

PHÂN TÍCH ỔN ĐỊNH CÔNG VÙNG TRIỀU TỈNH NAM ĐỊNH

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

Tóm tắt: Các công 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 công. Trong bài báo này, trình bày hiện trạng xói của các công vùng triều tỉnh Nam Định và lựa chọn phương pháp đánh giá ổn định của công phục vụ công tác quản lý vận hành.

1. Hiện trạng công vùng triều tỉnh Nam Định

Công vùng triều làm việc hai chiều do đó chế độ thủy lực của công phức tạp. Do nằm trong vùng ảnh hưởng của triều nên các công 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 công 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 công có từ 1 ÷ 3 cửa, mỗi cửa có

chiều rộng từ 2 ÷ 6m. Cao trình đáy công nằm trong khoảng từ -1 đến -2 m. Giải pháp tiêu năng, phòng xói ở hạ lưu: các công 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 công đều bị xói ở hạ lưu – khi lấy nước tưới thì công bị xói ở phía đồng, khi tiêu thì công bị xói ở phía sông. Hồ xói sâu từ 1 đến 5m, rộng từ 5 đến 50m, dài từ 7 đến 70m. Qua kết quả khảo sát địa hình 8 công trọng điểm ở ba công ty khai thác công trình thủy lợi, Xuân Thủy, Hải Hậu, Nghĩa Hưng cho thấy các công bị xói phía đồng nhiều hơn về cả qui mô lẫn độ sâu. Trong các hồ xói trên, đã có một số tương đối ổn định, nhưng cũng còn nhiều hồ đang ở giai đoạn phát triển, tiến sâu vào phía thân công, đe dọa nghiêm trọng đến an toàn của công và an toàn của đê. Do đó, phân tích đánh giá ổn định công vùng triều là yêu cầu cấp bách đặt ra trong quá trình khai thác vận hành cũng như trong quá trình thiết kế công

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

TT	Tên công	Khẩu diện công (m)	Cao trình đáy công (m)	Hồ 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	

TT	Tên công	Khẩu diện công (m)	Cao trình đáy công (m)	Hố xói (sâu x rộng x dài) (m)	
				Phía đồng	Phía sông
5	Ngô Đồng	2 + 6 + 2	-2.00	3.7x60x65	
6	Công 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 công

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

Khi thiết kế phải đảm bảo để cho nền công không bị phá hoại theo các hình thức trên, nghĩa là tính toán sao cho công 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 thoi.

Phương pháp phân 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 phân 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.

$$M_{sf} = \frac{\text{tg}\phi_f}{\text{tg}\phi} = \frac{c_f}{c}$$

Trong đó:

ϕ_f - góc ma sát trong của đất nền;

c_f - 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 phân tử hữu hạn cho phép kiểm tra trạng thái giới hạn 1 và trạng thái giới hạn 2.

Từ đặc điểm làm việc của công 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 công 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 thoi, chưa xét được lực tương tác giữa các thoi đất. Lời giải của bài toán ứng suất biến dạng sử dụng phương pháp phân 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 phân tử hữu hạn được chọn để phân tích ổn định, quá trình tính toán được thực hiện bằng phần mềm PLAXIS.

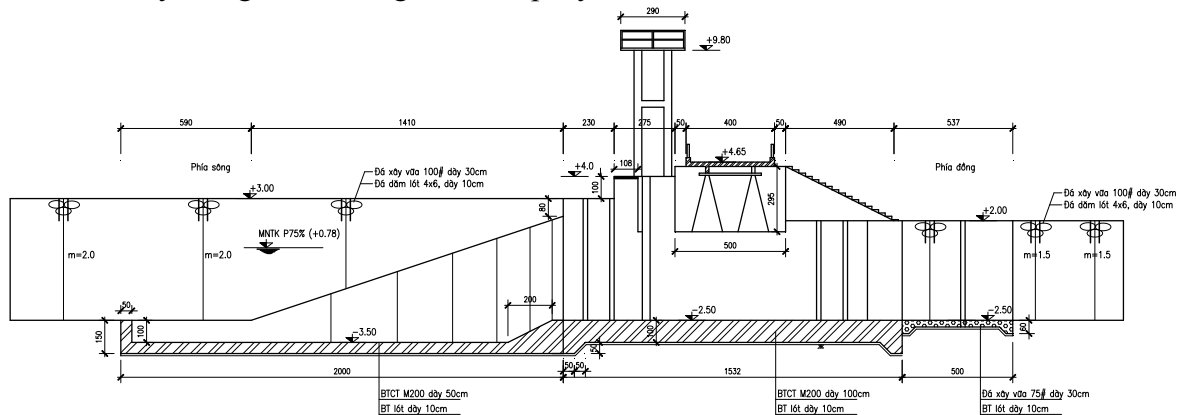
3. Phân tích ổn định công Đại Tám

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. Công có ba cửa, một cửa rộng 6m, hai cửa hai bên, mỗi cửa rộng 4m. Cao trình đáy công -2.5, cao trình đỉnh công +4,65. Giải pháp tiêu năng phòng xói gồm: Bể tiêu năng sâu $d = 1\text{m}$, dài $L_b = 20\text{m}$, bằng bê

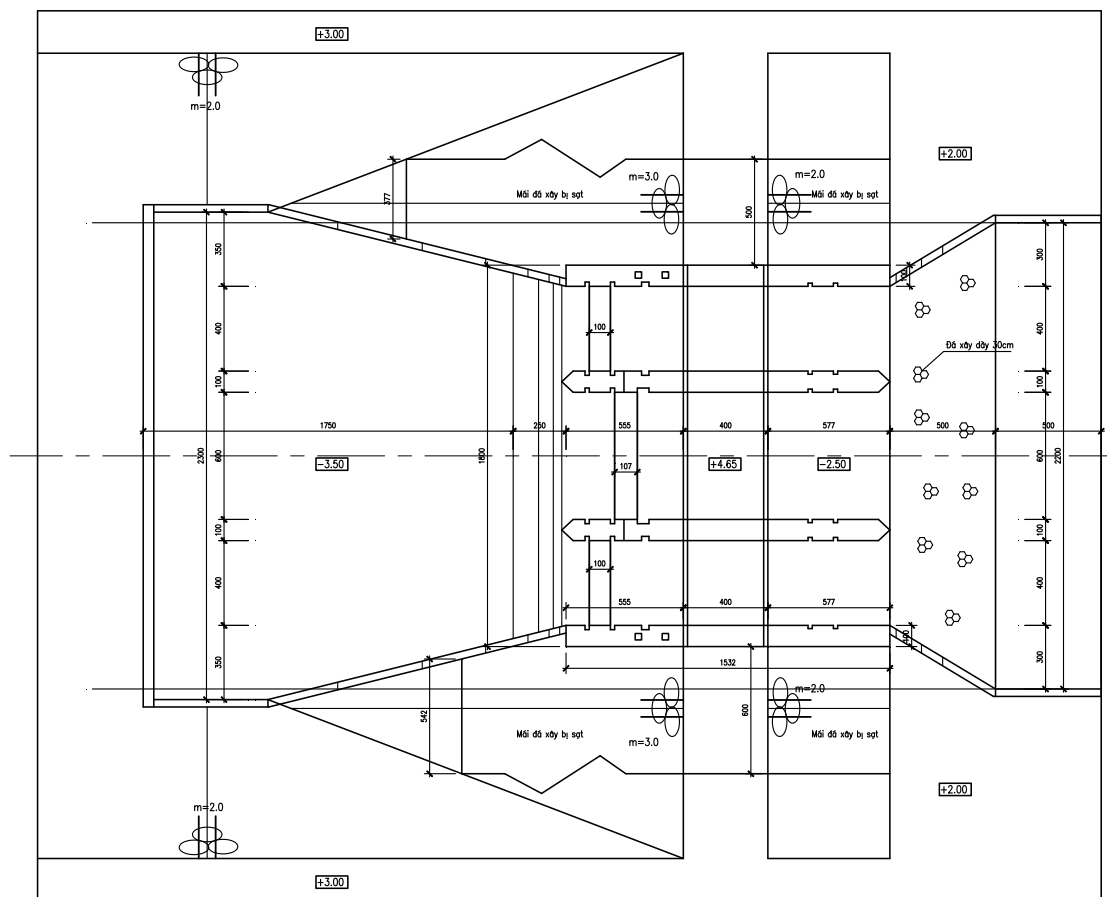
tông cốt thép. Sân sau dài $L_s = 5m$, bằng đá xây, dày 0,3m. Hai mái được bảo vệ bằng đá học lát khan, có chiều dài tương ứng với chiều dài của bề tiêu năng và chiều dài của sân sau.

Từ năm xây dựng đến những năm thập kỷ

80, công 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.



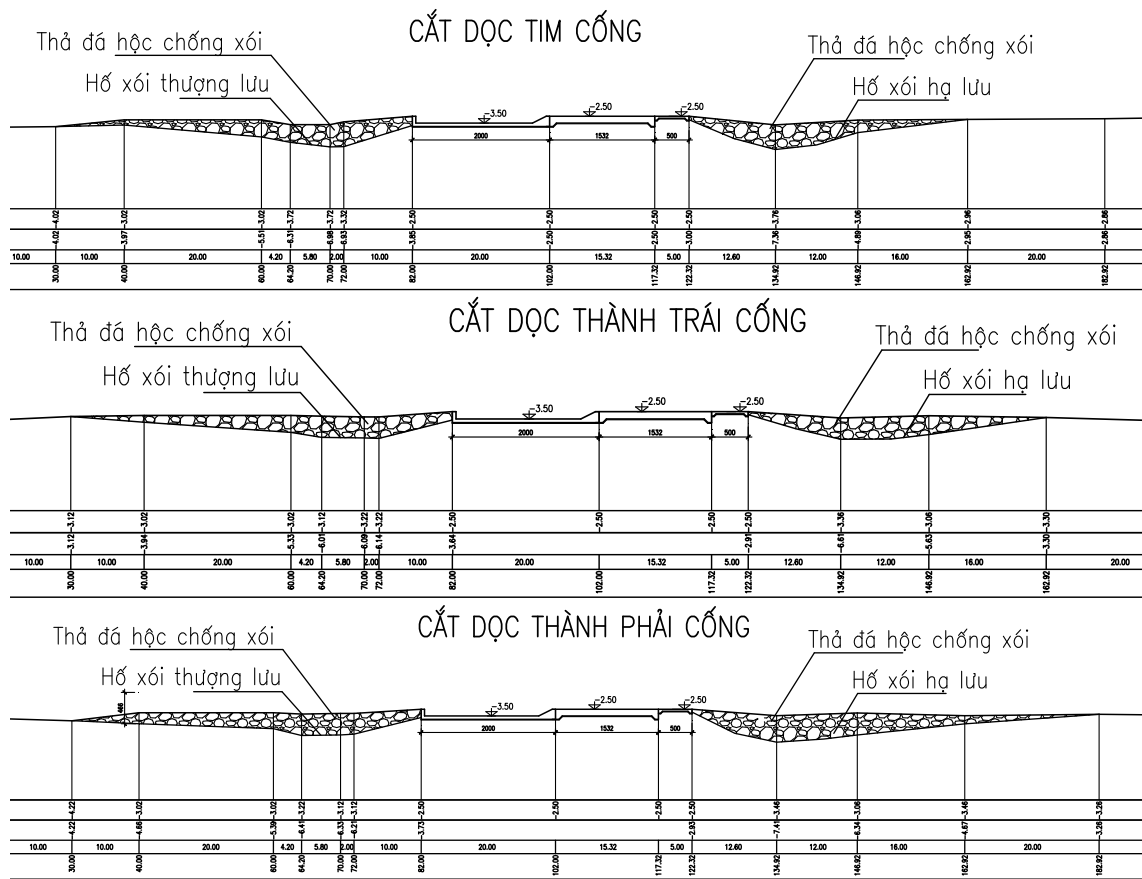
Hình 1: Cắt dọc cống Đại Tám



Hình 2: Mặt bằng hiện trạng cống Đại Tám

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 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 Tâm

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

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 đuyên 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 (°)	6°30'	15	6°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

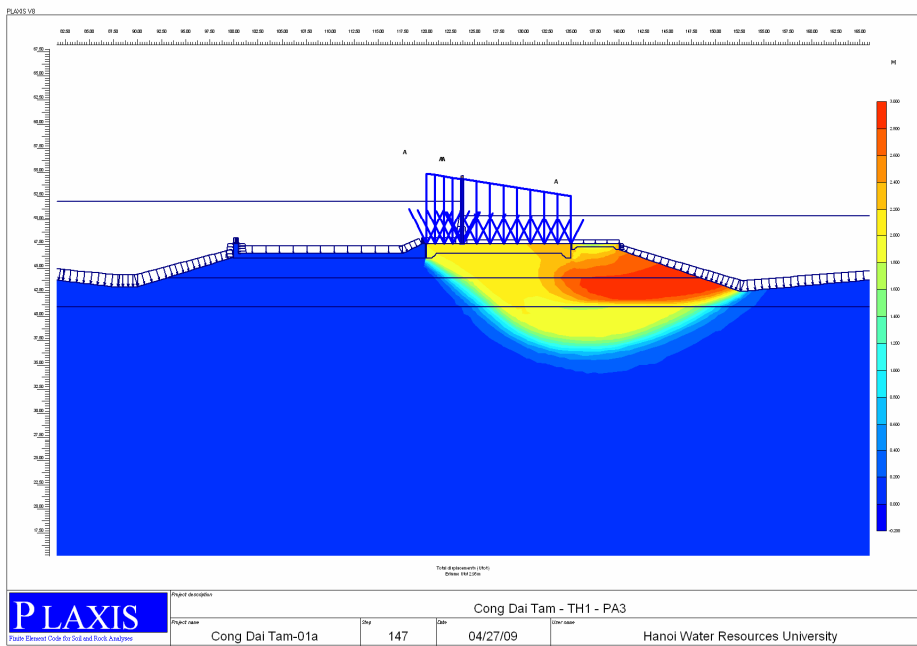
125% hồ xói trước xử lý năm 2007;

Kết quả tính toán thu được trạng thái ứng suất biến dạng của môi trường đất, hệ số ổn định của công. 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 hồ xói xuất hiện ngay gần thân công. Hồ xói phía sông nằm xa thân công hơn hồ xói phía đồng do phía sông có bề tiêu năng. Mặt trượt nguy hiểm được thể hiện trên

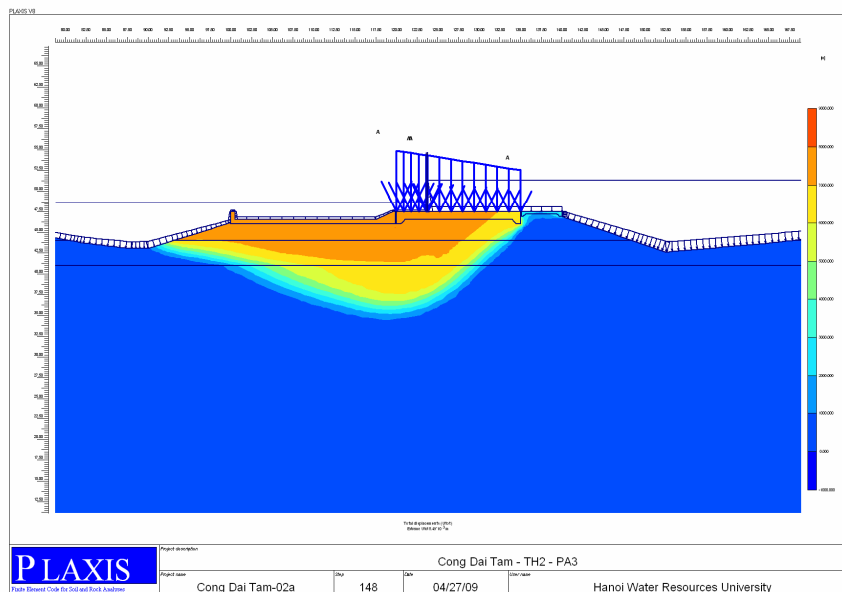
hình 3. Hệ số ổn định ứng với từng trường hợp tính và phương án tính toán được tổng hợp trong bảng 3.

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

Abstract

STABILITY ANALYSIS FOR TIDAL CULVERT IN NAM DINH PROVINCE

Diurnal tide regime with large amplitude in Gulf of Tonkin directly effects culverts in coastal area of Northern delta. Hence, during operation, the significant difference in water levels between the river and in the channel causes erosion on both sides, with uneven intensities. This paper presents the problem on erosion of tidal culverts in Nam Dinh province and proposes a method to evaluate the factor of safety for tidal culverts during management and operation.