

Công nghệ Jet grouting nghiêng đường kính lớn trong xử lý nền có điều kiện đặc biệt tại khu vực đô thị

■ PGS. TS. LÊ QUANG HANH

Trường Đại học Giao thông vận tải

■ ThS. ĐỖ NGỌC PHONG

Công ty Cổ phần Địa kỹ thuật tiên tiến RAITO-FECON

TÓM TẮT: Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh là điển hình cho các thành phố lớn ở Việt nam nơi có các công trình xây dựng mới được xây dựng xen kẽ với nhiều công trình kiến trúc lịch sử, nhà cao tầng, nhà dân hoặc các công trình công cộng. Do vậy, giải pháp thiết kế và thi công cho công trình xây dựng mới bắt buộc phải kiểm soát được mức độ ảnh hưởng nguy hại trong quá trình thi công tới các công trình lân cận. Đặc biệt, đối với các công trình có quy mô lớn như hầm chui, hầm tàu điện ngầm, dù có giải phóng mặt bằng thì cũng gặp rất nhiều khó khăn trong việc tìm kiếm giải pháp xử lý nền phù hợp, dẫn tới ảnh hưởng trực tiếp đến tiến độ triển khai và chi phí phát sinh lớn. Bài báo giới thiệu giải pháp xử lý nền bằng thi công trụ đất xi măng đường kính lớn sử dụng công nghệ Jet grouting nghiêng đã được ứng dụng thành công tại Việt Nam. Công nghệ đã giải quyết được các vấn đề do hạn chế mặt bằng thi công và bảo vệ các công trình xung quanh khỏi ảnh hưởng gây hại trong quá trình đào hầm, đào hố móng. Công nghệ này cũng rất hữu ích để gia cố nền móng các công trình đang vận hành như nhà máy, tòa nhà, các công trình văn hóa lịch sử..., đồng thời tiết kiệm thời gian, chi phí thi công và giảm thiểu ảnh hưởng đến môi trường xung quanh.

TỪ KHÓA: Đường kính lớn, Jet grouting nghiêng, xử lý nền, công trình ngầm đô thị.

ABSTRACT: Hanoi and Ho Chi Minh City are typical of big cities in Vietnam where new constructions are built interspersed with many historical structures, high-rise buildings, residential houses or public structures. Therefore, the design and construction solution for new construction is required to control the level of hazardous influence during construction to neighboring structures. In particular, for large-scale projects such as underground tunnels, subway tunnels, even with site clearance, it is still difficult to find suitable solutions for background treatment, leading to negative impacts to the implementation progress and costs.

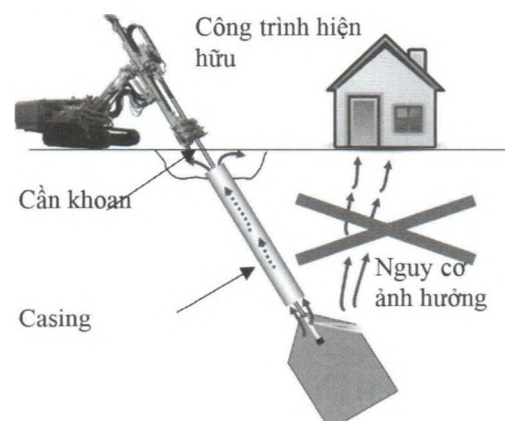
This article introduces the solution of ground improvement by applying big diameter soil-cement

column using Incline Jet Grouting technology (iBDJ) which has been successfully applied in Vietnam. iBDJ has solved problems caused by limited construction space and protected surrounding structures from harmful effects during tunneling and foundation excavation. This technology is also very useful for reinforcing the foundations of existing structures such as factories, buildings, historical and cultural structures, etc., and saving time, save construction costs and minimizing damage on the surrounding structures.

KEYWORDS: Big diameter, incline Jet grouting, soil improvement, urban underground construction.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Jet grouting nghiêng (iBDJ) là công nghệ thi công theo phương nghiêng, sử dụng tia vữa xi măng áp suất cao để cắt đất và trộn vữa với đất nền để tạo thành đất xi măng có cường độ lớn hơn. Pha khí sẽ hỗ trợ công việc trộn một cách đều đặn hơn và trong quá trình trộn thì một lượng bùn sẽ được khí đưa lên trên, từ đó có thể ứng dụng để giải quyết các vấn đề nền móng cụ thể gặp phải trong quá trình thi công công trình như lún nền, chuyển vị nền, ngăn thấm, trôi nền... (Hình 1.1).



Hình 1.1: Ứng dụng công nghệ iBDJ để bảo vệ công trình lân cận trong quá trình thi công

Phương pháp này được ứng dụng trong các trường hợp đặc biệt mà phương pháp thi công thẳng đứng không thể áp dụng. Để thi công được theo phương nghiêng, cấu tạo của hệ thống khoan và phun vữa phải xem xét đến các yếu tố góc phun của tia vữa, hướng thoát vữa trào, thoát khí, thông số thi công để đảm bảo hạn chế tối đa chuyển vị đất nền trong quá trình thi công. Khác với quá trình Jet Grouting đường kính lớn theo phương thẳng đứng, Jet grouting nghiêng sử dụng 2 pha là pha vữa xi măng và pha khí, do đó đường kính đạt được của Jet nghiêng cũng không lớn bằng Jet grouting theo phương thẳng đứng. Một điểm lưu ý đó là trong quá trình Jet nghiêng có góc nghiêng lớn hơn 30 độ thì lưu lượng khí sẽ được bơm ra ít hơn để giảm thiểu sự sụt lún kết cấu và đẩy trôi.

Công nghệ Jet grouting nghiêng cho phép thi công được trụ đất xi măng đường kính lớn đến 1,6 m. Độ sâu tối đa đã thi công đến 45 m, góc nghiêng tối đa có thể thi công là 45 độ so với phương thẳng đứng.

2. CÁC THÁCH THỨC TRONG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH VÀ XỬ LÝ NỀN TẠI KHU VỰC ĐÔ THỊ

Vấn đề lớn nhất của bất kỳ một công trình xây dựng nào là lựa chọn được giải pháp thi công phù hợp với điều kiện mặt bằng, điều kiện đất nền, đảm bảo an toàn thi công, thời hạn thi công và chi phí đầu tư. Tiếp theo là tổng hợp tối ưu từ các yếu tố còn lại để cho công trình thi công được an toàn, nhanh nhất và chi phí thấp nhất.

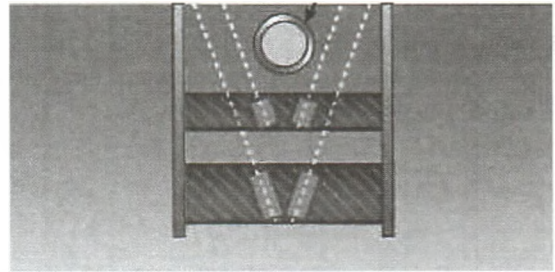
Việc tìm giải pháp thi công phù hợp tùy theo từng công trình cụ thể mà yêu cầu xử lý nền đất ở các mức độ khác nhau. Đối với các công trình đòi hỏi tăng tính chống thấm nền mà không yêu cầu tăng cường độ nền thì có thể lựa chọn giải pháp chống thấm bằng công nghệ bơm dung dịch vữa chống thấm áp suất thấp (Chemical grouting). Đối với các công trình đòi hỏi phải cải thiện nền đất có sức chịu tải tốt hơn nhiều so với đất nền ban đầu thì thường sử dụng phương pháp gia cố nền đất - xi măng. Đây là giải pháp thông dụng và phù hợp vì xi măng khi trộn với đất nền sẽ làm tăng cường độ đất nền bền vững, tăng sức chịu tải đất nền lên nhiều lần, dễ đạt yêu cầu thiết kế xử lý nền.

Các công trình có yếu tố lịch sử văn hóa, công trình không thể di dời hoặc tháo dỡ luôn là yếu tố cần được bảo vệ khi thi công các công trình mới bên cạnh. Đặc biệt khi thi công mới các công trình ngầm trong đô thị, công tác khoan đào luôn bên cạnh và/hoặc bên dưới các công trình hiện hữu, chỉ cần một sai sót nhỏ cũng có thể gây chuyển vị đất nền và ảnh hưởng trực tiếp đến các công trình hiện hữu này. Các biểu hiện của ảnh hưởng này là dịch chuyển, lún, nứt, sụp đổ.

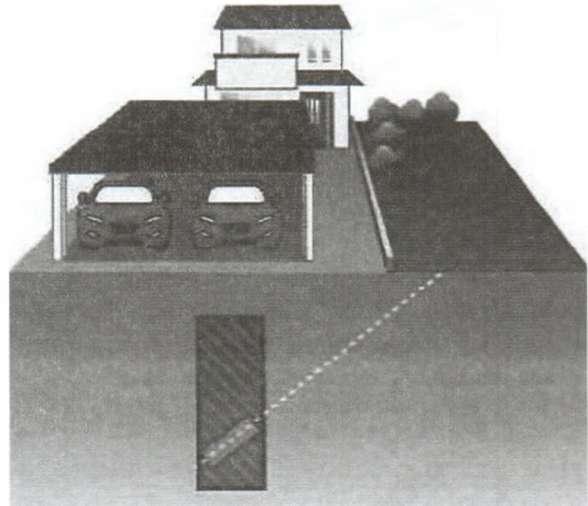
Giải pháp Jet Grouting nghiêng là lựa chọn tối ưu đáp ứng được hạn chế mặt bằng thi công, gia cường đất nền và bảo vệ các công trình hiện hữu.

Một số dạng công trình tiêu biểu có thể ứng dụng công nghệ Jet grouting nghiêng iBDJ:

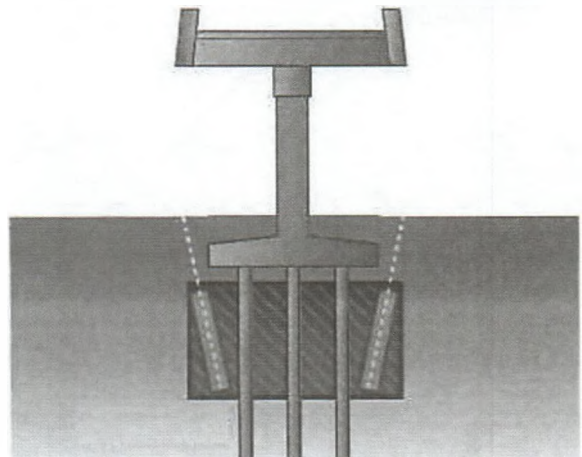
- Công trình có cống thoát nước hiện hữu (Hình 2.1);
- Công trình gia cố nền dưới tòa nhà hiện hữu (Hình 2.2);
- Công trình gia cố móng trụ cầu hiện hữu (Hình 2.3);
- Công trình gia cố nền đất cửa hầm phục vụ khoan đào đường hầm (Hình 2.4).



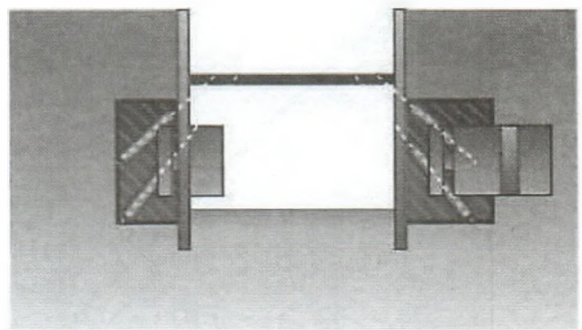
Hình 2.1: Jet grouting nghiêng dưới đường cống thoát nước hiện hữu



Hình 2.2: Jet grouting nghiêng dưới các tòa nhà



Hình 2.3: Jet grouting nghiêng dưới trụ cầu



Hình 2.4: Jet grouting nghiêng dùng gia cố đường hầm TBM

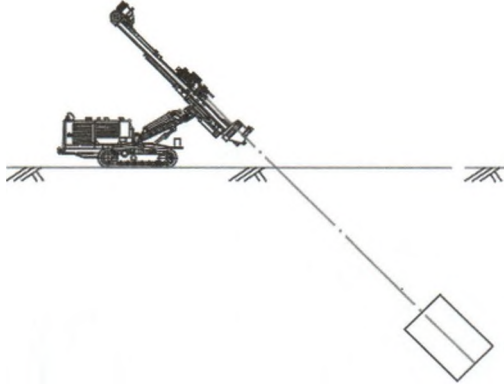
3. QUY TRÌNH THI CÔNG VÀ QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG

3.1. Quy trình thi công

Quy trình thi công của phương pháp Jet grouting nghiêng tuân thủ 6 bước như sau:

Bước 1:

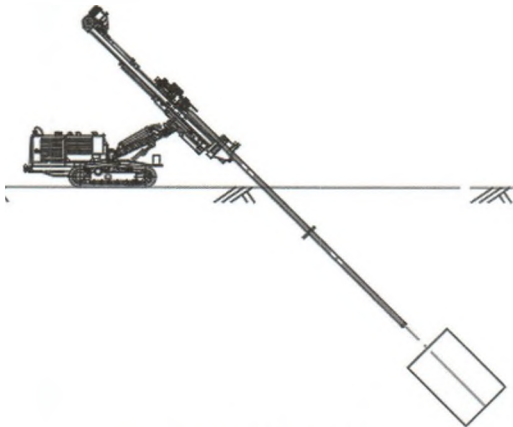
+ Đưa máy khoan vào vị trí tim cọc đã được định sẵn



Hình 3.1: Vào vị trí thi công

Bước 2:

+ Khoan casing dẫn hướng đến độ sâu yêu cầu



Hình 3.2: Khoan lắp đặt casing

Bước 3:

+ Khoan cần khoan đến độ sâu yêu cầu



Hình 3.3: Khoan bằng cần khoan phụ

Bước 4:

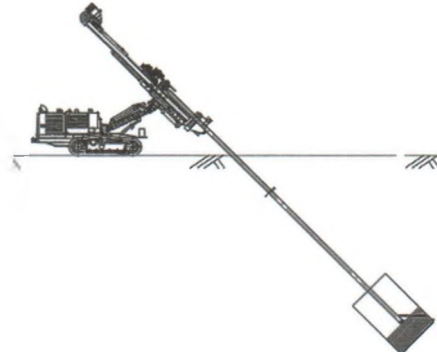
+ Bắt đầu Jet Grouting



Hình 3.4: Chuẩn bị phụt vữa gia cố nền

Bước 5:

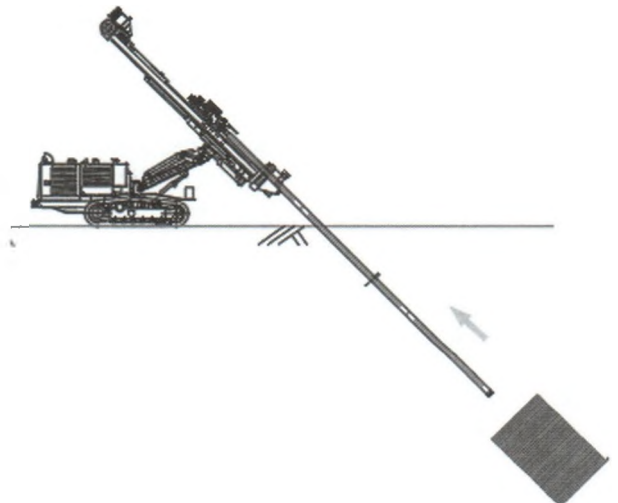
+ Cọc xi măng đất tạo thành bằng cách quay và rút cần đồng thời



Hình 3.5: Phụt vữa đồng thời xoay và kéo cần khoan lên

Bước 6:

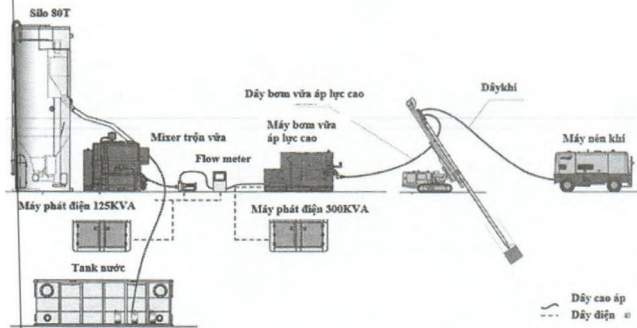
+ Hoàn thành



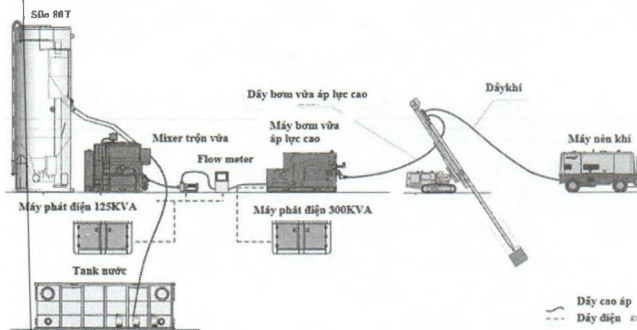
Hình 3.6: Kết thúc phụt vữa, rút cần khoan lên

3.2. Công nghệ thiết bị thi công

Một dây chuyền thi công Jet grouting nghiêng iBDJ cũng tương tự các đầu mục thiết bị như phương pháp thi công thẳng đứng. Sự khác nhau là ở các thiết bị đính kèm riêng cho thi công Jet grouting nghiêng. Hình 3.7 và 3.8 mô tả sơ đồ dây chuyền công nghệ thi công iBDJ gồm hai khu vực chính là trạm trộn và khu vực thi công khoan phụt vữa.



Hình 3.7: Khu vực trạm trộn và bơm

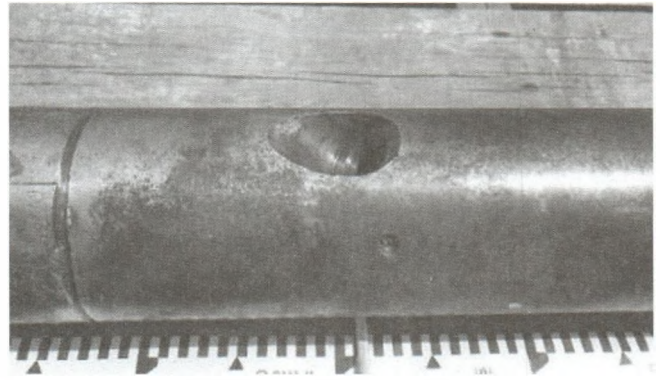


Hình 3.8: Khu vực thi công khoan phụt vữa

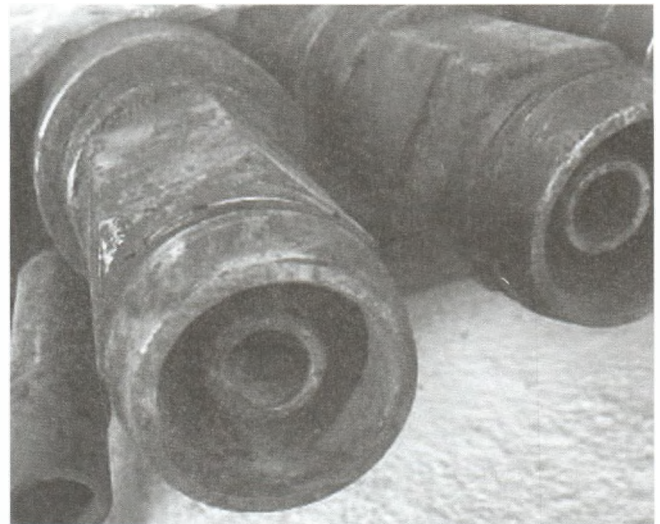
Một số hình ảnh về thiết bị đặc biệt của công nghệ Jet grouting nghiêng là bộ thiết bị khoan phụt vữa (Hình 3.9), lỗ phụt vữa nghiêng (Hình 3.10), khớp nối cần khoan nòng đôi (Hình 3.11) và Casing kết hợp thu vữa trào (Hình 3.12) được thể hiện dưới đây:



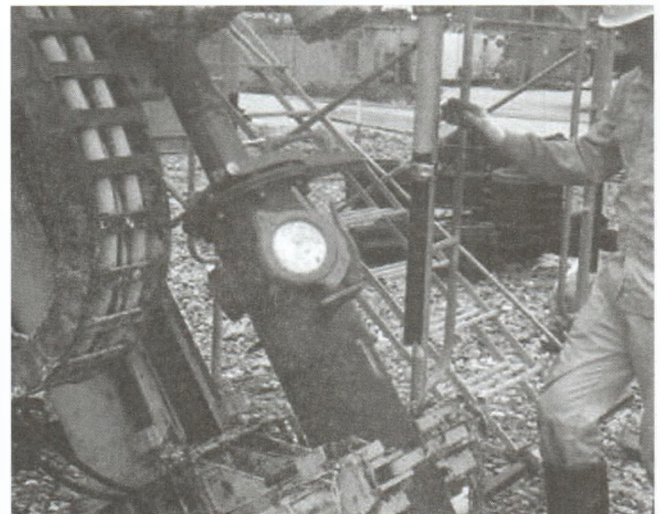
Hình 3.9: Bộ Monitor khoan phụt vữa nghiêng



Hình 3.10: Lỗ phụt vữa nghiêng



Hình 3.11: Cần khoan nòng đôi



Hình 3.10: Casing kết hợp thu vữa trào

3.3. Quản lý chất lượng thi công

Quản lý chất lượng thi công được thực hiện theo các giai đoạn trước thi công, trong khi thi công và sau thi công.

Giai đoạn trước thi công, kiểm tra chất lượng thiết bị, chất lượng vật liệu và xác định thông số thi công phù hợp. Thông số thực hiện Jet grouting nghiêng phụ thuộc vào điều kiện địa chất, điều kiện mặt bằng và năng lực của thiết bị.

Trong giai đoạn thi công, theo dõi chất lượng trộn vữa xi măng, định vị lỗ khoan, góc khoan, chiều sâu khoan và thông số thi công phụ vữa đã định.

Giai đoạn sau thi công thực hiện công tác kiểm tra lại chất lượng và so sánh với yêu cầu chất lượng đã thiết kế. Một số thí nghiệm phổ biến là khoan lõi kiểm tra độ đồng nhất và thí nghiệm UCS mẫu khoan để xác định cường độ.

Bảng 3.1. Bảng thông số thi công tiêu chuẩn

Đường kính (mm)	Lưu lượng bơm vữa (L/phút)	Tốc độ rút cần khoan (phút/mét)	Áp lực vữa	Tỷ lệ nước/xi
D1600	190 L/phút	10 phút/m	40 Mpa	1:1

4. ỨNG DỤNG THỰC TẾ

4.1. Thi công thử nghiệm thực tế tại Khu công nghiệp Lương Sơn - Hòa Bình

Công trình thử nghiệm lần đầu được thực hiện tại Khu công nghiệp Lương Sơn - Hòa Bình với đầy đủ các công đoạn: lắp đặt, định vị, khoan phun. Chi tiết xem tại Hình 4.1, Hình 4.2 và Hình 4.3 dưới đây:



Hình 4.1: Định vị là lắp đặt thiết bị



Hình 4.2: Lắp đặt nối thêm cần khoan



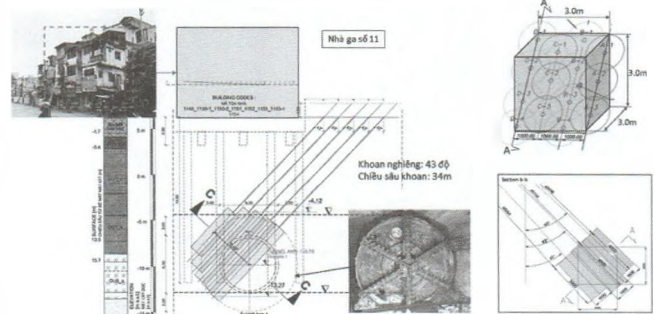
Hình 4.3: Khoan phụ vữa nghiêng 45°

4.2. Thi công xử lý nền dưới công trình hiện hữu tại dự án tuyến tàu điện ngầm Metroline CP3 Hà Nội

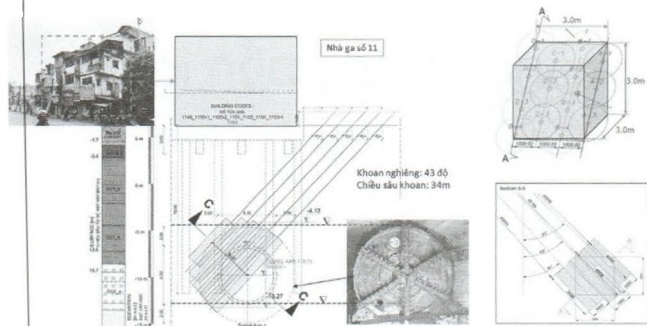
Tuyến đường sắt được đầu tư xây dựng bởi Ban Quản lý Đường sắt đô thị Hà Nội và Công ty Systra của Pháp là tư vấn thiết kế, bắt đầu khởi công xây dựng từ năm 2010. Dự kiến trong giai đoạn 1, đoạn trên cao sẽ được khai thác thương mại vào tháng 12/2022.

Tuyến số 3: Trôi - Nhổn - Hoàng Mai (tên khác là Đoạn Nhổn - Ga Hà Nội) là tuyến đường sắt đô thị đang được xây dựng và là một phần của hệ thống mạng lưới đường sắt đô thị Hà Nội. Tuyến được chia làm 3 giai đoạn thi công. Giai đoạn 1 bắt đầu từ ga Nhổn ở quận Bắc Từ Liêm và kết thúc ở ga Hà Nội ở quận Đống Đa, đi qua 8 ga trên cao và 4 ga ngầm với tổng chiều dài là 12,5 km, trong đó đoạn trên cao (Nhổn - Cầu Giấy) dài 8,5 km và đoạn đi ngầm (Cầu Giấy - Ga Hà Nội) dài 4 km, depot đặt tại Nhổn. Đây là tuyến đường sắt đô thị thứ hai sẽ được đưa vào hoạt động tại Hà Nội sau tuyến số 2A (tuyến Cát Linh).

Hình 4.4 thể hiện mặt cắt thiết kế xử lý nền cho công tác khoan đào hầm bằng rô-bốt, vị trí khối xử lý nằm ngay bên dưới các tòa nhà hiện hữu. Hình vẽ cũng thể hiện mặt cắt bố trí trụ Jet grouting và góc nghiêng thi công.

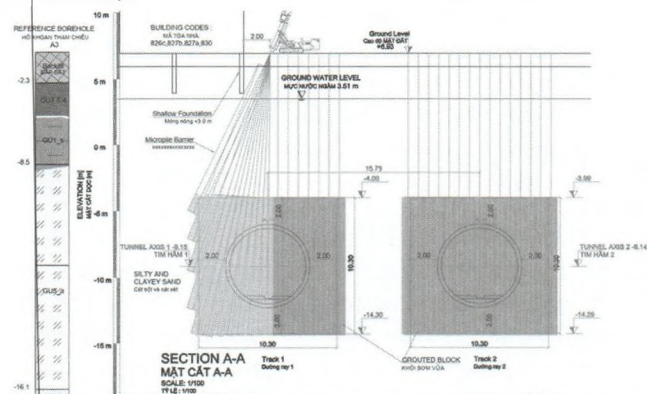


Hình 4.4: Jet grouting nghiêng 43° tại ga số 11



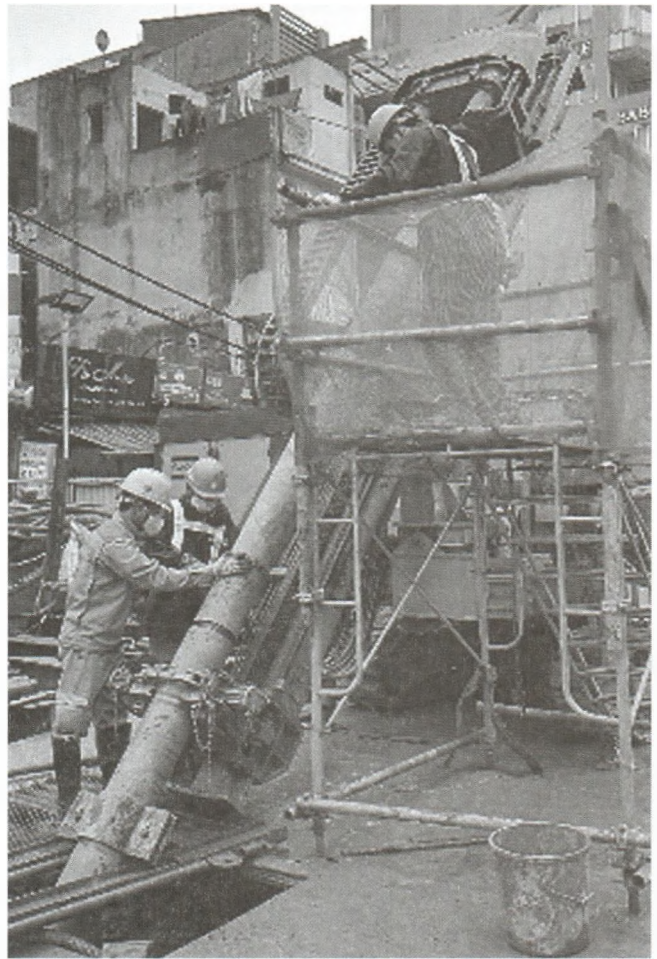
Hình 4.5: Minh họa khối Jet grouting 3x3 m

Sự kết hợp cả hai phương pháp Jet grouting nghiêng và Jet grouting thẳng đứng tại Ga số 10 thể hiện trong Hình 4.6 sau đây:



Hình 4.6: Thiết kế Jet grouting nghiêng và đứng tại ga số 10

Jet grouting nghiêng đã được triển khai tại ga số 12, góc: nghiêng thi công là 45° so với phương thẳng đứng (Hình 4.7).



Hình 4.7: Thi công Jet grouting nghiêng



5. KẾT LUẬN

Công tác thi công thử nghiệm và thực tế tại dự án Metroline Hà Nội cho thấy phương pháp này hoàn toàn phù hợp. Với tốc độ phát triển đô thị mới xen lẫn trong vùng đô thị hiện hữu, giải pháp Jet grouting nghiêng sẽ là lựa chọn ưu tiên để giải quyết bài toán thi công cho các dạng công trình xử lý nền có điều kiện đặc biệt như đã nêu trên ở Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Technical Manual, *Jet Grout method*, JJGA Japan Jet Grouting Association, 20th edition.
- [2]. BS 1276-2018 Execution of special geotechnical work, *Jet grouting*.
- [3]. TCVN 9906-2014, *Công trình thủy lợi - Cọc xi măng đất thi công theo phương pháp Jet grouting - Yêu cầu thiết kế thi công và nghiệm thu cho xử lý nền đất yếu*.
- [4]. OPT Jet method, *Technology/estimation materials*, 3rd edition.

Ngày nhận bài: 15/5/2022

Ngày chấp nhận đăng: 13/6/2022

Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Hữu Hưng
PGS. TS. Đào Duy Lâm