ĐÁNH GIÁ NĂNG LỰC CHỊU TẢI CỦA CÁC CÔNG TRÌNH CẦU ĐƯỜNG ÔTÔ TRONG ĐIỀU KIỆN KHAI THÁC VỚI VẬN TỐC CAO

TS. HOÀNG HÀ - KS. LÊ QUANG HANH

Bộ môn Công trình Giao thông thành phố

KS. ĐỖ ANH TÚ

Bộ môn Cầu Hầm

Khoa Công trình - Trường Đại học Giao thông Vận tải

***Tóm tắt**: Bài viết giới thiệu kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của vận tốc khai thác của hoạt tải đối với các hiệu ứng động lực trong kết cấu nhịp cầu trên đường ôtô. Kết quả nghiên cứu có khả năng hỗ trợ việc thiết kế và kiểm toán năng lực chịu tải của các công trình cầu trên các tuyến đường cao tốc.*

***Summary**: The report presents recently researches into analysis of the changes of dynamic behaviours in the elements of bridge structures that fit the speed on bridges. The result is to help designers in dynamic analysis of Road - Bridges on motorway in Vietnam.*

1. MỞ ĐẦU

CT 2

Vận tải tốc độ cao là giải pháp quan trọng bậc nhất nhằm thu ngắn khoảng cách giữa các vùng miền, tiết kiệm thời gian đi lại thúc đẩy phát triển kinh tế, xã hội đã trở thành định hướng chiến lược phát triển giao thông vận tải hiện đại của hầu hết các nước trên thế giới trong đó có Việt Nam.

Bên cạnh những lợi ích to lớn đã đưa lại, vấn đề vận tải cao tốc cũng đặt ra hàng loạt mối quan tâm xung quanh vấn đề đảm bảo an toàn về các mặt phương tiện, tiêu chuẩn thiết kế và xây dựng cầu đường, tổ chức giao thông…

***Hình 1.** Đường cao tốc ở Trung Quốc*

Theo lý thuyết dao động công trình, khi tải trọng di chuyển với vận tốc lớn sẽ đến sự gia tăng nhanh chóng hiệu ứng động lực tác động bất lợi cho cả phương tiện, công trình giao thông và cả tâm lý người tham gia giao thông. Vấn đề có thể trở nên phức tạp hơn trong điều kiện phối hợp đồng thời của các yếu tố bất lợi liên quan như tải trọng nặng, di chuyển với tốc độ lớn trên các dạng công trình cầu có kết cấu thanh mảnh, vượt nhịp dài, "nhậy cảm" với dao động. Cũng cần lưu ý thêm là nghiên cứu về tải trọng di động thuộc lớp bài toán khó trong cơ học, chịu ảnh hưởng nhiều yếu tố ngẫu nhiên nên dù đã thu hút sự quan tâm của nhiều tác giả nhưng cho đến tới nay vẫn đòi hỏi những nghiên cứu đầy đủ hơn đặc biệt là đối với tác động đồng thời của nhiều tải trọng di động với vận tốc cao.

Bài viết này tiếp cận vấn đề nêu ra trên đây dưới góc độ phân tích mức độ ảnh hưởng của vận tốc tải trọng đến trạng thái ứng suất biến dạng trong một số dạng kết cấu nhịp cầu trên đường ôtô. Nội dung nghiên cứu góp phần bổ trợ cùng các phương pháp tính toán khác trong công tác thiết kế cầu, đặc biệt là các cầu trên các tuyến giao thông cao tốc.

2. ẢNH HƯỞNG CỦA VẬN TỐC TẢI TRỌNG TỚI HIỆU ỨNG ĐỘNG LỰC TRONG KẾT CẤU CẦU

Ảnh hưởng của vận tốc khai thác đến trị số của hiệu ứng động lực trong kết cấu đã được R. Willis và Stokes đề cập lần đầu tiên thông qua công thức tính toán hệ số động lực:

$$(1+\mu) = 1 + \frac{M_p L}{3EJ} v^2 \qquad (1)$$

trong đó:

M_p - khối lượng của tải trọng tác động;

L - chiều dài nhịp tính toán;

EJ- độ cứng chống uốn của kết cấu;

v - vận tốc của tải trọng.

Tuy nhiên mô hình nghiên cứu của R. Willis và Stokes có ý nghĩa thực tế không lớn do giả thiết bỏ qua khối lượng của kết cấu.

Các nghiên cứu đầy đủ hơn của I. Liaxevic và A. N. Krưlov cũng đã đề xuất công thức liên quan đến yếu tố vận tốc tải trọng:

$$(1+\mu) = 1 + \frac{vL}{\pi}\sqrt{\frac{m}{EJ}} \qquad (2)$$

trong đó m là khối lượng rải đều trên đơn vị dài của kết cấu nhịp.

Vận tốc tới hạn tương ứng với trạng thái có thể xảy ra cộng hưởng được tính theo công thức:

$$v_{th} = \frac{\pi}{L}\sqrt{\frac{m}{EJ}} \qquad (3)$$

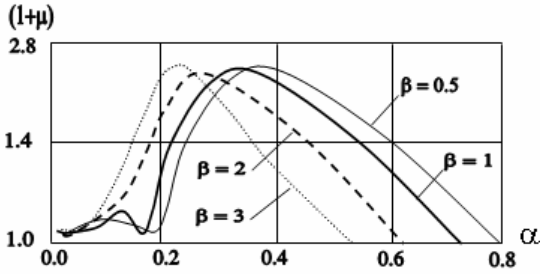
Vận tốc tới hạn tính theo công thức (3) rất lớn nên hiện tượng cộng hưởng rất khó xảy ra. Tuy nhiên công trình nghiên cứu của I. Liaxevic và A. N. Krưlov còn chưa đề cập tới một yếu tố

quan trọng đó là khối lượng của tải trọng và mối tương quan giữa chúng và khối lượng của kết cấu.

Phát triển kết quả nghiên cứu trên đây, các tác giả A. P. Philipov và một số tác giả khác đã nghiên cứu mô hình tổng quát xét động thời cả khối lượng của hoạt tải và dầm thông qua các tham số đặc trưng:

$$\alpha = \frac{vL}{\pi}\sqrt{\frac{m}{EJ}} \qquad \text{và} \qquad \beta_1 = \frac{M_p}{mL} \tag{4}$$

Dễ dàng nhận thấy α và β_1 là các đại lượng không thứ nguyên.

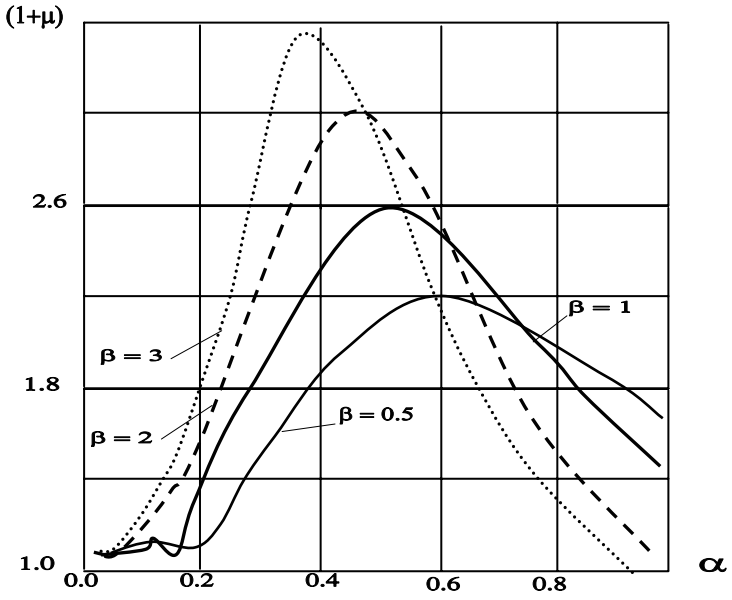


Hình 2. *Sự thay đổi hệ số động lực của độ võng tại mặt cắt dưới tải trọng phụ thuộc vào α và β_1.*

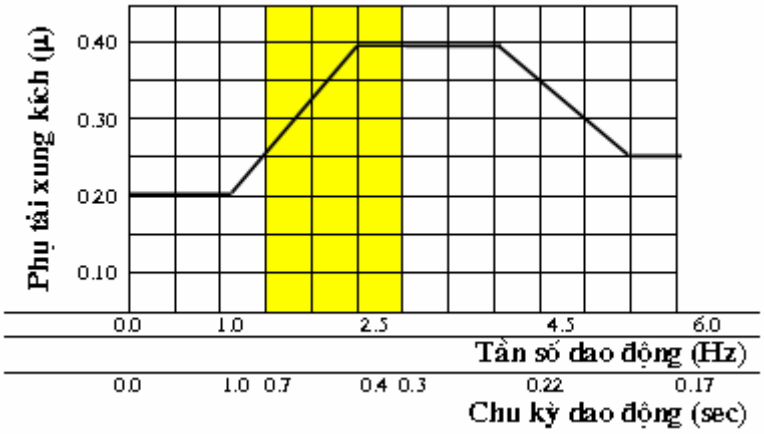
Biểu thức (4) cho thấy với cùng một loại kết cấu, một loại tải trọng và chiều dài nhịp nhất định, hệ số α sẽ được xác định phụ thuộc vào vận tốc di động của tải trọng.

CT 2

Trên hình 2 và 3 giới thiệu kết quả nghiên cứu của A. P. Philipov về sự biến đổi hệ số động lực của độ võng tại mặt cắt dưới vị trí tải trọng và vị trí giữa nhịp dầm giản đơn phụ thuộc α và β_1.



Hình 3. *Sự thay đổi hệ số động lực của độ võng tại mặt cắt L/2 phụ thuộc vào α và β_1.*



Hình 4. *Phụ tải xung kích theo Tiêu chuẩn Australia và Canada.*

Chú ý tới biểu thức của α có thể tìm được mối liên hệ với chu kỳ dao động tự do theo phương thẳng đứng của kết cấu:

$$\alpha = \frac{v\,L}{\pi}\sqrt{\frac{m}{EJ}} = \frac{v}{2L}\frac{2L^2}{\pi}\sqrt{\frac{m}{EJ}} = \frac{v}{2L}T \qquad (5)$$

Công thức (5) cho thấy đặc trưng cấu tạo α và chu kỳ dao động tự do có quan hệ tuyến tính với nhau. Với cùng một giá trị vận tốc thì hệ số động lực phụ thuộc vào chu kỳ dao động tự do T của kết cấu.

Hệ thức (4) cũng cho thấy khi tham số cấu tạo của kết cấu không đổi, hệ số động lực do hoạt tải gây ra sẽ phụ thuộc vào vận tốc tải trọng. Khi vận tốc tăng lên, hệ số động lực tăng, nhưng đến một miền giá trị nào đó của vận tốc hệ số động lực không tăng nữa mà có xu thế ngược lại, giảm khi vận tốc tăng.

CT 2

Vấn đề này đã được giải thích về bản chất vật lý, khi tốc độ quá lớn, tốc độ biến dạng của kết cấu sẽ nhỏ hơn tốc độ di động của tải trọng.

Điều này cho phép nhận biết cơ sở xây dựng phương pháp tính hệ số động lực của các Tiêu chuẩn thiết kế cầu của Australia và Canada thể hiện ở hình 4.

Phân tích trên đây đã cho thấy tính phức tạp và sự cần thiết của việc nghiên cứu đầy đủ hơn ảnh hưởng của vận tốc tải trọng tới sự biến đổi của hiệu ứng động lực trong kết cấu cầu.

3. MỘT SỐ KẾT QUẢ PHÂN TÍCH ẢNH HƯỞNG CỦA VẬN TỐC HOẠT TẢI ĐỐI VỚI HIỆU ỨNG ĐỘNG LỰC TRONG KẾT CẤU CỦA MỘT SỐ DẠNG CẦU TRÊN ĐƯỜNG ÔTÔ Ở VIỆT NAM

Để có thể có các kết quả nghiên cứu gần sát hơn với tác dụng thực tế của các đoàn tải trọng di động, phạm vi nghiên cứu của bài báo sẽ đề cập tới hai khái niệm về hệ số động lực:

+ Hệ số động lực của một tải trọng ôtô $(1+IM)_s$ **:** áp dụng đối với các cầu có chiều dài nhịp ngắn hơn 20 m. Trong quá trình khai thác với khoảng chiều dài này chỉ có khả năng xảy ra trường hợp một xe tải di động trên nhịp. Hệ số động lực xác định bằng giá trị cực tỷ số giữa hiệu ứng động lực của một tải trọng trên hiệu ứng tĩnh tương ứng.

+ **Hệ số động lực thiết kế của đoàn hoạt tải ôtô** $(1+IM)_m$: áp dụng cho các kết cấu nhịp có chiều dài lớn hơn. Trong quá trình khai thác có thể xảy ra các trường hợp có một hoặc nhiều xe đồng thời xuất hiện trên nhịp. Khi vận tốc khai thác tăng lên, khoảng cách các xe dãn xa hơn đồng nghĩa với việc số lượng xe xuất hiện trên dầm giảm đi. Việc khảo sát trong phạm vi rộng rãi tác dụng đồng thời của nhiều tải trọng với dải vận tốc, số lượng và cự ly xe phù hợp sẽ cho phép phát hiện hiệu ứng động lực cực đại mà đoàn hoạt tải có thể gây ra cho kết cấu nhịp. Lập tỷ số giữa hiệu ứng động lực cực đại nêu trên đối với hiệu ứng động lực của đoàn xe tiêu chuẩn thiết kế sẽ tìm được hệ số động lực của đoàn xe.

3.1. Kết quả khảo sát đối với kết cấu nhịp cầu dầm giản đơn

Khảo sát tác động của một xe ôtô tải loại KPAZ-250B có khối lượng 25 T di động qua kết cấu nhịp cầu dầm giản đơn dạng liên hợp thép - BTCT có chiều dài nhịp 12 m.

- Giải vận tốc khảo sát từ 5 - 150 km/h.

- Tham số đặc trưng γ thay đổi nhờ việc lấy các trị số độ cứng chống uốn EJ: EJ_1 = 0,25.EJ, EJ_2 = 0,50EJ, EJ_3 = EJ, EJ_4 = 2,0EJ. Trong đó EJ được lấy chuẩn từ cầu thực tế bằng 2.269.182.300 $N.m^2$.

- Tỷ số giữa khối lượng tải trọng với khối lượng của dầm cũng được xét đến bằng việc đưa vào các hệ số β biến đổi theo các giá trị 0.3731, 0,2755 và 0.1533 tương ứng với các xe ôtô có khối lượng 25 T, 18 T và 13 T di động qua dầm.

Kết quả khảo sát hiệu ứng động lực và hệ số động lực tương ứng thể hiện trong các hình 5 đến 8. Phân tích kết quả tính toán cho phép đưa ra các nhận xét sau đây:

CT 2

a. Hiệu ứng động lực và hệ số động lực tương ứng biến đổi không tuyến tính theo vận tốc di động của tải trọng, trong dải vận tốc từ 5 - 150 km/h các đại lượng nghiên cứu này có xu thế tăng trong khoảng vận tốc từ 5 - 60 km/h sau đó có xu thế giảm dần đối với các vận tốc lớn hơn. Điều này được giải thích rằng khi vận tốc tải trọng lớn tốc độ biến dạng của kết cấu chậm hơn so với tốc độ của tải trọng. Kết quả nghiên cứu thu được tương tự như kết quả do tác giả Phi-li-pov đã công bố.

b. Hệ số động lực và vùng vận tốc nguy hiểm tương ứng của các mặt cắt khác nhau có trị số khác nhau. Vùng vận tốc nguy hiểm đối với hiệu ứng động lực và hệ số động lực tương ứng của ứng suất động lực tại mặt cắt L/4 có xu hướng nhỏ hơn các đại lượng nghiên cứu khác, ở vào khoảng 40 km/h.

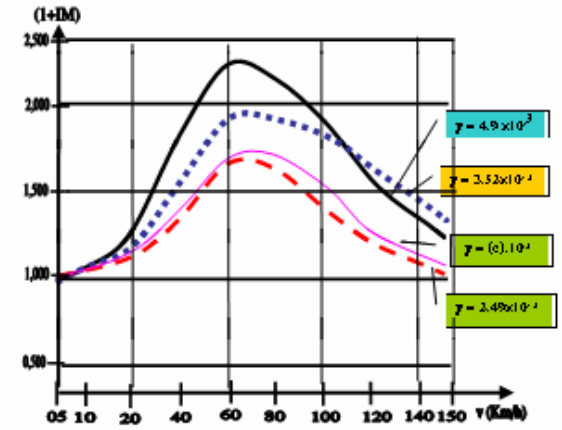
c. Tham số $\beta = \dfrac{M_p}{mL}$ có ảnh hưởng tới hiệu ứng động lực và hệ số động lực ở 2 khía cạnh:

+ Hiệu ứng động lực và hệ số động lực có xu thế tăng lên khi β tăng

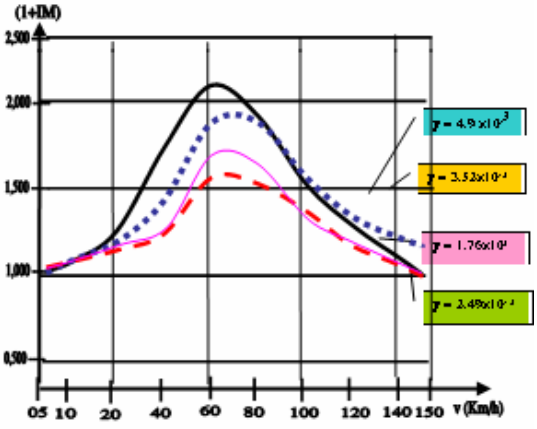
+ Vùng vận tốc nguy hiểm sẽ tăng khi β tăng, các xe ôtô tải trọng 10 - 13 T sẽ gây bất lợi ở vùng vận tốc 30 - 35 km/h, loại xe 18 T gây nguy hiểm ở vùng vận tốc 40 - 50 km/h, xe có trọng tải 25 - 30 T gây nguy hiểm ở vùng vận tốc 60 - 70 km/h. Kết quả nghiên cứu này hoàn toàn trùng hợp với kết quả nghiên cứu của một số tác giả nước ngoài.

d. Tham số $\gamma = \frac{L}{\pi}\sqrt{\frac{m}{EJ}}$ là đặc trưng cấu tạo thể hiện tham số về khối lượng và độ cứng chống uốn tương đối của kết cấu có ảnh hưởng rất lớn tới hiệu ứng động lực. Kết quả khảo sát đã cho thấy quan hệ của hiệu ứng động lực với hệ số này cũng không tuyến tính. Biểu đồ trên hình 8 cho thấy rõ với khoảng trị số phù hợp hiệu ứng động lực có thể đạt giá trị cực tiểu qua đó cho thấy sự cần thiết của việc lựa chọn tham số phù hợp cho đặc trưng cấu tạo γ để giảm thiểu tác dụng xung kích.

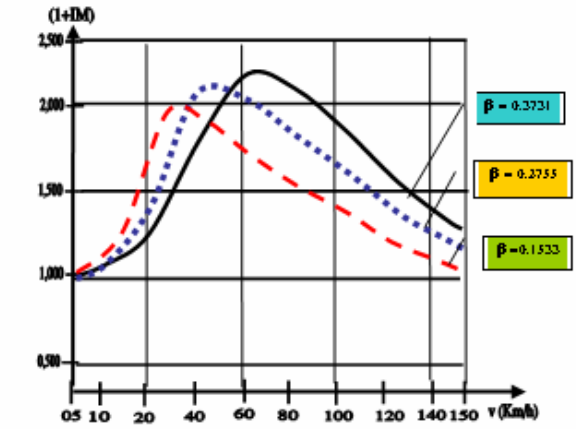
Chú ý tới quan hệ của tham số γ với chu kỳ dao động tự do của kết cấu nhịp cầu dầm giản đơn T = 2Lγcó thể thấy được cơ sở của việc tính toán hệ số động lực theo Tiêu chuẩn của Australia và Canada giới thiệu ở trên. Vấn đề này sẽ được đề cập đầy đủ hơn ở các nghiên cứu ở mục tiếp sau.



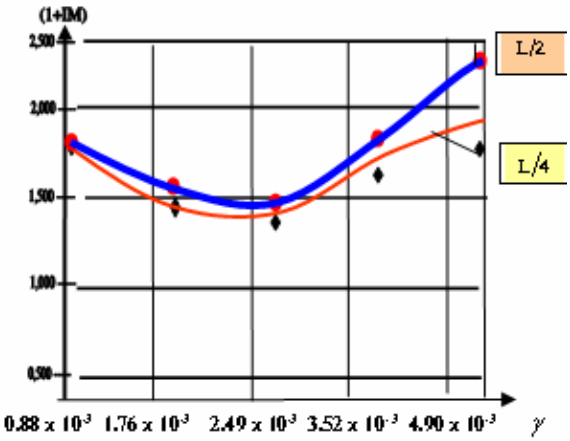
Hình 5. *Biến đổi của hệ số động lực của độ võng tại m/c L/2 phụ thuộc vận tốc hoạt tải ôtô và tham số γ Dầm liên hợp thép - BTCT - L = 12 m*



Hình 6. *Biến đổi của hệ số động lực của độ võng tại m/c L/4 phụ thuộc vận tốc hoạt tải ôtô và tham số γ Dầm liên hợp thép - BTCT - L = 12 m*



Hình 7. *Biến đổi của hệ số động lực của độ võng tại m/c L/2 phụ thuộc vận tốc hoạt tải ôtô và tham số β Dầm liên hợp thép - BTCT - L =12 m*



Hình 8. *Biến đổi của hệ số động lực lớn nhất của độ võng tại m/c L/2 phụ thuộc vào γ Dầm liên hợp thép - BTCT - L =12 m*

CT 2

3.2. Kết quả khảo sát hiệu ứng động lực và hệ số động lực tương ứng của với kết cấu nhịp cầu dầm liên tục

Các kết quả nghiên cứu cho dầm giản đơn trên đây đã làm sáng tỏ ý nghĩa của hiệu ứng động lực và hệ số động lực tương ứng do tác động của một tải trọng.

Trong bài toán thiết kế cầu hiệu ứng động lực dưới tác dụng của một tải trọng không có ý nghĩa thực tế lớn vì vậy đối với kết cấu nhịp liên tục do chiều dài nhịp lớn, khả năng tồn tại nhiều xe trên nhịp ở vận tốc nhỏ cao nên chỉ tập trung nghiên cứu hiệu ứng động lực của đoàn tải trọng di động

Khảo sát tác động của một xe ôtô tải loại KPAZ-250B có khối lượng 25 T di động qua kết cấu nhịp cầu dầm liên hợp thép - BTCT liên tục có sơ đồ nhịp (36 + 45 + 36) m.

- Giải vận tốc khảo sát từ 5 - 150 km/h.

- Tham số đặc trưng γ thay đổi nhờ việc lấy các trị số độ cứng chống uốn EJ: EJ_1 = EJ, EJ_2 = 2EJ, EJ_3 = 3EJ, EJ_4 = 4EJ, EJ_5 = 6EJ. Trong đó EJ được lấy chuẩn từ cầu thực tế bằng 2.355.200.000/6 $N.m^2$ = 392.533.333 $N.m^2$.

Kết quả phân tích hiệu ứng động lực theo hướng nghiên cứu của bài báo được đối chiếu với cách tính hệ số động lực của các Tiêu chuẩn thiết kế cầu được áp dụng nhiều ở Việt Nam.

+ Quy trình 1979: sử dụng công thức tính toán đối với cầu dầm thép:

$$(1+\mu) = 1 + \frac{15}{37{,}5 + \lambda}$$

CT 2

Đối với nhịp chính: $(1+\mu) = 1 + \frac{15}{37{,}5+45} = 1{,}182$

Đối với nhịp biên: $(1+\mu) = 1 + \frac{15}{37{,}5+72} = 1{,}14$

Đối với mặt cắt đỉnh trụ: $(1+\mu) = 1 + \frac{15}{37{,}5+81} = 1{,}067$

+ Tiêu chuẩn AASHTO-92: công thức tương tự như Quy trình 1979:

$(1+IM) = 1 + \frac{50}{125+L}$ (chiều dài tính bằng ft); $(1+\mu) = 1 + \frac{15}{37{,}5+\lambda}$ (chiều dài tính bằng m)

+ Tiêu chuẩn 272 - 05- kiến nghị tính theo công thức tương đương:

$$(1+\mu) = 1 + 0{,}35\frac{50}{70+\lambda}$$

Đối với nhịp chính: $(1+\mu) = 1 + 0{,}35\frac{50}{70+45} = 1{,}152$

Đối với nhịp biên: $(1+\mu) = 1 + 0{,}35\frac{50}{70+72} = 1{,}123$

Đối với mặt cắt đỉnh trụ: $(1+\mu) = 1 + 0{,}35\dfrac{50}{70+81} = 1{,}1159$

Kết quả khảo sát hiệu ứng động lực và hệ số động lực tương ứng thể hiện trong các hình 5 đến 8. Phân tích kết quả tính toán cho phép đưa ra các nhận xét sau đây:

a. Hiệu ứng động lực và hệ số động lực tương ứng biến đổi không tuyến tính theo vận tốc di động của tải trọng, trong dải vận tốc từ 5 - 200 km/h. Ngược với kết quả nghiên cứu cho dầm giản đơn các đại lượng nghiên cứu này có xu thế giảm trong khoảng vận tốc từ 5 - 80 km/h sau đó có xu thế tăng dần đối với các vận tốc lớn hơn. Để giải thích điều này có thể lập luận như sau:

+ Do kết cấu dầm liên tục có chiều dài đường ảnh hưởng đặt tải rất lớn nên ***hiệu ứng tĩnh thiết kế*** thường có giá trị lớn.

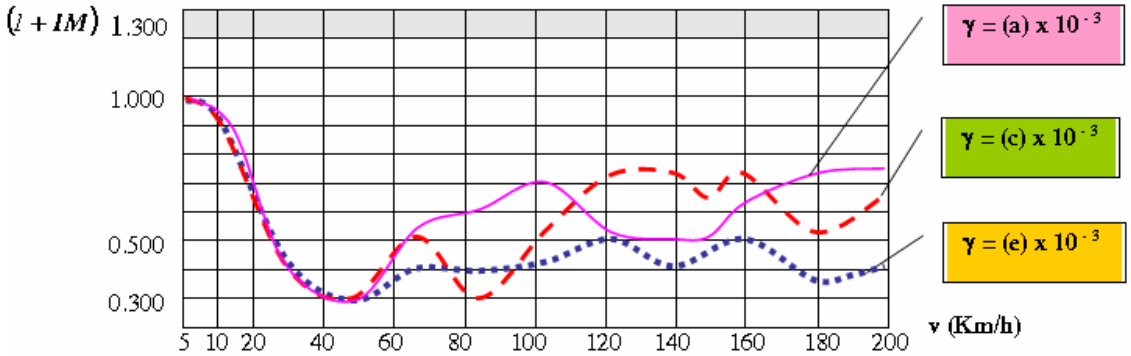
+ Khi vận tốc tải trọng tăng lên, khoảng cách các xe dãn ra, ở các vùng vận tốc nhỏ từ khoảng (10 - 80) km/h số lượng xe tồn tại trên dầm khá nhiều, tạo ra các dao động lệch pha, triệt tiêu lẫn nhau nên hiệu ứng động tổng cộng lại nhỏ hơn ***hiệu ứng tĩnh thiết kế***.

+ Ở vùng vận tốc lớn hơn hầu như chỉ tồn tại một xe trên nhịp nên hiệu ứng động lực tổng cộng nhỏ hơn nhiều so với ***hiệu ứng tĩnh thiết kế***.

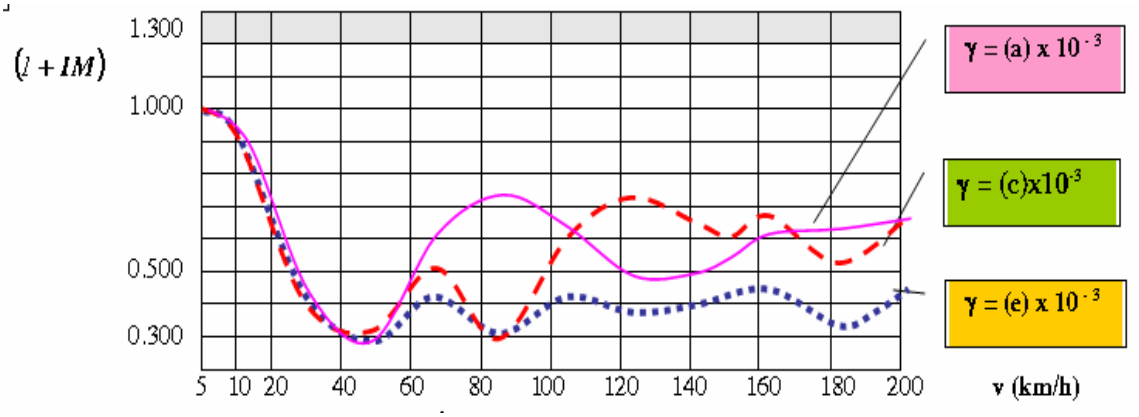
b. Kết quả phân tích cho thấy trong dải vận tốc nghiên cứu (5 ÷ 200) km/h hệ số động lực theo ý nghĩa hệ số động lực của đoàn xe đều nhỏ hơn trị số tính toán theo công thức của các Tiêu chuẩn thiết kế cầu nêu trên. Trị số của hệ số động lực cực đại $(1+\mu)^{max} = 1{,}1527$ tương ứng với mặt cắt L/4 của nhịp biên.

c. Hệ số động lực và vùng vận tốc nguy hiểm tương ứng của các mặt cắt khác nhau có trị số khác nhau. Vùng vận tốc nguy hiểm đối với hiệu ứng động lực và hệ số động lực tương ứng của ứng suất động lực tại mặt cắt L/4 của nhịp biên có xu hướng lớn hơn các đại lượng nghiên cứu khác, ở vào khoảng 30 km/h. CT 2

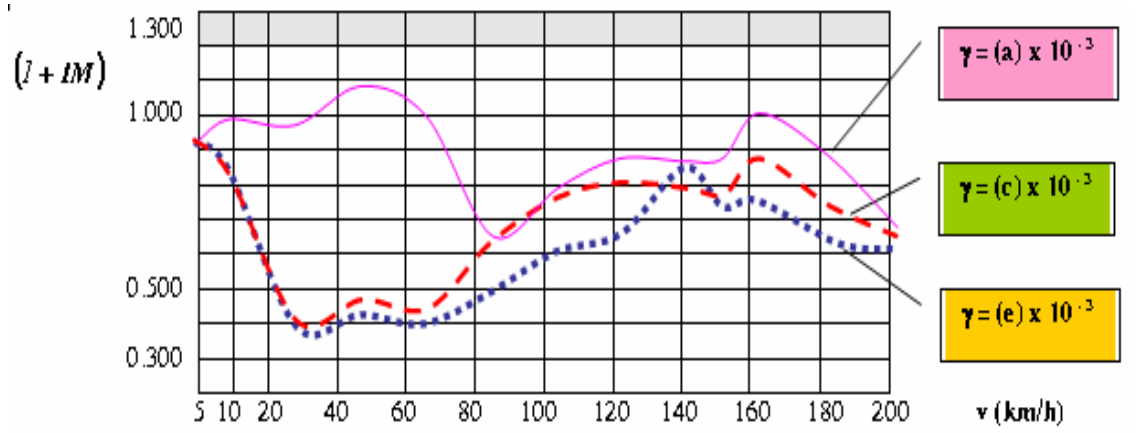
d. Tham số $\gamma = \dfrac{L}{\pi}\sqrt{\dfrac{m}{EJ}}$ có ảnh hưởng lớn tới hiệu ứng động lực. Kết quả khảo sát đã cho thấy quan hệ của hiệu ứng động lực với hệ số này cũng không tuyến tính. Tuy nhiên đối với kết cấu nhịp liên tục mức độ ảnh hưởng không rõ quy luật và không làm cho hệ số động lực gia tăng đến mức nguy hiểm.



Hình 9. *Biến đổi của hệ số động lực của độ võng tại m/c L/2 nhịp chính phụ thuộc vận tốc hoạt tải ôtô và tham số γ. Dầm liên hợp thép - BTCT liên tục - L = (36 + 45 + 36) m.*

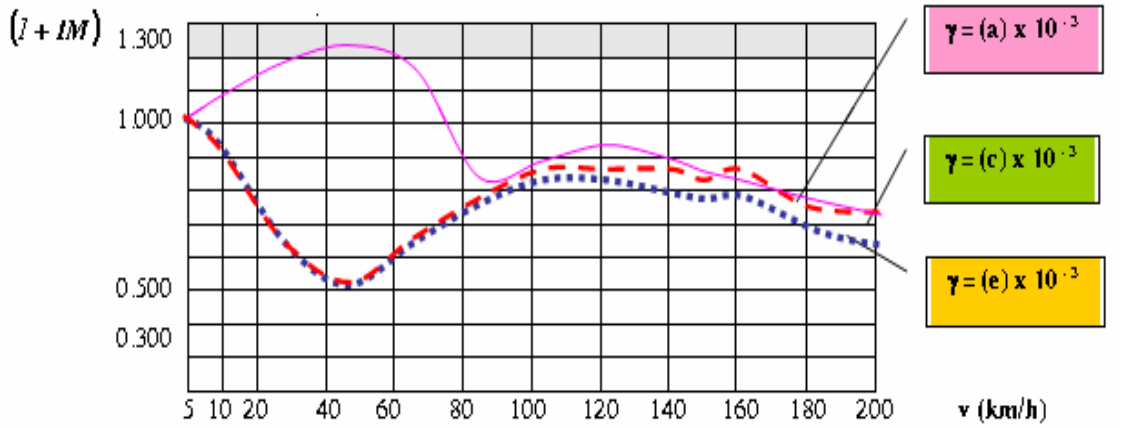


Hình 10. *Biến đổi của hệ số động lực của độ võng tại m/c L/4 nhịp chính phụ thuộc vận tốc hoạt tải ôtô và tham số γ. Dầm liên hợp thép - BTCT liên tục - L = (36 + 45 + 36) m.*

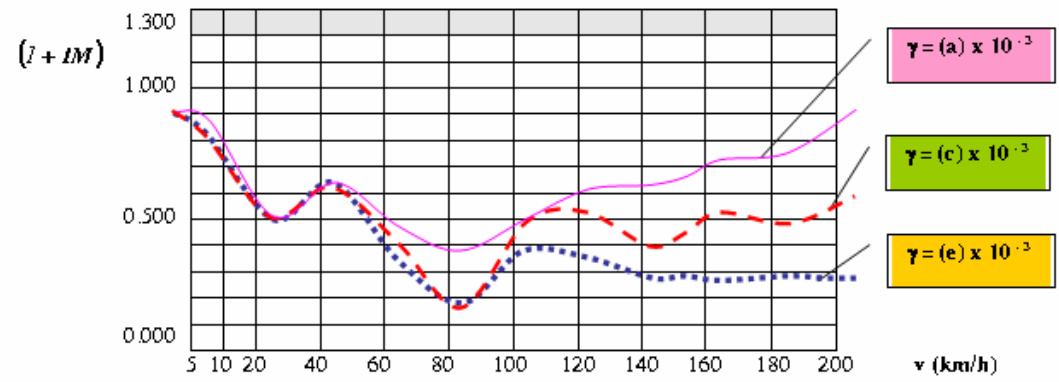


CT 2

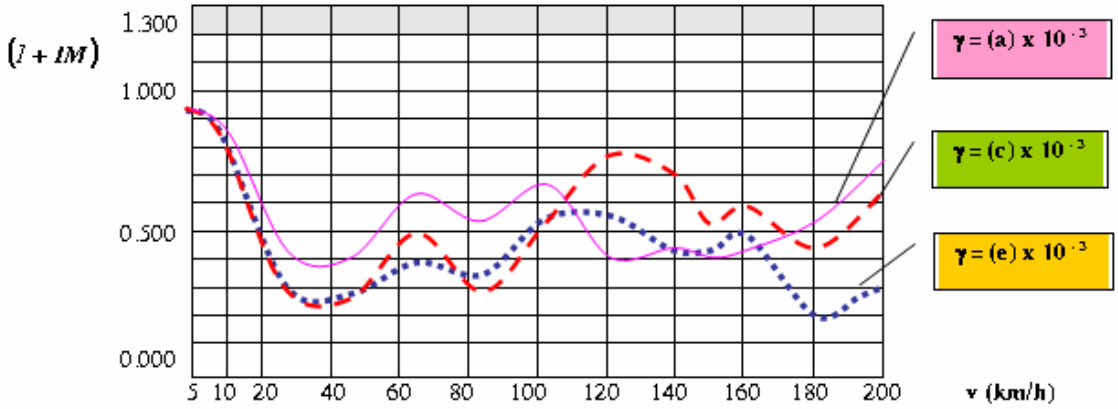
Hình 11. *Biến đổi của hệ số động lực của độ võng tại m/c L/2 nhịp biên phụ thuộc vận tốc hoạt tải ôtô và tham số γ. Dầm liên hợp thép - BTCT liên tục - L = (36 + 45 + 36) m.*



Hình 12. *Biến đổi của hệ số động lực của độ võng tại m/c L/4 nhịp biên phụ thuộc vận tốc hoạt tải ôtô và tham số γ. Dầm liên hợp thép - BTCT liên tục - L = (36 + 45 + 36) m.*



***Hình 13**. Biến đổi của hệ số động lực của ứng suất tại m/c gối trụ phụ thuộc vận tốc hoạt tải ôtô và tham số γ. Dầm liên hợp thép - BTCT liên tục - L = (36 + 45 + 36) m.*



CT 2

***Hình 14**. Biến đổi của hệ số động lực của ứng suất tại m/c L/2 nhịp chính phụ thuộc vận tốc hoạt tải ôtô và tham số γ. Dầm liên hợp thép - BTCT liên tục - L = (36 + 45 + 36) m.*

4. PHẦN KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã tiếp cận và tìm hiểu rõ thêm và kết luận một số vấn đề khoa học sau đây:

1. Cho thấy một cách đầy đủ, có tính định lượng hơn về ảnh hưởng của vận tốc khai thác do hoạt tải đến trạng thái nội lực và biến dạng trong kết cấu nhịp cầu như làm gia tăng các giá trị độ võng và ứng suất động lực, xuất hiện lực ly tâm trong các cầu trên đường cong…

2. Hoàn thiện một bước mô hình phân tích dao động của kết cấu nhịp cầu chịu tác dụng của đoàn tải trọng ôtô di động. Mô hình kết cấu đã được xây dựng một cách tổng quát cho kết cấu nhịp cầu liên tục nhiều nhịp, phối hợp đa dạng loại hình kết cấu. Đoàn tải trọng ôtô cũng được xây dựng và phát triển hoàn thiện theo hướng tương tự với số lượng, khối lượng, vận tốc và cự ly xe bất kỳ theo hướng gần sát thực tế với các đặc trưng:

+ Có thể di động với vận tốc khác nhau bất kỳ.

+ Cự ly các xe thay đổi tuỳ theo vận tốc tải trọng

+ Phân đoạn thành các nhóm tải trọng di động xuất hiện đồng thời ở các vị trí và thời điểm có thể gây hiệu ứng động lực bất lợi nhất cho bộ phận kết cấu cần nghiên cứu.

3. Điều chỉnh phần mềm tính toán tương ứng với thuật toán trên để khảo sát tác dụng động lực của hoạt tải và dải vận tốc thay đổi từ 5 – 200 km/h.

4. Kết quả nghiên cứu đã làm sáng tỏ khái niệm về hệ số động lực trong cơ học và trong các tiêu chuẩn thiết kế cầu. Qua đó giải thích được căn cứ để xây dựng các công thức tính toán hệ số động lực là một hàm phụ thuộc và giảm dần theo chiều dài nhịp hay chiều dài đặt tải trong các Tiêu chuẩn thiết kế cầu.

5. Đã xây dựng được biểu đồ quan hệ ảnh hưởng của vận tốc tải trọng tới hiệu ứng động lực, hệ số động lực phát sinh trong các bộ phận của kết cấu nhịp cầu. Đã phát hiện các vùng vận tốc nguy hiểm:

+ Vùng vận tốc nguy hiểm ở mức độ thấp từ 35 ÷ 60 km/h

+ Vùng vận tốc nguy hiểm ở mức độ cao từ 100 ÷ 200 km/h

6. Phân tích được ảnh hưởng của các tham số cấu tạo của kết cấu nhịp và đặc trưng tác động của tải trọng như sơ đồ kết cấu, hệ số đặc trưng $\gamma = \frac{l}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{EJ}}$ và $\beta = \frac{M_P}{mL}$ đến quy luật thay đổi của hiệu ứng động lực phụ thuộc vào vận tốc tải trọng. Kết quả nghiên cứu cũng đã chỉ rõ sự cần thiết phải lựa chọn các tham số cấu tạo hợp lý cho kết cấu nhịp cầu để giảm thiểu ảnh hưởng của các tác dụng động lực do hoạt tải khai thác ở vận tốc cao.

CT 2

7. Làm sáng tỏ được ưu điểm của kết cấu nhịp liên tục trong việc giảm nhỏ hệ số động lực do hoạt tải so với dầm giản đơn. Vấn đề này rất quan trọng có thể áp dụng để lựa chọn dạng kết cấu và các sơ đồ cấu tạo cho các kết cấu cầu trên các tuyến đường cao tốc.

Tài liệu tham khảo

[1] Quy trình thiết kế cầu và cống theo các trạng thái giới hạn - Bộ GTVT, 1979.

[2] Tiêu chuẩn thiết kế cầu TCN -272-05- Bộ GTVT, 2005.

[3] Tiêu chuẩn AASHTO-96.

[4] Austroads-92.

[5] СНиП 02-03-05-84 (Nga).

[6] Hoàng Hà. Đánh giá năng lực chịu tải của các công trình cầu trên đường ôtô và đường sắt trong điều kiện khai thác với vận tốc cao. Đề tài NCKH cấp Bộ (bản thảo) - Đại học GTVT - Hà Nội - 2005.

[7] Lê Quang Hanh. Phân tích ảnh hưởng của vận tốc xe đến hiệu ứng động lực trong một số dạng kết cấu nhịp cầu trên đường ôtô. Luận văn Thạc sỹ kỹ thuật - Đại học GTVT - Hà Nội - 2005.

[8] Hoàng Hà, Vũ Đình Hiền. Một số vấn đề về phương pháp tính hệ số động lực (1+μ) trong thiết kế các công trình cầu dầm giản đơn BTCT trên đường ôtô theo tiêu chuẩn mới 22TCN-272-01. Tạp chí GTVT, 10/2002.

[9] Nguyen van Khang, Hoang Ha, Vu van Khiem, Do Xuan Tho. On the transverse vibration of beam-bridges under the action some moving bodies. In "IUTAM Symposium on Recent development in Non-linear Oscillations of Mechanical Systems", pp 187-195, Klwer, Dordrecht-2000.

[10] Glen V. Berg. Vibration of Structures and Machines. Springer-Verlag, New York. USA-1993◆