

THÍ NGHIỆM MÔ PHỎNG MỘT ĐIỀU KIỆN HÌNH THÀNH VÀ PHÁT TRIỂN VẾT NỨT TRONG THÂN VÀ NỀN ĐẬP VẬT LIỆU ĐỊA PHƯƠNG

Trần Duy Quân¹, Shinichi Nishimura²

¹Trường Đại học Thủy lợi, email: duyquan@thu.edu.vn

²Faculty of Applied Biological Science, Gifu University, Japan

1. GIỚI THIỆU CHUNG

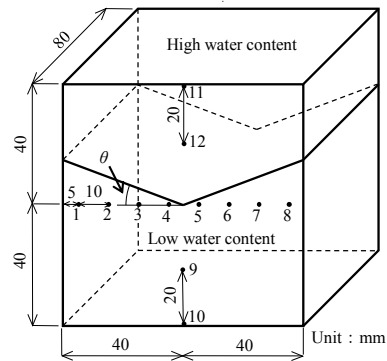
Sự tồn tại của những vết nứt được xem như là có ảnh hưởng lớn đến những thuộc tính cơ học, thấm của công trình đất đặc biệt là đập vật liệu địa phương (đập đất, đập hỗn hợp đất đá). Nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng những vết nứt tồn tại trong thân và nền đập là nguyên nhân ban đầu dẫn đến những sự cố, thậm chí dẫn đến vỡ đập của nhiều đập vật liệu địa phương [2]. Do vậy, những hiểu biết về điều kiện hình thành và phát triển những vết nứt trong thân và nền của đập vật liệu địa phương cho đến nay vẫn chưa thực sự rõ ràng.

Bài báo này giới thiệu một mô hình thí nghiệm trong phòng để mô phỏng một cơ chế tiềm năng cho sự hình thành và phát triển vết nứt trong thân và nền đập vật liệu địa phương trong quá trình xây dựng hoặc trong thời gian đầu sau khi hoàn thành việc xây dựng. Trong thí nghiệm này, biến dạng bề mặt của mẫu đất được theo dõi bằng hệ thống 2 máy ảnh độ phân giải 10 megapixels, tiêu cự 6.0mm và độ mở F1.9 bằng cách chụp ảnh theo bước thời gian 5 giây trong suốt quá trình thí nghiệm. Ảnh chụp được sử dụng làm dữ liệu đầu vào để phân tích biến dạng bề mặt mẫu đất sử dụng phương pháp tương quan hình ảnh (DIC - Digital Image Correlation Method).

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đất dùng cho thí nghiệm được lấy từ nền của đập Oyachi, phía nam của tỉnh Niigata, Nhật Bản – loại đất sét bụi có nguồn gốc từ tro bụi núi lửa (pyroclastic clay) chứa hàm

lượng hạt mịn (clay and silt) khoảng 85%. Đập Oyachi được xây dựng với mục đích tạo nguồn cấp nước tưới. Tuy nhiên, trong thời kỳ tích nước lần đầu đã xuất hiện một số dòng thấm tập trung qua nền đập đã được ghi lại. Nguyên nhân sau đó được cho là có liên quan đến hiện tượng xói ngầm do đứt gãy thủy lực (hydraulic fracturing) bắt nguồn từ những vết nứt tồn tại trong nền đập được hình thành trong quá trình thi công xây dựng đập [2].

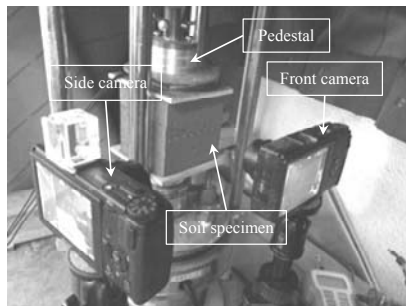


Hình 1. Hình dạng và mẫu thí nghiệm

Với công nghệ thi công đập vật liệu địa phương đầm nén phổ biến hiện nay, các lớp vật liệu sẽ được rải và đầm từng lớp cho đến khi đạt cao độ thiết kế. Trong điều kiện như vậy, mô đun đàn hồi của nền thường lớn hơn mô đun đàn hồi của những lớp đất đắp, mô đun đàn hồi của những lớp đắp trước thường lớn hơn mô đun đàn hồi của những lớp sau. Dưới tác dụng của tải trọng đầm nén hoặc trọng lượng bản thân của vật liệu thân đập trong

thời kỳ cố kết, thân đập hoặc những lớp vật liệu đầm nén sau sẽ lún nhiều hơn so với nền đập hoặc những lớp vật liệu đã được đầm nén trước đó một cách tương ứng. Do nền đập hoặc những lớp vật liệu được đầm từ trước có mô đun đàn hồi cao hơn, lún ít hơn dẫn đến bị đẩy theo hướng ngang. Như một hệ quả, những vết nứt theo phương đứng (vết nứt kéo) có thể được hình thành ở những lớp đất này.

Để kiểm chứng suy luận trên đây, trong thí nghiệm này, những mẫu đất chế bị được thiết kế trong hình lập phương kích thước 80mm (Hình 1), bao gồm 2 phần với độ ẩm khác nhau – phần phía dưới với độ ẩm khoảng $52 \pm 2\%$ (mô đun đàn hồi lớn) và phần phía trên có độ ẩm $58 \pm 2\%$ (mô đun đàn hồi nhỏ). Trong khoảng độ ẩm này, mẫu đất khá mềm nên có thể dễ dàng cắt để tạo ra mẫu đất có kích thước như Hình 1. Ngoài ra, để mô phỏng ảnh hưởng của địa hình mặt cắt ngang sông, mỗi phần của mẫu đất được cắt để tạo thành những phần lồi, lõm tương ứng với góc θ . Trong phạm vi bài báo này, tác giả tập trung thí nghiệm cho một trường hợp góc $\theta = 20^\circ$. Trước khi thí nghiệm nén mẫu đất, 12 điểm đo (speckles), là những hạt thủy tinh có đường kính 0.5mm được phủ một lớp sơn phản quang, được đặt trên bề mặt mẫu đất như trên Hình 1 và 3. Những điểm đo này sẽ được dùng để theo dõi biến dạng bề mặt của mẫu đất trong suốt thời gian thí nghiệm.



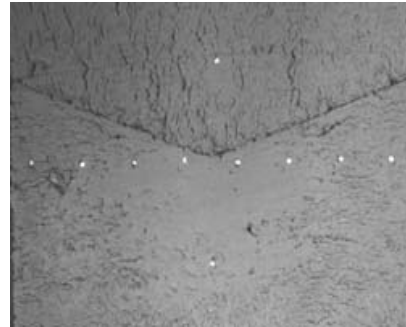
Hình 2. Bố trí thiết bị thí nghiệm

Hình 2 minh họa sự bố trí thiết bị thí nghiệm bao gồm: hệ thống 2 máy ảnh được bố trí trực giao để ghi lại biến dạng bề mặt mẫu trong suốt quá trình thí nghiệm; mẫu đất thí nghiệm như trên Hình 1 được kẹp trong 2

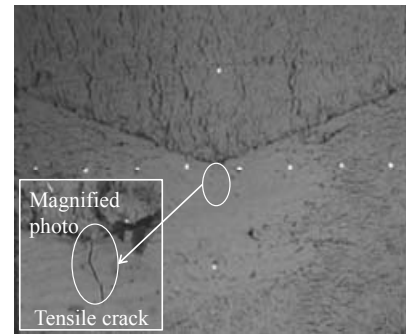
tấm nhôm để đảm bảo quá trình truyền lực được phân bố đều lên bề mặt phía trên mẫu đồng thời loại trừ ảnh hưởng của mô men uốn do nén lệch tâm; 1 máy nén cho phép nén với tốc độ không đổi 1.2mm/phút; 1 hệ thống thiết bị đo tải trọng bao gồm 3 cảm biến tải trọng với độ chính xác 0.5kN và được kết nối với 1 thiết bị ghi tải trọng.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Sự hình thành vết nứt



Hình 3. Bề mặt mẫu trước khi nén



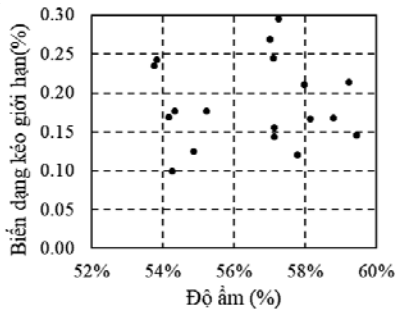
Hình 4. Bề mặt mẫu khi vết nứt bắt đầu xuất hiện

Hình 3 và hình 4 thể hiện một cách tương ứng bề mặt mẫu thí nghiệm tại thời điểm trước khi thí nghiệm và tại thời điểm vết nứt nhỏ (micro-crack) xuất hiện. Vết nứt nhỏ là vết nứt không thể nhận diện được bằng mắt thường, chỉ xác định được bằng cách phóng ảnh tại vị trí vết nứt). Sau thời điểm vết nứt nhỏ xuất hiện, nếu tiếp tục tăng tải trọng nén, vết nứt sẽ mở rộng và có thể nhận biết bằng mắt thường (macro-crack). Sự xuất hiện của vết nứt được chỉ ra trong Hình 4 là minh

chúng hình ảnh cho giả thiết nghiên cứu ban đầu rằng trong quá trình xây dựng đập những vết nứt kéo có thể xuất hiện ở nền hoặc trong thân đập dưới điều kiện nén, do biến dạng ngang của những lớp vật liệu đắp đập.

3.2. Xác định biến dạng giới hạn sử dụng phương pháp tương quan hình ảnh DIC

Phương pháp tương quan hình ảnh (DIC Method) là một phương pháp đo biến dạng bề mặt sử dụng thuật toán so sánh tương quan cường độ sáng tại các điểm đo (speckles) trên những bức ảnh được chụp liên tiếp. Bằng thuật toán tương quan, vị trí các điểm đo tương ứng trong mỗi bức ảnh có thể xác định được, qua đó xác định được sự dịch chuyển của mỗi điểm đo [1-4]. Dựa trên sự dịch chuyển đó biến dạng bề mặt giữa các điểm đo có thể được xác định. Nghiên cứu gần đây cũng sử dụng thuật toán tương quan hình ảnh tương tự cho thấy trong phạm vi biến dạng từ 0.1 đến 0.5%, sai số của phép đo trong khoảng $\pm 5\%$ [2]. Biến dạng bề mặt được xác định thông qua chuyển vị tương đối của 2 điểm đo 4 và 5 (trên Hình 1) – 2 điểm đo gần nhất với vị trí vết nứt xuất hiện. Biến dạng kéo tại thời điểm vết nứt bắt đầu hình thành được gọi là biến dạng kéo giới hạn (critical tensile strain). Giá trị này có thể được sử dụng như một giá trị giới hạn để dự đoán sự hình thành vết nứt kéo trong thân và nền đập. Mối quan hệ giữa biến dạng kéo giới hạn xác định bằng phương pháp tương quan hình ảnh với độ ẩm của mẫu đất gần nơi vết nứt xuất hiện được chỉ ra trong Hình 5.



Hình 5. Mối quan hệ giữa biến dạng kéo giới hạn và độ ẩm của đất

Như được chỉ ra trong Hình 5, biến dạng kéo giới hạn có giá trị tương đối nhỏ trong khoảng 0.1% đến 0.3% tương ứng với độ ẩm của đất trong khoảng 52% đến 60%. Điều này gợi ý rằng, những vết nứt kéo có thể sẽ dần xuất hiện cục bộ trong thân và nền đập trong quá trình thi công xây dựng đập. Mặc dù cho đến nay, ứng xử kéo của đất thường được bỏ qua trong những tính toán thiết kế. Tác giả kiến nghị rằng những điều kiện hình thành vết nứt trong thân và nền đập nên được xem xét trong quá trình thiết kế, thi công xây dựng đập.

4. KẾT LUẬN

Trong phạm vi bài báo này, tác giả tập trung giải thích một cơ chế hình thành vết nứt kéo trong thân và nền đập trong quá trình thi công đập bằng một mô hình thí nghiệm trong phòng. Kết quả thí nghiệm chỉ ra rằng khả năng xuất hiện những vết nứt kéo trong thân và nền đập là khá cao bởi vì biến dạng kéo giới hạn của đất là khá nhỏ. Dầu vậy, trong nghiên cứu này, tác giả mới chỉ thực hiện thí nghiệm trong một phạm vi nhỏ độ ẩm của đất (50%-60%), với 1 góc $\theta = 20^\circ$. Những nghiên cứu tiếp theo sẽ tập trung vào giải quyết những hạn chế của nghiên cứu này.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Marx, D. H., 2017. Measurement of clay fracture strain with a bending beam test. Proceedings of the 9th South African Young Geotechnical Engineers Conference.
- [2] Nishimura, S., Hiramatsu, K., Onishi, K., and Yoshiyama, K., 2013. Tensile Strain Measurement Using a Plate Specimen in Cohesive Soil. Irrigation, Drainage and Rural Engineering Journal 286, 95-101.
- [3] Stirling, R. A., Hughes, P., Davie, C. T., and Glendinning, S., 2015. Tensile Behaviour of Unsaturated Compacted Clay Soils - A Direct Assessment Method. Applied Clay Science 112-113, 123-133.
- [4] Thusyanthan, N.I., Take, W.A., Madabhushi, S.P.G., and Bolton, M.D., 2007. Crack initiation in clay observed in beam bending. Geotechnique 57(7), 581-594.