

Nghiên cứu công nghệ thi công ga tàu điện ngầm lắp ghép ứng dụng cho các nhà ga ngầm ở TP Hà Nội

Research on assembled subway station construction technology for underground stations in Hanoi City

> TS NGUYỄN CÔNG GIANG

GV Khoa xây dựng, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội; Email: gianglientca@gmail.com

TÓM TẮT

Ngày nay, việc xây dựng đường sắt đô thị ở Việt Nam đang rất được chú trọng và phát triển, điều này sẽ tạo ra những cải tiến và cải tiến vượt bậc trong ngành vận tải của nước ta. Với tốc độ đô thị hóa tăng nhanh, giao thông đô thị đang chịu áp lực ngày càng lớn. Tàu điện ngầm là phương thức giao thông xanh, thuận tiện, đúng giờ, mạnh mẽ và không gây ô nhiễm môi trường, tuân theo ý tưởng thiết kế phát triển bền vững. Các phương pháp quy trình đặc biệt được áp dụng trong phương pháp xây dựng lắp ghép và tất cả các thành phần cấu kiện đều được cấu hình một cách khoa học và hợp lý, tránh được hàng loạt khó khăn tồn tại trong quá trình xây dựng trước đó và thúc đẩy hiệu quả sự phát triển đổi mới công nghệ xây dựng nhà ga tàu điện ngầm.

Từ khóa: Phương pháp thi công lắp ghép; ga tàu điện ngầm; công nghệ xây dựng

ABSTRACT

Nowadays, urban railway construction in our Vietnam is receiving significant attention and development, creating significant improvements and innovations in our country's transportation industry. With the rapid increase in urbanization, urban traffic is under increasing pressure. Subway is a green, convenient, punctual, powerful, and non-polluting mode of transportation, following the design idea of sustainable development. Unique process methods are adopted in the assembly construction method, and all structure components are configured scientifically and reasonably, avoiding a series of difficulties that existed during construction previously and effectively promoting the development and innovation of subway station construction technology.

Keywords: Assembly construction methods; subway stations; construction technology

1. GIỚI THIỆU

Với sự phát triển kinh tế nhanh chóng của Việt Nam, quá trình xây dựng cơ sở hạ tầng trong các đô thị đang liên tục được cải thiện. Đặc biệt, Hà Nội và TP.HCM, những trung tâm đô thị lớn của đất nước, đã hợp tác chặt chẽ để triển khai các dự án giao thông công cộng sử dụng hệ thống tàu điện ngầm. Trong bối cảnh này, việc áp dụng phương pháp xây dựng nhà ga bằng kỹ thuật lắp ghép đã đạt được những tiến bộ đáng kể trong nghiên cứu và phát triển công nghệ xây dựng. Công nghệ lắp ghép không chỉ giúp tiết kiệm thời gian thi công mà còn tăng cường hiệu quả xây dựng, đặc biệt là trong lĩnh vực xây dựng nhà xưởng và nhà cao tầng ở Việt Nam. Sự chuyển đổi từ việc sử dụng các thiết bị thi công truyền thống sang kỹ thuật lắp ghép không chỉ mang lại kết quả tích cực mà còn là bước tiến quan trọng trong quá trình đổi mới phương pháp xây dựng. Nếu tiếp tục áp dụng công nghệ này vào xây dựng nhà ga ngầm, không chỉ sẽ giảm bớt sự phức tạp của quy trình, mà còn tăng cường khả năng quản lý và giảm thiểu tác động tiêu cực đối với môi

trường xung quanh. Nhìn chung, việc áp dụng công nghệ lắp ghép trong xây dựng cơ sở hạ tầng đô thị, đặc biệt là nhà ga ngầm, không chỉ là một xu hướng mà còn là sự đáp ứng linh hoạt và hiệu quả cho nhu cầu phát triển bền vững của đất nước.

2. NHỮNG NỘI DUNG CHÍNH

Quá trình thi công ga tàu điện ngầm đúc sẵn được chia thành ba giai đoạn chính. Đầu tiên, là giai đoạn thi công tường chắn đất hố đào sâu để xây dựng ga tàu điện ngầm. Giai đoạn này đặt nặng vào việc tạo ra một hố đào với độ sâu và chiều rộng đáp ứng các yêu cầu cụ thể. Tiếp theo, theo yêu cầu của bản vẽ thiết kế kỹ thuật, trong khi đào hố móng đến đâu thì hệ neo tường chắn được thi công đến đó để ngăn chặn bất kỳ nguy cơ sập hố đào nào. Việc này đặt ra một yếu tố quan trọng để đảm bảo an toàn và ổn định trong quá trình xây dựng. Cuối cùng, để đảm bảo độ ổn định và tích hợp của hố đào, sự chú ý đặc biệt được đặt vào quá trình vận hành cáp neo. Không chỉ giúp đảm bảo an toàn cho công trình mà còn tạo

điều kiện thuận lợi cho việc lắp ráp các cấu kiện đúc sẵn sau này. Điều này đồng nghĩa với việc đảm bảo một quá trình vận hành mạch lạc và hiệu quả cho toàn bộ dự án.

3. TẦM QUAN TRỌNG CỦA VIỆC KIỂM SOÁT CHẤT LƯỢNG THI CÔNG GA TÀU ĐIỆN NGẦM BẰNG PHƯƠNG PHÁP LẮP DỰNG

Ga tàu điện ngầm lắp ghép có phạm vi rộng và bao gồm nhiều khía cạnh trong quá trình xây dựng dự án. Để tăng tốc độ xây dựng, quy trình này yêu cầu nhân viên thực hiện việc phân loại nội dung xây dựng cho từng phần riêng biệt. Bằng cách này, quá trình xây dựng toàn bộ nhà ga mới có thể được thúc đẩy một cách nhanh chóng và ổn định. Đồng thời, việc tăng cường kiểm soát và quản lý chất lượng đồng nghĩa với việc giảm thiểu rủi ro sự cố trong quá trình xây dựng và nâng cao hiệu quả xây dựng.

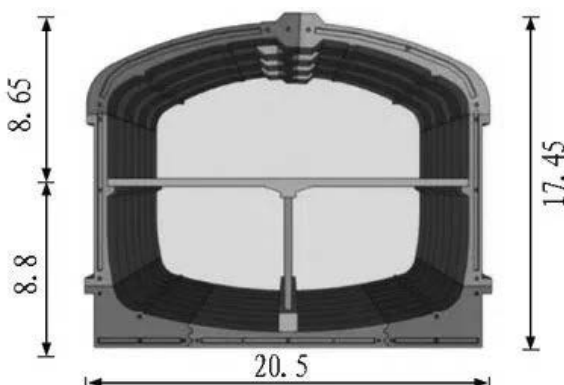
Bước thứ hai là lập kế hoạch tiến độ xây dựng một cách hợp lý. Trong quá trình xây dựng ga tàu điện ngầm đúc sẵn, mỗi tuyến đường đều mang đến những thách thức riêng về độ khó, thời gian và chi phí. Do đó, sắp xếp các công việc thi công theo điều kiện thực tế của dự án và lập kế hoạch tiến độ thi công tương ứng là quan trọng. Điều này giúp cải thiện tính hợp lý của bảng tiến độ xây dựng.

Cuối cùng, việc kéo dài tuổi thọ của các dự án ga đô thị cần được xem xét. Trong giai đoạn phát triển đô thị, sau khi hoàn thành xây dựng ga tàu điện ngầm, việc duy trì hàng ngày là quan trọng, nhưng cũng cần xem xét các chiến lược cải tạo sau thời gian dài để đảm bảo sự bền vững và hiệu quả của hệ thống.

4. SƠ ĐỒ QUY TRÌNH THI CÔNG GA TÀU ĐIỆN NGẦM BẰNG PHƯƠNG PHÁP LẮP GHÉP

Công nghệ xây dựng ga tàu điện ngầm dạng lắp ghép khác với công nghệ xây dựng lắp ghép cấu kiện đúc sẵn thông thường. Kết cấu ga tàu điện ngầm đúc sẵn bao gồm một kết cấu hình ống khép kín. Kết cấu tổng thể chủ yếu bao gồm nhiều mô-đun được chia nhỏ theo chiều ngang và chiều dọc, và sau đó lắp ráp lại để tạo thành một cấu trúc hoàn chỉnh.

Lấy Ga Yuanjiadian của Tuyến tàu điện ngầm Trường Xuân số 2, đây là công nghệ xây dựng đúc sẵn đầu tiên của Trung Quốc, làm ví dụ. Cấu trúc tổng thể của ga tàu điện ngầm bao gồm 7 bộ phận đúc sẵn. Kết hợp theo cách xen kẽ giữa chiều ngang và chiều dọc và áp dụng phương pháp xây dựng theo hướng vòng quanh. Sử dụng móng và rãnh móng để kết nối. Trong quá trình xây dựng, kỹ thuật làm đầy bằng cách sử dụng công nghệ ép nén bằng keo epoxy để lấp đầy các rãnh cấu trúc, đồng thời, các biện pháp chống thấm như đặt gioăng kín nước được tích hợp vào cấu trúc rãnh, nhằm ngăn chặn sự xâm nhập của nước ngầm từ việc rò rỉ. Các chốt định vị được đặt giữa mỗi mô-đun đúc sẵn và phương pháp lắp ghép thuận tiện giúp đạt được các yêu cầu về tính chính xác.



Hình 1. Kết cấu của nhà ga Yuanjiadian



Hình 2. Hình ảnh thi công thực tế nhà ga Yuanjiadian

5. NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG THÍCH ỨNG GA TÀU ĐIỆN NGẦM THI CÔNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP LẮP GHÉP

5.1. Kết cấu bảo vệ

Quá trình xây dựng ga tàu điện ngầm dưới lòng đất bằng phương pháp đào mở và sử dụng kết cấu bảo vệ được thực hiện thông qua hai phương thức chính: Tường vây kết hợp chống bằng thép hình và Tường vây kết hợp hệ cáp neo dự ứng lực. Ngoài ra, phương pháp thi công đơn giản, tốc độ lắp dựng nhanh, có thể phối hợp tốt hơn với công tác đào đất nên hệ số an toàn cũng rất cao, vì vậy nó đã được sử dụng rộng rãi trong thi công tầng hầm các tòa nhà và nhà ga đường sắt ngầm. Theo phương pháp lắp ghép, nếu khoảng cách của tường vây tăng lên và khoảng cách theo chiều rộng của các tấm tường vây khoảng 6 mét thì có thể đáp ứng yêu cầu lắp ráp các mô-đun, nhưng vẫn cần 15 mét đầu tiên sử dụng hệ cáp neo ứng lực trước để tạo không gian cho xe lắp ráp các mô-đun.

5.2. Kết cấu chính

Vi sử dụng hệ thống chống bằng thép hình, quá trình lắp ráp cần phải điều chỉnh lại để đáp ứng yêu cầu xây dựng:

(1) Lắp đặt tất cả các tấm mô-đun ở đáy trước sau khi hoàn tất việc đổ và san nền, sau khi lắp ráp kết thúc, ngay lập tức thực hiện đổ bê tông vào rãnh và khi khả năng chịu lực đạt yêu cầu kỹ thuật, nhanh chóng tháo bỏ tất cả các thanh chống tầng dưới cùng.

(2) Lắp đặt các tấm mô-đun 2 bên rồi thi giá đỡ bằng thép bên trong và lấp đầy các rãnh bằng các khối bê tông đúc sẵn.

(3) Lắp ráp các khối mái, đặt các khối đúc sẵn tại các vị trí nút làm gối đỡ, đồng thời tác dụng dự ứng lực lên các gối đỡ bên trong khối mái

(4) Tháo bỏ hàng thanh chống tiếp theo và lắp lại quy trình xây dựng theo chu kỳ.

6. CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG CHÍNH CỦA NHÀ GA TÀU ĐIỆN NGẦM THI CÔNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP LẮP GHÉP

6.1. Sử dụng phương pháp lắp ráp khoa học

Trong các dự án xây dựng ga tàu điện ngầm lắp ghép, khi lắp đặt các bộ phận đúc sẵn, cần lựa chọn phương pháp lắp ráp phù hợp dựa trên điều kiện thực tế của hiện trường. Các phương pháp lắp ráp các cấu kiện đúc sẵn chủ yếu bao gồm các mối nối so le và phương pháp lắp ráp thông qua các vết nứt. Đặc điểm và phương pháp thực hiện của hai phương pháp lắp ráp cũng khác nhau và có nhiều tình huống khác nhau sẽ xảy ra trong quá trình lắp ráp. Ví dụ, phương pháp lắp ráp thông qua các mối nối so le đòi hỏi phải lắp ghép đồng

bộ chính xác trong quá trình thi công, nếu có sai lệch trong kết quả đo sẽ dẫn đến lỗi lắp ghép. Ưu điểm của phương pháp nối thông qua các vết nứt là dễ dàng làm chủ được sự đồng bộ hóa và giảm khối lượng công việc kiểm tra của nhân viên thi công.

6.2. Công nghệ phun vữa nền và rãnh

Trong quá trình thi công các ga tàu điện ngầm sử dụng phương pháp thi công lắp ráp, bước đầu tiên là công nghệ phun vữa phần đế và rãnh. Các bộ phận đúc sẵn được lắp ráp lắp đầy bằng vật liệu mật độ cao như nhựa tổng hợp và vữa xi măng không co ngót, sau đó sử dụng công nghệ phun vữa áp suất cao để cố định chúng.

6.3. Công nghệ xử lý mặt phẳng

Để đảm bảo các cấu kiện đúc sẵn được lắp đặt đáp ứng các tiêu chuẩn về độ nhẵn, công nghệ xử lý mặt phẳng móng có thể được sử dụng để kết nối hiệu quả các điểm nối móng và các tấm đáy cấu kiện đúc sẵn trong quá trình thi công. Các yêu cầu của việc thi công các bộ phận đúc sẵn, việc xử lý mặt phẳng cục bộ và tổng thể cần phải tăng độ phẳng của kết nối để công việc tiếp theo có thể được thực hiện một cách thuận lợi.

6.4. Phương pháp định vị lắp ráp

Để hoàn thành việc lắp ráp các bộ phận được đúc sẵn ở các phần khác nhau, cần áp dụng các kỹ thuật lắp ráp khác nhau. Khi lắp ráp tấm đế cần có công nghệ định vị phụ trợ của thiết bị nâng. Khi lắp đặt các tấm 2 bên, các giắc vít và giá nâng phải được thêm vào các bộ phận đúc sẵn đã lắp đặt. Thiết bị nâng có thể tự động điều chỉnh không gian ba chiều và đạt được vị trí chính xác. Khi lắp đặt trên đỉnh, kết cấu đúc sẵn cần được lắp đặt theo khối và điều chỉnh ba chiều để định vị chính xác, tấm mái đúc sẵn phải được đóng, nâng hạ cùng với kích vít của thiết bị nâng.

6.5. Công nghệ thi công hầm bằng khiên đào

Công nghệ thi công hầm bằng khiên đào là phương pháp thi công đào hầm dưới lòng đất, chủ yếu sử dụng máy đào hầm TBM, máy tiến lên theo hướng thiết kế. Trong quá trình đào, đất đào có thể được vận chuyển ra khỏi đường hầm thông qua hệ thống băng tải. Đồng thời, đường hầm được chống đỡ thông qua khiên đào của máy đào hầm và các tấm vỏ hầm đúc sẵn, ngăn chặn đất đá xung quanh bị lỏng và rơi xuống gây sập hầm.

6.6. Thi công các cấu kiện đúc sẵn quy mô lớn

6.6.1. Tốc độ nâng và độ chính xác khi nâng

Khi lắp ráp một số cấu kiện đúc sẵn quy mô lớn, máy nâng và cần cẩu thường được sử dụng để hoàn thành các hoạt động lắp ráp có liên quan. Trong quá trình vận hành thực tế, đầu tiên cần điều chỉnh các tính năng của cần trục để đảm bảo độ chính xác lắp đặt và tốc độ lắp đặt đáp ứng yêu cầu thi công. Thông thường, cần trục có 5 cấp độ và trong quá trình thi công thực tế, tốc độ nâng nhanh nhất không được vượt quá 5m /phút; đối với khi lắp đặt các cấu kiện đúc sẵn có kích thước lớn, tốc độ nâng cần được duy trì ở mức 1m/phút để kiểm soát hiệu quả độ chính xác của việc lắp đặt. Trong quá trình thi công cầu, sai số chung cần được kiểm soát dưới 3mm.

6.6.2. Lắp đặt bằng cầu và cố định bằng bu-lông neo

Đối với các nhiệm vụ thường được thực hiện với đầu còn DEHA, việc lựa chọn đường kính và cấp độ cầu còn mang lại nhiều tùy chọn khác nhau, tạo ra một phương tiện thực hiện tốt cho việc lắp ráp các cấu kiện đúc sẵn theo nhiều cách khác nhau. Đầu neo để nâng trong rãnh có thể khắc phục được hiện tượng nhô ra của các cấu kiện đúc sẵn. Dựa trên đặc điểm kết cấu của các cấu kiện đúc sẵn và nguyên lý định vị điểm treo, việc thiết lập hình dạng của dụng cụ treo là một quá trình khoa học.

7. KHẢ NĂNG CHỊU ĐỘNG ĐẤT CỦA KẾT CẤU LẮP GHÉP

Có rất ít nghiên cứu về phân tích phản ứng của kết cấu nhà ga đúc sẵn dưới tác động của động đất, còn hầu hết các nghiên cứu

phân tích địa chấn đều là về kết cấu trên mặt đất. Một số học giả đã phân tích và nghiên cứu chức năng địa chấn của các kết cấu xây dựng lắp ghép được kết nối bằng ống thép phun vữa áp lực và thu được mô phỏng thiệt hại do địa chấn tại các điểm kết nối. Lấy Ga Jin'anqiao Bắc Kinh làm ví dụ, các đặc điểm địa chấn ba chiều của các ga trung chuyển đường sắt đúc sẵn được kết nối bằng vật liệu vữa bê tông đã được nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu cho thấy chức năng kháng địa chấn theo phương ngang của nhà ga chủ yếu được đảm bảo bởi các tấm tường vữa. Trong khi kháng chấn theo phương thẳng đứng chủ yếu được đảm bảo bởi dầm và tường. Xét về cao độ, góc dịch chuyển giữa mỗi tầng ở gia tốc cực đại của kết cấu nhà lắp ghép tăng khoảng 10% đến 15% so với kết cấu bê tông toàn khối đổ tại chỗ. Tỷ lệ hư hỏng ở đỉnh kết cấu nhà ga lắp ghép lớn hơn so với kết cấu bê tông đổ tại chỗ, với lớp trên tầng khoảng 5% đến 10% và lớp dưới tầng khoảng 20% đến 30%.

8. TẦM QUAN TRỌNG CỦA CÔNG NGHỆ CHỐNG THẨM TRONG QUÁ TRÌNH THI CÔNG GA TÀU ĐIỆN NGẦM

8.1. Tầm quan trọng của công nghệ thi công chống thấm

Sau khi ga tàu điện ngầm được đào, vấn đề thẩm ảnh hưởng lớn đến chất lượng xây dựng của ga tàu điện ngầm. Trước khi xây dựng các dự án nhà ga lắp ghép, nhân viên xây dựng tàu điện ngầm cần chú ý đến việc xây dựng các ga tàu điện ngầm chống thấm. Nước thấm vào trong ga tàu điện ngầm sẽ gây bong tróc, ăn mòn thiết bị xây dựng trong ga tàu điện ngầm, ảnh hưởng đến chất lượng xây dựng của tàu điện ngầm, thậm chí khiến kết cấu chính của tàu điện ngầm bị nứt, gãy, rò rỉ, v.v., ảnh hưởng nghiêm trọng việc xây dựng và các hoạt động tiếp theo của ga tàu điện ngầm.

8.2. Yêu cầu chống thấm cho công trình tàu điện ngầm

8.2.1. Tránh hư hỏng do nước

Hư hại do nước thường là biểu hiện của hiện tượng thấm, rò rỉ nước trong các dự án tàu điện ngầm, đồng thời cũng có thể là tác động của hiện tượng thấm nước ngầm trong đất. Vì vậy, cần kiểm soát chặt chẽ việc xảy ra hư hỏng do nước trong quá trình thi công và giải quyết nhanh chóng sự cố hư hỏng do nước để tránh những tai nạn thi công sau này.

8.2.2. Cải tiến công nghệ xây dựng

Đối với một số khu vực có nguồn nước ngầm và lượng mưa dồi dào, nên lắp đặt đường chống thấm trên kết cấu ga tàu điện ngầm để nâng cao hiệu quả chống thấm. Chú ý đến tác dụng chống thấm của bê tông, lắp đầy bằng các vật liệu chống thấm khác nhau và làm tốt công việc quản lý các vết nứt trong các ga tàu điện ngầm để loại bỏ các vết nứt.

9. ỨNG DỤNG TRONG THI CÔNG TẠI CÁC ĐÔ THỊ LỚN NHƯ HÀ NỘI

9.1. Đặc điểm địa chất, địa chất thủy văn

Khu vực Hà Nội nằm hơi chệch về phía Tây bắc của trung sông Hồng, có địa hình thấp dần từ Sóc Sơn, Đông Anh (10-15m) đến Từ Liêm, Thanh Trì (5-8m so với mực nước biển). Địa hình đồng bằng thấp và bị phân cách bởi hệ thống sông ngòi, kênh, mương, hồ, ao và hệ thống đê điều. Trung sông Hồng nói chung, và khu vực Hà Nội nói riêng, bị lấp đầy bởi các thành tạo trẻ gắn kết yếu và bờ rời, bao gồm cát kết, bột kết, sét bột kết, sét kết, cuội kết tuổi Neogen. Chúng có bề dày đến vài ba trăm mét và nằm không chính hợp lên trên các thành tạo cổ hơn đã gắn kết hoàn toàn. Phần trên của các thành tạo Neogen là cuội kết, cát kết, bột kết, sét bột kết, sét kết với xi măng gắn kết là sét, vì thế chúng rất dễ trở nên rời rạc khi rơi vào trạng thái không tải trọng và mất nước. Phủ lên trên các thành tạo Neogen là các thành tạo Đệ Tứ. Chúng bao gồm cuội, tầng, sỏi, cát hạt thô ở phần dưới và chuyển dần sang cát hạt vừa, hạt mịn ở phần

giữa và cát hạt mịn, cát pha, sét pha, sét, bùn cát, bùn sét, bùn hữu cơ và đất lấp ở phần trên. Tổng bề dày tầng đất gắn kết yếu và bờ rời lên đến 500-600 m. Riêng bề dày của tầng đất bờ rời lên đến 80-100 m theo xu hướng tăng dần từ phía bắc 60-65 m (Đông Anh) lên đến 70-75 m (Ngô Sĩ Liên, Thành Công) và đạt 80-90 m ở phía nam (Hà Đình, Pháp Vân).

Tính đa dạng và phức tạp của cột địa tầng cũng tăng dần từ phía Bắc xuống phía Nam. Tại Sóc Sơn, Đông Anh, các loại bùn và đất sét yếu vắng mặt trong cột địa tầng. Ở vùng Gia Lâm, chúng xuất hiện ở độ sâu từ 6 đến 12 m, nhưng phân bố không rộng rãi. Trong khi đó ở phía nam sông Hồng, các loại đất yếu như sét dẻo chảy, bùn

cát, bùn sét, bùn hữu cơ phân bố rộng rãi ở độ sâu từ 6 đến 22 m (Ngô Sĩ Liên, Thành Công, Hà Đình, Pháp Vân).

Theo Nguyễn (2004) địa chất Hà Nội được hình thành từ dưới lên trên gồm hệ Tam Điệp, hệ Neogen, hệ Đệ Tứ, độ sâu lớn nhất của hệ Tam Điệp khoảng 200m, còn của hệ Neogen là khoảng 100m. Địa tầng của Hệ Đệ Tứ bao phủ một cách bất quy tắc hệ Neogen, thành phần chủ yếu là cát, sỏi và có xen lẫn bụi, sét. Trong hệ Đệ Tứ, địa tầng kể từ sau kỷ băng hà gần nhất được phân chia từ dưới lên trên thành địa tầng Vĩnh Phúc, địa tầng Hải Hưng, địa tầng Thái Bình. (Hình 3).

		Tên địa tầng	Phân loại tương địa tầng							
Thống Holocene	Đất mặt		1: Đất mặt							
	Phần trên	Thái Bình	Trên	2: Bùn đáy hồ đầm		3: Đất sét lẫn cát màu nâu		4: Cát rời màu ghi		
			Dưới	5: Đất sét màu nâu	6: Đất sét màu nâu đến vàng	7: Đất sét hữu cơ màu xám	8: Đất tính cát, đất sét lẫn cát màu xám	9: Cát mịn chặt vừa màu xám	10: Đất sét lẫn cát màu ghi đen	
	Phần giữa và dưới	Hải Hưng	Trên	11: Bùn hữu cơ mềm màu đen						
Giữa			12: Đất sét màu xám xanh							
Dưới			13: Bùn hữu cơ màu đen							
Thống Pleistocene	Phần trên	Vĩnh Phúc	14: Đất sét màu xám trắng đến xám đen, trạng thái dẻo đến nửa cứng	15: Đất sét nâu đỏ	16: Đất sét hữu cơ mềm màu xám đen	17: Đất sét lẫn cát	18: Cát mịn màu nâu	19: Sỏi màu xám, cát lẫn sỏi		
	Phần trên và giữa	Hà Nội	20: Đất sét lẫn cát và hữu cơ màu xám		21: Sỏi, cát lẫn sỏi		22: Sỏi lẫn cát màu nâu			
	Phần dưới	Lệ Chi	23: Cát màu xám đến nâu lẫn sỏi			24: Sỏi màu xám lẫn cát				
Kỷ Đệ Tứ chưa phân loại			25: Đất sét màu nâu nửa cứng				26: Đất sét phong hóa			

Hình 3. Bảng phân loại 26 pha địa tầng ở TP Hà Nội nhìn từ góc độ địa kỹ thuật

Ngay cả tại Nhật Bản cũng đã có nhiều nghiên cứu khảo sát về địa chất địa tầng của đồng bằng sông Hồng. (Ví dụ như: Tanabe et al. 2003; Tanabe et al. 2003b; Tanabe et al. 2006; Hori et al. 2004; Li et al. 2006; Funabiki et al. 2012, v.v...).

Tanabe et al. (2006) phân chia địa tầng của đồng bằng sông Hồng từ thế Pleistocene đến thế Holocene từ trên xuống dưới thành Đơn vị 0 (trầm tích biển nửa sau thế Pleistocene), Đơn vị 1 (trầm tích lù), Đơn vị 2 (trầm tích sông), Đơn vị 3 (trầm tích đồng bằng) và thảo luận về lịch sử phát triển địa hình của đồng bằng Hà Nội. Trong đó, tác giả đã đề cập đến sự tồn tại của thung lũng ngầm chạy theo hướng Nam Bắc dọc sông Đáy. Funabiki et al. (2007) báo cáo trong khoan khảo sát địa chất được thực hiện tại 2 địa điểm ngoại ô Hà Nội cho biết lấy độ sâu 4m làm đường biên thì tại phần trên có trầm tích lù bồi tụ, phần dưới có trầm tích sông chịu tác động của thủy triều bồi tụ, còn ở độ sâu dưới 10m có trầm tích biển cũng chịu tác động của thủy triều (7,500 ~ 8,700 năm trước) bồi tụ. Nguyễn (2004) đã nghiên cứu địa tầng tới độ sâu khoảng 50m và xem xét tới đặc tính địa chất, đặc biệt là màu sắc, đặc tính đàn hồi, hàm lượng chất hữu cơ để phân chia nền đất thành 26 hạng mục với mục tiêu là lập bản đồ nền đất Hà Nội. Hình 3 thể hiện tổng hợp kết quả phân chia này. Cột phân chia lớp đất trong bảng thể hiện hàng dọc là phân bố theo độ sâu, hàng ngang là phân bố ngang.

Các tính chất địa kỹ thuật của các thành tạo bờ rời ở khu vực Hà Nội cũng thay đổi theo hướng Bắc-Nam. Ở các vùng Sóc Sơn, Đông

Anh lớp sét nằm ngay dưới lớp đất lấp. Dưới lớp sét là lớp cát chứa nước Holocen. Lớp sét có độ ẩm tự nhiên $W = 29-30\%$, giới hạn dẻo $Wd = 29-30\%$, giới hạn chảy $Wch = 39-44\%$, hệ số rỗng $e < 1$, góc ma sát trong $j = 14-15^\circ$, trong khi đó càng xuống phía nam, bề dày lớp sét tăng, nhưng hàm lượng hạt sét giảm và có xu hướng chuyển dần sang sét pha hoặc là một tập các lớp mỏng sét pha, cát pha chứa tàn tích thực vật. Dưới lớp sét là lớp bùn cát, bùn sét, bùn hữu cơ. Những tính chất cơ bản của lớp sét ở trung tâm và phía Nam thấp hơn so với phía bắc, độ ẩm tự nhiên $W = 35-40\%$, giới hạn dẻo $Wd = 29-35\%$, giới hạn chảy $Wch = 45-55\%$, hệ số rỗng $e > 1$, góc ma sát trong $j = 5-10^\circ$, lực dính kết thấp $C = 0,13-0,25 \text{ kg/cm}^2$. Nhìn chung, lớp sét nằm dưới lớp đất trống hoặc đất lấp ở vùng phía bắc thành phố có tính xây dựng cao hơn so với chính lớp sét đó ở phía Nam thành phố.

Với điều kiện địa chất và địa chất thủy văn của khu vực Hà Nội, mực nước ngầm cao và lớp sét nằm ngay dưới lớp đất lấp phù hợp với xây dựng đường hầm nông, do đường hầm thường nằm trong lớp đất sét, điều này thuận tiện cho việc thi công nhưng lại thường gây lún bề mặt lớn, làm hư hại đến các công trình phía trên và khiến cho tiến độ thi công bị kéo dài, ảnh hưởng tới môi trường, đời sống của người dân cũng như cảnh quan đô thị.

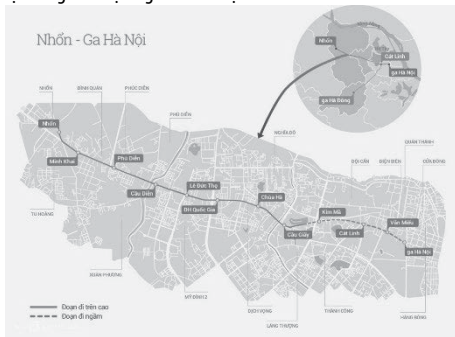
9.2. Hệ thống tàu điện ngầm ở Hà Nội

Theo quy hoạch của TP Hà Nội, sẽ có 8 tuyến tàu điện đô thị, và dự kiến có hơn 100 nhà ga các loại. Trong đó, trung bình độ sâu của nhà ga ngầm ở Hà Nội là 20m. Tính đến hiện nay, thành phố mới

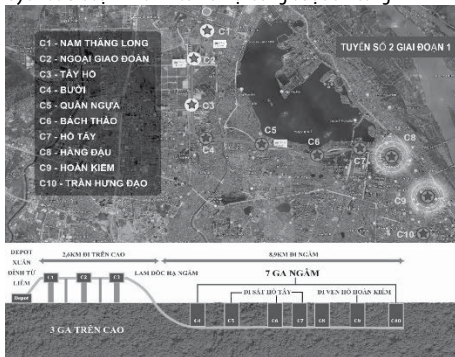
đang tiến hành thi công 1 phần tuyến số 3 đoạn từ Nhổn đến Ga Hà Nội, và sắp tới tiến hành thi công các đoạn còn lại của tuyến số 3 và thi công mới tuyến số 2 và tuyến số 5. Từ hiện trạng thi công đoạn tuyến số 3 cho thấy, thời gian xây dựng những nhà ga ngầm tốn rất nhiều thời gian và ảnh hưởng rất lớn đến không gian bên trên cũng như đời sống của người dân thủ đô. Nếu các nhà ga ngầm ở các tuyến chưa thi công có thể áp dụng phương pháp thi công lắp ghép sẽ đẩy nhanh tiến độ thi công rất nhiều, do các cấu kiện kết cấu nhà ga được chế tạo trong nhà máy trước đó, nên khi thi công, chỉ cần thi công hố đào sâu, và bãi tập kết, sau đó các cấu kiện sẽ được vận chuyển từ nhà máy đến công trường và tiến hành lắp ghép hoàn thiện. Với phương pháp này, sẽ hoàn trả mặt bằng nhanh chóng, giúp giảm chi phí đầu tư và đưa dự án sớm vào giai đoạn khai thác, cũng như giảm ô nhiễm tiếng ồn và môi trường.



Hình 4. Hệ thống tàu điện ngầm ở Hà Nội



Hình 5. Tuyến số 3 đoạn Nhổn - Ga Hà Nội đang được thi công



Hình 6. Tuyến số 5 chuẩn bị được thi công trong thời gian tới



Hình 7. Tuyến số 5 chuẩn bị được thi công trong thời gian tới

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Sự phát triển của công nghệ xây dựng nhà lắp ghép trên thế giới sẽ dẫn mang lại sự tiện lợi rất lớn cho việc xây dựng các ga tàu điện ngầm ở nước ta. Tuy nhiên, việc thi công cũng sẽ gặp phải những khó khăn tương ứng như vận hành cầu các bộ phận đúc sẵn dưới lòng đất và phương pháp lắp đặt chính xác. Để thúc đẩy ứng dụng công nghệ xây dựng lắp ghép trong thi công nhà ga tàu điện ngầm, cần khắc phục những vấn đề, khó khăn cụ thể phát sinh trong quá trình thực hiện, tiếp tục thúc đẩy phát triển công nghệ thi công lắp ghép và thúc đẩy phát triển vận tải đường sắt ở Việt Nam.

Với điều kiện địa chất, địa chất thủy văn của Hà Nội, chủ yếu là các đường hầm nông, các nhà ga ngầm hoàn toàn phù hợp với phương pháp thi công lắp ghép. Như có thể thấy ở những tuyến sắp thi công, nhà ga C4 - C5 - C6 - C7 - C8 - C9 - C10 (Tuyến số 2) và nhà ga Vành Đai 3 - Hoàng Đạo Thuý - Vành Đai 2 - Vành Đai 1 - Văn Cao (Tuyến số 5) là những nhà ga ngầm của mỗi tuyến, có độ sâu trung bình 20m, hoàn toàn phù hợp với phương án thi công lắp ghép. Với trình độ kỹ thuật của nước ta hiện nay, có thể thực hiện thi công hố đào sâu lên đến 32m (Nhà ga Bến Thành trong TP.HCM).

Nếu sớm áp dụng phương pháp thi công này cho các nhà ga ngầm nằm ngoài của các tuyến tàu điện ngầm ở Hà Nội, sẽ giúp giảm chi phí đầu tư, gia tăng hiệu quả xây dựng và giảm thời gian thi công.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Công Giang, *Một số so sánh về đặc tính địa chất công trình giữa trầm tích Holocen khu vực trung tâm thành phố Hà Nội với các thành tạo ở Nhật Bản*, Tạp chí Khoa học: Kiến trúc & Xây dựng - Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, Số 19, 2015, trang 11-17.
- [2] Nguyễn Công Giang, Yikihiro Kohata, *Mechanical Property of Liquefied Stabilized Soil Reused Vinh Phuc-Clay in Hanoi City for Underground Construction*, Tuyển tập Hội thảo Xây dựng công trình trong điều kiện đặc biệt, 2010, trang 149-156.
- [3] PGS.TS Nguyễn Đức Nguồn, GS. TSKH Nguyễn Văn Quảng, *Sách Công trình ga và đường tàu điện ngầm*, Giáo trình giảng dạy, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, 2005.
- [4] Yahagi Shuichi, Nguyễn Công Giang, Lê Quang Hanh. *Tiêu chuẩn kỹ thuật đào hầm - 2006: Đào hầm sử dụng khiên đào*. Sách chuyên khảo. Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, 2023
- [5] TS. Nguyễn Công Giang. *Công nghệ thi công công trình ngầm*. NXB Xây dựng, 2019.
- [6] Xiuren Yang, Fang Lin, 2021, *Prefabrication technology for underground metro station structure*, Tunnelling and Underground Space Technology.
- [7] HE Xing. 2022. *Difficulties and Countermeasures in Construction of Prefabricated Metro Station*. Architecture Engineering and Management.
- [8] Xiuren Yang, Meiqun Huang, Fang Lin. 2019. *Research Strategies on New Prefabricated Technology for Underground Metro Stations*. Urban Rail Transit
- [9] Trần Văn Hoàng, Bùi Thị Bảo Anh, *Phân vùng khu vực Hà Nội theo tính bền vững của môi trường địa chất*. Trung tâm thông tin lưu trữ địa chất, 2005.