

## PHÂN TÍCH NGUYÊN NHÂN VỠ ĐẬP KE 2/20 REC – HÀ TĨNH

GS. TS. Nguyễn Chiến

ThS. Hồ Sỹ Tâm

Khoa Công trình – ĐHTL

**Tóm tắt:** Đập KE 2/20 REC (Hà Tĩnh) bị sự cố trong thời kỳ không có mưa lũ, vào thời điểm ban đêm nên diễn biến quá trình vỡ đập không được ai chứng kiến. Việc phân tích nguyên nhân vỡ đập vì vậy đã gặp rất nhiều khó khăn. Trong bài báo trình bày quá trình khảo sát, thu thập tài liệu hiện trường cũng như hồ sơ lưu trữ về công trình để tìm manh mối, từ đó đặt ra các kịch bản về diễn biến vỡ đập. Bằng tính toán phân tích thấm, ổn định, ứng suất - biến dạng của đập, cống lấy nước và nền, kết hợp với tài liệu thu thập được đã cho phép đưa ra kết luận về nguyên nhân và diễn biến vỡ đập. Những kết luận này đã được các bên liên quan thừa nhận, và lấy làm căn cứ để thiết kế sửa chữa phục hồi đập.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hồ chứa KE 2/20 REC được xây dựng tại huyện Hương Khê – Hà Tĩnh, được đưa vào sử dụng từ năm 2008. Thành phần công trình gồm 1 đập đất cao 12,5m; một đường tràn tự do rộng 11,2m và một cống lấy nước dưới đập, loại cống tròn bằng BTCT (ống cống đúc sẵn) có  $D = 0,6\text{m}$ , van điều khiển phía thượng lưu. Đây là một công trình loại nhỏ do địa phương (xã) quản lý.

Sự cố xảy ra vào hồi 4h00 ngày 05 tháng 06 năm 2009: đập bị vỡ tại vị trí cống lấy nước; thân cống bị gãy ngang và bị nước cuốn trôi về hạ lưu; nền cống bị xói sâu có chỗ đến 3m (hình 1).

Do sự cố xảy ra vào thời kỳ không có mưa lũ, vào thời điểm ban đêm nên diễn biến vỡ đập không được chứng kiến. Việc phân tích nguyên nhân vỡ đập vì vậy gặp rất nhiều khó khăn. Nhóm tác giả đã phải chấp nối các chi tiết từ nghiên cứu hiện trường với các dữ kiện tìm thấy trong hồ sơ lưu trữ, hình thành các kịch bản vỡ đập và thông qua phân tích, tính toán để có thể rút ra các kết luận có sức thuyết phục.



Hình 1. Toàn cảnh vị trí lỗ vỡ

### 2. CÁC PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU ĐƯỢC SỬ DỤNG

#### Quan sát hiện trường và điều tra dư luận

Đã tiến hành các nghiên cứu sau:

- Quan sát, chụp ảnh hiện trường.
- Tìm hiểu từ dân cư vùng lân cận công trình để có thông tin về hiện trạng công trình trước ngày xảy ra sự cố, ứng xử của các bên liên quan đối với sự cố.

#### **Đo vẽ, khảo sát hiện trạng**

- Địa hình: đo vẽ hiện trạng lỗ vỡ.
- Địa chất: khoan lấy mẫu, xác định chỉ tiêu cơ lý của đất đá thân đập và nền 2 bên lỗ vỡ, vật liệu đắp quanh thân công còn sót lại.

#### **Nghiên cứu hồ sơ công trình**

- Tài liệu khảo sát, thiết kế (thuyết minh và bản vẽ).
- Nhật ký thi công, các biên bản nghiệm thu từng phần, từng giai đoạn và toàn bộ công trình.
- Các chứng chỉ chất lượng vật liệu sử dụng trong xây dựng công trình.
- Các kết quả thí nghiệm xác định chất lượng công trình (bê tông các bộ phận, đất đắp đập...).

#### **Đề xuất các kịch bản vỡ đập**

- Loại trừ các trường hợp không thể xảy ra.
- Chắp nối các chi tiết trùng khớp giữa hiện trường và tài liệu lưu trữ hồ sơ công trình để hình thành các kịch bản diễn biến vỡ đập.

#### **Sử dụng các mô hình hiện đại để tính toán, phân tích và rút ra kết luận**

### **3. CÁC KẾT QUẢ THU THẬP VÀ NGHIÊN CỨU TÀI LIỆU**

#### **Nghiên cứu hiện trường**

Đã khoanh vùng được những yếu tố quan trọng sau:

- Mái lỗ vỡ sát bờ rất dốc, có chỗ gần như dốc đứng.
- Không có dấu vết nước rò rỉ ra từ phía bờ.
- Thân công không gãy tại vị trí khớp nối mềm mà lại gãy giữa đoạn công (tức là thực tế khớp nối công không mềm, không đúng như thiết kế).
- Đất đắp hai bên mang công không phải là đất sét luyện như thiết kế yêu cầu.
- Trước khi đập vỡ đã có hiện tượng nước rò rỉ ở khu vực cửa ra công, mặc dù hồ sơ quản lý không đề cập đến ý này.

#### **Nghiên cứu hồ sơ công trình**

Đã phát hiện những vấn đề sau:

##### **a. Hồ sơ thiết kế đập và công**

- Thiếu ghi chú về yêu cầu làm chân khay và rãnh thoát nước hạ lưu ở phần đập gối vào bờ trái.
- Chưa quy định rõ chỉ tiêu đất đắp bọc quanh ống công (chỉ ghi là đất sét luyện).
- Thiếu bố trí một đoạn tầng lọc bọc quanh ống công giáp cửa ra (hạ lưu).
- Tiếp giáp móng công và nền được ngăn cách bởi lớp bạt xác rắn (tạo khe hở).

##### **b. Hồ sơ thi công, nghiệm thu**

- Đắp đất quanh ống cống: chỉ diễn ra trong 3 ngày, trong khi tính theo khối lượng, định mức và số nhân công hiện có trên công trường thì phải cần ít nhất là 8 ngày, do đó chất lượng đất đắp không đảm bảo.

- Không có các biên bản nghiệm thu ống cống và khớp nối đồng.
- Không có chứng chỉ về chất lượng ống cống.
- Không nêu rõ nơi gia công và cấu tạo cụ thể của khớp nối đồng.
- Bản vẽ hoàn công không đề cập gì đến những sai khác của thực tế so với thiết kế.

#### **Tài liệu thí nghiệm đất đắp đập và mang cống**

- Đất đắp đập: khối lượng thể tích khô thực tế nhỏ hơn trị số thiết kế, hệ số đầm chặt nhỏ hơn trị số yêu cầu trong thiết kế ( $k = 0,904 < k_{yc} = 0,95$ ).

- Đất đắp mang cống: hệ số đầm chặt khá nhỏ ( $k = 0,909$ ); hệ số thấm cao hơn 16,2 lần so với hệ số thấm thiết kế của đất đắp đập, cho thấy đất không được đầm kỹ, khả năng thấm dọc bên ngoài cống là lớn.

#### **4. ĐỀ XUẤT KỊCH BẢN VỀ DIỄN BIẾN VỠ ĐẬP**

Trên cơ sở ghép nối các kết quả nghiên cứu đã nêu trên, loại trừ những khả năng thực tế không xảy ra như động đất, lũ tràn đỉnh đập, cho phép đề xuất các kịch bản liên quan đến vỡ đập như sau:

- Kịch bản 1: thấm mạnh dọc theo khối đất đắp bao ngoài cống, gây xói ngầm, dần tạo thành vòm rỗng; kích thước vòm rỗng tăng dần cho đến khi sụp đất từ trên xuống gây gãy cống và vỡ đập.

- Kịch bản 2: nứt tách tại vị trí đầu đập gối vào vai trái; thấm mạnh luôn qua khe nứt gây xói ngầm, tạo khe rỗng; kích thước khe rỗng tăng dần dẫn đến sụp đất tạo lỗ vỡ; lỗ vỡ mở rộng đến vị trí cống, nước xoáy vào móng cống từ phía trái gây xói luôn dưới cống dẫn đến gãy và trôi các đoạn thân cống về phía hạ lưu.

- Kịch bản 3: kết hợp các nguyên nhân của kịch bản 1 và 2 làm cho quá trình tạo lỗ vỡ đập, xói nền cống và gãy thân cống xảy ra nhanh hơn.

- Kịch bản 4: kết hợp các nguyên nhân của kịch bản 1 và 2. Sau khi tạo vòm rỗng trong thân đập, nước chảy mạnh làm mực nước hồ rút nhanh, gây trượt mái thượng lưu tại vị trí cống, đẩy nhanh quá trình vỡ đập và trôi cống.

#### **5. CÁC TÍNH TOÁN KIỂM TRA**

##### **Kiểm tra khả năng nứt tách giữa đập và vai trái**

Đã tiến hành tính toán cho hai trường hợp: vai trái có độ dốc lớn theo số liệu đo đạc thực tế ( $m = 0,5$ ) và vai trái có độ dốc  $m = 1,0$  (theo bản vẽ thiết kế).

##### **a. Phương pháp tính toán:**

Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn, bài toán không gian (đầu đập gối vào bờ). Phần tử tính toán là phần tử Solid hình chóp 6 cạnh 10 nút. Để mô phỏng quan hệ giữa lớp đất đắp và nền đập sử dụng phần tử contact, cho phép 2 miền vật liệu tại vị trí tiếp xúc dịch chuyển tương đối hoặc có biến dạng tương đối lớn. Sử dụng phần mềm Ansys để phân tích.

##### **b. Các thông số tính toán:**

Chỉ tiêu cơ lý đất đắp đập và nền lấy theo số liệu khảo sát sau khi xảy ra sự cố.

- Đất đắp đập:  $\gamma_w = 2,018 \text{ T/m}^3$ ;  $\gamma_w = 1,673 \text{ T/m}^3$ ;  $E = 168 \text{ KG/cm}^2$ ;  $\varphi = 16^\circ 47'$ ;  $c = 0,23 \text{ KG/cm}^2$ .

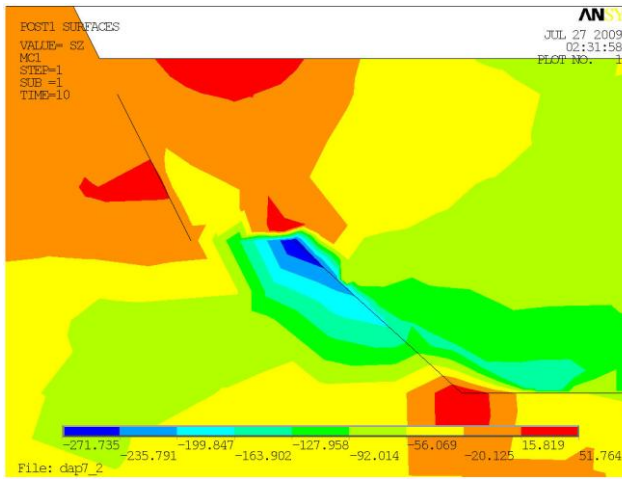
- Nền đập (đá phong hóa, nứt nẻ mạnh):  $E = 6 - 20 \times 10^4 \text{ KG/cm}^2$ ;  $\mu = 0,22 - 0,30$ ;

### c. Kết quả tính toán

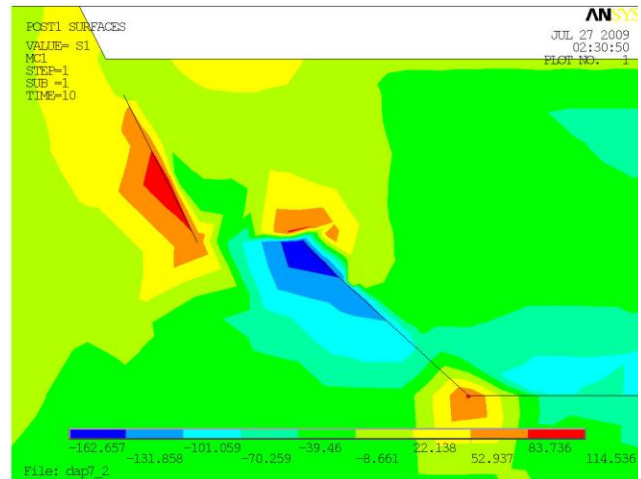
- Sơ đồ tính toán theo số liệu khảo sát thực tế (vai trái có hệ số mái đào  $m = 0,5$ ):

+ Chuyển vị dọc trục đập lớn nhất tại vị trí mở móng cống; chênh lệch chuyển vị giữa 2 miền vật liệu của mái đào móng cống và vật liệu đất đắp vai đập có giá trị từ khoảng 3 – 5cm theo phương dọc trục đập.

+ Xuất hiện một số vùng có ứng suất kéo tại lân cận mái đào và vùng đất đắp trên đỉnh cống (hình 2, 3).



Hình 2. Ứng suất theo phương dọc trục đập (Z), mặt cắt dọc đập



Hình 3. Ứng suất chính kéo (S1), mặt cắt dọc đập

Với sự xuất hiện các ứng suất kéo như đã nêu, việc hình thành các khe nứt tách giữa đất đắp và vai trái là không tránh khỏi.

- Với sơ đồ tính toán theo thiết kế (vai trái có hệ số mái đào  $m = 1,0$ ). Kết quả tính toán cho thấy.

+ Vẫn tồn tại vùng có chuyển vị dọc trục về phía lòng sông, nhưng giá trị chuyển vị nhỏ, phạm vi phân bố hẹp và nằm gần đỉnh đập, ít chịu ảnh hưởng của áp lực nước và thấm.

+ Vùng chịu ứng suất kéo theo phương dọc trục (Z) là nhỏ và phân bố gần đỉnh đập; giá trị ứng suất nhỏ, ít nguy hiểm cho trạng thái làm việc của đập.

Như vậy, nếu đảm bảo độ thoải của đầu đập và độ đầm chặt của đất theo thiết kế thì việc nứt tách giữa thân đập và vai trái ít có khả năng xảy ra.

### Kiểm tra khả năng chịu lực của ống cống

a. **Mặt cắt tính toán:** Tính cho đoạn 5 ống cống giữa đập từ khớp nối mềm thứ nhất đến khớp nối mềm thứ ba (do khớp nối mềm thứ 2 thực tế là cứng).

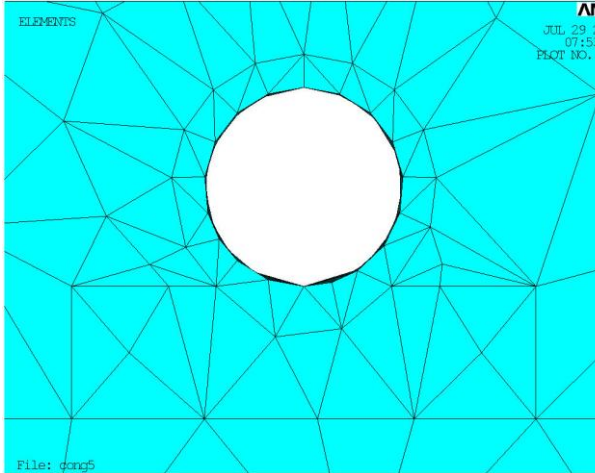
b. **Tổ hợp tính toán:** Tính cho trường hợp trong cống không có nước, đất đắp quanh cống ở trạng thái bão hòa nước. Tải trọng tác dụng bao gồm: trọng lượng bản thân cống, áp lực nước và áp lực đất đắp từ phía ngoài cống.



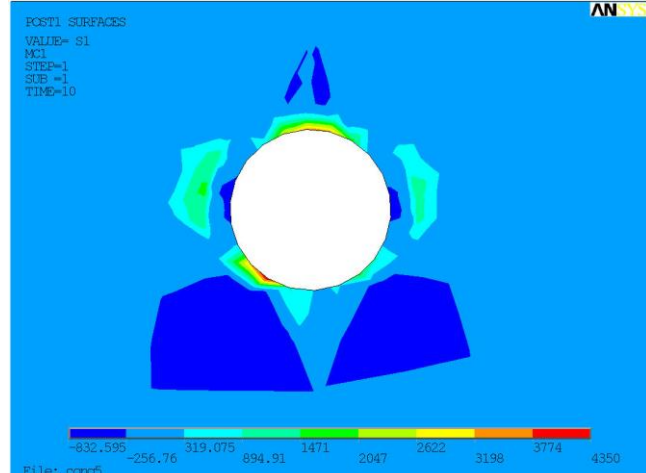
c. **Tính toán nội lực:** Sử dụng phần mềm Ansys. Công được mô hình hóa bằng các phần tử Solid 6 cạnh 10 nút.

d. **Kết quả tính toán:**

- Ứng suất kéo lớn nhất xuất hiện tại mặt trong ống công, vị trí trên đỉnh và phần tiếp giáp với đế; ứng suất nén lớn nhất tại vị trí hai bên hông công.
- Mặt cắt công ở giữa đỉnh đập có giá trị ứng suất kéo, nén lớn nhất.
- Trị số ứng suất kéo  $\sigma_{\max}$  ở mặt trong bằng  $4450 \text{ KN/m}^2$ , vượt quá  $R_K$  của bê tông M200 ( $R_K = 1173 \text{ KN/m}^2$ ); đối chiếu với hàm lượng thép hiện trạng thì kết cấu công không đảm bảo về mặt chịu lực và có khả năng bị nứt, gãy.



Hình 4. Lưới phần tử quanh công



Hình 5. Ứng suất chính kéo (S1), cắt ngang công

### Kiểm tra khả năng trượt mái thượng, hạ lưu

a. **Các trường hợp tính toán:**

- Mái hạ lưu: khi mực nước hồ chứa là MNDBT (tổ hợp cơ bản).
- Mái thượng lưu: khi mực nước hồ chứa rút nhanh từ MNDBT đến cao trình công.

b. **Số liệu tính toán:** lấy theo tài liệu khảo sát địa chất sau sự cố (khoan lấy mẫu thí nghiệm đất thân đập và phần 2 bên lỗ vỡ).

c. **Phương pháp tính toán:** sử dụng các Modul Seep/W và Slope/W của bộ phần mềm Geo-Slope của Canada.

d. **Kết quả tính toán:** mái đập đảm bảo ổn định trong các trường hợp được nêu.

## 6. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ

Từ kết quả nghiên cứu hồ sơ và tính toán các khả năng có thể dẫn đến sự cố cho thấy:

- Khả năng thấm mạnh dọc thân công dẫn đến xói ngầm là chắc chắn xảy ra (do chất lượng đất đắp quanh thân công kém).
- Khả năng nứt tách giữa thân đập và vai trái là chắc chắn xảy ra (theo tính toán ở mục 5.1).
- Khả năng nứt, gãy công ở đoạn giữa là có thể xảy ra (theo kết quả tính toán ở mục 5.2).
- Khả năng trượt mái đập là không xảy ra.

Phối hợp các khả năng đã nêu thì diễn biến sự cố đập theo kịch bản 3 là có khả năng cao nhất. Điều này cũng được minh chứng bởi thực tế là diễn biến vỡ đập xảy ra nhanh, nước chảy mạnh

theo hướng dọc thân công làm xói sâu nền công từ vị trí công gãy xuống đến hạ lưu. Phần công còn lại có xu thế nghiêng về phía bờ trái do xói ở biên trái diễn ra mạnh hơn ở biên phải công.

Trong quá trình phân tích, cũng có ý kiến phản biện cho rằng nguyên nhân chính gây gãy công là do thấm mạnh trong lớp đá nền, dòng thấm từ bờ trái tuôn ra thúc ngang vào sườn công. Tuy nhiên ý kiến này đã bị bác bỏ bởi các lập luận sau:

- Không có dấu vết của dòng thấm ngang chảy từ bờ trái ra;
- Dấu vết xói sâu phần đuôi công rõ ràng là do dòng chảy dọc thân công.

Những lập luận về diễn biến sự cố nêu trên đã được chấp nhận tại hội nghị giám định nguyên nhân sự cố đập KE 2/20 REC (Hà Tĩnh).

## 7. KẾT LUẬN

- Việc phân tích nguyên nhân sự cố vỡ đập đòi hỏi một khối lượng lớn công tác thu thập thông tin và tài liệu, khảo sát hiện trường, nghiên cứu hồ sơ lưu trữ để tìm ra những điểm yếu của công trình có thể là khởi nguồn của sự cố.

- Cần kết hợp các kết quả nghiên cứu ban đầu để đề xuất các kịch bản sự cố có thể xảy ra.

- Áp dụng các mô hình phân tích hiện đại để tính toán, giải thích căn nguyên của các hư hỏng dẫn đến sự cố, từ đó lựa chọn được kịch bản logic nhất trong số các phương án đã được đề xuất.

- Cần quan tâm đến các ý kiến phản biện để không ngừng củng cố các luận cứ giải thích diễn biến của sự cố.

- Phương pháp phân tích nêu trong bài báo này có thể vận dụng cho những trường hợp có sự cố công trình khác.

Tài liệu tham khảo:

1. Viện kỹ thuật công trình (2009). Báo cáo phân tích nguyên nhân sự cố vỡ đập KE 2/20 REC – Hà Tĩnh.
2. Phan Sỹ Kỳ (2000). Sự cố một số công trình thủy lợi ở Việt Nam và các biện pháp phòng tránh. NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
3. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2005). Tiêu chuẩn thiết kế đập đất đầm nén – 14TCN157 – 2005.

**Abstract:** Analysis causes of dam break of KE 2/20 REC dam Ha tinh province

KE 2/20 REC dam, Ha tinh, broke in season without flood, this process happened at night, that is to said, there is no one to witness. Analysis causes of dam breaking have been difficult. This report presents investigating, collecting cite information and stored design and construction documents to find out clues. From this result, programs of dam break have been found out. According to results of permeability, slope stable, stress – strain of dam and culver and foundation calculations, combining with collected information, cause and process of dam break have been concluded. These conclusions have been admired by relevant parts and based on itself to design repair and rehabilitation of dam.