PHÂN TÍCH ỔN ĐỊNH CỐNG VÙNG TRIỀU TỈNH NAM ĐỊNH

Nguyễn Công Thắng – *Đại học Thủy lợi*
Hoàng Trung Thành - *HV CH14*

Tóm tắt: *Các cống vùng triều khu vực đồng bằng Bắc Bộ chịu ảnh hưởng trực tiếp của chế độ mực nước nhật triều biển Đông, có biên độ dao động lớn. Chính vì vậy, khi vận hành chênh lệch mực nước thượng hạ lưu lớn gây ra xói cả hai phía đồng và sông ở các mức độ khác nhau, đe dọa sự ổn định của cống. Trong bài báo này, trình bày hiện trạng xói của các cống vùng triều tỉnh Nam Định và lựa chọn phương pháp đánh giá ổn định của cống phục vụ công tác quản lý vận hành.*

1. Hiện trạng cống vùng triều tỉnh Nam Định

Cống vùng triều làm việc hai chiều do đó chế độ thủy lực của cống phức tạp. Do nằm trong vùng ảnh hưởng của triều nên các cống vùng triều phần lớn nằm trên các khu vực có cấu trúc địa chất phức tạp, phần lớn là trầm tích trẻ. Tốc độ của quá trình ăn mòn, xâm thực lớn do ảnh hưởng của độ mặn của nước.

Nam Định bị ảnh hưởng thủy triều Vịnh Bắc Bộ, chế độ nhật triều, một ngày có một đỉnh và một chân triều, thời gian triều lên khoảng 11 giờ và triều xuống khoảng 13 giờ. Thủy triều tại vùng biển Nam Định thuộc loại nhật triều, độ lớn triều trung bình từ 1,6 – 1,7m, lớn nhất là 3,31m và nhỏ nhất là 0,11m. Cứ khoảng 15 ngày có 1 chu kỳ nước cường và 1 chu kỳ nước ròng (độ lớn thủy triều bé). Ảnh hưởng của thủy triều mạnh nhất vào các tháng mùa kiệt, giảm đi trong các tháng lũ lớn.

Các cống vùng triều tỉnh Nam Định hầu như được xây dựng từ năm 2002 trở về trước, trong đó có những công trình đã được xây rất lâu từ những năm 30 của thế kỷ trước. Về quy mô mỗi cống có từ 1 ÷ 3 cửa, mỗi cửa có chiều rộng từ 2 ÷ 6m. Cao trình đáy cống nằm trong khoảng từ -1 đến -2 m. Giải pháp tiêu năng, phòng xói ở hạ lưu: các cống đều đã có giải pháp tiêu năng phòng xói và các giải pháp này đều được tính toán, thiết kế theo các phương pháp truyền thống, được trình bày trong các giáo trình, sách chuyên môn và sổ tay tính toán thủy lực.

Thực tế, qua nhiều năm khai thác, hầu hết các cống đều bị xói ở hạ lưu – khi lấy nước tưới thì cống bị xói ở phía đồng, khi tiêu thì cống bị xói ở phía sông. Hố xói sâu từ 1 đến 5m, rộng từ 5 đến 50m, dài từ 7 đến 70m. Qua kết quả khảo sát địa hình 8 cống trọng điểm ở ba công ty khai thác công trình thuỷ lợi, Xuân Thuỷ, Hải Hậu, Nghĩa Hưng cho thấy các cống bị xói phía đồng nhiều hơn về cả qui mô lẫn độ sâu. Trong các hố xói trên,

đã có một số tương đối ổn định, nhưng cũng còn nhiều hố đang ở giai đoạn phát triển, tiến sâu vào phía thân cống, đe doạ nghiêm trọng đến an toàn của cống và an toàn của đê. Do đó, phân tích đánh giá ổn định cống vùng triều là yêu cầu cấp bách đặt ra trong quá trình khai thác vận hành cũng như trong quá trình thiết kế cống

Bảng 1: Hiện trạng xói lở ở một số cống vùng triều tỉnh Nam Định

TT	Tên cống	Khẩu diện cống (m)	Cao trình đáy cống (m)	Hố xói (sâu x rộng x dài) (m)	
				Phía đồng	Phía sông
1	Đại Tám		- 2.00	1.3x13x15	1.4x15x15
2	Nam Điền		-1.50	1.5x8x15	1x7.5x10
3	Cồn Nhất	2 + 4 + 2	-1.50	5x60x60	2.85x15x20
4	Cồn Nhì	3.5	-1.50	4.5x46x49	
5	Ngô Đồng	2 + 6 + 2	-2.00	3.7x60x65	
6	Cống Xẻ		-2.00	2.5x30x38	1.8x20x45
7	Ngòi Cau		-2.50	3.1x30x30	2.87x30x30
8	Trực Cường		-1.50	4.5x25x35	

2. Lựa chọn phương pháp phân tích ổn định cống

Dưới tác dụng đồng thời của áp lực thẳng đứng và áp lực ngang, nền cống có thể bị phá hoại theo một trong ba hình thức: Cống bị trượt phẳng: đất trong nền còn ở trạng thái cân bằng bền, đất nền không bị trồi lên; Cống bị trượt kéo theo cả khối đất hạ lưu: Đất nền bị đẩy trồi theo mặt trượt ăn sâu hoàn toàn vào trong nền, cống bị đổ nghiêng;

Khi thiết kế phải đảm bảo để cho nền cống không bị phá hoại theo các hình thức trên, nghĩa là tính toán sao cho cống không bị trượt phẳng, không bị trượt hỗn hợp và không bị trượt sâu. Các phương pháp tính toán trên được nêu trong tiêu chuẩn thiết kế nền các công trình thủy công – TCVN 4253-86. Do cấu tạo địa chất nền, mặt trượt sâu có thể có hình dạng bất kỳ. Trong tính toán, để đơn giản thường giả thiết mặt trượt xấp xỉ theo một đường cong có hình dạng xác định. Khối trượt thành nhiều giải thẳng đứng, hệ số ổn định được xác định dựa vào việc xét cân bằng giữa tổng các mômen chống trượt và đẩy trượt của các giải đất đó – phương pháp phân thỏi.

Phương pháp phần tử hữu hạn: Ngày nay các nghiên cứu về ứng suất và biến dạng của môi trường đất cũng như cơ sở lý thuyết của bài toán ứng suất biến dạng đã tương đối hoàn chỉnh. Việc biến đổi và giải trực tiếp từ phương trình vi phân cơ bản dẫn đến lời giải

bằng phương pháp phần tử hữu hạn tiếp cận được ứng xử thực của công trình. Nếu giảm giá trị của các thông số sức kháng cắt, ϕ - góc ma sát trong và c – lực dính của đất theo cùng một tỉ lệ như ở công thức (1) cho đến khi quá trình phá hoại xảy ra.

$$M_{sf} = \frac{tg\Phi_I}{tg\Phi_f} = \frac{c_I}{c_f} \quad (1)$$

Trong đó:

ϕ_I – góc ma sát trong của đất nền;

c_I – lực dính của đất nền;

ϕ_f – góc ma sát trong của đất nền khi phá hoại xảy ra;

c_f – lực dính của đất nền khi phá hoại xảy ra.

Thì trị số M_{sf} tính được theo công thức (1) chính là hệ số ổn định cần tìm.

Như vậy, lời giải của bài toán ứng suất biến dạng sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn cho phép kiểm tra trạng thái giới hạn 1 và trạng thái giới hạn 2.

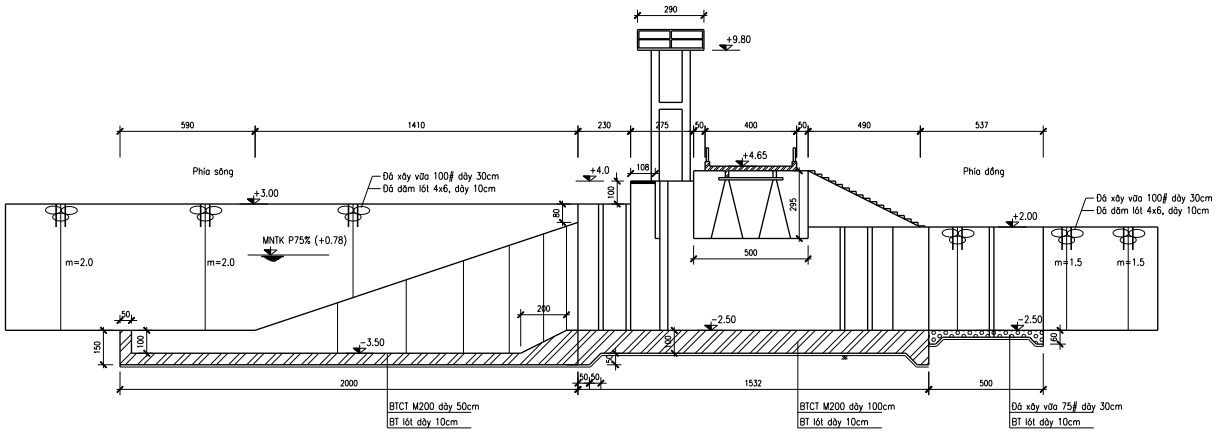
Từ đặc điểm làm việc của cống vùng triều cho thấy việc sử dụng các phương pháp tính toán ổn định như trượt phẳng, trượt hỗn hợp và trượt sâu để đánh giá ổn định của cống còn nhiều các tồn tại như khó xét tác động của lực thấm trong sơ đồ trượt sâu, trong trường hợp nền có cấu trúc địa chất phức tạp các dạng mặt trượt xảy ra trong thực tế khác xa với giả thiết khi xây dựng công thức tính toán. Với phương pháp phân thỏi, chưa xét được lực tương tác giữa các thỏi đất. Lời giải của bài toán ứng suất biến dạng sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn tiếp cận được ứng xử của công trình, cho phép kiểm tra trạng thái giới hạn 1 và trạng thái giới hạn 2. Do đó phương pháp phần tử hữu hạn được chọn để phân tích ổn định, quá trình tính toán được thực hiện bằng phần mềm PLAXIS.

3. Phân tích ổn định cống Đại Tám

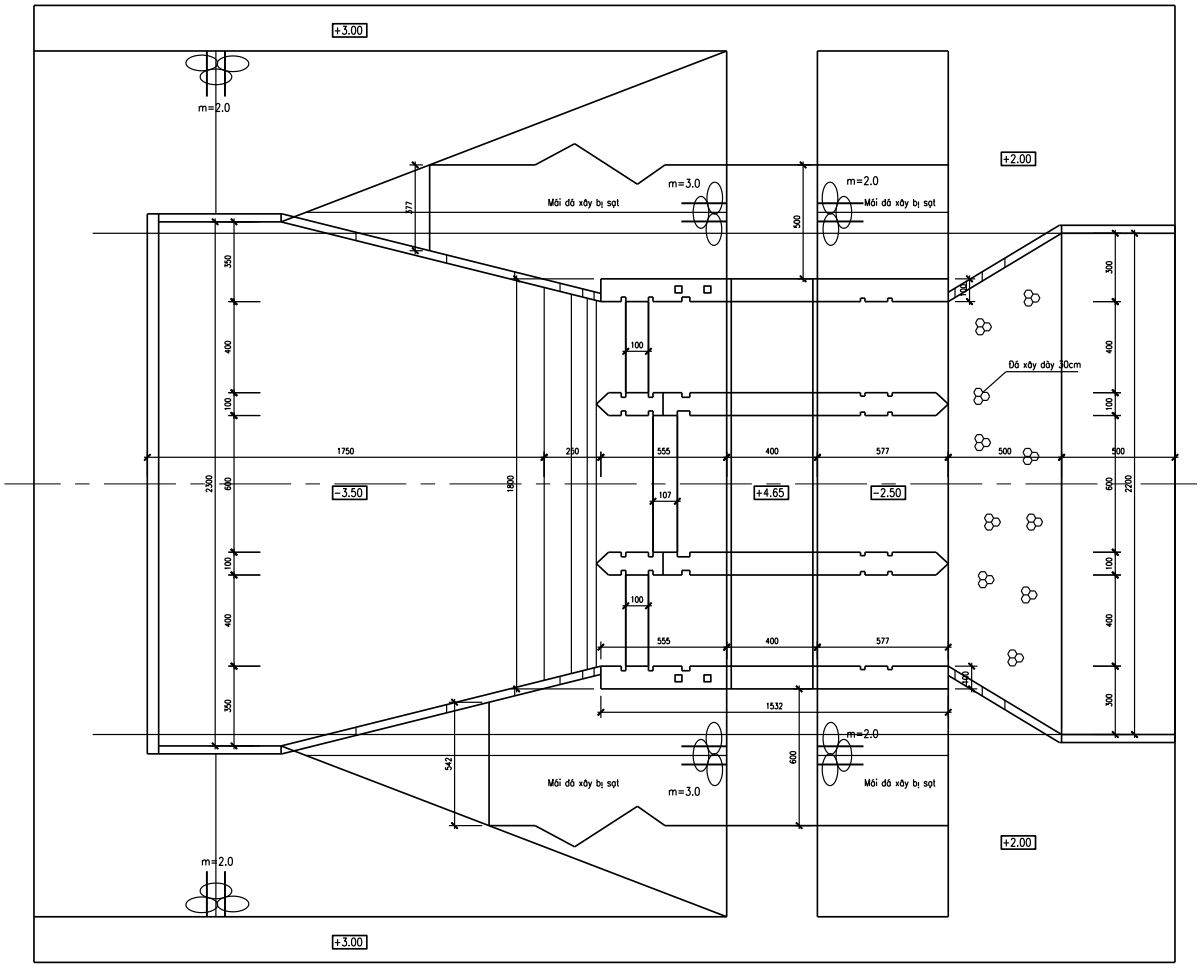
Được xây dựng và đưa vào khai thác từ năm 1974, làm nhiệm vụ tưới tiêu kết hợp cho hơn 4.000 ha ruộng đất nông nghiệp của huyện Nghĩa Hưng. Cống có ba cửa, một cửa rộng 6m, hai cửa hai bên, mỗi cửa rộng 4m. Cao trình đáy cống –2.5, cao trình đỉnh cống +4,65. Giải pháp tiêu năng phòng xói gồm: Bể tiêu năng sâu d = 1m, dài L_b = 20m, bằng bê tông cốt thép. Sân sau dài L_s = 5m, bằng đá xây, dày 0,3m. Hai mái được bảo vệ bằng đá hộc lát khan, có chiều dài tương ứng với chiều dài của bể tiêu năng và chiều dài của sân sau.

Từ năm xây dựng đến những năm thập kỷ 80, cống vận hành tốt, đảm bảo được nhiệm vụ thiết kế, không bị hư hỏng. Đến những năm thập kỷ 90, hạ lưu cống bắt đầu xuất hiện hố xói, qua theo dõi thấy mỗi năm hố xói sâu thêm từ 30 đến 40cm

Hiện tại phía sông bị xói ngay sau sân cống, với chiều dài L_{hx} = 80m, chiều rộng B_{hx} = 30m. Tuy đã được xử lý năm 2007, nhưng hố xói vẫn phát triển theo từng năm, vị trí chỗ xói sâu nhất ở cao trình –3.72m, tức là xói sâu so với đáy cống gần 1.5m, cách tim cống 20m. Phía đồng cũng bị xói mạnh hố xói dài 100m lệch sang bên phải theo hướng từ

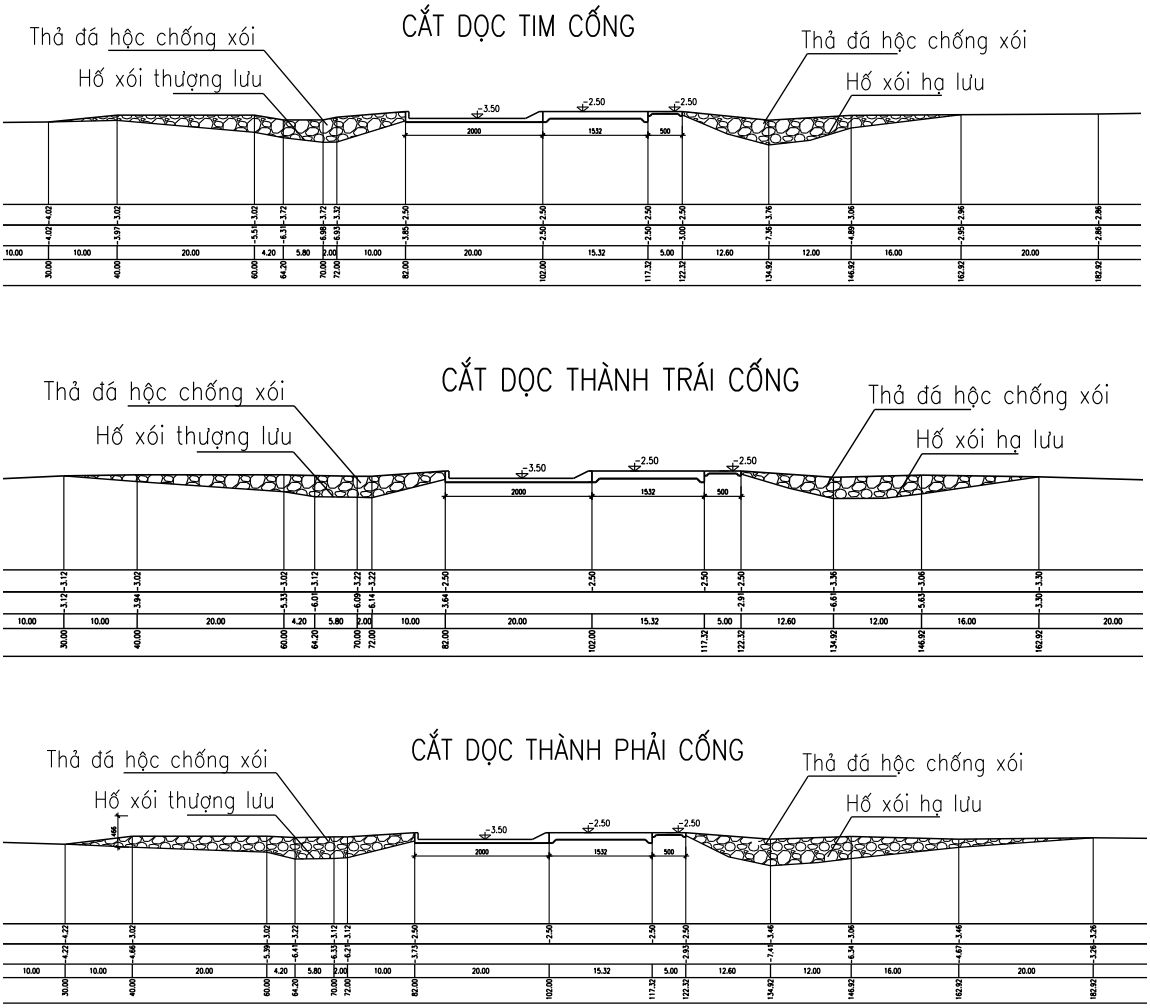


Hình 1: Cắt dọc cống Đại Tám



Hình 2: Mặt bằng hiện trạng cống Đại Tám

sông vào, tuy đã được xử lý năm 2007 song chỗ sâu nhất vẫn ở cao trình -4.22m tức là sâu hơn đáy cống 2m.



Hình 3: Các mặt cắt dọc hố xói cống Đại Tám

Bảng 2: Các đặc trưng cơ lý đất nền cống Đại Tám

Thông số	Lớp 3	Lớp 4	Lớp 5
Dung trọng bão hòa γ_{sat} (kN/m^3)	17.6	18.4	17.4
Hệ số thấm, K (m/ngày đêm)	0.022	0.086	0.0691
Mô đuyn đàn hồi, E (kN/m^2)	5000	6000	7000
hệ số poisson, μ	0.43	0.37	0.43
Lực dính, c (kPa)	15	4.3	20
Góc ma sát trong, ϕ (^{o})	6^{o}30’	15	6^{o}30’

Trong quá trình khai thác, trường hợp bất lợi nhất đối với cống là khi cống ở trạng thái đóng, mực nước phía sông là lớn nhất, mực nước phía đồng nhỏ nhất và mực nước phía đồng lớn nhất, mực nước phía sông nhỏ nhất. Vì vậy, tác giả chọn tính toán cho hai trường hợp sau:

Trường hợp 1: Mực nước phía sông lớn nhất ở cao trình 2.0m, mực nước phía đồng nhỏ nhất ở cao trình 0.5 m.

Trường hợp 2: Mực nước phía sông nhỏ nhất ở cao trình -1.4 m, mực nước phía đồng lớn nhất ở cao trình 1.3 m.

Do trong quá trình khai thác xuất hiện hố xói ở phía sông và phía đồng, theo các tài liệu quan trắc thì hàng năm hố xói sâu thêm từ 30 đến 40cm. Do đó, căn cứ vào hố xói phía sông và phía đồng trước khi xử lý năm 2007 tác giả chọn tính toán cho các phương án sau:

Phương án 1: không có hố xói;

Phương án 2: hố xói có chiều sâu bằng 75% hố xói trước xử lý năm 2007;

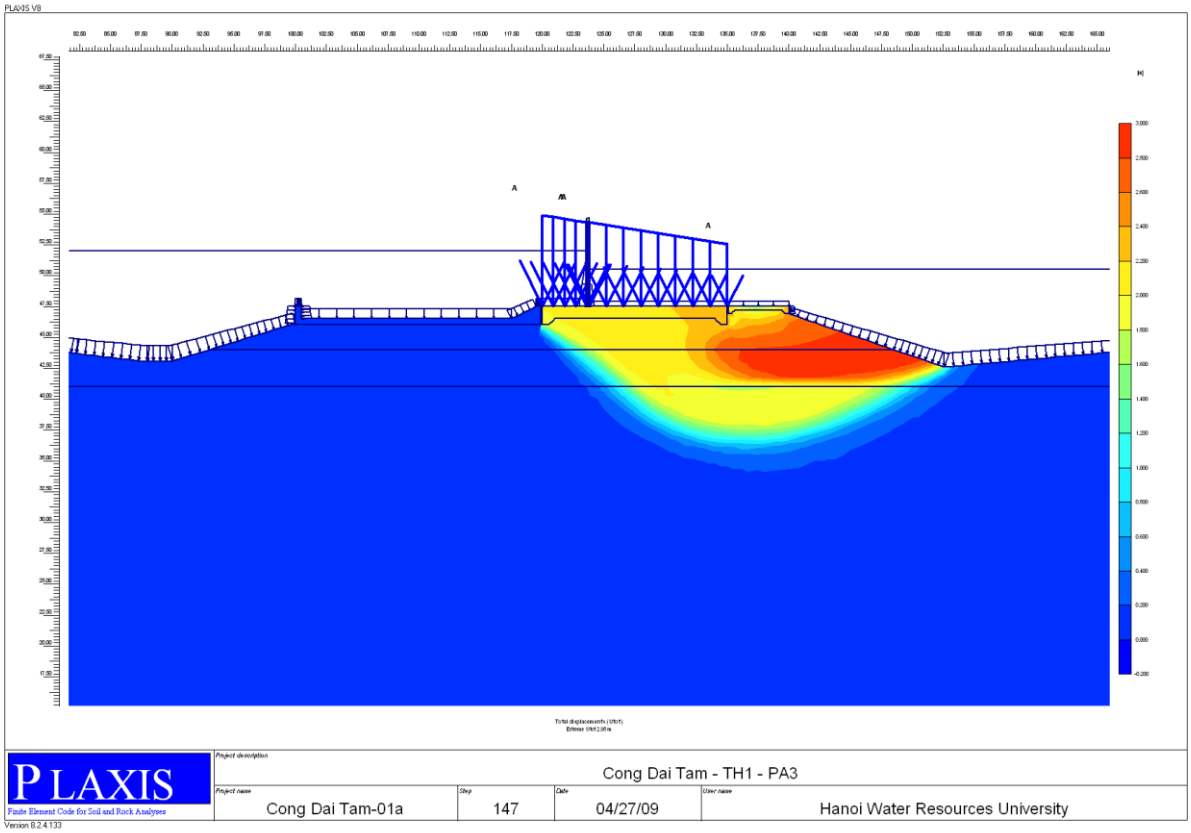
Phương án 3: hố xói trước xử lý năm 2007;

Phương án 4: hố xói có chiều sâu bằng 125% hố xói trước xử lý năm 2007;

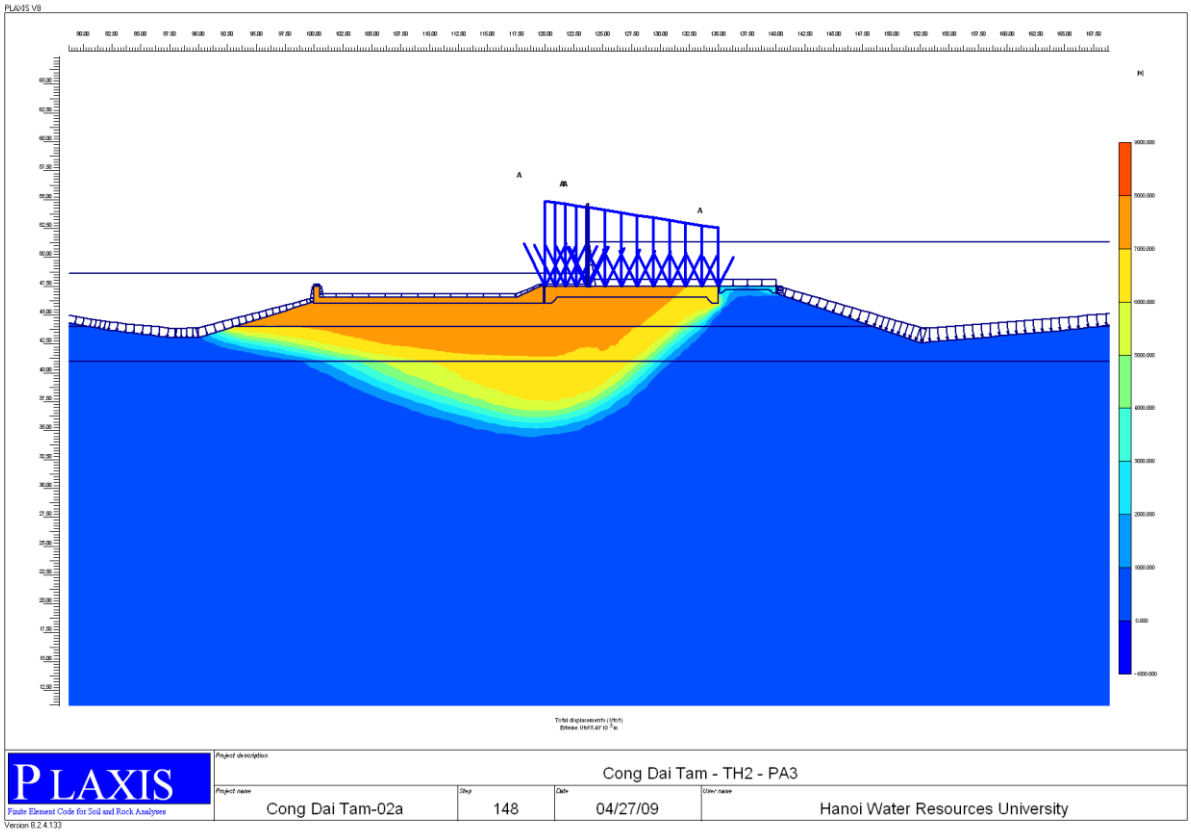
Kết quả tính toán thu được trạng thái ứng suất biến dạng của môi trường đất, hệ số ổn định của cống. Kết quả tính toán theo cả hai trường hợp 1 và 2 cho thấy: Trường hợp 1 hệ số ổn định giảm nhanh hơn so với trường hợp 2, nguyên nhân là do với trường hợp 1 mặt trượt hình thành có xu hướng trượt về phía đồng, mà phía đồng hố xói xuất hiện ngay gần thân cống. Hố xói phía sông nằm xa thân cống hơn hố xói phía đồng do phía sông có bể tiêu năng. Mặt trượt nguy hiểm được thể hiện trên hình 3.Hệ số ổn định ứng với từng trường hợp tính và phương án tính toán được tổng hợp trong bảng 3.

Bảng 3 Bảng tổng hợp hệ số ổn định

Phương án tính toán	Hệ số ổn định	
	trường hợp 1	trường hợp 2
1	1.791	1.462
2	1.374	1.36
3	1.289	1.348
4	1.182	1.285



Hình 4. Mặt trượt nguy hiểm nhất ứng với trường hợp 1, phương án 3



Hình 5. Mặt trượt nguy hiểm nhất ứng với trường hợp 2, phương án 3

4. Kết luận, kiến nghị

Việc điều tra thực trạng xói cống vùng triều, nghiên cứu tác động của xói hạ lưu đến ổn định của cống vùng triều đảm bảo an toàn cho các cống đã xây dựng, phục vụ sản xuất, làm cơ sở áp dụng cho các đơn vị tư vấn tham khảo khi thiết kế các công trình mới là việc làm rất cần thiết và cấp bách.

Tìm hiểu và phân tích các phương pháp tính toán kết cấu cống áp dụng cho cống vùng triều, từ các ưu nhược điểm và phạm vi áp dụng của từng phương pháp cho thấy lời giải theo phương pháp phần tử hữu hạn thực hiện bằng phần mềm PLAXIS đáp ứng được các yêu cầu đặt ra.

Áp dụng phần mềm PLAXIS tính toán kết cấu cho cống Đại Tám cho thấy một bức tranh toàn cảnh trạng thái ứng suất biến dạng của kết cấu cống vùng triều dưới tác độc của xói thượng, hạ lưu. Kết quả tính toán cho thấy nội lực, chuyển vị trong kết cấu cống và đặc biệt là ảnh hưởng của xói đến ổn định của cống.

Phân tích diễn biến của tình hình xói ở hai phía thượng hạ lưu cống và dự báo các khả năng xuất hiện hố xói. Từ đó tính toán hệ số ổn định ứng với các dạng hố xói khác nhau sẽ giúp cho đơn vị quản lí khai thác cống biết được mức độ an toàn của cống từ đó có các giải pháp theo dõi xử lý thích hợp.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Xây dựng (2002), TCXDVN 285-2002, *Công trình Thủy lợi – Các quy định chủ yếu về thiết kế*, Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam, Hà Nội.
2. Nguyễn Công Mẫn, Trịnh Văn Cương, Nguyễn Uyên (1998), *Kỹ thuật nền móng*, Nxb Giáo dục, Hà Nội.
3. TCVN 4253-86 Nền các công trình Thủy công. Tiêu chuẩn thiết kế. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội 1988.

Trường Đại Học Thủy Lợi Hà Nội (2001), *Mô hình hóa Địa kỹ thuật*, Lớp bồi dưỡng phần mềm Plaxis.