

TÍNH TOÁN MỨC ĐỘ LAN TRUYỀN CỦA VỮA TRONG MÔI TRƯỜNG CÓ ĐỘ THẨM CAO

Trương Quốc Quân

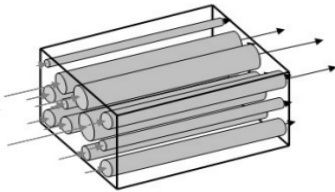
Trường Đại học Thủy lợi, email: quantq@tlu.edu.vn

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Hiện nay, bơm phụt vữa đang là phương pháp được sử dụng rất rộng rãi trong công tác gia cố nền móng các công trình xây dựng. Phương pháp này cũng được áp dụng để chống thấm cho thân đê, đập dưới tác động của xói ngầm. Một trong những thông số quan trọng, giúp nâng cao hiệu quả của phương pháp, đây là dự báo được chiều dài lan truyền của vữa trong đất. Từ đó mới có thể xác định được khoảng cách giữa các điểm phụt vữa, đây là cơ sở để thiết kế được sơ đồ khoan phụt hợp lý.

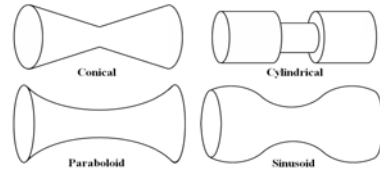
2. MÔ HÌNH HOÁ HỆ LỖ RỖNG TRONG ĐẤT

Việc dự đoán khoảng cách lan truyền vữa được thực hiện dựa trên giả thiết rằng: hệ lỗ rỗng trong đất được xem như một hệ các ống dẫn song song với nhau. Các ống dẫn này có thể có đường kính khác nhau [1,4] hoặc có hình dạng phức tạp khác [6].



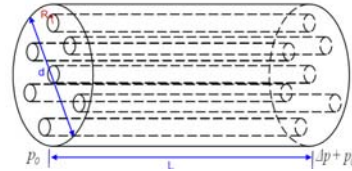
Hình 1. Mô hình ống dẫn song song có đường kính khác nhau

Các giả thiết trên cho phép mô tả hệ lỗ rỗng trong đất tương đối trực quan, tuy nhiên việc xác định các thông số của ống dẫn như đường kính, kích thước đoạn co thắt tương đối phức tạp và khó áp dụng trong thực tế.



Hình 2. Mô hình của Sochi (2007) [6]

Để có thể đề xuất các tính đơn giản, dễ áp dụng trong thực tế sản xuất, giả thiết hệ lỗ rỗng của đất là tập hợp các ống dẫn song song có đường kính như nhau và không đổi.



Hình 3. Mô hình đề xuất

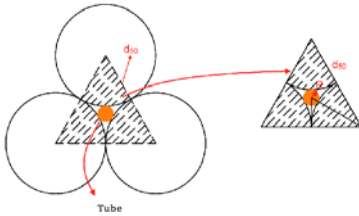
3. MÔ HÌNH TÍNH TOÁN ĐỀ XUẤT

Trong thực tế, vữa phụt có nguồn gốc xi măng, bentonite... là những chất lỏng không Newton, cư xử theo mô hình chất lỏng dẻo Bingham [2,5]. Chất lỏng này được đặc trưng bởi 2 đại lượng là giới hạn chảy τ_0 (yield stress) và độ nhớt dẻo (plastic viscosity). Để làm chất lỏng này chảy được, ứng suất tác dụng vào nó cần lớn hơn giới hạn chảy τ_0 . Với độ chênh áp ΔP nhất định, chất lỏng dẻo Bingham sẽ lấp đầy ống dẫn bán kính R với chiều dài L và sau đấy không lan truyền được nữa. Mối quan hệ giữa các đại lượng được trình bày ở phương trình (1).

$$L = \frac{\Delta P \cdot R}{2\tau_0} \quad (1)$$

Từ phương trình (1), nếu ta biết trước giới hạn chảy của vữa τ_0 , bán kính ống dẫn R mô hình trong đất, độ chênh áp ΔP (giữa đầu phụt và áp suất không khí), ta có thể tính được chiều dài lan truyền vữa L.

3.1. Mô hình 1 (MH1): Đất có cấp phối đồng nhất và ống được tạo thành giữa 3 hạt đất d_{50}



Hình 4. Mô hình ống dẫn số 1

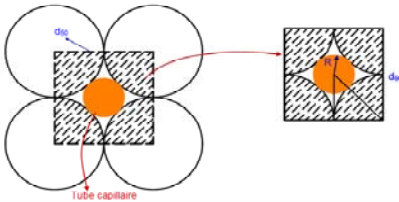
Đường kính ống được tính theo phương trình:

$$R_1 = \frac{d_{50}}{2} \left(\frac{1}{\cos 30^\circ} - 1 \right) \quad (2)$$

$$\Rightarrow L = \frac{\Delta P}{4\tau_0} d_{50} \left(\frac{1}{\cos 30^\circ} - 1 \right) \quad (3)$$

Trong đó: d_{50} là đường kính hạt mà 50% khối lượng đất là hạt có kích thước nhỏ hơn.

3.2. Mô hình 2 (MH2): Đất có cấp phối đồng nhất và ống được tạo thành giữa 4 hạt đất d_{50}



Hình 5. Mô hình ống dẫn số 2

Đường kính ống được tính theo phương trình:

$$R_2 = \frac{d_{50}}{2} (\sqrt{2} - 1) \quad (4)$$

$$\Rightarrow L = \frac{\Delta P}{4\tau_0} d_{50} (\sqrt{2} - 1) \quad (5)$$

3.3. Mô hình 3 (MH3): Đất tổng quát

Đường kính ống dẫn được xác định dựa vào độ rỗng và độ thấm có hiệu của đất

(intrinsic permeability), được tính theo công thức của Kozeny-Carman [3]:

$$K = \left(\frac{1}{C_{k-c}} \right) \left(\frac{1}{S_o^2} \right) \left(\frac{e^3}{1+e} \right) \quad (6)$$

Trong đó: C_{k-c} là hệ số kinh nghiệm, S_o là diện tích bề mặt trên một đơn vị thể tích hạt; e là chỉ số rỗng.

Đường kính ống dẫn được tính như sau:

$$R_3 = \sqrt{\frac{8K}{n}} \quad (7)$$

Với n là hệ số rỗng của đất.

$$\Rightarrow L = \frac{\Delta P}{2\tau_0} \sqrt{\frac{8K}{n}} \quad (8)$$

4. THÍ NGHIỆM KIỂM TRA

Để kiểm tra 3 mô hình tính toán đề xuất ở phần trên (các phương trình 3, 5, 8), thí nghiệm được tiến hành như sau: trong ống thí nghiệm đường kính 18cm, dài 300 cm được lắp đầy bởi đá cấp phối 4/10, tiến hành thiết lập một dòng chảy ổn định với áp lực cho trước. Tại vị trí gần đầu ống thí nghiệm, tiến hành phụt vữa vào ống nghiệm để chặn dòng chảy này. Sau khi vữa đã lấp kín lỗ rỗng của đá, ta đo chiều dài L của đoạn vữa này. Áp lực phía đầu của đoạn vữa là áp suất của đầu bơm, phía cuối đoạn vữa là áp suất không khí. Ta sẽ kiểm tra xem đoạn vữa dài L có tương ứng độ chênh áp ΔP đã áp dụng không.

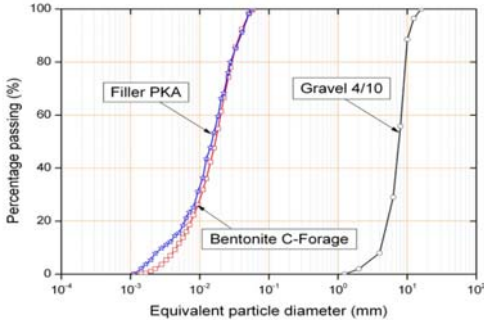


Hình 6. Hình ảnh thiết bị thí nghiệm

Vữa phụt được chế tạo thành từ dung dịch bentonite (C-forage) có trộn chất độn tro

(filler PKA). Hàm lượng B/N là 15%. Hàm lượng chất độn F/(B+W) là 15%. Dung dịch này có giới hạn chảy 25Pa, độ nhớt 30cPo.

Cấp phối 4/10 được lấp đầy ống thí nghiệm ở độ chặt trung bình, độ rỗng là 0,43, trọng lượng riêng 15,1 kN/m³, d₅₀ bằng 7,4 mm

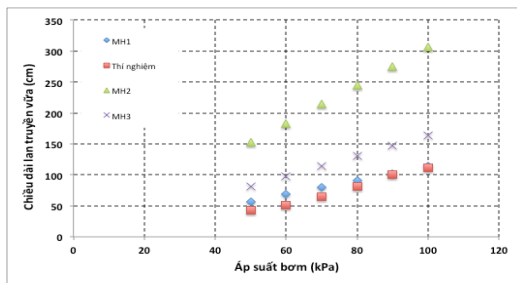


Hình 7. Cấp phối các loại vật liệu thí nghiệm

Kết quả thí nghiệm được tổng hợp ở bảng sau:

Bảng 1. Tổng hợp kết quả thí nghiệm

Tên thí nghiệm m	Áp suất bơm (kPa)	Chiều dài lan truyền vừa (cm)			
		Thí nghiệm	MH 1	MH 2	MH 3
T1	50	43	57	82	153
T2	60	51	68	98	184
T3	70	65	80	115	214
T4	80	81	91	131	245
T5	90	101	103	148	275
T6	100	111	114	164	306



Hình 8. Kết quả thí nghiệm

Từ kết quả thí nghiệm, ta thấy chiều dài đoạn vừa lan truyền đo được từ thí nghiệm nhỏ hơn

giá trị tính toán từ các mô hình đề xuất. Nguyên nhân là hệ lỗ rỗng trong đất có hình thái phức tạp hơn nhiều so với mô hình đề xuất, do vậy vừa không thể lan truyền hệ lỗ rỗng này dễ dàng như trong hệ các ống dẫn được.

5. KẾT LUẬN

Thiết bị thí nghiệm cho phép mô tả rất trực quan quá trình phụ vừa với mục đích chống thấm. Từ kết quả của mô hình thí nghiệm này, 3 mô hình tính toán chiều dài lan truyền của vừa phụ đã được đề xuất. Các mô hình này tương đối đơn giản, dễ áp dụng. Trong đó mô hình 1 cho kết quả dự đoán sát với thí nghiệm nhất, do vậy với loại đất có cấp phối đồng đều, có thể sử dụng công thức (3) để phục vụ thiết kế sơ bộ sơ đồ phụ.

Tuy nhiên, để tăng tính chính xác của các mô hình đề xuất, cần làm thêm nhiều thí nghiệm với nhiều loại vật liệu khác nhau để có thể tổng quát hoá các mô hình này.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bouchelaghem A. (1994). Comportements aux limites dans l'injection des sols. Thèse de doctorat de l'école nationale supérieure des mines de Paris, 187p.
- [2] Cambefort H. (1967). Injection des sols. Tome I. Principes et méthodes. Ed. Eyrolles, 394p.
- [3] Carrier D. (2003) Goodbye, Hazen; Hello, Kozeny-Carman. Journal of Geotechnical and Geo-environmental Engineering, vol 129, n°11, pp 1054-1056.
- [4] Dullien F. (1979). Porous Media: Fluid Transport and Pore Structure. Academic Presse, New York, 574p.
- [5] Luckham P. F. and ., (1999). Colloidal and rheological properties of bentonite suspensions. Adv. Colloid Interface Sci., vol. 82, n° 13, pp. 43-92.
- [6] Sochi T . (2007). Pore-Scale Modeling of Non-Newtonian Flow in Porous Media. Ph. D. dissertation of Imperial College London, 188p.