
CHƯƠNG 3

CÁC DẠNG KẾT CẤU CHỊU LỰC VÀ SƠ ĐỒ LÀM VIỆC

I. Các dạng kết cấu chịu lực

1.1 Các hệ kết cấu chịu lực cơ bản

Hệ kết cấu chịu lực Nhà nhiều tầng là bộ phận chủ yếu tiếp nhận tải trọng đứng, ngang truyền xuống móng. Nhìn chung, hệ chịu lực được cấu tạo từ các dạng kết cấu sau:

- Hệ kết cấu khung chịu lực (cấu kiện dạng thanh: dầm, cột);
- Hệ tường, vách chịu lực;
- Hệ kết cấu không gian: lõi cứng, lưới, ống,...

Từ các thành phần kết cấu chính nêu trên, tùy thuộc vào các giải pháp kiến trúc, khi chúng được liên kết với nhau theo yêu cầu cấu tạo nhất định sẽ tạo thành các hệ chịu lực khác nhau theo sơ đồ sau:

Sau đây là sự làm việc của một số hệ kết cấu trên

- **Hệ khung chịu lực (I):** hệ này được tạo thành từ các cột, dầm liên kết với nhau theo hai phương tạo thành hệ khung không gian. Trên mặt bằng, hệ khung có thể có dạng chữ nhật, tròn, hoặc đa giác... Trong Nhà nhiều tầng, tác dụng của tải trọng ngang lớn. Để tăng độ cứng ngang của khung, đồng thời có thể phân phối đều nội lực trong cột, bố trí thêm các **thanh xiên** tại một số nhịp trên toàn bộ chiều cao hoặc tại một số tầng. Tác dụng của hệ thanh xiên (dạng dàn) làm cho khung làm việc như vách cứng thẳng đứng;

Platinum Tower

Construction Status for Month 3/2001



Hình 3.1: Nhà có hệ khung chịu lực

Nếu thiết kế thêm các dàn ngang (ở tầng trên cùng hoặc một số tầng trung gian) liên kết dàn đứng với các bộ phận còn lại của khung thì hiệu quả chịu tải ngang của khung tăng đáng kể.

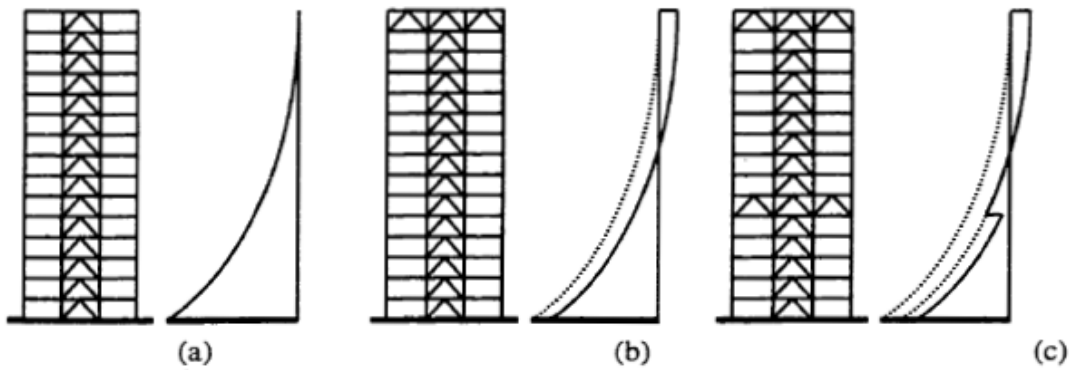


Figure 2.A.8: The Effect of Outriggers on Core Moment

Dưới tác dụng của tải trọng ngang, các dàn ngang sẽ đóng vai trò phân phối lực dọc giữa các cột khung, cản trở chuyển vị xoay và làm giảm mô-men ở phần dưới của khung.

Hệ khung chịu lực thuần túy, có độ cứng uốn thấp theo phương ngang nên bị hạn chế sử dụng trong nhà có chiều cao trên 40m. Trong kiến trúc nhà nhiều tầng, luôn có những bộ phận như thang máy, thang bộ, tường ngăn hoặc kết cấu bao che liên tục theo chiều cao nên kết cấu khung chịu lực thuần túy thực tế không tồn tại.

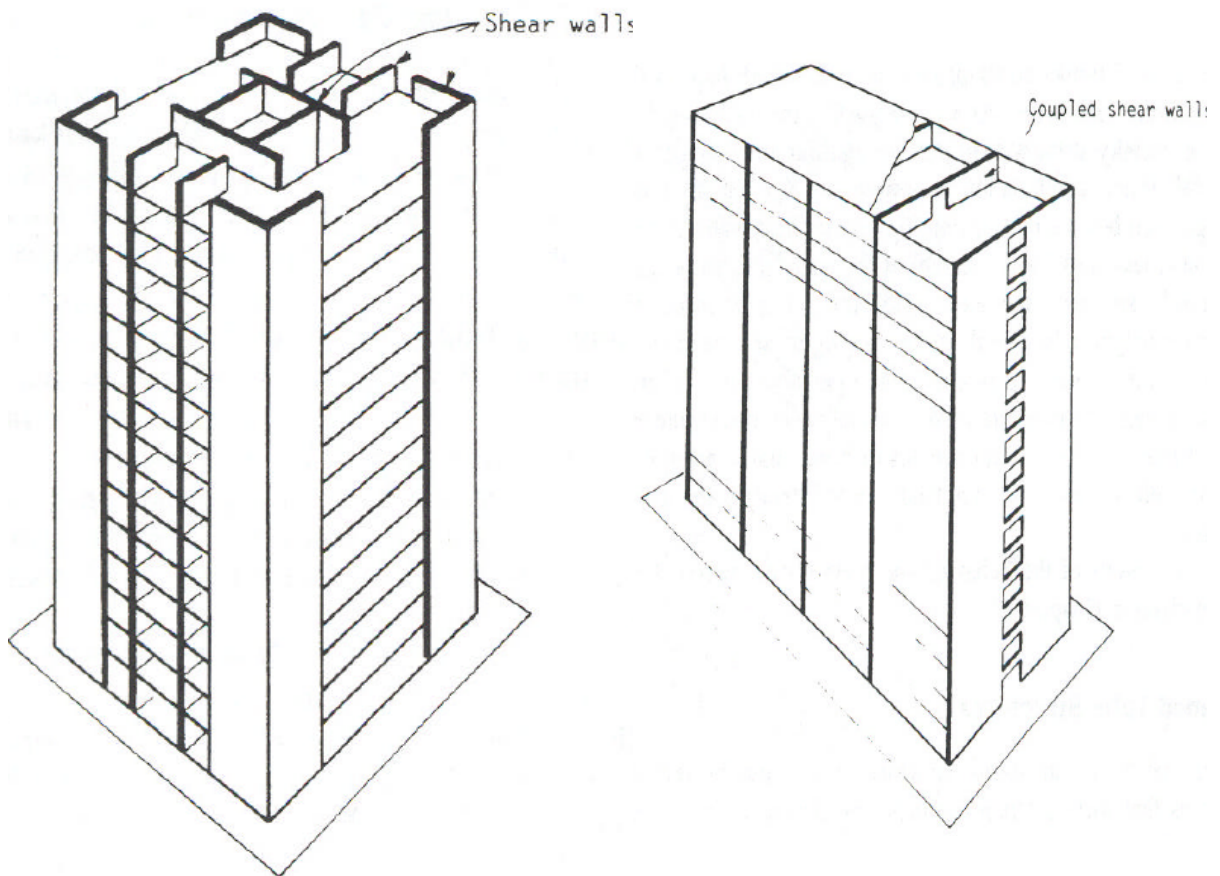
Sàn các tầng trong nhà khung có vai trò quan trọng trong việc truyền tải trọng ngang.

- **Hệ tường chịu lực (II):** ở hệ kết cấu này các cấu kiện thẳng đứng chịu lực đứng và ngang của nhà là các tấm tường phẳng, thẳng đứng –vách cứng. Tải trọng ngang được truyền đến các vách cứng thông qua kết cấu sàn, được xem là tuyệt đối cứng trong mặt phẳng của chúng. Các vách cứng làm việc như những console đứng, có chiều cao tiết diện lớn.

Khả năng chịu tải của vách cứng phụ thuộc rất lớn về hình dạng tiết diện ngang và vị trí bố trí chúng trên mặt bằng. Ngoài ra, trong thực tế các vách cứng thường bị giảm yếu do có sự xuất hiện các lỗ cửa.

Shear walls.

Coupled Walls.



Hình 3.2: Hệ tường chịu lực

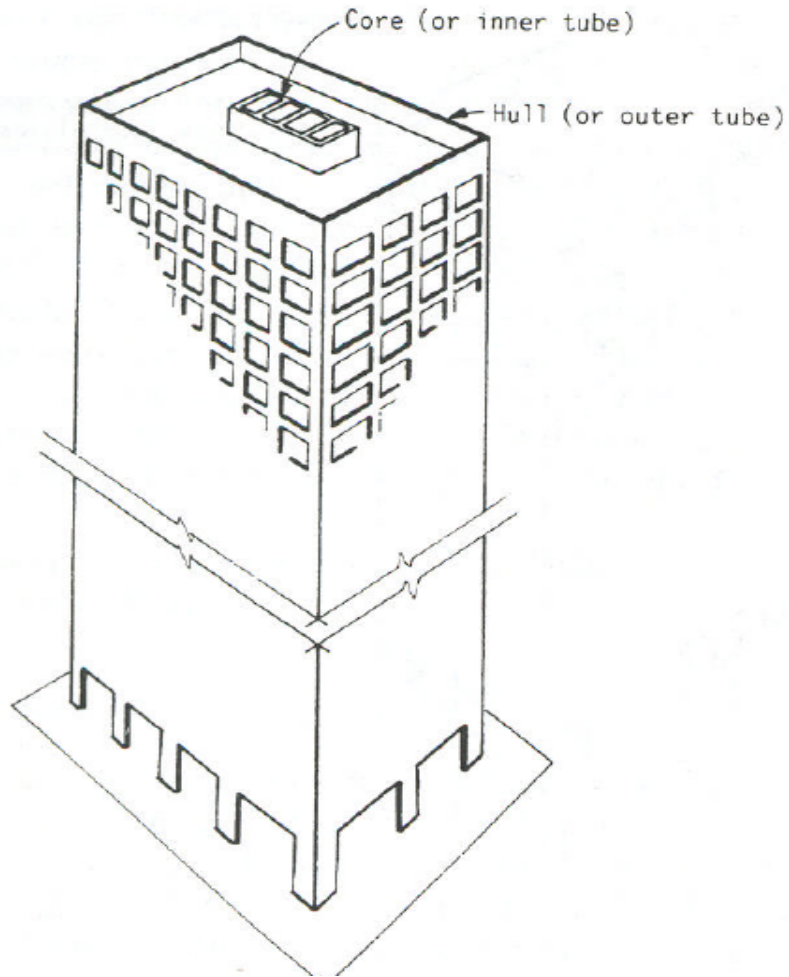
- **Hệ lõi chịu lực (III):**

Lõi có dạng vỏ hộp rỗng, tiết diện kín hoặc hở, nhận các loại tải trọng tác động lên công trình và truyền xuống móng. Trong Nhà nhiều tầng, lõi cứng thường được bố trí kết hợp với vị trí thang máy.

Hình dạng, số lượng, vị trí bố trí các lõi cứng chịu lực trên mặt bằng rất đa dạng.

- Nhà lõi tròn, vuông, chữ nhật,... (dạng kín hoặc hở);
- Nhà có một hay nhiều lõi;
- Lõi nằm trong nhà, theo chu vi hoặc ngoài nhà.

Tube-in-Tube Structures



Hình 3.3: Hệ lõi chịu lực

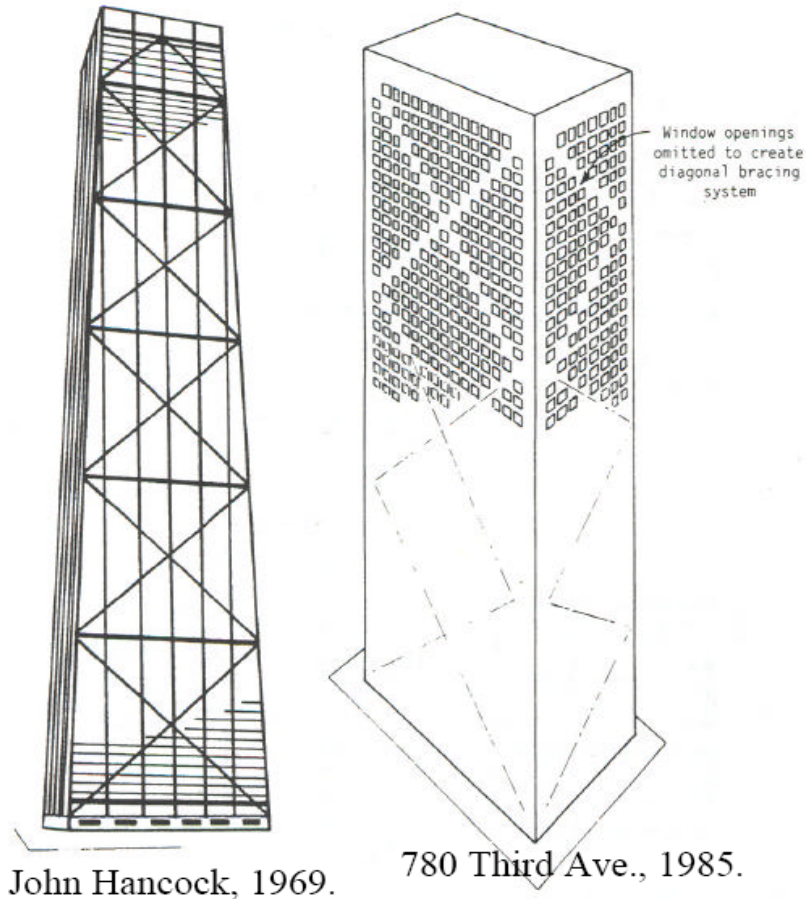
□ Hệ hộp chịu lực (IV):

Các bản sàn được gối vào các kết cấu chịu tải nằm theo chu vi công trình mà không cần gối vào vào kết cấu chịu tải bên trong. Với dạng kết cấu này, sẽ tạo ra một không gian lớn bên trong nhà.

Tùy theo cách tổ hợp, các kết cấu chịu lực có thể chia theo hai nhóm:

- Nhóm thứ nhất: chỉ gồm một loại cấu kiện chịu lực độc lập như khung, tường, vách, lõi chịu lực;
- Nhóm thứ hai: là các hệ chịu lực được tổ hợp từ hai, ba loại cấu kiện cơ bản trở lên.

Braced-Tube Structures.



John Hancock, 1969.

780 Third Ave., 1985.

1.2 Các hệ kết cấu hỗn hợp

Các hệ kết cấu hỗn hợp được tạo thành từ sự kết hợp giữa các hệ kết cấu cơ bản trên:

- Hệ khung –vách: kết cấu khung –vách thường được sử dụng hơn cả vì hệ này phù hợp với hầu hết các giải pháp kiến trúc của nhà nhiều tầng. Hệ kết cấu này tạo điều kiện ứng dụng linh hoạt các công nghệ XD khác nhau như vừa có thể lắp ghép, vừa đổ tại chỗ.;
- Hệ khung –lõi chịu lực;
- Hệ khung –hộp chịu lực;
- Hệ hộp –lõi chịu lực;
- Hệ khung –hộp –tường chịu lực...

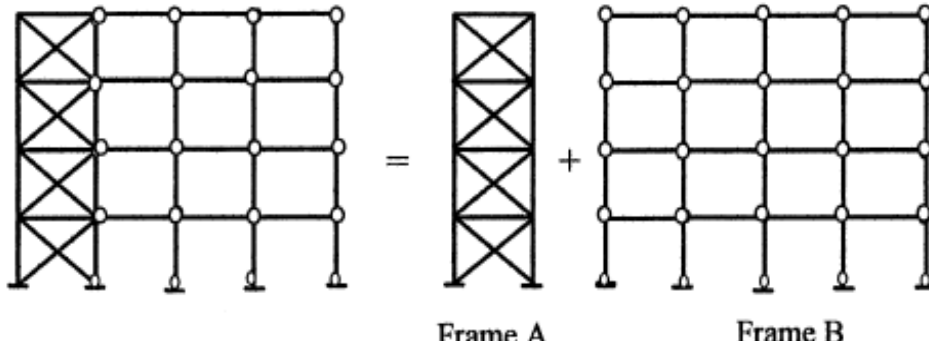
II. Sơ đồ làm việc của các dạng kết cấu chịu lực

Trong hệ kết cấu hỗn hợp, tùy thuộc và sự hiện diện của kết cấu khung mà người ta chia sơ đồ làm việc của kết cấu dạng sơ đồ giằng hoặc sơ đồ khung giằng.

2.1 Sơ đồ giằng

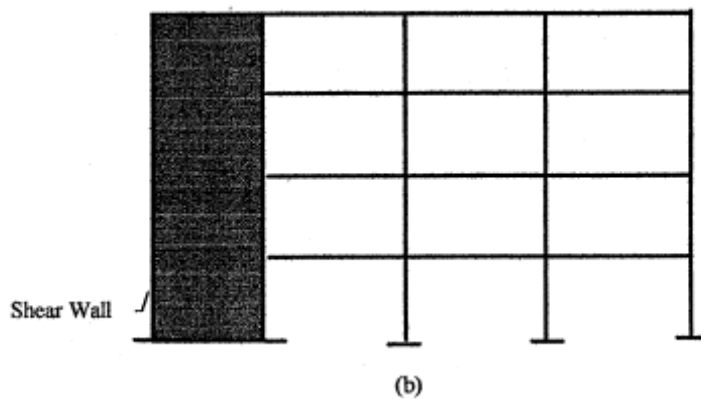
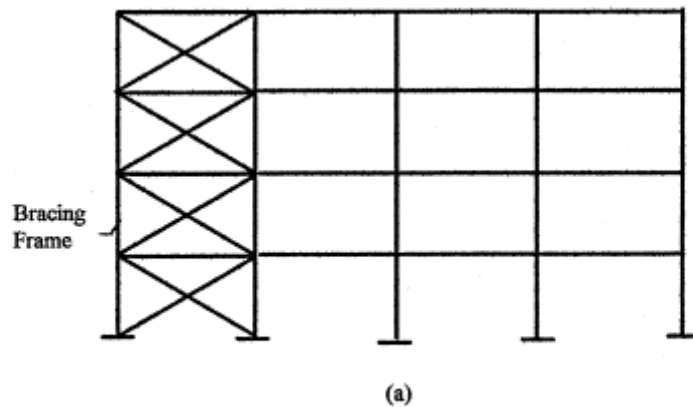
Khi khung chỉ chịu được phần tải trọng thẳng đứng tương ứng với diện tích truyền tải đến nó. Toàn bộ tải trọng ngang và một phần tải trọng thẳng đứng sẽ do các kết cấu chịu tải cơ bản (lõi cứng, vách cứng,...) khác chịu. Trong sơ đồ này, các nút khung đều có cấu tạo nút khớp hoặc tiết diện cột có mô-men kháng uốn nhỏ.

Theo cách quan niệm này, tất cả các hệ chịu lực cơ bản và hỗn hợp tạo thành từ các tường, lõi,... thuộc sơ đồ giằng.



Hình : Sơ đồ giằng

Khung B (chỉ có khả năng chịu tải đứng) được xem là bị giằng bởi khung A (có khả năng chịu tải ngang)

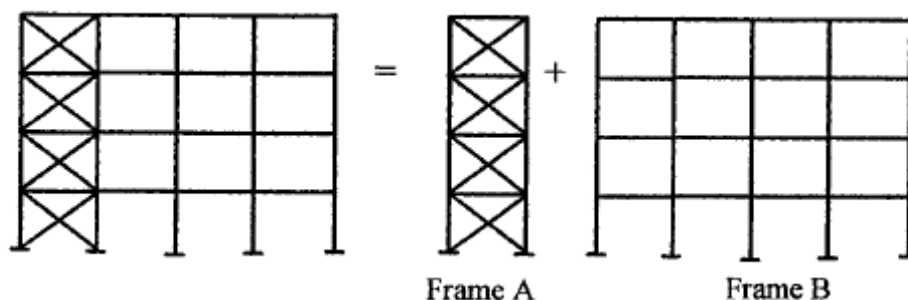


Hình : Sơ đồ khung giằng

2.2 Sơ đồ khung giằng

Khi khung cùng tham gia chịu tải trọng thẳng đứng và ngang với hệ kết cấu khác. Trong trường hợp này, các nút khung liên kết cứng. Như vậy, theo cách hiểu này, hệ khung chịu lực được xếp vào sơ đồ kết cấu khung giằng.

Có thể phân loại sơ đồ giằng và sơ đồ theo chuyển vị hoặc độ cứng như sau:



$$\left(1 - \frac{\Delta_A}{\Delta_B}\right) \geq 0.8 : \text{khung giằng}$$

hoặc $K_A \geq 5K_B :$

2.3 Chọn sơ đồ kết cấu

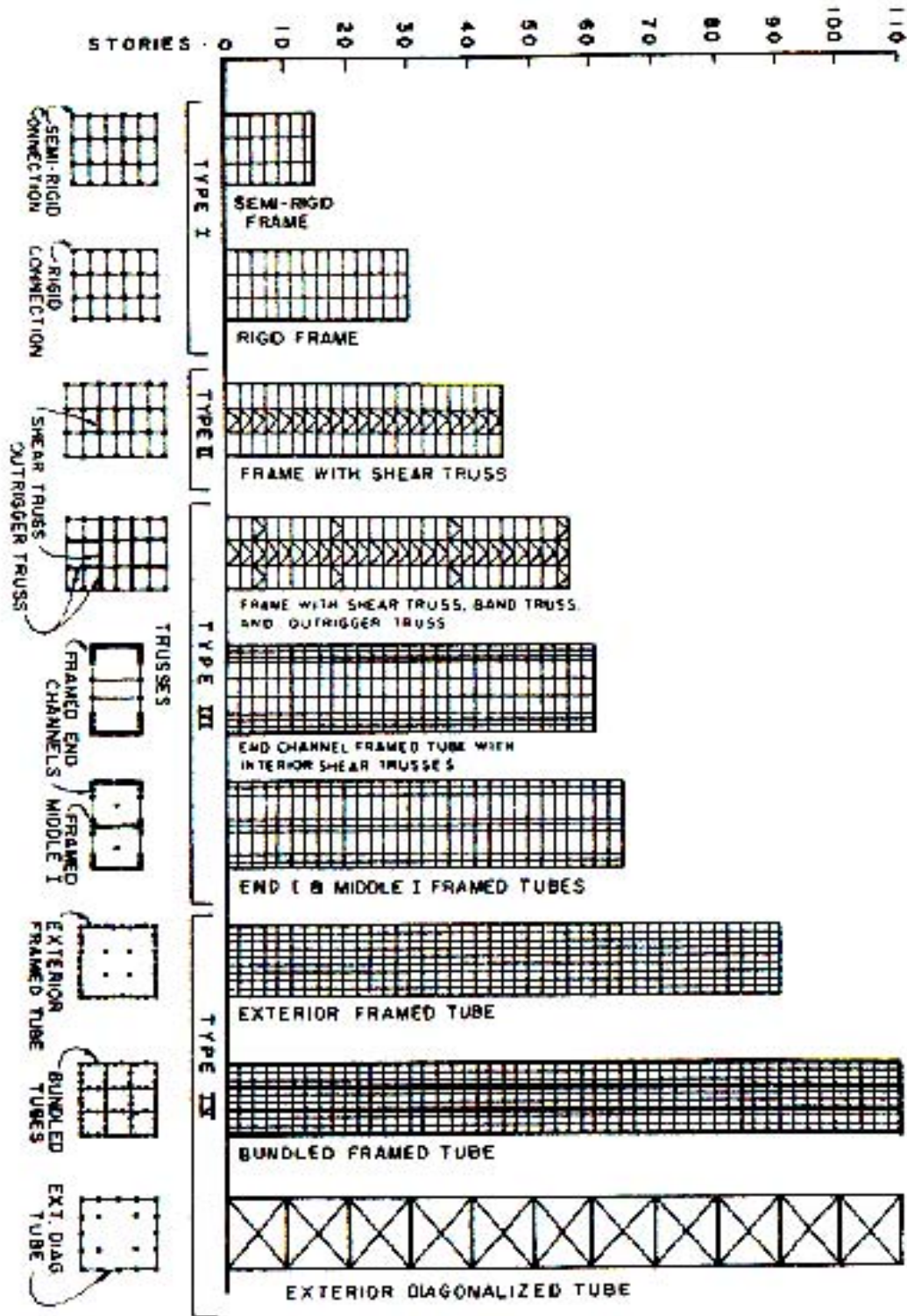
Qua nghiên cứu cho thấy rằng, người ta thường sử dụng những sơ đồ sau:

- *Khung chịu lực*: Khung chịu lực ngang yếu. Nhà nhiều tầng chịu tải ngang lớn, nên hạn chế sử dụng sơ đồ khung chịu tải ngang.
- *Tường chịu lực*: chịu tải ngang lớn, nhưng hạn chế không gian sử dụng;
- *Tường chịu lực kết hợp với khung*: tường chịu lực ngang, khung chịu lực đứng → hợp lý trong sơ đồ kết cấu và bố trí kiến trúc. Vì vậy, đây là dạng kết cấu thường sử dụng nhất trong Nhà nhiều tầng.

Hệ thống vách cứng thường được tạo ra tại khu vực cầu thang bộ, cầu thang máy, khu vệ sinh chung hoặc tường biên liên tục nhiều tầng. Hệ thống khung được bố trí khu vực còn lại. Hai hệ thống khung và vách cứng được liên kết với nhau thông qua hệ thống sàn. Trong trường hợp này, hệ kết cấu cấu sàn toàn khối có ý nghĩa rất lớn trong việc truyền tải trọng ngang cho vách cứng.

Trong thiết kế và xây dựng nhà nhiều tầng, việc lựa chọn hệ kết cấu hợp lý phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: chiều cao, điều kiện địa chất thủy văn, bản đồ phân vùng động đất và các giải pháp kiến trúc công trình.

☐ Có thể chọn lựa kết cấu hợp lý hệ kết cấu chịu lực theo số tầng trên đồ thị sau:



Hình : Sơ đồ lựa chọn hệ kết cấu theo số tầng

- ☐ Ngoài ra, để đảm bảo độ cứng, hạn chế chuyển vị ngang và tránh mất ổn định tổng thể, cần hạn chế chiều cao và độ mảnh (tỷ lệ chiều cao trên bề rộng công trình) theo chỉ dẫn sau:

Bảng :Chiều cao tối đa H(m) và tỷ số giới hạn giữa chiều cao và chiều rộng (H/B)

Hệ kết cấu		Trường hợp không có động đất	Trường hợp có động đất cấp		
			6 và 7	8	9
Nhà khung chịu lực	Max H (m)	60	55-60	45	25
	Max H/B	5	5	4	2
Nhà vách và khung ống	Max H	130	120 -130	100	50
	Max H/B	5	5	4	3
Nhà vách	Max H	140	120 -140	120	60
	Max H/B	5	6	5	4
Nhà ống và nhà ống trong ống	Max H	180	150 -180	120	70
	Max H/B	6	6	5	4

III. Tường cứng chịu lực (shear wall)

3.1 Phạm vi áp dụng

Tường cứng chịu lực (cắt) thường được bố trí trong nhà nhiều tầng, dùng để chịu toàn bộ hay phần lớn tải trọng ngang (gió, động đất). Tường chịu cắt làm việc như kết cấu console ngàm vào móng, chịu tác dụng của lực dọc, lực cắt và mô-men uốn. Khi tỷ lệ chiều cao/chiều dài tường nhỏ, ảnh hưởng của nội lực cắt trong tường là đáng kể và cần phải lưu ý trong thiết kế. Chiều cao của tường bị khống chế bởi yêu cầu về uốn (mô-men, biến dạng ngang).

Theo nhiều tài liệu, phạm vi sử dụng ...

3.2 Cách bố trí tường cứng

Việc bố trí vị trí của tường cứng trên mặt bằng rất quan trọng vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến việc phân bố tải trọng ngang lên kết cấu. Theo kinh nghiệm, khi bố trí cần chú ý đến các đặc điểm sau:

- *Tường cứng được bố trí ở các vách ngăn: cách này gây lãng phí tốn nhiều vật liệu cho tường và chi phí về nền móng;*
- *Thường tập trung ở giữa, tạo thành với cầu thang tạo thành lõi, chịu tải trọng ngang khá tốt;*
- *Với công trình có mặt bằng hình vuông, nên bố trí tường theo hai phương vuông góc nhau.*
- *Với công trình có mặt bằng chạy dài, ngoài việc tập trung tường ở giữa còn phải bố trí ở hai đầu hồi để hạn chế độ võng ngang.*
- Phải bố trí ít nhất ba vách trên một đơn nguyên, trục ba vách này không gặp nhau tại một điểm;
- Nên thiết kế các vách giống nhau (về độ cứng và hình học) và bố trí sao cho tâm cứng của hệ trùng với tâm khối lượng của nó;
- Không nên chọn các vách có khả năng chịu tải lớn nhưng số lượng ít mà chọn nhiều vách có số lượng chịu tải tương đương và phân bố đều trên mặt bằng.

3.3 Chọn chiều dày tường

- Tổng diện tích mặt cắt ngang của vách cứng (lõi cứng) có thể xác định theo công thức:

$$F_{vl} = f_{vl} \times F_{st}$$

Trong đó: F_{st} – diện tích sàn từng tầng; $f_{vl} = 0.015$

- Tầng vách nên có chiều cao chạy suốt từ móng đến mái và có độ cứng không đổi trên toàn bộ chiều cao của nó;
- Độ dày tối thiểu của vách, qui phạm các nước khác nhau qui định khác nhau nhưng nhìn chung không nhỏ hơn 100mm. Chẳng hạn:

Theo TCXD 198 -1997 của Việt Nam: Bề dày thành vách (b), chọn không nhỏ hơn 150mm và 1/20 chiều cao tầng.

Theo ACI 318-02 (mục 14.5.3), Bề dày thành vách (b), chọn không nhỏ hơn 100mm và 1/25 chiều cao tầng.

3.4 Cấu tạo cốt thép cho vách (lõi) cứng (mục 3.4.2 TCXD 198 -1997)

- Cốt thép phải được đặt hai lớp lưới. Đường kính cốt thép (đứng và ngang) chọn không nhỏ hơn 10mm và không lớn hơn $0.1b$. Hai lớp thép phải được liên kết với nhau bởi các móc đai (mật độ 4 móc/ m^2);
- Hàm lượng cốt thép thẳng đứng tối thiểu (μ_{\min}) và tối đa (μ_{\max}):
Đối với khu vực động đất yếu, $\mu_{\min} = 0.4\%$
Đối với khu vực động đất trung bình và mạnh, $\mu_{\min} = 0.6\%$
Và trong hai trường hợp trên, $\mu_{\max} = 3.5\%$
- Khoảng cách cốt thép (đứng và ngang), chọn ≤ 200 (khi $b \leq 300$) và chọn $\leq 2b/3$ (khi $b > 300$);
- Chiều dài nối buộc cốt thép lấy bằng $1.5l_{bo}$ (vùng động đất yếu) và $2.0l_{bo}$ (vùng động đất trung bình mạnh). Trong đó, l_{bo} –chiều dài nối tiêu chuẩn trong vùng không có động đất (tức l_{neo});
- Cần có biện pháp tăng cường tiết diện ở khu vực biên của vách cứng (xem hình 3.12)