

# Nghiên cứu ứng dụng phần mềm GEO SLOPE mô phỏng gia cố đất nhiễm mặn trong thi công nền đường

■ TS. NGUYỄN THỊ DIỄM CHI

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

**TÓM TẮT:** Các công trình đường giao thông nông thôn dọc trên tuyến đường đê được đắp từ đất nhiễm mặn nên rất dễ bị trượt lở do tải trọng bản thân, mưa bão hàng năm... nên cần phải duy tu bảo dưỡng thường xuyên. Mái dốc của nền đường luôn ở trạng thái cân bằng giới hạn và sẽ xảy ra trượt khi các điều kiện ổn định thay đổi. Nguyên nhân gây hư hỏng các tuyến đường chủ yếu do ảnh hưởng của tải trọng, mưa bão và do bản thân của đất dùng để đắp đường có cường độ sức chống cắt yếu. Trong bài báo này, tác giả sẽ nghiên cứu ứng dụng phần mềm GEO SLOPE mô phỏng nền đường đắp bằng đất tự nhiên và đất nhiễm mặn gia cố bằng xi măng, vôi và phụ gia TS.

**TỪ KHÓA:** Đất nhiễm mặn, đường giao thông, sự ổn định, mái dốc, phần mềm.

**ABSTRACT:** Rural road along the dike route is built from saline soils, so it easy to slip due to its self-weight, annual rain and floods... Therefore, it is necessary to maintain regular maintenance. The slope of the road is always in limited equilibrium, which leads to slippage when the stability conditions change. The cause of this damage is mainly due to the influence of load, rain and self-weight of soil with weak sheared strength. In this paper, the author uses GEO SLOPE software to simulate the road foundation reinforced with natural soil, saline soils, cement, lime powder and TS additives.

**KEYWORDS:** Saline soil, roads, stability, slope, software.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khu vực các huyện ven biển Hải Phòng là khu vực vùng trung, địa hình thấp, địa chất chủ yếu là bùn sét nhiễm mặn thuộc dạng đất yếu. Việc ứng dụng xử lý đất nhiễm mặn tại chỗ bằng xi măng, vôi và phụ gia nhằm tăng cường độ đất dùng để đắp đường là một giải pháp khả thi và mang tính kinh tế cao. Tác giả đề xuất sử dụng gia cố đất nhiễm mặn bằng 8% xi măng + 10% vôi + 4 lít/m<sup>3</sup> phụ gia TS. Phụ gia TS đưa vào đất làm biến tính đất, khi đó đất sẽ mất đi tính chất

đặc trưng của nó là tính trương nở của thành phần sét trong đất. Đồng thời, chất phụ gia TS cũng làm cho tính chất cơ lý của đất thay đổi, khi đó đất trở nên có độ cứng cao hơn bình thường và có khả năng liên kết chặt với các loại chất kết dính vô cơ như vôi, xi măng để tạo nên một kết cấu khối bằng đất hoàn toàn ổn định trong nước. Các nghiên cứu khác của tác giả đã nghiên cứu thí nghiệm và đưa ra kết quả tính chất của hỗn hợp gia cường gồm 8% xi măng + 10% vôi + 4 lít/m<sup>3</sup> phụ gia TS và được tổng hợp tại *Bảng 3.2*.

Khi sử dụng đất để đắp nền đường giao thông nông thôn, cần phải tính toán cường độ và biến dạng của đất nền để kiểm tra ổn định công trình. Yếu tố cường độ là một yếu tố rất quan trọng vì nó đảm bảo công trình làm việc an toàn, không sụp đổ hay phá hoại tức thời trong giai đoạn thi công và khai thác sử dụng.

Sự phá hoại của nền đất gồm biến dạng do trượt hoặc lún của nền. Nguyên nhân của sự phá hoại do áp lực của tải trọng bản thân đất nền và tải trọng công trình làm khả năng chống trượt của đất không đảm bảo an toàn và nền đất bị lún khi vượt quá giới hạn cho phép. Để đánh giá sức bền và xác định sự phá hoại của đất có thể sử dụng thuyết bền Coulomb.

Sức chịu tải của nền đất đường giao thông có thể được xác định theo nhiều phương pháp:

- Giả thiết mặt trượt dưới đáy móng là mặt phẳng;
- Cân bằng giới hạn;
- Hạn chế vùng biến dạng dẻo.

Phương pháp tính tải trọng nền đất đường giao thông được phân thành hai nhóm:

- Sức chịu tải tức thời với các đặc trưng chống cắt không thoát nước;
- Sức chịu tải với các đặc trưng chống cắt có thoát nước ứng với nền đất đã ổn định lún do cố kết thắm [1].

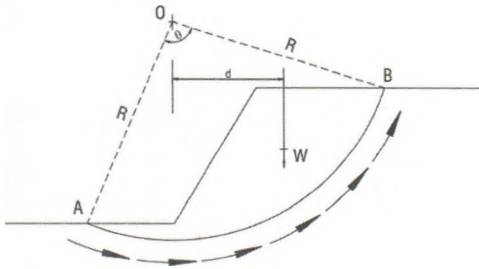
## 2. PHÂN TÍCH ỔN ĐỊNH MÁI DỐC THEO MẶT TRƯỢT

Dùng trong trường hợp mái dốc ta-luy đường mới đắp trong đất sét bão hòa hoàn toàn ( $\varphi_u = 0$ ). Cung trượt xuất hiện ở chân mái dốc hoặc cắt qua mái đất. Tại cung trượt xuất hiện phá hoại với hệ số ổn định nhỏ nhất là cung giới hạn.

Giả sử khối trượt có trọng lượng  $W$  nằm trên cung trượt có bán kính  $R$ , tâm  $O$  bị dịch chuyển. Hệ số ổn định được tính như sau:

$$K = \frac{\text{Mô men chống trượt}}{\text{Mô men gây trượt}} = \frac{C_u R^2 \theta}{Wd}$$

Trong đó:  
 $C_u$  - Lực dính không thoát nước;  
 $\theta$  - Góc nhìn cung trượt ở tâm O;  
 $d$  - Khoảng cách từ trọng tâm khối trượt đến đường  
 hằng đứng đi qua O (Hình 2.1).



Hình 2.1: Cung trượt của khối đất trên mái dốc

Trong trường hợp mái dốc không đồng nhất, có nhiều  
 mặt trượt hay nhiều lớp thì hệ số ổn định được xác định  
 như sau:

$$F = \frac{R^2 \sum C_u \theta_i}{\sum W_i d_i}$$

Khi ở điều kiện cân bằng giới hạn, khe nứt căng xuất  
 hiện ở đỉnh mái dốc với độ sâu khe nứt  $z_0$ :

$$z_0 = \frac{2C_u}{\gamma}$$

Chiều dài cung trượt thực tế - đoạn AC (Hình 2.2) kết  
 thúc tại vị trí khe nứt. Nếu khe nứt chứa đầy nước thì tính  
 thêm áp lực thủy tĩnh  $P_n$  tác dụng theo phương ngang:

Khi đó, áp lực thủy tĩnh  $P_n$  là lực gây trượt và hệ số ổn  
 định được xác định như sau:

$$P_n = \frac{1}{2} \gamma_n z_0^2$$

### 3. KIỂM TRA ỔN ĐỊNH TRƯỢT CUNG TRÒN NỀN ĐƯỜNG GIA CỐ BẰNG ĐẤT NHIỄM MẶN

Để so sánh đánh giá tính ổn định của nền đường thi công đắp bằng đất nhiễm mặn tại chỗ và đất nhiễm mặn có gia  
 cường bằng 8% xi măng + 10% vôi + 4 lít/m<sup>3</sup> phụ gia TS, tác giả sử dụng phần mềm Slope để mô phỏng ổn định trượt cung  
 tròn trên tuyến đường thuộc dự án đầu tư xây dựng tuyến đường liên thôn tại xã Lý Học, huyện Vĩnh Bảo, TP. Hải Phòng trong  
 môi trường nguy hiểm nhất là khi xuất hiện dòng thấm ngang thân nền đường, với điều kiện địa chất như Bảng 3.1 và 3.2 với:

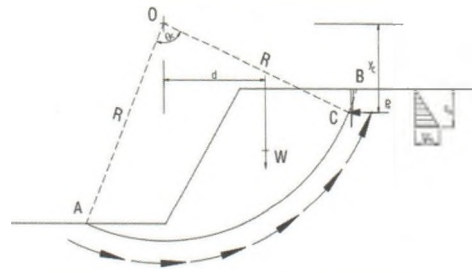
- Bề rộng mặt đường: 7 m;
- Hệ số mái vát ta-luy: 1,5.

Bảng 3.1. Địa chất khu vực xây dựng công trình

Lớp đất - Trạng thái	Dung trọng ướt $\gamma_w$ (g/cm <sup>3</sup> )	Dung trọng khô $\gamma_k$ (g/cm <sup>3</sup> )	Dung trọng đầy nổi $\gamma_{dn}$ (g/cm <sup>3</sup> )	Độ sệt B	Độ ẩm W (%)	Hệ số rỗng $e_0$	Tỷ trọng hạt $G_s$	Góc nội ma sát $\phi$ (độ)	Lực dính C (kG/cm <sup>2</sup> )
1 - Bùn sét, đẻo nhão, nhiễm mặn	1,515	0,861	0,53	1,4	69	2,018	2,5	4°	0,071
2 - Sét pha, đẻo cứng nhiễm mặn	1,78	1,46	0,92	0,36	21	0,749	2,4	15°60'	0,295

Bảng 3.2. Các thông số đất đắp nền đường

Lớp đất - Trạng thái	Dung trọng tự nhiên $\gamma_w$ (g/cm <sup>3</sup> )	Dung trọng khô $\gamma_k$ (g/cm <sup>3</sup> )	Dung trọng đầy nổi $\gamma_{dn}$ (g/cm <sup>3</sup> )	Độ ẩm W (%)	Hệ số rỗng $e_0$	Góc nội ma sát $\phi$ (độ)	Lực dính C (kG/cm <sup>2</sup> )
Đất nhiễm mặn tự nhiên	1,515	0,861	0,53	69	2,018	4°	0,071
Hỗn hợp đất nhiễm mặn + 8% xi măng + 10% vôi + 4 lít/m <sup>3</sup> phụ gia TS	1,3	1,12	0,31	5	-	25°10'	0,421



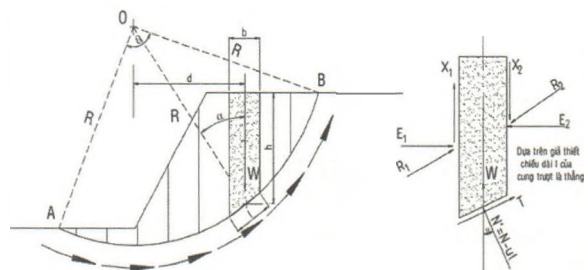
Hình 2.2: Cung trượt của mái dốc có xét đến khe nứt

Khi chịu áp lực nước, lỗ rỗng trong các khối đất đắp thay  
 đổi thì phải kiểm tra ổn định trong điều kiện ứng suất hiệu quả.

Có thể coi khối trượt như là một dây các cung trượt có  
 tâm ở bán kính R được chia thành các mảnh có bề rộng b  
 bằng nhau do ứng suất thay đổi theo mặt trượt thử (Hình 2.3).

Tại điểm cân bằng giới hạn, tổng mô-men phá hoại cân  
 bằng với tổng mô-men các lực cắt dọc theo AB (Hình 2.3).  
 Khi đó, hệ số ổn định xác định như sau:

$$K = \frac{\sum c l + \sum N \tan \phi}{\sum W \sin \alpha}$$



Hình 2.3: Ổn định mái dốc theo ứng suất hiệu quả

\* Xác định dòng thấm trong đất:

Hệ số:

$$\lambda = \frac{m}{2m+1} \Rightarrow \lambda = 0,375$$

Chiều dài đường thấm:

$$L_0 = \lambda \times H_1 + m \times (H - H_1) + b + m' \times (H - H_2) \Rightarrow L_0 = 12,88 \text{ m}$$

Lưu lượng thấm qua nền đường:

$$\frac{q}{k_d} = \frac{H_1^2 - H_2^2}{2 \times L_0} \Rightarrow q = 4,02 \times 10^{-8} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

Phương trình đường bão hòa:  $y = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot x}{k_d} + H_2^2}$

Tọa độ các điểm để vẽ đường thấm qua nền đường thể hiện trong Bảng 3.3.

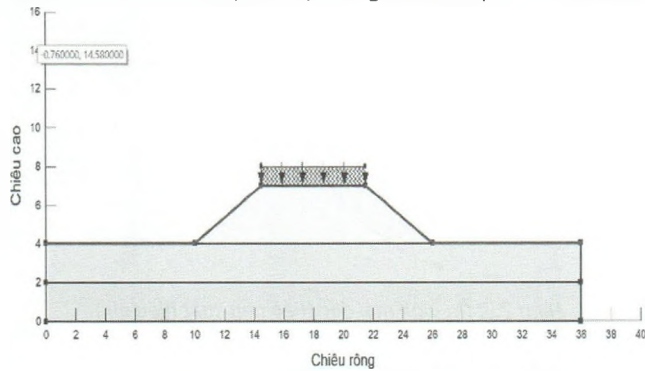
**Bảng 3.3. Bảng tính toán tọa độ dòng thấm**

x	13,7	14,2	14,7	15,2	15,7	16,2	16,7	17,2	17,7	18,2	18,7
y	4,50	12,43	16,99	20,56	23,60	26,29	28,73	30,97	33,07	35,04	36,90

Dùng phần mềm Geo-Slope 2012 để mô phỏng dòng thấm và kiểm tra ổn định trượt cung tròn.

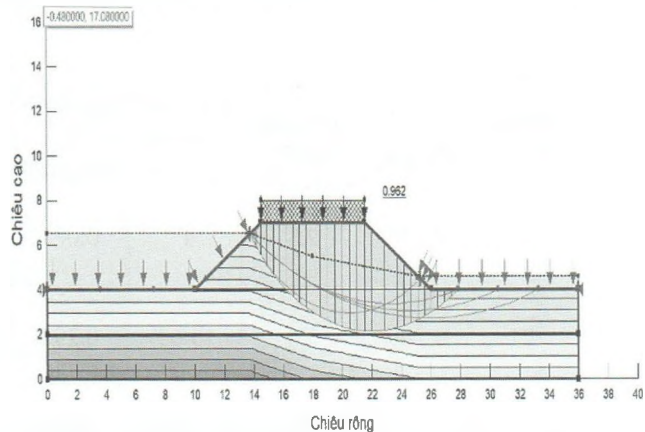
\* Trường hợp đất đắp nền đường là đất nhiễm mặn tự nhiên:

Dùng phần mềm Geo-Slope 2012 để mô phỏng dòng thấm và kiểm tra ổn định trượt cung tròn kết quả như Hình 3.1.



**Hình 3.1: Số liệu đầu vào để xác định dòng thấm nền đường**

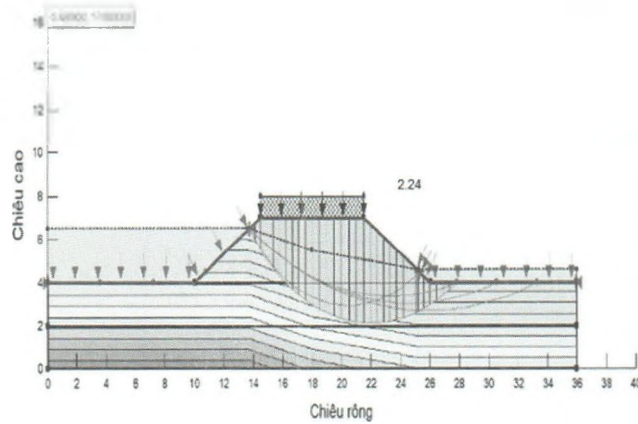
Kết quả kiểm tra ổn định trượt theo các phương pháp Fellenius, Bishop, Janbu thể hiện trên Hình 3.2, 3.3 và Bảng 3.4.



**Hình 3.2: Mô hình phân tích ổn định trượt cung tròn nền đường là đất nhiễm mặn tự nhiên**

\* Trường hợp đất đắp nền đường là hỗn hợp đất nhiễm mặn được gia cường bằng phụ gia, xi măng và vôi:

Thay lớp đất đắp ở trên cùng bằng lớp hỗn hợp đất nhiễm mặn được gia cố bằng 8% xi măng + 10% vôi + phụ gia TS và kiểm tra, đánh giá độ ổn định của công trình.



**Hình 3.3: Kết quả phân tích ổn định với đất đắp gia cố bằng 8% xi măng + 10% vôi + 4 lít/m³ phụ gia TS theo phương pháp Bishop**

**Bảng 3.4. So sánh hệ số ổn định tất cả các trường hợp với các phương pháp tính ổn định khác nhau**

Phương pháp	Đất tự nhiên	Đất gia cường	Đánh giá
Fellenius	0,95	2,95	Tăng 210,5 %
Bishop	0,962	2,24	Tăng 133 %
Janbu	0,93	3,13	Tăng 237 %

**4. KẾT LUẬN**

Nền đường được đắp bằng đất nhiễm mặn tự nhiên không ổn định với hệ số ổn định thấp (K = 0,95) và thấp hơn hệ số an toàn cho phép là  $[K]_{\min} = 1,2$  khi tính theo phương pháp Fellenius, Bishop, Janbu, do đó cần được xử lý gia cố nếu muốn đắp đến chiều cao này.

Sử dụng đất đắp được gia cường bằng 8% xi măng + 10% vôi + 4 lít/m³ phụ gia TS sẽ làm tăng hệ số an toàn lên từ 133 - 237% và đạt được hệ số ổn định cao K = 2,24 - 3,13 >  $[K]_{\min} = 1,2$ , giúp nền đường ổn định, đặc biệt là trong môi trường nguy hiểm nhất là khi xuất hiện dòng thấm ngang nền đường.

Như vậy, giải pháp phù hợp để thi công tuyến đường này là dùng đất được gia cố bằng 8% xi măng + 10% vôi + 4 lít/m³ để đảm bảo tính ổn định của công trình.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT21-22.68.

**Tài liệu tham khảo**

- [1]. Trần Xuân Thọ, *Bài giảng Cơ học đất*, Tài liệu học tập năm 2011.
- [2]. R. Whitlow (1997), *Cơ học đất*, NXB. Giáo dục.
- [3]. Đỗ Văn Đệ, Nguyễn Quốc Tới (2011), *Hướng dẫn sử dụng phần mềm GEO SLOPE*, NXB. Xây dựng.

**Ngày nhận bài: 20/5/2022**

**Ngày chấp nhận đăng: 10/6/2022**

**Người phản biện: PGS. TS. Đào Văn Tuấn**

**TS. Nguyễn Thị Hồng Hạnh**