

NGUYÊN NHÂN VÀ GIẢI PHÁP KHẮC PHỤC MỘT SỐ TỒN TẠI Ở CỬA VAN CÔNG TRÌNH PHÂN LŨ ĐẬP ĐÁY

*The causes and solutions to make good one's shortcomings some exist
in the gate of the Day dam*

PGS. TS. Đỗ Văn Hứa, PGS. TS. Vũ Thành Hải,
ThS. Lê Đình Phát, ThS. Vũ Hoàng Hưng
Đại học Thủy lợi Hà Nội

Tóm tắt: Công trình đập Đáy phân lũ cho Hà Nội đã xây dựng cách đây 70 năm. Đến nay cửa van của công trình xuất hiện nhiều hiện tượng như ăn mòn, nứt mối hàn, tiếng kêu. Dựa vào kết quả khảo sát hiện trường và phân tích trạng thái diễn biến ứng suất chuyển vị quá trình vận hành, bài báo nêu ra các nguyên nhân và đưa ra các giải pháp khắc phục.

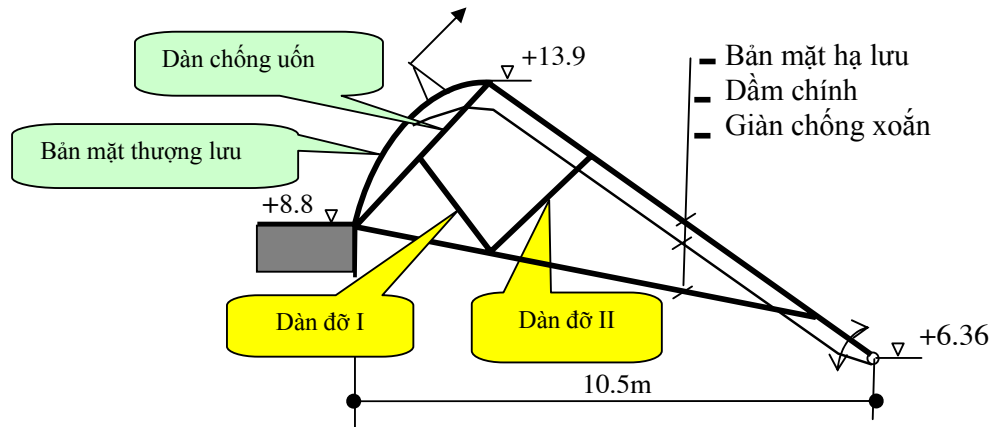
Công trình đập Đáy với nhiệm vụ chống lũ cho Hà Nội đã làm việc 70 năm. Đến nay công trình đã xuống cấp nên nảy sinh nhiều hiện tượng cần được nghiên cứu. Trong đó cửa van - một bộ phận quan trọng của công trình – khi vận hành đã nảy sinh nhiều tồn tại như xuất hiện tiếng kêu, nứt mối hàn, cửa van bị lệch khi đóng mở. Bài báo sẽ phân tích những nguyên nhân trên từ kết quả khảo sát hiện trường và tính toán lý thuyết trên mô hình. Đó là cơ sở để đưa ra các giải pháp khắc phục.

I. Mở đầu

Công trình phân lũ đập Đáy được xây dựng từ năm 1934 khánh thành năm 1937, cách đây hơn 70 năm nhằm phòng chống lũ cho thành phố Hà Nội. Công trình có 7 cửa, mỗi cửa rộng 33,75m cao 5m. Người Pháp đã thiết kế một loại cửa van có kết cấu rất mới, lần đầu tiên được xây dựng trên thế giới - Cửa van mái nhà, với hình thức đóng mở tự động thủy lực. Quá trình khai thác sử dụng, công trình đã trải qua các cuộc thử nghiệm và sử dụng thoát lũ thực tế cho thấy nhiều vấn đề kỹ thuật còn tồn tại cần phải khắc phục. Năm 1975 nhà nước Việt Nam đã cải tạo, nâng cấp công trình đập Đáy trên phần cơ bản kết cấu cũ để đáp ứng nhiệm vụ mới và đảm bảo làm việc an toàn cho công trình, đảm bảo yêu cầu phân lũ cho Thủ đô Hà Nội với lưu lượng 5000m³/s (hình 1).

Gần đây khi đóng mở cửa van xuất hiện những hiện tượng báo hiệu sự xuống cấp của công trình cần được nghiên cứu. Rõ rệt nhất là các hiện tượng phát ra “tiếng kêu”, nứt mối hàn và ăn mòn ...”

Để tìm nguyên nhân của các hiện tượng trên chúng tôi đã tiến hành khảo sát sự ăn mòn, đo độ võng dọc đỉnh van, chuyển vị của giàn chống xoắn, độ đồng trục của 17 cốt bản lề ở cửa số 3 và 7 và đo biến dạng ở dầm chính và gối bản lề. Kết hợp với số liệu khảo sát thực tế chúng tôi đã sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn và phần mềm SAP2000 để thiết lập mô hình tính toán tìm trạng thái ứng suất, biến dạng ở các bộ phận cửa van, nhằm tìm ra nguyên nhân phát sinh một số hiện tượng tồn tại ở cửa van đập Đáy.



Hình 1.

II. Phân tích diễn biến nội lực

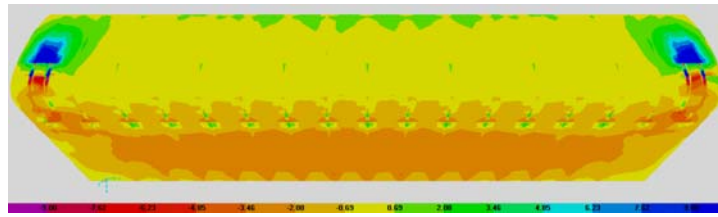
2.1. Diễn biến ứng suất lớn nhất và nhỏ nhất ở bản mặt hạ lưu

Cửa van được đóng mở theo 5 cấp cao trình: 9.0, 10.35, 11.7, 12.9, 13.9. Bài báo này chỉ giới thiệu trường hợp có diễn biến ứng suất chênh lệch lớn nhất khi đỉnh van ở cao trình 13,9m.

Trường hợp đỉnh van ở CT+13.90m: Phổ ứng suất S_{11} và S_{22} của bản mặt cửa van số 7 do trọng lượng bản thân, được thể ở thể hiện ở hình 2 và hình 3. Ứng suất S_{22max} , S_{22min} của bản mặt van khi mở cân và lệch cho ở **bảng 1**.

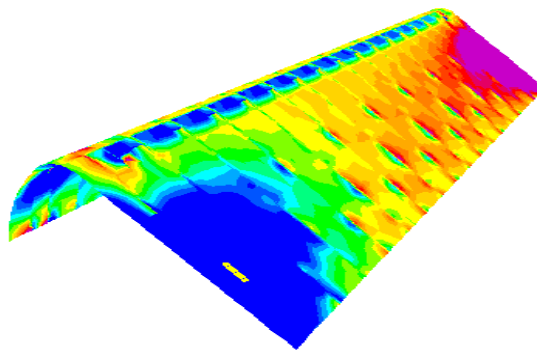
Bảng 1. Ứng suất $S_{22max,min}$ (daN/cm²) trong bản mặt cửa van (CT+13.90m)

Cấu kiện	Mở cân		Mở lệch)	
	(+)	(-)	(+)	(-)
Bản mặt thượng lưu	196,58	- 113,54	541,1	- 154,5
Mặt tràn hạ lưu	43,41	- 95,25	600,93	- 640,09



Hình 2. Phổ ứng suất pháp S_{22} mở cân (CT+13,9m)

Các trường hợp khác, khi đỉnh cửa van ở các cao trình +12.90, +11.70, +10.35, +9.00m, phổ ứng suất có dạng tương tự. Còn diễn biến ứng suất ở bản mặt được biểu diễn trên hình 4.



Hình 3 – Phổ ứng suất pháp S_{22} mở lệch (CT+13.90m)

Nếu để cửa van mở lệch như hiện nay thì ứng suất S_{11} max trung bình trong các phần tử trong bản mặt tràn hạ lưu tăng lên gấp 6 lần so với mở cân khi cao trình đỉnh van ở 13.9m.

Khi bắt đầu kéo van ứng suất S_{11} ở bản mặt thượng lưu đã chênh nhau tới 4,6 lần, sau đó chênh lệch giảm dần.

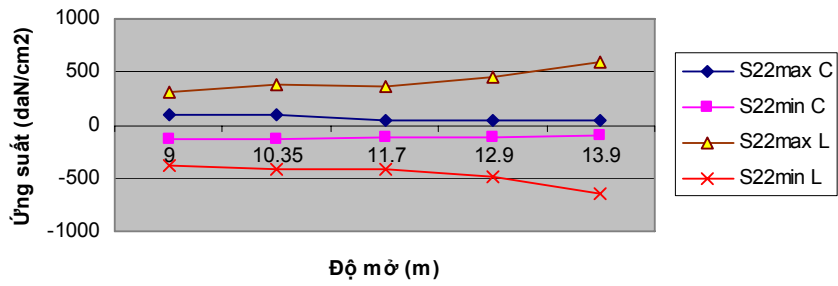
Nhận xét: Từ hình 4 cho thấy, trong trường hợp kéo lệch (L), ở bản mặt xuất hiện sự chênh lệch ứng suất rõ rệt. Ở bản mặt hạ lưu, càng lên cao chênh lệch ứng suất S_{22} càng lớn, còn ở bản mặt thượng lưu càng lên cao ứng suất càng nhỏ. Ở cao trình +13.90m, ở mặt tràn hạ lưu chênh lệch ứng suất S_{22} lớn ở hai đầu van. Sự chênh lệch ứng suất cho thấy bản mặt cửa van đã bị vắn.

2.2. Diễn biến ứng suất lớn nhất và nhỏ nhất ở dầm chính

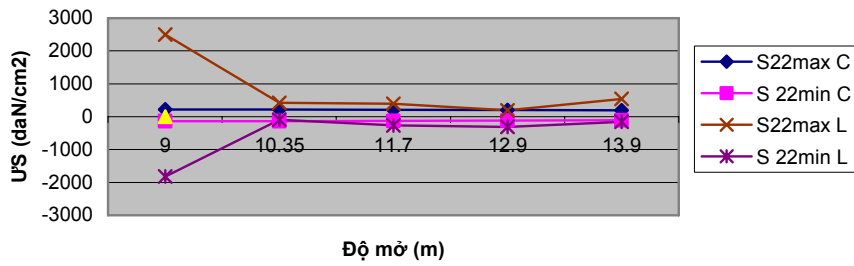
Trường hợp đỉnh van ở cao trình +13.9m, khi mở cân phổ ứng suất pháp S_{22} do trọng lượng bản thân của các dầm chính của cửa van số 7 cho ở hình 5; khi mở lệch phổ ứng suất pháp S_{22} của các dầm chính cho ở hình 6.

Kết quả tính ứng suất trong các dầm chính ở điểm có giá trị ứng suất kéo và ứng suất nén lớn nhất, được thống kê ở bảng 2.

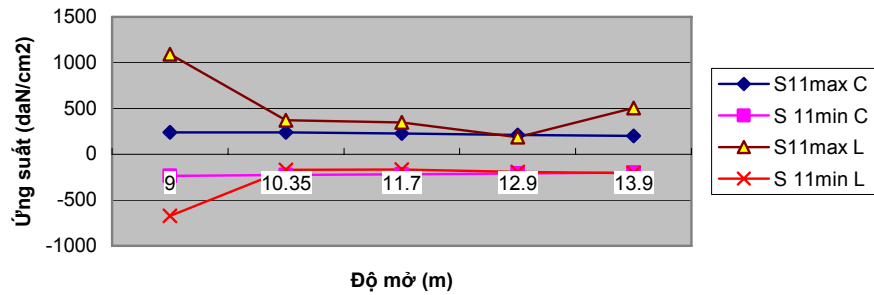
Diễn biến ứng suất S22 bản mặt hạ lưu khi mở cân và lệch



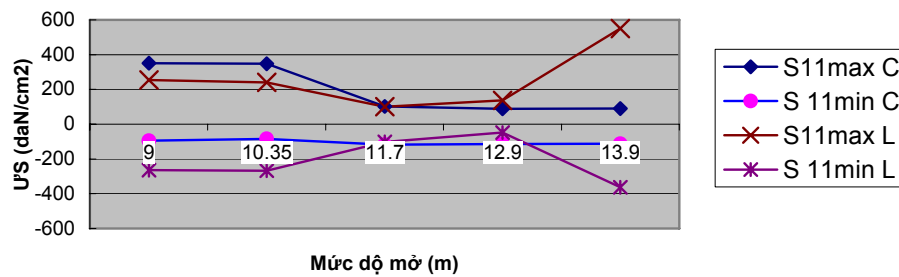
Diễn biến ứng suất S22 bản mặt thượng lưu khi mở cân và lệch



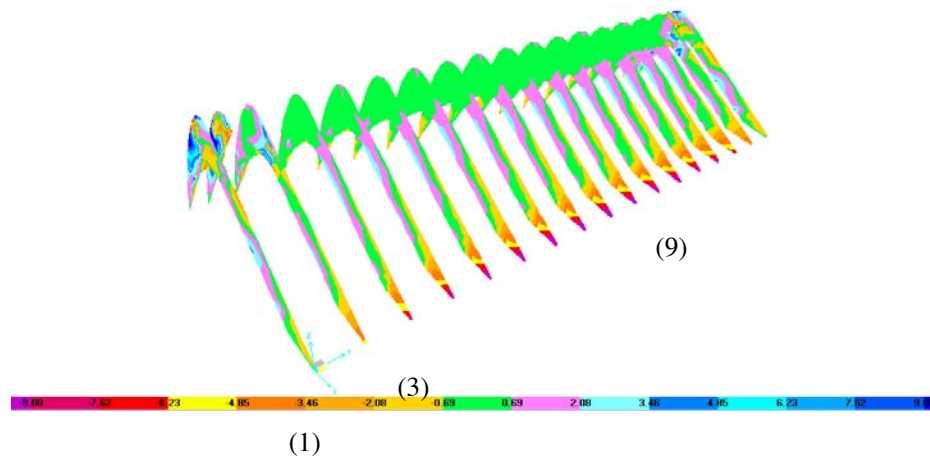
Diễn biến ứng suất S11 ở bản mặt thượng lưu khi mở cân và lệch



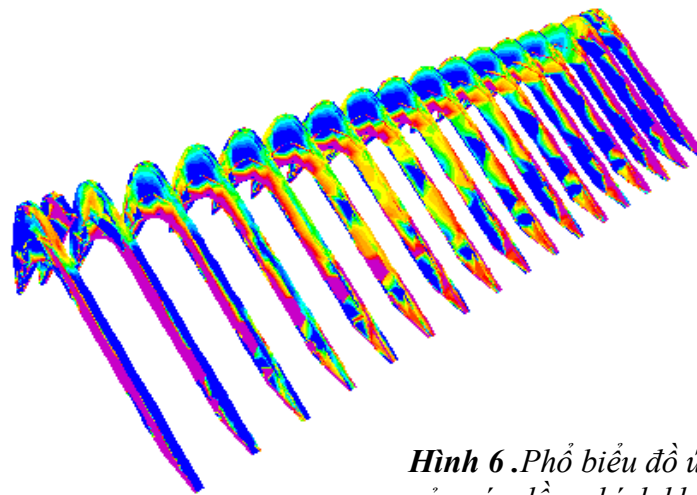
Diễn biến ứng suất S11 bản mặt hạ lưu khi mở cân và lệch



Hình 4.



Hình 5. Phổ biểu đồ ứng suất pháp S_{22} của các dầm chính khi mở cân



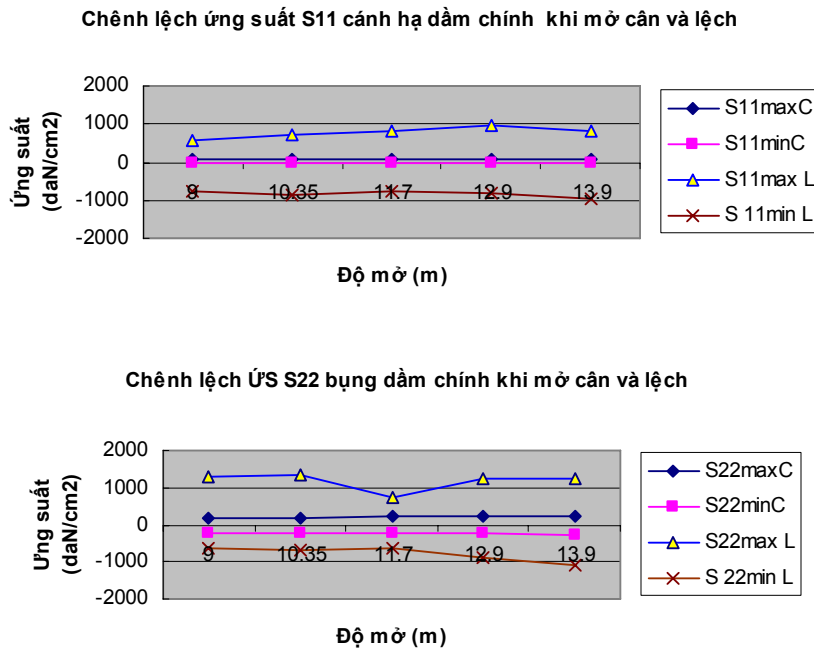
Hình 6. Phổ biểu đồ ứng suất S_{22} của các dầm chính khi mở lệch 92mm

Bảng 2. Kết quả tính toán ứng suất pháp (daN/cm^2) trong dầm chính số 17 khi đỉnh van ở CT+13.90

Số TT	Cấu kiện dầm	Mở lệch		Mở cân	
		(+)	(-)	(+)	(-)
S_{22}	Cánh thượng	576.4	-2889.4	496.67	-367.27
	Bản cánh hạ	4130.5	-2044.9	85.50	-78.18
	Bản bụng dầm	1219.23	-1071.33	219.48	-259.43
S_{11}	Cánh thượng	140.2	-457.9	200.00	-132.2
	Bản cánh hạ	828.77	-950.16	55.42	-38.82
	Bản bụng dầm	1698.47	-1474.88	279.95	-360.45

Các trường hợp khác, khi đỉnh cửa van ở các cao trình +12.90, +11.70, +10.35, +9.0m có phổ ứng suất tương tự. Chênh lệch ứng suất lớn nhất và nhỏ nhất ở dầm chính số 17 trong trường hợp mở cân (C) và lệch (L) được biểu diễn trên hình 7.

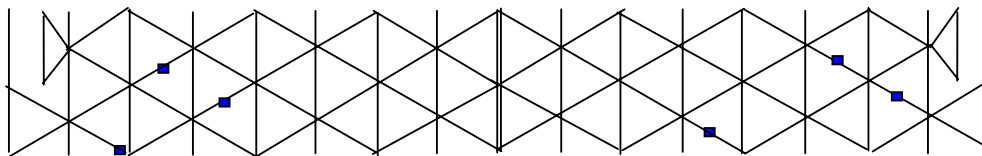
Nhận xét: Trong các dầm chính thì bản cánh dưới có ứng suất pháp dọc theo dầm có giá trị lớn, tại vị trí dầm thay đổi tiết diện ứng suất $S_{22} = 4615.6 \text{ daN/cm}^2$. Bản cánh trên do có bản mặt cùng tham gia chịu lực với dầm chính nên ứng suất nhỏ hơn $S_{22} = -2889.4 \text{ daN/cm}^2$, bản bụng có $S_{11} = -1474.88 \text{ daN/cm}^2$



Hình 7.

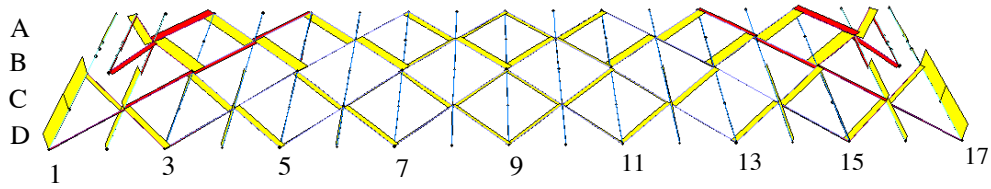
2.3. Diễn biến nội lực lớn nhất và nhỏ nhất ở giàn chống xoắn (GCX)

Giàn chống xoắn là một hệ các thanh thép hình hàn với khung chính, được coi là kết cấu chủ yếu để chống xoắn cho cửa van (Hình 8)

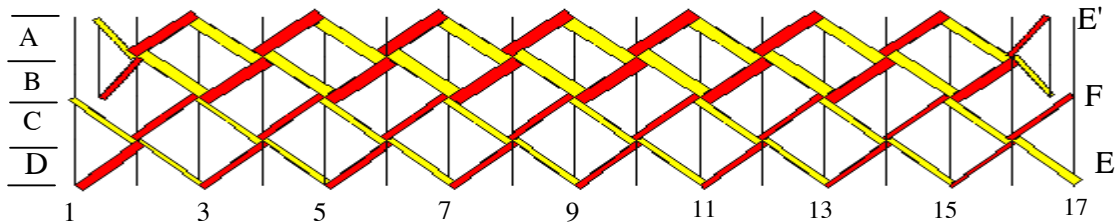


Hình 8.

Khi mở cân, kết quả tính toán cho thấy lực dọc xuất hiện ở tất cả các thanh giàn, nhưng lực dọc lớn chủ yếu ở các thanh chéo và thanh ngang ở hai đầu giàn (Hình 9). Ngoài lực dọc trong các thanh còn xuất hiện mô men xoắn. Trong thực tế khảo sát cho thấy các mối hàn bị nứt tách cũng tập trung ở hai phía đầu cửa van (hình 8).

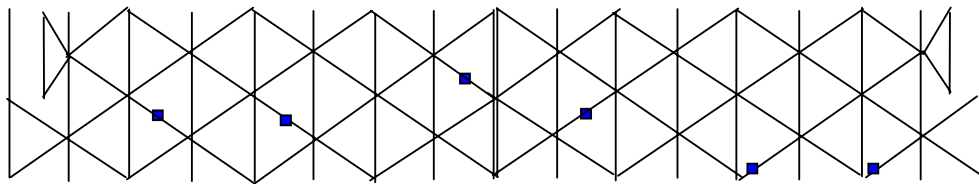


Hình 9. Biểu đồ lực dọc trong giàn chống xoắn (mở cân)



Hình 10. Biểu đồ lực dọc trong giàn chống xoắn (mở lệch)

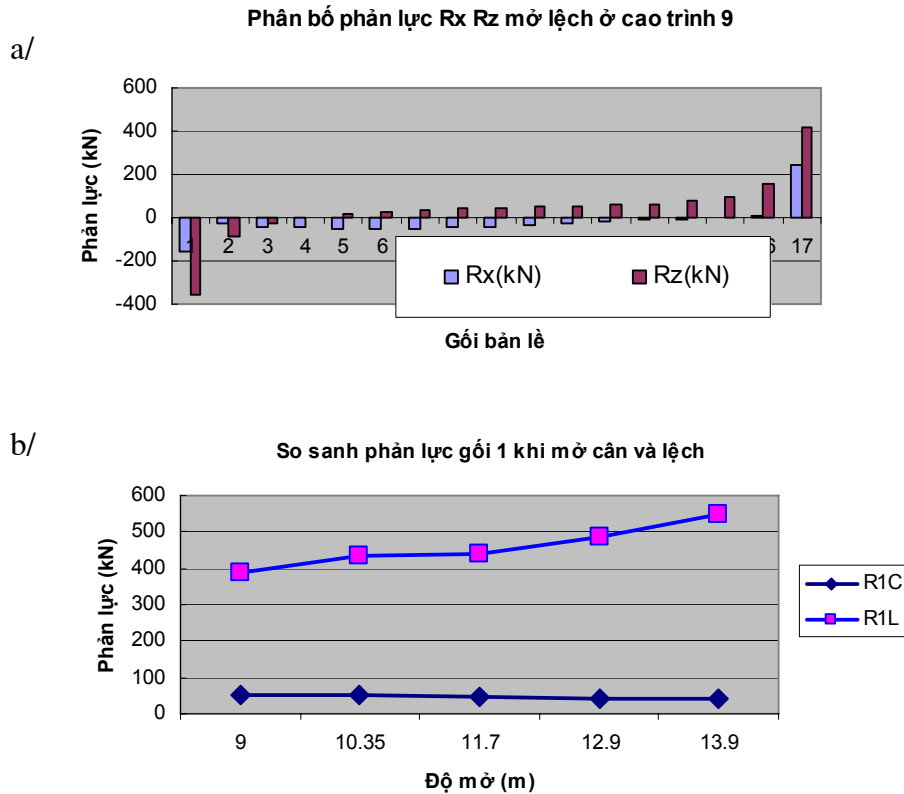
Khi mở lệch, kết quả tính toán cho thấy lực dọc tương đối lớn có ở tất cả các thanh (Hình 10). Do cửa van mở lệch nên biểu đồ lực dọc cũng không còn đối xứng mà đầu phía cao hơn lực dọc trong các thanh lớn hơn đầu thấp. Khu vực giữa giàn các thanh xuất hiện nội lực lớn hơn. Nội lực trong các thanh đứng rất nhỏ vì vậy ở cửa số 7 các mối hàn bị nứt cũng tập trung ở khu vực giữa và ở các thanh xiên của GCX (hình 11)



Hình 11.

Nhận xét: Trong các giàn thì giàn chống xoắn chịu lực lớn nhất, thanh bụng xiên có lực dọc lớn ở khoảng giữa giàn $N_{\max} = 629\text{kN}$ và $N_{\min} = -611\text{kN}$. Thanh bụng đứng có lực dọc lớn ở hai đầu giàn $N_{\max} = 716\text{kN}$ và $N_{\min} = -639\text{kN}$. Kéo lệch làm cho cửa van chịu xoắn có thể là nguyên nhân sinh nội lực lớn trong nhiều thanh giàn. Qua kết quả tính toán chuyển vị cũng cho thấy các nút giàn thuộc giàn chống xoắn đều có chuyển vị lớn có thể dẫn đến xé rách mối hàn, điều này phù hợp với kết quả khảo sát hiện trường về nứt mối hàn.

2.4. Diễn biến phản lực tại gối bản lề



Hình 12

Theo kết quả tính toán cửa van kéo lên càng cao thì phản lực ở gối 1 càng lớn. Sự phân phối phản lực lên các gối bản lề do mở lệch là không đều, gối bản lề hai đầu chịu lực lớn hơn các gối ở trong, gối bản lề số 1 có $R_{xz}=550\text{kN}$, gối bản lề số 17 có $R_{xz}=600\text{kN}$ lớn hơn 7 lần giá trị phản lực của gối bản lề số 9 có $R_{xz}=90\text{kN}$. Sự phân bố không đều này có thể một phần là do khả năng chống xoắn của cửa van nhỏ.

III. Nhận xét và giải pháp đề xuất

Từ các kết quả nghiên cứu ở trên cho thấy :

- Ứng suất và nhất là ứng suất cục bộ ở bản mặt hạ lưu là khá lớn. Khi mở van bị lệch thì ứng suất ở bản mặt hạ lưu tăng gấp 6 lần, còn ứng suất ở bản mặt thượng lưu tăng gấp 4,6 lần. Sự tăng ứng suất này là do bản mặt cửa van đã bị vắn. Bản mặt thượng lưu nhờ bố trí hệ dầm phụ ngang khá dày (700mm) lại có bản mặt cong nên hầu như không phát ra tiếng kêu, còn bản mặt hạ lưu do bố trí các dầm ngang thưa (1000mm) nên tiếng kêu phát ra nhiều hơn.

- Trạng thái ứng suất phức tạp của mỗi dầm chính và sự khác nhau giữa các dầm chính cho thấy cửa van bị uốn vắn theo cả hai phương làm cho các dầm chính chịu lực khác nhau.

- Khi mở cân và lệch nội lực ở giàn chống xoắn rất khác nhau, khi van mở cân các thanh ở hai đầu có nội lực lớn, còn khi mở lệch các thanh xiên ở giữa giàn có nội lực lớn, vị trí nút mối hàn phân bố khá đều trong giàn chống xoắn.

Vì vậy cần giảm hiện tượng xoắn cho cửa van, đây cũng là giải pháp giảm nội lực trong các thanh giàn chống xoắn, cũng có thể có tác dụng làm cho việc phân phối phân lực ở các gối bản lề được đều hơn.

Sau đây là một số giải pháp khắc phục:

- Cân chỉnh cửa để giảm độ lệch

Cửa van được đóng mở bằng tời điện thông qua hệ thống pully để giảm lực căng cáp.

Quá trình vận hành hàng chục năm cáp chịu ảnh hưởng của thời tiết, độ giãn nở của mỗi sợi cáp khác nhau. Khảo sát kỹ hệ thống cáp cho thấy nhiều sợi cáp nhỏ trong sợi cáp lớn đã bị đứt. Mặt khác, việc mắc cáp ban đầu cũng không thể đảm bảo hoàn toàn cân được, hiện tượng lệch do cáp là không tránh khỏi. Vì vậy trong thiết kế cho phép chênh lệch là 10cm. Nhưng quy định đó không được thể hiện rõ ảnh hưởng đến chuyển vị biến dạng của từng bộ phận. Sau hơn ba mươi năm cửa van bị ăn mòn, khả năng chịu lực bị giảm nên sự mở lệch cửa van càng có ảnh hưởng đến trạng thái chịu lực của cửa. Việc cân chỉnh để đảm bảo cửa van đóng mở cân tuyệt đối không thể làm được, nhưng cho phép có một độ chênh nào đó để tránh gây ra các hiện tượng tồn tại hiện nay cần được xác định thông qua tính toán. Vì vậy giải pháp khắc phục lệch được đề xuất như sau:

+ Cân chỉnh cáp hàng năm để đảm bảo độ lệch cho phép, không để ảnh hưởng tới sự làm việc mất an toàn của cửa van. Cần xác định lại độ chênh cho phép ở hai đầu van khi vận hành.

+ Có thể nghiên cứu thay đổi phương pháp đóng mở như sử dụng piton. Phương án này đòi hỏi phải sửa đổi kết cấu cầu công tác và một số bộ phận khác.

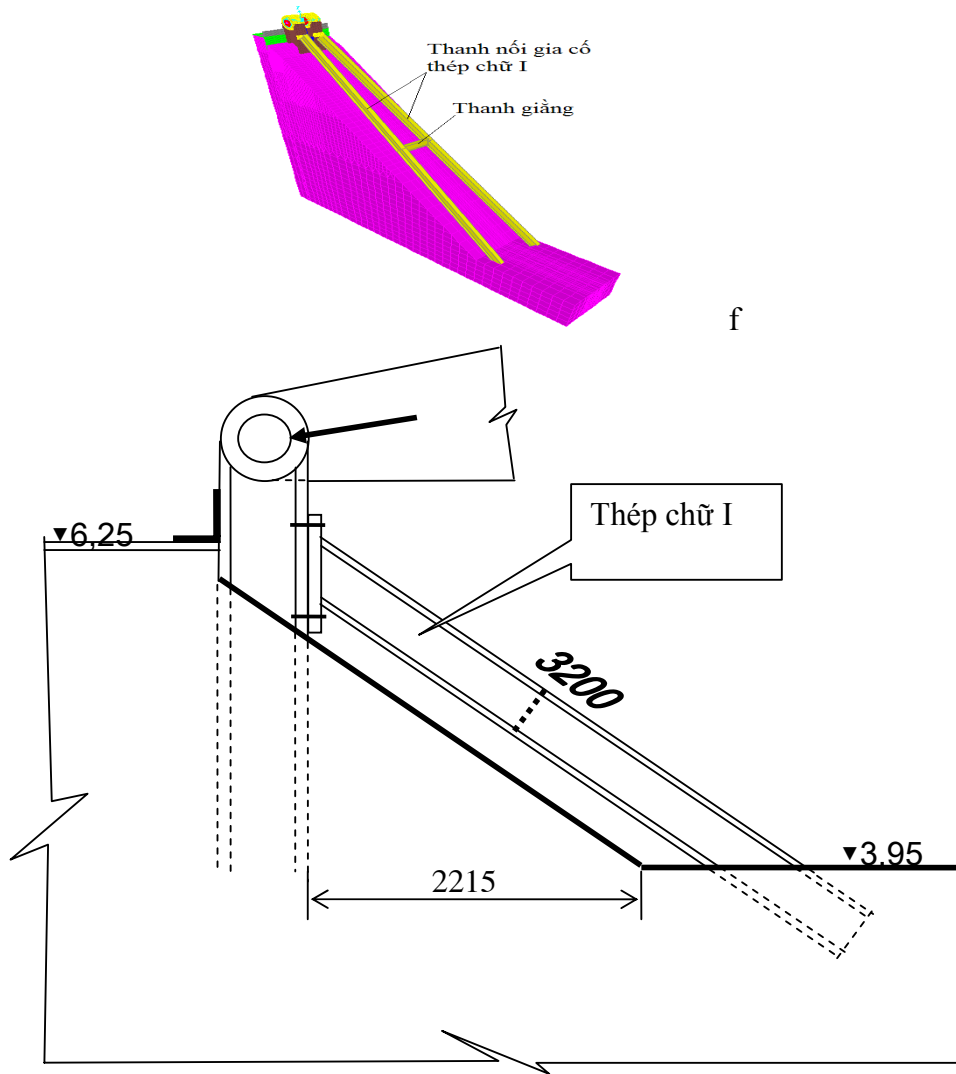
- Gia cố gối bản lề

Do gối bản lề số 1 chủ yếu chịu lực đẩy lớn từ thượng lưu về hạ lưu gây nên ứng suất kéo lớn tại mép bản cánh thượng lưu thép chữ I được chôn vào bê tông cốt thép tràn, vì vậy để giảm nhỏ ứng suất kéo này, phương án dùng thanh thép nối từ bản cánh thượng lưu thép chữ I 190x100 tới đáy hầm van nằm theo mái hạ lưu hầm van (xem hình 13). Thanh gia cố được làm bằng thép chữ I. Vì chiều dài thanh lớn 3,2m, để tăng ổn định cho thanh khi chịu nén, tại giữa các thanh bố trí một thanh giằng.

Do gối bản lề số 1 ngoài chịu lực đẩy lớn từ phía thượng lưu về hạ lưu còn có lực đẩy ngang $F_x = -20.56$ (kN); vì vậy hai thanh gia cố được choãi ra để chịu lực F_x .

Kết quả tính toán bằng Phần mềm SAP được thể hiện trên hình 14 cho thấy với khi tăng cường thêm thanh gia cố, ứng suất trong thanh thép I của gối bản lề chôn trong bê tông giảm đáng kể chỉ còn khoảng 61% so với khi chưa có thanh gia cố (hình 14). Góc nghiêng của thanh gia cố đặt được chọn khoảng từ 50 ~ 70 so với

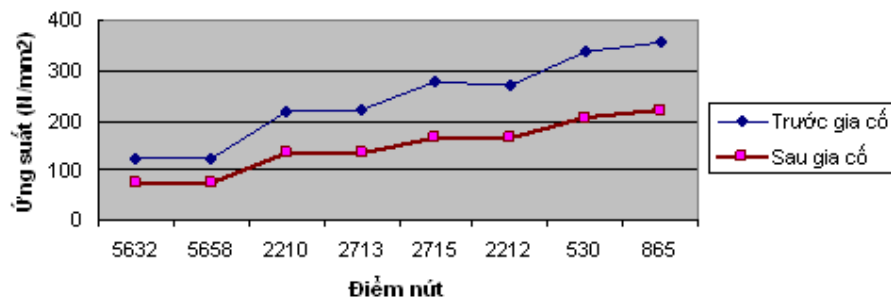
phương dòng chảy sẽ có cao khả năng chịu lực của gối và sự ổn định của thanh gia cố.



f

Hình. 13

Sự thay đổi ứng suất khi gia cố cốt bản lề

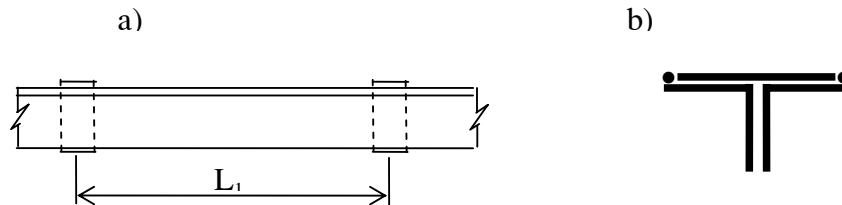


Hình 14.

- Gia cố giàn chống xoắn

Các mối hàn trong giàn chống xoắn bị rách nứt nhiều nhất, giải pháp đề xuất như sau:

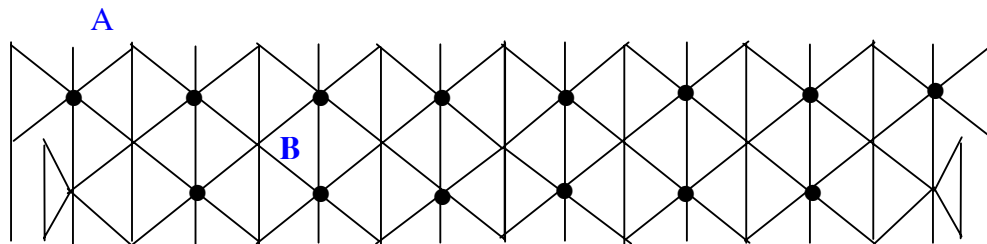
+ Đối với các thanh chịu lực nén lớn cần hàn bổ sung các bản đệm đảm bảo các bản đệm cách nhau $L_1 < 40r_{11}$ đối với thanh nén và nhỏ hơn $L_1 < 80r_{11}$ đối với thanh kéo (Hình 15a).



Hình 15.

- Đối với các thanh chịu mô men xoắn lớn cần hàn thêm bản thép làm tăng chiều dày bản cánh thép ghép bằng hai thép góc (Hình 15b).

- Hàn bổ sung thanh chống đứng tại các vị trí nút giao hoa thị để giảm chiều dài tính toán của thanh ngoài mặt phẳng giàn. Ví dụ xét thanh AB, trong mặt phẳng giàn chiều dài tính toán bằng $\frac{1}{2}\overline{AB}$, ngoài mặt phẳng giàn chiều dài tính toán bằng \overline{AB} ; nếu thêm thanh đứng vào nút giao hoa thị giữa A và B thì chiều dài tính toán ngoài mặt phẳng giàn chỉ bằng $\frac{1}{2}\overline{AB}$. Như vậy thêm thanh chống đứng sẽ hạn chế được chuyển vị theo phương thẳng đứng của GCX.



Hình 13. Vị trí bổ sung thanh đứng

- Gia cố bản mặt hạ lưu

Qua theo dõi trong nhiều đợt vận hành cho thấy:

+ Tiếng kêu xuất hiện ở vùng bản mặt tràn hạ lưu mà không thấy xuất hiện ở mặt thượng lưu. Khi còi bản lên ngập cửa van vận hành ở trên cao, tiếng kêu vẫn xuất hiện bình thường, điều đó chứng tỏ tiếng kêu không phát ra từ còi bản lên như thường đặt ra.

+ Khi vận hành cửa van mà giàn chống xoắn ngập trong nước thì hiện tượng tiếng kêu xuất hiện nhưng tiếng kêu êm hơn, điều đó chứng tỏ nứt mối hàn hoặc

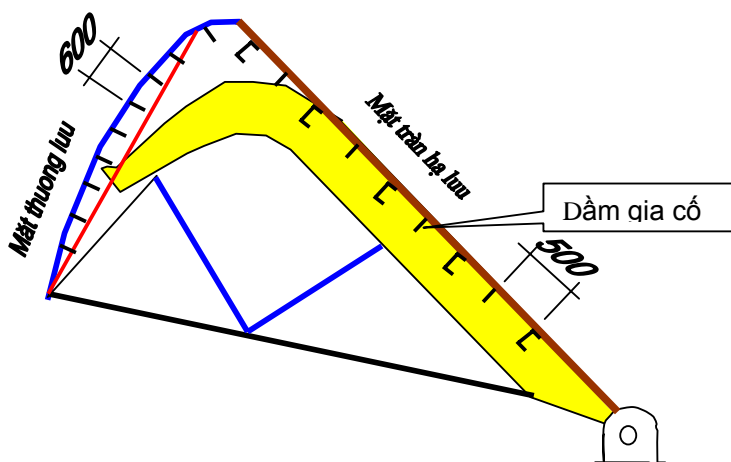
sự cựa mỗi hàn ở giàn chống xoắn tạo ra tiếng kêu nhưng bị môi trường nước ngăn cản.

+ Khi vận hành cửa van mà giàn chống xoắn không ngập trong nước thì hiện tượng tiếng kêu xuất hiện khá to, điều đó chứng tỏ nứt mỗi hàn hoặc sự cựa mỗi hàn ở giàn chống xoắn tạo ra tiếng kêu phát ra vọng lên mặt tràn hạ lưu, âm thanh được phóng đại.

Qua hiện tượng nêu ở trên cho thấy nguyên nhân xuất hiện tiếng kêu là do:

+ Do hệ dầm phụ ở bản mặt tràn hạ lưu đặt thưa, khoảng cách các dầm phụ ngang là 1000mm, gần gấp đôi khoảng cách quy định (50-60 chiều dày bản mặt). Ở mặt thượng lưu hệ dầm phụ đặt khá dày 700mm lại có dạng mặt cong, vì vậy tiếng kêu xảy ra ở bản mặt hạ lưu khi ứng suất trong các ô bản mặt lớn. Điều này xảy ra khi cửa van bị mở lệch.

+ Khi nứt, rách mỗi hàn sẽ tạo ra sự giải phóng năng lượng phát ra tiếng kêu. Tiếng kêu được phóng đại do đặc điểm cấu tạo của cửa van đập Đáy.



Hình 14.

Nguyên nhân sâu xa của hiện tượng tăng ứng suất ở bản mặt, sự nứt tách mỗi hàn ở giàn chống xoắn là do một số cấu kiện của cửa van bố trí kết cấu chưa hợp lý, lại luôn luôn làm việc trong trạng thái mở lệch nên tạo ra mô men xoắn ở các thanh. Vì vậy cần:

+ Bổ sung thêm dầm phụ ngang ở phần bản mặt tràn (Hình 14): Khoảng cách giữa các dầm phụ hiện tại là 1000mm, cần bổ sung thêm dầm phụ ngang để khoảng cách giữa các dầm phụ chỉ còn 500mm (tương ứng với 50 lần chiều dày bản mặt-phù hợp với quy định bố trí ô dầm). Sự bổ sung dầm phụ sẽ giảm ứng suất trong bản mặt, tăng khả năng ổn định, sẽ giảm tiếng kêu cả về số lượng cả về cường độ.

IV. Kết luận

Tìm nguyên nhân của các hiện tượng xảy ra khi vận hành cửa van đập Đáy là một vấn đề được nêu ra từ nhiều năm. Bài báo đã phân tích có cơ sở khoa học để tìm ra nguyên nhân và đưa ra các giải pháp khắc phục các hiện tượng tồn tại hiện nay nhằm sử dụng công trình an toàn khi phân lũ.

Tài liệu tham khảo

1. Các báo cáo kỹ thuật và các biên bản, tài liệu nghiệm thu công trình đập Đáy hàng năm
2. Phân lũ sông Đáy tập I, IV. Viện thiết kế thủy lợi thủy điện. 1976
3. Tiêu chuẩn thiết kế cửa van thép công trình thủy lợi thủy điện. Bộ thủy lợi nước Cộng hòa Nhân dân Trung hoa. 1995
4. Kết cấu thép thủy công. NXB thủy lợi Hoàng hà (Trung quốc). 2006
5. Kết quả đo đạc phản lực gối bản lề cửa van đập Đáy 5/2000
6. PGS.PTS. Đỗ Văn Hứa, ThS Nguyễn Hoàng Hà, KS Vũ Hoàng Hưng, Đại học Thủy lợi. Ảnh hưởng ăn mòn kim loại đến khả năng chịu lực cửa van thép công trình thủy lợi. Tuyển tập khoa học công trình thủy lợi 11- 2004
7. ThS. Hoàng Anh Giang. Theo dõi tình trạng kết cấu công trình bằng biến dạng nhiệt tự nhiên. Tạp chí Khoa học công nghệ xây dựng. Số 3 năm 2004.
8. PGS. PTS. Đỗ Văn Hứa, PGS. TS. Vũ Thành Hải. Sổ tay kỹ thuật thủy lợi, tập 2. Kết cấu thép và kết cấu gỗ. Hà Nội 2003.
9. GS. TS. Nguyễn Văn Lệ. Xây dựng phần mềm tính toán kết cấu công trình thủy lợi. Hội nghị nghiên cứu ứng dụng tin học toàn cầu. 2004
10. GS.TS. Nguyễn Văn Lệ, PGS Vũ Thành Hải. Thẩm định công lấy nước, đập tràn công trình thủy điện Srêpôk 3 + 4/2007.

Work of the Day dam with flood prevention task for Hanoi has worked for 70 years. Presently the project has already degrading should arise some phenomena - the operation has some exist appear as noise, welding crack. The article will analyze the causes from the survey results and the theoretical calculations on the model. That is the reason to offer solutions to repair.