

So sánh hoạt tải dùng cho thiết kế cầu giữa Tiêu chuẩn Việt Nam 22TCN 272-05 và Tiêu chuẩn Nhật Bản 3-2002

Comparative live load of bridge design between Vietnamese Specification for Bridge design 22TCN 272-05 and Japanese Specification for Highway Bridges 3-2002

Vũ Hoàng Anh*

* Kỹ sư cầu, Tổng Công Ty Tư Vấn Thiết Kế Giao Thông Vận Tải (TEDI)
278 - Tôn Đức Thắng, Đống Đa, Hà Nội

Tóm tắt: Hoạt tải sử dụng trong các tiêu chuẩn thiết kế cầu hiện nay có nhiều sự khác biệt cả về cường độ lẫn các quy định sắp xếp tải trọng trên kết cấu. Trong bài báo này, tác giả muốn trình bày một vài so sánh về ảnh hưởng của các hoạt tải lên kết cấu theo quy định của Tiêu chuẩn Thiết kế cầu 22TCN 272-05 và Tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ Nhật Bản xuất bản tháng 3-2002.

Abstract: Live load used presently Specification for bridge design has some differences in weight wheels and distribution load on structure. In the paper, writer would like to present some comparative live load effects of bridge design between Vietnamese Specification for Bridge 22TCN 272-05 and Japanese Specification for Highway Bridges 3-2002.

Keywords: Liveload, HL 93, L-Load, TCN 272-05, JSHB

1. Lời mở đầu

Hiện nay, triết lý thiết kế của hai loại Tiêu chuẩn được tham khảo trong bài báo là khác nhau, do vậy, để tiện cho việc đánh giá, so sánh tải trọng sẽ được thực hiện đối với hoạt tải không nhân hệ số, hay còn gọi là tải trọng tiêu chuẩn. Việc so sánh này sẽ chỉ ra loại hoạt tải nào sẽ bất lợi hơn trong tổ hợp tải trọng tiêu chuẩn.

Tác giả cho rằng để kết luận một loại tải trọng nào đó an toàn hoặc ít lượng dự trữ hơn thì cần xem xét cả dạng kết cấu hơn là chỉ đơn giản xem xét một khía cạnh là hoạt tải. Tuy nhiên, để đánh giá một cách toàn diện và sâu sắc về hoạt tải trong thiết kế kết cấu cầu nói chung thì cần có một nghiên cứu kỹ lưỡng và dài hơi hơn.

2. Các loại kết cấu sử dụng trong bài viết

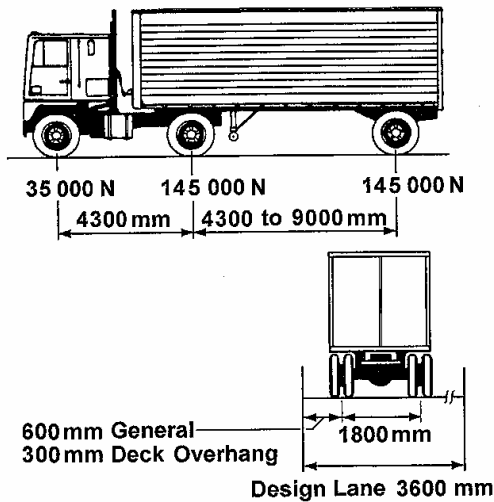
Trong phạm vi bài báo, tác giả sẽ tiến hành tính toán tải trọng hoạt tải trên ba loại kết cấu điển hình như trong bảng 1.

3. Các loại hoạt tải sử dụng trong bài viết

Hoạt tải quy định trong hai Tiêu chuẩn nói trên được bố trí và tính toán cụ thể như sau:

Hoạt tải HL93 theo Tiêu chuẩn TCN 272- 05 gồm có: hoạt tải làn 9.3kN/m, hoạt tải 1 xe nặng, hoạt tải 2 xe nặng, hoạt tải xe 2 trục. Hoạt tải 2 xe nặng được sử dụng trong trường hợp đường ảnh hưởng nội lực có 1 dấu trên chiều dài lớn, thí dụ như áp dụng tính toán mô men âm trên các gối,

phản lực gối v.v... cự ly giữa 2 xe nặng ít nhất là 15m. Trên mỗi làn xe, hoạt tải - trên cả phương ngang và dọc cầu - được bố trí sao cho gây ra hiệu ứng bất lợi nhất. Các làn xe sau đó được tổ hợp và triết giảm theo số lượng làn xe có mặt trong tổ hợp, cụ thể đối với cầu sử dụng 1 làn xe, $m = 1.2$; 2 làn $m = 1.0$; 3 làn $m = 0.85$; ≥ 4 làn $m = 0.65$.



Hình 1 Minh họa tải trọng xe nặng HL93

Hoạt tải L-load theo Tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ Nhật Bản 3-2002 gồm có: tải trọng làn chính 300kg/m^2 rộng 5.5m, tải trọng làn phụ bằng $\frac{1}{2}$ làn chính xếp trên phần còn lại của mặt cầu. Hoạt tải xe nặng chính 1000kg/m^2 cho mô men và 1200kg/m^2 cho lực cắt, hoạt tải này chiếm bề rộng 5.5m, hoạt tải xe nặng phụ bằng $\frac{1}{2}$ hoạt tải chính xếp trên phần còn lại của mặt cầu, chiều dài theo phương dọc cầu của hoạt tải xe nặng cố định bằng 10m.

Trong cả hai Tiêu chuẩn thiết kế, tải trọng làn và hoạt tải xe nặng được bố trí tự do trong phạm vi bề rộng cho phép, sao cho gây ra được hiệu ứng bất lợi nhất. Theo phương dọc cầu, cả hai Tiêu chuẩn cho phép các hoạt tải được phép xếp ngất quãng trên đường ảnh hưởng nội lực miễn là gây ra hiệu ứng bất lợi nhất. Tuy nhiên, trong Tiêu chuẩn Nhật Bản không xét yếu tố số làn xe cùng xuất hiện trên cầu.

Bố trí tải trọng theo phương ngang cầu và dọc cầu xem hình 2.

4. Kết quả nội lực

Tác giả sử dụng phần mềm thiết kế cầu RM2000. Để thuận tiện cho việc so sánh, đối chiếu, các kết quả được trình bày dưới dạng biểu đồ. Kết quả đường bao nội lực dựa trên 3 loại nội lực chính, mang tính quyết định trong việc thiết kế kết cấu là mô men uốn ngang cầu M_z , lực cắt thẳng đứng Q_y và mô men xoắn M_x trong dầm chủ.

5. Đối chiếu và đánh giá

Trường hợp 1: (hình 3)

Đối với cầu 1 dầm và nhịp giản đơn, có thể nhận thấy hoạt tải L-load bất lợi hơn so với hoạt tải HL93, sự chênh lệch càng lớn khi chiều dài nhịp tính toán tăng. Tuy nhiên, sự chênh lệch này không đồng nhất giữa đối với mô men uốn và lực cắt. Đối với mô men uốn, chênh lệch nhỏ nhất và lớn nhất tương ứng là 8% ~ 14%, còn đối với lực cắt, tỉ lệ này là 12% ~ 20% (xem biểu đồ 1 và 2). Điều này có thể giải thích bằng ảnh hưởng của xe nặng đặc biệt cũng như tải trọng làn trong L-load và hệ số xuất hiện đồng thời trên mặt cắt ngang quy định với HL93, cụ thể như sau:

1 xe nặng của L-load trong thí dụ nặng tổng cộng $(1\text{T/m}^2 \times 5.5\text{m} + 0.5\text{T/m}^2 \times 16.6\text{m}) \times 10\text{m} = 138\text{T}$; xe nặng của HL93 là $(3.5\text{T} + 2 \times 14.5\text{T}) \times 6\text{làn} \times 0.65 = 126.8\text{T}$; như vậy L-load đã lớn hơn HL93 là 9%. Tải trọng làn L-load cũng luôn lớn hơn HL93, trong thí dụ này tổng tải trọng làn của L-load là $(0.3\text{T/m}^2 \times 5.5\text{m} + 0.15\text{T/m}^2 \times 16.6\text{m}) = 4.14\text{T/m}$; tải trọng làn của HL93 là $1\text{T/m} \times 6\text{làn} \times 0.65 = 3.9\text{T/m}$; như vậy L-load lớn hơn HL93 là 6.1%. Kết quả là L-load luôn bất lợi hơn HL93 trong trường hợp cầu dầm giản đơn.

Trường hợp 2: (hình 4)

Cầu dầm liên tục, với khẩu độ không lớn (80m), tình hình diễn biến ngược lại. Tải trọng HL93 cho kết quả bất lợi hơn so với hoạt tải L-load đối với cả mô men uốn và mô men xoắn. Cụ thể, mô men âm tại vị trí trụ giữa HL93 cho kết quả lớn hơn L-load 14% và chênh lệch mô men dương tại giữa nhịp chính trị số này là 6.5%. Đối với mô men xoắn, HL93 vẫn gây hiệu ứng bất lợi hơn khoảng 20% so với L-load tại vị trí gối trên trụ giữa. Tuy nhiên, cả hai loại hoạt tải cho kết quả lực cắt rất tương đương với sai số lớn nhất khoảng 3%. HL93 gây hiệu ứng mô men uốn lớn hơn L-load trong trường hợp 2 có lẽ có thể hiểu được, do trong quy định của Tiêu chuẩn TCN272-05 đối với mô men âm (có thể hiểu 1 cách mở rộng là đối với đường ảnh hưởng có 1 dấu trên chiều dài đủ lớn có thể xếp được 2 xe cũng có thể áp dụng điều kiện này) trên gối các trụ giữa phải bố trí 2 xe nặng sao cho gây ứng lực bất lợi nhất, cự ly 2 xe ít nhất là 15m. Chính vì thế mô men âm trong HL93 lớn hơn do L-load. Đối với mô men dương, do xe nặng thứ 2 trong HL93 xếp ở vị trí đường ảnh hưởng có tung độ nhỏ, dẫn đến kết quả chênh lệch với L-load ít hơn, xem hình 6. Cũng có thể giải thích tương tự đối với trường hợp lực cắt, tuy nhiên do tải trọng xe nặng tăng lên 20% theo quy định của L-load nên sự sai khác lực cắt giữa L-load và HL93 giảm xuống so với trường hợp mô men uốn.

Trường hợp 3: (hình 5)

Cầu dầm văng khẩu độ khá lớn - 550m (đối với dầm chủ

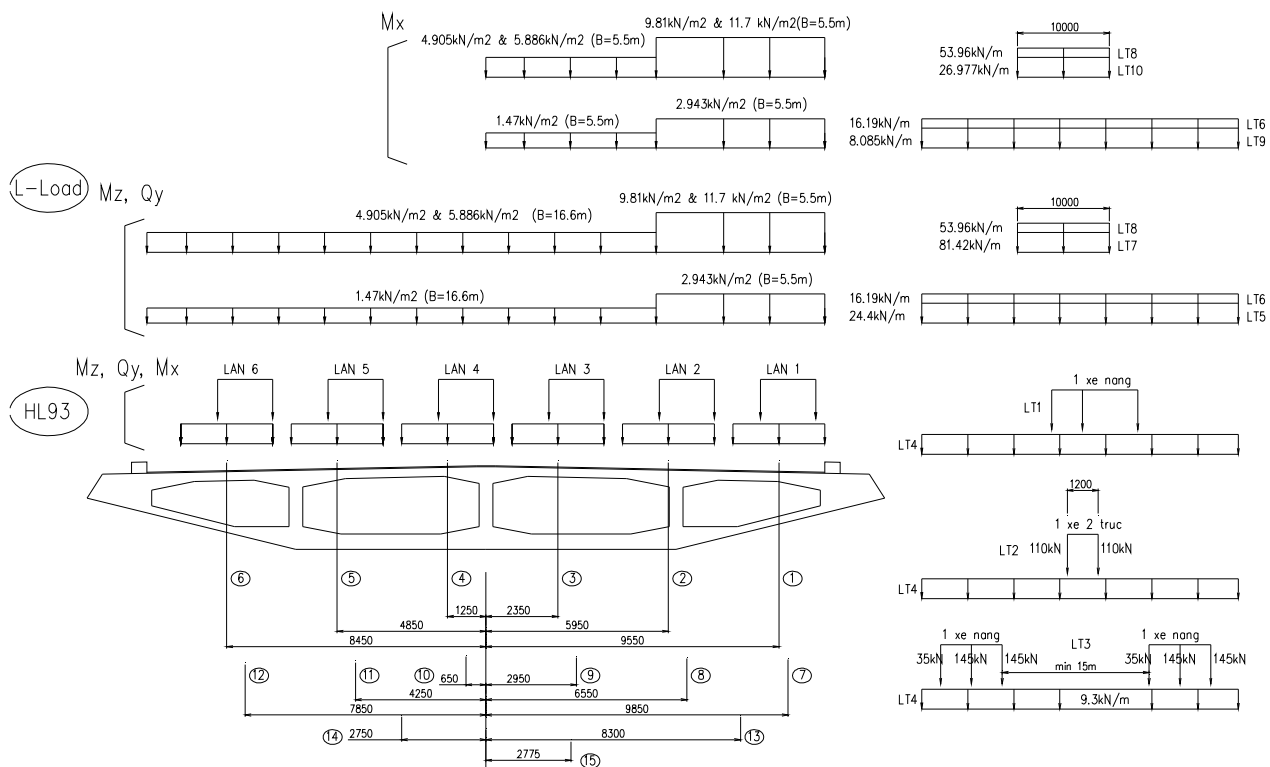
bằng BTCT), đường bao nội lực do cả hai loại hoạt tải cho kết quả khá giống nhau. Trên toàn bộ dầm chủ, chênh lệch của mô men uốn do hai loại tải trọng biến đổi rất ít, trong khoảng từ 2.0%~4.5%. Kết quả mô men xoắn có sai khác khá nhiều, HL93 cho kết quả lực mô men xoắn tại vị trí trụ thấp lớn hơn 18% so với L-Load. Trên biểu đồ lực cắt, L-load cho kết quả bất lợi hơn, tuy nhiên khác biệt trên nhịp chính là không đáng kể (dưới 5%), nơi chênh lệch lực cắt lớn nhất là vị trí trụ neo trên nhịp biên, kết quả L-load lớn hơn 9.5% so với HL93.

Tương tự trường hợp 2, có thể thấy tải trọng làn của

L-load nặng hơn tải trọng làn của HL93, tuy nhiên trường hợp xếp 2 xe nặng của HL93 lại lớn hơn xe nặng của L-load, kết quả này bù trừ lẫn nhau, xem hình 7. Do vậy có thể thấy xu hướng tiệm cận đến một giá trị nhất định của 2 loại tải trọng. Không thể không nhắc đến vai trò quan trọng của hệ số xuất hiện đồng thời của hoạt tải trên mặt cắt ngang "m", trong thí dụ này $m=0.65$ (số làn lớn hơn 4làn), rất có thể kết quả sẽ thay đổi với trường hợp cầu có số làn xe ít hơn. Mặc dù vậy, cụ thể trong thí dụ của bài báo này, rõ ràng hai loại tải trọng HL93 và L-load là gần tương đương.

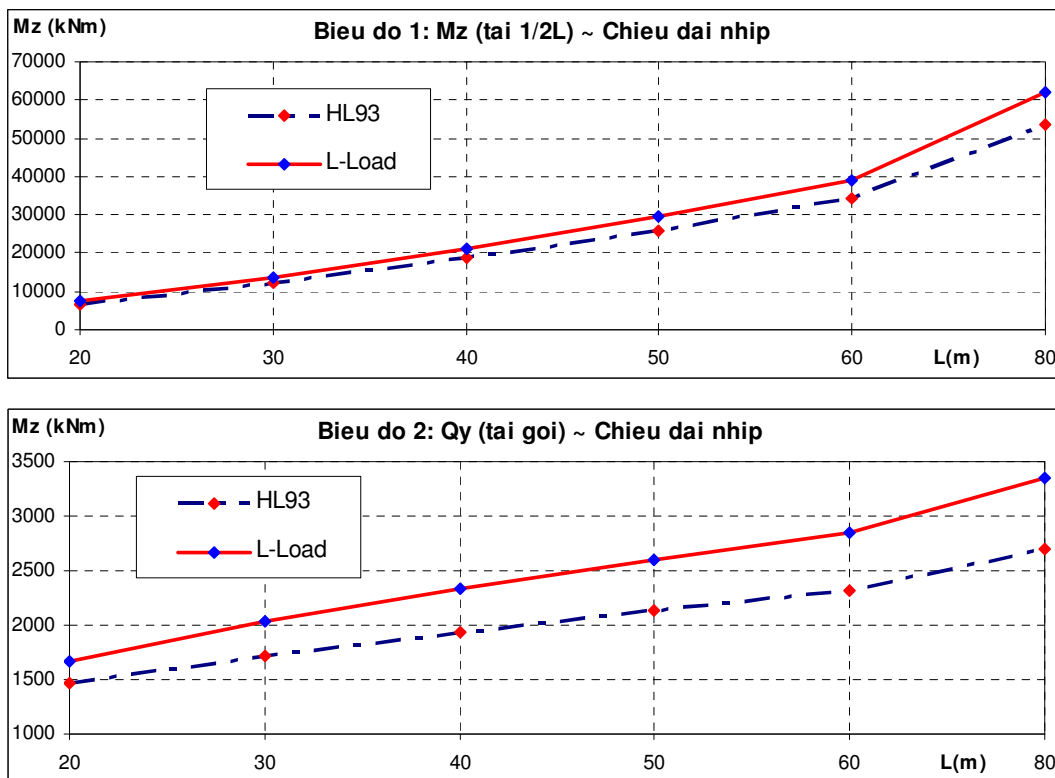
Bảng 1 Sơ đồ kết cấu nhịp trong các trường hợp tính toán

	SƠ ĐỒ KẾT CẤU NHỊP	MẶT CẮT NGANG DẦM CHỦ	GHI CHÚ
Trường hợp 1			M: Goi đi dầm dọc cầu F: Goi co đỉnh dọc cầu
Trường hợp 2			M: Goi đi dầm dọc cầu F: Goi co đỉnh dọc cầu
Trường hợp 3			- Cầu dầm văng 2 mặt phẳng dầy, cự ly dầy văng 8m, tổng số dầy văng toàn cầu 4x27-108dầy. - Trụ tháp BTCT cao 170m, kết cấu dạng viên kim cương (diamond) - Mặt cắt ngang bố trí 6 làn xe cơ giới



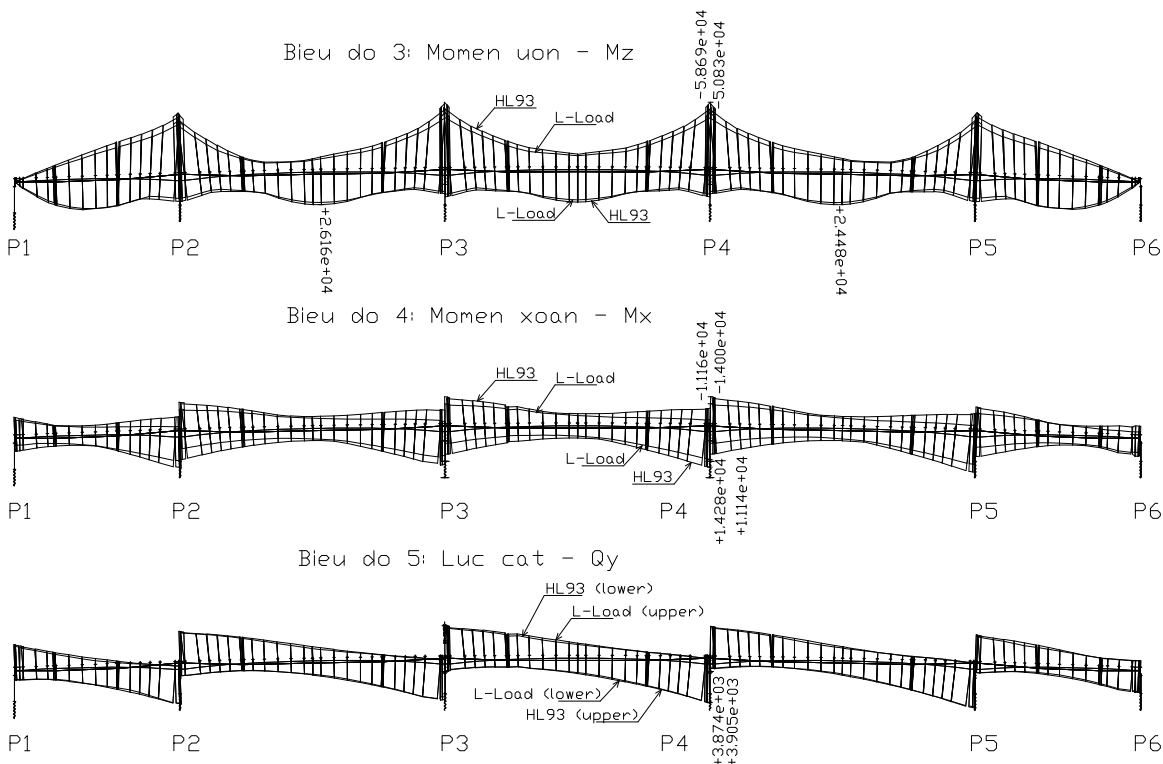
Hình 2 Sơ đồ bố trí hoạt tải

Trường hợp 1: Kết cấu nhịp giản đơn



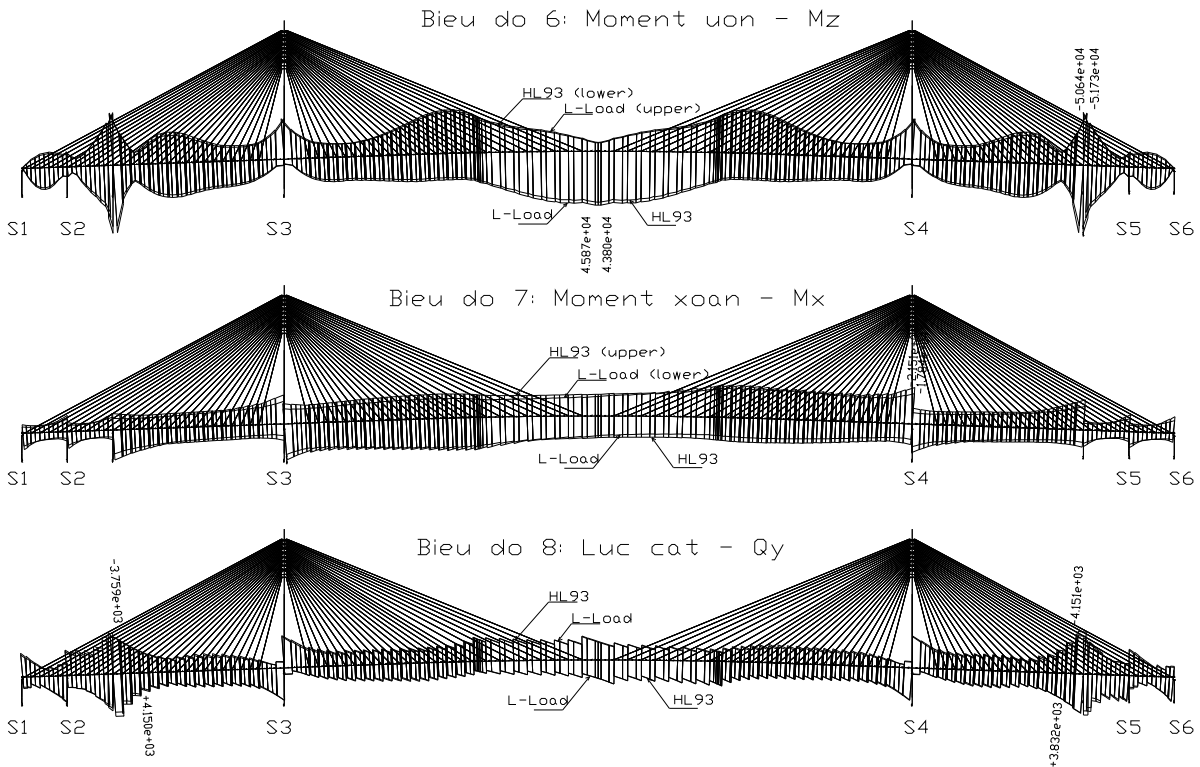
Hình 3 Biểu đồ đường bao nội lực trong trường hợp nhịp giản đơn

Trường hợp 2: Kết cấu nhịp liên tục

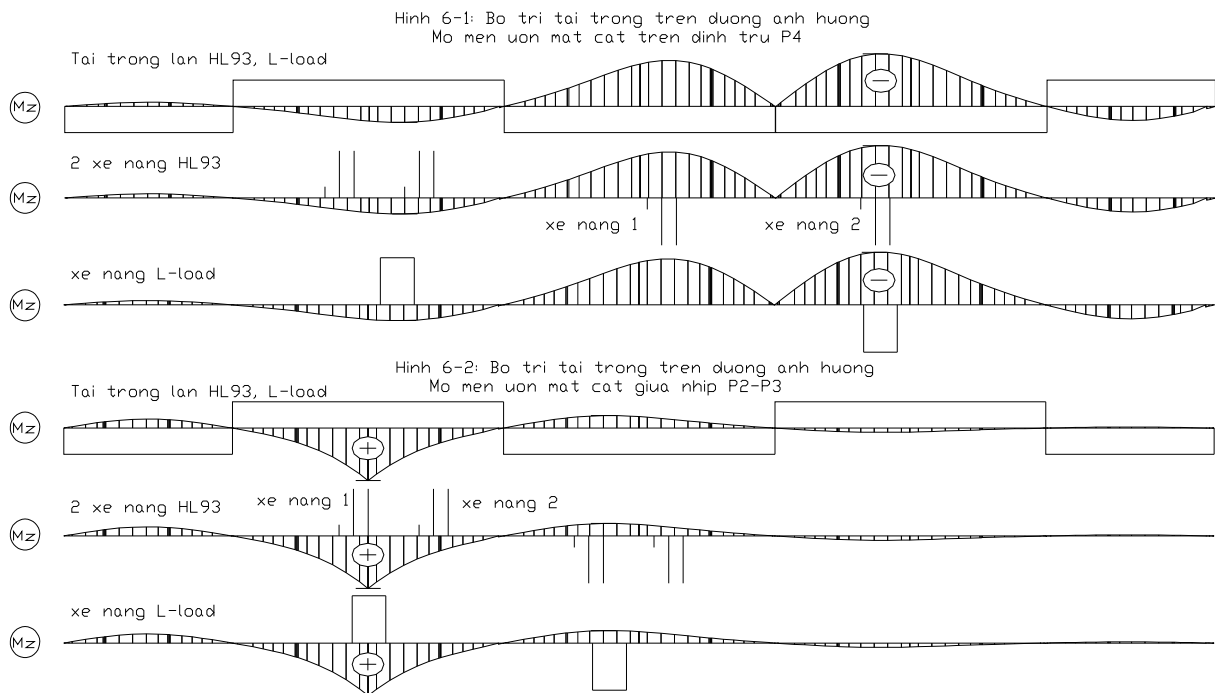


Hình 4 Biểu đồ đường bao nội lực trong trường hợp kết cấu nhịp liên tục

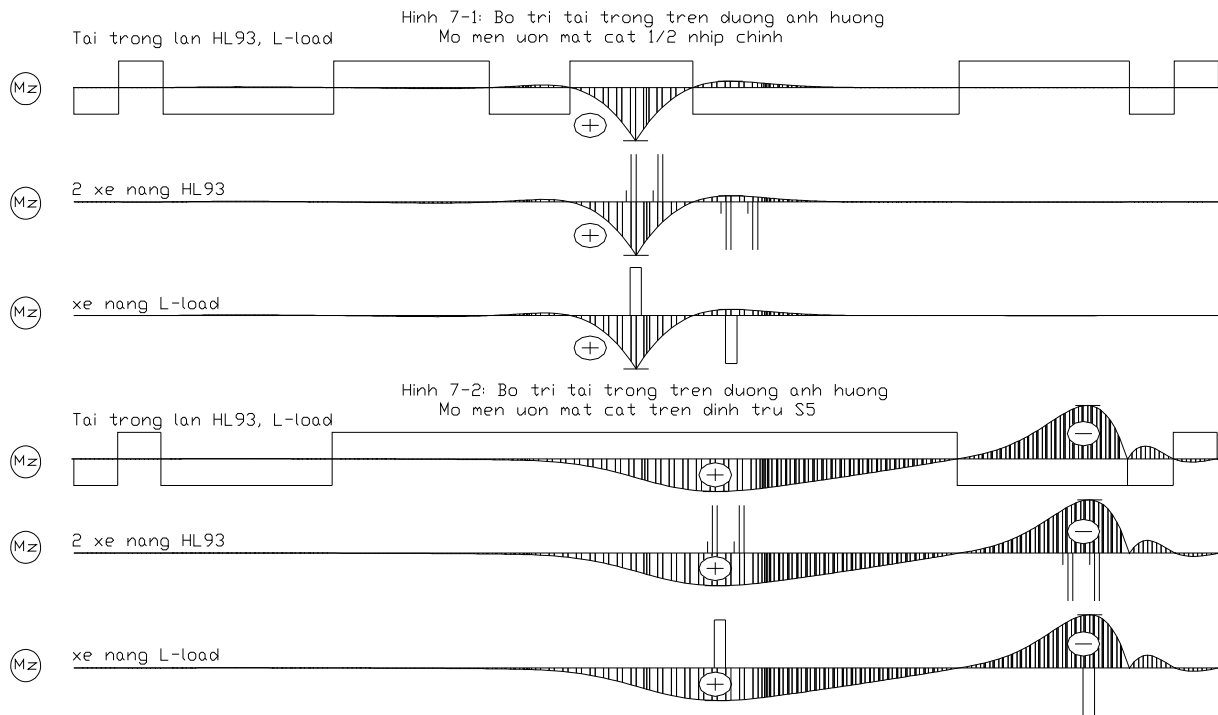
Trường hợp 3 : Kết cấu dây văng



Hình 5 Biểu đồ đường bao nội lực trong trường hợp cầu dây văng



Hình 6 Sơ đồ bố trí tải trọng trên đường ảnh hưởng dầm liên tục



Hình 7 Sơ đồ bố trí tải trọng trên đường ảnh hưởng dầm cầu dây văng

6. Tổng kết

Qua bài toán so sánh hoạt tải như đã trình bày ở trên, có thể có vài nhận xét như sau:

- Dưới góc độ dự trữ an toàn trong hoạt tải, có thể thấy tải trọng L-load có lượng dự trữ lớn hơn so với HL93 đối với trường hợp cầu dầm giản đơn. Tuy nhiên nếu xét trong thực tế cầu dầm giản đơn thông thường có khẩu độ nhịp nhỏ hơn 60m thì sự khác biệt giữa hai loại tải trọng sẽ nhỏ đi, khoảng dưới 13% đối với cả mô men và lực cắt. Với trường hợp cầu dầm liên tục, HL93 gây nội lực lớn hơn, điều này có thể được giả thích do cách bố trí 2 xe nặng theo quy định của Tiêu chuẩn TCN272-05. Điều thú vị nhất là đối với cầu dây văng khẩu độ nhịp chính 550m, cả hai loại hoạt tải là tương đương trong hầu hết các tiêu chí về nội lực.
- Một điều đáng chú ý là đối với cầu nhịp lớn (lớn hơn 500m chẳng hạn), hoạt tải thường được triết giảm một cách thích hợp để xét tới xác suất xuất hiện đồng thời của hoạt tải theo phương dọc cầu. Tuy nhiên, hiện nay ở Việt nam chưa có quy định cụ thể nào về việc triết giảm này. Trên thế giới khi thiết kế, người thiết kế thường đặt ra tiêu chuẩn riêng biệt cho mỗi công trình chứ chưa có một tiêu chuẩn thống nhất nào. Do vậy trong bài báo này, tác giả không xét tới yếu tố triết giảm hoạt tải theo chiều dài nhịp cho cả hai loại hoạt tải trong quá trình tính toán và so sánh nội lực.
- Trong thiết kế cầu, hoạt tải là một yếu tố quan trọng trong việc định dạng và quyết định cấu tạo của toàn bộ kết cấu công trình. Tuy nhiên, hoạt tải không phải là tất cả, tùy theo chiều

dài nhịp, tỉ lệ % nội lực do hoạt tải gây ra phụ thuộc rất nhiều vào dạng kết cấu phần trên. Tuy nhiên, việc đánh giá tầm quan trọng của hoạt tải phụ thuộc vào mỗi Tiêu chuẩn khác nhau, việc này sẽ quyết định rất lớn đến kích thước và cấu tạo của kết cấu. Vấn đề này sẽ dành trong phần tìm hiểu cụ thể trong bài viết sau.

- Để đánh giá một cách có hệ thống và toàn diện về các hiệu ứng gây ra bởi hoạt tải, cần phải có một nghiên cứu cụ thể, sâu rộng về nhiều vấn đề khác như dạng kết cấu nhịp, chiều dài kết cấu nhịp, bề rộng cầu, bố trí phân làn giao thông, các thông số kỹ thuật của hoạt tải v.v... trong phạm vi một bài báo nhỏ không thể thực hiện hết được, tác giả xin đưa ra một số gợi ý như trên, rất mong nhận được sự đóng góp của bạn đọc.

7. Lời cảm ơn

Tác giả xin trân trọng cảm ơn ông Kensaku Hata, Quyền Kỹ Sư Thường Trú Dự án Cầu Cần Thơ, công ty tư vấn thiết kế Chodai đã cung cấp thông tin và cho những ý kiến đóng góp quý báu để có thể hoàn thành bài viết này.

Đồng thời tôi xin gửi lời cảm ơn Ban biên tập Tạp san chuyên ngành - CLB Giao Lưu Kỹ Thuật Nhật Việt (JVVEEF) đã đọc và góp ý cho bài báo (<http://www.nhatviet.net/jveef>).

Tài liệu tham khảo

1. Tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ Việt Nam 22TCN-272-05.
2. Tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ Nhật Bản 3/2002♦