

NGHIÊN CỨU HÓA LỎNG CÁT SÔNG HỒNG KHU VỰC CẢNG HÀ NỘI CHỊU TẢI TRỌNG 3 TRỤC ĐỘNG

Nguyễn Hồng Nam¹, Nguyễn Chí Linh², Phạm Tư Chính

¹Đại học Thủy lợi, email: hongnam@wru.vn

²Chi cục thủy lợi Hà Nội, email: chilinhwru@gmail.com

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hóa lỏng do động đất là thảm họa đối với các công trình: đê, đập, khối đắp, nền đường và nền nhà cao tầng. Tại Nhật Bản, hóa lỏng nền nhiều tuyến đê sông đã được quan sát trong hầu hết các trận động đất mạnh.

Hà Nội nằm trong vùng đứt gãy sông Hồng - sông Cháy, nơi đã xảy ra các trận động đất mạnh 5,1-5,5 độ Richter. Chu kỳ lặp lại động đất mạnh 5,4 độ Richter ở Hà Nội là 1100 năm và trận động đất mạnh cuối cùng xảy ra cách đây đã hơn 700 năm (năm 1285) (Nguyễn Đình Xuyên, 2004).

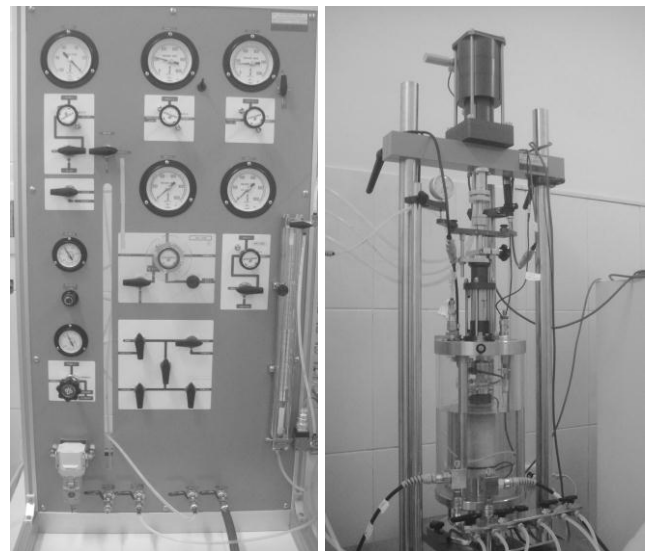
Hà Nội hiện có 20 tuyến đê chính với tổng chiều dài 469,913 km, trong đó tuyến đê hữu Hồng đoạn qua thành phố Hà Nội dài tổng cộng 128,6 km là đê cấp đặc biệt có nhiệm vụ phòng chống lụt bão, bảo vệ an toàn tuyệt đối cho trên 160000 ha diện tích lưu vực của thủ đô Hà Nội. Tuy nhiên, nhiều đoạn đê Hữu Hồng được đắp trực tiếp trên nền đất yếu, đất cát, có khả năng nhạy hóa lỏng khi chịu động đất mạnh.

Thiết kế chống hóa lỏng hiện nay chưa được áp dụng trong các tiêu chuẩn thiết kế kháng chấn công trình thủy lợi ở nước ta. Vì vậy, nghiên cứu này nhằm đánh giá khả năng hóa lỏng của đất cát nền đê hữu Hồng dựa trên các thí nghiệm trong phòng trên máy 3 trục động.

2. THIẾT BỊ, VẬT LIỆU, QUY TRÌNH THÍ NGHIỆM

Nghiên cứu thí nghiệm được thực hiện tại Phòng thí nghiệm Địa kỹ thuật động đất, Trường Đại học Thủy lợi trong khuôn khổ

của đề tài cấp nhà nước, mã số KC08.23/11-15. Hệ thống thiết bị thí nghiệm 3 trục động, model DTC - 367D của công ty Seiken, Nhật Bản (hình 1) được sử dụng. Hệ thống bao gồm các khối điều khiển khí - nước; khối gia tải thẳng đứng; buồng 3 trục; khối đo lường và các phụ kiện; thiết bị gia tải động cho các tần số tải thực tế trong phạm vi từ 0,001-1 Hz. Tất cả các đầu đo lực và chuyển vị được kết nối với một máy vi tính thông qua các giao diện cảm biến. Đầu đo tải trọng công suất 2 kN có khả năng chống nước được lắp trực tiếp trên nắp mẫu, trong buồng 3 trục.



Hình 1: Hệ thống thiết bị thí nghiệm 3 trục động, DTC - 367D

Các mẫu cát sông Hồng được lấy bằng các ống mẫu thành mỏng tại bãi vật liệu tại khu vực cảng Hà Nội có các chỉ tiêu cơ lý như sau: hàm lượng hạt mịn $f_c = 0,63\%$; $G_s = 2,65$; $D_{60} = 0,32$ mm, $D_{10} = 0,13$ mm; $e_{max} = 1,015$; $e_{min} = 0,603$ (ASTM D422-63). Các mẫu cát

hình trụ có đường kính $D=50$ mm, chiều cao $H=100$ mm, được chế bị theo phương pháp mưa cát trong không khí để đảm bảo các mẫu có cùng một độ chặt tương đối D_r . Sau khi sử dụng khí CO_2 thâm nhập, mẫu được bão hòa nước với hệ số $B>0.95$.

Bảng 1. Các mẫu cát thí nghiệm

Tên mẫu	D_o (mm)	H_o (mm)	e_c	D_{rc} (%)	CSR
SH-01	50,27	100,22	0,774	58,5	0,189
SH-02	50,04	100,25	0,777	57,8	0,220
SH-03	50,04	99,993	0,766	60,4	0,241
SH-04	50,04	100,07	0,755	63,1	0,273
SH-07	50,03	100,51	0,758	62,4	0,184
CSH-A3	50,44	98,70	0,751	64,1	0,219
CSH-A4	50,50	98,04	0,778	57,5	0,250
CSH-A5	50,43	98,92	0,797	52,9	0,269
CSH-A6	50,40	98,61	0,757	62,6	0,183

Tiếp theo, các mẫu cát chịu quá trình cố kết đẳng hướng với áp lực cố kết hiệu quả tăng từ 30 kPa đến 100 kPa. Tại đây, mẫu chịu tác dụng của các tải trọng có chu kỳ hình sin với tần số 0,1 Hz với các tỷ số CSR ($= \sigma_d/2\sigma'_o$) khác nhau trong điều kiện không

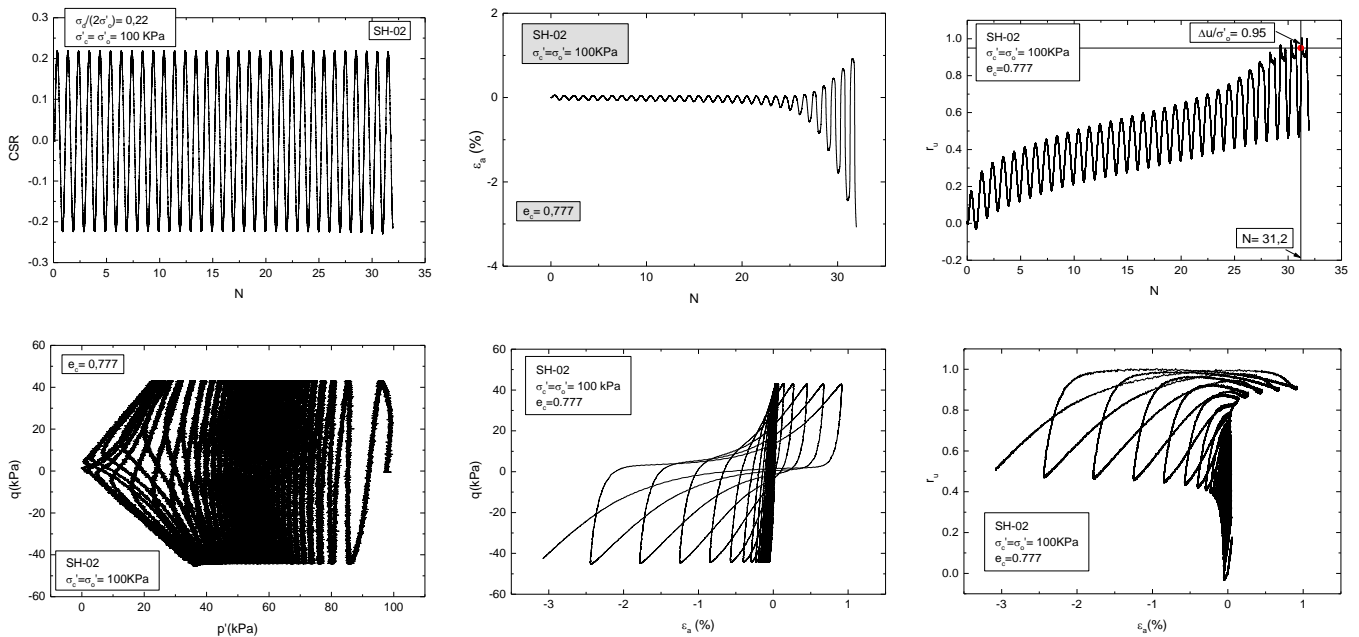
thoát nước; trong đó, σ'_o là ứng suất hiệu quả ban đầu; σ_d là độ lệch ứng suất theo phương đứng σ_v và ngang σ_h , $\sigma_d = \sigma_v - \sigma_h$. Thí nghiệm kết thúc khi mẫu bị hóa lỏng sau một số chu kỳ tải trọng. Điều kiện hóa lỏng xảy ra khi hệ số $r_u \geq 0.95$, tức là áp lực nước lỗ rỗng được phát triển hoàn toàn (hóa lỏng ban đầu) hoặc giá trị biến dạng dọc trục biên độ kép ϵ_a đạt mức 5% hay lớn hơn (JGS 0541-2000).

Các mẫu cát thí nghiệm có các hệ số rỗng sau cố kết đẳng hướng e_c dao động trong khoảng từ 0,751 đến 0,797 (bảng 1).

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ THẢO LUẬN

Các kết quả thí nghiệm điển hình cho mẫu SH-02 chịu tải trọng không thoát nước tại $\sigma'_o = 100$ kPa với CSR=0.22 được thể hiện trong hình 2.

Hình 2 cho thấy các quan hệ: CSR ~N; $\epsilon_a \sim N$; $r_u \sim N$; $q \sim p'$; $q \sim \epsilon_a$ và $r_u \sim \epsilon_a$; trong đó $r_u (= \Delta u/\sigma'_o)$ là hệ số áp lực nước lỗ rỗng dư; Δu là áp lực nước lỗ rỗng dư; q là độ lệch ứng suất ($= \sigma_d$); p' là ứng suất chính hiệu quả trung bình. Các kết quả thí nghiệm cho thấy khi số chu kỳ tải trọng N tăng, hệ số r_u tăng. Mẫu đất đạt $r_u=0.95$ tại N=31.2.

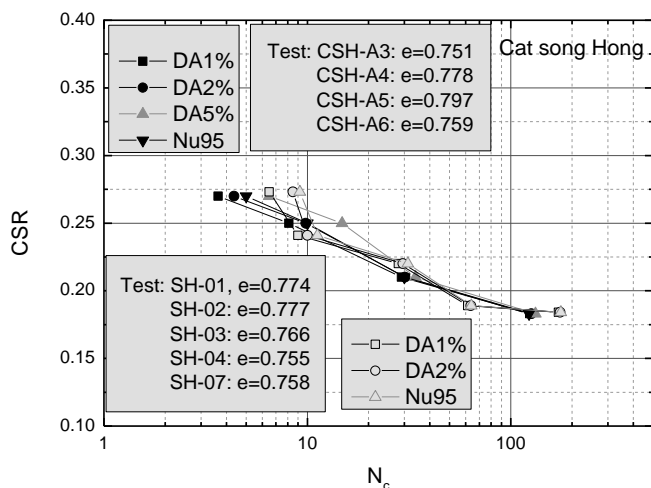


Hình 2. Kết quả thí nghiệm tải trọng chu kỳ không thoát nước đối với mẫu SH-02

Các kết quả thí nghiệm đối với các mẫu cát còn lại khi thay đổi tỷ số ứng suất CSR trong khoảng từ 0.18 đến 0.28 cho thấy khi tỷ số ứng suất CSR tăng, số chu kỳ tải trọng N_c gây hóa lỏng giảm.

Hình 3 thể hiện đường cong hóa lỏng ($CSR \sim N_c$) được xây dựng đối với các mẫu đất cát trong bảng 1 có cùng độ chặt tương đối. Hình 3 cũng cho thấy các đường đẳng giá trị biến dạng kép dọc trực khác nhau $\epsilon_a=1\%, 2\%, 5\%$ và $r_u=0.95$. Đường cong hóa lỏng trong hình 3 có dạng phù hợp với các kết quả đã công bố đối với các loại cát khác nhau (Towhata, 2008).

Các kết quả nghiên cứu thực nghiệm này cung cấp số liệu đầu vào cần thiết để mô phỏng bài toán hóa lỏng nền đề tại hiện trường theo phương pháp phần tử hữu hạn.



Hình 3: Đường cong hóa lỏng của các mẫu đất cát sông Hồng

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu hiện tại của một loạt các thí nghiệm 3 trục động trong điều kiện không thoát nước trên các mẫu đất cát sông Hồng tại khu vực cảng Hà Nội cho thấy có thể xác định chính xác các đặc tính hóa lỏng của cát sông Hồng như sự biến thiên áp lực nước lỗ rỗng, biến dạng, điều kiện hóa lỏng theo các chu kỳ, độ lớn tải trọng khác nhau. Từ đó, có thể xây dựng được đường cong hóa lỏng của cát sông Hồng. Nghiên cứu thực nghiệm cung cấp số liệu đầu vào để tính toán dự báo khả năng hóa lỏng nền đề sông Hồng chịu tải trọng động đất mạnh.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] ASTM D422-63 (2007). Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- [2] JGS 0541-2000 (2000). Method for cyclic undrained triaxial test on soils. The Japanese Geotechnical Society.
- [3] Towhata I. (2008). Geotechnical earthquake engineering, Springer -Verlag Berlin Heidelberg.
- [4] Nguyễn Đình Xuyên (2004). Nghiên cứu dự báo động đất và dao động nền ở Việt Nam, Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp Nhà nước.