

BỘ XÂY DỰNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI

PGS LÊ KIỀU

**GIÁO TRÌNH
THI CÔNG NHÀ CAO TẦNG
BÊ TÔNG CỐT THÉP**

HÀ NỘI THÁNG 07.2002

Phân Mở Đầu

Giáo trình này là giáo trình chuyên đề nhằm hướng dẫn những điều cơ bản để lập thiết kế biện pháp công nghệ để thi công, giúp cho việc giám sát và nghiệm thu phần thô nhà cao tầng xây chen tại các thành phố.

Do tính thực tiễn của giáo trình nên nội dung không giải thích những nguyên tắc của thi công cơ sở mà được thể hiện theo dạng các chỉ dẫn công nghệ.

Giáo trình này có sử dụng các Tiêu chuẩn Xây dựng đã ban hành về thi công nhà cao tầng như :

TCXD 194:1997 Nhà cao tầng - Công tác khảo sát địa kỹ thuật

TCXD 203 : 1997 Nhà cao tầng - Kỹ thuật đo đạc phục vụ công tác thi công

TCXD 199 : 1997 Nhà cao tầng - Kỹ thuật chế tạo bê tông mác 400-600

TCXD 200 : 1997 Nhà cao tầng - Kỹ thuật chế tạo bê tông bơm

TCXD 197 : 1997 Nhà cao tầng - Thi công cọc khoan nhồi

TCXD 196 : 1997 Nhà cao tầng - Công tác thử tĩnh và kiểm tra
chất lượng cọc khoan nhồi.

TCXD 202 : 1997 Nhà cao tầng - Thi công phần thân

TCXD 201 : 1997 Nhà cao tầng - Kỹ thuật sử dụng giáo treo

TCXD 206 : 1998 Cọc khoan nhồi - Yêu cầu về chất lượng thi công

Giáo trình này được sử dụng làm cơ sở để lập các yêu cầu kỹ thuật nêu trong bộ hồ sơ mời thầu và các bản vẽ. Nếu trong bộ hồ sơ kỹ thuật đã có Hồ sơ mời thầu thì những nội dung bổ sung của giáo trình này sẽ làm phong phú các yêu cầu công nghệ cho thi công nhà cao tầng. Tuân theo những khuyến nghị của giáo trình này sau khi được chủ đầu tư chấp thuận có thể được coi như cơ sở để lập giá thi công.

Chương I

Những điều cần biết chung

1.1 Kiểm tra hồ sơ thi công và thực tế hiện trường

Hồ sơ thi công bao gồm phần Các yêu cầu kỹ thuật trong bộ Hồ sơ mời thầu, toàn bộ bản vẽ sử dụng để thực hiện dự án, toàn bộ dữ liệu về địa hình, địa chất thuỷ văn, địa chất công trình, catalogues về vật liệu xây dựng theo yêu cầu, catalogues về bán thành phẩm và các văn bản khác cần thiết phải lưu giữ tại phòng kỹ thuật thi công. Cần có tổng tiến độ yêu cầu.

Cần kiểm tra tình trạng thực tế cũng như các kích thước và cao trình tại hiện trường.

Trước khi thi công cần nghiên cứu rất kỹ hồ sơ thiết kế và các yêu cầu kỹ thuật trong bộ hồ sơ mời thầu. Cần kiểm tra mọi kích thước và cao trình trong các bản vẽ, chú ý đảm bảo sự trùng khớp các dữ liệu giữa các bản vẽ với nhau.

Khi thấy những điều giữa hồ sơ và thực tiễn chưa khớp hoặc thiếu sót cần bàn bạc cách xử lý thống nhất về những khác biệt phát hiện được với chủ đầu tư trước khi tiến hành công việc.

Cần có kỹ sư triển khai thiết kế chi tiết và quán triệt các biện pháp thi công mới được vạch có tính chất phương hướng khi nộp hồ sơ thầu. Phải rà soát lại tổng tiến độ thi công do Hồ sơ mời thầu chỉ định để phối hợp đồng bộ các khâu từ xây đến lắp nhằm vạch kế hoạch phối hợp trong tổng tiến độ. Khi sử dụng các bán thành phẩm thương phẩm hoặc cần có thầu phụ tham gia cần thiết lập bản vẽ chỉ dẫn thi công hoặc yêu cầu phối hợp bổ sung trình chủ đầu tư duyệt trước khi thi công.

Trên công trường có nhiều bên tham gia thì thông thường bên thầu chính là người duy nhất chịu trách nhiệm về bảo đảm phối hợp về kết cấu, cơ khí và các công tác kỹ thuật khác nên khi rà soát tổng tiến độ cần có cách nhìn tổng quát. Nếu công trường đơn giản thì việc tổ chức phối hợp thường do chủ đầu tư trực tiếp đôn đốc.

Các bản vẽ triển khai thi công cần lưu ý đến các chi tiết kỹ thuật sẽ đặt trong bê tông hoặc khối xây cũng như các lỗ chừa định trước tránh đục đẽo sau này. Bên thầu chính phải phát hiện các sai sót của thiết kế về sự thiếu chú ý

phối hợp chung để chủ đầu tư nhất trí trước khi thi công. Thông thường các bản vẽ phân xây chưa đủ tầm bao quát các phân lắp, phân trang bị mà quá trình thi công phải phối hợp tạo điều kiện để tránh đục đẽo hoặc đã làm rồi phải làm lại hoặc chỉnh sửa.

1.2 Điều cần chú ý chung về an toàn, bảo hộ khi thi công :

Cần thiết lưu tâm đến tín hiệu an toàn hàng không khi công trình thi công vượt lên cao .Khi công trình xây đạt độ cao vượt quá 10 mét, phải làm và thắp đèn và cắm cờ đỏ báo hiệu độ cao theo qui định an toàn hàng không. Có thể bố trí đèn và cờ đỏ trên đỉnh cần trục tháp hoặc tháp cao nhất công trình. Đèn phải phát ra ánh sáng màu da cam và có công suất lớn hơn 100 W. Chụp đèn trong suốt, không cản độ sáng do đèn phát ra. Đèn và cờ có thể nhìn thấy từ bất kỳ vị trí nào trên không.

Phải làm bảng báo hiệu số tầng đang thi công và báo hiệu những tầng dưới đã thi công. Bản hiệu viết chữ có chiều cao chữ ít nhất 1 mét, bề dày nét chữ 10 cm. Chữ sơn màu đậm khác biệt màu với các bộ phận kết cấu chung quanh chữ.

Đường dây dẫn điện đi lộ trần không được nằm trong vùng ảnh hưởng của cần trục. Cấp điện và các phương tiện viễn thông đi trong ống ngầm theo đúng chỉ dẫn nghiệp vụ chuyên ngành.

Khi đường dây cắt ngang luồng vận chuyển, đường dây trên không phải đảm bảo độ cao theo qui định, đường cáp ngầm phải đặt sâu trên 1 mét so với mặt đường và phải đặt trong ống bao ngoài bằng thép hoặc ống bê tông để bảo vệ.

Mọi công việc gây ồn và chấn động làm ảnh hưởng sự nghỉ ngơi và yên tĩnh của dân cư gần công trường không nên tiến hành từ 23 giờ đến 5 giờ sáng. Trong trường hợp khẩn thiết cần có sự thoả thuận với những hộ sẽ bị ảnh hưởng và rất hạn chế xảy ra. Hạn chế tối đa việc phát ra tiếng ồn của máy bằng các phương tiện giảm chấn cũng như của các phương tiện loa đài.

Cần tuân thủ nghiêm các quy định về an toàn , bảo hộ lao động. Quần, áo, mũ, găng tay, giày ủng, kính bảo hộ cho mọi dạng lao động đều được trang bị đầy đủ. Các khu vực nguy hiểm như phạm vi hoạt động của cần trục, của máy đào và các máy móc khác, phạm vi có thể có khả năng nguy hiểm do vật trên cao rơi xuống, phạm vi có thể rơi xuống hố đào sâu, cung trượt đất, đều có rào chắn tạm và có báo hiệu màu sắc đèn và cờ cũng như được sơn

theo quy định. Không chất tải quanh mép hố sâu. Những sàn có độ cao hơn trên 2m cần có lan can chống rơi ngã và lưới chắn đỡ phía dưới. Nơi làm việc phải đảm bảo độ sáng theo qui định và mức ồn dưới mức quy định. Nơi phát sinh bụi, hơi và mùi độc hại, nơi phát ra ánh sáng hồ quang điện cần được che chắn và công nhân làm việc ở nơi này được trang bị mặt nạ chuyên dụng.

Cần tuân thủ sự quản lý Nhà nước của các cơ quan quản lý đô thị. Việc sử dụng hệ đường, cần có sự thoả thuận của cơ quan quản lý tương ứng và nên hạn chế đến mức tối thiểu.

1.3. Những điều cần lưu ý đặc biệt khi thi công xây chèn.

Cần khảo sát và đánh giá đầy đủ về tình trạng các công trình hiện hữu liên kề cả về phần nổi cũng như phần chìm để có giải pháp thi công và chi phí phù hợp, bảo đảm tuyệt đối an toàn cho công trình hiện hữu. Việc khảo sát và đánh giá phải làm đúng các qui định hiện hành, có ghi hình ảnh để lưu trữ và lập biên bản có xác nhận đầy đủ của các bên liên quan.

Khi nghi ngờ về địa giới và phân ngầm của công trình hiện hữu sẽ ảnh hưởng đến thi công cũng như sự an toàn cho công trình hiện hữu phải cùng chủ đầu tư thống nhất biện pháp giải quyết cũng như về kinh phí sử lý. Cần bàn bạc và thống nhất chế độ và trách nhiệm bảo hiểm cho công trình hiện hữu và sự bảo hiểm này có sự tham gia của cơ quan bảo hiểm chuyên trách.

Để đảm bảo an toàn tuyệt đối khi gặp công trình liên kề hiện hữu quá rệu rã, có khả năng sụp đổ trong quá trình thi công, cần thông qua chủ đầu tư, bàn bạc với chủ sở hữu công trình hiện hữu giải pháp hợp lý mà các bên cùng chấp nhận được. Việc chống đỡ cho công trình liên kề hiện hữu trong quá trình thi công là một trong những khả năng nếu thấy cần thiết.

Quá trình thi công ngoài việc theo dõi kích thước hình học và biến dạng của công trình xây dựng còn cần theo dõi độ biến dạng của công trình liên kề để có giải pháp ngăn chặn sự cố đáng tiếc có khả năng xảy ra.

Với móng cọc nhồi tạo lỗ kiểu xoay nên để lại ống vách cho những cọc sát nhà liên kề hiện hữu. Móng cọc nhồi đào bằng máy gàu ngoạm phải làm cừ chắn đủ sâu tại đường phân giới khu đất và không nhất thiết thu hồi sau khi làm xong móng công trình.

Hạ mức nước ngầm khi thi công xây chèn thường ảnh hưởng đến sự lún công trình liên kề nên hạn chế hoặc không sử dụng biện pháp hạ nước ngầm vì lý do an toàn.

Nếu có phần ngầm của công trình liền kề hiện hữu lấn vào mặt bằng thi công cần bàn bạc xử lý trước khi tiến hành thi công phần nền móng.

Khi cần neo tường chắn trong đất cần được thoả thuận của cơ quan hữu quan và chủ sử dụng đất liền kề.

Công trình xây dựng nằm cách đê sông nhỏ hơn 100 mét phải có thoả thuận của cơ quan quản lý đê điều về các biện pháp thiết kế và thi công phần ngầm.

Khi thi công sát nhà bên có tải lớn tác động lên đất cũng như khi công trình làm hố móng sâu hơn đáy móng nhà bên, cần có biện pháp chống thành vách bằng cừ thép hoặc cừ bê tông ứng lực trước để giữ an toàn khi thi công công trình cũng như đảm bảo an toàn cho nhà liền kề. Thiết kế tường cừ phải chú ý đến văng chống và neo đảm bảo biến dạng trong phạm vi được phép. Biện pháp cần thông qua Chủ nhiệm dự án và được phê duyệt làm cơ sở pháp lý để thi công.

Khi công trình vượt khỏi điểm cao nhất của công trình hiện hữu liền kề sát lộ giới hai bên cần làm sàn che chắn đủ đảm bảo an toàn chống vữa hoặc vật liệu rơi trực tiếp và có thoả thuận của chủ công trình liền kề về các giải pháp thích hợp cho an toàn.

Việc làm hàng rào và panô giới thiệu công trình phải tuân theo quy tắc của thành phố (hàng rào cao trên 2,5 mét, chắc chắn và kín khí, phần trên có đoạn chéch độ chéch 30° hướng vào trong công trường không nhỏ hơn 0,5 mét). Với nhà hiện hữu liền kề khuyến khích làm rào kín tới độ cao theo quy tắc chung và có sự bàn bạc thống nhất với chủ sử dụng nhà liền kề về các mặt an toàn và thích nghi trong quá trình thi công.

Khi có lối đi lại công cộng không thể tránh được nằm trong vùng ảnh hưởng của phạm vi thi công cần làm thành ống giao thông an toàn cho người qua lại. Ống này được che chắn an toàn và có hai đầu phải nằm ngoài phạm vi nguy hiểm.

Cần che phủ kín mặt đất ngoài công trình bằng lưới đủ kín và chắc chắn để đảm bảo không rơi rác xây dựng ra khỏi khu vực thi công. Rác xây dựng từ trên các tầng cao đưa xuống bằng thùng kín do cần cầu chuyển xuống hoặc qua ống dẫn kín mà đầu dưới phải có vải bạt trùm sát đất để giảm tối đa lượng bụi gây trên công trường.

Xe chở đất đào ra trong công trường và chất gây bẩn cho đường phố phải kín khít để không chảy ra đường phố, phải rửa sạch gầm và bánh xe trước khi lăn bánh ra đường công cộng.

Nước thải đổ ra cống công cộng phải gạt lắng cặn và bùn, đất và được thoát thuận của cơ quan quản lý nước thải đô thị.

Cần thiết kế tổng mặt bằng cho nhiều giai đoạn thi công và tuân thủ theo thiết kế tổng mặt bằng này nhằm tránh bày bừa vật liệu và cấu kiện ra đường công cộng, tránh hiện tượng phải di chuyển kho bãi, sân phục vụ thi công làm tăng chi phí về di chuyển cũng như tăng hao hụt thi công.

Khi thiết kế các biện pháp thi công nên sử dụng bê tông chế trộn sẵn và đưa vào vị trí công trình bằng bơm bê tông để giảm đến mức tối đa những công việc phải làm tại hiện trường. Cần gia công những cấu kiện và bán thành phẩm tại địa điểm khác và chuyên chở đến lắp tại hiện trường. Tranh thủ những diện tích vừa thi công xong để làm mặt bằng thi công, gia công nhưng phải tuân theo các quy định kỹ thuật về thời gian được chất xếp tải trên sàn hoặc mặt bằng.

Cần tổ chức những nhóm được phân công làm vệ sinh công nghiệp, đảm bảo mặt bằng thi công an toàn, sạch sẽ, không gây tai nạn hay trở ngại cho thi công tiếp tục cũng như thuận lợi cho di chuyển trên mặt bằng.

Chương II

Công tác chuẩn bị

Công tác chuẩn bị ở đây được hiểu là chuẩn bị xây dựng.

2.1 Kiểm tra hiện trường và hồ sơ thi công:

Việc di chuyển, phá dỡ công trình cũ ở hiện trường không nằm trong đối tượng của giáo trình này nhưng phải hoàn tất khi bàn giao mặt bằng cho thi công.

Khi thi công trên nền đất yếu phải gia cố như gia tải, gia tải kết hợp bắc thấm hoặc các biện pháp khác cần có hồ sơ kiểm tra độ cố kết của đất, hồ sơ ghi nhận những dữ liệu hiện đạt của nền đất được cơ quan thu thập dữ liệu phát biểu bằng văn bản, có sự phê duyệt dữ liệu chính thức của chủ đầu tư.

Nhà thầu phải kiểm tra kỹ mặt bằng để lường hết mọi khó khăn xảy ra trong quá trình thi công sau này. Mọi sai lệch với điều kiện đấu thầu cần bàn bạc với chủ đầu tư để có giải pháp thỏa đáng ngay trước khi thi công.

2.2. Chuẩn bị mặt bằng thi công:

Giao nhận mốc giới và cao trình cần tiến hành chu đáo, có sự chứng kiến và xác nhận của chính quyền địa phương liên quan. Sau khi nhận địa giới cần xây dựng ngay rào chắn bảo vệ khu vực được giao.

Mốc cao trình phải được thiết lập chính thức theo đúng yêu cầu kỹ thuật và được rào chắn bảo vệ, để làm căn cứ thi công sau này.

Cần xử lý ngay việc thoát nước mặt bằng. Việc thoát nước mặt bằng gắn liền với các giải pháp tổng mặt bằng xây dựng giai đoạn thi công phần ngầm.

Mọi điều kiện cung cấp kỹ thuật cho thi công như cấp điện, nước, phương tiện thông tin phục vụ thi công được chuẩn bị trước nhất. Đầu cung cấp kỹ thuật phải được chủ đầu tư giao tại biên giới công trường. Nếu nhà thầu nhận luôn cả khâu cung cấp này thì phần việc ngoài địa giới thi công phải tiến hành trước khi triển khai tổng mặt bằng thi công.

Công trình sử dụng cọc nhồi và cọc barrettes , tường trong đất thì trong thiết kế thi công, cần thiết kế thu hồi dung dịch khoan bentonite với hai ý nghĩa đảm bảo vệ sinh công nghiệp và kinh tế. Tùy theo thiết kế trình tự thi công

cọc nhồi và tường barrettes mà vạch hệ rãnh thu hồi dịch khoan cũng như vị trí các hố tách cát, máy tách cát và máy bơm dịch sử dụng lại.

Gần cổng ra vào của phương tiện vận chuyển cần làm hố thu nước đã thi công và cầu rửa gầm xe, rửa bánh xe ô tô chở đất trong quá trình thi công phần ngầm đảm bảo vệ sinh và an toàn đô thị. Hố này tách biệt với hố thu hồi dịch khoan.

Phải giữ cho mặt bằng thi công các giai đoạn (kể cả thi công phần ngầm) luôn khô ráo và gọn, sạch.

2.3 Chuẩn bị và xây dựng kho bãi :

Kho bãi phải phù hợp với các yêu cầu bảo quản cũng như gia công.

Kho, bãi vật tư, thiết bị cần sắp xếp chu đáo, dễ nhập xuất hàng cũng như an toàn, bảo quản tốt, chống mất mát, hư hỏng. Phần nền kho, bãi cần cao ráo, không bị ngập úng khi mưa to và dài ngày. Kho bãi phải bám lấy đường, xa để thuận tiện chuyên chở.

Bãi ngoài trời phải làm kê, đệm để hàng cất chứa không đặt trực tiếp lên nền. Bãi vật liệu rời phải có nền tốt, không lún, không trộn với vật liệu cất chứa và thu hồi được hết vật liệu. Kho thoáng chỉ có mái mà không có tường phải đảm bảo mưa, nắng hắt, rọi vào trong làm biến đổi tính chất của vật liệu cất chứa. Kho chứa trong nhà, nhà phải thông thoáng, có sàn kê. Sự sắp xếp sao cho hàng cất chứa dễ tìm, dễ bảo quản, nguyên tắc là hàng nhập trước phải dễ lấy ra sử dụng trước. Hệ thống bảo vệ đủ chắc chắn, tin cậy, chống mất mát. Cần lưu ý đến những hàng có thể tự cháy, hoặc cháy được do kích thích của nguồn do con người gây ra để có giải pháp ngăn chặn cháy nổ đúng yêu cầu.

Những hàng có chế độ bảo quản riêng phải tuân theo những yêu cầu bảo vệ, cần có giải pháp cất chứa riêng.

2.4 Chuẩn bị đường thi công:

Tốt nhất là kết hợp đường lâu dài với đường thi công. Nên làm nền đường lâu dài trước để sử dụng trong quá trình thi công. Sau này khi thi công xong, chỉ cần tu chỉnh phần nền chút ít và làm áo đường hoàn chỉnh sử dụng lâu dài.

Cần chú ý khâu thoát nước cho đường thi công tránh hiện tượng lún sụt cản trở trong quá trình thi công. Không nên vì hà tiện chút ít chi phí trong khâu thoát nước nền đường thi công mà gây cản trở thi công và mất vệ sinh công nghiệp.

Đường lộ giao thông trong công trường theo phương ngang cũng như phương thẳng đứng cho mọi loại phương tiện (kể cả người đi bộ) cần đảm bảo chất lượng nền, điều kiện gắn kết để ổn định cũng như chiều rộng ngang và các trang bị che chắn (lan can, lưới chắn) đủ an toàn, đảm bảo vệ sinh công nghiệp và thuận tiện cho sử dụng.

Các đường cáp (điện mạnh và điện yếu) , đường ống (cấp thải nước và năng lượng , khí các loại) được gọi chung là đường kỹ thuật khi cắt ngang đường giao thông, phải bố trí lộ dẫn ở đủ độ cao an toàn nếu các đường ấy đi trên không, nếu đường kỹ thuật ấy đi ngầm thì phải bố trí đi trong ống và chôn đủ độ sâu. Đường lộ kỹ thuật cần bố trí hợp lý, đảm bảo an toàn chống tai nạn. Khi thiết kế đường cho xe cộ phải kết hợp nghiên cứu đồng thời hệ thống dẫn kỹ thuật để đảm bảo vận hành các hệ thống được thuận lợi và an toàn.

2.5 Điều kiện vệ sinh và an toàn :

Công trường cần bố trí khu toilet đảm bảo sạch sẽ và vệ sinh. Khu toilet phải ở cuối gió và đủ cao ráo sạch sẽ, có nước đáp ứng yêu cầu cọ rửa thường xuyên và có rãnh thoát nước. Đường vào khu toilet phải dễ đi, trên mặt lát gạch hoặc láng vữa xi măng , không chỉ để nền đất, trơn trượt khi trời mưa. Có chế độ đảm bảo vệ sinh hàng buổi lao động thể hiện văn minh công nghiệp.

Trạm xá cấp cứu và bảo đảm sức khoẻ phải dễ tìm. Mọi nơi trên công trường có thể nhìn thấy được vị trí trạm xá y tế . Tại trạm xá phải có biển hiệu , cờ hiệu màu trắng có chữ thập đỏ giữa cờ, ban đêm phải có đèn báo hiệu . Vị trí trạm y tế, cấp cứu phải gần đường đi lại , tiện sử dụng ô tô cấp cứu khi cần thiết cũng như vi khí hậu môi trường dễ chịu. Không bố trí trạm xá gần căng tin cũng như nơi phát sinh bụi bặm, tiếng ồn. Nên bố trí trạm xá gần nơi trực an toàn lao động chung của công trường. Cần bố trí điện thoại, trang bị bộ đàm để sử dụng.

Mặt bằng khu vực thao tác của máy thi công như cần trục , máy đào, cần được rào chắn tạm thời bằng cọc kim loại có chằng dây thừng sơn vằn đỏ-trắng để giới hạn phạm vi di chuyển của người trên mặt bằng cũng như báo hiệu nguy hiểm. Khu vực nổ mìn, khu vực phá dỡ phải có che chắn đặc biệt theo điều lệ an toàn riêng.

Quanh hố sâu phải có rào chắn để người không bị tụt ngã xuống hố bất ngờ. Được làm rào thưa nhưng thanh ngang của hàng rào phải có ít nhất ba hàng

ngang và phải sơn vằn đỏ - trắng đủ gây chú ý cho người qua lại. Ban đêm phải có đèn báo hiệu khu vực rào.

Hết sức chú ý đến an toàn lao động khi thi công trên cao. Phải có lan can an toàn cho mọi vị trí thi công có khả năng rơi xuống thấp. Cần có lưới che đỡ những nơi thi công mặt ngoài trên cao. Giáo mặt ngoài cần có lưới bọc bên ngoài và có sàn đỡ, ngăn vật liệu, rác rơi từ trên cao xuống thấp. Sàn đỡ không thấp hơn vị trí thi công quá 3 mét.

2.6 Lán trại, văn phòng :

Cần bố trí tại văn phòng điều hành thi công đầy đủ phương tiện liên lạc đối nội và đối ngoại. Cần trang bị điện thoại và máy faximine, máy tăng âm và hệ loa thông báo ra hiện trường.

Tại văn phòng kỹ thuật thi công ngoài một bộ hồ sơ bản vẽ thi công đầy đủ để kỹ sư, kỹ thuật tra cứu bất kỳ lúc nào phải có tủ để lưu trữ một bộ thiết kế và hồ sơ thi công đầy đủ chỉ để sử dụng đặc biệt do lệnh kỹ sư trưởng thi công. Các tài liệu địa chất công trình và địa chất thủy văn (làm theo TCXD 194:1997, Nhà cao tầng - Công tác khảo sát địa kỹ thuật) phải bày ở chỗ mà người thi công có thể lấy để tham khảo bất kỳ lúc nào. Dụng cụ kiểm tra chất lượng bentonite cũng như các dụng cụ kiểm tra đơn giản khác như máy theodolites, niveleurs, thước dây, thước cuộn, nivô, quả dọi, thước tầm chuẩn 2m, 4m, . . . phải đầy đủ và sẵn sàng sử dụng được.

Phương tiện liên lạc điện thoại, máy faximile, e-mail và máy tính điện tử luôn luôn trong tình trạng sẵn sàng sử dụng được và có người trực ban. Phương tiện ra lệnh bằng tiếng nói (micro-ampli-loa - đài) luôn trong tình trạng vận hành được nhưng phải hạn chế sử dụng vì có thể gây sự không tập trung cho công việc của công nhân. Nên trang bị bộ đàm nội bộ để điều khiển từ trung tâm văn phòng kỹ thuật đến các kỹ sư, đội trưởng thi công ở các vị trí trên khắp công trường.

Kỹ thuật đo đạc kỹ thuật phục vụ thi công và nghiệm thu tuân theo TCXD 203:1997, Nhà cao tầng - Kỹ thuật đo đạc phục vụ công tác thi công.

Chương III

Thi công phân ngầm.

Trong điều kiện xây chen tại Hà nội, thành phố Hồ Chí Minh, nên thi công cọc khoan nhồi hoặc tường barrette trước khi đào đất làm đài và tầng hầm nếu có.

3.1 Thi công cọc khoan nhồi:

3.1.1. Điều chung:

Thi công cọc khoan nhồi tuân theo TCXD 197:1997, Nhà cao tầng - Thi công cọc khoan nhồi. TCXD 196:1997, Nhà cao tầng - Công tác thử tĩnh và kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi. TCXD 206:1998. Cọc khoan nhồi - Yêu cầu về chất lượng thi công.

Thi công cọc khoan nhồi còn tuân thủ các yêu cầu ghi trong bộ hồ sơ mời thầu của công trình. Những điều ghi trong giáo trình này được coi như lời khuyên quan trọng cần được các bên chủ đầu tư, bên thi công và kiểm tra chất lượng tham khảo, nếu chấp nhận sẽ được coi là điều kiện hợp đồng.

Cần làm tốt công tác chuẩn bị trước khi thi công. Mặt cắt địa tầng phải treo tại phòng kỹ thuật và hồ sơ địa chất được để liền kề. Cú khoan được 2m sâu cho mỗi cọc kỹ sư phải đối chiếu giữa lớp đất thực tế và địa tầng do khảo sát cung cấp. Khi có khác biệt phải thông báo cho đại diện kỹ thuật của chủ đầu tư để có giải pháp ứng phó kịp thời.

Trước khi thi công cần để tại phòng kỹ thuật đầy đủ dụng cụ kiểm tra chất lượng dung dịch giữ thành vách khi khoan.

Cần phổ biến đầy đủ qui trình thi công và các yêu cầu kỹ thuật, các điều kiện an toàn cũng như sự phối hợp cho mọi thành viên tham gia thi công trước khi bắt tay vào công tác.

Việc ghi chép quá trình thi công cần được thực hiện nghiêm túc theo qui định và bảng biểu trong TCXD 197:1997, Nhà cao tầng - Thi công cọc khoan nhồi.

3.1.2. Trình tự hợp lý tiến hành khoan nhồi như sau:

(1). Tiến hành các công tác chuẩn bị như làm hệ rãnh và hố thu hồi dịch khoan. Chế tạo dịch khoan. Đặt ống dẫn dịch khoan tới hố đào.

- (2). Quy định sơ đồ di chuyển máy đào theo trình tự các cọc nhằm tuân thủ nguyên tắc kỹ thuật và sự hợp lý trong di chuyển máy.
- (3). Định vị lỗ khoan (nên sử dụng dướng bê tông cốt thép).
- (4). Khoan mỗi khoảng 1 mét đầu.
- (5). Lắp và đưa ống vách vào vị trí.
- (6). Khoan tạo lỗ có sử dụng dung dịch giữ thành vách .
- (7). Lắp cốt thép.
- (8). Lắp ống tremi và ống xục khí
- (9). Xục rửa giảm hàm lượng cát trong lỗ khoan
- (10). Đổ bê tông
- (11). Rút ống vách.

3.1.3. Sơ đồ di chuyển lỗ khoan trong quá trình khoan nhiều cọc

Lỗ khoan mới phải cách lỗ khoan vừa thi công trong vòng 7 ngày một khoảng cách tối thiểu là 3 lần đường kính cọc nhồi để tránh những rung động ảnh hưởng chất lượng bê tông cọc đang phát triển cường độ. Cần so sánh các phương án di chuyển sao cho thi công hợp lý về sử dụng trang thiết bị, tổng độ dài máy đào phải di chuyển là ngắn nhất trong những phương án có thể để đạt thời gian nhanh nhất. Cũng cần chú ý đến các công trình lân cận, chiếu cố đến các yêu cầu về sử dụng và đảm bảo an toàn cho các công trình này.

3.1.4. Công tác định vị

Hệ thống mốc chuẩn được vạch vào nơi không dịch chuyển qua quá trình thi công, được sử dụng thường xuyên để kiểm tra trong thời gian thi công.

Nên làm dướng định vị miệng lỗ khoan bằng tấm bê tông cốt thép ghép hai nửa ôm ngoài ống vách. Tấm này được tháo ra sử dụng cho lỗ khoan khác khi đã khoan được sâu đến hết tầm ống vách.

3.1.5 Nguyên tắc chính về thiết bị thi công

Việc chọn máy khoan nhồi phụ thuộc đường kính, độ sâu cọc và tính chất các lớp đất theo độ sâu... Cần lựa chọn công suất máy lớn hơn sức làm việc thực tế xấp xỉ 20%.

Máy móc cần được kiểm tra kỹ mọi bộ phận (bộ phận phát động lực, truyền động, dây cáp, chốt khớp nối, gầu ...) trước khi tiến hành công tác khoan.

Những máy phụ trợ cho thi công cọc nhồi như máy khuấy trộn bentonite, máy tách cát khi phải thu hồi bentonite, máy nén khí để xục rửa

hố khoan phải được kiểm tra để vận hành tốt trước khi tiến hành một lỗ khoan.

3.1.6 Giữ thành vách và thổi rửa khi khoan đủ độ sâu

Đối với lớp đất trên cùng được gọi là lớp mặt, sử dụng vách bằng ống cuốn bằng tôn có chiều dày tôn là 8 ~ 20 mm. Đường kính trong ống tôn này bằng đường kính cọc. Ống vách này để lại trong đất khi cọc thi công sát ngay nhà lân cận kề sát. Nếu cọc xa nhà lân cận kề sát thì nên rút lên sử dụng cho cọc thi công tiếp. Nếu rút lên thì thời điểm rút ống là 15 phút sau khi đổ bê tông xong. Nếu để chậm sau 2 giờ sẽ gặp khó khăn do hình thành lực bám dính giữa bê tông cọc và vách này.

Dung dịch giữ thành khi đào qua ống vách tôn có thể sử dụng một trong hai thứ sau: dung dịch bùn bentonite hoặc dịch khoan supermud. Khi sử dụng cần đọc kỹ hướng dẫn sử dụng của từng loại theo hồ sơ bán hàng.

* Sử dụng dung dịch khoan bentonite:

Nên chế sẵn dung dịch khoan đủ dùng cho một ngày công tác nếu dùng bentonite. Sử dụng bentonite cần có bể khuấy trộn bentonite và có silo chứa. Lượng chứa tại hiện trường nên khoảng sử dụng cho 3 đến 4 cọc nếu khả năng thi công được 3 ~ 4 cọc.

Dung dịch được trộn trong một bể có dung tích khoảng 10 m³ rồi bơm lên silo chứa. Cần đảm bảo nguồn nước đủ cấp cho việc chế tạo dung dịch. Tại bể trộn bố trí máy khuấy để tạo được dung dịch đồng đều. Nếu thu hồi dịch khoan nên làm giàu dịch khoan dùng lại bằng cách bơm bentonite thu hồi vào bể trộn và cho thêm bentonite cho đạt các chỉ tiêu.

Điều 2.6 của TCXD 197:1997 nêu các yêu cầu của dịch khoan.

* Sử dụng dung dịch khoan SuperMud:

Việc sử dụng chất SuperMud để làm dung dịch khoan là đáng khuyến khích. Liều lượng sử dụng là 1/800 (supermud/ nước). SuperMud là dạng chất dẻo trắng, hơi nhão hoà tan trong nước. SuperMud tạo lớp vỏ siêu mỏng giữ thành vách.

SuperMud không chứa các thành phần hoá gây ô nhiễm môi trường E.P.A.

SuperMud không bền, bị phân huỷ sau 8 giờ sau khi tiếp xúc với Chlorine, Calcium.

Không cần có biện pháp phòng hộ lao động đặc biệt.

Có thể hoà trực tiếp SuperMud vào nước không cần khuấy nhiều hoặc chỉ cần cho nước chảy qua SuperMud, không tốn silô chứa. Nước thải trong hố khoan ra thường ít khi thu hồi và có thể xả trực tiếp vào cống công cộng vì chứa bùn không đáng kể.

Sử dụng SuperMud chi phí cho khâu dịch khoan thường nhỏ hơn sử dụng bentonite.

Để tạo áp lực đẩy ngược từ trong hố khoan ép ra thành vách không cho xập thành, cần cung cấp dịch khoan giữ cho cao trình của mặt dung dịch trong lỗ khoan cao hơn mức nước ngầm tĩnh ở đất bên ngoài tối thiểu là 1,5 mét. Thường nên ở mức cao hơn là 3 mét.

Khi khoan đến độ sâu thiết kế cần kiểm tra độ sâu cho chính xác và lấy mẫu dung dịch bentonite tại đáy lỗ khoan để kiểm tra hàm lượng cát. Sau khi ngừng khoan 30 phút, dùng gầu đáy thoải vét cát lắng đọng.

Sau đó tiến hành thổi rửa.

+ Thời gian thổi rửa : tối thiểu 30 phút , trước khi thổi rửa phải kiểm tra các đặc trưng của bùn bentonit 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 tươi cho đủ 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 của khu vực hố khoan 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 hố gây ra . Nếu không bảo đảm dung trọng của bùn tươi như yêu cầu cũng gây ra xập vách hố khoan do điều kiện áp lực bên ngoài hố .

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 sỏi cuội kích thước hạt trên 10 mm lớn hơn 20% từ 1,5 đến 2 mét trở lên .

Điều kiện cụ thể của từng công trình , quyết định độ sâu của cọc phải theo tải trọng tính toán mà mỗi cọc phải chịu .

Sự cố hay gặp khi khoan tạo lỗ là xập vách do mức bentonite trong hố thấp hơn mức nước ngầm bên ngoài, phải nhanh chóng bổ sung bentonite. Bentonite loãng quá cũng gây xập vách.

Nhiều khi khoan chưa đến độ sâu thiết kế gặp phải thấu kính bùn hay thấu kính cuội sỏi mật độ dày đặc hoặc cỡ hạt lớn (hiện tượng trầm tích đáy ao hồ xưa). Khi gặp túi bùn cần sử dụng dung dịch khoan có mật độ lớn thêm để khoan qua. Khi gặp cuội sỏi dày đặc hoặc đường kính hạt lớn cần đổi gầu khoan. Gầu thùng không thích hợp với đường kính cuội sỏi có cỡ hạt bằng 1/2 chiều rộng khe hở nạo đất. Trường hợp này phải dùng gầu xoắn (augerflight) hoặc dùng mũi khoan đường kính nhỏ đục qua lớp cuội sỏi.

3.1.7 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 quy định nhưng thường thép ít khi làm đủ chiều sâu của cọc . Thanh thép liền hiện nay chế tạo dài 11,7 mét nên cốt thép của cọc khoan nhồi hay chọn là bội số của 11 mét .

Cốt thép được khuyếch đại thành lồng từng đoạn 11,7 mét . Khi được phép sẽ thả xuống hố khoan từng lồng . Lồng dưới nối với lồng trên theo cách buộc khi đã thả lồng dưới gần hết chiều dài , ngang thanh đỡ tỳ lên vách chống lùa qua lồng đã buộc để nối thép . Sau đó thả tiếp . Toàn bộ lồng thép được móc treo vào miệng vách chống bằng 3 sợi $\Phi 16$ và những sợi này dùng hồ quang điện cắt đi trước khi lấy vách lên .

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

Khi dùng máy LEFFER để khoan, phải treo lồng thép vào móc cầu của máy đào. Khi tháo ống vỏ kiêm mũi đào để cho ống ra sau khi đổ bê tông phải tháo móc treo cốt thép, sau đó lại phải móc treo lại khi xoay rút những đoạn ống tiếp trực. Nếu thép tỳ xuống đáy hố khoan, phải có tín hiệu theo dõi sự có mặt của cốt thép tại vị trí. Nếu thấy thép có khả năng bị chìm, phải treo giữ ngay.

3.1.8 Công nghệ đổ bê tông:

Bê tông được đổ khi đã kiểm tra độ sạch hố khoan và việc đặt cốt thép.

Thường lắp lại ống trémie dùng khi thổi rửa lúc trước làm ống dẫn bê tông .

Cấp phối bê tông do thiết kế thỏa thuận và phải thông qua chủ nhiệm dự án.

Nên dùng bê tông chế trộn sẵn thương phẩm. Thường dùng có phụ gia kéo dài thời gian đông kết đồng thời với phụ gia giảm nước (loại R4 của Sika với tỷ lệ #0,8 ~ 1%) để phòng quá trình vận chuyển bị kéo dài cũng như chờ đợi tuyến thi công tại công trường.

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 qua mức cho phép phải dùng phụ gia hóa 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 . Giá này đã mô tả ở trên .

(ii) Các yêu cầu đổ bê tông :

- Bê tông đến cổng công trường được ngăn lại để kiểm tra : phẩm chất chung qua quan sát bằng mắt. Kiểm tra độ sụt hình côn Abrams và đúc mẫu để kiểm tra phá huỷ mẫu khi đến tuổi.

- Ống dẫn bê tông được nút bằng bao tải chứa vữa dẻo ximăng cát 1:3 hoặc nút bằng túi nylon chứa hạt bọt xốp để tránh sự tạo nên những túi khí trong bê tông lúc đổ 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 nhưng không nên sâu hơn 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 đến lúc đầu lên trên , bê tông được nâng từ đáy lên trên . Như thế , chỉ có một lớp trên cùng của bê tông tiếp xúc với nước , còn bê tông giữ nguyên chất lượng như khi chế tạo .

- Phẩm cấp của bê tông tối thiểu là C 25 (tương đương mác 300 thí nghiệm theo mẫu lập phương) .

- Bê tông phải đổ 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 vách được tạo nên, nếu có , khi khoan sâu . Cần đổ cho bê tông trào khỏi ống vách khoảng 20 ~ 30 cm vì đây là lớp bê tông tiếp xúc với bentonite sợ rằng chất lượng xấu.

3.2 Kiểm tra trong quá trình thi công cọc khoan nhồi :

Các đặc trưng kỹ thuật dùng kiểm tra các khâu trong quá trình thi công cọc nhồi và cọc, tường barrette chủ yếu như sau:

(1) Đặc trưng định vị của cọc và kiểm tra :

** 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

** Kiểm tra :*

- Dùng máy kinh vĩ và thủy bình kiểm tra theo nghiệp vụ đo đạc .
(Người thực hiện nhiệm vụ đo đạc phải có chứng chỉ hành nghề đo đạc).

(2) Đặc trưng hình học của hố khoan và kiểm tra :

** 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 .

** Kiểm tra :*

Đo đạc bằng thước và máy đo đạc .

Phải thực hiện nghiêm túc quy phạm đo kích thước hình học và dung sai khi đo kiểm .

(3) Đặc trưng địa chất công trình :

** Đặc trưng :*

- Cứ 2 m theo chiều sâu của hố khoan lại quan sát thực tế và 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 .

(4) Đặc trưng của bùn khoan :

** Đặc trưng :*

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

** Kiểm tra :*

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

(5) Đặc trưng của cốt thép và kiểm tra :

** 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 thanh , 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 sau hàn , móc sắt , chân bu lông , ống quan sát khi dùng kiểm tra siêu âm , dùng kiểm tra phóng xạ (carrota).

** Kiểm tra :*

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

(6) Đặc trưng về bê tông và kiểm tra :

** Đặc trưng :*

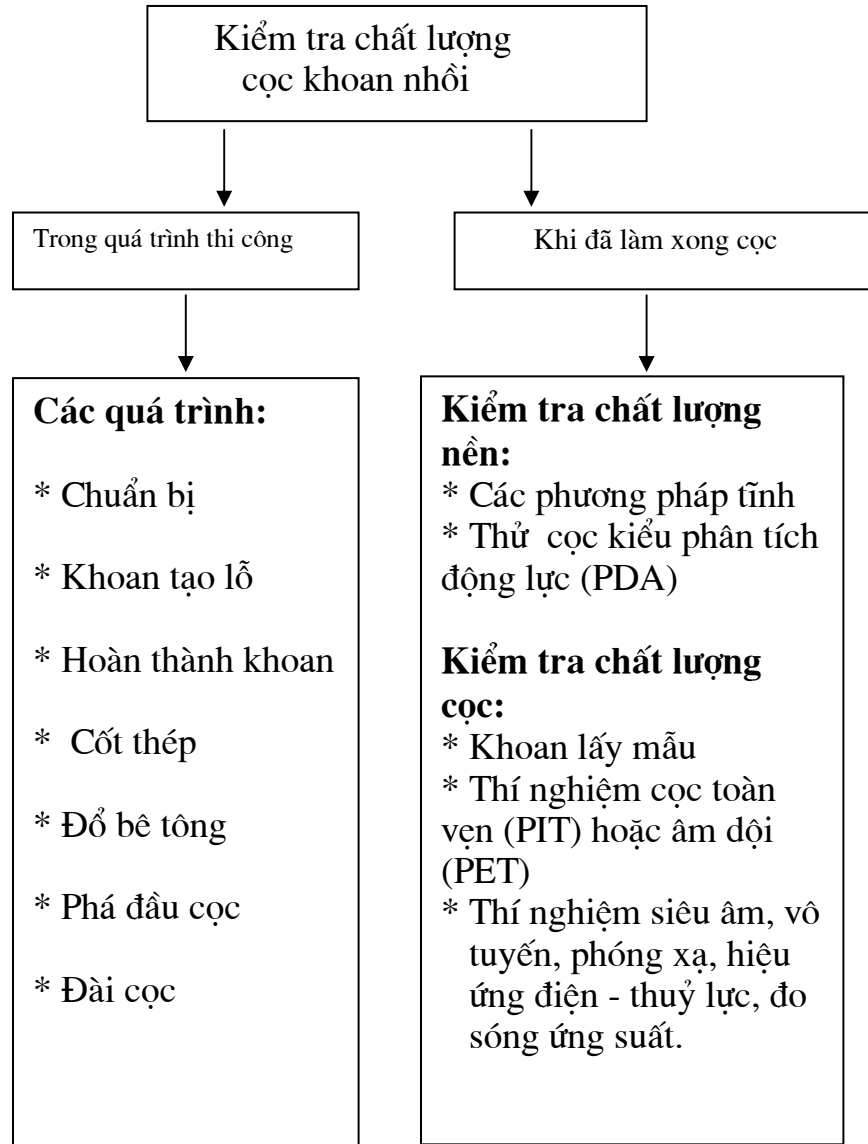
- Thành phần , cấp phối .

- 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 , các 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 hóa 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)

** Kiểm tra :*

- Chứng chỉ về vật liệu của nơi cung cấp bê tông
- Thiết kế thành phần bê tông có sự thỏa 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)
- Biên bản chứng kiến việc ép mẫu .

3.3 . Công nghệ kiểm tra chất lượng cọc nhồi chủ yếu như sau:



Các yếu tố chủ yếu ảnh hưởng chất lượng cọc nhồi

- * 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.

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.

Cần lưu ý 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 kỹ lưỡng, 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 kỹ sư đại diện chủ đầu tư 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 cẩu, bộ phận truyền lực, thiết bị hãm, các phụ tùng máy khoan như bấp chuột, gàu, răng gàu, 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:

Ngoài những điều nêu trong phần 3.2 trên, 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 kỹ sư đại diện chủ đầu tư 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 kỹ sư đại diện chủ đầu tư để 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:

Kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi dựa vào TCXD 196:1997, Nhà cao tầng - Công tác thử tĩnh và kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi. Tiêu chuẩn này mới đề cập đến ba loại thử: nén tĩnh, phương pháp biến dạng nhỏ PIT và phương pháp siêu âm.

Những phương án có thể sử dụng do chủ nhiệm dự án quyết định:

(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. Theo yêu cầu của chủ đầu tư 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 thể chọn một trong 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:

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}	$200\%Q_a^*$	$150\%Q_a \sim 200\%Q_a$	$200\%Q_a$
Độ lớn cấp tăng tải	$25\%Q_a$ $0,25 \text{ mm/h}$	$25\%Q_a$ $0,10 \text{ mm/h}$	$25\%Q_{max}$ $0,10 \text{ mm/h}$
Tốc độ lún ổn định qui ước	$200\%Q_a$ và $12 \leq t \leq 24h$	$100\%Q_a$, $150\%Q_a$ với $t \geq 6h$	$(100\% \& 200\%)Q_a$ $= 24h$
Cấp tải trọng đặc biệt và thời gian giữ tải của cấp đó	$50\%Q_a$	$25\%Q_a$	$25\%Q_{max}$
Độ lớn cấp hạ tải			
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	$0,25 - 25 \text{ mm/min}$ cho cọc trong đất sét $0,75 \sim 2,5 \text{ mm/min}$ 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 10 mm Chuyển dịch đạt $10\%D$	

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

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.

Do chúng ta chưa có qui phạm định ra chất lượng cọc khi thử xong nên cần bàn bạc thống nhất trước với chủ đầu tư để xác định các tiêu chí chất lượng trước khi thi công.

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).

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

Dùng máy khoan đá để khoan vào cọc, 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. Phương pháp này có ưu điểm là có thể nhận dạng được ngay chất lượng mà chủ yếu là độ chắc đặc của bê tông. Nếu đem mẫu thử nén phá huỷ mẫu thì có kết quả sức chịu của mẫu. Tuy phương pháp phức tạp và tốn kém nhưng nhiều nhà đầu tư vẫn chỉ định phương pháp này.

(iii) Phương pháp siêu âm:

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, nếu 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.

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.

(iv) Phương pháp thử bằng phóng xạ (Carota):

Phương pháp này là một phương pháp đánh giá không phá huỷ mẫu thử (NDE- non destructive evaluation) 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.

(v) 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.

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).

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

Khi cần thiết nên tiếp xúc với <http://ww.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.

(vi) Các phương pháp thử động:

Có rất nhiều trang thiết bị để thử động 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 xử 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.

(vii) 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.

3.4 Đánh giá chất lượng cọc :

Chất lượng bản 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 bê tông 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 bị 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 .

Chất lượng cọc chịu tải tĩnh không đáp ứng :

- (i) Do không khoan đến độ sâu cọc quy định đã thi công các công đoạn sau.
- (ii) Do còn lớp bùn quá dày tồn ở đáy hố khoan đã đổ bê tông .
- (iii) Bị lún tới 2% đường kính của cọc với tải trọng thử bằng hai lần tải trọng thiết kế sau 24 giờ. Bị lún tới 2,5% đường kính của cọc với tải trọng thử bằng hai lần rưỡi tải trọng thiết kế sau 24 giờ.
- (iv) Độ lún dư lớn hơn 8 mm.

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 dây bẩn cột thép.
- (iii) Nối thép không đúng quy định ở cách nối , vị trí nối .

Điều kiện công tác kém :

- (i) Mặt bằng luôn ngập ngụa trong bùn . Khi đổ bê tông thể tích bê tông đùn hàng chục khối bùn ra mặt đất , gây ngập ngụa bùn quanh chỗ làm việc mà không có biện pháp thu hồi hoặc làm rãnh và hố tích tụ .
- (ii) Mặt bằng ngập ngụa cản trở thi công những cọc tiếp , dây bản ra thép , ra các thiết bị khác để trên công trường , chảy lên lán ra đường phố và cống thoát nước chung của thành phố .
- (iii) Phải có thiết kế trừ liệu khả năng tạo bùn trên mặt bằng để có giải pháp khắc phục từ đầu .

3.5 Lập hồ sơ cho toàn bộ một cọc nhồi được thi công :

Quá trình thi công cọc nào phải tiến hành lập hồ sơ ngay cho cọc ấy.

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 tĩnh 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 .

3.5 Một số lưu ý khi thi công cọc nhồi:

Khi công trình có hố đào sâu hơn mặt đáy móng của công trình hiện hữu liền kề từ 0,2 mét trở lên phải làm cừ quanh đường biên hố đào. Cừ có độ sâu theo tính toán để không bị áp lực đẩy xô vào trong sau khi đào. Cừ không để cho nước qua theo phương ngang. Việc lựa chọn cừ thép, cừ bê tông cốt thép , cừ bê tông cốt thép ứng lực trước, cừ gỗ hay cừ nhựa cần cứ vào thiết kế công nghệ thi công. Những loại cừ sử dụng có hiệu quả là cừ thép Lacsen, Zombas. Cừ nhựa polyurêthan mới vào thị trường nước ta là loại hữu hiệu. Cần cân nhắc khi sử dụng cừ cọc thép I-20, bùng ván gỗ vì hiệu quả kỹ thuật và kinh tế không cao. Công nghệ cừ bê tông cốt thép ứng lực trước mới nhập vào nước ta và được chế tạo những năm gần đây có thể sử dụng được.

Khi chưa có cừ kín khít không nên hạ mức nước ngầm.

Tường cừ được chống đỡ nhờ neo, cây chống hoặc khung chống, đảm bảo không dịch chuyển, không biến dạng trong suốt quá trình thi công. Hệ

chống đỡ tường cừ được thiết kế, tính toán kỹ trước khi thi công, và là biện pháp đảm bảo chất lượng công trình quan trọng. Hệ chống đỡ này có thể lắp đặt theo từng mức sâu đào đất nhưng nằm trong tổng thể đã định.

Đất từ các hố đào lấy ra không nên cất chứa tại mặt bằng mà cần di chuyển khỏi công trường ngay. Khi cần dùng đất lấp sẽ cung cấp chủng loại đất có các tính chất đúng theo yêu cầu.

Cần bơm nước để thuận lợi cho thi công, chỉ nên hạ mức nước bên trong phạm vi vùng đã chắn tường cừ hoặc trong phạm vi kết cấu đã vây quanh vì lý do an toàn cho công trình hiện hữu liền kề.

Trước khi lắp đất phải dọn sạch và san phẳng mặt lấp. Mọi chi tiết kết cấu và hệ ống kỹ thuật sẽ nằm trong đất phải lắp đặt xong, đã thực hiện đầy đủ các giải pháp bảo vệ cũng như chống thấm. Cần nghiệm thu công trình khuất trước khi lắp đất. Việc lắp được tiến hành thành từng lớp dày 20 cm rồi đầm kỹ.

3.6 Qui trình thi công cọc và tường barrette :

Cọc hay tường barrette là kết cấu dạng tường hoặc trụ bê tông cốt thép có chiều sâu tương đương với cọc nhồi. Chiều ngang tiết diện barrette thường là 600 mm, 800 mm hay hơn nữa. Chiều dài của tường thường theo chu vi nhà hoặc do kết cấu bên trên để định đoạt. Cọc barrette có tiết diện ngang là hình chữ nhật thường là 600x2400mm, 800x2400mm. Có thể loại cọc này có tiết diện ngang hình sao 3 nhánh đều, từ tâm đến đầu nhánh là 2400mm (chữ Y), có thể tiết diện ngang tạo thành chữ I mà hai đầu cánh là hai hình chữ nhật 600x2400mm được nối với nhau bằng đoạn bụng cũng 600x2400mm. Có thể cọc barrette có tiết diện ngang hình chữ U giống hình I trên nhưng đoạn bụng chuyển dịch ra mép của hai cánh.

Qui trình thi công tường trong đất chỉ khác thi công cọc nhồi ở khâu tạo lỗ.

Những khâu khác tương tự như thi công cọc nhồi.

Công cụ tạo lỗ là gàu clamshell có bộ phận dẫn hướng nối phía trên gàu.. Phải làm khoang dẫn hướng cho đoạn đào lớp trên cùng cho đến khi đào sâu bằng chiều cao gàu. Quá trình đào cũng dùng dụng cụ giữ thành vách như đối với cọc nhồi.

Đào thành từng đoạn có chiều dài khoảng 2400mm (gọi là các panel). Đặt thép và đổ bê tông xong mới làm tiếp các panel sau. Dùng bộ phận nối

nằm trong hộp thép dài để ngăn nước có thể thấm qua mối nối giữa hai panel. Bộ phận nối này là sáng chế của công ty Bachy-Soletanche có tên là mối nối ngăn nước (WaterStop Joint).

Việc thả thép, xúc rửa, đổ bê tông và kiểm tra hoàn toàn giống như cọc nhồi. Riêng kiểm tra nén tĩnh phải dùng phương pháp Osterberg vì tải cho mỗi cọc khá lớn, hàng ngàn tấn.

3.7 Phương pháp Top-down để thi công phần hầm nhà:

Phương pháp Top-down là phương pháp làm hầm nhà theo kiểu từ trên xuống. Đối với những nhà sử dụng tường barrette quanh chu vi nhà đồng thời làm tường cho tầng hầm nhà nên thi công tầng hầm theo kiểu top-down. Nội dung phương pháp như sau:

* Làm sàn tầng trệt trước khi làm các tầng hầm dưới. Dùng ngay đất đang có làm cốppha cho sàn này nên không phải cây chống. Tại sàn này để một lỗ trống khoảng 2mx4m để vận chuyển những thứ sẽ cần chuyển từ dưới lên và trên xuống.

* Khi sàn đủ cứng, qua lỗ trống xuống dưới mà moi đất tạo khoảng không gian cho tầng hầm sát trệt. Lại dùng nền làm cốppha cho tầng hầm tiếp theo. Rồi lại moi tầng dưới nữa cho đến nền cuối cùng thì đổ lớp nền đáy. Nếu có cột thì nên làm cột lấp ghép sau khi đã đổ sàn dưới.

* Cốt thép của sàn và dầm được nối với tường nhờ khoan xuyên tường và lùa thép sau. Dùng vữa xi măng trộn với Sikagrout bơm sít vào lỗ khoan đã đặt thép.

3.7.1. Thiết bị phục vụ thi công :

- Phục vụ công tác đào đất phần ngầm thường dùng các máy đào đất loại nhỏ, máy san đất loại nhỏ, máy lu nền loại nhỏ, các công cụ đào đất thủ công, máy khoan bê tông.
- Phục vụ công tác vận chuyển : hay sử dụng cần trục nhỏ phục vụ chuyển đất từ nơi tập kết sau khi đào trong lòng nhà ra lên xe ô tô chuyển đất đi xa; bố trí thùng chứa đất , xe chở đất tự đổ.
- Phục vụ công tác khác : bố trí máy bơm, thang thép đặt tại lối lên xuống , hệ thống đèn điện chiếu đủ độ sáng cho việc thi công dưới tầng hầm.
- Phục vụ công tác thi công bê tông : trạm bơm bê tông , xe chở bê tông thương phẩm , các thiết bị phục vụ công tác thi công bê tông khác
- Ngoài ra tùy thực tế thi công còn có các công cụ chuyên dụng khác.

3.7.2. Vật liệu :

(i). Bê tông :

Do yêu cầu thi công gần như liên tục nên nếu chờ bê tông tăng trên đủ cường độ rồi mới tháo ván khuôn và đào đất thi công tiếp phần dưới thì thời gian thi công kéo dài. Để đảm bảo tiến độ nên chọn bê tông cho các cấu kiện từ tầng 1 xuống tầng hầm là bê tông có phụ gia tăng cường độ nhanh để có thể cho bê tông đạt 100% cường độ sau ít ngày (nên thiết kế công trình khoảng độ 7 ngày) . Các phương án sau :

- Tăng cường độ bê tông bằng việc sử dụng phụ gia giảm nước
- Bổ sung phụ gia hoá dẻo hoặc siêu dẻo vào thành phần gốc , giảm nước trộn , giữ nguyên độ sụt nhằm tăng cường độ bê tông ở các tuổi.

Nên dùng phụ gia siêu dẻo có thể đạt 94% cường độ sau 7 ngày . Cốt liệu bê tông là đá dăm cỡ 1-2 . Độ sụt của bê tông 60 - 100 mm.

Ngoài ra còn dùng loại bê tông có phụ gia trương nở để vá đầu cột , đầu lõi thi công sau , neo đầu cọc vào đài ... Phụ gia trương nở nên sử dụng loại khoáng khi tương tác với nước xi măng tạo ra các cấu tử nở $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot (31-32)\text{H}_2\text{O}$ (ettringite) . Phụ gia này có dạng bột thường có nguồn gốc từ :

- + Hỗn hợp đá phèn (Alunit) sau khi được phân rã nhiệt triệt để (gồm các khoáng hoạt tính (Al_2O_3 , K_2SO_4 hoặc Na_2SO_4 , SiO_2) và thạch cao 2 nước .
- + Mônô sulfôcanxialuminat $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, khoáng silic hoạt tính và thạch cao 2 nước.

Hàm lượng phụ gia trương nở thường được sử dụng 5-15% so với khối lượng xi măng. Không dùng bột nhôm hoặc các chất sinh khí khác để làm bê tông trương nở. Đối với bê tông trương nở cần chú ý sử dụng :

- + Cát hạt trung, hạt thô $M_{dl} = 2.4 - 3.3$
- + Độ sụt thấp = 2 - 4 cm ; max = 8cm

(2). Vật liệu khác :

- Khi thi công sàn - dầm tầng hầm thứ nhất (thường ở cốt -4.05m) , lợi dụng đất làm ván khuôn đỡ toàn bộ kết cấu . Do vậy , đất nền phải được gia cố đảm bảo cường độ để không bị lún , biến dạng không đều . Ngoài việc lu lèn nền đất cho phẳng chắc còn phải gia cố thêm đất nền bằng phụ gia . Mặt trên nền đất được trải một lớp vải nhựa Polyme nhằm tạo phẳng và cách biệt đất với bê tông khỏi ảnh hưởng đến nhau cũng như chống thấm, chống các tác nhân ăn mòn cho bê tông.

- Khi thi công phần ngầm có thể gặp các mạch nước ngầm, nếu là nước ngầm có áp , ngoài việc bố trí các trạm bơm thoát nước còn chuẩn bị các phương

án vật liệu cần thiết để kịp thời dập tắt mạch nước như là bê tông đông kết nhanh.

- Các chất chống thấm như vữa SiKa hoặc nhũ tương Laticote hoặc sơn Insultec.

3.7.3 . Quy trình công nghệ :

Quá trình thi công theo phương pháp top-down thường đi theo trình tự từng bước như sau:

(1). Giai đoạn I : Thi công phần cột chống tạm bằng thép hình

Chống tạm theo phương đứng là dùng các cột chống tạm bằng thép hình cắm trước vào các cọc khoan nhồi ở đúng vị trí các cột suốt chiều cao từ mặt đất đến đỉnh cọc nhồi . Lý do phải có cột chống tạm này là trong khi phải thi công phần thân nhà bên trên lên cao dần đồng thời với thi công tầng hầm, phần thân nhà bên trên chưa có kết cấu chính thức đỡ tải trọng do thân nhà trên tác động xuống cọc nhồi bên dưới. Các cột này được đặt tại đỉnh cọc nhồi ngay trong giai đoạn tiếp hoàn thành việc thi công cọc khoan nhồi.

(2). Giai đoạn II : Thi công phần kết cấu ngay trên mặt đất (tầng 1 cốt 0.00m)

Giai đoạn này bao gồm các công đoạn sau :

- Đào một phần đất có độ sâu khoảng chừng 1.66m để tạo chiều cao cho thi công dầm sàn tầng 1
- Ghép ván khuôn thi công tầng 1
- Đặt cốt thép thi công bê tông dầm - sàn tầng 1
- Chờ 10 ngày cho bê tông có phụ gia đủ 90% cường độ yêu cầu.

(3). Giai đoạn III : Thi công tầng hầm thứ nhất (cốt sâu khoảng chừng -4.00m)

Gồm các công đoạn sau :

- Tháo ván khuôn dầm - sàn tầng 1
- Bóc đất đến cốt sâu trên dưới mức - 6.80m
- Ghép ván khuôn thi công tầng ngầm thứ nhất
- Đặt cốt thép và đổ bê tông dầm - sàn tầng ngầm thứ nhất
- Ghép ván khuôn thi công cột – tường từ tầng hầm thứ nhất đến tầng 1
- Chờ 10 ngày cho bê tông có phụ gia đủ 90% cường độ yêu cầu.

(4). Giai đoạn IV : Thi công tầng hầm thứ hai (cốt -8.00m)

Gồm các công đoạn sau :

- Tháo ván khuôn chịu lực tầng ngầm thứ nhất.
- Đào đất đến cốt mặt dưới của đài cọc (độ sâu khoảng chừng -12.5m)
- Chống thấm cho phần móng
- Thi công đài cọc
- Thi công chống thấm sàn tầng hầm
- Thi công cốt thép bê tông sàn tầng hầm thứ hai
- Thi công cột và lõi từ tầng hầm thứ hai lên tầng hầm thứ nhất

Cần lập biện pháp thi công theo phương pháp top-down thật chi tiết và được chủ nhiệm dự án duyệt trước khi thi công.

Chương IV

Chống thấm cho công trình ngầm

4.1 Điều chung:

Giải pháp chống thấm cho công trình phải được thiết kế cẩn thận và phải thi công phù hợp với giai đoạn cần thiết. Cách đặt vấn đề chống thấm cho phần ngầm công trình là : phải xem xét chống thấm là khâu tổng thể gắn bó mật thiết từ thiết kế, thi công , vật liệu cho đến khâu khai thác sử dụng công trình.. Mọi khâu gắn với nhau thành một thể thống nhất. Thi công chống thấm cần có cán bộ, kỹ sư được phân công chuyên trách theo dõi và đôn đốc . Việc kiểm tra chất lượng chống thấm phải được thiết kế và thông qua chủ nhiệm dự án. Hồ sơ khi hoàn thành từng bước trong thi công chống thấm cũng như chế tạo vật liệu , thu mua vật liệu cần ghi chép và thu lượm đầy đủ và lưu trữ cẩn thận.

Khái niệm chung về sự cần thiết phải làm tầng ngầm:

Tình hình xây dựng ở nước ta nên sử dụng vài tầng ngầm dưới đất vì điều này đem lại kết quả tiết kiệm đất xây dựng.

Ngoài ra, làm tầng hầm cho nhà cao tầng có lợi rõ rệt như:

- + Do phải đào đất bỏ đi lấy không gian sử dụng nên tải trọng đè lên nền giảm, có lợi cho sự chịu lực của nền đất.
- + Thêm không gian sử dụng cho công trình mà không tăng diện tích đất đai xây dựng.
- + Công trình có độ sâu, móng nhà thêm ổn định với các dạng tải trọng ngang.
- + Đưa các tầng kỹ thuật xuống sâu, giảm tiếng ồn, ô nhiễm ...

Cho đến nay, chúng ta có thể nói là chưa sử dụng phần đất ngầm. Hệ công trình kỹ thuật của đô thị thì được vạch tùy tiện. Đường thoát nước, đường cấp nước, đường điện, đường điện yếu thông tin ... mạnh ai nấy đào, bới. Hệ thống ngầm chòng chẹo, dằng dịt, không theo một quy hoạch chung nào.

Nếu chúng ta chưa tận dụng dưới đất để làm nhà công cộng như nhiều nước thì cũng có thể nghĩ đến hệ thống lộ ngầm kỹ thuật hợp khối theo quy hoạch. Còn chỗ đỗ xe ngầm, đầu mối giao thông ...

Vấn đề đặt ra là cần thiết sử dụng tầng sâu kết hợp với sự tập trung lên tầng cao.

Thi công tầng ngầm phải giải quyết các vấn đề sau:

- * Các phương pháp thi công công việc dưới mặt đất.
- * Phương pháp đào hầm tiên tiến.
- * Giải pháp chống đỡ đất sụt khi bóc lộ.
- * Chống thấm và chống ăn mòn cho các công trình dưới mặt đất.
- * Vấn đề chống rung và chống âm cho công trình ngầm.
- * Chiếu sáng cho công trình.
- * Thông gió, cung cấp ô-xy và điều hòa không khí.
- * Xây dựng công trình ngầm trên mặt đất có nhà. Sự dịch chuyển nhà bên trên và xây lại theo mẫu cũ.
- * Quy hoạch kết hợp công trình ngầm với công trình nổi. Từ quy hoạch đến công trình hiện thực.

4.2 Tình hình chống thấm cho công trình ngầm ở nước ta thời gian qua:

Việc xây dựng công trình ngầm ở nước ta trước năm 1954 là rất nhỏ nhoi. Phần lớn là tunen qua núi cho đường xe lửa, yêu cầu chống thấm không cao. Phần lớn giải pháp là đục núi làm tunen, mặt đường đặt rãnh hai bên để thoát nước chung. Những núi đước đục qua là núi đá. Một số nhà lớn có tầng hầm không sâu. Không có giải pháp chống thấm đặc biệt gì.

Từ năm 1954 về sau, giải pháp chống thấm cho công trình ngầm tùy thuộc nước cung cấp thiết kế và viện trợ cho các công trình.

(1) Các công trình do Trung Quốc thiết kế (vài công trình đặc trưng)

Nhà máy phân lân Văn Điển:

Tại công trình này cần chống thấm cho các hạng mục: Bể chứa nguyên liệu và sản phẩm, rãnh đường ống kỹ thuật. Độ sâu từ -3m đến -4m so với

mặt đất thiên nhiên tại chỗ. Độ sâu nước ngầm là -1m. Nghĩa là công trình ngầm trong nước ngầm 2 đến 3m.

Giải pháp chống thấm của nhà máy phân lân Văn điển

- Thành bể bằng bê tông cốt thép dày 300mm
- Lớp trát vữa xi măng 1:3 cát vàng dày 15mm.
- Lớp chống thấm: 5 lớp nhựa nóng, 3 lớp giấy dầu.
- Lớp vữa trát bảo vệ dày 20mm.
- Tường bảo vệ lớp chống thấm bằng gạch chỉ dày 110mm.
- Lớp trát bảo vệ lớp gạch xây vữa xi măng cát vàng dày 15mm

Nhựa dùng là bi tum số 4, giấy dầu là rubêrôít.

Cũng tại nhà máy phân lân này còn dùng cấu tạo thay đổi chút ít.

Giải pháp chống thấm cho nhà máy phân lân Văn điển thay đổi

- * Ngoài cùng là gạch xây dày 220 mm
- * Lớp trát vữa xi măng 1:3 dày 15 mm
- * Ba lớp giấy dầu dán bằng 5 lớp nhựa nóng
- * Lớp trát 20 mm vữa xi măng cát 1:3
- * Lớp tường bê tông bảo vệ chung có chiều dày 150 mm.

Nhà máy dēt 8/3 Hà nội

Tại nhà máy này có các hạng mục sau đây có yêu cầu chống thấm cao:

- + Hàm cung bông, yêu cầu tuyệt đối khô
- + Hàm dẫn nhiệt, đặt các máy nhiệt, khi vận hành, sử dụng nhiệt độ cao.
- + Mương rãnh thông hơi, thải bụi.

Những hạng mục này có đáy nằm ở độ sâu từ 0,70 mét đến 3,205 mét trong khi nước ngầm ở độ sâu 0,50 mét. so với mặt đất thiên nhiên.

Giải pháp chung của người thiết kế là tường làm hầm bằng bê tông (cho hàm cung bông và hàm dẫn nhiệt), tường gạch xây lẫn bê tông cho hệ mương thải bụi, mương thông gió.

Chống thấm là 5 lớp giấy dầu rubêrôít dán bằng nhựa nóng. Nói chung sau khi thi công vẫn bị sự cố thấm. Mất rất nhiều công sửa chữa.

Nhà máy luyện cán thép, khu gang thép Thái nguyên:

Tất cả các công trình dưới mặt đất như móng lò, mương rãnh, bể ngầm đều dùng tường bê tông, trát phủ ngoài bằng vữa chống thấm.

Vữa chống thấm dùng chất phòng nước (CPN) trộn với xi măng Poóc lăng thông thường rồi phủ ngoài kết cấu.

Chất phòng nước dùng nhiều nhất điều chế tại chỗ bằng các hóa chất gồm sunphat đồng, bicrômat Kali, sunphat sắt, sunphat nhôm, thủy tinh nước.

Một số chỗ chất phòng nước dùng sunphat Natri. Trộn Aluminat Natri với xi măng super làm vữa phòng nước. Tỷ lệ pha trộn phụ thuộc áp lực nước tại nơi sử dụng.

Ngoài ra một số chỗ sử dụng bê tông phòng nước có trộn xi măng Puzôlan với phụ gia là Colophan Natri.

Chú thích chung: Những cách chế tạo các lớp ngăn nước, ưu nhược điểm của những giải pháp này sẽ nêu chung ở phần dưới.

Nói chung các giải pháp của Trung quốc sử dụng cho các công trình ở nước ta cũng theo các giải pháp thông dụng của thế giới trong cùng thời kỳ.

Một số công trình chống thấm theo thiết kế Liên xô:

Nhà máy supe phốt phát Lâm Thao:

Các kết cấu dưới mặt đất cần chống thấm có chất lượng cao : Kho supe, kho Apatit, kho pyrit, xưởng cơ khí, phòng thí nghiệm trung tâm.

Thực tế thì sau khi hoàn thành công trình những hạng mục này bị thấm liên tục. Các kho quặng, thấm nước làm ẩm quặng, gây biến chất quặng, làm lãng phí cho sản xuất. Kho thành phẩm super bị ngâm trong nước làm giảm chất lượng hàng hóa. Nhà cơ khí và thí nghiệm trung tâm, do ẩm nên hệ thống điện mát ra ngoài, gây tai nạn. Mực nước ngầm -1,5 mét dưới

mặt đất trong khi nền công trình đặt sâu -3,5 mét. Nền được cải tạo lại là đất sét nện. Tường bê tông thường mác 200.

Sở dĩ thiết kế không có giải pháp chống thấm đặc biệt vì khi cung cấp số liệu thủy văn chỉ rõ mức nước ngầm ổn định từ -3,4 mét đến -3,85 mét so với mặt đất thiên nhiên.

Thực tế thì mức nước ngầm dao động, mùa khô đúng là -3,4 mét. Mùa mưa mức nước ngầm giữ 5 tháng ở mức -1,5 mét.

Khu học tập trường Đại học Bách khoa Hà Nội:

Trạm bơm nước thải, tường rãnh cáp trạm biến áp số 1, bể dầu các trạm biến áp số 2 cần chống thấm. Mức nước ngầm -0,5 mét so với mặt đất thiên nhiên. Kết cấu chống thấm: tường bê tông mác 200. trát vữa xi măng dày 20 mm. Chống thấm bằng cách dán 3 lớp giấy dầu trên nhựa nóng.

Nhà máy điện Uông bí :

Trạm bơm nước mặn, trạm bơm nước ngọt, mương cáp, mương thải nước là những hạng mục yêu cầu chống thấm.

Kết cấu chống thấm là tường bê tông hoặc tường gạch. Trát vữa xi măng cát dày 20 mm. Trát phủ lớp vữa mát tít át phan nguội. Lớp vữa mát tít át phan nguội dày từ 15~20 mm. Hiệu quả chống thấm tốt.

Kết quả của Uông bí:

Độ chảy ổn định: 120°C không bị rớt vữa.

Độ chảy mái dốc: 70-80 °C trong 7 giờ không bị chảy khi độ dốc $i=45^\circ$.

Độ thấm qua mẫu 70,7 mm lập phương, thử 70 giờ dưới áp lực thấm 1 atmophe thấm qua 10 cm³.

Những công trình làm trong thời kỳ chiến tranh phá hoại miền Bắc:

Vào thời kỳ này có hai loại dạng: kho dùng hàng động thiên nhiên và hầm phòng không cho các cơ quan quan trọng.

Hang động tự nhiên không có giải pháp chống thấm đặc biệt mà chỉ dùng bạt, tấm màng mỏng PVC để che nước. Việc thông gió, thoát ẩm không có điều kiện cơ khí vì những lý do năng lượng phát động cũng như tính bảo mật và tính tạm thời của kho chứa.

Hầm phòng không cho các cơ quan quan trọng phần lớn dùng kết cấu bê tông cốt thép, chiều dày tường 300-400 mm, bê tông mác 300, dùng xi măng Poocăng mác 400 liều lượng 350 kg/m³ bê tông trở lên. Đáy hầm đặt sâu -8 ~ -10 mét. Nước ngầm ở Hà nội là -0,5 mét và Hải phòng cũng tương tự. Lớp ngăn nước chính là lớp bê tông này. Một số hầm thêm một lớp nhựa nóng quét ngoài tường bê tông. Để thêm chắc chắn, thiết kế còn yêu cầu dùng đất sét nện chặt quanh tường hầm bên ngoài có chiều dày 300 mm.

Lối xuống hầm là một ống bê tông cốt thép tiết diện vuông hoặc chữ nhật nối với hầm.

Bản thân hầm chống thấm tốt theo phương pháp nói trên nhưng nước vẫn vào công trình theo các khe nứt giữa thang xuống và hầm.

Từ những năm 1967, chúng tôi đã đi nhiều công trình, tham gia giải pháp và quan sát kết quả chống thấm cho các công trình ngầm của nước ta. Đặc biệt từ 1968 đến 1970 chúng tôi được tham gia các công trình hầm tại Hà nội như Nhà khách Chính phủ, hầm bệnh viện Việt xô, hầm cơ quan Báo Nhân dân, tại Hải phòng , các hầm K1, K2, K3, K5. Phần nêu tình hình chống thấm cho các công trình ngầm ở nước ta chúng tôi chỉ chọn lựa những giải pháp đặc trưng tiêu biểu.

Trên thế giới việc chống thấm đã quan sát thấy được thực hiện ở những công trình xây dựng từ những năm 5000 trước Công nguyên.

ở Ấn độ, những công trình cổ tìm thấy những màng ngăn nước có sử dụng màng ngăn nước với vật liệu là át phan thiên nhiên hay nói cách khác đi, có sử dụng chất kỵ nước có dầu thiên nhiên pha trộn làm vữa trong xây dựng công trình .

Các đền đài ở Mésopotamie, Babylon, Assyrie cũng thường dùng chống thấm bằng vữa trộn dầu thảo mộc.

Công trình cổ Trung quốc như Cố cung, Tứ hợp viện dùng vữa làm màng ngăn chống thấm. Gạch xây, gạch lát cũng như vữa đều trộn dầu trẩu làm chất kỵ nước, ngăn không cho nước chui qua lỗ thấm vào công trình.

Trấu là loại cây công nghiệp mà đầu ép từ quả trấu có giá trị kinh tế cao, hiện nay được khuyến khích trồng ở nước ta để lấy dầu xuất khẩu.

Ngày nay, sau khi công nghiệp khai thác dầu mỏ phát triển, công nghiệp hóa dầu thỏa mãn việc chế tạo ra chất kỵ nước dạng bitum, việc chống thấm phổ biến là giấy dầu dán bằng nhựa bitum nóng.

Tại các nước phát triển, có nhiều nhà máy chế tạo giấy dầu. Việc chưng cất dầu mỏ sản xuất hàng nghìn tấn bitum một năm.

Việc sử dụng giấy dầu dán bằng nhựa nóng thi công khá phức tạp tại hiện trường, ngoài ra còn để lại khá nhiều nhược điểm. Giấy dầu bị mủn theo thời gian. Giấy dầu bị cứng gãy khi nhiệt độ xuống dưới 0°C . Giấy dầu bị chảy khi nhiệt độ lên trên 50°C . Quá trình sử dụng giấy dầu cũng là quá trình tìm tòi khắc phục những nhược điểm nêu trên. Nhưng việc sử dụng giấy dầu vẫn phổ biến vì màng ngăn loại này khá đa dạng. Do có độ đàn hồi cao nên khắc phục được nhiều khe nứt do khuyết tật của thiết kế cấu tạo cũng như thi công phần xương cốt gây nên.

Tại Mỹ, Liên xô, Tiệp, Đức, người ta đã khắc phục sự phức tạp của thi công giấy dầu bằng sử dụng máttít atphan nguội.

Việc chế tạo máttít atphan nguội đơn giản hơn so với nhựa nóng, sử dụng an toàn, cất giữ được trong một thời gian và nhất là chất lượng chống thấm không thua kém giấy dầu dán nhựa nóng.

Máttít atphan nguội sử dụng nhiều ở các tunen qua núi, các giếng mỏ, các công trình công nghiệp.

Tuy thế, giấy dầu và nhựa nóng vẫn được sử dụng rất rộng rãi vì ngoài khả năng chống thấm, giấy dầu và nhựa nóng khá bền vững trong môi trường chịu axit nên, trong những công trình công nghiệp có sử dụng axit, nước thải nhiễm axit càng hay dùng giải pháp chống thấm bằng giấy dầu dán nhựa nóng.

Các tài liệu dẫn trong thư mục còn cho thấy ở nước ngoài còn sử dụng chống thấm cho bể nước bằng bê tông thường và vữa thường cũng như bê tông và vữa có phụ gia hóa chất.

Liên xô có giới thiệu một số phụ gia như Clorua sắt, Nitrat canxi và các hóa chất khác trong việc pha thêm vào vữa hoặc bê tông.

Việc sử dụng phụ gia hóa cho vào vữa không có vấn đề quản ngại lớn trong sử dụng công trình lâu dài. Nhưng việc cho phụ gia hóa có hoạt tính cao thường dẫn đến quy trình thao tác công nghệ phải thay đổi. Thời gian thi công bê tông phải nhanh lên mà thi công bê tông có biết bao công đoạn phải thực hiện. Ngoài ra còn tác hại và ăn mòn của hóa chất của phụ gia với cốt thép trong bê tông thì chưa nghiên cứu được thấu đáo. Thời gian tác hại có khi nhanh, có khi chậm rãi. Tác hại thể hiện ra khi công trình đã xập đổ. Theo báo Bê tông và bê tông cốt thép Liên xô, đã có những kèo bê tông cốt thép lớn đứt gãy và thép đứt do bị phụ gia ăn mòn.

Nhiều công trình ngầm ở Philadenphia (Mỹ) đã dùng màng chống thấm là đất sét.

Tóm lại, trong nước cũng như ngoài nước, lớp chống thấm thật đa dạng. Chọn loại nào cho phù hợp cần có cơ sở. Chọn rồi thiết kế ra sao, công nghệ như thế nào để đạt yêu cầu.

4.3 Giải pháp chống thấm:

4.3.1 Giải pháp chung:

Quá trình nghiên cứu tổng kết, tuyển chọn, đối chiếu với lý luận, chúng tôi thu được bảng phân loại logic như sau:

Tìm nguyên nhân gây thấm cho các dạng công trình	Biện pháp xử lý khắc phục ngăn chặn nước vào công trình
--	---

<p>Mao dẫn</p> <p>Tuân theo quy luật thấm của Darcy</p>	<p>Khe kẽ</p> <p>Do khảo sát sai nên có giải pháp sai.</p> <p>Do cấu tạo kiến trúc không chính xác.</p> <p>Do dùng vật liệu ngăn nước có tính co ngót.</p> <p>Do nội lực.</p> <p>Do thi công có sự cố tiêu cực.</p> <p>Do sử dụng không theo quy trình gìn giữ đúng.</p> <p>Do các nguyên nhân khác.</p>	<p>Khắc phục nguyên nhân gây ra khe kẽ.</p> <p>Làm các dạng màng ngăn:</p> <p>*Màng ngăn cứng</p> <p>* Màng ngăn mềm</p> <p>(Mỗi giải pháp đều xem xét các mặt: Vật liệu sử dụng Liều lượng Thao tác công nghệ)</p>
---	--	---

4.3.2 Nguyên nhân thấm :

Nước vào công trình theo hai cách: mao dẫn và qua khe kẽ.

1.Mao dẫn:

Gạch, vữa, bê tông đều có lỗ mao dẫn. Số lượng lỗ mao dẫn càng nhiều nếu độ chắc đặc càng bé. Lỗ mao dẫn có đường kính biểu kiến càng nhỏ thì chiều cao mao dẫn càng lớn. Đường kính của lỗ mao dẫn tương quan tuyến tính với hệ số thấm. Đường kính này trong thực tế rất nhỏ.

Chuyển động thấm là chuyển động thấm của chất lỏng trong lỗ mao dẫn và khe kẽ ở môi trường xốp.

Định luật thực nghiệm Darcy đặt cơ sở cho lý luận thấm:

$$V = kJ \quad (1)$$

trong đó: V lưu tốc thấm
 k hệ số thấm
 J độ dốc thủy lực

$$J = \frac{dH}{dl} \quad (2)$$

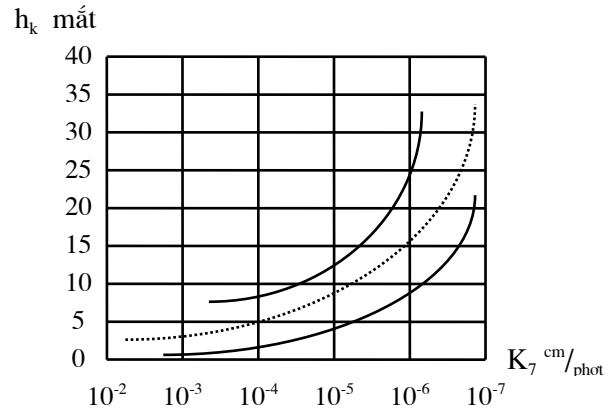
$$V = \frac{dQ}{d\omega} = \frac{dQ}{d(\omega_{\text{rỗng}} + \omega_{\text{đặc}})} \quad (3)$$

Theo kết quả thực nghiệm đó, chất lỏng thấm coi như một chất lỏng đặc biệt của môi trường liên tục có những đặc tính:

- chất lỏng đặc biệt là dạng riêng của môi trường liên tục chất lỏng lý tưởng, chuyển động xuyên qua khe rỗng và cả cốt rắn của môi trường xốp coi như không có cốt rắn.
- chất lỏng đó chịu sức cản khi chuyển động, sức cản này tính như một lực khối, do đó không có ứng suất tiếp.

- chất lỏng đó khi chuyển động tuân theo Định luật Darcy, coi chuyển động thấm là chuyển động thế với $V = \text{grad}\varphi$, $\varphi = -kH$.
- chất lỏng đặc biệt này có ρ như chất lỏng thực. ρ là mật độ của chất lỏng.

Biểu đồ 1 là tương quan giữa hệ số thấm và chiều cao mao dẫn.



Biểu đồ 1

Hệ số thấm của bê tông đạt từ 0,00002 đến 0,002 cm/h. Nếu tỷ lệ N/X (nước : xi măng) xấp xỉ 0,5 thì công đầm chặt, cấp phối tốt, hệ số thấm đạt bé hơn 0,0005 cm/h.

Theo thực nghiệm, lượng nước thấm qua bê tông:

$$Q = K_b F t \frac{h_n}{L} \quad (4)$$

trong đó: Q - lượng nước (cm^3)
 K_b - hệ số thấm của bê tông (cm/h)
 F - diện tích tiếp xúc với nước (cm^2)
 t - thời gian tiếp xúc với nước (giờ)
 L - chiều dày lớp bê tông (cm)
 h_n - áp lực nước tác dụng (cm)

Với tiết diện 1m^2 , trong 24 giờ độ ẩm và nhiệt độ bình thường, thoát gió tự nhiên, bốc hơi được 500cm^3 nước. Muốn bảo đảm cho công trình sử

dụng tiện nghi theo điều kiện độ ẩm 60 c/c, nhiệt độ 25⁰C, thông gió tự nhiên tốt, công trình có tường bê tông dày 40cm, áp lực nước 8m thì bê tông phải đảm bảo có hệ số thấm là 0,00001 cm/h.

Có thể chọn tương quan giữa chiều dày công trình và áp lực nước thích hợp theo điều kiện hệ số thấm tối đa của bê tông:

$$K_b \text{ max} = 0,002 \frac{L}{h_n} \quad (5)$$

thường chọn $\frac{L}{h_n} = 0,01$ đến $0,1$ thì $K_b \text{ max} = 0,00002$ đến $0,0002$.

Ta còn chú ý có mối quan hệ ảnh hưởng đến độ thấm là độ nhớt của nước. Thành phần hóa của nước quyết định độ nhớt của nước. Độ nhớt càng lớn thì chất lỏng càng khó chảy.

$$\tau = P_{jk} = \mu \frac{\delta V_j}{\delta x_k} \quad (6)$$

μ là hệ số nhớt phụ thuộc nhiệt độ, không phụ thuộc tốc độ biến hình.

Tại nơi tiếp xúc giữa chất lỏng nhớt và thành rắn, thí nghiệm chứng minh chất lỏng bám chặt vào thành rắn, tức $V = 0$. Điều này khác với chất lỏng lý tưởng.

Sự chuyển dịch chất lỏng v trong môi trường mao dẫn không bão hòa được nêu trong định luật **Washburn** :

$$v = \frac{r \cdot \gamma}{4 \cdot d \cdot \eta} \cdot \cos \vartheta$$

Trong đó :
 r - bán kính lỗ mao dẫn
 γ - sức căng mặt ngoài
 ϑ - góc tiếp xúc
 d - chiều sâu xâm nhập
 η - độ nhớt của dịch thể

Hệ số thấm k , qua tiết diện A , cho qua lượng chất lỏng Q , chất lỏng ấy có độ nhớt η và dưới gradient áp lực dP/dZ ràng buộc với nhau qua định luật Darcy, định luật này có thể được trình bày lại theo dạng sau đây :

$$Q = -k \cdot \frac{A}{\eta} \cdot \frac{dP}{dZ}$$

Tính phức tạp của sự dịch chuyển chất lỏng qua vật liệu rỗng làm cho nó không tuân thủ một cách đơn giản định luật Darcy. Thực ra sự dịch chuyển chất lỏng qua vật thể rỗng được coi là một hiện tượng khuếch tán theo định luật Fick:

$$j = -D \cdot \frac{dC}{dL}$$

Trong đó

j - dòng dịch chuyển

dC/dL - gradient nồng độ

D - hệ số khuếch tán

Từ những ý tưởng vừa nêu trên, lõi cốt của chất lượng bê tông theo quan điểm cường độ, tính chống thấm, và những tính chất ưu việt khác rất phụ thuộc vào tỷ lệ nước/ximăng.

Càng giảm được nước có thể giảm được trong bê tông chất lượng càng tăng. Giảm được lượng nước trong bê tông, mọi chỉ tiêu chất lượng đều tăng, trong đó có tính chất chống thấm. Chú ý: giảm nước nhưng vẫn phải đảm bảo tính công tác của bê tông.

2. Khe kẽ, nứt nẻ:

Công trình ngăn cách về kết cấu có thể bằng bê tông, có thể bằng gạch cũng đều có khả năng xuất hiện vết nứt, có thể do một nguyên nhân, có thể do nhiều nguyên nhân tác động đồng thời.

- Vết nứt xảy ra do bê tông bị co ngót khi không tuân thủ chế độ đầm và lớp đổ bê tông trong công nghệ thi công bê tông. Loại vết nứt này còn do trình

tự thi công bê tông khe thi công bố trí không hợp lý. Đã dùng nước để trộn bê tông mà ta biết lượng nước này nhiều hơn lượng nước cần cho thủy hóa xi măng rất nhiều nên chuyện co ngót là điều chắc chắn xảy ra. Có giải pháp công nghệ tốt để hạn chế sự sinh ra vết nứt co ngót là nhiệm vụ của người kỹ sư.

- Vết nứt do sự tỏa nhiệt độ của khối bê tông khi đổ bê tông khối lớn. Thường vết nứt loại này có dạng chân chim. Cần thiết chia khối bê tông thành những khối có thể tích phải chăng để nhiệt sinh ra đủ tỏa vào không khí cũng như dùng các biện pháp hạ nhiệt như dùng nước lạnh trộn bê tông, quạt gió thổi vào bê tông, hạ nhiệt môi trường chứa bê tông ...
- Vết nứt do quá trình chịu tải của bê tông sinh ra. Chúng ta đều biết bê tông cốt thép là kết cấu đàn hồi. Như vậy có tải trọng tác động thì có biến dạng. Khi biến dạng quá giới hạn nào đó thì ta quan sát thấy được vết nứt. Những bể chứa và công trình ngầm cần chống thấm khi tính theo trạng thái giới hạn cần kiểm tra thêm điều kiện không cho hình thành khe nứt. Có thể do chưa có kinh nghiệm mà cấu tạo kết cấu không bảo đảm sự ngăn ngừa những khe nứt ngoài ý muốn người thiết kế. Điều mà những người thiết kế kết cấu bê tông cốt thép chưa có kinh nghiệm có thể để xảy ra là sự phân bố các thanh cốt thép đường kính quá lớn và bố trí khoảng cách giữa các thanh quá xa cũng có thể gây vết nứt loại này.
- Vết nứt do hiện tượng lún không đều. Nhiều khi do muốn tận dụng một mặt tường có sẵn làm kết cấu đỡ lớp chống thấm, quá trình sử dụng các bộ phận tiếp xúc với đất lún khác nhau phát sinh vết nứt.
Như thế, có thể lún sinh nứt do nền đất có tính chất chịu tải không đồng đều, nhưng có thể do tải trọng tác động không đồng đều xuống nền.
Cũng có thể do kết cấu khá dài đặt trên những phay đất khác nhau sinh hiện tượng lún không đều xé kết cấu bằng những vết nứt.

Các hầm phòng không có kết cấu hầm chính rất nặng, trên hầm chính lại có các lớp đất, đá học cao, dày đè lên trong khi cánh cầu thang của hầm đã nhẹ, mỏng, lại không có các lớp đè nặng. Như vậy khối hầm chính bị lún nhiều hơn các cánh cầu thang làm xé chỗ nối giữa hầm chính và cầu thang.

- Nếu trong công trình ngầm phải mắc những ống xuyên qua mà không xử lý tốt những khe kẽ quanh ống, nước sẽ vào trong công trình theo khe kẽ quanh các ống này.
- Trong quá trình phần xây đã làm xong, bàn giao mặt bằng cho phần lắp đặt thiết bị, người lắp đặt thiết bị không chú ý bảo quản công trình chống thấm, làm sinh những khe kẽ cho nước thấm vào công trình.
- Trong điều kiện nước ta hiện nay ,nhiều công trình lân cận nhau làm sau khi công trình trước đã chống thấm mà đóng cọc kiểu gây xung lực lớn, rung động ảnh hưởng chung quanh khá xa làm nứt nẻ công trình ngầm đã có (Nhà chiếu bóng Khăn quàng đỏ và việc thi công trụ sở Hội đồng Nhân dân thành phố Hà nội).

4.3.3 Cách xử lý - phân loại giải pháp công nghệ chế tạo

Chống thấm cho công trình ngầm nên được xem xét dưới con mắt tổng thể các vấn đề từ khâu khảo sát, thiết kế, chế tạo, thi công và cả việc sử dụng công trình nữa.

(1). Khảo sát :

Sự cung cấp số liệu thủy văn phải đảm bảo sự chính xác. Mức nước ngầm mùa khô. Mức nước ngầm mùa mưa. Thành phần hóa học của nước ngầm. Cấu tạo địa chất công trình. Hết sức chú ý đến sự không đồng đều của nền đất. Các phay, các vết đứt gãy, lịch sử tạo thành nền ở khu vực đặt móng.

Công trình Supe-phốt phát Lâm thao là điển hình của sự cung cấp số liệu thủy văn công trình không chính xác dẫn đến giải pháp chống thấm không đúng.

(2). Thiết kế:

* Cấu tạo kiến trúc : Việc lựa chọn giải pháp làm từ tổng quát đến chi tiết. Chọn giải pháp chung rồi mới chọn chi tiết.

Những vấn đề về tổng thể có:

Giải pháp chung về vị trí lớp chống thấm

Chống thấm mềm hay cứng
Các khe co giãn và khe nhiệt
Phân đoạn, phân khu chống nứt do khoảng cách và các chiều kết cấu quá lớn.

Chi tiết cấu tạo chú ý:

Lựa chọn các lớp ngăn nước
Cấu tạo chống đứt gãy cục bộ
Cấu tạo chống xô, trượt gây gấp ròi đứt lớp chống thấm.
Lớp bảo vệ màng chống thấm
Các giải pháp cấu tạo khe lún, khe nhiệt
Lá chắn đường thấm
Cấu tạo và chèn nhét chung quanh ống xuyên qua công trình.

Bản tóm tắt này chỉ nêu một số trường hợp cấu tạo kiến trúc hay gặp phải xử lý:

- Lớp chống thấm càng giản đơn về hình dáng càng tốt.

(3). Thi công:

Các giải pháp thi công phải thực hiện đúng quy trình thao tác, bảo đảm chất lượng trong từng khâu công tác. Cần có cán bộ đặc trách theo dõi chất lượng và hướng dẫn thi công chống thấm từ đầu công trình. Cụ thể một giải pháp thi công đề cập ở phần dưới.

(4). Sử dụng công trình:

Công trình cần luôn luôn được bảo trì, duy tu theo đúng hạn kỳ. Mỗi khi có biến động như cần đục đẽo, thay đổi nhiệm vụ chất tải cũng như có các tác nhân làm suy giảm chất lượng khác cần có ý kiến của những người có chuyên môn. Đục đẽo bừa bãi cũng là nguyên nhân quan trọng gây nứt nở công trình, phá hoại lớp chống thấm.

(5). Giải pháp:

(1) Phân loại:

Về hướng chung chia ra

- * Hạ mức nước ngầm, loại trừ nguồn nước vào công trình.
- * Tạo lớp màng ngăn không cho nước thấm vào công trình.

Về sử dụng lớp màng ngăn chia ra

- * Màng ngăn cứng, dùng cho kết cấu thành khối có độ đàn hồi thấp, biến dạng coi như không có hay không đáng kể.
- * Màng ngăn mềm, kết cấu dài rộng hơn loại cứng có biến dạng nhưng không vượt quá giới hạn làm đứt màng ngăn.

(2) Giải pháp và công nghệ:

• Hạ mức nước ngầm :

Tại những nơi có mức nước ngầm lên xuống theo mùa trong năm, công trình không thường xuyên ngầm trong nước nên dùng giải pháp hạ mức nước ngầm.

Tạo rãnh thu nước sâu hơn đáy công trình. Trong rãnh này đặt các loại vật liệu thoát nước nhanh như cát to hạt, đá rằm, đá 4x6. Đáy máng đặt ống dẫn bằng bê tông có đường kính trong của ống khoảng $\phi 30$. Thành ống có lỗ để nước bên ngoài có thể chảy dễ dàng vào trong ống. Hệ rãnh này dẫn tới một trạm bơm hoặc nếu địa hình cho phép vì đáy rãnh cao hơn mức trên của sông, ngòi, mương thì cho tháo nước ra sông ngòi hoặc mương, máng.

Hạ mức nước ngầm là biện pháp chủ động. Nhưng yêu cầu sử dụng lâu dài chỉ nên dùng khi thời gian bơm nước ở trạm bơm không nhiều quá. Giải pháp này chỉ thích dụng khi xây dựng công trình ở trung du, trên độ cao tương đối khá lớn so với khu vực xung quanh. Nước ngầm chỉ tạm thời trong thời kỳ mưa nhiều.

Việc sử dụng mương máng phải thường xuyên chăm sóc, không cho đất mịn lấp khe kẽ, ngăn cản việc rút nước .

- Chống thấm bằng màng ngăn:

Màng ngăn cứng:

Màng ngăn cứng là màng ngăn không được có biến dạng, khi lún thì lún đồng đều toàn kết cấu. Không cho phép có uốn.

Màng ngăn cứng có nhiều loại:

* Gạch nung già xây bằng vữa kỵ nước. Phương pháp này dùng khi mức chống thấm không cao. ở nước Đức có cách làm là lấy gạch nung làm từ đất sét ngâm vào bitum làm cốt liệu cho tường xây chống thấm. Đem bitum nấu đến 180⁰C đến 200⁰C, nhúng gạch vào đến khi bitum thấm sâu vào trong gạch 10 đến 20mm vít hết lỗ ở bề mặt gạch làm cho bề mặt viên gạch có màu đen đồng đều. Vữa để xây có thành phần là: Bitum, xi măng, cát. Trộn xi măng với cát cho đều. Đun bitum đến nhiệt độ 180⁰C - 200⁰C. Dùng bitum đang sôi này trộn với hỗn hợp xi măng cát đã trộn đều rồi đem thi công ngay. Nhiệt độ yêu cầu khi thi công còn đạt trên 150⁰C. Tại một số nước, thay cho bitum người ta dùng pétrolatum. Giá thành của pétrolatum rẻ hơn bitum 15 lần. Gạch và vữa kỵ nước ngăn không cho nước thấm vào công trình.

Theo các tài liệu của Trung quốc thì thay cho bitum trong các công trình của Châu Âu, Trung quốc dùng dầu trẩu làm chất kỵ nước cho các lớp ngăn nước. Năm 1957, báo chí Trung quốc giới thiệu việc chống nước cho cung văn hóa Thái nguyên, tỉnh sơn đông dùng loại vữa xanh làm chất kỵ nước. Vữa xanh là hỗn hợp gồm bột một loại đá chứa dầu nằm trên các quặng than (đá schiste ?). Cũng tài liệu nói về việc chống thấm cho cung văn

hóa Thái nguyên này giới thiệu ở Cổ Cung và mái Tứ Hợp Viện của Trung Quốc cũng dùng loại vữa xanh để chống thấm.

Dùng chất kỵ nước để ngăn nước là việc thường làm. Nhưng sử dụng thảo mộc cũng cần xem xét đến tính bền lâu theo thời gian. Bitum hoặc pétrolatum tạo thành màng khá bền nhưng dầu thảo mộc có thể dễ dàng khuyếch tán đến một lúc nào đó không đủ mật độ ngăn nước thì việc sử dụng công trình sẽ ra sao.

Nếu sử dụng vữa xanh mà thực đạt các kết quả như tài liệu Trung quốc thì đối với nước ta có cả một vùng than rộng lớn ở Quảng ninh, Hải dương mà đất trên mỏ phải bóc bỏ đi sẽ là nguồn nguyên liệu vô cùng vô tận.

* Dùng bê tông thường và vữa thường:

Độ thấm nước của bê tông thường và vữa thường phụ thuộc vào cấp phối, tỷ lệ nước trên xi măng (N/X), điều kiện và phương pháp chế tạo bê tông và vữa. Chúng ta nên sử dụng các thành tựu khoa học mới vào việc nâng cao chất lượng bê tông. Đó là sử dụng các chất giảm nước và phụ gia có silica fume để giảm lượng nước trong bê tông.

Dùng phụ gia có silica fume và chút ít chất giảm nước không những làm tăng cường độ bê tông lên nhiều mà bê tông chắc đặc hơn, tính chống thấm cao hẳn lên.

Thí nghiệm cho thấy, với xi măng PC40, có 8% SiO₂ +1,6% chất giảm nước, nếu sử dụng 400 kg xi măng cho 1m³ bê tông thì sau 7 ngày đạt cường độ bê tông là 40Ma, đến 28 ngày đạt 70 MPa, nghĩa là bê tông mác 700, và dĩ nhiên độ rỗng trong bê tông giảm nhiều, tính chống thấm cải thiện rõ rệt.

Để thử độ thấm của bê tông có nhiều cách. Nhưng phổ biến là cách thử nhờ mẫu hình trụ. Khuôn hình trụ có đường kính bên trong khuôn là 190mm. Trong lòng khuôn có độ côn nhỏ. Chiều cao của khuôn là 200mm. Hai đầu khuôn có mặt bích. Đầu khuôn lớn có nắp nối thông với ống dẫn đến một bơm áp lực. Đầu kia chỉ lắp bích khi chấn bằng kính. Có thể để hở để quan sát. Bơm áp lực nước có thể dùng loại bơm thủ công thường dùng thử áp lực đường ống nước.

Đúc bê tông vào chính khuôn này. Khi đến tuổi do người thiết kế phương án thử yêu cầu thì nén cho mẫu ra khỏi khuôn. Bảo dưỡng theo yêu cầu của thiết kế. Trước khi thử phải để cho mẫu khô, không còn ẩm ướt. Lấy bàn chải sắt cọ mạnh hai đầu mẫu. Phết quanh khuôn bằng parafin mỏng rồi ép lại mẫu vào khuôn. Dùng lá đệm cao su mỏng rồi lắp mặt bích nối với bơm áp lực nước. Chú ý độ kín của hệ thống. Bơm áp lực có bình chứa để điều chỉnh áp lực.

Bắt đầu thử, bơm cho tăng áp lên 0,5 at giữ trong 6 giờ. Quan sát kỹ bằng kính lúp phía đầu khuôn để hở. Nếu không thấy có nước thấm qua lại tăng thêm một cấp nửa atmophe nữa. Lại quan sát sau khi giữ hằng áp trong 6 giờ.

Khi mặt hở của mẫu thấy có nước thấm qua thì ngừng thí nghiệm. Áp lực lúc bê tông bị thấm gọi là mức chống thấm của bê tông. Bê tông thường, xi măng Pooclăng 400, mác bê tông 200 thi công đầm kỹ theo đúng quy trình yêu cầu có thể đạt mức 2 atmophe. Ký hiệu mức chống thấm là B₂. Cấp phối tốt, tỷ lệ N/X hợp lý có thể đạt B₄. Nghĩa là bê tông chịu được 4 atmophe mới thấm. Còn có thể tạo được bê tông thường chịu được B₆ nhưng phải hết sức tuân thủ quy trình thao tác một cách nghiêm ngặt, đồng lượng cấp phối, độ sạch của cốt liệu, bảo dưỡng bê tông tốt .

Lượng xi măng Pooclăng PC 40 dùng cho bê tông thường chống thấm phải trên 300 kg cho một mét khối bê tông. Tỷ lệ N/X tối đa là 0,6 - 0,65. Tỷ lệ N/X tốt là 0,5 - 0,55. Nhưng với tỷ lệ này, việc đầm bê tông phải hết sức cẩn thận vì đây là tỷ lệ N/X của bê tông khô. Khi dùng chất giảm nước và phụ gia Silica fume, tỷ lệ N/X có thể rút còn 0,40~0,45

Xi măng chống thấm tốt là loại xi măng trương thể tích và loại xi măng không co ngót. Lượng xi măng tốt cho chống thấm là 330 - 360 kg/m³ bê tông.

Nhiều công trình ngầm chúng tôi được tham gia thời kỳ chống chiến tranh phá hoại của Mỹ ở miền Bắc chọn lượng xi măng Pooclăng mác 400 cho một khối bê tông là 450 kg. Trong khi đó lại bọc thêm lớp ngăn nước mềm dán bằng vữa bitum nóng. Theo ý chúng tôi như vậy quá thừa.

Nếu đã thiết kế vỏ bọc là lớp ngăn nước thì kết cấu chỉ nên thỏa mãn tính chịu lực. Nhiệm vụ chống thấm giao cho lớp ngăn nước.

Nhìn vào những công trình cần chống thấm đã sử dụng bê tông làm lớp ngăn nước chúng tôi có nhận xét:

Bê tông mác 200 thi công đầm máy thông thường, tỷ lệ nước trên xi măng là 0,6 nếu tường bê tông dày 200mm có thể chống thấm lớn hơn 2 atmophe. Nhiều hầm của ta đã thiết kế chiều dày thành tường lớn hơn hoặc bằng 300mm. Công trình ít khi có mức nước ngầm quá 10 mét. Thực tế cho thấy nước không thấm qua được công trình theo kiểu mao dẫn. Những công trình bị thấm nước đều vào qua những khuyết tật của thi công bê tông như để bê tông bị rỗ hoặc vào qua khe lún, qua chỗ nối giữa các đoạn công trình.

Đối với nhiều công trình ngầm hoặc bể nước, dùng phương pháp phun thay cho đổ bê tông. Phun bê tông thì độ chặt của bê tông rất cao nên độ chống thấm tốt.

ê nước ta, phương pháp phun bê tông hay dùng để sửa chữa bê tông khi bị rỗ nhiều. Cũng đã có thời kỳ dùng phương pháp phun vữa xi măng làm các thuyền xi măng lưới thép. ở nước ngoài hay dùng phương pháp phun bê tông để xây dựng những bể nước.

Người ta đã làm một bể nước chứa nước nóng 1000m³ dạng trụ tròn đường kính 19m, cao 4m nằm chìm 2m dưới mặt đất. Dùng máy phun bê tông loại C320 phun thành bể từng lớp 15-20m theo các dải chiều cao 1m quanh chu vi. Phun một lớp rồi trải lưới thép. Sau đó phun tiếp 100mm lại trải lớp thép nữa. Phun thêm một lớp 20mm làm lớp bảo vệ thép. Mỗi lớp phun không quá 20mm để tránh nứt do co ngót. Vật liệu là cát sông, cấp phối là 1:2,5 (xi măng: cát). Lượng nước cho ít, chỉ như loại vữa khô.

Sau thời gian bảo dưỡng, bể được bơm nước nóng 60⁰C đến 80⁰C để thử.

Tuy có những đường ống qua thành bể như hai lỗ to đường kính lỗ là 1,20 mét, ba ống ϕ 250mm nhưng tổn thất nước cho mỗi mét vuông bề mặt chỉ là 2 lít trong khi quy định được 3 lít trong ba ngày đêm.

Vữa trát thường cho công trình ngầm được thi công tốt, vữa trộn đều, vừa đủ dẻo, khi trát cứ trát thành từng lớp 3 đến 4mm để ngăn đường thấm hoặc chỉ ít cũng kéo dài đường thấm có thể đạt hệ số thấm là 0,00001 đến 0,0004 mét / ngày đêm.

* Bê tông và vữa có phụ gia:

Phụ gia cho vào bê tông và vữa có thể nằm trong ba loại:

- Loại kỵ nước như xêrêzit, dầu nặng, bitum, dầu thảo mộc.
- Loại có hạt mịn để bịt lỗ rỗng như bột vôi, bột đá đolômit, bột đá vôi canxit, bột thạch anh, đất sét...
- Loại phụ gia tăng độ nở của bê tông và vữa, vit lín khe mao dẫn như aluminat natri, clorua canxi, clorua natri, tricozan, hydroxit sắt, clorua sắt, nitrat canxi, các loại chất phòng nước lấy thủy tinh lỏng làm gốc...

Còn loại phụ gia tạo bọt, tạo màng dùng cho bê tông và vữa gốc là các loại nhựa tổng hợp.

Trong thực tế cũng như kinh nghiệm dân gian còn dùng một lượng nhỏ các chất liên kết hữu cơ hoặc phân tử thấp như mỡ, phenon phức, đường, mật cho vào vữa và bê tông để thúc đẩy quá trình tạo thành liên kết khoáng hoặc cải thiện một số tính chất của bê tông và vữa. Những chất này chỉ thúc đẩy chứ bản thân nó không tham gia vào cấu trúc liên kết.

Phụ gia kỵ nước làm giảm cường độ của bê tông và vữa nên việc kết hợp việc dùng ngay kết cấu chịu lực đồng thời là kết cấu chống thấm phải kiểm tra tính chịu lực bị giảm yếu khi thêm phụ gia kỵ nước.

Thí nghiệm đã cho thấy chỉ cho vào vữa xi măng một lượng phụ gia 2,5 đến 3% (so với trọng lượng xi măng) chất nhũ tương cao su, chất latex, một lớp vữa 10mm có latex chịu được 19 atmophe.

Phần dưới đây trình bày một số bê tông và vữa có phụ gia hóa chất mà chúng tôi đã tham gia chế tạo hoặc thi công. Một số phụ gia đã tự nấu để kiểm chứng công nghệ, đã đưa vào công trình thực tế để thi công.

* Colophan Natri:

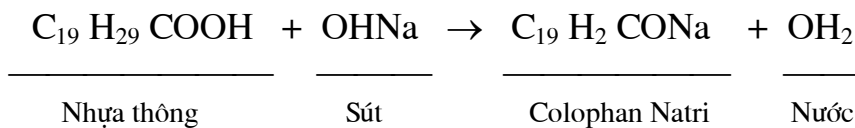
Chất này thiết kế Trung quốc đã dùng cho chống thấm có chất cao ở khu gang thép Thái nguyên.

Cách chế tạo Colophan Natri như sau:

Nguyên liệu dùng là nhựa thông và sút kỹ nghệ. Nhựa thông đem tán nhỏ, rây qua mắt sàng 1mm. Sút dùng là sút 13% có tỷ trọng $d=1,14 - 1,16$. Nấu sút 13% lên nhiệt độ 80°C thì cho colophon vào khuấy đều. Khuấy cho đến khi nhựa tan hết, cho vào bình sành dùng dần.

Liều lượng sử dụng là 5 phần vạn so với trọng lượng xi măng. Dùng nhiều hơn bê tông sẽ bị giảm cường độ. Phụ gia này làm tăng nhanh tốc độ đông kết của xi măng nên phải bố trí thi công nhanh mới đảm bảo chất lượng.

Xi măng dùng cho chống thấm pha colôphan natri là xi măng puzôlan. Cấu tạo hóa học như sau:



Colophan Natri là loại xà phòng tạo bọt lớn và dùng thích hợp làm tăng phẩm chất bê tông. Dung dịch colophan Natri làm tăng tính lưu động, độ sụt của bê tông tăng, thời gian khô quánh lúc trộn kéo dài. Khi dung dịch colophan Natri cho vào bê tông thì những hạt xi măng hút màng bọt. Phần nước khuếch tán vào bị hạn chế do đó quá trình hòa tan và tác dụng kéo dài hơn.

Bê tông có colophan Natri chọn tỷ lệ tốt làm tăng tính chống thấm cao vì bọt cô lập làm chắc đặc phần bê tông còn lại.

Thiết kế mác bê tông :

$$R_{28} = K R_{\eta} \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right) (1 - 0,04 A)$$

A là lượng ngậm hơi
 R_{η} là mức xi măng

* Aluminat Natri :

Biện pháp này đã được dùng trong nhiều công trình thủy lợi như trạm bơm Thụy Phương, Hà nội năm 1960.

Nguyên liệu để làm Aluminat Natri là phèn nhôm và sét kỹ thuật. Cách chế tạo : nấu phèn lên 40 - 50⁰C, cho sét kỹ thuật vào, được chất kết tủa.

Lọc, sấy khô ở nhiệt độ 100 - 105⁰C ta có Al(OH)₃ tỷ trọng cao. Lại cho Al(OH)₃ tác dụng với OHNa lần nữa sẽ thu được NaAlO₂.

Cần lọc để có NaAlO₂ tinh khiết.

Liều lượng sử dụng : Lượng Aluminat Natri là 3-5% trọng lượng xi măng.

Vữa Aluminat Natri đã được sử dụng ở công trình Gang thép Thái Nguyên. Tại công trình này sử dụng các loại vữa:

- Vữa đông cứng trong 6 phút:

Xi măng Pooclăng 400 dùng 1kg thì	
Aluminat Natri	0,200 kg
Nước sạch	0,220 kg

- Vữa đông cứng trong 5 phút:

Xi măng Pooclăng 400 dùng 1kg thì	
Aluminat Natri	0,260 kg
Nước sạch	0,160 kg

- Vữa đông cứng trong 7 phút
 Xi măng Pooclang 400 dùng 1kg thì

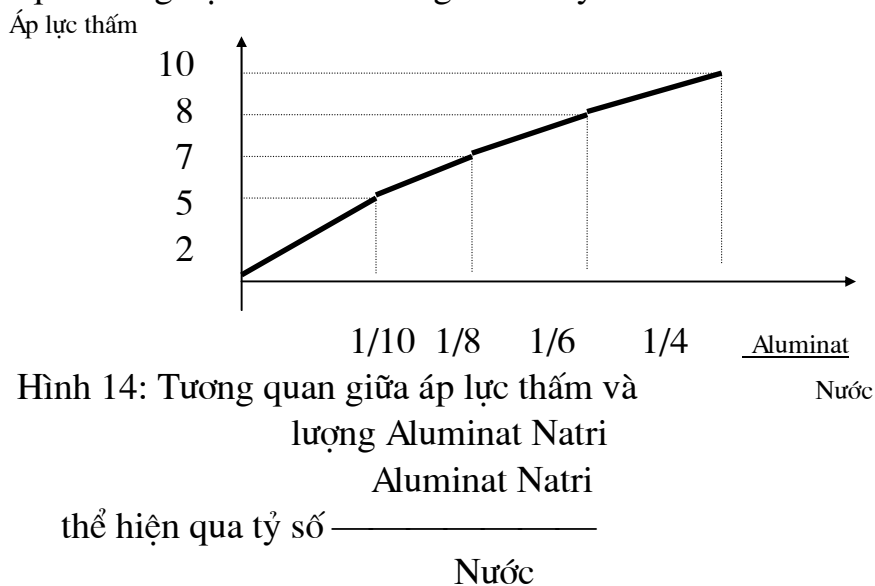
Aluminat Natri	0,160 kg
Nước sạch	0,260 kg

Do vữa có Aluminat Natri làm cho đông cứng nhanh lên nên chỉ chế trộn từng mẻ nhỏ, dùng xong lại trộn kéo bị đông cứng phí phạm.

Khi dùng vữa này để bít lỗ rò thấm không dùng cát. Nếu dùng trát mặt tường dùng thêm cát. Cát trộn trước với xi măng. Khi cho nước thì cho đồng thời Aluminat Natri .

Công trình nhà máy thủy điện Bàn thạch (Thanh hóa), trạm bơm Thủy phương (nam Nghệ an) cũng dùng Aluminat Natri trộn trong bê tông hoặc vữa thấy kết quả tốt.

Kết quả thí nghiệm trên hai công trình này cho biểu đồ ở hình 14.



* Vữa dùng loại phụ gia gốc thủy tinh lỏng:

Thời kỳ nước ta xây dựng nhiều công trình theo thiết kế của Trung quốc và có sự tham gia hợp tác của chuyên gia Trung quốc hay dùng các loại

vừa thêm phụ gia loại này. Theo tài liệu của Phó Chấn Hải trong cuốn “ Cách chống nước tốt nhất “ gọi là chất phòng nước hỗn hợp.

Chế tạo chất phòng nước hỗn hợp:

Nguyên liệu :

Sunfat đồng 5 nước	$\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	1 phần
Sunfat sắt	Fe SO_4	1 phần
Bicromat Kali	$\text{K}_2 \text{Cr}_2 \text{O}_7$	1 phần
Phèn chua	$\text{K Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	1 phần
Thủy tinh nước	$\text{Na}_2 \text{Si O}_3$	400 phần
Nước lã sạch		60 phần

Công nghệ điều chế:

Cho nước lã vào nồi đun sôi 100°C . Bỏ lần lượt $\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, Fe SO_4 , $\text{K}_2 \text{Cr}_2 \text{O}_7$ vào nồi lần lượt. Bỏ từng chất khuấy cho tan đều. Chất nọ tan hết mới cho chất kia. Khi tan rồi, cho tiếp phèn chua giã nhỏ và tiếp tục khuấy cho tan hết. Chú ý nhiệt độ vẫn phải là 100°C . Khi được chất lỏng đồng nhất thì bắc nồi khỏi bếp để nguội dần. Dùng nhiệt kế kiểm tra, khi nhiệt độ hạ còn 55°C thì cho dung dịch này vào thủy tinh lỏng. Vừa cho vừa khuấy luôn tay bằng đũa thủy tinh. Tiếp tục khuấy trong thời gian khoảng 30 phút. Khi khuấy phải phải thấy cảm giác nhẹ tay, không có gợn. Nếu khuấy lâu mà còn gợn tay chúng tỏ hỗn hợp bị kết tủa, phải bỏ không dùng được. Yêu cầu rất nghiêm ngặt là hỗn hợp không được kết tủa. Có hiện tượng kết tủa là nguyên liệu không tinh khiết. Cần kiểm tra chất lượng nguyên liệu.

Có thể chọn loại tỷ lệ phối liệu khác:

Sunfat đồng 5 nước	$\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	4 phần
Sunfat sắt	Fe SO_4	2 phần
Bicromat Kali	$\text{K}_2 \text{Cr}_2 \text{O}_7$	4 phần
Phèn chua	$\text{K Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	4 phần
Thủy tinh nước	$\text{Na}_2 \text{Si O}_3$	800 phần
Nước lã sạch		120 phần

Chúng tôi đã trình bày việc sử dụng giấy dầu dán bằng vữa nóng ở nhà máy dệt 8-3 Hà nội có những sự cố. Các chuyên gia Trung quốc xây dựng nhà máy này đã dùng những công thức của Phó Chấn Hải làm chất ngăn nước để chữa những hư hỏng thấm ở công trình.

Chúng tôi ghi chép được một liều lượng đã dùng cho nhà máy dệt 8-3 này:

Sunfat đồng 5 nước	$\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,50 kg
Sunfat sắt	Fe SO_4	1 kg
Bicromat Kali	$\text{K}_2 \text{Cr}_2 \text{O}_7$	1 kg
Thủy tinh nước	$\text{Na}_2 \text{Si O}_3$	200 kg
Nước lã sạch		30 lít

Đun nước cho sôi 100°C cho lần lượt sunfat đồng, sunfat sắt, bicromat kali khuấy tan từng chất mới cho chất sau. Khi tan hết bắc khỏi bếp, để nguội đến 50°C thì rót dung dịch này vào thủy tinh lỏng khuấy trong nửa giờ. Nếu không bị kết tủa thì dùng pha vào vữa để bịt thấm.

Ta nhận xét thấy trong phối liệu này vắng mặt chất phèn chua.

Những kinh nghiệm thực tiễn bản thân chúng tôi đã rút ra được trong quá trình thực tiễn:

- Có thể nhận biết nguyên liệu: sunfat đồng màu xanh nhạt, ánh trong suốt màu xanh. Sunfat sắt màu vàng đất, bicromat kali màu đỏ.
- Thủy tinh lỏng yêu cầu đậm đặc có $d = 1,4$.
- Yêu cầu của hỗn hợp chất phòng nước phải đạt 1,55 độ Baumé. Đó là yêu cầu, thực tế chúng tôi theo dõi nhiều mẻ chỉ đạt 1,52 đến 1,54 độ Baumé. Thấp hơn 1,5 không nên sử dụng.

*

* *

Chất phòng nước dùng trong công thức của Phó Chấn Hải còn có những biến đổi về thành phần và phối liệu, gia giảm chút ít. Nhưng gốc vẫn phải là thủy tinh lỏng. thủy tinh lỏng bắt buộc phải có mặt trong tất cả các giải pháp phối liệu mà nó còn cần dùng số lượng lớn.

Để dễ trình bày các dạng phối liệu chúng ta đặt tên:

Sunfat đồng 5 nước	là chất số 1
Kali Bicromat	là chất số 2
Sunfat sắt 2	là chất số 3
Phèn chua Sunfat kép Kali nhôm	là chất số 4
Phèn crôm Sunfat kép Kali nhôm	là chất số 5
Thủy tinh lỏng	là chất số 6
Nước sạch	là chất số 7

**bìn thịn ph-n cỖc chỈt phÝng nồc theo
phỦ chỈn h'i**

Hợp chất	Tỷ lệ	Màu hợp chất
Loại 1:		
1	1	} Màu đỏ gụ
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	400	
7	60	
Loại 2:		
5	1,25	} Màu xanh nhạt
2	1,25	
4	1,25	
1	1,25	
6	400	
7	60	

Loại 3:	1	2	}	Màu đỏ gụ
	2	2		
	3	1		
	6	400		
	7	60		
Loại 4:	5	1,66	}	Màu xanh nhạt
	2	1,66		
	4	1,66		
	6	400		
	7	60		
Loại 5:	5	1,66	}	Màu xanh nhạt
	2	1,66		
	1	1,66		
	6	400		
	7	60		
Loại 6:	1	1,66	}	Màu đỏ gụ
	3	1,66		
	4	1,66		
	6	400		
	7	60		

Chất phòng nước chế tạo xong, cho vào bình sành hoặc thủy tinh dùng dần. Miệng bình cần nút chặt khi rót xong.

Móng ống khói công trình đúc thép khu Gang thép Thái nguyên trát 3 lớp vữa phòng thấm như sau:

Lớp 1:	Xi măng Pooclăng 400	1 kg
	Chất phòng nước	0,01 kg
	Nước	0,52 lít

Lớp 2:	Xi măng Pooclang 400	1,5 kg
	Cát	4,0 kg
	Chất phòng nước	0,01 kg
	Nước	1,20 lít
Lớp 3:	Xi măng Pooclang 400	1,50 kg
	Chất phòng nước	0,01 kg
	Nước	0,8 kg

* Công nghệ thực hiện:

Lớp 1: Trộn nước với chất phòng nước. Khi cho xi măng vào trộn đều nhanh chóng xoa lên mặt một lớp đều dày 2 đến 3mm.

Lớp 2: Trộn đều xi măng và cát. Trộn đều nước và chất phòng nước. Hòa trộn nhanh hai hỗn hợp này rồi trát lên mặt lớp 1 đã làm xong. Nếu thấy trên mặt lớp 1 có vết rạn chân chim thì xoa lại trước khi phủ lớp 2 lên trên.

Lớp 3: Khi lớp 2 đã ngưng kết xong, lấy bàn chải sắt chải cho xòm mặt, dùng chổi đót quét lớp vữa 3 lên và đánh láng mặt.

Tại hành lang lò cao khu Gang thép Thái nguyên, phủ 5 lớp vữa chống thấm chứ không phải chỉ có 3 lớp.

Thay xi măng pooclang bằng xi măng Puzolan làm các lớp như sau :

Lớp 1: Trộn nước với chất phòng nước rồi hòa xi măng vào, trát lên mặt kết cấu 2-3 mm.

Lớp 2: Trộn nước với chất phòng nước. Trộn xi măng với cát. Hòa hai thứ đó với nhau trát lên lớp 1 từ 4-5 mm. Trát hai lớp liền.

Lớp 3: Thi công sau khi trát lớp 2 từ 1 đến 2 ngày. Trước khi trát cũng lấy bàn chải đánh xòm mặt. Làm như trên.

Lớp 4: Coi lớp 3 là lớp 1, lớp 4 làm giống lớp 2.

Lớp 5: Làm như lớp 3.

Chú ý: Mặt trát láng phải sạch.

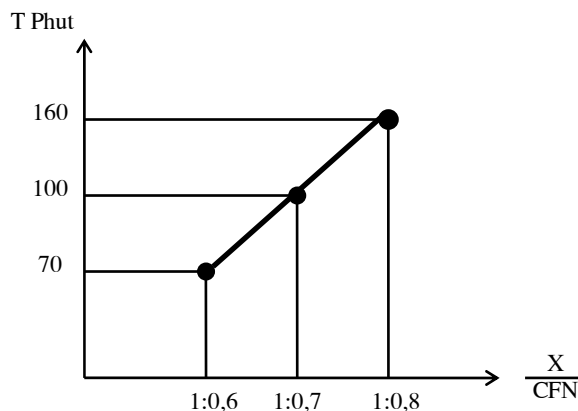
Trát tường trước, làm đáy sau.

Diện rộng phải làm mỗi nối nhiều khác. Chỗ nối thêm lớp 1. Nơi nhiệt độ cao hơn nhiệt độ không khí phải dùng xi măng Pooc-lăng, không dùng xi măng Puzolan.

Những điều kinh nghiệm của chúng tôi khi dùng vữa Phó chấn Hải:

- Tốc độ đông cứng của vữa có phụ gia Phó Chấn Hải rất phụ thuộc nhiệt độ môi trường. Nhiệt độ không khí môi trường cao, đông kết nhanh. Nhiệt độ môi trường thấp, đông kết chậm.
- Lượng nước cho vào nhỏ hơn nửa lượng thuốc (CFN) thì tốc độ đông cứng tỷ lệ thuận với lượng nước. Khi lượng nước lớn hơn nửa lượng thuốc (CFN) thì tốc độ đông cứng tỷ lệ nghịch với lượng nước. Biểu đồ hình 15 cho thấy tương quan giữa tỷ lệ Xi măng : Chất phòng nước và thời gian đông kết.

Hình 15 : Tương quan thực nghiệm giữa tỷ lệ X/CFN và thời gian đông kết của vữa dùng CFN.



* Sắt clorua:

Sắt clorua dạng tinh thể hòa tan trong nước thường ở nhiệt độ 20⁰C. Trộn vào vữa xi măng theo tỷ lệ 2% trọng lượng xi măng và trộn vào bê tông theo tỷ lệ 1% lượng xi măng được vữa hoặc bê tông có tính chống thấm tốt.

Liên xô đã sử dụng nhiều lớp trát chống thấm cho các bể nước bằng vữa xi măng trộn 1% sắt clorua và kết quả thông báo khá tốt trong sử dụng.

Tuy vậy loại phụ gia này không dám cho vào bê tông vì chứa clo.

* Nitrat Canxi:

Nitrat Canxi thêm vào vữa hoặc bê tông làm tăng tính chống thấm của vữa hoặc bê tông. Liều dùng là 7% trọng lượng xi măng. Đặc điểm của Nitrat Canxi là không làm hại cốt thép.

* Stéarat kẽm:

Cục Công binh Bộ Quốc phòng còn sử dụng chất chống thấm có thành phần :

Sunfat nhôm	44%
Vôi bột mịn	15,6%
Đất sét bột mịn	34,4%
Stéarat kẽm	6%

Nghiền đều các chất nói trên, trộn lẫn cho thật đều. Rây qua mắt sàng 4900 lỗ. Liều lượng dùng pha trộn với vữa và bê tông là 2 đến 2,5% trọng lượng xi măng. Khi trộn vữa hay bê tông, cho phụ gia đồng thời với xi măng. Phụ gia này khô, dùng không kết, đóng bao có chống ẩm để cất giữ, sau tiếp tục sử dụng.

Phải có thiết bị nghiền đều. Muốn nghiền nhanh và ít hao hụt nguyên liệu cần rất khô. Máy nghiền có thể là loại nghiền bi trục nằm hoặc máy nghiền búa.

Quá trình thi công có nhược điểm là chất stéarat kẽm nhẹ nên hay nổi lên bề mặt. Để khắc phục nhược điểm này chỉ đầm vừa đủ độ chắc khi nước và bột stéarat kẽm chớm nổi là dùng đầm ngay.

Xi măng sử dụng đổ bê tông có phụ gia stéarat kẽm có thể là xi măng Pooclăng, Puzolan hoặc Super. Cục Công binh dùng phổ biến có mác 350 với liều lượng xi măng 400 đến 420 kg cho 1m³ bê tông.

* Những phụ gia của các công ty nước ngoài mới đưa vào nước ta trong vòng vài năm gần đây:

Những loại phụ gia giảm nước để nâng cao tính chống thấm của bê tông do tập đoàn Sika giới thiệu :

Sikament NN	là phụ gia giảm nước cao
Sikament FF	là phụ gia giảm nước cao
Sikament 520	giảm nước, kéo dài đông kết
Plastocrete N	phụ gia chống thấm.

Thành phần chính của các loại phụ gia này là khối silic đã đề cập phần chuyên đề về bê tông.

Sản phẩm hàng hóa của Sika để chống thấm có:

Sika 1 và Sikalite
Sika 2
Sika 4a
Sika Top-Seal 107
Sika 101

Tập đoàn SIKA tạo ra các sản phẩm chống thấm cũng như nâng cao chất lượng bê tông của họ nhờ vào chất khối silic , chất êpôxy. Xét theo khía cạnh công nghệ thì khối silic tạo nên hoạt tính nhờ kích thước hạt siêu mịn. Kiểu hoạt tính này có tính chất vật lý mà không gây phản ứng hóa chất nào ảnh hưởng đến chất lượng xi măng cũng như cốt thép trong bê tông. Tập đoàn này có mặt trên 60 nước khắp thế giới. Tại nước ta, tập đoàn này có nhà máy chế tạo silica fume ở Biên Hòa. Tại Hà nội SIKA có cơ sở ở 195 Láng hạ Hà nội. Tại thành phố Hồ Chí Minh, tại 90 Phố Trương Định Quận 3, hầu hết các cơ sở bê tông chế trộn sẵn đều dùng sản phẩm của SIKA.

Sản phẩm của hãng FOSROC có :

Conplast Prolapin có các loại :

Conplast Prolapin 031

Chống thấm dùng cho vữa

Conplast Prolapin 421

Chống thấm dùng cho bê tông

Gần đây, có nhiều loại phụ gia chống thấm mới như Radcom 7 của Úc đang sử dụng có hiệu quả tại nhiều công trình mới của ta.

Sản phẩm mới có ở thị trường nước ta gần đây khá dễ sử dụng, không phải tự chế như trước đây.

Chương V

Thi công phân thân.

5.1 Điều chung:

Việc thi công phân thân tuân theo TCXD 202:1997 Nhà cao tầng- Thi công phân thân.

Khi thiết kế biện pháp thi công nhà cao tầng xây chen trong thành phố cần quan tâm đặc biệt đến các yếu tố sau đây: vận chuyển vật liệu, trang bị và người theo phương thẳng đứng, phương ngang , đảm bảo kích thước hình học, giàn giáo và an toàn trên cao chống rơi, thiết bị nâng cất phải ổn định kể cả gió bão trong quá trình thi công, giông và sét, tiếng ồn và ánh sáng, sự lan toả khí độc hại, sự giao hội với các công trình kỹ thuật hiện có, sự ảnh hưởng mọi mặt đến công trình hiện hữu lân cận.

Công tác đo đạc và xác định kích thước hình học công trình và kết cấu:

(1) Việc định vị công trình, đảm bảo kích thước hình học và theo dõi biến dạng công trình trong và sau khi hoàn thành xây dựng công trình là nhân tố hết sức quan trọng nên phải tổ chức nhóm đo đạc chuyên trách, chất lượng cao thực hiện.

Việc đo đạc tuân theo TCXD 203:1997 Nhà cao tầng - Kỹ thuật đo đạc phục vụ công tác thi công.

Phải lập phương án thực hiện đo đạc cho các giai đoạn thi công, lập thành hồ sơ và được kỹ sư đại diện chủ đầu tư duyệt trước khi thi công.

(2) Phương án đo đạc phải được trình duyệt cho chủ đầu tư đồng thời với phương án thi công xây dựng. Tài liệu đo đạc trong quá trình thi công cũng như đo đạc hoàn công , đo biến dạng đến giai đoạn bàn giao và phương án đo biến dạng trong quá trình sử dụng công trình là cơ sở để bàn giao nghiệm thu công trình. Thiếu hồ sơ đo đạc, công trình không được phép bàn giao và nghiệm thu.

(3) Xây dựng nhà cao tầng nên thành lập mạng lưới bố trí cơ sở theo nguyên tắc lưới độc lập. Phương vị của một trong những cạnh xuất phát từ điểm gốc lấy bằng $0^{\circ}00'00''$ với sai số trung phương của lưới cơ sở bố trí đo góc là $10''$, đo cạnh là 1:5.000.

(4) Xây dựng nhà cao tầng nên chọn các chỉ tiêu sau đây khi lập lưới khống chế độ cao:

	Hạng I
Khoảng cách lớn nhất từ máy đến mia:	25 m
Chênh lệch khoảng cách sau, trước:	0,3 m
Tích lũy chênh lệch khoảng cách:	0,5 m
Tia ngắm đi cách chướng ngại vật mặt đất:	0,8 mm
Sai số đo trên cao đến mỗi trạm máy:	0,5 mm
Sai số khép tuyến theo mỗi trạm máy:	$1\sqrt{n}$

Độ chính xác và các chỉ tiêu dung sai do phía thi công đề nghị và được chủ đầu tư chấp nhận đồng thời với biện pháp thi công các phần việc tương ứng.

Cơ sở để quyết định lựa chọn dung sai và phương pháp xác định những dung sai này là TCXD 193:1996 (ISO 7976-1:1989), Dung sai trong xây dựng công trình, Các phương pháp đo kiểm công trình và cấu kiện chế sẵn của công trình; TCXD 210:1998 (ISO 7976-2 : 1989), Dung sai trong xây dựng công trình, Các phương pháp đo kiểm công trình và cấu kiện chế sẵn của công trình - Vị trí các điểm đo; TCXD 211:1998 (ISO 3443:1989) Dung sai trong xây dựng công trình - Giám định về kích thước và kiểm tra công tác thi công.

Mẫu số đo và các qui cách bảng biểu trong tính toán biến dạng theo qui định trong phụ lục của TCXD 203:1997, Nhà cao tầng - Kỹ thuật đo đạc phục vụ công tác thi công.

5.2 Vận chuyển lên cao:

Thường dùng cần trục tháp hoặc cần trục leo để vận chuyển cao. Ngoài ra, bám vào mặt ngoài công trình, có thể bố trí thang tải để giải quyết việc di chuyển của người hoặc chuyển những mẻ vật liệu dưới 100 kG.

Cần trục tháp phải cần nhắc xem có cần di chuyển hay không để chôn chân tháp hoặc cho di chuyển trên ray. Cần hết sức lưu ý đến sự ổn định của cần trục khi sử lý móng hoặc chân tỳ cho cần trục tháp. Cần chú ý đến dây cáp, dây cầu về an toàn điện với đường dây dẫn điện lộ thiên trên cột điện dưới thấp, trong phạm vi hoạt động của cần trục tháp. Phải có rào hoặc dây báo tín hiệu nguy hiểm trong phạm vi hoạt động của cần trục tháp ở mặt bằng thi công, nhằm cảnh giới cho người trên mặt bằng thi công thấy được khu vực nguy hiểm khi cần cầu tháp cầu hàng.

Cần trục leo thường dựa vào lồng thang máy. Cần có thiết kế leo qua các bước và mặt tựa của cần cầu. Hệ thống neo, giằng cần đảm bảo cho cần trục an toàn, ổn định khi vận hành.

Cần thiết kế thùng chứa chuyển bê tông (benne) khi sử dụng cần trục tháp để chuyển bê tông. Thể tích chuyển hữu ích phù hợp với tính năng cần trục tháp (Q) nhưng bảo đảm vận hành miệng tháo bê tông vận hành thuận lợi khi đóng mở thùng benne. Khi dùng thùng benne hết sức lưu tâm đến sự tạo ra lực tập trung quá lớn khi mở miệng tháo bê tông. Cần huấn luyện để công nhân vận hành sao cho rải bê tông lan toả, không tạo nên xung lực lớn cũng như lực tập trung lớn.

Thăng tải bám mặt ngoài công trình phải được thiết kế và lắp đặt thật an toàn. Thăng tải cần liên kết với công trình đảm bảo độ ổn định khi di chuyển. Thăng tải chở người lên xuống phải có lồng sắt với lưới đủ bảo đảm độ che phủ khi sàn thang di chuyển. Cần thường xuyên kiểm tra hệ dẫn động của thang, bảo đảm không gây sự cố khi sử dụng.

Để chuyển bê tông lên cao nên sử dụng bơm bê tông. Máy bơm bê tông có thể chuyển cao theo tính năng của máy. Khi vượt quá độ cao bơm, có thể tạo thêm tầng trung chuyển để nối tiếp chuyển cao. Cần lưu ý độ sụt bê tông và đường kính cốt liệu, đảm bảo cho bơm thông mà chất lượng bê tông không vì thế mà thay đổi.

Khi chuyển rác xây dựng từ các tầng cao xuống thấp, phải có biện pháp chống bụi và sự rơi tự do gây nguy hiểm cho người bên dưới và ô nhiễm môi trường. Phải dồn rác trong bao tải kín hoặc chuyển rác trong ống kín xuống tận mặt đất.

5.3. Thi công cốp pha :

5.3.1 Cốp pha và thanh chống kim loại:

Cốp pha và cây chống cho nhà cao tầng thực hiện theo TCVN 4453-1995, Kết cấu bê tông cốt thép toàn khối - Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu.

Do tiến độ thi công cần nhanh và chờ đợi kỹ thuật cho bê tông đủ cứng nên cốp pha và cây chống nên làm theo "phương pháp hai tầng rưỡi".

Khi thi công theo phương pháp hai tầng rưỡi cần tuân theo những qui trình sau đây:

1. Mật độ cột chống lại:

Chiều dày sàn cm	Kích thước một cạnh sàn		
	6,0 m	7,5 m	9,0 m
10	Không đảm bảo	---	---
15	2,4 m	Không đảm bảo	---
20	2,4 m	2,4 m	Không đảm bảo
25	---	2,4 m	2,4 m
30	---	2,4 m	2,4 m

Ghi chú:

* Các trường hợp " Không đảm bảo " do chiều dày sàn mỏng, thời gian thi công ngắn , không nên áp dụng phương pháp hai tầng rưỡi.

Nên áp dụng phương pháp hai tầng rưỡi khi chiều dày sàn lớn hơn 15 cm.

Thời gian thi công bê tông các tầng phải cách nhau trên 7 ngày để đảm bảo bê tông sàn đủ cứng thi công được bên trên mặc dù vẫn có cây chống.

* Các trường hợp --- không có ý nghĩa thực tiễn vì tương quan giữa chiều dày sàn và nhịp của sàn không hợp lý.

2. Thời gian thi công bê tông hợp lý cho một tầng (ngày):

Chiều dày sàn cm	Kích thước của một cạnh sàn		
	6,0 m	7,5 m	9,0 m
10	>7	---	---
15	7	>7	---
20	7	7	>7
25	---	7	7
30	---	7	7

Ghi chú:

Như bảng trên.

3. Các yêu cầu kỹ thuật:

* Cây chống ở tầng nằm trên tầng chống lại nên làm có mật độ cột chống là 1,20 x 1,20 mét.

* Cây chống ở tầng trên tầng chống lại nên trùng theo phương thẳng đứng .

* Nếu sử dụng cây chống lại là các trụ đơn có điều chỉnh được độ cao nhờ ren vít thì không nhất thiết phải làm giằng. Nếu dùng cây chống lại bằng cột chống phải nêm chân thì nên làm giằng theo cả hai phương vuông góc với nhau.

* Việc giảm cột chống trong quá trình chống lại được thực hiện theo từng phân đoạn làm sao để những phân đoạn này đã được đổ bê tông xong tầng trên cùng để tránh hoạt tải do thi công gây ra. Vị trí chống lại trước hết nên là nơi có nội lực lớn nhất của cấu kiện.

Những lỗ chờ để ống kỹ thuật xuyên qua dầm, sàn, cột, tường bê tông phải được bố trí đầy đủ tránh sự đục đẽo sau này ảnh hưởng đến chất lượng kết cấu. Những lỗ này phải do thợ mộc đặt theo chỉ dẫn của thợ lắp đặt kỹ thuật.

Bề mặt cốt pha cần bôi lớp chống dính trước khi đặt cốt thép. Việc sử dụng loại chất chống dính phải thông qua kỹ sư đại diện chủ đầu tư.

Độ võng thi công tại giữa kết cấu có đỡ hai đầu là 0,3% và với kết cấu có đầu tự do của nhịp thì độ võng tại đầu nhịp là 0,5%.

Khi sử dụng cốt pha bay (flying forms) hay loại tương tự cần kiểm tra độ bền và độ ổn định để đảm bảo độ cứng và ổn định khi chịu các tải trọng tác động lên trong quá trình thi công. Cách di chuyển cốt pha bay và các dạng cốt pha kích thước lớn tới vị trí khác cần chú ý đảm bảo không bị biến dạng cũng như đảm bảo độ lắp ráp cho vị trí mới thuận lợi nhất. Phải hết sức chú ý và cần kiểm tra hình dạng, các mối liên kết , các kết cấu giằng, néo trước khi di chuyển và khi bắt đầu lắp đặt vào vị trí mới.

Cốt pha và cây chống đã hỏng không được sử dụng cho công trình mặc dầu đã sửa chữa.

Rỡ cốt pha và tháo cây chống chỉ được thực hiện khi đã đảm bảo cường độ theo yêu cầu của TCVN 4453-1995, Kết cấu bê tông cốt thép, tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu.

5.3.2. Cốp pha sàn bằng bê tông cốt thép:

Gần đây, một số Công ty xây dựng trong Tổng Công ty VINACONEX sử dụng giải pháp chế tạo tấm cốp pha cho sàn nhà bằng bê tông và dùng tấm cốp pha này như là bộ phận của kết cấu sàn.

Nguyên lý cấu tạo và cách sử dụng như sau:

Tấm cốp pha bê tông sàn là một tấm bê tông có chiều dày 5 ~ 7 cm dùng bê tông cốt liệu nhỏ, mác không thấp hơn mác bê tông sàn.

Thép đặt trong tấm là thép lớp dưới của sàn bê tông chịu lực. Bố trí thêm thép chờ để neo phần thép đã đặt trong lưới này với phần bê tông đổ thêm sau khi đặt cốp pha và cốt thép đủ cho sàn chịu lực.

Cần bố trí thêm thép râu dùng làm móc cầu khi cầu tấm cốp pha này lên vị trí trên sàn. Ngoài ra bố trí thêm một số thanh gia cố giữa các móc cầu.

Kích thước mặt bằng tấm cốp pha bê tông cốt thép này đúng bằng ô sàn mà tấm này làm cốp pha.

Sau khi cầu lắp đến vị trí, bố trí cây chống phía dưới đủ chịu tải và đặt tiếp cốt thép các lớp nằm trên chiều dày tấm cốp pha của sàn.

Đổ bê tông lấp đầy kết cấu sàn.

Sử dụng bê tông làm cốp pha đáy sàn tiết kiệm cốp pha và mau rỡ được cây chống nên mang lại hiệu quả kinh tế thi công.

5.4 Thi công cốt thép:

Nguồn cung cấp cốt thép cho bê tông phải được sự thoả thuận của kỹ thuật đại diện cho chủ đầu tư.

Cốt thép được chứa trong kho hở có lát hoặc lán phía dưới và che mưa phía trên. Cần tránh hư hỏng và giảm phẩm chất trong quá trình lưu kho.

Cứ 50 tấn thép lại phải làm thí nghiệm một tổ mẫu theo các chỉ tiêu : kéo, uốn 90° (bend test). Cứ 100 tấn lại làm thêm một tổ mẫu thí nghiệm uốn 180° (rebend test). Mọi thí nghiệm phải có văn bản báo cáo và kết luận được rằng thép sẽ sử dụng đáp ứng được yêu cầu của thiết kế công trình.

Cốt thép được gia công và lắp đặt vào vị trí phù hợp với thiết kế hoặc bản vẽ thi công được kỹ sư đại diện cho chủ đầu tư thông qua. Các chỉ tiêu để kiểm tra chất lượng công tác thép là chủng loại thép, số lượng thanh trên tiết diện, đường kính thanh thép, độ dài thanh thép, vị trí cắt và nối, chiều dài đoạn nối, phương pháp nối, khoảng cách các thanh, chiều dày lớp bảo vệ, hình dạng thanh phù hợp với bản vẽ, độ sạch không bám dính bùn, đất và dầu mỡ cũng như việc đảm bảo không gỉ của các thanh thép.

Chỉ được phép gia công nhiệt thanh thép khi kỹ sư đại diện chủ đầu tư đồng ý bằng văn bản cho từng trường hợp.

Thép đã uốn hỏng không được phép duỗi thẳng và uốn lại để sử dụng. Những thanh có dấu hiệu nứt gãy cần bị loại bỏ.

Miếng hoặc phương tiện để kê, đệm, đảm bảo chiều dày lớp bảo vệ hoặc khoảng cách giữa các thanh được để lại trong bê tông phải bố trí đủ số lượng, đặt đúng vị trí và không được ảnh hưởng đến chất lượng của bê tông cũng như điều kiện sử dụng bê tông. Miếng kê bằng vữa xi măng phải có độ bền bằng độ bền của bê tông của kết cấu.

Không đổ bê tông bất kỳ kết cấu nào khi chưa tiến hành nghiệm thu có lập biên bản xác nhận của kỹ sư đại diện cho chủ đầu tư với công tác cốt pha và cốt thép. Mọi yêu cầu sửa chữa cần được tiến hành tức thời và kỹ sư đại diện chủ đầu tư xác nhận lại mới được đổ bê tông.

Trước khi đổ bê tông, bên thi công phải thông qua đại diện kỹ thuật của chủ đầu tư sơ đồ mạch nối thi công với các giải pháp xử lý khi gặp các tình huống khả dĩ xảy ra. Cần chuẩn bị phương tiện, dụng cụ và vật liệu cần thiết khi có sự cố đã trù liệu.

5.5 Thi công bê tông:

Ngày nay có nhiều khái niệm mới về bê tông, cần lưu ý những điều sau đây để thi công thật đảm bảo chất lượng bê tông.

Bê tông là vật liệu hỗn hợp chủ yếu bao gồm cốt liệu để làm khung xương, xi măng và nước thông qua tỷ lệ nước/xi măng tạo thành đá xi măng. Bây giờ khi xem xét về chất lượng bê tông, người ta không đơn thuần chỉ nói về cường độ chịu nén của bê tông. Vấn đề là *độ bền hay tuổi thọ* của bê tông mà cường độ chịu nén của bê tông chỉ là một chỉ tiêu đảm bảo tuổi thọ ấy.

Trước đây, theo suy nghĩ cũ, người ta đã dùng chỉ tiêu cường độ chịu nén của bê tông để đặc trưng cho bê tông nên gọi mác (mark) bê tông. Thực ra để nói lên tính chất của bê tông còn nhiều chỉ tiêu khác như cường độ chịu nén khi uốn, cường độ chịu cắt của bê tông, tính chắc đặc và nhiều chỉ tiêu khác. Bây giờ người ta gọi phẩm cấp của bê tông (grade). Phẩm cấp của bê tông được qui ước lấy chỉ tiêu cường độ chịu nén mẫu hình trụ làm đại diện. Giữa mẫu hình trụ định ra phẩm cấp của bê tông và mẫu lập phương 150x150x150 mm để định ra "mác" bê tông trước đây có số liệu chênh lệch

nhau cùng với loại bê tông. Hệ số chuyển đổi khi sử dụng mẫu khác nhau như bảng sau:

Hình dáng và kích thước mẫu (mm)	Hệ số tính đổi
Mẫu lập phương	
100x100x100	0,91
150x150x150	1,00
200x200x200	1,05
300x300x300	1,10
Mẫu trụ	
71,4x143 và 100x200	1,16
150x300	1,20
200x400	1,24

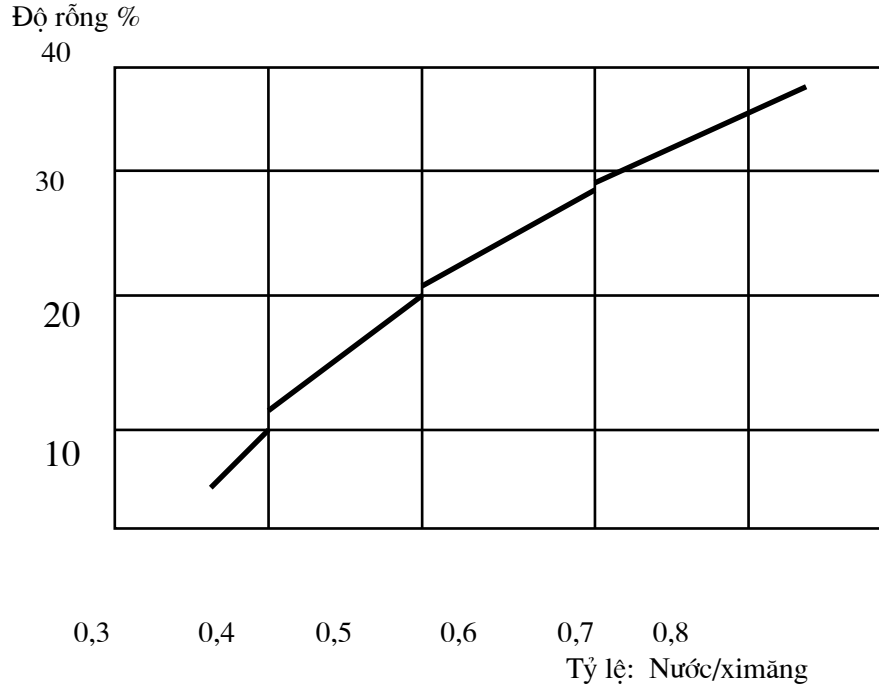
Nguồn : TCVN 4453-1995

Trong trường hợp chung nhất có thể định nghĩa được tuổi thọ của bê tông là khả năng của vật liệu duy trì được tính chất cơ, lý trong các điều kiện thỏa mãn sự an toàn sử dụng trong suốt đời phục vụ của kết cấu, trong đó có vấn đề nước thấm qua bê tông.

Tác động của hóa chất đơn thuần bên ngoài vào bê tông quan hệ mật thiết với các tác động cơ, lý, hóa-lý cho nên vấn đề độ bền của bê tông là vấn đề vô cùng phức tạp.

Tỷ lệ nước/ximăng là nhân tố quyết định trong việc đảm bảo tuổi thọ của bê tông. Tổng lượng nước dùng trong bê tông cộng với hàm lượng xi măng và bọt khí là các nhân tố tạo nên lỗ rỗng là điều sẽ quyết định cường độ chịu nén của bê tông. Độ rỗng của bê tông quan hệ với hàm lượng nước/ximăng.

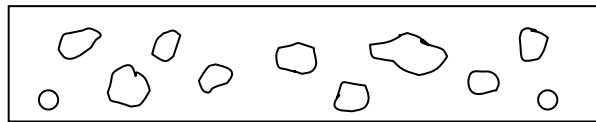
Quan hệ này được thể hiện qua biểu đồ:



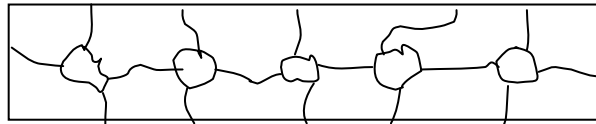
Xem thế, chúng ta có thể nói: **bê tông thực chất là loại vật liệu rỗng**, được đặc trưng bởi kích thước của lỗ rỗng và cách nối giữa những lỗ này theo dạng nào, bởi sự không liên tục trong vi cấu trúc như các liên kết thành các hạt, bởi sự kết tinh tự nhiên của các hydrate. Những lỗ rỗng này làm cho độ thấm nước của bê tông tăng dẫn đến sự trương nở, sự nứt nẻ và điều đó cũng làm cho cốt thép bị gỉ. Tuổi thọ của bê tông chịu ảnh hưởng của lượng thấm nước và khí qua kết cấu bê tông, của tính thấm của hồ ximăng, và có thể của ngay cả cốt liệu nữa.

Các dạng lỗ rỗng của bê tông có thể khái quát qua hình vẽ:

Rỗng vật liệu không thấm



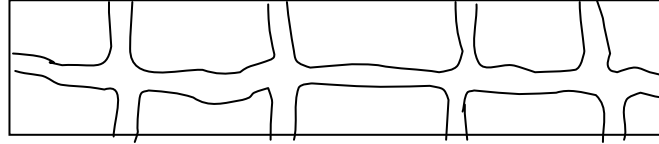
Rỗng nhiều, tính thấm thấp



Rỗng nhiều, vật liệu thấm



Rỗng ít, tính thấm cao



Kết cấu sử dụng bê tông có cường độ cao : là công nghệ cần thiết phải nghiên cứu và thực nghiệm để có thể sử dụng rộng rãi trong những năm tới. Bê tông composit triển vọng phổ biến có thể phải sau năm 2010 nhưng bê tông dùng chất kết dính xi măng có số hiệu C40, C45 sẽ được sử dụng sớm hơn. Đài loan sẽ đưa sử dụng đại trà loại bê tông này trong hai ba năm tới.

Bê tông composit dùng chất kết dính là nhựa họ epôxy. Họ epôxy không phải đã nhanh chóng sản xuất được một lượng to lớn đủ thay thế xi măng. Bên cạnh sự phát triển dần epôxy, trong hai chục năm tới, trong xây dựng vẫn phải lấy chất kết dính xi măng là chủ đạo.

Trước đây gần chục năm khi đặt vấn đề chế tạo bê tông có mác cao hơn mác xi măng là rất khó khăn. Người ta đã phải nghiên cứu cách chế tạo bê tông dùng cấp phối gián đoạn để nâng cao mác bê tông bằng hoặc cao hơn mác xi măng chút ít. Nhưng qui trình công nghệ để tạo được bê tông mác cao theo cấp phối gián đoạn không dễ dàng nên kết quả mới nằm trong phòng thí nghiệm.

Những năm gần đây, do phát minh ra khói silic mà công nghệ bê tông có nhiều thay đổi rõ rệt.

Chúng ta nhắc lại một số khái niệm về bê tông làm cơ sở cho kiến thức về sự phát triển công nghệ bê tông có cường độ cao.

Bê tông là hỗn hợp từ các thành phần: cốt liệu (loại thô và loại mịn) dùng tạo khung cốt chịu lực, xi măng và nước hóa hợp với nhau biến thành đá xi măng. Các hóa chất ngoại lai tác động vào bê tông liên quan đến các hoạt động hóa lý, vật lý và cả cơ học. Cho nên độ bền của bê tông là vấn đề hết sức phức tạp. Trước đây người ta nghĩ về bê tông, thường coi trọng vấn đề cường độ. Thời hiện đại nhìn bê tông là độ bền của bê tông trong kết cấu. Nếu nhìn như thế, trong độ bền có vấn đề cường độ, có vấn đề bê tông phải chịu được môi trường phơi lộ, có vấn đề tác động của các tác nhân phức tạp trong quá trình chịu lực của kết cấu. Độ bền của kết cấu bê tông rất phụ thuộc tỷ lệ nước trên xi măng.

Thông thường lượng nước cần thiết cho thủy hóa xi măng, nghĩa là lượng nước cần biến xi măng thành đá xi măng rất ít so với lượng nước đã cho vào trong bê tông để tạo ra bê tông có thể đổ, đầm được thành nên kết cấu. Nếu độ sụt hình côn là 50mm cho bê tông thông thường ta vẫn thấy thì

lượng nước đã dư thừa từ 5 đến 6 lần so với yêu cầu để thủy hóa thành đá xi măng. Nước dư thừa trong bê tông khi bốc hơi tạo nên các lỗ rỗng làm cho bê tông bị xốp với những lỗ xốp rất nhỏ, có khi bằng mắt thường chúng ta không thấy được.

Chúng ta thấy rõ là Tính chất của bê tông phụ thuộc vào tỷ lệ N/X.

Tỷ lệ N/X nhỏ thì tính chất bê tông tốt, tỷ lệ này lớn thì chất lượng bê tông kém. Định luật này gọi là định luật Abrams.

Từ định luật này, nhiều người đã nghĩ hay là làm bê tông khô đi, có thể sẽ thu được loại bê tông chất lượng tốt hơn.

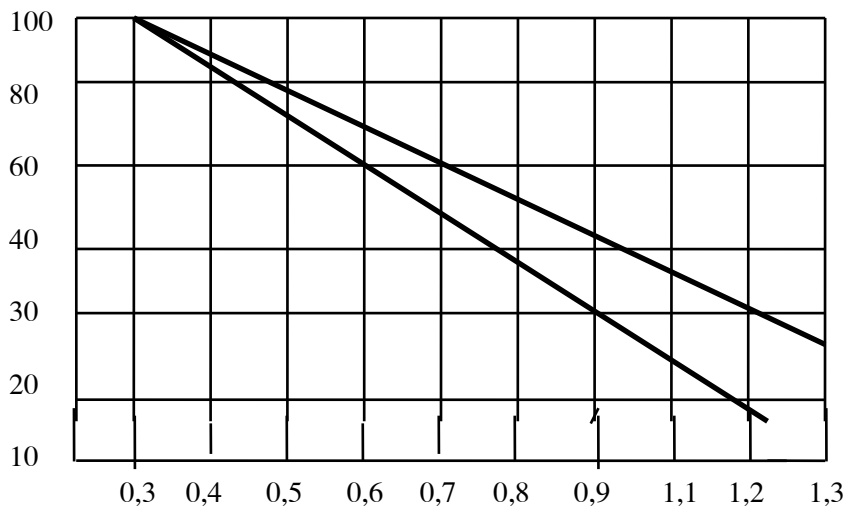
Một sự tình cờ ta thấy trong quá trình chế tạo silicon và ferrosilicon ta thu được khói silic :



Khói silic là loại vật liệu hết sức mịn, hạt khói silic có đường kính ~ 0,15 Micon (0,00015 mm). Một gam khói silic có diện tích bề mặt khoảng 20 m² tạo nên hoạt tính cao. Hạt không kết tinh, chứa 85-98% Dioxyt Silic(SiO₂).

Hạt khói silic tác động như loại siêu puzôlan, biến đổi hydroxyt calci có ích tồn lại thành các gel hydrat silic-calxi có ích. Hiệu quả của tác động này là giảm tính thấm nước, bám dính tăng giữa các hạt cốt liệu và cốt thép, cho cường độ tốt hơn và tăng độ bền của bê tông.

Tỷ lệ nước/xi măng cao làm giảm cường độ bê tông rõ rệt. Biểu đồ sau đây cho thấy quan hệ giữa cường độ bê tông và tỷ lệ nước/xi măng:



a : Cường độ chịu nén

b: Cường độ chịu uốn

Bảng sau đây so sánh giữa hạt khối silic , tro bay và xi măng.

	Xi măng	Khối silic	Tro bay
Tỷ trọng kg/m ³	1200 - 1400	200 - 300	900 - 1000
Tổn thất do cháy %	< 0,5	2 - 4	3 - 12
Bề mặt riêng m ² /g	0,2 - 0,5	20	0,2 - 0,6

Kết quả của việc sử dụng phụ gia có khối silic cải thiện chất lượng bê tông rất nhiều:

Lấy R28 của bê tông để quan sát thì:

Bê tông không dùng phụ gia khối silic , sau 28 ngày đạt 50 MPa

Bê tông có 8% khối silic và 0,8% chất giảm nước, sau 28 ngày đạt 54 MPa

Bê tông có 16% khối silic và 1,6% chất giảm nước, sau 28 ngày đạt 100 MPa

Mỗi Mega Pascal tương đương xấp xỉ 10 kG/cm².

Điều kiện làm những thí nghiệm này là dùng xi măng PC40

Trước đây ba năm trong ngành xây dựng nước ta sử dụng bê tông mác 300 để làm cọc bê tông đúc sẵn đã khá khó khăn. Hai ba năm gần đây việc sử dụng bê tông mác 400, 500 trong việc làm nhà cao tầng khá phổ biến. Chủ yếu sự nâng chất lượng của bê tông là nhờ phụ gia khối silic.

Từ những ý tưởng vừa nêu trên, lõi cốt của chất lượng bê tông theo quan điểm cường độ, tính chống thấm, và những tính chất ưu việt khác rất phụ thuộc vào tỷ lệ nước/ximăng.

Rất tình cờ khi chế tạo silicon và ferrosilicon trong lò đốt hồ quang điện thấy bốc ra loại khói trắng dày đặc mà cơ quan bảo vệ môi trường yêu cầu thu hồi, không cho lan toả ra khí quyển đã thu được chất khói silic theo phản ứng:



Sản phẩm khói silic ra đời dưới nhiều tên khác nhau: **Fluor Silic**, **Bụi Silic** (Silica dust), **Silic nhỏ mịn** (Microsilica), **Silic khói** (Fume Silica), **Silic bay** (Volatized Silica), **Silic lò hồ quang** (Arc- Furnace Silica), **Silic nung đốt** (Pyrogenic Silica), **khói Silic ngưng tụ** (Condensed Silica Fume).

Khói silic được cho vào bê tông như một phụ gia làm thay đổi những tính chất cơ bản của bê tông. Nhờ cơ chế tác động kiểu vật lý mà khói silic không gây những phản ứng tiêu cực đến chất lượng bê tông.

Ta thử làm phép so sánh thành phần thạch học trong xi măng Pooclang phổ thông, xỉ lò cao, và tro bay, ta thấy:

	Ximăng Pooclang phổ thông	Xỉ	Khói silic	Tro bay
CaO	<u>54 - 66</u>	<u>30 - 46</u>	0,1 - 0,6	2 - 7
SiO ₂	18 - 24	<u>30 - 40</u>	<u>85 - 98</u>	<u>40 - 55</u>
Al ₂ O ₃	2 - 7	10 - 20	0,2 - 0,6	<u>20 - 30</u>
Fe ₂ O ₃	0 - 6	4,0	0,3 - 1,0	5 - 10
MgO	0,1 - 4,0	2 - 16	0,3 - 3,5	1 - 4

SO ₃	1 - 4	3,0	-	0,4 - 2,0
Na ₂ O	0,2 - 1,5	3,0	0,8 - 1,8	1 - 2
K ₂ O	0,2 - 1,5	3,0	1,5 - 3,5	1 - 5

Theo bảng này chủ yếu thành phần của khói silic là oxyt silic mà oxyt silic này ở dạng trơ nên không có tác động hoá làm thay đổi tính chất của xi măng mà chỉ có tác động vật lý làm cho xi măng phát huy hết tác dụng của mình.

Tiếp tục làm phép so sánh giữa xi măng, khói silic và tro bay thì:

Dung trọng (kg/m³) ta thấy :

Xi măng : 1200 - 1400
 Khói silic: 200 - 300
 Tro bay: 900 - 1000

Mất mát do cháy (%) :

Xi măng: < 0,5
 Khói silic : 2 - 4
 Tro bay: 3 - 12

Diện tích riêng (m² / g):

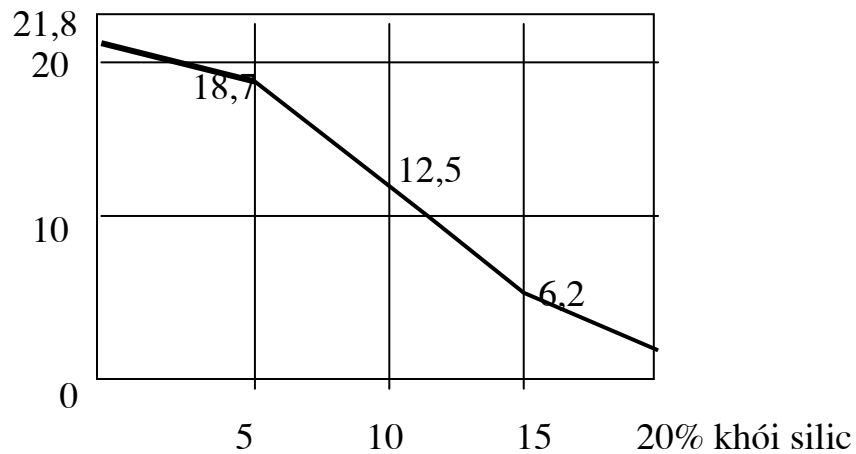
Xi măng: 0,2 - 0,5
 Khói silic: 20
 Tro bay: 0,2 - 0,6

Khói silic cực kỳ mịn, hạt khói silic vô định hình, kích thước xấp xỉ 0,15 Micromet (0,00015 mm).

Khi dùng khói silic cho vào bê tông quá trình thuỷ hoá tăng lên nhiều, lượng nước sử dụng giảm được nên chất lượng bê tông được cải thiện rõ ràng. Thông thường, việc sử dụng khói silic kết hợp với việc sử dụng chất giảm nước.

Nếu dùng khói silic sẽ giảm được lỗ rỗng trong bê tông. Nếu không dùng phụ gia có khói silic thường lỗ rỗng chiếm khoảng 21,8% tổng thể tích. Nếu dùng 10% khói silic so với trọng lượng xi măng sử dụng thì lỗ rỗng giảm còn 12,5%. Nếu dùng đến 20% thì lỗ rỗng chỉ còn 3,1%.

Thể tích lỗ rỗng (%)



Lấy R28 của bê tông để quan sát thì:
Giả thử bê tông có phẩm cấp C50 :
Bê tông không dùng phụ gia khối silic sau 28 ngày đạt 50 MPa
Bê tông có 8% khối silic và 0,8% chất giảm nước, sau 28 ngày đạt 54 MPa
Bê tông có 16% khối silic và 1,6% chất giảm nước , sau 28 ngày đạt 100 MPa.

Mỗi MPa (MêgaPatscan) tương đương xấp xỉ 10 KG/cm².

Điều kiện làm những thí nghiệm này là dùng xi măng PC 40.

Trước đây năm sáu năm, khi hỏi có thể chế tạo được bê tông có mác cao hơn mác xi măng không thì câu trả lời rất dè dặt. Khi đó có thể dùng phương pháp cấp phối gián đoạn để xử lý nhưng kết quả mới mang ý nghĩa trong phòng thí nghiệm.

Cũng trước đây vài năm, chúng ta sử dụng bê tông mác 300 đã là ít. Gần đây việc sử dụng bê tông mác 400,500 trong việc làm nhà cao tầng khá phổ biến. Chủ yếu sự nâng cao chất lượng bê tông là nhờ phụ gia khối silic.

Việc sử dụng bê tông có phẩm cấp cao không chỉ mang lại lợi ích về cường độ. Bê tông phẩm cấp cao sẽ chắc đặc và như thế sự bảo vệ bê tông trong những môi trường xâm thực sẽ cải thiện rõ rệt.

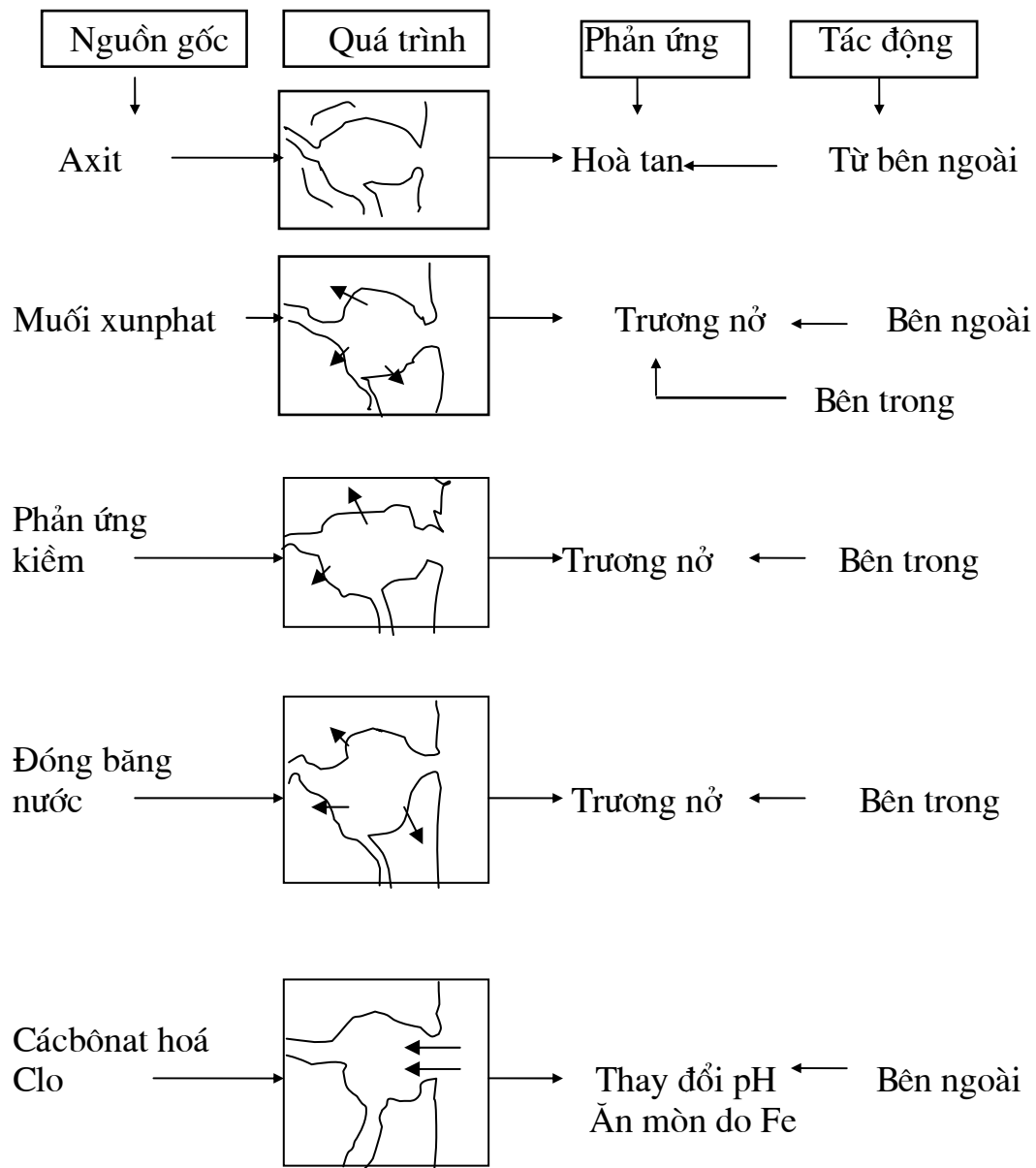
Các tác động xâm thực vào bê tông phải qua hơi nước ẩm hoặc môi trường nước. Các tác động hoá học thường xảy ra dưới hai dạng:

+ Sự hoà tan chất thành phần của bê tông do tác động của dung dịch nước ăn mòn.

+ Sự trương nở gây ra do sự kết tinh của chất thành phần mới gây ra hư hỏng kết cấu.

Để hạn chế tác động ăn mòn, phá hỏng bê tông điều rất cần thiết là ngăn không cho nước thấm qua bê tông. Biện pháp che phủ cốt thép bằng cách sử dụng thép có gia công chống các tác động hoá chất bề mặt thoả đáng bằng những vật liệu mới được trình bày trong chuyên đề khác.

- Các tác động ăn mòn bê tông khả dĩ



- Các tác động của khí quyển :

- + Cacbon dioxyt (CO₂) khi lớn trên 600 mg/m³
- + Sulfure dioxyt (SO₂) khi từ 0,1 - 4 mg/m³
- + Nitrogen oxyt (NO_x) khi từ 0,1 - 1 mg/m³

- Các tác động do cacbonat hoá:



pH ~ 13

pH ~ 7

Các tác động này phụ thuộc :

- + Độ ẩm tương đối của môi trường
- + Sự tập tụ cacbon dioxyt
- + Chất lượng của bê tông của kết cấu.

Thời gian cacbonat hoá tính theo năm theo tài liệu của Tiến sĩ Theodor A. Burge, viên chức Nghiên cứu và Phát triển của Tập đoàn SIKA, Thuyết sỹ, thì thời gian này phụ thuộc chiều dày lớp bảo hộ của kết cấu bê tông cốt thép và tỷ lệ nước/ximăng. Kết quả nghiên cứu của Tiến sĩ Burge thì số liệu như bảng sau:

Thời gian cacbonat hoá (năm)

Tỷ lệ N/X	Lớp bảo hộ (mm)					
	5	10	15	20	25	30
0,45	19	75	100+	100+	100+	100+
0,50	6	25	50	99	100+	100+
0,55	3	12	27	49	76	100+
0,60	1,8	7	16	29	45	65
0,65	1,5	6	13	23	36	52
0,70	1,2	5	11	19	30	43

- Tác động ăn mòn cốt thép:

Mọi vật liệu bị giảm cấp theo thời gian : gạch bị mủn, gỗ bị mục, chất dẻo bị giòn, thép bị ăn mòn, các chỗ chèn mối nối bị bong , lỏng, ngói rơi, chim chóc đi lại làm vỡ ngói, sơn bong và biến màu ...

Bê tông đổ và đầm tốt có thể tồn tại vài thế kỷ. Một bệnh rất phổ biến là sự ăn mòn cốt thép trong bê tông.

Điều này có thể do những tác nhân hết sức nghiệp vụ kỹ thuật. Đó là:

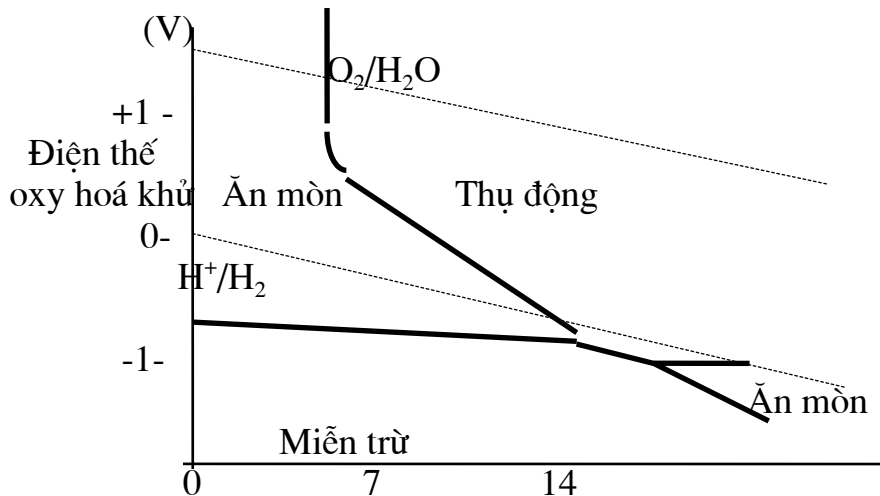
+ Không nắm vững quá trình tác động cũng như cơ chế ăn mòn của cốt thép trong bê tông.

+ Thiếu chỉ dẫn cẩn thận về các biện pháp phòng, tránh khuyết tật.

Môi trường dễ bị hiện tượng ăn mòn cốt thép là:

- * Công trình ở biển và ven biển
- * Công trình sản xuất sử dụng cát có hàm lượng muối đáng kể.
- * Đường và mặt đường sử lý chống đóng băng dùng dung muối
- * Nhà sản xuất có tích tụ hàm lượng axit trong không khí đủ mức cần thiết cho tác động ăn mòn như trong các phân xưởng accuy, các phòng thí nghiệm hoá .
- * Nhà sản xuất có tích tụ hàm lượng chất kích hoạt Cl^- đủ nguy hiểm theo quan điểm môi trường ăn mòn.

Sơ đồ đơn giản về sự ăn mòn thép:



Đối với các vùng ven biển nước ta, nếu đối chiếu với tiêu chuẩn được rất nhiều nước trên thế giới áp dụng là BS 5328 Phần 1: 1991 là khu vực có điều kiện phơi lộ là môi trường **khắc nghiệt** và **rất khắc nghiệt**. Các tiêu

chuẩn Việt nam về bê tông chưa đề cập đến những vấn đề ăn mòn cho kết cấu bê tông cho vùng ven biển nước ta.

Theo BS 5328: Phần 1 : 1991 thì tại môi trường khắc nghiệt và rất khắc nghiệt, với các kết cấu để trên khô phải có chất lượng bê tông: tỷ lệ nước/xi măng tối đa là 0,55, hàm lượng xi măng tối thiểu là 325 kg/m³ và phẩm cấp bê tông tối thiểu là C 40. Nếu môi trường khô, ướt thường xuyên thì tỷ lệ nước/xi măng tối đa là 0,45 và lượng xi măng tối thiểu là 350 kg/m³ và phẩm cấp bê tông tối thiểu là C50.

Dù bê tông mua hay tự chế trộn đều phải lập thiết kế thành phần bê tông và đảm bảo thi công đúng thành phần này ghi lại bằng phiếu sản xuất cho từng mẻ trộn. Thành phần bê tông phải thông qua kỹ sư đại diện chủ đầu tư trước khi chế trộn, cần chế tạo mẫu và thí nghiệm mẫu và chỉ sử dụng thành phần này khi mẫu đáp ứng các yêu cầu sử dụng. Văn bản lập liên quan đến thành phần và chất lượng bê tông được lưu trữ như hồ sơ cơ bản làm cơ sở cho việc thanh toán khối lượng hoàn thành kết cấu. Mọi phiếu liên quan đến chất lượng bê tông cần được kỹ sư chỉ huy thi công xác nhận rằng đúng loại bê tông được xác nhận đây sử dụng vào kết cấu nào trong ngôi nhà (địa chỉ kết cấu sử dụng).

Vật liệu sử dụng phải đảm bảo các chỉ tiêu chất lượng kể cả độ sạch như chất lượng clinker, chất lượng xi măng, thành phần thạch học của cốt liệu, kết quả phân tích cỡ hạt cốt liệu thô và mịn, chất lượng nước, chất lượng và tính năng phụ gia. Việc xác định khối lượng vật liệu (xi măng, cốt liệu thô, cốt liệu mịn, nước, phụ gia) trong thành phần bê tông phải tiến hành bằng cân. Cân và các phương tiện đo lường cần được kiểm định đúng qui trình và định kỳ theo qui phạm , có chứng chỉ được phép sử dụng cũng như còn trong thời hạn được sử dụng.

Với bê tông thương phẩm cần có giải trình thêm về sử dụng phụ gia giảm nước, phụ gia kéo dài đông kết để nâng cao chất lượng bê tông cũng như biện pháp đảm bảo tính năng và yêu cầu kỹ thuật của bê tông. Cần lưu ý đến các thông số sử dụng vật liệu và biện pháp vận chuyển và các tác động khác khi cần chuyên chở bê tông đi xa trong điều kiện đường phố đông đúc.

Việc thi công bê tông cho nhà cao tầng phải tuân thủ nghiêm túc các điều khoản của các tiêu chuẩn sau đây:

TCXD 199:1997 , Nhà cao tầng - Kỹ thuật chế tạo bê tông mác 400-600.

TCXD 200:1997 , Nhà cao tầng - Kỹ thuật chế tạo bê tông bơm.

Dung sai vật liệu trong một mẻ trộn được chấp nhận:
Xi măng +3% theo trọng lượng xi măng.
Nước và từng loại cốt liệu : + 5% theo từng loại.

Hàm lượng hoá chất có hại cho chất lượng bê tông như muối clorua, hàm lượng sunphat phải tuân theo chỉ dẫn của thiết kế và có sự phê chuẩn của kỹ sư đại diện chủ đầu tư.

Việc vận chuyển và đổ bê tông không được làm hao hụt vật liệu thành phần và tạo ra hiện tượng phân tầng.

Bê tông không được rơi tự do quá chiều cao 2,50 mét.

Thời gian vận chuyển kể từ sau khi trộn xi măng với nước càng sớm càng tốt nhưng không muộn hơn 45 phút.

Thời gian ngưng cung cấp bê tông vào kết cấu để đầm cũng như sự phân chia mạch thi công này cần được thiết kế coi như một biện pháp thi công cho từng kết cấu và được kỹ sư đại diện cho chủ đầu tư thông qua.

Quá trình thi công đổ bê tông phải chuẩn bị phương tiện che chắn cho bê tông khi gặp thời tiết xấu như nắng nóng gay gắt hoặc mưa.

Mẻ bê tông đã trộn không có phụ gia kéo dài thời gian đông kết phải vận chuyển, đổ và đầm xong trước 90 phút khi dùng xi măng Pooclăng phổ thông. Nếu sử dụng phụ gia kéo dài thời gian đông kết thì nhà cung cấp bê tông phải có chỉ dẫn bằng văn bản điều kiện sử dụng. Bên thi công phải tuân thủ nghiêm túc chỉ dẫn này.

Bê tông được chuyển lên cao có thể dùng benne để cần trục đưa lên, Benne phải có miệng đổ bằng ống vải bạt, tránh phân tầng khi rót bê tông. Khi đổ phải dịch chuyển vị trí tránh gây ra lực tập trung quá mức, ảnh hưởng đến cường độ và ổn định của cốppha, cây chống.

Nếu dùng bơm thì phải đáp ứng các yêu cầu của bơm như độ sụt bê tông để vận hành bơm được, đường kính hạt cốt liệu thô để bê tông dịch chuyển dễ dàng trong ống bơm.

Mọi công tác đầm phải tiến hành nhờ phương tiện cơ giới như sử dụng đầm rung hoặc các loại đầm tương tự. Cần bố trí thêm ít nhất một đầm có tính năng giống đầm được sử dụng để phòng rủi ro khi thi công. Mỗi đầm bê tông được chọn tương ứng với 8 m³ bê tông đổ trong 1 giờ.

Máy thi công bê tông được rửa sạch tức thời sau khi sử dụng chống sự bám kết bê tông theo thời gian.

Mặt bê tông hở thấy có vết nứt nhỏ khi bê tông còn ướt được xoa ngay cho hết vết nứt. Cần che phủ mặt bê tông bằng bao ướt chống sự mất nước

đốt ngột và sự phơi lộ dưới ánh nắng mặt trời. Không được phủ cát hay vật liệu rời lên mặt bê tông coi như cách giữ ẩm.

Thời gian giữ ẩm mặt bê tông mới đổ ít nhất 7 ngày sau khi đầm bê tông xong.

Các loại cốt pha kim loại cần làm mát bằng nước trước lúc đổ bê tông khi nhiệt độ ngoài trời trên 25°C.

Việc sử lý bề mặt bê tông đặc biệt như rắc sỏi, rắc đá hay rắc cát, làm cứng bề mặt nhờ hoá chất hoặc các biện pháp khác phải có thiết kế biện pháp riêng được kỹ sư đại diện chủ đầu tư thông qua.

Có thể sử lý chống thấm bề mặt lớp bê tông tầng trên cùng nhờ loại chất chống thấm Radcom7 là loại chất chống thấm tạo phản ứng trương nở bê tông để tự chèn qua thời gian sử dụng.

Người thi công chịu trách nhiệm về việc lấy mẫu và chuyển đi thí nghiệm theo các yêu cầu về thí nghiệm được ghi trong Hồ sơ mời thầu và trong các TCVN hoặc các tiêu chuẩn khác tương ứng được phép sử dụng. Có kết quả thí nghiệm đến đâu người thi công phải gửi bản sao ngay cho kỹ sư đại diện chủ đầu tư để quyết định các tiêu chí chất lượng trong quá trình thi công.

Mọi khuyết tật phải làm báo cáo để chủ đầu tư quyết định. Không tự ý chỉnh sửa khi chưa có quyết định bằng văn bản kỹ sư đại diện chủ đầu tư.

5.6 Thi công lõi cứng:

Nhà có số tầng từ 9 đến 20 tầng nên sử dụng giải pháp kết cấu là khung bê tông cốt thép tựa vào lõi cứng và vách cứng. Lõi cứng là lồng cầu thang máy được thiết kế có mặt cắt ngang là hình chữ nhật, chiều dày đủ lớn (150 ~ 200mm) , phẩm cấp bê tông từ C25 trở lên. Vách cứng là những tường bê tông cốt thép có chiều dày trên 200 mm, chạy suốt từ móng trở lên hết chiều cao, sử dụng làm vách chịu lực ngang cho công trình.

Lõi cứng và vách cứng nên được thi công trước các bộ phận khác của phân thân nhà. Nếu sử dụng cần trục leo thì sau khi thi công xong lõi cứng, dùng lõi cứng để làm điểm tựa cho cần trục leo. Lõi cứng và vách cứng nên thi công theo kiểu cốt pha trượt.

Thi công cốt pha trượt là biện pháp sử dụng các kích chuyên dùng đẩy cốt pha bao toàn chu vi kết cấu lên dần theo độ cao đổ bê tông cùng đồng thời với việc lắp đặt cốt thép để hình thành kết cấu.

Hệ thống cốp pha trượt gồm các thiết bị đồng bộ cung cấp mọi bộ phận cần thiết để thực hiện dây chuyền công nghệ thi công kết cấu bê tông cốt thép toàn khối mà cốp pha được nâng dần theo chiều cao đổ bê tông. Hệ cốp pha được tựa trên giá nâng. Giá nâng là hệ thống chịu lực chính của cốp pha trượt, dùng để cố định kích, vành gông, đỡ sàn công tác và duy trì kích thước hình học của cốp pha. Cốp pha được tạo từ nhiều tấm bằng thép ghép lại với nhau tạo hình kết cấu công trình trong quá trình thi công nâng dần chiều cao theo tốc độ đổ bê tông. Cốp pha cố định vào vành gông và chuyển dịch cùng vành gông. Vành gông là hệ thống kết cấu thanh được thiết kế giữ ổn định cho cốp pha và liên kết với giá nâng để cùng giá nâng kéo cốp pha lên cao dần.

Vành gông tựa vào hệ ty kích. Ty kích là những thanh thép tròn được đặt trong thành kết cấu là chỗ tựa và đường dẫn cho kích bám và leo dần theo chiều cao trong quá trình thi công trượt. Có loại ty kích rút khỏi kết cấu sau khi thi công xong. Có loại ty kích để lại trong kết cấu coi như gia cường cốt thép cho kết cấu.

Công trình thi công lõi và vách cứng sử dụng cốp pha trượt phải tuân theo tiêu chuẩn xây dựng : TCXD 254 : 2001 Công trình bê tông cốt thép toàn khối xây dựng bằng cốp pha trượt - Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu.

5.7 Thi công bê tông ứng lực trước :

5.7.1 Những việc không thuộc về công tác ứng lực trước cần được kiểm tra đồng thời với các công tác ứng lực trước như sau:

* Bê tông sử dụng cho kết cấu ứng lực trước phải có hàm lượng Cl^- hoặc SO_4^{--} không được vượt quá giá trị 0,1 % so với khối lượng xi măng.

* Khi thi công đổ bê tông, phải lấy số lượng mẫu thử chất lượng bê tông nhiều hơn so với thi công bê tông bình thường vì còn một số mẫu sử dụng cho kiểm tra phục vụ công tác ứng lực trước.

* Độ bền vững và ổn định của cốppha phải được kể thêm các tác động do công tác ứng lực trước gây ra.

* Nếu cần thiết để khe ngừng thi công thì yêu cầu nhà thầu thuyết minh sự tính toán có kể đến sự làm việc của kết cấu ứng lực trước. Mọi tính toán và thuyết minh cần được tư vấn đảm bảo chất lượng thông qua để trình chủ nhiệm dự án duyệt.

* Nếu muốn tháo dỡ cốppha sớm hơn các qui định trong TCVN 4453-95 phải có luận cứ bằng văn bản và thông qua tư vấn đảm bảo chất lượng trình chủ nhiệm dự án duyệt.

5.7.2 Vật liệu sử dụng trong công tác ứng lực trước:

* Các vật liệu sử dụng cho công tác ứng lực trước phải là những vật liệu, dụng cụ chuyên dùng, có nhãn hiệu phù hợp với thiết kế và có catalogue chính thức.

* Cốt thép sử dụng làm kết cấu ứng lực trước phù hợp với TCVN 6284-1: 1997, TCVN 6284-2 : 1997, TCVN 6284-3 : 1997, TCVN 6284-4 : 1997 và TCVN 6284-5 : 1997.

Thép sử dụng làm ứng lực trước phải có catalogue trong đó có thuyết minh về:

- Thành phần hoá học. Khi phân tích mẫu đúc lại thép này, lượng lưu huỳnh và photpho không vượt quá 0,04%.

- Đặc tính hình học như đường kính, nên không rõ, phải đo kiểm diện tích mặt cắt ngang để so sánh với tiêu chuẩn.

- Tính chất cơ học phải đảm bảo các chỉ tiêu về :

Lực lớn nhất

Lực chảy

Độ dẫn dài tương đối ứng với lực lớn nhất

Độ dẻo

Độ phục hồi đẳng nhiệt.

Số trị các chỉ tiêu ghi rõ trong TCVN 6284: 1997.

Với cốt thép ứng lực trước có vỏ bọc dùng trong công nghệ căng sau không bám dính, cốt được đặt trong ống mềm, có lớp bôi trơn giảm ma sát đồng thời là lớp chống gỉ.

Lớp vỏ bọc phải đáp ứng được các yêu cầu :

Đảm bảo tính năng cơ học trong khoảng nhiệt độ từ -20°C đến 70°C.

Có độ bền để không hư hỏng khi chuyên chở.

Không gây ăn mòn bê tông và thép và các vật liệu chèn khác.

Có khả năng chống thấm tốt.

Có thể dùng lớp bôi trơn và chống gỉ bằng mỡ chống gỉ hoặc hắc ín chống gỉ.

Neo ứng lực trước và bộ nối cốt thép ứng lực trước:

Cần đối chiếu với thiết kế để kiểm tra xem những neo và bộ phận nối này có phù hợp không. Cần phù hợp về tính năng kỹ thuật và chủng loại với những điều ghi trong thiết kế. Lực phá hoại của neo và các bộ phận nối phải được ghi lớn hơn lực phá hoại của bó cốt thép ứng lực trước. Khi không thể kiểm được loại đáp ứng yêu cầu này thì khả năng chịu lực của những bộ này ứng với giới hạn chảy phải đảm bảo không bé hơn 95% lực phá hoại của bó cốt thép ứng lực trước.

Với ống tạo lỗ đặt cốt thép ứng lực trước dùng trong kết cấu bê tông cốt thép căng sau phải là ống có độ bền không bị hư hại trong khi thi công, kín và không có phản ứng với thép, với bê tông và các vật liệu chèn khác.

Ống dùng cho cốt thép đơn có bơm vữa phải có đường kính lớn hơn đường kính cốt thép ít nhất là 6 mm. Với những ống chứa bó cốt thép phải có tiết diện ngang lớn hơn tiết diện ngang của bó thép là 2 lần.

Vữa để bơm nhồi vào ống đã chứa thép ứng lực trước cần kiểm tra để đảm bảo:

Trong vữa không chứa hàm lượng ion Cl^- và các chất khác có thể gây hư hại cho bê tông và cốt thép. Cần kiểm tra đảm bảo:

Tối đa hàm lượng Cl^- là 0,1 % khối lượng xi măng.

Tối đa hàm lượng SO_4 là 0,1 % so với khối lượng xi măng.

Cần tiến hành các thí nghiệm để kiểm tra :

Cường độ nén tiêu chuẩn của vữa không thấp hơn 30 MPa và cường độ kéo uốn tiêu chuẩn không thấp hơn 4 MPa.

Độ tách nước sau 2 giờ không lớn hơn 0,02 và sau 24 giờ thì hút hết.

Độ co ngót không quá 0,003.

Độ nhớt không quá 25 giây.

5.7.3 Quá trình thi công ứng lực trước.

(i) Cán bộ tư vấn đảm bảo chất lượng phải chứng kiến và kiểm tra vật liệu sẽ dùng để thi công ứng lực trước. Phải được đọc tất cả các hồ sơ về vật liệu và nhà thầu phải giao những tài liệu này cho chủ đầu tư làm lưu trữ.

Nhà thầu cần lập biện pháp chống gỉ và bảo quản vật liệu sử dụng làm ứng lực trước thông qua cán bộ tư vấn đảm bảo chất lượng và trình chủ nhiệm dự án duyệt.

(ii) Việc cắt các thanh hay bó thép ứng lực trước, nhất thiết phải mài bằng máy mài có tốc độ cao. Không dùng cách cắt bằng nhiệt hồ quang điện. Nếu đập đầu thanh thép thì chỉ được đập bằng phương pháp cơ học.

(iii) Khi thép thường và thép ứng lực trước giao nhau, thép thường cần nhường chỗ cho thép ứng lực trước bằng cách di chuyển chút ít thép thường.

(iv) Độ sai lệch của lớp bảo hộ cốt thép ứng lực trước tối đa là 5 mm.

(v) Thiết bị kéo căng ứng lực trước cần kiểm tra định kỳ và đã được kiểm chuẩn.

(vi) Trước khi kéo chính thức, cần kéo thử 3 bó hoặc 3 thanh để chỉnh lý các dữ liệu thi công ứng lực trước. Phương của lực kéo phải trùng với đường tâm ống chứa cáp ứng lực trước trong trường hợp ống thẳng và trùng phương tiếp tuyến nếu ống chứa cáp ứng lực trước là cong.

(vii) Sai số cho phép khi kiểm tra giữa giá trị ứng lực trước thực tế với giá trị qui định là 5%. Cốt thép bị đứt hay bị tuột không được quá 3% tổng số sợi cho một tiết diện kết cấu.

(viii) Độ tụt neo không được vượt quá dữ liệu thiết kế cho phép.

(ix) Quá trình thi công phải tuân thủ các chỉ dẫn của thiết kế. Phải chú ý quan sát toàn khu vực thi công kết cấu và các chi tiết cần thiết. Khi phát hiện thấy điều gì khác lạ phải có giải pháp xử lý kịp thời.

5.7.4 Những đặc điểm khi thi công công nghệ ứng lực trước:

(1) Công nghệ căng trước:

* Cần quan sát để có ấn tượng rằng hệ mố bệ căng đảm bảo ổn định trong quá trình căng. Phải thường xuyên quan sát kiểm tra độ biến dạng, dịch chuyển của những bệ này. Không được có dịch chuyển bệ căng.

* Kiểm tra độ sạch của thép, không cho chất bẩn làm ngăn trở độ bám dính giữa bê tông và cốt thép.

* Thường bố trí căng những sợi đối xứng đồng thời với nhau. Cần đảm bảo ứng lực trong những sợi này là đồng đều, không gây mô men lệch tâm cho kết cấu.

* Cường độ bê tông khi bắt đầu truyền ứng lực trước ít nhất phải đạt 75% cường độ tiêu chuẩn của bê tông theo thiết kế và không nhỏ hơn 25MPa.

* Khi thả cốt thép ứng lực trước phải theo chỉ dẫn của thiết kế. Nếu thiết kế chưa qui định thì có thể:

+ Với kết cấu mà ứng lực trước gây nén dọc trục thì tất cả các cốt thép cần được thả đồng thời.

+ Với kết cấu ứng lực trước tác động lệch tâm thì cốt ở vùng chịu nén ít hơn được buông thả trước rồi mới đến các cốt thép ứng lực trước ở vùng chịu nén nhiều hơn.

+ Vì lý do nào đấy mà không thực hiện được hai điều trên thì nghiên cứu để thả cốt thép theo từng cặp thanh đối xứng xen kẽ sao cho không gây nội lực bất lợi cho kết cấu, đảm bảo cho kết cấu được an toàn.

(2) Công nghệ căng sau:

* Cần kiểm tra thật kỹ để đảm bảo kích thước và vị trí của ống đặt cốt thép ứng lực trước chờ sẵn. Đường ống phải thông, phải đều. Bản neo chôn sẵn ở hai đầu phải vuông góc với trục của đường ống. Cần kiểm tra lại trước khi thi công căng.

* Cần kiểm tra việc bố trí các giá đỡ ống, đảm bảo việc đỡ được chắc chắn để ống được định vị đúng vị trí và không bị xô dịch trong suốt quá trình thi công kết cấu. Khoảng cách giữa các giá định vị không lớn quá 1 mét với ống trơn , 0,80 mét với ống gợn sóng và 0,50 mét với ống cao su.

* Khoảng cách bố trí các lỗ để bơm vữa không nên quá 30 mét với ống có gợn sóng và 12 mét với các loại ống khác. Phải bố trí các lỗ thoát hơi và thoát nước tại các đỉnh cao và các vị trí đầu , cuối ống.

* Khi ống có đặt sẵn cốt thép , phải bảo vệ tránh tia lửa điện làm tổn hại đến cốt thép bên trong ống.

* Chỉ được kéo căng ứng lực khi cường độ bê tông đã đạt theo yêu cầu của thiết kế. Nếu thiết kế không yêu cầu thì cường độ này phải đạt 75% cường độ tiêu chuẩn của kết cấu khi làm việc và không thấp hơn 25 MPa.

* Trình tự kéo căng phải theo hướng dẫn của thiết kế. Nếu thiết kế không có chỉ dẫn thì phải tính toán, cân nhắc trên cơ sở sự kéo căng không gây nguy

hiểm do phát sinh những lực ngoài ý muốn. Cần chú ý đến các tổn hao ứng lực trước do biến dạng của kết cấu ứng với trình tự căng được đề xuất.

* Việc bố trí đầu kéo căng cốt thép ứng lực trước phải phù hợp với thiết kế. Nếu thiết kế không có chỉ dẫn thì nhà thầu cần theo những chỉ dẫn sau đây:

+ Nếu ống đặt cốt thép là ống kim loại gợn sóng chôn sẵn thì với cốt thép có dạng cong hoặc dạng thẳng có chiều dài trên 30 mét, thì phải bố trí kéo căng ở cả hai đầu. Khi chiều dài nhỏ hơn 30 mét thì chỉ cần bố trí căng tại một đầu.

+ Nếu ống không phải là loại gợn sóng thì với cốt thép dạng cong hay thẳng có chiều dài trên 24 mét cần kéo căng ở hai đầu. Nếu ngắn hơn 24 mét thì chỉ cần kéo tại một đầu.

+ Nếu trong kết cấu có nhiều bó cốt thép ứng lực trước được kéo căng 1 đầu, nên bố trí đầu căng của các thanh khác nhau đảo đầu kéo tại các đầu của kết cấu.

+ Độ dài cốt thép ngoài neo sau khi cắt còn thừa không ngắn hơn 30 mm. Phải bảo vệ đầu neo như chỉ dẫn và hình vẽ trong thiết kế. Khi cần để lộ đầu neo ra không khí, phải có biện pháp bảo vệ chống gỉ và chống va chạm cơ học.

* Khi đã căng thép phải kịp thời bơm vữa vào ống chứa thép ứng lực. Thời gian kể từ khi đặt thép trong ống đến khi bơm lấp vữa xong không được quá 21 ngày. Nếu phải giữ lâu hơn phải có biện pháp chống gỉ hữu hiệu cho cốt thép, cho neo và các phụ kiện ứng lực trước khác đã thi công trên kết cấu.

* Vữa dùng để bơm đã được kiểm tra và có chứng chỉ đạt các yêu cầu về chất lượng mong muốn. Khi thời tiết lạnh, nhiệt độ -5°C thì không được thi công bơm nhồi vữa.

+ Thí nghiệm về sự phù hợp của vữa phải tiến hành trước khi bơm 24 giờ.

+ Thí nghiệm kiểm tra độ nhớt phải làm 3 lần trong mỗi ca bơm.

+ Thí nghiệm độ tách nước phải làm mỗi ca một lần.

* Quá trình căng ứng lực trước và bơm nhồi vữa, người tư vấn đảm bảo chất lượng phải chứng kiến đầy đủ. Cần lưu ý những đặc điểm thi công cần đáp ứng như sau đây:

- + Trước khi bơm vữa, đường ống phải sạch và ẩm.
- + Bơm vữa theo qui trình từ ống bơm dưới thấp lên cao.
- + Khi gặp các ống đứng và ống xiên thì điểm bơm vữa là điểm dưới thấp nhất của đường ống.
- + Cần theo dõi đảm bảo áp lực bơm không quá 1,5 MPa. Vận tốc bơm duy trì ở mức 6 m/1 phút. Các lỗ thoát khí cần mở để hơi bên trong ống thoát được hết ra ngoài, đảm bảo vữa lấp đầy.
- + Phải bơm liên tục cho đến khi vữa thoát ra ở các lỗ bố trí cao nhất cũng như các lỗ ở đầu và cuối trên đường ống. Sau đó nút các lỗ thoát khí và duy trì áp lực bơm 0,5 MPa trong 2 phút mới bịt lỗ bơm.

* Vữa phải được lấp đầy ống . Nếu nghi ngờ vữa không đầy hoặc có dấu hiệu không đều ống , phải phụt cho vữa ra hết, bơm nước thổi rửa sạch , bơm khí đuổi hết nước và làm lại từ đầu quá trình bơm.

* Việc lập hồ sơ phải tiến hành ngay trong quá trình thi công và theo từng bước. Yêu cầu của hồ sơ là đầy đủ dữ liệu kỹ thuật.

(3) Công nghệ không bám dính:

Công nghệ không bám dính chủ yếu là công nghệ căng sau nên cần tuân thủ các qui định của công nghệ căng sau. Tuy vậy cần nhấn mạnh:

* Phải kiểm tra cốt thép ứng lực đảm bảo cho hình thức bên ngoài đáp ứng tính nguyên vẹn của thanh hoặc bó thép. Nếu vỏ bọc bị hư hỏng phải có biện pháp khắc phục. Nếu vỏ rách nhiều, không cho sử dụng.

* Khi đặt cốt thép không bám dính phải sử dụng các con kê bằng thép đặt liên kết chặt chẽ với cốt thép ứng lực để định vị cao độ của cốt thép tại các vị trí theo thiết kế. Khoảng cách giữa các con kê không xa quá 1 mét hoặc 60 lần đường kính bó hay thanh thép.

* Neo và các phụ kiện đầu, phụ kiện cuối cần được bảo vệ chống gỉ , chống xâm thực của hơi nước.

Chương VI

Những lưu ý về an toàn

6.1. Đối với phần ngầm :

Khi đào các hố sâu phải có các lan can chắn quanh miệng hố ngăn việc rơi và ngã xuống hố. Ban đêm có đèn báo hố sâu.

Cần đổ vật liệu từ trên cao xuống hố, mép hố cần có thanh chắn cố định cản thận cao khỏi mặt lăn bánh xe 20 cm tránh việc xe trôi .

Đường đi lại của công nhân từ dưới hố lên trên phải có biện pháp chống trơn, trượt và có lan can.

Nếu có khả năng vật rơi từ trên cao xuống thì phải làm mái cho lối đi.

Không dùng dây trần đưa điện xuống hố sâu. Các điểm đấu nối và cầu dao phải nằm trong hộp cách điện, có mái che và cố định ở nơi không vướng lối đi nhưng đảm bảo dễ thao tác sử dụng. Dây cáp có cách điện nhưng vẫn phải đi theo lộ tuyến có giá đỡ cố định. Không thả dây lòng thòng cản vướng lối đi hoặc không gian thi công.

Thường xuyên kiểm tra các hiện tượng xập, sụt và tình trạng làm việc của cây chống, thanh đỡ, thanh giằng néo. Khi có khả năng mất an toàn phải xử lý hoặc gia cố ngay.

6.2 Nơi làm việc :

Mặt bằng thi công luôn phải khô ráo và được dọn sạch sẽ, phong quang. Không vương vãi thanh gỗ ngăn lối đi, gạch, vữa cản trở sự đi lại trên mặt bằng.

Khu vực nguy hiểm có rào chắn và rào chắn được sơn màu theo qui định về an toàn. Không vi phạm việc qua lại trong khu vực nguy hiểm. Khi có người xuất hiện trong khu vực nguy hiểm phải ngưng mọi thao tác liên quan đảm bảo an toàn tuyệt đối.

Có lưới chắn đỡ người ngã khi phải thi công tại những mặt công tác treo leo. Lưới chắn được neo giữ, cố định, đủ an toàn và ổn định.

Cần trực cố định, thăng tải chở vật hoặc chở người cần có neo giữ vào công trình hoặc xuống đất đủ giữ cho máy móc vận hành an toàn, dù trong

tình trạng bão hay gió mạnh. Khi có gió cấp IV trở lên, không bơm bê tông lên tầng cao.

Trong mọi trường hợp, máy bơm bê tông chỉ vận hành khi đứng tại vị trí đã ổn định và mở hết thanh tỳ, kích nén chặt xuống đất.

Thăng tải chở người tuân theo chỉ dẫn đặc biệt nhằm bảo đảm tuyệt đối cho người sử dụng. Hành lang đón người từ thang tải vào các tầng phải có lan can và đủ chống đỡ an toàn cho người sử dụng.

Hệ thống giáo ngoài phải bọc kỹ bằng lưới có mắt lưới nhỏ hơn 3 mm được buộc vào giáo với điểm buộc không xa nhau quá 1,2 mét về các phương, mỗi tầng nhà phải ghi rõ độ cao và số thứ tự tầng nhà. Hệ thống giáo ngoài phải cố định vào nhà bằng thanh gắn đủ chắc chắn. Khoảng cách giữa các điểm cố định giữa giáo và nhà không xa quá 3 mét cho phương đứng và 4 mét cho phương ngang. Việc di chuyển giữa các độ cao trên giáo phải có lối đi có bậc thang và có lan can với tay vịn chắc chắn.

Khi công nhân làm trên cao treo leo, dụng cụ như búa, kìm . . . phải dùng dây buộc mà một đầu dây từ dụng cụ, đầu kia là điểm cố định chắc chắn, đề phòng bị rơi văng khi đang lao động. Chiều dài dây nên khoảng 1,5 mét để dễ thu hồi lại khi bị rơi văng.

Từng nơi làm việc phải có panô nhắc nhở riêng về an toàn trong sản xuất.

Cần tổ chức cán bộ chuyên trách an toàn và tổ công nhân vệ sinh lao động cho từng khu vực theo mặt bằng thi công. Cần bố trí thùng rác thải xây dựng cho khu vực xây dựng và chuyển đổ rác thường xuyên, định kỳ.

An toàn chống cháy tuân theo : TCVN 3254:1989, An toàn cháy- Yêu cầu chung; TCVN 5760: 1903 Hệ thống chữa cháy - Yêu cầu chung về thiết kế, lắp đặt và sử dụng; TCVN 5738:1993 Hệ thống báo cháy - Yêu cầu kỹ thuật và TCVN 6160:1996 Phòng cháy chữa cháy - Nhà cao tầng - Yêu cầu thiết kế.

O O

O

MỤC LỤC

Phân mở đầu	trang 2
Chương I Những điều cần biết chung	3
Chương II Công tác chuẩn bị	8
Chương III Thi công phần ngầm	12
Chương IV Chống thấm cho công trình ngầm	33
Chương V Thi công phần thân	66
Chương VI Những lưu ý về an toàn	94

⌘ ⌘

⌘