

HỆ SỐ PHÂN BỐ HOẠT TẢI CHO LỰC CẮT THEO TCVN 11823-2017 VÀ PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN ĐỐI VỚI DẦM CẦU MẶT CẮT CHỮ I BẰNG BÊ TÔNG CỐT THÉP

LIVE LOAD DISTRIBUTION FACTOR FOR SHEAR FORCE ACCORDING TO TCVN 11823-2017 AND FINITE ELEMENT METHOD FOR REINFORCED CONCRETE I-SHAPE GIRDER

Ths. Trần Thế Hiệp - Trường Đại học Giao thông Vận tải / Email: tranthehiep@utc.edu.vn

TÓM TẮT: Trong thiết kế công trình cầu dầm, việc đánh giá đúng các hệ số phân bố tải trọng, đặc biệt là hệ số phân bố hoạt tải có vai trò quan trọng và ảnh hưởng lớn đến hình dạng và kích thước kết cấu cầu. Bài báo này tập trung vào phân tích và đánh giá hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt đối với dầm cầu mặt cắt chữ I bê tông cốt thép theo công thức gần đúng trong tiêu chuẩn TCVN 11823-2017 và phương pháp phần tử hữu hạn.

TỪ KHÓA: Hệ số phân bố hoạt tải, hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt, dầm cầu mặt cắt chữ I.

ABSTRACT: In the design of girder bridges, the correct assessment of the load distribution factors, especially the live load distribution factors, plays an important role and greatly affects the shape and size of the bridge structure. This paper focuses on the analysis and assessment of the live load distribution factor for shear force for reinforced concrete I-section bridge girders according to the approximate formula in TCVN 11823-2017 standard and the finite element method.

KEYWORDS: Live load distribution factor, live load distribution factor for shear force, I-section bridge girder.

1. Đặt vấn đề

Trong phân tích, tính toán và thiết kế công trình cầu dầm, việc áp dụng đúng hệ số phân bố tải trọng của hoạt tải có ảnh hưởng lớn đến hình dạng, kết cấu công trình; qua đó quyết định đến sự an toàn và tính kinh tế của công trình cầu.

Hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt không chỉ ảnh hưởng đến kết cấu dầm cầu mà còn ảnh hưởng đến gối cầu và móng, trụ cũng như nền móng công trình cầu. Bài báo tập trung nghiên cứu, phân tích, đánh giá hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt đối với dầm cầu mặt cắt dạng chữ I bê tông cốt thép (BTCT) giữa công thức gần đúng tính theo tiêu chuẩn TCVN 11823-2017 và phương pháp phần tử hữu hạn.

2. Phân tích, đánh giá hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt đối với dầm cầu dạng mặt cắt chữ I BTCT

2.1. Hệ số phân bố hoạt tải theo tiêu chuẩn TCVN 11823-2017

Đối với dầm cầu mặt cắt dạng chữ I BTCT thì hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt được tính toán theo công thức (điều 6.2.2.3 - Tiêu chuẩn TCVN 11823-4:2017) như sau:

- Hệ số phân bố hoạt tải đối với lực cắt cho dầm bên trong:

Đối với một làn thiết kế chịu tải:

$$g_{Q1}^I = 0.36 + \frac{S}{7600} \quad (1)$$

Đối với 2 hoặc hơn 2 làn thiết kế chịu tải:

$$g_{Q2}^I = 0.2 + \frac{S}{3600} - \left(\frac{S}{10700} \right)^2 \quad (2)$$

- Hệ số phân bố hoạt tải đối với lực cắt cho dầm biên:

Đối với một làn thiết kế chịu tải: tính theo quy tắc đòn bẩy.

Đối với 2 hoặc hơn 2 làn thiết kế chịu tải:

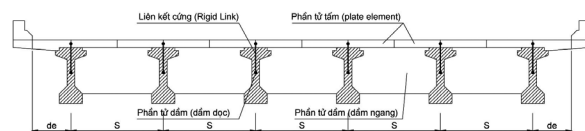
$$g_{Q2}^E = e \cdot g_{Q2}^I \quad (3)$$

$$\text{Trong đó: } e = 0.6 + \frac{d_e}{3000} \quad (4)$$

Trong đó: S - khoảng cách giữa các dầm chủ, d_e - khoảng cách giữa tim bản bụng phía ngoài của dầm biên và mép trong của bó vỉa.

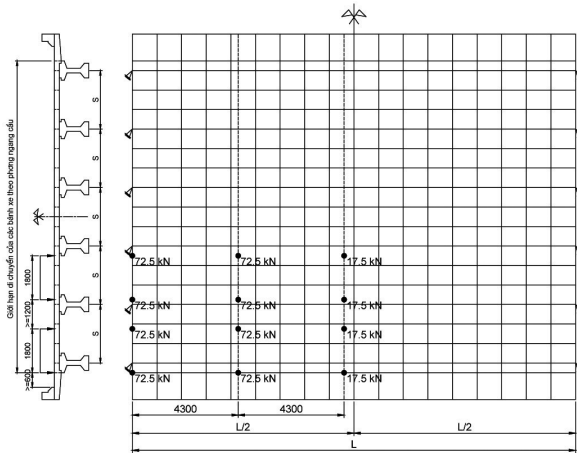
2.2. Hệ số phân bố hoạt tải tính theo phương pháp phần tử hữu hạn

Mô hình phần tử hữu hạn để phân tích tính toán hệ số phân bố hoạt tải gồm dầm dọc và dầm ngang được mô hình thành các phần tử thanh, bản mặt cầu được mô hình thành các phần tử tấm, liên kết cứng (rigid link) được dùng để mô hình sự làm việc liên hợp giữa bản mặt cầu và dầm dọc.



Hình 1. Mặt cắt ngang dầm cầu dạng chữ I BTCT

Hoạt tải được mô hình thành các tải trọng tập trung tương ứng với các bánh xe của mô hình tải trọng xe trong tiêu chuẩn TCVN 11823-2017.



Hình 2. Minh họa trường hợp xếp tải theo phương ngang cầu

Đối với kết cấu dầm giản đơn, lực cắt lớn nhất là ở khu vực đầu dầm. Vì vậy để đánh giá hệ số phân bố ngang của hoạt tải đối với lực cắt, sử dụng giá trị phản lực gối lớn nhất để tính toán. Hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt (g_Q) được xác định:

$$g_Q = \frac{R_{FEM}}{R_{simple}} \quad (5)$$

Trong đó:

R_{FEM} : Phản lực gối lớn nhất của dầm đang xét do hoạt tải từ kết quả phân tích theo phương pháp phần tử hữu hạn của hệ mạng dầm - bản (kết cấu không gian 3D) đã xét hệ số làn xe.

R_{simple} : Phản lực gối lớn nhất của dầm giản đơn (kết cấu phẳng 2D) của kết cấu có chiều dài nhịp L tương ứng.

2.3. Kết quả phân tích

Kết quả phân tích, tính toán hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt đối với dầm cầu dạng chữ I BTCT theo công thức của tiêu chuẩn TCVN 11823-2017 và phân tích bằng phương pháp phần tử hữu hạn như sau:

2.3.1. Khoảng cách giữa các dầm (S) thay đổi

Hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt (g_Q) đối với dầm cầu khi khoảng cách giữa các dầm thay đổi như sau: (Xem hình 3, 4, 5, 6)

2.3.2. Chiều dài nhịp dầm (L) thay đổi

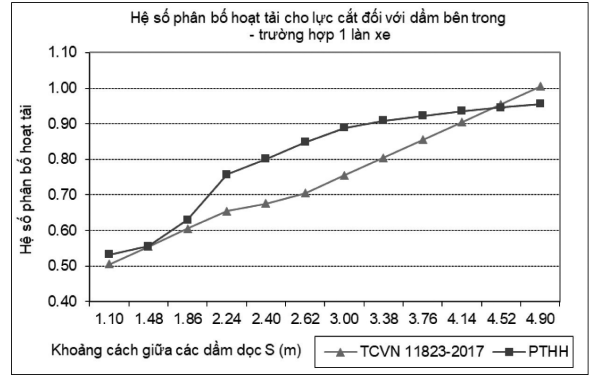
Hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt đối với dầm cầu khi chiều dài nhịp dầm thay đổi như sau: (Xem hình 7, 8, 9, 10)

2.3.3. Chiều dày bản mặt cầu (T_s) thay đổi

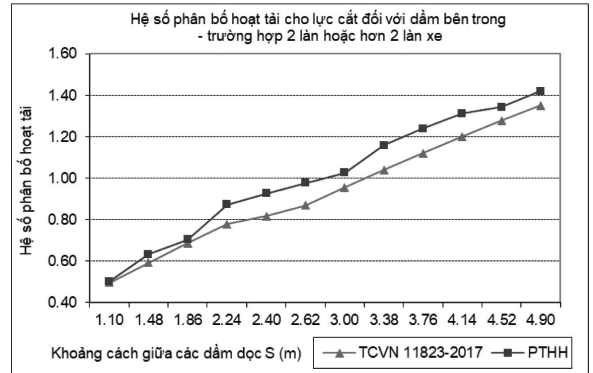
Hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt đối với dầm cầu khi chiều dày bản mặt cầu thay đổi như sau:

2.4. Phân tích và đánh giá

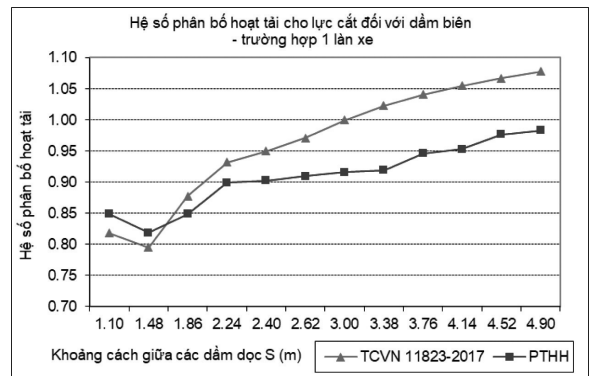
Dựa trên kết quả phân tích, tính toán và so



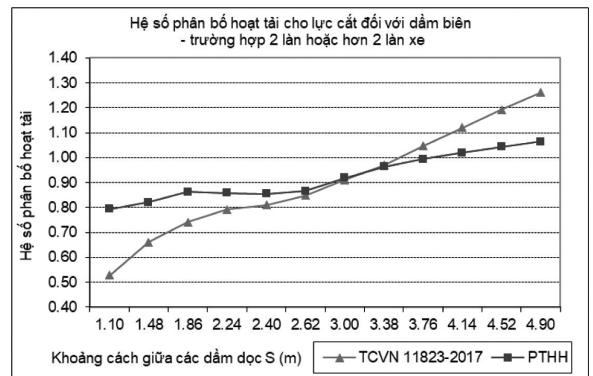
Hình 3. Hệ số g_Q đối với dầm bên trong, 1 làn xe khi S thay đổi



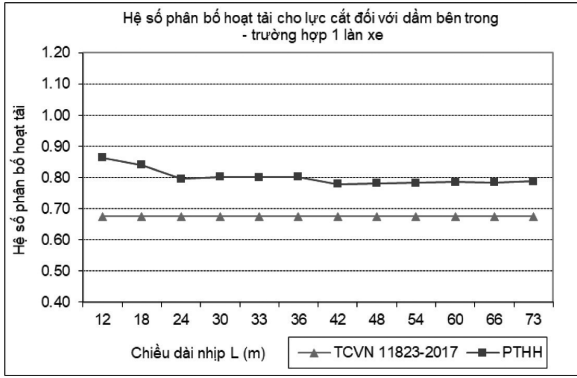
Hình 4. Hệ số g_Q đối với dầm bên trong, 2 hoặc hơn 2 làn xe khi S thay đổi



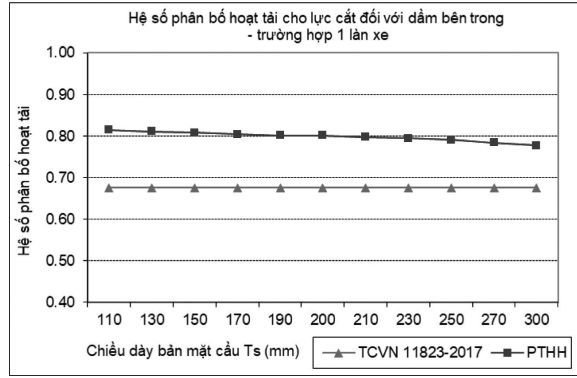
Hình 5. Hệ số g_Q đối với dầm biên, 1 làn xe khi S thay đổi



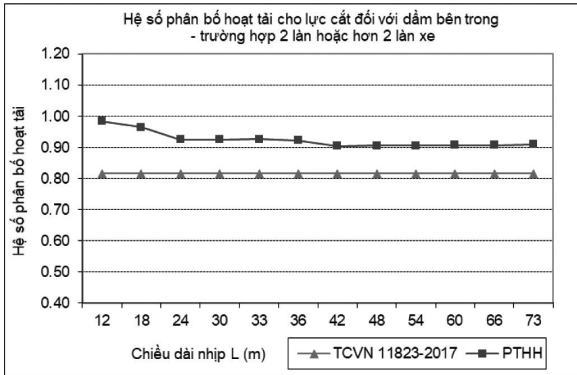
Hình 6. Hệ số g_Q đối với dầm biên, 2 hoặc hơn 2 làn xe khi S thay đổi



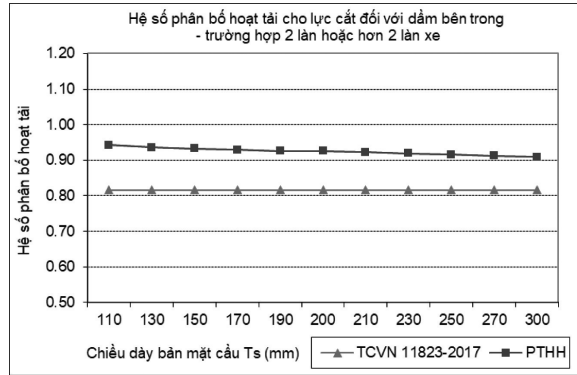
Hình 7. Hệ số g_0 đối với dầm bên trong, 1 lần xe khi L thay đổi



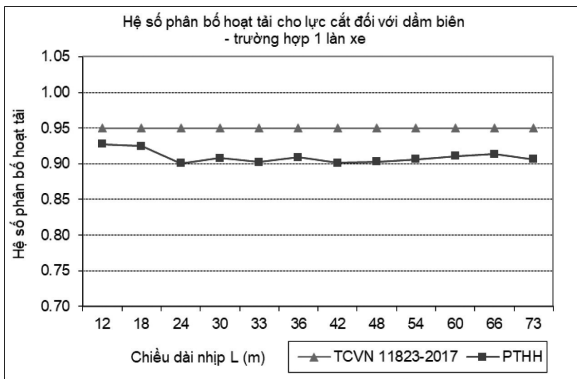
Hình 11. Hệ số g_0 đối với dầm bên trong, 1 lần xe khi Ts thay đổi



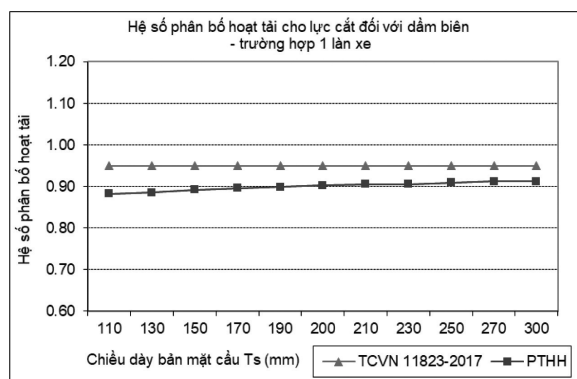
Hình 8. Hệ số g_0 đối với dầm bên trong, 2 hoặc hơn 2 lần xe khi L thay đổi



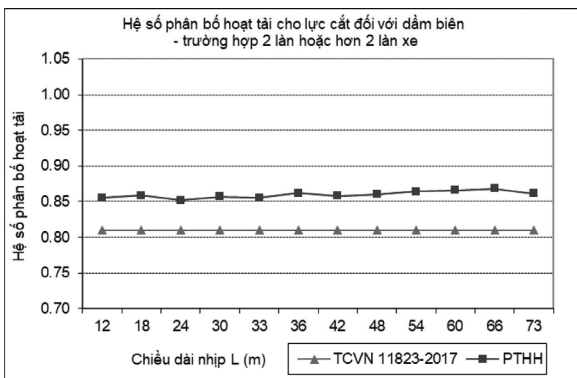
Hình 12. Hệ số g_0 đối với dầm bên trong, 2 hoặc hơn 2 lần xe khi Ts thay đổi



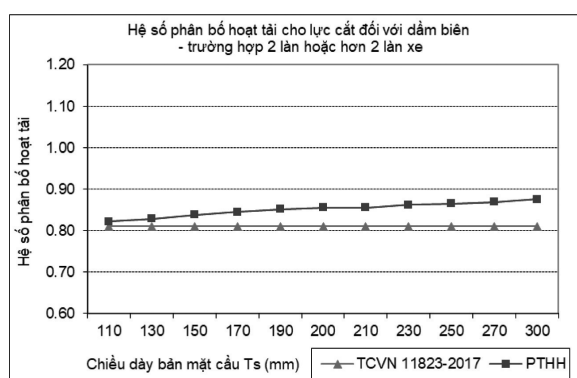
Hình 9. Hệ số g_0 đối với dầm biên, 1 lần xe khi L thay đổi



Hình 13. Hệ số g_0 đối với dầm biên, 1 lần xe khi Ts thay đổi



Hình 10. Hệ số g_0 đối với dầm biên, 2 hoặc hơn 2 lần xe khi L thay đổi



Hình 14. Hệ số g_0 đối với dầm biên, 2 hoặc hơn 2 lần xe khi Ts thay đổi

sánh hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt thể hiện bằng các biểu đồ ở mục 2.3 nêu trên, có những nhận xét sau đây:

- Đánh giá các tham số ảnh hưởng đến hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt: tham số khoảng cách giữa các dầm (S) ảnh hưởng lớn, các tham số chiều dài nhịp (L) và chiều dày bản mặt cầu (Ts) ít ảnh hưởng đến giá trị hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt.

- Đánh giá hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt khi khoảng cách giữa các dầm (S) thay đổi:

- + Đối với dầm bên trong: Trong đa số các trường hợp khảo sát, hệ số phân bố hoạt tải đối với lực cắt theo phương pháp phần tử hữu hạn đều có sự chênh lệch và lớn hơn giá trị tính theo công thức trong tiêu chuẩn TCVN 11823-2017. Sự chênh lệch này trung bình khoảng 8%.

- + Đối với dầm biên trong trường hợp 1 làn xe: Trong đa số các trường hợp khảo sát, hệ số phân bố hoạt tải đối với lực cắt tính theo công thức trong tiêu chuẩn TCVN 11823-2017 đều lớn hơn giá trị thu được từ phân tích, tính toán theo phương pháp phần tử hữu hạn.

- + Đối với dầm biên trong trường hợp 2 làn hoặc hơn 2 làn xe: khi khoảng cách giữa các dầm chủ (S) nhỏ hơn 3m thì hệ số phân bố hoạt tải đối với lực cắt tính theo công thức gần đúng nhỏ hơn giá trị thu được từ phân tích theo phương pháp phần tử hữu hạn và ngược lại khi (S) lớn hơn 3m.

3. Kết luận

Bài báo đã trình bày kết quả nghiên cứu, phân tích và đánh giá hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt đối với kết cấu cầu dầm dạng chữ I BTCT giữa phương pháp phần tử hữu hạn và công thức trong TCVN 11823-2017. Kết quả cho thấy:

- Tham số khoảng cách giữa các dầm chủ ảnh hưởng lớn đến giá trị hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt.

- Khi khoảng cách giữa các dầm chủ thay đổi thì giá trị hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt tính theo công thức TCVN 11823-2017 lớn hơn kết quả phân tích theo phương pháp phần tử hữu hạn đối với dầm biên trong trường hợp một làn xe. □

Tài liệu tham khảo

- [1]. Tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ TCVN 11823-2017.
- [2]. LRFD Bridge design specifications (2020), the American Association of State Highway and Transportation Officials.
- [3]. PGS.TS. Nguyễn Ngọc Long, GS.TS. Nguyễn Việt Trung (2015) Thiết kế cầu bê tông cốt thép, Nhà xuất bản giao thông vận tải.
- [4]. Toorak Zokaie (2000), AASHTO-LRFD Live load distribution specifications, Journal of Bridge Engineering.
- [5]. Zaher Yousif and Riyadh Hindi (2007), AASHTO-LRFD Live load distribution for beam-and-slab bridges: Limitations

- and Applicability, Journal of Bridge Engineering.
- [6]. Yochia Chen (1999), Distribution of vehicular loads on bridge girders by the FEA using ADINA: modeling, simulation, and comparison, Computers and Structures.
 - [7]. Wonseok Chung and Elisa D. Sotelino (2006), Three-dimensional finite element modeling of composite girder bridges, published by Engineering Structures.
 - [8]. Ngô Đăng Quang (2005), Mô hình hóa và phân tích kết cấu cầu với MIDAS/Civil - Tập 1, Nhà xuất bản xây dựng.
 - [9]. Trần Thế Hiệp, Đánh giá hệ số phân bố hoạt tải cho mô-men đối với dầm cầu mặt cắt chữ I bê tông cốt thép theo Tiêu chuẩn TCVN 11823-2017 và phương pháp phần tử hữu hạn. Tạp chí Giao thông Vận tải số 3-2024 (2024).