

PGS. TS. NGÔ VĂN QUỲ

CÁC PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG XÂY DỰNG

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2011

LỜI NÓI ĐẦU

"Các phương pháp thi công xây dựng" là sách viết cho những người am hiểu về xây dựng, mang tính chất chuyên đề, cuốn sách sẽ không đề cập chi tiết hoặc đi sâu vào bất kỳ một dạng công trình nào hoặc một phương pháp xây dựng cụ thể nào bởi vì những dạng công tác cụ thể trong thi công hoặc thi công các công trình cụ thể đã có các giáo trình về kỹ thuật thi công hoặc loại sách chuyên sâu của nhiều tác giả ở trong và ngoài các trường đại học, cao đẳng hoặc trung cấp biên soạn.

Cuốn sách sẽ không giới thiệu về cách thi công từng bộ phận của một ngôi nhà hoặc các loại nhà riêng biệt mà chỉ đề cập đến những bộ phận kết cấu của nhà có nhiều giải pháp thi công chính. Vì thế, phần một của sách chỉ đề cập đến phương pháp gia cường nền đất yếu trong xây dựng, các phương pháp chủ yếu về thi công và chống thấm cho phần ngầm; phần hai: trình bày phương pháp thi công của loại móng cọc trong xây dựng; phần ba (phần thân): chỉ nghiên cứu các phương pháp đổ toàn khối, lắp ghép hay hỗn hợp trong thi công phần kết cấu chịu lực của nhà.

Do tài liệu trong nước rất thiếu nên chúng tôi buộc phải sử dụng các tài liệu của nước ngoài, vì thế mà có thể cùng một loại công thức nhưng tác giả của nước này lại ký hiệu khác với tác giả của nước khác. Để tiện cho độc giả sau này trong việc tra cứu và đối chiếu với nguyên tác và cũng là để tỏ lòng tôn trọng đối với các tác giả nên về nguyên tắc chúng tôi giữ nguyên những ký hiệu của công thức, thứ nguyên hoặc đơn vị

đo lường trong nguyên bản. Chỉ trong trường hợp cá biệt khi có những ký hiệu khác nhiều với những ký hiệu đang dùng phổ biến ở nước ta và để tránh sự hiểu nhầm, chúng tôi mới buộc phải có sự hiệu chỉnh và trường hợp đó sẽ có chú thích chi tiết.

"Các phương pháp thi công xây dựng" là tài liệu dành cho các nhà thi công và những ai quan tâm đến khoa học thi công trong xây dựng. Nó cũng chính là nội dung bổ túc kiến thức phần kỹ thuật thi công trong chương trình Cao học mà chúng tôi đã sử dụng để giảng dạy tại Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.

Vì tài liệu mang tính tổng hợp về khoa học thi công trong xây dựng này lần đầu tiên được biên soạn nên chắc không tránh khỏi những khiếm khuyết rất mong được sự đóng góp ý kiến của bạn đọc.

TÁC GIẢ

Phần mở đầu

SƠ LƯỢC VỀ LỊCH SỬ VÀ MỘT SỐ VẤN ĐỀ CẦN QUAN TÂM CỦA CÁC PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG XÂY DỰNG

I. VÀI NÉT VỀ QUÁ TRÌNH XÂY DỰNG TRÊN THẾ GIỚI

Nghiên cứu về lịch sử xây dựng các nhà khoa học ở nhiều thời đại đã đưa ra kết luận rất quan trọng, như sau : “Trong xây dựng không có những phát minh trội hẳn, nó là kết quả của một quá trình lao động lâu dài và kiên nhẫn của tất cả các thời đại”.

Hàng ngàn năm đã trôi qua, nhân loại đã phát minh, sáng chế và cải tiến để hoàn thiện những vật liệu, kết cấu cùng các phương pháp xây dựng mà chúng ta đang có ngày nay. Song không thể nói là những kết cấu, vật liệu và phương pháp này đã hoàn chỉnh. Bởi vì, chúng ta còn đang tiếp tục cuộc đấu tranh không ngừng với sức mạnh của tự nhiên để giành lấy thế giới.

Thật vậy, các công trình khảo cổ ở mọi châu lục đều cho thấy : Thời kỳ nguyên thủy con người đều chủ yếu sống ở các hang động và mọi công việc săn bắt, hái lượm chỉ diễn ra quanh chỗ ở của mình. Chỉ đến khi việc sinh kế khó khăn con người buộc phải rời hang động đi kiếm ăn xa, lúc đó họ mới phải nghĩ đến việc làm nhà để tránh mưa nắng và thú dữ.

Những cái gọi là nhà đầu tiên của người nguyên thủy cũng chính là mô phỏng lại hình dáng của các hang động bằng cành và lá cây xếp lại.

Hàng ngàn năm đã trôi qua, xã hội dần dần phát triển đã hình thành các khu dân cư, đây cũng chính là lãnh địa của các chủ nô hay điền ấp của các lãnh chúa. Do nhu cầu bảo vệ nên lúc này đã xuất hiện một số

công trình sơ khai có quy mô như pháo đài hay thành lũy chủ yếu làm bằng đất đắp. Tiếp sau đó xuất hiện những nền văn minh cao và tại các quốc gia hưng thịnh lúc bấy giờ đã có các công trình to lớn bằng gạch đá phục vụ các yêu cầu về tôn giáo tín ngưỡng, thể hiện uy quyền hay các công trình phòng thủ. Trải qua hàng ngàn năm với nhiều thăng trầm của các thời đại, cùng với sự tàn phá của thiên nhiên và con người, cho nên phần lớn các công trình đó đã bị hư hỏng đổ nát, chỉ có một số công trình cực kỳ vĩ đại mới tồn tại được cho đến ngày nay, điển hình là Kim tự tháp Ai-cập và Vạn lý trường thành Trung Quốc.

Cách thủ đô Ai-cập 35 km giữa miền đồng bằng sông Nin cát bỏng, khoảng 6000 năm trước người Ai-cập đã xây dựng ở đây rất nhiều Kim tự tháp, lớn nhất là Kim tự tháp Kê-ốp cao 146 m, chiều dài mỗi cạnh đáy hình vuông là 232m trông xa như một tòa nhà 50 tầng, nó có thể tích là 2,5 triệu m³, đá dùng để xây dựng là 2 triệu 60 vạn tảng, mỗi tảng nặng trung bình 2,5 tấn, tất cả đều mang từ xa đến.

Cách đây khoảng 6000 năm, con người chưa biết dùng thép, chưa có máy cần trục nên mọi công việc phải làm bằng tay, cho nên riêng việc vận chuyển hàng triệu tảng đá nặng hàng tấn rồi chồng lên nhau cao hàng trăm mét đã đủ chứng minh cái vĩ đại của công trình và sự tài giỏi của bàn tay khối óc con người.

Để xây dựng công trình Kim tự tháp vĩ đại này, người ta phải huy động tới 10 vạn nô lệ và phải lao động miệt mài trong suốt 36 năm ròng.

Tại Nam Mỹ trong các cánh rừng già của Mê-hi-cô người ta cũng đã phát hiện có nhiều công trình như Kim tự tháp được xây dựng bằng các tảng đá lớn, có những tảng nặng tới 10 tấn và việc xây dựng với một độ chính xác rất cao.

Vạn lý Trường thành là công trình vĩ đại, niềm tự hào của nhân dân Trung Quốc, được tiến hành xây dựng từ thời chiến quốc (khoảng 300 năm trước Công nguyên). Công trình dài tới 5000km, là một công trình nhân tạo duy nhất mà con người có thể nhìn thấy bằng mắt thường từ Mặt Trăng. Công trình xây dựng dưới thời nhà Tần bằng đá và đất đắp. 800 năm sau nhà Minh tiến hành tu bổ, hoàn chỉnh lại bằng đá đẽo và gạch

ống. Cũng như Kim tự tháp Ai-cập, công sức bỏ ra để xây dựng Vạn lý Trường thành của Trung Quốc thật vô cùng to lớn, riêng nhà Tần đã phải huy động gần 2 triệu người và làm ròng rã trong 10 năm trời. Những viên gạch dùng để xây dựng Trường thành có kích thước to bằng chiếc tiểu sành trong đồ đất, còn đá thì là những tảng dài trên 2m và nặng hàng tấn.

Trường thành cao từ 5 đến 6m, trên mặt thành quân lính người xe đi lại dễ dàng. Lính tuần hành có thể đi ngựa dàn hàng ngang 5 con một và cứ nửa cây số trên mặt thành lại có một tháp canh hay ụ lửa. Công sức bỏ ra để xây dựng Trường thành là vô cùng to lớn và sự tính toán của người xưa cũng chính xác vô cùng. Ví dụ như khi xây dựng Gia-dụ-quan (cửa ải cuối cùng của Trường thành) lúc làm xong nguyên vật liệu xây thành chỉ còn thừa vền vền có 1 viên gạch. Dưới thời phong kiến Trường thành là hệ thống phòng thủ chống giặc ngoại xâm ngày nay Vạn Lý Trường thành không còn chức năng đó nữa mà nó là di tích lịch sử, một kỳ quan của thế giới.

Có thể kể ra đây hàng trăm thậm chí hàng ngàn công trình to lớn ở Ấn-Độ, Ý, Hy-lạp, Trung Quốc và các nước ở vùng Trung cận đông còn tồn tại hoặc được lưu truyền cho đến ngày nay.

Tuy nhiên, những thành tựu thu được trong giai đoạn đó chủ yếu chỉ dựa vào kinh nghiệm hoặc tài năng của các cá nhân chứ chưa phải được dựa trên một cơ sở lý luận vững chắc. Chính các tác giả những công trình đó cũng không giải thích được những công việc của mình làm. Do đó, nhiều người đương thời cũng tin rằng khi xây dựng những công trình to lớn nếu không có sự trợ giúp của thần linh thì chỉ riêng trí óc sức lực của con người sẽ không thể làm nổi. Vì vậy, họ cho rằng những thành công xuất sắc của các nhà xây dựng phần nào được sự trợ giúp của thần linh.

Tại vùng Lotaringi, miền Đông Bắc nước Pháp, một vị linh mục tài ba đã bị đuổi ra khỏi nhà thờ chỉ vì ông này đã xây dựng được một cây cầu rất tuyệt vời mà các thợ xây cầu đương thời không ai làm nổi. Hay ở Tây-Ban-Nha, người ta đã tin rằng ma quỷ đòi vật hy sinh để bù lại sự giúp đỡ của chúng, nên đã quy định rằng: sau khi làm cầu xong ai là

người qua cầu trước tiên sẽ phải chết để trả nợ cho ma quỷ. Về sau, những người thợ nhanh trí thường cho một con mèo đen qua cầu đầu tiên để đánh lừa ma quỷ.

Giai đoạn xây dựng tư bản chủ nghĩa và xây dựng xã hội chủ nghĩa là thời kỳ phát triển rực rỡ nhất của công việc xây dựng. Đặc điểm xây dựng của thời kỳ này là: trên cơ sở những thành tựu về lý thuyết và thực nghiệm phát triển rất nhanh, rất vững chắc ở nhiều lĩnh vực nên việc xây dựng đã có định hướng rõ rệt về nghiên cứu và phát triển để nhằm vào các mục tiêu tìm ra các loại vật liệu mới, nghiên cứu các loại kết cấu mới và các biện pháp thi công mới.

Từ thời Giêm Oát đã hình thành chủ nghĩa kết cấu. Một nhà xây dựng đương thời đã nói : "Người nào che dấu một bộ phận nào đó của kết cấu tức là đã tự mình tước bỏ khả năng trang trí hợp quy luật rất tuyệt diệu của kiến trúc". Vào thời đó người ta đã biết ưu điểm của khung và đã nhận thức được ưu điểm quan trọng nhất là mỗi cấu kiện của nó chỉ làm một nhiệm vụ nhất định.

Không biết ai đã phát minh ra khung, nhưng cho đến nay người ta chỉ biết khung đầu tiên là do Giêm Oát xây dựng năm 1801 ở Manchester miền Tây nước Anh. Người ta chỉ nhắc đến Oát như một nhà phát minh máy hơi nước trong khi đó ông lại còn là một nhà xây dựng hiện đại. Thiết kế của ông phỏng theo sinh học với lõi cây chủ yếu mang lực của kết cấu còn quá trình tuần hoàn lại diễn ra ở phần ngoài gần với vỏ cây.

Tuy về mặt lý thuyết xây dựng đã được hình thành, nhưng việc xây dựng chỉ được phát triển một cách ồ ạt trên một quy mô rộng lớn từ khi phát hiện ra vật liệu xi măng (năm 1824) và đặc biệt là từ sau năm 1867 khi Monie sáng chế ra bê tông cốt thép. Đây chính là một cuộc cách mạng lớn trong lĩnh vực xây dựng. Necvi một nhà xây dựng danh tiếng đã nói : "Bê tông, đó là thứ vật liệu tốt nhất mà nhân loại đã phát minh ra". Lịch sử của nó là cả một thiên anh hùng ca của tư duy và ý chí con người. Chúng ta cần một thứ vật liệu nhất định và chúng ta đã tìm ra nó.

Song song với việc phát triển các loại vật liệu xây dựng mới là việc xuất hiện các biện pháp thi công mới.

Năm 1881 các kết cấu bê tông cốt thép lắp ghép đầu tiên, đúng nghĩa hiện đại ra đời. Cùng với sự xuất hiện các kết cấu bê tông cốt thép cũng đồng thời xuất hiện các thiết bị lắp ghép. Ở Hăm-bua, Cộng hòa Liên bang Đức là nơi có xưởng sản xuất ra các kết cấu bê tông cốt thép lắp ghép đầu tiên trên thế giới. Nhưng về lịch sử lắp ghép thì lại sớm hơn nhiều, theo sự mô tả của các nhà du lịch Hà Lan vào giữa thế kỷ XVII ở các chợ của Nga đã có bày bán các cấu kiện nhà lắp ghép.

Sau Chiến tranh thế giới lần thứ II do yêu cầu tái thiết rất khẩn trương nên bê tông cốt thép được phát triển rất nhanh và đã xuất hiện kết cấu bê tông dự ứng lực. Trong những năm 60 của thế kỷ XX Liên Xô đã trở thành nước hàng đầu trên thế giới về lĩnh vực này. Mỗi năm họ sử dụng các kết cấu bê tông cốt thép lắp ghép lên đến 28 triệu m³ trong đó có 7 triệu m³ là kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực.

Trong các thập niên cuối của thế kỷ XIX đến nay do dân số đô thị ngày càng gia tăng cộng với sự tiến bộ nhảy vọt của khoa học kỹ thuật, sự xuất hiện của nhiều loại bê tông và sự phát minh ra thang máy đã dẫn đến sự phát triển với tốc độ nhanh nhà nhiều tầng ở khắp nơi trên thế giới.

Mỹ là một nước có trình độ khoa học kỹ thuật và công nghệ phát triển nhanh nên nhà nhiều tầng ở đây có tương đối sớm. Hiện nay, Mỹ vẫn là nước đứng đầu thế giới về số lượng nhà nhiều tầng và số lượng tầng của mỗi nhà.

Ngay từ năm 1885 ở Chicagô đã xây dựng tòa nhà "Bảo hiểm gia đình" cao 10 tầng bằng kết cấu thép, năm 1913 tại New York xây dựng tòa nhà kiểu tháp "Woolworth" 60 tầng cao 241m. Trong những năm 1920-1930 ở Mỹ đã xây dựng rất nhiều nhà cao tầng như "Tòa nhà Ngân hàng" có 71 tầng cao 319m. Năm 1931 xây dựng tòa nhà "Bang New York" nổi tiếng thế giới lúc bấy giờ với 102 tầng cao 381m.

Gần đây ngôi nhà có số tầng nhiều nhất là "Trung tâm mạo dịch Thế giới" đã được hoàn thành tại New York vào năm 1973 ngôi nhà có 110 tầng và cao 420m. Còn ngôi nhà cao nhất hiện nay của Mỹ là tòa nhà

"Sears Tower" ở Chicagô có 109 tầng với chiều cao 442m đã xây xong vào năm 1974.

Ở châu Á nhà cao tầng cũng phát triển rất nhanh điển hình là Nhật Bản đã xây dựng được trên 400 ngôi nhà cao tầng như tòa nhà "Nhà Dương quang" ở Tokyo có 60 tầng cao 266m và đang có kế hoạch xây dựng hàng loạt nhà chọc trời cao trên 400m.

Ở nhiều nước khác trên thế giới như Hồng-Kông, Trung Quốc, Singapore, Malaysia, Úc, Canada, Pháp, Anh, Liên Xô (cũ)... cũng đã có hàng ngàn ngôi nhà nhiều tầng cao tới 200, 300 mét.

Tóm lại, việc xây dựng trong giai đoạn tư bản chủ nghĩa tuy chưa lâu nhưng đã đạt được những thành tựu rất đáng tự hào, tốc độ xây dựng rất nhanh do đã phát minh ra nhiều phương pháp xây dựng và vật liệu mới.

II VÀI NÉT VỀ SỰ PHÁT TRIỂN CÔNG VIỆC XÂY DỰNG Ở VIỆT NAM

Quá trình phát triển công việc xây dựng ở Việt Nam trước đây không có gì nổi bật và cũng không để lại được gì nhiều cho các thế hệ sau.

Nhìn chung trong thời kỳ phong kiến không có công trình gì ớn và đặc sắc, hơn nữa do chiến tranh các công trình đã ít lại bị đốt phá hầu như toàn bộ. Đến nay, chỉ còn lại Tháp Chàm bằng đất nung và gạch ở miền Trung, Thành nhà Hồ cửa chính bằng đá đẽo ở Thanh Hoá và các đền đài cung điện bằng gỗ và gạch ở Huế là đáng kể.

Thời thuộc Pháp cũng xây dựng được một số công trình bằng sắt thép, gạch đá, bê tông cốt thép (hiện còn tồn tại), chủ yếu là để phục vụ cho bộ máy cai trị và quân sự như : Công trình Nhà hát lớn Hà Nội, Bảo tàng Lịch sử, một số công trình bến cảng, giao thông và một số khu biệt thự nhà ở rải rác ở một số thành phố lớn trong cả nước.

Hòa bình lập lại, ở Miền Bắc (năm 1954) chúng ta mới bắt đầu có kế hoạch xây dựng một số xí nghiệp nhà máy có quy mô vừa và nhỏ và công trình dân sinh văn hoá, như: Khu công nghiệp Thượng Đình, Trường

Đại học Bách khoa Hà Nội, Khu nhà ở Kim Liên Hà Nội, Khu Công nghiệp Việt Trì, Khu gang thép Thái Nguyên... với sự giúp đỡ về thiết bị cũng như chuyên gia của Liên Xô, Trung Quốc, Triều Tiên, Cộng hòa dân chủ Đức và nhiều nước anh em khác. Đặc điểm của công tác xây dựng trong thời kỳ này là: do khó khăn về nhiều mặt, bị phụ thuộc vào sự viện trợ của nước ngoài nên hầu như không có công nghệ, thiết bị thi công tiên tiến và thời gian thi công rất dài, nhiều công trình có quá trình thi công kéo dài đến hàng chục năm hoặc hơn nữa.

Trong những năm 1960, đội ngũ cán bộ ngành xây dựng do các nước anh em đào tạo và đào tạo tại các trường trong nước đã tăng lên đáng kể, do vậy cuối thập kỷ 60 mặc dù trong khói lửa ác liệt của chiến tranh chống Mỹ, nhưng công trình lắp ghép tấm lớn đầu tiên đã được ra đời bằng chính sức lực và trí tuệ của các nhà xây dựng Việt Nam. Đến cuối những năm 80, chúng ta đã có hàng loạt khu nhà loại này ở Hà Nội, như: Kim Liên, Giảng Võ, Trung Tự, Thành Công, Thanh Xuân, Bách Khoa... ở Hải Phòng có khu Vạn Mỹ, Cầu Tre, Phụng Pháp.... Chúng ta đã có hàng loạt sân bãi chế tạo các cầu kiện đúc sẵn và một nhà máy tương đối hiện đại sản xuất cầu kiện tấm lớn ở Đạo Tú - Vĩnh Yên do nước Cộng hòa Dân chủ Đức viện trợ.

Công tác lắp ghép phát triển khá nhanh và thời gian xây dựng các công trình được rút ngắn đáng kể chẳng hạn thời gian xây dựng và hoàn thiện một nhà ở 5 tầng chỉ còn độ 5, 6 tháng.

Trong giai đoạn đó được sự giúp đỡ về kỹ thuật và thiết bị của nhiều nước XHCN anh em ta đã đưa vào lĩnh vực xây dựng khá nhiều công nghệ mới, như: thi công bằng ván khuôn trượt, thi công các kết cấu bê tông ứng suất trước, thi công theo phương pháp nâng sàn. Nhờ vậy, sau này hàng loạt xi lô, ống khói của các nhà máy như: Nhiệt điện Phả Lại, Nhiệt điện Ninh Bình, Xi măng Bỉm Sơn, Xi măng Hoàng Thạch và hàng loạt các công trình công nghiệp giao thông khác đã được áp dụng các công nghệ tiên tiến này vào sản xuất.

1. Tình hình xây dựng hiện nay ở Việt Nam

Về xây dựng công nghiệp nếu tạm xem là có quy mô thì phải tính bắt đầu từ năm 1955.

Những công trình xây dựng trước năm 1975 ở miền Bắc đều còn đang sử dụng nhưng phần lớn đã không phù hợp về dây chuyền công nghệ và đã qua nhiều lần cải tạo mở rộng hoặc chỉ ít cũng đã phải đầu tư chiều sâu thậm chí biến đổi hẳn dây chuyền và mặt hàng sản xuất.

Sau năm 1975 một số công trình bắt đầu có nguồn đầu tư từ nước ngoài. Tuy nhiên những công trình công nghiệp cho đến những năm gần đây đều chỉ có quy mô trung bình và nhỏ.

Những công trình liên doanh, công trình do nước ngoài đầu tư thường do nước ngoài thiết kế, phần thi công họ vẫn thường làm thầu chính, còn chúng ta chỉ là thầu phụ mà cũng chỉ thầu phụ phần nhân công.

Có lẽ điểm nổi bật về xây dựng ở Việt Nam hiện nay là làm các loại nhà cao tầng ở một số thành phố lớn.

Ở Việt Nam nhà nhiều tầng phát triển rất muộn, trước thời gian mở cửa ta chỉ mới xây dựng được vài ngôi nhà gọi là nhiều tầng chẳng hạn như Khách sạn 11 tầng ở Giảng Võ.

Mười năm trở lại đây hàng loạt những công trình nhà nhiều tầng đã và đang được xây dựng ở các đô thị lớn của đất nước đặc biệt là Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh.

Tại Hà Nội có các công trình Hà Nội Tower Center ở 49 Hai Bà Trưng cao 25 tầng, tòa nhà Vietcombank tại 11 Tôn Đức cao 22 tầng và 2 tầng hầm, tòa nhà HITC cao 9 tầng tại đường Dịch Vọng quật (Cầu Giấy, tòa nhà Méliá Hà Nội tại 44B Lý Thường Kiệt và Hotel Nikko tại 48 Trần Nhân Tông cao 16 tầng, Khách sạn Daewoo Hà Nội và Maritus cao 22 tầng...

Tại thành phố Hồ Chí Minh cũng có hàng loạt nhà nhiều tầng được xây dựng như: Sài Gòn Center 27 tầng và 3 tầng hầm, khách sạn Harbour view tại 39 Nguyễn Huệ có 24 tầng nổi và 3 tầng hầm, văn phòng cho thuê International bourotel 16 tầng và hàng loạt các công trình khác như Sài Gòn Tower, Lurs, Laniko, Koto Buki...

Nhìn chung công nghệ thi công nhà cao tầng với chúng ta còn là một điều rất mới mẻ, chúng ta còn ít kinh nghiệm, thiếu trang thiết bị thi

công cần thiết. Tuy nhiên do chủ đầu tư nước ngoài đòi hỏi chất lượng rất nghiêm túc và yêu cầu tiến độ thi công khẩn trương nên các chủ thầu chính (tuyệt đại đa số là các công ty nước ngoài) đã chịu đầu tư trang thiết bị thi công và ứng dụng nhiều công nghệ thi công hiện đại như thi công cọc barette và cọc khoan nhồi, thi công bằng các loại cốp pha tấm lớn, các loại cần trục, máy nâng, máy bơm bê tông có công suất lớn và một số thiết bị và công nghệ thi công hiện đại khác. Vì thế, trình độ của cán bộ công nhân xây dựng của ta ở một số nơi đã được nâng lên rõ rệt, chúng ta đã dần dần thu hẹp được khoảng cách và bắt đầu hòa nhịp được với các nước trong khu vực.

2. Những vấn đề đặt ra cho người xây dựng

Lược qua về sự phát triển công cuộc xây dựng ở Việt Nam và trên thế giới ta có thể thấy rằng tuy chưa nhiều nhưng ở ta cũng đã từng sử dụng một số phương pháp thi công tương đối hiện đại dưới dạng thi công thực nghiệm, như: thi công nhà ở bằng ván khuôn trượt (ở Kim Liên Hà Nội), thi công nhà theo phương pháp nâng sàn (ở Nghĩa Đô - Viện khoa học và kỹ thuật xây dựng) ; hoặc một số công nghệ đã được đưa vào sản xuất hàng loạt như thi công các loại kết cấu bê tông dự ứng lực, sử dụng các công nghệ về thi công cốp pha tấm lớn, thi công cọc khoan nhồi và cọc barrette. Song, rất tiếc là chúng ta chưa có những tổng kết khoa học để đánh giá một cách toàn diện về các phương pháp đó và xem xét những khả năng vận dụng cụ thể vào Việt Nam.

Theo thời gian, đội ngũ cán bộ và công nhân chuyên nghiệp tại những công trình đặc biệt đó ngày càng mai một đi. Song, cuộc xây dựng đất nước ta ngày một phát triển, các công trình xây dựng ở Việt Nam sẽ ngày càng hiện đại và đa dạng hơn hiện nay vì thế, chúng ta rất có thể sẽ cần đến những phương pháp đó. Nếu những bài học kinh nghiệm quý báu trên chưa được tổng kết đánh giá, thì đây sẽ là thiệt thòi lớn cho đội ngũ cán bộ và công nhân xây dựng sau này. Dù có tham vọng muốn làm công việc đó, nhưng khả năng của chúng tôi có hạn : Các tài liệu thuộc lĩnh vực này ở trong nước mà chúng tôi có được vừa ít, vừa không đầy đủ và

quan trọng hơn chưa có được sự thẩm định của các cơ quan chuyên môn có trách nhiệm để đảm bảo mức độ chính xác cần thiết của các số liệu.

Những khó khăn đã nêu trên đối với một số cá nhân hoặc một số nhóm người không dễ dàng có thể vượt qua trong một thời gian ngắn. Vì thế chúng tôi đành phải hạn chế mục tiêu là sử dụng các tài liệu sách vở của nước ngoài để giới thiệu về các phương pháp thi công xây dựng và trong một chừng mực có thể thì kết hợp phần nào những thực tế thi công ở Việt Nam.

Phần 1

NHỮNG PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG XÂY DỰNG PHẦN NGẦM CÁC CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG

Chương I

GIA CƯỜNG NỀN ĐẤT YẾU

Đất yếu là một khái niệm tương đối, nó phụ thuộc vào trạng thái vật lý của đất cũng như tương quan giữa khả năng chịu lực của đất với tải trọng mà móng công trình truyền xuống.

Đất yếu bao gồm các loại sau đây:

- Các loại đất cát pha bụi
- Các loại đất sét yếu bão hòa nước
- Các loại cát chảy
- Các loại bùn nước ngọt, bùn biển và than bùn.

Các đặc tính cơ lý của đất yếu:

- Môđun biến dạng bé $E_0 \leq 50 \text{ kG/cm}^2$
- Độ sệt lớn $I_l \geq 1$
- Độ rỗng lớn $e_0 \geq 1$
- Khả năng chịu lực kém $R_{lc} < 1 \text{ kG/cm}^2$

Đất yếu hầu như bão hòa nước, độ bền thấp, khả năng co ép lớn, trị số sức kháng cắt không đáng kể. Hậu quả của nền đất yếu đối với công trình là:

Độ lún lớn.

Nhiều khả năng lún lệch.

Thời gian lún kéo dài.

Khối đất đắp, mái dốc hố đào và công trình xây dựng kém ổn định.

Nhằm giảm bớt các sự cố địa chất tự nhiên đối với công trình xây dựng người ta đã nghiên cứu nhiều biện pháp khác nhau để cải tạo nền đất yếu như:

1. Phương pháp cọc cát để làm chặt đất.
2. Các phương pháp tiêu nước thẳng đứng:
 - Phương pháp cọc cát đối với nền đất yếu bão hòa nước;
 - Phương pháp bắc thấm.
3. Phương pháp gia cố dưới sâu bằng công nghệ trộn đất với xi măng.
4. Phương pháp gia cường để ổn định cơ học khối đất đắp.

Các phương pháp này qua thử nghiệm đã có tác dụng làm tăng sức chịu tải của đất, giảm độ lún và lún lệch, rút ngắn thời gian thi công, tăng tuổi thọ cho công trình và giảm chi phí xây dựng.

I. PHƯƠNG PHÁP CỌC CÁT LÀM CHẶT ĐẤT

1. Tổng quan

Phương pháp cọc cát làm chặt đất được đề cập đến từ năm 11936 trong Hội nghị Quốc tế về Cơ học đất và Thiết kế nền móng ở Mỹ và từ đó về sau phương pháp này ngày càng được nghiên cứu sâu thêm và áp dụng rộng rãi.

Thực tế đã cho thấy rằng trong nhiều phương pháp gia cố nền đất yếu bão hòa nước nén lún mạnh thì phương pháp cọc cát làm chặt đất kết hợp với cọc cát thoát nước thẳng đứng và chất tải tạm thời trên chúng là phương pháp đơn giản nhất và cho hiệu quả cao nhất cả về thời gian và giá thành.

Phương pháp cọc cát làm chặt đất thường được dùng để làm ổn định các đê chắn sóng, móng cầu, sân bay hoặc móng các bể chứa lớn.

Ở Nhật nhiều công trình lớn đã được gia cố nền bằng cọc cát làm chặt đất như: sân bay Quốc tế Kansai, Cảng biển Kôbe, Nhà máy nhiệt điện Matsura và đặc biệt gia cường nền cho cả một hòn đảo để chứa chất thải ở Vịnh Tokyo.

Chi tính riêng của một công ty ở Nhật bản trước năm 1996 đã gia cố nền đất yếu trên đất liền tới 6 triệu mét và dưới biển tới 20 triệu mét cọc cát làm chặt đất đạt độ tin cậy cao.

Tại Singapore cũng một công ty Nhật đang thi công cọc cát làm chặt đất để cải tạo nền đất bùn thành bãi chứa côngtennơ.

Ở Việt Nam cũng đã có một số công trình áp dụng kĩ thuật cọc cát làm chặt đất để gia cường nền đất yếu ở một số nơi chẳng hạn:

- Gia cố cầu dẫn cho cầu Bính - Hải Phòng và cầu Non Nước - Ninh Bình.

- Gia cố nền cho Nhà máy chế biến rác thải thành phố Nam Định.

- Gia cố nền cho bãi chứa hàng của Nhà máy Xi măng Hải Phòng.

- Ở Hà Nội phương pháp này cũng được áp dụng để gia cường nền móng cho một số nhà có số tầng không cao lắm như Trung tâm quan trắc và phân tích môi trường, nhà ở 5 tầng của Tổng Công ty xuất nhập khẩu Nông sản thực phẩm ở Thành Công, nhà 3 tầng Cơ quan của Bộ Công an đường Lê Trọng Tấn...

2. Nguyên lý tính toán đối với cọc cát làm chặt đất để gia cường nền đất yếu

Nguyên tắc chung của phương pháp này là tạo ra các cọc cát có đường kính lớn và được đầm chặt trong nền đất yếu cần được gia cố.

Tùy thuộc vào từng loại đất khác nhau cần được gia cố mà nguyên lí của cọc cát làm chặt đất có thể khác nhau:

- Đối với nền đất cát yếu bão hòa nước phương pháp này sẽ làm chặt nền cát.

- Đối với nền đất sét yếu bão hòa nước nó có tác dụng tương đương như giếng thấm, ngoài ra nó còn có tác dụng làm tăng cường độ chịu tải của đất nền bằng cách tăng mật độ của cọc cát.

Người ta đánh giá chất lượng nền đất gia cường bằng "tỉ số diện tích thay thế a_s "

$$a_s = \frac{A_s}{A}$$

Trong đó:

A_s - Diện tích tiết diện ngang của cọc cát;

A - Diện tích vùng đất được gia cường bằng cọc cát.

"Tỉ số diện tích thay thế a_s " còn có thể được tính chính xác hơn dựa vào độ rỗng của đất:

$$a_s = \frac{V_s}{V_o} = \frac{(1+e_o)-(1+e_1)}{(1+e_o)} = \frac{e_o - e_1}{1+e_o}$$

Trong đó:

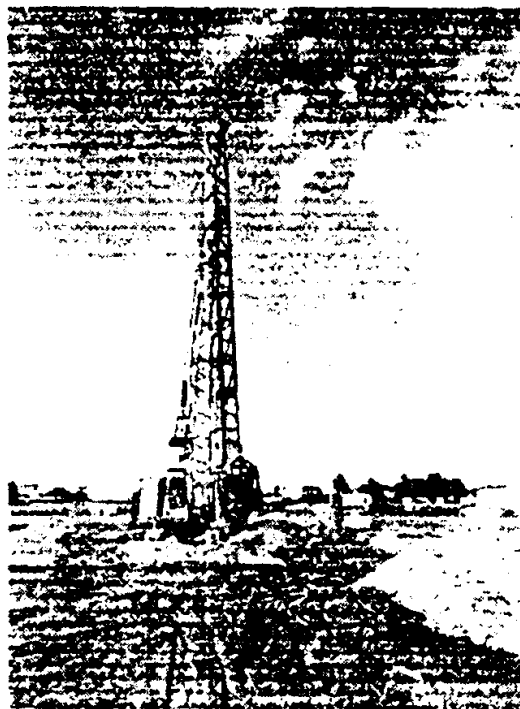
a_s - Tỉ số diện tích thay thế;

V_o - Thể tích ban đầu của đất;

V_s - Thể tích của cọc cát;

e_o - Hệ số rỗng ban đầu của đất;

e_1 - Hệ số rỗng của đất sau khi được cải tạo.

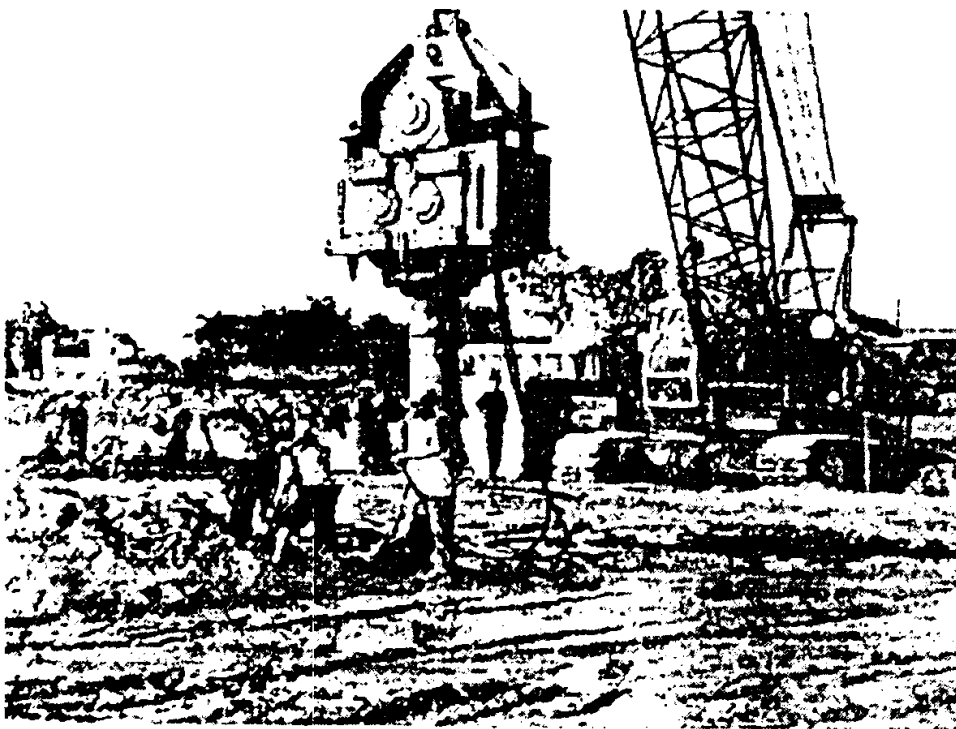


Hình 1.1. Thiết bị thi công cọc cát.

Nói chung độ bền của đất gia cường bằng cọc cát thường được đánh giá bằng trị số xuyên tiêu chuẩn N .

Vì vậy việc thiết kế phương pháp cải tạo đất cát yếu bão hòa nước bằng cọc cát thực chất là làm sao tìm được một "tỉ số diện tích thay thế a_c " thích hợp so với đất ban đầu dựa trên hệ số xuyên tiêu chuẩn N .

Nói một cách khác ý đồ của phương pháp này là sử dụng cọc cát để đưa hệ số rỗng của đất từ e_0 xuống e_1 ($e_1 \ll e_0$) (Trị số xuyên tiêu chuẩn N là một hàm số của hệ số rỗng e của đất do đó nếu biết hệ số rỗng của đất tra biểu đồ quan hệ ta sẽ dễ dàng biết được N của loại đất đó).



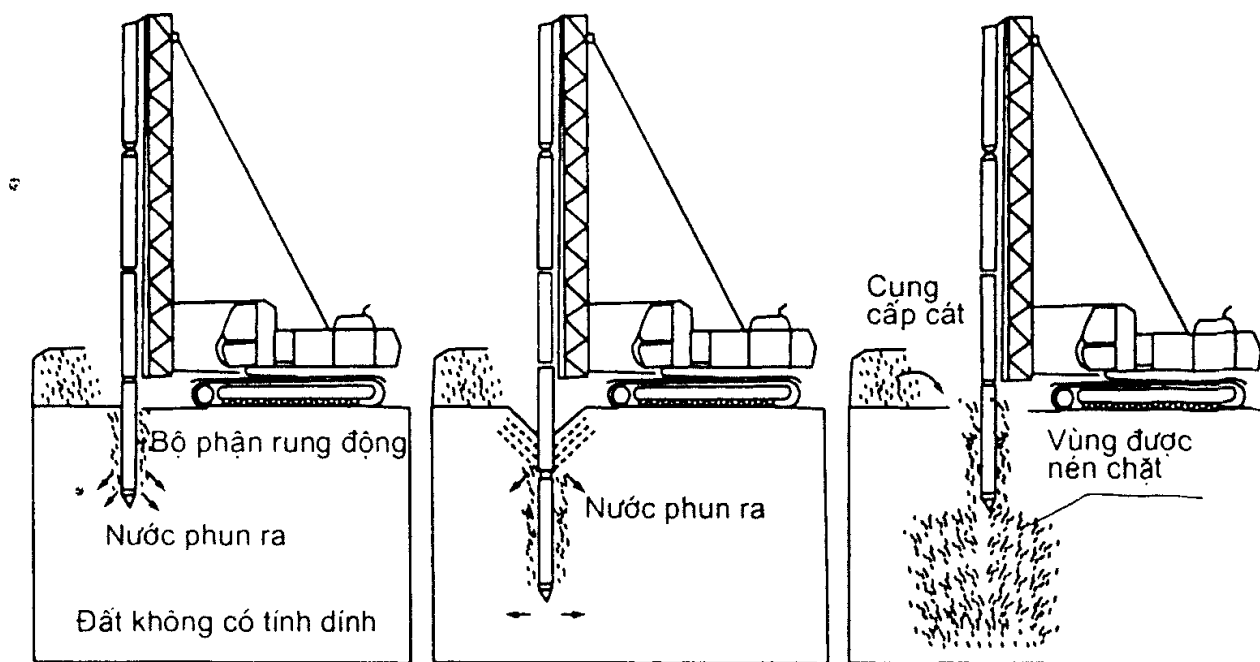
Hình 1.2. Đưa cát vào ống cọc.

3. Công nghệ thi công của phương pháp làm chặt nền đất yếu bằng cọc cát

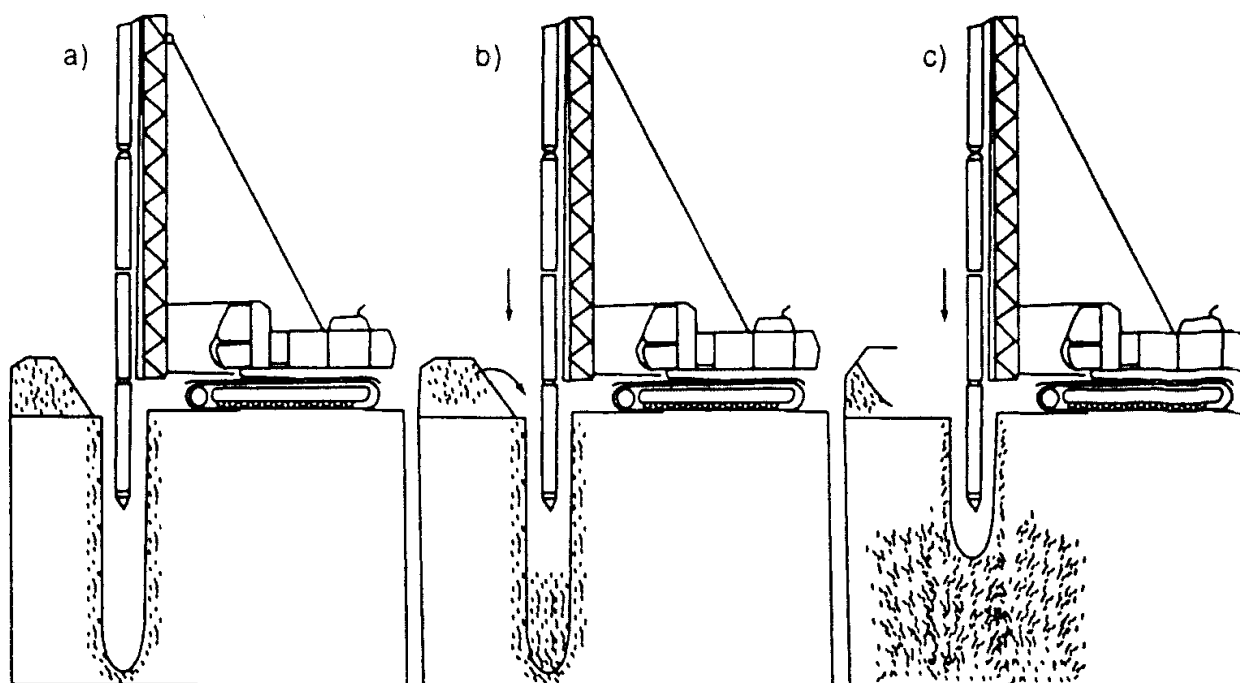
a. Phương pháp nén chặt bằng rung động

Phương pháp này được sử dụng để nâng cao độ chặt của đất rời, loại đất không dính như cát mịn, cát hạt trung hoặc cát hạt thô. Nguyên lí làm việc là nhờ một bộ phận rung động chìm trong đất, do trọng lượng bản thân của bộ phận rung động cộng với sự hỗ trợ của nước và lực rung làm cho bộ phận này càng ngày càng ăn sâu vào nền đất, khi đạt đến độ sâu

thiết kế thì bộ phận rung động này từ từ được rút lên, lỗ rỗng tạo ra được lấp đầy bằng cát và được lèn chặt.



Hình 1.3. Quá trình nén chặt bằng rung động
(theo Baumann và Bauer, 1974).

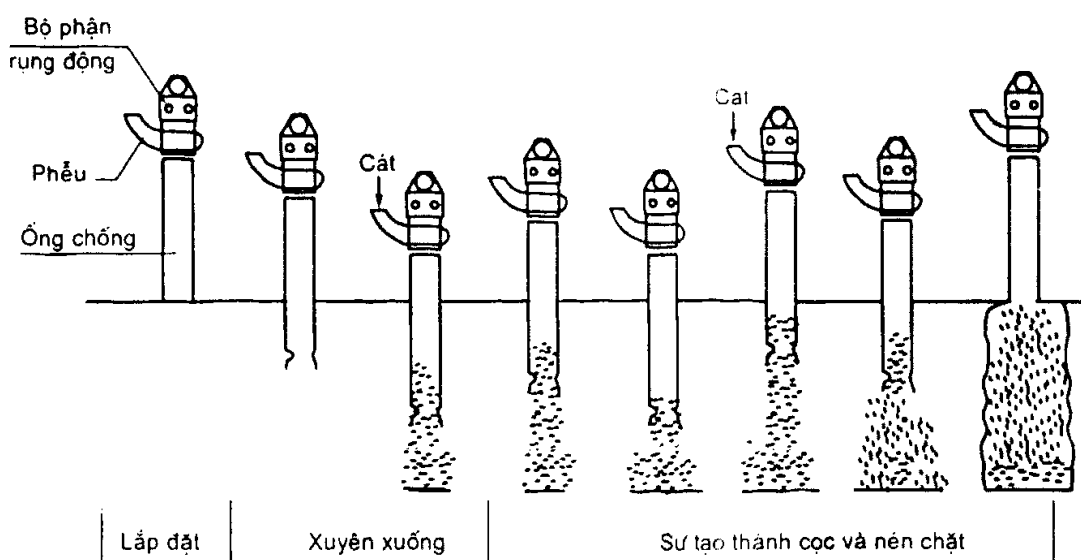


Hình 1.4. Quá trình thay thế do rung động
(theo Baumann và Bauer, 1974)

b. Phương pháp thay thế đất bằng rung động

Phương pháp này dùng để cải tạo các loại đất dính có hơn 18% trọng lượng hạt lọt qua mắt sàng tiêu chuẩn 200 US thường là đất cát hạt bụi và đất sét.

Thiết bị sử dụng trong phương pháp này cũng là các thiết bị tương tự như trong phương pháp nén chặt bằng rung động nhưng với sự trợ giúp của các tia nước áp lực cao hoặc khí nén và có thể thực hiện bằng quy trình khô hoặc quy trình ẩm.



Hình 1.5. Phương pháp rung động kết hợp
(theo ABOSHI và Suematsu, 1985).

- Trong quy trình ẩm lỗ được tạo thành trong đất có đường kính khá lớn và được lấp đầy từng phần bằng cát hạt to.

- Quy trình khô đòi hỏi đất phải có độ bền chống cắt tương đối lớn ($> 40 \text{ kN/m}^2$) và mực nước ngầm phải tương đối sâu.

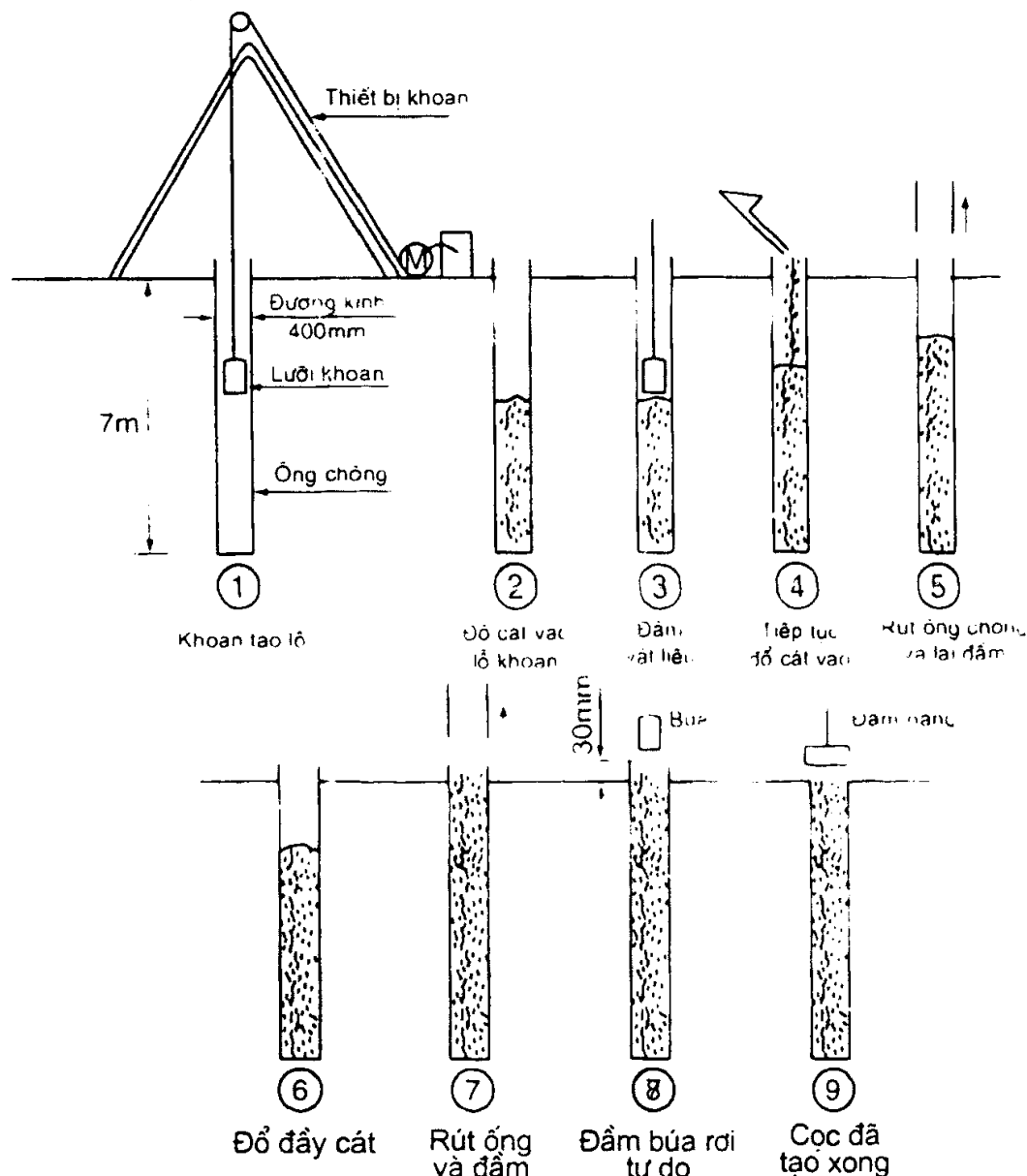
Sự khác nhau giữa hai quy trình này chỉ là phun hay không phun nước trong quá trình tạo lỗ.

c. Phương pháp rung động kết hợp với đóng

Phương pháp này áp dụng để gia cố nền đất mềm, như đất sét chẳng hạn và có mực nước ngầm cao.

Cọc được sử dụng theo phương pháp này thường là cọc cát được lèn chặt.

Người ta đóng ống bao đến chiều sâu thiết kế hoặc cũng có thể dùng búa rung theo chiều thẳng đứng đặt lên đầu ống bao. Cát được đổ vào ống từng đợt vừa rung vừa kéo ống lên từng nấc một, quá trình như vậy được lặp đi lặp lại cho đến khi cọc cát được hoàn thành. Cấu tạo ống bao được thể hiện chi tiết trong chương I phần 2 của cuốn sách này ở mục các loại cọc trong xây dựng.



Hình 1.6. Phương pháp khoan tạo lỗ.

d. Phương pháp khoan tạo lỗ

Theo phương pháp này cọc được thi công bằng cách đầm nện cát trong các lỗ khoan trước theo từng đợt bằng các quả đầm bê tông hoặc kim loại có trọng lượng từ 150-200 kg cho rơi tự do từ độ cao từ 1,0 đến 2,0m.

So với phương pháp nén chặt bằng rung động thì phương pháp khoan tạo lỗ có giá thành thấp hơn, dễ thi công và không đòi hỏi các loại thiết bị phức tạp tốn kém thậm chí có thể sử dụng khoan tay do vậy rất thích hợp đối với các nước đang phát triển.

Nhược điểm chủ yếu của phương pháp này là đối với một số loại đất nhạy cảm với rung động thì kết cấu có thể bị phá hoại và sự tái tạo lại đất sau khi đầm nén có bị hạn chế.

II. PHƯƠNG PHÁP GIẾNG CÁT THOÁT NƯỚC THẲNG ĐỨNG

1. Tổng quan

Phương pháp giếng cát thoát nước thẳng đứng do Daniel E.Moran đề xuất vào năm 1925 và được cấp bằng sáng chế vào năm 1926.

Ông cũng là người đầu tiên kiến nghị áp dụng phương pháp này trong công tác ổn định nền đường đối với đường dẫn của cầu Oakalan San Francisco (1934) cầu Proter (1936). Từ đó giếng cát ngày càng được áp dụng rộng rãi nhằm đẩy nhanh quá trình cố kết của nền đất.

Trong vùng Đông Nam Á giếng cát tiêu nước được dùng rộng rãi để cải tạo nền đất như: Cải tạo nền đất ở vịnh Manila - Philippin; Cải tạo nền sân bay Changi - Singapore

Tại Việt Nam phương pháp này được sử dụng để thi công gia cố nền đất trên Quốc lộ 1 tuyến Pháp Vân - Cầu Giẽ, Quốc lộ 18 tuyến Bắc Ninh - Nội Bài

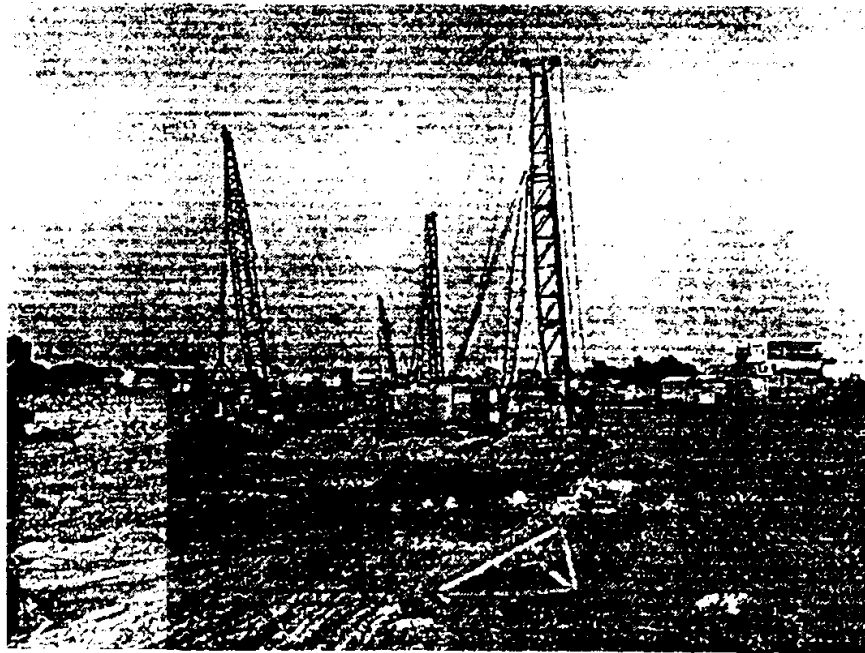
Chỉ riêng một Công ty ở Nhật Bản đã thi công 15 triệu mét dài trên đất liền và 40 triệu mét dài dưới biển theo phương pháp giếng cát để cố kết thoát nước nền công trình.

2. Nguyên lý chung của phương pháp giếng cát thoát nước thẳng đứng

Đây là phương pháp kỹ thuật thoát nước thẳng đứng bằng cọc cát kết hợp với gia tải trước.

Thông thường người ta dùng cọc cát có đường kính $d = 40-50\text{cm}$ được đóng vào nền đất yếu bão hòa nước đến độ sâu thiết kế để làm chức năng như những đường ống hoặc kênh thoát nước ngắn nhất nhằm đẩy nhanh quá trình cố kết nền đất yếu đó. Do đó phương pháp này luôn được kèm theo một con đê hay một khối lượng đất đắp bằng cát hoặc tải trọng

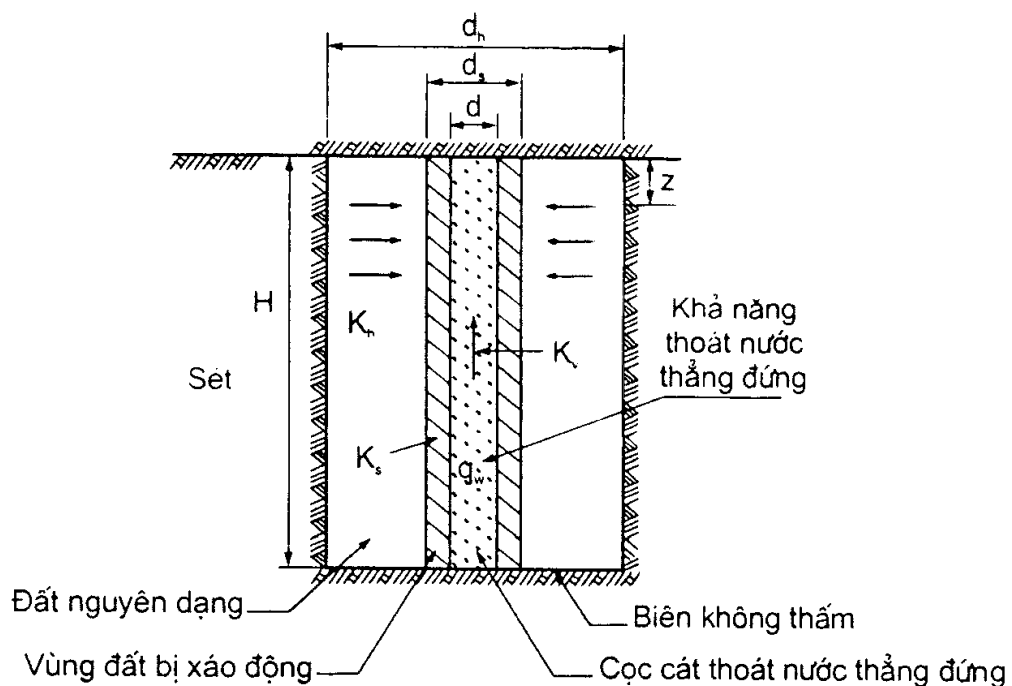
ngoài chất lên trên bề mặt của tầng đất cần gia cố. Công việc này được gọi là gia tải trước.



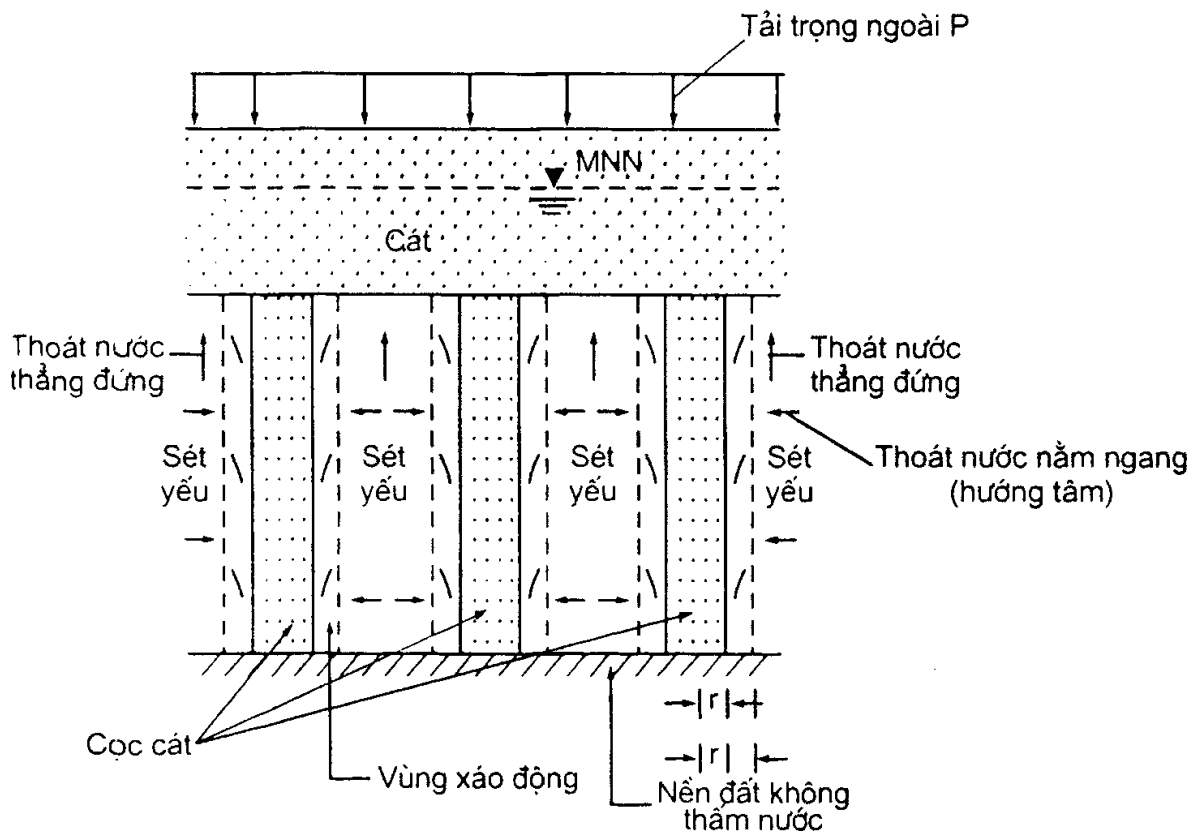
Hình 1.7. Thi công giếng cát tiêu nước tại công trường Quốc lộ 18.

Lớp đất bão hòa nước càng dày phương pháp giếng cát thoát nước càng có hiệu quả đặc biệt là về độ lún tức thời.

Khi tính toán cốt kết nền đất yếu bão hòa nước có các giếng tiêu nước thẳng đứng có thể phân ra hai loại sơ đồ:



Hình 1.8. Sơ đồ thoát nước thẳng bằng cọc cát



Hình 1.9. Sơ đồ nguyên lý thoát (tiêu) nước thẳng đứng bằng cọc cát

- Sơ đồ biến dạng tự do;
- Sơ đồ biến dạng đều.

a. Sơ đồ biến dạng tự do

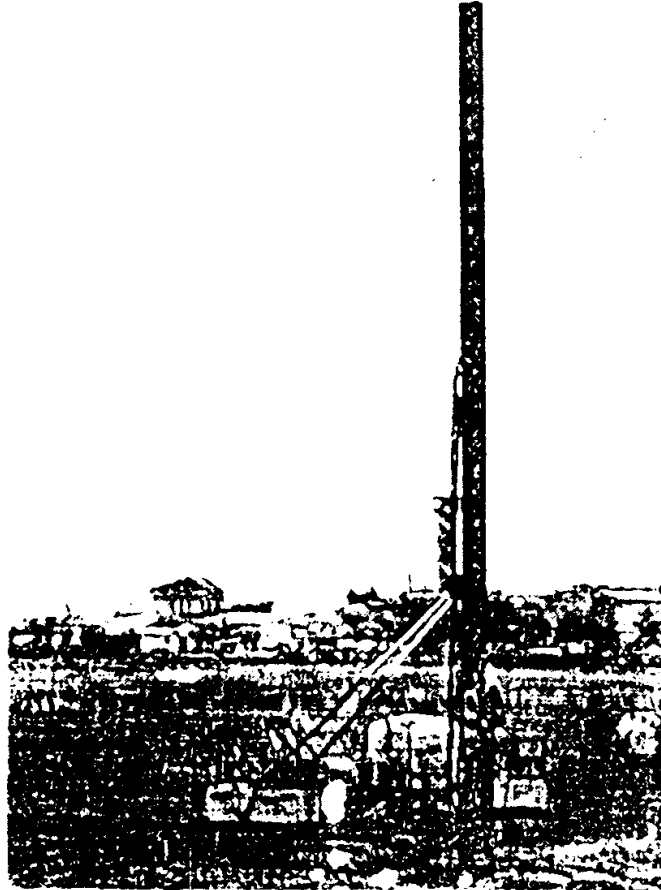
Trong sơ đồ này giả thiết rằng tải trọng phân bố trong các miền tác dụng của giếng tiêu nước thẳng đứng là không đổi trong quá trình cố kết nhưng bề mặt chung quanh giếng tiêu nước sẽ có độ lún khác nhau (gần giếng tiêu nước độ lún sẽ xảy ra nhanh hơn so với độ lún của đất nằm cách xa giếng).

Đệm cát nằm phía trên sẽ không phân bố lại tải trọng ngoài, tức là đệm cát và công trình xây dựng trên đó sẽ là dẻo tuyệt đối. Sơ đồ này tương ứng với điều kiện làm việc của mặt đường băng sân bay hoặc mặt đường ô tô khi khoảng cách giữa các giếng tiêu nước khá lớn.

b. Sơ đồ biến dạng đều

Sơ đồ này được thể hiện khi ở chỗ đệm cát đã tạo ra độ lún ít có sự khác biệt do đó sẽ cân bằng đáng kể các biến dạng không đều nhau. Do

vậy trong quá trình nén chặt đất người ta quan sát thấy độ lún thực tế là đều nhau.



Hình 1.10. Thi công giếng cát

Sơ đồ tính toán các biên dạng đều nhau hoàn toàn phù hợp với điều kiện làm việc của nền đất yếu bão hòa nước khi chiều dày của đệm cát thoát nước phía trên rất lớn.

Sơ đồ này ứng với điều kiện làm việc của các dè đập cao hoặc của mặt đường cứng có chiều dày lớn.

3. Phương pháp tính toán

a. Tính toán độ lún cố kết của nền đất yếu bão hòa nước có các cọc cát thoát nước thẳng đứng theo sơ đồ biến dạng tự do không có vùng xáo động

Cách tính này được dựa trên lời giải các phương trình cố kết theo phương thẳng đứng của các giáo sư K. Terzaghi và Barron Rendulic:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{K_v}{\gamma_n m_v} \times \frac{\partial^2 U}{\partial Z^2} = C_v \frac{\partial^2 U}{\partial Z^2}$$

Trong đó:

U - mức độ cố kết của nền đất;

t - thời gian làm việc của giếng cát tiêu nước;

Z - toạ độ theo phương đứng;

γ_n - tỷ trọng của nước;

m - hệ số nén thể tích theo phương thẳng đứng.

$$m_v = \frac{a_o}{1 + e_o}$$

a_o - hệ số nén lún của đất;

e_o - hệ số rỗng trung bình của đất dưới các cấp tải trong ngoài:

hệ số cố kết của nền đất theo phương đứng:

$$C_v = \frac{K_v}{\gamma_n m_v}$$

K_v - hệ số thấm nước của đất theo phương đứng.

Giáo sư K. Terzaghi cũng đã đưa ra phương trình sau đây đối với lý thuyết cố kết của nền đất một chiều theo phương ngang:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = C_h \left(\frac{\partial^2 U}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial U}{\partial r} \right)$$

Trong đó:

r - bán kính của cọc cát

C_h - hệ số cố kết của nền đất theo phương ngang:

$$C_h = \frac{K_h}{\gamma_n m_v}$$

K_h - hệ số thấm nước của đất theo phương ngang.

Hai bài toán cố kết nền đất được giải bởi các giáo sư Terzaghi và Rendulic đã dựa trên các giả thiết sau đây:

- 1- Nền đất đồng nhất và bão hòa nước.
- 2- Hạt đất và nước trong các lỗ rỗng không biến dạng nén, nền đất chỉ biến dạng theo phương đứng do nước trong các lỗ rỗng thoát ra ngoài.
- 3- Tốc độ thấm của nước trong đất tuân theo định luật Darcy.
- 4- Vùng ảnh hưởng của mỗi đường thoát nước là một trụ đất có chiều dài bằng chiều dài của đường thoát nước và có diện tích theo quy định như sau.

Nếu giếng cát bố trí theo mạng ô vuông

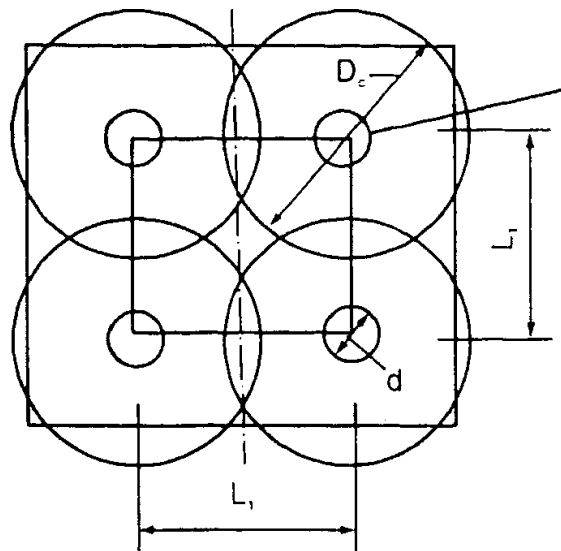
$$D_c = 1,13L_1$$

D_c - đường kính phạm vi ảnh hưởng của giếng tiêu nước;

L_1 - khoảng cách giữa tâm các giếng cát;

+ Nếu giếng cát bố trí theo mạng tam giác đều:

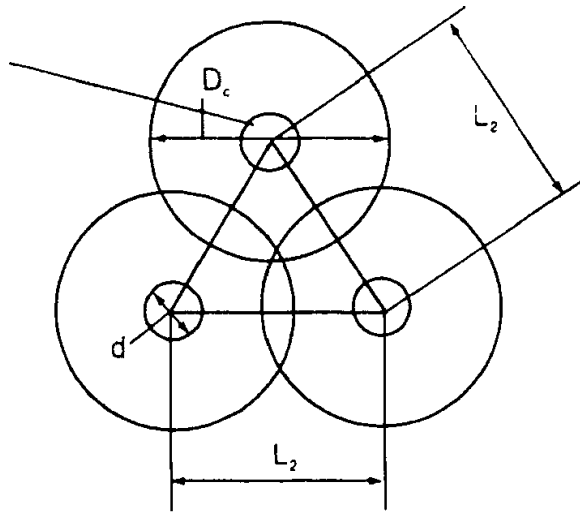
$$D_c = 1,05L_2$$



Hình 1.11. Giếng cát bố trí theo mạng ô vuông

L_2 - Khoảng cách giữa tâm các giếng cát;

Biến số D_c có thể chế ngự được vì nó là hàm số của khoảng cách và sơ đồ bố trí các thiết bị tiêu nước.



Hình 1.12. Giếng cát bố trí theo mạng tam giác đều

Sơ đồ bố trí theo mạng hình vuông thuận lợi hơn trong thực tế do việc dễ sắp xếp cũng như dễ điều chỉnh, tuy nhiên sơ đồ bố trí theo mạng tam giác đều sẽ đem lại sự cố kết giữa các thiết bị tiêu nước đồng nhất hơn.

5- Hệ số thấm của đất không thay đổi trong suốt quá trình cố kết của nền đất

Năm 1942. N. Carrillo kết hợp các lời giải của Terzaghi và Rendulic đưa ra biểu thức tính toán độ cố kết trung bình toàn phần của đất nền khi có các đường thoát nước thẳng đứng dưới dạng:

$$U = U_h + U_v - U_h \cdot U_v$$

Trong đó:

U - độ cố kết trung bình toàn phần;

U_h - độ cố kết trung bình do thoát nước trong nền đất theo phương ngang;

U_v - độ cố kết trung bình do thoát nước trong nền đất theo phương đứng.

b. Tính toán độ lún cố kết theo sơ đồ biến dạng đều không có vùng xáo động

Phương trình vi phân của bài toán trên có dạng như sau:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = C_h \left(\frac{\partial^2 U}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial U}{\partial r} \right) + C_v \frac{\partial^2 U}{\partial Z^2}$$

Trong đó:

C_h, C_v - các hệ số cố kết hướng tâm và thẳng đứng dọc trục của nền đất;

r - bán kính của giếng cát thoát nước thẳng đứng;

Z - tọa độ theo phương đứng;

U - độ cố kết của nền đất.

Công thức thực nghiệm để xác định độ cố kết U đạt được sau một thời gian t kể từ lúc đắp xong đệm cát gia tải dựa trên định lý phân chia dòng chảy của N. Carrillo như sau:

$$U = 1 - (1 - U_h)(1 - U_v)$$

Trong đó:

U - Tổng mức độ cố kết (tỷ số độ lún sau thời gian t so với độ lún cuối cùng) khi có sự tách ép nước ra theo phương ngang và phương đứng;

U_h - mức độ cố kết thoát nước theo phương ngang (phương hướng vào tâm giếng cát);

U_v - mức độ cố kết thoát nước theo phương đứng (phương dọc theo chiều dài của giếng cát).

Như vậy là dựa vào các tính chất của đất nền như độ rỗng, độ thấm nước, kích thước của giếng cát, vùng ảnh hưởng và chiều sâu giếng cát cũng như thời gian làm việc của giếng cát... ta có thể xác định được mức độ cố kết của nền đất.

Mức độ cố kết của nền đất được xem là đạt nếu sau thời gian t độ lún của nền đất đạt hoặc vượt 90% so với độ lún ổn định cuối cùng, tức là phải thỏa mãn điều kiện:

$$U = \frac{S_t}{S} \geq 0,9$$

Nếu mức độ cố kết của nền đất chưa đạt yêu cầu trên ta có thể khắc phục bằng cách giảm khoảng cách giữa các giếng tiêu nước hoặc tăng đường kính của chúng.

Ghi chú:

Trong tính toán mức độ cố kết của nền đất dựa vào thời gian làm việc của giếng cát, hoặc ngược lại xác định thời gian cần thiết làm việc của giếng thấm để nền đất đạt được mức độ cố kết yêu cầu, trước tiên người ta phải xác định được các chỉ số sau đây:

- Hệ số Barron (n)

Là tỷ số của đường kính phạm vi ảnh hưởng của giếng cát tiêu nước (D_c) với đường kính của giếng cát (d)

$$n = \frac{D_c}{d}$$

- Yếu tố thời gian theo phương đứng:

$$T_v = \frac{C_v}{H^2} t$$

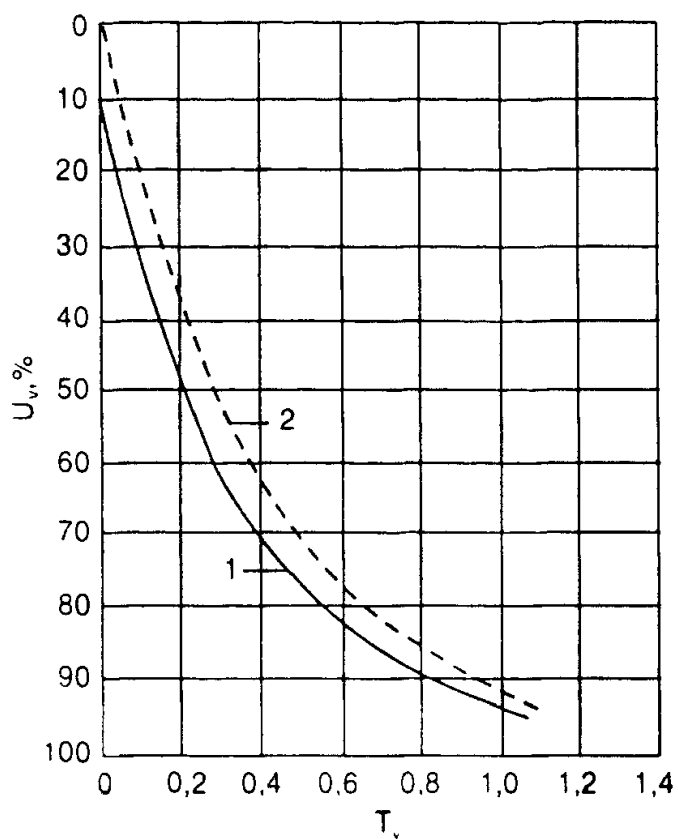
C_v - hệ số cố kết trung bình của nền đất theo phương thẳng đứng;

H - chiều dày của tầng đất yếu cần được gia cường;

t - thời gian tính toán.

Bảng 1.1. Độ cố kết U_v đạt được tùy thuộc nhân tố thời gian T_v

T_v	0,004	0,008	0,012	0,020	0,028	0,036	0,048
U_v	0,080	0,104	0,125	0,160	0,189	0,214	0,247
T_v	0,060	0,072	0,100	0,125	0,167	0,200	0,250
U_v	0,276	0,303	0,357	0,399	0,461	0,504	0,562
T_v	0,300	0,350	0,400	0,500	0,600	0,800	1,000
U_v	0,631	0,650	0,698	0,764	0,816	0,887	0,931
T_v	1,000						
U_v	0,994						



Hình 1.13. Đồ thị quan hệ $U_m = f(T_v)$

- Yếu tố thời gian theo phương ngang

$$T_h = \frac{C_h}{D_c^2} t$$

c_h - hệ số cố kết trung bình của nền đất theo phương ngang.

Khi có các hệ số n , T_v , T_h dựa theo bảng hoặc biểu đồ ta có thể dễ dàng xác định được mức độ cố kết U theo từng phương của nền đất.

Bảng 1.2. Yếu tố thời gian T_h khi gia giải tức thời của nền đất có các giếng tiêu nước thẳng đứng (điều kiện biến dạng đều)

U_h	T_h khi dưới các trị số $n = D_e/d$										
	5	10	15	20	25	30	40	50	60	80	100
5	0,006	0,010	0,013	0,014	0,016	0,017	0,019	0,020	0,021	0,032	0,025
10	0,012	0,021	0,026	0,030	0,032	0,035	0,039	0,042	0,044	0,048	0,051
15	0,019	0,032	0,040	0,046	0,050	0,054	0,060	0,064	0,068	0,074	0,079
20	0,026	0,044	0,055	0,063	0,069	0,074	0,082	0,088	0,092	0,101	0,107
25	0,034	0,057	0,071	0,081	0,089	0,096	0,106	0,114	0,120	0,131	0,139
30	0,042	0,070	0,088	0,101	0,110	0,118	0,131	0,141	0,149	0,162	0,172
35	0,050	0,085	0,106	0,121	0,133	0,143	0,158	0,170	0,180	0,196	0,208
40	0,060	0,101	0,125	0,144	0,158	0,170	0,188	0,202	0,214	0,232	0,246
45	0,070	0,118	0,147	0,169	0,185	0,198	0,220	0,236	0,250	0,291	0,288
50	0,081	0,137	0,170	0,195	0,214	0,230	0,255	0,274	0,290	0,315	0,334
55	0,094	0,157	0,197	0,225	0,247	0,265	0,294	0,316	0,334	0,363	0,385
60	0,107	0,180	0,226	0,258	0,283	0,304	0,337	0,362	0,383	0,416	0,441
65	0,123	0,207	0,259	0,296	0,325	0,348	0,386	0,415	0,439	0,477	0,506
70	0,137	0,231	0,289	0,330	0,362	0,389	0,431	0,463	0,490	0,532	0,564
75	0,162	0,273	0,342	0,391	0,429	0,460	0,510	0,548	0,579	0,629	0,668
80	0,188	0,317	0,397	0,453	0,498	0,534	0,592	0,636	0,673	0,730	0,775
85	0,222	0,373	0,467	0,534	0,587	0,629	0,697	0,750	0,793	0,861	0,914
90	0,270	0,455	0,467	0,649	0,712	0,764	0,847	0,911	0,963	1,046	1,100
95	0,351	0,590	0,738	0,844	0,926	0,994	1,102	1,185	1,253	1,360	1,444
99	0,539	0,907	1,135	1,298	1,423	1,528	1,693	1,821	1,925	2,091	2,219

c. Các công thức tính toán độ lún cố kết cuối cùng S:

Để xác định độ lún cố kết cuối cùng S của nền đất có thể dựa vào hệ số nén lún (a_0), hệ số rỗng của nền đất (e_0) hoặc modyn biến dạng (E_0) của nền đất.

+ Phương pháp tính độ lún cố kết cuối cùng của nền đất dựa vào hệ số nén lún a_0 :

$$S = a_0 H P U$$

S - độ lún cố kết cuối cùng của nền đất;

a_0 - hệ số nén lún của đất;

H - chiều dày tầng đất yếu được gia cố;

U - mức độ cố kết tổng cộng của nền đất;

P - tải trọng gia tải tức thời.

+ Phương pháp tính độ lún cố kết cuối cùng của nền đất dựa vào hệ số rỗng e_0 :

$$S = \frac{e_0 - e_1}{1 + e_0} H$$

e_0 - hệ số rỗng ban đầu của đất;

e_1 - hệ số rỗng của đất sau khi cố kết.

+ Phương pháp tính độ lún cố kết cuối cùng của nền đất dựa vào modyn biến dạng E_0 của đất:

$$S = \left(\frac{3PH}{3E_0 + 4P} \right) U$$

4. Công nghệ thi công giếng cát thoát nước thẳng đứng:

Nói chung là người ta tạo giếng cát trong đất yếu bằng cách lấp đầy cát vào các lỗ tạo sẵn. Có 2 phương pháp thi công thường được sử dụng:

a) Phương pháp dịch chuyển:

Phương pháp này thường được áp dụng phổ biến hơn, người ta sử dụng một ống thép có bịt đầu rồi đóng rung hoặc ép vào nền đất, đất nền bị dịch chuyển sang xung quanh ống thép, sau đó cát được nhồi vào lòng ống

đồng thời với việc rút ống ra khỏi lòng đất (cấu tạo của loại ống này xin xem phần cọc cát của chương các loại cọc trong xây dựng).

Phương pháp này gây ra nhiều xáo trộn của đất chung quanh giếng cát.

b) Phương pháp thay thế:

Phương pháp này, cát được đưa xuống nền đất trong những hố khoan được tạo sẵn bằng máy khoan hoặc tia nước.

Khi áp dụng phương pháp giếng cát thoát nước thẳng đứng, người ta thường kết hợp với việc gia tải trước để đẩy nhanh quá trình cố kết nền đất yếu.

Tải trọng ngoài thường được đắp bằng cát, sau khi đạt độ lún theo thiết kế lớp gia tải này sẽ được dỡ bỏ.

Tầng đệm cát này được thi công sau khi thi công giếng cát.

III. PHƯƠNG PHÁP BẮC THẨM ĐỂ GIA CƯỜNG ĐẤT YẾU BẢO HÒA NƯỚC

1. Tổng quan

Phương pháp bắc thấm để gia cường nền đất yếu bão hòa nước hay còn gọi là phương pháp bắc thấm thoát nước thẳng đứng là thiết bị tiêu nước thẳng đứng chế tạo sẵn kết hợp với gia tải trước được sử dụng rộng rãi trên thế giới vào những năm 90 của thế kỷ XX trở lại đây, nó được phổ biến gần như đồng thời với phương pháp thoát nước bằng giếng cát.

Tại Việt Nam phương pháp bắc thấm lần đầu tiên được sử dụng để gia cố nền móng công trình nhà ở Trường đại học Hàng Hải, Hải Phòng, công trình 5 tầng số 40 Lý Thường Kiệt, Hà Nội và một số công trình khác tại tỉnh các Hà Nội, Hải Phòng, Nam Định, Hải Dương...

Trong những năm gần đây phương pháp này còn được sử dụng trong các dự án nâng cấp Quốc lộ 5 Hà Nội - Hải Phòng (đoạn km 30-45), tiếp đó là Quốc lộ 51 Hồ Chí Minh - Vũng Tàu, đường cao tốc Láng - Hòa

Lạc, xây dựng công trình thuỷ lợi hồ chứa nước Khe Ngang thuộc huyện Hương Trà tỉnh Thừa Thiên - Huế và một số công trình gia cố đất nền tại các khu công nghiệp Thị Vải, Phú Mỹ tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu.

2. Nguyên lý chung của phương pháp bắc thấm

a. Cấu tạo của bắc thấm

Bắc thấm gồm 2 thành phần: lõi chất dẻo (hay bìa cứng) được bao ngoài bằng vật liệu tổng hợp (thường là vải địa kỹ thuật polypropylene hay polyeste không dệt).

Bắc thấm có các tính chất và các đặc trưng sau đây:

- Cho nước trong lỗ rỗng của đất thấm qua lớp vải địa kỹ thuật bọc ngoài và lõi chất dẻo.

- Lớp vải địa kỹ thuật hay giấy tổng hợp bọc ngoài có chức năng cách giữa lõi chất dẻo và đất chung quanh đồng thời là bộ phận lọc (hạn chế cát hạt mịn chui vào lõi làm tắc thiết bị).

Lõi chất dẻo có 2 chức năng quan trọng vừa đỡ lớp bao bọc ngoài vừa tạo đường cho nước thấm dọc ngay cả khi áp lực ngang chung quanh lớn. Đây chính là ưu thế của phương pháp bắc thấm so với phương pháp giếng cát hay cọc cát.

Nếu so sánh hệ số thấm nước giữa bắc thấm với hệ số thấm của đất sét yếu bão hòa nước ta thấy:

Bắc thấm có hệ số thấm $K = 1 \times 10^{-4}$ m/sec lớn gấp nhiều lần so với hệ số thấm nước của đất sét yếu là 10×10^{-5} m/ngày đêm, do đó các thiết bị bắc thấm dưới tải trọng nén tức thời đủ lớn có thể dễ dàng ép nước trong lỗ rỗng của đất sét thoát ra ngoài.

Năm 1973 M.O. Abelev đã tiến hành so sánh bằng thực nghiệm và thấy rằng: một cọc cát có đường kính 50cm có hiệu suất làm việc tương đương với 3-4 ống tiêu nước thẳng đứng bằng bắc thấm có cùng chiều sâu.

b. Cơ chế làm việc của bắc thấm

Khi tiêu nước theo phương ngang (hướng tâm) lí thuyết cổ kết coi đất được tiêu nước bởi bắc thấm có mặt cắt ngang là hình tròn có đường kính tương đương:

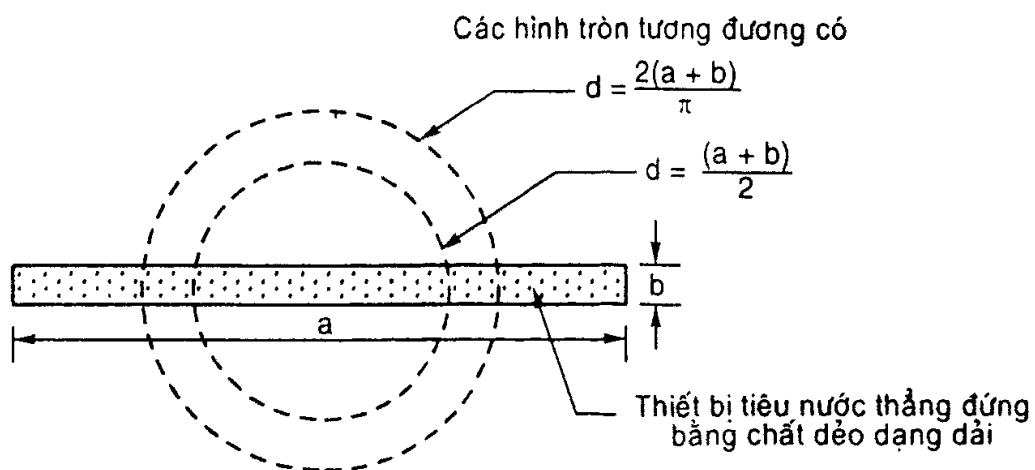
$$d = \frac{2(a+b)}{\pi}$$

Đây là công thức của Hansbo được xác lập năm 1979.

Trong đó:

- a- Chiều rộng mặt cắt ngang của bậc thấm;
- b- Chiều dày mặt cắt ngang của bậc thấm.

Bằng phương pháp phần tử hữu hạn năm 1986 Rixner đưa ra cách tính đường kính tương đương của bậc thấm như sau:



Hình 1.14. Sơ đồ tính toán đường kính tương đương của PVD
(Theo Hansbo, 1979 và Rixner... 1986)

$$d = \frac{a+b}{2}$$

Công thức đơn giản này năm 1987 cũng đã được Hansbo xác nhận và sử dụng.

c. Vùng ảnh hưởng của bậc thấm

Tương tự như phương pháp giếng cát thoát nước thẳng đứng việc bố trí thiết bị tiêu nước bằng bậc thấm thường theo 2 sơ đồ chính:

- Bố trí sơ đồ hình vuông có đường kính vùng ảnh hưởng D_e là:

$$D_e = 1,13 L_1$$

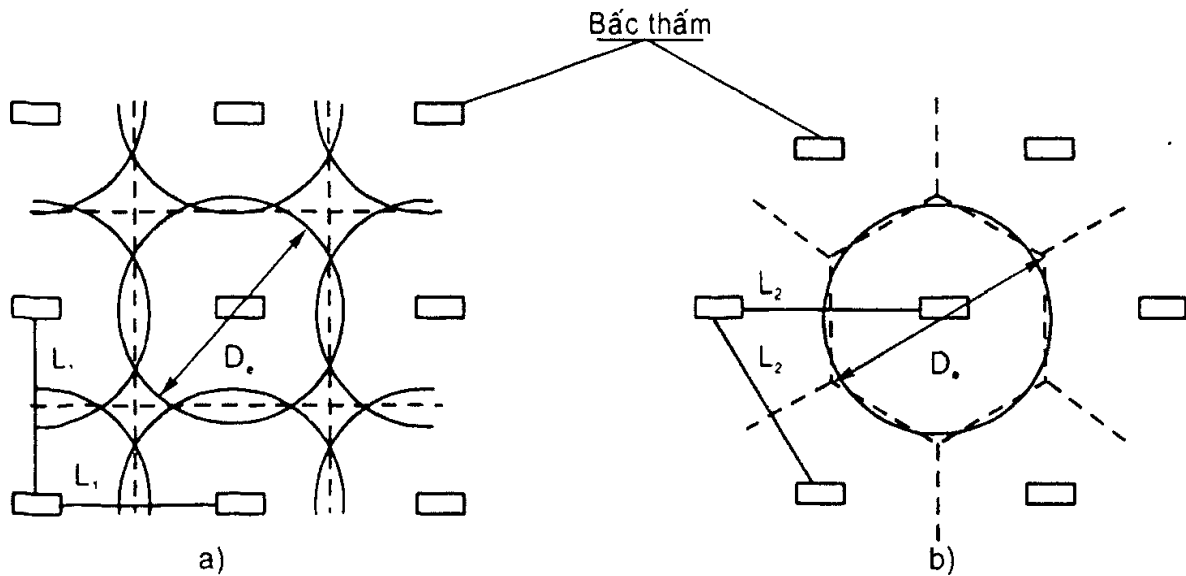
- Bố trí sơ đồ tam giác đều có đường kính vùng ảnh hưởng D_e là:

$$D_e = 1,05 L_2$$

L_1, L_2 - Khoảng cách giữa tâm các bậc thấm nằm cạnh nhau;

D_e - Đường kính vùng ảnh hưởng của bậc thấm;

d - Đường kính quy đổi của bậc thấm.



Hình 1.15. Sơ đồ bố trí bậc thấm

a - theo sơ đồ vuông; b - theo sơ đồ tam giác.

d. Tốc độ cố kết của nền đất

Mục đích của công tác gia cường nền đất sét yếu bão hòa nước bằng bậc thấm là nhằm đạt được mức độ cố kết yêu cầu trong khoảng cách thời gian xác định.

Với thiết bị tiêu nước thẳng đứng bằng bậc thấm kết hợp với gia tải trước tổng mức độ cố kết U là kết quả kết hợp của hiệu quả tiêu nước theo phương ngang (hướng tâm) U_h và tiêu nước theo phương thẳng đứng U_v .

Theo công thức của N. Carrillo xác lập 1942 ta có:

$$U = 1 - (1 - U_h)(1 - U_v)$$

U_h - mức độ cố kết theo phương ngang của bậc thấm (U_h có thể tra bảng hoặc tính theo công thức).

$$U_h = 1 - \exp\left(\frac{-8T_h}{F(n)}\right)$$

T_h - Nhân tố thời gian theo phương ngang:

$$T_h = \frac{C_h}{D_e^2} t$$

C_h - Hệ số cố kết theo phương ngang;

D_e - Đường kính ảnh hưởng của thiết bị tiêu nước;

$F(n)$ - Nhân tố xét đến ảnh hưởng của khoảng cách thiết bị tiêu nước

$$F(n) = \frac{n^2}{n^2 - 1} \ln(n) \frac{3n^2 - 1}{4n^2}$$

n - Hệ số Barron $n = \frac{D_e}{d}$

d - Đường kính tương đương của bậc thấm:

$$d = \frac{a + b}{2}$$

Vì d rất nhỏ so với D_e nên hệ số Barron trong trường hợp này thường rất lớn do đó trong công thức n^2 sẽ rất lớn so với 1 ($n \gg 1$) vì thế $F(n)$ có thể tính đơn giản là:

$$F(n) = \ln(n) - \frac{3}{4}$$

U_v - Mức độ cố kết của nền đất theo phương đứng của bậc thấm (U_v cũng có thể tra bảng hoặc tính toán bằng công thức)

e. Sức cản của thiết bị tiêu nước thẳng đứng bằng bậc thấm

Trong thực tế thi công người ta nhận thấy mức độ cố kết của nền đất không đều nhau trong suốt chiều dày của tầng đất yếu, nguyên nhân là do sức cản của thiết bị tiêu nước bằng bậc thấm, cụ thể là:

- Áp lực ngang (áp lực hông) càng xuống sâu càng tăng lên. Khi đó lớp vải địa kỹ thuật bao bọc ngoài bị ép sát vào lõi chất dẻo làm giảm tiết diện ngang của ống dẫn nước.

- Thiết bị tiêu nước bị cong do tác dụng của áp lực thẳng đứng lớn, khi đó tốc độ dòng thấm bị giảm đáng kể.

- Các hạt đất rất nhỏ bị lấp nhét vào trong lõi chất dẻo sẽ bị cản trở khả năng dẫn thoát nước theo phương thẳng đứng của thiết bị.

Chính vì những nguyên nhân trên đây đã tác động đáng kể đến trị số mức độ cố kết và làm cho nó không còn là hằng số theo chiều sâu.

Người ta có thể điều chỉnh trị số mức độ cố kết U_h bằng biểu đồ dựa vào các thông số cơ bản sau đây:

- Chiều dày của bậc thấm;
- Đường kính ảnh hưởng của bậc thấm;
- Lưu lượng nước thoát ra qua thiết bị tiêu nước bằng bậc thấm dưới gradien thủy lực $I = 1$;
- Hệ số thấm nước của đất theo phương ngang.

g. Lựa chọn thiết bị tiêu nước thẳng đứng chế tạo sẵn bằng bậc thấm

Người ta thường dùng các thiết bị tiêu nước chế tạo sẵn bằng bậc thấm có đường kính quy đổi $d = 50$ đến 70 mm. Theo Rixner trong các tài liệu nghiên cứu về bậc thấm công bố năm 1986 thì không nên dùng các loại bậc thấm có đường kính quy đổi d bé hơn 50 mm.

Tóm lại việc lựa chọn thiết bị tiêu nước bằng bậc thấm phải có khả năng thoát nước ít nhất là $100 \text{ m}^3/\text{năm}$ khi gradien áp lực $I = 1$ và dưới ứng suất nén cực đại cho phép không nở ngang.

Bô lọc - lớp vải địa kỹ thuật bọc ngoài chất dẻo, vừa phải có độ thấm cao vừa ngăn chặn được các hạt cát nhỏ chui qua. Trong mọi điều kiện độ thấm của bộ lọc phải cao hơn độ thấm của nền đất bao quanh nó.

Theo Holtz kết quả nghiên cứu năm 1987 độ thấm nên lấy như sau:

$$K_{\text{vải địa kỹ thuật}} > 10 K_{\text{đất}}$$

3. Thi công bậc thấm

Thi công gia cố nền đất yếu bằng bậc thấm bao gồm 3 công đoạn:

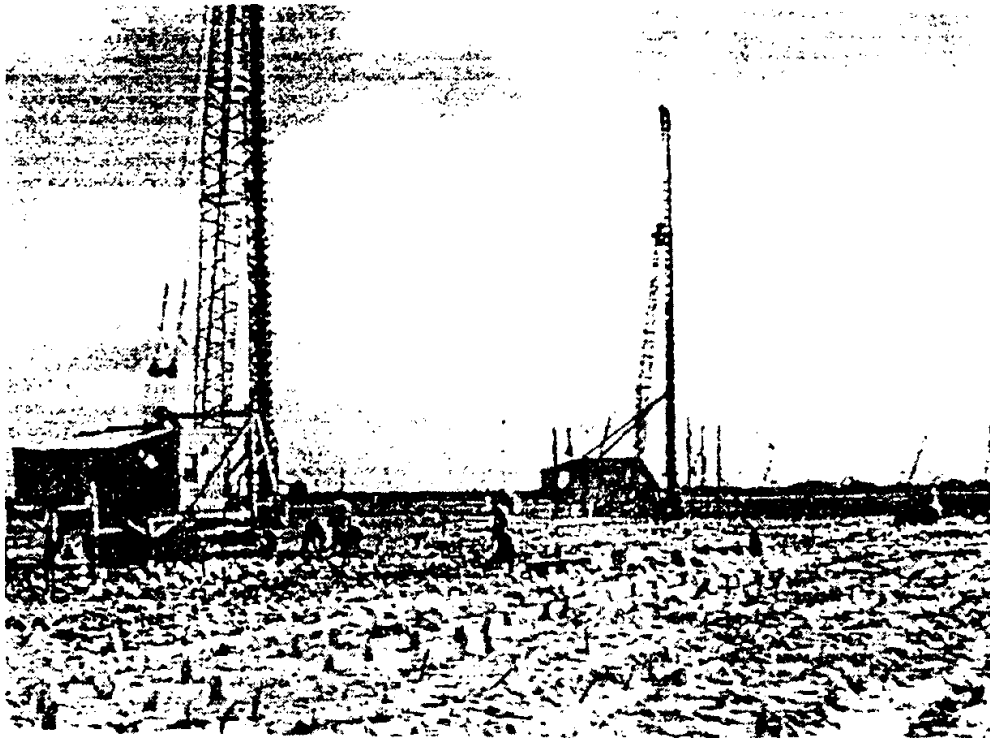
a. Thi công đệm cát trên đầu bậc thấm

Tầng đệm cát này phải được thi công trước khi thi công cắm bậc thấm. Tầng đệm này thường làm bằng cát thô hoặc cát hạt trung và được đầm chặt sao cho máy thi công di chuyển được và đảm bảo độ chặt theo yêu cầu thiết kế.

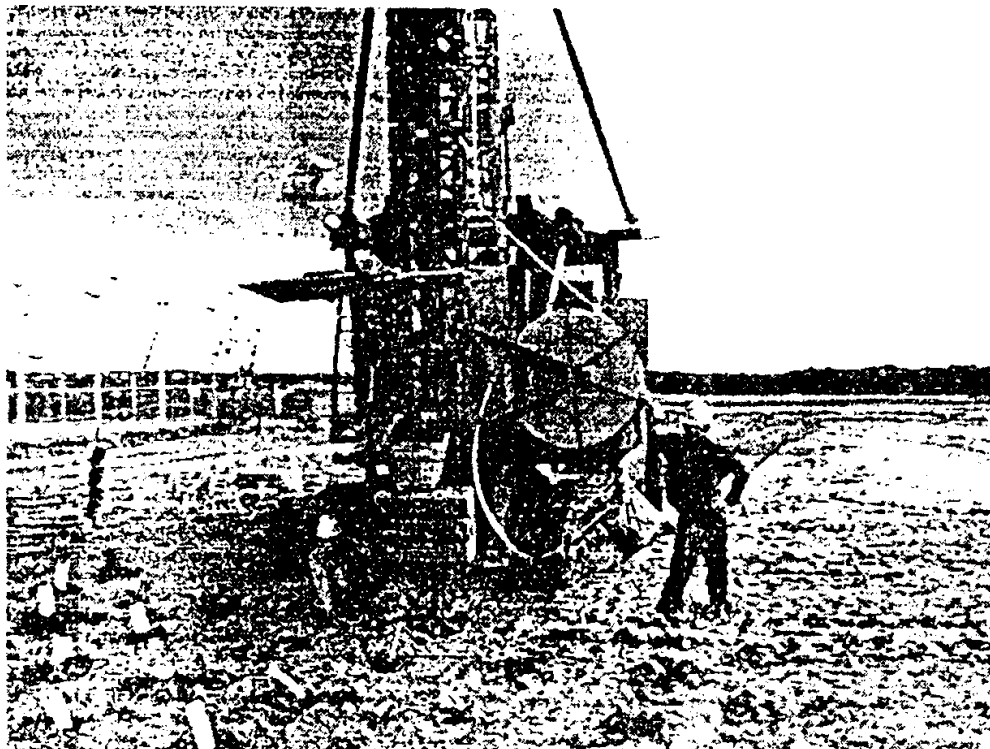
Tầng lọc ngược ở phía thấm ra ngoài mái ta luy của tầng đệm cát được thi công sau khi thi công cắm bậc thấm và trước khi đắp lớp gia tải.

Sau khi thi công cắm bắc thăm phía trên tầng đệm cát được trải một lớp cát hạt trung dày tối thiểu 25 cm để phủ đầu bắc thăm.

b. Thi công cắm bắc thăm (tiến hành sau khi thi công lớp đệm cát)



Hình 1.16. Thi công bắc thăm tại hiện trường.



Hình 1.17. Định vị điểm cắm bắc thăm.

Sơ đồ di chuyển của máy cắm bắc thấm được thiết kế sao cho đảm bảo 2 điều kiện:

- Hành trình di chuyển máy là ngắn nhất.
- Máy không được đè lên những đầu bắc thấm đã thi công.

Các điểm cắm bắc thấm được định vị bằng máy trắc địa. Cốt bắc thấm cao hơn mặt tầng đệm cát là 20cm.

Phải kiểm tra giám sát chặt chẽ để khi cắm vào đất nền khỏi bị lệch, nhất là khi chiều dài bắc thấm lớn.

c. Thi công lớp gia tải

Lớp gia tải được thi công theo từng lớp, thời gian và độ dày của mỗi lớp phải đảm bảo để nền đất luôn trong điều kiện ổn định.

Khi thi công gia tải cần phải có biện pháp tạo đường thoát thuận tiện cho nước lỗ rỗng thoát lên từ nền đất yếu, nước được ép và bị đẩy ra ngoài phạm vi nền đắp.

Phải đặt các mốc đo rồi tiến hành quan trắc độ lún, độ chuyển vị ngang và áp lực của nước trong lỗ rỗng.

Công tác dỡ tải được tiến hành theo từng lớp sau khi hết thời gian gia tải và độ lún của nền đất đạt được tương ứng với độ lún thiết kế.

IV. PHƯƠNG PHÁP GIA CỐ SÂU BẰNG CÔNG NGHỆ CỌC ĐẤT - VÔI - XIMĂNG

1. Tổng quan

Công nghệ gia cố sâu bằng cọc đất - vôi - ximăng được nghiên cứu và áp dụng đầu tiên tại Nhật Bản và các nước thuộc bán đảo Scandinave vào những năm 1970, ban đầu chỉ có vôi được sử dụng làm chất gia cố.

Phương pháp trộn dưới sâu được phát triển bắt nguồn từ yêu cầu cải tạo nền đất yếu cho các công trình cảng.

Từ đó đến nay công nghệ này đã được phát triển nhờ những nghiên cứu mà qua đó các thiết bị hoàn chỉnh hơn được sử dụng để tạo ra các cọc gia cố có chất lượng cao với những chất gia cố khác nhau phù hợp cho từng loại đất cũng như cho từng dạng công trình.

Tại Việt Nam phương pháp gia cố sâu bằng công nghệ cọc đất - vôi - xi măng ban đầu được nghiên cứu vào năm 1980 với sự giúp đỡ của Viện Địa kỹ thuật Thụy Điển. Đề tài nghiên cứu được Bộ Xây dựng nghiệm thu vào năm 1985 và được áp dụng cho một số công trình dân dụng và công nghiệp ở Hà Nội và Hải Phòng như:

- Gia cố móng nhà 7 tầng trụ sở Công an Hà Nội ở số 40 Hàng Bài.
- Nhà 5 tầng ở 59 Ngọc Khánh, Hà Nội.
- Tường vây hố đào nhà 5 tầng số 40 phố Lý Thường Kiệt, Hà Nội.
- Gia cố một số móng nhà như móng nhà 3 tầng Thanh Trì, nhà 4 tầng ở Mai Hương, Hà Nội và một số nhà khác ở thành phố Hải Phòng.

Gần đây một số công trình đã áp dụng công nghệ cọc đất - vôi - xi măng cho việc gia cố móng bốn bề như:

Công trình Tổng kho xăng dầu Hậu Giang tại khu công nghiệp Trà Nóc, Cần Thơ

Công trình móng bốn 10.000m³ tại kho xăng dầu Nhà Bè, thành phố Hồ Chí Minh.

- Công trình gia cố nền đất khu đầu điền nhà máy nhiệt điện Phú Mỹ 3, tỉnh Bà Rịa, Vũng Tàu.

Chiều dài cọc đất - vôi - xi măng đối với những công trình trên thường từ 8 đến 20m và khối lượng mét dài cọc cho mỗi một công trình khoảng từ 30.000m đến 43.000m.

Vật liệu cho công nghệ gia cố sâu nền đất yếu bằng cọc đất - vôi - xi măng là đất tại chỗ kết hợp với chất gia cố như vôi, xỉ quặng lò cao và xi măng, tùy theo mỗi loại đất khác nhau sẽ đòi hỏi các loại chất gia cố và hàm lượng khác nhau. Vấn đề này thường được nghiên cứu các mẫu trộn, tùy theo loại đất, trong phòng thí nghiệm sau đó đem thi công cọc và tiến hành thử tải tại hiện trường.

Sự tăng độ bền và giảm độ co của đất là kết quả của phản ứng giữa đất với chất gia cố, nó phụ thuộc chủ yếu vào các dạng khoáng vật trong đất, độ ẩm, lượng hữu cơ trong đất cũng như trong vật liệu gia cố.

Các phản ứng hoá học trong quá trình làm việc của cọc đất - vôi - xi măng là phản ứng của vôi, xỉ quặng, xi măng trong môi trường đất tự nhiên, cụ thể như sau:

- *Vôi*: Vôi được sử dụng trong gia cố nền đất là CaO (ôxít can-xi). Khi trộn với đất vôi sống tác dụng với nước trong đất tạo ra Ca(OH)_2 (hydroxít can-xi). Quá trình này diễn ra rất nhanh và rất mãnh liệt, một lượng nhiệt lớn được thoát ra từ phản ứng hoá học trên làm giảm hàm lượng nước trong nền đất. Vôi hydroxít can-xi sẽ phản ứng với các loại khoáng vật sét để tạo ra chất gắn kết. Quá trình tạo thành chất gắn kết này lại diễn ra tương đối chậm.

- *Xỉ quặng*: Xỉ quặng là một sản phẩm trong lò cao thải ra trong quá trình luyện thép, nó có thành phần hoá học tương tự như xi măng Portland. Tùy thuộc vào quá trình làm nguội mà xỉ quặng có thể có hình dạng và thành phần khác nhau, đối với việc gia cường nền đất rời nên sử dụng loại quặng xỉ có hàm lượng thủy tinh cao. Xỉ quặng là chất kết dính thủy lực phát triển chậm và cần chất xúc tác để tạo phản ứng. Thông thường trong trường hợp này chất xúc tác người ta vẫn dùng là xi măng.

- *Xi măng Portland*: Thành phần chủ yếu của xi măng Portland là silicat canxi và aluminat canxi sẽ phản ứng trong môi trường nước để tạo ra các hợp chất hydrat. Vữa xi măng sẽ hình thành một liên kết cứng giữa các thành phần hạt của khối gia cố.

2. Tính toán cọc đất - vôi - xi măng

a. Tính toán khả năng chịu tải giới hạn của cọc đơn

Khả năng chịu tải của cọc đơn gia cố được quyết định bởi sức kháng cắt của đất sét yếu bao quanh cọc (trường hợp đất bị phá hoại) hoặc sức kháng cắt của vật liệu cọc (trường hợp cọc bị phá hoại).

Loại phá hoại đầu phụ thuộc vào sức cản do ma sát mặt ngoài cọc và sức kháng mũi ở chân cọc.

Loại phá hoại sau phụ thuộc vào sức kháng cắt của vật liệu cọc.

+ Khả năng chịu tải giới hạn của cọc đơn trong đất sét yếu khi đất bị phá hoại được tính theo công thức:

$$Q_{gh \text{ đất}} = \pi d H_{cọc} + 2,25 \pi^2 d^2 C_u$$

Trong đó:

d - đường kính cọc;

$H_{cọc}$ - chiều dài cọc;

C_u - độ bền kháng cắt không thoát nước của đất sét yếu bao quanh cọc được xác định bằng thí nghiệm ngoài trời.

+ Khả năng chịu tải giới hạn của cọc gia cố, trường hợp cọc bị phá hoại. Khi chịu tải trọng ngắn hạn, được tính theo công thức:

$$Q_{gh \text{ cọc}} = A_{cọc} (3,5 C_{cọc} + 3 \sigma_n)$$

$A_{cọc}$ - diện tích tiết diện ngang của cọc gia cố;

$C_{cọc}$ - lực dính của vật liệu cọc gia cố;

σ_n - tổng áp lực ngang tác động lên cọc tại mặt cắt giới hạn.

Do có hiện tượng rão của cọc khi cọc làm việc lâu dài nên độ bền lâu dài hay còn gọi là khả năng chịu tải thực tế của cọc được tính toán như sau:

$$Q_{rão \text{ cọc}} = (0,65 \div 0,85) Q_{gh \text{ cọc}}$$

b. Tính toán khả năng chịu tải giới hạn của một nhóm cọc

Trường hợp này cọc đất - vôi - xi măng được tính với giả thiết cột nửa cứng, những cột này tương tác với phần đất chưa được gia cố nằm giữa các cột coi như tạo thành một khối đồng nhất.

Khả năng chịu tải giới hạn của nhóm cọc gia cố phụ thuộc vào độ bền kháng cắt của đất sét yếu nằm giữa vật liệu hỗn hợp đã được gia cố làm cọc.

Sự phá hoại nhóm cọc có thể xảy ra theo 2 trường hợp sau:

+ Nếu xảy ra sự phá hoại toàn khối thì khả năng chịu tải giới hạn của nhóm cọc:

$$Q_{gh} = 2 C_u H (B + L) + (6 \div 9) C_u B L$$

C_u - sức kháng cắt tự nhiên của nền đất sét yếu bao quanh cọc;

B, L, H - chiều rộng, chiều dài, chiều cao của nhóm cọc;

Hệ số 6 - dùng cho móng hình chữ nhật (khi $L > B$);

Hệ số 9 - dùng cho móng hình vuông ($L \approx B$).

+ Nếu xảy ra phá hoại cục bộ thì giới hạn chịu tải của nhóm cọc được tính

$$q_{gh} = 5,5C_{TB} \left(1 + 0,2 \frac{b}{l} \right)$$

C_{TB} - độ bền kháng cắt trung bình ban đầu của đất theo bề mặt bị phá hoại;

b, l - chiều rộng và chiều dài của vùng bị phá hoại cục bộ.

c. Tính toán tổng độ lún của nền đất gia cường bằng cọc - vôi - xi măng

Tổng độ lún lớn nhất bằng tổng độ lún cục bộ của toàn khối nền được gia cường (Δh_1) và độ lún cục bộ của tầng đất nằm dưới đáy khối đất được gia cường bên trên (Δh_2):

$$\Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2$$

Δh_1 - độ lún cục bộ của khối nền đất sau khi đã được gia cường:

$$\Delta h = \frac{qH}{aM_{cọc} + (1-a)M_{đất}}$$

a - tiết diện;

q - tải trọng phân bố đều do công trình hay nền đất đắp bên trên truyền xuống;

$M_{đất}$, $M_{cọc}$ - modun lún của đất nền chung quanh và của vật liệu cọc:

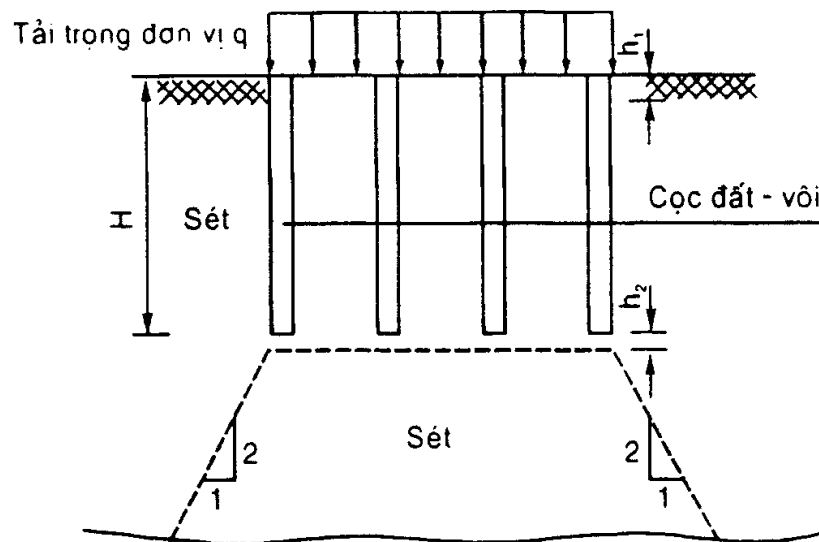
$$M = \frac{\Delta \sigma}{\Delta e}$$

$\Delta \sigma$ - số gia ứng suất truyền lên đất hay cọc;

Δe - số gia hệ số rỗng của đất nền hay vật liệu cọc;

Δh_2 - độ lún cục bộ của tầng đất nằm dưới mũi cọc;

$$\Delta h_2 = \beta \Delta h_0$$



Hình 1.18. Sơ đồ tính toán tổng độ lún của nền được gia cường bằng cọc đất - vôi - xi măng dưới tải trọng phân bố đều khi chưa vượt quá độ bền rão của cọc

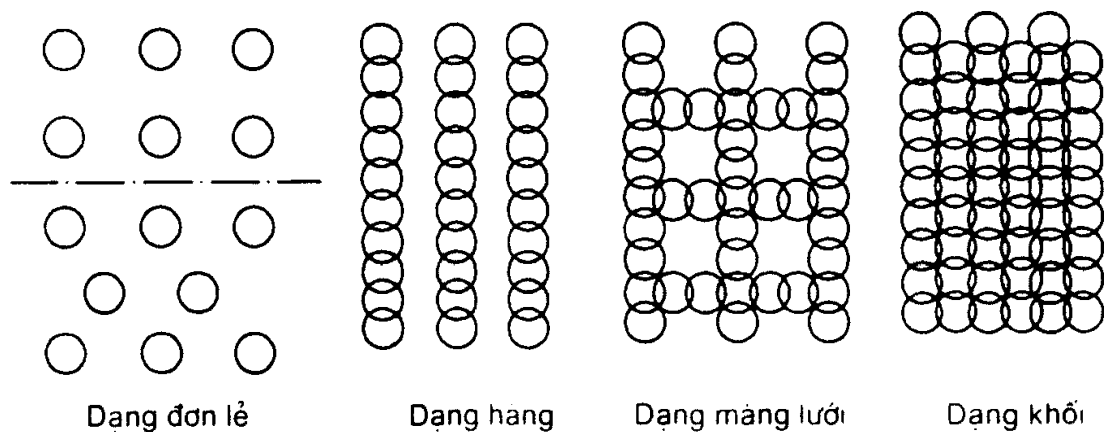
Δh_o - độ lún cuối cùng của tầng đất dưới mũi cọc;

β - hệ số giảm thiểu độ lún - đó là tỷ số giữa tổng độ lún của khối đất đã gia cường bằng cọc đất - vôi - xi măng với tổng độ lún của chính khối đất đó ở trạng thái tự nhiên.

$$\beta = \frac{M_{\text{đất}}}{aM_{\text{cọc}} + (1-a)M_{\text{đất}}}$$

d. Các dạng lưới cọc đất - vôi - xi măng

- Khi cọc được sử dụng để gia cố chống trượt chúng được bố trí theo dạng hàng, dạng lưới hay dạng khối nhằm ngăn chặn sự phát triển của các mặt trượt.



Hình 1.19. Các dạng lưới cọc đất - vôi - xi măng

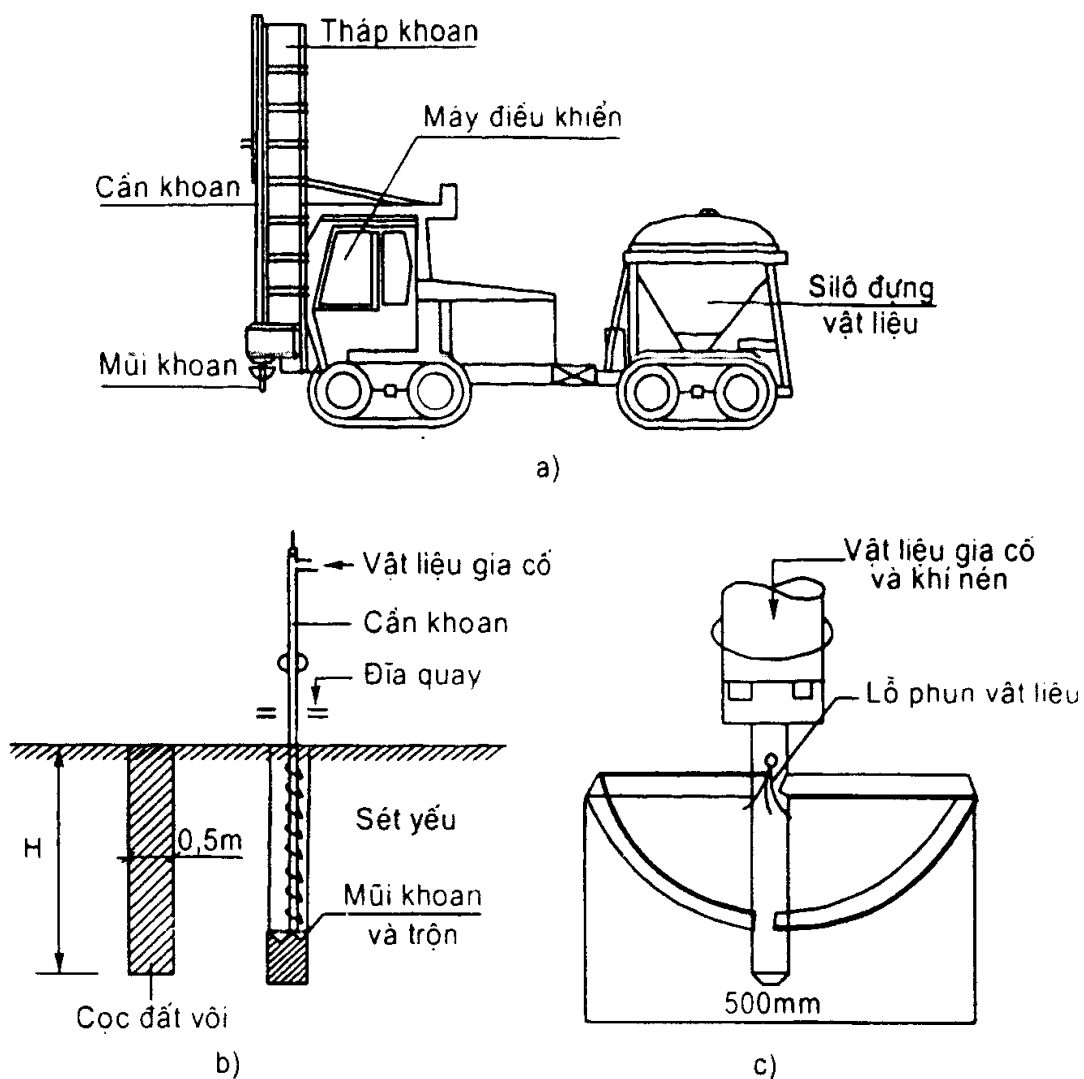
· Khi cọc được sử dụng cho mục đích làm giảm độ lún chúng được bố trí theo dạng cọc đơn.

3. Công nghệ thi công cọc đất - vôi - xi măng

Phương pháp thi công cọc đất - vôi - xi măng có thể phân chia thành 2 loại

a. Phương pháp trộn phun khô

Cọc gia cố được tạo thành bởi hỗn hợp đất tại chỗ và vật liệu gia cố.



Hình 1.20. Sơ đồ nguyên tắc máy thi công cọc đất - vôi - xi măng
a - sơ đồ tổng thể; b - cọc đất - vôi - xi măng; c - mũi khoan

Mũi khoan được đưa sâu xuống đất bằng phương pháp khoan xoay, khi đã đạt tới chiều sâu thiết kế mũi khoan được quay ngược trở lại và rút dần lên, lúc này mũi khoan làm nhiệm vụ trộn đất tại chỗ với chất gia cố. Trong suốt quá trình trộn hỗn hợp chất gia cố được đưa vào hố khoan bằng khí nén qua một ống có lỗ phun ở đầu mũi khoan.

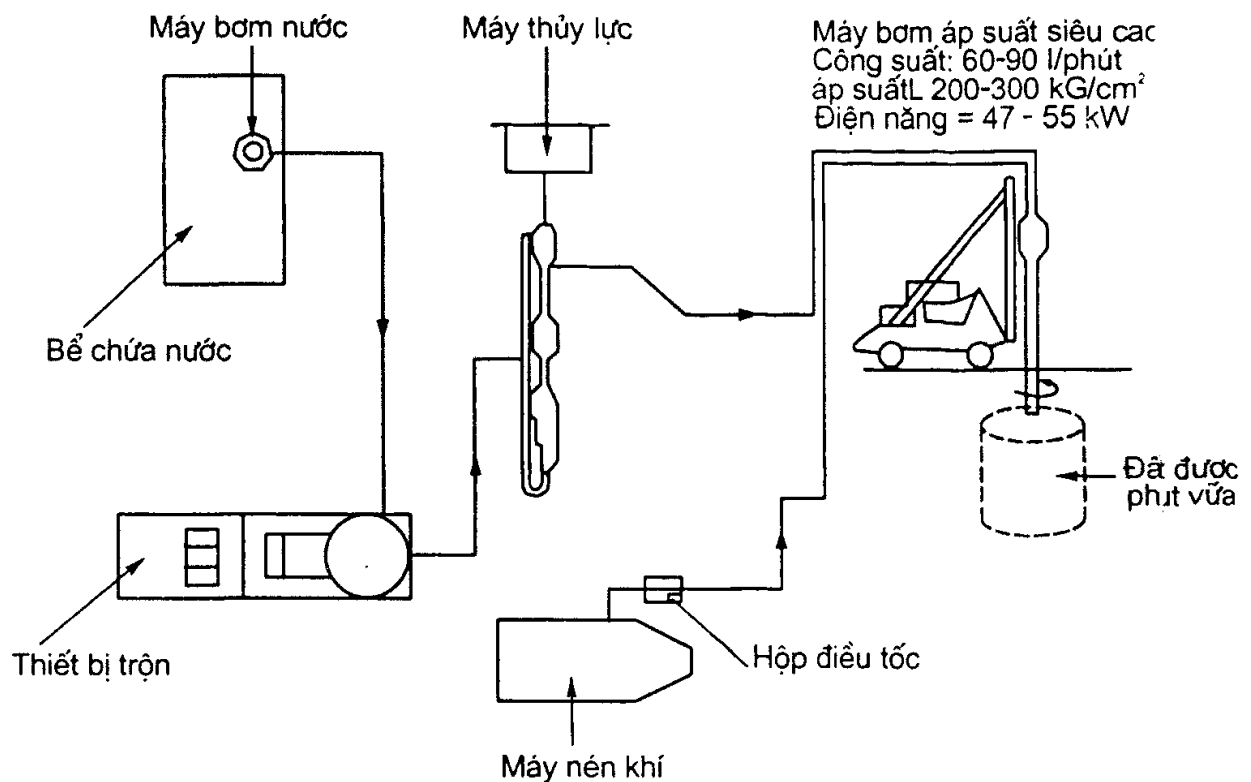
Theo phương pháp này người ta không cho thêm nước vào đất, mặt khác khi dùng vôi sống làm chất gia cố thì quá trình hydrat hoá sẽ tạo ra nhiệt làm khô đất chung quanh vì thế hiệu quả cải tạo đất sẽ tốt hơn.

b. Phương pháp trộn phun vữa

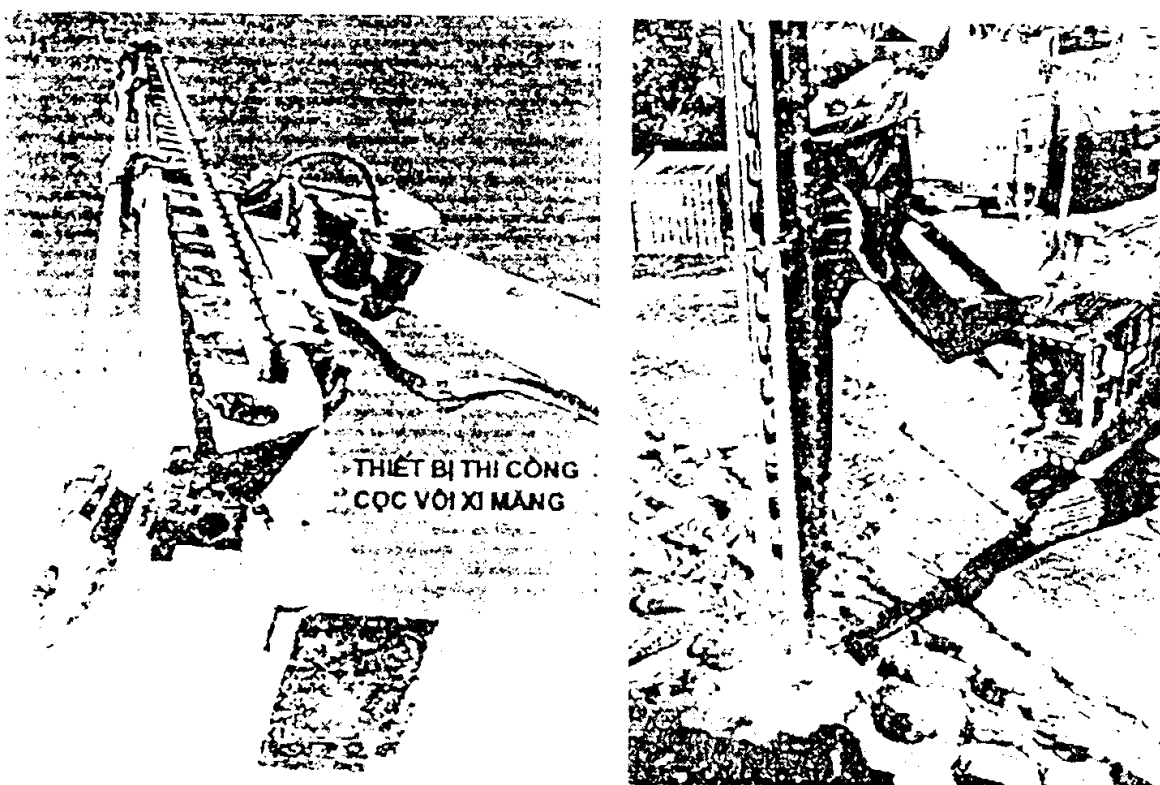
Thực chất đây là phương pháp phun vữa, vữa vôi hay xi măng được phun vào đất với áp suất từ 20 mPa đến 40 mPa từ một vòi phun xoay.

Thiết bị thi công theo phương pháp này tương đối gọn nhẹ nên dễ di chuyển.

Ưu điểm của phương pháp này là đường kính của cọc được gia cố có thể thay đổi theo độ sâu tùy theo sự biến đổi về độ bền kháng cắt của nền đất.



Hình 1.21. Sơ đồ thiết bị để phun vữa.



Hình 1.22. Thiết bị thi công cọc đất - vôi - xi măng.

V. PHƯƠNG PHÁP ỨNG DỤNG VẢI ĐỊA KỸ THUẬT ĐỂ GIA CƯỜNG NỀN ĐẤT YẾU

1. Tổng quan

Các ứng dụng đầu tiên của vải địa kỹ thuật để gia cường nền đất được biết đến từ rất xa xưa như ở Vạn Lý Trường Thành của Trung Quốc.

Vào năm 1926 vải cốt-tông dày đã được dùng như vật liệu ngăn cách để cải tạo và ổn định nền đường do cục đường bộ nam Carilia thực hiện.

Từ năm 1926 đến những năm 1960 của thế kỷ XX hầu hết các ứng dụng vải địa kỹ thuật dùng làm lớp bảo vệ, phòng chống xói lở trong xây dựng các công trình cầu đường, thủy lợi cho những nền đất kém ổn định.

Các sản phẩm vải địa kỹ thuật được dùng như một lớp ngăn cách, tầng lọc ngược và tiêu nước. Từ những năm 1960 đến 1980 hàng loạt các sản phẩm của vải địa kỹ thuật được ra đời trong đó có các sản phẩm vải địa kỹ thuật không dệt được sản xuất bằng phương pháp nhiệt hoặc châm kim.

Cùng với sự phát triển của vải địa kỹ thuật các phương pháp tính toán thiết kế vải địa kỹ thuật cũng dần dần được hoàn thiện. Hội thảo Quốc tế lần đầu tiên về vải địa kỹ thuật được tổ chức Pháp năm 1977 tiếp đó là sự ra đời của Hiệp hội vải địa kỹ thuật. Quốc tế cùng các tổ chức tiêu chuẩn như ASTM càng khẳng định vị trí cần thiết của vải địa kỹ thuật. Bắt đầu từ những năm 1980 trở về sau này các phương pháp tính toán thiết kế gia cường nền đất bằng vải địa kỹ thuật phục vụ xây dựng hàng loạt những công trình khác nhau ra đời. Các công trình điển hình sử dụng vải địa kỹ thuật có thể kể đến như:

- Công trình bảo vệ bờ biển Duch Delta Work Sclieme Hà Lan đã dùng tới 10 triệu mét vuông vải địa kỹ thuật.

- Các công trình ở Bắc Mỹ chỉ trong 10 năm từ 1970 đến 1980 đã sử dụng tới 90 triệu mét vuông vải địa kỹ thuật.

Ở Việt Nam việc sử dụng vải địa kỹ thuật còn khá mới mẻ, năm 1995 Công ty Công trình Giao thông 2 Hà Nội lần đầu tiên đã sử dụng vải địa kỹ thuật trong công tác gia cố nền đường.

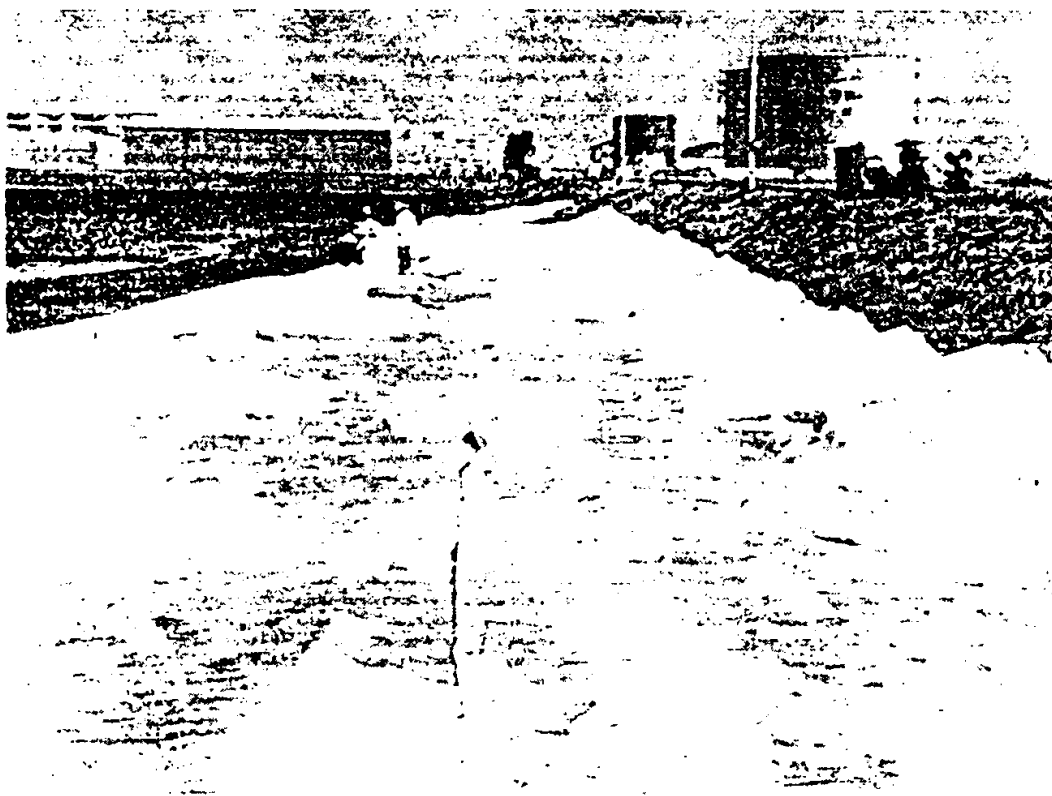
Trong những năm gần đây, vải địa kỹ thuật đã được dùng trong các dự án như nâng cấp, cải tạo quốc lộ 5, quốc lộ 51, quốc lộ 18, quốc lộ 10, đường cao tốc Láng - Hòa Lạc, đường Hồ Chí Minh và một số công trình thủy lợi như đê biển, đê sông, đập ở một số hồ chứa nước.

Sở dĩ vải địa kỹ thuật ngày càng được dùng phổ biến trên thế giới cũng như ở Việt Nam vì không những giá thành rẻ so với các giải pháp xử lý khác mà phương pháp thi công lại dễ dàng, không đòi hỏi trang thiết bị hiện đại, chuyên chở gọn nhẹ dễ bảo quản, rút ngắn được thời gian thi công. Mặt khác, vải địa kỹ thuật còn có nhiều tính năng phong phú khác như:

- Dùng làm bộ phận tiêu lọc nước;
- Dùng làm lớp ngăn cách;
- Chống xói mòn trong gia cố đê đập;
- Tạo mái dốc và hạ mực nước ngầm.

Tuy nhiên, việc dùng vải địa kỹ thuật để gia cố nền đất yếu và ổn định cơ học khối đất đắp cũng có mặt hạn chế là chỉ áp dụng được cho

những vùng đất có chiều sâu tầng đất yếu tương đối nhỏ, khi tầng đất yếu dày trên 2m thì phương pháp này thường được áp dụng kết hợp với một số phương pháp gia cố sâu khác.



Hình 1.23. Thi công trải vải địa kỹ thuật.

2. Các sản phẩm của vải địa kỹ thuật

Hiện nay các sản phẩm của vải địa kỹ thuật đều chế tạo từ các chế phẩm phụ của dầu mỏ, đó là các hợp chất như polyester, polypropylene, polyamide, polyethylene - terephthalate...

Tùy theo từng hợp chất và phương pháp sản xuất mỗi loại vải địa kỹ thuật có những đặc tính về cơ lý hoá khác nhau như độ dãn, sức chịu kéo chịu cắt, độ thấm nước, sự thích nghi với môi trường...

Qua các thí nghiệm cũng như thực tế sử dụng cho thấy vải polyester là tốt hơn cả.

Trên thế giới có rất nhiều loại vải địa kỹ thuật đang được sử dụng nhưng theo hình thức sản xuất người ta phân ra làm 2 loại chính:

a. Loại vải dệt:

Các sợi dọc và ngang của vải địa kỹ thuật cũng được dệt như vải thường, loại này sức chịu kéo theo hướng dọc bao giờ cũng lớn hơn theo hướng ngang. Người ta gọi vải địa kỹ thuật này là nhóm vải dệt có độ dẫn thấp và sức chịu kéo cao. Đặc trưng cho nhóm này là các loại vải:

- Robusta, Nicolon của Hà Lan
- Amoco của Anh
- Krafter của Nhật.

b. Loại vải không dệt:

Gồm các sợi ngắn được liên kết không theo một hướng nhất định nào bằng các phương pháp nhiệt, hoá chất dính hoặc châm kim, người ta gọi loại vải địa kỹ thuật này là nhóm vải có độ dẫn lớn và sức chịu kéo thấp.

Đặc trưng cho nhóm này có các loại vải:

- Fiberlex của Đan Mạch;
- Plyfelt của Úc;
- Rerrafix của Canada;
- Sodoca, Bidium của Pháp.

Ngoài 2 nhóm chủ yếu trên còn có một nhóm vải địa kỹ thuật khác là nhóm đan, ngược với nhóm vải dệt, loại đan sức chịu kéo theo phương ngang lớn hơn theo phương dọc.

Đại diện cho nhóm này là vải Terram RF/12 của Anh.

3. Chức năng của vải địa kỹ thuật

Vải địa kỹ thuật người ta đã thống kê được 6 công dụng chính:

a. Làm lớp ngăn cách giữa các vật liệu khác nhau:

Đất và các vật liệu làm nền đường có khả năng chịu kéo kém, nhờ có các lớp vải địa kỹ thuật ngăn cách nên các lớp vật liệu rời không bị trộn vào nhau và nhờ khả năng chịu kéo tốt vải địa kỹ thuật không những phân bố ứng suất đồng đều trên nền đất mà còn tiếp nhận được lực kéo tương tự như cốt thép trong bê tông.

b. Gia cường nền đất yếu:

Lớp vải địa kỹ thuật này giống như loại cốt làm tăng khả năng chịu tải của nền đất yếu, làm nền đất đắp ổn định.

c. Làm tầng lọc ngược:

Cho phép nước chảy qua vải nhưng lại ngăn không cho đất lọt qua, như vậy tránh được hiện tượng sụt lún do tạo thành lỗ rỗng trong đất khi các hạt đất theo nước thoát ra ngoài, muốn vậy thì độ thấm của vải địa kỹ thuật phải cao hơn độ thấm của đất.

d. Làm chức năng dẫn nước:

Nước từ trong đất theo các lớp vải địa kỹ thuật được dẫn chảy ra ngoài nhờ vậy làm tăng lực chống cắt của đất. Tính chất này chỉ có ở loại vải địa kỹ thuật không dệt.

e. Sử dụng trong tường chắn đất:

Trong tường chắn đất vải địa kỹ thuật được sử dụng làm cốt người ta gọi là tường chắn đất cốt mềm.

g. Làm lớp bảo vệ chống xói mòn:

Để ổn định mái dốc các hố đào, mái dốc đê đập và bảo vệ nền đất đắp khỏi bị nước xói mòn người ta dùng vải địa kỹ thuật thay thế cách gia cố thông thường bằng gạch đá, bê tông. Dùng vải địa kỹ thuật trong trường hợp chống xói mòn không những tiết kiệm hơn mà còn đạt hiệu quả cao hơn vì lực ma sát giữa đất và vải rất lớn, do đó tăng khả năng chống trượt của khối đất, nâng cao tuổi thọ công trình và dễ thi công.

Ngoài ra tại các công trường xây dựng vải địa kỹ thuật còn được dùng làm các hàng rào bao quanh, mục đích để chặn bùn cát chỉ cho nước thoát ra ngoài tránh làm tắc cống và bảo vệ môi trường chung quanh.

4. Tính toán khả năng tăng cường độ của đất sau khi gia cường bằng vải địa kỹ thuật

Tính toán chính xác việc sử dụng vải địa kỹ thuật trong gia cường nền đất yếu thì rất phức tạp vì phải sử dụng rất nhiều công thức lý thuyết về toán học.

Broms đã đề xuất việc tính toán ứng suất phát sinh do hiệu quả màng mỏng.

Theo Broms ứng suất của đất theo phương ngang tại độ sâu Z trong trường hợp này được xác định như sau:

$$\sigma_h = \frac{P}{2\pi Z^2} \left[3 \sin^2 \theta \cos^2 \theta - \frac{(1 - 2\mu \cos^2 \theta)}{1 + \cos \theta} \right]$$

Trong đó:

P - tải trọng tác dụng theo phương thẳng đứng

θ - góc lệch của tải trọng và phương thẳng đứng

Z - chiều sâu từ bề mặt tác dụng của tải trọng đến điểm tính toán

μ - hệ số Poisson của đất

Nếu tải trọng tác dụng từ trên xuống dưới hoàn toàn theo phương thẳng đứng, tức là $\theta = 0$, đây là trường hợp rất phổ biến, thì phương trình trên sẽ là:

$$\sigma_h = -\frac{P}{2\pi Z^2} \left(\frac{1}{2} - \mu \right)$$

Nếu $\mu < 0,5$ thì $\sigma_h < 0$ tức là phát sinh ứng suất kéo trong đất trên mặt phẳng nằm ngang. Ứng suất kéo sẽ được vải địa kỹ thuật tiếp nhận, do đó ta thấy sự cần thiết phải bố trí các lớp vải địa kỹ thuật trong đất.

Từ phương trình trên ta thấy nếu tải trọng P càng lớn thì ứng suất kéo cũng càng lớn, đồng thời vải địa kỹ thuật càng đặt gần điểm đặt tải trọng (trường hợp Z càng nhỏ) thì ứng suất do vải tiếp nhận càng lớn.

Do đó thực tế người ta đã bố trí vải địa kỹ thuật ngay trên bề mặt lớp đất yếu để tăng cường khả năng chịu tải của nền đất.

Điều này đặc biệt có hiệu quả khi thi công hoặc lu lèn các lớp đất đắp ngay trên mặt lớp đất yếu.

**Bảng 1.3. Bảng thống kê về các lĩnh vực ứng dụng
và chức năng của vải địa kỹ thuật**

Lĩnh vực ứng dụng	Chức năng				
	Phân cách	Tiêu	Lọc	Gia cố	Bảo vệ
- Đường đất sân kho bãi đỗ xe	+	Δ	Δ	Δ	
- Đê các công trình ngăn nước	+	Δ	Δ	(*)	
- Gia cố mái dốc		+	Δ	+	
- Tiêu ngầm	Δ	Δ	+		
- Lọc qua đập đất	+	+	+		
- Khép kín ngăn chặn các vùng chứa chất thải				Δ	+
- Ngăn chặn các loại hoá chất			+		+
- Đường hầm chống thấm nước				Δ	+
- Sân vận động và các loại sân đấu khác		+	Δ	+	

Ghi chú: + Chức năng chính;

Δ Chức năng phụ;

(*) Có thể ứng dụng tùy loại đất.

**Bảng 1.4. Tổng kết về khả năng áp dụng biện pháp kỹ thuật
cải tạo nền đất cho các loại đất khác nhau**

Cơ chế cải tạo	Làm cốt vải địa kỹ thuật cọc cát mật độ dày	Hỗn hợp trộn hay phụt vữa	Đám chặt	Thoát nước giếng cát, bắc thấm cọc cát mật độ thưa
Thời gian cải tạo	Phụ thuộc sự tồn tại của cốt	Tương đối ngắn	Lâu dài	Lâu dài
Đất hữu cơ	+	+		+
Đất sét có nguồn gốc núi lửa	+	+		+
Đất sét cộ dẻo cao	+	+		+
Đất sét cộ dẻo thấp	+	+		+
Đất bùn	+	+	+	+
Đất cát	+	+	+	
Đất sỏi	+		+	
Trạng thái cải tạo của đất	Tương tác giữa đất và cốt	Xi măng hoá	Dung trọng cao do hệ số rỗng giảm	
	Không thay đổi trạng thái đất	Thay đổi trạng thái đất		

Bảng 1.5. Phương án áp dụng theo loại đất cần cải tạo

Phương pháp cải tạo	Cọc cát	Giếng cát tiêu nước	Bắc thấm	Cọc đất - Vôi - xi măng
Loại đất				
Đất hữu cơ	0	x	x	0
Than bùn	0	x	x	0
Đất sét độ dẻo cao	0	x	x	x
Đất sét độ dẻo thấp	0	x	x	x
Đất bùn	x	x	x	x
Đất cát	v	0	0	x

Bảng 1.6. Phương án áp dụng theo dạng công trình

Phương pháp cải tạo	Cọc cát	Giếng cát tiêu nước	Bắc thấm	Cọc đất - Vôi - xi măng
Dạng công trình				
Nền đường	0	0	X	X
Đường cầu dẫn	x	x	0	x
Bãi, cảng, sân bay	x	x	x	x
Nền móng công trình nhẹ	x	x	0	x
Ổn định đê chắn sóng	x	x	0	x
Đất lấn biển sông	x	x	x	0
Móng bốn bể chứa	x	x	0	x
Ổn định hố đào	0	0	0	x
Chống lún CT đặt ngầm	0	0	0	x

Ghi chú: 0: Không nên sử dụng

x: Nên sử dụng

Chương II

CÔNG TÁC LÀM KHÔ HỐ MÓNG, CÁC BIỆN PHÁP THI CÔNG TƯỜNG HẦM VÀ CÁC GIẢI PHÁP CHỐNG THẤM CHO TẦNG HẦM

I - CÔNG TÁC LÀM KHÔ HỐ MÓNG

Để việc thi công phần ngầm của các công trình được tương đối thuận lợi trong điều kiện mực nước ngầm cao cần có biện pháp hạn chế lưu lượng nước thấm thấu vào khu vực thi công hố đào.

Nước ngầm chảy vào hố đào gây sụt lở vách hố đào, đẩy nổi đáy hố đào, gây khó khăn cho việc thi công đặc biệt là thi công lớp bê tông đáy.

Tùy thuộc vào lưu lượng nước, độ cao mực nước ngầm, độ sâu của hố móng, thành phần hạt và tính chống thấm của đất nền mà định ra biện pháp thích hợp cho việc làm khô hố móng.

Các biện pháp phổ biến để làm khô hố móng:

1. Phương pháp bơm hút nước lộ thiên
2. Phương pháp hút ngầm:
 - Hút ngầm bằng giếng lọc
 - Hút ngầm bằng ống kim lọc
3. Phương pháp điện thấm
4. Phương pháp đóng băng

1. Phương pháp bơm hút nước lộ thiên:

Người ta khơi những đường rãnh đáy của chúng thấp hơn mực nước ngầm cần phải hạ. Nền hố móng phải làm hơi dốc để nước chảy được xuống rãnh, rãnh dẫn nước tụ vào một hố tập trung rồi dung gầu hoặc máy bơm để dẫn nước ra ngoài.

Bơm nước có thể liên tục hoặc theo chu kỳ.

Phương pháp này thường được áp dụng khi lưu lượng nước thấp, dòng chảy không mạnh. Nếu lưu lượng lớn và dòng nước chảy mạnh thì hố đào cần phải được bảo vệ và gia cường bằng các hàng cừ bằng gỗ hay bằng thép tùy theo độ sâu hố móng, tính chất công trình và điều kiện địa chất thủy văn của đất.

a. Công thức tính lưu lượng của nước cần bơm khỏi hố đào theo phương pháp hút nước lộ thiên được tính toán như sau:

$$Q = KIA$$

Q - Lưu lượng nước cần bơm khỏi hố đào

K - Hệ số thấm của đất (m/)

I - Gradient thủy lực

A - Tiết diện ngang của dòng thấm

b. Ưu khuyết điểm của phương pháp hút nước lộ thiên:

Cách hút nước lộ thiên là một phương pháp cực kỳ đơn giản ai cũng làm được và rất rẻ tiền vì nó không đòi hỏi kỹ thuật và thiết bị phức tạp, nhưng có nhiều nhược điểm, đặc biệt là đối với những công trình phức tạp thời gian thi công lâu, cụ thể là:

- Nếu phải làm hàng cừ bảo vệ thì phương pháp này tốn kém rất nhiều vật liệu và nhân lực nên trong đa số trường hợp giá thành cao.

- Mạch nước vẫn có thể rò qua khe hở của các hàng cừ bảo vệ và ở đáy hố móng làm trở ngại việc thi công cơ giới làm đất.

- Độ chắc của đất ở đáy hố móng bị giảm yếu vì do bị dòng chảy của nước xói mòn.

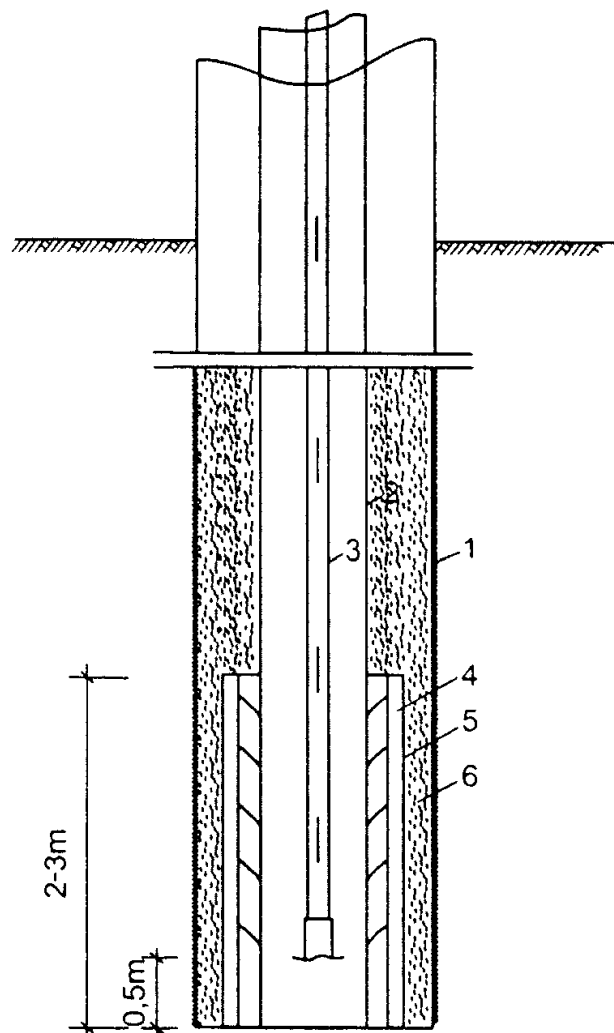
- Nếu mạch nước mạnh chảy thấm qua đáy hố móng sẽ cuốn theo đất đá ở đó lên làm tăng khối lượng đất phải đào và nguy hiểm hơn là làm yếu nền móng các công trình lân cận hố móng, gây lún nứt.

2. Hạ mực nước ngầm bằng giếng lọc:

Người ta khoan một loạt giếng lọc chung quanh hố đào và đặt các máy bơm hút nước. Mực nước ngầm ở đáy hố đào được hạ thấp cục bộ, thấp hơn đáy hố móng khoảng 0,5m đến 1,0m như vậy việc thi công đáy hố móng sẽ khô ráo.

Phương pháp này có hiệu quả cao khi đất nền là đất cát từ hạt nhỏ đến hạt thô có hệ số thấm trong khoảng giới hạn từ 1.0m đến 100m/ngày đêm, khi hệ số thấm của nền đất nhỏ hơn 1.0m/ngày đêm thì khối lượng nước hút được sẽ quá nhỏ và áp dụng phương pháp này để thi công cũng sẽ phức tạp và khó khăn và vì vậy nó trở nên không kinh tế.

Nhược điểm của phương pháp này là có thể gây lún cho các công trình thuộc vùng chung quanh giếng lọc, do đó khi áp dụng phương pháp này cần phải tính toán chính xác khoảng cách các giếng, số lượng giếng, lưu lượng nước bơm, thời gian bơm để sao cho sự ảnh hưởng của việc hút nước ngầm tác động đến khu vực chung quanh là ít nhất. Về nguyên tắc thì nguyên



Hình 2.24. Giếng lọc có máy bơm hút sâu

1. Ống bao; 2. Ống giếng; 3. Ống bơm;
4. Lớp dây thép; 5. Lưới lọc; 6. Lớp cát lọc

lý tính toán độ lún của đất nền trong trường hợp này cũng tương tự như tính toán mức độ cố kết của giếng cát thoát nước thẳng đứng.

Một nhược điểm nữa của phương pháp hạ nước ngầm bằng giếng lọc là tốn nhiều công trong việc thi công các giếng lọc nhất là những giếng có đường kính lớn, việc lắp ráp hệ thống lọc và lắp ráp máy bơm cũng như hệ thống ống hút ở dưới sâu khá phức tạp, máy bơm lại rất nhạy cảm khi nước có lẫn cát vì thế nếu hệ thống lọc không đảm bảo rất dễ làm hư hỏng máy bơm.

Thường thì giếng lọc không thu hồi được nên chỉ áp dụng ở những nơi lưu lượng nước lớn, thời gian sử dụng lâu nhưng không liên tục và mặt bằng thi công tương đối rộng rãi

3. Hạ nước ngầm bằng ống kim lọc:

Đây là phương pháp hút nông chiều sâu hạ nước ngầm không lớn khoảng 4 đến 5 m. Hệ thống ống kim lọc bao gồm những hàng ống lọc đường kính nhỏ bằng kim loại được cắm sâu xuống đất. hệ thống ống này được nối liền vào một ống góp hay còn gọi là ống tích thủy, ống này được nối với máy bơm.

Trạm bơm gồm có máy bơm nước ly tâm làm việc đồng thời với máy bơm chân không. Nguyên lý hoạt động của ống kim lọc tương tự như giếng lọc song việc triển khai và thu hồi nhanh do hệ thống ống kim lọc tự hạ xuống nền đất bằng nước cao áp mà không cần khoan.

Các kim lọc hoạt động theo một hệ thống nhất nên hiệu quả cao, ống kim lọc có thể đặt dày nên có thể tạo thành một vành đai chặn nước ngầm chảy vào hố móng. Hệ thống ống kim lọc áp dụng khi hố đào cần ngăn nước liên tục nhưng lưu lượng nhỏ.

Hạ nước ngầm bằng hệ thống ống kim lọc khi hố móng sâu thì phải chia làm nhiều cấp, mỗi cấp bố trí một hệ thống riêng biệt.

Những công trình áp dụng biện pháp hạ nước ngầm bằng ống kim lọc giữ được cấu trúc nguyên dạng của nền đất và thời gian thi công nhanh nhưng cũng có nhược điểm tương tự như phương pháp giếng lọc là nếu lưu lượng nước hút nhiều và liên tục trong một thời gian dài thì có thể

gây lún cho các công trình lân cận. Vì thế đôi khi để giảm lún cho các công trình bên cạnh người ta đã kết hợp phương pháp hạ mực nước ngầm bằng ống kim lọc và phương pháp bơm nước lộ thiên, lúc đó mực nước ngầm phía ngoài hố móng không cần hạ nhiều.

Tuy vậy để hạn chế lún đối với các công trình bên cạnh do ảnh hưởng của việc hạ mực nước ngầm bằng ống kim lọc các chuyên gia đã đưa ra lời khuyên là thời gian hút nước phải là tối thiểu.

Việc hoạt động của hệ thống ống kim lọc chỉ chấm dứt khi đã hàn đáy tầng hầm và đã hoàn thành việc chống thấm cho tường hầm. Lúc này toàn bộ hệ thống ống kim lọc sẽ được thu hồi để tái sử dụng.

a. Tính toán lưu lượng nước trong hệ thống ống kim lọc:

Công thức tính toán áp dụng cho sơ đồ hình vòng khép kín:

$$Q = \frac{1.36(2H - S)SK}{\lg R - \lg \sqrt{\frac{F}{\pi}}} \text{ (m}^3\text{/sec)}$$

Công thức áp dụng cho sơ đồ bố trí theo đường:

$$Q = \frac{(H^2 - h^2)lK}{R} \text{ (m}^3\text{/sec)}$$

Trong đó:

Q - Lưu lượng nước trong hệ thống ống kim lọc tính theo m³/sec.
Người ta căn cứ vào Q để tính toán và chọn công suất máy bơm cho hệ thống;

H - Độ dày của lớp nước ngầm tính từ mũi ống kim lọc trở lên (m);

S - Cao trình của mực nước ngầm muốn hạ xuống (m);

h - Độ dày của lớp nước ngầm còn lại (m):

$$H = S + h$$

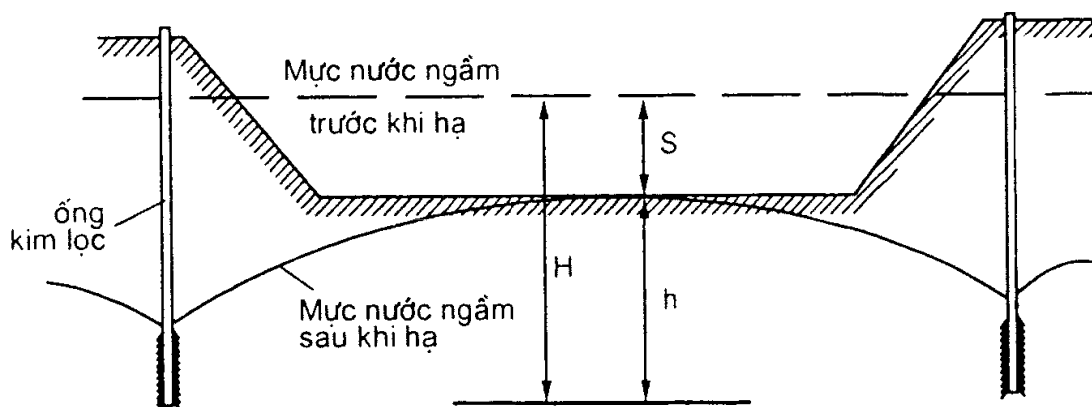
K - hệ số thấm của đất (m/ngày đêm);

R - Bán kính hoạt động của kim lọc (m) Theo Cusakin thì bán kính hoạt động của kim lọc được xác định theo công thức:

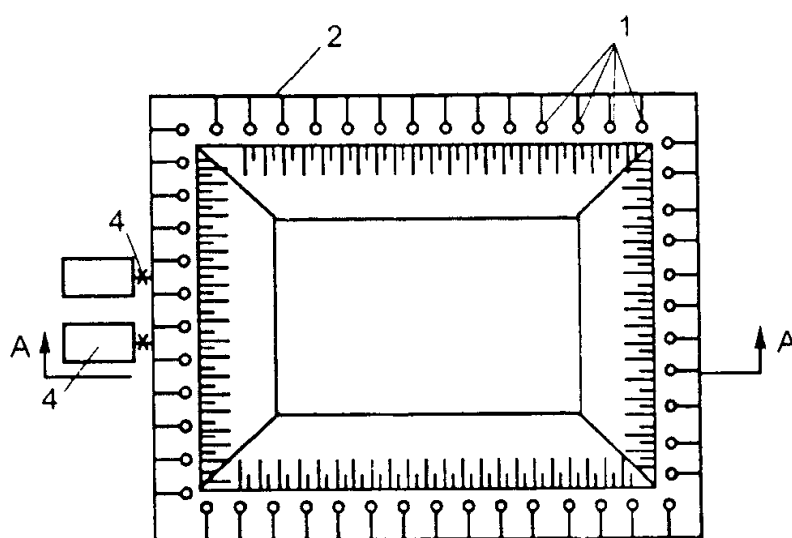
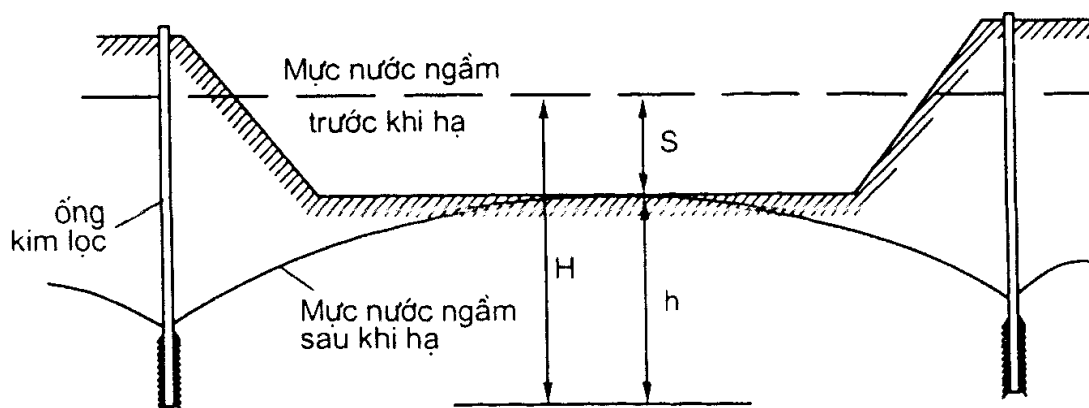
$$R = 575 \text{ SHK}$$

F - Diện tích vùng ảnh hưởng của hệ thống kim lọc (m^2);

l - Chiều dài của đường chuỗi kim lọc (m).

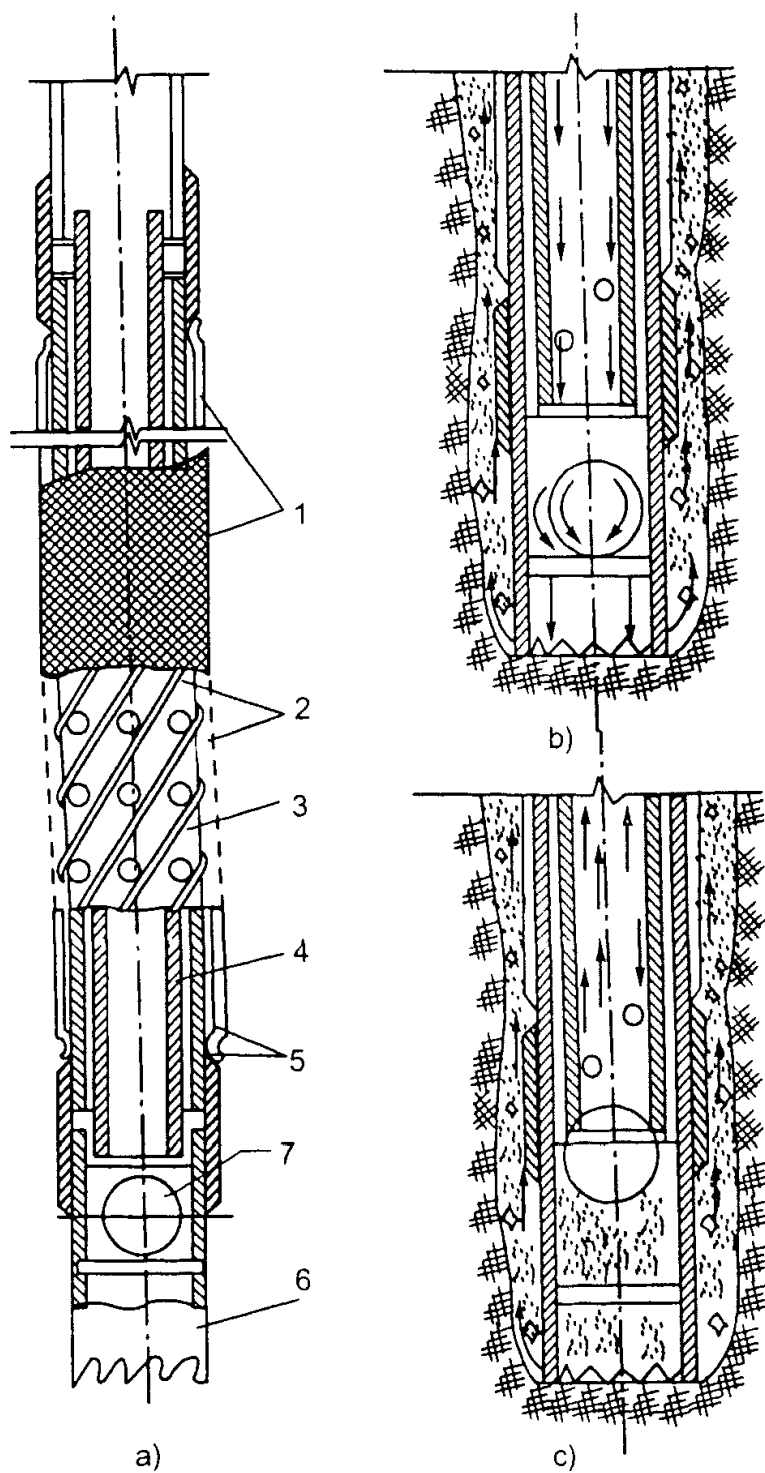


Hình 1.25. Cách xác định H, h, S trong công thức



Hình 1.26. Cách bố trí hệ thống ống kim lọc

1. Các ống kim lọc; 2. ống tích thủy; 3. Máy bơm; 4. Van đóng mở



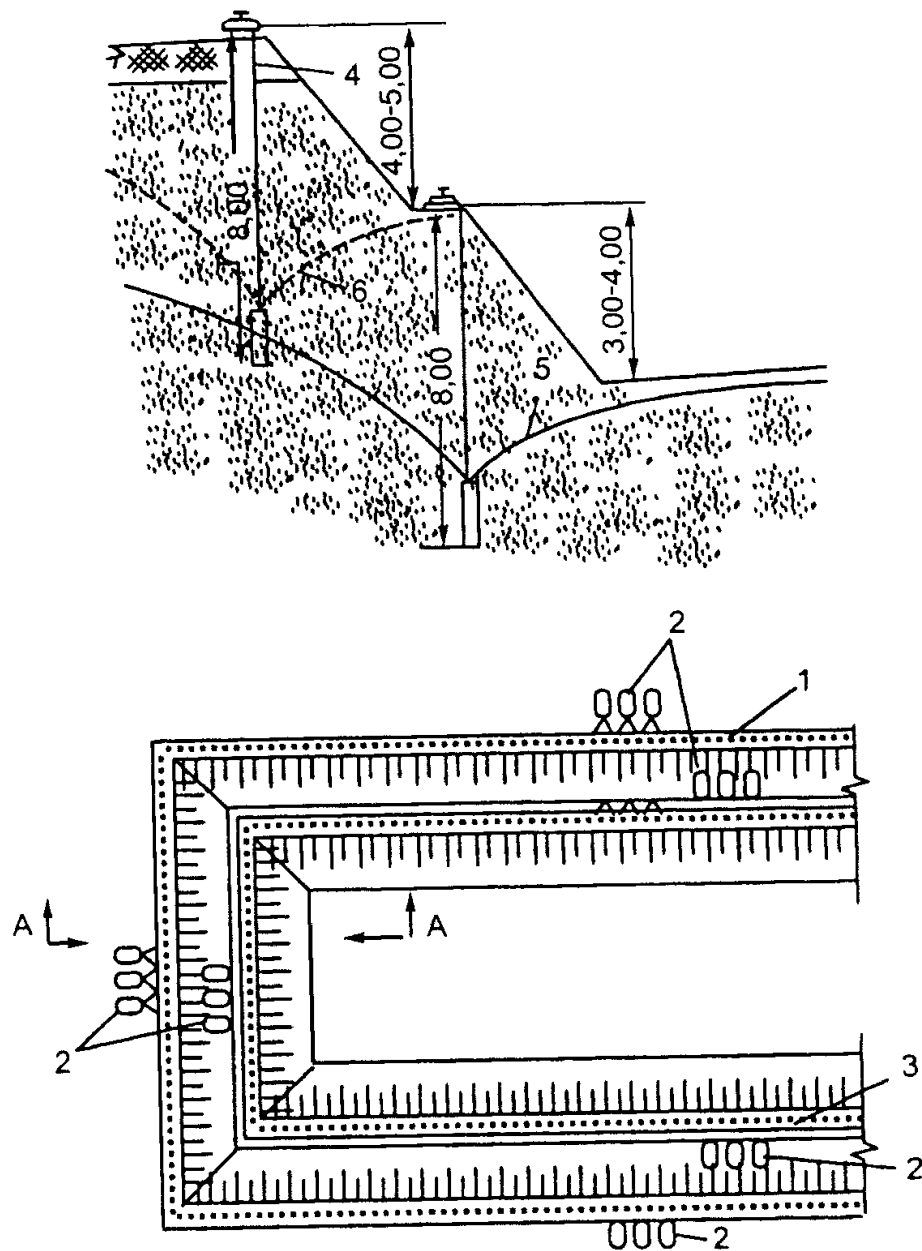
Hình 1.27. Đoạn ống thấm của ống kim lọc hút nông

a. Mặt cắt toàn bộ; b. Sơ đồ hoạt động của van khí hạ ống;
c. Sơ đồ hoạt động của van khí hút nước ngầm

1. Lưới lọc; 2. Cuộn dây; 3. Ống ngoài; 4. Ống trong
5. Lỗ ở phân dưới ống thu; 6. Mũi ống; 7. Van bi

b. Ưu điểm của phương pháp hạ mực nước ngầm bằng hệ thống ống kim lọc:

- Khi đào hố sâu các hạt đất nhỏ không bị nước cuốn đi vì cấu tạo các màn lưới lọc ở đầu ống kim lọc chỉ cho phép khí và nước lọt vào trong ống.



Hình 1.28. Cách bố trí hai tầng ống kim lọc

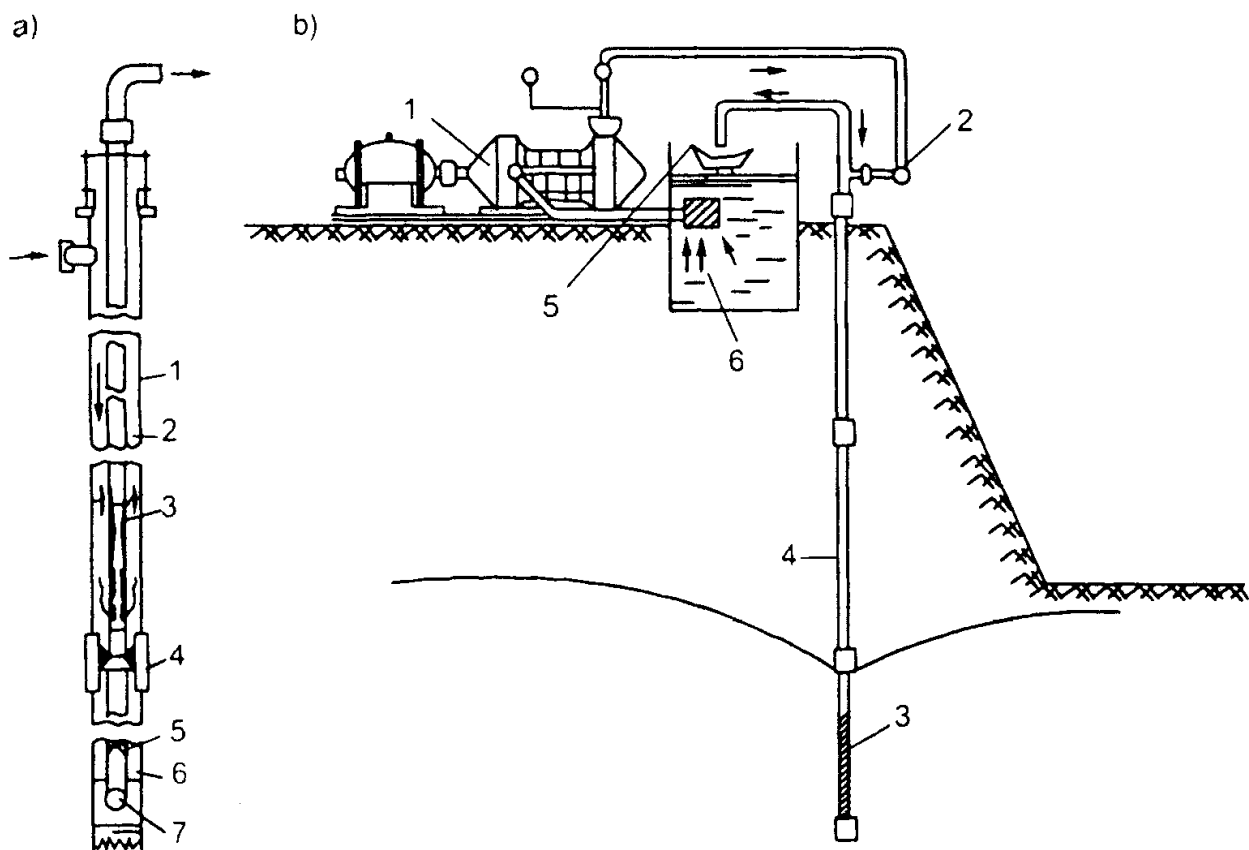
1. Ống tích thủy tầng thứ nhất; 2. Trạm bơm; 3. Ống tích thủy tầng thứ hai;
4. Mực nước ngầm bình thường; 5. Đường hạ mực nước khi hút tầng thứ hai;
6. Đường hạ mực nước khi hút tầng thứ nhất

- Do các bọt khí trong nền đất bị hút cùng nước nên độ rỗng trong đất giảm đi và do vậy khả năng chịu lực của nền đất hố móng được tăng cường.

- Ta luy của hố đào có thể làm dốc hơn bình thường nên khối lượng đất thi công có thể giảm.

- Thời gian thi công và giá thành trong nhiều trường hợp cũng giảm so với phương pháp hút nước lộ thiên.

- Đảm bảo cho các công trình lân cận ít bị lún.



Hình 1.29. Ống kim lọc hút sâu

a. Ống kim lọc hút sâu:

1. Ống ngoài; 2. Ống trong; 3. Miệng phun
4. Khớp nối; 5. Ống lọc trong
6. Ống lọc ngoài; 7. Van bi

b) Sơ đồ hoạt động

1. Máy bơm; 2. Ống dẫn nước
3. Phân lọc; 4. Phân thân ống
5. Máng; 6. Bể chứa nước

Như trên đã nói đối với hố móng sâu có thể đặt nhiều tầng ống kim lọc, tuy nhiên khi đặt vài tầng ống kim lọc thì khối lượng công tác đất sẽ tăng lên rất nhiều vì phải làm thành nhiều đường cơ để đặt ống, đặt máy

và phục vụ thi công, mặt khác các tầng ống kim lọc này sẽ rất trở ngại cho việc thi công móng vì thế nếu cần phải hạ nước ngầm xuống tới 15m thì phương pháp đặt nhiều tầng ống kim lọc nói chung cũng không áp dụng được. Muốn hạ nước ngầm trong trường hợp này cần phải có những thiết bị đặc biệt như ống kim lọc có miệng phun hoặc các loại giếng lọc có máy bơm hút sâu.

4. Hạ nước ngầm bằng phương pháp điện thấm:

Trường hợp gặp nhiều đất thịt no nước, đất hạt bụi hoặc á sét thì phương pháp hạ nước bằng ống kim lọc thông thường sẽ không có hiệu quả do lưu lượng nước tập trung về ống kim lọc không lớn trong khi nước vẫn thấm nhập vào đáy hố đào. Vì vậy muốn làm khô hố móng các loại đất thịt chứa nước ngầm có hệ số thấm từ 1,0 đến 0,01m/ngày đêm (tức là vào khoảng 10^{-3} đến 10^{-5} cm/sec) thì phải áp dụng phương pháp điện thấm.

Phương pháp này dựa trên nguyên lý là dưới tác động của dòng điện một chiều đi qua một vật ẩm (ở đây là đất) thì nước sẽ chuyển dịch về phía âm cực.

Dựa trên nguyên lý đó người ta trang bị thêm cho hệ thống ống kim lọc thông thường một động cơ máy phát điện một chiều có điện thế 50volt. Đầu các ống kim lọc cùng với ống tích thủy vào cực âm của nguồn điện một chiều tức là vào catốt. Song song với hàng ống kim lọc và cách nó khoảng 0,8m về phía hố móng người ta cắm những cọc thép (thường là các ống thép có đường kính khoảng 30 đến 40mm) các hàng cọc thép này có chiều dài gần bằng ống kim lọc và so le với các hàng ống các cọc được liên kết với nhau bằng thanh thép tròn đường kính 12 mm và đầu vào cực dương (a-nốt) của dòng điện một chiều.

Dưới tác dụng của dòng điện nước sẽ di chuyển về phía các ống kim lọc.

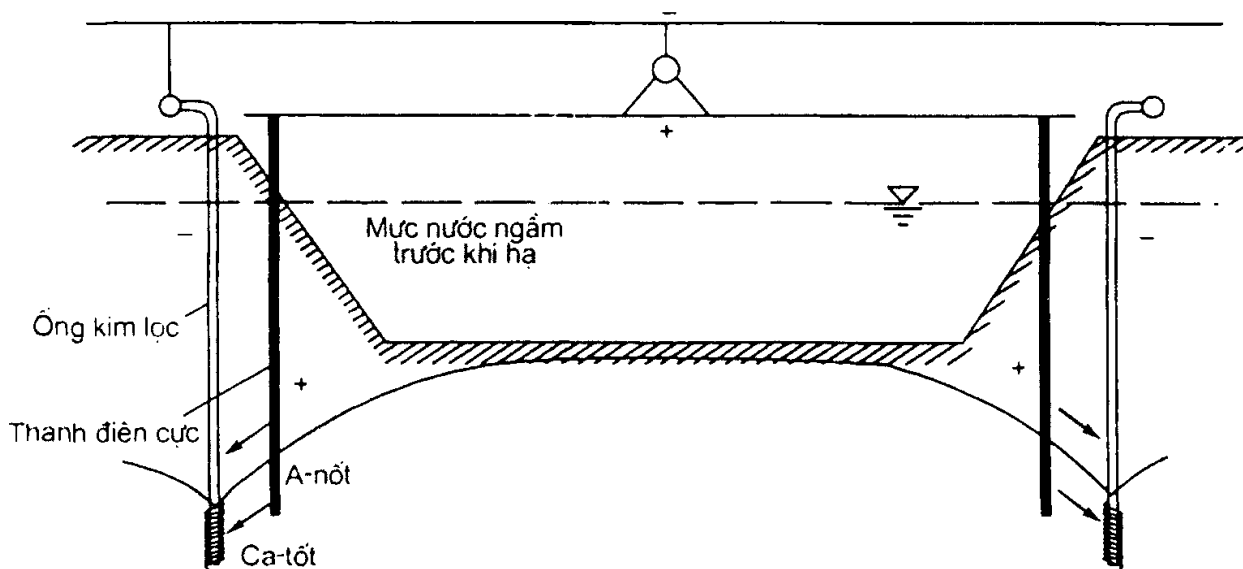
Năng lượng điện tiêu tốn để hút 1m^3 nước trong hố móng khoảng 2 đến 10 kW giờ.

Thi công bằng phương pháp điện thấm thì nước từ hố móng sẽ chảy dồn ra chung quanh, mặt khác các thanh điện cực sẽ ngăn cản không cho nước từ các phía bên ngoài chảy vào hố móng.

Ưu điểm của phương pháp điện thấm:

Biện pháp điện thấm để hạ nước ngầm cũng có ưu điểm tương tự như phương pháp hạ nước ngầm bằng ống kim lọc tức là làm thoát nước trong các lỗ rỗng của nền đất và làm tăng cường độ của đất do đó làm tăng khả năng ổn định của thành hố đào.

Theo Casagrande hệ số điện thấm của cát mịn, cát bụi và sét được lấy bằng $K = 0.5 \times 10 \text{ cm/s}$.



Hình 1.30. Sơ đồ hạ nước ngầm theo phương pháp điện thấm

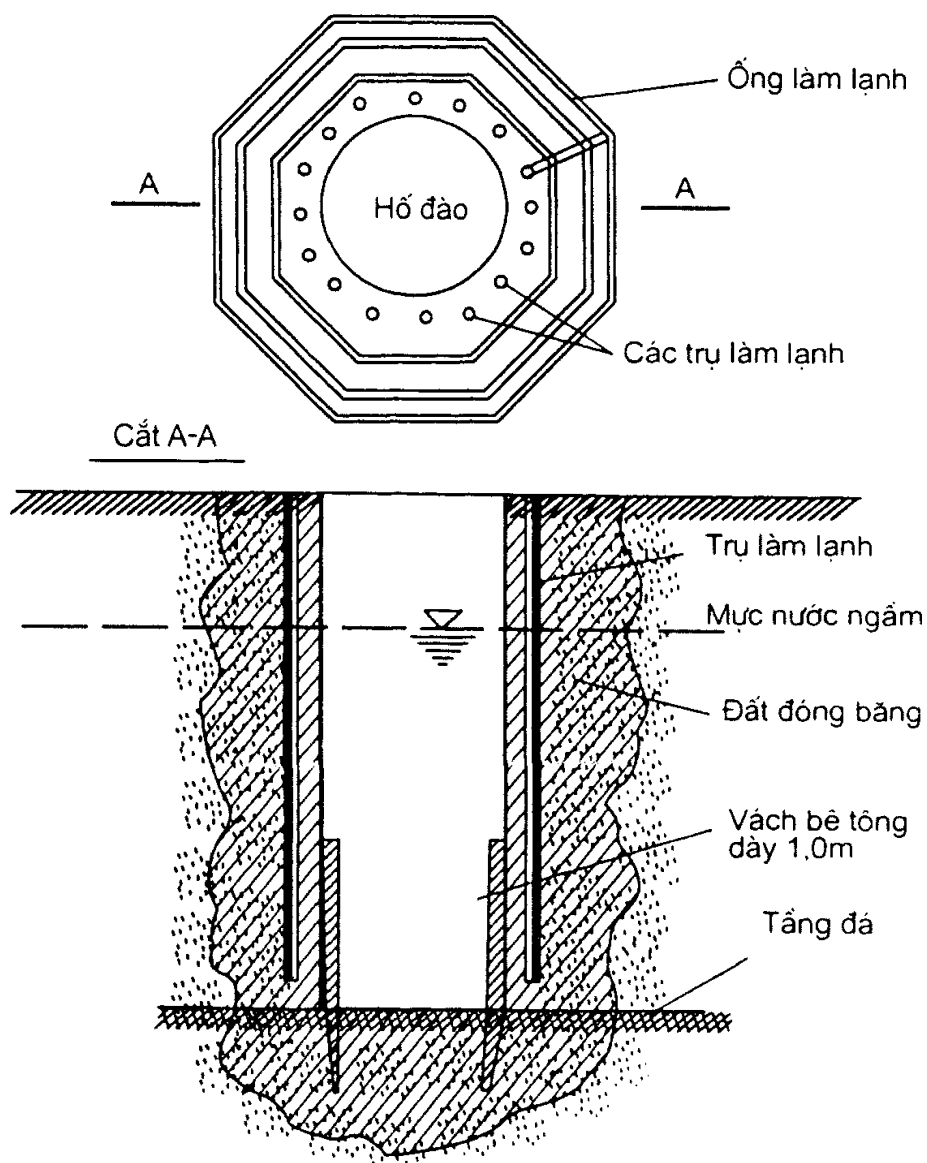
5. Phương pháp đóng băng nhân tạo:

Đây là một phương pháp thi công hiện đại, tiên tiến thường chỉ sử dụng trong một số trường hợp đặc biệt khó khăn mà các biện pháp thi công thông thường không thực hiện được, bằng cách làm lạnh đất nền xuống dưới 0°C như vậy người ta có thể tạo ra một bức tường chắn bằng khối băng có cường độ cao trong nền đất bão hòa nước, chiều dày của tường băng này tùy theo yêu cầu có thể dễ dàng thay đổi bằng cách tăng giảm các trụ làm lạnh.

a. Công nghệ thi công:

Đóng băng nhân tạo được thi công bằng cách đưa các ống thu nhiệt hay còn gọi là trụ làm lạnh, đường kính từ 100 đến 200mm theo chiều thẳng đứng xuyên xuống độ sâu thiết kế.

Khoảng cách giữa các ống thu nhiệt thường vào khoảng từ 1,0 đến 2,5m tùy theo loại đất, nhiệt độ của đất, nhiệt độ không khí và tốc độ làm lạnh yêu cầu.



Hình 1.31. Sơ đồ hoạt động của phương pháp đóng băng nhân tạo

Quá trình làm lạnh sẽ tạo ra bức tường băng được xác định bề dày theo công thức :

$$d = m\sqrt{T}$$

d - Bề dày bức tường băng;

T - Thời gian thu nhiệt;

m - Hệ số được xác định theo lý thuyết truyền nhiệt, phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như loại đất, nhiệt độ....

Thông thường trong thực tế người ta thường tính toán với chiều dày của tường băng là từ 2.5 đến 3.0m

b. Phạm vi ứng dụng của phương pháp đóng băng nhân tạo:

Thông thường phương pháp này được sử dụng trong các trường hợp sau:

- Khi độ sâu hố đào lớn quá 20m vượt quá giới hạn của cọc cừ.
- Khi khó thi công cọc cừ xuyên qua các lớp đất bão hoà nước
- Khi việc hạ nước ngầm bằng các giải pháp thông thường quá đắt.
- Khi tốc độ dòng chảy của nước ngầm quá lớn vượt quá 200m/ngày đêm.

II - CÁC BIỆN PHÁP THI CÔNG TƯỜNG HẦM:

Thực ra công nghệ thi công phần ngầm bao gồm phần thi công cọc và phần thi công tường nhưng vì phần II của cuốn sách này đã dành riêng cho cọc và thi công cọc các loại nên để khỏi lặp lại trong chương này chúng tôi chỉ trình bày các biện pháp thi công tường hầm.

Việc thi công tăng hầm luôn đi đôi với việc thi công đất vì tăng hầm nằm dưới đất, có rất nhiều giải pháp thi công tăng hầm nhưng phổ biến hơn cả là các biện pháp thi công sau đây

1. Phương pháp đào đất trước rồi thi công nhà từ dưới lên:

Đây là phương pháp cổ điển và rất phổ biến được áp dụng khi chiều sâu hố đào không lớn

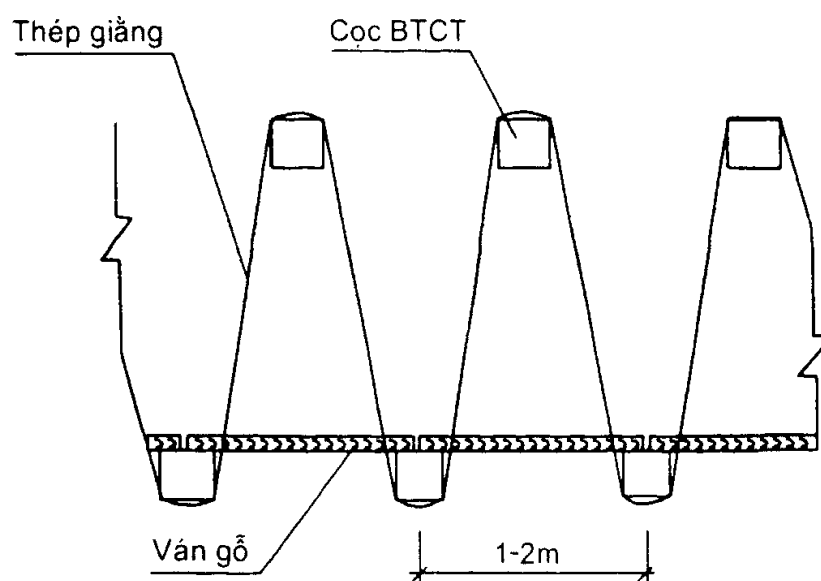
Theo phương pháp này thì toàn bộ hố đào được đào đến độ sâu đặt móng, có thể dùng thủ công hay cơ giới tùy thuộc vào độ sâu hố đào, tình hình địa chất thủy văn, khối lượng đất cần đào, khả năng cung cấp máy móc thiết bị và nhân lực của đơn vị thi công. Sau khi đào xong người ta tiến hành làm nhà theo trình tự thông thường từ dưới lên trên.

Thi công theo phương pháp này thường gây ra mất ổn định thành hố đào.

Hiện tượng mất ổn định thành hố đào là do trạng thái cân bằng của nền đất bị phá vỡ. Khi đất nền ổn định tại một điểm trong lòng đất tồn tại

các giá trị ứng suất theo 3 phương x, y, z. Khi đào đất thành phân ứng suất ở thành hố đào theo phương ngang bị triệt tiêu, do vậy mất đi sự cân bằng ban đầu và lúc này xuất hiện các mặt trượt đẩy đất vào phía trong hố đào. Nếu cạnh hố đào còn có các tải trọng khác chẳng hạn như các công trình có sẵn hoặc thiết bị máy móc thì công thì giá trị dịch chuyển này sẽ tăng lên.

Nếu hố đào được bảo vệ bằng tường cừ đất sẽ tác dụng lên tường cừ một áp lực, dưới tác dụng của áp lực này tường cừ sẽ bị dịch chuyển, giá trị dịch chuyển ngang của tường cừ phụ thuộc và nhiều yếu tố và quan trọng nhất là chiều sâu của hố đào, độ cứng của tường cừ, chất lượng đất nền, thời gian đào đất trong hố, cách bố trí và thời gian lắp đặt hệ chống đỡ.

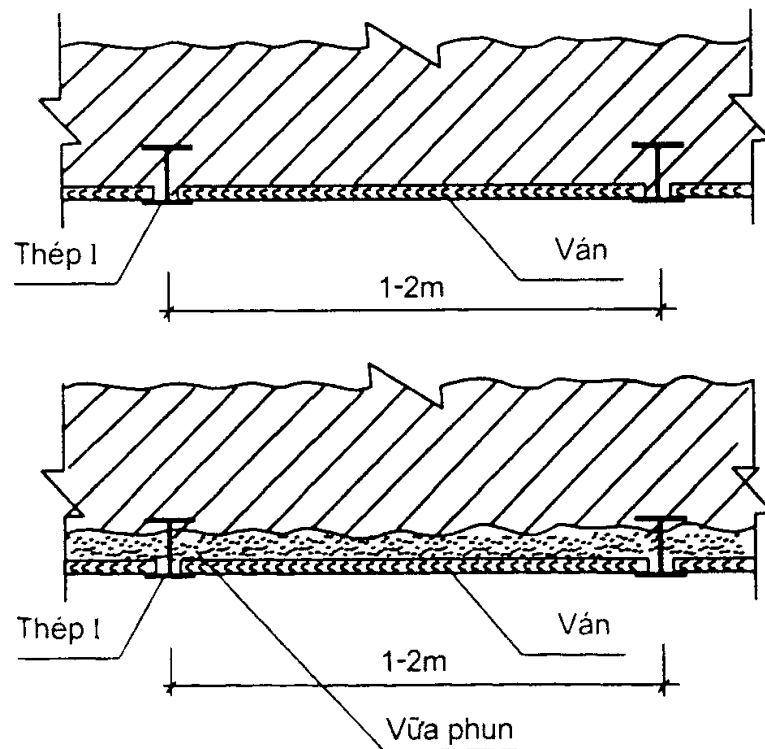


Hình 1.32. Tường chắn sử dụng cọc bê tông cốt thép ván gỗ và thanh giằng

Chuyển vị ngang của tường cừ gây ra hiện tượng lún sụt vùng đất chung quanh hố đào, vì vậy việc sử dụng tường cừ để bảo vệ hố đào cần phải được tính toán và thiết kế đầy đủ. Nội dung chính trong việc tính toán và thiết kế tường cừ là xác định độ ổn định của tường cừ, thực chất là phải xác định chiều dài của các tấm cừ, chiều sâu của cừ ngàm trong đất, độ cứng của cừ và tính toán các thiết bị chống hoặc neo.

Người ta cũng có thể thay thế tường cừ bằng các cọc bê tông hoặc cọc thép đóng thưa sau đó ghép ván hoặc phun vữa bê tông giữa 2 cọc để

giữ đất, dùng cọc khoan nhồi khoan liền nhau tạo thành vách để ổn định thành hố đào.



Hình 1.33. Tường chắn sử dụng cọc thép và ván gỗ hoặc tấm bê tông đúc sẵn

a. Ưu khuyết điểm của phương pháp :

- Ưu điểm:

- + Thi công đơn giản
- + Độ chính xác cao
- + Giải pháp kiến trúc và kết cấu không phức tạp vì việc xây dựng phần ngầm cũng tương tự như phần nổi của nhà
- + Xử lý chống thấm và lắp đặt mạng lưới kỹ thuật dễ dàng.
- + Làm khô hố móng để thi công cũng không có gì phức tạp.

- Nhược điểm:

+ Khi chiều sâu hố móng lớn đặc biệt nếu lớp đất bề mặt yếu thì rất khó khăn trong thi công.

+ Nếu không dùng tường cừ thì yêu cầu mặt bằng phải rất lớn mới đủ để mở rộng ta luy cho hố đào, mặt khác xét về thời gian thi công cũng bất lợi vì thi công thường kéo dài bị ảnh hưởng nhiều bởi các yếu tố thời tiết.

+ Nhược điểm quan trọng nhất của phương pháp này là rất dễ gây lún nứt, nguy hiểm cho các công trình lân cận, nhất là trong thành phố đối với các công trình xây chen.

b. Phạm vi ứng dụng của phương pháp:

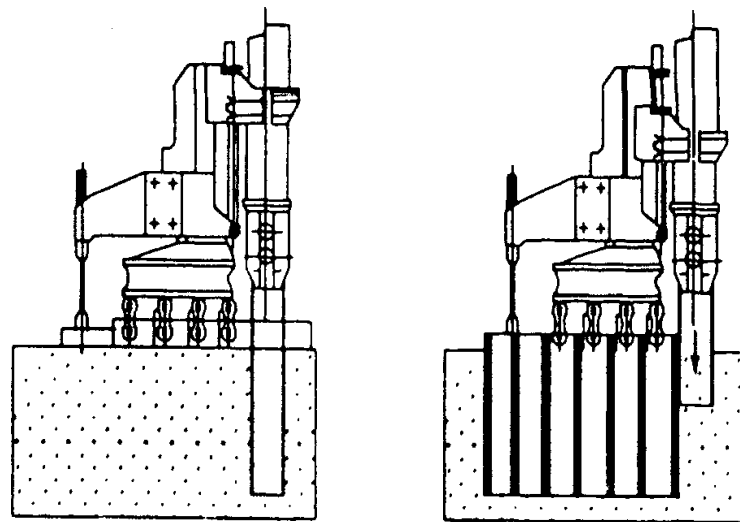
Người ta đã tổng kết việc thi công phân ngâm theo phương pháp cổ điển tức là đào đất trước rồi thi công từ dưới lên và đã rút ra kết luận là:

+ Đào đất theo độ dốc tự nhiên chỉ nên áp dụng khi hố đào không sâu, với đất dính (đất có góc ma sát trong lớn), có mặt bằng thi công rộng rãi.

+ Dùng cán cừ không chống hoặc neo:

- Sử dụng một đợt ván cừ, khi hố đào nông và ván cừ đủ dài

- Sử dụng nhiều đợt, khi hố đào sâu ván cừ không đủ dài, công trình có yêu cầu mở rộng bên trên để dễ thi công hoặc thi công đào đất thủ công.

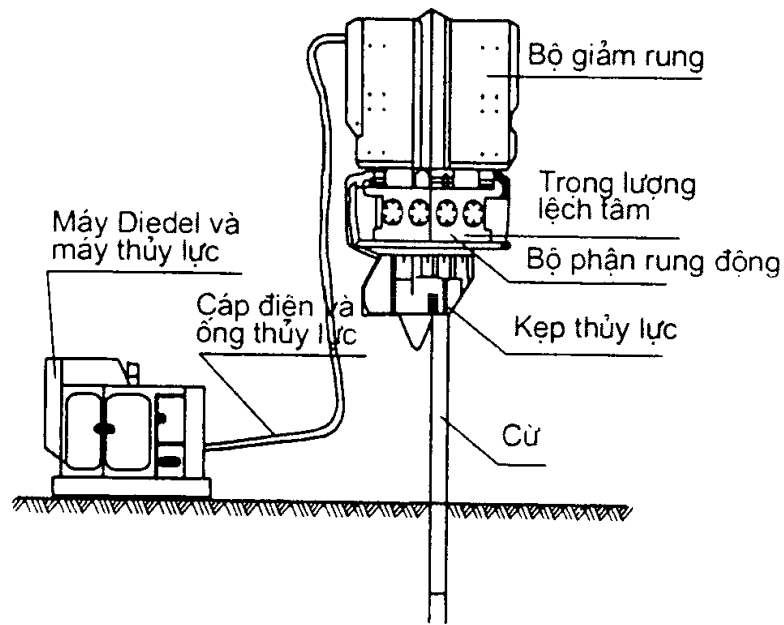


Hình 1.34. Thi công hạ cừ bằng máy thủy lực

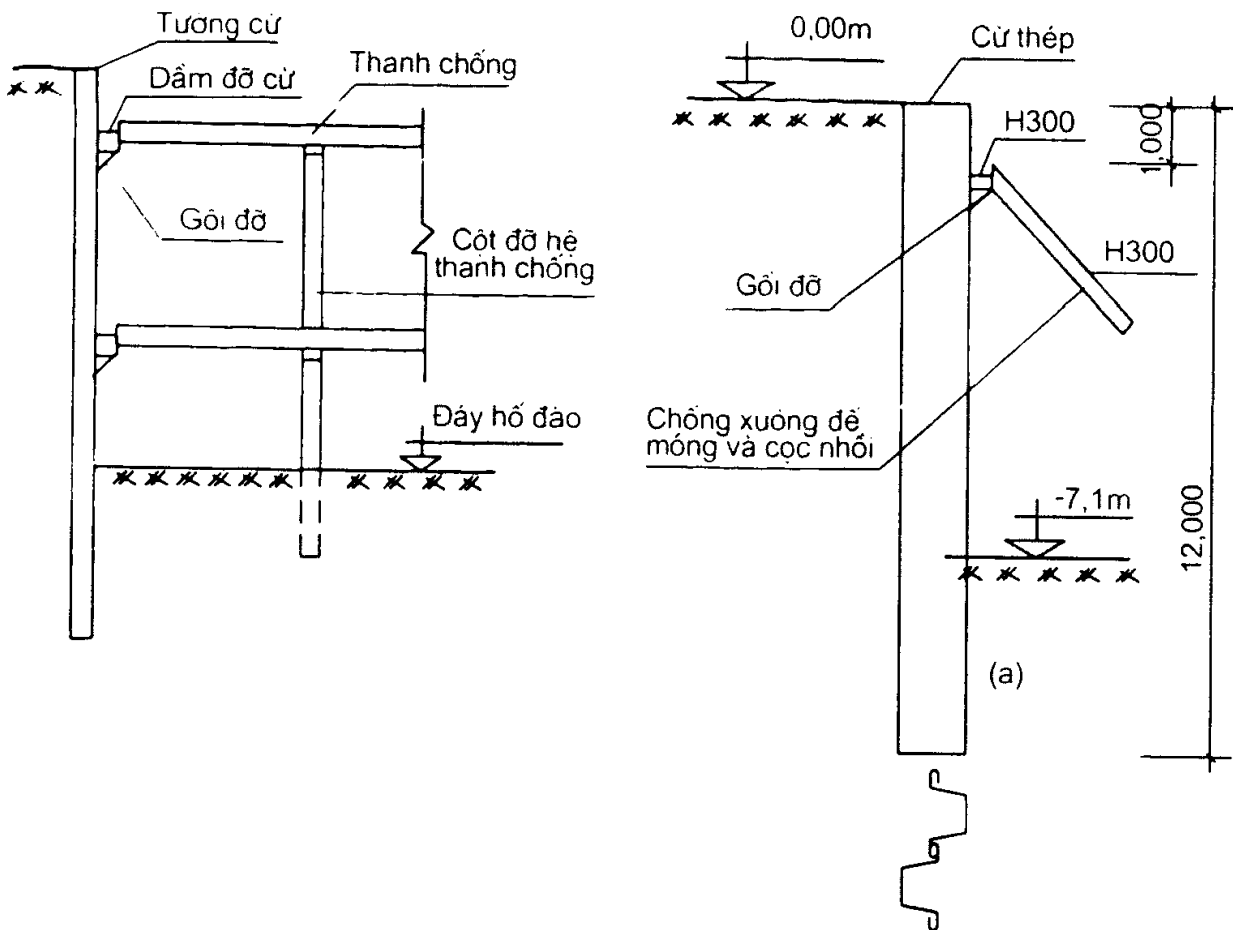
+ Ván cừ có chống hoặc neo: Trường hợp vách đất thẳng đứng và áp lực đất vào tường cừ lớn.

- Dùng chống trong trường hợp hệ chống ít ảnh hưởng đến việc thi công phân ngâm.

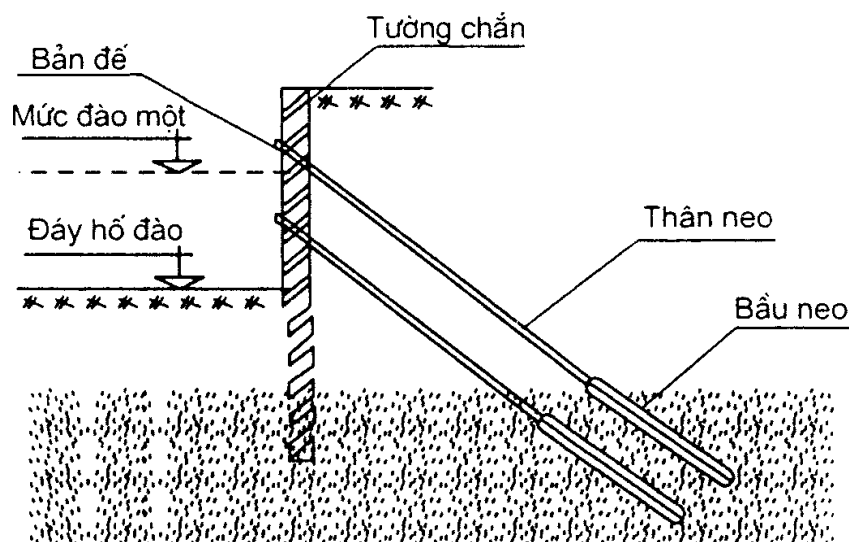
- Dùng neo trong trường hợp chiều sâu hố móng lớn, tường cừ dễ mất ổn định và yêu cầu thủ công đòi hỏi phải có một mặt bằng thoáng ít bị cản trở.



Hình 1.35. Thi công hạ cừ bằng máy ép rung



Hình 1.36. Tường chắn và hệ chống trong hố đào



Hình 1.37. Tường chắn và hệ neo trong đất

2. Phương pháp thi công tường hầm nhà làm tường chắn đất:

Đây là một công nghệ thi công tường trong đất.

Trước khi thi công đào đất người ta tiến hành thi công phần tường bao của tầng hầm trước, sau đó mới đào đất trong lòng tường bao này đến đáy của tầng hầm.

Trường hợp móng của công trình là cọc khoan nhồi thì người ta cũng tiến hành thi công cọc khoan nhồi đồng thời với thi công tường bao.

Phương pháp này không đòi hỏi phải có tường chắn hay các hàng cừ để giữ vách hố đào, tuy nhiên điều kiện để áp dụng phương pháp này là công trình phải thiết kế để tường bao tầng hầm chịu được tải trọng áp lực đất và phải áp dụng công nghệ thi công cọc barrette.

Về công nghệ thi công cọc barrette xin xem chương IV phần II của cuốn sách này.

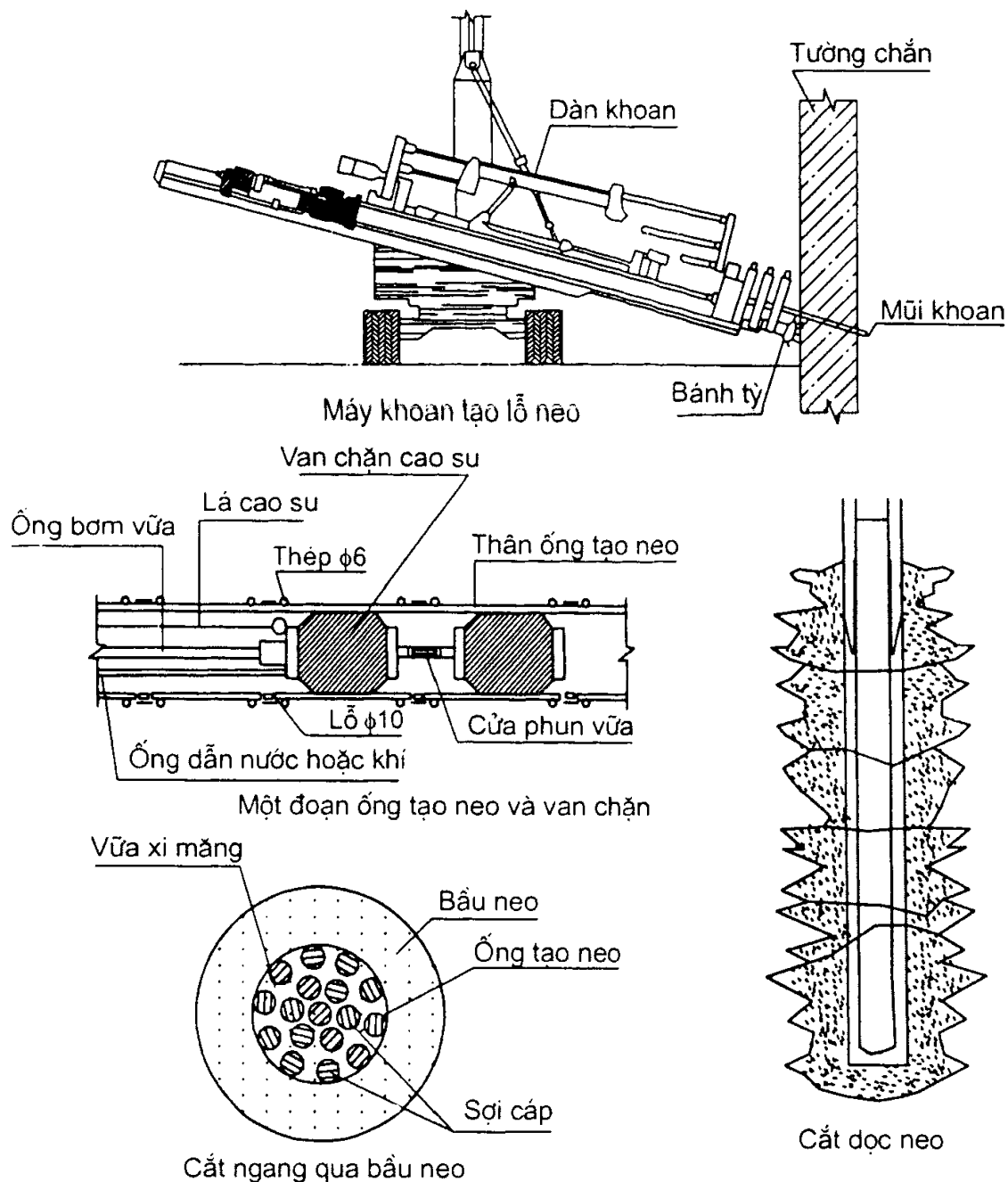
Vì lực tác dụng của đất lên tường bao rất lớn nên để ổn định cho tường bao người ta thường áp dụng các giải pháp sau đây:

- Dùng hệ dầm và cột chống văng giữa các tường đối diện hệ dầm này thường làm bằng thép hình gồm các xà ngang, dầm văng và cột chống. áp lực đất truyền lên tường, tường truyền lên dầm văng. Cột có nhiệm vụ giữ cho dầm văng ổn định.

Phương pháp này đơn giản, tốn vật liệu làm dầm, xà ngang, cột chống tuy nhiên sau khi sử dụng ta có thể thu hồi để tái sử dụng 100%.

Nhược điểm của phương pháp này là chiếm không gian trong hố đào, đặc biệt là khi chiều ngang công trình lớn thì hệ chống văng trở nên rất phức tạp ảnh hưởng lớn đến thi công.

- Dùng neo giữ tường: Phương pháp này áp dụng đối với công trình có mặt bằng lớn, hố móng sâu và yêu cầu thi công cần một không gian rộng rãi trong hố đào. Neo có thể ngay trên mặt đất hoặc neo ngầm, có thể một hoặc nhiều lớp neo. Khi đào đất đến đâu người ta khoan qua tường để chôn neo sâu vào lòng đất, khi neo chắc người ta dùng kích để kéo căng các sợi cáp neo và cố định neo vào tường (hình 1-38)



Hình 1.38. Thiết bị thi công neo bằng công nghệ bơm phụt vữa xi măng

Với phương pháp này tường được giữ bằng các cáp neo ứng lực trước nên hầu như ổn định hoàn toàn, bầu neo và ống tạo neo được bao bọc bởi một lớp vữa bê tông bảo vệ nên sử dụng được lâu dài.

Cả 2 trường hợp neo và chống đều thi công song song với đào đất, đào đến đâu đặt neo và dựng chống đến đó. Với cách làm như vậy tường bao hầm như không chuyển vị, áp lực đất tác dụng lên tường là áp lực tĩnh.

3. Phương pháp thi công từ trên xuống:

Để khắc phục tình trạng thi công công trình bị kéo dài người ta đã đưa ra phương pháp thi công vừa làm tầng hầm theo cách làm từ trên xuống vừa đồng thời phải làm phần thân nhà từ dưới lên, lấy mặt đất làm mốc khởi hành vừa đi lên trên, vừa tiến xuống dưới đó là bản chất của phương pháp top - down

Trình tự thi công như sau:

- *Bước 1:* Thi công tường trong đất và cọc khoan nhồi trước, như trong phương pháp thi công tường nhà làm tường chắn đất

- *Bước 2:* Đổ bê tông sàn trệt ngay trên mặt đất tự nhiên, sàn tầng trệt được tỳ lên tường trong đất và cột tầng hầm

Người ta lợi dụng lỗ cầu thang máy, cầu thang bộ, giếng trời để làm cửa đào đất và vận chuyển đất lên, đồng thời để thông gió chiếu sáng cho việc đào đất và thi công các tầng dưới.

Khi bê tông đạt cường độ yêu cầu người ta tiến hành đào đất qua các lỗ sàn cho đến cốt của sàn tầng -1, dừng lại để đặt cốt thép, đổ bê tông.

Đồng thời với việc thi công các tầng hầm người ta tiến hành thi công phần thân từ dưới lên.

Khi thi công đến sàn tầng dưới cùng người ta tiến hành đổ bê tông đáy tầng hầm liền với đầu cọc khoan nhồi. Đó cũng là phần bản móng của nhà, bản này làm nhiệm vụ chống thấm và chịu lực đẩy nổi Archimet.

+ Ưu điểm của phương pháp thi công từ trên xuống:

- Tiến độ thi công nhanh do tiến hành song song phần thân và phần ngầm.

- Chống vách đất được giải quyết triệt để vì tường trong đất và các hệ kết cấu công trình có độ bền và ổn định cao, không phải chi phí cho các hệ thống chống phụ.

- Không tốn hệ thống giáo chống, cốp pha cho kết cấu dầm sàn tầng hầm vì sàn thi công ngay trên mặt đất.

+ Nhược điểm:

- Kết cấu cột tầng hầm phức tạp

- Khi thi công rất khó khăn trong liên kết giữa dầm sàn với cột tường ở tầng hầm.

- Thi công đào đất trong không gian kín trong tầng hầm rất chật chội và khó cơ giới hóa.

- Điều kiện thi công trong hầm kín ảnh hưởng nhiều đến sức khỏe và năng suất của công nhân và đòi hỏi nhất thiết phải có hệ thống thông gió và chiếu sáng nhân tạo đảm bảo.

III. CÁC GIẢI PHÁP CHỐNG THẤM CHO TẦNG HẦM

Đối với các công trình ngầm nói chung hoặc các tầng hầm nói riêng của nhà cao tầng được xây dựng bằng bê tông cốt thép hay bằng gạch thì việc chống thấm chống rò rỉ cho tường của công trình là một việc làm vô cùng quan trọng.

Chống thấm cho công trình tức là phải thực hiện công việc sao cho trong quá trình sử dụng đảm bảo công trình không bị thấm nước, không bị ẩm ướt tường, không bị mốc, không bị sùi bong vữa trát....việc chống thấm tốn rất nhiều thời gian, công sức và tiền của.

Như đã trình bày ở chương trên tầng hầm có nhiều cách thi công, ứng với các biện pháp thi công đó công nghệ chống thấm cho phần ngầm cũng có nhiều phương pháp khác nhau:

1. Chống thấm cho tầng hầm thi công từ dưới lên theo phương pháp có diện:

Đây là phương pháp đào đất trước rồi thi công từ dưới lên, đối với những công trình loại này việc thi công chống thấm tương đối dễ dàng vì

ta có thể chống thấm cho cả 2 mặt tường, điều kiện và mặt bằng thi công cũng thuận lợi, mặt khác các vật liệu chống thấm cho loại này cũng nhiều, đa dạng và chất lượng tốt.

Các loại vật liệu chống thấm cho dạng công trình này bao gồm:

+ *SIKA TOP-141*: dùng làm phụ gia chống thấm cho bê bối, cho các công trình dưới nước ngầm như tầng hầm nhà, bể chứa, trạm lọc nước.....

Cách sử dụng như sau: Cho dung dịch chống thấm từ bi-tum cùng với xi măng và phụ gia trộn đều, để khoảng 10 phút sau là có thể dùng được.

Phải làm sạch tường rồi dùng bàn chải hoặc chổi lăn quét lên tường ít nhất là 2 lớp, mỗi lớp cách nhau 6 giờ. Phải tránh nắng mưa và gió.

Nếu nhiệt độ ngoài trời $\geq 20^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm $\leq 60\%$ thì sau ít nhất một tuần công trình có thể sử dụng được.

Khi nhiệt độ ngoài trời $< 15^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm không khí lên đến 90% thì phải sau 15 ngày.

Phải thi công nhanh, thời gian thi công mỗi lần trộn dung dịch không được kéo dài quá một giờ và trong quá trình thi công nhiệt độ thấp nhất phải $\geq 5^{\circ}\text{C}$.

+ *SIKA - 110HD* được dùng để chống thấm cho tường tầng hầm chống rò rỉ và các kết cấu có tiếp xúc với muối.

Thành phần gồm có:

Xi măng + than silic

trọng lượng riêng $2,1\text{kg/dm}^3$

Cường độ chịu nén sau 28 ngày đạt $50-60\text{N/mm}^2$

Cường độ chịu uốn $8-10\text{N/mm}^2$

Độ dính bám vào bê tông $2-3\text{N/mm}^2$

Nhiệt độ khí trời khi thi công phải đạt tối thiểu là 5°C .

Loại này thi công và sửa chữa dễ dàng, chịu được băng giá. Cách làm như sau:

Dùng bay phết mỏng hoặc dùng máy phun phun 2 lớp, mỗi lớp có chiều dày từ 1,5 đến 2,5mm.

Cũng như SIKATOP-141 sau khi phun hoặc trát phải bảo vệ để tránh mưa nắng, gió tuyết

Lượng chi phí vật liệu cần thiết cho 1m^2 công trình:

- Kết cấu dưới mực nước ngầm $\leq 1\text{m}$ cần từ 4 đến 6 kg;
- Kết cấu dưới mực nước ngầm $>1\text{m}$ cần từ 6 đến 8 kg;
- Kết cấu trên mực nước ngầm có yêu cầu chống ẩm cao cần từ 3 đến 4 kg.

+ *IGOLATEX&SIKA FOUNDATION B*:

Đây là loại vật liệu chống thấm cho tầng hầm xây bằng gạch thường hoặc gạch bê tông. IGOLATEX chế tạo từ bitum kết hợp với các loại sợi tổng hợp tạo thành một dung dịch bền vững chịu được lạnh và các tạp chất hóa học như acid loãng, nước thải, cũng như các chất có cồn. Tuy nhiên loại này cần tránh không cho tiếp xúc với hydrocarbon.

Chiều dày lớp bảo vệ từ 3 đến 4mm được quét làm 2 lớp cách nhau 5 ngày.

Trong 24 giờ đầu vữa không được tiếp xúc với nước hoặc sương mù, vì thế để cho vữa nhanh khô người ta có thể dùng quạt điện SIKAFUNDATION B thì công cũng tương tự, loại này đã được đóng thành bao 25 kg. Ở công trường mỗi bao được trộn đều với 5 lít nước.

Thời gian đông kết của loại vữa này tương đối nhanh:

Nếu $t \geq 30^\circ\text{C}$ vữa sẽ khô sau 5 giờ 30 phút;

Nếu t khoảng 20°C vữa sẽ khô sau 2 ngày;

nếu t khoảng 5°C vữa sẽ khô sau 7 ngày.

Sau khi vữa khô có thể tiến hành lấp đất ngay. Loại vữa này không độc hại và dễ thi công.

2. Chống thấm cho tường trong đất

Khi xây dựng các công trình ngầm theo công nghệ thi công tường trong đất thì vấn đề chống thấm có ý nghĩa sống còn.

Để làm lớp ngăn cách cho tường thường người ta sử dụng bê tông phun hoặc vật liệu được chế tạo từ bitum, tuy nhiên theo kinh nghiệm đã đúc kết thì cách tốt nhất và tin cậy nhất đối với tường trong đất để ngăn cách nước là tạo ra một lớp đất sau tường được keo hóa bằng vữa sét siêu mịn.

Sự tác động tương hỗ của các hạt sét lơ lửng trong nước với các hạt đất sẽ phát sinh sự liên kết về mặt hóa lý, vữa sét thấm vào trong lỗ rỗng và khe nứt của đất tạo nên một màng keo dày từ 2 đến 5mm. Trong quá trình xâm nhập của vữa vào đất tốc độ chuyển động của vữa giảm dần và đến một độ sâu nào đó thì ngừng hẳn khi vữa ở trạng thái tĩnh sẽ tạo nên trong lỗ rỗng của đất một cấu trúc mới là keo còn ở trên mặt đất một màng sét. Sự tác động tương hỗ này được gọi là keo hóa.

Chiều dày của lớp đất được keo hóa phụ thuộc vào chiều sâu hố đào, các đặc tính cơ lý của đất và độ keo mịn của vữa.

Thí dụ như ở độ sâu 3m từ mặt trên của vữa trong hố đào không có nước ngấm chiều dày lớp keo hóa trong cuội sỏi đạt đến 1,5m còn ở trong cát thì chỉ khoảng 8cm.

Hệ số thấm của cuội sỏi $K_s = 10^{-1}$ cm/sec, sau khi xử lý keo hóa hệ số thấm giảm xuống đến $3,24 \times 10^{-6}$ cm/s có nghĩa là lớp cuội sỏi này coi như không thấm nước.

Tính chất của đất và sét sau khi đã được keo hóa phụ thuộc trước tiên vào tính chất keo mịn của vật liệu.

Đối với vữa keo mịn có chất lượng cao các hạt sét sẽ khuyếch tán ép chặt vào nhau và giữa chúng tạo nên sự liên kết keo bền và hoàn toàn không có nước tự do. Các lỗ rỗng của đất sẽ được lấp đầy bằng keo của vữa sét và thực tế là đã tạo nên một lớp chống thấm rất tốt từ đất được keo hóa.

Theo nghiên cứu của các nhà khoa học Nga thì việc keo hóa lớp đất sau tường tại nhiều công trình cho kết quả rất khả quan: Người ta dùng bentonite loại $\gamma = 1,1 \text{ g/cm}^3$ để thi công tường trong đất ở ngoại ô Mockba, sau đó lấy mẫu đất đã được keo hóa để kiểm tra. mẫu lấy ở độ sâu từ 6,5

đến 6,7m lớp keo hóa dày 9cm. Đất cát bụi có $d = 0,005$ mm chiếm 45% còn lại là cát hạt trung. Lớp màng sét tạo thành trên bề mặt đất hố đào là từ 3 đến 4mm.

Hệ số chống thấm của màng sét đạt đến 2×10^{-9} cm/s. Rõ ràng là với kết quả trên thì lớp đất keo hóa và màng sét này hoàn toàn đảm bảo chống thấm cho tường trong đất và thực tế kiểm tra thấy rằng tường không bị thấm.

Để tận dụng tối đa khả năng của sét chống thấm nhằm tăng hiệu quả của phương pháp người ta đã áp dụng các cách sau đây:

a. *Giải pháp cơ khí*: Giải pháp này chủ yếu là làm khuyếch tán tối đa vữa sét mịn thành các hạt nhỏ nhất làm cho chúng có khả năng chống thấm cao, nâng cao độ keo hóa và làm sạch vữa khỏi các tạp chất.

b. *Giải pháp dùng siêu âm*: Thực chất là tác động vào vữa sét mịn các giao động đàn hồi để tạo ra các bọt khí nhỏ. Các bọt này sẽ tạo ra các áp lực lớn trong quá trình keo hóa nhằm tăng cường độ của các quá trình lý hoá và tạo nên các cấu trúc ổn định tối đa.

c. *Giải pháp hóa học*: Đưa vào dung dịch một số nhóm hóa chất sau:

- Nhóm hóa chất tạo màng (chất điện phân kiềm);
- Nhóm hóa chất ổn định (các hóa chất hoạt tính bề mặt, các loại keo bảo vệ và ngăn nước...).

Các hóa chất này hấp thụ lên bề mặt của các hạt sét, tạo nên chung quanh chúng một màng chắn cơ học ngăn cách sự xâm thực của các hạt sét.

Tường trong đất thường là tường của các tầng hầm, vì vậy ngoài việc tạo lớp ngăn nước phía ngoài tường bằng lớp sét keo hoá chất lượng cao người ta còn phải xử lý phía trong tường bằng các loại vữa chống thấm thông thường

3. Chống thấm cho tường trong đất được xây dựng bằng các tấm cấu kiện lắp ghép:

Công nghệ thi công tường trong đất có thể là bê tông đổ toàn khối mà cũng có thể lắp ghép bằng các tấm panen đúc sẵn.

Loại tường lắp ghép này khi thi công cũng vẫn phải trải qua các giai đoạn đào hào, dùng bentonite để giữ thành hố đào sau đó các tấm panen được đưa xuống hào lắp ghép lại với nhau.

Việc chống thấm cho loại tường này phải giải quyết 2 vấn đề:

- Chống thấm cho các tấm panen
- Chống thấm cho các mối nối

a. Chống thấm cho các tấm panen:

Vấn đề này hiện nay không có gì khó khăn do bản thân từng cấu kiện đã có khả năng chống thấm cao vì chúng được sản xuất tại các nhà máy theo một quy trình hiện đại, hơn nữa người ta có thể sử dụng vật liệu chất lượng cao và các lớp sơn lót chống thấm đặc biệt

b. Chống thấm cho các mối nối:

Đây là một vấn đề phức tạp và đặc biệt quan trọng vì thế việc nghiên cứu các giải pháp hợp lý là một công việc rất được quan tâm.

Biện pháp thường dùng là toàn khối hoá các mối nối bằng một loại vữa hỗn hợp chậm đông kết, yêu cầu của loại vữa này là phải ở trạng thái lỏng trong vòng từ 1 đến 2 ngày, tính chống thấm và độ bền của vữa đã đông cứng không được nhỏ hơn đất quanh tường hoặc đất mà tường tựa lên. Ngoài ra vữa nằm trong khe giữa hào và tường sau khi đông cứng có độ bền không quá lớn gây khó khăn cho việc làm sạch mặt các cấu kiện lắp ghép sau khi đã đào đất để xây dựng tầng hầm.

Việc nối các panen và lấp đầy khoảng trống giữa chúng với nhau, giữa chúng và vách hào bằng vữa hỗn hợp có thể được thực hiện bằng 3 phương pháp:

- Phương pháp thay một phần vữa sét để đào hào(bentonite) bằng vữa sét-xi măng-cát thông dụng.

Sau khi hạ vào trong hào các cấu kiện lắp ghép, điều chỉnh và cố định các tấm panen thì vữa sét-xi măng-cát sẽ chui vào lấp đầy khe hở giữa các tấm tường với nhau và giữa tấm tường với vách hào

- Phương pháp ép vữa sét - xi măng - cát qua ống vào các mối nối giữa các panen, giữa khe hở tường và vách hào.

Những ống để ép vữa này có thể đặt sẵn vào trong tấm tường khi che tạo hoặc đặt vào mỗi nối trong quá trình thi công.

- Phương pháp sử dụng phụ gia đặc biệt: sau khi đào hào xong người ta có thể đưa vào trong vữa sét một loại chất phụ gia đặc biệt để chúng tự đông cứng lại.

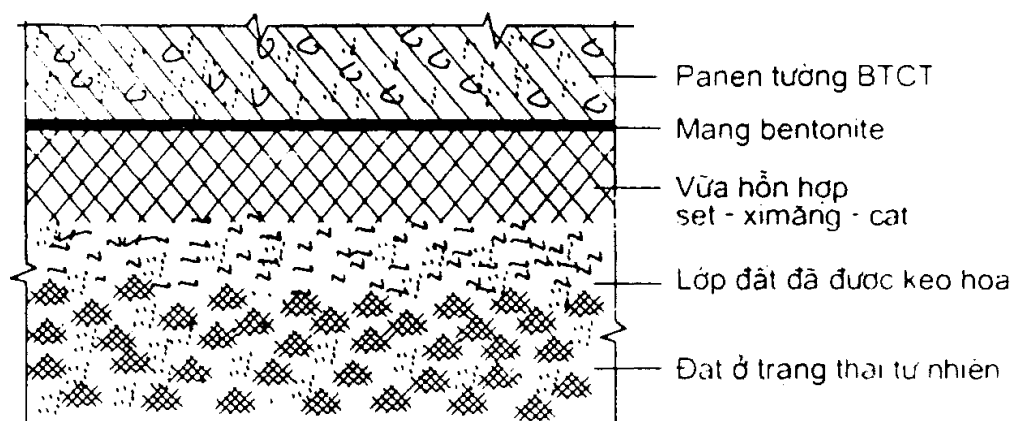
Như vậy vấn đề ở đây là làm thế nào để có một hỗn hợp vữa hợp lý đảm bảo yêu cầu chống thấm cho tường và tạo điều kiện thuận lợi cho việc thi công tầng hầm sau này.

Thông thường hỗn hợp vữa này bao gồm: xi măng + bentonite + cát + nước + phụ gia tăng dẻo.

Một điểm cần chú ý là khi chèn mỗi nối giữa các panen và thành hào bằng vữa sét, xi măng- cát bằng phương pháp ép qua các ống để sẵn trong panen hay trong các mối nối thì vữa phải được cấp liên tục và luôn phải kiểm tra độ linh hoạt của vữa cho đến khi kết thúc công việc của một đoạn tường.

Nếu vữa cấp không liên tục hoặc độ linh hoạt của vữa kém sẽ có khả năng hiện tượng vữa hỗn hợp này hòa trộn với bentonite, điều này dẫn đến khả năng có thể làm cho mối nối bị thấm và cường độ của vữa trong mối nối không đạt yêu cầu.

Trong thực tế thi công chèn tường lắp ghép bằng vữa sét- xi măng- cát đã có hiện tượng keo hóa một phần lớp đất giáp tường hào vì thế mà tính chống thấm của tường cũng được tăng lên.



Hình 1.39. Mặt cắt tường lắp ghép trong đất

4. Chống thấm cho tường hầm và đáy hầm bằng lớp màng phủ BEN- TONITE GEOTEXTILE

Bentonite Geotextile có tên gọi là VOLTEX là sản phẩm của tập đoàn CETKO, đây là một loại màng phủ chống thấm có hiệu quả cao đặc biệt là đối với các công trình ngầm, màng phủ này dùng cho cả mặt đứng và mặt phẳng nằm ngang.

Nó được cấu tạo bởi 2 lớp sợi khoáng polypropylene và một lượng Sodium bentonite theo tỷ lệ 450 g/m².

Việc thi công lắp đặt VOLTEX hết sức dễ dàng và nhanh chóng, chỉ cần đặt nó vào đúng vị trí và gắn chặt lại. Nó có thể gắn trực tiếp lên bê tông mới đổ ở bất kỳ thời tiết nào mà hoàn toàn không cần dùng đến các loại keo kết dính. Nó có tính năng như một lớp màng phủ tự kết dính và nén chặt.

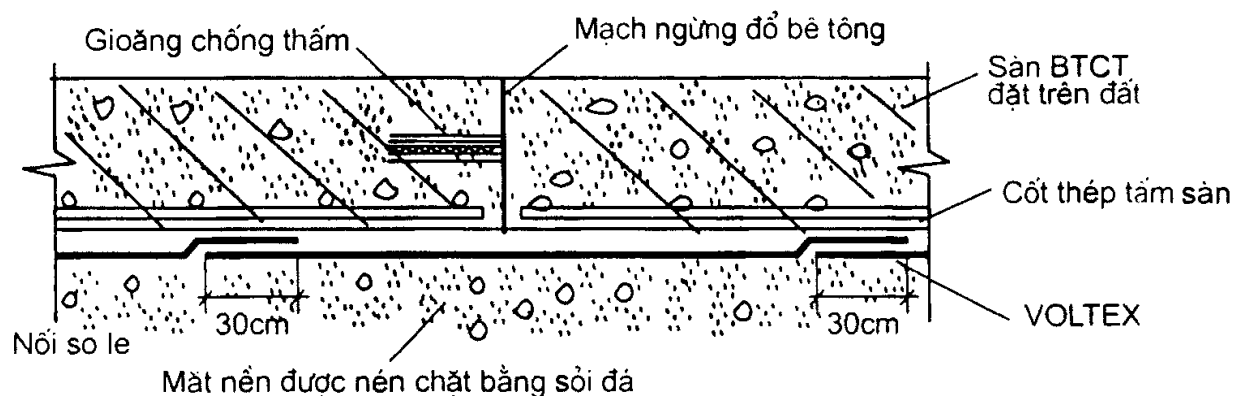
Độ bền của VOLTEX rất cao, khi dùng nó làm vật liệu chống thấm ta không cần phải áp dụng bất kỳ một biện pháp bảo vệ nào khác nữa.

Ứng dụng của VOLTEX:

VOLTEX được dùng để chống thấm cho các sàn bê tông đặt trên đất, cho các tường cừ bằng gỗ, thép hay bê tông đổ lại tại chỗ cũng như lắp ghép, cho các công trình đường hầm và công trình ngầm, các công trình được xây dựng bằng công nghệ phun bê tông.

VOLTEX được sản xuất thành từng cuộn như cuộn giấy dầu có kích thước 1,2 × 4,5 m độ dày 6,4 mm và trọng lượng mỗi cuộn là 34 kg.

Cần chú ý là sử dụng VOLTEX cũng có những hạn chế nhất định: nó không dùng được để xử lý chống thấm bằng cách bao phủ cho các phần công trình lộ ra trên mặt đất. Nó cũng không dùng để xử lý cho các kết cấu đang có nước đọng. Nó không sử dụng được cho các khe co dãn.



Hình 1.40. Mặt cắt kết cấu lắp đặt VOLTEX

Phần 2

CỌC VÀ PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG CÁC LOẠI CỌC TRONG XÂY DỰNG

Chương I

CÁC LOẠI CỌC TRONG XÂY DỰNG

I. PHÂN LOẠI CỌC

Cọc có nhiều loại để phục vụ cho những công trình khác nhau với nhiệm vụ để gia cố nền đất hoặc truyền tải cho móng.

Người ta có thể phân loại cọc theo vật liệu như:

- Cọc tre;
- Cọc gỗ;
- Cọc bê tông và bê tông cốt thép;
- Cọc thép hoặc gang;
- Cọc hỗn hợp gỗ và bê tông hoặc bê tông và thép.

Theo hình dáng kích thước người ta cũng có thể phân thành các loại:

- Cọc ngắn chiều dài khoảng dưới 6m;
- Cọc vừa chiều dài khoảng 20-25m;
- Cọc dài trên 25m có thể tới 50, 60m hoặc hơn nữa.

Riêng đối với cọc bê tông cốt thép là một loại cọc dùng rất phổ biến thì người ta còn chia ra các loại cọc rỗng, cọc đặc, cọc bê tông cốt thép thường và cọc bê tông cốt thép dự ứng lực, về cách thức chế tạo cọc bê tông cốt thép người ta còn phân ra cọc bê tông cốt thép đúc sẵn và cọc bê tông cốt thép đổ tại chỗ

1. Cọc tre

Người ta thường dùng cọc tre để gia cố nền đất, cọc tre chỉ được sử dụng ở vùng đất luôn luôn ẩm ướt. Bởi vì, nếu dùng ở vùng đất khô hoặc vùng đất lúc khô lúc ướt thì cọc tre sẽ rất nhanh chóng bị ải hoặc bị mục.

Tre dùng làm cọc phải là tre già trên 2 năm tuổi, tre phải tươi và thẳng, đường kính tối thiểu phải trên 6cm (thường là từ 8-10cm)

Tre dùng làm cọc thường là tre đực, thịt tre dày 10-15mm, hoặc hơn nữa và có chiều dài khoảng 2-3m. Đầu trên cọc tre cưa phẳng cách mặt độ 5cm, đầu dưới cọc cách mặt độ 20cm được vạt nhọn để làm mũi cọc.

Đóng cọc tre thường dùng vỏ gỗ loại cho 1 người hoặc 2 người và mỗi mét vuông đất phải đóng khoảng 25 cọc. Đây là một công việc khó nhọc, tốn khá nhiều công sức và thời gian, vì vậy ở một số nơi người ta đã sử dụng búa máy loại búa phá bê tông cải tiến bằng cách trang bị thêm một mũ chụp để đóng cọc tre. Máy nén khí dùng trong trường hợp này có công suất nhỏ, áp lực khí nén chỉ khoảng từ 4-8atm, một máy nén khí loại này có thể sử dụng đồng thời cho 5-6 máy đóng cọc tre. Ngoài việc thi công nhanh và đỡ vất vả áp dụng phương pháp này có thể đóng cọc tre trong hố móng có dưới 20cm nước.

2. Cọc cát

Sử dụng cọc cát cũng chính là một phương pháp gia cố nền đất, sau khi thi công khả năng chịu tải của nền đất có thể tăng lên từ 2 đến 2,5 lần.

Người ta đóng một lõi cọc bằng gỗ hay thép xuống đất rồi nhổ lên tạo thành một lỗ cọc sau đó lỗ được lấp đầy bằng cát hạt to hay cát pha sỏi rồi đầm từng đợt một bằng búa treo.

Như vậy mỗi lỗ được lên bằng một loại đất có chất lượng tốt hơn được đầm chắc hơn đất chung quanh. Mặt khác, ngay chính đất chung quanh các cọc cát ấy trong quá trình thi công cũng được các lõi cọc lên chặt.

Tuy vậy, phương pháp thi công trên chỉ có thể áp dụng đối với đất thịt, đất sét pha cát vì chúng có khả năng giữ cho tường đất thẳng đứng, nhưng độ sâu cũng không vượt quá 3,0m; còn nếu là đất cát thì độ sâu tối đa của phương pháp này chỉ có thể đạt vào khoảng 2,0-2,5m là cùng.

Muốn thi công cọc cát sâu hơn nữa người ta phải sử dụng một ống bao hay còn gọi là ống nòng. Đây là một ống thép dày 3-5mm có đường kính khoảng 30-35cm. Đầu trên của ống được gắn vào một máy chấn động treo ở đầu cần trục, đầu dưới ống có nắp đáy loại đặc biệt gồm 4 cánh đóng mở được gắn với ống bao bằng các bản lề. Sau khi hạ ống bao xuống đến vị trí thiết kế thì đổ hỗn hợp cát lẫn sỏi vào trong ống rồi cho máy chấn động rung, đồng thời từ từ rút ống bao lên khỏi mặt đất. Khi nhỏ ống bao thì các cánh cửa đáy mở ra và cát sỏi lấp đầy hố (hình 2-1).

3. Cọc gỗ

Các cây gỗ dùng làm cọc phải có các yêu cầu :

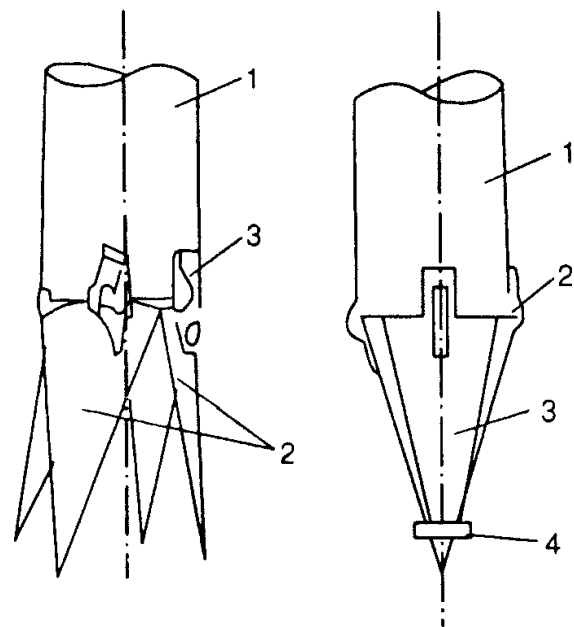
- Gỗ phải tươi, độ ẩm tối thiểu phải lớn hơn 23%, nếu dùng gỗ khô thì trước khi gia công làm cọc gỗ phải được ngâm nước.

- Cây gỗ phải thẳng, độ võng cho phép là 1% chiều dài của cọc nhưng không được vượt quá 12cm.

- Độ to nhỏ của cọc không được chênh lệch nhau quá 1cm/1m

Về kích thước của cọc gỗ chủ yếu người ta xét quan hệ giữa đường kính và chiều dài cây gỗ hay nói cách khác là độ mảnh của cọc gỗ. Vấn đề này đã được nghiên cứu từ rất lâu và người ta cũng đã đưa ra nhiều công thức thực nghiệm:

Chẳng hạn công thức của PERRONET được lập ra từ thế kỷ 18 cho ta cách chọn đường kính của cọc dựa theo chiều dài của nó :



Hình 2-1. Ống bao cọc cát

1. Thân ống bao; 2. Nắp đáy;
3. Bản lề nắp đáy; 4. Vòng khuyên.

$$D = 0,24m + (L - 4).0,015$$

Trong đó:

D - đường kính phần giữa của cọc gỗ (m);

L - chiều dài cọc gỗ (m).

Hiện nay, nhiều nước tính toán và chọn kích thước cọc gỗ thường sử dụng công thức sau đây (đối với cọc có chiều dài trên 6m):

$$D = 30 + 1,5 (L - 6)$$

D - đường kính phần giữa của cọc (tính theo cm);

L - chiều dài cọc gỗ (tính theo mét).

Thông thường chiều dài của 1 cây gỗ dùng làm cọc khoảng từ 10-12m, cá biệt có khi đến 18m, đường kính khoảng 20-30cm.

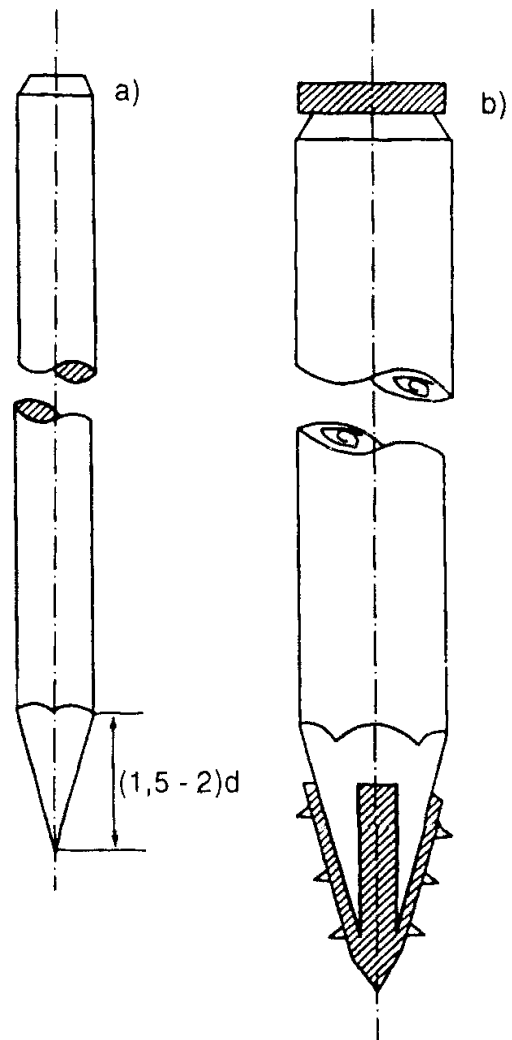
a. Chế tạo cọc gỗ:

Trước tiên phải bóc hết vỏ cây, đẽo đầu cọc và làm mũi cọc.

Mũi cọc phải đẽo thành hình chóp có 3 hoặc 4 cạnh, chiều dài mũi cọc bằng từ 1,5-2 lần đường kính thân cọc.

Mặt trên đầu cọc phải được cưa phẳng và vuông góc với trục của cọc. Đầu cọc thường được gọt nhỏ để lồng một vành đai thép bằng thép bán rộng 40-70mm và dày 8-12mm, mục đích bảo vệ cho đầu cọc khi búa đóng khỏi bị dập nát. Tâm đầu cọc và tâm mũi cọc phải tạo thành một đường trục trùng với trục của cọc.

Việc chế tạo đầu cọc và mũi cọc có ảnh hưởng rất lớn đến công tác thi công đóng cọc.



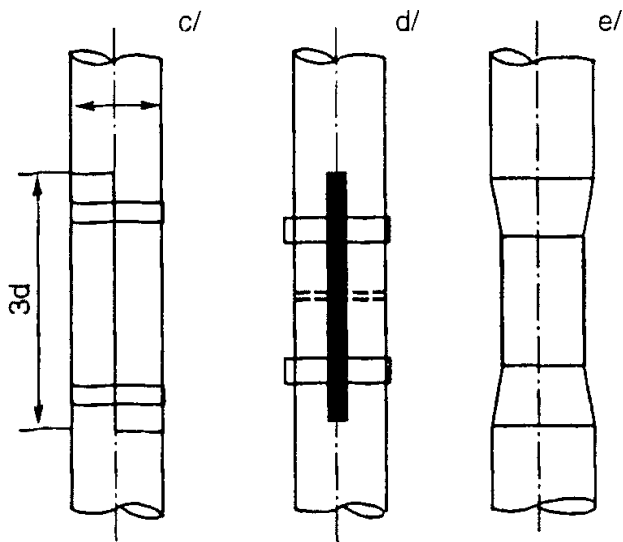
Hình 2-2. Cọc gỗ

a) Cọc gỗ thông thường;

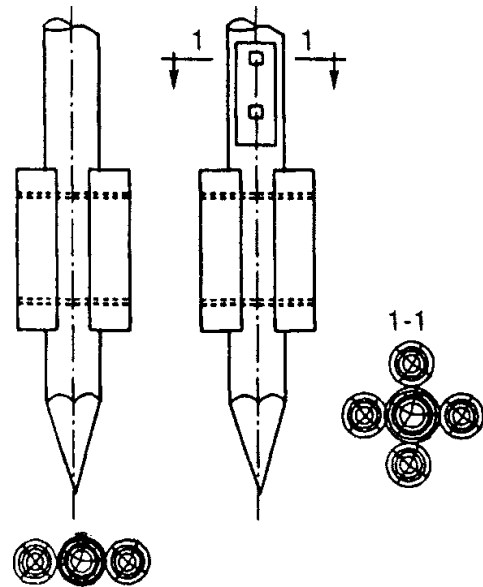
b) Cọc gỗ có gia cường đai thép ở đầu cọc và mũi thép ở mũi cọc

Cọc gỗ khi phải đóng qua lớp đất rắn mỏng, lớp cuội sỏi, lớp đất có lẫn đá cục nhỏ, lớp đất có lẫn cành và rễ cây thì mũi cọc được bảo vệ bằng một mũ thép và gắn vào mũi cọc bằng đinh (hình 2-2).

Khi cọc đóng xuống những nơi đất mềm thường người ta ốp thêm vào đoạn dưới thân cọc những đoạn gỗ, có thể là một hoặc 2 tầng để làm tăng sức chịu tải của cọc (hình 2-4).



Hình 2-3. Các phương pháp nối cọc gỗ
c) Nối bằng vòng đai; d) Nối bằng lõi sắt;
e) Nối bằng ống bao.



Hình 2-4. Các phương pháp gia cường sức chịu tải của cọc gỗ

Trường hợp cây gỗ không đủ chiều dài của cọc thì cần phải nối:

Có 3 cách nối cọc gỗ thông dụng (hình 2-3):

- Nối bằng vòng đai;
- Nối bằng lõi sắt;
- Nối bằng ống bao kim loại.

Các cách nối trên đơn giản, dễ thi công và tốn ít công sức, nhưng chúng không chịu được lực kéo uốn, dễ bị hư hỏng khi bị chấn động hoặc quá tải nhất thời và phải chôn sâu dưới đất ít nhất là 2,0m. Các cách nối bằng gỗ ốp hoặc 6-8 thanh sắt ốp thì chịu lực tốt hơn nhưng tốn nhiều công và vật liệu.

b. Cọc hỗn hợp bê tông và gỗ:

Cũng như cọc tre, để tránh mục cọc gỗ phải sử dụng ở nơi thường xuyên có nước, tuy nhiên trong thực tế có những công trình mực nước ngầm có thể thay đổi lúc cao lúc thấp và những công trình chỉ có một phần cọc nằm trong nước ngầm, trường hợp này nên sử dụng loại cọc hỗn hợp gồm cả bê tông và gỗ.

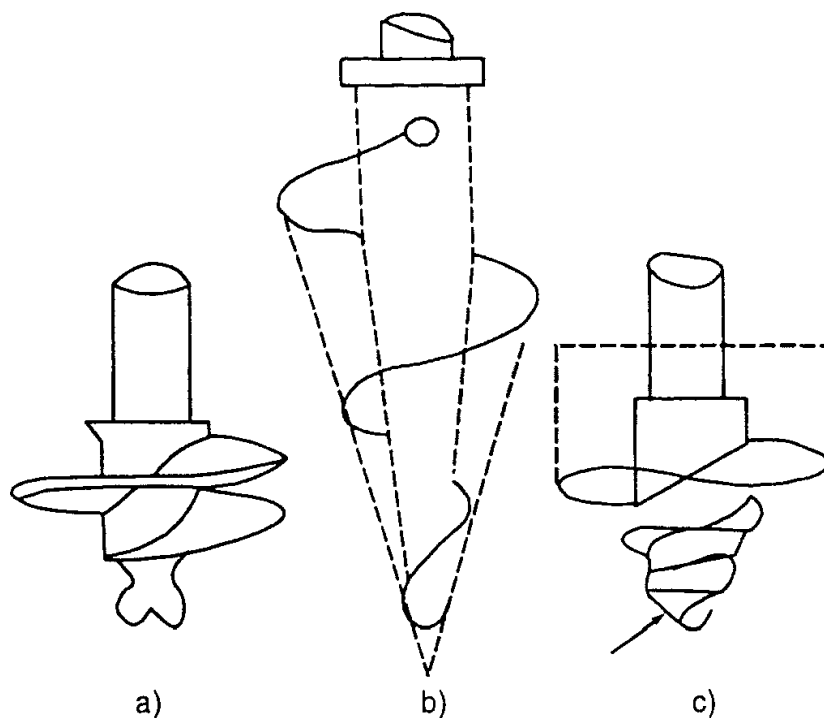
Người ta để phần cọc hoàn toàn và vĩnh viễn nằm dưới mực nước ngầm bằng gỗ, còn phần trên nơi không có nước ngầm hoặc nơi mà mực nước ngầm luôn luôn thay đổi thì dùng cọc bê tông cốt thép.

Cọc gỗ có thể đóng thẳng hoặc xiên, còn loại cọc hỗn hợp này không được phép đóng xiên.

Thông thường cọc gỗ được sử dụng trong xây dựng các công trình tạm thời, các công trình ít quan trọng và chịu tải không lớn.

4. Cọc thép

Cọc thép chịu lực dọc rất tốt nhưng do trọng lượng tương đối nhỏ và lực ma sát giữa đất và cọc thép không lớn nên khả năng chống nhổ của cọc thép không cao.

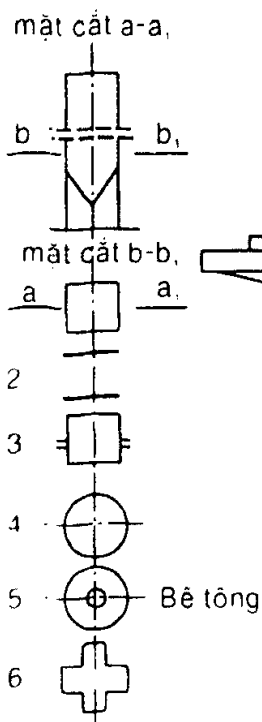


Hình 2-5. Cọc định ốc đặc đối với các loại đất

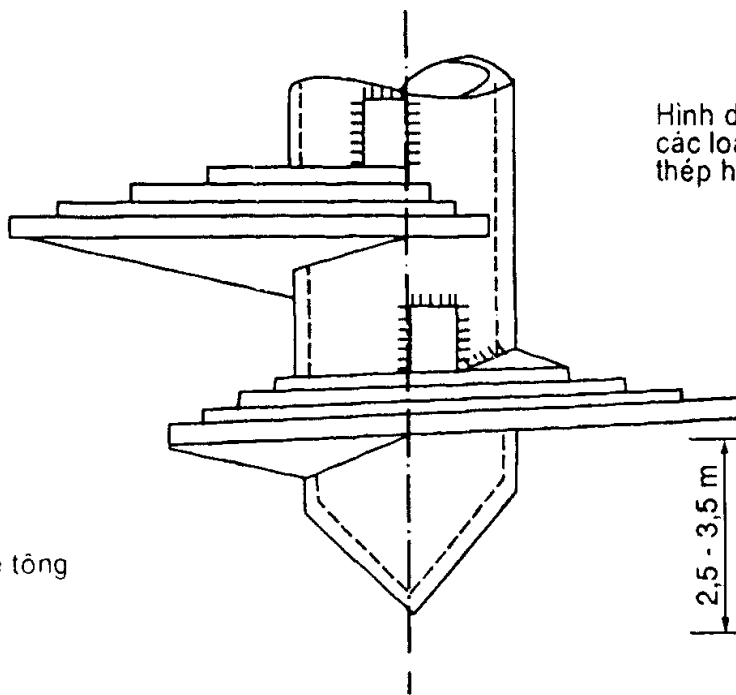
a) Tương đối mềm; b) Trung bình; c) Cứng

Cọc thép do giá thành cao nên ngày càng ít dùng hơn so với cọc bê tông cốt thép tuy vậy trong một số trường hợp sau đây người ta vẫn còn sử dụng rộng rãi cọc thép:

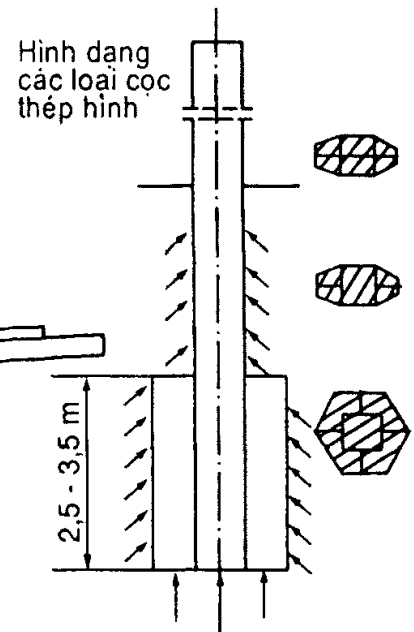
- Sử dụng trong những công trình có lực va đập mạnh (như cầu tàu,...);
- Sử dụng trong những công trình có lực nhỏ lớn (cột thép);
- Sử dụng trong những loại đất rất khó đóng các loại cọc thông thường (như trong cát, trong đá,...) lúc này người ta dùng cọc thép phân dới có cánh xoắn ốc (hình 2-5).



Hình 2-6. Các loại cọc bằng thép hình
3, 4, 6 chiều dài $\leq 26m$



Hình 2-7. Cọc thép xoắn ốc



Hình 2-8. Cọc bằng thép hình có hàn ốp các đoạn gia cường ở phần mũi cọc

Trong một số trường hợp đối với đất sét dẻo người ta cũng dùng một ít cọc thép ở giai đoạn cuối để chống việc chùng nỡ và trôi lên của các cọc đã đóng trước.

Ngoài ra, còn hay sử dụng cọc thép như những thanh ốp dọc gia cường cho các tường cừ bằng thép hay gỗ.

Để khắc phục nhược điểm của cọc thép là ít ma sát với đất và trọng lượng nhỏ gần đây người ta đã sử dụng các thanh thép hình có hàn thêm các cánh gia cường hoặc bọc thêm bê tông một đoạn gần mũi cọc hoặc dùng cọc ống thép sau khi đóng cọc thì đổ bê tông vào trong ống (hình 2-6, 2-7, 2-8).

Vật liệu sử dụng trong chế tạo cọc thép có thể là gang, thép hoặc kết hợp cả gang thép và bê tông.

Tuy giá thành của cọc thép có cao hơn cọc bê tông cốt thép và cọc gỗ nhưng người ta vẫn sử dụng bởi chúng có những ưu điểm sau đây:

- Nâng cao khả năng chịu tải của cọc đối với mọi loại đất;
- Trọng lượng của cọc tương đối nhỏ nếu như cọc bê tông cốt thép dài khoảng 20m có tiết diện 40×40 cm nặng tới 8 tấn thì với cọc thép có tiết diện tương tự (đường kính ống $\phi 50$ cm) chỉ nặng 2,5-3 tấn (thường cọc ống thép nhẹ hơn cọc bê tông tới 3 lần). Do cọc nhẹ nên thi công dễ dàng và không đòi hỏi các thiết bị phức tạp có lực đóng lớn;
- Cọc thép bền và cứng, không sợ khi vận chuyển và đóng cọc bị nứt nên loại trừ được hiện tượng vỡ cọc trong các quá trình thi công;
- Độ sâu đóng cọc có thể rất lớn, có thể đóng những cọc sâu tới 40-50m không khó khăn gì lắm vì thiết bị không đòi hỏi phức tạp và có thể nối dần dễ dàng từng đoạn cọc trong khi thi công.
- Sức chịu tải của cọc thép rất lớn : Đối với các loại cọc thông thường khả năng chịu nén đạt 100T, chịu kéo đạt 50T trong một số trường hợp cá biệt có thể thiết kế và thi công cọc thép chịu tải tới 250 hoặc 300T.

a. Chống gỉ cho cọc thép:

Những cọc kim loại ngâm lâu trong nước thường bị gỉ và huỷ hoại. Người ta thấy rằng cọc thép ngâm trong nước mặn bị phá huỷ nhanh hơn trong nước ngọt. Phần cọc ở trong nước và trong lớp không khí gần nước bị gỉ nhanh hơn phần cọc nằm hoàn toàn trong đất. Cọc thép trong đất cát đồng chất thì bền hơn cọc thép chôn trong đất sét vì cát tác dụng với gỉ sắt tạo thành một màng chống nước và axit xâm nhập vào kim loại.

Muốn cho cọc thép đỡ gi người ta quét các lớp nhựa bi-tum lên bề mặt cọc. Thí nghiệm cho thấy rằng những lớp nhựa bảo vệ này dính rất chặt vào sắt thép và sau khi đóng cọc thép qua nhiều tầng cát to hạt lớp nhựa vẫn không bị hư hỏng.

Một số nghiên cứu cho biết sau 100 năm phần cọc thép nằm hoàn toàn trong nước bị gỉ ăn mòn từ 2,0 đến 4,5mm còn phần cọc nằm sát mặt nước cả phía trên lẫn phía dưới có thể bị gỉ ăn mòn từ 8,0 đến 10,5mm.

Mức độ gỉ của cọc kim loại phụ thuộc vào độ mặn, độ xâm thực của nước, nhiệt độ và độ ẩm của không khí và tính chất của kim loại, những sắt thép dùng làm cọc có pha thêm hợp kim crôm, măng-gan thì bị gỉ ít hơn.

Hiện nay chưa có số liệu chính xác và đầy đủ về sự phá hoại của sắt thép trong điều kiện nhiệt ẩm, có gió mùa của nước ta nhưng những chỉ dẫn trên cho thấy nếu dùng cọc ống thép có chiều dày 12-14mm thì mới có khả năng làm việc được trên 100 năm.

Hệ số an toàn trong thiết kế và thi công cọc thép:

Trong tính toán và thi công cọc thép người ta sử dụng các hệ số an toàn như sau đối với các loại đất:

- Đối với đất bình thường $K = 6$;
- Đối với đất bùn $K = 8$,

b. Biện pháp thi công cọc thép:

Đối với cọc thép đặc thường dùng búa đóng tương tự như khi thi công cọc bê tông hoặc cọc gỗ. Đối với các loại cọc rỗng thì có thể hạ cọc bằng búa đóng hoặc máy rung. Nếu là cọc hỗn hợp giữa bê tông và thép thì sau khi đã hạ ống thép đến vị trí thiết kế mới dùng khí nén hoặc nước áp lực cao để xói hết đất trong lòng cọc rỗng rồi đổ bê tông.

Trường hợp thi công cọc thép xoắn ốc, người ta thường gắn một tời xoay ở đầu cọc thép tùy theo kích thước và chiều dài của cọc và tùy theo chất lượng đất mà việc hạ cọc xoắn có thể tiến hành bằng phương pháp thi công thủ công hoặc cơ giới.

Đối với những loại cọc thép lớn và dài mũi cọc có những cánh xoắn ốc lớn bằng thép hay gang lại phải xuyên qua những lớp đất cứng thì thường phải gắn những vòi nước có áp lực cao ở mũi cọc để hỗ trợ trong khi xoắn hạ cọc (hình 2-9).

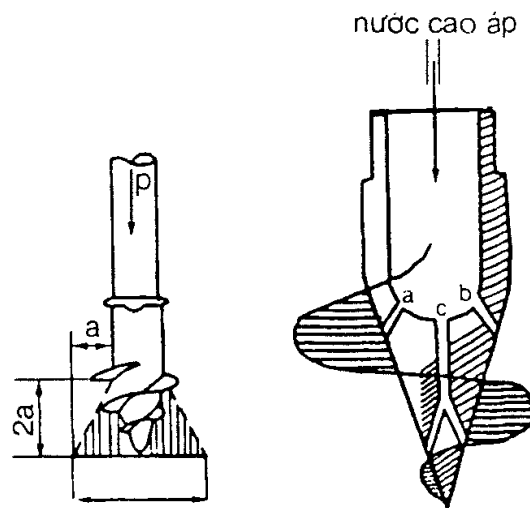
5. Cọc bê tông cốt thép:

Trong nhiều trường hợp cọc bê tông cốt thép được dùng để thay thế cọc gỗ. Tuy chế tạo cọc giá thành có cao hơn nhưng ngược lại sử dụng cọc bê tông cốt thép có nhiều ưu điểm hơn so với cọc gỗ:

- Có thể đáp ứng chính xác kích thước tiết diện, cường độ và chiều dài của cọc theo thiết kế;
- Cùng với thời gian cọc gỗ có thể bị hư hại khá nhanh đặc biệt nếu nó không được đóng hoàn toàn nằm trong nước còn cường độ của cọc bê tông ngày càng được tăng cao;
- Đối với cọc gỗ kiểm được loại thẳng, dài đảm bảo các yêu cầu về tiết diện là rất khó khăn và cũng tốn kém nhất là khi yêu cầu số lượng nhiều, ngược lại với cọc bê tông thì chiều dài chỉ bị hạn chế bởi thiết bị thi công và vận chuyển, do đó cùng với những tiến bộ về khoa học thì kích thước của cọc bê tông cốt thép ngày càng được nâng cao.

Chính vì có những ưu điểm trên nên cọc bê tông cốt thép ngày càng thay thế cọc gỗ và được sử dụng rộng rãi trong những trường hợp sau đây:

- Khi yêu cầu độ dài của cọc tương đối lớn;
- Yêu cầu khả năng chịu tải lớn, vì vậy mà số lượng cọc bê tông cốt thép trong công trình ít hơn rất nhiều so với lượng cọc gỗ;
- Cọc bê tông cốt thép được sử dụng ở những vùng có nước và khí xâm thực, các công trình biển và ở những vùng nước ngầm lên xuống.



Hình 2-9. Các loại mũi cọc thép

a) Loại mũi tủy;

b) Loại mũi nhọn có đường nước cao áp

a. Phân loại cọc bê tông cốt thép:

Có nhiều cách phân loại cọc bê tông cốt thép, như dựa vào kích thước và trọng lượng cọc, hình dáng của cọc, nguyên lý làm việc của cọc (cọc chống, cọc ma sát)... Song, phổ biến nhất là phân loại cọc bê tông cốt thép dựa theo phương pháp thi công cọc. Theo cách phân loại này người ta phân chia cọc bê tông cốt thép làm 3 loại:

- (1) - Cọc bê tông cốt thép đúc sẵn;
- (2) - Cọc bê tông cốt thép đổ tại chỗ;
- (3) - Cọc bê tông cốt thép hỗn hợp vừa đúc sẵn vừa đổ tại chỗ.

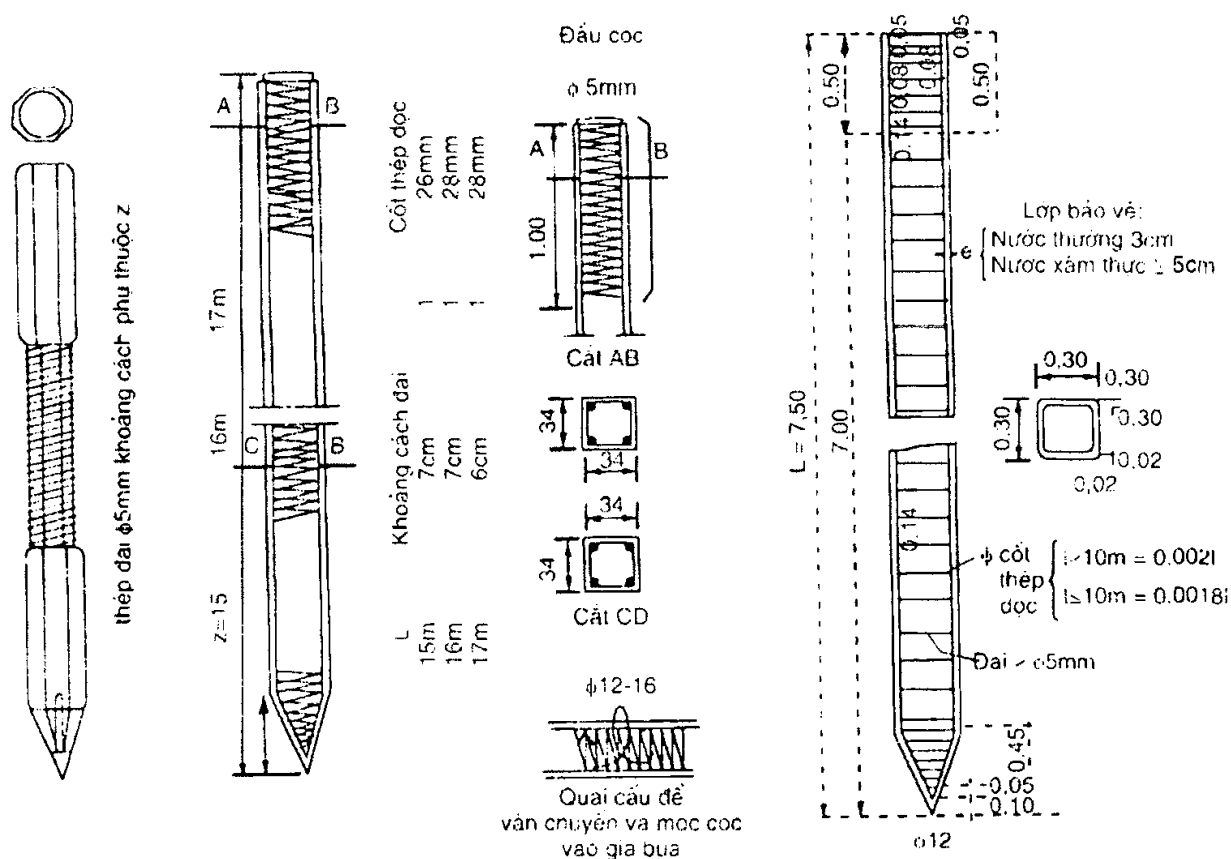
Các mục sau đây sẽ đi sâu nghiên cứu cọc bê tông cốt thép trên cơ sở của cách phân loại này.

Chương II

CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐÚC SẴN

I. CẤU TẠO CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐÚC SẴN

Cọc bê tông cốt thép đúc sẵn thường gồm 3 bộ phận: thân cọc, mũi cọc và đầu cọc (hình 2-10).



Hình 2-10. Cấu tạo của các loại cọc bê tông cốt thép

1. Thân cọc:

Thường có tiết diện hình vuông, tròn, lục giác, bát giác cũng có khi sử dụng cọc có tiết diện tam giác đều.

Cọc có tiết diện hình vuông, thông thường kích thước mỗi cạnh từ 15cm đến 40cm.

Cọc bê tông cốt thép có chiều dài phổ biến tới 25m, trường hợp cọc bê tông cốt thép ứng suất trước có thể dài tới 40m hoặc hơn nữa.

Cốt thép dọc trong cọc làm việc chịu nén là chủ yếu nhưng trong quá trình vận chuyển và thi công cọc còn bị uốn. Trong tính toán cọc người ta thấy rằng nếu dùng cốt thép dọc có kích thước không lớn và đai dày thì sẽ có lợi.

- Đường kính cốt đai hoặc cốt lò xo của cọc thường là 6mm-8mm
- Đường kính cốt thép dọc (d) phụ thuộc vào chiều dài (L) của cọc:
 - + Với cọc $L \leq 10\text{m}$; $d \approx 0,002 L$
 - + Với cọc $L > 10\text{m}$; $d \approx 0,0018 L$

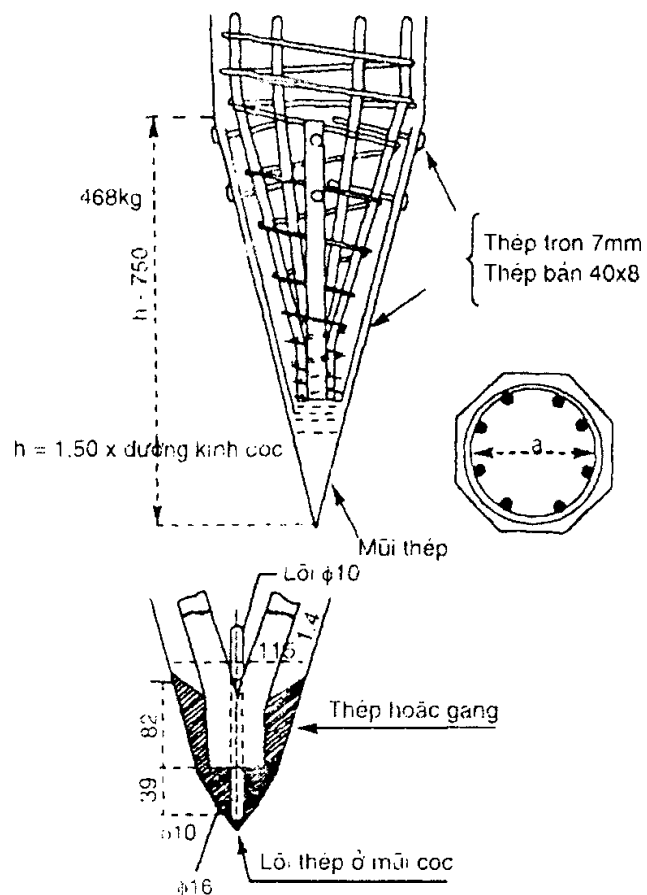
Lớp bê tông bảo vệ:

- Đối với môi trường không bị xâm thực: lớp bảo vệ $\geq 2,0\text{cm}$
- Đối với nước biển và trong môi trường bị xâm thực: lớp bảo vệ $\geq 5,0\text{cm}$

Lượng xi măng dùng trong cọc bê tông cốt thép thường từ 300-400 kg/m³. Bê tông ở vùng nước biển hoặc vùng môi trường bị xâm thực nên sử dụng loại xi măng ít vôi.

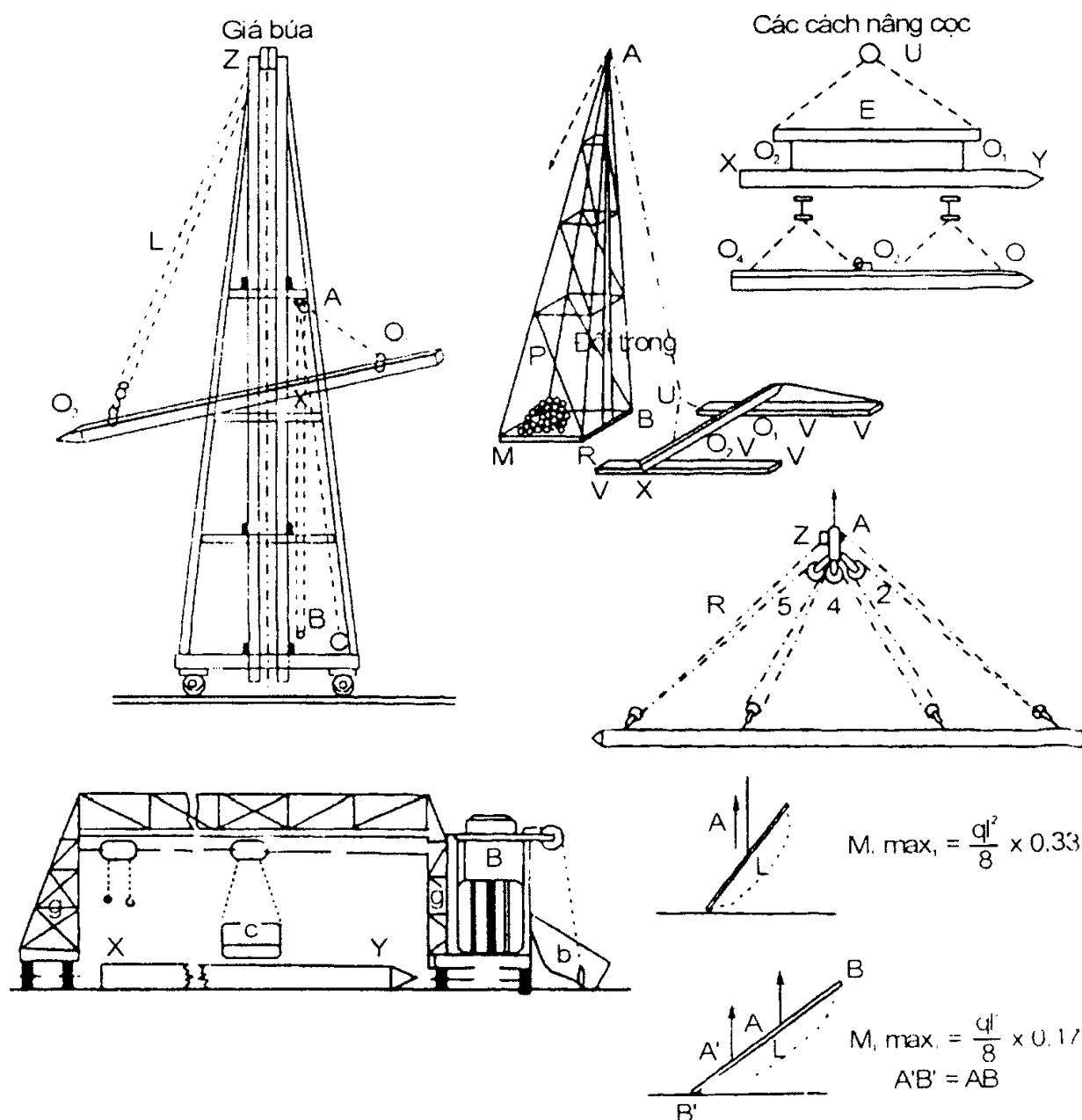
2. Mũi cọc:

Mũi cọc là bộ phận tiếp xúc trực tiếp với đất cứng khi đóng nên rất cần được bảo vệ bằng mũi cọc. Nó có thể là một mũ bằng kim loại kiểu như mũ của cọc gỗ hoặc là một vành đai thép bọc chặt các thanh thép



Hình 2-11. Các loại mũi cọc bê tông cốt thép

đọc. Ngoài ra, người ta còn gia cường bằng các lưới thép chống va đập. Thép của các lưới này có đường kính nhỏ (4 - 6mm) được đặt dày trong một đoạn khoảng 1m bắt đầu từ mũi cọc (hình 2-11).

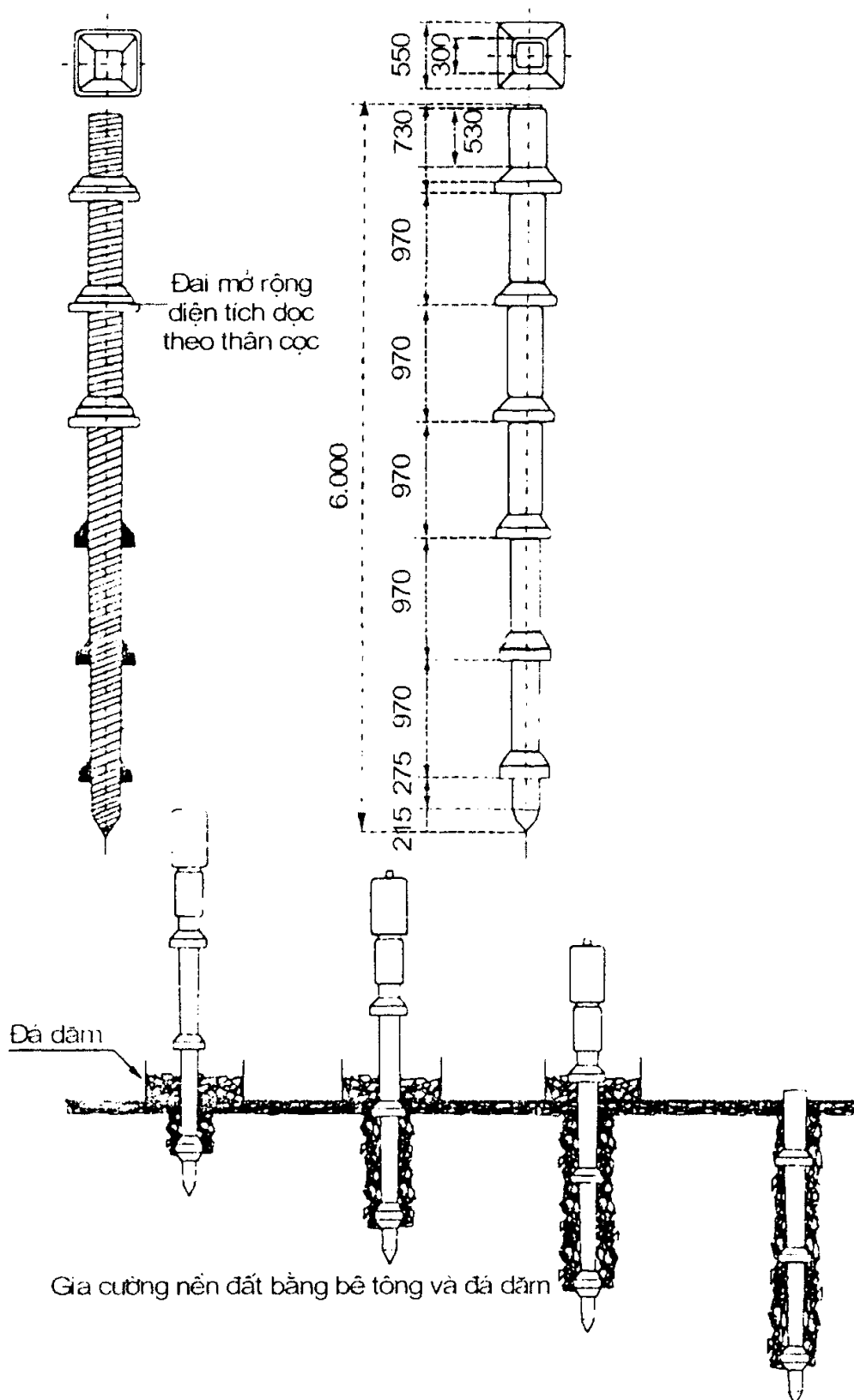


Hình 2-12. Các cách thức xếp dỡ, nâng cọc và treo vào giá búa đối với cọc bê tông cốt thép

3. Đầu cọc:

Đầu cọc kích thước tương tự như thân cọc nhưng chịu trực tiếp lực đập của búa. Do đó cũng như mũi cọc, cần gia cường thép đai và các lưới chống va đập trên một đoạn chiều dài từ 0,40÷1,0 m từ đầu cọc. Tuy đã

gia cường nhưng để chống nứt cho đầu cọc bê tông cốt thép, thông thường người ta trang bị thêm một đệm đầu cọc bằng gỗ hoặc bằng thép trong đưng một lớp cát rất mịn để ngăn cách búa và cọc.



Hình 2-13. Cọc Takechi (Nhật Bản)

Kinh nghiệm cho thấy rằng: lực đóng cọc trong tất cả các trường hợp thường thay đổi trong khoảng từ $140 \div 200 \text{ kg/cm}^2$ trong khi lực phá hoại do đóng thực tế bằng khoảng 50% khả năng chịu nén của cọc, do vậy cường độ bê tông đầu cọc kể cả cốt thép cần phải đạt là 280 kg/cm^2 đối với đất tương đối mềm và 400 kg/cm^2 đối với các loại đất cứng.

II - MỘT SỐ LOẠI CỌC ĐẶC BIỆT:

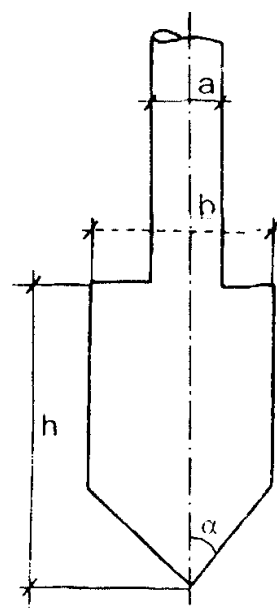
1 - Cọc bê tông đúc sẵn thi công theo phương pháp TAKECHI (Osaka - Nhật Bản)

Đó là cọc có thêm các đai mở rộng diện tích theo thân cọc. Khi đóng cọc người ta dồn đá xuống phần lỗ chung quanh thân cọc được tạo ra bởi các đai cọc (hình 2-13)

Lực chịu tải của loại cọc này so với cọc thông thường có thể tăng lên tới 4 lần trong đất mềm và 2,5 lần trong đất chắc. Tuy vậy, hiệu quả chỉ là nhất thời ở giai đoạn đầu, do đó loại cọc này chủ yếu được dùng cho các loại công trình tạm hoặc các công trình mà thời gian tồn tại không lâu.

2. Cọc bê tông cốt thép đúc sẵn được mở rộng phần đáy - cọc "kiểu củ hành"

Loại cọc này có phần thân bằng bê tông cốt thép có tiết diện hình vuông, lục giác, bát giác hay tròn nhưng bộ phận dưới của cọc được phình to ra, vì vậy cho phép cọc truyền xuống đất một lực lớn hơn so với các loại cọc thông thường (hình 2-14)



Hình 2-14. Cọc kiểu "củ hành"

Kích thước phần đáy mở rộng của cọc (kích thước củ hành) được xác định như sau:

$$b = 2a$$

$$h = 1,5b$$

$$\alpha = 45^\circ$$

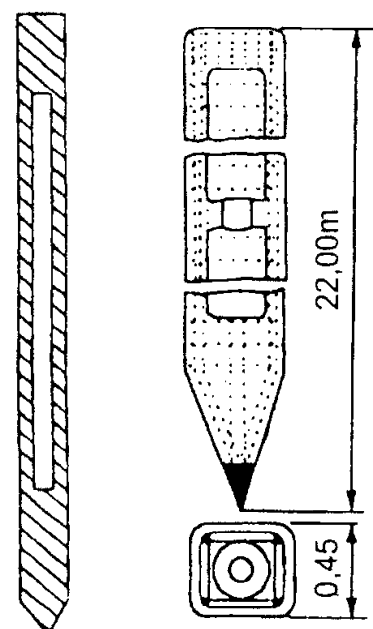
Trong thời gian đóng cọc người ta liên tục đổ cát vào phần rỗng chung quanh thân cọc, quá trình đóng cọc cát sẽ tự động dồn xuống và ép chặt vào thân cọc.

3. Cọc rỗng bằng bê tông cốt thép hoặc bê tông cốt thép ứng suất trước (hình 2-15)

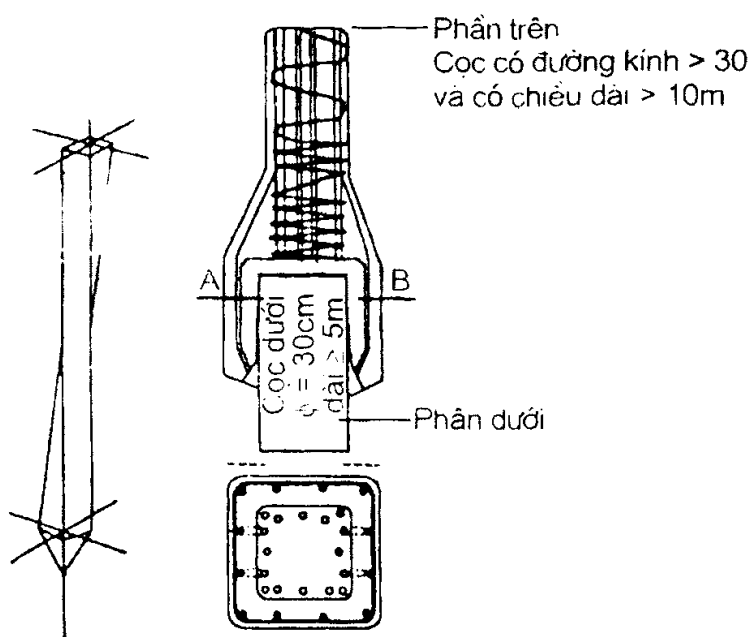
Người ta thường sử dụng loại cọc này trong trường hợp chiều dài của cọc hơn 25m và chịu tải rất lớn. Do đó mà tiết diện ngang của cọc thường rất lớn.

Phổ biến là cọc tròn chiều dài cọc có thể lên đến 60-70m. đường kính của cọc từ 0,5 đến 1,5m. Cốt thép đai kiểu lò xo bao gồm 2 lớp trong và ngoài ôm lấy cốt thép dọc.

Cọc được sản xuất theo phương pháp quay ly tâm để tạo ra một lớp bê tông ngoài cùng rất đặc chắc có thể chịu được nước xâm thực.



Hình 2-15. Cọc bê tông cốt thép rỗng



Hình 2-16. Cọc vận chuyển nhỏ và chi tiết của phần nối bằng ống lớp vỏ bao bê tông cốt thép giữa 2 đoạn cọc

Mũi cọc có mũ bằng bê tông cốt thép, bằng thép hoặc bằng gang. Sau khi thi công cọc phần rỗng ở lõi cọc được đổ đầy bê tông nghèo, cát hoặc nước.

Cọc rỗng bê tông cốt thép ứng suất trước sử dụng trong trường hợp cọc dài, chịu tải lớn và yêu cầu chống xâm thực cao. Sản xuất các loại cọc này thường theo phương pháp kéo trước, tức là: đặt cáp chung quanh thân cọc kéo căng cáp rồi đổ bê tông. Khi bê tông ninh kết xong thì thả neo tạo nên ứng suất nén trước trong kết cấu bê tông.

Lượng xi măng dùng cho loại cọc rỗng này thông thường là 350-400kg/m³ bê tông.

III. MỘT SỐ CÔNG THỨC THỰC NGHIỆM ĐƠN GIẢN ĐỂ XÁC ĐỊNH KHẢ NĂNG CHỊU TẢI CỦA CỌC:

1. Công thức của Hà - Lan:

Gọi: e - Độ chối của cọc dưới tác dụng của nhát búa cuối cùng:

p - Trọng lượng búa;

q - Trọng lượng cọc;

H - Chiều cao rơi búa;

P - Khả năng chịu tải của cọc.

Tác động hữu ích gây ra do búa p rơi từ độ cao H là pH , nhưng dưới ảnh hưởng của lực đập gây ra những biến dạng, rung động, sự tăng nhiệt và những mất mát khác của lực làm giảm tác động hữu ích của búa theo

tỷ lệ $\frac{p}{p+q}$.

Mặt khác, khả năng chịu tải và chuyển vị của cọc phải cân bằng với lực tác dụng, do đó ta có công thức:

$$P.e = p.H \frac{p}{p+q} \rightarrow P = \frac{p^2 H}{e.(p+q)}$$

Theo kinh nghiệm tính toán của Hà Lan người ta lấy hệ số an toàn bằng 6 và xác định độ chối bằng cách lấy trị số trung bình của 5 nhát búa cuối cùng.

Ta có:
$$P = \frac{p^2 \cdot H}{6e(p+q)}$$

2. Xác định khả năng chịu tải của cọc theo công thức BENOBOCQ

Theo Benobencq khả năng chịu tải của cọc được xác định theo công thức:

$$R = R_s + R_t - P$$

Trong đó: R_s - khả năng chịu tải của mũi cọc;

R_t - khả năng chịu tải của thân cọc;

P - trọng lượng bản thân của cọc;

Gọi: S - tiết diện ngang của cọc;

Δ - trọng lượng riêng của lớp đất xuyên qua;

β - hệ số an toàn ($\beta \geq 6$);

l - chiều dài của cọc.

φ - hệ số ma sát trong của lớp đất xuyên qua.

Ta có:
$$R_s = \left[\Delta l s + \operatorname{tg}^4 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \right] \beta$$

Khi cọc xuyên qua nhiều lớp đất khác nhau người ta có thể sử dụng trọng lượng riêng trung bình của đất:

$$\Delta = \frac{\Delta' y' + \Delta'' y'' + \dots + \Delta^n y^n}{l}$$

Trong đó, $\Delta', \Delta'', \dots, \Delta^n$ - trọng lượng riêng của các lớp đất cọc phải xuyên qua;

$y', y'', \dots, y^n$ - chiều dày của các lớp đất đó.

III. CÁC THIẾT BỊ ĐÓNG CỌC:

Có nhiều loại giá, búa hoặc máy móc phục vụ việc đóng cọc. Việc lựa chọn chúng phụ thuộc vào một số yếu tố cơ bản sau đây:

- Loại cọc (gỗ, bê tông, thép) và trọng lượng của chúng;
- Số lượng cọc phải đóng;
- Loại đất cọc cần phải xuyên qua;
- Tốc độ thi công đòi hỏi;
- Thiết bị hiện có của đơn vị thi công và các điều kiện địa phương.

Người ta đã tổng kết và rút ra kết luận: thiết bị đóng cọc hiệu quả nhất là sử dụng quả búa có trọng lượng lớn hơn hay bằng trọng lượng của cọc cho rơi ở độ cao không vượt quá $1,0 \div 1,5\text{m}$, với tần số đóng của búa vừa phải.

Nhưng những điều kiện như trên rất khó thực hiện đối với những cọc lớn và dài vì nó đòi hỏi trọng lượng của quả búa rất nặng.

Để giải quyết khó khăn trên các nhà chuyên môn đã nghiên cứu và đưa ra kết luận : có thể chọn búa có trọng lượng chỉ bằng 10m trọng lượng tính theo chiều dài của cọc và độ rơi của búa tùy ý cốt sao để cọc không bị vỡ nhưng như vậy thì lại đòi hỏi giá búa rất cao.

Chẳng hạn tại cảng Manila (Philipine), đã đóng cọc bê tông cốt thép dài 33m có tiết diện $60 \times 60\text{cm}$ nặng 30T bằng quả búa chỉ nặng 13,6T và độ cao nâng búa tới 5,0m, thép đai và lưới chống nứt bằng thép $\phi 6$ cách nhau 38mm cho một đoạn 90cm từ đầu cọc, tiếp đó khoảng cách đai là 80mm, 150mm, 230mm và 300mm, ở mũi cọc khoảng cách thép đai là 80mm cho một đoạn cọc dài 90cm.

Búa không đập trực tiếp lên đầu cọc mà đập lên một mũ cọc bằng gỗ có bọc đai thép:

Việc vận chuyển cọc trên bờ nhờ một máy kéo có trọng lượng 50 tấn, cọc được ghép nối trên một bè nổi có kích thước $33 \times 16,5\text{m}$

Năng suất thi công đạt 8 cọc cho một ngày đêm.

Tóm lại, điều kiện lý tưởng để việc đóng cọc đạt hiệu quả cao thì trọng lượng của búa phải thỏa mãn các yêu cầu sau đây:

- Đối với cọc gỗ trong điều kiện bình thường: trọng lượng búa ≥ 2 lần trọng lượng cọc;

- Đối với cọc bê tông cốt thép:

+ Trường hợp bình thường: trọng lượng búa $\geq$ trọng lượng cọc;

+ Trường hợp đặc biệt đối với cọc rất nặng và dài: trọng lượng búa $\geq 2/3$ trọng lượng cọc;

- Đối với cọc thép và ván cừ thép:

$$\text{Trọng lượng búa} = \frac{0,5p - 30 + L + 5f}{k}$$

Trong đó: p - trọng lượng 1m dài của cọc hoặc ván cừ (kg);

L - chiều dài của cọc hoặc ván cừ (m);

f - chiều dài phân ngàm của cọc và ván cừ trong đất cứng (m);

k - Hệ số tính toán phụ thuộc vào loại đất: với đất cứng $k = 30$; với đất trung bình $k = 40$; với đất mềm $k = 50$.

Các loại búa đóng cọc có rất nhiều loại với hình dáng, kích thước và trọng lượng khác nhau, dựa trên nguyên lý làm việc người ta phân chúng ra thành 3 nhóm sau đây:

1. Nhóm thứ nhất: búa treo hay búa rơi tự do

Búa treo là một loại búa làm việc dựa trên nguyên lý quả búa rơi tự do. Khi đưa búa lên cao có thể sử dụng sức người, tời tay, tời điện. Búa được trượt giữa 2 thanh trượt bằng gỗ hay kim loại nhờ các con lăn.

Búa được kéo lên đến một độ cao quy định và cho rơi tự do để búa đập xuống đầu cọc.

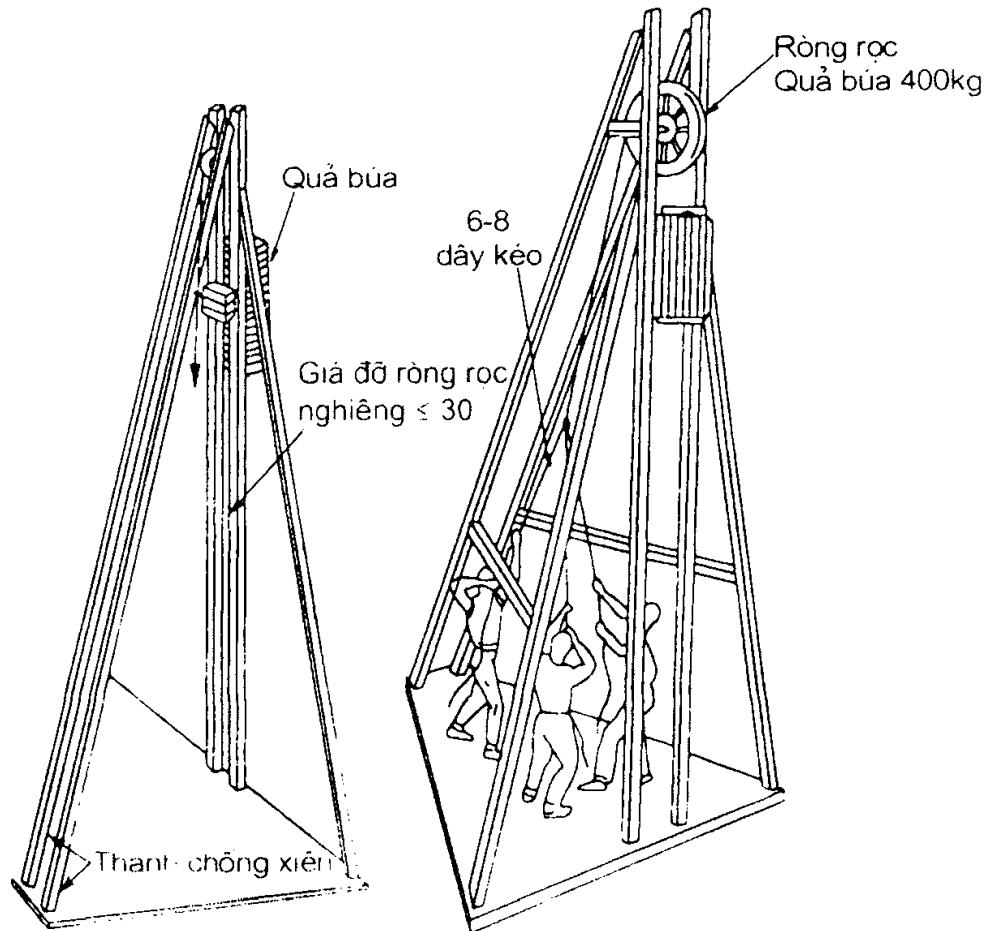
Năng suất của loại búa này thấp, búa treo chỉ sử dụng khi số lượng cọc đóng không nhiều.

Có nhiều loại búa treo:

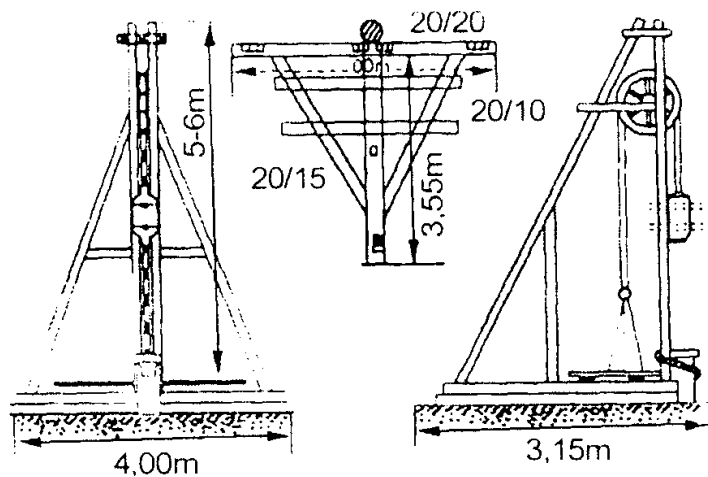
a. Búa treo dùng dây kéo bằng sức người

Loại búa treo này giá búa thường bằng gỗ, công trường có thể tự làm lấy dễ dàng vì kết cấu đơn giản.

Chiều cao giá búa khoảng 5-6m đầu trên giá búa có 1 ròng rọc để luồn cáp, một đầu cáp nối với một quả búa bằng gang, đầu kia tùy theo trọng lượng của quả búa là 200 kg hoặc 400kg mà chia ra 4 hay 8 nhánh dây mỗi nhánh do một người kéo (hình 2-17, 2-18)



Hình 2-17. Búa treo dùng dây kéo bằng sức người



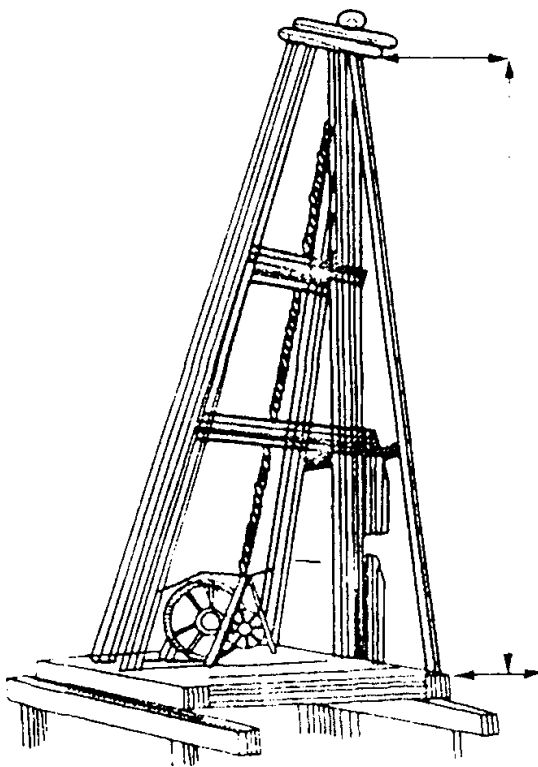
Hình 2-18. Búa treo dùng dây kéo (Kích thước chi tiết)

Loại búa treo này chỉ sử dụng trong trường hợp thi công cọc ngắn dưới 5,0m và nhẹ như cọc gỗ.

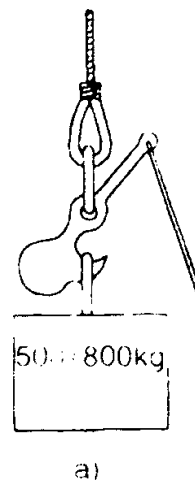
b. Búa treo sử dụng tời tay:

Cấu tạo và nguyên lý làm việc cũng tương tự như loại búa trên nhưng khoẻ hơn. Trọng lượng của quả búa có thể lên đến 500-800kg, độ cao rơi búa có thể đạt được từ 3,0 đến 5,0m.

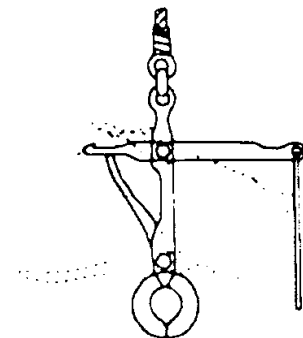
Dây kéo thủ công được thay thế bằng một sợi cáp và nối với một tời tay. Cáp này liên kết với quả búa nhờ một loại móc đặc biệt có dạng quai móc hoặc dạng cái kìm. Móc này nối với một sợi dây thừng mềm điều khiển bằng tay để nhả quả búa (hình 2-19, 2-20)



Hình 2-19. Búa treo sử dụng tời tay



a)



b)

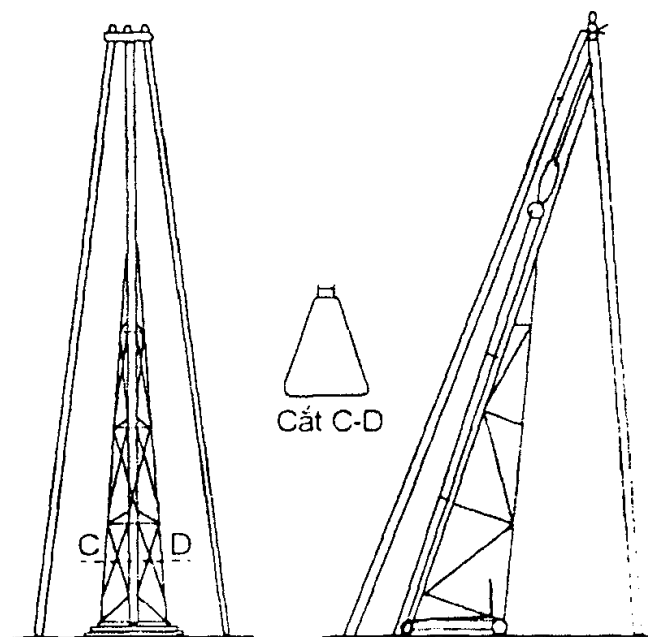
***Hình 2-20. Các loại móc treo búa
a) Móc dạng quai; b) Móc dạng kìm***

Nhược điểm cơ bản của loại búa này là tốc độ thi công chậm.

c. Búa treo kiểu Hà Lan hay là búa treo sử dụng tời điện

Đây là một loại búa sử dụng tời điện rất nhẹ và dễ điều khiển, giá búa bằng kim loại, quả búa bằng gang thông thường có tiết diện hình chữ nhật.

Đọc theo chiều cao giá búa có 2 thanh dẫn bằng gỗ để định vị và trong quá trình đóng hướng cho cọc xuống đúng vị trí (hình 2-21).



Hình 2-21. Búa treo kiểu Hà Lan Búa có thể đóng cọc xiên
- Búa sử dụng để đóng cọc BTCT nặng và dài

Giá búa treo kiểu Hà Lan có thể cao tới 25m và quả búa nặng 2 tấn. Vì giá búa kiểu Hà Lan cho phép nâng quả búa lên rất cao nên không yêu cầu trọng lượng quả búa phải lớn.

d. Tính toán năng lượng xung kích của búa treo

Khi thi công đóng cọc bằng búa treo thì độ rơi và trọng lượng của quả búa bị hạn chế bởi các điều kiện sau đây:

- Không làm hư hại cọc: Lực tác dụng của búa lên đầu cọc cần phải $\leq 1/2$ khả năng chịu nén tối đa của cọc.
- Không làm cho cọc bị rung chuyển mạnh

Búa treo kiểu Hà Lan rất dễ sử dụng và kinh tế. Nó có thể sử dụng để đóng những cọc xiên tới 35° . Người ta thường dùng để đóng cọc gỗ và cọc bê tông cốt thép nhỏ.

Gọi : P - Trọng lượng của búa (kg);

H - Độ rơi tự do của búa (m);

μ - Hệ số công suất $\mu = 0,9$;

v - Tốc độ rơi của búa (m/sec) : $v = \sqrt{2gH\mu}$

Năng lượng xung kích hay lực đập của một nhát búa sẽ là:

$$F = \frac{1}{2}mv^2 = PH\mu \text{ (kgm)}$$

Nếu tần số đóng cọc của búa là n nhát búa trong một phút thì năng lượng của búa tạo ra trong 1 phút sẽ là nF

2. Nhóm thứ 2: Búa hơi

Ngược lại với loại búa treo, búa hơi có quả búa rất nặng nhưng độ rơi lại nhỏ. Búa hơi cấu tạo bởi một pít tông di động trong một vỏ xi lanh cố định. Nó có tên là búa hơi bởi vì công việc nâng búa nhờ áp lực của hơi nước hay khí nén.

Búa hơi được dùng chủ yếu để đóng cọc bê tông cốt thép.

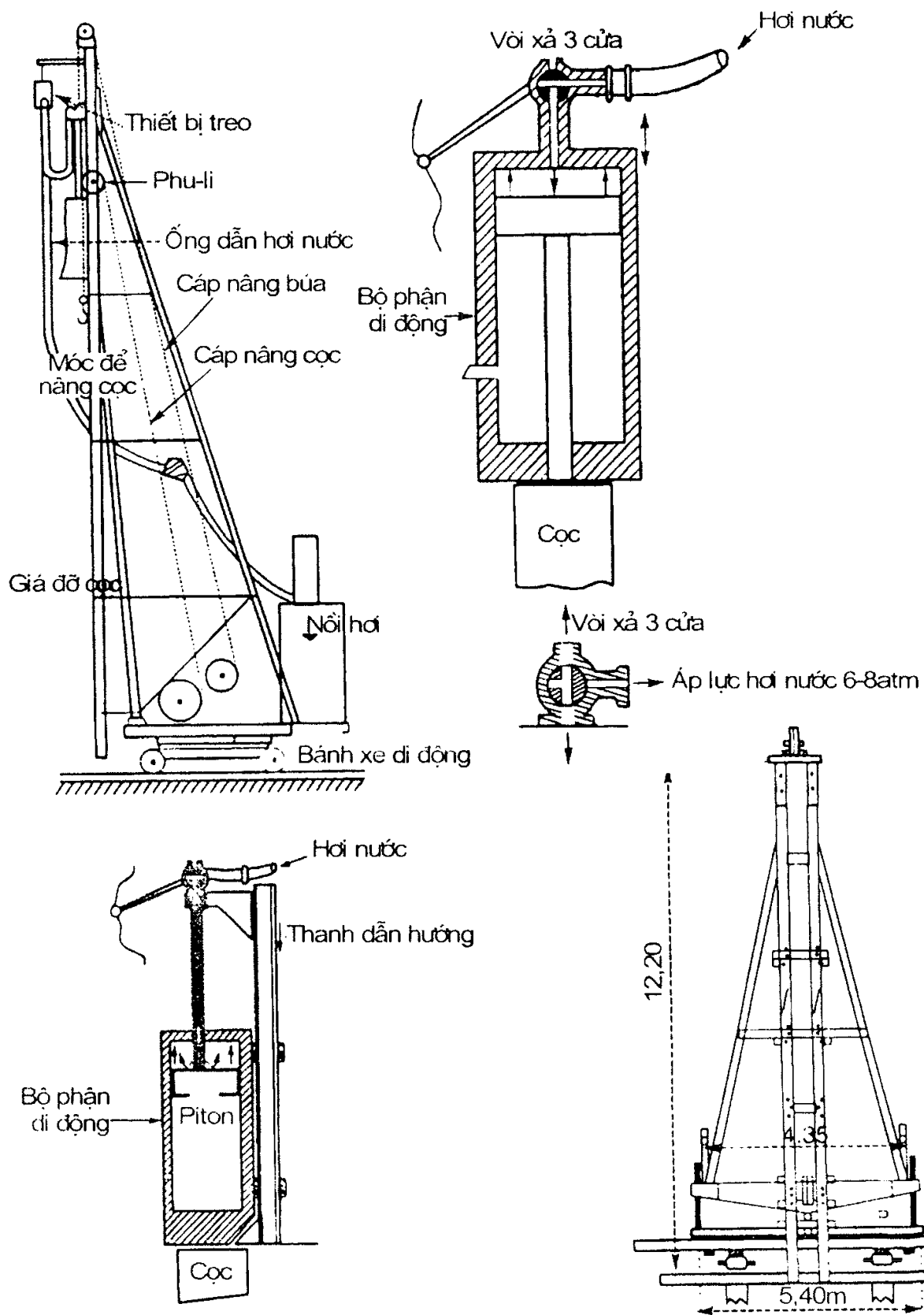
Giá búa hơi có thể cao tới 30 ÷ 35m, có thể thay đổi góc quay để đóng các loại cọc nghiêng với độ lệch tối đa là 35°.

Để chống nứt và bảo vệ đầu cọc khi đóng cọc bằng búa hơi thường người ta dùng một mũ đệm để ngăn cách sự tiếp xúc trực tiếp giữa cọc và búa. Song, như vậy sẽ bị tiêu hao mất đi khoảng 30% năng lượng của búa khi đóng cọc.

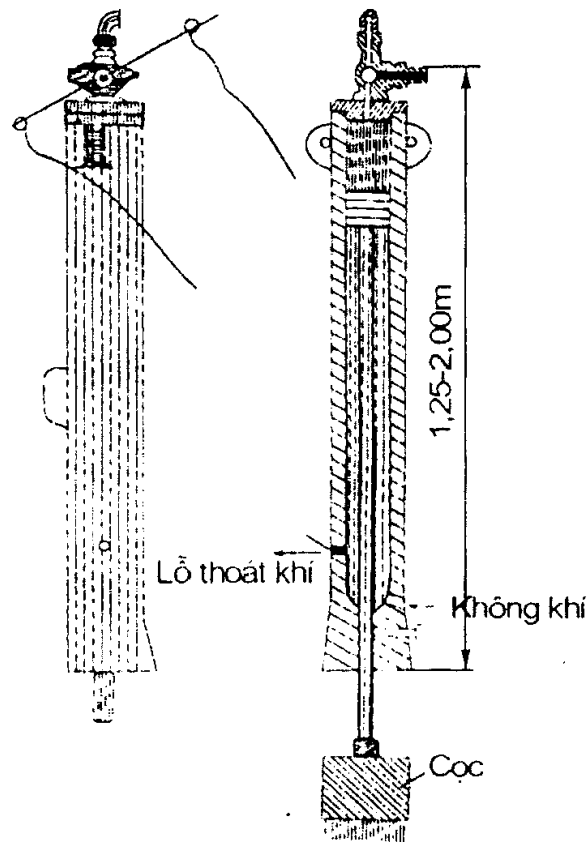
Có 2 loại búa hơi: búa hơi đơn động và búa hơi song động.

a. Búa hơi đơn động:

Đây là một loại búa dùng hơi nước hay khí nén để nâng chày lên cao, còn khi chày rơi xuống là do trọng lượng bản thân (hình 2-22, 2-23)



Hình 2-22. Búa hơi đơn động và các loại giá búa



Hình 2-23. Búa hơi đơn động.

Trọng lượng tổng cộng của búa này có thể từ 1,0 đến 12,0 tấn, trong đó trọng lượng của pít tông đi động là 0,8 đến 9 tấn.

Độ cao rơi búa từ 1,0 đến 1,5m.

Tốc độ thi công khoảng 20 đến 60 nhát búa đóng trong 1 phút.

Để đạt được năng suất đóng cọc tối đa và tránh được sự trôi lên của cọc trong lúc đóng thì trọng lượng của búa phải bằng hoặc lớn hơn trọng lượng của cọc. Trường hợp cá biệt thì trọng lượng búa cũng không được nhỏ hơn 2/3 trọng lượng của cọc.

Búa hơi đơn động thích hợp để đóng những cọc bê tông cốt thép dài và nặng.

Có loại búa hơi đơn động đóng được đồng thời một lúc 3 cọc thép hoặc gỗ.

Kết cấu của búa hơi đơn động đơn giản, bền và sử dụng dễ dàng.

Khuyết điểm chính của loại búa này là phải điều khiển bằng tay nên năng suất không cao và tiêu tốn nhiều hơi nước.

Công thức tính toán lực tác động của búa đối với búa hơi đơn động:

Gọi: C - lực tác động của búa lên cọc;

P - trọng lượng búa;

H - độ rơi của búa;

r - độ chối trung bình lấy theo 5 nhát búa cuối cùng.

Ta có:

$$C = \frac{16,66pH}{r + 0,254}$$

b. Búa hơi song động (còn gọi là búa tác động kép)

Đây cũng là một loại búa dùng hơi nước hoặc khí ép để nâng chày lên và nén chày xuống. Búa hơi song động là một loại búa khá thông dụng, so với búa hơi đơn động có những ưu điểm như sau:

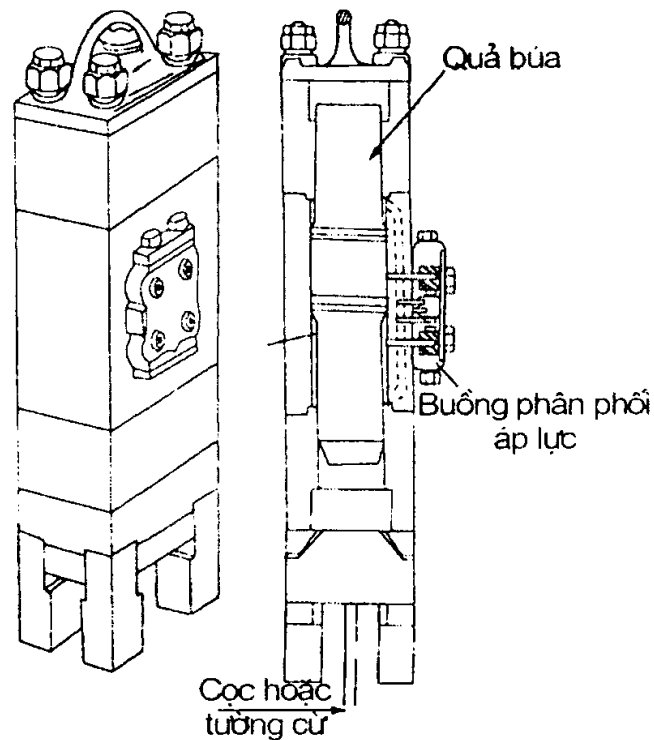
- Năng suất cao;
- Làm việc tự động có thể không cần giá búa chỉ cần treo búa vào móc của cần trục;
- Ít phá hoại đầu cọc;
- Kích thước nhỏ vận chuyển dễ dàng.

Nhược điểm: trọng lượng chày chiếm tới gần 80% trọng lượng tổng cộng của búa và sự rung động trong thi công cũng nhiều hơn.

Thực chất đây là một búa rung làm việc theo nguyên lý của một máy tán đinh ri-vê hay một búa máy (hình 2-24).

Hiệu quả của loại búa này không mạnh như búa hơi đơn động, nhưng nhờ tác động của búa, cọc luôn luôn ở trạng thái rung chuyển truyền xuống các lớp đất những giao động liên tục làm giảm sự dính kết giữa các hạt đất với nhau và giảm lực ma sát giữa đất và cọc, làm cho cọc ăn sâu vào đất một cách dễ dàng.

Người ta sử dụng búa hơi song động để hạ tường cừ và đóng cọc đứng hoặc cọc xiên trong nền đất cát.



Hình 2-24. Búa hơi song động hoặc búa rung

Công thức tính toán lực tác động của búa hơi song động (công thức Mỹ):

Gọi: R - cường độ chịu lực của đất;

h - hành trình của pít-tông (cm);

ω - ứng suất nén hiệu dụng của khí ép và hơi nước (kg/cm^2);

S - tiết diện của pít-tông (cm^2);

P - trọng lượng của quả búa (hay pít-tông) (tính theo kg).

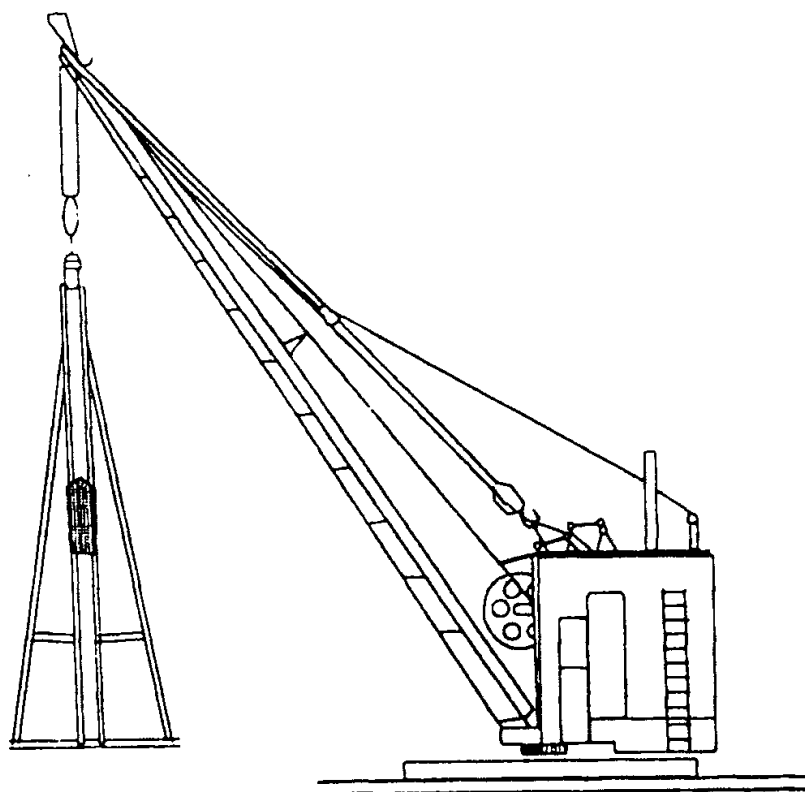
Thường đối với búa hơi song động trọng lượng của pít-tông chỉ bằng 1/5 đến 1/9 tổng trọng lượng của búa;

p - trọng lượng cọc;

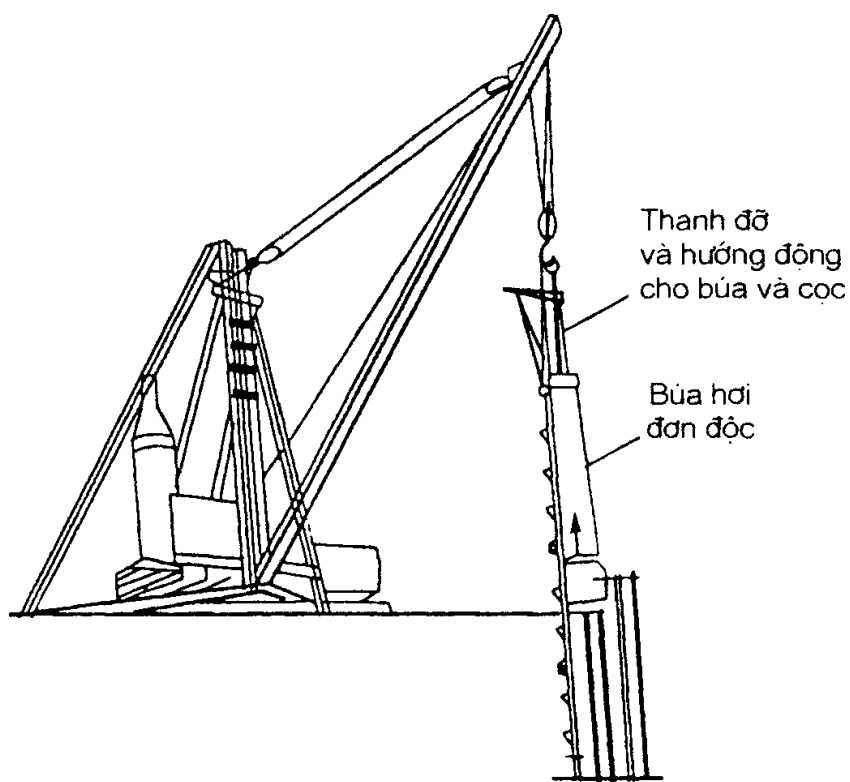
k - hệ số an toàn.

Lực tác động lên đầu cọc sẽ là:

$$C = \frac{1}{k} h \left(1 + \frac{\omega S}{P} \right) \frac{P}{P + 3p}$$



Hình 2-25. Hạ cọc bằng búa hơi đơn động và cần trục cột buồm



Hình 2-26. Hạ cọc nhờ cần trục và giá điều chỉnh độ nghiêng

3. Nhóm thứ 3: Búa DIESEL

Đây là một loại búa làm việc dựa trên nguyên lý của động cơ nổ 2 thì.

Ưu điểm của búa diesel là:

- Trọng lượng nhẹ;
- Làm việc không cần có nguồn năng lượng từ ngoài vào như nồi hơi, máy nén khí, động cơ điện..., do đó rất cơ động;
- Giá rẻ, lắp đặt nhanh, sử dụng ít công nhân;

Nhược điểm của búa diesel là có tới 50% động lượng của búa tiêu hao vào việc nén khí.

Tính năng của búa diesel:

- Chiều cao rơi búa: 0,6 ÷ 1,8m;
- Trọng lượng tổng cộng của búa: 1250 ÷ 5000 kg;
- Trọng lượng của búa: 250 ÷ 2500kg;
- Số nhát búa đóng cọc trong 1 phút: 50 ÷ 75 nhát.

Công thức tính toán lực tác động của búa diesel:

Gọi: C - lực tác động của búa lên đầu cọc;

e - độ xuyên của cọc sau 30 nhát búa cuối cùng (cm)

$$C = \frac{198}{e + 1}$$

Chọn búa đóng cọc:

Để chọn búa đóng cọc thích hợp cần phải dựa vào năng lượng xung kích của búa.

Năng lượng xung kích của búa có thể dựa theo tính toán mà cũng có thể lấy ngay ở hồ sơ tính năng kỹ thuật của búa:

Công thức tính toán năng lượng xung kích của một nhát búa:

$$E = \frac{Qv^2}{2g} \quad (\text{kgm})$$

Trong đó: E - năng lượng xung kích của búa (kgm);

v - tốc độ rơi của búa (m/sec);

g - gia tốc trọng trường (m/sec^2);

Q - trọng lượng xung kích hay trọng lượng phần chày của búa (kg).

Động năng của búa một phần tiêu hao cho việc hạ cọc, một phần khác tiêu hao làm biến dạng đàn hồi đầu cọc gây hư hỏng cọc. Năng lượng xung kích của búa được chọn phải thoả mãn điều kiện:

$$E \geq 25 P$$

Trong đó : P - khả năng chịu tải của cọc tính theo kG.

Sau khi đã chọn được búa theo công thức trên thì cần kiểm tra lại xem búa đã chọn có thích hợp với trọng lượng của cọc không theo công thức:

$$K = \frac{Q + q}{E}$$

Trong đó: K - hệ số chỉ sự thực dụng của búa;

Q - trọng lượng xung kích của búa (kg);

q - trọng lượng cọc (kể cả trọng lượng mũ cọc) (kg);

E - năng lượng nhát búa (kgm).

Hệ số thực dụng K của búa phải nằm trong phạm vi quy định sau đây:

- Đối với búa treo: $K = 1,7 \div 2,0$;

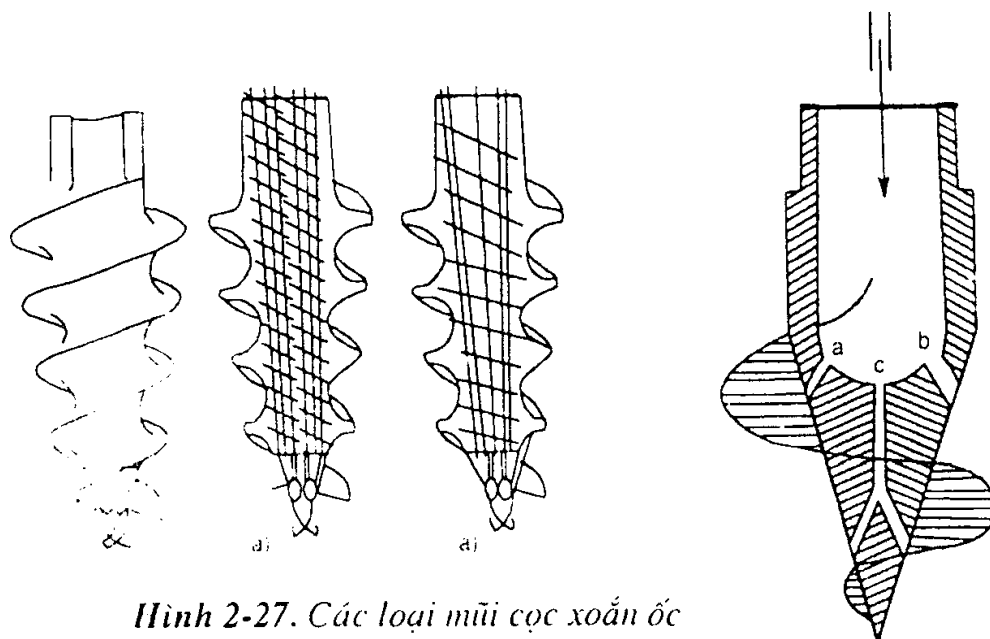
- Đối với loại búa hơi đơn động: $K = 3,0 \div 3,5$;

- Đối với búa hơi song động và búa diesel $K = 4,0 \div 5,0$.

Nếu K lớn hoặc nhỏ hơn các số liệu trên đều không phù hợp, hoặc búa quá nhỏ so với cọc khi đóng sẽ làm vỡ, làm nứt đầu cọc, hoặc quá nặng làm cho cọc bị lún quá chiều sâu cần thiết.

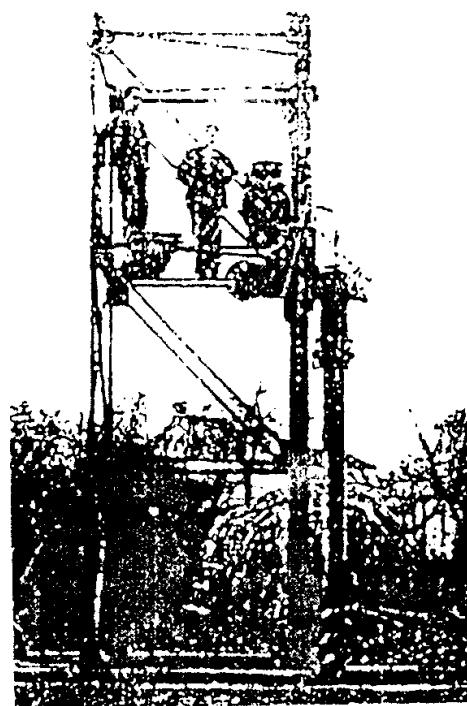
V. CÁC PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG KHÁC:

1. Phương pháp thi công cọc định ốc



Hình 2-27. Các loại mũi cọc xoắn ốc

Cọc xoắn hay cọc định ốc cấu tạo gồm thân cọc bằng bê tông cốt thép đúc sẵn đầu có dạng vít theo hình xoắn ốc. Việc bố trí khoảng cách các cánh xoắn ốc này tùy thuộc vào từng loại đất. Việc thi công tiến hành đơn giản bằng cách vận xoắn để mũi cọc ăn sâu vào trong đất như kiểu bắt vít, do đó khắc phục được nhiều bất lợi của việc đóng cọc như không đòi hỏi phải dùng các thiết bị nặng, công kênh và đất tiền, không gây rung động và nứt nẻ nguy hiểm cho các công trình chung quanh (hình 2-27, 2-28).



Hình 2-28. Thi công cọc xoắn ốc bê tông cốt thép bằng thiết bị đơn giản

Lần đầu tiên loại cọc này được sử dụng vào năm 1833 ở Belfort do kỹ sư người Anh là Michell sáng chế, mũi cọc dạng vít bằng gang để giữ phao tiêu.

Sau đó ở Anh và Mỹ cọc được sử dụng trong xây dựng các trụ đèn pha, móng cho dè chắn sóng, móng nhà và cầu cống.

Ở Vénézuéla đã xây dựng một cầu cạn có 50 trụ trong đó có 37 trụ được sử dụng cọc xoắn.

Năm 1880 ở Áo đã xây dựng cầu Vouneuil sur la Vienne gồm 5 nhịp 19m trong đó có 3 trụ sử dụng cọc xoắn mỗi trụ 17 cọc.

Hiện nay ở Anh người ta đã thi công những cọc xoắn sâu tới 30m với đường kính thân cọc rộng là 1,06m và đường kính của cánh xoắn lên tới 3,0m.

Đối với các loại cọc vít thông thường thân cọc có 2 chức năng:

- Truyền tới các cánh xoắn ốc lực vặn của máy trong quá trình thi công.
- Sau khi xoắn xong thì thân cọc chịu tải như những cọc chống thông thường.

Hiện thời ở Pháp người ta sử dụng cọc vít hoàn toàn bằng bê tông cốt thép do Grimaud sáng chế thi công bằng các phương tiện đơn giản và sử dụng trong nhiều mục đích khác nhau.

Theo phương pháp này, cọc được đổ nằm trên đất thân cọc hình bát giác mũi cọc là những cánh xoắn ốc, các cốt thép dọc được liên kết với mũi cọc bằng gang có hình đuôi cá để phá đất đá. Cọc rộng suốt toàn bộ chiều dài. Cần chú ý là tim của mũi cọc phải trùng tâm với tiết diện cọc để tránh sự lệch tâm gây khó khăn và nguy hiểm khi hạ cọc.

Tùy thuộc vào kích thước, chiều dài cọc và tính chất đất việc hạ cọc có thể dùng thủ công hoặc cơ giới.

Trường hợp hạ cọc bằng thủ công người ta trang bị cho cọc một vành đai bằng kim loại xung quanh có nhiều tay vịn. Công nhân dựa vào tay vịn đó để vặn cho cọc ăn sâu dần xuống đất, thông thường mỗi lần vặn cọc ăn sâu được một bước của cánh vít. Phương pháp thủ công này thường chỉ dùng đối với cọc nhỏ và ngắn để làm móng tường. Cọc có thể đứng hoặc xiên.

Trường hợp dùng máy thì thiết bị quay cũng rất đơn giản, chỉ cần có một giá để nâng và giữ cọc, một thiết bị quay được đặt trên sàn công tác. Đầu cọc được gắn vào một đai liên kết với bánh xe nằm ngang của máy.

Khi phải xoắn qua những lớp đất cứng hoặc cuội sỏi để việc thi công dễ dàng người ta trang bị thêm những vòi phun nước áp lực cao lắp ở đầu mũi cọc. Khi ngừng phun nước thì các hạt đất mịn sẽ tự động lấp kín các khe hở giữa đất và mũi cọc làm cho cọc chắc và ổn định.

Trong trường hợp đất rỗng có bùn thì có thể làm thêm dọc theo thân cọc một hay nhiều hàng xoắn ốc khác để nâng cao khả năng chịu tải của cọc.

Khi cọc xoắn xuống lớp đất cát hạt to hay cuội sỏi thì có thể bơm vữa xi-măng qua các lỗ ở thân cọc, mục đích để cọc được ngàm chặt vào lớp đất đá phía dưới và cũng có thể mở rộng chân cọc.

Hiệu quả của việc sử dụng cọc vít trong trường hợp này khá rõ ràng, nếu như sử dụng cọc vít dài 7,5m thì khả năng chịu tải ngang với cọc đóng dài 14m.

Cọc xoắn hay cọc vít thường được sử dụng trong trường hợp móng chịu lực nhỏ, cọc có thể thẳng đứng hoặc xiên.

Thông thường nếu thi công thủ công trong đất mềm và đồng nhất thì năng suất vào khoảng 4 phút được một mét dài; nếu sử dụng các máy móc đơn giản thì năng suất độ 2 phút/mét; trường hợp phải xoắn qua các lớp cát sỏi thì năng suất chỉ đạt 15 phút/mét.

Tính toán khả năng chịu tải của cọc vít:

Thông thường người ta tính toán khả năng chịu tải của cọc vít dựa theo công thức của Bénobencq:

$$P = \left[\Delta L t g^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \Omega - Q \right] \alpha$$

Trong đó: Δ - dung trọng trung bình của các lớp đất cọc phải xuyên qua;

L - chiều dài cọc;

φ - góc ma sát tự nhiên của lớp đất mà các cánh vít ở mũi cọc ăn vào;

Ω - tiết diện tổng cộng của các cánh vít;

Q - trọng lượng cọc;

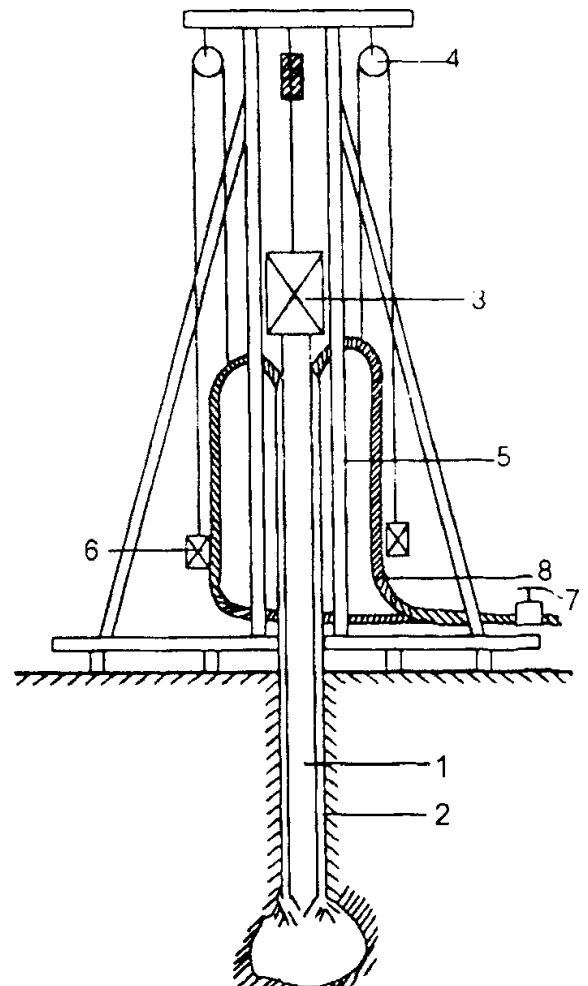
α - hệ số an toàn ($\alpha \geq 6$).

2. Phương pháp hạ cọc bằng xói nước

Đóng cọc trong cát hoặc trong sỏi rất khó khăn, lúc này nền đất làm việc như một tấm đệm đàn hồi. Trường hợp này người ta có thể dùng phương pháp hạ cọc bằng xói nước: dùng tia nước có áp lực cao phun xuống dưới đầu cọc để làm lỏng đất hoặc làm tơi đất, một phần đất lỏng này theo nước bốc lên trên dọc theo thân cọc như vậy sẽ làm giảm ma sát ở chung quanh thân cọc và giảm lực cản ở mũi cọc, cọc sẽ thụt dần xuống do trọng lượng của bản thân và trọng lượng búa đặt trên đầu cọc.

Theo cách này người ta ghép xung quanh cọc 2 hoặc nhiều ống thép có kích thước từ 27÷35mm và bơm nước cao áp vào các ống này. đối với đất cát áp lực nước khoảng 3÷4atm, còn đối với cuội sỏi áp lực nước có thể lên đến từ 8 ÷ 20amt. Bằng biện pháp xói lỏng đất như vậy người ta có thể hạ cọc xuống mọi loại đất (hình 2-29).

Áp lực của tia nước và lưu lượng nước sử dụng trong khi thi công có ảnh hưởng rất lớn đến công tác hạ cọc. Muốn làm đất xói lỏng và chuyển lên mặt đất những loại đất dính như đất thịt, đất sét, pha cát, đất phù sa chắc thì cần



Hình 2-29. Sơ đồ làm việc của thiết bị hạ cọc bằng xói nước

1. Cọc; 2. Ống xói; 3. Búa
4. Ròng rọc; 5. Giá đỡ;
6. Đối trọng để giữ ống xói;
7. Van đóng mở và điều chỉnh nước cao áp;
8. Ống dẫn nước cao áp

phải có áp lực nước lớn để tạo ra tia nước mạnh, trong khi đó chỉ cần một lưu lượng tương đối nhỏ. Ngược lại nếu hạ cọc xuống đất cát thì lưu lượng lại cần phải lớn để đưa những hạt cát lên cao còn tia nước làm tơi đất đá lại không cần mạnh.

Các thiết bị để hạ cọc bằng tia nước gồm một máy bơm và các đường ống dẫn nước cao áp, ống xói.

Thông thường người ta dùng máy bơm ly tâm có công suất từ $600 \div 3500$ lít/phút và có thể tạo được áp lực từ $3 \div 22$ atm. Đầu ống xói có một miệng thu hẹp bằng 0,3 đường kính ống để làm tăng áp lực của tia nước. Hiện nay có những loại ống xói phun ra nhiều tia nước, đầu ống xói có từ $5 \div 9$ lỗ phun có những lỗ phun nước ngược lên trên để vận chuyển đất cát lên trên mặt đất.

Kinh nghiệm cho biết rằng: khả năng chịu tải của những cọc hạ bằng xói nước trong đất cát không thua kém khả năng chịu tải của những cọc đóng bằng búa nếu sau khi cọc xuống cách độ sâu thiết kế độ 1,0 đến 1,5m người ta ngừng xói nước và đóng thêm cho cọc một số nhát búa để đưa cọc đến vị trí thiết kế. Khi đó các ống xói đã được đưa lên cao và do tác động của búa mà đất cát xung quanh bị rung động chuyển dịch rồi lên chặt ở mũi cọc và chung quanh cọc rất nhanh.

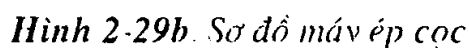
Khi phải hạ những cọc có kích thước lớn và sâu người ta sẽ phối hợp giữa máy chấn động gắn trên đầu cọc và tia nước cao áp. Với phương pháp kết hợp này có thể hạ những cọc đạt độ sâu tới $30 \div 40$ m.

3. Phương pháp thi công ép cọc

Cọc đúc sẵn có những ưu điểm như: chất lượng của vật liệu cọc có thể được kiểm tra trước khi hạ cọc và sức chịu tải cọc lớn do đất chung quanh cọc bị nén chặt và tốc độ thi công của cọc đóng so với các loại cọc khác cũng nhanh hơn.

Nhược điểm của phương pháp đóng là gây ra tiếng ồn lớn, gây rung động trong quá trình đóng ảnh hưởng xấu đến môi trường và các công trình lân cận đặc biệt là các khu đông dân cư.

Nguyên lý của phương pháp này là thiết bị được neo xuống đất hoặc giữ bằng đối trọng và các cọc được ép xuống bằng hệ thống kích thủy lực (hình 2-29b).



122

Dựa trên cách thi công người ta có thể phân chia thành 2 phương pháp ép cọc: phương pháp ép trước; và phương pháp ép sau.

a. Phương pháp ép trước

Phương pháp ép trước là trường hợp cọc được thi công có phần đài cọc. Theo phương pháp này đối trọng được đặt trên một dàn thép và thiết bị ép được gắn với dàn thép này. Thi công ép trước không gian ít bị hạn chế, người ta có thể dùng các đoạn cọc dài đến $6 \div 7\text{m}$ tùy theo giá ép, do đó số lượng mối nối không nhiều chất lượng cọc đảm bảo, mặt khác trường hợp có cọc không đảm bảo yêu cầu thì có thể ép thêm cọc khác bổ sung và tăng cường. Để thi công theo phương pháp ép trước nếu mặt bằng công trình chật hẹp không cho phép sử dụng cần trục để tháo lắp dàn ép và xếp dỡ đối trọng thì người ta phải dùng neo vắn vào đất bằng thủ công để giữ dàn ép.

b. Phương pháp ép sau

Phương pháp ép sau là phương pháp cọc được thi công sau khi đã làm móng. Các bản móng được thiết kế đặc biệt có để sẵn các lỗ để chõ ép cọc và neo.

Thường người ta chỉ ép cọc sau khi đã xây được 2, 3 tầng nhà, bởi lúc này công trình làm chức năng của đối trọng, do vậy các đoạn cọc dùng để ép có chiều dài hạn chế, nó phụ thuộc chiều cao tầng 1 của nhà. Chất lượng cọc thi công theo phương pháp ép sau có độ tin cậy thấp do cọc có nhiều mối nối. Sức chịu tải của cọc phụ thuộc vào trọng lượng hữu ích của bộ phận công trình được huy động cho việc ép cọc nên thường không lớn (khoảng 20 tấn).

Áp dụng phương pháp này thường để thi công trong những điều kiện công trình rất chật hẹp, nơi không thể huy động các thiết bị lớn công kênh như các công trình sửa chữa, chống lún, xây chen... và sức chịu tải không lớn.

Công nghệ cọc ép được sử dụng lần đầu tiên ở Việt Nam vào năm 1983 để sửa chữa chống lún cho khách sạn La Thành. Cọc hợp thành bởi các đoạn có chiều dài 60cm được nối với nhau bằng các chốt thép. Cho

đến nay cọc ép được sử dụng tương đối rộng rãi tại các thành phố cho các nhà xây mới.

Thiết bị ép cọc được sản xuất trong nước có lực ép hạn chế thường khoảng $60 \div 80$ tấn. Theo kinh nghiệm thì loại máy này không thể ép các cọc xuyên qua những lớp đất có sức kháng xuyên lớn hơn 4 MPa. Kích thước tiết diện của cọc thông thường 25×25 cm với sức chịu tải khoảng trên dưới 30 tấn.

Một nhược điểm nữa của phương pháp ép cọc là ảnh hưởng do sự phục hồi cường độ của đất trong khoảng thời gian dừng ép để hàn nối đoạn cọc sau. Thời gian cần thiết để hoàn thành một mối nối không ít hơn 30 phút, nhiều trường hợp sau khi kết thúc mối hàn cọc sẽ không thể tiến sâu xuống nữa khi tiếp tục ép.

Do hạn chế của thiết bị nên kích thước của cọc không lớn, chiều sâu cọc ép bị hạn chế và sức chịu tải nhỏ nên công nghệ ép cọc nói chung chỉ thích hợp cho các công trình vừa và nhỏ có tải trọng không lớn.

Chương III

CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐỔ TẠI CHỖ

Theo phương pháp này người ta đào hoặc khoan một lỗ hình tròn xuyên qua các lớp đất cho tới chiều sâu đặt cọc sau đó tiến hành đổ bê tông.

Cọc có thể đứng, xiên, có đặt hoặc không đặt cốt thép.

Việc tạo lỗ có thể được thi công bằng cách đóng hoặc vặn xoắn một ống thép xuống đất, ống thép này có thể rút lên tái sử dụng hoặc để nằm lại công trình.

Có rất nhiều phương pháp thi công cọc bê tông cốt thép đổ tại chỗ. Về nguyên tắc tính toán và trình tự thi công các loại cọc bê tông cốt thép đổ tại chỗ giống nhau. Sự khác biệt của các phương pháp chỉ là cách tạo lỗ và đổ bê tông.

Sau đây là một số phương pháp thi công chủ yếu :

I. PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG THỦ CÔNG

Khi lớp đất tốt ở không sâu lắm, giải pháp đơn giản nhất là đào dưới móng cột một giếng mà tiết diện của giếng tỷ lệ với lực tác dụng bên trên, những giếng này thường đào thủ công và có đường kính không nhỏ hơn 0,7m. Nếu là móng của tường thì các giếng này đào cách nhau từ 4,0 ÷ 5,0m liên kết với nhau bằng một dầm hoặc vòm được tính toán để chịu được tải trọng bên trên.

Nếu phải đào qua lớp đất có nước ngầm, người ta phải sử dụng ống bao bằng thép hoặc bằng bê tông cốt thép có lưới cốt bằng kim loại. Trước tiên đào rãnh bên trong dọc theo chu vi ống bao để cho ống bao hạ dần xuống đất, sau đó lại đặt một đoạn ống bao mới lên ống bao cũ và lại tiếp tục đào để hạ dần xuống. Khi đào đến cốt thiết kế thì tiến hành đổ bê tông mác thấp vào trong ống bao, bởi vì lớp ngoài chính là ống bao nằm

lại trong công trình sẽ bảo vệ lớp bê tông này. Đoạn giếng dưới cùng có thể mở rộng diện tích để tăng thêm khả năng chịu lực.

Cách đào giếng theo kiểu thủ công này, với loại kích thước từ $1,5 \div 2,5\text{m}$ thì ở một số nước đã đạt được độ sâu tối đa tới 50m đối với loại đất dính và trong trường hợp nước ngầm xâm nhập vào giếng không nhiều.

Tuy vậy nhìn chung phương pháp này đắt và ít được sử dụng vì tốc độ thi công chậm và nó đòi hỏi kích thước giếng phải đủ lớn để người ta có thể thi công ở bên trong vì thế thi công theo phương pháp này chỉ được thực hiện đối với móng nông và có những khó khăn đặc biệt mà không sử dụng cơ giới được.

II. THI CÔNG CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐỔ TẠI CHỖ THEO PHƯƠNG PHÁP NÉN ĐẤT

Phương pháp này đã được áp dụng từ lâu ở nước Pháp chủ yếu dùng cho loại đất không đồng nhất kể cả đất đắp.

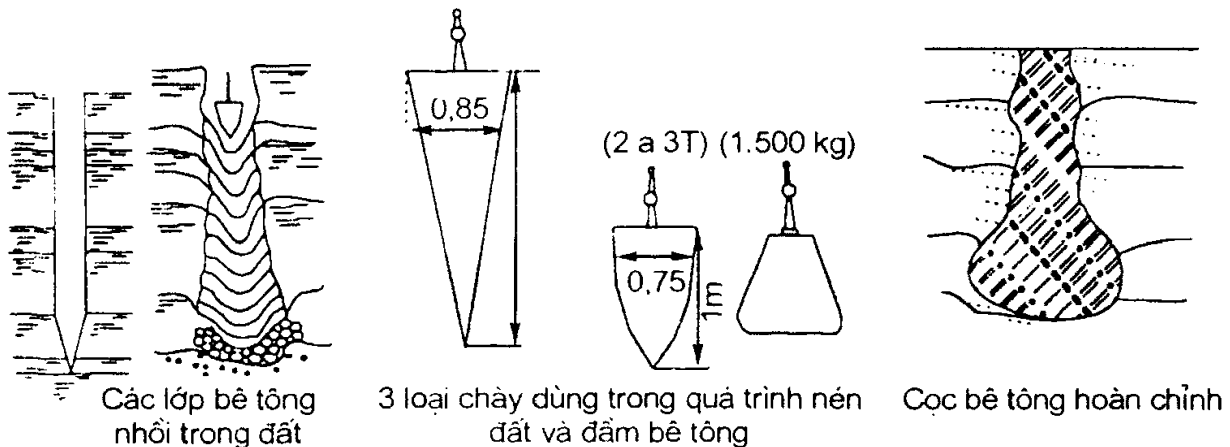
Người ta tạo lỗ bằng cách đóng xuống đất một mũi nhọn hình chóp bằng thép có trọng lượng khoảng 2 tấn cho rơi tự do tùy chiều cao của giá búa, như vậy đất chung quanh lỗ cũng được nén chặt, vì vậy mà không cần chống thành. Đường kính của chày thường từ 75-85cm.

Nếu cần phải xuyên qua một lớp đất có nước, người ta lấp vào hố đào bên trên lớp nước một khối lượng đất sét và xuyên chày tiếp tục như trên. Đất sét sẽ được ép chặt ra chung quanh và bịt kín thành tạo thành một lớp chống thấm cho hố đào, đảm bảo thành hố ổn định không sụt lún trong thời gian đổ bê tông.

Việc xuyên tạo hố sẽ chấm dứt khi chày không ăn sâu vào đất được nữa (tính toán theo độ chối thiết kế). Lúc này người ta tiến hành đổ hỗn hợp sỏi đá có trộn vữa xi măng cát (thực chất là một loại vữa bê tông rất khô) và sử dụng một loại chày thứ 2 có hình khum thay thế chày nhọn xuyên đất để ép vật liệu ra mọi hướng và cứ tiếp tục như vậy cho đến hết chiều cao của cọc.

Lớp trên cùng người ta sử dụng loại chày thứ 3 bằng mặt để đầm bê tông.

Thi công theo phương pháp này đối với vùng đất yếu thì cọc qua lớp đất ấy sẽ phình ra và có tiết diện lớn hơn so với tiết diện cọc qua vùng đất cứng. Trong mọi trường hợp mũi cọc bao giờ cũng phình to ra (nhiều khi rất lớn) và như vậy bao giờ cũng thoả mãn khả năng truyền tải từ móng xuống đất chưa kể lực ma sát giữa cọc và đất trong trường hợp này tăng lên đáng kể (hình 2-30).



Hình 2-30. Cọc bê tông đổ tại chỗ theo phương pháp nén đất

Khả năng chịu tải của cọc bê tông cốt thép đổ tại chỗ thi công theo phương pháp nén đất này được xác định theo công thức:

$$C = \frac{p^2 H}{KE(P + p)} + (P + p)$$

Trong đó: P - trọng lượng quả đầm mặt bằng;

H - chiều cao rơi đầm;

p - trọng lượng cọc bê tông;

E - độ chối trung bình (sau 5 nhát cuối cùng);

S - diện tích mặt dưới của đầm;

K - hệ số an toàn ($K = 2 \div 3$).

Cũng có trường hợp người ta sử dụng công thức đơn giản hơn :

$$C = \frac{PH}{3ES}$$

III. CÁC PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐỔ TẠI CHỖ SỬ DỤNG ỐNG BAO

Theo phương pháp thi công sử dụng ống bao người ta lại phân thành 2 nhóm chính:

- Nhóm thứ nhất: Thu hồi tái sử dụng ống bao;
- Nhóm thứ hai: Bỏ lại ống bao trong đất.

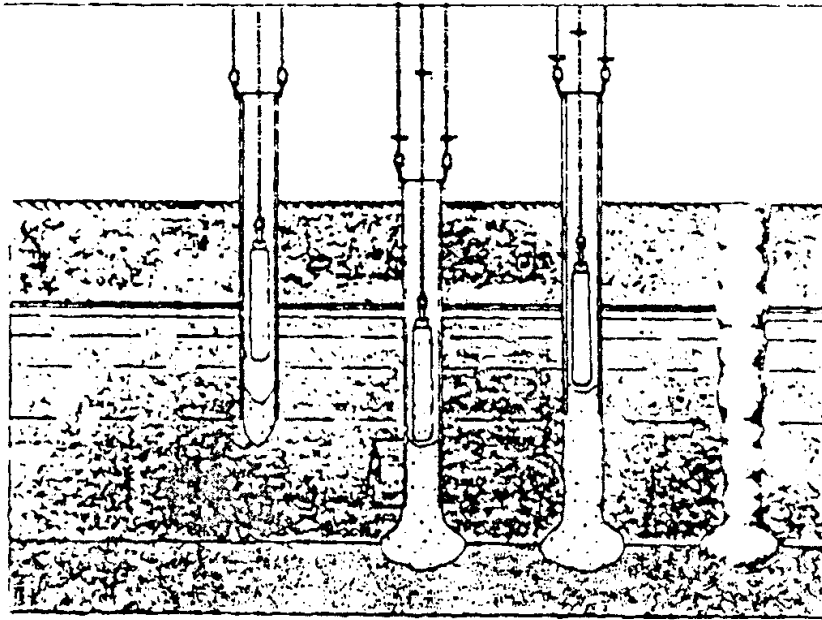
Mỗi nhóm trên đây có hàng chục phương pháp thi công khác nhau do các công ty xây dựng của nhiều nước thực hiện, chúng ta sẽ không đi sâu cụ thể vào từng phương pháp mà chỉ giới thiệu những tính chất chung cơ bản nhất của các phương pháp đó.

1. Cọc đầm đóng

Ống thép có đường kính 400 ÷ 550mm được đặt vuông góc với mặt đất, người ta đổ vào trong ống một lượng bê tông khô cao khoảng 0,8 ÷ 1,0m xong, dùng quả đầm hình trụ nặng 2 ÷ 3 tấn để đầm chặt bê tông tạo thành cái nút bịt đầu ống. Khi tiếp tục đầm nút bê tông sẽ ăn sâu xuống đất kéo theo cả ống nòng. Nhờ có nút này nước và đất sẽ không vào được trong ống. Mặt khác khi hạ ống, đất ở chung quanh ống bị lèn rất chặt tạo nên vách chống sụt lở sau này.

Khi ống đã được hạ xuống tới cao trình thiết kế hoặc khi độ chối đã đạt trị số quy định, người ta dùng cáp nâng ống lên một chút và dùng quả đầm để đầm rất mạnh vào nút bê tông, (trước đó người ta đã cho vào trong ống một ít bê tông để khi nút ống nòng bật ra thì bê tông sẽ giữ chỗ ngay không cho nước ở ngoài lọt vào trong ống). Sau đó cùng với đổ và đầm bê tông, người ta từ từ rút ống lên, mỗi lần khoảng 20 ÷ 50cm nhưng luôn luôn ở thấp hơn mặt bê tông đổ, mục đích giữ cho đất và nước không vào được trong ống bao và không lẫn vào làm giảm chất lượng bê tông.

Nhờ các nhát đầm mạnh mà bê tông được nén chặt và ép vào trong đất làm cho kích thước của cọc có hình thù sần sùi và lớn hơn kích thước ống nòng (hình 2-31)



Hình 2-31. Tình tự thi công cọc dầm đóng

Trường hợp cọc có cốt thép thì phải chuẩn bị sẵn cốt thép cho cọc. Khi hạ ống bao đến cốt thiết kế thì hạ cốt thép đã buộc sẵn xuống và đóng mạnh để tháo nút bê tông ra khỏi ống bao đồng thời tiến hành đổ bê tông như đã trình bày ở trên. Song, cần chú ý là kích thước quả dầm trong trường hợp này phải có cỡ nhỏ hơn để dễ dàng qua lại bên trong khung thép.

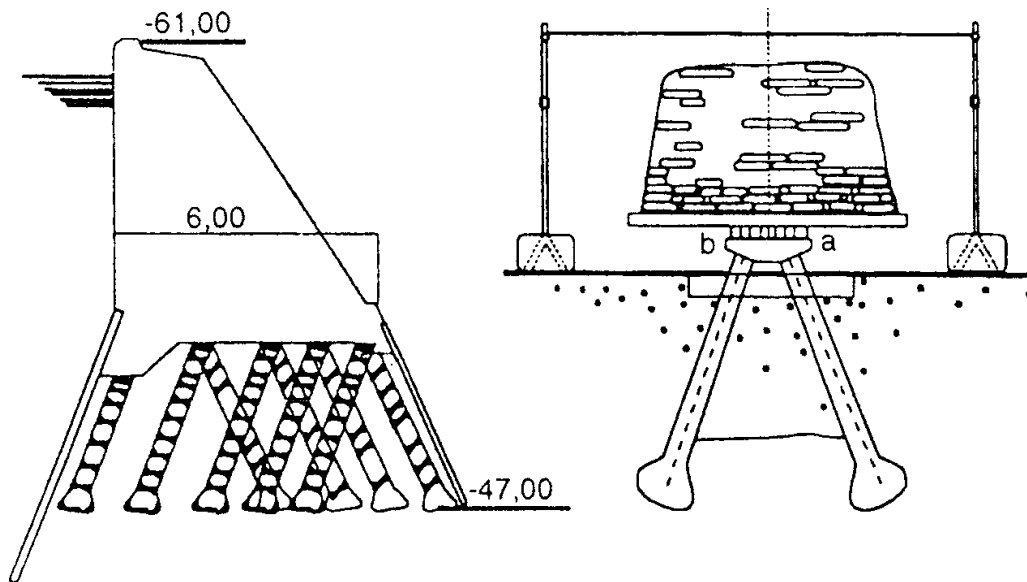
Khả năng chịu tải của loại cọc này được tính toán dựa trên 2 yếu tố:

(1) Khả năng chịu tải của đất ở mũi cọc và tiết diện phỏng đoán ở chân cọc dựa theo kinh nghiệm và số lượng bê tông sử dụng ở giai đoạn đầu tiên.

(2) Lực ma sát tổng cộng giữa cọc với đất dựa theo tính chất, chiều sâu và hệ số ma sát của từng lớp đất mà cọc đi qua.

Đối với loại cọc này lực chịu tải thông thường là từ $40 \div 80$ tấn và chiều dài của cọc là $20 \div 25$ m.

Người ta có thể dùng phương pháp này để thi công các loại cọc nghiêng từ $5 \div 25^\circ$. Loại cọc nghiêng này bao giờ cũng là loại cọc có cốt thép trên suốt chiều dài của cọc (hình 2-32).

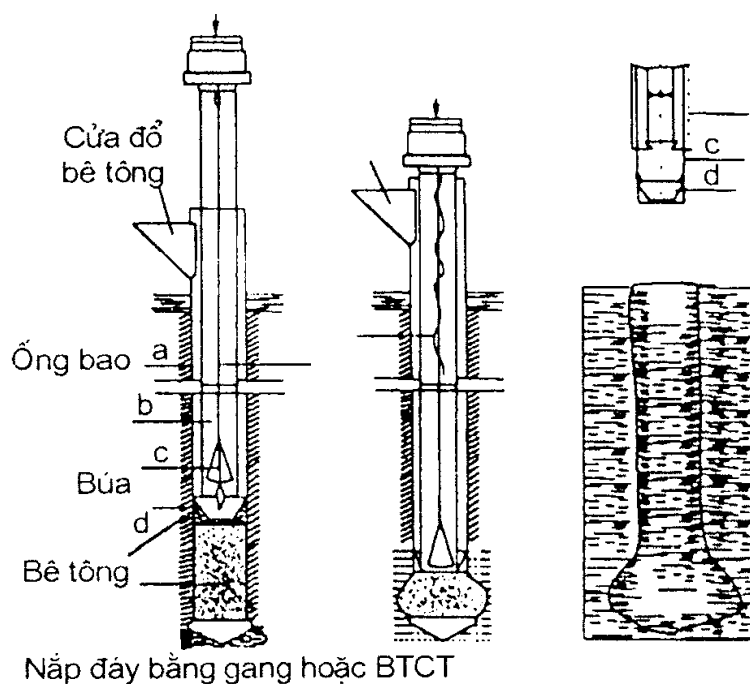


Hình 2-31. Cọc đầm đóng nghiêng và cách kiểm tra cọc theo phương pháp nén tĩnh

- Cọc đầm đóng có nắp đáy:

Người ta có thể thay thế nút bê tông bằng một nắp đáy hình chóp nón bằng gang để ngăn không cho nước và đất lọt vào trong ống trong quá trình hạ ống.

Khi đổ bê tông cọc thì nắp đáy sẽ bật ra khỏi ống bao cùng với bê tông và nằm lại trong đất (hình 2-33).



Hình 2-33. Cọc đầm đóng có nắp đáy

Tính toán khả năng chịu tải của cọc đầm đóng (theo Simplex):

$$C = \frac{2PH}{r + r_1} + \frac{2PHa}{(P + 1)Af}$$

Trong đó : C - khả năng chịu tải của cọc;

r - độ chối trung bình của 5 nhát búa cuối cùng;

r_1 - độ chối trung bình của toàn bộ quá trình đóng cọc;

A - tiết diện ngang phần mũi cọc;

a - tiết diện phần cọc chịu lực ma sát;

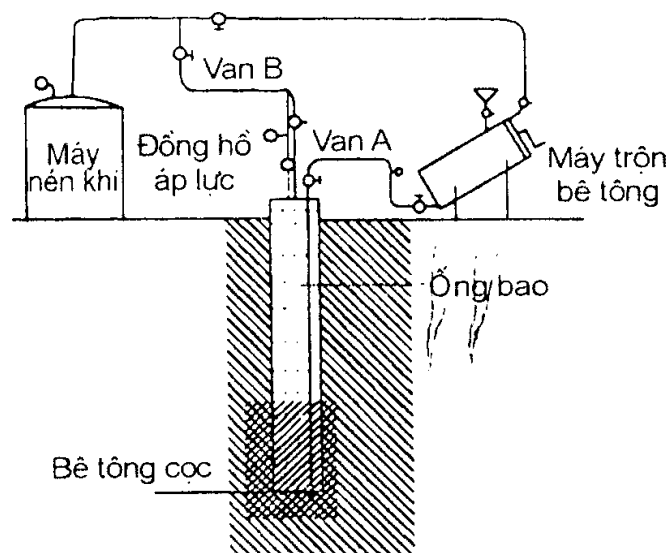
P - trọng lượng của búa (kg);

H - chiều cao rơi búa (cm);

f - hệ số an toàn ($f \geq 4$).

2. Phương pháp dùng khí nén

Người ta hạ ống bao thép kích thước từ $\phi 250$ đến $\phi 500$ xuống đất bằng cách khoan lấy đất bên trong ống ra mà không đóng. ống thép gồm các đoạn có chiều dài từ $2,0 \div 4,0\text{m}$ và nối với nhau bằng ren răng cưa. Đoạn ống trên cùng được bịt kín bằng mặt bích. Trên mặt bích này được trang bị 2 hệ thống van: một hệ thống van dẫn khí nén và một hệ thống van để thoát nước từ trong ống thép qua mặt bích ra ngoài (hình 2-34).



Hình 2-34. Sơ đồ của thiết bị thi công cọc theo phương pháp dùng khí nén

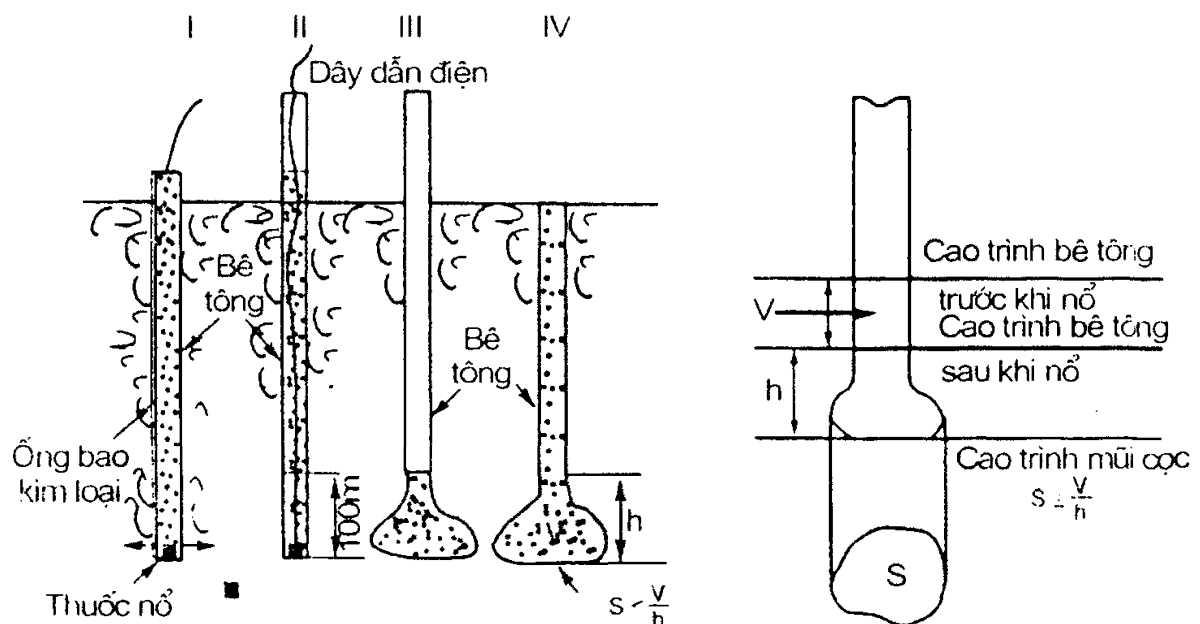
Khi đã hạ ống đến vị trí thiết kế, người ta lắp mặt bích và bơm khí nén vào trong ống bao qua van dẫn khí. Khí nén sẽ đẩy nước thoát hết ra ngoài lỗ khoan, lúc này người ta mới bơm bê tông vào trong ống bao. Khí nén có nhiệm vụ tạo một lớp bê tông phình ra ở mũi cọc, nén chặt lên bê tông và đẩy ngược lên nắp mặt bích làm cho ống bao bị kéo dần lên.

Khi đổ bê tông đợt cuối cùng (cách đầu cọc khoảng độ 50cm), người ta tháo hết các đoạn ống bao bên trên phần bê tông đã đổ ra lắp lại mặt bích và tăng mạnh áp suất khí nén. Lúc này, khí nén sẽ nâng hẳn ống bao lên và tạo ra một lực rất lớn nén xuống bề mặt bê tông làm cho bê tông chắc đặc đồng thời ép cho bê tông xuyên ngang vào các lớp đất.

Phương pháp thi công cọc bê tông cốt thép đổ tại chỗ được sử dụng phổ biến tại Mỹ, do các công ty WESTERN FOUNDATION USA, CORPORATION USA và MAC ARTHUR CONCRETE PILE thực hiện.

3. Phương pháp sử dụng chất nổ

Theo phương pháp thi công này, người ta đóng một ống thép hoặc một cọc gỗ xuống vị trí sẽ thi công. Khi ống thép hay cọc gỗ đã đến vị trí thiết kế thì người ta rút lên và hạ xuống đáy hố một lượng thuốc nổ có tính toán dựa theo yêu cầu làm việc của móng và tính chất của đất nền. Lượng thuốc nổ được bao gói để tạo thành một quả mìn định hướng theo phương ngang (hình 2-35).



Hình 2-35. Sử dụng chất nổ để thi công cọc

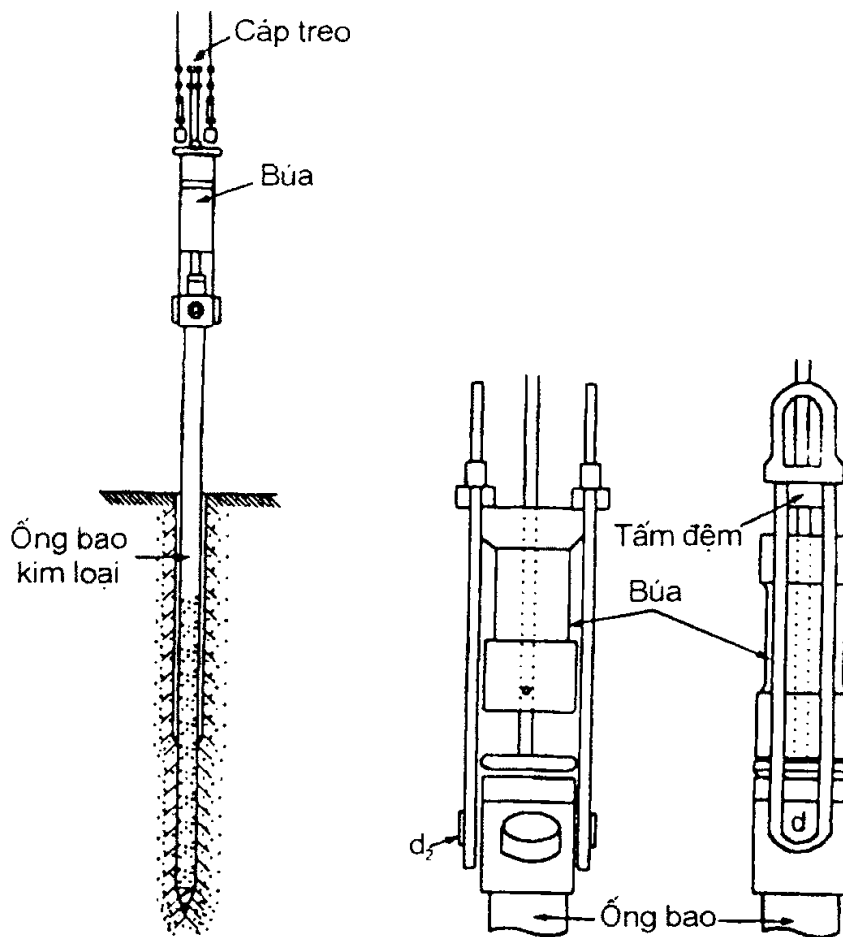
Nếu thành hố không ổn định, có thể lở thì cần phải có ống bao, ống bao thả xuống cách đáy hố khoan độ 1,0m.

Người ta đổ đầy bê tông vào ống bao hoặc hố do cọc gỗ tạo ra và gây nổ. Khí do chất nổ tạo ra không thể tự do thoát lên trên, hơn nữa đã được định hướng nên sẽ tạo ra ở chân cọc một hố lớn và ngay lập tức được dồn đầy bê tông. Sau đó bê tông tiếp tục được đổ xuống, người ta tiến hành đầm và rút ống bao lên từ từ.

Tính toán cọc thi công theo phương pháp này, người ta không kể lực ma sát ở phần thân mà chỉ kể phần tác dụng của mũi cọc.

4. Phương pháp đóng và rung

Ống thép đường kính 406mm có nắp đáy để chống nước được đóng xuống đất nhờ búa hơi. Búa có trọng lượng 2000kg. Độ rơi của búa $0,75 \div 1,0\text{m}$. Khi ống đã hạ đến độ sâu thiết kế người ta đổ bê tông vào ống bao và búa hơi tiếp tục hoạt động.



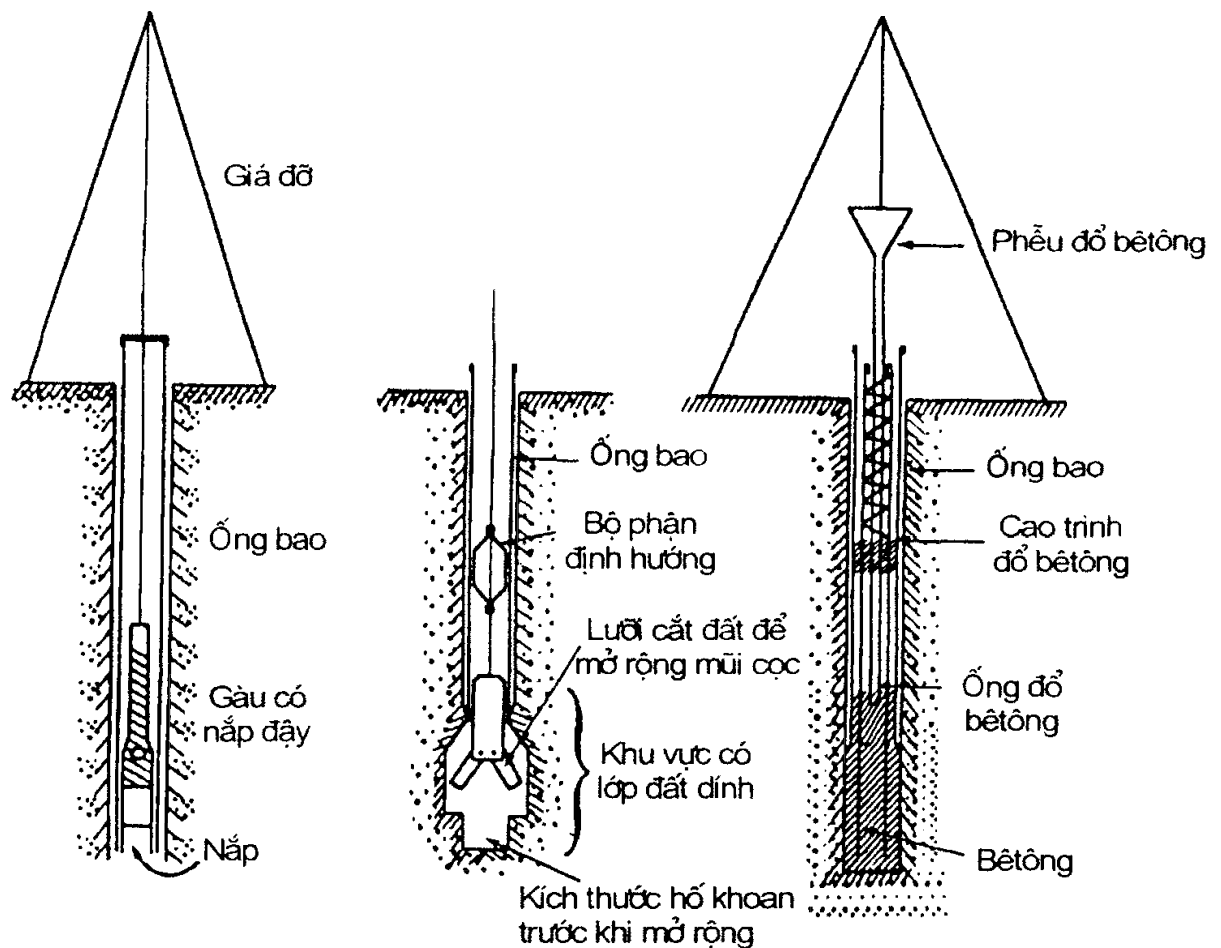
Hình 2-36. Thi công theo cách đóng và rung

Nhờ 2 tấm đệm gắn vào dây treo giữ cọc ở phía trên đầu búa, tác dụng lên xuống của búa với chu kỳ 80 nhát/phút sẽ tiến hành đồng thời cả việc đầm bê tông và nhổ ống bao (hình 2-36).

Khi búa bật lên đập vào tấm đệm làm ống bao bị đẩy lên đồng thời gây sụt bê tông khi búa rơi đập vào mũ của ống bao.

Thời gian thi công theo phương pháp này khoảng 1 giờ được 1 cọc dài 12m.

5. Thi công dùng gầu nạo vét



Hình 2-37. Phương pháp dùng gầu nạo vét hố khoan

Thi công theo phương pháp này, người ta khoan hố cọc tương tự như khoan thăm dò địa chất, người ta sử dụng chiếc gầu có nắp đáy rồi dùng lực xoay và ép để lưỡi cắt của gầu làm rã đất. Đất vụn do gầu làm rã ra được dồn vào gầu và đóng nắp lại rồi đưa lên mặt đất (hình 2-37). Lực ép

và tốc độ khoan phụ thuộc vào độ cứng của đất, nếu gặp đất quá cứng hoặc đá người ta có thể dùng khoan để phá. Còn khi phải xuyên qua các lớp đất rời rạc thì có thể phải dùng ống bao để giữ thành đất. ống bao là các đoạn ống thép ngắn liên kết với nhau bằng răng cưa.

Người ta có thể mở rộng tiết diện mũi cọc tăng gấp đôi tiết diện thường, nhưng phần mở rộng này phải nằm trong nền đất dính vì không thể sử dụng ống bao. Việc mở rộng này nhờ một loại mũi khoan đặc biệt và tiến hành sau khi gầu khoan hố đào đã khoan xong.

Cọc có thể đặt hoặc không đặt cốt thép. Việc làm sạch hố đào được tiến hành trước lúc đổ bê tông.

Khi đổ bê tông áp lực thuỷ tĩnh bên trong cọc do bê tông mới đổ gây ra sẽ tăng lên không ngừng và đến một lúc nào đó lực này sẽ lớn hơn lực đẩy của đất và cọc sẽ không còn nguy hiểm gì nữa. Lúc này, người ta sẽ rút dần ống bao lên đồng thời với việc tiếp tục đổ bê tông. Loại cọc này có thể thi công nghiêng khoảng 15°.

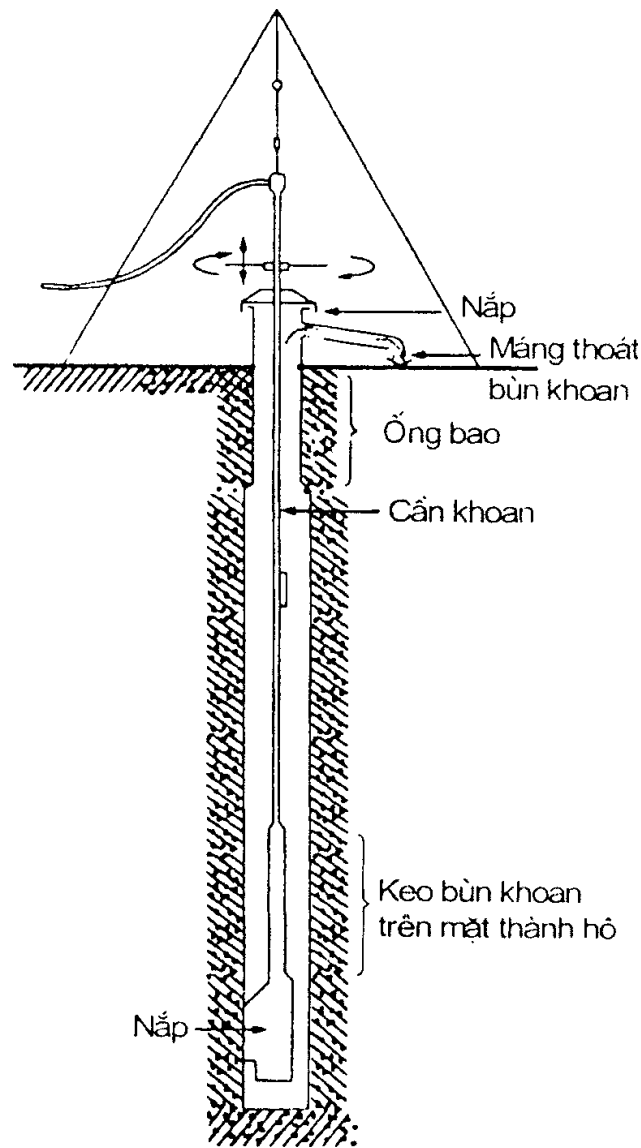
6. Phương pháp thi công cọc sử dụng bùn khoan

Phương pháp này thi công đào hố không cần sử dụng ống bao, nhưng không cho phép mở rộng chân cọc. Người ta dùng bùn khoan (hay nước nặng) để giữ thành hố khoan.

Bùn khoan là một loại chất lỏng dạng keo bao gồm chủ yếu là đất sét cực mịn hoà tan trong nước. Nhờ có dung trọng lớn hơn nước (khoảng 1,10) nó tạo ra một áp lực ở tất cả mọi điểm trong hố khoan lớn hơn áp lực đẩy của nước ngầm và tạo thành một lớp màng dính, do đó làm ổn định thành hố khoan.

Phương pháp thi công sử dụng bùn khoan cho phép xuyên qua bất kỳ loại đất nào và bất kỳ độ sâu nào với điều kiện là tiết diện của cọc không được thay đổi.

Dùng bùn khoan bảo vệ thành hố đào về lý thuyết hoàn toàn đảm bảo và không cần dùng ống bao, nhưng trong thực tế người ta vẫn sử dụng một đoạn ống bao ở phần trên hố khoan để bảo vệ hố khoan và dẫn hướng cần khoan (hình 2-38).



Hình 2-38. Sơ đồ vận hành của phương pháp thi công cọc sử dụng bùn khoan

Để chống sụt lở khi khoan, người ta sử dụng các loại máy khoan có tốc độ thấp. Loại cọc thi công theo phương pháp này thường có kích thước từ 500 đến 1000mm hoặc hơn nữa. Có thể thi công cọc nghiêng cho các loại cọc có kích thước nhỏ.

IV. CỌC HỖN HỢP

Người ta đã tổng hợp ưu điểm của 2 loại cọc đúc sẵn và đổ tại chỗ trong việc thi công cọc hỗn hợp nhằm mục đích là loại bỏ những bất lợi và tồn tại của từng loại cọc.

Phương pháp thi công cọc hỗn hợp sau đây đã được sử dụng trước hết ở Anh sau đó là ở Pháp với sáng chế của Công ty General de Construction de Fours ở Montrouge.

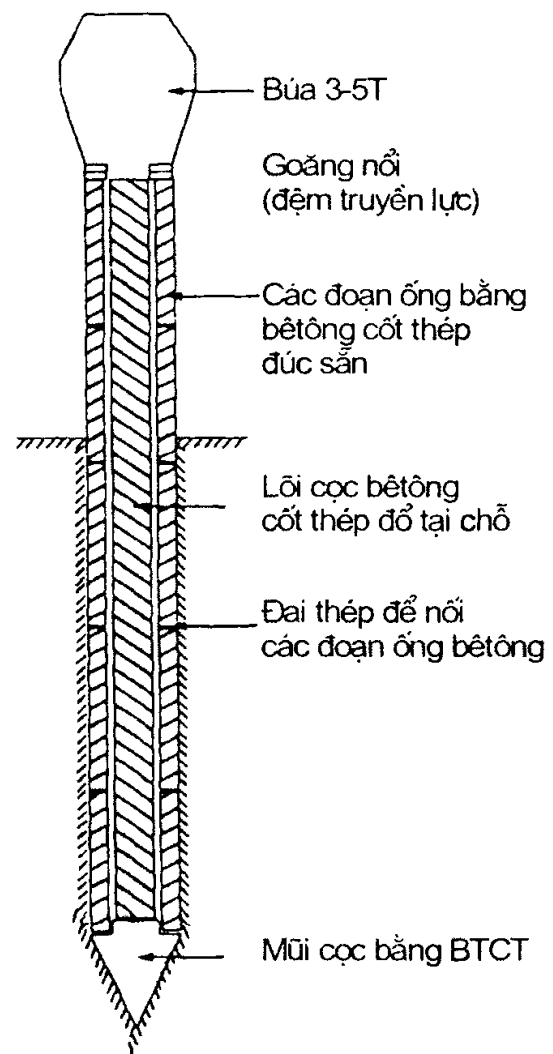
Cọc này bao gồm 1 mũi cọc và các đoạn ống bằng bê tông cốt thép đúc sẵn cùng với một lõi cọc bê tông cốt thép đổ tại chỗ.

Các ống bê tông cốt thép đúc sẵn này hay còn gọi là vỏ cọc có chiều dài 1m được nối với nhau bằng đai thép và ma tít. Các đai thép và ma tít đảm bảo các đoạn ống được nối chắc chắn với nhau thật kín khít để nước không lọt được vào trong thân cọc (hình 2-39).

Hạ ống bê tông vỏ cọc nhờ một búa nặng từ 3 đến 5 tấn tác dụng lên một đệm đặc biệt đặt ở đầu cọc. Lực tác động chủ yếu của búa đi qua lõi truyền xuống mũi nhọn ở mũi cọc và một phần của lực này được truyền qua các ống bê tông để thắng lực ma sát và ấn các ống này xuống sâu cùng với lõi.

Sự tính toán và điều chỉnh lực này trong quá trình thi công được thực hiện nhờ một thiết bị và một lớp đệm đặc biệt gắn trên đầu cọc. Thi công theo phương pháp này thì sự rung động được giảm xuống đến mức tối thiểu.

Máy đóng cọc thông thường là một cần trục bánh xích nặng 30 T và một mô tơ 80 mã lực. Cần khoan được tựa lên giá lõi cọc và vỏ cọc được nối dài dần, thi công theo phương pháp này có thể đóng xuống đến độ sâu 30 m.



Hình 2-39. Cọc hỗn hợp lắp ghép và đổ bê tông toàn khối

Sau khi đóng xong lõi được rút lên, người ta đặt cốt thép vào trong vỏ và đổ bê tông.

Phương pháp này có thể thi công các loại cọc nghiêng đến 30° , các loại cọc có đường kính từ $380 \div 525\text{mm}$, chiều dày của lớp vỏ bê tông từ $100 \div 150\text{mm}$. Khả năng chịu tải của cọc này vào khoảng 30-100 T.

V. ƯU KHUYẾT ĐIỂM CỦA PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐỔ TẠI CHỖ

1. Ưu điểm:

- Do việc nén bê tông trong ống bao nên chân cọc được mở rộng và ép bê tông vào đất do đó lực ma sát và khả năng chịu tải của cọc lớn hơn so với cọc bê tông trơn. Hơn nữa theo phương pháp này người ta có thể tạo được những cọc có thể tiết diện rất lớn (1,5m).

- Cọc đổ tại chỗ có thể được sử dụng khi phải xuyên qua các lớp đất chứa nước một cách tương đối dễ dàng trong khi các phương pháp thi công khác sẽ rất phức tạp và tốn kém.

- Có thể kết hợp việc thi công cọc với việc lấy mẫu và thử để kiểm tra cường độ của đất.

- Xác định chiều dài cần thiết của cọc một cách chính xác cho từng cọc. Việc này nếu dùng cọc đúc sẵn thì không thể làm được mà phải làm hàng loạt.

- Khi phải xuyên qua những lớp đất không đồng nhất (như đất đắp...) đất ít chắc thì dùng cọc đổ tại chỗ sẽ kinh tế hơn cọc đúc sẵn.

- Sử dụng thuận tiện để thi công những móng có mặt bằng chật hẹp và chiều cao không gian bị hạn chế như các công trình đô thị. Trường hợp này người ta sử dụng ống bao nối theo kiểu vụn.

- Không đòi hỏi mặt bằng để sản xuất chế tạo cọc và không mất thời gian chờ đợi cho bê tông đông cứng sau khi đổ để vận chuyển và đóng cọc.

- Bỏ được lượng sắt thép tính toán cho kết cấu chịu uốn vì cọc không phải vận chuyển và cầu lắp.

- Nếu dùng xi măng nở thì sẽ tạo nên sự liên kết rất chắc giữa cọc đổ tại chỗ và đất.

- Có thể phối hợp cọc bê tông cốt thép đổ tại chỗ và cọc đúc sẵn hoặc cọc đổ tại chỗ có thép và không có cốt thép tùy điều kiện từng lớp đất phải xuyên qua.

2. Nhược điểm

- Người ta không nhìn thấy những gì đã thi công, đặc biệt là sự phân bố bê tông phía sát mặt trong của ống bao trong trường hợp bên ngoài ống bao đầy nước, hoặc có thể lúc rút ống tường đất bị sụt lở hay bê tông bị nứt nẻ. Để khắc phục tình trạng này (thực tế vẫn thường xảy ra) người ta đã tính tiết diện cọc bê tông cốt thép nhỏ hơn thì $5 \div 10$ cm so với đường kính ống bao và gia cường thêm cốt thép cho cọc.

- Nguy hiểm có thể xảy ra đối với cọc kê bên, gây ra xói lở do việc rút ống bao.

- Nguy cơ không đồng nhất bê tông do đổ bê tông trong nước.

- Do bê tông tươi dễ bị ảnh hưởng của nước xâm thực tấn công nên phải dùng ống bao và để lại công trình, do đó giá thành cao và độ ma sát giữa cọc và đất nền kém.

- Cốt thép có thể bị dịch chuyển trong quá trình đổ bê tông cọc.

- Quá trình rút ống bao có thể gây nguy hiểm cho sự ổn định ngang của cọc.

Chương IV

THI CÔNG CỌC KHOAN NHỒI VÀ CỌC BARRETTE

Cọc khoan nhồi là một trong những giải pháp móng được áp dụng khá phổ biến để xây dựng nhà cao tầng trên thế giới nói chung cũng như ở Việt Nam nói riêng vào những năm gần đây, bởi vì cọc khoan nhồi đáp ứng được các đặc điểm riêng biệt của nhà cao tầng như :

- Tải trọng tập trung rất lớn ở chân các cột nhà.
- Nhà cao tầng rất nhạy cảm với độ lún đặc biệt là lún lệch, vì lún sẽ gây tác động rất lớn đến sự làm việc tổng thể của nhà.
- Nhà cao tầng thường được xây dựng trong khu vực đông dân cư mật độ nhà có sẵn khá dày. Vì vậy, vấn đề chống rung động và chống lún để đảm bảo an toàn cho các công trình lân cận là một đặc điểm phải đặc biệt lưu ý trong xây dựng loại nhà này.

Ngoài những ưu điểm của cọc khoan nhồi là thỏa mãn được các yêu cầu trên, thi công cọc khoan nhồi sẽ tránh được tiếng ồn quá mức, hơn nữa nếu sử dụng móng barrette (một dạng đặc biệt của cọc khoan nhồi) làm các tầng hầm cho loại nhà này sẽ rất dễ dàng và có rất nhiều cái lợi: trước mắt là công trình được giảm tải trọng do lấy đi lớp đất các tầng hầm chiếm chỗ, mặt khác có tầng hầm thì nhà cao tầng sẽ tăng độ ổn định khi chịu lực ngang, hơn nữa công trình có thêm diện tích sử dụng.

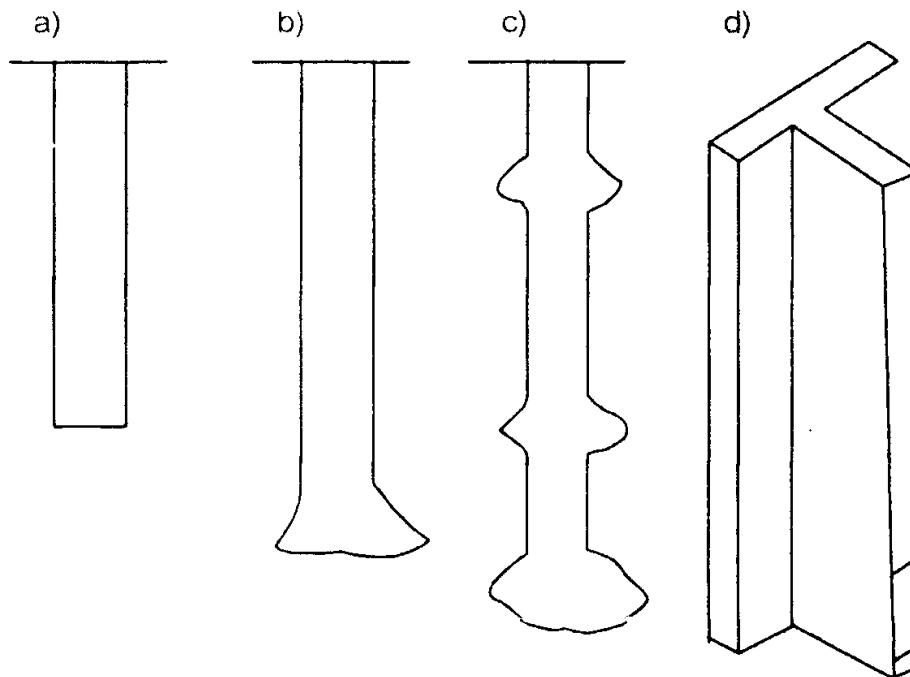
I. CÁC DẠNG CỌC KHOAN NHỒI PHỔ BIẾN VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG CỌC KHOAN NHỒI

Về hình thức cọc khoan nhồi có các loại :

- Cọc nhồi đơn giản tiết diện hình trụ và không thay đổi trên suốt chiều sâu của cọc

- Cọc nhồi mở rộng đáy : Cọc hình trụ tròn khoan bình thường nhưng khi gần đến đáy thì dùng gầu đặc biệt để mở rộng đáy hố khoan, cũng có thể sử dụng một lượng nhỏ thuốc nổ để mở rộng đáy

Người ta cũng có thể mở rộng nhiều đợt bằng khoan hoặc thuốc nổ trên suốt chiều dài thân cọc.



Hình 2-40. Các loại cọc khoan nhồi

a) Cọc khoan nhồi đơn giản; b) Cọc mở rộng đáy;
c) Cọc mở rộng đáy và thân; d) Cọc barrette.

Cọc được mở rộng đáy và cọc được mở rộng nhiều đợt ở thân cọc sẽ tăng sức chịu tải hơn nhiều so với cọc thông thường.

- Cọc barrette : Đây là một loại cọc nhồi có tiết diện hình chữ nhật, chữ L, chữ I, chữ H thực chất là làm những bức tường sâu trong đất bằng bê tông cốt thép - cọc này có sức chịu tải rất lớn tối đa đến 6000 T và rất ưu việt khi xây dựng những nhà có nhiều tầng hầm vì nó là tường cừ chống sập lở quanh nhà, vừa là tường cừ chống nước cho các tầng hầm.

Các phương pháp thi công cọc khoan nhồi:

Trên thế giới có rất nhiều công nghệ và thiết bị thi công cọc khoan nhồi. Tuy nhiên 2 nguyên lý được sử dụng trong tất cả các phương pháp thi công là :

- Cọc khoan nhồi có sử dụng ống vách;
- Cọc khoan nhồi không dùng ống vách.

1. Cọc khoan nhồi có sử dụng ống vách

Loại này thường được sử dụng khi thi công những cọc nằm kề sát với công trình có sẵn hoặc do những điều kiện địa chất đặc biệt. Cọc khoan nhồi có dùng ống vách thép rất thuận lợi cho thi công vì không phải lo việc sập thành hố khoan, công trình ít bị bẩn vì không phải sử dụng dung dịch bentonite, chất lượng cọc rất cao.

Nhược điểm của phương pháp này là máy thi công lớn cồng kềnh, khi máy làm việc thì gây rung và tiếng ồn lớn và mặt khác rất khó thi công những cọc có độ dài trên 30m.

Cũng có thể dùng ống bê tông cốt thép làm vách trong trường hợp này phải nối các đoạn ống sao cho thật thẳng đứng để tránh cho gầu khoan va đập vào thành vách.

Khi dùng ống bê tông cốt thép làm thành vách thì có thể thi công theo các cách sau đây :

- Khoan kiểu vừa lắc vừa ép: Máy có cơ cấu để tạo lực rung và có bộ phận kẹp thành ống để giữ cho ống được thẳng đứng. Ống vừa bị rung vừa bị ép xuống đất. Việc lấy đất đá trong ống được thực hiện bằng cách dùng gầu khoan xoay thông thường.

- Khoan kiểu vừa xoay vừa ép : Loại ống vách này ở đoạn dưới cùng có lưỡi cắt đất bằng hợp kim cứng. Việc lấy đất đá trong ống cũng được thực hiện bằng những gầu khoan thông thường.

- Đào bằng gầu xoay trong ống vách : Khoan cọc trong lớp đất sét hoặc cát, ống vách được ép xuống cho tới khi đạt độ sâu thiết kế. Trong quá trình ép phải sử dụng khung dẫn để giữ cho các đoạn ống thẳng đứng và để liên kết.

2. Cọc khoan nhồi không dùng ống vách:

Đây là công nghệ khoan rất phổ biến, ưu điểm của phương pháp này là thi công nhanh đảm bảo vệ sinh môi trường và ít ảnh hưởng đến công trình chung quanh.

Phương pháp này thích hợp với loại đất sét mềm, nửa cứng nửa mềm, đất cát mịn, cát thô hoặc có lẫn sỏi cỡ hạt từ 20 đến 100mm. Khi địa tầng có đá cỡ trên 100mm, đá mồ côi, đá gốc, đá phong hoá thì phương pháp này bộc lộ nhược điểm là khoan không xuống, độ chính xác theo phương thẳng đứng cũng như kích thước hình học của cọc sẽ đạt không cao.

Có 2 phương pháp dùng cọc khoan nhồi không sử dụng ống vách:

a. Phương pháp khoan thổi rửa hay phản tuần hoàn:

Phương pháp này xuất hiện từ lâu và hiện nay vẫn còn được sử dụng rộng rãi ở Trung Quốc. Tại Việt Nam một số đơn vị xây dựng liên doanh với Trung Quốc vẫn sử dụng công nghệ khoan này.

Máy đào sử dụng guồng xoắn để phá đất, dung dịch bentonite được bơm xuống hố để giữ vách hố đào. Mùn khoan và dung dịch được máy bơm và máy nén khí đẩy từ đáy hố khoan lên đưa vào bể lắng để lọc tách dung dịch bentonite để tái sử dụng.

Công việc đặt cốt thép và đổ bê tông tiến hành bình thường.

Ưu điểm : Phương pháp này có giá thiết bị rẻ, thi công đơn giản, giá thành hạ.

Nhược điểm : Phương pháp này có tốc độ khoan chậm, chất lượng và độ tin cậy chưa cao.

b. Phương pháp khoan gầu :

Theo công nghệ khoan này, gầu khoan thường có dạng thùng xoay cắt đất và đưa ra ngoài. Cần gầu khoan có dạng ăng-ten, thường là 3 đoạn truyền được chuyển động xoay từ máy đào xuống gầu nhờ hệ thống rãnh. Vách hố khoan được giữ ổn định nhờ dung dịch bentonite. Quá trình tạo lỗ được thực hiện trong dung dịch bentonite. Trong quá trình khoan có thể thay các gầu khác nhau để phù hợp với nền đất đào và để khắc phục các dị tật trong lòng đất. Việc đặt cốt thép và đổ bê tông cũng được tiến hành trong dung dịch bentonite. Cũng như phương pháp trên ở đây bentonite cũng được lọc thu hồi và tái sử dụng.

Ưu điểm của phương pháp này là thi công nhanh, việc kiểm tra chất lượng dễ dàng thuận tiện, đảm bảo vệ sinh môi trường và ít ảnh hưởng đến các công trình lân cận.

Nhược điểm của phương pháp này là phải sử dụng các thiết bị chuyên dụng giá đắt, giá thành cọc cao.

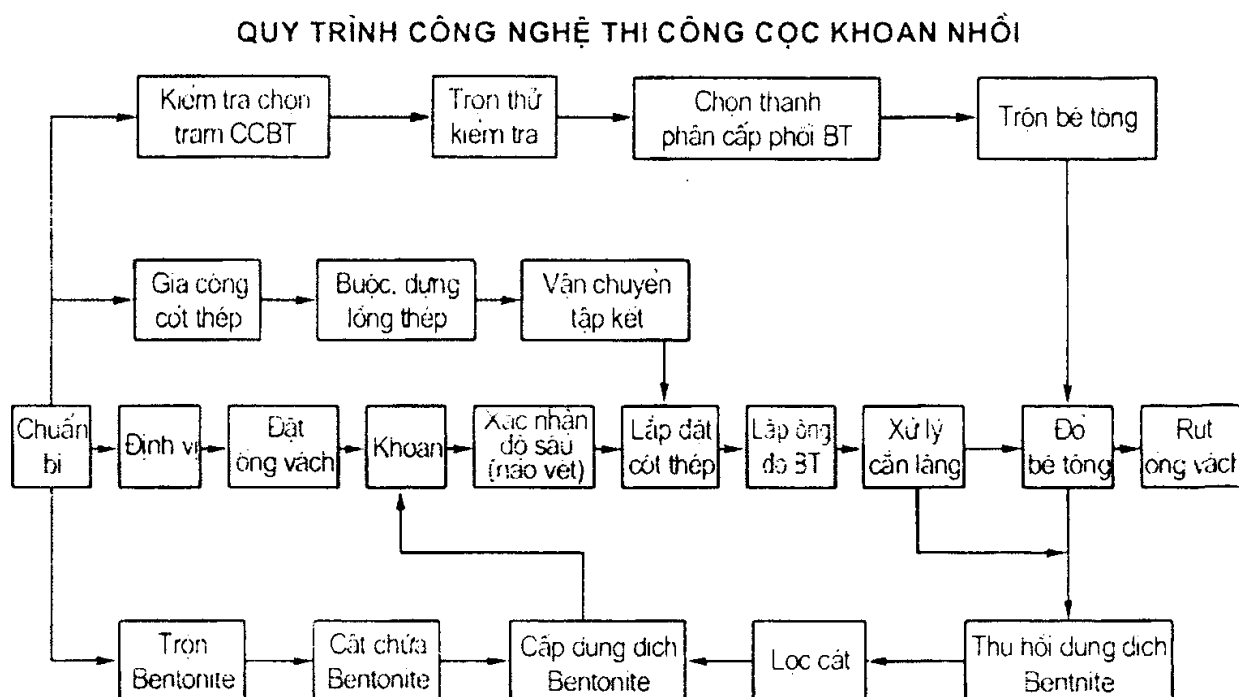
Phương pháp này đòi hỏi quy trình công nghệ rất chặt chẽ, cán bộ kỹ thuật và công nhân phải thành thạo, có ý thức tổ chức và kỷ luật cao.

Do phương pháp này khoan nhanh hơn và chất lượng đảm bảo hơn các phương pháp khác, nên hiện nay các công trình lớn ở Việt Nam chủ yếu sử dụng phương pháp này bằng các thiết bị của Đức (hãng Bauer) của Italie (hãng Soil-Mec) và của Nhật (hãng Hitachi).

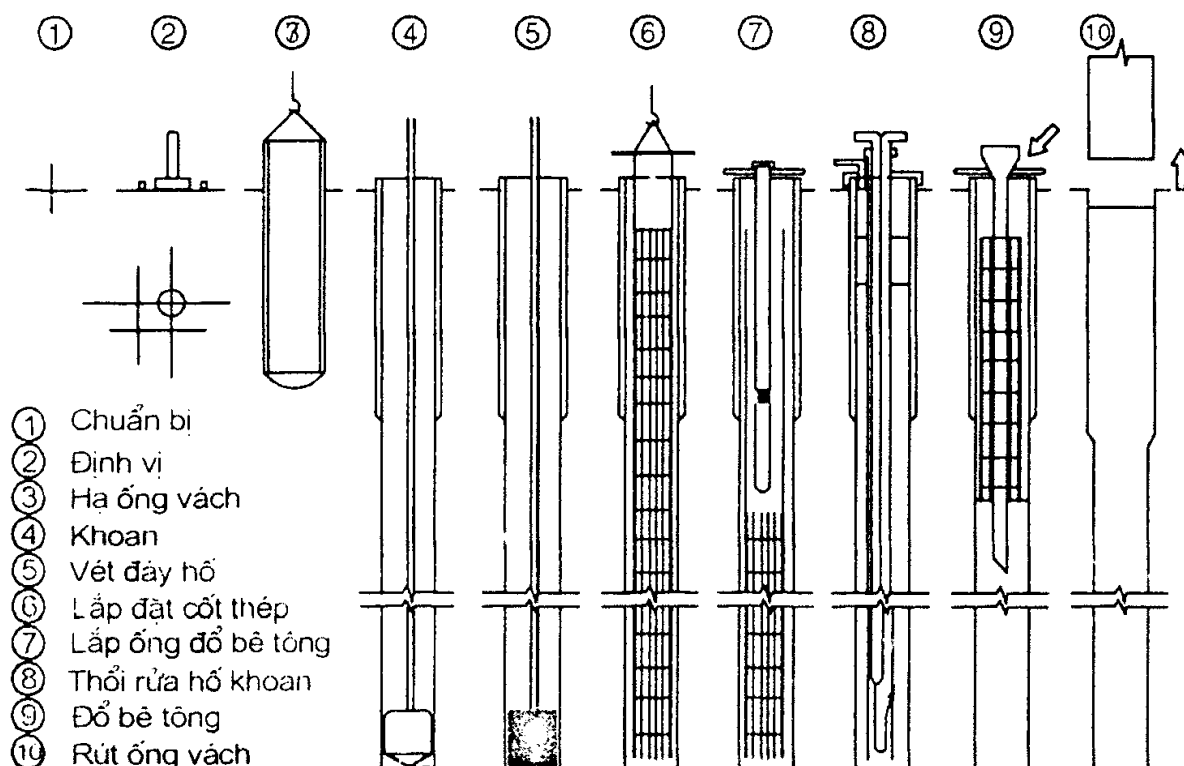
Sau đây sẽ giới thiệu chi tiết quy trình công nghệ thi công và các thiết bị trong thi công cọc khoan nhồi theo phương pháp khoan gầu trong dung dịch bentonite.

II. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ THI CÔNG CỌC KHOAN NHỒI

Quy trình công nghệ thi công cọc khoan nhồi (hình 2-41 và 2-42), bao gồm những công đoạn sau :



Hình 2-41. Quy trình công nghệ thi công cọc khoan nhồi



Hình 2-42. Các quá trình chủ yếu thi công cọc khoan nhồi

- Công tác chuẩn bị;
- Công tác định vị tim cọc;
- Công tác hạ ống vách, khoan và bơm dung dịch bentonite;
- Xác nhận độ sâu hố khoan và xử lý cặn lắng đáy hố cọc;
- Công tác chuẩn bị và hạ lồng thép;
- Lắp ống đổ bê tông;
- Công tác đổ bê tông và rút ống thép;
- Kiểm tra chất lượng cọc.

1. Công tác chuẩn bị

Để việc thi công cọc khoan nhồi đạt hiệu quả cao thì ngoài việc phải chuẩn bị các loại thiết bị thi công cần thiết phải điều tra khả năng vận chuyển, áp dụng các biện pháp ngăn ngừa tiếng ồn và chấn động... còn phải tiến hành điều tra đầy đủ các mặt về tình hình phạm vi chung quanh hiện trường.

Cần chú ý máy khoan thuộc loại thiết bị lớn, rất nặng nên nhất thiết phải điều tra đầy đủ về phương án và lộ trình vận chuyển. Phải đảm bảo

có đủ diện tích ở hiện trường để lắp dựng thiết bị, ngoài ra còn phải thực hiện việc xử lý gia cố mặt đường và nền đất trong khu vực thi công để thuận tiện cho việc lắp dựng thiết bị và xe cộ đi lại.

Phải có các biện pháp hạn chế tác hại của tiếng ồn và chấn động. Tuy so với cọc đóng thì cọc khoan nhồi là phương pháp thi công ít chấn động và ít tiếng ồn, nhưng trên thực tế vẫn có tiếng ồn do có khá nhiều thiết bị xe máy cùng hoạt động.

Các biện pháp giảm tiếng ồn như sau:

- Giảm tiếng ồn từ động cơ nổ : chú ý hướng phát ra tiếng ồn và đặt chụp hút âm ở động cơ nổ. .

- Điện khí hoá nguồn động lực : dùng động cơ điện thay cho các máy nổ, máy nén khí.

- Xây tường bao quanh hiện trường : Chú ý là hiệu quả của việc cách âm bằng tường phụ thuộc rất nhiều vào độ cao và chất liệu làm tường. Nếu tường làm bằng vật liệu cách âm thì hiệu quả rất cao.

Cần chú ý xác nhận chủng loại và vị trí của các vật kiến trúc ngầm và xem xét khả năng gây ảnh hưởng đến khu vực và công trình lân cận để có biện pháp xử lý thích hợp.

2. Định vị vị trí đặt cọc

Cũng giống như cọc đóng, ở đây cần phải đặt máy kinh vĩ để xác định vị trí đặt cọc. Việc định vị được tiến hành trong thời gian dựng ống vách, có thể nhận thấy ống vách có tác dụng đầu tiên là đảm bảo cố định vị trí của cọc. Trong quá trình lấy đất ra khỏi lòng cọc cần khoan sẽ được đưa ra đưa vào liên tục nên tác dụng thứ hai của ống vách là đảm bảo không cho bị sập thành ở phía trên và cũng như vậy cọc không bị lệch ra khỏi vị trí.

Từ mặt bằng định vị móng cọc của nhà lập hệ thống định vị và lưới khống chế cho công trình theo toạ độ. Các lưới định vị này được chuyển dời và cố định vào các công trình lân cận hoặc lập thành các mốc định vị. Các mốc này được rào chắn và bảo vệ chu đáo và liên tục kiểm tra để đề phòng xô dịch do va chạm và lún.

3. Công tác hạ ống vách, khoan và bơm dung dịch bentonite

Ống vách hay còn gọi là ống chống là một ống bằng thép có đường kính lớn hơn đường kính gầu khoan khoảng 10cm, ống vách dài khoảng 6m được đặt ở phần trên miệng hố khoan nhô lên khỏi mặt đất độ 0,6m.

Ống vách có nhiệm vụ :

- Định vị và dẫn hướng cho máy khoan;
- Giữ ổn định cho bề mặt hố khoan và chống sập thành phần trên hố khoan;
- Bảo vệ để đất đá, thiết bị không rơi xuống hố khoan;
- Làm sàn đỡ tạm và thao tác để buộc nối và lắp dựng cốt thép, lắp dựng và tháo dỡ ống đỡ bê tông.

Sau khi đổ bê tông cọc nhồi xong ống vách sẽ được rút lên và thu hồi lại.

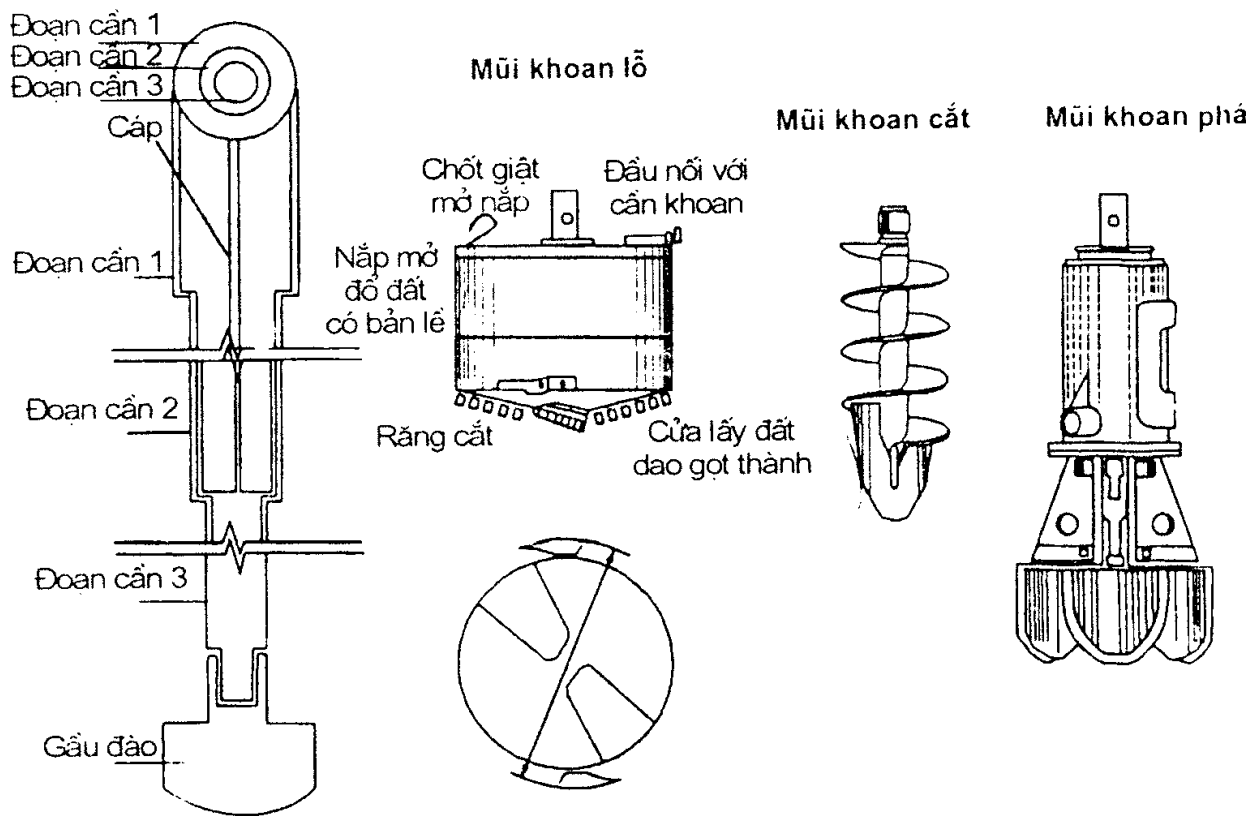
Các phương pháp hạ ống vách :

- Phương pháp rung : là sử dụng loại búa rung thông thường, để đạt độ sâu khoảng 6m phải mất khoảng 10 phút, do quá trình rung dài ảnh hưởng đến toàn bộ khu vực lân cận nên để khắc phục hiện tượng trên trước khi hạ ống vách người ta đào sẵn một hố sâu từ $2,5 \div 3,0\text{m}$ tại vị trí hạ cọc với mục đích bóc bỏ lớp cứng trên mặt đất giảm thời gian của búa rung xuống còn khoảng $2 \div 3$ phút.

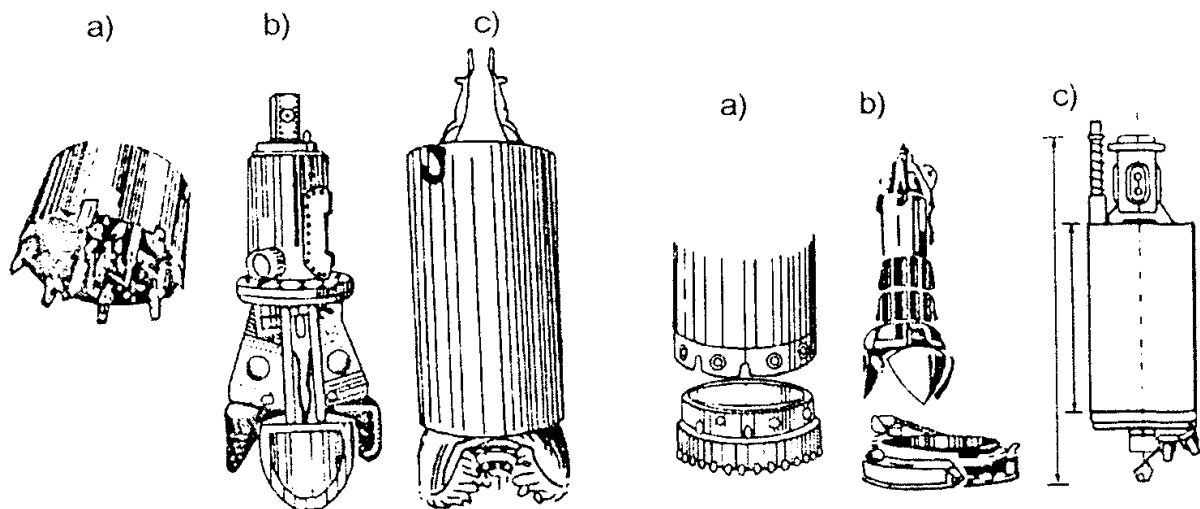
- Phương pháp ép : là sử dụng máy ép để ép ống vách xuống độ sâu cần thiết. Phương pháp này chịu được rung động, nhưng thiết bị công kênh, thi công phức tạp và năng suất thấp.

- Sử dụng chính máy khoan để hạ ống vách: Đây là phương pháp phổ biến hiện nay, người ta lắp vào gầu khoan thêm một đai sắt để mở rộng hố đào khoan đến hết độ sâu của ống vách thì dùng cần cẩu hoặc máy đào đưa ống vách vào vị trí và hạ xuống cao trình cần thiết, dùng cần gõ nhẹ lên ống vách để điều chỉnh độ thẳng đứng. Sau khi đặt ống vách xong phải chèn chặt bằng đất sét và nê-m để ống vách không thể dịch chuyển được trong quá trình khoan.

a. Công tác khoan tạo lỗ



Hình 2-43. Cấu tạo cần khoan và các loại mũi khoan

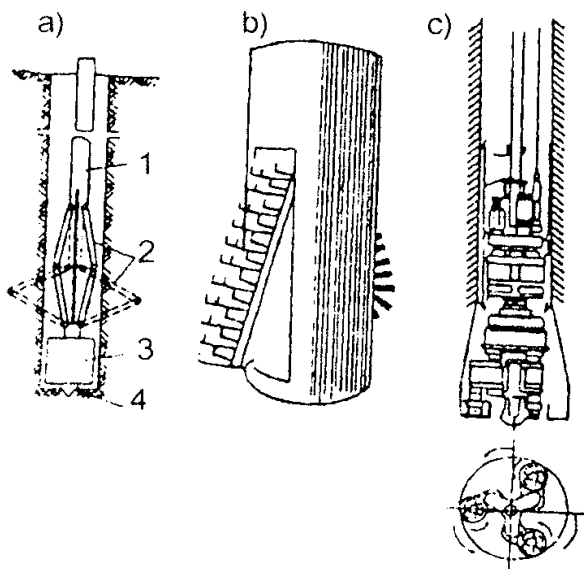


Hình 2-44. Mũi khoan phá

- a) Khoan gầu làm tơi đất đá;
- b) Khoan cạp điều khiển bằng thủy lực;
- c) Khoan gầu làm tơi bằng quay nâng khoan

Hình 2-45. Lưỡi khoan cắt

- a) Lưỡi cắt lắp ở ống vách;
- b) Gầu ngoạm và làm sạch đáy cọc;
- c) Cắt và gom vào thùng kiểu của hãng BAUER.

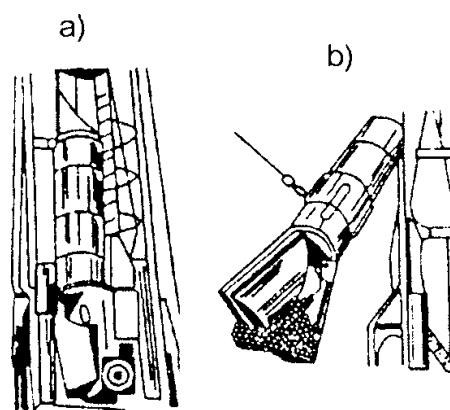


Hình 2-46. Sơ đồ cơ cấu mở rộng thân cọc

a) Sơ đồ nguyên lý:

1. Cần khoan; 2. Dao cắt;
3. Thùng gom đất đá; 4. Trục xoay

b và c) Một kiểu mở rộng đáy



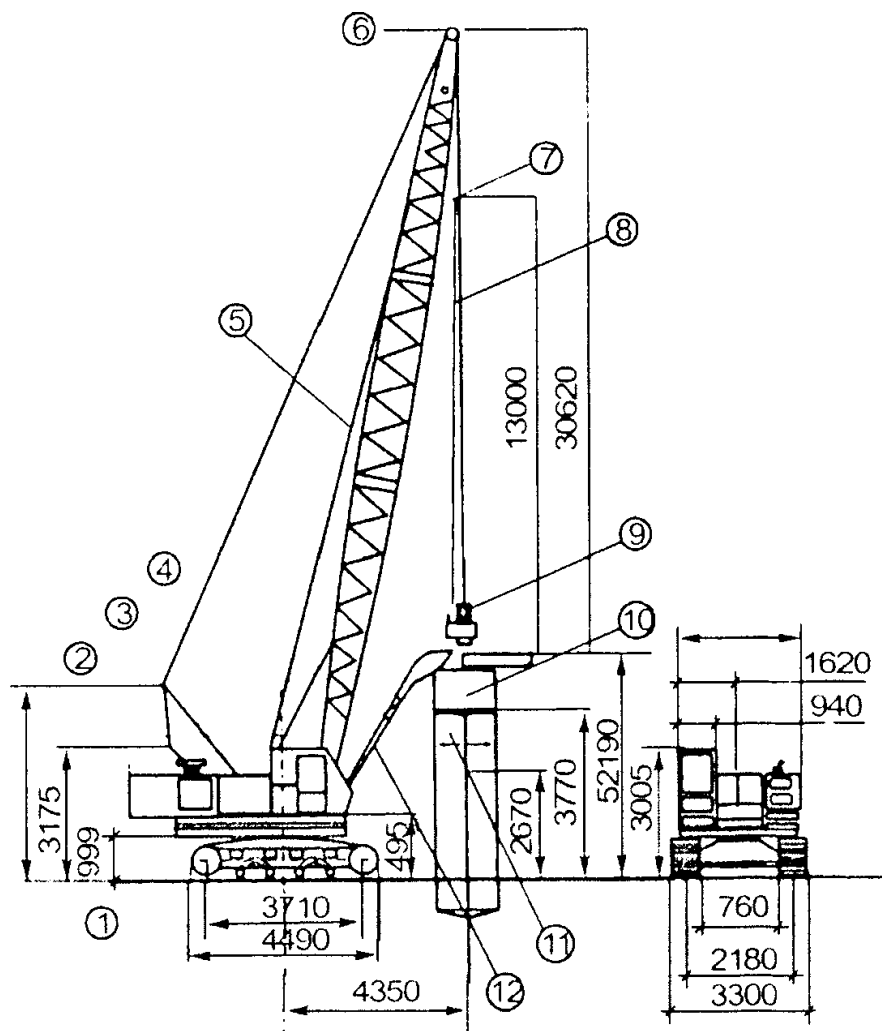
Hình 2-47. Thiết bị mở rộng trong khoan cọc nhồi EDF-55 (Pháp)

a) Cho vào lỗ khoan;

b) Gom và đưa đất khỏi lòng cọc

Quá trình này được thực hiện sau khi đặt xong ống vách tạm. Đất lấy ra khỏi lòng cọc được thực hiện bằng thiết bị khoan đặc biệt, đầu khoan lấy đất có thể là loại guồng xoắn cho lớp đất sét hoặc là loại thùng cho lớp đất cát. Điểm đặc biệt của thiết bị này là cần khoan, như đã giới thiệu ở trên. Cần có dạng ăng-ten gồm 3 ống lồng vào nhau và truyền được chuyển động xoay, ống trong cùng gắn với gầu khoan và ống ngoài cùng gắn với động cơ xoay của máy khoan. Cần có thể kéo dài đến độ sâu cần thiết.

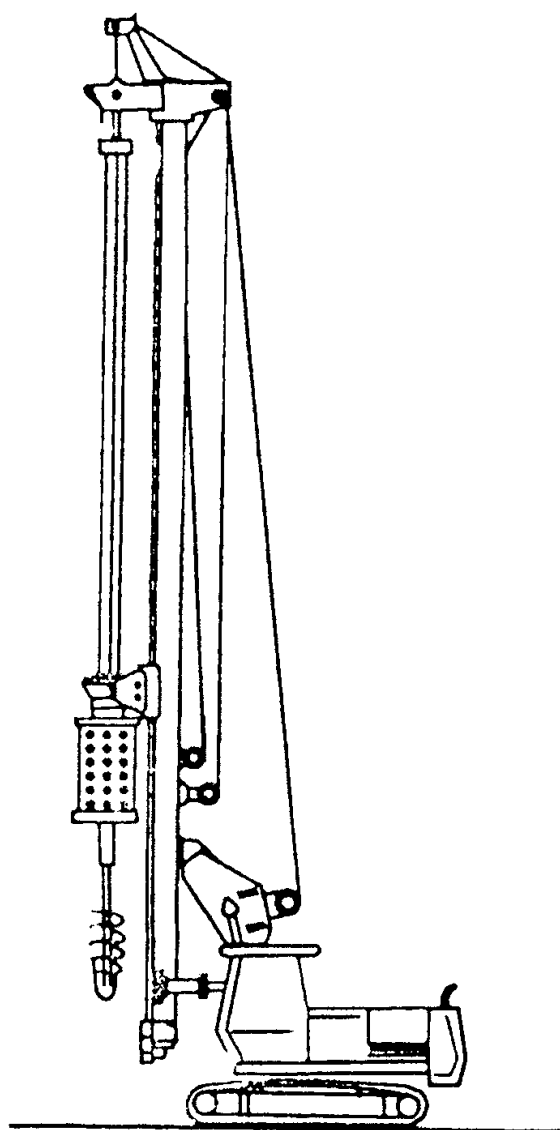
Một số tính năng kỹ thuật của các máy khoan cọc nhồi đang được sử dụng ở Việt Nam: Trong một vài năm gần đây máy khoan cọc nhồi được nhập vào Việt Nam với nhiều chủng loại của nhiều nước khác nhau. Các loại máy khoan cọc nhồi được trình bày sau đây là những loại máy đã được sử dụng tương đối phổ biến:



Hình 2-48. Máy KH-100 (HITACHI)

1. Máy khoan; 2. Cáp nâng giá khoan; 3. Thanh giằng cho giá
4. Bệ giá; 5. Cáp của cần khoan; 6. Bánh lăn cáp; 7. Khớp nối;
8. Cần khoan; 9. Trục quay; 10. Gầu khoan; 11. Khung đỡ phía trước;
12. Xylanh để nâng giá.

Đặc trưng	Kiểu máy	
	KH-100	KH-125
Chiều dài giá (m)	19	19
Đường kính lỗ khoan (mm)	600-1500	1500-2000
Chiều sâu khoan (m)	43	43
Tốc độ quay của máy (vòng phút)	24-12	24-12
Momen quay (kNm)	40-51	40-51
Trọng lượng máy (tấn)	36,8	44,5
Áp lực lên đất (MPa)	0,077	0,066



Hình 2-49. Máy BAUER (Đức)

Chỉ tiêu kỹ thuật	Kiểu máy BAUER				
	BG 15	BG 22	BG 30	BG 40	BG 50
Chiều cao (m)	21,10	24,10	22,70	25-27	29,60
Momen khoan (kNm)	220	220	360	360	360
Tời chính (kN)	160-200	150	200	250-300	300
Công suất máy (kW)	222	180	268	297	448
Trọng lượng (tấn)	74	80	85-100	115-117	147
Hệ thống nâng hoặc tời	xilanh hoặc tời	xilanh hoặc tời	xilanh	xilanh	xilanh

Cần của máy khoan có tốc độ quay khoảng $20 \div 30$ vòng/phút, công suất khoan có thể đạt từ $8-15 \text{ m}^3/\text{giờ}$ đối với đường kính cọc từ $1000 \div 1200 \text{ mm}$.

Khi gầu khoan đáy đất gầu sẽ được kéo lên từ từ với tốc độ khoảng $0,3 \div 0,5 \text{ m/sec}$, với tốc độ này sẽ không gây ra hiệu ứng piston làm sập thành hố khoan. Trong khi khoan do cấu tạo nền đất thay đổi hoặc có khi gặp dị vật đòi hỏi người chỉ huy khoan phải có kinh nghiệm để xử lý kịp thời kết hợp với một số công cụ đặc biệt như mũi khoan phá, mũi khoan cắt, gầu ngoạm, búa máy...

Khi đã khoan qua chiều sâu của vách chống tạm việc giữ thành hố được thực hiện bằng vữa bentonite.

b. Dung dịch bentonite

Bentonite là loại đất sét có kích thước hạt nhỏ hơn đất sét kaolinite nên người ta thường dùng đất sét bentonite để chế tạo bùn khoan. Khi hiếm bentonite có thể dùng một phần đất sét địa phương chứa các hạt với kích thước lớn hơn $0,05$ không quá 10% và các hạt nhỏ hơn $0,005$ không ít hơn 30% , tất nhiên sự thích hợp của đất sét địa phương phải được xác định trong phòng thí nghiệm.

Dung dịch sét bentonite có 2 tác dụng chính:

- Giữ cho thành hố đào không bị sập nhờ dung dịch chui vào khe nứt quện với cát rồi tạo thành một màng đàn hồi bọc quanh thành vách hố giữ cho cát và các vật thể vụn không bị rơi và ngăn không cho nước thấm thấu qua vách.

- Tạo môi trường nặng nâng đất đá, vụn khoan nổi lên mặt trên để trào ra hoặc hút khỏi hố khoan.

Trên thị trường Việt Nam hiện nay có nhiều loại bentonite như:

- Bentonite dầu khí do Petro Việt Nam sản xuất;
- Bentonite sét Đồng đa do Hoá chất Thái Hà sản xuất;
- Bentonite GTC4 do Pháp sản xuất;
- Bentonite VOLCLAY do Mỹ sản xuất.

Về chất lượng thì bentonite do Việt Nam sản xuất chất lượng không cao vì chúng có độ tách nước lớn và độ nhót kém hay gây ra hiện tượng sập thành hố khoan đặc biệt khi gặp tầng đất có nhiều cát.

Các đặc tính kỹ thuật của bột bentonite:

- Độ ẩm $9 \div 11\%$;
- Độ trương nở $14 \div 16\text{ml/g}$;
- Khối lượng riêng $2,1 \text{ T/m}^3$;
- Độ pH của keo với 5% $9,8 \div 10,5$;
- Giới hạn lỏng Aherberg $> 400 \div 450$;
- Chỉ số dẻo $350 \div 400$;
- Độ lọt sàng cỡ 100: $98 \div 99\%$;
- Độ tồn trên sàng cỡ 74: $2,2 \div 2,5\%$.

c. Bùn khoan

Bùn khoan là dung dịch bentonite bao gồm nước, sét bentonite, đất sét thông thường, xi-măng và chất phụ gia.

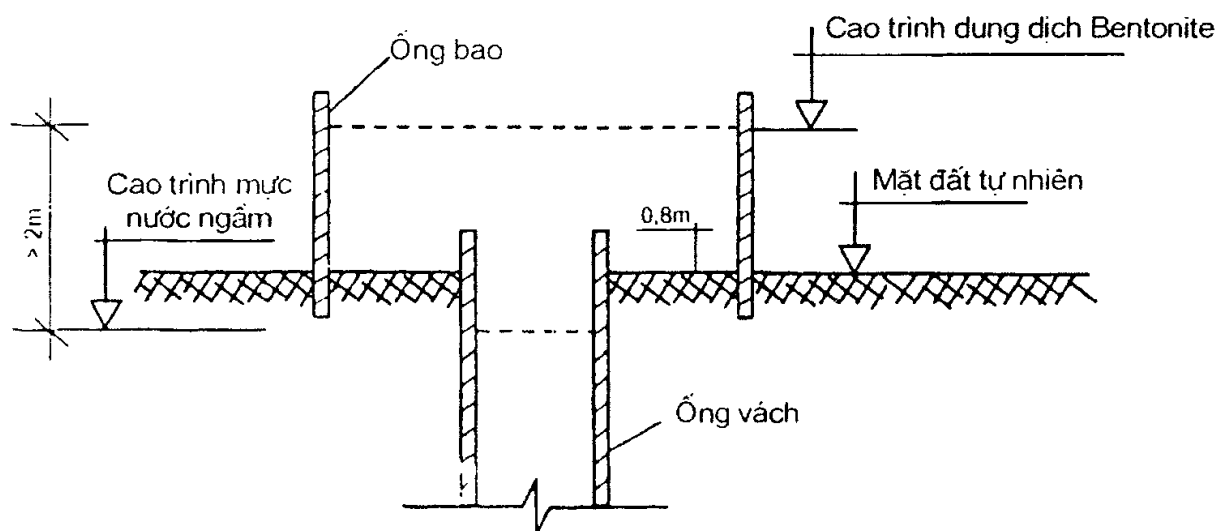
Các thông số kỹ thuật chủ yếu của dung dịch bentonite được khống chế như sau:

- Hàm lượng cát $< 5\%$
- Dung trọng $1,01 \div 1,1$
- Độ nhớt $32 \div 40 \text{ s (giây)}$
- Độ pH $9,5 \div 11,7$
- Liều lượng trộn $30 \div 50 \text{ kg bentonite/m}^3$

Do dung dịch bentonite có tầm quan trọng đặc biệt đối với chất lượng hố khoan, do đó phải cung cấp đủ dung dịch bentonite tạo thành áp lực dư giữ cho thành hố khoan không sập. Cao trình dung dịch bentonite ít nhất phải cao hơn cao trình mực nước ngầm từ 1-2m, thông thường nên giữ cho cao trình dung dịch bentonite cách mặt trên của ống vách là 1m, người ta có thể đặt thêm ống bao phía ngoài ống vách để tăng thêm cao trình và áp lực của dung dịch bentonite nếu cần thiết. (hình 2-51).

Trong quá trình khoan chiều sâu của hố khoan có thể ước tính nhờ cuộn cáp hoặc chiều dài cần khoan. Để xác định chính xác hơn người ta dùng một quả dọi đáy bằng, đường kính khoảng 5cm buộc vào đầu thước

dây thả xuống đáy để đo chiều sâu hố đào và cao trình bê tông trong quá trình đổ. Trong suốt quá trình đào phải kiểm tra độ thẳng đứng của cọc thông qua cần khoan. Giới hạn độ nghiêng cho phép của cọc không được vượt quá 1%.



Hình 2-51. Đặt ống bao ngoài để tăng cường áp lực cho dung dịch Bentonite

4. Xác nhận độ sâu hố khoan và xử lý cặn lắng đáy hố cọc

a) Xác nhận độ sâu hố khoan

Khi tính toán người ta chỉ dựa vào một vài mũi khoan khảo sát địa chất để tính toán độ sâu trung bình cần thiết của cọc nhồi. Trong thực tế thi công do mặt cắt địa chất có thể thay đổi, các địa tầng có thể không đồng đều giữa các mũi khoan nên không nhất thiết cứ phải khoan đúng như độ sâu thiết kế đã quy định mà cần có sự điều chỉnh.

Trong thực tế người thiết kế chỉ quy định địa tầng đặt đáy cọc và khi khoan đáy cọc phải ngập vào địa tầng đặt cọc ít nhất là một lần đường kính của cọc. Để xác định chính xác điểm dừng này khi khoan người ta lấy mẫu cho từng địa tầng khác nhau và ở đoạn cuối cùng nên lấy mẫu cho từng gầu khoan.

Người giám sát hiện trường xác nhận đã đạt được chiều sâu yêu cầu, ghi chép đầy đủ, kể cả bằng chụp ảnh mẫu khoan làm tư liệu báo cáo rồi cho dừng khoan, sử dụng gầu vét để vét sạch đất đá rơi trong đáy hố khoan, đo chiều sâu hố khoan chính thức và cho chuyển sang công đoạn khác.

b) Xử lý cặn lắng đáy hố khoan

Ảnh hưởng của cặn lắng đối với chất lượng cọc: Cọc khoan nhồi chịu tải rất lớn nếu để đọng lại dưới đáy hố khoan bùn đất hoặc bentonite ở dạng bùn nhão sẽ ảnh hưởng nghiêm trọng tới khả năng chịu tải của mũi cọc, gây sụt lún cho kết cấu bên trên, làm cho công trình bị dịch chuyển gây ra biến dạng và nứt. Vì thế mỗi cọc đều phải được xử lý cặn lắng rất kỹ lưỡng.

- Các loại cặn lắng, có 2 loại:

+ Cặn lắng hạt thô: Trong quá trình tạo lỗ đất cát rơi vãi hoặc không kịp đưa lên sau khi ngừng khoan sẽ lắng xuống đáy hố. Loại cặn lắng này tạo bởi các hạt đường kính tương đối to, do đó khi đã lắng đọng xuống đáy thì rất khó moi lên:

+ Cặn lắng hạt mịn: Đây là những hạt rất nhỏ lơ lửng trong dung dịch bentonite, sau khi khoan tạo lỗ xong qua một thời gian mới lắng dần xuống đáy lỗ.

- Các bước xử lý cặn lắng: Vì trong đáy hố khoan có 2 loại cặn lắng khác nhau như trên nên việc xử lý chúng phải tiến hành theo 2 bước :

+ Bước 1 - Xử lý cặn lắng thô: Đối với phương pháp khoan gầu sau khi lỗ đã đạt đến độ sâu dự định thì không đưa gầu lên vội mà tiếp tục cho gầu xoay để vét bùn đất cho đến khi đáy hố hết cặn lắng mới thôi.

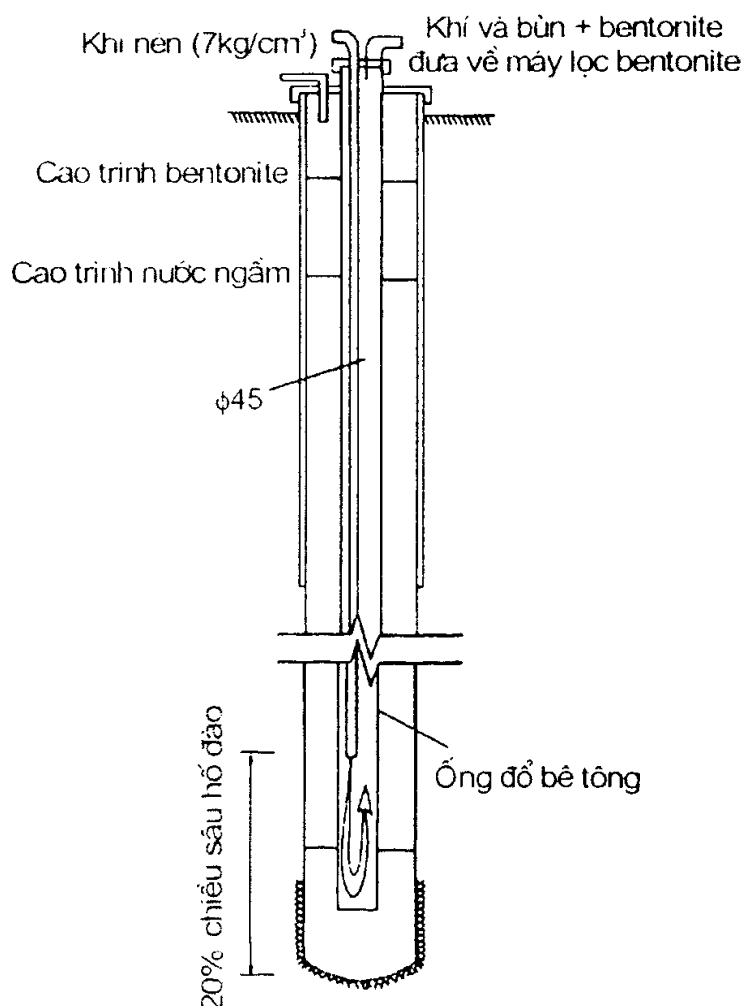
Đối với phương pháp khoan lỗ phản tuần hoàn thì sau khi kết thúc công việc tạo lỗ phải mở bơm hút, cho khoan chạy không tải độ 10 phút, đến khi bơm hút ra không còn thấy đất cát mới ngừng và nhắc đầu khoan lên.

+ Bước 2 - Xử lý cặn lắng hạt mịn: Bước này sẽ được thực hiện trước khi đổ bê tông.

Có nhiều phương pháp xử lý cặn lắng hạt mịn.

• *Phương pháp thổi rửa dùng khí nén :*

Theo phương pháp này người ta dùng ngay ống đổ bê tông để làm ống xử lý cặn lắng. Sau khi lắp xong ống đổ bê tông, người ta lắp đầu thổi rửa lên đầu trên của ống đổ. Đầu thổi rửa có 2 cửa, một cửa được nối với ống dẫn để thu hồi dung dịch bentonite và bùn đất từ đáy hố khoan về thiết bị lọc dung dịch, một cửa khác được thả ống khí nén $\phi 45$, ống này dài khoảng 80% chiều dài của cọc (hình 2-52).



Hình 2-52. Xử lý cặn lắng hạt mịn theo phương pháp thổi rửa bằng khí nén

Khi bắt đầu thổi rửa khí nén được thổi lên tục với áp lực 7kg/cm^2 qua đường ống $\phi 45$ đặt bên trong ống đổ bê tông. Khi khí nén ra khỏi ống $\phi 45$ sẽ quay trở lại thoát lên trên ống đổ tạo thành một áp lực hút ở đáy hố đưa dung dịch bentonite và cặn lắng theo ống đổ bê tông đến thiết bị lọc và thu hồi dung dịch. Trong suốt quá trình thổi rửa này phải liên tục cấp bù dung dịch bentonite để đảm bảo cao trình và áp lực của bentonite lên hố móng không thay đổi.

Thời gian thổi rửa theo phương pháp dùng khí nén thường từ $20 \div 30$ phút. Sau khi ngừng cấp khí nén, người ta thả dây đo độ sâu. Nếu lớp bùn lắng $\leq 10\text{cm}$ thì tiến hành kiểm tra dung dịch bentonite lấy ra từ đáy hố khoan. Lòng hố khoan được coi là sạch khi dung dịch ở đáy hố thoát mãi:

+ Tỷ trọng $\gamma = 1,04 \div 1,20 \text{ g/cm}^3$;

+ Độ nhớt $\eta = 20'' \div 30''$;

+ Độ pH = 9 ÷ 12.

Phương pháp này có ưu điểm là không cần bổ sung thêm thiết bị gì và có thể dùng cho bất cứ phương pháp thi công nào.

• *Phương pháp luân chuyển bentonite:*

Theo phương pháp này người ta dùng một máy bơm công suất khoảng $45 \div 60 \text{ m}^3/\text{h}$ treo vào một sợi cáp và thả xuống đáy hố khoan nhưng luôn nằm trong ống đổ bê tông. Một đường ống có đường kính $\phi = 80 \div 100 \text{ mm}$ được gắn vào đầu trên của máy bơm và được cố định vào cáp treo máy bơm. Ống này đưa dung dịch bùn bentonite về máy lọc. Trong quá trình luân chuyển dung dịch bentonite luôn luôn được bổ sung vào miệng hố khoan và người ta thường xuyên kiểm tra các chỉ tiêu của bùn bentonite bơm ra. Khi dung dịch này đạt chỉ tiêu sạch và độ lắng đạt yêu cầu $\leq 10 \text{ cm}$ thì ngừng bơm và kết thúc công đoạn luân chuyển bentonite này.

• *Các phương pháp xử lý cặn lắng khác:*

Các công ty xây dựng móng của Nhật Bản có phương pháp xử lý cặn lắng khá đặc biệt là khuấy trộn cặn lắng lên rồi lập tức đổ bê tông vào, như vậy không có cặn lắng ở mũi cọc nữa mà nó lẫn vào trong bê tông. Vì vậy, vấn đề ở đây chỉ là tăng cường chất lượng bê tông ở phần mũi cọc hoặc loại bỏ số bê tông có lẫn cặn lắng này.

Theo nguyên lý trên, Công ty Móng Đại dương của Nhật Bản đã sử dụng vòi phun nước cao áp lắp chung quanh mé ngoài gần phần đáy của khung cốt thép và ống dẫn khí bên trong ống đổ bê tông để khuấy trộn cặn lắng vào nước.

Công ty Công nghiệp móng Nhật Bản thì lại dùng máng để đổ vữa bê tông xuống đáy lỗ khoan, sau đó dùng lá khuấy để trộn sục cặn lắng vào vữa, khi đã khuấy trộn xong thì lập tức thả khung thép và đổ bê tông.

Công ty Công nghệ móng Tokyo Nhật Bản lại sử dụng phương pháp phun từ những vòi phun lắp ở đáy ống dẫn làm cho cặn lắng bị khuấy trộn

lên và đổ bê tông vào ống dẫn ngay trong trạng thái này. Việc phun nước và đổ bê tông được tiến hành song song liên tục cho đến lúc bê tông ngập đầu ống dẫn thì việc phun mới kết thúc.

5. Công tác chuẩn bị và hạ lồng thép

Trong các cọc khoan nhồi thường các nhà thiết kế chỉ đặt cốt thép tới $1/3$ chiều dài của cọc, nhưng cũng có các thiết kế của Nhật hoặc một số nước khác lại đặt cốt thép xuống tận đáy.

Cốt thép được buộc sẵn thành từng lồng vận chuyển và đặt lên giá gán hố khoan, sau khi kiểm tra đáy hố khoan nếu lớp bùn cát lắng dưới đáy không quá 10cm thì có thể tiến hành lắp đặt cốt thép. Trong gia công cốt thép người ta có thể dùng hàn điện để cố định cốt đai, cốt dựng khung và cốt chủ. Khi dùng hàn điện để liên kết phải chú ý đến chất lượng có thể bị thay đổi hoặc tiết diện thép có thể bị giảm đi. Trường hợp cốt thép chịu lực là cốt thép cường độ cao thì không được hàn mà phải nối buộc bằng dây thép mềm 2mm hoặc dùng kẹp chữ U có bắt ốc. Việc nối cốt thép phải được tính toán và theo dõi cẩn thận để tránh rơi mất lồng thép.

Về độ dài chia đoạn của lồng thép nếu càng dài càng giảm được số lượng khung thép và đầu nối cốt thép, như vậy càng tiết kiệm được thép và tránh được một số khuyết điểm trong kết cấu. Tuy nhiên, nếu chia đoạn dài quá thì dễ gây ra biến dạng hoặc có thể làm bong, làm tuột các điểm nối, điểm buộc, làm cho lớp bảo vệ không đều và thậm chí có khi làm cho khung thép bị trôi lên dẫn đến giảm chất lượng của cọc. Ngược lại, nếu lồng thép làm quá ngắn thì sẽ tốn vật liệu, mặt khác khi thao tác nối đầu khung thép sẽ tốn rất nhiều thời gian.

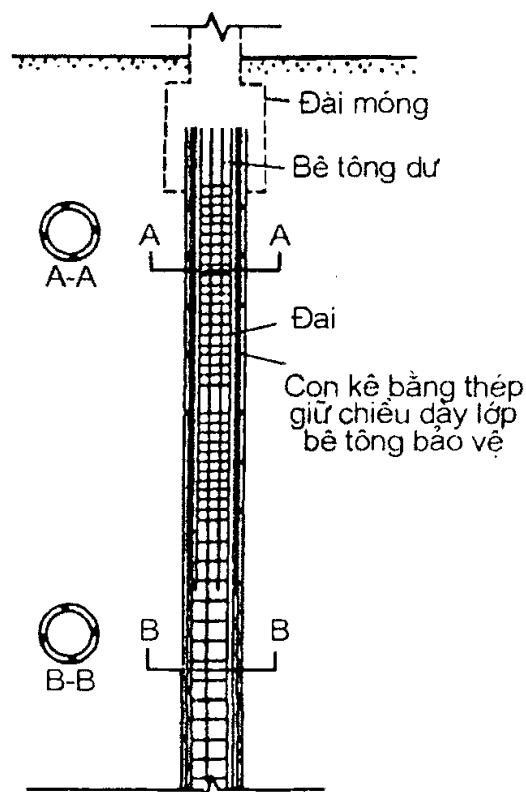
Do từng phương pháp thi công khác nhau, phụ thuộc vào kết cấu công trình, thiết bị thi công và mặt bằng xây dựng thường độ dài chia đoạn của khung lồng thép giao động trong khoảng từ 8 đến 12m.

Cốt thép được hạ xuống hố khoan từng lồng một bằng cần trục và được treo tạm thời trên miệng hố vách bằng cách ngáng qua các đai tăng cường buộc sẵn cách đầu trên của lồng khoảng 1,50m. Dùng cần trục đưa lồng tiếp theo nối với lồng dưới và tiếp tục hạ xuống đến khi kết thúc.

Cốt thép được cố định vào miệng ống vách nhờ các quang treo. Trường hợp cốt thép không dài hết chiều dài của cọc thì cần phải chống lực đẩy nổi cốt thép lên khi đổ bê tông bằng cách hàn những thanh thép hình vào ống vách để cố định lồng thép.

Khi hạ cốt thép phải tiến hành rất cẩn thận từ từ giữ cho lồng thép luôn thẳng đứng để tránh va chạm lồng thép vào thành hố khoan làm sập thành gây khó khăn cho việc nạo vét thổi rửa.

Để đảm bảo độ dày của lớp bê tông bảo vệ thường người ta gắn ở mặt ngoài cốt thép chủ một dụng cụ định vị cốt thép bằng bê tông, bằng chất dẻo hoặc hàn thêm tai bằng thép tròn hay thép bán vào mặt ngoài lồng thép. Cụ ly theo chiều dài của dụng cụ định vị cốt thép thường từ 3 đến 6m và để tránh lệch tâm số lượng dụng cụ định vị ở mỗi một mặt cắt là từ 4 đến 6 cái (hình 2-53).



Hình 2-53. Đặt cốt thép trong cọc khoan nhồi

6. Lắp ống đổ bê tông

Tuỳ theo từng phương pháp xử lý cặn lắng, ống đổ bê tông có thể được lắp ngay sau khi khoan hố xong để làm công việc thổi rửa đáy hố khoan, nhưng cũng có thể được lắp chỉ để đổ bê tông sau khi đã xử lý cặn lắng.

Ống đổ bê tông là các ống thép dày khoảng 3mm có đường kính từ 25 đến 30cm được chế tạo thành từng đoạn có các môđun cơ bản là 0,5m; 1,0m; 1,5m; 2,0m ; 2,50m; 3,00m; 5,00m và 6,00m để có thể tổ hợp lắp ráp tuỳ theo chiều sâu của hố khoan.

Có 2 cách nối ống hiện nay là nối bằng ren và nối bằng cáp. Cách nối bằng cáp được sử dụng rộng rãi hơn nhanh hơn và dễ thao tác hơn. Chỗ nối thường có gioăng cao su để ngăn dung dịch bentonite thâm nhập vào ống đổ và được bôi mỡ để tháo lắp được dễ dàng.

Ống đổ bê tông được lắp dần từng đoạn từ dưới lên. Để lắp ống đổ được thuận tiện người ta sử dụng một hệ giá đỡ đặc biệt đặt qua miệng hố vách, trên giá có 2 nửa vành khuyên có bản lề, miệng của mỗi đoạn ống đổ có đường kính to hơn và khi thả xuống thì bị giữ lại trên hai nửa vành khuyên đó. Vì thế ống đổ bê tông được treo vào miệng hố vách qua giá đỡ đặc biệt này. Khi nửa vành khuyên trên giá đỡ sập xuống sẽ tạo thành một hình tròn ôm khít lấy thân ống đổ bê tông.

Đáy dưới của ống đổ bê tông được đặt cách đáy hố khoan 20cm để tránh bị tắc ống do đất đá dưới đáy hố khoan nút lại.

7. Công tác đổ bê tông và rút ống vách

Sau khi kết thúc thổi rửa hố khoan và đặt lồng thép cần phải tiến hành đổ bê tông ngay, vì để lâu bùn cát sẽ tiếp tục lắng ảnh hưởng đến chất lượng của cọc.

Về nguyên tắc đổ bê tông cọc khoan nhồi là đổ bê tông dưới nước bằng ống dẫn, cho nên tỷ lệ cấp phối bê tông phải phù hợp về độ dẻo, độ dính, dễ chảy trong ống dẫn mà không hay bị gián đoạn, thường người ta dùng loại bê tông dẻo có độ sụt $13 \div 18\text{cm}$. Tỷ lệ cát khoảng 45%, lượng xi măng trên 370kg/m^3 . Tỷ lệ nước xi măng nhỏ hơn 50%. Thường người ta dùng đá sỏi vì bê tông đá sỏi dễ chảy hơn bê tông đá dăm.

Để tăng cường một số tính chất của bê tông và thuận lợi trong thi công người ta có thể cho vào bê tông một số chất phụ gia như chất tăng khí, chất giảm nước hoặc chất đông rắn chậm.

a) Hình thức ống dẫn dùng để đổ bê tông :

Có 2 loại : Loại đáy đáy và loại có van trượt

+ Loại đáy đáy là loại ống dẫn có một cái nắp đáy ở dưới đáy. Đáy nắp lại và cho ống dẫn từ từ chìm xuống đáy hố, lúc này trong ống dẫn không có nước. Sau đó, tiến hành đổ bê tông vào và nhấc ống dẫn lên cái nắp sẽ rơi ra và lưu lại ở đáy hố.

Người ta cũng có thể sử dụng một nút bấc đặt vào ống đổ để ngăn cách giữa bê tông và dung dịch bentonite trong ống đổ, sau khi nhấc ống

đổ lên nút bấc sẽ rơi ra và nổi lên mặt bentonite trên miệng cọc và được thu hồi.

+ Phương pháp van trượt : Theo phương pháp này đáy ống dẫn vẫn để hở, cũng như phương pháp trên người ta từ từ đưa ống dẫn xuống đến cách đáy hố khoan khoảng 10 đến 20cm.

Trước khi đổ bê tông cho van trượt vào trong ống đổ sát tới mặt dung dịch bentonite, sau đó nhờ trọng lượng bê tông được đổ liên tục mà đẩy nước ở trong ống dẫn ra ngoài.

b) Tốc độ và thời gian đổ bê tông :

Nếu quá trình đổ bê tông bị gián đoạn thì dễ sinh ra sự cố đứt cọc, cho nên đổ bê tông phải thật liên tục, mặt khác nếu để phần bê tông đổ trước đã vào giai đoạn sơ ninh thì sẽ trở ngại cho việc chuyển động của bê tông đổ tiếp theo trong ống dẫn.

Tốc độ đổ bê tông nên cố gắng càng nhanh càng tốt. Phương pháp thông dụng là cho trực tiếp bê tông từ xe vận chuyển qua máng vào trong phễu của ống dẫn, tuy vậy nếu đổ quá nhanh cũng sẽ có vấn đề là tạo ma sát lớn giữa bê tông và thành hố khoan gây lở đất làm giảm chất lượng bê tông. Kinh nghiệm cho thấy tốc độ đổ bê tông thích hợp là vào khoảng $0,6\text{m}^3/\text{phút}$.

Thời gian đổ bê tông một cọc chỉ nên khống chế trong 4 giờ, vì nếu bê tông đổ đầu tiên sẽ bị đẩy nổi lên trên cùng nên bê tông này nên có phụ gia kéo dài ninh kết để đảm bảo nó không bị ninh kết trước khi kết thúc hoàn toàn việc đổ bê tông cọc đó. Ngoài ra còn phải chú ý là theo phương pháp ống dẫn thì khoảng 1,5 giờ từ khi bắt đầu trộn bê tông phải đổ cho kỳ hết.

c) Độ sâu cắm ống dẫn vào trong bê tông và độ cao vượt lên của bê tông trên đầu cọc :

Trong quá trình đổ bê tông ống đổ được rút dần lên bằng cách tháo bỏ dần từng đoạn ống sao cho ống luôn luôn ngập trong vữa bê tông từ 2 - 9m mục đích để đẩy bê tông từ đáy ống dẫn ra, bê tông dâng dần lên không để cho dung dịch bentonite và bùn cát phía trên lẫn vào bê tông.

Mặt khác nếu ống dẫn cắm vào bê tông quá sâu thì bê tông phần đáy của ống chày không thông và sẽ làm cho bê tông trong phễu ở đầu ống dẫn

bị tràn ra ngoài và rơi tự do vào trong lỗ làm kém chất lượng bê tông và làm giảm rất nhiều khả năng giữ thành đất của dung dịch bentonite.

Ở phần trên đầu cọc, khi đổ bê tông dưới nước thì không thể tránh khỏi bùn, cặn lắng lẫn vào trong bê tông làm giảm chất lượng của bê tông, do vậy để đảm bảo an toàn người ta thường đổ bê tông cọc vượt lên một đoạn so với độ cao của thiết kế. Đoạn vượt lên này thường là khoảng 50cm.

Để kết thúc quá trình đổ bê tông, phải xác định được cao trình của bê tông và cao trình thật của bê tông chất lượng tốt. Việc quyết định thời điểm ngừng đổ bê tông sẽ do nhà thầu đề xuất và giám sát hiện trường chấp thuận.

d) Rút ống vách :

Lúc này các giá đỡ, sàn công tác, treo cốt thép vào ống vách đều được tháo dỡ. Ống vách được kéo lên từ từ bằng cần cẩu và phải kéo thẳng đứng để tránh xô dịch tim đầu cọc. Có thể gắn thêm một thiết bị rung vào ống vách để việc rút ống vách được dễ dàng.

Sau khi rút ống vách phải lấp cát vào hố cọc nếu cọc sâu, lấp hố thu bentônite và rào chắn tạm bảo vệ cọc.

Không được phép rung động hoặc khoan cọc khác trong vòng 24 giờ kể từ khi kết thúc đổ bê tông cọc trong phạm vi 5 lần đường kính của cọc.

8. Kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi

Việc kiểm tra chất lượng thi công cọc khoan nhồi nói chung phải thực hiện trực tiếp tại hiện trường, do sự phức tạp trong thi công, giá thành cũng như tính chất quan trọng của cọc khoan nhồi đối với công trình nên yêu cầu kiểm tra ở giai đoạn chế tạo cọc phải hết sức nghiêm ngặt, tỷ lệ lượng cọc kiểm tra nhiều vì nếu có một sự sai sót nào trong quá trình chế tạo gây hư hỏng sẽ rất khó sửa hoặc nếu khắc phục thì chi phí sẽ rất lớn.

Kết quả nghiên cứu cho thấy: nguyên nhân gây hư hỏng cọc khoan nhồi rất đa dạng, nhưng phần lớn các khuyết tật là do công nghệ thi công không thích hợp gây ra, vì vậy cần phải kiểm tra chặt chẽ toàn bộ các công đoạn thi công cọc.

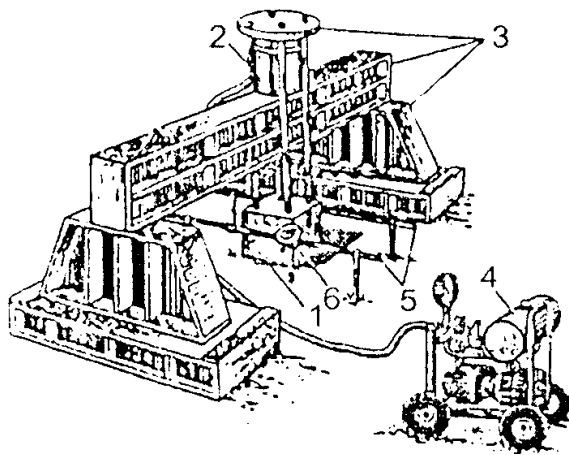
Tuy vậy, sau khi đã đổ bê tông việc kiểm tra chất lượng cọc vẫn rất cần thiết nhằm phát hiện các khuyết tật và xử lý những cọc bị hư hỏng. Đối tượng của việc kiểm tra cọc khoan nhồi là chất lượng của nền đất và chất lượng của bản thân cọc.

Vấn đề kiểm tra cả 2 chỉ tiêu này đã có nhiều phương pháp thực hiện bằng những công cụ hiện đại, có thể phân theo 2 phương pháp cơ bản là phương pháp tĩnh và phương pháp động.

a. Kiểm tra bằng phương pháp tĩnh

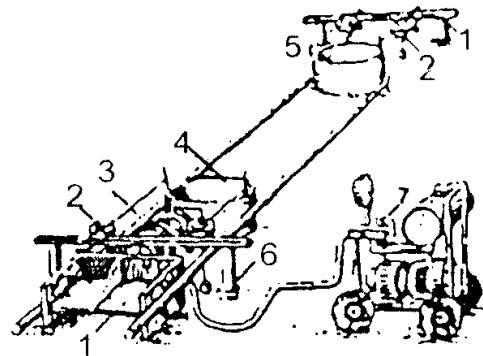
(1) Phương pháp gia tải tĩnh:

Đây là phương pháp phổ biến và đáng tin cậy để kiểm tra khả năng chịu tải của cọc. Tùy theo yêu cầu cụ thể người ta có thể xác định khả năng chịu nén, chịu kéo hay chịu đẩy của cọc (hình 2-54, 2-55).



Hình 2-54. *Giá thử cọc chịu lực
nhỏ thẳng đứng*

1. Cọc thử; 2. Kịch thủy lực;
3. Giá thử nghiệm;
4. Trạm bơm dầu cho kịch
5. Hệ thống lắp đồng hồ đo;
6. Đồng hồ đo chuyển vị



Hình 2-55. *Thử cọc chịu tải
trọng ngang*

1. Thiết bị thử;
2. Đồng hồ đo chuyển vị
3. Kịch thủy lực; 4. Cọc thử.
5. Cọc neo; 6. Hệ thống lắp đồng hồ
7. Trạm bơm dầu cho kịch

Về đối trọng gia tải có thể sử dụng các vật nặng để chát tải hoặc sử dụng khoan neo xuống đất. Có 2 quy trình nén tĩnh được sử dụng nhiều trong thực tế là:

+ Quy trình thí nghiệm nén chậm với tải trọng không đổi để đánh giá đồng thời khả năng chịu tải và tốc độ lún của cọc theo thời gian. Thí nghiệm cọc theo quy trình này đòi hỏi nhiều thời gian, có thể kéo dài nhiều ngày.

+ Quy trình tốc độ chuyển dịch không đổi nhằm mục đích duy nhất là đánh giá khả năng chịu tải của cọc. Thí nghiệm theo quy trình này chỉ kéo dài từ 3-5 giờ.

Ngoài 2 quy trình kể trên người ta còn áp dụng một số quy trình gia tải khác như: Quy trình thí nghiệm nhanh với gia tải không đổi, quy trình thí nghiệm cân bằng...

Nhược điểm cơ bản của phương pháp thí nghiệm nén tĩnh là giá thành rất cao và công tác chuẩn bị thí nghiệm đòi hỏi nhiều thời gian.

(2) Phương pháp khoan lấy mẫu ở lõi cọc

Dùng máy khoan đá để khoan lấy các mẫu hình trụ có đường kính 50-150mm ở các độ sâu khác nhau dọc suốt chiều dài thân cọc ở 3 vị trí cách đều nhau trên mặt cắt ngang của cọc.

Ưu điểm của phương pháp này là có thể xác định chính xác chất lượng bê tông của cọc, nhưng nhược điểm là chi phí lấy mẫu khá lớn. Khi khoan 3 lỗ cho mỗi cọc, nếu khoan hết cả chiều dài thì chi phí khoan xấp xỉ giá thành của cọc

(3) Phương pháp siêu âm

Đây là một phương pháp rất phổ biến, vì nhờ nó có thể phát hiện những khuyết tật của bê tông đồng thời dựa vào sự tương quan giữa tốc độ truyền sóng và cường độ bê tông ta có thể biết được cường độ bê tông mà không phải lấy mẫu hay phá huỷ kết cấu.

Người ta đặt hai ống thép có đường kính 80mm vào lồng thép với chiều dài ống bằng chiều sâu hố đào và đối xứng nhau qua trục của cọc trước khi tiến hành đổ bê tông. Sau này, khi kiểm tra chất lượng của cọc thì đưa đầu thu và đầu phát siêu âm vào 2 ống thép trên và luôn được giữ ở cùng một cao trình, sóng siêu âm sẽ quét theo tiết diện của cọc. Bằng cách này người ta đánh giá được chất lượng bê tông nằm giữa 2 lỗ khoan. Để kiểm

tra chặt chẽ hơn chất lượng cọc, có thể khoan hoặc đặt sẵn từ 3-5 lỗ trên mỗi cây cọc thí nghiệm.

Có thể sử dụng phương pháp siêu âm mà đầu thu và đầu phát cùng được gắn trên một thanh chế tạo bằng vật liệu cách âm.

Phương pháp siêu âm cho kết quả khá chính xác, đáng tin cậy giá thành thí nghiệm lại không cao lắm. ở nhiều nước đã quy định số cọc phải thí nghiệm theo phương pháp này là 10% số cọc.

b. Kiểm tra bằng phương pháp động

(1) Phương pháp đo âm dội

Nguyên lý là sử dụng lý thuyết từ hiện tượng âm dội: Người ta gõ một búa vào đầu cọc một thiết bị ghi gắn ngay trên đầu cọc ấy để ghi các hiệu ứng về âm dội kết quả đo đạc sẽ được máy tính xử lý để cho ra kết quả về chất lượng cọc.

Phương pháp này đơn giản, tốc độ kiểm tra rất nhanh có thể đạt tới 300 cọc/ngày, nhưng nhược điểm cơ bản của nó là độ chính xác chỉ đạt yêu cầu với độ sâu 20m trở lại (người ta còn gọi là phương pháp biến dạng nhẹ)

(2) Phương pháp rung

Cọc thí nghiệm được rung cưỡng bức với biên độ không đổi trong khi tần số rung được thay đổi trong một dải khá rộng. Tần số cộng hưởng đo được sẽ cho ta biết các khuyết tật của cọc như tiết kiệm bị giảm yếu, cường độ bê tông thay đổi...

Phương pháp này chỉ mới được áp dụng chủ yếu là ở Pháp bởi thí nghiệm khá phức tạp và đòi hỏi người phân tích đánh giá kết quả phải có trình độ cao và nhiều kinh nghiệm.

(3) Phương pháp biến dạng lớn

Theo phương pháp này, xung chấn động được tạo bởi búa có trọng lượng đủ lớn ($15 \div 20$ tấn) để huy động toàn bộ khả năng chịu tải của đất nền. Trong thí nghiệm chỉ cần 2 ÷ 3 nhát búa là đủ, nhưng cọc phải đạt độ dịch chuyển cần thiết. Người ta ghi sóng gia tốc và sóng biến dạng cho mỗi nhát búa. Kết quả sẽ được xử lý bằng các chương trình máy tính. Do

năng lượng sử dụng trong thí nghiệm rất lớn nên trong thực tế có thể phát hiện được khuyết tật của cọc ở độ sâu không hạn chế.

Nhược điểm của phương pháp này là thiết bị của búa nặng và công kênh mặt khác do lực xung động lớn có thể làm hỏng cọc.

(4) Phương pháp tĩnh động (Statnamic) :

Nguyên lý là áp dụng nguyên tắc hoạt động của động cơ tên lửa : thiết bị thí nghiệm được gắn vào đầu cọc cùng với thiết bị gây nổ để tạo ra phản lực trên đầu cọc. Khi nổ các thông số về gia tốc, biến dạng và chuyển vị đầu cọc sẽ được thiết bị thí nghiệm ghi lại và nhờ các phương trình về truyền sóng sẽ cho ta biểu đồ quan hệ giữa tải trọng tác dụng và chuyển vị, từ đó sẽ xác định được tải trọng giới hạn của cọc.

III. THI CÔNG CỌC BARRETTE

Cọc Barrette là một loại cọc nhồi bê tông cốt thép, tiết diện đơn vị cơ sở của cọc là hình chữ nhật. Người ta có thể tổ hợp để tạo ra các tiết diện cọc có hình thù đa dạng như tiết diện chữ H, chữ L, chữ I, +...

Việc tạo lỗ hố cọc được thực hiện bằng cách đào bằng gầu đào. Gầu đào có nhiều loại có kích thước khác nhau, cho nên kích thước tiết diện cọc cũng có nhiều loại khác nhau.

Đặc điểm của cọc barrette là sức chịu tải của một cọc rất lớn, cao nhất có thể lên tới 6.000 tấn và độ sâu chôn cọc tối đa có thể lên tới 150m, cọc có độ thẳng đứng gần như tuyệt đối.

Do cọc có chu vi lớn nên nhiều khi chỉ lực ma sát thành cọc đã đủ yêu cầu chịu tải nên không cần đưa mũi cọc xuống tận các lớp đất đá cứng ở dưới sâu.

Do tiết diện cọc barrette rất đa dạng, moment kháng uốn lớn, cho nên rất thích hợp với các công trình chịu tải trọng ngang như chịu tải trọng gió hoặc động đất.

Cọc barrette đã được nghiên cứu và sử dụng nhiều nơi trên thế giới, ví dụ như:

- Công trình Paris Etoile-Neuilly là một toà nhà làm văn phòng tại vùng Neuilly của Pháp công trình sử dụng 13 cọc barrette hình chữ thập và chữ I có sức chịu tải từ 400 đến 1450 tấn.

- Công trình THE NEW BRISTOL HARBOUR (Anh) đã sử dụng các loại cọc barrette có chiều rộng 0,6m và 0,8m chiều dài từ 2,2 ÷ 9,75m và sâu từ 13 tới 17m.

- Công trình nhà máy điện hạt nhân BLAYAIS 3600 MW (Pháp) đã sử dụng tới 365 cọc barrette có kích thước 0,5×1,8m và 0,8×1,8m có độ sâu trung bình khoảng 20m.

- Công trình KUALA LAMPUR CITY CENTRE ở Malaysia là 2 toà nhà chọc trời giống hệt nhau cao 452m diện tích mặt bằng 29.000m². Mỗi toà nhà có 85 tầng, móng nhà gồm 85 cọc barrette có kích thước 1,2×2,8m sâu từ 60 tới 125m và 19 cọc barrette khác có kích thước 0,8×2,8m sâu từ 40 tới 60m. Đài cọc là một khối bê tông dày 4,5m có đường kính 50m. Tổng khối lượng bê tông của phần móng là 40400m³, khối lượng cốt thép là 3250 tấn.

- Ở Việt Nam cọc barrette cũng đã được đưa vào áp dụng tại thành phố Hồ Chí Minh và Hà Nội từ năm 1994 như :

+ Dự án HARBOUR VIEW TOWER - 35 Nguyễn Huệ thành phố Hồ Chí Minh xây dựng 2 tầng hầm và 19 tầng lầu sử dụng 6 cọc barrette 0,6×2,8m có độ sâu từ 44,5m tới 46,5m

+ Dự án SAIGON CENTRE - 65 Lê Lợi thành phố Hồ Chí Minh, xây dựng công trình có quy mô 3 tầng hầm và 25 tầng lầu đã sử dụng 12 cọc barrette 1,2×0,5m ; 11 cọc 1,2×5,0m ; 12 cọc barrette 1,2×2,8m ; 11 cọc 0,6×2,8m tất cả các cọc đều sâu 50m.

+ Dự án VIETCOMBANK TOWER - 198 Trần Quang Khải Hà Nội công trình có 22 tầng lầu và hai tầng hầm đã phải sử dụng 58 cọc barrette kích thước 0,8×2,8m và sâu 55m

Ngoài những công trình tiêu biểu trên ở Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh cũng còn một số công trình đã được áp dụng công nghệ cọc barrette nhưng số lượng cọc không lớn.

1. Cơ sở lý thuyết tính toán cọc barrette

Cơ sở lý thuyết tính toán về sức chịu tải và độ lún của cọc barrette không có gì khác so với việc tính toán sức chịu tải và độ lún của cọc

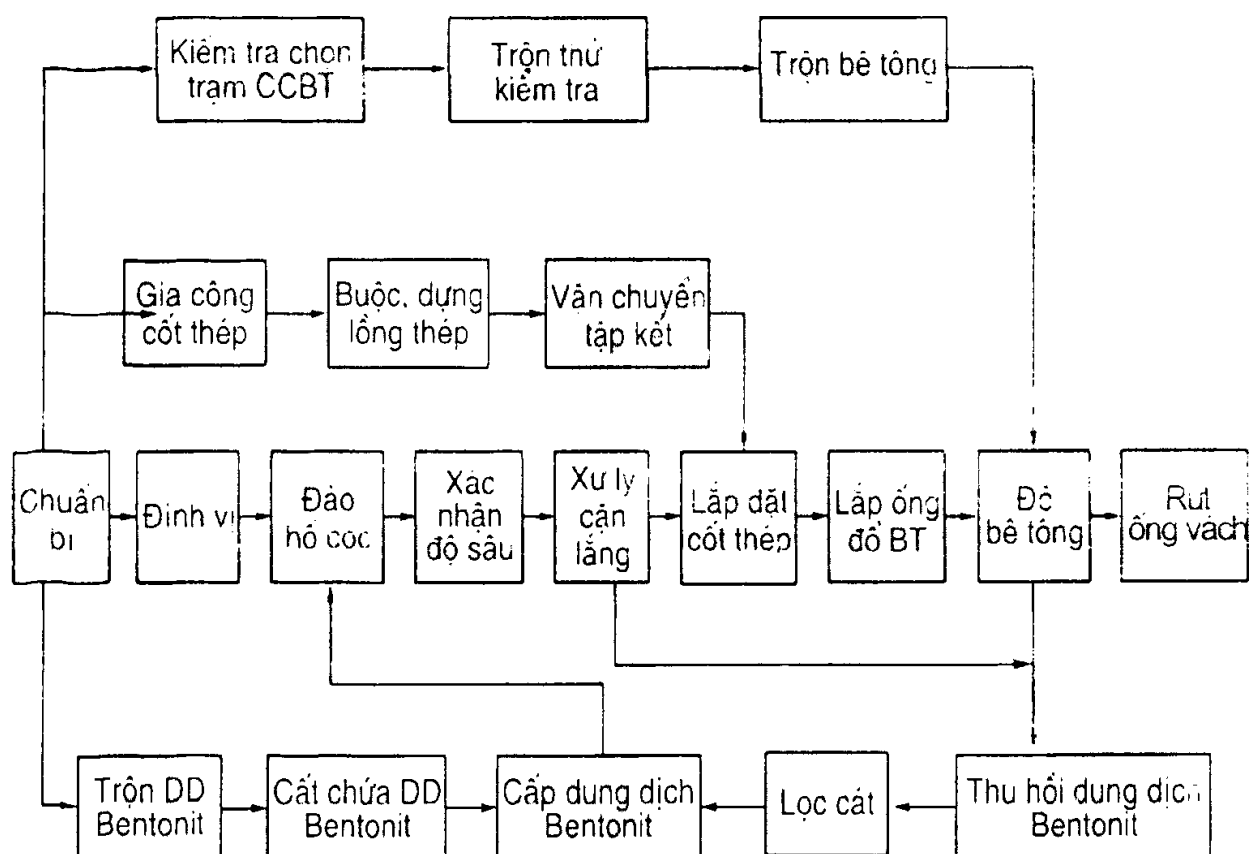
thông thường, chỗ đặc biệt chỉ là cọc barrette có tiết diện chữ nhật, chữ L, chữ T, chữ thập... chứ không phải là hình tròn hay vuông như các loại cọc thông thường khác.

Cũng như với các loại cọc khác, việc tính toán sức chịu tải của cọc barrette phải dựa vào hai kết quả là sức chịu tải của cọc theo vật liệu và sức chịu tải của cọc theo đất nền.

2. Công nghệ thi công cọc barrette

Về công nghệ thi công cọc barrette trên nguyên tắc cũng không khác gì công nghệ thi công đối với cọc khoan nhồi, điểm mấu chốt và là đặc trưng của công nghệ thi công cọc barrette là gầu đào và cách đào đất.

QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ THI CÔNG CỌC BARRETTE



Hình 2-56. Quy trình công nghệ thi công cọc barrette

Có 3 loại gầu đào và vì thế cũng có 3 cách đào đất khác nhau trong thi công cọc barrette.

a) Loại gầu đào dạng thùng có 2 cáp treo của công ty Bachy Soletanche (Pháp)

Loại gầu này có trọng lượng khá lớn từ $6,5 \div 17$ tấn, gầu có hình dạng như cái thùng và được treo vào cần máy bằng 2 sợi dây cáp. Thùng của gầu có tác dụng làm tăng thêm trọng lượng cho gầu, để tạo ra một khung dẫn hướng cho gầu, miết mạnh vào vách đất của hố đào chống sụt lở hố đào. Ngoài ra, nó còn có tác dụng bảo vệ và làm hệ thống ray trượt cho các pu-ly trong gầu. Các thao tác đóng mở miệng gầu được thực hiện bởi 2 sợi cáp treo. Gầu có các loại kích thước như sau:

Chiều rộng : 0,4m ; 0,5m ; 0,6m ; 0,8m ; 1,0m ; 1,2m ; 1,5m

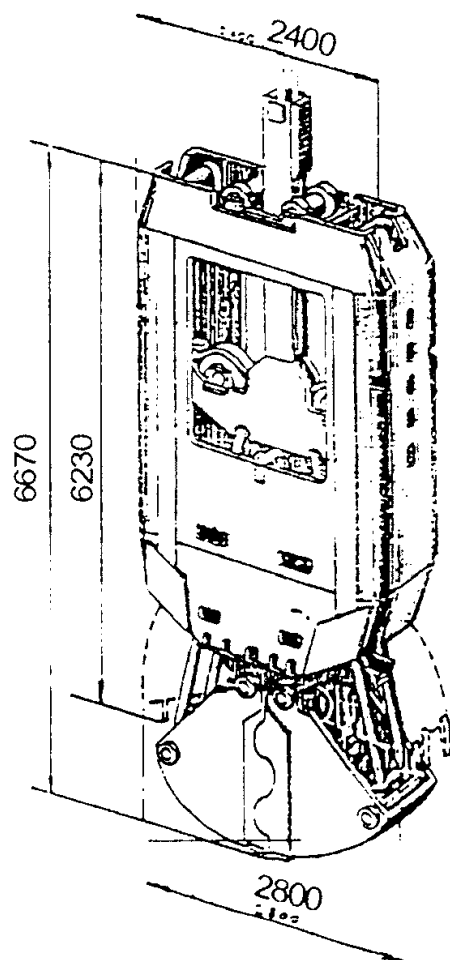
Chiều dài : 1,8m ; 2,2m ; 2,8m ; 3,6m

Đặc điểm của gầu đào dạng thùng này là do trọng lượng bản thân gầu lớn đất đá sẽ bị vỡ dưới sức nặng của gầu nên có thể đào những loại đất tương đối rắn (cường độ khoảng 10 MPa). Mặt khác, do gầu nặng lại được treo bằng cáp và trọng tâm của gầu ở rất thấp nên khi làm việc gầu rất ổn định. Vì thế, gầu này còn có tên là gầu tự dẫn hướng. Do vỏ gầu được cấu tạo bởi một thùng sắt có chiều dài lớn tới 6,67m, nên khi ta thả cáp cho gầu rơi tự do để đào đất, vỏ gầu miết mạnh vào thành hố đào tạo nên một màng cứng có tác dụng giữ thành hố hạn chế đến mức tối đa việc sập thành hố đào (hình 2-57).

b) Loại gầu đào dùng thủy lực

Máy cơ sở để thi công đối với loại gầu này là máy có nguồn cấp thủy lực. Người ta dùng áp lực dầu để mở miệng gầu, sau đó đưa gầu tới sát mặt đất đào và bơm dầu để đóng miệng gầu lại để ngoạm và giữ đất trong gầu. Nước bùn sẽ trào ra ngoài từ những lỗ nhỏ trên thành của miệng gầu sau đó cuốn cáp để kéo gầu lên và đưa gầu tới vị trí đổ đất (hình 2-58, 2-59).

Gầu này thích hợp với những loại đất không cứng lắm (cường độ khoảng 5MPa).



Hình 2-57. Gầu ngoạm kiểu dạng thùng có 2 cáp treo

Hình dáng gầu đào gọn, không công kênh nên dễ vận chuyển và khi đào ít gây chấn động tới các công trình xung quanh.

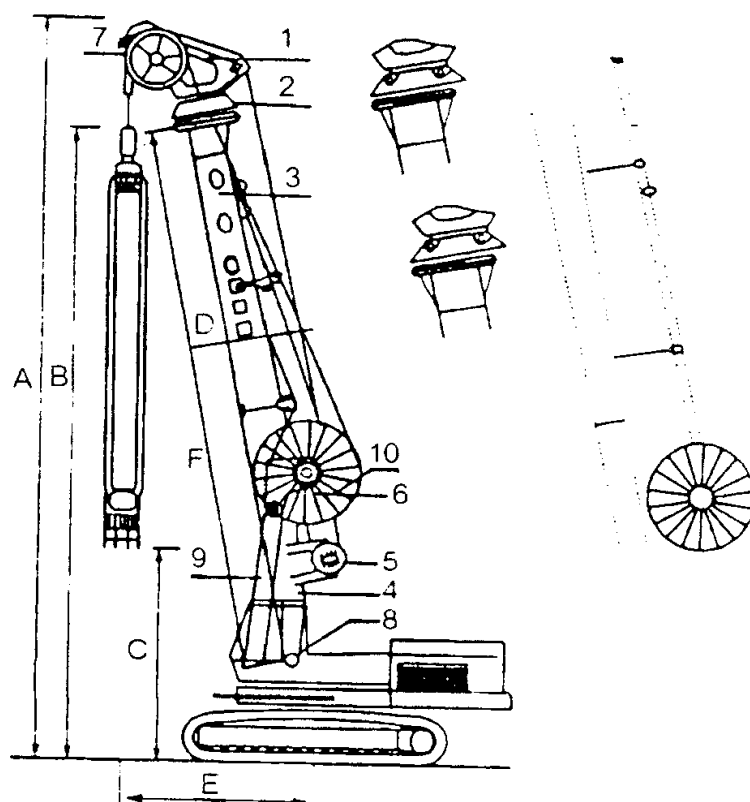
Nhược điểm của gầu thủy lực là sự linh hoạt kém do hệ thống thủy lực đi kèm với gầu đào mặt khác không có ống bao để ép chặt thành đất nên nếu thao tác nhanh cũng dễ xảy ra hiện tượng sập thành.

c) Loại gầu cắt đất

Đây là một loại gầu đặc biệt vì nó đào đất mà không phải nhấc gầu lên khỏi miệng hố đào, độ thẳng đứng gần như tuyệt đối và đặc biệt là nó có thể đào được hầu hết các loại đất (cường độ tới đa tới 100MPa).

Về cấu tạo gầu này gồm một khung kim loại nặng có tác dụng như một khung dẫn hướng. Trong khung được gắn 2 bánh răng cắt gồm nhiều răng nhỏ được quay ngược chiều nhau bằng 2 mô tơ, các răng này làm

nhệm vụ cắt đất đá. Một máy hút bùn được đặt ngay bên trên giữa hai bánh răng cắt có tác dụng hút tất cả các mùn khoan cùng dung dịch bentonite đưa lên trên tới máy lọc (hình 2-60, 2-61).

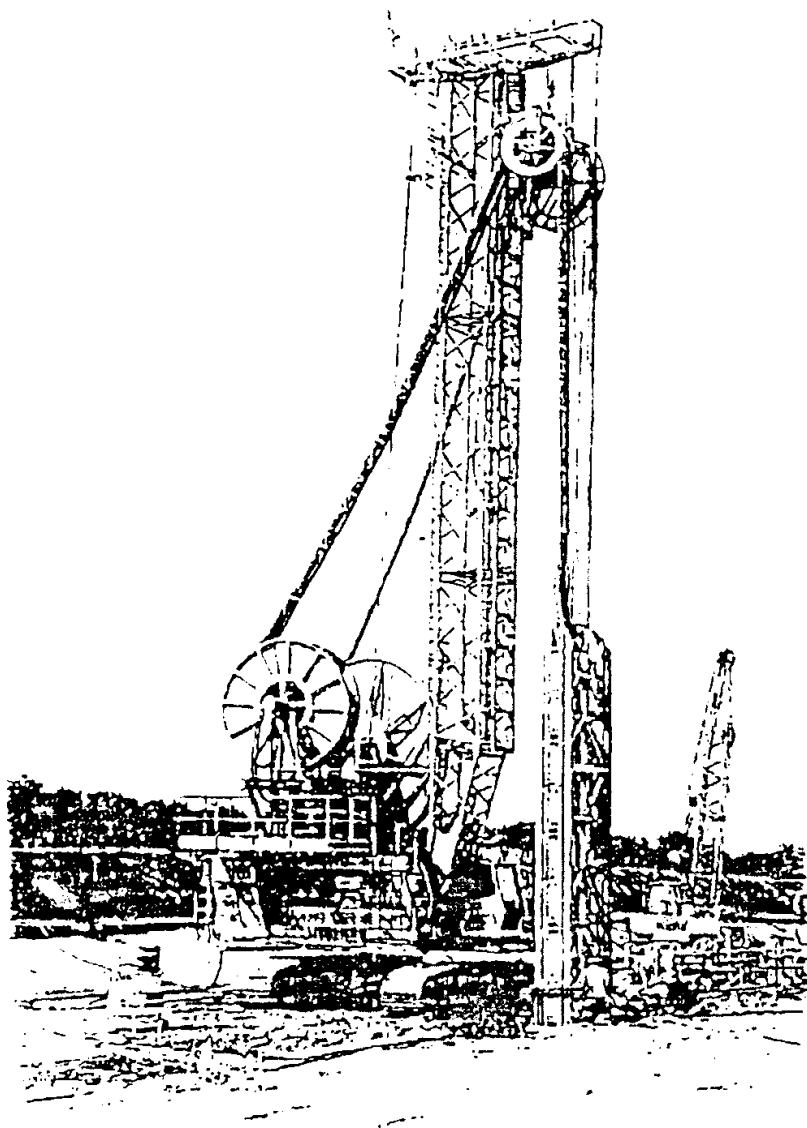


Hình 2-58. Loại gầu đào dùng thủy lực

1. Đinh cân; 2. Hệ thống trượt; 3. Đầu cân;
4. Đuôi cân; 5. Trục để cuộn tời;
6. Trống để cuộn các đường ống thủy lực có sự điều khiển bằng thủy lực;
7. Guồng quay của các đường ống dẫn thủy lực;
8. Chốt giữa cân và máy chính (máy cơ sở);
9. Xilanh nâng cân;
10. Trống để cuộn dây cáp (dây cáp này để xác định độ thẳng đứng của gầu)

Cần cẩu mang loại gầu này được gắn thêm một nguồn thủy lực chuyên dụng để cung cấp năng lượng cho các mô tơ.

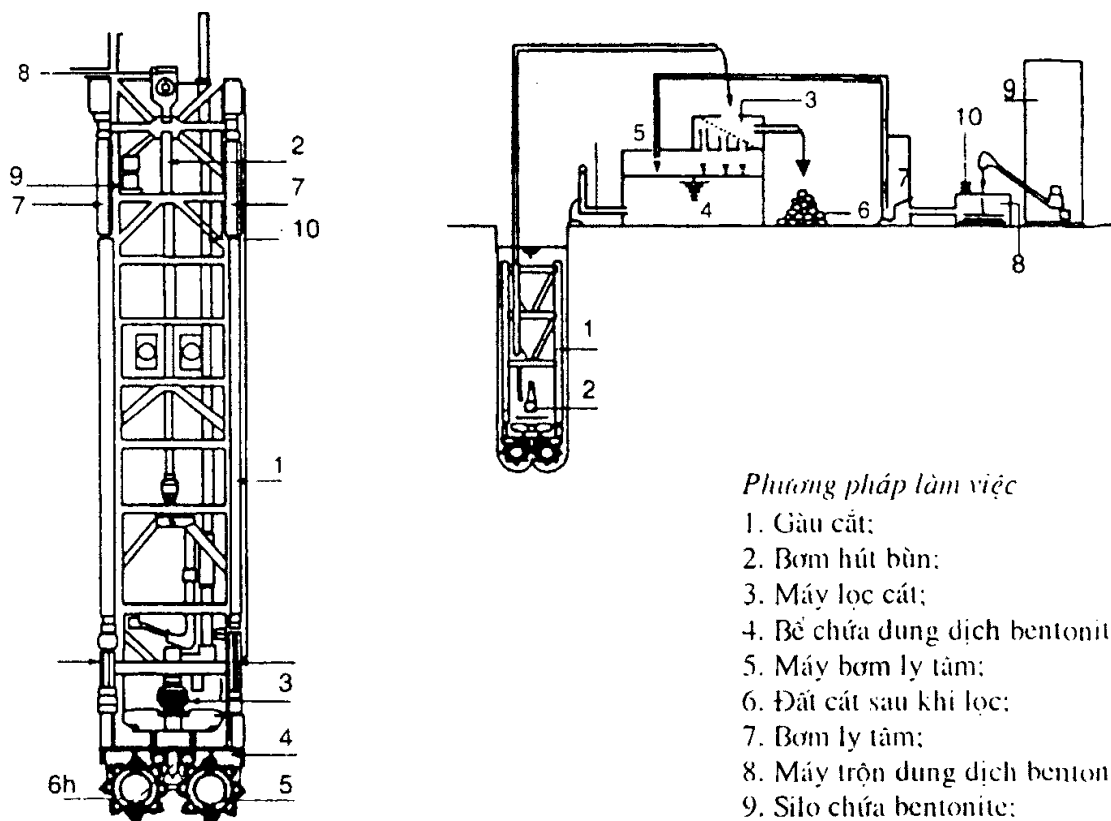
Dùng loại gầu cắt đất để thi công thì ngay sau khi hố đào đạt độ sâu thiết kế, người ta lập tức tiến hành đặt cốt thép và đổ bê tông mà bỏ qua giai đoạn thay dung dịch bentonite và thổi rửa hố đào.



Hình 2-59. Thi công cọc barrette

Loại gầu này rất thích hợp cho việc thi công tường chắn đất vì các bánh răng của gầu có khả năng cắn vào lớp bê tông đổ trước vài cm tạo ra một loạt các khe hở rất thuận lợi cho việc cách nước khi đổ các lớp bê tông tiếp theo. Vì gầu cắt đất bằng bánh răng nên không cần dùng búa đục đá, do vậy khi đào đất không gây ra bất cứ một rung động nào có thể ảnh hưởng đến các công trình xung quanh. Vì thế, nó rất thuận tiện khi sử dụng cho thi công các công trình xây chen trong thành phố.

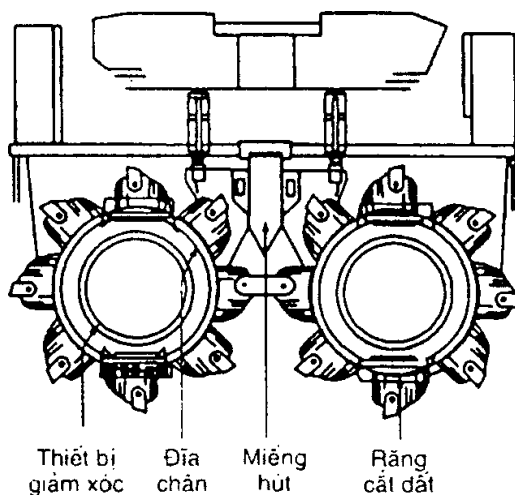
Về lý thuyết thì khả năng đào sâu của gầu là vô cùng, nhưng thực tế chỉ có thể đào sâu tới 150m vì phụ thuộc vào trọng quay của tời có đủ chỗ để quấn cáp, các đường ống hút và đường ống thủy lực hay không ?



Phương pháp làm việc

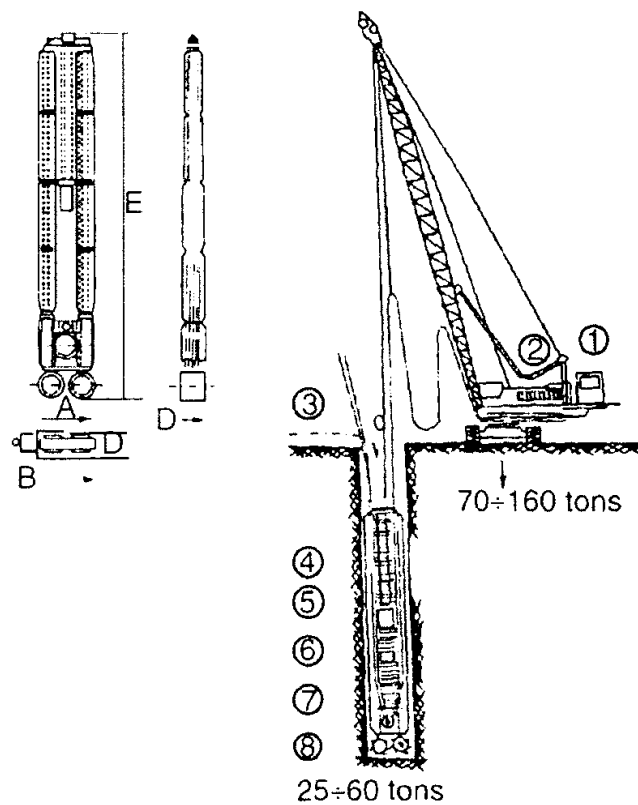
1. Gầu cắt;
2. Bơm hút bùn;
3. Máy lọc cát;
4. Bể chứa dung dịch bentonit;
5. Máy bơm ly tâm;
6. Đất cát sau khi lọc;
7. Bơm ly tâm;
8. Máy trộn dung dịch bentonite;
9. Silo chứa bentonite;
10. Nước sạch.

1. Khung dẫn gầu; 2. Xilanh tăng chiều sâu gầu;
3. Máy bơm hút bùn; 4. Hộp số; 5. Bánh răng cắt;
6. Miệng hút bùn; 7. Tấm đĩa lái; 8. Puly treo gầu;
9. Các đường ống dẫn dầu thủy lực;
10. ống dẫn bùn



Hình 2-60. Gầu cắt đất có 2 bánh răng quay

Nhược điểm của loại gầu này là giá thuê máy đắt hơn nhiều lần so với giá thuê gầu ngoạm. Vì thế chỉ nên áp dụng đối với các công trình có yêu cầu độ chính xác cao và cần sạch sẽ.



Hình 2-61. Thi công cọc barrette bằng gầu cắt, thùng gầu nặng 25-60 tấn

1. Nguồn cấp dầu thủy lực; 2. Cần cầu mang gầu;
3. Dung dịch bentonite bơm trở lại sau khi lọc cát;
4. Xilanh tăng chiều sâu của gầu; 5. Thiết bị dẫn hướng gầu khoan
6. Máy đo độ nghiêng của gầu; 7. Bơm hút bùn; 8. Bánh răng cắt