



Tạp chí điện tử
Khoa học và Công nghệ Giao thông
Trang website: <https://jstt.vn/index.php/vn>



Article info

Type of article:

Original research paper

DOI:

<https://doi.org/10.58845/jstt.utt.2025.vn.5.1.111-126>

***Corresponding author:**

Email address:

nguyentienhung@utt.edu.vn

Received: 27/02/2025

Received in Revised Form:
19/03/2025

Accepted: 28/03/2025

Analyze and calculate the Live Load Distribution Factor for Simply-Span Reinforced Concrete I-Beam and T-Beam Bridges

Nguyễn Tiến Hưng

University of Transport Technology, 54 Trieu Khuc, Ha Noi 100000, Viet Nam

Abstract: In designing simple-span beam bridges such as I-beam and T-beam structures in road and highway construction, the bridge superstructure is a spatial structure composed of the main girders, the deck slab, and the system of connections between the main girders. The main girders are the primary load-bearing components, and to calculate internal forces within the girders, it is necessary to determine the load distribution factors for these girders. To conduct a comprehensive study, the authors calculated the live load distribution factors using formulas from Vietnamese Standard 11823-4:2017 and performed structural analysis with Midas Civil software based on a spatial model for supported I-beam and T-beam bridges. We then compared the results from these two methods. Findings indicate that the load distribution factors for moments and shear forces calculated using Midas are generally higher than those obtained from the formulas in Vietnamese Standard 11823-4:2017 in regions between transverse girders, such as $L/8$, $3L/8$, and near supports for shear force distribution factors. The discrepancies range from (7.92% to 36.1%) and (32.82% to 118.71%), respectively. However, at sections with transverse girders, such as $L/4$ and $L/2$, the calculated distribution factors are lower, with differences ranging from (-14.72% to 0%) and (-20.18% to -1.62%), respectively. Thus, significant discrepancies at specific positions should be carefully considered in the design calculations of simply supported reinforced concrete I-beam and T-beam bridges.

Keywords: Live load distribution factor, simple-span I-beam and T-beam bridges, Midas Civil.



Thông tin bài viết

Dạng bài viết:

Bài báo nghiên cứu

DOI:

<https://doi.org/10.58845/jstt.utt.2025.vn.5.1.111-126>

***Tác giả liên hệ:**

Địa chỉ Email:

nguyentienhung@utt.edu.vn

Ngày nộp bài: 27/02/2025

Ngày nộp bài sửa: 19/03/2025

Ngày chấp nhận: 28/03/2025

Phân tích tính toán hệ số phân bố hoạt tải cho cầu dầm I, T bê tông cốt thép nhịp giản đơn

Nguyễn Tiến Hưng

Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải, 54 Triều Khúc, Hà Nội, Việt Nam

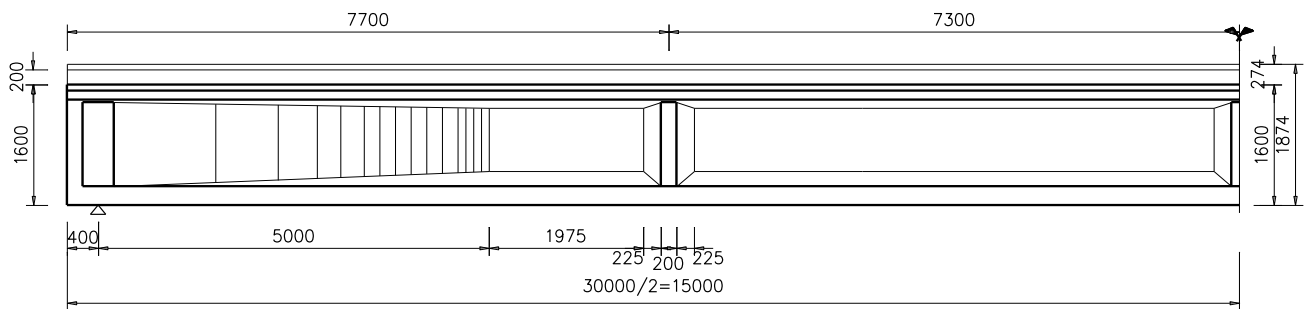
Tóm tắt: Trong cầu đường ô tô, khi thiết kế kết cấu nhịp cầu dầm giản đơn như dầm I, T là kết cấu không gian bao gồm các bộ phận chính là dầm chủ, bản mặt cầu và hệ liên kết các dầm chủ với nhau. Dầm chủ là bộ phận chịu lực chính, để tính toán nội lực trong dầm ta cần tính toán hệ số phân bố hoạt tải đối với dầm đó. Để nghiên cứu đầy đủ hơn, tác giả đã tính hệ số phân bố hoạt tải theo các công thức của Tiêu chuẩn 11823-4: 2017 và sử dụng phần mềm Midas Civil phân tích kết cấu theo mô hình không gian cho cầu dầm I, T nhịp giản đơn. Từ đó so sánh kết quả theo hai phương pháp trên. Kết quả cho thấy hệ số phân bố hoạt tải cho mô men, cho lực cắt tính theo Midas đều lớn hơn tính theo công thức trong Tiêu chuẩn Việt Nam 11823-4: 2017 ở khu vực giữa các dầm ngang như L/8, 3L/8 và góii đối với hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt. Các chênh lệch đó lần lượt là $(7,92 \div 36,1) \%$ và $(32,82 \div 118,71) \%$. Nhưng tại các mặt cắt có dầm ngang như L/4, L/2 các hệ số này đều nhỏ hơn. Các chênh lệch đó lần lượt là $(-14,72 \div 0) \%$ và $(-20,18 \div -1,62) \%$. Như vậy, ở những vị trí có sự chênh lệch lớn cần được chú ý trong tính toán thiết kế cầu dầm I, T bê tông cốt thép nhịp giản đơn.

Từ khóa: Hệ số phân bố hoạt tải, cầu dầm I, T nhịp giản đơn, Midas Civil.

1. Đặt vấn đề

Khi tính toán thiết kế kết cấu nhịp cầu dầm giản đơn bê tông cốt thép (BTCT) thường chúng ta chuyển từ kết cấu không gian về dạng sơ đồ phẳng để tính toán. Khi hoạt tải xe chạy trên cầu thì tùy theo số làn xe, vị trí xe chạy mà các dầm chịu một phần hoạt tải là khác nhau. Phần lực này được gọi là hệ số phân bố ngang hay hệ số phân bố hoạt tải (HSPBHT). Như vậy, khi tính toán thiết kế dầm ta cần tìm được dầm chịu lực lớn nhất, bất lợi nhất tức là tìm dầm có HSPBHT lớn nhất. Để có những nhận xét, đánh giá tính HSPBHT theo tiêu chuẩn 22 TCN 18-79, 22 TCN 272-05 đã có những nghiên cứu như của Phan Hữu Đồng và các cộng sự [1], Trương Hồng Linh [2]. Nghiên cứu [1] chỉ tính HSPBHT cho mô men tại mặt cắt giữa nhịp (L/2)

với chiều dài nhịp tính toán của dầm thay đổi so sánh 22TCN 18-79, 22TCN272-05 và tính toán dựa vào phần mềm Midas Civil, hay như nghiên cứu [2] sử dụng phần mềm Sap2000 tính HSPBHT cho mô men chỉ tại mặt cắt giữa nhịp (L/2) và cho lực cắt chỉ tại mặt cắt góii và so sánh với TCN 272-05. Các nghiên cứu trên chưa xét đến sự thay đổi của HSPBHT cho mô men và cho lực cắt theo chiều dài nhịp tính toán, chưa thấy rõ ảnh hưởng của liên kết dầm ngang. Trong khi thực tế chúng ta thiết kế và kiểm toán dầm không chỉ ở các mặt cắt tại vị trí góii, L/2 mà còn phải kiểm toán ở các mặt cắt như: L/8, 2L/8, 3L/8. Khi tính HSPBHT theo [3] chưa xét đến ảnh hưởng của dầm ngang. Do vậy việc nghiên cứu ảnh hưởng của dầm ngang, sự thay đổi của HSPBHT theo chiều dài nhịp tính toán



Hình 3. ½ Mặt chính dầu

Bảng 1. Tọa độ cáp so với đáy dầm

Mặt cắt	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
X	14850	13850	12500	11500	10500	9500	8500	7500	6500	5500	4500	3500	2500	1500	500	0
1 Y	1240	1137	939.8	827.7	724.9	631.5	547.4	472.7	407.3	351.3	304.6	267.2	239.2	220.5	211.2	210
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 Y	920	836.9	678.1	587.8	504.9	429.7	361.9	301.7	249	203.8	166.2	136.1	113.5	98.5	90.9	90
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 Y	600	548.9	451.4	395.8	345	298.7	257.1	220.1	187.7	159.9	136.8	118.3	104.5	95.2	90.6	90
Z	0	0	7.8	23.7	39.5	55.3	71	86.8	102.6	118.4	134.2	150	150	150	150	150
4 Y	280	261	224.6	203.9	185	167.8	152.2	138.5	126.4	116.1	107.4	100.5	95.4	91.9	90.2	90
Z	0	0	0	0	-15	-30	-45	-60	-75	-90	-105	-120	-130	-150	-150	-150

Cấu tạo và đặc trưng vật liệu dầm mặt cắt chữ I:

Cấu tạo dầm chữ I được thể hiện ở các Hình 1-3.

Đặc trưng vật liệu:

+ Bê tông dầm có $f'_c = 40$ MPa, bê tông
bản mặt cầu có $f'_c = 30$ MPa.

+ Thép cường độ cao (DƯ'L): Mỗi dầm dùng 4 bó cáp, mỗi bó 12 tao loại 12,7mm theo Tiêu chuẩn ASTM (A416 Grade 270). Tọa độ cáp được bố trí theo Bảng 1.

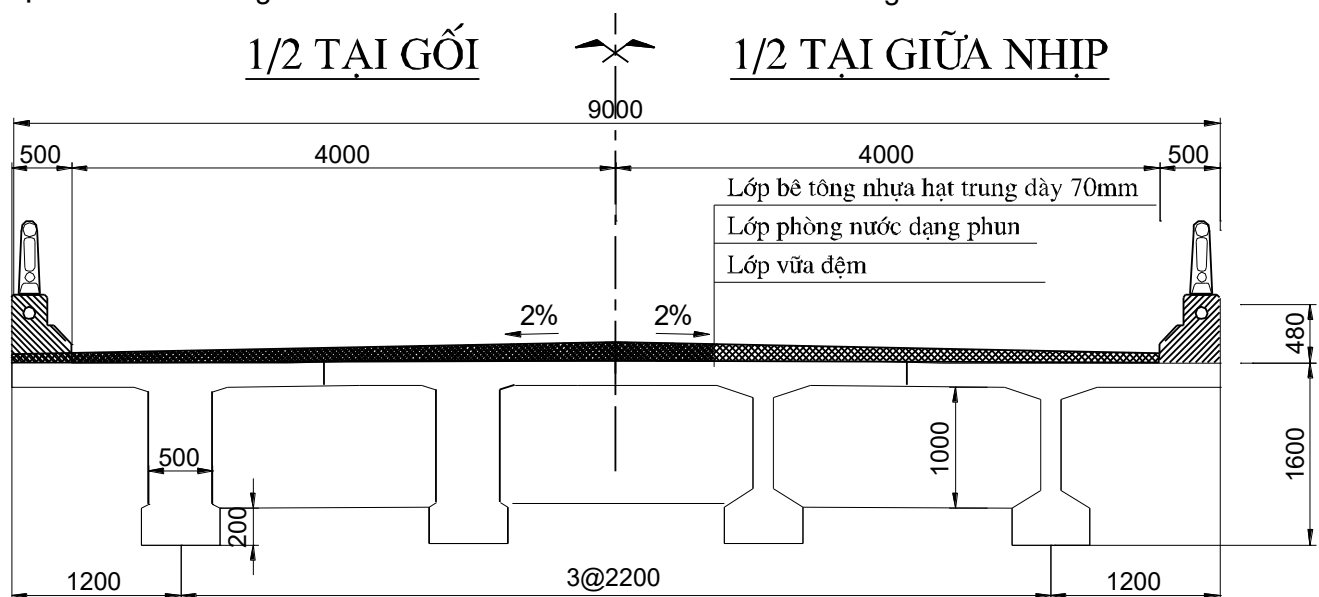
Cấu tạo và đặc trưng vật liệu dầm mặt cắt chữ T:

Cấu tạo dầm chữ T được thể hiện ở các Hình 4-6.

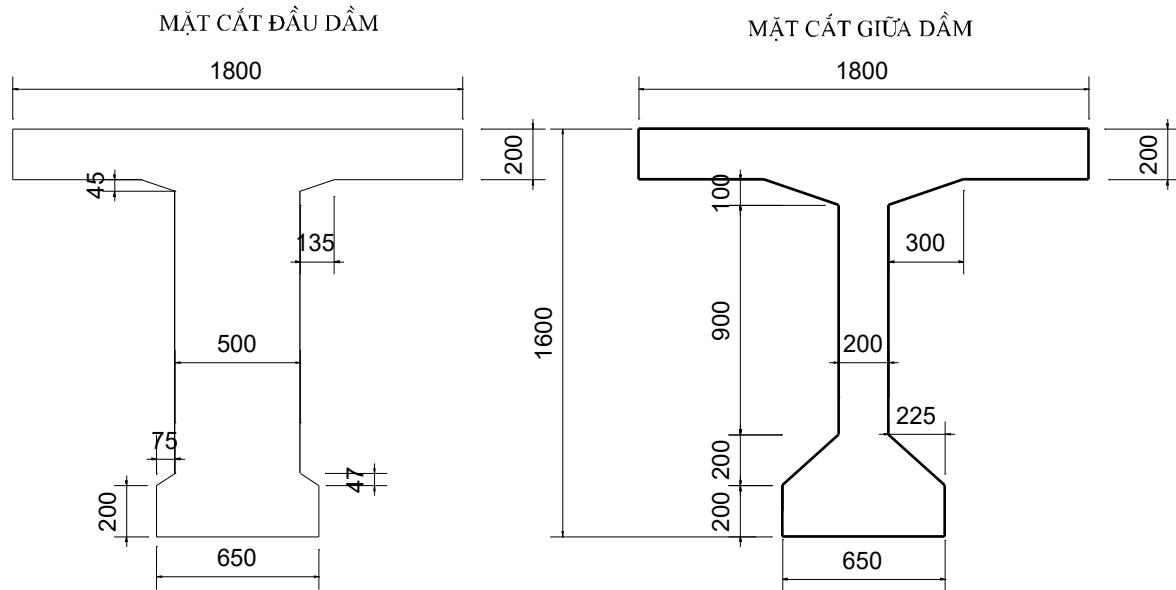
Đặc trưng vật liệu:

+ Bê tông đầm có $f'_c = 40$ MPa, bê tông bản mặt cầu có $f'_c = 40$ MPa.

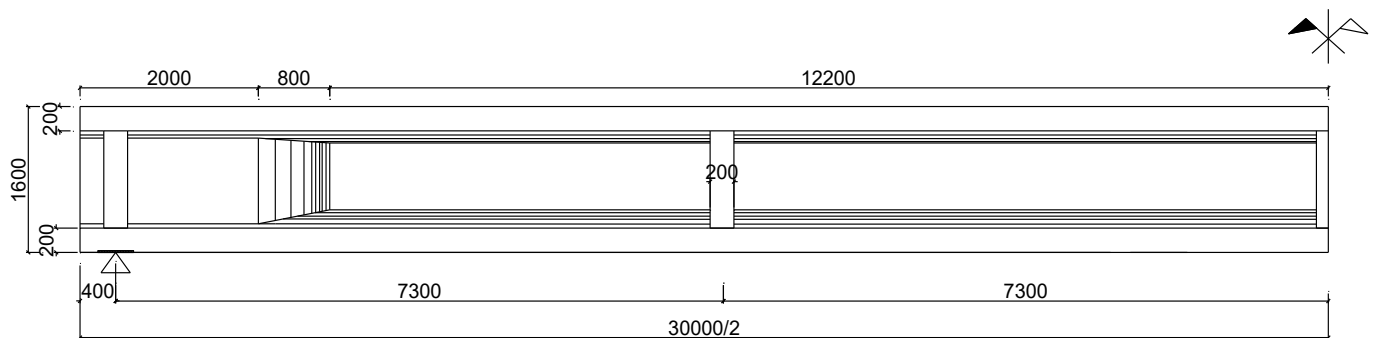
+ Thép cường độ cao (DƯ'L): Mỗi dầm dùng 4 bó cáp, mỗi bó 12 tao loại 12,7mm theo Tiêu chuẩn ASTM (A416 Grade 270). Tọa độ cáp được bố trí theo Bảng 2.



Hình 4. Mặt cắt ngang cầu



Hình 5. Mặt cắt ngang dầm



Hình 6. ½ Mặt chính dầm

Bảng 2. Tọa độ cáp so với đáy dầm

Mặt cắt	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
X	14850	13850	12500	11500	10500	9500	8500	7500	6500	5500	4500	3500	2500	1500	500	0
1 Y	1240	1137	939.8	827.7	724.9	631.5	547.4	472.7	407.3	351.3	304.6	267.2	239.2	220.5	211.2	210
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 Y	920	836.9	678.1	587.8	504.9	429.7	361.9	301.7	249	203.8	166.2	136.1	113.5	98.5	90.9	90
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 Y	600	548.9	451.4	395.8	345	298.7	257.1	220.1	187.7	159.9	136.8	118.3	104.5	95.2	90.6	90
Z	0	0	7.8	23.7	39.5	55.3	71	86.8	102.6	118.4	134.2	150	150	150	150	150
4 Y	280	261	224.6	203.9	185	167.8	152.2	138.5	126.4	116.1	107.4	100.5	95.4	91.9	90.2	90
Z	0	0	0	0	-15	-30	-45	-60	-75	-90	-105	-120	-130	-150	-150	-150

Bảng 3. Các số liệu tính cho hai trường hợp dầm I và dầm T. Theo TCVN 11823-4: 2017 cầu có mặt cắt chữ I, T đúc sẵn thuộc loại mặt cắt k. Các hệ số phân bố hoạt tải cho mô men, cho lực cắt đối với dầm biên và dầm giữa tính theo các Bảng 6, 8, 11, 12 trong Điều 6.2.2.2 [3], được tổng hợp theo Bảng 4.

Trong các công thức trên tham số độ cứng

dọc $K_g = n(I + Ae^2_g)$.

Theo bảng công thức trên và các số liệu ở Bảng 3, sử dụng phần mềm Mathcad15 tính được các HSPBHT cho trường hợp dầm I, T. Ta xét ở các mặt cắt đặc trưng: Gối, L/8, 2L/8, 3L/8, L/2 với L là chiều dài nhịp tính toán. Các kết quả tính toán được tổng hợp thành các Bảng 5-14 và biểu đồ Hình 7-14.

Bảng 3. Các số liệu tính cho hai trường hợp dầm I và dầm T

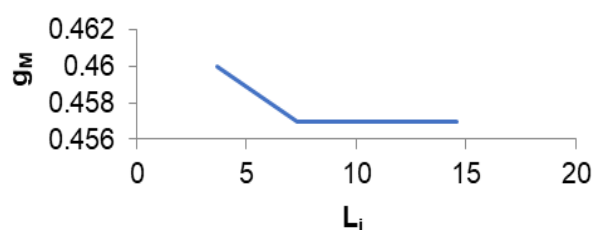
Các số liệu chung					
Khoảng cách giữa các dầm chủ S =	2200	mm			
Chiều dài nhịp tính toán của dầm L =	29200	mm			
Chiều dày bản mặt cầu t _s =	200	mm			
Chiều dài phần hẫng đường xe chạy d _e =	700	mm			
Các số liệu cho mặt cắt dầm I					
Tỷ số mô đun đàn hồi của dầm và của bản n =	1,155				
Các vị trí mặt cắt	L/2	3L/8	2L/8	L/8	Gối
Diện tích mặt cắt ngang của dầm A (mm ²) =	643200	643200	643200	754500	1083000
Mô men quán tính của dầm I (mm ⁴) =	2.1E+11	2.1E+11	2.09E+11	2.13E+11	2.39E+11
Khoảng cách giữa trọng tâm dầm và bản e _g (mm) =	940	940.02	937.2	903.35	859.49
Các số liệu cho mặt cắt dầm T					
Tỷ số mô đun đàn hồi của dầm và của bản n =	1				
Các vị trí mặt cắt	L/2	3L/8	2L/8	L/8	Gối
Diện tích mặt cắt ngang của dầm A (mm ²) =	829957	829957	829956.9	1127482	1127482
Mô men quán tính của dầm I (mm ⁴) =	2.8E+11	2.8E+11	2.72E+11	2.97E+11	2.96E+11
Khoảng cách giữa trọng tâm dầm và bản e _g (mm) =	633	629	625	664	663

Bảng 4. Các công thức tính HSPBHT theo TCVN 11823-4: 2017 cho dầm I, T (lấy theo [3])

Vị trí	Hệ số phân bố hoạt tải		
Dầm giữa	Cho mô men	1 lần	$g_M = 0,06 + \left(\frac{S}{4300}\right)^{0,4} \cdot \left(\frac{S}{L}\right)^{0,3} \cdot \left(\frac{K_g}{L \cdot t_s^3}\right)^{0,1}$
		2 lần	$g_M = 0,075 + \left(\frac{S}{2900}\right)^{0,6} \cdot \left(\frac{S}{L}\right)^{0,2} \cdot \left(\frac{K_g}{L \cdot t_s^3}\right)^{0,1}$
	Cho lực cắt	1 lần	$g_V = 0,36 + \frac{S}{7600}$
		2 lần	$g_V = 0,2 - \left(\frac{S}{10700}\right)^2 + \left(\frac{S}{7600}\right)$
	Dầm biên	Cho mô men	1 lần
		2 lần	Phương pháp đòn bẩy: $g_M = \frac{1}{2} \sum (y_i)$
	Cho mô men	1 lần	$g_M = e \cdot g_{\text{trong}} ; \text{ với } e = 0,77 + \frac{d_e}{2800}$
		2 lần	$g_M = e \cdot g_{\text{trong}} ; \text{ với } e = 0,6 + \frac{d_e}{3000}$
	Cho lực cắt	1 lần	Phương pháp đòn bẩy: $g_V = \frac{1}{2} \sum (y_i)$
		2 lần	$g_V = e \cdot g_{\text{trong}} ; \text{ với } e = 0,6 + \frac{d_e}{3000}$

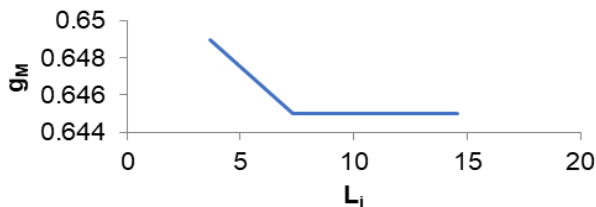
2.1.1. Trường hợp dầm chữ I**Dầm giữa:****Trường hợp 1 làn xe:****Bảng 5.** Giá trị HSPBHT tại các mặt cắt xét

MC/ Giá trị	L/2	3L/8	2L/8	L/8	Gối
g _M	0.457	0.457	0.457	0.46	Không xét
g _V	0.649	0.649	0.649	0.649	0.649

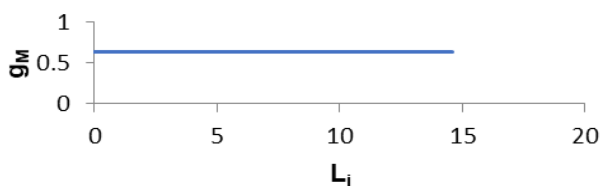
Quan hệ g_M-L_i (dầm giữa, 1 làn)**Hình 7.** Biểu đồ quan hệ g_M và L_i

Trường hợp 2 làn xe:**Bảng 6.** Giá trị HSPBHT tại các mặt cắt xét

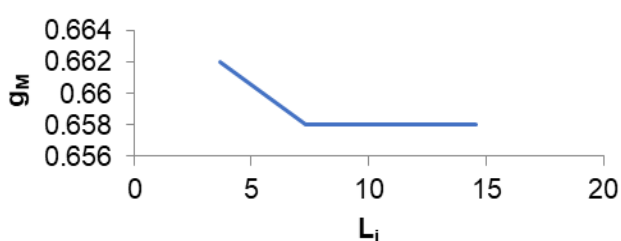
MC/ Giá trị	L/2	3L/8	2L/8	L/8	Gối
g_M	0.645	0.645	0.645	0.649	Không xét
g_v	0.447	0.447	0.447	0.447	0.447

Quan hệ g_M - L_i (dầm giữa, ≥ 2 làn)**Hình 8.** Biểu đồ quan hệ g_M và L_i **Dầm biên:****Trường hợp 1 làn xe:****Bảng 7.** Giá trị HSPBHT tại các mặt cắt xét

MC/ Giá trị	L/2	3L/8	2L/8	L/8	Gối
g_M	0.636	0.636	0.636	0.636	Không xét
g_v	0.636	0.636	0.636	0.636	0.636

Quan hệ g_M - L_i (dầm biên, 1 làn)**Hình 9.** Biểu đồ quan hệ g_M và L_i **Trường hợp 2 làn xe:****Bảng 8.** Giá trị HSPBHT tại các mặt cắt xét

MC/ Giá trị	L/2	3L/8	2L/8	L/8	Gối
g_M	0.658	0.658	0.658	0.662	Không xét
g_v	0.373	0.373	0.373	0.373	0.373

Quan hệ g_M - L_i (dầm biên, ≥ 2 làn)**Hình 10.** Biểu đồ quan hệ g_M và L_i **Bảng 9.** Giá trị HSPBHT lớn nhất tại các mặt cắt xét

MC/ Giá trị	L/2	3L/8	2L/8	L/8	Gối
g_M	0.653	0.653	0.653	0.657	Không xét
g_v	0.649	0.649	0.649	0.649	0.649

Qua bảng kết quả ở các Bảng 5-9 và biểu đồ Hình 7-10 ta thấy:

Đối với cả dầm biên và dầm giữa thì HSPBHT cho lực cắt là không thay đổi theo L .

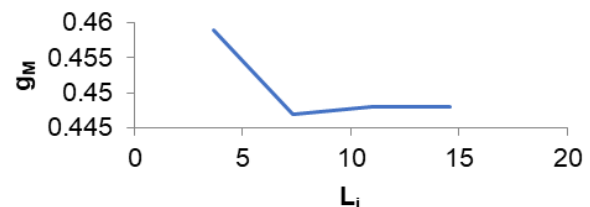
Đối với dầm giữa và trường hợp xếp ≥ 2 làn xe đối với dầm biên thì HSPBHT cho mô men lớn tại khu vực gần gối và giảm dần tới vị trí cách gối $2L/8$, sau đó gần như là không đổi, biểu đồ chia làm hai đoạn rõ rệt.

Trường hợp hai làn xe, HSPBHT cho mô men mặt cắt nào có tham số độ cứng dọc k_g lớn (mô men quán tính lớn, diện tích mặt cắt lớn) thì HSPBHT lớn.

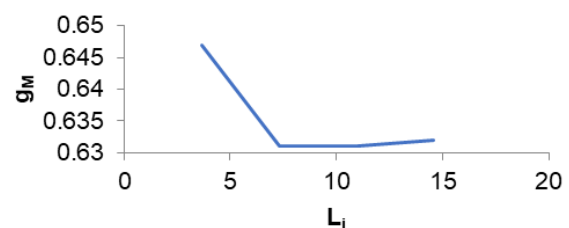
Đối với dầm biên trường hợp xếp 1 làn xe thì HSPBHT cho mô men là không đổi theo L .

2.1.2. Trường hợp dầm chữ T**Dầm giữa:****Trường hợp 1 làn xe:****Bảng 10.** Giá trị HSPBHT tại các mặt cắt xét

MC/ Giá trị	L/2	3L/8	2L/8	L/8	Gối
g_M	0.448	0.448	0.447	0.459	Không xét
g_v	0.649	0.649	0.649	0.649	0.649

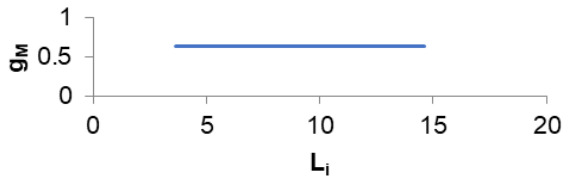
Quan hệ g_M - L_i (dầm giữa, 1 làn)**Hình 11.** Biểu đồ quan hệ g_M và L_i **Trường hợp 2 làn xe:****Bảng 11.** Giá trị HSPBHT tại các mặt cắt xét

MC/ Giá trị	L/2	3L/8	2L/8	L/8	Gối
g_M	0.632	0.631	0.631	0.647	Không xét
g_v	0.447	0.447	0.447	0.447	0.447

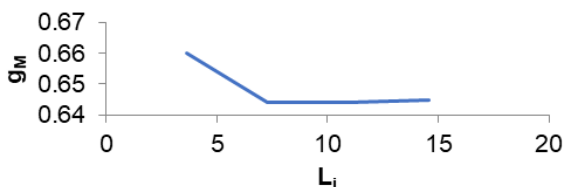
Quan hệ g_M - L_i (dầm giữa, ≥ 2 làn)**Hình 12.** Biểu đồ quan hệ g_M và L_i **Dầm biên:****Trường hợp 1 làn xe:**

Bảng 12. Giá trị HSPBHT tại các mặt cắt xét

MC/ Giá trị	L/2	3L/8	2L/8	L/8	Gối
g_M	0.636	0.636	0.636	0.636	Không xét
g_V	0.636	0.636	0.636	0.636	0.636

Quan hệ $g_M - L_i$ (dầm biên, 1 làn)**Hình 13.** Biểu đồ quan hệ g_M và L_i **Trường hợp 2 làn xe:****Bảng 13.** Giá trị HSPBHT tại các mặt cắt xét

MC/ giá trị	L/2	3L/8	2L/8	L/8	Gối
g_M	0.645	0.644	0.644	0.66	Không xét
g_V	0.373	0.373	0.373	0.373	0.373

Quan hệ $g_M - L_i$ (dầm biên, ≥ 2 làn)**Hình 14.** Biểu đồ quan hệ g_M và L_i **Bảng 14.** Giá trị HSPBHT lớn nhất ở các mặt cắt

MC/ Giá trị	L/2	3L/8	2L/8	L/8	Gối
g_M	0.645	0.644	0.644	0.66	Không xét
g_V	0.649	0.649	0.649	0.649	0.649

Qua bảng kết quả ở các Bảng 10-14 và biểu đồ Hình 11-14 ta thấy:

Đối với cả dầm biên và dầm giữa thì HSPBHT cho lực cắt là không thay đổi theo L .

Đối với dầm giữa và trường hợp xếp ≥ 2 làn xe đối với dầm biên thì HSPBHT cho mô men lớn tại khu vực gần gối và giảm dần tới vị trí cách gối $2L/8$, sau đó gần như là không đổi, biểu đồ chia làm hai đoạn rõ rệt.

Trường hợp hai làn xe, HSPBHT cho mô men mặt cắt nào có tham số độ cứng dọc k_g lớn (mô men quán tính lớn, diện tích mặt cắt lớn) thì HSPBHT lớn.

Đối với dầm biên trường hợp xếp 1 làn xe thì HSPBHT cho mô men là không đổi theo L .

Đối với dầm I, T ở trên do HSPBHT cho lực cắt g_V chỉ phụ thuộc vào khoảng cách giữa các

dầm S và giá trị d_e nên là giống nhau. Nhưng HSPBHT cho mô men g_M của dầm I lớn hơn của dầm T một chút. Điều này một phần do các đặc trưng hình học của các dầm là khác nhau, hơn nữa dầm I có tỷ số mô đun đàn hồi của dầm và mô đun đàn hồi của bản n lớn hơn của dầm T nên tham số độ cứng dọc K_g của dầm I sẽ lớn hơn của dầm T.

2.2. Tính hệ số phân bố hoạt tải theo phương pháp phần tử hữu hạn bằng sử dụng phần mềm Midas Civil

Nhóm nghiên cứu đã sử dụng phần mềm Midas Civil để tính nội lực cho hai trường hợp dầm BTCT DU'L dầm chữ I và dầm chữ T nhíp giản đơn với mặt cắt ngang cầu gồm 4 dầm chủ, chiều dài dầm 30m, chiều dài tính toán $L=29,2m$.

Dựa vào kết quả nội lực để tính HSPBHT theo các công thức sau:

$$\text{HSPBHT cho mô men: } g_{Mi} = \frac{M_{i(Midas)}}{M_{i(Xepta)}}$$

$$\text{HSPBHT cho lực cắt: } g_{Vi} = \frac{V_{i(Midas)}}{V_{i(Xepta)}}$$

Trong đó: g_{Mi} - HSPBHT cho mô men tại mặt cắt i của dầm đang xét

$M_{i(Midas)}$: Mô men tại mặt cắt i của dầm đang xét tính theo Midas

$M_{i(Xepta)}$: Mô men tại mặt cắt i của dầm đang xét xếp tải 1 làn xe trên đường ảnh hưởng mô men M tại mặt cắt i.

g_{Vi} : HSPBHT cho lực cắt tại mặt cắt i của dầm đang xét

$V_{i(Midas)}$: Lực cắt tại mặt cắt i của dầm đang xét tính theo Midas

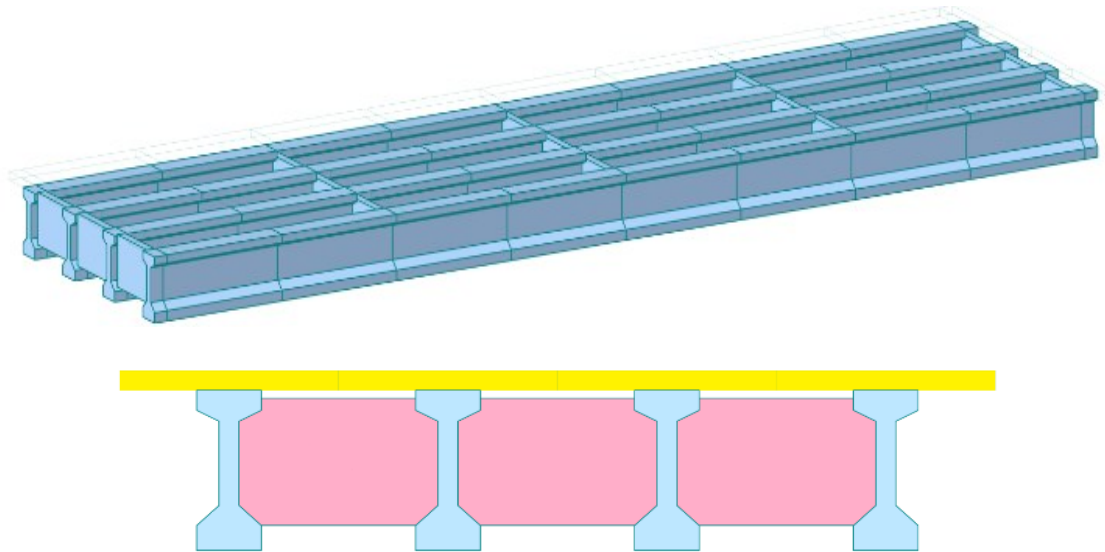
$V_{i(Xepta)}$: Lực cắt tại mặt cắt i của dầm đang xét xếp tải 1 làn xe trên đường ảnh hưởng lực cắt V tại mặt cắt i.

Kết quả tính toán được trình bày ở mục 2.2.1 và 2.2.2 dưới đây.

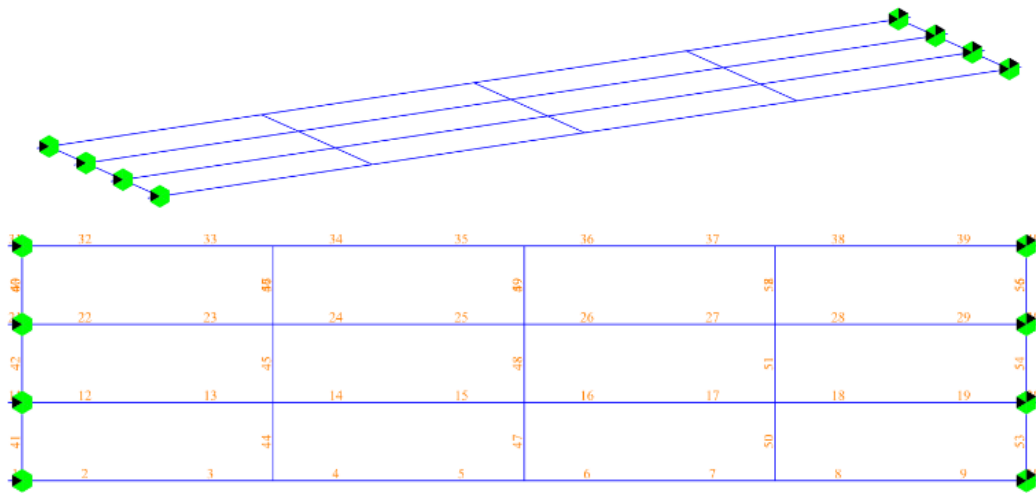
2.2.1. Trường hợp dầm chữ I

2.2.1.1. Mô hình kết cấu

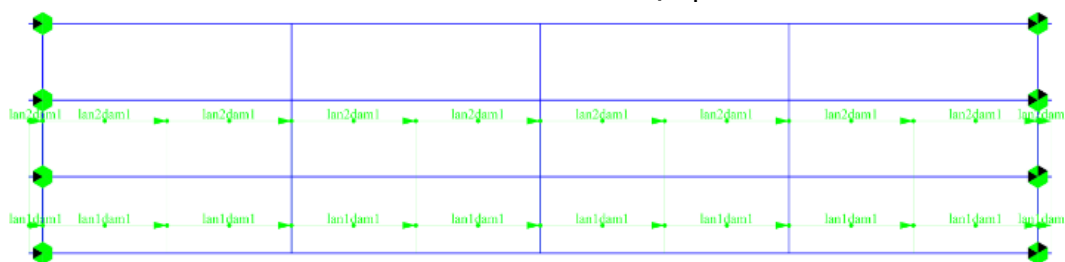
Mô hình không gian tính toán cầu dầm I bằng Midas Civil được thể hiện qua các Hình 15-17.



Hình 15. Mô hình kết cấu cầu dầm I nhíp giản đơn theo không gian bằng phần mềm Midas



Hình 16. Sơ đồ tính và số hiệu phần tử



Hình 17. Mô hình làn xe

2.2.1.2. Kết quả

a. Dầm biên

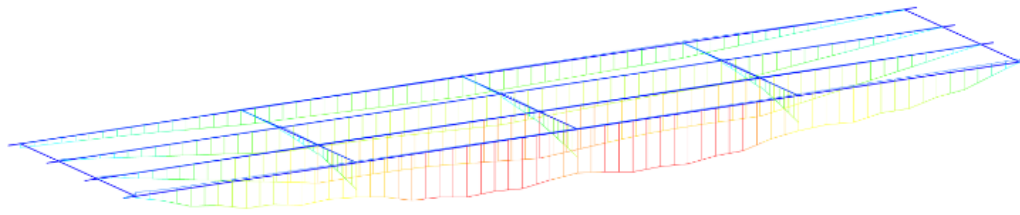
Kết quả phân tích về mô men và lực cắt được thể hiện ở Hình 18-19.

Với độ lệch tâm của làn so với dầm biên: làn 1: $e = -0,8\text{m}$, làn 2: $e = -3,8\text{m}$, từ kết quả ta tính được HSPBTT theo Bảng 15, Bảng 16 và vẽ được biểu đồ Hình 20, Hình 21.

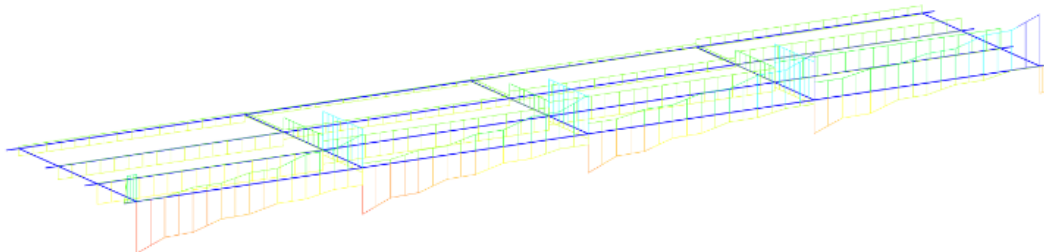
b. Dầm giữa

Kết quả phân tích về mô men và lực cắt được thể hiện ở Hình 22-23.

Với độ lệch tâm của làn so với dầm biên: làn 1: $e = 1,4\text{m}$, làn 2: $e = -1,6\text{m}$, từ kết quả ta tính được HSPBTT theo Bảng 17, Bảng 18 và vẽ được biểu đồ Hình 24, Hình 25.



Hình 18. Biểu đồ mômen M do HL-93TRK



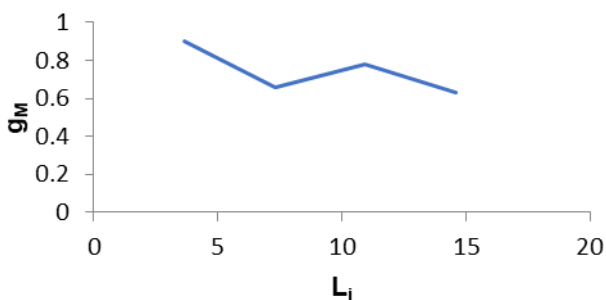
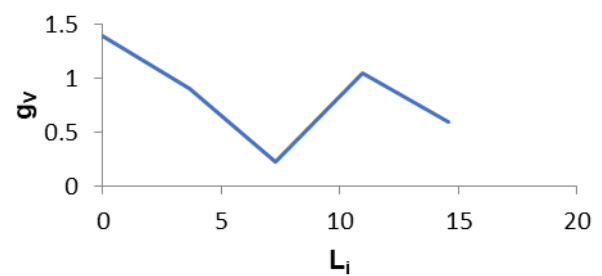
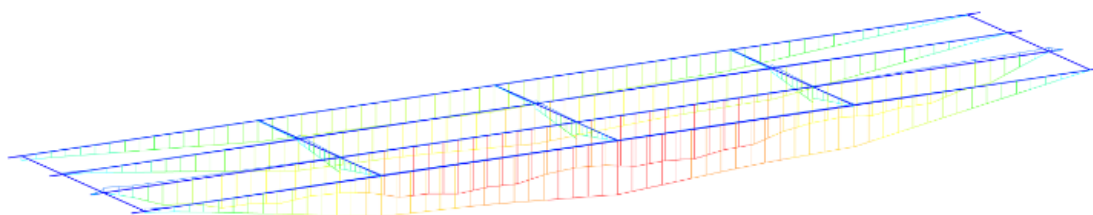
Hình 19. Biểu đồ lực cắt V do HL-93 TRK

Bảng 15. Hệ số phân bố hoạt tải cho mô men

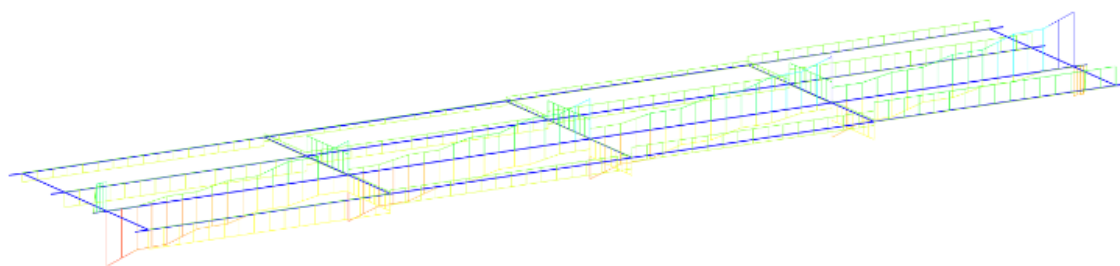
Mặt cắt	Mômen 1 làn xếp tải (kN.m)	Mômen tính theo Midas (kN.m)	Hệ số phân bố hoạt tải		Chênh lệch %
			Tính theo Midas	Tính theo công thức	
L/2	3631.909	2296.331	0.632	0.658	-3.95
3L/8	3451.382	2694.118	0.781	0.658	18.69
2L/8	2752.527	1810.632	0.658	0.658	0
L/8	1691.469	1524.429	0.901	0.662	36.1

Bảng 16. Hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt

Mặt cắt	Lực cắt 1 làn xếp tải (kN)	Lực cắt tính theo Midas (kN)	Hệ số phân bố hoạt tải		Chênh lệch %
			Tính theo Midas	Tính theo công thức	
L/2	241.905925	144.716	0.598	0.636	-5.97
3L/8	312.909675	330.116	1.055	0.636	65.88
2L/8	383.913425	240.621	0.627	0.636	-1.42
L/8	454.9172	413.006	0.908	0.636	42.77
Gối	525.92	731.491	1.391	0.636	118.71

Quan hệ g_M-L_i (dầm biên, ≥ 2 làn)Hình 20. Biểu đồ quan hệ g_M và L_i Quan hệ g_V-L_i (dầm biên, ≥ 2 làn)Hình 21. Biểu đồ quan hệ g_V và L_i 

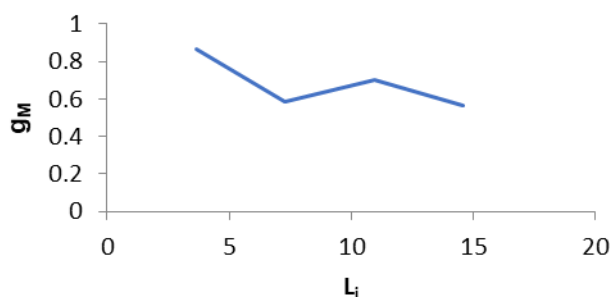
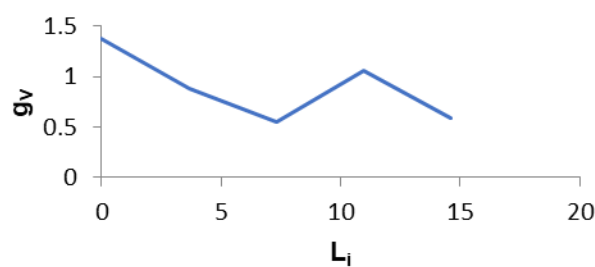
Hình 22. Biểu đồ mômen M do HL-93TRK

**Hình 23.** Biểu đồ lực cắt V do HL-93 TRK**Bảng 17.** Hệ số phân bố hoạt tải cho mô men

Mặt cắt	Mômen	Mômen tính	Hệ số phân bố hoạt tải		Chênh lệch %
	1 làn xếp tải (kN.m)	theo Midas (kN.m)			
			Tính theo Midas	Tính theo công thức	
L/2	3631.909	2051.287	0.565	0.645	-12.4
3L/8	3451.382	2414.641	0.7	0.645	8.53
2L/8	2752.527	1612.138	0.586	0.645	-9.15
L/8	1691.469	1463.016	0.865	0.649	33.28

Bảng 18. Hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt

Mặt cắt	Lực cắt	Lực cắt	Hệ số phân bố hoạt tải		Chênh lệch
	1 làn xếp tải (kN)	theo Midas (kN)	Tính theo Midas	Tính theo công thức	
L/2	241.90592	142.144	0.588	0.649	-9.4
3L/8	312.90967	329.974	1.055	0.649	62.56
2L/8	383.91342	209.678	0.546	0.649	-15.87
L/8	454.9172	401.559	0.883	0.649	36.06
Gối	525.92	725.82	1.38	0.649	112.63

Quan hệ g_M-L_i (dầm giữa, ≥ 2 làn)**Hình 24.** Biểu đồ quan hệ g_M và L_i **Quan hệ g_V-L_i (dầm giữa, ≥ 2 làn)****Hình 25.** Biểu đồ quan hệ g_V và L_i

2.2.2. Trường hợp dầm chữ T

2.2.2.1. Mô hình kết cấu

Mô hình không gian tính toán cầu dầm T bằng Midas Civil được thể hiện qua các Hình 26-28.

2.2.2.2. Kết quả

a. Dầm biên

Kết quả phân tích về mô men và lực cắt được thể hiện ở Hình 29-30.

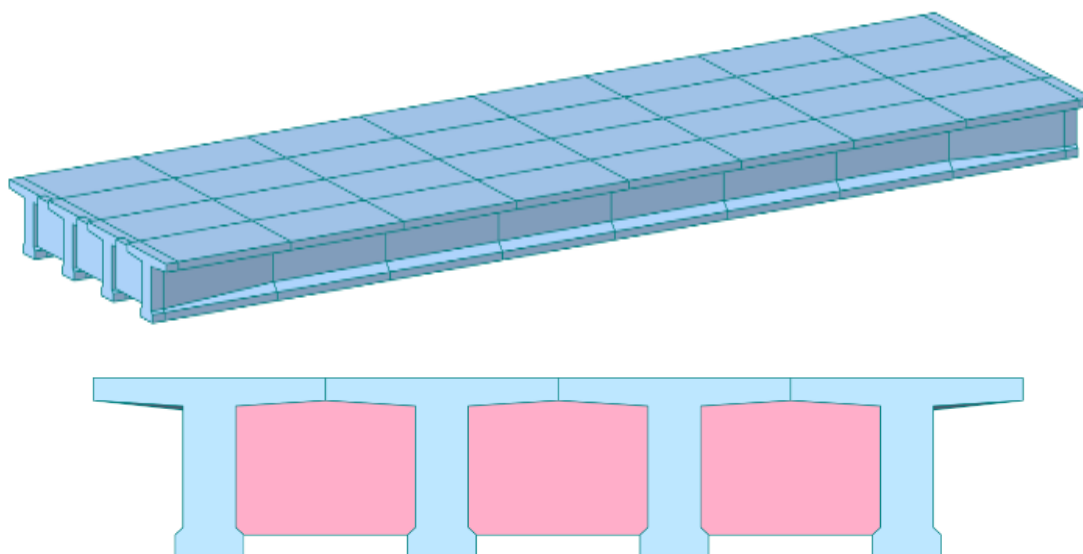
Với độ lệch tâm của làn so với dầm biên: làn

1: $e = -0,8\text{m}$, làn 2: $e = -3,8\text{m}$, từ kết quả ta tính được HSPBTT theo Bảng 19, Bảng 20 và vẽ được biểu đồ Hình 31, Hình 32.

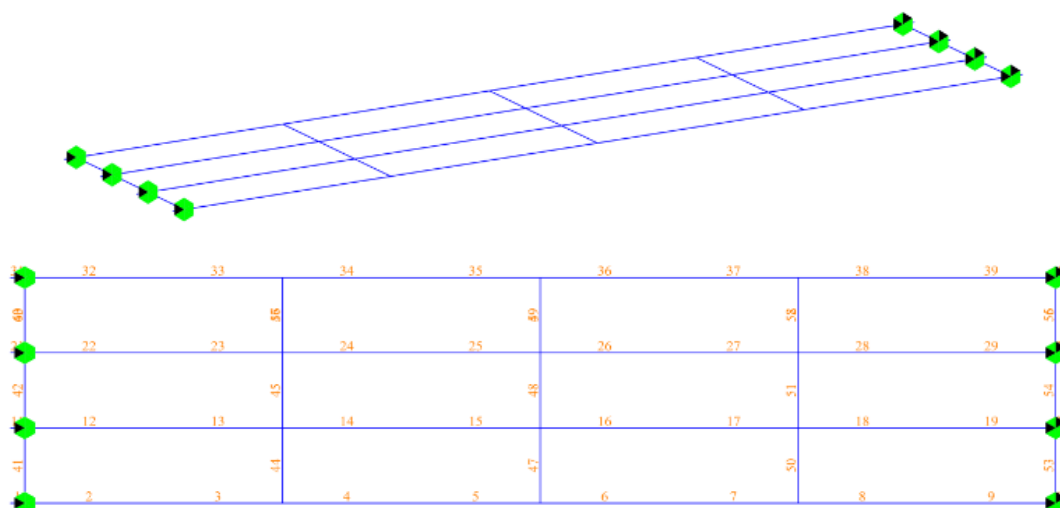
b. Dầm giữa

Kết quả phân tích về mô men và lực cắt được thể hiện ở Hình 33-34.

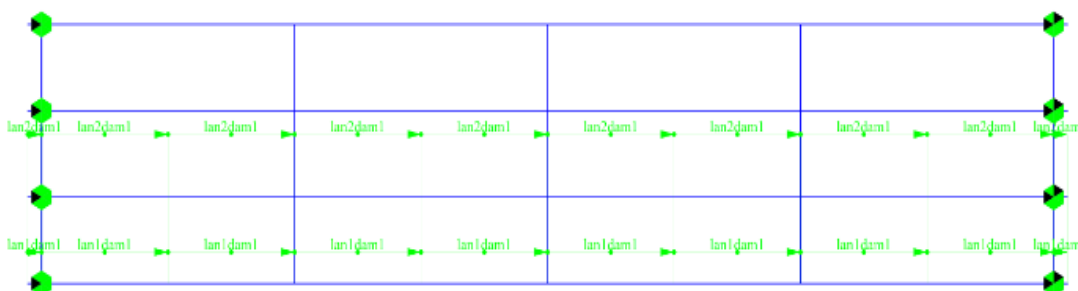
Với độ lệch tâm của làn so với dầm biên: làn 1: $e = 1,4\text{m}$, làn 2: $e = -1,6\text{m}$, từ kết quả phân tích ta tính được HSPBTT theo Bảng 21, Bảng 22 và vẽ được biểu đồ Hình 35, Hình 36.



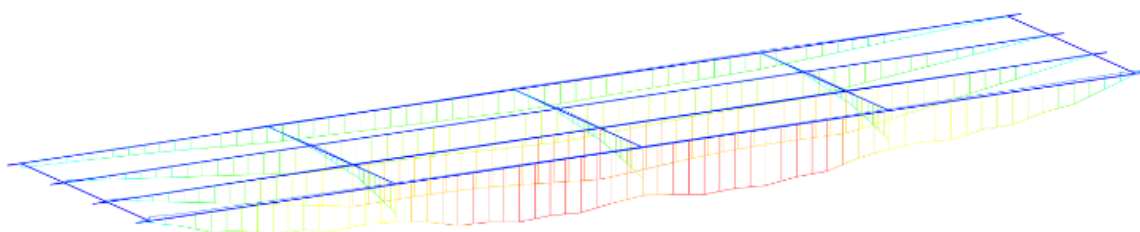
Hình 26. Mô hình kết cấu cầu dầm I nhíp giản đơn theo không gian bằng phần mềm Midas



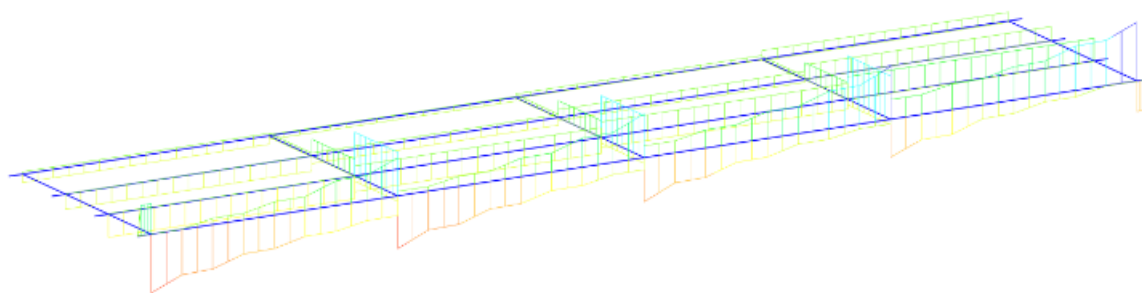
Hình 27. Sơ đồ tính và số hiệu phần tử



Hình 28. Mô hình làn xe



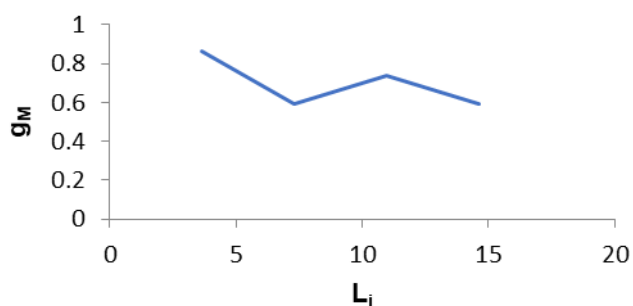
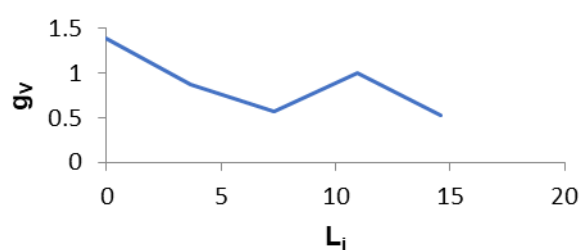
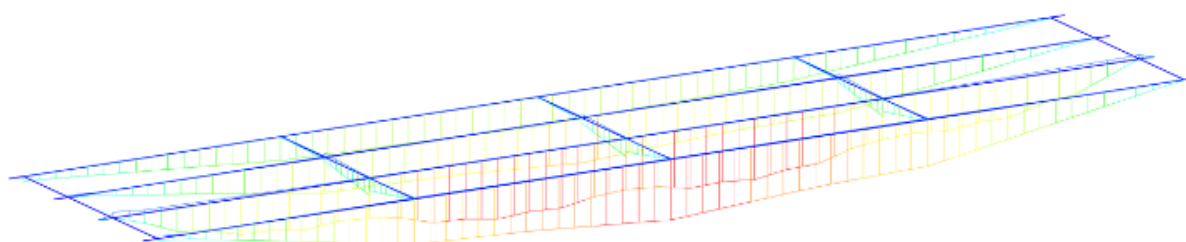
Hình 29. Biểu đồ mômen M do HL-93TRK

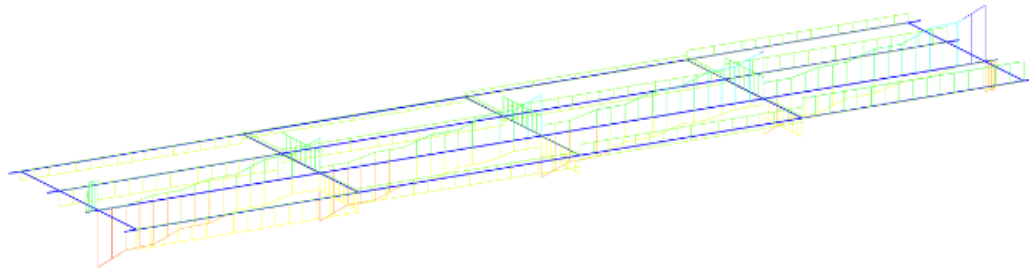
**Hình 30.** Biểu đồ lực cắt V do HL-93 TRK**Bảng 19.** Hệ số phân bố hoạt tải cho mô men

Mặt cắt	Mômen 1 làn xếp tải (kN.m)	Mômen tính theo Midas (kN.m)	Hệ số phân bố hoạt tải		Chênh lệch %
			Tính theo Midas	Tính theo công thức	
L/2	3631.909	2142.728	0.59	0.645	-8.53
3L/8	3451.382	2547.475	0.738	0.644	14.6
2L/8	2752.527	1639.091	0.595	0.644	-7.61
L/8	1691.469	1458.069	0.862	0.644	33.85

Bảng 20. Hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt

Mặt cắt	Lực cắt 1 làn xếp tải (kN)	Lực cắt theo Midas (kN)	Hệ số phân bố hoạt tải		Chênh lệch %
			Tính theo Midas	Tính theo công thức	
L/2	241.905925	126.41	0.523	0.636	-17.77
3L/8	312.909675	315.338	1.008	0.636	58.49
2L/8	383.913425	218.464	0.569	0.636	-10.53
L/8	454.9172	399.338	0.878	0.636	38.05
Gối	525.92	727.923	1.384	0.636	117.61

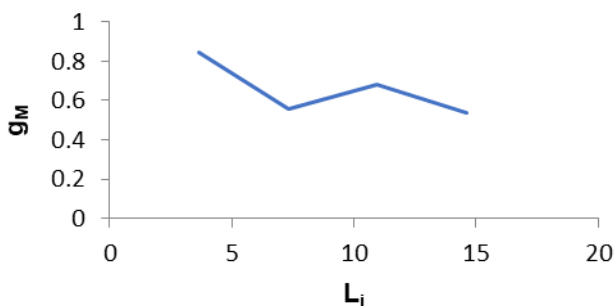
Quan hệ $g_M - L_i$ (dầm biên, ≥ 2 làn)**Hình 31.** Biểu đồ quan hệ g_M và L_i **Quan hệ $g_V - L_i$ (dầm biên, ≥ 2 làn)****Hình 32.** Biểu đồ quan hệ g_V và L_i **Hình 33.** Biểu đồ mômen M do HL-93TRK

**Hình 34.** Biểu đồ lực cắt V do HL-93 TRK**Bảng 21.** Hệ số phân bố hoạt tải cho mô men

Mặt cắt	Mômen 1 làn xếp tải (kN.m)	Mômen tính theo Midas (kN.m)	Hệ số phân bố hoạt tải		Chênh lệch %
			Tính theo Midas	Tính theo công thức	
L/2	3631.909	1959.37	0.539	0.632	-14.72
3L/8	3451.382	2349.681	0.681	0.631	7.92
2L/8	2752.527	1536.43	0.558	0.631	-11.57
L/8	1691.469	1429.792	0.845	0.631	33.91

Bảng 22. Hệ số phân bố hoạt tải cho lực cắt

Mặt cắt	Lực cắt 1 làn xếp tải (kN)	Lực cắt theo Midas (kN)	Hệ số phân bố hoạt tải		Chênh lệch %
			Tính theo Midas	Tính theo công thức	
L/2	241.905925	134	0.554	0.649	-14.64
3L/8	312.909675	323.123	1.033	0.649	59.17
2L/8	383.913425	199.055	0.518	0.649	-20.18
L/8	454.9172	392.189	0.862	0.649	32.82
Gối	525.92	720.673	1.37	0.649	111.09

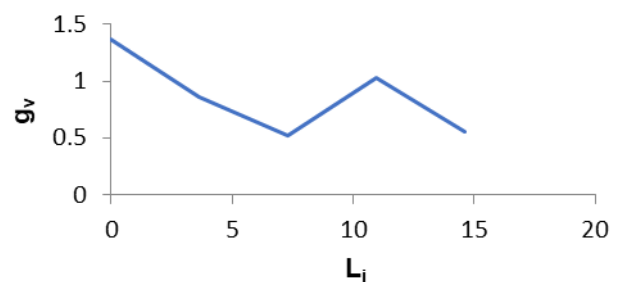
Quan hệ $g_M - L_i$ (dầm giữa, ≥ 2 làn)**Hình 35.** Biểu đồ quan hệ g_M và L_i

Qua các kết quả hai trường hợp xét ở trên ta thấy:

Quan hệ giữa g_M và L_i , giữa g_V và L_i là đường gãy khúc tại các vị trí cách gối L/4 và 3L/8.

HSPBHT cho mô men và cho lực cắt (g_M , g_V) đều lớn khi các đặc trưng hình học của mặt cắt dầm lớn (mô men quán tính I, diện tích mặt cắt A) và ngược lại.

HSPBHT cho mô men g_M tại các vị trí L/8,

Quan hệ $g_V - L_i$ (dầm giữa, ≥ 2 làn)**Hình 36.** Biểu đồ quan hệ g_V và L_i

3L/8 có giá trị lớn, các vị trí này ở giữa các dầm ngang. Còn tại vị trí L/4, L/2 có giá trị nhỏ hơn, các mặt cắt này đều ở vị trí dầm ngang.

HSPBHT cho lực cắt g_V tại các vị trí L/8, 3L/8 có các giá trị lớn, các vị trí này ở giữa các dầm ngang. Còn tại vị trí L/4, L/2 có giá trị nhỏ hơn, các mặt cắt này đều ở vị trí dầm ngang.

HSPBHT cho lực cắt g_V tại gối rất lớn.

HSPBHT cho mô men g_M và HSPBHT cho

lực cắt g_v của dầm I đều lớn hơn của dầm T một chút. Điều này một phần do các đặc trưng hình học của các dầm là khác nhau. Hơn nữa đối với dầm T thì cánh trên của dầm cũng chính là bản mặt cầu có cường độ chịu nén quy định f'_c và mô đun đàn hồi lớn hơn của bản mặt cầu dầm I, do đó sự truyền lực giữa các dầm T tốt hơn dầm I.

2.3. So sánh và phân tích

Từ các kết quả chênh lệch giữa tính HSPBHT theo Midas và tính theo TCVN 11823-4: 2017 ở các bảng trên ta thấy:

HSPBHT cho mô men g_M tính theo Midas tại các vị trí cách gối L/4 và L/2 có giá trị nhỏ hơn giá trị tính theo công thức (TCVN11823-2017), chênh lệch trong khoảng $(-14,72 \div 0)\%$. Nhưng tại các vị trí L/8, 3L/8 lại có giá trị lớn hơn giá trị tính theo công thức, chênh lệch trong khoảng $(7,92 \div 36,1)\%$.

HSPBHT cho lực cắt g_v tính theo Midas tại các vị trí cách gối L/4 và L/2 có giá trị nhỏ hơn giá trị tính theo công thức, chênh lệch trong khoảng $(-20,18 \div -1,62)\%$. Nhưng tại các vị trí L/8, 3L/8 lại có giá trị lớn hơn và đặc biệt tại vị trí gối có giá trị lớn hơn nhiều giá trị tính theo công thức, chênh lệch trong khoảng $(32,82 \div 118,71)\%$.

HSPBHT cho mô men g_M ở mặt cắt giữa dầm (L/2) tính theo công thức lớn hơn khi tính theo phương pháp PTHH bằng phần mềm Midas. Nên khi áp dụng công thức để tính toán thiết kế dầm I, T BTCT là hợp lý, an toàn. Nhưng ở các mặt cắt khác như L/8 và 3L/8 có giá trị nhỏ hơn nên cần chú ý khi bố trí cốt thép chịu lực và tính duyệt.

HSPBHT cho lực cắt g_v ở mặt cắt gối, L/8 và 3L/8 tính theo công thức nhỏ hơn khi tính theo phương pháp PTHH bằng phần mềm Midas. Nên khi áp dụng công thức để tính toán thiết kế dầm I, T BTCT cần phải chú ý trong thiết kế và tính duyệt tại các mặt cắt này. Nhất là thực tế cho thấy một số các cầu cũ có hiện tượng vết nứt xiên tại khu vực gối, gần gối.

Tại các mặt cắt L/8, 3L/8 là các mặt cắt ở khu vực giữa các dầm ngang do có độ cứng ngang cầu nhỏ nên khả năng truyền lực giữa các dầm kém hơn. Vì vậy, tại các vị trí này HSPBHT cho mô men

và lực cắt đều lớn. Ở các biểu đồ quan hệ $g_M - L_i$, $g_v - L_i$ có điểm nhô cao.

Tại các mặt cắt L/4, L/2 là các mặt cắt tại vị trí dầm ngang do có độ cứng ngang cầu lớn nên khả năng truyền lực giữa các dầm tốt hơn. Vì vậy, tại các vị trí này HSPBHT cho mô men và lực cắt đều nhỏ. Ở các biểu đồ quan hệ $g_M - L_i$, $g_v - L_i$ có điểm gãy khúc.

Tại mặt cắt gối có HSPBHT g_v lớn mặc dù có dầm ngang nhưng đó là vị trí đầu kết cấu nhịp, có các đặc trưng hình học lớn (mô men quán tính I, diện tích A), bên dưới lại được đỡ trực tiếp bởi kết cấu móng trụ.

Kết cấu nhịp dầm T phân bố hoạt tải tốt hơn so với dầm I.

3. Kết luận và kiến nghị

Qua các kết quả, so sánh và phân tích ở trên tác giả có một số kết luận và kiến nghị sau:

Tính HSPBHT theo công thức (TCVN 11823-2017) có xét đến tham số độ cứng dọc k_g và bề dày bản mặt cầu nhưng chưa xét đến ảnh hưởng của dầm ngang đến HSPBHT như tính theo Midas ở trên. Do vậy tại các vị trí dầm ngang có sự chênh lệch đáng kể.

Giá trị HSPBHT cho mô men ở các vị trí khác nhau là khác nhau. Khi thiết kế tính HSPBHT cho mô men g_M ở mặt cắt L/2, L/4 theo công thức trong TCVN11827-2017 là hợp lý, an toàn. Nhưng khi tính toán cho các mặt cắt ở giữa các dầm ngang (vị trí có độ cứng ngang nhỏ) như tại L/8, 3L/8 cần đặc biệt chú ý.

Giá trị HSPBHT cho lực cắt ở các vị trí khác nhau là khác nhau. Do có sự chênh lệch lớn giữa hai cách tính trên nên khi thiết kế tính HSPBHT cho lực cắt g_v theo công thức trong TCVN11823-2017 ở mặt cắt gối, khu vực giữa các dầm ngang như tại L/8 và 3L/8 cần đặc biệt chú ý.

Dầm ngang có tác dụng phân bố hoạt tải cho các dầm dọc chủ đều hơn, làm giảm mô men cho dầm dọc chủ. Tại các mặt cắt giữa nhịp hay mặt cắt có mô men lớn muốn giảm mô men nên bố trí dầm ngang.

Ngoài tác dụng của dầm ngang, để phân bố

hoạt tải giữa các dầm chủ tốt hơn có thể dùng kết cấu nhịp dầm T hoặc tăng cường độ chịu nén quy định của bản mặt cầu.

Cần phải có thêm các nghiên cứu sâu hơn, nhiều hơn, các nghiên cứu về ảnh hưởng của các liên kết như dầm ngang, bản mặt cầu cũng như độ võng của dầm chủ nhằm làm rõ sự chênh lệch trên để đảm bảo thiết kế an toàn, hợp lý hơn.

Khi tính toán thiết kế dầm chủ cần tính theo các phương pháp khác nhau để kiểm tra.

Tài liệu tham khảo

- [1]. P.H. Đồng & nnk. (2011). Tính toán hệ số phân bố ngang trong cầu dầm theo 22 TCN 272-05 và 22 TCN 18-79, đồng thời so sánh với hệ số phân bố ngang theo mô hình không gian. *Đề tài nghiên cứu khoa học sinh viên Trường Đại học Giao thông vận tải*.
- [2]. T.H. Linh. (2017). Tính toán hệ số phân bố ngang của hoạt tải bằng phương pháp phần tử hữu hạn. *Tuyển tập Hội nghị Khoa học và Công nghệ lần thứ 9, Trường Đại học Bách Khoa TP Hồ Chí Minh*.
- [3]. Bộ Khoa học và Công nghệ. (2017). Tiêu chuẩn Việt Nam, TCVN 11823-4: 2017, Thiết kế cầu đường bộ- Phần 4: Phân tích và đánh giá kết cấu.
- [4]. T.N. An. (2019). Nghiên cứu tính toán hệ số phân bố ngang đối với dầm trong của cầu dầm super T có chiều cao nằm ngoài phạm vi tiêu chuẩn cho phép. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, số 60-11/2019*.
- [5]. N.M. Nghĩa. (2010). Tổng luận cầu. *NXB Giao thông vận tải*.
- [6]. L.Đ. Tâm. (2005). Cầu bê tông cốt thép trên đường ô tô (tập 1). *NXB Xây dựng*.
- [7]. N.M. Nghĩa, D.M. Thu. (2007). Mổ trụ cầu. *NXB Giao thông vận tải*.
- [8]. N.V. Trung, H. Hà, N.N. Long. (2010). Cầu bê tông cốt thép (tập 1). *NXB Giao thông vận tải*.
- [9]. N.V. Trung, H. Hà, N.N. Long. (2010). Cầu bê tông cốt thép (tập 2). *NXB Giao thông vận tải*.
- [10]. Demetrios E. Tonias. (2017). Bridge engineering. *McGraw-Hill, Inc*.
- [11]. M.S. Troitsky. (2000). Conceptual. Bridge Design. *Bridge Engineering Handbook*, Ed. Wai-Fah Chen and Lian Duan, Boca Raton: CRC. Press, 2000.
- [12]. L.Đ. Hiền. (2015). Tài liệu hướng dẫn sử dụng Midas Civil.