

HỘI CƠ HỌC VIỆT NAM
HỘI CƠ HỌC THỦY KHÍ

TUYỂN TẬP CÔNG TRÌNH

Hội nghị Khoa học
Cơ học Thủy Khí Toàn quốc năm 2004

Hà Nội - 2005

18. Lê Mạnh Hùng, Huỳnh Đăng Khánh	
Phương pháp gần đúng xác định vận tốc trung bình thủy trực, vận tốc trung bình mặt cắt cho đoạn sông thẳng	209
19. Phan Văn Hùng	
Tiêu chuẩn điều tiết tối ưu hồ chứa có nhiệm vụ tưới là chính phát điện kết hợp	218
20. Nguyễn Mạnh Hùng	
Tính toán chế độ sóng vùng ven bờ Tây Nam Việt Nam....	223
21. Nguyen The Hung, Nguyen Quang Tri	
Stability analysis of gravitactic bioconvection in porous media.....	240
22. Nguyễn Phú Khanh, Vũ Duy Quang, Bruel Pascal	
Mô phỏng tín hiệu của dòng chảy rối bằng phương pháp multiaffine	267
23. Nguyễn Chính Kiên, Nguyễn Tuấn Anh, Nguyễn Hồng Phong	
Thử nghiệm 1 mô hình phát triển vết vỡ trong bài toán mô phỏng dòng chảy do vỡ đê	272
24. Nguyễn Phi Khứ	
Mô phỏng SWFAST2D và môi trường chất lượng nước mặt	281
25. Nguyễn Phi Khứ, Từ Tuyết Hồng	
Xử lý ảnh vệ tinh phục vụ nghiên cứu lũ tại đồng bằng sông Cửu Long	292
26. Kun-Tsan Jeng, Chih-Yung Wen, Le Dinh Anh	
Study on the transport phenomena of reactant gas in the flow channel of a proton exchange membrane fuel cell	300

Tuyển tập công trình Hội nghị Khoa học
Cơ học Thủy Khí Toàn quốc năm 2004

THỬ NGHIỆM 1 MÔ HÌNH PHÁT TRIỂN VẾT VỠ TRONG BÀI TOÁN MÔ PHỎNG DÒNG CHẢY DO VỠ ĐÊ

NGUYỄN CHÍNH KIÊN, NGUYỄN TUẤN ANH, NGUYỄN HỒNG PHONG

Viện Cơ học

Tóm tắt : Trong bài báo này, tác giả thử nghiệm sử dụng công thức phát triển vết vỡ Meyer Peter & Muller tính khối lượng vận chuyển bùn cát qua vết vỡ dạng hình chữ nhật bằng phương pháp giải hiện và giải ẩn (giải lặp Newton tiếp tuyến) và áp dụng cho mô phỏng vết vỡ cống Văn Cốc năm 1986. Kết quả được so sánh với mô hình khác để kiểm chứng và kết quả về mặt định tính và định lượng là chấp nhận được.

1. MỞ ĐẦU

Đồng bằng Bắc Bộ chiếm vị trí quan trọng của nước ta, hàng năm luôn phải chịu những cơn lũ gây tổn thất lớn về cả con người và vật chất. Do đó dẫn đến một yêu cầu cấp bách là phải dự báo, đưa ra những biện pháp phòng hộ để tránh tổn thất.

Trong trường hợp xảy ra sự cố vỡ đê, một khối lượng nước lớn sẽ chảy ra hệ thống sông qua vết vỡ gây ngập lụt một số khu vực của châu thổ. Mô hình phát triển vết vỡ cho phép xác định lưu lượng chảy qua vết vỡ phụ thuộc vào mực nước trước và sau vết vỡ, lưu lượng trên sông, và tính chất vật liệu của đê, từ đó có thể tính tổng khối lượng nước chảy vào vùng ngập lụt để đưa ra những biện pháp đối phó.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT - CÁC CÔNG THỨC CƠ BẢN

2.1. Công thức tính lưu lượng qua vết vỡ :

Lưu lượng qua vết vỡ Q_{bre} được tính theo SIGHN (1997) [2] như sau :

$$Q_{bre} = C_1 (z - z_{bre})^{1.5} + C_2 (z - z_{bre})^{2.5} \quad (1)$$

ở đây :

z : chiều cao mực nước tức thời trước vết vỡ (trong sông)

z_{bre} : chiều cao đáy vết vỡ tức thời.

Các hệ số: C_1 và C_2 được tính như sau :

$$C_1 = \mu b_{bre} \sqrt{2g} k_s$$

$$C_2 = 2.45\alpha k_s$$

trong đó : α là độ dốc cạnh vết vỡ.

μ là hệ số động lượng.

k_s là hệ số hiệu chỉnh.

Hệ số μ được lấy là : $\mu = 0.43$

Hệ số hiệu chỉnh k_s được xác định như sau :

Khi $\frac{Z_{down} - Z_{bre}}{Z - Z_{bre}} > 0.67$ thì $k_s = 1 - 27.8 \left(\frac{Z_{down} - Z_{bre} - 0.67}{Z - Z_{bre}} \right)^3$

Khi $\frac{Z_{down} - Z_{bre}}{Z - Z_{bre}} \leq 0.67$ thì $k_s = 1$.

Với Z_{down} là mực nước sau đập.

2.2. Công thức tính lưu lượng vận chuyển bùn cát

Công thức Meyer-Peter & Muller trong [6] tính q_s : dòng đơn vị (trên đơn vị độ rộng 1m) của thể tích lưu lượng vận chuyển bùn cát :

$$q_s = \frac{8\sqrt{g}}{\rho_w^{0.5} \rho} (\tau - \tau_c)^{1.5} \quad (2)$$

trong đó :

ρ_w là mật độ nước ($= 1000 \text{ kg/m}^3$).

ρ_s là mật độ bùn cát ($= 2650 \text{ kg/m}^3$)

$$\rho = \rho_s - \rho_w$$

g là gia tốc trọng trường.

τ là ứng suất tiếp.

τ_c là ứng suất tiếp tối hạn.

Công thức (2) còn được viết dưới dạng khác tương đương :

$$\frac{q_s}{\sqrt{(s-1)g D_{50}^3}} = 8 \left[\frac{\tau}{(s-1)\rho D_{50}} - \frac{\tau_c}{(s-1)\rho D_{50}} \right]^{\frac{3}{2}}$$

với $s = \frac{\rho_s}{\rho_w}$

* Ứng suất tiếp được tính theo công thức : $\tau = \rho_w R_{bre} S$

ở đây R_{bre} là bán kính thủy lực vết vỡ.

- S là độ dốc ma sát được tính theo công thức Chezy

$$S = \frac{U_{bre}^2}{C^2 R_{bre}}$$

U_{bre} là tốc độ dòng chảy qua vết vỡ.

C là hệ số Chezy $C = 7.66 \left(\frac{R_{bre}}{K_s} \right)^{\frac{1}{6}}$

Với độ nhám Nikuradse's được lấy $K_s = D_{50}$
với D_{50} là đường kính 50% của hạt vật liệu đê.

Thay các đại lượng trên ta có :

$$\tau = \rho_w R_{bre} \frac{U_{bre}^2}{C^2 R_{bre}} = \rho_w \frac{U_{bre}^2}{7.66 \left(\frac{R_{bre}}{D_{50}} \right)^{\frac{1}{6}}}$$

Ứng suất tiếp tối hạn τ_c được tính theo công thức: $\tau_c = 0.00047 \rho D_{50}$

Tổng lưu lượng vận chuyển bùn cát được tính như sau:

$$Q_s = P_{bre} q_s \quad (3)$$

với P_{bre} là chu vi vết vỡ.

2.3. Công thức tính các đại lượng đặc trưng hình học vết vỡ

Công thức sai phân xác định quá trình phát triển chiều sâu vết vỡ theo [5] có dạng :

$$\frac{\Delta h_{bre}}{\Delta t} = \frac{Q_s}{P_{bre} b_{bre} (1-p)} \quad (4)$$

b_{bre} là độ dài vết vỡ (chiều rộng vết vỡ).

p là độ xốp của vật liệu đê.

Trong các công thức trên có 2 đại lượng chưa xác định đó là b_{bre} chiều rộng vết vỡ và dạng vết vỡ.

Ở đây chúng tôi sử dụng một giả thiết thực nghiệm :

$$0.84 h_{bre} < b_{bre} < 10.93 h_{bre}$$

và dạng vết vỡ là hình chữ nhật (có thể là hình thang với độ dốc cạnh biết trước) và : $b_{bre} = 7.7 h_{bre}$ (dựa vào số liệu đo đạc thực tế)

với giả thiết ở trên lúc này ta có :

$$\begin{cases} R_{bre} = h_{bre} \\ P_{bre} = h_{bre} + 2b_{bre} \\ U_{bre} = \frac{Q_{bre}}{b_{bre} h_{bre}} \end{cases}$$

Từ giả thiết này, ta chỉ cần tìm 1 ẩn là : h_{bre}

2.4. Cách giải và thuật toán

Trong công thức (1) có chứa ẩn cần tìm h_{bre} thông qua biến Z_{bre} vì $h_{bre} = Z_{de} - Z_{bre}$, trong công thức (4) cũng có chứa h_{bre} thông qua đại lượng sai phân Δh_{bre} vì vậy ta có thể giải theo 2 hướng :

- Giải ẩn : Gộp 4 phương trình (1),(2),(3),(4) vào thành 1 phương trình ta sẽ gấp h_{bre} ở hai vế của phương trình, giải lặp bằng phương pháp Newton tiếp tuyến ta sẽ tìm được nghiệm h_{bre} cần tìm, thế lại vào phương trình (1) sẽ tính được lưu lượng qua vết vỡ.
- Giải hiện : Công thức (1) và (4) ta đều sử dụng giá trị h_{bre} ở bước trước để tính cho bước sau.

3. THỬ NGHIỆM CHO VIỆC MÔ PHỎNG VẾT VỠ CỐNG VÂN CỐC VÀ MỘT SỐ KẾT QUẢ THU NHẬN

3.1. Đặc điểm địa hình khu Vân Cốc

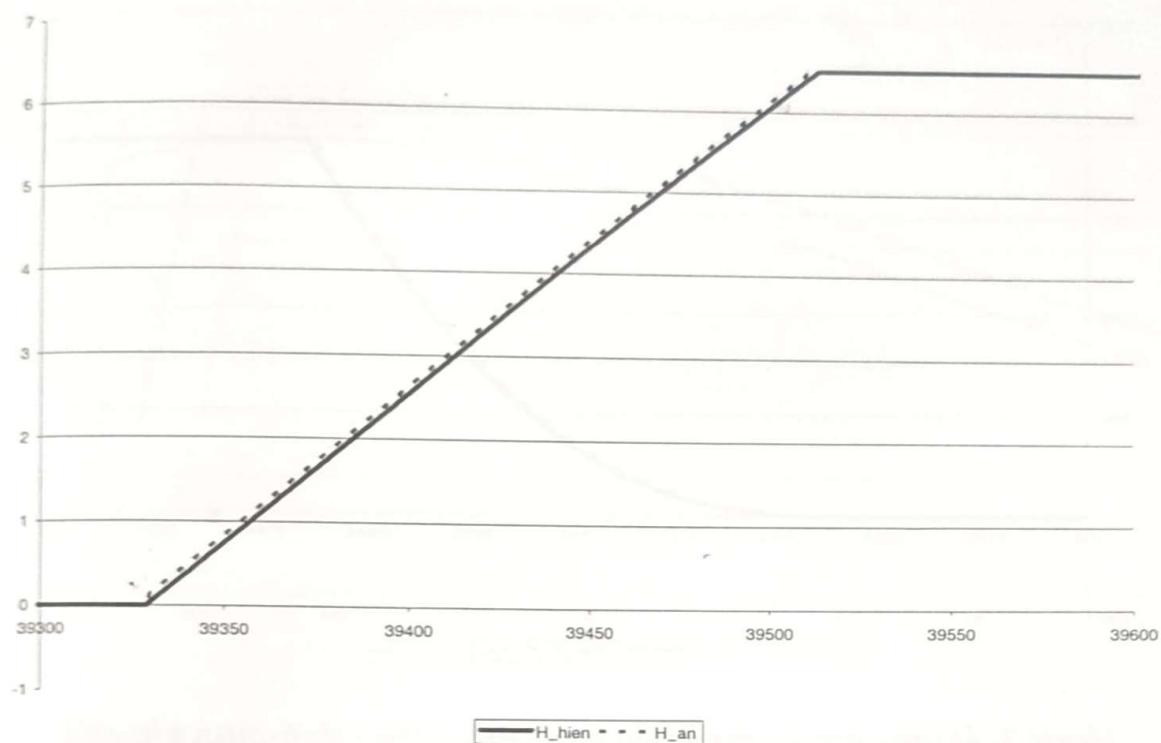
- Khu hồ Vân cốc có chiều dài khoảng 12 km, chiều rộng chỗ rộng nhất khoảng 4 km, có diện tích khoảng 2430 ha, dung tích khoảng 196 triệu m³ (tương ứng với cao trình 14 m).
- Hồ tiếp giáp với sông Hồng ở đê Hát Môn thượng, cống Vân Cốc, đê Hát Môn hạ và tiếp giáp với sông Đáy ở Đập Đáy.

3.2. Các dữ kiện đầu vào

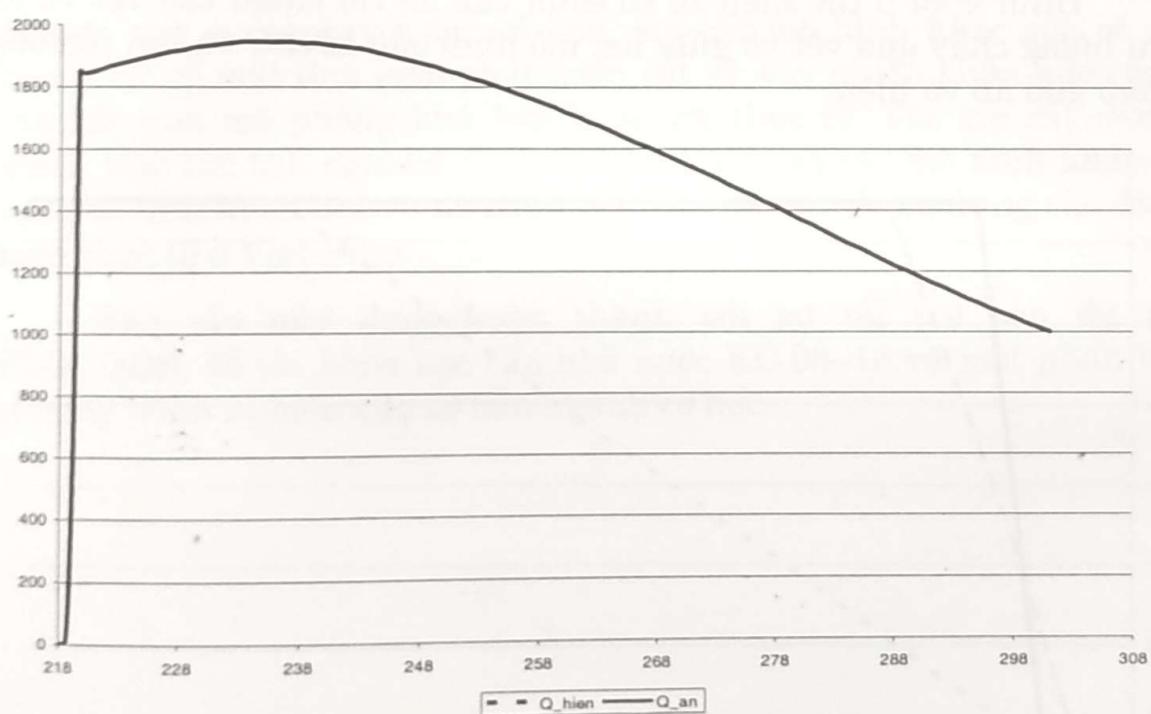
- Mực nước trong sông: Lấy mực nước thực đo năm 1986 do cục quản lý đê điều cung cấp.
- Các hệ số thực nghiệm (hệ số ma sát...) và các thông số thực tế (đường kính hạt vật liệu đê, độ xốp vật liệu ...) hay các giả thiết thực nghiệm về dạng vết vỡ và tỉ lệ chiều rộng và chiều cao vết vỡ sẽ được hiệu chỉnh trong khoảng cho phép để khảo sát độ nhạy của mô hình.

3.3. Kết quả

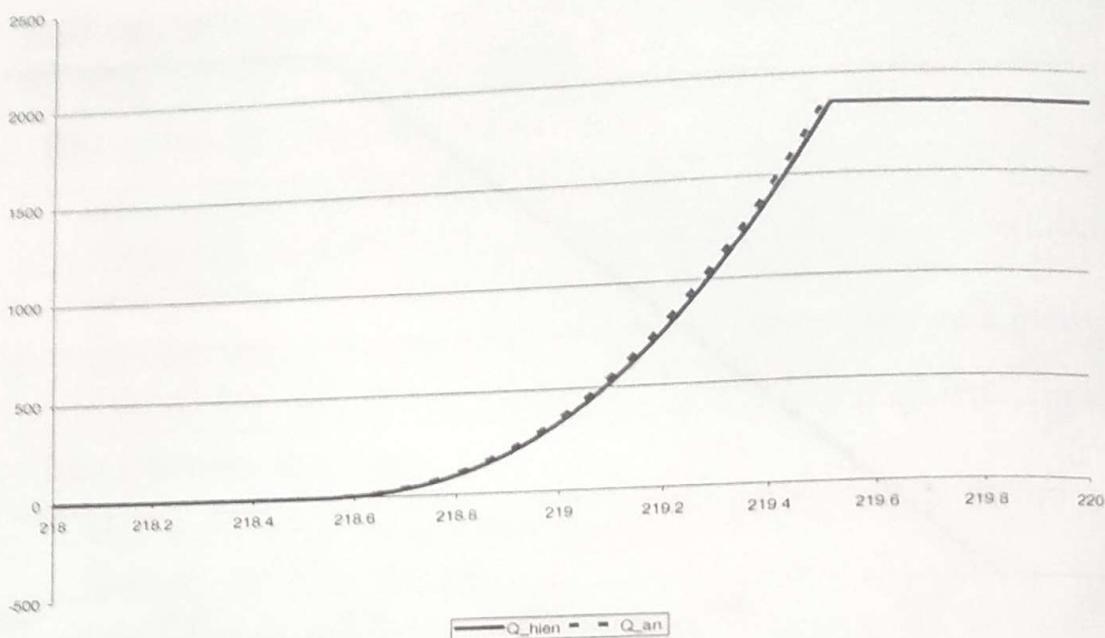
Trên hình 1 và 2 trình bày các đường đồ thị thể hiện quá trình phát triển chiều cao vết vỡ, quá trình lưu lượng chảy qua vết vỡ thu được bằng phương pháp ẩn và hiện mô phỏng sự cố vỡ đê Vân Cốc. Hình 3 thể hiện chi tiết đường lưu lượng chảy qua vết vỡ từ 218h đến 220h.



Hình 1. Đồ thị chiều cao vết võ phát triển theo thời gian theo phương pháp giải ẩn và giải hiện.



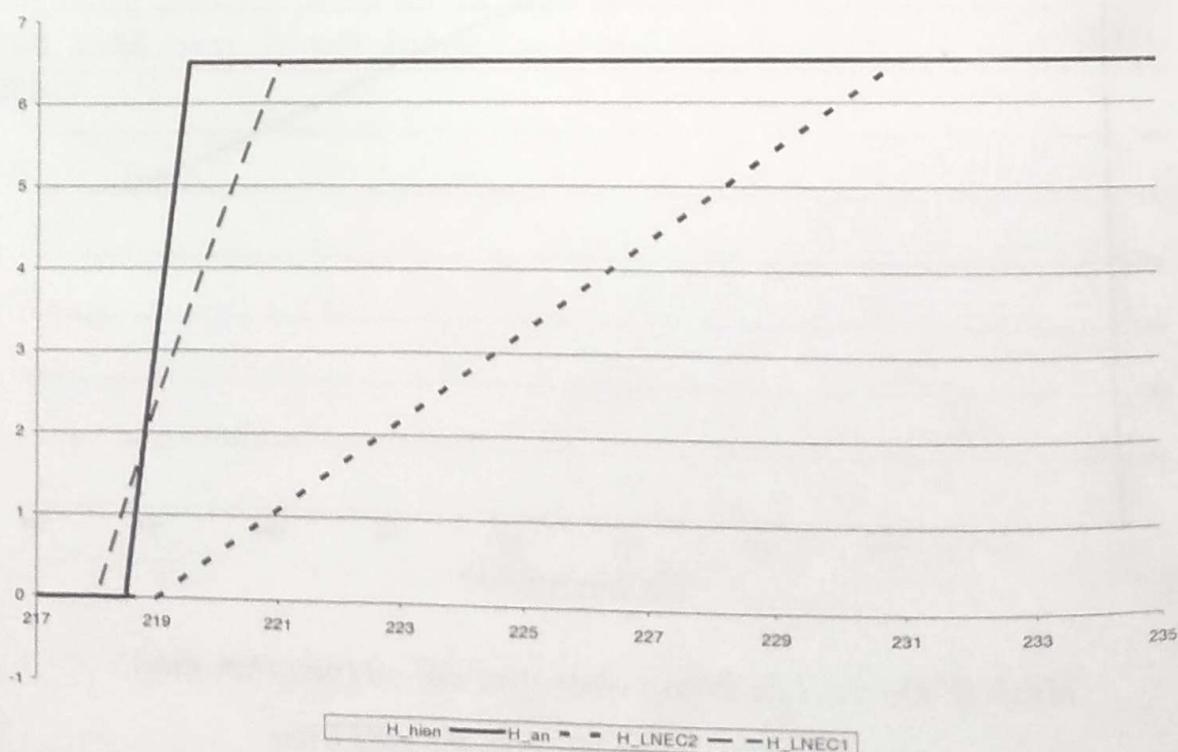
Hình 2. Đồ thị lưu lượng chảy qua vết võ theo thời gian theo phương pháp giải ẩn và giải hiện



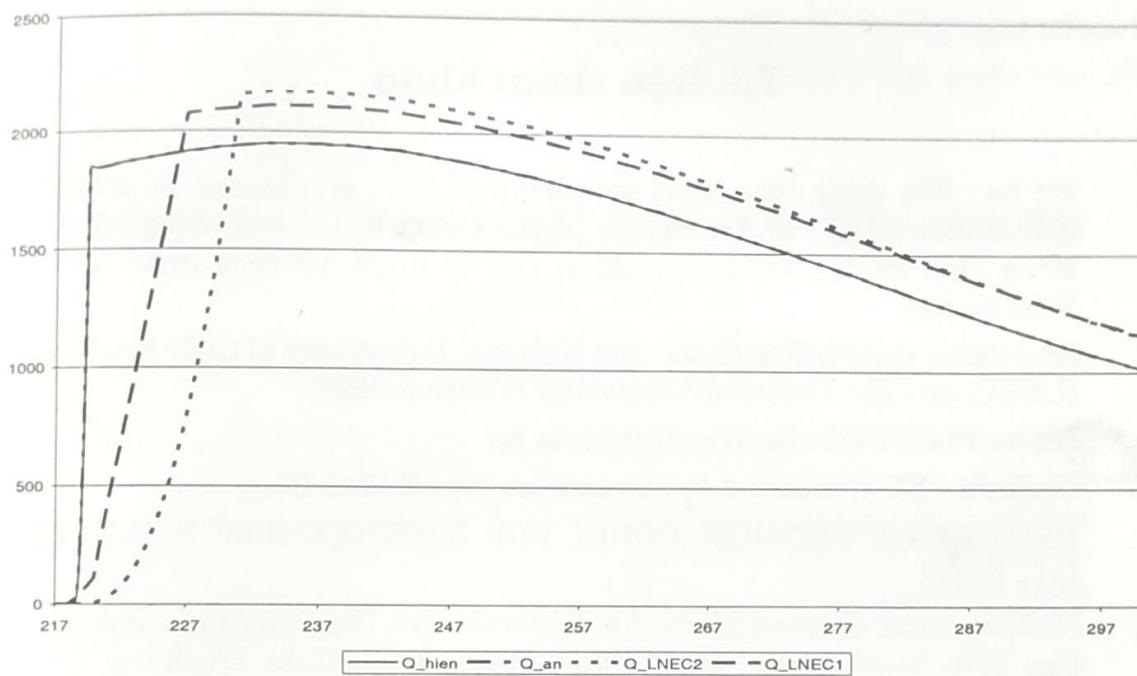
Hình 3. Đồ thị lưu lượng chảy qua vết vỡ theo thời gian chi tiết.

Một số kết quả so sánh với các mô hình phát triển vết vỡ của LNEC – phòng thí nghiệm thủy lực quốc gia Bồ Đào Nha.

Hình 4 và 5 thể hiện sự so sánh của đồ thị chiều cao vết vỡ và lưu lượng chảy qua vết vỡ giữa hai mô hình của LNEC và hai phương pháp giải ẩn và hiện.



Hình 4. Đồ thị so sánh chiều cao vết vỡ giữa các mô hình.



Hình 5. Đồ thị so sánh lưu lượng qua vết vỡ giữa các mô hình.

4. KẾT LUẬN

Mô hình phát triển vết vỡ dựa trên Công thức Meyer – Peter & Muller qua so sánh với các số liệu của các mô hình khác còn có sự khác biệt về mặt thời gian phát triển vết vỡ, tuy nhiên phần nào cũng cho kết quả mô phỏng khá hợp lý so với thực tế. Tác giả rất mong muốn tiếp tục thử nghiệm thêm mô hình này và các mô hình khác hi vọng có tính khoa học và độ chính xác cao để có thể áp dụng vào điều kiện thực tế ở Việt Nam.

Báo cáo này được hoàn thành với sự tài trợ của dự án FLOCODS, đề tài khoa học cấp nhà nước KC.08–13 và một phần bởi chương trình nghiên cứu cơ bản ngành cơ học.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Dự án : Xây dựng công nghệ mô phỏng số phục vụ cho việc đề xuất đánh giá và điều hành các phương án phòng chống lũ lụt trên đồng bằng sông Hồng-Thái Bình , Trung tâm khoa học tự nhiên và công nghệ quốc gia, Viện Cơ học.
- [2]. Modelling dyke-break flows , the National Laboratory of Civil Engineering (LNEC) and the Technical University of Lisbon (IST).
- [3]. Dự án FLOCODS của liên minh châu Âu
- [4]. CADAM - EU Concerted Action on Dam Break Modelling.
- [5]. BREACH: AN EROSION MODEL FOR EARTHEN DAM FAILURES by D.L. Fread
- [6]. “A Numerical Erosion Model for Embankment Dams Failure and Its Use For Risk Assessment ” by Erkki Loukola and Mikko Huokuna Finnish Environment Institute, Helsinki, Finland.