

ẢNH HƯỞNG CỦA CHIỀU SÂU CHÔN TƯỜNG TỚI ỔN ĐỊNH CỦA HỒ ĐÀO TRONG ĐẤT SÉT YẾU

Đỗ Tuấn Nghĩa

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

1. GIỚI THIỆU

Ổn định của hồ đào sâu là một trong những mối quan ngại chính khi tận dụng không gian ngầm ở khu vực đô thị. Các ảnh hưởng của rất nhiều yếu tố khác nhau lên ổn định hồ đào đã được nghiên cứu bởi nhiều học giả sử dụng phương pháp PTHH với biện pháp giảm cường độ chống cắt. Nghiên cứu tham số của Goh (1990) đã chỉ ra rằng hệ số an toàn của hồ đào trong đất sét sẽ được gia tăng cùng với chiều sâu chôn và độ cứng của tường chắn nhưng bị suy giảm khi bề dày lớp sét bên dưới hồ đào tăng.

Tuy nhiên, hệ thống chắn giữ thường được mô phỏng với ứng xử đàn hồi tuyến tính trong hầu hết các nghiên cứu trước đây. Điều này dẫn tới việc hệ thống chắn giữ không bị chảy dẻo trong phân tích ổn định. Do vậy, sự phân kì của nghiệm số vốn được coi như phá hoại của hồ đào sẽ xảy ra chỉ do việc đẩy trôi rất lớn của đất ở đáy hồ đào. Trong nghiên cứu này, toàn bộ hệ thống chắn giữ gồm thanh chống ngang, tường chắn, và trụ chống trung tâm với tính chất đàn dẻo sẽ được mô hình để khảo sát ảnh hưởng của chiều sâu chôn và bề dày tường chắn lên ổn định của hồ đào trong đất sét sử dụng phương pháp PTHH với biện pháp giảm cường độ chống cắt.

2. PHƯƠNG PHÁP LUẬN

2.1. Phương pháp phân tích

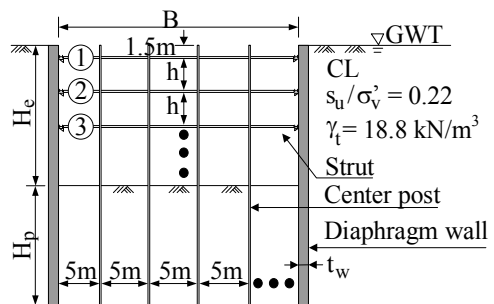
Để đánh giá ổn định của hồ đào, phương pháp PTHH với biện pháp giảm cường độ sẽ làm suy giảm liên tục sức kháng cắt của đất ở giai đoạn đào cuối thông qua việc tăng hệ số giảm cường độ được áp dụng vào các thông số

cường độ của đất. Phá hoại được xác định khi không có sự hội tụ của nghiệm số xảy ra và hệ số giảm cường độ lớn nhất được định nghĩa là hệ số an toàn của hồ đào, ký hiệu là F_{rem} .

Phương pháp cung trượt cũng được sử dụng để so sánh với phương pháp PTHH. Phương pháp này giả sử rất nhiều mặt phá hoại thử dạng cung tròn khác nhau và lấy khối đất tương ứng nằm phía dưới tầng chống thấp nhất và bên trên mặt phá hoại thử để tiến hành phân tích cân bằng momen. Tuy nhiên, mặt phá hoại đi qua chân tường thường được giả sử trong thực tiễn áp dụng. Tỷ số giữa momen kháng và momen đẩy lấy tại vị trí tầng chống thấp nhất sẽ được coi là hệ số an toàn của hồ đào, ký hiệu là $F_{sc(toe)}$.

Mặt khác, phương pháp cung trượt cũng được thực hiện với mặt phá hoại số lấy trực tiếp từ phân tích PTHH. Mặt phá hoại số này là đường bao của các điểm dẻo của đất phía dưới tầng chống thấp nhất ngay trước khi nghiệm số phân kì. Hệ số an toàn được ký hiệu tương ứng là $F_{sc(R)}$.

2.2. Hình dạng, biện pháp thi công hồ đào, trụ địa chất, và hệ thống chắn giữ



Hình 1. Hình dạng hồ đào

Hình 1 trình bày hình dạng hồ đào được giả sử trong nghiên cứu này. Chiều sâu đào được lấy là 10.5m và bước đào h là 3m. Hồ đào có bề rộng rất lớn. Lớp đất chính ở đây là sét yếu ngập nước rất dày với $s_u/\sigma_v' = 0.22$. Mực nước ngầm nằm tại bề mặt đất. Ảnh hưởng của chiều sâu chôn tường (H_p) được nghiên cứu bằng cách thay đổi tỷ số H_p/H_e từ 0.6 tới 2.6.

2.3. Mô hình PTHH

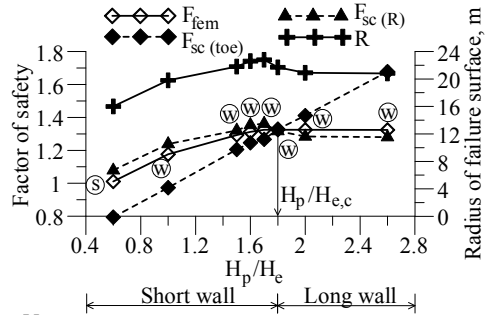
Do lớp đất chính là sét yếu ngập nước, lớp đất này được mô phỏng là vật liệu không thoát nước theo mô hình Mohr-Coulomb với các thông số sau: mô đun Young (E_u), hệ số Poisson ($\nu_u = 0.495$), góc ma sát ($\phi_u = 0^0$), và lực dính ($c_u = s_u$). E_u được ước lượng sơ bộ theo công thức kinh nghiệm $E_u = 450s_u$. Các phần tử tấm đàn dẻo được sử dụng để mô hình thành chống ngang, tường chắn, và trụ chống trung tâm với các thông số bao gồm độ cứng dọc trục (EA), độ cứng kháng uốn (EI), momen uốn cực đại (dẻo) (M_p), và lực dọc cực đại (dẻo) (N_p). Trong mô hình PTHH, các liên kết giữa thanh chống và tường, giữa thanh chống và trụ chống trung tâm được mô hình là khớp.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Hình 2 trình bày sự thay đổi của hệ số an toàn và bán kính (R) của mặt phá hoại số theo H_p/H_e . Khi H_p/H_e tăng từ 0.6 tới 2.6, F_{fem} đầu tiên tăng và sau đó giữ không đổi ở giá trị 1.32 khi $H_p/H_e \geq 1.8$. Ổn định của hồ đào trong đất sét dựa theo F_{fem} sẽ không luôn luôn được cải thiện thông qua việc tăng chiều sâu chôn tường. Sự thay đổi của giá trị R cũng giống với F_{fem} . Trong phân tích PTHH, hệ thống chắn giữ bắt đầu chảy dẻo từ thanh chống (ký hiệu là S trong hình khi $H_p/H_e = 0.6$) rồi chuyển sang từ tường chắn (ký hiệu là W trong hình khi $H_p/H_e > 0.6$).

Cũng trong Hình 2, $F_{sc (toe)}$ tăng tuyến tính theo H_p/H_e . $F_{sc(toe)} < F_{fem}$ khi $H_p/H_e < 1.8$ và $F_{sc(toe)} > F_{fem}$ khi $H_p/H_e > 1.8$. Khi mặt phá hoại số được sử dụng, ước lượng ($F_{sc(R)}$) bởi phương pháp cung trượt tiệm cận với kết quả

của phương pháp PTHH trong đó $F_{sc(R)}$ chỉ hơi nhỏ hơn F_{fem} khi $H_p/H_e < 1.8$ và $F_{sc(R)}$ tiến sát F_{fem} khi $H_p/H_e > 1.8$.

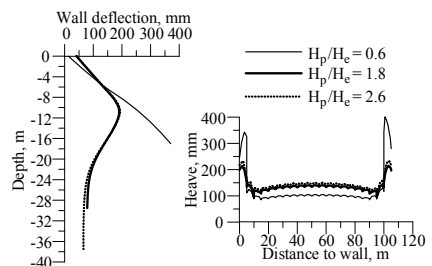


Note:

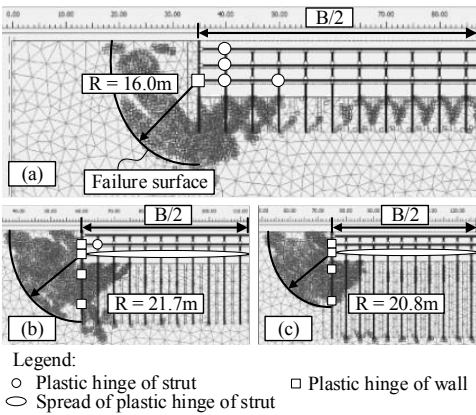
S: first yielding at strut W: first yielding at wall

Hình 2. Sự thay đổi của hệ số an toàn và bán kính mặt phá hoại số theo H_p/H_e

Hình 3 trình bày chuyển vị tường và đáy trôi của đất ở giai đoạn đào cuối khi $H_p/H_e = 0.6, 1.8, \text{ và } 2.6$. Khi H_p/H_e tăng, tường chắn trước hết có chuyển vị “bật ra” ($H_p/H_e = 0.6$) và sau đó có chuyển vị “lội” ($H_p/H_e = 1.8 \text{ và } 2.6$). Mức độ chuyển vị lớn nhất của tường giảm dần từ 350 mm ($H_p/H_e = 0.6$) tới 200 mm ($H_p/H_e = 1.8 \text{ and } 2.6$). Chuyển vị tường khi $H_p/H_e = 1.8$ gần như y hệt khi $H_p/H_e = 2.6$. Điều này cho thấy sự gia tăng H_p/H_e khi $H_p/H_e \geq 1.8$ không làm giảm chuyển vị tường. Ở đáy hồ đào, đáy trôi lớn nhất của đất phát triển gần tường do chuyển vị hướng vào hồ đào rất lớn của tường và có giá trị là 400 mm khi $H_p/H_e = 0.6$ và 200 mm khi $H_p/H_e = 1.8 \text{ và } 2.6$. Tại vị trí cách xa tường (chẳng hạn ở trung tâm hồ đào), đáy trôi của đất khi $H_p/H_e = 0.6$ là 100 mm nhỏ hơn khi $H_p/H_e = 1.8 \text{ and } 2.6$ (150 mm).



Hình 3. Chuyển vị tường và đáy trôi của đất trong giai đoạn đào cuối



Hình 4. Phân bố của điểm chảy dẻo của đất và sự chảy dẻo của thanh chống và tường chắn tại hệ số giảm cường độ lớn nhất:

(a) $H_p/H_e = 0.6$; (b) $H_p/H_e = 1.8$;
(c) $H_p/H_e = 2.6$.

Hình 4 là các điểm chảy dẻo của đất ở hệ số giảm cường độ lớn nhất khi $H_p/H_e = 0.6$, 1.8, và 2.6. Khi $H_p/H_e = 0.6$ (Hình 4a), các điểm chảy dẻo xuất hiện ở trước và sau tường đồng thời ở khu vực sâu dưới chân tường. Do vậy, tường chắn không thể ngăn hoàn toàn chuyển vị đất phía sau hướng vào hố đào. Tại vị trí sát tường, chuyển vị đất kết hợp với dây trời ở đáy hố đào khiến cho trụ chống trung tâm có chuyển dịch lớn theo phương thẳng đứng. Chuyển vị thẳng đứng này của trụ chống trung tâm bẻ cong thanh chống ngang và làm chúng chảy dẻo (như đánh dấu bằng hình tròn trong hình). Tuy nhiên, tại trung tâm hố đào, ảnh hưởng của các trụ chống trung tâm không đáng kể bởi vì các điểm chảy dẻo của thanh chống ngang không xuất hiện. Tường chắn chảy dẻo ở vị trí tầng

chống thấp nhất (như đánh dấu bằng hình vuông trong hình).

Như trình bày ở các Hình 4 (b và c), khi $H_p/H_e = 1.8$ và 2.6, các điểm chảy dẻo của đất không thể phát triển xuống dưới chân tường và do vậy tường chắn có thể giữ phần lớn đất phía sau. Ảnh hưởng của chuyển vị thẳng đứng của trụ chống trung tâm lên thanh chống ngang là không rõ ràng căn cứ theo số lượng điểm chảy dẻo đánh dấu bằng hình tròn trong hình. Mặt khác, lực dọc lại có ảnh hưởng chính tới thanh chống ở tầng thấp nhất như thể hiện bằng các điểm dẻo kéo dài dọc thanh chống. Tường chắn có vài điểm chảy dẻo (như đánh dấu bằng hình vuông) tại vị trí tầng chống thứ 2 và 3, tại mực đào cuối, và tại điểm giao cắt với mặt phá hoại số.

4. KẾT LUẬN

Căn cứ vào kết quả nghiên cứu trên ta thấy ổn định của hố đào trong đất sét dựa theo F_{fem} có thể được cải thiện thông qua việc kéo dài chiều sâu chôn tường nếu $H_p/H_e < H_p/H_{e,c}$ nhưng ổn định không tăng thêm nếu $H_p/H_e > H_p/H_{e,c}$ vì tường đủ sâu để ngăn toàn bộ đất phía sau khỏi chuyển vị hướng vào hố đào. $H_p/H_{e,c}$ là giá trị tới hạn khi mặt phá hoại của đất vừa phát triển tới chân tường.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Goh, A.T.C. (1990). Assessment of basal stability for braced excavation systems using the finite element method. *Comput. Geotech. J.*, 10: 325-338.