

LỜI NÓI ĐẦU

Sau hơn 4 năm được học tập và nghiên cứu trong trường ĐHDL Hải Phòng, em đã hoàn thành chương trình học đối với một sinh viên ngành Xây Dựng Cầu Đường và em được giao nhiệm vụ tốt nghiệp là đồ án tốt nghiệp với đề tài thiết kế cầu qua sông.

Nhiệm vụ của em là thiết kế công trình cầu thuộc sông Chanh nối liền 2 trung tâm kinh tế có những khu công nghiệp trọng điểm của tỉnh Hải Phòng. Nơi tập chung những khu công nghiệp đang thu hút được sự chú ý của các doanh nhân trong và ngoài.

Sau gần 3 tháng làm đồ án em đã nhận được sự giúp đỡ rất nhiệt từ phía các thầy cô và bạn bè, đặc biệt là sự chỉ bảo của thầy TH.S Phạm Văn Thái, KS Trần Anh Tuấn, đã giúp đỡ em hoàn thành đồ án tốt nghiệp này.

Trong thời gian làm đồ án tốt nghiệp em đã rất cố gắng tìm tòi tài liệu, sách, vở. Nhưng do thời gian có hạn, phạm vi kiến thức phục vụ làm đồ án về cầu rộng, vì vậy khó tránh khỏi những thiếu sót. Em rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến từ phía các thầy cô và bạn bè, để đồ án của em được hoàn chỉnh hơn.

Nhân dịp này em xin chân thành cảm ơn các thầy, cô và các bạn đã nhiệt tình, chỉ bảo, giúp đỡ em hoàn thành đồ án tốt nghiệp này. Em rất mong sẽ còn tiếp tục nhận được những sự giúp đỡ đó để sau này em có thể hoàn thành tốt những công việc của một kỹ sư cầu đường.

Em xin chân thành cảm ơn !

Hải Phòng, Ngày 26 Tháng 1 Năm 2011

Sinh Viên:

Đỗ Thị Minh Thoan

PHẦN I
THIẾT KẾ SƠ BỘ

CHƯƠNG I: GIỚI THIỆU CHUNG

I. NGHIÊN CỨU KHẢ THI :

I.1 Giới thiệu chung:

- Cầu A là cầu bắc qua sông B nối liền hai huyện C và D thuộc tỉnh Hải Dương nằm trên tỉnh lộ E. Đây là tuyến đường huyết mạch giữa hai huyện C và D, nằm trong quy hoạch phát triển kinh tế của tỉnh Hải Dương. Hiện tại, các phương tiện giao thông vượt sông qua phà A nằm trên tỉnh lộ E.

Để đáp ứng nhu cầu vận tải, giải tỏa ách tắc giao thông đường thủy khu vực cầu và hoàn chỉnh mạng lưới giao thông của tỉnh, cần tiến hành khảo sát và nghiên cứu xây dựng mới cầu A vượt qua sông B.

Các căn cứ lập dự án

- Căn cứ quyết định số 1206/2004/QĐ – UBND ngày 11 tháng 12 năm 2004 của UBND tỉnh E về việc phê duyệt quy hoạch phát triển mạng lưới giao thông tỉnh E giai đoạn 1999 - 2010 và định hướng đến năm 2020.
- Căn cứ văn bản số 215/UB - GTXD ngày 26 tháng 3 năm 2005 của UBND tỉnh E cho phép Sở GTVT lập Dự án đầu tư cầu A nghiên cứu đầu tư xây dựng cầu A.
- Căn cứ văn bản số 260/UB - GTXD ngày 17 tháng 4 năm 2005 của UBND tỉnh E về việc cho phép mở rộng phạm vi nghiên cứu cầu E về phía Tây sông B.
- Căn cứ văn bản số 1448/CĐS - QLĐS ngày 14 tháng 8 năm 2001 của Cục đường sông Việt Nam.

Phạm vi của dự án:

- Trên cơ sở quy hoạch phát triển đến năm 2020 của hai huyện C-D nói riêng và tỉnh Hải Dương nói chung, phạm vi nghiên cứu dự án xây dựng tuyến nối hai huyện C-D

I.2 Đặc điểm kinh tế xã hội và mạng lưới giao thông :

I.2.1 Hiện trạng kinh tế xã hội tỉnh Hải Dương :

I.2.1.1 Về nông, lâm, ngư nghiệp

-Nông nghiệp tỉnh đã tăng với tốc độ 6% trong thời kỳ 1999-2000. Sản xuất nông nghiệp phụ thuộc chủ yếu vào trồng trọt, chiếm 70% giá trị sản lượng nông nghiệp, còn lại là chăn nuôi chiếm khoảng 30%.

Tỉnh có diện tích đất lâm nghiệp rất lớn thuận lợi cho trồng cây và chăn nuôi gia súc, gia cầm. Với đường bờ biển kéo dài, nghề nuôi trồng và đánh bắt thủy hải sản cũng là một thế mạnh đang được tỉnh khai thác

I.2.1.2 Về thương mại, du lịch và công nghiệp

-Trong những năm qua, hoạt động thương mại và du lịch bắt đầu chuyển biến tích cực. Tỉnh Hải Dương có tiềm năng du lịch rất lớn với nhiều di tích, danh lam thắng cảnh. Nếu được đầu tư khai thác đúng mức thì sẽ trở thành nguồn lợi rất lớn.

Công nghiệp của tỉnh vẫn chưa phát triển cao. Thiết bị lạc hậu, trình độ quản lý kém không đủ sức cạnh tranh. Những năm gần đây tỉnh đã đầu tư xây dựng một số nhà máy lớn về vật liệu xây dựng, mía, đường... làm đầu tàu thúc đẩy các ngành công nghiệp khác phát triển

1.2.2 Định hướng phát triển các ngành kinh tế chủ yếu

1.2.2.1 Về nông, lâm, ngư nghiệp

-Về nông nghiệp: Đảm bảo tốc độ tăng trưởng ổn định, đặc biệt là sản xuất lương thực đủ để đáp ứng nhu cầu của xã hội, tạo điều kiện tăng kim ngạch xuất khẩu. Tốc độ tăng trưởng nông nghiệp giai đoạn 2006-2010 là 8% và giai đoạn 2010-2020 là 10%

Về lâm nghiệp: Đẩy mạnh công tác trồng cây gây rừng nhằm khôi phục và bảo vệ môi trường sinh thái, cung cấp gỗ, củi

-Về ngư nghiệp: Đặt trọng tâm phát triển vào nuôi trồng thủy sản, đặc biệt là các loại đặc sản và khai thác biển xa

1.2.2.2 Về thương mại, du lịch và công nghiệp

Tập trung phát triển một số ngành công nghiệp chủ yếu:

-Công nghiệp chế biến lương thực thực phẩm, mía đường

-Công nghiệp cơ khí: sửa chữa, chế tạo máy móc thiết bị phục vụ nông nghiệp, xây dựng, sửa chữa và đóng mới tàu thuyền.

-Công nghiệp vật liệu xây dựng: sản xuất xi măng, các sản phẩm bê tông đúc sẵn, gạch bông, tấm lợp, khai thác cát sỏi

Đẩy mạnh xuất khẩu, dự báo giá trị kim ngạch của vùng là 1 triệu USD năm 2010 và 3 triệu USD năm 2020. Tốc độ tăng trưởng là 7% giai đoạn 2006-2010 và 8% giai đoạn 2011-2020

1.2.3 Đặc điểm mạng lưới giao thông:

1.2.3.1 Đường bộ:

-Năm 2000 đường bộ có tổng chiều dài 1000km, trong đó có gồm đường nhựa chiếm 45%, đường đá đỏ chiếm 35%, còn lại là đường đất 20%

Các huyện trong tỉnh đã có đường ô tô đi tới trung tâm. Mạng lưới đường phân bố tương đối đều.

Hệ thống đường bộ vành đai biên giới, đường xuyên cá và đường vành đai trong tỉnh còn thiếu, chưa liên hoàn

1.2.3.2 Đường thủy:

-Mạng lưới đường thủy của tỉnh Hải Dương khoảng 200 km (phương tiện 1 tấn trở lên có thể đi được). Hệ thống đường sông thông thoáng và dốc nên khả năng vận chuyển là khó khăn.

1.2.3.3 Đường sắt:

- Hiện tại tỉnh Hải Dương có hệ thống vận tải đường sắt Bắc Nam chạy qua

1.2.3.4 Đường không:

- Có sân bay Văn Nhị chỉ là một sân bay nhỏ, thực hiện một số chuyến bay nội địa

1.2.4 Quy hoạch phát triển cơ sở hạ tầng:

-Tỉnh lộ E nối từ huyện C qua sông B đến huyện D. Hiện tại tuyến đường này là tuyến đường huyết mạch quan trọng của tỉnh. Tuy nhiên tuyến lại đi qua trung tâm thị xã C là một điều không hợp lý. Do vậy quy hoạch sẽ nắn đoạn qua thị xã C hiện nay theo vành đai thị xã.

1.2.5 Các quy hoạch khác có liên quan:

-Trong định hướng phát triển không gian đến năm 2020, việc mở rộng thị xã C là tất yếu. Mở rộng các khu đô thị mới về các hướng và ra các vùng ngoại vi.

Dự báo nhu cầu giao thông vận tải do Viện chiến lược GTVT lập, tỷ lệ tăng trưởng xe như sau:

- Theo dự báo cao: Ô tô: 2005-2010: 10%
2010-2015: 9%
2015-2020: 7%
Xe máy: 3% cho các năm
Xe thô sơ: 2% cho các năm
- Theo dự báo thấp: Ô tô: 2005-2010: 8%
2010-2015: 7%
2015-2020: 5%
Xe máy: 3% cho các năm
Xe thô sơ: 2% cho các năm

I.3 đặc điểm về điều kiện tự nhiên tại vị trí xây dựng cầu:

I.3.1 Vị trí địa lý

- Cầu A vượt qua sông B nằm trên tuyến E đi qua hai huyện C và D thuộc tỉnh Hải Dương. Dự án được xây dựng trên cơ sở nhu cầu thực tế là cầu nối giao thông của tỉnh với các tỉnh lân cận và là nút giao thông trọng yếu trong việc phát triển kinh tế vùng. Địa hình tỉnh Hải Dương hình thành 2 vùng đặc thù: vùng đồng bằng ven biển và vùng núi phía Tây. Địa hình khu vực tuyến tránh đi qua thuộc vùng đồng bằng, là khu vực đồng bằng bao thị xã C hiện tại. Tuyến cắt đi qua khu dân cư. Lòng sông tại vị trí dự kiến xây dựng cầu tương đối ổn định, không có hiện tượng xói lở lòng sông.

Thành phố Hải Dương là thành phố thuộc tỉnh lỵ, trung tâm chính trị, kinh tế, văn hoá, khoa học kỹ thuật và an ninh quốc phòng của tỉnh Hải Dương.

Địa giới hành chính thành phố Hải Dương

- Phía Bắc giáp huyện Sơn Tịnh, Nam giáp huyện Thuận Nghĩa

Số liệu được tính đến cuối năm 2004

Dân số là 133.843 người, mật độ dân cư nội thành 10677 người /Km².

Thành phố Hải Dương có 10 đơn vị hành chính, 08 phường, 2 xã.

- Về điều kiện tự nhiên: Diện tích tự nhiên 37,12 Km². Thành phố Hải Dương nằm ven sông Trà Khúc, địa hình bằng phẳng, trong vùng nội thị có núi Thiên Bút, núi Ông, sông Trà Khúc, sông Bàu Giang tạo nên môi trường sinh thái tốt, cảnh quan đẹp, mực nước ngầm cao, địa chất ổn định. Nhiệt độ trung bình hàng năm 27°C, lượng mưa trung bình 2.000 mm, tổng giờ nắng 2.000-2.200 giờ/năm, độ ẩm tương đối trung bình trong năm khoảng 85%, thuộc chế độ gió mùa thịnh hành: Mùa hạ gió Đông Nam, mùa Đông gió Đông Bắc.

I.3.2 Điều kiện khí hậu thủy văn

I.3.2.1 Khí tượng

- Về khí hậu: Tỉnh Thanh Hóa nằm trong khu vực khí hậu nhiệt đới gió mùa nên có những đặc điểm cơ bản về khí hậu như sau:

- Nhiệt độ bình quân hàng năm: 27⁰
- Nhiệt độ thấp nhất: 12⁰
- Nhiệt độ cao nhất: 38⁰

Khí hậu chia làm 2 mùa rõ rệt, mùa mưa từ tháng 10 đến tháng 12

- Về gió: Về mùa hè chịu ảnh hưởng trực tiếp của gió Tây Nam hanh và khô. Mùa đông chịu ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc kéo theo mưa và rét

1.3.2.2 Thủy văn

- Mức nước cao nhất $MNCN = +6.7 \text{ m}$
- Mức nước thấp nhất $MNTN = -0.25 \text{ m}$
- Mức nước thông thuyền $MNTT = +4 \text{ m}$
- Khẩu độ thoát nước $\sum L_0 = 200 \text{ m}$
- Lưu lượng Q , Lưu tốc $v = 1.52 \text{ m}^3/\text{s}$

1.3.3 Điều kiện địa chất

Theo số liệu thiết kế có 3 hố khoan với đặc điểm địa chất như sau:

Hố khoan		I	II	III
Lý trình		0	100	200
Địa chất				
1	Sét dẻo cứng	5	4	7
2	Cát hạt trung	13	10	11
3	Sét dẻo cứng	-	-	-

CHƯƠNG II: THIẾT KẾ CẦU VÀ TUYẾN

II. ĐỀ XUẤT CÁC PHƯƠNG ÁN CẦU:

II.1. Các thông số kỹ thuật cơ bản:

Quy mô và tiêu chuẩn kỹ thuật:

- Cầu vĩnh cửu bằng BTCT UST và BTCT thông thuyền
- Khổ thông thuyền ứng với sông cấp IV là: $B = 40 \text{ m}$; $H = 6 \text{ m}$
- Khổ cầu: $B = 8,0 + 2 \times 1,0 + 2 \times 0,25 + 2 \times 0,5 \text{ m} = 11,5 \text{ m}$
- Tần suất lũ thiết kế: $P = 1\%$
- Quy phạm thiết kế: Quy trình thiết kế cầu cống theo trạng thái giới hạn 22TCN-272.05 của Bộ GTVT
- Tải trọng: xe HL93 và người 300 kg/m^2

II.2. Vị trí xây dựng:

Vị trí xây dựng cầu A lựa chọn ở đoạn sông thẳng khẩu độ hẹp. Chiều rộng thoát nước 200 m.

II.3. Phương án kết cấu:

Việc lựa chọn phương án kết cấu phải dựa trên các nguyên tắc sau:

- Công trình thiết kế vĩnh cửu, có kết cấu thanh thoát, phù hợp với quy mô của tuyến vận tải và điều kiện địa hình, địa chất khu vực.
- Đảm bảo sự an toàn cho khai thác đường thủy trên sông với quy mô sông thông thuyền cấp V.
- Dạng kết cấu phải có tính khả thi, phù hợp với trình độ thi công trong nước.

- Giá thành xây dựng hợp lý.
Căn cứ vào các nguyên tắc trên có 3 phương án kết cấu sau để lựa chọn để nghiên cứu so sánh.

A. Phương án 1: Cầu dầm BTCT DUL nhịp đơn giản 2 nhịp 42m và 4 nhịp 35m, thi công theo phương pháp bắc cầu bằng tổ hợp lao cầu.

- Sơ đồ nhịp: $35 \times 2 + 42 \times 2 + 35 \times 2$ m.
➤ Chiều dài toàn cầu: $L_{tc} = 224$ m
➤ Kết cấu phần d-ới:
+ Mố: Dùng mố U BTCT, móng cọc khoan nhồi $D=1$ m
+ Trụ: Dùng trụ thân đặc mút thừa BTCT, móng cọc khoan nhồi $D=1$ m

B. Phương án 2: Cầu dầm thép liên hợp BTCT 2 nhịp 42m và 4 nhịp 35m, thi công theo phương pháp lao kéo dọc.

- Sơ đồ nhịp: $35 \times 2 + 42 \times 2 + 35 \times 2$ m.
➤ Chiều dài toàn cầu: $L_{tc} = 224$ m.
➤ Kết cấu phần d-ới:
+ Mố: Dùng mố U BTCT, móng cọc khoan nhồi $D=1$ m
+ Trụ: Dùng trụ thân đặc mút thừa, móng cọc khoan nhồi $D=1$ m

Bảng tổng hợp bố trí các phương án

P.An	Thông thuyền (m)	Khổ cầu (m)	Sơ đồ (m)	$\sum L(m)$	Kết cấu nhịp
I	25*3.5	8.0+2*1	$35 \times 2 + 42 \times 2 + 35 \times 2$	224	Cầu dầm đơn giản BTCT DUL
II	25*3.5	8.0+2*1	$35 \times 2 + 42 \times 2 + 35 \times 2$	224	Cầu dầm thép BT liên hợp

CHƯƠNG III
TÍNH TOÁN SƠ BỘ KHỐI LƯỢNG CÁC PHƯƠNG ÁN
VÀ LẬP TỔNG MỨC ĐẦU TƯ

PHƯƠNG ÁN 1: CẦU DẦM ĐƠN GIẢN

I. MẶT CẮT NGANG VÀ SƠ ĐỒ NHỊP:

- Khổ cầu: Cầu được thiết kế cho 2 làn xe và 2 làn ngược chiều đi

$$K = 8.0 + 2 \times 1 = 10 \text{ m}$$

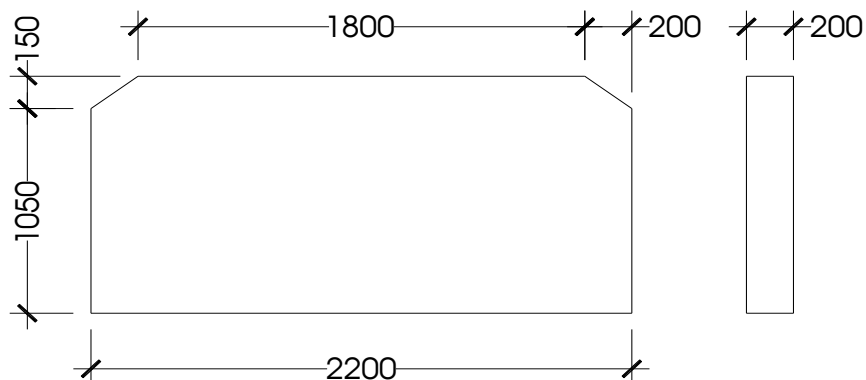
- Tổng bề rộng cầu kể cả lan can và gờ chắn bánh :

$$B = 8.0 + 2 \times 1 + 2 \times 0.5 + 2 \times 0.25 = 11.5 \text{ m}$$

- Sơ đồ nhịp: $35 \times 2 + 42 \times 2 + 35 \times 2 = 224$ m (Hình vẽ : Trắc dọc cầu)

- Cầu được thi công theo phương pháp lắp ghép.

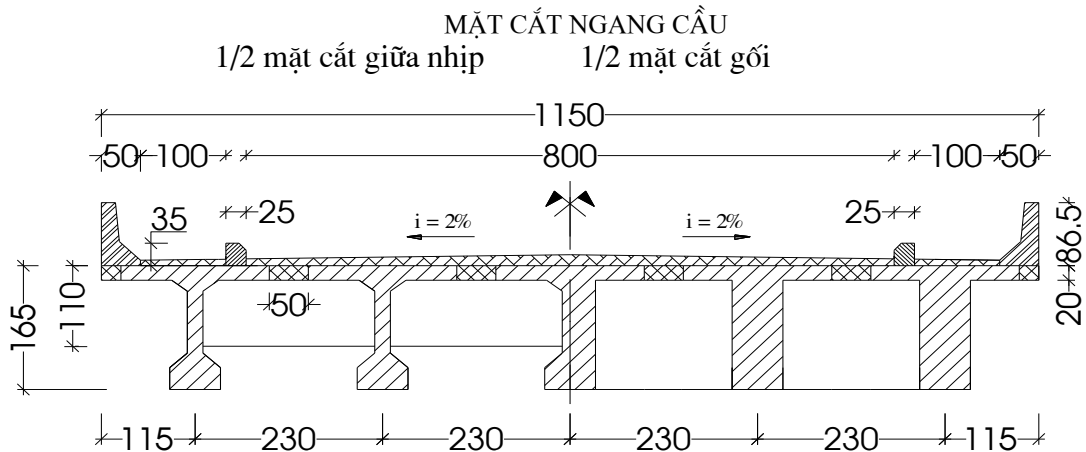
Các kích thước khác được chọn dựa vào kinh nghiệm và được thể hiện ở hình 1.



Hình 2. Kích thước dầm ngang.

c. Kích thước mặt cắt ngang cầu:

- Xác định kích thước mặt cắt ngang: Dựa vào kinh nghiệm mối quan hệ chiều cao dầm, chiều cao dầm ngang, chiều dày mặt cắt ngang kết cấu nhịp, chiều dày bản đỡ tại chỗ nh- hình vẽ.



- Vật liệu dùng cho kết cấu.

+ Bê tông M300

+ Cốt thép có độ cao dùng loại S-31, S-32 của hãng VSL-Thụy Sĩ thép cấu tạo dùng loại CT₃ và CT₅

2. Kết cấu phần d-ới:

+ Trụ cầu:

- Dùng loại trụ thân đặc BTCT có ống đổ tại chỗ

- Bê tông M300

Ph-ơng án móng: Dùng móng cọc khoan nhồi có ống kính 100cm

+ Mố cầu:

- Dùng mố chữ U bê tông cốt thép

- Bê tông mác 300; Cốt thép có độ cao dùng loại CT₃ và CT₅.

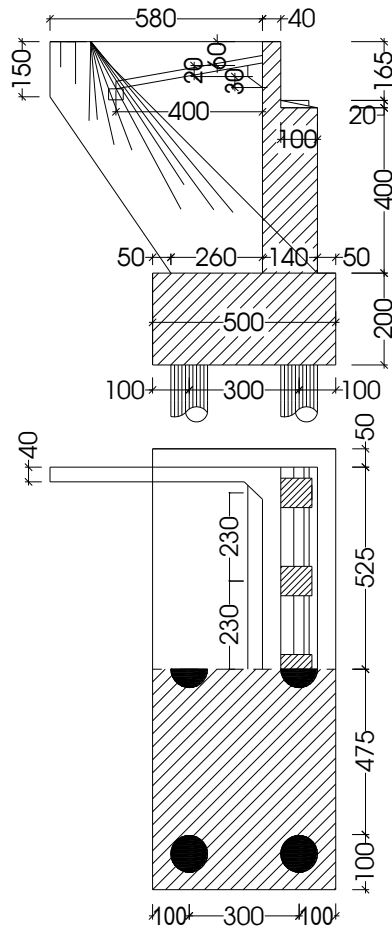
- Ph-ơng án móng: : Dùng móng cọc khoan nhồi có ống kính 100cm.

A. Chọn các kích thước sơ bộ mố cầu.

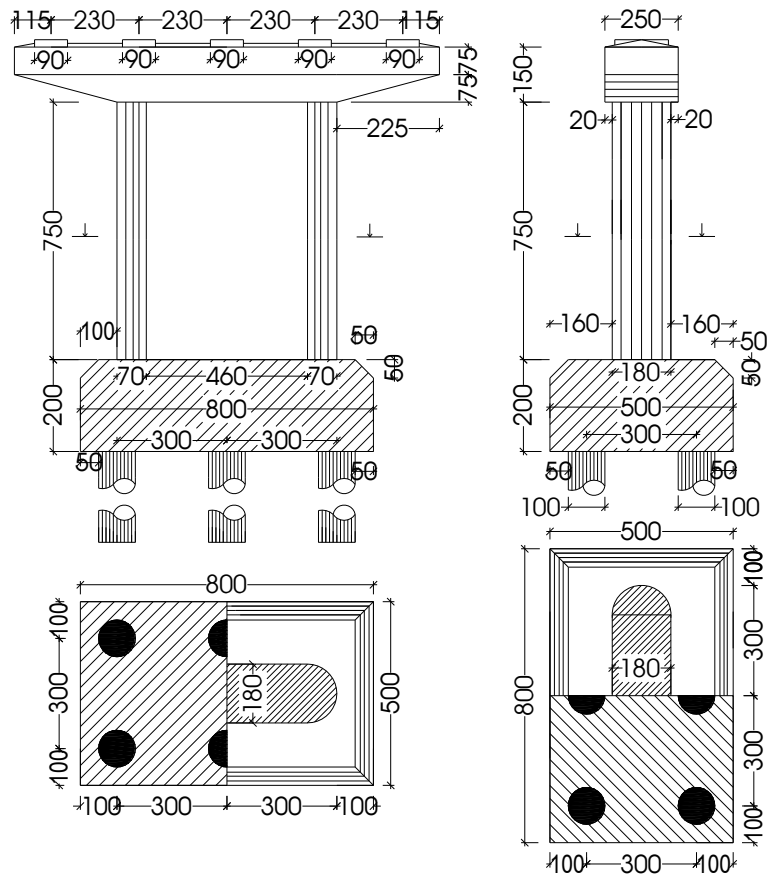
Mố cầu M1, M2 chọn là mố chữ U, móng cọc với kích thước sơ bộ nh- hình 3.

B.. Chọn kích thước sơ bộ trụ cầu:

Trụ cầu chọn là trụ thân đặc BTCT có ống đổ tại chỗ, kích thước sơ bộ hình 4.



Hình 3. Kích thước móng M1, M2



Hình 4. Kích thước trụ T1

II. TÍNH TOÁN SƠ BỘ KHỐI LƯỢNG PHƯƠNG AN KẾT CẤU NHỊP:

- Cầu được xây dựng với 4 nhịp 35m và 2 nhịp 42m, với 5 dầm T thi công theo phương pháp lắp ghép.

1. Tính tải trọng tác dụng:

a) Tính tải trọng giai đoạn 1 (DC):

* Diện tích tiết diện dầm chủ T được xác định:

$$A_d = F_{\text{cánh}} + F_{\text{bụng}} + F_{\text{s-ôn}}$$

$$A_d = 1,8 \times 0,20 + 1/2 \times 0,15 \times 0,18 \times 2 + 1,35 \times 0,20 + 0,36 \times 0,6 + 1/2 \times 0,2 \times 0,2 \times 2 = 0,895 \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow \text{trọng lượng 1 dầm } P = A_d \cdot L \cdot \gamma_c = 0,92 \times 42 \times 24 = 966 \text{ (kN)}$$

+ Trọng lượng bản thân dầm coi là tải trọng rải đều trên toàn bộ chiều dài nhịp 42m:

$$DC_{dc} = 5 \cdot A_d \cdot \gamma_c = 5 \times 0,95 \times 24 = 118,75 \text{ (KN / m)}$$

* Ta có diện tích tiết diện dầm ngang:

$$A_{dn} = 1/2(2,2 + 1,8) \times 0,15 + 2,2 \times 1,05 = 2,61 \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow V_{dn} = 2,61 \times 0,2 = 0,522 \text{ m}^3$$

$$DC_{dn} = 6 \times 4 \times 0,522 \times 25 / 30 = 10,44 \text{ KN/m}$$

$$\Rightarrow DC = DC_{dc} + DC_{dn} = 118.75 + 10.44 = 129.19 \text{ KN/m}$$

b) Tính tải giai đoạn 2(DW):

*Trọng lượng lớp phủ mặt cầu:

- Bê tông Asphalt dày trung bình 0,05 m có trọng lượng $\gamma = 22,5 \text{ KN/m}^3$

$$\Rightarrow 0,05 \times 22,5 = 1,125 \text{ KN/m}^2$$

- Bê tông bảo vệ dày 0,03m có $\gamma = 24 \text{ KN/m}^3$

$$\Rightarrow 0,03 \times 24 = 0,72 \text{ KN/m}^2$$

-Lớp phòng nước dày 0.01m

-Lớp bê tông đệm dày 0,03m có $\gamma = 24 \text{ KN/m}^3$

$$\Rightarrow 0,03 \times 24 = 0,72 \text{ KN/m}^2$$

$\Rightarrow$ Trọng lượng mặt cầu:

$$g_{mc} = B \cdot \sum h_i \cdot \gamma_i / 6$$

$B = 10 \text{ (m)}$: Chiều rộng khổ cầu

+ h : Chiều cao trung bình $h = 0,12 \text{ (m)}$

+ γ_i : Dung trọng trung bình ($\gamma = 2,25 \text{ T/m}^3$)

$$\Rightarrow g_{mc} = 10 \cdot 0,12 \cdot 22,5 / 6 = 4,5 \text{ (KN/m)}$$

Như vậy khối lượng lớp mặt cầu là :

$$V_{mc} = (L_{\text{cầu}} \cdot g_{mc}) / \gamma_i = (217 \cdot 4,5) / 2,3 = 390,6 \text{ (m}^3\text{)}$$

* Trong lượng lan can, gờ chắn bánh:

$$p_{LC} = F_{LC} \cdot 2,5$$

$$= [(0,865 \times 0,180) + (0,50 - 0,18) \times 0,075 + 0,050 \times 0,255 + 0,535 \times 0,050 / 2 + (0,50 - 0,230) \times 0,255 / 2] \times 2,4 = 0,57 \text{ T/m}$$

$$F_{LC} = 0,24024 \text{ m}^2$$

Thể tích lan can:

$$V_{LC} = 2 \times 0,24024 \times 229 = 110 \text{ m}^3$$

- Cấu tạo gờ chắn bánh:

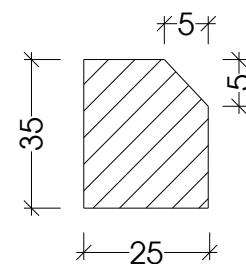
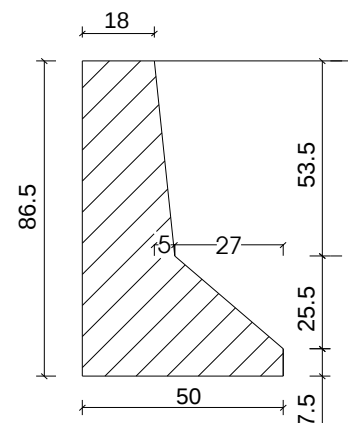
Thể tích bê tông gờ chắn bánh:

$$V_{gcb} = 2 \times (0,25 \times 0,35 - 0,05 \times 0,005 / 2) \times 229 = 39,5 \text{ m}^3$$

- Cốt thép lan can, gờ chắn:

$$M_{CT} = 0,15 \times (101 + 39,5) = 21,5 \text{ T}$$

(hàm lượng cốt thép trong lan can, gờ chắn bánh lấy bằng 150 kg/m³)



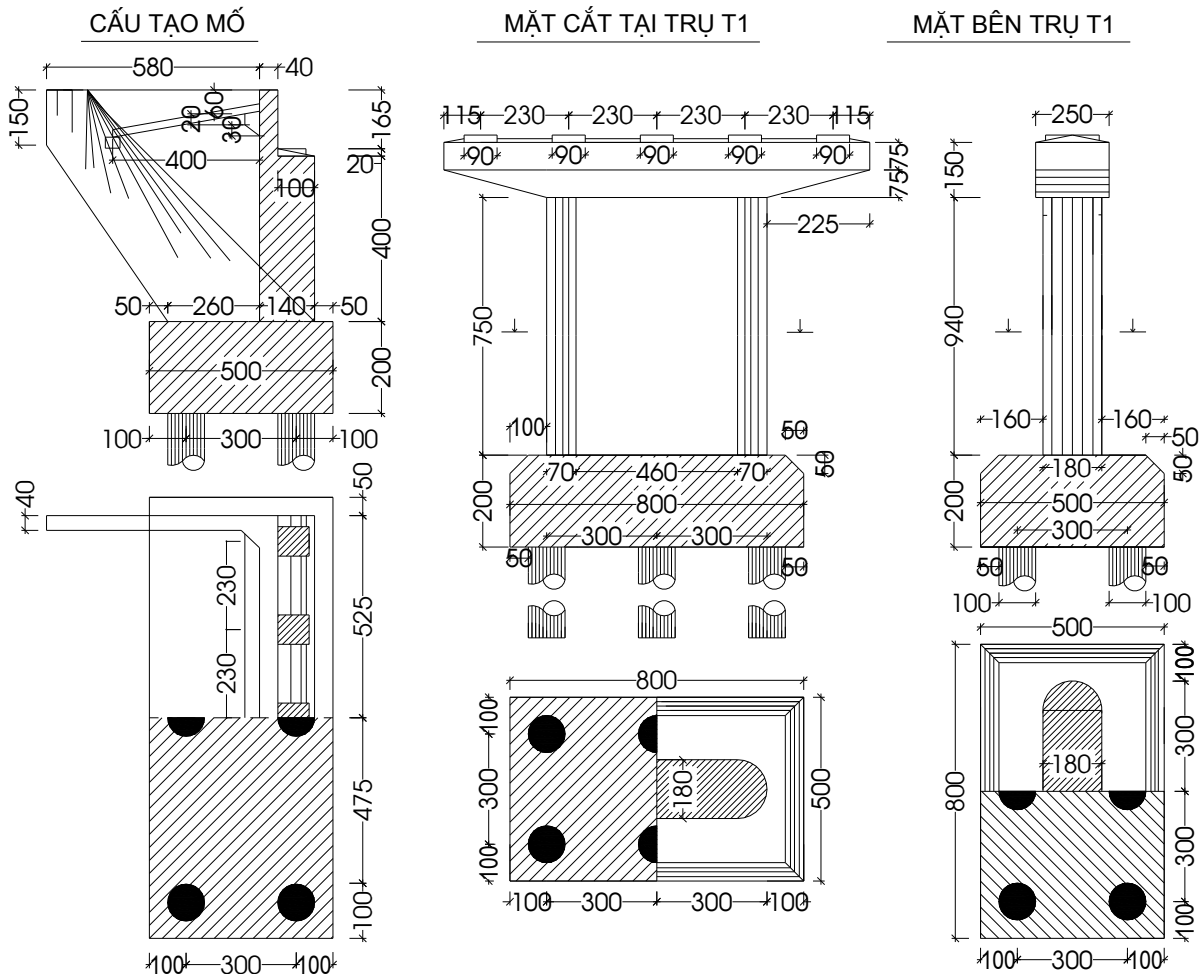
2. Chọn các kích thước sơ bộ kết cấu phần d- ới:

- Kích thước sơ bộ của móng cầu:

Móng cầu được thiết kế sơ bộ là móng chữ U, được đặt trên hệ cọc khoan nhồi. Móng chữ U có nhiều ưu điểm như giảm tổng lượng vật liệu nhất là khi có chiều cao lớn, móng này có thể dùng cho nhịp có chiều dài bất kỳ.

- Kích thước trụ cầu:

Trụ cầu gồm có 5 trụ (T1, T2, T3, T4, T5), được thiết kế sơ bộ có chiều cao trụ T1 cao 10.9(m); trụ T2, T3 cao 14(m) và trụ T4 cao 15(m), trụ T5 cao 11,7m



2.1. Khối lượng bê tông cốt thép kết cấu phần d- ới :

* Thể tích và khối lượng móng:

a. Thể tích và khối lượng móng:

- Thể tích bê tông móng một móng

$$V_{bm} = 2 * 5 * 11.5 = 115 (m^3)$$

- Thể tích tường cánh

$$V_{tc} = 2 * (2.6 * 5.95 + 1/2 * 3.2 * 4.45 + 1.5 * 3.2) * 0.4 = 18 (m^3)$$

- Thể tích thân móng

$$V_{tm} = (0.4 * 1.95 + 4.0 * 1.4) * 10.5 = 67 (m^3)$$

- Tổng thể tích một móng

$$V_{1\text{mố}} = V_{\text{bm}} + V_{\text{tc}} + V_{\text{tm}} = 115 + 18 + 67 = 200 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Thể tích hai móng

$$V_{2\text{mố}} = 2 \times 200 = 400 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Hàm lượng cốt thép móng lấy 80 (kg/m³)

$$80 \times 400 = 32000 \text{ (kg)} = 32 \text{ (T)}$$

b. Móng trụ cầu:

➤ Khối lượng trụ cầu:

- Thể tích mũ trụ (cả 5 trụ đều có $V_{\text{mũ}}$ giống nhau)

$$V_{\text{M.Trụ}} = V_1 + V_2 = 0.75 \times 11.5 \times 2 + \left[\frac{6 + 11.5}{2} \right] \times 0.75 \times 2 = 30.375 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Thể tích bệ trụ: các trụ kích thước giống nhau

$$\text{Sơ bộ kích thước móng: } B \times A = 8 \times 5 - 0.5 \times 0.5 = 39.75 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$V_{\text{btr}} = 2 \times 39.75 = 79.5 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Thể tích thân trụ: V_{Ttr}

+ Trụ T1 cao 10.9 - 1.5 = 9.4 m

$$V_{\text{Ttr}}^1 = (4.6 \times 1.8 + 3.14 \times 0.7^2) \times 9.4 = 74.97 \text{ (m}^3\text{)}$$

+ Trụ T2, T3 cao 14 - 1.5 = 12.5 m

$$V_{\text{Ttr}}^2 = V_{\text{Ttr}}^3 = (4.6 \times 1.8 + 3.14 \times 0.7^2) \times 12.5 = 99.7 \text{ (m}^3\text{)}$$

+ Trụ T4 cao 15 - 1.5 = 13.5 m

$$V_{\text{Ttr}}^4 = 4.6 \times 1.8 + 3.14 \times 0.7^2 \times 13.5 = 107.73 \text{ (m}^3\text{)}$$

+ Trụ T5 cao 11.7 - 1.5 = 10.2 m

$$V_{\text{Ttr}}^5 = 4.6 \times 1.8 + 3.14 \times 0.7^2 \times 10.2 = 81.4 \text{ (m}^3\text{)}$$

→ Thể tích toàn bộ trụ (tính cho 1 trụ)

$$V_{\text{T1}} = V_{\text{btr}} + V_{\text{Ttr}} + V_{\text{mtr}} = 79.5 + 74.97 + 30.375 = 184.845 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_{\text{T2}} = V_{\text{T3}} = V_{\text{btr}} + V_{\text{Ttr}} + V_{\text{mtr}} = 79.5 + 99.7 + 30.375 = 209.575 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_{\text{T4}} = V_{\text{btr}} + V_{\text{Ttr}} + V_{\text{mtr}} = 79.5 + 107.73 + 30.375 = 217.6 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_{\text{T5}} = V_{\text{btr}} + V_{\text{Ttr}} + V_{\text{mtr}} = 79.5 + 81.4 + 30.375 = 191.275 \text{ (m}^3\text{)}$$

⇒ Thể tích toàn bộ 6 trụ:

$$V = V_{\text{T1}} + V_{\text{T2}} + V_{\text{T3}} + V_{\text{T4}} + V_{\text{T5}}$$

$$= 184.845 + 2 \times 209.575 + 217.6 + 191.275 = 1012.87 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Khối lượng trụ: } G_{\text{trụ}} = 1.25 \times 1012.87 \times 2.5 = 3165.2 \text{ T}$$

Sơ bộ chọn hàm lượng cốt thép thân trụ là 150 kg/m³, hàm lượng thép trong móng trụ là 80 kg/m³, hàm lượng thép trong mũ trụ là 100 kg/m³.

Nên ta có: khối lượng cốt thép trong 5 trụ là

$$m_{\text{th}} = 1012.87 \times 0.15 + 79.5 \times 0.08 + 30.375 \times 0.1 = 161.33 \text{ (T)}$$

2.2. Xác định sức chịu tải của cọc:

vật liệu :

- Bê tông cấp 30 có $f_c' = 30 \text{ MPa}$
- Cốt thép chịu lực AII có $R_a = 240 \text{ MPa}$

*. Sức chịu tải của cọc theo vật liệu

Sức chịu tải của cọc $D = 1000 \text{ mm}$

Theo điều A5.7.4.4-TCTK sức chịu tải của cọc theo vật liệu làm cọc tính theo công thức sau

$$P_v = \phi \cdot P_n$$

Với $P_n = C$ - ứng độ chịu lực dọc trục danh định có hoặc không có uốn tính theo công thức :

$$P_n = \phi \cdot [m_1 \cdot m_2 \cdot f_c' \cdot (A_c - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}] = 0,75 \cdot 0,85 [0,85 \cdot f_c' \cdot (A_c - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}]$$

Trong đó :

ϕ = Hệ số sức kháng, $\phi = 0,75$

m_1, m_2 : Các hệ số điều kiện làm việc.

$f_c' = 30 \text{ MPa}$: Cường độ chịu nén nhỏ nhất của bê tông

$f_y = 240 \text{ MPa}$: Giới hạn chảy dẻo quy định của thép

A_c : Diện tích tiết diện nguyên của cọc

$$A_c = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 1000^2}{4} = 785000 \text{ mm}^2$$

A_{st} : Diện tích của cốt thép dọc (mm^2).

Hàm lượng cốt thép dọc theo hợp lý chiếm vào khoảng 1.5-3%. với hàm lượng 2% ta có:

$$A_{st} = 0,02 \cdot A_c = 0,02 \cdot 785000 = 15700 \text{ mm}^2$$

Vậy sức chịu tải của cọc theo vật liệu là:

$$P_v = 0,75 \cdot 0,85 [0,85 \cdot 30 \cdot (785000 - 15700) + 240 \cdot 15700] = 16709,6 \cdot 10^3 \text{ (N)}.$$

Hay $P_v = 1670,9 \text{ (T)}$.

*. Sức chịu tải của cọc theo đất nền: $P_n = P_{dn}$

-Sức chịu tải của cọc được tính theo công thức sau: (10.7.3.2-2 22TCN-272-05)

Với cọc ma sát: $P_{dn} = \phi_{pq} \cdot P_p + \phi_{qs} \cdot P_s$

Có: $P_p = q_p \cdot A_p$

$$P_s = q_s \cdot A_s$$

$+P_p$: sức kháng mũi cọc (N)

$+P_s$: sức kháng thân cọc (N)

$+q_p$: sức kháng đơn vị mũi cọc (MPa)

$+q_s$: sức kháng đơn vị thân cọc (MPa)

$$q_s = 0,0025 \cdot N_i \leq 0,19 \text{ (MPa)} \text{ Theo Quiros \& Reese (1977)}$$

$+A_s$: diện tích bề mặt thân cọc (mm^2)

$+A_p$: diện tích mũi cọc (mm^2)

$+ \phi_{qp}$: hệ số sức kháng đối với sức kháng mũi cọc quy định cho trong Bảng 10.5.5-3 dùng cho các phương pháp tách rời sức kháng của cọc do sức kháng của mũi cọc và sức kháng thân cọc. Đối với đất cát $\phi_{qp} = 0,55$.

φ_{qs} : hệ số sức kháng đối với sức kháng thân cọc cho trong Bảng 10.5.5-3 dùng cho các phương pháp tách rời sức kháng của cọc do sức kháng của mũi cọc và sức kháng thân cọc. Đối với đất sét $\varphi_{qs} = 0,65$. Đối với đất cát $\varphi_{qs} = 0,55$.

- Sức kháng thân cọc của Mố :

Khi tính sức kháng thành bên bỏ qua 1D tính từ chân cọc trở lên.

Sức chịu tải của cọc trụ M1 theo ma sát thành bên

Lớp đất	Chiều dày thực L_t (m)	Chiều dày tính toán L_{tt} (m)	Trạng thái	N	Diện tích bề mặt cọc $A_s = L_{tt} \cdot P = 3,14 \cdot L_{tt}$ (m ²)	$q_s = 0,0025 \cdot N \cdot 10^3$ (KN)	$P_s = A_s \cdot q_s$ (KN)
Lớp 1	6.5	6.5	Vừa	20	20.4	50	1020
Lớp 2	11.5	11.5	Chật vừa	35	36.11	87.5	3159.6
Lớp 3	vc	7.5	Chật	40	22.55	100	2255
ΣP_s							6434.6

-Sức kháng mũi cọc:

$$P_p = 0,057 \cdot N \cdot 10^3 = 0,057 \cdot 40 \cdot 1000 = 2280 \text{ (KN)}$$

Tổng sức chịu tải của một cọc đơn:

$$P_{dn} = 0,55 \cdot P_p + 0,55 \cdot P_s = 0,55 \cdot 2280 + 0,55 \cdot 6434.6 = 4793 \text{ (KN)} = 479.3 \text{ (T)}$$

- Sức kháng thân cọc của Trụ :

Khi tính sức kháng thành bên bỏ qua 1D tính từ chân cọc trở lên.

Sức chịu tải của cọc trụ T1 theo ma sát thành bên

Lớp đất	Chiều dày thực L_t (m)	Chiều dày tính toán L_{tt} (m)	Trạng thái	N	Diện tích bề mặt cọc $A_s = L_{tt} \cdot P = 3,14 \cdot L_{tt}$ (m ²)	$q_s = 0,0025 \cdot N \cdot 10^3$ (KN)	$P_s = A_s \cdot q_s$ (KN)
Lớp 1	3.6	3.6	Vừa	20	11.3	50	565
Lớp 2	7	7	Chật vừa	35	21.98	87.5	1923.3

Lớp 3	vc	13	Chặt	40	40.82	100	4082
ΣP_s							6570.3

-Sức kháng mũi cọc:

$$P_p = 0,057 \cdot N \cdot 10^3 = 0,057 \cdot 40 \cdot 1000 = 2280(\text{KN})$$

Tổng sức chịu tải của một cọc đơn:

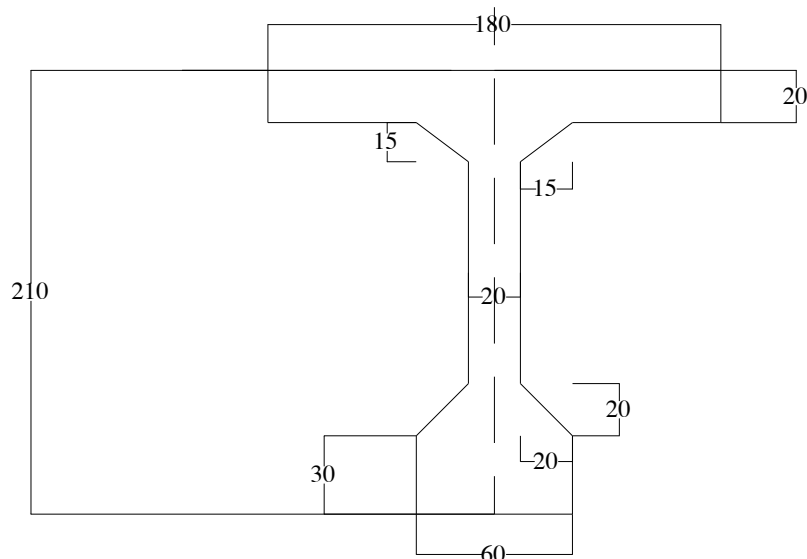
$$P_{dn} = 0,55 \cdot P_p + 0,55 \cdot P_s = 0,55 \cdot 2280 + 0,55 \cdot 6570.3 = 4867.7(\text{KN}) = 486.77(\text{T})$$

3. Tính toán số lượng cọc móng mố và trụ cầu:

3.1. Tính tải:

*Gồm trọng lượng bản thân mố và trọng lượng kết cấu nhịp

-Do trọng lượng bản thân đầm đúc trừ:



$$F_{l/2} = [(H - H_b) b_w + (0.6 - b_w)0.25 + (0.6 - b_w)0.15 + (0.6 - b_w)0.08 + (0.8 - b_w)0.15 + (0.8 - b_w)0.1]$$

$$F_{l/2} = [(2.1 - 0.2)0.2 + (0.6 - 0.2)0.25 + (0.6 - 0.2)0.15 + (0.6 - 0.2)0.08 + (0.8 - 0.2)0.15 + (0.8 - 0.2)0.1] = 0.722 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$F_{g\text{oi}} = (H - H_b)0.6 + (0.2 \times 0.15) + (0.1 \times 0.05) \\ = (2.1 - 0.2)0.6 + 0.03 + 0.005 = 1.135 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$g_{dch} = [F_{l/2} (L - 6) + F_{g\text{oi}} \times 4 + (F_{l/2} + F_{g\text{oi}}) \times 2/2] \gamma_c / L \\ = [0.722(41.4 - 6) + 1.135 \times 4 + (0.722 + 1.135) \times 1] 2.4 / 41.4 \\ = 1.85 \text{ (T/m)}$$

$$g_{dch} = 1.85 \text{ (T/m)} \text{ với nhịp } L = 42 \text{ m}$$

-Do mối nối:

$$g_{mn} = b_{mn} \times h_b \times \gamma_c \\ = 0.5 \times 0.2 \times 24 = 2.4 \text{ (T/m)}$$

-Do đầm ngang :

$$g_n = (H - H_b - 0.25)(s - b_w)(b_w / L_1) \gamma_c$$

Trong đó:

$$L_1 = L/n = 34.4/4 = 8.6 \text{ (m): Khoảng cách giữa 2 dầm ngang}$$

$$\Rightarrow g_n = (2.1 - 0.2 - 0.25)(2.3 - 0.2)(0.2/8.6)2.4 = 0.44 \text{ (T/m)}$$

- Khối lượng lan can, sơ bộ lấy:

$$g_{lc} = 0.11 \text{ T/m}$$

- Trọng lượng của gờ chắn :

$$g_{cx} = 2 \times (0.2 + 0.3) \times 0.25 \times 2.5 = 0.625 \text{ T/m.}$$

- Trọng lượng lớp phủ mặt cầu:

Gồm 5 lớp:

Bê tông alpha: 5cm;

Lớp bảo vệ: 4cm;

Lớp phòng nước: 1cm

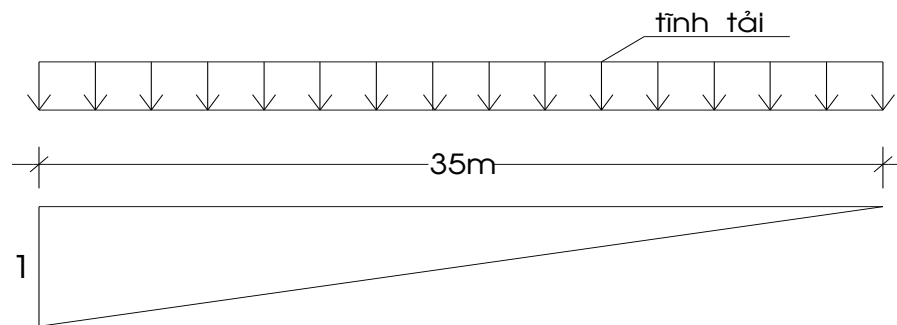
Đệm xi măng 1cm

Lớp tạo độ dốc ngang: 1.0 – 1.2 cm

Trên 1m² của kết cấu mặt đường và phân bố hành lang sơ bộ : $g = 0.35 \text{ T/m}^2$

$$\Rightarrow g_{lp} = 0.35 \times 11 = 3.85 \text{ T/m}$$

3.2. Xác định áp lực tác dụng lên mố:



Hình 3-1 Đường ảnh hưởng áp lực lên mố

$$DC = P_{mố} + (g_{dầm} + g_{mn} + g_{lan can} + g_{gờ chắn}) \times \omega$$

$$= (200 \times 2.5) + [1.884 \times 5 + 0.159 + 0.45 + 0.625 + 0.11] \times 0.5 \times 35 = 688.4 \text{ T}$$

$$DW = g_{lớp phủ} \times \omega = 3.85 \times 0.5 \times 35 = 67.38 \text{ T}$$

-Hoạt tải:

Theo quy định của tiêu chuẩn 22tcvn272-05 thì tải trọng dùng thiết kế là giá trị bất lợi nhất của tổ hợp:

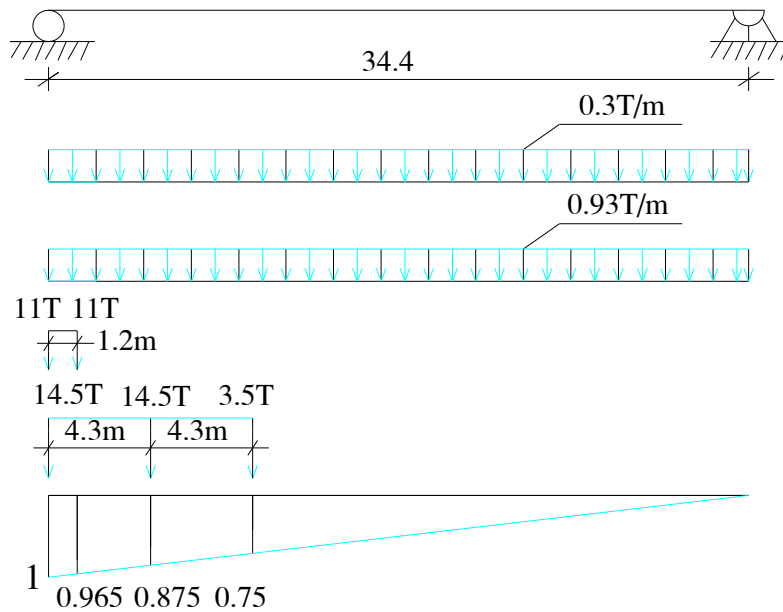
+Xe tải thiết kế và tải trọng làn thiết kế

+Xe tải 2 trục thiết kế và tải trọng làn thiết kế

+(2 xe tải 3 trục+tải trọng làn+ tải trọng ng-ời)x0.9

Tính áp lực lên mố do hoạt tải:

+Chiều dài nhịp tính toán: 34.4 m



Hình 2-2 Sơ đồ xếp tải lên dầm ảnh hưởng áp lực mố

Từ sơ đồ xếp tải ta có phản lực gối do hoạt tải tác dụng nh- sau

- Với tổ hợp HL-93K(xe tải thiết kế+tải trọng làn+ng-ời đi bộ):

$$LL=n.m.(1+IM/100).(P_i y_i) + n.m.W_{làn} \cdot \omega$$

$$PL=2P_{ng-ời} \cdot \omega$$

Trong đó:

n : số làn xe $n=2$

m : hệ số làn xe

IM :lực xung kích của xe, khi tính mố trụ đặc thì $(1+IM/100)=1.25$

P_i : tải trọng trục xe, y_i : tung độ dầm ảnh hưởng

ω :diện tích dầm ảnh hưởng

$W_{làn}, P_{ng-ời}$: tải trọng làn và tải trọng ng-ời

$$W_{làn}=0.93T/m, P_{ng-ời}=0.3 T/m$$

$$+LL_{xet\grave{a}i}=2 \times 1 \times 1.25 \times (14.5 + 14.5 \times 0.875 + 3.5 \times 0.75) + 2 \times 1 \times 0.93 \times (0.5 \times 34.4) = 106.5T$$

$$PL=2 \times 0.3 \times (34.4 \times 0.5) = 10.32 T$$

$$+ LL_{xe\grave{a}i\ 2\ trục} = 2 \times 1 \times 1.25 \times (11 + 11 \times 0.965) + 2 \times 1 \times 0.93 \times (0.5 \times 34.4) = 86.03T$$

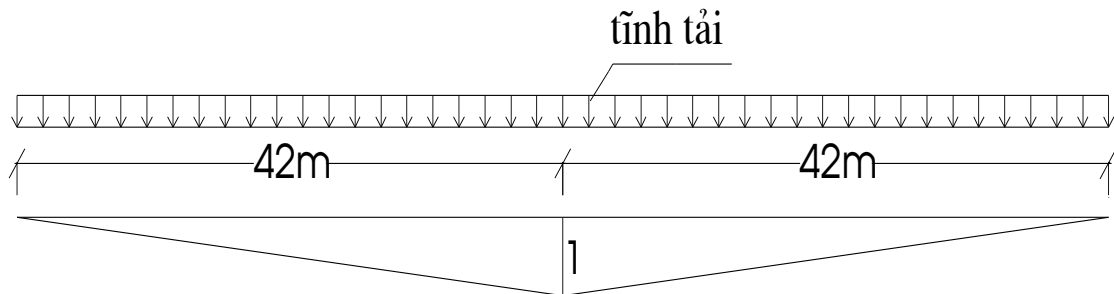
$$PL=2 \times 0.3 \times (34.4 \times 0.5) = 10.32 T$$

Vậy tổ hợp HL đ-ợc chọn làm thiết kế

Vậy toàn bộ hoạt tải và tĩnh tải tính toán tác dụng lên bệ mố là:

Nội lực	Nguyên nhân				Trạng thái giới hạn C-ờng độ I
	DC ($\gamma_D=1.25$)	DW ($\gamma_W=1.5$)	LL ($\gamma_{LL}=1.75$)	PL ($\gamma_{PL}=1.75$)	
P(T)	688.4 x 1.25	67.38 x 1.5	106.5 x 1.75	10.32 x 1.75	1166.005

3.3. Xác định áp lực tác dụng trụ:

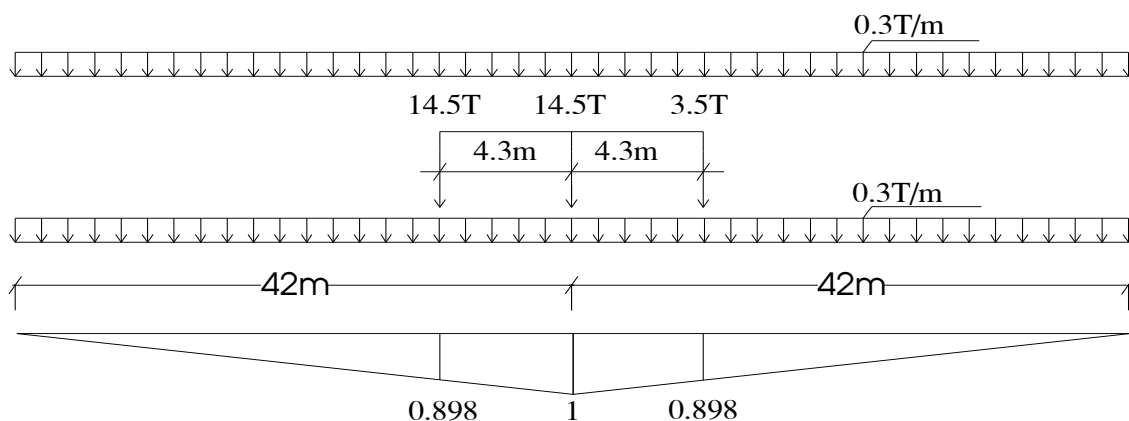


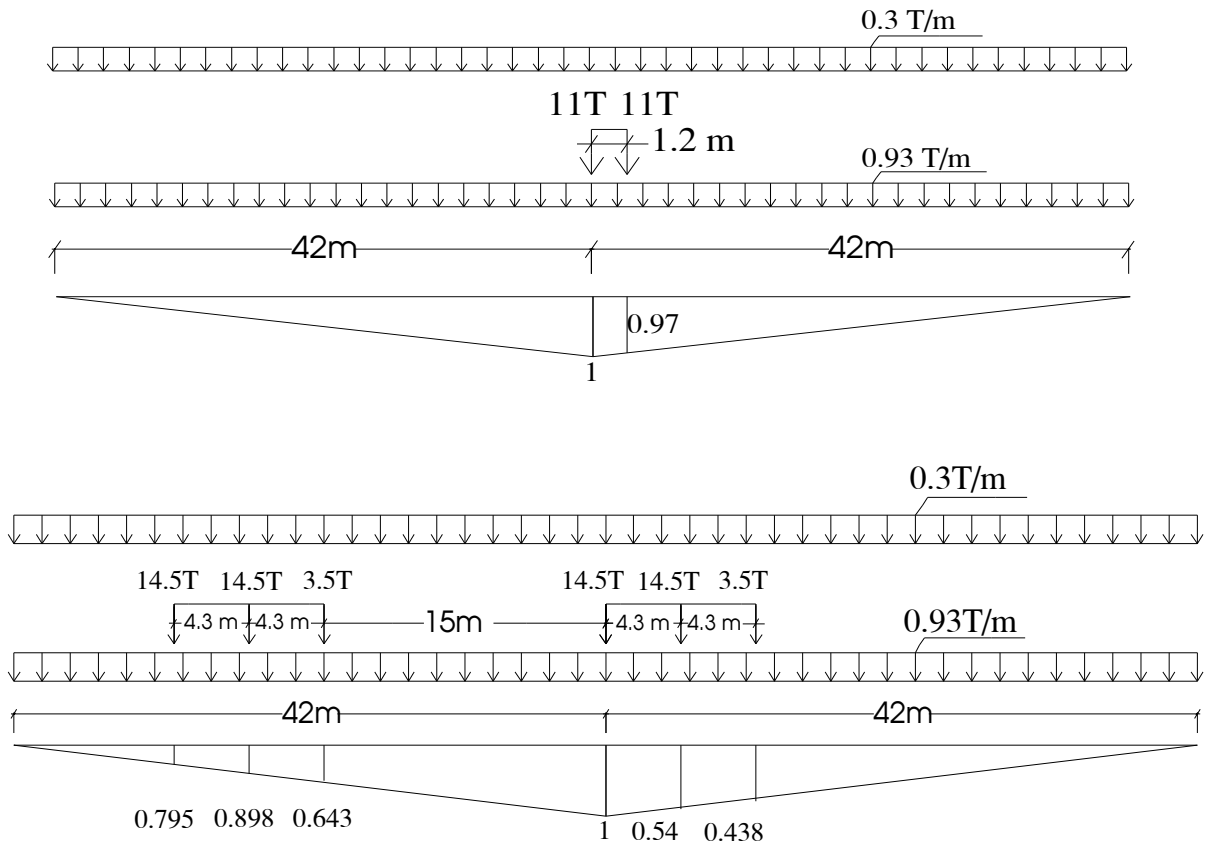
Hình 2-3 Đ-ờng ảnh h-ởng áp lực lên trụ

$$\begin{aligned} DC &= P_{\text{trụ}} + (g_{\text{dầm 1}} + g_{\text{lan can}} + g_{\text{gờ chân}}) \times \omega \\ &= (214.89 \times 2.5) + (1.869 \times 5 + 0.625 + 0.11) \times 42 \\ &= 960.585 \text{ T} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DW &= g_{\text{lốp phủ}} \times \omega = 3.85 \times 42 \\ &= 161.7 \text{ T} \end{aligned}$$

-Hoạt tải:





Hình 2-4 Đường ảnh hưởng áp lực lên móng

$$LL = n.m.(1+IM/100).(P_i.y_i) + n.m.W_{làn}.\omega$$

$$PL = 2P_{ng-ôi}.\omega$$

Trong đó

n: số làn xe, $n=2$

m: hệ số làn xe, $m=1$;

IM: lực xung kích của xe, khi tính mô trượt đặc thì $(1+IM/100)=1.25$

P_i : tải trọng trục xe, y_i : tung độ đường ảnh hưởng

ω : diện tích đường ảnh hưởng

$W_{làn}$, $P_{ng-ôi}$: tải trọng làn và tải trọng ng-ôi

$W_{làn}=0.93T/m$, $P_{ng-ôi}=0.3 T/m$

+ Tổ hợp 1: 1 xe tải 3 trục + tt làn + tt ng-ôi:

$$LL_{xctải} = 2 \times 1 \times 1.25 \times (14.5 + 14.5 \times 0.898 + 3.5 \times 0.898) + 2 \times 1 \times 0.93 \times 42 = \mathbf{154.78}$$

$$PL = 2 \times 0.45 \times 42 = 37.8T$$

+ Tổ hợp 2: 1 xe tải 2 trục + tt làn + tt ng-ôi:

$$LL_{xe\text{ tải 2 trục}} = 2 \times 1 \times 1.25 \times (11 + 11 \times 0.971) + 2 \times 1 \times 0.93 \times 42 = \mathbf{132.323T}$$

$$PL = 2 \times 0.3 \times 42 = 25.2T$$

+ Tổ hợp 3: 2 xe tải 3 trục + tt làn + tt ng-ôi:

$$LL_{\text{xtải}} = (2 \times 1 \times 1.25 \times (14.5 + 14.5 \times 0.898 + 3.5 \times 0.795 + 14.5 \times 0.438 + 14.5 \times 0.540 + 3.5 \times 0.643) + 2 \times 1 \times 0.93 \times 42) \times 0.9 = 175.46 \text{ T}$$

$$PL = 2 \times 0.45 \times 42 = 37.8 \text{ T}$$

Vậy tổ hợp HL đ- ợc chọn làm thiết kế

Tổng tải trọng tính đ- ới đáy đài là

Nội lực	Tính tải x hệ số				Trạng thái giới hạn C- ờng độ I
	DC ($\gamma_D=1.25$)	DW ($\gamma_W=1.5$)	LL ($\gamma_{LL}=1.75$)	PL ($\gamma_{PL}=1.75$)	
P(T)	960.585x1.25	161.7 x1.5	154.78x1.75	37.78x1.75	1780.26

3.4. Tính số cọc cho móng trụ, mố:

$$n = \beta \times P / P_{\text{cọc}}$$

Trong đó:

β : hệ số kể đến tải trọng ngang;

$\beta=1.5$ cho trụ, $\beta= 2.0$ cho mố (mố chịu tải trọng ngang lớn do áp lực ngang của đất và tác dụng của hoạt tải truyền qua đất trong phạm vi lăng thể trượt của đất đắp trên mố).

P(T) : Tải trọng thẳng đứng tác dụng lên móng mố, trụ đã tính ở trên.

$$P_{\text{cọc}} = \min (P_{\text{vl}}, P_{\text{nd}})$$

Hạng mục	Tên	Pvl	Pnd	Pcọc	Tải trọng	Hệ số	số cọc	Chọn
Trụ giữa	T3	1670.9	486.17	486.17	1780.26	1.5	5.49	6
Mố	M1	1670.9	479.3	479.3	1166.005	2	4.86	6

4. khối l- ợng đất đắp hai đầu cầu.

Chiều cao đất đắp ở đầu mố là 5.9 m nh- vậy chiều dài đoạn đ- ờng đầu cầu là: $L_{\text{đầu}} = 5.8 + 4.2 = 10\text{m}$, độ dốc mái ta luy 1:1.5

$$V_d = (F_{\text{Tb}} * L_{\text{đầu cầu}}) * k = 2 * (5.9 * 11.5 * 10) * 1.2 = 1628 \text{ (m}^3\text{)}$$

K: hệ số đắp nền $k= 1.2$

5. Khối l- ợng các kết cấu khác:

a) Khe co giãn

Toàn cầu có 7 nhịp 31 (m), do đó có 8 vị trí đặt khe co giãn đ- ợc làm trên toàn bộ bề rộng cầu, vì vậy chiều dài chiều trên toàn bộ cầu là: $8 * 11.5 = 92\text{(m)}$.

b) Gối cầu

Gối cầu của phần nhịp đơn giản đ- ợc bố trí theo thiết kế, nh- vậy mỗi dầm cầu có 2 gối. Toàn cầu có $2.6.7 = 84$ (cái).

c) Đèn chiếu sáng

Dựa vào độ dọi của đèn và nhu cầu cần thiết chiếu sáng trên cầu ta tính đ- ợc số đèn trên cầu. Theo tính toán ta bố trí đèn chiếu sáng trên cầu so le nhau, mỗi cột cách nhau 43.4(m), nh- vậy số đèn cần thiết trên cầu là 10 cột.

d) ống thoát n- ớc

Dựa vào l- u l- ợng thoát n- ớc trên mặt cầu ta tính ra số ống thoát n- ớc và bố trí nh- sau: ống thoát n- ớc đ- ợc bố trí ở hai bên cầu, bố trí so le nhau, mỗi ống cách nhau 10(m), nh- vậy số ống cần thiết trên cầu là 44 ống.

6. Dự kiến ph- ơng án thi công:

6.1.Thi công mố:

B- ớc 1 : Chuẩn bị mặt bằng.

- chuẩn bị vật liệu ,máy móc thi công.
- xác định phạm vi thi công,định vị trí tim mố.
- dùng máy ủi ,kết hợp thủ công san ủi mặt bằng.

B- ớc 2 : Khoan tạo lỗ

- đ- a máy khoan vào vị trí.
- định vị trí tim cọc
- Khoan tạo lỗ cọc bằng máy chuyên dụng với ống vách dài suốt chiều dài cọc.

B- ớc 3 : Đổ bê tông lòng cọc

- Làm sạch lỗ khoan.
- Dùng cầu hạ lồng cốt thép.
- Lắp ống dẫn ,tiến hành đổ bê tông cọc

B- ớc 4:

- Kiểm tra chất l- ợng cọc
- Di chuyển máy thực hiện các cọc tiếp theo .

B- ớc 5 :

- đào đất hố móng.

B- ớc 6 :

- Làm phẳng hố móng.
- đập đầu cọc.
- đổ bê tông nghèo tạo phẳng.

B- ớc 7 :

- Làm sạch hố móng ,lắp dựng đà giáo ván khuôn ,cốt thép bệ móng.
- đổ bê tông bệ móng.
- Tháo dỡ văng chống ,ván khuôn bệ.

B- ớc 8 :

- Lắp dựng đà giáo ván khuôn ,cốt thép thân mố.
- đổ bê tông thân mố.
- Lắp dựng đà giáo ván khuôn ,cốt thép t- ờng thân ,t- ờng cánh mố.
- Tháo dỡ ván khuôn đà giáo.
- Hoàn thiện mố sau khi thi công xong kết cấu nhịp.

6.2.Thi công trụ cầu:

B- ớc 1:

- Dùng phao trở nổi đến vị trí thi công trụ bằng các máy chuyên dụng.
- Phao trở nổi phải có đối trọng để đảm bảo an toàn thi công. Không bị lệch phao khi khoan.

B- ớc 2:

- Đo đạc xác định tim trụ, tim vòng vây cọc ván thép, khung định vị
- Hạ khung định vị, đóng cọc ván thép. Vòng vây cọc ván

B- ớc 3:

- Đổ bê tông bịt đáy theo ph- ơng pháp vữa dâng
- Hút n- ớc ra khỏi hố móng
- Đập đầu cọc, sửa sang hố móng
- Lắp dựng ván khuôn, cốt thép và đổ bê tông bệ trụ.

B- ớc 4

- Lắp dựng ván khuôn ,bố trí cốt thép.
- Đổ bê tông thân trụ ,mũ trụ .
- Hoàn thiện trụ, tháo dỡ đà giáo ván khuôn, dùng búa rung nhỏ cọc ván thép tháo dỡ hệ thống khung vây cọc định vị

5.3.Thi công kết cấu nhịp:

B- ớc 1: Chuẩn bị :

- Lắp dựng giá ba chân
- Sau khi bê tông trụ đạt c- ường độ tiến hành thi công kết cấu nhịp
- Tập kết dầm ở 1 bên đầu cầu

B- ớc 2:

- Dùng giá ba chân cầu lắp dầm ở một bên đầu cầu
- Tiến hành đổ bê tông dầm ngang.
- Đổ bê tông bản liên kết giữa các dầm
- Di chuyển giá ba chân thi công các nhịp tiếp theo

B- ớc 3: Hoàn thiện

- Tháo lắp giá ba chân
- Đổ bê tông mặt đ- ường
- Lắp dựng vỉa chắn ô tô lan can, thiết bị chiếu sáng, ống thoát n- ớc ,Lắp dựng biển

báo

TỔNG MỨC ĐẦU TƯ- CẦU QUẢNG NGÃI PH- ƠNG ÁN I.

TT	Hạng mục	Đơn vị	Khối l- ợng	Đơn giá (đ)	Thành tiền (đ)
	Tổng mức đầu t-	đ		A+B+C+D	43,226,906,202
A	Giá trị dự toán xây lắp	đ		AI+AII	35,548,442,600

AI	Giá trị DTXL chính	đ		I+II+III	32,316,766,000
I	Kết cấu phần trên	đ			18,345,360,000
1	Dầm BTCT UST 31m	m ³	1075.54	15,000,000	16,133,100,000
2	Cốt thép dầm	T	172.086	15,000,000	2,581,290,000
3	Bê tông lan can, gờ chắn bánh	m ³	149.5	2,000,000	299,000,000
4	Cốt thép lan can, gờ chắn	T	21.5	15,000,000	322,500,000
5	Gối cầu	Cái	84	5,000,000	420,000,000
6	Khe co giãn	m	92	3,000,000	276,000,000
7	Lớp phủ mặt cầu	m ³	390.6	2,200,000	859,320,000
8	ống thoát nước	Cái	44	150,000	6,600,000
9	Điện chiếu sáng	Cái	10	14,000,000	140,000,000
10	Lớp phòng n- ớc	m ²	2387	120,000	286,440,000
II	Kết cấu phần d- ới				13,771,920,000
1	Cọc khoan nhồi	m	1200	5,000,000	6,000,000,000
2	Bê tông mố, trụ	m ³	1412.87	2,000,000	2,825,740,000
3	Cốt thép mố, trụ	T	193.33	15,000,000	2,899,950,000
4	Công trình phụ trợ	%	20	II₁ ...II₃	2,295,320,000
III	Đ- ờng hai đầu cầu				199,486,000
1	Đắp đất	m ³	1628	62,000	100,936,000
2	Móng + mặt đ- ờng	m ²	115	370,000	42,550,000
3	Đá học xây	m ³	100	560,000	56,000,000
AII	Giá trị xây lắp khác	%	10	AI	3,231,676,600
1	San lấp mặt bằng thi công				
2	CT phục vụ thi công				
3	Chuyển quân,máy,ĐBGT,lán				
B	Chi phí khác	%	10	A	3,554,844,260
1	KSTK,t- vản,bảo hiểm				
2	Chi phí ban quản lý				
3	Khánh thành bàn giao,đền bù				
4	Chi phí rà phá bom mìn				
C	Tr- ợt giá	%	5	A	1,777,422,130
D	Dự phòng	%	6	A+B	2,346,197,212
	Chỉ tiêu 1m² cầu				15,847,851

PHƯƠNG ÁN 2 CẦU DẦM ĐƠN GIẢN THÉP BÊ TÔNG LIÊN HỢP

I. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ PH- ƠNG ÁN:

I.1 . Sơ đồ cầu và kết cấu phần trên:

- Khổ cầu: Cầu được thiết kế cho 2 làn xe và 2 làn ngược chiều đi
 $K = 8.0 + 2 \times 1 = 10 \text{ m}$
- Tổng bề rộng cầu kể cả lan can và giải phân cách vạch sơn:
 $B = 8.0 + 2 \times 1 + 2 \times 0.5 + 2 \times 0.25 = 11.5 \text{ m}$
- Bố trí chung gồm 7 nhịp đơn giản thép bê tông liên hợp được bố trí theo sơ đồ:
 $L_c = 35 \times 2 + 42 \times 2 + 35 \times 2 \text{ m}$. Hình vẽ: Trắc dọc cầu
- Cầu được thi công theo phương pháp bán lắp ghép
- Mặt cắt ngang cầu gồm có 6 dầm thép chữ I cao 1,43 (m).
- Vật liệu dùng cho kết cấu.
 - + Bê tông M400, $E_b = 3,5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$
 - + Cốt thép cường độ cao dùng loại S-31, S-32 của hãng VSL-Thủy Sĩ thép cấu tạo dùng loại CT₃ và CT₅; $E_T = 1,95 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

I.2. Kết cấu phân đôi:

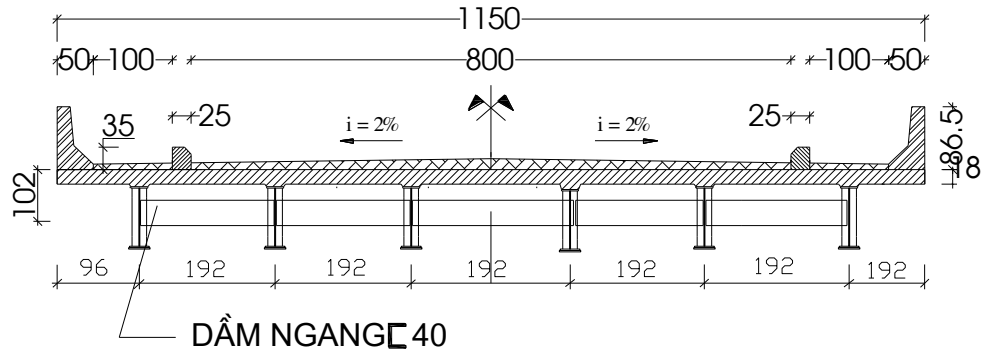
- + Trụ cầu:
 - Dùng loại trụ thân đặc BTCT cường độ tại chỗ
 - Bê tông M300
 - Phương án móng: Dùng móng nông
- + Mố cầu:
 - Dùng mố chữ U bê tông cốt thép
 - Bê tông mác 300; Cốt thép cường độ loại CT₃ và CT₅.
 - Phương án móng: Dùng móng cọc cọc khoan nhồi D=1m và móng nông

II. KÍCH THƯỚC SƠ BỘ KẾT CẤU:

- Cầu được xây dựng với 6 nhịp với 6 dầm chữ I thi công theo phương pháp lao kéo dọc. 6 nhịp được đặt trên 5 trụ T1, T2, T3, T4, T5 đặt trên mố M1, M2
- Sơ đồ kết cấu nhịp: $L_c = 35 \times 2 + 42 \times 2 + 35 \times 2 \text{ m}$.

1. Xác định kích thước mặt cắt ngang: hình vẽ 2.1

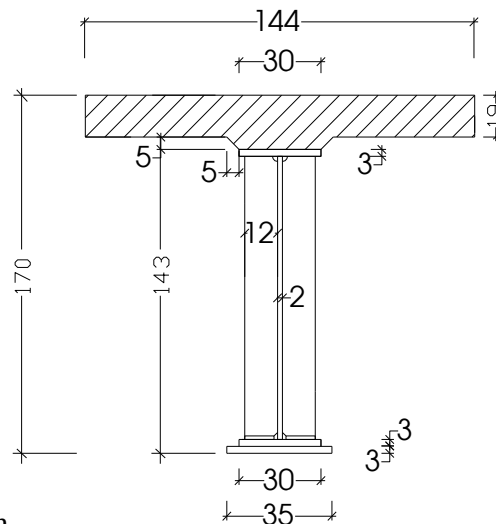
MẶT CẮT NGANG CẦU



2. Chọn các kích thước sơ bộ kết cấu phần trên:

a. Kích thước dầm chủ:

- Chiều cao của dầm liên hợp là $h_{lh} = 1,7 \text{ m}$



- Chiều cao của dầm thép là $h_{th} = 1.43 \text{ m}$
- Chiều cao của phần BTCT là $h_{bt} = 23 \text{ cm}$
- Chiều dày của bản BTCT là $h_c = 19 \text{ cm}$
- Chiều cao vút bản BTCT là $h_v = 5 \text{ cm}$
- Chiều rộng vút BTCT là $b_v = 5 \text{ cm}$
- Chiều rộng của phần tiếp xúc giữa BT và biên trên dầm thép là $b_s = 30(\text{cm})$.
- Kích thước của bản biên trên của dầm thép :
 $(b_t \times \delta_t) = 30 \times 3 \text{ cm}$
- Kích thước của bản biên dưới thứ nhất của dầm thép $(b_1^d \times \delta_1^d) = 30 \times 3 \text{ cm}$.
- Kích thước của bản biên dưới thứ hai của dầm thép $(b_2^d \times \delta_2^d) = 35 \times 3 \text{ cm}$.
- Kích thước sườn dầm thép $(h_s \times \delta_s) = 121 \times 2 \text{ cm}$.
- Theo kinh nghiệm khoảng cách của dầm chủ $d = 1,92 \text{ m}$

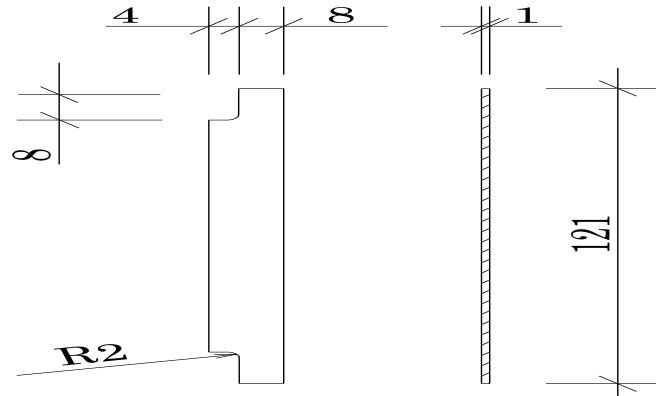
b. Kích thước dầm ngang:

- Chọn dầm ngang là thép hình U40 có các đặc trưng hình học như sau:
+ Mô men quán tính: $I_{dn} = 15220 \text{ cm}^4$.
+ Trọng lượng trên 1 mét chiều dài: $g_{dn} = 0,0483 \text{ T/m}$.

- Chiều dài của dầm ngang: $L_{dn} = 1,52$ m. (6 dầm ngang trên mặt cắt ngang cầu)
- Khoảng cách dầm ngang: $L_a = 3$ m.
- Dầm ngang được bố trí thể hiện ở hình 2-1.

c. S-ôn tầng c-ờng đứng:

- Chiều cao s-ôn tầng c-ờng: 134 cm.
- Chiều rộng s-ôn tầng c-ờng: 12 cm
- Chiều dày s-ôn tầng c-ờng: 1 cm, ở gối 2 cm.
- Khoảng cách s-ôn tầng c-ờng theo phương dọc cầu chọn $1m \leq h_d = 1.53m$.
- S-ôn đứng được bố trí thể hiện ở hình 2-2.



Hình 2-2. Cấu tạo s-ôn đứng

3. Chọn các kích thước sơ bộ kết cấu phần d-ới:

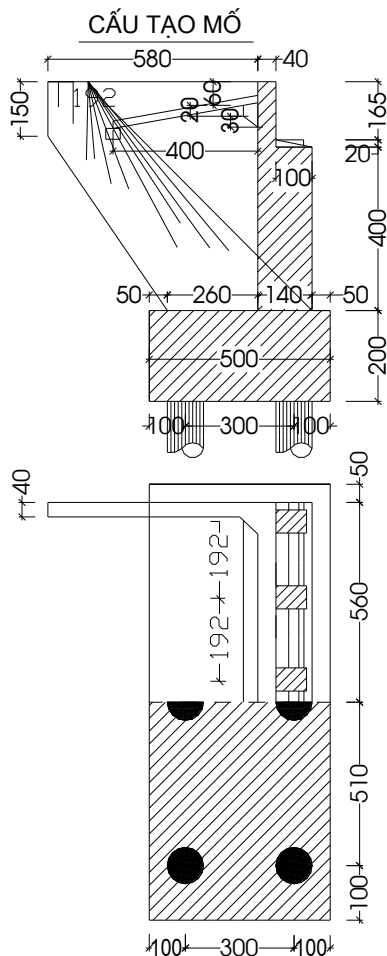
- + Trụ cầu:
 - Dùng loại trụ thân đặc BTCT th-ờng đổ tại chỗ
 - Bê tông M300
 - Phương án móng: Dùng móng cọc khoan nhồi đường kính 100cm
- + Mố cầu:
 - Dùng mố chữ U bê tông cốt thép
 - Bê tông mác 300; Cốt thép thường loại CT₃ và CT₅.
 - Phương án móng: Dùng móng cọc khoan nhồi đường kính 100cm.

A. Chọn các kích thước sơ bộ mố cầu.

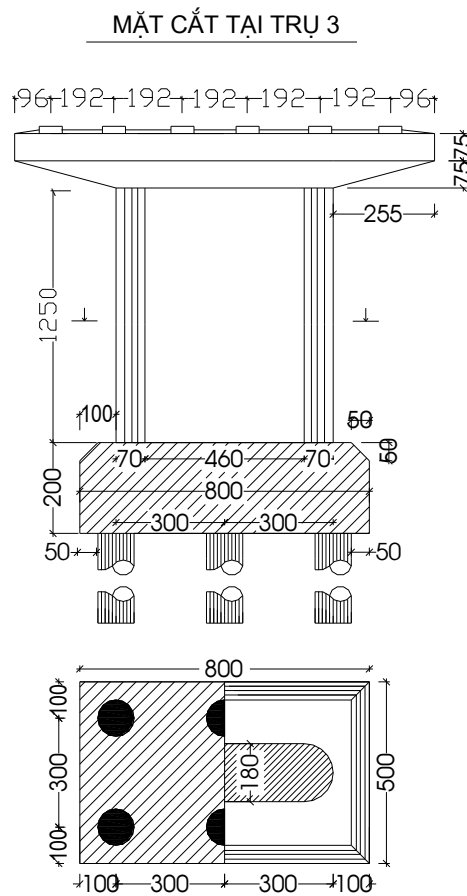
Mố cầu M1, M2 được chọn là mố trụ U, móng cọc với kích thước sơ bộ như hình 2.3.

B. Chọn kích thước sơ bộ trụ cầu:

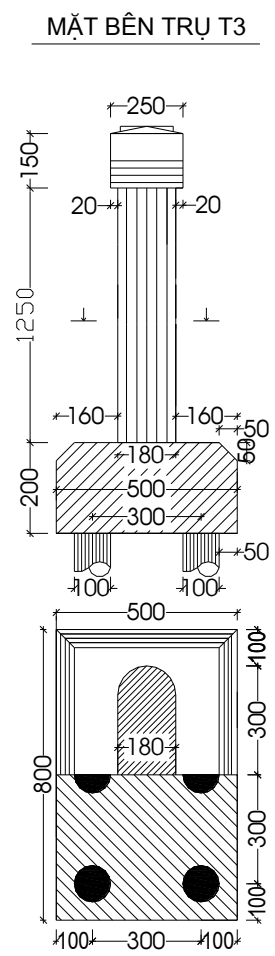
Trụ cầu được chọn là trụ thân đặc BTCT thường đổ tại chỗ, kích thước sơ bộ của trụ được thể hiện ở hình 2.4.



Hình 2.3. Kích thước móng M1, M2



Hình 2.4. Kích thước trụ T3.



III. TÍNH TOÁN PHƯƠNG AN:

1. Tính toán khối lượng của kết cấu nhịp.

Cầu được xây dựng với 4 nhịp 35 m và 2 nhịp 42m, với 6 dầm thép liên hợp với bê tông cốt thép, thi công theo phương pháp bán lắp ghép, 6 nhịp, được đặt trên 5 trụ T1, T2, T3, T4, T5, và được đặt trên hai móng M1, M2

A. Khối lượng bê tông của kết cấu nhịp:

- Lớp đệm : 3 (cm)
- Lớp phòng nước : 1 (cm)
- Lớp bảo vệ BTXM : 3(cm)
- Lớp bê tông asphalt : 5 (cm)

*Trong khối lượng phủ mặt cầu:

- Bê tông Asphalt dày trung bình 0,05 m có trọng lượng $\gamma = 22,5 \text{ KN/m}^3$
 $\Rightarrow 0,05 \times 22,5 = 1,125 \text{ KN/m}^2$
- Bê tông bảo vệ dày 0,03m có $\gamma = 24 \text{ KN/m}^3$
 $\Rightarrow 0,03 \times 24 = 0,72 \text{ KN/m}^2$
- Lớp phòng nước dày 0.01m

-Lớp bê tông đệm dày 0,03m có $\gamma = 24 \text{ KN/m}^3$
 $\Rightarrow 0,03 \times 24 = 0,72 \text{ KN/m}^2$

$\Rightarrow$ Trọng lượng mặt cầu:

$$g_{mc} = B \cdot \sum h_i \cdot \gamma_i$$

Trong đó : + n = 1,5 : Là hệ số vượt tải của lớp phủ mặt cầu

+ B = 10 (m) : Chiều rộng khổ cầu

+ h : Chiều cao trung bình h = 0,12 (m)

+ γ_i : Dung trọng trung bình ($\gamma = 2,25 \text{ T/m}^3$)

$$\Rightarrow g_{mc} = 10 \cdot 0,12 \cdot 2,25 / 6 = 0,45 \text{ (T/m)}$$

Như vậy khối lượng lớp mặt cầu là :

$$V_{mc} = (L_{\text{cầu}} \cdot g_{mc}) / \gamma_i = (217 \cdot 4,14) / 2,3 = 390,6 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Tổng cộng tải trọng lớp phủ } q_{lc} = 1,125 + 0,72 + 0,72 = 2,565 \text{ KN/m}^2$$

Bề rộng mặt cầu B = 10 m.

Do đó ta có tính tải rải đều của lớp phủ mặt cầu là :

* Trong lan can, gờ chắn bánh:

$$P_{LC} = F_{LC} \cdot 2,5$$

$$= [(0,865 \times 0,180) + (0,50 - 0,18) \times 0,075 + 0,050 \times 0,255$$

$$+ 0,535 \times 0,050 / 2 + (0,50 - 0,230) \times 0,255 / 2] \times 2,4 = 0,57 \text{ T/m}$$

$$F_{LC} = 0,24024 \text{ m}^2$$

Thể tích lan can:

$$V_{LC} = 2 \times 0,24024 \times 229 = 110 \text{ m}^3$$

- Cấu tạo gờ chắn bánh:

Thể tích bê tông gờ chắn bánh:

$$V_{gcb} = 2 \times (0,25 \times 0,35 - 0,05 \times 0,005 / 2) \times 229 = 39,5 \text{ m}^3$$

- Cốt thép lan can, gờ chắn:

$$M_{CT} = 0,15 \times (101 + 39,5) = 21,5 \text{ T}$$

(hàm lượng cốt thép trong lan can, gờ chắn bánh lấy bằng 150 kg/m³)

$$DW_{TC}^{LP} = \frac{2,565 \times 10}{2} = 12,825 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$$

* Khối lượng bê tông của dầm

Diện tích mặt cắt là:

$$F = 1,92 \times 0,19 + 2 \times 0,05 \times 0,05 \times 1/2 + 0,3 \times 0,05 = 0,38 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\text{Thể tích của một dầm 35 (m) là: } V_{\text{dầm}} = 35 \times 0,38 = 13,3 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Thể tích của một nhịp 35 (m) là: } V_{\text{nhịp}} = 13,3 \times 6 = 79,8 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Thể tích của một dầm 42 (m) là: } V_{\text{dầm}} = 42 \times 0,38 = 15,96 \text{ (m}^3\text{)}$$

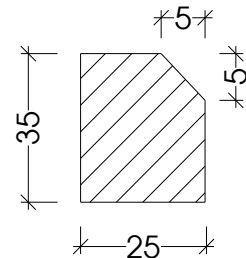
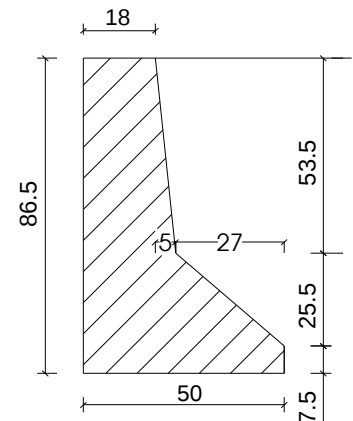
$$\text{Thể tích của một nhịp 42 (m) là: } V_{\text{nhịp}} = 15,96 \times 6 = 95,76 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Tổng khối lượng bê tông của 7 nhịp 31 (m) là:

$$V = 79,8 \times 4 + 95,76 \times 2 = 510,72 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Hàm lượng cốt thép dầm là 150 (kg/m³)

$$\text{Vậy khối lượng cốt thép là: } G_{ct} = 150 \times 510,72 = 76608 \text{ (kg)} = 76,608 \text{ (T)}$$



B. Khối lượng thép của kết cấu nhịp:

*** Khối lượng thép của dầm chủ:**

$$F = 0,3 \cdot 0,03 + 1,34 \cdot 0,02 + 0,3 \cdot 0,03 + 0,35 \cdot 0,03 = 0,0553 (\text{m}^2)$$

Thể tích của một dầm 35 (m) là: $V_{\text{dầm}} = 35 \cdot 0,0553 = 1,935 (\text{m}^3)$

Thể tích của một nhịp 35 (m) là: $V_{\text{nhịp}} = 6 \cdot 1,935 = 11,61 (\text{m}^3)$

Thể tích của một dầm 42 (m) là: $V_{\text{dầm}} = 42 \cdot 0,0553 = 2,32 (\text{m}^3)$

Thể tích của một nhịp 42 (m) là: $V_{\text{nhịp}} = 6 \cdot 2,32 = 13,93 (\text{m}^3)$

Tổng khối lượng thép của 6 nhịp là:

$$G_t = (11,61 \cdot 4 + 13,93 \cdot 2) \cdot 7,85 = 583,255 (\text{T}).$$

*** Khối lượng thép của dầm ngang:**

- Dầm ngang là thép hình U40, có trọng lượng trên 1 mét chiều dài

$$g_{\text{dn}} = 0,0483 (\text{T/m}).$$

- Toàn cầu có tất cả $73 \cdot 6 = 438$ dầm ngang, mỗi dầm ngang có chiều dài là 1,3 m.

Cách đều 3 m bố trí dầm ngang vào sườn tăng cường. Vậy tổng khối lượng thép của dầm ngang là:

$$G_t = 1,3 \cdot 438 \cdot 0,0483 = 32,09 (\text{T}).$$

*** Khối lượng thép của sườn đứng:**

Toàn cầu có tất cả 384 sườn đứng. (1 nhịp có $2 \cdot 32 = 64$ sườn đứng). tổng khối lượng thép của sườn đứng là:

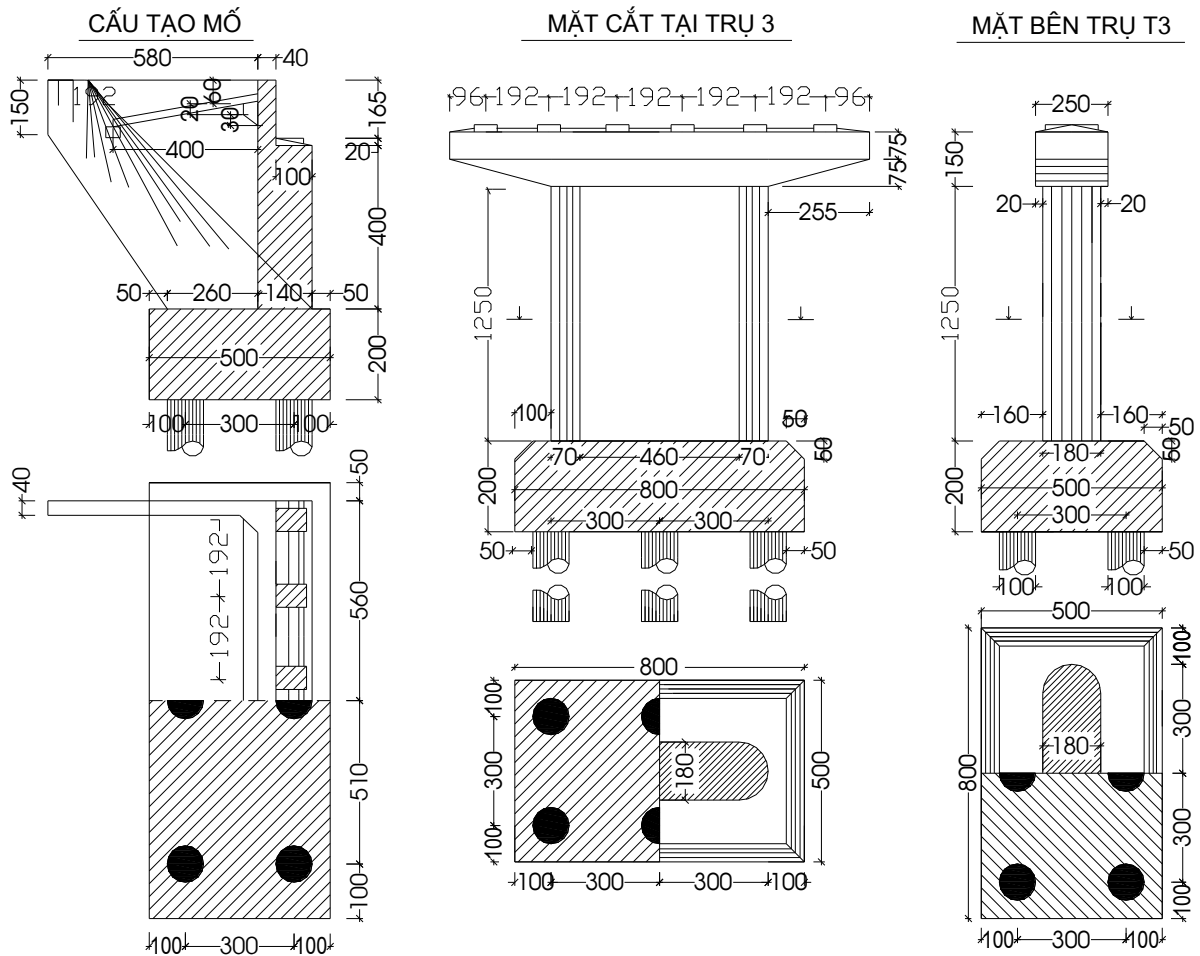
$$G_t = 384 \cdot (0,08 \cdot 1,34 + 0,04 \cdot 1,05) \cdot 0,017 \cdot 7,85 = 4,49 (\text{T}).$$

2.2. Khối lượng bê tông cốt thép kết cấu phần d-ới :

*** Mố cầu:** Được thiết kế sơ bộ là mố chữ U, được đặt trên hệ cọc khoan nhồi. Mố chữ U có nhiều ưu điểm như nói chung tốn vật liệu nhất là khi có chiều cao lớn, mố này có thể dùng cho nhịp có chiều dài bất kỳ.

*** Kích thước trụ cầu:**

Trụ cầu gồm có 5 trụ (T1, T2, T3, T4, T5), được thiết kế sơ bộ có chiều cao trụ T1 cao 10,9(m); trụ T2, T3 cao 14(m) và trụ T4 cao 15(m), trụ T5 cao 11,7m



a. Thể tích và khối lượng móng:

Do móng M1 và M2 có kích thước giống nhau. Do vậy ta chỉ cần tính khối lượng của một móng.

- Thể tích bê tông móng một móng

$$V_{bm} = 2 \times 5 \times 12.2 = 122 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Thể tích tường cánh

$$V_{tc} = 2 \times (2.6 \times 5.95 + 1/2 \times 3.2 \times 4.45 + 1.5 \times 3.2) \times 0.4 = 18.0752 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Thể tích thân móng

$$V_{tm} = (0.4 \times 1.83 + 4.0 \times 1.4) \times 11.2 = 70.9 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Tổng thể tích một móng

$$V_{1m} = V_{bm} + V_{tc} + V_{tm} = 112 + 18.0752 + 70.9 = 201 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Thể tích hai móng

$$V_{2m} = 2 \times 201 = 402 \text{ (m}^3\text{)}$$

=> Hàm lượng cốt thép móng lấy 80 (kg/m³)

$$80 \times 402 = 32160 \text{ (kg)} = 32.16 \text{ (T)}$$

a) Khối lượng bê tông trụ:

- Thể tích mũ trụ (cả 6 trụ đều có $V_{mũ}$ giống nhau)

$$V_{M.Trụ} = V_1 + V_2 = 0.75 \cdot 11.5 \cdot 2 + \left[\frac{6 + 11.5}{2} \right] \cdot 0.75 \cdot 2 = 30.375 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Thể tích bệ trụ : các trụ kích thước giống nhau

$$\text{Sơ bộ kích thước móng : } B \cdot A = 8 \cdot 5 - 0.5 \cdot 0.5 = 39.75 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$V_{Mũ} = 2 \cdot 39.75 = 79.5 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Thể tích thân trụ: V_{Tr}

$$+ \text{Trụ T1, T6 cao } 5.2 - 1.5 = 3.7 \text{ m}$$

$$V_{Tr}^1 = V_{Tr}^6 = (4.6 \cdot 1.8 + 3.14 \cdot 0.7^2) \cdot 3.7 = 29.51 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$+ \text{Trụ T2, T5 cao } 5.7 - 1.5 = 4.2 \text{ m}$$

$$V_{Tr}^2 = V_{Tr}^5 = (4.6 \cdot 1.8 + 3.14 \cdot 0.7^2) \cdot 4.2 = 33.51 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$+ \text{Trụ T3, T4 cao } 9.0 - 1.5 = 7.5 \text{ m}$$

$$V_{Tr}^3 = V_{Tr}^4 = (4.6 \cdot 1.8 + 3.14 \cdot 0.7^2) \cdot 7.5 = 59.85 \text{ (m}^3\text{)}$$

→ Thể tích toàn bộ trụ (tính cho 1 trụ)

$$V_{T1} = V_{T6} = V_{btr} + V_{Tr} + V_{mtr} = 79.5 + 29.51 + 30.375 = 139.385 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_{T2} = V_{T5} = V_{btr} + V_{Tr} + V_{mtr} = 79.5 + 33.51 + 30.375 = 143.385 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_{T3} = V_{T4} = V_{btr} + V_{Tr} + V_{mtr} = 79.5 + 59.85 + 30.375 = 169.725 \text{ (m}^3\text{)}$$

⇒ Thể tích toàn bộ 6 trụ:

$$V = V_{T1} + V_{T2} + V_{T3} + V_{T4} + V_{T5} + V_{T6}$$

$$= 2 \cdot 139.385 + 2 \cdot 143.385 + 2 \cdot 169.725 = 904.99 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Khối lượng trụ: } G_{tr} = 1.25 \times 904.99 \times 2.5 = 2828.09 \text{ T}$$

Sơ bộ chọn hàm lượng cốt thép thân trụ là 150 kg/m^3 , hàm lượng thép trong móng trụ là 80 kg/m^3 , hàm lượng thép trong mũ trụ là 100 kg/m^3 .

Nên ta có : khối lượng cốt thép trong 6 trụ là

$$m_{th} = 904.99 \cdot 0.15 + 79.5 \cdot 0.08 + 30.375 \cdot 0.1 = 145.146 \text{ (T)}$$

2.2. Xác định sức chịu tải của cọc:

vật liệu :

- Bê tông cấp 30 có $f_c' = 300 \text{ kg/cm}^2$

- Cốt thép chịu lực AII có $R_a = 2400 \text{ kg/cm}^2$

* . Sức chịu tải của cọc theo vật liệu

Sức chịu tải của cọc $D = 1000 \text{ mm}$

Theo điều A5.7.4.4-TCTK sức chịu tải của cọc theo vật liệu làm cọc tính theo công thức sau

$$P_v = \phi \cdot P_n$$

Với P_n = Cường độ chịu lực dọc trục danh định có hoặc không có uốn tính theo công thức :

$$P_n = \phi \cdot [m_1 \cdot m_2 \cdot f_c' \cdot (A_c - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}] = 0.75 \cdot 0.85 [0.85 \cdot f_c' \cdot (A_c - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}]$$

Trong đó :

ϕ = Hệ số sức kháng, $\phi = 0.75$

m_1, m_2 : Các hệ số điều kiện làm việc.

$f_c' = 30 \text{ MPa}$: Cường độ chịu nén nhỏ nhất của bê tông

$f_y = 420 \text{ MPa}$: Giới hạn chảy dẻo quy định của thép

A_c : Diện tích tiết diện nguyên của cọc

$$A_c = 3.14 \times 1000^2 / 4 = 785000 \text{ mm}^2$$

A_{st} : Diện tích của cốt thép dọc (mm^2).

Hàm l- ợng cốt thép dọc th- ờng hợp lý chiếm vào khoảng 1.5-3%. với hàm l- ợng 2% ta có:

$$A_{st} = 0.02 \times A_c = 0.02 \times 785000 = 15700 \text{ mm}^2$$

Vậy sức chịu tải của cọc theo vật liệu là:

$$P_v = 0.75 \times 0.85 \times [0.85 \times 30 \times (785000 - 15700) + 420 \times 15700] = 16709.6 \times 10^3 (\text{N}).$$

$$\text{Hay } P_v = 1670.9 (\text{T}).$$

*. Sức chịu tải của cọc theo đất nền: $P_n = P_{dn}$

-Sức chịu tải của cọc đ- ợc tính theo công thức sau: (10.7.3.2-2 22TCN-272-05)

Với cọc ma sát: $P_{dn} = \varphi_{pq} \cdot P_p + \varphi_{qs} \cdot P_s$

Có: $P_p = q_p \cdot A_p$

$$P_s = q_s \cdot A_s$$

+ P_p : sức kháng mũi cọc (N)

+ P_s : sức kháng thân cọc (N)

+ q_p : sức kháng đơn vị mũi cọc (MPa)

+ q_s : sức kháng đơn vị thân cọc (MPa)

$$q_s = 0.0025 \cdot N_i \leq 0.19 (\text{MPa}) \text{ Theo Quiros \& Reese (1977)}$$

+ A_s : diện tích bề mặt thân cọc (mm^2)

+ A_p : diện tích mũi cọc (mm^2)

+ φ_{qp} : hệ số sức kháng đối với sức kháng mũi cọc quy định cho trong Bảng 10.5.5-3 dùng cho các ph- ơng pháp tách rời sức kháng của cọc do sức kháng của mũi cọc và sức kháng thân cọc. Đối với đất cát $\varphi_{qp} = 0.55$.

+ φ_{qs} : hệ số sức kháng đối với sức kháng thân cọc cho trong Bảng 10.5.5-3 dùng cho các ph- ơng pháp tách rời sức kháng của cọc do sức kháng của mũi cọc và sức kháng thân cọc. Đối với đất sét $\varphi_{qs} = 0.65$. Đối với đất cát $\varphi_{qs} = 0.55$.

- Sức kháng thân cọc của Mố :

Khi tính sức kháng thành bên bỏ qua 1D tính từ chân cọc trở lên.

Sức chịu tải của cọc trụ M1 theo ma sát thành bên

Lớp đất	Chiều dày thực L_t (m)	Chiều dày tính toán L_{tt} (m)	Trạng thái	N	Diện tích bề mặt cọc $A_s = L_{tt} \cdot P$ $= 3.14 \cdot L_{tt}$ (m^2)	$q_s = 0.0025 \cdot N \cdot 10^3$ (KN)	$P_s = A_s \cdot q_s$ (KN)
Lớp 1	6.5	6.5	Vừa	20	20.4	50	1020

Lớp 2	11.5	11.5	Chặt vừa	35	36.11	87.5	3159.6
Lớp 3	Vc	7.5	Chặt	40	22.55	100	2255
ΣP_s							6434.6

-Sức kháng mũi cọc:

$$P_p = 0,057.N.10^3 = 0,057.40.1000 = 2280 \text{ (KN)}$$

Tổng sức chịu tải của một cọc đơn:

$$P_{dn} = 0,55.P_p + 0,55.P_s = 0,55 \times 2280 + 0,55 \times 6434.6 = 4793 \text{ (KN)} = 479.3 \text{ (T)}$$

- Sức kháng thân cọc của Tru :

Khi tính sức kháng thành bên bỏ qua 1D tính từ chân cọc trở lên.

Sức chịu tải của cọc tru T3 theo ma sát thành bên

Lớp đất	Chiều dày thực L_t (m)	Chiều dày tính toán L_{tt} (m)	Trạng thái	N	Diện tích bề mặt cọc $A_s = L_{tt} \cdot P$ $= 3,14 \cdot L_{tt}$ (m ²)	$q_s = 0,0025.N.10^3$ (KN)	$P_s = A_s \cdot q_s$ (KN)
Lớp 1	3.6	3.6	Vừa	20	11.3	50	565
Lớp 2	7	7	Chặt vừa	35	21.98	87.5	1923.3
Lớp 3	vc	13	Chặt	40	40.82	100	4082
ΣP_s							6570.3

-Sức kháng mũi cọc:

$$P_p = 0,057.N.10^3 = 0,057.40.1000 = 2280 \text{ (KN)}$$

Tổng sức chịu tải của một cọc đơn:

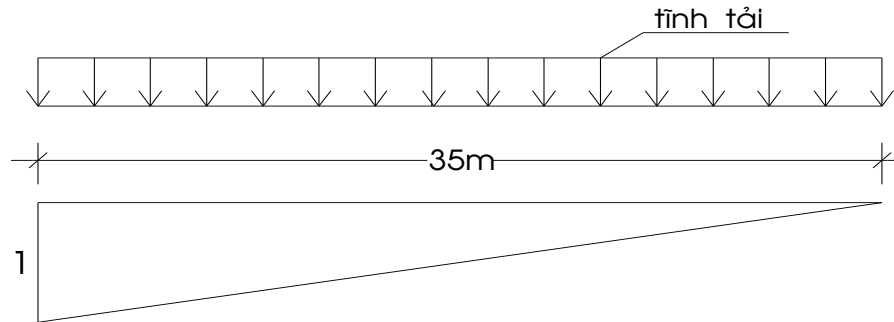
$$P_{dn} = 0,55.P_p + 0,55.P_s = 0,55 \times 2280 + 0,55 \times 6570.3 = 4867.7 \text{ (KN)} = 486.77 \text{ (T)}$$

3. Tính toán số l- ợng cọc móng mố và tru cầu:

3.1. Tính tải:

Gồm trọng l- ợng bản thân mố và trọng l- ợng kết cấu nhịp.

3.2. Xác định áp lực tác dụng lên mố:



Hình 3-1 Đường ảnh hưởng áp lực lên móng

$$DC = P_{m\acute{o}} + (g_{d\grave{a}m} + g_{mn} + g_{lan\ can} + g_{g\grave{o}i\ ch\grave{a}n}) \times \omega$$

$$= (200 \times 2.5) + [1.884 \times 5 + 0.159 + 0.45 + 0.625 + 0.11] \times 0.5 \times 35 = 688.4 \text{ T}$$

$$DW = g_{l\acute{o}p\ ph\grave{u}} \times \omega = 3.85 \times 0.5 \times 35 = 67.38 \text{ T}$$

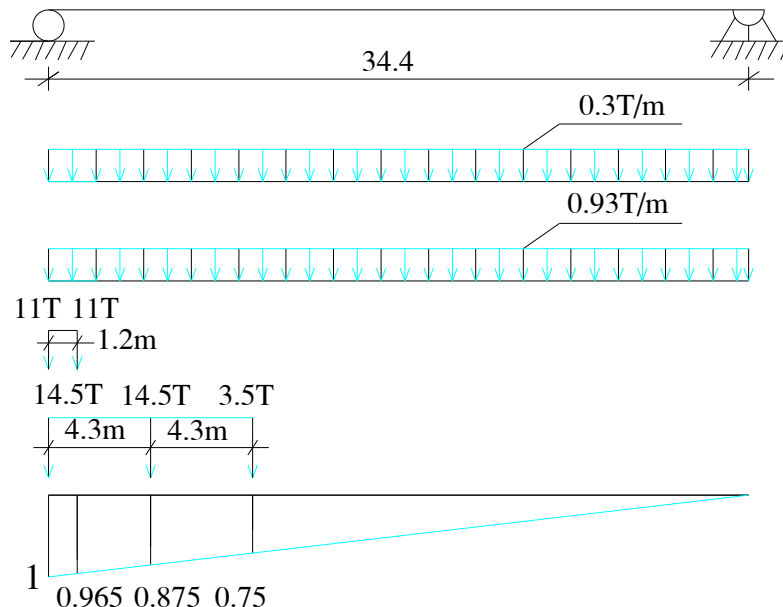
-Hoạt tải:

Theo quy định của tiêu chuẩn 22tcvn272-05 thì tải trọng dùng thiết kế là giá trị bất lợi nhất của tổ hợp:

- +Xe tải thiết kế và tải trọng làn thiết kế
- +Xe tải 2 trục thiết kế và tải trọng làn thiết kế
- +(2 xe tải 3 trục+tải trọng làn+ tải trọng ng-ời đi bộ)×0.9

Tính áp lực lên móng do hoạt tải:

- +Chiều dài nhịp tính toán: 34.4 m



Hình 2-2 Sơ đồ xếp tải lên đường ảnh hưởng áp lực móng

Từ sơ đồ xếp tải ta có phản lực gối do hoạt tải tác dụng nh- sau

- Với tổ hợp HL-93K(xe tải thiết kế+tải trọng làn+ng-ời đi bộ):

$$LL = n \cdot m \cdot (1 + IM/100) \cdot (P_i y_i) + n \cdot m \cdot W_{\text{làn}} \cdot \omega$$

$$PL = 2P_{\text{ng-ời}} \cdot \omega$$

Trong đó:

n : số làn xe $n=2$

m : hệ số làn xe

IM : lực xung kích của xe, khi tính mô-tru đặc-thì $(1+IM/100)=1.25$

P_i : tải trọng trục xe, y_i : tung độ đ-ờng ảnh h-ởng

ω : diện tích đ-ờng ảnh h-ởng

$W_{\text{làn}}, P_{\text{ng-ời}}$: tải trọng làn và tải trọng ng-ời

$$W_{\text{làn}} = 0.93T/m, P_{\text{ng-ời}} = 0.3 T/m$$

$$+LL_{\text{xe tải}} = 2 \times 1 \times 1.25 \times (14.5 + 14.5 \times 0.875 + 3.5 \times 0.75) + 2 \times 1 \times 0.93 \times (0.5 \times 34.4) = 106.5T$$

$$PL = 2 \times 0.3 \times (34.4 \times 0.5) = 10.32 T$$

$$+LL_{\text{xe tải 2 trục}} = 2 \times 1 \times 1.25 \times (11 + 11 \times 0.965) + 2 \times 1 \times 0.93 \times (0.5 \times 34.4) = 86.03T$$

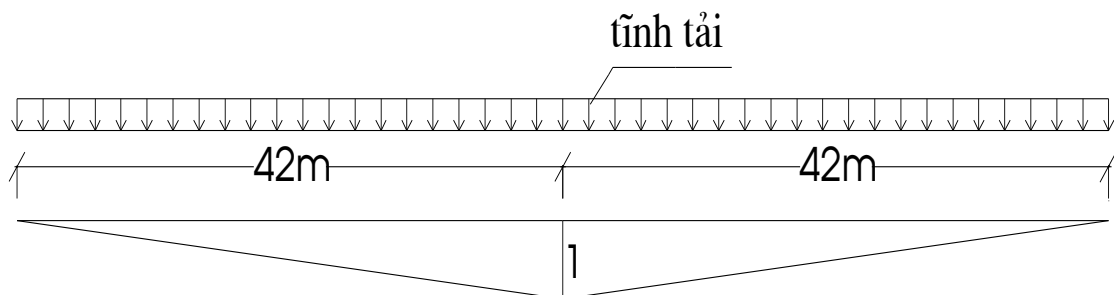
$$PL = 2 \times 0.3 \times (34.4 \times 0.5) = 10.32 T$$

Vậy tổ hợp HL đ-ợc chọn làm thiết kế

Vậy toàn bộ hoạt tải và tĩnh tải tính toán tác dụng lên bề mặt là:

Nội lực	Nguyên nhân				Trạng thái giới hạn C-ờng độ I
	DC ($\gamma_D=1.25$)	DW ($\gamma_W=1.5$)	LL ($\gamma_{LL}=1.75$)	PL ($\gamma_{PL}=1.75$)	
P(T)	688.4 x 1.25	67.38 x 1.5	106.5 x 1.75	10.32 x 1.75	1166.005

3.3. Xác định áp lực tác dụng trục:

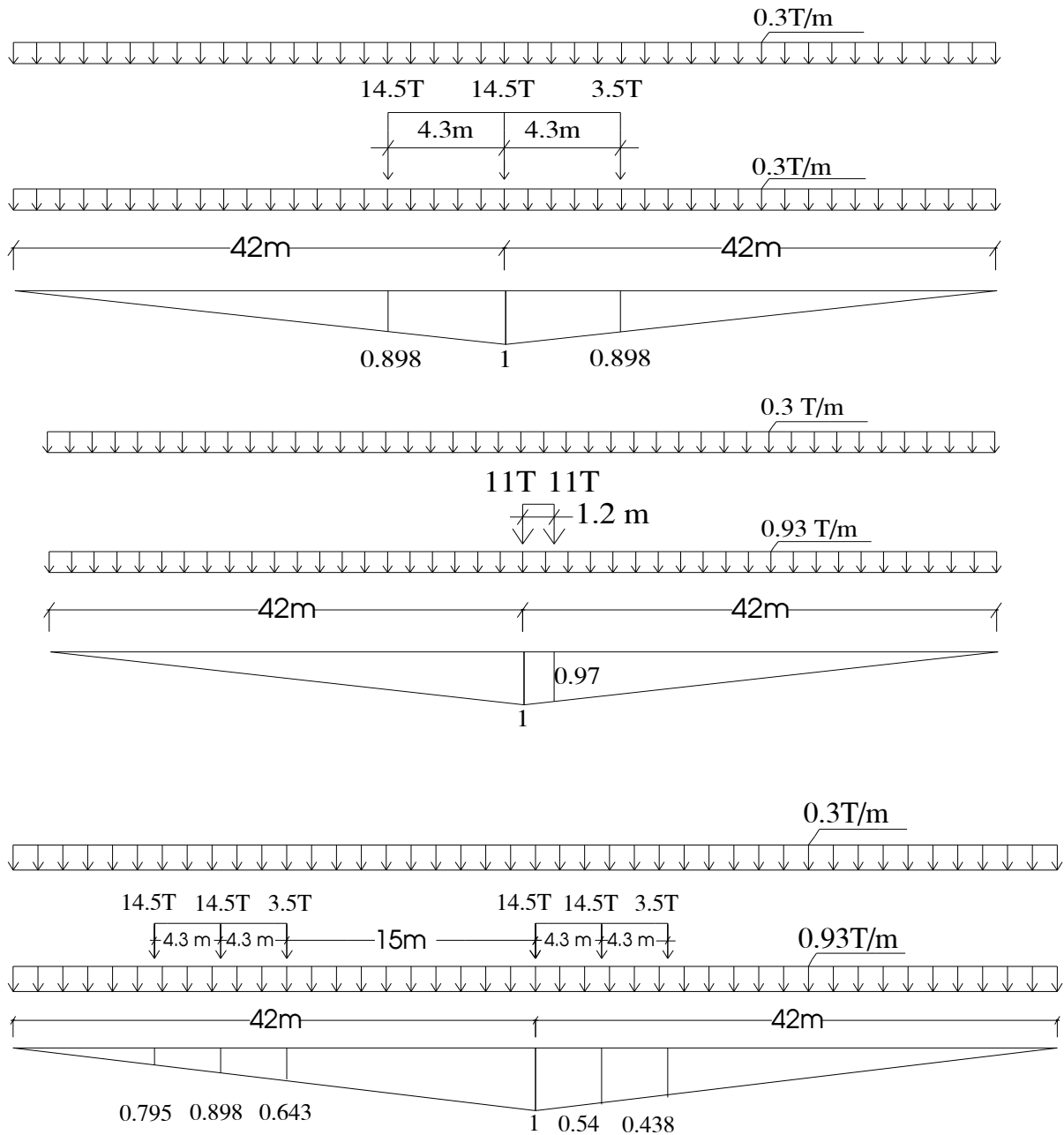


Hình 2-3 Đ-ờng ảnh h-ởng áp lực lên trục

$$\begin{aligned}
 DC &= P_{\text{trục}} + (g_{\text{dầm 1}} + g_{\text{làn can}} + g_{\text{gờ chắn}}) \times \omega \\
 &= (214.89 \times 2.5) + (1.869 \times 5 + 0.625 + 0.11) \times 42 \\
 &= 960.585T
 \end{aligned}$$

$$DW = g_{l\phi pp\ddot{u}} \cdot \omega = 3.85 \times 42 \\ = 161.7 \text{ T}$$

-Hoạt tải:



Hình 2-4 Đ- ường ảnh h- ưởng áp lực lên móng

$$LL = n \cdot m \cdot (1 + IM/100) \cdot (P_i \cdot y_i) + n \cdot m \cdot W_{l\ddot{a}n} \cdot \omega$$

$$PL = 2P_{ng- \ddot{u}i} \cdot \omega$$

Trong đó

n: số làn xe, n=2

m: hệ số làn xe, m=1;

IM: lực xung kích của xe, khi tính mố trụ đặc thì $(1 + IM/100) = 1.25$

P_i : tải trọng trục xe, y_i : tung độ đ- ờng ảnh h- ờng

ω : diện tích đ- ờng ảnh h- ờng

$W_{\text{làn}}, P_{\text{ng- ời}}$: tải trọng làn và tải trọng ng- ời

$W_{\text{làn}}=0.93\text{T/m}$, $P_{\text{ng- ời}}=0.3\text{ T/m}$

+Tổ hợp 1: 1 xe tải 3 trục+ tt làn+tt ng- ời:

$$LL_{\text{xtải}}=2 \times 1 \times 1.25 \times (14.5 + 14.5 \times 0.898 + 3.5 \times 0.898) + 2 \times 1 \times 0.93 \times 42 = \mathbf{154.78}$$

$$PL=2 \times 0.45 \times 42 = 37.8\text{T}$$

+Tổ hợp 2: 1 xe tải 2 trục+ tt làn+tt ng- ời:

$$LL_{\text{xc tải 2 trục}}= 2 \times 1 \times 1.25 \times (11 + 11 \times 0.971) + 2 \times 1 \times 0.93 \times 42 = \mathbf{132.323\text{T}}$$

$$PL=2 \times 0.3 \times 42 = 25.2\text{T}$$

+Tổ hợp 3: 2 xe tải 3 trục+ tt làn+tt ng- ời:

$$LL_{\text{xtải}}=(2 \times 1 \times 1.25 \times (14.5 + 14.5 \times 0.898 + 3.5 \times 0.795 + 14.5 \times 0.438 + 14.5 \times 0.540 + 3.5 \times 0.643) + 2 \times 1 \times 0.93 \times 42) \times 0.9 = 175.46\text{ T}$$

$$PL=2 \times 0.45 \times 42 = 37.8\text{T}$$

Vậy tổ hợp HL đ- ợc chọn làm thiết kế

Tổng tải trọng tính đ- ời đầy đài là

Nội lực	Tính tải x hệ số				Trạng thái giới hạn C- ờng độ I
	DC ($\gamma_D=1.25$)	DW ($\gamma_W=1.5$)	LL ($\gamma_{LL}=1.75$)	PL ($\gamma_{PL}=1.75$)	
P(T)	960.585x1.25	161.7 x1.5	154.78x1.75	37.78x1.75	1780.26

3.4. Tính số cọc cho móng trụ, mố:

$$n=\beta \times P/P_{\text{cọc}}$$

Trong đó:

β : hệ số kể đến tải trọng ngang;

$\beta=1.5$ cho trụ, $\beta= 2.0$ cho mố(mố chịu tải trọng ngang lớn do áp lực ngang của đất và tác dụng của hoạt tải truyền qua đất trong phạm vi lăng thể tr- ợt của đất đắp trên mố).

$P(T)$: Tải trọng thẳng đứng tác dụng lên móng mố, trụ đã tính ở trên.

$$P_{\text{cọc}}=\min (P_{\text{vl}}, P_{\text{nd}})$$

Hạng mục	Tên	P_{vl}	P_{nd}	$P_{\text{cọc}}$	Tải trọng	Hệ số	số cọc	Chọn
Trụ giữa	T3	1670.9	486.17	486.17	1780.26	1.5	5.49	6
Mố	M1	1670.9	479.3	479.3	1166.005	2	4.86	6

4. khối lượng đất đắp hai đầu cầu.

Chiều cao đất đắp ở đầu mố là 5.9 m nh- vậy chiều dài đoạn đường đầu cầu là: $L_{\text{đầu}} = 5.8 + 4.2 = 10\text{m}$, độ dốc mái ta luy 1:1.5

$$V_d = (F_{\text{Tb}} * L_{\text{đầu cầu}}) * k = 2 * (5.9 * 11.5 * 10) * 1.2 = 1628 \text{ (m}^3\text{)}$$

K: hệ số đắp nền $k = 1.2$

IV. Dự kiến ph- ơng án thi công:

3.1. Thi công mố:

B- ớc 1:

- San ủi mặt bằng (dùng máy ủi). Định vị tim cọc.
- Làm lán trại cho cán bộ công nhân
- Tập hợp máy móc thiết bị vật liệu chuẩn bị thi công mố

B- ớc 2: Đối với móng cọc khoan nhồi

- Định vị tim cọc, lắp đặt, định vị máy khoan. Dụng máy khoan
- Tiến hành khoan cọc đến cao độ thiết kế.
- Vệ sinh lỗ khoan, hạ lồng thép, đổ bê tông theo ph- ơng pháp ‘ÔRTĐ’ trong nước

B- ớc 3

- Dùng máy xúc kết hợp nhân lực đào hố móng đến cao độ thiết kế. (móng cọc và móng nông)
- Đập đầu cọc vệ sinh hố móng
- Rải đá dăm đệm dày 30cm, đổ bê tông lớp lót 10cm

B- ớc 4

- Bố trí cốt thép dựng ván khuôn bê
- Đổ bê tông bê mố

B- ớc 5

- Bố trí cốt thép dựng ván khuôn thân mố
- Đổ bê tông thân mố đến cao độ đá kê gối

B- ớc 6

- Bố trí cốt thép dựng ván khuôn và đổ bê tông phần còn lại.
- Đắp đất nón mố và hoàn thiện.

3.2. Thi công trụ cầu:

B- ớc 1:

- Dùng phao chở nổi dẫn ra đến vị trí thi công trụ bằng các máy chuyên dụng.
- Phao chở nổi có đối trọng để đảm bảo an toàn thi công.

B- ớc 2: Đối với móng cọc khoan nhồi

- Định vị tim cọc, lắp đặt, định vị máy khoan. Dụng máy khoan
- Tiến hành khoan cọc đến cao độ thiết kế.
- Vệ sinh lỗ khoan, hạ lồng thép, đổ bê tông theo phương pháp ‘ÔRTĐ’ trong n- ớc

- Đo đạc xác định tim trụ, tim vòng vây cọc ván thép, khung định vị
- Hạ khung định vị, đóng cọc ván thép. Vòng vây cọc ván

B- ớc 3:

- Cố định phao trở nổi
- Đóng vòng vây cọc ván thép

B- ớc 4

- Đổ bê tông bịt đáy theo phương pháp vữa dâng
- Hút nước ra khỏi hố móng
- Xối hút vệ sinh đáy hố móng
- Lắp dựng ván khuôn, cốt thép và đổ bê tông bề trụ
- Sau khi bê tông trụ đủ cường độ cho phép lắp dựng ván khuôn cốt thép đổ bê tông thân trụ
- Hoàn thiện trụ, tháo dỡ đà giáo ván khuôn, dùng búa rung nhỏ cọc ván thép tháo dỡ hệ thống khung vây cọc định vị

3.3. Thi công kết cấu nhịp:

- Thi công phần kết cấu nhịp:

- + Các cấu kiện lắp ghép bao gồm: các đoạn dầm chủ, các chi tiết nối, hệ liên kết ngang... được chế tạo ở trong nhà máy. Các vấu neo cũng hàn trực tiếp vào dầm chủ.
 - + Lắp ráp các đốt dầm thép, hệ liên kết ngang trên bãi lắp ở đầu cầu. Nối các nhịp thành hệ liên tục.
 - + Lao dầm bằng phương pháp kéo dọc bằng tời và cáp.
 - + Lắp ván khuôn và cốt thép bản mặt cầu.
 - + Đổ bê tông bản mặt cầu, vận chuyển bê tông bằng máy bơm bê tông.
 - + Làm lớp mặt cầu, ống thoát nước, lắp đặt lan can và hoàn thiện.
- Dự kiến thời gian thi công: 2 năm

TỔNG MỨC ĐẦU TƯ - CẦU PHƯỜNG AN II

TT	Hạng mục	Đơn vị	Khối lượng	Đơn giá (đ)	Thành tiền (đ)
	Tổng mức đầu tư	đ		A+B+C+D	48,332,593,619
A	Giá trị dự toán xây lắp	đ		AI+AII	39,747,198,700
AI	Giá trị DTXL chính	đ		I+II+III	36,133,817,000
I	Kết cấu phần trên	đ			22,162,411,000
1	Bê tông đầm liên hợp	m ³	480.35	2,000,000	960,700,000
2	Cốt thép đầm liên hợp	T	72.053	15,000,000	1,080,795,000
3	Thép đầm liên hợp	T	718.17	24,000,000	17,236,080,000
4	Thép đầm ngang	T	32.09	24,000,000	770,160,000
5	Thép sần gia công	T	4.88	24,000,000	117,120,000
6	Bê tông lan can	m ³	110	2,000,000	220,000,000
7	Cốt thép lan can	T	16.5	15,000,000	247,500,000
8	Gối cầu	Cái	84	5,000,000	420,000,000
9	Khe co giãn	m	92	3,000,000	276,000,000
10	Lớp phủ mặt cầu	m ³	312.48	2,200,000	687,456,000
11	ống thoát nước PVC	Cái	44	150,000	6,600,000
12	Điện chiếu sáng	Cột	10	14,000,000	140,000,000
II	Kết cấu phần d-ới				13,771,920,000
1	Cọc khoan nhồi	m	1200	5,000,000	6,000,000,000
2	Bê tông mố trụ	m ³	1412.87	2,000,000	2,701,600,000
3	Cốt thép mố trụ	T	193.33	15,000,000	2,775,000,000
4	Công trình phù trợ	%	20	II₁ ...II₃	2,295,320,000
III	Đường hai đầu cầu				199,486,000
1	Đắp đất	m ³	1628	62,000	100,936,000
2	Móng + mặt đường	m ²	115	370,000	42,550,000
3	Đá học xây	m ³	100	560,000	56,000,000
AII	Giá trị xây lắp khác	%	10	AI	3,613,381,700
1	San lấp mặt bằng thi công				
2	CT phục vụ thi công				
3	Chuyển quân, máy, ĐBGT, lán				
B	Chi phí khác	%	10	A	3,974,719,870
1	KSTK,t- vấn,bảo hiểm				
2	Chi phí ban quản lý				
3	Khánh thành bàn giao, đền bù				
4	Chi phí rà phá bom mìn				
C	Tr- ợt giá	%	5	A	1,987,359,935
D	Dự phòng	%	6	A+B	2,623,315,114
	Chỉ tiêu 1m² cầu				17,733,477

CHƯƠNG IV : TỔNG HỢP VÀ LỰA CHỌN THIẾT KẾ KỸ THUẬT

I. Khái niệm chung về so sánh các phương án kết cấu cầu.

Khi so sánh phương án cầu để lựa chọn phương án hợp lý nhất ta xét các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật khác nhau như: đánh giá dự toán (vốn đầu tư), nhân lực, thời gian thi công, chi phí khai thác ...vv.

Khi chọn phương án cấu tạo cho những cầu thành phố và ngoại vi thành phố cũng như cầu trên các tuyến đường trục lớn, ngoài các chỉ tiêu nói trên thì vẻ đẹp mỹ quan của công trình có một ý nghĩa quan trọng ảnh hưởng tới việc lựa chọn phương án có thể còn do tình hình thiết bị vật tư hiện có như: những công cụ, máy móc dùng trong xây dựng ...vv. Trong những trường hợp này dù cho phương án có hợp lý nhất về các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật cũng có thể bị loại trừ trong khi đơn vị thi công không được trang bị các thiết bị, phương tiện cần thiết cho thi công.

Trường hợp hiện nay khi lựa chọn phương án cầu để làm phương án kỹ thuật thì người ta so sánh theo các chỉ tiêu sau:

- Theo giá thành kể cả ảnh hưởng của chi phí nhân lực và thời hạn xây dựng cũng như chênh lệch về chi phí khai thác.
- Theo nhân lực, tức là tổng số lao động và ngày công cần thiết để xây dựng cầu.
- Theo thời hạn xây dựng.

Ngoài ra khi so sánh các phương án cầu còn phải xét đến khối lượng các vật liệu chủ yếu và tính khan hiếm của nó, hình dáng bề ngoài công trình ...vv.

Để lựa chọn phương án cơ bản trường hợp căn cứ vào các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật và yêu cầu tổng hợp về kinh tế cấu tạo, công nghệ thi công, khai thác và kiến trúc.

Trong phạm vi đồ án tốt nghiệp do thời gian và khả năng của sinh viên còn hạn chế, do đó ta không đi sâu vào các nội dung của các chỉ tiêu dùng để so sánh các phương án trên được mà chỉ trên cơ sở phân tích các ưu nhược điểm của từng phương án, sự hợp lý về kết cấu đối với các điều kiện khu vực xây dựng cầu, điều kiện chế tạo thi công, điều kiện khai thác để đề xuất ra một phương án làm phương án kỹ thuật.

II. So sánh lựa chọn các phương án.

1. Phương án I.

Cầu BTCT nhịp đơn giản 6 nhịp $= 35 \times 2 + 42 \times 2 + 35 \times 2$ (m).

* Ưu điểm:

- Tính toán thiết kế đơn giản hơn so với kết cấu siêu tĩnh.
- Bố trí cốt thép đơn giản.
- Không phát sinh nội lực phụ khi có sự lún không đều của móng trụ và sự thay đổi không đều của nhiệt độ.
- Dễ tiêu chuẩn hóa, định hình hóa cấu kiện.
- Thích hợp với kết cấu bán lắp ghép, lắp ghép.
- Chịu tải trọng trùng phùng tốt hơn cầu bê tông trường hợp.
- Phù hợp với điều kiện, năng lực, thiết bị thi công của nước ta hiện nay.
- Tận dụng được nguồn vật liệu địa phương.

* Nhược điểm:

- Trọng lượng bản thân tương đối nặng, nên khi vận chuyển lao lắp cần phải có thiết bị chuyên dụng hiện đại.

- Xe chạy không êm thuận vì phải lắp nhiều khe co giãn.
- Xét về mỹ quan thì cầu đơn giản thì không đẹp như các loại cầu liên tục, cầu treo...vv.
- BT là vật liệu chịu kéo kém nên dễ bị nứt nên có biện pháp khắc phục những nhược điểm trên.

2. Phân công án II.

Cầu dầm liên hợp Thép - Bê tông cốt thép 6 nhịp = $35 \times 2 + 42 \times 2 + 35 \times 2$ (m)

*** Ưu điểm:**

- Kết cấu chế tạo gần như hoàn toàn trong công xưởng nên thời gian thi công có thể rút ngắn, chất lượng cấu kiện được đảm bảo.
- Vật liệu sử dụng: Thép là loại vật liệu chịu lực cao nên vượt được khẩu độ lớn do trọng lượng kết cấu nhẹ nên giảm khối lượng vật liệu cho móng, trụ cũng như toàn cầu.
- Công nghệ thi công lao kéo dọc cũng là công nghệ quen thuộc với công nhân Việt Nam nên việc thi công có nhiều thuận lợi.
- Việc lắp ráp các cấu kiện bằng thép tương đối dễ dàng do đó công tác thay thế sửa chữa sau này dễ dàng.
- Thi công không đòi hỏi nhiều thiết bị thi công phức tạp.

*** Nhược điểm:**

- Trọng lượng bản thân cầu nhẹ do đó độ ổn định không cao như cầu BT, khi xe nặng qua cầu thì cầu có hiện tượng dao động lớn gây tâm lý không tốt với người tham gia giao thông trên cầu.
- Cầu có mặt cắt ngang không thay đổi, chiều cao dầm lớn không tận dụng được tối đa khả năng chịu lực của vật liệu, mặt khác làm nâng cao độ mặt cầu do đó mà làm cho khối lượng đất đắp đầu lớn và phải có giải pháp chống trượt đất đắp nên Chi phí tốn kém.
- Thép là vật liệu rất dễ bị ảnh hưởng của các tác động bên ngoài như nhiệt độ, các yếu tố môi trường, điều kiện khí hậu Việt Nam là nóng ẩm, do đó thép rất dễ bị phá hỏng do các yếu tố trên nên Chi phí cho công tác duy tu bảo dưỡng là khá lớn.

III. Lựa chọn phân công án cầu

Qua các phân tích đã nêu ta thấy về mặt thi công cũng như tính toán ta có thể chọn cả 3 phân công án. Tuy nhiên, nếu xét về khả năng chuyên môn, mỹ quan, kinh tế và điều kiện khai thác em quyết định lựa chọn *phân công án I* làm phân công án để thiết kế kỹ thuật.

PHẦN II : THIẾT KẾ KỸ THUẬT

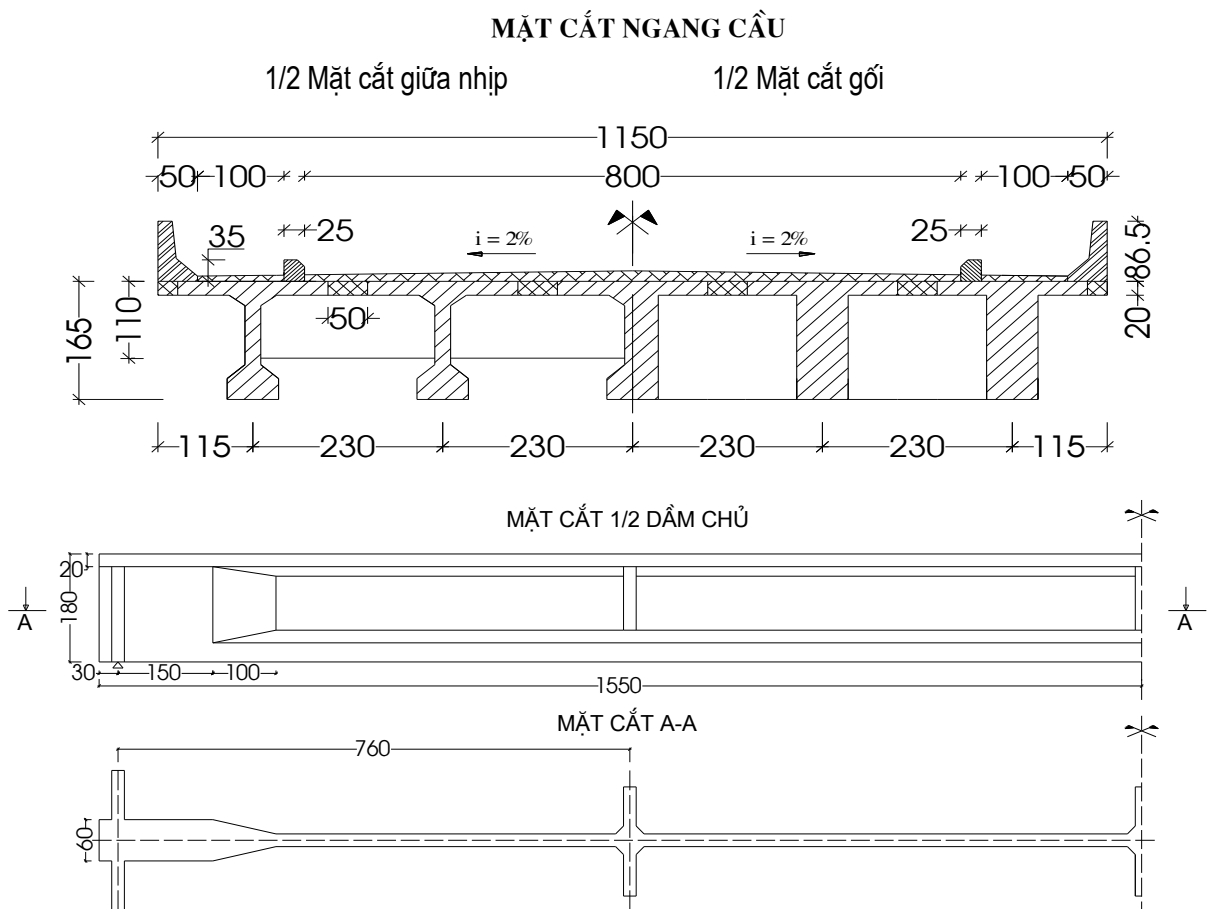
CH- CÔNG I : TÍNH TOÁN BẢN MẶT CẦU

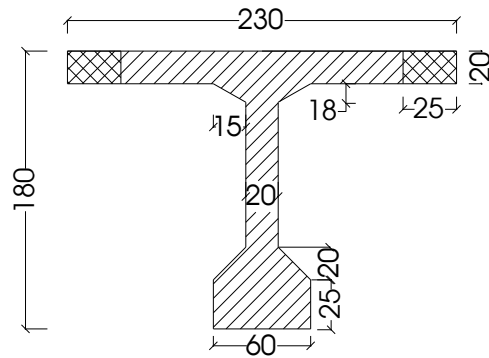
- +Chiều dài dầm: 35` m
- +Khổ cầu: $B = 8.0 + 2 \times 1.0$ m
- +Tải trọng: đoàn xe HL93, ng- ời đi bộ: 300kg/m^2
- +Quy trình thiết kế BGTVT 22 TCN 272-05.
- +Tiêu chuẩn thiết kế đ- ường ô tô TCVN4054-05.

Vật liệu :

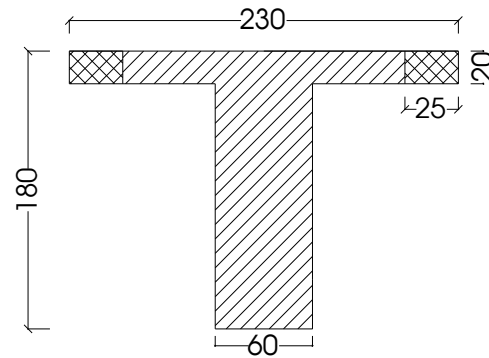
+C- ờng độ bê tông 28 ngày tuổi $f'_c = 50\text{MPa}$.

+C- ờng độ thép th- ờng $F_y = 400\text{MPa}$.





Mặt cắt giữa dầm chủ



Mặt cắt gối dầm chủ

I. PH- ỜNG PHÁP TÍNH TOÁN NỘI LỰC BẢN MẶT CẦU.

-Áp dụng ph- ờng pháp tính toán gần đúng theo TCN 4.6.2(điều 4.6.2 của 22TCN272-05) . Mặt cầu có thể phân tích nh- một dầm liên tục trên các gối là các dầm.

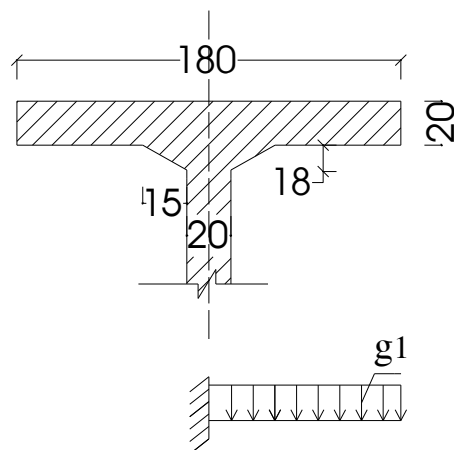
II. XÁC ĐỊNH NỘI LỰC BẢN MẶT CẦU.

• Sơ đồ tính và vị trí tính nội lực:

Bản mặt cầu làm việc theo hai giai đoạn.

* Giai đoạn một : Khi ch- a nối bản , bản làm việc nh- một dầm công son ngầm ở s- ờn dầm

-. Sơ đồ tính: Là sơ đồ nút thừa, chịu tải trọng phân bố đều : g_1



+Trọng lượng bản thân bản:

$$DC = W_s = g_1 = h_{\text{bản}} \cdot \gamma_{\text{BTCT}} = 0.2 \times 24 = 4.8 \text{ KN/m}^2 = 4.8 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2.$$

$$+ \text{ Momen tại gối: } Mo = g_1 \cdot \frac{\left(\frac{S}{2}\right)^2}{2} = 4.8 \times 10^{-3} \cdot \frac{\left(\frac{2300}{2}\right)^2}{2} = 3174 (\text{N.mm})$$

* Giai đoạn hai : Sau khi nối bản, bản đ- ợc nối bằng mối nối - ốt, đổ trực tiếp với dầm ngang. Để tính nội lực ở giai đoạn này, phải tính tải trọng tác dụng lên bản:

1. Xác định chiều rộng bản cánh hữu hiệu:

* Tổng chiều dài một dầm là 35m, để hai đầu dầm mỗi bên 0.3m để kê lên gối. Như vậy chiều dài tính toán của nhịp cầu là: 34.4 m.

* Đối với dầm giữa :

- Bề rộng bản cánh hữu hiệu có thể lấy giá trị nhỏ nhất của :

$$+ 1/4 \text{ chiều dài nhịp} = 34400/4 = 8600 \text{ mm}$$

+ 12 lần độ dày trung bình của bản cộng với số lớn nhất của bề dày bản bụng dầm hoặc 1/2 bề rộng bản cánh trên của dầm chính:

$$= 12 \times 200 + \max \left\{ \frac{1800}{2} \right. = 3300 \text{ mm}$$

+ Khoảng cách giữa các dầm kề nhau = 2300 mm.

* Đối với dầm biên :

- Bề rộng cánh dầm hữu hiệu có thể lấy được bằng bề rộng hữu hiệu của dầm kề trong ($= 2300/2 = 1150$) cộng với số nhỏ nhất của :

$$+ 1/8 \text{ chiều dài nhịp hữu hiệu} = 34400/8 = 4300 \text{ mm}$$

+ 6 lần trung bình chiều dày của bản cộng số lớn hơn giữa 1/2 độ dày bản bụng hoặc 1/4 bề rộng bản cánh trên của dầm chính :

$$= 6 \times 200 + \max \left\{ \frac{200}{2} \right. = 1650 \text{ mm}$$

+ Bề rộng phần hằng = 1150 mm $\rightarrow b_e = 1150 + 1150 = 2300 \text{ mm}$.

Kết luận bề rộng cánh hữu hiệu:

Dầm giữa (b_i)	2300 mm
Dầm biên (b_e)	2300 mm

2. Xác định tính tải cho 1 mm chiều rộng của bản.

1 - Trong lớp bản mặt cầu :

$$W_s = H_b \times \gamma_c = 200 \times 2.4 \times 10^{-5} = 480 \times 10^{-5} \text{ N/mm}^2$$

2- Trong lớp bản mút thừa: $W_o = W_s$

3- Trong lớp lớp phủ:

- Lớp phủ mặt cầu :

+ Bê tông Asphalt dày 5cm trọng lượng riêng là 22,5 KN/m³.

+ Bê tông bảo vệ dày 3cm trọng lượng riêng là 24 KN/m³.

+ Lớp phòng nước Raccon#7 (không tính)

+ Lớp tạo phẳng dày 3 cm, trọng lượng riêng là 24 KN/m³.

Tên lớp	Bề dày (m)	TL riêng (KN/m ³)	Khối lượng (KN/m ²)
BT Asphalt	0,05	22,5	1,12
BT bảo vệ	0,03	24	0,72
Lớp tạo phẳng	0,03	24	0,72

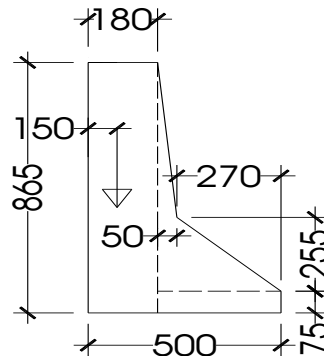
⇒ Tính tải rải đều của lớp phủ tính cho 1mm cầu là:

$$W_{DW} = 1,12 + 0,72 + 0,72 = 2,56 \text{ KN/m}^2$$

4- Trong lan can :

$$P_b = ((865 \times 180 + (500 - 180) \times 75 + 50 \times 255 + 535 \times 50 / 2 + (500 - 230) \times 255 / 2)) \times 2,4 \times 10^{-5}$$

$$= 240250 \times 2,4 \times 10^{-5} = 576600 \times 10^{-5} = 5.766 \text{ N/mm}$$



Cấu tạo lan can

3- Tính nội lực bản mặt cầu :

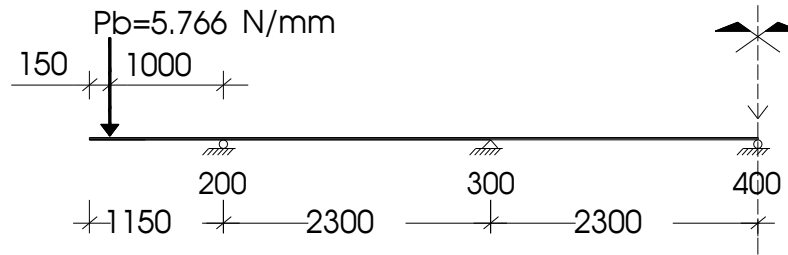
1- Nội lực do tĩnh tải:

(Nội lực tính cho dải bản ngang có chiều rộng là 1 mm)

1.1. Nội lực do lan can:

- Tải trọng lan can coi như một lực tập trung có giá trị $P_b = 5.766 \text{ N/mm}$ đặt tại trọng tâm của lan can.
- Xếp tải lên dầm để tìm tung độ dầm tương ứng.
- Tra bảng với:

$$L_1 = 1150 - 150 = 1000 \text{ mm}$$



$$\begin{aligned} R_{200} &= P_b \times (\text{tung độ đah}) = P_b(1+1.27L_1/S) \\ &= 5.766 \times (1+1.127 \times 1000/2300) \\ &= 8.59 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{200} &= P_b \times (\text{tung độ đah}) \times L_1 \\ &= P_b(-1 \times L_1) \\ &= 5.766 \times (-1 \times 1000) \\ &= -5766 \text{ N.mm/mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{204} &= P_b \times (\text{tung độ đah}) \times L_1 \\ &= P_b(-0.4920 \times L_1) \\ &= 5.766 \times (-0.492 \times 1000) \\ &= -2836.87 \text{ N.mm/mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{300} &= P_b \times (\text{tung độ đah}) \times L_1 \\ &= P_b(0.27 \times L_1) \\ &= 5.766 \times (0.27 \times 1000) \\ &= 1556.82 \text{ N.mm/mm} \end{aligned}$$

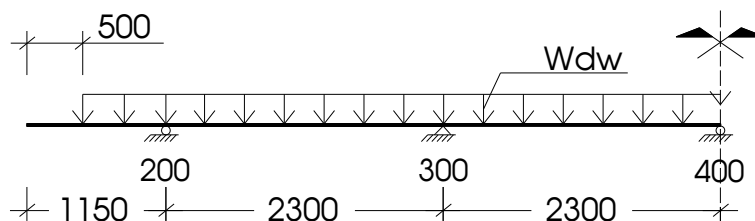
1.2. Nội lực do lớp phủ: W_{DW}

Sơ đồ:

$$W_{DW} = 256 \times 10^{-5} \text{ N/mm}^2$$

Dùng bảng tra với:

$$L_2 = 1150 - 500 = 615 \text{ mm}$$



$$\begin{aligned} R_{200} &= W_{DW} \left[\left(1 + 0.635 \times \frac{L_2}{S} \right) \times L_2 + 0.3928 \times S \right] \\ &= 256 \times 10^{-5} \times \left[\left(1 + 0.635 \times 615/2300 \right) \times 615 + 0.3928 \times 2300 \right] \end{aligned}$$

$$= 4.15 \text{ N/mm}$$

$$\begin{aligned} M_{200} &= W_{DW} \cdot (-0.5) \cdot L_2^2 \\ &= 256 \times 10^{-5} \times (-0.5) \times 615^2 \\ &= -484.13 \text{ N.mm/mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{204} &= W_{DW} [(-0.246) \times L_2^2 + (0.0772) \times S^2] \\ &= 256 \times 10^{-5} \times [(-0.246) \times 615^2 + (0.0772) \times 2300^2] \\ &= 807.3 \text{ N.mm/mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{300} &= W_{DW} [(0.135) \times L_2^2 + (-0.1071) \times S^2] \\ &= 256 \times 10^{-5} \times [(0.135) \times 615^2 + (-0.1071) \times 2300^2] \\ &= -1145.4 \text{ N mm/mm} \end{aligned}$$

2- Nội lực do hoạt tải :

Nội lực tính cho dải bản trong(nằm giữa 2 s- ờn dầm)

2.1 Mômen d- ơng lớn nhất do hoạt tải bánh xe:

+ Với các nhịp bằng nhau (S = 2300) mômen d- ơng lớn nhất gần đúng tại điểm 204
(0.4 x S của nhịp b-c)

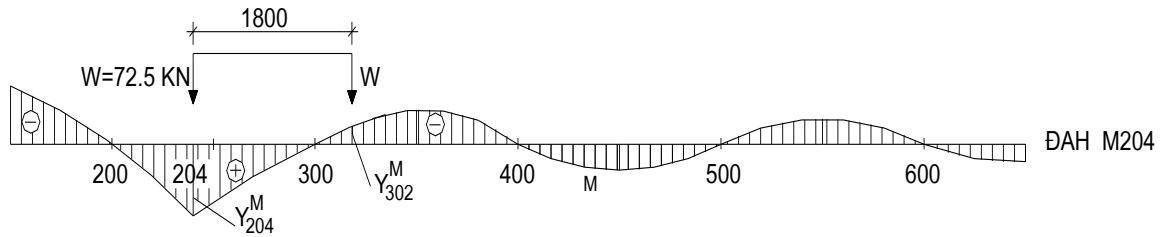
+ Chiều rộng của dải bản khi tính M^+ là:

$$\begin{aligned} S_w^+ &= 660 + 0.55S \\ &= 660 + 0.55 \times 2300 \\ &= 1925 \text{ mm} \end{aligned}$$

+ Chất tải một làn xe

$\Rightarrow$ hệ số làn xe : $m=1.2$

2.1.1 Tr- ờng hợp khi xếp 1 làn xe :



$$* R_{200} = m \cdot (y_1^V + y_2^V) \cdot W / S_W^+ = 1.2 \cdot (0.51 - 0.0634) \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 1925 = 20.184 \text{ N.mm}$$

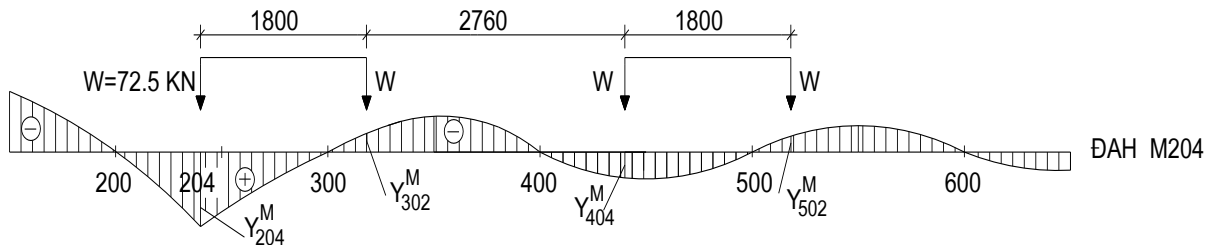
Trong đó: y_1^V, y_2^V là tung độ đ.đ.h R_{200} d-ới lực thứ nhất và l- c thứ 2

Tra đah R200 có: $y_{204}^V = 0.51$, $y_{302}^V = -0.0634$

Tra đah M204 có: $y_{204} = 0.204$, $y_{302} = -0.0254$

$$* M_{204} = m \cdot (y_1^V + y_2^V) \cdot S \cdot W / S_W^+ \\ = 1.2 \cdot (0.204 - 0.0254) \cdot 2300 \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 1925 = 18565.12 \text{ N.mm/mm}$$

2.1.2 Tr-ờng hợp khi xếp 2 làn xe: Chất tải 2 làn xe $\Rightarrow$ hệ số làn xe $m=1$



Tra đah R200 có: $y_{204} = 0.51$, $y_{302} = -0.0634$, $y_{404} = -0.0476$, $y_{502} = 0.0201$

Tra đah M204 có: $y_{204} = 0.204$, $y_{302} = -0.0254$, $y_{404} = 0.0086$, $y_{502} = -0.0012$

$$* R_{200} = m \cdot (y_{204} + y_{302} + y_{307} + y_{405}) \cdot W / S_W^+ \\ = 1 \cdot (0.51 - 0.0634 - 0.0476 + 0.0201) \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 1925 = 15.78 \text{ N.mm}$$

$$* M_{204} = m \cdot (y_{204} + y_{302} + y_{307} + y_{405}) \cdot S \cdot W / S_W^+ \\ = 1 \cdot (0.204 - 0.0254 + 0.0086 - 0.0012) \cdot 2300 \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 1925 = 14509.42 \text{ N.mm/mm}$$

So sánh 2 tr-ờng hợp: $M_{204-LL} = \max(M_{204-LL-1}, M_{204-LL-2}) \Rightarrow M_{204-LL} = 18565.12 \text{ Nmm/mm}$

$\Rightarrow$ Vậy kết quả lấy 1 làn xe.

2.2 Mômen âm lớn nhất do hoạt tải bánh xe.

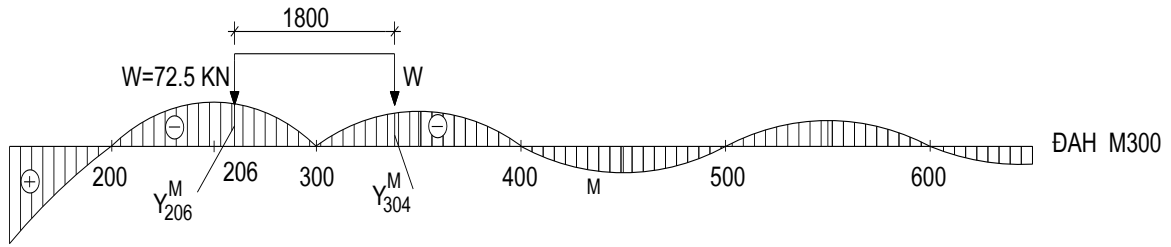
+ Thông th-ờng mômen âm lớn nhất đạt tại gối C (điểm 300)

+ Chiều rộng dải bản khi tính mômen âm là S_W

$$S_W = 1220 + 0.25S = 1220 + 0.25 \cdot 2300 = 1795 \text{ mm}$$

+ Chất tải một làn xe bất lợi hơn $\Rightarrow$ hệ số làn xe $m=1.2$

2.2.1 Tr-ờng hợp khi xếp 1 làn xe (đah M300 có tung độ lớn nhất tại 206)



Tra đah M200 có : $y_{206} = 0.2971$, $y_{304} = - 0.0789$

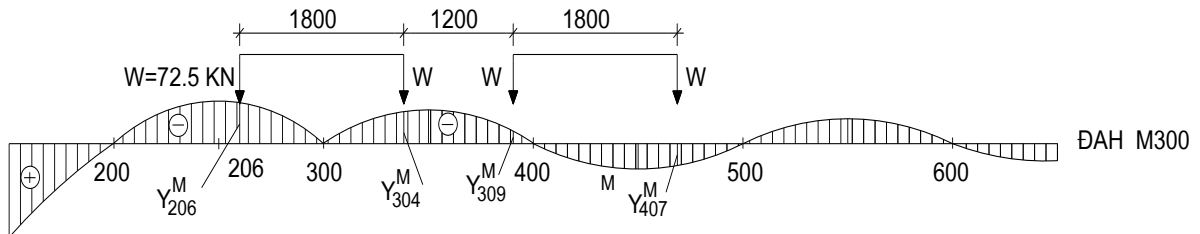
Tra đah M300 có : $y_{206} = - 0.1029$, $y_{304} = - 0.0789$

$$* R_{200} = m \cdot (y_{206} + y_{304}) \cdot W / S_W = 1.2 \cdot (0.2971 - 0.0789) \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 1795 = 10.57 \text{ N}$$

$$* M_{300} = m \cdot (y_{206} + y_{304}) \cdot S \cdot W / S_W = -1.2 \cdot (0.1029 + 0.0789) \cdot 23 \cdot 72.5 \cdot 10^5 / 1795 = -20266.5 \text{ N.mm}$$

2.2.2 Tr- ờng hợp khi xếp 2 làn xe (đah M300 có tung do lớn nhất tại 206)

Chất tải 2 làn xe $\Rightarrow$ hệ số làn xe $m=1$



Tra đah R200 có : $y_{206} = 0.2971$, $y_{304} = - 0.0789$, $y_{309} = - 0.0143$, $y_{407} = 0.0131$

Tra đah M300 có : $y_{206} = - 0.1029$, $y_{304} = - 0.0789$, $y_{309} = - 0.0143$, $y_{407} = 0.0131$

$$* R_{200} = m \cdot (y_{206} + y_{304} + y_{309} + y_{407}) \cdot W / S_W^+ = 1 \cdot (0.2971 - 0.0789 - 0.0143 + 0.0131) \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 1925 = 8.17 \text{ N.mm}$$

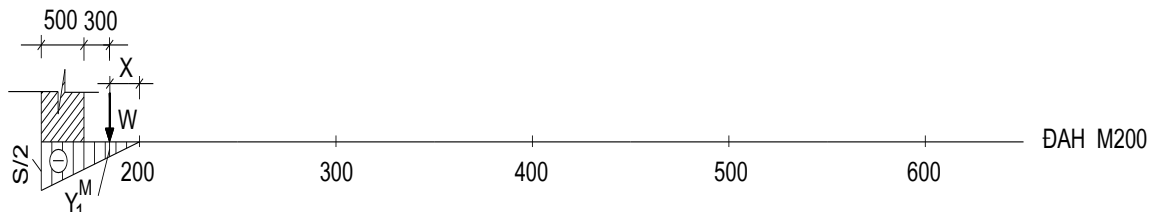
$$* M_{300} = m \cdot (y_{206} + y_{304} + y_{309} + y_{407}) \cdot S^* \cdot W / S_W^+ = 1 \cdot (- 0.1029 - 0.0789 - 0.0143 + 0.0131) \cdot 23 \cdot 72.5 \cdot 10^5 / 1925 = -15852.08 \text{ N.mm/mm}$$

So sánh 2 tr- ờng hợp: $M_{300-LL} = \max(M_{300-LL-1}, M_{300-LL-2}) \Rightarrow M_{300-LL} = -20266.5 \text{ Nmm} / \text{mm}$

$\Rightarrow$ Vậy kết quả lấy 1 làn xe

2.3 Mômen bản hằng tại tiết diện 200:

*Mômen âm do hoạt tải trên bản hằng: Sơ đồ



- Tải trọng: Tải trọng lấy như đối với tính dải bản phía trong, vị trí bánh xe ngoài đặt cách mép gờ chắn bánh 300mm hay 310mm tính từ tim dầm chủ.

Chiều rộng làm việc của dải bản :

$$S_W^0 = 1140 + 0.833 \cdot X$$

Chỉ tính mômen âm của bản hằng nếu: $X = (L - B_c - 300) > 0$

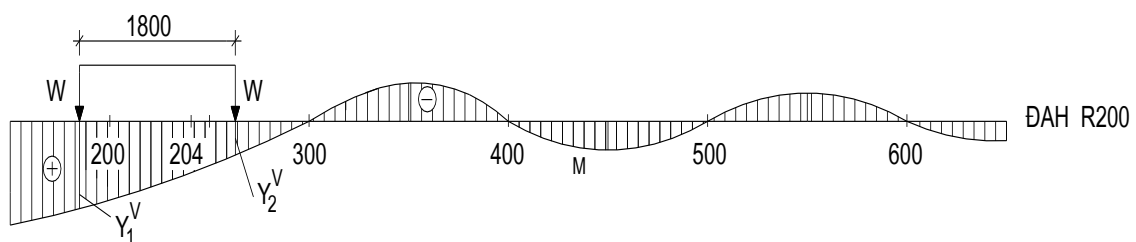
$$\text{Thay số: } X = (1150 - 500 - 300) = 350 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow S_W^0 = 1140 + 0.833 \cdot 350 = 1431.55 \text{ mm}$$

Do đó phải tính mômen âm do hoạt tải:

$$\begin{aligned} M_{200} &= -m \cdot y_1 \cdot W \cdot (L - B_c - 300) / S_W^0 \\ &= -1.2 \cdot 0.3 \cdot 72.5 \cdot 10^3 \cdot 350 / 1431.55 = -6381.19 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

* Phân lực do hoạt tải trên bản hằng: Sơ đồ



$$\begin{aligned} R_{200} &= m \cdot (y_{1v} + y_{2v}) \cdot (W / S_W^0) \\ &= 1.2 \cdot (1.413 + 0.2971) \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 1431.55 = 103.93 \text{ N} \end{aligned}$$

3- Tổ hợp tải trọng :

Công thức tổng quát do hiệu ứng tải trọng gây ra :

$$R_U = \eta \cdot \sum \gamma_i \cdot Q_i$$

3.1 Theo TTGHCD1:

$$M_u = 0.95 \cdot [\gamma_{p1} \cdot (M_{WS} + M_{W0} + M_{WPb}) + \gamma_{p2} \cdot M_{Wdw} + 1.75 \cdot (1+IM) \cdot M_W]$$

$$Q_u = 0.95 \cdot [\gamma_{p1} \cdot (Q_{WS} + Q_{W0} + Q_{WPb}) + \gamma_{p2} \cdot Q_{Wdw} + 1.75 \cdot (1+IM) \cdot Q_W]$$

Trong đó:

M_{WS} , Q_{WS} là mômen và lực cắt do trọng lượng bản mặt cầu

M_{W0} , Q_{W0} là mômen và lực cắt do trọng lượng bản hằng

M_{Pb} , Q_{Pb} là mômen và lực cắt do trọng lượng lan can

M_{wDW} , Q_{wDW} là mômen và lực cắt do trọng lượng lớp phủ

M_w , Q_w là mômen và lực cắt do hoạt tải bánh xe

$(1+IM)$ là hệ số xung kích = 1.25

γ_{p1} là hệ số vượt tải cho nội lực do tĩnh tải không kể lớp phủ

γ_{p2} là hệ số vượt tải cho nội lực do tĩnh tải do lớp phủ

Chú ý:

+ Nếu nội lực do tĩnh tải và hoạt tải cùng dấu thì : $\gamma_{p1} = 1.25, \gamma_{p2} = 1.5$

+ Nếu nội lực do tĩnh tải và hoạt tải trái dấu thì : $\gamma_{p1} = 0.9, \gamma_{p2} = 0.65$

Thay số:

$$* Q_{200} = 0.95 \cdot (1.25 \cdot (4.3 + 7.27 + 5.59) + 1.5 \cdot 4.15 + 1.75 \cdot 1.25 \cdot 103.93) = 242.27 \text{ N/mm}$$

* Mômen âm tại gối 200:

$$M_{200} = 0.95 \cdot (1.25 \cdot (-3174 - 5766) + 1.5 \cdot (-484.13) + 1.75 \cdot 1.25 \cdot (-6381.19)) \\ = -18883.79 \text{ N.mm/mm}$$

* Mômen d- ứng tại vị trí 204:

Do trọng lượng bản thân của bản hẫng và trọng lượng lan can gây ra mômen âm làm giảm hiệu ứng bất lợi của mômen d- ứng tại vị trí 204 nên lấy với hệ số 0.9

$$M_{204} = 0.95 \cdot (1.25 \cdot 1960.2 + 0.9 \cdot (-1561.6 - 2836.87) + 1.5 \cdot 807.3 + 1.75 \cdot 1.25 \cdot 18565.12) \\ = 38298.09 \text{ N.mm/mm}$$

* Mômen âm tại vị trí 300:

Do trọng lượng của bản hẫng, lan can gây ra mômen d- ứng làm giảm hiệu ứng bất lợi của mômen âm tại vị trí 300 nên lấy với hệ số 0.9

$$M_{300} = 0.95 \cdot (1.25 \cdot (-2719.4) + 0.9 \cdot (856.98 + 1556.82) + 1.5 \cdot (-1145.4) + 1.75 \cdot 1.25 \cdot (-20266.5)) \\ = -44914 \text{ N.mm/mm}$$

3.2 Theo TTGHSD1:

$\eta = 1, \gamma_i = 1$ (cả tĩnh tải và hoạt tải), $IM = 25\%$.

$$M_{200} = -3456 - 5799 - 672.2 + 1.25 \cdot (-6381.19) = -17903.68 \text{ Nmm/mm.}$$

$$M_{204} = -138.2 - 2853.18 + 829.77 + 1.25 \cdot 18834.18 = 21381.11 \text{ N mm/mm}$$

$$M_{300} = -3456 + 1565.77 - 1406.9 - 1.25 \cdot 20799.6 = -29296.63 \text{ N mm/mm}$$

Bảng tổng hợp nội lực

Tiết diện	TTGH CD1	TTGH SD1
	M(KN.m/m)	M(KN.m/m)
200	- 18.884	-17.904
204	38.298	21.381
300	- 44.914	-29.297

4- Tính cốt thép và kiểm tra:

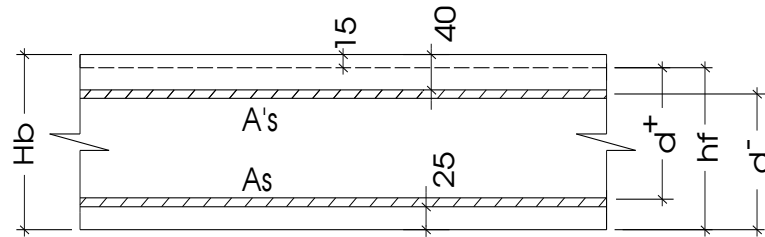
* Nội lực đưa về tính cho 1mm:

- Cường độ vật liệu: - Bê tông: $f'_c = 50\text{Mpa}$

- Cốt thép: $f_y = 400\text{Mpa}$

- Dùng cốt thép phủ epôcxyl cho bản mặt cầu và lan can.

Chiều cao có hiệu quả của bản bê tông khi uốn dương và âm khác nhau vì các lớp bảo vệ trên và dưới khác nhau



Chiều dày bản $H_b = 200\text{ mm}$, lớp bảo vệ = $15\text{ mm} \Rightarrow h_f = 200 - 15 = 185\text{ mm}$

Giả thiết dùng: $D_b = 16\text{ mm}$, $A_b = 200\text{ mm}^2$

Sơ bộ chọn:

$$d_{\text{dương}} = 200 - 15 - 25 - 16/2 = 152\text{ mm}$$

$$d_{\text{âm}} = 200 - 40 - 16/2 = 152\text{ mm}$$

4.1 Sơ bộ chọn diện tích cốt thép:

$A_s \approx \frac{Mu}{330d}$ với Mu là mômen theo TTGHCD 1, d là chiều cao có hiệu ($d_{\text{dương}}$ hoặc $d_{\text{âm}}$)

+ Kiểm tra điều kiện hàm lượng cốt thép tối đa (yêu cầu độ dẻo $c \leq 0.42d$ hoặc $a \leq 0.42\beta_1 d$)

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} \geq 0.03 \frac{f'_c}{f_y} \text{ với } b = 1\text{ mm}$$

Theo Điều 5.7.2.2, $\beta_1 = 0.85 - 0.05 \cdot (2/7) = 0.836 \Rightarrow a \leq 0.35d$

$$\text{Vậy, } a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} \leq 0.35d$$

+ Lượng cốt thép tối thiểu:

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \geq 0.03 \frac{f'_c}{f_y}$$

Với các tính chất của vật liệu đã chọn, diện tích cốt thép nhỏ nhất của thép trên 1 đơn vị chiều rộng

$$\text{bản: min } A_s = \frac{0.03 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} = \frac{0.03 \cdot 50 \cdot 1 \cdot d}{400} = 0.00375 \cdot d \text{ (mm}^2/\text{m)}$$

+ Khoảng cách lớn nhất của cốt thép chủ của bản bằng 1.5 lần chiều dày bản hoặc 450mm. Với chiều dày bản 200mm: $s_{\max} = 1.5 \cdot 200 = 300\text{mm}$.

4.1.2. Cốt thép chịu mômen dương:

$M_u = 38.298 \text{ KN.m/m}$; $d_+ = 152 \text{ mm}$

Thử chọn: $A_s \approx \frac{M_u}{330d} = 38298.09 / (330 \cdot 152) = 0.763 \text{ mm}^2/\text{mm} = 7.63 \text{ cm}^2/\text{m}$

$\min A_s = 0.00375 \cdot d = 0.00375 \cdot 152 = 0.57 \text{ mm}^2/\text{mm} \Rightarrow$ Đạt yêu cầu.

Theo phụ lục B, Bảng 4, thử chọn $5\theta = 16$; $a = 200$ cho $A_s = 1 \text{ mm}^2/\text{mm} = 10 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{1 \cdot 400}{0.85 \cdot 50 \cdot 1} = 9.4 \text{ mm}$$

*Kiểm tra độ dẻo dai:

$$a \leq 0.35d_+ = 0.35 \cdot (152) = 53.2 \text{ mm} \Rightarrow \text{Đạt yêu cầu.}$$

* Kiểm tra cường độ mômen:

Mô men uốn danh định:

$$\begin{aligned} M_n &= A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2) = 1 \cdot 400 \cdot (152 - 9.4/2) = 58920 \text{ Nmm/mm} \\ &= 58.92 \text{ KN.m/m} > 38.298 \text{ KN.m/m} \Rightarrow \text{Đạt yêu cầu.} \end{aligned}$$

Mô men kháng uốn:

$$M_r = \Phi M_n = 0.9 \cdot 58.92 = 53.028 \text{ KNm/m}$$

Vậy: đối với cốt thép ngang phía dưới chịu mômen dương, dùng $5\theta = 16$; $a = 200\text{mm}$

4.1.3 Cốt thép chịu mômen âm:

$M_u = 44.914 \text{ KNm/m}$; $d = 152 \text{ mm}$.

$$\text{Thử chọn } A_s = A_s \approx \frac{M_u}{330d} = 44.914 / (330 \cdot 152) = 8.95 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\min A_s = 0.00375 \cdot d = 0.00375 \cdot 152 = 0.57 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Theo bảng B4, thử dùng $5\theta = 16$; $a = 200\text{mm}$, cho $A_s = 10 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{1 \cdot 400}{0.85 \cdot 50 \cdot 1} = 9.4 \text{ mm} < 0.35 \cdot 152 = 53.2 \text{ mm} \Rightarrow \text{Đạt yêu cầu}$$

* Kiểm tra cường độ mômen:

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2) = 1 \cdot 400 \cdot (152 - 9.4/2) = 58920 \text{ N.mm/mm}$$

$=58.92 \text{ KN.m/m} > 44.914 \text{ KNm/m} \Rightarrow$ Thỏa mãn yêu cầu.

Vậy: đối với cốt thép ngang phía trên chịu mômen âm, dùng $5\theta=16$; $a=200\text{mm}$

4.1.4 Cốt thép phân bố:

Cốt thép phụ theo chiều dọc được đặt dưới đáy bản để phân bố tải trọng bánh xe dọc cầu đến cốt thép chịu lực theo phương ngang. Diện tích yêu cầu tính theo phần trăm cốt thép chính chịu mômen dương. Đối với cốt thép chính đặt vuông góc với hướng xe chạy (Điều 9.7.3.2):

$$\text{Số phần trăm} = \frac{3840}{\sqrt{S_c}} \leq 67\%$$

Trong đó, S_c là chiều dài có hiệu của nhịp. Đối với dầm T toàn khối, S_c là khoảng cách giữa 2 mặt vách, tức là $S_c = 2300 - 200 = 2100\text{mm}$, và:

$$\text{Số phần trăm} = \frac{3840}{\sqrt{2100}} = 83.79\%, \text{ ta lấy } 67\%.$$

Bố trí $A_s = 0.67 \cdot (\text{dương } A_s) = 0.67 \cdot 1 = 0.67 \text{ mm}^2/\text{mm}$

Đối với cốt thép dọc bên dưới, dùng $6\theta=12$; $a=170 \text{ mm}$, $A_s = 0.67 \text{ mm}^2/\text{mm} = 6.7 \text{ cm}^2/1\text{m}$

4.1.5 Cốt thép chống co ngót và nhiệt độ:

Lượng cốt thép tối thiểu cho mỗi phương (5.10.8.2):

$$A_s \geq 0.75 \frac{A_g}{f_y}$$

Trong đó, A_s là diện tích tiết diện nguyên. Trên chiều dày toàn phần 200mm :

$$A_s \geq 0.75 \frac{A_g}{f_y} = 0.75 \cdot 200 / 400 = 0.375 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Cốt thép chính và phụ đều được chọn lớn hơn giá trị này, tuy nhiên đối với bản dày $> 150\text{mm}$ cốt thép chống co ngót và nhiệt độ phải được bố trí đều nhau trên cả 2 mặt. Khoảng cách lớn nhất của cốt thép này là 3 lần chiều dày bản hoặc 450mm .

Đối với cốt thép dọc bên trên dùng $6\theta=12$; $a=170\text{mm}$, $A_s = 0.67 \text{ mm}^2/\text{mm} = 6.7 \text{ cm}^2/1\text{m}$.

4.3 kiểm tra c- ờng đô theo mômen:

+ Theo mômen d- ờng :

$$\begin{aligned} M_n &= \Phi A_s \cdot f_y (d_+ - a/2) = 0.9 \times 1 \times 400 \times (152 - 9.4/2) \\ &= 53028 \text{ Nmm/mm} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow M_n \geq M_u = 38298 \text{ Nmm/mm} \text{ (đạt)}$$

+ Theo mômen âm:

$$M_n = 0.9 \times 1 \times 400 \times (152 - 9.4/2) = 53028 \text{ N mm/mm}$$

$$\Rightarrow M_n \geq M_u = 44914 \text{ Nmm/mm (đạt)}$$

4.4. Kiểm tra nứt Tổng quát:

Theo điều (5.7.3.4):

$$f_s \leq f_{sa} = \frac{Z}{(d_c A)^{1/3}} \leq 0.6 f_y$$

Trong đó: f_s là tải trọng sử dụng

f_{sa} là ứng suất kéo cho phép

Mô đun đàn hồi E_s của cốt thép là 200000MPa

Mô đun đàn hồi của bê tông E_c được cho:

$$E_c = 0.043 \gamma_c^{1.5} \sqrt{f'_c} \quad \text{Trong đó:}$$

γ_c là tỷ trọng của bê tông, $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$

$$f'_c = 50 \text{ MPa}$$

$$\text{Thay số: } E_c = 0.043 \times 2400^{1.5} \sqrt{50} = 35749.5 \text{ Mpa}$$

$$\text{Và } n = E_s / E_c = 200000 / 35749.5 = 5.59, \text{ Chọn } n = 6$$

Trong đó

+Z: thông số bảo vệ nứt = 23000 N/mm

+ d_c khoảng cách từ thớ chịu kéo xa nhất đến tim thanh gần nhất $\leq 50 \text{ mm}$

+A: Diện tích có hiệu của bê tông chịu kéo có trọng tâm trùng trọng tâm cốt thép

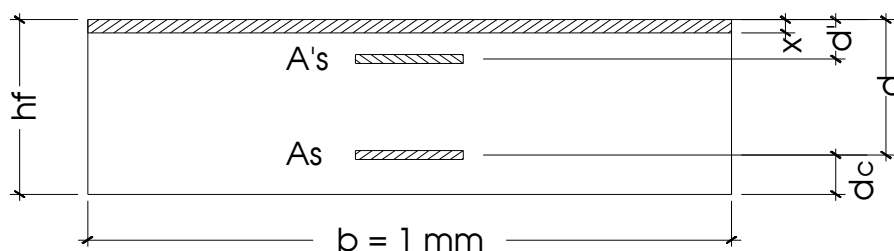
$A = y_s \cdot S$, Với S: b- ớc thép

+ Để tính - s kéo f_s trong cốt thép ta tính mômen trong trạng thái GHSD là M với $\eta = 1$

$$\Rightarrow M = M_{DC} + M_{DW} + 1.25 M_{LL} + M_{PL} \quad (\text{theo TTSD1})$$

-Các hệ số $\gamma_1, \gamma_2 = 1$

a. Theo mômen d- ơng:



Ta giả thiết $x \leq d'$, $d_c = 33 \text{ mm}$, $d' = 48 \text{ mm}$, $d = 152 \text{ mm}$, $h_f = 185$

TA CÓ:

$$\begin{aligned}0,5bx^2 &= n A'_s(d' - x) + n A_s(d - x) \\ \Rightarrow 0,5 bx^2 &= 6 \cdot 1 \cdot (48 - x) + 6 \cdot 1 \cdot (152 - x) \\ \Rightarrow 0,5 bx^2 &= 288 - 6x + 912 - 6x = 1200 - 12x \\ \Leftrightarrow 0,5 x^2 &= 1200 - 12x\end{aligned}$$

Giải phương trình ta có : $x = 38.44 < d' = 48$

Ta có :

$$\begin{aligned}I_{CT} &= bx^3/3 + nA'_s(d' - x)^2 + nA_s(d - x)^2 \\ I_{CT} &= 38.44^3/3 + 6 \cdot 1 \cdot (48 - 38.44)^2 + 6 \cdot 1 \cdot (152 - 38.44)^2 \\ I_{CT} &= 96857 \text{ mm}^4\end{aligned}$$

Vậy ta có : ứng suất kéo

$$f_s = n \cdot \frac{M}{I} \cdot y = 6x \frac{21381}{96857} x(152 - 38.44) = 150.4 \text{ N/mm}^2$$

$\Rightarrow$ Ứng Suất kéo cho phép:

$$f_{sa} = 23000/[33 \cdot (2 \cdot 33 \cdot 200)]^{1/3} = 303.4 \text{ N/mm}^2$$

Kết luận: $f_s < f_{sa} = 0.6 f_y = 182 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow$ đạt

b. Theo mômen âm :

Do số hiệu của A_s và A'_s sau khi tính toán và chọn cốt thép có số hiệu là nh- nhau :

$$A_s = A'_s = 1 \text{ mm}^2/\text{mm} \quad , \quad 5 \varnothing 16; a = 200 \text{ mm}$$

Nên ta có : $I_{CT} = 96857 \text{ mm}^4$

$$f_s = 150.4 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{sa} = 303.4 \text{ N/mm}^2$$

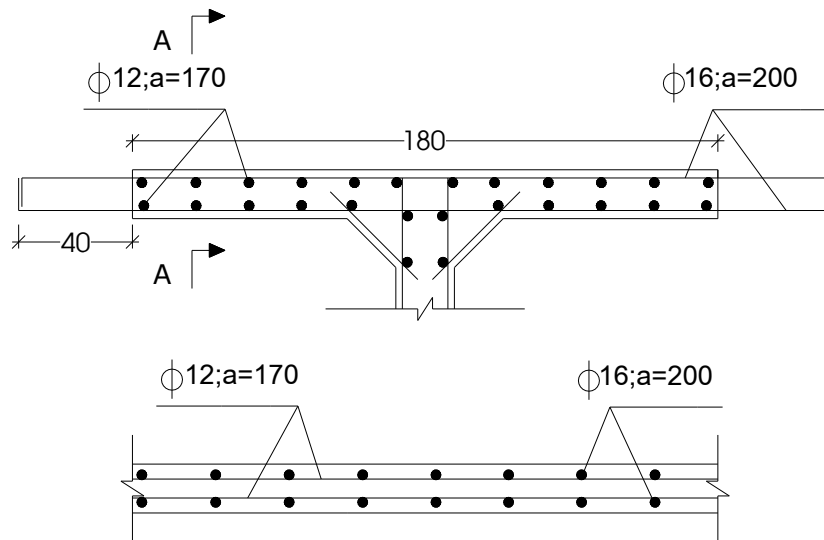
4.5. Bố trí cốt thép bản:

+ Cốt thép chịu mômen + là : $1.0 \text{ mm}^2/\text{mm} = 10 \text{ cm}^2/\text{m}$

chọn cốt thép 5 Φ 16, $a = 200$

+ Cốt thép chịu mômen - là : $1.0 \text{ mm}^2/\text{mm} = 10 \text{ cm}^2/\text{m}$

chọn cốt thép 5 Φ 16, $a = 200$



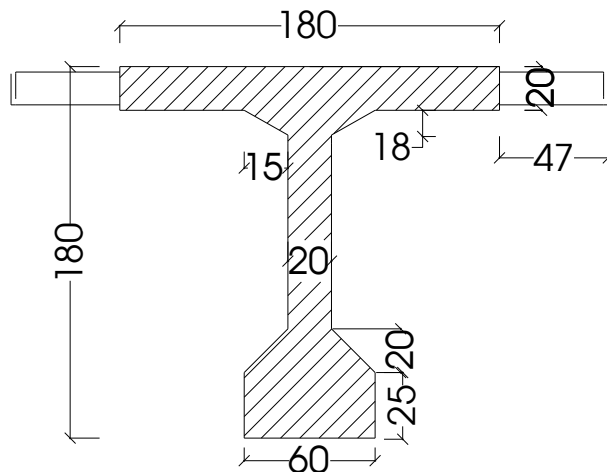
Bố trí cốt thép bản mặt cầu

CHƯƠNG II : TÍNH TOÁN DẦM CHỦ

I – TÍNH NỘI LỰC :

1. Tính tải cho 1 dầm:

1. 1 Tính tải giai đoạn 1 (g_1)



Mặt cắt MC105 (Ch- a nổi bản)

Diện tích dầm chủ được xác định như sau:

+ MC105:

$$A_{105} = 1800 \times 200 + (1800 - 200) \times 200 + 100 \times 150 + (600 - 200) \times 250 + 200 \times 200$$

$$\Rightarrow A_{105} = 835000 \text{ mm}^2 = 0.835 \text{ m}^2$$

+ MC100:

$$A_{100} = (2300 - 500) \times 200 + (1800 - 200) \times 600$$

$$\Rightarrow A_{100} = 1320000 \text{ mm}^2 = 1.32 \text{ m}^2$$

$$+ g_1 = [A_{105} \cdot (35 - 2 \cdot (1.5 + 1)) + A_{100} \cdot 2 \cdot 1.5 + 1/2 \cdot (A_{105} + A_{100}) \cdot 2 \cdot 1] \cdot \gamma_c / 35$$

$$g_1 = [0.835 \cdot (35 - 2 \cdot (1.5 + 1)) + 1.32 \cdot 2 \cdot 1.5 + 1/2 \cdot (0.835 + 1.32) \cdot 2 \cdot 1] \cdot 24 / 35$$

$$\Rightarrow g_1 = 21.79 \text{ KN/m}$$

1. 2. Tính tải giai đoạn 2 (g_2)

1. Trong lòng mỗi nổi bản :

$$g_{mn} = b_{mn} \cdot h_b \cdot \gamma_c = 0.5 \cdot 0.2 \cdot 24 = 2.4 \text{ Kn/m.}$$

2. Do dầm ngang :

$$g_{dn} = (S - b_n) \cdot (h - h_b - h_1) \cdot b_n \cdot \gamma_c \cdot 1 / l_1$$

$$=(2.3-0.2)*(1.8-0.2-0.25)*0.2*24/7.6=1.79 \text{ Kn/m}$$

Với $b_n=200\text{mm}$, $l=L-2\Delta l=35000-2*300=34400\text{mm}$

l_1 : khoảng cách các dầm ngang : chọn 5 dầm ngang /nhịp $\Rightarrow l_1 = l/4= 8600\text{mm}$

3. Do cốt lan can :

$$g_{lc}=p_{lc} \times 2/n=5.766*2/5=2.31 \text{ Kn/m}$$

4. Do lớp phủ :

-lớp phủ mặt cầu:

+ Bê tông Asphalt dày 5cm trọng, l- ượng riêng là $22,5 \text{ KN/m}^3$.

+ Bê tông bảo vệ dày 3cm trọng, l- ượng riêng là 24 KN/m^3 .

+ Lớp phòng n- ớc Raccon#7(không tính)

+ Lớp tạo phẳng dày 3 cm, trọng l- ượng riêng là 24 KN/m^3 .

Tên lớp	Bề dày (m)	TL riêng (KN/m^3)	Khối l- ượng (KN/m^2)
BT Asphalt	0,05	22,5	1,12
BT bảo vệ	0,03	24	0,72
Lớp tạo phẳng	0,03	24	0,72

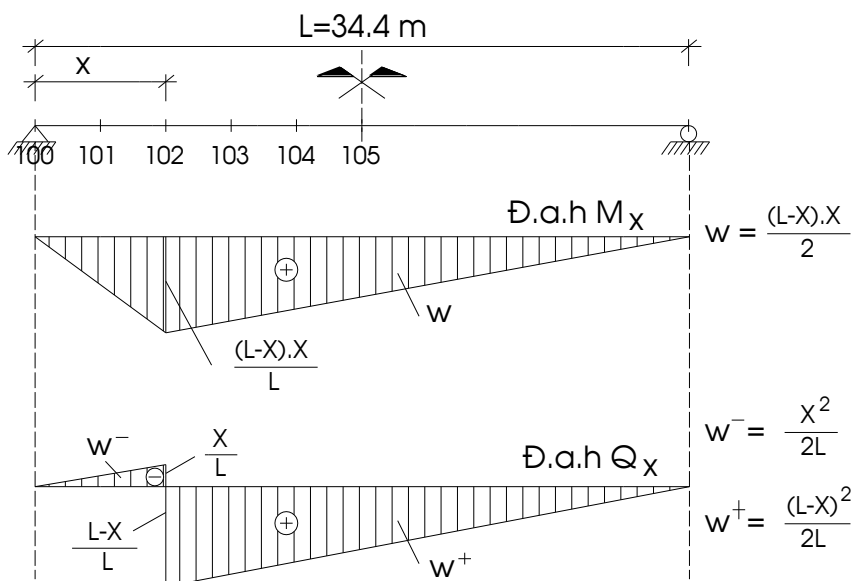
$\Rightarrow$ Tính tải rải đều của lớp phủ tính cho 1mm cầu là: $g_{lp}=1,12+0,72+0,72=2,56(\text{KN/m})$

kí hiệu : $g_{2a}=g_{mn}+g_{dn}+g_{lc}=2.4+1.59+2.31=6.3 \text{ Kn/m}$

$$g_{2b}=g_{lp}=2.56 \text{ Kn/m}$$

$\Rightarrow$ Tính tải giai đoạn 2: $g_2=g_{2a}+g_{2b}=8.86 \text{ Kn/m}$

2. Vẽ đồ thị mômen và lực cắt :



3. Nội lực do tĩnh tải (không hệ số):

Công thức :Nội Lực = $g \cdot w$,với g là tĩnh tải phân bố đều , w là tổng diện tích đ.a.h

Lập bảng nội lực tĩnh tải (không hệ số):

Mặt cắt	tĩnh tải			Mômen				Lực cắt					
	G1	G2a	Glp	Wm	M1	M2a	Mlp	w^-	w^+	w	v1	v2a	vlp
100	21.79	6.30	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.20	17.20	374.79	108.36	44.03
101	21.79	6.30	2.56	53.25	1160.34	335.48	136.32	0.17	13.93	13.76	299.83	86.69	35.23
102	21.79	6.30	2.56	94.67	2062.86	595.16	242.36	0.69	11.01	10.32	224.87	65.02	26.42
103	21.79	6.30	2.56	124.26	2707.63	782.84	318.11	1.54	8.43	6.89	150.13	43.41	17.64
104	21.79	6.30	2.56	142.00	3094.18	894.60	363.52	2.75	6.19	3.44	74.96	21.67	8.81
105	21.79	6.30	2.56	147.92	3223.18	931.89	378.68	4.30	4.30	0.00	0.00	0.00	0.00

II. TÍNH HỆ SỐ PHÂN PHỐI MÔMEN VÀ LỰC CẮT :

1. Tính đặc tr- ng hình học tiết diện dầm chủ :

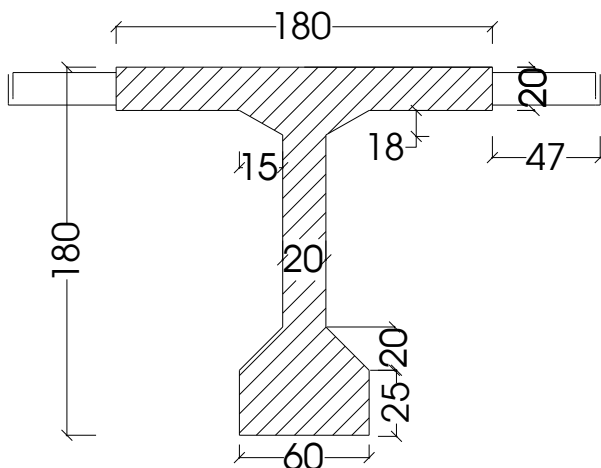
Tiết diện tính toán (hình bên)

$b =$ $= \min$

$$\frac{1}{4} * l = 34400 / 4 = 8600 \text{ mm}$$

$$12 * t_s + b_w = 12 * (200 - 15) + 200 = 2420 \text{ mm}$$

$$S = 2300 \text{ mm}$$



⇒ Chọn $b = 2300 \text{ mm}$

$$h = H_d - 15 = 1800 - 15 = 1785 \text{ mm}$$

$$h_f = \frac{(b - b_w) * t_s + b_v * h_v}{(b - b_w)} = \frac{(2300 - 200) * 185 + 180 * 150}{(2300 - 200)} = 194 \text{ mm}$$

$$h_d = \frac{(b_1 - b_w) * h_1 + (b_1 - b_w) * h_2}{(b_1 - b_w)} = \frac{(600 - 200) * 250 + (600 - 200) * \frac{200}{2}}{(600 - 200)} = 350 \text{ mm}$$

$$A_g = (b - b_w) * h_f + h * b_w + (b_1 - b_w) * h_d$$

$$= (2300 - 200) * 194 + 1785 * 200 + (600 - 200) * 350 = 904400 \text{ mm}^2$$

$$S_d = ((b - b_w) * h_f * (h - \frac{h_f}{2}) + b_w * \frac{h^2}{2} + (b_1 - b_w) * \frac{(h_d)^2}{2})$$

$$= (2300 - 200) * 194 * (1785 - 194/2) + 200 * \frac{1785^2}{2} + (600 - 200) * \frac{350^2}{2} = 1030813700 \text{ mm}^3$$

$$Y_d = \frac{S_d}{A_g} = 1140 \text{ mm}, Y_{tr} = h - Y_d = 645 \text{ mm}, e_g = Y_{tr} - \frac{t_s}{2} = 645 - \frac{(200 - 15)}{2} = 552.5 \text{ mm}$$

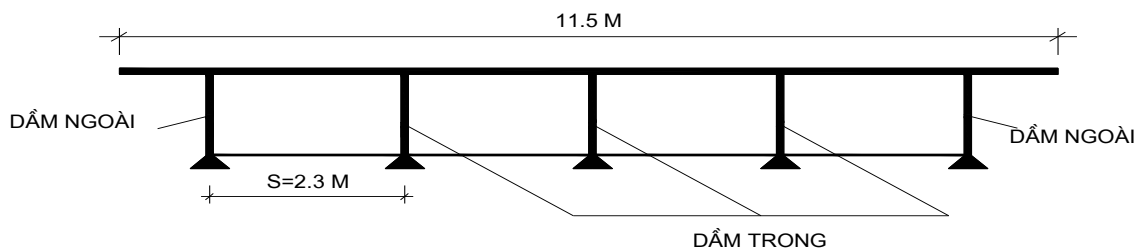
$$I_g = (b - b_w) * \frac{(h_f)^3}{12} + (b - b_w) * h_f * (y_{tr} - \frac{h_f}{2})^2 + b_w * \frac{h^3}{12} + b_w * h * (y_d - \frac{h}{2})^2 + (b_1 - b_w) * \frac{(h_d)^3}{12} + (b_1 - b_w) * (y_d - \frac{h_d}{2})^2$$

$$= (2300 - 200) * \frac{194^3}{12} + (2300 - 200) * 194 * (645 - 194/2)^2 + 200 * \frac{1785^3}{12} +$$

$$+ 200 * 1785 * (1140 - \frac{1785}{2})^2 + (600 - 200) * \frac{350^3}{12} + (600 - 200) * (1140 - \frac{350}{2})^2$$

$$= 2.61184 \times 10^{11} \text{ mm}^4$$

2. Tính hệ số phân phối mômen :



2.1. Tính hệ số phân phối mômen cho dầm trong :

a. Tr- ờng hợp 1 làn xe :

$$m_{g_M}^{SI} = 0.06 + (\frac{S}{4300})^{0.4} (\frac{S}{L})^{0.3} (\frac{K_g}{L t_s^3})^{0.1}$$

Trong đó: - S : khoảng cách giữa 2 dầm chủ = 2300 mm

- L : chiều dài tính toán của nhịp = 34400 mm

- t_s : chiều dày tính toán của bản mặt cầu = 185 mm.

$$K_g = n(I_g + A_g e_g^2) \quad , \quad n = \frac{E_b}{E_d} = 1$$

- E_b : Môđun đàn hồi của vật liệu làm dầm.
- E_d : Môđun đàn hồi của vật liệu làm bản mặt cầu.
- I_g : Mômen quán tính của dầm không liên hợp
- e_g : khoảng cách giữa trọng tâm dầm và trọng tâm bản mặt cầu.
- A_g : Diện tích dầm chủ.

Thay vào :

$$K_g = 1 \times (2.61184 \times 10^{11} + 538^2 \times 904400) = 5.22953 \times 10^{11}$$

$$\Rightarrow mg_M^{SI} = 0.436$$

b.Tr-ờng hợp ≥ 2 làn xe :

$$mg_M^{MI} = 0.075 + \left(\frac{S}{2900}\right)^{0.6} \left(\frac{S}{L}\right)^{0.2} \left(\frac{Kg}{Lt_s^3}\right)^{0.1} = 0.625$$

2.2. Tính hệ số phân phối mômen cho dầm ngoài:

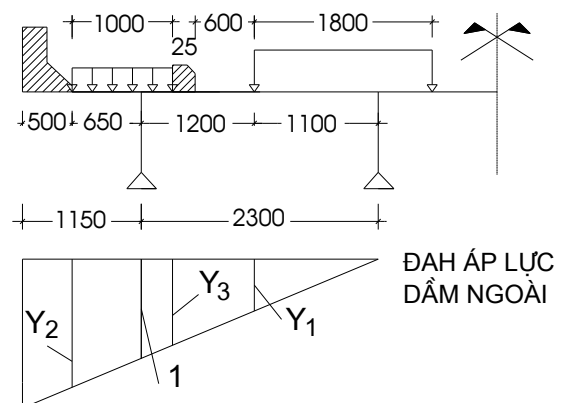
a.Tr-ờng hợp xếp 1 làn xe:

(tính theo ph-ương pháp đòn bẩy)

Ta tính đ-ợc : $y_1 = 0.478$

$$\begin{aligned} * mg_M^{SE} &= m_L \cdot y_1 / 2 = 1.2 \cdot 0.478 / 2 \\ &= 0.287 \quad , \quad \text{Với } m_L = 1.2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * mg_M^{Ng} &= w_1 = (y_2 + y_3) \cdot L_{ng} / 2 = (1.282 + 0.847) \cdot 1 / 2 \\ &= 1.065 \end{aligned}$$



b.Tr-ờng hợp xếp ≥ 2 làn xe :

$$* mg_M^{ME} = e \cdot mg_M^{MI} \quad . \quad \text{Với } e = 0.77 + \frac{d_c}{2800} \geq 1$$

Với $d_c = 650$, suy ra : $e = 0.77 + \frac{650}{2800} = 1$

* $mg_M^{ME} = 1 * 0.625 = 0.625$

Ta có bảng tổng hợp nh- sau :

Xếp tải	Dầm trong	Dầm ngoài
1 làn xe	0.436	0.287
2 làn xe	0.625	0.625

Kết luận : Hệ số phân phối mômen khổng chế lấy : $mg_M^{ME} = 0.625$

3. Hệ số phân phối lực cắt :

3.1. Tính hệ số phân phối lực cắt cho dầm trong :

a. Trường hợp xếp 1 làn xe :

* $mg_V^{SI} = 0.36 + \frac{S}{7600} = 0.36 + \frac{2300}{7600} = 0.663$

b. Trường hợp xếp 2 làn xe :

* $mg_V^{MI} = 0.2 + \frac{S}{3600} - \left(\frac{S}{10700}\right)^2 = 0.2 + \frac{2300}{3600} - \left(\frac{2300}{10700}\right)^2 = 0.793$

3.2. Tính hệ số phân phối lực cắt cho dầm ngoài :

a. Trường hợp xếp 1 làn xe (theo phương pháp đòn bẩy) :

* $mg_V^{SE} = 0.287$

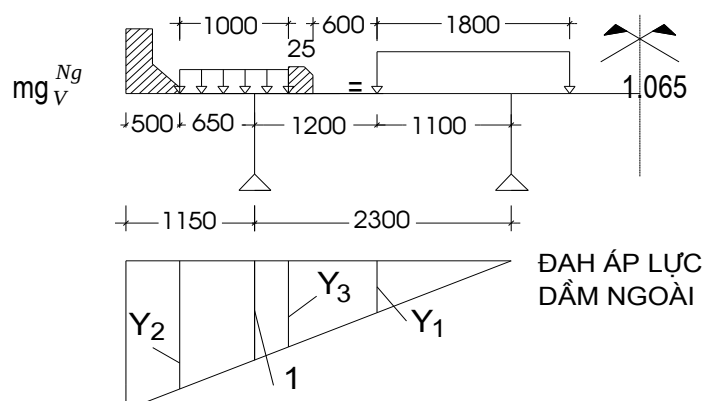
*

b. Trường hợp xếp ≥ 2 làn xe :

* $mg_V^{ME} = e * mg_V^{MI}$,

với $e = 0.6 + \frac{650}{3000} = 0.81$

* $mg_V^{ME} = 0.81 * 0.793 = 0.648$



Ta có bảng tổng hợp nh- sau :

Xếp tải	Dầm trong	Dầm ngoài
1 làn xe	0.663	0.287
2 làn xe	0.793	0.648

Kết luận : Hệ số phân phối lực cắt khổng chế lấy : $mg_V^{MI} = 0.793$

So sánh : chọn hệ số phân phối mômen và lực cắt nh- sau :

mg_M^{MI}	0.625
mg_V^{MI}	0.793

4. Nội lực do hoạt tải (không có hệ số):

4.1. Tại MC Gối: 100 ($x_0 = 0.00$ m)

a. Nội lực do mômen : $M_{gối} = 0$.

b. Nội lực do lực cắt : $V_{gối}$

Tính đ- ợc:

$$y_1 = 1\text{m}$$

$$y_2 = \frac{34.4 - 1.2}{34.4} = 0.965\text{m}$$

$$y_3 = \frac{34.4 - 4.3}{34.4} = 0.875\text{m}$$

$$y_4 = \frac{34.4 - 8.6}{34.4} = 0.75\text{m}$$

$$W_M = 1/2 \cdot 34.4 = 17.2\text{ m}^2$$

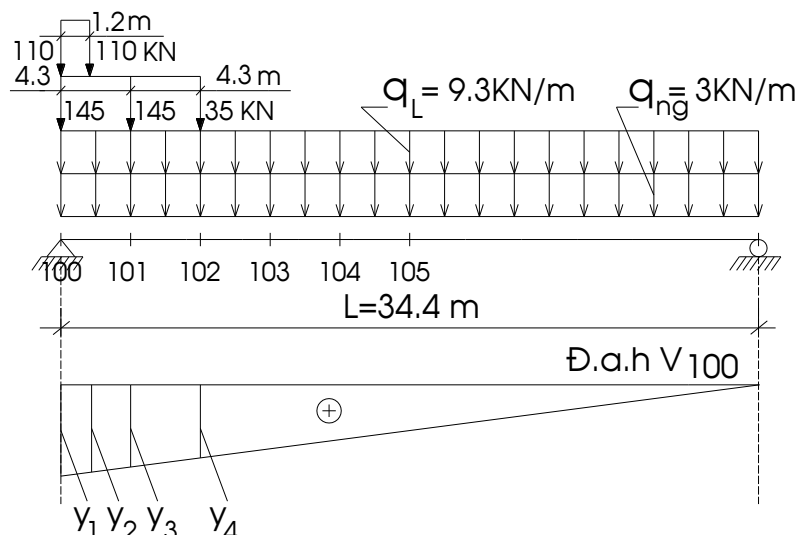
$$\Rightarrow V_{TR} = 145 \cdot (y_1 + y_3) + 35 \cdot y_4 = 145 \cdot (1 + 0.875) + 35 \cdot 0.75 = 298.125\text{ KN}$$

$$V_{Tad} = 110 \cdot (y_1 + y_2) = 110 \cdot (1 + 0.965) = 216.15\text{ KN}$$

$$V_{LN} = 9.3 \cdot W = 9.3 \cdot 17.2 = 159.96\text{ KN}$$

$$V_{Ng} = 3 \cdot W = 3 \cdot 17.2 = 51.6\text{ KN}$$

$$\underline{\text{Suy ra}} : V_{gối} = V_{TR} + V_{LN} = 298.125 + 141.36 = 439.485\text{ KN}$$



4.2. Tại mặt cắt: 101 ($x_1 = 34.4$ m)

a. Nội lực do Lực cắt V_{101} :

Tính được:

$$y_1 = \frac{34.4 - 3.44}{34.4} = 0.9 \text{ m}$$

$$y_2 = \frac{34.4 - 3.44 - 1.2}{34.4} = 0.865 \text{ m}$$

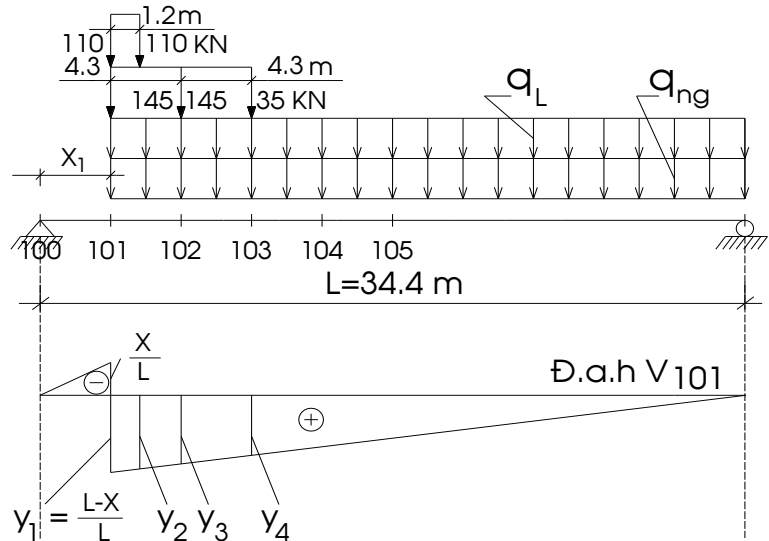
$$y_3 = \frac{34.4 - 3.44 - 4.3}{34.4} = 0.775 \text{ m}$$

$$y_4 = \frac{34.4 - 3.44 - 8.6}{34.4} = 0.65 \text{ m}$$

$$W_V = 1/2 * (34.4 - 3.44) * 0.9 = 13.93 \text{ m}$$

$$\Rightarrow V_{TR} = 145 * (y_1 + y_3) + 35 * y_4$$

$$= 265.6 \text{ KN}$$



$$V_{Tad} = 110 * (y_2 + y_1) = 194.15 \text{ KN}$$

$$V_{LN} = 9.3 * W = 9.3 * 12.312 = 114.5 \text{ KN}$$

$$V_{Ng} = 3 * W = 3 * 12.312 = 36.936 \text{ KN}$$

Suy ra: $V_{101} = V_{TR} + V_{LN} = 265.6 + 114.5 = 380.1 \text{ KN}$

b. Nội lực do Mômen: M_{101}

Tính được:

$$Y_1 = \frac{(34.4 - 3.44) * 3.44}{34.4} = 3.1 \text{ m}$$

$$Y_2 = \frac{(34.4 - 1.2 - 3.44) * 3.44}{34.4} = 2.98 \text{ m}$$

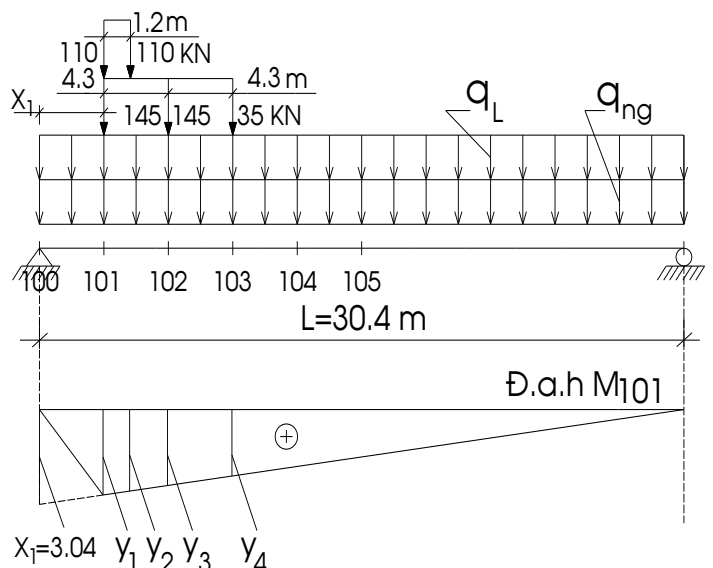
$$Y_3 = \frac{(34.4 - 4.3 - 3.44) * 3.44}{34.4} = 2.67 \text{ m}$$

$$Y_4 = \frac{(34.4 - 8.6 - 3.44) * 3.44}{34.4} = 2.24 \text{ m}$$

$$W_M = 1/2 * 34.4 * 3.1 = 53.32 \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow M_{TR} = 145 * (y_1 + y_3) + 35 * y_4 = 960 \text{ KN.m}$$

$$M_{Tad} = 110 * (y_2 + y_1) = 668.8 \text{ KN.m}$$



$$M_{LN} = 9.3 \cdot W = 495.87 \text{ KN.m}$$

$$M_{Ng} = 3 \cdot W = 3 \cdot 53.32 = 159.96 \text{ KN.m}$$

Suy ra: $M_{101} = M_{TR} + M_{LN} = 960 + 495.87 = 1455.87 \text{ KN.m}$

4.3. Tại mặt cắt: M102 ($x_2 = 6.88 \text{ m}$)

b. Nội lực do Lực cắt

Tính đ- ợc:

$$Y_1 = \frac{34.4 - 6.88}{34.4} = 0.8 \text{ m}$$

$$Y_2 = \frac{34.4 - 6.88 - 1.2}{34.4} = 0.765 \text{ m}$$

$$Y_3 = \frac{34.4 - 6.88 - 4.3}{34.4} = 0.675 \text{ m}$$

$$Y_4 = \frac{34.4 - 6.88 - 8.6}{34.4} = 0.55 \text{ m}$$

$$W = 1/2 \cdot (34.4 - 6.88) \cdot 0.8 = 11 \text{ m}^2$$

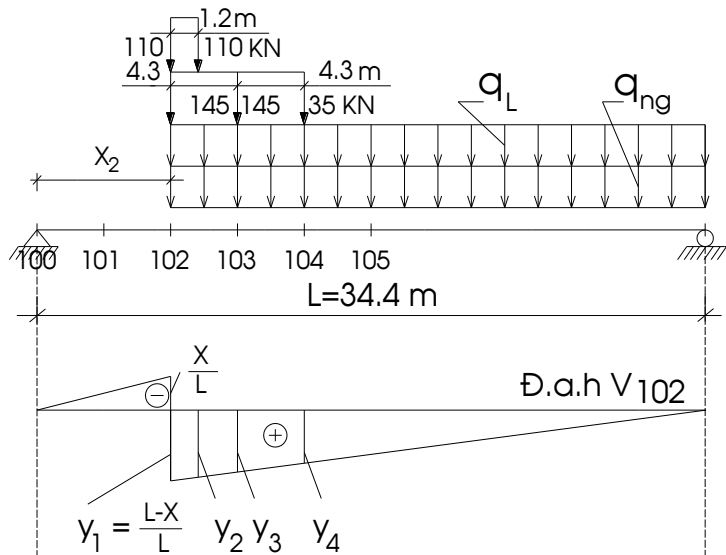
$$\Rightarrow V_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35y_4 = 246.18 \text{ KN}$$

$$V_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 172.15 \text{ KN}$$

$$V_{LN} = 9.3 \cdot W = 102.3 \text{ KN}$$

$$V_{Ng} = 3 \cdot W = 33 \text{ KN}$$

Suy ra: $V_{102} = V_{TR} + V_{LN} = 246.18 + 102.3 = 348.48 \text{ KN}$



b. Nội lực do Mômen :

Tính đ- ợc:

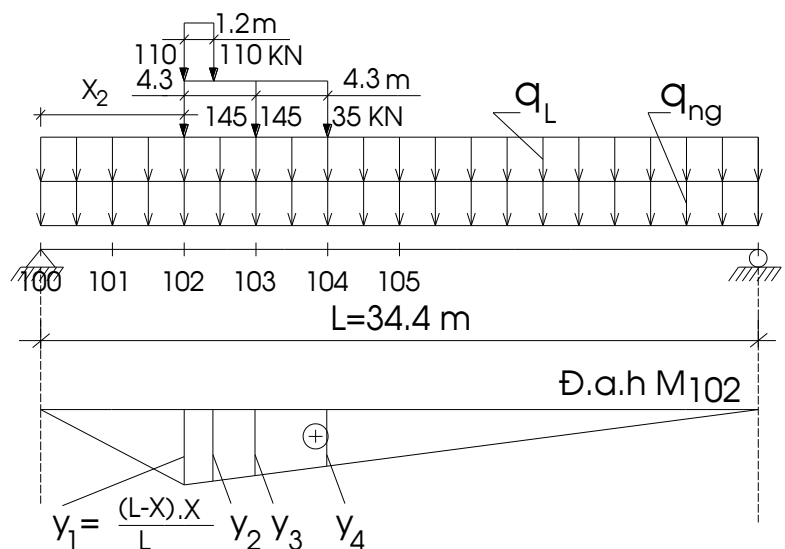
$$y_1 = \frac{(34.4 - 6.88) \cdot 6.88}{34.4} = 5.504 \text{ m}$$

$$y_2 = \frac{(34.4 - 1.2 - 6.88) \cdot 6.88}{34.4} = 5.26 \text{ m}$$

$$y_3 = \frac{(34.4 - 4.3 - 6.88) \cdot 6.88}{34.4} = 4.6 \text{ m}$$

$$y_4 = \frac{(34.4 - 8.6 - 6.88) \cdot 6.88}{34.4} = 3.78 \text{ m}$$

m



$$W = 1/2 \cdot 34.4 \cdot 5.504 = 94.67 \text{ m}$$

$$\Rightarrow M_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35 y_4 = 1597.4 \text{ KN.m}$$

$$M_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 1184.04 \text{ KN.m}$$

$$M_{LN} = 9.3 \cdot W = 880.43 \text{ KN.m}$$

Suy ra : $M_{102} = M_{TR} + M_{LN}$
 $= 1597.4 + 880.43$
 $= 2479.83 \text{ KN.m}$

4.4. Tại mặt cắt : M_{103} ($x_3 = 10.32 \text{ m}$)

a. Nội lực do lực cắt :

Tính đ- ợc:

$$Y_1 = \frac{34.4 - 10.32}{34.4} = 0.7 \text{ m}$$

$$Y_2 = \frac{34.4 - 1.2 - 10.32}{34.4} = 0.67 \text{ m}$$

$$Y_3 = \frac{34.4 - 4.3 - 10.32}{34.4} = 0.575 \text{ m}$$

$$Y_4 = \frac{34.4 - 8.6 - 10.32}{34.4} = 0.45 \text{ m}$$

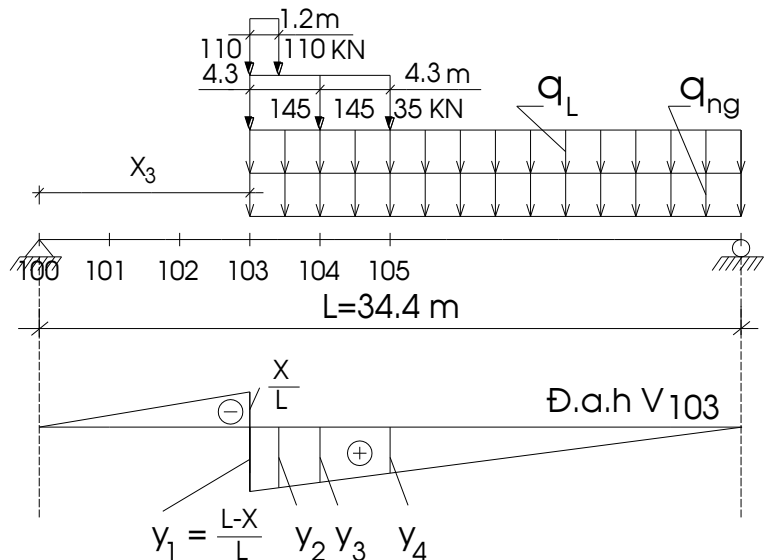
$$W = 1/2 \cdot (34.4 - 10.32) \cdot 0.7 = 8.43 \text{ m}$$

$$\Rightarrow V_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35 y_4 = 200.6 \text{ KN}$$

$$V_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 150.7 \text{ KN}$$

$$V_{LN} = 9.3 \cdot W = 78.4 \text{ KN}$$

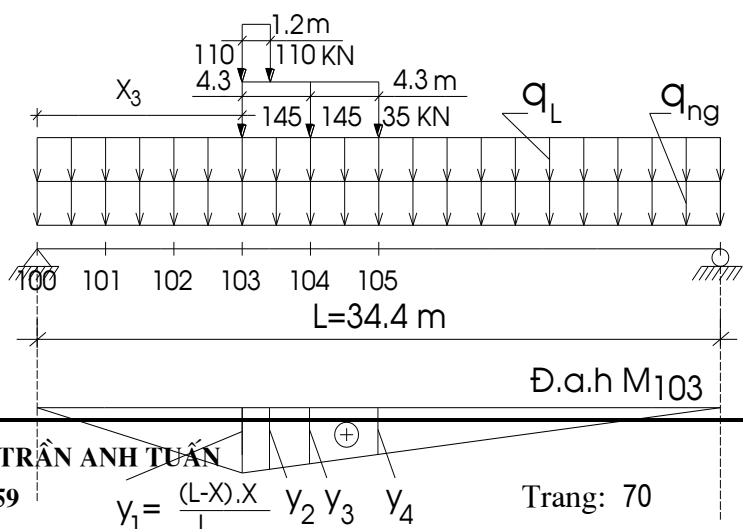
Suy ra : $V_{103} = V_{TR} + V_{LN} = 200.6 + 78.4 = 279 \text{ KN}$



b. Nội lực do Mômen :

$$Y_1 = \frac{(34.4 - 10.32) \cdot 10.32}{34.4} = 7.22 \text{ m}$$

$$Y_2 = \frac{(34.4 - 1.2 - 10.32) \cdot 10.32}{34.4} = 6.872 \text{ m}$$



$$y_3 = \frac{(34.4 - 4.3 - 10.32) \times 10.32}{34.4} = 5.93 \text{ m}$$

$$y_4 = \frac{(34.4 - 8.6 - 10.32) \times 10.32}{34.4} = 4.64 \text{ m}$$

$$W = 1/2 \times 34.4 \times 7.22 = 124.2 \text{ m}$$

$$\Rightarrow M_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35 y_4 = 2069.15 \text{ KN.m}$$

$$M_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 1550.12 \text{ KN.m}$$

$$M_{LN} = 9.3 \times W = 133.5 \text{ KN.m}$$

Suy ra: $M_{103} = M_{TR} + M_{LN}$
 $= 2069.15 + 133.5 = 2202.65$
 KN.m

4.4. Tại mặt cắt: M104 ($x_4 = 13.76 \text{ m}$)

a. Nội lực do lực cắt:

$$y_1 = \frac{34.4 - 13.76}{34.4} = 0.6 \text{ m}$$

$$y_2 = \frac{34.4 - 1.2 - 13.76}{34.4} = 0.25 \text{ m}$$

$$y_3 = \frac{34.4 - 4.3 - 13.76}{34.4} = 0.475 \text{ m}$$

$$y_4 = \frac{34.4 - 8.6 - 13.76}{34.4} = 0.35 \text{ m}$$

$$W = 1/2 \times (34.4 - 13.76) \times 0.6 = 6.192 \text{ m}$$

$$\Rightarrow V_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35 y_4 = 168.13$$

 KN

$$V_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 93.5 \text{ KN}$$

$$V_{LN} = 9.3 \times W = 57.58 \text{ KN}$$

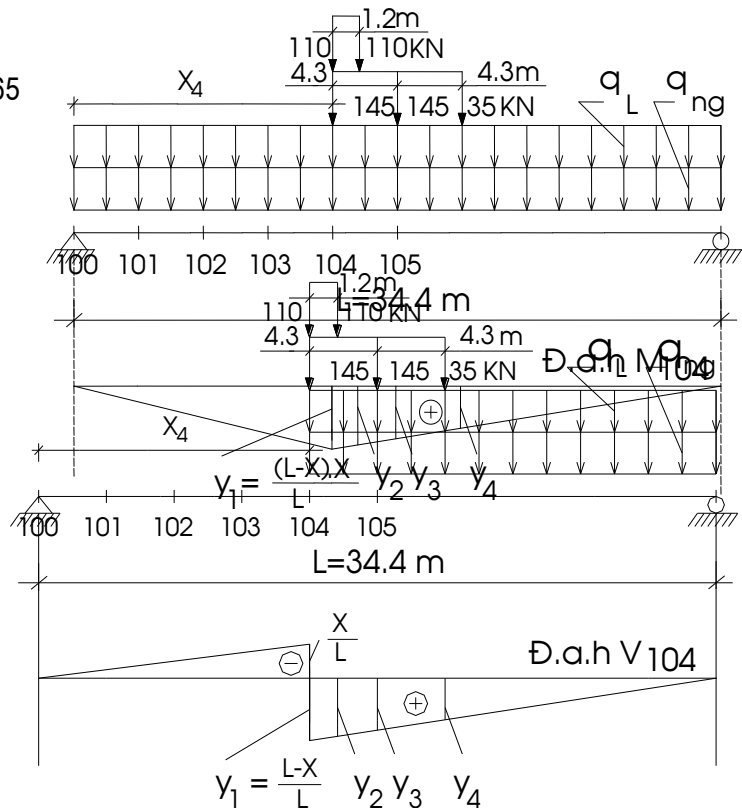
$$V_{Ng} = 3 \times W = 18.576 \text{ KN} \quad \text{Suy ra: } V_{104} = V_{TR} + V_{LN} = 168.13 + 57.58 = 225.71 \text{ KN}$$

b. Nội lực do Mômen:

$$y_1 = \frac{(34.4 - 13.76) \times 13.76}{34.4} = 8.256 \text{ m}$$

$$y_2 = \frac{(34.4 - 1.2 - 13.67) \times 13.67}{34.4} = 7.76 \text{ m}$$

$$y_3 = \frac{(34.4 - 4.3 - 13.67) \times 13.67}{34.4} = 6.53 \text{ m}$$



$$y_4 = \frac{(34.4 - 8.6 - 13.76) \times 13.76}{34.4} = 4.82 \text{ m}$$

$$W = 1/2 \times 34.4 \times 8.256 = 142 \text{ m}$$

$$\Rightarrow M_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35 y_4 = 2312.67 \text{ KN.m}$$

$$M_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 1761.76 \text{ KN.m}$$

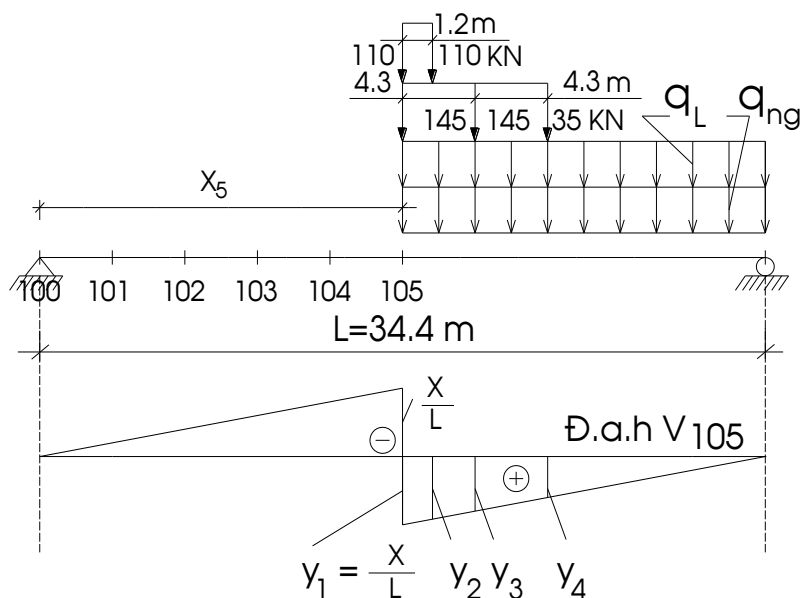
$$M_{LN} = 9.3 \times W = 1320.6 \text{ KN.m}$$

$$M_{Ng} = 3 \times W = 426 \text{ KN.m}$$

$$\text{Suy ra: } M_{104} = M_{TR} + M_{LN} = 2312.67 + 3831.6 = 6144.27 \text{ KN.m}$$

4.4. Tại mặt cắt: M105 ($x_5 = 17.2 \text{ m}$)

a. Nội lực do lực cắt:



$$y_1 = \frac{34.4 - 17.2}{34.4} = 0.5 \text{ m}$$

$$y_2 = \frac{34.4 - 1.2 - 17.2}{34.4} = 0.46 \text{ m}$$

$$y_3 = \frac{34.4 - 4.3 - 17.2}{34.4} = 0.375 \text{ m}$$

$$y_4 = \frac{34.4 - 8.6 - 17.2}{34.4} = 0.25 \text{ m}$$

$$W = 1/2 \times (34.4 - 17.2) \times 0.5 = 4.23 \text{ m}$$

$$\Rightarrow V_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35 y_4 = 135.63 \text{ KN}$$

$$V_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 105.6 \text{ KN}$$

$$V_{LN} = 9.3 \times W = 39.34 \text{ KN}$$

$$V_{Ng} = 3 \times W = 12.7 \text{ KN}$$

Suy ra: $V_{105} = V_{TR} + V_{LN} = 135.63 + 39.34 = 174.96 \text{ KN}$

b. Nội lực do Mômen:

$$y_1 = \frac{(34.4 - 17.2) \times 17.2}{34.4} = 8.6 \text{ m}$$

$$y_2 = \frac{(34.4 - 1.2 - 17.2) \times 17.2}{34.4} = 8 \text{ m}$$

$$y_3 = y_4 = \frac{(34.4 - 4.3 - 17.2) \times 17.2}{34.4} = 6.45 \text{ m}$$

$$W = 1/2 \times 34.4 \times 8.6 = 147.92 \text{ m}$$

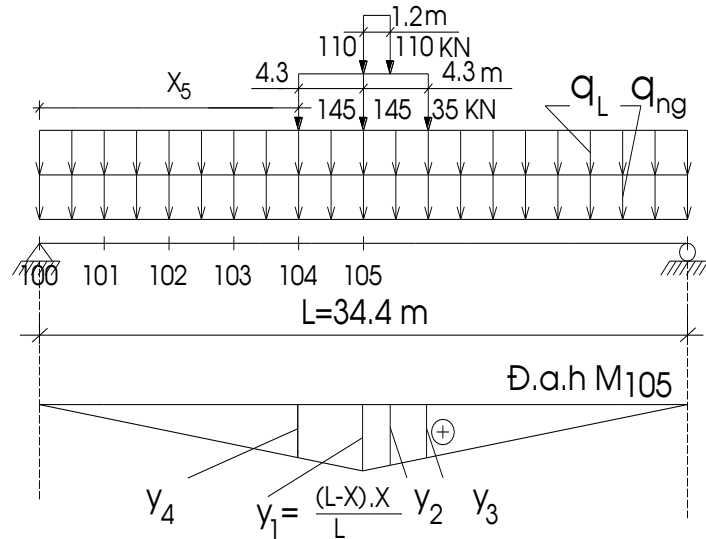
$$\Rightarrow M_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35 y_4 = 2332.75 \text{ KN.m}$$

$$M_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 1826 \text{ KN.m}$$

$$M_{LN} = 9.3 \times W = 1375.66 \text{ KN.m}$$

$$M_{Ng} = 3 \times W = 443.76 \text{ KN.m}$$

Suy ra: $M_{105} = M_{TR} + M_{LN} = 2332.75 + 1375.66 = 3708.41 \text{ KN.m}$



*. BẢNG TỔNG HỢP NỘI LỰC DO HOẠT TẢI:

$$Mu = mg_M^{SE} \cdot (1.75 \cdot M^{LN} + 1.75 \cdot 1.25 \cdot M^{TR}) + mg_{Ng} \cdot 1.75 \cdot M_{Ng}$$

$$Vu = mg_V^{MI} \cdot (1.75 \cdot V^{LN} + 1.75 \cdot 1.25 \cdot V^{TR}) + mg_{Ng} \cdot 1.75 \cdot V_{Ng}$$

Với: $mg_M^{SE} = 0.625$

$$mg_V^{MI} = 0.793$$

$$mg_{Ng} = 1.065$$

Nội lực	Tải trọng	Các tiết diện					
		100	101	102	103	104	105
M(KN.m)	Xe tải HL-93	0.000	960	1597.4	2069.15	2312.67	2332.75
	xe Taden	0.000	688.8	1184.04	1550.12	1761.76	1826
	tải trọng làn	0.000	495.87	880.43	133.5	1320.6	1375.66
	tải trọngng- ời	0.000	159.96	284.01	372.61	426	443.76
Q(KN)	Xe tải HL-93	298.125	265.6	246.18	200.6	168.13	135.63
	xe Taden	216.15	194.15	172.15	150.7	93.5	105.6

	tải trọng làn	159.96	114.502	102.3	78.4	57.58	39.34
	tải trọngng- ời	51.6	36.936	33	25.3	18.576	12.7
	Mu(KN.m)	0.000	2025.2	3620.33	3371.75	5059.95	5166.54
	Qu(KN)	835.3	688.48	604.16	483.72	391.34	303.4

5. Tổ hợp nội lực theo các TTGH:

5.1. TTGH c- ờng đô 1 :

+Tổ hợp nội lực do mômen :

$$\begin{aligned}
 NL &= \eta * \sum \gamma_{pi} * M_i \\
 &= \eta * [\gamma_{p1} * (M_1 + M_{2a}) + \gamma_{p1} * M_{LP} + (1.75 * 1.25 * M_{TR} + 1.75 M_{LN}) * mg_M + 1.75 * M_{Ng} * mg_{Ng}] \\
 &= \eta * [\gamma_{p1} * (M_1 + M_{2a}) + \gamma_{p1} * M_{LP} + M_U]
 \end{aligned}$$

+Tổ hợp nội lực do lực cắt :

$$\begin{aligned}
 NL &= \eta * \sum \gamma_{pi} * V_i \\
 &= \eta * [\gamma_{p1} * (V_1 + V_{2a}) + \gamma_{p1} * V_{LP} + (1.75 * 1.25 * V_{TR} + 1.75 V_{LN}) * mg_M + 1.75 * V_{Ng} * mg_{Ng}] \\
 &= \eta * [\gamma_{p1} * (V_1 + V_{2a}) + \gamma_{p1} * V_{LP} + V_U]
 \end{aligned}$$

Trong đó : $\eta = \eta_D \eta_R \eta_I = 1$

γ_{P1} :hệ số tính tải không kể lớp phủ =1.25

γ_{P2} :hệ số tính tải do lớp phủ =1.5

mg:hệ số phân phối ngang .

a. Tại mặt cắt L/2 (105):

$$M_{105} = 1.25 * (3223.18 + 931.89) + 1.5 * 378.68 + 5166.54 = 10928.40 \text{ (KN.m)}$$

$$V_{105} = 1.25 * 0 + 1.5 * 0 + 303.4 = 303.4 \text{ (KN)}$$

T- ơng tự cho các tiết diện khác $\Rightarrow$ Ta có bảng sau.

Bảng tổng hợp nội lực theo TTGHCD1:

Mặt cắt	Các tiết diện					
	100	101	102	103	104	105
Mômen(KN.m)	0.000	4099.45	7306.395	8212.00	10591.21	10928.40
Lực cắt(KN)	1505.28	1224.51	1006.15	752.105	525.34	303.4

5.2. TTGH sử dụng :

+Tổ hợp nội lực do mômen :

$$\begin{aligned}
 NL &= \eta * \sum \gamma_{pi} * M_i \\
 &= \eta * [M_1 + M_{2a} + M_{LP} + (1.25 * M_{TR} + M_{LN}) * mg_M + M_{Ng} * mg_{Ng}]
 \end{aligned}$$

+Tổng hợp nội lực do lực cắt :

$$NL = \eta \cdot \sum \gamma_{pi} \cdot V_i$$

$$= \eta \cdot [V_1 + V_{2a} + V_{LP} + (1.25 \cdot V_{TR} + V_{LN}) \cdot mg_M + V_{Ng} \cdot mg_{Ng}]$$

a. Tại mặt cắt L/2(105):

$$M_{105} = 3223.18 + 931.89 + 378.68 + (1.25 \cdot 2332.75 + 1375.66) \cdot 0.625 + 443.76 \cdot 1.065$$

$$= 7688.61 \text{ (KN.m)}$$

$$V_{105} = 0 + (1.25 \cdot 135.63 + 39.34) \cdot 0.793 + 12.7 \cdot 1.065 = 179.17 \text{ (KN)}$$

T-ơng tự cho các tiết diện khác $\Rightarrow$ Ta có bảng sau.

Bảng tổng hợp nội lực theo TTGHSD:

Mặt cắt	Các tiết diện					
	100	101	102	103	104	105
Mômen(KN.m)	0.000	2862.42	5001.01	5905.36	7442.14	7688.61
Lực cắt(KN)	983.36	815.17	676.60	499.14	337.54	179.17

III. TÍNH VÀ BỐ TRÍ CỐT THÉP D- L:

1. Tính cốt thép :

-Sử dụng thép 7 sợi 12.7mm , $A = 98.71 \text{ mm}^2$.

+C-ờng độ kéo quy định của thép UST : $f_{pu} = 1860 \text{ MPa}$.

+Giới hạn chảy của thép ứng suất tr-ớc : $f_{py} = 0.9 f_{pu} = 1674 \text{ MPa}$.

+Môđun đàn hồi của thép ứng suất tr-ớc : $E_p = 197000 \text{ MPa}$.

+Ứng suất sau mất mát : $f_T = 0.8 f_y = 0.8 \cdot 1674 = 1339.2 \text{ MPa}$.

+ Giới hạn ứng suất cho bê tông : $f_c = 50 \text{ (Mpa)}$ c-ờng độ chịu nén 28 ngày.

Sơ bộ chọn cốt thép:

$$A_{PS} = \frac{M}{f_T \cdot Z}$$

$$\text{Trong đó : } Z = d_p - \frac{h_f}{2} = 0.9h - \frac{h_f}{2} = 0.9 \cdot 1800 - \frac{194}{2} = 1523 \text{ mm}$$

M : mômen lớn nhất tại mặt cắt L/2 (105) – TTGH c-ờng độ.

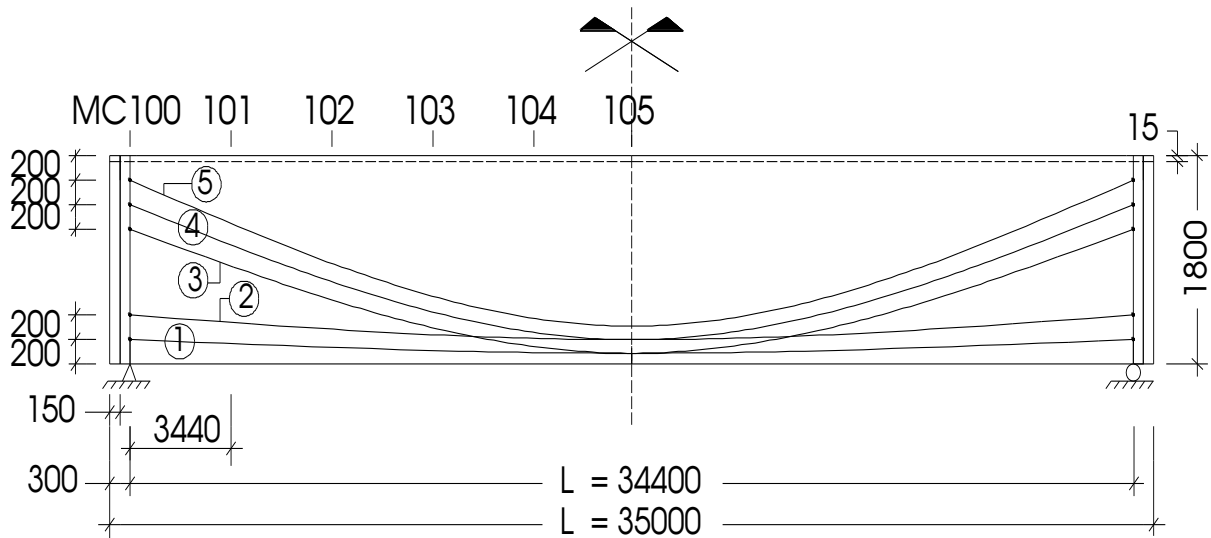
$$\rightarrow M = M_{L/2} = 10928.40 \times 10^6 \text{ N.mm.}$$

$$\Rightarrow A_{PS} = \frac{M}{f_T \cdot Z} = \frac{10928.4 \times 10^6}{1523 \times 1339.2} = 4836 \text{ mm}^2$$

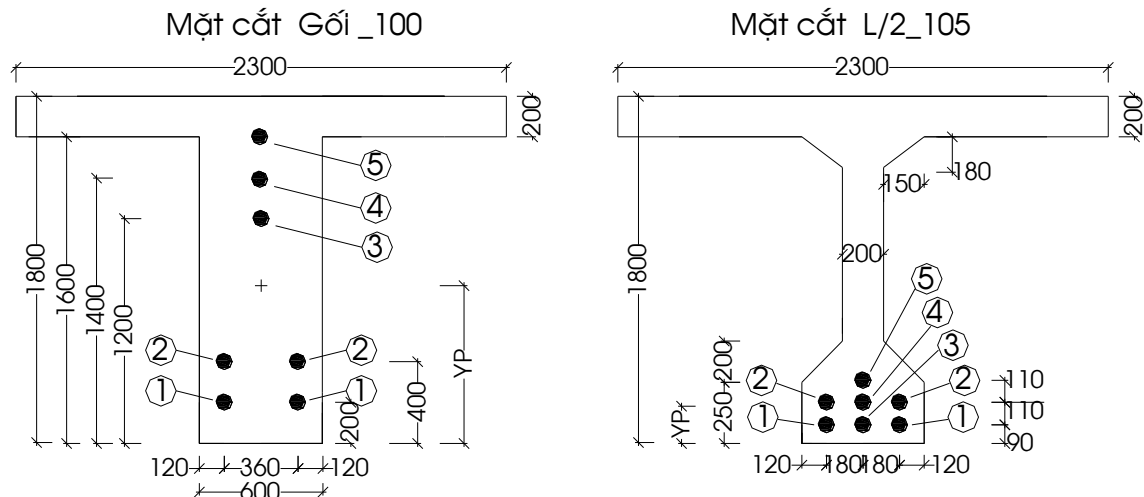
$$\text{Số bó} = \frac{5158}{98.71 \times 7} = 7 \text{ bó (7 tao 12.7) } = 7 \text{ (bó)}$$

Suy ra : $A_{ps} = 4836 \text{ mm}^2$

2. Bố trí và uốn cốt chủ :



Bố trí 7 bó nh- hình vẽ :



Ta có :

-Tại mặt cắt Gối :

$$y_p = \frac{f(200 \times 2 + 400 \times 2 + 1200 + 1400 + 1600)}{7f} = 771 \text{ mm}$$

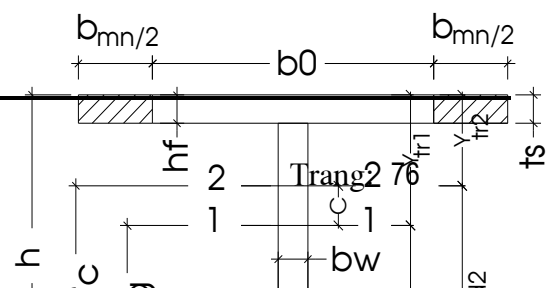
-Tại mặt cắt giữa nhịp(L/2):

$$y_p = \frac{f(90 \times 3 + 200 \times 3 + 310)}{7f} = 168 \text{ mm}$$

2.1. Đặc tr- ng hình học tiết diện:

a. Tại MC L/2 (giữa nhịp):

*Giai đoạn 1 : (không có mối nối , trừ lỗ rỗng):



Ta có :

$$b_0 = s - b_{mn} = 2300 - 500 = 1800 \text{ mm}$$

$$h_f = 194 \text{ mm}, b_w = 200 \text{ mm}, h_d = 350 \text{ mm}$$

$$h = 1800 - 15 = 1785 \text{ mm}$$

$$b_1 = 600 \text{ mm}, \Delta F_0 = n \frac{\pi d_r^2}{4}, n: \text{số bó} = 7$$

$$\rightarrow \Delta F_0 = 19782 \text{ mm}^2$$

$$d_r = 60 \text{ mm} : \text{đường kính lỗ rỗng.}$$

$$y_p = 168 \text{ mm.}$$

Diện tích :

$$A_g = (b_0 - b_w)h_f + b_w h + (b_1 - b_w)h_d - \Delta F_0 \\ = (1800 - 200) \cdot 194 + 200 \cdot 1785 + (600 - 200) \cdot 350 - 19782 = 787618 \text{ mm}^2.$$

Mômen tĩnh với đáy S_d .

$$S_d = (b_0 - b_w)h_f \left(h - \frac{h_f}{2}\right) + b_w \frac{h^2}{2} + (b_1 - b_w) \frac{h_d^2}{2} - \Delta F_0 y_p = 863754324 \text{ mm}^3.$$

$$y_{d_1} = \frac{S_d}{A_g} = 1097 \text{ mm} \rightarrow y_{tr_1} = 1785 - y_{d_1} = 688 \text{ mm}, e_g = y_{d_1} - y_p = 708 - 168 = 929 \text{ mm}.$$

$$I_g = (b_0 - b_w) \frac{h_f^3}{12} + (b_0 - b_w)h_f \left(y_{tr} - \frac{h_f}{2}\right)^2 + b_w \frac{h^3}{12} + b_w h \left(y_d - \frac{h}{2}\right)^2 + (b_1 - b_w) \frac{h_d^3}{12} + (b_1 - b_w)h_d \left(y_d - \frac{h_d}{2}\right)^2 - \Delta F_0 \left(y_d - \frac{h_d}{2}\right)^2 \\ = 4.35380 \times 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$\text{Vậy mômen quán tính với trục 1-1 : } I_g = 4.35380 \times 10^{11} \text{ mm}^4$$

* giai đoạn 2 : (trục 2-2) có kể đến mối nối và cốt thép DUL:

+ Diện tích t-ơng đ-ơng :

$$A_c = A_g + \frac{E_p}{E_c} x A_{ps} + b_{mn} t_s = 787618 + 197000/30358 + 500 \cdot 185 = 911400 \text{ mm}^2$$

+ Mômen tĩnh với trục 1-1 :

$$S_{1-1} = 500 \cdot 185 \left(y_{tr} - \frac{t_s}{2}\right) - \frac{E_p}{E_c} x A_{ps} x e_g = 500 \cdot 185 \left(688 - \frac{185}{2}\right) - \frac{197000}{30358} \cdot 4836 \cdot 929 \\ = 25929956 \text{ mm}^3$$

$$C = \frac{S_{1-1}}{A_c} = 30 \text{ mm}, y_2^{tr} = y_1^{tr} - c = 688 - 30 = 658 \text{ mm}, y_2^d = y_1^d + c = 1079 + 30 = 1109 \text{ mm}.$$

$$e_c = e_g + c = 929 + 30 = 959 \text{ mm}.$$

+ Mômen quán tính t-ơng đ-ơng (GĐ 2):

$$I_c = I_g + A_g x c^2 + b_{mn} \frac{t_s^3}{12} + b_{mn} t_s (y_2^{tr} - \frac{t_s}{2})^2 + \frac{E_p}{E_c} x A_{ps} x (y_2^d - y_p)^2$$

$$= 4.3538 \times 10^{11} + 787618 \times 30^2 + 500 \times \frac{185^3}{12} + 500 \times 185 \times (658 - \frac{185}{2})^2 + \frac{197000}{30358} \times 4836 \times (1109 - 168)^2$$

$$= 4.9378 \times 10^{11} \text{ (mm}^4\text{)}$$

b. Tại mặt cắt gối:

- giai đoạn 1:

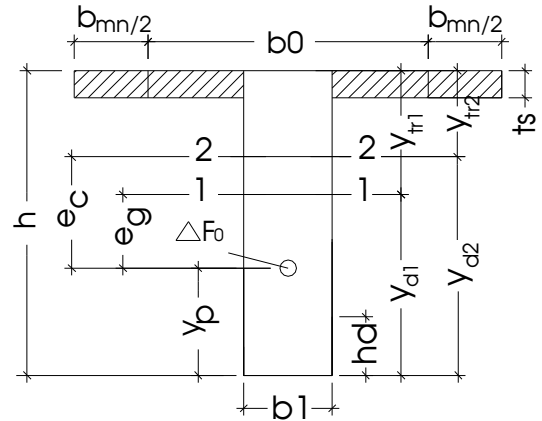
Ta có:

$$b_0 = s - b_{mn} = 2300 - 500 = 1800 \text{ mm}$$

$$\Delta F_0 = n \frac{\Pi d_r^2}{4}, n: \text{số bó} = 7 \rightarrow \Delta F_0 = 19782 \text{ mm}^2$$

$$h = 1800 - 15 = 1785 \text{ mm}, b_1 = 600 \text{ mm},$$

$$y_p = 771 \text{ mm}.$$



Diện tích:

$$A_g = b_0 - b_1 \frac{h}{t_s} + b_1 h - \Delta F_0 = (1800 - 600) \times 185 + 600 \times 1785 - 19782 = 1293000 \text{ mm}^2$$

Mômen tính với đáy S_d .

$$S_d = (b_0 - b_1) t_s (h - \frac{t_s}{2}) + b_1 \frac{h^2}{2} - \Delta F_0 y_p = 1318882674 \text{ mm}^3$$

$$y_1^d = \frac{S_d}{A_g} = 1020 \text{ mm} \rightarrow y_1^{tr} = 1785 - 1019 = 765 \text{ mm}, e_g = 1020 - 771 = 249 \text{ mm}.$$

$$I_g = (b_0 - b_1) \frac{t_s^3}{12} + (b_0 - b_1) t_s (y_1^{tr} - \frac{t_s}{2})^2 + b_1 \frac{h^3}{12} + b_1 h (y_1^d - \frac{h}{2})^2 - \Delta F_0 e_g^2 = 5.73145 \times 10^{11} \text{ (mm}^4\text{)}$$

- giai đoạn 2:

$$A_c = A_g + b_{mn} t_s + \frac{E_p}{E_c} x A_{ps} = 1416882 \text{ mm}^2.$$

$$S_{1-1} = b_{mn} t_s (y_1^{tr} - \frac{t_s}{2}) - \frac{E_p}{E_c} x A_{ps} x e_g$$

$$= 500 \times 185 \times (765 - \frac{185}{2}) - \frac{197000}{30358} \times 4836 \times 249 = 54392154 \text{ mm}^3.$$

$$c = \frac{S_{1-1}}{A_c} = 38 \text{ mm} \rightarrow y_2^{tr} = y_1^{tr} - c = 765 - 38 = 727 \text{ mm}.$$

$$y_2^d = y_1^d + c = 1058 \text{ mm}, e_c = e_g + c = 287 \text{ mm}.$$

$$I_c = I_g + A_g c^2 + b_{mn} \frac{t_s^3}{12} + b_{mn} t_s (y_2^{tr} - \frac{t_s}{2})^2 + \frac{E_p}{E_c} A_{ps} e_c^2$$

$$= 5.73145 \times 10^{11} + 1293000 \times 38^2 + 500 \times \frac{185^3}{12} + 500 \times 185 \times (727 - \frac{185}{2})^2 +$$

$$+ \frac{197000}{30358} \times 4836 \times 287^2 = 6.151 \times 10^{11} \text{ mm}^4.$$

2.2. Tính toán chiều dài bó cáp (Tất cả các bó đều uốn cong dạng parabol bậc 2):

+ Tính chiều dài và toạ độ của các bó cốt thép:

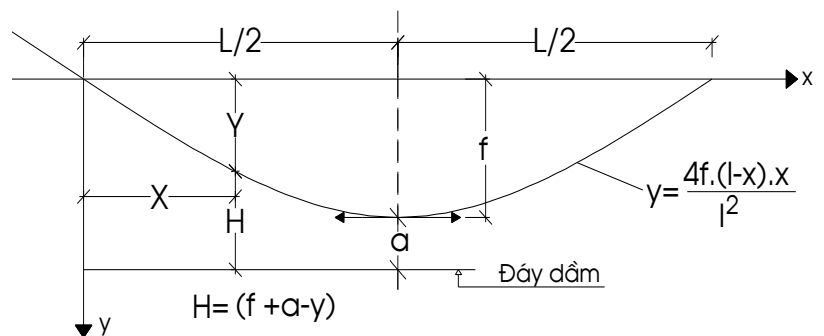
Chiều dài 1 bó:

$$L = l + \frac{8f^2}{3l}$$

- Bó 1: $l = 34400$, $f_1 = 200 - 90 = 110$,

$$L_1 = 34400 + \frac{8 \times 110^2}{3 \times 34400} = 34401 \text{ mm}$$

T- ơng tự ta có bảng:



Tên bó	Số bó	L(mm)	f_i (mm)	L_i (mm)
Bó 1	2	34400	110	34401
Bó 2	2	34400	200	34404
Bó 3	1	34400	960	34481
Bó 4	1	34400	1050	34497
Bó 5	1	34400	1140	34514

Chiều dài trung bình:

$$L_{tb} = \frac{34401 \times 2 + 34404 \times 2 + 34481 + 34497 + 34514}{7} = 34443 \text{ mm}$$

+ Toạ độ y và H: $H = f + a - y$, với $y = \frac{4f(l-x) \cdot x}{l^2}$.

- Tại mặt cắt gối có: $x_0 = 0$ mm.

Tên bó	a(mm)	f_i (mm)	x(mm)	y(mm)	H(mm)
1	90	110	0	0	200

2	200	200	0	0	400
3	90	960	0	0	1050
4	200	1050	0	0	1250
5	310	1140	0	0	1450

- Tại mặt cắt 1 có : $x_1=3440$ mm.

Tên bó	a(mm)	f_i (mm)	x(mm)	y(mm)	H(mm)
1	90	110	3440	40	160
2	200	200	3440	72	328
3	90	960	3440	346	704
4	200	1050	3440	378	872
5	310	1140	3440	410	1040

- Tại mặt cắt 2 có : $x_2=6880$ mm.

Tên bó	a(mm)	f_i (mm)	x(mm)	y(mm)	H(mm)
1	90	110	6880	70	130
2	200	200	6880	128	272
3	90	960	6880	614	436
4	200	1050	6880	672	578
5	310	1140	6880	730	720

- Tại mặt cắt 3 có : $x_3=1032$ mm:

Tên bó	a(mm)	f_i (mm)	x(mm)	y(mm)	H(mm)
1	90	110	1032	92	108
2	200	200	1032	168	232
3	90	960	1032	806	244
4	200	1050	1032	882	368
5	310	1140	1032	958	492

- Tại mặt cắt 4 có : $x_4=13760$ mm.

Tên bó	a(mm)	f_i (mm)	x(mm)	y(mm)	H(mm)
--------	-------	------------	-------	-------	-------

1	90	110	13760	106	94
2	200	200	13760	192	208
3	90	960	13760	922	128
4	200	1050	13760	1008	242
5	310	1140	13760	1094	356

- Tại mặt cắt 5 (L/2) có $x_5=17200\text{mm}$.

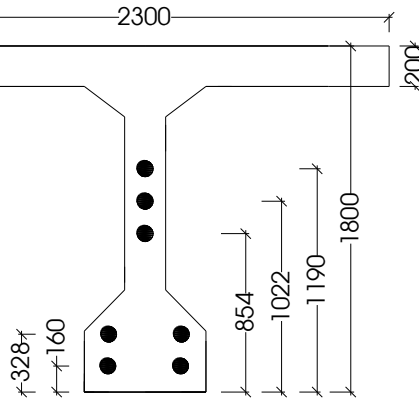
Tên bó	a(mm)	f_i (mm)	x(mm)	y(mm)	H(mm)
1	90	110	17200	110	90
2	200	200	17200	200	200
3	90	960	17200	960	90
4	200	1050	17200	1050	200
5	310	1140	17200	1140	310

⇒ Bảng tổng hợp tọa độ y và H trong các mặt cắt:

Mặt cắt	Tọa độ các mặt cắt (y) mm					
Tên bó	100	101	102	103	104	105
1	0	40	70	92	106	110
2	0	72	128	168	192	200
3	0	346	614	806	922	960
4	0	378	672	882	128	1050
5	0	410	730	958	1094	1140

Mặt cắt	Tọa độ các mặt cắt (H) mm					
Tên bó	100	101	102	1003	104	105
1	200	160	130	108	94	90
2	400	328	272	232	208	200
3	1050	704	436	244	128	90
4	1250	872	578	368	242	200
5	1450	1040	720	492	356	310

* Ví dụ mặt cắt 101: (hình bên)



IV. TÍNH ỨNG SUẤT MẤT MÁT:

1. Mất do ma sát :

$$\Delta f_{PF} = f_{PI} (1 - e^{-(kx + \mu \alpha)})$$

Trong đó :

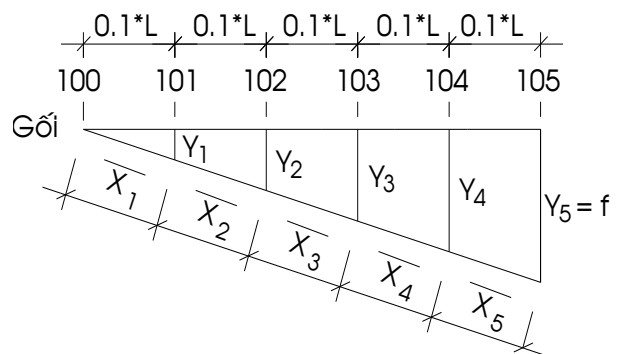
- f_{PI} : ứng suất khi căng kéo

$$f_{PI} = 0.8 f_{PU} = 0.8 \times 1860 = 1488 \text{ MPa}$$

- $K = 6.6 \times 10^{-7} / \text{mm}$

- $\mu = 0.23$.

- x : là chiều dài bó cáp tính từ đầu kích neo đến mặt cắt đang tính - s mất mát .



Tính khi kích 2 đầu :

+ vậy X của tất cả các bó tại MC100 đều bằng không .

+ X của bó tại mặt cắt 105 bằng 1 nửa chiều dài toàn bộ L_I của nó.

+ Tính X của 1 bó tại mặt cắt bất kì đ- ợc tính gần đúng nh- sau :

* Tại MC 101:

$$\overline{X_1} = \sqrt{(0.1l)^2 + (y_1)^2} \rightarrow X_1 = \overline{X_1}$$

* Tại MC 102:

$$X_2 = \overline{X_1} + \sqrt{(0.1l)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

* Tại MC 103:

$$X_3 = \overline{X}_2 + \sqrt{(0.1l)^2 + (y_3 - y_2)^2}$$

* Tại MC 104:

$$X_4 = \overline{X}_3 + \sqrt{(0.1l)^2 + (y_4 - y_3)^2}$$

a. Tính cho bó 1:

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3440^2 + 40^2} = 3440 \text{ mm}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3440^2 + (70 - 40)^2} = 3440 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{3440^2 + (92 - 70)^2} = 3440 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3440^2 + (106 - 92)^2} = 3440 \text{ mm.}$$

b. Tính cho bó 2 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3440^2 + 72^2} = 3441 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3440^2 + (128 - 72)^2} = 3440 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{3440^2 + (168 - 128)^2} = 3440 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3440^2 + (192 - 168)^2} = 3440 \text{ mm.}$$

c. Tính cho bó 3 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3440^2 + 346^2} = 3460 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3440^2 + (614 - 346)^2} = 3452 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{3440^2 + (806 - 614)^2} = 3446 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3440^2 + (922 - 806)^2} = 3442 \text{ mm.}$$

d. Tính cho bó 4 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3440^2 + 378^2} = 3463 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3440^2 + (674 - 378)^2} = 3454 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{3440^2 + (882 - 674)^2} = 3447 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{3440^2 + (1008 - 882)^2} = 3443 \text{ mm.}$$

e. Tính cho bó 5 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{3440^2 + 410^2} = 3468 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{3440^2 + (730 - 410)^2} = 3457 \text{ mm.}$$

$$\overline{X_3} = \sqrt{3440^2 + (958 - 730)^2} = 3449 \text{ mm.}$$

$$\overline{X_4} = \sqrt{3440^2 + (1094 - 958)^2} = 3443 \text{ mm.}$$

+ α : là tổng giá trị tuyệt đối các góc uốn của bó ct tính từ vị trí kích đến mặt cắt :

$$\alpha = \alpha_0 - \alpha_x .$$

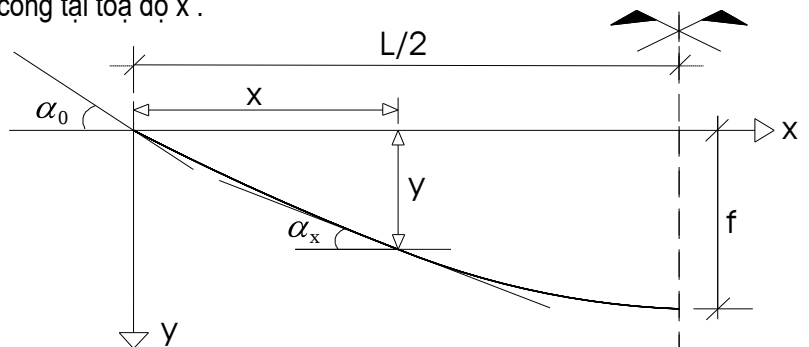
Với α_0 : là góc tiếp tuyến với đ- ờng cong tại gốc tọa độ .

α_x : là góc giữa tiếp tuyến với đ- ờng cong tại tọa độ x .

- Đ- ờng cong bó ct :

$$y = \frac{4f(l-x) \cdot x}{l^2}$$

$$\rightarrow \tan \alpha_x = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) .$$



Tính $\alpha_0, \alpha_x, \alpha$ cho các bó cáp

tại các mặt cắt cần tính - s mất mát:

+) Tính α_0 cho các bó ($x=0$):

$$\text{-bó 1 : } \tan \alpha_0 = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \times 110}{34400} (1 - 0) = 0.01279 \rightarrow \alpha_0 = 0.73^\circ$$

$$\text{-bó 2 : } \tan \alpha_0 = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \times 200}{34400} (1 - 0) = 0.0232558 \rightarrow \alpha_0 = 1.33^\circ$$

$$\text{-bó 3 : } \tan \alpha_0 = \frac{4 \times 960}{34400} = 0.111628 \rightarrow \alpha_0 = 6.36^\circ$$

$$\text{-bó 4 : } \tan \alpha_0 = \frac{4 \times 1050}{34400} = 0.122093 \rightarrow \alpha_0 = 7^\circ$$

$$\text{-bó 5 : } \tan \alpha_0 = \frac{4 \times 1140}{34400} = 0.13 \rightarrow \alpha_0 = 7.55^\circ$$

Lập bảng :

Tên bó	x(mm)	L(mm)	f_i (mm)	α_0 (độ)
Bó 1	0	34400	110	0.73
Bó 2	0	34400	200	1.33
Bó 3	0	34400	960	6.36
Bó 4	0	34400	1050	7
Bó 5	0	34400	1140	7.55

+) Tính α_x tại các mặt cắt cho các bó :

* Tại mặt cắt 101 có : $x_1=3440$ mm.

$$\text{-bó 1 : } \rightarrow \operatorname{tg} \alpha_x = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \times 110}{34400} \left(1 - \frac{2 \times 3440}{34400}\right) = 0.011579 \rightarrow \alpha_x = \mathbf{0.66^\circ}.$$

Tổng hợp ta có bảng sau :

Tên bó	x(mm)	L(mm)	f_i (mm)	α_x (độ)
Bó 1	3440	34400	110	0.66
Bó 2	3440	34400	200	1.20
Bó 3	3440	34400	960	5.77
Bó 4	3440	34400	1050	6.30
Bó 5	3440	34400	1140	6.84

* Tại mặt cắt 102 có : $x_2=6880$ mm.

Tên bó	x(mm)	L(mm)	f_i (mm)	α_x (độ)
Bó 1	6880	34400	110	0.50
Bó 2	6880	34400	200	0.90
Bó 3	6880	34400	960	4.33
Bó 4	6880	34400	1050	4.74
Bó 5	6880	34400	1140	5.14

* Tại mặt cắt 103 có : $x_3=10320$ mm.

Tên bó	x(mm)	L(mm)	f_i (mm)	α_x (độ)
Bó 1	10320	34400	110	0.33
Bó 2	10320	34400	200	0.60
Bó 3	10320	34400	960	2.89
Bó 4	10320	34400	1050	3.16
Bó 5	10320	34400	1140	3.13

• Tại mặt cắt 104 có : $x_4=13760$ mm.

Tên bó	x(mm)	L(mm)	f_i (mm)	α_x (độ)
Bó 1	13760	34400	110	0.17
Bó 2	13760	34400	200	0.30
Bó 3	13760	34400	960	1.45
Bó 4	13760	34400	1050	1.58
Bó 5	13760	34400	1140	1.72

* Tại mặt cắt 105 (L/2) : thì tất cả các bó có $\alpha_x = 0 \Rightarrow \alpha = \alpha_0$.

+) Tính α cho các bó tại các mặt cắt :

Công thức: $\alpha = \alpha_0 - \alpha_x$

- Tại mặt cắt 101:

Tên bó	α_0 (độ)	α_x (độ)	α (độ)
Bó 1	0.73	0.66	0.07
Bó 2	1.33	1.20	0.13
Bó 3	6.36	5.77	0.59
Bó 4	7	6.30	0.7
Bó 5	7.55	6.84	0.71

- Tại mặt cắt 102:

Tên bó	α_0 (độ)	α_x (độ)	α (độ)	α (radian)
Bó 1	0.73	0.50	0.23	0.004012
Bó 2	1.33	0.90	0.43	0.007501
Bó 3	6.36	4.33	2.03	0.035412
Bó 4	7	4.74	2.26	0.039424
Bó 5	7.55	5.14	2.41	0.042041

- Tại mặt cắt 103:

Tên bó	α_0 (độ)	α_x (độ)	α (độ)	α (radian)
Bó 1	0.73	0.33	0.50	0.008727

Bố 2	1.33	0.60	0.73	0.012734
Bố 3	6.36	2.89	3.47	0.060532
Bố 4	7	3.16	3.84	0.066986
Bố 5	7.55	3.13	4.42	0.077104

- Tại mặt cắt 104:

Tên bố	α_0 (độ)	α_x (độ)	α (độ)	α (radian)
Bố 1	0.73	0.17	0.56	0.010000
Bố 2	1.33	0.30	1.03	0.017967
Bố 3	6.36	1.45	4.91	0.085652
Bố 4	7	1.58	5.42	0.094548
Bố 5	7.55	1.72	5.83	0.101701

- Tại mặt cắt 105(L/2):

Tên bố	α_0 (độ)	α_x (độ)	α (độ)	α (radian)
Bố 1	0.73	0	0.73	0.012734
Bố 2	1.33	0	1.33	0.023201
Bố 3	6.36	0	6.36	0.125664
Bố 4	7	0	7	0.137357
Bố 5	7.55	0	7.55	0.148877

• Tính ứng suất mất mát do ma sát tại các mặt cắt lập thành bảng:

a. Mặt cắt 101:

Bố	L_i	f_{pi}	k	x ($L_i/2$)	μ	α (Rad)	$1 - e^{-\mu \alpha}$	Δf_{PF} (MPa)
----	-------	----------	---	------------------	-------	----------------	-----------------------	-----------------------

1	34401	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15201	0.23	0.002967	0.0107631	16.02
2	34404	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15202	0.23	0.005411	0.0113197	16.84
3	34481	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15241	0.23	0.024958	0.0157802	23.48
4	34497	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15249	0.23	0.027402	0.0163386	24.31
5	34514	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15257	0.23	0.029496	0.0168175	25.02

$$\Rightarrow \Delta f_{PF}^{tb} = (16.02 \cdot 2 + 16.84 \cdot 2 + 23.48 + 24.31 + 25.02) / 7 = 19.79 \text{ MPa}$$

b. Mắt cắt 102:

Bó	L_i	f_{pi}	k	x ($L_i/2$)	μ	α (Rad)	$1 - e^{-k + \mu \alpha}$	Δf_{PF} (MPa)
1	34401	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15201	0.23	0.005760	0.0113984	16.96
2	34404	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15202	0.23	0.010647	0.0125096	18.61
3	34481	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15241	0.23	0.050091	0.0214532	31.92
4	34497	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15249	0.23	0.054629	0.0224792	33.45
5	34514	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15257	0.23	0.059167	0.0235042	34.97

$$\Rightarrow \Delta f_{PF}^{tb} = (16.96 \cdot 2 + 18.61 \cdot 2 + 31.92 + 33.45 + 34.97) / 7 = 24.5 \text{ MPa}$$

c. Mắt cắt 103:

Bó	L_i	f_{pi}	k	x ($L_i/2$)	μ	α (Rad)	$1 - e^{-k + \mu \alpha}$	Δf_{PF} (MPa)
1	34401	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15201	0.23	0.008727	0.0120728	17.96
2	34404	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15202	0.23	0.015882	0.0136979	20.38
3	34481	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15241	0.23	0.075224	0.0270935	40.32

			7					
4	34497	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15249	0.23	0.082205	0.0286595	42.65
5	34514	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15257	0.23	0.094248	0.0313515	46.65

$$\Rightarrow \Delta f_{PF}^{tb} = (17.96 \cdot 2 + 20.38 \cdot 2 + 40.32 + 42.65 + 46.65) / 7 = 29.47 \text{ Mpa}$$

c. Mắt cắt 104:

Bó	L_i	f_{pi}	k	x ($L_i/2$)	μ	α (Rad)	$1 - e^{-k + \mu\alpha}$	Δf_{PF} (MPa)
1	34401	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15201	0.23	0.011519	0.0127070	18.91
2	34404	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15202	0.23	0.021118	0.0148850	22.15
3	34481	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15241	0.23	0.100356	0.0327010	48.66
4	34497	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15249	0.23	0.109781	0.0348007	51.78
5	34514	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15257	0.23	0.118857	0.0368186	54.79

$$\Rightarrow \Delta f_{PF}^{tb} = (18.91 \cdot 2 + 22.15 \cdot 2 + 48.66 + 51.78 + 54.79) / 7 = 33.91 \text{ Mpa}$$

d. Mắt cắt L/2:

Bó	L_i	f_{pi}	k	x ($L_i/2$)	μ	α (Rad)	$1 - e^{-k + \mu\alpha}$	Δf_{PF} (MPa)
1	34401	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15201	0.23	0.014486	0.0133805	19.91
2	34404	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15202	0.23	0.026354	0.0160706	23.91
3	34481	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15241	0.23	0.125664	0.0383151	57.01
4	34497	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15249	0.23	0.137357	0.0409031	60.86
5	34514	1488	$6.67 \cdot 10^{-7}$	15257	0.23	0.148877	0.0434461	64.65

$$\Rightarrow \Delta f_{PF}^{tb} = (19.91 \cdot 2 + 23.91 \cdot 2 + 57.01 + 60.86 + 64.65) / 7 = 38.59 \text{ Mpa}$$

2. Mất do tr-ợt neo :

$$\Delta f_{PA} = \frac{\Delta L}{l_{tb}} \cdot E_p$$

Trong đó : lấy $\Delta L = 6\text{mm} / 1\text{neo} \Rightarrow 2\text{neo}, \Delta L = 2 \times 6 = 12\text{mm}$.

$$E_p = 197000 \text{ MPa}$$

$$l_{tb} = 34443 \text{ mm}$$

$$\text{Suy ra : } \Delta f_{PA} = \frac{6 \times 2}{34443} \cdot 197000 = 68.6 \text{ MPa}$$

3. Mất do nén đàn hồi bê tông (mỗi lần căng 1 bó) :

$$\Delta f_{PEs} = \frac{(N-1)}{2N} \cdot \frac{E_p}{E_{CI}} \cdot f_{cgp}$$

Trong đó : $N=7$ bó.

$$E_{ci} = 4800 \sqrt{f'_{ci}}, \text{ với } f'_{ci} = 80\% f'_c = 0.8 \times 50 = 40 \text{ MPa}.$$

f'_{ci} : cường độ bê tông lúc căng.

$$E_{ci} = 27153 \text{ MPa}$$

$$f_{PI} = 0.8 f_{PU} = 0.8 \times 1860 = 1488.$$

f_{cgp} : ứng suất tại trọng tâm cốt do lực căng đã kể đến mất do ma sát + tụt neo và do trọng lượng bản thân g_1 :

$$\text{-lực căng : } P_i = f_{pi} - \Delta f_{PF} + \Delta f_{PA} \cdot \bar{x} A_{PS} \cdot \cos \alpha_x^{tb}.$$

Trong đó :

α_x^{tb} : là góc trung bình của tiếp tuyến với các bó tại mặt cắt tính toán

3.1. Lực căng P_i tại các mặt cắt là :

a. MC Gối :

$$P_i = 1488 - 68.6 \cdot 0.998 \times 4836 = 6850490 \text{ N}$$

$$\text{Với } \alpha_x^{tb} = (0.86 \times 2 + 1.51 \times 2 + 7.2 + 7.87 + 8.53) / 7 = 3.834 \Rightarrow \cos \alpha_x^{tb} = 0.998.$$

b. MC 101 :

$$P_i = (1488 - (68.6 + 19.79)) \cdot 0.998 \cdot 4836 = 6754977 \text{ N}$$

c. MC 102 :

$$P_i = (1488 - (68.6 + 29.47)) \cdot 0.998 \cdot 4836 = 6708258 \text{ N}$$

d. MC 103 :

$$P_i = (1488 - (68.6 + 24.5)) \cdot 0.998 \cdot 4836 = 6732245 \text{ N}$$

e. MC 104 :

$$P_i = (1488 - (68.6 + 33.91)) \cdot 0.998 \cdot 4836 = 6686829 \text{ N}$$

f. MC 105(L/2) :

$$P_i = (1488 - (68.6 + 38.59)) \cdot 0.998 \cdot 4836 = 6664242 \text{ N}$$

3.2. Tính f_{cgp} cho các mặt cắt :

$$f_{cgp} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i}{I_g} x e_g^2 + \frac{M_1}{I_g} x e_g$$

Với M_1 : mômen do trọng lượng bản thân g_1 tính theo TTGHSD.

- Tại MC Gối : ($M_1 = 0$).

$$f_{cgp} = -\frac{6850490}{1293000} - \frac{6850490 \times 249^2}{5.73145 \times 10^{11}} = -6.05 \text{ MPa}$$

- Tại MC L/2(105) :

$$f_{cgp} = -\frac{6664242}{787618} - \frac{6664242 \times 929^2}{4.35380 \times 10^{11}} + \frac{7688.61 \times 10^6 \times 929}{4.3538 \times 10^{11}} = -5.3 \text{ MPa}$$

Vậy mất do nén đàn hồi bê tông (Δf_{PES}) là:

- MC Gối :

$$\Delta f_{PES} = \frac{(7-1) \times 197000 \times |-6.05|}{2 \times 7 \times 27153} = 18.81 \text{ MPa}$$

- MC L/2 :

$$\Delta f_{PES} = \frac{(7-1) \times 197000 \times |-5.3|}{2 \times 7 \times 27153} = 16.47 \text{ MPa}$$

4. Mất us do co ngót bê tông (kéo sau):

- Tại tất cả các mặt cắt nh- nhau :

$$\Delta f_{PSR} = 93 - 0.85H, \text{ với } H \text{ độ ẩm } = 80\%.$$

$$\Delta f_{PSR} = 93 - 0.85 \times 0.8 = 25 \text{ MPa}$$

5. Mất us do từ biến bê tông.

$$\Delta f_{PCR} = 12.0 f_{cgp} - 7.0 \Delta f_{cdp} \geq 0.$$

Trong đó :

- f_{cgp} : là - s tại trọng tâm ct do lực nén P_i (đã kể đến mất do ma sát ,tụ neo và nén đàn hồi) , và do trọng lượng bản thân.

- Tính lực P_i cho các mặt cắt :

$$P_i = f_{pi} - (\Delta f_{PF} + \Delta f_{PA} + \Delta f_{PES} - A_{PS} x \cos \alpha_x^{tb}.$$

- MC Gối :

$$P_i = [1488 - (68.6 + 18.81)] \times 4836 \times 0.998 = 675970673N.$$

$$\Delta f_{cdp} = 0, \text{ vì mômen } = 0.$$

$$f_{cgp} = -\frac{675970673}{1293000} - \frac{675970673 \times 249^2}{5.73145 \times 10^{11}} = -7.93 \text{ Mpa}$$

$$\rightarrow \Delta f_{PCR} = 12.0 \times 7.93 + 0 = 95.17 \text{ MPa}$$

- MC (105)L/2 :

$$P_i = [1488 - (38.56 + 68.6 + 50.43)] \times 4836 \times 1 = 643386276N$$

$$\text{Suy ra MC L/2: } \rightarrow f_{cgp} = -\frac{643386276}{787618} - \frac{643386276 \times 929^2}{4.35380 \times 10^{11}} + \frac{7688.61 \times 10^6 \times 929}{4.35380 \times 10^{11}} = -4.56 \text{ MPa}$$

Δf_{cdp} :- s do tính tải 2 gây ra .

$$\Delta f_{cdp} = \frac{(M_{2a} + M_{lp})}{I_c} \times e_c = \frac{(931.89 + 378.68) \times 10^6}{4.3538 \times 10^{11}} \times 959 = 2.89 \text{ MPa}.$$

$$\Delta f_{PCR} = 12.0 \times 4.56 - 7 \times 2.89 = 34.5 \text{ MPa}.$$

6. Mất ứng suất do chùng cốt thép :

$$\Delta f_{PR} = \Delta f_{PR_1} + \Delta f_{PR_2}. \text{ Căng sau gần đúng: } \Delta f_{PR_1} = 0.$$

$$\text{- Tính: } \Delta f_{PR_2} = 0.3[138 - 0.3\Delta f_{PF} - 0.4\Delta f_{PES} - 0.2(\Delta f_{PSR} + \Delta f_{PCR})].$$

$$* \text{ MC Gối: } \Delta f_{PR_2} = 0.3[138 - 0.3 \times 0 - 0.4 \times 18.81 - 0.2(25 + 95.17)] = 31.93 \text{ MPa}.$$

$$* \text{ MC L/2: } \Delta f_{PR_2} = 0.3[138 - 0.3 \times 38.59 - 0.4 \times 16.47 - 0.2(25 + 34.5)] = 32.38 \text{ MPa}$$

7. Tổng hợp các ứng suất mất mát :

$$\bullet \text{ Mất mát tức thời: } \Delta f_{PT1} = \Delta f_{PF} + \Delta f_{PA} + \Delta f_{PES}$$

Mặt cắt	Δf_{PF} (MPa)	Δf_{PA} (MPa)	Δf_{PES} (MPa)	Δf_{PT1} (MPa)
Gối	0	68.6	18.81	87.41
(L/2)105	38.59	68.6	16.47	123.66

$$\bullet \text{ Mất mát theo thời gian: } \Delta f_{PT2} = \Delta f_{PSR} + \Delta f_{PCR} + \Delta f_{PR}$$

Mặt cắt	Δf_{PSR} (MPa)	Δf_{PCR} (MPa)	Δf_{PR} (MPa)	Δf_{PT2} (MPa)
Gối	25	95.17	31.93	152.1
(L/2)105	25	34.5	32.38	91.88

$$\bullet \text{ Tổng mất mát: } \Delta f_{PT} = \Delta f_{PT1} + \Delta f_{PT2}$$

Tiết diện	Δf_{PT1} (MPa)	Δf_{PT2} (MPa)	Δf_{PT} (MPa)
-----------	------------------------	------------------------	-----------------------

gối	87.41	152.1	239.51
(L/2)105	123.66	91.88	215.54

V. KIỂM TOÁN THEO TTGH C- ỜNG ĐỘ 1:

1. Kiểm tra sức kháng uốn :

* kiểm tra MC L/2 (bỏ qua cốt thép th- ờng):

-Phần trên đã có : $b = S = 2300 \text{ mm}$.

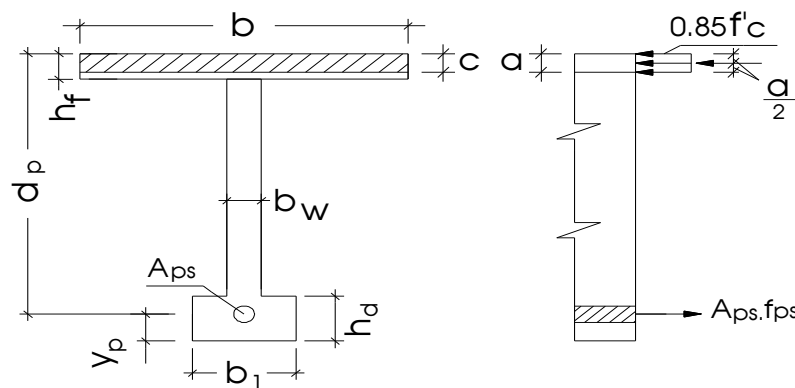
$$-h_f = \frac{(500 \times 185 + 1800 \times 194)}{2300 - 200} = 185 \text{ mm}$$

$$-y_p = 168 \text{ mm}, d_p = 1785 - 168 = 1617 \text{ mm}.$$

$$-A_{ps} = 4836 \text{ mm}^2, \beta = 0.85, f'_c = 50.$$

$$k = 2(1.04 - \frac{f_{py}}{f_{pu}}) = 0.28.$$

+giả thiết trục trung hoà qua cánh :



$$C = \frac{A_{ps} f_{pu}}{0.85 f'_c \beta_1 b + k A_{ps} \frac{f_{pu}}{d_p}} = \frac{4836 \times 1860}{0.85 \times 50 \times 0.85 \times 2300 + 0.28 \times 4836 \times \frac{1860}{1617}} = 106 \text{ mm} < h_f = 185 \text{ mm}$$

+Sức kháng danh định của tiết diện :

$$M_n = A_{ps} f_{ps} (d_p - \frac{a}{2}), a = \beta_1 x_c = 0.85 \times 106 = 90 \text{ mm}.$$

$$f_{ps} = f_{pu} (1 - k \frac{c}{d_p}) = 1860 \times (1 - 0.28 \times \frac{106}{1617}) = 1826 \text{ MPa}.$$

$$M_n = 4836 \times 1826 \times (1617 - \frac{90}{2}) = 13881 \text{ KN.m}$$

+Kiểm tra : $M_u \leq \phi M_n, \phi = 1, M_u = M_{L/2} = 10928.4 \text{ KN.m} < M_n = 13881 \text{ KN.m} \Rightarrow \text{đạt}.$

2. Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối đa :

$$\frac{C}{d_c} \leq 0.42.$$

$$d_c = \frac{A_{PS} f_{PS} d_p}{A_{PS} f_{PS}} = \frac{4836 \times 1826 \times 1617}{4836 \times 1826} = 1617 \text{ mm}.$$

$$C = 106 \text{ mm} < 0.42 d_c = 0.42 \times 1617 = 679 \text{ mm} \Rightarrow \text{đạt}.$$

3. Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối thiểu :

$$\phi M_n \geq \min 1.2 M_{cr}, 1.33 M_u$$

Trong đó :

- M_{cr} : mômen bắt đầu gây nứt dầm BTĐƯL tức là khi đó ứng suất biên d-ới đạt trị số ứng suất kéo khi uốn là :

$$f_r = 0.63 \sqrt{f_c'} = 0.63 \sqrt{50} = 4.45 \text{ MPa}.$$

- Phương trình M_{cr} với tiết diện nguyên vẹn sau (2 giai đoạn):

$$f_r = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^d + \frac{M_1}{I_g} y_1^d + \frac{(M_{2a} + M_{lp}) + M_{ht}}{I_c} y_2^d + \frac{\Delta M}{I_c} y_2^d = 4.45$$

$$+ P_i = (0.8 f_{py} - \Delta f_{PT}) A_{PS}, \Delta f_{PT} = \Delta f_{PT1} + \Delta f_{PT2} = 239.51 + 215.51 = 455.05 \text{ MPa}.$$

+ M_1 : mômen MC L/2 do tĩnh tải 1 = 3223.18 KN.m (TTGHSD).

+ M_{2a} : mômen MC L/2 do tĩnh tải 2 (không có lớp phủ) = 931.89 KN.m.

+ M_{lp} : mômen MC L/2 do lớp phủ = 378.68 KN.m

$$\begin{aligned} + M_{ht} &= (1.25 M_{TR} + M_{LN}) * mg_M + M_{Ng} * mg_{Ng} \\ &= (1.25 * 2332.75 + 1375.66) * 0.625 + 433.76 * 1.065 \\ &= 3144.2 \text{ (KN.m)} \end{aligned}$$

+ ΔM : là phần mômen thêm vào để tiết diện bắt đầu nứt.

* Thay các số liệu MC (105)L/2 vào phương trình để tính ΔM :

$$P_i = (0.8 \times 0.9 \times 1860 - 455.05) \times 4836 = 4275749 \text{ N}.$$

$$\begin{aligned} \Delta M &= \frac{P_i}{A_g} \times \frac{I_c}{y_2^d} + \frac{(P_i e_g + M_1) y_1^d}{I_g} \times \frac{I_c}{y_2^d} - \frac{(M_{2a} + M_{lp} + M_{ht}) y_2^d}{I_c} \times \frac{I_c}{y_2^d} + \frac{4.45}{y_2^d} \times I_c \\ &= \frac{4275749 \times 4.9378 \times 10^{11}}{787618 \times 929} + \frac{(4275749 \times 929 + 3223.18 \times 10^6) \times 1097 \times 4.9378 \times 10^{11}}{4.35381 \times 10^{11} \times 1109} \\ &\quad - (3223.18 + 931.89 + 378.68) \times 10^6 + \frac{4.45 \times 4.9378 \times 10^{11}}{1109} = 8.3744 \times 10^9 \text{ N.mm} = 8.3744 \times 10^3 \text{ KN.m} \end{aligned}$$

$$\rightarrow M_{cr} = \Delta M + M_1 + M_{2a} + M_{lp} + M_{ht} = 16052.35 \text{ KN.m}$$

$$M_u = M_{L/2} = 10928.4 \text{ KN.m}$$

$$\begin{aligned} \text{+Kiểm tra : } \phi M_n &= 13881 \text{ KN.m} > \min 1.2 M_{cr}; 1.33 M_u \\ &> \min \{19262.82; 13337.8 \text{ KN.m}\} \end{aligned}$$

$$\rightarrow \phi M_n = 13881 > 13337.8 \text{ KN.m} \rightarrow \text{đạt.}$$

4. Kiểm tra sức kháng cắt của tiết diện :

- Tính cho tiết diện ở gần gối :

Sức kháng cắt tiết diện $= \phi V_n$, với $\phi = 0.9$

V_n : sức kháng cắt danh định.

$$V_n = \min \left\{ V_c + V_s + V_p, 0.25 f'_c b_v d_v + V_p \right\}$$

V_c : sức kháng cắt do bê tông.

$$V_c = 0.083 \beta \sqrt{f'_c} b_v d_v.$$

V_s : sức kháng cắt do cốt đai.

$$V_s = \frac{A_v f_v d_v (\cot g \Phi + \cot g \alpha) \sin \alpha}{S_v}, \text{ với } \alpha = 90^\circ \text{ (góc cốt đai)}$$

$$\rightarrow V_s = \frac{A_v f_v d_v \cot g \Phi}{S_v}.$$

V_p : sức kháng cắt do cốt thép DUL (xiên):

$$V_p = f_{pi} A_{ps} \sin \alpha, \text{ với } f_{pi}: \text{c-ờng độ tính toán CTDUL}, \alpha: \text{góc trung bình.}$$

Trong các công thức trên :

b_v : chiều dày nhỏ nhất của sườn dầm - đầu dầm $b_v = b_1 = 600 \text{ mm}$.

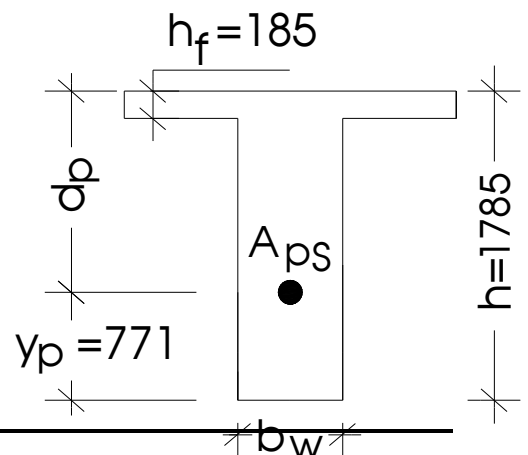
d_v : chiều cao chịu cắt có hiệu của tiết diện – khoảng cách hợp lực trong miền chịu nén và kéo của tiết diện.

* Đầu dầm:

+ gần đúng chiều cao miền chịu nén,

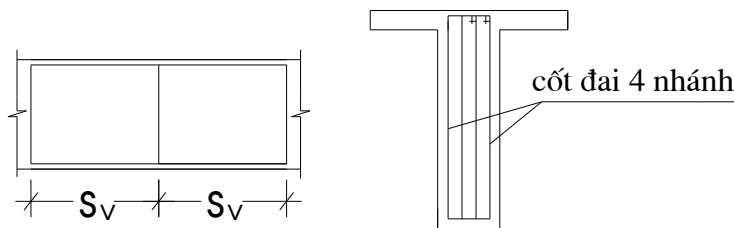
lấy bằng chiều cao miền chịu nén MC L/2.

$$C=106 \rightarrow d_v = d_p - \frac{c}{2} = 1785 - 771 - \frac{106}{2} = 961 \text{ mm}.$$



$$\text{Mặt khác } d_v = \max \left\{ \begin{array}{l} d_p - \frac{c}{2} = 961 \\ 0.9d_p = 912.6 \\ 0.72h = 1249.5 \end{array} \right\} \rightarrow d_v = 1249.5 \text{ mm}.$$

A_v : diện tích tiết diện cốt đai trong phạm vi 1 bước đai:



Trong đó với $L=35\text{m} \rightarrow$ đầu dầm $b_1 = 600 \rightarrow$ cốt đai $\phi = 14$ - 4 nhánh .1 nhánh

$$\rightarrow f_d = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times 14^2}{4} = 153.8 \text{ mm}^2 \rightarrow A_v = 4 \times 153.8 = 615.$$

+ f_v : cường độ cốt đai $= 400 \text{ MPa}$.

+ S_v : bước cốt đai (khoảng cách các cốt đai)

+ β : là hệ số tra theo bảng lập sẵn.

+ Φ : là góc của ứng suất xiên tra bảng.

*Để tra bảng tìm β và Φ phải tính 2 thông số là: $\frac{V}{f_c}$ và ε_x .

- với V là ứng suất cắt:

$$V = \frac{V_u}{\phi b_v d_v}$$

V_u : là lực cắt tính toán theo TTGHCD 1, $\phi = 0.9$.

$$\varepsilon_x = \frac{M_u / d_v + 0.5 V_u \cot g \Phi}{E_p A_{ps}}.$$

M_u : là mômen uốn tính theo TTGHCD 1.

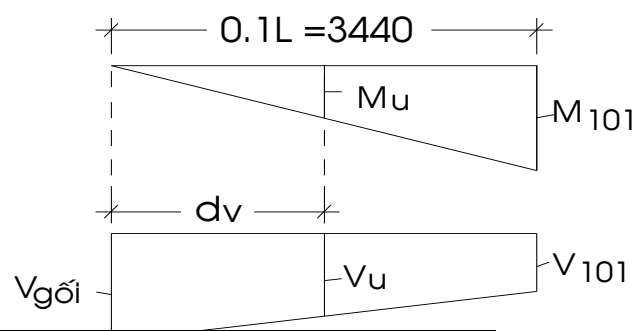
Nh- vậy để tra bảng tìm Φ phải tính $\varepsilon_x \rightarrow$ để tính ε_x phải biết Φ . Vậy phải thử dần theo trình tự sau:

a. Từ biểu đồ bao mômen và lực cắt:

- M_u và V_u lấy cách tim gối 1 đoạn d_v .

$$\text{Với: } M_{101} = 4099.45 \text{ KN.m}$$

$$V_{101} = 1505.28 \text{ KN.m}.$$



$$V_{101} = 1224.51 \text{ KN.m}$$

$$d_v = 1249.5 \text{ mm}.$$

$$M_u = \frac{M_{101}}{0.1L} x d_v = \frac{4099.45}{3440} x 1249.5 = 2099.3 \text{ KN.m}.$$

$$V_u = V_{101} + \frac{V_{100} - V_{101}}{0.1L} x d_v = 1224.51 + \frac{1505.28 - 1224.51}{3440} x 1249.5 = 1326.5 \text{ KN}.$$

b. Tính ứng suất cắt:

$$V = \frac{V_u}{\phi x b_v x d_v} = \frac{1326.5 x 10^3}{0.9 x 600 x 1249.5} = 1.97 \text{ MPa}$$

$$\frac{V}{f'_c} = \frac{1.97}{50} = 0.039$$

c. Giả thiết: $\Phi_0 = 40^\circ$, $\cot g \Phi_0 = 1.192 \rightarrow$ tính ε_{x_1} .

$$\varepsilon_{x_1} = \frac{2099.3 x 10^6 / 1249.5 + 0.5 x 1326.5 x 10^3 x 1.192}{197000 x 4836} = 2.59 x 10^{-3}.$$

$$\text{Theo } \left\{ \begin{array}{l} \frac{V}{f'_c} = 0.039 \\ \varepsilon_{x_1} = 2.59 x 10^{-3} \end{array} \right\} \rightarrow \Phi_1 = 42.7^\circ, \beta_1 = 0.8.$$

+ so sánh Φ_1 và Φ_0 khác nhiều $\rightarrow$ làm lần thứ 2: $\cot g 42.7^\circ = 1.085$.

$$\varepsilon_{x_2} = \frac{2099.3 x 10^6 / 1249.5 + 0.5 x 1326.5 x 10^3 x 1.085}{197000 x 4836} = 2.52 x 10^{-3}$$

$$\text{Theo } \frac{V}{f'_c} \text{ và } \varepsilon_{x_2} \rightarrow \text{tra bảng} \rightarrow \Phi_2 = 42^\circ, 40' \text{ và } \beta_2 = 0.8.$$

Vậy số liệu để tính: $\Phi = 42^\circ 40'$ và $\beta = 0.8$.

d. Bố trí cốt đai trước rồi kiểm tra:

B-óc đai:

$$S_v \leq \frac{A_v f_y}{0.083 \sqrt{f'_c} b_v} = \frac{615 x 400}{0.083 x \sqrt{50} x 600} = 699 \text{ mm}.$$

$$V_u = 1326.5 \text{ KN} < 0.1 f'_c b_v d_v = 0.1 x 50 x 600 x 1249.5 = 3748.5 \text{ KN} \text{ nên } \rightarrow$$

$$S_v \leq 0.8 d_v = 999.6 < 600 \text{ mm}.$$

Vậy $S_v \leq 600 \text{ mm} \rightarrow$ chọn cốt đai $\phi 14 - 4$ nhánh $S_v = 300 \text{ mm} \rightarrow$ kiểm tra.

$$V_n = \min V_c + V_s + V_p \text{ và } 0.25 f'_c b_v d_v = 9371.3 \text{ KN}.$$

$$+ V_c = 0.083\beta\sqrt{f'_c}b_vd_v = 0.083 \times 0.8 \times \sqrt{50} \times 600 \times 1249.5 = 352 \text{ KN}.$$

$$+ V_s = \frac{A_v f_v d_v \cot g\Phi}{S_v} = \frac{615 \times 400 \times 1249.5 \times 1.085}{300} = 1111.7 \text{ KN}.$$

$$+ V_p = f_{pi} A_{ps} \sin \alpha_{tb}.$$

- Tính góc α_{tb} của các bó cáp tại $x = d_v = 1249.5 \text{ mm}$.

$$+ \text{bó 1: } \tan \alpha = \frac{4f}{L} \left(1 - \frac{2x}{L}\right) = \frac{4 \times 110}{34400} \left(1 - \frac{2 \times 1249.5}{34400}\right) = 0.013359 \rightarrow \alpha_1 = 0.76^\circ.$$

T-ong tư cho các bó khác:

Lập bảng:

Bó	L_i (mm)	f_i (mm)	x (mm)	α_i (độ)
1	34400	110	1171	0.78
2	34400	200	1171	1.39
3	34400	960	1171	6.65
4	34400	1050	1171	7.27
5	34400	1140	1171	7.88

$$\rightarrow \alpha_{tb} = 2(0.78 + 1.39) + 6.65 + 7.27 + 7.88 \div 7 = 3.88^\circ \rightarrow \sin \alpha_{tb} = 0.06767.$$

$$V_p = (0.8 f_{py} - \Delta f_{PT}) A_{ps} \sin \alpha_{tb} = (0.8 \times 0.9 \times 1860 - 455.05) \times 4836 \times 0.06767 = 289.4 \text{ KN}.$$

* Cuối cùng kiểm tra sức kháng cắt:

$$V_u = 1326.5 \text{ KN} \leq 0.9(V_c + V_s + V_p) = 0.9(352 + 1111.7 + 289.4) = 1577.8 \text{ KN} \rightarrow \text{đạt}.$$

VI. KIỂM TOÁN THEO TTGH SỬ DỤNG:

1. Kiểm tra ứng suất MC L/2 (giữa nhịp):

1.1. Giai đoạn căng kéo cốt thép (ngay sau khi đóng neo):

$$+ \text{c-ờng độ bê tông: } f'_{ci} = 0.8 f'_c = 40 \text{ MP}_a.$$

$$+ \text{c-ờng độ ct dul: } f_{pi} = 0.74 f_{pu} = 0.74 \times 1860 = 1376.4 \text{ MP}_a.$$

$$+ A_g = 787618 \text{ mm}^2$$

$$+ I_g = 24.3535 \times 10^{11} \text{ mm}^4, e_g = 929 \text{ mm}, y_1^d = 1079 \text{ mm}, y_1^{tr} = 688 \text{ mm}, M_1 = 7688.61 \text{ KN}$$

a. Kiểm tra ứng suất biên d-ới (-s nén):

$$f_{bd} = \left| -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i x e_g}{I_g} x y_1^d + \frac{M_1}{I_g} x y_1^d \right| \leq 0.6 f_{ci}' = 24 MP_a.$$

$$P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT1}) A_{PS} = (1376.4 - 123.66) \times 4836 = 6058250 N$$

$\Rightarrow$

$$f_{bd} = \left| -\frac{6058250}{787618} - \frac{6058250 \times 929}{4.3538 \times 10^{11}} \times 1079 + \frac{7688.61 \times 10^6}{4.3538 \times 10^{11}} \times 1079 \right| = |-12.32| \leq 0.6 f_{ci}' = 24 MP_a$$

b. Kiểm tra ứng suất biên trên :

$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_1}{I_g} y_1^{tr} \begin{cases} < 1.38 MP_a \\ < 0.25 \sqrt{f_{ci}'} = 1.58 \end{cases}$$

Thay số :

$$f_{btr} = -\frac{6058250}{787618} + \frac{6058250 \times 688 \times 929}{4.3538 \times 10^{11}} - \frac{7688.61 \times 10^6 \times 688}{4.3538 \times 10^{11}} = -1.32 MP_a < 1.58 \rightarrow \text{đạt}$$

1.2. Giai đoạn khai thác (sau mất mát toàn bộ):

a. Kiểm tra ứng suất biên d- ới :

$$f_{pi} = 0.8 f_{py} = 0.8 \times 0.9 \times 1860 = 1339.2 MP_a.$$

$$\text{-Lực nén : } P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT}) A_{PS} = (1339.2 - 455.05) \times 4836 = 4275991 N.$$

$$f_{bd} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^d + \frac{M_1}{I_g} y_1^d + \frac{(M_{2a} + M_{lp} + M_{ht})}{I_c} y_2^d \leq 0.5 \sqrt{f_c'} = 3.54.$$

$$f_{bd} = -\frac{4275991}{787618} - \frac{4275991 \times 929}{4.3538 \times 10^{11}} \times 1097 + \frac{7688.61 \times 10^6}{4.3538 \times 10^{11}} \times 1097 + \frac{(3223.18 + 931.89 + 378.68) \times 10^6}{4.9378 \times 10^{11}} \times 1109 = 2.04 MP_a \leq 0.5 \sqrt{f_c'} = 3.54$$

$\rightarrow$ đạt.

b. Kiểm tra ứng suất biên trên : $y_1^{tr} = 688 mm, y_2^{tr} = 658 mm$

$$f_{btr} = \left| -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_1}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_2}{I_c} y_2^{tr} \right| \leq 0.45 f_c' = 0.45 \times 50 = 22.5 MP_a.$$

$$f_{btr} = \left| -\frac{4275991}{787618} + \frac{4275991 \times 929}{4.3538 \times 10^{11}} \times 688 - \frac{7688.61 \times 10^6 \times 688}{4.3538 \times 10^{11}} - \frac{3690 \times 10^6}{3.2 \times 10^{11}} \times 658 \right| \leq 0.45 f_c' = 0.45 \times 50 = 22.5 MP_a$$

$$= |-7.02 MP_a| \leq 22.5 MP_a \rightarrow \text{đạt.}$$

2. Kiểm tra ứng suất mặt cắt gối (MC100):

2.1. Giai đoạn căng kéo :

$$P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT1}) A_{PS} \cos \alpha_0^{tb}$$

- Trong đó :

$$+ \alpha_0^{tb} = (0.86 \times 2 + 1.51 \times 2 + 7.2 + 7.87 + 8.53) / 7 = 4.05^\circ$$

$$\rightarrow \cos \alpha_0^{tb} = 0.997.$$

$$+ P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT1}) A_{PS} \cos \alpha_0^{tb} = (1376.4 - 87.41) \times 4836 \times 0.997 = 6214855N$$

$$+ A_g = 1293000mm^2, I_g = 5.73145 \times 10^{11} mm^4, e_g = 249mm, y_1^{tr} = 765mm, y_1^d = 1020mm, M = 0$$

a. Kiểm tra us biên d- ới :

$$f_{bd} = -\frac{6214855}{1293000} - \frac{6214855 \times 249}{5.73145 \times 10^{11}} \times 1020 = -7.55 MP_a < 24 MP_a \rightarrow \text{đạt.}$$

b. Kiểm tra thớ trên :

$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} = -\frac{6214855}{1293000} + \frac{6214855 \times 249}{5.73145 \times 10^{11}} \times 765 = -2.73 MP_a \text{ (nén)} < f_{kéo} \rightarrow \text{đạt.}$$

2.2. Giai đoạn khai thác:

$$P_i = [1339.2 - (87.41 + 152.1)] \times 4836 \times 0.997 = 5302147N.$$

$$I_c = 3.45 \times 10^{11} mm^4, y_2^{tr} = 644mm, y_2^d = 991mm.$$

a. Kiểm tra us biên d- ới :

$$f_{bd} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e_g}{I_g} y_2^d = -\frac{5302147}{1293000} - \frac{5302147 \times 249}{5.73145 \times 10^{11}} \times 1020 = -6.5 MP_a \rightarrow \text{đạt (nén).}$$

b. Kiểm tra us biên trên :

$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_2^{tr} = -\frac{5302147}{1293000} + \frac{5302147 \times 249}{5.73145 \times 10^{11}} \times 727 = -2.4 MP_a \rightarrow \text{đạt (nén).}$$

VII. TÍNH ĐỘ VÔNG KẾT CẤU NHỊP :

1. Kiểm tra độ vông do hoạt tải :

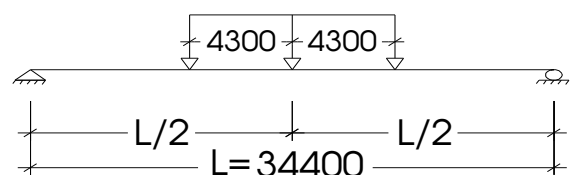
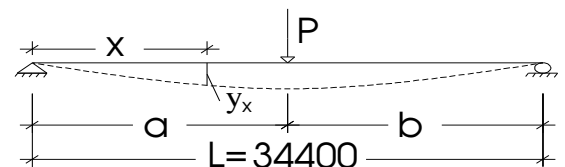
+ Tính độ vông mặt cắt có tọa độ x do lực P

có tọa độ a, b nh- : (hình vẽ)

$$y_x = \frac{p \cdot b \cdot x}{6 \cdot E_c \cdot I_c \cdot l} (l^2 - b^2 - x^2)$$

+ Sơ đồ chất tải tính độ vông do xe tải 3 trục:

(Hình vẽ)



$P_1=P_2=145 \cdot 10^3 \text{ N}$; $P_3=35 \cdot 10^3 \text{ N}$. Tính độ võng không có hệ số :

+ Độ võng MC giữa nhịp L/2 do các lực : $p_1 \rightarrow b=17200+4300=21500 \text{ mm}$, $x=17200 \text{ mm}$.

$$y_x^{p_1} = \frac{145 \cdot 10^3 \cdot x \cdot 21500 \cdot 17200 \cdot (34400^2 - 21500^2 - 17200^2)}{6 \cdot 30358 \cdot 4.9378 \cdot 10^{11} \cdot 34400} = 7.44 \text{ mm}.$$

+ Độ võng MC L/2 do : p_2

$$y_x^{p_2} = \frac{p_2 \cdot L^3}{48 \cdot E_c \cdot I_c} = \frac{145 \cdot 10^3 \cdot 34400^3}{48 \cdot 30358 \cdot 4.9378 \cdot 10^{11}} = 8.2 \text{ mm}.$$

+ Độ võng MC L/2 do : $p_3 \rightarrow b=12900 \text{ mm}$, $x=17200 \text{ mm}$.

$$y_x^{p_3} = \frac{35 \cdot 10^3 \cdot x \cdot 12900 \cdot 17200 \cdot (34400^2 - 12900^2 - 17200^2)}{6 \cdot 30358 \cdot 4.9378 \cdot 10^{11} \cdot 34400} = 1.81 \text{ mm}$$

+ Độ võng các dầm chủ coi nh- chịu lực giống nhau khi chất tất cả các làn xe :

$$\text{-số làn xe : } n_L = \frac{B_x}{3500} = \frac{11500 - 2 \cdot 500}{3500} = 3 \text{ làn}.$$

-hệ số xung kích : $(1+IM)=1.25$.

+ Độ võng 1 dầm chủ tại MC L/2 (105):

$$y = \frac{(y^{p_1} + y^{p_2} + y^{p_3}) n_L}{n} \cdot 1.25, \text{ với } n = \text{số dầm} = 5.$$

$$y = \frac{(7.44 + 8.2 + 1.81) \cdot 3}{5} \cdot 1.25 = 13.08 \text{ mm}.$$

+Kiểm tra : $y \leq \frac{1}{800} \cdot l \rightarrow 13.08 < \frac{34400}{800} = 43 \text{ mm} \rightarrow \text{đạt}.$

2. Tính độ võng do tĩnh tải –lực căng tr- ớc và độ võng tại MC L/2(105):

2.1. Độ võng do lực căng CT DUL:

$$\Delta_{DUL} = -\frac{5w.l^4}{384E_c I_g}.$$

Trong đó: $w = \frac{8pe}{L^2}$, $e = e_g = 929 \text{ mm}$, $I_g = 4.3538 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$.

$$p = (0.8 f_{pu} - \Delta f_{PT}) A_{PS} = (0.8 \cdot 1860 - 455.05) \cdot 4836 = 4995588 \text{ N}.$$

$$\rightarrow w = \frac{8 \cdot 4995588 \cdot 929}{34400^2} = 31.5$$

$$\rightarrow \Delta_{DUL} = -\frac{5 \cdot 31.5 \cdot 34400^4}{384 \cdot 30358 \cdot 4.3538 \cdot 10^{11}} = -43.34 \text{ mm}.$$

2.2. Độ võng do trọng l- ợng bản thân dầm(giai đoạn 1): do $g_1 = 21.79 \text{ N / mm}$

$$\Delta g_1 = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_1 \cdot l^4}{E \cdot I_g} = \frac{5 \times 21.79 \times 34400^4}{384 \times 30358 \times 4.3538 \times 10^{11}} = 30 \text{ mm}.$$

2.3. Độ võng do tĩnh tải 2 : $g_2 = 6.3 + 2.56 = 8.86 \text{ N/mm}$.

$$\Delta g_2 = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_2 \cdot l^4}{E \cdot I_c} = \frac{5 \times 8.86 \times 34400^4}{384 \times 30358 \times 4.9378 \times 10^{11}} = 11 \text{ mm}.$$

* Độ võng do lực căng + tĩnh tải : gọi là độ võng tĩnh y_T .

$$y_T = -43.34 + 30 + 11 = -2.34 \text{ mm}$$

Vậy dầm có độ võng khi khai thác là : 2.34 mm.s

CHƯƠNG III: TÍNH TOÁN TRỤ CẦU

I. SỐ LIỆU TÍNH TOÁN:

I.1. Yêu cầu thiết kế :

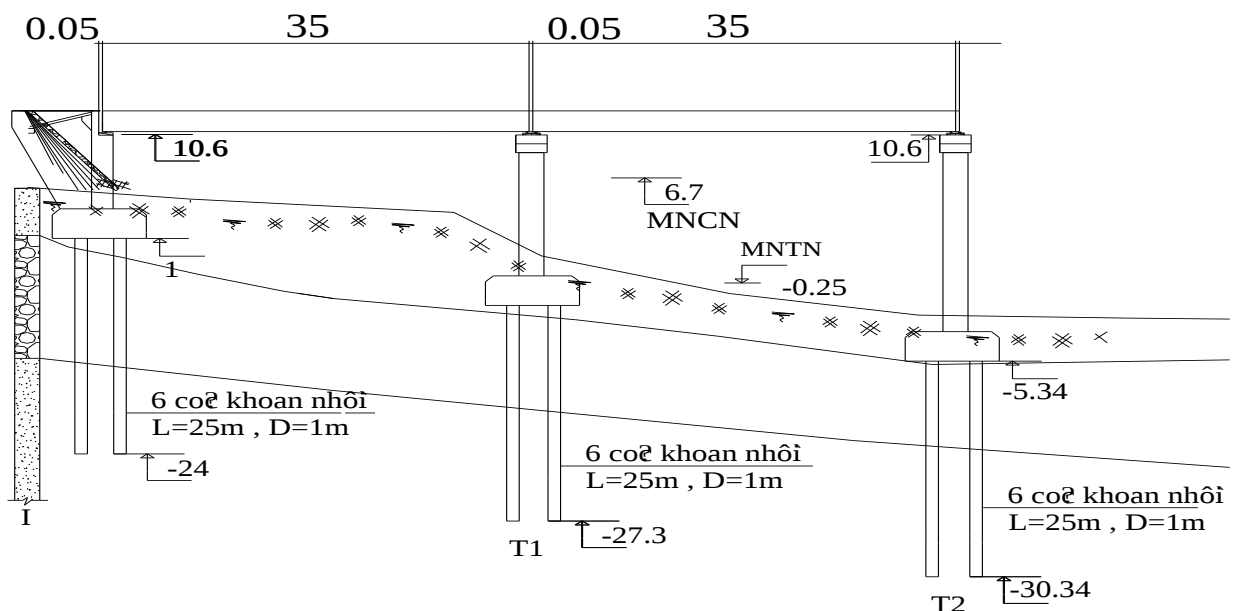
- Tính toán trụ T1 : phương án 1 .
- Tải trọng : HL93, ng-ời 300(kg/m²)
- Kết cấu nhịp trên trụ :
 - + Nhịp trái : dầm bê tông CT dài 35m : $l_{tt} = 35$ (m)
 - + Nhịp phải : dầm bê tông CT dài 35m : $l_{tt} = 35$ (m)
- Khổ cầu :
$$B = (8.0 + 2 \times 1.0) = 10.0 \text{ (m)}$$
- Mặt cắt ngang gồm 5 dầm BTCT cách nhau 2,3 m.
- Sông thông thuyền cấp IV.

I.2. Quy trình thiết kế :

- Quy trình thiết kế 22TCN 272-05.

I.3. Kích thước trụ : (đơn vị cm)

Sơ đồ cầu :



Technical drawing of a mechanical part, showing front, top, and side views with dimensions in mm.

Front View (Top): Shows a flange with a total width of 115 mm and a central section of 230 mm. The flange has a thickness of 7 mm. The central section has a width of 225 mm. The flange has four holes with a diameter of 90 mm. The central section has a height of 940 mm.

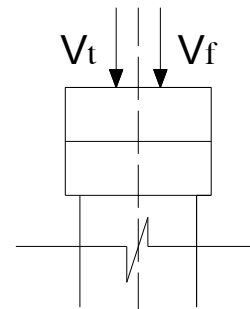
Top View (Bottom): Shows a rectangular base with a total width of 800 mm and a total height of 500 mm. The base has a central section of 460 mm width and 800 mm height. The base has four holes with a diameter of 100 mm. The base has a thickness of 50 mm.

Side View (Right): Shows a vertical section with a total height of 150 mm. The central section has a width of 250 mm. The base has a width of 160 mm and a height of 200 mm. The base has a central section of 180 mm width and 500 mm height. The base has a thickness of 50 mm.

- Cao độ MNCN: +6.7 m
- Cao độ MNTT: +4 m
- Cao độ MNTN: -0.25 m

- Lớp 1 : Sét dẻo cứng
- Lớp 2 : Cát hạt trung.
- Lớp 3 : Sét dẻo cứng.

- + V_{DC}^{tr} :phản lực gối trái do trọng l- ợng k/c nhịp(KN).
- + V_{DC}^f :phản lực gối phải do trọng l- ợng k/c nhịp (KN).
- + V_{DW}^{tr} :phản lực gối trái do lớp phủ (KN).
- + V_{DW}^f :phản lực gối phải do lớp phủ (KN).



Với

- g_{dc}^{tr} : trọng lượng k/c nhịp trái (không kể lớp phủ)/1m dài cầu (KN/m).
- g_{dc}^f : trọng lượng k/c nhịp phải (không kể lớp phủ)/1m dài cầu (KN/m).
- g_{dw}^{tr} : trọng lượng lớp phủ –nhịp trái /1m.(KN/m)
- g_{dw}^f : trọng lượng lớp phủ –nhịp phải /1m.(KN/m)

Tính tải tác dụng lên trụ có thể chia thành các tải trọng nh- sau:

a. Tính tải bản thân trụ:

Bao gồm toàn bộ tải trọng bản thân của kết cấu trụ cũng nh- của bệ móng.

Công thức xác định: $P_i = V_i \gamma_i$

Trong đó:

- + P_i : tải trọng bản thân thành phần thứ i của trụ
- + V_i : thể tích khối thành phần thứ i của trụ
- + γ_i : trọng lượng riêng t- ứng thành phần thứ i.

-Trọng lượng (mũ trụ +đá tảng):

$$P_{mt} = Vx\gamma_{bt} = 30.375 \times 2.5 = 75.94T = 759.4KN$$

-Trọng lượng phần thân trụ (từ I-I đến II-II):

$$P_{tr} = Vx\gamma_{bt} = 74.97 \times 2.5 = 187.4T = 1874KN .$$

-Trọng lượng bệ móng:

$$P_m = V_m x \gamma_{bt} = 79.5 \times 2.5 = 198.8T = 1988KN$$

b. Tính tải kết cấu phần trên:

- Tính tải phần 1: bao gồm trọng lượng bản thân của kết cấu nhịp dầm $g_1 = 21.79$ KN/m

- Tính tải phần 2: bao gồm toàn bộ trọng lượng bản thân của các lớp phủ mặt cầu, lan can, gờ chắn cũng nh- một số thiết bị, công trình phục vụ trên cầu

+Tính tải dầm ngang, mối nối, lan can: phân bố đều trên toàn chiều dài đ- ờng ảnh h- ưởng với c- ờng độ $g_{2a} = 6.3$ KN/m

+Tính tải lớp phủ mặt cầu: phân bố đều trên toàn chiều dài đ- ờng ảnh h- ưởng với c- ờng độ

$$g_{2b} = g_{lp} = 2.56 \text{ KN/m}$$

$$\Rightarrow g_{DC}^{tr} = 21.79 + 6.3 = 28.09 \text{ KN/m}$$

$$\Rightarrow g_{DC}^f = 21.79 + 6.3 = 28.09 \text{ KN/m}$$

$$\Rightarrow g_{DW} = 2.56 \text{ KN/m}$$

$$V_{DC}^{tr} = g_{DC}^{tr} \frac{l_{tr}}{2} = 28.09 \times \frac{35}{2} = 509.1KN$$

$$V_{DC}^f = g_{DC}^f \frac{l_f}{2} = 28.09 \times \frac{35}{2} = 509.1 \text{KN}.$$

$$V_{DW}^{tr} = g_{DW}^{tr} \frac{l_{tr}}{2} = 2.56 \times \frac{35}{2} = 44.8 \text{KN}$$

$$V_{DW}^f = g_{DW}^f \frac{l_f}{2} = 2.56 \times \frac{35}{2} = 44.8 \text{KN}$$

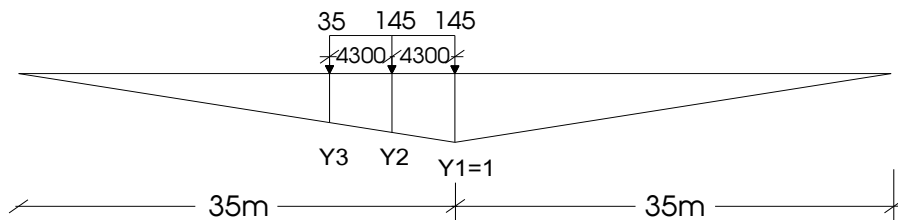
4. Hoạt tải thẳng đứng :

4.1. Dọc cầu :

+ V_{ht}^{tr} : phản lực gối trái do hoạt tải .

+ V_{ht}^f : phản lực gối phải do hoạt tải .

* Tổ hợp :



-Do xe tải 3 trục :

$$V_{ht}^{tr} = V_{ht}^f = n_L \times m_L \times \left(1 + \frac{IM}{100}\right) \times \gamma_L \left[145(y_1 + y_2) + 35y_3 \right]$$

Trong đó :

+ γ_L : hệ số tải trọng xe tải tk , $\gamma_L = 1.75$.

+ IM : lực xung kích của xe , khi tính mố trụ đặc thì $\left(1 + \frac{IM}{100}\right) = 1.25$

+ n_L : số làn chất tải .

+ m_L : hệ số làn xe. $\rightarrow$ 1 làn xe $m_L = 1.2$.

2 làn xe $m_L = 1$.

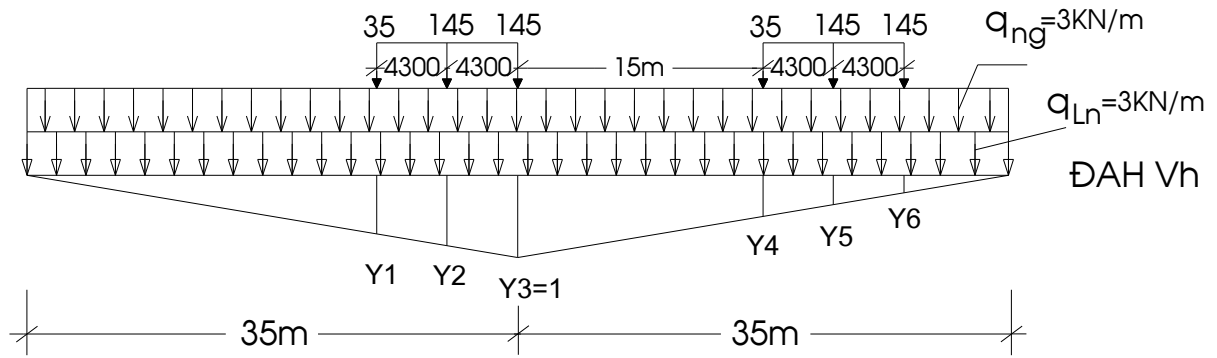
+ $y_1=1$; $y_2=0.877$; $y_3=0.75$

$$\Rightarrow V_{ht}^{tr} = 2 \times 1 \times 1.25 \times 1.75 \times 145(1 + 0.877) + 35 \times 0.75 = 1305.6 \text{KN}$$

* Tr- ờng hợp chất tải cả hai nhịp (2 làn xe):

(vì hai nhịp giống nhau $l^{tr} = l^f = 35\text{m} \rightarrow$ tính cho $V_{ht}(\text{max})$)

Tr- ờng hợp $V_{ht}(\text{max})$:



+ V_{ht} :do xe tải 3 trục :

$$V_{ht}^{tr} = V_{ht}^f = 0.9 \times n_L \times m_L \times \left(1 + \frac{IM}{100}\right) \times \gamma_L \times 145 \times (y_2 + y_3 + y_5 + y_6) + 35 \times (y_1 + y_4)$$

$$\Rightarrow V_{ht}^{tr} = 0.9 \times 2 \times 1 \times 1.25 \times 1.75 \times 145 \times (0.877 + 1 + 0.45 + 0.326) + 35 \times (0.75 + 0.57) = 1696.6 \text{ KN}$$

+ V_{ht} :do tải trọng làn :

$$V_{ht}^{LN} = 0.9 \times q_{LN} \times l \times n_L \times m_L \times \gamma_{LN} = 0.9 \times 9.3 \times (35 + 35) \times 2 \times 1 \times 1.75 = 2050.7 \text{ KN}$$

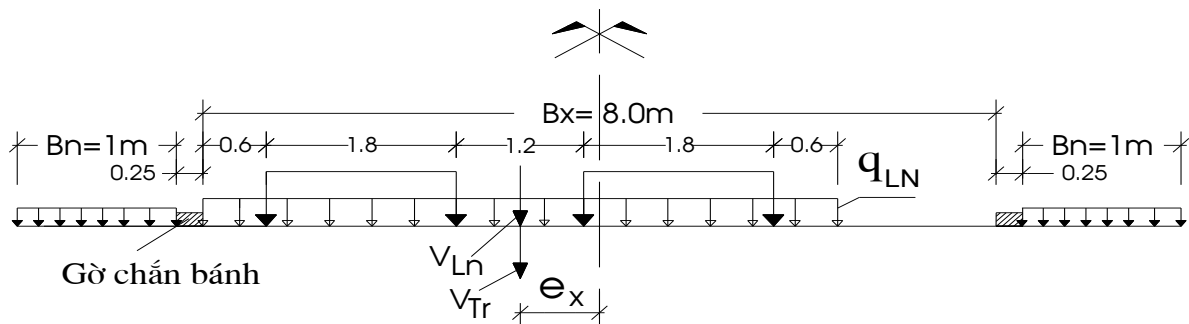
+ V_{ht} :do tải trọng ng- ời :

$$V_{ht}^{Ng} = 0.9 \times q_{Ng} \times l \times n_L \times m_L \times \gamma_{Ng} = 0.9 \times 3 \times (31 + 31) \times 2 \times 1 \times 1.75 = 661.5 \text{ KN}$$

4.2. Ph- ơng ngang cầu (gồm 5 dầm T đặt cách nhau 2.3m) :

-Gần đúng xem nh- các tải trọng trực tiếp tác dụng lên mũ trụ ,tùy theo cấu tạo mặt cắt ngang → có các sơ đồ tác dụng của tải trọng :

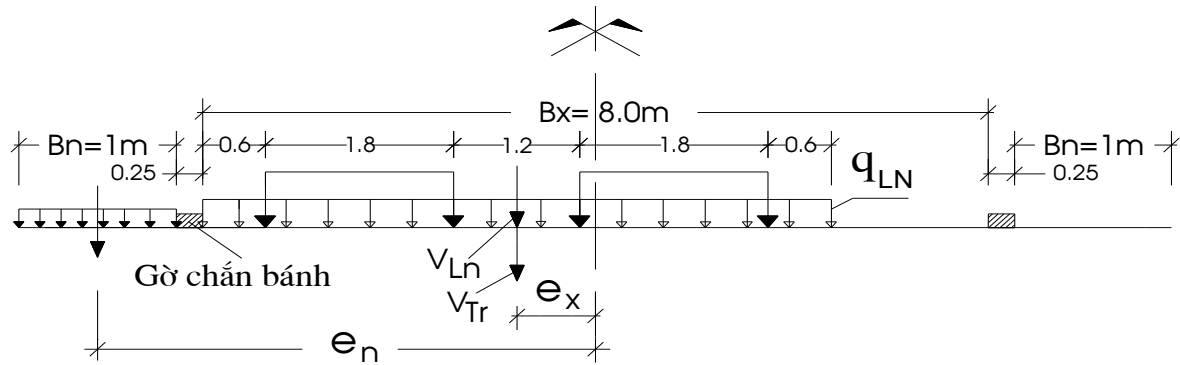
a. Chất 2 làn xe +2 làn ng- ời :



Ta tính :

$$e_x = \frac{B_x}{2} - 0.6 - 1.8 - 0.6 = 1 \text{ m}$$

b.Chất 2 làn xe +1 làn ng- ời :



Ta tính :

$$e_x = \frac{B_x}{2} - 0.6 - 1.8 - 0.6 = 1m$$

$$e_n = \frac{B_x}{2} + 0.25 + \frac{B_n}{2} = 4.75m$$

5. Lực hãm xe (lực nằm ngang theo ph- ơng dọc cầu): W_L (có hệ số).

- Đ- ợc lấy theo điều 3.6.4 (22TCN 272-05)

- Lực hãm xe được truyền từ kết cấu trên xuống trụ qua gối đỡ. Tùy theo từng loại gối cầu và dạng liên kết mà tỉ lệ truyền của lực ngang xuống trụ khác nhau. Do các tài liệu tra cứu không có ghi chép về tỉ lệ ảnh h- ớng của lực ngang xuống trụ nên khi tính toán, lấy tỉ lệ truyền bằng 100%.

- Lực hãm đ- ợc lấy bằng 25% trọng l- ợng của các trục xe tải hay xe hai trục thiết kế cho mỗi làn đ- ợc đặt trong tất cả các làn thiết kế đ- ợc chất tải theo điều 3.6.1.1.1 và coi nh- đi cùng một chiều. Các lực này đ- ợc coi nh- tác dụng theo chiều nằm ngang cách phía trên mặt đ- ờng 1800mm theo cả hai chiều dọc để gây ra hiệu ứng lực lớn nhất. Tất cả các làn thiết kế phải đ- ợc chất tải đồng thời đối với cầu và coi nh- đi cùng một chiều trong t- ờng lại.

- Phải áp dụng hệ số làn quy định trong điều 3.6.1.1.2

+ W_L : đặt cách mặt đ- ờng 1800mm.

$$W_L = 0.25(\sum p_i).n_L.m_L$$

Trong đó:

$\sum p_i$: là tổng trọng lực của tất cả các trục xe tải 3 trục.

+ Nếu dọc cầu chỉ xếp 1 xe thì $\sum p_i = 35 + 2 \times 145 = 325KN$.

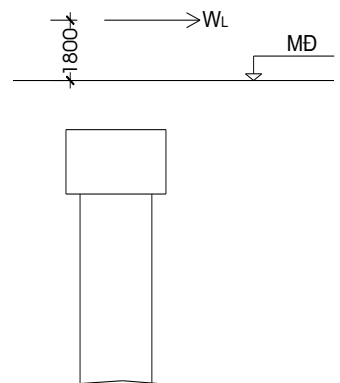
+ Nếu dọc cầu xếp 2 xe tải thì : $\sum p_i = 0.9 \times 325 \times 2 = 585KN$.

$$\Rightarrow W_L = 0.25(\sum p_i).n_L.m_L = 0.25 \times 585 \times 2 \times 1 = 292.5KN$$

6. Lực gió (gió ngang):

6.1. Dọc cầu :

a. Gió tác dụng lên trụ :



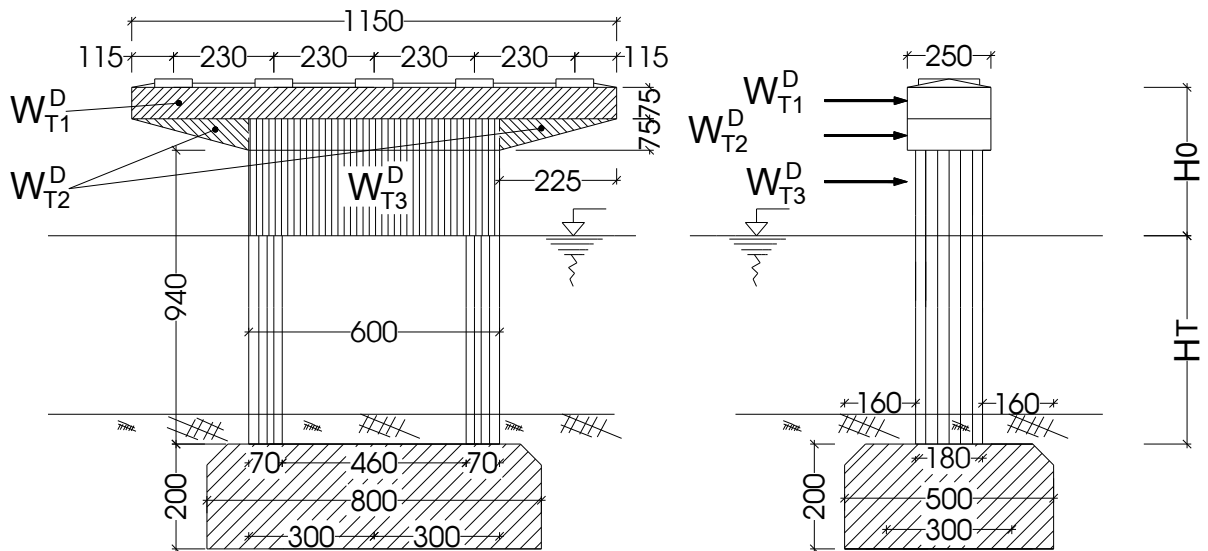
$$W_{Ti}^D = 0.0006V^2 \cdot A_t \cdot C_d > 1.8 \cdot A_t (KN)$$

Trong đó:

+ A_t : Diện tích chắn gió (m^2)

+ C_d : Hệ số cản với trụ đặc $C_d = 1$.

Vì diện tích chắn gió thay đổi $\rightarrow$ chia nhỏ để tìm trọng tâm.



Theo điều 3.8.1.1 quy trình 22TCN-272-05

Tốc độ gió thiết kế V phải đ- ợc xác định theo công thức:

$$V = V_B \cdot S.$$

+ V : vận tốc gió.

+ V_B : vận tốc gió tra theo vùng quy định của Việt Nam (m/s).

$\Rightarrow$ lấy ở vùng III có $V_B = 53$ (m/s).

+ S : Hệ số điều chỉnh với khu đất chịu gió và độ cao mặt cầu theo quy định, tra bảng 3.8.1.1-2

Tra $S = 1.12$, với khu vực mặt thoáng n- ớc, độ cao mặt cầu so với mặt n- ớc thông thuyền là 5.65 m.

Vậy ta có tải trọng gió thiết kế là:

$$\rightarrow V = V_B \cdot S = 53 \times 1.12 = 59.4 \left(\frac{m}{s} \right).$$

Từ hình vẽ:

$$A_t = (2 \times 6 + 11.5 \times 0.75 + 1/2 \times 2 \times 2.25 \times 0.75 + 6 \times 0.75) = 26.8 (m^2).$$

Suy ra:

$$W_{Ti}^D = 0.0006V^2 \cdot A_t \cdot C_d = 0.0006 \times 59.4^2 \times 26.8 \times 1 = 56.7 KN > 1.8 \cdot A_t = 48.24 (KN)$$

$\rightarrow$ thoả mãn.

b. Gió dọc cầu tác dụng lên xe :

$$W_x^D = q_G^D \cdot B$$

Trong đó :

+ B: là chiều rộng toàn bộ cầu .

+ q_G^D : cường độ gió dọc tác dụng lên xe = 0.75 KN/m.

+ W_x^D : tác dụng cách cao độ mặt đường 1800mm.

$$\rightarrow W_x^D = q_G^D \cdot B = 0.75 \times 11.5 = 8.6 \text{ KN}.$$

6.2. Theo phương ngang cầu :

a. Gió tác dụng lên trụ :

$$W_T^N = 0.0006 \cdot V^2 \cdot A_t > 1.8 A_t$$

Trong đó :

+ A_t : diện tích chắn gió .

Từ hình vẽ : $A_t = H_0 \cdot B_t$

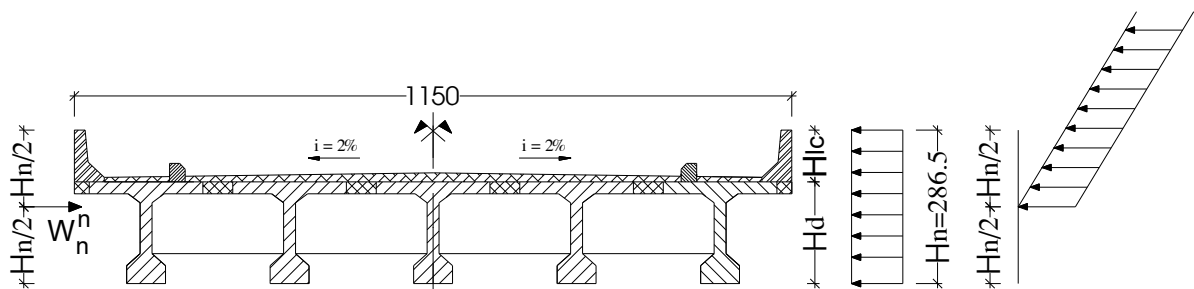
+ H_0 : là chiều cao từ mực nước đến đỉnh trụ bằng 5.4m

+ B_t : chiều rộng trụ (dọc cầu) .

$$\Rightarrow A_t = H_0 \cdot B_t = 5.4 \times 6 = 32.4 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\Rightarrow W_T^N = 0.0006 \cdot V^2 \cdot A_t = 0.0006 \times 59.4^2 \times 32.4 = 68.6 \text{ KN} > 1.8 A_t = 40 \text{ KN}$$

$\rightarrow$ thỏa mãn.



b. Gió ngang tác dụng vào kết cấu nhịp : W_n^n

+ q_G^n : tải trọng gió phân bố đều (KN/m) theo phương ngang cầu.

$$q_G^n = 0.0006 V^2 \cdot H_n \quad \text{Với } H_n = h_{lc} + h_d.$$

Công thức này xem lan can là đặc, dầm đặc .

h_{lc} : chiều cao lan can .

h_d : chiều cao dầm chủ .

+ W_n^n : là lực tập trung, đặt tại giữa chiều cao của H_n , tác dụng theo phương ngang cầu $\rightarrow$ khi 2 nhịp dầm đơn giản.

$$W_n^n = q_G^n \cdot \frac{(l_{tr} + l_p)}{2} = 0.0006 \times 59.4^2 \times (0.865 + 1.80) \times \frac{(35 + 35)}{2} = 197 \text{ KN}$$

c. Gió ngang cầu tác dụng lên xe:

W_x^n đặt ở cao độ cách mặt đ- ờng xe chạy 1800mm.

$$W_x^n = 1.5x \cdot \frac{(l_{tr} + l_p)}{2} = 1.5x \cdot \frac{35 + 35}{2} = 52.5 \text{ KN}$$

(Với 1.5 kn/m là tải trọng theo tiêu chuẩn)

7. Tải trọng do n- ớc:

a. Áp lực đẩy nổi:

Tác dụng thẳng đứng theo chiều từ d- ới lên trụ p_{dn} .

$$p_{dn} = 9.81.V$$

Với V: là thể tích trụ bị chìm trong n- ớc, từ mực n- ớc tính toán đến mặt cắt trụ (m^3).

Sơ đồ: Hình vẽ (bên)

Từ hình vẽ $\Rightarrow$

+ Nếu tính nội lực tại mặt cắt II-II:

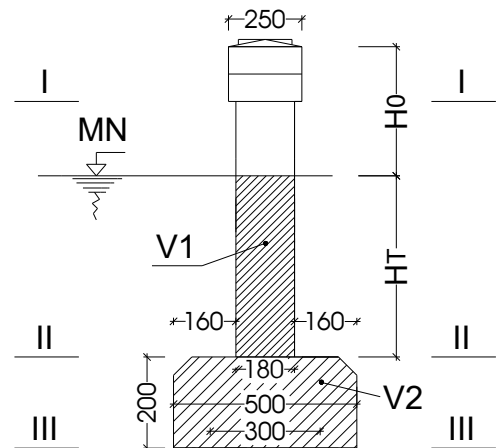
$$V = V_1 = \left(\frac{3.14 \times 1.8^2}{4} + 5.5 \right) \times 5.5 \times 1.8 = 79.6 \text{ m}^3$$

+ Nếu tính nội lực tại mặt cắt III-III:

$$V = V_1 + V_2 = 79.6 + 2 \times 8 \times 5 = 159.6 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow p_{dn}^{II} = 9.81.V = 9.81 \times 79.6 = 780.88 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow p_{dn}^{III} = 9.81.V = 9.81 \times 159.6 = 1565.7 \text{ KN}$$



1.3.4 8. Lực ma sát (FR):

Lực do ma sát chung gối cầu phải đ- ợc xác định trên cơ sở các giá trị cực đại của các hệ số ma sát giữa các mặt tr- ợt. Khi thích hợp cần xét đến các tác động của độ ẩm và khả năng giảm phẩm chất hoặc nhiễm bẩn của mặt tr- ợt hay xoay đối với hệ số ma sát. Và trong các tổ hợp thì không thể lấy đồng thời tải trọng hãm và lực ma sát mà phải lấy giá trị lớn hơn, tuy nhiên ở trụ T4 có đặt gối cố định với giả thiết là lực hãm sẽ truyền xuống trụ theo tỷ lệ 100% nên trong tính toán coi nh- lực ma sát không đáng kể.

II. TÍNH NỘI LỰC:

Để tính thân trụ, móng nội lực thanh tính ít nhất 3 mặt cắt. Yêu cầu đồ án ta đi tính tại mặt cắt II-II và III-III.

II.1. Theo phương dọc cầu : mặt cắt II-II và III-III.

1. Dọc cầu : TTGH CĐ 1:

- Các hệ số tải trọng tính : $\gamma_{DC} = 1.25, \gamma_{DW} = 1.5, \eta = 1$.
- Hoạt tải 2 nhịp + lực hãm, 2 xe tải dọc cầu + làn + ng-ời.
- Mức nước cao nhất: +6.7m

a. Mặt cắt II-II:

- Tổng lực dọc :

$$N_{II} = 1.25(p_{mt} + p_{tr} + V_{DC}^{tr} + V_{DC}^f) + 1.5(V_{DW}^{tr} + V_{DW}^f) + V_{ht}^{tr} \times 1.75 \times 1.25 + 1.75(V_{ht}^{LN} + V_{ht}^{Ng}) - 1.25V_{dn}^{II}$$
$$N_{II} = 1.25(759.4 + 1874 + 509.1 + 509.1) + 1.5(44.8 + 44.8) + 1696.6 \times 1.75 \times 1.25 + 1.75(2050.7 + 661.5) - 1.25 \times 79.6$$
$$\Rightarrow N_{II} = 13057 \text{ KN}$$

- Tổng mômen : lực hãm tác dụng từ trái sang phải và mômen theo chiều kim đồng hồ là (+) và ngược lại là (-)

$$M_{II} = -(1.25V_{DC}^{tr} + 1.5V_{DW}^{tr}).e_t + (1.25V_{DC}^f + 1.5V_{DW}^f).e_f + 1.75 \times 1.25 \times W_L \times H_{II}$$
$$M_{II} = -(1.25 \times 509.1 + 1.5 \times 44.8) \times 0.5 + (1.25 \times 509.1 + 1.5 \times 44.8) \times 0.5 + 1.75 \times 1.25 \times 292.5 \times 15.02$$
$$\Rightarrow M_{II} = 9610 \text{ KN.m}$$

- Tổng lực ngang :

$$W_{II} = 1.75 \times 1.25 \times W_L = 1.75 \times 1.25 \times 292.5 = 639.84 \text{ KN}$$

Trong đó :

H_{II} : là khoảng cách từ điểm đặt lực hãm W_L đến mặt cắt II-II.

Theo hình vẽ :

$$H_{II} = H_t + H_g + H_{dch} + H_{lp} + 1.8 \text{ m} = 9.4 + 0.4 + 1.80 + 0.12 + 1.8 = 15.02 \text{ m}$$

Với : H_{lp} : Chiều dày lớp phủ mặt cầu (m).

H_g : Chiều cao gối + đá tảng (m).

H_{dch} : Chiều cao dầm chủ (m).

$e_T = e_f = 0.5$ (m) : Khoảng cách từ tim trụ đến tim gối cầu.

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{III} = N_{II} + 1.25P_m - 1.25V_{dn}^m, \text{ với } V_{dn}^m = V_m = 8 \times 2.0 \times 5 = 80 \text{ m}^3 \text{ (thể tích bộ móng).}$$
$$\Rightarrow N_{III} = 13057 + 1.25 \times 1988 - 1.25 \times 80 = 15442 \text{ KN}$$

- Tổng Mômen :

$$M_{III} = M_{II} + W_L \times 1.75 \times 1.25 \times H_m = 9610 + 292.5 \times 1.75 \times 1.25 \times 2 = 10890 \text{KN.m}$$

- Tổng Lực ngang :

$$W_{III} = W_{II} = 639.84 \text{KN}.$$

2. Dọc cầu TTGH sử dụng :

a. Mặt cắt II-II:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{II}^{SD} = P_{mt} + P_{tr} + V_{DC}^{tr} + V_{DC}^f + V_{DW}^{tr} + V_{DW}^f + 1.25.V_{ht}^{TR} + V_{ht}^{LN} + V_{ht}^{Ng} - V_{dn}^{II}$$

$$\Rightarrow N_{II}^{SD} = 759.4 + 1874 + 509.1 + 509.1 + 44.8 + 44.8 + 1.25 \times 1696.6 + 2050.7 + 661.5 - 79.6 \\ = 8653.75 \text{KN}$$

Tổng Mômen :

$$M_{II}^{SD} = -(V_{DC}^{tr} + V_{DW}^{tr}).e_t + (V_{DC}^f + V_{DW}^f).e_f + 1.25.W_L.H_{II}$$

$$\Rightarrow M_{II}^{SD} = -(509.1 + 44.8) \times 0.5 + (509.1 + 44.8) \times 0.5 + 1.25 \times 292.5 \times 15.02 = 5492 \text{KN.m}$$

- Tổng Lực ngang :

$$W_{II}^{SD} = 1.25.W_L = 1.25 \times 292.5 = 365.62 \text{KN}$$

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{III}^{SD} = N_{II}^{SD} + P_m - V_{dn}^m = 8653.75 + 1988 - 80 = 10561.8 \text{KN}$$

- Tổng Mômen :

$$M_{III}^{SD} = M_{II}^{SD} + 1.25.W_L.H_m = 5492 + 1.25 \times 292.5 \times 2 = 6223.3 \text{KN.m}$$

- Tổng Lực ngang :

$$W_{III}^{SD} = W_{II}^{SD} = 365.62 \text{KN}$$

II.2. Theo ph- ơng ngang cầu : mặt cắt II-II và III-III.

1. Ngang cầu TTGH c- ờng đô 1 :

- Hệ số tĩnh tải > 1 , $\gamma = 1$.
- Hoạt tải 2 nhịp (2 làn xe +1 ng- ời lệch tâm về bên trái).
- Mức n- ớc cao nhất : +3.45m

a. Mặt cắt II-II:

T- ơng tự nh- dọc cầu –trừ đi 1 nửa phần lực gối do tải trọng ng- ời.

- Tổng Lực dọc:

$$N_{II}^N = N_{II} - 1.75 \times \frac{V_{ht}^{Ng}}{2}, \text{ Với } N_{II} : \text{dọc cầu TTGH CD1}$$

$$\Rightarrow N_{II}^N = 13057 - 1.75 \times \frac{661.5}{2} = 12478.2 \text{KN}$$

- Tổng Mômen :

$$M_{II}^N = (1.25 \times 1.75 \times V_{ht}^{TR} + 1.75 \times V_{ht}^{LN}) \times e_x + 1.75 \times \frac{V_{ht}^{Ng}}{2} \times e_n$$

$$\Rightarrow M_{II}^N = (1.25 \times 1.75 \times 1696.6 + 1.75 \times 2050.7) \times 1 + 1.75 \times \frac{661.5}{2} \times 4.75 = 10049.4 \text{ KN.m}$$

- Tổng Lực ngang:

$$W_{II}^N = 0$$

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{III}^N = N_{II}^N + 1.25 \times P_m - 1.25 \times V_{dn}^m$$

$$\Rightarrow N_{III}^N = 12478.2 + 1.25 \times 1988 - 1.25 \times 80 = 14863.2 \text{ KN}$$

- Tổng Mômen:

$$M_{III}^N = M_{II}^N = 10049.1 \text{ KN.m}$$

- Tổng Lực ngang:

$$W_{III}^N = 0$$

2. Ngang cầu TTGH sử dụng 1:

a. Mặt cắt II-II:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{II}^{NSD} = N_{II}^{SD} - \frac{V_{ht}^{Ng}}{2}, \text{ Với } N_{II}^{SD} : \text{theo dọc cầu TTGHSD.}$$

$$\Rightarrow N_{II}^{NSD} = 8653.75 - \frac{661.5}{2} = 8323 \text{ KN}$$

- Tổng Mômen:

$$M_{II}^{NSD} = M_{II}^N = 10049.4 \text{ KN.m}$$

- Tổng Lực ngang:

$$W_{II}^{NSD} = 0$$

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{III}^{NSD} = N_{II}^{NSD} + P_m - V_{dn}^m$$

$$\Rightarrow N_{III}^{NSD} = 8323 + 1988 - 80 = 10231 \text{ KN}$$

- Tổng Mômen:

$$M_{III}^{NSD} = M_{II}^{NSD} = 10049.1 \text{ KN.m}$$

- Tổng Lực ngang:

$$W_{III}^{NSD} = 0$$

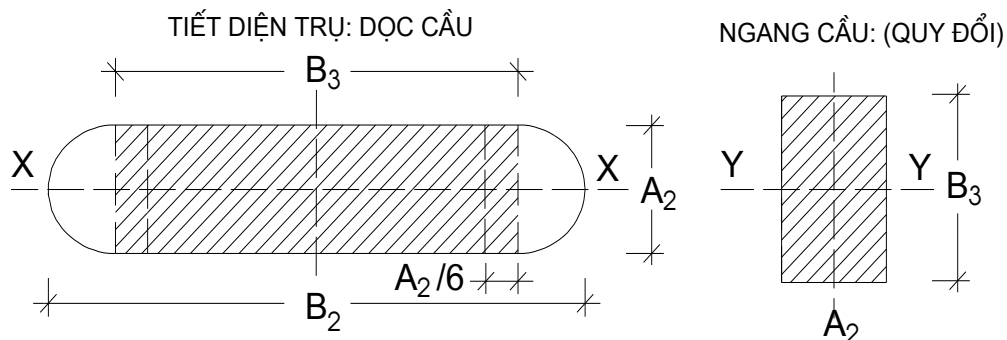
BẢNG TỔNG HỢP NỘI LỰC:

Mặt cắt	Ph- ứng dọc cầu			Ph- ứng ngang cầu		
	TTGH CĐ1			TTGH CĐ1		
	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)
II-II	13057	9610	639.84	12478.2	10049.4	0
III-III	15442	10890	639.84	14863.2	10049.1	0
	TTGH SD1			TTGH SD1		
	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)	N(KN)	M(KN.m)	W(KN)
II-II	8653.75	5492	365.62	8323	10049.4	0
III-III	10561.8	6223.3	365.62	10231	10049.4	0

III. KIỂM TRA TIẾT DIỆN THÂN TRỤ THEO TTGH:

1. Kiểm tra sức kháng tiết diện trụ MC II-II (TTGH CĐ1):

1.1. Xét hiệu ứng đô mảnh của trụ: $\frac{K.L_u}{r}$



Gần đúng quy đổi tiết diện trụ về hình chữ nhật có chiều rộng là A_2 , chiều dài là B_3 .

Với $B_3 = B_2 - A_2 + \frac{A_2}{3}$.

a. Theo dọc cầu:

+K : hệ số = 1.

+ L_u : chiều dài chịu nén = H_t .

+ r_x : bán kính quán tính $r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}}$.

+ J_x : Mômen quán tính $J_x = B_3 x \frac{A_2^3}{12}$.

+ $F = B_3 x A_2$.

Nếu tỷ số: $\frac{K.L_u}{r} < 22 \rightarrow$ bỏ qua hiệu ứng về độ mảnh.

Số liệu: $B_2 = 6m$, $A_2 = 1.8m$, trụ cao $H_t = 10.9m$.

Suy ra:

$$B_3 = 6 - 1.8 + \frac{1.8}{3} = 4.8m$$

$$F = B_3 \times A_2 = 4.8 \times 1.8 = 8.64m^2$$

$$J_x = B_3 \times \frac{A_2^3}{12} = 4.8 \times \frac{1.8^3}{12} = 2.33m^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}} = \frac{2.33}{8.64} = 0.52m$$

$$\Rightarrow \frac{K.L_u}{r} = \frac{1 \times 10.9}{0.52} = 20.96 < 22 \rightarrow \text{bỏ qua hiệu ứng về độ mảnh.}$$

b. Theo phương ngang cầu:

$$\frac{K.L_u}{r} \lll 22$$

$$\text{Ta có: } J_y = A_2 \times \frac{B_3^3}{12} = 1.8 \times \frac{4.8^3}{12} = 16.6m^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}} = \frac{16.6}{8.64} = 2.7m$$

$$\Rightarrow \frac{K.L_u}{r} = \frac{1 \times 10.9}{2.7} = 4.09 \lll 22 \Rightarrow \text{thỏa mãn.}$$

2. Kiểm tra ứng suất tại mặt cắt II – II:

$$N_{\max} = 13057 \text{ KN}, M_{\max} = 9610 \text{ (KN.m)}$$

$$\text{- Công thức kiểm tra: } \sigma = \frac{N}{F_m} \pm \frac{M}{W_m} \leq R_n$$

Trong đó: R_n là cường độ của bê tông M300 ($R_n = 15000 \text{ KN/m}^2$)

F – Diện tích đáy móng: $F_m = 4.8 \times 1.8 = 8.64 \text{ (m}^2\text{)}$

W – Mô men chống uốn của tiết diện

$$W = \frac{a \cdot b^2}{6} = \frac{4.8 \cdot 1.8^2}{6} = 2.6 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} = \frac{13057}{8.64} + \frac{9610}{2.6} = 5207.4 \text{ (KN/m}^2\text{)} < R_n = 15000 \text{ (KN/m}^2\text{)} \Rightarrow \text{đạt}$$

Vậy: Kích thước đáy móng chọn đạt yêu cầu.

1.3.5 3. Giả thiết cốt thép trụ:

Trong Thiết kế kết cấu bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn ACI' trang 517 cho rằng vùng hiệu quả nhất của ρ_t là từ 1-2%, trong đó ρ_t là tỉ lệ cốt thép trong tiết diện cột. Nhưng vì trụ cầu chịu tải trọng và mô men uốn lớn, do đó ta giả thiết lượng cốt thép trong trụ lấy $\rho_t = 0.015$

Như vậy diện tích cốt thép trong trụ là :

$$A_{st} = \rho_t A_g = 0.015 \times 7.08 \times 10^6 = 106200 \text{ mm}^2$$

Bố trí cốt thép theo cả hai phương ta chọn đường kính cốt thép là $\Phi 25$

$$\text{Số lượng thanh cốt thép bố trí : } n = \frac{A_{st}}{25^2 \times \frac{3.14}{4}} = 217 \text{ thanh}$$

Vậy: bố trí 230 thanh cốt thép $\Phi 25$

Chọn chiều dày lớp bảo vệ cốt thép là 10cm

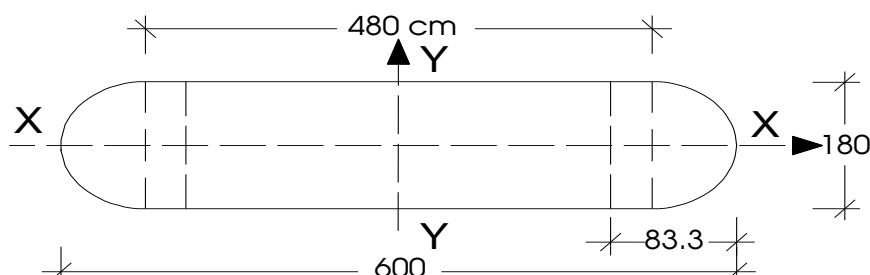
Bố trí cốt thép chịu lực theo 2 hàng

Chọn cốt đai có đường kính $\Phi 16$.

1.3.6 4. Quy đổi tiết diện tính toán:

+ Tiết diện trụ chọn đường tròn theo một bán kính bằng 0.7m, khi tính toán quy đổi tiết diện về hình chữ nhật để gần với mô hình tính toán theo lý thuyết.

+ Cách quy đổi ra một hình chữ nhật có chiều rộng bằng chiều rộng trụ, chiều dài lấy giá trị sao cho diện tích mặt cắt quy đổi bằng diện tích thực. Diện tích cốt thép theo 2 cạnh của tiết diện quy đổi vẫn như cũ.



5. Kiểm tra sức kháng uốn theo 2 phương MC II-II:

Xác định tỷ số khoảng cách giữa các tâm của lớp thanh cốt thép ngoài biên lên chiều dày toàn bộ cột.

Chọn cốt đai có đường kính $\Phi 16$

Chọn lớp bảo vệ cốt thép từ mép đến tim của cốt thép chịu lực là 100mm

Cốt thép chịu lực chọn $\Phi 25$ khoảng cách từ mép tiết diện đến tim cốt thép là : 100mm

Tính toán tỉ số khoảng cách tâm lớp thanh cốt thép đến biên ngoài :

Thay cho việc tính dựa trên cơ sở cân bằng và tương thích biến dạng cho trường hợp uốn hai chiều, các kết cấu không tròn chịu uốn hai chiều và chịu nén có thể tính theo các biểu thức gần đúng sau :

So sánh :

+Nếu lực dọc : $N < 0.1 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot A_g$ thì kiểm tra :

$$\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \leq 1$$

+Nếu lực dọc : $N \geq 0.1 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot A_g$ thì kiểm tra :

$$\frac{1}{P_{rxy}} = \frac{1}{P_{rx}} + \frac{1}{P_{ry}} - \frac{1}{P_0} \Rightarrow P_{rxy} = \frac{1}{\frac{1}{P_{rx}} + \frac{1}{P_{ry}} + \frac{1}{P_0}} \geq P_u$$

Trong đó :

+ ϕ : hệ số sức kháng ck chịu nén dọc trục : $\phi = 0.9$.

+ A_g : diện tích tiết diện trụ .

+ M_{ux} : mômen uốn theo trục x (N.mm).

+ M_{uy} : mômen uốn theo trục y (N.mm).

+ M_{rx} : sức kháng uốn tiết diện theo trục x

+ M_{ry} : sức kháng uốn tiết diện theo trục y.

+ P_{rxy} : sức kháng dọc trục khi uốn theo 2 ph- ứng (lực dọc tiết diện chịu đ- ợc).

+ P_{rx} : sức kháng dọc trục khi chỉ có độ lệch tâm e_y (N)

+ P_{ry} : sức kháng dọc trục khi chỉ có độ lệch tâm e_x (N)

+ e_x : độ lệch tâm theo ph- ứng x $\rightarrow e_x = \frac{M_{uy}}{P_u}$ (mm)

+ e_y : độ lệch tâm theo ph- ứng y $\rightarrow e_y = \frac{M_{ux}}{P_u}$ (mm)

+ P_u : lực dọc tính theo TTGH CĐ1 (lực dọc N)

+ $P_0 = 0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y$ (N)

+ $M_{rx} = \phi A_s f_y (d_s - \frac{a}{2})$.

Ta có : $0,10 \phi f'_c A_g = 0,1 \times 0,9 \times 30 \times 7.09 \times 1000 = 19143 \text{KN}$

Giá trị này lớn hơn tất cả các giá trị lực nén dọc trục N_z ở trong các tổ hợp ở TTGH CĐ, vì thế công thức kiểm toán là :

$$\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \leq 1,0$$

Xác định M_{rx} , M_{ry} : sức kháng tính toán theo trục x,y (Nmm)

$$M_{rx} = \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d_s - \frac{a}{2})$$

Tương tự với M_{ry}

Trong đó:

+ d_s : khoảng cách từ trọng tâm cốt thép tới mép ngoài cùng chịu nén (trừ đi lớp bê tông bảo vệ và đường kính thanh thép).

+ f_y : giới hạn chảy của thép.

+ A_s : bố trí sơ bộ rồi tính diện tích thép cần dùng theo cả hai phương.

$$c_1 = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f'_c \cdot b_x} = \frac{0,118 \times 420}{0,85 \times 0,85 \times 30 \times 4,8} = 0,45$$

$$c_2 = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f'_c \cdot b_y} = \frac{0,118 \times 420}{0,85 \times 0,85 \times 30 \times 1,8} = 1,63$$

$$a_1 = c_1 \cdot \beta_1 = 0,45 \times 0,85 = 0,383$$

$$a_2 = c_2 \cdot \beta_1 = 1,63 \times 0,85 = 1,386$$

$$\Rightarrow M_{rx} = 0,9 \times 0,118 \times 420 \times 10^3 \times \left(4,8 - 0,132 - \frac{0,383}{2} \right) = 211266,85 \text{ KNm}$$

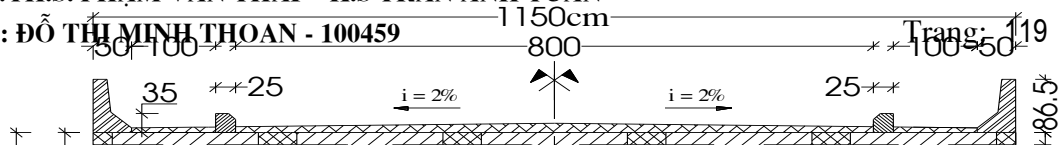
$$\Rightarrow M_{ry} = 0,9 \times 0,118 \times 420 \times 10^3 \times \left(1,8 - 0,132 - \frac{1,386}{2} \right) = 25647,3 \text{ KNm}$$

$$+ \beta_1 = 0,85$$

+ b : bề rộng mặt cắt (theo mỗi phương là khác nhau).

Kiểm tra sức kháng nén của trụ theo uốn 2 chiều:

Tổ hợp Tải trọng	N KN	M_x KNm	M_y KNm	M_{rx} KNm	M_{ry} KNm	$\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \leq 1,0$	Kết Luận
CĐ1	13057	9610	9085.13	211266.85	25647.30	0.388971	đạt
TTSD	8653.75	5492	9085.13	211266.85	25647.30	0.374083	đạt



6. Tính Toán Mũ Trụ:

Sơ đồ:

- Mũ trụ làm việc nh- ngâm công xôn

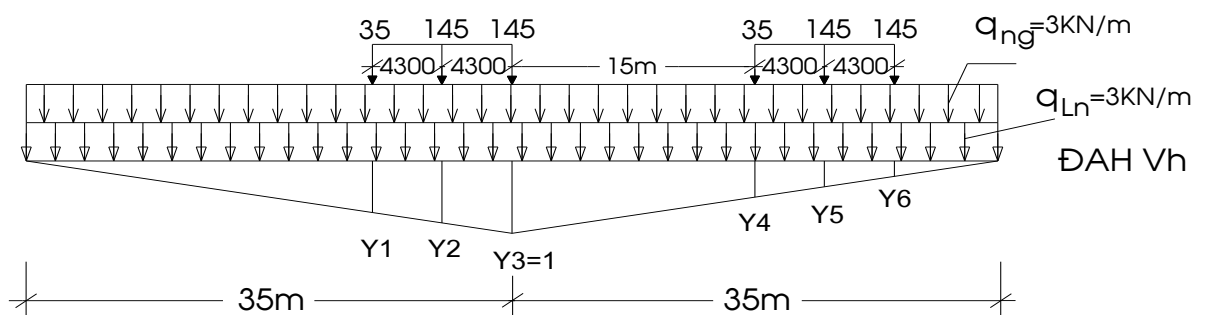
$$l_{tt} = 2.25 + \frac{R}{3} = 2.25 + \frac{0.7}{3} = 2.483 \text{ (m)}$$

- Tải trọng tác dụng lên phần công xôn là:

+ Do trọng lượng bản thân: $g_1 = 2 \cdot 21.79 = 43.58 \text{ (KN/m)}$

+ Do tính tải phần bên trên: $P_t = P_{dc+dn+mn+lc} + P_{lp} = 52.44 \text{ KN}$.

+ Do hoạt tải:



$$P_{ht}^{3tr} = 0.9 \times m_L \times \left(1 + \frac{IM}{100}\right) \times \gamma_L \times m \times g_{tr} \times 145 (y_2 + y_3 + y_5 + y_6) + 35 (y_1 + y_4)$$

$$P_{ht}^{3tr} = 0.9 \times 1.25 \times 1.75 \times 0.287 \times 145 (0.877 + 1 + 0.45 + 0.326) + 35 (0.75 + 0.57) = 245.6 \text{ KN}$$

$$P_{ht}^{lan} = 1.75 \times 9.3 \times \frac{(31+31)}{2} \times mg_{lan} = 1.75 \times 9.3 \times \frac{(35+35)}{2} \times 0.287 = 163.5 \text{KN}$$

$$P_{ht}^{ng} = 1.75 \times 3 \times \frac{(31+31)}{2} \times mg_{ng} = 1.75 \times 3 \times \frac{(35+35)}{2} \times 1.065 = 195.7 \text{KN}$$

$$\omega_M = \frac{2.483 \times 2.483}{2} = 3.083 \text{m}^2$$

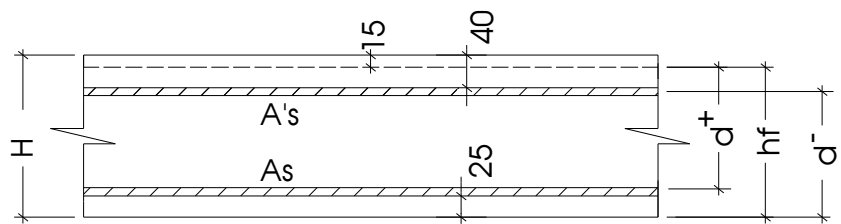
$$P_{ht} = P_{ht}^{3tr} + P_{ht}^{lan} + P_{ht}^{ng} = 245.6 + 163.5 + 195.7 = 604.8 \text{KN}$$

⇒ Mômen:

$$M = 1.25 \times g \times w_M + (P_t + P_{ht}) \times y = 1.25 \times 43.58 \times 3.083 + 1.333 \times (52.44 + 604.8) = 1042.08 \text{KN.m}^*$$

Tính và bố trí cốt thép:

Sơ đồ: (Hình bên)



- chiều dày mũ trụ $H=1500\text{mm}$, lớp bảo vệ $15\text{mm} \rightarrow h_f = 1500 - 15 = 1485\text{mm}$

- sơ bộ chọn: $d=1485-25-22/2=1499\text{mm}$.

- bê tông có $f'_c = 50\text{MPa}$, cốt thép $f_y = 400\text{MPa}$

$$A_s = \frac{M}{330d} = \frac{1042.08 \times 10^3}{330 \times 1499} = 12.02 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Để an toàn ta chọn 12 thanh $\phi 22$, $a = 15 \text{ cm}$.

IV. TÍNH TOÁN MÓNG CỌC KHOAN NHỒI:

Theo quy trình 22TCN 272-05, việc kiểm toán sức chịu tải của cọc quy định trong điều 10.5 theo trạng thái giới hạn sử dụng và trạng thái giới hạn c- ờng độ. Trong phạm vi đồ án, chỉ thực hiện kiểm toán sức chịu tải của cọc theo khả năng kết cấu và đất nền.

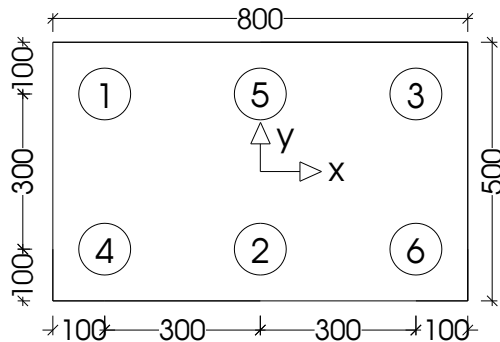
Với nội lực đầu cọc xác định đ- ợc, ta sẽ tiến hành kiểm tra khả năng chịu tải của cọc theo vật liệu làm cọc và khả năng chịu tải của lớp đá gốc đầu mũi cọc.

Số liệu tính toán:

Đ- ờng kính thân cọc	1000	mm
Cao độ đỉnh bệ cọc	+3	m
Cao độ đáy bệ cọc	+1	m

Cao độ mũi cọc (dự kiến)	-24	m
Chiều dài cọc (dự kiến)	25	m
Đường kính thanh cốt thép dọc	25	mm
Cường độ bê tông cọc	30	Mpa
Cường độ cốt thép cọc	420	Mpa
Cự li cọc theo phương dọc cầu	3000	mm
Cự li cọc theo phương ngang cầu	3000	mm

Bố trí cọc trên mặt bằng:



1.3.7

1.3.8

1.3.9

1.3.10

1.3.11

1.3.12

1.3.13

1.3.14 1. Xác định sức chịu tải cọc:

+ Chân các khoan nhồi bằng BTCT có đường kính $D = 1,0\text{m}$, khoan xuyên qua cọc lớp sét cát già ma sét (ϕ) và lớp sét pha cát già ma sét $\phi = 45^\circ$.

+ Bước các cọc $m_c \# 300$.

+ Cột thép chủ lực $20\phi 25$ có cường độ $f_c = 420\text{MPa}$. Sai lệch $\phi 10$ a200.

1.1. Xác định sức chịu tải trong nền của cọc nhồi theo vật liệu làm cọc:

- Bê tông cấp 30 có $f_c' = 30\text{kg/cm}^2$

- Cốt thép chịu lực AII có $R_a = 2400\text{kg/cm}^2$

Sức chịu tải của cọc theo vật liệu

Sức chịu tải của cọc $D = 1000\text{mm}$

Theo điều A5.7.4.4-TCTK sức chịu tải của cọc theo vật liệu làm cọc tính theo công thức sau

$$P_v = \phi \cdot P_n$$

Với P_n = Cường độ chịu lực dọc trục danh định có hoặc không có uốn tính theo công thức :

$$P_n = \phi \cdot \{m_1 \cdot m_2 \cdot f_c' \cdot (A_c - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}\} = 0,75 \cdot 0,85 \{0,85 \cdot f_c' \cdot (A_c - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}\}$$

Trong đó :

ϕ = Hệ số sức kháng, $\phi = 0,75$

m_1, m_2 : Các hệ số điều kiện làm việc.

$f_c' = 30\text{MPa}$: Cường độ chịu nén nhỏ nhất của bê tông

$f_y = 420\text{MPa}$: Giới hạn chảy dẻo quy định của thép

A_c : Diện tích tiết diện nguyên của cọc

$$A_c = 3.14 \times 1000^2 / 4 = 785000 \text{ mm}^2$$

A_{st} : Diện tích của cốt thép dọc (mm^2).

Hàm lượng cốt thép dọc theo yêu cầu hợp lý chiếm vào khoảng 1.5-3%. với hàm lượng 2% ta có:

$$A_{st} = 0.02 \times A_c = 0.02 \times 785000 = 15700 \text{ mm}^2$$

Vậy sức chịu tải của cọc theo vật liệu là:

$$P_v = 0.75 \times (0.85 \times 0.85 \times 30 \times (785000 - 15700) + 420 \times 15700) = 16709.6 \times 10^3 \text{ (N)}.$$

$$\text{Hay } P_v = 1670.9 \text{ (T)}.$$

1.2. Xác định sức chịu nén của cọc đơn theo cường độ đất nền:

Số liệu địa chất:

- Lớp 1: Lớp sét dẻo cứng
- Lớp 2: Lớp cát hạt trung.
- Lớp 3: Lớp sét dẻo cứng.

* Sức chịu tải của cọc theo đất nền: $P_n = P_{dn}$

- Sức chịu tải của cọc được tính theo công thức sau: (10.7.3.2-2 22TCN-272-05)

Với cọc ma sát: $P_{dn} = \varphi_{pq} \cdot P_p + \varphi_{qs} \cdot P_s$

Có: $P_p = q_p \cdot A_p$

$$P_s = q_s \cdot A_s$$

+ P_p : sức kháng mũi cọc (N)

+ P_s : sức kháng thân cọc (N)

+ q_p : sức kháng đơn vị mũi cọc (MPa)

+ q_s : sức kháng đơn vị thân cọc (MPa)

$$q_s = 0,0025 \cdot N_i \leq 0,19 \text{ (MPa)} \text{ Theo Quiros \& Reese (1977)}$$

+ A_s : diện tích bề mặt thân cọc (mm^2)

+ A_p : diện tích mũi cọc (mm^2)

+ φ_{qp} : hệ số sức kháng đối với sức kháng mũi cọc quy định cho trong Bảng 10.5.5-3 dùng cho các phương pháp tách rời sức kháng của cọc do sức kháng của mũi cọc và sức kháng thân cọc. Đối với đất cát $\varphi_{qp} = 0,55$.

+ φ_{qs} : hệ số sức kháng đối với sức kháng thân cọc cho trong Bảng 10.5.5-3 dùng cho các phương pháp tách rời sức kháng của cọc do sức kháng của mũi cọc và sức kháng thân cọc. Đối với đất sét $\varphi_{qs} = 0,65$. Đối với đất cát $\varphi_{qs} = 0,55$.

- Sức kháng thân cọc của Trụ:

Khi tính sức kháng thành bên bỏ qua 1D tính từ chân cọc trở lên.

Sức chịu tải của cọc trụ T1 theo ma sát thành bên

Lớp đất	Chiều dày thực L_t (m)	Chiều dày tính toán L_{tt} (m)	Trạng thái	N	Diện tích bề mặt cọc $A_s = L_{tt} \cdot P$ $= 3,14 \cdot L_{tt}$ (m ²)	$q_s = 0,0025 \cdot N \cdot 10^3$ (KN)	$P_s = A_s \cdot q_s$ (KN)
Lớp 1	6.5	6.5	Vừa	20	20.4	50	1020
Lớp 2	11.5	11.5	Chặt vừa	35	36.11	87.5	3159.6
Lớp 3	∞	7.5	Chặt	40	22.55	100	2255
ΣP_s							6434.6

-Sức kháng mũi cọc:

$$P_p = 0,057 \cdot N \cdot 10^3 = 0,057 \cdot 40 \cdot 1000 = 2280(\text{KN})$$

Tổng sức chịu tải của một cọc đơn:

$$P_{\text{đn}} = 0,55 \cdot P_p + 0,55 \cdot P_s = 0,55 \times 2280 + 0,55 \times 6434.6 = 4793(\text{KN}) = 479.3(\text{T})$$

*Tính số cọc cho móng trụ:

$$n = \beta \cdot P / P_{\text{cọc}}$$

Trong đó:

β : hệ số kể đến tải trọng ngang;

$\beta = 1.5$ cho trụ, $\beta = 2.0$ cho mố (mố chịu tải trọng ngang lớn do áp lực ngang của đất và tác dụng của hoạt tải truyền qua đất trong phạm vi lăng thể trọng tâm của đất đắp trên mố).

$P(\text{T})$: Tải trọng thẳng đứng tác dụng lên móng mố, trụ đã tính ở trên.

$$P_{\text{cọc}} = \min(P_{\text{vl}}, P_{\text{nd}})$$

Hạng mục	Tên	P_{vl}	P_{nd}	$P_{\text{cọc}}$	Tải trọng	Hệ số	số cọc	Chọn
Trụ đầu	T1	1670.9	479.3	479.3	1294.2	1.5	2.75	6

2. Tính toán nội lực tác dụng lên các cọc trong móng:

Đối với móng cọc dài thấp thì tải trọng nằm ngang coi như đất nền chịu, nội lực tại mặt cắt đáy móng

Công thức kiểm tra:

$$P_{\text{max}} \leq P_c$$

Trong đó:

- P_{max} : Tải trọng tác động lên đầu cọc
- P_c : Sức kháng của cọc đã được tính toán ở phần trên

Tải trọng tác động lên đầu cọc được tính theo công thức

$$P_{\max} = \frac{P}{n} + \frac{M_x \cdot y_{\max}}{\sum_{i=1}^n y_i^2} + \frac{M_y \cdot x_{\max}}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

Trong đó :

- P : tổng lực đứng tại đáy đài .
- n : số cọc, $n = 6$
- x_i, y_i : tọa độ của cọc so với hệ trục quán tính chính trung tâm
- M_x, M_y : tổng mômen của tải trọng ngoài so với trục đi qua trọng tâm của tiết diện cọc tại đáy đài theo 2 phương x, y .

Kiểm toán cọc với $P_c = 4710 \text{ KN}$

Trạng thái GHCD I

$$N_z = 11598.3 \text{ KN}$$

$$M_x = 7339.0 \text{ KNm}$$

$$M_y = 9085.13 \text{ KNm}$$

Cọc	X_i (m)	Y_i (m)	X_i^2 (m ²)	Y_i^2 (m ²)	N_i (KN)	Yêu cầu
1	-3	1.5	9	2.25	3651.2	đạt
2	0	-1.5	0	2.25	3402.3	đạt
3	3	1.5	9	2.25	4623.6	đạt
4	-3	-1.5	9	2.25	3601.25	đạt
5	0	1.5	0	2.25	3402.3	đạt
6	3	-1.5	9	2.25	2602.5	đạt

PHẦN III: THIẾT KẾ THI CÔNG

CHƯƠNG I: THIẾT KẾ THI CÔNG TRỤ

I.4 YÊU CẦU THIẾT KẾ:

Trong đồ án này em thiết kế phục vụ thi công trụ T1 cho đến móng.

Các số liệu tính toán như sau:

Cao độ đỉnh trụ	+10.6	m
Cao độ đáy trụ	-0.3	m
Cao độ đáy đài	-2.3	m
Cao độ mực nước thi công	-0.25	m
Cao độ đáy sông	1.29	m
Chiều rộng bệ trụ	5.0	m
Chiều dài bệ trụ	8.0	m
Chiều rộng móng	7.0	m
Chiều dài móng	10.0	m

Số liệu địa chất:

- lớp 1 : Sét dẻo cứng
- lớp 2 : Cát hạt trung.
- lớp 3 : Sét dẻo cứng.

II. TRÌNH TỰ THI CÔNG:

1. Thi công trụ:

Bước 1 : Xác định chính xác vị trí tim cọc, tim đài :

- Xây dựng hệ thống cọc định vị, xác định chính xác vị trí tim cọc, tim trụ tháp.
- Dùng giá khoan Leffer hạ ống vách thi công cọc khoan nhồi.

Bước 2 : Thi công cọc khoan nhồi:

- Lắp đặt hệ thống cung cấp dung dịch Bentonite, hệ thống bơm thải vữa mùn khi khoan cọc.
- Dùng máy khoan tiến hành khoan cọc
- Hạ lồng cốt thép, đổ bê tông cọc.

Bước 3 : Thi công vòng vây cọc ván:

- Lắp dựng cọc ván thép loại Lassen bằng giá khoan.
- Lắp dựng vành đai trong và ngoài.
- Đóng cọc đến độ sâu thiết kế.
- Lắp đặt máy bơm xói hút trên hệ nổi, xói hút đất trong hố móng đến độ sâu thiết kế.

Bước 4 : Thi công bệ móng:

- Xử lý đầu cọc khoan nhồi.
- Đổ bê tông bệ đáy, hút nước hố móng,

- Lắp dựng ván khuôn, cốt thép, đổ bê tông bề móng.

B- ớc 5 : Thi công trụ cầu:

- Chế tạo, lắp dựng đà giáo ván khuôn thân trụ lên trên bề trụ.
- Lắp đặt cốt thép thân trụ, đổ bê tông thân trụ từng đợt một.

B- ớc 6 : Hoàn thiện :

- Tháo dỡ toàn bộ hệ đà giáo phụ trợ.
- Hoàn thiện trụ.

2. Thi công kết cấu nhịp:

B- ớc 1 : Chuẩn bị ph- ơng tiện :

- Tập kết sẵn nhịp dầm chủ trên đ- ờng đầu cầu .
- Lắp dựng giá ba chân ở đ- ờng đầu cầu .
- Tiến hành lao lắp giá ba chân .

B- ớc 2 : Lao lắp nhịp dầm chủ:

- Dùng giá ba chân cầu lắp dầm ở hai đầu cầu .
- Lao dầm vào vị trí gối cầu.
- Tiến hành đổ bê tông dầm ngang.
- Đổ bê tông bản liên kết giữa các dầm.
- Di chuyển giá ba chân thi công các nhịp tiếp theo.

B- ớc 3 : Hoàn thiện:

- Tháo lắp giá ba chân .
- Đổ bê tông mặt đ- ờng.
- Lắp dựng vỉa chắn ô tô lan can, thiết bị chiếu sáng.
- Lắp dựng biển báo.

III . THI CÔNG MÓNG:

Móng cọc khoan nhồi đ- ờng kính cọc 1.0m, tựa trên nền cát sét. Toàn cầu có 2 móng :M1, M2và 5 trụ : T1, T2, T3, T4,T5.

1. Công tác chuẩn bị:

- Cần chuẩn bị đầy đủ vật t- , trang thiết bị phục vụ thi công. Quá trình thi công móng liên quan nhiều đến điều kiện địa chất, thủy văn, thi công phức tạp và hàm chứa nhiều rủi ro. Vì thế đòi hỏi công tác chuẩn bị kỹ l- ỡng và nhiều giải pháp ứng phó kịp thời và các tình huống có thể xảy ra. Công tác chuẩn bị cho thi công bao gồm một số nội dung chính sau:

- Kiểm tra vị trí lỗ khoan, các mốc cao độ. Nếu cần thiết có thể đặt lại các mốc cao độ ở vị trí mới không bị ảnh h- ưởng bởi quá trình thi công cọc.
- Chuẩn bị ống vách, cốt thép lồng cọc nh- thiết kế. Chuẩn bị ống đổ bê tông d- ới n- ớc.
- Thiết kế cấp phối bê tông, thí nghiệm cấp phối bê tông theo thiết kế, điều chỉnh cấp phối cho phù hợp với c- ờng độ và điều kiện đổ bê tông d- ới n- ớc.

- Dự kiến khả năng và phương pháp cung cấp bê tông liên tục cho thi công đổ bê tông d-ới n-ớc.
- Chuẩn bị các lỗ chừa sẵn tạo điều kiện thuận lợi cho việc kiểm tra chất lượng cọc khoan sau này.

1.4.1 2. Công tác khoan tạo lỗ:

1.4.1.1 2.1. Xác định vị trí lỗ khoan:

- Định vị cọc trên mặt bằng cần dựa vào các mốc đường chuẩn tọa độ để xác định tại hiện trường.
Sai số cho phép của lỗ cọc không được vượt quá các giá trị sau:
Sai số đường kính cọc: 5%
Sai số độ thẳng đứng : 1%
Sai số về vị trí cọc: 10cm
Sai số về độ sâu của lỗ khoan : $\pm 10\text{cm}$

1.4.1.2 2.2. Yêu cầu về gia công chế tạo lắp dựng ống vách:

- Ống vách phải được chế tạo nh- thiết kế. Bề dày ống vách sai số không quá 0.5mm so với thiết kế. ống vách phải đảm bảo kín n-ớc ,đủ độ cứng.Tr-ớc khi hạ ống vách cần phải kiểm tra nghiệm thu chế tạo ống vách.
- Khi lắp dựng ống vách cần phải có giá định hướng hoặc máy kinh vĩ để đảm bảo đúng vị trí và độ nghiêng lệch.
- Ống vách có thể được hạ bằng phương pháp đóng, ép rung hay kết hợp với đào đất trong lòng ống.

1.4.1.3 2.3. Khoan tạo lỗ:

- Máy khoan cần được kê chắc chắn đảm bảo không bị nghiêng hay di chuyển trong quá trình khoan.
- Cho máy khoan quay thử không tải nếu máy khoan bị xô dịch hay lún phải tìm nguyên nhân xử lý kịp thời.
- Nếu cao độ n-ớc sông thay đổi cần phải có biện pháp ổn định chiều cao cột n-ớc trong lỗ khoan.
- Khi kéo gầu lên khỏi lỗ phải kéo từ từ cân bằng ổn định không được va vào ống vách.
- Phải khống chế tốc độ khoan thích hợp với địa tầng, trong đất sét khoan với tốc độ trung bình, trong đất cát sỏi khoan với tốc độ chậm.
- Khi chân ống vách chạm mặt đá dùng gầu lấy hết đất trong lỗ khoan, nếu gặp đá m-ỏi hay mặt đá không bằng phẳng phải đổ đất sét kẹp đá nhỏ đầm cho bằng phẳng hoặc cho đổ một lớp bê tông d-ới n-ớc cốt liệu bằng đá d-ằm để tạo mặt phẳng cho búa đập hoạt động. Lúc đầu kéo búa với chiều cao nhỏ để hình thành lỗ ổn định, tròn thẳng đứng, sau đó có thể khoan bình thường.
- Nếu sử dụng dung dịch sét giữ thành phải phù hợp với các qui định sau :
 - Độ nhớt của dung dịch sét phải phù hợp với điều kiện địa chất công trình và phương pháp sử dụng dung dịch. Bề mặt dung dịch sét trong lỗ cọc phải cao hơn mực n-ớc ngầm 1,0m trở lên. Khi có mực n-ớc ngầm thay đổi thì mặt dung dịch sét phải cao hơn mực n-ớc ngầm cao nhất là 1,5m.
 - Trong khi đổ bê tông , khối lượng riêng của dung dịch sét trong khoảng 50 cm kể từ đáy lỗ $< 1,25\text{T/m}^3$, hàm lượng cát $\leq 6\%$, độ nhớt ≤ 28 giây. Cần phải đảm bảo chất lượng dung dịch sét theo độ sâu của từng lớp đất đá, đảm bảo sự ổn định thành lỗ cho đến khi kết thúc việc đổ bê tông.

1.4.1.4 2.4. Rửa lỗ khoan :

- Khi đã khoan đến độ sâu thiết kế tiến hành rửa lỗ khoan, có thể dùng máy bơm chuyên dụng hút mùn khoan từ đáy lỗ khoan lên. Cũng có thể dùng máy nén khí để đẩy mùn khoan lên cho đến khi bơm ra ngoài trong và sạch. Chọn loại máy bơm, quy cách đầu xối phụ thuộc vào chiều sâu và vật liệu cần xối hút.

- Nghiêm cấm việc dùng phương pháp khoan sâu thêm thay cho công tác rửa lỗ khoan.

1.4.1.5 2.5. Công tác đổ bê tông cọc:

- Đổ bê tông cọc theo phương pháp ống rút thẳng đứng.

- Một số yêu cầu của công tác đổ bê tông cọc:

+ Bê tông phải được trộn bằng máy. Khi chuyển đến công trường phải được kiểm tra độ sụt và độ đồng nhất. Nếu dùng máy bơm bê tông thì bơm trực tiếp bê tông vào phễu của ống dẫn.

+ Đầu dưới của ống dẫn bê tông cách đáy lỗ khoan khoảng 20-30 cm.

Ống dẫn bê tông phải đảm bảo kín khít.

+ Độ ngập sâu của ống dẫn trong bê tông không được nhỏ hơn 1,2m và không được lớn hơn 6m.

+ Phải đổ bê tông liên tục, rút ngắn thời gian tháo ống dẫn, ống vách để giảm thời gian đổ bê tông.

+ Khi ống dẫn chứa đầy bê tông phải đổ từ từ tránh tạo thành các túi khí trong ống dẫn.

+ Thời gian ninh kết ban đầu của bê tông không được sớm hơn toàn bộ thời gian đúc cọc khoan nhồi. Nếu cọc dài, khối lượng bê tông lớn có thể cho thêm chất phụ gia chậm ninh kết.

+ Đường kính lớn nhất của đá dùng để đổ bê tông không được lớn hơn khe hở giữa hai thanh cốt thép chủ gần nhau của lồng thép cọc.

1.4.1.6 2.6. Kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi:

- Kiểm tra bê tông phải được thực hiện trong suốt quá trình của dây chuyền đổ bê tông dưới nước.

- Các mẫu bê tông phải được lấy từ phễu chứa ống dẫn để kiểm tra độ linh động, độ nhớt và đúc mẫu kiểm tra cường độ.

+ Trong quá trình đổ bê tông cần kiểm tra và ghi nhận ký thi công các số liệu sau :

+ Tốc độ đổ bê tông

+ Độ cắm sâu của ống dẫn vào vữa bê tông.

+ Mức vữa bê tông dâng lên trong hố khoan.

3. Thi công vòng vây cọc ván thép:

- Trình tự thi công cọc ván thép:

+ Đóng cọc định vị

+ Liên kết thanh nẹp với cọc định vị thành khung vây.

+ Xỏ cọc ván từ các góc về giữa.

+ Tiến hành đóng cọc ván đến độ chôn sâu theo thiết kế.

Thường xuyên kiểm tra để có biện pháp xử lý kịp thời khi cọc ván bị nghiêng lệch.

4. Công tác đào đất bằng xói hút :

- Các lớp đất phía trên mặt đều là dạng cát, sét nên thích hợp dùng phương pháp xói hút để đào đất nơi ngập nước.
- Tiến hành đào đất bằng máy xói hút. Máy xói hút đặt trên hệ phao chở nổi. Khi xói đến độ sâu cách cao độ thiết kế 20-30cm thì dừng lại, sau khi bơm hút nước tiến hành đào thủ công đến cao độ đáy móng để tránh phá vỡ kết cấu phía dưới. Sau đó san phẳng, đầm chặt đổ bê tông bịt đáy.

5. Đổ bê tông bịt đáy :

1.4.1.7 5.1. Trình tự thi công:

- Chuẩn bị (vật liệu, thiết bị...)
- Bơm bê tông vào thùng chứa.
- Cắt nút hãm
- Nhấc ống đổ lên phía trên
- Khi nút hãm xuống tới đáy, nhấc ống đổ lên để nút hãm bị đẩy ra và nổi lên. Bê tông phủ kín đáy. Đổ liên tục.
- Kéo ống lên theo phương thẳng đứng, chỉ được di chuyển theo chiều đứng.
- Đến khi bê tông đạt 50% chiều độ thì bơm hút nước và thi công các phần khác.

1.4.1.8 5.2. Nguyên tắc và yêu cầu khi đổ bê tông:

- Nguyên tắc và yêu cầu khi đổ bê tông bịt đáy.
- Bê tông rơi trong phễu xuống liên tục, không đứt đoạn trong hố móng ngập nước dưới tác dụng của áp lực do trọng lượng bản thân.
- ống chỉ di chuyển theo chiều thẳng đứng, miệng ống đổ luôn ngập trong bê tông tối thiểu 0.8m.
- Bán kính tác dụng của ống đổ $R=3.5m$
- Đảm bảo theo phương ngang không sinh ra vữa bê tông quá thừa và toàn bộ diện tích đáy hố móng được phủ kín bê tông theo yêu cầu.
- Nút hãm: khít vào ống đổ, dễ xuống và phải nổi.

Bê tông: + Có mác thích hợp cao hơn thiết kế một cấp

+ Có độ sụt cao: 16 - 20cm.

+ Cốt liệu thích hợp bằng sỏi cuội.

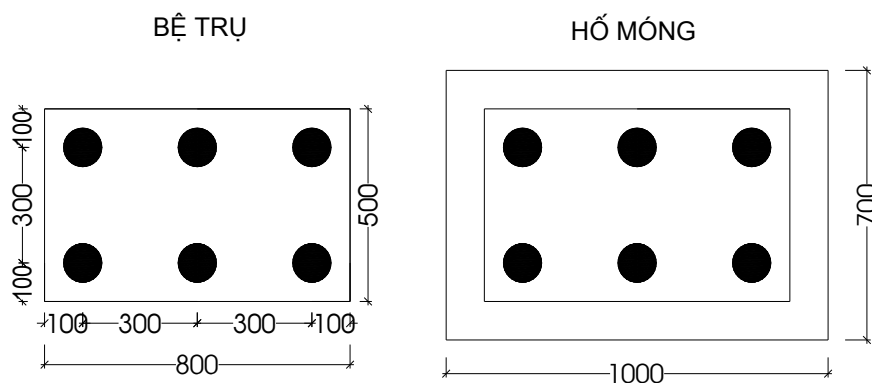
- Đổ liên tục, càng nhanh càng tốt.

- Trong quá trình đổ phải đo đạc, kiểm soát.

1.4.1.9 5.3. Tính toán chiều dày lớp bê tông bịt đáy:

a) Các số liệu tính toán:

Xác định kích thước đáy hố móng: Đơn vị (cm)

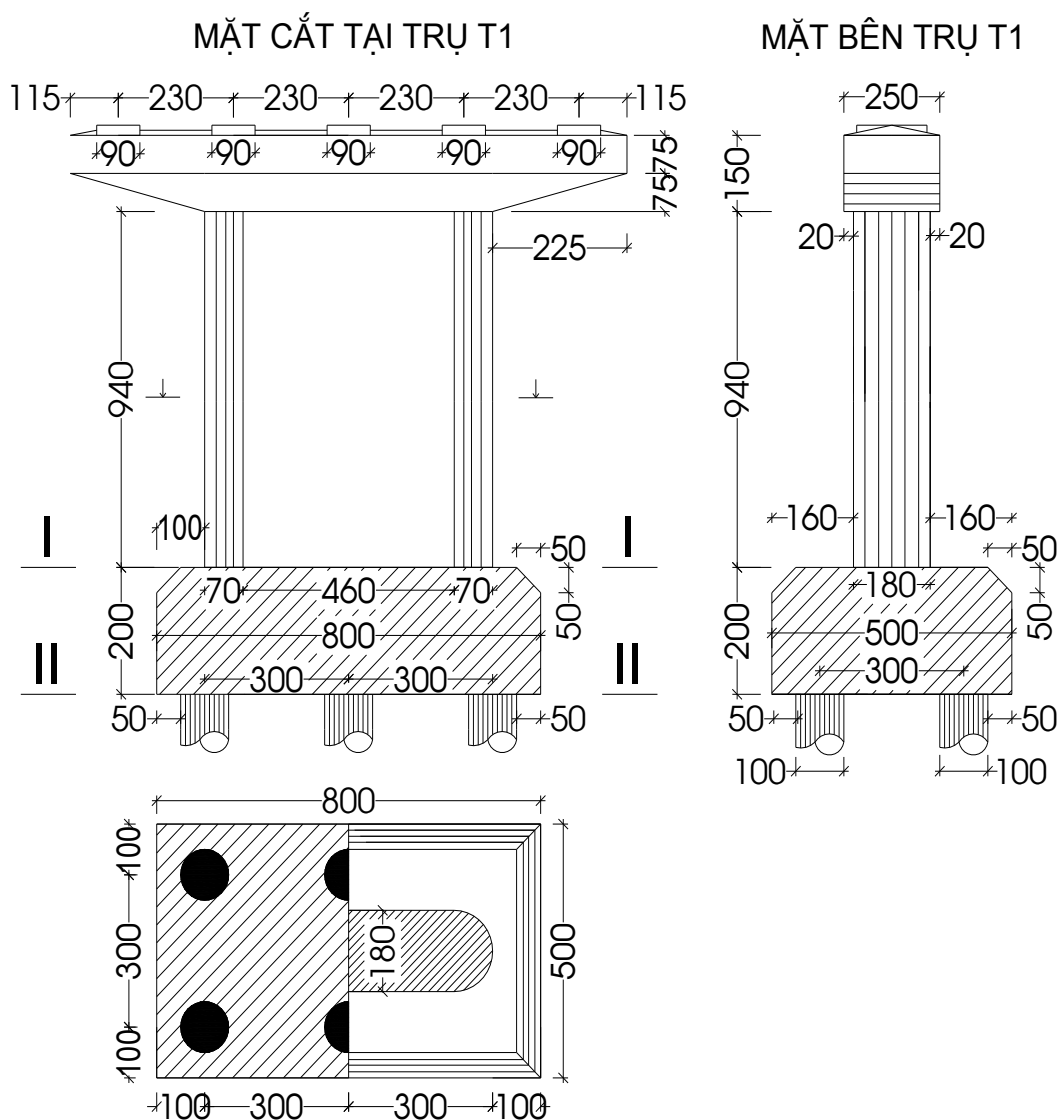


Ta có : $L = 8 + 2 = 10 \text{ m}$

$B = 5 + 2 = 7 \text{ m}$

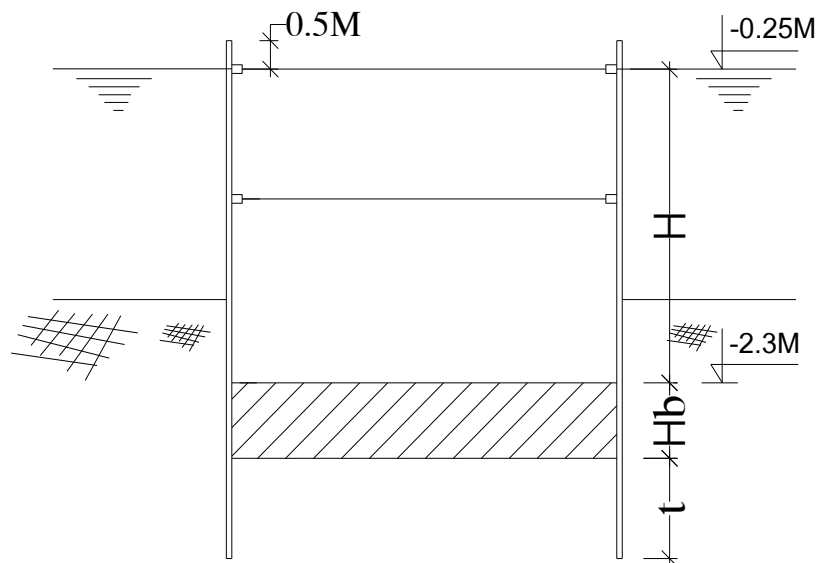
Gọi h_b : là chiều dày lớp bê tông bọt đáy .

t : là chiều sâu chôn cọc ván ($t \geq 2 \text{ m}$)



Xác định kích thước vòng vây cọc ván ta lấy rộng về mỗi phía của bệ cọc là 1 m. Cọc ván sử dụng là cọc ván thép .

Sơ đồ bố trí cọc ván nhô sau:



b) Tính toán chiều dày lớp bê tông cốt đáy:

a.*Điều kiện tính toán:

áp lực đẩy nổi của nước phải nhỏ hơn ma sát giữa bê tông và cọc + trọng lượng của lớp bê tông cốt đáy.

$$1. \Omega \gamma_b h_b + u_1 \cdot d_1 \cdot \bar{h}_b + k u_2 \cdot d_2 \cdot \bar{h}_b \cdot m \geq \gamma_n \cdot (H + h_b) \cdot \Omega$$

$$\Rightarrow h_b = \frac{\gamma_n \cdot H \cdot \Omega}{1. \Omega \gamma_b + u_1 \cdot d_1 \cdot \bar{h}_b + k u_2 \cdot d_2 \cdot \bar{h}_b \cdot m - \Omega \gamma_n} \geq 1m$$

Trong đó:

H : Khoảng cách MNTC tới đáy đài = 2.05 m

h_b : Chiều dày lớp bê tông cốt đáy

$m = 0,9$ hệ số điều kiện làm việc.

$n = 0,9$ hệ số v-ợt tải.

γ_b : Trọng lượng riêng của bê tông cốt đáy $\gamma_b = 2,4 \text{ T/m}^2$.

γ_n : Trọng lượng riêng của nước $\gamma_n = 1 \text{ T/m}^2$.

u_2 : Chu vi cọc = $3,14 \times 1 = 3,14 \text{ m}$

τ_2 : Lực ma sát giữa bê tông cốt đáy và cọc $\tau_2 = 4 \text{ T/m}^2$.

k: Số cọc trong móng $k = 6$ (cọc)

Ω : Diện tích hố móng. (Mở rộng thêm 1m ra hai bên thành để thuận lợi cho thi công)

$$\Omega = 10 \times 7 = 70 \text{ m}^2$$

τ_1 : Lực ma sát giữa cọc ván với lớp bê tông:

$$\tau_1 = 3 \text{ T/m}^2$$

u_1 : Chu vi tường cọc ván $= (10 + 7) \times 2 = 34 \text{ m}$

$$\Rightarrow h_b = \frac{1 \times 2.05 \times 70}{(0.9 \times 70 \times 2.4 + 34 \times 3 + 6 \times 3.14 \times 4) \cdot 0.9 - 70 \times 1} = 0.635 \text{ m} > 1 \text{ m}$$

Vậy ta chọn $h_b = 2 \text{ m}$

b.

c.

d.* KIỂM TRA CƯỜNG ĐỘ LỚP BÊ TÔNG BỊT ĐÁY:

- Xác định h_b theo điều kiện lớp bê tông chịu uốn.
- **Ta cắt ra 1 dải có bề rộng là 1m theo chiều ngang của hố móng để kiểm tra.**
- **Coi nh- dầm đơn giản nhịp $l = 7 \text{ m}$.**
- Sử dụng bê tông mác 200 có $R_u = 65 \text{ T/m}^2$.
- Tải trọng tác dụng vào dầm là $q \text{ (t/m)}$

$$q = P_n - q_{bt} = \gamma_n \cdot (H + h_b) - h_b \cdot \gamma_{bt}$$

$$q = 1 \cdot (2.05 + h_b) - 2.4 \cdot h_b = 2.05 - 1.4 \cdot h_b$$

+ Mô men lớn nhất tại tiết diện giữa nhịp là :

$$M_{\max} = \frac{q l^2}{8} = \frac{(2.05 - 1.4 \cdot h_b) \cdot 7^2}{8} = 12.6 - 8.575 \cdot h_b$$

+ Mômen chống uốn :

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{1 \cdot h_b^2}{6} = \frac{h_b^2}{6}$$

+ Kiểm tra ứng suất :

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{6 \cdot (12.6 - 8.575 h_b)}{h_b^2} \leq 65 \text{ T/m}^2$$

Ta có phương trình bậc hai:

$$65 \cdot h_b^2 + 51.45 h_b - 75.6 = 0$$

Giải ra ta có: $h_b = 1.32 \text{ m} > 1 \text{ m}$

Vậy chọn chiều dày lớp bê tông bịt đáy $h_b = 1.5 \text{ m}$ làm số liệu tính toán.

1.4.1.10 5.4. Tính toán cọc ván thép:

a. Tính độ chôn sâu cọc ván:

- Khi đã đổ bê tông bịt đáy xong, cọc ván được tựa lên thành bê tông và thanh chống (có liên kết) nên cọc ván lật xoay quanh điểm O

Đất d- ới đáy móng:

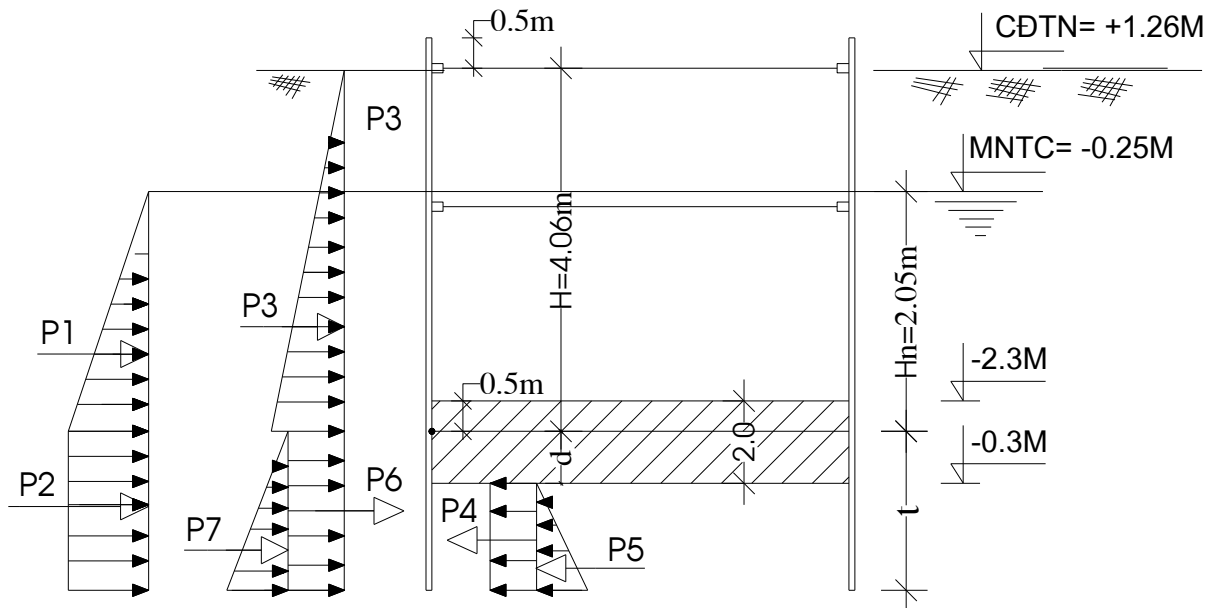
Cát mịn : $\gamma_0 = 1.6 \text{ (T/m}^2\text{)}; \varphi^0 = 35^\circ$.

Hệ số v- ợt tải $n_1 = 1.2$ đối với áp lực chủ động.

Hệ số v- ợt tải $n_2 = 0.8$ đối với áp lực bị động.

Hệ số v- ợt tải $n_3 = 1.0$ đối với áp lực n- ớc.

Sơ đồ tính độ chôn sâu cọc ván:



Hệ số áp lực đất chủ động và bị động xác định theo công thức sau:

Chủ động: $K_a = \tan^2(45^\circ - \varphi/2) = \tan^2(45^\circ - 35^\circ/2) = 0.27$

Bị động: $K_b = \tan^2(45^\circ + \varphi/2) = \tan^2(45^\circ + 35^\circ/2) = 1.92$

- Trọng lượng đơn vị γ' của đất d-ới mực n-ớc sẽ tính toán nh- sau:

$$\gamma' = \gamma - \gamma_n = 2 - 1.0 = 1 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

- áp lực do n-ớc:

$$P_1 = 0.5 \cdot \gamma_n \cdot H_n^2 = 0.5 \cdot 2.05^2 = 2.1 \text{ (T)}$$

$$P_2 = \gamma_n \cdot H_n \cdot t = 2.05 \cdot t \text{ (T)}$$

- áp lực đất chủ động:

$$P_3 = K_a \cdot n_1 \cdot 0.5 \cdot H^2 \gamma' = 0.27 \cdot 1.2 \cdot 0.5 \cdot 4.06^2 \cdot 1 = 2.67 \text{ (T)}$$

$$P_4 = (d+0.5)(t-d) \gamma' K_a n_1 = (1.5+0.5)(t-1.5) \times 0.27 \times 1.2 = 0.648(t-1.5) \text{ (T)}$$

$$P_5 = 0.5(t-d)^2 \gamma' K_a n_1 = 0.5(t-1.5)^2 \times 0.27 \times 1.2 = 0.162(t-1.5)^2 \text{ (T)}$$

- áp lực đất bị động

$$P_6 = H \cdot t \cdot \gamma' \cdot K_b \cdot n_2 = 4.06 \times t \times 1 \times 1.92 \times 0.8 = 6.236 t \text{ (T)}$$

$$P_7 = 0.5 \cdot t^2 \cdot \gamma' \cdot K_b \cdot n_2 = 0.5 \cdot t^2 \times 1 \times 1.92 \times 0.8 = 0.768 t^2 \text{ (T)}$$

Ph- ơng trình ổn định lật sẽ bằng :

$$P_1 \frac{H_n}{3} + P_3 \frac{H}{3} + P_4 \frac{t+d}{2} + P_5 \frac{2t+d}{3} = (P_2 \frac{t}{2} + P_6 \frac{t}{2} + P_7 \frac{2t}{3}) \times 0.95 \quad (1)$$

thay các số liệu trên vào ph- ơng trình (1) ta có ph- ơng trình :

$$\Leftrightarrow 1.435 + 3.6134 + 0.324t^2 - 0.729 + 0.108t^3 - 0.243t^2 + 0.18224 = 0.4864t^3 + 4.143t^2$$

$$\Leftrightarrow 0.3784t^3 + 4.062t^2 - 4.5 = 0$$

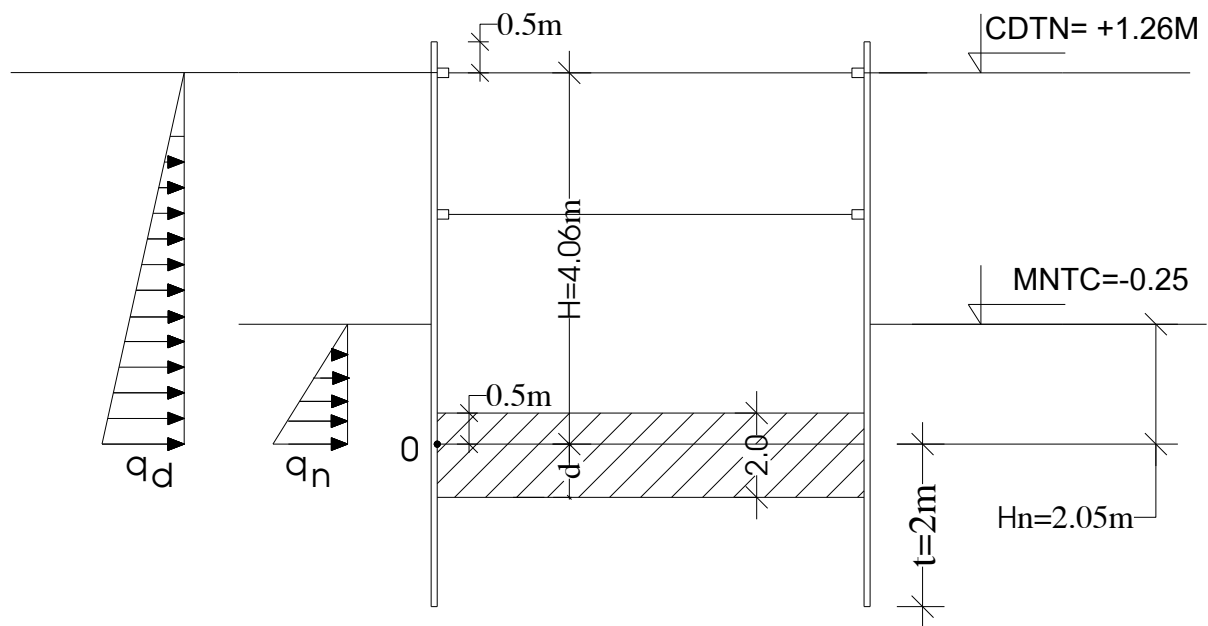
Giải phương trình bậc 3 ta có: $t = 1.0064 \text{ m}$.

Để an toàn chọn: $t = 2 \text{ m}$

Chiều dài cọc ván chọn: $L_{\text{CỌC VÁN}} = 4.06 + 2 + 0.5 = 6.56 \text{ m} \Rightarrow$ Chọn $L = 7 \text{ m}$.

2. Chọn cọc ván thỏa mãn yêu cầu về cường độ:

Sơ đồ tính toán cọc ván coi như 1 dầm giản đơn với 2 gối là điểm 0 và điểm neo thanh chống:



* Tính toán áp lực ngang:

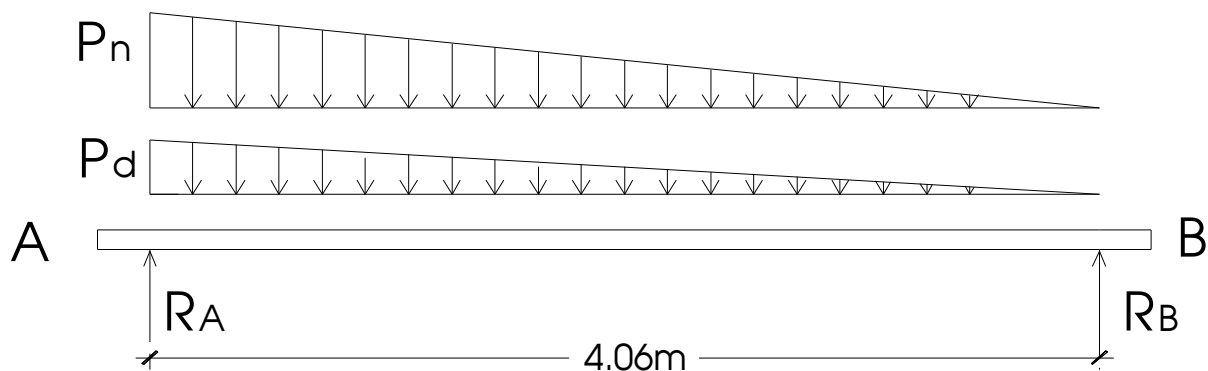
Áp lực ngang của nước: $P_n = \gamma_n \cdot H_1 = 1 \times 2.05 = 2.05 (\text{t/m})$

Áp lực đất bị động: $P_d = \gamma_{\text{đn}} \cdot H_1 \cdot \tan^2(45^\circ - \varphi/2)$.

$$\Rightarrow P_d = 1.5 \times 4.06 \times \tan^2(45^\circ - 17.5^\circ) = 1.65 (\text{t/m})$$

a. Tại vị trí có $Q=0$ thì mômen M lớn nhất:

Tìm M_{max} :



Theo sơ đồ :

$$\Sigma M_B = 0 \Leftrightarrow 4.06R_A = P_n * \frac{4.06}{2} * \frac{2*4.06}{3} + P_d * \frac{4.06}{2} * \frac{2*4.06}{3}$$

$$\Leftrightarrow R_A = (P_d + P_n) * \frac{5.45^2}{3} = (1.65 + 2.05) * \frac{4.06^2}{3} = 20.33(T)$$

$$\Sigma M_A = 0 \Leftrightarrow 4.06R_B = (P_n + P_d) * \frac{4.06}{2} * \left(4.06 - \frac{2*4.06}{3}\right)$$

$$\Leftrightarrow R_B = \left(\frac{1.65 + 2.05}{4.06}\right) * \frac{4.06}{2} * \left(4.06 - \frac{2*4.06}{3}\right) = 2.5(T)$$

Giả sử vị trí Q=0 nằm cách gối một đoạn $0 < x < 5.45m$

Ta có:

$$\Sigma M_x = R_B * (H_1 - x) - R_A * x + \frac{(q + q_x)}{2} * \frac{x^2}{2} - \frac{q_x * (h + x)}{2} * \frac{2 * (H_1 - x)}{3} \quad (1)$$

$$\text{Với: } q_x = \frac{q * (H_1 - x)}{H_1}, q = p_n + p_d = 1.65 + 2.05 = 3.7(T/m).$$

$$(1) \Rightarrow R_B * (H_1 - x) - R_A * x + \left[q + \frac{q}{H_1} * (H_1 - x) \right] \frac{x^2}{H_1} - \frac{q * (H_1 - x)}{H_1} * \frac{(H_1 - x)^2}{3} \quad (2)$$

Thay số vào (2) ta có phương trình bậc 3:

$$\Sigma M_x = 0.59x^3 + 2.87x^2 - 8.49x + 35.24(1)$$

$$\frac{d\Sigma M_x}{dx} = 0 \Leftrightarrow 1.77x^2 + 5.74x - 8.49 = 0$$

Giải phương trình trên ta có:

$$x_1 = 1.1; x_2 = -4.3$$

Chọn $x = 3$ làm trị số để tính, ta có:

$$M_{\max} = 20.1Tm$$

Kiểm tra:

$$\text{Công thức: } \sigma = \frac{M_{\max}}{W_{yc}} < R_u = 2000 \text{ kG/cm}^2.$$

+ Với cọc ván thép laxisen IV dài $L = 7m$, có $W = 2200 \text{ cm}^3$.

$$\text{Do đó } \sigma = \frac{20.10^5}{2200} = 909.1(kG/cm^2) < R_u = 2000 (kG/cm^2).$$

1.4.1.11 5.5. Tính toán nẹp ngang:

Nẹp ngang được coi nh- dầm liên tục kê trên các gối chịu tải trọng phân bố đều:

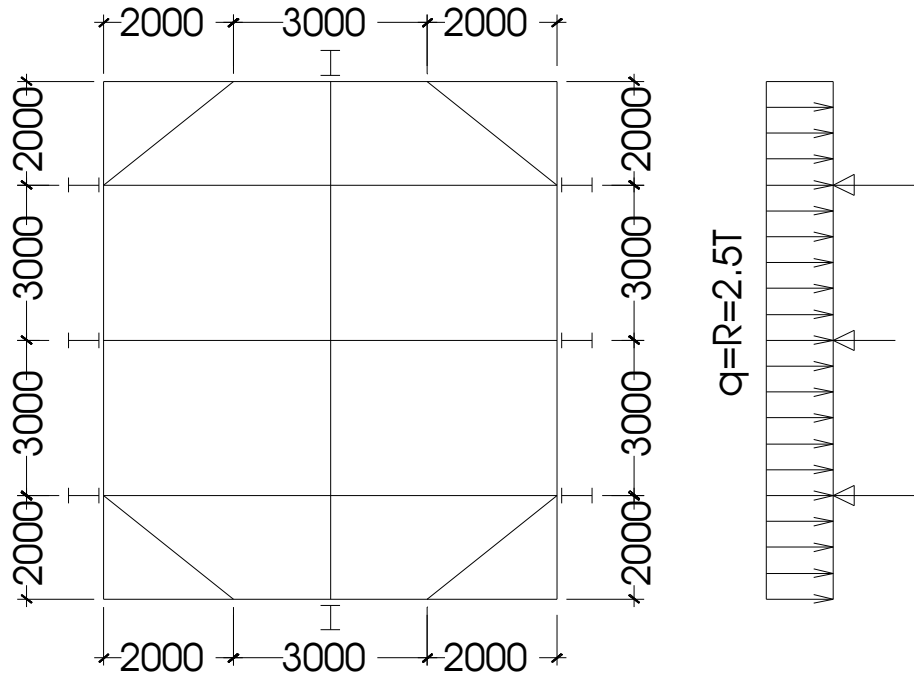
+ Các gối là các thanh chống với khoảng cách giữa các thanh chống là:

$$l = 2 - 3m : \text{Theo chiều ngang.}$$

$l_1 = 3 \text{ m}$: Theo chiều dọc.

+ Tải trọng tác dụng lên thanh nẹp là phản lực gối R_B tính cho 1m bề rộng. $R_B = 2.5 \text{ T}$

Sơ đồ tính :



Mômen lớn nhất $M_{\max}$ được tính theo công thức gần đúng sau :

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l^2}{10} = \frac{2.5 \times 3^2}{10} = 2.25 (\text{Tm}).$$

Chọn tiết diện thanh nẹp theo công thức :

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_{yc}} < R_u = 2000 (\text{kg/cm}^2)$$

$$\Rightarrow W_{yc} \geq \frac{M_{\max}}{R_u} = \frac{2.25 \times 10^5}{2000} = 112.5 \text{ cm}^3.$$

$\Rightarrow$ Chọn thanh nẹp ngang định là thép chữ I có:

$$W_x = 112.5 \text{ cm}^3 < W_{yc}$$

1.4.1.12 5.6. Tính toán thanh chống:

Thanh chống chịu nén bởi lực tập trung.

$$\text{Lực phân bố tam giác: } q = p_n + p_d = 1.65 + 2.05 = 3.7 (\text{T})$$

+ Phản lực tại A lấy mô men đối với điểm B:

$$\Sigma M_A = 0 \Leftrightarrow R_B \cdot L_2 - q \cdot \frac{H}{2} \cdot \frac{H}{3}$$

$$(L_2 = H = 4.06 \text{ m})$$

$$\Leftrightarrow R_B = \frac{qH}{2L_2} \cdot \frac{H}{3} = \frac{q \cdot h}{2 \cdot 3} = \frac{3.7 \cdot 4.06}{2 \cdot 3} = 2.5(T)$$

$$R_B = B = 2.5 (T)$$

+ Duyệt thanh chịu nén:

$$\sigma = \frac{A}{\varphi \cdot F_{ng}} \leq \sigma_{\text{t}}$$

Với $l_0 = 2 \cdot l_1 = 6m$ (chiều dài thanh chịu nén)

$$\text{Ta có: } i = \sqrt{\frac{I}{F_{ng}}} = \sqrt{\frac{7080}{46,6}} = 12,34$$

Chọn nẹp đứng có: $I = 7080 \text{ cm}^4$

$$F_{ng} = 46,5 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{600}{12,34} = 48.62$$

$$\varphi = 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 = 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{48.62}{100} \right)^2 = 0,81$$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{A}{\varphi \cdot F_{ng}} = \frac{8.8 \cdot 10^3}{0.81 \cdot 46.5} = 233 (kg/cm^2)$$

$$\text{Với: } \sigma = 233 (kg/cm^2) < \sigma_{\text{nen}} = 1700 (kg/cm^2)$$

$\Rightarrow$ Thanh chống đạt yêu cầu

6. Bơm hút n-ớc:

Do có cọc ván thép và bê tông đáy nên n-ớc không thấm vào hố móng trong quá trình thi công, chỉ cần bố trí máy bơm để hút hết n-ớc còn lại trong hố móng. Dùng 2 máy bơm loại C203 hút n-ớc từ các giếng tự tạo sự khô ráo cho bề mặt hố móng.

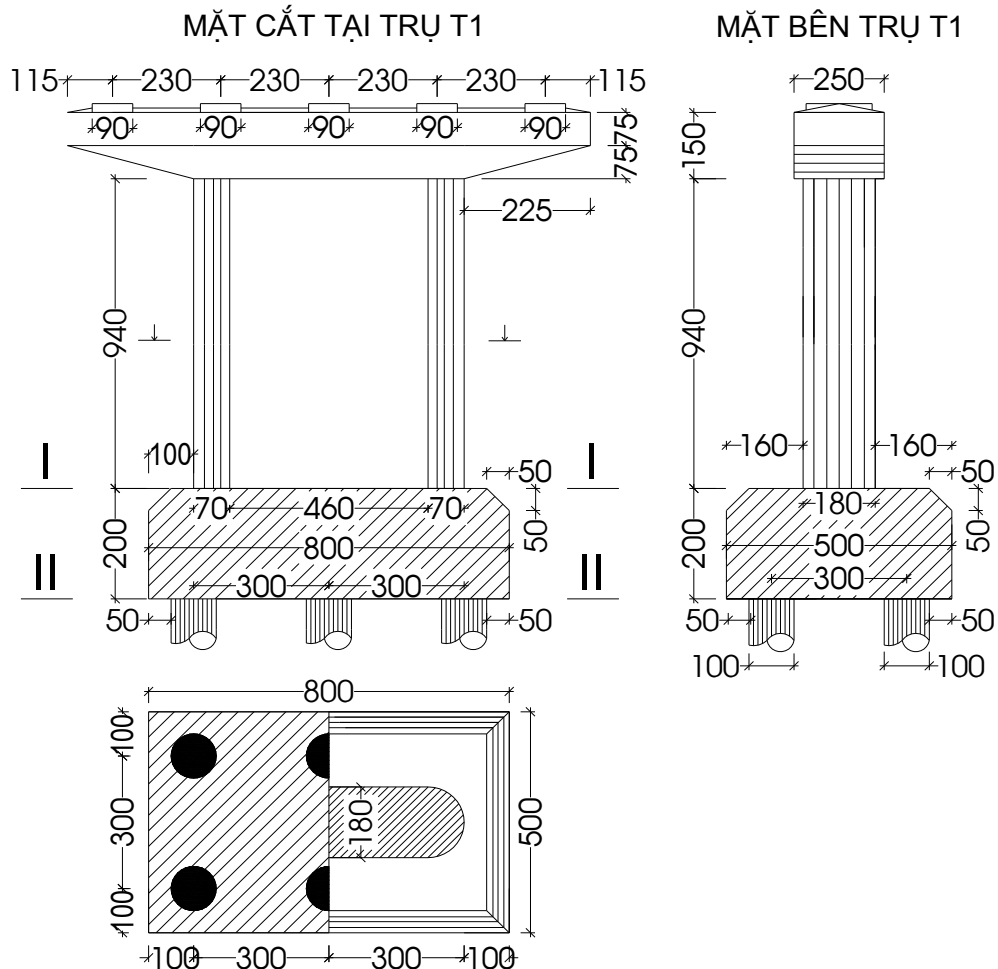
7. Thi công đài cọc:

- Tr-ớc khi thi công đài cọc cần thực hiện một công việc có tính bắt buộc đó là nghiệm thu cọc, xem xét các nhật ký chế tạo cọc, nghiệm thu vị trí cọc, chất lượng bê tông và cốt thép của cọc.

- Tiến hành đập đầu cọc.
- Dọn dẹp vệ sinh hố móng.
- Lắp dựng ván khuôn và bố trí các l-ới cốt thép.
- Tiến hành đổ bê tông bằng ống đổ.
- Bảo dưỡng bê tông khi đủ f_c thì tháo dỡ ván khuôn.

IV. THI CÔNG TRỤ:

Các kích thước cơ bản của trụ và đài nhô sau:



1. Yêu cầu khi thi công:

- Theo thiết kế kỹ thuật trụ thiết kế là trụ đặc bê tông toàn khối, do đó công tác chủ yếu của thi công trụ là công tác bê tông cốt thép và ván khuôn.
- Để thuận tiện cho việc lắp dựng ván khuôn ta dự kiến sử dụng ván khuôn lắp ghép. Ván khuôn được chế tạo từng khối nhỏ trong nhà máy được vận chuyển ra vị trí thi công, tiến hành lắp dựng thành ván khuôn.
- Công tác bê tông được thực hiện bởi máy trộn C284-A công suất 40 m³/h, sử dụng đầm dùi bê tông bán kính tác dụng R = 0.75m.

2. Trình tự thi công như sau:

- Chuyển các khối ván khuôn ra vị trí trụ, lắp dựng ván khuôn theo thiết kế.

- Đổ bê tông vào ống đổ, tr- ớc khi đổ bê tông phải kiểm tra ván khuôn lại một lần nữa, bôi dầu lên thành ván khuôn tránh hiện t- ợng dính kết bê tông vào thành ván khuôn sau này.
- Đổ bê tông thành từng lớp dày 40cm, đầm ở vị trí cách nhau không quá $1.75R$, thời gian đầm là 50 giây một vị trí, khi thấy n- ớc xi măng nổi lên là đ- ợc. Yêu cầu khi đầm phải cắm sâu vào lớp cũ 4 -5cm, đổ đầm liên tục trong thời gian lớn hơn 4h phải đảm bảo độ toàn khối cho bê tông tránh hiện t- ợng phân tầng.
- Bảo d- ỡng bê tông :Sau 12h từ khi đổ bê tông có thể t- ới n- ớc, nếu trời mát t- ới 3-4 lần/ngày, nếu trời nóng có thể t- ới nhiều hơn. Khi thi công nếu gặp trời m- a thì phải có biện pháp che chắn.
- Khi cường độ đạt $55\%f_c$ cho phép tháo dỡ ván khuôn. Quá trình tháo dỡ ngược với quá trình lắp dựng.

3. Tính ván khuôn trụ:

1.4.2 3.1 . Tính ván khuôn dài trụ.

- Đài có kích th- ớc : $a \times b \times h = 8 \times 5 \times 2$ (m).
- Áp lực tác dụng lên ván khuôn gồm có:
 - + áp lực bê tông t- ới.
 - + Lực xung kích của đầm.

Chọn máy trộn bê tông loại C284-A có công suất đổ $Q=40m^3/h$.

Và đầm dùi có bán kính tác dụng là 0,75m.

Diện tích đài: $8 \times 5 = 40 m^2$.

Sau 4h bê tông đổ lên cao đ- ợc: z

$$h = \frac{4Q}{F} = \frac{40 \times 4}{40} = 4(m) > 0.75(m)$$

Giả sử dùng ống vòi voi để đổ lực xung kích $0,4T/m^2$.

Áp lực ngang tác dụng lên ván khuôn là:

+ Do áp lực ngang của bê tông t- ới:

$$q_1 = 400 (Kg/m^2) = 0.4 (T/m^2) , n = 1.3$$

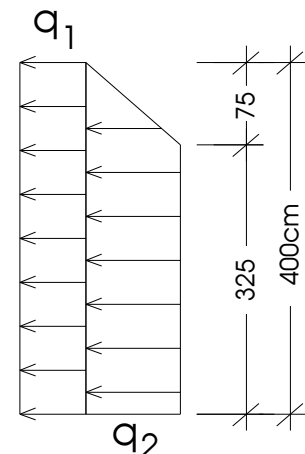
+ Lực xung kích do đầm bê tông: $h > 0,75 m$ nên

$$q_2 = 2.4 \times 0.75 \times 10^3 = 1800 Kg / m^2$$

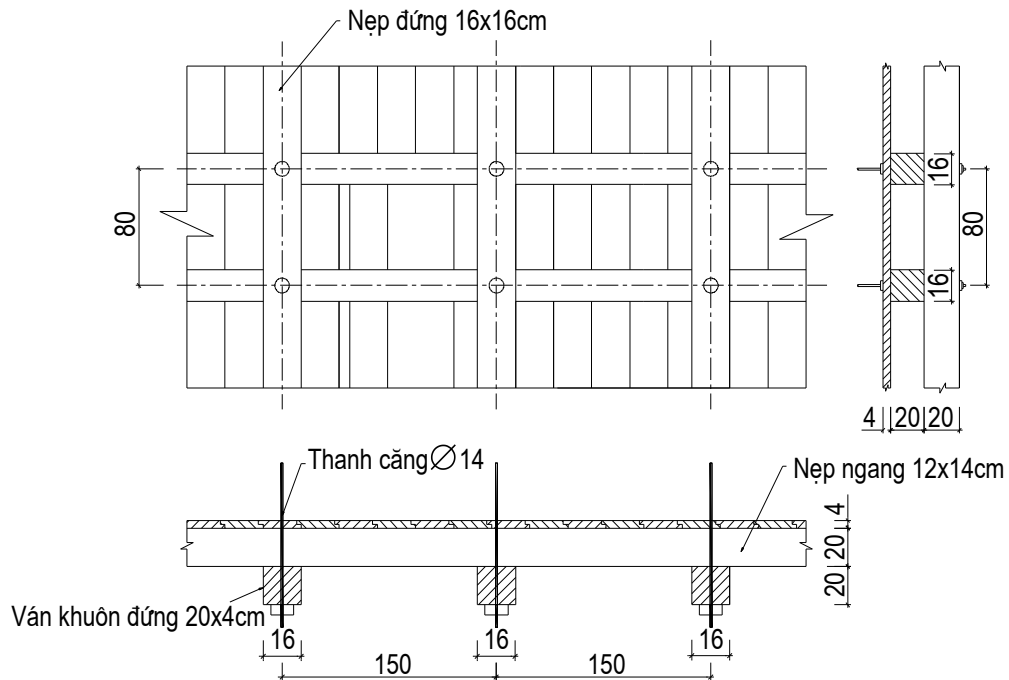
Biểu đồ áp lực thay đổi theo chiều cao đài nh- ng để đơn giản hóa tính toán và thi công ta coi áp lực phân bố đều:

$$q^{tc} = \frac{\frac{1800 \times 0.75}{2} + 1800 \times 2.45 + 400 \times 4}{4} = 1671.25 (kg / m^2)$$

$$q^{tt} = 1.3 \times 1671.25 = 2172.62 (kg/m^2)$$



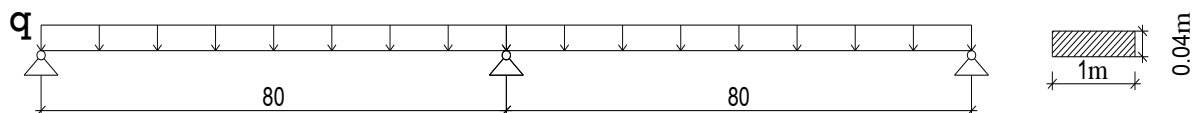
Chọn ván khuôn trụ nh- sau:



1.4.3.3.2. Tính ván đứng:

Tính toán với 1m bề rộng của ván

Sơ đồ tính toán:



Mômen uốn lớn nhất:

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{10} = \frac{2172,62 \times 0,8^2}{10} = 139 \text{ kgm}$$

Kiểm tra theo điều kiện nén uốn của ván :

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} \leq R_u$$

$$\text{Với } W = \frac{bd^2}{6} = \frac{1 \times 0,04^2}{6} = 0,000267 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{139 \times 10^{-4}}{0,000267} = 52,06 \text{ (kg/cm}^2\text{)} < R_u = 130 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

=> Thỏa mãn điều kiện chịu lực

Kiểm tra độ võng :

$$f = \frac{5ql^4}{384EJ} < \frac{l}{250}$$

Trong đó :

- E : mô đun đàn hồi của gỗ $E_{dh} = 90.000 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
- l : chiều dài nhịp tính toán $l = 80 \text{ cm}$
- J : mômen quán tính 1m rộng ván khuôn

$$J = \frac{b\delta^3}{12} = \frac{1 \times 0.04^3}{12} = 5.33 \times 10^{-6} \text{ (m}^4\text{)} = 533 \text{ (cm}^4\text{)}$$

- q là tải trọng tiêu chuẩn tác dụng lên ván khuôn.

$$q = 16.71 \text{ (kg/cm)}$$

$$\Rightarrow f = \frac{5 \times 16.71 \times 80^4}{384 \times 9 \times 10^4 \times 533} = 0.185 \text{ cm} < \frac{80}{250} = 0.32 \text{ cm}$$

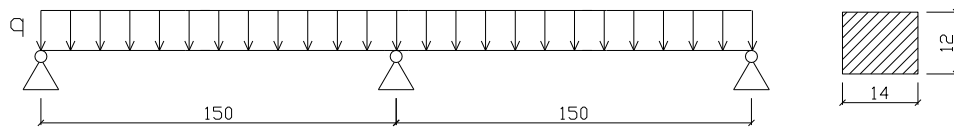
=> Vậy đảm bảo yêu cầu về độ võng.

1.4.4 3.3. Tính nẹp ngang:

- Nẹp ngang được tính toán như 1 dầm liên tục kê trên các gối là các thanh nẹp đứng.
- Tải trọng tác dụng lên ván đứng rồi truyền sang nẹp ngang.
- Với khoảng cách nẹp ngang lớn nhất là 1.5m ta quy đổi tải trọng từ ván đứng sang nẹp ngang.

$$q_{\text{nẹp ngang}} = q_{\text{tt}} l_1 = 2172.62 \times 0.8 = 1738.1 \text{ (Kg/m)}$$

Sơ đồ tính:



+ Mômen lớn nhất trong nẹp ngang:

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{10} = \frac{1738.1 \times 1.5^2}{10} = 391.07 \text{ kgm}$$

+ Chọn nẹp ngang kích thước $(12 \times 14 \text{ cm})$

$$W = \frac{h\delta^2}{6} = \frac{12 \times 14^2}{6} = 392 \text{ cm}^3$$

+ Kiểm tra ứng suất:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{39107}{392} = 99.76 \text{ kg/cm}^2 \leq 130 \text{ kg/cm}^2$$

✓ + Duyệt độ võng:

$$f = \frac{1}{48} \cdot \frac{q \cdot l^3}{E \cdot J}$$

$$J = \frac{b.h^3}{12} = \frac{12 \times 14^3}{12} = 2744 \text{ cm}^4$$

$$q_{\text{vong}} = q^{tc} \cdot l_1 = 1671 \times 0.8 = 1336.8 \text{ kg/m}$$

$$f = \frac{1}{48} \cdot \frac{q.l_2^3}{E.J} = \frac{1}{48} \cdot \frac{13.368 \times 150^3}{9 \times 10^4 \times 2744} = 0.0038 \text{ cm} < \frac{150}{250} = 0.6 \text{ cm}$$

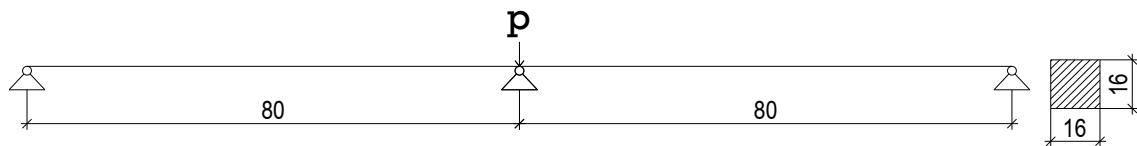
Kết luận: nẹp ngang đủ khả năng chịu lực

1.4.5 3.4. Tính nẹp đứng:

- Nẹp đứng được tính toán như 1 dầm đơn giản kê trên 2 gối, chịu lực tập trung đặt ở giữa nhịp do tải trọng từ nẹp ngang truyền xuống

$$P_{tt} = q \times l_2 = 1738.1 \times 1.5 = 2607.15 \text{ (kg)}$$

+ Sơ đồ tính toán:



+ Mômen:

$$M_{\text{max}} = \frac{P.l}{6} = \frac{2607.15 \times 1.6}{6} = 695.24 \text{ Kgm}$$

+ Chọn nẹp đứng kích thước (16x16) cm:

$$W = \frac{h\delta^2}{6} = \frac{16 \times 16^2}{6} = 682.7 \text{ cm}^2$$

+ Kiểm tra ứng suất:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{69524}{682.7} = 101 \text{ kg/cm}^2 \leq 130 \text{ kg/cm}^2$$

+ Duyệt độ võng:

$$f = \frac{q.l^3}{48.E.J}$$

$$J = \frac{b.h^3}{12} = \frac{16 \times 16^3}{12} = 5461 \text{ cm}^4$$

$$q_{\text{vong}} = q^{tc} \times l_2 = 1336.8 \times 1.5 = 2005.2 \text{ kg/m}$$

$$f = \frac{q.l^3}{48.E.J} = \frac{20.05 \times 160^3}{48 \times 9 \times 10^4 \times 5461} = 0.00348 \text{ cm} < \frac{160}{400} = 0.4 \text{ cm}$$

Kết luận: nẹp đứng đủ khả năng chịu lực

1.4.6 3.5. Tính thanh căng:

- Lực trong dây căng: $R = (p + q) l_2 \times l_1 = (200 + 1800) \times 0.8 \times 1.5 = 2400 \text{ Kg}$

- Khoảng cách thang cằng: $c = 1.5m$
- Dường thẳng cằng là thép CT3 có $R = 1900kg/cm^2$.

→ Diện tích yêu cầu

$$F = \frac{S}{R} = \frac{2400}{1900} = 1.263cm^2$$

⇒ Dường thanh cằng $\Phi 14$ có $F = 1.54 cm^2$

1.4.7 3.6. Tính toán gối vành l-ợc:

- Áp lực phân bố của bê tông lên thành ván: $p_{bt} = 2.4 \times 0.75 = 1.8(T/m^2)$
- Áp lực ngang do đầm bê tông: $p_d = 0.2T/m^2$
- Tải trọng tổng hợp tính toán tác dụng lên ván:

$$q_v = (p_{tx} + p_d) \times 1.3 \times 0.5 = (1.8 + 0.2) \times 1.3 \times 0.5 = 1300Kg/m^2$$

- Lực xé ở đầu tròn : $T = \frac{q_v^{tt} \times D}{2} = \frac{1300 \times 3}{2} = 1950(Kg)$

- Tính toán vành l-ợc chịu lực kéo T:

+ Kiểm tra theo công thức: $\frac{T}{F} \leq R_k$

Trong đó:

F: diện tích đã giảm yếu của tiết diện vành l-ợc

R_k : cường độ chịu kéo của gối vành l-ợc $R_k = 100kg/cm^2$

$$\Rightarrow F = \delta.b \geq \frac{T}{R_k} = \frac{1950}{100} = 19.50cm^2$$

Từ đó chọn tiết diện gối vành l-ợc : $\delta = 4cm, b = 12cm$. Có $F = 4 \times 12 = 48cm^2$

I.5

I.6 CHƯƠNG 2 : THI CÔNG KẾT CẤU NHỊP

I.7 I. YÊU CẦU CHUNG:

- Sơ đồ cầu gồm 7 nhịp : (7*31)m
- Chọn tổ hợp giá lao cầu để thi công lao lắp dầm .
- Với nội dung đồ án thi công nhịp 31m , mặt cắt ngang cầu gồm 5 dầm T chiều cao dầm $H = 1.65\text{m}$, khoảng cách giữa các dầm $S = 2.3\text{m}$

I.8 II. TÍNH TOÁN SƠ BỘ GIÁ LAO NÚT THỪA:

Các tổ hợp tải trọng đ- ợc tính toán xem xét tới sao cho giá lao nút thừa đảm bảo ổn định, không bị lật trong quá trình di chuyển và thi công lao lắp, đồng thời đảm bảo khả năng chịu lực

- Tr- ờng hợp 1: Tổ hợp tải trọng bao gồm trọng l- ợng bản thân giá lao nút thừa. Trong quá trình di chuyển giá nút thừa bị hẫng ở vị trí bất lợi nhất. Phải kiểm tra tính toán ổn định trong tr- ờng hợp này.
- Tr- ờng hợp 2: Tổ hợp tải trọng tác dụng bao gồm trọng l- ợng bản thân giá lao nút thừa và trọng l- ợng phiên dầm. Trong quá trình lao lắp cần tính toán ổn định các thanh biên dầm

1. Xác định các thông số cơ bản của giá lao nút thừa:

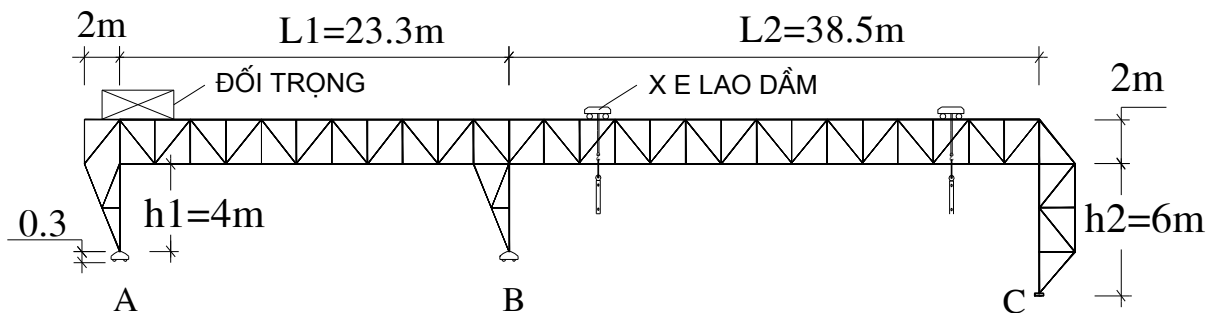
- Chiều dài giá lao nút thừa :

$$L_1 = 2/3 L_{\text{dầm}} = 23.3 \text{ m}$$

$$L_2 = 1.1 L_{\text{dầm}} = 1.1 \times 35 = 38.5 \text{ m} \rightarrow \text{chọn } L_2 = 39 \text{ m}.$$

- Chiều cao chọn $h_1 = 4 \text{ m}$, $h_2 = 6 \text{ m}$

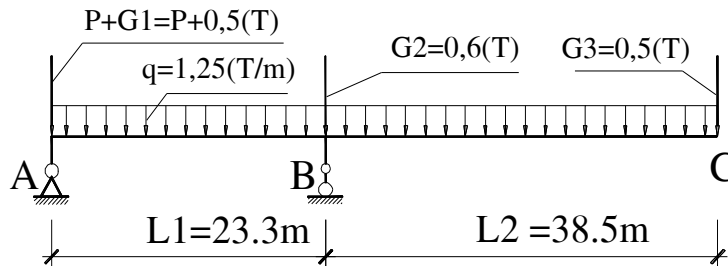
Sơ đồ giá lao nút thừa



- Trọng l- ợng giá lao nút thừa trên 1 m dài $= 1.25\text{T/m}$
- Trọng l- ợng bản thân trụ tính từ trái sang phải là : $G_1 = 0.5 \text{ T}$; $G_2 = 0.6 \text{ T}$
- Trọng l- ợng bản thân trụ phụ đầu nút thừa : $G_3 = 0.5 \text{ T}$

khi tổ hợp giá lao cầu di chuyển từ nhịp này sang nhịp khác trụ phụ của giá lao cầu chuẩn bị hạ xuống mũ trụ .

Khi đó dầm tự hẫng Sơ đồ xác định đối trọng P nh- sau:



2. Kiểm tra điều kiện ổn định của giá lao nút thừa quay quanh điểm B:

Ta có $M_1 \leq 0.8 M_{cl}$ (1)

$$+ M_1 = G_3 \times L_2 + q \times L_2 \times L_2 / 2 = 0.5 \times 38.5 + 1.25 \times 38.5^2 / 2 = 697 (T.m)$$

$$+ M_{cl} = (P + 0.5) \times L_1 + q \times L_1^2 / 2 = (P + 0.5) \times 23.3 + 1.25 \times 23.3^2 / 2 = 23.3P + 260 (T.m)$$

Thay các dữ kiện vào phương trình (1) ta có :

$$697 \leq 0.8 \times (23.3P + 260) \Rightarrow P \geq 30.56 T$$

chọn $P = 31 T$

- Xét mômen lớn nhất tại gối B : $M_B = 697 (T.m)$

- Lực dọc tác dụng trong các thanh biên :

$$N_{\max} = \frac{M_{\max}^B}{h} = \frac{697}{2} = 348.5 T$$

(h=2 chiều cao dầm)

* Kiểm tra điều kiện ổn định của thanh biên:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi * F} \leq R_0 = 1900 (kg / cm^2)$$

Trong đó : N là lực dọc trong thanh biên $N = 348.5 T$

φ : hệ số uốn dọc phụ thuộc vào độ mảnh λ

với $\lambda = l_0 / r_{\min}$: l_0 chiều dài tính toán theo hai phương làm việc = 2 m

Chọn thanh biên trên dầm đỡ dọc ghép từ 4 thanh thép góc (250x160x18) (M_{201})

Diện tích : $F = 4 \times 71.1 = 284.4 cm^2$

Bán kính quán tính $r_x = 7.99, r_y = 4.56$ chọn $r_{\min} = r_y = 4.56 cm$

$$\lambda_{\max} = \frac{l_0}{r_{\min}} = \frac{200}{4.56} = 43.86 : \text{Tra bảng có } \varphi = 0.868$$

Thay vào công thức : $\sigma_{\max} = \frac{N}{\varphi * F} = \frac{348500}{0,868 * 284,4} = 1411,7 \text{ (kG/cm}^2\text{)}$

Vậy $\sigma_{\max} \leq R = 1900 \text{ Kg/cm}^2$ đảm bảo.

I.9 III. TRÌNH TỰ THI CÔNG KẾT CẤU NHỊP:

- Lắp dựng tổ hợp giá lao nút thừa, lắp dựng hệ thống đỡ- ờng ray của tổ hợp giá lao nút thừa và xe goòng vận chuyển
- Di chuyển tổ hợp giá lao nút thừa đến vị trí trụ T₁
- Đánh dấu tim dầm, sau đó vận chuyển dầm BTCT bằng xe goòng ra vị trí sau mố để thực hiện lao lắp dầm ở nhịp 1
- Vận chuyển dầm đến tổ hợp giá lao nút thừa dùng balăng , kích nâng dầm và kéo về phía tr- ớc (vận chuyển dầm theo ph- ơng dọc cầu)
- Khi dầm đến vị trí cần lắp đặt dùng hệ thống bánh xe và balăng xích đặt lên 2 dầm ngang của tổ hợp giá lao nút thừa, di chuyển dầm theo ph- ơng ngang cầu và đặt vào vị trí gối cầu
- Trong quá trình đặt dầm xuống gối cầu phải th- ờng xuyên kiểm tra hệ thống tim tuyến dầm và gối cầu. Công việc lao lắp dầm đ- ợc thực hiện thứ tự từ ngoài vào trong
- Sau khi lắp xong toàn bộ số dầm trên nhịp 1 tiến hành liên kết tạm chúng với nhau và di chuyển giá lao để lao lắp nhịp tiếp theo. Trình tự thi công lao lắp tiến hành tuần tự nh- nhịp 1
- Sau khi lao lắp xong toàn bộ cầu thì tiến hành lắp đặt ván khuôn, cốt thép đổ bê tông mố nối và dầm ngang
- Lắp đặt ván khuôn , cốt thép thi công gờ chắn xe , làm khe co giãn các lớp mặt đ- ờng và lan can