệ số được tính toán được lấy từ 0,4 - 0,5.

3. Kết quả tính toán trên mô hình công trình

Sau khi tính toán (có kể đến hệ số mềm của các liên kết trên sơ đồ công trình có mặt bằng hình chữ nhật, với chiều rộng $B=11.5\text{m}$, chiều dài $L=36.0\text{m}$. Trong đó bố trí hai vách đặc (1) ở hai đầu, ở giữa là một vách có lỗ thủng (2). Công trình cao 15 tầng, $H=54\text{m}$, hệ sàn không dầm, với các chiều dày sàn 15Cm, 18Cm, 20Cm, 22Cm, 25Cm và 30Cm. Chịu tải trọng phân bố $q(x)$ theo phương vuông góc với mặt chính của công trình, nhận được kết quả trên các biểu đồ (hình 3, 4).



Hình3. Biểu đồ phân bố lực dọc của vách đặc



Hình4. Biểu đồ phân bố lực dọc của vách có lỗ thủng

4. Kết luận

Độ cứng của liên kết (kết cấu chịu lực ngang) thực sự có ảnh hưởng đến sự phân bố lực dọc trong các kết cấu chịu lực đứng. Độ cứng của sàn làm giảm lực dọc trong các vách đặc (cứng hơn) và tăng lực dọc trong vách có lỗ thủng (yếu hơn). Ngoài ra qua tính toán trên một số mô hình khác cho thấy khi thay đổi độ cứng của các kết cấu chịu lực đứng sẽ tăng sự ảnh hưởng của độ cứng sàn đến trạng thái ứng suất, biến dạng của hệ kết cấu, do đó có thể chọn độ cứng của các kết cấu đứng, sao cho tải trọng từ các sàn phân phối lên chúng xấp xỉ theo quy luật phân phối phản lực gối tựa trong các dầm liên tục.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. П.Ф.Дроздов, Конструирование и расчёт несущих систем много - этажных зданий и их элементов, москва стройиздат, 1977.
2. Nguyễn Hữu Việt, ảnh hưởng của độ cứng sàn đối với hệ khung dầm nhà cao tầng khi chịu tác động của tải trọng đứng đồng thời với tải gió, Tuyển tập các công trình hội nghị cơ học toàn quốc lần thứ VII 12/2002.
3. Nguyễn Hữu Việt, ảnh hưởng của độ cứng sàn đến sự phân phối tải trọng ngang đối với kết cấu chịu lực đứng, Tạp chí xây dựng số 8/2006.