

PHÂN TÍCH TRƯỢT SUỒN DỐC THEO PHƯƠNG PHÁP MÔ HÌNH VẬT LÝ CÓ XÉT ĐẾN ĐIỀU KIỆN TƯƠNG THÍCH CỦA LỰC TƯƠNG TÁC

PHAN TIẾN AN, PHAN TRƯỜNG PHIỆT,
NGUYỄN VĂN HOÀNG, VŨ ĐÌNH HÙNG

I. MỞ ĐẦU

Nước ta có trên 2700 km đê biển và cửa sông ở 26 tỉnh, thành phố ven biển, từ Quảng Ninh đến Kiên Giang, có tiềm năng rất lớn để phát triển kinh tế trong tương lai, đó là đường bờ biển dài, đẹp, dân cư sống tập trung ở khu vực này. Việc tính toán độ ổn định của thân đê đang tồn tại dưới điều kiện thay đổi các tính chất địa kỹ thuật của thân đê cũng như nền đê, tính toán độ ổn định của thân đê thiết kế... có ý nghĩa lớn về mặt kinh tế và kỹ thuật.

Có nhiều phương pháp tính độ ổn định về trượt của thân đê. Tuy nhiên một số phương pháp truyền thống không đáp ứng độ chính xác, một số phương pháp mới lại phức tạp về mặt thuật toán và quá trình thực hiện. Vì vậy nghiên cứu xây dựng phương pháp để thực hiện có tính đến mọi điều kiện phân bố cân bằng lực, trong đó có lực theo phương ngang như trường hợp có sử dụng vải địa kỹ thuật làm cốt trong thân đê, và do đó cho độ chính xác cao hơn có cả ý nghĩa khoa học lẫn thực tiễn.

II. SƠ LƯỢC VỀ CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN ĐỘ ỔN ĐỊNH SUỒN DỐC

1. Các phương pháp phân lát cắt tính toán độ ổn định sườn dốc

Phương pháp phân mảnh (lát cắt) được dùng phổ biến để tính toán ổn định đập đất và nền đất từ những năm 1930. Theo lý thuyết phân mảnh, bài toán tính ổn định sườn dốc là bài toán siêu tĩnh (thiếu $2n - 2$ phương trình). Do vậy để giải bài toán, phải vận dụng một số thủ thuật: (i) bỏ lực tương tác giữa các mảnh khi tách riêng thành từng mảnh, (ii) giả thiết đường tương tác - quỹ tích của điểm đặt lực tương tác, (iii) giả thiết góc nghiêng của lực tương tác.

Việc xét đầy đủ lực tương tác giữa các mảnh là yêu cầu phát triển lý thuyết cơ học đất và nhiều phương pháp tính đã được đề xuất. Trong số các phương pháp này Janbu đã dùng thủ thuật giả thiết đường đặt lực tương tác, các phương pháp khác như Spencer, Mogenstern - Price, GLE Canada... giả thiết góc nghiêng lực tương tác [2]. Điểm chung nhất của các phương pháp dùng trong địa kỹ thuật hiện nay là không xét sự tương thích về lực đẩy trượt và lực chống trượt của hai phần khối đất trượt do một lát cắt đứng phân chia trong hoàn cảnh cả hai phần đều ở trạng thái cân bằng trên cùng một mặt trượt. Hai phần khối đất hai bên lát cắt ứng xử như một hệ thống đẩy - chống tương tự như hệ thống "Tường chắn - đất đắp sau tường" ở trạng thái cân bằng giới hạn.

Các phương pháp giải thường dùng hiện nay để tính toán độ ổn định của cung trượt có tâm O và bán kính R như sau.

a) Các phương pháp bỏ bớt lực

① *Phương pháp Fellenius* : bỏ qua các lực tương tác giữa các lát cắt, tức có $E_i = X_i = 0$, điểm đặt của N tại trung điểm của đáy lát cắt ;

② *Phương pháp Bishop lát cắt đơn giản* : bỏ qua thành phần đứng (X_i) của lực tương tác, điểm đặt của N trùng với điểm của đáy mảnh.

b) *Các phương pháp dùng giả thiết hướng tác dụng của lực tương tác*

③ *Phương pháp Spencer* : độ nghiêng của lực tương tác không đổi [$(X_{i-1}/E_{i-1}) = (X_i/E_i) = \text{tg}\theta = \text{const}$], E_{i-1} , X_{i-1} , X_i , E_i là hai thành phần của Q_{i-1} và Q_i .

Nếu $\theta = 0$, biểu thức tính F_s giống như phương pháp Bishop đơn giản, trị số F_m nhận trị số θ như một tham số tính toán cân xác định. Để có thêm một

phương trình nhằm xác định θ , Spencer dùng điều kiện cân bằng của các lực tác dụng lên khối đất trượt (n lát cắt) theo phương song song với phương tác dụng của các lực tương tác ($\Sigma_{//} = \Sigma W \sin \theta - \Sigma N \sin(\alpha - \theta) - \Sigma S \cos(\alpha - \theta) = 0$) [2].

② *Phương pháp cân bằng giới hạn tổng quát GLE (General Limit Equilibrium)* : độ nghiêng của lực tương tác được xác định theo biểu thức $(X/E) = \lambda f(x)$ với $f(x)$ là hàm xác định, được gọi là hàm biến thiên của hướng tác dụng của lực tương tác [2]. Hàm $f(x) = \sin x$ với $0 \leq x \leq L$ ($0, L$ là tọa độ hai điểm chiếu của điểm đỉnh và chân của khối đất trượt lên phương x nằm ngang), λ là một hằng số, đóng vai trò tham số của bài toán cần phải tính toán. Phương pháp GLE được coi là phương pháp cải tiến của phương pháp Spencer về góc nghiêng thay đổi của Q , nhưng về thuật toán giữa θ của Spencer và λ của GLE là như nhau.

c) *Phương pháp giả thiết đường tương tác*

① *Phương pháp Janbu tổng quát* : các điểm đặt của các lực tương tác giữa các lát cắt nằm trên một đường tương tác [2]. Có hệ 5 phương trình chứa 6 đại lượng cần tìm : E_R, X_R, t_R, N, S, F . Bài toán là siêu tĩnh. Để giải bài toán, Janbu giả thiết đường tương tác, tức giả thiết các đại lượng t_R . Theo nghiên cứu của G. Fredlund, phương pháp Janbu tổng quát đẹp về mặt lý thuyết nhưng khó có lời giải thực tế vì bài toán rất khó hội tụ với giả thiết một đường tương tác lực.

② *Phương pháp Janbu đơn giản hóa* : khác với phương pháp Janbu tổng quát, phương pháp Janbu đơn giản hóa chấp nhận sơ đồ lực của Bishop (bỏ thành phần lực tương tác tiếp tuyến với mặt phân lát cắt) [2] nhưng vẫn đảm bảo hệ lực đồng quy và đa giác lực khép kín. Để làm chính xác hóa trị số hệ số an toàn tính được theo các bước tính toán như đã nêu ở phương pháp Janbu tổng quát với $X_R = 0$, hệ số an toàn được hiệu chỉnh bằng hệ số f_0 xác định theo biểu đồ.

$$F = f_0 F(X_R = 0)$$

trong đó : Fellenius - hệ số xác định theo biểu đồ phụ thuộc tỷ số B/C của sườn dốc, $F(X_R = 0)$ - trị số an toàn tính toán.

2. Phương pháp ứng dụng lý thuyết phân tích hệ thống để phân tích ổn định sườn dốc

ý tưởng ứng dụng phương pháp phân tích hệ thống vào lĩnh vực địa kỹ thuật để phân tích ổn

định sườn dốc được Phan Trường Phiệt đề xuất và đã được Phan Trường Giang tiếp tục phát triển trong đề tài luận án tiến sĩ của mình [3]. Khối đất trượt ở dạng chỉnh thể được tách rời từng lát cắt (tương tự với phương pháp phân lát cắt), ví dụ tách thành n lát cắt. Các lát cắt đều ứng xử cơ học như nhau và theo thuật ngữ của lý thuyết hệ thống, các lát cắt có cấu trúc và chức năng như nhau. Do đó, khối đất trượt được coi như một hệ thống gồm n phần tử, mỗi lát cắt là một phần tử của hệ thống. Theo lý thuyết hệ thống, hệ thống là một tập hợp có tổ chức các phần tử với những mối liên hệ về cấu trúc và chức năng xác định và nhằm thực hiện những mục tiêu cho trước. Do đó, ứng với một hệ thống, phải làm rõ các điểm sau : 1) Mối tương quan giữa hệ thống và phần tử, 2) Tập hợp có tổ chức, 3) Liên hệ về cấu trúc, 4) Liên hệ về chức năng, 5) Mục tiêu của hệ thống.

Phương pháp phân tích ổn định sườn dốc sử dụng lý thuyết phân tích hệ thống này đã được Phan Trường Giang phát triển nhằm tìm hệ số an toàn trượt của sườn dốc bằng cách bổ sung hai phương trình còn thiếu và đặc biệt là đã xét được đầy đủ và chặt chẽ các lực tác dụng lên khối đất. Tuy nhiên, khi lập chương trình tính toán hệ số ổn định của sườn dốc, Phan Trường Giang đã phải sử dụng đến giả thiết lực tương tác nằm ngang, tức là $\lambda = 0$. Khi đó hệ phương trình bổ sung rút gọn thành $[\partial \Delta(F\lambda)/\partial F] = 0$ [3].

III. PHÂN TÍCH TRƯỢT SƯỜN DỐC CÓ XÉT ĐẾN ĐIỀU KIỆN TƯƠNG THÍCH

Sơ đồ phân tích trượt sườn dốc và sơ đồ chịu lực của một lát cắt được cắt ra từ cung "trượt" ở trạng thái cân bằng giới hạn (hệ số ổn định trượt $F_s = 1$) thể hiện trên hình 1.

1. Hệ lực tác dụng lên lát cắt đất thứ i và hệ phương trình biến đổi

Hệ lực tác dụng vào lát cắt đất thứ i bao gồm các lực sau :

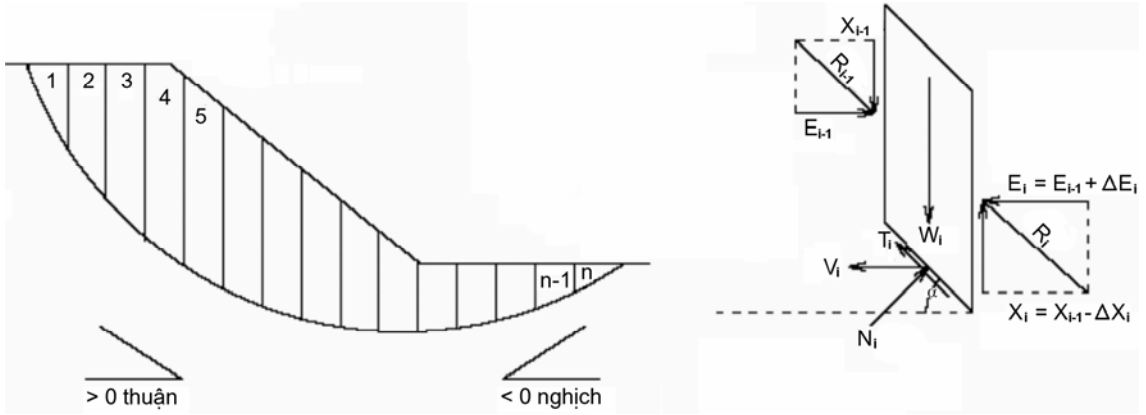
(i) Trọng lượng lát cắt đất W_i

(ii) Thành phần ngang và đứng của lực xô của phần tử đứng trước : E_{i-1}, X_{i-1} ;

(iii) Thành phần ngang và đứng của lực xô lên phần tử đứng sau : E_i, X_i ;

(iv) Thành phần phản lực lên đáy lát cắt N, T ;

(v) Lực kéo của vải địa kỹ thuật V_i .



Hình 1. Sơ đồ lực tác dụng lên một lát cắt

Các đại lượng đầu vào bao gồm các đại lượng \$W, N, T, V, E_{i-1}, X_{i-1}, ht\$, các đại lượng ra bao gồm các thành phần đứng, ngang của lực xô lên lát cắt đất đứng sau. Hệ phương trình biến đổi tính hệ số ổn định trượt được thiết lập từ hệ phương trình cơ bản như mô tả sau đây.

① Cân bằng lực theo phương đứng :

$$-W_i - X_{i-1} + X_i - \Delta X_i + T_i \sin \alpha_i + N_i \cos \alpha_i = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_i = \frac{W_i + \Delta X_i - N_i \cos \alpha_i}{\sin \alpha_i} \quad (1)$$

② Cân bằng lực theo phương ngang :

$$E_{i-1} - (E_i + \Delta E_i) - V_i - T_i \cos \alpha_i + N_i \sin \alpha_i = 0$$

hoặc $N_i \sin \alpha_i - T_i \cos \alpha_i = \Delta E_i + V_i \quad (2)$

③ Cân bằng momen đối với tâm O của cung trượt :

$$\sum W_i \cdot R \cdot \sin \alpha_i - \sum T_i \cdot R - \sum V_i \cdot R \cdot \cos \alpha_i = 0$$

hoặc $\sum T_i = \sum W_i \cdot \sin \alpha_i - \sum V_i \cdot \cos \alpha_i \quad (3)$

④ Phương trình trạng thái :

$$T_i = N_i \cdot \operatorname{tg} \varphi + c l_i \quad (4)$$

trong đó : φ - góc ma sát trong, c - độ dính.

Thay (1) vào (2) thu được :

$$N_i = (W_i + \Delta X_i) \cos \alpha_i + \Delta E_i \sin \alpha_i + V_i \sin \alpha_i \quad (5)$$

Thay (3), (5) vào (4) thu được phương trình đối với cung có trạng thái tới hạn của sườn dốc :

$$1 = \frac{\sum \{(W_i + \Delta X_i) \cos \alpha_i + \Delta E_i \sin \alpha_i + V_i \sin \alpha_i\} \operatorname{tg} \varphi + c l_i}{\sum W_i \sin \alpha_i - \sum V_i \cos \alpha_i} \quad (6)$$

Trường hợp không có thành phần lực kéo của vải làm cốt đất :

$$1 = \frac{\sum \{(W_i + \Delta X_i) \cos \alpha_i + \Delta E_i \sin \alpha_i\} \operatorname{tg} \varphi + c l_i}{\sum W_i \sin \alpha_i} \quad (7)$$

Công thức tính hệ số ổn định của sườn dốc theo phương pháp Bishop lát cắt đơn giản [1] :

$$F_S = \frac{\sum_{i=1}^N \left[(W_i \operatorname{tg} \varphi + c l_i) \frac{1}{m_{\alpha(i)}} \right]}{\sum_{i=1}^N W_i \sin \alpha_i} \quad (8)$$

$$m_{\alpha(i)} = \cos \alpha_i + \frac{\operatorname{tg} \varphi \sin \alpha_i}{F_S} \quad (9)$$

Đối với cung ở trạng thái tới hạn ($F_S = 1$) là :

$$1 = \frac{\sum_{i=1}^N [(W_i \operatorname{tg} \varphi + c l_i) (\cos \alpha_i + \operatorname{tg} \varphi \sin \alpha_i)]}{\sum_{i=1}^N W_i \sin \alpha_i} \quad (10)$$

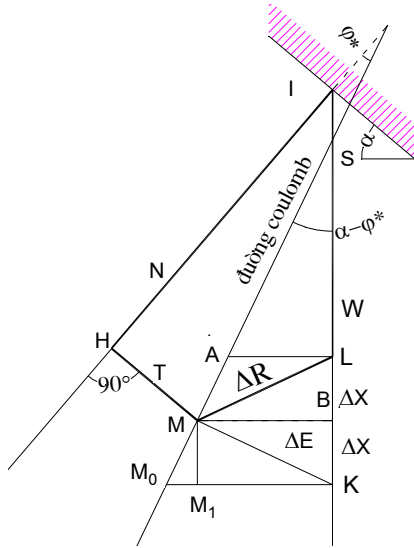
Cách xác định các giá trị ΔX_i và ΔE_i ở các điều kiện khác nhau về giá trị góc α và φ có thể tham khảo theo Phan Trường Phiệt (2005) [4], ở đây chỉ nêu các công thức tính toán cuối cùng đã được bổ sung chỉnh sửa.

(i.a) Trường hợp lát cắt đất có góc $\alpha > \varphi > 0$, điểm L nằm dưới hoặc trùng điểm S (hình 2) :

$$W_0 = W - \frac{c l \cos \varphi}{\sin(\alpha - \varphi)} \quad (11)$$

$$\Delta E = \frac{W_0}{\operatorname{cotg}(\alpha - \varphi) - \operatorname{tg}(\alpha - \varphi)} \quad (12)$$

$$\Delta X = \Delta E \operatorname{tg}(\alpha - \varphi) \quad (13)$$



Hình 2. Trường hợp $\alpha > \varphi > 0$, L nằm dưới điểm S

(i.b) Trường hợp lát cắt đất có góc $\alpha > \varphi > 0$, điểm L nằm trên điểm S :

$$\Delta R = \left[c \sin \alpha + \frac{c \cos \alpha}{\operatorname{tg}(\alpha - \varphi)} - W \right] \sin(\alpha - \varphi) \quad (14)$$

$$\Delta X = \Delta R \sin(\alpha - \varphi) \quad (15)$$

$$\Delta E = \Delta R \cos(\alpha - \varphi) \quad (16)$$

(ii) $\alpha > 0, \alpha < \varphi$:

$$W_0 = W + \frac{c \cos \varphi}{\sin(\varphi - \alpha)} \quad (17)$$

$$E_0 = W_0 \operatorname{tg}(\varphi - \alpha) \quad (18)$$

$$\Delta E = E_0 \cos^2(\varphi - \alpha) \quad (19)$$

$$\Delta X = \Delta E \operatorname{tg}(\varphi - \alpha) \quad (20)$$

(iii.a) $\alpha < 0, |\alpha| > \varphi$, điểm L nằm dưới hoặc trùng với điểm S :

$$W_0 = W - \frac{c \cos \varphi}{\sin(|\alpha| - \varphi)} \quad (21)$$

$$\Delta E = \frac{W_0}{\operatorname{cotg}(|\alpha| - \varphi) - \operatorname{tg}(|\alpha| - \varphi)} \quad (22)$$

$$\Delta X = \Delta E \operatorname{tg}(|\alpha| - \varphi) \quad (23)$$

(iii.b) $\alpha < 0, |\alpha| > \varphi$, điểm L nằm trên điểm S (hình 3) :

$$\Delta R = \left[c \sin |\alpha| + \frac{c \cos \alpha}{\operatorname{tg}(|\alpha| - \varphi)} - W \right] \sin(|\alpha| - \varphi) \quad (24)$$

$$\Delta X = \Delta R \sin(|\alpha| - \varphi) \quad (25)$$

$$\Delta E = \Delta R \cos(|\alpha| - \varphi) \quad (26)$$

(iv) $\alpha < 0, |\alpha| < \varphi$:

$$W_0 = W + \frac{c \cos \varphi}{\sin(\varphi - |\alpha|)} \quad (27)$$

$$E_0 = W_0 \operatorname{tg}(\varphi - |\alpha|) \quad (28)$$

$$\Delta E = E_0 \cos^2(\varphi - |\alpha|) \quad (29)$$

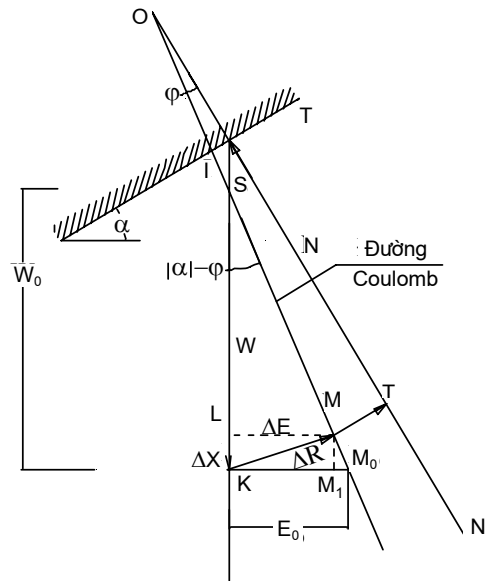
$$\Delta X = \Delta E \operatorname{tg}(\varphi - |\alpha|) \quad (30)$$

(v) $\alpha = \varphi$:

$$\Delta E = -E_0 = -c \cos \varphi; \quad \Delta X = 0 \quad (31)$$

(vi) $\alpha < 0, |\alpha| = \varphi$:

$$\Delta E = E_0 = c \cos \varphi; \quad \Delta X = 0 \quad (32)$$

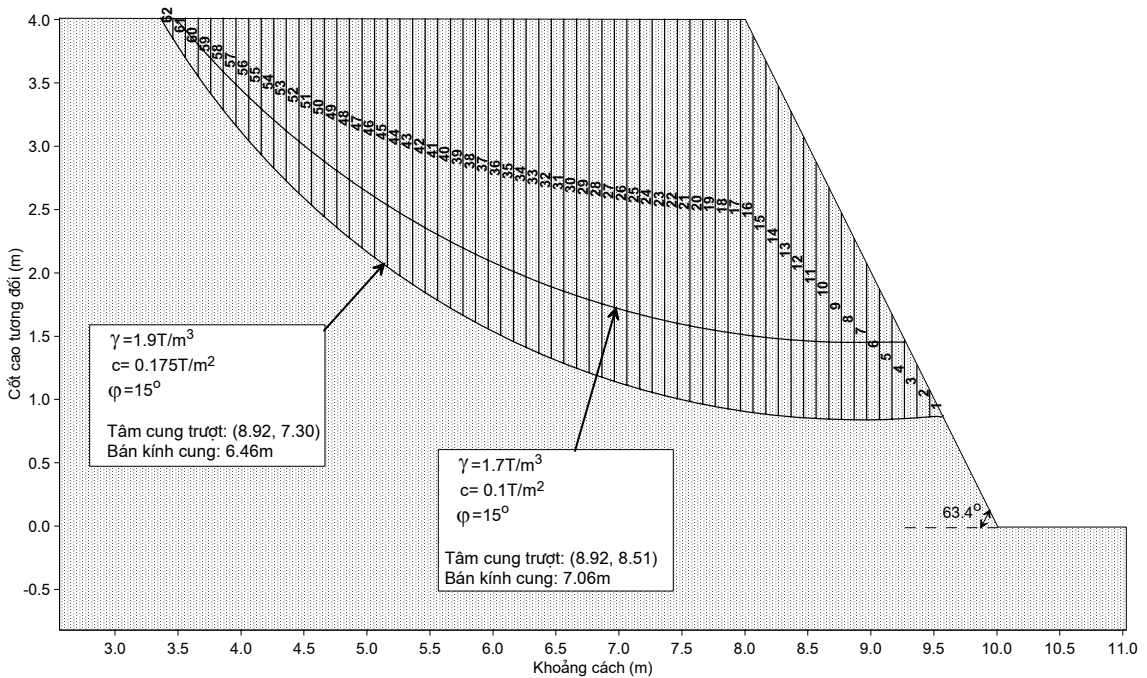


Hình 3. Trường hợp $\alpha < 0, |\alpha| > \varphi$

Các minh họa và so sánh chi tiết

Nhằm dễ dàng kiểm chứng các kết quả tính toán và so sánh kết quả, đã sử dụng phương pháp Bishop lát cắt đơn giản tính toán Fs để so sánh đánh giá với trường hợp tính bằng phương pháp tương thích. Đã tiến hành tính toán cho bốn trường hợp khác nhau (bảng 1).

Trường hợp 1 : cấu trúc sườn dốc như thể hiện trên hình 4 : có góc dốc là $63,4^\circ$, đất có khối lượng thể tích là $1,9 \text{ T/m}^3$, độ dính $0,175 \text{ T/m}^2$ và góc ma sát trong 15° .

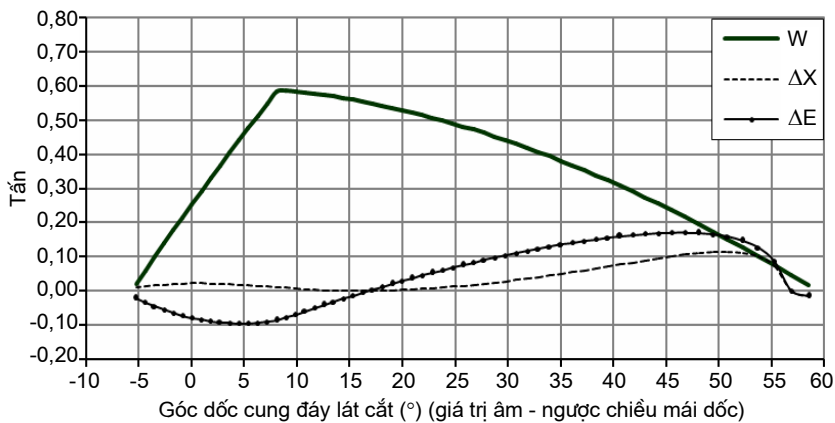


Hình 4. Sơ đồ thân đê và lát cát khối tính độ ổn định

Bảng 1. Các trường hợp tính toán

	Góc dốc ($^\circ$)	$\gamma_n(\text{T/m}^3)$	$c(\text{T/m}^2)$	$\varphi(^\circ)$
Trường hợp 1	63,4	1,9	0,175	15,00
Trường hợp 2	63,4	1,7	0,100	15,00
Trường hợp 3	55,0	1,5	0,200	20,88
Trường hợp 4	55,0	1,5	0,300	17,00

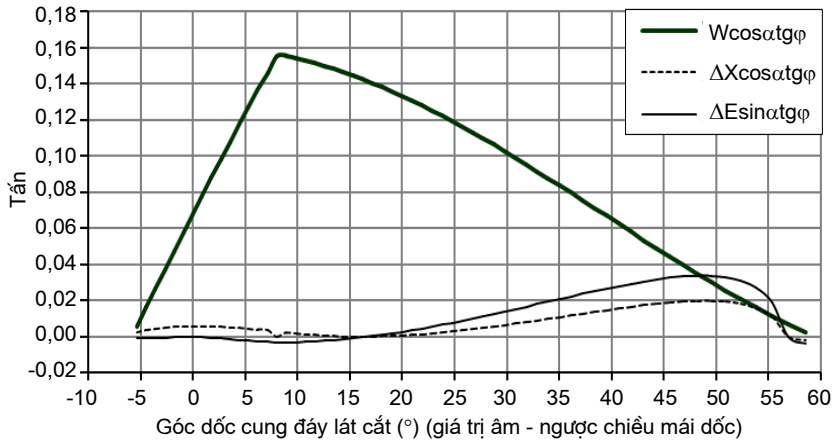
Cung ở trạng thái tới hạn (hệ số ổn định $F_s = 1$) có tọa độ tâm là (8,92 m, 7,30 m) và bán kính là 6,46 m với chiều rộng lát cát $b = 0,1001$ m (62 lát cát) (hình 4). Theo phương pháp Bishop lát cát đơn giản hệ số ổn định trượt theo cung này là 0,9467. Phân bố giá trị các thành phần trọng lượng, ΔX và ΔE ... của các lát cát thể hiện trên hình 5 và 6.



Hình 5. Phân bố W , ΔX , ΔE của các lát cát

Chương trình tính toán ghi ra chi tiết giá trị khối lượng lát cát, góc nghiêng mặt trượt, tổng hợp lực kéo trượt, lực kháng trượt, các thành phần lực ΔX và ΔE

của từng lát cát tương tự như bảng 2 và hình 7. Thành phần kháng cắt của các lát cát tính theo phương pháp Bishop lát cát đơn giản và phương pháp



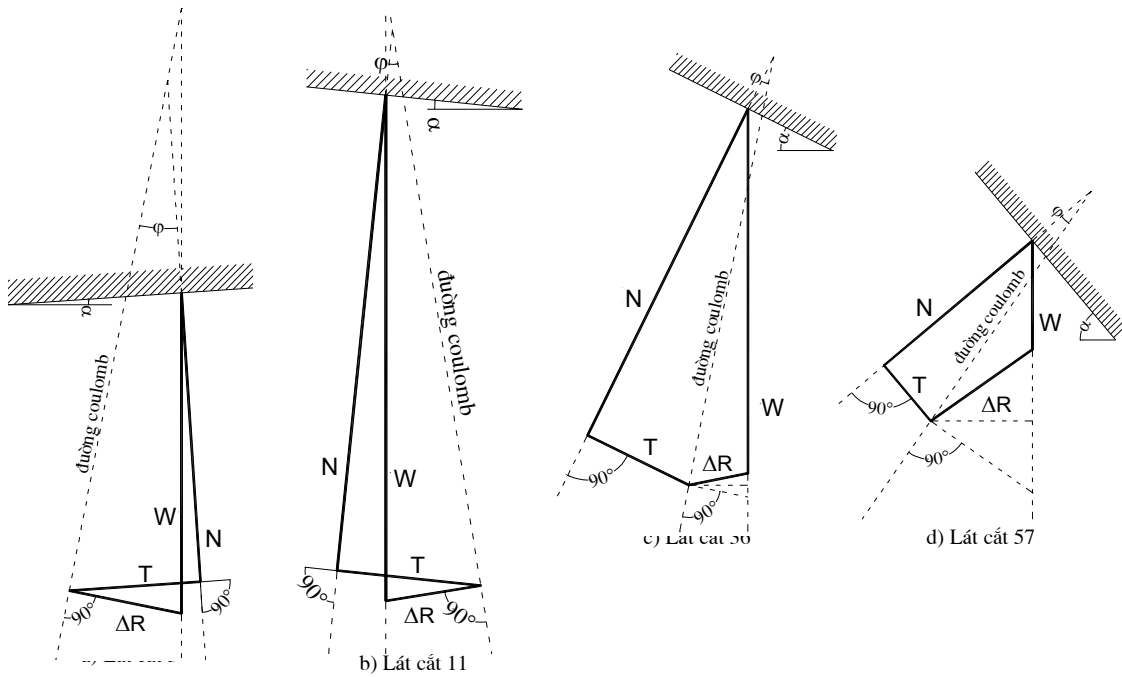
Hình 6. Phân bố $W\cos\alpha\text{tg}\varphi$, $\Delta X\cos\alpha\text{tg}\varphi$, $\Delta E\sin\alpha\text{tg}\varphi$

tương thích thể hiện trên hình 8. Điều kiện sườn dốc, chỉ tiêu cơ lý và kết quả tính toán của 3 trường hợp khác và kể cả trường hợp 1 thể hiện

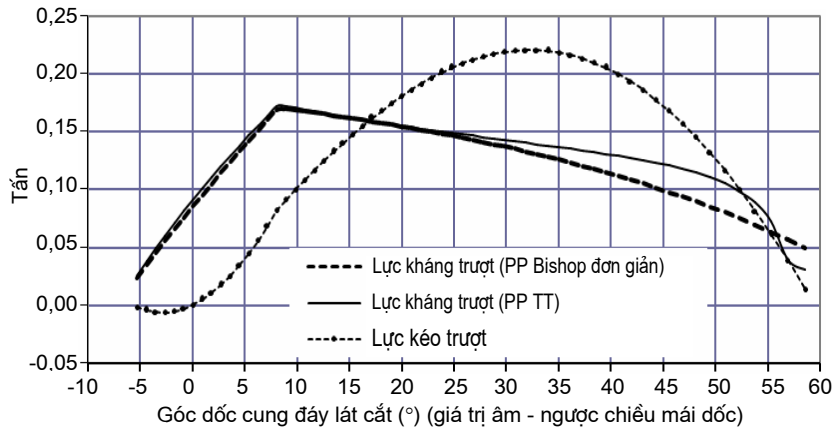
trong bảng 3. Cung trạng thái tới hạn trượt trường hợp 1 và 2 thể hiện trên hình 4, trường hợp 3 và 4 trên hình 9.

Bảng 2. Các thành phần lực (T) tại các lát cắt

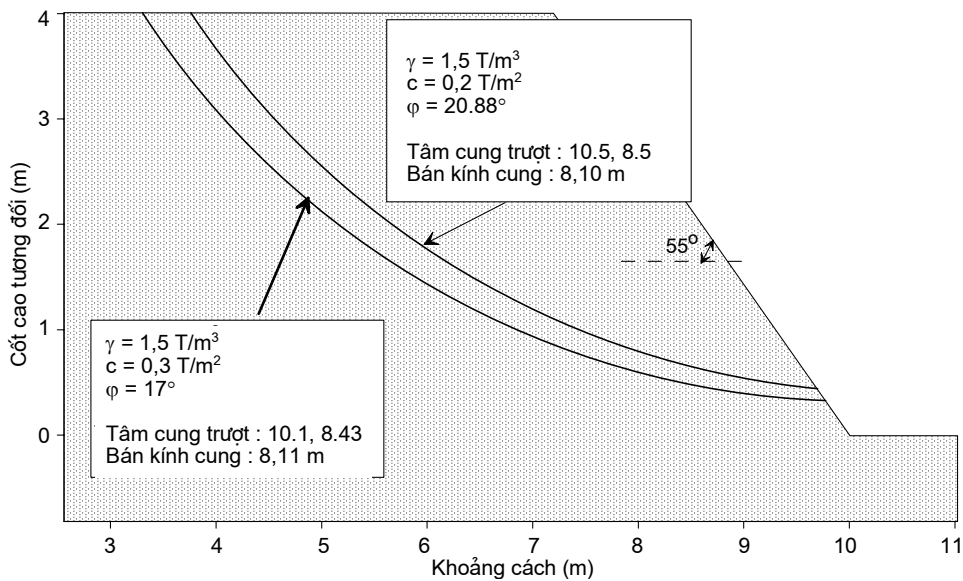
Lát cắt	α (°)	W	ΔX	ΔE	N	$N\text{tg}\varphi$	cl
3	-3,5258	0,0989	0,0154	-0,0459	0,1169	0,0313	0,0176
11	3,5845	0,4030	0,0191	-0,0948	0,4153	0,1113	0,0176
36	26,4789	0,4708	0,0171	0,0821	0,4726	0,1266	0,0196
57	50,8623	0,1502	0,1142	0,1580	0,2895	0,0776	0,0278



Hình 7. Sơ đồ lực tác dụng lên lát cắt



Hình 8. Phân bố lực kháng trượt theo hai phương pháp



Hình 9. Cung trượt trong trường hợp 3 và 4

Bảng 3. Kết quả tính toán các trường hợp (tâm và bán kính cung trượt là X_0 , Y_0 và R)

	X_0	Y_0	R	F_s	
				Bishop	Tương thích
Trường hợp 1	8,92	7,300	6,460	0,9467	1
Trường hợp 2	8,920	8,510	7,060	0,9720	1
Trường hợp 3	10,500	8,500	8,100	1,0029	1
Trường hợp 4	10,10	8,430	8,110	1,0184	1

KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu trình bày trên đây, đã phát triển về mặt lý thuyết và xây dựng phần mềm chương trình tính toán xác định cung có trạng thái giới hạn (hệ số ổn định trượt bằng 1) của sườn dốc theo phương

pháp tương thích. Đã minh họa ứng dụng cho trường hợp môi trường đất đồng nhất, áp lực nước lỗ rỗng bằng 0, không có vãi địa kỹ thuật làm cốt và cung trạng thái tới hạn là cung tròn.

Kết quả tính toán theo bốn thí dụ minh họa cho thấy trong trường hợp sườn có góc dốc $63,4^\circ$, lực dính và góc ma sát trong thấp hơn và cung trạng thái tới hạn có độ nghiêng nhỏ hơn (trường hợp 1 và 2) thì phương pháp Bishop lát cắt đơn giản cho hệ số ổn định theo cung này nhỏ hơn 1, và ngược lại (trường hợp 3 và 4 với góc sườn dốc là 55° , lực dính và góc ma sát trong lớn hơn trường hợp 1 và 2) phương pháp Bishop lát cắt đơn giản cho hệ số ổn định lớn hơn 1 (bảng 2). Từ đây có thể đề xuất một số điểm sau :

- Tiếp tục nghiên cứu khả năng áp dụng của phương pháp đối với mọi điều kiện về hình học sườn dốc và giá trị các chỉ tiêu cơ lý ;

- Cần xác định độ chính xác của kết quả xác định cung tới hạn theo phương pháp này với tất cả các phương pháp đang được sử dụng từ trước đến nay ;

- Nghiên cứu khả năng mở rộng phương pháp đối với các trường hợp các cung không ở trạng thái tới hạn (hệ số ổn định trượt khác 1) và khả năng áp dụng của phương pháp đối với các cung tính hệ số ổn định không phải là cung tròn;

- Xây dựng chương trình tính toán theo phương pháp tương thích có tính đến các điều kiện khác nhau như sự có mặt của áp lực nước lỗ rỗng, tính bất đồng nhất của nền và thân đê, sự phân bố khác nhau của lớp vải địa kỹ thuật trong thân đê...

TÀI LIỆU DẪN

[1] P.B. ATTEWELL and I.W. FARMER, 1975 : Principles of Engineering Geology. John Willey & Sons, Inc., New York.

[2] DELWYN G. FREDLUND, 1997 : The Analysis of Slopes. 1997 short course, Hanoi, Vietnam.

[3] PHAN TRƯỜNG GIANG, 2004 : Sử dụng lý thuyết phân tích hệ thống để phân tích ổn định của đập đất và công trình dâng chắn nước trên nền không đồng nhất. Luận án tiến sĩ. Hà Nội.

[4] PHAN TRƯỜNG PHIỆT, 2005 : Mô hình địa kỹ thuật có xét đến sự tương thích của lực tương tác và phương pháp cân bằng giới hạn "thực" của mảnh. Tạp chí Địa kỹ thuật, 3, 15-18.

SUMMARY

Analysis of slope limit equilibrium slip cycle by physical method regarding to compatible interslice force condition

Existing traditional slope stability analytical methods use some assumptions such as neglectation of interslice forces, resulted interslice force line-focus, and slope angle of acting force. The common point of all the existing slope stability analysis methods is that the compatibility of the sliding and resisting forces on the two parts of the slide masses divided a slice are not taken into account. This paper presents the summary of the mathematical formulation of the "compatible" method to determine the equilibrium slip cycle, considering the compatible interslice force condition, and presents actual programming analysis for several slope conditions for discussion. The application of the slope analysis by this "compatible" method shows comparable results with the results obtained by Bishop simplified method.

Ngày nhận bài : 29-7-2009

Cục Thủy lợi

(Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn),

Đại học Thủy lợi Hà Nội,

Viện Địa chất

(Viện khoa học và Công nghệ Việt nam),

Ban Quản lý các Dự án Thủy lợi

(Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn)