

Thiết bị khiên đào cơ giới trong thi công đường hầm đô thị ở Việt Nam

Shield Machine Equipment for Urban's Tunneling Construction in Vietnam

Nguyễn Trường Huy

Tóm tắt

Yếu tố về địa chất luôn đóng vai trò chủ yếu trong việc quyết định tính khả thi của một dự án đường hầm. Nhiều đô thị ở Việt Nam, điển hình là thành phố Hồ Chí Minh và Hà Nội, nằm trên địa tầng đất yếu. Vì thế việc nghiên cứu tìm hiểu các phương pháp thi công đường hầm trong điều kiện địa chất đặc thù này có ý nghĩa quan trọng. Một số thiết bị khiên đào cơ giới trong thi công đường hầm đô thị ở Việt Nam, như Phương pháp Khiên đào (SM), Phương pháp khoan đào (TBM) và Phương pháp kích đẩy (pipe jacking) đã được nghiên cứu để chỉ ra khả năng áp dụng của chúng trong các điều kiện cụ thể. Các đề xuất nhằm chọn ra phương pháp thi công đường hầm phù hợp được nêu ra ở cuối bài báo.

Từ khóa: Đất yếu, Phương pháp Khiên đào, Phương pháp khoan đào

Abstract

Geological factors always play a major role in determining the feasibility of a tunnel project. Many urban areas in Vietnam, typically Ho Chi Minh City and Hanoi, are located on soft soil strata. Therefore, it is important to study and understand tunnel construction methods in these specific geological conditions. Some mechanized digging shield equipment in urban tunnel construction in Vietnam, such as Shield Excavation Method (SM), Drilling and Excavation Method (TBM), Push Push Method (pipe jacking), and have been studied to show their applicability under specific conditions. Proposals to select suitable tunnel construction methods are given at the end of the paper.

Key words: Soft Soil, Shield Machine, Tunnel Boring Machine

TS. Nguyễn Trường Huy
Viện Công nghệ, Kiến trúc Xây dựng và Đô thị.
Email: huyctn@gmail.com
ĐT: 098 909 7981

Ngày nhận bài: 20/12/2022
Ngày sửa bài: 10/01/2023
Ngày duyệt đăng: 22/5/2023

1. Giới thiệu chung

Hầm và các kết cấu ngầm ngày càng có vai trò quan trọng trong một hệ thống giao thông hiện đại. Hầu hết các khu vực đô thị trên thế giới hiện đều phải đối mặt với nhiều vấn đề lớn, đặc biệt là giao thông. Kết cấu hạ tầng cũ nhìn chung là lỗi thời, không còn đáp ứng được nhu cầu đi lại và vận chuyển không ngừng gia tăng. Trong bối cảnh đó thì không gian giao thông theo hướng đi ngầm trong lòng đất một lần nữa lại được khám phá. Công trình hầm có những ưu thế vượt trội so với các loại hình giao thông khác ở sự đi lại nhanh chóng, tiện lợi, và an toàn rất cao, nhất là trong trường hợp thiên tai, chiến sự. Có thể nói giao thông ngầm là xu thế phát triển tất yếu của một nền kinh tế hiện đại của thế giới.

Từ trước đến nay các yếu tố về địa chất, cụ thể là các điều kiện địa chất của nền đất luôn đóng vai trò chủ yếu trong việc quyết định tính khả thi chung của một dự án hầm. Bởi vậy, trình độ kỹ thuật trước đây chỉ cho phép xây dựng các hầm ngắn. Ngày nay nhờ những tiến bộ về khoa học công nghệ, hầm được xây dựng ở bất kỳ nơi nào khi cần thiết hoặc có chủ định làm mà không còn phụ thuộc các yếu tố về kỹ thuật và về địa chất. Việc liên kết công trình hầm với các mạng lưới giao thông hiện có cũng là một yếu tố có tính quyết định. Do những ràng buộc này mà các công trình hầm thường phải bố trí trên các tuyến đường đi qua khu vực địa tầng có cấu trúc không phải là lý tưởng, đó là các khu vực đô thị lớn, thường nằm ở các vùng châu thổ (địa tầng mềm yếu) như đô thị Hà Nội và TP Hồ Chí Minh. Hầu hết các đô thị lớn đều có hệ thống giao thông ngầm hoặc được mở mang thêm hoặc được xây mới với quy mô ngày càng tăng. Ở Việt Nam, việc xây dựng hệ thống giao thông đô thị đang là vấn đề bức xúc. Ngoài một số hầm giao thông đường bộ vừa mới xây dựng, chúng ta đã có các dự án giao thông ngầm ở TP HCM và ở Hà Nội, những đô thị này chủ yếu nằm trên địa tầng đất yếu. Vì thế việc nghiên cứu tìm hiểu các phương pháp thi công trong điều kiện địa chất đặc thù này có ý nghĩa quan trọng.

2. Sơ bộ về đặc điểm địa chất công trình

Các đô thị của Việt Nam hầu hết nằm trong vùng đồng bằng, các vùng duyên hải có đặc điểm địa chất là đồng bằng, trong đó hai đồng bằng lớn nhất là đồng bằng Bắc Bộ và đồng bằng sông Cửu Long. Căn cứ vào nguồn gốc và điều kiện hình thành các đồng bằng, đồng thời dựa vào các tài liệu thăm dò địa chất công trình, sơ bộ có thể nhận xét về đặc điểm chung của các tầng đất yếu Việt Nam như sau:

a) Đồng bằng Bắc Bộ: chủ yếu là loại trầm tích tam giác châu cũ và tam giác châu thổ của đồng bằng sông Hồng, sông Thái bình và các chi lưu của chúng. Miền này có diện tích rất rộng (khoảng 15.000km²) và ít đồi núi sót. Vùng phù sa sông Hồng chiếm diện tích rộng nhất trong miền này. Xét về mặt địa hình địa mạo thì đây là miền đồng bằng thuộc loại bồi tụ. Do các điều kiện địa chất, địa hình như vậy nên chiều dày tầng trầm tích kỉ thứ tư này rất dày, từ vài mét đến hơn 100m.

b) Đồng bằng Thanh Nghệ Tĩnh: có những khu vực bồi tụ, mài mòn xen kẽ nhau. So với đồng bằng Bắc Bộ, tầng trầm tích không dày lắm. Các trầm tích ở đây cũng rất đa dạng: có trầm tích bồi tụ tam giác châu, có loại trầm tích bồi tụ ven biển.

c) Đồng bằng ven biển Trung Bộ: là đồng bằng mài mòn bồi tụ điển hình. Trầm tích kỉ thứ tư ở đây thường thấy ở vùng thung lũng các sông và thường là loại phù sa bồi tích. Vùng duyên hải thuộc loại trầm tích phát triển trên các đầm phá cận dần, bồi tích trong điều kiện lắng đọng tĩnh.

d) Đồng bằng Nam Bộ: có thể chia thành ba khu vực theo chiều dày lớp đất yếu:

Khu vực có dày lớp đất yếu dày từ 1 + 30m: bao gồm các vùng ven thành phố Hồ Chí Minh, thượng nguồn sông Vàm Cỏ Tây, Vàm Cỏ Đông, phía tây Đồng Tháp Mười, rìa quanh vùng Bảy Núi cho tới vùng ven biển Hà Tiên, Rạch Giá, rìa đồng bằng bắc đồng bằng từ Vũng Tàu đến Biên Hoà.

Bảng 1. Phạm vi áp dụng các phương pháp đào hầm

Yếu tố ảnh hưởng	Đào ngầm thông thường	Khiên đào	Lộ thiên
Điều kiện địa chất	Trong điều kiện địa chất yếu cần áp dụng các giải pháp đặc biệt	Ứng dụng trong đất, đá mềm có độ bền nén đơn trục tới 200-300kN/m ²	Áp dụng trong mọi điều kiện địa chất
Biện pháp đối phó với nước ngầm	Trong trường hợp có dòng chảy ngầm cần áp dụng các giải pháp hỗ trợ như khoan phụt, làm giếng thu nước, làm hầm thoát nước	Khi dùng khiên kiểu kín không cần áp dụng giải pháp hỗ trợ	Cần áp dụng các giải pháp như thoát nước, gia cố đất
Độ sâu công trình ngầm	Khi tỷ lệ H/D < 2 cần áp dụng biện pháp hỗ trợ để kiểm soát lún bề mặt	Chiều dày lớp đất phủ tối thiểu cho phép bằng 1 lần đường kính CTN. Khi dùng khiên khí nén hoặc khiên chất lỏng cần đề phòng khả năng khí, dung dịch bị thoát ra hoặc đất đẩy trôi do áp lực lớn. Độ sâu tối đa phụ thuộc vào áp lực nước ngầm	Không hạn chế chiều dày lớp đất phủ tối thiểu. Có thể vận dụng cho độ sâu tới 40m
Dạng mặt cắt ngang	Biên phần vòm có dạng cong tròn. Tiết diện ngang có thể thay đổi trong thi công	Chủ yếu vận dụng cho tiết diện ngang hình tròn song cũng có thể cho các dạng khác (chữ nhật, ôvan). Tiết diện ngang hầu như không thể thay đổi trong quá trình thi công	Chủ yếu dùng cho tiết diện ngang chữ nhật song cũng có thể vận dụng cho các dạng tiết diện ngang phức tạp.
Diện tích mặt cắt ngang	Không giới hạn	Tùy thuộc vào thiết bị. Hiện nay đã có thiết bị đào với đường kính tới 14,5 m	Không giới hạn
Hướng tuyến CTN	Không giới hạn	Bán kính cong tối thiểu bằng 3 lần đường kính máy khiên đào	Không giới hạn
Tác động tới môi trường	- Nếu thi công gần các công trình hiện hữu cần áp dụng các biện pháp chống đỡ nhằm hạn chế ảnh hưởng tới các công trình này. - Hầu như không gây ảnh hưởng tới hoạt động giao thông trên mặt đất, trừ vị trí thi công giếng.	- Nếu thi công gần các công trình hiện hữu cần áp dụng các biện pháp chống đỡ nhằm hạn chế ảnh hưởng tới các công trình này. - Hầu như không gây ảnh hưởng tới hoạt động giao thông trên mặt đất, trừ các vị trí thi công giếng.	- Nếu thi công gần các công trình hiện hữu cần áp dụng các biện pháp chống đỡ nhằm hạn chế ảnh hưởng tới các công trình này. - Gây ảnh hưởng tới hoạt động giao thông trên mặt đất trong suốt thời gian thi công. - Cần có biện pháp hạn chế tác động của tiếng ồn và bụi tới môi trường

· Khu vực có lớp đất yếu dày 5 ÷ 30m phân bố kể cận khu vực trên và chiếm đại bộ phận vùng đồng bằng và khu trung tâm Đồng Tháp Mười.

· Khu vực có lớp đất yếu dày 15 ÷ 100m chủ yếu thuộc các tỉnh Vĩnh Long, Trà Vinh, Bến Tre tới vùng duyên hải tỉnh Minh Hải, Tiền Giang, Cần Thơ, Sóc Trăng.

Nguồn gốc của các tầng đất yếu là loại trầm tích châu thổ (sông, bãi bồi, tam giác châu), trầm tích bờ, vũng vịnh và đều thuộc vào trầm tích kỉ thứ tư. Ngoài ra còn gặp các loại đất lầy, đất mặn sú vẹt ở ven biển, than bùn ở miền rừng ngập mặn ... Về đặc điểm cấu tạo thì các đất yếu thường gồm nhiều lớp đất tạo thành và không đồng nhất.

Như vậy, các đô thị lớn ở nước ta Hà Nội và TP Hồ Chí Minh đều có địa tầng đất yếu mà khi triển khai các dự án hầm chúng ta phải giải quyết.

3. Lựa chọn phương pháp thi công trong xây dựng các công trình ngầm đô thị.

Một phương pháp thi công hợp lý bao hàm nhiều yếu tố khác nhau, vấn đề cơ bản là chọn được phương pháp đào, sơ đồ đào và sơ đồ thi công. Phương pháp thi công bao gồm các công việc cơ bản là trình tự đào, chống đỡ hầm và bốc xúc vận chuyển, chúng cần được bố trí theo một chu trình hợp lý (chu kỳ công tác- chu kỳ khoan nổ...). Một phương

pháp thi công hợp lý đảm bảo: đào đều đặn và kinh tế trong toàn bộ dự án, hạn chế được hiện tượng giảm bền cho khối đá, giảm thiểu các loại ảnh hưởng cơ học và môi trường cho khu dân cư.... Các yếu tố cơ bản chi phối việc lựa chọn phương pháp thi công gồm: phương thức đào và chống giữ; Tiết diện, chiều dài và độ dốc hầm, các tính chất cơ lý của đá liên quan tới công cụ đào. Điều kiện địa chất, thủy văn, tiến độ. Trong mỗi phương pháp thi công được lựa chọn cần khẳng định rõ: phương thức đào phá đất đá, phương pháp chống tạm và giữ ổn định cho khối đá; phương pháp thoát nước, loại trang thiết bị và tính đồng bộ và khả năng cung ứng, phương thức và công tác quan trắc, đo đạc.

Các phương pháp đào hầm kín thường được sử dụng như sau:

- Phương pháp Khiên đào (SM).
- Phương pháp khoan đào (TBM).
- Phương pháp kích đẩy (pipe jacking).

Tùy vào đặc thù của hầm để lựa chọn một trong các phương pháp trên để đào.

Khoảng giữa thế kỷ 19, ngành Đường sắt phát triển mạnh mẽ kéo theo công nghệ đào hầm ra đời để phục vụ thi công các công trình tàu điện ngầm. Đầu tiên là công nghệ đào hầm nổ mìn cổ điển. Nhược điểm của nó là thi công đào

Bảng 2. Phân loại các phương pháp thi công hầm

Điều kiện / Phương pháp thi công	Khoan nổ mìn	TBM/SM	
		Đá cứng	Đất yếu
Chiều dài hầm	Giá thiết bị khá thấp. Chi phí đào không bị ảnh hưởng nhiều theo chiều dài hầm	Chi phí thiết bị đào hầm lớn, chỉ thích hợp khi chiều dài hầm lớn.	Chi phí thiết bị đào hầm lớn, chỉ thích hợp khi chiều dài hầm lớn.
Hình dạng mặt cắt ngang hầm	Về cơ bản hầm có hình vòm. Hình dạng hầm có thể thay đổi được trong quá trình thi công.	Về cơ bản hình dạng của hầm là tròn. Sau khi khoan, các hình khác có thể mở rộng bằng khoan nổ.	Về cơ bản hình dạng của hầm là tròn. Các dạng khả dĩ khác là hình nửa tròn, nhiều hình tròn cũng khả dĩ khi sử dụng các thiết bị đào hầm đặc biệt.
Kích thước mặt cắt ngang	Thường khả thi với diện tích dưới 150m ² . Kích thước lớn nhất cho tới nay là trên 200m ² .	Đường kính lớn nhất hiện nay khoảng 16.7m.	Đường kính lớn nhất hiện nay khoảng 14m.
Đá cứng	Phù hợp	Phù hợp, trừ đá quá cứng (cường độ đá > 200MPa)	Không khả thi
Đá cứng vừa	Phù hợp	Phù hợp	Không khả thi
Các lớp địa chất yếu như đất sét yếu, đất cát yếu và ngậm nước.	Cần có nhiều biện pháp chống đỡ khác nhau.	Không phù hợp tại những nơi đất yếu hoặc có nước.	Khả thi
Đất	Không khả thi	Không khả thi	Phù hợp nhất
Tiếng ồn và chấn động	Do tiếng ồn và chấn động nên không phù hợp tại những nơi gần nhà cửa và công trình quan trọng. Cần có phương pháp phụ trợ để giảm ảnh hưởng của tiếng ồn và chấn động	Ít ảnh hưởng về tiếng ồn và chấn động hơn so với khoan nổ đối với nhà và công trình quan trọng.	Ít ảnh hưởng về tiếng ồn và chấn động hơn các phương pháp đào hầm khác.

hầm mất nhiều thời gian, độ an toàn thấp vì nổ mìn gây rung chấn, thời gian thi công rất chậm, đặc biệt khó khăn khi thi công các đường hầm dài. Thời kỳ đó, cơ khí, tự động hóa phát triển, công nghệ mới phát triển... là cơ sở thúc đẩy các kỹ sư hầm tìm ra công nghệ mới nhằm phục vụ thi công đào hầm được dễ dàng và an toàn hơn. Công nghệ đào hầm bằng cơ giới TM (Tunnel Machine) gồm 2 loại chính công nghệ đào hầm TBM (Tunnel Boring Machine) và công nghệ đào hầm SM (Shield Machine).

Năm 1846, tại Turin (Italia), mẫu máy TBM tiền thân đã xuất hiện, được thử nghiệm và đưa vào áp dụng thi công hầm. Cổ máy này rất cồng kềnh, áp dụng thực tế không hiệu quả. Gần 100 năm sau, đến năm 1930, J.S. Robbins mới nghiên cứu và cho ra đời mẫu máy TBM đầu tiên với những tính năng tương đối giống như máy TBM ngày nay. Những năm 1950, TBM được áp dụng rộng rãi trong đào hầm núi đá. Đến nay, máy TBM ngày càng được hoàn thiện hơn và trở thành công nghệ số một trong thi công các công trình liên quan đến đào hầm như giao thông, thủy điện.

4. Máy khoan hầm cơ giới TBM/SM:

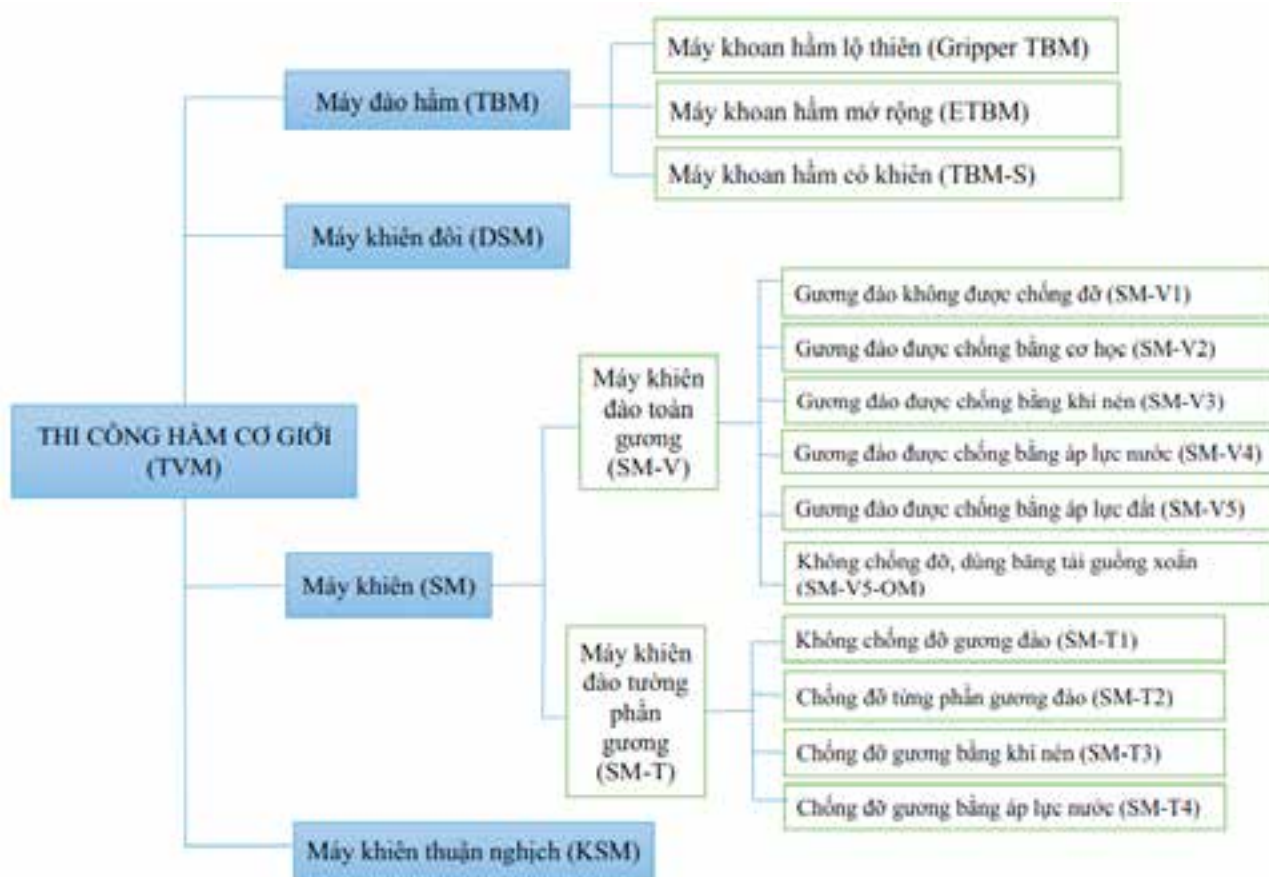
Với nổ mìn tạo điều kiện thuận lợi và tự động hóa các hoạt động đào hầm ở một mức độ nào đó, ngành công nghiệp kỹ thuật bắt đầu phát triển máy móc kết hợp cơ giới hóa và thực hành tự động hóa tương tự như những hoạt động được sử dụng trong các quy trình sản xuất. Trong những năm qua, ngành công nghiệp này đã liên tục cải tiến các tính năng và

nâng cao phạm vi ứng dụng. Đường hầm có hình tròn thường phổ biến, toàn bộ đường hầm hoặc từng đoạn đường hầm có cùng mặt cắt và đầu máy cắt hoặc bánh xe cắt được lựa chọn bằng phương tiện thiết bị khai thác phù hợp. Trong giai đoạn đào, máy được di chuyển liên tục về phía trước. Việc áp dụng các máy đào hầm và cải tiến liên tục các kỹ thuật khai thác khác nhau đã dẫn đến các loại máy có khả năng đào xuyên qua các lớp đất cực kỳ không đồng nhất, tương ứng là hỗn hợp của đất mềm và đá rắn.

Cả TBM (ứng dụng đá cứng) và SM (đất mềm) đều thực hiện cùng một mục đích:

- Đảm bảo việc đào đất dưới lòng đất có hệ thống và tự động;
- Cung cấp một sự bảo vệ hữu hiệu (lá chắn) cho lực lượng lao động ở phía trước;
- Ổn định đường hầm thông qua việc nhanh chóng đóng tấm vòm vồng;
- Vận chuyển vật liệu đào ra ngoài.

Việc áp dụng các máy đào hầm và cải tiến liên tục các kỹ thuật khai thác khác nhau đã dẫn đến các loại máy có khả năng đào xuyên qua các lớp đất cực kỳ không đồng nhất, tương ứng là hỗn hợp của đất mềm và đá rắn. Sự khác biệt rõ ràng giữa máy khoan hầm (TBM) đối với đá cứng vững có hệ số kiến cố f (thông thường $f \geq 6$) và máy khiên (SM) cho đất đá mềm yếu chứa nước theo thiết kế ban đầu của chúng, công nghệ khai thác và kỹ thuật đặc biệt, đã mất đi ý nghĩa



Hình 1: Phân loại máy đào hầm cơ giới

ban đầu. Sự phát triển, kinh nghiệm trong quá khứ và những tiến bộ đạt được trong thực tế đã tạo ra những thiết bị máy đào hầm, trong đó các tính năng tiêu biểu của cả hai kỹ thuật đã được tích hợp trong một thiết bị. Theo cách này, khả năng đã được tạo ra để làm cho các máy đào hầm có sẵn phù hợp với toàn bộ điều kiện địa chất, kỹ thuật. Các điều kiện địa chất, kỹ thuật dự đoán kết hợp với tiến trình của tuyến đường và độ dốc thể hiện các điều kiện tiên quyết quyết định để chọn phương pháp đào hầm. Bằng cách so sánh mặt cắt cần thiết cho mục đích của đường hầm, chiều dài của nó và các điều kiện địa kỹ thuật với công nghệ có sẵn, máy đào

hầm phù hợp nhất đã được phát triển và đưa vào sử dụng. Những hướng dẫn này, áp dụng cho các mối quan hệ tồn tại đồng thời giữa điều kiện địa kỹ thuật, quy trình và kỹ thuật thi công. Khi chọn máy đào hầm, tính tương thích môi trường của các phương pháp đào hầm cũng phải được xem xét một cách thấu đáo, bởi đòi hỏi vốn đầu tư ban đầu lớn. Do vậy, việc sử dụng máy đào hầm cơ giới TBM/SM cần phải nghiên cứu, tìm hiểu kỹ thông tin về khối đá để xử lý và phân tích.

Sự khác nhau của hai loại máy khoan hầm (TBM) và khoan đào (SM) còn thể hiện ngay ở phía trên đầu cắt của thiết bị.

Với các SM thì các thiết bị cắt phá đất đá trên đầu cắt có dạng như Hình 3.a phục vụ cho đất và đất mềm yếu. Các TBM cho đá cứng thường sử dụng với các đĩa cắt đơn và đôi trên trục được gắn với đầu cắt của TBM để bào, cắt phá đá trên gương đào (Hình 3.b).

Trường hợp gương đào có cả đất và đá thì sự hỗn hợp của hai loại thiết bị đào phá đất đá trên được thiết kế gắn trên bề mặt đầu đào của máy.

Đến nay, sự phân biệt hai loại phương pháp đào này không còn rõ ràng, do sự phát triển của thiết bị phù hợp cho nhiều loại địa chất khác nhau. Có thể thi công tuyến hầm dài,



a. Đầu cắt đá



b. Đầu cắt đất

Hình 2. Các loại máy thi công hầm cơ giới



Hình 3. Các dạng thiết bị đào cắt cho máy khoan hầm

đi qua nhiều khu vực khác nhau nên cấu tạo máy đã được lắp cả 2 loại thiết bị đào cắt cho cả đá và đất. Thường gọi chung là TBM.

Công nghệ TBM ra đời phục vụ cho các dự án tàu điện ngầm vì những ưu điểm của nó. Đào hầm bằng công nghệ TBM thì công phần lớn dưới mặt đất nên không tổn diện tích phục vụ thi công và hầu như không làm ảnh hưởng đến các công trình xây dựng trên mặt đất. Đặc điểm của hầm tàu điện ngầm là rất nông (chỉ khoảng -10 đến -15m so với mặt đất), đa số hầm có địa chất rất phức tạp, mức nước ngầm cao..., nên việc thi công bằng công nghệ TBM đã giải quyết được tất cả những vấn đề trên trong khi tất cả các phương pháp khác không làm được. Hai loại máy TBM thường được dùng nhiều nhất để thi công hầm tàu điện ngầm là EPB (ứng dụng áp lực đất cân bằng) và Slurry (dùng áp lực vữa cân bằng).

Theo điều kiện địa chất, có thể phân thành 03 loại chính, mô tả trong hình vẽ:

- TBM trong đá cứng (open mode TBM)- loại TBM hở.
- TBM trong đất đá trung bình (Mixed Shield TBM).
- TBM trong đất yếu và đất không ổn định (Slurry, EPB TBM)

TBM đào trong đá cứng - trung bình có cường độ kháng nén $\sigma_N = 50 - 300\text{Mpa}$; $\sigma_k = 5 - 25\text{Mpa}$; chỉ tiêu đánh giá chất lượng khối đá RQD = 50 - 100%; khoảng cách khe nứt >0,6m.

- TBM trong đất yếu và đất không ổn định (Slurry, EPB TBM): có cường độ kháng nén $\sigma_N = 5 - 50\text{Mpa}$; $\sigma_k = 0,5 - 5\text{Mpa}$; chỉ tiêu đánh giá chất lượng khối đá RQD = 10 - 50%; khoảng cách khe nứt đến 0,6m.

Sự khác biệt chủ yếu giữa các loại TBM này nằm ở 3 yếu tố:

- Cơ cấu đào (phần đầu cắt).
- Cơ cấu vận chuyển đất đá ra khỏi gương (phần thân).
- Cơ cấu bảo vệ (khiên) (phần đuôi).

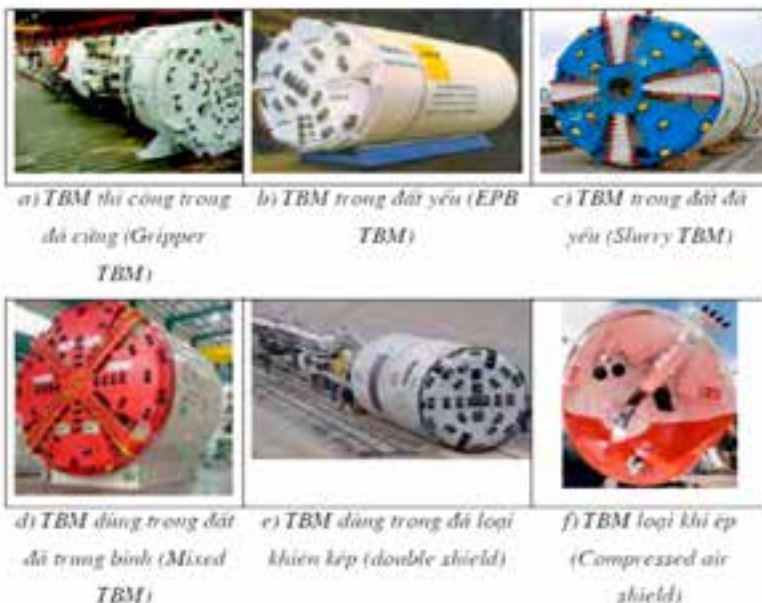
Nhờ những tiến bộ trong công nghệ đào hầm bằng cơ giới, với các thiết bị đào hầm người ta có thể khoan mở hầm, thậm chí ở trong các điều kiện đất rất khó đào. Hai mục tiêu quan trọng nhất trong việc thi công hầm bằng cơ giới là: (1) chống đỡ chắc được khối đất trong quá trình đào hầm; và (2) giữ cho khối đất xung quanh phía sau của phần đuôi khiên luôn ở trạng thái cân bằng, bằng cách bơm vữa trong khi vẫn tiến hành lắp dựng vỏ hầm.

5. Lựa chọn thiết bị khoan hầm phù hợp ở đô thị Việt Nam

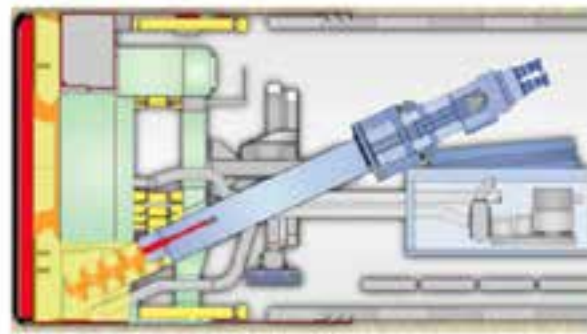
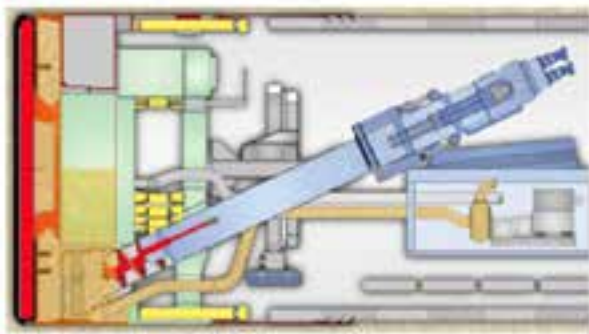
Với điều kiện địa chất yếu của các thành phố lớn ở Việt Nam, hai hệ thống thi công hầm bằng cơ giới - dùng khiên vữa (Slurry shield) và dùng khiên áp lực đất cân bằng (Earth pressure balanced shield) được sử dụng phù hợp nhất.

5.1. Khiên dùng vữa (Slurry shield)

Đối với loại khiên dùng vữa thì dung môi

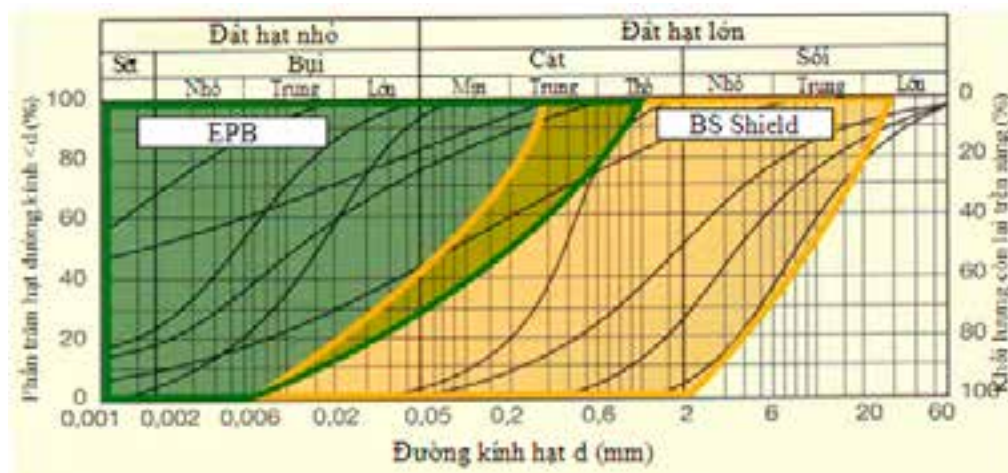


Hình 4. Phân loại TBM theo điều kiện địa chất phù hợp



a. TBM EPB

Hình 5. Các loại máy TBM được sử dụng hiện nay



(medium) chống đỡ mặt đào là một chất lỏng hầu như không có ma sát. Nó gồm nước và một phụ gia có thể thấm qua và bám dính vào bề mặt hang đào để tạo thành một lớp chống thấm. Lớp này sẽ truyền áp lực chống đỡ của chất lỏng vào đất nền. Ở châu Âu, bentonite (một loại sét được xử lý về kỹ thuật) được sử dụng phổ biến như một phụ gia có tính thấm; ở Nhật Bản, thì thường cho thêm sét tự nhiên.

Công nghệ dung môi chống đỡ liên quan tới bentonite đã được giáo sư Muller-Kirchenbauer (Đức) nghiên cứu; còn liên quan tới sét tự nhiên, thì được Ts. Hironubu Yamazaki (Nhật Bản) nghiên cứu.

5.2. Khiên dùng đất để cân bằng áp lực (EPB)

Vì dung môi chống đỡ dùng cho loại khiên EPB chính là vật liệu được đào ra, nên nhìn chung khó mà phân định một cách chính xác. Thậm chí khi có cả nước ngầm, thì các tính chất của dung môi chống đỡ này vẫn ở mức tương đương với những đặc tính tốt nhất của một chất lỏng không thuộc không ma sát (non-frictionless) và có độ nhớt cao. Nếu lượng nước ngầm xâm nhập ở mức độ chưa thoả đáng hoặc nếu đất không chứa những hạt thật mịn thì phải đưa thêm nước hoặc nước lẫn sét huyền phù vào khe hở ở chỗ đầu cắt của khiên để có được các đặc tính lỏng thích hợp cho việc truyền áp lực.

Các hệ thống cơ học, chẳng hạn như những cần ngang được gắn vào bánh xe cắt kiểu quay tròn và tấm vách ngăn (bulkhead) chịu áp lực tĩnh, thì đảm nhiệm việc trộn vật liệu (đất) đã đào với lượng huyền phù bổ sung để thành một khối thể đồng nhất. Đất càng có tính đồng nhất và càng chắc thì quá trình này càng đạt kết quả.

Việc lựa chọn máy khoan hầm cần dựa trên kết quả khảo sát địa chất tuyến. Trong điều kiện cát và sỏi xốp, máy khoan hầm sử dụng dung dịch khoan có ưu thế hơn cả. Chất phụ gia áp lực cao sẽ tương tác lên cả áp lực nước và đất. Nếu đất có hàm lượng sét phù hợp, có thể chỉ cần dùng nước. Ngược lại, dung dịch nước pha bentonite hoặc dung dịch nhũ tương được sử dụng để tạo một màng chống thấm mỏng gát kết mặt hầm. Chất phụ gia dạng huyền phù được đưa vào đoạn phía trên của khoang trống máy khoan hầm và hỗn hợp đất/chất huyền phù sẽ được phun ra từ phần dưới nơi có bộ phận khuấy đều để tránh tình trạng bồi lắng và đảm bảo tách được các chất trung gian đồng nhất. Đối với máy khoan hầm cân bằng áp lực đất, các chất phụ gia đất pha sét như nước, bentonite hoặc bột hóa học sẽ được sử dụng để tạo một loại “vữa đất” để cân bằng cả áp lực nước và đất. Vật liệu đào được thường được chuyển qua băng tải quay. Có sự tương quan dựa trên phân bố kích thước hạt (Particle Size Distribution (PSD) đất để đánh giá sự phù hợp trong việc lựa chọn máy khoan hầm cân bằng áp lực đất (EPB TBM) hoặc máy khoan hầm sử dụng dung dịch khoan. Ví dụ về sự tương quan này được thể hiện trong Hình 6.

6. Kết luận, kiến nghị

Kết luận

Hiện nay nhu cầu xây dựng các công trình ngầm đang gia tăng với tốc độ nhanh chóng, đặc biệt là ở các đô thị lớn, nơi mà các điều kiện đất đai thường không thuận lợi. Trong quy hoạch phát triển ở Hà Nội và TP Hồ Chí Minh, giải pháp giao thông ngầm đã được quan tâm và bắt đầu triển khai. Mặc dầu ngày nay với những tiến bộ về khoa học công nghệ,

người ta có thể xây dựng được hầm ở hầu như trong mọi loại đất và mọi môi trường song trên thực tế việc thi công công trình ngầm trong nền đất yếu vẫn là một vấn đề nan giải.

Với đặc trưng đô thị là địa chất yếu, phương pháp đào hầm bằng TBM/SM là phương án hiệu quả. Việc đi sâu tìm hiểu, nghiên cứu kinh nghiệm của nước ngoài trong lĩnh vực công trình ngầm trở nên cấp thiết và rất hữu ích đối với thực tế trong nước.

Do vậy, đề tài đã nghiên cứu các máy đào hầm TBM/SM, phân tích nghiên cứu một số vấn đề đáng lưu ý đồng thời cũng là những khuyến nghị đối với xây dựng hầm trong đất yếu thi công phù hợp với điều kiện của Việt Nam.

Đối với công tác khảo sát địa chất và phân tích thiết kế dự án công trình ngầm thi công bằng TBM phải tiến hành nghiên cứu đánh giá môi trường và các khu vực xung quanh để có được một quyết định ban đầu về hướng hoặc tuyến đặt hầm. Những quyết định này cũng tùy thuộc vào quy mô của hầm, và đáp ứng được các nhân tố ảnh hưởng chẳng hạn như: những quy định của chính phủ, các chế định, khả năng tiếp cận tới được công trình, các thông số về chi phí, thời hạn hoàn thành dự án, và các điều kiện ràng buộc có

thể về thời gian.

Việc đánh giá các tham số thiết kế khác và sử dụng công nghệ thi công vỏ hầm bằng biện pháp dùng thiết bị khoan hầm TBM nên có những phân tích thận trọng về ảnh hưởng của các vấn đề liên quan đến bài toán lún và ổn định công trình, đặc biệt là trong các khu vực đất yếu của đô thị với mật độ dân cư đông đúc.

Kiến nghị

Để giới hạn sự hư hại có thể xảy ra do lún gây ra từ công tác thi công đường hầm là yêu cầu sử dụng các thiết bị và phương pháp thi công đường hầm cơ giới giảm được sự mất mát đất do đào lẹm, lệch tuyến ... cần có các biện pháp sau:

- Phân tích thận trọng bài toán thiết kế công trình ngầm, lựa chọn các phương pháp thiết kế phù hợp. Lựa chọn công nghệ thi công phù hợp với điều kiện địa chất tuyến ngầm.
- Giới hạn tỷ lệ chiều dài /đường kính cho khiên đào, mục đích là kiểm soát hướng để dàng hơn và giảm bớt những ảnh hưởng của thi công công trình ngầm trong đất yếu.
- Quan trắc và thu thập dữ liệu đo đạc, đảm bảo công trình ngầm thi công được an toàn hiệu quả./.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Quý Đức, Đề tài tiến sĩ năm 2018 tại Học viện kỹ thuật quân sự, Nghiên cứu dự báo lún mặt đất do đào đường hầm bằng khiên đào trong đất yếu.
2. Đỗ Như Tráng (1996), Giáo trình công trình ngầm Phần 1, phần 2, Tủ sách Học viện KTQS.
3. Nguyễn Văn Vũ, Trần Mạnh Liễu, Nguyễn Huy Phương, Nguyễn Văn Thương (09/2019). Nghiên cứu, phân chia cấu trúc nền thành phố Hà Nội và đánh giá khả năng xây dựng của chúng.
4. SMJO (2016), Hồ sơ thiết kế kỹ thuật Tuyến tàu điện ngầm Bến thành - Suối tiên (Tiếng Việt, tiếng Anh),
5. SYSTRA S.A (2012), Hồ sơ thiết kế kỹ thuật dự án: Tuyến đường sắt đô thị thí điểm Thành phố Hà Nội (Tiếng Việt, tiếng Anh).
6. Cui, J., & Nelson, J. D. (2019). Underground transport: An overview. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 87, 122-126.
7. Ng Kim-Soon, Nuhu Isah, Maimunah Binti Ali, Abd Rahman Bin Ahmad. Relationships Between Stormwater Management and Road Tunnel Maintenance Works, Flooding and Traffic Flow.
8. Mohammed Beghou*, Rafik Demagh. Slurry shield tunneling in soft ground. Comparison between field data and 3D numerical simulation. *Studia Geotechnica et Mechanica*, 2019; 41(3); 115-128
9. Kannapiran, R. K. M. (2012). A study and evaluation on SMART Project, Malaysia (Doctoral dissertation, University of Southern Queensland).
10. Xie, X., Yang, Y., & Ji, M. (2016). Analysis of ground surface settlement induced by the construction of a large-diameter shield-driven tunnel in Shanghai, China. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 51, 120-132.

Vai trò môn học hình học họa hình...

(tiếp theo trang 7)

4. Kết luận

Khả năng tư duy về hình khối, không gian có tầm quan trọng lớn đối với công việc trong các lĩnh vực khác nhau liên quan đến ngành nghề như đồ họa máy tính, kỹ thuật, kiến trúc và xây dựng. Có thể khẳng định, đây là một yếu tố rất quan trọng của người hành nghề kiến trúc chuyên nghiệp. Trong ngành kiến trúc nói riêng, hình học họa hình không chỉ là một môn học đơn thuần, mà môn học còn đóng vai trò rất lớn trong sự phát triển về khả năng tư duy logic cũng như hình thành khả năng phát triển trí tưởng tượng về không gian của người học./.

Tài liệu tham khảo

1. <http://docs.google.com/forms/d/1uqizWr5Qg7thRPSYJR3vu8EbM2FcxgeFq9TV-yI0s/edit#responses>
2. <http://docs.google.com/forms/d/1zAu7R4YRrxI3VLJXFLO3HcmNi1oly7fumsjqNumd68/edit#responses>
3. The MCT (Adapted From TiTus, 2009)
4. Dương Thọ (2004) Hình học họa hình – Đại học Đà Nẵng
5. Ю.И.Короев (1987), Giáo trình Начертательная Геометрия