

ỨNG DỤNG DẦM CHỮ I PHÁT TRIỂN NĂNG CAO KHẢ NĂNG CHỊU LỰC CỦA DẦM CHÍNH CỦA VAN

Lê Hữu Hiếu¹

TÓM TẮT

Đối với công trình thủy công, cửa van là một trong những bộ phận quan trọng của công trình. Sau một số năm khai thác cửa van bị ăn mòn han rỉ làm cho mặt cắt ngang các bộ phận kết cấu bị nhỏ lại, làm giảm khả năng chịu lực của cửa van về mặt cường độ và tăng dần biến dạng dưới tác dụng của ngoại lực, dẫn tới cửa van khó có thể làm việc bình thường được nữa, ảnh hưởng đến sự khai thác của toàn hệ thống. Cửa van phẳng nhịp lớn thường có độ cứng nhỏ theo phương áp lực thủy tĩnh, do đó khả năng chịu lực của cửa van thường quyết định bởi điều kiện độ võng. Sau một số năm khai thác (khoảng 10-15 năm trong môi trường nước mặn) cửa van đã bị han rỉ, các mặt cắt ngang của các phân tố kết cấu cửa van bị giảm yếu làm độ võng của cửa van tăng vượt quá độ võng cho phép. Đây có thể là một trong các nguyên nhân sau một số năm khai thác cửa van phẳng nhịp lớn không đảm bảo điều kiện kín nước. Việc tìm các giải pháp tăng tuổi thọ làm việc cho cửa van, đồng thời tiết kiệm vật liệu chế tạo cửa van, giảm khối lượng cửa van dẫn đến giảm lực đóng mở cho cửa van là rất cần thiết.

Từ khóa: Cửa van, chuyển vị, dầm chữ I, tiết diện, ứng suất.

1. MỞ ĐẦU

Đối với công trình thủy công, cửa van là một trong những bộ phận quan trọng của công trình. Sau một số năm khai thác cửa van bị ăn mòn han rỉ làm cho mặt cắt ngang các bộ phận kết cấu bị nhỏ lại, làm giảm khả năng chịu lực của cửa van về mặt cường độ và tăng dần biến dạng dưới tác dụng của ngoại lực, dẫn tới cửa van khó có thể làm việc bình thường được nữa, ảnh hưởng đến sự khai thác của toàn hệ thống. Điều đó đã được kết luận sau khi tính toán khả năng chịu lực còn lại của cửa van. Các kết quả tính toán, nhận xét và kết luận về tuổi thọ của công trình sẽ là cơ sở cho các nhà quản lý biết được diễn biến tình hình làm việc của cửa van theo thời gian để có giải pháp bảo vệ, duy tu, nâng cấp hoặc thay thế nhằm đảm bảo cho công trình làm việc được an toàn.

Cửa van phẳng nhịp lớn thường có độ cứng nhỏ theo phương áp lực thủy tĩnh, do đó khả năng chịu lực của cửa van thường quyết định bởi điều kiện độ võng. Sau một số năm khai thác (khoảng 10-15 năm trong môi trường nước mặn) cửa van đã bị han rỉ, các mặt cắt ngang của các phân tố kết cấu cửa van bị giảm yếu làm độ võng của cửa van tăng vượt quá độ võng cho phép. Đây có thể là một trong các nguyên nhân sau một số năm khai thác cửa van phẳng nhịp lớn không đảm bảo điều kiện kín nước.

Việc tìm các giải pháp tăng tuổi thọ làm việc cho cửa van là rất cần thiết. Ba vấn đề cơ bản cần giải quyết đó là lựa chọn loại vật liệu phủ, loại vật liệu chế tạo cửa van giảm tốc độ ăn mòn và các giải pháp kết cấu tăng khả năng chịu lực.

1. Các kết quả khảo sát cho thấy, các hệ thống cửa van làm việc trong môi trường xâm thực mạnh và rất phức tạp (nước lợ, không khí ẩm, khô ướt, bức xạ, vi sinh...), nên các lớp phủ hữu cơ trên cơ sở một loại chất tạo màng có hiệu quả bảo vệ kém. Vì vậy việc nghiên cứu ứng dụng lớp phủ hữu cơ kết hợp giữa nhiều hệ sơn, các lớp phủ kết hợp giữa lớp phủ kim loại và lớp phủ hữu cơ, cũng như kết hợp đồng thời các phương pháp bảo vệ chủ động (vật liệu mới, bảo vệ catốt...) và phương pháp thụ động là rất cần được nghiên cứu sớm.

2. Việc nghiên cứu chế tạo cửa van từ các vật liệu kết hợp cần được hết sức quan tâm, mạnh dạn áp dụng và sử dụng hợp lý các vật liệu có độ bền ăn mòn cao, tránh lạm dụng gây tốn kém không cần thiết. Việc nghiên cứu ứng dụng thép hợp kim thấp, độ bền cao cần được quan tâm.

3. Cần sớm nghiên cứu ứng dụng và hoàn thiện các công nghệ xử lý bề mặt, công nghệ sơn phủ tại hiện trường, công tác duy tu, bảo dưỡng định kỳ và xây dựng các quy định cụ thể thông qua các quy trình, quy phạm và tiêu chuẩn ngành về chống ăn mòn.

¹ Viện Quy hoạch Thủy lợi

4. Nghiên cứu giải pháp kết cấu nâng cao khả năng chịu lực cho cửa van là một nội dung khoa học rất phong phú và hiệu quả kinh tế sẽ khá cao và rất cần thiết. Đây là giải pháp do nhu cầu nâng cấp công trình và giải pháp nâng cao khả năng chịu lực còn lại do cửa van đã làm việc nhiều năm để tăng tuổi thọ cửa van.

Trong phạm vi bài báo này tác giả chỉ tập trung nghiên cứu đề xuất giải pháp kết cấu nâng cao khả năng chịu lực cho cửa van công trình thủy lợi nhằm tăng tuổi thọ và tiết kiệm vật liệu. Đó là giải pháp áp dụng dầm chữ I phát triển cho kết cấu dầm chính cửa van.

Việc áp dụng kết cấu dầm chữ I phát triển (dầm lỗ) đối với cửa van chế tạo mới đáp ứng được yêu cầu chịu lực nhưng khối lượng nhẹ hơn so với dầm đầm đặc, do đó tiết kiệm được vật liệu và giảm lực nâng cho máy đóng mở. Ưu điểm của dầm chữ I phát triển là tận dụng được những dầm đã có để tạo ra dầm có chiều cao lớn hơn.

2. ỨNG DỤNG DẦM CHỮ I PHÁT TRIỂN TRONG CÁC KẾT CẤU THÉP XÂY DỰNG

Trong vài chục năm gần đây sự phát triển công nghiệp đã dẫn đến việc sử dụng kết cấu nhẹ. Một trong các dạng kết cấu nhẹ là các thanh có lỗ. Các thanh có lỗ này vừa nhẹ, thoải mãn yêu cầu chịu lực, yêu cầu cấu tạo và yêu cầu sử dụng. Đây là loại kết cấu đang được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực xây dựng dân dụng trên thế giới.

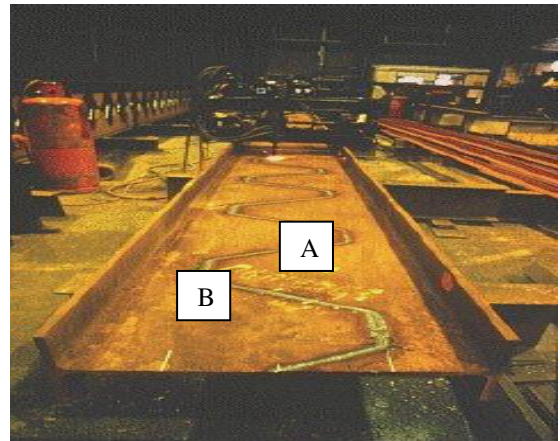
Cầu qua sông Đêlavi của Mỹ sử dụng dầm lỗ, có nhịp đạt tới 230 m. Ngày nay, ứng dụng dầm lỗ được phát triển rộng sang nhiều loại kết cấu khác như cột chịu lực, cốp pha thép công trình thủy lợi (Hình 1).



Hình 1. Cốp pha thép đập bê tông sử dụng kết cấu lỗ

3. CHẾ TẠO DẦM LỖ

Dầm lỗ thường được chế tạo từ dầm định hình (hình 2). Dầm có lỗ được tạo ra bằng cách cắt theo đường dịch dắc ở bản bụng dầm, sau đó dịch chuyển hai phần A và B rồi hàn đối đầu các phần bụng cắt ra với. Cũng có thể hàn hai phần A hoặc hai phần B với nhau sẽ cho tiết kiệm vật liệu nhất. Các loại dầm này đang được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp cũng như trong các ngành xây dựng khác.



Hình 2. Chế tạo dầm lỗ từ thép hình

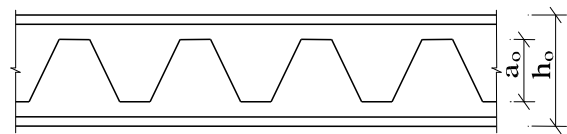
Khi chế tạo dầm này phần vật liệu bị cắt ra không hề bị vứt bỏ một chút nào, hoặc chỉ vứt bỏ một phần không đáng kể.

Trong khi chiều cao dầm tăng lên khá lớn:

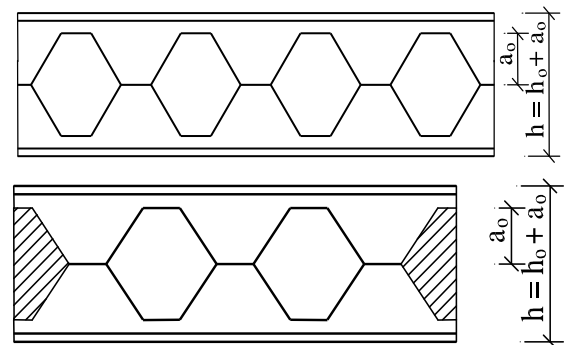
$$h = h_0 + a_0 \cdot (1)$$

Trong đó: h_0 - Chiều cao dầm định hình; a_0 - Chiều cao phần dịch dắc

(xem hình 3, 4).



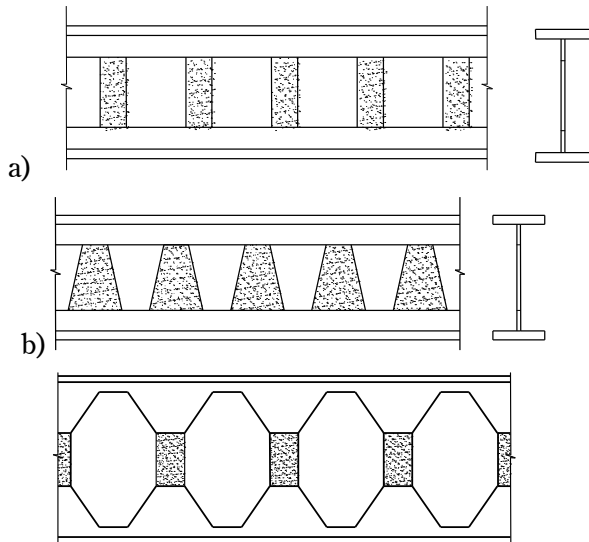
Hình 3. Đường dịch dắc khi cắt dầm chữ I định hình



Hình 4. Dầm lỗ ghép từ dầm chữ I định hình sau khi đã cắt đường dịch dắc

Nhờ sự tăng chiều cao đáng kể đã làm tăng độ cứng của dầm, tăng khả năng chịu lực 1,3 - 1,5 lần và có khi giảm được tới 30% lượng thép. Cũng có thể tạo dầm lỗ bằng cách đưa thêm các bản phụ (hình 5). Dầm lỗ cũng có thể chế tạo từ một hoặc hai loại thép.

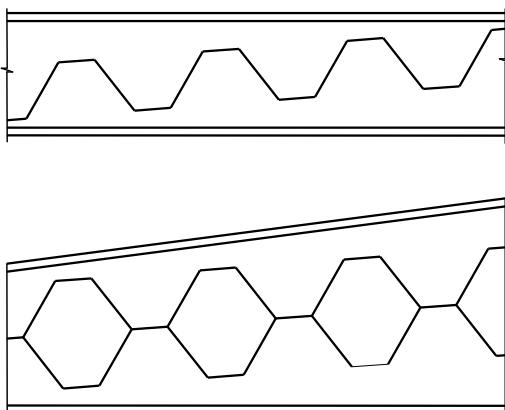
Tùy thuộc vào cách cắt ta có thể nhận được các dầm có chiều cao khác nhau với các kích thước lỗ khác nhau. Cũng có thể tạo dầm lỗ bằng cách đưa thêm các bản phụ (hình 5).



Hình 5. Dầm lỗ khi đưa thêm các bản phụ

Cũng có thể tạo được dầm lỗ có chiều cao thay đổi, dầm có lỗ đối xứng hoặc không đối xứng.

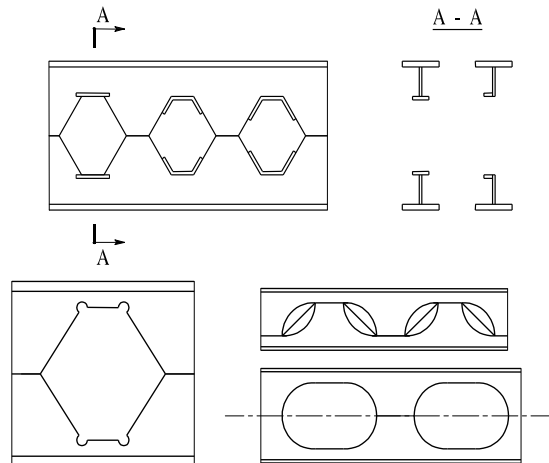
Đoạn dầm cần thay đổi tiết diện chúng ta có thể cắt đường trục dích dắc không song song với trục dầm rồi đảo chiều trước khi hàn thì có thể tạo ra dầm thay đổi tiết diện (hình 6).



Hình 6. Dầm lỗ có tiết diện thay đổi

Trong một số trường hợp cần thiết, để giảm ứng suất cục bộ ở các góc lỗ, có thể chọn hình thức mô tả trên hình 7 - Tạo lỗ hình ô van hoặc có góc lượn

không sắc nhọn hay tăng cường bằng sườn gia cường.



Hình 7. Dầm lỗ có sườn gia cường tại mép lỗ và dầm lỗ có lỗ hình ô van

4. ĐẶC ĐIỂM ỨNG DỤNG DẦM CHỮ I PHÁT TRIỂN TRONG KẾT CẤU CỬA VAN

Dầm chữ I phát triển, như đã nêu ở trên, được ứng dụng rất rộng rãi trong xây dựng nhà xưởng, cầu giao thông. Ngày nay với công nghệ chế tạo tiên tiến, loại hình kết cấu này càng phát triển nhiều hơn.

Trong những năm gần đây người ta đã đề xuất sử dụng dầm lỗ hay còn gọi là dầm chữ I phát triển để chế tạo cửa van [1]. Dầm chính có bản bụng tạo lỗ cho phép hạ thấp vị trí của dầm chính dưới, nâng cao vị trí dầm trên (ở cửa van hai dầm chính). Điều đó tăng độ cứng của van, giảm sự nguy hiểm tạo ra chân không dưới dầm chính, giảm sự rung động của cửa van, tiết kiệm vật liệu, giảm khối lượng, giảm lực đóng mở, tránh được hiện tượng đọng nước, bùn cát, giảm sự ăn mòn nhất là ở các vùng có môi trường xâm thực.

Đối với các cửa van kiểu cánh cửa vùng triều, sử dụng dầm lỗ sẽ cho phép giảm đáng kể khối lượng cửa van, nhờ vậy tăng độ nhạy đóng mở cửa van.. Nếu loại hình kết cấu này được nghiên cứu đầy đủ thì có thể áp dụng cho các kết cấu ô dầm (dầm phụ, dầm ngang...).

Khác với các kết cấu dân dụng công nghiệp thông thường, hệ thống dầm trong kết cấu cửa van được hàn trực tiếp với bản mặt. Việc tính toán dầm chính có lỗ sử dụng trong cửa van có một số đặc điểm sau:

- Cánh của dầm chính hàn trực tiếp với bản mặt nên trong tiết diện tính toán của dầm chính phải đưa

một phần bản mặt vào cùng tham gia chịu lực với dầm chính.

- Dầm chính của cửa van thường có tiết diện thay đổi, phần giảm nhỏ chiều cao ở đầu dầm có tác dụng giảm nhỏ bề rộng khe van và cũng hợp lý về mặt chịu lực. Đoạn thay đổi tiết diện này thường nhỏ hơn 1/6 chiều dài dầm. Vùng gần gối tựa chịu lực rất lớn, do vậy không nên tạo lỗ lớn ở vùng này.

- Khối lượng dầm chính khá lớn và có chiều vuông góc với phương chịu lực chính là áp lực nước. Do dầm chính được các dàn ngang đỡ, mô men gây ra do khối lượng bản thân dầm chính không lớn nên trong tính toán không đề cập đến ứng suất do khối lượng gây ra mà chỉ tiêu tính toán giành lại 15% [2] để chịu ứng suất do khối lượng của cả cửa van tạo ra tại bản cánh của dầm chính.

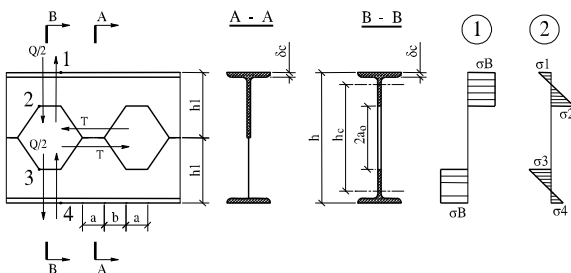
- Đối với cửa van trên mặt, áp lực thủy tĩnh khá lớn, yêu cầu độ cứng rất cao để độ võng nhỏ ($f \leq \frac{1}{600}L$) nhằm đảm bảo an toàn cho cửa van khi hoạt động và cũng đồng thời có tác dụng giảm rò rỉ nước sau một thời gian khai thác.

- Dầm chính của cửa van thường chịu lực rất lớn, trong khi đó dầm định hình với công nghệ sản xuất hiện nay chỉ đạt đến chiều cao dầm 600 mm, vì vậy khác với các nghiên cứu trước đây, dầm lỗ trong cửa van được chế tạo từ thép tấm.

- Việc tạo kích thước lỗ (chọn độ lớn a_0 trong hình 4) ở cửa van tùy thuộc vào vị trí và khoảng cách các dầm ngang.

5. MÔ HÌNH TÍNH TOÁN GẦN ĐÚNG DẦM LỖ

Việc tính toán dầm lỗ thông thường theo phương pháp gần đúng [3] được nhiều tác giả đề cập. Trạng thái ứng suất trong dầm lỗ hết sức phức tạp, đặc biệt ở khu vực góc lỗ. Để áp dụng tính toán thực tế cho loại dầm lỗ với mức độ tin cậy, có thể quan niệm: Tại các tiết diện giảm yếu xem dầm làm việc như một kết cấu thanh (hình 8).



Hình 8. Mô hình tính gần đúng dầm lỗ

1 - Biểu đồ ứng suất tại tiết diện B-B; 2 - Biểu đồ ứng suất do uốn cục bộ ở góc lỗ tại tiết diện B-B

Với dầm lỗ thông thường ứng suất tại các điểm 1 ÷ 4 (hình 8) có thể tính gần đúng theo công thức 1a, 1b, 1c, 1d và 2 và được trình bày ở dưới đây:

Điểm 1:

$$\sigma_1 = \frac{M}{F_T h_c} + \frac{Q_T a}{2 W_1^{tr}} \leq R_t \quad (1a)$$

Điểm 2:

$$\sigma_2 = \frac{M}{F_T h_c} + \frac{Q_T a}{2 W_2^{tr}} \leq \sigma_{ct} \quad (1b)$$

Điểm 3:

$$\sigma_3 = \frac{M}{F_d h_c} + \frac{Q_d a}{2 W_3^d} \leq R_d \quad (1c)$$

Điểm 4:

$$\sigma_4 = \frac{M}{F_d h_c} + \frac{Q_d a}{2 W_4^d} \leq \sigma_{cd} \quad (1d)$$

Ở đây:

- M, Q: Mô men và lực cắt tại mặt cắt tính toán.

- F_T, F_d : Diện tích tính toán tương ứng với phần thép chữ T trên và dưới.

- W_1^T, W_3^T : Mô men chống uốn lớn nhất tương ứng với điểm 1 và 3 thép chữ T trên và dưới.

- W_2^T, W_4^T : Mô men chống uốn lớn nhất tương ứng với điểm 2 và 4 thép chữ T trên và dưới.

- $R_t, R_d, \sigma_{ct}, \sigma_{cd}$: Cường độ tính toán chịu nén, chịu kéo uốn và giới hạn chảy tính toán tương ứng đối với cánh chữ T trên và dưới.

Ứng suất tiếp ở đường nối để tạo lỗ dầm (hình 8) được kiểm tra theo công thức:

$$\tau = \frac{T}{\delta_b a} \leq R_c^{tb} \quad (2)$$

Trong đó: T : Lực trượt tại đường nối; δ_b : Chiều dày bản bụng; a: Chiều dài đoạn nối; R_c^{tb} : Cường độ chịu cắt trung bình mối hàn.

Trong quá trình nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm Ducaroxki Y. M. và Ruconik A. B. đã đưa ra mô hình xem dầm như là kết cấu siêu tĩnh và là kết cấu trung gian giữa dàn không có thanh chéo có mắt cứng và bụng dầm đặc ghép (hình 9a). Các panel cắt ra chịu tác dụng của mô men ngoại lực M, lực cắt Q

và lực trượt T. Nếu là khung chịu lực còn có thêm lực dọc N. Tại điểm 1, 3 ứng suất bao gồm hai thành phần:

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 \leq R \quad (3)$$

Trong đó:

- σ_1 : Ứng suất do mô men và lực cắt gây ra tính theo các công thức (2-5), (2-6) và (2-7).

$$\sigma_1 = \frac{M}{W_x} + \frac{Q a}{4 W_{x1}^{Min}} \quad (4)$$

(Đối với kết cấu dầm)

$$\sigma_1 = \frac{N}{F_{th}} + \frac{M}{W_x} + \frac{Q a}{4 W_{x1}^{Min}} \quad (5)$$

(Đối với sơ đồ khung)

σ_2 : Ứng suất tại tiết diện 1-2, 3-4 do lực trượt gây ra:

$$\sigma_2 = \frac{3Th'_0}{\delta_b C^2} \quad (6)$$

Ở đây W_x, W_{x1} : mô men chống uốn của dầm và mô men chống uốn của phần thép chữ T đối với trục x_1 .

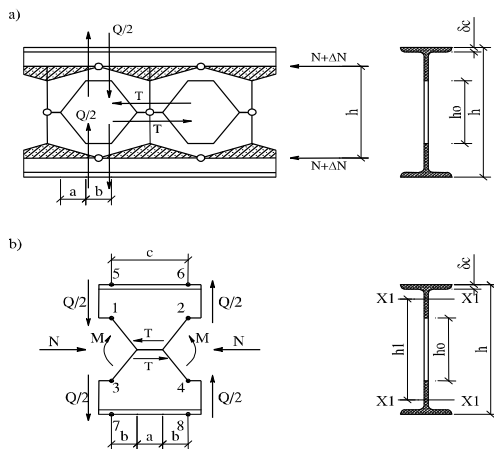
F_{th} – Diện tích thu hẹp của tiết diện giảm yếu.

C- Xem hình (9b).

δ_b - Chiều dày bản bụng.

R- Cường độ tính toán của thép.

Kết quả nghiên cứu trạng thái ứng suất của dầm lỗ cho thấy các thông số kích thước của lỗ có ảnh hưởng lớn đến sự phân bố ứng suất trong bản bụng dầm.



Hình 9. Sơ đồ mô men và lực cắt khi tính toán gần đúng dầm lỗ

6. ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH TÍNH TOÁN DẦM LỖ CHO CỬA VAN

Với các đặc điểm sử dụng dầm lỗ áp dụng cho cửa van, việc tính toán dầm được sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn với phần mềm SAP2000.

Dầm chính cửa van có dạng chữ I ghép bởi 3 tấm thép và đưa một phần bản mặt vào tham gia chịu lực (lấy về mỗi phía 25 δ_{bm} ; δ_{bm} – chiều dày bản mặt). Bản cánh được chia thành các phần tử shell hình chữ nhật, bản bụng được sử dụng các phần tử hình chữ nhật, hình bình hành (vùng tiết diện thay đổi) và hình tam giác (xung quanh lỗ). Để tăng độ chính xác tại các vùng có ứng suất cục bộ (góc lỗ), các phần tử được chia nhỏ hơn.

Trường hợp tính toán

Chọn trường hợp tính toán cho cửa van phẳng trên mặt có chiều cao cột nước $H = 7$ m, đây là bài toán thường gặp trong thực tế.

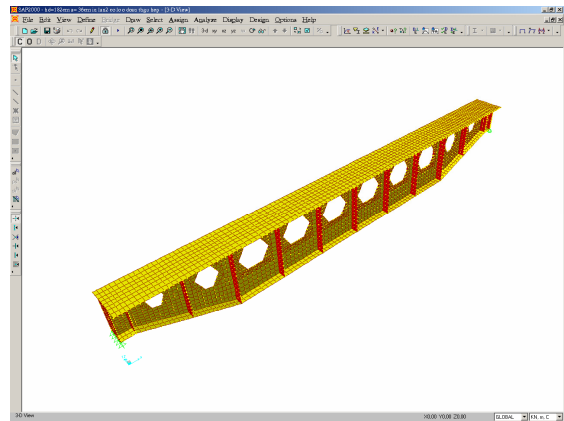
Vật liệu thép chế tạo cửa van CT3 có cường độ giới hạn của thép CT3 có xét đến điều kiện làm việc của cửa van [4].

Ứng suất pháp khi kéo, nén dọc trục: $R = 1490$ daN/cm².

Ứng suất pháp khi uốn $R_U = 1565$ daN/cm².

Ứng suất cắt: $R_C = 895$ daN/cm².

Ứng suất ép mặt đầu: $R_{e.m.d} = 2230$ daN/cm².



Hình 10. Mô hình dầm sau khi đã chia phần tử

+ Xác định sơ bộ vị trí dầm chính

- Chiều cao cửa van : $H_0=7,5$ m.

- Chiều cao cột nước: 7 m.

- Khoảng cách từ dầm chính trên đến tâm hợp lực W: a_t

- Khoảng cách từ dầm dưới đến tâm hợp lực W: a_d

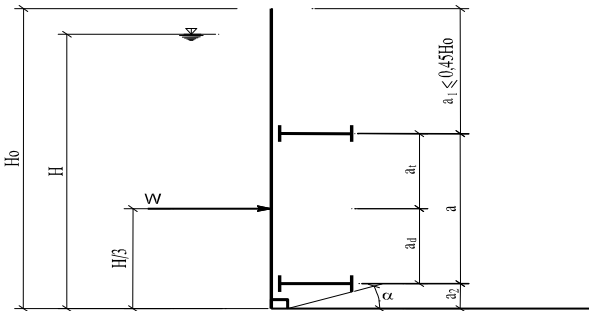
- Khoảng cách từ đáy cửa van đến dầm chính dưới là: a_2

- Vị trí dầm chính bố trí theo nguyên tắc hai dầm chính chịu tải trọng bằng nhau ($a_1 = a_2$); và thỏa mãn điều kiện: $a_1 < 0,45H_0$.

- Theo yêu cầu thiết kế
 $a_1 < 0,45H_0 = 0,45 \times 7,5 = 3,375m$; chọn $a_1 = 3,0m$

Như vậy dầm chính dưới không thỏa mãn điều kiện $\alpha \geq 30^\circ$. Vì vậy phải đục lỗ ở dầm chính dưới để tránh hiện tượng rung động khi mở van [4, 5].

- Trong bài toán nghiên cứu ảnh hưởng của lỗ đến trạng thái chịu lực của dầm, tác giả chọn nhịp dầm có chiều dài $L = 8, 10, 12, 14m$. Chọn kích thước dầm chính trên và chính dưới như nhau và là loại dầm ghép có sườn đứng gia cường (xem hình 11).



Hình 11. Sơ đồ bố trí dầm cho dầm chính cửa van

+ Xác định lực tác dụng lên mỗi dầm chính

$$q = \frac{W}{2} = \frac{\gamma_n \times H^2}{4} = \frac{10 \times 7^2}{4} = 122,5 \text{ KN / m}$$

- Giá trị mô men uốn và lực cắt lớn nhất tính theo công thức (7), (8) kết quả được thể hiện trong bảng 1.

$$M_{\max} = \frac{q \times L^2}{8} \quad (7)$$

$$Q_{\max} = \frac{q \times L}{2} \quad (8)$$

Bảng 1. Giá trị mô men uốn và lực cắt lớn nhất

L (m)	M_{\max} (KNm)	Q_{\max} (KN)
8	980,0	490,0
10	1531,3	612,5
12	2205,0	735,0
14	3001,3	857,5

+ Tính toán chọn chiều cao dầm chính

- Chọn chiều cao dầm chính dựa theo điều kiện kinh tế theo công thức (9) và (10) [4, 5].

$$h_{kt} = \sqrt[3]{k \cdot \lambda_b \cdot W_{yc}} \quad (9)$$

Trong đó: $\lambda_b = \frac{h_b}{\delta_b}$ là độ mảnh của bản bụng,

chọn $\lambda_b = 135$.

k - Hệ số phụ thuộc liên kết, với dầm hàn chọn $k = 1,5$.

$$W_{yc} = \frac{M_{\max}}{R} = \frac{q \cdot L^2}{8 \cdot R} \quad (10)$$

Với: $q = 122,5 \text{ KN/m}$.

$R = 1490 \text{ daN/cm}^2$.

$L = 8, 10, 12, 14m$.

- Thay giá trị q, R, L vào công thức (10) tính được W_{yc} , sau đó thay W_{yc}, k, λ_b vào công thức (9) kết quả được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Giá trị W_{yc} và h_{kt}

L (m)	W_{yc} (cm ³)	h_{kt} (cm)
8	6577,2	110,0
10	10276,9	127,7
12	14798,7	144,2
14	20142,6	159,8

- Chọn chiều cao dầm dựa vào điều kiện độ cứng tính theo công thức (11).

$$h_{\min} = \frac{5}{24} = \frac{R \cdot L \cdot n_0}{E} \times \frac{q^{tc} + p^{tc}}{n_q \cdot q^{tc} + n_p \cdot p^{tc}} \quad (11)$$

+ Với vật liệu thép CT3, độ võng giới hạn

$$\frac{1}{n_0} = \frac{1}{600} \Rightarrow n_0 = 600$$

+ Hệ số vượt tải $n_q = n_p = 1,1$.

+ Môđun đàn hồi $E = 2,1 \times 10^6 \text{ daN/cm}^2$.

Thay các giá trị n_0, n_q, n_p, E, L vào công thức (11) ta có kết quả trong bảng 3.

Bảng 3. Chiều cao h_{\min} theo điều kiện độ cứng

L (m)	h_{\min} (cm)
8	64,5
10	80,6
12	96,8
14	112,9

- Sơ bộ chọn chiều cao dầm chính $h = \max(h_{kt}; h_{\min})$. Theo kết quả tính toán h_{kt} và h_{\min} thể hiện trong bảng 1 và 2 ta thấy h_{kt} luôn lớn hơn h_{\min} ứng với các trường hợp chiều dài dầm L khác nhau. Vì

vậy ta chọn chiều cao dầm h (chọn sơ bộ lần 1) như trong bảng 4.

Bảng 4. Chiều cao dầm h

L (m)	h (cm)
8	110
10	130
12	145
14	160

+ Chọn kích thước tiết diện dầm ghép

Chiều cao bản bụng dầm tính theo công thức (12) ta có kết quả thể hiện trong bảng 5.

$$h_b = 0,95 h \quad (12)$$

Bảng 5. Chiều cao bản bụng dầm

L (m)	h (cm)	h_b (cm)	Chọn h_b (cm)
8	110	104,5	110
10	130	123,5	130
12	145	137,8	140
14	160	152	160

Chiều dày bản bụng dầm lấy tìm được từ độ mảnh giả thiết $\lambda = 135$ và công thức (13) ta có kết quả trong bảng 6.

$$\delta_b = \frac{h_b}{\lambda_b} \quad (13)$$

Bảng 6. Chiều dày bản bụng dầm theo điều kiện độ mảnh

L (m)	h_b (cm)	δ_b (cm)	Chọn δ_b (cm)
8	110	0,81	0,8
10	130	0,96	1,0
12	140	1,04	1,2
14	160	1,19	1,2

Chiều dày bản bụng tìm từ điều kiện chịu cắt theo công thức (14) kết quả được thể hiện trong bảng 7.

$$\delta_b = 1,5 \frac{Q}{h_b \cdot R_c} \quad (14)$$

Bảng 7. Chiều dày bản bụng dầm theo điều kiện chịu cắt

L (m)	Q_{max} (KN)	δ_b (cm)
8	490,0	0,75
10	612,5	0,79
12	735,0	0,88
14	857,5	0,90

- So sánh chiều dày bản bụng tìm từ độ mảnh giả thiết và tìm từ điều kiện chống cắt, đồng thời khi chế tạo dầm lỗ ta khống chế $\lambda_b \leq 160$ chọn chiều dày bản bụng được thể hiện trong bảng 8.

Bảng 8. Chiều dày bản bụng lựa chọn

L (m)	Chọn δ_b (cm)
8	1,0
10	1,2
12	1,5
14	1,5

- Chiều dày bản cánh chịu kéo tính theo công thức (15) kết quả thể hiện trong bảng 9.

$$\delta_c = 0,02 h \quad (15)$$

Bảng 9. Chiều dày bản cánh theo điều kiện chịu kéo

L (m)	h (cm)	$\delta_c = 0,02h$ (cm)	Chọn δ_c (cm)
8	110	2,2	2,5
10	130	2,6	2,8
12	145	2,9	3,0
14	160	3,2	3,5

- Kích thước cuối cùng của chiều cao dầm chính (chọn lần 2) theo công thức (16) cho kết quả trong bảng 10.

$$h = h_b + 2 \delta_c \quad (16)$$

Bảng 10. Chiều cao dầm chính

L (m)	h (cm)
8	115
10	135
12	146
14	167

+ Chiều rộng bản cánh chọn sơ bộ từ 1/3 đến 1/5 h và theo điều kiện ổn định cục bộ kết quả thể hiện trong bảng 11.

Bảng 11. Chiều rộng bản cánh

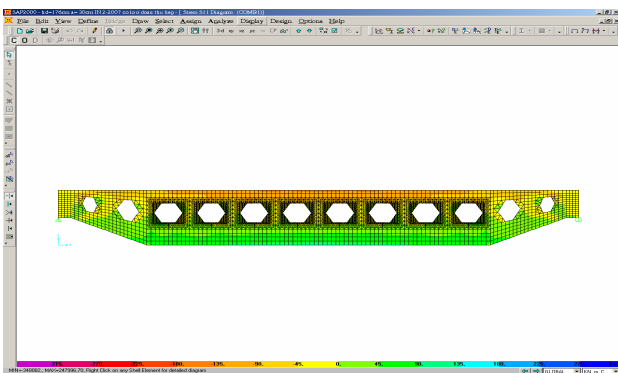
L (m)	b_c (cm)
8	40
10	40
12	40
14	40

Để tăng ổn định cục bộ cho bản bụng dầm, bố trí sườn đứng ở giữa các đoạn nối các lỗ. Chiều rộng bản sườn lấy bằng $\frac{1}{2}(b_c - \delta_b)$, chiều dày sườn lấy bằng 1/10 chiều rộng bản sườn.

7. ẢNH HƯỞNG CỦA CHIỀU CAO LỖ ĐẾN TRẠNG THÁI ỨNG SUẤT

Để chọn được chiều cao a_0 hợp lý cho dầm chính cửa van, tác giả đã tính toán cho các phương án chiều cao a_0 khác nhau $a_0 = 0,2 h_0, 0,25 h_0, 0,3 h_0, 0,35 h_0$ chịu cột nước $H=7$ m. Chiều cao a_0 hợp lý là chiều cao cho ứng trạng thái ứng suất tương ứng với các phương án a_0 được mô tả trên hình 12 ÷ 17. Kết quả tính toán ứng suất và chuyển vị tại các điểm đặc trưng 1, 2, 3, 4 (hình 8) với cột nước $H = 7$ m được ghi lại trong các bảng 12 14.

+ Trường hợp chiều cao phần cắt dích dắc $a_0=0,2h_0=30$ cm

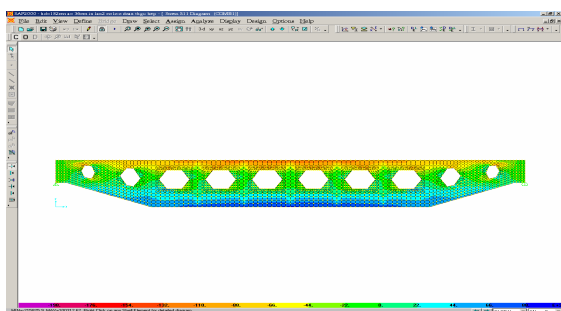


Hình 12. Trạng thái ứng suất trong bản bụng dầm với $a_0 = 0,2h_0$

Bảng 12. Ứng suất và chuyển vị khi $a_0=0,2h_0$

Điểm	Ứng suất (KN/m ²)	Chuyển vị (cm)
1	-157364,76	1,44
2	-167998,49	
3	-72641,92	
4	106788,17	1,44

Trường hợp chiều cao phần cắt dích dắc $a_0=0,25h_0=36$ cm



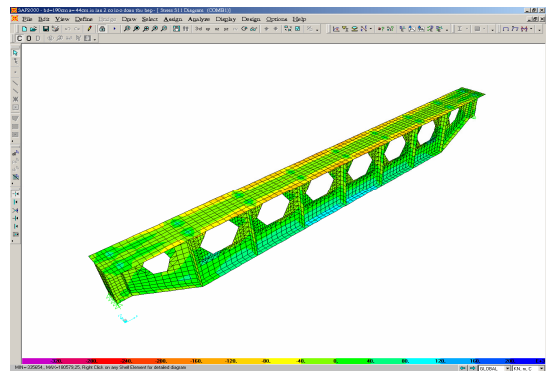
Hình 13. Trạng thái ứng suất trong bản bụng dầm với $a_0 = 0,25h_0$

Kết quả tính ứng suất và chuyển vị trong trường hợp $a_0 = 0,25h_0 = 36$ cm được thể hiện trong bảng 13.

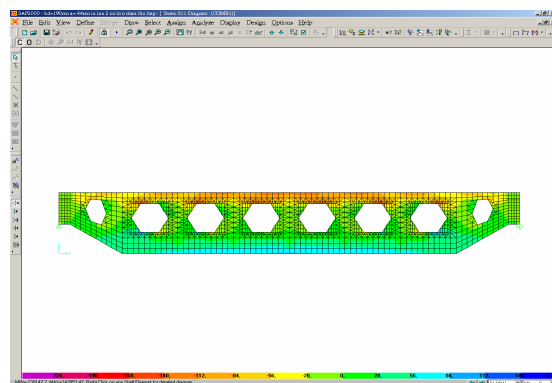
Bảng 13. Ứng suất và chuyển vị khi $a_0=0,25h_0$

Điểm	Ứng suất (KN/m ²)	Chuyển vị (cm)
1	-137069,64	1,23
2	-116152,23	
3	-30009,16	
4	93751,03	1,23

Trường hợp chiều cao phần cắt dích dắc $a_0=0,3h_0=44$ cm



Hình 14. Trạng thái ứng suất trong toàn dầm với $a_0 = 0,3 h_0$



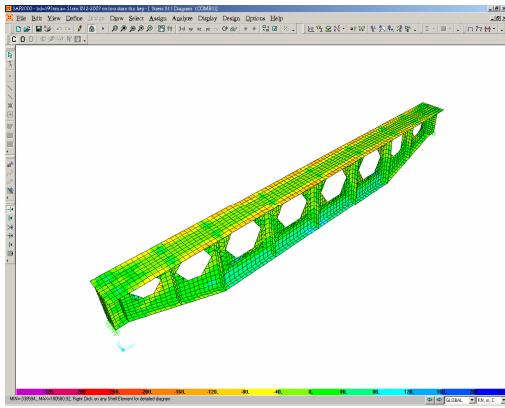
Hình 15. Trạng thái ứng suất trong bản bụng dầm với $a_0 = 0,3 h_0$

Kết quả tính ứng suất và chuyển vị trong trường hợp $a_0 = 0,3h_0 = 44$ cm được thể hiện trong bảng 14.

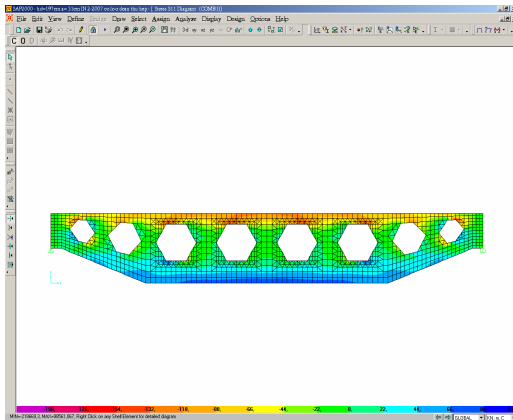
Bảng 14. Ứng suất và chuyển vị khi $a=0,3h_0$

Điểm	Ứng suất (KN/m ²)	Chuyển vị (cm)
1	-129501,42	1,16
2	-117485,42	
3	-29166,04	
4	89142,41	1,16

Trường hợp chiều cao phần cắt dích dắc $a_0=0,35h_0=51$ cm



Hình 16. Trạng thái ứng suất trong toàn dầm với $a_0 = 0,35 h_0$



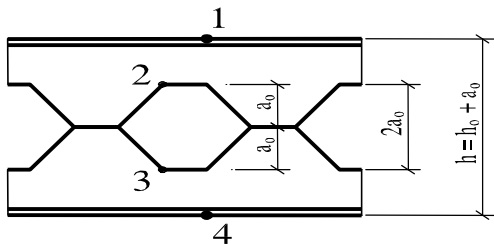
Hình 17. Trạng thái ứng suất trong bản bụng dầm với $a_0 = 0,35 h_0$

Kết quả tính ứng suất và chuyển vị trong trường hợp $a_0 = 0,35 h_0 = 51cm$ được thể hiện trong bảng 15.

Bảng 15. Ứng suất và chuyển vị khi $a=0,35h_0$

Điểm	Ứng suất (KN/m ²)	Chuyển vị (cm)
1	-124193,45	1,07
2	-1218819,16	
3	-22325,22	
4	74522,31	1,07

Quan hệ ứng suất tại các điểm điển hình 1, 2, 3, 4 với tỉ số a_0/h_0 được thể hiện trên hình 19. Trong đó:

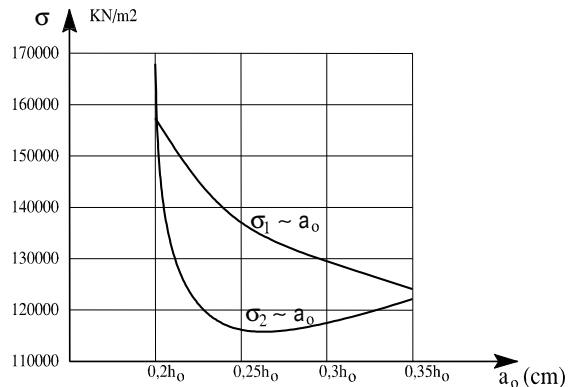


Hình 18. Các điểm cần tính ứng suất và chuyển vị
 a_0 - Chiều cao phần cắt dích đặc (hình 3).

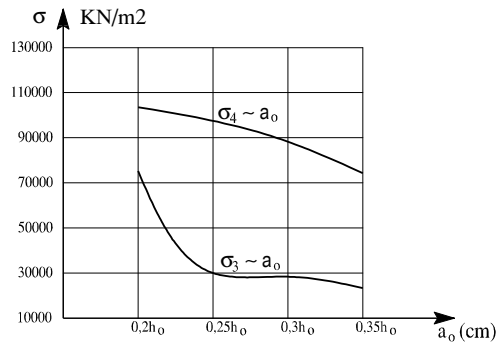
h_0 - Chiều cao dầm ban đầu (hình 3).

h - Chiều cao dầm sau khi khoét lỗ (hình 4).

a) Quan hệ giữa ứng suất tại điểm 1, 2 với a_0



b) Quan hệ giữa ứng suất tại điểm 3, 4 với a_0



Hình 19. Quan hệ ứng suất và chiều cao phần cắt dích đặc a_0

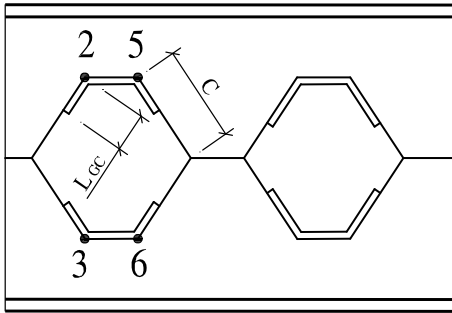
Nhận xét: Phân tích kết quả tính toán trên đồ thị hình 19 tác giả khuyến nghị dầm lỗ dùng làm dầm chính cửa van nên chọn:

- Vị trí lỗ đối xứng qua trục trung hòa.
- Chiều cao lỗ $h_{L\delta} = 2a_0$ với $0,3 h_0 \leq a_0 \leq 0,35 h_0$, h_0 là chiều cao dầm ban đầu (xem hình 3).

Ảnh hưởng của sừn gia cường tại mép lỗ

Khác với dầm thông thường, dầm chính cửa van sừn gia cường tại mép lỗ chỉ nên hàn ở mép phía dưới của lỗ nhằm giảm ứng suất cục bộ tại góc lỗ và tránh đọng nước trên dầm chính. Để chọn được phạm vi gia cường cần thiết ở xung quanh lỗ tác giả tính toán với các phương án chiều dài phần sừn gia cường khác nhau:

- 1- Sừn gia cường dài 0,25 cạnh lỗ $L_{GC} = 0,25 \times C$.
- 2- Sừn gia cường dài 0,5 cạnh lỗ $L_{GC} = 0,5 \times C$.
- 3- Sừn gia cường dài 0,75 cạnh lỗ $L_{GC} = 0,75 \times C$. (L_{GC} , C xem hình 20).



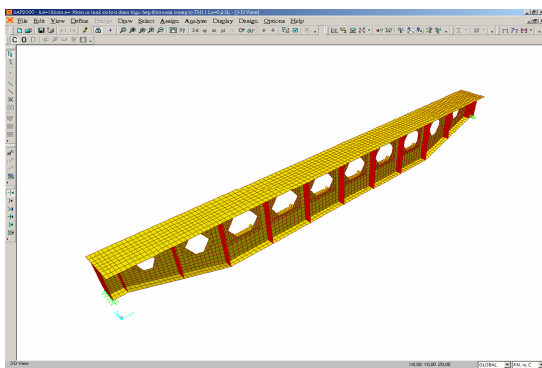
Hình 20. Chiều dài sườn gia cường và chiều dài cạnh lỗ.

Trường hợp 1: Sườn gia cường dài 0,25 cạnh lỗ (hình 23).

Kết quả tính ứng suất tại các điểm đại diện trong trường hợp $L_{GC} = 0,25 \times c$ được thể hiện trong bảng 16.

Bảng 16. Ứng suất khi chiều dài sườn gia cường bằng 0,25 cạnh lỗ

Điểm	Ứng suất (KN/m ²)
1	-117567,31
2	-109592,15
3	4675,29
4	89940,99



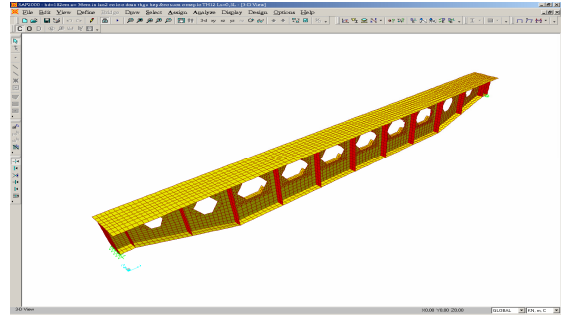
Hình 21. Sườn gia cường dài 0,25 cạnh lỗ

Trường hợp 2: Sườn gia cường dài 0,5 cạnh lỗ (hình 24).

Kết quả tính ứng suất tại các điểm đại diện trong trường hợp $L_{GC} = 0,5 \times c$ được thể hiện trong bảng 17.

Bảng 17. Ứng suất khi chiều dài sườn gia cường bằng 0,5 cạnh lỗ

Điểm	Ứng suất KN/m ²
1	-125967,21
2	-105356,22
3	4981,81
4	89852,72



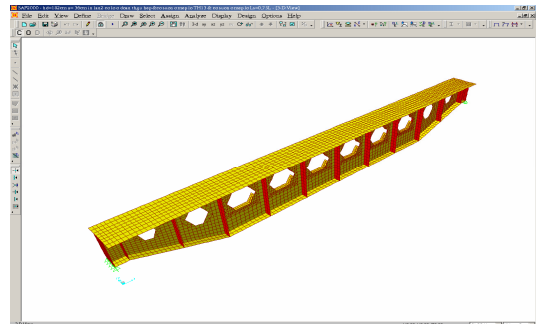
Hình 22. Sườn gia cường dài 0,5 cạnh lỗ

Trường hợp 3: Sườn gia cường dài 0,75 cạnh lỗ (hình 25).

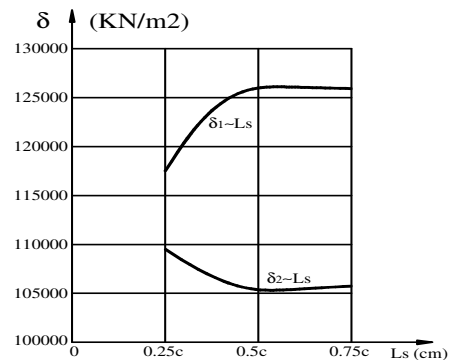
Kết quả tính ứng suất tại các điểm đại diện trong trường hợp $L_{GC} = 0,5 \times c$ được thể hiện trong bảng 18.

Bảng 18. Ứng suất khi chiều dài sườn gia cường bằng 0,75 cạnh lỗ

Điểm	Ứng suất
1	-125944,95
2	-105627,02
3	5278,84
4	89763,12



Hình 23. Sườn gia cường dài 0,75 cạnh lỗ



Hình 24. Quan hệ ứng suất tại điểm 1, 2 với chiều dài sườn gia cường cạnh lỗ

Thông qua phân tích kết quả tính toán trên đồ thị hình 24 khuyến nghị dầm lỗ khi dùng sườn gia cường tại mép lỗ nên chọn:

- Chiều dài phần sườn gia cường chỉ cần gia cố từ 0,25 đến 0,5 chiều dài cạnh lỗ.

Xu thế phát triển việc áp dụng công nghệ:

Việc áp dụng các giải pháp: dầm chữ I phát triển (dầm lỗ) và dùng ứng suất trước đã đem lại rất nhiều hiệu quả về kinh tế và tăng khả năng chịu lực của kết cấu. Hiện nay đã có rất nhiều các kết cấu thép sử dụng dầm lỗ và ứng suất trước để giảm khối lượng kết cấu, tiết kiệm vật liệu. Trong công trình thủy lợi, đặc biệt là cửa van thép, khối lượng dầm chính chiếm một tỷ trọng rất lớn nên việc giảm khối lượng của dầm chính có tác dụng giảm khối lượng cửa van, dẫn đến giảm lực đóng mở cửa van.

8. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

Qua các kết quả nghiên cứu, tính toán và so sánh cụ thể đã rút ra một số kết luận sau:

- Khuyến nghị khi dùng dầm lỗ, nên lấy chiều cao a_0 từ $0,3 h_0 \leq a_0 \leq 0,35 h_0$, trong đó h_0 là chiều cao dầm đặc. Như vậy chiều cao dầm lỗ cửa van nên chọn $h = (1,3 \div 1,35) h_0$.

- Trong trường hợp dùng sườn gia cường tại mép lỗ, chiều dài sườn gia cường $0,25 \div 0,5$ chiều dài cạnh lỗ.

Đối với nước ta các giải pháp trên chưa được áp dụng vào công trình thực tế vì chúng ta chưa có một tiêu chuẩn cụ thể nào cho các giải pháp đó. Yêu cầu của thực tế đặt ra:

- Có thêm các đề tài nghiên cứu sâu hơn về các vấn đề này.

- Có các công trình mang tính thử nghiệm để theo dõi sự làm việc của kết cấu áp dụng các giải pháp trên trong thực tế.

Từ các kết quả nghiên cứu và kết quả thu thập từ thực tế sẽ đưa ra các tiêu chuẩn cụ thể trong thiết kế và chế tạo và lắp dựng cửa van có áp dụng các giải pháp đã nêu ở trên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Văn Hứa. Đại học Thủy lợi. Một số vấn đề tính toán dầm chữ I phát triển làm việc trong hệ tấm dầm. Hội nghị kết cấu xây dựng lần thứ 1, Hà Nội 1985.

2. Đỗ Văn Hứa. Đại học Thủy lợi. Thiết kế tối ưu dầm chính cửa van. Tạp chí Thủy lợi số 9+10 - 1991.

3. Đỗ Văn Hứa. Đại học Thủy lợi. Ổn định cục bộ của dầm tạo lỗ bằng phương pháp cắt trượt. Tuyển tập hội nghị khoa học Đại học Thủy lợi 10-1984.

4. Arcadi Boricovich Pukhocki, Do Van Hua. Ảnh hưởng của bản mặt đến trạng thái ứng suất dầm chính có lỗ cửa van công trình thủy lợi. Tạp chí Xây dựng và Kiến trúc. Số 75, 10 - 1983.

5. Arcadi Boricovich Pukhocki, Do Van Hua. Cửa van phẳng trên mặt của công trình thủy lợi. Tạp chí Xây dựng và Kiến trúc số 11, 4 - 1983.

APPLICATION OF I-BEAM TO IMPROVE THE STRENGTH CAPACITY OF GATE VALVE'S MAIN BEAM

Le Huu Hieu

Summary

For hydraulic structure, the gate valve remains one of the most critical components of the structure. Several years since starting of operation, the gate valve is eroded and rusty resulting in a reduced cross section of the structure hence, reduces the capacity of the gate valve in term of strength and increases the deformation under external stress hence, affects the normal operation of the valve and the overall performance of the structure. The plane wide-span valve normally has a low stiffness under hydrostatic stress direction, therefore, the strength capacity of gate valve is determined by suspension condition. Since the starting of operation (10-15 years in the saline water environment), the valve is rusty and cross sections of structural elements are reduced leading to an over limit suspension. This is one of the reasons that after a few years of operation, the requirement of water-seal of the plane wide-span valve is unsatisfactory. The solution to increase the life span of the valve while reduce the requirement of material needed for gate manufacture and valve weight to decrease the opening-closing load is necessary.

Keywords: *Gate valve, movement, voided beam, section, stress.*

Người phản biện: TS. Nguyễn Thế Điện

Ngày nhận bài: 22/9/2015

Ngày thông qua phản biện: 22/10/2015

Ngày duyệt đăng: 29/10/2015