

SỬ DỤNG PHẦN MỀM ANSYS VỚI HÀM PHÂN BỐ NGẪU NHIÊN RAND(x,y) ĐỂ MÔ PHỎNG CÁC LỖ ĂN MÒN TRONG KẾT CẤU THÉP THỦY CÔNG

VŨ HOÀNG HUNG, ĐỖ VĂN HỨA

Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Trước đây khi đánh giá khả năng chịu lực của cửa van thép có xét đến ảnh hưởng của ăn mòn, trong quá trình mô hình tính toán thường sử dụng độ dày trung bình còn lại sau khi ăn mòn mà xét được đến dạng ăn mòn. Bài báo này đã thực hiện mô phỏng dạng ăn mòn lỗ trong quá trình thiết lập phần tử hữu hạn bằng phần mềm ANSYS đồng thời so sánh kết quả với cách thiết lập phần tử hữu hạn truyền thống. Kết quả tính toán cho thấy ăn mòn lỗ có ảnh hưởng lớn đến sự phân bố và độ lớn của ứng suất trong cấu kiện kim loại.

1. MỞ ĐẦU

Thiết bị kết cấu kim loại thủy công là một trong những bộ phận quan trọng của công trình thủy lợi, thủy điện. Cửa van là một loại kết cấu chủ yếu được sử dụng trong hầu hết các loại công trình thủy lợi, thủy điện. Sự làm việc an toàn của cửa van ảnh hưởng trực tiếp đến an toàn toàn bộ công trình đầu mối. Yếu tố rất quan trọng liên quan đến khả năng chịu lực của cửa van là mức độ và dạng ăn mòn. Ăn mòn diễn ra liên tục theo thời gian làm giảm nhỏ kích thước mặt cắt các cấu kiện, làm cho khả năng chịu lực của kết cấu giảm dần ảnh hưởng trực tiếp đến tuổi thọ sử dụng và vận hành an toàn của cửa van.

Ăn mòn ở cửa van rất đa dạng nhưng dạng phổ biến nhất là ăn mòn lỗ. Các lỗ có hình dạng khác nhau lại phân bố ngẫu nhiên rất phức tạp. Trong quá trình khảo sát không thể xác định được vị trí tất cả các lỗ cũng như kích thước của nó.

Trong quá trình phân tích và tính toán kết cấu cửa van xét đến ảnh hưởng của ăn mòn thường sử dụng mô hình độ dày trung bình sau khi bị ăn mòn để thay thế độ dày thực tế, mà chưa xét được sự phân bố của lỗ cũng như dạng lỗ tồn tại thực tế trên cửa van, vì vậy kết quả tính toán khả năng chịu lực còn lại của cửa van bị hạn chế về độ tin cậy [2]. Bài báo này đưa ra phương pháp mô phỏng ăn mòn lỗ xét đến tính ngẫu

nhiên về vị trí và kích thước của lỗ trong quá trình thiết lập mô hình tính bằng phương pháp phần tử hữu hạn với sự sử dụng phần mềm ANSYS.

2. HIỆN TƯỢNG ĂN MÒN CỬA VAN

Quá trình khảo sát ăn mòn cửa van ở 53 công trình thuộc 17 tỉnh trên phạm vi cả nước cho thấy sự ăn mòn phụ thuộc chủ yếu vào môi trường (nước lợ, nước ngọt, chua phèn hay ô nhiễm...), vào quá trình duy tu bảo dưỡng, vào loại vật liệu sử dụng (loại thép chịu lực, vật liệu lớp phủ...)....[1]. Đánh giá định tính tình trạng ăn mòn là dựa vào quan sát dạng ăn mòn, diện tích ăn mòn và vị trí ăn mòn của mỗi cấu kiện để tiến hành miêu tả đánh giá mức độ ăn mòn của mỗi cấu kiện. Mức độ ăn mòn thông thường được chia thành 5 cấp [4]:

(1) Ăn mòn nhẹ: Tầng bảo vệ cơ bản tốt, cục bộ tại một vài vị trí có lượng nhỏ lốm đốm gỉ hoặc hiện thị không rõ ràng, bề mặt cấu kiện không có hoặc chỉ có một lượng nhỏ phân tán ăn mòn lỗ nông (hình 1a).

(2) Ăn mòn thông thường: Tầng bảo vệ bị bong tróc cục bộ, lốm đốm ăn mòn, ăn mòn lỗ có hiện thị rõ ràng, nhưng độ sâu ăn mòn lỗ khá nông hoặc có ăn mòn lỗ khá sâu (độ sâu lỗ trong khoảng từ 1.0~2.0mm) nhưng rất ít và phân tán, mức độ suy yếu của cấu kiện chưa hiện thị rõ ràng (hình 1b).

(3) Ăn mòn khá nặng: Bong tróc lớp phủ lớn hoặc lớp phủ và kim loại tách biệt và có lớp gỉ ở giữa, ăn mòn lỗ tập trung thành vùng tương đối lớn, cục bộ có điểm ăn mòn lỗ khá sâu (độ sâu lỗ trong khoảng từ 2.0~3.0mm), suy yếu cấu kiện đã có mức độ nhất định (hình 1c).

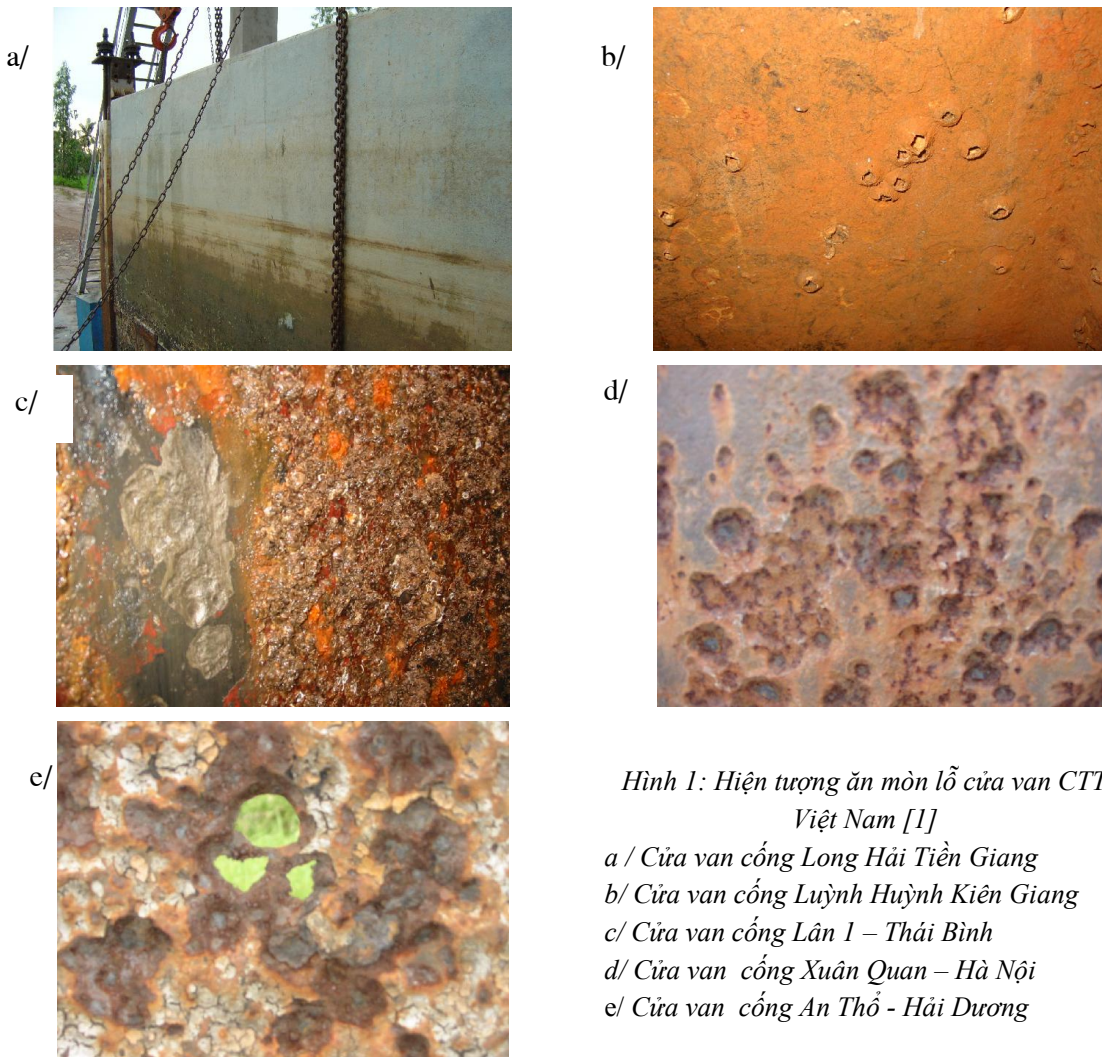
(4) Ăn mòn nghiêm trọng: Ăn mòn lỗ khá sâu và tập trung thành vùng, cục bộ có ăn mòn lỗ sâu (độ sâu lỗ trên 3.0mm), cấu kiện đã suy yếu nghiêm trọng (hình 1d).

(5) Ăn mòn rất nghiêm trọng: Ăn mòn lỗ sâu, suy giảm diện tích tiết diện trên 25%, cục bộ cấu kiện đã bị phá hoại, xuất hiện lỗ thủng (hình 1e).

Đánh giá định lượng mức độ ăn mòn cửa van là dựa vào thiết bị máy móc đo đặc chiều dày thực tế với các cấu kiện chủ yếu cửa van, từ đó

có thể đánh giá mức độ ăn mòn của mỗi cấu kiện cửa van, tính toán tốc độ ăn mòn của cấu kiện cửa van, xác định độ dày ăn mòn cấu kiện, làm số liệu cung cấp cho tính toán cấu kiện.

Ở Việt Nam, qua khảo sát 53 công trình trên phạm vi cả nước chúng tôi thấy rằng đại bộ phận cửa van đều bị ăn mòn với các hình thức và mức độ khác nhau tùy thuộc vào thời gian sử dụng, vật liệu thép, môi trường làm việc, duy tu bảo dưỡng... trong đó có trên 10 công trình tập trung chủ yếu ở các tỉnh miền Bắc có cửa van thép bị ăn mòn lỗ nghiêm trọng. Để giúp người quản lý có những quyết sách đúng đắn trong việc duy tu sửa chữa và thay thế cửa van thì cần phải đánh giá lại khả năng chịu lực thực tế của cửa van, dự báo tuổi thọ cửa van [1].



Hình 1: Hiện tượng ăn mòn lỗ cửa van CTTL ở Việt Nam [1]

a / Cửa van cống Long Hải Tiền Giang

b / Cửa van cống Lũnh Huỳnh Kiên Giang

c / Cửa van cống Lân 1 – Thái Bình

d / Cửa van cống Xuân Quan – Hà Nội

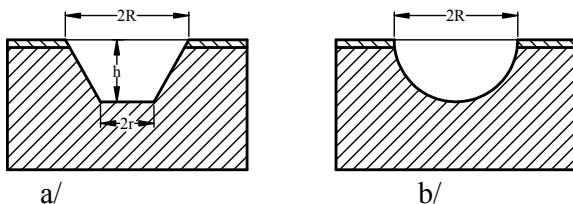
e / Cửa van cống An Thổ - Hải Dương

3. XỬ LÝ MÔ PHÒNG ĂN MÒN ĐỐI VỚI BỀ MẶT CỬA VAN

Trước đây khi phân tích và tính toán kết cấu cửa van bằng phương pháp phần tử hữu hạn (sử dụng phần mềm SAP2000). Mô hình mô phỏng được chọn như sau: Dựa vào bản vẽ thiết kế, độ sâu ăn mòn đo được tại hiện trường, độ dày cấu kiện đưa vào tính toán là độ dày trung bình sau khi bị ăn mòn [2].

Khi ăn mòn lỗ còn nông, lồi đóm gi, gi bong tróc với diện tích lớn bề mặt, có thể chọn giá trị độ dày bình quân (độ dày sau khi ăn mòn) để tiến hành mô phỏng. Việc lấy độ dày cấu kiện sau khi đã xét tới tình trạng ăn mòn trong trường hợp này đã có tính khoa học nhất định. Nhưng đối với trường hợp ăn mòn lỗ khá sâu, khá lớn thì sẽ ảnh hưởng rất lớn tới giá trị và sự phân bố ứng suất trong cấu kiện, do đó không nên chỉ tiến hành thay thế giá trị chiều dày bình quân đơn giản, mà nên sử dụng phương pháp mô phỏng sao cho mô hình tính toán gần giống với thực tế.

Sau khi tiến hành nghiên cứu sự phân bố thực tế của ăn mòn lỗ đã ở mức độ khá lớn, khá sâu cho thấy đại bộ phận hình dạng của ăn mòn lỗ tương tự với hình nón cụt ngược hoặc hình bán cầu (hình 2a, b). Vì vậy trong quá trình tính toán mô phỏng kết cấu bị ăn mòn lỗ bằng phương pháp phần tử hữu hạn chúng ta có thể lấy hình nón cụt hoặc hình bán cầu tương tự để thay thế lỗ ăn mòn thực tế, kết quả tính toán này tiếp cận tính chân thực hơn đối với phương pháp truyền thống thay thế độ dày bình quân sau khi ăn mòn [4].



Hình 2: Hình dạng lỗ ăn mòn thường gặp

a/ Lỗ hình nón cụt ngược; b/ Lỗ hình bán cầu

Vì vậy, đối với mô phỏng ăn mòn trong tính toán kết cấu bằng phương pháp phần tử hữu hạn có thể phân thành hai bước để thực hiện:

(a) Đối với những phạm vi phát sinh ăn mòn lỗ khá nông, lồi đóm gi, gi bong tróc bề mặt, có thể sử dụng độ dày trung bình sau khi ăn mòn để mô phỏng tính toán.

(b) Đối với cấu kiện ăn mòn lỗ khá sâu, khá lớn cần sử dụng mô hình nón cụt hoặc hình bán cầu với hình dạng tương tự nó để tiến hành thay thế mô phỏng.

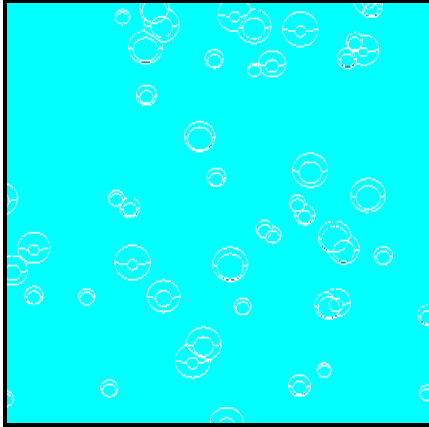
Muốn xử lý tốt vấn đề mô phỏng phân bố ăn mòn lỗ này, đòi hỏi trong quá trình kiểm tra đo đạc hiện trường cần thu thập đầy đủ số liệu để thống kê cấp độ lớn nhỏ của lỗ ăn mòn và quy luật phân bố... Sau khi xử lý số liệu, căn cứ kết quả phân tích số liệu thống kê để xác định kích thước của hình nón cụt hoặc hình bán cầu và quy luật phân bố, nhằm mô phỏng mô hình tính toán sát với thực tế ăn mòn lỗ trên .

Trong công tác đo đạc kiểm tra phát hiện, ăn mòn lỗ khá sâu, khá lớn phạm vi phân bố thông thường tập trung ở một nơi nào đó (không theo quy luật phân bố) hoặc quy luật phân bố thưa thớt trong phạm vi giới hạn khá lớn (phù hợp quy luật phân bố ngẫu nhiên). Vì vậy, quá trình mô hình phần tử hữu hạn bằng ANSYS có thể lợi dụng hàm số nội bộ trong phần mềm $GDIS(x,y)$, $RAND(x,y)$... phát sinh số Gauss, số ngẫu nhiên... để mô phỏng quy luật phân bố ăn mòn lỗ [5] [6]. Phương pháp mô phỏng lỗ ăn mòn trên mô hình có thể sử dụng phần mềm ANSYS, dựa vào phương thức APDL để thực hiện, thiết lập theo phương thức thông thường GUI là không thực hiện được.

Từ số liệu đo đạc thực tế, xác định được độ dày trung bình sau khi ăn mòn. Sau đó căn cứ kích thước và sự phân bố lỗ ăn mòn trên kết cấu (lỗ đã được mô phỏng theo hình nón cụt hoặc hình bán cầu), mô hình tính toán được đưa vào các lỗ do ăn mòn phân bố theo quy luật ngẫu nhiên..

Dựa vào tư tưởng nêu trên, sự phân bố ăn mòn lỗ có thể đạt được hợp lý có thể tiếp cận

mô hình kết cấu chân thực hơn.



Hình 3: Mô phỏng hình nón cắt thay thế lỗ ăn mòn

4. VÍ DỤ THỰC TẾ

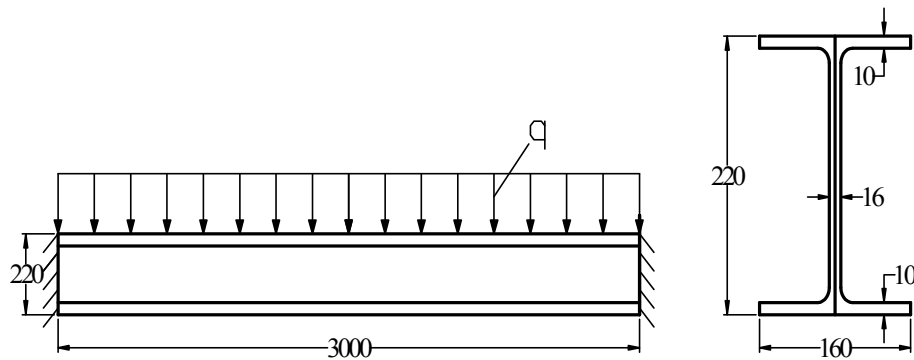
Cửa van thép công phân lũ Đập Đáy - Hà Tây được khảo sát ăn mòn tháng 02/2008. Qua quá trình khảo sát ăn mòn kim loại cửa van nhận thấy các cấu kiện như bản mặt thượng và hạ lưu, dầm chịu uốn, dàn đỡ 1, dàn đỡ 2, khung ngang,

bản mắt.. nói chung đều có dạng ăn mòn đều. Riêng chỉ có bộ phận thanh dầm ngang ghép bởi hai thép J và thanh xiên ghép bằng hai thép góc \perp của dàn chống xoắn bị ăn mòn lỗ (xem hình 4), mức độ ăn mòn lỗ tương đối lớn, đường kính lỗ ăn mòn trung bình từ 10~20mm, chiều sâu ăn mòn trung bình khoảng 2mm [3].

Để thấy rõ ảnh hưởng của ăn mòn lỗ đối với trạng thái ứng suất của cấu kiện, thanh dầm ngang dàn chống xoắn được tiến hành tính toán cho hai phương án: không xét đến ảnh hưởng ăn mòn lỗ và xét đến ảnh hưởng ăn mòn lỗ. Kích thước của thanh dầm ngang cho ở hình vẽ 5. Để giản hoá tính toán, giả thiết thanh dầm ngang chịu áp lực phân bố đều trên bản cánh $q=400\text{kN/m}^2$, hai đầu thanh dầm chịu ràng buộc hoàn toàn. Vật liệu thép có mô đun đàn hồi $E=2.10\text{E}8 \text{ kN/m}^2$, hệ số Poisson $\mu=0.3$.



Hình 4: Đo đạc ăn mòn tại hiện trường cửa van Đập Đáy



Hình 5: Sơ đồ tính toán dầm

Trong quá trình thiết lập giai đoạn đầu của mô hình, giả thiết chiều dày sau khi ăn mòn của mỗi bộ phận cấu kiện kim loại là như nhau; khi thiết lập mô hình ăn mòn lỗ phân bố ngẫu nhiên lỗ ăn mòn trên bản bụng dầm với số lượng lỗ mỗi mặt bên là 50 lỗ, mỗi mặt trên bản cánh là 20 lỗ, tổng số lượng lỗ trên mô hình là 180 lỗ, đường kính lỗ ăn mòn trung bình từ 10~20mm, độ sâu lỗ trung bình 2mm. Sử dụng hàm số nội bộ trong phần mềm ANSYS RAND(x,y) thông qua phương thức APDL phân bố ngẫu nhiên lỗ ăn mòn trên mô hình.

Phương thức APDL:

!Phân bố ngẫu nhiên vị trí 50 lỗ ăn mòn trên một mặt bên bản bụng dầm

*DO,i,1,50

K,i,RAND(0,3.0),RAND(0,0.2),0

!Tạo ngẫu nhiên vị trí ăn mòn lỗ

*ENDDO

!Tạo ngẫu nhiên kích thước hình nón cụt tại vị trí ăn mòn lỗ

*DO,i,1,50

KWPLAN,1,i

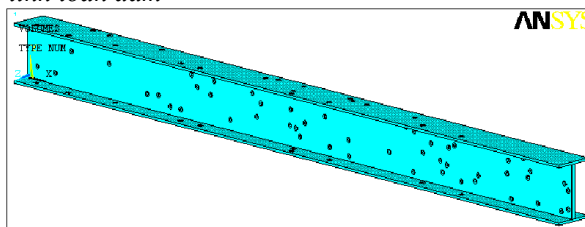
CONE,RAND(0.008,0.0012),

RAND(0.004,0.006), RAND(0.0015,0.0025)

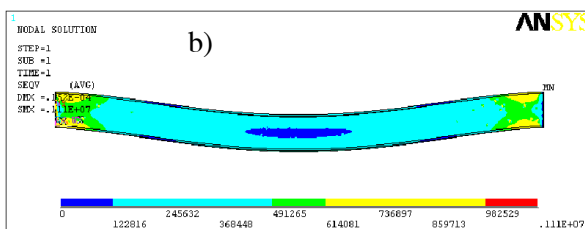
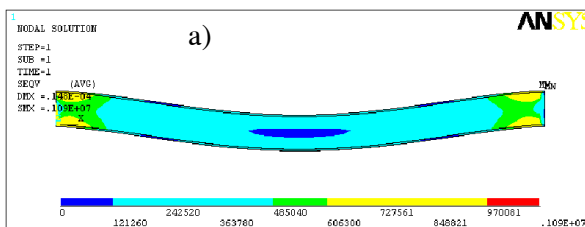
!R1=8~12mm; R2=4~6mm; h=1.5~2.5mm

*ENDDO

!Làm tương tự cho mặt bên bản bụng còn lại và các mặt trên bản cánh dầm



Hình 6: Phân bố ngẫu nhiên lỗ ăn mòn trên mô hình dầm



Hình 7: Sự thay đổi phân bố ứng suất khi xét đến ảnh hưởng của ăn mòn lỗ

a/ Trạng thái ứng suất của dầm khi chưa xét đến ảnh hưởng của ăn mòn lỗ

b/ Trạng thái ứng suất của dầm khi xét đến ảnh hưởng của ăn mòn lỗ

Bảng 1: Bảng so sánh ảnh hưởng của ăn mòn lỗ đối với trạng thái US-BD

Trường hợp	U_{max} (m)	S1 (kN/m ²)	S2 (kN/m ²)	S12 (kN/m ²)	SEQV (kN/m ²)
Ăn mòn đều	0.00160	172206	79468	34273	153310
Ăn mòn lỗ	0.00167	186361	86183	37872	157526
Tăng/giảm	+4.40%	+8.22%	+8.45%	+10.5%	+2.75%

5. KẾT LUẬN

- Từ kết quả tính toán ở bảng 1 cho thấy: ảnh hưởng ăn mòn bề mặt (dạng ăn mòn lỗ) cấu kiện kim loại có ảnh hưởng đáng kể đến trạng thái ứng suất của cấu kiện.

- Đặc tính phân bố ngẫu nhiên của ăn mòn lỗ làm cho sự phân bố ứng suất ở cấu kiện đối xứng có dạng không đối xứng. Vì vậy khi tính

toán kết cấu cửa van thủy công bằng phương pháp phần tử hữu hạn nên xét đến ảnh hưởng của ăn mòn lỗ ngẫu nhiên để xác định ứng suất của các cấu kiện cửa van. Kết quả tính toán sẽ phù hợp với sự làm việc thực tế. Từ đó sẽ xác định được đủ chính xác độ an toàn và tuổi thọ cửa van phục vụ cho công tác quản lý và khai thác công trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] “ Điều tra khảo sát sự ăn mòn kim loại cửa van trong công trình thủy lợi”, Báo cáo dự án Bộ NN và PTNT - 2006.
- [2] Đỗ Văn Hứa, Nguyễn Hoàng Hà, Vũ Hoàng Hưng, “Ảnh hưởng ăn mòn kim loại đến khả năng chịu lực của cửa van thép công trình thủy lợi”, Tạp chí Khoa học kỹ thuật thủy lợi và Môi trường, số 7/2004, chuyên đề Xây dựng công trình thủy tr 286-294.
- [3] Bộ môn Kết cấu công trình, Báo cáo kết quả đo chiều sâu ăn mòn kim loại tại hiện trường công trình cửa van thép Đập Đáy – Hà Tây, tháng 02/2008.
- [4] Trịnh Thánh Nghĩa, Dương Quang Minh và nnk, “Báo cáo kiểm tra an toàn kết cấu kim loại và thiết bị đóng mở đập WuJiangXi”, Đại học Hà Hải – Trung Quốc, 2006.
- [4] Vương Trường Giang, “Thực hiện mô hình phần tử hữu hạn ăn mòn cửa van thép thủy công”, Học viện Thủy điện - Đại học Hà Hải - Trung Quốc, 2007.
- [5] Vương Hồ Giai , Trần Hồng Quân và nnk “Ví dụ thực tế phân tích công trình bằng ANSYS” Nhà xuất bản thủy lợi thủy điện Trung Quốc, 2006.
- [6] “Kỹ thuật phân tích phần tử hữu hạn tham số hoá APDL và ứng dụng vào các ví dụ thực tế” Nhà xuất bản thủy lợi thủy điện Trung Quốc, 2005.

Abstract:

SIMULATION OF DELVE SHAPE CORROSION BEHAVIOUR IN HYDRAULIC STRUCTURAL STEEL ANALYSIS USING OF ANSYS AND RANDOM DISTRIBUTION FUNCTION RAND(X,Y)

Previously, in assessing the strength of steel sluice gates, traditional analytical simulation methods often used the averaged post-corrosion thickness of material but do not account for the types of delve shape corrosion. This paper discusses the process of simulating delve shape corrosion in finite element analysis using software ANSYS and compares the output results with traditional finite element methods. Computational results have shown that delve shape corrosion has significant effects on stress magnitude and distribution in metal members.