

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỊU TẢI CÔNG TRÌNH CẦU THEO QUAN ĐIỂM TÍCH HỢP CỦA AASHTO - USA

EVALUATING THE LOAD CAPACITY OF BRIDGES BASED ON THE INTERGRATED APPROACH OF AASHTO - USA

Nguyễn Duy Thảo

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; Email: nguyenthao1978@yahoo.com

Tóm tắt - Công tác đánh giá khả năng chịu tải thực tế công trình cầu đóng vai trò quan trọng đối với công trình cầu mới xây dựng xong cũng như cầu đã đưa vào khai thác, sử dụng. Bên cạnh đó, tuổi thọ và khả năng làm việc của cầu trên thực tế có sự sai khác so với quá trình tính toán và thiết kế. Việc áp dụng quan điểm tích hợp của hiệp hội đường cao tốc và giao thông vận tải Hoa Kỳ (AASHTO) sẽ góp phần nâng cao hiệu quả, độ chính xác và giảm thời gian trong công tác đánh giá khả năng chịu tải của công trình cầu. Bài báo tập trung nghiên cứu phương pháp hiệu chỉnh mô hình lý thuyết, phân tích kết cấu làm việc phù hợp với mô hình làm việc thực tế của công trình thông qua các số liệu đo đạc ứng suất biến dạng thực tế của công trình cầu. Mô hình phân tích kết cấu sau khi hiệu chỉnh sẽ được dùng để đánh giá khả năng chịu tải của công trình cầu thông qua hệ số Rating Factor (RF) theo quan điểm tích hợp của AASHTO.

Từ khóa - hiệp hội đường cao tốc và giao thông vận tải Hoa Kỳ; quan điểm tích hợp; hệ số đánh giá tải trọng; biến dạng của kết cấu cầu; mô hình kết cấu cầu.

1. Đặt vấn đề

Đánh giá khả năng chịu tải thực tế công trình cầu là nội dung rất quan trọng để đảm bảo an toàn công trình cầu trong quá trình khai thác sử dụng. Khi tiến hành đánh giá năng lực chịu tải của cầu thường gặp phải một số khó khăn: sự sai khác giữa quá trình thiết kế, tính toán lý thuyết và quá trình làm việc thực tế của cầu là điều khó tránh khỏi; ở nước ta hiện nay, công tác thiết kế các công trình cầu được áp dụng theo Quy trình thiết kế 22TCN 272-05 [1] dựa trên tiêu chuẩn AASHTO-LRFD-1998 [2] của Hoa Kỳ, tuy nhiên công tác kiểm định đánh giá khả năng chịu tải các công trình cầu lại áp dụng theo tiêu chuẩn 22TCN 243-98 [3] dựa theo tiêu chuẩn của Nga. Sự khác biệt về quan điểm giữa quy trình thiết kế và quy trình kiểm định gây nhiều khó khăn trong công tác đánh giá khả năng chịu tải thực tế của công trình cầu cũng như công tác quản lý và khai thác cầu sau này. Đặc biệt, khi kết cấu cầu làm việc trong không gian khả năng ứng xử của kết cấu sẽ khác biệt nhiều so với lý thuyết tính toán trong mô hình phẳng. Nhu cầu đánh giá các công trình cầu mới và các công trình cầu đã qua sử dụng ở nước ta trong thời gian tới là rất lớn, đòi hỏi phải cập nhật quan điểm và quy trình đánh giá khả năng chịu tải của công trình cầu theo quan điểm tích hợp [4] của AASHTO.

2. Đánh giá khả năng chịu tải thực tế công trình cầu theo quan điểm tích hợp của AASHTO

Sự làm việc thực tế của công trình cầu có sự sai khác so với mô hình tính toán thiết kế do nhiều nguyên nhân khách quan và chủ quan như: Sự khác biệt quan điểm giữa các quy trình thiết kế; Các giả thiết nhằm đơn giản hóa quá trình phân

Abstract - The evaluation and testing of a bridge play an important role for new bridges as well as the ones which have been put into operation. Besides, the longevity and the operating ability of bridges in reality differ from their calculations and designs. The application of the integrated approach according to the standards of American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) is to contribute to the enhancement of the efficiency, the accuracy and the time reduction in the evaluation of the load capacity of bridges. This paper focuses on studying the method for adjusting the theoretical structural bridge model in correspondence with actual structural bridges based on the experimental data of the strain of the actual bridge structure. The theoretical structural bridge model after adjustment will be used to assess the load capacity of bridges via the Rating factor (RF) according to the integrated approach of AASHTO.

Key words - American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO); the integrated approach; rating factor; the strain of bridge structure; the model of bridge structure.

tích; Trình độ của các đơn vị thi công, công nghệ thi công và công tác quản lý trong quá trình xây dựng... Do vậy, nếu sử dụng mô hình phân tích kết cấu ban đầu (mô hình thiết kế ban đầu) để đánh giá khả năng chịu tải sẽ không phản ánh đúng trạng thái chịu lực thực tế của công trình. Theo quan điểm tích hợp của AASHTO cần thiết phải hiệu chỉnh mô hình phân tích ban đầu dựa vào các kết quả đo đạc biến dạng-ứng suất thực tế tại công trình. Mô hình kết cấu cầu sau khi được hiệu chỉnh sẽ được dùng để đánh giá khả năng chịu tải theo hệ số Rating Factor (RF) như sau:

$$RF = \frac{C - \gamma_{DC} \cdot DC - \gamma_{DW} \cdot DW \pm \gamma_P \cdot P}{\gamma_{LL} \cdot LL \cdot (1 + IM)} \quad (1)$$

Trong đó: C - Sức kháng tính toán của dầm; DC, DW, LL, P- lần lượt là các hiệu ứng lực do trọng lượng bản thân dầm, các lớp phủ, hoạt tải và các tải trọng chất thêm được phân tích trên mô hình kết cấu cầu sau khi đã hiệu chỉnh; γ_{DC} , γ_{DW} , γ_{LL} , γ_P - lần lượt là các hệ số tải trọng tương ứng với các tải trọng DC, DW, LL và P. Theo AASHTO công trình cầu đảm bảo chịu hoạt tải khi hệ số RF>1.

Sự khác biệt giữa công trình cầu thực tế và mô hình thiết kế được phản ánh thông qua các thông số: độ cứng của dầm chủ, độ cứng của bản mặt cầu, độ cứng của hệ liên kết ngang, độ cứng của gối tựa, cường độ bê tông thực tế... Đây cũng chính là các thông số cần thiết phải cập nhật và hiệu chỉnh lại trong mô hình tính toán lý thuyết để phù hợp với các ứng xử thực tế của công trình.

Nội dung của phương pháp tích hợp dựa trên sự phân tích tương quan giữa các dữ liệu thu thập được từ thực tế đo đạc và mô hình lý thuyết nhằm đưa ra kết quả đánh giá

phù hợp nhất đối với điều kiện làm việc thực của kết cấu. Các dữ liệu đo đạc thực tế hiện trường là cơ sở để chỉnh sửa những thông số trên mô hình phân tích lý thuyết của kết cấu cho tới khi mô hình phân tích lý thuyết ứng xử gần giống với kết cấu trong thực tế. Sự phù hợp giữa mô hình phân tích lý thuyết sau khi đã hiệu chỉnh và kết cấu thực tế được đánh giá thông qua các sai số và hệ số tương quan như Bảng 1.

Bảng 1. Đánh giá sai số

Hàm sai số	Phương trình xác định
Sai số tuyệt đối	$\sum \varepsilon_m - \varepsilon_c $
Sai số phần trăm	$\sum (\varepsilon_m - \varepsilon_c)^2 / \sum (\varepsilon_m)^2$
Sai số tỷ lệ	$\frac{\sum \max \varepsilon_m - \varepsilon_c _{gage}}{\sum \max \varepsilon_m _{gage}}$
Hệ số tương quan	$\frac{\sum (\varepsilon_m - \bar{\varepsilon}_m)(\varepsilon_c - \bar{\varepsilon}_c)}{\sum (\varepsilon_m - \bar{\varepsilon}_m)^2 (\varepsilon_c - \bar{\varepsilon}_c)^2}$

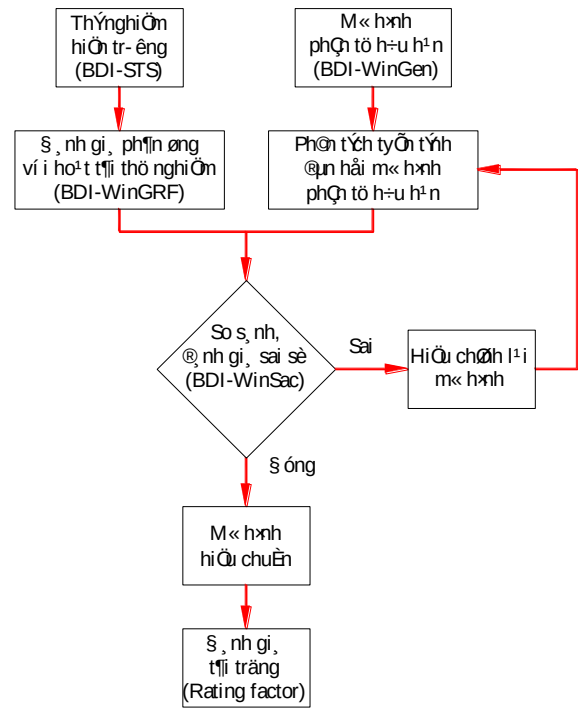
Trong đó: ε_m - biến dạng đo đạc thực tế trên kết cấu; ε_c - biến dạng kết cấu từ mô hình tính toán lý thuyết.

Mô hình phân tích lý thuyết sau khi được hiệu chỉnh được xem là “mô hình hiệu chuẩn” khi các giá trị biến dạng tính toán trên mô hình phân tích lý thuyết ε_c phù hợp với giá trị biến dạng đo đạc thực tế trên kết cấu thực ε_m ; sự phù hợp này được thể hiện thông qua các giá trị: sai số phần trăm, sai số tỷ lệ nhỏ hơn 10% và hệ số tương quan giữa mô hình phân tích lý thuyết và kết cấu thực lớn 0,9 được quy định như Bảng 2. “Mô hình hiệu chuẩn” sẽ được dùng để đánh giá khả năng chịu tải thực tế của công trình, dự đoán tải trọng cho phép hoặc ứng suất khi quá tải. Mô hình này cũng được sử dụng để trợ giúp để thiết kế nâng cấp cải tạo hoặc duy tu và bảo dưỡng công trình.

Bảng 2. Sai số và hệ số tương quan của mô hình đã hiệu chuẩn

Hàm sai số	Giá trị yêu cầu của mô hình hiệu chuẩn
Sai số phần trăm (%)	<10
Sai số tỷ lệ (%)	<10
Hệ số tương quan	>0,9

Nội dung của phương pháp hiệu chỉnh mô hình phân tích khả năng chịu tải của công trình cầu theo quan điểm tích hợp được thể hiện như Hình 1. Trong sơ đồ khối thể hiện ở Hình 1. Phần mềm WinGRF [5] đánh giá phản ứng của kết cấu dưới tác dụng của hoạt tải thử nghiệm. Phần mềm WinGen [6] tạo mô hình kết cấu cầu và mô phỏng tải trọng thử nghiệm trên máy tính; phân tích đàn hồi tuyến tính kết cấu trên mô hình máy tính. Phần mềm WinSac [7] so sánh kết quả đo đạc ứng xử của kết cấu thực tế và kết quả phân tích kết cấu trên mô hình máy tính, hiệu chỉnh mô hình máy tính phù hợp với ứng xử của kết cấu thực tế và tiến hành đánh giá tải trọng trên mô hình đã hiệu chỉnh.

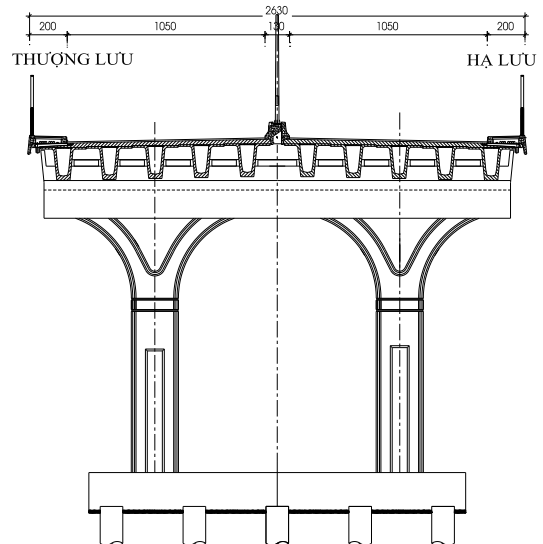


Hình 1. Sơ đồ khối thể hiện nội dung phương pháp hiệu chỉnh mô hình phân tích theo quan điểm tích hợp

3. Ứng dụng phương pháp tích hợp của AASHTO đánh giá khả năng chịu tải dầm Super T (L=40m) cầu Nguyễn Tri Phương – Thành phố Đà Nẵng

3.1. Giới thiệu chung về cầu Nguyễn Tri Phương

Cầu Nguyễn Tri Phương bắc qua sông Cẩm Lệ, kết nối khu vực trung tâm với khu vực Đông Nam Thành Phố Đà Nẵng. Cầu được thiết kế với bề rộng 6 làn xe, hoạt tải HL93 theo 22TCN272-05 [1]. Sơ đồ kết cấu nhịp: 23,25m+24m+6x40m+(50+75+50)m+7x40mm+24m+23,25m. Kết cấu nhịp có ba dạng: dầm bản rộng BTCTDUL 23,25m và 24m, dầm BTCTDUL super T 40m; mặt cắt ngang kết cấu nhịp dầm Super T 40m được thể hiện như Hình 2.



Hình 2. Mặt cắt ngang dầm Super T, L=40m

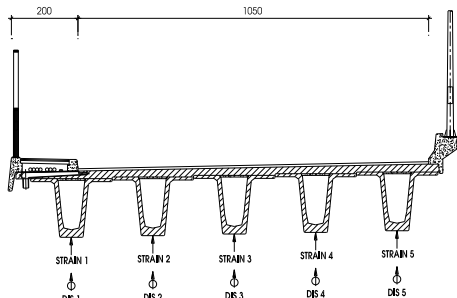


Hình 3. Toàn cảnh cầu Nguyễn Tri Phương

3.2. Đặc phản ứng thực tế dầm Super T và xây dựng mô hình kết cấu nhịp dầm Super T trên máy tính

3.2.1. Đặc thực tế phản ứng của kết cấu cầu

Các phản ứng của kết cấu dầm Super T được ghi lại thông qua các cảm biến đo biến dạng được gắn tại đáy dầm ở vị trí 1/2 nhịp bố trí như Hình 4, Hình 5. Các thông số kỹ thuật chi tiết của cảm biến đo biến dạng được thể hiện ở Bảng 3.



Hình 4. Bố trí cảm biến đo biến dạng dầm Super T



Hình 5. Lắp đặt cảm biến đo biến dạng vào đáy dầm cầu



Hình 6. Hoạt tải thử nghiệm trên cầu

Hoạt tải thử nghiệm chạy từ đầu cầu đến cuối cầu sẽ gây ra biến dạng trong dầm Super T. Các cảm biến sẽ ghi lại toàn bộ biến dạng động của dầm cầu và lưu trữ trên máy tính theo thời gian thực. Các kết quả đo đặc biến dạng thực tế trên dầm Super T sẽ được so sánh với kết quả phân tích trên mô hình trên máy tính và là cơ sở để hiệu chỉnh mô hình trên máy tính.

Bảng 3. Thông số kỹ thuật của cảm biến biến dạng

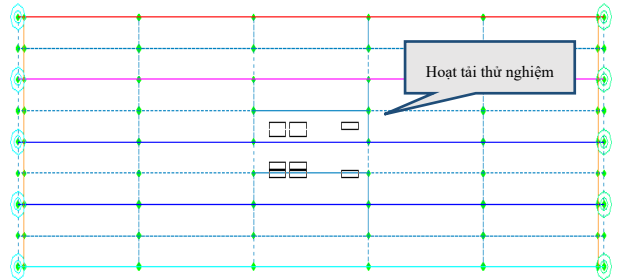
Thông số kỹ thuật của cảm biến	Số hiệu cảm biến	
	B2154	B2159
Phạm vi đo: ($\mu\epsilon$)	2000	2000
Độ nhạy: ($\mu\epsilon$ /mV/V)	512.5	544.1
Chuẩn đo: (mm)	76.2	76.2
Nhiệt độ lúc đo: ($^{\circ}\text{C}$)	-50 ÷ 85	-50 ÷ 85
Kích thước (mm)	111x32x13	111x32x13
Vật liệu	Nhôm	Nhôm

3.2.2. Mô hình hóa phản ứng của kết cấu trên máy tính

Tiến hành mô hình hóa kết cấu, khai báo các thông số tính toán ban đầu như dầm chủ, dầm ngang, bản mặt cầu, các điều kiện biên, tải trọng. Theo phương ngang cầu, mặt cắt ngang kết cấu gồm 5 dầm Super T như Hình 4. Sơ đồ tính của dầm Super T dạng dầm đơn giản với chiều dài nhịp $L=40\text{m}$. Các đặc trưng hình học ban đầu của dầm Super T sẽ được khai báo trên phần mềm WinGen. Vị trí các cảm biến và đường xe chạy của hoạt tải thử nghiệm cũng được mô hình hóa trên máy tính như Hình 7.

3.2.3. Phân tích hiệu chỉnh mô hình phân tích ban đầu dựa vào kết quả đo đặc ứng xử thực tế của kết cấu

Dựa vào kết quả đo biến dạng thực tế ϵ_m của kết cấu và biến dạng phân tích ϵ_c trên mô hình máy tính, phần mềm WinSac được thiết kế để tự động hóa so sánh ϵ_m và ϵ_c ; nếu các sai số và hệ số tương quan giữa số liệu đo ϵ_m và số liệu phân tích trên mô hình máy tính ϵ_c chưa đáp ứng được điều kiện quy định ở Bảng 2, Winsac sẽ tự động thay đổi các tham số đầu vào của mô hình phân tích như: momen quán tính dầm chủ, momen quán tính dầm ngang, momen quán tính bản mặt cầu, modun đàn hồi E của vật liệu, các điều kiện liên kết, độ cứng của gối tựa... Sau đó tính toán lại ϵ_c và so sánh lại với giá trị biến dạng thực tế đo đặc ϵ_m . Quá trình này lặp đi lặp lại nhiều lần cho đến khi mô hình đã hiệu chuẩn cho kết quả phân tích phù hợp với số liệu đo đặc (thỏa mãn điều kiện quy định ở Bảng 2).

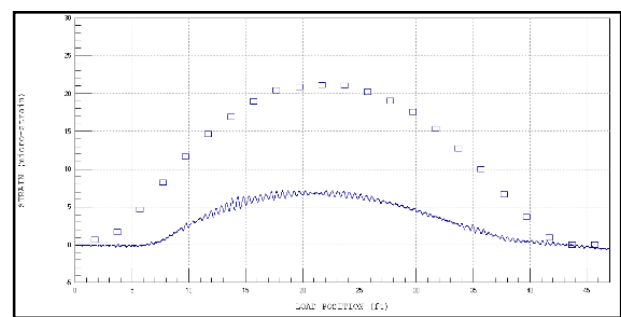


Hình 7. Mô hình hóa nhịp dầm super T, vị trí hoạt tải thử nghiệm trên máy tính

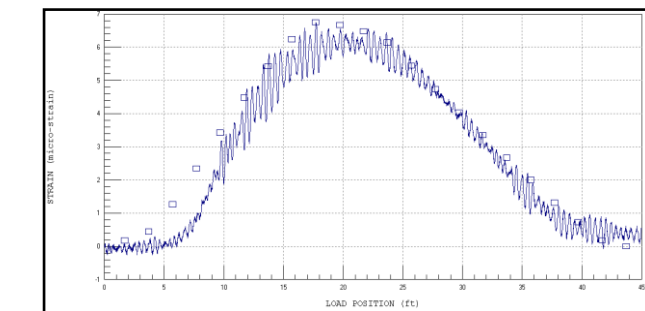
Hình 9 thể hiện kết quả so sánh biến dạng thực tế đo đặc tại dầm số 3 trên kết cấu nhịp Super T ϵ_m và biến dạng phân tích trên mô hình máy tính ban đầu ϵ_c . Ta nhận thấy giá trị ϵ_m và ϵ_c sai khác nhau rất nhiều, điều này chứng tỏ mô hình phân tích ban đầu có sự sai khác nhiều so với ứng xử thực tế của công trình.

Hình 10 thể hiện kết quả so sánh biến dạng đo thực tế tại dầm số 3 trên kết cấu nhịp Super T ϵ_m và biến dạng ϵ_c phân tích trên mô hình máy tính, sau khi hiệu chỉnh các thông số đầu vào và tính lặp. Ta nhận thấy giá trị ϵ_m và ϵ_c

tiệm cận sát vào nhau, điều này chứng tỏ mô hình phân tích sau khi hiệu chuẩn đã phù hợp với ứng xử thực tế của công trình.

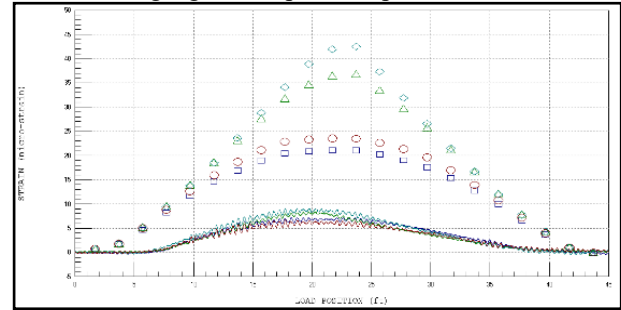


Hình 9. So sánh kết quả biến dạng tại ½ nhịp – dầm số 3 trước khi hiệu chỉnh; □: giá trị ϵ_c —: giá trị ϵ_m

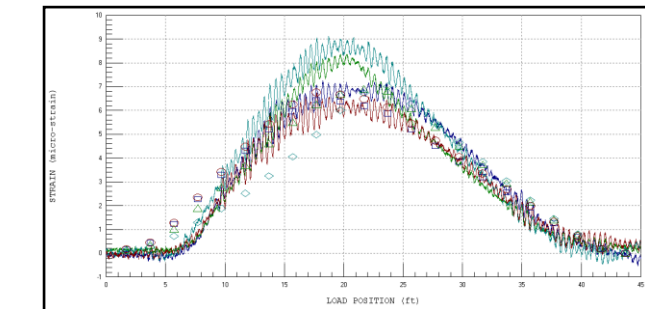


Hình 10. So sánh kết quả biến dạng tại ½ nhịp – dầm số 3 sau khi hiệu chỉnh; □: giá trị ϵ_c —: giá trị ϵ_m

Tương tự ta được Hình 11 và Hình 12 thể hiện kết quả so sánh biến dạng trước và sau khi hiệu chỉnh của các dầm trên mặt cắt ngang của nhịp dầm super T



Hình 11: So sánh kết quả biến dạng tại ½ nhịp của các dầm trước khi hiệu chỉnh; □: giá trị ϵ_c —: giá trị ϵ_m



Hình 12: So sánh kết quả biến dạng tại ½ nhịp của các dầm sau khi hiệu chỉnh; □: giá trị ϵ_c —: giá trị ϵ_m

Đánh giá sai số và hệ số tương quan về kết quả biến dạng ϵ_c trên mô hình phân tích trước và sau khi đã hiệu chuẩn so với số liệu kết quả đo đặc biến dạng ϵ_m được thể

hiện ở Bảng 4. Các thông số đầu vào của mô hình như: mô men quán tính dầm chủ, mô men quán tính dầm ngang, mô đun đàn hồi của dầm chủ, mô đun đàn hồi của bản mặt cầu... trước và sau khi hiệu chỉnh được thể hiện ở Bảng 5.

Bảng 4. Đánh giá các sai số và hệ số tương quan của mô hình

Sai số	Mô hình trước khi hiệu chỉnh	Mô hình au khi hiệu chỉnh
Sai số phần trăm	339,0%	3,5%
Sai số tỉ lệ	76,5%	2,3%
Hệ số tương quan	0,967	0,985

Bảng 5. Đánh giá các sai số và hệ số tương quan của mô hình

Thông số hiệu chỉnh	Giá trị ban đầu	Giá trị sau khi hiệu chỉnh
J_x dầm trong (mm ⁴)	2,7E+11	5,4E+11
J_x dầm ngoài (mm ⁴)	2,7E+11	5,0E+11
$E_{dầm}$ (N/mm ²)	31975	35749,5
E_{bmc} (N/mm ²)	22063	27000
$J_{dầm ngang}$ (I-mm ⁴)	3,627E+10	3,627E+10

Từ kết quả ở Bảng 4 có thể đánh giá được sự phù hợp của mô hình sau khi đã hiệu chỉnh so với ứng xử thực tế của kết cấu thông qua các sai số như: sai số phần trăm là 3,5%, sai số tỷ lệ là 2,3% và hệ số tương quan giữa mô hình phân tích lý thuyết đã hiệu chuẩn và kết cấu thực là 0,985. Các giá trị này đều thỏa mãn các giá trị yêu cầu ở Bảng 2. Như vậy: mô hình đã hiệu chỉnh có thể được sử dụng để đánh giá khả năng chịu tải theo quan điểm tích hợp của AASHTO.

3.3. Đánh giá khả năng chịu tải của dầm Super T theo tiêu chuẩn AASHTO

Áp dụng công thức (1) của AASHTO, ta có thể xác định hệ số Rating Factor (RF) dầm super T thông qua mô men M và lực cắt V theo công thức (2) và (3). Dầm super T đảm bảo chịu hoạt tải HL93 khi RF>1

$$RF_M = \frac{C_M - \gamma_{DC} \cdot M_{DC} - \gamma_{DW} \cdot M_{DW}}{\gamma_{LL} \cdot M_{LL} \cdot (1 + IM)}$$

(2)

$$RF_V = \frac{C_V - \gamma_{DC} \cdot V_{DC} - \gamma_{DW} \cdot V_{DW}}{\gamma_{LL} \cdot V_{LL} \cdot (1 + IM)}$$

(3)

Trong đó: C_M, C_V - Sức kháng uốn, sức kháng cắt tính toán của dầm Super T; M_{DC}, M_{DW}, M_{LL} - lần lượt là các mô men do các tải trọng DC, DW, LL gây ra trong dầm Super T trên mô hình đã được hiệu chỉnh; V_{DC}, V_{DW}, V_{LL} - lần lượt là các lực cắt do các tải trọng DC, DW, LL gây ra trong dầm Super T trên mô hình đã được hiệu chỉnh; IM- hệ số xung kích của hoạt tải LL. Các hệ số tải trọng và hệ số xung kích lấy phụ thuộc vào trạng thái giới hạn và xác định theo Bảng 6.

Bảng 6. Bảng tổng hợp các hệ số tải trọng, hệ số xung kích

Trạng thái giới hạn	DC	DW	P	LL	IM
Kiểm kê	1,25	1,5	1,2	1,75	0,25
Khai thác	1,25	1,5	1,2	1,35	0,25

Kết quả xác định giá trị Rating Factor (RF) của dầm Super T đối với xe ba trục được thể hiện ở Bảng 7 và đối với xe hai trục được thể hiện ở Bảng 8.

Bảng 7. Kết quả xác định giá trị RF đối với xe 3 trục

Đánh giá khả năng chịu tải đối với xe 3 trục								
Dầm Super T	Nội lực	Sức kháng	DL	LL	Kiểm Kê		Khai Thác	
					RF	Kết luận	RF	Kết luận
Trong	Momen (KN.m)	17773	6838.11	1920.22	2.60	Đạt	3.37	Đạt
	Lực cắt (KN)	1962	759.54	261.45	2.10	Đạt	2.73	Đạt
Ngoài	Momen (KN.m)	17773	6914.47	2186.68	2.27	Đạt	2.94	Đạt
	Lực cắt (KN)	1962	690.70	207.02	2.81	Đạt	3.64	Đạt

Bảng 8. Kết quả xác định giá trị RF đối với xe 2 trục

Đánh giá khả năng chịu tải đối với xe 2 trục								
Dầm Super T	Nội lực	Sức kháng	DL	LL	Kiểm Kê		Khai Thác	
					RF	Kết luận	RF	Kết luận
Trong	Momen (KN.m)	17773	6838.67	1436.43	3.48	Đạt	4.51	Đạt
	Lực cắt (KN)	1962	759.54	204.60	2.69	Đạt	3.48	Đạt
Ngoài	Momen (KN.m)	17773	6915.24	1597.42	3.11	Đạt	4.03	Đạt
	Lực cắt (KN)	1962	690.70	162.52	3.58	Đạt	4.64	Đạt

Giá trị Rating factor (RF) của dầm Super T là giá trị Rating factor nhỏ nhất trong tất cả các trường hợp. Ta xác định được $RF = 2,10 > 1$; vậy dầm super T đảm bảo khả năng chịu hoạt tải thiết kế HL93. Giá trị RF của xe ba trục ($RF=2,10$) nhỏ hơn so với giá trị RF của xe hai trục ($RF=2,69$), điều này chứng tỏ xe ba trục gây ra hiệu ứng nội lực bất lợi hơn xe hai trục trong dầm super T.

Để thấy rõ được sự khác biệt khi tiến hành đánh giá khả năng chịu tải dầm Super T trên mô hình đã hiệu chỉnh và mô hình ban đầu trong hồ sơ thiết kế, ta áp dụng công thức (2) và (3) với các giá trị mô men M và lực cắt V được lấy theo hồ sơ tính toán của Đơn vị thiết kế. Kết quả đánh giá được thể hiện như Bảng 9. Ta nhận thấy giá trị RF dựa trên kết quả phân tích của đơn vị thiết kế ($RF=1,37$) cũng lớn hơn 1 nhưng nhỏ hơn nhiều so với giá trị ($RF=2,10$) được xác định trên mô hình đã hiệu chỉnh.

Bảng 9. Kết quả xác định giá trị RF dầm Super T lấy theo kết quả phân tích nội lực của đơn vị tư vấn thiết kế

Đánh giá khả năng chịu tải đối với xe 3 trục (theo tính toán thiết kế)									
Nội lực	Sức kháng	DC	DW	W	LL+IM	Kiểm kê		Khai thác	
						RF	Kết luận	RF	Kết luận
Momen (KN.m)	17773	30.75	6.27	183.36	4884.43	1.37	Đạt	1.78	Đạt
Lực cắt (KN)	1962	30.75	6.27	19.15	550.36	1.41	Đạt	1.83	Đạt

Như vậy, khi đánh giá khả năng chịu tải công trình cầu

theo quan điểm tích hợp có thể đánh giá được mức độ dự trữ cường độ chịu lực của dầm đối với hoạt tải khai thác là cao hơn so với giá trị phân tích của đơn vị thiết kế. Điều này đặc biệt có ý nghĩa khi tiến hành đánh giá khả năng chịu lực các công trình cầu cũ đã trải qua thời gian dài khai thác và sử dụng.

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày các nội dung cơ bản của phương pháp hiệu chỉnh mô hình đánh giá khả năng chịu tải công trình cầu dựa vào các số liệu đo đạc thực nghiệm theo quan điểm tích hợp của Hiệp hội đường cao tốc và giao thông vận tải Hoa Kỳ (AASHTO). Tiến hành đo đạc số liệu biến dạng thực tế cho nhịp dầm super T ($L=40m$) dưới tác dụng của hoạt tải thử nghiệm tại công trình cầu Nguyễn Tri Phương – TP Đà Nẵng; Xây dựng và mô phỏng ứng xử nhịp cầu Super T và hoạt tải thử nghiệm trên máy tính; Hiệu chỉnh mô hình phân tích dầm Super T dựa vào các số liệu biến dạng đo đạc thực tế tại công trình; Tiến hành đánh giá khả năng chịu tải thực tế của dầm Super T ($L=40m$) của cầu Nguyễn Tri Phương thông qua hệ số đánh giá tải trọng (RF) theo quan điểm tích hợp của AASHTO.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Giao thông Vận tải, Tiêu chuẩn kỹ thuật công trình giao thông, tập VII, Tiêu chuẩn Thiết kế cầu 22-TCN 272:05, Nhà xuất bản GTVT, Hà Nội, 2005.
- [2] AASHTO-LRFD Bridge Design Specification – SI Units Third Edition, 2004.
- [3] Tiêu chuẩn ngành 22TCN 243-98 Quy định kiểm định cầu trên đường ô tô.
- [4] The integrated approach to load testing instruction Manual – Bridge Diagnostics Inc, 2006.
- [5] WinGRF - Graphing Utility Software Users Manual – Bridge Diagnostics Inc, 2010.
- [6] WinGen - Utility Software Users Manual - Bridge Diagnostics Inc, 2010.
- [7] WinSac - Utility Software Users Manual - Bridge Diagnostics Inc, 2010.

(BBT nhận bài: 07/10/2014, phản biện xong: 24/10/2014)