

BỘ XÂY DỰNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI
KHOA ĐÀO TẠO TRÊN ĐẠI HỌC

PGS LÊ KIỀU

BÀI GIẢNG

VẬT LIỆU & KẾT CẤU & CÔNG NGHỆ
XÂY DỰNG ĐƯỜNG ĐẠI

HÀ NỘI, 2- 2003

VẬT LIỆU & KẾT CẤU & CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG ĐƯỜNG ĐẠI

PGs Lê Kiều

Chủ nhiệm Bộ môn Công nghệ
Khoa Đào tạo trên Đại học
Trường Đại học Kiến trúc Hà nội

1. Công nghệ sử lý nền móng

1.1 Công nghệ sử lý nền đất yếu bằng đệm cát:

1.1.1 Mô tả công nghệ

Việc sử dụng đệm cát có mục đích là :

- (i) Giảm chiều sâu chôn móng,
- (ii) Giảm áp lực của nhà hoặc công trình truyền xuống nền đất yếu tới trị số mà nền đất có thể tiếp thu được áp lực ấy,
- (iii) Đảm bảo cho công trình lún đều và ổn định nhanh chóng do nước trong đất được thoát ra theo đường ngắn nhất vào đệm cát.

Nếu tại khu vực xây dựng, ngay trên mặt có lớp đất hữu cơ hoặc đất đắp yếu thì đáng lẽ phải chôn móng băng xuống một chiều sâu khá lớn, người ta có thể dùng giải pháp kinh tế hơn, đó là việc thay thế lớp đất yếu bằng đệm cát. Kích thước đệm cát xác định từ điều kiện là lớp đất tự nhiên bên dưới có thể tiếp thu được áp lực truyền xuống. Với móng băng, chiều dày đệm cát được xác định từ phương trình :

$$R^c = \frac{P}{b + 2d \tan \varphi} + \gamma_0 d$$

Trong đó R^c cường độ tiêu chuẩn của đất tại đáy đệm cát (kG/cm^2)
 P tải trọng do móng truyền cho đệm cát (kG/m dài)
 b chiều rộng móng băng (cm)
 γ_0 trọng lượng thể tích của cát trong đệm (kG/cm^3)
 φ góc ma sát trong của cát, ($^\circ$)
 d chiều cao đệm cát (cm)

Kích thước đáy đệm cát được xác định từ điều kiện là : áp lực do móng công trình và trọng lượng đệm cát truyền xuống lớp nằm dưới đệm cát không lớn hơn cường độ tiêu chuẩn của nền đất đó và sự ổn định của nền được đảm bảo .

Chiều dày đệm cát được tính toán sao cho độ lún của đệm cát và độ lún của các lớp đất yếu nằm dưới phải nhỏ hơn độ lún giới hạn của móng công trình.

Việc thi công đầm cát sao cho độ chặt đạt được khá lớn để có thể loại trừ được độ lún không cho phép của móng. Khi thi công đầm cát trên mực nước ngầm, cát được rải thành từng lớp 15~20 cm, từng lớp phải được đầm chặt mới rải lớp tiếp theo. Có thể sử dụng đầm lăn (xe lu) hoặc đầm nện (đầm chày) hoặc đầm thủy chấn động cho toàn chiều dày của đệm. Độ chặt đạt được phải là 1,65~ 1,7 tấn/m³. Nếu cát được đổ vào hố móng khô, dùng phương pháp đầm lăn hoặc đầm nện thì sau khi rải mỗi lớp lại tưới nước kỹ mới đầm.

Nên dùng cát hạt trung hoặc cát hạt to để làm đệm cát.

Với những công trình có chiều dài lớn đặt trên nền đất sét bão hoà ở trạng thái nhão có chiều dày nhỏ hơn 6 mét có thể thi công theo phương pháp đẩy trời đất yếu. Phương pháp này có thể được mô tả như sau: tại khu vực xây dựng, đắp dải đất cao hơn cao trình thiết kế của nền từ 5 đến 6 mét. Do tác dụng của trọng lượng dải đất đắp đó, đất yếu bị đẩy trời ra hai bên. Khi lớp đất bị đẩy trời không dày lắm, chỉ từ 3 ~ 4 mét, lượng vật liệu đắp có thể xác định gần đúng bằng khối tích đất bị đẩy trời. Nếu khu vực xây dựng được cấu tạo bằng các lớp trầm tích dạng phân lớp, đất kẹp ở giữa là đất sét ở trạng thái nhão hoặc dẻo mềm thì phải sử dụng các biện pháp để ngăn ngừa sự sụp đổ của dải đất đắp.

Khi cần xây các công trình có trọng lượng lớn trên các trầm tích sét yếu và bùn, ngoài mục đích tăng nhanh quá trình cố kết, đệm cát còn dùng để nén chặt nền bùn bằng trọng lượng bản thân của nó. Khi nén chặt đất bùn, cần đổ cát sao cho kết cấu của bùn khỏi bị phá hoại. Khi đổ cát trên lớp bùn đáy mà không dùng các biện pháp đặc biệt để rải cát đều và từ từ mà đổ từng lượng lớn thì kết cấu của đất bùn sẽ bị phá hoại và cát sẽ lún ngập trong bùn. Khi thi công theo công nghệ rải cát, các hạt lớn rơi ngay sát tàu cuốc còn hạt nhỏ nằm hai bên. Khi di chuyển tàu cuốc liên tục thì hạt lớn sẽ rải đều trên mặt cát. Thi công như thế, cát không bị trộn lẫn với bùn mà sẽ nén chặt bùn bằng chính trọng lượng bản thân của cát. Nhờ tính thoát nước của cát, nên tiếp theo quá trình nén chặt là quá trình cố kết thấm nhanh chóng. Do đó, tăng được khả năng chống cắt của bùn. Có thể kiểm tra được quá trình nén chặt đất bùn bằng cách xác định độ ẩm của đất.

Chiều rộng đệm cát được xác định sao cho sự ổn định của công trình được đảm bảo và khoảng gấp 5 ~ 6 lần chiều rộng móng.

Để đầm chặt cát rời ở trạng thái đất đắp hoặc ở trạng thái tự nhiên, có thể dùng cách đầm chấn động tầng mặt hoặc dùng phương pháp thủy chấn động.

Khi dùng phương pháp đầm bề mặt máy đầm được sử dụng là máy chuyên dùng đầm bề mặt nhưng có thể đầm sâu được từ 0,50 đến 1,50 mét. Loại máy này đầm cát hoặc á cát.

Khi chọn kích thước quả đầm của máy đầm chấn động bề mặt có thể tham khảo số liệu ghi trong bảng sau đây:

Loại đất	Áp lực đơn vị (t/m ²)	Diện tích đáy quả đầm (m ²)			
		Chiều dày lớp đất được đầm (m)			
		0,25	0,5	1,0	1,5
Cát bão hoà	0,3-0,4	0,25	1,0	3,0	5,0
Cát ẩm	0,6-1,0	0,4	1,5	4,5	-
Đất sét	1,0-2,0	0,6	2,0	-	-

Máy móc để thực hiện đầm lún chấn động :

Máy Nga có loại ПБК 25 . Loại máy này đầm chặt cát đến độ sâu 1,50 mét, đất sét từ 0,5 ~ 0,8 mét. Hiệu suất khoảng 2000 ~ 3000m³ cát nén trong 1 ca.

Tiêu chí kiểm tra chất lượng hoàn thành công tác là khi trọng lượng thể tích cát đạt được 1,60 ~ 1,75 G/cm³, ứng với độ chặt D = 0,7 ~ 0,90.

Máy Nhật để thực hiện việc đầm và thi công đệm cát trên đất liền (tài liệu do hãng Nippon KaiKo giới thiệu năm 2000) cho trong bảng :

Loại máy	Công suất (PS)	Phần nâng (tấn)	Bộ phận	Ghi chú
SW-180	150	50	1	
PD 100	152	50	4	3 bộ phận dùng cho cần trục
SP 100N	150	50	7	
SP 110N	150	70	24	
SP 250	250	150	7	1 bộ phận dùng cho cần trục
SP 300N	600	300	4	3 bộ phận dùng cho cần trục

Dùng đầm thủy chấn động tầng sâu được dùng khi cần nén chặt lớp cát trên 1,5 mét. Dùng các loại đầm sâu mà ta quen gọi là đầm dùi nhưng là loại mạnh như các loại ò-50, ò-86 v.v... và các loại thủy chấn động tầng sâu cực mạnh . Dùng các loại đầm dùi có thể đạt bán kính chấn động tới 0,4 ~ 0,7 mét và chiều sâu tới 3 ~ 4 mét. Khi dùng loại máy thủy chấn động như B - 76 hoặc B - 97 bán kính nén chặt đến 3 mét và chiều sâu lớp đất được nén chặt đến 10 mét và hơn nữa.

Dùng đầm rung thì hạ máy xuống sâu bằng cách xói nước, nghĩa là gắn với máy rung có đầu xói nước để rẽ cát khi hạ đầm sâu vào trong cát. Dưới tác động của nước và đầm rung, cát được nén chặt. Khi phun xói với áp lực 4~5 atm vào lớp cát, cát bị xói rời ra do nước chuyển động lên phía trên. Các hạt đất và hạt mịn ở trạng thái lơ lửng cũng bị đẩy lên trên. Hạt nặng sẽ lắng đọng xuống đáy. Bán kính lan truyền khá nhỏ nên gia tốc chấn động được các hạt cát truyền là nhỏ nên phải di chuyển đầm thành nhiều điểm bố trí theo hình hoa mai như lý thuyết đầm bê tông bằng đầm dùi.

Khi hạ đầm đến vị trí đầm dùng nước xói. Quá trình đầm chặt thì ngưng xói nước. Khi đầm xong lại xói nước để rút đầm lên và như thế, để lỗ rỗng trong cát. Lấp lại lỗ đó bằng cách đổ, rót cát xuống. Nhiều khi rót xuống lỗ ấy bằng sỏi nhỏ hạt.

Có thể kiểm tra chất lượng đầm nén cát bằng thiết bị xuyên, nén tải trọng thử hay nén tiêu chuẩn như kiểm tra mẫu đất nguyên dạng.

1.1.2 Phạm vi sử dụng:

Phạm vi sử dụng của đệm cát là chiều dày lớp cát không quá 10 mét. Nếu chiều sâu này quá lớn thì vì vấn đề kinh tế mà nên chọn loại móng khác.

Dưới đất có nước lưu chuyển cũng hạn chế dùng đệm cát vì lý do cát có thể trôi theo dòng nước mà chân móng giảm chịu lực.

Trong nước :

Đệm cát là phương pháp gia cố nền đất yếu rất có hiệu quả . Trước năm 1990 sử dụng ở nước ta khá nhiều, nhất là khi Liên xô giúp ta xử lý tốt móng nhà C1 Đại học Bách khoa Hà nội . Nhà khách số 10 Lê Thạch Hà nội cũng xử lý nền cát hạt trung với chiều dày đến 6 mét. Gần đây do phương án cọc thi công nhanh hơn và giá cát hạt trung đắt nên phương pháp này ít dùng. Phương án này khá tin cậy về chất lượng nền nếu có lớp đất sét trên mặt coi như vòng vây quay kín lớp cát. Nên triển khai thực hiện phương án này rộng rãi khi điều kiện cho phép .

Ở những vùng sẵn cát mà đất yếu, sử dụng biện pháp này, đất cố kết nhanh và gia cố nền đất yếu có hiệu quả. Công nghệ này thích hợp cho nhà có số tầng từ 6 tầng trở xuống trong điều kiện nền đất yếu.

Nước ngoài:

Phương pháp dùng đệm cát là phương pháp hữu hiệu với những vùng đất yếu cần nhanh chóng ổn định để sớm thi công. Đây là phương pháp kinh điển trong gia cố nền đất yếu trong các bài bản quốc tế xử lý nền đất yếu.

Biện pháp này được đặt ra sớm nhất với các vùng Trung Âu, sau đó đến Liên xô cũ. Nhật bản có nhiều tập đoàn thi công lấn biển lớn chuyên dùng đệm cát để xây dựng ngoài khơi, tạo ra những đảo nổi bằng cát có tường cừ vây, diện tích khu vực được lấp cát đến nhiều hecta.

1.2 Cọc cát :

1.2.1 Mô tả công nghệ:

Có hai kiểu cọc cát được sử dụng để gia cố nhân tạo nền đất yếu bão hòa. Cọc cát được chế tạo theo kiểu khoan thành lỗ khoan thẳng đứng xong nhét đầy cát được sử dụng để tăng nhanh quá trình nén chặt của đất yếu dưới tác dụng của trọng lượng khối đất đắp và tải trọng công trình xây trên đó. Cọc cát thi công theo kiểu đóng cọc ống rỗng xuống đất, khi nhồi cát thì rút ống lên là một cách chế tạo cọc cát kiểu khác.

(i) Cọc cát có đường kính lớn :

Cọc cát thi công có đường kính lớn còn được gọi là giếng cát. Lỗ khoan tạo cho cọc cát loại này được thi công giống như kiểu tạo lỗ khoan cho cọc nhồi có vách bằng thép với chiều dày vách 8 ~ 20 mm. Thông thường cọc cát loại này có đường kính là 600 mm. Lấy hết lõi bằng gầu khoan xoay cho đến khi đạt độ sâu cần thiết. Thường cọc cát có độ sâu không lớn như cọc nhồi nên không phải dùng bentonite giữ thành vách vì có vách bằng thép. Sau khi ngừng khoan, nhồi lòng hố khoan bằng cát đầm chắc và rút vách lên khi nhồi đầy. Trên mặt cọc cát thường là đệm cát. Kết cấu phối hợp của hệ thống thoát nước ngay trong nền dưới đế móng đảm bảo tăng nhanh quá trình nén chặt của nền chịu tải do đường thấm của nước ép thoát ra từ lỗ rỗng của đất được rút ngắn lại.

Cọc cát đường kính lớn được sử dụng có hiệu quả khi cần tăng nhanh quá trình nén chặt của đất bồi tích như đất sét dạng dải. Cọc cát đường kính lớn cũng được sử dụng hợp lý khi cần đảm bảo sự ổn định của nền có diện tích chịu tải lớn bằng cách tăng nhanh quá trình cố kết thấm như nền nhà công nghiệp cần ổn định lún trong thời gian ngắn.

Cơ sở để xác định khoảng cách cần thiết giữa các cọc cát là các giả thiết về thời gian cố kết của nền như sau:

- * Thời điểm ban đầu, nước tiếp thu toàn bộ tải trọng truyền lên nền.
- * Vùng ảnh hưởng của cọc cát đường kính lớn được xem như tròn.
- * Vùng ảnh hưởng chịu tải trọng phân bố đều.
- * Chỉ xét đến cố kết thấm.

(ii) Cọc cát có đường kính nhỏ :

Cọc cát đường kính nhỏ được thi công do đóng những ống thép rỗng xuống đất mà những ống này có đường kính khoảng 500 mm làm cho đất được dồn nén chặt . Các miền mà đất được nén chặt tiếp giáp với nhau . Nhồi cát trong ống khi rút ống lên. Theo điều kiện làm việc thì cọc cát loại này về cơ bản khác với các dạng cọc bê tông nhồi hay cọc cứng khác . Điểm khác ở chỗ là cọc cát và đất nén chặt quanh nó cùng tiếp thu tải trọng và biến dạng như nhau. Khi thi công cọc cát ta sẽ không được một móng cọc mà được một nền đã nén chặt với môđun biến dạng trung bình lớn hơn khá nhiều so với môđun biến dạng lúc đất chưa bị nén.

Thành phần khoáng có ảnh hưởng đến giới hạn nén chặt của đất sét và đất bùn. Hàm lượng các chất khoáng sét ưa nước trong đất càng lớn thì giới hạn nén chặt của đất đó càng nhỏ. Kinh nghiệm cho thấy, trị số nhỏ nhất của hệ số rỗng có thể đạt được khi nén chặt tầng sâu, ε_{nch} tương ứng với trị số của hệ số rỗng ε_p trong khoảng áp lực $p = 0,5 \sim 1,0 \text{ kG/cm}^2$ xác định theo kết quả thí nghiệm mẫu đất trên máy nén .

Khi áp lực khoảng 1 kG/cm^2 thì phần lớn nước lỗ rỗng được ép thoát ra khỏi đất và hệ số rỗng ứng với áp lực đó sẽ là giới hạn nén chặt của đất khi nén chặt tầng sâu bằng cọc cát.

(iii) Những đặc điểm thi công cọc cát:

Thi công gia cố nền đất yếu tầng sâu bằng cọc cát có những đặc điểm sau đây:

- * Để nén chặt đất tầng sâu cọc thép rỗng, được gọi là ống nòng, thường dùng có đường kính 500 mm và không làm nhỏ hơn 420 mm. Đầu ống nòng có mũ toả ra được khi rút ống lên để cát nhồi bên trong ống sẽ nằm lại trong đất.

- * Cát dùng nhồi trong ống để đưa xuống đất phải đồng nhất về kích thước hạt, là loại cát vừa hoặc cát thô. Hàm lượng sét và bụi không quá 5%.

- * Cọc thép ống nòng có thể đóng xuống đất bằng thiết bị nào cũng được : máy đóng cọc, máy nén, máy hạ cọc kiểu rung, búa Franki ...

- * Cần chú ý hiện tượng cát mắc trong ống khi rút ống lên . Phải có trang bị chống mắc cát trong ống khi rút ống nòng lên.

- * Cát trong cọc phải được đầm chặt. Dùng cách nào thì người thiết kế thi công chỉ định và tư vấn đảm bảo chất lượng bên cạnh chủ đầu tư duyệt y .

Có thể dùng quả nén, cùng khí nén hoặc ấn thêm lần nữa khi rút .

- * Trình tự đóng theo cách dồn nén từ ngoài vào trong nếu diện gọn. Nếu diện chạy dài thì thi công theo hàng ngang chẵn lẻ. Thi công được một số hàng lẻ lại đến hàng chẵn cho khu vực được lèn chặt đều.

1.2.2 Phạm vi sử dụng :

Tại những vùng mà nước ngầm tĩnh, điều kiện sử dụng cọc cát nên phát triển. Cần hết sức cảnh giác với điều kiện mức nước ngầm thay đổi, biến động nhiều. Tại Hà nội có một số bài học cho việc sử dụng cọc cát với vị trí có mức nước ngầm biến động nhiều, nước đã kéo rút cát dưới móng làm cho công trình bị lún nguy hiểm. Nếu theo dõi tốt điều kiện thủy văn thì giải pháp cọc cát là giải pháp kinh tế trong sử lý nền đất yếu.

Đây là biện pháp gia cố nền đất yếu rẻ và có hiệu quả cho nhà từ 6 tầng trở xuống xây dựng trong điều kiện đất yếu.

Trong nước:

Cọc cát được dùng ở nước ta bắt đầu vào năm 1958 cho những khu xây dựng nhà trụ sở cơ quan có số tầng 4 ~ 5 tầng. Ngôi nhà số 42 Ngô Quyền Hà nội, trụ sở công ty Xuất nhập khẩu Rau Quả, Bộ Thương Mại nước ta là ngôi nhà sử dụng cọc cát sớm.

Sau này, vào năm 1982, tại khu Thành Công Hà nội, việc sử dụng không thành công cọc cát ở ngôi nhà A2 Ngọc Khánh làm những người sử dụng cọc cát trở nên thận trọng.

Ngoài nước:

Cọc cát được nêu trong các sách giáo khoa về Nền móng và gia cố đất nền của nhiều nước trên thế giới. Từ những nhà địa chất có tên tuổi như Teczaghi đến Maslov của Nga đều nhắc đến phương pháp này như là phương pháp gia cố nền đất yếu có hiệu quả và kinh tế.

1.3 Gia cố nền bằng bác thấm :

1.3.1 Mô tả công nghệ :

Nền đất sinh lầy, đất bùn và á sét bão hoà nước nếu chỉ lấp đất hoặc cát lên trên, thời gian để lớp sinh lầy cố kết rất lâu kéo dài thời gian chờ đợi xây dựng. Cắm xuống đất các ống có bác thoát nước thẳng đứng xuống đất làm thành lưới ô với khoảng cách mắt lưới ô là 500 mm. Vị trí ống có bác nằm ở mắt lưới. Ống thoát nước có bác thường cắm sâu khoảng 18 ~ 22 mét.

Ống thoát nước có bác có đường kính 50~60 mm. Vỏ ống bằng nhựa có rất nhiều lỗ châm kim để nước tự do qua lại. Trong ống để bác bằng sợi pôlime dọc theo ống để nước dẫn theo bác lên, xuống, trong ống.

Phương pháp này được gọi là phương pháp thoát nước thẳng đứng (vertical drain).

Việc cắm ống xuống đất nhờ loại máy cắm bác thấm. Máy này nước ta đã tự sản xuất được (Tổng Công ty Giao thông 2). Hiện nay đang có mặt ở nước ta nhiều máy cắm bác thấm của Đài loan.

Khi nền đất được đổ các lớp cát bên trên để nâng độ cao đồng thời dùng làm lớp gia tải giúp cho sự chặt bớt nước ở lớp dưới sâu để lớp đất này cố kết đủ khả năng chịu tải, nước trong đất bị áp lực của tải làm nước tách ra và lên cao theo bác, đất cố kết nhanh. Khi giảm tải, nước chứa trong ống có bác mà không hoặc ít trở lại

làm nhão đất. Kết hợp sử dụng vải địa kỹ thuật tiếp tục chặt nước trong đất và đổ cát bên trên sẽ cải thiện tính chất đất nền nhanh chóng.

Vừa qua tại Vũng Tàu Bà Rịa nhiều nhà máy được gia cố bằng phương pháp sử dụng bác thấm và kết quả cho thấy rút ngắn được thời gian ổn định nền đất là đáng kể. Đường quốc lộ số 5 nối Hà nội với Hải phòng, nhiều đoạn nền đất cũng được gia cố bằng bác thấm. Bác thấm được dùng nhiều trong việc xây dựng đường đi qua vùng đồng bằng sông Hồng, đồng bằng sông Cửu Long. Bác thấm làm cho nền đất ổn định nhanh hơn chờ ổn định tự nhiên được nhiều thời gian. Bác thấm được sử dụng ở nước ta trong vòng 5 năm trở lại đây.

1.3.2 Phạm vi sử dụng

Đây là biện pháp mới được sử dụng ở nước ta và với những công trình đã được thoát nước theo phương thẳng đứng của bác thấm chứng tỏ tốc độ cố kết của nền đất yếu là nhanh so với các phương pháp khác. Biện pháp này có thể sử dụng được rộng rãi vì theo kinh nghiệm nước ngoài, đây là biện pháp hữu hiệu trong bài toán giải quyết tốc độ cố kết của nền đất yếu.

Công nghệ này thích dụng cho việc xây dựng nhà ở có số tầng có số tầng 3 ~ 4 tầng xây dựng trên nền đất mới lấp mà dưới lớp đất lấp là lớp bùn sâu.

Trong nước :

Việc sử dụng bác thấm ở nước ta mới xuất hiện khoảng 10 năm trở lại đây. Những công trình sử dụng bác thấm với số lượng nhiều tập trung cho các công trình nền đường như đường quốc lộ 5 - Hà nội - Hải phòng, nhiều đoạn trên đường quốc lộ 1A, nhất là những đường xa lộ tại đồng bằng sông Cửu Long như các đường thuộc các tỉnh miền Tây Nam bộ và nhiều con đường thuộc tỉnh Cà Mau. Công trình dân dụng và công nghiệp sử dụng bác thấm được dùng rộng rãi ở các khu công nghiệp ở Bà Rịa-Vũng Tàu như tại các nhà máy điện Phú Mỹ, nhà máy Hoá chất ...

Nước ngoài:

Biện pháp sử dụng bác thấm được sử dụng cũng không quá lâu so với sự xâm nhập phương pháp công nghệ này vào nước ta. Tại Philippines, Indonêxia là những đảo có nhiều vùng trũng xình lầy, việc sử dụng bác thấm khá phổ biến.

1.4 Làm chặt đất lún sụt tầng sâu bằng cọc đất :

1.4.1 Mô tả công nghệ

Việc làm chặt đất tầng sâu với loại đất lún sụt có lỗ hổng lớn có thể tiến hành thành hai động tác : tạo lỗ và lấp đầy lỗ. Việc tạo lỗ có thể tiến hành bằng cách đóng cọc thép tròn đường kính 400 ~ 500 mm rồi nhổ lên, có thể khoan, có thể dùng năng lượng nổ. Việc lấp đầy lỗ thường dùng đất tại chỗ, có thể dùng đất khô trộn với vôi và xi măng rồi nhồi chặt xuống lỗ.

Nếu sử dụng thuốc nổ thì cách tiến hành như sau:

Tạo lỗ nhỏ để nổ mìn. Đường kính lỗ để nổ mìn chỉ từ 60 ~ 80 mm. Sau khi khoan lỗ nhỏ này tới độ sâu lớp đất cần nén chặt, rút mũi khoan lên và cho thuốc mìn nối với dây dẫn nổ hay dây kích nổ xuống. Lấp nhẹ bằng cát và cho nổ. Lượng thuốc nổ loại BB khoảng chừng 200 ~ 300 gam cho một lỗ sẽ tạo ra được lỗ có đường kính gấp 10 lần đường kính gói thuốc. Sau khi nổ, đất quanh gói mìn bị

ép ra chung quanh và tạo lỗ rỗng để nhồi đất hoặc nhồi hỗn hợp đất - xi măng - vôi rồi đầm cho chặt.

Thông thường chiều sâu của lớp lún sụt được gia cố đến khoảng 12 ~ 14 mét dưới đáy móng.

Mức độ nén chặt phụ thuộc vào đất nơi cần nén và độ chặt cần đạt. Độ chặt ứng với độ lún sụt nhỏ hơn 0,02 dao động khoảng 1,55 ~ 1,70 t/m³ và phụ thuộc hàm lượng hạt sét và hạt bụi trong đất. Trong trường hợp điều kiện sử dụng phải đạt tính không thấm của nền lớn thì phải tăng tính nén chặt. Độ chặt khi này phải trên 1,75 t/m³.

Giới hạn nén chặt của đất sét xác định theo công thức :

$$\gamma_0 = \frac{\gamma_h}{1 + \varepsilon_{nch}}$$

Hoặc theo công thức :

$$\gamma_c = \frac{\gamma_h}{1 + \frac{W_l \gamma_h}{100}}$$

Trong đó γ_c , γ_h là dung trọng chặt, dung trọng ở độ sâu h, ε_{nch} độ chặt lớn nhất.

Nếu gọi Ω là diện tích tương đối của các lỗ ta có thể tham khảo khoảng cách giữa các cọc đất trộn vôi xi măng như bảng sau:

Độ rỗng tự nhiên của đất (%)	55	52	50	48	46	44
Hệ số rỗng của đất ở trạng thái tự nhiên	1,224	1,084	1,0	0,92	0,85	0,785
Ω m2khi $\gamma_c=1,65$ t/m ³	0,264	0,224	0,182	0,149	0,115	0,084
Khoảng cách giữa các cọc đất	1,8	2,0	2,25	2,5	2,75	3,25
Ω m2khi $\gamma_c=1,7$ t/m ³	0,298	0,286	0,206	0,173	0,142	0,110
Khoảng cách giữa các cọc đất	1,75	1,75	2,10	2,25	2,50	3,00
Ω m2 khi $\gamma_c=1,75$ t/m ³	0,321	0,260	0,229	0,198	0,166	0,137
Khoảng cách giữa các cọc đất	1,6	1,8	2,0	2,1	2,25	2,5

Kiểm tra chất lượng đầm chặt thực chất là xác định độ chặt của đất giữa các cọc tại vị trí đặt móng . Việc đầm chặt coi như đạt yêu cầu nếu trị số độ chặt trung bình xấp xỉ trị số thiết kế qui định. Độ thấp so với trị số thiết kế không quá 0,05. Nếu cao trình đặt móng nhỏ hơn chiều dày lớp đệm thì cần tiến hành làm chặt thêm bằng đầm nặng. Khi sử dụng năng lượng nổ vì chiều dày lớp đất bị xói toi chỉ dự tính gần đúng và vượt quá 2 mét.

Nếu do điều kiện sử dụng công trình và quá trình công nghệ có thể xảy ra sự kiện là nền nhà bị ướt ẩm thì cần kiểm tra chất lượng đầm chặt bằng thí nghiệm tải trọng thử trên nền đất được làm ướt nhân tạo. Khi đầm chặt không đạt yêu cầu thì làm thêm cọc chen thêm vào chỗ cọc đã làm.

1.4.2 Phạm vi áp dụng

Phương pháp này được nêu trên lý thuyết, ở nước ta mới sử dụng như là thí điểm. Chưa có công trình thực nghiệm nên điều kiện sử dụng bị hạn chế.

1.5 Cọc xi măng đất trộn ướt :

1.5.1 Mô tả công nghệ

Dùng máy đào kiểu gàu xoay, bở gàu và lắp lưỡi khuấy đất kiểu lưỡi chém ngang để làm tơi đất trong hố khoan mà không lấy đất khỏi lỗ khoan. Xoay và ấn cần xoay đến độ sâu đáy cọc. Ta được một cọc mà bên trong đất được khuấy đều. Khi mũi khuấy ở đáy cọc thì bắt đầu bơm sữa xi măng được dẫn trong lòng cần khoan đến mũi khoan. Đất lại được trộn với sữa xi măng thành dạng xền xệt có xi măng. Vừa rút vừa bơm sữa xi măng và trộn. Cuối cùng khi cần khoan nâng mũi lên đến mặt đất, ta được cọc đất trộn xi măng. Xi măng sẽ phát triển cường độ như tính toán.

Những cọc xi măng đất trộn ướt thường bố trí sát nhau dưới chân móng băng, đường kính cọc nọ sát cọc kia. Lượng xi măng dùng cho 1 m³ cọc từ 250 kg đến 350 kg. Tỷ lệ Nước/Xi măng là 60% đến 120% với sữa xi măng bơm xuống cọc. Sau 28 ngày, khoan lấy mẫu trong các cọc này cường độ đạt 17 kG/cm² với lượng xi măng là 250 kg/m³ và hơn nữa tùy thuộc loại đất tại chỗ.

Phương pháp này đã được các nước Hoa kỳ, Anh, Pháp, Đức và nhiều nước châu Âu khác sử dụng. Nước Nhật cũng xây dựng nhiều nhà với loại cọc này. Với cọc này có thể xây dựng nhà từ 8 tầng đến 10 tầng.

Gần đây các hãng của Đức giới thiệu vào nước ta loại máy do Hercules Grundlāgging sản xuất để làm cọc xi măng đất. Loại này có thể làm được những cọc đất trộn xi măng ướt đường kính 600 mm, sâu bình quân 4,4 mét hay hơn nữa. Thay cho xi măng đơn thuần, ta có thể trộn xi măng với vôi để thành cọc vôi - xi măng với lượng hỗn hợp vôi và xi măng cho 1 mét sâu của cọc là 26 kg như đã trình bày ở trên.

Nhật bản giới thiệu với thị trường nước ta loại máy làm cọc loại này là TENOCOLUMN.

Các chỉ tiêu khi sử dụng máy TENOCOLUMN như sau:

Loại đất tại chỗ	Lượng xi măng/m ³	Tỷ lệ N/X %	Cường độ mẫu KG/cm ²
Cát	250	120	41,8
Bùn, sét	226	100	30
Á cát	250	60	17,1
Đất lãn hữu cơ	350	60	15,7
Than bùn	325	60	16,4

Với những chỉ tiêu trên đây, phương pháp tỏ ra hữu hiệu khi qui đổi sức chịu tải dưới nền thành trị số đồng nhất dùng khi tính toán móng băng dưới công trình. Với sức chịu của cọc khoảng 15 kG/cm² có thể qui đổi sức chịu đáy móng băng thành bình quân 5~7 kG/cm² là điều có ý nghĩa khi thiết kế móng.

1.5.2 Phạm vi áp dụng

Phương pháp này mới được giới thiệu vào nước ta nhưng điều kiện sử dụng rộng rãi còn hạn chế. Đây là biện pháp có ý nghĩa kinh tế cao, nên được thí điểm nhiều nhà hơn nữa để có kết quả nhân rộng diện sử dụng. Tại công trình Trụ sở Công ty Hàng Hải tại đầu khu Kim Liên đã dùng phương pháp này để gia cố thành vách đào để làm hai tầng hầm cho nhà chính.

Tại Bà Rịa cũng dùng phương pháp này gia cố nền đáy móng một bể chứa dầu lớn, có hiệu quả cao.

Loại gia cố nền theo công nghệ này có thể làm móng cho nhà có độ cao tới 12 tầng.

1.6 Các loại cọc sử dụng cây trong thiên nhiên :

1.6.1 Mô tả công nghệ:

Khi khối lượng cọc cho công trình không nhiều và trong môi trường chứa cọc thường xuyên ngâm nước, có thể dùng các loại cọc là cây trong thiên nhiên : cọc gỗ, cọc cây tràm, cọc tre.

(i) Cọc gỗ :

Loại cọc gỗ phổ biến là dùng gỗ bạch đàn, gỗ phi lao, gỗ mỡ có thân thẳng, dài từ 4,5 mét đến 12 mét, đôi khi đến 18 mét, đường kính từ 16 đến 30 ~ 35 cm. Đầu dưới của cọc gỗ được đẽo vát nhọn có hình tháp mà đầu nhọn hướng xuống dưới. Rất nhiều khi làm bộ phận thép dẹt ghép thành mũi ôm lấy mũi gỗ để chống cho mũi cọc bị toè hay dập vỡ khi gặp chướng ngại trong quá trình đóng.

Phần đầu trên của cọc đánh đai để tránh vỡ đầu cọc cũng như tránh dập toét đầu cọc khi va chạm với búa đóng.

Vùng đồng bằng sông Cửu Long, các vùng ven biển khác như Đà Nẵng, Nha Trang ...sử dụng cọc gỗ tràm là một sáng tạo trong việc sử dụng vật liệu địa phương nhằm hạ giá thành công trình. Việc sử dụng cọc gỗ tràm đã đủ thời gian thử nghiệm và chứng minh là tốt.

Trường hợp nền đất yếu là bùn cát pha sét hoặc bùn sét pha cát thì cừ tràm đóng vào đất có tác dụng như cái nêm nén chặt đất nền giữa các cừ tràm làm cho đất từ chỗ có hệ số rỗng tự nhiên e_o đạt tới hệ số rỗng yêu cầu e_{yc} . Công việc ở đây là xác định số cọc cho 1 m². Theo nghiên cứu của trường Đại học Kỹ thuật Đà Nẵng thì số cừ tràm n có đường kính d được xác định theo công thức :

$$n = \frac{40000(e_o - e_{yc})}{\pi * d^2 (1 + e_o)}$$

Từ công thức này ta thấy :

* Đất yếu vừa có độ sệt $I_L = 0,55 \sim 0,60$, cường độ chịu tải thiên nhiên $R_o = 0,7 \sim 0,9$ kG/cm² đóng 16 cừ cho 1m².

* Đất yếu có độ sệt $I_L = 0,7 \sim 0,8$, cường độ chịu tải thiên nhiên $R_o = 0,5 \sim 0,7$ kG/cm² đóng 25 cừ cho 1m².

* Đất yếu quá có độ sệt $I_L \geq 0,80$, cường độ chịu tải thiên nhiên $R_o < 0,5$ kG/cm² đóng 36 cừ cho 1m².

Cọc gỗ thường phải sử dụng tại những nơi mà cọc thường xuyên ngâm trong nước. Nếu nước không ngâm thường xuyên cọc gỗ, cọc rất nhanh bị mục làm hư hỏng công trình. Cọc gỗ thường dùng dưới đáy trụ cầu nhỏ, trụ cột điện vượt sông, trụ cột điện dẫn điện qua cánh đồng, còn cừ tràm có thể đóng dưới móng nhà 3 ~ 5 tầng trên nền đất yếu. Hiện nay chưa sử dụng cọc gỗ phổ biến cho nhà dân dụng và công nghiệp.

Việc sử dụng cọc gỗ nên hết sức hạn chế vì độ tin cậy của cọc gỗ chưa cao do nhiều điều kiện của thủy căn không đủ an toàn cho việc chống mục.

(ii) Cọc tre :

Cọc tre được sử dụng như biện pháp gia cố nền mà không nên coi là móng cọc. Thông thường đóng cọc tre với số lượng cọc là 25 cọc cho 1m², nghĩa là cọc bố trí theo hàng vuông góc với nhau và cách nhau 20 cm một cọc. Cọc tre phải là tre đực tươi, mình dày, đường kính 80 mm đến 120 mm, dài 3~3,5 mét một cọc. Phía ngọn đẽo vát và cắm xuống dưới. Phía gốc chừa giữ sát mặt làm đầu trên cọc, khi đóng sẽ đóng vào mặt tre. Đóng cọc tre theo chu vi dồn vào giữa và không nên đóng nhanh quá. Đóng quá nhanh có thể bị hiện tượng dồn ép làm trôi cọc đã đóng hoặc bị nén chặt giả tạo. Hiện nay chưa có nghiên cứu nghiêm túc nào về cọc tre cho những thuộc tính độ chặt, chiều dài, tính bền theo thời gian. Tuy thế do kinh nghiệm dân gian lâu ngày, cọc tre sử dụng thưa thớt khoảng hai chục năm (1960 ~ 1980), gần đây trong xây dựng nhà dân lại xuất hiện nhiều nhà sử dụng cọc tre.

Vì cọc tre là chất hữu cơ nên chỉ bền theo thời gian nếu môi trường quanh cọc ngập nước thường xuyên. Nếu môi trường chứa cọc, khô, ướt thay đổi liên tục hay khô thường xuyên, cọc tre bị mục và có khả năng mối ăn hỏng. Môi trường sử dụng cọc tre phải được theo dõi thường xuyên để có quyết định đúng đắn.

1.7.2 Phạm vi áp dụng

Đây là biện pháp gia cố nền truyền thống đã sử dụng nhiều trong dân gian nước ta nhưng từ những năm 1960 đến 1990 việc sử dụng bị hạn chế. Sau năm 1990, nhiều nhà dân lại bùng lên phong trào sử dụng cọc tre. Cần hết sức chú ý đến môi trường chôn cọc. Nếu mức nước ngầm thay đổi nhiều phải hết sức thận trọng khi dùng cọc tre.

Công nghệ này sử dụng cho nhà có số tầng dưới 4 tầng trong vùng đất không quá yếu nhưng không rắn. Sức chịu cho phép của đất dưới 1 kG/cm².

Trong nước:

Trong nước dùng phổ biến cho nhà 2 ~ 3 tầng ở nơi đất yếu. Một giai đoạn dài khoảng 30 năm ít dùng vì chưa thấy cơ sở chắc chắn cho ích lợi của cọc tre và theo trường phái Liên xô cũ ít sử dụng loại cọc này. Sau đổi mới, dân được tự làm nhà mới lại sử dụng cọc tre.

Ngoài nước :

Khối châu Âu gần như không dùng loại cọc tre để gia cố nền đất. Gần như rất ít tài liệu viết về cọc tre hoặc cừ tràm.

1.7 Cọc bê tông cốt thép đúc sẵn :

1.7.1 Mô tả công nghệ

(i) Khái niệm và phân loại :

Loại cọc này được dùng rộng rãi trong xây dựng dân dụng và công nghiệp.

Theo phương pháp hạ cọc xuống đất, chia làm cọc hạ bằng búa, bằng các máy hạ chấn động hoặc các búa chấn động hoặc cọc ép . Tùy theo địa chất tại nơi đóng hoặc hạ cọc, có thể hạ cọc theo cách sử dụng máy hạ cọc hoặc kết hợp với cách xói nước hoặc khoan môi . Tại những nơi mà cọc phải đi qua lớp cát thì việc hạ cọc khó khăn hơn khi cọc hạ qua lớp sét . Những trường hợp này phải khoan môi và muốn giữ được thành vách hố khoan khỏi xập, phải dùng dung dịch sét bentonite giữ thành vách. Quá trình khoan môi bơm vào hố khoan dung dịch sét bentonite . Dung dịch này bám vào thành vách lỗ khoan giữ không cho cát xập.

Theo cấu tạo các loại cọc bê tông cốt thép đúc sẵn, cọc được chia thành : loại có tiết diện vuông cốt thép thường, loại có tiết diện vuông cốt thép ứng suất trước. Có loại cọc có tiết diện vuông tiết diện đặc, có thể chế tạo loại cọc tiết diện vuông tiết diện rỗng hình tròn mũi kín hoặc mũi hở. Có loại cọc tiết diện tròn, lõi đặc nhưng cũng có loại cọc ống tiết diện rỗng . Có thể chế tạo cọc bê tông cốt thép có hình nêm . Nói chung hình thái cọc bê tông cốt thép chế tạo kiểu đúc sẵn rất đa dạng .

Theo khả năng chịu tải của cọc mà chia thành cọc chống hoặc cọc treo (cọc ma sát). Cọc chống cắm mũi cọc vào tầng đá hoặc tầng đất được coi là tầng ấy không nén được. Cọc ma sát chịu tải trọng ngoài nhờ lực kháng của đất bao ôm chung quanh và mũi cọc. Nếu tại mũi cọc có các lớp đất chặt thì phần lớn tải trọng truyền qua mũi cọc. Nếu cọc cắm vào các tầng đất có tính nén lún lớn thì phần lớn tải trọng sẽ do ma sát trên mặt bao quanh cọc tiếp nhận.

(ii) Dữ liệu cần cho thiết kế cọc:

* Các tài liệu về địa chất công trình tại khu vực xây dựng : mặt bằng hố khoan, điểm xuyên thăm dò và các kết quả khoan, xuyên, các tài liệu về thí nghiệm cọc thử, đường viền và đường trục công trình, mặt cắt và cột địa chất, kết quả phân tích thí nghiệm đất . Các kết quả thăm dò địa chất thủy văn công trình.

* Các tài liệu về thiết kế công trình.

* Mô tả quá trình vận hành, sử dụng, khai thác công trình nhất là các yếu tố về lực sẽ có khả năng ảnh hưởng đến sự chịu tải lâu dài của công trình. Các khả năng làm cho nước dưới đất bị thay đổi trong quá trình sử dụng như các yếu tố sản sinh ra tác động ăn mòn, khả năng tạo dòng chảy ngầm, khả năng làm tăng, giảm mức nước ngầm.

(iii) Chọn loại móng cọc, chiều dài và tiết diện cọc

Khi chọn loại móng cọc chủ yếu căn cứ vào đặc tính và trị số tải trọng. Đối với tải trọng tập trung, nên chọn móng cọc có tiết diện hình vuông, chữ nhật hoặc hình thang và cọc bố trí thành nhóm . Nếu tải trọng phân bố theo chiều dài dùng móng cọc hình băng và bố trí cọc trên một, hai hoặc nhiều hàng (dưới tường). Móng cọc dưới các xilô, ống khói thì bố trí cọc theo đường tròn.

Khi chọn chiều dài cọc phải xuất phát từ điều kiện địa chất theo các điều kiện sau đây:

* Từ mặt đất trở xuống có các lớp đất đắp, bùn hữu cơ, bùn, á sét và sét dẻo nhão và nhão, cát bụi và các loại đất khác có khả năng chịu tải kém thì chiều dài của cọc được xác định trên cơ sở mũi cọc phải được cắm sâu vào lớp cát tương đối chặt hoặc vào các lớp sét cứng, nửa cứng, dẻo cứng hoặc cắm vào các lớp đất to hạt, lớp đá.

* Khi cọc đã cắm vào các lớp đất tương đối chặt thì không nên để chiều dày lớp đất dưới mũi cọc quá mỏng nếu dưới lớp này là lớp có khả năng chịu tải kém hơn lớp này.

* Nếu các lớp có khả năng chịu tải kém (bùn, sét nhão hoặc dẻo nhão ...) có chiều dày quá lớn đến nỗi chiều dài cọc không thể đi qua hết các lớp đó thì có thể để mũi cọc tại các lớp đất yếu nhưng phải tính toán sao cho khả năng chịu tải của cọc là do ma sát quyết định.

* Nếu dưới các lớp chịu tải kém là các lớp chịu tải khá hơn như cát chặt, sét và á sét cứng có chiều dày thay đổi rất nhiều trong phạm vi chiều dài nhà cần thiết kế móng, cọc thể lựa chọn giải pháp dùng hai, ba chiều dài cọc khác nhau tại các vị trí khác nhau.

* Khi cách mặt đất kể từ trên xuống ít hơn 2 mét đã thấy có các lớp cát chặt, sét và á sét cứng cũng như đất to hạt hoặc đá thì giải pháp lựa chọn móng cọc tỏ ra đáng nghi ngờ hoặc có thể nói là không nên.

* Thông thường thì cọc nên xuyên qua các lớp đất lún sụt để cắm vào các lớp đất cát tương đối chặt hoặc các lớp đất sét và á sét cứng, nửa cứng hoặc dẻo cứng.

Độ cắm sâu vào các lớp đất chặt nên tùy tình hình các lớp trong địa tầng như:

- $\geq 0,50$ mét với đá và đất to hạt;
- $\geq 1,00$ mét với đất chặt ;
- $\geq 1,50$ mét với đất chặt vừa.

Chọn tiết diện cọc lợi nhất phải kể đến tải trọng truyền lên cọc, đến khả năng tận dụng cao nhất vật liệu làm cọc cũng như phải kể đến các tính chất cơ lý của các lớp đất mà cọc đi qua và lớp đất ở dưới mũi cọc.

Kinh nghiệm cho thấy, nên lựa chọn **tiết diện cọc lớn là hợp lý** với các trường hợp:

- Khi cọc tải trọng ngang và mômen uốn mà tiết diện cọc nhỏ không tiếp nhận được.
- Khi tải trọng tác động rất tập trung, khi hạn chế diện tích để bố trí cọc trên mặt bằng và khi có khả năng truyền tải trọng tính toán lên cọc gần bằng trị số độ bền giới hạn của vật liệu cọc.
- Khi thiết kế cọc đơn dưới cột.
- Khi chiều dài cọc lớn hơn 12 mét.
- Khi xây dựng móng cọc ở những vùng động đất.
- Khi cọc chịu kéo nhiều.
- Khi đất có tính nở.

Việc lựa chọn **tiết diện cọc nhỏ là hợp lý** khi :

- Tải trọng thực tế tác dụng lên cọc nhỏ hơn trị số tính toán theo đất nền và theo vật liệu làm cọc.

- Khi cần thiết phải thiết kế theo cấu tạo với số lượng cọc lớn hơn nhiều so với yêu cầu xuất phát từ điều kiện sức chịu tải tính toán của cọc theo điều kiện cường độ đất nền.

- Khi tại công trường không có cọc tiết diện lớn.

- Khi chiều dài cọc vuông nhỏ hơn 8 mét.

- Khi cọc dùng thép ứng suất trước thay cho cọc thường có chiều dài lớn hơn 16 mét.

(iv) *Hạ cọc kiểu đóng :*

Việc hạ cọc bằng búa có thể thực hiện với bất kỳ loại đất chịu nén nào. Hiện nay búa được sử dụng nhiều là búa diesel kiểu hai thanh dẫn để đóng cọc mặc dù năng lượng xung kích có kém búa hơi đơn động nhưng ưu điểm quan trọng là búa tự điều khiển, không cần có máy nén khí . Gần đây việc sử dụng máy diesel kiểu ống có công suất điện cao so với loại hai thanh dẫn nên loại máy này được sử dụng rộng rãi.

Tỷ số trọng lượng phần cháy xung kích và trọng lượng cọc không được nhỏ hơn 1,5 lần đối với đất chặt, không nhỏ hơn 1,25 lần với đất chặt vừa và 1,0 đối với đất yếu bão hoà nước.

Khi dùng búa diesel kiểu ống, tỷ số trọng lượng phần cháy xung kích với trọng lượng cọc có thể lấy thấp hơn và bằng 0,7 ~ 0,8 . Khi bắt đầu đóng chỉ nên nâng chày cao khoảng 0,3 ~ 0,4 mét sẽ đưa cọc vào vị trí khá chính xác.

Các loại búa đóng cọc loại song động kiểu Liên xô cũ còn có nhiều trong nước ta là : Y-5, C-32, C-35, C-38, C-431, CCCM 742A, CCCM-501, 502, 503, 708 và PP-28.

Búa diesel kiểu Liên xô cũ có các loại YPM-500, YPM-1250, C-524, C-2544, C-222, C 222A, C-268, C268A, C-330, C-858, C- 859.

Các loại búa đóng cọc kiểu diesel thuỷ lực của Nhật có phân chày từ 3,3 tấn đến 6 tấn với ký hiệu DH hiện nay cũng có nhiều Công ty Xây dựng đang có. Các loại búa diesel của Hoa kỳ có thể mua được tại thị trường là DE150/110, DE70/50C, DE70/50B, DA55C, DA45, DE33/30/20C, DA35C, DA15C .

Búa dùng hơi nén có MS500, Ms 350, 11B3, 10B3, 9B3, #7, # 6, và #5.

Các dạng dàn khoan mũi có H1200B, HA-18, HVA -36 và AF-550.

(v) *Hạ cọc kiểu chấn động :*

Chỉ đối với đất cát bão hoà nước và đất sét nhão hoặc dẻo nhão mới nên sử dụng phương pháp hạ cọc bằng chấn động. Để hạ cọc được tốt thì máy chấn động phải có trọng lượng lớn thí dụ để hạ cọc dài 12~15 mét trong đất yếu thì trọng lượng máy phải nặng tối thiểu là 5 tấn và đất chặt thì máy phải nặng đến 10 tấn. Việc chọn máy hạ cọc chấn động phụ thuộc trọng lượng cọc, phụ thuộc tính chất cơ lý của đất nơi chứa cọc.

Các máy hạ cọc chấn động của Liên xô cũ còn trong nước ta là các loại BII-1, 3 , 30, 80, 160, 170, 250, và BY-1,6, B-102, B-104, B108.

Các loại máy hạ cọc của các nước phát triển mới nhập vào nước ta rất phong phú, có ký hiệu là V- (V-chấn động, vibration) như V-140, V-36, V-30, V-20, V-20B, V-17, V16, V-14, V-5C, V-5B, V-5, V2A và V-2.

Một trong những Hãng có nhiều máy thi công cọc nổi tiếng của Hoa Kỳ là ICE (International Construction Equipment, Inc.) ta có thể được đáp ứng thông qua E-mail để tiếp xúc là: info@iceusa.com.

(vi) Hạ cọc kiểu ép :

Cọc ép là đặc thù sử dụng rất đặc biệt của nước ta. Hiện nay trong điều kiện thi công trong nội đô do cọc đóng bị nhược điểm về tiếng ồn và sự chấn động nên việc sử dụng rất hạn chế. Ban đầu cọc ép chỉ sử dụng theo cách nối những đoạn ngắn cọc Mega . Sau này chúng ta có thể ép được những đoạn cọc dài trên 5 mét. Về nguyên tắc những cọc đóng đều có thể thi công kiểu ép. Để đảm bảo cọc ép đạt được sức chịu tải dự tính thì lực ép cọc phải đạt tới lực ép giới hạn tối thiểu $P_{\text{épmín}}$. Đồng thời để đảm bảo an toàn cho hệ neo giữ và thiết bị ép, cần khống chế lực ép không lớn quá $P_{\text{épmax}}$.

Lực ép tối hạn tối thiểu và tối đa phụ thuộc đặc tính của nền đất chứa cọc. Thường lực này phải lớn hơn lực chịu tải của cọc 20% ~ 50%.

Phần lớn các thiết bị sử dụng cho cọc ép đều được sản xuất trong nước ta. Bộ phận chủ yếu của máy ép cọc là hệ kích. Có hai kiểu máy cơ bản là máy ép đỉnh cọc và máy ép ôm ngang thân cọc. Có 3 cách neo kích là hệ neo trong lòng đất, hệ giữ nhờ đối trọng và hệ neo ngầm chập vào công trình.

Hạn chế của cọc ép là khó sử dụng cọc lớn vì khả năng kích ép cũng như hệ neo giữ công kênh nếu dùng đối trọng.

Hiện tượng ép cọc làm trôi đất chung quanh là điều kiện cần chú ý trong tiến độ ép. Cần bố trí tiến độ ép sao cho đất không bị dồn nén nhanh để giảm hiện tượng trôi đất chung quanh, nhất là tại các vị trí có những lớp đất có tính đàn hồi cao.

vii) Cọc nêm :

Cọc nêm là loại cọc bê tông cốt thép có hình nêm. Cọc nêm sử dụng rất tốt khi lớp đất đáy móng là thuần nhất và đủ độ dày để chứa nêm. Mũi nêm phải nằm trong lớp đất đàn hồi và cách đường phân giải với lớp dưới ít nhất 1,2 mét. Do điều kiện khó thỏa mãn về chiều dày lớp đất chứa nêm nên việc sử dụng cọc nêm là hạn chế. Một số công trình sử dụng cọc nêm do mũi nêm xuyên qua lớp đất chứa nêm nên nêm đã bị chìm xuống các lớp đất dưới và hiện tượng xé rách, làm tách lớp đất sát đế móng đã gây nguy hiểm cho công trình.

1.7.2 Phạm vi áp dụng

Trong nước :

Cọc bê tông cốt thép đã trở thành giải pháp móng sâu kinh điển và truyền thống. Việc sử dụng giải pháp này có kết quả rất ổn định. Sự phát triển của phương pháp này là tất yếu và kết quả là không cần bàn cãi.

Đây là giải pháp móng sâu được sử dụng cho nhà có số tầng từ 5 đến 17 tầng, hiện nay sử dụng khá rộng rãi cho các dạng nhà ở Việt nam.

Nước ngoài:

Việc sử dụng cọc bê tông cốt thép cho nhà vùng đất yếu là phổ biến trên rất nhiều nước. Chiều dài cọc được sử dụng đến 30 mét. Tiết diện cọc có thể hình vuông, hình chữ nhật, hình tròn hay hình tam giác. Kích thước cạnh nếu tiết diện hình vuông từ 200 x 200 mm đến 450 x 450 mm. Có người đã thiết kế cọc bê tông cốt thép đến tiết diện 500 x 500 mm.

Gần như tất cả các nước trên thế giới đều có tiêu chuẩn thiết kế và thi công cọc bê tông cốt thép.

1.8 Các dạng cọc chế tạo tại vị trí công trình:

1.8.1 Mô tả công nghệ

(i) Cọc nhồi :

Cọc nhồi được sử dụng trong việc xây dựng nhà cao tầng. Nhà cao tầng có những đặc điểm đáng chú ý :

*Tải trọng tập trung thẳng đứng ở chân cột lớn đáng kể. Ngoài ra ở dưới chân cầu thang và thang máy, chân những vách cứng cũng có những tải trọng khá lớn. Tải trọng ngang cũng như vấn đề ổn định của nhà cao tầng là những bài toán cần được xem xét một cách nghiêm túc.

* Nhà cao tầng rất nhạy với độ lún, đặc biệt là lún lệch. Lún kiểu gì cũng gây ra những tác động mạnh mẽ đến sự làm việc tổng thể của các kết cấu nhà.

*Trong tình trạng đô thị của ta hiện nay, nhà cao tầng sẽ được xây dựng nhiều trong khu đông dân cư, mật độ nhà có sẵn khá dày đặc. Vấn đề bảo đảm an toàn cho các công trình đã có là một đặc điểm xây dựng nhà cao tầng ở nước ta.

Từ những đặc điểm nêu khái quát đó mà giải pháp chọn cho móng nhà cao tầng hay thấy là móng cọc nhồi và móng barrette.

Những ưu điểm của móng cọc nhồi có thể tóm tắt :

@ Khi thi công cọc khoan nhồi cũng như sử dụng cọc khoan nhồi đảm bảo an toàn cho các công trình hiện có chung quanh. Loại cọc khoan nhồi đặt sâu không gây lún ảnh hưởng đáng kể cho các công trình lân cận.

@ Quá trình thực hiện móng cọc, dễ dàng thay đổi các thông số của cọc (chiều sâu, đường kính) để đáp ứng với điều kiện cụ thể của địa chất dưới nhà.

@ Cọc khoan nhồi tận dụng hết khả năng chịu lực của bê tông móng cọc do điều kiện tính toán theo lực tập trung.

@ Đầu cọc có thể chọn ở độ cao tùy ý cho phù hợp với kết cấu công trình và quy hoạch kiến trúc mặt bằng.

@ Nếu sử dụng móng barrette rất dễ dàng làm tầng hầm cho nhà cao tầng. Theo kinh nghiệm của các nước Đông Nam Á, Hồng Kông, Đài Loan thì cứ 6 ~ 7 tầng cao nên làm một tầng hầm cho nhà cao tầng là thích hợp. Có tầng hầm, công trình cao tầng được nhiều cái lợi.

Nếu làm tầng hầm, nền dưới nhà được giảm tải trọng do lấy đi lớp đất mà hầm chiếm chỗ.. Nhà có hầm, tăng độ ổn định khi chịu tác động ngang rất đáng kể. Nhà có tầng hầm sử dụng thêm diện tích phục vụ ở những tầng sâu.

Cọc nhồi mới vào Việt nam về mặt thực tế (trước đây đã có tác giả thí nghiệm quy mô nhỏ) khoảng ba bốn năm trở lại đây, chủ yếu cho các công trình liên doanh hoặc nước ngoài đầu tư.

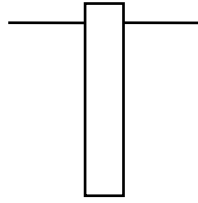
(ii) Công nghệ làm cọc nhồi

ii.1 Các dạng cọc nhồi phổ biến :

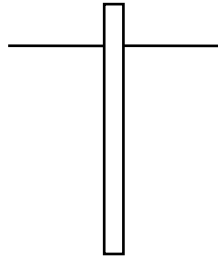
Cọc nhồi nói trong tài liệu này là cọc nhồi bê tông cốt thép thực hiện tại chỗ. Ngoài ra còn có các dạng cọc nhồi cát, cọc nhồi cuội hoặc đá dăm mà thuật ngữ quen dùng là cọc balastre sẽ đề cập tại mục khác.

a) Cọc nhồi đơn giản:

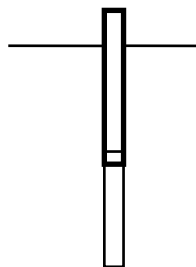
(i) Cọc nhồi đơn giản nông



(ii) Cọc nhồi hình trụ sâu:



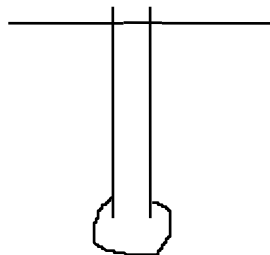
Cọc đã làm xong



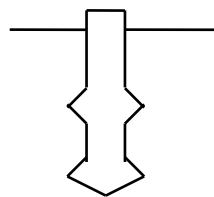
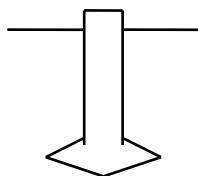
Cọc còn giữ vách

b) Cọc nhồi mở rộng đáy:

(i) Mở rộng đáy tròn hoặc bất kỳ



(ii) Mở rộng đáy do khoan một đợt mở rộng hoặc nhiều đợt mở rộng xuất thân:



Tài liệu này chỉ đề cập đến các loại cọc nhồi hình trụ sử dụng khá phổ biến tại Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh.

ii.2 Công nghệ khoan

ii.2.1 Thiết bị và phụ tùng phục vụ khoan

(i) Thiết bị khoan :

* Sử dụng các máy khoan địa chất công trình và địa chất thủy văn sẵn có :

Tồn dụng các bộ máy và cơ cấu quay của của các máy khoan địa chất công trình và địa chất thủy văn mà nước ta đã nhập từ trước năm 1990.

Khi sử dụng những máy này cần có những bộ phận chuyên dùng cho công tác khoan của cọc khoan nhồi như mũi khoan và gầu khoan có đường kính lớn.

**Các thiết bị, máy chuyên dùng để khoan cọc nhồi :*

Loại này được thiết kế chuyên dùng cho công nghệ khoan cọc nhồi. Không phải chế tạo thêm các phụ tùng phục vụ mà sử dụng ngay, trực tiếp.

Tại Hà nội đã có những máy của các Hãng SOIMEC, HITACHI, NIPPON SHARYO, SANWA, . . .

Những thiết bị khoan chuyên dùng của Hãng NIPPON SHARYO lấy thí dụ là các loại được chào hàng là DHJ-40, DHJ 60-2, DHP 80, DH 408-95M, DH 508-105M, DH 608-120M.

Những máy này thường được phục vụ những công tác như : khoan dẫn để thả cọc, dùng làm máy đóng cọc cừ, dùng khoan trong vách.

Máy chủ thường dùng động cơ diesel loại HINO, sử dụng nước làm lạnh, 4 chu kỳ, phun nhiên liệu trực tiếp. Công suất thường từ 117 mã lực đến 185 mã lực. Phổ biến là 2000 vòng/phút. Lượng nhiên liệu tiêu thụ từ 165 (g/ mã lực giờ) đến 171 (g/ mã lực giờ).

Bộ phận thủy lực của máy có bơm chủ với áp lực 245 Kg/cm² và có luồng chuyển là 223 lít /phút.

Tốc độ quay từ 2 đến 3,5 vòng/phút. Tốc độ nâng, hạ là 66/33 m/phút. Tốc độ di chuyển từ 0,8 đến 1,9 km/giờ. Máy nặng từ 21 tấn đến 44,2 tấn. Diện tích phần bánh xe lên đất từ 45.500 cm² đến 83.060 cm².

Thường máy gắn một cần trục trực tiếp phục vụ các công đoạn khoan. Cần trục mômen nâng tải từ 35 tấn x 3,7 mét đến 65 tấn x 3,9 mét. Cần chính từ 10 mét đến 55 mét và móc phụ từ 6 đến 15 mét.

Máy có kích thước chiều dài tổng cỡ 6,6 mét đến 8,5 mét. Chiều rộng máy từ 2,7 mét đến 4,5 mét.

Cần đào vận hành theo nguyên tắc ống lồng. Chiều dài cần chủ thường 21 mét. Khi cần đào sâu hơn thì từ trong cần chủ có đoạn ống lồng nhô ra để đào. Các máy phổ biến nhập vào nước ta đều có thể đào sâu tới 50 mét.

(ii) Đầu khoan:

Thường sử dụng ba dạng đầu khoan:

** Mũi khoan gắn kim loại rắn hoặc bánh xe quay có gắn cácbít còn gọi là (côranhông)*

Những loại này thường dùng khi khoan qua lớp đá cứng hoặc quá trình khoan gặp phải lớp nhiều cuội sỏi trầm tích lũng lợ (trầm tích đáy ao hồ) thành dạng thấu kính chưa đến độ sâu đặt móng theo thiết kế. Loại mũi khoan này dùng khá phổ biến trong khâu khoan bắn mìn phá đá trong các mỏ khai thác đá.

** Mũi khoan cánh xoắn (auger flight).*

Mũi khoan có cánh xoắn vít có thể có các chiều dài khác nhau. Có thể đoạn xoắn theo chiều dài cả 21 mét nhưng cũng có thể chỉ có cánh xoắn ở chiều dài 4~5 mét. Hình dạng của mũi khoan xoắn giống như cái mở nút chai cho loại nút bằng li-e (điển điển) hoặc mũi khoan xoắn để khoan gỗ.

Thường dùng loại mũi khoan này để khoan đất sét, khoan đất lớp trên có nhiều rễ cây nhỏ, gạch vỡ, mảnh sành, cỏ rác. Khi gặp lớp cát lẫn cuội khá chặt, mỏng, có thể dùng loại mũi khoan này để đào xuyên hoặc xới tơi cho gàu vét tiếp.

* *Gàu khoan thùng (buck) :*

Đối với đất ở khu vực Hà nội và thành phố Hồ Chí Minh sử dụng khá phổ biến loại gàu này. Gàu kiểu thùng có nắp kiêm lưỡi cắt đất ở đáy. Nắp gắn với thân thùng bằng bản lề. Ở nắp đáy có hai hoặc ba rãnh cắt đất (miệng cắt) bố trí hướng tâm nắp. Có gắn răng đào ở cửa cắt đất này.

Loại gàu này thích hợp với đất thịt, đất sét dạng bùn, cát hạt nhỏ, hạt trung hoặc cát có hàm lượng sỏi không quá nhiều trong môi trường sông nước.

Khi gặp lớp sỏi hoặc cát chặt hàm lượng sỏi cỡ hạt trên 30 mm khá nhiều thì loại gàu này khó sử dụng.

(ii) Một số sự cố hay gặp với thiết bị khoan:

Mũi khoan kiểu xoắn, kiểu thùng thường hay bị biến dạng răng cắt đất khi gặp đất rắn hoặc sỏi cuội, rễ cây nhiều. Răng của gàu thùng thường có vỏ bọc chống mòn. Những vỏ bọc này mau mòn và gãy nhưng do cơ chế dễ dàng thay thế nên khi đào cần chuẩn bị vỏ bọc răng gàu thay thế trong quá trình đào.

Phần cáp treo cần đào nối với cần đào nhờ một cơ cấu truyền giữ cho khi cần đào quay mà không gây xoắn cáp phía trên. Bộ phận này hay được gọi là “con chuột” hay “bắp chuối”. Nếu con chuột bị bụi cát chui vào hoặc sét gỉ, khi cần thiết quay gàu thường xảy ra hiện tượng xoắn cáp. Cần lưu ý bảo dưỡng thường xuyên cho “con chuột” này.

ii.2.1.(*) Thiết bị mới:

Gần đây (năm 1998) ở nước ta mới nhập loại máy đào họ Casagrand loại đào theo kiểu xoay ép. Máy này nhập từ Italia. Những nước khác cũng sản xuất như Hoa kỳ, CHLB Đức. Máy Đức có tên là LEFFER. Máy Italia có ký hiệu GCL-GCP HB/E loại GL-GV.

Máy này đào kiểu ấn chìm dần vỏ casing xuống đất. Đất bên trong vỏ lấy dần lên bằng gàu đào kiểu ngoạm. Các ống casing nối dần theo độ sâu. Mỗi khoang ống dài từ 2 mét đến 6 mét và nối với nhau kiểu răng ngáp rồi chốt. Đường kính đào từ 500 mm đến 2500 mm.

ii.2.2 Công nghệ khoan:

(i) Ống vách:

Ống vách có đường kính lớn hơn đường kính cọc là 100 mm. Chiều dài của ống vách từ 3 mét đến cả chiều sâu cọc nếu cần. Thường làm ống vách dài 4~8 mét. Chiều dày tấm thép để cuộn thành ống vách từ 10 ~ 20 mm. Nhiệm vụ của ống vách là chống giữ cho vách khoan ở lớp trên ngay từ mặt đất xuống không bị xập, sụt và giữ cho đất chung quanh ở lớp trên của hố khoan không chui vào hố khoan làm ảnh hưởng xấu đến công trình hiện có ở chung quanh nơi đang thi công.

Thường ống vách này rút lên ngay sau khi đổ bê tông vừa xong để sử dụng cho nhiều hố. Rút lên ngay sau khi đổ bê tông làm cho bê tông ở vùng có vách tạo nên

áp lực nén trực tiếp vào thành đất và tạo ra mặt không phẳng, làm tăng ma sát bên của cọc lên, tăng độ an toàn cho cọc. Khi cọc nằm quá sát công trình liền kề thì nên giữ vách lại mà không rút lên với mục đích không làm rung động công trình liền kề.

Có thể làm vách bằng vỏ bê tông cốt thép rồi để lại luôn cùng với cọc. Sử dụng vách bằng bê tông cốt thép rất yên tâm trong khâu chống xập vách.

(ii) Việc sử dụng dung dịch bùn khoan bentonite:

Bentonite là loại đất sét có kích thước hạt nhỏ hơn so với hạt đất sét kaolinite. Nên dùng đất sét bentonite để chế tạo bùn khoan. Khi hiếm đất sét bentonite có thể dùng một phần đất sét địa phương (kaolinite) nhưng đất này phải có chỉ số dẻo không nhỏ hơn 0,2 và chứa hạt có kích thước lớn hơn 0,05 không quá 10% và các hạt nhỏ hơn 0,005 không ít hơn 30%. Sự thích hợp cuối cùng của đất sét địa phương được xác định theo kết quả của thí nghiệm trong phòng đối với dung dịch sét chế tạo từ đất sét ấy.

Dung dịch sét có thành phần và tính chất đảm bảo sự ổn định của hố đào trong thời gian xây dựng và lấp đầy hố.

Dung dịch sét bentonite có hai tác dụng chính:

@ Làm cho thành hố đào không bị xập nhờ dung dịch chui vào các khe cát, khe nứt quện với cát để xụp lỗ để giữ cho cát và các vật thể vụn không bị rơi và tạo thành một màng đàn hồi bọc quanh thành vách hố giữ cho nước không thấm thấu vào vách. Về lý thuyết đã được nghiên cứu khá đầy đủ trong lý thuyết về vách bùn tạo khuôn (parois moulées).

@ Tạo môi trường nâng bâng những đất đá, vụn khoan, cát vụn nổi lên mặt trên để trào hoặc hút khỏi lỗ khoan.

Trong nhiều trường hợp có thể thay bùn bentonite bằng chất dẻo sinh học (biopolymères). Tại Hà Nội có công trình nhà tháp (ở Hoả Lò cũ) sử dụng loại chất dẻo sinh học này.

Tùy từng trường hợp cụ thể mà trong bùn sét bentonite có thể cho thêm các phụ gia như Natri Cacbonat (Na_2CO_3) hoặc Natri Fluorua (NaF). Việc cho thêm phụ gia nhằm thoả mãn các chỉ tiêu được các qui phạm đề ra:

- Độ nhớt, đặc trưng cho tính lưu động của dung dịch bùn trong khoảng 18 đến 30 centipoise (theo CПБ – 5) ;
- Sự kết tủa ngày đêm (độ tách nước) và tính ổn định đặc trưng cho sự ổn định của dung dịch chống sự phân tầng:

Tách nước không lớn hơn 4%

Ổn định không lớn hơn 0,02 G/cm³

(theo dụng cụ IC-1 hoặc IC-2).

- Hàm lượng cát biểu thị mức độ trong dung dịch phải dưới 4% (theo OM-2).
- Độ mất nước, đặc trưng khả năng truyền nước cho đất ẩm, không lớn hơn 30 cm³ (theo dụng cụ BM-6).

- Ứng suất cắt tĩnh, biểu thị độ bền cấu trúc và xúc biến của dung dịch sét trong phạm vi từ 10 ~ 50 mg/cm² quá 10 phút sau khi khuấy trộn nó (theo dụng cụ CHC).
- Mật độ trong khoảng từ 1,05 đến 1,15 khi dùng sét bentonite và từ 1,15 đến 1,3 g/cm³ khi dùng các sét khác.

Các đặc trưng của bùn khoan bentonite theo tiêu chuẩn Pháp (DTU 13.2) là:

Dung trọng;

Độ nhớt theo côn Marsh (cơ sở là 1/2 lít)

Hàm lượng cát trong dung dịch

Độ lọc

Chiều dày lớp màng bùn (cake).

Bùn mới trước khi sử dụng phải đạt các thông số sau đây:

- Dung trọng trong khoảng 1,01 và 1,05 (trừ trường hợp cần có bùn nặng hoặc bùn sét)
- Độ nhớt Marsh trên 35 giây
- Không được có hàm lượng cát
- Độ tách nước nhỏ hơn 30 cm³
- Độ dày lớp màng bùn (cake) nhỏ hơn 3 mm.

Bùn bentonite sau khi khoan, đã làm sạch hố khoan phải đạt các chỉ tiêu sau đây :

- Dung trọng dưới 1,2 (trừ loại bùn nặng)
- Độ nhớt giữa 35 ~ 90 sec
- Hàm lượng cát khó xác định một giá trị thực vì rất phụ thuộc vào địa chất khu vực khoan, nhưng nói chung hàm lượng này không được vượt quá 5%.
- Độ tách nước nhỏ hơn 40 cm³
- Chiều dày lớp vách dẻo (cake) nhỏ hơn 5 mm.

Chất lượng của bentonite theo API (American Petroleum Institute)

Theo Viện dầu mỏ Hoa Kỳ thì chất lượng của bentonite phải thỏa mãn các yêu cầu sau đây:

- Độ nhớt đọc khi quay 600 vòng/phút tối thiểu phải đạt 30 phút
- Tỷ số YP/PV tối đa là 3
- Độ tách nước tối đa là 15 mls (mililitre par second)
- Hạt còn đọng trên sàng 75 microns tối đa là 4% theo trọng lượng
- Độ ẩm không quá 10%

Chất lượng của bùn bentonite theo đề nghị của Công ty Bachy Soletanche:

- Mật độ (g/ml) $1,025 \pm 0,0005$
- Sau khi rửa hố khoan, mật độ phải nhỏ hơn 1,08
- Độ tách nước sau 30 phút thử nghiệm (tính bằng mililitre) là 25 ± 4 trước khi đổ bê tông độ tách nước không quá 40

- Độ nhớt Marsh cone, sec 30~35. Trước khi đổ bê tông đạt 30~ 40
- Hàm lượng cát (%) ít hơn 2%
- Độ PH 8 ~ 10,8

Quá trình sử dụng bentonite :

Như trên đã biết, bùn có tác dụng giữ vách nếu nó đảm bảo đúng chất lượng như các yêu cầu đã nêu. Quá trình khoan sâu thì bùn xâm nhập vào khe lỗ, tạo vách bùn, nên mật độ bentonite giảm đi, quá trình khoan phải thường xuyên tiếp thêm bùn mới vào hố khoan.

(iii) Thổi rửa hố khoan khi đã đạt chiều sâu:

Khi khoan đạt độ sâu, ngưng cho cá lắng đọng trong thời gian 30 phút, lấy gầu vét cho hết lớp cát lắng đọng rồi bắt đầu thổi rửa cho sạch những mùn khoan và cát lẫn trong dung dịch.

Quá trình khoan, bụi cát và mùn khoan trộn lẫn vào dung dịch bentonite làm cho dung trọng của dung dịch này tăng lên. Việc vét bỏ cát lắng đọng và thổi rửa hết sức quan trọng nhằm bảo đảm cho chất lượng cọc sau này.

Nều dung trọng của bùn vượt quá những chỉ số đặc trưng đã nêu, khi đổ bê tông, bê tông không đùn hết được bùn khỏi lỗ khoan để chiếm chỗ của nó, gây ra những túi bùn trong bê tông. Nếu không vét sạch cát lắng đọng dưới đáy hố khoan sẽ tạo ra một lớp bùn đệm giữa cọc và nền đáy cọc, khi chịu tải cọc sẽ bị lún quá mức cho phép.

Việc thổi rửa được thực hiện như sau:

• Trang bị:

+ Một ống bằng thép có chiều dày 8~10 mm, đường kính 254 mm, dài bằng chiều sâu hố khoan (còn có tên là ống trémie). Để tạo thành ống dài như vậy, ống trémie được nối bằng những đoạn ống dài 3 mét được nối với nhau theo kiểu ống dưới có miệng bát tiện răng ren âm ở thành bát và ống trên có răng ren dương. Đầu trên cùng sẽ là miệng bát làm gờ tựa cho toàn ống để tựa lên giá tựa kiêm nắp cho hố khoan.

+ Giá tựa là mặt thép tấm làm thành hai mảnh như cánh cửa mở theo đường chia đều ở giữa. Một bản lề gắn vào một vị trí một đầu mút đường chia hai mảnh ấy sao cho khi mở tách được hai nửa để lắp ống ở vị trí chính giữa. Chính giữa đường phân giới của mặt đỡ khoét một lỗ đủ ôm lấy ống trémie, để cả hai mảnh nắp đều ôm lấy ống trémie nhưng không cho miệng bát lọt qua được. Mặt tựa này tỳ lên miệng ống vách.

Ống trémie được dùng trong quá trình xúc rửa hố khoan và dùng khi đổ bê tông.

+ Một ống thép có đường kính ngoài là 60 mm, thành ống dày 3 ~ 4 mm thả sâu cách đáy hố khoan 60 cm để dẫn khí nén xuống hố khoan. Đầu trên ống này nối với ống cao su chịu áp lực cao dẫn đến máy nén khí.

• Qui trình thổi rửa:

+ Thời điểm bắt đầu : 30 phút sau khi khoan xong và vét cát lắng đọng bằng gầu.

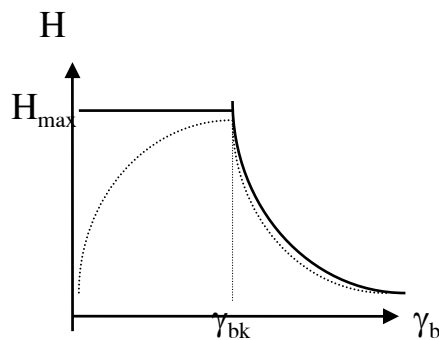
+ Thời gian thổi rửa : tối thiểu 30 phút, trước khi thổi rửa phải kiểm tra các đặc trưng của bùn bentonite theo các chỉ tiêu đã nêu. Tùy tình hình các thông số kiểm tra này mà dự báo thời gian thổi rửa. Phải thổi rửa đến khi đạt các đặc trưng yêu cầu.

+ Chú ý, trong thời gian thổi rửa phải bổ sung liên tục dung dịch bùn bentonite tươi cho đủ bù số bùn lẫn cát và mùn khoan bị quá trình thổi đẩy hoặc hút ra. Chiều cao của mặt trên lớp dung dịch bùn phải cao hơn mức nước ngầm ổn định là 1,5 mét. Nếu không đủ độ cao này có khả năng xập thành vách hố khoan do áp lực đất và nước bên ngoài thành hố gây ra. Nếu

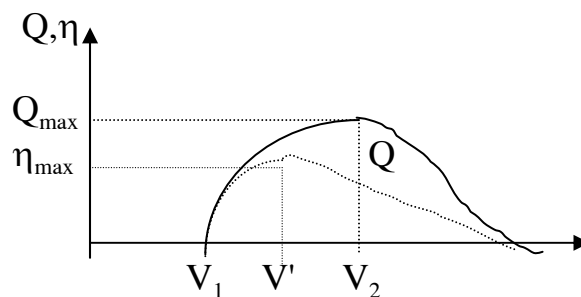
không đảm bảo dung trọng của bùn tươi như yêu cầu cũng gây ra xập vách hố khoan do điều kiện áp lực bên ngoài hố.

+ Áp lực khí nén thổi căn cứ vào lý thuyết khí dâng nhờ khí (air lift).

Dung trọng của dung dịch được ký hiệu là γ_b và dung trọng của dung dịch hỗn hợp bùn, khí là γ_{bk} , chiều cao cột nước dung dịch được thổi có quan hệ :



Lượng khí cần thiết và áp lực khí tuân theo quan hệ trong biểu đồ :



Về nâng nhờ khí sẽ có chuyên đề chúng tôi sẽ giới thiệu chi tiết trong chuyên mục khác.

(iv) Kiểm tra các chỉ tiêu để quyết định cho lắp ghép và các trang bị đổ bê tông : Về độ sâu đáy cọc khoan nhồi : do người thiết kế chỉ định. Thông thường đáy cọc nên đặt trong lớp cát to hạt có hàm lượng cuội sỏi kích thước hạt trên 10 mm lớn hơn 20% từ 1,5 đến 2 mét trở lên. Điều kiện cụ thể cho từng công trình, quyết định độ sâu của cọc phải theo tải trọng tính toán mà mỗi cọc phải chịu.

Thường giải pháp thiết kế tận dụng cọc khoan nhồi phát huy hết khả năng làm việc của nó, nên cọc khoan nhồi cho nhà cao tầng tại khu vực Hà nội, thành phố Hồ Chí Minh, nên làm trong khoảng 42 ~ 50 mét.

ii.2.3 Công nghệ lắp cốt thép:

Cốt thép trong cọc khoan nhồi sâu ít ý nghĩa chịu tải mà chỉ có tính chất cấu tạo. Tùy người thiết kế qui định nhưng thường thép ít khi đặt đến đáy cọc. Thanh thép hiện nay bán trên thị trường dài 11,7 mét nên cọc khoan nhồi hay chọn chiều sâu có bội số của 11,7 mét. Móng cọc nhồi của các trụ cầu hay làm có chiều sâu tới đáy.

Cốt thép khuyếch đại thành các lồng từng đoạn 11,7 mét. Sau khi được phép thả thép sẽ móc vào cần trục thả xuống hố. Thả xong một khoan, nếu nối thì ngáng gỗ qua đầu trên của lồng để nối với đoạn trên. Khi nối chắc sẽ tháo rút thanh gỗ để hạ tiếp cho đến khi đủ độ sâu. Trên cùng, có 3 thanh thép tạo móc vào miệng ống vách để giữ lồng thép.

Thép dọc hay dùng có đường kính $\Phi 25 \sim \Phi 28$, các thanh dọc thường đặt cách nhau 150 ~ 200 mm. Đai có thể xoắn hay thành các vòng tròn. Đường kính thép đai hay dùng là $\Phi 10 \sim \Phi 12$.

ii.2.4 Công nghệ đổ bê tông:

Bê tông được đổ khi đã kiểm tra độ sạch của hố khoan và việc đặt cốt thép. Thường lắp lại ống trémie dùng khi thổi rửa lúc trước để dùng làm ống dẫn bê tông.

Cấp phối bê tông do thiết kế thoả thuận theo một trong bốn dạng:

- Hỗn hợp được thiết kế
- Hỗn hợp theo đơn đặt hàng
- Hỗn hợp tiêu chuẩn
- Hỗn hợp được chỉ định

Độ sụt của bê tông thường chọn từ 120 mm đến 160 mm để đáp ứng điều kiện thi công (workability). Nếu không đủ độ sụt theo yêu cầu mà lượng nước đã vượt quá mức cho phép phải dùng phụ gia hoá dẻo. Không nên để độ sụt quá lớn (quá 160 mm) sẽ ảnh hưởng đến chất lượng bê tông.

(i) Thiết bị sử dụng cho công tác bê tông:

- Bê tông chế trộn sẵn chở đến bằng xe chuyên dụng
- Ống dẫn bê tông từ phễu đổ xuống độ sâu yêu cầu
- Phễu hứng bê tông từ xe đổ nối với ống dẫn
- Giá đỡ ống và phễu đã mô tả ở trên.

(ii) Các yêu cầu đổ bê tông :

- Ống dẫn bê tông được nút bằng bao tải hoặc túi nylon chứa vữa xi măng cát 1 :2 hay bột xốp dạng hạt để tránh những túi khí trong lúc đổ bê tông ban đầu. Nút này sẽ bị bê tông đẩy ra khi đổ.
- Miệng dưới của ống dẫn bê tông luôn ngập trong bê tông tối thiểu là 1 mét những không nên sâu quá 3 mét.
- Khi đổ bê tông, bê tông được đưa xuống sâu trong lòng khối bê tông, qua miệng ống sẽ tràn ra chung quanh, nâng phần bê tông đã xuống lúc đầu lên cao dần, bê tông được nâng từ đáy lên trên. Như thế, chỉ có một lớp bê tông trên mặt của bê tông tiếp xúc với nước bentonite còn bê tông trong lòng chất lượng vẫn rất tốt.
- Phẩm cấp của bê tông tối thiểu là C25 (tương đương #300 thí nghiệm theo mẫu lập phương).

- Bê tông phải đổ liên tục cho đến đủ độ cao. Khi rót mẻ cuối cùng, lúc nâng rút vách được 1,5 mét nên đổ thêm bê tông để bù vào chỗ bê tông chảy lan vào những hốc quanh hố được tạo nên, nếu có khi khoan sâu.

1.8.2 Phạm vi sử dụng

Dùng nhiều trong xây dựng nhà cao tầng, móng trụ cầu, hiện đang khá phổ biến để xây dựng tại Hà nội, thành phố Hồ Chí Minh và nhiều tỉnh thành phố khác. Móng cọc nhồi hạn chế độ lún và chịu lực lớn. Loại móng này có thể xây dựng có hiệu quả với nhà từ 12 tầng đến trên 40 tầng.

Đại bộ phận nhà cao tầng đã xây dựng ở nước ta trong thời gian qua làm móng cọc nhồi.

Trong nước :

Từ những năm 1983-1984 tại Hà nội đã làm thí điểm một vài nhà có móng cọc nhồi, nhưng những cọc này không sâu (dưới 8 mét) và đường kính nhỏ (450 ~ 600 mm) như các công trình nhà trẻ số 3 phố Nhà Chung Hà nội, nhà trung tâm báo chí 12 phố Lý Đạo Thành Hà nội, nhà của Công ty Thương mại Hoàn Kiếm phố Nhà Thờ Hà nội. Từ sau khi có chính sách mở cửa của Đảng và Nhà Nước ta, nước ngoài vào đầu tư làm nhà cao tầng tại thành phố Hồ Chí Minh và Hà nội, công nghệ cọc nhồi mới trở nên thông dụng trong xây dựng nhà cao tầng. Hiện nay tại thành phố Hồ Chí Minh và Hà nội đã có trên 500 ngôi nhà sử dụng móng cọc nhồi. Hầu hết các cầu lớn làm trong những năm qua trên nước ta đều làm trụ cầu trên cọc nhồi.

Công trình sử dụng cọc nhồi lần đầu tiên có chiều sâu lớn đến 35 mét, đường kính cọc 600, 800, và 1000 mm tại Hà nội là ngôi nhà CIT (Trung tâm Thương Mại Hà nội) tại phố Tràng Tiền Hà nội.

Ngoài nước:

Châu Âu đã sử dụng móng cọc nhồi khá sớm tại Pháp, Bỉ, Ý, Đức, Anh và các nước Bắc Âu. Châu Mỹ phát triển cọc nhồi từ khi phát triển nhà cao tầng đặc biệt là tại Hoa Kỳ.

Nhật bản, Hồng Kông, Singapores, Malaysia xây dựng nhiều công trình cao tầng có móng là móng cọc nhồi. Móng cọc nhồi bắt đầu làm nhiều vào những năm 1960 ~ 1975 tại những nước phát triển trên thế giới.

1.9 Cọc barrette và tường trong đất để xây dựng trong thành phố

1.9.1 Mô tả công nghệ

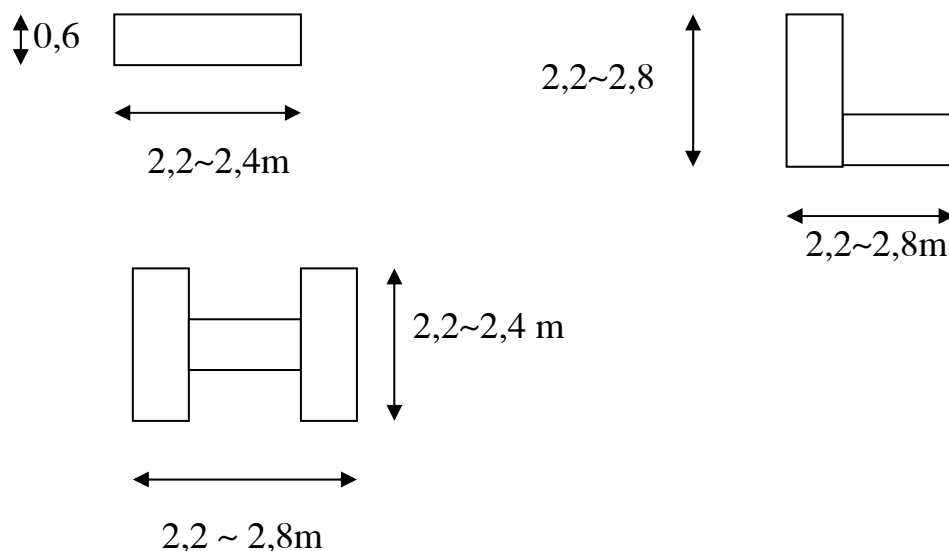
Cọc barrette có tiết diện ngang là hình chữ nhật. Chiều rộng cọc phụ thuộc gàu đào và thường có kích thước là 600 mm và 800 mm. Mỗi đoạn có cạnh dài của tiết diện ngang là 2400mm, rộng 600 (800) mm hoặc hơn nữa và sâu đến lớp đất tốt, thường là lớp cát hạt trung đủ để chống cọc được gọi là một panen. Nếu những panen này liên nhau tạo thành tường thì đó là phương pháp tường trong đất bằng bê tông cốt thép. Đối với những nhà có nhiều tầng hầm thì phương pháp barrette tỏ ra

ưu việt vì dù sao, phương pháp cọc nhồi thì vẫn phải giải quyết cử chống nước, chống xập vách quanh nhà khi làm hầm nhà và làm đài cọc.

Phương pháp tường barrette và tường trong đất được mô tả như sau :

Chu vi nhà được làm một hệ tường bao ngấm trong đất sử dụng làm tường hầm nhà kiêm móng nhà. Tường này có chiều sâu giống như cọc nhồi, nghĩa là khoảng 30 ~ 50 mét sâu. Thông thường chiều sâu của cọc barrette phải làm đến lớp đất có trị số N trên 50 nhưng tường trong đất chỉ cần làm sâu hơn đáy tầng hầm hai lần chiều sâu của hầm. Chiều rộng tường thông thường là 600 mm, 800 mm, 1000 mm. Rất hiếm thấy chiều dày tường tầng hầm trên 1200 mm. rỗng lòng tường vậy này tùy giải pháp thiết kế, có thể có những cọc barrette để đỡ cột.

Móng cọc kiểu barrette có thể là móng có mặt cắt chữ nhật, móng có mặt cắt chữ L, chữ H, chữ T, chữ Y hay kiểu chữ + ...



Loại tiết diện chữ nhật có thể chịu tới 600~ 1000 tấn lực

Loại tiết diện chữ thập có thể chịu tới 1000~ 1800 tấn lực

Loại tiết diện chữ T có thể chịu tới 1000~ 3600 tấn lực

Loại tiết diện chữ L có thể chịu tới 1000~ 2000 tấn lực

Loại tiết diện chữ H có thể chịu tới 1600~ 3200 tấn lực

Loại tiết diện chữ Y có thể chịu tới 1600~ 3000 tấn lực

(i) Công nghệ đào móng barrette :

Đào móng barrette nhờ gầu xúc kiểu hai mảnh như ở các kho vật liệu rời hay sử dụng. Cái đặc biệt của gầu này là làm thêm khung dẫn hướng để khi đào hố đào được thẳng đứng. Khung bao cao khoảng 3 mét bọc quanh phạm vi đào của lưỡi gầu. Để đào những mét đầu tiên, cần làm ô dưỡng tạo hướng cho gầu trượt theo. Khi đã có vách đất, gầu sẽ trượt theo vách đất.

Cứ đào từng đoạn 2,2 ~ 3 mét theo chiều dài tường được một panen lại đặt thép và đổ bê tông. Chiều rộng của gầu cơ bản là 600 mm.

Quá trình đào phải sử dụng dung dịch bùn sét bentonite như ở phần cọc nhồi đã giới thiệu.

Khi đào đến độ sâu thiết kế, kiểm tra chất lượng dung dịch, ngừng 30 phút để cát lắng đọng, vét cát bằng gàu đáy tương đối phẳng. Sau đó có thể thả cốt thép và xúc rửa như đã nêu ở phần cọc nhồi.

Sau khi xúc rửa xong hố khoan, lắp tấm gioăng vào vị trí sẽ có tường tiếp, rồi đổ bê tông. Cách đổ bê tông giống như đã nêu trong phần nói về cọc nhồi.

Trang bị đặc thù sử dụng để thi công cọc barrette có:

- Gàu có khung dẫn hướng đào.
- Miếng gioăng nối chống thấm giữa khe thi công.

Miếng gioăng là phiến cao su đúc chuyên dùng, một cạnh dài được ngậm một nửa vào khối bê tông chuẩn bị đổ còn nửa nữa dùng tấm thép chuyên dùng được chế tạo riêng, ép sát vào vách đất sẽ đào tiếp ở công đoạn sau. Khi đổ bê tông xong đào tiếp tục cho đoạn sau. Khi đã giải phóng không gian thân tường, gỡ tấm gioăng để nửa này nằm trong panen sẽ đổ sau. Như thế, gioăng bê tông sẽ chặn nước nếu có nước xuyên qua khe nối giữa hai panen liền kề nhau.

1.9.2 Phạm vi áp dụng:

Trong nước:

Trong thời gian trước năm 2001, tại Hà nội có hai công trình dùng móng barrette là ViệtCombank Tower tại số 198 Trần Quang Khải Hà nội, Khách sạn Sunway phố Phạm Đình Hồ Hà nội đều do Công ty BachySoletanche thi công. Nay tại Hà nội có 3 Công ty thi công Cọc Barrette và tường trong đất rất có tín nhiệm là Công ty BachySoletanche, Công ty Xây dựng hạ tầng Đông Dương và Công ty TNHH Delta.

Tại thành phố Hồ Chí Minh đã có nhiều công trình sử dụng cọc Barrette và tường trong đất như công trình HarbourView ở phố Nguyễn Huệ, SaigonInn ở phố Tôn Đức Thắng và 6 ~ 8 ngôi nhà khác . Cọc Barrette và tường trong đất rất thích dụng khi công trình có tầng hầm.

Từ năm 2001 Hà nội, thành phố Hồ Chí Minh và một vài thành phố khác bắt đầu làm nhiều nhà cao tầng nên phương pháp cọc Barrette và tường trong đất khá phổ biến. Tại Hà nội và thành phố Hồ Chí Minh trong hai năm 2001 và 2002 này đã xây dựng hàng chục nhà có sử dụng phương pháp công nghệ tường trong đất và cọc Barrette.

Nước ngoài:

Tường trong đất và cọc Barrette được châu Âu và châu Mỹ cũng như tại Đài loan, Hồng Kông, Nhật bản sử dụng khá rộng rãi từ sau chiến tranh thế giới lần thứ hai kết thúc.

Trong hệ thống tiêu chuẩn thế giới ta đều thấy có tiêu chuẩn riêng cho cọc barrette và tường trong đất. Hầu hết các tiêu chuẩn đều coi cọc barrette và tường trong đất là một dạng cọc có đặc thù riêng chứ không coi là loại kết cấu riêng biệt.

1.10 Các đặc trưng kỹ thuật dùng để kiểm tra các khâu trong quá trình thực hiện công nghệ thi công cọc nhồi và tường barrette:

Phương pháp luận cơ bản của công nghệ là đi đôi với biện pháp thực hiện phải có các phương án kiểm tra chất lượng. Trong kinh tế thị trường, thông thường cơ quan kỹ thuật được bên chủ đầu tư thuê làm tư vấn kỹ thuật cùng với bên thiết kế có nhiệm vụ nêu các đặc trưng kỹ thuật phải đạt được trong quá trình thi công nhằm

xác định rõ chất lượng sản phẩm coi như điều khoản của hợp đồng kinh tế giao nhận thầu thi công.

Người bán sản phẩm chính là người thi công nên người thi công phải chịu trách nhiệm cấp chứng chỉ cho sản phẩm của mình là đạt các chỉ tiêu kỹ thuật. Việc cấp chứng chỉ này thông qua các thí nghiệm kiểm tra do bên thi công tự làm hoặc bên thi công thuê một cơ quan có chức năng tiến hành.

Về hệ thống kiểm tra thường phân biệt:

Kiểm tra có phòng thí nghiệm hoặc dụng cụ thí nghiệm tiến hành các phép thử nhằm biết các chỉ tiêu đạt được của sản phẩm. Loại kiểm tra này có thể nằm ngay trong đơn vị sản xuất, có thể là cơ quan chuyên môn coa tư cách pháp nhân tiến hành.

Kiểm tra sự phù hợp là sự chứng kiến các quá trình thi công, quá trình thí nghiệm kiểm tra, đối chiếu với các tiêu chuẩn, quy phạm và xác định sự phù hợp của sản phẩm so với yêu cầu của hợp đồng.

Các đặc trưng kỹ thuật và yêu cầu kiểm tra phải đưa vào các yêu cầu kỹ thuật phải đạt trong hợp đồng giao nhận thầu thi công.

Những đặc trưng chủ yếu và kiểm tra trong thi công cọc nhồi như sau:

iii.1 Đặc trưng định vị của cọc và kiểm tra:

(i) Đặc trưng:

- Vị trí cọc căn cứ vào hệ trục công trình và hệ trục gốc
- Cao trình mặt hố khoan
- Cao trình mặt đất tại nơi có hố khoan
- Cao trình đáy hố khoan

(ii) Kiểm tra :

- Dùng máy kinh vĩ và thủy bình kiểm tra theo nghiệp vụ đo đạc

iii.2 Đặc trưng hình học của hố khoan và kiểm tra:

(i) Đặc trưng:

- Đường kính hố khoan hoặc sẽ là đường kính cọc
- Độ nghiêng lý thuyết của cọc. Độ nghiêng thực tế
- Chiều sâu lỗ khoan lý thuyết, chiều sâu thực tế
- Chiều dài ống vách
- Cao trình đỉnh và chân ống vách.

(ii) Kiểm tra:

- Đo đạc bằng thước và máy đo đạc
- Phải thực hiện nghiêm túc qui phạm đo kích thước hình học và dung sai khi đo kiểm.

iii.3 Đặc trưng địa chất công trình:

(i) Đặc trưng:

Cứ 2 mét theo chiều sâu của hố khoan lại phải mô tả loại đất gặp phải khi khoan để đối chiếu với tài liệu địa chất công trình được cơ quan khảo sát địa chất báo thông qua mặt cắt lỗ khoan thăm dò ở lân cận.

Phải đảm bảo tính trung thực khi quan sát. Khi thấy khác với tài liệu khảo sát phải báo ngay cho bên thiết kế và bên tư vấn kiểm định để có giải pháp xử lý ngay.

iii.4 Đặc trưng của bùn khoan:

(i) Đặc trưng:

Các chỉ tiêu đã biết: Dung trọng, độ nhớt, hàm lượng cát, lớp vỏ bám thành vách (cake), chỉ số lọc, độ pH.

(ii) *Kiểm tra :*

Trên hiện trường phải có một bộ dụng cụ thí nghiệm để kiểm tra các chỉ tiêu của dung dịch bùn bentonite.

iii.5 Đặc trưng của cốt thép và kiểm tra

(i) *Đặc trưng:*

- Kích thước của thanh thép từng loại sử dụng
- Hình dạng phù hợp với thiết kế
- Loại thép sử dụng (mã hiệu, hình dạng mặt ngoài, các chỉ tiêu cơ lý cần thiết của loại thép đang sử dụng).
- Cách tổ hợp thành khung, lồng và vị trí tương đối giữa các thanh.
- Độ sạch (gỉ, bám bùn, bám bẩn), khuyết tật có dưới mức cho phép không
- Các chi tiết chôn ngầm cho kết cấu hoặc công việc tiếp theo: chi tiết để hàn về sau, móc sắt, chân bulông, ống quan sát dùng cho thí nghiệm siêu âm, phóng xạ (carota).

(ii) *Kiểm tra :*

Quan sát bằng mắt, đo bằng thước cuộn ngắn, thí nghiệm các tính chất cơ lý trong phòng thí nghiệm.

iii.6 Đặc trưng về bê tông và kiểm tra:

Cần dựa vào quy phạm thi công và nghiệm thu các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép để nêu ra các đặc trưng này.

(i) *Đặc trưng :*

- Thành phần, cấp phối
- Chất lượng cốt liệu lớn, cốt liệu mịn (kích thước hạt, đá gốc, độ lẫn các hạt không đạt yêu cầu, độ sạch với chất bám bẩn)
- Xi măng: phẩm cấp, các chỉ tiêu cơ lý, hàm lượng có hại: kiềm, sunphát. . .
- Nước: chất lượng
- Phụ gia: các chỉ tiêu kỹ thuật, chứng chỉ của nhà sản xuất.
- Độ sụt của hỗn hợp bê tông, cách lấy độ sụt
- Lấy mẫu kiểm tra chất lượng bê tông đã hoá cứng
- Kiểm tra việc đổ bê tông (chiều cao đổ, cốt đỉnh cọc, chiều dài cọc trước hoàn thiện, khối lượng lý thuyết tương ứng, khối lượng thực tế, độ dư giữa thực tế và lý thuyết.)
- Đường cong đổ bê tông (quan hệ khối lượng- chiều cao đổ kể từ đáy cọc trở lên).

(ii) *Kiểm tra:*

- Chứng chỉ về vật liệu của nơi cung cấp bê tông
- Thiết kế thành phần bê tông có sự thoả thuận của bên kỹ thuật kiểm tra chất lượng
- Độ sụt của bê tông
- Cách lấy mẫu và quá trình lấy mẫu
- Kiểm tra giấy giao hàng (tích kê giao hàng)
- Chứng kiến việc ép mẫu.

iii. 7 Lập hồ sơ cho toàn bộ cọc nhồi được thi công :

Quá trình thi công một cọc đã phải tiến hành lập hồ sơ cho từng cọc.

Dựa vào các đặc trưng đã nêu mà bên thi công phải báo cáo đầy đủ các chỉ tiêu, kết quả kiểm tra từng chỉ tiêu đặc trưng.

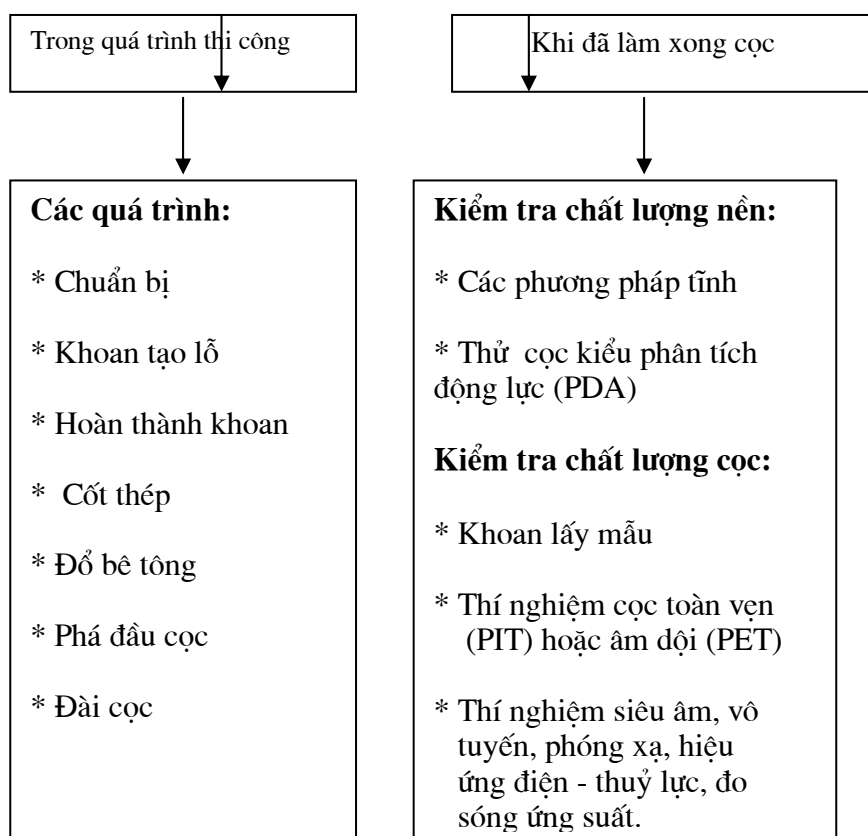
Kết quả và hồ sơ của các kiểm tra cuối cùng bằng tính tải bằng các phương pháp khác.

Trong hồ sơ có đầy đủ các chứng chỉ về vật liệu, kết quả thí nghiệm kiểm tra các chỉ tiêu đã được cấp chứng chỉ. Một báo cáo tổng hợp về chất lượng và các chỉ tiêu lý thuyết cũng như thực tế của từng cọc.

Cần lưu ý về tính pháp lý của hồ sơ. Một chứng chỉ về xi măng là bản chính hay bản sao được nhà máy cấp cho cả lô hàng. Như thế chưa đầy đủ tính pháp lý. Người sử dụng phải ghi rõ địa chỉ sử dụng loại vật liệu này đến kết cấu trong hạng mục công trình. Phải ghi rõ địa chỉ sử dụng cho từng mẻ vật liệu.

Công nghệ kiểm tra chất lượng cọc nhồi

Chất lượng cọc khoan nhồi là khâu hết sức quan trọng vì chi phí cho việc chế tạo một cọc rất lớn cũng như cọc phải chịu tải lớn. Chỉ cần sơ xuất nhỏ trong bất kỳ một khâu nào của quá trình khảo sát địa chất, khâu thiết kế nền móng hay khâu thi công cũng đủ làm ảnh hưởng đến chất lượng công trình. Việc kiểm tra chất lượng công trình cọc khoan nhồi được khái quát trong sơ đồ:



Thi công cọc khoan nhồi là việc kín khuất, công việc đòi hỏi những công đoạn phức tạp, khó đánh giá chất lượng và chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố như:

- * Điều kiện địa chất công trình và địa chất thủy văn.
- * Trang thiết bị thi công
- * Công nghệ thi công.

- * Chất lượng của từng công đoạn thi công.
- * Vật liệu thi công.

Cọc nhồi là sản phẩm có ý nghĩa quan trọng trong khâu chịu lực của công trình nên chất lượng cần được lưu tâm hết sức. Việc kiểm tra kỹ chất lượng thi công từng công đoạn sẽ làm giảm được các khuyết tật của sản phẩm cuối cùng của cọc nhồi.

Trước khi thi công kiểm tra chất lượng các khâu chuẩn bị, trong quá trình thi công loại bỏ vật liệu không đạt, trang thiết bị khiếm khuyết, kiểm tra kỹ từng nguyên công, phân đoạn, tuân thủ trình tự thi công nghiêm ngặt nhằm tránh các sơ xuất có thể gây ra khuyết tật.

Các khuyết tật có thể :

- + Trong khâu chuẩn bị thi công chưa tốt như định vị hố khoan không chính xác dẫn đến sai vị trí.
- + Trong khâu thi công : Công đoạn tạo lỗ để xấp vách. để co tiết diện cọc, để nghiêng cọc quá mức cho phép. Nhiều khi thi công chưa đến chiều sâu tính toán mà bên thi công đã dừng khoan để làm các khâu tiếp theo, có khi sự dừng này được đồng tình của người giám sát hoặc thiết kế không có kinh nghiệm quyết định mà khuyết tật này chỉ được phát hiện là sai khi thử tải khi đủ ngày.

Công đoạn đổ bê tông khi đáy hố khoan còn bùn lắng đọng, rút ống nhanh làm cho chất lượng bê tông không đồng đều, bị túi bùn trong thân cọc. Có khi để thân cọc bị đứt đoạn.

Công đoạn rút ống vách có thể làm cho cọc bị nhấc lên một đoạn. cọc bị thất tiết diện.

Những khuyết tật này trong quá trình thi công có thể giảm thiểu đến tối đa nhờ khâu kiểm tra chất lượng được tiến hành đúng thời điểm, nghiêm túc và theo đúng trình tự kỹ thuật, sử dụng phương tiện kiểm tra đảm bảo chuẩn xác.

Kiểm tra chất lượng sau khi thi công nhằm khẳng định lại sức chịu tải đã tính toán phù hợp với dự báo khi thiết kế. Kiểm tra chất lượng cọc sau khi thi công là cách làm thụ động nhưng cần thiết. Có thể kiểm tra lại không chỉ chất lượng chịu tải của nền mà còn cả chất lượng bê tông của bản thân cọc nữa.

Kiểm tra trước khi thi công:

(i) Cần lập phương án thi công tỷ mỷ, trong đó ấn định chỉ tiêu kỹ thuật phải đạt và các bước cần kiểm tra cũng như sự chuẩn bị công cụ kiểm tra. Những công cụ kiểm tra đã được cơ quan kiểm định đã kiểm và đang còn thời hạn sử dụng. Nhất thiết phải để thường trực những dụng cụ kiểm tra chất lượng này kề với nơi thi công và luôn luôn trong tình trạng sẵn sàng phục vụ. Phương án thi công này phải được tư vấn giám sát chất lượng thoả thuận và đại diện Kiến trúc sư/Kỹ sư là chủ nhiệm dự án đồng ý.

(ii) Cần có tài liệu địa chất công trình do bên khoan thăm dò đã cung cấp cho thiết kế để ngay tại nơi thi công sẽ dùng đối chiếu với thực tế khoan.

(iii) Kiểm tra tình trạng vận hành của máy thi công, dây cáp, dây cầu, bộ phận truyền lực, thiết bị hãm, các phụ tùng máy khoan như bấp chuột, gàu, răng

gầu, các máy phụ trợ phục vụ khâu bùn khoan, khâu lọc cát như máy bơm khuấy bùn, máy tách cát, sàng cát.

(iv) Kiểm tra lưới định vị công trình và từng cọc. Kiểm tra các mốc khống chế nằm trong và ngoài công trình, kể cả các mốc khống chế nằm ngoài công trường. Những máy đo đạc phải được kiểm định và thời hạn được sử dụng đang còn hiệu lực. Người tiến hành các công tác về xác định các đặc trưng hình học của công trình phải là người được phép hành nghề và có chứng chỉ.

Kiểm tra trong khi thi công:

Quá trình thi công cần kiểm tra chặt chẽ từng công đoạn đã yêu cầu kiểm tra:

(i) Kiểm tra chất lượng kích thước hình học. Những số liệu cần được khẳng định: vị trí từng cọc theo hai trục vuông góc do bản vẽ thi công xác định. Việc kiểm tra dựa vào hệ thống trục gốc trong và ngoài công trường. Kiểm tra các cao trình: mặt đất thiên nhiên quanh cọc, cao trình mặt trên ống vách. Độ thẳng đứng của ống vách hoặc độ nghiêng cần thiết nếu được thiết kế cũng cần kiểm tra. Biện pháp kiểm tra độ thẳng đứng hay độ nghiêng này đã giải trình và được A/E (kiến trúc sư hay kỹ sư là chủ nhiệm dự án) duyệt. Người kiểm tra phải có chứng chỉ hành nghề đo đạc.

(ii) Kiểm tra các đặc trưng của địa chất công trình và thủy văn. Cứ khoan được 2 mét cần kiểm tra loại đất ở vị trí thực địa có đúng khớp với báo cáo địa chất của bên khảo sát đã lập trước đây không. Cần ghi chép theo thực tế và nhận xét những điều khác nhau, trình bên A/E để A/E cùng thiết kế quyết định những điều chỉnh nếu cần thiết. Đã có công trình ngay tại Hà nội vào cuối năm 1994, khi quyết định ngừng khoan để làm tiếp các khâu sau không đối chiếu với mặt cắt địa chất cũng như người quyết định không am tường về địa chất nên đã phải bỏ hai cọc đã được đổ bê tông không đảm bảo độ sâu và kết quả ép tĩnh thử tải chỉ đạt 150% tải tính toán cọc đã hỏng.

(iii) Kiểm tra dung dịch khoan trước khi cấp dung dịch vào hố khoan, khi khoan đủ độ sâu và khi xúc rửa làm sạch hố khoan xong.

(iv) Kiểm tra cốt thép trước khi thả xuống hố khoan. Các chỉ tiêu phải kiểm tra là đường kính thanh, độ dài thanh chủ, khoảng cách giữa các thanh, độ sạch dầu mỡ.

(v) Kiểm tra đáy hố khoan: Chiều sâu hố khoan được đo hai lần, ngay sau khi vừa đạt độ sâu thiết kế và sau khi để lắng và vét lại. Sau khi thả cốt thép và thả ống trémie, trước lúc đổ bê tông nên kiểm tra để xác định lớp cặn lắng. Nếu cần có thể lấy thép lên, lấy ống trémie lên để vét tiếp cho đạt độ sạch đáy hố. Để đáy hố không sạch sẽ gây ra độ lún dư quá mức cho phép.

(vi) Kiểm tra các khâu của bê tông trước khi đổ vào hố. Các chỉ tiêu kiểm tra là chất lượng vật liệu thành phần của bê tông bao gồm cốt liệu, xi măng, nước, chất phụ gia, cấp phối. Đến công trường tiếp tục kiểm tra độ sụt Abram's, đúc mẫu để kiểm tra số hiệu, sơ bộ đánh giá thời gian sơ ninh.

(vii) Các khâu cần kiểm tra khác như nguồn cấp điện năng khi thi công, kiểm tra sự liên lạc trong quá trình cung ứng bê tông, kiểm tra độ thông của máng, mương đón dung dịch trào từ hố khi đổ bê tông ...

Các phương pháp kiểm tra chất lượng cọc nhồi sau khi thi công xong:

Như ta đã thấy ở sơ đồ các phương pháp kiểm tra chất lượng cọc nhồi, thường có hai loại bản khoản: chất lượng của nền và chất lượng của bản thân cọc.

Sau khi thi công xong cọc nhồi, vấn đề kiểm tra cả hai chỉ tiêu này có nhiều giải pháp đã được thực hiện với những công cụ hiện đại.

Tuy chúng ta mới tiếp cận với công nghệ cọc khoan nhồi chưa lâu nhưng về kiểm tra, chúng ta đã ban hành được TCXD 196:1997 làm cơ sở cho việc đánh giá cọc nhồi. Tiêu chuẩn này mới đề cập đến ba loại thử: nén tĩnh, phương pháp biến dạng nhỏ PIT và phương pháp siêu âm. Tình hình các công nghệ kiểm tra cọc nhồi trong nước và thế giới hiện nay là vô cùng phong phú.

Có thể chia theo các phương pháp tĩnh và động. Lại có thể chia theo mục đích thí nghiệm như kiểm tra sức chịu của nền và chất lượng cọc.

Ngày nay có nhiều công cụ hiện đại để xác định những chỉ tiêu mà khi tiến hành kiểm tra kiểu thử công thấy là hết sức khó.

(i) Kiểm tra bằng phương pháp tĩnh :

Phương pháp gia tải tĩnh :

Phương pháp này cho đến hiện nay được coi là phương pháp trực quan, dễ nhận thức và đáng tin cậy nhất. Phương pháp này dùng khá phổ biến ở nước ta cũng như trên thế giới. Theo yêu cầu mà có thể thực hiện theo kiểu nén, kéo dọc trục cọc hoặc đẩy theo phương vuông góc với trục cọc. Thí nghiệm nén tĩnh được thực hiện nhiều nhất nên chủ yếu đề cập ở đây là nén tĩnh.

Có hai qui trình nén tĩnh chủ yếu được sử dụng là qui trình tải trọng không đổi (Maintained Load, ML) và qui trình tốc độ dịch chuyển không đổi (Constant Rate of Penetration, CRP).

Qui trình nén với tải trọng không đổi (ML) cho ta đánh giá khả năng chịu tải của cọc và độ lún của cọc theo thời gian. Thí nghiệm này đòi hỏi nhiều thời gian, kéo dài thời gian tới vài ngày.

Qui trình nén với tốc độ dịch chuyển không đổi (CRP) thường chỉ dùng đánh giá khả năng chịu tải giới hạn của cọc, thường chỉ cần 3 đến 5 giờ.

Nhìn chung tiêu chuẩn thí nghiệm nén tĩnh của nhiều nước trên thế giới ít khác biệt. Ta có thể so sánh tiêu chuẩn ASTM 1143-81 (Hoa kỳ), BS 2004 (Anh) và TCXD 196-1997 như sau:

Về đối trọng gia tải, có thể sử dụng vật nặng chất tải nhưng cũng có thể sử dụng neo xuống đất. Tùy điều kiện thực tế cụ thể mà quyết định cách tạo đối trọng. Với sức neo khá lớn nên khi sử dụng biện pháp neo cần hết sức thận trọng.

Đại bộ phận các công trình thử tải tĩnh dùng cách chất vật nặng làm đối trọng. Cho đến nay, chỉ có một công trình dùng phương pháp neo để thử tải đó là công trình Grand Hanoi Lakeview Hotel ở số 28 đường Thanh niên do Công ty Kinsun (Thái lan) thuộc tập đoàn B&B thực hiện.

Giá thử tải tĩnh kiểu chất tải là khá cao. Hiện nay giá thử tải loại này từ 180.000 đến 250.000 đồng cho một tấn tải thử mà các qui phạm đều yêu cầu thử 1% cho tổng số cọc với số cọc thử không ít hơn 1 cọc. Thời gian thử tải thường từ 7 ngày đến 10 ngày/cọc.

Qui trình nén chậm với tải trọng không đổi
--

Chỉ tiêu so sánh	ASTM D1143-81	BS 2004	TCXD 196-1997
Tải trọng nén tối đa, Q _{max}	200%Q _a *	150%Q _a ~200%Q _a	200%Q _a
Độ lớn cấp tăng tải	25%Q _a	25%Q _a	25%Q _{max}
Tốc độ lún ổn định qui ước	0,25 mm/h	0,10mm/h	0,10 mm/h
Cấp tải trọng đặc biệt và thời gian giữ tải của cấp đó	200%Q _a và 12 ≤ t ≤ 24h	100%Q _a , 150%Q _a với t ≥ 6h	(100%&200%)Q _a = 24h
Độ lớn cấp hạ tải	50%Q _a	25%Q _a	25%Q _{max}
Qui trình tốc độ chuyển dịch không đổi			
Chỉ tiêu so sánh	ASTM D 1143-81	BS 2004	TCXD 196-1997
Tốc độ chuyển dịch	0,25-1,25mm/min cho cọc trong đất sét 0,75~2,5mm/min cho cọc trong đất rời	Không thể qui định cụ thể	Chưa có qui định cho loại thử kiểu này.
Qui định về dừng thí nghiệm	Đạt tải trọng giới hạn đã định trước Chuyển dịch đạt 15%D	Đạt tải trọng giới hạn đã định trước Chuyển dịch tăng trong khi lực không tăng hoặc giảm trong khoảng 10mm Chuyển dịch đạt 10%D	

Ghi chú: Q_a = khả năng chịu tải cho phép của cọc

Phương pháp gia tải tĩnh kiểu Osterberg:

Phương pháp này khá mới với thế giới và nước ta. Nguyên tắc của phương pháp là đổ một lớp bê tông đủ dày dưới đáy rồi thả hệ hộp kích (O-cell) xuống đó, sau đó lại đổ tiếp phần cọc trên. Hệ điều khiển và ghi chép từ trên mặt đất. Sử dụng phương pháp này có thể thí nghiệm riêng biệt hoặc đồng thời hai chỉ tiêu là sức chịu mũi cọc và lực ma sát bên của cọc. Tải thí nghiệm có thể đạt được từ 60 tấn đến 18000 tấn. Thời gian thí nghiệm nhanh thì chỉ cần 24 giờ, nếu yêu cầu cũng chỉ hết tối đa là 3 ngày. Độ sâu đặt trang thiết bị thí nghiệm trong móng có thể tới trên 60 mét. Sau khi thử xong, bơm bê tông xuống lấp hệ kích cho cọc được liên tục.

Tiến sĩ Jorj O. Osterberg là chuyên gia địa kỹ thuật có tên tuổi, hiện sống tại Hoa kỳ. Ông hiện nay (1998) về hưu nhưng là giáo sư danh dự của Northwestern University, Viện sĩ Viện Hàn lâm Kỹ thuật, 1985 là giảng viên trường Tersaghi, năm 1988 là thành viên Viện nền móng sâu. Năm 1994 phương pháp thử tĩnh

Osterberg ra đời với tên O-Cell, được cấp chứng chỉ NOVA. Chứng chỉ NOVA là dạng được coi như giải Nobel về xây dựng của Hoa kỳ.

Phương pháp thử tĩnh O-Cell có thể dùng thử tải cọc nhồi, cọc đóng, tường barettes, thí nghiệm tải ở hông cọc, thí nghiệm ở cọc làm kiểu gầu xoay (Auger Cast Piles).

Nước ta đã có một số công trình sử dụng phương pháp thử tải tĩnh kiểu Osterberg. Tại Hà nội có công trình Tháp Vietcombank, tại Nam bộ có công trình cầu Bắc Mỹ thuận đã sử dụng cách thử cọc kiểu này.

Ngay tại Hà nội, công trình ở số 37 phố Láng Hạ cũng dùng phương pháp thử Osterberg để thử cọc barrette với tiết diện ngang thử là 1,00 x 2,40 mét và 1,50 x 2,40 mét với tải trọng thử đến 4800 tấn.

(ii) Phương pháp khoan lấy mẫu ở lõi cọc:

Đây là phương pháp thử khá thô sơ. Dùng máy khoan đá để khoan, có thể lấy mẫu bê tông theo đường kính 50~150 mm, dọc suốt độ sâu dự định khoan.

Nếu đường kính cọc lớn, có thể phải khoan đến 3 lỗ nằm trên cùng một tiết diện ngang mới tạm có khái niệm về chất lượng bê tông dọc theo cọc. Phương pháp này có thể quan sát trực tiếp được chất lượng bê tông dọc theo chiều sâu lỗ khoan. Nếu thí nghiệm phá huỷ mẫu có thể biết được chất lượng bê tông của mẫu. Ưu điểm của phương pháp là trực quan và khá chính xác. Nhược điểm là chi phí lấy mẫu khá lớn. Nếu chỉ khoan 2 lỗ trên tiết diện cọc theo chiều sâu cả cọc thì chi phí xấp xỉ giá thành của cọc. Thường phương pháp này chỉ giải quyết khi bằng các phương pháp khác đã xác định cọc có khuyết tật. Phương pháp này kết hợp kiểm tra chính xác hoá và sử dụng ngay lỗ khoan để bơm phụt xi măng cứu chữa những đoạn hỏng.

Phương pháp này đòi hỏi thời gian khoan lấy mẫu lâu, quá trình khoan cũng phức tạp như phải dùng bentonite để tống mạt khoan lên bờ, phải lấy mẫu như khoan thăm dò đá và tốc độ khoan không nhanh lắm.

Hiện nay Viện Thiết kế Giao thông nước ta có yêu cầu nhiều công trình thử nghiệm theo phương pháp này. Nhiều cọc nhồi ở móng trụ cầu Việt Trì đã khoan lấy mẫu theo phương pháp này.

(iii) Phương pháp siêu âm:

Phương pháp này khá kinh điển và được dùng phổ biến. Phương pháp thử là dạng kỹ thuật đánh giá kết cấu không phá huỷ mẫu thử (Non-destructive evaluation, NDE). Khi thử không làm hư hỏng kết cấu, không làm thay đổi bất kỳ tính chất cơ học nào của mẫu. Phương pháp được Châu Âu và Hoa kỳ sử dụng khá phổ biến. Cách thử thông dụng là quét siêu âm theo tiết diện ngang thân cọc. Tùy đường kính cọc lớn hay nhỏ mà bố trí các lỗ dọc theo thân cọc trước khi đổ bê tông. Lỗ dọc này có đường kính trong xấp xỉ 60 mm vỏ lỗ là ống nhựa hay ống thép. Có khi người ta khoan tạo lỗ như phương pháp kiểm tra theo khoan lỗ nói trên, nên không để lỗ trước.

Đầu thu phát có hai kiểu: kiểu đầu thu riêng và đầu phát riêng, kiểu đầu thu và phát gắn liền nhau.

Nếu đường kính cọc là 600 mm thì chỉ cần bố trí hai lỗ dọc theo thân cọc đối xứng qua tâm cọc và nằm sát cốt đai. Nếu đường kính 800 mm nên bố trí 3 lỗ.

Đường kính 1000 mm, bố trí 4 lỗ... Khi thử, thả đầu phát siêu âm xuống một lỗ và đầu thu ở lỗ khác. Đường quét để kiểm tra chất lượng sẽ là đường nối giữa đầu phát và đầu thu. Quá trình thả đầu phát và đầu thu cần đảm bảo hai đầu này xuống cùng một tốc độ và luôn luôn nằm ở cùng độ sâu so với mặt trên của cọc.

Trường Đại học Northwestern Hoa kỳ có Khu thí nghiệm Địa kỹ thuật Quốc gia mới làm những thí nghiệm về siêu âm kiểm tra chất lượng cọc nhồi vào năm 1997 với cọc nhồi được đúc với những khuyết tật định trước. Kết quả cho thấy phương pháp quét siêu âm trong tiết diện ngang cọc thu được biểu đồ phản ánh khá chính xác và tin cậy. Qui phạm của nhiều nước qui định thí nghiệm kiểm tra chất lượng cọc bê tông bằng phương pháp không phá huỷ phải làm cho 10% số cọc.

Phức tạp của phương pháp này là cần đặt trước ống để thả đầu thu và đầu phát siêu âm. Như thế, người thi công sẽ có chú ý trước những cọc sẽ thử và làm tốt hơn, mất yếu tố ngẫu nhiên trong khi chọn mẫu thử. Nếu làm nhiều cọc có ống thử siêu âm quá số lượng yêu cầu sẽ gây ra tốn kém.

Phương pháp thử bằng phóng xạ (Carota):

Phương pháp này cũng là một phương pháp đánh giá không phá huỷ mẫu thử (NDE) như phương pháp siêu âm. Cách trang bị để thí nghiệm không khác gì phương pháp siêu âm. Điều khác là thay cho đầu thu và đầu phát siêu âm là đầu thu và phát phóng xạ. Nước ta đã sản xuất loại trang bị này do một cơ sở của quân đội tiến hành.

Giống như phương pháp siêu âm, kết quả đọc biểu đồ thu phóng xạ có thể biết được nơi và mức độ của khuyết tật trong cọc.

(iv) Phương pháp đo âm dội:

Phương pháp này thí nghiệm kiểm tra không phá huỷ mẫu để biết chất lượng cọc, cọc nhồi, cọc barrettes. Nguyên lý là sử dụng hiện tượng âm dội (Pile Echo Tester, PET). Nguyên tắc hoạt động của phương pháp là gõ bằng một búa 300 gam vào đầu cọc, một thiết bị ghi gắn ngay trên đầu cọc ấy cho phép ghi hiệu ứng âm dội và máy tính xử lý cho kết quả về nhận định chất lượng cọc.

Tại Hoa kỳ có Công ty GeoComp chuyên cung ứng những dịch vụ về PET. Máy tính sử dụng để xử lý kết quả ghi được về âm dội là máy tính cá nhân tiêu chuẩn (standard PC), sử dụng phần cứng bổ sung tối thiểu, mọi tín hiệu thu nhận và xử lý qua phần mềm mà phần mềm này có thể nâng cấp nhanh chóng, tiện lợi ngay cả khi liên hệ bằng e-mail với trung tâm GeocomP. Phần mềm dựa vào cơ sở Windows theo chuẩn vận hành hiện đại, được nghiên cứu phù hợp với sự hợp lý tối đa về công thái học (ergonomic).

Chỉ cần một người đủ làm được các thí nghiệm về âm dội với năng suất 300 cọc một ngày.

Khi tiếp xúc với <http://www.piletest.com/PET.HTM> ta có thể đọc được kết quả chuẩn mực khi thử cọc và được cung cấp miễn phí phần mềm cập nhật theo đường e-mail.

Với sự tiện lợi là chi phí cho kiểm tra hết sức thấp nên có thể dùng phương pháp này thí nghiệm cho 100% cọc trong một công trình. Nhược điểm của phương pháp là nếu chiều sâu của cọc thí nghiệm quá 20 mét thì độ chính xác của kết quả là thấp.

(v) Các phương pháp thử động:

Các phương pháp thử động ngày nay đã vô cùng phong phú. Với khái niệm động lực học của cọc, thị trường công cụ thử nghiệm có rất nhiều trang thiết bị như máy phân tích đóng cọc để thử theo phương pháp biến dạng lớn (PDA), máy ghi kết quả thử theo phương pháp biến dạng nhỏ (PIT), máy ghi saximeter, máy phân tích hoạt động của búa (Hammer Performance Analyzer, HPA), máy ghi kết quả góc nghiêng của cọc (angle analyzer), máy ghi kết quả đóng cọc (Pile installation recorder, PIR), máy phân tích xuyên tiêu chuẩn (SPT analyzer) ...

* Máy phân tích cọc theo phương pháp biến dạng lớn PDA có loại mới nhất là loại PAK. Máy này ghi các thí nghiệm nặng cho môi trường xây dựng ác nghiệt. Máy này ghi kết quả của phương pháp thử biến dạng lớn cho công trình nền móng, cho thăm dò địa kỹ thuật. Phần mềm sử lý rất dễ tiếp thu. Số liệu được tự động lưu giữ vào đĩa để sử dụng về sau. Chương trình CAPWAP đã cài đặt được vào PAK nên việc đánh giá khả năng toàn vẹn và khả năng chịu tải của cọc rất nhanh chóng.

* Sử dụng phương pháp thử Biến dạng nhỏ (PIT) là cách thử nhanh cho số lớn cọc. Phép thử cho biết chất lượng bê tông cọc có tốt hay không, tính toàn vẹn của cọc khi kiểm tra các khuyết tật lớn của cọc. Các loại máy phân tích PIT dùng nguồn năng lượng pin, cơ động nhanh chóng và sử dụng đơn chiếc. Dụng cụ của phương pháp PIT dùng tìm các khuyết tật lớn và nguy hiểm như nứt gãy, thắt cổ chai, lẫn nhiều đất trong bê tông hoặc là rỗng.

(vi) Phương pháp trở kháng cơ học:

Phương pháp này quen thuộc với tên gọi phương pháp phân tích dao động hay còn gọi là phương pháp truyền sóng cơ học. Nguyên lý được áp dụng là truyền sóng, nguyên lý dao động cưỡng bức của cọc đàn hồi. Có hai phương pháp thực hiện là dùng trở kháng rung động và dùng trở kháng xung.

Phương pháp trở kháng rung sử dụng mô tơ điện động được kích hoạt do một máy phát tác động lên đầu cọc. Dùng một máy ghi vận tốc sóng truyền trong cọc. Nhìn biểu đồ sóng ghi được, có thể biết chất lượng cọc qua chỉ tiêu độ đồng đều của vật liệu bê tông ở các vị trí.

Phương pháp trở kháng xung là cơ sở cho các phương pháp PIT và PET. Hai phương pháp PIT và PET ghi sóng âm dội. Phương pháp trở kháng xung này ghi vận tốc truyền sóng khi đập búa tạo xung lên đầu cọc.

Sự khác nhau giữa ba phương pháp này là máy ghi được các hiện tượng vật lý nào và phần mềm chuyển các dao động cơ lý học ấy dưới dạng sóng ghi được trong máy và thể hiện qua biểu đồ như thế nào.

iv.1 Chất lượng bê tông thân cọc:

- (i) Bê tông ở thân cọc mất từng mảng do bê tông có độ sụt quá lớn.
- (ii) Bê tông cọc mất từng mảng do có túi nước trong thân hố khoan
- (iii) Bê tông thân cọc mất từng đoạn do gặp túi nước lớn trong thân hố khoan
- (iv) Mũi cọc mất một đoạn do đáy xục rửa không sạch
- (v) Thân cọc thu nhỏ tiết diện, lở mất khối bê tông bảo vệ do rút ống khi bê tông đã sơ ninh, một phần ngoài bê tông bị ma sát với thành vách chống đi lên

- (vi) Cọc mất độ thẳng đứng do khi rút ống có tác động ngang trong quá trình rút ống
- (vii) Cọc bị thiếu một số bê tông do thép quá dày, bê tông không chảy dâng kín hết không gian
- (viii) Thân cọc nham nhở do bê tông có độ sụt nhỏ
- (ix) Thân cọc có đoạn chỉ có sỏi hoặc có các lỗ rỗng lớn do đổ bê tông bị gián đoạn
- (x) Đoạn trên thân cọc có các nhánh bê tông đâm ra như rễ cây do đoạn này không có nước ngấm, đất khô, lại bị sụt trong quá trình khoan tạo thành các rãnh có hình rễ cây. Khi rút ống chống lúc bê tông còn nhão nên bê tông chảy ra
- (xi) Tốn nhiều bê tông do vách bị xập từng đoạn

iv.2 Chất lượng cọc chịu tải tĩnh không đáp ứng:

- (i) Do không khoan đến độ sâu qui định đã thi công các công đoạn sau
- (ii) Do còn lớp bùn quá dày tồn ở đáy hố khoan, xúc rửa không sạch mà đã đổ bê tông

iv.3 Chất lượng cốt thép không đạt:

- (i) Đặt không đúng khoảng cách giữa các thanh, lồng thép bị méo mó, biến hình so với thiết kế
- (ii) Thép bị gỉ. Nhớ rằng môi trường làm việc rất bẩn bùn làm gỉ cốt thép
- (iii) Nối thép không đúng qui định cách nối, vị trí nối.

iv.4 Điều kiện công tác kém

- (i) Mặt bằng luôn ngập ngụa trong bùn. Quá trình khoan phải sử dụng hàng trăm khối bùn bentonite. Khi đổ bê tông số bùn trong hố khoan bị bê tông đẩy lên miệng hố, gây bẩn ra mặt bằng thi công.
- (ii) Mặt bằng ngập ngụa bùn bẩn làm cản trở việc thi công những cọc tiếp theo. Nếu bùn này chảy ra cống thoát nước của thành phố sẽ làm tắc cống chung.
- (iii) Phải thiết kế biện pháp thu hồi tái sử dụng bùn bentonite, vừa tiết kiệm, vừa tạo ra vệ sinh cho mặt bằng.

iv.5 Gặp di vật khi khoan

- (i) Gặp rễ cây, gặp những thấu kính sỏi cuội do trầm tích ao hồ
- (ii) Gặp rác xây dựng do phá dỡ dọn không sạch: dầm, mảng tường, khối bê tông.
- (iii) Gặp cọc cũ: Chú ý không được nhổ cọc cũ vì như thế sẽ phá hoại kết cấu nền.
- (iv) Gặp đá mồ côi chìm.

iv.6 Khoan sát công trình hiện hữu:

- (i) Có những hố khoan chỉ cách công trình hiện hữu vài chục centimet. Cần giữ vách ở những chỗ này. Đồng thời quá trình gây khoan không gõ mạnh gây rung chấn động.
- (ii) Cần có giải pháp chống đỡ hữu hiệu các công trình hiện hữu có khả năng biến dạng do quá trình thi công cọc.

iv.7 Chất lượng thiết bị, trang bị kém

Đã có tai nạn do khi rút ống đổ bê tông bị đứt mối hàn.

iv.8 Mưa:

Mưa và biến động thời tiết cản trở thi công. Khi thi công có khó khăn, phải ngừng thi công khi đang đào dở, có thể dùng giải pháp lấp tạm bằng cát sạch cho đầy hố và đầm bằng quả nặng. Giải pháp này cũng sử dụng cho khi bị ngưng thi công vì những lý do khác.

iv. 9 Kinh nghiệm về thí nghiệm:

Nên tổ chức kiểm tra để cấp chứng chỉ theo kiểu kiểm tra chéo giữa các đơn vị thí nghiệm.

iv. 10 Lập hồ sơ :

Cần yêu cầu đủ hồ sơ và hồ sơ cần có địa chỉ kết cấu như đã trình bày ở phần trên.

Việc sử dụng cọc nhồi rộng rãi mới xâm nhập vào nước ta trên dưới chục năm nay và cho kết quả khá ổn định . Đây là biện pháp móng sâu được hầu hết các nước trên thế giới sử dụng cho nhà cao tầng và các công trình có tải lớn . Ngành giao thông nước ta sử dụng phương pháp này cho hầu hết móng trụ cầu xây dựng ở nước ta trong vòng hai chục năm gần đây . Với nhà cao tầng, giải pháp cọc nhồi và cọc barrette là giải pháp rất tốt nếu không dám nói là giải pháp duy nhất đúng.

1.11 Sử dụng tường cừ bảo vệ hố đào sâu :

1.11.1 Mô tả công nghệ

Trong công nghệ thi công nền, móng nhà dân dụng và công nghiệp ít khi phải đào hố sâu hoặc nếu có đào hố sâu thì mặt bằng thi công lại đủ thoải mái mà làm mái dốc chống xập thành vách đất đào. Gần đây do phải làm nhà cao tầng, hố móng sâu và xây chen trong thành phố nên vấn đề chống vách đào thẳng đứng được đặt ra nghiêm túc.

Tường cừ vách hố đào bằng gỗ lùa ngang :

Biện pháp này được sử dụng nhiều do vật tư làm cừ không đòi hỏi chuyên dụng mà là những vật tư phổ biến. Máy đóng những dầm I thép hình xuống đất cũng là những máy đóng cọc thông thường . Quanh thành hố đào được đóng xuống những thanh dầm I-12 thép hình có độ sâu hơn đáy hố đào khoảng 3~4 mét. Những dầm I-12 này đặt cách nhau 1,5 ~ 2,0 mét. Khi đào đất sâu thì lùa những tấm ván ngang từ dầm I nọ đến dầm I kia, tấm ván để đứng theo chiều cạnh, lùa giữa hai bụng của dầm I . Ván được ép mặt tỳ vào cánh của dầm I . Khoảng hở giữa ván và cánh kia của dầm I được độn gỗ cho chặt.

Nếu đất đào không có nước ngầm thì biện pháp này chống thành hố đào đơn giản . Cần kiểm tra lực đẩy ngang và có biện pháp văng chống biến dạng đầu dầm I phần trên .

Nếu khu vực thi công có nước ngầm thì biện pháp tỏ ra có nhược điểm là nước ngầm sẽ chảy vào hố đào theo khe giữa các thanh ván và đem theo đất mịn hoặc cát ở chung quanh vào hố đào và gây nguy hiểm cho công trình kề bên.

Giải pháp này rất phụ thuộc vào mức nước trong đất và kết quả không ổn định, rất tạm bợ. Chỉ nên sử dụng trong phạm vi công trình nhỏ.

Tường cừ bằng thép :

Tường cừ bằng những tấm thép chế sẵn từ nhà máy. Có nhiều loại tiết diện ngang của tấm cừ như cừ phẳng, cừ khum, cừ hình chữ Z gọi là cừ Zombas, cừ hình chữ U gọi là cừ Lacsen. Những tấm cừ chế tạo từ nhà máy có chiều dài 12 mét, chiều dày tấm cừ từ 6 ~ 16 mm. Chiều rộng của tiết diện ngang của một tấm thường từ 580 mm đến 670 mm. Chiều sâu của tiết diện thì mỏng nhất là cừ phẳng, chỉ 50 mm và sâu nhất là cừ Lacsen khi ghép đôi đến 450 mm.

Đặc điểm của cừ là hai mép tấm cừ có mộng để khi lùa những tấm cừ lại với nhau lúc đóng xuống đất, mảng cừ có độ khít đến mức nước không thấm qua, không di chuyển được từ phía mặt cừ này sang phía mặt cừ bên kia.

Cừ thường đóng xuống đất trước lúc đào về một phía của tường cừ để khi đào chống được đất xô và nước chảy vào hố đào theo phương ngang.

Tường cừ được kiểm tra sự chịu áp lực ngang như dạng tường chắn đất theo sơ đồ tường mỏng (mềm) đứng tự do. Cần kiểm tra biến dạng của tường, không cho phép tường có di chuyển gây xập lổ hoặc đè lấp công trình đào trong lòng hố.

Dưới tác động của các lực ngang, tường mềm đứng tự do, làm việc như một công sôn có ngầm đàn hồi trong đất. Do lực ngang là áp lực đất của một bên mặt cừ đẩy vào cừ sau khi đào hẫng bên trong, tấm cừ sẽ quay quanh một điểm nào đó. Từ điểm xoay này mà xác định độ sâu cắm cừ sao cho tạo được áp lực cân bằng chủ động và bị động. Thông thường phải thêm hệ thống văng giữ và neo để hỗ trợ chống lại các tác động của áp lực lên tường. Nếu một đợt cừ không đủ chống được áp lực, cần tạo nhiều lớp cừ theo kiểu dật cấp, lớp ngoài bao bọc hố rộng, các lớp trong diện tích bao bọc sẽ hẹp dần. Chiều rộng mặt bậc cũng được tính toán sao cho cung trượt không phá huỷ toàn bộ hệ thống.

Hiện nay trên thị trường nước ta đã có mặt Hãng cung cấp cọc cừ nổi tiếng thế giới TRADE ARBED đã có kinh nghiệm sản xuất và cung ứng cọc cừ hàng trăm năm nay.

Cọc cừ thường được sử dụng nhiều lần. Ngay tại nước ta cũng có những công ty chuyên cung cấp hoặc cho thuê cọc cừ đã qua sử dụng nhằm hạ giá thành cho các giải pháp sử dụng cọc cừ.

Thiết bị hạ cọc cừ xuống đất cũng là các máy đóng cọc thông thường. Nếu sử dụng hạ cọc cừ kiểu rung, có thể ghép nhiều tấm để cùng rung hạ cho tận dụng sức máy. Thường dùng máy đóng cọc diesel để đóng cọc cừ.

Khi sử dụng tường cừ phải kiểm tra biến dạng gây ra sự chuyển dịch tường cừ vào phía trong hố đào. Nếu có khả năng chuyển vị phải thiết kế các đợt chống đỡ bằng các khung nằm ngang. Những đợt chống đỡ này là những thanh thép hình chữ I, U không nhỏ, tạo thành khung kín khắp bên trong tiết diện hố đào, có các thanh chéo ở góc và các thanh văng ngang có tăng đơ để ép chặt ván cừ thành vào đất. Nếu cần đảm bảo không gian để thi công bên trong hố đào không thể làm hệ văng ngang mà phải neo những thanh thép hình khung đỡ ván cừ xuyên qua ván cừ thành mà neo vào đất bên ngoài hố đào. Việc tạo dây neo bằng cách khoan vào đất

theo máy khoan perforateur, sau đó đưa dây cáp vào trong hố khoan này rồi bơm vữa xi măng tại một số điểm làm đầu neo.

Hãng C-LOC của Hoa kỳ đã giới thiệu sang nước ta loại ván cừ bằng VINYL có tiết diện ngang tựa như loại LACSEN sử dụng cạp bờ hồ, bờ mương thì bền lâu, vững chãi và mỹ quan. Nhiều công trình cạp hồ sử dụng phương pháp kê đá học ít hiệu quả vì trọng lượng bản thân của kê lớn mà đáy móng kê lại nằm trên nền đất yếu sũng nước nên chẳng bao lâu, chỉ một vài năm kê bị sụt và hỏng. Nếu cạp kê bằng ván cừ nhựa, mũi kê nằm sâu dưới đất, có khi phân chìm gấp ba, bốn lần phân nổi của ván cừ nên chịu lực đẩy ngang rất tốt, kê ổn định lâu dài.

Tường cừ bằng bê tông cốt thép ứng lực trước:

Hiện nay Nhà máy Bê tông Xuân Mai bên cạnh Hà nội đang chế tạo tường cừ bằng bê tông cốt thép ứng lực trước để sử dụng trong việc thi công các tầng hầm. Tấm cừ làm bằng bê tông cốt thép có kích thước dày 120 mm, rộng 750 mm và dài từ 6 đến 8 mét. Bê tông sử dụng có mác 300, thép ứng suất trước. Loại này hạ xuống đất có thể đóng, có thể rung ép.

Cừ bê tông cốt thép được thuận lợi là nếu để lại tường sẽ sử dụng ngay làm tường tầng hầm, chỉ cần bọc thêm cho chiều dày từ 100 ~ 150 mm bê tông sau khi thi công lớp chống thấm sẽ giảm được chi phí cho thi công tường tầng hầm.

1.11.2 Phạm vi áp dụng

Trong nước :

Biện pháp ván cừ này là biện pháp kinh điển được sử dụng chính thức như tài liệu giáo khoa trong cách xử lý đào móng sâu. Phần lý thuyết tính toán và thực tế áp dụng đã chứng minh rằng kết quả rất ổn định, đáng tin cậy trong các giải pháp chống đỡ thành hố đào. Nếu luân lưu tốt, đây cũng là giải pháp kinh tế. Cần nhân rộng và quen thuộc với giải pháp này.

Các công ty xây dựng cầu đường hoặc thi công cảng biển, cảng sông sử dụng nhiều hơn ngành xây dựng dân dụng và công nghiệp. Tuy vậy để văng chống vách đào sâu trong thành phố, nhiều công ty xây dựng dân dụng và công nghiệp đã làm quen với tường cừ.

Nước ngoài:

Các nước châu Âu là nơi sử dụng ván cừ sớm trên thế giới. Đức, Pháp, Anh, các nước Bắc Âu sử dụng ván cừ sớm nhất. Bắc Mỹ cũng là những nước có nhiều kinh nghiệm xây dựng dùng tường cừ nhiều.

Công ty ARBED là công ty có lượng ván cừ bán nhiều nhất trong các nước phương Tây.

Nhật bản cũng là nước sản xuất nhiều loại ván cừ thép dạng Larsen bán trong khu vực châu Á, Thái bình dương.

Gần đây, Nhật bản và Hàn quốc liên doanh đưa ra thị trường các sản phẩm ván cừ LX và Larsen dưới tên hãng TUNGHAN INDUSTRY SDN BHD là loại ván cừ châu Á cạnh tranh với ván cừ Mỹ và châu Âu tại thị trường Đông Nam Á.

Ván cừ sử dụng để kê thành vách đào, kê đường dẫn đến các cầu nổi trên mặt đất bằng phẳng cũng như kê ven hồ, ven sông.

2. Phần xây dựng công trình trên mặt đất :

2.1 Công trình nhà xây gạch sàn tại chỗ :

2.1.1 Mô tả công nghệ

Nhà xây gạch, sàn đổ tại chỗ bằng bê tông cốt thép được xây dựng khá phổ biến ở nước ta từ những năm 1930.

Kết cấu chịu lực chủ yếu là gạch đá, gạch đá có cốt thép . Ngoài ra có một số kết cấu như sàn và sàn thang bằng bê tông cốt thép. Thời kỳ những nhà này được xây dựng phổ biến thì yêu cầu thiết kế cho công trình phải thoả mãn yêu cầu tiết kiệm xi măng và thép cũng như khuyến cáo rằng phải tận dụng vật liệu địa phương và hình dáng kết cấu đơn giản. Kết cấu được yêu cầu chống được các tác động cơ học, xâm thực của môi trường, chống gỉ cho các chi tiết bằng thép.

Kết cấu đảm bảo ổn định theo phương ngang nhà là tường ngang nhà có chiều dày ≥ 220 mm, hoặc khung ngang để kết cấu sàn hoặc mái có gối tựa . Tuỳ khoảng cách giữa các kết cấu ổn định ngang, nếu khoảng cách này nhỏ hơn số liệu trong bảng sau đây thì nhà được gọi là nhà có sơ đồ cứng và nếu lớn hơn thì nhà gọi là có sơ đồ mềm.

Loại sàn và mái	Trị số lớn nhất ứng với khối xây nhóm (m)			
	I	II	III	IV
1. Sàn nhà và mái bằng bê tông cốt thép và gạch đá cốt thép đúc toàn khối hoặc lắp ghép xong toàn khối hoá.	54	42	30	-
2. Sàn nhà và mái bằng bê tông cốt thép lắp ghép, bằng các dầm bê tông cốt thép hoặc dầm thép đỡ các tấm bản bê tông hoặc gạch.	42	36	24	-

Những nhà gạch mà ta đã thiết kế nhiều năm nay có tường ngang chịu lực và gác panen hoặc sàn tại chỗ nên những nhà như thế là nhà có sơ đồ cứng. Nhà có sơ đồ cứng thì hệ tường ngang, tường dọc cùng trụ và mái tạo thành hệ không gian, những kết cấu này làm việc trong một hệ thống chung để chịu các tải trọng tác động lên nhà, kể cả trọng lượng bản thân.

Để đảm bảo sự làm việc liên hợp giữa các bộ phận của nhà cần chú ý :

- Liên kết giữa tường ngang và tường dọc tốt nhất là sử dụng mỏ dặt.
- Khi tường đang xây mà cần dừng, phải chờ mỏ dặt để rồi xây tiếp.
- Mỗi tầng nhà phải có hệ giằng tường để liên kết các tường vào nhau và vào sàn, mái nhà.
- Tường và cột đều phải neo giữ vào sàn, vào mái bằng các thanh thép neo.
- Tường nhà có khung bê tông cốt thép hay khung thép phải có neo giữ bằng thép sợi $\Phi 8$ nằm trong lớp vữa xi măng cát, hai đầu sợi $\Phi 8$ chôn trong khung, cứ 6~8 hàng gạch xây lại phải làm một sợi neo giữ này.

Sàn đổ tại chỗ thì nên kết hợp sàn với giằng tường . Khi đầu dầm hoặc đầu sàn kê vào tường không nhỏ hơn 120 mm thì lực ma sát giữa sàn và tường đủ lớn nên có thể giảm bớt số lượng sợi neo nói trên.

Nhà xây gạch có ưu điểm là khối xây chịu lửa tốt, chịu những tác động của ăn mòn nhẹ nên bền vững hàng trăm năm . Nhà xây gạch sử dụng vật liệu địa phương, tiết kiệm xi măng và thép, cách âm, cách nhiệt tốt, dễ tạo hình kiến trúc.

Nhược điểm của nhà xây gạch là : khối lượng riêng của vật liệu lớn, từ 1200 ~ 2000 kg/m³ mà sức bền của khối xây lại nhỏ nên nhà nặng nề so với nhà bê tông cốt thép hoặc nhà thép. Khi nhà phải chịu tải trọng động thì loại nhà xây chịu đựng kém . Khi có các lực kéo và cắt lớn thì nhà xây chịu đựng kém nên điều kiện sử dụng bị hạn chế.

Yêu cầu của khối xây tạo nên nhà phải đặc chắc, mạch xây ngang bằng, mặt xây phải phẳng . Thành, cạnh, góc xây phải thẳng đứng theo dọi. Mạch xây phải đều đặn và không quá mỏng hay quá dày . Mạch vữa tiêu chuẩn là 12 mm. Mạch đứng không được trùng nhau mà phải đảm bảo so le tối thiểu là 1/4 chiều dài viên gạch.

Khối xây được phân làm 4 nhóm căn cứ vào loại gạch, đá, vào cấu tạo của khối xây và cường độ của vữa .

Sức chịu tiêu chuẩn của khối xây là giới hạn độ bền của khối xây, phụ thuộc nhiều vào chất lượng vữa cấu tạo nên khối xây.

Khi có các lực tác động làm cho khối xây chịu kéo, chịu uốn và chịu cắt thì tùy thuộc phương của nội lực so với mạch của khối xây mà xác định được sức chịu tiêu chuẩn của khối xây ứng với các loại lực này.

Khoảng 5 năm trở lại đây, hầu hết các lò gạch đều gia công đất bằng cơ giới nên chất lượng viên gạch đã tốt lên rất nhiều so với trước đây .

Việc xây trát vẫn được thực hiện theo phương pháp thủ công . Vận chuyển ngang trong nội bộ công trường sử dụng xe cải tiến với sức chứa khoảng 150 viên gạch (300 kg) một xe . Vận chuyển theo phương thẳng đứng chủ yếu là thang tải với sức nâng 300 ~ 500 kg. Nhiều công trường sử dụng cần trục tháp loại 5 tấn thì đóng những thùng chuyên cho việc chở gạch và benne chuyên chở vữa và bê tông.

Gạch xây những năm gần đây, phần đất nguyên liệu được gia công bằng máy nên viên gạch khá đều đặn, đáp ứng được kích thước hình học theo tiêu chuẩn . Bên cạnh những viên gạch đặc, nhiều cơ sở sản xuất gạch đưa ra những loại gạch rỗng nhiều lỗ làm cho tường xây nhẹ đi, tường nhà tăng tính cách âm, cách nhiệt.

Tuy nhiên đất nguyên liệu làm gạch là dạng tài nguyên không tái tạo được cần dần dần hạn chế sản xuất gạch nung.

Hiện nay công nghệ sản xuất vật liệu nung (gạch, ngói nung ...) đang hoàn thiện các loại lò tuynen công suất 5 ~ 20 triệu viên / năm theo hướng thay thế dần đất sét lấy ở ruộng, ao bằng đất đồi hoặc các lớp bồi tích sông. Kiên quyết xóa bỏ lò thủ công vì lý do quản lý tài nguyên không tái tạo được (đất sét) cũng như bảo vệ môi trường. Phát triển gạch trang trí, ngói tráng men màu.

Loại nhà xây gạch, tường gạch chịu lực sẽ hạn chế dần vì so với nhà khung bê tông cốt thép, diện tích chiếm đất của tường lớn, khó nâng cao được hiệu quả sử dụng đất . Tuy thế, đây là giải pháp truyền thống nên sẽ tồn tại lâu dài với sự nghiệp xây dựng ở nước ta.

2.1.2 Phạm vi sử dụng:

Trong nước:

Loại nhà xây gạch, tường tại chỗ hiện nay vẫn chiếm tỷ lệ lớn trong phương thức dân tự xây nhà cho mình. Loại nhà này có cải tiến chút ít là có thêm cột ở góc tường, đến cao trình đáy sàn có thêm hệ dầm giằng không được tính toán tạo với cột thành khung làm cho nhà thêm ổn định.

Loại nhà này dân làm phổ biến từ thành phố đến nông thôn mới, các thị xã, thị tứ, thị trấn làm nhiều dạng nhà này.

Tuy phương thức xây dựng chủ yếu là thủ công nhưng dễ thi công ngay cả trong ngõ ngách, điều kiện vận chuyển vật tư khó khăn.

Phương thức này tạo giúp giải quyết nhanh nhu cầu nhà ở cho dân trong thời gian này.

Nước ngoài:

Đây là phương thức làm nhà ở cho vùng nông thôn và các thị tứ nước ngoài từ giữa thế kỷ 19. Hiện nay phương thức xây dựng này vẫn phổ biến ở nhiều nước cả ở khu vực và thế giới.

Tuy nhiên việc sử dụng vật liệu gạch nung sẽ dẫn đến cạn kiệt đất sét là tài nguyên không tái tạo được, nhiều nước thay thế gạch nung bằng gạch bloc bê tông, bloc rỗng hoặc đất trộn xi măng rồi đập thành gạch viên to để xây tường bao. Tường, vách ruột nhà làm bằng vật liệu mỏng, nhẹ.

2.2 Công trình nhà xây gạch sàn lắp ghép :

2.2.1 Mô tả công nghệ:

Vào những năm 1978 với sự ra đời của tấm pa nen hộp, nhiều nhà máy bê tông đúc sẵn được xây dựng và chế tạo panen sàn bán cho các công trường. Loại nhà xây gạch có sàn lắp ghép bằng panen trở nên phổ biến. Công cụ để cẩu lắp panen lên sàn là cần trục thiếu nhi với sức cẩu phổ biến là 200 kg, sau nâng dần đến 500 kg.

Panen hộp có kích thước danh nghĩa tính theo mm :

Chiều dài : 2400, 2600, 2700, 2800, 3000, 3200, 3300, 3400, 3600, 4200.

Chiều rộng: 500, 600, 1000, 1200.

Chiều cao : 200.

Các tấm panen được thiết kế với ba loại tải trọng tính toán như sau:

Loại a có tải trọng tính toán là 300 kG/m²

Loại b có tải trọng tính toán là 500 kG/m²

Loại c có tải trọng tính toán là 700 kG/m².

Bê tông sử dụng làm loại panen này là bê tông mác 200. Thép chịu lực trong sườn pa nen phổ biến là 2Φ10 ~ 2Φ16 với lượng thép cho 1m² sàn là 4 kg/m² đến 10 kg/m².

Khi chế tạo panen sàn, phần sàn trên của hai đầu tấm panen phải làm khuyết để chèn gạch phòng khi xây tường lên đầu tấm panen thì phần gạch chèn

sẽ đỡ tải trọng của tường và của các tầng sàn trên đè xuống. Với panen mái không cần phải làm khuyết phần sàn trên này.

Sàn bằng panen hay tấm đan thì những tấm sàn phải neo giằng với nhau và giằng với tường để ngăn cản mọi dịch chuyển khi có rung động hoặc chịu các dạng lực ngang tác động. Phải chèn kê panen bằng bê tông sỏi nhỏ có mức cao hơn mức bê tông của panen .

Mặt tỳ của các tấm panen sàn và panen mái này nên là mặt trên của giằng tường.

Vào năm 1982 một số cơ quan nghiên cứu như trường Đại học Xây dựng, Viện Khoa học Công nghệ Bộ Xây dựng làm thí điểm một số sàn bằng tấm bê tông có lỗ tròn dọc theo chiều gối tựa, không cốt thép. Những tấm này tựa trên những dầm nhỏ ứng lực trước gác qua gối tựa có nhịp từ 2,50 mét đến 4,50 mét. Loại này được làm thí điểm cho khoảng trên dưới chục nhà, sau sự cố xập sàn tại một ngôi nhà phố Cầu Gỗ Hà nội năm 1984 loại sàn này không sử dụng nữa.

Loại sàn Hourdi của các nước châu Âu mà tấm sàn đúc sẵn bằng gổm hay bê tông cốt liệu nhỏ, có 2 lỗ rỗng lớn dọc theo chiều dầm kê được dùng khá phổ biến ở nước ngoài. Những tấm sàn cao 200 mm, rộng 600 mm và chiều dài 600 mm ghép với nhau theo chiều dài để kê lên dầm theo chiều ngang. Chèn mạch bằng vữa xi măng. Loại sàn này có ưu điểm là cách âm, cách nhiệt tốt .

Vào những năm 1992~ 1994 khi Bộ Xây dựng có quan hệ hợp tác với Hãng SOCOTEC, hãng này có giới thiệu loại sàn này với một cơ quan tư vấn thiết kế trong Bộ nhưng không được chế tạo thực nghiệm .

2.2.2 Phạm vi sử dụng:

Trong nước:

Loại nhà này thực chất giống như loại trên, chỉ khác là sàn được đúc sẵn thành các panen. Việc chế tạo tấm panen giúp cho tăng tốc độ xây dựng và thêm tiện nghi về cách âm. Tuy thế, hiện nay đang thu hẹp diện xây dựng vì những nhà máy bê tông đúc sẵn không sản xuất panen để bán nữa mà tự đúc tại công trường rất khó đảm bảo chất lượng. Lý do thu hẹp diện sử dụng vì người sử dụng cho là độ ổn định chung của công trình theo cách xây dựng này chưa đáp ứng yêu cầu của họ và khi người dân sử dụng nhà của họ thì giải pháp sàn đổ tại chỗ được ưa chuộng hơn giải pháp lắp panen .

Nước ngoài:

Phương thức xây dựng này lúc đầu do cán bộ kỹ sư ta đi học trong các nước thuộc khối xã hội chủ nghĩa cũ, mà chủ yếu là Liên xô cũ đưa về. Loại nhà này không phát triển ngay tại những nước lúc đầu để ra nó.

2.3 Nhà lắp ghép tấm nhỏ :

Loại nhà này được xây dựng vào hai thời kỳ ở nước ta với sự khác biệt khá nhiều về kết cấu .

Năm 1958 tại Hà nội xây dựng thí điểm loại nhà bloc đầu tiên tại khu tập thể Kim Liên và cũng chỉ xây dựng tại khu thí điểm này mà không nhân rộng ra . Thay

cho tường trong nhà xây gạch là các tấm bloc bằng xi đúc có chiều dày 300 mm và tấm xi rộng khoảng 1,2 mét, cao 1,5 mét .

Thành phần vật liệu trong những tấm xi gồm xi nhiệt điện được sàng để có cỡ hạt nhỏ hơn 20 mm, cát vàng và xi măng. Mác của bê tông xi được chế tạo làm bloc là 50 . Bloc này có dung trọng khoảng 1,4 t/m³ . Với kích thước như trên, mỗi tấm xi nặng khoảng 750 kg.

Các tấm được đặt lên sàn qua lớp vữa xi măng cát vàng tỷ lệ 1 : 3 dày 20 ~ 30 mm và ghép sát nhau, mạch vữa đứng cũng là xi măng cát vàng 1 : 3 . Trước khi đặt tấm sàn có giằng tường bê tông cốt thép mác 200, giằng dày 100 mm.

Sàn sử dụng cho loại nhà này dạng tấm đúc sẵn có kích thước khoảng 12 m²/tấm . Sàn dày 100 mm, bê tông mác 200. Mỗi phòng lắp 2 tấm và khu phụ cho vệ sinh và bếp đúc tại chỗ .

Việc lắp ghép các tấm thời kỳ xây dựng tại khu tập thể Kim Liên Hà nội dùng cần cẩu tháp có sức cẩu 5 tấn loại BKCM-05 .

Việc liên kết giữa tấm với nhau, tấm với sàn chỉ dùng mạch vữa xi măng cát nên những đợt Hà nội được báo có bão trên cấp 12 vào những năm 1965 ~ 1975 thành phố ra lệnh cho những người ở khu tập thể này phải sơ tán . Nhưng sau nhiều trận bão trên cấp 10 công trình không thấy nứt nẻ do biến dạng, việc sơ tán không đặt ra nữa .

Kết cấu cho loại nhà này khá nặng nề và diện tích sử dụng nhỏ nhiều so với diện tích xây dựng do chiều dày của tường lớn . Độ tin cậy của các mối nối chưa cao nên tạo ra tâm lý không yên tâm cho người sử dụng, đồng thời kiến trúc của những nhà tại khu tập thể được xây dựng thí điểm còn nhiều nhược điểm nên việc sử dụng loại nhà này bị hạn chế.

Loại nhà lắp ghép tấm nhỏ khác là loại sử dụng cho nhà hai tầng trở xuống nhưng phổ biến là dùng cho nhà 1 tầng, có khung là cột bê tông cốt thép nhỏ như là đố, có rãnh để lùa tấm tường mỏng 60 mm làm vách ngăn. Kết cấu chịu lực chính là khung cột và dầm bằng bê tông cốt thép nhỏ . Sàn tấm phẳng vừa cho cả gian nhà . Vách là những tấm đan bê tông cốt thép dày 60 mm, rộng 500 mm và dài chừng 750 mm ~ 1200mm. Tấm tường này lùa vào hai cột bằng rãnh dạng mộng . Một số nhà có tấm tường chèn giữa cột của khung bê tông cốt thép tiết diện nhỏ là tấm kích thước nhỏ chế tạo bằng xi sàng hạt nhỏ dưới 10 mm. Loại nhà này vào những năm 1964 đến 1978 được dùng nhiều thay lán trại công trường để giữ nhà tạm cho công nhân được lâu hơn nhà tranh lá nứa, an toàn hơn và ít khả năng bị hoả hoạn hơn .

Vào những năm 1968 ~1978 các khu tập thể của cán bộ tại Hà nội và sinh viên các trường học có nội trú phát triển nhanh chóng, địa điểm xây dựng các trường đại học, trung học và trường dạy nghề không ổn định song song với việc chưa có kinh phí đầu tư xây dựng vĩnh cửu nhưng vẫn đòi hỏi số lượng lớn nhà ở cho sinh viên nên loại nhà này được xây dựng nhiều cho các trường học có sinh viên, học sinh tập trung.

Bê tông để đúc tấm tường, đố cột, dầm thường có mác 200. Thép sử dụng cho đố, thanh chủ là Φ 12 và những thanh khác là Φ 6 hoặc Φ 4. Thép trong các tấm tường là lưới thép Φ 4 đan vuông cách nhau 100 mm.

Loại nhà này được dùng làm lán trại công trường là chính và sử dụng cho các mục đích khác có tính chất tạm bợ mà trong một thời phương châm phục vụ là hãy có chỗ nhét người rồi tiện nghi tính sau nên không trát trong, không trát ngoài, nền lán xi măng cát, không hoặc có trần bằng cốt nẹp tre.

Kết cấu đỡ mái cho loại nhà này là vì kèo thép tròn mà các thanh dốc mái hàn bằng thép tròn thành hai dầm tổ hợp thép tròn và thanh cánh hạ sử dụng một sợi dây căng $\Phi 12 \sim \Phi 14$ có lắp tăng đơ. Tựa vào vì kèo này là xà gỗ bê tông, xà gỗ gỗ hay xà gỗ cũng bằng thép tròn tổ hợp từ $\Phi 6$. Chất lợp phổ biến là fibroximăng, tôn hay ngói xi măng. Một số công trường dùng chất lợp cho loại nhà này là cốt ép trên phủ giấy dầu bitum.

Từ khi phân chia địa bàn xây dựng cho các công ty xây dựng theo địa dư, số nhu cầu lán trại giảm và nhất là khi Nhà nước không cho tính 2,8 % tiền đầu tư cho lán trại công trường trong mục chi kiến thiết cơ bản khác thì không nơi nào làm loại nhà này nữa. Các cơ quan xóa bỏ cơ chế bao cấp nhà ở tập thể cho công nhân viên chức nên loại nhà này cũng không có đất để xây dựng. Bên cạnh đó, mức sống của người dân lên cao dần, những loại nhà rất kém tiện nghi như loại này cơ hội phát triển là hiếm hoi .

2.4. Nhà lắp ghép tấm lớn :

Nhà lắp ghép tấm lớn được nghiên cứu để xây dựng ở nước ta vào năm 1975 và bắt đầu xây dựng thí nghiệm vào năm 1976 tại khu Văn Chương, quận Đống Đa, Hà nội.

Loại nhà này có kết cấu chịu lực chính là hệ thống tường bằng bê tông có một ít thép phân bố cấu tạo trong tấm và gia cường ở gờ biên của tấm . Tường chịu lực gắn với sàn thành hệ kết cấu không gian cùng chịu lực và tùy theo sự sắp xếp kiến trúc mà bản sàn kê chịu lực được coi như bản kê hai cạnh, ba cạnh hoặc bốn cạnh . Tường có chiều dày 15 cm bằng bê tông mác 150 ~ 200, chiều cao bằng chiều cao nhà và chiều rộng từ 3,3 mét đến 3,6 mét để mỗi thân ngang nhà phải lắp từ hai đến ba tấm. Tấm tường ở một số khu tập thể được làm bằng khuôn bê tông cốt thép, nhồi ở giữa tấm bằng bê tông xi đập mịn qua hộc sàng 5 mm .

Tấm sàn bằng bê tông mác 200, cốt thép đặt theo tính toán và chiều dày sàn là 12 cm ~ 15 cm.

Việc liên kết giữa những tấm tường với nhau và tường với sàn hoặc tường với tấm thang bằng cách nối hàn những miếng chi tiết đặt bằng thép sẵn chôn trong từng tấm cơ bản .

Khu vệ sinh thường được đổ bê tông toàn khối .

Cầu thang là tấm không cốt đặt tỳ lên tấm chiếu tới và tấm chiếu nghỉ cũng bằng bản bê tông cốt thép mác 200 và dày 12 cm. Thép chịu lực chính đặt theo phương dài của tấm thang.

Một thời gian khá dài, những tấm được chế tạo ngay tại bãi ở hiện trường . Sau đó, việc sản xuất tấm do các nhà máy bê tông đúc sẵn đảm nhiệm rồi chuyên chở đến vị trí lắp .

Loại nhà này thường được xây dựng 4 ~ 5 tầng trên móng bê tông cốt thép đổ tại chỗ. Một số khu tập thể sử dụng loại nhà này để xây dựng nhà 2 tầng theo

nguyên tắc, một hộ được cả tầng dưới và tầng trên . Những gian đầu hồi có lối giao thông riêng biệt nên dưới nhà là một hộ ít người, trên gác là hộ nhỏ.

Việc lắp ghép nhà loại này nhờ cần cầu tháp có sức nâng 5 tấn . Để hỗ trợ việc lắp ghép nhà trong lúc chưa di chuyển cần trục tháp tới hiện trường, có thể dùng cần trục bánh xích để lắp hai tầng dưới .

Do trình độ chế tạo tấm và do chủ trương của nhà quản lý xây dựng nên tất cả những nhà loại này đều phải trát trong và trát ngoài như nhà bình thường. Loại nhà này thích hợp cho các chung cư nhiều căn hộ .

Những năm cuối của thời kỳ xây dựng loại nhà này (khoảng năm 1990) mẫu mã loại nhà lắp ghép tấm lớn có cải tiến nhiều thể hiện qua các mẫu nhà ở tại khu Thanh xuân Nam và Thanh xuân Bắc Hà nội.

Loại nhà lắp ghép tấm lớn nếu tính toán theo động đất cấp 6 độ Richter trở lên thì chi phí cho các liên kết hết sức cao . Mấy năm gần đây thiên tai do động đất làm nhiều nhà trên thế giới bị sụp đổ nên hầu hết các nước đều phải xem xét lại cách tính toán nhà chịu tải trọng động đất. Cũng vì lẽ ấy mà hiện nay ở CHLB Nga gần như không sử dụng nhà lắp ghép tấm lớn nữa.

Ở nước ta vào khoảng năm 1994 trở lại đây nhà lắp ghép tấm lớn cũng không được xây dựng nữa với lý do nhà nước xoá bỏ bao cấp trong việc cung cấp nhà ở cho cán bộ công nhân viên chức, đất được phân cho nhiều đơn vị xây dựng nhà để bán, và muốn dễ bán, các công ty có đất thường làm nhà căn hộ riêng biệt . Một số đơn vị xây dựng nhà chung cư để bán thì lại làm nhà nhiều tầng, đến chín mười tầng, để giảm giá thành đầu tư cho một đơn vị diện tích nhà sử dụng do móng chịu hết khả năng làm việc .

Loại nhà lắp ghép tấm lớn đã ghi dấu của một bước phát triển trong công nghiệp xây dựng nhà ở trong các khu chung cư Hà nội trong suốt thời kỳ 1978 ~ 1994. Nếu loại nhà này giải quyết tốt khâu liên kết chống động đất cho các mối nối, giải quyết tốt hơn khâu cách âm và cách nhiệt, nâng cao chiều cao nhà lên thêm chút nữa thì loại nhà này có thể dẫn đến công nghiệp hoá xây dựng nhà nhanh chóng . Tuy vậy, việc giải quyết khâu mối nối cho chống động đất không phải là đơn giản và kinh tế . Hiện nay ở nước Nga đã ngưng việc xây dựng theo loại nhà này . Qua những tai biến trong vòng chục năm qua trên thế giới, các nước phát triển đặt vấn đề tính toán kháng chấn rất nghiêm túc phản ánh trong việc sửa đổi quy phạm tính với các tác động kháng chấn. Việc ngưng sản xuất loại nhà này tại Nga hay tại nước ta là chủ trương đúng đắn vì sự an toàn sử dụng công trình .

2.5. Nhà được thi công theo kiểu kích nâng sàn

Sàn nhà được đúc tấm nọ đè trực tiếp lên tấm kia ngay trên chính mặt bằng công trình . Lớp sàn nọ với sàn kia được lớp chống dính ngăn cách để dễ dàng bóc tách từng lớp sàn riêng biệt mà không bị khó khăn gì . Cột nhà được đúc trước khi đúc các tấm sàn và đúc cao cho hết tầng cao của nhà luôn một mạch.

Khi các lớp sàn đã đủ tuổi phát huy hết khả năng chịu lực, nâng toàn bộ tấm sàn lên nhờ hệ thống kích lùa qua lỗ chừa sẵn tại sàn đến hết độ cao tầng . Liên kết chặt sàn dưới cùng với cột để cố định vị trí sàn của tầng trệt . Ta đã tạo dựng xong một tầng và tầng này bị các tấm sàn trên đè lên .

Tiếp tục lùa kích qua sàn tiếp theo tầng đã nâng để nâng những tấm sàn còn lại lên thêm một tầng nữa . Sau đó cân chỉnh rồi liên kết chặt tấm sàn này vào cột . Ta lại được thêm một tầng nữa được tạo dựng đúng như một tầng nhà đã thiết kế.

Cứ nâng từng tầng sàn rồi liên kết với cột cho các tầng từ dưới lên trên cho đến sàn cuối cùng cao nhất, ta hình thành khung chịu lực của toàn nhà.

Theo trình tự nâng như vừa mô tả, tầng nhà được hình thành từ dưới lên trên, đợt nâng cuối cùng ta sẽ được toàn bộ khung cột và sàn của toàn nhà .

Có thể nâng theo trình tự ngược lại. Đợt đầu nâng một tấm lên trên cao nhất. Khi đã gắn chắc chắn sàn với cột ta được sàn cao nhất vào vị trí. Khi cột được gắn với sàn ổn định xong, nâng tiếp sàn tầng áp để tạo ra tầng. Cứ làm tiếp cho đến khi nâng hết các tầng nhà .

Thiết bị chủ yếu sử dụng trong phương pháp thi công nhà nâng tầng là hệ thống kích . Hệ kích này phải có độ cao bằng một tầng nhà và có khả năng nâng tối thiểu cho cả hệ là đủ sức nâng toàn bộ trọng lượng các tấm sàn.

Điều kiện thi công chèn cột cho tầng là thao tác tiến hành giữa hai tầng sàn được nâng tách nhờ hệ kích nên phải hết sức chú ý đến sự bảo đảm độ an toàn cho người lao động . Quá trình thi công hết sức phức tạp, đòi hỏi sự phối hợp đồng bộ và sự điều khiển thống nhất .

Ưu điểm của phương pháp xây dựng nhà loại này là rút ngắn thời gian hình thành tạo khung chịu lực cho các tầng nhà . Độ phức tạp và phải có hệ thiết bị chuyên dùng là hạn chế của phương pháp nên thực tế, phương pháp xây dựng này không được nhân rộng ở nước ta.

Tại Viện Khoa học và Công nghệ Xây dựng đã xây dựng thí điểm một ngôi nhà 5 tầng thi công theo phương pháp này . Thí nghiệm đã nhân rộng ra nhà làm việc của Bộ Tài chính, một ngôi nhà trong Tòa án Tối cao . Những kết quả sau thí nghiệm cho biết thời gian thi công giảm được so với đối chứng trên 30%, tiết kiệm nhiều chi phí giàn giáo và giá thành công trình giảm khoảng 10 % . Sau những ngôi nhà thí nghiệm ấy, phương pháp xây dựng kiểu này không được nhân rộng chứng tỏ tính khả thi của phương pháp còn tồn tại những khúc mắc cơ bản . Tuy vậy loại nhà thi công theo phương pháp này có thể đưa vào danh mục để tuyển chọn công nghệ cho tương lai .

2.6. Nhà xây dựng theo công nghệ 3-D :

Ý tưởng về một dạng kết cấu khung thép 3 chiều với lõi vật liệu nhẹ được các tác giả Hoa Kỳ đưa ra từ những năm 1960 nhưng thành cấu kiện phải đợi tới năm 1980 các tác giả Áo mới đưa ra mô hình đầu tiên về các tấm cấu kiện này với hai lớp lưới thép cường độ cao cùng với lớp lõi polyurêthan. Hãng EVG (Áo), Entwicklungs und Verwertungs-Gesellschaft m.b.H, Raaba-Austria, đã tiến hành nghiên cứu và đưa ra công nghệ sản xuất các tấm 3D-Panel (three-dimentional panel) với lõi lõi polystyrene nhẹ, có giá thành hạ để làm tất cả cấu kiện cho cả ngôi nhà từ 1 đến 5 tầng . Đầu năm 1987 hệ thống panen 3-D được giới thiệu rộng rãi trên thế giới và được đưa vào sản xuất hàng loạt . Tại nước ta, ngôi nhà đầu tiên xây dựng theo phương pháp này vào năm 1997-1998 tại huyện Bình Chánh thành phố Hồ Chí Minh.

Phương pháp xây dựng dựa vào cấu kiện 3-D phù hợp cho đối tượng trung lưu vì những ưu điểm :

- * Công trình có tải trọng nhỏ, kinh tế trong sử dụng nền móng, trên nền đất yếu, trong xây dựng coi tầng, nâng tầng trên cơ sở công trình cũ có nền móng yếu.
- * Thi công nhanh chóng nhờ lắp ghép, có khả năng thi công trên mọi địa hình, bằng thiết bị chuyên dụng hoặc thủ công cũng thi công được loại nhà này.
- * Nhà có khả năng cách âm, cách nhiệt tốt.
- * Không cần nhiều chủng loại thợ mối thi công được thành công trình.
- * Giá thành hợp lý.
- * Thời gian thi công nhanh.

Tuy thế công trình xây dựng dựa trên cấu kiện 3-D có những nhược điểm :

- * Sử dụng thái quá panen sàn cho các kết cấu khác như tường, vách nên giá thành phải đội theo .
- * Khe năng chống lửa của lớp polystyrene kém nên công trình mất khả năng chịu lực khi có cháy.

Tổng kết qua việc xây dựng loại nhà này tại thành phố Hồ Chí Minh thấy, mỗi m² cấu kiện giá thành là 45.000 đến 95.000 đồng. Như thế, loại nhà này giá xấp xỉ bằng nhà xây gạch nhưng được những ưu điểm về thời gian thi công nhanh làm cho hấp dẫn.

Thể loại nhà này phù hợp với công trình vừa và nhỏ khoảng 1 ~2 tầng nên các nhà thiết kế cũng chỉ tạo những cấu kiện cho loại nhà này. Qua quá trình xây dựng loại nhà theo cấu kiện 3-D, các nhà thiết kế thấy rằng không nhất thiết khi sử dụng sàn nhà loại 3-D này lại cứ phải dùng tường như thế mà có thể tường là tường xây. Nếu quá lệ thuộc vào sự sử dụng 3-D sẽ dẫn đến gò ép và làm nâng giá thành hoặc làm ngôi nhà kém đi chức năng sử dụng hay tiện nghi.

Loại nhà này mới vào nước ta, còn cần thời gian để thử nghiệm cũng như để các chủ đầu tư cân nhắc .

2.7. Xây dựng sử dụng cốp pha trượt :

Cốp pha trượt được sử dụng để làm khuôn đúc các công trình bằng bê tông cốt thép dựa vào nguyên tắc làm một đoạn cốp pha cho các kết cấu có tiết diện ngang không đổi hay biến đổi theo qui luật tuyến tính. Đó là các công trình ống khói, nhà nhiều tầng bằng bê tông có kết cấu tường chịu lực, những loại kết cấu này sẽ được trượt theo phương thẳng đứng ; các kênh, mương, ống nằm ngang, hầm dài, những kết cấu này có tiết diện ngang không đổi bằng bê tông cốt thép sẽ được trượt theo phương nằm ngang .

Những bộ phận chủ yếu của bộ cốp pha trượt gồm có :

- * Hệ thống ván khuôn,
- * Hệ thống sàn thao tác,
- * Hệ thống bơm dầu áp lực.

Các yêu cầu chủ yếu của hệ cốp pha trượt là :

- + Độ cứng đủ để không bị biến dạng khi dịch chuyển.
- + Tính linh hoạt tốt, dễ điều khiển để di chuyển, và

+ An toàn sử dụng.

Nguyên lý vận hành của hệ cốp pha trượt như sau:

Tạo cốp pha cho một đoạn công trình . Đặt thép và đổ bê tông . Đổ bê tông cho kết cấu mà việc đổ bê tông làm cho công trình phát triển theo chiều cao thì khi bê tông đông rắn đủ độ cứng cho cốp pha tháo khỏi ván bọc không bị bung, vỡ, thì trượt cốp pha lên đoạn trên .

Hệ cốp pha phải được tỳ lên vật tựa gọi là ty cho kích bám mà vật tựa ấy phải đảm bảo toàn bộ kết cấu của cốp pha trượt di chuyển không gây biến dạng ngoài ý muốn .

Hệ thống cốp pha bao gồm ván khuôn, vòng găng và giá nâng. Hệ thống sàn gồm sàn thao tác trong, sàn vươn ra ngoài và hệ giáo treo trong, ngoài. Tải trọng thi công trên sàn được tính tùy theo trang bị thi công để trên đó, vật liệu và người tiến hành các thao tác. Số liệu có thể tham khảo từ 1000 N/m² đến 2500 N/m².

Muốn sử dụng được cốp pha trượt khi thiết kế kiến trúc phải tuân theo các yêu cầu :

+ Mặt bằng và mặt đứng càng đơn giản càng tốt xét theo quan điểm hình dáng hình học.

+ Bố trí kết cấu của các tầng nên giống nhau, thống nhất độ cao đáy dầm, cao độ các lỗ cửa, tuyến trục các dầm, cột, vách nên trùng hợp với nhau qua các tầng. Chi tiết đặt sẵn bằng thép để hàn tạo liên kết với các kết cấu nhô khỏi mặt trượt được thi công khi đã trượt xong cố gắng xếp theo phương ngang hay phương đứng và không để sót .

+ Phân chia khu vực trượt, độ lớn của vùng trượt xác định theo đặc điểm kết cấu cần thi công, tùy theo tốc độ nâng và khả năng thi công cụ thể. Giữa những vùng trượt nên là khe biến dạng hay khe lún .

Sai lệch khi chế tạo hay nhập các bộ phận cốp pha trượt tính bằng mm đòi hỏi rất nhỏ cho trong bảng :

Tên cấu kiện	Nội dung	Sai số cho phép
Cốp pha	Độ lồi bề mặt	1
	Chiều dài	2
	Chiều rộng	-2
	Độ phẳng mặt bên	2
	Vị trí lỗ liên kết	0,5
Vòng găng	Chiều dài	5
	Chiều dài <2 mét	2
	Độ cong nếu chiều dài >3m	4
	Vị trí lỗ liên kết	0,5
Giá nâng	Chiều cao	3
	Chiều rộng	3
	Vị trí thanh đỡ vòng găng	2
	Vị trí lỗ liên kết	0,5
Ty kích	Độ cong	2/1000
	Đường kính	0,5
	Tim thanh nối	0,25

Thi công cốp pha trượt đòi hỏi tuân thủ các qui định kỹ thuật hết sức nghiêm ngặt .

Lắp ráp cốp pha trượt đòi hỏi chính xác cao và sai số khi lắp cốp pha trượt phải đạt các điều ghi trong bảng :

Số thứ tự	Hạng mục		Sai lệch cho phép (mm)	Ghi chú
1	Xê dịch tim cốppha và tim kết cấu tương ứng		3	Kiểm tra bằng thước
2	Độ ngang của dầm ngang giá nâng	Trong mặt bằng Ngoài mặt bằng	2 1	Kiểm tra bằng thước ngắn 2 m
3	Độ thẳng góc của trụ đứng giá nâng	Trong mặt bằng Ngoài mặt bằng	3 2	Kiểm tra bằng thước 2 mét
4	Vị trí ván khuôn	Miệng phía trên Miệng phía dưới	-1 +2	Kiểm tra bằng thước
5	Vị trí lắp đặt kích		5	
6	Độ phẳng mặt cốp pha bên		2	
7	Độ ngang bằng sàn thao tác		20	
8	Sai lệch phương ngang của vị trí vòng găng		3	
9	Đường kính cốp pha tròn, chiều dài cốp pha vuông		5	

Công nghệ thi công cốp pha trượt điển hình theo trình tự sau đây:

- * Chuẩn bị các điều kiện thi công
- * Phóng tuyến và kiểm tra trắc đạc
- * Lắp đặt giá nâng, vòng găng
- * Lắp đặt một mặt cốp pha
- * Buộc cốt thép, lắp các đường ống chôn sẵn
- * Lắp đặt cốp pha còn lại và cốp pha cho các lỗ cửa
- * Lắp đặt sàn thao tác
- * Lắp đặt hệ thống áp lực dầu : kích, ống dẫn dầu, bộ phận điều khiển
- * Lắp đặt các thiết bị khí động lực, chiếu sáng thi công
- * Vận hành thử toàn bộ hệ dầm, bơm dầu, hệ xả khí
- * Cắm ty kích
- * Đổ bê tông đợt đầu
- * Lắp cốp pha cửa, buộc thép ngang, đặt các chi tiết chôn sẵn, đổ bê tông khi có điều kiện thích hợp
- * Trượt khi đảm bảo bê tông sắp lộ đủ đông kết. Lắp giá treo trong, ngoài và các trang bị an toàn
- * Lắp tuần hoàn các thao tác trên đến khi kết thúc kết cấu cần đổ bê tông.

Thi công bê tông trong công nghệ cốp pha trượt :

- + Độ sụt bê tông thích hợp là 60 ~ 80 mm. Cường độ bê tông sau khi được lộ khỏi mặt cốp pha phải đạt 0,5 ~ 2,5 kG/cm².
- + Chiều cao mỗi lớp đổ bê tông khoảng 300 mm.
- + Đầm bê tông bằng đầm dùi. Khi đang trượt không được đầm.

Trình tự trượt tóm tắt như sau:

- * Đổ bê tông từng lớp đến 2/3 chiều cao của tấm cốp pha và trước lúc lớp bê tông đổ đầu tiên bắt đầu đông cứng, trượt 1/2 hành trình, phải thường xuyên quan sát sự làm việc của hệ thống cốp pha và bề mặt bê tông ra khỏi khuôn. Dùng thiết bị kiểm tra, nếu thấy cường độ bê tông lộ khỏi cốp pha đạt 0,5 ~ 2,5 kG/cm² thì cho trượt bình thường.
- * Cố gắng để gián cách giữa hai lần trượt khoảng 1 giờ .
- * Bê tông đổ mỗi lớp xong phải đạt ở cùng một độ cao và trong khoảng thời gian tương đối đồng đều .
- * Sau mỗi lần trượt cần làm vệ sinh bên trong cốp pha để bê tông sắp đổ không bị dính và cốp pha.
- * Quá trình trượt phải chú ý về độ thẳng đứng của kết cấu . Nếu có sai lệch chút ít phải chỉnh sửa ngay .

Cốp pha trượt tạo ra những công trình chắc chắn và bền vững vì kết cấu sử dụng là bê tông cốt thép toàn khối. Tuy thế, quá trình thi công đòi hỏi nghiệp vụ của kỹ sư và công nhân phải thành thực và chuyên nghiệp.

Các yêu cầu về chất lượng kích thước hình học sau đây nói lên tính nghiêm ngặt đó :

Số thứ tự	Hạng mục		Sai số cho phép (mm)	Ghi chú
1	Chuyển vị tương đối giữa các trục		10	Kiểm tra bằng thước
2	Độ thẳng đứng	Cửa tầng	5	Thước 2m
		Toàn chiều cao	H/100 ; 50	Kính vĩ
3	Kích thước tiết diện	Vách, cột	10	Kiểm tra bằng thước
		Dầm	+10,-5	
4	Độ phẳng bề mặt		8	Thước 2m
5	Chuyển vị tim lỗ chừa		10	
6	Cốt cao độ	Giữa các tầng	10	Ktra bằng thước
		Toàn chiều cao	30	
7	Vị trí chi tiết chôn sẵn		20	

Cốp pha trượt là biện pháp tiên tiến có hiệu quả sử dụng cao. Trước đây ta chỉ có một công ty chuyên thi công theo phương pháp trượt với những bộ thiết bị trượt của Trung quốc và Rumanie.

Mấy năm gần đây nhiều nước chào những loại thiết bị cốp pha trượt mới với chúng ta. Công nghệ này có triển vọng lớn khi thực hiện công nghiệp hoá xây dựng.

2.8 Công nghệ thi công ứng lực trước trong xây dựng nhà :

Năm 1928 Freyssinet nghiên cứu thành công bê tông cốt thép ứng suất trước và từ đó đến nay việc sử dụng bê tông cốt thép ứng lực trước tỏ ra rất hiệu quả trong xây dựng.

Nước ta bắt đầu thí nghiệm những công trình thiết kế sử dụng bê tông ứng lực trước đầu tiên trong xây dựng cầu bê tông cốt thép vào năm 1962 (Cầu Phù Lỗ trên quốc lộ số 2). Trong xây dựng công nghiệp, bê tông cốt thép ứng lực trước được dùng trong các xilô chứa hạt trong các nhà máy. Bê tông ứng lực trước dùng trong kết cấu sàn nhà mới được sử dụng mấy năm gần đây ở nước ta . Đến nay các công ty tư vấn nước ta đã có thể thiết kế những kết cấu ứng lực trước và trong nước tự thi công kết cấu ứng lực trước này.

Bê tông chịu nén tốt và chịu kéo kém . Trong kết cấu bê tông cốt thép thông thường, bê tông và thép được thiết kế cùng chịu lực để phát huy hết những đặc điểm của từng loại vật liệu tham gia tạo nên kết cấu . Tạo ứng suất trước cho kết cấu bê tông cốt thép là làm cho kết cấu phải chịu lực trước khi sử dụng trong công trình và phương chịu lực ngược với khi nó làm việc trên công trình . Như thế, kết cấu làm việc sẽ hữu hiệu hơn . Nhờ có việc tạo ứng lực trước mà kết cấu bê tông cốt thép có thể làm ra những kết cấu thanh mảnh, vượt nhịp lớn, tăng được khả năng làm việc, độ cứng lớn, tăng khả năng chống thấm, chống nứt cao, mở rộng phạm vi lắp ghép nâng dần mức cơ giới hoá xây dựng. Do sử dụng thép cường độ cao trong kết cấu nên tiết kiệm lượng thép đáng kể.

Thép sử dụng trong kết cấu bê tông cốt thép ứng lực trước là dây kéo nguội, dây tôi và ram, các dảnh thép, và thép thanh cán nóng có hoặc không xử lý tiếp . Những loại thép này có hình dáng bên ngoài có thể là dây trơn, dây vằn, dây có vết ấn, dây có lượn sóng hoặc dây tết thành dảnh.

Giới hạn bền kéo của cốt thép dùng trong kết cấu bê tông cốt thép ứng lực trước khá cao : từ 1470 đến 1960 N/mm² .

Việc thi công bê tông cốt thép ứng lực trước đòi hỏi phải có thiết bị chuyên dùng, quản lý kỹ thuật chặt chẽ và công nhân lành nghề.

Khâu căng và neo cốt thép có ý nghĩa quan trọng đối với chất lượng của kết cấu bê tông ứng lực trước .

Có hai phương pháp tạo ứng lực trước cho kết cấu : căng trước và căng sau.

Bê tông cốt thép căng trước sử dụng cho các kết cấu đúc sẵn như panen, dầm bê tông cốt thép đúc sẵn, dầm bê tông cốt thép . Tại nhà máy, pôlygon chế tạo kết cấu đúc sẵn, làm những bãi căng thép tạo ứng lực trước. Tùy theo thiết kế sản xuất mà bãi có một, hai hay nhiều dàn căng .

Sân căng được san phẳng và đổ bê tông kiềm sàn đáy cốp pha. Sân chia thành từng băng, mỗi băng có hai đầu mố để giữ dây căng và tựa kích căng. Tùy theo cấu kiện được chế tạo mà khoảng cách giữa hai mố căng ứng lực trước làm xa hay gần. Thường một hệ mố căng nên bố trí căng hai, ba hoặc bốn cấu kiện sắp xếp thẳng hàng để tận dụng sức căng của kích và sản xuất được nhiều cấu kiện một lúc.

Lùa cốt thép vào cốp pha rồi căng thép. Phải có các công cụ đo để xác định ứng lực trong các sợi dây. Ứng lực này phải đáp ứng số liệu thiết kế vì thiết kế đã tính toán ngoài ứng lực cần thiết còn những tổn thất do nhiều lý do tác động. Sau khi căng thép và neo chặt đầu neo tỳ vào mố thì việc tiếp theo là đổ bê tông.

Khi bê tông đạt cường độ, cốt thép cho rời thành từng cấu kiện và cất chứa hoặc vận chuyển đến nơi lắp ghép.

Phương pháp căng sau dùng chế tạo các kết cấu bê tông cốt thép ứng lực trước đổ tại chỗ như xilô, sàn nhà, dầm căng sau, dầm rộng, bệ móng.

Công nghệ căng sau có thể được tiến hành theo hai phương pháp: căng cơ học và căng nhiệt điện.

Căng cơ học là dùng kích bám vào đầu neo để làm thanh thép dẫn ra và sinh nội lực. Sau khi căng dùng chốt giữ đầu neo và nhồi chèn vữa xi măng trong ống chứa sợi thép.

Căng nhiệt điện là phương pháp sử dụng dòng điện chạy qua sợi thép làm sợi thép nóng lên và giãn dài. Neo trong khi sợi thép đang nóng. Khi thép nguội co lại nhưng bị neo giữ nên tạo ra ứng lực.

Hiện nay nhiều cơ quan thiết kế đã sử dụng kết cấu bê tông ứng lực trước trong việc làm dầm nhà dân dụng và công nghiệp để giảm và hạn chế độ thấm nước từ đáy nhà lên.

Việc sử dụng kết cấu ứng lực trước có rất nhiều ưu việt nên cần khuyến khích áp dụng trong xây dựng công trình.

2.9 Công nghệ thi công nhà cao tầng:

Sự sử dụng nhà cao tầng nhằm tập trung đô thị cũng như tiết kiệm đất đai đô thị. Sự sử dụng nhà cao tầng phản ánh tính hiện đại. Tuy vậy khi sử dụng kiến trúc nhà cao tầng cũng phải trả lời hàng loạt câu hỏi đặt ra: lịch sử phát triển nhà cao tầng, phân loại kiến trúc nhà cao tầng, nhà cao tầng trong mạng lưới qui hoạch đô thị, các yếu tố kỹ thuật xây dựng nhà cao tầng, vật liệu xây dựng nhà cao tầng, thẩm mỹ kiến trúc nhà cao tầng.

Sự sử dụng các tầng hầm và công trình ngầm làm tăng hiệu quả sử dụng đất đai xây dựng. Điều này đòi hỏi nghiên cứu kiến trúc cho những loại công trình ngầm nhằm đáp ứng các yêu cầu sử dụng công trình và thấy mối hài hoà trong chủ trương hiện đại và tiết kiệm đất đai.

Tầng hầm chứa đựng ngay trong nhà cao tầng làm tăng hiệu quả sử dụng diện tích của nhà cao tầng. Tầng hầm dưới những nhà công cộng để làm cửa hàng, trung tâm giao dịch công cộng, làm nhà trẻ và các công trình giao tiếp hoặc kỹ thuật khác.

Các nước trong khối ASEAN sử dụng được bình quân 3 tầng hầm đối với nhà cao tầng đã xây dựng. Nhật bản cũng sử dụng bình quân được 3 tầng hầm cho diện tích đất xây dựng. Đặc biệt tại Hoa kỳ có thành phố Philadelphia sử dụng bình quân đến 7 tầng hầm cho nhà cao tầng. Những nhà cao tầng mới xây dựng ở nước ta mấy năm gần đây mới sử dụng được bình quân 0,7 tầng hầm là điều đáng tiếc.

2.9.1 Số tầng:

Để tận dụng đất đai đô thị cũng như tiết kiệm hệ kỹ thuật phục vụ đô thị, nâng số tầng nhà trong đô thị và khu tập trung dân cư là điều cần thiết đầu tiên. Số tầng bình quân của các nhà trong đô thị cần có những nghiên cứu đầy đủ về các mặt sinh học, xã hội học, kỹ thuật xây dựng và kinh tế xây dựng.

Qua nghiên cứu về nhà cao tầng, từ khi có trường phái Chicago đến nay, thành tựu của nhà cao tầng có những tiến bộ vượt bậc. Những ngôi nhà nhiều

chục tầng rồi đến vài trăm tầng lần lượt ra đời mà loạt nhà xây dựng sau tạo ra những kỷ lục vượt xa nhà làm trước về giác độ tiện nghi, bền vững.

Tổng kết về những thiệt hại của trận động đất Kobê, Nhật bản tháng Giêng năm 1995 thì đại bộ phận nhà đổ và hư hỏng cũng như số người bị nạn do ở trong các nhà có độ cao 4, 5 tầng khung gỗ, lợp ngói. Những nhà loại này nặng bồng, nhẹ tếch, nghĩa là phía trên nặng do mái ngói, khung nhà phía dưới bằng gỗ nên khi gặp rung động bị xập ngay. Còn hầu như nhà cao tầng ở tại Kobê bị hỏng rất ít đến nỗi có thể nói là không hư hỏng, mặc dầu hai loại nhà nằm cùng nhau trong một tiểu khu.

Năm 1995 xuất hiện dự án " Vượt quá 4000" (Excess 4000) của Tập đoàn Taisei (Nhật bản) đề xướng một ngôi nhà cao tầng với chiều cao nhà trên 800 mét và sức chứa của nhà đến 800 nghìn người. Nhà làm dạng tháp có 5 chân choãi đều rồi thu lại ở tầng 40. Trong ngôi nhà có đường ô tô đi lại, có sân, vườn, sân vận động, sân chơi thể thao và diện tích phục vụ công cộng khác đầy đủ.

Nghiên cứu nhà cao tầng, xét về mặt kiến trúc, qui hoạch phải trả lời được các câu hỏi: lịch sử phát triển nhà cao tầng, phân loại nhà cao tầng, các vấn đề yếu tố tạo thành nhà cao tầng, nhà cao tầng trong mạng lưới qui hoạch đô thị, các yếu tố kỹ thuật, vật liệu xây dựng, thẩm mỹ kiến trúc cao tầng và nhiều vấn đề khác liên quan đến nhà cao tầng.

Nhà chọc trời (gratte-ciel) là sản phẩm đặc biệt của nền văn minh đô thị ra đời gắn liền với sự tập trung đô thị hoá cao độ. Sự ra đời của nhà chọc trời không tách khỏi việc giá đất đô thị tăng vọt, sự đòi hỏi phải tiết kiệm đất đai đô thị và sự chế tạo ra thang máy, sự xuất hiện của các dạng vật liệu kết cấu cũng như phương pháp tính toán kết cấu mới.

Trên thế giới đã có những nhà cao tầng được ghi nhận là:

Ngôi nhà Wooworth Building ở New York xây dựng năm 1913 cao 232 mét.

Nhà Chrysler Building cũng ở New York năm 1930 cao 315 mét

Nhà Empire State Building cũng ở New York năm 1931 cao 330 mét.

Nhà trung tâm Rokejeler là cụm nhà chọc trời nổi tiếng xây dựng trong những năm 1931-1939 cũng ở New York.

Năm 1973 cũng ở New York nhà tháp đôi World Trade Center đã nâng kỷ lục chiều cao lên 415 mét và rồi một năm sau, 1974 tại Chicago, ngôi nhà Sear Tower nâng lên 443 mét.

Tại Hội nghị Quốc tế về nhà cao tầng tại HongKong năm 1990 các nhà chuyên môn đã thống kê 100 ngôi nhà cao tầng cao nhất thế giới. Số tầng cao nhất là 110 tầng. Ngôi nhà xếp thứ 100 cao 50 tầng. Tuy vậy, không phải là chỉ có 100 ngôi nhà cao tầng này mới có vinh dự của mình. Rất nhiều nhà thấp tầng hơn vẫn được ghi nhận giá trị nghệ thuật kiến trúc.

Nhà cao tầng thường mang phong cách quốc tế. Một kiến trúc sư Anh có thể thiết kế nhà cao tầng cho Nhật bản. Kiến trúc sư Nhật bản lại đi thiết kế nhà cao tầng cho Singapore. Tuy thế, trường phái thiết kế nhà cao tầng châu Âu khác trường phái thiết kế nhà cao tầng châu Mỹ.

Toà nhà tháp Century Tower ở Tokyo, tác phẩm của Kiến trúc sư Anh Noman Foster và các đồng tác giả là một thành tựu của kiến trúc đương đại. Toà nhà này đã thể hiện những tiến bộ mới nhất về động lực học công trình và công nghệ xây dựng. Dáng vẻ kiến trúc của công trình là sự nhân nhượng lẫn nhau giữa

phong thái châu Âu và Nhật bản để công trình được tồn tại hài hoà giữa thủ đô nước Nhật.

Ngôi nhà Ngân hàng Trung hoa ở HongKong cao 315 mét của Leon Ming Fei lại là thách thức xét về mặt kiến trúc với ngôi nhà Ngân hàng HongKong Thượng Hải đặt cạnh ngôi nhà trên không xa, chỉ cao 180 mét theo trường phái Highlech.

Ngôi nhà của Hãng Bảo hiểm Lloyd's Building ở Luân đôn có nhiều nét độc đáo. Phong cách kiến trúc mới đồng thời với sử dụng vật liệu mới đã tạo nên dấu ấn tốt đẹp cho thành phố cổ kính này. Điều đặc biệt của ngôi nhà này còn ở tổ chức không gian trong nhà. Sự phong phú của của không gian kiến trúc được tăng lên rất nhiều qua các attium (sân trong nhà) được thiết kế rất công phu. Ánh sáng của ngôi nhà thật là kỳ diệu. Ban ngày thì ánh sáng tự nhiên bên trong nhà lung linh, lấp lánh. Ban đêm thì hùng vĩ làm người ngắm nhìn choáng ngợp.

Kiến trúc cao tầng mạnh dạn, táo bạo. Lấy tháp Thiên niên kỷ (Tour Millenium) mà Noman Foster đã thiết kế để xây dựng cao đến 840 mét đồng thời với ngôi nhà Tháp Vô tận (Tour sans fin) của Jean Novel. Nhật bản thì giới thiệu Vượt qua 4000 (Excess 4000). Chân trời kiến trúc nhà cao tầng đang rộng mở.

Bao nhiêu tầng được gọi là kiến trúc nhà cao tầng. Đây là những ý niệm qui ước. Tám, chín, mười tầng có thể được coi là nhà cao tầng. Tuy vậy, xét trên quan điểm tổng thể thì khi nhà có độ cao từ 40 mét trở lên, tương ứng với số tầng 12 trở lên thì những yếu tố tổ chức cuộc sống, các yếu tố sinh học của người sử dụng cũng như các yếu tố kỹ thuật phải giải quyết bắt đầu có dị biệt với các nhà thấp hơn. Vì thế, chúng ta coi nhà có số tầng từ 12 trở lên hoặc chiều cao 40 mét trở lên là nhà cao tầng.

Tuy thế, có một vài người nghiên cứu về nhà cao tầng ở nước ta lại cho rằng nhà cao tầng nên tính từ 6 tầng. Lý do là từ 6 tầng thì nền móng cho nhà phải có giải pháp chú ý hơn nhà 5 tầng trở xuống. Trong điều kiện xây dựng tại các nền đất của các trung tâm đô thị của nước ta, thường 5 tầng trở xuống, chỉ cần làm nhà theo phương án móng nông trên nền thiên nhiên.

2.9.2 Phân loại nhà cao tầng:

Có nhiều cách phân loại nhà cao tầng. Sau đây là những cách phân loại chính.

- * Phân loại nhà cao tầng theo chức năng sử dụng. Phân loại theo chức năng có điều khó vì chức năng sử dụng nhà của nhà cao tầng rất đa dạng và phong phú. Có loại nhà được sử dụng theo chức năng đơn như nhà ở thuần túy, nhà làm việc, khách sạn, bệnh viện, siêu thị, ngân hàng ... Rất nhiều nhà cao tầng có chức năng hỗn hợp như nhà làm việc nhiều chức năng: vừa làm việc, vừa khách sạn, vừa ở gia đình.

- * Phân loại theo số tầng cao. Thí dụ : từ 12 đến 17 tầng, từ 18 đến 24 tầng, từ 25 đến 40 tầng. Trên 40 tầng được gọi là nhà siêu cao tầng.

- * Phân loại theo các yếu tố kỹ thuật như nhà có hệ kết cấu tường chịu lực, nhà khung bê tông cốt thép, nhà khung thép, nhà khung hỗn hợp thép hình và bê tông cốt thép.

2.9.3 Mật độ và tổ chức không gian khu vực nhà cao tầng trong đô thị:

Số lượng nhà cao tầng phân bố trong đô thị phụ thuộc vào tổ chức đô thị cụ thể, phụ thuộc vào ý đồ kiến trúc của địa điểm xây dựng, phụ thuộc các yếu tố kỹ thuật như việc cung cấp điện, nước, thoát thải chất dư sau sử dụng.

Mật độ nhà cao tầng trong khu qui hoạch cần tạo được sự hài hoà không gian đô thị. Có thể xây dựng hàng loạt nhà cao tầng trong khu vực như cụm nhà ở nhưng cũng có thể chỉ xây dựng nhà cao tầng theo từng nhóm như khu thương mại. Cũng có thể chỉ sắp xếp nhà cao tầng như điểm nhấn không gian kiến trúc như sự sắp xếp các công trình đô thị lớn.

Đi song song với bố trí mật độ nhà cao tầng là sự nghiên cứu mặt bằng tổng thể khu vực. Nhà cao tầng cần có đất bao vi để tổ chức giao thông, thảm cây, cỏ tạo độ trong sạch khí quyển. Cũng có thể cả cụm nhà mới cần đất ngoại vi. Tạo không gian kiến trúc khu vực xây dựng nhà cao tầng đòi hỏi nghiên cứu tổng thể các yếu tố qui hoạch, kiến trúc đồng thời với các yếu tố kỹ thuật, môi trường, an toàn sử dụng. Không thể tách rời các yếu tố tiện nghi, kỹ thuật, an toàn, kinh tế với các yếu tố thẩm mỹ, các yếu tố tinh thần cho khu vực.

2.9.4 Nhân tố kiến trúc khi sử dụng nhà cao tầng:

Khi sử dụng nhà cao tầng cần nghiên cứu các nhân tố kiến trúc sau đây:

- * Tổ chức mặt bằng chung khu vực nhà cao tầng. Trong mục này cần đáp ứng các vấn đề như mật độ nhà cao tầng trong khu vực, sân vườn quanh nhà cao tầng, đường xá giao thông đối ngoại của ngôi nhà. Quan hệ giữa ngôi nhà và trục lộ. Vị trí ngôi nhà với cấu trúc đô thị.
- * Tổ chức không gian kiến trúc trong tiểu khu có chứa ngôi nhà cao tầng. Vai trò ngôi nhà với cảnh quan chung quanh. Chức năng ngôi nhà với các nhà chung quanh và với tổ chức dân cư trong địa bàn tiểu khu.
- * Tổ chức mặt bằng cụ thể của ngôi nhà : cơ cấu mặt bằng, mặt bằng các tầng và quan hệ giữa các thành tố mặt bằng với nhau. Mối quan hệ giữa các tầng xét về chức năng sử dụng chung và chức năng sử dụng chuyên. Mối quan hệ xét về các yếu tố kỹ thuật xây dựng và các yếu tố phục vụ tiện nghi công trình.
- * Tổ chức mặt đứng công trình. Sự tương quan giữa mặt đứng và mặt bằng trong bối cảnh chung của công trình. Vai trò của mặt đứng trong việc hình thành silhouette của kiến trúc khu vực có nhà cao tầng.
- * Tổ chức tiện nghi sinh hoạt và tồn tại trong nhà cao tầng cho người sử dụng nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa.

2.9.5 Nhà cao tầng và những vấn đề kỹ thuật.

Những vấn đề kỹ thuật phải giải quyết khi xây dựng nhà cao tầng rất đa dạng và phức tạp. Tuy nhiên có thể tóm tắt trên những nét lớn là nhà cao tầng phải giải quyết các vấn đề kỹ thuật chủ yếu sau đây: những thành tố kiến trúc và phục vụ chức năng như thang máy, điều tiết không khí, an toàn phòng chống cháy, an toàn về an ninh xã hội...những vấn đề về kết cấu chịu lực cho công trình, những vấn đề về sử dụng tầng hầm.

2.9.5.1 Vấn đề thang máy:

Có thể nói rằng thang máy ra đời cùng với sự tập trung đô thị làm giá đất đô thị tăng vọt là lý do trực tiếp tạo ra ý tưởng cũng như thực tế xây dựng nhà cao tầng.

Theo TCVN 5744-93 thang máy chia thành 5 loại: thang chuyên dùng chở người, thang chở người nhưng người mang theo hàng, thang chuyên dùng chở giường trong bệnh viện, thang chở hàng nhưng có người đi theo, thang chuyên dùng chở hàng.

Ứng với mỗi loại thang máy khác nhau có những yêu cầu về thông số kỹ thuật, yêu cầu kết cấu, phương pháp điều khiển và độ nghiêm ngặt về an toàn khác nhau. Thang máy và giếng thang là hai thành tố gắn bó mật thiết với nhau tạo nên một loại giao thông thẳng đứng rất đặc trưng cho nhà cao tầng.

Những thông số kỹ thuật chủ yếu của thang máy là trọng tải, vận tốc nâng, chiều cao nâng, kích thước cabin, độ chính xác dừng tầng. Đối với giếng thang cần hết sức lưu ý về sai số cho phép hình học của giếng thang, chất lượng xây dựng giếng, độ thông gió của giếng. Khi lựa chọn thang máy phải đảm bảo tương quan giữa thời gian chờ đợi và thời gian đi thang phải nằm trong giới hạn cho phép tùy thuộc đặc điểm, tính chất và mục đích phục vụ của ngôi nhà. Mức chính xác khi thiết kế và thi công giếng thang hết sức quan trọng. Đối với nhà cao tầng, thang máy đóng vai trò quan trọng cả về phương diện kỹ thuật lẫn kinh tế.

Cần lựa chọn thang máy ngay từ khi nghiên cứu để thiết kế kiến trúc ngôi nhà. Nguyên tắc để lựa chọn thang là:

- + Khả năng kinh tế
- + Mục tiêu, vị trí, đặc điểm của công trình
- + Số tầng và khoảng cách giữa các tầng
- + Dân cư hay là số người cần được thang máy phục vụ
- + Yêu cầu chất lượng phục vụ
- + Các yêu cầu khác (nếu có)

Chỉ tiêu cơ bản sử dụng khi lựa chọn loại thang là: lượng khách tối đa cần vận chuyển trong chu kỳ 5 phút tại thời gian cao điểm của ngôi nhà. và chất lượng phục vụ khách được cụ thể hoá ra khoảng thời gian trung bình sử dụng thang.

Những kết luận quan trọng khi lựa chọn thang máy cho nhà cao tầng tóm lược như sau:

* Việc chọn thang máy phải được tiến hành ngay từ khi thiết kế kiến trúc công trình. Sự lựa chọn càng phù hợp với tính năng của công trình và khả năng đầu tư càng tốt. Mọi phương pháp lựa chọn các thông số kỹ thuật nói chung chỉ cho kết quả gần đúng bởi vì các phương pháp lựa chọn đều dựa vào những thông số thực nghiệm cho một điều kiện khác với ngôi nhà của ta (vì ngôi nhà của ta đã làm đâu).

* Đối với những nhà có số lượng khách sử dụng không lớn và bố trí ít thang máy khi lựa chọn nên dựa vào năng suất thang và chọn các thang có thông số kỹ thuật giống nhau.

Khi số lượng thang nhiều (>4 cái) nên sử dụng bảng tra sẵn, công việc lựa chọn sẽ đơn giản nhưng đạt yêu cầu vì những bảng tra này đã được thực tế các nước sử dụng nhiều thang máy trước đây chấp nhận. Thang có sức tải càng lớn thì giá càng cao. Thang có vận tốc lớn giá cũng lớn. Khi lựa chọn thang máy, kiến trúc sư nên tham khảo cán bộ chuyên môn để phương án lựa chọn thoả mãn được cả thông số kỹ thuật và kinh tế.

* Việc bố trí thang trong một ngôi nhà cần theo nhóm một cách hợp lý vì điều này vừa đáp ứng nhu cầu của khách vừa giảm chi phí đầu tư cho xây dựng cơ bản. Khi bố trí theo nhóm cần ưu tiên chọn theo phương pháp tính năng giống nhau.

Theo ISO, dãy số tải trọng thang phổ biến là: 320, 400, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500 (kG) ứng với vận tốc 0,63 đến 2,5 m/sec.

Chúng tôi kiến nghị đối với nhà nhiều tầng ở nước ta nên ưu tiên chọn loại 400 đến 800 kG với vận tốc 0,63 ~ 2,5 m/sec. Loại thang này khá thông dụng nên giá thành hạ. Các thông số sử dụng phù hợp với số lượng người di chuyển một lần và mức cần di chuyển phù hợp.

* Yêu cầu khi xây dựng thang, các thông số hình học là thông số hết sức quan trọng, cần được kiểm tra và nghiệm thu với mức chính xác cao.

* Cần tuân thủ các qui định về sự ngưng toả của thang đảm bảo những yêu cầu chống cháy. Nhà có số tầng trên 40 không được làm thang lên xuống nhà mà phải có nóc thang ở các số tầng khác nhau tránh tạo giếng hút khói khi cháy.

2.9.5.2 Các vấn đề về điều tiết không khí và thông gió cho nhà cao tầng:

Để bảo đảm tiện nghi cho người sống trong nhà cao tầng cần giải quyết tốt vấn đề thông gió và điều tiết không khí. Muốn thiết kế tốt được điều tiết không khí và thông gió cần xác định các thông số tính toán bên trong và bên ngoài nhà. Từ các thông số này mà tính toán được tải trọng nhiệt hay cụ thể hơn là công suất lạnh/ nhiệt độ của từng phòng cũng như toàn nhà.

Theo những kết quả nghiên cứu của các nhà vật lý kiến trúc nước ta thì nhiệt độ hiệu quả tương đương của không khí ứng với mức cảm giác nhiệt hoàn toàn dễ chịu của con người Việt nam là:

Mùa hè : 24 ~ 25 °C

Mùa đông: 22 ~ 23 °C

Từ đó, các thông số tính toán cho không khí bên trong nhà thích hợp với môi trường có nhiệt độ, độ ẩm tương đối và tốc độ gió như bảng:

STT	Trạng thái lao động	Mùa đông			Mùa hè		
		t °C	φ%	v m/s	t °C	φ%	v m/s
1	Nghỉ ngơi	22-24	70-60	0,3	24-27	70-60	0,3-0,5
2	LĐ nhẹ	22-24	70-60	0,3-0,5	24-27	70-60	0,5-0,7
3	LĐ vừa	20-22	70-60	0,3-0,5	23-26	70-60	0,7-1,5
4	LĐ nặng	18-20	70-60	0,3-0,5	22-27	70-60	0,7-1,5

Thông số để tính toán cho bên ngoài nhà được chọn theo 3 cấp điều tiết không khí khác nhau. Đó là:

Cấp 1: Nhiệt độ tối cao tuyệt đối và nhiệt dung tương ứng với nhiệt độ ấy. Số giờ không đảm bảo chế độ nhiệt ẩm bên trong nhà là 50 giờ/năm.

Cấp 2: Nhiệt độ và nhiệt dung không khí đáp ứng điều kiện là số giờ không đảm bảo chế độ nhiệt ẩm bên trong nhà là 200 giờ/năm.

Cấp 3: Nhiệt độ và nhiệt dung không khí đáp ứng điều kiện là số giờ không đảm bảo chế độ nhiệt ẩm bên trong nhà là 400 giờ/năm. Trị số nhiệt độ tính toán ở đây là trị số nhiệt độ tối cao trung bình đo lúc 13 giờ hàng ngày của tháng nóng nhất trong năm.

Để thiết kế hệ thống điều tiết không khí cần tính toán lượng nhiệt thừa, lượng ẩm thừa của từng gian phòng riêng biệt rồi từ đó thiết lập quá trình điều tiết không khí và xác định công suất lạnh tính toán cho hệ thống. Đây là khâu tính toán cụ thể, tỷ mỉ, chi tiết. Điều này đòi hỏi chính xác đối với từng nguồn toả nhiệt, thu nhiệt và tổn thất nhiệt. Đối với các thông số ẩm cũng phải xem xét chi tiết như vậy.

Các giải pháp điều tiết không khí cho nhà cao tầng theo các phương hướng sau đây:

Đặc điểm của loại nhà cao tầng là số lượng phòng trong nhà rất lớn. Những phòng này lại rất khác biệt nhau về kích thước hình học, về công năng cho nên rất khác nhau về chế độ nhiệt ẩm bên trong nhà. Một đặc điểm rất bao trùm nữa của nhà cao tầng là các phòng vừa trải rộng theo mặt bằng lại vừa xếp chồng nhau theo chiều cao. Từ những đặc điểm này mà lựa chọn giải pháp điều tiết không khí cho nhà cao tầng phải đáp ứng yêu cầu để bố trí hệ thống, thuận tiện khi vận hành, chiếm chỗ tối thiểu theo mặt bằng cũng như mặt đứng, ngoài ra phải đáp ứng điều kiện kinh tế và mỹ quan. Những giải pháp cụ thể khả dĩ là:

** Hệ thống điều tiết không khí trung tâm:* một tổ máy độc lập hoặc không độc lập đặt tại một vị trí thích hợp dẫn không khí theo đường ống đến các miệng thổi phục vụ cho phòng lớn hoặc nhiều phòng lân cận nhau nằm trong một tầng hoặc chồng sát nhau theo chiều cao. Để tiết kiệm công suất lạnh, hệ thống làm việc theo chế độ tuần hoàn nên trong hệ thống có đường gió hồi. Ưu của hệ thống này là việc theo dõi, vận hành thuận lợi vì không khí được xử lý nhiệt ẩm tập trung tại một địa điểm. Nhược điểm là cần lắp đặt 2 tuyến ống: cấp và hồi. Kích thước tiết diện ống dẫn không khí khá lớn chiếm nhiều không gian của tầng nhà nên đòi hỏi không gian nhà lớn, tầng nhà phải đủ cao ($h \geq 4\text{m}$) mới bố trí được.

Sự phân chia khu vực phục vụ của các hệ thống trung tâm điều tiết không khí trong thiết kế nhà cao tầng là việc đòi hỏi sự lựa chọn cẩn thận. Lời khuyên của những người thiết kế theo hệ trung tâm là độ dài tổng cộng của tuyến ống đi và về không nên quá 60 mét. Khi phải bố trí dài hơn cần có quạt chuyển tiếp.

** Hệ thống có các bộ phận trao đổi nhiệt cục bộ dùng máy quạt (Fan coil):* là giải pháp thích hợp với công trình có nhiều phòng. Tùy thuộc kích thước và công suất lạnh mà có thể bố trí một hoặc nhiều bộ dàn ống có quạt. Vị trí lắp đặt có thể là trên sàn sát tường, treo tường hoặc lắp trên trần. Nhược điểm cơ bản của hệ thống này là sự chưa đồng đều tại các vị trí khác nhau trong một phòng. Điều này có thể khắc phục được bằng bố trí thêm quạt bàn hoặc quạt cây trong phòng để trộn đều không khí.

** Thông gió hút khí thải ở khu phụ như bếp và khu vệ sinh:*

Đối với nhà cao tầng, khu phụ như bếp và khu vệ sinh cần thiết tổ chức thông gió cơ khí. Nếu không bố trí thông gió cơ khí mà chỉ nhờ vào thông gió tự nhiên thì mùi hôi hám lan toả khắp nơi gây ô nhiễm và mất vệ sinh. Lượng gió thải phải đảm bảo 50 m³/h cho một chậu xí, 25 m³/h cho một chậu tiểu. Khu vực bếp cần đến 100 m³/h.

Để giải quyết tốt vấn đề thông gió và điều tiết không khí cho nhà cao tầng, cần có những nghiên cứu có hệ thống để xây dựng những biểu đồ quan hệ $t - \varphi$ và các biểu đồ tần suất của các yếu tố nhiệt độ và nhiệt dung cho các địa phương xây dựng nhà cao tầng. Có thể giảm nhẹ khối lượng công việc bằng cách phân chia lãnh thổ thành các vùng khí hậu để khi thiết kế chấp nhận sai số cho phép. Truovs mắt có thể sử dụng TCVN 49-72 và TCVN 4088 - 85 cho khu vực phía Bắc.

Tính toán ước lượng năng suất lạnh dùng cho điều tiết không khí đối với một số phòng thông dụng làm cơ sở xác định gần đúng công suất lạnh tổng cộng cho công trình.

Cần phân tích kỹ hơn các ưu nhược của từng loại sơ đồ của hệ thống điều tiết không khí để chọn ra sơ đồ tối ưu cho nhà cao tầng. Lưu tâm thoả đáng đến giải pháp thông gió cho khu phụ và khu vệ sinh.

2.9.6 Vấn đề cấp nước cho nhà cao tầng.

Chúng ta đều biết với tình trạng cấp nước hiện nay của các đô thị nước ta thì cấp nước cho các nhà cao tầng hoàn toàn không đáp ứng.

Yêu cầu cơ bản của hệ thống cấp nước là làm sao phân phối nước đều cho toàn bộ ngôi nhà để đảm bảo chế độ làm việc của mạng lưới phân phối gần đúng với tính toán thủy lực của mạng lưới.

Những kết quả nghiên cứu cấp nước cho nhà cao tầng thấy nổi lên những kết luận sau đây:

(i) Nhà cao tầng thường trang bị thiết bị vệ sinh hoàn chỉnh, số lượng thiết bị vệ sinh nhiều, tiêu chuẩn dùng nước cao. Do vậy nên lưu lượng tính toán lớn dẫn đến đường kính các ống đứng phân phối cũng sẽ khá lớn. Nếu bố trí đường ống chính phân phối phía trên, phải bơm nước lên kết rồi từ kết phân phối xuống tầng dưới thì đường ống đứng sẽ có dạng trên to dưới nhỏ, dung tích kết nước lớn ảnh hưởng đến kết cấu nhà. Nếu làm ngược lại, đường ống chính phân phối phía dưới lên trên và xuống kết chung thì dung tích kết nước nhỏ hơn nhưng đường ống chính cấp nước có dạng dưới to trên nhỏ làm cho áp lực tự do ở các tầng dưới rất mạnh. Điều đó làm cho giá thành mạng lưới lớn vì các đoạn ống phía đầu phải có đường kính lớn để tải lưu lượng cho các đoạn sau.

Giải pháp ưu việt sẽ là phân ra từng khu cấp nước đường kính ống sẽ nhỏ đi, lưu lượng nước cho các điểm tiêu thụ sẽ đồng đều, giá thành chung sẽ giảm.

(ii) Vấn đề áp lực dư và phân phối đều áp lực:

Nếu nhà cao tầng chỉ bố trí một máy bơm thì áp lực máy phải đảm bảo đưa nước lên tầng cao nhất và đáp ứng sử dụng nước ở tầng cao nhất. Làm như vậy, áp lực nước ở tầng dưới sẽ quá lớn. Điều này dẫn đến với các nhà kỹ thuật là phải khử áp lực dư ở các tầng dưới đảm bảo áp lực tự do của các thiết bị tương đối đều nhau để phân phối nước đều, chế độ làm việc của mạng lưới sát với tính toán sẽ gặp nhiều khó khăn. Áp lực dư quá lớn sẽ gây trở ngại cho người sử dụng, khó chỉnh trộn khi dùng với hoà trộn nóng lạnh, gây ồn khi sử dụng.

(iii) Vấn đề tiêu hao điện năng cho máy bơm:

Nhà cao tầng sử dụng một máy bơm chung thì máy bơm phải khá lớn để cung cấp đủ lưu lượng cho toàn nhà và đưa đủ áp lực đến tầng cao nhất. Và như

thế năng lượng tiêu hao cho việc bơm nước sẽ lớn. Nếu chia thành nhiều máy bơm để bơm cho từng khu vực thì tổng năng lượng sẽ giảm đi khá nhiều.

Việc cấp nước cho nhà cao tầng thường phải phân chia nhà cao tầng thành các khu vực được cấp nước, gọi là phân vùng cấp nước.

Có hai cách phân vùng chính là: phân vùng song song và phân vùng nối tiếp.

(1) Hệ thống phân vùng song song:

Chia số tầng nhà thành các vùng khác nhau với phạm vi phục vụ của mỗi vùng từ 4 đến 5 tầng. Phân chia với số tầng như thế thì sự chênh áp giữa các tầng trong một vùng gần như không đáng kể. Mỗi vùng được cung cấp nước do một máy bơm đặt ở tầng kỹ thuật tại tầng 1 hay tầng hầm. Muốn đảm bảo việc tự động hoá đóng mở máy bơm và cho máy bơm làm việc theo chu kỳ, có thời gian máy bơm được nghỉ kéo dài độ bền sử dụng máy cần có két nước hoặc trạm khí ép cho từng vùng. áp lực nước sẽ do khí ép cung cấp nước còn nước thì do két cung cấp. Thường có thể đặt két nước cho từng vùng ở tầng trên của mỗi vùng.

(2) Hệ thống cấp nước phân vùng nối tiếp:

Máy bơm của vùng 1 vừa bơm nước cung cấp cho vùng 1 vừa bơm vào két cho vùng 2, máy bơm của vùng 2 đặt trên tầng cao nhất của vùng 1 bơm nước cho vùng 2 và cứ theo cách tương tự các máy bơm nước cho vùng trên nhận nước từ máy bơm của vùng dưới. Khi này cột áp của các máy bơm chỉ tương đương với cột áp của máy bơm của vùng 1. Lưu lượng của các máy bơm vùng dưới lớn hơn của vùng trên, két nước của vùng dưới cũng lớn hơn của vùng trên.

Cả hai trường hợp phân vùng song song và nối tiếp hệ thống cấp nước nhà cao tầng có giá thành xấp xỉ nhau. Mỗi cách phân vùng có cái ưu, nhược của nó. Khi thiết kế sẽ tùy thuộc điều kiện cụ thể về thiết bị và các điều kiện khác để lựa chọn sao cho hợp lý, đảm bảo các yêu cầu kinh tế, kỹ thuật đề ra.

2.9.7 Những vấn đề về kết cấu nhà cao tầng

2.1.7.1 Những đặc điểm cơ bản về kết cấu nhà cao tầng.

Xét về mặt kết cấu nhà cao tầng, những đặc điểm nổi trội sau đây ảnh hưởng đến các giải pháp kết cấu của nhà:

(i) Do nhà có nhiều tầng nên trọng lượng bản thân và tải trọng sử dụng thường rất lớn lại phân bố trên diện tích tương đối hẹp. Điều này dẫn đến cần thiết làm nền móng sâu để truyền tải trọng xuống đá gốc hoặc lớp đất rất tốt.

(ii) Nhà nhiều tầng nhạy cảm với lún lệch của móng. Điều này ảnh hưởng khá nhiều đến sự làm việc và trạng thái ứng suất biến dạng của công trình vốn có độ siêu tĩnh khá cao.

(iii) Do chiều cao nhà lớn nên tác động của các tải trọng ngang (gió, động đất) và các tải trọng lệch, của biến thiên nhiệt độ là đáng kể. Từ đó việc chọn giải pháp, hình thức kết cấu, độ cứng cấu kiện, các tỷ lệ kích thước hình học của ngôi nhà có ảnh hưởng khá nhiều đến độ bền, độ ổn định, tính chống lật của công trình.

(iv) Sự phân bố độ cứng dọc theo chiều cao nhà có ảnh hưởng đến dao động bản thân mà dao động này lại ảnh hưởng đến tác dụng của các tải trọng, đến nội lực, chuyển vị của ngôi nhà. Phương hướng giảm các dao động này không chỉ tìm

cách phân bố khối lượng hợp lý dọc theo chiều cao mà cần tìm cách giảm khối lượng tham gia dao động: dùng vật liệu nhẹ cho kết cấu bao che, vật liệu có cường độ cao, vật liệu có tính dẻo dai lớn làm kết cấu chịu lực. Như thế, thép, nhất là thép cường độ cao có những tính chất đáp ứng yêu cầu này.

2.1.7.2 Tổ hợp kết cấu chịu lực nhà cao tầng.

(i) Các cấu kiện chịu lực, các hệ kết cấu chịu lực cơ bản:

Cấu kiện bao gồm: Cấu kiện dạng thanh như cột, dầm, thanh chống
 Cấu kiện dạng phẳng: tấm tường, tấm sàn, lưới các thanh dạng dàn phẳng.

 Cấu kiện không gian.

Tuỳ thuộc cách tổ hợp các cấu kiện tạo nên công trình, hệ kết cấu của nhà cao tầng phân thành hai nhóm:

Nhóm chỉ gồm một loại cấu kiện cơ bản như hệ thanh, hệ tường (vách), hệ lõi, hệ hộp.

Nhóm được tổ hợp từ hai hoặc nhiều loại kết cấu cơ bản: hệ khung-vách, hệ khung lõi, hệ khung-hộp, hệ vách-lõi, hệ lõi-hộp...

Tuỳ theo cách làm việc của khung mà hệ kết cấu chia thành sơ đồ khung, sơ đồ giằng, sơ đồ khung giằng.

(ii) Sơ đồ khung chịu lực:

Khung ngang và dọc có liên kết cứng tại nút khung tạo thành khung không gian. Mặt bằng kết cấu có thể có hình vuông, hình chữ nhật, đa giác, hoặc hình tròn, hình êlíp ... Nguyên tắc chung là khung cần đủ cứng để truyền mọi tải trọng (thẳng đứng và ngang) xuống móng.

Dưới tác dụng của tải trọng các thanh cột và dầm khung vừa chịu uốn, cắt vừa chịu nén hoặc kéo. Khả năng chịu tải của công trình bị ảnh hưởng khá nhiều theo cách cấu tạo nút khung và tỷ lệ độ cứng của các phần tử thanh cùng tụ vào một nút.

Về tổng thể, chuyển vị ngang gồm hai thành phần:

* Chuyển vị ngang do uốn khung như chuyển vị của một thanh côngxôn thẳng đứng (như ở (a) trên hình vẽ), tỷ lệ này chiếm khoảng 20%.

* Chuyển vị ngang do biến dạng uốn các thanh thành phần (như ở (b) trên hình vẽ), tỷ lệ này chiếm 80%, phân ra do biến dạng dầm khoảng 65%, do biến dạng cột 15%.

Tổng thể thì biến dạng ngang của khung cứng thuộc biến dạng cắt.

Hệ khung thường có độ cứng ngang bé, khả năng chịu tải không lớn. Khi lưới cột được bố trí đều đặn trên mặt bằng với bước cột 6~9 mét, có thể áp dụng cho nhà đến 30 tầng.

(iii) Sơ đồ giằng:

Sơ đồ chịu lực của các hệ hỗn hợp bao gồm các kết cấu giằng thẳng đứng và các khung liên kết với nhau bằng các tấm sàn cứng của các tầng được coi là sơ đồ giằng. Với sơ đồ giằng, khung chỉ chịu phần tải trọng thẳng đứng tương ứng với diện tích truyền tải của nó. Nút khung hay bố trí dạng khớp hoặc phần lớn các cột đều có độ cứng chống uốn khá bé.

Tải trọng ngang do gió, do động đất tác động trực tiếp vào hệ thống các sàn ngang cứng rồi truyền vào hệ thống kết cấu giằng đứng rồi xuống móng. Nhà thông thường, sàn chỉ chịu tác động của các tải trọng thẳng đứng vuông góc với mặt phẳng sàn. Với nhà cao tầng thì sàn phải đủ cứng để không những tải trọng thẳng đứng mà còn truyền được các tác động theo phương ngang đến các hệ thống cứng ở phương thẳng đứng.

Trong nhà cao tầng, nội lực chủ yếu do tải trọng ngang nên hệ thống các kết cấu cứng theo phương thẳng đứng đóng vai trò quan trọng trong việc giữ ổn định tổng thể, hạn chế độ nghiêng, độ võng lệch cho toàn bộ ngôi nhà. Hệ thống này làm việc như dầm hoặc dàn công xôn ngàm vào hệ móng và có chiều cao tiết diện khá lớn để truyền toàn bộ tải trọng ngang và một phần tải trọng thẳng đứng tương ứng với diện tích truyền tải từ các tầng bên trên xuống móng.

Tuỳ thuộc vào sự phân bố của các dàn giằng này trên mặt bằng nhà mà các hệ kết cấu sau đây thuộc về nhóm các kết cấu làm việc theo sơ đồ giằng:

- * Hệ vách chịu lực: các dàn giằng thẳng đứng là các dàn phẳng dọc suốt chiều cao nhà, bố trí tại vị trí nào đó trong mặt bằng nhà.

- * Hệ lõi chịu lực: Dàn giằng đứng là các dàn không gian, bố trí ở một ô hoặc một số ô trong mặt bằng nhà. Không gian bên trong của các ô giằng này thường dùng bố trí thang máy, thang bộ hoặc cho việc lắp đặt các đường ống kỹ thuật như giếng thông gió, hệ cấp thoát nước, dây dẫn điện...

- * Hệ hộp chịu lực : Trên suốt chu vi nhà, cột hàng hiên được bố trí với bước nhỏ hơn. Hệ hộp có lưới ô chữ nhật được tạo thành do các cột, các dầm ngang trên tường bao. Khi bổ sung thêm các thanh chéo để thành hệ hộp có lưới ô tam giác. Trong một số trường hợp hiệu quả về chịu lực còn lớn hơn khi được bố trí thêm cả thanh chéo và thanh ngang tạo thành lưới ô dạng quả trám. Hệ hộp chịu lực, các bản sàn cứng được tựa trực tiếp lên thành hộp, các cột bên trong có thể bố trí thừa hoặc không cần nữa. Nhờ hệ thống cứng theo phương ngang là các bản sàn, theo phương đứng là các dàn giằng quanh chu vi, hệ hộp tạo thành hệ không gian nhiều ô, không chỉ có độ cứng chống uốn lớn mà độ cứng chống xoắn cũng lớn. Vì thế loại kết cấu chịu lực này hay được sử dụng làm nhà có chiều cao khá lớn và cực lớn.

(iii) Sơ đồ khung-giằng:

Loại kết cấu chịu lực này là hệ hỗn hợp bao gồm cả khung cứng và các hệ giằng đứng. Hai loại kết cấu này liên kết với nhau bằng các sàn cứng để tạo thành hệ không gian cùng chịu lực. Khung cùng tham gia chịu cả tải trọng đứng và ngang. Nút khung phải là nút cứng. Các kết cấu chịu lực khác như vách cứng, lõi cứng, sàn cứng có đặc điểm, cấu tạo, sự truyền lực giống như trong sơ đồ giằng.

Độ cứng của hệ thống được các khung cứng và các kết cấu giằng đảm bảo. So với các kết cấu giằng thì độ cứng của khung nhỏ thua rất nhiều. Vì thế kết cấu giằng chịu phần lớn tác dụng của tải trọng ngang, có khi tới 70%.

Để tăng cường độ cứng ngang cho các khung, thường bố trí:

- * Tại một số nhịp cần bố trí thêm các thanh xiên dọc theo suốt chiều cao nhà.

- * Tăng cường các dàn ngang ở tầng đỉnh nhà hoặc ở một số tầng trung gian, đồng thời liên kết các khung với hai hệ dàn đứng và ngang này.

Các dàn ngang giữ vai trò như là một bộ phận phân phối lại lực dọc cho các cột khung và cản trở sự xoay tự do của toàn hệ. Bằng cách này có thể giảm đáng kể mômen ở đáy và chuyển vị ở đỉnh nhà, có thể đạt tới độ giảm 30%.

Bố trí thêm các dải cứng ngang, dọc có chiều cao bằng chiều cao của một tầng nhà. Kho đó toàn hệ làm việc như một kết cấu dạng tổ ong, các dải cứng đóng vai trò truyền nhanh nhất tải trọng ngang đến vách đứng để truyền xuống móng.

Các giải pháp tăng cường độ cứng cho hệ khung

Dùng dàn ngang kết hợp lõi cứng: Hiệu quả về chuyển vị

Dùng dàn ngang kết hợp lõi cứng : Hiệu quả giảm mômen gối

Dùng các giải pháp cứng ngang và dọc

(iv) Các hệ kết hợp:

Ngoài các hệ thống chịu lực cơ bản như các sơ đồ đã nêu trên, tùy thuộc điều kiện mặt bằng sử dụng, đặc điểm tải trọng và khả năng thi công... mà dọc theo chiều cao nhà, hệ thống kết cấu chịu lực còn có những thay đổi.

(i) Cần tuân thủ các tiêu chuẩn của vật liệu làm kết cấu công trình:

- * Có cường độ cao và trọng lượng nhẹ. Sự lựa chọn này nhằm làm giảm lực quán tính khi công trình có dao động mà vẫn đảm bảo hiệu quả cao nhất về khả năng chịu lực của tiết diện kết cấu.

- * Sử dụng vật liệu có tính biến dạng lớn nhằm nâng cao khả năng phân tán năng lượng khi công trình có dao động lớn.

- * Sử dụng vật liệu có khả năng chịu đựng tốt các tải trọng lặp và đổi chiều.

- * Vật liệu được sử dụng có tính đồng nhất, đẳng hướng cao để không bị tách thớ hoặc tiết diện kết cấu chịu lực bị thay đổi khi chịu các tải trọng lặp, tải trọng đổi chiều trong lúc công trình bị dao động.

- * Vật liệu có giá thành hợp lý, điều kiện cung ứng không quá khó trên thị trường và thi công thuận lợi.

Đáp ứng được các yêu cầu trên thường sử dụng vật liệu thép. Trong chừng mực nào đó sự kết hợp giữa bê tông, bê tông cốt thép và thép đem lại hiệu quả tốt.

(ii) Về hình dạng công trình:

- * Nên lựa chọn hình dạng mặt bằng công trình đơn giản, gọn, đối xứng và có độ cứng chống xoắn lớn. Mặt bằng có hình tròn hoặc hình vuông chịu đựng tốt khi công trình chịu dao động và kháng chấn.

Mặt bằng có dạng L, H, Y khi chịu các lực do dao động thường hay bị gãy phân cánh do phân cánh xa tâm uốn và tâm xoắn. Trong những trường hợp này, nên bố trí thêm khe kháng chấn để biến mặt bằng phức tạp thành tổ hợp các mặt bằng đơn giản. Khi có chấn động, phần nhà ở hai bên khe kháng chấn dao động độc lập trong khi mức độ đồng điệu trong mỗi phần sẽ tăng lên. Khe kháng chấn cần đủ rộng để khi dao động hai khối tách biệt không va đập vào nhau.

Mặt bằng nhà dài cần cắt thành nhiều đoạn ngắn tránh sự lệch pha của các dao động gây ra sự tác động không đồng đều trên suốt chiều dài nhà.

Mặt bằng đối xứng có tâm cứng trùng hoặc gần trùng với trọng tâm mặt bằng là giải pháp tốt. Mặt bằng cân có độ cứng chống xoắn tốt. Vách cứng đối xứng là phương án tốt cũng như bố trí vách cứng càng xa trọng tâm càng tốt.

* Theo phương thẳng đứng, hình khối công trình cân cân đối, giản điệu và liên tục. Yêu cầu này đảm bảo tính đồng điệu về dao động của các phần trong một khối công trình. Công trình có tỷ số chiều cao trên chiều rộng lớn, chuyển vị ở đỉnh công trình sẽ lớn. Các biến đổi đột ngột về hình khối theo chiều cao sẽ dẫn đến các đột biến về khối lượng tham gia dao động và về biên độ dao động. Sự không đồng điệu diễn ra giữa phần khối lớn và khối bé theo chiều cao và làm cho tính chất chịu lực của công trình trở nên phức tạp. Cần thêm các vách đủ cứng để truyền một cách liên tục tải trọng từ phần này sang phần khác của công trình. Hình dáng thon dần theo chiều cao như dạng tháp EIFFEL hoặc Landmark Tower cũng như Excess 4000 là hình khối tiêu biểu có thể giảm thấp nhất ảnh hưởng của dao động nhờ phân phối khối lượng hợp lý theo chiều cao.

* Dọc theo hai phương thẳng đứng và ngang nhà, không nên thay đổi độ cứng, cường độ của một tầng hay một vài tầng hoặc của một phần nhà. Lý do khi tổng thể nhà xuất hiện một tầng hay một đoạn mềm thì ở đó sẽ tập trung biến dạng làm cho nơi này sẽ là nơi mau hư hỏng nhất.

Giả thử cần thiết phải bớt một số cột chẳng hạn thì phải bố trí vách cứng tương ứng làm sao cho độ cứng nơi bị bớt cột gần như không thay đổi.

* Cần thiết kế khung chịu lực của nhà cao tầng có độ siêu tĩnh cao. Lý do là khi có động đất gây ra một số chỗ cục bộ xập, sứt thì những chỗ khác vẫn bền vững, điều này hạn chế độ thiệt hại. Khi này, sẽ có sự cân bằng lại nội lực và tại một số nơi còn có ứng suất phụ do nhiệt độ bị thay đổi hoặc do lún lệch giữa các phần.

* Khi xét đến sự xuất hiện của khớp dẻo thì phương án chọn để thiết kế sao cho khớp dẻo xuất hiện ở dầm trước sau mới đến cột. Cột xuất hiện khớp dẻo thường ảnh hưởng đến nhiều bộ phận của công trình. Khớp dẻo ở dầm chỉ ảnh hưởng cục bộ.

Công trình có cột yếu biến dạng sẽ tập trung ở một tầng nào đó, mức độ nguy hiểm sẽ tăng thêm. Sự phá hỏng do cắt và uốn ở cột thường lớn hơn ở dầm vì ở cột còn thêm tác động của lực dọc lớn hơn ở dầm.

2.9.9 Bố trí kết cấu trên mặt bằng:

(i) Lưới cột:

Những nguyên tắc bố trí lưới cột trên mặt bằng nên như sau:

* Lưới cột phải phù hợp với mặt bằng kiến trúc và sơ đồ kết cấu chịu lực của toàn ngôi nhà. Phải lưu tâm đến các yêu cầu định hình cấu kiện và hệ môđun.

* Lưới cột cần đơn giản, dễ dàng thi công và thuận lợi cho trang thiết bị.

Nên chọn ô lưới là ô chữ nhật hoặc ô vuông. Với các nhà có mặt bằng đối xứng nên tận dụng triệt để tính đối xứng của mặt bằng. Nếu mặt bằng không đối xứng, nên chia thành lưới ô thống nhất cho những phần có thể, phần còn lại dành cho không gian đệm như hành lang, sảnh, thang, khu phục vụ, khu kỹ thuật ...

Bước cột thích hợp nên là 5~6 mét đối với sơ đồ khung hoặc 9~12 mét cho các sơ đồ kết hợp khung-lõi, khung-vách. Với các hệ kết hợp khung-hộp hoặc vách-hộp thì khoảng cách của các hàng cột có thể đến 18~24 mét.

(iii) Tổ hợp sàn:

Việc chọn sơ đồ kết cấu cho các sàn ngang phụ thuộc kích thước ô sàn (nhịp, bước các cột), hình dạng ô sàn và cấu tạo bản thân tấm sàn. Phương án sàn

được lựa chọn sẽ ảnh hưởng đến chiều cao kiến trúc của sàn và độ cứng ngang của toàn bộ công trình.

Nhà khung có lưới cột hình vuông hay chữ nhật, hệ sàn có thể theo 3 cách: giản đơn, phổ thông hoặc phức tạp.

2.9.10 Tổ hợp cấu kiện theo phương đứng.

Độ cứng không gian của ngôi nhà phụ thuộc rất nhiều vào hình dáng của nó. Nhà có dạng thon dần theo chiều cao sẽ hợp lý nhất về phân phối trọng lượng khi dao động, kéo theo sự hạ thấp đáng kể về tác dụng của các tải trọng gió, động đất.

Khi hai công trình cùng có tỷ số chiều cao trên bề rộng ngang nhà (H/B) bằng 5 ~ 6 thì chuyển vị nhà có độ thon 1/20 chỉ còn bằng 25~30% so với nhà không có độ thon. Kết cấu các dầm giằng ngang thường đặt ở đỉnh hoặc ở các tầng kỹ thuật.

2.9.10 Thi công nhà cao tầng

Thi công nhà cao tầng có những vấn đề sau đây cần giải quyết :

(i) Vấn đề vận chuyển lên cao : thường dùng cần trục tháp, cần trục leo nếu khả năng độ cao lớn hơn chiều cao phục vụ của các cần trục tháp .

(ii) Vấn đề chuyển bê tông lên cao : thường dùng bơm bê tông nhưng bơm thông thường chỉ bơm tới chiều cao 40 mét. Khi cần chuyển bê tông bơm lên cao quá 40 mét thì dùng một trạm trung chuyển ở chiều cao thích hợp và tại đó cũng đặt máy bơm chuyển tiếp.

(iii) Vấn đề đà giáo ngoài và an toàn lao động : đà giáo ngoài cũng như các phương tiện vận chuyển cần gắn chặt chẽ với công trình, mỗi tầng có một đợt liên kết.

(iv) Vấn đề cốp pha và đà giáo vì nếu tốc độ xây dựng 7 ~ 8 ngày một tầng cho phần thô thì phải để giáo và cốp pha, không được dỡ đến 3 tầng rưỡi mới đủ độ an toàn dỡ giáo.

Nhà cao tầng đang được phát triển trong xây dựng ở nước ta và thực tế hình thái kiến trúc này đã cải thiện bộ mặt đô thị nước ta cũng như hiệu quả sử dụng đất của nó .

Ngày nay, kiến trúc sư và kỹ sư xây dựng nước ta đã có thể tự thiết kế và xây dựng nhà cao tầng . Phát triển đô thị, giải pháp nâng cao số tầng nhà là hết sức bức thiết . Bộ Xây dựng và Nhà nước đang khuyến khích xây dựng nhà cao tầng trên những khu đô thị được quy hoạch có chủ định.

2.10 Công nghệ thi công nhà thép tiền chế :

Khi còn khối Đông Âu, trong xây dựng nhà bằng thép, nhà khung Tiệp khắc được sử dụng khá rộng rãi ở nước ta . Khung chịu lực của nhà là thép hình, vì kèo thép, lợp tôn . Do kết cấu chịu lực bằng thép hình nên loại nhà khung Tiệp khá khoẻ . Nhà khung Tiệp sử dụng cho các phân xưởng sản xuất trong các xí nghiệp công nghiệp, cho các nhà kho chứa hàng hoá của các doanh nghiệp thương mại, các xí nghiệp công nghiệp .

Sau khi Đông Âu thay đổi chế độ kinh tế, việc nhập khẩu khung Tiệp trở nên hiếm thì hai Hãng thép lớn đã vào thị trường nước ta là DHP của Australia và Hãng Zamil Steel của Ả rập đang cung cấp chính loại nhà tiền chế bằng thép này .

Nhà của Hãng Zamil Steel khá mỏng manh, nhưng Hãng đảm bảo mọi sự an toàn trong sử dụng nên đã bán được hàng vài trăm công trình với diện tích xây dựng đến vài vạn mét vuông riêng ở thị trường phía Bắc nước ta mà phần lớn là nhà sản xuất .

Loại nhà tiền chế rất hữu hiệu, tạo các xưởng sản xuất nhanh chóng và nói chung suất thu hồi vốn khá cao nên được khuyến khích sử dụng cho các khu sản xuất công nghiệp .

2.11 Nhà nhịp lớn bê tông cốt thép vỏ mỏng :

Vỏ bê tông cốt thép chia ra vỏ có các hình dáng cong hoặc thoải một hay nhiều chiều là loại đã có xây dựng ở nước ta và loại vỏ hình cầu chúng ta chưa có . Phổ biến với loại vỏ cong là vỏ thoải hai chiều cong dương, vỏ gồm các tấm cong hình trụ, vỏ cong đoạn lớp xe, vỏ cong hai chiều dương, vỏ cầu là loại được sử dụng khá phổ biến tại Hoa kỳ.

Nhà có mái nhịp lớn kiểu kết cấu dây và nhà nhịp lớn thép thanh có nút cầu tạo nên dạng mái nhịp lớn tinh thể cũng sử dụng nhiều ở các nhà công cộng và công nghiệp nhưng ở nước ta chưa sử dụng.

Bề mặt của vỏ bê tông cốt thép được phân biệt bằng độ cong (một hay hai độ cong), dấu của độ cong (dương, âm, không) và phương pháp tạo thành (mặt dịch chuyển, mặt xoay ...)

Mái có kết cấu chịu lực cơ bản vượt hết nhịp, sử dụng dây cáp là mái dây. Có các loại sau: kết cấu dây, mái vỏ treo, hệ thống tổ hợp, mái có dây treo ngoài...

Theo đề nghị của V.Z. Vlasov, mặt vỏ được đặc trưng bằng độ cong Gauss là đường cong tích của đường cong chính.

Mặt vỏ có độ cong Gauss dương khi tâm đường cong của các mặt cắt qua pháp tuyến đi qua điểm đang xét ở mặt vỏ nằm trên pháp tuyến về một phía của mặt vỏ.

Mặt vỏ có độ cong Gauss âm khi tâm đường cong của các mặt cắt qua pháp tuyến đi qua điểm đang xét ở mặt vỏ nằm trên pháp tuyến về các phía của mặt vỏ.

Đối với vỏ có đường cong Gauss dương, theo phân loại thì P.L. Pastenak gọi là vỏ êliptic.

Đặc trưng quan trọng của mặt vỏ là độ lớn của đoạn nâng của vỏ f . Tùy thuộc vào tỷ lệ giữa đoạn nâng với kích thước mặt bằng của vỏ mà ta gọi là vỏ cao hay vỏ thoải.

Vỏ thoải là vỏ có độ nâng không quá $1/5$ của nhịp trên mặt bằng của vỏ. Nếu mặt bằng tròn thì $f \leq D/5$ trong đó D là đường kính của mặt bằng vỏ. Vỏ thoải hay được sử dụng làm các công trình kết cấu không gian.

Tại nhà máy xi măng Hải phòng, có một số mái làm theo vỏ trụ mỏng bê tông cốt thép có dây căng ở chân mái nhịp 24 mét. Loại vỏ này do các kỹ sư Rumanie thiết kế và công ty Xây dựng Hải phòng thi công khoảng năm 1960 - 1961 . Tại trường Đại học Bách khoa Hà nội có hai nhà ăn làm mái vỏ trụ 15 mét. Tại Đông Anh có một nhà mái vỏ thoải nhưng nhịp 15 mét là những nhà xây dựng có tính chất thí điểm loại kết cấu này.

Loại nhà này khá thích hợp cho những nơi cần nhíp nhà lớn như nhà ga, nhà thi đấu, garage và kho chứa . Tuy thế, loại nhà này mới được thí điểm để chứng minh rằng lực lượng xây dựng có thể làm được loại nhà này chứ chưa nhân rộng rãi . Điều kiện xây dựng rộng rãi khi có nhu cầu như làm các khu thi đấu lớn hay các khu cần có nhà nhíp lớn là điều mà thời gian gần sắp tới chúng ta sẽ có nhu cầu.

3. Một số công nghệ nước ngoài sử dụng nhưng hiếm sử dụng ở nước ta :

3.1 Công nghệ xây dựng nhà nhíp lớn kết cấu dây.

Kết cấu dây hay chính xác hơn là nhà nhíp lớn có mái là kết cấu dây là loại mái có kết cấu chịu lực đỡ mái là dây cáp . Hai đầu dây neo vào khung bê tông cốt thép hoặc neo xuống đất. Kết cấu dây có thể vượt qua nhíp đến vài trăm mét và thanh mảnh . Kết cấu nhẹ, tạo không gian lớn, rất thuận lợi cho những nhà thi đấu trong nhà, nhà kho chứa, nhà sản xuất lớn, nhà triển lãm và các dạng nhà công cộng khác .

Chúng ta hy vọng thời gian tới, để điểm xuyết cho các công trình đô thị, cần có một số nhà loại này để tăng tính muôn màu muôn vẻ của kiến trúc hiện đại trên đất nước ta .

3.2 Công nghệ xây dựng nhà vòm cầu bằng bê tông cốt thép.

Tại những vùng xa thành phố, vùng đồi thoải, đất rộng người thưa, tại Hoa kỳ đã xây dựng nhiều nhà vòm cầu bê tông cốt thép cho các trang trại vừa và nhỏ sử dụng. Loại nhà này được dùng nhiều làm nhà nghỉ cuối tuần của các gia đình trong đô thị .

Công trình được chuẩn bị sàn trệt bằng tấm bê tông cốt thép dày từ 100 ~ 120 mm. Làm một khuyên móng móng đỡ cho chân vòm có chiều dày khoảng 300 mm như một vành giằng.

Đặt vào giữa nhà một túi bằng vải nilông cao su khá dày nếu bơm căng có hình bán cầu chân bán cầu phủ lên giằng móng làm cốt pha . Buộc thép nhỏ có tính chất cấu tạo thường chỉ dùng thép sợi đường kính 3 mm lên bên ngoài vỏ nửa cầu cao su sau đó dùng súng phun bê tông làm kết cấu bao che . Vỏ nửa cầu bê tông cốt thép này vừa là mái, vừa là tường .

Phân trang trí bên trong tùy theo vốn đầu tư và mục tiêu sử dụng công trình . Loại nhà này được làm nhiều ở miền Trung và miền Tây Hoa kỳ.

Đối với nước ta, việc sử dụng loại nhà này thích hợp cho các trang trại miền trung du, vừa làm nhà ở, vừa làm nơi cất chứa cho trang trại .

3.3. Công nghệ nhà nhíp lớn khung không gian bằng thép mạng tinh thể

Thực chất loại kết cấu này là kết cấu chịu lực đỡ mái cho một loại nhà nhíp lớn trên thế giới hiện nay đang sử dụng như một thời thượng. Mái được cấu tạo thành vòm thoải nửa cầu do những thanh nối với nhau tại nút hình cầu tạo thành hình dáng giống như mạng tinh thể kim loại. Những thanh cơ bản có hai đầu tiện răng ren để vặn vào các nút cầu liên kết mất. Các nút cầu khoét các lỗ được tính chính xác hướng tâm làm liên kết nối các thanh thành mạng. Tấm lợp thường bằng

tấm bê tông cốt thép đúc sẵn lắp ghép. Mái loại này có thể có nhịp vài trăm mét và rất tiết kiệm vật liệu làm kết cấu.

Loại mái này rất thích dụng cho các nhà cần không gian lớn như nhà thi đấu, nhà công cộng, kho chứa lớn, nhà triển lãm .

Hà nội đang thiết kế và thử nghiệm để xây dựng thí điểm một vài công trình . Bộ Xây dựng đã đồng ý cho một số cơ sở sản xuất xây dựng và cơ khí xây dựng nghiên cứu để làm thí điểm loại mái nhà này . Nhiều nhà thi đấu phục vụ SeaGames 2003 đã làm loại mái này.

4. Một số công nghệ kháng chấn :

4.1. Khái niệm:

Động đất, hiện tượng rung động đột ngột mạnh của vỏ trái đất do sự dịch chuyển các mảng thạch quyển hoặc các đứt gãy trong vỏ trái đất và được truyền qua những khoảng cách lớn dưới các dạng dao động đàn hồi. Động đất chủ yếu liên quan với nội lực kiến tạo. Đại đa số động đất xảy ra ở đới hút chìm các mảng thạch quyển hoặc ở dọc các đứt gãy sâu. Nhưng cũng có loại động đất do ngoại lực như sự trượt lở đất đá với khối lượng lớn hoặc sự mất cân bằng trọng lực ở những nơi có hồ chứa nước lớn và sâu nhân tạo . Nơi phát sinh dịch chuyển của động đất được gọi là chấn tiêu hoặc lò động đất. Nối tâm trái đất với chấn tiêu qua lên mặt đất, đường này gặp mặt đất tại nơi được gọi là chấn tâm. Khoảng cách từ chấn tâm đến chấn tiêu được gọi là độ sâu chấn tiêu, ký hiệu là H. Khoảng cách từ chấn tiêu đến trạm quan sát (trạm đặt máy hay chân công trình) được gọi là tiêu cự Δ , khoảng cách từ chấn tâm đến trạm quan sát gọi là tâm cự D. Cường độ động đất ở mặt đất xác định theo thang động đất hoặc bằng đại lượng manhitut (magnitude).

Động đất trên thế giới thường tập trung ở hai đới: đới vòng quanh Thái Bình Dương và đới Địa Trung Hải qua Himalaya vòng xuống Malaixia. Hai đới này cũng là nơi tập trung nhiều núi lửa đã tắt và đang hoạt động. Động đất ở Chilê 1960 là động đất mạnh nhất (8,9 độ Richter) có năng lượng lớn gấp trăm lần năng lượng quả bom nguyên tử đã nổ ở Hiroshima. Tại Việt nam, động đất chủ yếu tập trung ở phía trung Hà nội, dọc theo sông Hồng, sông Chảy, sông Đà, sông Cả, ven biển Nam Trung bộ. Động đất ở Điện Biên Phủ (1-11-1935) đạt tới 6,75 độ Richter, cấp 8-9 thang động đất, độ sâu chấn tiêu là 25 km. Động đất ở Tuần giáo (Lai Châu), xảy ra ngày 24-6-1989 đạt 6,7 độ Richter, cấp 8-9, độ sâu chấn tiêu là 23 Km.

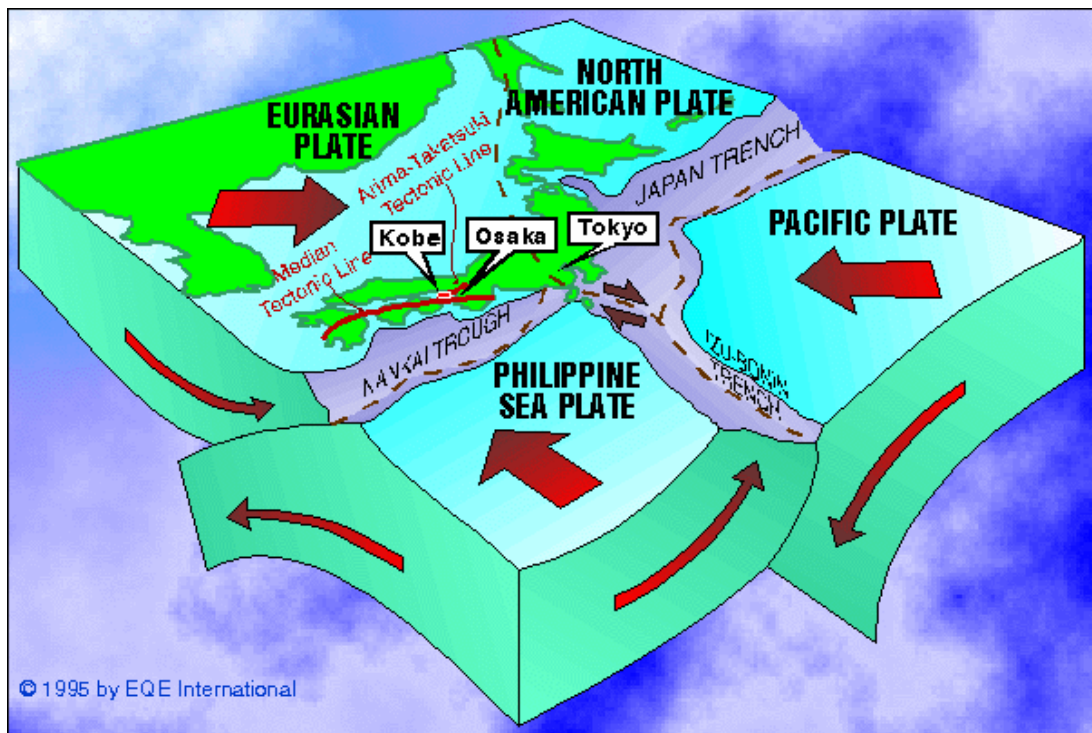
Nhiều nguyên nhân của sự phát sinh ra khối năng lượng gây ra động đất như hang động bị sụp, các mảnh thiên thạch va vào trái đất, các vụ thử bom hạt nhân ngầm dưới đất, nhưng nguyên nhân cơ bản là sự chuyển động tương hỗ không ngừng của các khối vật chất nằm sâu trong lòng đất để thiết lập một thể cân bằng mới, thường được gọi là vận động kiến tạo. Động đất xảy ra do hậu quả của vận động kiến tạo được gọi là động đất kiến tạo. Theo thống kê, 95% các trận động đất trên thế giới có liên quan trực tiếp đến vận động kiến tạo.

Theo thuyết kiến tạo vỏ trái đất, thạch quyển là lớp cứng được tạo chủ yếu là các quần thể đá giàu nguyên tố Si và Mg nên gọi tắt là Sima còn bên trên nó được gắn các lục địa rải rác do các quần thể đá giàu chất Si và Al nên gọi tắt là Sial tạo nên. Bề dày thạch quyển khoảng 70 km ở biển và 140 km dưới các lục địa. Tuy bao trùm toàn bộ vỏ trái đất nhưng thạch quyển không phải là lớp có bề dày đồng đều mà có dạng kiến trúc phân mảnh bởi các vết đứt sâu xuyên thủng. Dưới thạch

quyển là lớp dung nham lỏng, dẻo ở nhiệt độ cao. Thực tế này làm cho các mảng có sự chuyển dịch tương đối với nhau và dĩ nhiên những lực địa bám trên mình nó cũng dịch chuyển theo (thuyết lục địa trôi nổi). Ngày nay tồn tại 11 vĩ mảng mang tên : Á Âu, Ấn Úc, Thái bình dương, Bắc Mỹ, Nam Mỹ, Phi, Nam Cực, Philippin, Cocos, Caribê, và Nazca. Các mảng lớn lại được phân chia thành các mảng nhỏ qua các vết đứt gãy nông hơn.

Có năm dạng chuyển động tương đối giữa các mảng khi động đất là : các mảng tách xa nhau ra, các mảng dũi ngâm xuống sâu, các mảng trườn lên nhau, các mảng va vào nhau, các mảng rúc đồng qui vào nhau. Trong 5 loại này, các chuyển động dũi và trườn tạo động đất mạnh hơn cả.

Thí dụ trận động đất ở Kobe, Nhật bản, tháng Giêng năm 1995 được mô tả chuyển động của các mảng theo hình kèm đây.



Khi xảy ra động đất, quá trình chuyển động trượt tương đối giữa các khối vật chất không chỉ vận động cơ học đơn giản mà còn có cả sự tích lũy thế năng biến dạng hoặc kèm chuyển hoá năng lượng, năng lượng từ trạng thái này sang trạng thái khác dẫn đến sự tích tụ năng lượng ở những vùng xung yếu nhất định trong lòng đất. Khi năng lượng tích tụ đến giới hạn nào đó, không còn thể cân bằng với môi trường chung quanh nên thoát ra dưới dạng thế năng chuyển sang động năng và gây ra động đất.

Các điểm tích tụ năng lượng, điểm chấn tiêu, nằm sâu trong lòng đất từ 5 km đến 70km. Trận động đất ở Tuần giáo (1983) có độ sâu $H = 32$ km. Một số trận động đất khác $H = 70$ km ~ 300 km. Các trận động đất mạnh thường ở độ sâu 30 km ~ 100 km.

4.2. Đánh giá cường độ động đất :

Có thể dựa vào hoặc hậu quả của nó, hoặc năng lượng gây ra trận động đất ấy. Trong vòng 200 năm qua trên thế giới đã đề nghị khoảng 50 loại thang phân cấp đo cường độ động đất. Các thang sau đây được nhiều nước sử dụng :

Thang Mercalli cải tiến:

Năm 1902 G. Mercalli (Giuseppe Mercalli, người Ý, 1850-1914) đề ra thang đo cường độ động đất 12 cấp. Năm 1931 Wood và Newmann bổ sung nhiều điều cho thang 12 cấp này và thang này được mang tên MM. Thang MM đánh giá độ mạnh của động đất dựa vào hậu quả của nó tác động lên con người, đồ vật và các công trình xây dựng. Thang chia thành 12 cấp, từ cấp I đến IV là động đất yếu, từ cấp V đến VI đã tác động đến giác quan con người, đánh thức người ngủ, đèn treo trên trần nhà lay động, nhà cửa rung nhẹ và có chút ít thiệt hại. Động đất cấp VII làm cho người phải bỏ chạy khỏi nhà, hư hỏng từ nhẹ đến vừa với nhà bình thường và làm hỏng nặng nhà mà khâu thiết kế và thi công kém. Một số ống khói bị đổ. Cấp VIII làm hư hỏng hàng loạt công trình, ngay những nhà được thiết kế và thi công tốt. Panen sàn rời khỏi dầm đỡ. Gọi là động đất cấp IX và cấp X là động đất làm đổ hầu hết các nhà. Động đất cấp XI gây thiệt hại trên phạm vi lớn. Cấp XII mang tính huỷ diệt kèm theo sự thay đổi địa hình nơi có động đất.

Thang MKS-64 :

Thang MSK-64 năm 1964 được Medvedev và Sponheuer và Karnic đề xuất để đánh giá động đất ảnh hưởng đến công trình xây dựng. Cường độ động đất được đánh giá qua hàm số chuyển dời cực đại của con lắc tiêu chuẩn có chu kỳ dao động riêng $T = 0,25$ s. Thang KSK-64 cũng có 12 cấp và quan hệ giữa cấp MSK-64 với phổ biên độ của con lắc tiêu chuẩn như bảng sau:

MSK-64	Phổ biên độ (mm)
5	0,5~1,0
6	1,1~2,0
7	2,1~4,0
8	4,1~8,0
9	8,1~16,0
10	16,1~32,0

Thang Richter:

Thay cho việc đánh giá cường độ động đất thông qua hậu quả của nó, năm 1935, Richter, kỹ sư địa chấn người Hoa kỳ (Charles Francis Richter, 1900-1985) đưa ra thang đo cường độ động đất bằng cách đánh giá gần đúng năng lượng được giải phóng ở chấn tiêu. Ông đưa ra định nghĩa, độ lớn M (Magnitude) của một trận động đất bằng logarit thập phân của biên độ cực đại A (μm) ghi được tại một điểm cách chấn tâm $D = 100$ km trên máy đo địa chấn có chu kỳ dao động riêng $T = 0,8$ sec.

$$M = \log A$$

Quan hệ giữa năng lượng E (ergi) được giải phóng ở chấn tiêu với magnitude được xác định theo công thức:

$$\log E = 9,9 + 1,9 M - 0,024 M^2$$

Tính toán theo công thức này, thu được :

M	5	6	6,5	7	7,5	8	8,6
E	$0,08 \times 10^{20}$	$2,5 \times 10^{20}$	$14,1 \times 10^{20}$	80×10^{20}	46×10^{20}	2000×10^{20}	20000×10^{20}

Về mặt lý thuyết, thang M bắt đầu từ 0 và không có giới hạn trên, nhưng thực tế chưa bao giờ đo được trận động đất nào có M đạt đến 9. Trận động đất mạnh tại Columbia (30-11-1906) và tại Sanricum, Nhật bản (2-3-1933) cũng chỉ đạt tới 8,9.

Độ sâu của chấn tiêu ảnh hưởng rất lớn trong tương quan giữa thang M và thang MM. Trận động đất có thang M=8 nhưng sâu $H > 100$ km thì ảnh hưởng của nó khá rộng nhưng hậu quả lại không đáng kể. Có trận động đất tại Maroc $M = 5,75$ nhưng $H = 3$ km đã gây ra cường độ động đất tới cấp XI ở vùng chấn tâm.

Thang năng lượng Richter có 7 bậc đánh số từ 2 đến 8 độ Richter. Giữa thang Mercalli cải tiến và thang Richter có quan hệ như sau:

Thang Richter M	Thang Mercalli cải tiến MM
2	I~II
3	III
4	IV~V
5	VI~VII
6	VII~VIII
7	IX~X
8	XI

Năm 1981, Viện Kiến trúc Nhật bản đã thiết lập mối quan hệ giữa thang MM, MSK-64 và đặt ra thang đo động đất JMA của Nhật bản mà thang này gồm 8 cấp với gia tốc cực đại của nền đất W , cm/s^2 như bảng sau:

MM	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
MSK 64	I	II	III	IV	V	VI	II	VIII	IX	X	XI	XII	
JMA	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$W\text{cm/s}^2$	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000		

Các nước thường dùng song song hai thang là thang Mercalli cải tiến và thang năng lượng Richter nên chúng ta hay thấy nói trận động đất mạnh cấp mấy và có mấy độ Richter. Mạnh cấp mấy, hay được hiểu theo cấp của thang Mercalli cải tiến và độ Richter là theo thang Richter.

3. Những trận động đất từ đầu năm 2001 cập nhật đến ngày 9-03-2001:

Theo thống kê của Trung tâm thông tin quốc gia về động đất của Hoa kỳ, những trận động đất xảy ra có thể gây tác hại cho công trình từ đầu năm 2001 đã ghi được như dưới đây:

Ngày	Giờ	Vĩ độ	Kinh độ	Độ sâu	Độ mạnh	Địa điểm
2001/01/01	06:57:04	6,907 Bắc	126,613 Đông	33 km	7,4	Mindanao Philippines
2001/01/09	16:49:28	14,898 Nam	167,154 Đông	111 km	7,0	Đảo Vanuatu
2001/01/10	16:02:43	57,019 Bắc	153,398 Tây	33 km	6,8	Alaska
2001/01/13	17:33:30	13,063 Bắc	88,787 Tây	39 km	7,6	Trung Mỹ
2001/01/26	03:16:40	23,326 Bắc	70,317 Đông	22 km	6,9	Ấn độ
2001/02/13	19:28:31	4,618 Nam	102,937 Đông	36 km	7,3	Indonexia
2001/02/19	22:52:30	21,4 Bắc	120,8 Đông	12 km	5,3	Vietnam
2001/02/24	07:23:48	1,46 Bắc	126,3 Đông	33 km	7,0	Bắc Biển Moluca

2001/03/07	08:29:19	0,30Bắc	97,57Đông	33 km	5,1	Sumatra
2001/03/07	08:47:28	62,74 Bắc	148,35Tây	33 km	3,0	Indonêxia
2001/03/07	11:19:10	23,18Nam	66,75 Tây	33 km	4,4	Alaska
2001/03/07	11:34:06	20,01 Bắc	143,81 Đ	33 km	4,3	Achentina
2001/03/07	11:51:28	27,91 Bắc	102,73Đ	33,km	4,4	Đảo Mariana
2001/03/07	17:12:24	35,05 Bắc	84,81Tây	6,7km	3,2	Trungquốc
2001/03/07	18:10:57	7,26Nam	12,97Tây	10 km	5,6	Hoa kỳ
2001/03/07	18:22:55	20,02Nam	178,35Tây	560,9	4,5	Đảo atxãg
2001/03/07	23:46:04	24,15Nam	179,72Tây	400,0	4,3	Đảo Fiji
2001/03/08	01:38:15	8,70Nam	123,87Đ	118,3	5,1	Đảo Fiji N
2001/03/08	06:06:42	53,39Nam	160,09Đ	84,8	4,4	Indonexia
2001/03/08	07:19:55	6,37Nam	130,71Đ	114,5	5,1	Kamchatka
2001/03/08	11:37:24	29,87Nam	178,13Tây	33,0	5,2	Đảo Banda
2001/03/08	14:53:18	35,29Bắc	99,49Đông	33,0	4,3	NiuZilên
2001/03/08	15:28:44	30,26Nam	178,32Tây	300,0	4,7	TQuốc
2001/03/08	20:50:34	36,55Bắc	70,97Đông	148,6	5,1	NiuZilên
2001/03/08	21:11:25	5,24Nam	102,28Đ	33,0	5,9	Apganistan
2001/03/09	01:07:09	32,51Bắc	69,48Đông	33,0	5,4	Indonexia
2001/03/09	02:52:05	14,04Bắc	144,90 Đ	122,1	4,6	Pakistãng
2001/03/09	02:56:59	6,31Nam	130,15 Đ	200,0	5,2	Mariana
2001/03/09	07:10:22	64,48Bắc	130,94Tây	10,0	4,9	Đảo Banda Canada

Chú thích cho bảng: Giờ GMT. Toạ độ theo Greenwich.

Vào hồi 22h52 ngày 19-02-2001 trên địa bàn tỉnh Lai Châu xảy ra trận động đất gây nên nhiều đợt chấn động ngắn kéo dài đến 6 giờ sáng ngày 20-02-2001. Theo báo cáo của Trung tâm Địa chấn, trận động đất lúc 22h52 mạnh 5,3 độ Richter, sau đó lúc 1h24 ngày 20-02-2001 chấn động mạnh 3,8 độ Richter, lúc 2h04 ngày 20-02-2001 chấn động mạnh 4,3 độ Richter sau đó còn một số đợt chấn động khác với cường độ nhẹ. Tâm động đất cách thị xã Điện Biên Phủ 20 km về phía Tây ở toạ độ 21,4 vĩ độ Bắc; 120,8 độ kinh Đông, độ sâu 12 km.

Do chấn tâm cách thị xã Điện Biên khoảng 20 km nên tác động không mạnh. Nhà cửa hư hỏng chút ít và không có nhà sụp. Về thiết kế kết cấu ngôi nhà đã làm tại Điện Biên còn phải rút kinh nghiệm vì hầu như không có nhà làm kiểu khung bê tông cốt thép. Chỉ có một vài ngôi nhà làm kiểu khung không hoàn chỉnh và phần lớn là nhà tường gạch chịu lực được xây với mức vừa rất thấp.

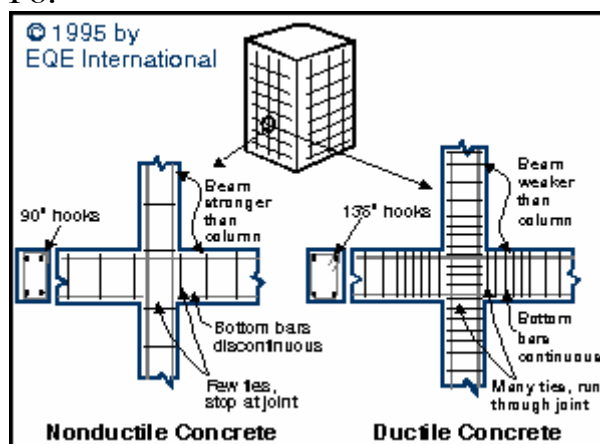
Nước ta hầu hết các trận động đất ghi lại được thì chấn tâm đều nằm tập trung ở phía Bắc, dọc theo các vết đứt gãy địa chất vùng sông Chảy, sông Hồng, sông Hồng, sông Đà, sông Mã, sông Cả... Theo số liệu mà tập Quy chuẩn Xây dựng Việt nam (tập III) cung cấp thì vùng dự báo chấn động cực đại là 8 độ MSK-64, nghĩa là tương đương độ 5~6 Richter. Những năm qua mới ghi được tại nước ta cực đại là 6,75 độ Richter nhưng phần lớn vào thời điểm động đất, những vùng có ảnh hưởng của động đất mật độ nhà thưa thớt nên thiệt hại không đáng kể.

Tại Ấn độ vừa qua, trận động đất tháng 22 tháng Giêng năm 2001 chỉ có 6,8 độ Richter mà đổ hàng trăm ngàn ngôi nhà và làm chết khoảng 20.000 người, làm bị thương nặng đến 20.000 người nữa.

Nếu với độ sâu chấn tiêu chừng 30 km, và đô thị cách chấn tâm trên 20 km có thể tham khảo một số kinh nghiệm tổng kết của kinh nghiệm trong cấu tạo các chi tiết nhà sau khi sơ kết những trận động đất lớn như tại Osaka (17 tháng Giêng năm 1995; 7,2 độ Richter):

(i) Nhà khung bê tông cốt thép chịu lực kháng chấn tốt hơn nhà tường gạch chịu lực.

(ii) Nhà khung bê tông cốt thép, tại nút khung nên bố trí thép đai trong nút khung, đai phân bố theo chiều cột khung, việc tránh được nứt ở nút khung tốt. Khoảng cách đai 50 mm, đai $\Phi 8$.



(iii) Giữa tường chèn và khung cần bố trí những thanh thép râu cắm từ trong cột khung để câu với tường mà khoảng cách giữa các râu không lớn quá 5 hàng gạch. Nối giữa hai cốt râu ở hai đầu tường là thanh thép chạy theo chiều dài tường. Đường kính thép râu $\Phi 8$. Mạch chứa râu thép phải xây bằng vữa xi măng không có vôi và #100. Nên đặt râu thép này khi đặt cốt thép cột, để ép vào mặt cốt pha, sau khi dỡ cốt pha sẽ cạy cho thép này bung ra để cắm vào các lớp tường xây chèn.. Nếu quên có thể khoan lỗ sâu 100 mm vào cột khung rồi nhét thép vào sau nhưng nhớ lấp lỗ chèn bằng vữa có xi măng trương nở (sikagrout).

(iv) Với những nhà tường gạch chịu lực phải xây bằng vữa có xi măng và chất lượng vữa không nhỏ hơn #25. Cần đảm bảo độ câu giữa những hàng gạch. Không xây quá ba hàng dọc mới đến một hàng ngang và nên xây theo kiểu chữ công.

(v) Trong một bức tường nên có ít nhất hai hàng giằng tại cao trình bậc cửa sổ, cao trình lanh tô cửa. Giằng bằng bê tông cốt thép #200 có 2 cốt dọc $\Phi 8$ và đai nối 2 thanh cốt dọc này. Cốt thép đặt giữa giằng.

Nhiều công trình hư hỏng do xuất hiện lực cắt lớn trong dầm và cột khung. Những phá hoại loại này thường xảy ra tại phân cột sát ngay mức trên sàn. Lý do là các chi tiết ở quanh nút khung chưa đủ độ cứng. Với cột, ta thấy chưa có cấu tạo chống với lực cắt ở vùng gần chân cột. Cần thiết kế lưới ốp quanh chân cột. Những thanh thép dọc âm qua gối cột của dầm, nên uốn móc 135°.

Nhà nhiều tầng bị động đất hay dập nát cột ở tầng trệt và tầng trên sát tầng trệt vì cả khối nhà bị xoắn. Mý do là tầng trệt thường phải làm thoáng cho phòng đón tiếp, garage nên không bố trí sườn gia cường cột. Cũng hay thấy cột bị dập ở sát chân những tầng giảm độ cứng theo chiều cao nhà. Những vị trí vừa nêu, chân cột cần gia cường chống xoắn.

Để kháng chấn tốt, nên dùng cốt thép vằn (thép gai, thép gờ) vì ở Kobe cho thấy nhiều nhà mà kết cấu dùng thép trơn thường bị phá hỏng. Hư



hỏng thường do xuất hiện lực cắt lớn trong dầm và cột khung. Vị trí nơi phá hoại thường xảy ra tại phần cột sát ngay mức trên sàn. Nên làm lưới thép nhỏ ốp quanh chân cột, cột sẽ tăng độ cứng nhiều. Thép dọc chịu mômen âm dù là cốt vằn cũng nên uốn móc 135° , mà nhiều tiêu chuẩn cho rằng với thép vằn không cần uốn móc.

Trong khi chờ đợi qui định tạm thời của Bộ Xây dựng sắp ban hành, chúng tôi có một số khuyến nghị như trên không làm tăng chi phí xây dựng là bao như trên nhưng đảm bảo kháng chấn đến độ 6 Richter.

5. Kết luận :

Phần trên đã trình bày những công nghệ xây dựng ở nước ta. Những công nghệ nào mới vào nước ta những năm gần đây được chúng tôi trình bày chi tiết hơn những công nghệ khác.

Công nghệ sản xuất bao gồm: bí quyết sản xuất (know-how), công cụ sản xuất, nguyên vật liệu, nhân công thực hiện . Phần trình bày đã nói lên các phần nội dung công nghệ là gì, phương tiện sử dụng chính và nguyên vật liệu cơ bản.

Do đường lối đổi mới của Đảng ta rất rõ ràng trong quan hệ quốc tế là giao lưu với tất cả các nước và nhất là sau năm 1992, nhiều doanh nghiệp nước ngoài đã tham gia trong thị trường nước ta nên công nghệ xây dựng nước ta có những thay đổi vượt bậc. Máy xây dựng cũng như nguyên liệu đặc thù được nhập vào nước ta khá mau lẹ nên nói chung trình độ công nghệ xây dựng nước ta không thua kém trình độ khu vực là bao nhiêu nếu không nói rằng ngang bằng với trình độ khu vực.

Tuy thế, với yêu cầu hội nhập khu vực trong thời gian rất gấp nữa, chúng ta cần tìm hiểu để tiếp cận nhanh chóng với công nghệ tiên tiến, thiết bị hiện đại để tồn tại và phát triển trong thời kỳ mới, thời kỳ của kinh tế trí thức, của công nghiệp hoá, hiện đại hoá đất nước ./.

L.K

CÙNG TÁC GIẢ :

(Chỉ những sách viết trong 2 năm 2001 -2002):

1. Giám sát thi công và nghiệm thu các công tác bê tông cốt thép
(64 trang A4) Hà nội 10-2001
2. Giám sát thi công và nghiệm thu công tác lắp đặt trang thiết bị trong nhà dân
dụng (75 trang A4) Hà nội 12-2001
3. Giám sát thi công và nghiệm thu công tác lắp đặt đường dây và trạm
(145 trang A4) Hà nội 6- 2002
4. Giáo trình thi công nhà cao tầng (143 trang A4)
Hà nội 8 - 2002
5. Chỉ dẫn thi công cho vùng có động đất ở nước ta (45 trang A4)
Hà nội 4 - 2001
6. Giáo trình pháp luật trong xây dựng (180 trang A4)
NXB XD - Hà nội 2001
7. Từ điển Giải thích về Xây dựng và Kiến trúc
(780 trang A4, chung với Đoàn Đình Kiến, Trần Hùng và Đoàn Như Kim)

NXBXD - Hà nội 2002

Các bạn có nhu cầu về tài liệu liên hệ với tác giả:

Lê Kiều

Số 63/61 Thái Thịnh Hà nội.

Tel: 84.4. 8532725

Mobil: 0913231614

Fax: 84.4. 5620187

E-mail : lekieu@fpt.vn