CHỈ DẪN THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG TƯỜNG TRONG ĐẤT

I. NHỮNG KHÁI NIỆM CHUNG VỀ TƯỜNG TRONG ĐẤT.

1. Định nghĩa tường trong đất

Tường trong đất là một bộ phận của kết cấu công trình bằng bêtông cốt thép được đúc tại chỗ hoặc lắp ghép (bằng các tấm panen đúc sẵn) trong đất.

Tên của loại kết cấu này thường được gọi như sau:

- Tiếng Việt: tường trong đất.
- Tiếng Pháp: Paroi moulée dan le sol.
- Tiếng Anh : Diaphragm Wall.

Trong cuốn chỉ dẫn này chỉ giới thiệu loại tường trong đất đúc tại chỗ, là loại phổ biến nhất.

2. Tóm tắt về thi công tường trong đất.

Thi công tường trong đất thực chất là thi công các barét, được nối liền nhau qua các giõang chống thấm để tạo thành một bức tường trong đất bằng bêtông cốt thép.

Các barét thường có tiết diện chữ nhật, với chiều rộng từ 0,5m đến 1,5m, chiều dài từ 2,5m đến 3,0m và chiều sâu thông thường từ 12m đến 30m, cá biệt có những cái sâu tới 100m. Ở Việt Nam đã làm 4 công trình có tường trong đất rộng từ 0,6m đến 0,8m và sâu từ 18m đến 22m.

3. Phạm vi áp dụng tường trong đất.

Tường trong đất có thể áp dụng trong các trường hợp sau:

Làm tường tầng hầm cho nhà cao tầng;

Làm các công trình ngầm như: đường tàu điện ngầm, đường cầu chui, cống thoát nước lớn, các gara ôtô ngầm dưới đất v.v...

Làm kè bờ cảng, làm tường chắn đất ...

Trong cuốn chỉ dẫn kĩ thuật này chủ yếu giới thiệu về việc áp dụng tường trong đất để làm các tầng hầm cho nhà cao tầng.

II. MỘT SỐ ĐIỀU CẦN LƯU Ý VỀ ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH .

Công tác khảo sát địa chất công trình cho tường trong đất về cơ bản giống như cho cọc barét.

1. Căn cứ vào tính chất làm việc của tường trong đất.

Khi dùng tường trong đất làm tường tầng hầm cho nhà cao tầng, thì tường trong đất có tác dụng và đảm bảo các yêu cầu:

Bảo vệ thành hố đào sâu; đồng thời bảo vệ nền móng cho công trình lân cận;

Bảo vệ cho nước ngầm không vào được tầng hầm trong quá trình thi công cũng như sử dụng;

Đảm bảo cho tường trong đất được ổn định, nghĩa là không bị nghiêng, không bị lún quá giới hạn cho phép;

2. Những ngoại lực tác dụng váo tường trong đất.

Áp lực đất trên mặt tường;

Áp lực nước dưới đất lên mặt tường;

Tải trọng công trình

Tác dụng của lực chống hoặc neo vào tường

3. Khi khảo sát, phải xác định cho được một tầng đất sét hoặc sét pha đủ dầy và đủ cứng để để chân tường trong đất dựa váo đó. Có như vậy, thì mới có thể chắn được nước dưới đất vào tầng hầm và đảm bảo cho tường không bị lún quá giới hạn cho phép.

Đất loại sét và đất và sét pha là loại đất có hệ số thấm nước rất nhỏ nên cách nước tốt. Đất này phải có trạng thái dẻo cứng, nửa cứng và cứng để chịu được tốt tải trọng do công trình và bản thân bức tương truyền xuống. Chiều dày của lớp đất sét này dưới chân tường phải $\geq 4b$ (trong đó b là chiều rộng của tường trong đất). Đất sét vá đất sét pha phải có độ sệt $I_L \leq 0{,}30$ và hệ số thấm nước $K \leq 3x10^{-10}$ m/sec.

4. Xác định cao trình và sự thay đổi mực nước dưới đất theo các mùa trong năm; xác định tính chất ăn mòn của nước.

III. THIẾT KẾ TƯỜNG TRONG ĐẤT.

Trong phần này chỉ trình bày giải pháp thiết kế cho tường trong đất dùng làm tầng hầm cho nhà cao tầng. Nội dung việc thiết kế như sau:

1. Kiểm tra sức chịu tải của đất nền dưới chân tường

Tường trong đất khi dùng làm tường tầng hầm cho nhà cao tầng, thì có thể hoặc không chiu tải trọng thẳng đứng N_{tc} do công trình bên trên gây nên.

Trong trường hợp tổng quát, thì phải đảm bảo cho sức chịu của đất dưới chân tường lớn hơn tải trọng của công trình cộng với tải trọng bản thân của bức tường gây nên tai chân tường, tức là:

$$p_{tc} = \frac{N^{tc} + G^{tc}}{b} \leq R^{tc}$$

Trong đó:

P^{tc} - áp lực tiêu chuẩn dưới chân tường, T/m^2;

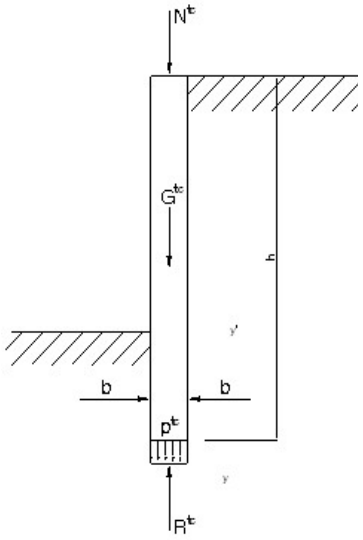
N^{tc} - tải trọng công trình trên mỗi mét dài, T/m;

G^{tc} - trọng lượng bản thân của, mỗi mét dài tường, T/m;

R^{tc} - sức chịu tải của đất nền dưới chân tường, xác định theo công thức (2 – 2)

b - chiều rộng của tường trong đất

$$R^{tc} = Ab\gamma + Bh\gamma' + Dc^{tc}$$



Trong đó :

b – chiều rộng của bức tường (chiều rộng của barét), m;

h – chiều sâu của bức tường, m;

γ – dung trọng của lớp đất dưới tường, T/m^3;

γ'- dung trọng trung bình của các lớp đất từ chân tường đến mặt đất, T/m^3;

c^{tc} – lực dính tiêu chuẩn của lớp đất dưới chân tường, T/m^2;

A, B, D – các thông số phụ thuộc góc ma sát trong φ^0 của lớp đất dưới chân tường, tra theo bảng sau:

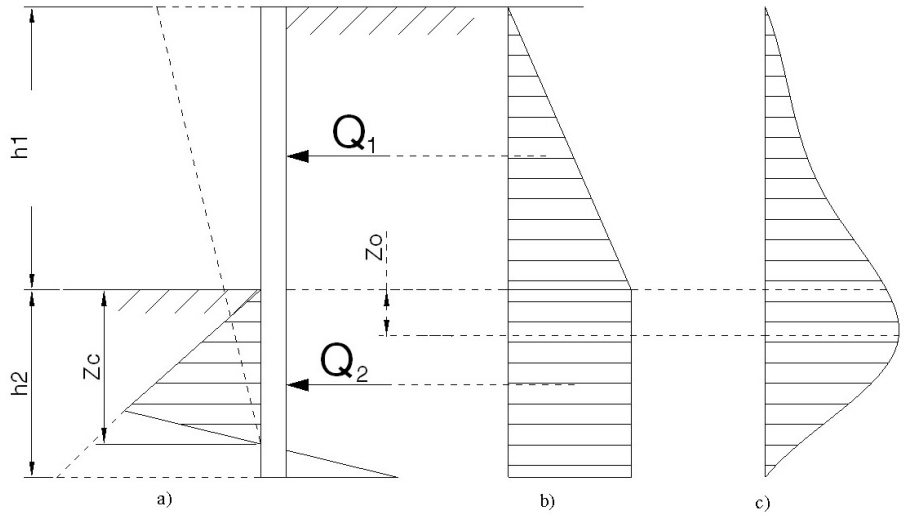
φ^0	A	B	D	φ^0	A	B	D
0	0.00	1.00	3.14	***24***	0.72	3.87	6.45
2	0.03	1.12	6.32	***26***	0.84	4.37	6.90
4	0.06	1.25	3.51	***28***	0.98	4.93	7.40
6	0.1	1.39	3.71	***30***	1.15	5.59	7.95
8	0.14	1.55	3.93	***32***	1.34	6.35	8.55
10	0.18	1.73	4.17	***34***	1.55	7.21	9.21
12	0.23	1.94	4.42	***36***	1.81	8.25	9.98
14	0.29	2.17	4.69	***38***	2.11	9.44	10.80
16	0.36	2.43	5.00	***40***	2.46	10.48	11.73
18	0.43	2.72	5.31	***42***	2.87	12.50	12.77
20	0.51	3.06	5.66	***44***	3.37	14.48	13.96
22	0.61	3.44	6.04	***46***	3.66	15.64	14.64

Ghi chú: tường trong đất bằng bêtông cốt thép là gồm các barét nối liền nhau qua các giõang chống thấm, cho nên có thể tính cho mỗi mét dài tường hay tính cho mỗi cái barét đều được.

2. Tính toán tường chắn không neo.

Trường hợp này chỉ áp dụng khi nhà có tầng hầm không sâu hơn 4m.

Sơ đồ tính được trình bày trong hình dưới đây:



Sơ đồ tính toán tường tầng hầm không neo

a) sơ đồ tường; b) sơ đồ áp lực đất; c) biểu đồ monem

Quan niệm rằng tường bêtông cốt thép là một vật cứng, nên dưới tác dụng của áp lực đất, thì nó sẽ quay quanh, một điểm C, gọi là điểm ngàm, cách đáy hố đào một đoạn $Z_c = 0,8h_2$ (trong đó h_2 là chiều sâu của tường dưới đáy hố đào)

Ở đây phải xác định hai số liệu quan trọng, đó là dộ sâu cần thiết của tường và mômen uốn M_{max} để tính cốt thép cho tường. Trình tự được tiến hành như sau:

a) Xác định các hệ số áp lực chủ động và áp lực bị động của đất váo tường

- Hệ số áp lực chủ động:

$$\lambda_a = tg^2 (45^0 - \lambda/2)$$

- Hệ số áp lực bị động.

$$\lambda_p = tg^2 (45^0 + \lambda/2)$$

Hiệu số của hai áp lực chủ động và bị động là:

$$\lambda = \lambda_p - \lambda_a$$

b) Xác định áp lực giới hạn của đất nền dưới chân tường :

$$q_{gh} = \gamma[(h_1 - h_2) - h_2\lambda_a]$$

c) Áp lực đất chủ động sau tường:

$$Q_1 = \frac{\gamma h_2^2 \lambda_a}{2}$$

$$Q_2 = \gamma Z_c \lambda_a$$

d) Lực đẩy ngang lớn nhất dưới chân tường vào đất:

$$q_{\max} = \frac{[\gamma h_2^2 \lambda - 2(Q_1 - Q_2)]^2}{\gamma h_2^3 \lambda - 2Q_1(h_1 - 3h_2) - 3Q_2(2h_2 - Z_c)} - \gamma h_2 \lambda$$

Ghi chú: Trong các công thức trên:

γ – dung trọng của đất;

φ – góc ma sát trong của đất

e) Chiều sâu ngàm của bức tường vào đất cần thiết để cho tường được ổn định khi thỏa điều kiện:

$$q_{max} \leq q_{gh}$$

g) Xác định momen uốn lớn nhất M_{max} tác dụng vào điểm nằm dưới đáy hố đào một đoạn Z_o

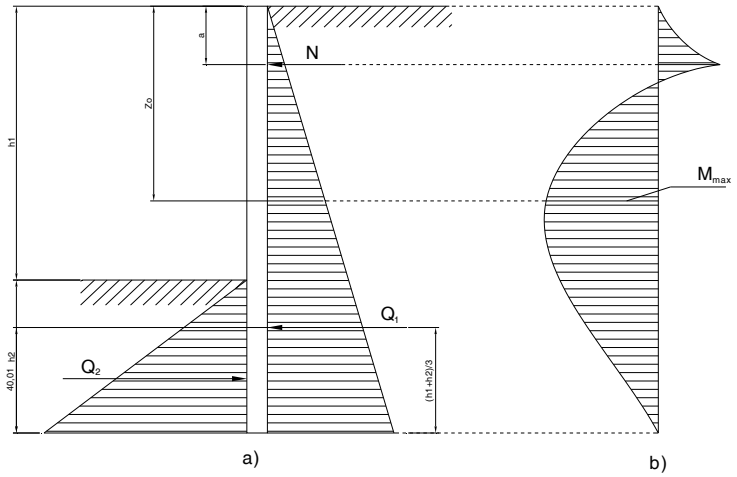
$$Z_0 = h_1 \frac{\lambda_a}{\lambda}\left[1 + \sqrt{1 + \frac{\lambda}{\lambda_a}}\right]$$

$$M_{\max} = \left[\frac{h_1}{2} + Z_0 + \frac{Z_0^2}{h_1}\right] - \frac{\gamma\lambda}{6} Z_0^3$$

Coi tường là một kết cấu công-xôn, từ M_{max} tính được cốt thép chủ cho tường theo phương pháp thông thường của kết cấu bêtông cốt thép.

3. Tính toán tường chắn có một hàng neo.

Sơ đồ tính toán được thể hiện trên hình dưới đây :



Sơ đồ tính toán tường có 1 hàng neo.

a) Sơ đồ tính b) Biểu đồ momen.

Điều kiện cân bằng ổn định của tường như sau :

$$Q_1\left[\frac{2}{3}(h_1+h_2)-a\right] \le mQ_2\left[h_1+\frac{2}{3}h_2-a\right]$$

Trong đó :

Q_1 - áp lực chủ động của đất

Q_2 - áp lực bị động của đất

m - hệ số điều kiện làm việc, m = 0,7 → 1

Phản lực của neo là :

$$N = Q_1 - Q_2$$

Điểm tác dụng của mômen uốn lớn nhất vào tường là điểm cách mặt đất một đoạn Z_0

$$Z_0 = \sqrt{\frac{2N}{\gamma\lambda_\alpha}}$$

Trong đó:

γ - dung trọng của đất

λ_a – hệ số áp lực đất chủ động

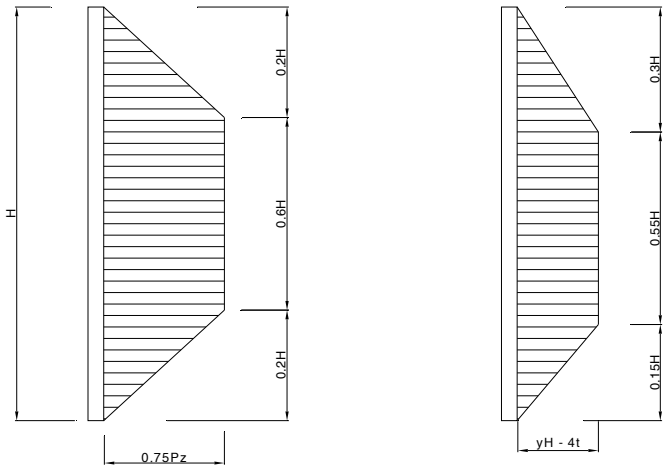
Giá trị của momen uốn lớn nhất vào tường M_{max}:

$$M_{\max} = N\left(Z_0 - a\right) - \frac{\gamma\lambda_a}{6}Z_0^3$$

Từ M_{max} tính được cốt thép chủ cho tường chịu uốn theo phương pháp thông thường của kết cấu bêtông cốt thép.

4. Tính toán tường chắn có nhều hàng neo.

Áp lực đất lên tường cừ được xác định theo phương pháp của K.Terzaghi. Biểu đồ rút gọn áp lực bên của đất lên tường có nhiều gối (do các thanh chống khi thi công) hoặc có nhiều neo (tạm thời hay dài lâu) đối với đất rời và đất dính được thể hiện ở hình sau:



Hình biểu đồ rút gọn áp lực bên của đất lên tường chắn có nhiều hàng neo

a) đất rời b) đất dính

Trị số áp lực ngang của đất tác dụng lên tường chắn đối với đất rời :

$$P_{max} = 0,75P_a$$

Đối với đất dính

$$P_{max} = \gamma_d H - 4\tau$$

Trong đó :

γ_d - dung trọng của đất tự nhiên ;

τ - kháng lực cắt của đất dính ;

P_a – áp lực chủ động của đất lên tường :

$$P_a = \gamma_d Z tg^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)$$

Trong đó:

Z – khoảng cách từ tiết diện của tường đang xét đến đỉnh tường ;

φ - góc ma sát trong của đất

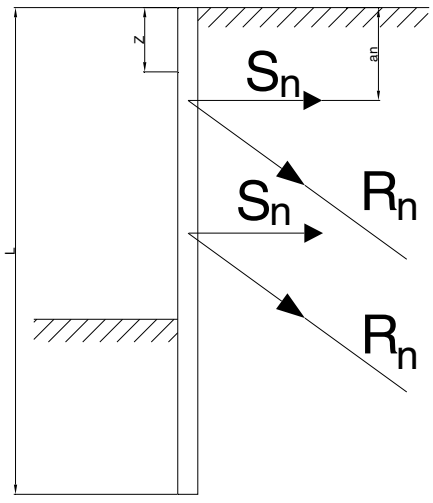
Dùng P_{max} để xác định các nội lực trong tường chắn.

Các mômen uốn trong tường và các phản lực ở gối (hoặc neo) được xác định như trong dầm một nhịp có chiều dài bằng khoảng cách giữa hai gối (hoặc neo). Phần trên cùng của tường được tính như dầm công-xôn có chiều dài bằng khoảng cách từ đỉnh tường đến hàng gối tựa (hoặc neo) thứ nhất. Giối tựu dưới cùng đặt tại hố móng.

Khi tính toán các tường cừ có neo ứng suất trước, thì phải tính các ứng suất phụ phát sinh trong tường và nao do việc căng neo.

Khi tính toán các ứng lực do các căng trước neo, để đơn giản tính toán, người ta xem tường như tuyệt cứng, tức là không xét đến ảnh hưởng của độ võng tường đến sự phân bố của phản lực đất phát sinh khi căng neo. Còn đất sau tường coi là nền đàn hồi Winkler với hệ số nền thay đổi tuyến tính theo chiều sâu.

Sơ đổ tác dụng vào tường khi có các neo ứng suất trước được trình bày trên hình sau :



Sơ đồ lực tác dụng vào tường cừ khi có các neo ứng suất trước

Mômen M_{Za} và lực cắt Q_{Za} trong tường cừ do căng trước neo được xác định theo công thức kinh nghiệm của V.M.Zubkov:

$$M_{Za} = \sum_{n=1}^{k} S_n.0 - \left(\frac{Z}{L}\right)^3 \left\{2Q_s L\left[1,5 - \frac{Z}{L}\right] - 3M_s\left[1,33 - \frac{Z}{L}\right]\right\}$$

$$Q_{Za} = \sum_{n=1}^{k} \eta S_n.0 - \left(\frac{Z}{L}\right)^3 \left\{8Q_s\left[1,25 - \frac{Z}{L}\right] - 12\left(\frac{M_s}{L}\right)\left[1 - \frac{Z}{L}\right]\right\}$$

Trong đó :

S_n – thành phần nằm ngang của lực căng neo ở hàng thứ n trên một mét dài tường, N/m;

Z – khoảng cách từ đỉnh tường đến tiết diện đang xét, m;

k- số lượng hàng neo theo chiều cao tường;

n- số liệu hàng neo (n = 1, 2, 3, ..., k).

L – chiều sâu tường (khoảng cách từ đỉnh tường đến chân tường), m;

a_n- khoảng cách từ đỉnh tường đến hàng neo thứ nhất, m;

$$0 = \begin{cases} (Z - a) & \text{nếu } Z > a_n \\ 0 & \text{nếu } Z \le a_n \end{cases} \qquad \eta = \begin{cases} 1 & \text{nếu } Z > a_n \\ 0 & \text{nếu } Z \le a_n \end{cases}$$

$$Q_S = \sum_{n=1}^{k} S_n \quad ; \qquad M_S = \sum_{n=1}^{k} S_n.a_n$$

Nội lực tổng cộng trong tường và neo:

$M_Z = M_{Za} + M_o$

$Q_Z = M_{Za} + Q_o$

$R_n = S_n + R_o$

Ở đây M_o, Q_o và R_o tương ứng là mômen, lực cắt và ứng lực trong neo nhận dược khi tính toán bình thường tường tựa trên các gối kê mà không có neo ứng lực.

Từ M_Z tính ra được thép dọc và Q_Z tính ra dược thép đai cho mỗi mét dài tường trong đất bằng bêtông cốt thép theo phương pháp thông thường của kết cấu bêtông cốt thép.

Về cơ bản cấu tao thép trong tường trong đất cũng giống như trong cọc barét.

Chú ý là có loại tường trong đất thi công bằng cách đổ bêtông tại chỗ trên hiện trường và có loại đúc sẵn trong công xưởng rồi lắp ghép tại hiện trường. Loại tường lắp ghép

thường không sâu bằng tường đúc tại chỗ. Khi tính thép cho tường lắp ghép cần phải chú ý việc vận chuyển và cẩu lắp các barét nên thường cốt thép trong tường lắp ghép nhiều trong tường đúc tại chỗ.

IV. THI CÔNG TƯỜNG TRONG ĐẤT.

Về cơ bản thi công tường trong đất cũng giống như thi công cọc barét. Tường trong đất là gồm các barét được nối với nhau theo cạnh ngắn của tiết diện; giữa các barét có giõang chống thấm.

Trình tự thi công cua tường trong đất bằng phương pháp đổ bêtông tại chỗ được thực hiện như sau:

1. Đào hố cho Panel (barét) đầu tiên.

Đào hố cho Panel đầu tiên, phải thực hiện 3 bước:

– Bước 1: dùng gầu đào thích hợp đào một phần hố đến chiều cao thiết kế. Chú ý, khi đào đến đâu, phải kịp thời cung cấp dung dịch bentonite đến đó, cho đầy hố đào, để giữ cho thành hố đào khởi bị sụt lở.

– Bước 2: đào phần hố bên cạnh, cách phần hố đào đầu tiên một dải đất. Làm như vậy để khi cung cấp dung dịch bentonite vào hố sẽ không là lở thành hố cũ.

– Bước 3: Đào nối phần đất còn lại (đào trong dung dịch bentonite) để hoàn thành một hố panen đầu tiên theo thiết kế.

2. Hạ lồng cốt thép, đặt giõang chống thấm và đổ bêtông cho panen (barét đầu tiên)

Các bước thực hiện như sau:

– Bước 4: hạ lồng cốt thép vào hố đào sẵn, trong dung dịch bentonite. Sau đó đặt giõang chống thấm CWS (nhờ có bộ gá thép chuyên dụng) vào vị trí.

Giõang chống thấm CWS là bộ giá lắp chuyên dụng của hãng Banchy-soletanche được trình bày trên hình 2.7a.

– Bước 5: Đổ bêtông theo phương pháp vũa dâng, thu hồi bentonite về trạm xử lý. Bêtông của tường trong đất thường có mác 250# đến 300#. Ống đổ bêtông phải luôn luôn chìm trong bêtông tươi một đoạn ≥ 3m để tránh cho bêtông bị phân tầng, bị rỗ.

– Bước 6: Hoàn thành đổ bêtông cho toàn bộ panen (barét) thứ nhất.

Chú ý: phải đổ bêtông cao hơn cốt thép thiết kế một đoạn không < 0,5m để sau này đập đi phần bêtông xấu là vừa.

3. Đào hố cho panen (barét) tiếp theo và tháo bộ gá lắp cho giõang chống thấm.

– Bước 7: Đào một phần hố sâu đến cốt thiết kế đáy panen (đào trong dung dịch bentonite). Chú ý đào cách panen đầu tiên (sau khi bêtông của panen đó đã ninh kết được ≥ 8 giờ.

– Bước 8: Đào tiếp đến sát panen số 1.

– Bước 9: Gỡ bộ gá lắp giõang chống thấm bằng gầu đào khỏi cạnh của panen số 1, nhưng giõang chống thấm CWS vẫn nằm tại chỗ tiếp giáp giũa 2 panen.

4. Hạ lồng cốt thép, đặt giõang chống thấm và đổ bêtông cho panen (barét) thứ 2.

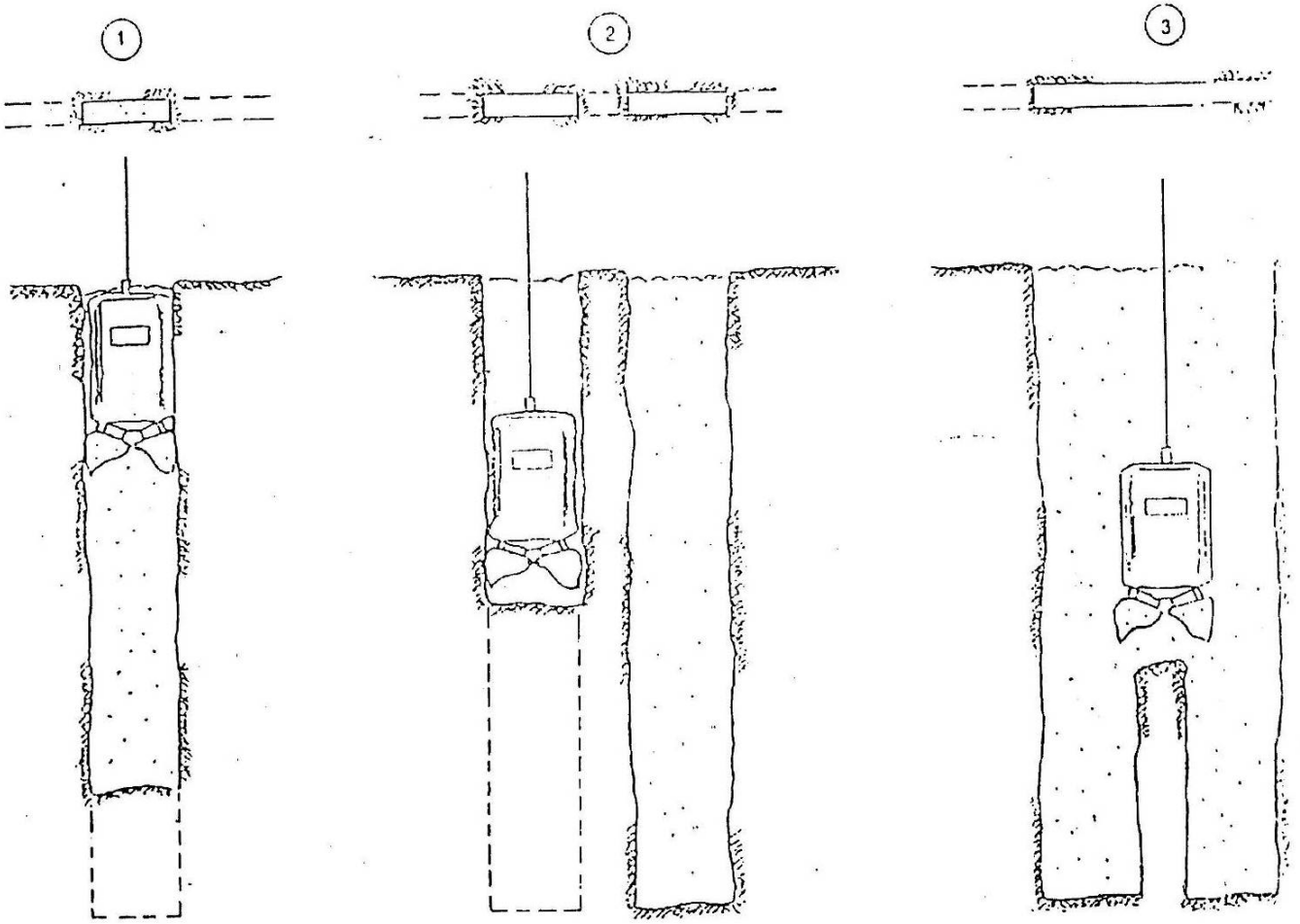
– Bước 10: Hạ lồng cốt thép xuống hố đào chứa đầy dung dịch bentonite. Đăt bộ gá lắpp ghép cùng với giõang chống thấm CWS vào vị trí.

– Bước 11: Đổ bêtông cho panen (barét) thứ 2 bằng phương pháp vữa dâng, như panen số 1

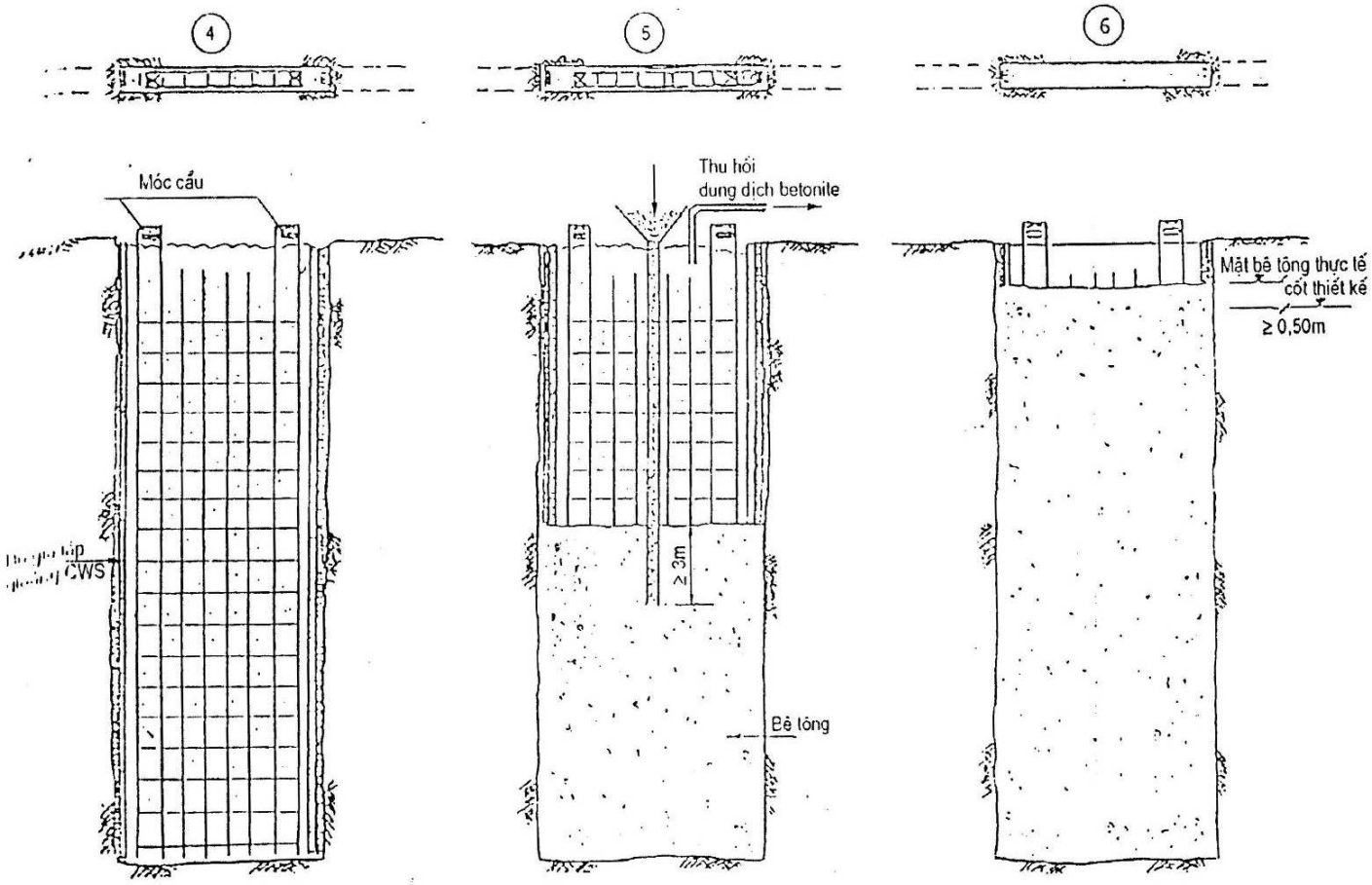
– Bước 12: Tiếp tục đào hố cho panen thứ 3 ở phía bên kia của panen số 1. Thực hiện việc hạ lồng cốt thép, đặt bộ gá cùng với giõang chống thấm và đỗ bêtông cho panen thứ 3 giống như đã thực hiện cho các panen trước.

Tiếp tiến hành theo quy trình thi công như vậy để hoàn thành toàn bộ công trình tường trong đất như thiết kế.

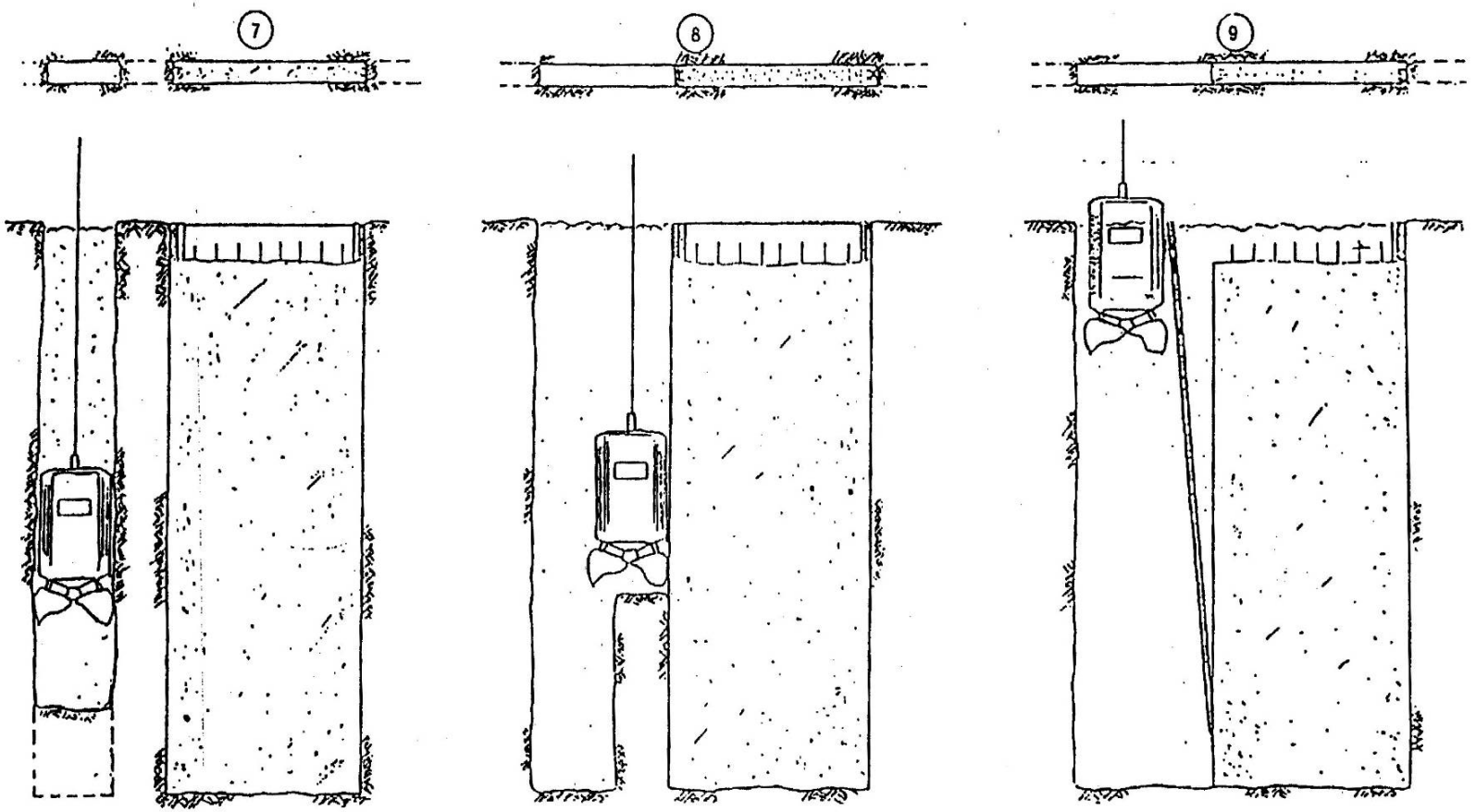
Chú ý: Phải đặt các ống siêu âm để kiểm tra chất lượng bêtông trong từng panen giống như trong cọc barét.



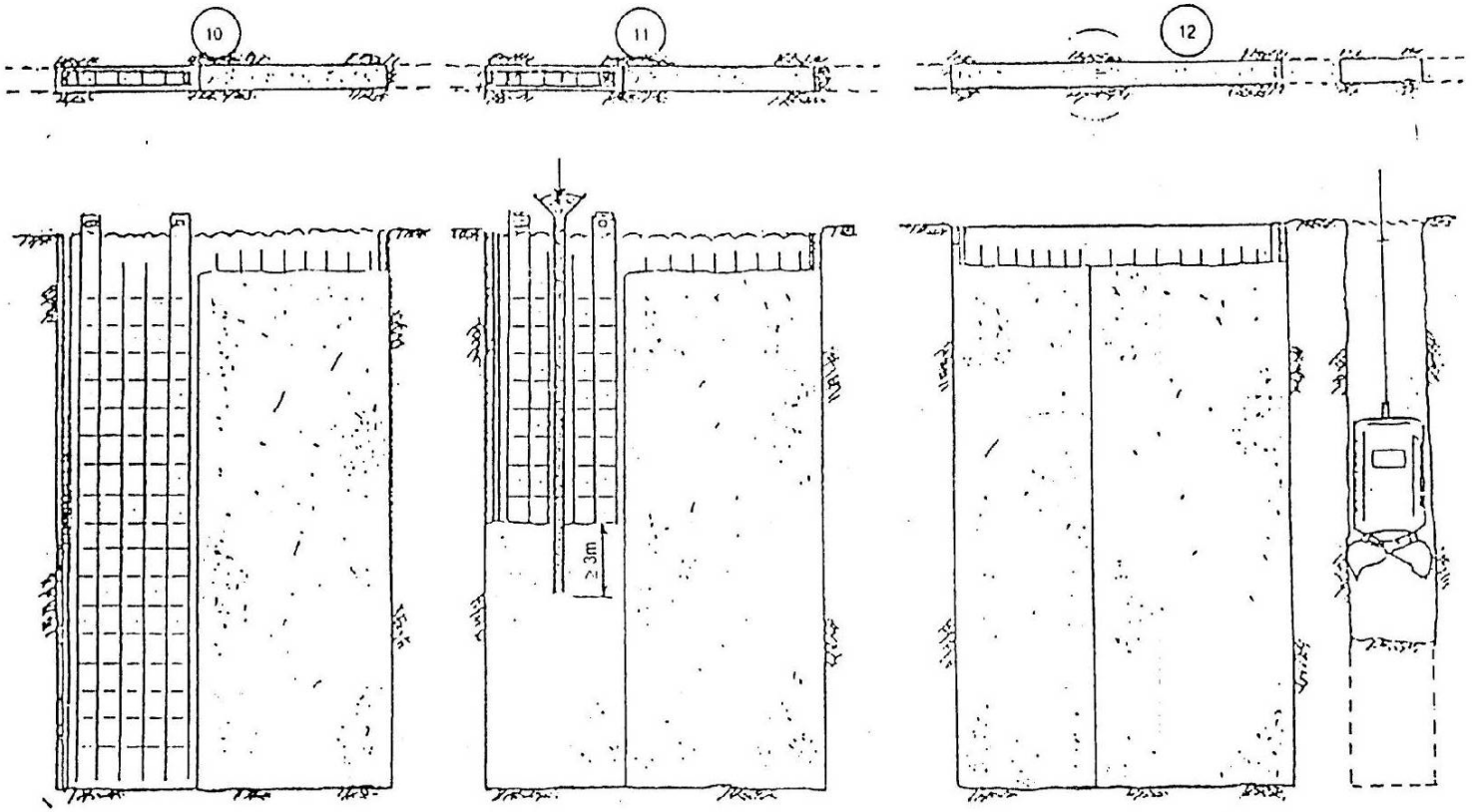
Hình 2.6: *Đào hố cho panen (barét) đầu tiên*
① Đào một phần hố;② Đào phần hố bên cạnh;③ Đào phần còn lại để hoàn thiện hố đào.



Hình 2.7: *Hạ lồng cốt thép, đặt gioăng chống thấm và đổ bêtông panen đầu tiên*
④ Hạ lồng cốt thép và đặt gioang chống thấm;⑤ Đổ bêtông theo phương pháp vữa dâng;⑥ Đổ bêtông xong.



Hình 2.8: Đào hố cho panen thứ hai, tháo bộ gá lắp và tu sửa gioăng chống thấm CWS
⑦ Đào một hố; ⑧ Đào hoàn chỉnh hố cho panen thứ hai; ⑨ Tháo bộ gá lắp gioăng.



Hình 2.9: Hạ lồng cốt thép, đặt gioăng chống thấm, đổ bêtông panen thứ hai và tiếp tục đào hố để thi công panen số 3
(10) Hạ lồng thép và đặt gioăng chống thấm cho panen số 2; (11) Đổ bêtông cho panen số 2;
(12) Đổ xong bêtông cho panen số 2, rồi đào hố cho panen số 3...

V. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG TƯỜNG TRONG ĐẤT.

1. Kiểm tra chất lượng bêtông.

Dùng phương pháp siêu âm truyền qua giống như kiểm tra cọc barét.

2. Kiểm tra chất lượng chống thấm qua tường.

Chủ yếu kiểm tra thấm qua các giõang cách nước giữa các panen bằng cách quan sát thực địa. Nếu bị thấm thì phải có biện pháp xử lý.

Thông thường dùng vữa chống thấm chuyên dụng (thí dụ vữa Sika).