

NGHIÊN CỨU SỰ LÀM VIỆC CỦA ĐẬP ĐÁ ĐỒ BÊ TÔNG BẢN MẶT VÀ ĐẬP BÊ TÔNG ĐÁ HỌC

Phạm Nguyễn Hoàng, Nguyễn Quang Phú

Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Bài báo trình bày nghiên cứu mô phỏng và so sánh sự làm việc của hai loại đập: đập đá đồ bản mặt bê tông (CFRD) và đập bê tông đá học, thông qua phần mềm SAP2000. Nghiên cứu xây dựng hai mô hình đập có cùng kích thước hình học (cao 15m, đáy rộng 90m), cùng tải trọng thủy lực và điều kiện vật liệu tương đương. Kết quả phân tích chỉ ra rằng, chuyển vị tại các vị trí quan trọng của đập CFRD (đỉnh và chân đập, mặt hạ lưu) đều lớn hơn so với đập bê tông đá học. Nguyên nhân là do độ cứng của đập đá học lớn hơn, giúp cải thiện độ ổn định tổng thể. Bài báo khẳng định đập bê tông đá học có khả năng chịu lực tốt hơn, ít biến dạng hơn trong điều kiện làm việc tương đương, đồng thời thi công đơn giản và kinh tế hơn, đặc biệt phù hợp với vùng có nguồn vật liệu đá tại chỗ. Ngoài ra, việc ứng dụng phần mềm SAP2000 được đánh giá là công cụ hiệu quả trong phân tích, hỗ trợ thiết kế kỹ thuật cho các loại đập Thủy lợi.

Từ khóa: Đập đá đồ bê tông bản mặt, Đập bê tông đá học, SAP2000.

Summary: This paper presents a numerical study to simulate and compare the structural behavior of two types of dams: Concrete Face Rockfill Dam (CFRD) and Concrete Rock Dam, using SAP2000 software. Two dam models with identical geometric dimensions (15 m in height and 90 m in base width) were developed under the same hydraulic loading and material conditions. The analysis results show that displacements at critical locations (crest, toe, and downstream face) of the CFRD are greater than those of the concrete rock dam. This difference is primarily attributed to the higher stiffness of the concrete rock dam, which enhances the overall structural stability. The study concludes that the concrete rock dam demonstrates better load-bearing performance, reduced deformation under similar conditions, and advantages in terms of simpler construction and lower cost, especially in areas with available local stone materials. Moreover, the application of SAP2000 is affirmed to be an effective tool for structural simulation and design support in Hydraulic dam engineering.

Keywords: Concrete Face Rockfill Dam, Concrete Rock Dam, SAP2000.

1. TỔNG QUAN VỀ ĐẬP ĐÁ ĐỒ BÊ TÔNG BẢN MẶT VÀ ĐẬP BÊ TÔNG ĐÁ HỌC

Đập hay còn gọi là đập nước, là loại công trình được xây dựng nhằm ngăn chặn dòng nước mặt hoặc ngăn dòng giữ nước từ các con sông, con suối để khai thác sử dụng tài nguyên nước.

Đập thường được sử dụng để tăng năng lượng nước có sẵn nhằm phục vụ mục đích thủy điện, giảm lượng nước lũ dâng cao do bão lớn, hoặc tăng độ sâu của nước trong sông để cải thiện tình trạng giao thông đường thủy, cho phép xả lan và tàu đi lại dễ dàng hơn.

Đập đá đồ bê tông bản mặt là một loại đập trọng lực được xây dựng bằng các lớp đất đá hỗn hợp đầm nén và bê tông bản mặt có độ sụt thấp, hỗn hợp khô hơn bê tông thường và có mác chống thấm rất cao. Thân đập được thi

Ngày nhận bài: 18/11/2025

Ngày thông qua phản biện: 27/02/2026

Ngày duyệt đăng: 13/3/2026

công bằng cơ giới như máy san, máy lu rung - tương tự như công nghệ đắp đất đá. Loại đập này kết hợp ưu điểm của bê tông truyền thống và phương pháp đắp đất, giúp thi công nhanh, tiết kiệm chi phí, đặc biệt phù hợp cho các đập cao vừa và lớn. Bê tông bản mặt có thành phần gồm xi măng, phụ gia khoáng tro bay (hoặc phụ gia khoáng khác), cốt liệu, nước, phụ gia hóa học và phụ gia chống thấm. Hỗn hợp được đầm chặt bằng máy lu rung nặng để đảm bảo độ đặc chắc và liên kết tốt giữa các lớp, đổ trực tiếp theo từng dải từ đỉnh đập xuống dưới chân khay (lưu ý: không phân đợt theo chiều ngang đập). Đập có kết cấu đơn khối, thường bố trí các khối bê tông truyền thống tại vị trí chịu lực lớn như mặt trượt, đỉnh tràn và khe nhiệt. Đây là một giải pháp bền vững, ít yêu cầu bảo trì và đã được ứng dụng rộng rãi trên thế giới cũng như tại Việt Nam.

Đập bê tông đá học là một dạng kết cấu thủy công thuộc nhóm đập trọng lực, được xây dựng chủ yếu từ đá học - loại đá tự nhiên có kích thước lớn (thường từ 15 đến 40 cm) kết hợp với vữa xi măng hoặc bê tông mác trung bình đến cao có độ chảy rất cao (tùy theo chiều cao của đập). Loại đập này dựa vào trọng lượng bản thân để chống lại lực đẩy nước, nên thường có hình dạng đồ sộ, đáy rộng và chiều cao giới hạn trong mức vừa phải. Về mặt cấu tạo, thân đập bê tông đá học thường bao gồm các lớp đá học được sắp xếp thủ công hoặc đổ vào khuôn, liên kết bởi lớp vữa xi măng cát hoặc bê tông có mác từ M20 ÷ M40 (MPa) tùy theo chiều cao của đập. Mặt thượng lưu của đập có thể được lát bằng đá phẳng hoặc phủ lớp bê tông để chống thấm và bảo vệ chống xói mòn. Trong khi đó, mặt hạ lưu thường được thiết kế dốc hơn để đảm bảo dòng nước xả ra không gây xói đáy hoặc xói lở mái. Đáy móng đập được xử lý bằng cách đầm chặt, có thể gia cố thêm bằng bê tông thường để tăng cường khả năng chịu tải và chống thấm. Ngoài ra, hệ thống lỗ thoát nước thường được bố trí bên trong thân đập nhằm giảm áp lực nước

thâm và hạn chế nguy cơ phá hoại do áp suất dư trong thân. Đập bê tông đá học có nhiều ưu điểm nổi bật: Trước hết, vật liệu chính là đá học thường có sẵn tại các vùng miền núi hoặc trung du, giúp giảm chi phí vận chuyển và chi động về nguồn cung. Phương pháp thi công đơn giản, có thể thực hiện bằng lao động thủ công kết hợp cơ giới nhẹ, phù hợp với điều kiện thi công ở vùng sâu vùng xa. Mặt khác, do không yêu cầu thiết bị đúc đổ bê tông phức tạp như các loại đập hiện đại, loại đập này đặc biệt phù hợp với các địa phương có hạn chế về kỹ thuật và thiết bị. Trong thực tiễn, đập bê tông đá học được ứng dụng rộng rãi cho các công trình vừa và nhỏ, đặc biệt là trong lĩnh vực Thủy lợi phục vụ tưới tiêu nông nghiệp. Các đập dâng có chiều cao từ 5 đến 10 mét, các đập tràn xả lũ ở vùng trung du, hoặc các tuyến đập phụ của hệ thống kênh mương Thủy lợi đều là những ví dụ điển hình cho khả năng ứng dụng hiệu quả của loại đập này. Nhờ sự kết hợp giữa hiệu quả kinh tế và tính đơn giản trong thi công, đập bê tông đá học vẫn giữ vai trò quan trọng trong phát triển hạ tầng Thủy lợi tại nhiều địa phương, nhất là trong bối cảnh đẩy mạnh xây dựng nông thôn mới và thích ứng với biến đổi khí hậu. Tóm lại, đập bê tông đá học là giải pháp kết cấu có giá trị thực tiễn trong các công trình Thủy lợi quy mô nhỏ và trung bình. Việc lựa chọn và thiết kế loại đập này cần dựa trên các yếu tố về địa hình, điều kiện vật liệu, khả năng thi công và yêu cầu kỹ thuật cụ thể của từng công trình, nhằm bảo đảm hiệu quả đầu tư và độ bền vững trong suốt vòng đời khai thác...

2. GIỚI THIỆU VỀ PHẦN MỀM TÍNH TOÁN

Phần mềm tính toán kết cấu SAP2000 (Structural Analysis Program) được phát triển bởi công ty CSI (Computers and Structures, Inc) và hiện nay đã rất phổ biến trên toàn Thế giới. Nó được cải tiến từ phần mềm SAP, được bắt đầu từ các kết quả nghiên cứu phương pháp số (Numeric method), phương pháp phần tử hữu hạn (Finite Element Method) trong tính

toán cơ học (Computation Mechanics) của giáo sư Edward L. Wilson (University of California at Berkeley, USA).

Tiền thân của SAP2000 là chương trình SAP (Structural Analysis Program), được phát triển lần đầu tiên vào đầu những năm 1970 bởi GS. Edward L. Wilson tại Đại học California, Berkeley. Đây là một trong những phần mềm đầu tiên áp dụng phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) trong phân tích kết cấu – một bước đột phá trong ngành xây dựng lúc bấy giờ. Phiên bản đầu tiên – SAP I, vận hành trên máy tính lớn IBM bằng ngôn ngữ FORTRAN, phục vụ phân tích hệ kết cấu tuyến tính 2D. Qua mỗi giai đoạn phát triển, SAP tiếp tục được cải tiến cả về khả năng tính toán lẫn giao diện người dùng. Các phiên bản tiếp theo như SAP IV và SAP V mở rộng sang kết cấu không gian 3D, ứng dụng trong cả cầu, đập, và nhà cao tầng. Đến cuối thập niên 1980, SAP đã trở thành phần mềm được sử dụng rộng rãi trong nhiều trường đại học và viện nghiên cứu trên thế giới. Bước ngoặt quan trọng nhất đến vào năm 1995, khi CSI chính thức giới thiệu SAP2000, đánh dấu sự kết hợp giữa công nghệ đồ họa tiên tiến và công cụ phân tích mạnh mẽ. SAP2000 sở hữu giao diện trực quan với khả năng dựng mô hình kết cấu bằng thao tác kéo-thả, hỗ trợ nhiều dạng phần tử (frame, shell, solid...), điều kiện biên, tải trọng phức tạp, và các loại phân tích từ tuyến tính, phi tuyến, ổn định đến động đất theo thời gian thực. Trong suốt hơn hai thập kỷ, SAP2000 đã trải qua hàng chục phiên bản nâng cấp - mới nhất là SAP2000 v25, với khả năng tích hợp BIM, phân tích phi tuyến nâng cao, và kết xuất báo cáo tự động. SAP2000 không chỉ hỗ trợ kỹ sư trong thiết kế nhà dân dụng, mà còn được dùng cho các công trình lớn như cầu dây văng, đập thủy điện, tháp viễn thông và nhà máy công nghiệp.

SAP2000 là một trong những phần mềm phân tích và thiết kế kết cấu hàng đầu thế giới, nổi bật nhờ giao diện trực quan, khả năng mô hình

hóa mạnh mẽ và tích hợp đa dạng phương pháp phân tích kết cấu. Được sử dụng bởi hàng triệu kỹ sư xây dựng trên toàn cầu, SAP2000 đáp ứng được cả các yêu cầu học thuật lẫn thực tiễn chuyên sâu trong thiết kế công trình. Một trong những tính năng quan trọng nhất của SAP2000 là khả năng mô hình hóa không gian 2D và 3D với các phần tử đa dạng như: thanh (frame), tấm (shell), khối (solid), liên kết đàn hồi, lò xo phi tuyến, liên kết trượt - xoay, và nhiều loại điều kiện biên phức tạp. Giao diện đồ họa hỗ trợ thao tác vẽ nhanh, gán tải dễ dàng, trực quan hóa mô hình và kết quả một cách rõ ràng. SAP2000 hỗ trợ các dạng tải trọng linh hoạt, bao gồm: tải trọng tĩnh (trọng lượng bản thân, hoạt tải, tải gió, tuyết), tải động (động đất, rung động cưỡng bức, tải di động), cũng như các dạng tải đặc biệt như nhiệt độ, áp lực nước, tải trọng theo thời gian hoặc theo lịch sử thực tế. Phần mềm cho phép gán tải phân bố, tập trung, hoặc theo hàm một cách linh hoạt. Về mặt phân tích, SAP2000 thực hiện được phân tích tuyến tính, phi tuyến, phân tích ổn định (buckling), dao động riêng (modal), đáp ứng động (time history), và phân tích tĩnh đẩy (pushover) - rất quan trọng trong tính toán động đất và đánh giá khả năng chịu lực của kết cấu công trình. Một điểm mạnh khác là khả năng tự động thiết kế và kiểm tra theo tiêu chuẩn kỹ thuật quốc tế, như ACI, AISC, Eurocode, BS, IS, và các tiêu chuẩn quốc gia khác. Phần mềm cho phép tính toán và kiểm tra cốt thép, kích thước tiết diện, điều kiện ổn định và an toàn sử dụng cho các kết cấu bê tông, thép và composite.

3. SO SÁNH SỰ LÀM VIỆC CỦA ĐẬP ĐÁ ĐỔ BÊ TÔNG BẢN MẶT VÀ ĐẬP BÊ TÔNG ĐÁ HỌC

a. Thông số hình học và vật liệu của 2 loại đập

*** Đập đá đổ bê tông bản mặt**

+ *Kích thước hình học*: xem trong Bảng 1

Bảng 1: Kích thước hình học của đập đá đổ bê tông bản mặt và đập bê tông đá hợp

Bề rộng đáy đập (m)	Bề rộng đỉnh đập (m)	Chiều cao đập (m)	Độ dốc mái thượng lưu	Độ dốc mái hạ lưu	Bề dày bê tông mặt thượng lưu (m)
90	5	15	1:3	1:2.5	1

+ *Vật liệu đập:*

- Nền đập: $\gamma = 27 \text{ kN/m}^3$, $E = 2.12 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$, $\mu = 0.22$

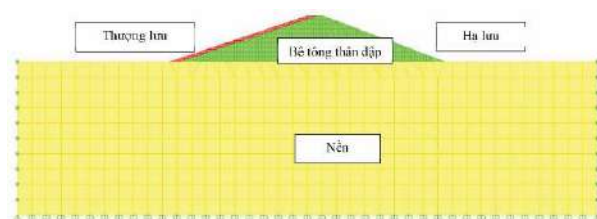
- Bê tông mặt thượng lưu đập: $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$, $E = 3.25 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$, $\mu = 0.2$

- Bê tông trong thân đập: $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$, $E = 2.7 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$, $\mu = 0.2$

+ *Mức nước* : Thượng lưu : 12m, hạ lưu : 0 m

+ *Nền đập*: Đá gốc: $\gamma = 27 \text{ kN/m}^3$, $E = 2.12 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$, $\mu = 0.22$

Với cả hai loại đập được nghiên cứu trong bài báo này, khi mô hình tính toán, khu vực tiếp giáp giữa thân đập và nền được giả thiết là liên kết liên tục, tức là không tồn tại khe hở hoặc lớp tiếp xúc trung gian. Điều này đồng nghĩa với việc các nút tại mặt tiếp xúc giữa hai phần tử được ràng buộc hoàn toàn, đảm bảo điều kiện biến dạng và ứng suất liên tục, phản ánh giả định rằng thân đập và nền móng liên kết chặt về mặt cơ học. Đập và nền đập được mô phỏng bằng phần tử Shell trong phần mềm Sap2000. Tại biên dưới và biên bên của đập, gán điều kiện trượt không cho phép dịch chuyển ngang và đứng, mô phỏng nền vững chắc.



Hình 1: Cấu tạo Đập đá đổ bê tông bản mặt

* Đập bê tông đá hợp

+ *Kích thước hình học tổng thể*: lấy tương tự đập đá đổ bê tông bản mặt (xem trong Bảng 1)

+ *Vật liệu đập:*

- Nền đập: $\gamma = 27 \text{ kN/m}^3$, $E = 2.12 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$, $\mu = 0.22$

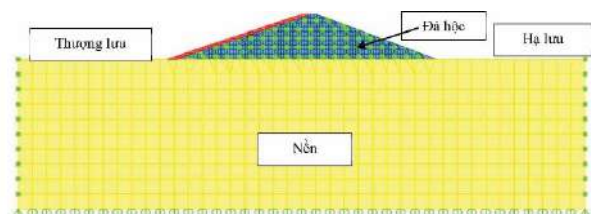
- Bê tông mặt thượng lưu đập: $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$, $E = 3.25 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$, $\mu = 0.2$

- Đá hợp: $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$, $E = 3.2 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$, $\mu = 0.2$

- Bê tông trong thân đập: $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$, $E = 2.7 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$, $\mu = 0.2$

+ *Mức nước* (lấy tương tự như trường hợp đập đá đổ bê tông bản mặt).

+ *Nền đập*: Đá gốc: $\gamma = 27 \text{ kN/m}^3$, $E = 2.12 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$, $\mu = 0.22$

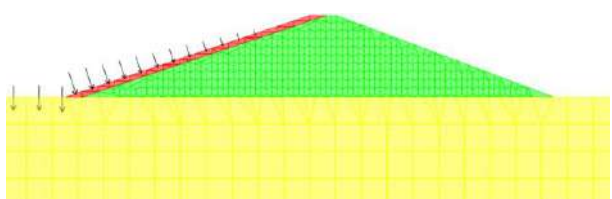


Hình 2: Cấu tạo Đập bê tông đá hợp

b. Tính toán sự làm việc

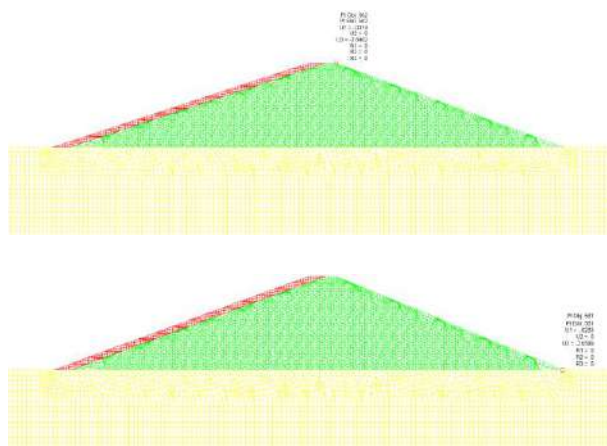
* Đập đá đổ bê tông bản mặt

Áp lực nước tác dụng lên trên bề mặt thượng lưu đập được thể hiện trong Hình 3.



Hình 3 : Áp lực nước tác dụng lên Đập đá đổ bê tông bản mặt

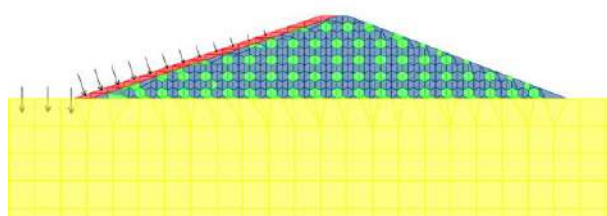
Tiến hành phân tích bài toán đập chịu tác dụng của trọng lượng bản thân và áp lực nước (Tổng tải trọng = Trọng lượng bản thân + Áp lực nước) bằng phần mềm Sap2000, thu được chuyển vị sinh ra tại các vị trí của đập. Kết quả được thể hiện ở Hình 4. Giá trị chuyển vị tại đỉnh mặt hạ lưu đập theo phương đứng là -2.8402mm, theo phương ngang là -0.0374mm. Giá trị chuyển vị tại chân mặt hạ lưu đập theo phương đứng là -2.0589mm, theo phương ngang là -0.0283mm.



Hình 4: Chuyển vị tại vị trí đỉnh và chân mặt hạ lưu đập đá đổ bê tông bản mặt

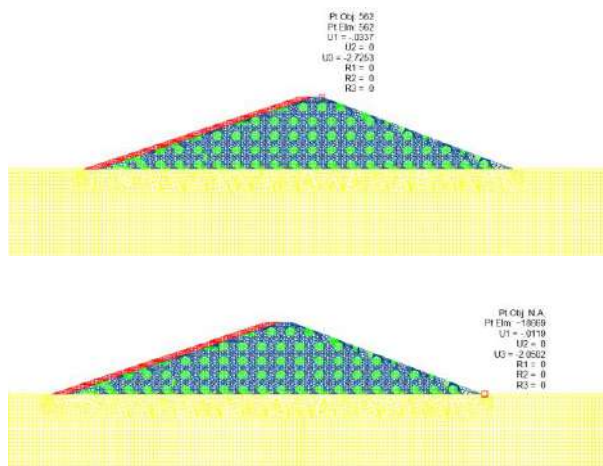
* Đập bê tông đá hộc

Áp lực nước tác dụng lên trên bề mặt thượng lưu đập được thể hiện trong Hình 5.



Hình 5: Áp lực nước tác dụng lên Đập bê tông đá hộc

Tiến hành phân tích bài toán đập chịu tác dụng của trọng lượng bản thân và áp lực nước (Tổng tải trọng = Trọng lượng bản thân + Áp lực nước) bằng phần mềm Sap2000, thu được chuyển vị sinh ra tại các vị trí của đập. Kết quả được thể hiện ở Hình 6. Giá trị chuyển vị tại đỉnh mặt hạ lưu đập theo phương đứng là -2.7253mm, theo phương ngang là -0.0337mm. Giá trị chuyển vị tại chân mặt hạ lưu đập theo phương đứng là -2.0502mm, theo phương ngang là -0.0119mm.



Hình 6 : Chuyển vị tại vị trí đỉnh và chân mặt hạ lưu đập bê tông đá hộc

* So sánh kết quả sự làm việc của 2 loại đập:

Kết quả phân tích cho thấy đập đá đổ bê tông bản mặt có chuyển vị lớn hơn ở cả đỉnh và chân đập so với đập bê tông đá hộc (kết quả trình bày trong Bảng 2). Điều này có thể giải thích được là do độ cứng của đập bê tông đá hộc tốt hơn so với bê tông đá đổ bản mặt. Qua đây có thể kết luận được đập bê tông đá hộc có độ ổn định cao hơn đập đá đổ bê tông bản mặt.

Bảng 2: Chuyển vị tại các vị trí ứng với 2 loại đập

Vị trí	CV đứng (Đập bê tông đá hộc)	CV đứng (Đập đá đổ bê tông bản mặt)	CV ngang (Đập bê tông đá hộc)	CV ngang (Đập đá đổ bê tông bản mặt)
Đỉnh mặt hạ lưu	-2.7253mm	-2.8402mm	-0.0337mm	-0.0374mm
Chân mặt hạ lưu	-2.0502mm	-2.0589mm	-0.0119mm	-0.0283mm

4. KẾT LUẬN

Thông qua nghiên cứu, phân tích và mô phỏng sự làm việc của hai loại đập thủy lợi phổ biến hiện nay là đập đá đổ bê tông bản mặt và đập bê tông đá học bằng phần mềm SAP2000, đã đạt được những kết quả chính sau:

- ✓ Đã xây dựng mô hình số chi tiết của hai loại đập trong cùng điều kiện hình học, vật liệu và tải trọng, đảm bảo tính đồng nhất để phục vụ so sánh.
- ✓ Kết quả phân tích cho thấy đập bê tông đá học có giá trị chuyển vị nhỏ hơn so với đập đá đổ bê tông bản mặt tại cả đỉnh và chân đập mái hạ lưu, chứng tỏ độ ổn định và độ cứng kết cấu cao hơn.
- ✓ Đập bê tông đá học không những đảm bảo khả năng chịu lực mà còn tối ưu về mặt thi

công, tiết kiệm thời gian và chi phí nhờ ứng dụng công nghệ thi công cơ giới hóa.

- ✓ Việc ứng dụng phần mềm SAP2000 cho thấy hiệu quả rõ rệt trong việc phân tích ứng xử công trình phức tạp, hỗ trợ mạnh mẽ cho công tác thiết kế và đánh giá kỹ thuật.

Từ các phân tích trên, có thể khẳng định đập bê tông đá học là giải pháp kết cấu phù hợp hơn trong nhiều điều kiện công trình Thủy lợi hiện nay, đặc biệt là với yêu cầu cao về ổn định và hiệu quả kinh tế. Cần tiếp tục nghiên cứu và so sánh với các chiều cao của đập khác nhau, bên cạnh đó cần lưu ý để thiết kế thành phần bê tông bản mặt cũng như bê tông rót vào khối đá học, nhằm đảm bảo các yêu cầu về thiết kế, thi công và ổn định cho 2 loại đập trên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Computers and Structures Inc. (2023). SAP2000® v22 - Integrated Software for Structural Analysis and Design: User Manual. CSI, Berkeley, California, USA.
- [2] Trần Văn Hạnh, Nguyễn Đình Hòa (2020). Nghiên cứu ứng xử của đập bê tông đá đổ bằng phần mềm SAP2000. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Xây dựng, Số 3/2020, tr. 45–52.
- [3] Lê Quý Nam (2019). *Nghiên cứu chế tạo bê tông tự lèn sử dụng tro bay hàm lượng cao và đá học xếp trước để thi công đập trọng lực*. Tạp chí Xây dựng.
- [4] Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. (2018). Nghị định số 114/2018/NĐ-CP ngày 04 tháng 9 năm 2018 về quản lý an toàn đập, hồ chứa nước. Chính phủ nước Cộng hòa Xã hội Chủ nghĩa Việt Nam.
- [5] G. Petaccia (2016). *The Collapse of the Sella Zerbino Gravity Dam*. Appeared in Open Engineering 2016, 6(1), 606–615.
- [6] Trường Đại học Thủy lợi (2015). *Giáo trình Thủy công – Phần thiết kế đập dâng*. Bộ môn Công trình Thủy.
- [7] Tiêu chuẩn quốc gia (2015). *TCVN 10775:2015 – Công trình thủy lợi – Đập đá đổ bản mặt bê tông – Thi công và nghiệm thu*.
- [8] Tiêu chuẩn quốc gia (2015). *TCVN 10776:2015 – Công trình thủy lợi – Đập đá đổ bản mặt bê tông – Yêu cầu thiết kế*.
- [9] Nguyễn Văn Lệ (2013). *Một số giải pháp nâng cao an toàn cho đập đá đổ bản mặt bê tông*. Hội thảo Khoa học Toàn quốc (Viện Khoa học Thủy lợi VN).
- [10] Nguyễn Văn Huân; Hoàng Xuân Hồng; Đan Văn Vân (2013). *Một số ứng dụng công nghệ mới xây dựng đập ở Việt Nam*. Tuyển tập Hội nghị Khoa học của VNCOLD/Viện Khoa học Thủy lợi (số đặc biệt).

- [11] Georgios Maltidis; Ludger Stempniewski (2013). *Earthquake Analysis of an Old Cyclopean Concrete Dam and Its Seismic Retrofit with Post-Tensioning Anchors*. Proceedings of the 3rd South-East European Conference on Computational Mechanics (SEECCM 2013), Kos, Greece.
- [12] Nguyễn Chiến; Luyện Thành Thắng (2011). *Một số kết quả nghiên cứu sử dụng bản mặt bê tông để chống thấm kết hợp với bảo vệ mái đập đất, ứng dụng cho đập Nước Ngọt Ninh Thuận*. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi (số đặc biệt 2011, ĐH Thủy Lợi).
- [13] Y. Arici (2011). *Investigation of the Cracking of CFRD Face Plates*. Computers and Geotechnics, 38(7), pp. 905–916.
- [14] Nguyễn Thành Đạt (2011). *Tính toán kết cấu bản mặt bê tông cốt thép trong đập đá đổ (CFRD)*. Tạp chí Giao thông Vận tải, số 10.
- [15] Phan Đình Đại (2011). *Xây dựng đập đá đổ đầm nén bản mặt bê tông Tuyên Quang*. Sách chuyên khảo.
- [16] Wei Zhou; J. Hua; X. Chang; C. Zhou (2011). *Settlement Analysis of the Shuibuya Concrete-Face Rockfill Dam*. Computers and Geotechnics, 38(2), pp. 269–280.
- [17] Nguyễn Văn Lê (2009). *Một số vấn đề kết cấu trong xây dựng đập đá đổ bản mặt bê tông*. Tạp chí Khoa học công nghệ Thủy lợi (Tuyển tập, ĐH Thủy Lợi).
- [18] Trần Viết Nghiệm (2006). *Thủy công – Tập 2: Công trình dâng nước*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP.HCM.
- [19] Nguyễn Quang Toàn (2005). *Thiết kế đập bê tông và bê tông cốt thép*. Nhà xuất bản Đại học Thủy lợi.
- [20] James L. Sherard; J. Barry Cooke (1987). *Concrete-Face Rockfill Dam: I. Assessment*. ASCE Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 113, No. 10, pp. 1096-1112.