

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH NỀN ĐƯỜNG DẪN CẦU GIẾ VƯỢT, PHỤC VỤ CHO GIA CỐ ĐẤT BẰNG BẮC THẨM

Nhữ Việt Hà

Lớp: Địa chất công trình B-K41

I. Đặt vấn đề

Đất yếu là những loại đất có sức chịu tải nhỏ, các đặc trưng biến dạng lớn. Chúng có thể được thành tạo từ nhiều nguồn gốc khác nhau, phân bố tập trung nhiều ở vùng đồng bằng và tồn tại chủ yếu trong điều kiện bão hoà nước.

Từ những đặc tính trên, nên khi sử dụng đất yếu làm nền công trình sẽ gặp phải rất nhiều khó khăn trong việc đảm bảo sự ổn định của công trình.

Từ lâu đã có nhiều biện pháp nhằm làm tăng khả năng chịu tải và ổn định cho nền đất yếu. Trong thời gian gần đây, phương pháp gia cố nền đất yếu bằng bắc thẩm đã được ứng dụng rất rộng rãi trên thế giới nhờ những ưu việt của nó. Tất nhiên muốn áp dụng biện pháp này ta phải biết về các đặc tính kỹ thuật, cơ chế làm việc của bắc thẩm và tương ứng là công tác khảo sát địa chất công trình phù hợp cho việc tính toán - thiết kế.

II. Nội dung nghiên cứu gia cố đất bằng bắc thẩm

1. Cơ sở lý thuyết của phương pháp.

Bắc thẩm là sản phẩm của nền công nghiệp hiện đại, chúng ra đời từ cuối những năm 60 của thế kỷ XX. Bắc thẩm là thiết bị tiêu nước thẳng đứng, được chế tạo sẵn, có tác dụng tiêu thoát nước trong nền đất theo phương thẳng đứng. Bắc thẩm bao gồm 2 bộ phận chính :

- Bao lọc bằng vật liệu tổng hợp : Polyeste không dệt, vải địa cơ Polypropylene hay giấy vật liệu tổng hợp. Nó bao quanh trụ chất dẻo, đóng vai trò là một hàng rào vật lý phân cách lòng dẫn của dòng chảy với đất sét bao quanh, đồng thời là một bộ lọc hạn chế cát hạt mịn đi vào lõi làm tắc thiết bị.

- Trụ chất dẻo : Có tác dụng đỡ bao lọc và tạo đường thấm dọc theo thiết bị ngay cả khi áp lực ngang lớn.

Bằng cách cấu tạo như trên , bắc thẩm có khả năng cho nước trong lỗ rỗng của đất tập trung vào trong thiết bị theo chiều dài của thiết bị thoát ra ngoài.

Tùy từng loại, từng hãng sản xuất mà bắc thẩm có chất lượng và các đặc tính kỹ thuật khác nhau. Tuy nhiên, để có thể hoạt động tốt cho việc sử dụng, bắc thẩm phải đảm bảo được một số đặc tính kỹ thuật sau:

Bảng 1 : Đặc tính kỹ thuật chung của bắc thẩm

Các thông số	Yêu cầu	Phương pháp kiểm tra
Độ xốp mao dẫn	Phải tương thích với kích cỡ của hạt sét	Kỹ thuật ATM-D4757
Độ thấm của lớp lọc	Hệ số thấm $K_v \geq 10$. Kđất	
Khả năng thoát nước		ASTM-D4716; Deft; NTU
Độ bền kéo	$> 0,5$ KN khi bị biến dạng $> 2\%$, $< 10\%$	ASTM 4595

Ngoài ra, bắc thăm còn phải đạt yêu cầu:

- Vô lọc: Cường độ kháng nén, kháng kéo cao và ổn định như nhau theo cả 2 phương; không co dãn, không thay đổi độ ẩm; khả năng thấm nước cao; chịu được axit, kiềm, muối; lọc hoàn hảo; chống chọc thủng, xé rách; đảm bảo vệ sinh môi trường.

- Lõi nhựa: Khả năng thoát nước lớn; mềm, dễ uốn; cường độ kháng nén và kháng kéo cao; không chịu ảnh hưởng của nhiệt độ; chịu được axit, kiềm, muối; bảo vệ môi trường.

Công trình được xây dựng trên nền đất yếu có thể xuất hiện độ lún rất lớn, dưới tải trọng tác dụng thì áp lực nước lỗ rỗng trong đất sẽ tăng. Nước lỗ rỗng sẽ thoát ra rất chậm từ nơi có áp lực cao đến nơi có áp lực thấp (quá trình cố kết) và có thể gây mất ổn định mái dốc, gây mất an toàn cho công trình bên trên. Nếu có bắc thăm trong nền đất thì nước lỗ rỗng sẽ tập trung vào lõi nhựa qua vô lọc rồi thoát ra ngoài theo phương thẳng đứng. Vì vậy, tốc độ cố kết (chủ yếu là cố kết nguyên sinh) và độ bền chống cắt của nền đất tăng lên. Thời gian thoát nước rút ngắn lại khi kết hợp với việc gia tải trước. Sự có mặt của lớp đệm cát hay vải địa kỹ thuật kèm theo có tác dụng giảm được nguy cơ lún không đều đồng thời đảm bảo cho phần lớn độ lún xuất hiện trong giai đoạn thi công.

Tài liệu thu thập được cho thấy, phương pháp bắc thăm áp dụng thích hợp và có hiệu quả tốt cho nền đất yếu bão hoà nước tương đối dày, các công trình xây dựng đường, bến cảng, bể chứa xăng dầu..., còn đối với các công trình dùng móng cọc thì không cần thiết.

Việc tăng nhanh tốc độ cố kết đất bằng việc cho nước trong đất thoát theo phương thẳng đứng đã được áp dụng rộng rãi như làm giếng cát, cọc cát nhưng hiệu quả và năng suất chưa cao. Sự ra đời của vải địa kỹ thuật và bắc thăm đã tạo ra một bước ngoặt trong xử lý nền đất yếu theo cơ chế cố kết nhân tạo, chúng có ưu điểm:

- Tốc độ thi công nhanh, trung bình 5000m/ngày/máy

- Trong quá trình thi công không xảy ra hiện tượng đứt bắc(hay xảy ra với giếng cát, cọc cát)

- Khả năng thấm nước cao $K_{tb}=30.10^{-6} \div 90.10^{-6} m^3/s$ (cọc cát $D=350mm$ $K_{tb}=20.10^{-6} m^3/s$)

- Phạm vi gây nên sự vấy bẩn và phá hoại kết cấu nền nhỏ hơn so với giếng cát, cọc cát

- Không yêu cầu nước phục vụ thi công

- Chiều sâu cắm bắc có thể đạt tới 40m và có thể dễ dàng kiểm tra chất lượng

- Có khả năng thoát nước tốt trong các trường hợp khác nhau, có chất lượng ổn định và rẻ tiền hơn so với giếng cát, cọc cát.

Khi tính toán cần phải đề cập đến độ ổn định của nền đường và tính toán thiết kế bắc thăm:

- + Khi tính toán ổn định nền đường cần đề cập tới:

- Ổn định do lún trời

- Ổn định do lún trượt

Nếu không đảm bảo thì phải có các biện pháp thiết kế để nền đường ổn định.

- + Tính toán lún của đất nền trước và sau khi đặt bắc thăm:

$$S = S_I + S_p + S_s$$

S_I - Tổng độ lún tức thời do biến dạng ngang không thoát nước của nền.

S_p - Tổng độ lún sơ cấp cuối cùng được tính theo kết quả thí nghiệm nén lún một chiều, phương pháp cộng lún các lớp phân tố:

$$Sp = \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{1+e_{oi}} \left[C_{ri} \cdot \lg(OCR_i) + C_{ci} \cdot \lg\left(\frac{\sigma'_{vi} + \Delta\sigma'_{vf}}{\sigma'_{pi}}\right) \right]$$

$OCR_i = 1$, Đất cố kết bình thường

$OCR_i > 1$, Đất quá cố kết

σ'_{voi} : áp lực thẳng đứng của các lớp đất nằm trên (tính đến giữa lớp i)

C_c, C_r : Chỉ số nén tương ứng quá trình chất, dỡ tải

σ'_p : áp lực tiền cố kết

$\Delta\sigma'_{vf} = \Delta\sigma_v + U_o - U_f$, nếu tính cho trường hợp sau khi đặt bậc thấm

thì $U_f = U_o \Rightarrow \Delta\sigma'_{vf} = \sigma'_p$

$\Delta\sigma'_{vf}$: ứng suất toàn phần tăng thêm bởi tải trọng

$$S_s = \sum C'_{ai} \cdot H_i \cdot \lg(t/t_p)$$

C'_{ai} : Tỷ số nén thứ cấp

t_p : Thời điểm kết thúc lún sơ cấp

Do đó, độ lún cuối cùng cho phép là: $S_t = (1-U)S$

Dùng bậc thấm ta sẽ có $U = U_t$ trong một khoảng thời gian dự định. Mặt khác từ S_t ta có thể tính toán được chiều cao phòng lún cho đất đắp bên trên.

+ Tính toán bậc thấm:

Theo R.A. Barron (1948) đưa ra phương trình mô tả quá trình cố kết dưới 2 điều kiện : Biến dạng thẳng tự do và biến dạng thẳng đứng cân bằng.

$$\frac{\partial U}{\partial t} = C_h \cdot \left(\frac{\partial U}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial U}{\partial r} \right)$$

$\Rightarrow$ Độ cố kết chung khi đặt bậc thấm là: $U_t = 1 - (1 - U_h)(1 - U_v)$ (*)

$$U_v = 1 - \frac{8}{\pi^2} \cdot \sum_{i=1}^{\infty} \exp\left(\frac{-i^2 \pi^2}{H} \cdot T_{v_{tb}}\right) \quad (**)$$

$$T_{v_{tb}} = C_{v_{tb}} \cdot t / H^2$$

$$C_{v_{tb}} = H^2 / \left(\sum h_i / \sqrt{C_{vi}} \right)^2$$

$t = t_m \cdot (h/h_m)^2$ với t, t_m là thời gian cố kết của lớp đất, mẫu đất chiều dày h, h_m
Có thể tìm U_v bằng cách tra toán đồ theo T_v

$$U_h = 1 - \exp\left(\frac{-8 \cdot T_h}{F}\right) \quad (***)$$

$$T_h = C_h \cdot t / De^2 \quad \text{với} \quad C_h = \Delta \cdot Kh / mV$$

kh : Hệ số thấm theo phương ngang

mv : Hệ số nén thể tích

De : Đường kính tương đương của hình trụ đất được thoát nước

$De = 1,13 S$ (bậc thấm mạng hình vuông)

$De = 1,05 S$ (bậc thấm mạng hình chữ nhật)

S : Khoảng cách giữa tâm 2 bậc thấm

$$F = F_n + F_s + F_r$$

$$F_n : \text{Hiệu quả của xáo động, } F_n = \ln \frac{D_e}{d_w} - \frac{3}{4}$$

$$F_s : \text{Hiệu quả do sức cản của thành giếng, } F_s = \left[\left(\frac{k_h}{k_s} \right) - 1 \right] \cdot \ln \frac{d_s}{d_w}$$

Fr : Tỷ số khoảng cách, $Fr = \pi \cdot Z \cdot (L - Z) \cdot kh / q_w$

ds: Đường kính tương ứng của vùng bị xáo trộn quanh bắc thấm, $ds = 2 \cdot dm$, với dm là đường kính vòng tròn có diện tích bằng diện tích mặt cắt ngang của cần xuyên dùng để cắm bắc thấm.

dw: Đường kính tương đương của bắc thấm, $dw = (a + b) / 2$

ks: Hệ số thấm ngang trong vùng bị xáo trộn, $ks = kv$

Z: Khoảng cách từ chỗ kết thúc của thiết bị tiêu nước với điểm cuối cùng,

$$Z = (0,4 \div 0,5)L$$

L: Chiều dài thoát nước khi thoát 1 phía, $L/2$ khi 2 phía

Dựa vào (*) ta tính được U_h , đem thay vào (***) tính được De , từ đó tính ra được khoảng cách bắc thấm S . Ta cũng có thể tính được thời gian cố kết tương ứng với độ cố kết, hệ số cố kết và sơ đồ bố trí bắc thấm thực tế theo công thức chuyển đổi:

$$t = \frac{D_e^2}{8 \cdot C_h} \left[\left(\ln \left(\frac{D_e}{d_w} \right) - \frac{3}{4} \right) + \left(\frac{k_h}{k_s - 1} \right) \ln \left(\frac{d_s}{d_w} \right) + \pi \cdot Z \cdot (L - Z) \frac{k_h}{q_w} \right] \cdot \ln \frac{1}{1 - U_h}$$

Do việc giải các phương trình tương đối phức tạp và mất thời gian nên trong thực tế cho phép tính toán theo các toán đồ lập sẵn, rất tiện lợi, nhanh chóng mà sai số không đáng kể. Các toán đồ bao gồm toán đồ xác định độ cố kết U_h theo Th và $n = De/dw$, toán đồ tra Fn theo n , toán đồ tra Fs theo kh/ks và ds/dw , toán đồ tra Fr theo kh/qw và chiều dài bắc thấm. Đặc biệt có thể áp dụng toán đồ Bru có thể biết ngay được kích thước mạng bắc thấm để nền đất đạt độ cố kết cho trước trong khoảng thời gian xác định.

2. Kết quả nghiên cứu địa chất công trình phục vụ cho thiết kế bắc thấm đoạn đường dẫn Cầu Giẽ, Hà Tây.

Công tác khảo sát địa chất công trình phục vụ cho việc thiết kế bắc thấm về cơ bản vẫn tiến hành như các công trình bình thường, bao gồm các tài liệu về địa tầng, các chỉ tiêu về tính chất cơ lý của đất nền, tài liệu về kết cấu - tải trọng công trình bên trên. Tuy nhiên, nếu nền là đất yếu thì cần phải có các thiết bị chuyên dùng (lấy mẫu nguyên dạng bằng ống lấy mẫu thành mỏng, xác định sức kháng cắt bằng thiết bị cắt cánh hiện trường...), tuân thủ chặt chẽ các qui trình kỹ thuật, kết hợp chặt chẽ các công tác thí nghiệm trong phòng và ngoài trời để đảm bảo độ tin cậy cao. Công tác thí nghiệm trong phòng đặc biệt lưu ý đến thí nghiệm cố kết để xác định áp lực tiền cố kết, hệ số cố kết, chỉ số nén, hệ số thấm theo 2 phương, phương ngang (hướng tâm) và phương thẳng đứng nhằm phục vụ cho tính lún, thiết kế chiều dài và khoảng cách bắc thấm. Ngoài ra, còn phải xác định khả năng đầm chặt của vật liệu đất đắp bên trên, thiết kế tải trọng gia tải trước đủ độ lớn và quan trắc độ lún theo thời gian, xác định thời điểm nền đất ổn định.

Tuyến đường dẫn Cầu Giẽ, Hà Tây dài 2.200m chạy suốt từ cột mốc Km210+800 đến Km213+00. Tại đây, Trường ĐH Mở - Địa Chất đã tiến hành khảo sát địa chất công trình trên toàn tuyến với 10 hố khoan có độ sâu từ 25m đến 28m, tổng cộng là 260,00m khoan. Đồng thời cũng tiến hành 115 lần thí nghiệm đóng SPT và lấy 25 mẫu nguyên dạng, 20 mẫu không nguyên dạng cho công tác thí nghiệm trong phòng. Nội dung khảo sát địa chất công trình đã được Ban quản lý dự án QL1A đề xuất.

Tại khu vực nghiên cứu, trong phạm vi chiều sâu các hố khoan tồn tại 7 lớp đất, theo thứ tự sự phân bố của chúng từ trên xuống được trình bày trong bảng sau:

Bảng 2 : Bảng thống kê các lớp đất, phân bố và bề dày của chúng

TT	Lớp số	Vị trí gặp	Loại đất	Chiều sâu phân bố Từ....trở xuống(m)	Chiều dày (m)
1	Lớp 1	Tất cả	-Đất trồng	0.00	0.4 ÷ 0.6
2	Lớp 2	K2, K4, K6, K9	-Sét màu xám vàng, xám nâu, trạng thái dẻo cứng	0.4 ÷ 0.6	0.8 ÷ 1.4
3	Lớp 3	K1,K3,K5,K7, K8,K9,K10	-Sét xám xanh, trạng thái dẻo mềm	0.4 ÷ 0.6	0.8 ÷ 4.3
4	Lớp 4	K2,K3,K4,K5, K6K7,K8,K9, K10	-Bụi màu xám đen, xám nâu, có lẫn ít hữu cơ, trạng thái chảy	1.2 ÷ 4.7	4.5 ÷ 11.7
5	Lớp 5	K1,K3,K4, K5,K6,K10	-Cát mịn lẫn sét màu xám, xám gụ, trạng thái xốp	3.0 ÷ 7.0	1.0 ÷ 6.3
6	Lớp 6	Tất cả	-Cát mịn lẫn sét màu xám tro, xám đen, trạng thái chặt vừa	6.0 ÷ 14.5	9.0 ÷ chưa biết
7	Lớp 7	K1,K2, K3,K4	- Sét lẫn cát màu xám, tím gụ, có lẫn di tích thực vật, trạng thái chảy	16.0 ÷ 20.8	chưa biết

Từ những kết quả thu được chúng tôi có nhận xét:

1 - So với qui mô công trình (đường cấp 3 đồng bằng) thì lớp đất 2, 3 và 4 là các lớp đất yếu, cần phải nghiên cứu xử lý. Các lớp còn lại là những lớp đất tốt hoặc phân bố ở độ sâu lớn nên không cần phải xử lý. Với cấu trúc nền đất như trên có thể thiết kế xử lý bằng bậc thấm.

2 - Để có thể xử lý nền bằng bậc thấm, các lớp đất 2, 3 và 4 được nghiên cứu khá đầy đủ các đặc trưng về tính chất biến dạng của đất như : P_c , C_c , C_v , và k theo hai phương thẳng đứng và nằm ngang.

Từ các bảng chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất [4], chúng tôi nhận thấy:

+ Các chỉ tiêu về hệ số thấm theo phương ngang nói chung là đều lớn hơn phương thẳng đứng.

Tỷ số giữa hệ số thấm theo phương ngang k_h và k theo phương thẳng đứng k_v (k_h / k_v) ở đất sét dẻo cứng biến đổi từ 1,06 đến 4,05; ở đất sét dẻo chảy biến đổi từ 1,05 đến 3,35; ở đất bụi lẫn hữu cơ, trạng thái chảy biến đổi từ 1,21 đến 1,36.

So sánh tỷ số này giữa các lớp với nhau chúng tôi nhận thấy khoảng biến đổi lớn nhất trong lớp đất sét dẻo cứng, rồi đến lớp sét dẻo chảy và nhỏ nhất ở trong lớp đất bụi lẫn hữu cơ trạng thái chảy.

+ Chỉ tiêu áp lực tiền cố kết P_c ở lớp đất sét theo phương ngang nhỏ hơn phương thẳng đứng, ở lớp bụi thì theo phương ngang lại lớn hơn.

+ Chỉ tiêu chỉ số nén lún C_c theo phương ngang cũng đều nhỏ hơn phương thẳng đứng nhưng ở mỗi loại đất lại khác nhau. Ở đất sét dẻo cứng tỷ số $C_c^h / C_c^v = 0,71$, ở đất sét dẻo chảy là 0,91 và ở đất bụi lẫn cát, hữu cơ trạng thái chảy là 0,74

Cũng từ các kết quả trình bày ở trên, chúng tôi kiến nghị về chiều sâu đặt bậc như trong bảng 3. Tại đây bậc thấm được cắm sâu vào lớp cát phía dưới 50cm, như vậy cho phép nền thoát nước 2 chiều. Việc thiết kế bậc thấm đi đôi với thiết kế lớp đệm cát và lớp vải địa kỹ thuật tạo điều kiện cho nước thoát ra ngoài một cách tốt nhất.

Trong quá trình nghiên cứu, tính toán thiết kế chắc chắn không tránh khỏi những sai số cả về khách quan lẫn chủ quan, do đó khi thi công và thời gian đầu quá trình vận hành, phải thiết kế mạng lưới quan trắc về độ lún, độ biến dạng ngang, áp lực nước lỗ rỗng - tốc độ cố kết, để có thể đưa ra các biện pháp xử lý kịp thời theo sự làm việc thực tế của nền đất.

Bảng 3: Bảng thống kê sơ bộ công tác xử lý nền đất bằng bắc thấm

STT	Mặt cắt đặc trưng	Chiều dài công trình	Chiều dày các lớp đất yếu bên trên	Chiều sâu đặt bắc thấm
1	Km 210 + 900	100m	3,5m	4,0m
2	Km 211 + 100	200m	5,9m	6,4m
3	Km 211 + 300	200m	2.9m	Không xử lý
4	Km 211 + 500	200m	6,9m	7,3m
5	Km 211 + 700	200m	4,2m	4,7m
6	Km 211 + 900	200m	6,0m	6,5m
7	Km 212 + 100	200m	9,5m	10m
8	Km 212 + 300	200m	7,1m	7,6m
9	Km 212 + 800	500m	14,5m	15m
10	Km 213 + 00	200m	7m	7,5m

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Viết Trung, Nguyễn Phương Duy, Nguyễn Duy Lâm. Công nghệ mới xử lý nền đất yếu. Vải địa kỹ thuật và bắc thấm. Nhà xuất bản giao thông vận tải .
- [2] Pierre Lareal, Nguyễn Thành Long, Nguyễn Quang Chiêu, Vũ Đức Lục, Lê Bá Lương. Nền đường đắp trên đất yếu trong điều kiện Việt Nam. Nhà xuất bản giao thông vận tải - Hà Nội/1998.
- [3] D.T.Bergado, J.C.Chai, M.C.Alfaro, A.S.Balasubramaniam. Những biện pháp kỹ thuật mới cải tạo đất yếu trong xây dựng. Nhà xuất bản giáo dục 1996.
- [4] Công ty tư vấn xây dựng Thăng Long - Báo cáo khảo sát địa chất công trình.