

NGHIÊN CỨU DỰ BÁO TẢI TRỌNG TÁC DỤNG LÊN CÔNG TRÌNH NGẦM TÀU ĐIỆN NGẦM ĐÀO TRONG MÔI TRƯỜNG ĐẤT TẠI VIỆT NAM

VÕ TRỌNG HÙNG

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Email: votronghung@khoaxaydung.edu.vn

Hiện nay, Thủ đô Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh đang triển khai các dự án xây dựng hệ thống tàu điện ngầm. Việc thiết kế, thi công các công trình ngầm tàu điện ngầm chủ yếu tại đây sẽ thực hiện trong môi trường đất đá và môi trường đất. Trong đó, nhiều tuyến tàu điện ngầm chủ yếu sẽ được xây dựng trong môi trường đất (đặc biệt tại Thành phố Hồ Chí Minh). Tuy nhiên, tại Hà Nội, cùng với sự phát triển của thành phố lên phía Bắc, phía Tây, các tuyến tàu điện ngầm sẽ phải thi công trong các môi trường đất đá khác nhau: môi trường đất; môi trường đất đá; môi trường đá. Vì vậy, bên cạnh các phương pháp dự báo tải trọng tác dụng lên công trình ngầm xây dựng trong môi trường đất, môi trường đất đá, cần phải có những nghiên cứu bổ sung, phù hợp cho các công trình ngầm tàu điện ngầm xây dựng trong môi trường đất tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh.

1. Một số lý thuyết xác định áp lực ngầm tác dụng lên công trình ngầm tàu điện ngầm

1.1. Phương pháp xác định áp lực ngầm khi hình thành vòm đất đá sụt lờ

Phương pháp này sử dụng để xác định tải trọng tác dụng lên kết cấu chống giữ công trình ngầm tàu điện ngầm tiết diện lớn khi hình thành vòm đất đá sụt lờ trong môi trường đất đá bao quanh [1].

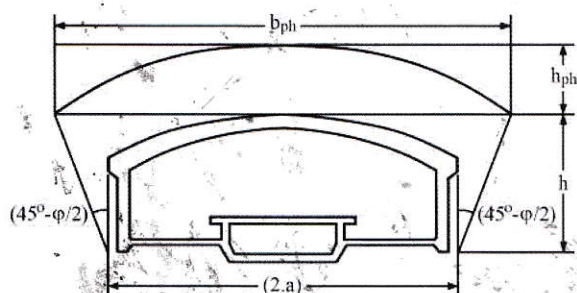
Áp lực, tải trọng theo khoảng thời gian tác dụng của chúng lên kết cấu chống giữ công trình ngầm tàu điện ngầm phân chia thành: các áp lực cố định; các áp lực tạm thời tác dụng dài hạn; các áp lực tạm thời tác dụng ngắn hạn; các áp lực đặc biệt [1]. Các áp lực cố định bao gồm: áp lực các lớp đất đá đắp phía trên; áp lực khối đất đá bao quanh công trình ngầm; áp lực thủy tĩnh của nước dưới đất; tự

trọng của kết cấu chống giữ; trọng lượng của nhà, công trình nằm trong khu vực ảnh hưởng tác dụng lên công trình ngầm; ứng lực từ các tác động nén ép trước của kết cấu chống giữ; áp lực của hệ thống kích thủy lực của khiên đào. Các áp lực tạm thời tác dụng dài hạn bao gồm: tải trọng của các máy, thiết bị cố định; các tác động khí hậu nhiệt; các tác động lún, sụt và lưu biến của vật liệu bê tông;... Các áp lực tạm thời tác dụng ngắn hạn bao gồm: tác động của các phương tiện vận tải trong công trình ngầm và trên mặt đất; các áp lực và tác động xuất hiện trong quá trình thi công công trình ngầm (áp lực của hệ thống kích thủy lực; áp lực bơm, nén, ép vữa lấp đầy, dính kết vào khoảng trống phía sau kết cấu chống giữ; các áp lực dịch chuyển, lấp đất các kết cấu chống giữ đường hầm; trọng lượng của các thiết bị, máy thi công đường hầm; một số chủng loại áp lực khác xác định từ đặc điểm của công nghệ thi công đường hầm;...);... Các áp lực đặc biệt bao gồm: các tác động địa chấn; các tác động khoan nổ mìn; các tác động nhiệt; các tác động của biến dạng trượt khối đất đá và một số chủng loại áp lực và tác động đặc biệt khác [1].

Các tải trọng thẳng đứng và nằm ngang từ trọng lượng của lớp đất phủ trong phương pháp thi công lộ thiên, từ áp lực đất đá trong phương pháp thi công ngầm hoặc từ các tải trọng cố định khác tác dụng trong giới hạn toàn bộ khẩu độ của công trình ngầm và toàn bộ chiều cao của chúng sẽ xem như được phân bố đều khi tính toán kết cấu chống giữ công trình ngầm tàu điện ngầm [1].

Để cho các công trình ngầm tàu điện ngầm xây dựng bằng phương pháp lộ thiên, đại lượng áp lực tiêu chuẩn thẳng đứng " $p_{tc,n}$ " từ lớp đất đắp phía trên sẽ được chọn tương ứng với áp lực của toàn bộ lớp đất đắp phía trên công trình

ngầm có xét đến trọng lượng của các công trình xây dựng, nhà,... phía trên công trình ngầm hoặc nằm trong khu vực giới hạn của khối lăng trụ trượt, sụt lở đất [1]. Các áp lực tiêu chuẩn thẳng đứng " $p_{tc,n}$ ", nằm ngang " $p_{tc,h}$ ", tác dụng lên kết cấu chống giữ công trình ngầm tàu điện ngầm xây dựng bằng phương pháp ngầm, sẽ được xác định bằng các kết quả của công tác khảo sát thăm dò hiện trường có xét đến khả năng hình thành vòm tự mạng tải trong khối đất (hình H.1) [1].



H.1. Sơ đồ xác định chiều cao vòm sụt lở [1]

Trong khu vực đất không ổn định, trong đó khả năng hình thành vòm sụt lở không thể xảy ra (các môi trường đất yếu, không liên kết, bão hòa nước), các tải trọng và áp lực được chọn bằng trọng lượng của toàn bộ lớp đất phía trên công trình ngầm tàu điện ngầm. Các tải trọng tiêu chuẩn thẳng đứng " $p_{tc,n}$ ", nằm ngang " $p_{tc,h}$ " sẽ được xác định trong những trường hợp này theo các công thức như sau [1]:

➤ Áp lực tiêu chuẩn tác dụng lên nóc công trình ngầm tàu điện ngầm theo phương thẳng đứng " $p_{tc,n}$ " xác định theo công thức:

$$p_{tc,n} = \sum_{i=1}^n (\gamma_i \cdot h_i), \text{ MPa}; \quad (1)$$

➤ Áp lực tiêu chuẩn tác dụng lên hông công trình ngầm tàu điện ngầm theo phương nằm ngang " $p_{tc,h}$ " xác định theo công thức:

$$p_{tc,h} = \sum_{i=1}^n [\gamma_i \cdot h_i \cdot \text{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)], \text{ MPa}. \quad (2)$$

Tại đây: γ_i - Mật độ tiêu chuẩn của đất tương ứng cho lớp thứ "i" phía trên công trình ngầm tàu điện ngầm, MN/m³; h_i - Chiều dày của từng lớp thứ đất thứ "i" phía trên công trình ngầm tàu điện ngầm, m;

Bảng 1. Giá trị của hệ số "F" [1]

Nº	Chủng loại đất đá	"F"
1	Đá sét rắn cứng liên kết (đá phiến; đá sét kết; đá mac-nơ tương tự như argillite; đất cát pha,...)	1,10
2	Đất sét rắn cứng thuộc Kỳ "Cacbon" hoặc Niên đại Proterozoic	1,15
3	Đất cỡ hạt lớn hơn 2 mm với chất lấp nhét là cát pha; đất sét và đất á sét có mật độ lớn	1,60
4	Cát có mật độ lớn, độ ẩm thấp hoặc các loại đất cát pha sét	1,60
5	Đất sét và đất á sét rắn cứng trung bình	1,60

n - Số lượng các lớp đất khác nhau nằm phía trên công trình ngầm tàu điện ngầm; φ - Góc ma sát trong tiêu chuẩn của lớp đất chứa mặt cắt ngang công trình ngầm tàu điện ngầm, độ.

Trong khu vực đất ổn định có khả năng hình thành vòm sụt lở, nếu khoảng cách từ vòm sụt lở đến mặt đất hoặc đến mặt tiếp xúc với các lớp đất không ổn định nhỏ hơn chiều cao vòm sụt lở, thì các tải trọng tiêu chuẩn thẳng đứng " $p_{tc,n}$ ", nằm ngang " $p_{tc,h}$ " vẫn được xác định theo các công thức tương ứng (1) và (2) [1].

Các tải trọng tiêu chuẩn phân bố đều theo phương thẳng đứng " $p_{tc,n}$ " và theo phương nằm ngang " $p_{tc,h}$ " trong những điều kiện hình thành vòm phá hủy, sụt lở trong môi trường đất đồng nhất sẽ xác định theo các công thức [1]:

➤ Áp lực tiêu chuẩn tác dụng lên nóc công trình ngầm tàu điện ngầm theo phương thẳng đứng " $p_{tc,n}$ " xác định theo công thức:

$$p_{tc,n} = (\gamma_d \cdot h_{ph}), \text{ MPa}; \quad (3)$$

➤ Áp lực tiêu chuẩn tác dụng lên hông công trình ngầm tàu điện ngầm theo phương nằm ngang " $p_{tc,h}$ " xác định theo công thức:

$$p_{tc,h} = [\gamma_d \cdot (h_{ph} + 0,5 \cdot h) \cdot \text{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)], \text{ MPa}. \quad (4)$$

Tại đây: γ_d - Mật độ tiêu chuẩn của khối đất phía trên công trình ngầm tàu điện ngầm, MN/m³; h_{ph} - Chiều cao vòm phá hủy, sụt lở phía trên công trình ngầm tàu điện ngầm, m; h - Chiều cao của công trình ngầm tàu điện ngầm, m; φ - Góc ma sát trong tiêu chuẩn của lớp đất chứa mặt cắt ngang công trình ngầm tàu điện ngầm, độ.

Chiều cao vòm đất phá hủy " h_{ph} " phía trên đỉnh vòm công trình ngầm tàu điện ngầm xác định theo công thức (H.1) [1]:

$$h_{ph} = \frac{(2 \cdot a) + 2 \cdot h \cdot \text{tg}[45^\circ - (\varphi/2)]}{2 \cdot f}, \text{ m}. \quad (5)$$

Tại đây: (2.a) - Chiều rộng thi công đường hầm giao thông, m; f - Hệ số đặc trưng cho mức độ ổn định của lớp đất đá chứa mặt cắt ngang công trình ngầm tàu điện ngầm (Bảng 1).

Chiều rộng vòm đất đá phá hủy " b_{ph} " phía trên đỉnh vòm công trình ngầm tàu điện ngầm xác định theo công thức (hình H.1) [1]:

$$b_{ph} = [(2 \cdot a + 2 \cdot h) \cdot \text{tg}(45^\circ - \varphi/2)], \text{ m}. \quad (6)$$

Chiều cao vòm sụt lở " h_{ph} " phía trên điểm cao nhất của vỏ chống để cho các công trình ngầm tàu điện ngầm xây dựng trong các môi trường đất sét tại độ sâu lớn hơn 45,0 m, lựa chọn với hệ số " k_{cv} ":

$$k_{cv} = (H_d / 45,0). \quad (7)$$

Tại đây: H_d - Chiều sâu bố trí đường hầm tính từ mặt đất đến điểm thấp nhất của đáy công trình ngầm tàu điện ngầm, m.

Trong trường hợp bố trí công trình ngầm tàu điện ngầm trong môi trường đất sét, độ bền của công trình ngầm sẽ bị giảm xuống dưới sự ảnh hưởng của sự xâm nhập nước dưới đất, chiều cao vòm sụt lở " h_{ph} " sẽ gia tăng lên thêm trong giới hạn đến 30,0 %.

Để cho chủng loại ga tàu điện ngầm dạng ba vòm, đại lượng khẩu độ (chiều rộng vị trí lớn nhất theo phương nằm ngang) của ga "(2.a)" sẽ được chọn bằng tổng các chiều rộng cố định của các

công trình ngầm cấu thành.

Chiều cao vòm sụt lở " h_{ph} " phía trên điểm cao nhất của vỏ chống trong điều kiện hình thành vòm phá hủy để cho các môi trường đất rắn cứng sẽ được xác định theo các công thức [1]:

➤ Để cho các loại đất rắn cứng tạo nên áp lực theo phương thẳng đứng và áp lực theo phương nằm ngang:

$$h_{ph} = [b_{ph} / (0,2 \cdot R_{n,m} \cdot k_{n,mn})], \text{ m.} \quad (8)$$

➤ Để cho các loại đất rắn cứng chỉ tạo nên áp lực theo phương thẳng đứng:

$$h_{ph} = [(2 \cdot a) / (0,2 \cdot R_{n,m} \cdot k_{n,mn})], \text{ m.} \quad (9)$$

Tại đây: $R_{n,m}$ - Giới hạn bền nén của mẫu đất, MPa; $k_{n,mn}$ - Hệ số xét đến mức độ nứt nẻ của đất (Bảng 2) xuất phát từ giới hạn bền nén của mẫu đất, độ rỗng, mức độ nứt nẻ (khoảng cách trung bình giữa các khe nứt của hệ thống khe nứt phát triển nhất) và các đặc tính khác của mức độ nứt nẻ.

Bảng 2. Giá trị của hệ số " $k_{n,mn}$ " [1]

Cấp hạn của khối đất rắn cứng theo mức độ nứt nẻ của môi trường đất	Giá trị hệ số " $k_{n,mn}$ " tương ứng với giá trị giới hạn " $R_{n,m}$ " (MPa)				
	10,0	20,0	40,0	80,0	160,0
I - Không nứt nẻ	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0
II - Ít nứt nẻ	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8
III - Nứt nẻ trung bình	1,2	0,9	0,7	0,6	0,5
IV - Nứt nẻ mạnh	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3
V - Phân khối, cục đất rời rạc	0,7	0,4	0,3	0,2	0,1

Sự tồn tại của áp lực theo phương nằm ngang của đất rắn cứng được xác định trên cơ sở kinh nghiệm của quá trình xây dựng các công trình ngầm tàu điện ngầm ở những điều kiện địa cơ học tương tự [1].

1.2. Phương pháp "SNHIP II-40-80"

Phương pháp "SNHIP II-40-80" (Tiêu chuẩn Xây dựng II-40-80) thường được sử dụng để xác định tải trọng tác dụng lên kết cấu chống giữ công trình ngầm tàu điện ngầm tiết diện lớn đào trong môi trường đất [2].

Theo SNHIP II-40-80, các tải trọng cố định tác dụng lên kết cấu chống giữ công trình ngầm tàu điện ngầm bao gồm: tải trọng thẳng đứng, tải trọng nằm ngang của đất; tải trọng của nước dưới đất; trọng lượng nhà, công trình ảnh hưởng; tự trọng của kết cấu xây dựng; tác động của ứng suất trước tác dụng lên kết cấu. Các tải trọng tác dụng lên kết cấu chống giữ được xác định trên cơ sở các kết quả khảo sát địa kỹ thuật, nghiên cứu thực nghiệm, các kinh nghiệm xây dựng trong những điều kiện địa kỹ thuật tương tự. Trong phương pháp xây dựng lộ thiên, các tải trọng thẳng đứng và nằm ngang nên chọn quy luật phân bố đều tác dụng lên khẩu độ, đường kính, bán kính " r ", chiều cao công

trình ngầm [2].

Để cho các đường hầm đơn độc (thỏa mãn các điều kiện: $L \leq (0,5 \cdot D_{\max})$ trong môi trường đất rắn cứng; $L \leq D_{\max}$ trong môi trường đất khác; L - Khoảng cách giữa các đường hầm, m; $D_{\max}$ - Đường kính ngoài lớn nhất của kết cấu chống giữ đường hầm, m) sử dụng kết cấu chống giữ lắp ghép, đường kính ngoài " D " bằng 5,5 m; xây dựng bằng công nghệ "buồng khí nén" trong môi trường đất đồng nhất, các đại lượng tải trọng tiêu chuẩn thẳng đứng của đất " p_t " và hệ số quá tải " h_{qt} " cần lựa chọn theo Bảng 3. Cho các đường hầm đơn độc có " D " lớn hơn 5,5 m, nhưng không lớn hơn 9,5 m, cần xác định các tải trọng tác dụng theo các số liệu Bảng 3 với sự điều chỉnh thích hợp theo tỷ lệ giữa các đường kính, kích thước cấu tạo kết cấu chống giữ của đường hầm thiết kế và đường hầm thể hiện trong các Bảng 3 [2].

Khi đường hầm đặt trong môi trường đất sét với dòng nước chảy vào phía trong thì cần gia tăng giá trị " p_t " (Bảng 3) thêm khoảng 30 %. Cần điều chỉnh các đại lượng " p_t ", " h_{qt} " theo các số liệu khảo sát, thí nghiệm tại hiện trường cho các đoạn đường hầm đặt trong các môi trường đất khác với các loại đất thể hiện trong Bảng 3 [2].

Bảng 3. Tải trọng tiêu chuẩn thẳng đứng của đất " p_t " và hệ số quá tải " k_{qt} " [2]

Chủng loại đất trong giới hạn mặt cắt ngang đường hầm	p_t , kN/m ²	k_{qt}	Các đặc tính của đất		
			γ , Tấn/m ³	φ , độ	C, MPa
Các loại đất sét					
Đất sét Kỷ Cacbon	130	1,5	2,15	25	0,20
Đất sét Niên đại Proterozoic	160	1,5	2,15	23	0,15
Đất sét Kỷ Cambri	180	1,5	2,10	21	0,10
Đất sét Kỷ Paleogen	180	1,5	1,95	19	0,15
Đất sét Kỷ Paleogen có cấu trúc bị phá	240	1,5	1,90	15	0,07
Đất sét Kỷ Cambri phân lớp	260	1,5	2,00	18	0,06
Đất sét “Iurski” tại khu vực Moskva	260	1,5	1,75	18	0,06
Đất sét pha Kỷ Neogen	230	1,5	2,05	20	0,08
Đất sét pha, cát pha chứa sỏi	200	1,4	1,90	22	0,02
Đất cát pha chứa sỏi đến 14 %	180	1,4	2,20	28	0,03
Các loại đất cỡ hạt lớn					
Đất trầm tích chứa sỏi với đất sét pha, cát pha lấp nhét, độ ẩm nhỏ	170	1.4	2,20	40	0,01
Các loại cát					
Cát mật độ cao, ít ẩm ướt	150	1,3	1,75	32	0,01

Ghi chú: p_t - Đại lượng tải trọng tiêu chuẩn thẳng đứng của đất tác dụng lên kết cấu chống giữ đường hầm có đường kính "D" phía ngoài bằng 5,5 m, kN/m²; k_{qt} - Hệ số quá tải; γ - Trọng lượng thể tích của đất, Tấn/m³; φ - Góc ma sát trong của đất, độ; C - Lực dính kết của đất, MPa.

2. Nghiên cứu xây dựng phương pháp dự báo tải trọng tác dụng lên kết cấu chống giữ công trình ngầm tàu điện ngầm cho Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh

Rõ ràng phương pháp dự báo tải trọng tác dụng lên công trình ngầm tàu điện ngầm theo [1] chỉ phù hợp trong môi trường đất đá. Trong khi đó, các số liệu trong phương pháp "SNHIP II-40-80" [3] chỉ phù hợp với các chủng loại đất cụ thể đã nghiên cứu (Bảng 3). Do đó, những kết quả nghiên cứu này rất khó có thể sử dụng khi dự báo các tải trọng tác dụng lên kết cấu chống giữ công trình ngầm tàu điện ngầm xây dựng trong những môi trường đất

có các đặc tính địa cơ học khác. Vì vậy, cần có những nghiên cứu phù hợp dự báo giá trị tải trọng tác dụng lên kết cấu chống giữ công trình ngầm tàu điện ngầm sẽ thiết kế, xây dựng tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh đào trong môi trường đất.

Theo các số liệu của Bảng 3, sau khi sử dụng phương pháp xác định hàm thực nghiệm xấp xỉ nhiều biến, Võ Trọng Hùng đã tìm ra các mối quan hệ giữa đại lượng tải trọng tiêu chuẩn thẳng đứng " p_t " (kN/m²) của đất tác dụng lên kết cấu chống giữ đường hầm có đường kính phía ngoài bằng 5,5 m với các đặc tính của đất " γ ", " φ ", "C" có dạng sau đây:

$$p_t = 299,4491 + 35,10698 \cdot (\gamma) - 5,78392 \cdot (\varphi) - 504,453 \cdot (C); R = 0,869869; \quad (10)$$

$$p_t = 1806,82 \times (\gamma)^{(2,320987)} \times (\varphi)^{(0,334124)} \times (C)^{(0,819295)}; R = 0,886449; \quad (11)$$

$$p_t = 636,2911 + 134,0121 \cdot \ln(\gamma) - 204,849 \cdot \ln(\varphi) - 35,5791 \cdot \ln(C); R = 0,871608; \quad (12)$$

$$p_t = e^{[5,695854 + 0,243676 \cdot \gamma - 0,03052 \cdot \varphi - 2,80974 \cdot C]}; R = 0,889477; \quad (13)$$

$$p_t = 40,77332 - 151,466 \cdot (1/\gamma) + 4519,825 \cdot (1/\varphi) + 0,753736 \cdot (1/C); R = 0,805617; \quad (14)$$

$$p_t = 161,135 \times (\gamma)^{(0,795729)} \times e^{(-0,04294 \cdot \varphi)} \times (C)^{(-0,2121)}; R = 0,840516; \quad (15)$$

$$p_t = 1940,529 \times (\gamma)^{(0,517687)} \times (\varphi)^{(-0,79274)} \times e^{(-2,66202 \cdot C)}; R = 0,919628; \quad (16)$$

$$p_t = 1379,206 \times e^{(0,444678 \cdot \gamma)} \times (\varphi)^{(-1,11037)} \times (C)^{(-0,20123)}; R = 0,887949; \quad (17)$$

$$p_t = 121,591 \times e^{(0,418549 \cdot \gamma)} \times e^{(-0,04345 \cdot \varphi)} \times (C)^{(-0,214)}; R = 0,88922; \quad (18)$$

$$p_t = 1645,35 \times e^{(0,27054 \cdot \gamma)} \times (\varphi)^{(-0,79861)} \times e^{(-2,66976 \cdot C)}; R = 0,920126; \quad (19)$$

$$p_t = 348,7134 \times (\gamma)^{0,469666} \times e^{(-0,03033 \cdot \varphi)} \times e^{(-2,80367 \cdot C)}; R = 0,88922. \quad (20)$$

Tại đây: R - Hệ số tương quan bội.

Sau khi so sánh các hệ số tương quan bội "R"

của các mối quan hệ (10)-(20), có thể nhận thấy mối quan hệ (19) có hệ số tương quan bội lớn nhất

$R=0,920126:$

$$p_t = a_1 \times e^{(a_2 \cdot \gamma)} \times (\varphi)^{(a_3)} \times e^{(a_4 \cdot C)}, \text{ kN/m}^2. \quad (21)$$

Tại đây: a_1, a_2, a_3, a_4 - Các giá trị hệ số thực nghiệm; $a_1=1645,35$; $a_2=0,27054$; $a_3=-0,79861$; $a_4=-2,66976$; γ - Trọng lượng thể tích của đất, MN/m^3 ; φ - Góc ma sát trong của đất, độ; C - Lực dính kết của đất, MPa .

Công thức (21) có thể sử dụng để dự báo giá trị tải trọng tiêu chuẩn thẳng đứng " p_t " (kN/m^2) của đất tác dụng lên kết cấu chống giữ đường hầm có đường kính phía ngoài bằng 5,5 m với các đặc tính của đất " γ ", " φ ", " C " khác với các giá trị tương ứng thể hiện trên Bảng 3.

Như vậy, có thể đề xuất phương pháp sau đây dự báo tải trọng tác dụng lên công trình ngầm tàu điện ngầm xây dựng trong môi trường đất tại Thủ đô Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh như sau:

➤ Bước 1 - Xác định các tác dụng địa cơ học " γ ", " φ ", " C " của môi trường đất cho các khu vực xây dựng công trình ngầm tàu điện ngầm tại Thủ đô Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh;

➤ Bước 2 - Sử dụng công thức thực nghiệm (21) để dự báo tải trọng tiêu chuẩn thẳng đứng " $p_{t,5,5}$ " tác dụng lên công trình ngầm sử dụng kết cấu chống giữ lắp ghép, có đường kính ngoài "D" bằng 5,5 m;

➤ Bước 3 - Đối với các công trình ngầm có đường kính ngoài "D" (m) lớn hơn 5,5 m ($D > 5,5$ m), việc dự báo tải trọng " $p_{t,D}$ " tác dụng lên kết cấu chống giữ công trình ngầm nên sử dụng công thức:

$$p_{t,D} = [p_{t,5,5} \cdot (D/5,5)], \text{ kN/m}^2. \quad (22)$$

➤ Bước 4 - Dự báo tải trọng thẳng đứng " $p_{t,N}$ " tiêu chuẩn tác dụng lên kết cấu chống giữ công trình ngầm tàu điện ngầm theo các công thức:

$$p_{t,N} = (k_{qt} \cdot p_{t,5,5}), \text{ kN/m}^2 \text{ khi } D \leq 5,5 \text{ m}; \quad (23)$$

$$p_{t,N} = (k_{qt} \cdot p_{t,D}), \text{ kN/m}^2 \text{ khi } D > 5,5 \text{ m}; \quad (24)$$

Tại đây: k_{qt} - Hệ số quá tải.

➤ Bước 5 - Sau khi xác định tải trọng thẳng đứng " $p_{t,N}$ " tác dụng lên kết cấu chống giữ công trình ngầm tàu điện ngầm thì công trong môi trường đất cụ thể, các nội dung dự báo tải trọng khác có thể thực hiện theo phương pháp "SNHPII-40-80".

3. Kết luận

Phương pháp dự báo tải trọng tác dụng lên công trình ngầm tàu điện ngầm trên đây không chỉ sử dụng cho các công trình ngầm tàu điện ngầm xây dựng ở Thủ đô Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh. Phương pháp này có thể sử dụng khi dự đoán tải trọng tác dụng lên các công trình ngầm tiết diện lớn thi công trong môi trường đất với những đặc tính địa cơ học khác nhau. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Протосеня А.Г., Карасев М.А. Механика подземных сооружений. Учеб. пособие/ Национальный минерально-сырьевой университет "Горный". Санкт-Петербург, 2013. 113 стр.
2. СНиП II-40-80. Строительные нормы и правила. Часть II. Нормы проектирования. Глава 40. Метрополитены. М., Недра, 1981. 64 стр.

Ngày nhận bài: 15/02/2019

Ngày gửi phản biện: 16/04/2019

Ngày nhận phản biện: 20/07/2019

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/08/2019

Từ khóa: phương pháp dự báo; tải trọng tác dụng; công trình ngầm; tàu điện ngầm; công trình ngầm tiết diện lớn; môi trường đất

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam

SUMMARY

The paper introduces the research results suggesting the method of forecasting the load effect on underground subway works, large section underground works constructed in soil environment with different geotechnical characteristics.



1. Ta chỉ làm tốt khi tự ta làm lấy. *Napoleon Bonaparte.*

2. Sự sáng suốt của chúng ta đến từ kinh nghiệm, và kinh nghiệm đến từ sự ngu ngốc. *Sacha Guitry.*

3. Quyết đoán là một tính cách của những người đàn ông và phụ nữ năng động. Quyết định nào cũng hơn là không có quyết định. *Brian Tracy.*

4. Chúng ta cần học cách nghỉ ngơi và thư giãn. Nó giúp ta phòng chống bệnh tật và giảm ngừa căng thẳng. Nó giúp ta có tâm trí sáng suốt để tập trung giải quyết các vấn đề. *Thiền sư Thích Nhất Hạnh.*

VTH sưu tầm