

CH- ƠNG II THIẾT KẾ KẾT CẤU DẦM CHỦ

IV. LỰA CHỌN KÍCH THƯỚC VÀ TÍNH TOÁN ĐẶC TRƯNG HÌNH HỌC

IV.1 KÍCH THƯỚC KẾT CẤU VÀ MẶT CẮT NGANG DẦM

IV.1.1.Thiết kế dầm cong biên dầm:

Ưu điểm của thiết kế dầm có chiều cao thay đổi.

- Tiết kiệm vật liệu, bê tông và thép dự ứng lực được bố trí phù hợp cả trong thi công và khai thác.
- Giảm được ứng suất cắt.
- Kết cấu có hình dáng đẹp.

Để bố trí cốt thép chịu cắt phân bố đều, và bề rộng sườn dầm thay đổi đều theo chiều dài dầm, ta chọn dầm cong biên dầm có bậc từ 1 ÷ 2. Trong tính toán đặc trưng hình học mặt cắt ngang dầm, lấy dầm cong dạng bậc 2.

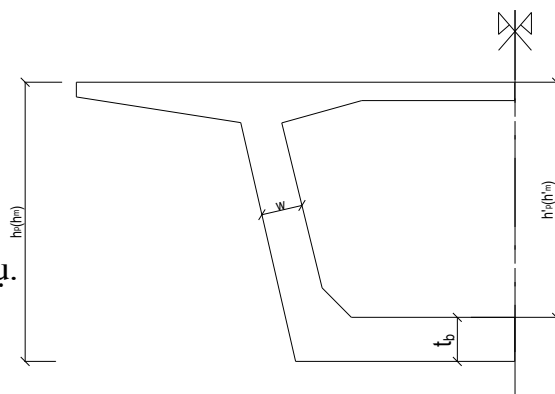
$$y_1 = a_1 x^2 + b_1$$

$$a_1 = \frac{h_p - h_m}{L^2}$$

$$b_1 = h_m$$

trong đó :

- h_p : Chiều cao dầm tại mặt cắt sát đỉnh trụ.
- h_m : Chiều cao dầm tại giữa nhịp.
- L : Chiều dài phần cánh hẫng cong.
- y_1 : Chiều cao mặt cắt tại vị trí tính toán.
- x : Khoảng cách từ giữa nhịp đến mặt cắt tính toán



IV.1.2.Thiết kế bản đáy hộp:

Bản đáy hộp chịu tải trọng sau:

- Trọng lượng bản thân.
- Lực nén do mô men uốn và lực cắt gây ra.
- Trọng lượng của các thiết bị, ván khuôn trong quá trình thi công.

Để phù hợp với đặc điểm chịu lực, bản đáy hộp thường có bề dày thay đổi.

Tại giữa nhịp: Chiều dày bản đáy hộp phụ thuộc vào yêu cầu về khoảng cách từ tim bó cáp dự ứng lực tới mép bê tông. Do có bố trí cáp dự ứng lực, chọn chiều dày bản đáy tại giữa nhịp bằng 300mm.

Tại khu vực gần trụ: Chiều dày bản đáy tăng lên để chịu lực nén lớn do mô men uốn và lực cắt gây ra, thường nằm trong khoảng $(\frac{1}{75} \div \frac{1}{200})L_{nh}$, tham khảo một số cầu đã xây dựng, ta chọn 600mm

Trong phạm vi giữa tiết diện giữa nhịp và gần trụ, đáy trên bản đáy thay đổi theo đường cong bậc 2 :

$$y_2 = a_2x^2 + b_2$$

$$a_1 = \frac{h'_p - h'_m}{L^2}$$

$$b_2 = h'_m$$

trong đó :

- h'_p : Khoảng cách tính từ mặt đường xe chạy đến bản đáy trên tại mặt cắt sát đỉnh trụ
- h'_m : Khoảng cách tính từ mặt đường xe chạy đến bản đáy trên tại giữa nhịp.
- L : Chiều dài phân cánh hằng cong.
- y_2 : Chiều cao mặt cắt tại vị trí tính toán.
- x : Khoảng cách từ giữa nhịp đến mặt cắt tính toán

Chiều dày đáy hộp được tính theo công thức:

$$t_b = y_1 - y_2$$

IV.1.3. Thiết kế sàn hộp

Sàn hộp chịu tải trọng như sau :

- Lực cắt do trọng lượng đầm và hoạt tải.
- Một phần mô men uốn truyền xuống từ bản mặt cầu, mô men xoắn do tải trọng lệch tâm gây ra.

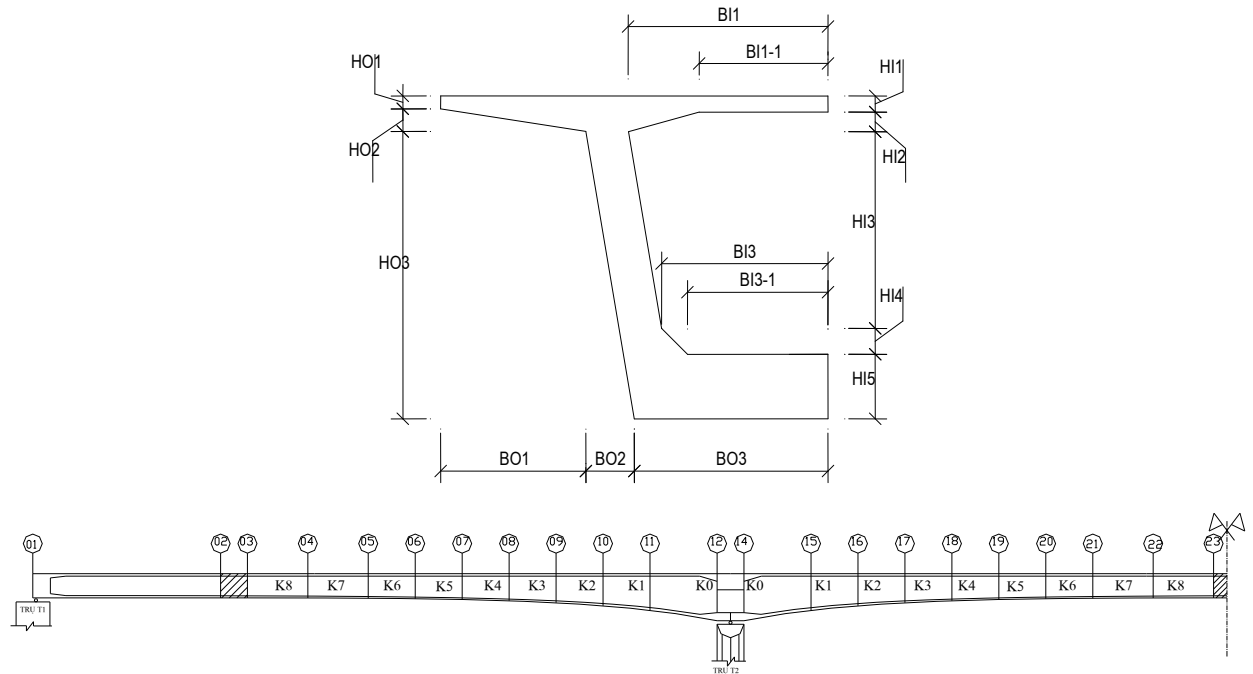
Chiều dày sàn phải đảm bảo hai yêu cầu:

- Đủ khả năng chịu lực
- Đủ tính không để đổ bê tông.

Để phù hợp với yêu cầu chịu lực, ta chọn chiều dày sàn thay đổi tuyến tính với các đặc trưng như sau :

Mặt cắt ngang gồm một hộp có cấu tạo vách xiên. Bản đáy hộp rộng 5.0 m tại đỉnh trụ có chiều dày thay đổi từ 0.6 ÷ 0.3 m tại đỉnh trụ đến giữa nhịp, bản trên rộng 12m có chiều dày không thay đổi 0.25 m, sườn dầm dày 0.4 m.

Sau đây là chiều cao, chiều dày dầm và bề dày sườn hộp của một số tiết diện

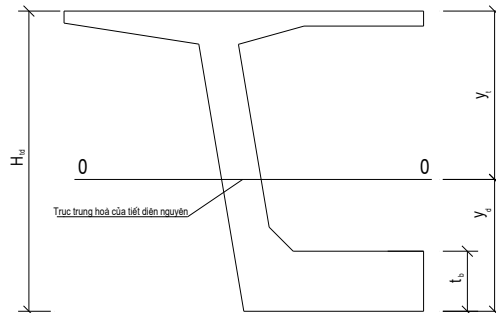


Thứ tự	Tiết diện	HO1	HO2	HO3	BO1	BO2	BO3	HI1	HI2	HI3	HI4	HI5	BI1	BI1-1	BI3	BI3-1
1	1	0.25	0.25	1.7	2.797	0.297	2.906	0.25	0.25	1.1	0.3	0.3	2.797	1.297	2.604	2.25
2	2	0.25	0.25	1.7	2.797	0.297	2.906	0.25	0.25	1.1	0.3	0.3	2.797	1.297	2.604	2.25
3	3	0.25	0.25	1.7	2.797	0.297	2.906	0.25	0.25	1.1	0.3	0.3	2.797	1.297	2.604	2.25
4	4	0.25	0.25	1.74	2.797	0.306	2.897	0.25	0.25	1.103	0.3	0.337	2.797	1.297	2.601	2.244
5	5	0.25	0.25	1.84	2.797	0.325	2.878	0.25	0.25	1.165	0.3	0.375	2.797	1.297	2.59	2.233
6	6	0.25	0.25	1.979	2.797	0.348	2.855	0.25	0.25	1.275	0.3	0.404	2.797	1.297	2.571	2.214
7	7	0.25	0.25	2.15	2.797	0.378	2.825	0.25	0.25	1.417	0.3	0.433	2.797	1.297	2.546	2.189
8	8	0.25	0.25	2.37	2.797	0.417	2.786	0.25	0.25	1.609	0.3	0.46	2.797	1.297	2.512	2.155
9	9	0.25	0.25	2.64	2.797	0.464	2.739	0.25	0.25	1.85	0.3	0.49	2.797	1.297	2.47	2.113
10	10	0.25	0.25	2.94	2.797	0.517	2.686	0.25	0.25	2.119	0.3	0.52	2.797	1.297	2.423	2.066
11	11	0.25	0.25	3.29	2.797	0.577	2.626	0.25	0.25	2.44	0.3	0.55	2.797	1.297	2.367	2.01
12	12	0.25	0.25	4	2.797	0.703	2.5	0.25	0.25	3.1	0.3	0.6	2.797	1.297	2.254	1.902
13	13T	0.25	0.25	4	2.797	0.703	2.5	0.25	0.25	3.1	0.3	0.6	2.797	1.297	2.254	1.902

IV.1.4. TÍNH TOÁN ĐẶC TRƯNG HÌNH HỌC TIẾT DIỆN

Bằng cách chia nhỏ tiết diện nguyên thành các tam giác và hình chữ nhật, ta lần lượt tính diện tích tiết diện, mômen tĩnh, vị trí trục trung hoà và cuối cùng là mômen quán tính của

tiết diện. Đặc tr- ng hình học tiết diện đ- ợc tính cho một nửa cầu, các mặt cắt còn lại mang tính chất đối xứng.



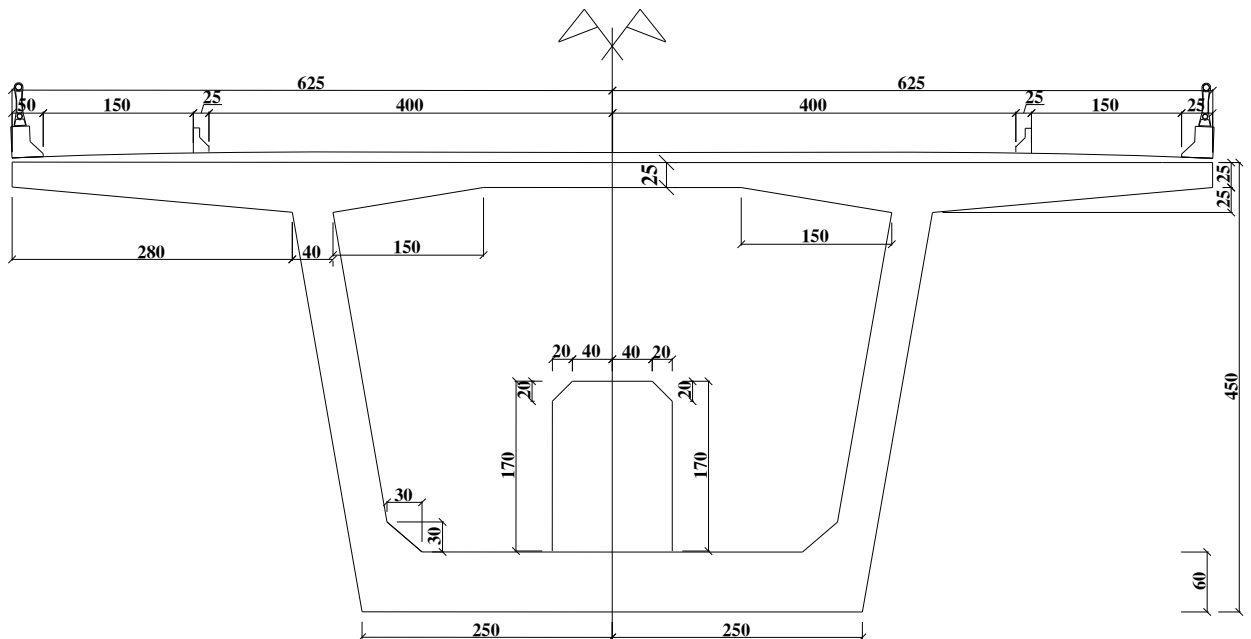
Tiết diện	K/c từ gối	A	S	I	y _t	y _d	H _{td}	t _b
	m	m ²	m ³	m ⁴	m	m	m	m
1	0.00	7.263	10.18	4.822	0.798	1.402	2.20	0.3
2	14.00	7.263	10.18	4.822	0.798	1.402	2.20	0.3
3	16.00	7.263	10.18	4.822	0.798	1.402	2.20	0.3
4	20.50	7.480	10.510	5.262	0.835	1.405	2.24	0.337
5	25.00	7.742	11.163	6.072	0.898	1.442	2.34	0.375
6	28.50	7.984	12.047	7.155	0.971	1.509	2.48	0.404
7	32.00	8.242	13.133	8.567	1.057	1.593	2.65	0.433
8	35.50	8.520	14.555	10.538	1.162	1.708	2.87	0.46
9	39.00	8.843	16.349	13.257	1.291	1.849	3.14	0.49
10	42.50	9.175	18.398	16.670	1.435	2.005	3.44	0.52
11	46.00	9.534	20.880	21.166	1.600	2.190	3.79	0.55
12	51	10.19	26.178	32.006	1.931	2.569	4.50	0.6
13T	52.00	10.19	26.178	32.006	1.931	2.569	4.50	0.6
13P	52.00	10.19	26.178	32.006	1.931	2.569	4.50	0.6
14	53	10.19	26.178	32.006	1.931	2.569	4.50	0.6
15	58.00	9.534	20.880	21.166	1.600	2.190	3.79	0.55
16	61.50	9.175	18.398	16.670	1.435	2.005	3.44	0.52
17	65.00	8.843	16.349	13.257	1.291	1.849	3.14	0.49
18	68.50	8.520	14.555	10.538	1.162	1.708	2.87	0.46
19	72.00	8.242	13.133	8.567	1.057	1.593	2.65	0.433
20	75.50	7.984	12.047	7.155	0.971	1.509	2.48	0.404
21	79.0	7.742	11.163	6.072	0.898	1.442	2.34	0.375
22	83.5	7.480	10.510	5.262	0.835	1.405	2.24	0.337
23	88.00	7.263	10.22	4.822	0.793	1.407	2.20	0.3

Trong đó:

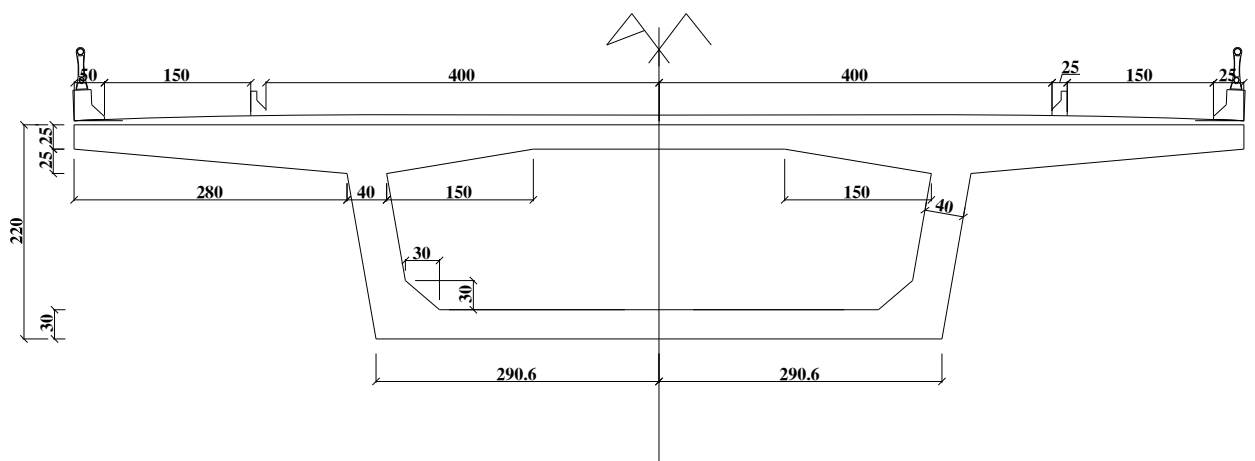
+H_{td}: chiều cao tiết diện

+H_d: chiều dày bản đáy tiết diện

Kích thước tiết diện tại mép trụ



Kích thích tiết diện tại giữa nhịp

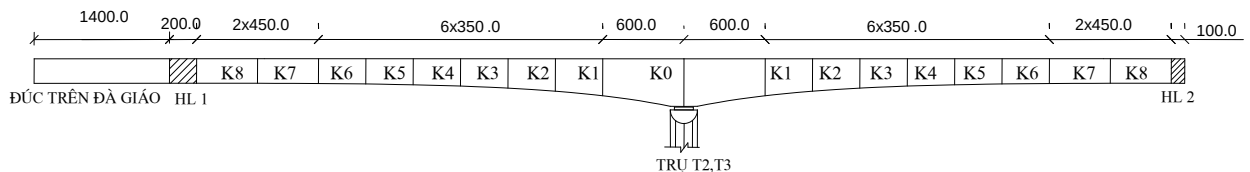


Vì trong quá trình thi công hằng nội lực hình thành dần qua các b-ớc thi công, nên để tính nội lực trong dầm chủ ta phải xem xét quá trình làm việc qua các giai đoạn thi công.

Nội lực hình thành dần qua các giai đoạn thi công và sơ đồ tính nội lực đ- ọc mô hình hoá để tính toán sẽ trình bày sau đây. Tổng hợp nội lực của các giai đoạn thi công đó ta sẽ có biểu đồ bao nội lực thi công. Sau đó tính toán nội lực trong giai đoạn khai thác. Cuối cùng ta tổ hợp lấy đ- ồng bao nội lực trong giai đoạn thi công và trong giai đoạn khai thác ta đ- ọc nội lực thiết kế.

IV.2.1 SƠ ĐỒ CHIA ĐỐT THI CÔNG KẾT CẤU NHỊP

Sơ đồ chia đốt thi công kết cấu nhịp



IV.2.2 CÁC GIAI ĐOẠN THI CÔNG KẾT CẤU NHỊP

a. Giai đoạn 1: Đúc hẫng cân bằng trên trụ T2, T3

Để thực hiện việc đúc hẫng ta phải thi công đốt K0 trên đà giáo mở rộng trụ. Các khối K0 phải liên kết tạm thời với đỉnh trụ thông qua các thanh c- ờng độ cao, riêng K0 trên trụ T3 là liên kết cố định vì đó là trụ ngàm.

Trong b- ớc này tải trọng tác dụng lên dầm gồm có trọng l- ợng bản thân của các đốt đúc, trọng l- ợng xe đúc P (kể cả ván khuôn, thiết bị thi công và ng- ời).

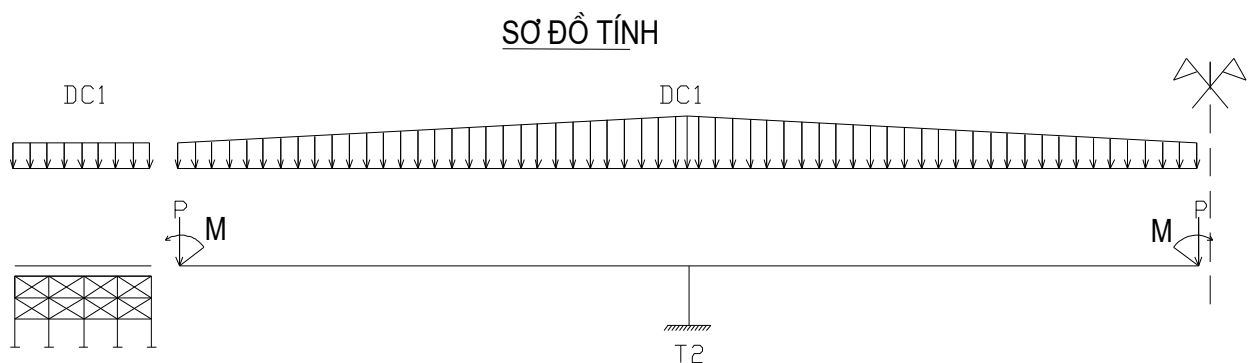
Sơ đồ tính là lúc đã đúc xong phần hẫng. Trên trụ T2, T3 hai xe đúc đứng ở K8.

Khi tính toán lấy tải trọng xe đúc là $P = 600\text{KN}$, $M = 200\text{ KN.m}$ tải trọng do trọng l- ợng bản thân dầm đ- ọc tính là tải trọng phân bố theo hình thang trên mỗi đốt đúc và có giá trị bằng diện tích mặt cắt nhân với trọng l- ợng riêng của bê tông $\gamma = 2.4\text{ T/m}^3$.

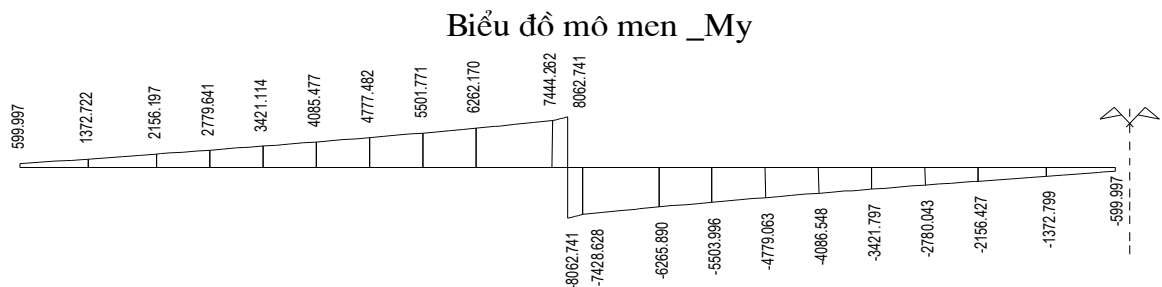
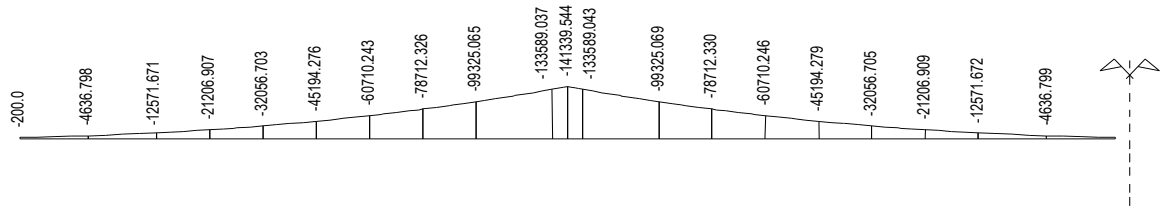
Khi thi công đúc hẫng từng cặp đốt đối xứng, khi bê tông đạt c- ờng độ tiến hành căng cáp - st.

Sau khi tiến hành đúc hẫng cân bằng trên các trụ xong, tiến hành xây lắp đoạn đúc trên đà giáo phục vụ cho quá trình hợp long nhịp biên.

Ta có sơ đồ tính nh- sau:



Biểu đồ mô men thu đ-ợc khi mô hình hóa kết cấu bằng phần mềm sap2000



Biểu đồ lực cắt F_z

Nội lực trong các tiết diện khác bằng 0

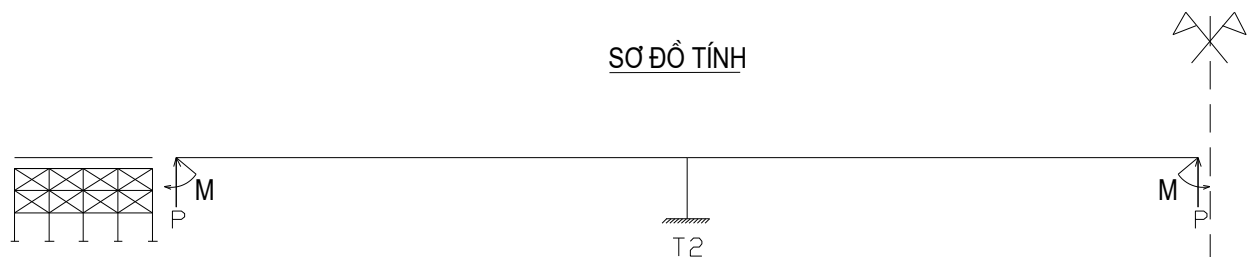
Tiết diện	Khoảng cách	Tải trọng	Lực cắt	Mô men	Ptt<1	Mtt<1	Ptt>1	Mtt>1
	m		KN	KNm	KN	KNm	KN	KNm
1	0.00	DCI,XD	0	0	0	0	0	0
2	14.00	DCI,XD	0	0	0	0	0	0
3	16.00	DCI,XD	600	-200	540	-180	750	-250
4	20.50	DCI,XD	1,372.70	-4636.8	1235.43	-4173.12	1715.875	-5796
5	25.00	DCI,XD	2,156.20	-12572	1940.58	-11314.8	2695.25	-15715
6	28.50	DCI,XD	2,779.60	-21207	2501.64	-19086.3	3474.5	-26508.75
7	32.00	DCI,XD	3,421.10	-32057	3078.99	-28851.3	4276.375	-40071.25
8	35.50	DCI,XD	4,085.50	-45194	3676.95	-40674.6	5106.875	-56492.5
9	39.00	DCI,XD	4,777.50	-60710	4299.75	-54639	5971.875	-75887.5
10	42.50	DCI,XD	5,501.80	-78712	4951.62	-70840.8	6877.25	-98390
11	46.00	DCI,XD	6,262.20	-99325	5635.98	-89392.5	7827.75	-124156.25
12	51	DCI,XD	7,444.30	-133590	6699.87	-120231	9305.375	-166987.5
13T	52.00	DCI,XD	8,062.70	-141340	7256.43	-127206	10078.375	-176675
13P	52.00	DCI,XD	-8,062.70	-141340	-7256.43	-127206	-10078.375	-176675
14	53	DCI,XD	-7,428.60	-133590	-6685.74	-120231	-9285.75	-166987.5
15	58.00	DCI,XD	-6,265.90	-99325	-5639.31	-89392.5	-7832.375	-124156.25
16	61.50	DCI,XD	-5,504.00	-78712	-4953.6	-70840.8	-6880	-98390
17	65.00	DCI,XD	-4,779.10	-60710	-4301.19	-54639	-5973.875	-75887.5
18	68.50	DCI,XD	-4,086.50	-45194	-3677.85	-40674.6	-5108.125	-56492.5
19	72.00	DCI,XD	-3,421.80	-32057	-3079.62	-28851.3	-4277.25	-40071.25
20	75.50	DCI,XD	-2,780.00	-21207	-2502	-19086.3	-3475	-26508.75
21	79.0	DCI,XD	-2,156.40	-12572	-1940.76	-11314.8	-2695.5	-15715
22	83.5	DCI,XD	-1,372.80	-4636.8	-1235.52	-4173.12	-1716	-5796
23	88.00	DCI,XD	-600	-200	-540	-180	-750	-250

24	90.00	DCI,XD	600	-200	540	-180	750	-250
25	94.50	DCI,XD	1,372.80	-4636.8	1235.52	-4173.12	1716	-5796
26	99.00	DCI,XD	2,156.40	-12572	1940.76	-11314.8	2695.5	-15715
27	102.50	DCI,XD	2,780.00	-21207	2502	-19086.3	3475	-26508.75
28	106.00	DCI,XD	3,421.80	-32057	3079.62	-28851.3	4277.25	-40071.25
29	109.50	DCI,XD	4,086.50	-45194	3677.85	-40674.6	5108.125	-56492.5
30	113.00	DCI,XD	4,779.10	-60710	4301.19	-54639	5973.875	-75887.5
31	116.50	DCI,XD	5,504.00	-78712	4953.6	-70840.8	6880	-98390
32	120.00	DCI,XD	6,265.90	-99325	5639.31	-89392.5	7832.375	-124156.25
33	125	DCI,XD	7,428.60	-133590	6685.74	-120231	9285.75	-166987.5
34T	126.00	DCI,XD	8,062.70	-141340	7256.43	-127206	10078.375	-176675
34P	126.00	DCI,XD	-8,062.70	-141340	-7256.43	-127206	-10078.375	-176675
35	127	DCI,XD	-7,444.30	-133590	-6699.87	-120231	-9305.375	-166987.5
36	132.00	DCI,XD	-6,262.20	-99325	-5635.98	-89392.5	-7827.75	-124156.25
37	135.50	DCI,XD	-5,501.80	-78712	-4951.62	-70840.8	-6877.25	-98390
38	139.00	DCI,XD	-4,777.50	-60710	-4299.75	-54639	-5971.875	-75887.5
39	142.50	DCI,XD	-4,085.50	-45194	-3676.95	-40674.6	-5106.875	-56492.5
40	146.00	DCI,XD	-3,421.10	-32057	-3078.99	-28851.3	-4276.375	-40071.25
41	149.50	DCI,XD	-2,779.60	-21207	-2501.64	-19086.3	-3474.5	-26508.75
42	153.00	DCI,XD	-2,156.20	-12572	-1940.58	-11314.8	-2695.25	-15715
43	157.50	DCI,XD	-1,372.70	-4636.8	-1235.43	-4173.12	-1715.875	-5796
44	162.00	DCI,XD	-600	-200	-540	-180	-750	-250
45	164.00	DCI,XD	0	0	0	0	0	0
46	178	DCI,XD	0	0	0	0	0	0

b. Giai đoạn 2 : tháo xe đúc

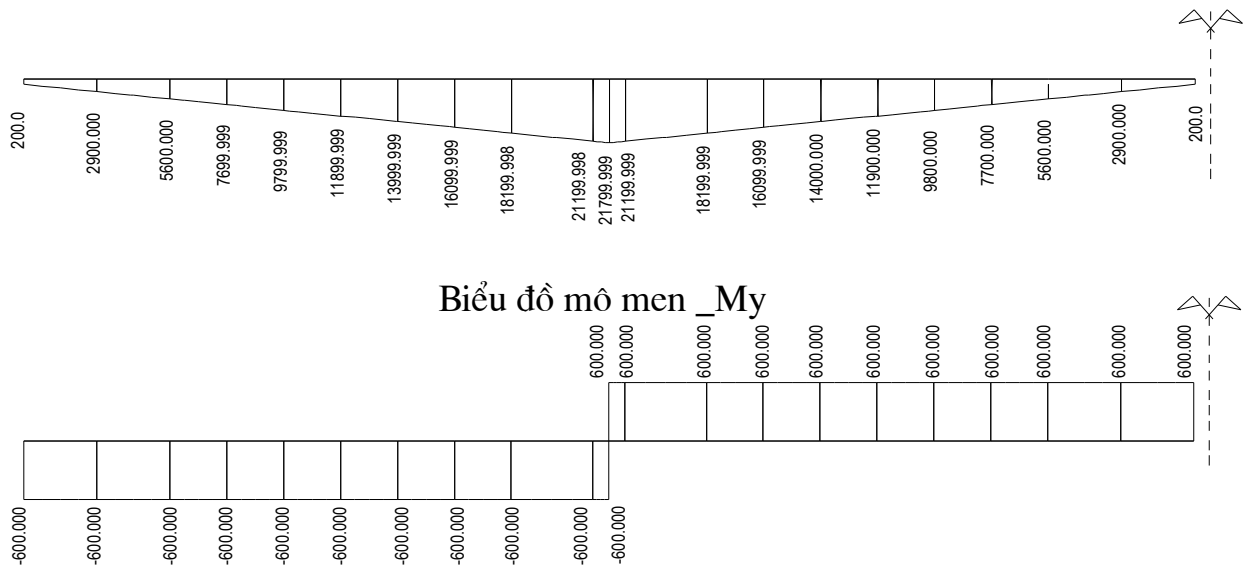
Sau khi thi công xong phần hẫng cấp xe đúc trên trụ T2, T3 đ-ợc tháo ra. Sơ đồ tháo xe đúc t-ơng đ-ơng với việc tác dụng cặp lực ng-ợc trở lại trên 2 cánh hẫng.

Sơ đồ tính:



Biểu đồ mômen thu đ-ợc khi mô hình hóa kết cấu bằng phần mềm sap2000

150



Tiết diện	Khoảng cách	Tải trọng	Lực cắt	Mômen	Ptt<1	Mtt<1	Ptt>1	Mtt>1
	M		KN	KNm	KN	KNm	KN	KNm
1	0.00	XD	0	0	0	0	0	0
2	14.00	XD	0	0	0	0	0	0
3	16.00	XD	-600	200	-540	180	-750	250
4	20.50	XD	-600	2900	-540	2610	-750	3625
5	25.00	XD	-600	5600	-540	5040	-750	7000
6	28.50	XD	-600	7700	-540	6930	-750	9625
7	32.00	XD	-600	9800	-540	8820	-750	12250
8	35.50	XD	-600	11900	-540	10710	-750	14875
9	39.00	XD	-600	14000	-540	12600	-750	17500
10	42.50	XD	-600	16100	-540	14490	-750	20125
11	46.00	XD	-600	18200	-540	16380	-750	22750
12	51	XD	-600	21200	-540	19080	-750	26500
13T	52.00	XD	-600	21800	-540	19620	-750	27250
13P	52.00	XD	600	21800	540	19620	750	27250
14	53	XD	600	21200	540	19080	750	26500
15	58.00	XD	600	18200	540	16380	750	22750
16	61.50	XD	600	16100	540	14490	750	20125
17	65.00	XD	600	14000	540	12600	750	17500
18	68.50	XD	600	11900	540	10710	750	14875
19	72.00	XD	600	9800	540	8820	750	12250
20	75.50	XD	600	7700	540	6930	750	9625
21	79.0	XD	600	5600	540	5040	750	7000
22	83.5	XD	600	2900	540	2610	750	3625
23	88.00	XD	600	200	540	180	750	250
24	90.00	XD	-600	200	-540	180	-750	250
25	94.50	XD	-600	2900	-540	2610	-750	3625
26	99.00	XD	-600	5600	-540	5040	-750	7000

27	102.50	XD	-600	7700	-540	6930	-750	9625
28	106.00	XD	-600	9800	-540	8820	-750	12250
29	109.50	XD	-600	11900	-540	10710	-750	14875
30	113.00	XD	-600	14000	-540	12600	-750	17500
31	116.50	XD	-600	16100	-540	14490	-750	20125
32	120.00	XD	-600	18200	-540	16380	-750	22750
33	125	XD	-600	21200	-540	19080	-750	26500
34T	126.00	XD	-600	21800	-540	19620	-750	27250
34P	126.00	XD	600	21800	-540	19620	-750	27250
35	127	XD	600	21200	-540	19080	-750	26500
36	132.00	XD	600	18200	-540	16380	-750	22750
37	135.50	XD	600	16100	-540	14490	-750	20125
38	139.00	XD	600	14000	-540	12600	-750	17500
39	142.50	XD	600	11900	-540	10710	-750	14875
40	146.00	XD	600	9800	-540	8820	-750	12250
41	149.50	XD	600	7700	-540	6930	-750	9625
42	153.00	XD	600	5600	-540	5040	-750	7000
43	157.50	XD	600	2900	-540	2610	-750	3625
44	162.00	XD	600	200	-540	180	-750	250
45	164.00	XD	0	0	0	0	0	0
46	178	XD	0	0	0	0	0	0

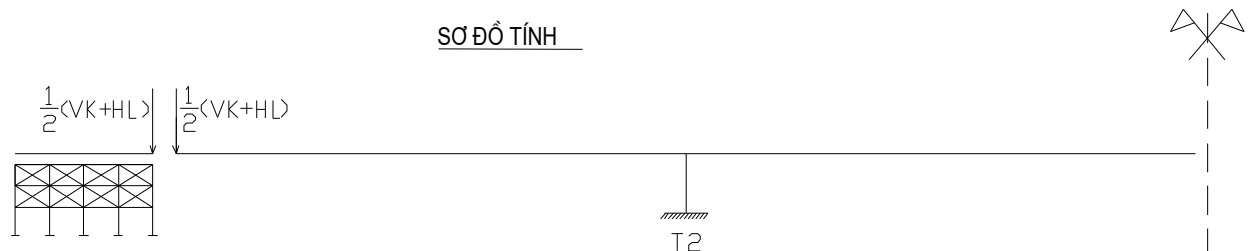
c. Giai đoạn 3: Hợp long nhịp biên

Sử dụng bộ ván khuôn để hợp long nhịp biên, tải trọng tác dụng là trọng lượng của ván khuôn và trọng lượng cốt hợp long. Tải trọng trong thời gian bê tông còn ướt tác dụng lên phần cánh hẫng và tác dụng trực tiếp và gián tiếp với giá trị bằng $\frac{1}{2}(VK + HL)$

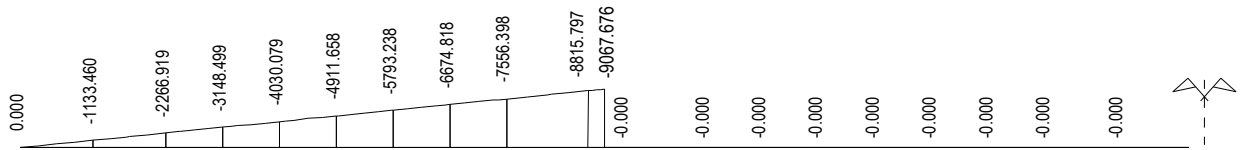
Với : Tải trọng ván khuôn nặng : VK= 15 (T)=150 KN

HL=2.4 x 7,37x 2= 35.376 T =353.76 KN

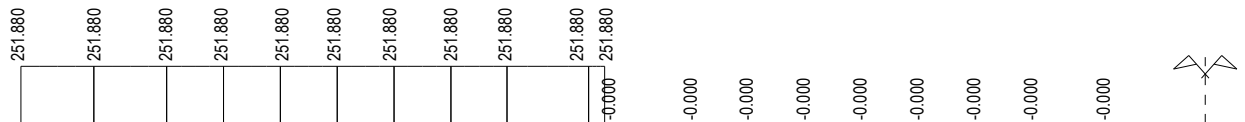
Sơ đồ tính:



Biểu đồ mômen thu được khi mô hình hóa kết cấu bằng phần mềm sap2000



Biểu đồ mô men M_y



Biểu đồ lực cắt F_z

Nội lực trong các tiết diện khác bằng 0

Tiết diện	Khoảng cách	Tải trọng	Lực cắt	Mômen	Ptt<1	Mtt<1	Ptt>1	Mtt>1
	M		KN	KNm	KN	KNm	KN	KNm
1	0.00	$(VK+HL)/2$	0	0	0	0	0	0
2	14.00	$(VK+HL)/2$	0	0	0	0	0	0
3	16.00	$(VK+HL)/2$	251.88	0.00	226.692	0	314.85	0
4	20.50	$(VK+HL)/2$	251.88	-1,133.50	226.692	-1020.15	314.85	-1416.875
5	25.00	$(VK+HL)/2$	251.88	-2,266.90	226.692	-2040.21	314.85	-2833.625
6	28.50	$(VK+HL)/2$	251.88	-3,148.50	226.692	-2833.65	314.85	-3935.625
7	32.00	$(VK+HL)/2$	251.88	-4,030.10	226.692	-3627.09	314.85	-5037.625
8	35.50	$(VK+HL)/2$	251.88	-4,911.70	226.692	-4420.53	314.85	-6139.625
9	39.00	$(VK+HL)/2$	251.88	-5,793.20	226.692	-5213.88	314.85	-7241.5
10	42.50	$(VK+HL)/2$	251.88	-6,674.80	226.692	-6007.32	314.85	-8343.5
11	46.00	$(VK+HL)/2$	251.88	-7,556.40	226.692	-6800.76	314.85	-9445.5
12	51	$(VK+HL)/2$	251.88	-8,815.80	226.692	-7934.22	314.85	-11019.75
13T	52.00	$(VK+HL)/2$	251.88	-9,067.70	226.692	-8160.93	314.85	-11334.625
13P	52.00	$(VK+HL)/2$	0	0	0	0	0	0
34T	126.00	$(VK+HL)/2$	0	0	0	0	0	0
34P	126.00	$(VK+HL)/2$	-251.88	-9,067.70	-226.692	-8160.93	-314.85	-11334.625
35	127	$(VK+HL)/2$	-251.88	-8,815.80	-226.692	-7934.22	-314.85	-11019.75
36	132.00	$(VK+HL)/2$	-251.88	-7,556.40	-226.692	-6800.76	-314.85	-9445.5
37	135.50	$(VK+HL)/2$	-251.88	-6,674.80	-226.692	-6007.32	-314.85	-8343.5
38	139.00	$(VK+HL)/2$	-251.88	-5,793.20	-226.692	-5213.88	-314.85	-7241.5
39	142.50	$(VK+HL)/2$	-251.88	-4,911.70	-226.692	-4420.53	-314.85	-6139.625
40	146.00	$(VK+HL)/2$	-251.88	-4,030.10	-226.692	-3627.09	-314.85	-5037.625
41	149.50	$(VK+HL)/2$	-251.88	-3,148.50	-226.692	-2833.65	-314.85	-3935.625
42	153.00	$(VK+HL)/2$	-251.88	-2,266.90	-226.692	-2040.21	-314.85	-2833.625
43	157.50	$(VK+HL)/2$	-251.88	-1,133.50	-226.692	-1020.15	-314.85	-1416.875
44	162.00	$(VK+HL)/2$	-251.88	0	-226.692	0	-314.85	0
45	164.00	$(VK+HL)/2$	0	0	0	0	0	0
46	178	$(VK+HL)/2$	0	0	0	0	0	0

d. Giai đoạn 4 : Căng cáp, hạ giàn giáo, giáo ván khuôn nhịp biên.

Sau khi bê tông khối hợp long đạt c-ờng độ, tiến hành căng cáp d-ờng tại nhịp biên, bê tông bị tách ra khỏi hệ giàn giáo và toàn bộ trọng l-ợng của phần đúc trên đà giáo sẽ lên cánh hẫng và gối.

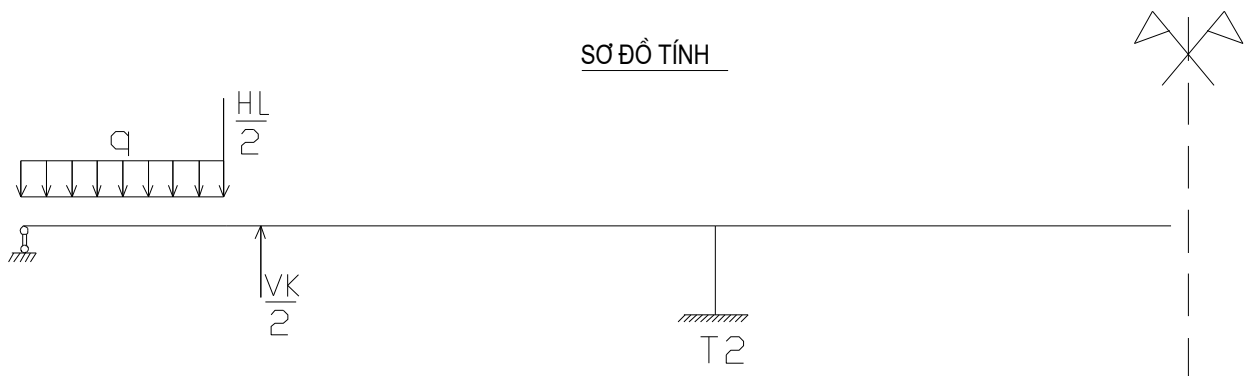
- Tải trọng tác dụng:

+ Lực căng của bó cốt thép d-ờng tại nhịp biên.

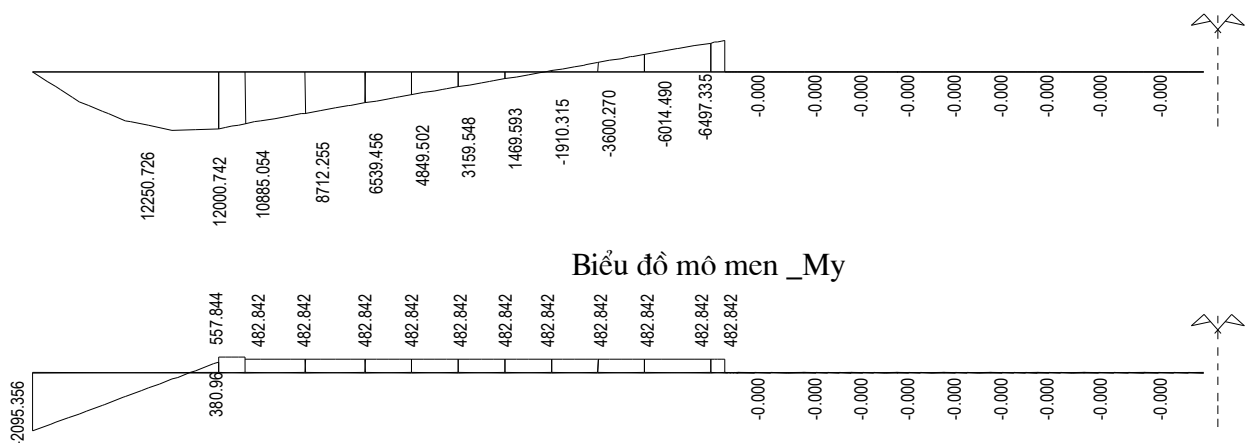
+ Tải trọng phân bố đều của đoạn đúc trên đà giáo và khối hợp long, tải trọng tập trung của một nửa trọng l-ợng ván khuôn và khối hợp long .

$$q = HL/2 = 176.88 \text{ (KN/m)}$$

Sơ đồ tính:



Biểu đồ mômen thu đ-ợc khi mô hình hóa kết cấu bằng phần mềm sap2000



Biểu đồ lực cắt F_z

Nội lực trong các tiết diện khác bằng 0

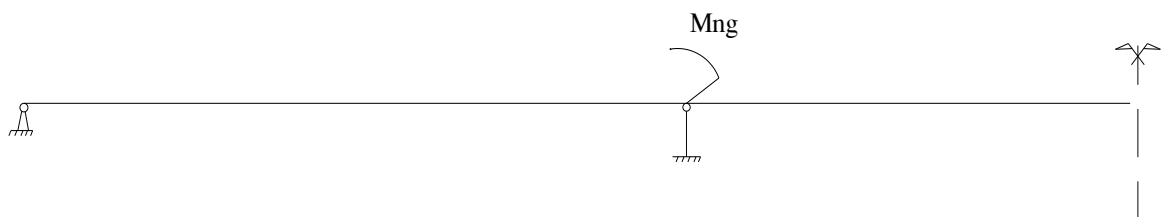
	Khoảng cách	Tải trọng	Lực cắt	Mômen	Ptt<1	Mtt<1	Ptt>1	Mtt>1
	M		KN	KNm	KN	KNm	KN	KNm
1	0.00	q,HL/2,VK/2	-2,095.40	0.00	-1885.86	0	-2619.25	0
2	14.00	q,HL/2,VK/2	557.84	12,001.00	502.056	10800.9	697.3	15001.25

3	16.00	q,HL/2,VK/2	482.84	10,885.00	434.556	9796.5	603.55	13606.25
4	20.50	q,HL/2,VK/2	482.84	8,712.30	434.556	7841.07	603.55	10890.375
5	25.00	q,HL/2,VK/2	482.84	6,539.50	434.556	5885.55	603.55	8174.375
6	28.50	q,HL/2,VK/2	482.84	4,849.50	434.556	4364.55	603.55	6061.875
7	32.00	q,HL/2,VK/2	482.84	3,159.50	434.556	2843.55	603.55	3949.375
8	35.50	q,HL/2,VK/2	482.84	1,469.60	434.556	1322.64	603.55	1837
9	39.00	q,HL/2,VK/2	482.84	-220.36	434.556	-198.324	603.55	-275.45
10	42.50	q,HL/2,VK/2	482.84	-1,910.30	434.556	-1719.27	603.55	-2387.875
11	46.00	q,HL/2,VK/2	482.84	-3,600.30	434.556	-3240.27	603.55	-4500.375
12	51	q,HL/2,VK/2	482.84	-6,014.50	434.556	-5413.05	603.55	-7518.125
13T	52.00	q,HL/2,VK/2	482.84	-6,497.30	434.556	-5847.57	603.55	-8121.625
34P	126.00	q,HL/2,VK/2	-482.84	-6,497.30	-434.556	-5847.57	-603.55	-8121.625
35	127	q,HL/2,VK/2	-482.84	-6,014.50	-434.556	-5413.05	-603.55	-7518.125
36	132.00	q,HL/2,VK/2	-482.84	-3,600.30	-434.556	-3240.27	-603.55	-4500.375
37	135.50	q,HL/2,VK/2	-482.84	-1,910.30	-434.556	-1719.27	-603.55	-2387.875
38	139.00	q,HL/2,VK/2	-482.84	-220.36	-434.556	-198.324	-603.55	-275.45
39	142.50	q,HL/2,VK/2	-482.84	1,469.60	-434.556	1322.64	-603.55	1837
40	146.00	q,HL/2,VK/2	-482.84	3,159.50	-434.556	2843.55	-603.55	3949.375
41	149.50	q,HL/2,VK/2	-482.84	4,849.50	-434.556	4364.55	-603.55	6061.875
42	153.00	q,HL/2,VK/2	-482.84	6,539.50	-434.556	5885.55	-603.55	8174.375
43	157.50	q,HL/2,VK/2	-482.84	8,712.30	-434.556	7841.07	-603.55	10890.375
44	162.00	q,HL/2,VK/2	-482.84	10,885.00	-434.556	9796.5	-603.55	13606.25
45	164.00	q,HL/2,VK/2	-557.84	12,001.00	-502.056	10800.9	-697.3	15001.25
46	178	q,HL/2,VK/2	2,095.40	0	1885.86	0	2619.25	0

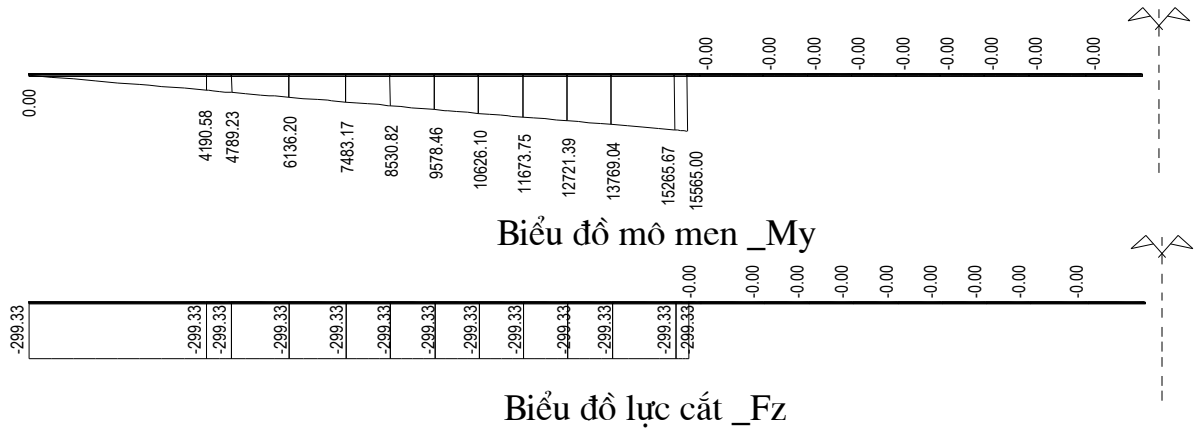
e. Giai đoạn 5: Tháo ngàm

Cắt bỏ liên kết tạm khối đỉnh trụ T2,T3. Sơ đồ tính t-ơng đ-ơng với việc giải phóng mômen trong trụ, đặt mômen đó vào dầm.

Sơ đồ tính:



Biểu đồ mômen thu đ-ợc khi mô hình hóa kết cấu bằng phần mềm sap2000



Nội lực trong các tiết diện khác bằng 0

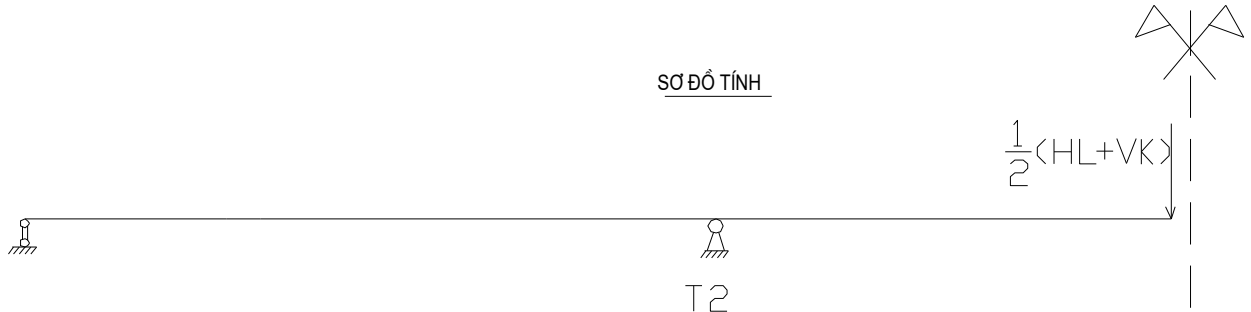
Tiết diện	Khoảng cách	Tải trọng	Lực cắt	Mômen	Ptt<1	Mtt<1	Ptt>1	Mtt>1
	M		KN	KNm	KN	KNm	KN	KNm
1	0.00	M_{ng}	-299.33	0.00	-269.397	0	-374.1625	0
2	14.00	M_{ng}	-299.33	4,190.60	-269.397	3771.54	-374.1625	5238.25
3	16.00	M_{ng}	-299.33	4,789.20	-269.397	4310.28	-374.1625	5986.5
4	20.50	M_{ng}	-299.33	6,136.20	-269.397	5522.58	-374.1625	7670.25
5	25.00	M_{ng}	-299.33	7,483.20	-269.397	6734.88	-374.1625	9354
6	28.50	M_{ng}	-299.33	8,530.80	-269.397	7677.72	-374.1625	10663.5
7	32.00	M_{ng}	-299.33	9,578.50	-269.397	8620.65	-374.1625	11973.125
8	35.50	M_{ng}	-299.33	10,626.00	-269.397	9563.4	-374.1625	13282.5
9	39.00	M_{ng}	-299.33	11,674.00	-269.397	10506.6	-374.1625	14592.5
10	42.50	M_{ng}	-299.33	12,721.00	-269.397	11448.9	-374.1625	15901.25
11	46.00	M_{ng}	-299.33	13,769.00	-269.397	12392.1	-374.1625	17211.25
12	51	M_{ng}	-299.33	15,266.00	-269.397	13739.4	-374.1625	19082.5
13T	52.00	M_{ng}	-299.33	15,565.00	-269.397	14008.5	-374.1625	19456.25
13P	52.00	M_{ng}	0	0	0	0	0	0
34T	126.00	M_{ng}	0	0	0	0	0	0
34P	126.00	M_{ng}	299.33	15,565.00	269.397	14008.5	374.1625	19456.25
35	127	M_{ng}	299.33	15,266.00	269.397	13739.4	374.1625	19082.5
36	132.00	M_{ng}	299.33	13,769.00	269.397	12392.1	374.1625	17211.25
37	135.50	M_{ng}	299.33	12,721.00	269.397	11448.9	374.1625	15901.25
38	139.00	M_{ng}	299.33	11,674.00	269.397	10506.6	374.1625	14592.5
39	142.50	M_{ng}	299.33	10,626.00	269.397	9563.4	374.1625	13282.5
40	146.00	M_{ng}	299.33	9,578.50	269.397	8620.65	374.1625	11973.125
41	149.50	M_{ng}	299.33	8,530.80	269.397	7677.72	374.1625	10663.5
42	153.00	M_{ng}	299.33	7,483.20	269.397	6734.88	374.1625	9354
43	157.50	M_{ng}	299.33	6,136.20	269.397	5522.58	374.1625	7670.25
44	162.00	M_{ng}	299.33	4,789.20	269.397	4310.28	374.1625	5986.5
45	164.00	M_{ng}	299.33	4,190.60	269.397	3771.54	374.1625	5238.25
46	178	M_{ng}	299.33	0	269.397	0	374.1625	0

f. Giai đoạn 6: Hợp long nhịp giữa

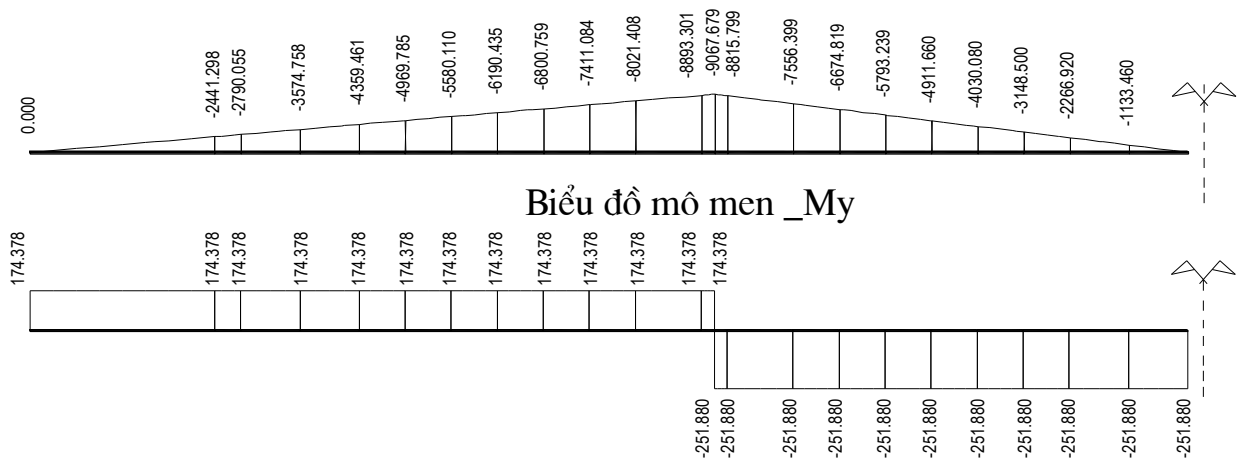
Tiến hành hợp long nhịp T2 – T3: tiến xe đúc trên trụ T2 sát mép cánh hằng, sau đó cho một đầu xe đúc tỳ lên đầu hằng đối diện, khối lượng xe đúc chia đều cho 2 cánh hằng. Lắp đặt ván khuôn,

cốt thép, đổ bê tông đốt hợp long. Trọng lượng của đốt hợp long (khi bê tông ch-a đông cứng) chia đều cho hai cánh hẫng với giá trị bằng $\frac{1}{2}(K + HL)$.

Sơ đồ tính:



Biểu đồ mômen thu được khi mô hình hóa kết cấu bằng phần mềm sap2000



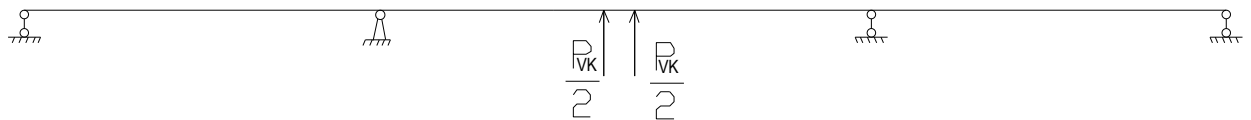
Tiết diện	Khoảng cách	Tải trọng	Lực cắt	Mômen	Ptt<1	Mtt<1	Ptt>1	Mtt>1
	M		KN	KNm	KN	KNm	KN	KNm
1	0.00	$(VK+HL)/2$	174.38	0.00	156.942	0	217.975	0
2	14.00	$(VK+HL)/2$	174.38	-2,441.30	156.942	-2197.17	217.975	-3051.625
3	16.00	$(VK+HL)/2$	174.38	-2,790.10	156.942	-2511.09	217.975	-3487.625
4	20.50	$(VK+HL)/2$	174.38	-3,574.80	156.942	-3217.32	217.975	-4468.5
5	25.00	$(VK+HL)/2$	174.38	-4,359.50	156.942	-3923.55	217.975	-5449.375
6	28.50	$(VK+HL)/2$	174.38	-4,969.80	156.942	-4472.82	217.975	-6212.25
7	32.00	$(VK+HL)/2$	174.38	-5,580.10	156.942	-5022.09	217.975	-6975.125
8	35.50	$(VK+HL)/2$	174.38	-6,190.40	156.942	-5571.36	217.975	-7738
9	39.00	$(VK+HL)/2$	174.38	-6,800.80	156.942	-6120.72	217.975	-8501
10	42.50	$(VK+HL)/2$	174.38	-7,411.10	156.942	-6669.99	217.975	-9263.875
11	46.00	$(VK+HL)/2$	174.38	-8,021.40	156.942	-7219.26	217.975	-10026.75
12	51	$(VK+HL)/2$	174.38	-8,893.30	156.942	-8003.97	217.975	-11116.625
13T	52.00	$(VK+HL)/2$	174.38	-9,067.70	156.942	-8160.93	217.975	-11334.625
13P	52.00	$(VK+HL)/2$	-251.88	-9,067.70	-226.692	-8160.93	-314.85	-11334.625
14	53	$(VK+HL)/2$	-251.88	-8,815.80	-226.692	-7934.22	-314.85	-11019.75
15	58.00	$(VK+HL)/2$	-251.88	-7,556.40	-226.692	-6800.76	-314.85	-9445.5
16	61.50	$(VK+HL)/2$	-251.88	-6,674.80	-226.692	-6007.32	-314.85	-8343.5
17	65.00	$(VK+HL)/2$	-251.88	-5,793.20	-226.692	-5213.88	-314.85	-7241.5

18	68.50	$(VK+HL)/2$	-251.88	-4,911.70	-226.692	-4420.53	-314.85	-6139.625
19	72.00	$(VK+HL)/2$	-251.88	-4,030.10	-226.692	-3627.09	-314.85	-5037.625
20	75.50	$(VK+HL)/2$	-251.88	-3,148.50	-226.692	-2833.65	-314.85	-3935.625
21	79.0	$(VK+HL)/2$	-251.88	-2,266.90	-226.692	-2040.21	-314.85	-2833.625
22	83.5	$(VK+HL)/2$	-251.88	-1,133.50	-226.692	-1020.15	-314.85	-1416.875
23	88.00	$(VK+HL)/2$	-251.88	0	-226.692	0	-314.85	0
24	90.00	$(VK+HL)/2$	251.88	0	226.692	0	314.85	0
25	94.50	$(VK+HL)/2$	251.88	-1,133.50	226.692	-1020.15	314.85	-1416.875
26	99.00	$(VK+HL)/2$	251.88	-2,266.90	226.692	-2040.21	314.85	-2833.625
27	102.50	$(VK+HL)/2$	251.88	-3,148.50	226.692	-2833.65	314.85	-3935.625
28	106.00	$(VK+HL)/2$	251.88	-4,030.10	226.692	-3627.09	314.85	-5037.625
29	109.50	$(VK+HL)/2$	251.88	-4,911.70	226.692	-4420.53	314.85	-6139.625
30	113.00	$(VK+HL)/2$	251.88	-5,793.20	226.692	-5213.88	314.85	-7241.5
31	116.50	$(VK+HL)/2$	251.88	-6,674.80	226.692	-6007.32	314.85	-8343.5
32	120.00	$(VK+HL)/2$	251.88	-7,556.40	226.692	-6800.76	314.85	-9445.5
33	125	$(VK+HL)/2$	251.88	-8,815.80	226.692	-7934.22	314.85	-11019.75
34T	126.00	$(VK+HL)/2$	251.88	-9,067.70	226.692	-8160.93	314.85	-11334.625
34P	126.00	$(VK+HL)/2$	-174.38	-9,067.70	-156.942	-8160.93	-217.975	-11334.625
35	127	$(VK+HL)/2$	-174.38	-8,893.30	-156.942	-8003.97	-217.975	-11116.625
36	132.00	$(VK+HL)/2$	-174.38	-8,021.40	-156.942	-7219.26	-217.975	-10026.75
37	135.50	$(VK+HL)/2$	-174.38	-7,411.10	-156.942	-6669.99	-217.975	-9263.875
38	139.00	$(VK+HL)/2$	-174.38	-6,800.80	-156.942	-6120.72	-217.975	-8501
39	142.50	$(VK+HL)/2$	-174.38	-6,190.40	-156.942	-5571.36	-217.975	-7738
40	146.00	$(VK+HL)/2$	-174.38	-5,580.10	-156.942	-5022.09	-217.975	-6975.125
41	149.50	$(VK+HL)/2$	-174.38	-4,969.80	-156.942	-4472.82	-217.975	-6212.25
42	153.00	$(VK+HL)/2$	-174.38	-4,359.50	-156.942	-3923.55	-217.975	-5449.375
43	157.50	$(VK+HL)/2$	-174.38	-3,574.80	-156.942	-3217.32	-217.975	-4468.5
44	162.00	$(VK+HL)/2$	-174.38	-2,790.10	-156.942	-2511.09	-217.975	-3487.625
45	164.00	$(VK+HL)/2$	-174.38	-2,441.30	-156.942	-2197.17	-217.975	-3051.625
46	178	$(VK+HL)/2$	-174.38	0	-156.942	0	-217.975	0

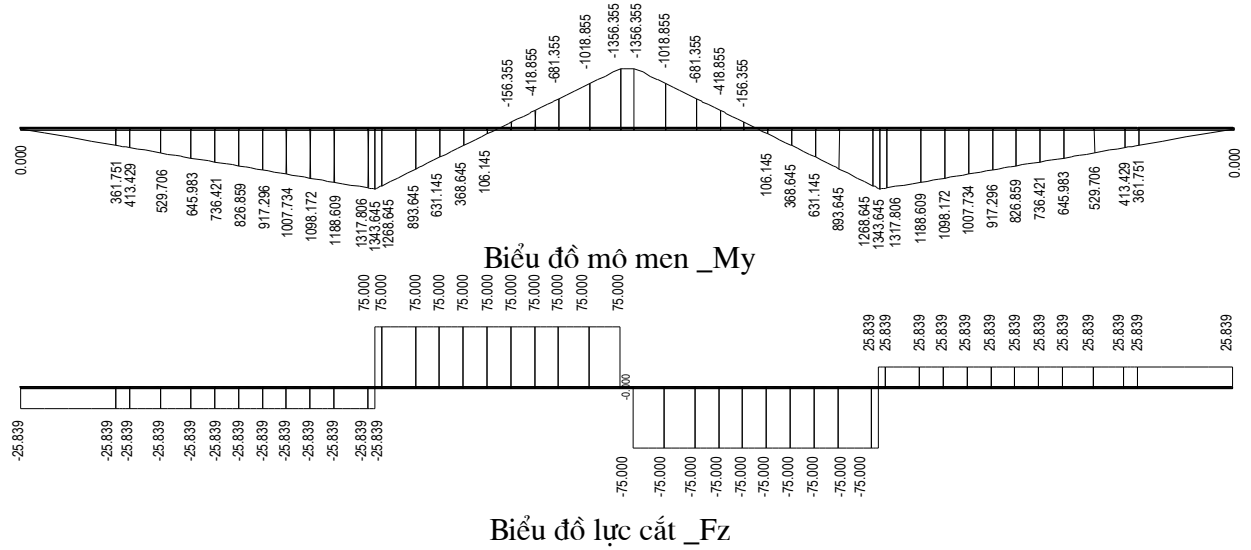
g. Giai đoạn 7 : Căng cáp, tháo ván khuôn đốt hợp long

Sau khi bê tông đạt đủ cường độ, tiến hành căng cáp d-ong và tháo xe đúc đốt hợp long. Việc tháo xe đúc t-ong đ-ong với việc tác dụng ng-ọc trở lại của trọng l-ong xe đúc, trên sơ đồ liên tục.

Sơ đồ tính:



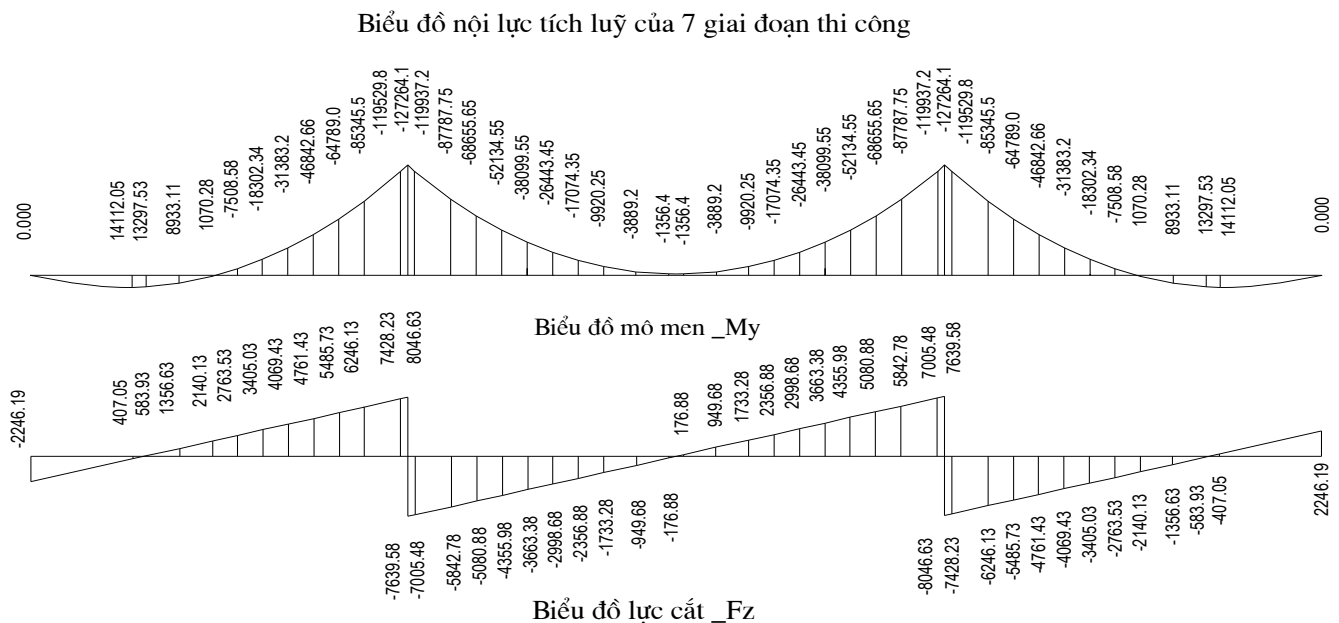
Biểu đồ mômen thu đ-ợc khi mô hình hóa kết cấu bằng phần mềm sap2000



Tiết diện	Khoảng cách	Tải trọng	Lực cắt	Mômen	Ptt<1	Mtt<1	Ptt>1	Mtt>1
	M		KN	KNm	KN	KNm	KN	KNm
1	0.00	VK/2	-25.84	0.00	-23.256	0	-32.3	0
2	14.00	VK/2	-25.84	361.75	-23.256	325.575	-32.3	452.1875
3	16.00	VK/2	-25.84	413.43	-23.256	372.087	-32.3	516.7875
4	20.50	VK/2	-25.84	529.71	-23.256	476.739	-32.3	662.1375
5	25.00	VK/2	-25.84	645.98	-23.256	581.382	-32.3	807.475
6	28.50	VK/2	-25.84	736.42	-23.256	662.778	-32.3	920.525
7	32.00	VK/2	-25.84	826.86	-23.256	744.174	-32.3	1033.575
8	35.50	VK/2	-25.84	917.30	-23.256	825.57	-32.3	1146.625
9	39.00	VK/2	-25.84	1,007.70	-23.256	906.93	-32.3	1259.625
10	42.50	VK/2	-25.84	1,098.20	-23.256	988.38	-32.3	1372.75
11	46.00	VK/2	-25.84	1,188.60	-23.256	1069.74	-32.3	1485.75
12	51	VK/2	-25.84	1,317.80	-23.256	1186.02	-32.3	1647.25
13T	52.00	VK/2	-25.84	1,343.60	-23.256	1209.24	-32.3	1679.5
13P	52.00	VK/2	75.00	1,343.60	67.5	1209.24	93.75	1679.5
14	53	VK/2	75.00	1,268.60	67.5	1141.74	93.75	1585.75
15	58.00	VK/2	75.00	893.65	67.5	804.285	93.75	1117.0625
16	61.50	VK/2	75.00	631.15	67.5	568.035	93.75	788.9375
17	65.00	VK/2	75.00	368.65	67.5	331.785	93.75	460.8125
18	68.50	VK/2	75.00	106.15	67.5	95.535	93.75	132.6875
19	72.00	VK/2	75.00	-156.35	67.5	-140.715	93.75	-195.4375
20	75.50	VK/2	75.00	-418.85	67.5	-376.965	93.75	-523.5625
21	79.0	VK/2	75.00	-681.35	67.5	-613.215	93.75	-851.6875
22	83.5	VK/2	75.00	-1,018.90	67.5	-917.01	93.75	-1273.625
23	88.00	VK/2	75.00	-1,356.40	67.5	-1220.76	93.75	-1695.5
24	90.00	VK/2	-75.00	-1,356.40	-67.5	-1220.76	-93.75	-1695.5
25	94.50	VK/2	-75.00	-1,018.90	-67.5	-917.01	-93.75	-1273.625
26	99.00	VK/2	-75.00	-681.35	-67.5	-613.215	-93.75	-851.6875
27	102.50	VK/2	-75.00	-418.85	-67.5	-376.965	-93.75	-523.5625
28	106.00	VK/2	-75.00	-156.35	-67.5	-140.715	-93.75	-195.4375
29	109.50	VK/2	-75.00	106.15	-67.5	95.535	-93.75	132.6875
30	113.00	VK/2	-75.00	368.65	-67.5	331.785	-93.75	460.8125

31	116.50	VK/2	-75.00	631.15	-67.5	568.035	-93.75	788.9375
32	120.00	VK/2	-75.00	893.65	-67.5	804.285	-93.75	1117.0625
33	125	VK/2	-75.00	1,268.60	-67.5	1141.74	-93.75	1585.75
34T	126.00	VK/2	-75.00	1,343.60	-67.5	1209.24	-93.75	1679.5
34P	126.00	VK/2	25.84	1,343.60	23.256	1209.24	32.3	1679.5
35	127	VK/2	25.84	1,317.80	23.256	1186.02	32.3	1647.25
36	132.00	VK/2	25.84	1,188.60	23.256	1069.74	32.3	1485.75
37	135.50	VK/2	25.84	1,098.20	23.256	988.38	32.3	1372.75
38	139.00	VK/2	25.84	1,007.70	23.256	906.93	32.3	1259.625
39	142.50	VK/2	25.84	917.30	23.256	825.57	32.3	1146.625
40	146.00	VK/2	25.84	826.86	23.256	744.174	32.3	1033.575
41	149.50	VK/2	25.84	736.42	23.256	662.778	32.3	920.525
42	153.00	VK/2	25.84	645.98	23.256	581.382	32.3	807.475
43	157.50	VK/2	25.84	529.71	23.256	476.739	32.3	662.1375
44	162.00	VK/2	25.84	413.43	23.256	372.087	32.3	516.7875
45	164.00	VK/2	25.84	361.75	23.256	325.575	32.3	452.1875
46	178	VK/2	25.84	0.00	23.256	0	32.3	0

❖ **Bảng tổng hợp nội lực của các giai đoạn thi công**



Tiết diện	Khoảng cách	Lực cắt(KN)		Mô men(KNm)	
		Tiêu chuẩn	Tính toán	Tiêu chuẩn	Tính toán
1	0.00	-2807.7375	-2,246.19	0	0
2	14.00	508.8125	407.05	17640.06	14112.05
3	16.00	729.9125	583.93	16621.91	13297.53
4	20.50	1695.7875	1,356.63	11166.39	8933.11
5	25.00	2675.1625	2,140.13	1337.85	1070.28
6	28.50	3454.4125	2,763.53	-9385.73	-7508.58

7	32.00	4256.2875	3,405.03	-22877.9	-18302.34
8	35.50	5086.7875	4,069.43	-39229	-31383.2
9	39.00	5951.7875	4,761.43	-58553.3	-46842.66
10	42.50	6857.1625	5,485.73	-80986.3	-64789
11	46.00	7807.6625	6,246.13	-106682	-85345.5
12	51	9285.2875	7,428.23	-149412	-119529.8
13T	52.00	10058.2875	8,046.63	-159080	-127264.1
13P	52.00	-9549.475	-7,639.58	-159080	-127264.1
14	53	-8756.85	-7,005.48	-149922	-119937.2
15	58.00	-7303.475	-5,842.78	-109735	-87787.75
16	61.50	-6351.1	-5,080.88	-85819.6	-68655.65
17	65.00	-5444.975	-4,355.98	-65168.2	-52134.55
18	68.50	-4579.225	-3,663.38	-47624.4	-38099.55
19	72.00	-3748.35	-2,998.68	-33054.3	-26443.45
20	75.50	-2946.1	-2,356.88	-21342.9	-17074.35
21	79.0	-2166.6	-1,733.28	-12400.3	-9920.25
22	83.5	-1187.1	-949.68	-4861.5	-3889.2
23	88.00	-221.1	-176.88	-1695.5	-1356.4
24	90.00	221.1	176.88	-1695.5	-1356.4
25	94.50	1187.1	949.68	-4861.5	-3889.2
26	99.00	2166.6	1,733.28	-12400.3	-9920.25
27	102.50	2946.1	2,356.88	-21342.9	-17074.35
28	106.00	3748.35	2,998.68	-33054.3	-26443.45
29	109.50	4579.225	3,663.38	-47624.4	-38099.55
30	113.00	5444.975	4,355.98	-65168.2	-52134.55
31	116.50	6351.1	5,080.88	-85819.6	-68655.65
32	120.00	7303.475	5,842.78	-109735	-87787.75
33	125	8756.85	7,005.48	-149922	-119937.2
34T	126.00	9549.475	7,639.58	-159080	-127264.1
34P	126.00	-10058.288	-8,046.63	-159080	-127264.1
35	127	-9285.2875	-7,428.23	-149412	-119529.8
36	132.00	-7807.6625	-6,246.13	-106682	-85345.5
37	135.50	-6857.1625	-5,485.73	-80986.3	-64789
38	139.00	-5951.7875	-4,761.43	-58553.3	-46842.66
39	142.50	-5086.7875	-4,069.43	-39229	-31383.2
40	146.00	-4256.2875	-3,405.03	-22877.9	-18302.34
41	149.50	-3454.4125	-2,763.53	-9385.73	-7508.58
42	153.00	-2675.1625	-2,140.13	1337.85	1070.28

43	157.50	-1695.7875	-1,356.63	11166.39	8933.11
44	162.00	-729.9125	-583.93	16621.91	13297.53
45	164.00	-508.8125	-407.05	17640.06	14112.05
46	178	2807.7375	2,246.19	0	0

h. Giai đoạn 8: Giai đoạn hoàn thiện

Thi công lan can, lớp mui luyện, phòng n- ớc, lớp bảo vệ, bê tông asphalt. (tính tải giai đoạn 2)
 Tải trọng tác dụng coi là tải phân bố đều trên toàn bộ chiều dài. Tải trọng lan can(DC2),
 +Tải trọng lớp mặt cầu (DW)

$$DW = dlp * Blp * \gamma_{lp}$$

Trong đó:

dlp : chiều dày trung bình của lớp mặt đ- ờng, lấy trong thiết kế sơ bộ = 12 cm = 0.12 m

Blp : bề rộng của các lớp mặt đ- ờng, B = 11 m .

γ_{lp} : tỷ trọng của lớp phủ, lấy trung bình = 22.5 KN/m

$$DW = 0.12 * 11 * 22.5 = 29.7 \text{ KN/m}$$

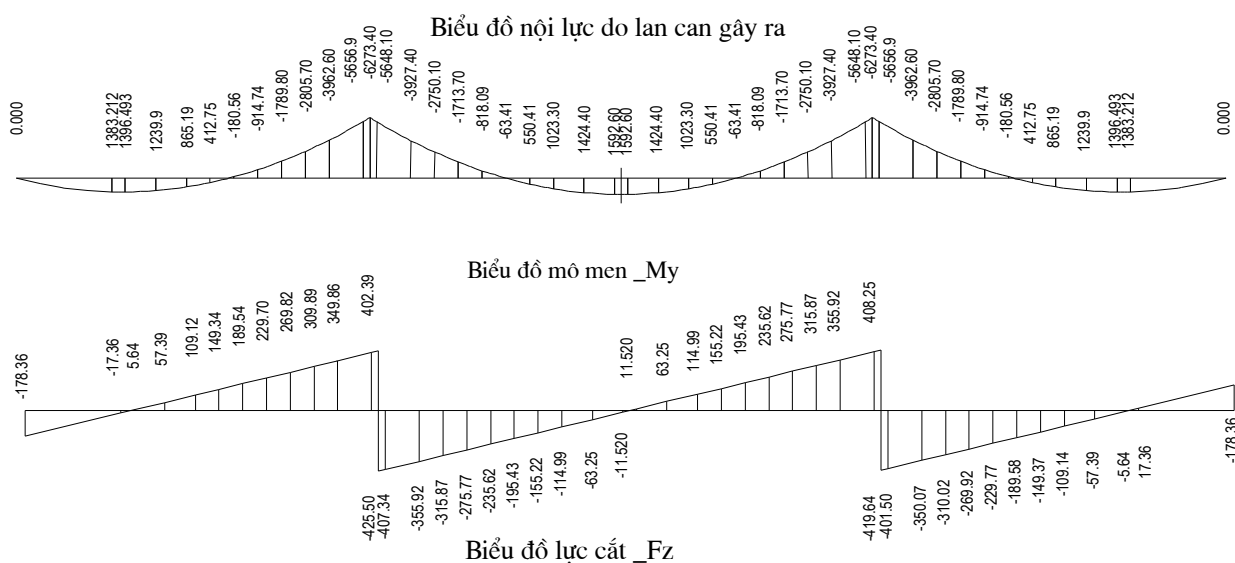
+ Tính tải lan can(DC2) phân bố đều tính cả 2 bên lan can

$$DC2 = 2 * 0.24 * 24 = 11.52 \text{ KN/m}$$

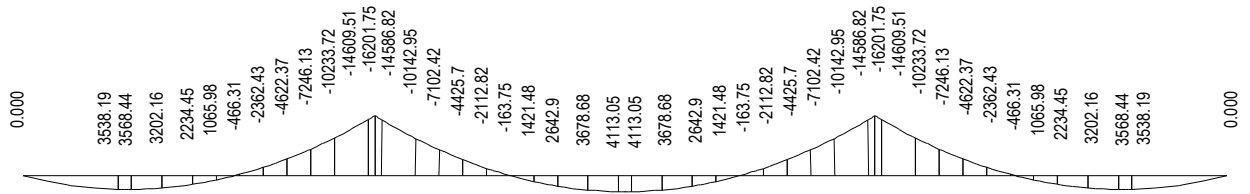
Sơ đồ tính:



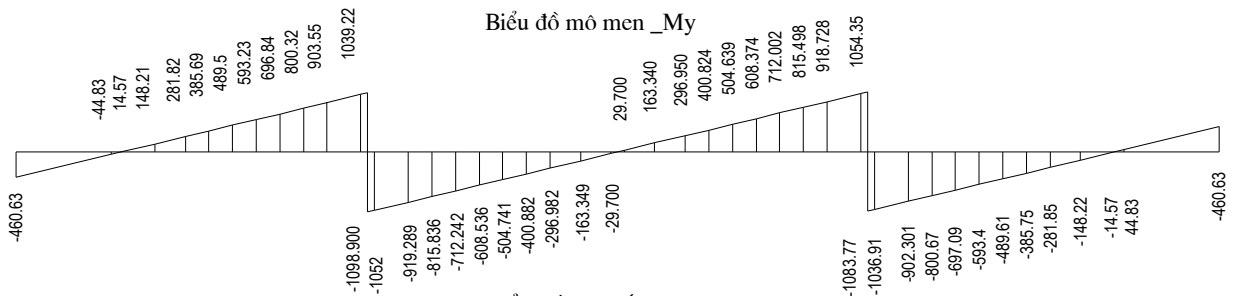
Biểu đồ mô men thu đ- ợc khi mô hình hóa kết cấu bằng phần mềm Midas Civil



Biểu đồ nội lực do lớp phủ gây ra



Biểu đồ mô men M_y



Biểu đồ lực cắt F_z

NỘI LỰC DO LAN CÁN GÂY RA

Tiet dien	Mtc	Vtc	Mtc*1.25(KN.m)	mtc*0.9(KN.m)	Vtc*1.25(KN)	Vtc*0.9(KN)
1	0.00	-178.36	0.00	0.00	-222.95	-160.524
2	1370.00	-17.36	1712.50	1233.00	-21.6975	-15.6222
3	1381.70	5.64	1727.13	1243.53	7.053	5.07816
4	1239.90	57.39	1549.88	1115.91	71.73625	51.6501
5	865.19	109.12	1081.49	778.67	136.4	98.208
6	412.75	149.34	515.94	371.48	186.675	134.406
7	-180.56	189.54	-225.70	-162.50	236.925	170.586
8	-914.74	229.70	-1143.43	-823.27	287.125	206.73
9	-	-	-	-	-	-
10	1789.80	269.82	-2237.25	-1610.82	337.275	242.838
11	-	-	-	-	-	-
12	2805.70	309.89	-3507.13	-2525.13	387.3625	278.901
13t	-	-	-	-	-	-
13p	6273.40	-419.60	-7841.75	-5646.06	-524.5	-377.64
14	-	-	-	-	-	-
15	6273.40	-425.50	-7841.75	-5646.06	-531.875	-382.95
16	-	-	-	-	-	-
17	5648.10	-407.34	-7060.13	-5083.29	-509.175	-366.606
18	-	-	-	-	-	-
19	3927.40	-355.92	-4909.25	-3534.66	-444.9	-320.328
20	-	-	-	-	-	-
21	2750.10	-315.87	-3437.63	-2475.09	-394.8375	-284.283
22	-	-	-	-	-	-
23	1713.70	-275.77	-2142.13	-1542.33	-344.7125	-248.193
24	-	-	-	-	-	-
25	-818.09	-235.62	-1022.61	-736.28	-294.525	-212.058
26	-	-	-	-	-	-
27	-63.41	-195.43	-79.26	-57.07	-244.2875	-175.887

20	550.41	-155.22	688.01	495.37	-194.025	-139.698
21	1023.30	-114.99	1279.13	920.97	-143.7375	-103.491
22	1424.40	-63.25	1780.50	1281.96	-79.0625	-56.925
23	1592.60	-11.50	1990.75	1433.34	-14.375	-10.35
24	1592.60	11.50	1990.75	1433.34	14.375	10.35
25	1424.40	63.25	1780.50	1281.96	79.0575	56.9214
26	1023.30	114.98	1279.13	920.97	143.725	103.482
27	550.41	155.20	688.01	495.37	194	139.68
28	-63.41	195.39	-79.26	-57.07	244.2375	175.851
29	-818.09	235.55	-1022.61	-736.28	294.4375	211.995
30	-					
	1713.70	275.67	-2142.13	-1542.33	344.5875	248.103
31	-					
	2750.10	315.74	-3437.63	-2475.09	394.675	284.166
32	-					
	3927.40	355.71	-4909.25	-3534.66	444.6375	320.139
33	-					
	5648.10	408.25	-7060.13	-5083.29	510.3125	367.425
34t	-					
	6273.40	425.50	-7841.75	-5646.06	531.875	382.95
34p	-					
	6273.40	-419.64	-7841.75	-5646.06	-524.55	-377.676
35	-					
	5656.90	-401.50	-7071.13	-5091.21	-501.875	-361.35
36	-					
	3962.60	-350.07	-4953.25	-3566.34	-437.5875	-315.063
37	-					
	2805.70	-310.02	-3507.13	-2525.13	-387.525	-279.018
38	-					
	1789.80	-269.92	-2237.25	-1610.82	-337.4	-242.928
39	-914.74	-229.77	-1143.43	-823.27	-287.2125	-206.793
40	-180.56	-189.58	-225.70	-162.50	-236.975	-170.622
41	412.75	-149.37	515.94	371.48	-186.7125	-134.433
42	865.19	-109.14	1081.49	778.67	-136.425	-98.226
43	1239.90	-57.39	1549.88	1115.91	-71.74	-51.6528
44	1381.70	-5.64	1727.13	1243.53	-7.053	-5.07816
45	1370.00	17.36	1712.50	1233.00	21.6975	15.6222
46	0.00	178.36	0.00	0.00	222.95	160.524

NỘI LỰC DO LỚP PHỦ GÂY RA

Tiet dien	Vtc	Mtc	Mtc*1.5(KN.m)	Mtc*0.65(KN.m)	Vtc*1.5(KN)	Vtc*0.65(KN)
1	-460.63	0	0	0	-690.945	-299.4095
2	-44.83	3538.19	5307.285	2299.8235	-67.245	-29.1395
3	14.57	3568.44	5352.66	2319.486	21.855	9.4705
4	148.21	3202.16	4803.24	2081.404	222.315	96.3365
5	281.82	2234.45	3351.675	1452.3925	422.73	183.183
6	385.69	1065.98	1598.97	692.887	578.535	250.6985
7	489.5	-466.31	-699.465	-303.1015	734.25	318.175
8	593.23	-2362.43	-3543.645	-1535.5795	889.845	385.5995
9	696.84	-4622.37	-6933.555	-3004.5405	1045.26	452.946

10	800.32	-7246.13	-10869.195	-4709.9845	1200.48	520.208
11	903.55	-10233.72	-15350.58	-6651.918	1355.325	587.3075
12	1039.22	-14609.51	-21914.265	-9496.1815	1558.83	675.493
13t	1083.77	-16201.75	-24302.625	-10531.1375	1625.655	704.4505
13p	-1098.9	-16201.75	-24302.625	-10531.1375	-1648.35	-714.285
14	-1052	-14586.82	-21880.23	-9481.433	-1578	-683.8
15	-919.2	-10142.95	-15214.425	-6592.9175	-1378.8	-597.48
16	-815.78	-7102.42	-10653.63	-4616.573	-1223.67	-530.257
17	-712.21	-4425.7	-6638.55	-2876.705	-1068.315	-462.9365
18	-608.52	-2112.82	-3169.23	-1373.333	-912.78	-395.538
19	-504.73	-163.75	-245.625	-106.4375	-757.095	-328.0745
20	-400.88	1421.48	2132.22	923.962	-601.32	-260.572
21	-296.98	2642.9	3964.35	1717.885	-445.47	-193.037
22	-163.35	3678.68	5518.02	2391.142	-245.025	-106.1775
23	-29.7	4113.05	6169.575	2673.4825	-44.55	-19.305
24	29.7	4113.05	6169.575	2673.4825	44.55	19.305
25	163.34	3678.68	5518.02	2391.142	245.01	106.171
26	296.95	2642.9	3964.35	1717.885	445.425	193.0175
27	400.82	1421.48	2132.22	923.962	601.23	260.533
28	504.62	-163.75	-245.625	-106.4375	756.93	328.003
29	608.35	-2112.82	-3169.23	-1373.333	912.525	395.4275
30	711.95	-4425.7	-6638.55	-2876.705	1067.925	462.7675
31	815.42	-7102.42	-10653.63	-4616.573	1223.13	530.023
32	918.65	-10142.95	-15214.425	-6592.9175	1377.975	597.1225
33	1054.35	-14586.82	-21880.23	-9481.433	1581.525	685.3275
34t	1098.9	-16201.75	-24302.625	-10531.1375	1648.35	714.285
34p	-	-16201.75	-24302.625	-10531.1375	-1625.655	-704.4505
35	-	-14609.51	-21914.265	-9496.1815	-1555.365	-673.9915
36	1036.91	-10233.72	-15350.58	-6651.918	-1356.15	-587.665
37	-904.1	-10233.72	-15350.58	-6651.918	-1356.15	-587.665
38	-800.67	-7246.13	-10869.195	-4709.9845	-1201.005	-520.4355
39	-697.09	-4622.37	-6933.555	-3004.5405	-1045.635	-453.1085
40	-593.4	-2362.43	-3543.645	-1535.5795	-890.1	-385.71
41	-489.61	-466.31	-699.465	-303.1015	-734.415	-318.2465
42	-385.75	1065.98	1598.97	692.887	-578.625	-250.7375
43	-281.85	2234.45	3351.675	1452.3925	-422.775	-183.2025
44	-148.22	3202.16	4803.24	2081.404	-222.33	-96.343
45	-14.57	3568.44	5352.66	2319.486	-21.855	-9.4705
46	44.83	3538.19	5307.285	2299.8235	67.245	29.1395
47	460.63	0	0	0	690.945	299.4095

i. Giai đoạn 9: Đưa kết cấu vào khai thác sử dụng

Trong giai đoạn này kết cấu nhịp đ-ợc tính toán với các tải trọng khai thác:

Tải trọng ng-ời (PL=0.3 KN/m²), PL = 3 x 1= 3 KN/m

Hoạt tải HL93



TỔNG HỢP LỰC CẮT DO HOẠT TẢI GÂY RA

Tiết diện	Khoảng cách	NG		HL93K		HL93M	
	m	Vmax(KN)	Vmin(KN)	Vmax(KN)	Vmin(KN)	Vmax(KN)	Vmin(KN)
1	0	72.11	-211.8	295.89	1179.65	252.17	-986.6
2	14	95.4	-109.1	432.48	-680.73	392.7	-570.86
3	16	102.42	-98.12	487.2	-621.02	434.72	-521.42
4	20.5	121.31	-76.5	613.21	-498.06	531.94	-419.72
5	25.5	144.18	-58.89	740.69	-391.06	632.46	-331.48
6	28.5	164.48	-47.72	839.7	-318.38	712.08	-271.91
7	32	186.76	-38.54	938.16	-254.21	792.46	-219.71
8	35.5	210.84	-31.18	1035.71	-197.76	873.46	-174.25
9	39	236.54	-25.49	1132.36	-148.18	955.06	-134.85
10	42.5	263.72	-21.31	1228.26	-104.67	1037.31	-100.85
11	46	292.23	-18.54	1323.55	-82.98	1120.21	-71.64
12	51	331.71	-16.91	1450.3	-79.7	1231.87	-66.53
13T	52	345.1	-16.8	1491.6	-79.5	1268.7	-63.3
13P	52	39.21	-372.21	185.48	1552.08	154.74	1325.59
14	53	39.21	-358	185.26	1509.56	154.58	1287.38
15	58	40.62	-319.17	188.24	1393.03	157.55	1183.19
16	61.5	42.96	-290.16	193.14	1302.04	162.43	1102.81
17	65	46.48	-262.3	200.49	1210.52	169.77	1022.94
18	68.5	51.3	-235.7	218.82	1118.48	199.13	-943.58
19	72	57.53	-210.48	266.88	1026.05	237.8	-864.84
20	75.5	65.31	-186.79	321.28	-933.63	281.94	-786.95
21	79	74.75	-164.75	382.35	-841.91	331.78	-710.3
22	83.5	89.54	-139.04	470.68	-726.44	404.16	-614.59
23	88	107.46	-116.46	569.33	-616.06	485.16	-523.6
24	90	116.46	-107.46	616.05	-569.32	523.6	-485.16
25	94.5	139.03	-89.53	726.39	-470.65	614.55	-404.14
26	99	164.73	-74.75	841.81	-382.3	710.22	-331.74
27	102.5	186.76	-65.3	933.48	-321.23	786.83	-281.9
28	106	210.44	-57.52	1025.83	-266.82	864.65	-237.75
29	109.5	235.63	-51.28	1118.16	-218.76	943.31	-199.07
30	113	262.21	-46.46	1210.09	-200.42	1022.57	-169.71
31	116.5	290.04	-42.94	1301.46	-193.05	1102.33	-162.36
32	120	318.97	-40.6	1392.19	-188.13	1182.47	-157.45
33	125	358.8	-39.3	1512.93	-185.67	1290.26	-154.93
34T	126	372.2	-39.2	1552.1	-185.5	1325.6	-154.7
34P	126	16.8	-345.11	79.48	1491.63	66.31	1268.71
35	127	16.87	-330.98	79.53	1447.07	66.38	1229.13
36	132	18.55	-292.41	83.03	1324.35	71.69	1120.89
37	135.5	21.32	-263.84	104.72	-1228.8	100.89	1037.77
38	139	25.5	-236.63	148.24	-	134.9	-955.4

					1132.76		
39	142.5	31.19	-210.9	197.82	1036.01	174.3	-873.71
40	146	38.55	-186.8	254.27	-938.36	219.76	-792.63
41	149.5	47.72	-164.51	318.43	-839.82	271.95	-712.19
42	153	58.9	-144.2	391.11	-740.77	331.52	-632.53
43	157.5	76.51	-121.31	498.09	-613.24	419.75	-531.97
44	162	98.12	-102.42	621.02	-487.2	521.42	-434.72
45	164	109.1	-95.4	680.73	-432.48	570.86	-392.7
46	178	211.8	-72.11	1179.65	-295.89	986.6	-252.17

TỔNG HỢP MÔ MEN DO HOẠT TẢI GÂY RA

Tiết diện	Khoảng cách	NG		HL93K		HL93M	
	m	Mmax(KNm)	Mmin(KN.m)	Mmax(KN.m)	Mmin(KN.m)	Mmax(KN.m)	Mmin(KN.m)
1	0	0	0	0	0	0	0
2	14	2083.26	-1009.53	10684.04	-4142.5	9145.91	-3530.34
3	16	2236.87	-1153.75	11360.25	-4734.28	9727.06	-4034.67
4	20.5	2450.86	-1478.24	12151.51	-6065.8	10436.38	-5169.43
5	25.5	2482.61	-1802.73	12030.76	-7397.32	10384.88	-6304.18
6	28.5	2381.3	-2055.12	11414.65	-8432.95	9882.3	-7186.76
7	32	2169.74	-2307.5	10341.06	-9468.57	8996.1	-8069.35
8	35.5	1847.93	-2559.88	8844.12	-10504.2	7750.08	-8951.93
9	39	1447.36	-2843.75	7018.7	-11605.2	6228.9	-9899.87
10	42.5	1148.55	-3339.63	5260.5	-13146.2	4820.16	-11287.9
11	46	953.75	-4049.77	4031.51	-15131.9	3536.44	-13120.6
12	51	860.61	-5282.14	4038.93	-18347.8	3373.66	-16139.7
13T	52	873.7	-5777.55	4133	-19595.4	3447.97	-17321.7
13P	52	873.7	-5777.55	4133	-19595.4	3447.97	-17321.7
14	53	823.04	-5237.52	3871.7	-17734	3232.79	-15685.5
15	58	761.06	-3828.92	3274.62	-12736	2844.24	-11313.3
16	61.5	794.94	-2941.43	3905.03	-10500	3655.29	-9202.1
17	65	891.38	-2226.74	5081.25	-8652.27	4532.76	-7461.96
18	68.5	1045.78	-1680.27	6279.84	-7153.68	5462.73	-6070.97
19	72	1258.77	-1302.63	7493.93	-6005.52	6441.2	-5030.41
20	75.5	1590.69	-1154.17	8838.95	-5333.03	7586.23	-4465.53
21	79	1960.82	-1154.17	10133.58	-4968.68	8721.42	-4208.78
22	83.5	2274.69	-1154.17	11249.95	-4500.24	9699.08	-3878.68
23	88	2406.32	-1154.17	11724.44	-4031.79	10113.07	-3548.57
24	90	2406.31	-1154.17	11724.44	-4031.79	10113.07	-3548.57
25	94.5	2274.69	-1154.17	11249.95	-4500.24	9699.08	-3878.68
26	99	1960.81	-1154.17	10133.58	-4968.68	8721.42	-4208.78
27	102.5	1590.69	-1154.17	8838.95	-5333.03	7586.23	-4465.53
28	106	1258.77	-1302.63	7493.93	-6005.52	6441.2	-5030.41
29	109.5	1045.78	-1680.27	6279.84	-7153.68	5462.73	-6070.97
30	113	891.38	-2226.74	5081.25	-8652.27	4532.76	-7461.97
31	116.5	794.94	-2941.43	3905.03	-10500	3655.29	-9202.1
32	120	761.06	-3828.92	3274.62	-12736	2844.24	-11313.3
33	125	823.04	-5237.52	3871.7	-17734	3232.79	-15685.5

34T	126	873.7	-5777.55	4133	-19595.4	3447.97	-17321.7
34P	126	873.7	-5777.55	4133	-19595.4	3447.97	-17321.7
35	127	860.61	-5282.14	4038.93	-18347.8	3373.66	-16139.7
36	132	953.75	-4049.78	4031.51	-15131.9	3536.44	-13120.6
37	135.5	1148.55	-3339.63	5260.5	-13146.2	4820.16	-11287.9
38	139	1447.36	-2843.75	7018.7	-11605.2	6228.9	-9899.87
39	142.5	1847.93	-2559.88	8844.12	-10504.2	7750.08	-8951.93
40	146	2169.74	-2307.5	10341.06	-9468.57	8996.1	-8069.35
41	149.5	2381.3	-2055.12	11414.66	-8432.95	9882.3	-7186.76
42	153	2482.61	-1802.73	12030.76	-7397.32	10384.88	-6304.18
43	157.5	2450.86	-1478.24	12151.51	-6065.8	10436.38	-5169.43
44	162	2236.87	-1153.75	11360.25	-4734.28	9727.06	-4034.67
45	164	2083.26	-1009.53	10684.04	-4142.5	9145.91	-3530.34
46	178	0	0	0	0	0	0

IV.3 TỔ HỢP NỘI LỰC

Sử dụng phần mềm MIDAS civil7.01 để phân tích kết cấu ứng với từng sơ đồ và tải trọng nh-trên. Sau đó tổ hợp bằng cách cộng nội lực của các b-ớc thi công (trong giai đoạn thi công) ta đ-ợc nội lực thi công, phần này chính nội lực do tải trọng kết cấu DC1. Nội lực do tĩnh tải giai đoạn 2 gồm lan can (DC2), và lớp mặt cầu(DW). Tổ hợp với hoạt tải khi khai thác ta đ-ợc nội lực thiết kế.

IV3.1. Tổ hợp theo trạng thái giới hạn CĐ I

- Tổ hợp Mô men theo trạng thái giới hạn c-ờng độ I (Điều 3.4.1)

$$M_U = \eta(\gamma_P M_{DC1} + \gamma_P M_{DC2} + \gamma_P M_{DW} + 1.75M_{LL+IM} + 1.75M_{PL})$$

- Tổ hợp Lực cắt theo trạng thái giới hạn c-ờng độ I (Điều 3.4.1)

$$Q_U = \eta(\gamma_P Q_{DC1} + \gamma_P Q_{DC2} + \gamma_P Q_{DW} + 1.75Q_{LL+IM} + 1.75Q_{PL})$$

- Trong đó :

M_U : Mô men tính toán theo trạng thái giới hạn c-ờng độ I.

Q_U : Lực cắt tính toán theo trạng thái giới hạn c-ờng độ I.

γ_P : Hệ số xác định theo theo bảng 3.4.1-2

Đối với DC1 và DC2 : $\gamma_P \max = 1.25, \gamma_P \min = 0.9$

Đối với DW : $\gamma_P \max = 1.5, \gamma_P \min = 0.65$

η : Hệ số điều chỉnh tải trọng liên quan đến tính dẻo, tính d-, và sự quan trọng trong khai thác xác định theo Điều 1.3.2.

$$\eta = \eta_i \eta_D \eta_R \geq 0.95$$

Hệ số liên quan đến tính dẻo $\eta_D = 1$

Hệ số liên quan đến tính d- $\eta_R = 1$

Hệ số liên quan đến tầm quan trọng trong khai thác : $\eta_i \geq 1.05$

Cầu quan trọng nên $\eta_i = 1.05$

Vậy $\eta = 1.05$

IM: Hệ số xung kích IM = 25% (tiêu chuẩn 22TCN 272-05).

IV3.2. Tổ hợp theo trạng thái giới hạn SD

$$M_U = \eta(M_{DC1} + M_{DC2} + M_{DW} + M_{LL+IM} + M_{PL})$$

$$Q_U = \eta(Q_{DC1} + Q_{DC2} + Q_{DW} + Q_{LL+IM} + Q_{PL})$$

M_{DC1} , Q_{DC1} , M_{DC2} , Q_{DC2} : Mômen, lực cắt do tải trọng bản thân và những thành phần phi kết cấu gắn vào (lan can, bộ hành vv...)

M_{DW} , Q_{DW} : Mômen, lực cắt do tải trọng lớp phủ.

M_{LL+IM} , Q_{LL+IM} : Mômen, lực cắt do hoạt tải gây ra có kể đến hệ số xung kích.

M_{PL} , Q_{PL} : Mô men, lực cắt do tải trọng ng- ời gây ra.

Kết quả nội lực các giai đoạn và tổ hợp ở các TTGH, biểu đồ nội lực ở TTGHSD1 thể hiện như bảng và biểu đồ sau:

TỔ HỢP MÔ MEN THEO CÁC TRẠNG THÁI GIỚI HẠN

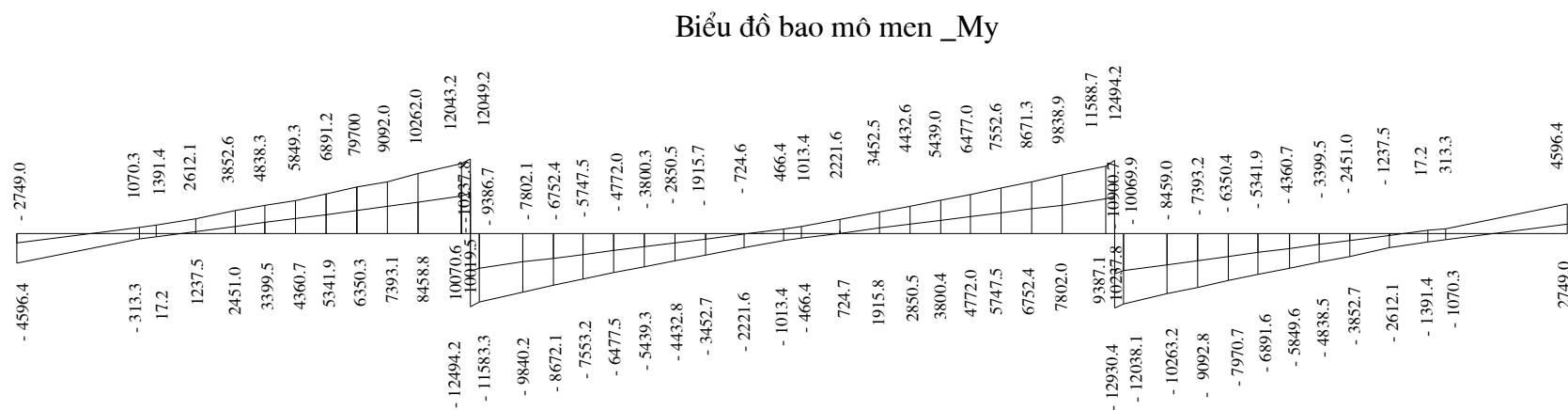
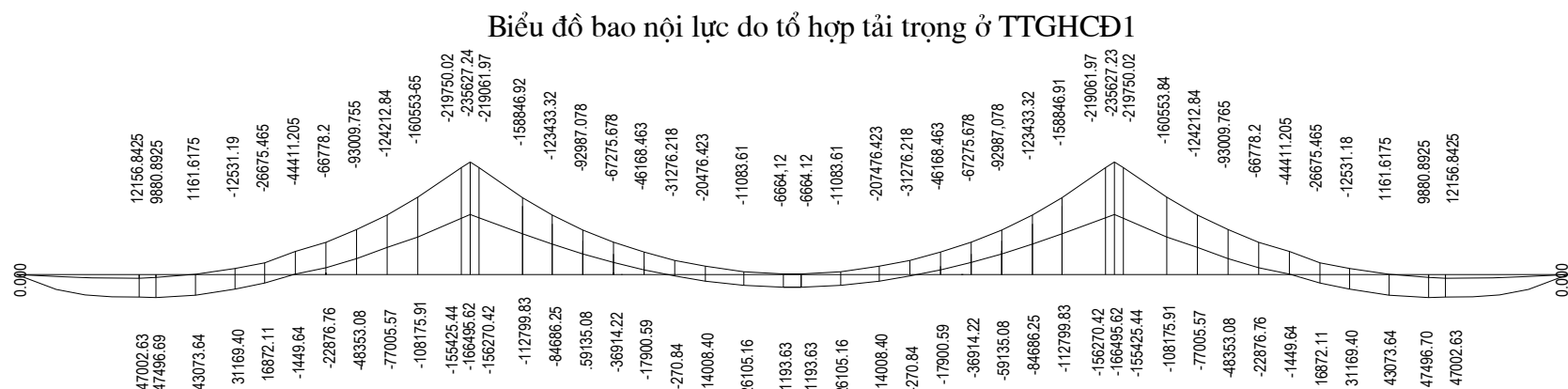
Tiết diện	Khoảng cách	DC1	DC2	DW	LL		Tổ hợp nội lực theo TTGSD		Tổ hợp nội lực theo TTGHCD	
	m	M (KNm)	M (KNm)	M (KNm)	M _{max} (KNm)	M _{min} (KNm)	M _{max} (KNm)	M _{min} (KNm)	M _{max} (KNm)	M _{min} (KNm)
1	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
2	14	14112.05	1370.00	3538.19	12767.30	-5152.03	31787.54	13868.21	47002.63	12156.84
3	16	13297.53	1381.70	3568.44	13597.12	-5888.03	31844.79	12359.64	47496.69	9880.893
4	20.5	8933.11	1239.90	3202.16	14602.37	-7544.04	27977.54	5831.13	43073.64	1161.618
5	25.5	1070.28	865.19	2234.45	14513.37	-9200.05	18683.29	-5030.13	31169.4	-12531.2
6	28.5	-7508.58	412.75	1065.98	13795.95	-10488.07	7766.10	-16517.92	16872.11	-26675.5
7	32	-18302.34	-180.56	-466.31	12510.80	-11776.07	-6438.41	-30725.28	-1449.64	-44411.2
8	35.5	-31383.2	-914.74	-2362.43	10692.05	-13064.08	-23968.32	-47724.45	-22876.8	-66778.2
9	39	-46842.66	-1789.80	-4622.37	8466.06	-14448.93	-44788.77	-67703.76	-48353.1	-93009.8
10	42.5	-64789	-2805.70	-7246.13	6409.05	-16485.83	-68431.78	-91326.66	-77005.6	-124213
11	46	-85345.5	-3962.60	-10233.7	4985.26	-19181.71	-94556.56	-118723.53	-108176	-160554
12	51	-119529.8	-5656.90	-14609.5	4899.54	-23629.95	-134896.67	-163426.16	-155425	-219750
13T	52	-127264.1	-6273.40	-16201.8	5006.70	-25372.98	-144732.55	-175112.23	-166496	-235627
13P	52	-127264.1	-6273.40	-16201.8	5006.70	-25372.98	-144732.55	-175112.23	-166496	-235627
14	53	-119937.2	-5648.10	-14586.8	4694.74	-22971.50	-135477.38	-163143.62	-156270	-219062
15	58	-87787.75	-3927.40	-10143	4035.68	-16564.88	-97822.42	-118422.98	-112800	-158847
16	61.5	-68655.65	-2750.10	-7102.42	4699.97	-13441.44	-73808.20	-91949.61	-84686.3	-123433
17	65	-52134.55	-1713.70	-4425.7	5972.63	-10879.01	-52301.32	-69152.96	-59135.1	-92987.1
18	68.5	-38099.55	-818.09	-2112.82	7325.62	-8833.95	-33704.84	-49864.41	-36914.2	-67275.7
19	72	-26443.45	-63.41	-163.75	8752.70	-7308.15	-17917.91	-33978.76	-17900.6	-46168.5
20	75.5	-17074.35	550.41	1421.48	10429.64	-6487.20	-4672.82	-21589.66	-270.838	-31276.2
21	79	-9920.25	1023.30	2642.9	12094.40	-6122.85	5840.35	-12376.90	14008.4	-20476.4
22	83.5	-3889.2	1424.40	3678.68	13524.64	-5654.41	14738.52	-4440.53	26105.16	-11083.6
23	88	-1356.4	1592.60	4113.05	14130.76	-5185.96	18480.01	-836.71	31193.63	-6664.12
24	90	-1356.4	1592.60	4113.05	14130.75	-5185.96	18480.00	-836.71	31193.63	-6664.12
25	94.5	-3889.2	1424.40	3678.68	13524.64	-5654.41	14738.52	-4440.53	26105.16	-11083.6
26	99	-9920.25	1023.30	2642.9	12094.39	-6122.85	5840.34	-12376.90	14008.4	-20476.4
27	102.5	-17074.35	550.41	1421.48	10429.64	-6487.20	-4672.82	-21589.66	-270.838	-31276.2
28	106	-26443.45	-63.41	-163.75	8752.70	-7308.15	-17917.91	-33978.76	-17900.6	-46168.5
29	109.5	-38099.55	-818.09	-2112.82	7325.62	-8833.95	-33704.84	-49864.41	-36914.2	-67275.7

30	113	-52134.55	-1713.70	-4425.7	5972.63	-10879.01	-52301.32	-69152.96	-59135.1	-92987.1
31	116.5	-68655.65	-2750.10	-7102.42	4699.97	-13441.44	-73808.20	-91949.61	-84686.3	-123433
32	120	-87787.75	-3927.40	-10143	4035.68	-16564.87	-97822.42	-118422.97	-112800	-158847
33	125	-119937.2	-5648.10	-14586.8	4694.74	-22971.50	-135477.38	-163143.62	-156270	-219062
34T	126	-127264.1	-6273.40	-16201.8	5006.70	-25372.98	-144732.55	-175112.23	-166496	-235627
34P	126	-127264.1	-6273.40	-16201.8	5006.70	-25372.98	-144732.55	-175112.23	-166496	-235627
35	127	-119529.8	-5656.90	-14609.5	4899.54	-23629.95	-134896.67	-163426.16	-155425	-219750
36	132	-85345.5	-3962.60	-10233.7	4985.26	-19181.72	-94556.56	-118723.54	-108176	-160554
37	135.5	-64789	-2805.70	-7246.13	6409.05	-16485.83	-68431.78	-91326.66	-77005.6	-124213
38	139	-46842.66	-1789.80	-4622.37	8466.06	-14448.93	-44788.77	-67703.76	-48353.1	-93009.8
39	142.5	-31383.2	-914.74	-2362.43	10692.05	-13064.08	-23968.32	-47724.45	-22876.8	-66778.2
40	146	-18302.34	-180.56	-466.31	12510.80	-11776.07	-6438.41	-30725.28	-1449.64	-44411.2
41	149.5	-7508.58	412.75	1065.98	13795.96	-10488.07	7766.11	-16517.92	16872.11	-26675.5
42	153	1070.28	865.19	2234.45	14513.37	-9200.05	18683.29	-5030.13	31169.4	-12531.2
43	157.5	8933.11	1239.90	3202.16	14602.37	-7544.04	27977.54	5831.13	43073.64	1161.618
44	162	13297.53	1381.70	3568.44	13597.12	-5888.03	31844.79	12359.64	47496.7	9880.893
45	164	14112.05	1370.00	3538.19	12767.30	-5152.03	31787.54	13868.21	47002.63	12156.84
46	178	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0

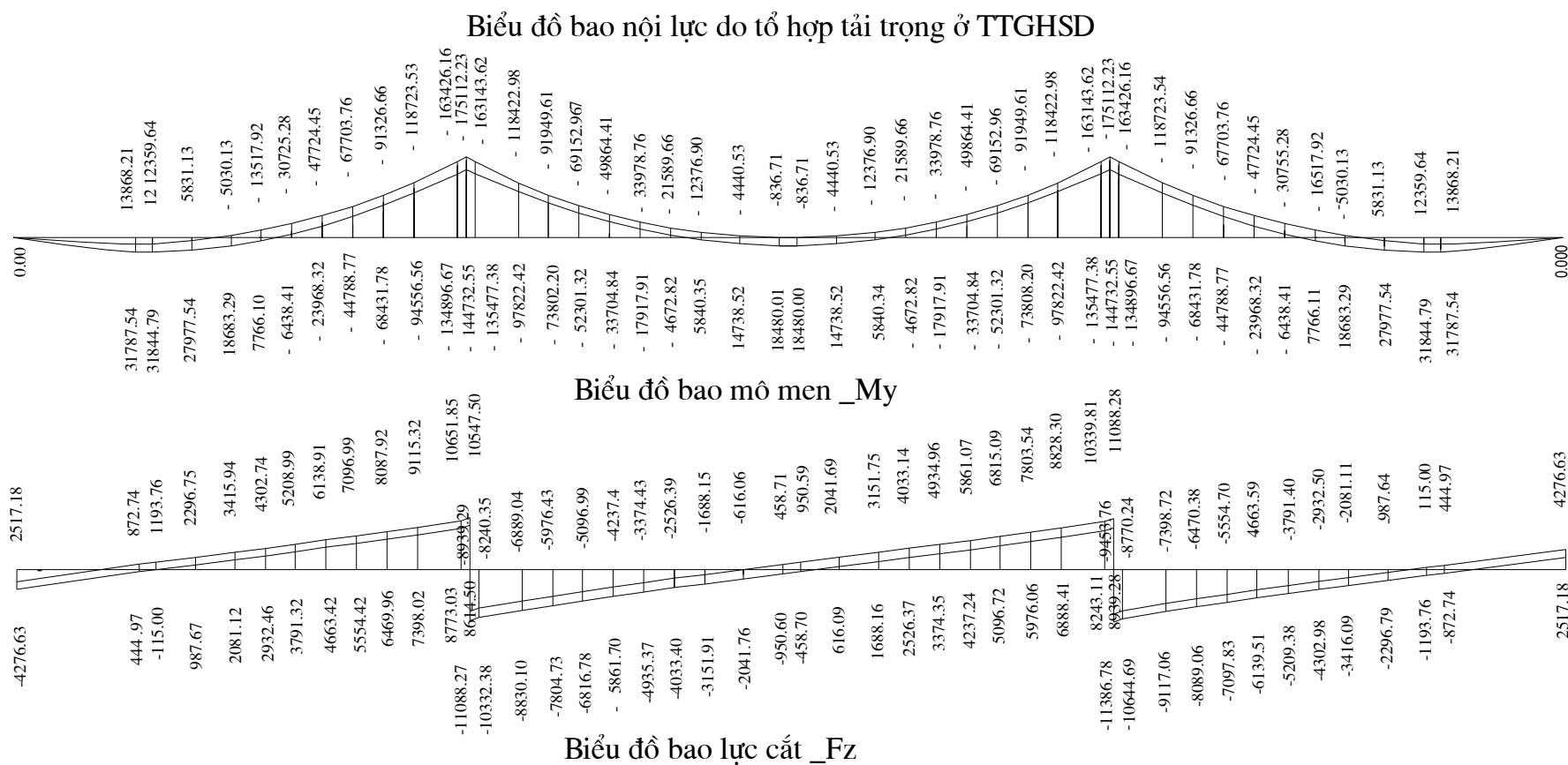
TỔ HỢP LỰC CẮT THEO CÁC TRẠNG THÁI GIỚI HẠN

Tiết diện	Khoảng cách	DC1	DC2	DW	LL		Tổ hợp nội lực theo TTGSD		Tổ hợp nội lực theo TTGHCD	
	m	V (KN)	V (KN)	V(KN)	V _{max} (KN)	B _{min} (KN)	V _{max} (KN)	V _{min} (KN)	V _{max} (KN)	V _{min} (KN)
1	0	-2246.19	-178.36	-460.63	368	-1391.45	-2517.18	-4276.63	-2749.0	-4596.4
2	14	407.05	-17.36	-44.83	527.88	-789.83	872.74	-444.97	1070.3	-313.3
3	16	583.93	5.64	14.57	589.62	-719.14	1193.76	-115.00	1391.4	17.2
4	20.5	1356.63	57.39	148.21	734.52	-574.56	2296.75	987.67	2612.1	1237.5
5	25.5	2140.13	109.12	281.82	884.87	-449.95	3415.94	2081.12	3852.6	2451.0
6	28.5	2763.53	149.34	385.69	1004.18	-366.1	4302.74	2932.46	4838.3	3399.5
7	32	3405.03	189.54	489.5	1124.92	-292.75	5208.99	3791.32	5849.3	4360.7
8	35.5	4069.43	229.70	593.23	1246.55	-228.94	6138.91	4663.42	6891.2	5341.9
9	39	4761.43	269.82	696.84	1368.9	-173.67	7096.99	5554.42	7970.0	6350.3
10	42.5	5485.73	309.89	800.32	1491.98	-125.98	8087.92	6469.96	9092.0	7393.1
11	46	6246.13	349.86	903.55	1615.78	-101.52	9115.32	7398.02	10262.0	8458.8
12	51	7428.23	402.39	1039.22	1782.01	-96.61	10651.85	8773.23	12043.2	10070.6
13T	52	8046.63	-419.60	1083.77	1836.7	-96.3	10547.50	8614.50	12049.2	10019.5

13P	52	-7639.58	-425.50	-1098.9	224.69	-	-8939.29	-	-	-
						1924.29		11088.27	10237.8	12494.2
14	53	-7005.48	-407.34	-1052	224.47	-	-8240.35	-	-9386.7	-
						1867.56		10332.38		11583.3
15	58	-5842.78	-355.92	-919.2	228.86	-1712.2	-6889.04	-8830.10	-7802.1	-9840.2
16	61.5	-5080.88	-315.87	-815.78	236.1	-1592.2	-5976.43	-7804.73	-6752.4	-8672.1
17	65	-4355.98	-275.77	-712.21	246.97	-	-5096.99	-6816.78	-5747.5	-7553.2
						1472.82				
18	68.5	-3663.38	-235.62	-608.52	270.12	-	-4237.40	-5861.70	-4772.0	-6477.5
						1354.18				
19	72	-2998.68	-195.43	-504.73	324.41	-	-3374.43	-4935.37	-3800.3	-5439.3
						1236.53				
20	75.5	-2356.88	-155.22	-400.88	386.59	-	-2526.39	-4033.40	-2850.5	-4432.8
						1120.42				
21	79	-1733.28	-114.99	-296.98	457.1	-	-1688.15	-3151.91	-1915.7	-3452.7
						1006.66				
22	83.5	-949.68	-63.25	-163.35	560.22	-865.48	-616.06	-2041.76	-724.6	-2221.6
23	88	-176.88	-11.50	-29.7	676.79	-732.52	458.71	-950.60	466.4	-1013.4
24	90	176.88	11.50	29.7	732.51	-676.78	950.59	-458.70	1013.4	-466.4
25	94.5	949.68	63.25	163.34	865.42	-560.18	2041.69	616.09	2221.6	724.7
26	99	1733.28	114.98	296.95	1006.54	-457.05	3151.75	1688.16	3452.5	1915.8
27	102.5	2356.88	155.20	400.82	1120.24	-386.53	4033.14	2526.37	4432.6	2850.5
28	106	2998.68	195.39	504.62	1236.27	-324.34	4934.96	3374.35	5439.0	3800.4
29	109.5	3663.38	235.55	608.35	1353.79	-270.04	5861.07	4237.24	6477.0	4772.0
30	113	4355.98	275.67	711.95	1472.3	-246.88	6815.90	5096.72	7552.6	5747.5
31	116.5	5080.88	315.74	815.42	1591.5	-235.99	7803.54	5976.05	8671.3	6752.4
32	120	5842.78	355.71	918.65	1711.16	-228.73	8828.30	6888.41	9838.9	7802.0
33	125	7005.48	408.25	1054.35	1871.73	-224.97	10339.81	8243.11	11588.7	9387.1
34T	126	7639.58	425.50	1098.9	1924.3	-224.7	11088.28	8939.28	12494.2	10237.8
34P	126	-	-	-	96.28	-	-	-	-	-
		8046.6304	-419.64	1083.77		1836.74	-9453.76	11386.78	10900.7	12930.4
35	127	-7428.23	-401.50	1036.91	96.4	-	-8770.24	-	-	-
						1778.05		10644.69	10069.9	12038.1
36	132	-6246.13	-350.07	-904.1	101.58	-	-7398.72	-9117.06	-8459.0	-
						1616.76				10263.2
37	135.5	-5485.73	-310.02	-800.67	126.04	-	-6470.38	-8089.06	-7393.2	-9092.8
						1492.64				
38	139	-4761.43	-269.92	-697.09	173.74	-	-5554.70	-7097.83	-6350.4	-7970.7
						1369.39				
39	142.5	-4069.43	-229.77	-593.4	229.01	-	-4663.59	-6139.51	-5341.9	-6891.6
						1246.91				
40	146	-3405.03	-189.58	-489.61	292.82	-	-3791.40	-5209.38	-4360.7	-5849.6
						1125.16				
41	149.5	-2763.53	-149.37	-385.75	366.15	-	-2932.50	-4302.98	-3399.5	-4838.5
						1004.33				
42	153	-2140.13	-109.14	-281.85	450.01	-884.97	-2081.11	-3416.09	-2451.0	-3852.7
43	157.5	-1356.63	-57.39	-148.22	574.6	-734.55	-987.64	-2296.79	-1237.5	-2612.1
44	162	-583.93	-5.64	-14.57	719.14	-589.62	115.00	-1193.76	-17.2	-1391.4
45	164	-407.05	17.36	44.83	789.83	-527.88	444.97	-872.74	313.3	-1070.3
46	178	2246.19	178.36	460.63	1391.45	-368	4276.63	2517.18	4596.4	2749.0



Biểu đồ bao lực cắt F_z



IV.4 THIẾT KẾ CỐT THÉP

IV.4.1 BÊ TÔNG MÁC C50.

Bê tông thường có tỷ trọng $\gamma_c = 2400 \text{kg/m}^3$
 Hệ số giãn nở nhiệt của bê tông tỷ trọng thường $10.8 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ (5.4.2.2)
 Hệ số Poisson 0.2 (5.4.2.5)
 Mô đun đàn hồi của bê tông tỷ trọng thường lấy nh- sau: $E_c = 0.043\gamma_c^{1.5}\sqrt{f'_c}$ (5.4.2.4)

Trong đó:

γ_c = tỷ trọng của bê tông (kg/m^3)

f'_c = C-ờng độ qui định của bê tông (MPa)

C-ờng độ chịu nén của bê tông đầm hộp, nhịp cầu đầm, qui định ở tuổi 28 ngày là: $f'_c = 50 \text{Mpa}$

C-ờng độ chịu nén của bê tông làm trụ cầu dẫn, trụ chính, mố bản quá độ, sau 28 ngày: $f'_c = 40 \text{Mpa}$

C-ờng độ chịu kéo khi uốn của bê tông tỷ trọng thường $f_t = 0.63\sqrt{f'_c}$ (5.4.2.6)

▪ Đối với các ứng suất tạm thời tr-ớc mất mát (5.9.4.1)

- Giới hạn ứng suất nén của cấu kiện bê tông căng sau, bao gồm các cầu XD phân đoạn: $0.60f'_{ci}$
- Giới hạn ứng suất kéo của bê tông : $0.50\sqrt{f'_{ci}}$

Trong đó:

f'_{ci} = c-ờng độ nén qui định của bê tông lúc bắt đầu đặt tải hoặc tạo - st (MPa)

$$f'_{ci} = 0.9 \times f'_c = 0.9 \times 50 = 45 \text{ MPa}$$

▪ Đối với các ứng suất ở trạng thái giới hạn sử dụng sau các mất mát (5.9.4.2)

- Giới hạn ứng suất nén của bê tông ở TTGHSD sau mất mát : $0.45f'_c$ (MPa)
- Giới hạn ứng suất kéo của bê tông : $0.50\sqrt{f'_c}$ (cầu xây dựng phân đoạn)

Tỷ số giữa chiều cao vùng chịu nén có ứng suất phân bố đều t-ơng đ-ơng đ-ợc giả định ở trạng thái GH c-ờng độ trên chiều cao vùng nén thực (5.7.2.2) là:

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{(f'_c - 28)}{7}$$

Độ ẩm trung bình hàng năm: $H = 80\%$

IV.4.2 CHỌN CÁP

Cáp sử dụng là cáp c-ờng độ cao của hãng VSL có các thông số nh- sau:

Các thông số của cáp c-ờng độ cao sử dụng

Đ-ờng kính danh định	15.2mm
Diện tích danh định một tao	140mm ²
C-ờng độ chịu kéo	1860 MPa
C-ờng độ chảy	$f_{py} = 1674 \text{ MPa}$
Mô đun đàn hồi	$E_p = 197000 \text{ MPa}$
Hệ số ma sát	$\mu = 0.25$
Hệ số ma sát lắc	$K = 6.6 \times 10^{-7} (\text{mm}^{-1}) = 6.6 \times 10^{-4} (\text{m}^{-1})$
Chiều dài tụt neo	$\Delta L = 0.006 \text{ m/neo}$
ứng suất trong thép - st khi kích	$f_{pi} = 0.7f_{pu} = 0.7 \times 1860 = 1302 \text{ MPa}$

ống gen sử dụng là ống gen thép.

Sơ bộ chọn cấp dựa vào điều kiện sau: Lực nén F_t nhỏ nhất để đảm bảo thớ chịu kéo ngoài cùng của bê tông không bị nứt, tức là ứng suất thớ ngoài cùng chịu kéo nhỏ hơn $0.50\sqrt{f'_c} = 3.53\text{Mpa} = 3.53 \times 10^3 \text{KN/m}^2$

IV.4.3 CỐT THÉP THƯỜNG

- Giới hạn chảy của cốt thép : $f_y = 400 \text{ Mpa}$
- Mô đun đàn hồi của thép thường: $E_s = 200000 \text{ Mpa}$

❖ Tính toán cốt thép dự ứng lực

Tính diện tích thép dự ứng lực: tính sơ bộ theo TTGHCD1 theo công thức sau:

$$A_{pSt} = \frac{M_{CD1}}{Z \cdot f_{pe}}$$

Trong đó:

M_{CD1} : momen tại mặt cắt theo TTGHCD1

f_{pe} : ứng suất sau mất mát $f_{pe} = 0.8f_{py} = 0.8 \times 1674 = 1339 \text{ Mpa}$

Z : cánh tay đòn nội ngẫu lực, đối với dầm hộp lấy gần đúng bằng $0.9h_o$. Với h_o là chiều cao làm việc của tiết diện (m)

Đối với tr-ờng hợp chịu momen d-ương, có thể lấy $h_o = h - \frac{1}{2}h_b$

Đối với tr-ờng hợp tính thép chịu momen âm, có thể lấy $h_o = h - \frac{1}{2}h_d$

Trong đó:

h : chiều cao tiết diện.

h_b : chiều dày bản mặt cầu tại vị trí tiếp giáp vách dầm $h_b = 0,5 \text{ m}$

h_d : chiều dày bản đáy

Tính số bó cốt thép dự ứng lực

Số bó cốt thép dự ứng lực cần thiết xác định theo công thức : $n = \frac{A_{pSt}}{A_b}$

Trong đó:

A_{pSt} : Diện tích thép dự ứng lực cần thiết

A_b : Diện tích 1 bó thép tùy vào số tao trong bó: $F_b = m \cdot A_{str}$

m : số tao trong 1 bó

A_{str} : diện tích của 1 tao $= 1.4 \text{ cm}^2$

Bó cáp chịu mômen âm chọn loại bó 21 tao:

$$A_b = 21 \times 1.4 = 29.4 \text{ cm}^2$$

Bó cáp chịu mômen d-ương chọn loại bó 19 tao:

$$A_b = 19 \times 1.4 = 26.6 \text{ cm}^2$$

Theo kinh nghiệm diện tích cốt thép cần thiết đ-ợc tăng thêm từ 10-20% để đảm bảo điều kiện chống nứt cho bê tông.

IV.4.4 TÍNH TOÁN CỐT THÉP DƯ

BẢNG TÍNH TOÁN LỰA CHỌN LƯỢNG CỐT THÉP DƯ

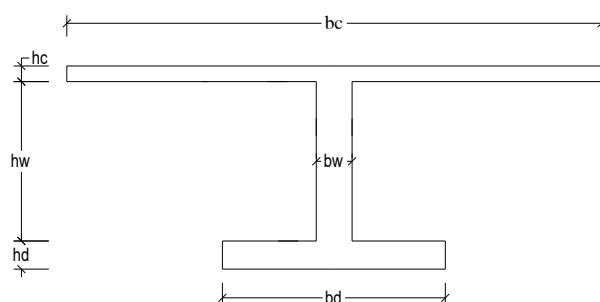
Tiết diện	K/c	Mmax	Mmin	Z _{cao duong}	Z _{cao am}	f _{yk}	A _{smax}	A _{smin}	CT tính toán		CT chọn	
	m	KN.m	KN.m	m	m	Mpa	m ²	m ²	Max	Min	max	min
1	0	0.00	0	1.755	1.845	1339	0.000	0.000	0.000	0.000	6	
2	14	47002.63	12156.8425	1.755	1.845	1339	0.020	0.005	7.519	1.674	8	
3	16	47496.69	9880.8925	1.755	1.845	1339	0.020	0.004	7.598	1.360	8	
4	20.5	43073.64	1161.6175	1.791	1.864	1339	0.018	0.000	6.752	0.158	8	2
5	25.5	31169.40	-12531.19	1.881	1.937	1339	0.012	-0.005	4.652	-1.643	6	4
6	28.5	16872.11	-26675.465	2.007	2.05	1339	0.006	-0.010	2.360	-3.305	2	6
7	32	-1449.64	-44411.205	2.16	2.19	1339	-0.001	-0.015	-0.188	-5.151		8
8	35.5	-22876.76	-66778.2	2.358	2.376	1339	-0.007	-0.021	-2.724	-7.139		10
9	39	-48353.08	-93009.755	2.601	2.606	1339	-0.014	-0.027	-5.219	-9.066		12
10	42.5	-77005.57	-124212.84	2.871	2.862	1339	-0.020	-0.032	-7.531	11.025		14
11	46	-108175.91	-160553.65	3.186	3.164	1339	-0.025	-0.038	-9.533	12.890		16
12	50.75	-155425.44	-219750.02	3.708	3.668	1339	-0.031	-0.045	11.768	15.218		18
13t	52	-166495.62	-235627.24	3.825	3.78	1339	-0.033	-0.047	12.221	15.835		18
13P	52	-166495.62	-235627.24	3.825	3.78	1339	-0.033	-0.047	12.221	15.835		18
14	53.25	-156270.42	-219061.97	3.708	3.668	1339	-0.031	-0.045	11.832	15.171		18
15	58	-112799.83	-158846.92	3.186	3.164	1339	-0.026	-0.037	-9.940	12.753		16
16	61.5	-84686.25	-123433.32	2.871	2.862	1339	-0.022	-0.032	-8.282	10.956		14
17	65	-59135.08	-92987.078	2.601	2.606	1339	-0.017	-0.027	-6.383	-9.064		12
18	68.5	-36914.22	-67275.678	2.358	2.376	1339	-0.012	-0.021	-4.395	-7.193		10
19	72	-17900.59	-46168.463	2.16	2.19	1339	-0.006	-0.016	-2.327	-5.355		8
20	75.5	-270.84	-31276.218	2.007	2.05	1339	0.000	-0.011	-0.038	-3.876		6
21	79	14008.40	-20476.423	1.881	1.937	1339	0.006	-0.008	2.091	-2.685	4	4
22	83.5	26105.16	-11083.61	1.791	1.864	1339	0.011	-0.004	4.092	-1.510	6	2
23	88	31193.63	-6664.12	1.755	1.845	1339	0.013	-0.003	4.990	-0.918	6	2
24	90	31193.63	-6664.12	1.755	1.845	1339	0.013	-0.003	4.990	-0.918	6	2
25	94.5	26105.16	-11083.61	1.791	1.864	1339	0.011	-0.004	4.092	-1.510	6	2
26	99	14008.40	-20476.423	1.881	1.937	1339	0.006	-0.008	2.091	-2.685	4	4
27	102.5	-270.84	-31276.218	2.007	2.05	1339	0.000	-0.011	-0.038	-3.876		6

28	106	-17900.59	-46168.463	2.16	2.19	1339	-0.006	-0.016	-2.327	-5.355		8
29	109.5	-36914.22	-67275.678	2.358	2.376	1339	-0.012	-0.021	-4.395	-7.193		10
30	113	-59135.08	-92987.078	2.601	2.606	1339	-0.017	-0.027	-6.383	-9.064		12
31	116.5	-84686.25	-123433.32	2.871	2.862	1339	-0.022	-0.032	-8.282	10.956		14
32	120	-	-158846.91	3.186	3.164	1339	-0.026	-0.037	-9.940	12.753		16
33	124.75	-	-219061.97	3.708	3.668	1339	-0.031	-0.045	11.832	15.171		18
34T	126	166495.62	-235627.23	3.825	3.78	1339	-0.033	-0.047	12.221	15.835		18
34P	126	166495.62	-235627.23	3.825	3.78	1339	-0.033	-0.047	12.221	15.835		18
35	127.25	-	-219750.02	3.708	3.668	1339	-0.031	-0.045	11.768	15.218		18
36	132	-	-160553.66	3.186	3.164	1339	-0.025	-0.038	-9.533	12.890		16
37	135.5	-77005.57	-124212.84	2.871	2.862	1339	-0.020	-0.032	-7.531	11.025		14
38	139	-48353.08	-93009.765	2.601	2.606	1339	-0.014	-0.027	-5.219	-9.066		12
39	142.5	-22876.76	-66778.2	2.358	2.376	1339	-0.007	-0.021	-2.724	-7.139		10
40	146	-1449.64	-44411.205	2.16	2.19	1339	-0.001	-0.015	-0.188	-5.151		8
41	149.5	16872.11	-26675.465	2.007	2.05	1339	0.006	-0.010	2.360	-3.305	2	6
42	153	31169.40	-12531.18	1.881	1.937	1339	0.012	-0.005	4.652	-1.643	6	4
43	157.5	43073.64	1161.6175	1.791	1.864	1339	0.018	0.000	6.752	0.158	8	2
44	162	47496.70	9880.8925	1.755	1.845	1339	0.020	0.004	7.598	1.360	8	
45	164	47002.63	12156.8425	1.755	1.845	1339	0.020	0.005	7.519	1.674	8	
46	178	0.00	0	1.755	1.845	1339	0.000	0.000	0.000	0.000	6	

IV.4.5 TÍNH ĐẶC TRƯNG HÌNH HỌC CÁC GIAI ĐOẠN

❖ Để đơn giản trong tính toán và thiên về an toàn ta quy đổi mặt cắt hình hộp thành mặt cắt chữ I với nguyên tắc đảm bảo đúng chiều cao và các đặc trưng hình học của mặt cắt.

Kích thước quy đổi từ tiết diện hộp sang tiết diện T tại tiết diện kiểm toán



Tiết diện	K/c từ gối	bc	hc	bw	h _w	b _d	h _d	H
	m	m	m	m	m	m	m	m
3	16.00	12.500	0.356	0.796	1.542	5.810	0.302	2.20
12	52.00	12.500	0.356	0.807	3.532	5.000	0.612	4.50
23	88	12.500	0.356	0.796	1.542	5.810	0.302	2.20

Trong đó :

- bc : Bề rộng bản cánh trên.
- hc : Chiều cao bản cánh trên.
- bw : Chiều dày sườn dầm.
- h_w : Chiều cao sườn dầm.
- b_d : Bề rộng bản đáy.
- h_d : Chiều cao bản đáy.
- h : Chiều cao tiết diện.

❖ Nhằm phản ánh sát thực các giai đoạn làm việc của tiết diện ta xác định các đặc trưng hình học của tiết diện trong giai đoạn có lỗ (giai đoạn mới căng cáp ch- a phun vữa) và giai đoạn khai thác (đã phun vữa và có thép - st).

$$A_{gy} = A_{nguyên}$$

$$I_{gy} = I_{nguyên}$$

$$A_{td} = A_{gy} + n \cdot A_{Cáp}$$

$$I_{td} = I_{gy} + n \cdot A_{Cáp} \cdot e^2 \text{ (bỏ qua mômen quán tính của các bó thép đối với trục của nó)}$$

Trục trung hoà của các tiết diện qua các giai đoạn là khác nhau.

$$n = \text{tỷ số môđun đàn hồi của thép và bê tông } n = E_p/E_c = 197000/35749.53 = 5.51$$

Đ- ờng kính ống gen là 107mm

IV.4.6 TÍNH MẤT MÁT ỨNG SUẤT TRỌNG

Các mất mát ứng suất trọng trong các cấu kiện được xây dựng và được tạo ứng suất trọng trong một giai đoạn có thể lấy bằng:

Trong các cấu kiện kéo sau:

$$\Delta f_{PT} = \Delta f_{pF} + \Delta f_{pA} + \Delta f_{pES} + \Delta f_{pSR} + \Delta f_{pCR} + \Delta f_{pR} \quad (5.9.5.1-2)$$

Trong đó:

- Δf_{PT} : Tổng mất mát (MPa)
- Δf_{pF} : Mất mát do ma sát (MPa)
- Δf_{pA} : Mất mát do thiết bị neo (MPa)
- Δf_{pES} : Mất mát do co ngắn đàn hồi (MPa)
- Δf_{pSR} : Mất mát do co ngót (MPa)
- Δf_{pCR} : Mất mát do từ biến của bê tông (MPa)
- Δf_{pR} : Mất mát do trùng đảo cốt thép (MPa)

Trong các mất mát phân ra làm 2 loại:

- Mất mát tức thời gồm các mất mát : Δf_{pF} , Δf_{pA} , Δf_{pES}
- Mất mát theo thời gian gồm các mất mát sau: Δf_{pSR} , Δf_{pCR} , Δf_{pR}

1 Mất mát do ma sát

Mất mát do ma sát giữa bó thép và ống bọc có thể lấy như sau:

$$\Delta f_{pF} = f_{pj}(1 - e^{-(Kx + \mu\alpha)}) \quad (5.9.5.2.2b-1)$$

Trong đó:

- f_{pj} : ứng suất trong thép - st khi kích $f_{pj} = 0.8 f_u = 1488 \text{ MPa}$
- x : chiều dài bó thép - st từ đầu kích đến điểm đang xem xét (m)
- K : hệ số ma sát lặc $K = 6.6 \times 10^{-7} / \text{mm}^{-1}$
- $\mu = 0.25$ Là hệ số ma sát.
- α : Tổng giá trị tuyệt đối của thay đổi góc của đường cáp thép - st từ đầu kích đến điểm đang xét (rad)
- e : cơ số logarit tự nhiên

Tiết diện	Bó thép	μ	K	f_{pj}	x	α	Δf_{pF}
			(1/mm)	MPa	(mm)	(rad)	MPa
3	C2-01-2	0.25	6.6×10^{-7}	1488	7150	0.105	40.75
	C2-02-2	0.25	6.6×10^{-7}	1488	11150	0.105	44.17
	C2-03-2	0.25	6.6×10^{-7}	1488	11150	0.105	44.17
	C2-04-2	0.25	6.6×10^{-7}	1488	15150	0.105	47.58
	Mất mát ứng suất trung bình cho 1 bó						44.17

12	C1-01-2	0.25	6.6×10^{-7}	1488	5000	0.000	4.41
	C1-02-2	0.25	6.6×10^{-7}	1488	8500	0.244	86.41
	C1-03-2	0.25	6.6×10^{-7}	1488	12000	0.244	89.30
	C1-04-2	0.25	6.6×10^{-7}	1488	15500	0.244	92.18
	C1-05-2	0.25	6.6×10^{-7}	1488	19000	0.244	95.06
	C1-06-2	0.25	6.6×10^{-7}	1488	22500	0.244	97.93
	C1-07-2	0.25	6.6×10^{-7}	1488	26000	0.244	100.79
	C1-08-2	0.25	6.6×10^{-7}	1488	30500	0.244	104.47
	C1-09-2	0.25	6.6×10^{-7}	1488	35000	0.244	108.13
	Mất mát ứng suất trung bình cho 1 bó						86.52
23	C3-01-2	0.25	6.6×10^{-7}	1488	2780	0.000	2.45
	C4-01-2	0.25	6.6×10^{-7}	1488	7150	0.105	40.75
	C4-02-2	0.25	6.6×10^{-7}	1488	11150	0.105	44.17
	C4-03-2	0.25	6.6×10^{-7}	1488	11150	0.105	44.17
	Mất mát ứng suất trung bình cho 1 bó						32.89

2) Mất mát do thiết bị neo

Mất mát do thiết bị neo đ-ợc tính theo công thức sau:

$$\Delta f_{pA} = \frac{\Delta_L}{L} E_p$$

Trong đó:

- L : Chiều dài của bó cáp (m)
- E_p : Môđun đàn hồi của thép ust E = 197000Mpa
- Δ_L : biến dạng do tụt neo; Δ_L = 6mm/neo

Tiết diện	Bó thép	L	ΔL	E	Δf _{pA}
		(mm)	(mm)	MPa	MPa
3	C2-01-2	16300	12	197000	145.03
	C2-02-2	24670	12	197000	95.82
	C2-03-2	24670	12	197000	95.82
	C2-04-2	28670	12	197000	82.46
	Mất mát ứng suất trung bình cho 1 bó				104.78
12	C1-01-2	12500	6	197000	94.56
	C1-02-2	19500	12	197000	121.23

	C1-03-2	26500	12	197000	89.21
	C1-04-2	33500	12	197000	70.57
	C1-05-2	40500	12	197000	58.37
	C1-06-2	47500	12	197000	49.77
	C1-07-2	54500	12	197000	43.38
	C1-08-2	63500	12	197000	37.23
	C1-09-2	72500	12	197000	32.61
	Mất mát ứng suất trung bình cho 1 bó				66.32
23	C3-01-2	7560	6	197000	156.35
	C4-01-2	16300	12	197000	145.03
	C4-02-2	24300	12	197000	97.28
	C4-03-2	24300	12	197000	97.28
	Mất mát ứng suất trung bình cho 1 bó				123.99

3) Mất mát do co ngắn đàn hồi

Mất mát do co ngắn đàn hồi về bản chất là khi căng bó sau sẽ gây mất mát cho bó tr-ớc, và đ-ợc tính theo công thức:

$$\Delta f_{pES} = \frac{N-1}{2N} \times \frac{E_p}{E_{ci}} f_{cgp} \quad (5.9.5.2.3b-1)$$

$$f_{cgp} = -\frac{F}{A} - \frac{F.e}{I} y + \frac{M_{DC1}}{I} e$$

Trong đó:

- N : Số l-ợng các bó thép ứng suất tr-ớc giống nhau
 - f_{cgp} : Tổng ứng suất bê tông ở trọng tâm các bó thép ứng suất tr-ớc do lực ứng suất tr-ớc sau kích và tự trọng của cầu kiện ở các mặt cắt mômen max (MPa).
 - $F=(0.7f_{pu}-\Delta f_{pr}-\Delta f_{pa})A_{ps}$: lực nén trong bê tông do ứng suất tr-ớc gây ra tại thời điểm sau khi kích, tức là đã xảy ra mất mát do ma sát và tụt neo.
 - e : Độ lệch của trọng tâm các bó thép so với trục trung hoà của tiết diện.
 - A,I : Diện tích tiết diện và mômen quán tính trừ lỗ.
 - E_p : Mô đun đàn hồi của thép dự ứng lực(MPa)=197000(MPa)
 - E_{ci} : Mô đun đàn hồi của bê tông lúc truyền lực (MPa)
- $$E_{ci}=0.043 \gamma_c \sqrt[1.5]{f'_{ci}}=0.043 \times 2400 \times \sqrt[1.5]{0.9 \times 50}=33915 \text{ (MPa)}$$
- A_{ps} : Tổng diện tích các bó cáp ứng suất tr-ớc.
 - M_{DC1} : Mômen do trọng l-ợng bản thân kết cấu

Tiết diện	Bó căng tr-ớc	Bó căng sau	N	F_i	M_{DC}	e	y	A_x	I_x	Δf_{cgp}	Δf_{pES}
3	C2-01-2	C2-02-2	3	(KN)	(KN.m)	(m)	(m)	(m ²)	(m ⁴)	Mpa	Mpa
				5,488.49	16,621.91	1.251	1.401	7.191	4.709	1.83	3.36
		C2-03-2	2	5,488.49	16,621.91	1.251	1.401	7.191	4.709	1.83	2.52

		2									
		C2-04-2	1	5,488.49	16,621.91	1.251	1.401	7.191	4.709	1.83	0.00
	C2-02-2	C2-03-2	2	5,488.49	16,621.91	1.251	1.401	7.191	4.709	1.83	2.52
		C2-04-2	1	5,488.49	16,621.91	1.251	1.401	7.191	4.709	1.83	0.00
	C2-03-2	C2-04-2	1	5,488.49	16,621.91	1.251	1.401	7.191	4.709	1.83	0.00
				Mất mát ứng suất trung bình cho 1 bó					2.80		
12	C1-01-2	C1-02-2	8	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	7.16	17.2
		C1-03-2	7	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	23.3
		C1-04-2	6	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	22.7
		C1-05-2	5	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	21.8
		C1-06-2	4	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	20.4
		C1-07-2	3	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	18.1
		C1-08-2	2	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	13.6
		C1-09-2	1	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	0.00
	C1-02-2	C1-03-2	7	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	23.3
		C1-04-2	6	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	22.7
		C1-05-2	5	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	21.8
		C1-06-2	4	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	20.4
		C1-07-2	3	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	18.1
		C1-08-2	2	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	13.6
		C1-09-2	1	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	0.00
	C1-03-2	C1-04-2	6	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	22.7
		C1-05-2	5	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	21.8
		C1-06-2	4	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	20.4
		C1-07-2	3	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	18.1
		C1-08-2	2	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	13.6
		C1-09-2	1	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	0.00
	C1-04-	C1-05-	5	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	21.8

2	2										
	C1-06-2	4	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	20.4	
	C1-07-2	3	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	18.1	
	C1-08-2	2	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	13.6	
	C1-09-2	1	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	0.00	
	C1-05-2	C1-06-2	4	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	20.4
		C1-07-2	3	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	18.1
		C1-08-2	2	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	13.6
		C1-09-2	1	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	0.00
	C1-06-2	C1-07-2	3	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	18.1
		C1-08-2	2	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	13.6
		C1-09-2	1	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	0.00
	C1-07-2	C1-08-2	2	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	13.6
		C1-09-2	1	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	0.00
	C1-08-2	C1-09-2	1	7,196.75	-159080	1.692	1.892	10.028	31.542	-9.90	0.00
				Mất mát ứng suất trung bình cho 1 bó						65.82	

23	C4-01-2	C4-02-2	3	5,450.73	-1695.50	1.256	1.406	7.191	4.730	-3.03	5.56
		C4-03-2	2	5,450.73	-1695.50	1.256	1.406	7.191	4.730	-3.03	4.17
		C3-01-2	1	5,450.73	-1695.50	1.256	1.406	7.191	4.730	-3.03	0.00
	C4-02-2	C4-03-2	2	5,450.73	-1695.50	0.594	0.794	7.191	4.730	-1.38	1.90
		C3-01-2	1	5,450.73	-1695.50	0.594	0.794	7.191	4.730	-1.38	0.00
	C4-03-2	C3-01-2	1	5,450.73	-1695.50	0.594	0.794	7.191	4.730	-1.38	0.00
				Mất mát ứng suất trung bình cho 1 bó						3.87	

4) Mất mát do co ngót

Mất mát ứng suất tr-ớc do co ngót có thể lấy bằng:

Đối với cấu kiện kéo sau: $\Delta f_{psr} = (93 - 0.85H) = 93 - 0.85 \times 80 = 25 \text{ MPa}$ (5.9.5.4.2-2)

H = độ ẩm t-ơng đối bao quanh, lấy trung bình hàng năm(%) = 80%

5) Mất mát do từ biến

Mất mát dự ứng suất do từ biến có thể lấy bằng :

$$\Delta f_{pCR} = 12.0f_{cgp} - 7.0\Delta f_{cdp} \geq 0 \quad (5.9.5.4.3-1)$$

Trong đó:

f_{cgp} : Tổng ứng suất bê tông ở trọng tâm các bó thép ứng suất trước do lực ứng suất trước sau kích và tự trọng của cầu kiện ở các mặt cắt có mômen max (MPa).

Δf_{cdp} : Thay đổi trong ứng suất bê tông tại trọng tâm thép ứng suất trước do tải trọng thường xuyên, trừ tải trọng tác động vào lúc thực hiện các lực ứng suất trước, được tính cùng các mặt cắt tính f_{cgp} (MPa).

$$\Delta f_{cdp} = -\frac{M_{ds} \cdot e}{I_{td}} - \frac{M_{da} \cdot e}{I_{td}}$$

- M_{DC2} = mômen do tĩnh tải chất thêm sau khi bê tông đông cứng ($M_{DC2} = M_b$) Nmm
- M_{DW} = Mômen do lớp mặt cầu (Nmm)
- M_{DC} : mô men do tĩnh tải ở giai đoạn thi công (KN.m)
- I_{td} = Mômen quán tính của tiết diện qui đổi (m^4)
- e : Độ lệch của trọng tâm các bó thép so với trục trung hoà của tiết diện.

Tiết diện	Bó thép	Fi	e	y	Mdc	$M_{DW}+M_{DC2}$	A_x	I_x	Δf_{cdp}	Δf_{cp}
		(KN)	(m)	(m)	(KN.m)	(KN.m)	(m^2)	(m^4)	(MPa)	(MPa)
3	C2-01-2	5,475.186	1.231	1.381	16621.91	7146.12	7.308	4.890	1.80	1.74
	C2-02-2	5,475.186	1.231	1.381	16621.91	7146.12	7.308	4.890	1.80	1.74
	C2-03-2	5,475.186	1.231	1.381	16621.91	7146.12	7.308	4.890	1.80	1.74
	C2-04-2	5,475.186	1.231	1.381	16621.91	7146.12	7.308	4.890	1.80	1.74
	Mất mát ứng suất trung bình cho 1 bó								8.27	
12	C1-01-2	6,370.030	1.642	1.842	-159080.00	-31952.30	10.333	36.961	-1.42	-8.15
	C1-02-2	6,370.030	1.642	1.842	-159080.00	-31952.30	10.333	36.961	-1.42	-8.15
	C1-03-2	6,370.030	1.642	1.842	-159080.00	-31952.30	10.333	36.961	-1.42	-8.15
	C1-04-2	6,370.030	1.642	1.842	-159080.00	-31952.30	10.333	36.961	-1.42	-8.15
	C1-05-2	6,370.030	1.642	1.842	-159080.00	-31952.30	10.333	36.961	-1.42	-8.15
	C1-06-2	6,370.030	1.642	1.842	-159080.00	-31952.30	10.333	36.961	-1.42	-8.15
	C1-07-2	6,370.030	1.642	1.842	-159080.00	-31952.30	10.333	36.961	-1.42	-8.15
	C1-08-2	6,370.030	1.642	1.842	-159080.00	-31952.30	10.333	36.961	-1.42	-8.15
	C1-09-2	6,370.030	1.642	1.842	-159080.00	-31952.30	10.333	36.961	-1.42	-8.15

Mất mát ứng suất trung bình cho 1 bó									87.84	
23	C3-01-2	6,710.566	0.556	0.776	-1695.50	8369.47	7.313	5.001	0.93	-1.52
	C4-01-2	6,710.566	1.114	1.393	-1695.50	8369.47	7.313	5.001	1.86	-2.96
	C4-02-2	6,710.566	1.114	1.393	-1695.50	8369.47	7.313	5.001	1.86	-2.96
	C4-03-2	6,710.566	1.114	1.393	-1695.50	8369.47	7.313	5.001	1.86	-2.96
Mất mát ứng suất trung bình cho 1 bó									19.79	

6) Mất mát do tròng dảo cốt thép

Mất mát sau khi truyền lực - đối với tạo thép đ-ợc khử ứng suất kéo sau:

$$\Delta f_{pR} = 0.3[138 - 0.3\Delta f_{pF} - 0.4\Delta f_{pES} - 0.2(\Delta f_{pSR} + \Delta f_{pCR})] \quad (\text{Mpa}) \quad (5.9.5.4.4c-2)$$

ở đây:

- Δf_{pF} : Mất mát do ma sát d-ới mức $0,6f_{pu}$ ở thời điểm xem xét tính theo Điều 5.9.5.2.2(Mpa)
- Δf_{pES} : Mất mát do co ngắn đàn hồi (Mpa)
- Δf_{pSR} : Mất mát do co ngót (Mpa)
- Δf_{pCR} : Mất mát do từ biến (Mpa)

Tiết diện	Bó thép	Δf_{pF}	Δf_{pES}	Δf_{pSR}	Δf_{pCR}	Δf_{pR}
		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
3	C2-01-2	40.75	3.358	25	8.27	35.33
	C2-02-2	44.17	2.519	25	8.27	35.13
	C2-03-2	44.17	2.519	25	8.27	35.13
	C2-04-2	47.58	0	25	8.27	35.12
Mất mát ứng suất trung bình cho 1 bó					35.18	
12	C1-01-2	4.41	137.522	25	87.84	17.73
	C1-02-2	86.41	17.266	25	87.84	24.78
	C1-03-2	89.30	23.388	25	87.84	23.79
	C1-04-2	92.18	22.739	25	87.84	23.60
	C1-05-2	95.06	21.829	25	87.84	23.45
	C1-06-2	97.93	20.465	25	87.84	23.36
	C1-07-2	100.79	18.191	25	87.84	23.38
	C1-08-2	104.47	13.643	25	87.84	23.59

	C1-09-2	108.13	0.000	25	87.84	24.90
	Mất mát ứng suất trung bình cho 1 bó				23.18	
23	C3-01-2	2.45	0.000	25	11.74	38.97
	C4-01-2	40.75	9.726	25	22.48	33.72
	C4-02-2	44.17	5.558	25	22.48	33.91
	C4-03-2	44.17	4.168	25	22.48	34.08
	Mất mát ứng suất trung bình cho 1 bó				35.17	

Kết quả tính toán tổng hợp mất mát ứng suất đ-ợc trình bày trong bảng sau:

Tiết diện	Bó thép	Δf_{pF}	Δf_{pA}	Δf_{pES}	Δf_{pSR}	Δf_{pCR}	Δf_{pR}	$\Delta f_{lúc\ thời}$	$\Delta f_{lâu\ dài}$	Δf_{pT}
		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
3	C2-01-2	40.75	145.03	3.36	25	8.27	35.33	189.14	68.60	257.74
	C2-02-2	44.17	95.82	2.52	25	8.27	35.13	142.51	68.40	210.91
	C2-03-2	44.17	95.82	2.52	25	8.27	35.13	142.51	68.40	210.91
	C2-04-2	47.58	82.46	0.00	25	8.27	35.12	130.04	68.39	198.43
	Mất mát ứng suất trung bình cho 1 bó							151.05	68.45	219.50
12	C1-01-2	4.41	94.56	137.52	25	87.84	17.73	236.49	130.57	367.07
	C1-02-2	86.41	121.23	17.27	25	87.84	24.78	224.90	137.62	362.53
	C1-03-2	89.30	89.21	23.39	25	87.84	23.79	201.89	136.63	338.52
	C1-04-2	92.18	70.57	22.74	25	87.84	23.60	185.49	136.45	321.93
	C1-05-2	95.06	58.37	21.83	25	87.84	23.45	175.26	136.30	311.56
	C1-06-2	97.93	49.77	20.46	25	87.84	23.36	168.16	136.20	304.37
	C1-07-2	100.79	43.38	18.19	25	87.84	23.38	162.36	136.22	298.58
	C1-08-2	104.47	37.23	13.64	25	87.84	23.59	155.34	136.43	291.77
	C1-09-2	108.13	32.61	0.00	25	87.84	24.90	140.73	137.74	278.48
	Mất mát ứng suất trung bình cho 1 bó							183.40	136.02	319.42

23	C3-01-2	2.45	156.35	0.00	25	11.74	38.97	158.80	75.71	234.52
	C4-01-2	40.75	145.03	9.73	25	22.48	33.72	195.50	81.19	276.70
	C4-02-2	44.17	97.28	5.56	25	22.48	33.91	147.01	81.39	228.40
	C4-03-2	44.17	97.28	4.17	25	22.48	34.08	145.62	81.55	227.17
	Mất mát ứng suất trung bình cho 1 bó							161.74	79.96	241.70

Lực căng và mô men do cáp ứng suất tr-óc

Tiết diện	Bó thép	Mất mát max				Mất mát min			
		Δf_{pT}	$F_{t\text{ùng bó}}$	$e_{t\text{ùng bó}}$	$M_{t\text{ùng bó}}$	$\Delta f_{\text{lực thời}}$	$F_{t\text{ùng bó}}$	$e_{t\text{ùng bó}}$	$M_{t\text{ùng bó}}$
		Mpa	KN	(m)	(KNm)	Mpa	KN	(m)	KN
3	C2-01-2	257.74	2,573.88	1.231	3,168.44	189.14	2,737.15	1.231	3,369.43
	C2-02-2	210.91	2,685.33	1.231	3,305.64	142.51	2,848.11	1.231	3,506.03
	C2-03-2	210.91	2,685.33	1.231	3,305.64	142.51	2,848.11	1.231	3,506.03
	C2-04-2	198.43	2,715.03	1.231	3,342.20	130.04	2,877.80	1.231	3,542.57
Tổng			10,659.57		13,121.93		11,311.18		13,924.06
12	C1-01-2	367.07	2,858.07	1.642	4,692.95	236.49	3,241.96	1.642	5,323.29
	C1-02-2	362.53	2,871.42	1.642	4,714.87	224.90	3,276.03	1.642	5,379.24
	C1-03-2	338.52	2,941.99	1.642	4,830.75	201.89	3,343.68	1.642	5,490.33
	C1-04-2	321.93	2,990.76	1.642	4,910.83	185.49	3,391.92	1.642	5,569.53
	C1-05-2	311.56	3,021.27	1.642	4,960.93	175.26	3,421.99	1.642	5,618.91
	C1-06-2	304.37	3,042.41	1.642	4,995.64	168.16	3,442.85	1.642	5,653.16
	C1-07-2	298.58	3,059.43	1.642	5,023.58	162.36	3,459.91	1.642	5,681.17
	C1-08-2	291.77	3,079.44	1.642	5,056.44	155.34	3,480.56	1.642	5,715.07
	C1-09-2	278.48	3,118.53	1.642	5,120.63	140.73	3,523.49	1.642	5,785.57

Giai đoạn 2: Khi khai thác

➤ **Giai đoạn 1:** Việc kiểm toán ứng suất trong giai đoạn 1 là một việc khó, do việc thi công các đốt đúc và căng cáp theo nhiều giai đoạn, mác bê tông và mô đun đàn hồi thực tế là biến đổi trên mỗi đốt đúc.

Lấy cường độ bê tông lúc căng cáp là $f'_{ci} = 0.9f'_c = 45\text{Mpa}$.

- Giới hạn ứng suất nén: $-0.6f'_{ci} = -0.6 \times 45 = -27\text{ Mpa}$
- Giới hạn ứng suất kéo: $0.25\sqrt{f'_{ci}} = 1.677\text{ Mpa}$

Trong đó:

- F : Lực căng của cáp - st tại tiết diện tính toán sau khi trừ đi mất mát tức thời (KN)
- e : Khoảng cách từ trọng tâm các bó cáp đến trục trung hoà tiết diện (m)
- $y_{t,b}$: khoảng cách từ trục trung hoà đến thớ trên và d-ới của tiết diện. (m)
- A, I : diện tích(m^2), mômen quán tính(m^4) của tiết diện có trừ lỗ.

➤ **Giai đoạn 2:** Giai đoạn sử dụng

Các giới hạn ứng suất trong bê tông ở trạng thái giới hạn sử dụng sau các mất mát. Các cấu kiện ứng suất tr-ớc hoàn toàn [5.9.4.2]

- ứng suất nén đối với cấu xây dựng phân đoạn và do tổng của lực ứng suất tr-ớc có hiệu và các tải trọng th-ờng xuyên gây ra:

$$-0.45f'_c = -0.45 \times 50 = -22.5\text{ Mpa}$$

- ứng suất kéo của bê tông:

$$0.5\sqrt{f'_c} = 0.5\sqrt{50} = 3.5355\text{ Mpa}$$

IV.4.7.1.1 Kiểm tra ứng suất trong bê tông phân tiết diện giữa nhịp và HL biên

1. Giai đoạn căng kéo cốt thép :

a. Thớ trên:

$$f_{tg} = -\frac{F_t^1 + F_b^1}{A_0} + \frac{-F_t^1 e_t + F_b^1 e_b}{I_0} y_t^1 - \frac{M_{bt}}{I_0} y_t^1 \leq 0.25\sqrt{f'_{ci}} = 1.677\text{ (Mpa)}$$

b. Thớ d-ới:

$$f_{bg} = -\frac{F_t^1 + F_b^1}{A_0} + \frac{F_t^1 e_t - F_b^1 e_b}{I_0} y_b^1 + \frac{M_{bt}}{I_0} y_b^1 \geq -0.6f'_{ci} = -0.6 \times 45 = -27\text{ (MPa)}$$

2. Giai đoạn khai thác:

c. Thớ trên

$$f_{tg} = -\frac{F_t^2 + F_b^2}{A_0} + \frac{-F_t^2 e_t + F_b^2 e_b}{I_0} y_t^1 - \frac{M_{bt}}{I_0} y_t^1 - \frac{M_{tt2} + M_{ht}}{I_c} y_t^2 \geq -0.45f'_c = -22.5\text{ (MPa)}$$

d. Thớ d-ới.

$$f_{bg} = -\frac{F_t^2 + F_b^2}{A_0} + \frac{F_t^2 e_t - F_b^2 e_b}{I_0} y_b^1 + \frac{M_{bt}}{I_0} y_b^1 + \frac{M_{tt2} + M_{ht}}{I_c} y_b^2 \leq 0.5\sqrt{f'_c} = 3.5\text{ (MPa)}$$

IV.4.7.1.2 Kiểm tra đối với các tiết diện sát trụ

1. Giai đoạn căng kéo cốt thép:

a. Thớ trên:

$$f_{tg} = -\frac{F_t^1}{A_0} - \frac{F_t^1 e_t}{I_0} y_t^1 + \frac{M_{bt}}{I_0} y_t^1 \geq -0.6f'_{ci} = -0.6 \times 45 = -27 \text{ (MPa)}$$

b. Thớ d-ới:

$$f_{bg} = -\frac{F_t^1}{A_0} + \frac{F_t^1 e_t}{I_0} y_b - \frac{M_{bt}}{I_0} y_b \leq 0.25\sqrt{f'_{ci}} = 1.677 \text{ (MPa)}$$

2. Giai đoạn khai thác:

c. Thớ trên

$$f_{tg} = -\frac{F_t^2}{A_{t0}} - \frac{F_t^2 e_t}{I_0} y_t^1 + \frac{M_{bt}}{I_0} y_t^1 + \frac{M_{tt2} + M_{ht}}{I_c} y_t^2 \leq 0.5\sqrt{f'_c} = 3.5 \text{ (MPa)}$$

d. Thớ d-ới.

$$f_{bg} = -\frac{F_t^2}{A_0} + \frac{F_t^2 e_t}{I_0} y_b^1 - \frac{M_{bt}}{I_0} y_b^1 - \frac{M_{tt2} + M_{ht}}{I_c} y_b^2 \geq 0.45f'_c = -22.5 \text{ (MPa)}$$

Trong đó:

- F_b = Lực nén do các bó thép ứng suất tr-ớc phía d-ới sau mất mát gây ra cho dầm (KN)
- F_t = Lực nén do các bó thép ứng suất tr-ớc phía trên sau mất mát gây ra cho dầm (KN)
- M_{bt} = Mômen theo trạng thái giới hạn sử dụng (KNm) (tuỳ theo tiết diện chịu mômen d-ương âm)
- A_0 = Diện tích tiết diện lấy qui đổi (m^2)
- I_0 = Mômen quán tính của tiết diện qui đổi (m^4)
- e_t = Độ lệch tâm của trọng tâm thép ứng suất tr-ớc phía trên so với trục trung hoà của tiết diện.
- e_b = Độ lệch tâm của trọng tâm thép ứng suất tr-ớc phía d-ới so với trục trung hoà của tiết diện.
- y_t = Khoảng cách từ thớ trên cùng đến trục trung hoà của tiết diện.
- y_b = Khoảng cách từ thớ d-ới cùng đến trục trung hoà của tiết diện.
- f'_c = Cường độ qui định của bê tông 28 ngày

Kết quả kiểm toán nh- sau:

KIỂM TOÁN TIẾT DIỆN THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG

Kết quả kiểm toán ứng suất bê tông khi căng kéo cốt thép

Tiết diện	F_t KN	F_b KN	A m^2	I m^4	e_t m	e_b m	M_{bt} KNm	Y_b m	Y_t m	f_{tg} MPa	f_{bg} MPa	Duyệt
3	0.00	23049.67	7.191	4.709	0.000	1.401	16621.91	1.381	0.819	-0.48	-7.80	Đạt
12	55457.42	0.00	10.028	31.542	1.692	0.000	159080.00	2.658	1.845	-20.32	1.50	Đạt
23	6583.48	18592.56	7.191	4.730	0.594	1.406	1695.50	1.393	0.807	0.00	-9.55	Đạt

Giới hạn ứng suất nén của bê tông ứng suất tr-ớc : -22.5(Mpa)

Giới hạn ứng suất kéo của bê tông ứng suất tr-ớc : 3.5355 (Mpa)

Kết quả kiểm toán ứng suất bê tông khi khai thác

Tiết diện	F_l	F_b	A	I_g	I_c	e_l	e_b	M_{bt}
	KN	KN	m ²	m ⁴	m ⁴	m	m	KNm
3	0	24790.08	7.319	4.890	3.938	0.000	1.231	16621.91
12	55457.42	0	10.330	36.960	26.500	1.640	0.000	159080.00
23	6121.6998	7388.2901	7.319	5.000	3.928	0.575	1.114	1650.06
Tiết diện	$M_{HT}+M_{TT2}$	Y_{bl}	Y_{tl}	Y_{b2}	Y_{t2}	f_{lg}	f_{bg}	Duyệt
	KNm	m	m	m	m	MPa	MPa	
3	13087.38	0.820	1.380	0.000	0.705	-1.81	-5.72	Đạt
12	11109.06	1.840	2.660	2.400	1.980	0.25	-12.47	Đạt
23	13715.19	0.807	1.390	1.284	0.716	-3.49	2.15	Đạt

Giới hạn ứng suất nén của bê tông ứng suất tr- ốc : -22.5(Mpa)

Giới hạn ứng suất kéo của bê tông ứng suất tr- ốc : 3.5355 (Mpa)

IV.4.7.2 KIỂM TOÁN THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ I

- Kiểm toán theo các nội dung sau:
 - + Kiểm tra sức kháng uốn tính toán.
 - + Kiểm tra giới hạn cốt thép.
 - + Kiểm tra sức kháng cắt tính toán.
- Kiểm toán cho một số tiết diện sau:
 - + Tiết diện 3 tại chỗ hợp long nhịp biên có mômen d- ơng lớn.
 - + Tiết diện 13 trên đỉnh trụ.
 - + Tiết diện 23 gần giữa nhịp có mômen d- ơng lớn.

Nội lực theo TTGH c- ờng độ 1 tại các tiết diện.

STT	Tiết diện	Giá trị bao lực cắt		Giá trị bao momen	
		Q_{max} (KN)	Q_{min} (KN)	M_{max} (KN.m)	M_{min} (KN.m)
1	3	1391.00	17.20	47,496.69	9,880.89
2	12	12043.20	10070.60	-155,425.00	-219,750.00
3	23	466.40	-1013.40	31,193.63	-6,664.12

IV.4.7.2.1 Sức kháng uốn.

ông thức kiểm tra sức kháng uốn

$$M_u \leq \phi M_n \quad (5.7.3.2.1-1)$$

Trong đó:

- M_u : mômen tính toán ở trạng thái GHCCI (MPa)
- ϕ : Hệ số sức kháng đ- ợc lấy theo điều 5.5.4.2
 Dùng cho uốn và kéo bê tông cốt thép - st $\phi = 1.0$
- M_n : Sức kháng danh định của tiết diện (MPa)

$$M_n = A_{ps} f_{ps} \left(d_p - \frac{a}{2} \right) + 0.85 f'_c \left(b_w - b_f \right) h_f \left(\frac{a}{2} - \frac{h_f}{2} \right) \quad (5.7.3.2.2-1)$$

- A_{ps} : Diện tích thép ứng suất tr-óc (mm^2)
- a : chiều dày của khối ứng suất t-ơng đ-ơng (mm)-chiều cao chịu nén

$$a = c \beta_1$$

- β_1 : Hệ số chuyển đổi biểu đồ ứng suất qui định trong điều 5.7.2.2

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{(f'_c - 28)}{7} = 0.85 - 0.05 \frac{(50 - 28)}{7} = 0.6928$$

- f_{ps} : ứng suất trung bình trong thép UST ở sức kháng uốn danh định (MPa)

$$f_{ps} = f_{pu} \left(1 - k \frac{c}{d_p} \right) \quad (5.7.3.1.1-1)$$

$$k = 2 \left(1.04 - \frac{f_{py}}{f_{pu}} \right) = 2 \left(1.04 - \frac{1674}{1860} \right) = 0.28 \quad (5.7.3.1.1-2)$$

- d_p : Khoảng cách từ thớ nén ngoài cùng đến trọng tâm cốt thép ứng suất tr-óc (mm)

$$d_p = h - a_T (a'_T)$$

Trong đó:

h : Chiều cao tiết diện tại vị trí xét.

$a_T = 150\text{mm}$: Khoảng cách trọng tâm thép DƯL chịu kéo đến mép chịu kéo

$a'_T = 200\text{mm}$: Khoảng cách trọng tâm thép DƯL chịu nén đến mép chịu nén.

- c : Khoảng cách từ trục trung hoà đến mặt cắt chịu nén (mm)

Tr-ờng hợp trục trung hoà đi qua s-ờn ($c > h$), khi đó tính toán tiết diện là tiết diện chữ T có bề rộng s-ờn là b_w và bề rộng cánh là b .

$$c = \frac{A_{ps} f_{pu} - 0.85 \beta_1 f'_c \left(b_w - b_f \right) h_f}{0.85 \beta_1 f'_c b_w + k A_{ps} \frac{f_{pu}}{d_p}} \quad (5.7.3.1.2-3)$$

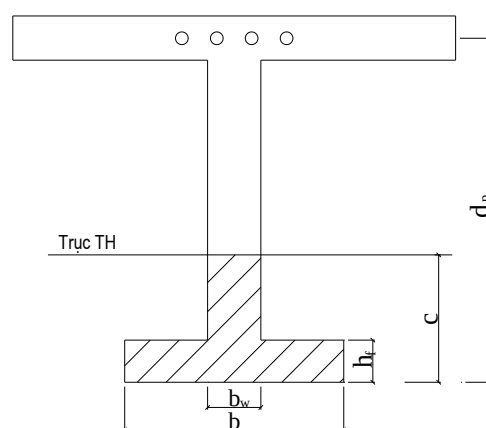
Tr-ờng hợp trục trung hoà đi qua cánh ($c < h$), khi đó tiết diện chữ nhật với bề rộng là b .

$$c = \frac{A_{ps} f_{pu}}{0.85 f'_c \beta_1 b_w + k A_{ps} \frac{f_{pu}}{d_p}} \quad (5.7.3.1.1-4)$$

f'_c : C-ờng độ chịu nén qui định của bê tông ở tuổi 28

- b_w : Chiều dày của phần chịu nén
- b : Chiều rộng của bản cánh chịu nén (mm)

Kết quả tính toán kiểm tra nh- sau:



tính toán nh-

ngày (Mpa)

Tiết diện	A_{ns} (m^2)	d_p (m)	b_w (m)	b (m)	h_f (m)	c (m)	f_{ns} (MPa)	a (m)	M_n (KNm)	M_u (KNm)	$M_n > M_u$
3	0.21	2.05	0.796	5.81	0.302	0.224	1803.09	0.156	492286.60	47496.69	đạt
12	0.06	4.3	0.807	5	0.612	0.902	1750.75	0.625	251390.42	166496.00	đạt
23	0.02	2.05	0.796	5.81	0.302	0.233	1800.89	0.161	50950.68	31193.63	đạt

IV.4.7.2.2 Kiểm tra hàm lượng thép DUL

a. Kiểm tra hàm lượng thép tối đa theo công thức :

$$\frac{c}{d_e} \leq 0.42 \quad (5.7.3.3.1-1)$$

Trong đó :

- c : Khoảng cách từ trục trung hoà đến mặt chịu nén (mm).
- d_e : Khoảng cách có hiệu t-ong ứng từ thớ nén ngoài cùng đến trọng tâm của cốt thép chịu kéo (mm).

$$d_e = \frac{A_{ps} \cdot f_{ps} d_p}{A_{ps} \cdot f_{ps}} \quad (5.7.3.3.1-2)$$

b. Kiểm tra hàm lượng thép tối thiểu :

Bất kỳ một mặt cắt nào của cầu kiện chịu uốn, l-ợng cốt thép th-ờng và cốt thép DUL chịu kéo phải đủ để phát triển sức kháng uốn tính toán M_r phải nhỏ hơn trong 2 giá trị sau:

- 1,2 lần sức kháng nứt M_{cr} xác định trên cơ sở phân bố ứng suất đàn hồi và c-ờng độ chịu kéo khi uốn của bê tông

$$\phi M_n \geq 1.2 M_{cr} \quad (5.4.2.6)$$

Trong đó M_{cr} đ-ợc tính bằng công thức :

$$M_{cr} = \frac{I}{y_t} (f_r + f_{pe} - f_d) \quad (\text{Handbook-C10})$$

- f_r : c-ờng độ chịu kéo khi uốn của bê tông $f'_c=50$ (MPa)=50000(KN/m²)

$$f_r = 0.63 \sqrt{f'_c} = 0.63 \sqrt{50000} = 140.87 \text{ (KN/m}^2\text{)}$$

- f_d : ứng suất do tải trọng bản thân tính theo trạng thái giới hạn sử dụng tại thớ mà ứng suất kéo gây ra bởi các tải trọng ngoài (KN/m²)

$$f_d = \frac{M}{I} y_b$$

- f_{pe} : ứng suất nén trong bê tông do ứng suất nén tr-ớc có hiệu (KN/m²)

$$f_{pe} = -\frac{A_{ps} f_{ps}}{A_g} - \frac{A_{ps} f_{ps} e}{I} y_b$$

- A_g, I : diện tích và mô men quán tính của tiết diện (m², m⁴)
- M_{cr} : sức kháng nứt (KN.m)
- A_{ps} : diện tích cốt thép ứng suất tr-ớc (m²)
- y_t, y_b : khoảng cách từ thớ nén, kéo ngoài cùng đến trục trung hoà.(mm)
- ϕ : hệ số sức kháng đ-ợc lấy theo điều 5.5.4.2; $\phi=1.0$

- 1,33 lần mômen tính toán cần thiết d-ối tổ hợp tải trọng- c-ờng độ

$$\phi M_n \geq 1.33M_u$$

(3.4.1.1)

Kết quả kiểm toán đã- ợc đ- a ra ở bảng sau:

KIỂM TRA HÀM LƯỢNG CỐT THÉP

Tiết diện	A (m ²)	I (m ⁴)	M KNm	y _b (m)	y _t (m)	e (m)	f _r (MPa)	f _d (Mpa)	f _{pe} (Mpa)	M _{cr} (kNm)
3	7.26	4.82	16621.91	1.402	0.798	1.251	4.454	4832.83	- 1925.72	-40812.37
12	10.19	32.01	149412.00	2.569	1.931	1.692	4.454	10052.04	- 2269.08	-204146.68
23	7.26	4.82	1695.50	1.407	0.793	1.256	4.454	494.73	- 2009.32	-15199.26

Bảng kiểm tra hàm lượng cốt thép tối thiểu

Tiết diện	ϕM_n KNm	$1.2M_{cr}$ KNm	$1.33M_u$ KNm	Duyệt
3	49238.81	48974.85	63170.60	Đạt
12	251393.40	244976.02	279765.00	Đạt
23	51104.32	18239.11	56148.53	Đạt

IV.4.7.2.3 Kiểm toán sức kháng cắt của tiết diện

Lực cắt đối với các tiết diện giữa nhịp (3, 19, 46) và các tiết diện (8, 10) tại trụ nhỏ do đó có thể bỏ qua kiểm toán sức kháng cắt ta tiến hành kiểm toán cho tiết diện 32 có lực cắt lớn nhất.

Kiểm toán theo công thức:

$$V_u \leq \phi V_n$$

Trong đó:

V_u : lực cắt tại tiết diện kiểm toán, lấy theo TTGH có- ờng độ 1

ϕ : hệ số sức kháng cắt đã- ợc xác định theo điều 5.5.4.2.1, $\phi=0.9$

V_n : sức kháng cắt danh định đã- ợc xác định theo quy định (điều 5.8.3.3)

$$V_n = \min \left\{ \begin{array}{l} V_c + V_s + V_p \\ 0.25f_c b_v d_v + V_p \end{array} \right.$$

$$\text{Với: } V_c = 0.083\beta \sqrt{f'_c} b_v d_v \quad (5.8.3.3-3)$$

$$V_s = \frac{A_v d_v f_y (\cot g\theta + \cot g\alpha) \sin \alpha}{s} \quad (5.8.3.3-4)$$

Trong đó:

b_v : Bề rộng bụng có hiệu lấy bằng bề rộng bụng nhỏ nhất trong chiều cao d_v (mm)

d_v : Chiều cao chịu cắt có hiệu đã- ợc xác định theo điều 5.7.2.8 (mm)

s : Cự li cốt thép đai (mm), đã- ợc chọn dựa trên tính toán chịu lực cắt và yêu cầu về cấu tạo, lấy giá trị nhỏ hơn của $h/3$ và 300mm,(đối với đoạn gần gối có lực cắt lớn)

β : Hệ số chỉ khả năng của bê tông bị nứt chéo truyền lực kéo đã- ợc qui định trong điều 5.8.3.4

θ : Góc nghiêng của ứng suất nén chéo đã- ợc xác định theo điều 5.8.3.4 (độ). Khi tính, giả thiết tr- ớc góc θ , sau đó tính các giá trị để tra bảng ng- ợc lại θ và β , nếu hai giá trị θ gần bằng nhau thì có thể chấp nhận đã- ợc, nếu không thì giả thiết lại.

α : Góc nghiêng của cốt thép ngang đối với trục dọc (độ). Cốt đai thẳng đứng, $\alpha = 90$.

A_v : Diện tích cốt thép chịu cắt trong cự ly s (mm^2)

$$A_v(\min) = 0.083 \times \sqrt{f'_c} \frac{b_v s}{f_y}$$

V_p : Thành phần lực ứng suất tr- ốc có hiệu trên h- ống lực cắt tác dụng, là d- ơng nếu ng- ọc chiều lực cắt(N).

❖ **Tính V_p**

Công thức tính toán :
$$V_p = A_{str} \cdot f_p \sum_{i=1}^n \sin \gamma_i$$

Trong đó:

A_{str} : diện tích thép ứng suất tr- ốc trên mặt cắt ngang của tiết diện tính toán.

f_p : ứng suất trong cáp sau mất mát, giá trị ứng với mỗi mặt cắt.

γ_i : góc lệch của cáp i so với ph- ơng ngang, bằng độ dốc mặt cầu và có giá trị rất nhỏ nên trong tính toán coi nh- =0

Vậy giá trị V_p có thể bỏ qua trong tính toán.

❖ **Tính d_v và b_v :**

- Chiều cao chịu cắt d_v (mm):

+ Chiều cao chịu cắt có hiệu lấy bằng cự ly đo thẳng góc với trục trung hoà giữa hiệu ứng lực do kéo và nén do uốn, tức là:

$$d_v = \max \begin{cases} 0.9d_e \\ 0.72h \\ d_e - \frac{a}{2} \end{cases} \quad \text{với } a = \beta_1 \cdot c \text{ là chiều dày khối ứng suất t- ơng đ- ơng}$$

- β_1 : đã tính ở phần tính chất vật liệu, $\beta_1 = 0.6928$.

- d_e : chiều cao làm việc của dầm (đã qui đổi)

- Bề rộng chịu cắt có hiệu của tiết diện b_v lấy bằng chiều dày bản bụng của tiết diện qui đổi

Kết quả tính toán nh- sau:

Tiết diện	$0.9d_e$ (m)	$0.72h$ (m)	$d_e - 0.5a$ (m)	d_v (m)	b_v (m)	$0.25f'_c b_v d_v$ (KN)	$V_c = 0.083 \beta \sqrt{f'_c} b_v d_v$	V_p
3	1.85	1.54	1.97	1.97	0.796	19625.44	638.38	0
12	3.87	3.15	3.99	3.99	0.807	40224.38	1308.43	0
23	1.85	1.54	1.97	1.97	0.796	19628.89	638.49	0

c. Xác định θ và β .

Để xác định đ- ọc θ và β ta phải thông qua các giá trị sau v/f'_c và ϵ_x .

■ ứng suất cắt trong bê tông :

$$v = \frac{V_u - \phi V_p}{\phi b_v d_v} \quad (5.8.3.4.2-1)$$

trong đó :

- ϕ : hệ số sức kháng cắt quy định trong Điều 5.5.4.2
- V_u : lực cắt tính toán (KN)

Do Q max

Tiết diện	V_u	b_v (m)	d_v (m)	ϕ	v	$\frac{v}{f'_c}$
	(KN)				(KN)	
3	1391.00	0.796	1.97	0.9	984.41	19.688
12	12043.20	0.807	3.99	0.9	4158.34	83.167
23	466.40	0.796	1.97	0.9	330.01	6.600

Do Q min

Tiết diện	V_u	b_v (mm)	d_v (mm)	ϕ	v	$\frac{v}{f'_c}$
	(N)				(N)	
3	17.20	0.796	1.97	0.9	12.17	0.243
12	10070.60	0.807	3.99	0.9	3477.23	69.545
23	1013.40	0.796	1.97	0.9	717.06	14.341

-

■ ứng biến trong cốt thép ở phía chịu kéo do uốn của cầu kiện xác định theo :

$$\varepsilon_x = \frac{\frac{M_u}{d_v} + 0.5N_u + 0.5V_u \cot \theta - A_{ps} f_{po}}{E_s A_s + E_p A_{ps}} \leq 0.002 \quad (5.8.3.4.2-2)$$

Trong đó:

- A_{ps} : Diện tích cốt thép - st trong phía chịu kéo uốn của cầu kiện (m^2)
- M_u : Mô men tính toán (N-mm)
- N_u : Lực dọc trục tính toán (N)
- V_u : Lực cắt tính toán (N)
- E_s : Môđun đàn hồi của cốt thép không - st (MPa)
- E_p : Môđun đàn hồi của cốt thép - st (MPa)
- A_s : Diện tích cốt thép không - st (mm^2)
- f_{po} : ứng suất trong thép - st khi ứng suất trong bê tông xung quanh bằng 0 (MPa)

$$f_{po} = f_{pe} + f_{pc} \frac{E_p}{E_c}$$

- f_{pc} : ứng suất có hiệu trong thép - st sau mất mát.

Do tại mặt cắt có nhiều bó cáp, mất mát ứng suất không đều nhau, trong tính toán có thể giả thiết mất mát ứng suất lấy giá trị trung bình cộng của các bó cáp. Khi đó:

$$f_{pe} = f_{pj} - \frac{1}{n} \sum \Delta f_{pT}$$

- f_{pc} : ứng suất nén tại trọng tâm tiết diện

$$f_{pc} = \frac{F}{A}$$

- A_{ps} : diện tích cốt thép ứng suất tr-ớc (m²)

- A : diện tích mặt cắt tại tiết diện quy đổi.

- θ : Góc nghiêng của ứng suất nén chéo đ-ợc xác định theo điều 5.8.3.4 (độ). Khi tính, giả thiết tr-ớc góc $\theta=27^\circ=27*3.14/180=0.471$ (rad), sau đó tính các giá trị để tra bảng ng-ợc lại θ và β , nếu hai giá trị θ gần bằng nhau thì có thể chấp nhận đ-ợc, nếu không thì giả thiết lại.

Kết quả tính thể hiện ở các bảng sau:

➤ Xác định f_{po}

Do Q_{max}

Tiết diện	F (KN)	A_c (m ²)	f_{pc} (MPa)	f_{pc} (MPa)	E_p (MPa)	E_c (MPa)	f_{po} (MPa)
3	24,065.03	7.310	3.29	1115.1195	197000	35750	1133.26
12	61383.93	10.330	5.94	1011.1382	197000	35750	1043.88
23	25071.55	7.310	3.43	1094.2604	197000	35750	1113.16

Do Q_{min}

Tiết diện	F (KN)	A_{ds} (m ²)	f_{pc} (MPa)	f_{pc} (MPa)	E_p (MPa)	E_c (MPa)	f_{do} (MPa)
3	25362.07	7.310	3.47	1183.24	197000	35750	1202.36
12	68530.53	10.330	6.63	1146.18	197000	35750	1182.74
23	28398.74	7.310	3.88	1173.81	197000	35750	1195.22

➤ Xác định ϵ_x

Do Q_{max}

Tiết diện	M_u (KNm)	d_v (m)	V_u (KN)	θ rad	A_{ds} (m ²)	f_{do} (MPa)	ϵ_x
3	94993.38	1.97	1391.00	0.785	0.0426	1133.26	0.0001
12	310850.00	3.99	12043.20	0.785	0.1108	1043.88	-0.0015
23	62387.26	1.97	466.40	0.785	0.0442	1113.16	-0.0020

Do $Q_{\min}$

Tiết diện	M_u (KNm)	d_v (m)	V_u (KN)	q	A_{ns} (mm ²)	f_{do} (N)	ε_x
				rad			
3	94993.38	1.97	17.20	0.785	0.0426	1202.36	-0.0004
12	310850.00	3.99	10070.60	0.785	0.1108	1182.74	-0.0022
23	62387.26	1.97	1013.40	0.785	0.0442	1195.22	-0.0024

➤ Xác định β và θ

Do $Q_{\max}$

ε_x	ν	Tra ra	Tra ra
	f'_c	β	θ
0.0001	19.6882	1.0000	27.0000
-0.0015	83.1668	1.0000	24.0000
-0.0020	6.6002	7.0000	24.0000

Do $Q_{\min}$

ε_x	ν	Tra ra	Tra ra
	f'_c	β	θ
-0.0004	0.2434	6.7800	27.0000
-0.0022	69.5446	6.7800	27.0000
-0.0024	14.3411	6.7800	27.0000

d. Tính V_c và V_s

Chọn thép ngang là thanh $\phi 20$ có 2 lớp trên một s-ôn có diện tích $A_v=628 \text{ mm}^2$, cự ly giữa các thanh thép ngang là $s=200 \text{ mm}$

Dựa vào kết quả tính các thông số thành phần để tính V_c và V_s .

$$V_c = 0.083\beta\sqrt{f'_c}b_vd_v \quad (5.8.3.3-3)$$

$$V_s = \frac{A_v f_y d_v (\cot g\theta + \cot g\alpha) \sin \alpha}{s} \quad (5.8.3.3-4)$$

Kết quả tính toán nh- sau:

Do $Q_{\max}$

Tiết diện	A_v m ²	f_v Mpa	d_v m	b_v m	a	q	s m	V_s
					rad	rad		KN
3	0.0006284	1674	1.97	0.796	1.57	0.471	0.2	20368.93
12	0.0006284	1674	3.99	0.807	1.57	0.419	0.2	47123.57
23	0.0006284	1674	1.97	0.796	1.57	0.419	0.2	23313.37

Do $Q_{\min}$

Tiết diện	A_v m ²	f_v Mpa	d_v m	b_v m	a	q	s m	V_s
					rad	rad		KN
3	0.0006284	1674	1.97	0.796	1.57	0.471	0.2	20368.93
12	0.0006284	1674	3.99	0.807	1.57	0.471	0.2	41179.17
23	0.0006284	1674	1.97	0.796	1.57	0.471	0.2	20372.51

e. Tính sức kháng danh định của tiết diện .
 Theo công thức đã nêu ở trên để tính V_n .

$$V_n = \min \begin{cases} V_c + V_s + V_p \\ 0.25 f'_c b_v d_v + V_p \end{cases}$$

Kiểm tra theo công thức :

$$V_u \leq \phi V_n$$

Do $Q_{\max}$

Tiết diện	V_c (KN)	V_s (KN)	$V_c + V_s + V_p$ (KN)	$0.25 f'_c b_v d_v$ (KN)	V_N (KN)	ϕV_N (KN)	V_U (KN)	$V_U < \phi V_N$
3	638.38	20368.93	21007.31	19625.44	19625.44	17662.90	1391.00	dat
12	1308.43	47123.57	48432.00	40224.38	40224.38	36201.94	12043.20	dat
23	638.49	23313.37	23951.86	19628.89	19628.89	17666.00	466.40	dat

Do $Q_{\min}$

Tiết diện	V_c (KN)	V_s (KN)	$V_c + V_s + V_p$ (KN)	$0.25 f'_c b_v d_v$ (KN)	V_N (KN)	ϕV_N (KN)	V_U (KN)	$V_U < \phi V_N$
3	638.38	20368.93	21007.31	19625.44	19625.44	17662.90	17.20	dat
12	1308.43	41179.17	42487.60	40224.38	40224.38	36201.94	10070.60	dat
23	638.49	20372.51	21011.00	19628.89	19628.89	17666.00	1013.40	dat

MỤC LỤC

CH- ƠNG I: Giới thiệu chung về phơng án thiết kế.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
CH- ƠNG II: Tính chất vật liệu và tải trọng thiết kế	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
II .1 VẬT LIỆU:	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
ii.1.1 Bê tông:	Error! Bookmark not defined.
ii.1.2 Thép th- ơng (A5.5.3).....	Error! Bookmark not defined.
ii.1.3 Thép ứng suất tr- ớc.....	Error! Bookmark not defined.
II.2 HOẠT TẢI THIẾT KẾ(3.6.1.2)	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
ii.2.1 Xe tải thiết kế	Error! Bookmark not defined.
ii.2.2Xe hai trục thiết kế.....	Error! Bookmark not defined.
ii.2.3 Tải trọng làn thiết kế	Error! Bookmark not defined.
CH- ƠNG III: Tính toán bản mặt cầu	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
III.1 THIẾT KẾ CẤU TẠO MẶT CẦU	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
iii.1.1 Cấu tạo của bản mặt cầu.....	Error! Bookmark not defined.
iii.1.2 Cấu tạo lớp mặt cầu.....	Error! Bookmark not defined.
III.2 PH- ƠNG PHÁP TÍNH TOÁN NỘI LỰC	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
III.2.1 SƠ ĐỒ TÍNH:	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
III.2.2 TÍNH TOÁN NỘI LỰC.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
iii.2.2.1 Tính toán bản mút thừa.....	Error! Bookmark not defined.
iii.2.2.2 Tính toán hiệu ứng lực cho nhịp giản đơn	Error! Bookmark not defined.
iii.3 Tổ hợp nội lực	Error! Bookmark not defined.
III.4 THIẾT KẾ CỐT THÉP BẢN MẶT CẦU	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
iii.4 .1 Tính toán diện tích cốt thép.....	Error! Bookmark not defined.

iii.4 .2 Tính toán mất mát ứng suất tr- ớc.....	Error! Bookmark not defined.
III.5 KIỂM TRA TIẾT DIỆN THEO CÁC TRẠNG THÁI GIỚI HẠN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
iii.5 .1 Trạng thái giới hạn sử dụng	Error! Bookmark not defined.
iii.5 .2 Trạng thái giới hạn c- ờng độ 1	Error! Bookmark not defined.

CH- ƠNG IV: Thiết Kế kết cấu Dầm Chủ - 58 -

IV. LỰA CHỌN KÍCH TH- ỚC VÀ TÍNH TOÁN ĐẶC TR- NG HÌNH HỌC - 58 -

iv.1 kích th- ớc kết cấu và mặt cắt ngang dầm - 58 -

iv.1.4. Tính toán đặc tr- ng hình học tiết diện..... - 60 -

IV.2. TÍNH TOÁN NỘI LỰC TRONG DẦM - 62 -

iv.2 .1 Sơ đồ chia đốt thi công kết cấu nhịp..... - 63 -

iv.2 .2 Các giai đoạn thi công kết cấu nhịp..... - 63 -

IV.3 TỔ HỢP NỘI LỰC..... - 83 -

IV.4 THIẾT KẾ CỐT THÉP 122

iv.4.1 Bê tông mác c50..... 122

iv.4.2 Chọn cáp 122

iv.4.3 Cốt thép th- ờng 123

iv.4.4 Tính toán cốt thép DƯỠNG 124

BẢNG TÍNH TOÁN LỰA CHỌN L- ỢNG CỐT THÉP DƯỠNG..... 124

iv.4.5 Tính đặc tr- ng hình học các giai đoạn 125

iv.4.6 Tính mất mát ứng suất tr- ớc..... 127

iv.4.7 Kiểm toán tiết diện..... 136

ĐẶT VẤN ĐỀ..... 136

V. TÍNH TOÁN TRỤ CẦU.....ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

V.1 Kích th- ớc hình học của trụ.....Error! Bookmark not defined.

V.2 Tải trọng và các tổ hợp tải trọng.Error! Bookmark not defined.

1. Số liệu tính toán :ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

Cao độ đỉnh trụ: +77.5 mERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

V.3 Xác định các tải trọng tác dụng lên trụ.....Error! Bookmark not defined.

V.4 Tổ hợp tải trọng tác dụng lên trụ:Error! Bookmark not defined.

V.4 Kiểm toán tiết diện trụ nguy hiểm với các tổ hợp tải trọngError! Bookmark not defined.

V.7 Kiểm toán cọcError! Bookmark not defined.