

# PHẦN I

## THIẾT KẾ SƠ BỘ

## CHƯƠNG I: GIỚI THIỆU CHUNG

### **I. Nghiên cứu khả thi :**

#### **1. Giới thiệu chung:**

- Cầu Hiền Lương là cầu bắc qua sông Bến Hải thuộc huyện Vĩnh Linh, tỉnh Quảng Trị nằm trên quốc lộ 1A. Đây là tuyến đường huyết mạch, nằm trong quy hoạch phát triển kinh tế của tỉnh Quảng Trị. Hiện tại, các phương tiện giao thông vượt sông qua phà Vĩnh Thọ nằm trên tỉnh lộ 1B.

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 Hiền Lương vượt qua sông Bến Hải.

#### **Các căn cứ lập dự án**

- Căn cứ quyết định số 1206/2004/QĐ – UBND ngày 11 tháng 12 năm 2004 của UBND tỉnh Quảng Trị về việc phê duyệt qui hoạch phát triển mạng lưới giao thông tỉnh Quảng Trị 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 Quảng Trị cho phép Sở GTVT lập Dự án đầu tư và nghiên cứu đầu tư xây dựng cầu Hiền Lương.
- Căn cứ văn bản số 260/UB - GTXD ngày 17 tháng 4 năm 2005 của UBND tỉnh Quảng Trị về việc cho phép mở rộng phạm vi nghiên cứu cầu Hiền Lương về phía Tây sông Bến Hải.
- 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 huyện Vĩnh Linh nói riêng và tỉnh Quảng Trị nói chung, phạm vi nghiên cứu dự án xây dựng tuyến nối liền quốc lộ 1A.

## **2.Đặc điểm kinh tế xã hội và mang l- ợi giao thông :**

### **2.1.Hiện trạng kinh tế xã hội tỉnh Quảng Trị :**

#### **a.Về nông, lâm, ng- 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 l- ợng 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 đ- ờng bờ biển kéo dài, nghề nuôi trồng và đánh bắt thủy hải sản cũng là một thế mạnh đang đ- ợc tỉnh khai thác

#### **b.Về th- ơng mại, du lịch và công nghiệp**

- Trong những năm qua, hoạt động th- ơng mại và du lịch bắt đầu chuyển biến tích cực. Tỉnh Quảng Ngãi có tiềm năng du lịch rất lớn với nhiều di tích, danh lam thắng cảnh. Nếu đ- ợc đầu t- khai thác đúng mức thì sẽ trở thành nguồn lợi rất lớn.
- Công nghiệp của tỉnh vẫn ch- a phát triển cao. Thiết bị lạc hậu, trình độ quản lý kém không đủ sức cạnh tranh. Những năm gần đây tỉnh đã đầu t- xây dựng một số nhà máy lớn về vật liệu xây dựng, mía, đ- ờng... làm đầu tàu thúc đẩy các ngành công nghiệp khác phát triển

### **2.2.Định h- ớng phát triển các ngành kinh tế chủ yếu**

#### **a.Về nông, lâm, ng- nghiệp**

- Về nông nghiệp: Đảm bảo tốc độ tăng tr- ờng ổn định, đặc biệt là sản xuất l- ợng thực đủ để đáp ứng nhu cầu của xã hội, tạo điều kiện tăng kim ngạch xuất khẩu. Tốc độ tăng tr- ờng 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 tr- ờng sinh thái, cung cấp gỗ, củi
- Về ng- nghiệp: Đặt trọng tâm phát triển vào nuôi trồng thủy sản, đặc biệt là các loại đặc sản và khai thác biển xa

#### **b.Về th- ơng mại, du lịch và công nghiệp**

- Tập trung phát triển một số ngành công nghiệp chủ yếu:
- Công nghiệp chế biến l- ợng thực thực phẩm, mía đ- ờng

- 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

### **2.3.Đặc điểm mạng lưới giao thông:**

#### **a.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

#### **b.Đường thủy:**

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

#### **c.Đường sắt:**

- Hiện tại tỉnh Quảng Trị có hệ thống đường sắt Bắc Nam chạy qua

### **2.4.Quy hoạch phát triển cơ sở hạ tầng:**

- Quốc lộ 1A nối hai bờ của huyện Vĩnh Linh qua sông Bến Hải. Hiện tại tuyến đường này là tuyến đường huyết mạch quan trọng của tỉnh và cả nước. 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.

### **2.5.Các quy hoạch khác có liên quan:**

- Trong định hướng phát triển không gian đến năm 2020, việc mở rộng thị xã Vĩnh Linh 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

### **3. Đặc điểm về điều kiện tự nhiên tại vị trí xây dựng cầu:**

#### **3.1. Vị trí địa lý**

- Cầu Hiền Lương vượt qua sông Bến Hải nằm trên tuyến quốc lộ 1A đi qua hai huyện C và D thuộc tỉnh Quảng Trị. 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 Quảng Trị 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 được 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 Quảng Trị 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 Quảng Trị; thành phố Quảng Trị nằm vị trí gần trung độ của tỉnh (cách địa giới về phía Bắc 28 Km, phía Nam 58 Km, phía Tây 57 Km, cách bờ biển 10 Km); cách thành phố Đà Nẵng 123 km; cách thành phố Quy Nhơn 170 km; cách thành phố Hồ Chí Minh 821 Km và cách thủ đô Hà Nội 889 Km.
  - Địa giới hành chính thành phố Quảng Trị
    - Phía Bắc giáp huyện Sơn Tịnh, Nam giáp huyện T. Nghĩa
    - Số liệu được tính đến cuối năm 2004
- Dân số là 133.843 người, mật độ dân cư nội thành 10677 người /Km<sup>2</sup>.
- Thành phố Quảng Trị có 10 đơn vị hành chính, 08 phường, 2 xã.

- Về điều kiện tự nhiên: Diện tích tự nhiên 37,12 Km<sup>2</sup>. Thành phố Quảng Trị nằm ven sông Trà Khúc, địa hình bằng phẳng, tròng 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.

### 3.2. Điều kiện khí hậu thủy văn

#### 1.1.1.2 Khí tượng

- Về khí hậu: Tỉnh Quảng Trị 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: 27°
  - Nhiệt độ thấp nhất : 12°
  - Nhiệt độ cao nhất: 38°
  - 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

#### 1.1.1.3 Thủy văn

- Mực nước cao nhất MNCN = +16.5 m
- Mực nước thấp nhất MNTN = +4.9 m
- Mực nước thông thuyền MNTT = +8.0 m
- Khả năng thoát nước  $\sum L_0 = 180\text{m}$
- Lưu lượng Q, Lưu tốc v = 1.52m<sup>3</sup>/s

### 3.3. Điều kiện địa chất

Căn cứ tài liệu đo vẽ, khoan địa chất công trình và kết quả thí nghiệm trong các phòng, địa tầng khu vực tuyến đi qua theo thứ tự từ trên xuống dưới bao gồm các lớp như sau.

Lớp số 1: Sét pha.

Lớp số 2: Cuội sỏi

Lớp số 3: Sa thạch phong hoá.

Lớp số 4 : Sa thạch cứng chắc.

## CHƯƠNG II: THIẾT KẾ CẦU VÀ TUYẾN

### II. Đề xuất các phương án cầu:

#### 1. Các thông số kỹ thuật cơ bản:

Quy mô và tiêu chuẩn kỹ thuật:

- Cầu vĩnh cửu bằng BTCT UST
- Khổ thông thuyền ứng với sông cấp IV là:  $B = 40\text{m}$ ;  $H = 6\text{m}$
- Khổ cầu:  $B = 9,0 + 2 \times 1,0 + 2 \times 0,25 + 2 \times 0,5\text{m} = 12,5\text{m}$
- Tần suất lũ thiết kế:  $P = 1\%$
- Quy phạm thiết kế: Quy trình thiết kế cầu cống theo trạng thái giới hạn 22TCN272-05 của Bộ GTVT
- Tải trọng: xe HL93 và người  $300\text{ kg/m}^2$

#### 2. Vị trí xây dựng:

Vị trí xây dựng cầu Hiền Lương lựa chọn ở đoạn sông thẳng khẩu độ hẹp. Chiều rộng thoát nước  $180\text{ m}$ .

#### 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 DƯL nhịp đơn giản 5 nhịp gồm 4 nhịp  $37\text{ m}$  ở hai đầu và nhịp chính  $42\text{m}$  ở giữa, thi công theo phương pháp sử dụng tổ hợp lao cầu.

- Sơ đồ nhịp:  $37 + 37 + 42 + 37 + 37 = 190\text{m}$ .
- Chiều dài toàn cầu:  $L_{tc} = 202\text{m}$
- Kết cấu phần d-ới:

+ Mố: Dùng mố U BTCT, móng cọc khoan nhồi  $D=1\text{m}$

+ Trụ: Dùng trụ thân đặc mút thừa BTCT, móng cọc khoan nhồi  $D=1\text{m}$

**B. Phương án 2:** Cầu giàn thép 3 nhịp 65m, thi công theo phương pháp lao kéo dọc.

➤ Sơ đồ nhịp:  $65+65+65 = 195\text{m}$ .

➤ Chiều dài toàn cầu:  $L_{tc} = 207\text{m}$ .

➤ Kết cấu phần d-ới:

+ Mố: Dùng mố U bằng BTCT, móng cọc khoan nhồi  $D=1\text{m}$

+ Trụ: Dùng trụ thân đặc mút thừa, móng cọc khoan nhồi  $D=1\text{m}$

**Bảng tổng hợp bố trí các phương án**

| P.án | Thông<br>thuyền<br>(m) | Khổ<br>cầu<br>(m) | Sơ đồ<br>(m)   | $\sum L(m)$ | Kết cấu nhịp                 |
|------|------------------------|-------------------|----------------|-------------|------------------------------|
| I    | 40*6                   | 9.0+2*1           | 37+37+42+37+37 | 190         | Cầu dầm đơn giản<br>BTCT DƯỠ |
| II   | 40*6                   | 9.0+2*1           | 65+65+65       | 195         | Cầu giàn thép                |



### CHƯƠNG III

## TÍNH TOÁN SƠ BỘ KHỐI LƯỢNG CÁC PHẦN VÀ LẬP TỔNG MỨC ĐẦU TƯ

### Phần 1: Cầu dầm đơn giản BTCT ứng suất trước

#### I. Mặt cắt ngang và sơ đồ nhịp:

- Khổ cầu: Cầu được thiết kế cho 2 làn xe và 2 làn người đi  
 $K = 9.0 + 2 \times 1 = 11 \text{ m}$
- Tổng bề rộng cầu kể cả lan can và gờ chắn bánh :  
 $B = 9.0 + 2 \times 1 + 2 \times 0.5 + 2 \times 0.25 = 12.5 \text{ m}$
- Sơ đồ nhịp:  $37 + 37 + 42 + 37 + 37 = 190 \text{ m}$
- Cầu được thi công theo phương pháp lắp ghép.

#### 1. Kết cấu phần d-ới:

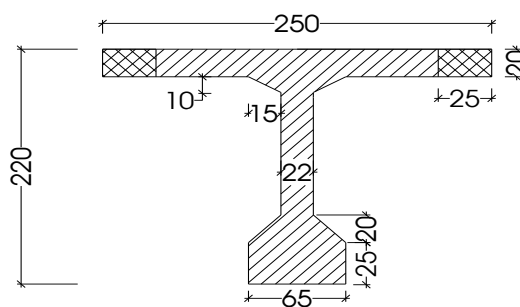
##### a. Kích thước d-ới chủ: (tính cho d-ới chính 42m)

Chiều cao của d-ới chủ là  $h = (1/15 \div 1/20)l = (2,8 \div 2,1) \text{ (m)}$ ,

chọn  $h = 2.2 \text{ (m)}$ . S-ới d-ới  $b = 22 \text{ (cm)}$

Theo kinh nghiệm khoảng cách của d-ới chủ  $d = 2 \div 3 \text{ (m)}$ , chọn  $d = 2 \text{ (m)}$ .

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



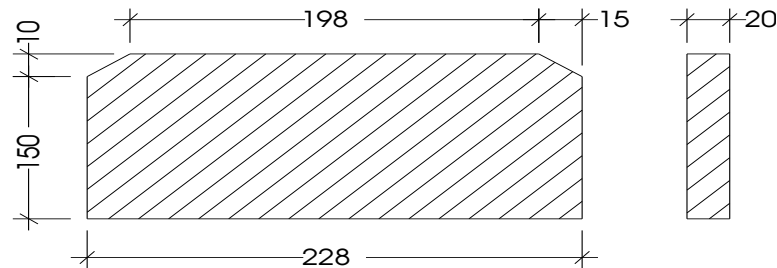
**Hình 1.** Tiết diện d-ới chủ

##### b. Kích thước d-ới ngang :

- Chiều cao  $h_n = 2/3h = 1.6 \text{ (m)}$ .

- Trên 1 nhịp 42m bố trí 6 d-ới ngang cách nhau 8.16m. Khoảng cách d-ới ngang:  $2,5 \div 4 \text{ (m)}$

- Trên 1 nhịp 37m bố trí 6 dầm ngang cách nhau 7,1 m
- Chiều rộng sườn  $b_n = 12 \div 16\text{cm}$  (20cm), chọn  $b_n = 20(\text{cm})$ .



**Hình 2.** Kích thước dầm ngang.

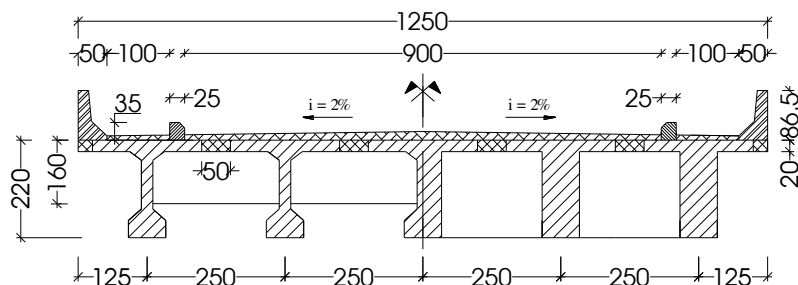
c. Kích thước mặt cắt ngang cầu:

- 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 nhô ra hình vẽ.

**MẶT CẮT NGANG CẦU**

1/2 mặt cắt giữa nhịp

1/2 mặt cắt gối



- Vật liệu dùng cho kết cấu.
  - + Bê tông M300
  - + Cốt thép cường độ cao dùng loại S-31, S-32 của hãng VSL-Thụy Sĩ thép cấu tạo dùng loại CT<sub>3</sub> và CT<sub>5</sub>

**2. Kết cấu phần d-ới:**

- + Trụ cầu:
  - Dùng loại trụ thân đặc BTCT cường độ tại chỗ
  - Bê tông M300

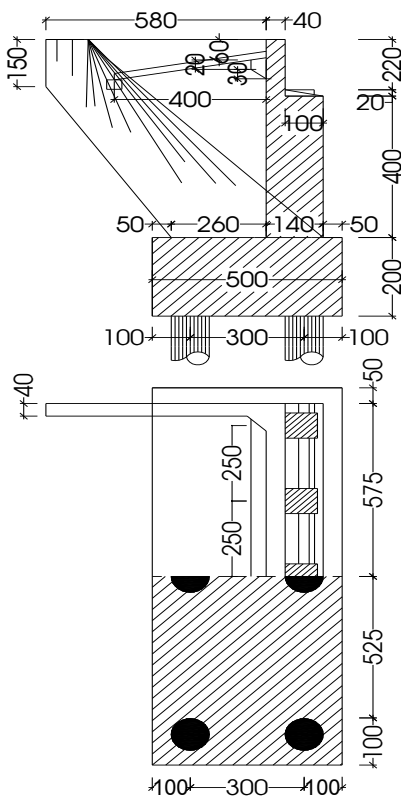
- Phương án móng: Dùng móng cọc khoan nhồi đường kính 100cm  
+ Mố cầu:  
- Dùng mố chữ U bê tông cốt thép  
- Bê tông mác 300; Cốt thép thường loại CT<sub>3</sub> và CT<sub>5</sub>.  
- Phương án móng: : Dùng móng cọc khoan nhồi đường kính 100cm.

A. Chọn các kích thước sơ bộ mố cầu.

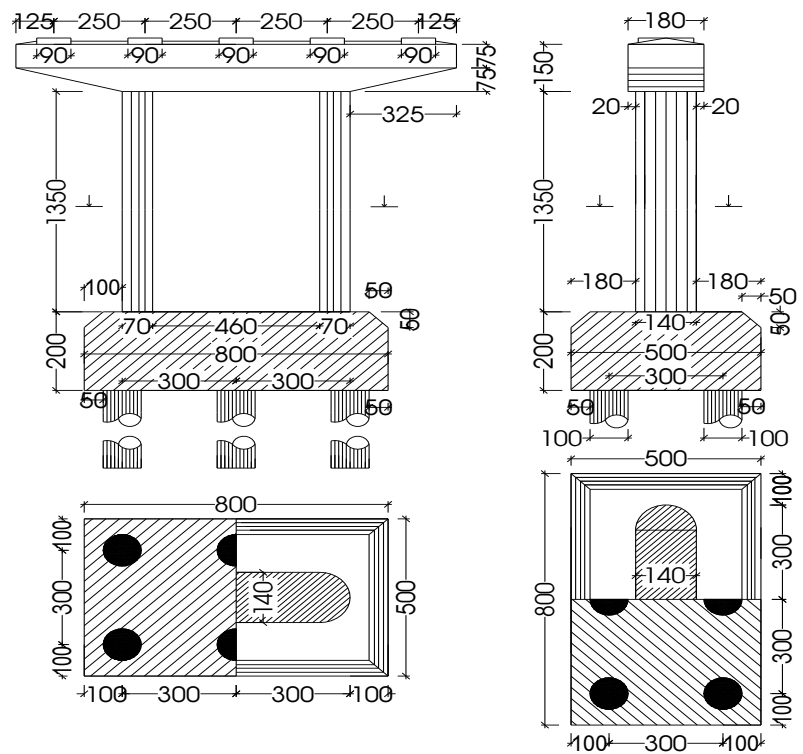
Mố cầu M1, M2 chọn là mố trụ U, móng cọc với kích thước sơ bộ như hình 3.

B. Chọn kích thước sơ bộ trụ cầu:

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



Hình 3. Kích thước mố M1, M2



Hình 4. Kích thước trụ T2

**II. Tính toán sơ bộ khối lượng phương án kết cấu nhịp:**

- Cầu được xây dựng với 4 nhịp 37 m và 1 nhịp 42m, với 5 dầm T thi công theo phương pháp lắp ghép.

## 1. Tính tải trọng tác dụng:

a) Tính tải giai đoạn 1 (DC):

\* Diện tích tiết diện dầm chủ T đã xác định:

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

$$A_d = 2.5 \times 0.2 + 0.5 \times (0.52 + 0.22) \times 0.1 + 1.25 \times 0.22 + 0.5 \times (0.65 + 0.22) \times 0.2 + 0.65 \times 0.25 = 1.044 \text{ (m}^2\text{)}$$

- Thể tích một dầm T 42(m)

$$V_{\text{1dầm31}} = 42 \times A_d = 42 \times 1.044 = 43.85 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Thể tích một dầm T 37(m)

$$V_{\text{1dầm31}} = 37 \times A_d = 37 \times 1.044 = 38.62 \text{ (m}^3\text{)}$$

→ Thể tích một nhịp 42 (m), (có 5 dầm T)

$$V_{\text{dcnhịp42}} = 5 \times 43.85 = 219.25 \text{ (m}^3\text{)}$$

→ Thể tích một nhịp 37 (m), (có 5 dầm T)

$$V_{\text{dcnhịp37}} = 5 \times 38.62 = 193.1 \text{ (m}^3\text{)}$$

\* Diện tích dầm ngang:

$$A_{\text{dn}} = 0.5 \times (2.28 + 1.98) \times 0.1 + 2.28 \times 1.6 = 4.72 \text{ m}^2$$

- Thể tích một dầm ngang :

$$V_{\text{1dn}} = A_{\text{n}} \times b_{\text{n}} = 4.72 \times 0.2 = 0.94 \text{ m}^3$$

→ Thể tích dầm ngang của một nhịp :

$$V_{\text{dn}} = 4 \times 6 \times 0.94 = 22.65 \text{ (m}^3\text{)}$$

⇒ Vậy tổng khối l- ượng bê tông của 5 nhịp là:

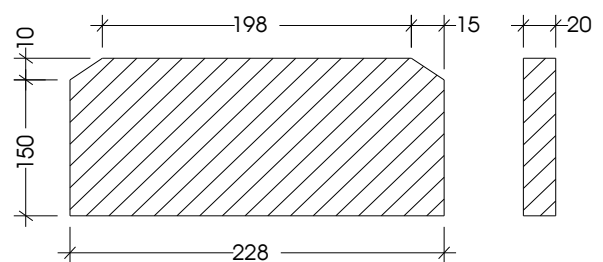
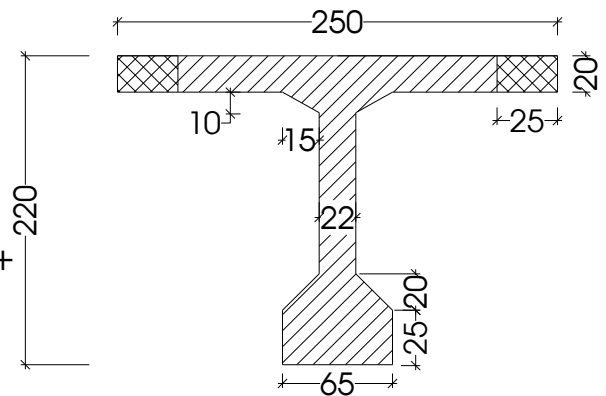
$$V = 5 \times 22.65 + 219.25 + 4 \times 193.1 = 1104.9 \text{ (m}^3\text{)}$$

+ Hàm l- ượng cốt thép dầm là 160 kg/m<sup>3</sup>

→ Vậy khối l- ượng cốt thép là:  $160 \times 1104.9 = 176784 \text{ (kg)} = 176.7 \text{ (T)}$

b) Tính tải giai đoạn 2 (DW):

\* Trọng l- ượng 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:

$$g_{mc} = K \times \sum h_i \times \gamma_i / 6$$

+ K = 11 (m) : Chiều rộng khổ cầu

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

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

$$\Rightarrow g_{mc} = 11 \times 0,12 \times 22,5 / 6 = 9,72 \text{ (KN/m)}$$

Như vậy khối lượng lớp mặt cầu là :

$$V_{mc} = (L_{\text{cầu}} \times g_{mc}) / \gamma_I = (190 \times 9,72) / 2,25 = 419,86 \text{ (m}^3\text{)}$$

\* Trong lan can, gờ chắn bánh:

$$F_{LC} = 0,865 \times 0,18 + (0,50 - 0,18) \times 0,075 + 0,5 \times 0,05 \times 0,535 + 0,5 \times (0,05 + 0,32) \times 0,255 = 0,24 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$p_{LC} = F_{LC} \times 2,4 = 0,24 \times 2,4 = 0,576 \text{ (T/m)}$$

Thể tích lan can:

$$V_{LC} = 2 \times 0,24 \times 202 = 96,96 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Cấu tạo gờ chắn bánh:

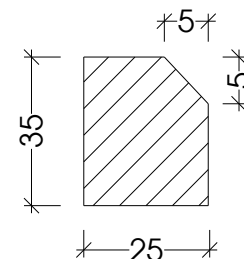
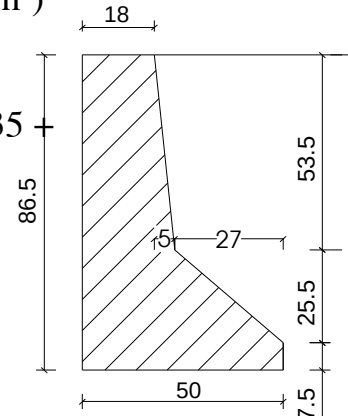
Thể tích bê tông gờ chắn bánh:

$$V_{gcb} = 2 \times (0,25 \times 0,35 - 0,05 \times 0,005 / 2) \times 202 = 35,3 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Cốt thép lan can, gờ chắn:

$$M_{CT} = 0,15 \times (96,96 + 35,3) = 19,84 \text{ (T)}$$

(Hàm lượng cốt thép trong lan can và gờ chắn bánh lấy bằng  $150 \text{ kg/m}^3$ )



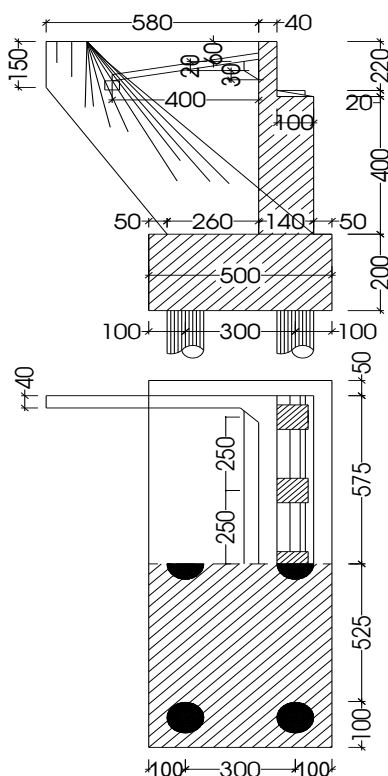
## 2. Chọn các kích thước sơ bộ kết cấu phần d-ới:

- Kích thước sơ bộ của mố cầu:

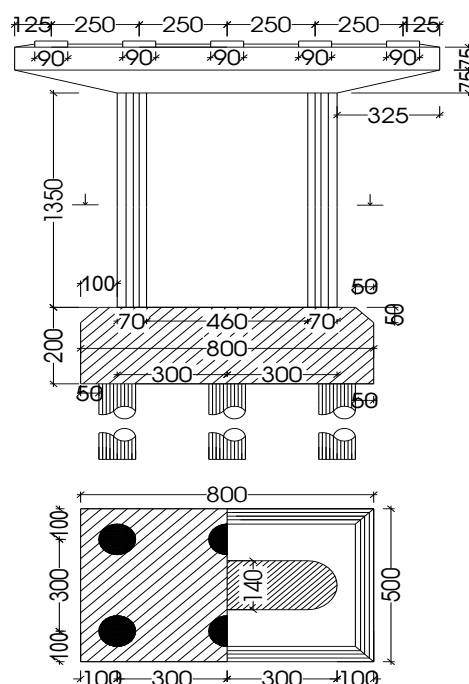
Mố cầu được thiết kế sơ bộ là mố chữ U, được đặt trên hệ cọc khoan nhồi. Mố chữ U có nhiều ưu điểm như nói chung tốn vật liệu nhất là khi có chiều cao lớn, mố này có thể dùng cho nhịp có chiều dài bất kỳ.

- Kích thước trụ cầu:

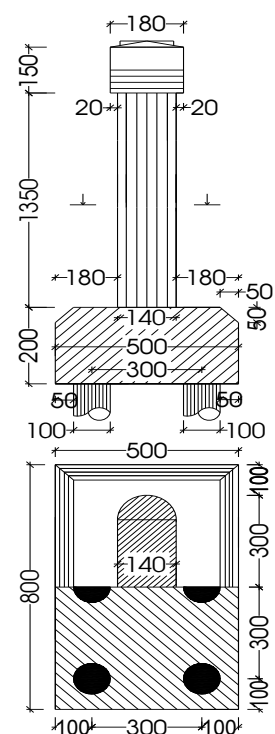
Trụ cầu gồm có 4 trụ (T1, T2, T3, T4), được thiết kế sơ bộ có chiều cao trụ T1, T4 cao 9.5(m) và trụ T2, T3 cao 15.0 (m)



Kích thước mố M1, M2



Kích thước trụ T2



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

\* Thể tích và khối lượng mố:

a. Thể tích và khối lượng mố:

- Thể tích bê móng một mố

$$V_{bm} = 2 \times 5 \times 12.5 = 125 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Thể tích t-ờng cánh

$$V_{tc} = 2 \times [2.6 \times 6.4 + 0.5 \times (6.4 + 1.5) \times 3.2] \times 0.4 = 23.4 \text{ (m}^3\text{)}$$

-Thể tích thân mố

$$V_{tm} = (0.4 \times 2.4 + 4 \times 1.4) \times 11.5 = 75.4 \text{ (m}^3\text{)}$$

-Tổng thể tích một mố

$$V_{1mố} = V_{bm} + V_{tc} + V_{tm} = 125 + 23.4 + 75.4 = 223.8 \text{ (m}^3\text{)}$$

-Thể tích hai mố

$$V_{2mố} = 2 \times 223.8 = 447.6 \text{ (m}^3\text{)}$$

-Hàm lượng cốt thép mố lấy 80 (kg/m<sup>3</sup>)

$$80 \times 447.6 = 35808 \text{ (kg)} = 35.8 \text{ (T)}$$

b. Móng trụ cầu:

➤ Khối lượng trụ cầu:

- Thể tích mũ trụ (cả 4 trụ đều có  $V_{mũ}$  giống nhau)

$$V_{M.Trụ} = 0.75 \times 12.5 \times 1.8 + \left[ \frac{6 + 12.5}{2} \right] \times 0.75 \times 1.8 = 29.36 \text{ (m}^3\text{)}$$

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

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

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

- Thể tích thân trụ:  $V_{Ttr}$

$$\text{+Trụ T1, T4 cao } 9.5 - 1.5 = 8 \text{ m}$$

$$V_{1tr} = V_{tr}^4 = (4.6 \times 1.4 + 3.14 \times 0.7^2) \times 8 = 63.8 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{+Trụ T2, T3 cao } 15 - 1.5 = 13.5 \text{ m}$$

$$V_{2tr} = V_{tr}^3 = (4.6 \times 1.4 + 3.14 \times 0.7^2) \times 13.5 = 107.7 \text{ (m}^3\text{)}$$

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

$$V_{T1} = V_{T4} = V_{btr} + V_{tr} + V_{mtr} = 79.5 + 63.8 + 29.36 = 172.66 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_{T2} = V_{T3} = V_{btr} + V_{tr} + V_{mtr} = 79.5 + 107.7 + 29.36 = 216.56 \text{ (m}^3\text{)}$$

⇒ Thể tích toàn bộ 4 trụ:

$$\begin{aligned} V &= V_{T1} + V_{T2} + V_{T3} + V_{T4} \\ &= 2 \times 172.66 + 2 \times 216.56 = 778.44 \text{ (m}^3\text{)} \end{aligned}$$

Khối lượng trụ:  $G_{trụ} = 1.25 \times 778.44 \times 2.5 = 2432.62 \text{ (T)}$

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

Nên ta có: khối lượng cốt thép trong 4 trụ là

$$m_{th} = 172.66 \times 0.15 \times 2 + 216.56 \times 0.15 \times 2 + (79.5 \times 0.08 + 29.36 \times 0.1) \times 4 = 153.95 \text{ (T)}$$

## 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  $R_a = 240 \text{ MPa}$

### Xác định sức chịu lực nén của cọc đơn theo cường độ đất nền

Vì các cọc ở mỏ được khoan ngầm vào trong đá cho nên theo điều 10.8.3.5 – 22TCN272-05:

Để xác định sức kháng dọc trục của cọc khoan ngầm trong các hốc đá, có thể bỏ qua sức kháng mặt bên từ trầm tích đất phủ tầng trên.

Trong quy trình, không đề cập đến công thức tính toán sức kháng của cọc khoan trong đá cứng, do đó lấy công thức tính sức kháng đơn vị danh định của cọc đóng trong đá theo 10.7.3.5 – 22TCN-05.

$$Q_p = 3 \times q_u \times K_{SP} \times d.$$

Trong đó:

$$K_{SP} = \frac{3 + \frac{S_d}{D}}{10 \sqrt{1 + 300 \frac{t_d}{S_d}}} \quad (10.7.3.5-2), \text{ và } d = 1 + 0.4 \frac{H_s}{D_s} \leq 3.4$$

Trong đó:

$q_u$  - là cường độ chịu nén dọc trục trung bình của lõi đá (Mpa),  $q_u = 15 \text{ Mpa}$ .

$d$  - hệ số chiều sâu không thứ nguyên.

$K_{SP}$  - là hệ số khả năng chịu tải không thứ nguyên.

$S_d$  - là khoảng cách các đường nứt, giả thiết lấy  $S_d = 400 \text{ mm}$ .

$t_d$  - chiều rộng các đường nứt, lấy  $t_d = 6 \text{ mm}$ .

$D$  - đường kính cọc.  $D = 1000 \text{ mm}$ .

$H_s$  - chiều sâu chôn cọc trong hố đá, trung bình lấy  $H_s = 1800 \text{ mm}$



$D_s$  - đường kính hố đá.  $D_s = 1200\text{mm}$ .

Tính được:

$$d = 1 + \frac{1000}{1300} \times 0.4 = 1.6 < 3.4$$

$$K_{SP} = 0.145$$

$$q_p = 3 \times 30 \times 0.145 \times 1.6 = 20.88 \text{ (Mpa)} = 2088 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

Sức chịu tải tính toán của cọc theo công thức 10.7.3.2-1 là:

$$Q_r = \varphi \times Q_n = \varphi \times q_p \cdot A_s$$

Trong đó:

$Q_r$  - sức kháng tính toán của các cọc.

$\varphi$  - hs sức kháng đối với mũi cọc được quy định trong bảng 10.5.5-3, lấy  
 $\varphi = 0.5$

$A_s$  - diện tích mặt cắt ngang của mũi cọc.

$$\text{Vậy ta có: } Q_r = 0.5 \times 2088 \times 3.14 \times \frac{(1000)^2}{4} = 819.5 \text{ (T)}$$

Xác định sức chịu tải trong nén của cọc nhồi theo vật liệu làm cọc:

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 :

$\phi$  = 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 ( $\text{mm}^2$ ).

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

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

Vậy sức chịu tải của cọc theo vật liệu là:

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

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

Từ các kết quả tính được chọn sức chịu tải của cọc là:

$$[N] = \min(P_v; Q_r) = 819.5 \text{ (T)}.$$

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

#### 3.1. Tính tải:

\*Gồm trọng lượng bản thân móng và trọng lượng kết cấu nhịp

-Do trọng lượng bản thân 1 dầm đúc trực tiếp:

$$g_{dch} = A_{dch} \times \gamma_c = 1.044 \times 24 = 25.05 \text{ (KN/m)}$$

- Trọng lượng mỗi nối bản:

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

- Do dầm ngang :

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

Trong đó:  $L_1 = L/n = 36.4/5 = 7.28 \text{ m}$  : khoảng cách giữa 2 dầm ngang.

$$\Rightarrow g_{dn} = (2.2 - 0.2 - 0.25) \times (2.5 - 0.22) \times (0.22/7.28) \times 24 = 2.89 \text{ (KN/m)}$$

- Trọng lượng lan can:

$$g_{lc} = p_{lc} \times 2/n = 0.576 \times 2/5 = 0.228 \text{ T/m} = 2.28 \text{ (KN/m)}$$

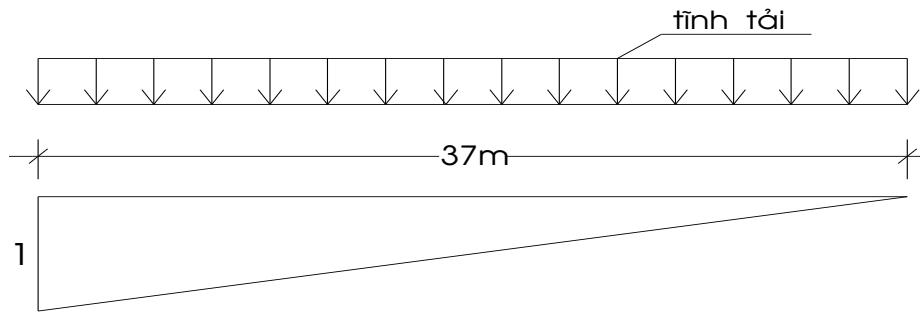
- Trọng lượng lớp phủ:

$$g_{lp} = 4.972 \text{ (KN/m)}$$

- Trọng lượng gờ chắn bánh:

$$g_{gờ chắn} = A_{gờ chắn} \times \gamma_c = (0.25 \times 0.35 - 0.05 \times 0.005/2) \times 24 = 2.09 \text{ (KN/m)}$$

### 3.2. Xác định áp lực tác dụng lên mố:



Hình 3-1 Đ-ờng ảnh h-ởng áp lực lên mố

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

$$= (223.8 \times 2.4) + [2.505 + 0.24 + 0.228 + 0.209] \times 0.5 \times 37 = 595.98 \text{ (T)}$$

$$DW = g_{lớp\ phủ} \times \omega = 0.972 \times 0.5 \times 37 = 17.98 \text{ (T)}$$

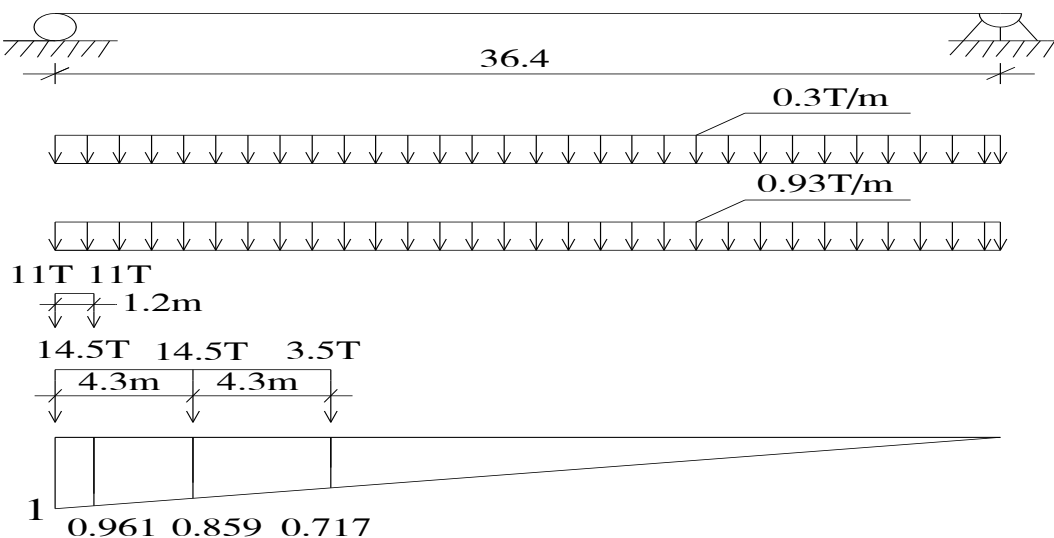
-Hoạt tải:

Theo quy định của tiêu chuẩn 22 TCN 272-05 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) x 0.9

Tính áp lực lên mố do hoạt tải:

+Chiều dài nhịp tính toán: 36.4 m



Hình 2-2 Sơ đồ xếp tải lên đ-ờng ảnh h-ởng 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 đ-ờng ảnh h-ởng

$\omega$ :diện tích đ-ờng ảnh h-ởng

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

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

$$+ LL_{xetải} = 2 \times 1 \times 1.25 \times (14.5 + 14.5 \times 0.859 + 3.5 \times 0.717) + 2 \times 1 \times 0.93 \times (0.5 \times 36.4) = 107.5 (T)$$

$$PL = 2 \times 0.3 \times (36.4 \times 0.5) = 10.92 (T)$$

$$+ LL_{xe tải 2 trục} = 2 \times 1 \times 1.25 \times (11 + 11 \times 0.961) + 2 \times 1 \times 0.93 \times (0.5 \times 36.4) = 87.78 (T)$$

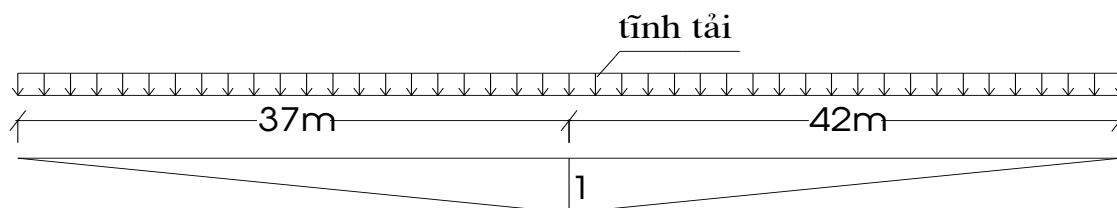
$$PL = 2 \times 0.3 \times (36.4 \times 0.5) = 10.92 (T)$$

Vậy tổ hợp HL đ-ợc chọn làm thiết kế

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

| Nội lực | Nguyên nhân               |                          |                              |                              | Trạng thái giới hạn C-ờng độ I |
|---------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
|         | DC<br>( $\gamma_D=1.25$ ) | DW<br>( $\gamma_W=1.5$ ) | LL<br>( $\gamma_{LL}=1.75$ ) | PL<br>( $\gamma_{PL}=1.75$ ) |                                |
| P(T)    | 595.98 x 1.25             | 17.98 x 1.5              | 107.5 x 1.75                 | 10.92 x 1.75                 | 979.18                         |

### 3.3. Xác định áp lực tác dụng trụ:



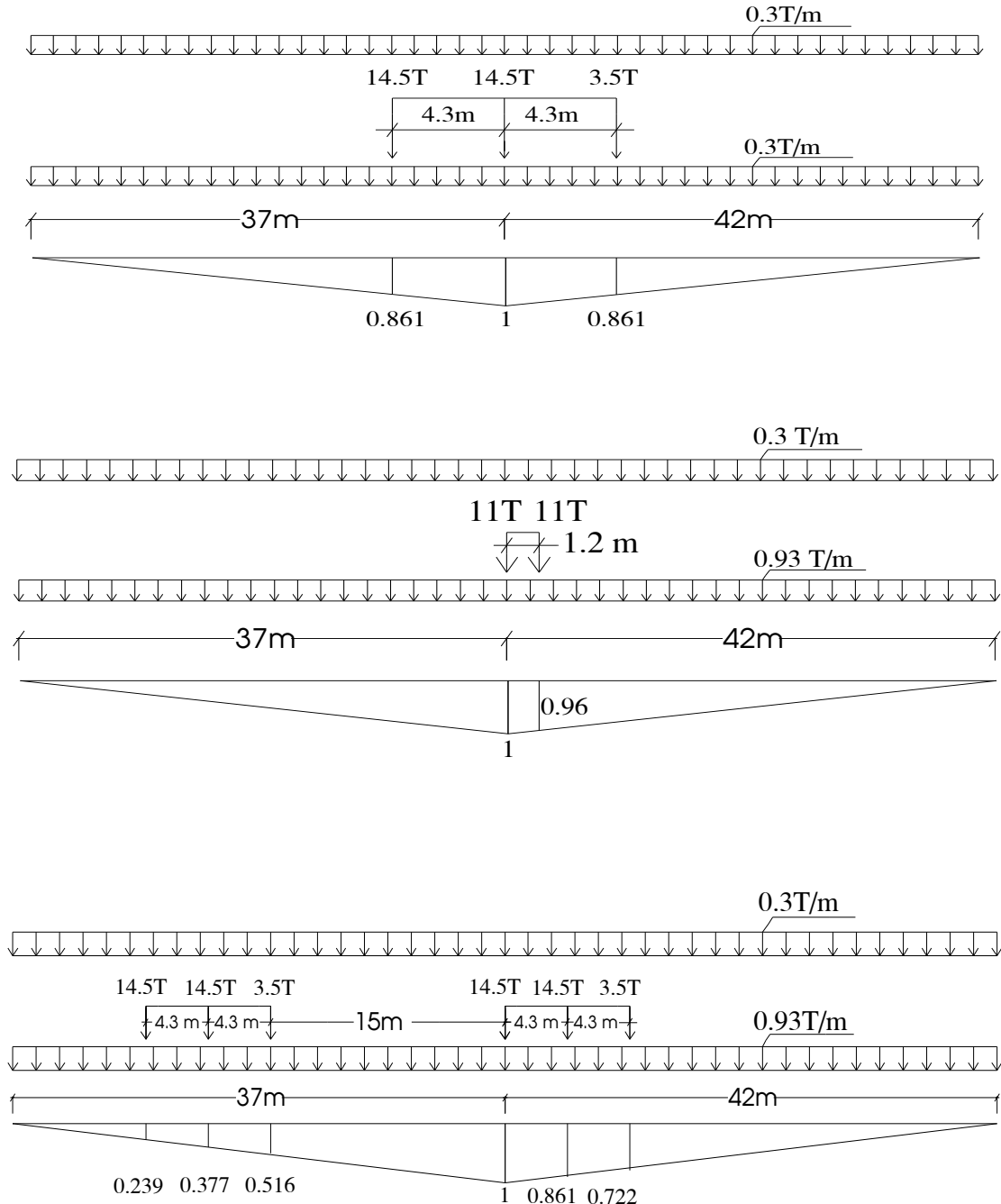
Hình 2-3 Đ-ờng ảnh h-ởng áp lực lên trụ

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

$$= (216.56 \times 2.4) + (2.505 + 0.24 + 0.228 + 0.209) \times 42 = 653.38 \text{ (T)}$$

$$DW = g_{lốp phụ} \times \omega = 0.972 \times 42 = 40.82 \text{ (T)}$$

-Hoạt tải:



Hình 2-4 Đ- ờng ảnh h- ờng áp lực lên móng

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

$$PL = 2P_{\text{ng-ời}}.\omega$$

Trong đó:

+ n: số làn xe, n=2

+ m: hệ số làn xe, m=1;

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

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

+  $\omega$ : diện tích đường ảnh hưởng

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

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

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

$$LL_{\text{xtải}} = 2 \times 1 \times 1.25 \times (14.5 + 14.5 \times 0.861 + 3.5 \times 0.861) + 2 \times 1 \times 0.93 \times 42 = 153.11 \text{ (T)}$$

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

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

$$LL_{\text{xe tải 2 trục}} = 2 \times 1 \times 1.25 \times (11 + 11 \times 0.96) + 2 \times 1 \times 0.93 \times 42 = 132.02 \text{ (T)}$$

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

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

$$LL_{\text{xtải}} = 2 \times 1 \times 1.25 \times [14.5 \times (1 + 0.861) + 3.5 \times 0.722 + 3.5 \times 0.516 + 14.5 \times (0.239 + 0.377)] + 2 \times 1 \times 0.93 \times 42 = 178.74 \text{ (T)}$$

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

Vậy tổ hợp HL được chọn làm thiết kế

Tổng tải trọng tính đường dài là

| Nội lực | Tính tải x hệ số          |                          |                              |                              | Trạng thái giới hạn<br>C-ường độ I |
|---------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
|         | DC<br>( $\gamma_D=1.25$ ) | DW<br>( $\gamma_W=1.5$ ) | LL<br>( $\gamma_{LL}=1.75$ ) | PL<br>( $\gamma_{PL}=1.75$ ) |                                    |
| P(T)    | 653.38x1.25               | 40.8 x1.5                | 178.74x1.75                  | 25.2x1.75                    | 1234.82                            |

### 3.4. Tính số cọc khoan nhồi cho trụ và móng:

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

Trong đó:

$\beta$ : Hệ số kể đến tải trọng ngang.

$\beta=1,5$  cho trụ,  $\beta=2$  cho móng (móng chịu tải trọng ngang lớn do áp lực ngang 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 móng).

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

$$P_{\text{cọc}} = \min(P_{\text{vl}}, P_{\text{đn}}) = 819,5 \text{ (T)}$$

| Hạng mục | Tên | P <sub>vl</sub> | P <sub>đn</sub> | P <sub>cọc</sub> | Tải trọng      | Hệ số | số cọc | Chọn |
|----------|-----|-----------------|-----------------|------------------|----------------|-------|--------|------|
| Trụ      | T1  | 1670.9          | 819.5           | 819.5            | <b>1234.82</b> | 1.5   | 3.6    | 6    |
| Móng     | M1  | 1670.9          | 819.5           | 819.5            | <b>979.18</b>  | 2     | 3.4    | 6    |

### 4. Khối lượng đất đắp hai đầu cầu.

Chiều cao đất đắp ở đầu móng là 6.4m nh- vậy chiều dài đoạn đường đầu cầu là:  
 $L_{\text{đầu}} = 5.8 + 4.2 = 10\text{m}$ , độ dốc mái taluy 1:1.5

$$V_d = (F_{\text{Tb}} \times L_{\text{đầu cầu}}) \times k = 2 \times (6.4 \times 12.5 \times 10) \times 1.2 = 1920 \text{ (m}^3\text{)}$$

k: hệ số đắp nền  $k = 1.2$

### 5. Khối lượng các kết cấu khác:

#### a) Khe co giãn

Toàn cầu có 5 nhịp (1 nhịp 42m và 4 nhịp 37m) do đó có 6 vị trí đặt khe co giãn được làm trên toàn bộ bề rộng cầu, vì vậy chiều dài chiều trên toàn bộ cầu là:  $6 \times 12.5 = 75\text{(m)}$ .

#### b) Gối cầu

Gối cầu của phần nhịp đơn giản được bố trí theo thiết kế, nh- vậy mỗi dầm cần có 2 gối. Toàn cầu có  $2 \times 5 \times 5 = 50$  (cái).

#### c) Đèn chiếu sáng

Dựa vào độ dọi của đèn và nhu cầu cần thiết chiếu sáng trên cầu ta tính được 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 8 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 hố ga cách nhau 10(m), nh- vậy số ống cần thiết trên cầu là 38 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 phương pháp vữa dâng
- Hút nước ra khỏi hố móng
- Đập đầu cọc, sửa sang hố móng
- Lắp dựng ván khuôn, cốt thép và đổ bê tông bên 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 cường độ tiến hành thi công kết cấu nhịp
- Tập kết dầm ở 1 bên đầu cầu

#### B-ớc 2:

- Dùng giá ba chân cẩu 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- ờng
- Lắp dựng vỉa chắn ô tô lan can, thiết bị chiếu sáng, ống thoát n- ớc, lắp dựng biển báo

**Tổng mức đầu t- cầu Hiền L- ơng ph- ơng án I.**

| TT         | Hạng mục                           | Đơn vị         | Khối l- ợng | Đơn giá (đ)                              | Thành tiền (đ)        |
|------------|------------------------------------|----------------|-------------|------------------------------------------|-----------------------|
|            | <b>Tổng mức đầu t-</b>             | đ              |             | <b>A+B+C+D</b>                           | <b>43,226,906,202</b> |
| <b>A</b>   | <b>Giá trị dự toán xây lắp</b>     | đ              |             | <b>AI+AI</b>                             | <b>35,548,442,600</b> |
| <b>AI</b>  | <b>Giá trị DTXL chính</b>          | đ              |             | <b>I+II+III</b>                          | <b>32,316,766,000</b> |
| <b>I</b>   | <b>Kết cấu phần trên</b>           | đ              |             |                                          | <b>18,345,360,000</b> |
| 1          | Dầm BTCT UST 31m                   | m <sup>3</sup> | 913.185     | 15,000,000                               | 13,697,775,000        |
| 2          | Cốt thép dầm                       | T              | 146.115     | 15,000,000                               | 2,191,725,000         |
| 3          | Bê tông lan can, gờ chắn bánh      | m <sup>3</sup> | 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 <sup>3</sup> | 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 <sup>2</sup> | 2387        | 120,000                                  | 286,440,000           |
| <b>II</b>  | <b>Kết cấu phần d- ới</b>          |                |             |                                          | <b>13,771,920,000</b> |
| 1          | Cọc khoan nhồi                     | m              | 1200        | 5,000,000                                | 6,000,000,000         |
| 2          | Bê tông móng, trụ                  | m <sup>3</sup> | 1350.8      | 2,000,000                                | 2,701,600,000         |
| 3          | Cốt thép móng, trụ                 | T              | 185         | 15,000,000                               | 2,775,000,000         |
| 4          | Công trình phụ trợ                 | %              | 20          | <b>II<sub>1</sub> ... II<sub>3</sub></b> | 2,295,320,000         |
| <b>III</b> | <b>Đ- ờng hai đầu cầu</b>          |                |             |                                          | <b>199,486,000</b>    |
| 1          | Đắp đất                            | m <sup>3</sup> | 1628        | 62,000                                   | 100,936,000           |
| 2          | Móng + mặt đ- ờng                  | m <sup>2</sup> | 115         | 370,000                                  | 42,550,000            |
| 3          | Đá học xây                         | m <sup>3</sup> | 100         | 560,000                                  | 56,000,000            |
| <b>AI</b>  | <b>Giá trị xây lắp khác</b>        | %              | 10          | <b>AI</b>                                | <b>3,231,676,600</b>  |
| 1          | San lấp mặt bằng thi công          |                |             |                                          |                       |
| 2          | CT phục vụ thi công                |                |             |                                          |                       |
| 3          | Chuyển quân, máy, ĐBGT, lán        |                |             |                                          |                       |
| <b>B</b>   | <b>Chi phí khác</b>                | %              | 10          | <b>A</b>                                 | <b>3,554,844,260</b>  |
| 1          | KSTK, t- vắn, bảo hiểm             |                |             |                                          |                       |
| 2          | Chi phí ban quản lý                |                |             |                                          |                       |
| 3          | Khánh thành bàn giao, đền bù       |                |             |                                          |                       |
| 4          | Chi phí rà phá bom mìn             |                |             |                                          |                       |
| <b>C</b>   | <b>Tr- ợt giá</b>                  | %              | 5           | <b>A</b>                                 | <b>1,777,422,130</b>  |
| <b>D</b>   | <b>Dự phòng</b>                    | %              | 6           | <b>A+B</b>                               | <b>2,346,197,212</b>  |
|            | <b>Chỉ tiêu 1m<sup>2</sup> cầu</b> |                |             |                                          | <b>15,847,851</b>     |

## **Ph- ơng án 2: Cầu giàn thép.**

### **I.Mặt cắt ngang và sơ đồ nhịp:**

- Khổ cầu: Cầu đ- ợc thiết kế cho 2 làn xe và 2 làn ng- ời đi

$$K = 9 + 2 \cdot 1 = 11(m)$$

- Tổng bề rộng cầu kể cả lan can và giải phân cách:

$$B = 11 + 2 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,5 = 12.5(m)$$

- Sơ đồ nhịp:  $65+65+65 = 195(m)$
- Khổ thông thuyền :  $B = 40m$ ,  $H = 6m$  (khổ thông thuyền cấp IV).

### **II. Tính toán sơ bộ khối l- ợng ph- ơng án kết cấu nhịp:**

#### **1.Ph- ơng án kết cấu:**

- \* Cấu tạo giàn chủ:

- Chọn sơ đồ giàn chủ là loại giàn thuộc hệ tĩnh định, có 2 biên song song, có đ- ờng xe chạy d- ới. Từ yêu cầu thiết kế phần xe chạy 9m nên ta chọn khoảng cách hai tim giàn chủ là 8.5m.

+ Chiều cao giàn chủ: Chiều cao giàn chủ chọn sơ bộ theo kinh nghiệm với biên song song:

$$h = \left( \frac{1}{7} \div \frac{1}{10} \right) l_{nhbp} = \left( \frac{1}{7} \div \frac{1}{10} \right) 65 = (9.3 - 6.5)m \text{ và } h > H + h_{dng} + h_{mc} + h_{cc}$$

+ Chiều cao tĩnh không trong cầu :  $H = 5 \text{ m}$

+ Chiều cao dầm ngang:

$$h_{dng} = \left( \frac{1}{7} \div \frac{1}{12} \right) B = \left( \frac{1}{7} \div \frac{1}{12} \right) 12.5 = (1.8 - 1.04)m \Rightarrow \text{chọn } h_{dng} = 1.2 \text{ m}$$

+ Chiều dày bản mặt cầu chọn:  $h_{mc} = 0.2m$

+ Chiều cao cổng cầu:

$$h_{cc} = (0.15 \div 0.3)B = (0.15 \div 0.3) \cdot 12.5 = 1.87 - 3.75 \text{ m.}$$

Chọn  $h_{cc} = 2m$

\* Chiều cao cầu tối thiểu là:  $h > 5 + 1.2 + 0.2 + 2 = 8.4 \text{ m}$

\* Với nhịp 65m ta chia thành 10 khoang giàn, chiều dài mỗi khoang  $d = 6.5 \text{ m}$

- Chọn chiều cao giàn sao cho góc nghiêng của thanh giàn so với ph- ơng ngang  $\alpha = 45^\circ - 60^\circ$ , hợp lý nhất  $\alpha = 50^\circ - 53^\circ$ .
- Chọn  $h = 8m \Rightarrow \alpha = 50^\circ$  hợp lý.

Cấu tạo hệ dầm mặt cầu:

+ Chọn 5 dầm dọc đặt cách nhau 1.95m.

+ Chiều cao dầm dọc sơ bộ chọn theo kinh nghiệm :

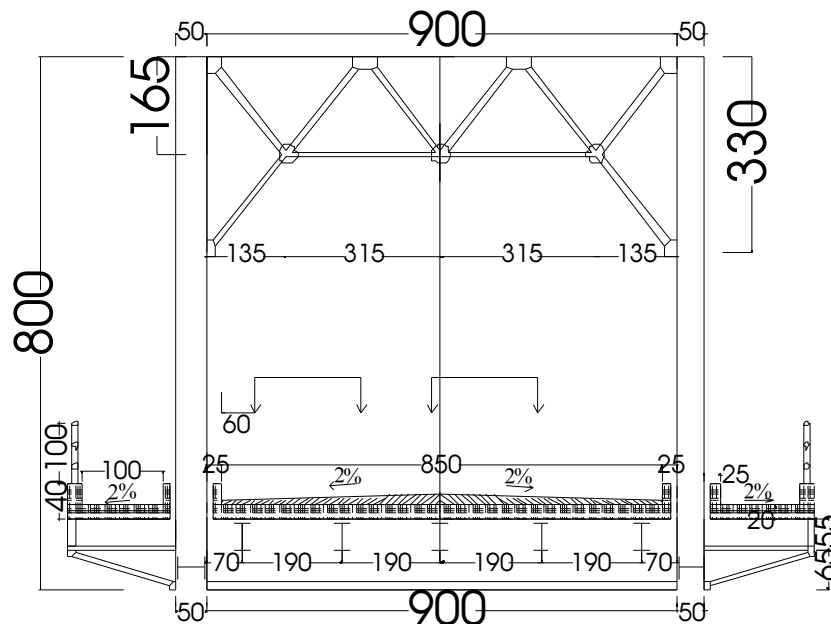
$$h_{dng} = \left( \frac{1}{10} \div \frac{1}{15} \right) d = \left( \frac{1}{10} \div \frac{1}{15} \right) \times 6.5 = 0.65 - 0.43m \Rightarrow \text{chọn } h_{dng} = 0.5m$$

+ Bản xe chạy kê tự do lên dầm dọc.

+ Đường ng-ò đi bộ bố trí ở bên ngoài giàn chủ.

+ Cấu tạo hệ liên kết gồm có :

- liên kết dọc trên
- liên kết dọc dưới
- hệ liên kết ngang



Hình 1: Cấu tạo hệ dầm mặt cầu

Cấu tạo mặt cầu:

- Độ dốc ngang cầu là 2% về hai phía

- Lớp phủ mặt cầu gồm 5 lớp:

+Lớp bê tông atfan: 5cm.

+Lớp bảo vệ : 4cm

+Lớp phòng n-ớc : 1cm

+Đệm xi măng : 1cm

+Lớp tạo độ dốc ngang : 1.0 – 1.2 cm

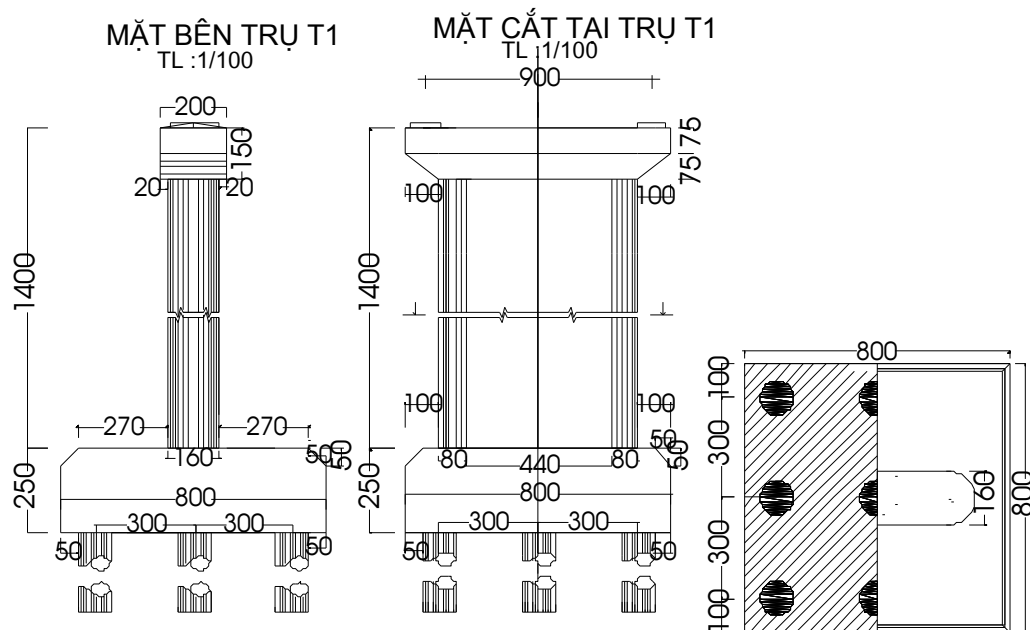
**Cấu tạo trụ:**

+ Thân trụ gồm 2 cột trụ tròn đường kính 160cm cách nhau theo phương ngang cầu là 4.4m

+ Bệ móng cao 2.5m, rộng 8m theo phương ngang cầu, 8m theo phương dọc cầu và đặt dưới lớp đất phủ (dự đoán là đường xói chung)

+ Dùng cọc khoan nhồi D100cm, mũi cọc đặt vào lớp sa thạch cứng chắc, chiều dài cọc là 7.5m

**Kích thước sơ bộ trụ cầu như hình vẽ**



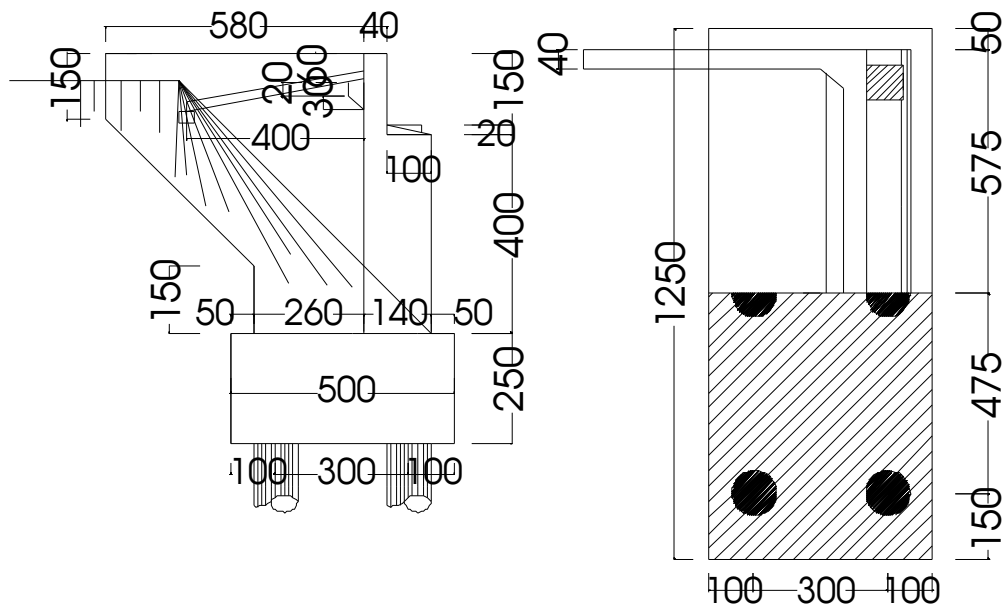
**Cấu tạo móng:**

+ Dạng móng có tường cánh ngang cốt thép

+ Bệ móng móng dày 2.5m, rộng 5m theo phương dọc cầu, rộng 8m theo phương ngang cầu, đặt dưới lớp đất phủ

+ Dùng cọc khoan nhồi D100cm, mũi cọc đặt vào lớp sa thạch cứng chắc, chiều dài cọc là 14m

Kích thước sơ bộ móng cầu nh- hình vẽ



## 2. Tính toán khối lượng công tác :

### 2.1. Sơ bộ khối lượng công tác

#### 2.1.1. Hoạt tải HL93 và ng-ời:

Tải trọng t-ong đ-ong của tất cả các loại hoạt tải bao gồm ô tô HL93 và ng-ời đ-ợc tính theo công thức:

$$k_0 = m \left( 1 + \frac{IM}{100} \right) \cdot q_{ll} \cdot \eta_{ll} + m \cdot \eta_{lan} \cdot q_{lan} + m \cdot \eta_{ng} \cdot q_{ng}$$

Trong đó:

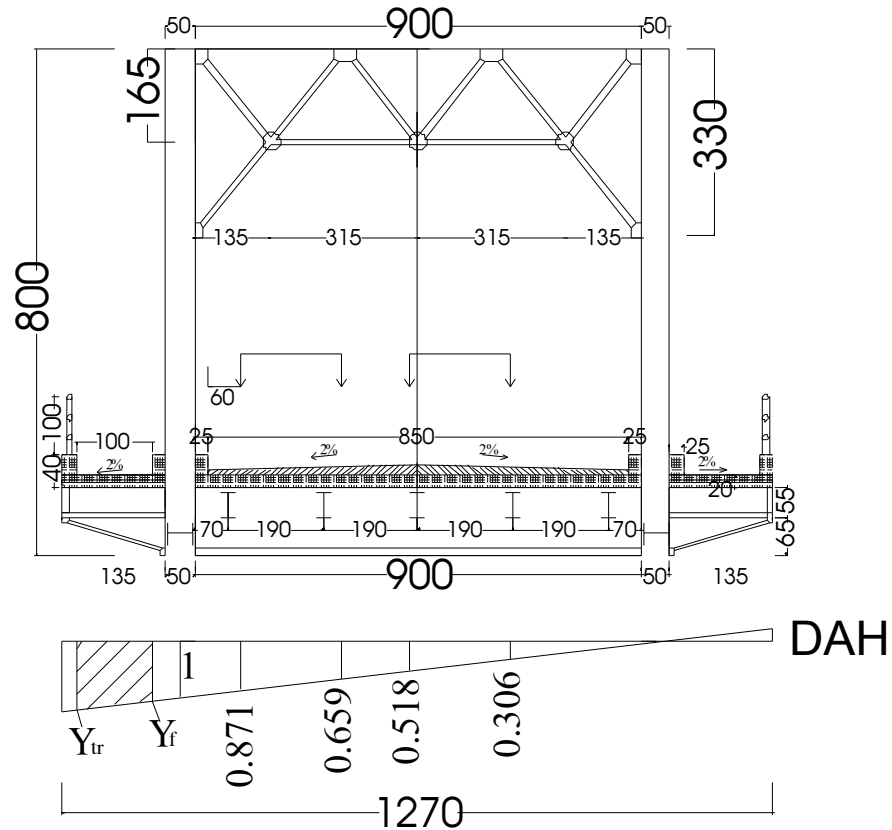
IM: lực xung kích tính theo phần trăm; IM=25%

m: hệ số làn xe, vì có 2 làn nên m=1.

$\eta_{HL93}, \eta_{lan}, \eta_{ng}$ : hệ số phân phối ngang xe HL93, làn, ng-ời đi bộ

$q_{HL93}, q_{lan}, q_{ng}$ : tải trọng t-ong đ-ong của xe 3 trục, tải trọng làn, tải trọng ng-ời;

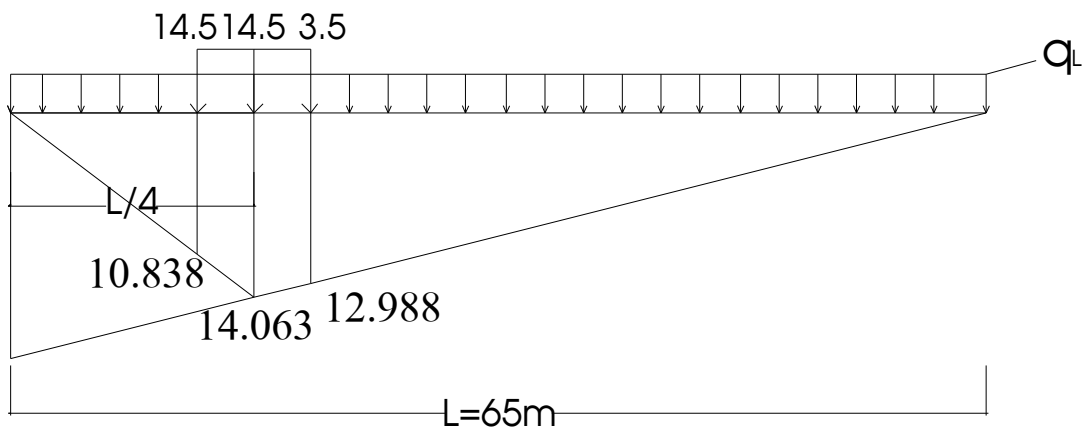
$q_{HL93}=0,93 \text{ T/m}, q_{ng}=0.3 \text{ T/m}$



$$(Y_{tr} = 1.218; Y_{ph} = 1.059)$$

$$\begin{aligned}\eta_{HL93} &= 0.5(y_1 + y_2 + y_3 + y_4) \\ &= 0.5(0.871 + 0.659 + 0.518 + 0.306) = 1.177\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\eta_{ng} &= \omega_{ng} = (y_p + y_{tr}) \times 1.5 / 2 \\ &= (1.218 + 1.059) \times 1.5 / 2 = 1.7\end{aligned}$$



$$q_{II} \times \omega = 14.5 \times 10.838 + 14.5 \times 14.063 + 3.5 \times 12.988 = 406.522$$

$$\begin{aligned}q_{II} &= 406.522 / \omega \\ &= 406.522 / (65 \times 14.063) \times 0.5\end{aligned}$$

$$=0.88 \text{ T/m}$$

Vậy ta có:

$$k_0 = 1 \times 1.25 \times 0.88 \times 1.333 + 1 \times 1.333 \times 0.93 + 1.2 \times 1.5 \times 0.3 \\ = 3.424 \text{ T/m}$$

### 2.1.2. Tính tải $g_1$ và $g_2$

- Vật liệu:

- + Bê tông cấp 30 có  $f_c' = 30 \text{ kg/cm}^2$
- + Cốt thép chịu lực AII có  $R_a = 2400 \text{ kg/cm}^2$
- + Cường độ tính toán khi chịu lực dọc  $R_0 = 2700 \text{ Kg/cm}^2$ .
- + Cường độ tính toán khi chịu uốn  $R_u = 2800 \text{ Kg/cm}^2$ .

- Trọng lượng lớp phủ mặt cầu gồm 5 lớp:

- + Bê tông alphan: 5cm
- + Lớp bảo vệ : 4cm
- + Lớp phòng nước: 1cm
- + Đệm xi măng: 1cm
- + Lớp tạo độ dốc ngang: 1.0 - 12 cm trên  $1 \text{ m}^2$  của kết cấu mặt đường

- Phân bố hành lấy sơ bộ như sau:

$$g = 0.35 \text{ T/m}^2 \Rightarrow g_{lp} = 0.35 \times 12 = 4.2 \text{ T/m}$$

- Trọng lượng bản BTCT mặt cầu:

$$g_{mc} = 2.5(0.2 \times 7.5 + 0.15 \times 3) = 4.875 \text{ T/m}.$$

- Trọng lượng cửa gờ chắn :

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

- Trọng lượng hệ dầm mặt cầu trên  $1 \text{ m}^2$  mặt bằng giữa hai tim gờ (khi có dầm ngang và dầm dọc hệ mặt cầu) lấy sơ bộ là  $0.1 \text{ T/m}^2$

$$\Rightarrow g_{dmc} = 0.1 \times 9 = 0.9 \text{ T/m}.$$

- Trọng lượng của lan can :

$$g_{lc} = [(0.865 \times 0.180) + (0.50 - 0.18) \times 0.075 + 0.050 \times 0.255 + 0.535 \times 0.050 / 2 + (0.50 - 0.230) \times 0.255 / 2] \times 2.5 = 0.6006 \text{ T/m}$$

$$\text{Thể tích lan can: } V_{lc} = 2 \times 0.24 \times 240 = 115.315 (\text{m}^3)$$



Cốt thép lan can : ml c = 0,15x115.315 = 17.29 T(hàm lượng cốt thép trong lan can và gờ chắn bánh lấy bằng 150 kg/ m<sup>3</sup>)

- Trọng lượng của giàn xác định theo công thức N.K.Ktoreletski

$$g_d = \frac{n_h \times a \times k_0 + n_1 g_{mc} + n_2 g_{dmc} \bar{b}}{\frac{R}{\gamma} - n_2 \times 1 + \alpha \bar{b} \times l} \times l$$

Trong đó:

+ l: nhịp tính toán của giàn lấy bằng 65 m.

+  $n_h=1.75$   $n_1=1.5$ ,  $n_2=1.25$ . các hệ số vượt tải của hoạt tải, tĩnh tải lớp mặt cầu, của dầm mặt cầu và hệ liên kết

+  $\gamma$ : trọng lượng riêng của thép = 7.85 T/m<sup>3</sup>.

+ R: cường độ tính toán của thép, R= 19000 T/m<sup>2</sup>

+ a, b: đặc trưng trọng lượng tùy theo các loại kết cấu nhịp khác nhau.

Với nhịp giàn giản đơn  $l=76$ m thì lấy  $a=b=3.5$

+  $\alpha$ : hệ số xét đến trọng lượng của hệ liên kết giữa các dầm chủ;  $\alpha=0.12$

+  $k_0$ : tải trọng tổng hợp của tất cả các loại hoạt tải (ô tô HL93 và người).

$$k_0=3.424 \text{ T/m}$$

Vậy ta có trọng lượng của giàn là:

$$g_d = \frac{1.75 \times 3.5 \times 3.424 + 3.5 \times 1.25 \times 4.875 + 0.9 \times 1.5 \times 4.2 + 0.9 + 0.11}{\frac{19000}{7.85} - 1.25 \times 1 + 0.12 \times 3.5 \times 76} \times 76 = 2.68 \text{ T/m}$$

- Trọng lượng của hệ liên kết là:

$$g_{lk} = 0.1 \times g_d = 0.1 \times 2.68 = 0.268 \text{ T/m}$$

- Trọng lượng của 1 giàn chính là:

$$G_d = g_d + g_{lk} = 2.68 + 0.268 = 2.948 \text{ T/m}$$

=> Trọng lượng thép của toàn bộ 1 kết cấu nhịp là :

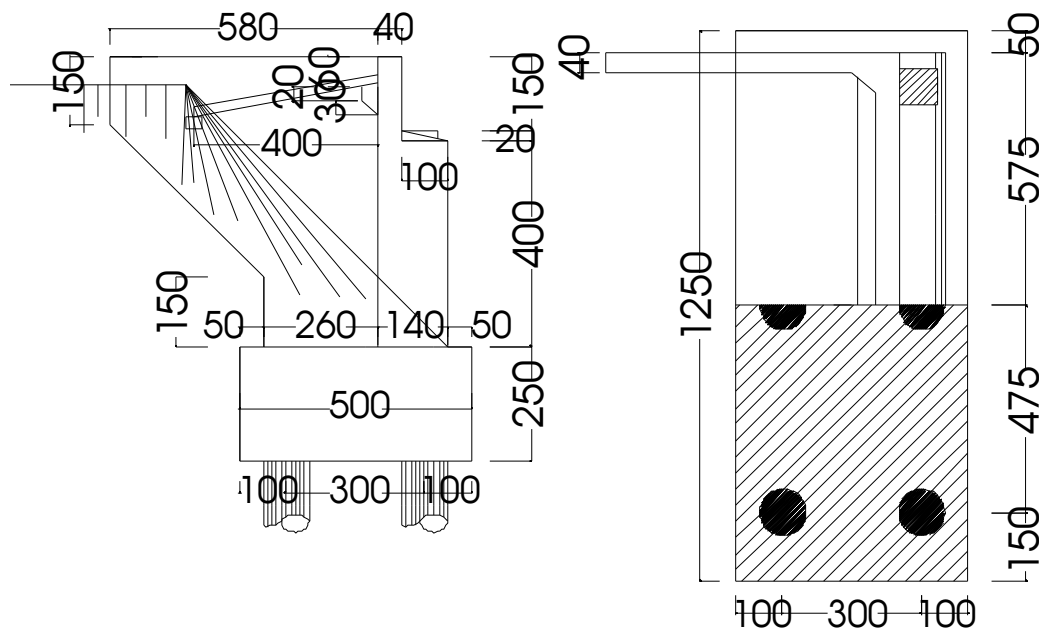
$$G_g = 2.948 \times 80 = 236 \text{ T}$$

=> Trọng lượng thép của toàn bộ 3 nhịp là :

$$G_{gian} = 3 \times 236 = 708 \text{ T}$$

a. Móng móng  $M_1, M_2$ :

Khối lượng móng cầu:



- Thể tích tầng cánh:

Chiều dày tầng cánh :

$$V_{tc} = 2 \cdot (2.6 \cdot 6.2 + 1/2 \cdot 3.3 \cdot 3.3 + 1.5 \cdot 3.3) \cdot 0.5 = 26.51 \text{ m}^3$$

- Thể tích thân móng:

$$V_{th} = (1.4 \cdot 4.5 + 0.4 \cdot 1.7) \cdot 11.1 = 77.47 \text{ m}^3$$

- Thể tích bê tông móng:

$$V_b = 2.5 \cdot 5 \cdot 12 = 150 \text{ m}^3$$

=> Khối lượng 01 móng cầu:

$$V_{m\text{ố}} = 26.51 + 77.47 + 150 = 253.98 \text{ m}^3$$

=> Khối lượng 2 móng cầu:

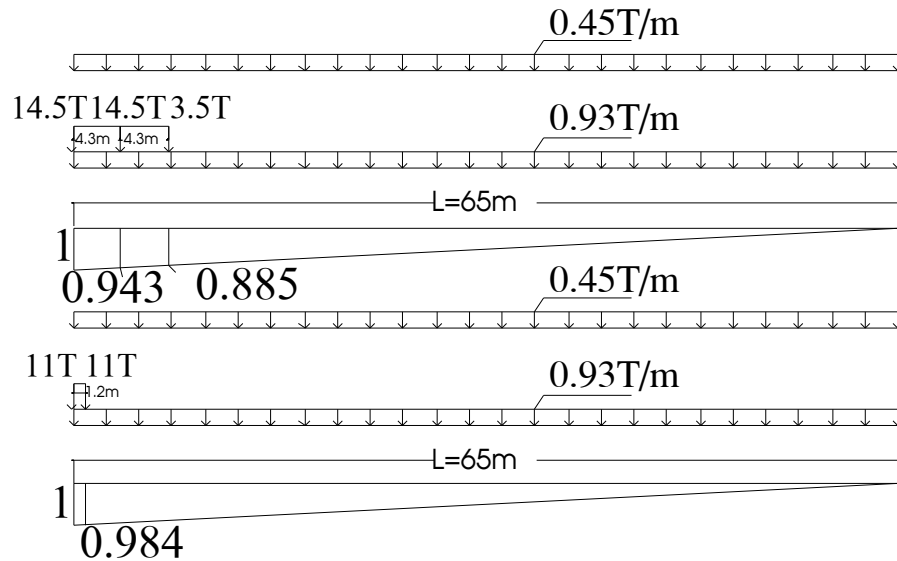
$$V_{m\text{ố}} = 2 \cdot 253.98 = 507.96 \text{ m}^3$$

Sơ bộ chọn hàm lượng cốt thép trong móng  $80 \text{ kg/m}^3$

$$\text{Khối lượng cốt thép trong móng là : } m_{th} = 0.08 \cdot 507.96 = 40.63 \text{ t}$$

Xác định tải trọng tác dụng lên móng:

- Định ảnh hưởng tải trọng tác dụng lên móng:



Hình 1-1 Đ-ờng ảnh h-ởng áp lực lên mố

$$DC = P_{mố} + (g_{gian} + g_{bmc} + g_{lan\ can} + g_{dệ\ mc} + g_{gờ\ chân}) \times \omega$$

$$= (2.5 \times 253.98) + (2.948 \times 2 + 0.11 + 0.9 + 4.875 + 0.625) \times 0.5 \times 76 = 1100.17T$$

$$DW = g_{lốp\ phủ} \times \omega = 3.85 \times 0.5 \times 76 = 144.375\ T$$

#### -Hoạt tải:

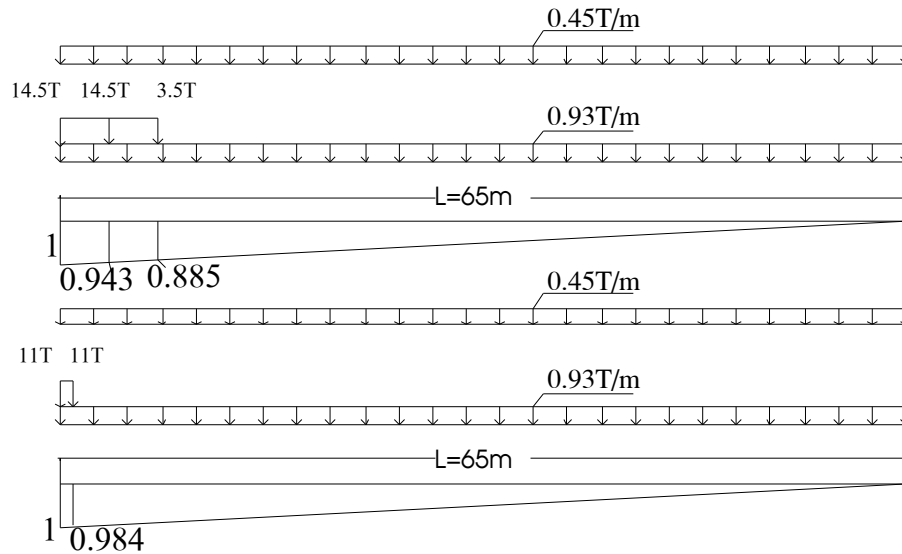
Theo quy định của tiêu chuẩn 22TCVN 272-05 thì tải trọng dùng thiết kế là giá trị bất lợi nhất của tổ hợp:

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

#### Tính phản lực lên mố do hoạt tải:

- +Chiều dài nhịp tính toán: 64m

Đ-ờng ảnh h-ởng phản lực và sơ đồ xếp tải thể hiện nh- sau



Hình 1-2 Sơ đồ xếp tải lên d-ờng ảnh h-ởng 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):

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

$$PL = 2P_{ng-ời} \cdot \omega$$

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  $(1+IM/100)=1$

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

$\omega$ : diện tích d-ờng ảnh h-ởng

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

$$W_{làn} = 0.93T/m, P_{ng-ời} = 0.45 T/m$$

$$LL_{xe tải} = 2 \times 1 \times 1 \times (14.5 + 14.5 \times 0.943 + 3.5 \times 0.885) + 2 \times 1 \times 0.93 \times (0.5 \times 76) = 132.292T$$

$$PL = 2 \times 0.45 \times (0.5 \times 76) = 33.75 T$$

$$LL_{xe tải 2 trục} = 2 \times 1 \times 1 \times (11 + 11 \times 0.984) + 2 \times 1 \times 0.93 \times (0.5 \times 76) = 113.398 T$$

$$PL = 2 \times 0.45 \times (0.5 \times 76) = 33.75T$$

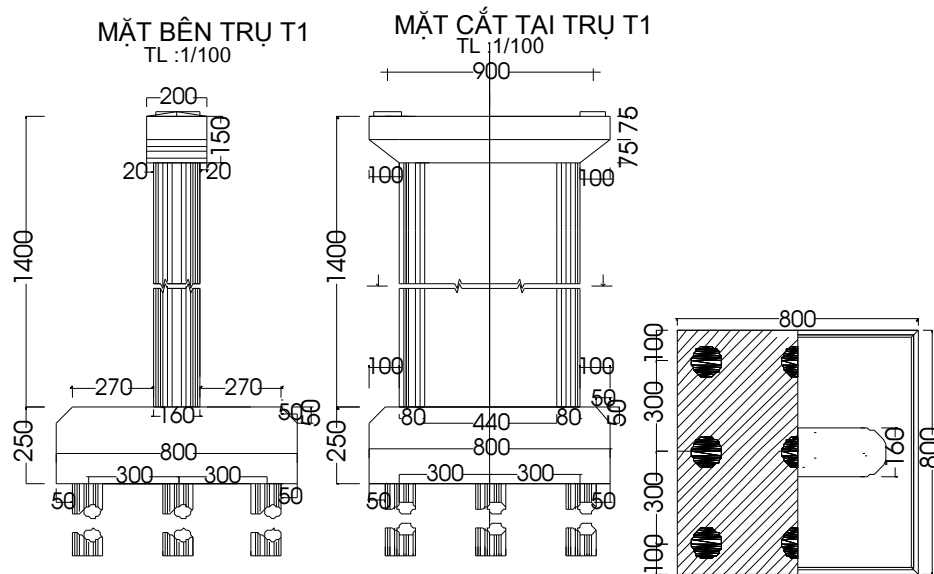
Vậy tổ hợp HL đ-ợc chọn làm thiết kế

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

| Nội<br>lực | Nguyên nhân               |                          |                              |                              | Trạng thái<br>giới hạn<br>C- ờng độ I |
|------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
|            | DC<br>( $\gamma_D=1.25$ ) | DW<br>( $\gamma_W=1.5$ ) | LL<br>( $\gamma_{LL}=1.75$ ) | PL<br>( $\gamma_{PL}=1.75$ ) |                                       |
| P(T)       | 1100.17x1.25              | 144.375x1.5              | 132.292x1.75                 | 33.75x1.75                   | 1882.35                               |

b. Móng trụ cầu:

**Khối l- ượng trụ cầu:**



❖ Khối l- ượng trụ chính :

Hai trụ có MCN giống nhau nên ta tính gộp cả hai trụ T1 và T1'

- Khối l- ượng thân trụ :  $V_{tt} = (4.4 \times 1.6 + 3.14 \times 1.6^2 / 4) \times 10.5 = 95.02 (m^3)$
- Khối l- ượng móng trụ :  $V_{mt} = 8 \times 2.5 \times 8 = 160 (m^3)$
- Khối l- ượng mũ trụ :  $V_{xm} = 8 \times 1.5 \times 2.0 - 2(1 \times 0.75 \times 0.75 \times 2.0) = 21.75 m^3$
- Khối l- ượng 1 trụ là :  $V_{l\text{trụ}} = 95.02 + 160 + 21.75 = 276.77 m^3$
- Khối l- ượng 2 trụ là :  $V = 2 \times 276.77 = 553.54 m^3$

$$\text{Khối l- ượng trụ: } G_{\text{trụ}} = 1.25 \times 276.77 \times 2.5 = 864.90 T$$

Thể tích BTCT trong công tác trụ cầu:  $V = 553.54 m^3$

Sơ bộ chọn hàm l- ượng cốt thép thân trụ là  $150 kg/m^3$ , hàm l- ượng thép trong móng trụ là  $80 kg/m^3$

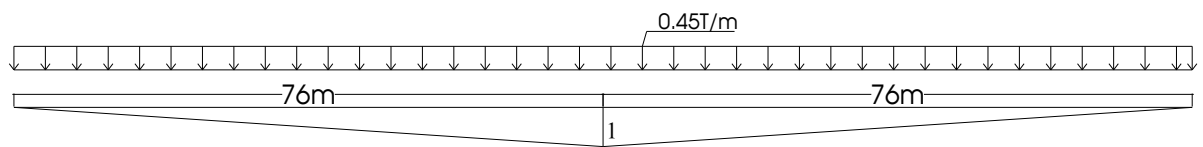
Nên ta có : khối l- ượng cốt thép trong 1 trụ là

$$m_{th} = 95.02 \times 0.15 + 160 \times 0.08 + 21.75 \times 0.1 = 29.23 (T)$$

### Xác định tải trọng tác dụng lên trụ:

*Trọng lượng kết cấu nhịp*

- Trọng lượng lớp phủ mặt cầu :  $g_{lp} = 3.85 \text{ T/m}$
- Trọng lượng bản BTCT mặt cầu :  $g_{mc} = 4.875 \text{ T/m}$
- Trọng lượng cửa gờ chắn :  $g_{cx} = 0.625 \text{ T/m}$
- Trọng lượng hệ dầm mặt cầu :  $g_{dmc} = 0.9 \text{ T/m}$
- Trọng lượng của lan can lấy sơ bộ :  $g_{lc} = 0.11 \text{ T/m}$
- Trọng lượng của 1 giàn chính là :  $G_d = 2.948 \text{ T/m}$
- Đường ảnh hưởng tải trọng tác dụng lên trụ:



Hình 1-3 Sơ đồ xếp tải lên đường ảnh hưởng áp lực móng

- Diện tích đường ảnh hưởng áp lực trụ :  $\omega = 76$

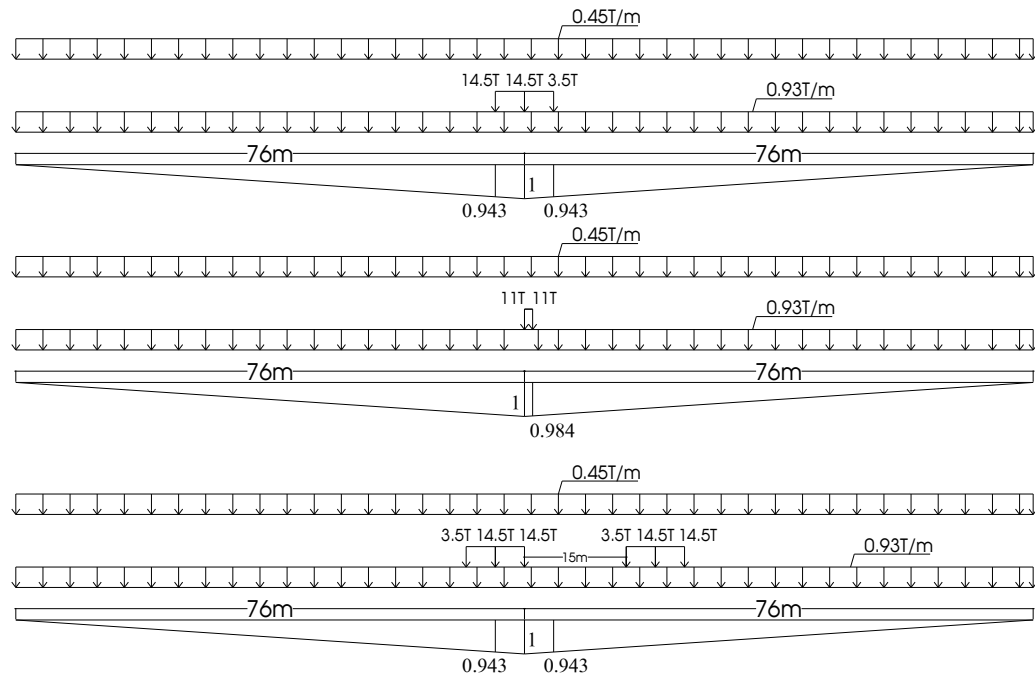
$$DC = P_{\text{trụ}} + (g_{\text{giàn}} + g_{\text{bản}} + g_{\text{hệ dầm}} + g_{\text{cửa chắn}} + g_{\text{lan can}}) \times \omega$$

$$DC = (276.77 \times 2.5) + (2.948 \times 2 + 4.875 + 0.625 + 0.9 + 0.11) \times 76 = 1598.625 \text{ T}$$

$$DW = g_{\text{lớp phủ}} \times \omega = 3.85 \times 75 = 288.75 \text{ T}$$

Hoạt tải:

- Do hoạt tải HL 93+ng-ời(LL+PL)



Hình 1-4 Sơ đồ xếp tải lên đ-ờng ảnh h-ởng áp lực móng

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

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

Trong đó

n: số làn xe

m: hệ số làn xe

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

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

$\omega$ : diện tích đ-ờng ảnh h-ởng

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

$$W_{\text{lần}} = 0.93T/m, P_{\text{ng-ời}} = 0.45 T/m$$

+Tổ hợp 1: Xe tải 3 trục+tải trọng làn+ tải trọng ng-ời

$$LL_{\text{xe tải}} = 2 \times 1 \times 1 \times (14.5 + 14.5 \times 0.943 + 3.5 \times 0.943) + 2 \times 1 \times (0.93) \times 76 = \mathbf{202.448T}$$

$$PL = 2 \times 0.45 \times 76 = 67.5 T$$

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

$$LL_{\text{xe tải 2 trục}} = 2 \times 1 \times 1 \times (11 + 11 \times 0.984) + 2 \times 1 \times 0.93 \times 76 = \mathbf{183.148T}$$

$$PL = 2 \times 0.45 \times 76 = 67.5T$$

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

$$LL_{\text{xtải}} = (2 \times 1 \times 1 \times (14.5 + 14.5 \times 0.943 + 3.5 \times 0.885 + 14.5 \times 0.685 + 14.5 \times 0.743 + 3.5 \times 0.8) + 2 \times 1 \times 0.93 \times 75) \times 0.9 = \mathbf{224.148 T}$$

$$PL = 2 \times 0.45 \times 76 = 67.5T$$

Vậy tổ hợp 2 đ-ợc chọn làm thiết kế

Tổng tải trọng tính đ-ới đầy dài là

| Nội lực | Nguyên nhân               |                          |                              |                              | Trạng thái giới hạn C-ờng độ I |
|---------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
|         | DC<br>( $\gamma_D=1.25$ ) | DW<br>( $\gamma_W=1.5$ ) | LL<br>( $\gamma_{LL}=1.75$ ) | PL<br>( $\gamma_{PL}=1.75$ ) |                                |
| P(T)    | 1598.62x1.25              | 288.75x1.5               | <b>224.148x1.75</b>          | <b>67.5x1.75</b>             | <b>2941.79</b>                 |

c.Tính số cọc cho móng trụ, mố:

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

Trong đó:

$\beta$ : 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.

$P_{\text{cọc}} = \min (P_{\text{vl}}, P_{\text{nd}}) = 819,5 (T)$  (tính ở phần Xác định sức chịu tải cho cọc khoan nhồi- Tr-ờng hợp cầu dầm đơn giản bê tông ứng suất tr-ớc)

| Hạng mục | Tên  | Pvl    | Pnd   | Pcọc  | Tải trọng      | Hệ số | số cọc | Chọn |
|----------|------|--------|-------|-------|----------------|-------|--------|------|
| Trụ giữa | T2   | 1670.9 | 819.5 | 819.5 | <b>2941.79</b> | 1.5   | 5.38   | 9    |
| Mố       | M1,2 | 1670.9 | 819.5 | 819.5 | 1735.91        | 2     | 4.23   | 6    |



### **III. Biên pháp thi công cầu giàn thép:**

#### **1. Thi công mố cầu:**

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

- Dùng 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 lượng 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.

## **2.Thi công trụ :**

-Trụ cầu được xây dựng nhô ra khỏi lòng án cầu dầm đơn giản bê tông cốt thép dự ứng lực.

## **3.Thi công kết cấu nhịp:**

*B-ớc 1 :* Giai đoạn chuẩn bị

- Tập kết vật tư phục vụ thi công
- Lắp dựng hệ đà giáo, trụ tạm phục vụ thi công nhịp gần bờ

*B-ớc 2 :* Lắp dựng các khoang trên dàn giáo, trụ tạm

- Lắp 4 khoang đầu tiên trên dàn giáo làm đối trọng
- Dùng hệ cáp neo kết cấu vào mố
- Chêm, chèn chặt các gối di động
- Dùng cầu chân cứng lắp hẫng các khoang còn lại của nhịp. Các thanh dàn đỡ chờ ra vị trí lắp hẫng bằng hệ ray

*B-ớc 3 :* Lắp hẫng các thanh giàn cho các nhịp tiếp theo

- Dùng hệ cáp neo kết cấu vào trụ
- Chêm, chèn chặt các gối di động trên các trụ
- Dùng các thanh liên kết tạm để kiên tục hoá các nhịp khi thi công
- Dùng cầu chân cứng lắp hẫng các khoang còn lại của nhịp.

*B-ớc 4 :* Hợp long nhịp giữa

*B-ớc 5 :* Hoàn thiện cầu

- Tháo bỏ các thanh liên tục hoá kết cấu nhịp
- Tháo bỏ các nêm chèn các gối di động, các chi tiết neo kết cấu vào mố trụ
- Lắp dựng hệ bản mặt cầu
- Thi công lớp phủ mặt cầu
- Thi công lan can, hệ thống thoát nước, lan can ngòi đi bộ
- Thi công 12m đường 2 đầu mố
- Hoàn thiện toàn cầu, thu dọn công trường, thanh thải lòng sông

**Lập tổng mức đầu t-**

| TT         | Hạng mục                                   | Đơn vị         | Khối l- ợng | Đơn giá     | Thành tiền            |
|------------|--------------------------------------------|----------------|-------------|-------------|-----------------------|
|            |                                            |                |             | (đ)         | (đ)                   |
|            | <b>Tổng mức đầu t-</b>                     | đ              | (A+B+C+D )  |             | <b>54,599,172,800</b> |
|            | <b>Đơn giá trên 1m<sup>2</sup> mặt cầu</b> | đ              |             |             | <b>15,960,286</b>     |
| A          | Giá trị dự toán xây lắp                    | đ              | AI+AI       |             | 38,480,314,600        |
| AI         | Giá trị dự toán xây lắp chính              | đ              | I+II+III    |             | 33,461,143,130        |
| <b>I</b>   | <b>Kết cấu phần trên</b>                   | đ              |             |             | 24,912,117,530        |
| 1          | Khối l- ợng thép dàn và hệ liên kết        | T              | 708         | 30,000,000  | 21,240,000,000        |
| 2          | Bê tông átphan mặt cầu                     | m <sup>3</sup> | 420         | 1,300,000   | 546,000,000           |
| 3          | Bê tông lan can                            | m <sup>3</sup> | 115.315     | 800,000     | 92,252,000            |
| 4          | Cốt thép lan can                           | T              | 17.29       | 8,000       | 138,320               |
| 5          | Gối dàn thép                               | Bộ             | 20          | 140,000,000 | 2,800,000,000         |
| 6          | Khe co giãn loại lớn (10cm)                | m              | 42          | 2,000,000   | 84,000,000            |
| 7          | Lớp phòng n- ớc                            | m <sup>2</sup> | 2.673       | 85,000      | 227,205               |
| 8          | ống thoát n- ớc                            | ống            | 90          | 150,000     | 13,500,000            |
| 9          | Đèn chiếu sáng                             | Cột            | 16          | 8,500,000   | 136,000,000           |
| <b>II</b>  | <b>Kết cấu phần d- ới</b>                  | đ              |             |             | 8,418,753,600         |
| 1          | Bê tông mố                                 | m <sup>3</sup> | 507.96      | 800,000     | 406,368,000           |
| 2          | Bê tông trụ                                | m <sup>3</sup> | 553.54      | 1,000,000   | 553,540,000           |
| 3          | Cốt thép mố                                | T              | 40,636      | 7,500       | 304,770,000           |
| 4          | Cốt thép trụ                               | T              | 58,460      | 7,500       | 438,450,000           |
| 5          | Cọc khoan nhồi D = 1.0m                    | m              | 750         | 8,500,000   | 6,375,000,000         |
| 6          | Công trình phụ trợ                         | %              | 20          | (1+2+3+4)   | 340,625,600           |
| <b>III</b> | <b>Đ- ờng hai đầu cầu</b>                  |                |             |             | 130,272,000           |
| 1          | Đắp đất                                    | m <sup>3</sup> | 877.40      | 30,000      | 26,322,000            |
| 2          | Móng + mặt đ- ờng                          | m <sup>2</sup> | 693         | 150,000     | 103,950,000           |
| AI         | Giá trị xây lắp khác                       | %              | 15          | AI          | 5,019,171,470         |

|   |              |   |    |     |               |
|---|--------------|---|----|-----|---------------|
| B | Chi phí khác | % | 10 | A   | 3,848,031,460 |
| C | Trượt giá    | % | 3  | A   | 1,154,409,438 |
| D | Dự phòng     | % | 5  | A+B | 2,116,417,303 |

## 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.

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 thì người ta 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.

### II. So sánh lựa chọn các phương án.

#### 1. Phương án I. Cầu BTCT nhịp đơn giản 4 nhịp 37 (m), 1 nhịp 42 (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 thông thường.
- + 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 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 giàn ...v.v.
- + BT là vật liệu chịu kéo kém nên dễ bị nứt nên có biện pháp khắc phục những nhược điểm trên.

## **2. Phân tích cầu giàn thép 3 nhịp 65 (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 có ứng suất chịu lực cao nên vận dụng được khẩu độ lớn trong phân tích kết cấu nhẹ => 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 tháo lắp các cấu kiện bằng thép tương đối dễ dàng do đó công tác thay thế sửa chữa sau này có thuận lợi.
- + Thi công không đòi hỏi nhiều thiết bị thi công phức tạp.
- + Do vật liệu thép nhẹ đồng nhất, khả năng làm việc chịu nén và chịu kéo là như nhau, do đó khả năng vận dụng được nhịp lớn.
- + Có thể định hình hoá các cấu kiện và sản xuất hàng loạt trong nhà máy.

### **\* Nhược điểm:**

- Vì thép dễ bị môi trường xâm thực, dễ bị rỉ và ăn mòn nên đòi hỏi công tác duy tu, bảo dưỡng thường xuyên, rất khó khăn và tốn kém trong quá trình khai thác.
- + Nhiều khe biến dạng gây lực xung kích lớn, xe chạy không êm thuận.
  - + Tốn vật liệu và giá thành cao hơn cầu BTCT.
  - + Thép phải nhập ngoại do trong nước chưa đáp ứng được yêu cầu.
  - + Kém về khai thác, gây ồn.
  - + Kết cấu siêu tĩnh chịu ảnh hưởng của tác dụng nhiệt, lún không đều của móng trụ.

## **1. III. Lựa chọn phân tích và kiến nghị**

Qua so sánh, phân tích ưu, nhược điểm, chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của các phân tích. Xét năng lực, trình độ công nghệ, khả năng vận dụng thiết bị của các đơn vị xây lắp trong nước, nhằm nâng cao trình độ, tiếp cận với công nghệ thiết kế và thi công tiên tiến, đáp ứng cả hiện tại và tương lai phát triển của khu kinh tế. Cảnh quan kiến trúc xung quanh. Nhận thấy phân tích án 1 là hợp lý. Cầu thi công theo công nghệ đúc hẫng cân bằng là công nghệ khá phổ biến hiện nay. Do đó có thể tận dụng tốt kinh nghiệm của các nhà thầu trong nước.

## **IV. Lựa chọn phân tích cầu**

Qua các phân tích đã nêu ta thấy về mặt thi công cũng như tính toán ta có thể chọn cả 2 phân tích. Tuy nhiên, nếu xét về khả năng chuyên môn, mỹ quan, kinh tế và điều kiện khai thác em quyết định lựa chọn phân tích án 1 làm phân tích để thiết kế kỹ thuật.

Kiến nghị: Xây dựng cầu Hiền Lương theo phân tích án 1

Cầu nhịp đơn giản BTCT ứng suất tr- ớc, gồm 4 nhịp 37m và 1 nhịp 42m có tiết diện và chiều cao dầm chủ thay đổi. Tổng chiều dài toàn cầu là 202( m)

Vị trí xây dựng: xã Gio Linh, huyện Vĩnh Linh, tỉnh Quảng Trị

Lí trình: Km 0+00 đến Km 0+202

Quy mô và tiêu chuẩn: Cầu vĩnh cửu bằng BTCT ứng suất tr- ớc và BTCT th- ờng.

Khổ thông thuyền ứng với sông cấp IV là: B=40m, H=6m.

Khổ cầu: B = 9+2x1 (m)

Tải trọng xe HL93 và ng- ời 300 kg/cm<sup>2</sup>.

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 Giao thông vận tải.

Kinh phí xây dựng: Theo kết quả tính toán trong phần tính tổng mức đầu t- ta dự kiến kinh phí xây dựng cầu theo ph- ơng án kiến nghị vào khoảng 45,599,172,800 VNĐ.

Nguồn vốn: Toàn bộ nguồn vốn xây dựng do Chính phủ cấp và quản lý.

# PHẦN II

## THIẾT KẾ KỸ THUẬT





### CHƯƠNG I: TÍNH TOÁN BẢN MẶT CẦU

- + Chiều dài dầm: 42 m
- + Khổ cầu:  $B = 9.0 + 2 \times 1.0$  m
- + Tải trọng: đoàn xe HL93, ng-ời đi bộ:  $300\text{kg/m}^2$
- + Quy trình thiết kế BGTVT 22 TCN 272-05.
- + Tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô TCVN 4054-05.

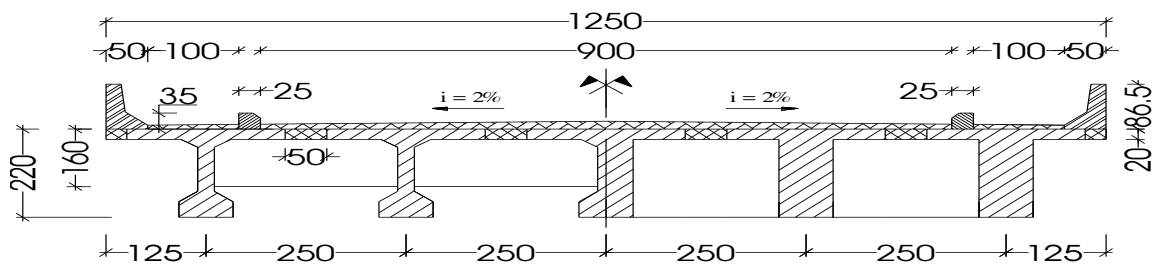
Vật liệu :

- + Cường độ bê tông 28 ngày tuổi  $f'_c = 50\text{MPa}$ .
- + Cường độ thép th-ường  $F_y = 400\text{MPa}$ .

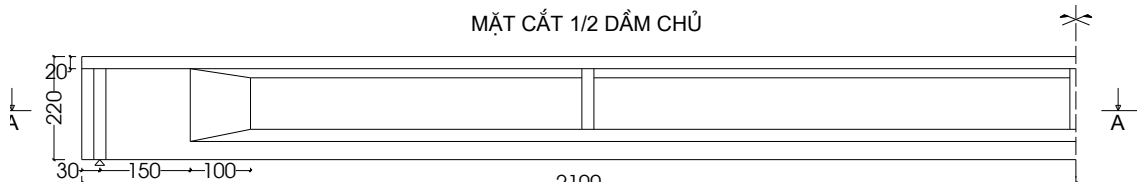
#### MẶT CẮT NGANG CẦU

1/2 Mặt cắt giữa nhịp

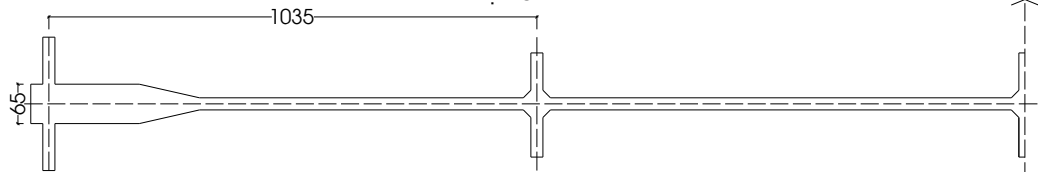
1/2 Mặt cắt gối



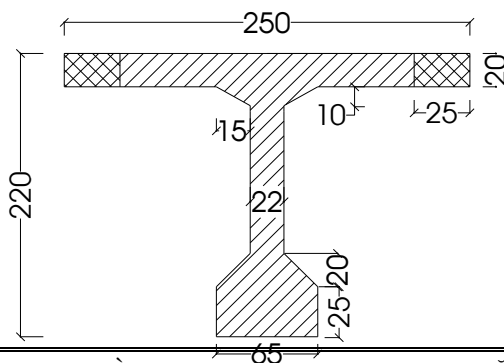
MẶT CẮT 1/2 DẦM CHỦ



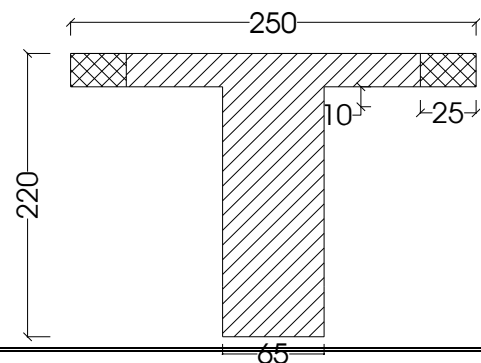
MẶT CẮT A-A



Mặt cắt giữa dầm chủ



Mặt cắt gối dầm chủ





## I. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN NỘI LỰC BẢN MẶT CẦU.

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

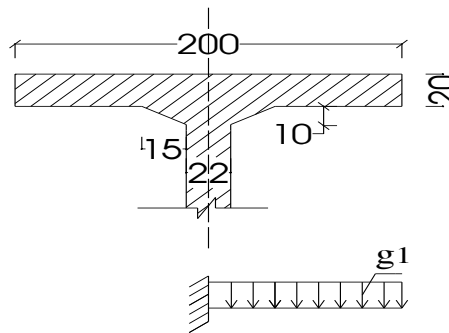
## II. XÁC ĐỊNH NỘI LỰC BẢN MẶT CẦU.

### • Sơ đồ tính và vị trí tính nội lực:

Bản mặt cầu làm việc theo hai giai đoạn.

\* Giai đoạn một: Khi chèn nối bản, bản làm việc như một dầm công son ngàm ở sườn dầm

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



+ Trọng lượng bản thân bản:

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

+ Momen tại gối: 
$$M_0 = g_1 \cdot \frac{\left(\frac{S}{2}\right)^2}{2} = 4.8 \times 10^{-3} \cdot \frac{\left(\frac{2500}{2}\right)^2}{2} = 3750 \text{ (N.mm)}$$

\* Giai đoạn hai: Sau khi nối bản, bản được nối bằng mối nối - ết, 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 42m, để hai đầu dầm mỗi bên 0.3m để kê lên gối. Như vậy chiều dài tính toán của nhịp cầu là: 41.4 m.

\* Đối với dầm giữa:

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

+ 1/4 chiều dài nhịp =  $41400/4 = 10350 \text{ mm}$

+ 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:

$$= 12 \times 200 + \max \frac{2000/2}{200} = 3400 \text{ mm}$$

+ Khoảng cách giữa các dầm kề nhau = 2500 mm.

\* Đối với dầm biên :

- Bề rộng cánh dầm hữu hiệu có thể lấy đ- ợc bằng bề rộng hữu hiệu của dầm kề trong ( $=2500/2 = 1250$ ) cộng trị số nhỏ nhất của :

+  $1/8$  chiều dài nhịp hữu hiệu  $= 41400/8 = 5175$  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 :

$$= 6 \times 200 + \max \frac{200/2}{2000/4} = 1700 \text{ mm}$$

+ Bề rộng phần hằng = 1250 mm  $\rightarrow b_e = 1250 + 1250 = 2500$  mm.

Kết luận bề rộng cánh hữu hiệu:

|                    |         |
|--------------------|---------|
| Dầm giữa ( $b_i$ ) | 2500 mm |
| Dầm biên ( $b_e$ ) | 2500 mm |

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

1 -Trong l- ợng 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 l- ợng bản mút thừa:  $W_o = W_s$

3- Trong l- ợng lớp phủ:

-Lớp phủ mặt cầu :

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

+ Bê tông bảo vệ dày 3cm trọng,l- ợng riêng là  $24 \text{ KN/m}^3$ .

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

+ Lớp tạo phẳng dày 3 cm,trọng l- ợng riêng là  $24 \text{ KN/m}^3$ .

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

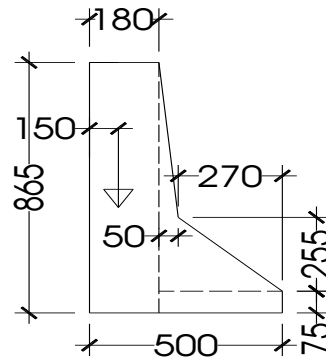
$\Rightarrow$  Tải rải đều của lớp phủ tính cho 1mm cầu là:

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

4- Trong l- ợng 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 m)

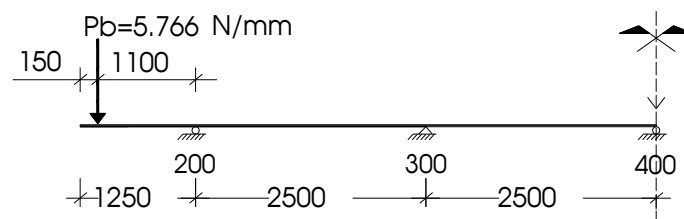
##### 1.1. Nội lực do lan can:

- 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:

$$L_1 = 1250 - 150 = 1100 \text{ mm}$$



$$R_{200} = P_b \times (\text{tung độ dầm}) = P_b(1 + 1.27L_1/S)$$

$$= 5.766 \times (1 + 1.127 \times 1100/2500)$$

$$= 8.62 \text{ N/mm}$$

$$M_{200} = P_b \times (\text{tung độ dầm}) \times L_1$$

$$= P_b(-1 \times L_1)$$

$$= 5.766 \times (-1 \times 1100)$$

$$= -6342.6 \text{ N.mm/mm}$$

$$M_{204} = P_b \times (\text{tung độ dầm}) \times L_1$$

$$= P_b(-0.4920 \times L_1)$$

$$= 5.766 \times (-0.492 \times 1100)$$

$$= - 3120.5 \text{ N.mm/mm}$$

$$M_{300} = P_b \times (\text{tung độ đah}) \times L_1$$

$$= P_b (0.27 \times L_1)$$

$$= 5.766 \times (0.27 \times 1100)$$

$$= 1712.5 \text{ N.mm/mm}$$

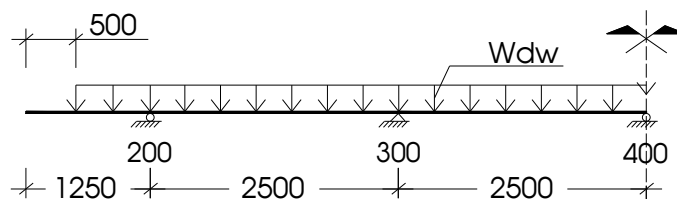
## 1.2. Nội lực do lớp phủ: $W_{DW}$

Sơ đồ:

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

Dùng bảng tra với:

$$L_2 = 1250 - 500 = 750 \text{ mm}$$



$$R_{200} = W_{DW} \left[ \left( 1 + 0.635 \frac{L_2}{S} \right) L_2 + 0.3928 S \right]$$

$$= 256 \times 10^{-5} \times \left[ \left( 1 + 0.635 \frac{750}{2500} \right) 750 + 0.3928 \times 2500 \right]$$

$$= 4.8 \text{ N/mm}$$

$$M_{200} = W_{DW} \times (-0.5) \times L_2^2$$

$$= 256 \times 10^{-5} \times (-0.5) \times 750^2$$

$$= - 720 \text{ N.mm/mm}$$

$$M_{204} = W_{DW} \left[ (-0.246) \times L_2^2 + (0.0772) \times S^2 \right]$$

$$= 256 \times 10^{-5} \times \left[ (-0.246) \times 750^2 + (0.0772) \times 2500^2 \right]$$

$$= 880.9 \text{ N.mm/mm}$$

$$M_{300} = W_{DW} \left[ (0.135) \times L_2^2 + (-0.1071) \times S^2 \right]$$

$$= 256 \times 10^{-5} \times \left[ (0.135) \times 750^2 + (-0.1071) \times 2500^2 \right]$$

$$= - 1519.2 \text{ N mm/mm}$$

## 2- Nội lực do hoạt tải:

Nội lực tính cho dải bản trong ( nằm giữa 2 sườn dầm )

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

+ Với các nhịp bằng nhau (  $S = 2500$  ) mômen d- ứng lớn nhất gần đúng tại điểm 204  
(  $0.4 \times S$  của nhịp b-c )

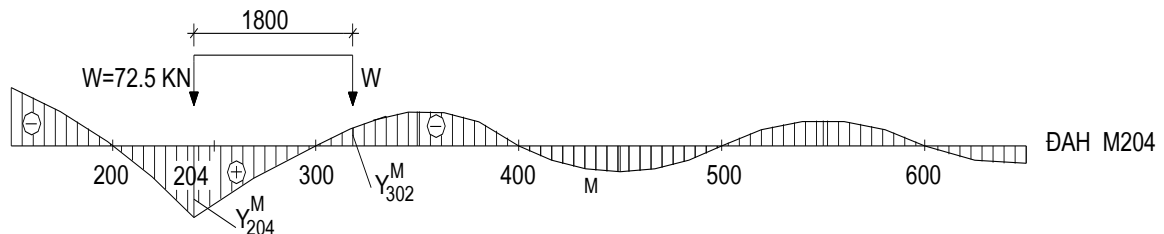
+ Chiều rộng của dải bản khi tính  $M^+$  là:

$$\begin{aligned} S_W^+ &= 660 + 0.55S \\ &= 660 + 0.55 \times 2500 \\ &= 2035 \text{ mm} \end{aligned}$$

+ Chất tải một làn xe

$\Rightarrow$  hệ số làn xe :  $m=1.2$

2.1.1 Tr- ờng hợp khi xếp 1 làn xe :



$$* R_{200} = m \cdot (y_1^V + y_2^V) \cdot W / S_W^+ = 1.2 \cdot (0.51 - 0.0387) \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 2035 = 19.68 \text{ N.mm}$$

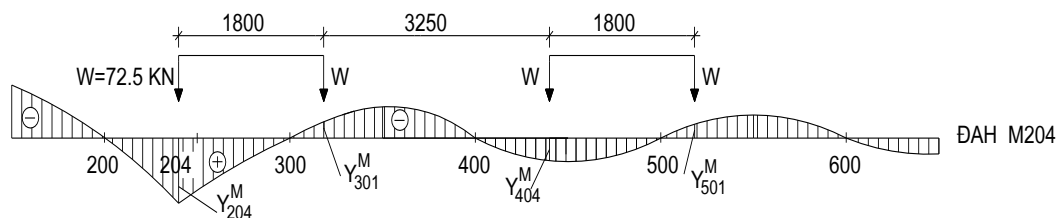
Trong đó:  $y_1^V, y_2^V$  là tung độ đ.á.h  $R_{200}$  d- ới lực thứ nhất và l- c thứ 2

Tra đah  $R_{200}$  có :  $y_1^V = 0.51$  ,  $y_2^V = -0.0387$

Tra đah  $M_{204}$  có :  $y_1 = 0.204$  ,  $y_2 = -0.0155$

$$\begin{aligned} * M_{204} &= m \cdot (y_1^V + y_2^V) \cdot S \cdot W / S_W^+ \\ &= 1.2 \cdot (0.204 - 0.0155) \cdot 2500 \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 2035 = 19751.3 \text{ N.mm/mm} \end{aligned}$$

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  $R_{200}$  có :  $y_{204} = 0.51$  ,  $y_{301} = -0.0387$  ,  $y_{404} = 0.021$  ,  $y_{501} = -0.0031$

Tra đah  $M_{204}$  có :  $y_{204} = 0.204$  ,  $y_{301} = -0.0155$  ,  $y_{404} = 0.0086$  ,  $y_{501} = -0.0012$

$$* R_{200} = m \cdot (y_{204} + y_{301} + y_{404} + y_{501}) \cdot W / S_W^+$$



$$= 1 \cdot (0.51 - 0.0387 + 0.0214 - 0.0031) \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 2035 = 17.44 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned} * M_{204} &= m \cdot (y_{204} + y_{302} + y_{404} + y_{501}) \cdot S \cdot W / S_w \\ &= 1 \cdot (0.204 - 0.0155 + 0.0086 - 0.0012) \cdot 2500 \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 2035 = 17448.1 \text{ N.mm/mm} \end{aligned}$$

$$\text{So sánh 2 trường hợp: } M_{204-LL} = \max(M_{204-LL-1}, M_{204-LL-2}) \Rightarrow M_{204-LL} = 19751.3 \text{ Nmm/mm}$$

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

## 2.2 Mômen âm lớn nhất do hoạt tải bánh xe.

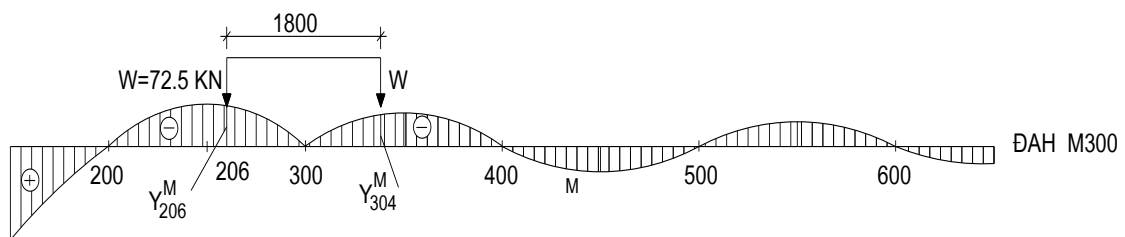
+ Thông thường mômen âm lớn nhất đạt tại gối C (điểm 300)

+ Chiều rộng dải bản khi tính mômen âm là  $S_w$

$$S_w = 1220 + 0.25S = 1220 + 0.25 \cdot 2500 = 1845 \text{ mm}$$

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

### 2.2.1 Trường hợp khi xếp 1 làn xe (đánh M300 có tung độ lớn nhất tại 206)



Tra bảng R200 có:  $y_{206} = 0.2971$ ,  $y_{303} = -0.0761$

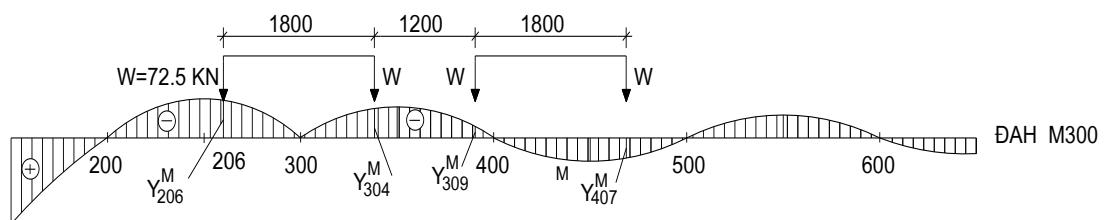
Tra bảng M300 có:  $y_{206} = -0.1029$ ,  $y_{303} = -0.0761$

$$* R_{200} = m \cdot (y_{206} + y_{303}) \cdot W / S_w = 1.2 \cdot (0.2971 - 0.0761) \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 1845 = 10.42 \text{ N}$$

$$* M_{300} = m \cdot (y_{206} + y_{303}) \cdot S \cdot W / S_w = -1.2 \cdot (0.1029 + 0.0761) \cdot 2500 \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 1845 = -21101.6 \text{ N.mm}$$

### 2.2.2 Trường hợp khi xếp 2 làn xe (đánh M300 có tung độ lớn nhất tại 206)

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



Tra bảng R200 có:  $y_{206} = 0.2971$ ,  $y_{303} = -0.0761$ ,  $y_{308} = -0.0309$ ,  $y_{405} = 0.0201$

Tra bảng M300 có:  $y_{206} = -0.1029$ ,  $y_{303} = -0.0761$ ,  $y_{308} = -0.0309$ ,  $y_{405} = 0.0201$

$$\begin{aligned} * R_{200} &= m \cdot (y_{206} + y_{304} + y_{309} + y_{407}) \cdot W / S_w \\ &= 1 \cdot (0.2971 - 0.0761 - 0.0309 + 0.0201) \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 2035 = 7.5 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

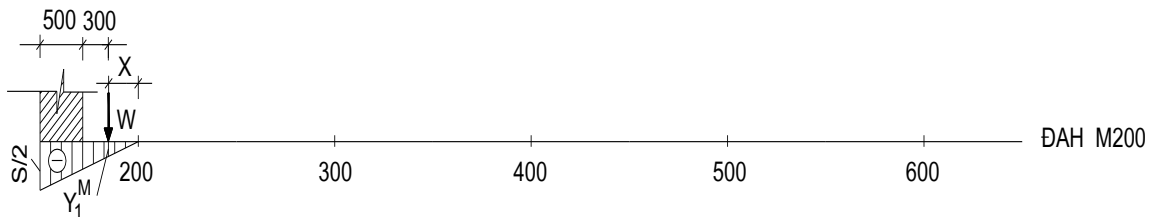
$$\begin{aligned} * M_{300} &= m \cdot (y_{206} + y_{304} + y_{309} + y_{407}) \cdot S \cdot W / S_w^+ \\ &= 1 \cdot (-0.1029 - 0.0789 - 0.0309 + 0.0201) \cdot 25 \cdot 72.5 \cdot 10^5 / 2035 \\ &= -17154.17 \text{ N.mm/mm} \end{aligned}$$

$$\text{So sánh 2 tr- ờng hợp: } M_{300-LL} = \max(M_{300-LL-1}, M_{300-LL-2}) \Rightarrow M_{300-LL} = -21101.6 \text{ Nmm/mm}$$

⇒ 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:  $X = (L - Bc - 300) > 0$

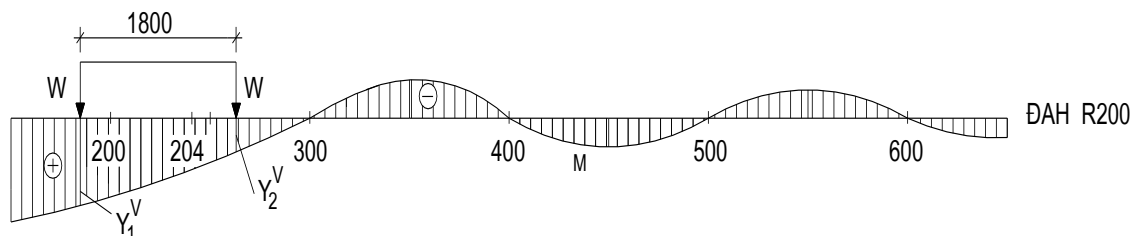
$$\text{Thay số: } X = (1250 - 500 - 300) = 450 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow S_w^0 = 1140 + 0.833 \cdot 450 = 1514.85 \text{ mm}$$

Do đó phải tính mômen âm do hoạt tải:

$$\begin{aligned} M_{200} &= -m \cdot y_1 \cdot W \cdot (L - Bc - 300) / S_w^0 \\ &= -1.2 \cdot 0.2 \cdot 72.5 \cdot 10^3 \cdot 450 / 1514.85 = -5168.8 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

\* Phản lực do hoạt tải trên bản hằng: Sơ đồ



$$\begin{aligned} R_{200} &= m \cdot (y_{1v} + y_{2v}) \cdot (W / S_w^0) \\ &= 1.2 \cdot (1.127 + 0.3996) \cdot 72.5 \cdot 10^3 / 1514.85 = 87.67 \text{ N} \end{aligned}$$

### 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:

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

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

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

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

$\gamma_{p2}$  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:

$$* Q_{200} = 0.95 \cdot (8.62 + 1.5 \cdot 4.8 + 1.75 \cdot 1.25 \cdot 87.67) = 197.22 \text{ N/mm}$$

#### \* Mômen âm tại gối 200:

$$M_{200} = 0.95 \cdot (1.25 \cdot (-6342.6) + 1.5 \cdot (-720) + 1.75 \cdot 1.25 \cdot (-5168.8)) \\ = - 19299.25 \text{ N.mm/mm}$$

#### \* Mômen d- ứng tại vị trí 204:

Do trọng lượng bản thân của bản hằng 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

$$M_{204} = 0.95 \cdot (0.9 \cdot (-3120.5) + 1.5 \cdot 880.9 + 1.75 \cdot 1.25 \cdot 19751.3) \\ = 38595.35 \text{ N.mm/mm}$$

#### \* Mômen âm tại vị trí 300:

Do trọng lượng của bản hằng, 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

$$M_{300} = 0.95 \cdot (0.9 \cdot 1712.5 + 1.5 \cdot (-1519.2) + 1.75 \cdot 1.25 \cdot (-21101.6))$$

$$= -43983 \text{ N.mm/mm}$$

### 3.2 Theo TTGHSD1:

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

$$M_{200} = -6342.6 - 720 + 1.25 \times (-5168.8) = -13523.6 \text{ Nmm/mm.}$$

$$M_{204} = -3120.5 + 880.9 + 1.25 \times 19751.3 = 22449.5 \text{ N mm/mm}$$

$$M_{300} = 1712.5 - 1519.2 - 1.25 \times 21101.6 = -26183.7 \text{ N mm/mm}$$

Bảng tổng hợp nội lực

| Tiết diện | TTGH CĐ1  | TTGH SD1  |
|-----------|-----------|-----------|
|           | M(KN.m/m) | M(KN.m/m) |
| 200       | -19.299   | -13.523   |
| 204       | 38.595    | 22.449    |
| 300       | -43.983   | -26.183   |

### 4- Tính cốt thép và kiểm tra:

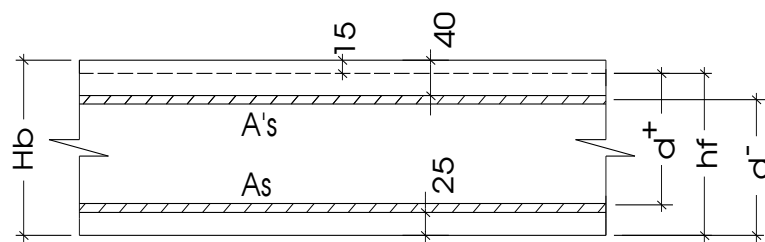
\* Nội lực đưa về tính cho 1mm:

- 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:

$$A_s \approx \frac{M_u}{330d} \text{ với } M_u \text{ là mômen theo TTGHCD 1, } d \text{ là chiều cao có hiệu (} d_{\text{d-ong}} \text{ hoặc } d_{\text{am}} \text{)}$$

+ 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,  $\beta_1 = 0.85 - 0.05(2/7) = 0.836 \Rightarrow a \leq 0.35d$

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

+ 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

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

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

4.1.1. Cốt thép chịu mômen dương:

$$M_u = 38.595 \text{ kN.m/m; } d_s = 152 \text{ mm}$$

$$\text{Thử chọn: } A_s \approx \frac{M_u}{330d} = 38595.35 / (330 * 152) = 0.77 \text{ mm}^2/\text{mm} = 7.7 \text{ cm}^2/\text{1m}$$

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

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

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

\*Kiểm tra độ dẻo dai:

$$a \leq 0.35d_s = 0.35 * (152) = 53.2 \text{ mm} \Rightarrow \text{Đạt yêu cầu.}$$

\* Kiểm tra cường độ mômen:

Mô men uốn danh định:

$$\begin{aligned} M_n &= A_s * f_y * (d - a/2) = 1 * 400 * (152 - 9.4/2) = 58920 \text{ Nmm/mm} \\ &= 58.92 \text{ KN.m/m} > 38.595 \text{ KN.m/m} \Rightarrow \text{Đạt yêu cầu.} \end{aligned}$$

Mô men kháng uốn:

$$M_r = \phi M_n = 0.9 * 58.92 = 53.028 \text{ KNm/m}$$

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

#### 4.1.2 Cốt thép chịu mômen âm:

$M_u = 43.983 \text{ kNm/m}$ ;  $d = 152 \text{ mm}$ .

$$\text{Thử chọn } A_s = A_s \approx \frac{M_u}{330d} = 43983 / (330 \cdot 152) = 0.87 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

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

Theo bảng B4, thử dùng  $5\theta=16$ ;  $a=200\text{mm}$ , cho  $A_s = 10\text{cm}^2/1\text{m}$

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

\* Kiểm tra cường độ mômen:

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2) = 1 \cdot 400 \cdot (152 - 9.4/2) = 58920 \text{ N.m/mm}$$
$$= 58.92 \text{ KN.m/m} > 43.983 \text{ KNm/m} \Rightarrow \text{Thoả mãn yêu cầu.}$$

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

#### 4.1.3 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  $S_c = 2500 - 200 = 2300\text{mm}$ , và:

$$\text{Số phần trăm} = \frac{3840}{\sqrt{2300}} = 80.79\%, \text{ ta lấy } 67\%.$$

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

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

#### 4.1.4 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  $200\text{mm}$ :

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

Cốt thép chính và phụ đều được chọn lớn hơn giá trị này, tuy nhiên đối với bản dày > 150mm 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  $6\theta=12; a=170\text{mm}$ ,  $A_s = 0.67 \text{ mm}^2/\text{mm} \approx 6.7 \text{ cm}^2/\text{m}$ .

#### 4.2. Kiểm tra c- ờng đô theo mômen:

+ Theo mômen d- ơng :

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

$$\Rightarrow M_n \geq M_u = 38595 \text{ Nmm/mm (đạt)}$$

+ Theo mômen âm:

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

$$\Rightarrow M_n \geq M_u = 43983 \text{ Nmm/mm (đạt)}$$

#### 4.3. 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

Môđun đàn hồi  $E_s$  của cốt thép là 200000MPa

Mô đun đàn hồi của bê tông  $E_c$  được cho:

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

$\gamma_c$  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

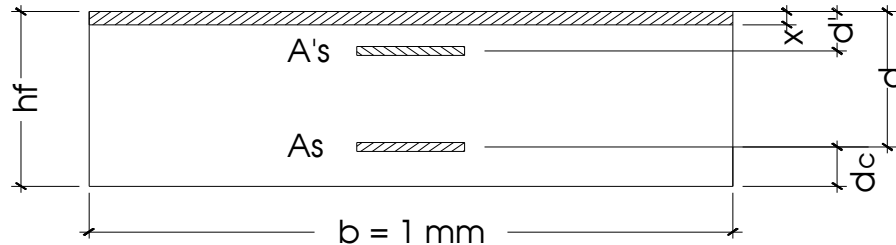
$A = y_s \cdot S$ , Với S : b- ớc thép

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

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

-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:

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

Vậy ta có: ứng suất kéo

$$f_s = n \cdot \frac{M}{I} \cdot y = 6x \frac{22449}{96857} x(152 - 38.44) = 157.92 \text{ N/mm}^2$$

$\Rightarrow$  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:

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

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

$$f_s = 157.92 \text{ N/mm}^2$$

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



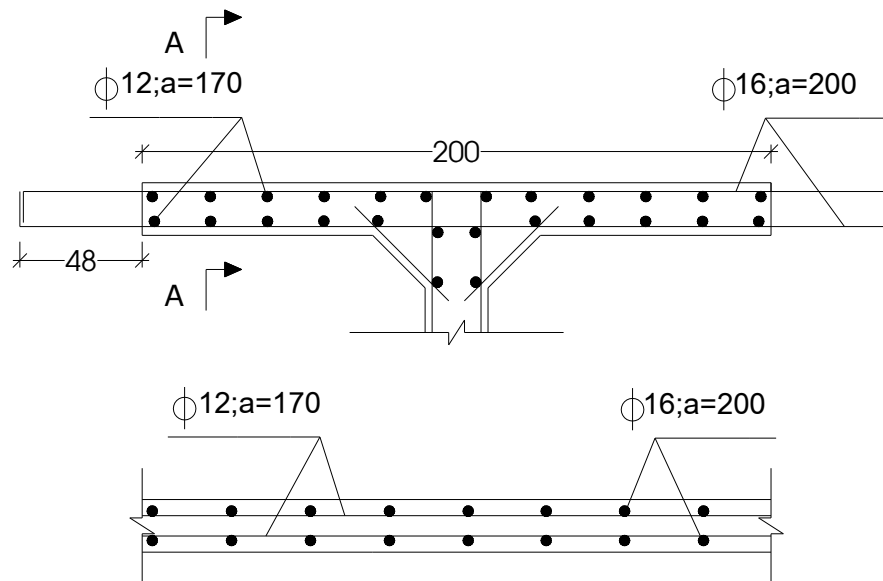
4.4. Bố trí cốt thép bản:

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

chọn cốt thép  $5\Phi 16$ ,  $a = 200$

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

chọn cốt thép  $5\Phi 16$ ,  $a = 200$



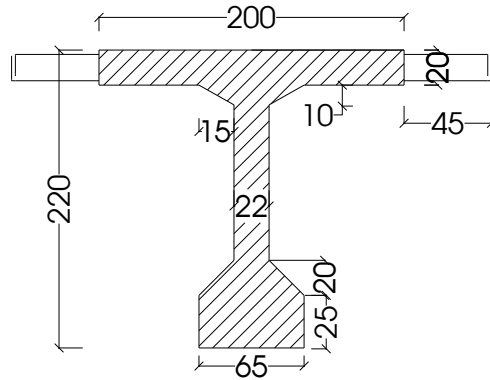
Bố trí cốt thép bản mặt cầu

## 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)

$$g_1 = [(S-b_w) \times H_b + H_d \times b_w + 0.1 \times 0.15] \times \gamma_c$$

$$g_1 = [(2-0.22) \times 0.2 + 2.2 \times 0.22 + 0.1 \times 0.15] \times 2.4$$

$$g_1 = 20.52 \text{ kN/m}$$

##### 1.2 Tính tải giai đoạn 2 ( $g_2$ )

###### 1. Trong I- ơng mỗi nổi bản :

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

###### 2. Do dầm ngang :

$$g_{dn} = (S-b_w) \times (h_n - h_b) \times b_n \times \gamma_c / l_1$$
$$= (2.5-0.22) \times (1.6-0.2) \times 0.2 \times 24 / 8.2 = 1.8 \text{ Kn/m}$$

$$\text{Với } b_n = 200\text{mm}, l = L - 2 \Delta l = 42000 - 2 \times 300 = 41400\text{mm}$$

$$l_1 : \text{khoảng cách các dầm ngang} : \text{chọn 6 dầm ngang /nhịp} \Rightarrow l_1 = l/5 = 8.2 \text{ m}$$

###### 3. Do cột lan can :

$$g_{lc} = p_{lc} \times 2/n = 5.76 \times 2/5 = 2.3 \text{ Kn/m}$$

###### 4. Do lớp phủ :

- Lớp phủ mặt cầu:

+ Bê tông Asphalt dày 5cm, trọng lượng riêng là 22,5 KN/m<sup>3</sup>.

+ Bê tông bảo vệ dày 3cm, trọng lượng riêng là 24 KN/m<sup>3</sup>.

+ Lớp phòng nước Raccon#7 (không tính)

+ Lớp tạo phẳng dày 3 cm, trọng lượng riêng là  $24 \text{ KN/m}^3$ .

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

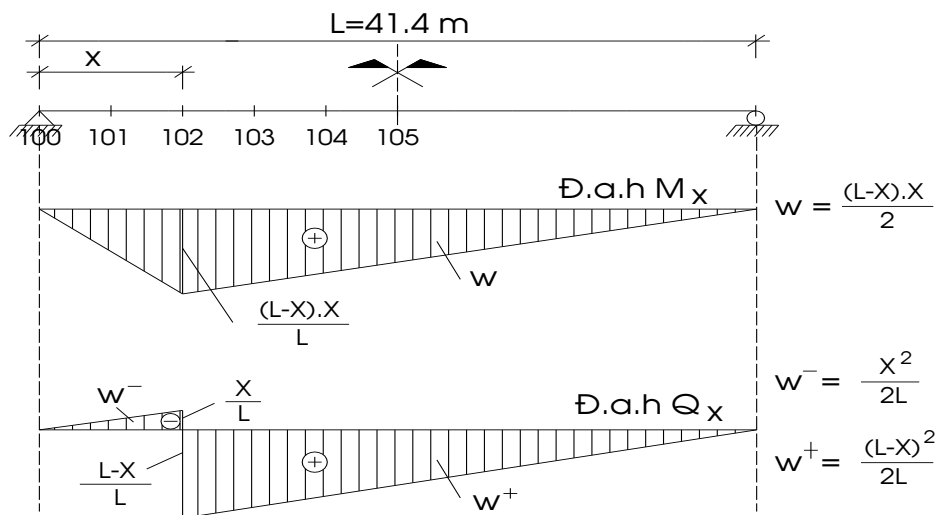
⇒ Tính tải rải đều của lớp phủ tính cho 1m cầu là:  $g_{lp} = 1,12 + 0,72 + 0,72 = 2,56 (\text{KN/m})$

kí hiệu:  $g_{2a} = g_{mn} + g_{dn} + g_{lc} = 2.4 + 1.8 + 2.3 = 6.5 \text{ Kn/m}$

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

⇒ Tính tải giai đoạn 2:  $g_2 = g_{2a} + g_{2b} = 9.06 \text{ Kn/m}$

## 2. Vẽ đồ thị mômen và lực cắt :



## 3. Nội lực do tính tải (không hệ số):

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

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

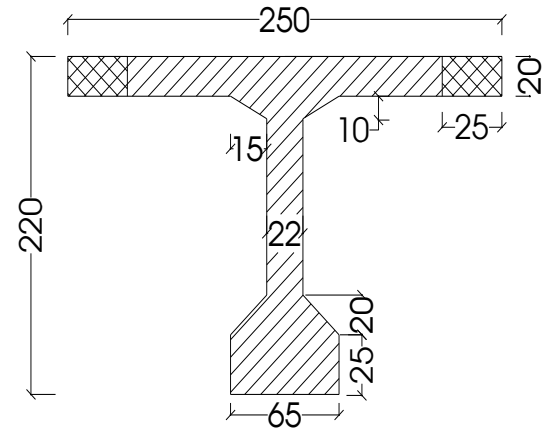
| Mặt cắt | Tính tải |          |          | Mômen  |        |          |          | Lực cắt |       |       |        |          |          |
|---------|----------|----------|----------|--------|--------|----------|----------|---------|-------|-------|--------|----------|----------|
|         | $G_1$    | $G_{2a}$ | $G_{lp}$ | $W_m$  | $M_1$  | $M_{2a}$ | $M_{lp}$ | $w^-$   | $w^+$ | $w$   | $V_1$  | $V_{2a}$ | $V_{lp}$ |
| 100     | 20.52    | 6.5      | 2.56     | 0.00   | 0.00   | 0.00     | 0.00     | 0.00    | 20.7  | 20.7  | 424.76 | 134.55   | 52.99    |
| 101     | 20.52    | 6.5      | 2.56     | 77.13  | 1582.7 | 501.34   | 197.45   | 0.2     | 16.76 | 16.56 | 339.81 | 107.64   | 42.39    |
| 102     | 20.52    | 6.5      | 2.56     | 137.1  | 2813.3 | 891.15   | 350.97   | 0.83    | 13.25 | 12.42 | 254.86 | 80.73    | 31.79    |
| 103     | 20.52    | 6.5      | 2.56     | 179.96 | 3692.7 | 1169.74  | 460.69   | 1.86    | 10.14 | 8.28  | 169.90 | 53.82    | 21.19    |
| 104     | 20.52    | 6.5      | 2.56     | 205.67 | 4220.3 | 1336.85  | 526.51   | 3.31    | 7.45  | 4.14  | 84.95  | 26.91    | 10.6     |

|     |       |     |      |        |        |         |        |      |      |      |      |      |      |
|-----|-------|-----|------|--------|--------|---------|--------|------|------|------|------|------|------|
| 105 | 20.52 | 6.5 | 2.56 | 214.24 | 4396.2 | 1392.56 | 548.45 | 5.17 | 5.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
|-----|-------|-----|------|--------|--------|---------|--------|------|------|------|------|------|------|

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

### 1. Tính đặc trưng hình học tiết diện dầm chủ :

Tiết diện tính toán (hình bên)



$$\frac{1}{4} * l = 41400 / 4 = 10350 \text{ mm}$$

$$b = \min 12 * t_s + b_w = 12 * (200 - 15) + 220 = 2440 \text{ mm}$$

$$S = 2500 \text{ mm}$$

⇒ Chọn  $b = 2500 \text{ mm}$

$$h = H_d - 15 = 2200 - 15 = 2185 \text{ mm}$$

$$h_f = \frac{(b - b_w) * t_s + b_w * h_v}{(b - b_w)} = \frac{(2500 - 220) * 185 + 200 * 100}{(2500 - 220)} = 194 \text{ mm}$$

$$h_d = \frac{(b_1 - b_w) * h_1 + (b_1 - b_w) * h_2}{(b_1 - b_w)} = \frac{(650 - 220) * 250 + (650 - 220) * \frac{200}{2}}{(650 - 220)} = 350 \text{ mm}$$

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

$$= (2500 - 220) * 194 + 2185 * 220 + (650 - 220) * 350 = 1056020 \text{ mm}^2$$

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

$$= (2500 - 220) * 194 * (2185 - 194/2) + 220 * \frac{2185^2}{2} + (650 - 220) * \frac{350^2}{2} = 1472003910 \text{ mm}^3$$

$$Y_d = \frac{S_d}{A_g} = 1394 \text{ mm}, Y_{tr} = h - Y_d = 791 \text{ mm}, e_g = Y_{tr} - \frac{t_s}{2} = 791 - \frac{(200 - 15)}{2}$$

$$= 698.5 \text{ (mm)}$$

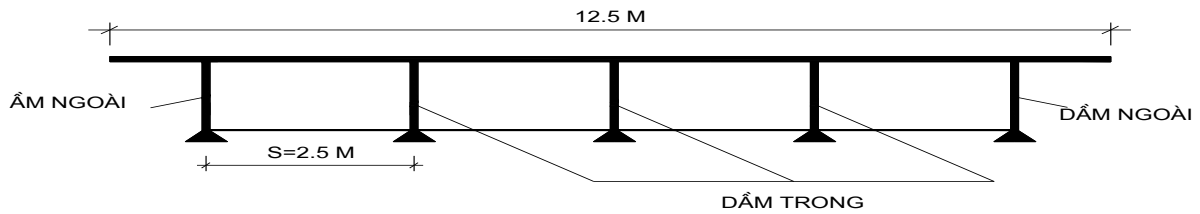
$$I_g = (b - b_w) * \frac{(h_f)^3}{12} + (b - b_w) * h_f * (y_{tr} - \frac{h_f}{2})^2 + b_w * \frac{h^3}{12} + b_w * h * (y_d - \frac{h}{2})^2 + (b_1 - b_w) * \frac{(h_d)^3}{12} + (b_1 - b_w) * (y_d - \frac{h_d}{2})^2$$

$$= (2500 - 220) * \frac{194^3}{12} + (2500 - 220) * 194 * (791 - 194/2)^2 + 220 * \frac{2185^3}{12} +$$

$$+ 220 * 2185 * (1394 - \frac{2185}{2})^2 + (650 - 220) * \frac{350^3}{12} + (650 - 220) * (1394 - \frac{350}{2})^2$$

$$= 3.832691 \times 10^{11} \text{ mm}^4$$

## 2. Tính hệ số phân phối mômen :



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

a. Trường hợp 1 làn xe :

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

Trong đó: - S : khoảng cách giữa 2 dầm chủ = 2500 mm

- L : chiều dài tính toán của nhịp = 41400 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 :

$$K_g = 1 \times (3.832691 \times 10^{11} + 698.5^2 \times 1056020) = 4.94497 \times 10^{11}$$

$$\Rightarrow m_{g_M}^{SI} = 0.489$$

b. Trường hợp  $\geq 2$  làn xe :

$$m_{g_M}^{MI} = 0.075 + \left(\frac{S}{2900}\right)^{0.6} \left(\frac{S}{L}\right)^{0.2} \left(\frac{K_g}{L t_s^3}\right)^{0.1} = 0.695$$

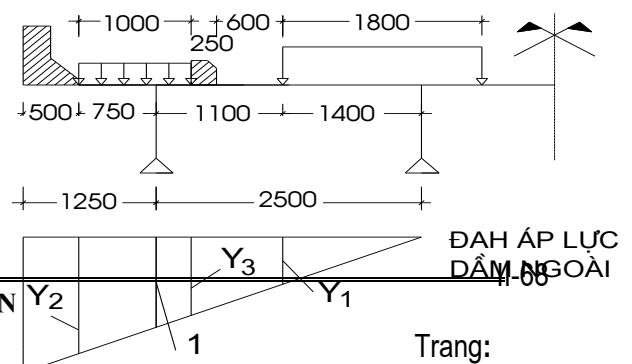
### 2.2. Tính hệ số phân phối mômen cho dầm ngoài:

a. Trường hợp xếp 1 làn xe:

(tính theo phương pháp đòn bẩy)

Ta tính được:  $y_1 = 0.56$

$$\begin{aligned} * m_{g_M}^{SE} &= m_L * y_1 / 2 = 1.2 * 0.56 / 2 \\ &= 0.336 \end{aligned}$$



Với  $m_L = 1.2$

$$* mg_M^{Ng} = w_1 = (y_2 + y_3) \cdot L_{ng} / 2 = (1.3 + 0.9) \cdot 1 / 2 = 1.1$$

b.Tr-ờng hợp xếp  $\geq 2$  làn xe :

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

$$\text{Với } d_c = 650 \text{ , suy ra : } e = 0.77 + \frac{750}{2800} = 1.03$$

$$* mg_M^{ME} = 1.03 \cdot 0.695 = 0.71$$

Ta có bảng tổng hợp nh- sau :

| Xếp tải  | Dầm trong | Dầm ngoài |
|----------|-----------|-----------|
| 1 làn xe | 0.489     | 0.336     |
| 2 làn xe | 0.695     | 0.671     |

Kết luận : Hệ số phân phối mômen khống chế lấy :  $mg_M^{ME} = 0.71$

### 3. Hệ số phân phối lực cắt :

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

a.Tr-ờng hợp xếp 1 làn xe :

$$* mg_V^{SI} = 0.36 + \frac{S}{7600} = 0.36 + \frac{2500}{7600} = 0.68$$

b.Tr-ờng hợp xếp 2 làn xe :

$$* mg_V^{MI} = 0.2 + \frac{S}{3600} - \left( \frac{S}{10700} \right)^2 = 0.2 + \frac{2500}{3600} - \left( \frac{2500}{10700} \right)^2 = 0.84$$

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

a.Tr-ờng hợp xếp 1 làn xe (theo ph-ơng pháp đòn bẩy) :

$$* mg_V^{SE} = 0.336$$

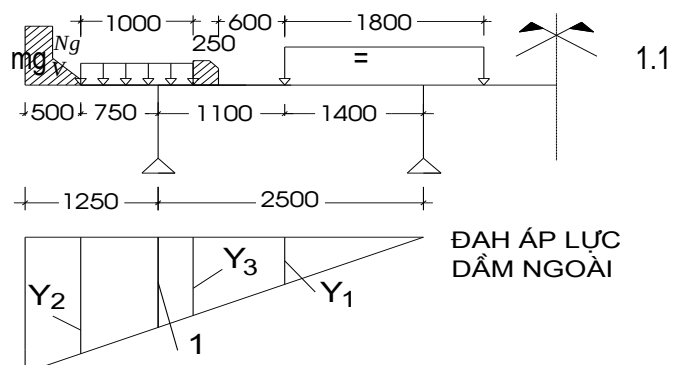
\*

b.Tr-ờng hợp xếp  $\geq 2$  làn xe :

$$* mg_V^{ME} = e \cdot mg_V^{MI} \text{ ,}$$

$$\text{với } e = 0.6 + \frac{750}{3000} = 0.85$$

$$* mg_V^{ME} = 0.85 \cdot 0.84 = 0.714$$



Ta có bảng tổng hợp nh- sau :

| Xếp tải  | Dầm trong | Dầm ngoài |
|----------|-----------|-----------|
| 1 làn xe | 0.68      | 0.336     |
| 2 làn xe | 0.84      | 0.714     |

Kết luận : Hệ số phân

phối lực cắt khổng chế

lấy :  $mg_V^{MI} = 0.84$

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

|             |      |
|-------------|------|
| $mg_M^{MI}$ | 0.71 |
| $mg_V^{MI}$ | 0.84 |

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

##### 4.1. Tại MC Gối: 100 ( $x_0 = 0.00 \text{ m}$ )

a. Nội lực do mômen :  $M_{gối} = 0$ .

b. Nội lực do lực cắt :  $V_{gối}$

Tính đ- ợc:

$$y_1 = 1$$

$$y_2 = \frac{41.4 - 1.2}{41.4} = 0.971$$

$$y_3 = \frac{41.4 - 4.3}{41.4} = 0.896$$

$$y_4 = \frac{41.4 - 8.6}{41.4} = 0.792$$

$$W_M = 1/2 * 41.4 = 20.7$$

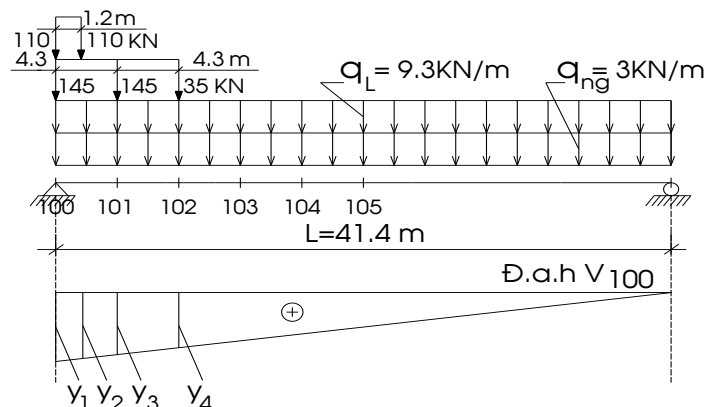
$$\Rightarrow V_{TR} = 145 * (y_1 + y_3) + 35 * y_4 = 145 * (1 + 0.896) + 35 * 0.792 = 302.64 \text{ kN}$$

$$V_{Tad} = 110 * (y_1 + y_2) = 110 * (1 + 0.971) = 216.81 \text{ kN}$$

$$V_{LN} = 9.3 * W = 9.3 * 20.7 = 192.51 \text{ kN}$$

$$V_{Ng} = 3 * W = 3 * 20.7 = 62.1 \text{ kN}$$

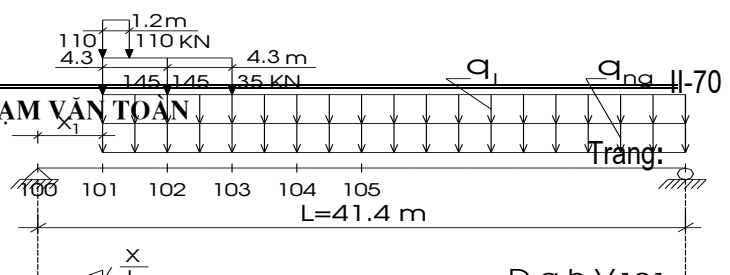
$$\underline{\text{Suy ra}} : V_{gối} = V_{TR} + V_{LN} + V_{Ng} = 557.25 \text{ kN}$$



##### 4.2. Tại mặt cắt: 101 ( $x_1 = 4.14 \text{ m}$ )

GVHD: THS BÙI NGỌC DUNG, THS PHẠM VĂN TOÀN

SV: BÙI VIỆT DŨNG - 100428



a. Nội lực do Lực cắt  $V_{101}$ :

Tính được:

$$y_1 = \frac{41.4 - 4.14}{41.4} = 0.900$$

$$y_2 = \frac{41.4 - 4.14 - 1.2}{41.4} = 0.871$$

$$y_3 = \frac{41.4 - 4.14 - 4.3}{41.4} = 0.796$$

$$y_4 = \frac{41.4 - 4.14 - 8.6}{41.4} = 0.692$$

$$W_V = 1/2 * (41.4 - 4.14) * 0.9 = 16.767$$

$$\Rightarrow V_{TR} = 145 * (y_1 + y_3) + 35 * y_4 = 270.14 \text{ kN}$$

$$V_{Tad} = 110 * (y_2 + y_1) = 194.81 \text{ kN}$$

$$V_{LN} = 9.3 * W = 9.3 * 16.767 = 155.933 \text{ kN}$$

$$V_{Ng} = 3 * W = 3 * 16.767 = 50.301 \text{ kN}$$

Suy ra:  $V_{101} = V_{TR} + V_{LN} + V_{Ng} = 476.374 \text{ kN}$

b. Nội lực do Mômen:  $M_{101}$

Tính được:

$$y_1 = \frac{(41.4 - 4.14) * 4.14}{41.4} = 3.726 \text{ m}$$

$$y_2 = \frac{(41.4 - 1.2 - 4.14) * 4.14}{41.4} = 3.606 \text{ m}$$

$$y_3 = \frac{(41.4 - 4.3 - 4.14) * 4.14}{41.4} = 3.296 \text{ m}$$

$$y_4 = \frac{(41.4 - 8.6 - 4.14) * 4.14}{41.4} = 2.866 \text{ m}$$

$$W_M = 1/2 * 41.4 * 3.726 = 77.12 \text{ m}^2$$

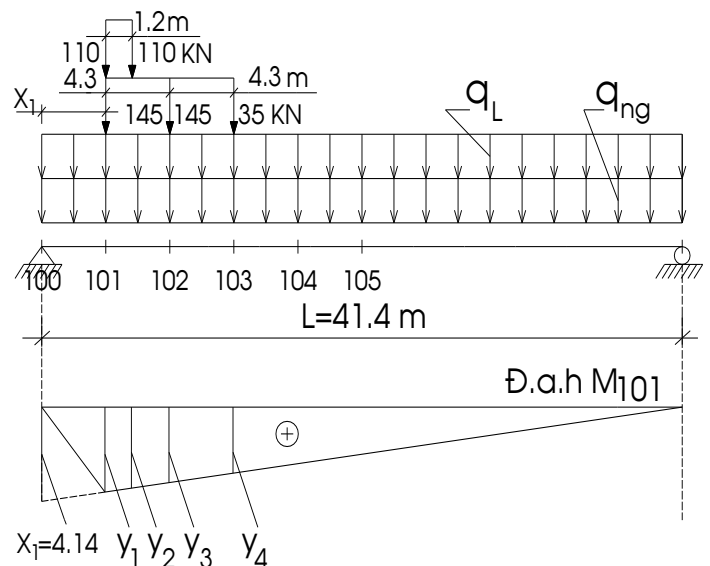
$$\Rightarrow M_{TR} = 145 * (y_1 + y_3) + 35 * y_4 = 1118.5 \text{ kN.m}$$

$$M_{Tad} = 110 * (y_2 + y_1) = 806.52 \text{ kN.m}$$

$$M_{LN} = 9.3 * W = 717.21 \text{ kN.m}$$

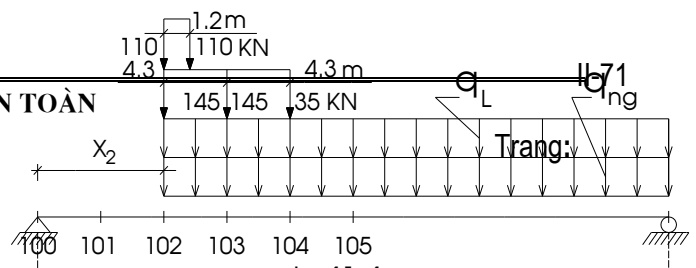
$$M_{Ng} = 3 * W = 231.36 \text{ kN.m}$$

Suy ra:  $M_{101} = M_{TR} + M_{LN} + M_{Ng} = 2067.07 \text{ kN.m}$



GVHD: THS BÙI NGỌC DUNG, THS PHẠM VĂN TOÀN

SV: BÙI VIỆT DŨNG - 100428





4.3. Tại mặt cắt: M102 ( $x_2=8.28$  m)

a. Nội lực do lực cắt :

Tính được:

$$y_1 = \frac{41.4 - 8.28}{41.4} = 0.800$$

$$y_2 = \frac{41.4 - 8.28 - 1.2}{41.4} = 0.771$$

$$y_3 = \frac{41.4 - 8.28 - 4.3}{41.4} = 0.696$$

$$y_4 = \frac{41.4 - 8.28 - 8.6}{41.4} = 0.592$$

$$W = 1/2 * (41.4 - 8.28) * 0.8 = 13.248$$

$$\Rightarrow V_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35y_4 = 237.64 \text{ kN}$$

$$V_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 172.81 \text{ kN}$$

$$V_{LN} = 9.3 * W = 123.2 \text{ kN}$$

$$V_{Ng} = 3 * W = 39.74 \text{ kN}$$

Suy ra :  $V_{102} = V_{TR} + V_{LN} + V_{Ng} = 400.6 \text{ kN}$

b. Nội lực do Mômen :

Tính được:

$$y_1 = \frac{(41.4 - 8.28) * 8.28}{41.4} = 6.624$$

$$y_2 = \frac{(41.4 - 1.2 - 8.28) * 8.28}{41.4} = 6.384$$

$$y_3 = \frac{(41.4 - 4.3 - 8.28) * 8.28}{41.4} = 5.764$$

$$y_4 = \frac{(41.4 - 8.6 - 8.28) * 8.28}{41.4} = 4.904$$

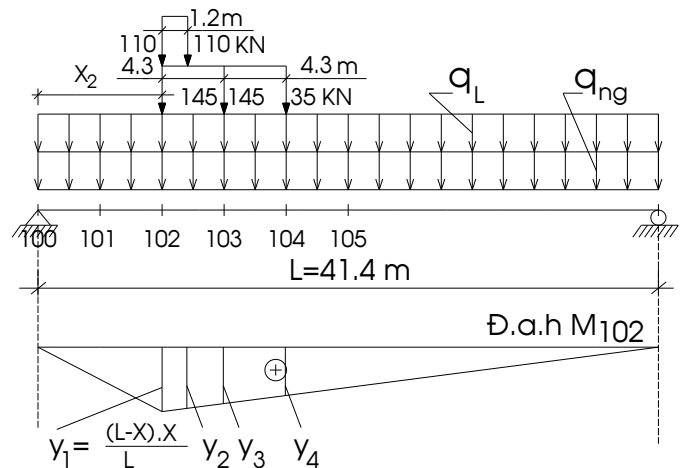
$$W = 1/2 * 41.4 * 6.624 = 137.11$$

$$\Rightarrow M_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35y_4 = 1967.9 \text{ kN.m}$$

$$M_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 1430.88 \text{ kN.m}$$

$$M_{LN} = 9.3 * W = 1257.12 \text{ kN.m}$$

$$M_{Ng} = 3 * W = 411.33 \text{ kN.m}$$



Suy ra :  $M_{101} = M_{TR} + M_{LN} + M_{Ng} = 3636.35 \text{ kN.m}$

4.4. Tại mắt cắt : M103 ( $x_3=12.42 \text{ m}$ )

a. Nội lực do lực cắt :

Tính đ- ợc:

$$y_1 = \frac{41.4 - 12.42}{41.4} = 0.7$$

$$y_2 = \frac{41.4 - 1.2 - 12.42}{41.4} = 0.671$$

$$y_3 = \frac{41.4 - 4.3 - 12.42}{41.4} = 0.596$$

$$y_4 = \frac{41.4 - 8.6 - 12.42}{41.4} = 0.492$$

$$W = 1/2 \cdot (41.4 - 12.42) \cdot 0.7 = 10.143$$

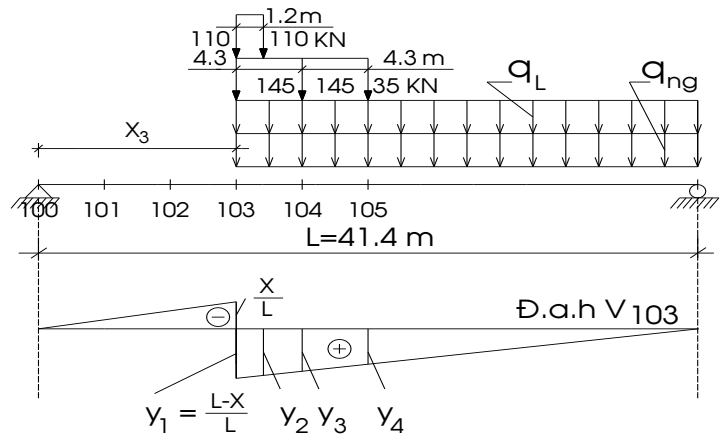
$$\Rightarrow V_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35y_4 = 205.14 \text{ kN}$$

$$V_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 150.81 \text{ kN}$$

$$V_{LN} = 9.3 \cdot W = 94.33 \text{ kN}$$

$$V_{Ng} = 3 \cdot W = 30.43 \text{ kN}$$

Suy ra :  $V_{103} = V_{TR} + V_{LN} + V_{Ng} = 329.9 \text{ kN}$



b. Nội lực do Mômen :

Tính đ- ợc:

$$y_1 = \frac{(41.4 - 12.42) \cdot 12.42}{41.4} = 8.694$$

$$y_2 = \frac{(41.4 - 1.2 - 12.42) \cdot 12.42}{41.4} = 8.334$$

$$y_3 = \frac{(41.4 - 4.3 - 12.42) \cdot 12.42}{41.4} = 7.404$$

$$y_4 = \frac{(41.4 - 8.6 - 12.42) \cdot 12.42}{41.4} = 6.114$$

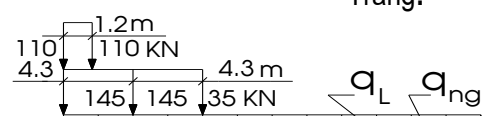
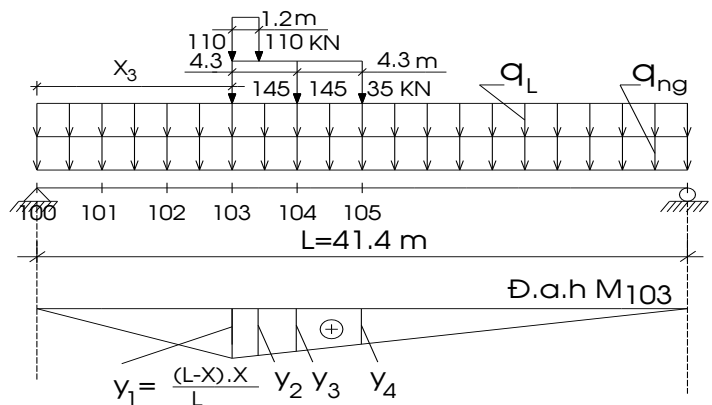
$$W = 1/2 \cdot 41.4 \cdot 8.694 = 179.96$$

$$\Rightarrow M_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35y_4 = 2548.2 \text{ kN.m}$$

$$M_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 1873.08 \text{ kN.m}$$

$$M_{LN} = 9.3 \cdot W = 1673.62 \text{ kN.m}$$

$$M_{Ng} = 3 \cdot W = 539.88 \text{ kN.m}$$



Suy ra:  $M_{103} = M_{TR} + M_{LN} + M_{Ng} = 4761.7 \text{ kN.m}$

4.5. Tại mặt cắt: M104 ( $x_4 = 16.56 \text{ m}$ )

a. Nội lực do lực cắt:

Tính được:

$$y_1 = \frac{41.4 - 16.56}{41.4} = 0.6$$

$$y_2 = \frac{41.4 - 1.2 - 16.56}{41.4} = 0.571$$

$$y_3 = \frac{41.4 - 4.3 - 16.56}{41.4} = 0.496$$

$$y_4 = \frac{41.4 - 8.6 - 16.56}{41.4} = 0.392$$

$$W = 1/2 * (41.4 - 16.56) * 0.6 = 7.452$$

$$\Rightarrow V_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35y_4 = 172.64 \text{ kN}$$

$$V_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 128.81 \text{ kN}$$

$$V_{LN} = 9.3 * W = 69.3 \text{ kN}$$

$$V_{Ng} = 3 * W = 22.35 \text{ kN}$$

Suy ra:  $V_{104} = V_{TR} + V_{LN} + V_{Ng} = 264.3 \text{ kN}$

b. Nội lực do Mômen:

Tính được:

$$y_1 = \frac{(41.4 - 16.56) * 16.56}{41.4} = 9.936$$

$$y_2 = \frac{(41.4 - 1.2 - 16.56) * 16.56}{41.4} = 9.456$$

$$y_3 = \frac{(41.4 - 4.3 - 16.56) * 16.56}{41.4} = 8.216$$

$$y_4 = \frac{(41.4 - 8.6 - 16.56) * 16.56}{41.4} = 6.496$$

$$W = 1/2 * 41.4 * 9.936 = 205.67$$

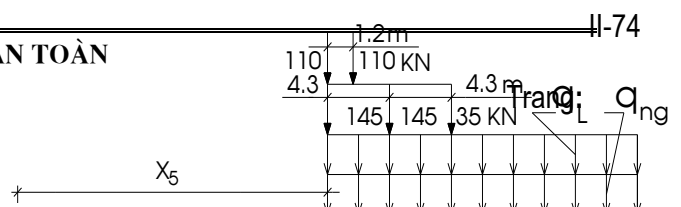
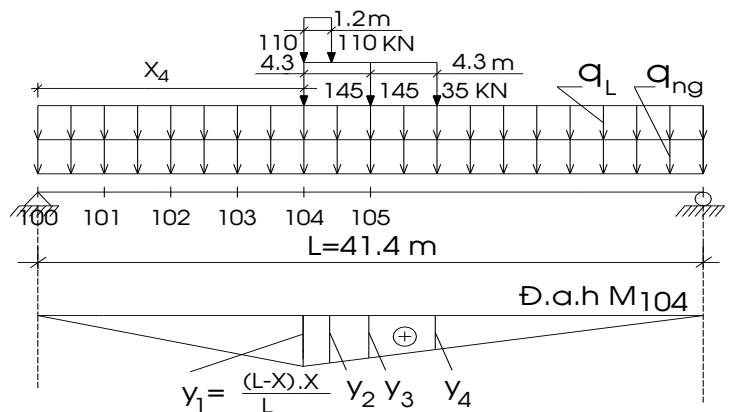
$$\Rightarrow M_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35y_4 = 2664.52 \text{ kN.m}$$

$$M_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 2133.12 \text{ kN.m}$$

$$M_{LN} = 9.3 * W = 1912.73 \text{ kN.m}$$

$$M_{Ng} = 3 * W = 617.01 \text{ kN.m}$$

Suy ra:  $M_{104} = M_{TR} + M_{LN} + M_{Ng} = 5194.26 \text{ kN.m}$



4.6. Tại mặt cắt: M105 ( $x_5=20.7$  m)

a. Nội lực do lực cắt:

Tính được:

$$y_1 = \frac{41.4 - 20.7}{41.4} = 0.5$$

$$y_2 = \frac{41.4 - 1.2 - 20.7}{41.4} = 0.471$$

$$y_3 = \frac{41.4 - 4.3 - 20.7}{41.4} = 0.396$$

$$y_4 = \frac{41.4 - 8.6 - 20.7}{41.4} = 0.292$$

$$W = 1/2 \cdot (41.4 - 20.7) \cdot 0.5 = 5.175$$

$$\Rightarrow V_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35y_4 = 140.14 \text{ kN}$$

$$V_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 106.81 \text{ kN}$$

$$V_{LN} = 9.3 \cdot W = 48.1 \text{ kN}$$

$$V_{Ng} = 3 \cdot W = 15.52 \text{ kN}$$

Suy ra:  $V_{105} = V_{TR} + V_{LN} + V_{Ng} = 203.75 \text{ kN}$

b. Nội lực do Mômen:

Tính được:

$$y_1 = \frac{(41.4 - 20.7) \cdot 20.7}{41.4} = 10.35$$

$$y_2 = \frac{(41.4 - 1.2 - 20.7) \cdot 20.7}{41.4} = 9.75$$

$$y_3 = \frac{(41.4 - 4.3 - 20.7) \cdot 20.7}{41.4} = 8.2$$

$$y_4 = \frac{(41.4 - 8.6 - 20.7) \cdot 20.7}{41.4} = 6.05$$

$$W = 1/2 \cdot 41.4 \cdot 10.35 = 214.24$$

$$\Rightarrow M_{TR} = 145(y_1 + y_3) + 35y_4 = 2901.5 \text{ kN.m}$$

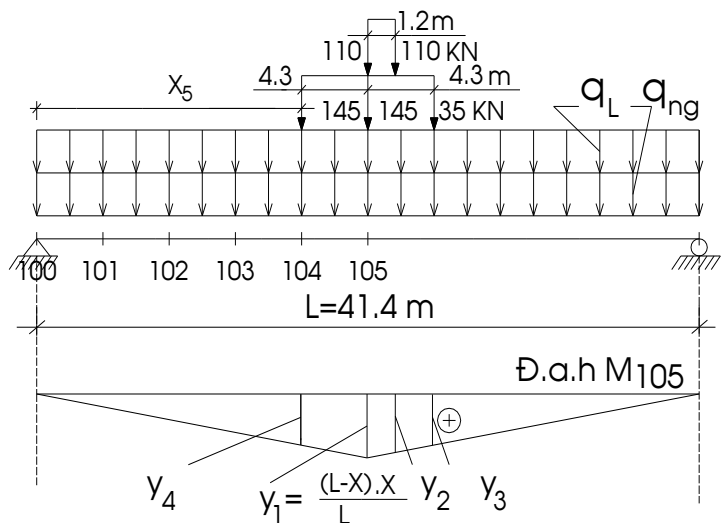
$$M_{Tad} = 110(y_1 + y_2) = 2211 \text{ kN.m}$$

$$M_{LN} = 9.3 \cdot W = 1992.43 \text{ kN.m}$$

$$M_{Ng} = 3 \cdot W = 642.72 \text{ kN.m}$$

Suy ra:  $M_{105} = M_{TR} + M_{LN} + M_{Ng} = 5536.65 \text{ kN.m}$

\*. BẢNG TỔNG HỢP NỘI LỰC DO HOẠT TẢI:



$$Mu = mg_M^{SE} \cdot (1.75 \cdot M_{LN} + 1.75 \cdot 1.25 \cdot M_{TR}) + mg_{Ng} \cdot 1.75 \cdot M_{Ng}$$

$$Vu = mg_V^{SI} \cdot (1.75 \cdot V_{LN} + 1.75 \cdot 1.25 \cdot V_{TR}) + mg_{Ng} \cdot 1.75 \cdot V_{Ng}$$

Với:  $mg_M^{SE} = 0.71$

$$mg_V^{MI} = 0.84$$

$$mg_{Ng} = 1.1$$

| Nội lực  | Tải trọng       | Các tiết diện |         |         |         |         |         |
|----------|-----------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|          |                 | 100           | 101     | 102     | 103     | 104     | 105     |
| M(kN.m)  | Xe tải HL-93    | 0.000         | 1118.5  | 1967.9  | 2548.2  | 2664.52 | 2901.5  |
|          | xe Tadon        | 0.000         | 806.52  | 1430.88 | 1873.08 | 2133.12 | 2211    |
|          | tải trọng làn   | 0.000         | 717.21  | 1257.12 | 1673.62 | 1912.73 | 1992.43 |
|          | tải trọngng- ời | 0.000         | 231.36  | 411.33  | 539.88  | 617.01  | 642.72  |
| Q(kN)    | Xe tải HL-93    | 302.64        | 270.14  | 237.64  | 205.14  | 172.64  | 140.14  |
|          | xe Tadon        | 216.81        | 194.81  | 172.81  | 150.81  | 128.81  | 106.81  |
|          | tải trọng làn   | 192.51        | 155.933 | 123.2   | 94.33   | 69.3    | 48.1    |
|          | tải trọngng- ời | 62.1          | 50.301  | 39.74   | 30.43   | 22.35   | 15.52   |
| Mu(kN.m) |                 | 0.000         | 3073.67 | 5410.17 | 7076.41 | 7702.64 | 8219.22 |
| Qu(kN)   |                 | 958.63        | 822.43  | 694.26  | 574.18  | 462.12  | 358.09  |

## 5. Tổ hợp nội lực theo các TTGH:

### 5.1. TTGH c- ờng đô 1 :

+Tổ hợp nội lực do mômen :

$$NL = \eta \cdot \sum \gamma_{pi} \cdot M_i$$

$$= \eta \cdot [\gamma_{p1} \cdot (M_1 + M_{2a}) + \gamma_{p1} \cdot M_{LP} + (1.75 \cdot 1.25 \cdot M_{TR} + 1.75 M_{LN}) \cdot mg_M + 1.75 \cdot M_{Ng} \cdot mg_{Ng}]$$

$$= \eta \cdot [\gamma_{p1} \cdot (M_1 + M_{2a}) + \gamma_{p2} \cdot M_{LP} + M_{UJ}]$$

+Tổ hợp nội lực do lực cắt :

$$NL = \eta \cdot \sum \gamma_{pi} \cdot V_i$$

$$= \eta \cdot [\gamma_{p1} \cdot (V_1 + V_{2a}) + \gamma_{p1} \cdot V_{LP} + (1.75 \cdot 1.25 \cdot V_{TR} + 1.75 V_{LN}) \cdot mg_M + 1.75 \cdot V_{Ng} \cdot mg_{Ng}]$$

$$= \eta \cdot [\gamma_{p1} \cdot (V_1 + V_{2a}) + \gamma_{p2} \cdot V_{LP} + V_{UJ}]$$

Trong đó:  $\eta = \eta_D \eta_R \eta_I = 1$

$\gamma_{P1}$ : hệ số tính tải không kể lớp phủ = 1.25

$\gamma_{P2}$ : hệ số tính tải do lớp phủ = 1.5

mg: hệ số phân phối ngang.

a. Tại mặt cắt L/2 (105):

$$M_{105} = 1.25 \cdot (4396.2 + 1392.56) + 1.5 \cdot 548.45 + 8219.22 = 16277.84 \text{ (KN.m)}$$

$$V_{105} = 1.25 \cdot 0 + 1.5 \cdot 0 + 358.09 = 358.09 \text{ (KN)}$$

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         | 5974.89 | 10477.18 | 13845.49 | 15438.46 | 16277.84 |
| Lực cắt(KN) | 1737.25       | 1445.32 | 1161.43  | 885.61   | 617.84   | 358.09   |

## 5.2. TTGH sử dụng:

+ Tổ hợp nội lực do mômen:

$$NL = \eta \cdot \sum \gamma_{pi} \cdot M_i$$

$$= \eta \cdot [M_1 + M_{2a} + M_{LP} + (1.25 \cdot M_{TR} + M_{LN}) \cdot mg_M + M_{Ng} \cdot mg_{Ng}]$$

+ Tổ hợp nội lực do lực cắt:

$$NL = \eta \cdot \sum \gamma_{pi} \cdot V_i$$

$$= \eta \cdot [V_1 + V_{2a} + V_{LP} + (1.25 \cdot V_{TR} + V_{LN}) \cdot mg_V + V_{Ng} \cdot mg_{Ng}]$$

a. Tại mặt cắt L/2 (105):

$$M_{105} = 4396.2 + 1392.56 + 548.45 + (1.25 \cdot 2901.5 + 1992.43) \cdot 0.71 + 642.72 \cdot 1.1$$

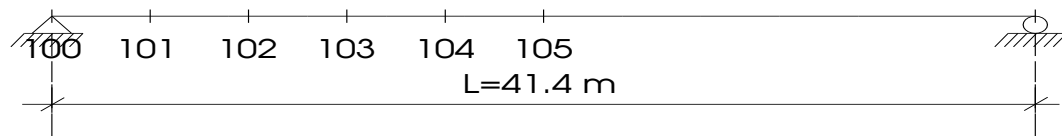
$$= 11033.9 \text{ (KN.m)}$$

$$V_{105} = 0 + (1.25 \cdot 140.14 + 48.1) \cdot 0.84 + 15.52 \cdot 1.1 = 204.62 \text{ (KN)}$$

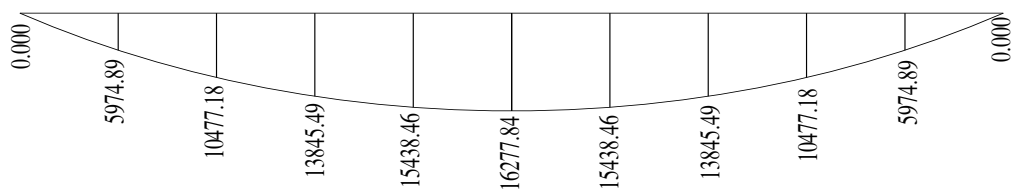
T-ơng tự cho các tiết diện khác  $\Rightarrow$  Ta có bảng sau.

Bảng tổng hợp nội lực theo TTGHSD:

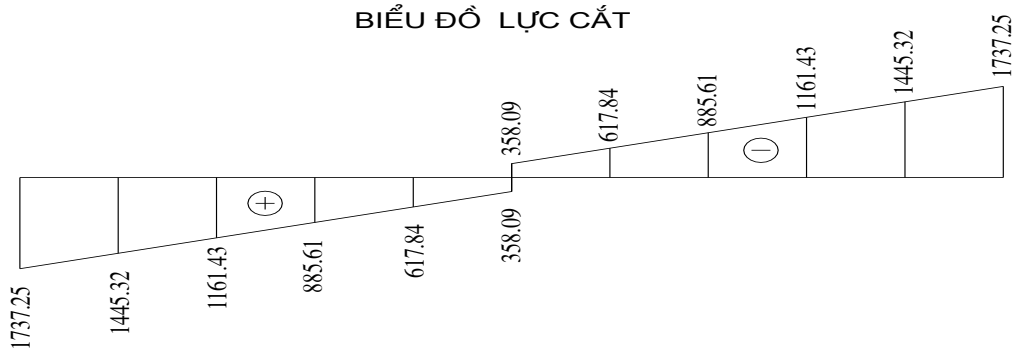
| Mặt cắt     | Các tiết diện |         |         |         |          |         |
|-------------|---------------|---------|---------|---------|----------|---------|
|             | 100           | 101     | 102     | 103     | 104      | 105     |
| Mômen(KN.m) | 0.000         | 4037.87 | 7146.95 | 9366.79 | 10485.17 | 11033.9 |
| Lực cắt(KN) | 1160.1        | 959.8   | 764.07  | 573.01  | 386.53   | 204.62  |



BIỂU ĐỒ MÔMEN



BIỂU ĐỒ LỰC CẮT



### III. TÍNH VÀ BỐ TRÍ CỐT THÉP D- L:

#### 1. Tính cốt thép :

- Sử dụng thép 7 sợi 15.2mm,  $A=140 \text{ mm}^2$ .
- + Cường độ kéo quy định của thép UST :  $f_{pu} = 1860 \text{ MPa}$ .
- + Giới hạn chảy của thép ứng suất tr- ốc :  $f_{py} = 0.9 f_{pu} = 1674 \text{ MPa}$ .
- + Mô đun đàn hồi của thép ứng suất tr- ốc :  $E_p = 197000 \text{ MPa}$ .
- + Ứng suất sau mất mát :  $f_T = 0.8 f_y = 0.8 \times 1674 = 1339.2 \text{ MPa}$ .
- + Giới hạn ứng suất cho bê tông :  $f_c = 50 \text{ (Mpa)}$  cường độ chịu nén 28 ngày.

Sơ bộ chọn cốt thép:

$$A_{ps} = \frac{M}{f_T * Z}$$

Trong đó :  $Z = d_p - \frac{h_f}{2} = 0.9h - \frac{h_f}{2} = 0.9 \times 2200 - \frac{194}{2} = 1883 \text{ mm}$

M : mômen lớn nhất tại mặt cắt L/2 (105) – TTGH cường độ.

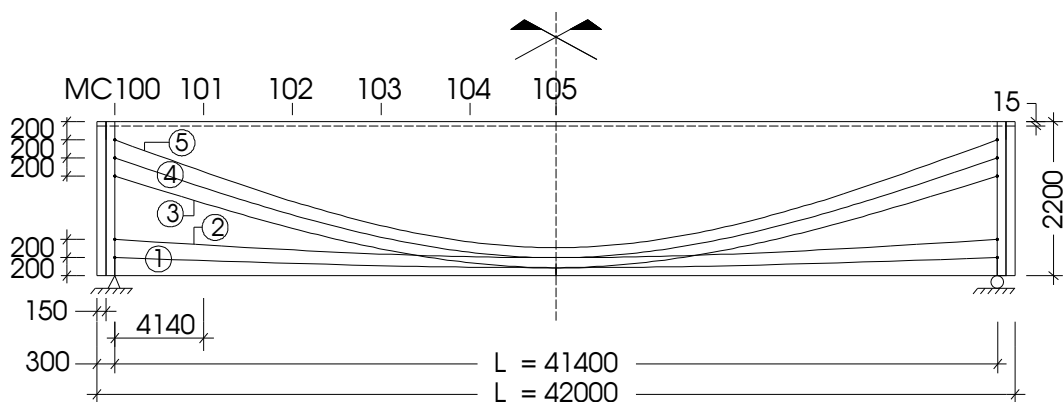
$$\rightarrow M = M_{L/2} = 16277.84 \times 10^6 \text{ N.mm.}$$

$$\Rightarrow A_{ps} = \frac{M}{f_T * Z} = \frac{16277.84 \times 10^6}{1339.2 \times 1883} = 6455.07 \text{ mm}^2$$

$$\text{Số bó} = \frac{6455}{140 \times 7} = 6.5 \text{ bó (7 tao 15.2). Chọn 7 bó}$$

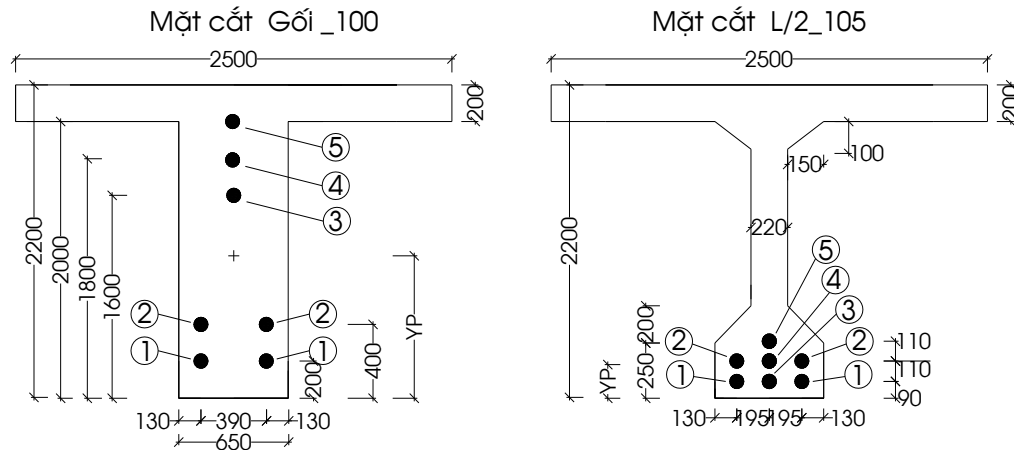
$$\text{Suy ra : } A_{ps} = 6455 \text{ mm}^2$$

#### 2. Bố trí và uốn cốt chủ :





Bố trí 7 bó nh- hình vẽ :



Ta có :

-Tại mặt cắt Gối :

$$y_p = \frac{f(200 \times 2 + 400 \times 2 + 1600 + 1800 + 2000)}{7f} = 942 \text{ mm}$$

-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 trưng hình học tiết diện:

### a. Tại MC L/2 (giữa nhịp):

\*Giai đoạn 1: (không có mối nối, trừ lỗ rỗng):

Ta có :

$$b_0 = s - b_{mn} = 2500 - 500 = 2000 \text{ mm}$$

$$h_f = 194 \text{ mm}, b_w = 220 \text{ mm}, h_d = 350 \text{ mm}$$

$$h = 2200 - 15 = 2185 \text{ mm}$$

$$b_1 = 650 \text{ mm}, \Delta F_0 = n \frac{\pi d_r^2}{4}, n: \text{số bó} = 7$$

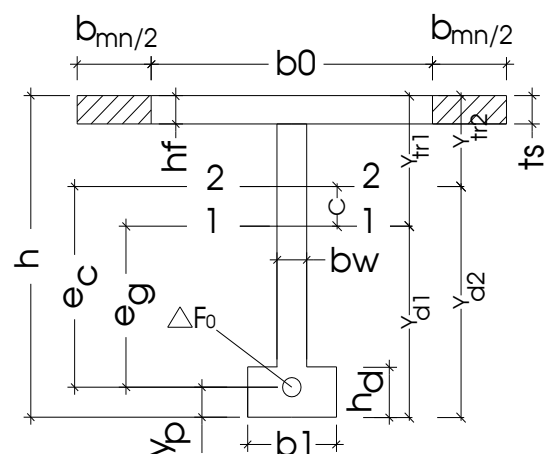
$$\rightarrow \Delta F_0 = 19782 \text{ mm}^2$$

$d_r = 60 \text{ mm}$  : đường kính lỗ rỗng.

$$y_p = 168 \text{ mm}.$$

Diện tích :

$$A_g = (b_0 - b_w)h_f + b_w h + (b_1 - b_w)h_d - \Delta F_0.$$



$$= (2000 - 220) \cdot 194 + 220 \cdot 2185 + (650 - 220) \cdot 350 - 19782 = 939238 \text{ mm}^2.$$

Mômen tĩnh với đáy  $S_d$ .

$$S_d = (b_0 - b_w)h_f \left(h - \frac{h_f}{2}\right) + b_w \frac{h^2}{2} + (b_1 - b_w) \frac{h_d^2}{2} - \Delta F_0 y_p = 1266144354 \text{ mm}^3.$$

$$y_{d1} = \frac{S_d}{A_g} = 1348 \text{ mm} \rightarrow y_{tr1} = 2185 - y_{d1} = 837 \text{ mm}, e_g = y_{d1} - y_p = 1348 - 168 = 1180 \text{ mm}.$$

$$I_g = (b_0 - b_w) \frac{h_f^3}{12} + (b_0 - b_w) h_f \left(y_{tr} - \frac{h_f}{2}\right)^2 + b_w \frac{h^3}{12} + b_w h \left(y_d - \frac{h}{2}\right)^2 + (b_1 - b_w) \frac{h_d^3}{12} + (b_1 - b_w) h_d \left(y_d - \frac{h_d}{2}\right)^2 - \Delta F_0 \left(y_d - \frac{h_d}{2}\right)^2$$

$$= 4.697 \times 10^{11} \text{ mm}^4$$

Vậy mômen quán tính với trục 1-1 :  $I_g = 4.697 \times 10^{11} \text{ mm}^4$

\* Giai đoạn 2 : (trục 2-2) có kể đến mối nối và cốt thép DƯL:

+ Diện tích tổng cộng :

$$A_c = A_g + \frac{E_p}{E_c} x A_{ps} + b_{mn} t_s = 939238 + (197000 \cdot 6455) / 30358 + 500 \cdot 185 = 1073625 \text{ mm}^2$$

+ Mômen tĩnh với trục 1-1 :

$$S_{1-1} = 500 \cdot 185 \cdot \left(y_{tr} - \frac{t_s}{2}\right) - \frac{E_p}{E_c} x A_{ps} x e_g = 500 \cdot 185 \cdot \left(837 - \frac{185}{2}\right) - \frac{197000}{30358} x 6455 x 1180$$

$$= 19438445 \text{ mm}^3$$

$$C = \frac{S_{1-1}}{A_c} = 19 \text{ mm}, y_2^{tr} = y_1^{tr} - c = 837 - 19 = 818 \text{ mm}, y_2^d = y_1^d + c = 1348 + 19 = 1367 \text{ mm}.$$

$$e_c = e_g + c = 1180 + 19 = 1199 \text{ mm}.$$

+ Mômen quán tính tổng cộng (GD 2):

$$I_c = I_g + A_g x c^2 + b_{mn} \frac{t_s^3}{12} + b_{mn} t_s \left(y_2^{tr} - \frac{t_s}{2}\right)^2 + \frac{E_p}{E_c} x A_{ps} x (y_2^d - y_p)^2$$

$$= 4.697 \times 10^{11} + 939238 \cdot 19^2 + 500 x \frac{185^3}{12} + 500 \cdot 185 \cdot \left(818 - \frac{185}{2}\right)^2 + \frac{197000}{30358} x 6455 x (1367 - 168)^2$$

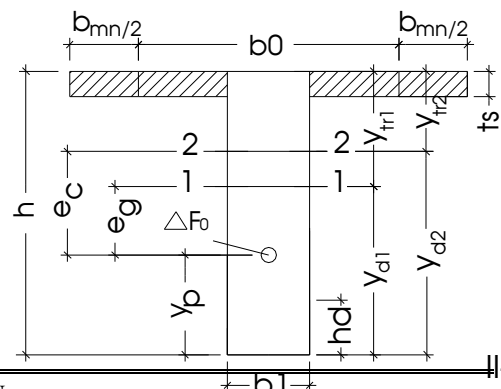
$$= 4.78 \times 10^{11} \text{ (mm}^4 \text{)}$$

b. Tại mặt cắt gối:

- Giai đoạn 1 :

Ta có:

$$b_0 = s - b_{mn} = 2500 - 500 = 2000 \text{ mm}$$



$$\Delta F_0 = n \frac{\Pi d_r^2}{4}, n: \text{số bó} = 7 \rightarrow \Delta F_0 = 19782 \text{ mm}^2$$

$$h = 2200 - 15 = 2185 \text{ mm}, b_1 = 650 \text{ mm}$$

$$y_p = 942 \text{ mm}.$$

Diện tích :

$$A_g = b_0 - b_1 t_s + b_1 h - \Delta F_0 = (2000 - 650) \times 185 + 650 \times 2185 - 19782 = 1550218 \text{ mm}^2$$

Mômen tĩnh với đáy  $S_d$ .

$$S_d = (b_0 - b_1) t_s \left( h - \frac{t_s}{2} \right) + b_1 \frac{h^2}{2} - \Delta F_0 y_p = 1955590356 \text{ mm}^3$$

$$y_1^d = \frac{S_d}{A_g} = 1261 \text{ mm} \rightarrow y_1^{tr} = 2185 - 1261 = 924 \text{ mm}, e_g = 1261 - 942 = 319 \text{ mm}.$$

$$I_g = (b_0 - b_1) \frac{t_s^3}{12} + (b_0 - b_1) t_s \left( y_1^{tr} - \frac{t_s}{2} \right)^2 + b_1 \frac{h^3}{12} + b_1 h \left( y_1^d - \frac{h}{2} \right)^2 - \Delta F_0 e_g^2 = 6.36 \times 10^{11} (\text{mm}^4)$$

-Giai đoạn 2 :

$$A_c = A_g + b_{mn} t_s + \frac{E_p}{E_c} x A_{ps} = 1684605 \text{ mm}^2.$$

$$S_{1-1} = b_{mn} t_s \left( y_1^{tr} - \frac{t_s}{2} \right) - \frac{E_p}{E_c} x A_{ps} e_g$$

$$= 500 \times 185 \times \left( 924 - \frac{185}{2} \right) - \frac{197000}{30358} \times 6455 \times 319 = 63551487 \text{ mm}^3.$$

$$C = \frac{S_{1-1}}{A_c} = 37 \text{ mm} \rightarrow y_2^{tr} = y_1^{tr} - c = 924 - 37 = 887 \text{ mm}.$$

$$y_2^d = y_1^d + c = 1298 \text{ mm}, e_c = e_g + c = 356 \text{ mm}.$$

$$I_c = I_g + A_g c^2 + b_{mn} \frac{t_s^3}{12} + b_{mn} t_s \left( y_2^{tr} - \frac{t_s}{2} \right)^2 + \frac{E_p}{E_c} A_{ps} e_c^2$$

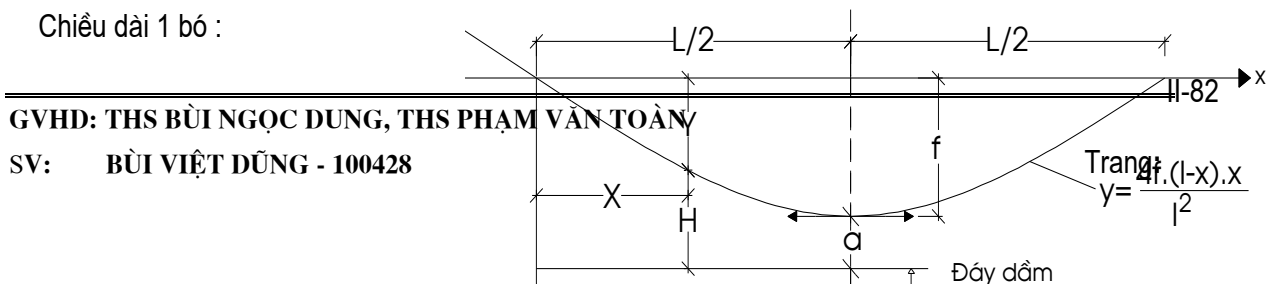
$$= 6.36 \times 10^{11} + 1550218 \times 37^2 + 500 \times \frac{185^3}{12} + 500 \times 185 \times \left( 887 - \frac{185}{2} \right)^2 +$$

$$+ \frac{197000}{30358} \times 6455 \times 356^2 = 6.8 \times 10^{11} \text{ mm}^4.$$

2.2. Tính toán chiều dài bó cáp (Tất cả các bó đều uốn cong dạng parabol bậc 2):

+ Tính chiều dài và toa độ của các bó cốt thép :

Chiều dài 1 bó :



$$L = l + \frac{8f^2}{3l}$$

- Bố 1:  $l = 41400$ ,  $f_1 = 200 - 90 = 110$ ,

$$L_1 = 41400 + \frac{8 \times 110^2}{3 \times 41400} = 41400 \text{ mm}$$

Tổng tư ta có bảng:

| Tên bó | Số bó | L(mm) | $f_i$ (mm) | $L_i$ (mm) |
|--------|-------|-------|------------|------------|
| Bó 1   | 2     | 41400 | 110        | 41400      |
| Bó 2   | 2     | 41400 | 200        | 41402      |
| Bó 3   | 1     | 41400 | 1510       | 41546      |
| Bó 4   | 1     | 41400 | 1600       | 41564      |
| Bó 5   | 1     | 41400 | 1690       | 41583      |

Chiều dài trung bình:

$$L_{tb} = \frac{41400 \times 2 + 41402 \times 2 + 41546 + 41564 + 41583}{7} = 41471 \text{ mm}$$

+ Toa 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    | 1510       | 0     | 0     | 1600  |
| 4      | 200   | 1600       | 0     | 0     | 1800  |
| 5      | 310   | 1690       | 0     | 0     | 2000  |

- Tại mặt cắt 1 có:  $x_1 = 4140$  mm.

| Tên bó | a(mm) | $f_i$ (mm) | x(mm) | y(mm) | H(mm) |
|--------|-------|------------|-------|-------|-------|
| 1      | 90    | 110        | 4140  | 40    | 160   |

|   |     |      |      |     |      |
|---|-----|------|------|-----|------|
| 2 | 200 | 200  | 4140 | 72  | 328  |
| 3 | 90  | 1510 | 4140 | 544 | 1056 |
| 4 | 200 | 1600 | 4140 | 576 | 1224 |
| 5 | 310 | 1690 | 4140 | 608 | 1392 |

- Tại mặt cắt 2 có :  $x_2=8280$  mm.

| Tên bó | a(mm) | $f_i$ (mm) | x(mm) | y(mm) | H(mm) |
|--------|-------|------------|-------|-------|-------|
| 1      | 90    | 110        | 8280  | 70    | 130   |
| 2      | 200   | 200        | 8280  | 128   | 272   |
| 3      | 90    | 1510       | 8280  | 966   | 634   |
| 4      | 200   | 1600       | 8280  | 1024  | 776   |
| 5      | 310   | 1690       | 8280  | 1082  | 918   |

- Tại mặt cắt 3 có :  $x_3=12420$  mm:

| Tên bó | a(mm) | $f_i$ (mm) | x(mm) | y(mm) | H(mm) |
|--------|-------|------------|-------|-------|-------|
| 1      | 90    | 110        | 12420 | 92    | 108   |
| 2      | 200   | 200        | 12420 | 168   | 232   |
| 3      | 90    | 1510       | 12420 | 1268  | 332   |
| 4      | 200   | 1600       | 12420 | 1344  | 456   |
| 5      | 310   | 1690       | 12420 | 1419  | 581   |

- Tại mặt cắt 4 có :  $x_4=16560$  mm.

| Tên bó | a(mm) | $f_i$ (mm) | x(mm) | y(mm) | H(mm) |
|--------|-------|------------|-------|-------|-------|
| 1      | 90    | 110        | 16560 | 106   | 94    |
| 2      | 200   | 200        | 16560 | 192   | 208   |
| 3      | 90    | 1510       | 16560 | 1449  | 151   |
| 4      | 200   | 1600       | 16560 | 1536  | 264   |
| 5      | 310   | 1690       | 16560 | 1622  | 378   |

- Tại mặt cắt 5 (L/2) có :  $x_5=20700$  mm.

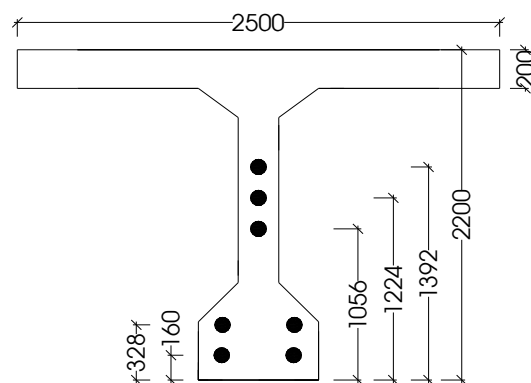
| Tên bó | a(mm) | $f_i$ (mm) | x(mm) | y(mm) | H(mm) |
|--------|-------|------------|-------|-------|-------|
| 1      | 90    | 110        | 20700 | 110   | 90    |
| 2      | 200   | 200        | 20700 | 200   | 200   |
| 3      | 90    | 1510       | 20700 | 1510  | 90    |
| 4      | 200   | 1600       | 20700 | 1600  | 200   |

|   |     |      |       |      |     |
|---|-----|------|-------|------|-----|
| 5 | 310 | 1690 | 20700 | 1690 | 310 |
|---|-----|------|-------|------|-----|

⇒ Bảng tổng hợp toạ độ y và H trong các mặt cắt:

| Mặt cắt | Toạ độ các mặt cắt (y) mm |     |      |      |      |      |
|---------|---------------------------|-----|------|------|------|------|
| Tên bó  | 100                       | 101 | 102  | 1003 | 104  | 105  |
| 1       | 0                         | 40  | 70   | 92   | 106  | 110  |
| 2       | 0                         | 72  | 128  | 168  | 192  | 200  |
| 3       | 0                         | 544 | 966  | 1268 | 1449 | 1510 |
| 4       | 0                         | 576 | 1024 | 1344 | 1536 | 1600 |
| 5       | 0                         | 608 | 1082 | 1419 | 1622 | 1690 |

| Mặt cắt | Toạ 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       | 1600                      | 1056 | 634 | 332  | 151 | 90  |
| 4       | 1800                      | 1224 | 776 | 456  | 264 | 200 |
| 5       | 2000                      | 1392 | 918 | 581  | 378 | 310 |



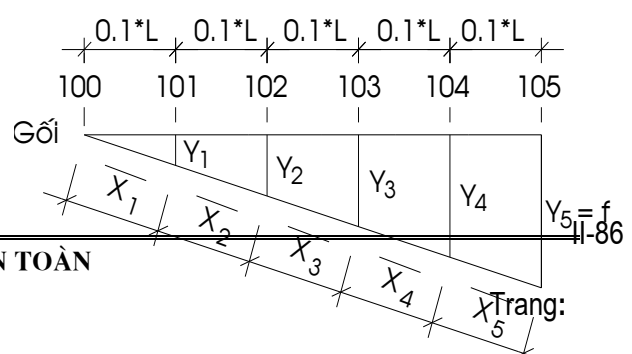
\* Ví dụ mặt cắt 101:(hình bên)

#### IV. TÍNH ỨNG SUẤT MẮT MẮT:

##### 1. Mất do ma sát :

$$\Delta f_{PF} = f_{PI} (1 - e^{-(kx + \mu \alpha)})$$

Trong đó :



GVHD: THS BÙI NGỌC DUNG, THS PHẠM VĂN TOÀN

SV: BÙI VIỆT DŨNG - 100428

-  $f_{PI}$ : 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  $L_t$  của nó.

+Tính  $X$  của 1 bó tại mặt cắt bất kì để được tính gần đúng như 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:

$$\overline{X}_1 = \sqrt{4140^2 + 40^2} = 4140 \text{ mm}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{4140^2 + (70 - 40)^2} = 4140 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{4140^2 + (92 - 70)^2} = 4140 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{4140^2 + (106 - 92)^2} = 4140 \text{ mm.}$$

b. Tính cho bó 2 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{4140^2 + 72^2} = 4141 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{4140^2 + (128 - 72)^2} = 4140 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{4140^2 + (168 - 128)^2} = 4140 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{4140^2 + (192 - 168)^2} = 4140 \text{ mm.}$$



c. Tính cho bó 3 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{4140^2 + 544^2} = 4176 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{4140^2 + (966 - 544)^2} = 4161 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{4140^2 + (1268 - 966)^2} = 4151 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{4140^2 + (1444 - 1268)^2} = 4144 \text{ mm.}$$

d. Tính cho bó 4 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{4140^2 + 576^2} = 4184 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{4140^2 + (1024 - 576)^2} = 4164 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{4140^2 + (1344 - 1024)^2} = 4152 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{4140^2 + (1536 - 1344)^2} = 4144 \text{ mm.}$$

e. Tính cho bó 5 :

$$\overline{X}_1 = \sqrt{4140^2 + 608^2} = 4184 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_2 = \sqrt{4140^2 + (1082 - 608)^2} = 4167 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_3 = \sqrt{4140^2 + (1419 - 1082)^2} = 4154 \text{ mm.}$$

$$\overline{X}_4 = \sqrt{4140^2 + (1622 - 1419)^2} = 4145 \text{ mm.}$$

$+\alpha$  : là tổng giá trị tuyệt đối các góc uốn của bó ct tính từ vị trí kích đến mặt cắt :

$$\alpha = \alpha_0 - \alpha_x.$$

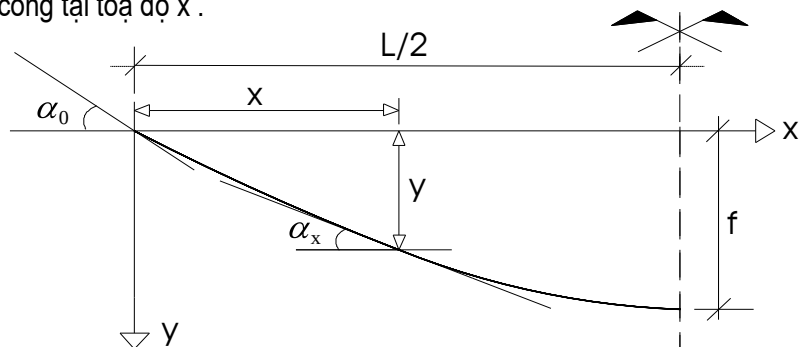
Với  $\alpha_0$  : là góc tiếp tuyến với đ-ờng cong tại gốc toạ độ .

$\alpha_x$  : là góc giữa tiếp tuyến với đ-ờng cong tại toạ độ x .

- Đ-ờng cong bó ct :

$$y = \frac{4f(l-x)*x}{l^2}$$

$$\rightarrow \operatorname{tg} \alpha_x = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right).$$



Tính  $\alpha_0, \alpha_x, \alpha$  cho các bó cáp

tại các mặt cắt cần tính - s mất mát:

+) Tính  $\alpha_0$  cho các bó ( $x=0$ ):

$$\text{-bó 1 : } \operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \times 110}{41400} (1 - 0) = 0.010628 \rightarrow \alpha_0 = 0.6^\circ = 0.010627 \text{ radan}$$

$$\text{-bó 2: } \operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \times 200}{41400} (1 - 0) = 0.019323 \rightarrow \alpha_0 = 1.11^\circ = 0.01932 \text{ radan}$$

-bó 3:  $\text{tg } \alpha_0 = \frac{4 \times 1510}{41400} = 0.14589 \rightarrow \alpha_0 = 8.3^\circ = 0.14486 \text{ radian}$

-bó 4 :  $\text{tg } \alpha_0 = \frac{4 \times 1600}{41400} = 0.15458 \rightarrow \alpha_0 = 8.79^\circ = 0.15336 \text{ radian}$

-bó 5 :  $\text{tg } \alpha_0 = \frac{4 \times 1690}{41400} = 0.16328 \rightarrow \alpha_0 = 9.3^\circ = 0.16185 \text{ radian}$

Lập bảng :

| Tên bó | x(mm) | L(mm) | $f_i$ (mm) | $\alpha_0$ (độ) |
|--------|-------|-------|------------|-----------------|
| Bó 1   | 0     | 41400 | 110        | 0.6             |
| Bó 2   | 0     | 41400 | 200        | 1.1             |
| Bó 3   | 0     | 41400 | 1510       | 8.3             |
| Bó 4   | 0     | 41400 | 1600       | 8.79            |
| Bó 5   | 0     | 41400 | 1690       | 9.3             |

+ ) Tính  $\alpha_x$  tại các mặt cắt cho các bó :

\* Tại mặt cắt 101 có :  $x_1=4140 \text{ mm}$ .

-bó 1 :  $\rightarrow \text{tg } \alpha_x = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \times 110}{41400} \left(1 - \frac{2 \times 4140}{41400}\right) = 0.00850 \rightarrow \alpha_x = 0.49^\circ$ .

T- ơng tự ta có bảng sau :

| Tên bó | x(mm) | L(mm) | $f_i$ (mm) | $\alpha_x$ (độ) |
|--------|-------|-------|------------|-----------------|
| Bó 1   | 4140  | 41400 | 110        | 0.49            |
| Bó 2   | 4140  | 41400 | 200        | 0.88            |
| Bó 3   | 4140  | 41400 | 1510       | 6.65            |
| Bó 4   | 4140  | 41400 | 1600       | 7.04            |
| Bó 5   | 4140  | 41400 | 1690       | 7.44            |

\* Tại mặt cắt 102 có :  $x_2=8280 \text{ mm}$ .

| Tên bó | x(mm) | L(mm) | $f_i$ (mm) | $\alpha_x$ (độ) |
|--------|-------|-------|------------|-----------------|
| Bó 1   | 8280  | 41400 | 110        | 0.36            |

|             |             |       |             |      |
|-------------|-------------|-------|-------------|------|
| <b>Bó 2</b> | <b>8280</b> | 41400 | <b>200</b>  | 0.66 |
| <b>Bó 3</b> | <b>8280</b> | 41400 | <b>1510</b> | 5.00 |
| <b>Bó 4</b> | <b>8280</b> | 41400 | <b>1600</b> | 5.3  |
| <b>Bó 5</b> | <b>8280</b> | 41400 | <b>1690</b> | 5.59 |

\* Tại mặt cắt 103 có :  $x_3=12420$  mm.

| Tên bó | x(mm) | L(mm) | $f_i$ (mm) | $\alpha_x$ (độ) |
|--------|-------|-------|------------|-----------------|
| Bó 1   | 12420 | 41400 | 110        | 0.24            |
| Bó 2   | 12420 | 41400 | 200        | 0.42            |
| Bó 3   | 12420 | 41400 | 1510       | 3.34            |
| Bó 4   | 12420 | 41400 | 1600       | 3.54            |
| Bó 5   | 12420 | 41400 | 1690       | 3.74            |

• Tại mặt cắt 104 có :  $x_4=16560$  mm.

| Tên bó | x(mm) | L(mm) | $f_i$ (mm) | $\alpha_x$ (độ) |
|--------|-------|-------|------------|-----------------|
| Bó 1   | 16560 | 41400 | 110        | 0.12            |
| Bó 2   | 16560 | 41400 | 200        | 0.22            |
| Bó 3   | 16560 | 41400 | 1510       | 1.67            |
| Bó 4   | 16560 | 41400 | 1600       | 1.77            |
| Bó 5   | 16560 | 41400 | 1690       | 1.87            |

\* Tại mặt cắt 105 (L/2) : thì tất cả các bó có  $\alpha_x = 0 \Rightarrow \alpha = \alpha_0$ .

+) Tính  $\alpha$  cho các bó tại các mặt cắt :

Công thức:  $\alpha = \alpha_0 - \alpha_x$

- Tại mặt cắt 101:

| Tên bó | $\alpha_0$ (độ) | $\alpha_x$ (độ) | $\alpha$ (độ) | $\alpha$ (radian) |
|--------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Bó 1   | 0.6             | 0.49            | 0.11          | 0.001919          |
| Bó 2   | 1.1             | 0.88            | 0.22          | 0.003839          |
| Bó 3   | 8.3             | 6.65            | 1.65          | 0.028797          |
| Bó 4   | 8.79            | 7.04            | 1.75          | 0.030543          |
| Bó 5   | 9.3             | 7.44            | 1.86          | 0.032463          |

- Tại mặt cắt 102:

| Tên bó | $\alpha_0$ (độ) | $\alpha_x$ (độ) | $\alpha$ (độ) | $\alpha$ (radian) |
|--------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|
| Bó 1   | 0.6             | 0.36            | 0.24          | 0.004188          |

|             |             |      |      |          |
|-------------|-------------|------|------|----------|
| <b>Bó 2</b> | <b>1.1</b>  | 0.66 | 0.44 | 0.007679 |
| <b>Bó 3</b> | <b>8.3</b>  | 5.00 | 3.3  | 0.057595 |
| <b>Bó 4</b> | <b>8.79</b> | 5.3  | 3.49 | 0.060911 |
| <b>Bó 5</b> | <b>9.3</b>  | 5.59 | 3.71 | 0.064751 |

- **Tại mặt cắt 103:**

| Tên bó      | $\alpha_0$ (độ) | $\alpha_x$ (độ) | $\alpha$ (độ) | $\alpha$ (radian) |
|-------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|
| <b>Bó 1</b> | <b>0.6</b>      | 0.24            | 0.36          | 0.006283          |
| <b>Bó 2</b> | <b>1.1</b>      | 0.42            | 0.68          | 0.011868          |
| <b>Bó 3</b> | <b>8.3</b>      | 3.34            | 4.96          | 0.086568          |
| <b>Bó 4</b> | <b>8.79</b>     | 3.54            | 5.25          | 0.091629          |
| <b>Bó 5</b> | <b>9.3</b>      | 3.74            | 5.56          | 0.097040          |

- **Tại mặt cắt 104:**

| Tên bó      | $\alpha_0$ (độ) | $\alpha_x$ (độ) | $\alpha$ (độ) | $\alpha$ (radian) |
|-------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|
| <b>Bó 1</b> | <b>0.6</b>      | 0.12            | 0.48          | 0.008377          |
| <b>Bó 2</b> | <b>1.1</b>      | 0.22            | 0.88          | 0.015358          |
| <b>Bó 3</b> | <b>8.3</b>      | 1.67            | 6.63          | 0.115715          |
| <b>Bó 4</b> | <b>8.79</b>     | 1.77            | 7.02          | 0.122522          |
| <b>Bó 5</b> | <b>9.3</b>      | 1.87            | 7.43          | 0.129677          |

- **Tại mặt cắt 105(L/2):**

| Tên bó      | $\alpha_0$ (độ) | $\alpha_x$ (độ) | $\alpha$ (độ) | $\alpha$ (radian) |
|-------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|
| <b>Bó 1</b> | <b>0.6</b>      | <b>0</b>        | <b>0.6</b>    | 0.010471          |
| <b>Bó 2</b> | <b>1.1</b>      | <b>0</b>        | <b>1.1</b>    | 0.019198          |
| <b>Bó 3</b> | <b>8.3</b>      | <b>0</b>        | <b>8.3</b>    | 0.144862          |
| <b>Bó 4</b> | <b>8.79</b>     | <b>0</b>        | <b>8.79</b>   | 0.153414          |
| <b>Bó 5</b> | <b>9.3</b>      | <b>0</b>        | <b>9.3</b>    | 0.162315          |

Bảng tổng hợp  $\alpha$  cho các bó cáp tại các mặt cắt :

| Bó thép | MC 100         | MC101          | MC102          | MC103          | MC104          | MC105          |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|         | $\alpha$ (Rad) | $\alpha$ (Rad) | $\alpha$ (Rad) | $\alpha$ (Rad) | $\alpha$ (Rad) | $\alpha$ (Rad) |
| 1       | 0              | 0.001919       | 0.004188       | 0.006283       | 0.008377       | 0.010471       |
| 2       | 0              | 0.003839       | 0.007679       | 0.011868       | 0.015358       | 0.019198       |
| 3       | 0              | 0.028797       | 0.057595       | 0.086568       | 0.115715       | 0.144862       |
| 4       | 0              | 0.030543       | 0.060911       | 0.091629       | 0.122522       | 0.153414       |
| 5       | 0              | 0.032463       | 0.064751       | 0.097040       | 0.129677       | 0.162315       |

- Tính ứng suất mất mát do ma sát tại các mặt cắt lập thành bảng:

a. Mặt cắt 101:

| Bố | $L_i$ | $f_{pi}$ | $k$                  | $x$<br>( $L_i/2$ ) | $\mu$ | $\alpha$ (Rad) | $1 - e^{-\mu \alpha}$ | $\Delta f_{PF}$<br>(MPa) |
|----|-------|----------|----------------------|--------------------|-------|----------------|-----------------------|--------------------------|
| 1  | 41400 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20700              | 0.23  | 0.001919       | 0.0107631             | 16.02                    |
| 2  | 41402 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20701              | 0.23  | 0.003839       | 0.0113197             | 16.84                    |
| 3  | 41546 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20773              | 0.23  | 0.028797       | 0.0157802             | 23.48                    |
| 4  | 41564 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20782              | 0.23  | 0.030543       | 0.0163386             | 24.31                    |
| 5  | 41583 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20792              | 0.23  | 0.032463       | 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. Mặt cắt 102:

| Bố | $L_i$ | $f_{pi}$ | $k$                  | $x$<br>( $L_i/2$ ) | $\mu$ | $\alpha$ (Rad) | $1 - e^{-\mu \alpha}$ | $\Delta f_{PF}$ (MPa) |
|----|-------|----------|----------------------|--------------------|-------|----------------|-----------------------|-----------------------|
| 1  | 41400 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20700              | 0.23  | 0.004188       | 0.0113984             | 16.96                 |
| 2  | 41402 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20701              | 0.23  | 0.007679       | 0.0125096             | 18.61                 |
| 3  | 41546 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20773              | 0.23  | 0.057595       | 0.0214532             | 31.92                 |
| 4  | 41564 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20782              | 0.23  | 0.060911       | 0.0224792             | 33.45                 |
| 5  | 41583 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20792              | 0.23  | 0.064751       | 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. Mặt cắt 103:



| Bố | $L_i$ | $f_{pi}$ | k                    | $x$<br>( $L_i/2$ ) | $\mu$ | $\alpha$ (Rad) | $1 - e^{-\mu \alpha}$ | $\Delta f_{PF}$ (MPa) |
|----|-------|----------|----------------------|--------------------|-------|----------------|-----------------------|-----------------------|
| 1  | 41400 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20700              | 0.23  | 0.006283       | 0.0120728             | 17.96                 |
| 2  | 41402 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20701              | 0.23  | 0.011868       | 0.0136979             | 20.38                 |
| 3  | 41546 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20773              | 0.23  | 0.086568       | 0.0270935             | 40.32                 |
| 4  | 41564 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20782              | 0.23  | 0.091629       | 0.0286595             | 42.65                 |
| 5  | 41583 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20792              | 0.23  | 0.097040       | 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. Mặt cắt 104:**

| Bố | $L_i$ | $f_{pi}$ | k                    | x<br>( $L_i/2$ ) | $\mu$ | $\alpha$ (Rad) | $1 - e^{-\mu\alpha}$ | $\Delta f_{PF}$ (MPa) |
|----|-------|----------|----------------------|------------------|-------|----------------|----------------------|-----------------------|
| 1  | 41400 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20700            | 0.23  | 0.008377       | 0.0127070            | 18.91                 |
| 2  | 41402 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20701            | 0.23  | 0.015358       | 0.0148850            | 22.15                 |
| 3  | 41546 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20773            | 0.23  | 0.115715       | 0.0327010            | 48.66                 |
| 4  | 41564 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20782            | 0.23  | 0.122522       | 0.0348007            | 51.78                 |
| 5  | 41583 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20792            | 0.23  | 0.129677       | 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. Mặt cắt L/2:**

| Bố | $L_i$ | $f_{pi}$ | k                    | x<br>( $L_i/2$ ) | $\mu$ | $\alpha$ (Rad) | $1 - e^{-\mu\alpha}$ | $\Delta f_{PF}$ (MPa) |
|----|-------|----------|----------------------|------------------|-------|----------------|----------------------|-----------------------|
| 1  | 41400 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20700            | 0.23  | 0.010471       | 0.0133805            | 19.91                 |
| 2  | 41402 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20701            | 0.23  | 0.019198       | 0.0160706            | 23.91                 |
| 3  | 41546 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20773            | 0.23  | 0.144862       | 0.0383151            | 57.01                 |
| 4  | 41564 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20782            | 0.23  | 0.153414       | 0.0409031            | 60.86                 |
| 5  | 41583 | 1488     | $6.67 \cdot 10^{-7}$ | 20792            | 0.23  | 0.162315       | 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 :**

$$\Delta f_{PA} = \frac{\Delta L}{l_{tb}} * E_p$$

Trong đó : lấy  $\Delta L = 6mm/1neo \Rightarrow 2neo, \Delta L = 2 \times 6 = 12mm$ .

$$E_p = 197000MP_a$$

$$l_{tb} = 41471mm$$

$$\text{Suy ra : } \Delta f_{PA} = \frac{6 \times 2}{41471} \times 197000 = 57MP_a$$

### 3. Mất do nén đàn hồi bê tông (mỗi lần căng 1 bó):

$$\Delta f_{PES} = \frac{(N-1)}{2N} \times \frac{E_p}{E_{CI}} \times f_{cgp}$$

Trong đó :  $N=7$  bó.

$$E_{ci} = 4800\sqrt{f'_{ci}}, \text{ với } f'_{ci} = 80\% f'_c = 0.8 \times 50 = 40MP_a.$$

$f'_{ci}$  : cường độ bê tông lúc căng.

$$E_{ci} = 27153MP_a$$

$$f_{PI} = 0.8 f_{PU} = 0.8 \times 1860 = 1488.$$

$f_{cgp}$  : ứng suất tại trọng tâm ct do lực căng đã kể đến mất do ma sát + tụt neo và do trọng lượng bản thân  $g_1$  :

$$\text{-lực căng : } P_i = \left[ f_{pi} - \Delta f_{PF} + \Delta f_{PA} \right] \times A_{PS} \times \cos \alpha_0^{tb}.$$

Trong đó :

$\alpha_x^{tb}$  : 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 :

$$P_i = 1488 - 57 \times 0.997 \times 6455 = 9209393 \text{ N}$$

$$\text{Với } \alpha_x^{tb} = (0.6 \times 2 + 1.1 \times 2 + 8.3 + 8.79 + 9.3) / 7 = 4.255 \Rightarrow \cos \alpha_x^{tb} = 0.997.$$

##### b. MC 101 :

$$P_i = (1488 - (57 + 19.79)) \times 0.997 \times 6455 = 9082032 \text{ N}$$

##### c. MC 102 :

$$P_i = (1488 - (57 + 29.47)) \times 0.997 \times 6455 = 9019735 \text{ N}$$

##### d. MC 103 :

$$P_i = (1488 - (57 + 24.5)) \times 0.997 \times 6455 = 9051720 \text{ N}$$

##### e. MC 104 :

$$P_i = (1488 - (57 + 33.91)) \cdot 0.997 \cdot 6455 = 8991161 \text{ N}$$

f. MC 105(L/2):

$$P_i = (1488 - (57 + 38.59)) \cdot 0.997 \cdot 4836 = 8961042 \text{ N}$$

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: ( $M_1 = 0$ ).

$$f_{cgp} = -\frac{9209393}{1550218} - \frac{9209393 \times 319^2}{6.36 \times 10^{11}} = -7.41 \text{ MPa}$$

- Tại MC L/2(105):

$$f_{cgp} = -\frac{8961042}{939238} - \frac{8961042 \times 1180^2}{4.697 \times 10^{11}} + \frac{4396.2 \times 10^6 \times 1180}{4.697 \times 10^{11}} = -25.06 \text{ Mpa}$$

Vậy mất do nén đàn hồi bê tông ( $\Delta f_{PES}$ ) là:

- MC Gối :

$$\Delta f_{PES} = \frac{(7-1) \times 197000 \times |-7.41|}{2 \times 7 \times 27153} = 22.04 MPa.$$

- MC L/2 :

$$\Delta f_{PES} = \frac{(7-1) \times 197000 \times |-25.06|}{2 \times 7 \times 27153} = 50.43 MPa.$$

#### 4. Mất mát - s do co ngót bê tông (kéo sau):

- Tại tất cả các mặt cắt nh- nhau :

$$\Delta f_{PSR} = 93 - 0.85H, \text{ với } H \text{ độ ẩm } = 80\%.$$

$$\Delta f_{PSR} = 93 - 0.85 \times 0.8 = 25 MPa.$$

#### 5. Mất mát - s 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, tụt neo và nén đàn hồi) và do trọng lượng bản thân.

- Tính lực  $P_i$  cho các mặt cắt :

$$P_i = f_{pi} - (\Delta f_{PF} + \Delta f_{PA} + \Delta f_{PES}) \bar{x} A_{PS} \times \cos \alpha_x^{tb}.$$

- MC Gối :

$$P_i = [1488 - (57 + 22.04)] \times 6455 \times 0.997 = 9067552.29 N.$$

$$\Delta f_{cdp} = 0, \text{ vì mômen } = 0.$$

$$f_{cgp} = -\frac{9067552}{1550218} - \frac{9067552 \times 319^2}{6.36 \times 10^{11}} = -7.3 \text{ Mpa}$$

$$\rightarrow \Delta f_{PCR} = 12.0 \times 7.3 + 0 = 87.6 \text{ MPa}$$

- MC (105)L/2 :

$$P_i = [1488 - (38.59 + 57 + 50.43)] \times 6455 \times 1 = 8662480.9 N$$

$$\text{Suy ra MC L/2: } \rightarrow f_{cgp} = -\frac{8662480}{939238} - \frac{8662480 \times 1180^2}{4.697 \times 10^{11}} + \frac{4396.2 \times 10^6 \times 1180}{4.697 \times 10^{11}} = -23.85 MPa$$

$\Delta f_{cdp}$  : - s do tĩnh tải 2 gây ra .

$$\Delta f_{cdp} = \frac{(M_{2a} + M_{lp})}{I_c} x e_c = \frac{(1392.56 + 548.45) \times 10^6}{4.78 \times 10^{11}} \times 1199 = 4.8 MPa.$$

$$\Delta f_{PCR} = 12.0 \times 23.85 - 7 \times 4.8 = 252.6 MP_a.$$

**6. Mất mát ứng suất do chùng cốt thép :**

$$\Delta f_{PR} = \Delta f_{PR_1} + \Delta f_{PR_2}. \text{ Căng sau gần đúng : } \Delta f_{PR_1} = 0.$$

- Tính :  $\Delta f_{PR_2} = 0.3[138 - 0.3\Delta f_{PF} - 0.4\Delta f_{PES} - 0.2(\Delta f_{PSR} + \Delta f_{PCR})].$

\* MC Gối :  $\Delta f_{PR_2} = 0.3[138 - 0.3 \times 0 - 0.4 \times 22.04 - 0.2(25 + 87.6)] = 31.956 MP_a.$

\* MC L/2 :  $\Delta f_{PR_2} = 0.3[138 - 0.3 \times 38.59 - 0.4 \times 50.43 - 0.2(25 + 252.6)] = 15.3 MP_a$

**7. Tổng hợp các ứng suất mất mát :**

• Mất mát tức thời :  $\Delta f_{PT1} = \Delta f_{PF} + \Delta f_{PA} + \Delta f_{PES}$

| Mặt cắt  | $\Delta f_{PF}$ (MPa) | $\Delta f_{PA}$ (MPa) | $\Delta f_{PES}$ (MPa) | $\Delta f_{PT1}$ (MPa) |
|----------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Gối      | 0                     | 57                    | 22.04                  | 79.04                  |
| (L/2)105 | 38.59                 | 57                    | 50.43                  | 146.02                 |

• Mất mát theo thời gian :  $\Delta f_{PT2} = \Delta f_{PSR} + \Delta f_{PCR} + \Delta f_{PR}$

| Mặt cắt  | $\Delta f_{PSR}$ (MPa) | $\Delta f_{PCR}$ (MPa) | $\Delta f_{PR}$ (MPa) | $\Delta f_{PT2}$ (MPa) |
|----------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Gối      | 25                     | 87.6                   | 31.956                | 144.55                 |
| (L/2)105 | 25                     | 252.6                  | 15.3                  | 292.9                  |

• Tổng mất mát :  $\Delta f_{PT} = \Delta f_{PT1} + \Delta f_{PT2}$

| Tiết diện | $\Delta f_{PT1}$ (MPa) | $\Delta f_{PT2}$ (MPa) | $\Delta f_{PT}$ (MPa) |
|-----------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| gối       | 79.04                  | 144.55                 | 223.59                |
| (L/2)105  | 146.02                 | 292.9                  | 438.92                |

**V. KIỂM TOÁN THEO TTGH C- ĐƯỜNG ĐỘ 1 :**

**1. Kiểm tra sức kháng uốn :**

\* Kiểm tra MC L/2 (bỏ qua cốt thép th- ờng):

-Phần trên đã có :  $b = S = 2500 \text{ mm}.$

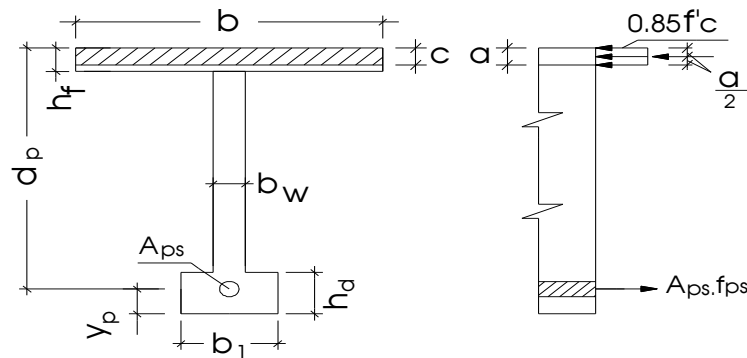
$$-h_f = \frac{(500 \times 185 + 2200 \times 194)}{2500 - 200} = 225 \text{ mm}$$

$$-y_p = 168 \text{ mm}, d_p = 2185 - 168 = 2017 \text{ mm}.$$

$$- A_{ps} = 6455 \text{ mm}^2, \beta = 0.85, f'_c = 50.$$

$$k = 2(1.04 - \frac{f_{py}}{f_{pu}}) = 0.28.$$

+Giải thiết trục trung hoà qua cánh :



$$C = \frac{A_{ps} f_{pu}}{0.85 f'_c \beta_1 b + k A_{ps} \frac{f_{pu}}{d_p}} = \frac{6455 \times 1860}{0.85 \times 50 \times 0.85 \times 2500 + 0.28 \times 6455 \times \frac{1860}{2017}} = 130 \text{ mm} < h_f = 225 \text{ mm}$$

+Sức kháng danh định của tiết diện :

$$M_n = A_{ps} f_{ps} \left( d_p - \frac{a}{2} \right), \quad a = \beta_1 x_c = 0.85 \times 130 = 110 \text{ mm}.$$

$$f_{ps} = f_{pu} \left( 1 - k \frac{c}{d_p} \right) = 1860 \times \left( 1 - 0.28 \times \frac{130}{2017} \right) = 1826 \text{ MP}_a.$$

$$M_n = 6455 \times 1826 \times \left( 2017 - \frac{110}{2} \right) = 23125 \text{ KN.m}$$

Kiểm tra :  $M_u \leq \phi M_n, \phi = 1, M_u = M_{L/2} = 16277.84 \text{ KN.m} < M_n = 23125 \text{ KN.m} \Rightarrow \text{đạt}.$

## 2. Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối đa :

$$\frac{C}{d_c} \leq 0.42.$$

$$d_c = \frac{A_{ps} f_{ps} d_p}{A_{ps} f_{ps}} = \frac{6455 \times 1826 \times 2017}{6455 \times 1826} = 2017 \text{ mm}.$$

$$C = 130 \text{ mm} < 0.42 d_c = 0.42 \times 2017 = 847.14 \text{ mm} \Rightarrow \text{đạt}.$$

## 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 :

$$f_r = 0.63 \sqrt{f'_c} = 0.63 \sqrt{50} = 4.45 \text{ MP}_a.$$



- Phương trình  $M_{cr}$  với tiết diện nguyên căng sau (2 giai đoạn):

$$f_r = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^d + \frac{M_1}{I_g} y_1^d + \frac{(M_{2a} + M_{lp}) + M_{ht}}{I_c} y_2^d + \frac{\Delta M}{I_c} y_2^d = 4.45$$

$$+ P_i = (0.8 f_{py} - \Delta f_{PT}) A_{PS}, \text{ với } \Delta f_{PT} = \Delta f_{PT1} + \Delta f_{PT2} = 146.02 + 292.9 = 438.92 MP_a.$$

+  $M_1$ : mômen MC L/2 do tĩnh tải 1 = 4396.2 KN.m (TTGHSD).

+  $M_{2a}$ : mômen MC L/2 do tĩnh tải 2 (không có lớp phủ) = 1396.56 KN.m.

+  $M_{lp}$ : mômen MC L/2 do lớp phủ = 548.45 KN.m

$$\begin{aligned} + M_{ht} &= (1.25 \cdot M_{TR} + M_{LN}) \cdot mg_M + M_{Ng} \cdot mg_{Ng} \\ &= (1.25 \cdot 2901.5 + 1992.43) \cdot 0.71 + 642.72 \cdot 1.1 \\ &= 4696.7 \text{ (KN.m)} \end{aligned}$$

+  $\Delta M$ : là phần mômen thêm vào để tiết diện bắt đầu nứt.

\* Thay các số liệu MC (105)L/2 vào phương trình để tính  $\Delta M$ :

$$P_i = (0.8 \times 0.9 \times 1860 - 438.92) \times 6455 = 5811307 N.$$

$$\begin{aligned} \Delta M &= \frac{P_i}{A_g} \times \frac{I_c}{y_2^d} + \frac{(P_i e_g + M_1) y_1^d}{I_g} \times \frac{I_c}{y_2^d} - \frac{(M_{2a} + M_{lp} + M_{ht}) y_2^d}{I_c} \times \frac{I_c}{y_2^d} + \frac{3.45}{y_2^d} \times I_c \\ &= \frac{5811307 \times 4.78 \times 10^{11}}{939238 \times 1367} + \frac{(5811307 \times 1180 + 4396.2 \times 10^6) \times 1348 \times 4.78 \times 10^{11}}{4.697 \times 10^{11} \times 1367} \\ &\quad - (1396.56 + 548.45 + 4696.7) \times 10^6 + \frac{3.45 \times 4.78 \times 10^{11}}{1367} = 13.45 \times 10^3 \text{ KN.m} \end{aligned}$$

$$\rightarrow M_{cr} = \Delta M + M_1 + M_{2a} + M_{lp} + M_{ht} = 24487.91 \text{ KN.m}$$

$$M_u = M_{L/2} = 16277.84 \text{ KN.m}$$

$$\begin{aligned} + \text{Kiểm tra: } \phi M_n &= 23125 \text{ KN.m} > \min \{ 1.2 M_{cr}; 1.33 M_u \} \\ &> \min \{ 29385.5; 21649.5 \text{ KN.m} \} \end{aligned}$$

$$\rightarrow \phi M_n = 23125 > 21649.5 \text{ KN.m} \rightarrow \text{đạt.}$$

#### 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.

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

$V_c$  : 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):

$$V_p = f_{pi} A_{ps} \sin \alpha, \text{ với } f_{pi} : \text{cường độ tính toán CTDUL}, \alpha : \text{góc trung bình}.$$

Trong các công thức trên :

$b_v$  : chiều dày nhỏ nhất của sườn dầm - đầu dầm  $b_v = b_1 = 650 \text{ mm}$ .

$d_v$  : chiều cao chịu cắt có hiệu của tiết diện – khoảng cách hợp lực trong miền chịu nén và kéo của tiết diện .

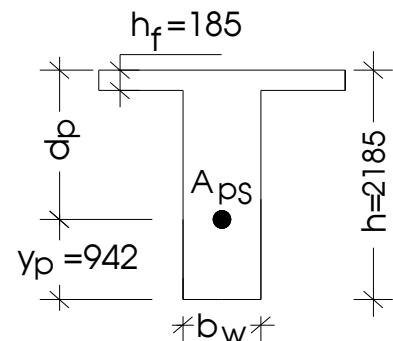
\* Đầu dầm:

+ gần đúng chiều cao miền chịu nén ,

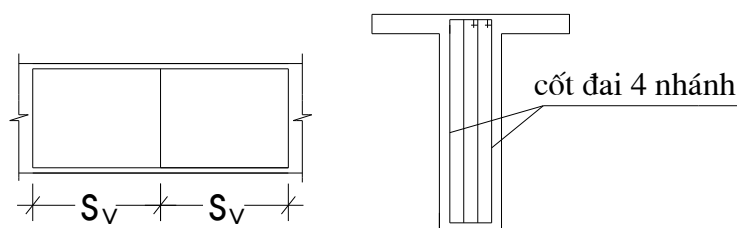
lấy bằng chiều cao miền chịu nén MC L/2.

$$C=130 \rightarrow d_v = d_p - \frac{c}{2} = 2185 - 942 - \frac{130}{2} = 1178 \text{ mm}.$$

$$\text{Mặt khác } d_v = \max \left\{ \begin{array}{l} d_p - \frac{c}{2} = 1178 \\ 0.9 d_p = 1119 \\ 0.72 h = 1573 \end{array} \right\} \rightarrow d_v = 1573 \text{ mm}.$$



$A_v$  : diện tích tiết diện cốt đai trong phạm vi 1 bước đai :



Trong đó với  $L=42\text{ m} \rightarrow$  đầu dầm  $b_1 = 650 \rightarrow$  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  $= 400 \text{ MP}_a$ .

+  $S_v$ : bước cốt đai (khoảng cách các cốt đai)

+  $\beta$ : là hệ số tra theo bảng lập sẵn.

+  $\Phi$ : là góc của ứng suất xiên tra bảng.

\*Để tra bảng tìm  $\beta$  và  $\Phi$  phải tính 2 thông số là:  $\frac{V}{f_c}$  và  $\varepsilon_x$ .

-với  $V$  là ứng suất cắt:

$$V = \frac{V_u}{\phi \times b_v \times d_v}$$

$V_u$ : 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  $\Phi$  phải tính  $\varepsilon_x \rightarrow$  để tính  $\varepsilon_x$  phải biết  $\Phi$ . 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  $d_v$ .

Với:  $M_{101} = 5974.89 \text{ KN.m}$

$V_{101} = 1445.32 \text{ KN.m}$

$V_{100} = 1737.25 \text{ KN.m}$

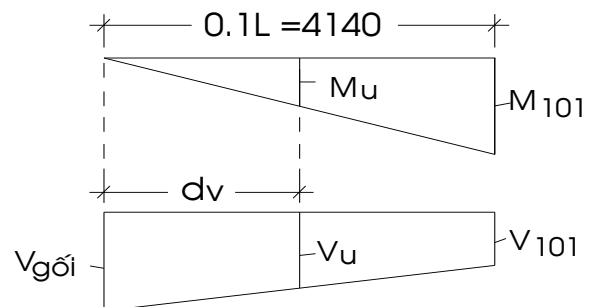
$d_v = 1573 \text{ mm}$ .

$$M_u = \frac{M_{101}}{0.1L} \times d_v = \frac{5974.89}{4140} \times 1573 = 2270 \text{ KN.m}.$$

$$V_u = V_{101} + \frac{V_{100} - V_{101}}{0.1L} \times d_v = 1445.32 + \frac{1737.25 - 1445.32}{4140} \times 1573 = 1556 \text{ KN}.$$

b. Tính ứng suất cắt:

$$V = \frac{V_u}{\phi \times b_v \times d_v} = \frac{1556 \times 10^3}{0.9 \times 600 \times 1573} = 1.83 \text{ MP}_a$$



$$\frac{V}{f_c} = \frac{1.83}{50} = 0.0366$$

c. Giả thiết:  $\Phi_0 = 40^\circ$ ,  $\cot g\Phi_0 = 1.192 \rightarrow$  tính  $\varepsilon_{x_1}$ .

$$\varepsilon_{x_1} = \frac{5974.89 \times 10^6 / 1573 + 0.5 \times 1445.32 \times 10^3 \times 1.192}{197000 \times 6455} = 3.66 \times 10^{-3}.$$

$$\text{Theo } \left\{ \begin{array}{l} \frac{V}{f_c} = 0.0366 \\ \varepsilon_{x_1} = 3.66 \times 10^{-3} \end{array} \right\} \rightarrow \Phi_1 = 42.7^\circ, \beta_1 = 0.8.$$

+so sánh  $\Phi_1$  và  $\Phi_0$  khác nhiều  $\rightarrow$  làm lần thứ 2:  $\cot g 42.7^\circ = 1.085$ .

$$\varepsilon_{x_2} = \frac{5974.89 \times 10^6 / 1573 + 0.5 \times 1445.32 \times 10^3 \times 1.085}{197000 \times 6455} = 3.6 \times 10^{-3}.$$

$$\text{Theo } \frac{V}{f_c} \text{ và } \varepsilon_{x_2} \rightarrow \text{tra bảng} \rightarrow \Phi_2 = 42^\circ 4' \text{ và } \beta_2 = 0.8.$$

Vậy số liệu để tính:  $\Phi = 42^\circ 40'$  và  $\beta = 0.8$ .

d. Bố trí cốt đai tr- ước rồi kiểm tra:

B- ước đai:

$$S_v \leq \frac{A_v f_y}{0.083 \sqrt{f_c} b_v} = \frac{615 \times 400}{0.083 \times \sqrt{50} \times 650} = 645 \text{ mm}.$$

$$V_u = 1556 \text{ KN} < 0.1 f_c b_v d_v = 0.1 \times 50 \times 650 \times 1573 = 5112 \text{ KN} \text{ nên } \rightarrow$$

$$S_v \leq \min(0.8 d_v; 600 \text{ mm}).$$

Vậy  $S_v \leq 600 \text{ mm} \rightarrow$  chọn cốt đai  $\phi 14 - 4$  nhánh  $S_v = 300 \text{ mm} \rightarrow$  kiểm tra.

$$V_n = \min(V_c + V_s + V_p) \text{ và } 0.25 f_c b_v d_v = 12780 \text{ KN}.$$

$$+ V_c = 0.083 \beta \sqrt{f_c} b_v d_v = 0.083 \times 0.8 \times \sqrt{50} \times 650 \times 1573 = 480 \text{ KN}.$$

$$+ V_s = \frac{A_v f_y d_v \cot g \Phi}{S_v} = \frac{615 \times 400 \times 1573 \times 1.085}{300} = 1399 \text{ KN}.$$

$$+ V_p = f_{pi} A_{ps} \sin \alpha_{tb}.$$

-Tính góc  $\alpha_{tb}$  của các bó cáp tại  $x = d_v = 1573 \text{ mm}$ .

$$+ \text{bó 1: } \tan \alpha = \frac{4f}{L} \left(1 - \frac{2x}{L}\right) = \frac{4 \times 110}{41400} \left(1 - \frac{2 \times 1573}{41400}\right) = 0.013359 \rightarrow \alpha_1 = 0.76^\circ.$$

T- ứng tư cho các bó khác:

Lập bảng:

| Bó | $L_i$ (mm) | $f_i$ (mm) | $x$ (mm) | $\alpha_i$ (độ) |
|----|------------|------------|----------|-----------------|
| 1  | 41400      | 110        | 1573     | 0.78            |
| 2  | 41400      | 200        | 1573     | 1.39            |
| 3  | 41400      | 1510       | 1573     | 6.65            |
| 4  | 41400      | 1600       | 1573     | 7.27            |
| 5  | 41400      | 1690       | 1573     | 7.88            |

$$\rightarrow \alpha_{tb} = 2(0.78+1.39) + 6.65 + 7.27 + 7.88 \div 7 = 3.88^\circ \rightarrow \sin \alpha_{tb} = 0.06767.$$

$$V_p = (0.8 f_{py} - \Delta f_{PT}) A_{PS} \sin \alpha_{tb} = (0.8 \times 0.9 \times 1860 - 438.92) \times 6455 \times 0.06767 = 393.2 \text{ KN}.$$

\* Cuối cùng kiểm tra sức kháng cắt:

$$V_u = 1556 \text{ KN} \leq 0.9(V_c + V_s + V_p) = 0.9(480 + 1399 + 393.2) = 2045 \text{ KN} \rightarrow \text{đạt}.$$

## 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):

$$+ \text{c-ờng độ bê tông: } f'_{ci} = 0.8 f'_c = 40 \text{ MP}_a.$$

$$+ \text{c-ờng độ cốt thép d-1: } f_{pi} = 0.74 f_{pu} = 0.74 \times 1860 = 1376.4 \text{ MP}_a.$$

$$+ A_g = 939238 \text{ mm}^2$$

$$+ I_g = 4.697 \times 10^{11} \text{ mm}^4, e_g = 1180 \text{ mm}, y_1^d = 1348 \text{ mm}, y_1^{tr} = 837 \text{ mm}, M_1 = 4396.2 \text{ KN}$$

#### a. Kiểm tra ứng suất biên d-ới (-s nén):

$$f_{bd} = \left| -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e_g}{I_g} x y_1^d + \frac{M_1}{I_g} x y_1^d \right| \leq 0.6 f'_{ci} = 24 \text{ MP}_a.$$

$$P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT1}) A_{PS} = (1376.4 - 146.02) \times 6455 = 7942102 \text{ N}$$

$$\Rightarrow f_{bd} = \left| -\frac{5850496}{939238} - \frac{5850496 \times 1180}{4.697 \times 10^{11}} \times 1348 + \frac{4396.2 \times 10^6}{4.697 \times 10^{11}} \times 1348 \right| = |-12.32| \leq 0.6 f'_{ci} = 24 \text{ MP}_a$$

#### b. Kiểm tra ứng suất biên trên:

$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_1}{I_g} y_1^{tr} \begin{cases} < 1.38 \text{ MP}_a \\ < 0.25 \sqrt{f'_{ci}} = 1.58 \end{cases}$$

Thay số :

$$f_{btr} = -\frac{7942102}{939238} + \frac{7942102 \times 1180 \times 837}{4.697 \times 10^{11}} - \frac{4396.2 \times 10^6 \times 837}{4.697 \times 10^{11}} = -1.32 MP_a < 1.38 \rightarrow \text{đạt}$$

1.2. Giai đoạn khai thác (sau mất mát toàn bộ):

a. Kiểm tra ứng suất biên d- ới :

$$f_{pi} = 0.8 f_{py} = 0.8 \times 0.9 \times 1860 = 1339.2 MP_a.$$

$$\text{-Lực nén : } P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT}) A_{PS} = (1339.2 - 438.92) \times 6455 = 5811307 N.$$

$$f_{bd} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^d + \frac{M_1}{I_g} y_1^d + \frac{(M_{2a} + M_{lp} + M_{ht})}{I_c} y_2^d \leq 0.5 \sqrt{f'_c} = 3.54.$$

$$f_{bd} = -\frac{5811307}{939238} - \frac{5811307 \times 1180}{4.697 \times 10^{11}} \times 1348 + \frac{4396.2 \times 10^6}{2.78031 \times 10^{11}} \times 874 + \frac{(1392.56 + 548.45 + 4696.7) \times 10^6}{4.78 \times 10^{11}} \times 1367 = 2.94 MP_a \leq 0.5 \sqrt{f'_c} = 3.54$$

→ đạt.

b. Kiểm tra ứng suất biên trên :  $y_1^{tr} = 837mm, y_2^{tr} = 818mm$

$$f_{btr} = \left| -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_1}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_2}{I_c} y_2^{tr} \right| \leq 0.45 f'_c = 0.45 \times 50 = 22.5 MP_a.$$

$$f_{btr} = \left| -\frac{5811307}{939238} + \frac{5811307 \times 1180}{4.697 \times 10^{11}} \times 837 - \frac{4396.2 \times 10^6 \times 788}{2.78 \times 10^{11}} - \frac{3690 \times 10^6}{4.78 \times 10^{11}} \times 818 \right| \leq 0.45 f'_c = 0.45 \times 50 = 22.5 MP_a$$

$$= |-7.02 MP_a| \leq 22.5 MP_a \rightarrow \text{đạt.}$$

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 :

$$+ \alpha_0^{tb} = (0.86 \times 2 + 1.51 \times 2 + 7.2 + 7.87 + 8.53) / 7 = 4.05 \text{ độ}$$

$$\rightarrow \cos \alpha_0^{tb} = 0.997.$$

$$+ P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT1}) A_{PS} \cos \alpha_0^{tb} = (1376.4 - 79.04) \times 6455 \times 0.997 = 6156032.8 N$$

$$+ A_g = 1550218 mm^2, I_g = 6.36 \times 10^{11} mm^4, e_g = 319 mm, y_1^{tr} = 924 mm, y_1^d = 1261 mm, M = 0$$

a. Kiểm tra us biên d- ới :

$$f_{bd} = -\frac{6156032.8}{1550218} - \frac{6156032.8 \times 319}{6.36 \times 10^{11}} \times 955 = -9.86 MP_a < 24 MP_a \rightarrow \text{đạt.}$$

b. Kiểm tra thớ trên :

$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} = -\frac{6156032.8}{1550218} + \frac{6156032.8 \times 319}{6.36 \times 10^{11}} \times 924 = -1.89 MP_a \text{ (nén)} < f_{kéo} \rightarrow \text{đạt.}$$

2.2. Giai đoạn khai thác:

$$P_i = [1339.2 - (79.04 + 144.55)] \times 6455 \times 0.997 = 5278135 N.$$

$$I_c = 6.8 \times 10^{11} mm^4, y_2^{tr} = 887 mm, y_2^d = 1298 mm.$$

a. Kiểm tra us biên d-ới :

$$f_{bd} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e_g}{I_g} y_2^d = -\frac{5278135}{1550218} - \frac{5278135 \times 319}{6.36 \times 10^{11}} \times 1298 = -9.2 MP_a \rightarrow \text{đạt (nén).}$$

b. Kiểm tra us biên trên :

$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_2^{tr} = -\frac{5278135}{1550218} + \frac{5278135 \times 319}{6.36 \times 10^{11}} \times 887 = -1.38 MP_a \rightarrow \text{đạt (nén).}$$

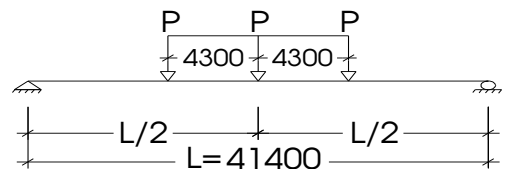
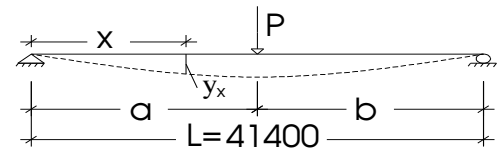
## VII. TÍNH ĐỘ VỒNG KẾT CẤU NHỊP :

1. Kiểm tra độ vồng do hoạt tải :

+ Tính độ vồng 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 vồng do xe tải 3 trục:

$P_1 = P_2 = 145 \times 10^3 N$  ;  $P_3 = 35 \times 10^3 N$  . Tính độ vồng không có hệ số :

+ Độ vồng MC giữa nhịp L/2 do các lực :  $p_1 \rightarrow b = 15200 + 4300 = 19500 \text{ mm}$ ,  $x = 15200 \text{ mm}$ .

$$y_x^{p_1} = \frac{145 \times 10^3 \times 19500 \times 15200 \times (30400^2 - 19500^2 - 15200^2)}{6 \times 30358 \times 3.20615 \times 10^{11} \times 30400} = 7.57 \text{ mm}.$$

+ Độ vồng MC L/2 do :  $p_2$

$$y_x^{p_2} = \frac{p_2 \cdot L^3}{48 \cdot E_c \cdot I_c} = \frac{145 \times 10^3 \times 30400^3}{48 \times 30358 \times 3.20615 \times 10^{11}} = 8.72 \text{ mm}.$$

+ Độ vồng MC L/2 do :  $p_3 \rightarrow b = 10900 \text{ mm}$ ,  $x = 15200 \text{ mm}$ .

$$y_x^{p_3} = \frac{35 \times 10^3 \times 10900 \times 15200 \times (30400^2 - 10900^2 - 15200^2)}{6 \times 30358 \times 3.20615 \times 10^{11} \times 30400} = 1.88 \text{ mm}$$

+ Độ võng các dầm chủ coi nh- chịu lực giống nhau khi chất tất cả các làn xe :

$$\text{-số làn xe : } n_L = \frac{B_x}{3500} = \frac{11500 - 2 \times 500}{3500} = 3 \text{ làn .}$$

$$\text{-hệ số xung kích : } (1+IM)=1.25.$$

+ Độ võng 1 dầm chủ tại MC L/2 (105):

$$y = \frac{(y^{p_1} + y^{p_2} + y^{p_3}) n_L}{n} \times 1.25, \text{ với } n = \text{số dầm} = 5.$$

$$y = \frac{(7.57 + 8.72 + 1.88) \times 3}{5} \times 1.25 = 13.6 \text{ mm .}$$

$$\text{+Kiểm tra : } y \leq \frac{1}{800} \times l \rightarrow 13.6 < \frac{30400}{800} = 38 \text{ mm} \rightarrow \text{đạt.}$$

## 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:

$$\Delta_{DUL} = -\frac{5w.l^4}{384E_c I_g}.$$

$$\text{Trong đó: } w = \frac{8pe}{L^2}, e = e_g = 679 \text{ mm}, I_g = 2.78 \times 10^{11} \text{ mm}^4.$$

$$p = (0.8 f_{pu} - \Delta f_{PT}) A_{PS} = (0.8 \times 1860 - 438.92) \times 6455 = 5356402 \text{ N .}$$

$$\rightarrow w = \frac{8 \times 5356402 \times 679}{30400^2} = 31.5$$

$$\rightarrow \Delta_{DUL} = -\frac{5 \times 31.5 \times 41400^4}{384 \times 30358 \times 4.697 \times 10^{11}} = -41.5 \text{ mm .}$$

### 2.2. Độ võng do trọng l- ợng bản thân dầm(giai đoạn 1): do $g_1 = 20.52 \text{ N / mm}$

$$\Delta g_1 = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_1 \cdot l^4}{E \cdot I_g} = \frac{5 \times 20.52 \times 41400^4}{384 \times 30358 \times 4.697 \times 10^{11}} = 27 \text{ mm .}$$

### 2.3. Độ võng do tĩnh tải 2 : $g_2 = 6.3 + 2.56 = 8.86 \text{ N / mm .}$

$$\Delta g_2 = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_2 \cdot l^4}{E \cdot I_c} = \frac{5 \times 8.86 \times 41400^4}{384 \times 30358 \times 4.78 \times 10^{11}} = 10 \text{ mm .}$$

\* Độ võng do lực căng +tĩnh tải : gọi là độ võng tĩnh  $y_T$  .

$$y_T = -41.5 + 27 + 10 = -4.5 \text{ mm}$$



Vậy dầm có độ võng khi khai thác là : 4.5 mm.

## CHƯƠNG III: TÍNH TOÁN TRỤ CẦU

### I. SỐ LIỆU TÍNH TOÁN:

#### I.1. Yêu cầu thiết kế:

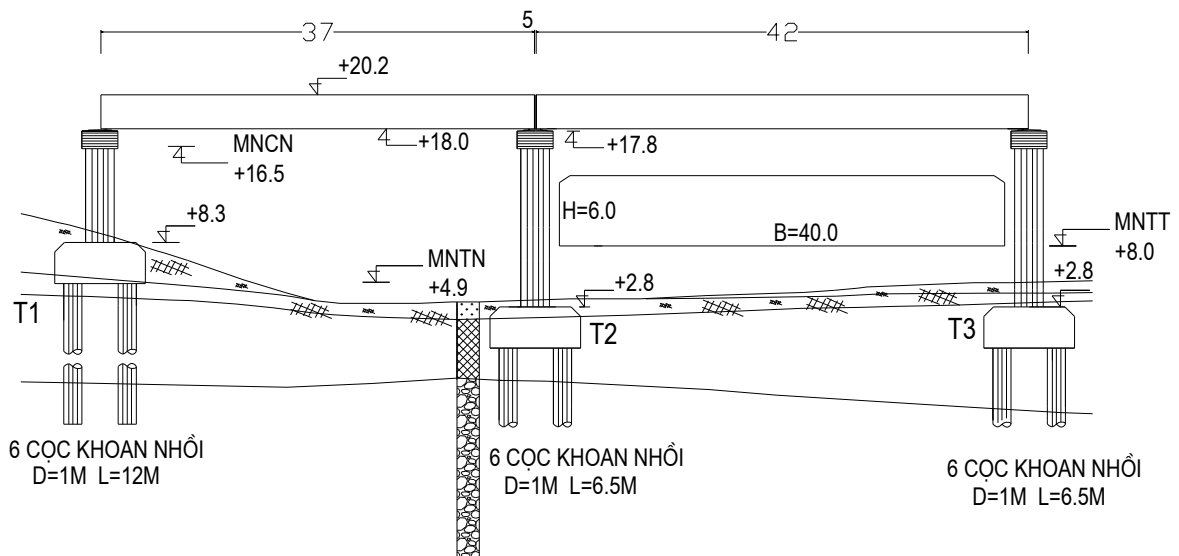
- Tính toán trụ T2 : phương án 1.
- Tải trọng : HL93, đoàn người 300(kg/m<sup>2</sup>)
- Kết cấu nhịp trên trụ :
  - + Nhịp trái : dầm bê tông CT dài 37m :  $l_{tt} = 36.4$  (m)
  - + Nhịp phải : dầm bê tông CT dài 42m :  $l_{tt} = 41.4$  (m)
- Khổ cầu :
$$B = 9.0 + 2 \times 1.0 = 11.0 \text{ (m)}$$
- Mặt cắt ngang gồm 5 dầm BTCT cách nhau 2,5 m.
- Sông thông thuyền cấp IV.

#### I.2. Quy trình thiết kế:

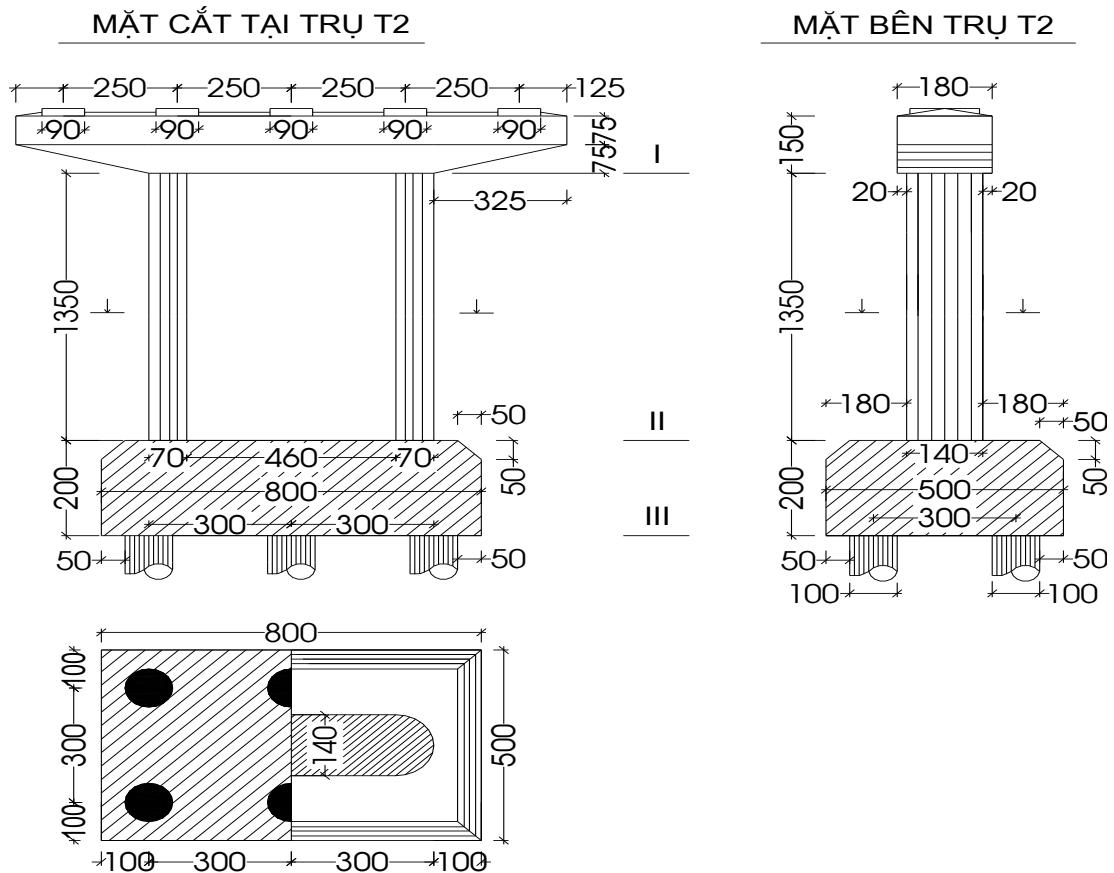
- Quy trình thiết kế 22TCN 272-05.

#### I.3. Kích thước trụ : (đơn vị cm)

Sơ đồ cầu:



Sơ đồ tru :



### 1. Vị trí cao độ :

- Cao độ MNCN: +16.5 m
- Cao độ MNTT: +8.0 m
- Cao độ MNTN: +4.9 m

### 2. Các lớp địa chất :

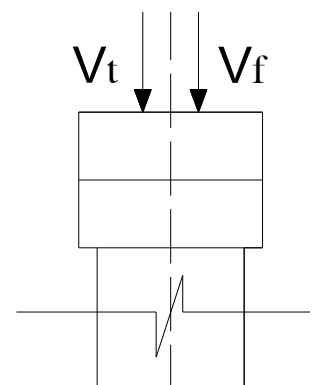
- Lớp 1 : Sét pha.
- Lớp 2 : Cuội sỏi.
- Lớp 3 : Sa thạch phong hoá.
- Lớp 4 : Sa thạch cứng chắc.

### 3. Tải trọng tác dụng :

#### 3.1. Tĩnh tải tác dụng (không hệ số):

##### 3.1.1. Tĩnh tải theo phương dọc cầu :

+  $V_{DC}^{tr}$  : phản lực gối trái do trọng lượng k/c nhịp (KN).



+  $V_{DC}^f$ : phản lực gối phải do trọng tải 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 tải nhịp trái (không kể lớp phủ)/1m dài cầu (KN/m).

-  $g_{dc}^f$ : trọng tải nhịp phải (không kể lớp phủ)/1m dài cầu (KN/m).

-  $g_{dw}^{tr}$ : trọng tải lớp phủ –nhịp trái /1m.(KN/m)

-  $g_{dw}^f$ : trọng tải lớp phủ –nhịp phải /1m.(KN/m)

Tính tải tác dụng lên trụ có thể chia thành các tải trọng như sau:

a. Tính tải bản thân trụ:

Bao gồm toàn bộ tải trọng bản thân của kết cấu trụ cũng như của bộ 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

+  $\gamma_i$ : trọng tải riêng tương ứng thành phần thứ i.

-Trọng tải (mũ trụ +đá tảng):

$$P_{mt} = V_{x\gamma_{bt}} = 29.36 \times 2.5 = 73.4T = 754KN$$

-Trọng tải phần thân trụ (từ I-I đến II-II):

$$P_{tr} = V_{x\gamma_{bt}} = 107.7 \times 2.5 = 269.25T = 2692.5KN.$$

-Trọng tải bộ móng:

$$P_m = V_m \times \gamma_{bt} = 79.5 \times 2.5 = 198.8T = 1988KN$$

b. Tính tải kết cấu phần trên:

- Tính tải phần 1: bao gồm trọng tải bản thân của kết cấu nhịp dầm  $g_1 = 20.52$  KN/m

- Tính tải phần 2: bao gồm toàn bộ trọng tải bản thân của các lớp phủ mặt cầu, lan can, gờ chắn cũng như 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 dầm ảnh hưởng với cường độ  $g_{2a} = 6.5$  KN/m

+Tính tải lớp phủ mặt cầu: phân bố đều trên toàn chiều dài dầm ảnh hưởng với cường độ

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

$$\Rightarrow g_{DC}^{tr} = 20.52 + 6.5 = 27.02 \text{ KN/m}$$

$$\Rightarrow g_{DC}^f = 20.52 + 6.5 = 27.02 \text{ KN/m}$$

$$\Rightarrow g_{DW} = 2.56 \text{ KN/m}$$

$$V_{DC}^{tr} = g_{DC}^{tr} \frac{l_{tr}}{2} = 27.02 \times \frac{37}{2} = 500.24 \text{ KN}$$

$$V_{DC}^f = g_{DC}^f \frac{l_f}{2} = 27.02 \times \frac{42}{2} = 567.84 \text{ KN}$$

$$V_{DW}^{tr} = g_{DW}^{tr} \frac{l_{tr}}{2} = 2.56 \times \frac{37}{2} = 47.36 \text{ KN}$$

$$V_{DW}^f = g_{DW}^f \frac{l_f}{2} = 2.56 \times \frac{42}{2} = 53.76 \text{ KN}$$

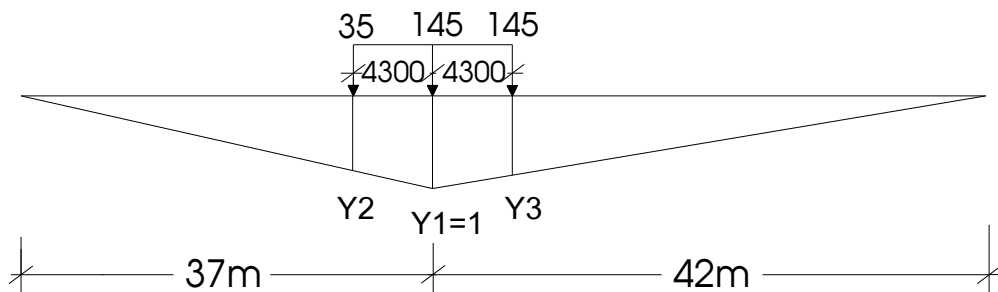
#### 4. Hoạt tải thẳng đứng :

##### 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 :



-  $V_{ht}^{tr}$  do xe tải 3 trục :

$$V_{ht}^{tr} = n_L \times m_L \times \left(1 + \frac{IM}{100}\right) \times \gamma_L \times 145(y_1 + y_2) + 35y_3$$

Trong đó :

+  $\gamma_L$  : hệ số tải trọng xe tải tk,  $\gamma_L = 1.75$ .

+ IM : lực xung kích của xe, khi tính mô trụ đặc thì  $\left(1 + \frac{IM}{100}\right) = 1.25$

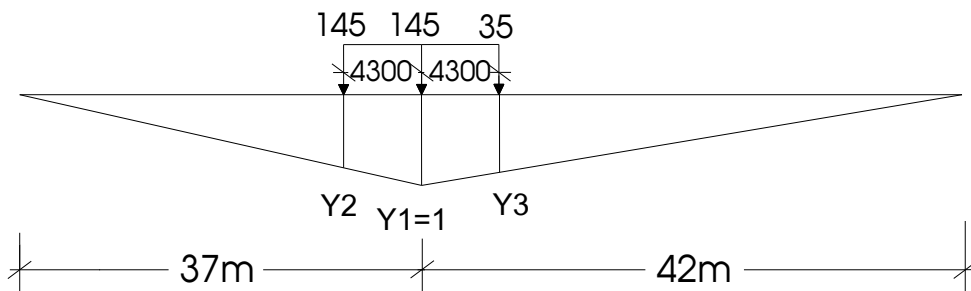
+  $n_L$  : số làn chất tải .

+  $m_L$ : hệ số làn xe.  $\rightarrow$  1 làn xe  $m_L = 1.2$ .

2 làn xe  $m_L = 1$ .

$$\Rightarrow V_{ht}^{tr} = 1 \times 1.2 \times 1.25 \times 1.75 \times 145(1 + 0.883) + 35 \times 0.767 = 787 \text{ KN}$$

-  $V_{ht}^f$  do xe tải 3 trục:

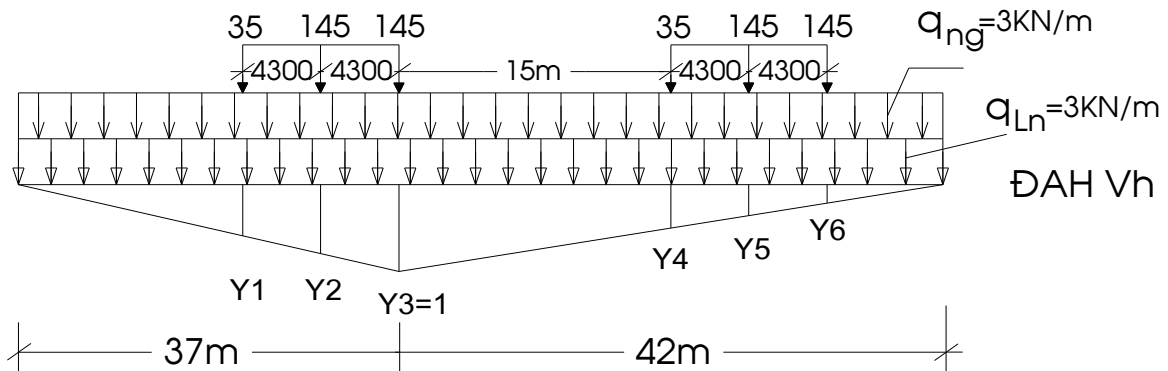


$$\Rightarrow V_{ht}^f = 1 \times 1.2 \times 1.25 \times 1.75 \times 145(1 + 0.897) + 35 \times 0.795 = 795 \text{ KN}$$

\* Trở ngại hợp chất tải cả hai nhịp (2 làn xe):

(vì hai nhịp khác nhau, nên phải tính cho các tổ hợp sau)

a. Trở ngại hợp  $V_{ht}^{tr}(\max)$ :



+  $V_{ht}$ : do xe tải 3 trục:

$$V_{ht}^{tr} = 0.9 \times n_L \times m_L \times x \left( 1 + \frac{IM}{100} \right) \times \gamma_L \times 145(y_2 + y_3 + y_5 + y_6) + 35(y_1 + y_4)$$

$$\Rightarrow V_{ht}^{tr} = 0.9 \times 2 \times 1 \times 1.25 \times 1.75 \times 145(0.883 + 1 + 0.54 + 0.438) + 35(0.767 + 0.642) = 1827 \text{ KN}$$

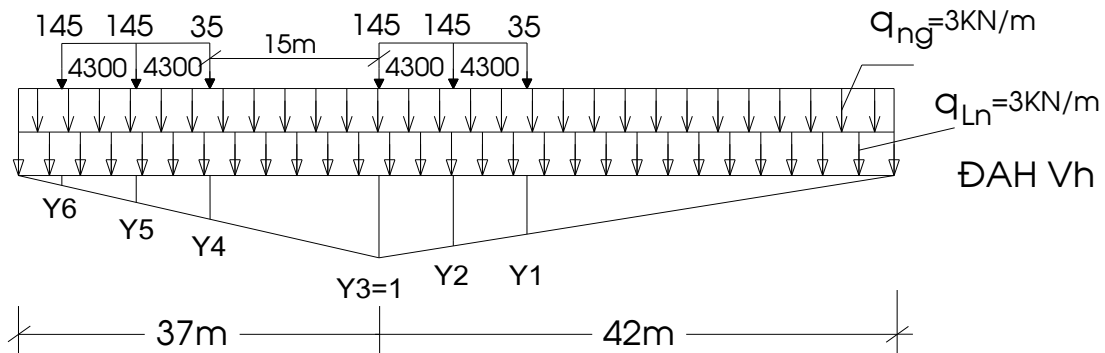
+  $V_{ht}$ : do tải trọng làn:

$$V_{ht}^{LN} = 0.9 \times q_{LN} \times l \times n_L \times m_L \times \gamma_{LN} = 0.9 \times 9.3 \times (37 + 42) \times 2 \times 1 \times 1.75 = 2314 \text{ KN}$$

+  $V_{ht}$  : do tải trọng ng- ời :

$$V_{ht}^{Ng} = 0.9 \times q_{Ng} \times l \times n_L \times m_L \times \gamma_{Ng} = 0.9 \times 3 \times (37 + 42) \times 2 \times 1 \times 1.75 = 764.55 \text{KN}$$

a. Tr- ờng hợp  $V_{ht}^{tr}(\max)$



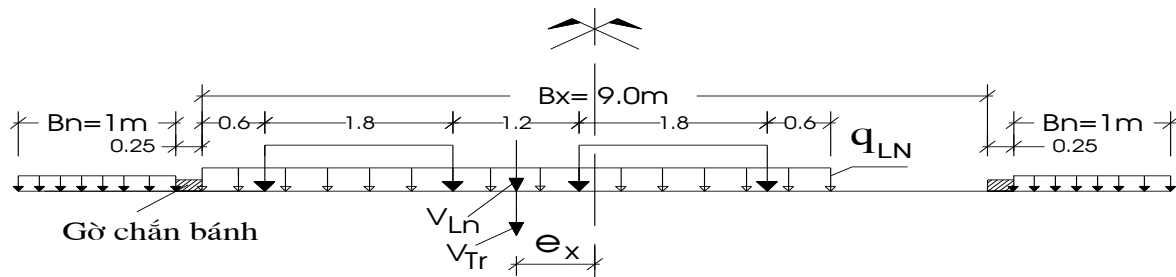
$$V_{ht}^f = 0.9x n_L x m_L x \left(1 + \frac{IM}{100}\right) x \gamma_L x 145(y_2 + y_3 + y_5 + y_6) + 35(y_1 + y_4)$$

$$\Rightarrow V_{ht}^f = 0.9x 2x 1x 1.25x 1.75x 145(0.897 + 1 + 0.478 + 0.362) + 35(0.795 + 0.594) = 1754KN$$

#### 4.2. Ph- ơng ngang cầu (gồm 5 dầm T đặt cách nhau 2.5m) :

- 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. Chốt 2 làn xe +2 làn ng- ời :



Ta tính :

$$e_x = \frac{B_x}{2} - 0.6 - 1.8 - 0.6 = 1.5m$$



$$e_x = \frac{B_x}{2} - 0.6 - 1.8 - 0.6 = 1.5m$$

$$e_n = \frac{B_x}{2} + 0.25 + \frac{B_n}{2} = 5.25m$$

- Đo- 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- ơng lai.
- Phải áp dụng hệ số làn quy định trong điều 3.6.1.1.2

+  $W_L$ : đặt cách mặt đ- ờng 1800mm.

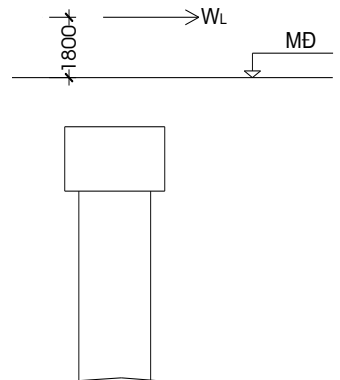
$$W_L = 0.25(\sum p_i).n_L.m_L$$

$\sum p_i$  :là tổng trọng lực của tất cả các trục xe tải 3 trục.

+Nếu dọc cầu chỉ xếp 1 xe thì  $\sum p_i = 35 + 2 \times 145 = 325 \text{KN}$ .

+Nếu dọc cầu xếp 2 xe tải thì :  $\sum p_i = 0.9 \times 325 \times 2 = 585 \text{KN}$ .

$$\Rightarrow W_L = 0.25(\sum p_i).n_L.m_L = 0.25 \times 585 \times 2 \times 1 = 292.5 \text{ KN}$$



**6. Lực gió (gió ngang) :**

### 6.1. Đọc cầu :

a. Gió tác dụng lên trụ :

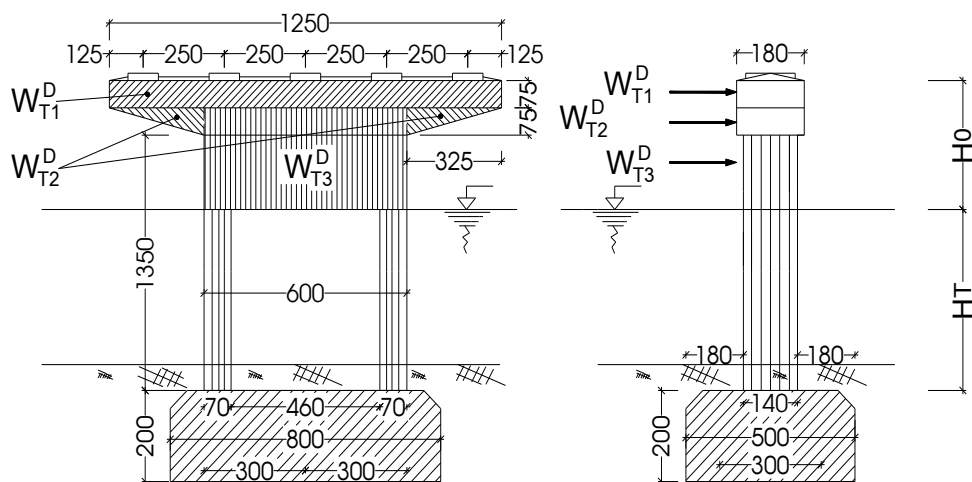
$$W_{Ti}^D = 0.0006.V^2.A_t.C_d > 1.8.A_t(KN)$$

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:

$$V = V_B \times S.$$

+V: vận tốc gió .

+  $V_B$ : vận tốc gió tra theo vùng quy định của việt nam (m/s).

$\Rightarrow$  Tỉnh Quảng Trị thuộc 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  $S = 1.09$ , với khu vực mặt thoáng n-ớc, độ cao mặt cầu so với mặt n-ớc thông thuyền là 12 m.

Vậy ta có tải trọng gió thiết kế là:

$$\rightarrow V = V_B \times S = 53 \times 1.09 = 57.77 \left( \frac{m}{s} \right).$$

Từ hình vẽ :

$$A_t = (8.3 \times 6 + 12.5 \times 0.75 + 1/2 \times 2 \times 3.25 \times 0.75 + 6 \times 0.75) = 66.1 (m^2).$$

Suy ra :

$$W_{Ti}^D = 0.0006.V^2.A_t.C_d = 0.0006 \times 57.77^2 \times 66.1 \times 1 = 132.3 KN > 1.8.A_t = 118.98 (KN)$$

→ thỏa mãn.

b. Gió dọc cầu tác dụng lên xe :

$$W_x^D = q_G^D.B$$

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.

$$\rightarrow W_x^D = q_G^D.B = 0.75 \times 12.5 = 9.375 KN.$$

## 6.2. Theo phương ngang cầu :

a. Gió tác dụng lên trụ :

$$W_T^N = 0.0006.V^2.A_t > 1.8A_t$$

Trong đó :

+  $A_t$ : diện tích chắn gió .

Từ hình vẽ :  $A_t = H_0.B_t$

+  $H_0$ : là chiều cao từ mực nước đến đỉnh trụ.

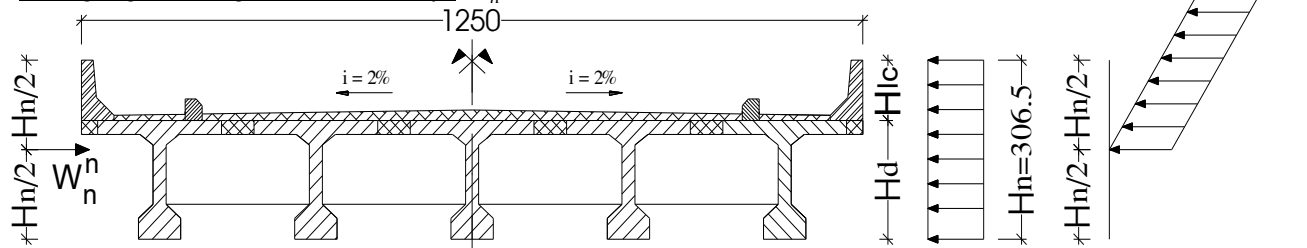
+  $B_t$ : chiều rộng trụ (dọc cầu) .

$$\Rightarrow A_t = H_0.B_t = 9.8 \times 6 = 58.8 (m^2)$$

$$\Rightarrow W_T^N = 0.0006.V^2.A_t = 0.0006 \times 57.77^2 \times 58.8 = 117.7 KN > 1.8A_t = 105.84 KN$$

→ 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.

$$q_G^n = 0.0006V^2.H_n \text{ . Với } H_n = h_{lc} + h_d \text{ .}$$

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 → khi 2 nhịp dầm đơn giản .

$$W_n^n = q_G^n \cdot \frac{(l_r + l_p)}{2} = 0.0006 \times 57.77^2 \times (0.865 + 2.2) \times \frac{(37 + 42)}{2} = 242 \text{ KN}$$

c. Gió ngang cầu tác dụng lên xe :

$W_x^n$  đặt ở cao độ cách mặt đường xe chạy 1800mm.

$$W_x^n = 1.5 \times \frac{(l_r + l_p)}{2} = 1.5 \times \frac{37 + 42}{2} = 59.25 \text{ KN}$$

(Với 1.5 kn/m là tải trọng theo tiêu chuẩn)

## 7. Tải trọng do nước :

a. Áp lực đẩy nổi :

Tác dụng thẳng đứng theo chiều từ dưới lên trụ  $p_{dn}$  .

$$p_{dn} = 9.81.V$$

Với V : là thể tích trụ bị chìm trong nước,  
từ mực nước tính toán đến mặt cắt trụ ( $m^3$ ).

Sơ đồ: Hình vẽ (bên)

Từ hình vẽ ⇒

+ Nếu tính nội lực tại mặt cắt II-II:

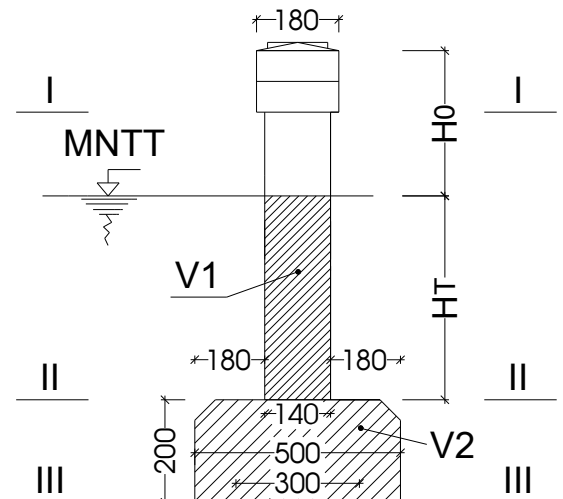
$$V = V_1 = \frac{3.14 \times 1.4^2}{4} \times 5.2 + 4.6 \times 1.4 \times 5.2 = 41.5 m^3$$

+ Nếu tính nội lực tại mặt cắt III-III:

$$V = V_1 + V_2 = 41.5 + 2 \times 8 \times 5 = 121.5 m^3$$

$$\Rightarrow p_{dn}^{II} = 9.81.V = 9.81 \times 41.5 = 407.11 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow p_{dn}^{III} = 9.81.V = 9.81 \times 121.5 = 1191.9 \text{ KN}$$



### 1.1.1 8. Lực ma sát (FR):

Lực do ma sát chung gối cầu phải được xác định trên cơ sở các giá trị cực đại của các hệ số ma sát giữa các mặt trượt. Khi thích hợp cần xét đến các tác động của độ ẩm và khả năng giảm phẩm chất hoặc nhiễm bẩn của mặt trượt 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 T2 có đặt gối cố định với giả thiết là lực hãm sẽ truyền xuống trụ theo tỷ lệ 100% nên trong tính toán coi như lực ma sát không đáng kể.

## II. TÍNH NỘI LỰC:

Để tính thân trụ, móng nội lực thường 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 tĩnh :  $\gamma_{DC} = 1.25, \gamma_{DW} = 1.5, \eta = 1$ .
- Hoạt tải 2 nhịp + lực hãm, 2 xe tải dọc cầu + làn + ng-ời.
- Mục nước cao nhất: +16.5m

#### a. Mặt cắt II-II:

- Tổng lực dọc :

$$\begin{aligned} N_{II} &= 1.25(p_{mt} + p_{tr} + V_{DC}^{tr} + V_{DC}^f) + 1.5(V_{DW}^{tr} + V_{DW}^f) + V_{ht}^{tr} \times 1.75 \times 1.25 + 1.75(V_{ht}^{LN} + V_{ht}^{Ng}) - 1.25V_{dn}^{II} \\ &= 1.25(754 + 2692.5 + 500.24 + 567.84) + 1.5(47.36 + 53.76) + 1827 \times 1.75 \times 1.25 + 1.75(2314 + 764.55) - 1.25 \times 41.5 \\ &\Rightarrow N_{II} = 15127 \text{ KN} \end{aligned}$$

- Tổng mômen : lực hãm tác dụng từ trái sang phải và mômen theo chiều kim đồng hồ là (+) và ngược lại là (-)

$$M_{II} = -(1.25V_{DC}^{tr} + 1.5V_{DW}^{tr}) \cdot e_t + (1.25V_{DC}^f + 1.5V_{DW}^f) \cdot e_f + 1.75 \times 1.25 \times W_L \times H_{II}.$$

$$\begin{aligned} M_{II} &= -(1.25 \times 500.24 + 1.5 \times 47.36) \times 0.5 + (1.25 \times 567.84 + 1.5 \times 53.76) \times 0.5 + 1.75 \times 1.25 \times 292.5 \times 18.1 \\ &\Rightarrow M_{II} = 11628 \text{ KN.m} \end{aligned}$$

- 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 :

$$H_{II} = H_t + H_g + H_{dch} + H_{lp} + 1.8 \text{ m} = 13.5 + 0.4 + 2.2 + 0.2 + 1.8 = 18.1 \text{ m}$$

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:

$$N_{III} = N_{II} + 1.25P_m - 1.25V_{dn}^m$$

với  $V_{dn}^m = V_m = 8 \times 2.0 \times 5 = 80 m^3$  (thể tích bộ móng).

$$\Rightarrow N_{III} = 15127 + 1.25 \times 1988 - 1.25 \times 80 = 17512 KN$$

- Tổng Mômen :

$$M_{III} = M_{II} + W_L \times 1.75 \times 1.25 \times H_m = 11628 + 292.5 \times 1.75 \times 1.25 \times 2 = 12907.68 KN.m$$

- Tổng Lực ngang :

$$W_{III} = W_{II} = 639.84 KN.$$

2. Dọc cầu TTGH sử dụng :

a. Mặt cắt II-II:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{II}^{SD} = P_{mt} + P_{tr} + V_{DC}^{tr} + V_{DC}^f + V_{DW}^{tr} + V_{DW}^f + 1.25.V_{ht}^{TR} + V_{ht}^{LN} + V_{ht}^{Ng} - V_{dn}^{II}$$

$$\Rightarrow N_{II}^{SD} = 754 + 2692.5 + 500.24 + 567.84 + 47.36 + 53.76 + 1.25 \times 1827 + 2314 + 764.55 - 41.5 = 9936.5 KN$$

Tổng Mômen :

$$M_{II}^{SD} = -(V_{DC}^{tr} + V_{DW}^{tr}).e_t + (V_{DC}^f + V_{DW}^f).e_f + 1.25.W_L.H_{II}$$

$$\Rightarrow M_{II}^{SD} = -(500.24 + 47.36) \times 0.5 + (567.84 + 53.76) \times 0.5 + 1.25 \times 292.5 \times 18.1 = 6654.8 KN.m$$

- Tổng Lực ngang :

$$W_{II}^{SD} = 1.25.W_L = 1.25 \times 292.5 = 365.62 KN$$

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{III}^{SD} = N_{II}^{SD} + P_m - V_{dn}^m = 9936.5 + 1988 - 80 = 11844.5 KN$$

- Tổng Mômen :

$$M_{III}^{SD} = M_{II}^{SD} + 1.25.W_L.H_m = 6654.8 + 1.25 \times 292.5 \times 2 = 7386.05 KN.m$$

- Tổng Lực ngang :

$$W_{III}^{SD} = W_{II}^{SD} = 365.62 KN$$

**II.2. Theo phương ngang cầu : mặt cắt II-II và III-III.**

**1. Ngang cầu TTGH c- ở độ 1 :**

- Hệ số tính tải  $>1$  ,  $\gamma = 1$ .
- Hoạt tải 2 nhịp (2 làn xe +1 ng-ời lệch tâm về bên trái .
- Mức nước cao nhất : +16.5m

**a. Mặt cắt II-II:**

T-ương tự nh- dọc cầu – trừ đi 1 nửa phản lực gối do tải trọng ng-ời.

• Tổng Lực dọc:

$$N_{II}^N = N_{II} - 1.75 \times \frac{V_{ht}^{Ng}}{2}, \text{ Với } N_{II} : \text{dọc cầu TTGH CĐ1}$$

$$\Rightarrow N_{II}^N = 15127 - 1.75 \times \frac{764.55}{2} = 14458 \text{KN}$$

• Tổng Mômen :

$$M_{II}^N = (1.25 \times 1.75 \times V_{ht}^{TR} + 1.75 \times V_{ht}^{LN}) \times e_x + 1.75 \times \frac{V_{ht}^{Ng}}{2} \times e_n$$

$$\Rightarrow M_{II}^N = (1.25 \times 1.75 \times 1827 + 1.75 \times 2314) \times 1.5 + 1.75 \times \frac{764.55}{2} \times 5.25 = 15581 \text{KN.m}$$

• Tổng Lực ngang :

$$W_{II}^N = 0$$

**b. Mặt cắt III-III:**

• Tổng Lực dọc:

$$N_{III}^N = N_{II}^N + 1.25 \times P_m - 1.25 \times V_{dn}^m$$

$$\Rightarrow N_{III}^N = 14458 + 1.25 \times 1988 - 1.25 \times 80 = 16347.25 \text{KN}$$

• Tổng Mômen :

$$M_{III}^N = M_{II}^N = 15581 \text{KN.m}$$

• Tổng Lực ngang :

$$W_{III}^N = 0$$

**2. Ngang cầu TTGH sử dụng 1 :**

**a. Mặt cắt II-II:**

• Tổng Lực dọc:

$$N_{II}^{NSD} = N_{II}^{SD} - \frac{V_{ht}^{Ng}}{2}, \text{ Với } N_{II}^{SD} : \text{theo dọc cầu TTGHSD.}$$

$$\Rightarrow N_{II}^{NSD} = 9936.5 - \frac{764.55}{2} = 9554.2 \text{ KN}$$

- Tổng Mômen :

$$M_{II}^{NSD} = M_{II}^N = 15581 \text{ KN.m}$$

- Tổng Lực ngang :

$$W^{NSD} = 0$$

b. Mặt cắt III-III:

- Tổng Lực dọc:

$$N_{III}^{NSD} = N_{II}^{NSD} + P_m - V_{dn}^m$$

$$\Rightarrow N_{III}^{NSD} = 9554.2 + 1988 - 80 = 11462.2 \text{ KN}$$

- Tổng Mômen :

$$M_{III}^{NSD} = M_{II}^{NSD} = 15581 \text{ KN.m}$$

- Tổng Lực ngang :

$$W_{III}^{NSD} = 0$$

BẢNG TỔNG HỢP NỘI LỰC :

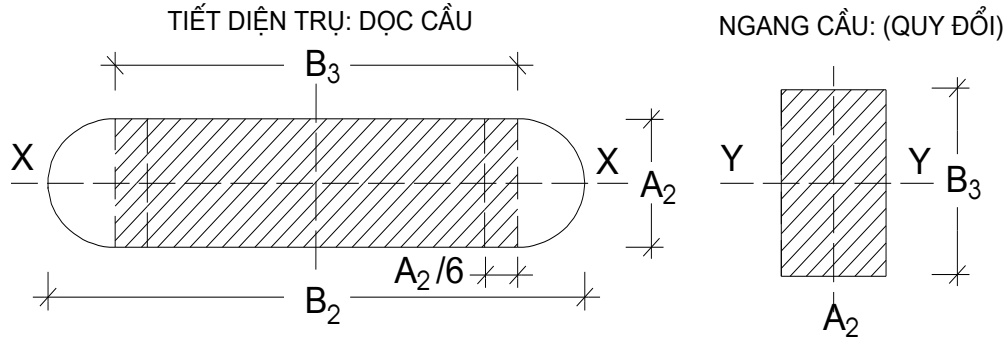
| Mặt<br>Mặt cắt | Ph- ứng dọc cầu |          |        | Ph- ứng ngang cầu |         |       |
|----------------|-----------------|----------|--------|-------------------|---------|-------|
|                | TTGH CĐ1        |          |        | TTGH CĐ1          |         |       |
|                | N(KN)           | M(KN.m)  | W(KN)  | N(KN)             | M(KN.m) | W(KN) |
| II-II          | 15127           | 11628    | 639.84 | 14458             | 15581   | 0     |
| III-III        | 17512           | 12907.68 | 639.84 | 16347.25          | 15581   | 0     |
|                | TTGH SD1        |          |        | TTGH SD1          |         |       |
| II-II          | 9936.5          | 6654.8   | 365.62 | 9554.2            | 15581   | 0     |
| III-III        | 11844.5         | 7386.05  | 365.62 | 11462.2           | 15581   | 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 dãn nở 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  $J_x = B_3 \times \frac{A_2^3}{12}$ .

+  $F = B_3 \times A_2$ .

Nếu tỷ số :  $\frac{K.L_u}{r} < 22 \rightarrow$  bỏ qua hiệu ứng về độ mảnh.

Số liệu :  $B_2 = 6m$ ,  $A_2 = 1.4m$ , trụ cao  $H_t = 14m$ .

Suy ra :

$$B_3 = 6 - 1.4 + \frac{1.4}{3} = 5.06m$$

$$F = B_3 \times A_2 = 5.06 \times 1.4 = 7.09m^2$$

$$J_x = B_3 \times \frac{A_2^3}{12} = 5.06 \times \frac{1.4^3}{12} = 1.157m^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}} = \sqrt{\frac{1.157}{7.09}} = 0.404m$$

$$\Rightarrow \frac{K.L_u}{r} = \frac{1 \times 14}{0.404} = 34.6 > 22 \rightarrow \text{Xét đến hiệu ứng về độ mảnh.}$$

b. Theo phương ngang cầu:

$$\frac{K.L_u}{r} \lll 22$$

Ta có :  $J_y = A_2 x \frac{B_3^3}{12} = 1.4 x \frac{5.06^3}{12} = 15.11 m^4$

$$r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}} = \sqrt{\frac{15.11}{7.09}} = 1.46 m$$

$$\Rightarrow \frac{K.L_u}{r} = \frac{1 \times 14}{1.46} = 9.5 \lll 22 \Rightarrow \text{thoả mãn.}$$

## 2. Kiểm tra ứng suất tại mặt cắt II – II:

$$N_{\max} = 15127 \text{ (KN)}, M_{\max} = 11628 \text{ (KN.m)}$$

- 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 :  $F_m = 5.06 \times 1.4 = 7.08 \text{ (m}^2\text{)}$

$W$  : Mô men chống uốn của tiết diện

$$W = \frac{a * b^2}{6} = \frac{5.06 * 1.4^2}{6} = 1.65 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} = \frac{15127}{7.08} + \frac{11628}{1.65} = 9183.5 \text{ (KN/m}^2\text{)} < R_n = 15000 \text{ (KN/m}^2\text{)} \Rightarrow \text{đạt}$$

Vậy: Kích thước đáy móng chọn đạt yêu cầu.

## 3. Kiểm tra ứng suất tại mặt cắt III – III:

$$N_{\max} = 17512 \text{ (KN)}, M_{\max} = 12907.68 \text{ (KN.m)}$$

- 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 :  $F_m = 8 \times 5 = 40 \text{ (m}^2\text{)}$

$W$  : Mô men chống uốn của tiết diện

$$W = \frac{a * b^2}{6} = \frac{8 * 5^2}{6} = 33.33 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} = \frac{17512}{40} + \frac{12907.68}{33.33} = 825.07 \text{ (KN/m}^2\text{)} < R_n = 15000 \text{ (KN/m}^2\text{)} \Rightarrow \text{đạt}$$

Vậy: Kích thước đáy móng chọn đạt yêu cầu.

### **I.2 4. 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  $\rho_t$  là từ 1-2%, trong đó  $\rho_t$  là tỉ lệ cốt thép trong tiết diện cột. Nh- ng vì trụ cầu chịu tải trọng và mô men uốn lớn, do đó ta giả thiết l- ượng cốt thép trong trụ lấy  $\rho_t = 0.015$

Nh- 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 ph- ơng ta chọn đ- ờng kính cốt thép là  $\Phi 25$

$$\text{Số l- ượng thanh cốt thép bố trí : } n = \frac{A_{st}}{25^2 \times \frac{3.14}{4}} = 217 \text{ thanh}$$

Vậy: Bố trí 230 thanh cốt thép  $\Phi 25$

Chọn chiều dày lớp bảo vệ cốt thép là 10cm

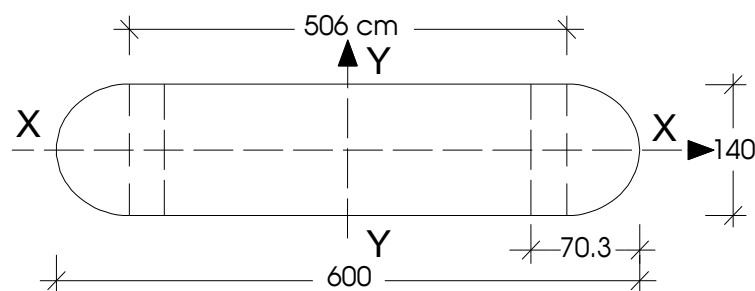
Bố trí cốt thép chịu lực theo 2 hàng

Chọn cốt đai có đ- ờng kính  $\Phi 16$ .

### **I.3 5. Quy đổi tiết diện tính toán:**

+ Tiết diện trụ chọn đ- ợc bo 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 nh- cũ.



### **6. Kiểm tra sức kháng uốn theo 2 ph- ơng 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 đ- ờng 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 :

+  $\phi$  : 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 phương ( 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 phương x  $\rightarrow e_x = \frac{M_{uy}}{P_u}$  (mm)

+  $e_y$  : độ lệch tâm theo phương 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 TTGHCD, 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)

$$M_{rx} = \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left( d_s - \frac{a}{2} \right)$$

Tương tự với  $M_{ry}$

Trong đó:

+ds: 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).

+fy: giới hạn chảy của thép.

+As: bố trí sơ bộ rồi tính diện tích thép cần dùng theo cả hai phương.

$$c_1 = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c' \cdot b_x} = \frac{0,118 \times 420}{0,85 \times 0,85 \times 30 \times 5,06} = 0,45$$

$$c_2 = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c' \cdot b_y} = \frac{0,118 \times 420}{0,85 \times 0,85 \times 30 \times 1,4} = 1,63$$

$$a_1 = c_1 \cdot \beta_1 = 0,45 \times 0,85 = 0,383$$

$$a_2 = c_2 \cdot \beta_1 = 1,63 \times 0,85 = 1,386$$

$$\Rightarrow M_{rx} = 0,9 \times 0,118 \times 420 \times 10^3 \times \left( 5,06 - 0,132 - \frac{0,383}{2} \right) = 211266,85 \text{ KNm}$$

$$\Rightarrow M_{ry} = 0,9 \times 0,118 \times 420 \times 10^3 \times \left( 1,4 - 0,132 - \frac{1,386}{2} \right) = 25647,3 \text{ KNm}$$

$$+ \beta_1 = 0,85$$

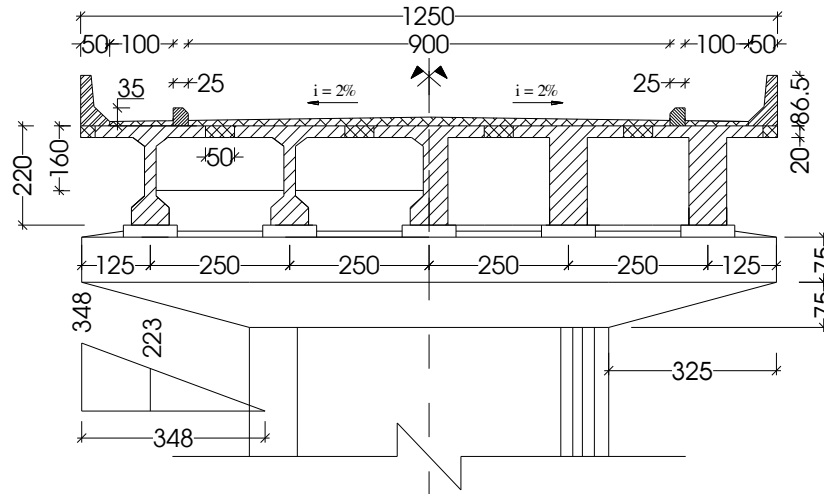
+b : bề rộng mặt cắt (theo mỗi phương là khác nhau).

Kiểm tra sức kháng nén của trụ theo uốn 2 chiều:

| Tổ hợp    | N      | M <sub>x</sub> | M <sub>y</sub> | M <sub>rx</sub> | M <sub>ry</sub> | $\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \leq 1,0$ | Kết Luận |
|-----------|--------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------------------------------|----------|
| Tải trọng | KN     | KNm            | KNm            | KNm             | KNm             |                                                          |          |
| CĐ1       | 15127  | 11628          | 15581          | 211266,85       | 25647,30        | 0,662549                                                 | đạt      |
| TTSD      | 9936,5 | 6654,8         | 15581          | 211266,85       | 25647,30        | 0,639009                                                 | đạt      |

## 7. Tính toán mũ trụ:

Sơ đồ:



- Mũ trụ làm việc nh- ngàm công xôn

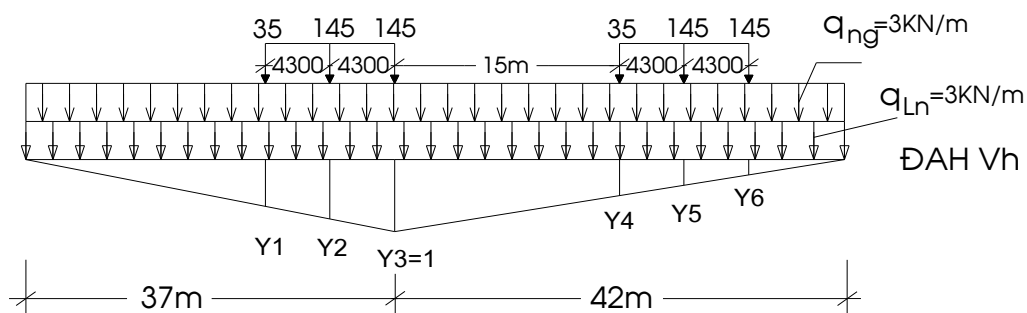
$$l_{tt} = 3.25 + \frac{R}{3} = 3.25 + \frac{0,7}{3} = 3.48 \text{ ( m )}$$

- Tải trọng tác dụng lên phần công xôn là:

+ Do trọng lượng bản thân:  $g_1 = 2 \cdot 20.52 = 41.04 (KN / m)$

+ Do tính tải phân bên trên :  $P_t = P_{dc+dn+mn+lc} + P_{lp} = 1620.14 \text{KN}$  .

+ Do hoạt tải:



$$P_{ht}^{3tr} = 0.9xm_Lx(1+\frac{IM}{100})x\gamma_Lxmg_{tr}x145(y_2+y_3+y_5+y_6)+35(y_1+y_4) \quad .$$

$$P_{ht}^{3tr} = 0.9 \times 1.25 \times 1.75 \times 0.71 \times 145(0.883 + 1 + 0.54 + 0.438) + 35(0.767 + 0.642) = 648.8 \text{ KN}$$

$$P_{ht}^{lan} = 1.75 \times 9.3 \times \frac{(31+31)}{2} \times mg_{lan} = 1.75 \times 9.3 \times \frac{(37+42)}{2} \times 0.336 = 216 \text{ KN}$$

$$P_{ht}^{ng} = 1.75 \times 3 \times \frac{(37 + 42)}{2} \times m g_{ng} = 1.75 \times 3 \times \frac{(37 + 42)}{2} \times 1.1 = 228.11 \text{KN}$$

$$\omega_M = \frac{3.48 \times 3.48}{2} = 6.05 \text{m}^2$$

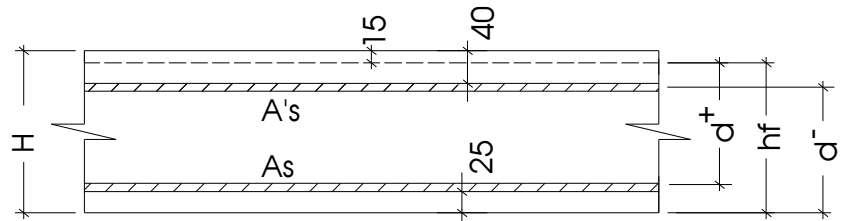
$$P_{ht} = P_{ht}^{3tr} + P_{ht}^{lan} + P_{ht}^{ng} = 648.8 + 216 + 228.11 = 1092.91 \text{KN}$$

⇒ Mômen:

$$M = 1.25 \times g_1 \times \omega_M + (P_t + P_{ht}) \times xy = 1.25 \times 41.04 \times 6.05 + 1.333 \times (1620.14 + 1092.91) = 5926.86 \text{KN.m}$$

\*. 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  $f_y = 400\text{MPa}$

$$A_s = \frac{M}{330d} = \frac{5926.86 \times 10^3}{330 \times 1499} = 11.98 \text{ (cm}^2\text{)}$$

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             | +8.3 | m   |
| Cao độ đáy bệ cọc              | +6.3 | m   |
| Cao độ mũi cọc (dự kiến)       | -6.7 | m   |
| Chiều dài cọc (dự kiến)        | 13   | m   |
| Đ- ờng kính thanh cốt thép dọc | 25   | mm  |
| C- ờng 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:

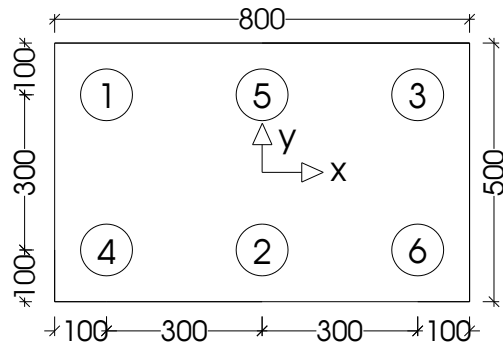
I.3.1

I.3.2

I.3.3

I.3.4

I.3.5



#### I.4 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 đất dính cát gầy màu sét ( $\phi$ )<sub>i</sub> vụn lấp cát, sét sỏi cuối cát gầy màu sét  $\phi = 45^\circ$ .

+ Bề mặt các cọc  $m_c \#300$ .

+ Cột thép chịu lực  $20\phi 25$  có cường độ  $420\text{MPa}$ . 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  $f_c' = 30\text{MPa}$

- Cốt thép chịu lực All 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 :

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

Trong đó :

$\phi$  = 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

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

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

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

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

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 lực nén của cọc đơn theo c- ông độ đất nền:

Số liệu địa chất:

- lớp 1: sét pha.
- lớp 2: cuội sỏi.
- lớp 3: sa thạch phong hoá.
- lớp 4: sa thạch cứng chắc.

Theo điều 10.7.3.2 sức kháng đỡ của cọc đ- ợc tính theo công thức sau:

$$Q_R = \phi Q_n = \phi_{qp} Q_p$$

$$\text{Với } Q_p = q_p A_p;$$

Trong đó:

$Q_p$  : Sức kháng đỡ mũi cọc

$q_p$  : Sức kháng đơn vị mũi cọc (Mpa)

$\phi_{qp}$  : Hệ số sức kháng  $\phi_{qp} = 0.55$  (10.5.5.3)

$A_p$  : Diện tích mũi cọc ( $\text{mm}^2$ )

Xác định sức kháng mũi cọc :

$$q_p = 3q_u K_{sp} d \quad (10.7.3.5)$$

Trong đó :

$K_{sp}$  : khả năng chịu tải không thứ nguyên.

$d$  : hệ số chiều sâu không thứ nguyên.

$$K_{sp} = \frac{\left(3 + \frac{S_d}{D}\right)}{10 \sqrt{1 + 300 \frac{t_d}{S_d}}} \quad (10.7.3.5-2)$$

$$d = 1 + 0.4 \frac{H_s}{D_s} \leq 3.4$$

$q_u$  : C- ờng độ chịu nén dọc trục trung bình của lõi đá (Mpa),  $q_u = 35 \text{ Mpa}$

$K_{sp}$ : Hệ số khả năng chịu tải không thứ nguyên

$S_d$ : Khoảng cách các đ- ờng nứt (mm). Lấy  $S_d = 400 \text{ mm}$ .

$t_d$ : Chiều rộng các đ- ờng nứt (mm). Lấy  $t_d = 6 \text{ mm}$ .

D : Chiều rộng cọc (mm); D=1000mm.

H<sub>s</sub> : Chiều sâu chôn cọc trong hố đá(mm). H<sub>s</sub> = 1800mm.

D<sub>s</sub> : Đường kính hố đá (mm). D<sub>s</sub> = 1200mm.

Tính độ lệch :  $d = 1.6$

$$K_{SP} = 0.145$$

$$\text{Vậy } q_p = 3 \times 35 \times 0.145 \times 1.6 = 20.88 \text{Mp} = 2088 \text{T/m}^2$$

Sức chịu tải tính toán của cọc (tính theo công thức 10.7.3.2-1) là :

$$Q_R = \varphi \cdot Q_n = \varphi q_p \cdot A_p = 0.5 \times 2088 \times 3.14 \times 1000^2/4 = 819.5 \times 10^6 \text{N} = 819.5 \text{ T}$$

Trong đó:

Q<sub>R</sub> : Sức kháng tính toán của các cọc.

φ : Hệ số sức kháng đối với sức kháng mũi cọc đã quy định trong bảng 10.5.5-3

A<sub>s</sub> : Diện tích mặt cắt ngang của mũi cọc

Từ các kết quả tính độ lệch chọn sức chịu tải của cọc là  $[P_c] = \min(P_v; Q_\gamma) = 8195 \text{ (KN)}$

### 1.5 2. Tính toán nội lực tác dụng lên các cọc trong móng:

Đối với móng cọc đài thấp thì tải trọng nằm ngang coi như đất nền chịu, nội lực tại mặt cắt đáy móng

Công thức kiểm tra:

$$P_{\max} \leq P_c$$

Trong đó:

- P<sub>max</sub>: Tải trọng tác động lên đầu cọc
- P<sub>c</sub> : Sức kháng của cọc đã tính toán ở phần trên

Tải trọng tác động lên đầu cọc đã 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<sub>i</sub>, y<sub>i</sub> : tọa độ của cọc so với hệ trục quán tính chính trung tâm
- M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub> : 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<sub>c</sub>=8195KN**

Trạng thái GHCD I

$$N_z = 15127 \text{ KN}$$

$$M_x = 11628 \text{ KNm}$$

$$M_y = 15581 \text{ KNm}$$

| Cọc | $X_i$ (m) | $Y_i$ (m) | $X_i^2$ (m <sup>2</sup> ) | $Y_i^2$ (m <sup>2</sup> ) | $N_i$ (KN) | Yêu cầu |
|-----|-----------|-----------|---------------------------|---------------------------|------------|---------|
| 1   | -3        | 1.5       | 9                         | 2.25                      | 6785.14    | đạt     |
| 2   | 0         | -1.5      | 0                         | 2.25                      | 5302.47    | đạt     |
| 3   | 3         | 1.5       | 9                         | 2.25                      | 5819.79    | đạt     |
| 4   | -3        | -1.5      | 9                         | 2.25                      | 4737.32    | đạt     |
| 5   | 0         | 1.5       | 0                         | 2.25                      | 6302.47    | đạt     |
| 6   | 3         | -1.5      | 9                         | 2.25                      | 4702.6     | đạt     |

# PHẦN III

## THIẾT KẾ THI CÔNG

## CHƯƠNG II: CHƯƠNG I : THIẾT KẾ THI CÔNG TRỤ

### I. YÊU CẦU THIẾT KẾ:

Trong đồ án này, thiết kế phục vụ thi công trụ T2 cho đến móng.

Các số liệu tính toán như sau:

|                          |       |   |
|--------------------------|-------|---|
| Cao độ đỉnh trụ          | +17.8 | m |
| Cao độ đáy trụ           | +2.8  | m |
| Cao độ đáy đài           | +0.8  | m |
| Cao độ mực nước thi công | +8.0  | m |
| Cao độ đáy sông          | +3.1  | 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 pha.
- lớp 2 : Cuội sỏi.
- lớp 3 : Sa thạch phong hoá.
- lớp 4 : Sa thạch cứng chắc.

### II. TRÌNH TỰ THI CÔNG:

#### I.1 1. Thi công trụ:

B- ước 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.

B- ước 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.

B- ước 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.

B- ớc 4 : Thi công bệ móng:

- Xử lý đầu cọc khoan nhồi.
- Đổ bê tông bịt đáy, hút nước hố móng,
- Lắp dựng ván khuôn, cốt thép, đổ bê tông bệ móng.

B- ớc 5 : Thi công trụ cầu:

- Chế tạo, lắp dựng đà giáo ván khuôn thân trụ lên trên bệ 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.

## **I.2 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.

## **II. III. THI CÔNG MÓNG:**

Móng cọc khoan nhồi đ- ờng kính cọc 1.0m, chôn trên nền đá sa thạch cứng chắc. Toàn cầu có 2 mố: M1, M2 và 4 trụ : T1, T2, T3, T4.

Các thông số móng cọc

|                                     | M1    | T1   | T2   | T3   | T4   | M2    |
|-------------------------------------|-------|------|------|------|------|-------|
| Số cọc trong móng (cọc)             | 6     | 6    | 6    | 6    | 6    | 6     |
| Đường kính thân cọc(m)              | 1.0   | 1.0  | 1.0  | 1.0  | 1.0  | 1.0   |
| Chiều cao bệ cọc (m)                | 2.0   | 2.0  | 2.0  | 2.0  | 2.0  | 2.0   |
| Cao độ đỉnh bệ cọc(m)               | +13.8 | +8.3 | +2.8 | +2.8 | +8.3 | +13.8 |
| Cao độ đáy bệ cọc(m)                | +11.8 | +6.3 | +0.8 | +0.8 | +6.3 | +11.8 |
| Cao độ mũi cọc dự kiến (m)          | -3.2  | -6.7 | -5.7 | -5.7 | -6.7 | -3.2  |
| Chiều dài cọc dự kiến (m)           | 15    | 13   | 6.5  | 6.5  | 13   | 15    |
| Cự li cọc theo phương dọc cầu (m)   | 3.0   | 3.0  | 3.0  | 3.0  | 3.0  | 3.0   |
| Cự li cọc theo phương ngang cầu (m) | 5.25  | 3.0  | 3.0  | 3.0  | 3.0  | 5.25  |

**1. Công tác chuẩn bị:**

- Cần chuẩn bị đầy đủ vật tư, 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 lưỡng 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 hưởng bởi quá trình thi công cọc.
- Chuẩn bị ống vách, cốt thép lồng cọc nhồi 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 cường 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.

**II.1.2. Công tác khoan tạo lỗ:**

II.1.1.1 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 :  $\pm 10\text{cm}$

II.1.1.2 2.2. Yêu cầu về gia công chế tạo lắp dựng ống vách:



- Ống vách phải đ- ợc 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 h- ớng hoặc máy kinh vĩ để đảm bảo đúng vị trí và độ nghiêng lệch.
- Ống vách có thể đ- ợc hạ bằng ph- ơng pháp đóng, ép rung hay kết hợp với đào đất trong lòng ống.

#### **II.1.1.3 2.3. Khoan tạo lỗ:**

- Máy khoan cần đ- ợc 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 đ- ợc 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 cuội sỏi khoan với tốc độ chậm.
- Khi chân ống vách chạm mặt đá dùng gầu lấy hết đất trong lỗ khoan, nếu gặp đá mồi côi 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 dăm để tạo mặt phẳng cho búa đập hoạt động. Lúc đầu kéo búa với chiều cao nhỏ để hình thành lỗ ổn định, tròn thành đứng, sau đó có thể khoan bình th- ờng.
- 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 ph- ơng 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 l- ợng riêng của dung dịch sét trong khoảng 50 cm kể từ đáy lỗ  $< 1,25 \text{ T/m}^3$ , hàm l- ợng cát  $\leq 6\%$ , độ nhớt  $\leq 28$  giây. Cần phải đảm bảo chất l- ợng 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.

#### **II.1.1.4 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 đ- a mùn khoan lên cho đến khi bơm ra n- ớc trong và sạch. Chọn loại máy bơm, quy cách đầu xói phụ thuộc vào chiều sâu và vật liệu cần xói hút.
- Nghiêm cấm việc dùng ph- ơng pháp khoan sâu thêm thay cho công tác rửa lỗ khoan.

#### **II.1.1.5 2.5. Công tác đổ bê tông cọc:**

- Đổ bê tông cọc theo ph- ơng 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.

**II.1.1.6 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 xối hút :**

- Các lớp đất phía trên mặt đều là dạng cát, sét nên thích hợp dùng phương pháp xối hút để đào đất nơi ngập nước.
- Tiến hành đào đất bằng máy xối hút. Máy xối hút đặt trên hệ phao chở nổi. Khi xối 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 bit đáy :**

*II.1.1.7 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.

### II.1.1.8 5.2. Nguyên tắc và yêu cầu khi đổ bê tông:

- Nguyên tắc và yêu cầu khi đổ bê tông bọt đáy.
- Bê tông t-ơi trong phễu tụt xuống liên tục, không đứt đoạn trong hố móng ngập n-ớc d-ới tác dụng của áp lực do trọng l-ợng 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 ph-ơng ngang không sinh ra vữa bê tông quá thừa và toàn bộ diện tích đáy hố móng đ-ợc phủ kín bê tông theo yêu cầu.
- Nút hãm: khít vào ống đổ, dễ xuống và phải nổi.

Bê tông:

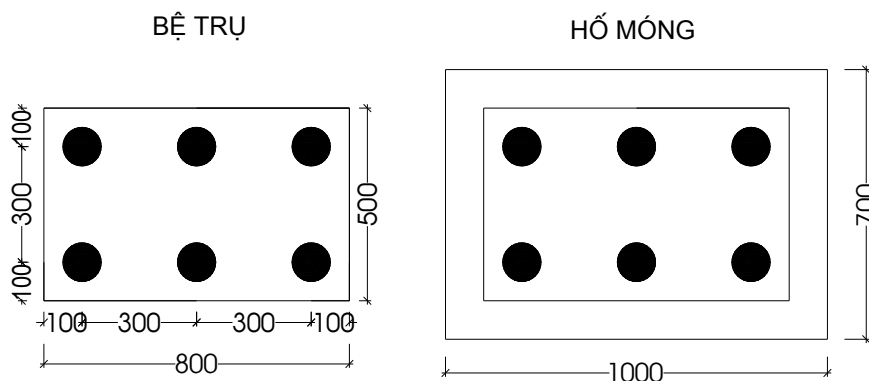
- + Có mác th-ờng cao hơn thiết kế một cấp
- + Có độ sụt cao: 16 - 20cm.
- + Cốt liệu th-ờng bằng sỏi cuội.

- Đổ liên tục, càng nhanh càng tốt.
- Trong quá trình đổ phải đo đặc kĩ l-ợng.

### II.1.1.9 5.3. Tính toán chiều dày lớp bê tông bọt đáy:

#### a) Các số liệu tính toán:

Xác định kích th-ớc đáy hố móng: Đơn vị (cm)



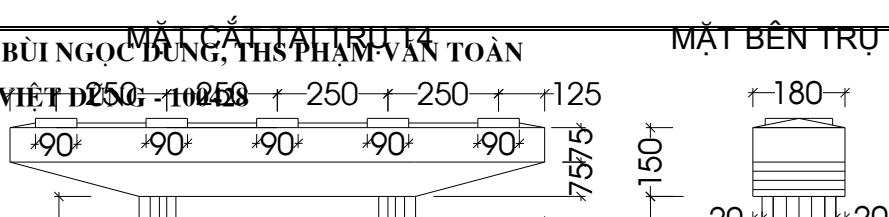
Ta có :  $L = 8 + 2 = 10 \text{ m}$

$B = 5 + 2 = 7 \text{ m}$

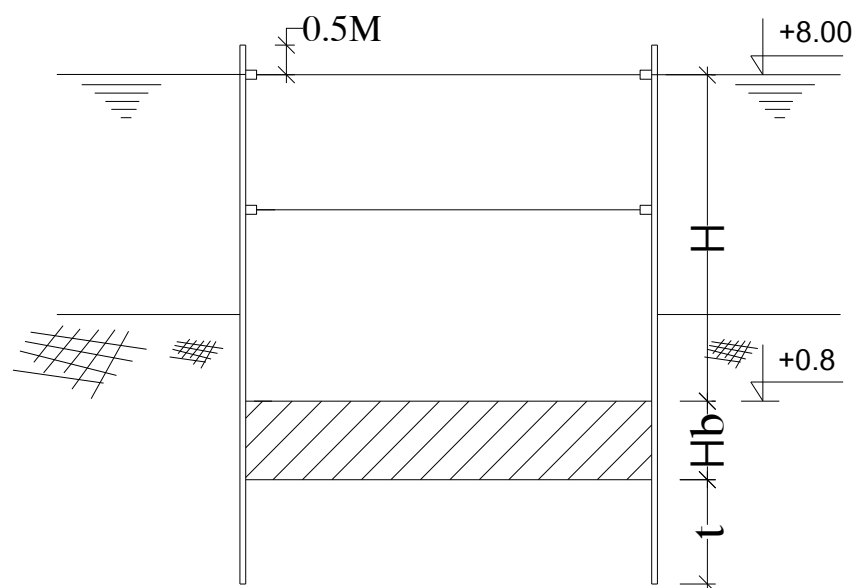
Gọi  $h_b$ : là chiều dày lớp bê tông bọt đáy .

$t$ : là chiều sâu chôn cọc ván ( $t \geq 2m$ )

Xác định kích th-ớc vòng vây cọc ván ta lấy rộng về mỗi phía của bệ cọc là 1m. Cọc ván sử dụng là cọc ván thép .



Sơ đồ bố trí cọc ván nhô sau:



b) Tính toán chiều dày lớp bê tông bọt 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 bịt đáy.

$$1. \Omega \cdot \gamma_b \cdot h_b + u_1 \cdot \tau_1 \cdot \bar{h}_b + k \cdot u_2 \cdot \tau_2 \cdot \bar{h}_b \cdot m \geq \gamma_n \cdot (H + h_b) \cdot \Omega$$

$$\Rightarrow h_b = \frac{\gamma_n \cdot H \cdot \Omega}{1. \Omega \cdot \gamma_b + u_1 \cdot \tau_1 + k \cdot u_2 \cdot \tau_2 \cdot m - \Omega \gamma_n} \geq 1m$$

Trong đó :

H : Khoảng cách MNTC tới đáy đài = 7.2 m

$h_b$  : Chiều dày lớp bê tông bịt đáy

$m = 0,9$  hệ số điều kiện làm việc.

$n = 0,9$  hệ số v-ợt tải.

$\gamma_b$  : Trọng lượng riêng của bê tông bịt đáy  $\gamma_b = 2,4T/m^2$ .

$\gamma_n$  : Trọng lượng riêng của nước  $\gamma_n = 1 T/m^2$ .

$u_2$ : Chu vi cọc =  $3,14 \times 1 = 3,14$  m

$\tau_2$  : Lực ma sát giữa bê tông bịt đáy và cọc  $\tau_2 = 4T/m^2$ .

k: Số cọc trong móng  $k = 6$  (cọc)

$\Omega$  : Diện tích hố móng. (Mở rộng thêm 1m ra hai bên thành để thuận lợi cho thi công)

$$\Omega = 10 \times 7 = 70 m^2 .$$

$\tau_1$  : Lực ma sát giữa cọc ván với lớp bê tông:

$$\tau_1 = 3T/m^2.$$

$u_1$ : Chu vi tường cọc ván =  $(10 + 7) \times 2 = 34$  m

$$\Rightarrow h_b = \frac{1 \times 7.2 \times 70}{(0,9 \times 70 \times 2,4 + 34 \times 3 + 6 \times 3,14 \times 4) \cdot 0,9 - 70 \times 1} = 2.2m > 1m$$

Vậy ta chọn  $h_b = 2.2$  (m)

**b.\* KIỂM TRA C-ỜNG ĐỘ LỚP BÊTÔNG 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  $l = 7m$ .
- Sử dụng bê tông mác 200 có  $R_u = 65 T/m^2$ .
- Tải trọng tác dụng vào dầm là  $q$  (t/m)

$$q = P_n - q_{bt} = \gamma_n \cdot (H + h_b) - h_b \cdot \gamma_{bt}$$

$$q = 1 \cdot (7.2 + h_b) - 2,4 \cdot h_b = 7.2 - 1,4 \cdot h_b$$

+ Mômen lớn nhất tại tiết diện giữa nhịp là :

$$M_{\max} = \frac{q.l^2}{8} = \frac{(7.2 - 1.4h_b).7^2}{8} = 44.1 - 8.575.h_b$$

+ Mômen chống uốn :

$$W = \frac{b.h^2}{6} = \frac{1.h_b^2}{6} = \frac{h_b^2}{6}$$

+ Kiểm tra ứng suất :

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{6.(44.1 - 8.575h_b)}{h_b^2} \leq 65 \text{ T/m}^2$$

Ta có phương trình bậc hai:

$$65.h_b^2 + 51.45h_b - 264.6 = 0$$

Giải ra ta có:  $h_b = 1,6 \text{ m} > 1 \text{ m}$

Vậy chọn chiều dày lớp bê tông cốt đáy  $h_b = 2.2 \text{ m}$  làm số liệu tính toán.

#### II.1.1.10 5.4. Tính toán cọc ván thép:

##### a. Tính độ chôn sâu cọc ván:

- Khi đổ bê tông cốt 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 dưới đáy móng:

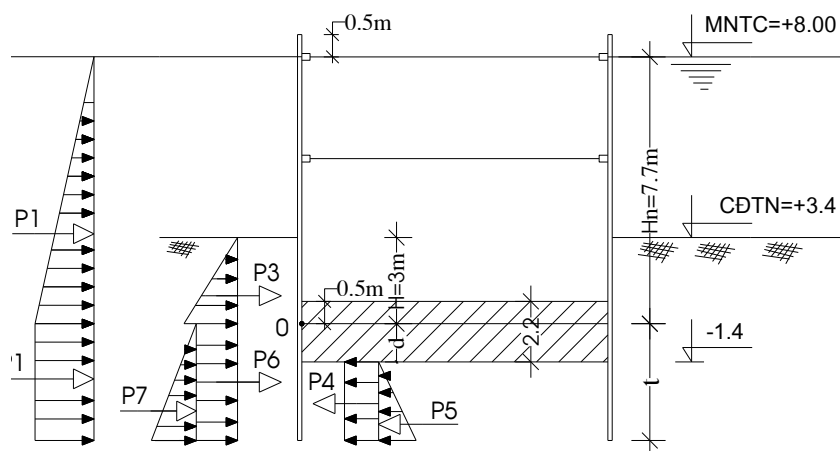
Cát mịn :  $\gamma_0 = 1.6 \text{ (T/m}^2\text{)}$ ;  $\varphi = 35^\circ$ .

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 nước.

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  $\gamma'$  của đất d-ới mực n-ớc sẽ tính toán nh- sau:

$$\gamma' = \gamma - \gamma_m = 2 - 1.0 = 1 \text{ (T/m}^3\text{)}$$

- áp lực do n-ớc:

$$P_1 = 0.5 \cdot \gamma_n \cdot H_n^2 = 0.5 \cdot 7.7^2 = 29.6 \text{ (T)}$$

$$P_2 = \gamma_n \cdot H_n \cdot t = 7.7 \cdot t \text{ (T)}$$

- áp lực đất chủ động:

$$P_3 = K_a \cdot n_1 \cdot 0.5 \cdot H^2 \gamma' = 0.27 \cdot 1.2 \cdot 0.5 \cdot 3^2 \cdot 1 = 1.458 \text{ (T)}$$

$$P_4 = (d+0.5)(t-d) \gamma'_b K_a n_1 = (1.7+0.5)(t-1.7) \times 0.27 \times 1.2 = 0.71(t-1.7) \text{ (T)}$$

$$P_5 = 0.5(t-d)^2 \gamma'_b K_a n_1 = 0.5(t-1.7)^2 \times 0.27 \times 1.2 = 0.162(t-1.7)^2 \text{ (T)}$$

- áp lực đất bị động

$$P_6 = H \cdot t \cdot \gamma \cdot K_b \cdot n_2 = 7.7 \times t \times 1 \times 1.92 \times 0.8 = 8.371 t \text{ (T)}$$

$$P_7 = 0.5 \cdot t^2 \cdot \gamma \cdot K_b \cdot n_2 = 0.5 \cdot t^2 \times 1 \times 1.92 \times 0.8 = 0.768 t^2 \text{ (T)}$$

Phương 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 phương trình (1) ta có phương trình:

$$\Leftrightarrow 26.977 + 1.458 + 0.364t^2 - 0.364 + 0.108t^2 - 0.054t - 0.054 = 3.237t^3 + 4.185t^2 - 6.442$$

$$\Leftrightarrow 3.237t^3 + 3.713t^2 + 0.054 - 34.458 = 0$$

$$0.43t^3 + 2.742t^2 + 0.141t - 6.442 = 0$$

Giải phương trình bậc 3 ta có:  $t = 1.87 \text{ m}$ .

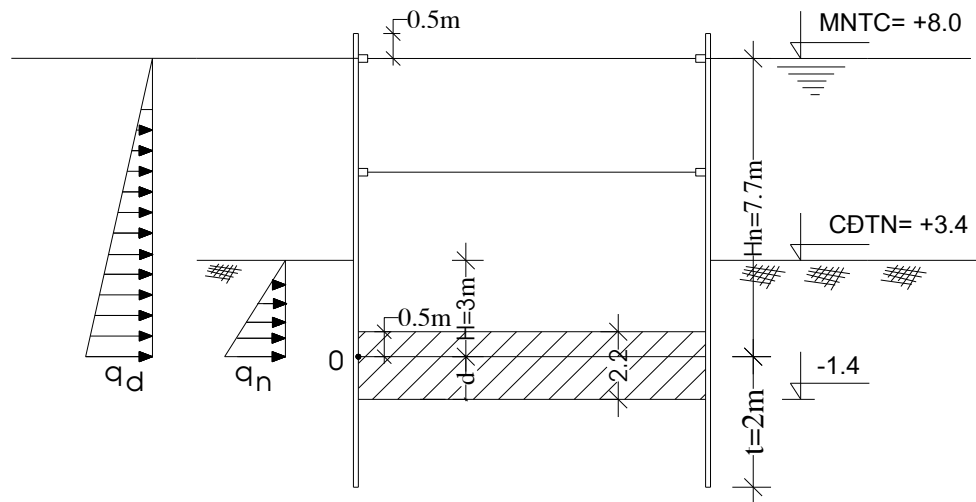
Để an toàn chọn:  $t = 2 \text{ m}$

Chiều dài cọc ván chọn:  $L_{\text{CỌC VÁN}} = 7.7 + 2 + 0.5 = 10.2 \text{ m} \Rightarrow$  Chọn  $L = 11 \text{ m}$ .

b. Chọn cọc ván thoả mãn yêu cầu về c-ờng đô:

Sơ đồ tính toán cọc ván coi nh- 1 dầm giản đơn với 2 gối là điểm 0 và điểm neo thanh chống:





\* **Tính toán áp lực ngang:**

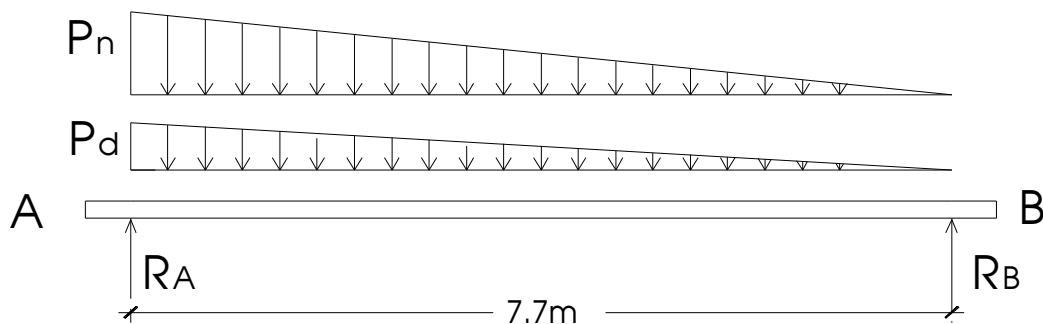
Áp lực ngang của n-ớc :  $P_n = \gamma_n \cdot H_1 = 1 \times 7.7 = 7.7(t/m)$

Áp lực đất bị động :  $P_b = \gamma_{dn} \cdot H_1 \cdot \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \varphi / 2).$

$$\Rightarrow P_d = 1,5 \times 7.7 \times \tan^2(45^\circ - 17.5^\circ) = 4.25 \text{ (t/m)}$$

**a. Tại vị trí có  $Q=0$  thì mômen  $M$  lớn nhất:**

Tìm  $M_{\max}$  :



**Theo sơ đồ :**

$$\Sigma M_B = 0 \Leftrightarrow 7.7 R_A = P_n * \frac{7.7}{2} * \frac{2 * 7.7}{3} + P_d * \frac{7.7}{2} * \frac{2 * 7.7}{3}$$

$$\Leftrightarrow R_A = (P_d + P_n) \cdot \frac{7.7^2}{3} = (4.25 + 7.7) \cdot \frac{7.7}{3} = 30.6(T)$$

$$\Sigma M_A = 0 \Leftrightarrow 7.7 R_B = (P_n + P_d) * \frac{7.7}{2} * \left( 7.7 - \frac{2 * 7.7}{3} \right)$$

$$\Leftrightarrow R_B = \left( \frac{4.25 + 7.7}{7.7} \right) * \frac{7.7}{2} * \left( 7.7 - \frac{2 * 7.7}{3} \right) = 15.3(T)$$

Giả sử vị trí  $Q=0$  nằm cách gối một đoạn  $0 < x < 7.7m$

Ta có:

$$\Sigma M_x = R_B \cdot (H_1 - x) - R_A \cdot x + \frac{(q + q_x)}{2} \cdot \frac{x^2}{2} - \frac{q_x \cdot (h + x)}{2} \cdot \frac{2 \cdot (H_1 - x)}{3} \quad (1)$$

$$\text{Với: } q_x = \frac{q \cdot (H_1 - x)}{H_1}, q = p_n + p_d = 5.45 + 4.25 = 9.7(T/m).$$

$$(1) \Rightarrow R_B \cdot (H_1 - x) - R_A \cdot x + \left[ q + \frac{q}{H_1} \cdot (H_1 - x) \right] \frac{x^2}{H_1} - \frac{q \cdot (H_1 - x)}{H_1} \cdot \frac{(H_1 - x)^2}{3} \quad (2)$$

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:

$$M_{\max} = 30.05Tm$$

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  $L = 8m$ , có  $W = 2200 \text{ cm}^3$ .

$$\text{Do đó } \sigma = \frac{30.10^5}{2200} = 1363.6(kG/cm^2) < R_u = 2000 (kG/cm^2).$$

#### II.1.1.11 5.5. Tính toán nẹp ngang:

Nẹp ngang được coi như dầm liên tục kê trên các gối chịu tải trọng phân bố đều:

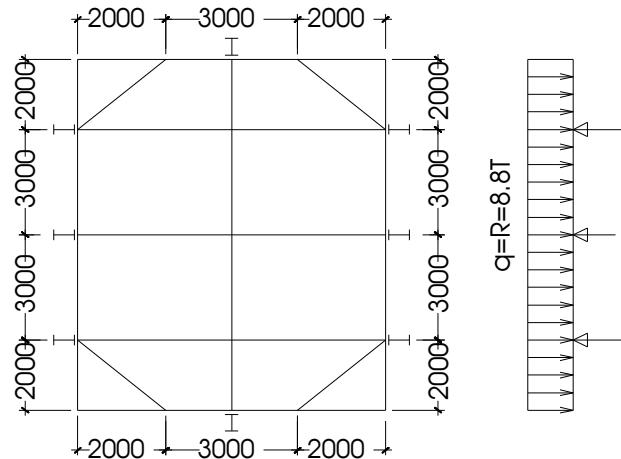
+ Các gối là các thanh chống với khoảng cách giữa các thanh chống là:

$l = 2 - 3m$  : Theo chiều ngang.

$l_1 = 3m$  : Theo chiều dọc.

+ Tải trọng tác dụng lên thanh nẹp là phản lực gối  $R_B$  tính cho  $1m$  bề rộng.  $R_B = 8.8T$

Sơ đồ tính :



Mômen lớn nhất  $M_{\max}$  được tính theo công thức gần đúng sau :

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l^2}{10} = \frac{88 \times 3^2}{10} = 7.92 (\text{Tm}).$$

Chọn tiết diện thanh nẹp theo công thức :

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_{yc}} < R_u = 2000 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$\Rightarrow W_{yc} \geq \frac{M_{\max}}{R_u} = \frac{7.92 \times 10^5}{2000} = 396 \text{ cm}^3.$$

$\Rightarrow$  Chọn thanh nẹp ngang định là thép chữ I có:

$$W_x > W_{yc} = 396 \text{ cm}^3.$$

II.1.1.12 5.6. Tính toán thanh chống:

Thanh chống chịu nén bởi lực tập trung.

$$\text{Lực phân bố tam giác: } q = p_n + p_d = 5.45 + 4.25 = 9.7 \text{ (T)}$$

+ Phản lực tại A lấy mô men đối với điểm B:

$$\Sigma M_A = 0 \Leftrightarrow R_B \cdot L_2 - q \cdot \frac{H}{2} \cdot \frac{H}{3}$$

$$(L_2 = H = 5.45 \text{ m})$$

$$\Leftrightarrow R_B = \frac{qH}{2L_2} \cdot \frac{H}{3} = \frac{q \cdot h}{2 \cdot 3} = \frac{9.7 \cdot 5.45}{2 \cdot 3} = 8.8 (\text{T})$$

$$R_B = B = 8.8 \text{ (T)}$$

+ Duyệt thanh chịu nén:

$$\sigma = \frac{A}{\varphi \cdot F_{ng}} \leq \sigma_{\text{t}}$$

Với  $l_0 = 2 \cdot l_1 = 6\text{m}$  (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:  $I = 7080 \text{ cm}^4$

$$F_{ng} = 46,5 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{600}{12,34} = 48,62$$

$$\varphi = 1 - 0,8 \cdot \left( \frac{\lambda}{100} \right)^2 = 1 - 0,8 \cdot \left( \frac{48,62}{100} \right)^2 = 0,81$$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{A}{\varphi \cdot F_{ng}} = \frac{8,8 \cdot 10^3}{0,81 \cdot 46,5} = 233 (\text{kg/cm}^2)$$

$$\text{Với: } \sigma = 233 (\text{kg/cm}^2) < \sigma_{\text{t}} = 1700 (\text{kg/cm}^2)$$

$\Rightarrow$  Thanh chống đạt yêu cầu

#### 6. Bơm hút n-ớc:

Do có cọc ván thép và bê tông bịt 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.

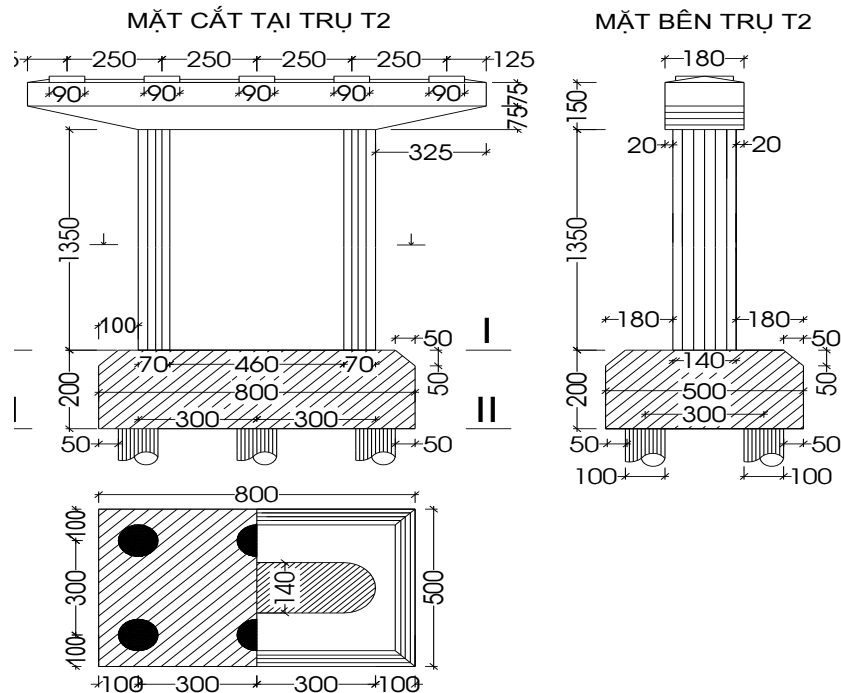
#### 7. Thi công đài cọc:

- 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.

### III. IV. THI CÔNG TRỤ:

- Các kích thước cơ bản của trụ và đài nh- 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 m<sup>3</sup>/h, sử dụng đầm dùi bê tông bán kính tác dụng R = 0.75m.

#### 2. Trình tự thi công nh- sau:

- Chuyển các khối ván khuôn ra vị trí trụ, lắp dựng ván khuôn theo thiết kế.
- Đổ bê tông vào ống đổ, trước khi đổ bê tông phải kiểm tra ván khuôn lại một lần nữa, bôi dầu lên thành ván khuôn tránh hiện tượng 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 bọt ximăng nổi lên là được. 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 tượng phân tầng.

- Bảo dưỡng bê tông: Sau 12h từ khi đổ bê tông có thể tưới nước, nếu trời mát tưới 3-4 lần/ngày, nếu trời nóng có thể tưới nhiều hơn. Khi thi công nếu gặp trời mưa 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:

#### III.1.1.3.1 . Tính ván khuôn dài trụ.

- Đài có kích thước:  $a \times b \times h = 8 \times 5 \times 2$  (m).

- Áp lực tác dụng lên ván khuôn gồm có:

+ áp lực bê tông tưới.

+ Lực xung kích của đầm.

Chọn máy trộn bê tông loại C284-A có công suất đổ  $Q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Và đầm dùi có bán kính tác dụng là 0,75m.

Diện tích đài:  $8 \times 5 = 40 \text{ m}^2$ .

Sau 4h bê tông đổ lên cao được:  $z$

$$h = \frac{4Q}{F} = \frac{40 \times 4}{40} = 4(\text{m}) > 0.75(\text{m})$$

Giả sử dùng ống vòi voi để đổ lực xung kích  $0,4 \text{ T/m}^2$ .

Áp lực ngang tác dụng lên ván khuôn là:

+ Do áp lực ngang của bê tông tưới:

$$q_1 = 400 (\text{Kg/m}^2) = 0.4 (\text{T/m}^2) , n = 1.3$$

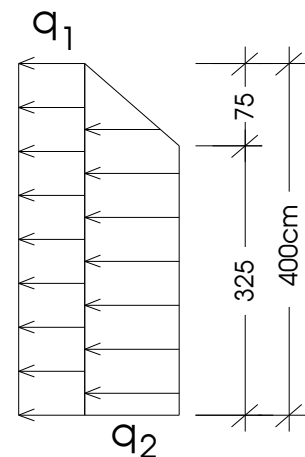
+ Lực xung kích do đầm bê tông:  $h > 0,75 \text{ m}$  nên

$$q_2 = 2.4 \times 0.75 \times 10^3 = 1800 \text{ Kg/m}^2$$

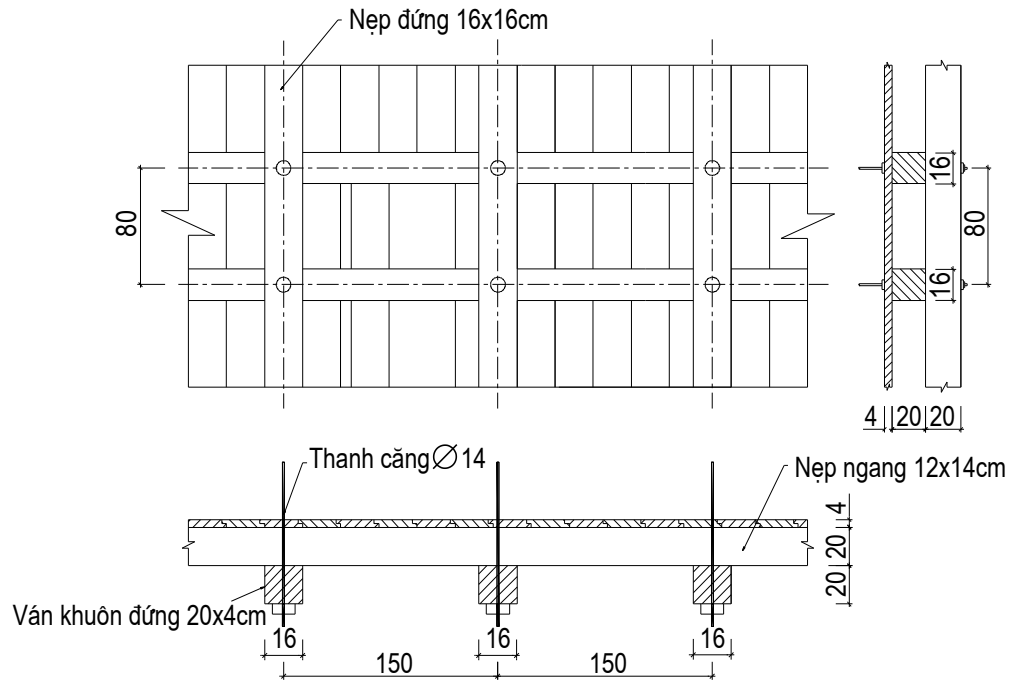
Biểu đồ áp lực thay đổi theo chiều cao đài như để đơn giản hóa tính toán và thi công ta coi áp lực phân bố đều:

$$q^{\text{tc}} = \frac{\frac{1800 \times 0.75}{2} + 1800 \times 2.45 + 400 \times 4}{4} = 1671.25 (\text{kg/m}^2)$$

$$q^{\text{tt}} = 1.3 \times 1671.25 = 2172.62 (\text{kg/m}^2)$$



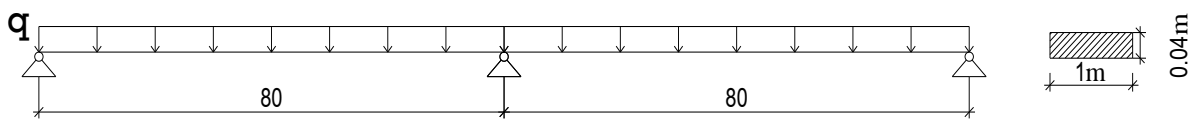
Chọn ván khuôn trụ như sau:



### III.1.2.3.2. 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 :

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} \leq R_u$$

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 : môđun 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.  
 $q = 16.71 \text{ (kg/cm)}$

$$\Rightarrow f = \frac{5 \times 16.71 \times 80^4}{384 \times 9 \times 10^4 \times 533} = 0.185 \text{ cm} < \frac{80}{250} = 0.32 \text{ cm}$$

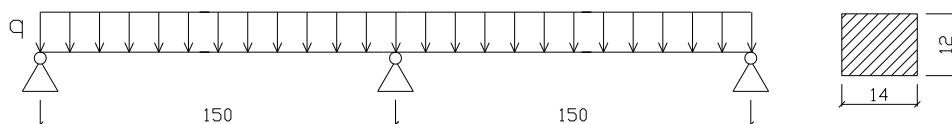
$\Rightarrow$  Vậy đảm bảo yêu cầu về độ võng.

### III.1.3.3. 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 × 14cm)

$$W = \frac{h\delta^2}{6} = \frac{12 \times 14^2}{6} = 392 \text{ cm}^3$$

+ 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:



$$f = \frac{1}{48} \cdot \frac{q \cdot l_2^3}{E \cdot J}$$

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{12 \times 14^3}{12} = 2744 \text{ cm}^4$$

$$q_{\text{vong}} = q^{tc} \cdot l_1 = 1671 \times 0.8 = 1336.8 \text{ kg/m}$$

$$f = \frac{1}{48} \cdot \frac{q \cdot l_2^3}{E \cdot J} = \frac{1}{48} \cdot \frac{13.368 \times 150^3}{9 \times 10^4 \times 2744} = 0.0038 \text{ cm} < \frac{150}{250} = 0.6 \text{ cm}$$

Kết luận: nhịp ngang đủ khả năng chịu lực

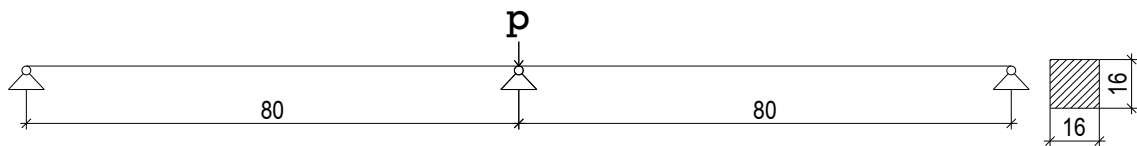
### III.1.4

#### III.1.5 3.4. Tính nhịp đứng:

- Nhịp 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 nhịp ngang truyền xuống

$$P_{tt} = q \times l_2 = 1738.1 \times 1.5 = 2607.15 \text{ (kg)}$$

+ Sơ đồ tính toán:



+ Mômen:

$$M_{\text{max}} = \frac{P \cdot l}{6} = \frac{2607.15 \times 1.6}{6} = 695.24 \text{ Kgm}$$

+ Chọn nhịp 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:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{695.24}{682.7} = 101 \text{ kg/cm}^2 \leq 130 \text{ kg/cm}^2$$

+ Duyệt độ võng:

$$f = \frac{q \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J}$$

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{16 \times 16^3}{12} = 5461 \text{ cm}^4$$

$$q_{\text{vong}} = q^{tc} \times l_2 = 1336.8 \times 1.5 = 2005.2 \text{ kg/m}$$

$$f = \frac{q.l^3}{48.E.J} = \frac{20.05 \times 160^3}{48 \times 9 \times 10^4 \times 5461} = 0,00348 \text{ cm} < \frac{160}{400} = 0,4 \text{ cm}$$

Kết luận: nhịp đứng đủ khả năng chịu lực

### III.1.6

#### III.1.7 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 căng:  $c = 1.5 \text{ m}$
- Dùng thanh căng là thép CT3 có  $R = 1900 \text{ kg/cm}^2$ .

→ Diện tích yêu cầu

$$F = \frac{S}{R} = \frac{2400}{1900} = 1.263 \text{ cm}^2$$

⇒ Dùng thanh căng  $\Phi 14$  có  $F = 1.54 \text{ cm}^2$

#### III.1.8 3.6. Tính toán gối vành l-ợc:

- Áp lực phân bố của bê tông lên thành ván:  $p_{bt} = 2.4 \times 0.75 = 1.8 \text{ (T/m}^2\text{)}$
- Áp lực ngang do đầm bê tông:  $p_d = 0.2 \text{ T/m}^2$
- Tải trọng tổng hợp tính toán tác dụng lên ván:

$$q_v = (p_{tx} + p_d) \times 1.3 \times 0.5 = (1.8 + 0.2) \times 1.3 \times 0.5 = 1300 \text{ Kg/m}^2$$

- Lực xé ở đầu tròn:  $T = \frac{q_v^{tt} \times D}{2} = \frac{1300 \times 3}{2} = 1950 \text{ (Kg)}$

- 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 gỗ vành l-ợc  $R_k = 100 \text{ kg/cm}^2$

$$\Rightarrow F = \delta.b \geq \frac{T}{R_k} = \frac{1950}{100} = 19.50 \text{ cm}^2$$

Từ đó chọn tiết diện gỗ vành l-ợc:  $\delta = 4 \text{ cm}$ ,  $b = 12 \text{ cm}$ . Có  $F = 4 \times 12 = 48 \text{ cm}^2$

## III.2

## CHƯƠNG III: CHƯƠNG 2 : THI CÔNG KẾT CẤU NHỊP

### I. YÊU CẦU CHUNG:

- Sơ đồ cầu gồm 4 nhịp 37m, 1 nhịp 42m.
- Chọn tổ hợp giá lao cầu để thi công lao lắp dầm.
- Với nội dung đồ án thi công nhịp 42m, mặt cắt ngang cầu gồm 5 dầm T chiều cao dầm  $H = 2.2\text{m}$ , khoảng cách giữa các dầm  $S = 2.5\text{m}$

### II. TÍNH TOÁN SƠ BỘ GIÁ LAO MÚT THỪA:

Các tổ hợp tải trọng để tính toán xem xét tới sao cho giá lao mút 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 lượng bản thân giá lao mút thừa. Trong quá trình di chuyển giá mút thừa bị hẫng ở vị trí bất lợi nhất. Phải kiểm tra tính toán ổn định trong trường hợp này.
- Tr-ờng hợp 2: Tổ hợp tải trọng tác dụng bao gồm trọng lượng bản thân giá lao mút thừa và trọng lượng 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 mút thừa:

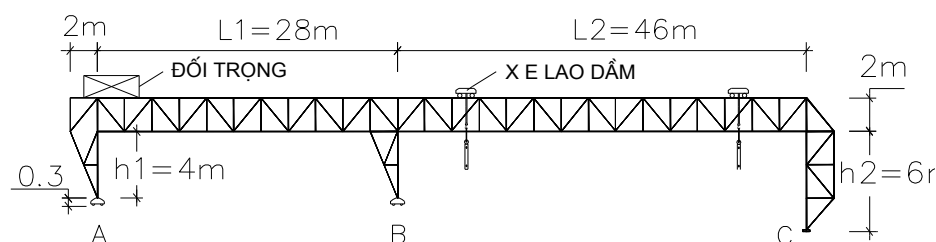
- Chiều dài giá lao mút thừa :

$$L_1 = \frac{2}{3} L_{\text{dầm}} = \frac{2}{3} \times 42 = 28 \text{ m}$$

$$L_2 = 1.1 L_{\text{dầm}} = 1.1 \times 42 = 46\text{m} \rightarrow \text{chọn } L_2 = 46 \text{ m.}$$

- Chiều cao chọn  $h_1 = 4 \text{ m}$ ,  $h_2 = 6 \text{ m}$

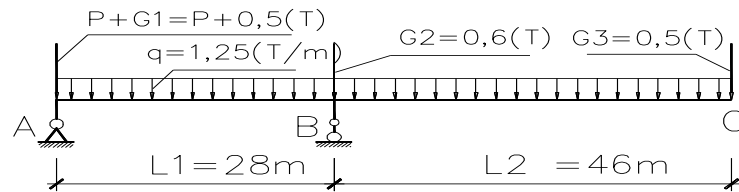
#### Sơ đồ giá lao mút thừa



- Trọng lượng giá lao mút thừa trên 1 m dài =  $1.25\text{T/m}$
- Trọng lượng bản thân trụ tính từ trái sang phải là :  $G_1 = 0.5 \text{ T}$  ;  $G_2 = 0.6 \text{ T}$
- Trọng lượng bản thân trụ phụ đầu mút 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 như 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)

$$+ M_1 = G_3 \times L_2 + q \times L_2 \times L_2 / 2 = 0.5 \times 46 + 1.25 \times 46^2 / 2 = 1345 (T.m)$$

$$+ M_{cl} = (P + 0.5) \times L_1 + q \times L_1^2 / 2 = (P + 0.5) \times 28 + 1.25 \times 28^2 / 2 = 28P + 505 (T.m)$$

Thay các dữ kiện vào phương trình (1) ta có :

$$1345 \leq 0.8 \times (28P + 505) \Rightarrow P \geq 42 T$$

chọn  $P = 42 T$

- Xét mômen lớn nhất tại gối B :  $M_B = 1345 (T.m)$

- Lực dọc tác dụng trong các thanh biên :

$$N_{\max} = \frac{M_{\max}^B}{h} = \frac{1345}{2} = 672.5 T$$

( $h=2$  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  $N = 672.5 T$

$\varphi$  : hệ số uốn dọc phụ thuộc vào độ mảnh  $\lambda$

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 gập 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  $r_{\min} = r_y = 4.56 cm$

$$\lambda_{\max} = \frac{l_0}{r_{\min}} = \frac{200}{4.56} = 43.86 : \text{Tra bảng có } \varphi = 0.868$$

$$\text{Thay vào công thức : } \sigma_{\max} = \frac{N}{\varphi * F} = \frac{672500}{0.868 * 284.4} = 1724.22 (kg/cm^2)$$

Vậy  $\sigma_{\max} \leq R = 1900 Kg/cm^2$  đảm bảo.

## II.1

### III. III. TRÌNH TỰ THI CÔNG KẾT CẤU NHỊP:

- Lắp dựng tổ hợp giá lao mút thừa, lắp dựng hệ thống đỡ ray của tổ hợp giá lao mút thừa và xe goòng vận chuyển
- Di chuyển tổ hợp giá lao mút thừa đến vị trí trụ  $T_1$
- 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 mút thừa dùng balăng, kích nâng dầm và kéo về phía trước (vận chuyển dầm theo phương 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 mút thừa, di chuyển dầm theo phương ngang cầu và đặt vào vị trí gối cầu
- Trong quá trình đặt dầm xuống gối cầu phải thường xuyên kiểm tra hệ thống tim tuyến dầm và gối cầu. Công việc lao lắp dầm được 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 nhịp 1
- Sau khi lao lắp xong toàn bộ cầu thì tiến hành lắp đặt ván khuôn, cốt thép đổ bê tông móng nối và dầm ngang
- Lắp đặt ván khuôn, cốt thép thi công đỡ chân xe, làm khe co giãn các lớp mặt đỡ ray và lan can