

Chủ biên: PGS. TS. NGUYỄN VIỆT TRUNG
ThS. LÊ THANH LIÊM

CỌC KHOAN NHỒI TRONG CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2010

LỜI NÓI ĐẦU

Cùng với sự phát triển của nền kinh tế quốc dân, ngành xây dựng nói chung và xây dựng giao thông nói riêng cũng phát triển với tốc độ rất nhanh. Những công trình lớn mọc lên ngày càng nhiều như nhà cao tầng, cầu cống, sân bay, bến cảng... hầu hết các công trình này đều phải dùng tới móng cọc. Đặc biệt khi xây dựng các cầu lớn vượt khẩu độ từ 50m đến hàng trăm mét trên hệ móng cọc đường kính lớn, chiều dài cọc lớn trong điều kiện địa chất phức tạp như có nhiều lớp đất yếu, có castơ, hoặc ở nơi nước sâu... là một trong những thách thức lớn đối với ngành xây dựng công trình giao thông.

Tuy nhiên cho đến nay, cùng với các công nghệ đúc hẫng cân bằng và đúc đẩy phân đoạn thì công nghệ thi công cọc bằng phương pháp khoan nhồi đã được phát triển hiệu quả ở nước ta. Các công nghệ thi công cọc khoan nhồi đường kính lớn đã giải quyết các vấn đề kỹ thuật móng sâu trong nền địa chất phức tạp, đã tạo thế chủ động cho ngành xây dựng công trình giao thông, không những trong thi công các công trình cầu lớn mà cho cả công trình cảng biển, cảng sông, nhà cao tầng...

Cuốn sách "**Cọc khoan nhồi trong công trình giao thông**" được biên soạn với lòng mong mỏi cung cấp một tài liệu tham khảo cho các kỹ sư xây dựng giao thông khi thiết kế cũng như khi thi công móng cọc khoan nhồi; Một số thí dụ về kinh nghiệm thi công và thử tải cọc khoan nhồi cho công trình cầu ở cả miền Bắc, Trung, Nam của nước ta đã được giới thiệu trong sách. Tham gia biên soạn gồm các tác giả:

- PGS.TS. Nguyễn Việt Trung chủ biên và viết các chương 1, 2, 3, 4.
- Th.S. Lê Thanh Liêm viết các chương 5, 6.

Sách được biên soạn lần đầu, chắc không tránh khỏi thiếu sót, các tác giả mong nhận được sự phê bình góp ý của độc giả để hoàn thiện sách cho lần xuất bản sau và xin chân thành cảm ơn.

Thư từ liên hệ xin gửi về Nhà xuất bản Xây dựng - 37 Lê Đại Hành - Hà Nội, hoặc liên hệ trực tiếp với tác giả theo số điện thoại 0913.555.194; Email: viettrungng@hn.vnn.vn.

Các tác giả

Chương I

ÁP DỤNG MÓNG CỌC KHOAN NHỒI TRONG XÂY DỰNG CẦU

1.1. MỞ ĐẦU

Xây dựng các cầu lớn vượt khẩu độ từ 50 m đến hàng trăm mét trên hệ móng cọc đường kính lớn, chiều dài cọc lớn trong điều kiện địa chất phức tạp như có nhiều lớp đất yếu, hoặc có cát sỏi, hoặc ở nơi nước sâu là một trong những thách thức lớn đối với Ngành xây dựng công trình giao thông.

Cho đến nay cùng với các công nghệ đúc hẫng cân bằng và đúc đẩy phân đoạn thì công nghệ thi công cọc bằng phương pháp khoan nhồi có đường kính 1,0 ÷ 2,5m đã được phát triển hiệu quả ở nước ta. Lần đầu tiên ngành xây dựng cầu đã ứng dụng công nghệ cọc khoan nhồi đường kính $\phi 1,4\text{m}$ hạ sâu 30m khi thi công cầu Việt Trì. Đến nay việc thi công cọc khoan nhồi có đường kính từ 1 ÷ 2m hạ sâu trong đất từ 40 ÷ 60m, thậm chí sâu đến 80 - 100 m đang là giải pháp chủ yếu để giải quyết kỹ thuật móng sâu, trong các điều kiện địa chất đất yếu hoặc phức tạp cho các công trình vượt nhịp lớn. Loại cọc khoan nhồi đường kính lớn này đã được xây dựng ở hầu hết các cầu lớn trong khoảng 5 năm gần đây như cầu Việt Trì, Sông Gianh, Hàm Rồng, Đuống, Bắc Giang, Đáp Cầu, Hòa Bình, Quán Hàu (Hòa Bình), Lạc Quân (Nam Định) (đường kính $\phi 1,5\text{m}$ sâu 84m), Tân Đệ, Quý Cao, Non Nước, Kiên v.v... ở miền Bắc, miền Trung và những cầu ở miền Nam như Mỹ Thuận (đường kính $\phi 2,5\text{m}$ sâu 100m), cầu Bình Phước TP. Hồ Chí Minh (đường kính $\phi 2,0\text{m}$ sâu hơn 80m), v.v...

Các công nghệ thi công cọc khoan nhồi đường kính lớn đã giải quyết các vấn đề kỹ thuật móng sâu trong nền địa chất phức tạp, ở những nơi mà các loại cọc đóng bằng búa xung kích hay búa rung có mặt cắt vuông hoặc tròn với đường kính nhỏ $\phi < 60\text{cm}$, loại cọc ống thép không thực hiện được hoặc chúng đòi hỏi kinh phí xây dựng rất cao, tiến độ thi công kéo dài và hơn nữa có thể không đảm bảo độ bền công trình.

Công nghệ thi công cọc khoan nhồi đường kính lớn đã tạo thế chủ động cho ngành xây dựng công trình giao thông của nước ta, không những trong thi công các công trình cầu lớn mà cho cả công trình cảng biển, cảng sông, nhà cao tầng. Để tìm hiểu phân tích, đánh giá một số chỉ tiêu về kinh tế, kỹ thuật của dạng móng cọc này cần có thời gian nghiên cứu việc ứng dụng nó vào các công trình xây dựng đã qua và tổng kết công nghệ, đưa ra nhận xét rút kinh nghiệm cho các công trình tương lai khác.

1.2. KHÁI QUÁT VỀ ĐẶC ĐIỂM SỬ DỤNG MÓNG CỌC KHOAN NHỒI TRONG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG

Hiện nay, ngành xây dựng ở nước ta đã đạt được những thành tựu đáng kể, nhất là trong công nghệ xây dựng nền móng nói chung và trong xây dựng móng cọc nói riêng. Chúng ta đã có các phương tiện, thiết bị thi công và kiểm tra chất lượng khá hiện đại, cho nên việc lựa chọn móng cọc không bị ràng buộc do thiếu thiết bị nữa. Trong xây dựng công trình việc lựa chọn dạng móng cọc hợp lý là một trong những yếu tố then chốt quyết định đến độ an toàn, tin cậy và giá thành hợp lý mang lại hiệu quả kinh tế.

Cọc khoan nhồi (hay còn gọi cọc đổ bê tông tại chỗ) được tạo ra bằng một quá trình nhiều công đoạn gồm: dùng thiết bị máy khoan hoặc đào đất để tạo lỗ trong đất tới cao độ thiết kế, hạ lồng cốt thép vào trong lỗ khoan, đổ bê tông tại chỗ để tạo thành cọc bê tông cốt thép.

Cọc khoan nhồi có kích thước mặt cắt, chiều dài cọc lớn (đường kính cọc tới 300cm, chiều dài cọc có thể dài đến 120m), chịu được tải trọng ngang lớn. So với các loại cọc khác (trừ cọc ép) thì cọc khoan nhồi thi công thuận lợi trong các vùng gần công trình đã xây trước, trong khu đông dân cư. Quá trình thi công ít gây ảnh hưởng đến các công trình bên cạnh và không gây tiếng ồn lớn. Với đặc điểm thi công là công đoạn khoan tạo lỗ đi trước nên có thể kiểm tra lại điều kiện địa chất công trình của từng cọc và có thể dễ dàng thay đổi kích thước, nhất là chiều sâu để phù hợp với điều kiện địa chất công trình thực tế;

Phạm vi áp dụng của cọc khoan nhồi:

- + Thích hợp với các loại nền đất đá, kể cả vùng có hang castơ;
- + Thích hợp cho các công trình cầu lớn, tải trọng nặng, địa chất nền móng là đất yếu hoặc có địa tầng thay đổi phức tạp.
- + Thích hợp cho nền móng các công trình cầu vượt xây dựng trong thành phố hay đi qua khu dân cư đông đúc vì nó đảm bảo được các vấn đề về môi trường cũng như tiến độ thi công cầu.
- + Thích hợp cho móng có tải trọng lớn như: Nhà cao tầng có tầng ngầm, các công trình cầu (cầu dầm giản đơn, cầu khung T, cầu dầm liên hợp liên tục, cầu treo dây xiên, nhất là khi kết cấu nhịp siêu tĩnh vượt khẩu độ lớn, tải trọng truyền xuống móng lớn mà lại yêu cầu lún rất ít hay hầu như không lún).

Tuy nhiên khi chọn phương án cọc khoan nhồi cần phải xét đến các nhược điểm sau:

- Giá thành trên 1m dài cọc hiện vẫn còn cao so với các loại hình cọc đóng, cọc ép, cọc rung hạ;
- Việc kiểm tra chất lượng cọc khoan thường chỉ thực hiện được sau khi đã thi công xong cọc. Chi phí cho thiết bị kiểm tra chất lượng tương đối cao. Thí nghiệm thử tải cọc phức tạp và giá thành cao;
- Suất huy động cường độ vật liệu cấu tạo cọc thấp;
- Chất lượng cọc tùy thuộc trình độ và công nghệ đổ bê tông cọc;

- Mức độ chiết giảm ma sát mặt bên cọc và sức kháng mũi cọc nhiều hơn so với các loại cọc khác;
- Dễ sụt thành vách lỗ khoan trong giai đoạn tạo lỗ, điều này ảnh hưởng đến tính chất làm việc của đất xung quanh cọc, tại chân cọc, làm thay đổi kích thước tiết diện cọc, tăng khối lượng bê tông và trọng lượng bản thân cọc một cách vô ích;
- Chi phí khảo sát địa chất công trình cho việc thiết kế móng cọc khoan nhồi cao hơn nhiều so với móng cọc khác. Bởi vì, việc thiết kế cọc khoan nhồi cần biết chi tiết về các tính chất cơ-lý- hoá của đất, nước, cần dự báo đúng về các hiện tượng cát chảy, đất sập.v.v..

1.3. MỘT SỐ TRƯỜNG HỢP ÁP DỤNG MÓNG CỌC KHOAN NHỒI TRONG CÁC CÔNG TRÌNH CẦU

Trong những năm gần đây cùng với sự phát triển các công trình xây dựng có quy mô lớn trong các ngành xây dựng công nghiệp, nhà cao tầng. Móng cọc khoan nhồi cũng đã được nghiên cứu và áp dụng nhiều trong xây dựng cầu đường, bến cảng ở những vùng đất yếu, địa chất phức tạp điển hình như sau:

1.3.1. Một số trường hợp điển hình

- Móng trụ cầu Việt Trì (Phú Thọ) sử dụng 36 cọc khoan nhồi đường kính 130cm, dài 29m, khả năng chịu tải của cọc $800 \div 840T$. Cọc xuyên qua địa tầng cát-đá granite phong hóa, chân cọc tựa trên đá granite nguyên khối bằng máy khoan TRC 1500 của Nhật, trong thi công đã giữ ổn định vách lỗ khoan bằng nước;

- Móng trụ cầu Đông Kinh (Lạng Sơn) sử dụng 8 cọc khoan nhồi đường kính 100cm, dài $10 \div 15m$, khả năng chịu tải của cọc $500 \div 600T$. Cọc xuyên qua địa tầng có hang động castơ, chân cọc tựa trên nền đá vôi. Thi công bằng máy khoan GPS 1500 của Trung Quốc;

- Móng mố trụ cầu sông Gianh (Quảng Bình) dùng 44 cọc khoan nhồi đường kính 130cm, dài $32 \div 35m$, khả năng chịu tải của cọc $850 \div 1000T$. Cọc xuyên qua địa tầng lớp sét-sét dẻo mềm đến dẻo cứng, ngấm vào tầng cuội 2-3m. Thi công bằng máy khoan TRC 1500 của Nhật, giữ ổn định vách lỗ khoan bằng ống vách và dung dịch bentonite;

- Móng mố trụ cầu Hoà Bình (Hà Nội) dùng cọc khoan nhồi đường kính 150cm, dài $35 \div 40m$, khả năng chịu tải của cọc $760 \div 800T$. Cọc xuyên qua địa tầng lớp sét-cát-cuội-đá phiến thạch phong hóa, chân cọc tựa trên nền đá phiến thạch nguyên khối. Thi công bằng máy khoan BS-680-R của Đức, giữ ổn định vách lỗ khoan bằng ống vách và dung dịch bentonite;

- Móng mố trụ cầu Lạc Quán (Nam Định) dùng cọc khoan nhồi đường kính 150cm, dài 85m, khả năng chịu tải của cọc $920 \div 950T$. Cọc xuyên qua địa tầng sét chảy đến sét dẻo

mềm, ngàm vào tầng cát chặt 2-3m, Thi công bằng máy khoan BS-680-R của Đức, giữ ổn định vách lỗ khoan bằng ống vách và dung dịch bentonite;

- Móng trụ neo và trụ tháp phân cấu chính cầu Mỹ Thuận, sử dụng 36 cọc khoan nhồi đường kính 250cm, dài $55 \div 100\text{m}$, khả năng chịu tải của cọc 3900T. Cọc xuyên qua địa tầng sét chảy đến sét dẻo mịn, ngàm vào tầng cát chặt 2-3m bằng gàu ngoạm hình bán cầu KD F3-2400 E(S) của Đức, giữ ổn định vách lỗ khoan bằng ống vách và dung dịch bentonite, xem hình 3-1;

- Móng mố trụ cầu Thị Nghè 2-TP. Hồ Chí Minh, dùng 40 cọc khoan nhồi đường kính 100cm, dài $33 \div 37\text{m}$, khả năng chịu tải của cọc $600 \div 750\text{T}$. Cọc xuyên qua địa tầng cát sét dẻo, cát hạt trung đến thô rời rạc đến chặt vừa, ngàm vào tầng sét cứng 3,27 - 6m. Thi công bằng máy khoan BS-680-R của Đức, giữ ổn định vách lỗ khoan bằng ống vách và dung dịch bentonite;

- Móng mố trụ cầu Bình Điền- TP. Hồ Chí Minh, dùng 40 cọc khoan nhồi đường kính 100cm, dài $33 \div 37\text{m}$, khả năng chịu tải của cọc $600 \div 750\text{T}$. Cọc xuyên qua địa tầng cát sét dẻo, cát hạt trung đến thô rời rạc đến chặt vừa, ngàm vào tầng sét cứng 3,27 - 6m. Thi công bằng máy khoan BS-680-R của Đức, giữ ổn định vách lỗ khoan bằng ống vách và dung dịch bentonite;

- Móng mố trụ cầu Điện Biên Phủ-TP. Hồ Chí Minh, dùng cọc khoan nhồi đường kính 100cm, dài 39.6m, khả năng chịu tải của cọc $600 \div 750\text{T}$. Cọc xuyên qua địa tầng cát sét dẻo, cát hạt trung đến thô rời rạc đến chặt vừa, ngàm vào tầng sét cứng 3,27 - 6m. Thi công bằng máy khoan BS-680-R của Đức, giữ ổn định vách lỗ khoan bằng ống vách và dung dịch bentonite;

- Móng mố trụ cầu vượt đường Lê Thánh Tôn nội dài - TP. Hồ Chí Minh, dùng cọc khoan nhồi đường kính 160cm và 60cm, dài 45-49m, khả năng chịu tải của cọc $200 \div 900\text{T}$. Cọc xuyên qua địa tầng cát sét dẻo, cát hạt trung đến thô rời rạc đến chặt vừa, ngàm vào tầng sét cứng 3,27 - 6m bằng máy khoan BS-680-R của Đức, giữ ổn định vách lỗ khoan bằng ống vách và dung dịch bentonite;

- Cầu Bình Phước bắc qua sông Sài Gòn nằm trên tuyến Quốc lộ 1A dự án đường Xuyên Á có móng trụ cầu nhịp chính (sơ đồ nhịp chính liên tục 48,9m + 61m + 48,9m) gồm 16 cọc khoan nhồi đường kính ϕ 200cm, dài 80m, khả năng chịu tải từ 870,3 ÷ 903,5T. Cọc xuyên qua các lớp địa tầng bùn sét, cát pha, cát hạt mịn và ngàm vào lớp sét chặt $2 \div 3\text{m}$. Thi công bằng máy khoan BS-680-R của Đức, giữ ổn định vách lỗ khoan bằng ống vách và dung dịch bentonite, xem hình 3-2;

- Cầu Tô Châu (Kiên Giang) trên Quốc lộ 80 có phần nhịp chính là dầm hộp liên tục bê tông cốt thép dự ứng lực (55m + 90m + 55m) đặt trên trụ có móng gồm 12 cọc khoan nhồi đường kính ϕ 150cm chiều dài cọc 36m;

1.3.2. Một số nhận xét

Qua kinh nghiệm áp dụng của các loại cọc đóng, cọc ép, cọc ống (rung hạ cọc), cọc thép, cọc hỗn hợp và cọc khoan nhồi cho cả nước nói chung như đã trình bày ở trên, có thể rút ra được một vài nhận xét như sau:

- Cọc khoan nhồi thường được dùng cho một số móng công trình đặc biệt như: có tải trọng lớn và chiều dài lớn, trong điều kiện môi trường có yêu cầu khắt khe, v.v... Vì ưu điểm của nó đáp ứng được các yêu cầu đó.

- Kích thước của cọc thay đổi trong khoảng khá rộng: đường kính từ 40mm÷2500mm, cá biệt đường kính cọc có thể lên đến 3000mm (sẽ được dùng cho xây dựng cầu Cần Thơ), chiều dài lớn hơn 100m, cá biệt 120m (cầu Cần Thơ); với khả năng chịu lực từ 75 tấn đến hơn 4000 tấn;

- Phương pháp thi công thường là khoan tạo lỗ bằng thiết bị khoan chuyên dụng đặc biệt là dùng thiết bị đào gầu ngoạm, giữ ổn định thành vách bằng ống chống thép kết hợp với dung dịch bentonite. Tùy theo điều kiện địa chất và điều kiện thi công mà sử dụng các loại thiết bị khác nhau, nhưng chủ yếu gồm các dạng chính như sau:

+ Máy khoan gầu xoay: được sử dụng đối với địa chất là cát, đất sỏi sạn, cát pha cuội sỏi (các móng trụ trên cạn hoặc khi có thể đắp đảo nhân tạo để thi công).

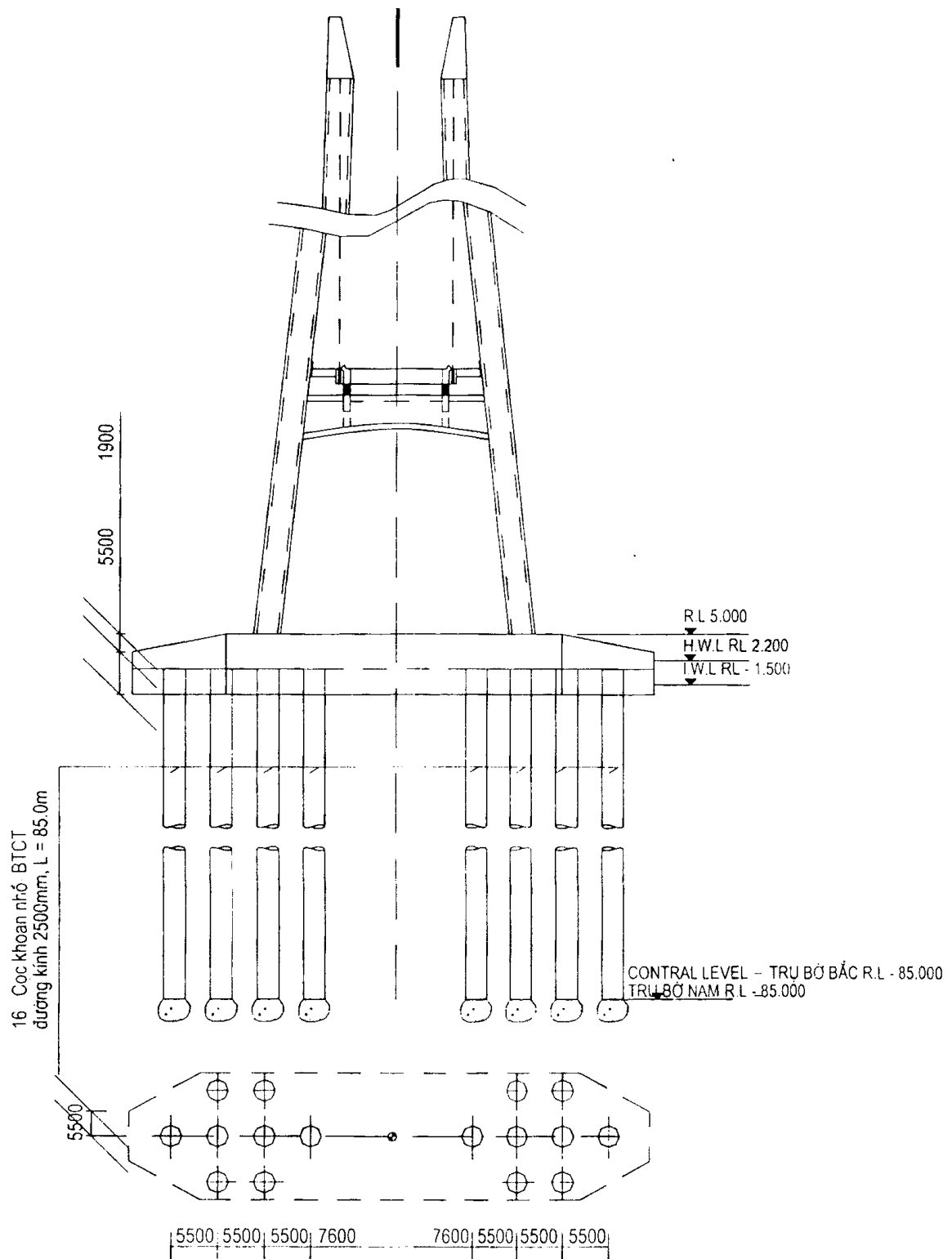
+ Máy khoan theo nguyên lý tuần hoàn ngược: được dùng cho các trụ dưới sông, có nước ngập, khoan vào tầng đá gốc hay đá phong hoá như trường hợp trụ 2, trụ 3 cầu Việt Trì, các trụ cầu Hàm Rồng, cầu Gianh

+ Máy khoan vách xoay: được dùng cho các công trình có tầng địa chất phức tạp, ví dụ có tầng cát chảy, hoặc các công trình gần những công trình hiện đã có trước như trong các dự án cầu đường sắt Hà Nội - thành phố Hồ Chí Minh, v.v...

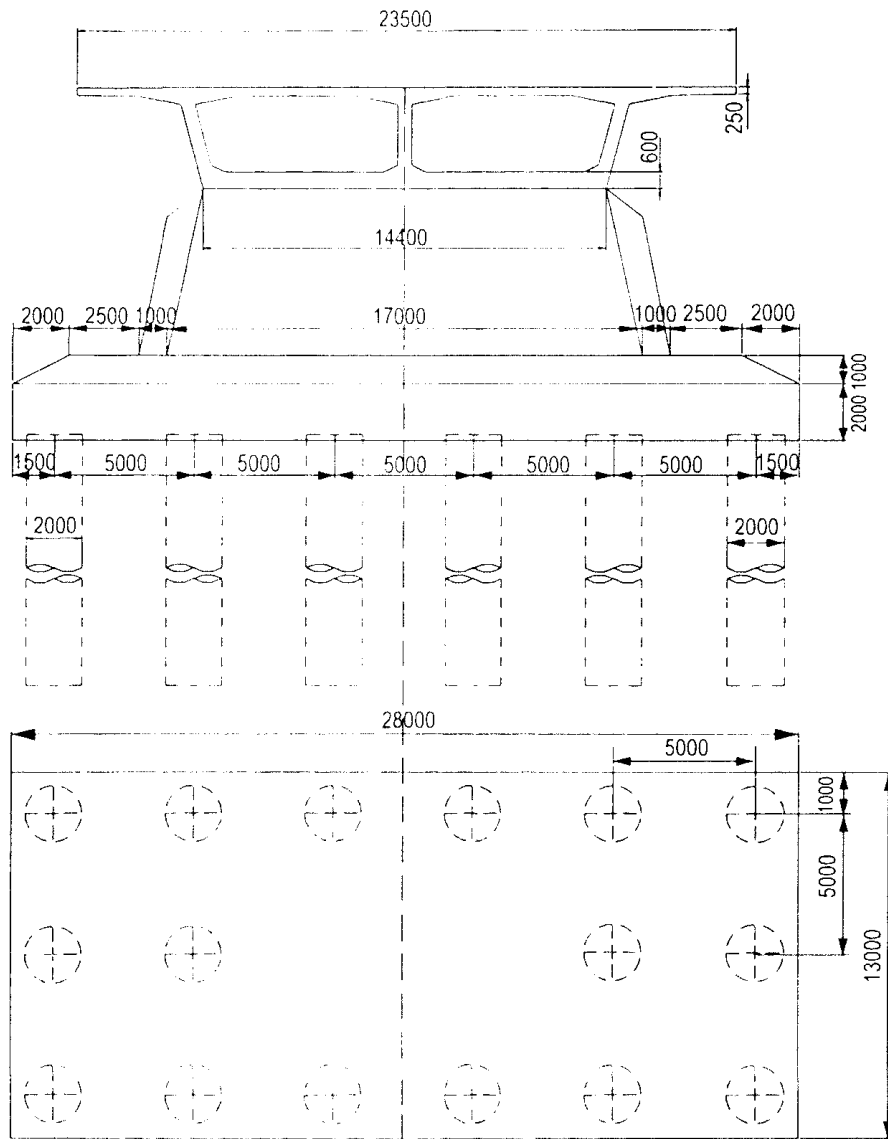
Tuy nhiên trong nhiều dự án cầu đã sử dụng kết hợp các loại thiết bị khác nhau để phát huy thế mạnh của mỗi loại, ví dụ dùng máy khoan gầu xoay ED 4000 để khoan tầng đất cho các trụ trên cạn của cầu Hàm Rồng (vì tốc độ khoan đất của loại máy này rất nhanh), sau đó dùng máy khoan theo nguyên lý tuần hoàn ngược TRC để khoan tiếp vào tầng đá gốc.

- Đối với nước ta, công nghệ móng cọc khoan nhồi đã được các nhà thầu áp dụng thành thạo trong xây dựng cầu. Tuy nhiên vì kinh nghiệm thiết kế, thi công và kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi có đường kính lớn từ $\phi 1500\text{mm} \div \phi 3000\text{mm}$ chưa nhiều nên thường gặp một số sự cố trong thi công làm ảnh hưởng đến chất lượng và giá thành xây dựng;

- Xét về khả năng chịu lực đáy ngang do chuyển vị cố kết lớn của nền đất gây ma sát âm lên hệ móng cọc của các công trình cầu xây dựng ở khu vực địa chất đất yếu, hoặc có địa tầng thay đổi phức tạp, thì cọc khoan nhồi tỏ ra có ưu điểm hơn so với các loại cọc đóng, cọc ép.



Hình 1-1: Mặt chiếu đứng trụ cầu - mặt bằng bố trí cọc khoan nhỏ, Cầu MT



Hình 1-2: Mặt đứng trụ cầu - mặt bằng bố trí cọc khoan nhồi, Cầu BP

1.4. VỀ CÁC TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ, TIÊU CHUẨN THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU MÓNG CỌC KHOAN NHỒI TRONG CÁC CÔNG TRÌNH CẦU

Bộ Giao thông Vận tải và Bộ Xây dựng đã ban hành một số tiêu chuẩn có liên quan đến công tác khảo sát, thiết kế thi công và nghiệm thu cọc khoan nhồi. Có thể liệt kê như sau:

- Quy trình khoan thăm dò địa chất công trình mang ký hiệu 22TCN- 82-1985.
- Khảo sát địa kỹ thuật phục vụ cho thiết kế và thi công móng cọc mang ký hiệu 20TCN- 160-1987.
- Các phương pháp thí nghiệm cọc hiện trường, 20 TCN 82-1982.
- Cọc khoan nhồi - Yêu cầu về chất lượng thi công TCXD 206-1998.
- Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu các công tác về nền móng TCXD 79-1980.

- Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu cọc khoan nhồi 22TCN- 2000.
- Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22TCN 272-2001.

Rất nhiều công tác liên quan đến phương pháp đánh giá chất lượng cọc khoan nhồi bằng các phương pháp hiện đại như phương pháp siêu âm, phương pháp thử động biến dạng nhỏ, phương pháp thử động biến dạng lớn, phương pháp tia phóng xạ, phương pháp dùng hộp Östenberg, v.v... chưa có các tiêu chuẩn Việt Nam quy định kỹ cụ thể. Trong các trường hợp đó, chúng ta thường áp dụng các tiêu chuẩn nước ngoài như AASHTO của Hoa Kỳ, BS của Anh, AS của Australia, v.v...

Về công tác khảo sát địa chất thủy văn công trình: Hiện nay chúng ta vẫn dùng cách khảo sát thu thập số liệu cho loại cọc đúc sẵn để áp dụng cho cọc khoan nhồi, nên không phù hợp cho việc thiết kế và thi công cũng như chưa dự đoán trước được các sự cố có thể xảy ra cho cọc khoan nhồi.

Về tính toán thiết kế thì trước đây các tiêu chuẩn thiết kế trong nước ta thường chủ yếu là dựa trên tiêu chuẩn thiết kế của một số nước, chẳng hạn như: 20TCN 21-86 dựa theo tiêu chuẩn thiết kế của Liên Xô, TCXD 195 - 1997 dựa theo tiêu chuẩn thiết kế ISO. Hiện nay Bộ Giao thông vận tải đã ban hành Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22TCN 272 - 2001 dựa trên Tiêu chuẩn thiết kế ASSHTO - LRFD - 1998 của Mỹ. Tuy Tiêu chuẩn này còn tương đối mới so với đa số đơn vị Tư vấn thiết kế ở các tỉnh, nhưng nó lại đã và đang được sử dụng rộng rãi để tính toán thiết kế một số công trình cầu lớn do các Tư vấn nước ngoài và Tư vấn lớn của Bộ như TEDI và có thể áp dụng thích hợp trong việc tính toán thiết kế cọc khoan nhồi cho điều kiện ở Việt Nam.