

Phân tích sự ảnh hưởng của góc nghiêng neo trong đất dính tới sự làm việc của hệ tường chắn-neo đất để giữ ổn định hố đào sâu

Analyses of effects of the inclination angle of anchor on behaviour of the retaining wall-ground anchor system used to stabilize deep excavations

Hoàng Ngọc Phong

Tóm tắt

Trong bài báo này, tác giả đã trình bày cách phân loại neo dựa trên hình học của neo, kỹ thuật thi công neo: trình tự phun vữa, phương pháp khoan, thổi sạch và phân tích cách lựa chọn chiều dài, khoảng cách neo để thỏa mãn ổn định chung. Ngoài ra, tác giả cũng nêu ra được các phương pháp tính toán áp lực đất lên tường chắn có neo bao gồm: Phương pháp nêm, phương pháp phân tích khối trượt, phương pháp phần tử hữu hạn. Dựa trên phân tích sự ảnh hưởng của góc nghiêng của neo trong đất dính tới sự làm việc của hệ tường chắn-neo để giữ thành hố đào sâu bằng phương pháp phần tử hữu hạn. Từ đó đề xuất lựa chọn góc nghiêng của neo hợp lý khi tính toán biện pháp thi công hố đào sâu sử dụng hệ tường chắn-neo đất.

Từ khóa: Plaxis 2D, tường chắn đất, neo đất, hố đào sâu

Abstract

In this paper, the author presents a method for classifying anchors based on their geometry, as well as techniques for constructing anchors, such as the sequence of grouting, drilling method, cleaning method, and analyzing the selection of anchor length and spacing to satisfy overall stability. Additionally, the author also discusses methods for calculating the soil pressure on anchored retaining walls, including the thrust method, block sliding analysis, and finite element method. Based on the analysis of the influence of the inclination angle of the anchor in cohesive soil on the performance of the retaining wall-anchor system using the finite element method, the article proposes a reasonable selection of the inclination angle of the anchor when calculating the construction measures for deep excavations using the retaining wall-ground anchor systems.

Key words: Plaxis 2D, retaining wall, ground anchor, deep excavations

ThS. Hoàng Ngọc Phong

Bộ môn Địa kỹ thuật, Khoa Xây dựng,
Email: Ngocphongdkt@gmail.com
ĐT: 0385807456

Ngày nhận bài: 9/7/2020

Ngày sửa bài: 21/9/2020

Ngày duyệt đăng: 20/12/2022

1. Mở đầu

Neo trong đất (neo đất) đã được ứng dụng tương đối phổ biến ở Việt Nam và trên thế giới. Neo đất có thể được sử dụng làm kết cấu tạm phục vụ thi công hoặc tham gia vào kết cấu chịu lực lâu dài. Neo đất có nhiều ứng dụng trong xây dựng như: ổn định tường chắn đất thi công hố đào, (ổn định tường các tầng hầm của nhà cao tầng, ổn định vòm và thành của các đường hầm qua núi), ổn định mái dốc và chống sạt lở, ổn định kết cấu chịu lực đẩy nổi, ổn định chống lật cho kết cấu đập, ổn định mỏ trụ cầu dây văng... với ưu điểm là không chiếm mặt bằng thi công, không cần phải làm đường tạm, thời gian thi công nhanh, hạ giá thành công trình... Ở các thành phố lớn của Việt Nam như Hà Nội, Thành phố Hồ Chí Minh, các lớp đất phía trên thường là các lớp đất dính, để tăng hiệu quả việc sử dụng neo cho hệ tường chắn-neo thì ta cần nghiên cứu bố trí góc nghiêng của neo trong đất dính một cách hợp lý. Bài báo này dựa trên các phân tích từ việc khảo sát tính toán mô hình hóa bằng phần mềm Plaxis 2D V20, cho một trường hợp tường chắn với các góc nghiêng neo khác nhau từ đó đưa ra bàn luận sự bố trí hợp lý của các góc nghiêng neo kết hợp tường chắn trong ổn định hố đào sâu.

2. Các loại neo sử dụng trong đất dính

2.1 Phân loại neo sử dụng trong đất

Điều kiện chịu nhỏ của neo đối với mỗi loại đất được quyết định bởi hình học của neo, kỹ thuật thi công neo. Đặc biệt là trình tự phun vữa, phương pháp khoan, thổi sạch. Tương ứng các loại neo và nguyên tắc thiết kế, theo BS 8081 [1], người ta chia ra các loại sau:

Neo loại A: Bao gồm ống Tremie, thân lỗ khoan thẳng được phun vữa trong bao hoặc vỏ, nó có thể thẳng tạm thời hoặc không thẳng tùy theo sự ổn định của lỗ.

Neo loại B: Bao gồm các lỗ khoan được phun vữa áp lực thấp (áp lực phun vữa $p \leq 1000 \text{ kN/m}^2$), thông qua một ống thẳng hoặc một bao tại chỗ, khi đường kính bầu neo tăng lên và xáo trộn ít nhất khi vữa thấm qua các lỗ rỗng của đất, thường dùng trong đất rời.

Neo loại C: Bao gồm các lỗ khoan được phun vữa áp lực cao (áp lực phun vữa $p \geq 2000 \text{ kN/m}^2$), thông qua một ống thẳng hoặc một bao tại chỗ. Chiều dài neo cố định được mở rộng bằng Hydrofracturing của khối đất tạo ra chùm rỗng hoặc hệ thống hang hốc thay thế cho đường kính lỗ khoan. Loại neo này áp dụng cho đất rời.

Neo loại D: bao gồm các lỗ khoan được phun vữa bằng ống Tremie, trong đó một loạt chỗ mở rộng hoặc theo hình chuông hoặc hình bầu đã được hình thành từ trước. Kiểu neo này được sử dụng phổ biến nhất trong đất dính từ nửa cứng đến cứng.

2.2 Khả năng bám dính của bầu neo trong đất dính

Khả năng bám dính cho phép của bầu neo trong đất dính là: $[T] = T_f / 2$

Trong đó T_f là khả năng chịu tải trọng giới hạn của bầu neo theo đất nền.

Theo BS 8081 [1], khả năng chịu tải trọng giới hạn của bầu neo trong đất dính được dự báo như sau:

Neo loại A: $T_f = \pi \cdot D \cdot L \cdot \alpha \cdot C_u \text{ (kN)}$

Trong đó: C_u là độ bền cắt không thoát nước trung bình trên toàn bộ bầu neo (kN/m^2);

Khi không có số liệu sức kháng cắt không thoát nước Cu xác định trên các thiết bị thí nghiệm cắt đất trực tiếp hay thí nghiệm nén ba trục có thể xác định từ thí nghiệm nén một trục nở ngang tự do ($C_u = q_u / 2$), hoặc từ chỉ số SPT trong đất dính: $C_u, i = 6,25 N_{c,i}$ tính bằng kPa, trong đó $N_{c,i}$ là chỉ số SPT trong đất dính.

D: Đường kính bầu neo (m); α : Hệ số bám dính; thường lấy $\alpha < 0,45$, nếu muốn lấy giá trị $\alpha > 0,45$ cần thử neo;

L: Chiều dài bầu neo (m).

Neo loại B: Theo BS 8081 [1] thì khuyến cáo không dùng.

Neo loại C: Sức chịu tải bầu neo có thể tham khảo theo hình 2

Neo loại D:

$$T_r = \pi \cdot D \cdot L \cdot C_u + \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot N_{c,i} \cdot C_{ub} + \pi \cdot d \cdot l \cdot C_a \text{ (kN)}$$

Trong đó: C_u là độ bền cắt không thoát nước trung bình trên toàn bộ bầu neo (kN/m^2); D: Đường kính bầu neo mở rộng (m); d: Đường kính thân neo (m); L: Chiều dài bầu neo (m); $N_{c,i}$: Hệ số sức chịu tải (phổ biến lấy $N_{c,i}=9$); C_{ub} : là độ bền cắt không thoát nước tại khoảng cuối bầu neo (kN/m^2); l: Chiều dài thân neo (m); C_a : Độ bám dính thân, giả thiết giá trị từ $0,3C_u$ đến $0,35C_u$. Theo T.A.95 [3], khả năng chịu tải trọng giới hạn của bầu neo trong đất dính được dự báo như sau:

$$T_r = \pi \cdot D_s \cdot L_s \cdot q_s \text{ (kN)}, \quad D_s = \alpha \cdot D_d$$

Trong đó: $\alpha = 1,2$ với trường hợp bơm áp lực thấp $p > p_i$; $\alpha = 1,8 \div 2$ với trường hợp bơm áp lực cao $p \geq p_i$; p : áp suất

phun ở đầu khoan, p_i : áp lực giới hạn của đất; L_s : Chiều dài bầu neo; q_s : Giới hạn ma sát bên đơn vị của đất được giả định là đồng nhất, phụ thuộc N30; tính theo hình 4.

2.3. Lựa chọn chiều dài và khoảng cách neo

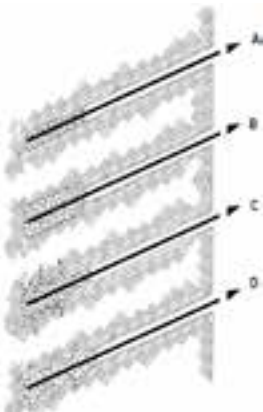
Đối với một kết cấu neo đạt yêu cầu, chiều dài neo tự do phù hợp cần được xác định để thỏa mãn ổn định chung. Chiều dài neo tự do cần đặt bên ngoài mặt phá hoại tới hạn chỉ trên hình 5. Phần bầu neo cần được đặt trong đất không bị phá hoại. Theo phương pháp thực nghiệm (hình 6), bầu neo cần đặt ở độ sâu tối thiểu cách mặt đất tự nhiên khoảng 5.0m và nằm ngoài vùng gạch chéo. Phần thân neo tự do cần có cường độ và tiết diện đảm bảo chịu được sức căng lớn nhất trong neo khi chịu tải. Khoảng cách neo phải đảm bảo không phát sinh những ảnh hưởng tương tác làm giảm khả năng chịu lực của neo thiết kế. Khoảng cách giữa các neo theo khuyến cáo nên chọn tối thiểu là 4D hoặc 1.2m [1]. Chiều dài bầu neo cần đảm bảo khả năng chịu lực theo ma sát giữa bầu neo và đất nền xung quanh xấp xỉ bằng khả năng chịu tải theo vật liệu của phần thân neo tự do.

2.4. Các phương pháp tính toán áp lực đất lên tường chắn có neo

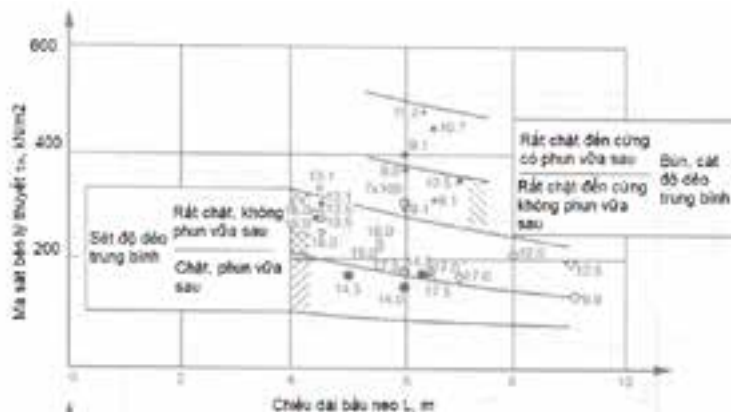
2.4.1. Phương pháp nêm

Đây là phương pháp tính toán đơn giản bằng tay với giả thiết bất cứ mặt trượt đứng nào đại diện cho toàn bộ mái dốc. Tuy nhiên các giả thiết này chỉ là gần đúng. Phương pháp này chỉ có thể dùng cho các bề mặt trượt khi tỷ số chiều dài và độ sâu là lớn.

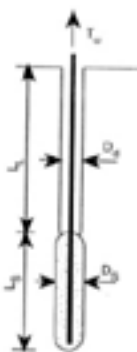
$$T = \frac{(q + \gamma \cdot H / 2) \cdot H \cdot \cos \beta \cdot (S_r - \cot \beta \cdot \text{tg} \phi') - c' \cdot H / \sin \beta}{\sin(\theta + \beta) \text{tg} \phi' + S_r \cdot \cos(\theta + \beta)}$$



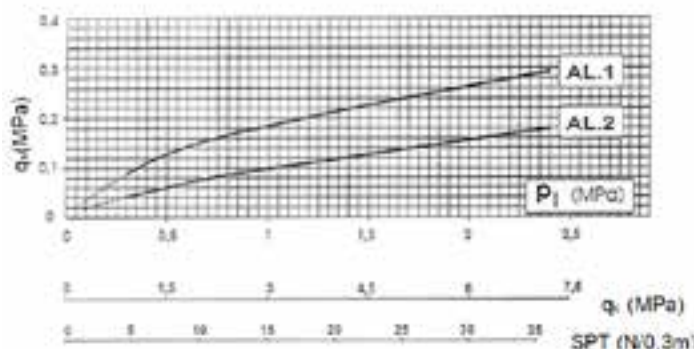
Hình 1: Các loại neo đất[1]



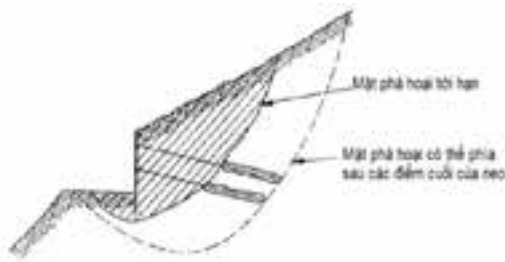
Hình 2: Ma sát bên trong đất dính với các chiều dài bầu neo khác nhau[1]



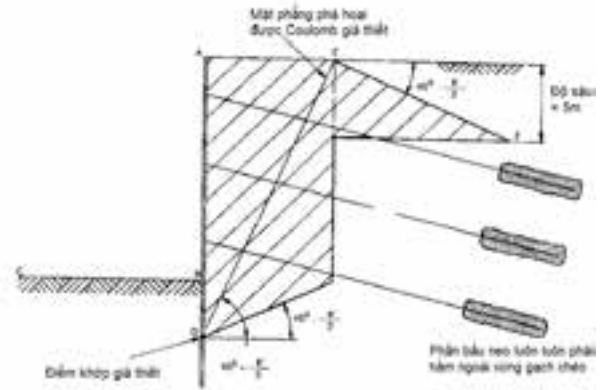
Hình 3: Kích thước bầu neo



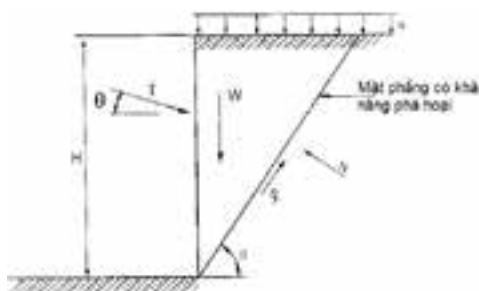
Hình 4: Đồ thị tra q_s (Đường AL.1- $p \geq p_i$, Đường AL.2- $p > p_i$)



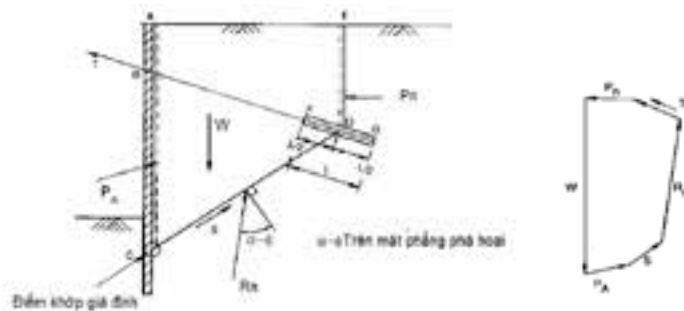
Hình 5: Phân tích ổn định để xác định chiều dài neo tự do [1]



Hình 6: Phương pháp thực nghiệm để xác định gần đúng vùng bàu neo trong đất [1]



Hình 7: Các lực tác động lên cơ cấu nêm phá hoại



Hình 8: Phương pháp phân tích khối trượt theo Kranz, Ranke và Ostermayer

Hệ số an toàn

$$S_r = \frac{c' \cdot H / \sin \beta + [(q + \gamma \cdot H / 2) \cdot H \cdot \cos \beta + T \sin(\theta + \beta)] \cdot \tan \phi'}{(q + \gamma \cdot H / 2) \cdot H \cdot \cos \beta - T \cos(\theta + \beta)}$$

Trong đó: q: Tải trọng bề mặt; $W = 0,5 \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot \cot \beta$: Trọng lượng của nêm trượt; γ : Trọng lượng riêng của đất; H: Chiều sâu hố đào; T: Lực neo, không vượt quá khả năng làm việc của bàu neo;

β : Góc nghiêng của mặt phẳng có khả năng phá hoại; Φ : Góc có hiệu của sức kháng cắt của đất;

c' : ma sát có hiệu của đất.

2.4.2. Phương pháp phân tích khối trượt

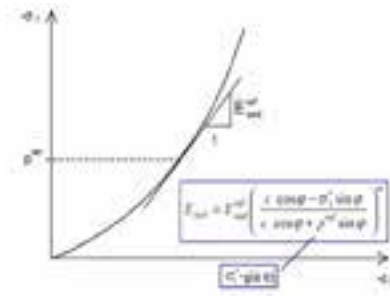
Phương pháp này thích hợp cho tính tay khi dùng 2 hoặc 3 khối. Với giả thiết khối trượt có thể được chia thành hai hoặc nhiều hơn các khối, sự cân bằng của mỗi khối được xem xét độc lập bằng cách dùng các lực liên kết giữa các khối. Tuy nhiên không xem xét đến biến dạng của khối. Kết quả rất nhạy với góc so với phương ngang được chọn của các lực liên kết giữa những khối và độ nghiêng của mặt phẳng giữa các khối.

$$\text{Hệ số an toàn } S_r = \frac{\tan \phi'}{\tan \phi_n} \geq 1,3$$

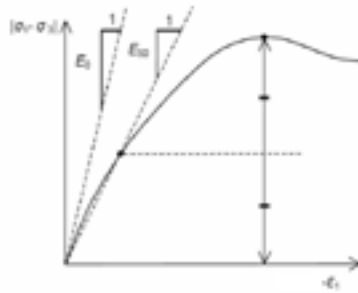
Trong đó: W: Trọng lượng khối đất trong mặt phá hoại; P_n : Lực thiết kế tác động trên mặt DE. Lực đẩy nổi của nước, cần xét tới bên dưới mực nước; R_n : Thành phần ma sát của sức kháng đất. Lực này đặt dưới góc $\alpha = \Phi$ đối với nền pháp tuyến của khối đất; S: Thành phần sức kháng do độ bền dính của đất; P_A : Lực đất chủ động giữa điểm A và điểm C. Điểm C là điểm khớp giả định; T: Lực neo, không vượt quá khả năng làm việc của bàu neo.

4.2.3. Phương pháp phần tử hữu hạn

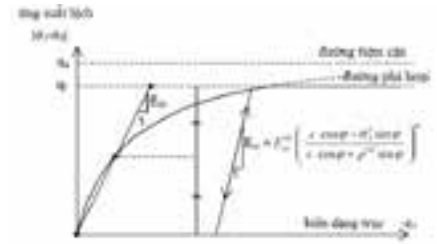
Plaxis 2D V20 là bộ phần mềm sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn, phân tích ổn định và biến dạng của kết cấu đất, đá trong lĩnh vực địa kỹ thuật công trình. Plaxis hỗ trợ nhiều loại mô hình trong quan hệ của đất như Mô hình đàn hồi tuyến tính, mô hình Mohr-Coulomb, mô hình Hardning Soil, và còn nhiều mô hình khác. Ứng xử của đất là ứng xử không phục hồi được, có hiện tượng chảy dẻo và dẫn nở khi chịu trượt. Vì vậy chỉ có lý thuyết dẻo mới mô tả được ứng xử của đất. Đây là mô hình số cho phép mô tả ứng xử không đàn hồi phức tạp và các điều kiện tiếp xúc khác nhau, ứng với các điều kiện địa chất và các đặt tính khác nhau của đất. Hardening Soil là mô hình đa mặt dẻo, cụ thể là đó là một mô hình hai mặt dẻo kết hợp, mặt dẻo trượt và mặt dẻo hình chóp mũ. Sự tăng bền phụ thuộc vào cả biến dạng dẻo và biến dạng thể tích. Khác với mô hình đàn hồi dẻo lý tưởng, mặt chảy dẻo của mô hình Hardening Soil không cố định trong không gian ứng suất chính mà nó dẫn ra do biến dạng dẻo. Có thể phân ra thành hai loại tăng bền là tăng bền trượt (shear hardening) và tăng bền nén. Tăng bền trượt được dùng để mô phỏng biến dạng không phục hồi do ứng suất lệch gây ra được đặc trưng bởi module biến dạng trong thí nghiệm ba trục và được mô hình bằng mặt dẻo trượt. Trong khi đó tăng bền nén được dùng để mô phỏng biến dạng không phục hồi do ứng suất nén đẳng hướng gây ra được đặc trưng bởi module biến dạng trong thí nghiệm nén Oedometer và được mô hình bằng mặt dẻo hình chóp mũ. Mặt dẻo trượt sử dụng quy luật chảy dẻo không tích hợp và mặt dẻo chóp mũ sử dụng quy luật chảy dẻo tích hợp. Trong mô hình Hardening Soil, không phải chỉ có một độ cứng như các mô hình khác, độ cứng của lần đầu chất tải, độ cứng



Hình 9: Biểu đồ quan hệ σ_1 và ϵ_1 [2]



Hình 10: Xác định E_{50}



Hình 11: Đường cong ứng suất – biến dạng [2]

dỡ tải và tái chất tải là khác nhau. Vì vậy, để ứng dụng phân tích bài toán ổn định hố đào sâu, tác giả sử dụng mô hình Hardning Soil, các thông số được xác định như bảng 1:

Cách chọn các tham số của mô hình: Ứng suất phụ thuộc vào độ cứng. Độ cứng nén 1 trục $E_{oed} = E_{oed}^{ref} (\sigma / p^{ref})^m$
 + Cách xác định E_{50}^{ref} , m . Kết quả của thí nghiệm 3 trực tiêu chuẩn thoát nước:

$$E_{50} = E_{50}^{ref} \left(\frac{c \cdot \cos \varphi - \sigma'_3 \cdot \sin \varphi}{c \cdot \cos \varphi + p^{ref} \sin \varphi} \right)^m \quad p^{ref} = 100 ;$$

$$E_{ur} = E_{ur}^{ref} \left(\frac{c \cdot \cos \varphi - \sigma'_3 \cdot \sin \varphi}{c \cdot \cos \varphi + p^{ref} \sin \varphi} \right)^m; \quad E_{ur}^{ref} = 3E_{50}^{ref}$$

3. Phân tích góc nghiêng của neo trong đất dính khi kết hợp với tường chắn để giữ thành hố đào sâu

3.1. Thông số đầu vào

Các lớp đất khảo sát được thể hiện ở bảng 2

Mực nước ngầm cách vị trí cốt tự nhiên là -10.0m. Hố đào sâu -7.000m so với cos tự nhiên, rộng 40.0m, được giữ ổn định bằng cừ Lasen IV dài 12m kết hợp với hệ neo có các thông số như sau:

Vật liệu: - Vữa xi măng: Loại xi măng Portland thông thường như PC40. Nước sử dụng để trộn vữa không chứa các thành phần có hại cho thép và vữa xi măng như là dầu, các chất hữu cơ. Ngoài ra nước không chứa nhiều hơn 500 mg ion clorua trên mỗi lít. Để đảm bảo rằng vữa xi măng có

Bảng 1: Thông số mô hình Hardning Soil

c	Lực dính hiệu quả	E_{ur}^{ref}	Độ cứng nén/nở ($E_{ur}^{ref} = 3E_{50}^{ref}$)
φ	Góc ma sát trong hiệu quả	ψ	Hệ số poisson (mặc định $\psi = 0.2$)
ψ	Góc giãn nở	p^{ref}	ứng suất tham chiếu, (mặc định $p^{ref} = 100(\text{kN/m}^2)$)
R_f	Độ cứng thứ cấp trong thí nghiệm 3 trực	R_f	Hệ số phá hoại (mặc định $R_f = 0.9$)
E_{oed}^{ref}	Độ cứng trong thí nghiệm 1 trực	$\sigma_{tension}$	Cường độ chịu kéo (mặc định $\sigma_{tension} = 0$)
m	Đất cứng $m = 0,5$, đất mềm $m = 1$ hoặc xác định dựa vào thí nghiệm nén 3 trực.	$c_{increment}$	Số gia cường kháng cắt của vật liệu theo chiều sâu (mặc định $c_{increment} = 0$)

Bảng 2. Bảng thông số đất nền

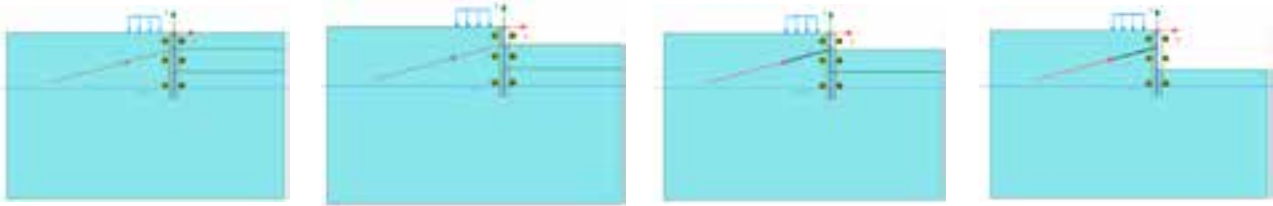
Thông số đất nền		A	B	C	D	E	F
		Undrained	Undrained	Undrained	Undrained	Undrained	Undrained
Mô hình		HS	HS	HS	HS	HS	HS
γ_{unsat}	[kN/m ³]	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
γ_{sat}	[kN/m ³]	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5
E_{50}^{ref}	[kN/m ²]	7506	9144	13392	15620	19116	20160
E_{oed}^{ref}	[kN/m ²]	12638	14460	14530	15620	19116	20160
power (m)	[-]	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.5
c^{ref}	[kN/m ²]	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
φ	°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
E_{ur}^{ref}	[kN/m ²]	22520	27000	30000	46000	57000	60480
p^{ref}	[kN/m ²]	100	100	100	100	100	100
R_{inter}	[-]	1	1	1	1	1	1
N_{30}		6	8	12	14	18	21

Bước 1: Thi công cừ Lasen IV dài 12m

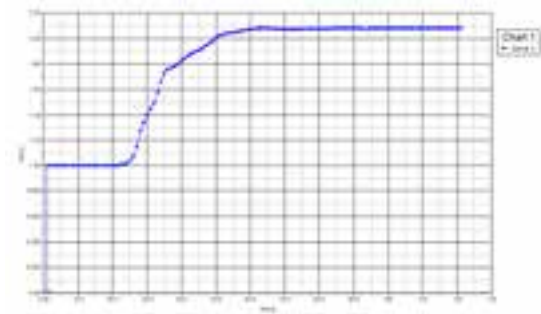
Bước 2: Thi công đào đất tới cos -3.000m so với cos tự nhiên

Bước 3: Thi công neo đất tại cos -3.000m so với cos tự nhiên

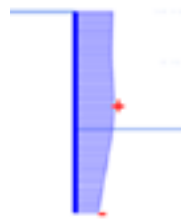
Bước 4: Thi công đào đất tới cos -7.000m so với cos tự nhiên



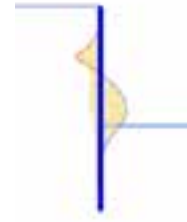
Hình 12: Trình tự các bước thi công



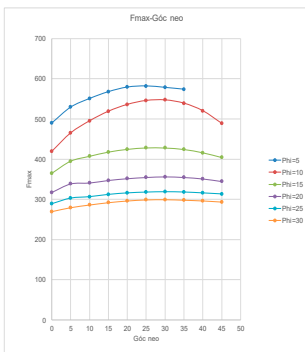
Hình 13: Xác định hệ số an toàn F_s , trường hợp góc $\varphi=15^\circ$, góc neo nghiêng 15°



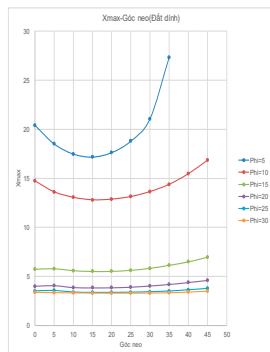
Hình 14: Chuyển vị cừ trường hợp góc $\varphi=15^\circ$, góc neo nghiêng 15°



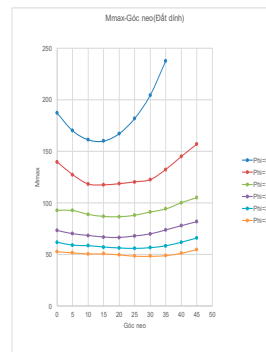
Hình 15: Mô men cừ trường hợp góc $\varphi=15^\circ$, góc neo nghiêng 15°



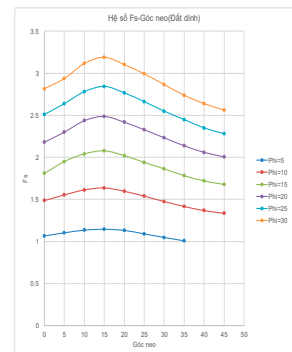
Hình 16: Đồ thị quan hệ giữa góc nghiêng bầu neo với lực căng lớn nhất trong neo-TH1



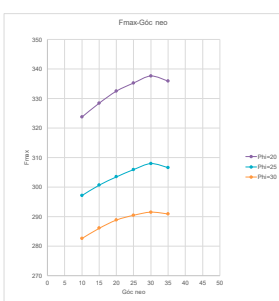
Hình 17: Đồ thị quan hệ giữa góc nghiêng bầu neo với chuyển vị lớn nhất của cừ TH1



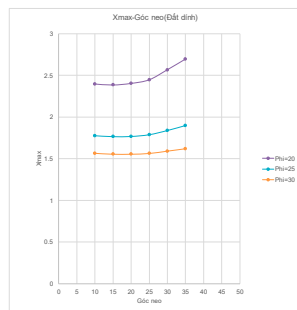
Hình 18: Đồ thị quan hệ giữa góc nghiêng bầu neo với Mô men lớn nhất trong cừ-TH1



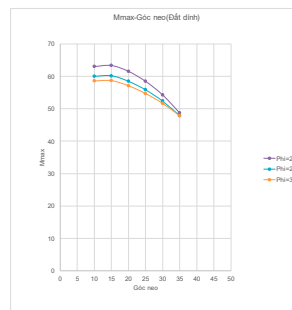
Hình 19: Đồ thị quan hệ giữa góc nghiêng bầu neo với hệ số an toàn F_s -TH1



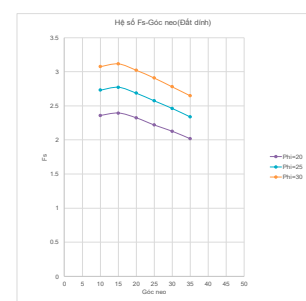
Hình 20: Đồ thị quan hệ giữa góc nghiêng bầu neo với lực căng lớn nhất trong neo-TH2



Hình 21: Đồ thị quan hệ giữa góc nghiêng bầu neo với chuyển vị lớn nhất của cừ-TH2



Hình 22: Đồ thị quan hệ giữa góc nghiêng bầu neo với Mô men lớn nhất trong cừ-TH2



Hình 23: Đồ thị quan hệ giữa góc nghiêng bầu neo với hệ số an toàn F_s -TH2

Bảng 3. Tính toán khả năng chịu tải của cáp neo theo vật liệu

STT	Số lượng tao cáp	Đường kính 1 tao cáp(mm)	Cường độ chịu kéo	Khả năng chịu lực lớn nhất	Khả năng chịu lực cho phép	Trường hợp đất nền có góc neo φ
			(kPa)	(kN)	(kN)	(°)
1	4	12.7	1860000	734.4	477.4	5,10,15,20
2	5	12.7	1860000	918.0	596.7	25,30

Bảng 4. Thông số neo

Trường hợp đất nền có góc φ	Đường kính khoan D	Đường kính bầu neo D_s	Chiều dài tự do	Chiều dài bầu neo L_s	q_s	Khoảng cách neo	Cao độ khoan so với cos tự nhiên	Lực căng trước	Khả năng chịu lực $[T]=T_f/2$
(°)	m	m	m	m	kN/m ²	m	m	kN	(kN)
5	0.155	0.186	8	15	56.25	2	-3	200	246.5
10	0.155	0.186	8	15	68.75	2	-3	200	301.3
15	0.155	0.186	8	15	93.25	2	-3	200	408.7
20	0.155	0.186	8	15	101.00	2	-3	250	442.6
25	0.155	0.186	8	15	116.75	2	-3	250	511.7
30	0.155	0.186	8	15	128.75	2	-3	250	583.2

Bảng 5. Thông số cừ lasen IV

Loại cừ	Chiều rộng	A	μ	W	E	EI	EA
	(m)	(m ² /m)		(cm ³ /m)	(kN/m ²)	(kNm ²)	(kN)
Cừ lasen IV	1	0.02425	0.3	2270	2.10E+08	8.11E+04	5.09E+06

độ bám dính và có khả năng chịu cắt tốt, thì hỗn hợp vữa xi măng cần phải đạt được cường độ nén là 30 N/mm² trước khi căng. Cáp neo: Cường độ chịu kéo $R_s = 1860$ Mpa, Đường kính 1 tao cáp $d = 12.7$ mm, diện tích mặt cắt $A_s = 98.71$ mm², Mô đun đàn hồi $E = 195$ Gpa. Khả năng chịu kéo lớn nhất của neo theo vật liệu: $P_{tmax} = R_s \cdot A_s$.

Tải trọng chịu lực cho phép bằng 65% lực kéo lớn nhất. Khả năng chịu kéo lớn nhất của neo theo đất nền:

Tính toán T.A.95 [7] với trường hợp bơm áp lực thấp $p < p_l \rightarrow \alpha = 1,2$

Tải trọng: Hoạt tải của đường giao thông bên cạnh công trình là $q = 10$ kN/m

3.2 Các bước thi công (Hình 12)

3.3 Kết quả phân tích

+ Trường hợp phân tích 1 (TH1): Góc nghiêng của neo thay đổi lần lượt là 0°, 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°, 35°, 40°, 45°.

- Nền 1 lớp đồng nhất thay đổi lần lượt các lớp A, lớp B, lớp C, lớp D, lớp E, lớp F.

Từ đồ thị trên hình 19, ta thấy hệ số ổn định của công trình đạt được lớn nhất khi góc nghiêng của neo so với phương ngang là khoảng 15° trong đất dính đồng nhất. Hệ số ổn định thấp dần khi góc nghiêng bầu neo tăng lên. Từ đồ thị trên hình 16, lực căng nhỏ nhất ở trong neo khi góc nghiêng của neo so với phương ngang là 0° trong đất dính đồng nhất. Lực căng trong neo tăng dần tới giá trị lớn nhất khi góc nghiêng neo so với phương ngang khoảng 25 đến 30°, sau đó giảm dần. Từ đồ thị trên hình 17 và hình 18, mô men phát sinh trong cừ và chuyển vị của cừ nhỏ nhất khi góc nghiêng của neo so với phương ngang là từ khoảng 10° đến 20° trong đất dính có góc phi nhỏ (đất yếu); với các lớp đất dính có góc phi lớn (đất tốt) thì mô men và chuyển vị của cừ không thay đổi nhiều khi góc nghiêng bầu neo thay đổi.

+ Trường hợp phân tích 2 (TH2): Góc nghiêng của neo thay đổi lần lượt là 10°, 15°, 20°, 25°, 30°, 35°;

- Nền 2 lớp: lớp 1 dày 3m là lớp A, lớp số 2 thay đổi lần lượt là lớp D, E, F có chiều dày không xác định.

Trong trường hợp này, nội lực phát sinh trong neo đạt giá trị lớn khi góc neo nghiêng so với phương ngang khoảng 30°, sau đó giảm dần khi góc neo nhỏ hơn hoặc lớn hơn (hình 20).

Mô men trong cừ phát sinh nhỏ nhất thì góc nghiêng neo so với phương ngang là ứng với góc 35° (hình 22) và lớn nhất khi ứng với góc 15°.

Khi góc nghiêng neo so với phương ngang khoảng 15° thì hệ số an toàn F_s đạt giá trị lớn nhất (hình 23) đồng thời chuyển vị của cừ là thấp nhất (hình 21).

4. Kết luận

Qua khảo sát góc nghiêng của neo trong đất dính đồng nhất và trường hợp nền 2 lớp (trong đó lớp số 1 yếu hơn không dày lắm và ở phía trên, lớp số 2 là đất tốt hơn có chiều dày không xác định), ta thấy góc nghiêng của neo hợp lý là từ 15° đến 25°. Với góc nghiêng này hệ số an toàn, chuyển vị trong tường cừ là nhỏ nhất.

Việc mô hình bằng Plaxis 2D với mô hình Hardning Soil trong bài toán ổn định tường kết hợp với neo là khả thi và khá thuận lợi cho việc áp dụng thực tiễn.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Hữu Dấu, 2001. Tiêu chuẩn Anh: BS 8081: 1989 - Neo trong đất (bản dịch), NXB Xây dựng.
2. Plaxis 2D CONNECT Edition V20 Manuals.
3. Tiêu chuẩn T.A.95- Neo- Tiêu chuẩn tính toán thiết kế và kiểm tra. Ủy ban cơ học đất và nền móng Pháp.