■Ngày nhận bài: 11/9/2025 ■Ngày sửa bài: 22/9/2025 ■Ngày chấp nhận đăng: 03/10/2025

Phân tích và khuyến nghị hoàn thiện tiêu chuẩn gối cầu TCVN 13594-8:2023 cho cầu đường sắt tốc độ cao có yêu cầu kháng chấn

Analysis and recommendations for improving the TCVN 13594-8:2023 standard on bridge bearings for high-speed railway bridges considering seismic requirements

> **PGS.TS NGUYỄN THỊ TUYẾT TRINH**
Trường Đại học Giao thông vận tải
Email: tuyettrinh@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Sự phát triển đường sắt tốc độ cao ở Việt Nam đòi hỏi tiêu chuẩn thiết kế cầu nghiêm ngặt về an toàn, độ bền và khả năng kháng chấn. Trong đó, gối cầu giữ vai trò then chốt trong truyền tải trọng, cho phép quay - chuyển vị và kiểm soát ứng xử dưới động đất. Nghiên cứu này tiến hành phân tích từng điều khoản của TCVN 13594-8:2023 và so sánh trong mối tương quan với các bộ tiêu chuẩn quốc tế đã được ứng dụng rộng rãi trong thiết kế cầu cũng như các nghiên cứu trong nước và quốc tế. Kết quả chỉ ra những khoảng trống quan trọng, đặc biệt về yêu cầu kháng chấn. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất khuyến nghị hoàn thiện những yêu cầu liên quan đến thông số thiết kế, kiểm tra - thử nghiệm, bảo trì - quản lý vòng đời, đồng thời đồng bộ với TCVN 13594-10:2023 và TCVN 9386:2012, góp phần nâng cao độ tin cậy và khả năng kháng chấn của cầu đường sắt tốc độ cao, đưa tiêu chuẩn Việt Nam tiệm cận chuẩn mực quốc tế.

Từ khóa: Gối cầu; tiêu chuẩn thiết kế cầu; đường sắt tốc độ cao; kháng chấn; an toàn kết cấu; bảo trì.

ABSTRACT

The development of high-speed rail in Vietnam requires strict bridge design standards for safety, durability and seismic resistance. Bridge bearings play a pivotal role in load transfer, enabling rotation and displacement while controlling structural behavior during earthquakes. This study analyzes each clause of TCVN 13594-8:2023 and compares it in relation to widely applied international standards for bridge design as well as domestic and international research. The results reveal significant gaps, particularly regarding seismic performance requirements. Based on these findings, the study proposes recommendations to improve design parameters, inspection and testing procedures and maintenance and life-cycle management. The recommendations also emphasize the need for consistency with TCVN 13594-10:2023 and TCVN 9386:2012, expected to enhance the reliability and seismic resilience of high-speed rail bridges while aligning Vietnamese standards with international benchmarks.

Keywords: Bridge bearings; bridge design standards; high-speed railway; seismic performance; structural safety; maintenance.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam đang trong quá trình nghiên cứu và chuẩn bị đầu tư hệ thống đường sắt tốc độ cao, một loại hình hạ tầng có yêu cầu an toàn và tính liên tục vận hành ở mức cao nhất. Trong kết cấu cầu, gối cầu giữ vai trò then chốt khi truyền tải trọng từ kết cấu nhịp xuống mố trụ, cho phép chuyển vị và quay, đồng thời góp phần kiểm soát ứng xử động lực học và khả năng kháng chấn của công trình. Thực tiễn quốc tế đã chỉ ra rằng hư hỏng hoặc sự cố tại gối có thể ảnh hưởng trực tiếp đến an toàn, tuổi thọ và tính liên tục vận hành của cầu đường sắt tốc độ cao [12-14].

Việc ban hành bộ tiêu chuẩn TCVN 13594 cho thiết kế cầu đường sắt khổ 1.435 mm tốc độ cao là bước tiến quan trọng trong quá trình hội nhập hệ thống tiêu chuẩn quốc tế, trong đó TCVN 13594-8:2023 quy định về gối cầu, khe co giãn và lan can [1]. Tuy nhiên, phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn còn hạn chế, chưa tích hợp

yêu cầu kháng chấn, một số nội dung mới dừng ở mức khái quát định tính.

Trong khi đó, các tiêu chuẩn quốc tế như EN 1337 về gối cầu, EN 15129 về thiết bị kháng chấn và AASHTO LRFD 2024 đưa ra hệ thống quy định chi tiết, bao gồm phân loại cấu tạo, thông số định lượng, thử nghiệm mỏi và nguyên mẫu cũng như cơ chế bảo trì vòng đời [6-8]. Sự khác biệt này cho thấy cần tiến hành phân tích, so sánh để nhận diện khoảng trống kỹ thuật trong TCVN, từ đó đề xuất các khuyến nghị hoàn thiện, giúp cầu đường sắt tốc độ cao ở Việt Nam vừa đảm bảo an toàn kháng chấn, vừa đáp ứng yêu cầu khai thác bền vững lâu dài.

Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là so sánh, phân tích một cách hệ thống tiêu chuẩn TCVN 13594-8:2023 với các chuẩn quốc tế điển hình, từ đó chỉ ra những điểm tương đồng, khác biệt và các khoảng trống kỹ thuật. Trên cơ sở đó, bài báo đề xuất các khuyến nghị hoàn thiện tiêu chuẩn Việt Nam theo hướng bổ sung thông số định lượng, mở rộng yêu cầu thử nghiệm, thiết lập cơ chế bảo trì vòng đời và tích hợp nội dung kháng chấn.

2. TỔNG QUAN VỀ CÁC TIÊU CHUẨN GỐI CẦU QUỐC TẾ VÀ TRONG NƯỚC

Để đánh giá mức độ phù hợp của TCVN 13594-8:2023, cần đặt tiêu chuẩn này trong mối tương quan với các bộ tiêu chuẩn quốc tế đã được ứng dụng rộng rãi trong thiết kế cầu. Trong nghiên cứu này, ba hệ tiêu chuẩn chính được lựa chọn làm cơ sở so sánh gồm: EN 1337 (châu Âu), AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, 10th Edition (Hoa Kỳ) và EN 15129:2009 (châu Âu) [6-8].

EN 1337 là bộ tiêu chuẩn châu Âu chuyên biệt về gối cầu, được chia thành 11 phần. Các phần từ EN 1337-2 đến EN 1337-8 lần lượt quy định về gối trượt, gối đàn hồi, gối con lăn, gối chậu, gối bản lề, gối PTFE, gối dẫn hướng, cùng với các phần khác về thử nghiệm và lắp đặt. Mỗi phần đều đưa ra yêu cầu chi tiết từ phân loại, thông số thiết kế đến thử nghiệm và bảo trì, hình thành một hệ thống toàn diện nhằm bảo đảm chất lượng gối cầu trong suốt vòng đời công trình [6].

AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, 10th Edition (2024) là phiên bản mới nhất của tiêu chuẩn thiết kế cầu được áp dụng rộng rãi tại Hoa Kỳ [8]. Chương 14 tập trung vào gối cầu và khe co giãn, quy định các loại gối, kèm theo giới hạn biến dạng, hệ số ma sát, độ bền mỏi và yêu cầu bảo trì. Đặc biệt, tiêu chuẩn này tích hợp tác động động đất trong hệ thống tải trọng và điều kiện thiết kế, qua đó bảo đảm an toàn kháng chấn cho kết cấu cầu.

Bên cạnh đó, EN 15129 là tiêu chuẩn châu Âu cho thiết bị cách chấn và giảm chấn, đóng vai trò bổ sung cho EN 1337 [7], quy định yêu cầu chức năng, thiết kế, vật liệu và thử nghiệm, kiểm chứng khả năng tiêu tán năng lượng và tính phục hồi của kết cấu sau động đất.

Tại Việt Nam, TCVN 13594-8:2023 nằm trong bộ tiêu chuẩn TCVN 13594 về thiết kế cầu đường sắt khổ 1.435 mm tốc độ cao. Bộ tiêu chuẩn này tham khảo có chọn lọc từ EN (Eurocode, EN 1337, EN 15129), AASHTO LRFD 2024 và một số quy định của Nhật Bản, đồng thời liên kết với TCVN 9386:2012 về động đất. Phần 8 tập trung vào gối cầu, khe co giãn và lan can, đưa ra yêu cầu phân loại, thông số thiết kế cơ bản, thử nghiệm và nghiệm thu. Tuy nhiên, TCVN 13594 -8 chỉ đóng vai trò khung định hướng, còn thiếu các quy định chi tiết và chưa tích hợp các nội dung kháng chấn.

3. PHÂN TÍCH SO SÁNH TIÊU CHUẨN TCVN 13594-8:2023 VỚI QUỐC TẾ

3.1. Phân loại và định nghĩa

Hệ thống phân loại gối cầu trong các tiêu chuẩn quốc tế được xây dựng một cách chi tiết, dựa trên nguyên lý cấu tạo và chức năng. EN 1337 định nghĩa rõ ràng từng loại gối cơ bản như gối đàn hồi, gối trượt, gối chậu, gối cầu PTFE và gối con lăn, mỗi loại lại có một phần riêng (EN 1337-2 đến EN 1337-8) quy định chi tiết yêu cầu thiết kế, chế tạo và thử nghiệm [6]. Các nghiên cứu thực nghiệm và phân tích gần đây cũng chỉ ra rằng phân loại rõ ràng này giúp đánh giá tốt hơn sự làm việc của từng loại gối trong điều kiện tải trọng và ma sát khác nhau [12, 14].

AASHTO LRFD 2024 đưa ra hệ thống phân loại tương tự, bao gồm gối đàn hồi, gối chậu, gối đĩa, gối cầu và gối trượt, đồng thời quy định cụ thể giới hạn tải trọng, biến dạng, ma sát và tuổi thọ [8]. Đặc biệt, tiêu chuẩn này lồng ghép luôn tác động động đất trong hệ thống tải trọng, khiến việc lựa chọn gối gắn liền với khả năng đáp ứng điều kiện khai thác đặc thù [13, 15]. Kinh nghiệm ứng dụng ở Mỹ cũng cho thấy việc chuẩn hóa này giúp gối cầu duy trì độ tin cậy cao trong suốt vòng đời công trình [16]. EN 15129 đóng vai trò bổ sung cho EN 1337, quy định các thiết bị cách chấn và giảm chấn nhằm nâng cao khả năng tiêu tán năng lượng, được xem là giải pháp đặc biệt quan trọng đối với các công trình tại vùng động đất [7]. Các nghiên cứu gần đây chứng minh rằng các thiết bị này có khả năng kéo dài tuổi thọ gối và giảm rủi ro hư hỏng trong quá trình khai thác [15].

TCVN 13594-8:2023 dừng ở mức phân loại khái quát, loại trừ các loại gối truyền mô-men, gối chịu nhổ và thiết bị kháng chấn [1]. Các nghiên cứu trong nước cho thấy hệ thống gối hiện đang được áp dụng đa dạng hơn thực tế, bao gồm cả gối cao su bản thép, gối chậu và một số giải pháp kháng chấn [9-11]. Đặc biệt, Ngô Văn Thuyết (2018) đề xuất phương pháp thiết kế gối cách chấn đàn hồi cho công trình chịu động đất tại Việt Nam [9]. Điều này phản ánh hệ phân loại trong TCVN 13594-8:2023 chưa bao quát hết các loại gối hiện đại cũng như chưa tích hợp yêu cầu kháng chấn.

3.2. Thông số thiết kế

Trong các tiêu chuẩn quốc tế, thông số thiết kế gối cầu được quy định cụ thể và mang tính định lượng nhằm bảo đảm khả năng làm việc an toàn và bền vững. Ví dụ, EN 1337-3 yêu cầu gối đàn hồi phải cho phép quay tối thiểu 0,02 rad, chuyển vị ngang ±50 mm và biến dạng nén không vượt quá 15% chiều dày cao su, trong khi EN 1337-2 giới hạn hệ số ma sát tĩnh của PTFE không vượt quá 0,03 dưới tải trọng thiết kế [6]. Những trị số này tạo cơ sở chắc chắn cho việc thiết kế, lựa chọn và kiểm chứng trong khai thác cầu tốc độ cao. AASHTO LRFD 2024 cũng đưa ra hệ thống thông số định lượng cho từng loại gối như giới hạn biến dạng đối với gối đàn hồi, hệ số ma sát cho bề mặt trượt, giới hạn tải trọng cho gối chậu và gối PTFE. Đặc biệt, tiêu chuẩn này tích hợp tác động động đất vào điều kiện thiết kế gối, coi là yêu cầu bắt buộc nhằm bảo đảm an toàn kháng chấn [8].

Các nghiên cứu quốc tế gần đây bổ sung thêm bằng chứng cho sự cần thiết đưa ra trị số định lượng. Adamov và cộng sự (2022) cho thấy sự phân bố lớp ma sát ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu suất của gối cầu cầu thép [12]. Misra, Ghosh và Bhattacharjya (2024) đánh giá tuổi thọ mỏi của gối Pot-PTFE trong cầu đường sắt, chỉ ra rằng giới hạn mỏi cần được tích hợp trong thiết kế tiêu chuẩn [13]. Nosov và Kamenskikh (2022) cũng chứng minh việc bố trí rãnh bôi trơn ảnh hưởng đáng kể đến khả năng làm việc của gối [14]. Ngoài ra, Wei và cộng sự (2024) đã phát triển mô hình dự báo tuổi thọ dựa trên dữ liệu giám sát thực tế, cho thấy tính cần thiết của việc gắn thiết kế với cơ chế giám sát dài hạn [15]. Waqas, Su và Nagayama (2024) bổ sung thêm bằng chứng về ảnh hưởng của sự cố trượt gối đến toàn bộ kết cấu, nhấn mạnh vai trò kiểm soát thông số ma sát và biến dạng [16].

Tuy nhiên, TCVN 13594-8:2023 mới dừng ở mức định tính. Ví dụ, Mục 5.2 chỉ nêu gối "phải đảm bảo khả năng chuyển vị và khả năng quay phù hợp với yêu cầu thiết kế", Mục 6.3 yêu cầu bề mặt trượt "có hệ số ma sát nhỏ" nhưng không đưa ra trị số cụ thể [1]. Cách tiếp cận này khiến quá trình thiết kế thiếu sự thống nhất, buộc kỹ sư phải tham chiếu tiêu chuẩn nước ngoài hoặc dựa trên thông số của nhà sản xuất. Do đó, TCVN 13594-8:2023 chưa gắn với yêu cầu kháng chấn, việc xác định trị số giới hạn về ma sát, biến dạng và mỏi không chỉ cần thiết cho thiết kế ban đầu mà còn quyết định tuổi thọ và độ tin cậy của gối cầu trong suốt vòng đời khai thác.

3.3. Kiểm tra và thử nghiệm

Các tiêu chuẩn quốc tế đã xây dựng hệ thống kiểm tra và thử nghiệm gối cầu, nhằm đánh giá không chỉ khả năng chịu tải tĩnh mà còn cả độ bền dưới tác động động lực học. EN 1337-5 yêu cầu gối chậu phải được thử tải cực hạn và biến dạng dư dưới chu kỳ lặp để đánh giá khả năng bền mỏi, trong khi EN 1337-7 quy định thử tải lặp cho gối cầu PTFE để kiểm chứng khả năng duy trì đặc tính cơ học sau nhiều chu kỳ tải [6]. Các phần khác của EN 1337 như EN 1337-2 và EN 1337-3 cũng quy định riêng cho gối trượt và gối đàn hồi, nhằm đảm bảo từng loại gối được kiểm chứng phù hợp với đặc trưng cấu tạo. Đối với thiết bị kháng chấn, EN 15129 quy định thử nghiệm nguyên mẫu (prototype tests) dưới lịch sử tải động đất tương ứng, nhằm đánh giá khả năng tiêu tán năng lượng và phục hồi sau chấn động [7]. Tương tự, AASHTO LRFD 2024 và AASHTO Guide Specifications for Seismic Isolation Design (2014) đều yêu cầu bắt buộc thử nghiệm cho thiết bị cách chấn, phản ánh tầm quan trọng của kiểm chứng thực nghiệm đối với an toàn kháng chấn [8].

Adamov và cộng sự (2022) cho thấy sự bố trí lớp ma sát ảnh hưởng đến hiệu quả chịu tải của gối cầu cầu thép [12]. Misra, Ghosh và Bhattacharjya (2024) chỉ ra rằng tuổi thọ mỏi của gối pot-PTFE cần được kiểm chứng qua thử nghiệm lặp [13]. Nosov và Kamenskikh (2022) khẳng định cấu tạo rãnh bôi trơn quyết định đáng kể đến khả năng làm việc ổn định lâu dài [14]. Wei và cộng sự (2024) phát triển mô hình dự báo tuổi thọ dựa trên dữ liệu giám sát nhiều loại thử nghiệm khác nhau [15], trong khi Waqas, Su và Nagayama (2024) cho thấy sự cố trượt gối có thể lan truyền thành rủi ro kết cấu nếu không được phát hiện sớm qua kiểm tra định kỳ [16].

TCVN 13594-8:2023 mới chỉ quy định yêu cầu thử nghiệm cơ bản như kiểm tra khả năng chịu tải cực hạn, khả năng quay và dịch chuyển [1], chưa có điều khoản cụ thể về thử nghiệm mỏi, thử nghiệm chu kỳ lặp hay thử nghiệm nguyên mẫu cho gối cầu. Thực tế, một số nghiên cứu trong nước cũng đã nhấn mạnh đến nhu cầu tăng cường thử nghiệm. Ngô Văn Thuyết (2018) đề xuất thử nghiệm gối cách chấn đàn hồi để đánh giá khả năng chịu tải động đất [9], trong khi các công trình gần đây về gối kháng chấn cho thấy xu hướng tích hợp kiểm chứng mỏi và nguyên mẫu là không thể thiếu [11]. Như vậy, TCVN 13594-8:2023 chưa đáp ứng được yêu cầu khắt khe về độ tin cậy dài hạn và an toàn kháng chấn cho gối cầu đường sắt tốc độ cao.

3.4. Bảo trì và vòng đời

Trong thiết kế cầu hiện đại, quản lý vòng đời gối cầu được coi là yếu tố quyết định đến độ tin cậy khai thác, đặc biệt đối với cầu đường sắt tốc độ cao - yêu cầu an toàn và tính liên tục vận hành ở mức cao nhất [11]. Các tiêu chuẩn quốc tế đã thiết lập hệ thống bảo trì chặt chẽ. EN 1337-2 và EN 1337-5 quy định gối cầu phải được kiểm tra định kỳ, bao gồm quan sát biến dạng, phát hiện vết nứt, trượt và hiện tượng ăn mòn; đồng thời yêu cầu thay thế khi thông số vượt quá giới hạn [6]. EN 15129 còn bổ sung quy định về kiểm định thiết bị cách chấn sau mỗi trận động đất nhằm xác nhận khả năng tiêu tán năng lượng vẫn duy trì [7]. AASHTO LRFD 2024 yêu cầu lập kế hoạch bảo trì định kỳ và theo dõi biến dạng gối trong quá trình khai thác; các khuyến nghị của FHWA còn nhấn mạnh kiểm tra đặc biệt sau động đất hoặc khi cầu khai thác lâu dài dưới tải trọng động lớn [8].

TCVN 13594-8:2023 đang dừng ở yêu cầu kiểm tra nghiệm thu ban đầu, chưa đưa ra chu kỳ kiểm tra định kỳ cũng như chưa có yêu cầu kiểm định sau động đất [1]. Điều này cho thấy khoảng trống lớn trong quản lý vòng đời gối cầu tại Việt Nam. Các nghiên cứu trong nước cũng đã cảnh báo: Nguyễn Thị Tuyết Trinh (2016) nhấn mạnh rằng ăn mòn thép tại gối nếu không được giám sát và bảo trì kịp thời sẽ làm suy giảm đáng kể tuổi thọ [10], trong khi các phân tích gần đây về xu hướng gối cầu kháng chấn đã khẳng định nhu cầu thiết lập quy trình kiểm định định kỳ cho cầu tốc độ cao [11]. Bên cạnh đó, Wei và cộng sự (2024) đã phát triển mô hình dự báo tuổi thọ gối dựa trên dữ liệu quan trắc đa dạng, cho thấy việc tích hợp giám sát vòng đời vào thiết kế và bảo trì là cần thiết [15]. Waqas, Su và Nagayama (2024) chỉ ra rằng sự cố trượt gối có thể lan truyền thành rủi ro toàn kết cấu nếu không có cơ chế kiểm tra định kỳ và phát hiện sớm [16].

4. KHUYẾN NGHỊ HOÀN THIỆN TIÊU CHUẨN GỐI CẦU VIỆT NAM

Phân tích so sánh cho thấy TCVN 13594-8:2023 còn những khoảng trống, khuyến nghị chính để hoàn thiện bao gồm:

1) Hoàn thiện phân loại và định nghĩa

Cần bổ sung hệ thống phân loại chi tiết theo nguyên lý cấu tạo (gối chậu, gối đàn hồi, gối trượt, gối cầu PTFE, gối con lăn), thay vì chỉ dừng ở gối đàn hồi và gối trượt như hiện nay. Đồng thời, nên xem xét đưa gối cách chấn vào phạm vi áp dụng, tham chiếu EN 15129 và AASHTO Guide Specifications for Seismic Isolation Design.

2) Bổ sung thông số thiết kế mang tính định lượng

Cần quy định các giá trị giới hạn về khả năng quay, chuyển vị ngang, hệ số ma sát và độ bền nén. Các thông số này cần dựa trên thử nghiệm tiêu chuẩn. Ngoài ra, cần tích hợp yêu cầu kháng chấn như trong AASHTO LRFD 2024 và liên kết với TCVN 9386 về thiết kế công trình chịu động đất.

3) Nâng cao yêu cầu kiểm tra và thử nghiệm

Bổ sung các thử nghiệm mỏi, thử nghiệm lặp chu kỳ và thử nghiệm nguyên mẫu, đặc biệt đối với gối cách chấn, tham chiếu EN 1337-5, EN 1337-7 và EN 15129, Điều 7.3. Các nghiên cứu quốc tế gần đây cũng đã chứng minh sự cần thiết của thử nghiệm này để đảm bảo tuổi thọ gối.

4) Thiết lập cơ chế bảo trì và quản lý vòng đời

Cần bổ sung quy định về chu kỳ kiểm tra định kỳ, quan trắc biến dạng trong khai thác và kiểm định bắt buộc sau động đất, tương tự EN 15129 và AASHTO LRFD 2024. Các nghiên cứu trong và ngoài nước đã nhấn mạnh tầm quan trọng của bảo trì.

5) Đồng bộ hóa hệ thống tiêu chuẩn

Cần tích hợp TCVN 13594-8:2023 với các tiêu chuẩn liên quan trong cùng bộ, đặc biệt là TCVN 13594-10:2023 (tác động động đất) và TCVN 9386:2012 (thiết kế công trình chịu động đất), để xây dựng một hệ khung thống nhất cho thiết kế cầu đường sắt tốc độ cao.

Việc cập nhật và hoàn thiện TCVN 13594-8:2023 theo các hướng trên sẽ giúp tiêu chuẩn Việt Nam tiệm cận với chuẩn mực quốc tế, đáp ứng yêu cầu khai thác lâu dài, đồng thời bảo đảm an toàn và khả năng kháng chấn của hệ thống cầu đường sắt tốc độ cao tại Việt Nam.

4. KẾT LUẬN

Sự phát triển đường sắt tốc độ cao ở Việt Nam đòi hỏi các quy

chuẩn thiết kế cầu phải đạt mức độ chi tiết và đồng bộ tương đương quốc tế, đặc biệt đối với gối cầu - bộ phận giữ vai trò truyền tải trọng, cho phép chuyển vị và bảo đảm an toàn kháng chấn. Phân tích so sánh giữa TCVN 13594-8:2023 với EN 1337, EN 15129 và AASHTO LRFD 2024 cho thấy tiêu chuẩn Việt Nam đã tạo được khung định hướng ban đầu, nhưng còn tồn tại những hạn chế đáng kể. Các khoảng trống chính gồm: (i) Hệ phân loại gối chưa đầy đủ, (ii) thiếu thông số thiết kế định lượng, (iii) yêu cầu thử nghiệm còn ở mức cơ bản, (iv) chưa có cơ chế bảo trì vòng đời và (v) chưa tích hợp nội dung kháng chấn. So với các tiêu chuẩn quốc tế, TCVN 13594-8:2023 hiện mới dừng lại ở mức tổng quát, chưa đủ cơ sở cho thiết kế cầu đường sắt tốc độ cao trong điều kiện có nguy cơ động đất.

Trên cơ sở đó, bài báo kiến nghị: Bổ sung phân loại chi tiết theo cấu tạo, quy định thông số định lượng cụ thể, đưa vào thử nghiệm mỏi và nguyên mẫu, quy định bảo trì định kỳ và kiểm định sau động đất, đồng thời đồng bộ hóa với TCVN 13594-10:2023 và TCVN 9386:2012. Những cập nhật này không chỉ giúp tiêu chuẩn Việt Nam tiệm cận chuẩn mực quốc tế, mà còn tạo nền tảng khoa học - kỹ thuật vững chắc cho việc thiết kế và khai thác an toàn, bền vững các cầu đường sắt tốc độ cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. TCVN 13594-8:2023, Gối cầu - Phần 8: Yêu cầu thiết kế, Bộ Khoa học và Công nghệ, Hà Nội.

[2]. TCVN 11823-1:2017, Cầu đường sắt - Thiết kế - Phần 1: Quy định chung, Bộ Khoa học và Công nghệ, Hà Nội.

[3]. TCVN 2737:2021, Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế, Bộ Khoa học và Công nghệ, Hà Nội.

[4]. TCVN 5574:2018, Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế, Bộ Khoa học và Công nghệ, Hà Nội.

[5]. TCVN 9386:2012, Thiết kế công trình chịu động đất - Nguyên tắc cơ bản, Bộ Khoa học và Công nghệ, Hà Nội.

[6]. EN 1337:2004, Structural Bearings - Parts 1-11, European Committee for Standardization (CEN), Brussels.

[7]. EN 15129:2009, Anti-seismic Devices, European Committee for Standardization (CEN), Brussels.

[8]. AASHTO, LRFD Bridge Design Specifications, 10th Edition, 2024 American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C.

[9]. Ngô Văn Thuyết (2018), Phương pháp thiết kế kích thước gối cách chấn đàn hồi sử dụng cho công trình dân dụng chịu động đất ở Việt Nam, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Xây dựng, số 3, tr.32-37.

[10]. Nguyễn Thị Tuyết Trinh (2016), Nghiên cứu đánh giá và các giải pháp chống ăn mòn tiên tiến cho gối thép của công trình cầu ở Việt Nam, Tạp chí Giao thông vận tải, số 4, tr.45-52.

[11]. Tạp chí Xây dựng (2025), Xu hướng phát triển và ứng dụng gối cầu chống động đất tại Việt Nam, số 6, tr.28-34.

[12]. A. A. Adamov, A. A. Kamenskikh, A. P. Pankova, V. I. Strukova (2022), Comparative analysis of the work of bridge spherical bearing at different antifriction layer locations, Lubricants, 10(9), 207, [https://doi.org/10.3390/lubricants10090207] (https://doi.org/10.3390/lubricants10090207).

[13]. K. C. Misra, S. Ghosh, S. Bhattacharjya (2024), Fatigue life assessment of a steel railway bridge with pot-PTFE bearing, Practice Periodical on Structural Design and Construction, 29(1), 05023006, [https://doi.org/10.1061/PPSCFX.SCENG-1299] (https://doi.org/10.1061/PPSCFX.SCENG-1299).

[14]. Y. O. Nosov, A. A. Kamenskikh (2022), Influence analysis of lubricant recesses on the working capacity of the bridge span spherical bearing, Lubricants, 11, 283, [https://doi.org/10.3390/lubricants10110283] (https://doi.org/10.3390/lubricants10110283).

[15]. Y.-T. Wei, T.-H. Yi, D.-H. Yang, C. Li, Q. Han (2024), Wear life prediction of sliding bearings based on multitype monitoring data of bridges, Journal of Bridge Engineering, 29(1), 04023102, [https://doi.org/10.1061/JBENF2.BEENG-6256] (https://doi.org/10.1061/JBENF2.BEENG-6256).

[16]. H. A. Waqas, D. Su, T. Nagayama (2024), Identification of sliding plate bridge bearing malfunction and its effects on bridge structure under service conditions, Journal of Civil Structural Health Monitoring, 14(4), 947-961, [https://doi.org/10.1007/s13349-024-00764-2] (https://doi.org/10.1007/s13349-024-00764-2).