

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**



ISO 9001 - 2015

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

NGÀNH: XÂY DỰNG CẦU ĐƯỜNG

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN – HUYỆN THẠCH THÀNH – THANH HÓA

Sinh viên : **TRẦN HOÀNG HIỆP**

Giáo viên hướng dẫn: **Th.S BÙI NGỌC DUNG**

HẢI PHÒNG 2019

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

**THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN – HUYỆN THẠCH THÀNH –
THANH HÓA**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP HỆ ĐẠI HỌC CHÍNH QUY
NGÀNH: XÂY DỰNG CẦU ĐƯỜNG**

Sinh viên : **TRẦN HOÀNG HIỆP**

Giáo viên hướng dẫn: **Th.S BÙI NGỌC DUNG**

HẢI PHÒNG 2019

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Sinh viên: Trần Hoàng Hiệp

Mã số: 1412104018

Lớp: XD1801C

Ngành: Xây dựng Cầu đường

Tên đề tài: Thiết kế cầu Kim Tân – Huyện Thạch Thành – Thanh Hóa

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

LỜI CẢM ƠN

.....

Đồ án tốt nghiệp là sự tổng hợp những kiến thức các môn học được trang bị trong nhà trường cũng như các kinh nghiệm mà sinh viên thu nhận được trong suốt quá trình nghiên cứu học tập, thực tập và làm đồ án. Nó thể hiện các kiến thức cơ bản cũng như khả năng thực thi các ý tưởng trước một công việc thực tế, là bước ngoặt vô cùng quan trọng để cho sinh viên áp dụng một cách khoa học tất cả những lý thuyết được học vào thực tế công việc sau này. Đồng thời nó cũng là một lần sinh viên được xem xét, tổng hợp lại toàn bộ các kiến thức của mình lĩnh hội được, thông qua sự hướng dẫn, chỉ bảo của các giảng viên đã trực tiếp tham gia giảng dạy trong quá trình học tập và nghiên cứu suốt khóa học 2014 - 2019 của cá nhân em, cũng như toàn thể sinh viên khoa xây dựng Trường Đại học Dân Lập Hải Phòng.

Đồ án tốt nghiệp được hoàn thành với sự nỗ lực của bản thân và sự giúp đỡ, chỉ bảo tận tình của giáo viên tham gia hướng dẫn, cô giáo TH.S Bùi Ngọc Dung đã trực tiếp tham gia chỉ đạo, theo dõi trong suốt quá trình thực hiện đồ án này. Tuy nhiên do sự hạn chế về kiến thức chuyên môn cũng như kinh nghiệm thực tế của bản thân nên không thể tránh khỏi những sai sót. Chúng em rất mong nhận được sự quan tâm, xem xét và chỉ bảo của các thầy cô giáo để đồ án tốt nghiệp sẽ được hoàn chỉnh hơn, giúp chúng em hoàn thiện hơn nữa kiến thức chuyên môn của mình để có thể hoàn thành tốt những công việc khó khăn sau khi ra trường.

Em xin chân thành cảm ơn sự hướng dẫn tận tình của cô giáo , Th.S Bùi Ngọc Dung, cũng như toàn thể các Thầy cô giáo trong khoa xây dựng Trường Đại học Dân Lập Hải Phòng đã giúp đỡ em trong quá trình học tập và thực hiện đồ án tốt nghiệp. Một lần nữa kính gửi đến các Thầy cô lời chúc sức khỏe!

Hải Phòng ngày 15 tháng 10 năm 2018

Sinh viên

Trần Hoàng Hiệp

PHẦN I : THIẾT KẾ CƠ SỞ

CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ CÔNG TRÌNH CẦU KIM TÂN- THANH HÓA

1.1. Quy hoạch tổng thể xây dựng phát triển huyện Thạch Thành, Thanh Hóa:

1.1.1. Vị trí địa lý chính trị:

Cầu Kim Tân bắc qua sông Bưởi thuộc địa phận tỉnh Thanh Hóa. Công trình cầu Kim Tân dẫn đến Quốc lộ 45, tuyến đường là một trong những cửa ngõ quan trọng nối liền các trung tâm kinh tế của huyện Thạch Thành.

Khu vực xây dựng cầu là vùng đồng bằng, bờ sông rộng và bằng phẳng, dân cư tương đối đông.

1.1.2. Dân số, đất đai và định hướng phát triển :

Công trình cầu nằm cách trung tâm huyện 3km nên dân cư ở đây sinh sống tăng nhiều trong một vài năm gần đây, mật độ dân số tương đối cao, phân bố dân cư đồng đều. Dân cư sống bằng nhiều nghề nghiệp rất đa dạng như buôn bán, kinh doanh.

1.2. Thực trạng và xu hướng phát triển mạng lưới giao thông :

1.2.1. Thực trạng giao thông :

Cầu Kim Tân đã được xây dựng từ rất lâu dưới tác động của môi trường, do đó nó không thể đáp ứng được các yêu cầu cho giao thông với lưu lượng xe cộ ngày càng tăng.

Tuyến đường hai bên cầu đã được nâng cấp, do đó lưu lượng xe chạy qua cầu bị hạn chế đáng kể.

1.2.2. Xu hướng phát triển :

Trong chiến lược phát triển kinh tế của tỉnh vấn đề đặt ra đầu tiên là xây dựng một cơ sở hạ tầng vững chắc trong đó ưu tiên hàng đầu cho hệ thống giao thông.

1.3. Nhu cầu vận tải qua sông Cẩm:

Theo định hướng phát triển kinh tế của tỉnh trong một vài năm tới lưu lượng xe chạy qua vùng này sẽ tăng đáng kể. Nhu cầu cung cấp và vận chuyển hàng hóa qua Quốc lộ 45 ngày càng tăng.

1.4. Sự cần thiết phải đầu tư xây dựng cầu Kim Tân:

Qua quy hoạch tổng thể xây dựng và phát triển của tỉnh và nhu cầu vận tải qua sông Bưởi nên việc xây dựng cầu mới là rất cần thiết. Cầu mới sẽ đáp ứng được nhu cầu giao thông ngày càng cao của địa phương. Từ đó tạo điều kiện thuận lợi cho các ngành kinh tế phát triển đặc biệt là các ngành công nghiệp.

Cầu Kim Tân nằm trên tuyến quy hoạch mạng lưới giao thông quan trọng của

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

huyện Thạch Thành. Nó cũng là cửa ngõ, là mạch máu giao thông quan trọng giữa các tỉnh trên Quốc lộ 45, góp phần vào việc giao lưu và phát triển kinh tế, văn hóa xã hội của tỉnh.

Về kinh tế: Phục vụ vận tải sản phẩm hàng hóa, nguyên vật liệu, vật tư qua lại giữa hai khu vực, là nơi giao thông hàng hóa trong tỉnh.

Do tầm quan trọng như trên, nên việc cần thiết phải xây dựng cầu mới là cần thiết và cấp bách nằm trong quy hoạch phát triển kinh tế chung của tỉnh.

1.5. Đặc điểm tự nhiên nơi xây dựng cầu :

1.5.1. Địa hình :

Khu vực xây dựng cầu nằm trong vùng đồng bằng, hai bên bờ sông tương đối bằng phẳng rất thuận tiện cho việc vận chuyển vật liệu, máy móc thi công cũng như việc tổ chức xây dựng cầu.

1.5.2. Khí hậu :

Khu vực xây dựng cầu có khí hậu nhiệt đới gió mùa. Thời tiết phân chia rõ rệt theo mùa, lượng mưa tập trung từ tháng 7 đến tháng 2 năm sau. Ngoài ra ở đây còn chịu ảnh hưởng trực tiếp của gió mùa đông bắc vào những tháng mưa, độ ẩm ở đây tương đối cao do gần biển.

1.5.3. Thủy văn :

Các số liệu đo đạc thủy văn cho thấy chế độ thủy văn ở khu vực này ổn định, mực nước chênh lệch giữa hai mùa: mùa mưa và mùa khô là tương đối lớn, sau nhiều năm khảo sát đo đạc ta xác định được:

MNCN: 18,60m MNTT:

16,50m MNTN: 14,30m

1.5.4. Địa chất:

Trong quá trình khảo sát đã tiến hành khoan thăm dò địa chất và xác định được các lớp địa chất như sau:

Lớp 1: Sét có độ sệt

Lớp 2: Cát pha sét hạt nhỏ

Lớp 3: Cát hạt nhỏ chặt

Với địa chất khu vực như trên, xây dựng cầu ta dùng móng cọc khoan nhồi ma sát và chông vào lớp cát nhỏ chặt.

1.5.5 Điều kiện cung cấp nguyên vật liệu :

-Vật liệu đá: Đá được vận chuyển đến vị trí thi công bằng đường bộ một cách thuận tiện. Đá ở đây đảm bảo cường độ và kích cỡ để phục vụ tốt cho việc xây dựng cầu.

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

-Vật liệu cát: cát dùng để xây dựng được khai thác gần vị trí thi công, đảm bảo độ sạch, cường độ và số lượng.

-Vật liệu thép: sử dụng các loại thép trong nước như thép Thái Nguyên,... hoặc các loại thép liên doanh như thép Việt-Nhật, Việt-Úc...Nguồn thép được lấy tại các đại lý lớn ở các khu vực lân cận.

-Xi măng: hiện nay các nhà máy xi măng đều được xây dựng ở các tỉnh thành luôn đáp ứng nhu cầu phục vụ xây dựng. Vì vậy, vấn đề cung cấp xi măng cho các công trình xây dựng rất thuận lợi, luôn đảm bảo chất lượng và số lượng mà yêu cầu công trình đặt ra.

-Thiết bị và công nghệ thi công: để hòa nhập với sự phát triển của xã hội cũng như sự cạnh tranh theo cơ chế thị trường thời mở cửa, các công ty xây dựng công trình giao thông đều mạnh dạn cơ giới hóa thi công, trang bị cho mình máy móc thiết bị và công nghệ thi công hiện đại nhất đáp ứng các yêu cầu xây dựng công trình cầu.

-Nhân lực và máy móc thi công: hiện nay trong tỉnh có nhiều công ty xây dựng cầu đường có kinh nghiệm trong thi công.

Về biên chế tổ chức thi công các đội xây dựng cầu khá hoàn chỉnh và đồng bộ. Cán bộ có trình độ tổ chức và quản lí, nắm vững về kỹ thuật, công nhân có tay nghề cao, có ý thức trách nhiệm cao.

Các đội thi công được trang bị máy móc thiết bị tương đối đầy đủ. Nhìn chung về vật liệu xây dựng, nhân lực, máy móc thiết bị thi công, tình hình an ninh tại địa phương khá thuận lợi cho việc thi công đảm bảo tiến độ đã đề ra.

▪ Các chỉ tiêu kỹ thuật để thiết kế cầu và giải pháp kết cấu :

a) Các chỉ tiêu kỹ thuật:

- Việc tính toán và thiết kế cầu dựa trên các chỉ tiêu kỹ thuật sau:
- Tiêu chuẩn thiết kế : TCN 272-05.
- Quy mô xây dựng: vĩnh cửu.
- Tải trọng : đoàn xe HL-93 và đoàn người 300daN/m²
- Khổ cầu : $B = 9 + 2x1 + 2x0,5$ (m)
- Khẩu độ cầu : $L_0=144$ (m)
- Độ dốc ngang : 2%.
- Sông thông thuyền cấp : V

b) Giải pháp kết cấu :

Với những điều kiện được trình bày như trên tôi đưa ra giải pháp kết cấu như sau:
Nguyên tắc chung:

Đảm bảo mọi chỉ tiêu kỹ thuật đã được duyệt.

Kết cấu phải phù hợp với khả năng và thiết bị của các đơn vị thi công.

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

Ưu tiên sử dụng các công nghệ mới tiên tiến nhằm tăng chất lượng công trình, tăng tính thẩm mỹ.

Quá trình khai thác an toàn và thuận tiện và kinh tế.

Giải pháp kết cấu công trình:

◆◆◆ Kết cấu phần trên:

Đưa ra giải pháp nhịp lớn kết cấu liên tục, cầu dầm thép nhằm tạo mỹ quan cho công trình và giảm số lượng trụ, bên cạnh đó cũng đưa ra giải pháp giản đơn kết cấu UST để so sánh chọn phương án.

◆◆◆ Kết cấu phần dưới:

Móng cọc khoan nhồi.

Kết cấu móng chọn loại móng chữ U tường mỏng.

Kết cấu trụ dùng trụ đặc thân hẹp.

1.7 Đề xuất các phương án sơ bộ:

Từ các chỉ tiêu kỹ thuật, điều kiện địa chất, điều kiện thủy văn, khí hậu, căn cứ vào khẩu độ cầu. Như trên ta có thể đề xuất các loại kết cấu như sau:

Phương án 1: Cầu giản đơn liên hợp tiết diện chữ I

Phương án 2: Cầu dầm thép nhịp giản đơn bê tông liên hợp bản BTCT

1.8 Kết cấu nhịp cầu giản đơn cầu dầm chữ I

Sơ đồ kết cấu nhịp : 4x38 (m)

Nhịp dầm thiết kế : 38 (m)

Nhịp dầm tính toán : 37,40 (m)

▪ Lựa chọn kết cấu phần trên :

Kết cấu : Dầm giản đơn chữ I, bằng BTCT dự ứng lực

Mặt cắt ngang : Gồm 5 dầm chữ I đúc sẵn, căng trước

Chiều cao dầm thiết kế là 1,75m, đúc trước

Khoảng cách giữa 2 dầm là 2,4m, dốc ngang mặt đường là 2% về 2 phía

Tổng bề rộng cầu : $B = 9 + 2 \times 1,0 + 2 \times 0,5 = 12$ (m)

▪ Lựa chọn kết cấu phần dưới :

✓ Cầu tạo Trụ :

Trụ đặc thân hẹp bằng vật liệu BTCT thường đặt trên móng cọc khoan nhồi có đường kính cọc $\varnothing = 1$ m.

Thân trụ rộng 1,6m theo phương dọc cầu và 6,5m theo phương ngang cầu và được vuốt tròn 2 đầu theo đường tròn bán kính $R = 0,8$ m.

Bệ móng cao 2m, rộng 5m theo phương dọc cầu và 8m theo phương ngang cầu dự kiến sử dụng móng cọc đài thấp.

Móng cọc sử dụng cọc khoan nhồi đường kính cọc $\varnothing = 1$ m dự kiến chiều sâu chôn cọc khoảng 25m.

• Cầu tạo Mố :

Dạng móng nặng chữ U có tường cánh ngược bằng vật liệu BTCT.

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

Bệ móng móng dày 2m, rộng 5m theo phương dọc cầu và 13m theo phương ngang cầu. Bệ móng được đặt dưới lớp đất phủ.

Móng cọc sử dụng cọc khoan nhồi đường kính cọc $\varnothing = 1\text{m}$ dự kiến chiều dài chôn cọc khoảng 20m.

• Hệ mặt cầu và các kết cấu khác :

Độ dốc ngang cầu là 2% về 2 phía.

Bản mặt cầu đổ tại chỗ dày 20 cm, bản liên tục đổ tại chỗ.

Lớp phủ mặt cầu gồm các lớp :

- Lớp bê tông Asfan : 75mm
- Lớp phòng nước : 4mm
- Mui luyện : 35mm
 - ✓ Khe co giãn bằng cao su
 - ✓ Gối cầu bằng cao su lõi thép chế tạo sẵn
 - ✓ Lan can cầu bằng BTCT
 - ✓ Cột đèn chiếu sáng và hệ thống thoát nước sử dụng bằng vật liệu gang.

▪ Vật liệu sử dụng cho kết cấu :

✓ Bê tông

-Bê tông đầm chủ mác M500

-Bê tông móng, trụ mác M300

-Vữa xi măng phun trong ống gen mác M150

✓ Cốt thép

-Lấy theo tiêu chuẩn TCN 272 - 05 của bộ GTVT

-Thép cường độ cao sử dụng loại tạo thép có đường kính $D = 15,2\text{ cm}$

-Gồm 7 sợi $\varnothing 5\text{mm}$, $A = 140\text{ (mm}^2\text{)}$

-Môđun đàn hồi $E = 197000\text{ (MPa)}$

-Cốt thép thường dùng chọn AI và thép có gờ AIII.

✓ Kích thước hình học của dầm

-Đã bố trí trong bản vẽ phương án chọn sơ bộ

-Vật liệu Bê tông mác đầm chủ M500

-Cốt thép cường độ cao dùng loại S - 31, S - 32 của hãng VSL - Thụy Sỹ, thép cấu tạo dùng loại CT3 và CT5..

1.10. Kết cấu nhịp cầu dầm thép bê tông liên hợp

-Sơ đồ kết cấu nhịp : 4x38 (m)

-Nhịp dầm thiết kế : 38 (m)

-Nhịp dầm tính toán : 37,40 (m)

▪ Lựa chọn kết cấu phần trên :

-Kết cấu : Dầm thép bê tông liên hợp

-Mặt cắt ngang : Gồm 5 dầm thép

-Chiều cao dầm thiết kế là 1,8m

-Khoảng cách giữa 2 dầm là 2,4m, dốc ngang mặt đường là 2% về 2 phía

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THÀNH HÓA

- Tổng bề rộng cầu : $B = 9 + 2 \times 1,0 + 2 \times 0,5 = 12(m)$

▪ **Lựa chọn kết cấu phần dưới :**

✓ **Cấu tạo Trụ :**

- Trụ đặc thân hẹp bằng vật liệu BTCT thường đặt trên móng cọc khoan nhồi có đường kính cọc $\varnothing = 1m$.
- Thân trụ rộng 1,6m theo phương dọc cầu và 6,5m theo phương ngang cầu và được vuốt tròn 2 đầu theo đường tròn bán kính $R = 0,8m$.
- Bệ móng cao 2m, rộng 5m theo phương dọc cầu và 8m theo phương ngang cầu dự kiến sử dụng móng cọc đài thấp.
- Móng cọc sử dụng cọc khoan nhồi đường kính cọc $\varnothing = 1m$ dự kiến chiều sâu chôn cọc khoảng 20m.

✓ **Cấu tạo Mố**

- Dạng mố nặng chữ U có tường cánh ngược bằng vật liệu BTCT.
- Bệ móng mố dày 2m, rộng 5m theo phương dọc cầu và 13m theo phương ngang cầu. Bệ móng được đặt dưới lớp đất phủ.
- Móng cọc sử dụng cọc khoan nhồi đường kính cọc $\varnothing = 1m$ dự kiến chiều dài chôn cọc khoảng 25m.

▪ **Hệ mặt cầu và các kết cấu khác :**

- Độ dốc ngang cầu là 2% về 2 phía
- Lớp phủ mặt cầu gồm các lớp :
 - Lớp bê tông Asfan : 75mm
 - Lớp phòng nước : 4mm
 - Mui luyện : 35mm
- Khe co giãn bằng cao su
- Gối cầu bằng cao su lõi thép chế tạo sẵn
- Lan can cầu bằng BTCT
- Cột đèn chiếu sáng và hệ thống thoát nước sử dụng bằng vật liệu gang.

▪ **Vật liệu sử dụng cho kết cấu :**

- ✓ Bê tông
- Bê tông mố, trụ mác M300
- ✓ Cốt thép
- Lấy theo tiêu chuẩn TCN 272 - 05 của bộ GTVT
- ✓ Kích thước hình học của dầm
- Đã bố trí trong bản vẽ phương án chọn sơ bộ

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

A. Phương án I : Cầu dầm nhịp giản BTCT UST liên hợp tiết diện chữ I

I. Mặt cắt ngang và sơ đồ nhịp :

Khổ cầu : Cầu được thiết kế cho 4 làn xe chạy :

$$K = 9(\text{m})$$

Tổng bề rộng cầu kể cả lan can, lề bộ hành và giải phân cách $B = 9 + 2 \times 1,0 + 2 \times 0,5 = 12$ (m)

Sơ đồ nhịp dầm : 4×38 (m)

Tải trọng thiết kế HL93

Khổ thông thuyền : $B = 25$ (m) ; $h = 3,5$ (m)

Khẩu độ thoát nước : $X L_0 > 144$ (m)

II. Tính toán sơ bộ khối lượng kết cấu nhịp

1. Tính toán kết cấu nhịp giản đơn

■ Tổ hợp nội lực theo các TTGH :

Theo TTGH về cường độ 1 ta có : $Q = n_i \cdot \sum (Y_i \cdot Q_i)$ Trong đó :

Q_i : Tải trọng tiêu chuẩn

Y_i : Hệ số tải trọng

$n_i = 1$: Hệ số điều chỉnh

Bảng hệ số tải trọng dùng trong quá trình thiết kế

Loại tải trọng	Hệ số tải trọng	
	Lớn nhất	Nhỏ nhất
Tải trọng thường xuyên		
DC : Cầu kiện và các thiết bị phụ	1,25	0,90
DW : Lớp phủ mặt cầu và các tiện ích	1,50	0,65
LL : Hệ số làn $m = 0,85$. Hệ số xung kích $(1 + IM) = 1,25$	1,75	1,00

■ **Tĩnh tải :**

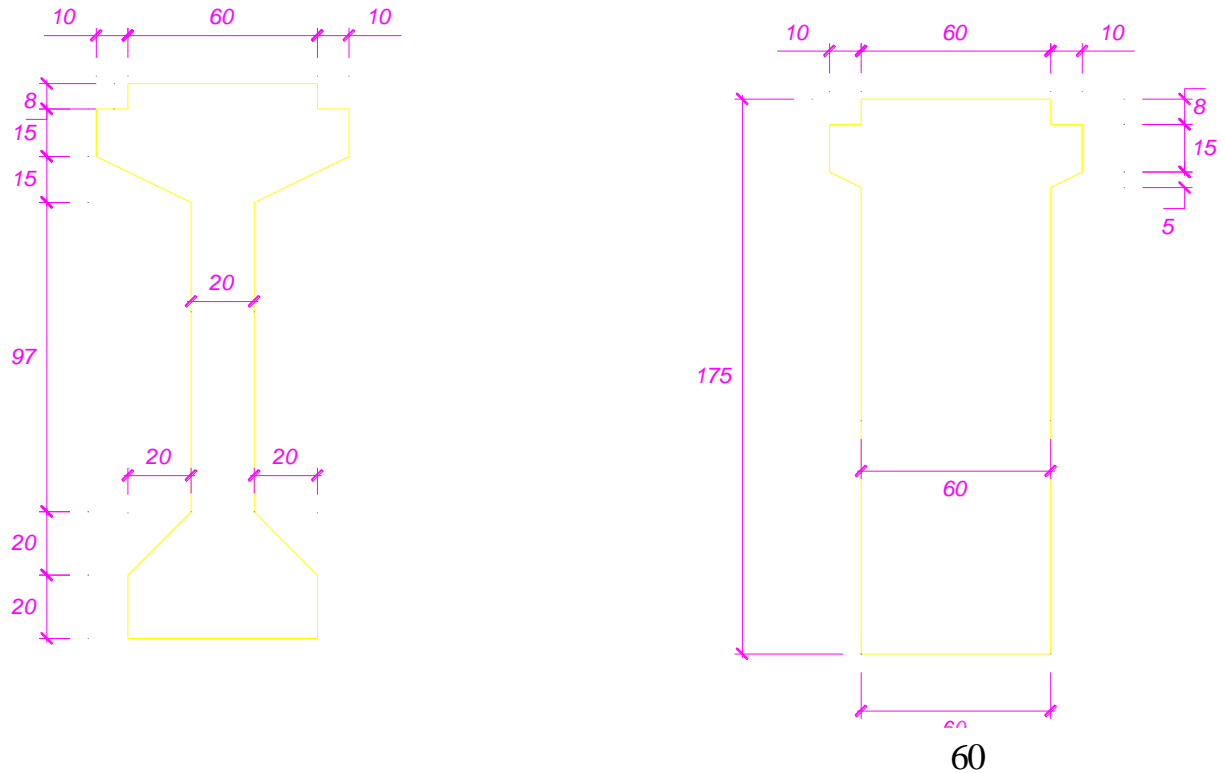
Gồm trọng lượng bản thân móng và trọng lượng kết cấu nhịp : Trọng lượng bản thân kết cấu dầm I đúc trước :

Chiều cao dầm chủ $H = 175\text{cm}$.

Mặt cắt giữa dầm chủ

Mặt cắt đầu dầm

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA



- Diện tích của mặt cắt dầm tại giữa nhịp : $A= 637000\text{mm}^2$ (Tính toán Autocad)
- Diện tích của mặt cắt tại đầu dầm: $A= 1085000 \text{mm}^2$ (Tính toán Autocad)
- Diện tích trung bình tại mặt cắt phần vút đầu dầm: $A= 861000\text{mm}^2$ (Tính toán Autocad).
- Thể tích của một dầm chủ:
 $V = 30400.637000 + 2.1500.1085000 + 2.800.861000 = 2,399.10^{10} \text{mm}^3 = 23,99 \text{m}^3$.
- Trọng lượng 1 dầm chủ: $DC_{dc} = 25.23,99:38 = 17,13(\text{kN/m})$.

1.1. Dầm ngang:

Theo chiều dọc ta bố trí 3 dầm ngang: 2 dầm ngang ở 2 đầu dầm mỗi dầm cách đầu dầm 0,2m; dầm còn bố trí ở giữa nhịp .

- Thể tích của 1 dầm ngang : $V=1,82.0,2 = 0,364\text{m}^3$.
- Trọng lượng của dầm ngang cho 1 dầm chủ:
 $DC_{dn} = 25.(0,364.5.4) : (5.38) = 1,04 (\text{kN/m})$

▪ **Tấm BTCT kê trên dầm chủ:**

- Tấm BTCT kê trên dầm chủ như hình vẽ có tác dụng như ván khuôn để thuận lợi thi công bản mặt cầu.
- Thể tích của 1 bản kê là : $V = 0,08.1,8.38 = 4,48\text{m}^3$.
- Trọng lượng của tấm BTCT cho 1 dầm chủ :
 $DC_t = 25.(4,84.4) : 38,5 = 2,56 (\text{kN/m})$

▪ **Bản mặt cầu:**

- Thể tích của BMC: $V= 0,2.12.38 = 84\text{m}^3$.
- Trọng lượng của BMC cho một dầm:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$DC_{bmc} = 25.84 : (38.5) = 12 \text{ (kN/m)}$$

Tính tải tác dụng lên 1 dầm chủ ở giai đoạn 1 :

$$DC_1 = DC_{dc} + DC_{dn} + DC_T + DC_{bmc}$$
$$= 17,13 + 1,04 + 2,56 + 12 = 32,73 \text{ (kN/m)}$$

▪ Trọng lượng lan can, tay vịn.

- Trọng lượng lan can trên 1m dài: $DW_{ic} = 0,2.24 = 4,8 \text{ (kN/m)}$. Trọng lượng lan can:
 $DC = 4,8 \text{ (kN/m)}$

▪ Trọng lượng của các lớp phủ bề mặt cầu:

Lớp phủ BT atfan :

$$DW_1 = 0,075. 24 = 1,8 \text{ (kN/m)}$$

+Lớp mui luyện:

$$DW_2 = 0,035.24 = 0,84 \text{ (kN/m)}$$

+Lớp phòng nước:

$$DW_3 = 0,004.11 = 0,044 \text{ (kN/m)}$$

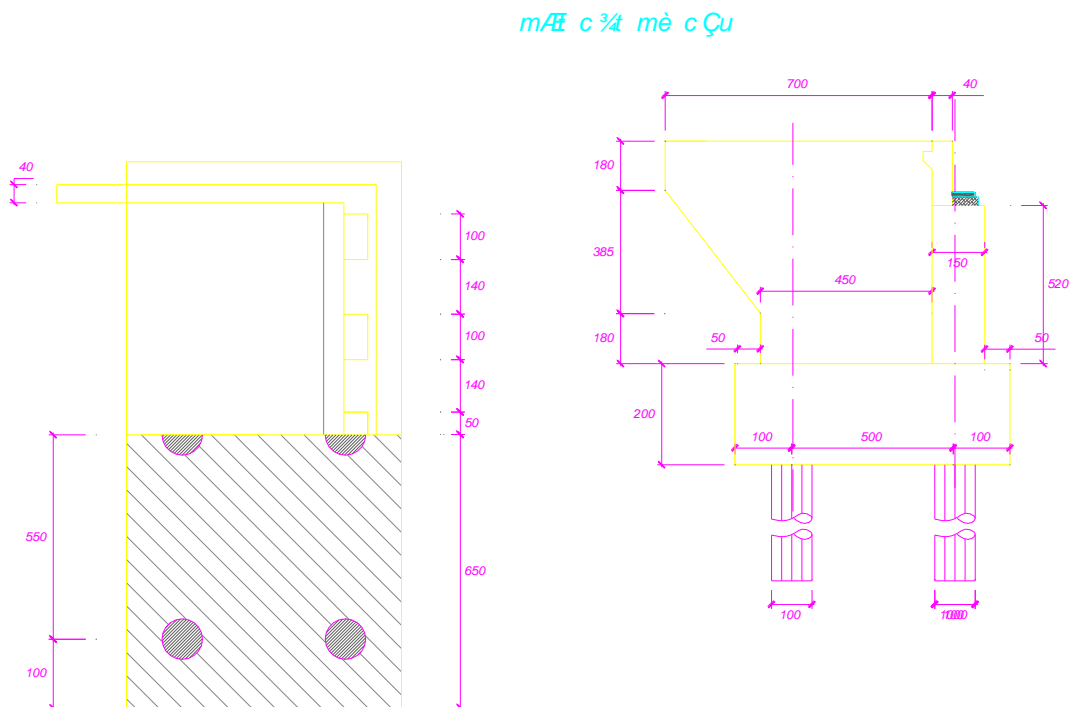
=> Trọng lượng của các lớp phủ bề mặt cầu:

$$DW = DW_1 + DW_2 + DW_3 = 2,684 \text{ (kN/m)}$$

2. Khối lượng móng, trụ cầu:

2.1. Khối lượng móng cầu:

Mố A :



TỔNG HỢP KHỐI LƯỢNG MỐ A

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

STT	TÊN CẦU KIỆN	THỂ TÍCH (m ³)	HÀM LƯỢNG THÉP(kN/m ³)	TRỌNG LƯỢNG THÉP (kN)	TRỌNG LƯỢNG BÊTÔNG(kN)
1	Bệ móng	182	1	182	4368
2	Thân móng	93,6	1	93,6	2246,4
3	Tường đỉnh	9,36	1	9,36	224,64
4	Tường cánh	42,84	1	42,84	1028,16
5	Đá tảng	0,9	1	0,9	21,6
6	Tổng	328,7		328,7	7888,8
				TỔNG	8217,5

TỔNG HỢP KHỐI LƯỢNG MÓ B

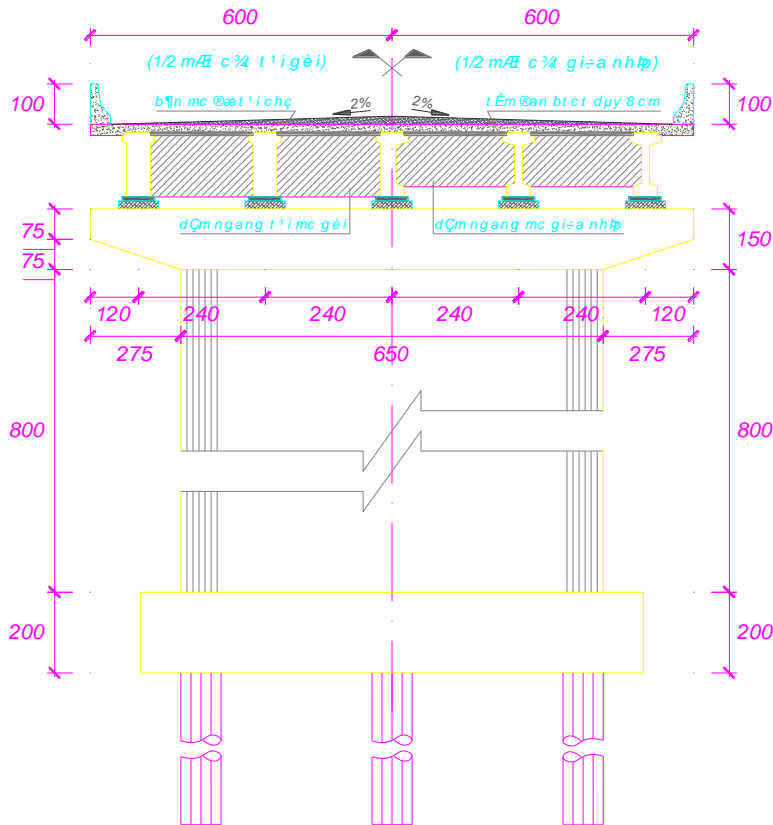
STT	TÊN CẦU KIỆN	THỂ TÍCH (m ³)	HÀM LƯỢNG THÉP(kN/m ³)	TRỌNG LƯỢNG THÉP (kN)	TRỌNG LƯỢNG BÊTÔNG(kN)
1	Bệ móng	182	1	182	4368
2	Thân móng	93,6	1	93,6	2246,4
3	Tường đỉnh	9,36	1	9,36	224,64
4	Tường cánh	39,4	1	39,4	945,6
5	Đá tảng	0,9	1	0,9	21,6
6	TỔNG	325,3		325,26	7806,24
				TỔNG	8131,5

2.2. Khối lượng trụ:

- Trụ 2:

SƠ ĐỒ MẶT CẮT NGANG CẦU (TỶ LỆ 1:200)

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA



TỔNG HỢP KHỐI LƯỢNG TRỤ T2

STT	TÊN CẦU KIỆN	THỂ TÍCH (m ³)	HÀM LƯỢNG THÉP (kN/m ³)	TRỌNG LƯỢNG THÉP (kN)	TRỌNG LƯỢNG BÊTÔNG (kN)
1	Bệ trụ	80	1	80	1920
2	Thân trụ	59,28	1	59,28	1422,72
3	Xà mũ	31,88	1	31,88	765,12
4	Đá kê gôi	2,4	1	2,4	57,6
5	TỔNG	173,56		173,56	4165,44
				TỔNG	4339,0

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

TỔNG HỢP KHỐI LƯỢNG TRỤ T1, T3

STT	TÊN CẦU KIỆN	THỂ TÍCH (m ³)	HÀM LƯỢNG THÉP(kN/m ³)	TRỌNG LƯỢNG THÉP (kN)	TRỌNG LƯỢNG BÊTÔNG(kN)
1	Bệ trụ	80	1	80	1920
2	Thân trụ	83,2	1	83,2	1996,8
3	Xà mũ	31,88	1	31,88	765,12
4	Đá tảng	2,4	1	2,4	57,6
5	TỔNG	197,48		197,48	4739,52
				TỔNG	4937,0

3.3. Tính toán số lượng cọc trong bộ móng trụ:

3.3.1. Xác định sức chịu tải tính toán của cọc:

3.3.1.1. Vật liệu :

- Bê tông cấp 30 có $f_c' = 30 \text{ kg/cm}^2$
- Cốt thép chịu lực AII có $R_a = 2400 \text{ kg/cm}^2$

3.3.1.2. 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:

$$P_v = \varphi \cdot P_n$$

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

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

Trong đó :

φ = Hệ số sức kháng, $\varphi = 0,75$

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

$$A_c = 3.14 \times 500^2 = 785000 \text{ mm}^2$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

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

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

$$A_{st} = 0.015 \cdot A_c = 0.015 \cdot 785000 = 11775 \text{mm}^2$$

Chọn cốt dọc là $\emptyset 25$, số thanh cốt dọc cần thiết là:

$$N = 11775 / (3.14 \times 25^2 / 4) = 24 \text{ chọn } 25\emptyset 25 \quad A_{st} = 12265.625 \text{mm}^2$$

Vậy sức chịu tải của cọc theo vật liệu là:

$$P_v = 0.75 \times 0.85 \times (0.85 \times 30 \times (785000 - 12266) + 420 \times 12265.625) = 1585.10^3 (\text{N}).$$

$$\text{Hay } P_v = 1585 (\text{T}).$$

3.3.2.3. Sức chịu tải của cọc theo đất nền:

Số liệu địa chất:

Lớp 1: Sét có độ sệt

Lớp 2: Cát pha sét hạt nhỏ

Lớp 3: Cát hạt nhỏ chặt

+) Sức chịu tải của cọc theo đất nền tại Mố A:

Sức chịu tải trọng nén của cọc treo (cọc ma sát) xác định theo công thức :

- $q_s = 0,00021(N-53) + 0,15$ với $53 < N < 100$ (Mpa)
 $q_s = 0,0028N$ với $N < 53$ (Mpa)
- Lớp 1 - Sét có độ sệt $q_s = 0,0028 \times 12 = 0,0336$ (Mpa) = $3,36 \text{T/m}^2$
- Lớp 2 - Cát pha sét hạt nhỏ $q = 0,0028 \times 32 = 0,0896$ (Mpa) = $8,96 \text{T/m}^2$
- Lớp 3 - Cát hạt nhỏ chặt $q = 0,0028 \times 52 = 0,1456$ (Mpa) = $14,56 \text{T/m}^2$

$$Q_r = \varphi \cdot Q_n = \varphi q_p \cdot Q_p + \varphi q_s \cdot Q_s$$

Trong đó :

- Q_p : Sức kháng đỡ của mũi cọc (T) $Q_p = q_p \cdot A_p$
- Q_s : Sức kháng đỡ của thân cọc (T) $Q_s = q_s \cdot A_s$

$$\varphi_{qp} = 0.55 \text{ hệ số sức kháng đỡ của mũi cọc}$$

- q_s : Sức kháng đỡ đơn vị của thân cọc (T/m^2)
- q_v : Sức kháng đỡ đơn vị của mũi cọc (T/m^2)
- $\varphi_{qp} = 0.65$: Hệ số sức kháng đỡ của thân cọc
- A : Diện tích mũi cọc (m^2)
- A_s : Diện tích của bề mặt thân cọc (m^2)

- Xác định sức kháng đơn vị của mũi cọc q_v (T/m^2) và sức kháng mũi cọc Q_p

Mũi cọc đặt ở lớp cuối cùng - cát nhỏ chặt (có $N = 55$). Theo Reese và O'Neil (1988) có thể ước tính sức kháng mũi cọc đơn vị bằng cách sử dụng trị số xuyên tiêu chuẩn SPT, N . Với $N < 75$ thì $q_p = 0,057N$ (Mpa)

Ta có sức kháng mũi cọc đơn vị $q_p = 0,057 \cdot 55$ (Mpa) = $3,135$ (Mpa) = $313,5$ (T/m^2)

$$Q_p = 313,5 \times 3.14 \times 1^2 / 4 = 246,1 (\text{T})$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

- Xác định sức kháng đơn vị của thân cọc q_s (T/m²) và sức kháng thân cọc Q_s Theo Reese và Wright (1977) Sức kháng bên đơn vị q_s của thân cọc được xác định theo công thức :

Bảng tính sức kháng thân cọc trong nền đất

Lớp	Chiều dài cọc trong lớp đất (m)	q_s (T/m ²)	A_s (m ²)	Q_s (T)
1	4,78	3,36	15,01	50,43
2	8,90	8,96	27,95	250,43
3	10,98	14,56	34,48	502,03
Tổng	24,66			267,63

Từ đó ta có: Sức chịu tải của cọc tính theo điều kiện đất nền Q_r

$$Q_r = 0,55.232,67 + 0,65.267,63 = 301,93 \text{ (T)} = 3019,3 \text{ (KN)}$$

3.3.2 Tính toán áp lực thẳng đứng tác dụng lên móng và trụ:

3.3.2.1 Áp lực tác dụng lên móng:

- Trọng lượng bản thân móng: $DC_{m\acute{o}}^{tt} = DC_{m\acute{o}} \cdot 1,25 = 8217,5 \cdot 1,25 = 10271,88 \text{ (KN)}$
- Trọng lượng kết cấu nhịp, trọng lượng lan can tay vịn và các lớp mặt cầu truyền xuống: (Tính tải giai đoạn I và giai đoạn II truyền xuống)

$$G_2^{tt} = 25 \times DC + 1,5 \times DW \times 37,4 \times 1/2$$

Trong đó:

DC: Tĩnh tải do BMC, dầm, lan can tay vịn $DC = 168,49 \text{ (KN/m)}$

DW: Tĩnh tải do lớp phủ mặt cầu, $DW = 2,684 \text{ (KN/m)}$.

$$\Rightarrow G_2^{tt} = 3691,78 \text{ (KN)}$$

+ Tải trọng do xe tải thiết kế + tải trọng làn + người gây ra :

$$P_1 = \gamma_{LL} \cdot n \cdot m \cdot [(1+IM) \sum_{i=1}^3 (P_i \cdot y_i) + 9,3 \cdot \omega] + 2 \cdot T \cdot \gamma_{PL} \cdot PL \cdot \omega$$

Trong đó:

γ_{LL} : Hệ số vượt tải của hoạt tải, $\gamma_{LL} = 1,75$.

γ_{PL} : Hệ số vượt tải của tải trọng người

$$\gamma_{PL} = 1,75$$

n : Số làn xe, n = 3.

m : Hệ số làn xe, m = 0,85

(1+IM) = 1,25: Hệ số xung kích.

P_i : Tải trọng của trục xe

y_i : Tung độ đường ảnh hưởng tương ứng dưới trục bánh xe P_i .

ω : Diện tích đường ảnh hưởng, $\omega = 18,7$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

T : Bề rộng đường người đi, T = 1,0m.

Vậy : $P_1 = 1,0 \times 2 \times 1 \times \{1,25 \times (145 \times 1 + 145 \times 0,885 + 35 \times 0,77) + 9,3 \times 18,7\} + 1,75 \times 2 \times 1,0 \times 3 \times 18,7 = 2261,47 \text{ (KN)}$.

$\Rightarrow P_1 = 2261,47 \text{ (KN)}$.

+ Tải trọng do xe hai trục thiết kế + tải trọng làn + người gây ra:

$$P_1 = \gamma_{LL} \cdot n \cdot m \cdot [(1+IM) \sum_{i=1}^2 (P_i \cdot y_i) + 9,3 \cdot \omega] + 2 \cdot T \cdot \gamma_{PL} \cdot PL \cdot \omega$$

Trong đó :

Y_{LL} : Hệ số vượt tải của xe hai trục thiết kế, $Y_{LL} = 1,75$

$P_2 = 1,75 \times 2 \times 1 \times \{1,25 \times (110 \times 1 + 110 \times 0,968) + 9,3 \times 18,7\} + 1,75 \times 2 \times 1,0 \times 3 \times 18,4 = 1902,83 \text{ (KN)}$.

$\Rightarrow P_2 = 1902,83 \text{ (KN)}$.

So sánh ta chọn giá trị của hoạt tải là: $P_1 = 2261,47 \text{ (KN)}$.

Vậy tổng tải trọng tác dụng lên mô cầu là:

$A_p^{mô} = DC_{mô}^{tt} + G_2^{tt} + P_1 = 10271,88 + 3691,78 + 2261,47 = 16225,13 \text{ (KN)}$

$\Rightarrow A_p^{mô} = 16225,13 \text{ (KN)}$.

3.2.2.2. Áp lực tác dụng lên trụ:

Áp lực tác dụng lên trụ T2:

- Trọng lượng bản thân trụ T2:

$$DC^{tt} T_i = DC_{bt}^{T1} \times 1,25 = 4339,0 \times 1,25 = 5423,75 \text{ (KN)}$$

- Trọng lượng kết cấu nhịp, trọng lượng lan can, đá vữa và các lớp mặt cầu truyền xuống: (Tĩnh tải giai đoạn I và giai đoạn II truyền xuống)

$G_2^{tt} = 0,25 \times DC + 1,5 \times DW \times 37,4$ Trong đó:

DC: Tĩnh tải do BMC, dầm, lan can tay vịn $DC = 168,49 \text{ (KN/m)}$

DW: Tĩnh tải do lớp phủ mặt cầu, $DW = 2,684 \text{ (KN/m)}$.

$\Rightarrow G_2^{tt} = 7383,56 \text{ (KN)}$.

+ Tải trọng do xe tải thiết kế + tải trọng làn + người gây ra:

$$P_1 = \gamma_{LL} \cdot n \cdot m \cdot [(1+IM) \sum_{i=1}^3 (P_i \cdot y_i) + 9,3 \cdot \omega] + 2 \cdot T \cdot \gamma_{PL} \cdot PL \cdot \omega$$

ω : Diện tích đường ảnh hưởng, $\omega = 38$

Vậy : $P_1 = 1,75 \times 2 \times 1 \times \{1,25 \times (145 \times 1 + 145 \times 0,885 + 35 \times 0,885) + 9,3 \times 38\} + 1,75 \times 2 \times 1,0 \times 3 \times 38 = 3306,07 \text{ (KN)}$.

$\Rightarrow P_1 = 3306,07 \text{ (KN)}$.

+ Tải trọng do xe hai trục thiết kế + tải trọng làn + người gây ra:

$$P_2 = \gamma_{LL} \cdot n \cdot m \cdot [(1+IM) \sum_{i=1}^2 (P_i \cdot y_i) + 9,3 \cdot \omega] + 2 \cdot T \cdot \gamma_{PL} \cdot PL \cdot \omega$$

Vậy : $P_2 = 1,75 \times 2 \times 1 \times \{1,25 \times (110 \times 1 + 110 \times 0,968) + 9,3 \times 38\} + 1,75 \times 2 \times 1,0 \times 3 \times 38$

$= 2900,62 \text{ (KN)}$.

$\Rightarrow P_2 = 2900,62 \text{ (KN)}$.

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

+ Tải trọng do xe tải thiết kế + tải trọng làn + người gây ra :

$$P_3 = \gamma_{LL} \cdot n \cdot m \cdot [(1+IM) \sum_{i=1}^3 (P_i \cdot y_i) + 9,3 \cdot \omega] + 2 \cdot T \cdot \gamma_{PL} \cdot PL \cdot \omega$$

Vậy : $P_3 = 0,9 \times 1,75 \times 2 \times 1 \times \{1,25 \times (145 \times (0,885+1+0,369+0,264)+35 \times (0,885+0,484) + 9,3 \times 38)\} + 1,75 \times 2 \times 1,0 \times 3 \times 38$
 $= 7012,75 \text{ (KN)}$.

$\Rightarrow P_3 = 7012,75 \text{ (KN)}$.

So sánh ta chọn giá trị của hoạt tải là: $P_3 = 7012,75 \text{ (KN)}$.

Vậy tổng tải trọng tác dụng lên trụ T2 là:

$$A_p^{T1} = DC_{T1}^{tt} + G_2^{tt} + P_3 = 5423,75 + 7383,56 + 7012,75 = 21686,76 \text{ (KN)}$$

$$\Rightarrow A_p^{T1} = 21686,76 \text{ (KN)}$$

Kết quả áp lực tính toán

Thông số	Mô A	Mô B	Trụ 1	Trụ 2	Trụ 3
Ap(kN)	16225,13	16117,63	21205,34	21686,76	21205,34

3.3.3. Xác định số lượng cọc và bố trí cọc cho móng, trụ cầu: 3.3.3.1. Xác định số lượng cọc:

Công thức tính toán :

$$N = \beta \cdot \frac{A_p}{P_{tt}}$$

+ β : hệ số kể đến tải trọng ngang;

+ $\beta = 2$ cho trụ, $\beta = 4$ cho móng (móng chịu tải trọng ngang lớn do áp lực ngang của đất và tác dụng của hoạt tải truyền qua đất trong phạm vi lăng thể trượt của đất đắp trên móng).

Tính toán số lượng cọc

Cấu kiện	Ap(kN)	Ptt(kN)	β	N (cọc)	Chọn cọc
Mô A	16225,13	7135,6	1,4	3,2	6
Mô B	16117,63	6371,6	1,4	3,5	6
Trụ 1	22434,26	7346,6	1,2	3,7	6
Trụ 2	21686,76	7118,0	1,2	3,7	6
Trụ 3	22434,26	6568,4	1,2	4,1	6

3.3.3.2. BỐ trí cọc trong móng và trụ:

3.4. Khối lượng các kết cấu khác:

a) Khe co giãn

Toàn cầu có 4 nhịp 38 (m), do đó có 5 vị trí đặt khe co giãn được làm trên toàn bộ bề rộng cầu, vì vậy chiều dài chiều trên toàn bộ cầu là: $5 \times 38 = 190 \text{ (m)}$.

b) Gối cầu

Gối cầu của phần nhịp đơn giản được bố trí theo thiết kế, như vậy mỗi dầm cầu có 2 gối. Toàn cầu có $5 \times 2 = 10$ (cái).

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

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 38 (m), như vậy số đèn cần thiết trên cầu là 4 cột.

d) Ống thoát nước

Dựa vào lưu lượng thoát nước trên mặt cầu ta tính ra số ống thoát nước và bố trí như sau: ống thoát nước được bố trí ở hai bên cầu, bố trí so le nhau, mỗi ống cách nhau 10(m), như vậy số ống cần thiết trên cầu là 30 ống.

3.5. Dự kiến phương án thi công:

3.5.1 Thi công móng:

Bước 1:

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

Bước 2:

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

Bước 3:

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

Bước 4:

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

Bước 5:

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

Bước 6:

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

3.5.2. Thi công trụ cầu:

Bước 1:

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

Bước 2: Đối với móng cọc khoan nhồi

- Định vị tim cọc,lắp đặt, định vị máy khoan. Dụng máy khoan
- Tiến hành khoan cọc đến cao độ thiết kế.
- Vệ sinh lỗ khoan,hạ lồng thép,đổ bê tông theo phương pháp ‘ÔRTĐ’ trong nước
- Đo đạc xác định tim trụ, tim vòng vây cọc ván thép, khung định vị

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

-Hạ khung định vị, đóng cọc ván thép. Vòng vây cọc ván

Bước 3:

-Cố định phao trở nổi

-Đóng vòng vây cọc ván thép

Bước 4

-Đổ bê tông bít đáy theo phương pháp vữa dâng

-Hút nước ra khỏi hồ móng

-Xói hút vệ sinh đáy hồ móng

-Lắp dựng ván khuôn, cốt thép và đổ bê tông bệ trụ

-Sau khi bê tông trụ đủ cường độ cho phép lắp dựng ván khuôn cốt thép đổ bê tông thân trụ

-Hoàn thiện trụ, tháo dỡ đà giáo ván khuôn, dùng búa rung nhỏ cọc ván thép tháo dỡ hệ thống khung vây cọc định vị

3.5.3.Thi công kết cấu nhịp:

Bước 1: Chuẩn bị:

-Lắp dựng giá lao 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

Bước 2:

-Dùng giá ba chân cầu lắp dầm ở một bên đầu cầu

-Tiến hành đổ bê tông dầm ngang.

-Đổ bê tông bản liên kết giữa các dầm

-Di chuyển giá ba chân thi công các nhịp tiếp theo

Bước 3: Hoàn thiện

-Tháo lắp giá ba chân

-Đổ bê tông mặt đường

-Lắp dựng vỉa chắn ô tô lan can, thiết bị chiếu sáng, ống thoát nước. Lắp dựng biển báo

Tổng mức đầu tư phương án cầu dầm I

TT	Hạng mục	Đơn vị	Khối lượng	Đơn giá (đ)	Thành tiền (đ)
I	Kết cấu phân trên	đ			31,664,440,000
1	Dầm BTCT UST 37,4m	m ³	913.185	25,000,000	22,829,625,000
2	Cốt thép dầm	T	146.115	25,000,000	3,652,875,000
3	Bê tông lan can, gờ chắn bánh	m ³	149.5	5,000,000	747,500,000
4	Cốt thép lan can, gờ chắn	T	21.5	25,000,000	537,500,000
5	Gôi cầu	Cái	84	7,000,000	588,000,000
6	Khe co giãn	m	92	6,000,000	552,000,000

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

7	Lớp phủ mặt cầu	m ²	390.6	4,500,000	1,757,700,000
8	ông thoát nước	Cái	44	350,000	15,400,000
9	Điện chiếu sáng	Cái	10	22,000,000	220,000,000
10	Lớp phòng nước	m ²	2387	320,000	763,840,000
II	Kết cấu phân dưới				25,174,800,000
1	Cọc khoan nhồi	m	1200	8,000,000	9,600,000,000
2	Bê tông mô, trụ	m ³	1350.8	5,000,000	6,754,000,000
3	Cột thép mô, trụ	T	185	25,000,000	4,625,000,000
4	Công trình phụ trợ	%	20	II1 ...II3	4,195,800,000
AI	Giá trị DTXL chính	đ		I+II	56,839,240,000
AII	Giá trị xây lắp khác	%	10	AI	5,683,924,000
1	San lấp mặt bằng thi công				
2	CT phục vụ thi công				
3	Chuyên quân,máy,ĐBGT,lán				
A	Giá trị dự toán xây lắp	đ		AI+AII	62,523,164,000
B	Chi phí khác	%	10	A	6,252,316,400
1	KSTK,tư vấn,bảo hiểm				
2	Chi phí ban quản lý				
3	Khánh thành bàn giao,đền bù				
4	Chi phí rà phá bom mìn				
C	Trượt giá	%	5	A	3,126,158,200
D	Dự phòng	%	6	A+B	4,126,528,824
	Tổng mức đầu tư	đ		A+B+C+D	76,028,167,000
	Chỉ tiêu 1m² cầu				43,997,782

B. PHƯƠNG ÁN II : CẦU DÀM THÉP BT LIÊN HỢP

I. MẶT CẮT NGANG VÀ SƠ ĐỒ NHỊP :

Khổ cầu : Cầu được thiết kế cho 3 làn xe chạy :

$$K = 9(\text{m})$$

$$\text{Tổng bề rộng cầu kể cả lan can, lề bộ hành và giải phân cách: } B = 9 + 2 \times 1,0 + 2 \times 0,5 = 12 (\text{m})$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

Sơ đồ nhịp dầm : 4. 38 (m)

Tải trọng thiết kế HL93

Khổ thông thuyền : B = 25 (m) ; h = 3,5 (m)

Khẩu độ thoát nước : $\sum L_o > 144$ (m)

II. TÍNH TOÁN SƠ BỘ KHỐI LƯỢNG KẾT CẤU NHỊP

1. Tính toán kết cấu nhịp dầm :

✓ Tổ hợp nội lực theo các TTGH :

Theo TTGH về cường độ 1 ta có : $Q = n_i \cdot \sum (Y_i \cdot Q_i)$ Trong đó :

Q_i : Tải trọng tiêu chuẩn tính toán

Y_i : Hệ số tải trọng

$n_i = 1$: Hệ số điều chỉnh

Hệ số tải trọng được lấy như sau :

Loại tải trọng	Hệ số tải trọng	
	Lớn nhất	Nhỏ nhất
Tải trọng thường xuyên		
DC : Cấu kiện và các thiết bị phụ	1,25	0,90
DW : Lốp phủ mặt cầu và các tiện ích	1,50	0,65
LL : Hệ số làn xe $m = 0,85$. Hệ số xung kích $(1 + IM) = 1,25$	1,75	1,00

Chiều cao dầm:

Theo 22TCN272-05: $h > 0,033L = 0,033 \cdot 33 = 1,089$ (m).

$h > 0,04L = 0,04 \cdot 33 = 1,32$ (m).

Theo kinh nghiệm: $h = 1/20 \cdot L = 1/20 \cdot 33 = 1,65$ m

Chọn $h = 1,8$ m (h ở đây là chiều cao dầm thép liên hợp với bản BTCT).

- Bề dày bản vách: $t_w = 7 + 3 \cdot h = 7 + 3 \cdot 1,8 = 12,4$ (mm)

Chọn $t_w = 14$ mm

-Bề rộng bản biên:

+ $b_f > h/5 = 2000/5 = 400$ (mm).

+ $b_f > S/20 = 2300/20 = 115$ (mm).

+ $240 < b_f < 800$ (mm).

Chọn $b_f = 400$ (mm)

-Bề dày bản biên:

+ $t_f > 12$ mm

+ $t_f < 40$ mm

+ $t_f > b_f/30 = 15$ (mm)

Chọn $t_f = 20$ mm

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

-Chọn bản táp:

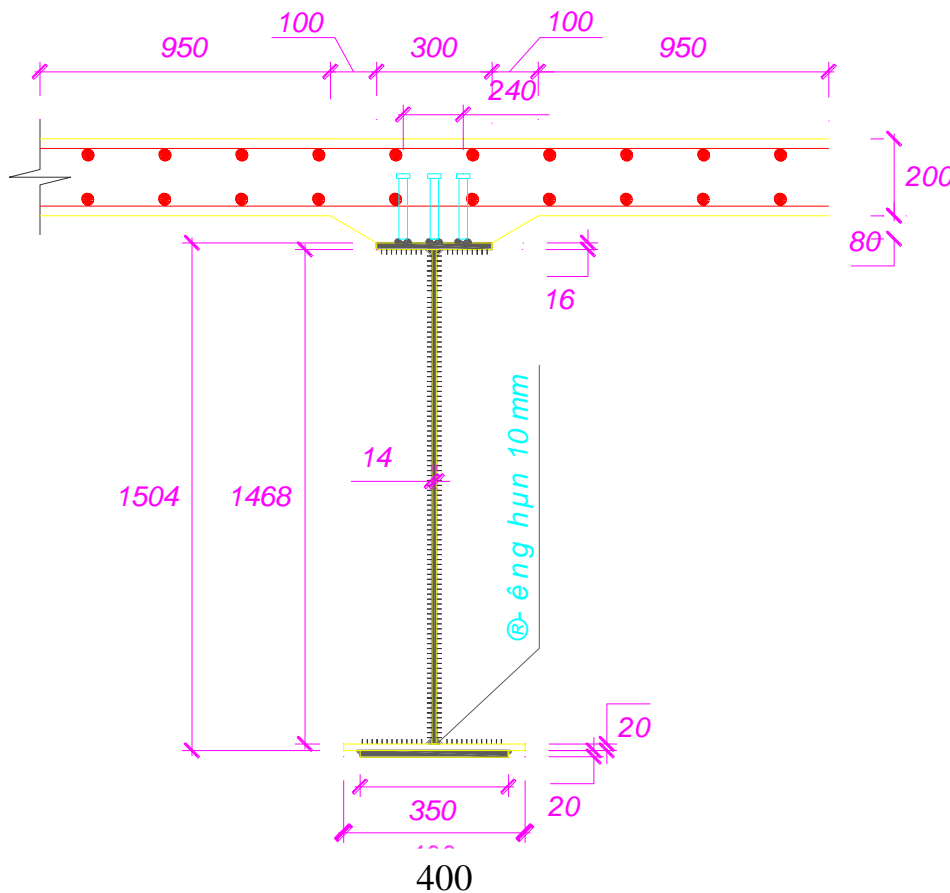
Bề rộng bản táp : 300 mm

Chiều dày bản táp : 20 mm

- Vì là đặc điểm dầm liên hợp do vậy mà bản mặt cầu sẽ cùng tham gia chịu nén cùng với biên trên của dầm thép do vậy mà kích thước của dầm thép cho phép giảm đến mức tối thiểu, Tuy nhiên việc chọn kích thước của dầm thép phải đảm bảo điều kiện ổn định của dầm thép khi nén.

- Qua một số đặc điểm của dầm liên hợp như trên ta có thể chọn tiết diện dầm như sau:

mặt cắt dầm chỉnh
(tỷ lệ: 1/500)



- Trọng lượng bản thân dầm thép: $D_1 = y_t \cdot A_{th}$

$$A_{th} = 1764 \cdot 14 + 300 \cdot 16 + 350 \cdot 20 + 400 \cdot 20 = 44496 (\text{mm}^2)$$

Diện tích tiết diện ngang của dầm thép $y_t = 7,85 \cdot 9,81$ (KN/m³) : Trọng lượng riêng của dầm thép $D_1 = 7,85 \cdot 9,81 \cdot 44496 \cdot 10^{-6} = 3,42$ (KN/m)

Trọng lượng liên kết ngang và hệ liên kết sườn tăng cường :

$$D_2 = 0,12 \cdot D_1 = 0,12 \cdot 3,42 = 0,4 (\text{KN/m})$$

Trọng lượng bản bê tông mặt cầu:

$$D_3 = 2,5 \cdot 9,81 \cdot (0,2 \cdot 2,4 + (0,54 + 0,30) \cdot 0,08 / 2) = 12,11 (\text{KN/m})$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

=> Tổng tải tiêu chuẩn giai đoạn I:

$$DC_1 = D_1 + D_2 + D_3 = 3,62 + 0,4 + 12,11 = 16,1(\text{KN/m}).$$

1.1. Dầm ngang:

Theo chiều dọc ta bố trí 3 dầm ngang: 2 dầm ngang ở 2 đầu dầm mỗi dầm cách đầu dầm 0,2m; dầm còn bố trí ở giữa nhịp .

-Thể tích của 1 dầm ngang : $V = 1,82 \cdot 0,2 = 0,364\text{m}^3$.

-Trọng lượng của dầm ngang cho 1 dầm chủ:

$$DC_{dn} = 25 \cdot \frac{0,364 \cdot 5,4}{5,38} = 1,04(\text{kN/m}).$$

1.2. Tấm BTCT kê trên dầm chủ:

-Tấm BTCT kê trên dầm chủ như hình vẽ có tác dụng như ván khuôn để thuận lợi thi công bản mặt cầu.

-Thể tích của 1 bản kê là : $V = 0,08 \cdot 1,8 \cdot 38 = 4,48\text{m}^3$.

-Trọng lượng của tấm BTCT cho 1 dầm chủ :

$$DC_1 = 25 \cdot \frac{4,84 \cdot 4}{5,38} = 2,56(\text{kN/m}).$$

1.3. Bản mặt cầu:

-Thể tích của BMC: $V = 0,2 \cdot 12 \cdot 38 = 84\text{m}^3$.

-Trọng lượng của BMC cho một dầm:

$$DC_{bmc} = 25 \cdot \frac{84}{38,5} = 12(\text{kN/m}).$$

=> Tải tác dụng lên 1 dầm chủ ở giai đoạn 1 :

$$\begin{aligned} DC_1 &= DC_{dc} + DC_{dn} + DC_T + DC_{bmc} \\ &= 17,13 + 1,04 + 2,56 + 12 = 32,73(\text{kN/m}). \end{aligned}$$

1.4. Trọng lượng lan can, tay vịn:

- Trọng lượng lan can trên 1m dài: $DW_{lc} = 0,2 \cdot 24 = 4,8(\text{kN/m})$.

=> Trọng lượng lan can: $DC = 4,8 (\text{kN/m})$

1.5. Trọng lượng của các lớp phủ bản mặt cầu:

Lớp phủ BT atfan :

$$DW_1 = 0,075 \cdot 24 = 1,8(\text{kN/m})$$

+Lớp mui :

$$DW_2 = 0,035 \cdot 24 = 0,84(\text{kN/m})$$

+Lớp phòng :

$$DW_3 = 0,004 \cdot 11 = 0,044(\text{kN/m})$$

=> Trọng lượng của các lớp phủ bản $DW = DW_1 + DW_2 + DW_3 = 2,684(\text{kN/m})$

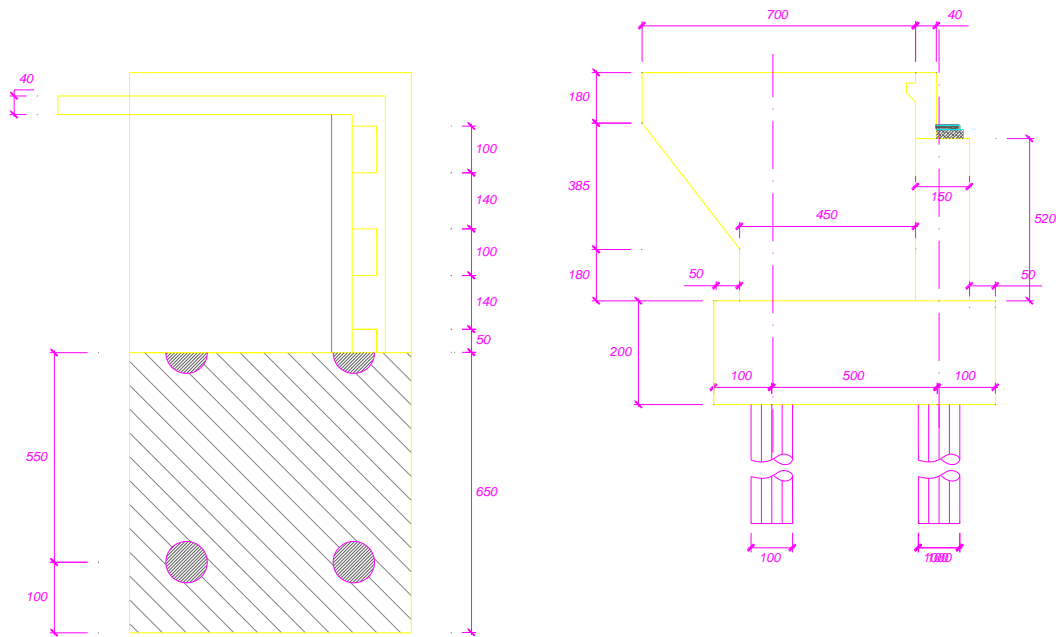
2. Khối lượng mô, trụ cầu:

2.1. Khối lượng mô cầu:

Mô A:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

m~~A~~ c 3/4 mè c Ự



TỔNG HỢP KHỐI LƯỢNG MÔ A

ST T	TÊN CẦU KIỆN	THỂ TÍCH (m ³)	HÀM LƯỢNG THÉP(kN/m ³)	TRỌNG LƯỢNG THÉP (kN)	TRỌNG LƯỢNG BÊTÔNG(kN)
1	Bệ mô	182	1	182	4368
2	Thân mô	93,6	1	93,6	2246,4
3	Tường đỉnh	9,36	1	9,36	224,64
4	Tường cánh	42,84	1	42,84	1028,16
5	Đá tảng	0,9	1	0,9	21,6
6	TỔNG	328,7		328,7	7888,8
				TONG	8217,5

TỔNG HỢP KHỐI LƯỢNG MÔ B

STT	TÊN CẦU KIỆN	THỂ TÍCH (m ³)	HÀM LƯỢNG THÉP(kN/m ³)	TRỌNG LƯỢNG THÉP (kN)	TRỌNG LƯỢNG BÊTÔNG(kN)
-----	--------------	----------------------------	------------------------------------	-----------------------	------------------------

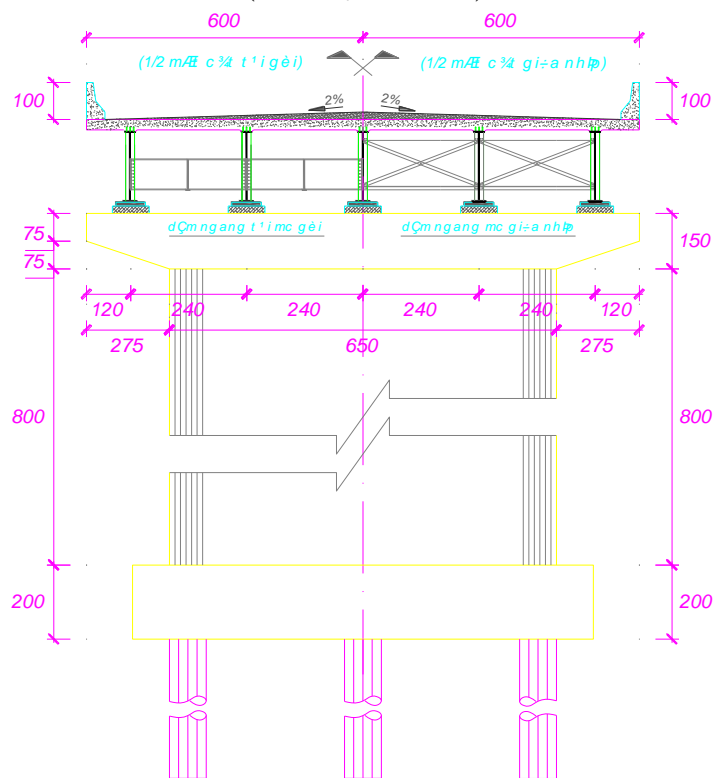
THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

1	Bệ mô	182	1	182	4368
2	Thân mô	93,6	1	93,6	2246,4
3	Tường đỉnh	9,36	1	9,36	224,64
4	Tường cánh	39,4	1	39,4	945,6
5	Đá tảng	0,9	1	0,9	21,6
6	TỔNG	325,3		325,26	7806,24
				TỔNG	8131,5

2.2. Khối lượng trụ:

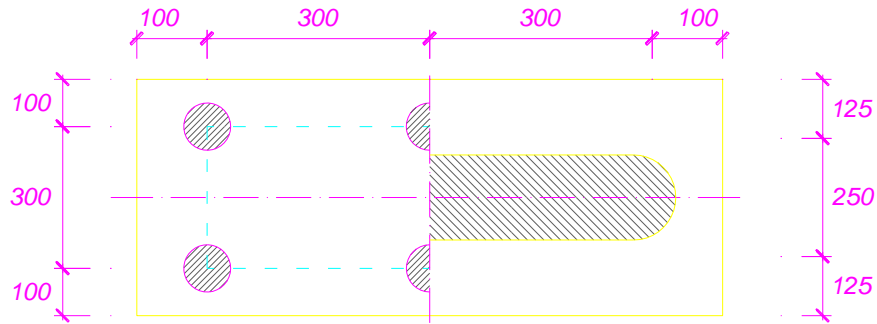
- Trụ 2:

SƠ ĐỒ MẶT CẮT NGANG CẦU (TỶ LỆ : 1/200)



SƠ ĐỒ MẶT BẰNG BỆ MÓNG (TỶ LỆ : 1/200)

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA



TỔNG HỢP KHỐI LƯỢNG TRỤ T2

STT	TÊN CẦU KIỆN	THỂ TÍCH (m ³)	HÀM LƯỢNG THÉP (kN/m ³)	TRỌNG LƯỢNG THÉP (kN)	TRỌNG LƯỢNG BÊTÔNG (kN)
1	Bệ trụ	80	1	80	1920
2	Thân trụ	59,28	1	59,28	1422,72
3	Xà mũ	31,88	1	31,88	765,12
4	Đá kê gối	2,4	1	2,4	57,6
5	TỔNG	173,56		173,56	4165,44
				TỔNG	4339,0

TỔNG HỢP KHỐI LƯỢNG TRỤ T1, T3

STT	TÊN CẦU KIỆN	THỂ TÍCH (m ³)	HÀM LƯỢNG THÉP (kN/m ³)	TRỌNG LƯỢNG THÉP (kN)	TRỌNG LƯỢNG BÊTÔNG (kN)
1	Bệ trụ	80	1	80	1920
2	Thân trụ	83,2	1	83,2	1996,8
3	Xà mũ	31,88	1	31,88	765,12
4	Đá tảng	2,4	1	2,4	57,6
5	TỔNG	197,48		197,48	4739,52
				TỔNG	4937,0

3.3. Tính toán số lượng cọc trong bộ móng, trụ:

3.3.1 Xác định sức chịu tải tính toán của cọc:

3.3.1.1. Vật liệu :

-Bê tông cấp 30 có $f_c' = 30 \text{ MPa}$

-Cốt thép chịu lực AII có $R_a = 420 \text{ MPa}$

3.3.1.2. 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 :

$$P_v = \varphi \cdot P_n$$

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

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

Trong đó :

φ = Hệ số sức kháng, $\varphi = 0,75$

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

$$A_c = 3,14 \times 500^2 = 785000 \text{ mm}^2$$

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

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

$$A_{st} = 0,015 \cdot A_c = 0,015 \cdot 785000 = 11775 \text{ mm}^2$$

Chọn cốt dọc là $\varnothing 25$, số thanh cốt dọc cần thiết là:

$$N = 11775 / (3,14 \times 25^2 / 4) = 24 \text{ chọn } 25 \varnothing 25 \quad A_{st} = 12265,625 \text{ mm}^2$$

Vậy sức chịu tải của cọc theo vật liệu là:

$$P_v = 0,75 \times 0,85 \times (0,85 \times 30 \times (785000 - 12266) + 420 \times 12265,625) = 1585,10^3 \text{ (N)}.$$

$$\text{Hay } P_v = 1585 \text{ (T)}.$$

3.3.2.3. Sức chịu tải của cọc theo đất nền:

Số liệu địa chất:

Lớp 1: Sét có độ sệt

Lớp 2: Cát pha sét hạt nhỏ

Lớp 3: Cát hạt nhỏ chặt

+) *Sức chịu tải của cọc theo đất nền tại Mố A:*

Sức chịu tải trọng nén của cọc treo (cọc ma sát) xác định theo công thức :

$$\bullet \quad q_s = 0,00021(N-53) + 0,15 \text{ với } 53 < N < 100 \text{ (Mpa)}$$

$$q_s = 0,0028N \text{ với } N < 53 \text{ (Mpa)}$$

$$\bullet \quad \text{Lớp 1 - Sét có độ sệt } q_s = 0,0028 \times 12 = 0,0336 \text{ (Mpa)} = 3,36 \text{ T/m}^2$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

- Lớp 2 - Cát pha sét hạt nhỏ $q = 0,0028 \times 32 = 0.0896(\text{Mpa}) = 8,96(\text{T/m}^2)$
- Lớp 3 - Cát hạt nhỏ chặt $q = 0,0028 \times 52 = 0.1456(\text{Mpa}) = 14,56(\text{T/m}^2)$

$$Q_r = \varphi \cdot Q_n = \varphi q_p \cdot Q_p + \varphi q_s \cdot Q_s$$

Trong đó :

- Q_p : Sức kháng đỡ của mũi cọc (T) $Q_p = q_p \times A_p$
 - Q_s : Sức kháng đỡ của thân cọc (T) $Q_s = q_s \times A_s$
 - $\varphi q_p = 0.55$ hệ số sức kháng đỡ của mũi cọc
 - $\varphi q_s = 0.65$ hệ số sức kháng đỡ của thân cọc
 - Q_p : Sức kháng đỡ đơn vị của mũi cọc (T/m^2)
 - q_s : Sức kháng đỡ đơn vị của thân cọc (T/m^2)
 - A_p : Diện tích mũi cọc (m^2)
 - A_s : Diện tích của bề mặt thân cọc (m^2)
- Xác định sức kháng đơn vị của mũi cọc q_p (T/m^2) và sức kháng mũi cọc Q_p . Mũi cọc

đặt ở lớp cuối cùng - cát nhỏ chặt (có $N = 55$). Theo Reese và O'Neil (1988) có thể ước tính sức kháng mũi cọc đơn vị bằng cách sử dụng trị số xuyên tiêu chuẩn SPT, N .

Với $N < 75$ thì $q_p = 0,057N$ (Mpa)

Ta có sức kháng mũi cọc đơn vị $q_p = 0,057 \cdot 55$ (Mpa) = 3,135 (Mpa) = 313,5 (T/m^2)

$$Q_p = 313,5 \times 3.14 \times 1^2 / 4 = 246,1 \text{ (T)}$$

- Xác định sức kháng đơn vị của thân cọc q_s (T/m^2) và sức kháng thân cọc Q_s . Theo

Từ đó ta có: Sức chịu tải của cọc tính theo điều kiện đất nền Q_r :

$$Q_r = 0,55 \cdot 232,67 + 0,65 \cdot 267,63 = 301,93 \text{ (T)} = 3019,3 \text{ (KN)}$$

3.3.2. Tính toán áp lực thẳng đứng tác dụng lên móng và trụ:

3.3.2.1 Áp lực tác dụng lên móng:

- Trọng lượng bản thân móng: $DC^{\text{tt}}_{\text{m}} = DC_{\text{m}} \cdot 1,25 = 8217,5 \cdot 1,25 = 10271,88 \text{ (KN)}$

- Trọng lượng kết cấu nhịp, trọng lượng lan can tay vịn, đá vỉa và các lớp mặt cầu truyền xuống: (Tính tải giai đoạn I và giai đoạn II truyền xuống)

$$G_2^{\text{tt}} = (25 \times DC + 1,5 \times DW) \cdot 37,4 \times 1/2.$$

Trong đó:

DC : Tải do BMC, dầm, lan can tay vịn $DC = 168,49 \text{ (KN/m)}$

DW : Tải do lớp phủ mặt cầu, $DW = 2,684 \text{ (KN/m)}$.

$\Rightarrow G_2^{\text{tt}} = 3691,78 \text{ (KN)}$.

Reese và Wright (1977) Sức kháng bên đơn vị q_s của thân cọc được xác định theo công thức :

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

Bảng tính sức kháng thân cọc trong nền đất

Lớp	Chiều dài cọc trong lớp đất (m)	qs(T/m ²)	As(m ²)	Qs (T)
1	4,78	3,36	15,01	50,43
2	8,90	8,96	27,95	250,43
3	10,98	14,56	34,48	502,03
Tổng	24,66			267,63

+ Tải trọng do xe tải thiết kế + tải trọng làn + người gây ra:

$$P_1 = \gamma_{LL} \cdot n \cdot m \cdot [(1+IM) \sum_{i=1}^3 (P_i \cdot y_i) + 9,3 \cdot \omega] + 2 \cdot T \cdot \gamma_{PL} \cdot PL \cdot \omega$$

Trong đó:

γ_{LL} : Hệ số vượt tải của hoạt tải, $\gamma_{LL} = 1,75$.

γ_{PL} : Hệ số vượt tải của tải trọng người, $\gamma_{PL} = 1,75$.

n: Số làn xe, n=3.

m: Hệ số làn xe, $m = 0,85 (1+IM) = 1,25$: Hệ số xung kích.

P_i: Tải trọng của trục xe

y: Tung độ đường ảnh hưởng tương ứng dưới trục bánh xe P_i.

ω : Diện tích đường ảnh hưởng, $\omega = 18,7$

T: Bề rộng đường người đi, T = 1,0m.

Vậy: $P_1 = 1,0 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \{1,25 \cdot (145 \cdot 1 + 145 \cdot 0,885 + 35 \cdot 0,77) + 9,3 \cdot 18,7\} + 1,75 \cdot 2 \cdot 1,0 \cdot 3 \cdot 18,7 = 2261,47$ (KN).

$$\Rightarrow P_1 = 2261,47 \text{ (KN)}.$$

+ Tải trọng do xe hai trục thiết kế + tải trọng làn + người gây ra:

$$P_2 = \gamma_{LL} \cdot n \cdot m \cdot [(1+IM) \sum_{i=1}^2 (P_i \cdot y_i) + 9,3 \cdot \omega] + 2 \cdot T \cdot \gamma_{PL} \cdot PL \cdot \omega$$

Trong đó:

γ_{LL} : Hệ số vượt tải của xe hai trục thiết kế, $\gamma_{LL} = 1,75$

$P_2 = 1,75 \times 2 \times 1 \times \{1,25 \times (110 \times 1 + 110 \times 0,968) + 9,3 \times 18,7\} + 1,75 \times 2 \times 1,0 \times 3 \times 18,4$

$$= 1902,83 \text{ (KN)}.$$

$$\Rightarrow P_2 = 1902,83 \text{ (KN)}.$$

So sánh ta chọn giá trị của hoạt tải là: $P_1 = 2261,47$ (KN).

Vậy tổng tải trọng tác dụng lên mố cầu là:

$$A_P^{mố} = DC_{mố}^{tt} + G_2^{tt} + P_i = 10271,88 + 3691,78 + 2261,47 = 16225,13 \text{ (KN)}$$

$$\Rightarrow A_P^{mố} = 16225,13 \text{ (KN)}.$$

3.3.3.2 Áp lực tác dụng lên trụ T2:

-Trọng lượng bản thân trụ T2:

$$DC_{T1}^{tt} = DC_{bt}^{T1} \times 1,25 = 4339,0 \times 1,25 = 5423,75 \text{ (KN)}$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

-Trọng lượng kết cấu nhịp, trọng lượng lan can, đá vữa và các lớp mặt cầu truyền xuống:

(Tình tải giai đoạn I và giai đoạn II truyền xuống)

$$G_2^{tt} = (25 \times DC + 1,5 \times DW) \cdot 37,4$$

Trong đó:

DC: Tĩnh tải do BMC, dầm, lan can tay vịn DC = 168,49 (KN/m)

DW: Tĩnh tải do lớp phủ mặt cầu, DW = 2,684 (KN/m).

$$\Rightarrow G_2^{tt} = 7383,56(\text{KN}).$$

+ Tải trọng do xe tải thiết kế + tải trọng làn + người gây ra:

$$P_1 = \gamma_{LL} \cdot n \cdot m \cdot [(1+IM) \sum_{i=1}^3 (P_i \cdot y_i) + 9,3 \cdot \omega] + 2 \cdot T \cdot \gamma_{PL} \cdot PL \cdot \omega$$

ω : Diện tích đường ảnh hưởng, $\omega = 38$

$$\text{Vậy : } P_1 = 1,75 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \{ 1,25 \cdot (145 \cdot 1 + 145 \cdot 0,885 + 35 \cdot 0,885) + 9,3 \cdot 38 \} + 1,75 \cdot 2 \cdot 1,0 \cdot 3 \cdot 38 = 3306,07 (\text{KN}).$$

$$\Rightarrow P_1 = 3306,07 (\text{KN}).$$

+ Tải trọng do xe hai trục thiết kế + tải trọng làn + người gây ra:

$$P_2 = \gamma_{LL} \cdot n \cdot m \cdot [(1+IM) \sum_{i=1}^2 (P_i \cdot y_i) + 9,3 \cdot \omega] + 2 \cdot T \cdot \gamma_{PL} \cdot PL \cdot \omega$$

$$\text{Vậy : } P_2 = 1,75 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \{ 1,25 \cdot (110 \cdot 1 + 110 \cdot 0,968) + 9,3 \cdot 38 \} + 1,75 \cdot 2 \cdot 1,0 \cdot 3 \cdot 38$$

$$= 2900,62 (\text{KN}).$$

$$\Rightarrow P_2 = 2900,62 (\text{KN}).$$

+ Tải trọng do xe tải thiết kế + tải trọng làn + người gây ra:

$$P_3 = 0,9 \cdot \gamma_{LL} \cdot n \cdot m \cdot [(1+IM) \sum_{i=1}^3 (P_i \cdot y_i) + 9,3 \cdot \omega] + 2 \cdot T \cdot \gamma_{PL} \cdot PL \cdot \omega$$

ω : Diện tích đường ảnh hưởng, $\omega = 38$

$$\text{Vậy : } P_3 = 0,9 \cdot 1,75 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \{ 1,25 \cdot (145 \cdot (0,885 + 1 + 0,369 + 0,264) + 35 \cdot (0,885 + 0,484) + 9,3 \cdot 38) \} + 1,75 \cdot 2 \cdot 1,0 \cdot 3 \cdot 38$$

$$= 7012,75 (\text{KN}).$$

$$\Rightarrow P_3 = 7012,75 (\text{KN}).$$

So sánh ta chọn giá trị của hoạt tải là: $P_3 = 7012,75 (\text{KN}).$

Vậy tổng tải trọng tác dụng lên trụ T2 là:

$$A_p^{T1} = DC^{tt}_{T1} + G_2^{tt} + P_3 = 5423,75 + 7383,56 + 7012,75 = 21686,76 (\text{KN})$$

$$\Rightarrow A_p^{T1} = 21686,76 (\text{KN}).$$

Kết quả áp lực tính toán

Thông số	Mô A	Mô B	Trụ 1	Trụ 2	Trụ 3
$A_p(\text{kN})$	16225,13	16117,63	21205,34	21686,76	21205,34

3.3.3. Xác định số lượng cọc và bố trí cọc cho mô, trụ cầu:

3.3.3.1. Xác định số lượng cọc:

$$\text{Công thức tính toán : } n = \beta \cdot \frac{A_p}{P_{tt}}$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYÊN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

+ β : hệ số kể đến tải trọng ngang;

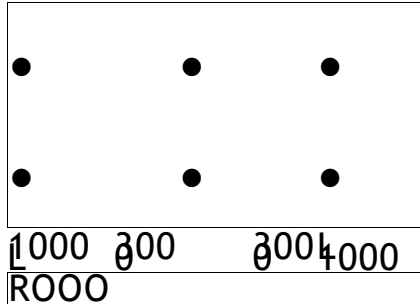
+ $\beta = 2$ cho trụ, $\beta = 4$ cho mô (mô chịu tải trong ngang lớn do áp lực ngang của đất và tác dụng của hoạt tải truyền qua đất trong phạm vi lăng thể trượt của đất đắp trên mô).

Tính toán số lượng cọc

Cấu kiện	Ap(kN)	Ptt(kN)	p	n(cọc)	Chọn cọc
Mô A	16225,13	7135,6	1,4	3,2	6
Mô B	16117,63	6371,6	1,4	3,5	6
Trụ 1	22434,26	7346,6	1,2	3,7	6
Trụ 2	21686,76	7118,0	1,2	3,7	6
Trụ 3	22434,26	6568,4	1,2	4,1	6

3.3.3.2. Bố trí cọc trong mô và trụ:

- Bố trí tại trụ T1, T2, T3 :



3.4. Khối lượng các kết cấu khác:

a) Khe co giãn :

Toàn cầu có 4 nhịp 38 (m), do đó có 5 vị trí đặt khe co giãn được làm trên toàn bộ bề rộng cầu, vì vậy chiều dài chiều trên toàn bộ cầu là: $5 \cdot 12 = 60$ (m).

b) Gói cầu :

Gói cầu của phần nhịp đơn giản được bố trí theo thiết kế, như vậy mỗi dầm cầu có 2 gói. Toàn cầu có $5 \cdot 2 = 10$ (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 38 (m), như vậy số đèn cần thiết trên cầu là 4 cột.

d) Ống thoát nước :

Dựa vào lưu lượng thoát nước trên mặt cầu ta tính ra số ống thoát nước và bố trí như sau: ống thoát nước được bố trí ở hai bên cầu, bố trí so le nhau, mỗi ống cách nhau 10(m), như vậy số ống cần thiết trên cầu là 30 ống.

3.5. Biện pháp thi công

3.5.1. Thi công mô cầu :

Bước 1 :

-San ủi mặt bằng (dùng máy ủi). Định vị tim cọc.

-Làm lán trại cho cán bộ công nhân

-Tập hợp máy móc thiết bị vật liệu chuẩn bị thi công mô

Bước 2: Đối với móng cọc khoan nhồi

-Định vị tim cọc,lắp đặt, định vị máy khoan. Dụng máy khoan

-Tiến hành khoan cọc đến cao độ thiết kế.

-Vệ sinh lỗ khoan,hạ lồng thép,đổ bê tông theo phương pháp ‘ÔRTĐ’ trong nước

Bước 3 :

-Dùng máy xúc kết hợp nhân lực đào hố móng đến cao độ thiết kế.(móng cọc và móng nông)

-Đập đầu cọc vệ sinh hố móng

-Rải đá dăm đệm dày 30cm, đổ bê tông lớp lót 10cm

Bước 4 :

-Bố trí cốt thép dựng ván khuôn bê

-Đổ bê tông bê mố

Bước 5 :

-Bố trí cốt thép dựng ván khuôn thân mố

-Đổ bê tông thân mố đến cao độ đá kê gối

Bước 6 :

-Bố trí cốt thép dựng ván khuôn và đổ bê tông phần còn lại.

-Đắp đất nón mố và hoàn thiện.

3.5.2. Thi công trụ cầu :

Bước 1:

-Dùng phao chở nổi dẫn ra đến vị trí thi công trụ bằng các máy chuyên dụng.

-Phao chở nổi có đôi trọng để đảm bảo an toàn thi công.

Bước 2: Đối với móng cọc khoan nhồi

-Định vị tim cọc,lắp đặt, định vị máy khoan. Dụng máy khoan

-Tiến hành khoan cọc đến cao độ thiết kế.

-Vệ sinh lỗ khoan,hạ lồng thép,đổ bê tông theo phương pháp ‘ÔRTĐ’ trong nước

-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

Bước 3:

-Cố định phao trở nổi

-Đóng vòng vây cọc ván thép

Bước 4 :

-Đổ bê tông bịt đáy theo phương pháp vữa dâng

-Hút nước ra khỏi hố móng

-Xói hút vệ sinh đáy hố móng

-Lắp dựng ván khuôn, cốt thép và đổ bê tông bệ trụ

-Sau khi bê tông trụ đủ cường độ cho phép lắp dựng ván khuôn cốt thép đổ bê tông thân trụ

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

-Hoàn thiện trụ, tháo dỡ đà giáo ván khuôn, dùng búa rung nhỏ cọc ván thép tháo dỡ hệ thống khung vây cọc định vị

3.5.3. Thi công kết cấu nhịp :

-Thi công phần kết cấu nhịp:

-Các cấu kiện lắp ghép bao gồm: các đoạn dầm chủ, các chi tiết nối, hệ liên kết ngang...được chế tạo ở trong nhà máy. Các vấu neo cũng hàn trước vào dầm chủ.

-Lắp ráp các đốt dầm thép, hệ liên kết ngang trên bãi lắp ở đầu cầu. Nối các nhịp thành hệ liên tục.

-Lao dầm bằng phương pháp kéo dọc bằng tời và cáp.

-Lắp ván khuôn và cốt thép bản mặt cầu.

-Đổ bê tông bản mặt cầu, vận chuyển bê tông bằng máy bơm bê tông.

-Làm lớp mặt cầu, ống thoát nước, lắp đặt lan can và hoàn thiện.

-Hoàn thiện cầu và chuẩn bị công tác thử tải.

Tổng mức đầu tư cầu phương án cầu dầm thép BT liên hợp

TT	Hạng mục	Đơn vị	Khối lượng	Đơn giá (đ)	Thành tiền (đ)
I	Kết cấu phân trên	đ			31,308,954,000
1	Bê tông dầm liên hợp	m ³	480.35	5,000,000	2,401,750,000
2	Cốt thép dầm liên hợp	T	72.053	28,000,000	2,017,484,000
3	Thép dầm liên hợp	T	718.17	28,000,000	20,108,760,000
4	Thép dầm ngang	T	32.09	28,000,000	898,520,000
5	Thép sườn tăng cường	T	4.88	28,000,000	136,640,000
6	Bê tông lan can	m ³	110	4,000,000	440,000,000
7	Cốt thép lan can	T	16.5	24,000,000	396,000,000
8	Gôi cầu	Cái	84	8,000,000	672,000,000
9	Khe co giãn	m	92	5,000,000	460,000,000
10	Lớp phủ mặt cầu	m ²	312.48	5,000,000	1,562,400,000
11	ống thoát nước PVC	Cái	38	350,000	15,400,000
12	Điện chiếu sáng	Cột	10	20,000,000	200,000,000
II	Kết cấu phân dưới				28,414,000,000
1	Cọc khoan nhồi	m	1200	9,000,000	10,800,000,000
2	Bê tông mô trụ	m ³	1350.8	5,000,000	6,754,000,000
3	Cốt thép mô trụ	T	245	28,000,000	6,860,000,000
4	Công trình phù trợ	%	20	IIi ...Da	16,744,590,800
AI	Giá trị DTXL chính	đ		I+II	59,722,954,000
AII	Giá trị xây lắp khác	%	10	AI	5,972,295,400

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

1	San lấp mặt bằng thi công				
2	CT phục vụ thi công				
3	Chuyên quân, máy, ĐBG, lán				
A	Giá trị dự toán xây lắp	đ		AI+AII	70,467,544,800
B	Chi phí khác	%	10	A	7,046,754,480
1	KSTK, tư vấn, bảo hiểm				
2	Chi phí ban quản lý				
3	Khánh thành bàn giao, đền bù				
4	Chi phí rà phá bom mìn				
C	Trượt giá	%	5	A	3,523,377,240
D	Dự phòng	%	6	A+B	4,650,857,957
	Tổng mức đầu tư	đ		A+B+C+D	85,688,534,480
	<i>Chỉ tiêu 1m² cầu</i>				49,588,272

CHƯƠNG III : TỔNG HỢP VÀ LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ KỸ THUẬT

1. Lựa chọn phương án :

Qua so sánh, phân tích ưu, nhược điểm, chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của các phương án. Xét năng lực, trình độ công nghệ thi công, khả năng vật tư 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 hiện tại và tương lai phát triển kinh tế của tỉnh.

2. Kiến nghị : Xây dựng cầu Kim Tân theo phương án cầu dầm chữ I (hệ bán lắp ghép) với các nội dung sau :

Vị trí xây dựng cầu :

Lý trình : Km 20 + 186 đến Km 20+330

Quy mô và tiêu chuẩn thiết kế :

Cầu vĩnh cửu bằng BTCT thường và thép DUL

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

Khổ thông thuyền ứng với sông cấp V là : $B = 25\text{m}$; $h = 3,5\text{m}$

Khổ cầu : $B = 9 + 2.1,0 + 2.0,5 = 12\text{m}$

Tải trọng xe thiết kế HL93

Quy phạm thiết kế : Quy trình thiết kế cầu công theo tiêu chuẩn 22TCN 272 - 05 của bộ GTVT.

Thi công :

Đơn vị được giao phần thi công là Công ty cầu 14 trực thuộc CIENCO 1, với năng lực và kinh nghiệm thi công lâu năm lên cầu sẽ được bàn giao đưa vào sử dụng đúng tiến độ và đạt hiệu quả đảm bảo cho sự phát triển kinh tế và an sinh xã hội của tỉnh.

Tiến độ thi công :

Dự kiến thi công trong vòng 18 tháng

Khởi công xây dựng dự kiến vào cuối năm 2018 thời gian hoàn thành đưa vào khai thác và sử dụng là năm 2020

3. Kinh phí xây dựng

Theo kết quả tính toán trong phần tính tổng mức đầu tư ta dự kiến kinh phí xây dựng cầu theo phương án kiến nghị vào khoảng 76,028,167,000đồng.

Nguồn vốn :

Toàn bộ nguồn vốn do chủ đầu tư là UBND tỉnh Thanh Hóa đầu tư.

PHẦN II : THIẾT KẾ KỸ THUẬT

CHƯƠNG I : TÍNH TOÁN BẢN MẶT CẦU

1.1. Cấu tạo bản mặt cầu :

Bản mặt cầu có cấu tạo :

- Phần bê tông cốt thép dày 200mm
- Lớp phòng nước dày 4mm
- Lớp mui luyện trung bình dày 35mm
- Lớp phủ bê tông asfan dày 75 mm

1.2.Xác định tĩnh tải :

Tính cho 1 mm chiều rộng của dải bản

1.2.1. Trọng lượng bản thân mặt cầu phần kê 2 cạnh:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$W_s = H_B \cdot Y_C = 200 \cdot 2,4 \cdot 10^{-5} = 480 \cdot 10^{-5} (\text{N/mm})$$

Trong đó:

y_C : trọng lượng riêng của bản mặt cầu

$$Y_C = 24 (\text{T/m}^3) = 24 (\text{KN/m}^3) = 24 \cdot 10^{-6} (\text{N/mm}^3)$$

1.2.2. Trọng lượng bản mút thừa :

$$W_0 = H_0 \cdot Y_C = (H_B + 80) \cdot Y_C = (200 + 80) \cdot Y_C$$

$$\Rightarrow W_0 = 280 \cdot 24 \cdot 10^{-6} = 6720 \cdot 10^{-6} (\text{N/mm}^2)$$

$$= 672 \cdot 10^{-5} (\text{N/mm}^2)$$

1.2.3. Trọng lượng của lớp phủ :

$$W_{DW} = H_{DW} \cdot Y_{DW}$$

+ Lớp phủ BT atfan :

$$W_{DW1} = 75 \cdot 2,4 \cdot 10^{-5} = 1,8 \cdot 10^{-3} (\text{N/mm})$$

+ Lớp mui luyện:

$$W_{DW2} = 35 \cdot 2,4 \cdot 10^{-5} = 0,84 \cdot 10^{-3} (\text{N/mm})$$

+ Lớp phòng nước:

$$W_{DW3} = 4,1 \cdot 1 \cdot 10^{-5} = 0,044 \cdot 10^{-3} (\text{N/mm})$$

$$\Rightarrow W_{DW} = W_{DW1} + W_{DW2} + W_{DW3} = 2,68 \cdot 10^{-3} (\text{N/mm}) = 268 \cdot 10^{-5} (\text{N/mm})$$

1.2.4. Trọng lượng của lan can:

$$P_{lc} = [(1000 \cdot 180) + \frac{1}{2} \cdot (1000 + 500) \cdot 70 + \frac{1}{2} \cdot (500 + 200) \cdot 250] \cdot 24 \cdot 10^{-6}$$

$$= 7,68 (\text{N})$$

Trọng lượng lan can:

$$P_b = 7,68$$

1.3. Tính nội lực bản mặt cầu:

- Sơ đồ tính của BMC là 1 dải bản ngang được giả thiết .Như 1 dầm liên tục kê lên các gối cứng là các dầm chủ

- Nội lực tính cho dải bản ngang có chiều rộng 1 mm

1.3.1. Nội lực do tĩnh tải :

1.3.1.1 Nội lực do BMC W_s :

$$V_{200} = W_s \cdot w \cdot S = W_s \cdot 0,3928 \cdot s$$

$$= 480 \cdot 10^{-5} \cdot 0,3928 \cdot 2400 = 4,53 (\text{N/m})$$

$$M_{204} = W_s \cdot w = W_s \cdot 0,0772 \cdot s^2 = 480 \cdot 10^{-5} \cdot 0,0772 \cdot 2400^2 = 2134,43 (\text{Nmm})$$

$$M_{300} = W_s \cdot w = W_s \cdot (-0,1071) \cdot s^2 = 480 \cdot 10^{-5} \cdot (-0,1071) \cdot 2400^2 = -2961,10 (\text{Nmm})$$

1.3.1.2. Nội Lực do bản hằng :

$$V_{200} = W_0 \cdot w \cdot L = W_0 (1 + 0,635) \cdot L$$

$$= 672 \cdot 10^{-5} \cdot (1 + 0,635) \cdot 1200 = 10,62 (\text{N})$$

$$2400$$

$$M_{200} = -W_0 \cdot L^2 / 2 = -672 \cdot 10^{-5} \cdot 1200^2 / 2 = -4834,4 (\text{Nmm})$$

$$M_{204} = W_0 \cdot w \cdot L^2 = 672 \cdot 10^{-5} \cdot 1200^2 \cdot (-0,2460) = -2328,24 (\text{Nmm})$$

$$M_{300} = W_0 \cdot w \cdot L^2 = 672 \cdot 10^{-5} \cdot 1200^2 \cdot (0,1350) = 1306,36 (\text{Nmm})$$

1.3.1.3. Nội lực do lan can :

$$V_{200} = P_b. \left(1 + 1,270 \cdot \frac{L_1}{S} \right) = 7,68. \left(1 + 1,270 \cdot \frac{1050}{2400} \right) = 11,95 \text{ (N)}$$

$$M_{200} = P_b.(-1.L_1) = 7,68.(-1200) = -9216 \text{ (Nmm)}$$

$$M_{204} = P_b.(-0,4920.L_1) = 7,68.(-0,4920.1200) = -4534,27 \text{ (Nmm)}$$

$$M_{300} = P_b.(0,27.L_1) = 7,68.(0,27.1200) = 2488,32 \text{ (Nmm)}$$

1.3.1.4. Nội lực cho lớp phủ :

$$V_{200} = W_{DW}. \left[\left(1 + 0,635 \cdot \frac{L_2^2}{S} \right).L_2 + 0,3928S \right]$$

$$= 268.10^{-5}. \left[\left(1 + 0,635 \cdot \frac{700^2}{2400} \right).700 + 0,3928.2400 \right] = 4,7 \text{ (N)}$$

$$M_{200} = W_{DW}.(-0,5).L_2^2 = 268.10^{-5}. [(-0,5).700^2] = -656,6 \text{ (Nmm)}$$

$$M_{204} = W_{DW}. \left[(-0,246).L_2^2 + 0,0772.S^2 \right]$$

$$= 268.10^{-5}. \left[(-0,246).700^2 + 0,0772.2400^2 \right]$$

$$= 868,67 \text{ (Nmm)}$$

$$M_{300} = W_{DW}. \left[(0,135).L_2^2 + (-0,1071).S^2 \right]$$

$$= 268.10^{-5}. \left[(0,135).700^2 + (-0,1071.2400^2) \right] = -1475,99 \text{ (Nmm)}$$

1.3.2. Nội lực do hoạt tải :

1.3.2.1 Tính bản kê 2 cạnh. (bản nằm giữa 2 sườn dầm)

a) Mômen dương lớn nhất do hoạt tải bánh xe :

+ Chỉ tính nội lực với tải trọng trục sau của xe 3 trục, không tính tải trọng Ln (S = 2400 (mm) < 4600 (mm))

+ Với các nhịp bằng nhau (S), Mômen dương lớn nhất gần đúng tại điểm 204 + Chiều rộng tính toán của dải bản khi tính M(+)

$$S_w^+ = 660 + 0,55.s \text{ (mm)}$$

$$= 660 + 0,55.2400 \text{ (mm)} = 1980 \text{ (mm)}$$

*** Trường hợp 1: Khi xếp một làn xe:**

$$M_{204} = m(y_1 + y_2)S.W/S_w^+ \text{ (N.mm/mm)}$$

$$\text{Với } y_1 = 0,204 ; y_2 = -0,0205$$

$$\text{Với: } m \text{ là hệ số làn xe} = 1,2$$

$$W = 72,5 \text{ KN} \Rightarrow M_{204} = 1,2(0,204 - 0,0205)2400.72,5.10^3/1980 = 19350,91 \text{ (N.mm)}$$

*** Trường hợp 2: Khi xếp hai làn xe:**

Khoảng cách 2 xe là 1200 là giá trị min, có thể tăng lên để lấy hiệu ứng max nhất

$$M_{204} = m(\sum y_i^M)S.W/S_w^+$$

$$\text{Với } m = 1 ; y_1 = 0,204 ; y_2 = -0,0205 ; y_3 = 0,0 ; y_4 = 0,0157$$

$$\Rightarrow M_{204} = 1.(0,204 - 0,0205 + 0,0 + 0,0157).2400.72,5.10^3/1980 = 17505,45 \text{ (N.mm)}$$

Trong 2 TH ta lấy $M_{204} = 19350,91 \text{ (N.mm)}$.

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

=>Vậy TH xếp 1 làn xe được chọn.

b) Mômen âm lớn nhất do hoạt tải bánh xe :

+ Thường mômen âm lớn nhất đặt tại gối 300

+ Chiều rộng tính toán của dải bản khi tính $M(-)$:

$$S_w^- = 1220 + 0.25 \cdot s = 1220 + 0,25 \cdot 2400 = 1800 \text{ (mm)}$$

* Trường hợp 1: Khi xếp một làn xe:

Đường ảnh hưởng có tung độ lớn nhất tại 206

$$M_{300} = m(\sum y_i^M) S \cdot W / S_w^-$$

Hệ số làn xe $m = 1,2$; $y_1 = -0,1029$; $y_2 = -0,0775$

$$M_{300} = -1,2(0,1029 + 0,0775) \cdot 2400 \cdot 72,5 \cdot 10^3 / 1800 = -20926,4 \text{ (N.mm)}$$

* Trường hợp 2: Khi xếp hai làn xe:

$$M_{300} = m(\sum y_i^M) S \cdot W / S_w^-$$

Với $m = 1$; $y_1 = -0,1029$; $y_2 = -0,0775$; $y_3 = 0,0$; $y_4 = -0,00415$

$$\Rightarrow M_{300} = 1 \cdot (-0,1029 - 0,0775 + 0,0 - 0,00415) \cdot 2400 \cdot 72,5 \cdot 10^3 / 1800 = -17839,83 \text{ (N.mm)}$$

Trong 2 TH ta lấy $M_{300} = -20926,4 \text{ (N.mm)}$.

=>Vậy TH xếp 1 làn xe được chọn.

c) Lực cắt lớn nhất do hoạt tải bánh xe:

Lực cắt lớn nhất tại gối 200

* Trường hợp 1: Khi xếp một làn xe

$$V_{200} = m(\sum y_i^V) W / S_w^0 \quad \text{Với } m = 1,2; y_1 = 1; y_2 = 0,1672$$

$$S_w^0 = 1140 + 0,833X = 1140 + 0,833 \cdot 200 = 1306,6 \text{ (mm)}$$

$$\Rightarrow V_{200} = 1,2(1 + 0,1672) \cdot 72,5 \cdot 10^3 / 1306,6 = 77,71 \text{ (N)}$$

* Trường hợp 2: Khi xếp hai làn xe

$$V_{200} = m(\sum y_i^V) W / S_w^+$$

Với $m = 1$; $y_1 = 1$; $y_2 = 0,1672$; $y_3 = 0,0$; $y_4 = 0,0106$

$$\Rightarrow V_{200} = 1(1 + 0,1672 + 0,0 + 0,0106) \cdot 72,5 \cdot 10^3 / 1306,6 = 65,30 \text{ (N)}$$

Vậy chọn $V = 77,71 \text{ (N)}$

Vậy TH 1 làn xe được chọn.

1.3.2.2. Tính bản hẫng (mút thừa):

Điều kiện tính M^- bản hẫng :

$$X = L - B_C - 300 > 0$$

Trong trường hợp này $X = 1200 - 500 - 300 = 400 \text{ (mm)}$

Chiều rộng tính toán của dải bản :

$$S_w^0 = 1140 + 0,833X = 1140 + 0,833 \cdot 400 = 1473,2 \text{ (mm)}$$

$$M_{200} = m \cdot W \cdot y / S_w^0 = 1,2 \cdot 72,5 \cdot 10^3 \cdot (-0,10) / 1473,2 = -5,91 \text{ (N.mm)}$$

1.3.3. Tổ hợp nội lực của bản:

Nội lực cuối cùng phải được tổ hợp theo các TTGH

- TTGH cường độ 1:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$M_u = n \cdot [\gamma_{p1}(M_{WS} + M_{W0} + M_{pb}) + \gamma_{p2} \cdot M_{wDw} + \gamma_{LL}(IM)M_{LL}]$$

$$V_u = n \cdot [\gamma_{p1}(V_{WS} + V_{W0} + V_{pb}) + \gamma_{p2} \cdot V_{wDw} + \gamma_{LL}(IM)V_{LL}]$$

Trong đó :

$n = 0,95$: Hệ số điều chỉnh tải trọng

γ_{p1} : Hệ số vượt tải của tĩnh tải 1: $\gamma_{p1} = 1,25$; $\gamma_{p1} = 0,9$

γ_{p2} : Hệ số vượt tải của tĩnh tải 2 : $\gamma_{p2} = 1,5$; $\gamma_{p2} = 0,65$

(Các hệ số $\gamma_p < 1$ khi nội lực do tĩnh tải và hoạt tải ngược dấu)

$\gamma_{LL} = 1,75$: Hệ số vượt tải của hoạt tải

(IM) : Hệ số xung kích của hoạt tải (chỉ tính với xe ô tô) = $1,25 + M_{WS}$;

V_{WS} : Mômen và lực cắt do trọng lượng bản mặt cầu

+ M_{W0} ; V_{W0} : Mômen và lực cắt do bản hằng

+ M_{pb} ; V_{pb} : Mômen và lực cắt do lan can,tay vịn

+ M_{wDw} ; V_{wDw} : Mômen và lực cắt do lớp phủ

+ M_{LL} ; V_{LL} : Mômen và lực cắt do hoạt Tải xe

$$V_{200} = 0,95[1,25(4,53+10,62+11,95) + 1,5 \cdot 4,7 + 1,75 \cdot 1,25 \cdot 77,71] = 200,37(N)$$

$$M_{200} = 0,95[1,25(-4834,4-9216) + 1,5 \cdot (-656,6) + 1,75 \cdot 1,25 \cdot (-5,91)] = -17632,79(N.m)$$

$$M_{204} = 0,95[1,25 \cdot 2134,43 + 0,9(-2328,24-4534,27) + 1,5 \cdot 868,67 + 1,75 \cdot 1,25 \cdot 19350,91] = 45772,45 (N.mm)$$

$$M_{300} = 0,95[1,25 \cdot (-2961,10) + 0,9 \cdot (1306,36 + 2488,32) + 1,5 \cdot (-1475,99) + 1,75 \cdot 1,25 \cdot (-20926,4)]$$

$$= -48276,65 (N.mm)$$

- Theo TTGH sử dụng :

$$M_u = M_{WS} + M_{W0} + M_{WPb} + M_{wDw} + (IM)M_{LL}$$

TTGH sử dụng chỉ có hệ số xung kích do xe tải, các hệ số khác đều bằng 1.

$$V_{200} = 4,53 + 10,62 + 11,95 + 4,7 + 77,71 \cdot 1,25 = 128,94(N)$$

$$M_{200} = -4834,4 - 9216 - 656,6 - 5,91 \cdot 1,25 = -14714,39(N.mm)$$

$$M_{204} = 2134,43 - 2328,24 - 4534,27 + 868,67 + 19350,91 \cdot 1,25 = 20329,2 (N.mm)$$

$$M_{300} = -2961,10 + 1306,36 + 2488,32 - 1475,99 - 1,25 \cdot 20926,4$$

$$= -26800,41 (N.mm)$$

1.4. Tính toán cốt thép và kiểm tra tiết diện

1.4.1. Tính cốt thép:

Cường độ vật liệu:

Bê tông : $f_c = 30$ MPa Cốt thép: $f_y = 400$ MPa

Lớp bảo vệ lấy theo bảng [A5.12.3.1]

Chiều dày tính toán của bản $h_f = (h_{bản} - 15) = 200 - 15 = 185$ mm

Trong đó: - Lớp bảo vệ phía trên bê tông dày 30 mm

-Lớp bảo vệ bê tông phía dưới dày 25 mm

Giả thiết dùng thép N^o 15 ; $d_b = 16$ mm; $A_b = 200$ mm²

$$_d+ = h_f - 25 - d_b/2 = 185 - 25 - 16/2 = 152 \text{ mm}$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$d = h_f - 30 - d_b/2 = 185 - 30 - 16/2 = 147 \text{ mm}$$

Tính cốt thép chịu mô men dương :

$$A_s = \frac{M_u}{330d}$$

M_u : Mômen theo TTGH CĐ 1

d : Chiều cao có hiệu ($d+$ hoặc $d-$ tùy theo khi tính thép chịu $M+$ hoặc thép chịu $M-$

$$A_s = \frac{45772,45}{330 \cdot 152} = 0,91 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Theo phụ lục B, bảng 4 chọn N° 15a 150mm ; có $A_s = 1,000 \text{ (mm}^2\text{)}$

Tính cốt thép chịu mô men âm :

$$A'_s = \frac{M_u}{330d-} = \frac{48276,65}{330 \cdot 147} = 0,99 \text{ (mm}^2\text{)}$$

-Theo phụ lục B, bảng B4 chọn N° 15a 150mm ; có $A'_s = 1,000 \text{ (mm}^2\text{)}$

2- Kiểm tra cốt thép

2.1- Kiểm tra điều kiện hàm lượng cốt thép:

Kiểm tra cho cốt thép chịu mômen dương:

Phải kiểm tra cả CT lưới trên và CT lưới dưới của BMC

+ Kiểm tra hàm lượng thép tối đa:

CT lớn nhất bị giới hạn bởi yêu cầu về độ dẻo dai $c < 0,42d$ hoặc $a < 0,42 \beta_1 d$

Kiểm tra độ dẻo dai:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \leq 0,42 \cdot \beta_1 \cdot d$$

Trong đó $\beta_1 = 0,85 - 0,05$

$$\frac{f'_c - 28}{7} = 0,85 - 0,05 \left(\frac{30 - 28}{7} \right) = 0,836$$

$$\Rightarrow a = \frac{1.400}{0,85 \cdot 1.30}$$

$$= 15,68 < 0,42 \cdot 0,836 \cdot 152 = 49,85 \text{ (mm)}$$

\Rightarrow Đảm bảo yêu cầu

+ Kiểm tra hàm lượng thép tối thiểu:

$$P = \frac{A_s}{b \cdot d} \geq 0,03 \cdot \frac{f'_c}{f_y}$$

$$= \frac{1}{1.152} = 6,58 \cdot 10^{-3} > 0,03 \cdot \frac{30}{400} = 2,3 \cdot 10^{-3}$$

\Rightarrow Đảm bảo điều kiện.

+ Kiểm tra hàm lượng CT phân bố:

$$\%_{CTPB} = \frac{3840}{\sqrt{S_c}} \leq 67\% \text{ CT tính toán}$$

Trong đó S_c là chiều dài có hiệu của nhịp bản = $S - b_{\text{suron DC}} = 2400 - 200 = 2200 \text{ (mm)}$

$$\%_{CTPB} = \frac{3840}{\sqrt{2200}} = 82\% \text{ Dùng } 67\%$$

Vậy bố trí $A_s = 0,67 \cdot 1,00 = 0,67 \text{ (mm}^2\text{)}$

+ Đối với cốt thép dọc bên dưới dùng N° 10a 150 (mm)

Có $A_s = 0,75 \text{ (mm}^2\text{)}$

+ Kiểm tra cốt thép chịu momen âm

Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối đa

$$a = \frac{A'_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \leq 0,42 \cdot \beta_1$$

+ $b = 1 \text{ mm}$; $\beta_1 = 0,836$

$$a = \frac{1.400}{0,85 \cdot 30 \cdot 1} = 15,68 < 0,42 \cdot 0,836 \cdot 147 = 48,1 \text{ (mm)}$$

=> Đảm bảo yêu cầu

+ Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối thiểu:

$$\begin{aligned} p &= \frac{A_s}{b \cdot d} \geq 0,03 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \\ &= \frac{1}{1.147} = 6,8 \cdot 10^{-3} > 0,03 \cdot \frac{30}{400} = 2,3 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

+ Kiểm tra hàm lượng CT phân bố:

$$\%_{CTPB} = \frac{3840}{\sqrt{S_c}} \leq 67\% \quad \text{CT tính toán}$$

Trong đó: S_c là chiều dài có hiệu của nhịp bản = $S - b_{\text{Suôn DC}} = 2400 - 200 = 2200 \text{ (mm)}$

$$\%_{CTPB} = \frac{3840}{\sqrt{2200}} = 82\% \quad \text{Dùng } 67\%$$

Vậy bố trí $A_s = 0,67 \cdot 1 = 0,67 \text{ (mm}^2\text{)}$

+ Đối với cốt thép dọc biên trên dùng N^o 10a 150 (mm)

Có $A_s = 0,75 \text{ (mm}^2\text{)}$

2.2- Kiểm tra cường độ theo mômen:

Phải kiểm tra cả biên trên và biên dưới của BMC

Lấy mômen với tâm vùng nén của BMC

Công thức kiểm tra:

$$\phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \geq M_u$$

$$M_n = 0,9 \cdot 1,00 \cdot 400 \cdot \left(152 - \frac{15,68}{2} \right) = 48297,6 \text{ (N.mm)}$$

$$M_u = 45772,45 \text{ (N.mm)}$$

$$\Rightarrow M_n = 48297,6 \text{ (N.mm)} > M_u = 45772,45 \text{ (N.mm)}$$

=> Đảm bảo yêu cầu.

2.3. Kiểm tra nứt:

Kiểm tra cho momen dương :

Nứt được kiểm tra bằng cách giới hạn ứng suất kéo trong cốt thép dưới tác dụng của tải trọng sử dụng f_s , nhỏ hơn ứng suất kéo cho phép f_{sa} $f_s < f_{sa} < 0,6 f_y$

Trong đó:

$$* f_s = n \cdot \frac{m}{I_{ct}} \cdot y$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

(Ứng suất kéo trong cốt thép ; Để tính ứng suất kéo trong cốt thép dùng momen theo TTGHSD với $y = 7$)

$$n = E_s/E_c$$

Môđun đàn hồi của cốt thép $E_s = 2.10^5$ MPa

Môđun đàn hồi của bê tông $E_c = 0.043 \gamma_c^{1,5} \sqrt{f'_c}$

Trong đó $\gamma_c = 2400$ (Kg/m³); $f'_c = 30$

$$\Rightarrow E_c = 0,043.2400^{1,5} \cdot \sqrt{30} = 27691,465 \text{ (Mpa)}$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = 7,2 \Rightarrow \text{chọn } n = 7 \text{ (Hệ số quy đổi từ thép sang BT)}$$

- M: Mômen uốn tính theo TTGH SD

$$M = M_{WS} + M_{W0} + M_{Pb} + M_{WDW} + 1.25M_{LL}$$

- I_{CT} : Mômen quán tính của tiết diện nứt

+ Giả thiết $x < d'$

$$d = 152 \text{ (mm)} ; b = 1 \text{ (mm)} ; h_7 = H - 15 = 200 - 15 = 185 \text{ (mm)}$$

Lấy mômen tĩnh đối với trục trung hoà:

$$0.5bx^2 = nA'_s(d'-x) + nA_s(d-x) \quad (1)$$

Giải pt tìm x.

$$(1) \Leftrightarrow 0,5.1.x^2 = 7.1.(38-x) + 7.1.(152 - x)$$

$$\Rightarrow X_1 = 37,2 < d' = 38 \text{ (T/M)}$$

$$x_2 = -66,32 < 0 \text{ (loại)}$$

$$\rightarrow I_{ct} = \frac{bx^3}{3} + n.A'_s(d'-x)^2$$

$$\rightarrow I_{CT} = \frac{1.37,2^3}{3} + 7.1.(38 - 37,2)^2 + 7.1.(152 - 37,2)^2$$

$$\rightarrow I_{CT} = 94045,3 \text{ (mm}^4\text{)}$$

+ Tính ứng suất kéo :

$$f_s = n \cdot \frac{M}{I_{ct}} \cdot y$$

Trong đó :

-M : Mômen uốn ở TTGHSD 1

$$-y = d - x = 152 - 37,2 = 104,8 \text{ (mm)}$$

$$\Rightarrow f_s = 7 \cdot \frac{22005,96}{94045,3} \cdot 104,8 = 171,17 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

+ Tính ứng suất kéo cho phép :

$$f_{scl} = Z / (d_c \cdot A^{1/3})$$

Trong đó :

-z : Tham số chiều rộng của vết nứt trong điều kiện môi trường khắc nghiệt.

$$z = 23000 \text{ (N/mm)}$$

- d_c : Chiều cao tính từ thớ chịu kéo xa nhất đến tim thép gần nhất. $d = 33$ mm

-A : Diện tích bê tông có cùng trọng tâm với cốt thép chịu kéo

$$A = 2 d_c \cdot S \text{ với } S = 150 \text{ (mm)} - \text{bước thép}$$

$$\Rightarrow A = 2.33.150 = 9900 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$\Rightarrow f_{sA} = 23000 / (33.9900)^{1/3} = 333,95 \text{ (Mpa)}$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

Lại có : $0,6f = 0,6.400 = 240(\text{Mpa})$

Theo điều kiện giả thiết ban đầu : $f_s < f_{sa} < 0,6 f_y$

$f_s = 171,17 < f_{sa} = 333,95 > 0,6 f = 240 (\text{Mpa})$

lấy $f_{sa} = 0,6 f_y = 0,6.400 = 240 (\text{Mpa}) > f_s = 165,40 (\text{Mpa})$

=> Đạt

+ Kiểm tra cho mômen âm :

- Lấy mômen tĩnh đối với trục trung hoà:

Tương tự phần trên ta có phương trình:

(với $x > d'$)

$$0,5bx^2 + (n - 1) A_s (x - d') = nA_s(d - x)$$

$$0,5.1. x^2 + 6. 1.(x- 33) = 7. 1.(147 - x)$$

$$0,5 x^2 + 13x - 1190 = 0$$

Giải phương trình tìm được $x = 36,75 > d = 33 \Rightarrow (\text{T/M})$

$$\Rightarrow I_{ct} = \frac{bx^3}{3} + (n - 1) A_s(x-d')^2 + nA_s(d-x)^2$$

$$= \frac{1.36,75^3}{3} + 6.1.(36,75 - 33)^2 + 7.1.(147 - 36,75)^2$$

$$\Rightarrow I_{CT} = 101714,2 (\text{mm}^4)$$

+ Tính ứng suất kéo :

$$f_s = n. \frac{M}{I_{ct}} .y$$

Trong đó :

- M : Mômen uốn ở TTGHSD 1

- y = d - x = 147 - 36,75 = 110,25 (mm)

$$\Rightarrow f_s = 7. \frac{27702,57}{101714,2} .110,25 = 210,19 (\text{N/mm}^2)$$

+ Tính ứng suất kéo cho phép :

$$f_{sc1} = \frac{Z}{d_c.A^{1/3}}$$

Trong đó :

-z : Tham số chiều rộng của vết nứt trong điều kiện môi trường khắc nghiệt.

$z = 23000 (\text{N/mm})$

-d_c : Chiều cao tính từ thớ chịu kéo xa nhất đến tim thép gần nhất. $d = 38 \text{ mm}$

-A : Diện tích bê tông có cùng trọng tâm với cốt thép chịu kéo

$A = 2 d_c .S$ với $S = 150 (\text{mm})$ - bước thép

$$\Rightarrow A = 2.38.150 = 11400 (\text{mm}^2)$$

$$\Rightarrow f_{sA} = \frac{23000}{(38.11400)^{1/3}} = 303,97 (\text{Mpa})$$

Lại có : $0,6f = 0,6.400 = 240(\text{Mpa})$

Theo điều kiện giả thiết ban đầu : $f_s < f_{sa} < 0,6 f_y$

$f_s = 210,19 < f_{sa} = 303,97 > 0,6 f_y = 240 (\text{Mpa})$

lấy $f_{sa} = 0,6 f = 0,6.400 = 240 (\text{Mpa}) > f_s = 206,98 (\text{Mpa})$

=> Đạt

3. Bộ trí cốt thép :

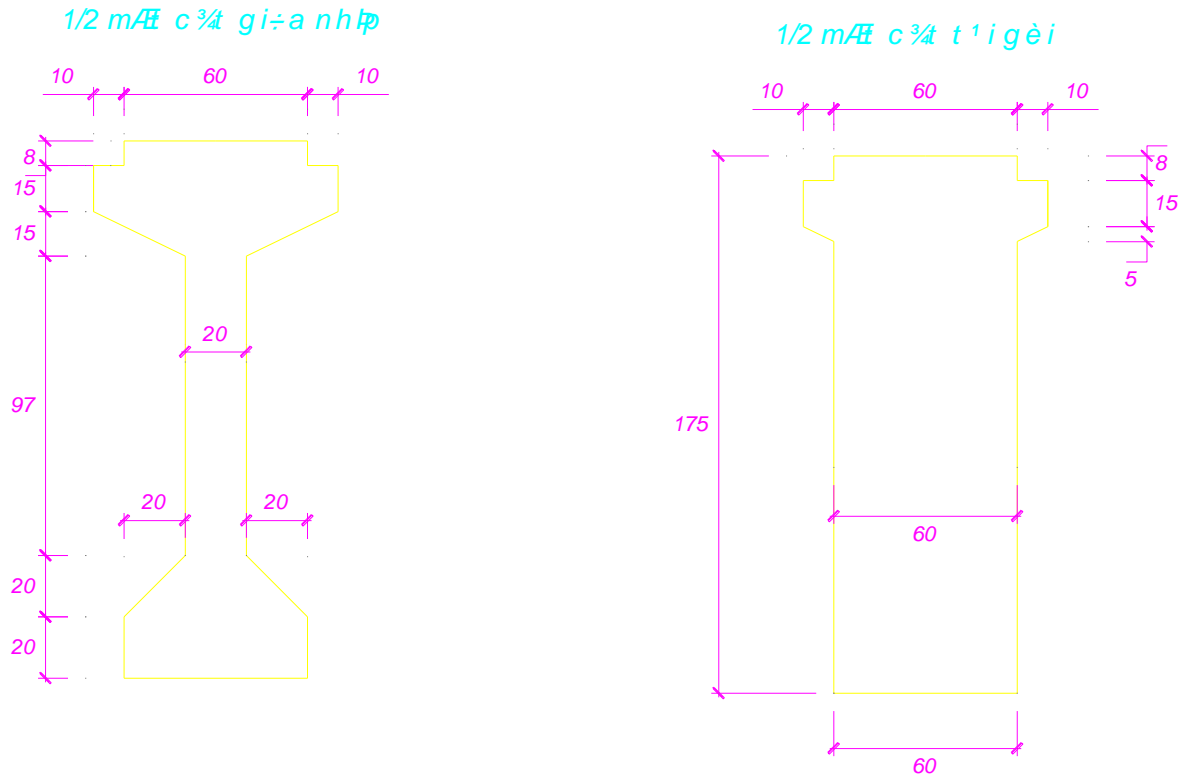
- Đối với cốt thép ngang bên dưới chịu mômen (+) ta dùng $\emptyset 16$ a 150.
- Đối với cốt thép ngang bên trên chịu mômen (-) ta dùng $\emptyset 16$ a 150.
- Đối với cốt thép dọc bên dưới ta dùng $\emptyset 12$ a 150
- Đối với cốt thép dọc bên trên ta dùng $\emptyset 12$ a 150

CHƯƠNG II : TÍNH TOÁN NỘI LỰC DÀM CHỦ

2.1. Tính nội lực dầm chủ :

Dầm chủ là dầm bê tông dự ứng lực, khi tính nội lực chỉ tính cho 1 dầm bất lợi nhất, các dầm khác thiết kế theo dầm đó.

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA



$H = 1,95\text{m}$ $H_b = 0,2\text{m}$

2.1.1. Tính tải cho 1 dầm:

2.1.1.1. Tính tải giai đoạn 1 (g_1) - (giai đoạn căng kéo cốt thép DƯL):

$$H = \frac{1}{20} \cdot 38 = 1,95(\text{m}) \rightarrow \text{Chọn } H = 1,95(\text{m}); H_b = 0,2(\text{m})$$

$$\begin{aligned} A_{Nhíp} &= [(H - H_b)b_w + (0,6 - b_w)0,2 + (0,6 - b_w)0,2/2 + (0,6 - b_w)0,08 + (0,8 - b_w)0,15 + (0,8 - b_w)0,15/2] \\ &= [(1,95 - 0,2) \cdot 0,2 + (0,6 - 0,2) \cdot 0,2 + (0,6 - 0,2) \cdot 0,2/2 + (0,6 - 0,2) \cdot 0,08 + (0,8 - 0,2) \cdot 0,15 + (0,8 - 0,2) \cdot 0,15/2] \\ &= 0,64(\text{m}^2) \end{aligned}$$

$$A_{Nhíp} = 0,64(\text{m}^2)$$

$$A_{Góì} = (H - H_b)0,6 + 0,2 \cdot 0,15 + 0,05 \cdot 0,1(\text{m}^2) = (1,95 - 0,2) \cdot 0,6 + 0,2 \cdot 0,15 + 0,05 \cdot 0,1 = 1,09(\text{m}^2)$$

$$\Rightarrow g_{D.chũ} = [A_{Nhíp} \cdot (38 - 2 \cdot (2 + 1)) + A_{Góì} \cdot 2 \cdot 2 + \frac{A_{gốì} + A_{nhíp}}{2} \cdot 2 \cdot 1] \cdot \frac{\gamma_c}{38}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow g_1 &= [0,64 \cdot (38 - 2 \cdot (2 + 1)) + 1,09 \cdot 2 \cdot 2 + \frac{1,09 + 0,64}{2} \cdot 2 \cdot 1] \cdot \frac{24}{38} \\ &= 17,15(\text{kN/m}) \end{aligned}$$

2.1.1.2. Tính tải giai đoạn 2 (khi đổ bản mặt cầu): (g_2)

1. Trọng lượng bản: $g_b = s \cdot h_b$, $Y_c = 2,4 \cdot 0,2 \cdot 24 = 11,52(\text{kN/m}^2)$.

2. Trọng lượng tấm đan:

$$G_{td} = (S - 0,6) \cdot 0,08 \cdot y_c = (2A - 0,6) \cdot 0,08 \cdot 24 = 3,456(\text{kN/m})$$

3. Trọng lượng dầm ngang đổ tại chỗ:

$$g_{dn} = \frac{(S - 0,6) \cdot (1,75 - 0,3) \cdot 0,2 \cdot y_c}{8,5}$$

$$= \frac{(2,4 - 0,6) \cdot (1,75 - 0,3) \cdot 0,2 \cdot 2,24}{8,5} = 1,47 \text{ (kN/m)}$$

$$\Rightarrow g_2 = g_b + g_{td} + g_{dn} = 11,52 + 3,456 + 1,47 = 16,45 \text{ (kN/m)}$$

2.1.1.3. Tĩnh tải giai đoạn 3 (khai thác): (g₃)

1. Lan can, tay vịn: (trực tiếp)

$$g_{lc} = 7,68 \cdot 2/5 = 3,07 \text{ (kN/m)}$$

2. Lốp phủ: g_{lp} = 2,684 \cdot 7/5 = 3,75 (kN/m)

$$\Rightarrow g_3 = g_{lc} + g_{lp} = 6,82 \text{ (kN/m)}$$

2.1.2. Vẽ đường ảnh hưởng M và V:

a, Vẽ đường ảnh hưởng M và V: tại các tiết diện: $Ll_1, Ll_8, L/4, 3L/8, L/2$

- Tại tiết diện 100 : $x = L/1 = 37,4 \text{ (m)}$

$$\omega_{M1} = 0$$

$$\omega_{V1} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot x = \frac{37,4}{2} = 18,7 \text{ (m}^2\text{)}$$

- Tại tiết diện L/8 = 4,675 (m)

$$\omega_{M2} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot L/2$$

$$= \frac{37,4 - 4,675}{37,4} \cdot 4,675 \cdot \frac{37,4}{2} = 76,49 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\omega_{V2} = \frac{L-x^2}{2L} - \frac{x^2}{2L} = \frac{(37,4 - 4,675)^2}{2 \cdot 37,4} - \frac{4,675^2}{2 \cdot 37,4} = 14,03 \text{ (m}^2\text{)}$$

- Tại tiết diện L/4 = 9,35 (m)

$$\omega_{M3} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot L/2$$

$$= \frac{37,4 - 9,35}{37,4} \cdot 9,35 \cdot \frac{37,4}{2} = 131,13 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\omega_{V3} = \frac{L-x^2}{2L} - \frac{x^2}{2L} = \frac{(37,4 - 9,35)^2}{2 \cdot 37,4} - \frac{9,35^2}{2 \cdot 37,4} = 9,35 \text{ (m}^2\text{)}$$

- Tại tiết diện 3L/8 = 14,025 (m)

$$\omega_{M4} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot L/2$$

$$= \frac{37,4 - 14,025}{37,4} \cdot 14,025 \cdot \frac{37,4}{2} = 163,92 \text{ (m}^2\text{)}$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$\omega_{V4} = \frac{L-x^2}{2L} - \frac{x^2}{2L} = \frac{(37,4-14,025)^2}{2.37,4} - \frac{14,025^2}{2.37,4} = 4,675 \text{ (m}^2\text{)}$$

- Tại tiết diện L/2 = 18,7 (m)

$$\omega_{M5} = \frac{L-x}{L} \cdot x \cdot L/2$$

$$= \frac{37,4-18,7}{37,4} \cdot 18,7 \cdot \frac{37,4}{2} = 174,85 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\omega_{V5} = \frac{L-x^2}{2L} - \frac{x^2}{2L} = \frac{(37,4-18,7)^2}{2.37,4} - \frac{18,7^2}{2.37,4} = 0 \text{ (m}^2\text{)}$$

Bảng tổng hợp các giá trị nội lực tại mặt cắt: L/1, L/8, L/4, 3L/8, L/2

Tiết diện	L/1	L/8	L/4	3L/8	L/2
x	0	4,675	9,35	14,025	18,7
W _V	18,7	14,03	9,35	4,675	0
W _M	0	76,49	131,13	163,92	174,85

■ **Tính nội lực giai đoạn 1**

+ Chưa kể hệ số tải trọng (TTGH sử dụng)

$$M_C = g_l \cdot W_M \quad V_C = g_l \cdot W_V$$

+ Có kể đến hệ số tải trọng (TTGH cường độ 1)

$$M = 1,25 \cdot g_l \cdot W_M \quad V = 1,25 \cdot g_l \cdot W_V$$

Bảng tổng hợp nội lực do tĩnh tải 1 tại các mặt cắt: L/1, L/8, L/4, 3L/8, L/2

Tiết diện	L/1	L/8	L/4	3L/8	L/2
Tĩnh tải $g_1 = 17,15 \text{ (KN/m)}$					
M _C	0	1311,8	2248,88	2811,23	2998,68
M	0	1639,75	2811,10	3514,04	3748,35
V _C	320,71	240,61	160,35	80,18	0
V	400,88	300,77	200,44	100,22	0

■ **Nội lực giai đoạn 2**

+ Chưa kể hệ số tải trọng

$$M_C = (g_{lc} + g_{DW}) \cdot W_M$$

$$V_C = (g_{lc} + g_{DW}) \cdot W_V$$

+ Có kể đến hệ số tải trọng

$$M = (1,25 \cdot g_{lc} + 1,5 \cdot g_{DW}) \cdot W_M$$

$$V = (1,25g_{lc} + 1,5g_{DW}) \cdot W_V$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

Bảng tổng hợp nội lực do tĩnh tải 2 tại các mặt cắt: L/1, L/8, L/4, 3L/8, L/2

Tiết diện	L/1	L/8	L/4	3L/8	L/2
Trị số tĩnh tải $g_2 = 6,82$ (KN/m)					
Mc	0	521,66	894,31	1117,93	1192,48
M	0	723,79	1240,82	1551,09	1654,52
Vc	127,53	95,68	63,77	31,88	0
v	176,95	132,76	88,47	44,24	0

$$+ h_1 = 150 + \frac{h_v}{2} = 150 + 150/2 = 225 \text{ mm}$$

$$+ h_2 = h_1 + \frac{h_2}{2} = 200 + 200/2 = 300 \text{ mm}$$

$$+ A_g = b_v \cdot H_d + (0,6 - b_w) \cdot 0,08 + b_w \cdot H_{q1} \cdot 2 + (b_i - b_w) \cdot H_{q2}$$

$$A_g = 0,2 \cdot 1,75 + (0,6 - 0,2) \cdot 0,08 + 0,2 \cdot 0,225 \cdot 2 + (0,6 - 0,2) \cdot 0,3$$

$$A_g = 0,592 \text{ m}^2$$

+ Mômen tĩnh với đáy:

$$s_{gd} = b_w \cdot \frac{H_d^2}{2} + (b_1 - b_w) \cdot 0,08 \cdot (H_d - \frac{0,08}{2}) + 2b_v \cdot H_{q1} \cdot (H_d - 0,08 - \frac{H_{q1}}{2}) + (b_1 - b_w) \cdot \frac{H_{q2}^2}{2}$$

$$s_{gd} = 0,737 \text{ m}^3$$

*) Mô men quán tính: I_g

$$+ y_g^d = \frac{s_{gd}}{A_g} = \frac{0,737}{0,592} = 1,24 \text{ m}$$

$$+ y_g^t = H_d - y_g^d = 0,51 \text{ m}$$

$$I_g = b_w \cdot \frac{H_d^3}{12} + b_w \cdot H_d \cdot (y_{dg} - \frac{H_d}{2})^2 + (b_1 - b_w) \cdot \frac{t_1^3}{12} + (b_1 - b_w) \cdot t_1 \cdot (y_{tg} - \frac{t_1}{2})^2 + 2 \cdot b_v \cdot \frac{H_{q1}^3}{12} + 2b_v \cdot H_{q1} \cdot (y_{tg} - t_1 - \frac{H_{q1}}{2})^2 + (b_1 - b_w) \cdot \frac{H_{q2}^3}{12} + (b_1 - b_w) \cdot H_{q2} \cdot (y_{dg} - \frac{H_{q2}}{2})^2$$

Thay số được : $I_g = 0,69 \text{ m}^4$

* Tính hệ số: $K_g = n (I_g + A_g \cdot e_g^2)$

$$+ n = \frac{E_b}{E_d} \quad \text{trong đó} \quad E_b: \text{ mô đun đàn hồi bê tông bản có } f_c' = 30 \text{ Mpa}$$

$$E_d: \text{ mô đun đàn hồi bê tông dầm có } f_c' = 50 \text{ Mpa}$$

$$+ E_b = 0,043 \cdot \gamma_c^{1,5} \cdot \sqrt{f_c'} = 0,043 \cdot 2400^{1,5} \cdot 30^{0,5} = 27691 \text{ Mpa}$$

$$+ E_d = 0,043 \cdot \gamma_c^{1,5} \cdot \sqrt{f_c'} = 0,043 \cdot 2400^{1,5} \cdot 50^{0,5} = 35750 \text{ Mpa}$$

$$+ n = E_b / E_d = 0,774$$

$$+ e_g = y_g^t + \frac{t_s}{2} = y_g^t + \frac{h_b - 0,015}{2} = 0,51 + \frac{0,2 - 0,015}{2} = 0,6$$

* Thay vào ta có:

$$K_g = n(I_g + A \cdot e_g^2) = 0,774 \cdot (6,9 \cdot 10^{11} + 5,92 \cdot 10^5 \cdot 600) = 0,53 \cdot 10^{12}$$

2.2.2. Tính hệ số phân phối mô men:

1) Dầm trong :

- Một làn xe:

$$mg_M^1 = 0,06 + \left(\frac{S}{4300}\right)^{0,4} \cdot \left(\frac{S}{L}\right)^{0,3} \cdot \left(\frac{Kg}{L \cdot t_s^3}\right)^{0,1}$$

$$= 0,502$$

- Hai làn xe :

$$mg_M^2 = 0,075 + \left(\frac{S}{2900}\right)^{0,6} \cdot \left(\frac{S}{L}\right)^{0,2} \cdot \left(\frac{Kg}{L \cdot t_s^3}\right)^{0,1}$$

$$= 0,73$$

Trong đó:

+ S=2400 mm là khoảng cách 2 dầm chủ

+ L=(L_D -2.300) = 38000- 600 = 37400 mm

+ t_s = h_b - 15 = 200-15 = 185 mm

2) Dầm ngoài :

- Một làn xe tính theo đòn bẩy

$$\Rightarrow y_1 = 1,17$$

$$y_2 = 0,42$$

$$mg_m^3 = m_L \cdot \frac{y_1 + y_2}{2} = 1,2 \cdot \frac{1,17 + 0,42}{2} = 0,95$$

- Hai làn xe: $mg_m^4 = e \cdot mg_m^2$

$$E = \frac{d_e}{2800} + 0,77 \geq 1$$

+ Với d_e = L - 500 = 1200 - 500 = 700 mm

$$e = 0,77 + \frac{700}{2800} = 1,02 > 1$$

$$\Rightarrow mg_m^4 = e \cdot mg_m^2 = 1,02 \cdot 0,73 = 0,74$$

Ta có bảng tổng hợp như sau:

Xếp tải	Dầm trong	Dầm ngoài
1 làn xe	0,502	0,95
2 làn xe	0,73	0,74

Kết luận: Hệ số phân phối mô men chọn lấy : $mg_m^{SE} = 0,95$

2.2.3. Tính hệ số phân phối lực cắt :

1) Dầm trong :

* 1 làn xe $\Rightarrow mg_V^{SI} = 0,36 + S/7600 = 0,68$

* ≥ 2 làn xe $\Rightarrow mg_V^{MI} = 0,2 + S/3600 - \left(\frac{S}{10700}\right)^2 = 0,82$

2) Dầm ngoài :

- Một làn xe: $mg_V^{SE} = 0,5.1,2.(S-0,6)/S = 0,59$

- ≥ 2 làn xe : $mg_V^{ME} = e. mg_V^{MI}$

Với $e = 0,6 + \frac{de}{3000} = 0,6 + 700/3000 = 0,83$

Vì $e \geq 1$ nên chọn $e=1$

$\Rightarrow mg_V^{ME} = 1.0,82 = 0,82$

Ta có bảng tổng hợp như sau:

Xếp tải	Dầm trong	Dầm ngoài
1 làn xe	0,68	0,59
2 làn xe	0,82	0,82

Kết luận: Hệ số phân phối mô men chọn lấy : $mg_V^{MI} = 0,82$

2.3. Tính mô men và lực cắt do hoạt tải :

a) Nội lực tiêu chuẩn chưa kể đến hệ số phân phối ngang :

Vẽ đường ảnh hưởng và tính giá trị M và V tại các tiết diện L/1, L/8, L/4, 3L/8, L/2

2.3.1. Tiết diện L : (chỉ có lực cắt)

+) $y_1 = 1$

+) $y_2 = \frac{37,4-4,3}{37,4} = 0,885$

+) $y_3 = \frac{37,4-2.4,3}{37,4} = 0,77$

+) $y_4 = \frac{37,4-1,2}{37,4} = 0,968$

+ Lực cắt do xe 3 trục : $V = 145(y_1+y_2) + 35y_3$ (kN)

$\Rightarrow V = 145(1+0,885) + 35.0,77 = 300,28$ (kN)

+ Lực cắt do xe 2 trục : $V = 110(y_1+y_4)$ (kN)

$\Rightarrow V = 110(1+0,968) = 216,48$ (kN)

+ Lực cắt do tải trọng làn : $V1 = \frac{1}{2}.y1.L.9,3$ (kN)

$\Rightarrow V = 0,5.1.37,4. 9,3 = 173,9$ (kN)

2.3.2. Tiết diện tại L/8 :

a) Mô men:

+) $y_1 = \frac{37,4-4,675}{37,4} .4,675 = 4,09$

+) $y_2 = \frac{37,4-4,675-4,3}{37,4} .4,675 = 3,55$

$$+) y_3 = \frac{37,4-4,675-2,4,3}{37,4} \cdot 4,675 = 3,01$$

$$+) y_4 = \frac{37,4-4,675-1,2}{37,4} \cdot 4,675 = 3,94$$

$$+ \text{Mô men do xe 3 trục : } M = 145(y_1 + y_2) + 35y_3 \text{ (kNm)}$$

$$\Rightarrow M = 145(4,09 + 3,55) + 35 \cdot 3,01 = 1213,15 \text{ (kNm)}$$

$$+ \text{Mô men do xe 2 trục : } M = 110(y_1 + y_4) \text{ (kNm)}$$

$$\Rightarrow M = 110(4,09 + 3,94) = 883,3 \text{ (kNm)}$$

$$+ \text{Mô men do tải trọng làn : } M = 9,3 \cdot \omega^+ \text{ (kNm)}$$

$$\Rightarrow M = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 37,4 \cdot 4,09 = 711,29 \text{ (kNm)}$$

b) Lực cắt :

$$+) y_1 = \frac{37,4-4,675}{37,4} = 0,875$$

$$+) y_2 = \frac{37,4-4,675-4,3}{37,4} = 0,76$$

$$+) y_3 = \frac{37,4-4,675-2,4,3}{37,4} = 0,645$$

$$+) y_4 = \frac{37,4-4,675-1,2}{37,4} = 0,843$$

$$+ \text{Do xe 3 trục : } V = 145(y_1 + y_2) + 35y_3 \text{ (kN)}$$

$$\Rightarrow V = 145(0,876 + 0,76) + 35 \cdot 0,645 = 259,65 \text{ (kN)}$$

$$+ \text{Do xe 2 trục : } V = 110(y_1 + y_4) \text{ (kN)}$$

$$\Rightarrow V = 110(0,875 + 0,843) = 188,98 \text{ (kN)}$$

$$+ \text{Do tải trọng Làn : } V = 9,3 \cdot \omega^+ \text{ (kN)}$$

$$\Rightarrow V = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 0,875 \cdot (37,4 - 4,675) = 133,15 \text{ (kN)}$$

2.3.3. Tiết diện tại L/4 = 9,35 m :

a) Mô men :

$$+) y_1 = 7,0125$$

$$+) y_2 = 5,94$$

$$+) y_3 = 4,86$$

$$+) y_4 = 6,71$$

$$+ \text{Mô men do xe 3 trục : } M = 145(y_1 + y_2) + 35y_3 \text{ (kNm)}$$

$$\Rightarrow M = 145(7,0125 + 5,94) + 35 \cdot 4,86 = 2048,21 \text{ (kNm)}$$

$$+ \text{Mô men do xe 2 trục : } M = 110(y_1 + y_4) \text{ (kNm)}$$

$$\Rightarrow M = 110(7,0125 + 6,71) = 1509,48 \text{ (kNm)}$$

$$+ \text{Mô men do tải trọng làn : } M = 9,3 \cdot \omega^+ \text{ (kNm)}$$

$$M = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 37,4 \cdot 7,0125 = 1219,54 \text{ (kNm)}$$

b) Lực cắt :

+) $y_1 = 0,75$

+) $y_2 = 0,64$

+) $y_3 = 0,52$

+) $y_4 = 0,72$

+ Do xe 3 trục : $V = 145(y_1 + y_2) + 35y_3$ (kN)

⇒ $V = 145(0,75 + 0,64) + 35 \cdot 0,52 = 219,75$ (kN)

+ Do xe 2 trục : $V = 110(y_1 + y_4)$ (kN)

⇒ $V = 110(0,75 + 0,72) = 161,7$ (kN)

+ Do tải trọng Làn : $V = 9,3 \cdot \omega^+$ (kN)

⇒ $V = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 0,75 \cdot (37,4 - 9,35) = 97,82$ (kN)

2.3.4. Tiết diện $3L/8 = 14,025$ m :

a) Mô men :

+) $y_1 = 8,77$

+) $y_2 = 7,15$

+) $y_3 = 5,54$

+) $y_4 = 8,32$

+ Mô men do xe 3 trục : $M = 145(y_1 + y_2) + 35y_3$ (kNm)

⇒ $M = 145(8,77 + 7,15) + 35 \cdot 5,54 = 2502,3$ (kNm)

+ Mô men do xe 2 trục : $M = 110(y_1 + y_4)$ (kNm)

⇒ $M = 110(8,77 + 7,15) = 1879,9$ (kNm)

+ Mô men do tải trọng làn : $M = 9,3 \cdot \omega^+$ (kNm)

$M = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 37,4 \cdot 8,32 = 1525,19$ (kNm)

b) Lực cắt :

+) $y_1 = 0,625$

+) $y_2 = 0,51$

+) $y_3 = 0,4$

+) $y_4 = 0,6$

+ Do xe 3 trục : $V = 145(y_1 + y_2) + 35y_3$ (kN)

⇒ $V = 145(0,625 + 0,51) + 35 \cdot 0,4 = 178,58$ (kN)

+ Do xe 2 trục : $V = 110(y_1 + y_4)$ (kN)

⇒ $V = 110(0,625 + 0,6) = 134,75$ (kN)

+ Do tải trọng Làn : $V = 9,3 \cdot \omega^+$ (kN)

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$V = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 0,75 \cdot (37,4 - 9,35) = 67,93 \text{ (kN)}$$

2.3.5. Tiết diện tại vị trí $L/2 = 18,7\text{m}$:

a) Mô men :

$$+) y_1 = 7,2$$

$$+) y_2 = 9,35$$

$$+) y_3 = 7,2$$

$$+) y_4 = 8,75$$

$$+ \text{Mô men do xe 3 trục : } M = 145(y_1 + y_2) + 35y_3 \text{ (KNm)}$$

$$\Rightarrow M = 145(7,2 + 9,35) + 35 \cdot 7,2 = 2651,75 \text{ (kNm)}$$

$$+ \text{Mô men do xe 2 trục : } M = 110 (y_1 + y_4) \text{ (kNm)}$$

$$\Rightarrow M = 110(7,2 + 8,75) = 1991 \text{ (kNm)}$$

$$+ \text{Mô men do tải trọng làn : } M = 9,3 \cdot \omega^+ \text{ (kNm)}$$

$$M = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 37,4 \cdot 9,35 = 1626,06 \text{ (kNm)}$$

b) Lực cắt :

$$+) y_1 = 0,5$$

$$+) y_2 = 0,385$$

$$+) y_3 = 0,27$$

$$+) y_4 = 0,47$$

$$+ \text{Do xe 3 trục : } V = 145(y_1 + y_2) + 35y_3 \text{ (kN)}$$

$$\Rightarrow V = 145(0,5 + 0,385) + 35 \cdot 0,27 = 137,05 \text{ (kN)}$$

$$+ \text{Do xe 2 trục : } V = 110 (y_1 + y_4) \text{ (kN)}$$

$$\Rightarrow V = 110(0,5 + 0,47) = 106,7 \text{ (kN)}$$

$$+ \text{Do tải trọng Làn : } V = 9,3 \cdot \omega^+ \text{ (kN)}$$

$$V = \frac{1}{2} \cdot 9,3 \cdot 0,5 \cdot (37,4 - 18,7) = 43,48 \text{ (kN)}$$

Chú ý :

-Khi xếp hoạt tải xe tải thiết kế (3 trục) và xe 2 trục phải xếp sao cho hiệu ứng là bất lợi nhất

Bảng tổng hợp nội lực do hoạt tải :

$$NL_{\text{hoạt tải}} = [NL_{\text{tải trọng làn}} + \max(NL_{\text{xe tải}}, NL_{\text{tandem}})]$$

Nội lực	Tải trọng	Tiết diện				
		L	L/4	L/8	3L/8	L/2
M	Xe 3 trục	0	1213,5	2048,21	2502,3	2651,75
	Xe 2 trục	0	883,3	1509,48	1879,9	1991

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

	Làn	0	711,3	1219,54	1525,19	1626,06
M_L tổng cộng		0	1924,8	3267,75	4027,5	4277,8
V	Xe 3 trục	300,28	259,65	219,75	178,58	137,05
	Xe 2 trục	216,48	188,98	161,7	134,75	106,7
	Làn	173,91	133,15	97,82	67,93	43,48
VL tổng cộng		690,67	392,8	317,57	246,51	180,53

2.4. Tổ hợp nội lực theo các TTGH :

$$\text{Số làn xe : } N_L = \frac{B_x}{3500} = \frac{12000}{3500}$$

Vậy số làn xe là : 3 (làn)

$$N_L = 3 \text{ làn}$$

Hệ số làn xe : $m=1,2$

2.4.1. Mô men :

$$M_{CD} = \eta[1,25 (M_1 + M_2 + M_{LC}) + 1,5M_{LP} + 1,75.(M_{Ln} + IM.M_{LL})]$$

Trong đó : $\eta = 0,95$

$IM=1,25$: Hệ số xung kích

M_1, M_2 : Mô men do tĩnh tải ở các giai đoạn chưa nhân hệ số

M_{LC} : Mô men do lan can

M_{LP} : Mô men do lớp phủ gây ra

M_{Ln} : Mô men do tải trọng làn chưa nhân hệ số vượt tải và hệ số xung kích

M_{LL} : Mô men do hoạt tải ô tô(3 trục) chưa nhân hệ số vượt tải và hệ số xung kích

▪ Tổ hợp nội lực theo TTGH cường độ 1 :

$$M_u = \eta[1,25 (M_{g1} + M_{pb}) + 1,5M_{DW} + 1,75.m_g^{LL} (M_{Ln} + IM.M_{LL})]$$

$$V_u = \eta[1,25 (V_{g1} + V_{pb}) + 1,5V_{DW} + 1,75.m_g^{LL} (V_{Ln} + IM.V_{LL})]$$

1. Tiết diện tại vị trí L/1(tại gối) :

$$V_1 = \eta[1,25 (g_1.w_v + g_{pb}.W_v) + 1,5g_{DW}.W_v + 1,75.m_g^{LL} (V_{Ln} + IM.V_{LL})]$$

$$V_1 = 0,95[1,25 (320,71 + 57,41) + 1,5.70,12 + 1,75.0,82 (173,91 + 1,25.300,28)] \\ = 1297,72 \text{ (kN)}$$

2. Tiết diện tại vị trí L/8 :

$$M_2 = \eta[1,25 (g_1.w_m + g_{pb}.W_m) + 1,5g_{DW}.W_m + 1,75.m_g^{LL} (M_{Ln} + IM.M_{LL})]$$

$$M_2 = 0,95[1,25 (1311,8 + 234,82) + 1,5.286,84 + 1,75.0,95 (711,3 + 1,25.1213,5)] \\ = 5764,48 \text{ (kN.m)}$$

$$V_2 = \eta[1,25 (g_1.w_v + g_{pb}.W_v) + 1,5g_{DW}.W_v + 1,75.m_g^{LL} (V_{Ln} + IM.V_{LL})]$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$V_2 = 0,95[1,25 (240,61 + 43,07) + 1,5.52,61 + 1,75.0,82 (133,15 + 1,25.259,65)] \\ = 1035,82 \text{ (kN)}$$

3. Tiết diện tại vị trí L/4 :

$$M_3 = \eta[1,25 (g_1 \cdot W_m + g_{pb} \cdot W_m) + 1,5g_{DW} \cdot W_m + 1,75 \cdot m_g^{LL} (M_{Ln} + IM \cdot M_{LL})]$$

$$M_3 = 0,95[1,25 (2248,88 + 402,57) + 1,5.491,74 + 1,75.0,95 (1219,54 + \\ 1,25.2048,21)] \\ = 9819,05 \text{ (kN.m)}$$

$$V_3 = \eta[1,25 (g_1 \cdot W_v + g_{pb} \cdot W_v) + 1,5g_{DW} \cdot W_v + 1,75 \cdot m_g^{LL} (V_{Ln} + IM \cdot V_{LL})]$$

$$V_3 = 0,95[1,25 (160,35 + 28,7) + 1,5.35,06 + 1,75.0,82 (97,82 + 1,25.219,75)] \\ = 782,27 \text{ (kN)}$$

4. Tiết diện tại vị trí 3L/8 :

$$M_4 = \eta[1,25 (g_1 \cdot W_m + g_{pb} \cdot W_m) + 1,5g_{DW} \cdot W_m + 1,75 \cdot m_g^{LL} (M_{Ln} + IM \cdot M_{LL})]$$

$$M_4 = 0,95[1,25 (2811,23 + 503,23) + 1,5.614,7 + 1,75.0,95 (1525,19 + \\ 1,25.2502,3)] \\ = 12160,9 \text{ (kN.m)}$$

$$V_4 = \eta[1,25 (g_1 \cdot W_v + g_{pb} \cdot W_v) + 1,5g_{DW} \cdot W_v + 1,75 \cdot m_g^{LL} (V_{Ln} + IM \cdot V_{LL})]$$

$$V_4 = 0,95[1,25 (80,18 + 14,35) + 1,5.17,53 + 1,75.0,82 (67,93 + 1,25.178,58)] \\ = 534,15 \text{ (kN)}$$

5. Tiết diện tại vị trí L/2 :

$$M_5 = \eta[1,25 (g_1 \cdot W_m + g_{pb} \cdot W_m) + 1,5g_{DW} \cdot W_m + 1,75 \cdot m_g^{LL} (M_{Ln} + IM \cdot M_{LL})]$$

$$M_5 = 0,95[1,25 (2998,68 + 536,79) + 1,5.655,69 + 1,75.0,95 (1626,06 + \\ 1,25.2651,75)] \\ = 12936,02 \text{ (kN.m)}$$

$$V_5 = \eta[1,25 (g_1 \cdot W_v + g_{pb} \cdot W_v) + 1,5g_{DW} \cdot W_v + 1,75 \cdot m_g^{LL} (V_{Ln} + IM \cdot V_{LL})]$$

$$V_5 = 0,95[1,25 + 1,5 + 1,75.0,82 (43,48 + 1,25.137,05)] \\ = 292,82 \text{ (kN)}$$

▪ Tổ hợp nội lực theo TTGH sử dụng :

$$M_u = (M_{g1} + M_{pb}) + M_{DW} + m_g^{LL} (M_{Ln} + IM \cdot M_{LL})$$

$$V_u = (V_{g1} + V_{pb}) + V_{DW} + m_g^{LL} (V_{Ln} + IM \cdot V_{LL})$$

1. Tiết diện tại vị trí L/1(tại gối) :

$$V_1 = (V_{g1} + V_{pb}) + V_{DW} + m_g^{LL} (V_{Ln} + IM \cdot V_{LL})$$

$$V_1 = (g_1 \cdot W_v + g_{pb} \cdot W_v) + g_{DW} \cdot W_v + m_g^{LL} (V_{Ln} + IM \cdot V_{LL})$$

$$V_1 = (320,71 + 57,41) + 70,12 + 0,82 (173,91 + 1,25.300,28)]$$

$$= 898,63 \text{ (kN)}$$

2. Tiết diện tại vị trí L/8 :

$$\begin{aligned} M_2 &= (g_1 \cdot W_m + g_{pb} \cdot W_m) + g_{DW} \cdot W_m + m_g^{LL} (M_{Ln} + IM \cdot M_{LL}) \\ M_2 &= (1311,8 + 234,82) + 286,84 + 0,95 (711,3 + 1,25 \cdot 1213,5) \\ &= 3950,23 \text{ (kN.m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_2 &= (g_1 \cdot W_v + g_{pb} \cdot W_v) + g_{DW} \cdot W_v + m_g^{LL} (V_{Ln} + IM \cdot V_{LL}) \\ V_2 &= (240,61 + 43,07) + 52,61 + 0,82 (133,15 + 1,25 \cdot 259,65) \\ &= 711,61 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

3. Tiết diện tại vị trí L/4 :

$$\begin{aligned} M_3 &= (g_1 \cdot W_m + g_{pb} \cdot W_m) + g_{DW} \cdot W_m + m_g^{LL} (M_{Ln} + IM \cdot M_{LL}) \\ M_3 &= (2248,88 + 402,57) + 491,74 + 0,95 (1219,54 + 1,25 \cdot 2048,21) \\ &= 6734 \text{ (kN.m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_3 &= (g_1 \cdot W_v + g_{pb} \cdot W_v) + g_{DW} \cdot W_v + m_g^{LL} (V_{Ln} + IM \cdot V_{LL}) \\ V_3 &= (160,35 + 28,7) + 35,06 + 0,82 (97,82 + 1,25 \cdot 219,75) \\ &= 529,57 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

4. Tiết diện tại vị trí 3L/8 :

$$\begin{aligned} M_4 &= (g_1 \cdot W_m + g_{pb} \cdot W_m) + g_{DW} \cdot W_m + m_g^{LL} (M_{Ln} + IM \cdot M_{LL}) \\ M_4 &= (2811,23 + 503,23) + 614,7 + 0,95 (1525,19 + 1,25 \cdot 2502,3) \\ &= 8349,57 \text{ (kN.m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_4 &= (g_1 \cdot W_v + g_{pb} \cdot W_v) + g_{DW} \cdot W_v + m_g^{LL} (V_{Ln} + IM \cdot V_{LL}) \\ V_4 &= (80,18 + 14,35) + 17,53 + 0,82 (67,93 + 1,25 \cdot 178,58) \\ &= 350,81 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

5. Tiết diện tại vị trí L/2 :

$$\begin{aligned} M_5 &= (g_1 \cdot W_m + g_{pb} \cdot W_m) + g_{DW} \cdot W_m + m_g^{LL} (M_{Ln} + IM \cdot M_{LL}) \\ M_5 &= (2998,68 + 536,79) + 655,69 + 0,95 (1626,06 + 1,25 \cdot 2651,75) \\ &= 8884,87 \text{ (kN.m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_5 &= (g_1 \cdot W_v + g_{pb} \cdot W_v) + g_{DW} \cdot W_v + m_g^{LL} (V_{Ln} + IM \cdot V_{LL}) \\ V_5 &= [0 + 0 + 0,82 (43,48 + 1,25 \cdot 137,05)] \\ &= 176,13 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

2.5. Tính toán và bố trí cốt thép dư :

2.5.1. Sơ bộ :

Sử dụng thép 7 sợi ($\varnothing 55\text{mm}$) 15,2 mm, $A = 140 \text{ mm}^2$
+ Cường độ kéo quy định của thép UST : $f_{pu} = 1860 \text{ (MPa)}$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

+ Giới hạn chảy của thép ứng suất trước : $f_{py} = 0,9 f_{pu} = 1674$ (MPa)

+ Mô đun đàn hồi của thép ứng suất trước : $E_p = 197000$ (MPa)

$$+ A_{ps}^o = \frac{M}{f_T \cdot Z}$$

$$+ f_T = 0,85 f_y = 0,85 \cdot 1674 = 1423 \text{ MPa}$$

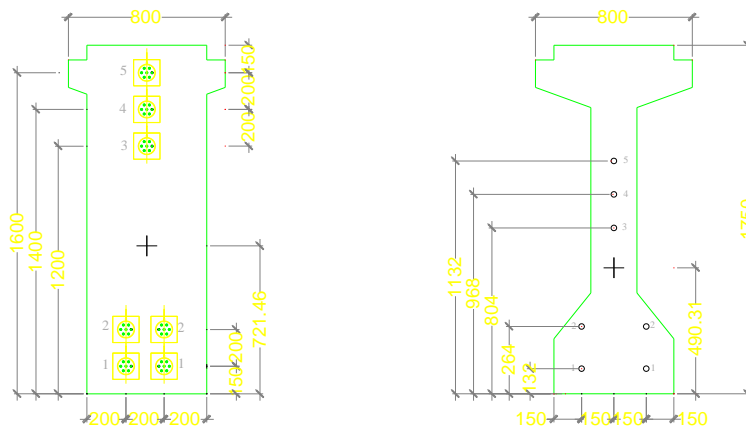
$$+ Z = 0,9(H_d + t_s) - \frac{t_s}{2} = 0,9(750 + 185) - \frac{185}{2} = 1649 \text{ mm}^2$$

$$+ M_{CD} = 12936,02 \cdot 10^6 \text{ N.mm}$$

$$+ A_{ps}^o = \frac{M}{f_T \cdot Z} = \frac{12936,02 \cdot 10^6}{1423 \cdot 1649} = 5965$$

$$+ \text{Số bó} : n = \frac{5965}{140,7} = 6,09 (\text{bó}) \text{ chọn } 7 \text{ bó} \rightarrow A_{ps} = 6860 \text{ mm}^2$$

(1 bó = 7 tao 15,2 mm, $A(1 \text{ tao}) = 140 \text{ mm}^2$)



• Tính các thông số hình học của các bó cốt thép :

1) Chiều dài 1 bó là $L = l + \frac{8f^2}{3l}$

Bó 1 có $l = 37400$, $f_1 = 150 - 100 = 50 \rightarrow L_1 = 37400 + \frac{8 \cdot 50^2}{3 \cdot 37400} = 37400,2 \text{ mm}$

Bó 2 có $l = 37400$, $f_2 = 350 - 100 - 100 = 150 \rightarrow L_1 = 37400 + \frac{8 \cdot 150^2}{3 \cdot 37400} = 37401,7 \text{ mm}$

Bó 3 có $l = 37400$, $f_3 = 1750 - 100 - 550 = 1100 \rightarrow L_1 = 37400 + \frac{8 \cdot 1100^2}{3 \cdot 37400} = 37493,8 \text{ mm}$

Bó 4 có $l = 37400$, $f_4 = 1750 - 200 - 350 = 1200 \rightarrow L_1 = 37400 + \frac{8 \cdot 1200^2}{3 \cdot 37400} = 37511,6 \text{ mm}$

Bó 5 có $l = 37400$, $f_5 = 1750 - 300 - 150 = 1300 \rightarrow L_1 = 37400 + \frac{8 \cdot 1300^2}{3 \cdot 37400} = 37531 \text{ mm}$

*Chiều dài trung bình :

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$L_{tb} = \frac{2.(37400,2+37401,7)+37493,8+37511,6+37531}{7} = 37448,6 \text{ mm}$$

2) Tọa độ y và h :

$$+ y = \frac{4f}{l^2} (l-x).x \quad \text{và} \quad H = f+a - y$$

$$\text{Bó 1 có } a = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 2 có } a = 100 + 100 = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 3 có } a = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 4 có } a = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 5 có } a = 300 \text{ mm}$$

$$\text{*Tại MC101 } \rightarrow x = 4675 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 1 } f=50, a=100, y = \frac{4f}{l^2}(l-x)x = \frac{4.50}{37400^2} \cdot (37400-4675).4675 = 18 \text{ mm}$$

$$H = f+a-y = 50 + 100 - 18 = 132 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 2 } f=100, a=200, y = \frac{4f}{l^2}(l-x)x = \frac{4.100}{37400^2} \cdot (37400-4675).4675 = 36 \text{ mm}$$

$$H = f+a-y = 100 + 200 - 36 = 264 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 3 } f=1100, a=100, y = \frac{4f}{l^2}(l-x)x = \frac{4.1100}{37400^2} \cdot (37400 - 4675).4675 = 396 \text{ mm}$$

$$H = f+a-y = 1100 + 100 - 396 = 804 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 4 } f=1200, a=200, y = \frac{4f}{l^2}(l-x)x = \frac{4.1200}{37400^2} \cdot (37400 - 4675).4675 = 432 \text{ mm}$$

$$H = f+a-y = 1200 + 200 - 432 = 968 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 5 } f=1300, a=300, y = \frac{4f}{l^2}(l-x)x = \frac{4.1300}{37400^2} \cdot (37400 - 4675).4675 = 468 \text{ mm}$$

$$H = f+a-y = 1300 + 300 - 468 = 1132 \text{ mm}$$

$$\text{*Tại MC102 } \rightarrow x = 6880 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 1 : } f=50, a=100, y=32 \text{ mm}$$

$$H = f + a - y = 50 + 100 - 32 = 118 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 2 : } f=100, a=200, y=64 \text{ mm}$$

$$H = f + a - y = 100 + 200 - 64 = 236 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 3 : } f=1100, a=100, y=704 \text{ mm}$$

$$H = f + a - y = 1100 + 100 - 704 = 236 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 4 : } f=1200, a=200, y=768 \text{ mm}$$

$$H = f + a - y = 1200 + 200 - 768 = 632 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 5 : } f=1300, a=300, y=832 \text{ mm}$$

$$H = f + a - y = 1300 + 300 - 832 = 768 \text{ mm}$$

$$\text{*Tại MC103 } \rightarrow x = 14025 \text{ mm}$$

$$\text{Bó 1 : } f=50, a=100, y=48 \text{ mm}$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$H = f + a - y = 50 + 100 - 48 = 102 \text{ mm}$$

Bó 2 : $f=100$, $a = 200$, $y = 96$ mm

$$H = f + a - y = 100 + 200 - 96 = 204 \text{ mm}$$

Bó 3 : $f=1100$, $a = 100$, $y = 1056$ mm

$$H = f + a - y = 1100 + 100 - 1056 = 144 \text{ mm}$$

Bó 4 : $f=1200$, $a = 200$, $y = 1152$ mm

$$H = f + a - y = 1200 + 200 - 1152 = 248 \text{ mm}$$

Bó 5 : $f=1300$, $a = 300$, $y = 1248$ mm

$$H = f + a - y = 1300 + 300 - 1248 = 352 \text{ mm}$$

*Tại MC104 -> $x = 18700$ mm

Bó 1 : $f=50$, $a = 100$, $y = 50$ mm

$$H = f + a - y = 50 + 100 - 50 = 100 \text{ mm}$$

Bó 2 : $f=100$, $a = 200$, $y = 100$ mm

$$H = f + a - y = 100 + 200 - 100 = 200 \text{ mm}$$

Bó 3 : $f=1100$, $a = 100$, $y = 1100$ mm

$$H = f + a - y = 1100 + 100 - 1100 = 100 \text{ mm}$$

Bó 4 : $f=1200$, $a = 200$, $y = 1200$ mm

$$H = f + a - y = 1200 + 200 - 1200 = 200 \text{ mm}$$

Bó 5 : $f=1300$, $a = 300$, $y = 1300$ mm

$$H = f + a - y = 1300 + 300 - 1300 = 300 \text{ mm}$$

Ta có bảng tọa độ cốt thép dnl:

Bó	MC100		MC101		MC102		MC103		MC104	
	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)	H(mm)	y(mm)
1	150	0	132	18	118	32	102	48	100	50
2	300	0	264	36	236	64	204	96	200	100
3	1200	0	804	396	496	704	144	1056	100	1100
4	1400	0	968	432	632	768	248	1152	200	1200
5	1600	0	1132	468	768	832	352	1248	300	1300

* Tìm trọng tâm cốt thép DƯL:

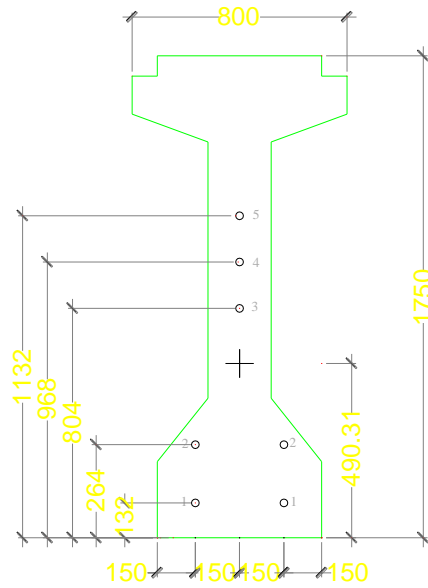
+ MC 100 :

$$Y_p = \frac{a_b \cdot 50 \cdot 2 + 350 \cdot 2 + 1200 + 1400 + 1600}{7 \cdot a_b} = 721,46 \text{ mm}$$

Với a_b : diện tích 1 bó

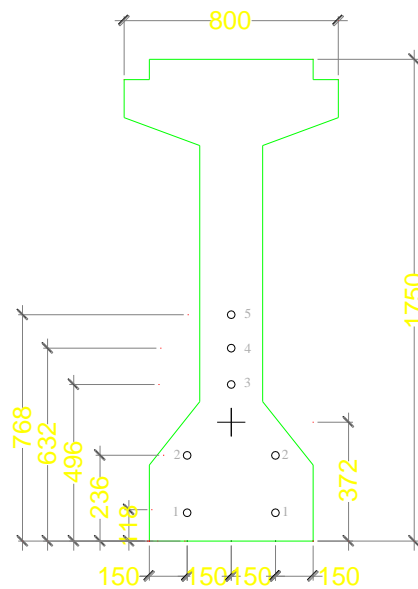
+ MC 101:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA



$$Y_p = \frac{a_b \cdot 32.2 + 264.2 + 804 + 968 + 1132}{7 \cdot a_b} = 490,31 \text{ mm}$$

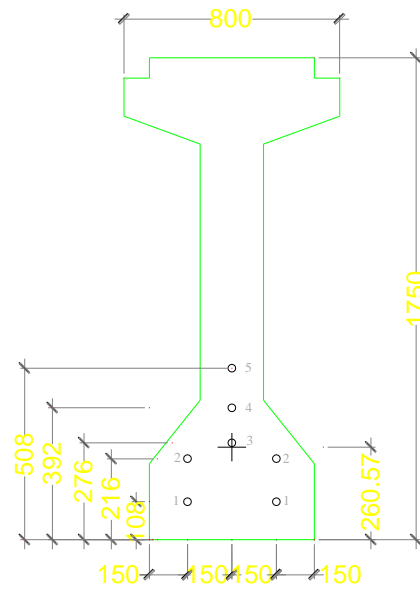
+ MC 102:



$$Y_p = \frac{a_b \cdot 18.2 + 236.2 + 496 + 632 + 768}{7 \cdot a_b} = 372 \text{ mm}$$

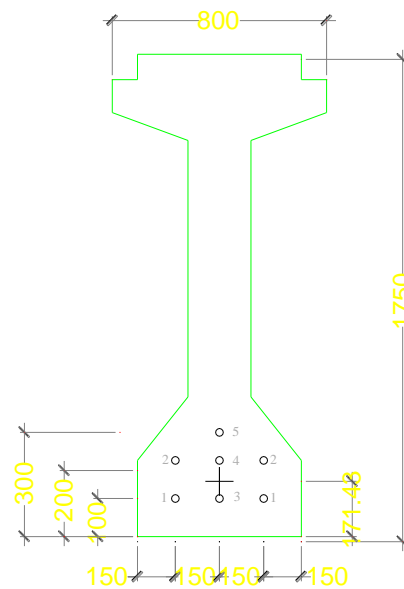
+ MC 103:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA



$$Y_p = \frac{a_b \cdot 02.2 + 204.2 + 114 + 248 + 352}{7 \cdot a_b} = 173,14 \text{ mm}$$

+ MC 104:



$$Y_p = \frac{a_b \cdot 00.2 + 200.2 + 100 + 200 + 300}{7 \cdot a_b} = 171,43 \text{ mm}$$

2.6. Tính đặc trưng hình học tiết diện:

I. Mặt cắt 104 (giữa nhịp):

a) Giai đoạn 1 (căng kéo cốt thép DUL-trừ lỗ rỗng):

$$+ F_0 = n_0 \frac{\pi x d^2}{4} = \frac{7.3.14.60^2}{4} = 19782 \text{ mm}^2$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$+A_1 = A_g - F_0 = 592000 - 19782 = 572218 \text{ mm}^2$$

$$+ \text{Mô men tĩnh với đáy: } S^0_d, Y_p = 171,43 \text{ mm}$$

$$S^0_d = S_{gd} - F_0 Y_p = 737000000 - 19782 \cdot 171,43 = 733608771,7 \text{ mm}^3$$

$$+ y_1^d = \frac{S^0_d}{A_1} = 1282,04 \text{ mm}$$

$$+ n_h = \frac{E_s}{E_D} = \frac{197000}{35750} = 5,51 \text{ (hệ số quy đổi từ thép sang bê tông)}$$

$$+ I_1 = b_w \cdot \frac{H_d^3}{12} + b_w \cdot H_{d-} \cdot (y_1^d - \frac{H_d}{2})^2 + (b_i - b_w) \cdot t_1 \cdot (y_1^d - \frac{t_1}{2})^2 + 2 \cdot b_v \cdot \frac{H_{qt}^3}{12} +$$

$$+ 2 \cdot b_v \cdot H_{q1} (y_1^d - t_1 - \frac{H_{q1}}{2})^2 + (b_1 - b_w) \cdot H_{q2} \cdot (y_1^d - \frac{H_{q2}}{2})^2 - F_0 \cdot (y_1^d - y_p)^2$$

$$I_i = 200 \cdot \frac{1750^3}{12} + 200 \cdot 1750 \cdot (1282,04 - \frac{1750}{2})^2 + (600 - 200) \cdot \frac{80^3}{12} + (600 - 200) \cdot 80 \cdot$$

$$(467,96 - \frac{80}{2})^2 + 2 \cdot 300 \cdot \frac{225^3}{12} + 2 \cdot 300 \cdot 225 \cdot (467,96 - 80 - \frac{225}{2})^2 + (600 - 200) \cdot \frac{300^3}{12}$$

$$+ (600 - 200) \cdot 300 \cdot (1280,04 - \frac{300}{2})^2 - 19782 \cdot (1282,04 - 171,43)^2$$

$$I_1 = 3,06 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+ W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = 238999886 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^t} = 653902043 \text{ mm}^3$$

$$+ e_0 = y_1^d - y_p = 1282,04 - 171,43 = 1110,6 \text{ mm}$$

b) Giai đoạn 2 (sau bơm vữa)(trục 2-2):

$$+ A = A + n_h A_{px} = 572218 + 5,51 \cdot 6860 = 614094 \text{ mm}^2$$

$$+ S_{1-1} = n_h A_{px} (y_1^d - y_p) = 5,51 \cdot 6860 \cdot (1282,04 - 171,43) = 46507485 \text{ mm}^2 = 5,51 \cdot$$

$$+ C_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{46507485}{614094} = 75,7 \text{ mm}$$

$$+ Y_2^d = y_1^d - C_1 = 1281,04 - 75,7 = 1206,34 \text{ mm}$$

$$+ Y_2^d = H_d - y_2^d = 1750 - 1206,34 = 543,66 \text{ mm}$$

$$+ I_2 = I_1 + A_1.C_1^2 + n_h.A_{ps}.(y_2^d - y_p)^2 = 3,06.10^{11} + 572218.75,7^2$$

$$+ 5,51.6860.(1206,34 - 171,43)^2 = 3,54.10^{11}$$

$$W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{3,54.10^{11}}{1206,34} = 293449608 \text{ mm}^3$$

$$W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{3,54.10^{11}}{543,66} = 651142258 \text{ mm}^3$$

c) Giai đoạn 3 (khai thác)

$$A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} x S x t_s = A_2 + n_b x S x t_s = 614094 + 0,774.2400.185 = 957750 \text{ mm}^2$$

$$S_{2-2} = n_b x S x t_s x (y_2^t - \frac{t_s}{2}) = 0,774.2400.185.(543,66 - \frac{185}{2}) = 155043841 \text{ mm}^3$$

$$+ C_2 \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{155043841}{957750} = 161,88 \text{ mm}$$

$$+ y_3^d = y_2^d - c_2 = 1206,34 + 161,88 = 1366,22 \text{ mm}$$

$$+ y_3^t = H_d - y_3^d = 1750 - 1366,22 = 383,78 \text{ mm}$$

$$* I_3 = I_2 + A_2 x c_2^2 + n_b \left[\frac{t_s^3}{12} + S x t_s (y_3^t + \frac{t_s}{2})^2 \right] =$$

$$I_3 = 3,54.10^{11} + 614094.161,88^2 + 0,774 \left[2400. \frac{185^3}{12} + 2400.185.(383,78 + \frac{185}{2})^2 \right]$$

$$I_3 = 4,3.10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+ W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{4,3.10^{11}}{1366,22} = 311689828 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t3} = \frac{I_3}{y_3^t} = \frac{4,3.10^{11}}{383,78} = 371291658 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_3^t + t_s} = \frac{4,3.10^{11}}{383,78 + 185} = 75600498 \text{ mm}^3$$

2. Mặt cắt 100 (tại gối)

a) Giai đoạn 1 (trục 1-1):

$$b_1 = b_1 = 600mm, b_v = b_2 = 100mm, H_{q1} = 225mm$$

$$+ F_0 = n_b \frac{\pi x d^2}{4} = 7x \frac{3,14x60^2}{4} = 19782mm^2$$

$$+ A_1 = A_g - F_0 = 1090000 - 19782 = 1070218mm$$

$$+ \text{Mô men tĩnh với đáy: } S_d^0, y_p = 807,1mm$$

$$S_d^0 = \frac{b_1 H_d^2}{2} + 2b_v H_{p1} \left(H_d - t_1 - \frac{H_{q1}}{2} \right) - F_0 Y_p = \frac{600 \cdot 1850^2}{2} + 2 \cdot 100 \cdot 225 \cdot (1750 - 80 - c) - 19782 \cdot 721,46 = 974500647 mm^3$$

$$+ y_1^d = \frac{S_d^0}{A_1} = \frac{974500647}{1070218} = 911mm$$

$$+ y_1^t = H_d - y_1^d = 1750 - 911 = 839mm$$

$$+ e_0 = y_1^d - y_p = 911 - 721,46 = 189,54mm$$

$$+ I_1 = b_1 \cdot \frac{H_d^3}{12} + b_1 \cdot H_d \left(y_1^d - \frac{H_d}{2} \right)^2 \cdot \frac{H_{q1}}{12} + 2 \cdot b_v \cdot H_{q1} \cdot \left(y_1^t - t_1 - \frac{H_{qt}}{2} \right)^2 - F_0 \cdot e_0^2$$

$$I_1 = 600 \cdot \frac{1750^3}{12} + 600 \cdot 1750 \cdot \left(911 - \frac{1750}{2} \right)^2 + 2 \cdot 100 \cdot \frac{225^3}{12} + 2 \cdot 100 \cdot 225 \cdot \left(839 - 80 - \frac{225}{2} \right)^2 - 19782 \cdot 189,54^2$$

$$I_1 = 2,88 \cdot 10^{11} mm^4$$

$$+ W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = \frac{2,88 \cdot 10^{11}}{911} = 316136114 mm^3$$

$$+ W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^t} = \frac{2,88 \cdot 10^{11}}{839} = 343265793 mm^3$$

b) Giai đoạn 3 (sau bơm vữa) (trục 2-2):

$$+ n_h = \frac{E_s}{E_D} = \frac{197000}{35750} = 5,51 \text{ (hệ số quy đổi từ thép sang bê tông)}$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$+ A_2 = A_1 + n_h A_{px} = 1250218 + 5,51.6860 = 1292094 \text{ mm}^2$$

$$+ S_{1-1} = n_h A_{px} e_0 = 5,51 .6860.174,9 = 7324112 \text{ mm}^3$$

$$+ C_1 = \frac{SA_{1-1}}{A_2} = \frac{7324112}{1292094} = 5,67 \text{ mm}$$

$$+ y_2^d = y_1^d c_1 = 911 - 5,67 = 905,33 \text{ mm}$$

$$y_2^t = H_d - y_2^d = 1750 - 905,66 = 844,67 \text{ mm}$$

$$+ I_2 = I_1 + A_1 c_1 + n_h . A_{ps} (y_2^d - y_p)^2 = 2,88.10^{11} + 1070218.5,67^2 + 5,51.6860.(905,33 - 721,46)^2 = 2,89.10^{11} \text{ mm}^4$$

$$W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{2,89.10^{11}}{905,33} = 319220616 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{2,89.10^{11}}{844,67} = 342145453 \text{ mm}^3$$

c) Giai đoạn 3 (khai thác)

$$A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} x S x t_s = A_2 + n_b x S x t_s = 1292094 + 0,774.2400.185 = 1635750 \text{ mm}^2$$

$$S_{2-2} = n_b x S x t_s x (y_2^t - \frac{t_s}{2}) = 0,774.2400.185.(844,67 - \frac{185}{2}) = 258487734 \text{ mm}^3$$

$$+ c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{25848734}{1635750} = 158,02 \text{ mm}$$

$$+ y_3^d = y_2^d + c_2 = 905,33 + 158,02 = 1063,35 \text{ mm}$$

$$+ y_3^t = H_d - y_3^d = 1750 - 1063,35 = 686,65 \text{ mm}$$

$$I_3 = I_2 + A_2 x c_2^2 + n_b \left[S x \frac{t_s^3}{12} + S x t_s (y_3^t + \frac{t_s}{2})^2 \right] =$$

$$* I_3 = 2,89.10^{11} + 129094.158,02^2 + 0,774. \left[2400. \frac{185^3}{2} + 2400.185)^2 \right]$$

$$I_3 = 5,3.10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+ W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{5,3.10^{11}}{1063,35} = 498424790 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t_3} = \frac{I_3}{y_3'} = \frac{5,3 \cdot 10^{11}}{686,65} = 771863395 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t_3}^b = \frac{I_3}{y_3' + t_s} = \frac{5,3 \cdot 10^{11}}{686,65 + 185} = 608042219 \text{ mm}^3$$

3. Mặt cắt 101:

a) Giai đoạn 1 (căng kéo cốt thép DWL - trừ lỗ rỗng)

$$+ D_0 = n_b \frac{\pi x d^2}{4} = 7x \frac{3,14 \times 60^2}{4} = 19782 \text{ mm}^2$$

$$+ A_1 = A_g - F_0 = 592000 - 19782 = 572218 \text{ mm}^2$$

$$S_d^0 = S_{gd} = F_0 y_p = 73700000 - 19782 \cdot 490,31 = 727300688 \text{ mm}^3$$

$$+ y_1^d = \frac{S_d^0}{A_1} = 1271,02 \text{ mm}$$

$$+ y_1^t = H_d - y_1^d = 478,98 \text{ mm}$$

$$+ n_h = \frac{E_s}{E_D} = \frac{19700}{35750} = 5,51 \text{ (hệ số quy đổi từ thép sang bê tông)}$$

$$+ I_1 = b_w \cdot \frac{H_d^3}{12} + b_w \cdot H_d \cdot (y_1^d - \frac{H_d}{2})^2 + (b_t - b_w) \cdot \frac{t_1^3}{12} + (b_t - b_w) \cdot (y_1^t - \frac{t_1}{2})^2 + 2 \cdot b_v \cdot \frac{H_{q1}^3}{12} + 2 \cdot b_v \cdot H_{q1} \cdot (y_1^y - t_1 - \frac{H_{q1}}{2})^2 + (b_1 - b_w) \cdot \frac{H_{q2}^3}{12} + (b_1 - b_w) \cdot H_{q2} \cdot (y_1^d - \frac{H_{q2}}{2})^2 - F_0 \cdot (y_1^d - y_p)^2$$

$$I_1 = 200 \cdot \frac{1750^3}{12} + 200 \cdot 1750 \cdot (1271,02 - \frac{1750}{2})^2 + (600 - 200) \cdot \frac{80^3}{12} + (600 - 200) \cdot$$

$$80 \cdot (478,98 - \frac{80}{2})^2 + 2 \cdot 300 \cdot \frac{225^3}{12} + 2 \cdot 300 \cdot 225 \cdot (478,98 - 80 - \frac{225}{2})^2 + (600 - 200) \cdot$$

$$\frac{300^3}{12} + (600 - 200) \cdot 300 \cdot (1271,02 - \frac{300}{2})^2 - 19782 \cdot (1271,02 - 490,31)^2$$

$$I_1 = 3,13 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = 246258910 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_1}{y_1^t} = 653471961 \text{ mm}^3$$

$$+e_0 = y_1^d - y_p = 1271,02 - 490,31 = 780,72 \text{ mm}$$

b) Giai đoạn 2 (sau bơm vữa) (trục 2-2):

$$+A_2 = A_1 + n_h A_{px} = 572218 + 5,51.6860 = 530342 \text{ mm}^2$$

$$+S_{1-1} = n_h A_{ps} (y_1^d - y_p) = 5,51.6860.(1271,02 - 490,31) = 32693012 \text{ mm}^3$$

$$+C_1 = \frac{SA_{1-1}}{A_2} = \frac{32693012}{530342} = 61,65 \text{ mm}$$

$$+y_2^d = y_1^d - c_1 = 1271,02 - 61,65 = 1209,35 \text{ mm}$$

$$y_2^t = H_d - y_2^d = 1750 - 1209,35 = 540,65 \text{ mm}$$

$$+I_2 = I_1 + A_1 c_1^2 + n_h \cdot A_{ps} (y_2^d - y_p)^2 = 3,13.10^{11} +$$

$$572218.61,65^2 + 5,51.6860.(1209,35 - 490,31)^2 = 3,37.10^{11} \text{ mm}^4$$

$$W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{3,37.10^{11}}{1209,35} = 278662091 \text{ mm}^3$$

$$+W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{3,37.10^{11}}{540,65} = 623323777 \text{ mm}^3$$

c) Giai đoạn 3 (khai thác) :

$$A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} x S x t_s = A_2 + n_b x S x t_s = 530342 + 0,774.2400.185 = 873998 \text{ mm}^2$$

$$S_{2-2} = n_b x S x t_s x (y_2^t - \frac{t_s}{2}) = 0,774.2400.185.(540,65 - \frac{185}{2}) = 154009436 \text{ mm}^3$$

$$+c_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{154009436}{873998} = 176,2 \text{ mm}$$

$$+y_3^d = y_2^d + c_2 = 1209,35 + 176,2 = 1385,55 \text{ mm}$$

$$+y_3^t = H_d - y_3^d = 1750 - 1385,55 = 364,45 \text{ mm}$$

*

$$I_3 = I_2 + A_2 x c_2^2 + n_b \left[Sx \frac{t_s^3}{12} + Sx t_s \left(y_3' + \frac{t_s}{2} \right)^2 \right] =$$

$$I_3 = 3,37.10^{11} + 530342.176,2^2 + 0,774. \left[2400. \frac{185^3}{12} + 2400.185 \right] \cdot \left(364,45 + \frac{185}{2} \right)^2$$

$$I_3 = 54,26.10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+ W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{4,26.10^{11}}{364,45} = 307604832 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t3} = \frac{I_3}{y_3^t} = \frac{4,26.10^{11}}{364,45} = 116884621 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_3^t + t_s} = \frac{4,26.10^{11}}{364,45 + 185} = 775320775 \text{ mm}^3$$

4. Mặt cắt 102:

a) Giai đoạn 1 (căng kéo cốt thép DƯL trừ lỗ rỗng)

$$+ F_0 = n_0 \frac{\pi x d^2}{4} = \frac{3,14.60^2}{4} = 19782 \text{ mm}^2$$

$$+ A_1 = A_g - F_0 = 592000 - 19782 = 572218 \text{ mm}^2$$

+ Mô men tĩnh với đáy: $S^0_d, Y_p = 372 \text{ mm}$

$$S^0_d = S_{gd} - F_0 Y_p = 737000000 - 19782.372 = 729641096 \text{ mm}^3$$

$$+ y_1^d = \frac{S^0_d}{A_1} = 1275 \text{ mm}$$

$$+ y_1^t = H_d - y_1^d = 475 \text{ mm}$$

$$+ n_h = \frac{E_s}{E_D} = \frac{197000}{35750} = 5,51 \text{ (hệ số quy đổi từ thép sang bê tông)}$$

$$+ I_1 = b_w \cdot \frac{H_d^3}{12} + b_w \cdot H_{d-} \cdot \left(y_1^d - \frac{H_d}{2} \right)^2 + (b_t - b_w) \cdot t_1 \cdot \left(y_1^t - \frac{t_1}{2} \right)^2 + 2 \cdot b_v \cdot \frac{H_{qt}^3}{12} +$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$+ 2.b_v.H_{q1} \left(y_1^t - t_1 - \frac{H_{q1}}{2} \right)^2 + (b_1 - b_w).H_{q2} \cdot \left(y_1^d - \frac{H_{q2}}{2} \right)^2 - F_0 \cdot (y_1^d - y_p)^2$$

$$I_i = 200 \cdot \frac{1750^3}{12} + 200 \cdot 1750 \cdot \left(1725 - \frac{1750}{2} \right)^2 + (600 - 200) \cdot \frac{80^3}{12} + (600 - 200) \cdot 80 \cdot \left(475 - \frac{80}{2} \right)^2 + 2.300 \cdot \frac{225^3}{12} + 2.300 \cdot 225 \cdot \left(475 - 80 - \frac{225}{2} \right)^2 + (600 - 200) \cdot \frac{300^3}{12} + (600 - 200) \cdot 300 \cdot \left(1275 - \frac{300}{2} \right)^2 - 19782 \cdot (1275 - 372)$$

$$I_1 = 3,02 \cdot 10^{11} \text{mm}^4$$

$$+ W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = 247447604 \text{mm}^3$$

$$+ W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^t} = 673684211 \text{mm}^3$$

$$+ e_0 = y_1^d - y_p = 1275 - 372 = 903 \text{mm}$$

b) Giai đoạn 2 (sau bơm vữa)(trục 2-2):

$$+ A = A + n_h A_{px} = 572218 + 5,51 \cdot 6860 = 614094 \text{mm}^2$$

$$+ S_{1-1} = n_h A_{ps} (y_1^d - y_p) = 5,51 \cdot 6860 \cdot (1275 - 372) = 37814028 \text{mm}^2$$

$$+ C_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{37814028}{614094} = 61,58 \text{mm}$$

$$+ Y_2^d = y_1^d - C_1 = 1275 - 61,58 = 1213,42 \text{mm}$$

$$+ Y_2^t = H_d - y_2^d = 1750 - 1213,42 = 536,58 \text{mm}$$

$$+ I_2 = I_1 + A_1 \cdot C_1^2 + n_h \cdot A_{ps} \cdot (y_2^d - y_p)^2 = 3,3 \cdot 10^{11} + 572218 \cdot 75,7^2 + 61,58 \cdot 5,51 \cdot 6860 \cdot (1213,42 - 372)^2 = 3,5 \cdot 10^{11}$$

$$W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{3,5 \cdot 10^{11}}{1213,42} = 266682922 \text{mm}^3$$

$$W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{3,5 \cdot 10^{11}}{536,58} = 652279250 \text{mm}^3$$

c) Giai đoạn 3 (khai thác)

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} x S x t_s = A_2 + n_b x S x t_s = 614094 + 0,774 \cdot 2400 \cdot 185 = 957750 \text{ mm}^2$$

$$S_{2-2} = n_b x S x t_s x \left(y_2^t - \frac{t_s}{2} \right) = 0,774 \cdot 2400 \cdot 185 \cdot \left(536,58 - \frac{185}{2} \right) = 152610757 \text{ mm}^3$$

$$+ C_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{152610757}{957750} = 159,3 \text{ mm}$$

$$+ y_3^d = y_2^d - c_2 = 1213,42 + 159,3 = 1372,72 \text{ mm}$$

$$+ y_3^t = H_d - y_3^d = 1750 - 1372,72 = 377,58 \text{ mm}$$

$$* I_3 = I_2 + A_2 x c_2^2 + n_b \left[\frac{t_s^3}{12} + S x t_s \left(y_3^t + \frac{t_s}{2} \right)^2 \right] =$$

$$I_3 = 3,5 \cdot 10^{11} + 614094 \cdot 159,3^2 + 0,774$$

$$\left[2400 \cdot \frac{185^3}{12} + 2400 \cdot 185 \cdot \left(383,78 + \frac{185}{2} \right)^2 + 2400 \cdot 185 \cdot \left(377,58 + \frac{185}{2} \right)^2 \right]$$

$$I_3 = 4,4 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+ W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{4,4 \cdot 10^{11}}{1372,72} = 322354990 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t3} = \frac{I_3}{y_3^t} = \frac{4,4 \cdot 10^{11}}{377,58} = 1165315960 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_3^t + t_s} = \frac{4,4 \cdot 10^{11}}{377,58 + 185} = 782110989 \text{ mm}^3$$

5. Mặt cắt 103:

a) Giai đoạn 1 (căng kéo cốt thép DUL-trừ lỗ rỗng):

$$+ F_0 = n_0 \frac{\pi x d^2}{4} = 7 x \frac{3,14 \cdot 60^2}{4} = 19782 \text{ mm}^2$$

$$+ A_1 = A_g - F_0 = 592000 - 19782 = 572218 \text{ mm}^2$$

+ Mô men tĩnh với đáy: $S_d^0, Y_p = 171,43 \text{ mm}$

$$S_d^0 = S_{gd} - F_0 Y_p = 737000000 - 19782 \cdot 260,57 = 731821953 \text{ mm}^3$$

$$+ y_1^d = \frac{S_d^0}{A_1} = 1278,9 \text{ mm}$$

$$+ y_1^t = H_d - y_1^d = 471,1 \text{ mm}$$

$$+ n_h = \frac{E_s}{E_D} = \frac{197000}{35750} = 5,51 \text{ (hệ số quy đổi từ thép sang bê tông)}$$

$$+ I_1 = b_w \cdot \frac{H^3}{12} + b_w \cdot H_{d-} \cdot (y_1^d - \frac{H_d}{2})^2 + (b_i - b_w) \cdot t_1 \cdot (y_1^t - \frac{t_1}{2})^2 + 2b_v \cdot \frac{H_{qt}^3}{12} +$$

$$+ 2b_v \cdot H_{q1} (y_1^t - t_1 - \frac{H_{q1}}{2})^2 + (b_1 - b_w) \cdot H_{q2} \cdot (y_1^d - \frac{H_{q2}}{2})^2 - F_0 \cdot (y_1^d - y_p)^2$$

$$I_i = 200 \cdot \frac{1750^3}{12} + 200 \cdot 1750 \cdot (1278,9 - \frac{1750}{2})^2 + (600 - 200) \cdot \frac{80^3}{12} + (600 - 200) \cdot 80 \cdot$$

$$(471,1 - \frac{80}{2})^2 + 2 \cdot 300 \cdot \frac{225^3}{12} + 2 \cdot 300 \cdot 225 \cdot (471,1 - \frac{225}{2})^2 + (600 - 200) \cdot \frac{300^3}{12} \quad I_1$$

$$+ (600 - 200) \cdot 300 \cdot (1278,9 - \frac{300}{2})^2 - 19782 \cdot (1278,9 - 260,57)^2$$

$$= 3,2 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+ W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = 48058530 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t1} = \frac{I_1}{y_1^t} = 679261303 \text{ mm}^3$$

$$+ e_0 = y_1^d - y_p = 1278,9 - 260,57 = 1018,33 \text{ mm}$$

b) Giai đoạn 2 (sau bơm vữa)(trục 2-2):

$$+ A = A + n_h A_{px} = 572218 + 5,51 \cdot 6860 = 614094 \text{ mm}^2$$

$$+ S_{1-1} = n_h A_{px} (y_1^d - y_p) = 5,51 \cdot 6860 \cdot (1278,9 - 260,57) = 42643587 \text{ mm}^2$$

$$+ C_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{4263587}{614094} = 69,44 \text{ mm}$$

$$+ Y_2^d = y_1^d - C_1 = 1278,9 - 69,44 = 1209,46 \text{ mm}$$

$$+ Y_2^d = H_d - y_2^d = 1750 - 1209,46 = 540,54 \text{ mm}$$

$$+ I_2 = I_1 + A_1 \cdot C_1^2 + n_h \cdot A_{ps} \cdot (y_2^d - y_p)^2 = 3,2 \cdot 10^{11} + 572218 \cdot 69,44^2 + 5,51 \cdot 6860 \cdot (1209,46 - 260,57)^2 = 3,6 \cdot 10^{11}$$

$$W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{3,54 \cdot 10^{11}}{1206,34} = 293449608 \text{ mm}^3$$

$$W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{3,54 \cdot 10^{11}}{543,66} = 651142258 \text{ mm}^3$$

c) Giai đoạn 3 (khai thác)

$$A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} x S x t_s = A_2 + n_b x S x t_s = 614094 + 0,774 \cdot 2400 \cdot 185 = 957750 \text{ mm}^2$$

$$S_{2-2} = n_b x S x t_s x \left(y_2^t - \frac{t_s}{2} \right) = 0,774 \cdot 2400 \cdot 185 \cdot \left(540,54 - \frac{185}{2} \right) = 153971634 \text{ mm}^3$$

$$+ C_2 \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{153971634}{957750} = 160,8 \text{ mm}$$

$$+ y_3^d = y_2^d - c_2 = 12090,46 + 160,8 = 1370,26 \text{ mm}$$

$$+ y_3^t = H_d - y_3^d = 11750 - 1370,26 = 379,74 \text{ mm}$$

$$* I_3 = I_2 + A_2 x c_2^2 + n_b \left[\frac{t_s^3}{12} + S x t_s \left(y_3^t + \frac{t_s}{2} \right)^2 \right] =$$

$$I_3 = 3,6 \cdot 10^{11} + 614094 \cdot 160,8^2 + 0,774 \left[2400 \cdot \frac{185^3}{12} + 2400 \cdot 185 \cdot \left(79,74 + \frac{185}{2} \right)^2 \right]$$

$$I_3 = 4,5 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+ W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{4,5 \cdot 10^{11}}{1370,26} = 330957249 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t3} = \frac{I_3}{y_3^t} = \frac{4,5 \cdot 10^{11}}{379,74} = 1185021330 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t3}^b = \frac{I_3}{y_3^t + t_s} = \frac{4,5 \cdot 10^{11}}{379,74 + 185} = 796826858 \text{ mm}^3$$

6. Mặt cắt 104:

a) Giai đoạn 1 (căng kéo cốt thép DUL-trừ lỗ rỗng):

$$+ F_0 = n_0 \frac{\pi x d^2}{4} = 7 x \frac{3,14 \cdot 60^2}{4} = 19782 \text{ mm}^2$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$+A_1 = A_g - F_0 = 592000 - 19782 = 572218 \text{mm}^2$$

$$+\text{Mô men tĩnh với đáy: } S^0_d, Y_p = 173,14 \text{ mm}$$

$$S^0_d = S_{gd} - F_0 Y_p = 737000000 - 19782 \cdot 173,14 = 733574945 \text{mm}^3$$

$$+ y_1^d = \frac{S^0_d}{A_1} = 1282 \text{mm}$$

$$+ y_1^t = H_d - y_1^d = 468 \text{mm}$$

$$+ n_h = \frac{E_s}{E_D} = \frac{197000}{35750} = 5,51 \text{ (hệ số quy đổi từ thép sang bê tông)}$$

$$+ I_1 = b_w \cdot \frac{H^3}{12} + b_w \cdot H_d \cdot (y_1^d - \frac{H_d}{2})^2 + (b_t - b_w) \cdot t_1 \cdot (y_1^t - \frac{t_1}{2})^2 + 2 \cdot b_v \cdot \frac{H_{qt}^3}{12} +$$

$$+ 2 \cdot b_v \cdot H_{q1} (y_1^t - t_1 - \frac{H_{q1}}{2})^2 + (b_1 - b_w) \cdot H_{q2} \cdot (y_1^d - \frac{H_{q2}}{2})^2 - F_0 \cdot (y_1^d - y_p)^2$$

$$I_i = 200 \cdot \frac{1750^3}{12} + 200 \cdot 1750 \cdot (1282 - \frac{1750}{2})^2 + (600 - 200) \cdot \frac{80^3}{12} + (600 - 200) \cdot 80 \cdot$$

$$(468 - \frac{80}{2})^2 + 2 \cdot 300 \cdot \frac{225^3}{12} + 2 \cdot 300 \cdot 225 \cdot (468 - 80 - \frac{225}{2})^2 + (600 - 200) \cdot \frac{300^3}{12} \quad I_1 =$$

$$+ (600 - 200) \cdot 300 \cdot (1282 - \frac{300}{2})^2 - 19782 \cdot (1281 - 173,14)^2$$

$$3,2 \cdot 10^{11} \text{mm}^4$$

$$+ W_{d1} = \frac{I_1}{y_1^d} = 249609984 \text{mm}^3$$

$$+ W_{t1} = \frac{I_1}{y_1^t} = 68346860 \text{mm}^3$$

$$+ e_0 = y_1^d - y_p = 1282 - 173,14 = 1108,86 \text{mm}$$

b) Giai đoạn 2 (sau bơm vữa)(trục 2-2):

$$+ A = A + n_h A_{px} = 572218 + 5,51 \cdot 6860 = 614094 \text{mm}^2$$

$$+ S_{1-1} = n_h A_{px} (y_1^d - y_p) = 5,51 \cdot 6860 \cdot (1282 - 173,14) = 46434621 \text{mm}^3$$

$$+ C_1 = \frac{S_{1-1}}{A_2} = \frac{42643587}{614094} = 75,6 \text{mm}$$

$$+ Y_2^d = y_1^d - C_1 = 1282 - 75,6 = 1206,4 \text{ mm}$$

$$+ Y_2^d = H_d - y_2^d = 1750 - 1206,4 = 543,6 \text{ mm}$$

$$+ I_2 = I_1 + A_1.C_1^2 + n_h.A_{ps}.(y_2^d - y_p)^2 = 3,2.10^{11} + 572218.75,6 + 5,51 \\ + 6860.(1206,4 - 172,14)^2 = 3,7.10^{11}$$

$$W_{d1} = \frac{I_2}{y_2^d} = \frac{3,7.10^{11}}{1206,4} = 306697613 \text{ mm}^3$$

$$W_{t1} = \frac{I_2}{y_2^t} = \frac{3,7.10^{11}}{543,6} = 680647535 \text{ mm}^3$$

c) Giai đoạn 3 (khai thác)

$$A_3 = A_2 + \frac{E_b}{E_d} x S x t_s = A_2 + n_b x S x t_s = 614094 + 0,774.2400.185 = 957750 \text{ mm}^2$$

$$S_{2-2} = n_b x S x t_s x (y_2^t - \frac{t_s}{2}) = 0,774.2400.185.(543,6 - \frac{185}{2}) = \text{mm}^3$$

$$+ C_2 = \frac{S_{2-2}}{A_3} = \frac{155023222}{957750} = 161,8 \text{ mm}$$

$$+ y_3^d = y_2^d - c_2 = 1206,4 + 161,8 = 1368,2 \text{ mm}$$

$$+ y_3^t = H_d - y_3^d = 1750 - 1368,2 = 381,8 \text{ mm}$$

$$* I_3 = I_2 + A_2 x c_2^2 + n_b \left[\frac{t_s^3}{12} + S x t_s (y_3^t + \frac{t_s}{2})^2 \right] =$$

$$I_3 = 3,7.10^{11} + 614094.161,8^2 + 0,774 \left[2400. \frac{185^3}{12} + 2400.185.(381,8 + \frac{185}{2})^2 \right]$$

$$I_3 = 4,6.10^{11} \text{ mm}^4$$

$$+ W_{d3} = \frac{I_3}{y_3^d} = \frac{4,6.10^{11}}{1368,2} = 339338971 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{t3} = \frac{I_3}{y_3^t} = \frac{4,6.10^{11}}{381,8} = 1204819277 \text{ mm}^3$$

$$+ W_{13}^b = \frac{I_3}{y_3^t + t_s} = \frac{4,6 \cdot 10^{11}}{381,8 + 185} = 811573747 \text{ mm}^3$$

2.7. Tính ứng suất mất mát trong cốt thép DƯL:

2.7.7. Mất do ma sát:

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

Trong đds

- f_{PI} : ứng suất khi căng kép = $0,8 f_{PU} = 0,8 \times 1860 = 1488 \text{ MP}_a$

- $K = 6,6 \times 10^{-7} / \text{mm}$

- $\mu = 0,23$

- x : là chiều dài bó cáp tính từ đầu kích neo đến mặt cắt đang tính us mất mát. Tính khi kích hai đầu:

+ Vận X của tất cả các bó tại MC 100 đều bằng không

+ X của bó tại mặt cắt 104 bằng 1 nửa chiều dài toàn bộ L_1 của nó

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

* Tại MC 101:

$$\bar{X}_1 = \sqrt{(0,1l)^2 + (y_1^2)} \rightarrow X_1 = \bar{X}_1$$

* Tại MC 102:

$$X_2 = \bar{X}_1 + \sqrt{(0,1l)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

* Tại MC 103:

$$X_2 = \bar{X}_2 + \sqrt{(0,1l)^2 + (y_3 - y_2)^2}$$

* Tại MC 104:

$$X_2 = \bar{X}_3 + \sqrt{(0,1l)^2 + (y_4 - y_3)^2}$$

a. Tính cho bó 1:

$$X_1 = \sqrt{3740^2 + 18^2} = 3740,05 \text{ mm}$$

$$X_2 = \sqrt{3740^2 + (32 - 18)^2} = 3740,03 \text{ mm}$$

$$X_3 = \sqrt{3740^2 + (42 - 32)^2} = 3740,01 \text{ mm}$$

$$X_4 = \sqrt{3740^2 + (48 - 42)^2} = 3740 \text{ mm}$$

b. Tính cho bó 2:

$$X_1 = \sqrt{3740^2 + 36^2} = 3740,19 \text{ mm}$$

$$X_2 = \sqrt{3740^2 + (64 - 36)^2} = 3740,11 \text{ mm}$$

$$X_3 = \sqrt{3740^2 + (84 - 64)^2} = 3740,06 \text{ mm}$$

$$X_4 = \sqrt{3740^2 + (96 - 84)^2} = 3740,02 \text{ mm}$$

C. Tính cho bó 3:

$$X_1 = \sqrt{3740^2 + 396^2} = 3762,72 \text{ mm}$$

$$X_2 = \sqrt{3740^2 + (704 - 396)^2} = 3753,76 \text{ mm}$$

$$X_3 = \sqrt{3740^2 + (924 - 704)^2} = 3747,03 \text{ mm}$$

$$X_4 = \sqrt{3740^2 + (1056 - 924)^2} = 3742,53 \text{ mm}$$

d. Tính cho bó 4:

$$X_1 = \sqrt{3740^2 + 423^2} = 3767,02 \text{ mm}$$

$$X_2 = \sqrt{3740^2 + (768 - 432)^2} = 3756,37 \text{ mm}$$

$$X_3 = \sqrt{3740^2 + (1008 - 768)^2} = 3748,36 \text{ mm}$$

$$X_4 = \sqrt{3740^2 + (1152 - 1008)^2} = 3743,01 \text{ mm}$$

e. Tính cho bó 5:

$$X_1 = \sqrt{3740^2 + 468^2} = 3771,69 \text{ mm}$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$X_2 = \sqrt{3740^2 + (832 - 468)^2} = 3759,20 \text{ mm}$$

$$X_3 = \sqrt{3740^2 + (1092 - 832)^2} = 3749,81 \text{ mm}$$

$$X_4 = \sqrt{3740^2 + (1248 - 1092)^2} = 3743,54 \text{ mm}$$

+ α : là tổng giá trị tuyệt đối các góc uốn của bó ct tính từ vị trí kích đến mặt cắt:

$$\alpha = \alpha_o - \alpha_x.$$

Với α_o là góc giữa tiếp tuyến với đường cong tại tọa độ x.

- đường cong bó ct

$$y = \frac{4f(l-x)^2}{l^2} \rightarrow \tan \alpha_x = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right)$$

Tóm $\alpha_o, \alpha_x, \alpha$ cho các bó cáp tại các mặt cắt cần tính us mặt mát:

+ Tính α_o cho các bó (x = 0)

- Bó 1: $\tan \alpha_o = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4.50}{37400} (1 - 0) = 0.0058 \rightarrow \alpha_o = 0.3209 \text{ độ} = 0.0056 \text{ rad}$

- Bó 2: $\tan \alpha_o = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4.10}{37400} (1 - 0) = 0.0058 \rightarrow \alpha_o = 0.3209 \text{ độ} = 0.0116 \text{ rad}$

- Bó 3: $\tan \alpha_o = \frac{4.11000}{37400} = 0,1279 \rightarrow \alpha_o = 7.2886 \text{ độ} = 0.1272 \text{ rad}$

- Bó 4: $\tan \alpha_o = \frac{4.1200}{37400} = 0,1395 \rightarrow \alpha_o = 7,9415 \text{ độ} = 0.1368 \text{ rad}$

- Bó 5: $\tan \alpha_o = \frac{4.1300}{37400} = 0,1512 \rightarrow \alpha_o = 8,5979 \text{ độ} = 0,1501 \text{ rad}$

Lập bảng:

Tên bó	x(mm)	L(mm)	f(mm)	$\alpha_o(\text{rad})$
Bó 1	0	37400	50	0.0056
Bó 2	0	37400	100	0.0116
Bó 3	0	37400	1100	0.1272
Bó 4	0	37400	1200	0.1386
Bó 5	0	37400	1300	0.1501

+ Tính α_x tại các mặt cắt cho các sbos:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

(+) Tính α cho các bó tại các mặt cắt:

Công thức: $\alpha = \alpha_0 - \alpha_x$

* Tại mặt cắt 101 $\cos L x = 4675 \text{ mm}$

- Bó 1: $\rightarrow \operatorname{tg} \alpha_x = \frac{4f}{l} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4.50}{37400} \left(1 - \frac{2.4675}{37400}\right) = 0,00465 \rightarrow \alpha_x = 0,00465 \text{ rad.}$

Tương tự ta có bảng sau:

Tên bó	x(mm)	L(mm)	f(mm)	$\alpha_x(\text{rad})$	$\alpha_0(\text{rad})$	$\alpha(\text{rad})$
Bó 1	0	37400	50	0,00465	0.0056	0,0009
Bó 2	0		100	0,0093	0.0116	0,0023
Bó 3	0		1100	0,1023	0.1272	0,0249
Bó 4	0		1200	0,1116	0.1386	0,027
Bó 5	0		1300	0,1209	0.1501	0,0292

* Tại mặt cắt 102 có: $x = 9350 \text{ mm}$

Tên bó	x(mm)	L(mm)	f(mm)	$\alpha_x(\text{rad})$	$\alpha_0(\text{rad})$	$\alpha(\text{rad})$
Bó 1	0	37400	50	0,0035	0,0056	0,00210
Bó 2	0	37400	100	0,007	0,0116	0,0046
Bó 3	0	37400	1100	0,077	0,1272	0,0502
Bó 4	0	37400	1200	0,084	0,1386	0,0546
Bó 5	0	37400	1300	0,091	0,1501	0,0591

* Tại mặt cắt 103 có: $x = 14025$

Tên bó	x(mm)	L(mm)	f(mm)	$\alpha_0(\text{rad})$	$\alpha_0(\text{rad})$	$\alpha(\text{rad})$
Bó 1	0	37400	50	0,0012	0,0056	0,00210
Bó 2	0	37400	100	0,0024	0,0116	0,0046
Bó 3	0	37400	1100	0,0264	0,1272	0,0502
Bó 4	0	37400	1200	0,0288	0,1386	0,0546

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

Bó 5	0	37400	1300	0,0312	0,1501	0,0591
------	---	-------	------	--------	--------	--------

* Tại mặt cắt 104 thì tất cả các bó có $\alpha_x = 0 \Rightarrow \alpha = \alpha_0$

Tính ứng suất mất mát do ma sát tại các mặt cắt lập thành bảng:

a. Mặt cắt 101:

Bó	L_i	f_{pi}	K	x	μ	α	e	$-(kx + \mu\alpha)$	$1 - e^{-(x+\mu\alpha)}$	Δf_{PF} (MP_a)
1	34400,2	1488	6,67	3440,05	0,23	0,0009	2,7182	3,717	3,717	3,72
		1488	$*10^{-7}$		0,23					
2	34401,7	1488	6,67	3440,19	0,23	0,0023	2,7182	4,195	4,915	4,20
	34401,7	1488	$*10^{-7}$		0,23					
3	34493,8	1488	6,67	0462,72	0,23	0,0249	2,7182	11,910	11,910	11,91
	34493,8		$*10^{-7}$							
4	34511,6		6,67	3967,02		0,027	2,7182	13,119	13,119	13,12
	34511,6		$*10^{-7}$							
5	3453134		6,67	3471,69		0,0292	2,7182	13,378	13,378	13,32
	34531		$*10^{-7}$							
		$\Sigma \Delta f_{PF}$								46,32
		$\Sigma \Delta f_{PF}^{1/7}$								6,62

b. Mặt cắt 102:

Bó	L_i	f_{pi}	K	x	μ	α	e	$-(kx + \mu\alpha)$	$1 - e^{-(x+\mu\alpha)}$	Δf_{PF} (MP_a)
1	34400,2	1488	6,67	688,08	0,23	0,00210	2,7182	-0,0051	0,0051	7,53
		1488	$*10^{-7}$		0,23					
2	34401,7	1488	6,67	6880,3	0,23	0,0046	2,7182	-0,0056	0,0056	8,38
	34401,7	1488	$*10^{-7}$		0,23					
3	34493,8	1488	6,67	6919,48	0,23	0,0502	2,7182	-0,0162	0,0160	23,85
	34493,8		$*10^{-7}$							

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

4	34511,6 34511,6		6,67 *10 ⁻⁷	6923,39		0,0546	2,7182	-0,0172	0,0170	25,34
5	3453134 34531		6,67 *10 ⁻⁷	6880,08		0,0591	2,7182	-0,0182	0,0180	26,81
		$\Sigma \Delta f_{PF}$								91,91
		$\Sigma \Delta f_{PF}^{/7}$								13,13

c, Mặt cắt 103 :

Bó	L _i	f _{pi}	K	x	μ	α	e	-(kx + μα)	1 - e ^{-(x+μα)}	Δf _{PF} (MP _a)
1	34400,2	1488	6,67 *10 ⁻⁷	13760,09	0,23 0,23	0,0044	2,7182	-0,0102	0,0101	15,09
2	34401,7 34401,7	1488	6,67 *10 ⁻⁷	13760,38	0,23 0,23	0,0092	2,7182	-0,0113	0,0112	16,71
3	34493,8 34493,8	1488	6,67 *10 ⁻⁷	13806,04	0,23	0,1008	2,7182	-0,0324	0,0319	47,43
4	34511 34511,6		6,67 *10 ⁻⁷	13814,01		0,1098	2,7182	-0,0345	0,0339	50,41
5	3453134 34531		6,67 *10 ⁻⁷	13760,09		0,1189	2,7182	-0,0365	0,0359	53,37
		$\Sigma \Delta f_{PF}$								183,00
		$\Sigma \Delta f_{PF}^{/7}$								26,14

d, Mặt cắt 104 :

Bó	L _i	f _{pi}	K	x	μ	α	e	-(kx + μα)	1 - e ^{-(x+μα)}	Δf _{PF} (MP _a)
1	34400,2	1488	6,67 *10 ⁻⁷	17200,1	0,23 0,23	0,0056	2,7182	-0,0128	0,0127	18,87

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

2	34401,7	1488	6,67	17200,9	0,23	0,0116	2,7182	-0,0141	0,0140	20,89
	34401,7	1488	$\cdot 10^{-7}$		0,23					
3	34493,8	1488	6,67	17246,9	0,23	0,1272	2,7182	0,0408	0,0399	59,43
	34493,8		$\cdot 10^{-7}$							
4	34511,6	1488	6,67	17246,9	0,23	0,1386	2,7182	-0,0434	0,0425	63,17
	34511,6		$\cdot 10^{-7}$							
5	3453134	1488	6,67	17265,5	0,23	0,1501	2,7182	-0,0460	0,0450	66,95
	34531		$\cdot 10^{-7}$							
		$\Sigma \Delta f_{PF}$								229,31
		$\Sigma \Delta f_{PF}^{/7}$								32,76

2.7.2. Mất do trượt neo:

$$\Delta f_{PA} = \frac{\Delta L}{l_{tb}} * E_p$$

Trong đó: lấy $\Delta L = 6mm/1neo$,

$$E_p = 197000MP_a$$

$$l_{tb} = 37448,6mm$$

$$\text{Suy ra: } \Delta f_{PA} = \frac{6}{37448,6} \cdot 19700 = 34,3MP_a \text{ (cho tất cả các mặt cắt)}$$

2.7.3. Mất do nén đàn hồi bê tông (mỗi lần căng 1 bó)

$$\Delta f_{PES} = \frac{(N - 1)}{2N} * \frac{E_p}{E_{CI}} * f_{cgp}$$

Trong đó: N=7 bó,

$$E_{ci} = 4800\sqrt{f'_{ci}} \text{ với } f'_{ci} = 80\%f'_c = 0.8 \times 40 = 32MP_a,$$

f'_{ci} cường độ bê tông lúc căng,

$$E_{ci} = 27153MP_a$$

$$f_{PI} = 0.8f_{PU} = 0.8 \times 1860 = 1488,$$

f_{cgp} : ứng suất tại trọng tâm ct do lực căng đã kể đến mất us do ma sát + tụt neo và do trọng,

- lực căng: $P_i = [f_{pi} - \Delta f_{PF} + \Delta f_{PA}] \times A_{PS} \times \cos \alpha_x^{tb}$,

Trong đó:

α_x^{tb} : là góc trung bình của tiếp tuyến với các bó tại mặt cắt tính toán

2.7.3.1. Lực căng p_i tại các mặt cắt là:

a, MC 100:

$$P_i = [1488 - 34,3].7600.0,998 = 11026023,76 \text{ N.}$$

$$\text{Với } \alpha_x^{tb} = (0,186 \cdot 2 + 0,418 \cdot 2 + 5,75 + 5,98 + 6,211) / 7 = 3,709 \Rightarrow \cos \alpha_x^{tb} = 0,998.$$

b, MC 101:

$$P_i = [1488 - (6,62 + 34,3)].7600.0,999 = 10986810,19 \text{ N.}$$

c, MC 102:

$$P_i = [1488 - (13,13 + 34,3)].7600.0,999 = 10937383,67 \text{ N.}$$

d, MC 103:

$$P_i = [1488 - (26,14 + 34,3)].7600.0,999 = 10838606,54 \text{ N.}$$

e, MC 104:

$$P_i = [1488 - (32,76 + 34,3)].7600.1 = 10799144 \text{ N.}$$

2.7.3.2. Tính f_{cgp} cho các mặt cắt :

$$f_{cgp} = -\frac{p_i}{A_g} - \frac{p_i}{I_g} e_g^2 + \frac{M_1}{I_g} e_g$$

Với M_1 : mômen do trọng lượng bản thân g_1 tính theo TTGHSD,

- Tại MC 100: ($M_1 = 0$).

$$f_{cgp} = -\frac{11026023,76}{1090000} - \frac{11026023,76 \cdot 600^2}{6,9 \cdot 10^{11}} = -15,87 \text{ MPa}$$

- Tại MC 105:

$$f_{cgp} = -\frac{10799144}{592000} - \frac{10799144 \cdot 600^2}{6,9 \cdot 10^{11}} + \frac{2536,5}{6,9 \cdot 10^{11}} \cdot 600$$

$$= -23,88 MP_a$$

Vậy mất do nén đàn hồi bê tông (Δf_{PES}) là:

- MC 100:

$$\Delta f_{PES} \frac{(7 - 1) \cdot 197000 \cdot |-15,87|}{2.7.27153} = 49,3 MP_a$$

- MC 105:

$$\Delta f_{PES} \frac{(7 - 1) \cdot 197000 \cdot |-23,88|}{2.7.27153} = 74,2 MP_a$$

2.7.4. Mất us do co ngót bê tông (kéo sau):

- Tại tất cả các mặt cắt như nhau:

$$\Delta f_{PES} = 93 - 0,85H, \text{ với } H \text{ độ ẩm} = 80\%,$$

$$\Delta f_{PSR} = 93 - 0,85 \times 0,8 = 25 MP_a$$

2.7.5. Mất us do từ biến bê tông:

$$\Delta f_{PCR} = 12.0 f_{cgp} - 7.0 \Delta f_{cdp} \geq 0,$$

Trong đó:

- f_{cdp} : là us trọng tâm ct do lực nén P_i (đã kể đến mất do ma sát, tụt neo và đàn hồi), và do trọng lượng bản thân.

- Tính lực P_i cho các mặt cắt:

$$P_i = f_{pi} - (\Delta f_{PF} + \Delta f_{PA} + \Delta f_{PES} * A_{PS} * \cos \alpha_x^{tb}).$$

*** MC 100:**

$$P_i = [1488 - (34,3 + 49,3)] \cdot 7840.0,998 = 10998475,01 N$$

$$f_{cgp} = -\frac{10998475,01}{1090000} - \frac{10988475,01 \cdot 600^2}{6,9 \cdot 10^{11}} = -15,83 MP_a$$

$$\rightarrow \Delta f_{PCR} = 12,0 \times 15,83 - 189,96 MP_a$$

*** MC 104:**

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$P_i = [1488 - (32,76 + 34,3 + 49,3)]. 7840.1 = 10753657,6 \text{ N}$$

Suy ra MC L/2:

$$\begin{aligned} \rightarrow f_{cgp} &= -\frac{10753657,6}{1090000} - \frac{10753657,6 \cdot 600^2}{6,9 \cdot 10^{11}} + \frac{2536,5}{6,9 \cdot 10^{11}} \cdot 600 \\ &= -15,48 \text{ MP}_a \end{aligned}$$

Δf_{cdp} : us do tĩnh tải 2 và tĩnh tải 3 gây ra:

$$\begin{aligned} \Delta f_{cdp} &= \frac{M_2}{I_{c_2}} (d_{ps} - y^{tr}_2) + \frac{M_3 + M_{tp}}{I_{c_3}} (d_{ps} - y^{tr}_3) \\ &= \frac{2433,3 \cdot 10^6}{3,54 \cdot 10^{11}} (1700 - 543,66) + \frac{(286,9 + 554,6) \cdot 10^6}{4,3 \cdot 10^{11}} (1700 - 383,78) \\ &= 10,52 \text{ MP}_a \end{aligned}$$

$$M_2 = 2433,3 \cdot 10^6 \text{ MP}_a$$

$$M_3 = 286,9 \cdot 10^6 \text{ MP}_a$$

$$M_{tp} = 554,6 \cdot 10^6 \text{ MP}_a$$

$$I_{c_2} = 3,54 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$Y^{tr}_2 = 543,66 \text{ mm}$$

$$I_{c_3} = 4,3 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$Y^{tr}_3 = 383,78 \text{ mm}$$

$$D_{ps} = 1700 \text{ mm}$$

Δf_{PCR} : us do tĩnh tải 2 gây ra,

$$\Delta f_{PCR} = 12,0 \cdot 15,48 - 7 \cdot 10,52 = 112,12 \text{ MP}_a$$

Mặt cắt	$\Delta f_{PF}(\text{MP}_a)$	$\Delta f_{PA}(\text{MP}_a)$	$\Delta f_{cgp}(\text{MP}_a)$	$\Delta f_{cdp}(\text{MP}_a)$	$\Delta f_{PCR}(\text{MP}_a)$
100	0	34,3	15,87	0	189,96
101	6,62	34,3	19,2	4,09	301,37
102	13,13	34,3	25,04	7,01	239,41
103	26,14	34,3	24,02	9,34	189,02
104	32,76	34,3	23,88	10,52	112,12

2.7.6. Mật ứng suất do chúng c.thép:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$\Delta f_{PR} = \Delta f_{PR_1} + \Delta f_{PR_2}$$

- 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 Gôi:

$$\Delta f_{PR_2} = 0,3[138 - 0,3.0 - 0,4.49,3 - 0,2.(25 + 189,96)] = 22,59 MP_a$$

* MC L/2:

$$\begin{aligned} \Delta f_{PR_2} &= 0,3[138 - 0,3.32,76 - 0,4.74,2 - 0,2.(25 + 112,12)] \\ &= 21,32 MP_a \end{aligned}$$

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	$\Delta f_{PF}(MP_a)$	$\Delta f_{PA}(MP_a)$	$\Delta f_{PES}(MP_a)$	$\Delta f_{PT1}(MP_a)$
100	0	34,3	49,3	83,6
101	6,62	34,3	94,6	40,92
102	13,13	34,3	82,85	47,43
103	26,14	34,3	73	133,44
104	32,76	34,3	74,2	141,26

Mất mát theo thời gian: $\Delta f_{PT2} = \Delta f_{PSR} + \Delta f_{PCR} + \Delta f_{PR}$

Mặt cắt	$\Delta f_{PSR}(MP_a)$	$\Delta f_{PCR}(MP_a)$	$\Delta f_{PR}(MP_a)$	$\Delta f_{PT2}(MP_a)$
100	25	189,96	22,59	237,55
101	25	301,37	22,79	349,16
102	25	239,41	23,13	287,54
103	25	189,02	21,87	235,89
104	25	112,12	21,32	158,44

Tổng mất mát: $\Delta f_{PT} = \Delta f_{PT1} + \Delta f_{PT2}$

Tiết diện	$\Delta f_{PT1}(MP_a)$	$\Delta f_{PT2}(MP_a)$	$\Delta f_{PT}(MP_a)$
100	83,6	237,55	321,15
101	40,92	349,16	309,08
102	47,43	287,54	334,97
103	133,44	235,89	369,33

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

104	141,26	158,44	299,7
-----	--------	--------	-------

2.8. Kiểm toán theo ttgh cường độ 1:

2.8.1. Kiểm tra sức kháng uốn:

Do ta có bê tông bản mặt cầu và bê tông dầm có cường độ khác nhau nên ta quy đổi bê tông mặt cầu về bê tông làm dầm. Ta chỉ quy đổi theo chiều rộng bản cánh chứ không quy đổi chiều cao bản cánh,

$$\text{Hệ số quy đổi } n = \frac{E_D}{E_B}$$

$$n = \frac{E_D}{E_B} = \frac{0,045 \cdot \gamma_c^{1,5} \cdot \sqrt{f'_{DC}}}{0,045 \cdot \gamma_c^{1,5} \cdot \sqrt{f'_{BC}}} = \frac{\sqrt{f'_{DC}}}{\sqrt{f'_{BC}}} = \sqrt{\frac{30}{50}} = 0,7746$$

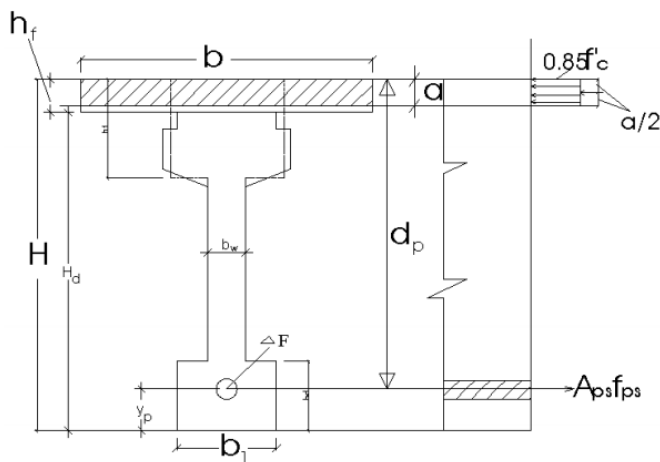
$$b'_2 = 0,7746 \cdot 1900 = 1471,74 \text{ mm}$$

Xem tiết diện là tiết diện chữ T

* Kiểm tra MC 104 (bỏ qua cốt thép thường):

Vị trí trục trung hòa:

+ Giả thiết trục trung hòa qua cánh:



$$C = \frac{A_{ps} f_{pu}}{0,85 f'_c \beta_1 b + k A_{ps} \frac{f_{pu}}{d_p}}$$

$$h_f = 200 - 15 = 185 \text{ mm}$$

$$A_{ps} = 6860 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$f_{pu} = 1860 \text{ (Mpa)}$$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{0,05}{7} \cdot f'_c - 28$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$= 0,85 - 0,05/7(50-28) = 0,693$$

$$f'_c = 50$$

$$d_p = H - y_p = 1750 + 185 - 171,43 = 1763,57(\text{mm})$$

$$k = 2 \left(1,04 - \frac{f_{py}}{f_{pu}} \right) = 0,28$$

$$C = \frac{6860 \cdot 1860}{0,85 \cdot 50 \cdot 0,693 \cdot 2400 + 0,28 \cdot 7600 \cdot \frac{1860}{1763,57}} = 140,7 < h_f = 185\text{mm}$$

Vậy trục trung hòa qua cánh:

+ Sức kháng danh định của tiết diện:

$$M_n = A_{PS} f_{PS} \left(d_p - \frac{a}{2} \right) + (b - b_w) h_f * 0,85 * f'_c \left(\frac{h_f}{2} - \frac{a}{2} \right),$$

$$a = \tilde{\sigma}_1.$$

$$C = 0,693 \cdot 140,7 = 97,5$$

$$f_{PS} = f_{pu} \cdot \left(a - k \frac{c}{d_p} \right) = 1860 \cdot \left(1 - 0,28 \cdot \frac{140,7}{7600} \right) = 1850,3 \text{MPa}$$

$$M_n = 7600 \cdot 1850,3 \cdot \left(1763,57 - \frac{97,5}{2} \right) + (2400 - 200) \cdot 185 \cdot 0,85 \cdot 50 \cdot \left(\frac{185}{2} - \frac{97,5}{2} \right)$$
$$= 2,49 \cdot 10^{10} \text{M} \cdot \text{mm} = 24900 \text{KN} \cdot \text{m}$$

+ Kiểm tra: $M_u = 12936,02 \text{KN} \cdot \text{m} < i \cdot M_n = 1,24900 = 24900 \text{KN} \cdot \text{m} \Rightarrow$ đạt.

2.8.3. Kiểm tra hàm lượng thép tối đa:

$$\frac{C}{d_c} \leq 0,42$$

$$d_c = \frac{A_{PS} f_{PS} \cdot d_p}{A_{PS} \cdot f_{PS}} = \frac{6860 \cdot 1850,3 \cdot 1763,57}{6860 \cdot 1850,3} = 1763,57 \text{mm}$$

$$C = 140,7 \text{mm} < 0,42 d_c = 0,42 \times 1763,57 = 740,5 \text{mm} \rightarrow \text{đạt.}$$

2.8.3. Kiểm tra hàm lượng thép tối thiểu:

$$\phi M_n \geq \min \{ 2M_{cr}, 1,33M_u \}$$

Trong đó:

M_{cr} : mômen bắt đầu gây nứt dầm BTDUL tức là khi đó us biên dưới đạt trị số us

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

kéo khi uốn là: $f_r = 0.63\sqrt{f'_c} = 0.63\sqrt{50} = 4.45MP_a$,

- Phương trình M_{cr} với tiết liên hợp cứng sau (3 giai đoạn),

$$f_r = -\frac{P_1}{A_g} - \frac{P_1 e_g}{I_g} y_1^d + \frac{M_1}{I_{g1}} y_1^d + \frac{M_2}{I_{g2}} y_2^d + \frac{M_3 + M_{ht}}{I_c} y_3^d + \frac{\Delta M}{I_c} y_3^d = 4,45MP_a$$

$$+ P_1 = (0.8f_{py} - \Delta f_{PT})A_{PS} \quad , \quad \Delta f_{PT} = \Delta f_{PT1} + \Delta f_{PT2} = 299,7MP_a$$

+ M_1 : mômen MC 104 do tĩnh tải 1 = 2536,5KN.m(TTGHSĐ).

+ M_2 : mômen MC 104 do tĩnh tải 2 = 2433,3KN.m,

+ M_3 : mômen MC 104 do tĩnh tải 3 (lan can + lớp phủ) = 841,5KN.m,

+ $M_{ht} = (1,25 \cdot M_{TR} + M_{LN}) = 5007,87KN.m$

+ ΔM : là phần mômen thêm vào để tiết diện bắt đầu nứt

$$P_1 = (0,8 \cdot 0,9 \cdot 1860 - 299,7) \cdot 6860 = 7130970N$$

* Thay các số liệu MC 105 vào phương trình để tính ΔM

$$4,45 - \frac{7130970}{592000} - \frac{7130970 \cdot 600}{6,9 \cdot 10^{11}} \cdot 1282,04 + \frac{2228,94}{3,06 \cdot 10^{11}} \cdot 1282,04$$

$$+ \frac{2433,3}{3,52 \cdot 10^{11}} \cdot 1206,34 + \frac{(841,5 + 5007,87)}{4,3 \cdot 10^{11}} \cdot 1366,22$$

$$+ \frac{\Delta M}{4,3 \cdot 10^{11}} \cdot 1366,22$$

$$\Delta M = 8,37 \cdot 10^9 N \cdot mm = 8370 KN \cdot m \Rightarrow M_{CR} = \Delta M + M_1 + M_2 + M_3 + M_{ht} = 17831,79$$

$$M_u = M_{105} = 17103,55KN \cdot m$$

+ Kiểm tra: $\phi \cdot M_n = 24900KN \cdot m > \min\{1,2M_{cr}, 1,33M_u\}$

$> \min\{21398,15; 22727,72KN \cdot m\}$

$\rightarrow \phi \cdot M_n = 24900KN \cdot m > 22727,72KN \cdot m \Rightarrow$ đạt.

2.8.4. Kiểm tra sức kháng cắt của tiết diện:

- Tính cho tiết diện ở gần gối:

Sức kháng cắt tiết diện = ϕV_n , với $\phi = 0.9$

V_n : sức kháng cắt danh định,

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

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

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,

$$V_s = \frac{A_v f_v d_v (\cotg \Phi + \cotg \alpha) \sin \alpha}{S_v}, \text{ với } \alpha = 90^\circ \text{ (góc cốt đai)}$$

$$\rightarrow V_s = \frac{A_v f_v d_v \cotg \Phi}{S_v},$$

V_p : sức kháng cắt do cốt thép DUL (xiên):

$$V_p = f_{pi} A_{PS} \sin \alpha, \text{ với } f_{pi}: \text{ cường độ tính toán ctdul,}$$

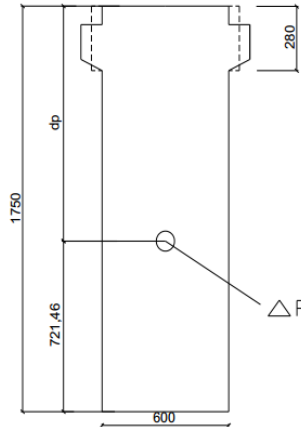
α : góc trung bình,

Trong các công thức trên:

b_v : là chiều dày nhỏ nhất của sườn dầm - đầu dầm $b_w = b_1 = 600\text{mm}$

d_v : chiều cao chịu cắt có hiệu của tiết diện - khoảng cách hợp lực trong miền chịu nén và kéo của tiết diện,

Đầu dầm:



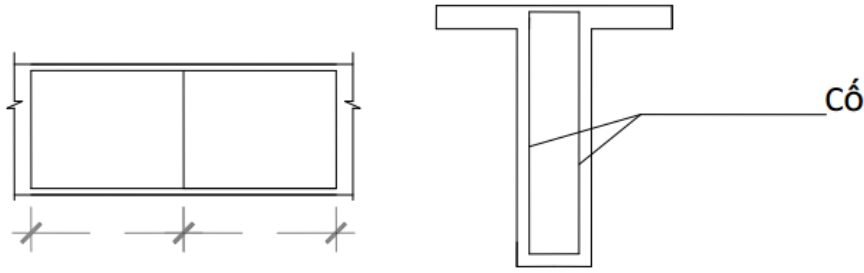
+ Gần đúng chiều cao miền chịu nén, lấy bằng chiều cao miền chịu nén MC 104,

$$C = 140,7 \rightarrow d_v = d_p - \frac{c}{2} = 1750 - 721,46 - \frac{140,7}{2} = 958,19\text{mm}$$

$$\text{Mặt khác } d_v = \max \left(\begin{array}{l} d_p - \frac{c}{2} = 958,19 \\ 0,9d_p = 925,69 \\ 0,72 \cdot h = 1260 \end{array} \right) \Rightarrow d_v = 1260$$

A_v : diện tích tiết diện cốt đai trong phạm vi 1 bước đai:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA



Trong đó với $L = 38\text{m} \rightarrow$ đầu dầm $b_1 = 600\text{mm} \rightarrow$ cốt đai $\phi = 16$ - 4 nhánh, 1 nhánh

$$\rightarrow f_d = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times 16^2}{4} = 201.1\text{mm}^2 \rightarrow A_v = 4 \times 201.1 = 804.4,$$

+ f_v : cường độ cốt đai = 400MP_a ,

+ S_v : bước cốt đai (khoảng cách các cốt đai)

+ α : là hệ số tra theo bảng lập sẵn,

+ θ : là góc của ứng suất xiên tra bảng,

* Để tra bảng tìm β và Φ phải tính 2 thông số là: $\frac{V}{f'_c}$ và ϵ_x ,

- Với V là ứng suất cắt:

$$V = \frac{V_u}{\phi x b_v x d_v}$$

V_u : là lực cắt tính toán theo TTGHCD1, $\phi = 0.9$,

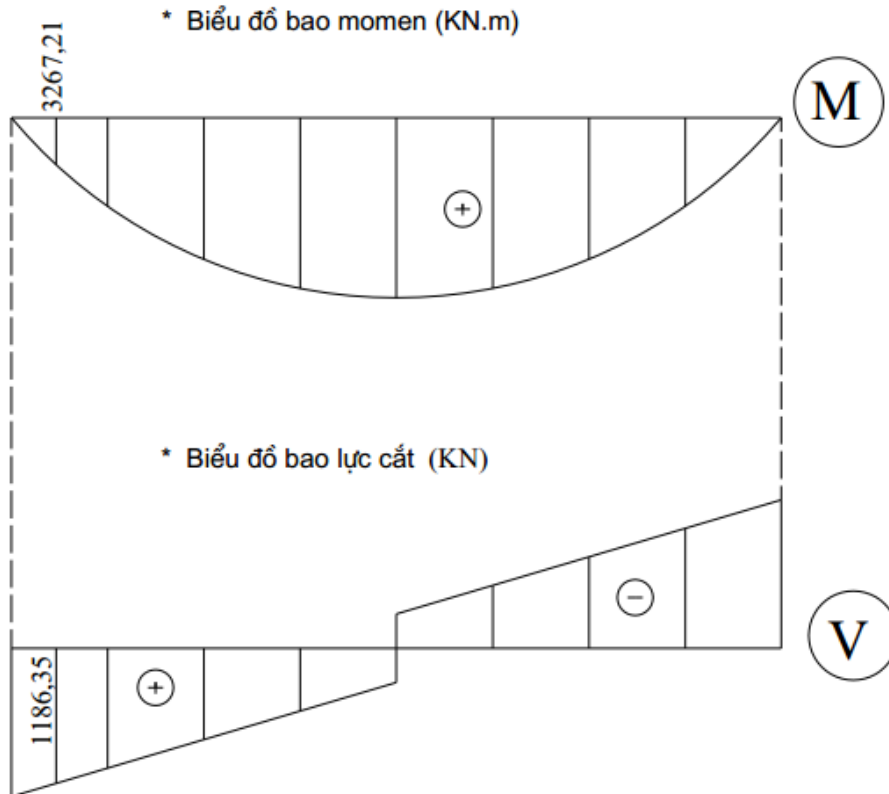
$$\epsilon_x = \frac{M_u/d_v + 0.5V_u \cotg \Phi}{E_p A_{PS}},$$

M_u : là mômen uốn tính theo TTGHCD1,

Như vậy để tra bảng tìm Φ phải tính $\epsilon_x \rightarrow$ để tính ϵ_x phải biết Φ . Vậy phải thử dần theo trình tự sau:

a, Từ biểu đồ bao mômen và lực cắt:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA



Từ nội suy ta được $\{M_u = 3067,21 \text{KN.m}; V_u = 1186,35 \text{KN}\}$

b, Tính ứng suất cắt :

$$V = \frac{V_u}{\phi x \cdot b_v x \cdot d_v} = \frac{1186,35 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 600 \cdot 1260} = 1,79 \text{MPa}$$

$$\frac{V}{f'_c} = \frac{1,79}{50} = 0,04$$

c, Giả thiết $\cotg 27,1^\circ = 1,95$, tính ε_{x_1}

$$x_1 = \frac{4069 \cdot \frac{10^6}{1260} + 0,5 \cdot 1186,35 \cdot 10^3 \cdot 1,95}{197000 \cdot 6860} = 3,3 \cdot 10^{-3}$$

Theo $\left\{ \begin{array}{l} \frac{V}{f'_c} = 0,04 \\ x_1 = 2,82 \cdot 10^{-3} \end{array} \right\}$, Tra bảng $\Phi_2 = 27,4^\circ$ và $\beta_2 = 3,68$.

Vậy số liệu để tính: $\Phi_2 = 27,4^\circ$ và $\beta_2 = 3,68$

d, Bố trí cốt đai trước:

Bước đai:

$$S_v \leq \frac{A_v f_y}{0.083 \sqrt{f'_c} \cdot b_v} = \frac{804.4 \cdot 400}{0.083 \cdot \sqrt{50} \cdot 600} = 913,7 \text{mm},$$

$$V_u = 1186,35 \text{ KN} < 0,1 f'_c b_v d_v = 0,1 \cdot 50 \cdot 600 \cdot 1260 = 3780 \text{ KN nên } \Rightarrow$$

$$S_v \leq \min(0.8 d_v; 600 \text{mm}),$$

Vậy $S_v \leq 600 \text{mm}$ → chọn cốt đai $\phi 16-4$ nhánh $S_v = 300 \text{mm}$ → kiểm tra,

$$V_n = \min\{V_c + V_s + V_p \text{ và } 0.25 f'_c b_v d_v\}.$$

$$+ V_c = 0.083 \beta \sqrt{f'_c} b_v d_v = 0.083 \cdot 3,68 \cdot \sqrt{50} \cdot 600 \cdot 1260 = 1632,8 \text{KN},$$

$$+ V_p = f_{pi} A_{PS} \sin \alpha_{tb},$$

- Tính góc α_{tb} của các bó cáp tại $x = d_v = 1260 \text{mm}$,

$$+ \text{bó 1: } \operatorname{tg} \alpha = \frac{4f}{f} \left(1 - \frac{2x}{l}\right) = \frac{4 \cdot 100}{37400} \left(1 - \frac{2 \cdot 1260}{37400}\right) = 0,0107 \Rightarrow \alpha = 0,62^\circ$$

Tương tự cho các bó khác

$$\rightarrow \alpha_{tb} = [2(0.62 + 1.23) + 6,76 + 7.37 + 7,97]/7 = 3,69^\circ \rightarrow \sin \alpha_{tb} = 0.064.$$

$$V_p = (0.8 f_{py} - \Delta f_{PT}) A_{PS} \sin \alpha_{tb} = (0,8 \cdot 0,9 \cdot 1860 - 299,7) \cdot 6860 \cdot 0,064 = 822,34 \text{KN}.$$

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d_v \cdot \cot(\phi)}{S_v} = \frac{804,4 \cdot 400 \cdot 1260 \cdot 1,929}{300} = 2606,84 \text{KN}$$

Cuối cùng kiểm tra sức kháng cắt:

$$V_n = \min\{V_c + V_s + V_p = 5036,8 \text{KN và } 0.25 f'_c b_v d_v = 9450 \text{KN}\}.$$

$$V_n = \{V_c + V_s + V_p\}$$

$$V_u = 1144 \text{KN} \leq 0,9(V_c + V_s + V_p) = 0,9 \cdot 5036,8 = 4533,12 \text{KN} \rightarrow \text{đạt.}$$

2.9. Kiểm toán theo ttgh sử dụng:

2.9.1. Kiểm tra ứng suất MC 104 (giữa nhịp):

2.9.1.1. Gia đoạn căng kéo cốt thép (ngay sau khi đóng neo):

$$+ \text{Cường độ bê tông: } f'_{ci} = 0.8 f'_c = 40 \text{MP}_a,$$

$$+ \text{Cường độ ct dul: } f_{pi} = 0.74 f_{pu} = 0.74 \cdot 1860 = 1376.4 \text{MP}_a$$

$$+ A_g = 592000 \text{ mm}^2$$

$$I_g = 3.54 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4, e_g = 1110,6 \text{ mm}, y_1^d = 1282,04 \text{ mm}, y_1^{tr} = 467,96 \text{ mm}, M_1 = 2228,94 \text{ KN.m}$$

a, Kiểm tra ứng suất biên dưới (us nén):

$$f_{bd} = \left| -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i x e_g}{I_g} * y_1^d + \frac{M_1}{I_g} * y_1^d \right| \leq 0.6 f'_{ci} = 24 \text{ MP}_a$$

$$P_i = (f_{pi} - \Delta f_{PT1}) A_{PS} = (1376,4 - 141,26) \cdot 6860 = 9387064 \text{ N}$$

$$f_{bd} = \left| -\frac{9387064}{592000} - \frac{9387064 \cdot 1110,6}{3,54 \cdot 10^{11}} \cdot 1282,04 + \frac{2228,94 \cdot 10^6}{3,54 \cdot 10^{11}} \cdot 1282,04 \right|$$

$$= |-20,45| \leq 0,6 f'_{ci} = 24 \text{ MP}_a$$

b, Kiểm tra ứng suất biên trên:

$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} - \frac{M_1}{I_g} y_1^{tr} \left\{ \begin{array}{l} < 1.38 \text{ MP}_a \\ < 0.25 \sqrt{f'_{ci}} = 1.77 \end{array} \right.$$

Thay số:

$$f_{btr} = -\frac{9387064}{592000} + \frac{9387064 \cdot 1110,6}{3,54 \cdot 10^{11}} \cdot 467,96 - \frac{2228,94 \cdot 10^6}{3,54 \cdot 10^{11}} \cdot 467,96$$

$$= 0,87 \text{ MP}_a$$

2.9.2. Kiểm tra us mặt cắt gối 100:

2.9.2.1. Giai đoạn căng kéo:

$$P_i = (f_{pi} - \Delta f_{T1}) A_{PS} \cos \alpha_0^{tb}$$

- Trong đó:

$$+ \rightarrow \alpha_0^{tb} = [2(0,62 + 1,23) + 6,76 + 7,37 + 7,97]/7 = 3.69^\circ$$

$$\rightarrow \cos \alpha_0^{tb} = 0.997,$$

$$P_i = (f_{pi} - D f_{PT1}) A_{PS} \cos \alpha_0^{tb} = (1488 - 140,7) * 6860 * 0,997$$

$$= 10531145,5 \text{ N}$$

$$+ A_g = 1090000 \text{ mm}^2, I_g = 2,88 \times 10^{11} \text{ mm}^4, e_g = 189,54 \text{ mm}, y_1^{tr} = 839 \text{ mm}, y_1^d = 911 \text{ mm}, M = 0$$

a, Kiểm tra us biên dưới:

$$f_{bd} = \frac{10531145,5}{1090000} - \frac{10531145,5 * 189,54}{2,88 * 10^{11}} * 839 = |-12,78MP_a| < 19,2MP_a$$

→ đạt.

b, Kiểm tra thớ trên:

$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} + \frac{P_i e_g}{I_g} y_1^{tr} = -\frac{10531145,5}{1090000} + \frac{10531145,5 * 189,54}{2,88 * 10^{11}} * 911$$

$$= -8,04MP_a \text{ (nén)} < f_k \rightarrow \text{đạt.}$$

2.9.2.2. Giai đoạn khai thác

$$P_i = [1339,2 - (88,5 + 159)] * 7840 * 0,997 = 8533251216 \text{ N.}$$

$$I_c = 5,3 * 10^{11} mm^4, \quad y_2^{tr} = 844,67mm, \quad y_2^d = 905,33mm.$$

a. Kiểm tra us biên dưới:

$$f_{bd} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e_g}{I_g} y_2^d = -\frac{8533251216}{1090000} - \frac{8533251216 * 396}{5,3 * 10^{11}} * 905,33 = -12,4MP_a$$

→ đạt(nén).

b. Kiểm tra us biên trên

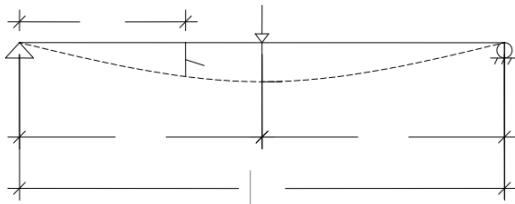
$$f_{btr} = -\frac{P_i}{A_g} - \frac{P_i e_g}{I_g} y_2^{tr} = -\frac{8533251216}{1090000} - \frac{8533251216 * 396}{5,3 * 10^{11}} * 844,67 = -6,5MP_a$$

→ đạt(nén).

2.10. Tính độ võng kết cấu nhịp :

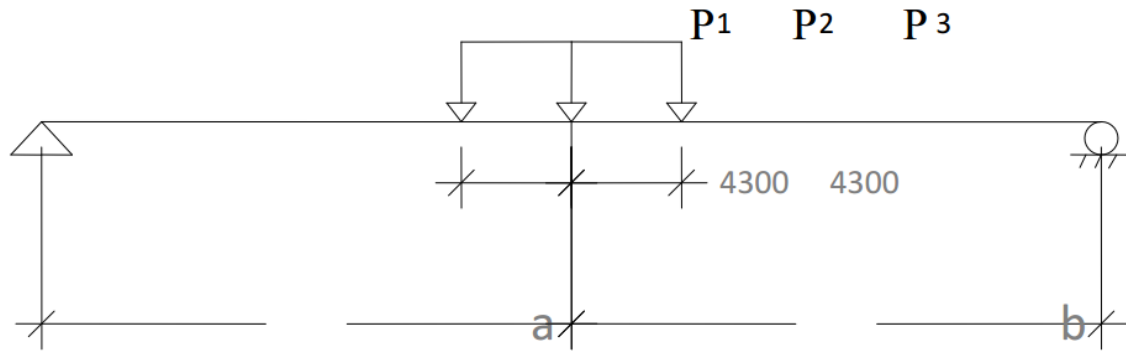
2.10.1. Kiểm tra độ võng do hoạt tải:

+ Tính độ võng mặt cắt có tọa độ x do lực p có tọa độ a,b như 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 võng do xe tải 3 → trục:



$p_1 = 145 \times 10^3 N, p_2 = p_1, p_3 = 35 \times 10^3 N \rightarrow$ tính độ võng không có hệ số:

+ **Độ võng MC giữa nhịp 104 do các lực $p_1 \rightarrow$**

$$b = 14400 + 4300 = 18700 \text{ mm}, x = 14400 \text{ mm}.$$

$$y_x^{p1} = \frac{145 \cdot 10^3 \cdot 18700 \cdot 14400 \cdot (37400^2 - 18700^2 - 14400^2)}{6.30358.4,3 \cdot 10^{11} \cdot 37400} = 8,6 \text{ mm}.$$

+ **Độ võng MC 104 do $p_2 \rightarrow$**

$$y_x^{p2} = \frac{p_2 l^3}{48 \cdot E_c \cdot I_c} = \frac{145 \cdot 10^3 \cdot 37400^3}{48 \cdot 30358.4,3 \cdot 10^{11}} = 9,4 \text{ mm}$$

+ **Độ võng MC 104 do $p_3 \rightarrow b = 11900 \text{ mm}, x = 16200 \text{ mm}.$**

$$y_x^{p3} = \frac{35 \cdot 10^3 \cdot 8600 \cdot 16200 \cdot (37400^2 - 8600^2 - 14400^2)}{6.30358.4,3 \cdot 10^{11} \cdot 37400} = 1,55 \text{ mm}$$

$$y_x^{p3} = \frac{35 \times 10^3 \times 8600 \times 14700 \times (37400^2 - 8600^2 - 12900^2)}{48 \cdot 30358.4,3 \cdot 10^{11} \cdot 34400} = 1.55 \text{ mm}$$

+ **Độ võng các dầm chủ coi như chịu lực giống nhau khi chất tất cả các làn xe.**

+ **Độ võng 1 dầm chủ tại MC 104:**

$$y = \frac{(y^{p1} + y^{p2} + y^{p3})}{n} \times 1.25, \text{ với } n = \text{số dầm} = 5$$

$$y = \frac{(8,6 + 9,4 + 1,55) \times 2}{5} \times 1.25 = 9,775 \text{ mm}.$$

$$\text{Kiểm tra: } y \leq \frac{1}{800} l \rightarrow 9,775 < \frac{37400}{800} = 46,75 \text{ mm} \rightarrow \text{Đạt.}$$

2.10.2. Tính độ võng do tĩnh tải - lực căng trước và độ võng (MC 104):

2.10.2.1. Độ võng do lực căng ctdul:

$$\Delta_{DUL} = -\frac{5w \cdot l^4}{384E_c I_g}$$

Trong đó: $w = \frac{8pe}{l^2}$, $e = e_g = 872\text{mm}$, $I_g = 6,9 \times 10^{11} \text{mm}^4$.

$$p = (0.8f_{pu} - Df_{PT})A_{PS} = (0.8 \times 1860 - 299,7) \times 6960 = 8409161 \text{ N.}$$

$$w = \frac{8.8409161.872}{37400^2} = 54,93$$

$$\rightarrow \Delta_{DUL} = \frac{5.54,93.37400^4}{384.30358.2,956103.10^{11}} = -47,97 \text{ mm}$$

2.10.2.2. Độ võng do trọng lượng bản thân dầm (giai đoạn 1): do $g_1 = 30,18\text{M/mm}$

$$\Delta_{g1} = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_1 l^4}{E \cdot I_g} = \frac{5.30,18.37400^4}{384.30358.6,9.10^{11}} = 26,27 \text{ mm}$$

2.10.2.3. Độ võng do tĩnh tải 2: $g_2 = 5,69\text{N/mm}$

$$\Delta_{g2} = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_2 l^4}{E \cdot I_g} = \frac{5.5,69.37400^4}{384.30358.4,3.10^{11}} = 7,95 \text{ mm}$$

*** Độ võng do lực căng + tĩnh tải: gọi là độ võng tính y_T .**

$$y_T = -47,97 + 26,27 + 7,95 = -13,75\text{mm.}$$

Vậy dầm có độ võng khi khai thác là: 13.75mm.

CHƯƠNG III: THIẾT KẾ KỸ THUẬT TRỤ T2

3.1. Số liệu chung

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| - Tên cầu: | Cầu Kim Tân – Thanh Hóa |
| - Loại cầu: | Cầu BTCT dự ứng lực |
| - Tên trụ tính toán: | Trụ T2 |

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

Quy trình tính toán:

Theo tiêu chuẩn 22TCN 272-05.

3.1.1. Kết cấu phần trên:

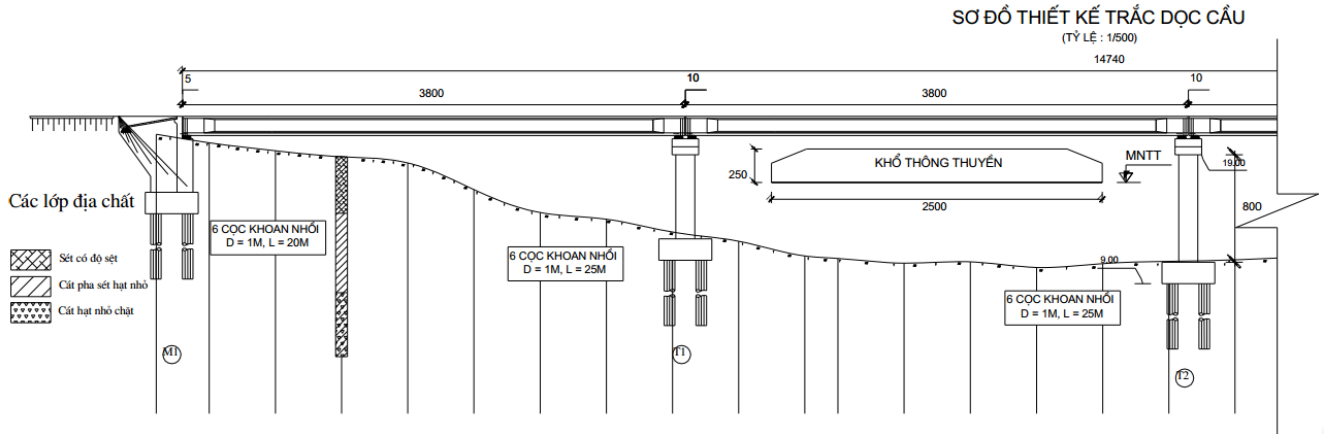
- Loại dầm: *Dầm BTCT DUL*
- Số lượng dầm: $N = 5 \text{ dầm}$
- Chiều dài nhịp tính toán: $= 2,4m.$
- Chiều dài thực tế: $L_s = 37,4m.$
- Chiều cao dầm: $L = 38m.$
- Khổ cầu: $H = 1,75m.$
- Số làn xe thiết kế: $B = 9+2*1+2*0.5=12m.$
- Hệ số làn xe: $m = 1,2.$ $N = 4 \text{ làn.}$
- Tải trọng HL93, đoàn người $3(KN/m^2).$
- Hệ số xung kích: $IM = 0,25.$
- Trọng lượng riêng bê tông: $= 24kN/m^3.$
- Bê tông xà mũ $f'_c = 30MP_a$, thân trụ và bệ cọc $f'_c = 25MP_a$

3.1.2. Số liệu trụ:

- Loại trụ: Trụ đặc thân hẹp bê tông cốt thép
- Loại cọc: Cọc khoan nhồi đường kính 1m
- Số cọc trong móng: 6 cọc
- Cao độ mực nước cao nhất: $MNCN = 18,60m.$
- Cao độ mực nước thông thuyền: $MNTT = 16,50m.$
- Cao độ mực nước thi công: $MNTC = 14,30m.$
- Cao độ đỉnh móng: $CĐ \text{ Đỉnh móng} = 11,00m.$
- Cao độ đáy móng: $CĐ \text{ Đáy móng} = 9,00m.$

Sơ đồ cầu:

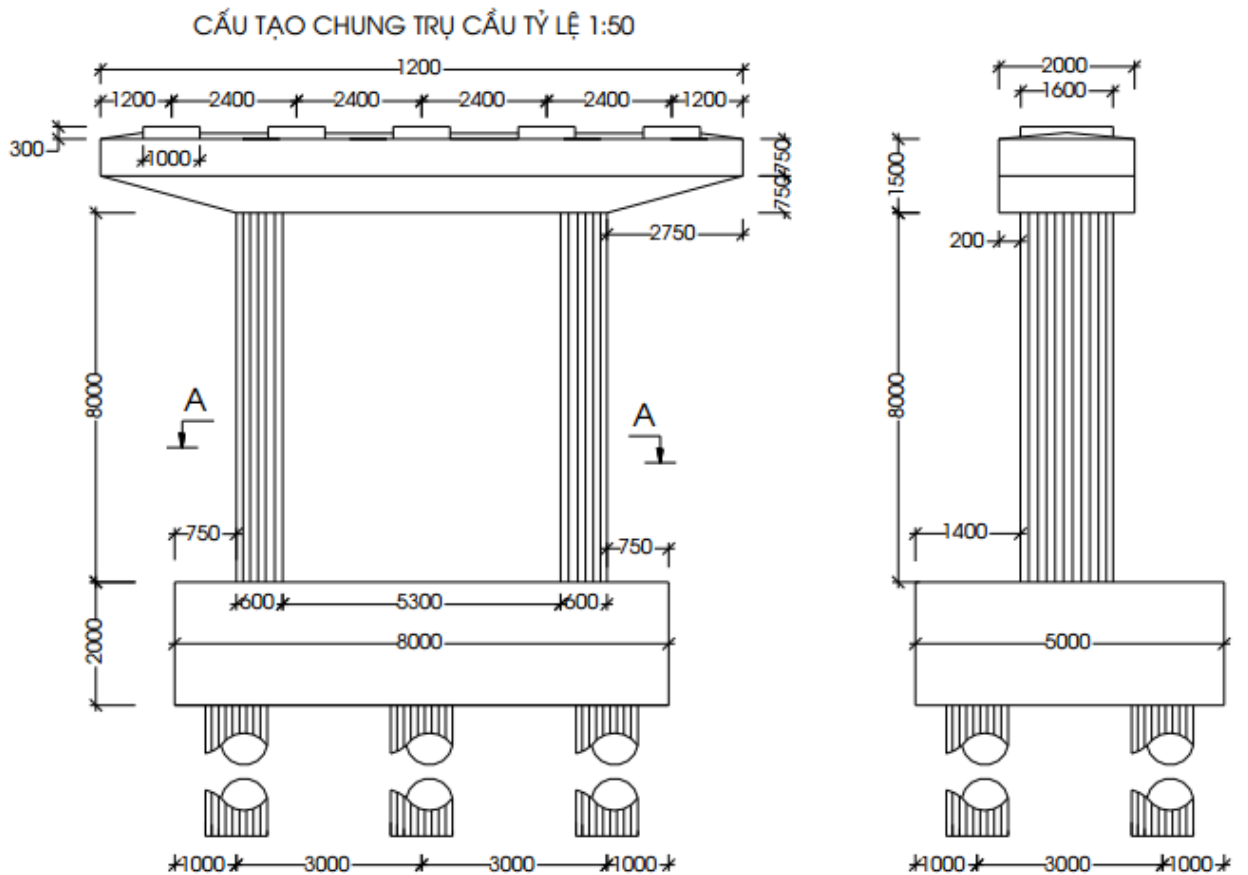
THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA



3.1.3. Các lớp địa chất:

- Lớp 1: Sét có độ sệt
- Lớp 2: Cát pha sét hạt nhỏ
- Lớp 3: Cát hạt nhỏ chặt

Sơ đồ trụ:



3.2. Tải trọng tác dụng

3.2.1. Tình tải tác dụng (không hệ số):

3.2.2. Tình 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 lượng k/c nhịp (KN).

+ V_{DW}^{tr} : phản lực gối trái do lớp phủ (KN).

+ V_{DW}^f : phản lực gối phải do lớp phủ (KN).

Với

- g_{dc}^{tr} : trọng lượng k/c nhịp trái (không kể lớp phủ)/1m dài cầu (KN/m).

- g_{dc}^f : trọng lượng k/c nhịp phải (không kể lớp phủ)/1m dài cầu (KN/m).

- g_{dw}^{tr} : trọng lượng lớp phủ nhịp trái /1m.(KN/m).

- g_{dw}^f : trọng lượng lớp phủ nhịp phải /1m.(KN/m).

Tình tải tác dụng lên trụ có thể chia thành các tải trọng như sau:

a. Tình 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

+ γ_i : trọng lượng riêng tương ứng thành phần thứ i.

- Trọng lượng phần thân trụ (từ I-I đến II-II):

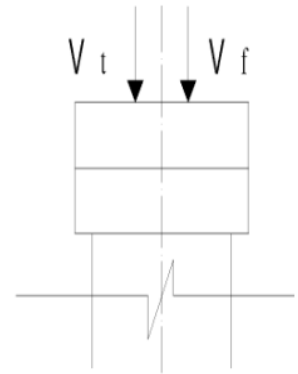
$$P_{tr} = Vx\gamma_{bt} = 6,24 \times 2,5 = 156T = 1560KN.$$

- Trọng lượng bộ móng:

$$P_m = V_m x \gamma_{bt} = 80 \times 2,5 = 200T = 2000KN.$$

b. Tình tải kết cấu phần trên:

- Tình tải phần 1: bao gồm trọng lượng bản thân của kết cấu nhịp dầm, tấm kê, dầm



THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

ngang, bản mặt cầu $g_1 = 17,15KN/m$.

- Tính tải phần 2: bao gồm toàn bộ trọng lượng 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 lan can: phân bố đều toàn chiều dài đường ảnh hưởng với cường độ $g_{lc} = 3.07KN/m$

+ Tính tải lớp phủ mặt cầu: phân bố đều trên toàn chiều dài đường ảnh hưởng với cường độ $g_{lp} = 3,75 KN/m$

$$\Rightarrow g_{DC}^{tr} = 17,15 + 3,07 = 20,22 KN/m$$

$$\Rightarrow g_{DC}^f = 17,15 + 3,07 = 20,22 KN/m$$

$$\Rightarrow g_{DW} = 3,75 KN/m$$

$$V_{DC}^{tr} = g_{DC}^{tr} \cdot \frac{l_{tr}}{2} = 20,22 \cdot \frac{38}{2} = 384,18 KN$$

$$V_{DC}^f = g_{DC}^f \cdot \frac{l_f}{2} = 20,22 \cdot \frac{38}{2} = 384,18 KN$$

$$V_{DW}^{tr} = g_{DW}^{tr} \cdot \frac{l_{tr}}{2} = 3,75 \cdot \frac{38}{2} = 71,25 KN$$

$$V_{DW}^f = g_{DW}^f \cdot \frac{l_f}{2} = 3,75 \cdot \frac{38}{2} = 71,25 KN$$

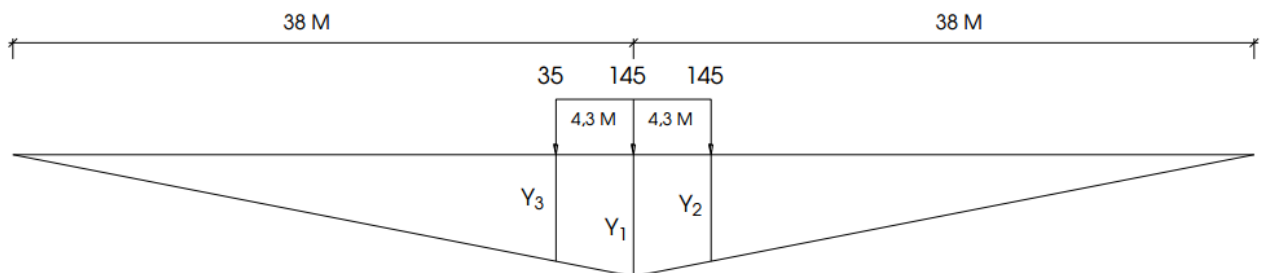
3.3. Hoạt tải thẳng đứng

3.3.1. Dọc cầu

+ V_{ht}^{tr} : phản lực gối trái do hoạt tải.

+ V_{ht}^f : phản lực gối phải do hoạt tải.

* Tổ hợp:



$$-y_1 = 1$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

- $y_2 = 0,887$

- $y_3 = 0,887$

- Do xe tải 3 trục:

$$V_{ht}^{tr} = V_{ht}^f = n_L \cdot m_L \cdot \left(1 + \frac{IM}{100}\right) \cdot \gamma_L [45(y_1 + y_2) + 35y_3]$$

Trong đó:

+ γ_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.

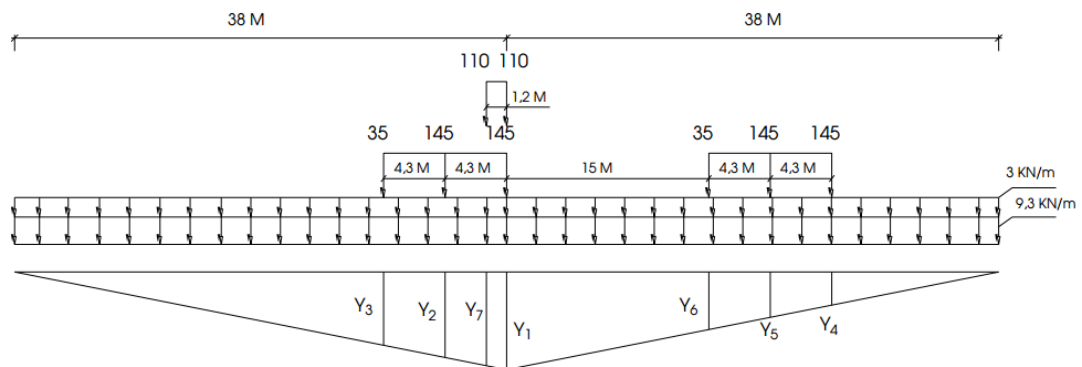
+ m_L : hslànx → $m_1 = 0,85$

$$V_{ht}^{tr} = 2.0,85.1,25.1,75. [145(1 + 0,887) + 35.0,887] = 1133 \text{ KN}$$

* Trường hợp chất tải cả hai nhịp (2 làn xe):

(vì hai nhịp giống nhau $1^{tr} = 1^f = 38m \rightarrow$ tính cho $V_{ht}(\max)$)

Trường hợp $V_{ht}(\max)$:



- $y_3 = 0,774$

- $y_4 = 0,379$

- $y_5 = 0,492$

- $y_6 = 0,605$

- $y_7 = 0,968$

+ V_{ht}^{3tr} : do xe tải 3 trục:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$\begin{aligned} V_{ht}^{tr} &= V_{ht}^f \\ &= 0,9 \cdot n_l \cdot m_l \cdot \left(1 + \frac{IM}{100}\right) \cdot \gamma_L \cdot [145(y_1 + y_2 + y_4 + y_5) + 35(y_3 \\ &\quad + y_6)] \end{aligned}$$

$$V_{ht}^{3tr} = V_{ht}^{3f} = 0,9 \cdot 2 \cdot 0,85 \cdot 1,25 \cdot 1,75 \cdot [145(1 + 0,887 + 0,379 + 0,492) + 35(0,774 + 0,605)] = 1450 \text{ KN}$$

+ V_{ht}^{2tr} : do xe tải 2 trục:

$$V_{ht}^{tr} = V_{ht}^f = 0,9 \cdot n_L \cdot m_L \cdot \left(1 + \frac{IM}{100}\right) \cdot \gamma_L \cdot x [110(1 + y_7)]$$

$$V_{ht}^{2tr} = V_{ht}^{2f} = 0,9 \cdot 2 \cdot 0,85 \cdot 1,25 \cdot 1,75 \cdot [100(1 + 0,968)] = 724,5 \text{ KN}$$

+ V_{ht} : do tải trọng làn:

$$\begin{aligned} V_{ht}^{LN} &= 0,9 \cdot q_{LN} \cdot l \cdot n_L \cdot m_L \cdot \gamma_{LN} = 0,9 \cdot 9,3 \cdot (38 + 38) \cdot 2 \cdot 0,85 \cdot 1,75 \\ &= 1892,46 \text{ KN} \end{aligned}$$

+ V_{ht} : do tải trọng người:

$$\begin{aligned} V_{ht}^{Ng} &= 0,9 \cdot q_{ng} \cdot l \cdot n_L \cdot m_L \cdot \gamma_{ng} = 0,9 \cdot 3 \cdot (38 + 38) \cdot 2 \cdot 0,85 \cdot 1,75 \\ &= 610,47 \text{ KN} \end{aligned}$$

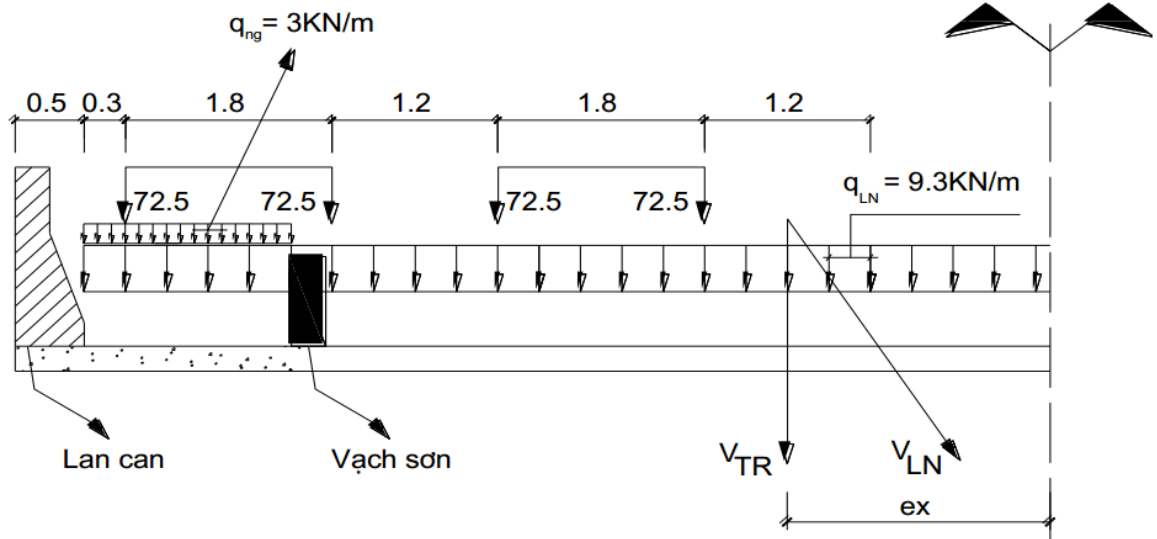
3.3.2. Phương ngang cầu (gồm 5 dầm I đặt cách nhau 2.4m):

- Gần đúng xem như 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. Chát 2 làn xe + 2 làn người:

XẾP TẢI THEO PHƯƠNG NGANG CẦU (Tỷ lệ 1 : 100)

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

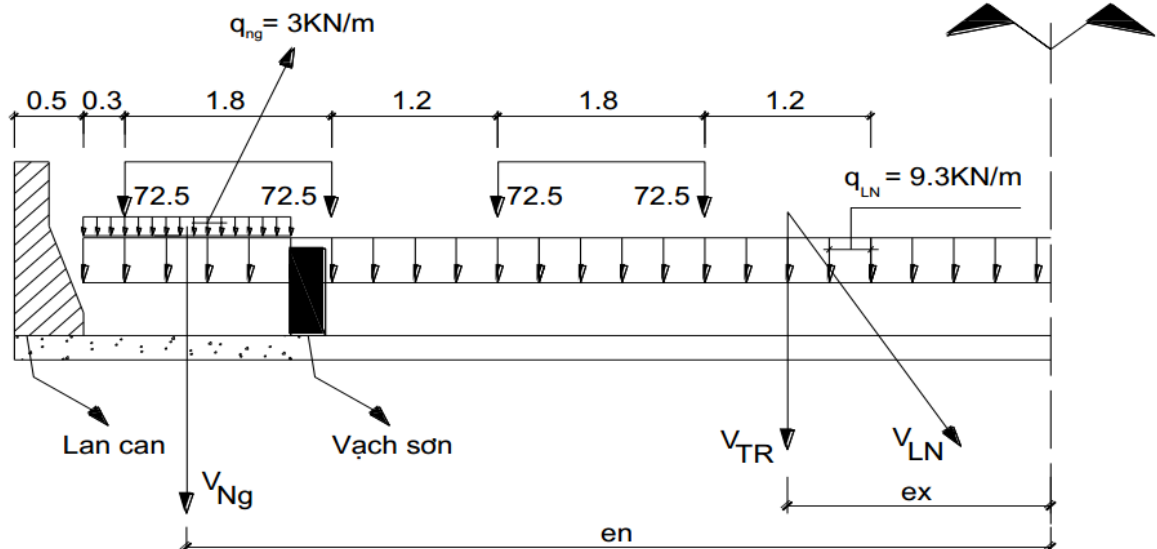


Ta tính:

$$e_x = \frac{B_x}{2} - 0,5 - 0,3 - 1,8 - 1,2 - 1,8 = \frac{12}{2} - 0,5 - 0,3 - 1,8 - 1,2 - 1,8 = 0,4m$$

b. Chốt 2 làn xe + 1 làn người:

XẾP TẢI THEO PHƯƠNG NGANG CẦU (Tỷ lệ 1 : 100)



Ta tính:

$$\text{Và: } e_n = \frac{B}{2} - 0,5 - \frac{B_n}{2}$$

$$e_n = \frac{12}{2} - 0,5 - \frac{1}{2} = 5(\text{m})$$

3.4. Lực hãm xe (lực nằm theo phương dọc cầu): W_L (có hệ số).

- Được lấy theo điều 3.6.4 (22TCN 272-05)

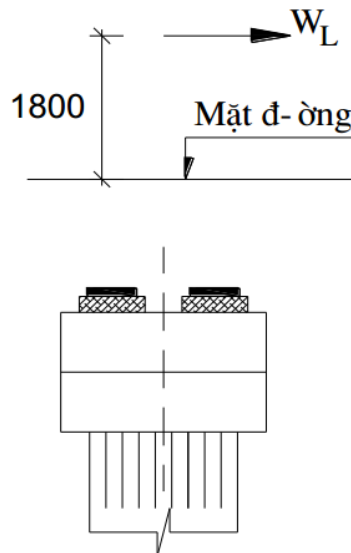
- Lực hãm xe được truyền từ kết cấu trên xuống trụ qua gối đỡ. Tùy theo từng loại gối cầu và dạng liên kết mà tỉ lệ truyền của lực ngang xuống trụ khác nhau. Do các tài liệu tra cứu không có ghi chép về tỷ lệ ảnh hưởng của lực ngang xuống trụ nên khi tính toán, lấy tỉ lệ truyền bằng 100%.

- Lực hãm được lấy bằng 25% trọng lượng của các trục xe tải hay xe hai trục thiết kế cho mỗi làn được đặt trong tất cả các làn thiết kế được tải theo điều 3.6.1.1.1 và coi như đi cùng một chiều. Các lực này được coi như tác dụng theo chiều nằm ngang cách phía trên mặt đường 1800mm theo cả hai chiều dọc để gây ra hiệu ứng lực lớp nhất. Tất cả các làn thiết kế phải được tải đồng thời đối với cầu và coi như đi cùng một chiều trong tương lai.

- Phải áp dụng hệ số làn quy định trong điều 3.6.1.1.2

+ W_L : đặt cách mặt đường 1800mm.

$$W_L = 0,25 \left(\sum p_i \right) \cdot n_L \cdot m_L$$



Trong đó:

$\sum p_i$: là tổng trọng lực của tất cả các trục xe tải 3 trục.

+ Nếu dọc cầu chỉ xếp 1 xe thì $\sum p_i = 35 + 2 \times 145 = 325 \text{KN}$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

+ Nếu dọc cầu chỉ xếp 2 xe thì $\sum p_i = 0.9 \times 325 \times 2 = 585 \text{ KN}$

$$W_x = 0,25. (\sum P_i). n_L. m_L = 0,25.585.2.0,85 = 248,63 \text{ KN}$$

3.5. Lực gió (gió ngang):

3.5.1. Dọc cầu:

a. Gió tác dụng lên trụ:

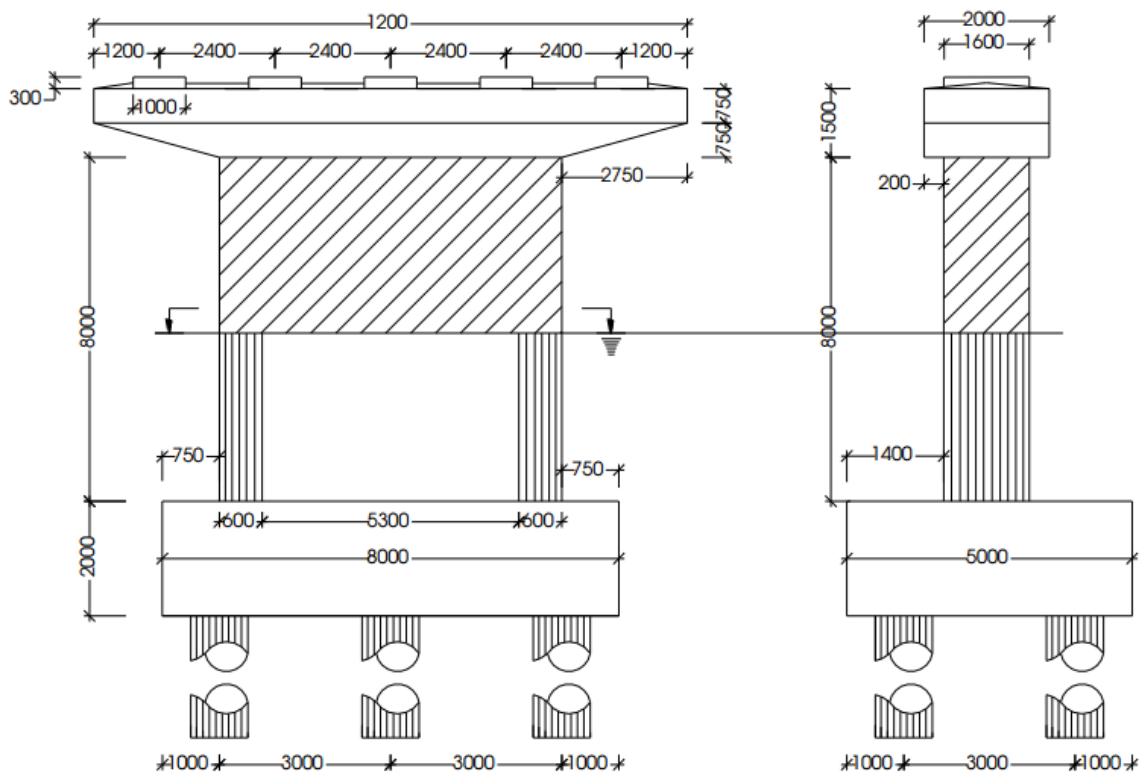
$$W_{Ti}^D = 0.0006. V^2. A_t. C_d > 1.8. A_t (\text{KN})$$

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 được xác định theo công thức:

$$V = V_g \times S.$$

+ V : vận tốc gió.

+ V_g : vận tốc gió tra theo vùng quy định của Việt Nam (m/s).

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

⇒ lấy ở cùng II có $V_B = 53(\text{m/s})$.

+ S: Hệ số điều chỉnh với khu đất chịu gió và độ cao mặt cầu theo quy định, tra bảng 3.8.1.1-2

Tra $S = 1.12$, với khu vực mặt thoáng nước, độ cao mặt cầu so với mặt nước là 12,5m.

Vậy ta có tải trọng gió thiết kế là:

$$\rightarrow V = V_B \cdot S = 53 \cdot 1.12 = 59,4 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$$

Từ hình vẽ:

$$A_t = 20,69(\text{m}^2)$$

$$W_{Ti}^D = 0.0006 \cdot V^2 \cdot A_t \cdot C_d = 0,0006 \cdot 59,4^2 \cdot 20,69 \cdot 1 = 43,8 \text{KN} > 1,8 \cdot 20,69 \\ = 37,242(\text{KN})$$

⇒ Thỏa mãn

b. Gió dọc cầu tác dụng lên xe:

$$W_X^D = q_G^D \cdot B$$

Trong đó:

+ B: là chiều rộng toàn bộ cầu.

+ q_G^D : cường độ gió dọc tác dụng lên xe = 0,75KN/m.

+ W_X^D : tác dụng cách cao độ mặt đường 1800mm.

$$\rightarrow W_X^D = q_G^D \cdot B = 0,75 \cdot 12 = 9 \text{KN}.$$

3.5.2. Theo phương ngang cầu:

a. Gió tác dụng lên trụ:

$$W_T^N = 0.0006 \cdot V^2 \cdot A_t > 1.8A_t$$

Trong đó:

+ A_t : diện tích chắn gió.

Từ hình vẽ: $A_t = H_0 \cdot B_t$

+ H_0 : là chiều cao từ mực nước đến đỉnh trụ.

+ B_t : chiều rộng trụ (dọc cầu).

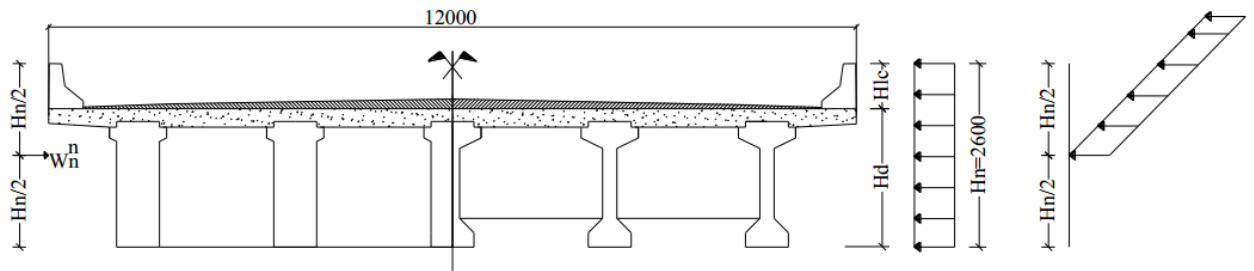
$$\Rightarrow A_t = H_0 \cdot B_t = 4.1,6 = 6,4 \text{m}$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$\Rightarrow W_T^N = 0.0006 \cdot V^2 \cdot A_t = 0,0006 \cdot 59,4^2 \times 6,4 = 13,55 \text{KN} > 1,8.2,4 \\ = 4,32 \text{KN}$$

⇒ 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.

$$q_G^n = 0.0006 \cdot V^2 \cdot H_n. \text{ Với } H_n = h_{lc} + h_d.$$

Công thức này xem lan can là đặc, dầm đặc.

h_{lc} : chiều cao lan can

h_d : chiều cao dầm chủ

+ W_n^n : là lực tập trung, đặt tại giữa chiều cao của H_n , tác dụng theo phương ngang cầu

→ khi 2 nhịp cầu đơn giản.

$$W_n^n = q_G^n \cdot \frac{(l_{tr} + l_p)}{2} = 0,0006 \times 59,4^2 \cdot (0,65 + 1,95) \cdot \frac{(38 + 38)}{2} = 209,16 \text{KN}$$

c. Gió ngang cầu tác dụng lên xe:

W_X^n đặt ở cao độ cách mặt đường xe chạy 1800mm

$$W_X^n = 1,5 \cdot \left(\frac{l_{tr} + l_{ph}}{2} \right) = 1,5 \cdot \left(\frac{38 + 38}{2} \right) = 57 \text{KN}$$

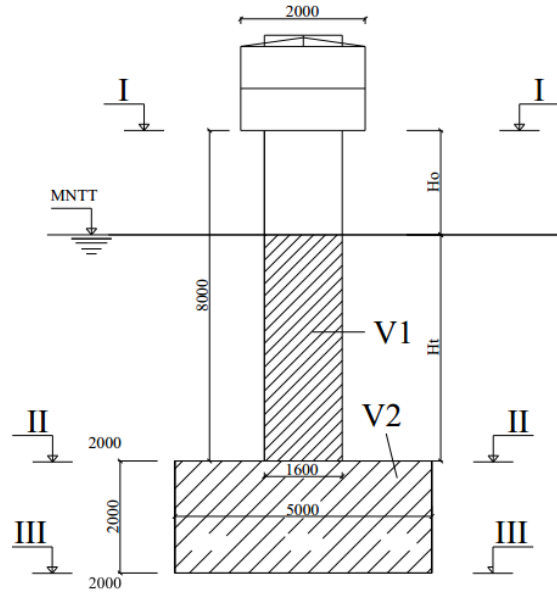
(Với 1,5 KN/m là tải trọng theo tiêu chuẩn)

3.6. Tải trọng do nước:

a. Áp lực đẩy nổi:

Tác dụng thẳng đứng theo chiều từ dưới lên trụ

$$p_{db} = 9.81 \cdot V$$



Với V: là thể tích trụ bị chìm trong nước, từ mực nước tính toán đến mặt cắt trụ (m^3).

Từ hình vẽ \Rightarrow

+ Nếu tính nội lực tại mặt cắt II-II:

$$V = V_1 = \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} + 5,5) \cdot 8,16 = 57,87 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow p_{dn}^{II} = 9,81 \cdot V = 9,81 \cdot 57,87 = 567,7 \text{ KN}$$

+ Nếu tính nội lực tại mặt cắt III-III:

$$V = V_1 + V_2 = 57,87 + 2 \cdot 5 \cdot 8 = 137,87 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow p_{dn}^{III} = 9,81 \cdot V = 9,81 \cdot 137,87 = 1352,5 \text{ KN}$$

3.7. Lực ma sát (FR):

Lực do ma sát chung gối cầu phải xác định trên cơ sở các giá trị cực đại của các hệ số ma sát giữa các mặt trượt. Khi tích hợp cần xem 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 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.

3.8. 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.

3.8.1. Theo phương dọc cầu: mặt cắt II-II và III-III.

1. Dọc cầu: TTGH CD 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 + người.
- Mực nước cao nhất: 7,6m.

a. Mặt cắt II-II:

Tổng lực dọc

$$N_{II} = 1,25(P_{mt} + P_{tr} + V_{DC}^{tr} + V_{DC}^f) + 1,5(V_{DW}^{tr} + V_{DW}^f) + V_{ht}^{tr} \cdot 1,75 \cdot 1,25 + 1,75 \cdot (V_{ht}^{LN} + V_{ht}^{Ng}) - 1,25 \cdot V_{dn}^H$$

$$N_{II} =$$

$$1,25(1120,8+1560+724,4+724,4)+1,5.(314,7+314,7)+1700,6 \cdot 1,75 \cdot 1,25+1,75 \cdot (2050,65+661,5) - 1,25 \cdot 57,87$$

$$\Rightarrow N_{II} = 14500,09 \text{ KN}$$

Tổng mômen: lực hãm tác dụng từ trái sang phải và mômen theo chiều kim đồng hồ là (+) và ngược lại là (-)

$$M_{II} = -(1,25V_{DC}^{tr} + 1,5V_{DW}^f) \cdot e_t + (1,25V_{DC}^f + 1,5V_{DW}^f) \cdot e_f + 1,75 \times 1,25 \times W_L \times H_{II}$$

$$M_{II} =$$

$$-(1,25 \cdot 724,4 + 1,5 \cdot 314,7) \cdot 0,5 + (1,25 \cdot 724,4 + 1,5 \cdot 314,7) \cdot 0,5 + 1,75 \cdot 1,25 \cdot 292,5 \cdot 12,914 \Rightarrow$$

$$M_{II} = 8262,94 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Trong đó:

H_{II} : là khoảng cách từ điểm đặt lực hãm W_L đến mặt cắt II-II

Theo hình vẽ:

$$H_{II} = H_t + H_g + H_{dch} + H_{lp} + 1,8 \text{ m}$$

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).

$$H_{II} = 9,5 + 0,5 + 1,75 + 0,114 + 1,8 = 12,914 \text{ m}$$

$e_t = e_f = 0.5$ (m): Khoảng cách từ tim trụ đến tim gối cầu.

Tổng lực ngang: $W_{II} = 1,75 \cdot 1,25 \cdot W_L = 1,75 \times 1,25 \times 292,5 = 639,84 \text{ KN}$

b. Mặt cắt III-III:

Tổng lực dọc:

$N_{III} = N_{II} + 1.25P_m - 1.25V_{dn}^m$, với $V_{dn}^m = V_m = 8.2,05 = 80m^3$ (thể tích bê tông).

$$\Rightarrow N_{III} = 14500,09 + 1,25.2000 - 1,25.80 = 16900,09 \text{ KN}$$

Tổng mômen:

$$M_{III} = M_{II} + W_L \times 1.75 \times 1.25 \times H_m = 8262,94 + 292,5 \times 1,75 \times 1,25 \times 2 = 9542,63 \text{ KN.m}$$

Tổng lực ngang:

$$W_{III} = W_{II} = 639,84 \text{ KN.}$$

2. Dộc cầu TTGH sử dụng:

a. Mặt cắt II-II:

Tổng lực dọc:

$$N_{II}^{SD} = P_{mt} + P_{tr} + V_{DC}^{tr} + V_{DC}^f + V_{DW}^{tr} + V_{DW}^f + V_{ht}^{tr} \cdot 1,25 + V_{ht}^{LN} + V_{ht}^{Ng} - y_{dn}^{II}$$
$$N_{II}^{SD} = 1120,8 + 1560 + 724,4 + 724,4 + 314,7 + 314,7 + 1,25 \cdot 1700,6 + 2050,6 + 661,5 - 57,87 = 9539,03 \text{ KN}$$

Tổng mômen:

$$M_{II}^{SD} = -(V_{DC}^{tr} + V_{DW}^{tr}) \cdot e_t + (V_{DC}^f + V_{DW}^f) \cdot e_f + 1.25 \cdot W_L \cdot H_{II}$$
$$\Rightarrow M_{II}^{SD} = -(724,4 + 314,7) \cdot 0,5 + (724,4 + 314,7) \cdot 0,5 + 1,25 \cdot 292,5 \cdot 12,914 = 4721,68 \text{ KNm}$$

Tổng lực ngang:

$$W_{II}^{SD} = 1,25 \cdot W_L = 1,25 \cdot 292,5 = 365,62 \text{ KN}$$

b. Mặt cắt III-III:

Tổng Lực dọc:

$$N_{III}^{SD} = N_{II}^{SD} + P_m - V_{dn}^m = 9539,02 + 2000 - 80 = 11459,03 \text{ KN}$$

Tổng Mômen:

$$M_{III}^{SD} = M_{II}^{SD} + 1.25 \cdot W_L \cdot H_m = 4721,68 + 1.25 \cdot 292,5 \cdot 2 = 5452,93 \text{ KN.m}$$

Tổng lực ngang:

$$W_{III}^{SD} = W_{II}^{SD} = 365,62 \text{ KN}$$

3.8.2. Theo phương ngang cầu: mặt cắt II-II và III-III.

1. Ngang cầu TTGH cường độ 1:

- Hệ số tĩnh tải > 1 , $\gamma = 1$.
- Hoạt tải 2 nhịp (2 làn xe + 1 làn người lệch tâm về bên trái).
- Mức nước cao nhất: 7,6m.

a. Mặt cắt II-II:

Tương tự như dọc cầu trừ đi 1 nửa phản lực gối do tải trọng người.

Tổng Lực dọc:

$$N_{II}^N = N_{II} - 1,75 \cdot \frac{V_{ht}^{Ng}}{2}, \text{ với } N_{II} : \text{dọc cầu TTGH CĐ 1}$$

$$\Rightarrow N_{II}^N = 14500,09 - 1,75 \cdot \frac{661,5}{2} = 13921,28KN$$

Tổng Mômen:

$$M_{II}^N = (1,25 \cdot 1,75 \cdot V_{ht}^{tr} + 1,75 \cdot V_{ht}^{LN}) \cdot e_x + 1,75 + 1,75 \cdot \frac{V_{ht}^{Ng}}{2} \cdot e_n$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow M_{II}^N &= (1,25 \cdot 1,75 \cdot 1700,6 + 1,75 \cdot 2050,65) \cdot 0,5 + 1,75 + 1,75 \cdot \frac{661,5}{2} \cdot 4,5 \\ &= 6259,01KNm \end{aligned}$$

Tổng Lực ngang:

$$W_{II}^N = 0$$

b. Mặt cắt III-III:

Tổng Lực dọc:

$$N_{III}^N = N_{II}^N + 1,25xP_m - 1,25xV_{dn}^m$$

$$\Rightarrow N_{III}^N = 13921,28 + 1.25x2000 - 1.25x80 = 16321,28KN$$

Tổng Mômen:

$$M_{III}^N = M_{II}^N = 6259,01 KN.m$$

Tổng Lực ngang:

$$W_{III}^N = 0$$

2. Mặt cầu TTGH sử dụng 1:

a. Mặt cắt II-II:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

Tổng Lực dọc:

$$N_{II}^{NSD} = N_{II}^{SD} - 1,75 \cdot \frac{V_{ht}^{Ng}}{2}, \text{ với } N_{II}^{SD}: \text{theo dọc cầu TTGHSD.}$$

$$\Rightarrow N_{II}^{NSD} = 9539,03 - 1,75 \cdot \frac{661,5}{2} = 8960,22 \text{KN}$$

Tổng Mômen:

$$M_{II}^{NSD} = M_{II}^{SD} = 6259,01 \text{KN.m}$$

Tổng Lực ngang:

$$W^{NSD} = 0$$

b. Mặt cắt III-III:

Tổng Lực dọc:

$$N_{III}^{NSD} = N_{II}^{NSD} + P_m - V_{dn}^m$$

$$\Rightarrow N_{III}^{NSD} = 8960,22 + 2000 - 80 = 10990,22 \text{KN}$$

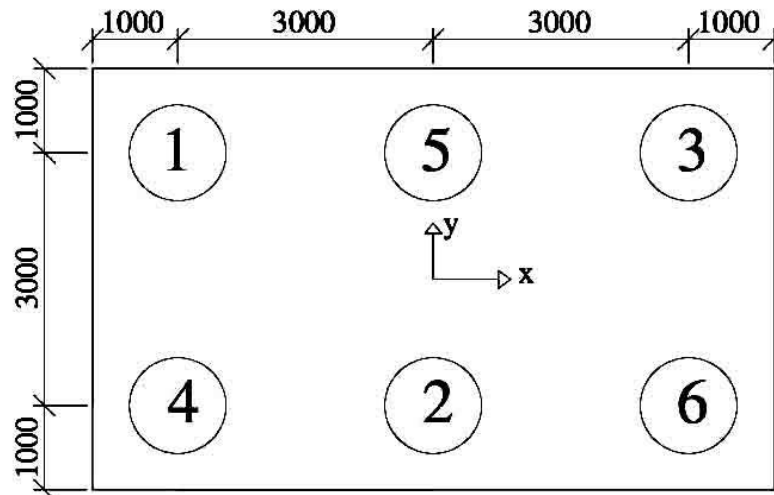
Tổng Mômen:

$$M_{III}^{NSD} = M_{II}^{NSD} = 6259,01 \text{KN.m}$$

Đường kính thân cọc	1000	mm
Cao độ đỉnh bê cọc	11.00	m
Cao độ đáy bê cọc	9.00	m
Cao độ mũi cọc (dự kiến)	-16.00	m
Chiều dài cọc (dự kiến)	25	m
Đường kính thanh cốt thép dọc	25	mm
Cường độ bê tông cọc	30	Mpa
Cường độ cốt thép cọc	420	Mpa
Cự li cọc theo phương dọc cầu	3000	mm
Cự li cọc theo phương ngang cầu	3000	mm

Bố trí cọc trên mặt bằng:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYÊN THẠCH THÀNH-THANH HÓA



3.10.1. Xác định sức chịu tải cọc:

+ Chọn cọc khoan nhồi bằng BTCT đường kính $D = 1,0\text{m}$, khoan xuyên qua các lớp cát sét có góc ma sát $(\varphi f)_i$ và lớp sét pha cát có góc ma sát $\varphi f = 45^\circ$.

+ Bê tông cọc mác #300.

+ Cốt thép chịu lực $15 \phi 25$ có cường độ 420MPa. Đai tròn $(\phi) 10 \text{ a}200$.

1.1. Xác định sức chịu tải trọng nén của cọc nhồi theo vật liệu làm cọc:

- Bê tông cấp 30 có $f_c' = 300 \text{ kg/cm}^2$
- Cốt thép chịu lực AII có $R_a = 2400 \text{ kg/cm}^2$

Sức chịu tải của cọc theo vật liệu

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

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

$$P_v = \phi \cdot P_n$$

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

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

Trong đó :

$$\phi = \text{Hệ số sức kháng}, \phi = 0,75$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

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

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

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

A_c : Diện tích tiết diện nguyên của cọc

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

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

Hàm lượng cốt thép dọc thường hợp lý chiếm vào khoảng 1,5-3%. với hàm lượng 1,5% ta có:

$A_{st} = 0.015 \times A_c = 0.015 \times 785000 = 11775 \text{mm}^2$ Chọn cốt dọc là ≤ 25 , số thanh cốt dọc cần thiết là:

$$N = 11775 / (3.14 \times 25^2 / 4) = 24 \text{ chọn } 25 \text{ } 4 > 25 \text{ } A_{st} = 12265.625 \text{ mm}^2$$

Vậy sức chịu tải của cọc theo vật liệu là:

$$P_v = 0.75 \times 0.85 \times (0.85 \times 25 \times (785000 - 12266) + 420 \times 12265.625) = 1585.10^3 \text{(N)}.$$

Hay $P_v = 1585 \text{(T)} = 15850 \text{ KN}$.

1.2. Xác định sức chịu lực nén của cọc đơn theo cường độ đất nền:

Số liệu địa chất:

Lớp 1: Sét có độ sệt

Lớp 2: Cát pha sét hạt nhỏ

Lớp 3: Cát hạt nhỏ chặt

Sức chịu tải trọng nén của cọc treo (cọc ma sát) xác định theo công thức :

$$Q_r = \varphi \times Q_n = \varphi_{qp} Q_p + \varphi_{qs} Q_s \text{ (T)}$$

Trong đó :

- Q_p : Sức kháng đỡ của mũi cọc (T) $Q_p = q_p \times A_p$
- Q_s : Sức kháng đỡ của thân cọc (T) $Q_s = q_s \times A_s$
- $\varphi_{qp} = 0.55$ hệ số sức kháng đỡ của mũi cọc
- $\varphi_{qs} = 0.65$ hệ số sức kháng đỡ của thân cọc
- q_p : Sức kháng đỡ đơn vị của mũi cọc (T/m^2)

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

- q_s : Sức kháng đỡ đơn vị của thân cọc (T/m^2)
- A_p : Diện tích mũi cọc (m^2)
- A_s : Diện tích của bề mặt thân cọc (m^2)
- Xác định sức kháng đơn vị của mũi cọc q_p (T/m^2) và sức kháng mũi cọc Q_p
Mũi cọc đặt ở lớp cuối cùng cát hạt nhỏ chặt (có $N = 52$). Theo Reese và O'Neil (1988) có thể ước tính sức kháng mũi cọc đơn vị bằng cách sử dụng trị số xuyên tiêu chuẩn SPT, N .

Với $N \leq 75$ thì $q = 0,057N$ (Mpa)

Ta có sức kháng mũi cọc đơn vị $q = 0,057 \cdot 52$ (Mpa)

$$= 2,964 \text{ (Mpa)} = 296,4 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$Q = 296,4 \times 3,14 \times 1^2 / 4 = 232,67 \text{ (T)}$$

- Xác định sức kháng đơn vị của thân cọc q (T/m^2) và sức kháng thân cọc Q_s
Theo Reese và Wright (1977) Sức kháng bên đơn vị q của thân cọc được xác định theo công thức :

e) $q_s = 0,0028N$ với $N \leq 53$ (Mpa)

f) Lớp 1 - Sét có độ sệt $q = 0,0028 \times 12 = 0,0336$ (Mpa) = $3,36 T/m^2$

g) Lớp 2 - Cát pha sét hạt nhỏ $q = 0,0028 \times 32 = 0,0896$ (Mpa) = $8,96 T/m^2$

h) Lớp 3 - Cát hạt nhỏ chặt $q = 0,0028 \times 52 = 0,1456$ (Mpa) = $14,56 T/m^2$

Bảng tính sức kháng thân cọc trong nền đất

Lớp	Chiều dài cọc trong lớp đất (m)	$q_s(T/m^2)$	$A_s(m^2)$	Q_s (T)
1	4,78	3,36	15,01	50,43
2	8,90	8,96	27,95	250,43
3	10,98	14,56	34,48	502,03
Tổng	24,66			267,63

Từ đó ta có Sức chịu tải của cọc tính theo điều kiện đất nền Q_r

$$Q_r = 0,55 \cdot 232,67 + 0,65 \cdot 267,63 = 301,93 \text{ (T)} = 3019,3 \text{ (KN)}$$

**Tính số cọc cho móng trụ:*

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

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

Trong đó:

β : hệ số kê đến tải trọng ngang;

$\beta = 1,5$ cho trụ, $\beta = 2,0$ cho mố (mố chịu tải trọng ngang lớn do áp lực ngang của đất và tác dụng của hoạt tải truyền qua đất trong phạm vi lăng thể trượt của đất đắp trên mố).

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

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

Trụ tt	Pv	Qr	Pcọc	Tải trọng	Hệ số	số cọc	Chọn
Trụ T2	15850	3019,3	3019,3	21205,34	1,5	5,5	6

3.10.2. 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:

$$P_{\text{max}} \leq P_c$$

Trong đó:

- P_{max} : Tải trọng tác động lên đầu cọc
- P_c : Sức kháng của cọc đã được tính toán ở phần trên
- Tải trọng tác động lên đầu cọc được tính theo công thức

Trong đó :

- Đáy đài theo 2 phương x, y.

Kiểm toán cọc với $P_c = 3019,3 \text{ KN}$

Trạng thái GHCD I

$$N_z = 14500,09 \text{ KN}$$

$$M_x = 8262,94 \text{ KNm}$$

$$M_y = 6259,01 \text{ KNm}$$

- P : tổng lực đứng tại đáy đài .
- n : số cọc, $n = 6$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

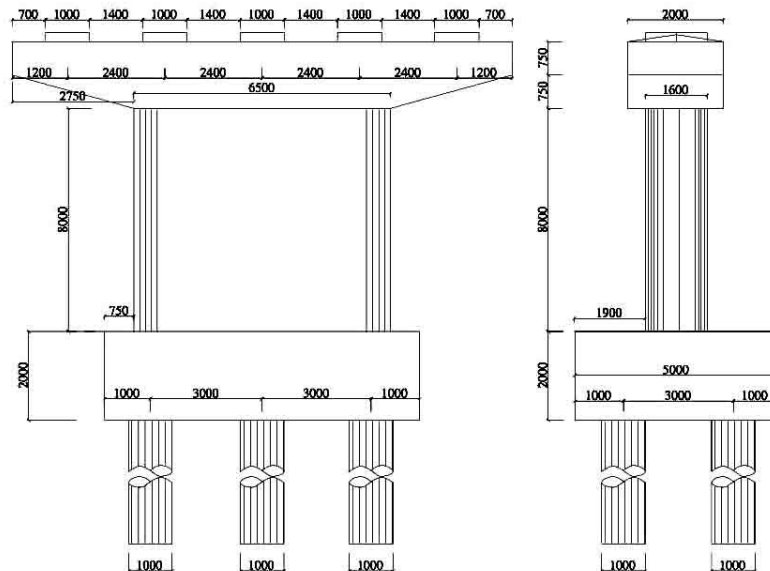
- x_i, y_i : toạ độ của cọc so với hệ trục quán tính chính trung tâm
- M_x, M_y : tổng mômen của tải trọng ngoài so với trục đi qua trọng tâm của tiết diện cọc tại

Cọc	X_i (m)	Y_i (m)	X_i^2 (m ²)	Y_i^2 (m ²)	Pmax (KN)	Yêu cầu
1	-3	1.5	9	2.25	2917,22	đạt
2	0	-1.5	0	2.25	1456,38	đạt
3	3	1.5	9	2.25	3836,74	đạt
4	-3	-1.5	9	2.25	3501,25	đạt
5	0	1.5	0	2.25	996,74	đạt
6	3	-1.5	9	2.25	1916,14	đạt

PHẦN III: THIẾT KẾ KỸ THUẬT THI CÔNG

CHƯƠNG I: THIẾT KẾ THI CÔNG TRỤ T2

- **Đặc điểm cấu tạo của trụ T2:**



Hình 1.1.1: Cấu tạo trụ.

- **Điều kiện địa chất thủy văn:**
- Về địa chất:

Lớp 1: Sét có độ sệt

Lớp 2: Cát pha sét hạt nhỏ

Lớp 3: Cát hạt nhỏ chặt

▪ Về thủy văn:

MNCN: +18.5m

MNTT: +16.5m

MNTC: +14.3m

▪ **Chọn thời gian thi công:**

- Dựa vào các số liệu được khảo sát thống kê về địa hình, địa mạo, địa chất thủy văn, thời tiết khí hậu, điều kiện giao thông, vận tải ta chọn thời gian thi công từ đầu tháng hai.

- Thi công sớm hơn sẽ gặp mưa và gió rét, còn thi công muộn hơn sẽ gặp mưa ở cuối giai đoạn xây dựng cầu.

- Nếu như vậy vào mùa mưa sẽ không tiện, tiến độ thi công sẽ không đảm bảo, điều kiện thi công sẽ gặp nhiều khó khăn, chất lượng công trình khó đạt được như thiết kế.

1.3.1.2 Đề xuất phương án thi công trụ T2:

* Đặc điểm, điều kiện địa chất thủy văn:

▪ Theo số liệu khảo sát thì tại vị trí thi công trụ có những đặc điểm ảnh hưởng đến phương án thi công như sau:

Vì địa chất có nước ngầm do nước thấm qua các lớp cát vì vậy khi thi công khoan tạo lỗ phải kèm theo ống vách.

▪ Chênh cao từ MNTC đến CĐĐM là 6,2m, chênh cao từ MNTC đến MĐTN là 3,70m do vậy khi thi công hố móng ta dùng phương pháp thi công trong vòng vây cọc ván.

▪ **Trình tự thi công chung công trụ T2:**

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

-Trình tự thi công trụ T2 gồm các bước như sau:

- Tập kết vật tư thiết bị thi công.
 - Làm đường công vụ, san dọn mặt bằng thi công.
 - Định vị tim trụ (dùng máy + nhân công)
 - Gia công lồng thép.
 - Thi công cọc khoan nhồi.
 - Thi công vòng vây cọc ván.
 - Đào đất hố móng bằng phương pháp xói hút
 - Hút nước và vệ sinh lại hố móng.
 - Nghiệm thu hố móng.
 - Đập đầu cọc và tiến hành đổ lớp bê tông bịt đáy
 - Lắp dựng cốt thép, ván khuôn và tiến hành đổ bê tông bộ trụ.
 - Khi bê tông bộ trụ đã đạt cường độ, tháo dỡ ván khuôn, lấp đất hố móng đến cao độ đỉnh bộ móng.
 - Lắp dựng cốt thép, ván khuôn và tiến hành đổ bê tông thân trụ P1.
 - Khi bê tông thân trụ đạt cường độ, tiến hành tháo dỡ ván khuôn.
 - Lắp dựng cốt thép, ván khuôn và tiến hành đổ bê tông xà mũ.
 - Khi bê tông xà mũ đạt cường độ, tiến hành tháo dỡ ván khuôn và hoàn thiện trụ.
- **Các công tác chính trong quá trình thi công trụ:**

1.5.1. Công tác chuẩn bị:

1.5.1.1. Lán trại kho bãi:

- Do thời gian thi công khá dài, nên việc tổ chức kho bãi lán trại là rất cần thiết. Kho bãi lán trại phải được xây dựng ở nơi khô ráo, an toàn và gần công trình nhằm đảm bảo việc quản lí, bảo quản nguyên vật liệu và máy móc thi công.
- Dùng máy san, máy ủi kết hợp nhân công để dọn dẹp mặt bằng bãi thi công. Mặt bằng phải bằng phẳng, đủ rộng để bố trí vật liệu, máy móc thi công.

1.5.1.2. Nguyên vật liệu:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYÊN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

- Các loại vật liệu được vận chuyển đến công trường và tập kết vào kho bãi, quá trình cung ứng vật liệu phải đảm bảo tính liên tục, đảm bảo các thông số kỹ thuật về yêu cầu vật liệu.

1.5.1.3. Nhân lực và máy móc:

- Nhân lực máy móc được huy động đầy đủ đảm bảo cho công trình kịp tiến độ xây dựng.

-Về nhân lực: Bên cạnh đội ngũ kỹ sư có trình độ và công nhân lành nghề, đơn vị thi công còn có thể tuyển thêm nguồn nhân công tại địa phương để đẩy nhanh tiến độ thi công.

- Về máy móc: Đơn vị thi công có đủ các thiết bị thi công, từ các loại máy nhỏ như máy hàn, máy cắt, máy phát điện đến các loại máy lớn như máy cầu, máy khoan, máy trộn và bơm bê tông...

1.5.2. Công tác định vị tim trụ:

- Mục đích: Nhằm đảm bảo đúng vị trí, kích thước của toàn bộ công trình cũng như các bộ phận kết cấu được thực hiện trong suốt thời gian thi công.

- Nội dung:

+ Xác định lại và kiểm tra trên thực địa các mốc cao độ và mốc đỉnh.

+ Cắm lại các mốc trên thực địa để định vị tim cầu, đường trục của các trụ mố và đường dẫn đầu cầu.

+ Kiểm tra lại hình dạng và kích thước các cấu kiện chế tạo tại công trường.

+ Định vị các công trình phụ tạm phục vụ thi công.

- Cách xác định tim trụ:

Công tác định vị tim trụ nhằm đảm bảo cho trụ nằm đúng vị trí thiết kế. Khi thi công thì công việc này được tiến hành đầu tiên và luôn kiểm tra trong quá trình thi công. Để xác định được chính xác ta dùng phương pháp tứ giác đo đạc để định vị, trình tự như sau:

-Trước hết cắm đường trục của trụ qua hai điểm chuẩn là mốc đã cho (là

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

điểm A và B).

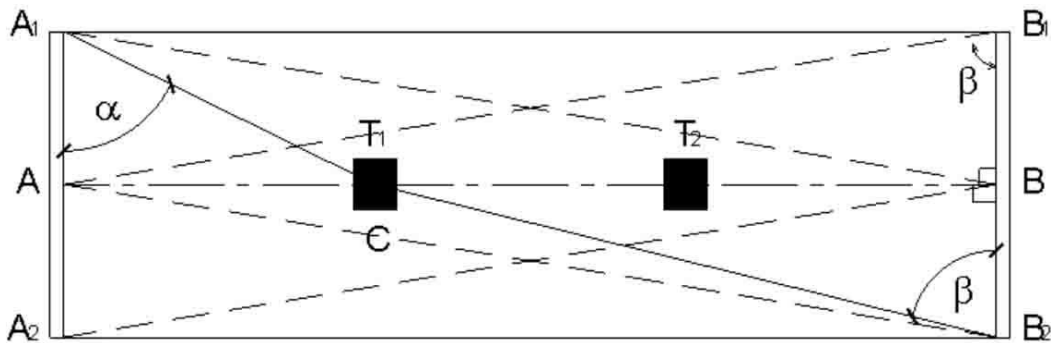
-Từ A đặt máy kinh vĩ ngắm B mở 1 góc 90^0 so với phương của trục cầu về 2 phía , lấy A1 và A2 cách A một khoảng $AA_1 = AA_2 = 20m$.

-Từ B mở 1 góc 90^0 so với phương của trục cầu về 2 phía , lấy B1 và B2 cách B một khoảng $BB_1 = BB_2 = 20m$.

- Ta được tứ giác đặc AA1B1BB2A2

- Gọi C là tim của trụ số 1 ta có :

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{AC}{AA_1} = \frac{58}{20} = 2,9 \Rightarrow \alpha = \operatorname{arctg}2,9 = 70,94^0$$



Hình 1.3.2: Sơ đồ định vị tim trụ.

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{BC}{BB_1} = \frac{96}{20} = 4,8 \Rightarrow \beta = \operatorname{arctg}4,8 = 78,23^0$$

-Vậy đặt máy kinh vĩ I tại vị trí A hướng theo tim cầu; đặt máy kinh vĩ II tại A1 hướng về A, sau đó mở một góc α . Giao 2 hướng này tại c là tim trụ số 1.

-Tương tự đặt máy kinh vĩ I tại vị trí B hướng theo tim cầu; đặt máy kinh vĩ II tại B2 hướng về B, sau đó mở một góc β . Giao 2 hướng này tại c là tim trụ số 1.

-Kiểm tra lại vị trí C bằng cách đặt máy kinh vĩ số II tại A2 hướng máy về A rồi mở một góc α và đặt máy tại B1 hướng về B rồi mở góc β . Giao 2 hướng của máy I và máy II ta được vị trí tim của trụ số 1. Công tác định vị tim trụ nhằm đảm bảo đúng vị trí và kích thước của trụ cần thi công, được thực hiện trong quá trình thi công.

1.5.3. Thi công cọc khoan nhồi:

▪ Vị trí trụ thi công ở nơi có nước ngầm có thể gây sụt lở khi thi công nên ta chọn phương pháp khoan tạo lỗ dùng ống vách. Trình tự thi công cọc khoan nhồi gồm các bước sau:

1.5.3.1. Công tác chuẩn bị thi công:

* Khi thiết kế tổ chức thi công cọc khoan nhồi phải điều tra và thu thập các tài liệu sau:

- Bản vẽ thiết kế móng cọc khoan nhồi, khả năng chịu tải, các yêu cầu thử tải và phương pháp kiểm tra nghiệm thu.
- Tài liệu điều tra về mặt địa chất, thủy văn nước ngầm.
- Tài liệu về bình đồ, địa hình nơi thi công, các công trình hạ tầng tại chỗ như đường giao thông, mạng điện, nguồn nước phục vụ thi công.
- Nguồn vật liệu cung cấp cho công trình, vị trí đổ đất khoan.
- Tính năng và số lượng thiết bị máy thi công có thể huy động cho công trình.
- Các ảnh hưởng có thể tác động đến môi trường và công trình lân cận.
- Trình độ công nghệ và kỹ năng của đơn vị thi công.
- Các yêu cầu về kỹ thuật thi công và kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi.

* Công tác tổ chức thi công cọc khoan nhồi cần thực hiện các hạng mục sau :

- Lập bản vẽ mặt bằng thi công tổng thể bao gồm: vị trí cọc, bố trí các công trình phụ tạm như trạm bê tông. Dây chuyền thiết bị công nghệ thi công như máy khoan, các thiết bị đồng bộ đi kèm, hệ thống cung cấp tuần hoàn vữa sét, hệ thống cấp và xả nước, hệ thống cấp điện và đường công vụ.
- Các biện pháp đảm bảo an toàn lao động và chất lượng công trình.

1.5.3.2. Yêu cầu về vật liệu, thiết bị:

- Các vật liệu, thiết bị dùng trong thi công cọc khoan nhồi phải được tập kết đầy đủ theo đúng yêu cầu của hồ sơ thiết kế và các tiêu chuẩn hiện hành.

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

- Các thiết bị sử dụng như cần trục, máy khoan ... phải có đầy đủ tài liệu về tính năng kỹ thuật, cũng như chứng chỉ về chất lượng đảm bảo an toàn kỹ thuật của nhà chế tạo và phải được kiểm tra an toàn theo đúng các quy tắc kỹ thuật an toàn hiện hành.
- Vật liệu sử dụng vào các công trình cọc khoan nhồi như xi măng, cốt thép, phụ gia ... phải có đầy đủ hướng dẫn sử dụng và các chứng chỉ chất lượng của nhà sản xuất. Các vật liệu như cát, đá, nước, bê tông phải có các kết quả thí nghiệm đánh giá chất lượng, kết quả ép mẫu ... trước khi đưa vào sử dụng.

1.5.3.3. Thi công các công trình phụ trợ:

-Trước khi thi công cọc khoan nhồi phải căn cứ vào các bản vẽ thiết kế thi công để tiến hành xây dựng các công trình phụ trợ như :

- + Đường công vụ để vận chuyển máy móc, thiết bị, vật tư phục vụ thi công
- + Hệ thống cấp thoát nước và cấp điện khi thi công.
- + Hệ thống cung cấp bê tông gồm các trạm bê tông, các kho chứa xi măng, các máy bơm bê tông và hệ thống đường ống .
- + Lập bản vẽ thể hiện các bước thi công, các tài liệu hướng dẫn các thao tác thi công đối với các thiết bị chủ yếu, lập qui trình công nghệ thi công cọc khoan nhồi để hướng dẫn, phổ biến cho cán bộ, công nhân tham gia thi công làm chủ công nghệ .
- Mặt bằng thi công phụ thuộc vào địa hình: ở đây ta sử dụng đường tạm ra vị trí thi công, mặt bằng thi công được san dọn bằng máy ủi trước khi tiến hành thi công trụ.

1.5.3.4. Công tác khoan tạo lỗ dùng ống vách:

- Ống vách có tác dụng ngăn không cho đất bên ngoài sạt lở vào hố móng, ống vách thường lắp chân xén bằng hợp kim cứng và sắt.
- Dùng thiết bị khoan, đưa ống vách vào đất và chuyển đất từ cọc nhồi ra bằng thiết bị khoan tự hành.

- Đáy ống vách được hạ đến cao độ của lớp cuội sỏi +1 m, miệng ống vách ở trên mặt đất.

1.5.3.5. Định vị lắp đặt ống vách:

- Ngoài việc sử dụng các loại máy móc thiết bị trên để đo đạc và định vị cần dùng thêm hệ thống khung dẫn hướng. Khung dẫn hướng dùng để định vị ống vách phải đảm bảo ổn định dưới tác dụng của lực thủy động.

1.5.3.6. Thiết bị hạ ống vách:

- Sử dụng búa rung đóng ống vách xuống kết hợp với việc lấy đất bên trong lòng ống vách bằng máy khoan.

1.5.3.7. Chuẩn bị khoan:

* Trước khi thi công cọc khoan nhồi, cần phải chuẩn bị đầy đủ hồ sơ tài liệu, thiết bị máy móc và mặt bằng thi công đảm bảo yêu cầu sau:

- Khoan thăm dò địa chất tại vị trí có lỗ khoan
- Chế tạo lồng thép.
- Lập quy trình công nghệ khoan nhồi cụ thể để hướng dẫn phổ biến cho cán bộ, công nhân tham gia thi công cọc nhồi làm chủ công nghệ.
- Các chân máy phải được kê cứng và cân bằng để khi khoan không bị nghiêng hoặc di động.
- Đầu khoan được treo bằng giá khoan hoặc cần cẩu, trước khi khoan phải định vị giá khoan cân bằng, đúng tim cọc thiết kế.

1.5.3.8. Khoan lỗ:

- Phải lựa chọn thiết bị khoan đủ năng lực và phù hợp với điều kiện địa chất, thủy văn của công trình để đảm bảo cho việc tạo lỗ khoan đạt yêu cầu thiết kế.
- Phải chờ đến khi bê tông cọc bên cạnh trong cùng một móng đạt tối thiểu 70% cường độ thiết kế mới được khoan tiếp.

1.5.3.9. Công tác cốt thép:

* *Gia công lồng cốt thép:*

- Lồng cốt thép phải gia công đảm bảo yêu cầu thiết kế về: quy cách, chủng loại cốt thép, phẩm cấp que hàn, quy cách mối hàn, độ dài đường hàn.
- Cốt thép được chế tạo sẵn ở công trường hoặc nhà máy. Lồng cốt thép gia công đúng thiết kế. Các cốt thép dọc và ngang ghép thành lồng cốt thép bằng cách hàn.
- Các ống thăm dò được hàn trực tiếp lên vành đai hoặc dùng thanh thép hàn kẹp ống vào đai.
- Đối với những cọc có đường kính lớn, không được nâng chuyển lồng cốt thép tại 1 hoặc 2 điểm, phải giữ lồng cốt thép tại nhiều điểm để tránh biến dạng .
- Lồng cốt thép phải được giữ cách đáy lỗ khoan 10cm.
- Lồng cốt thép sau khi hạ và ống thăm dò phải thẳng và thông suốt .

1.5.3.10. Đổ bê tông cọc theo phương pháp di chuyển thẳng đứng ống dẫn:

* Khi đổ bê tông cần tuân thủ các quy định sau:

- Trước khi đổ bê tông cọc khoan nhồi ta tiến hành vệ sinh sạch sẽ lỗ khoan tránh không để đất đá bẩn trong lỗ.
- Hệ thống ống dẫn được hạ xuống cách đáy hố khoan 20cm. Lắp phễu đổ vào đầu trên ống dẫn. Treo quả cầu đổ bê tông bằng dây thép hoặc dây thừng. Quả cầu được đặt thẳng bằng trong ống dẫn tại vị trí dưới cổ phễu khoảng 20-40cm và phải tiếp xúc kín khít với thành ống dẫn.
- Dùng máy bơm rót dần bê tông vào cạnh phễu, không được rót trực tiếp bê tông lên cầu làm lật cầu.
- Khi bê tông đầy phễu, thả sợi dây thép giữ cầu để bê tông ép cầu xuống và tiếp tục cấp bê tông vào phễu.
- Phải đổ bê tông với tốc độ chậm để không làm dịch chuyển lồng thép và tránh bê tông bị phân tầng.
- Trong quá trình đổ bê tông phải giữ mũi ống dẫn luông ngập vào trong bê tông tới

thiếu là 2m và không vượt quá 5m. Không được cho ống chuyển động ngang. Tốc độ rút hạ ống không chế khoảng 1,5m/phút.

- Bê tông tươi trước khi xả vào máy bơm phải được thí nghiệm kiểm tra chất lượng bằng mắt và bằng cách đo độ sụt.
- Nếu độ sụt không đảm bảo phải điều chỉnh nhưng không được cho thêm nước vào vữa.
- Trong quá trình đổ bê tông, nếu tắc ống cầm không được lắc ngang, cầm dùng đòn kim loại đập vào vách ống làm méo ống, phải sử dụng vò gỗ để gõ hoặc dùng biện pháp kéo lên hạ xuống nhanh để bê tông trong ống tụt ra.
- Khi đổ bê tông cọc ở giai đoạn cuối thường gặp vữa hạt nhỏ nổi lên, vì vậy phải tiếp tục đổ bê tông để toàn bộ vữa đồng nhất dâng lên đến cao độ đỉnh cọc.

1.5.3.11. Nghiệm thu cọc khoan nhồi:

- Cọc khoan nhồi phải được kiểm tra trong tất cả các công đoạn làm cọc, việc kiểm tra cọc khoan nhồi nhằm mục đích khẳng định chất lượng bê tông cũng như sự tiếp xúc giữa bê tông và đất nền tại mũi cọc. Công việc này không liên quan tới việc thử tải trọng tĩnh cọc mà chỉ đơn thuần là xác định kích thước hình học cọc.
- Để kiểm tra cọc, hiện nay người ta hay sử dụng các biện pháp thăm dò phát hiện các khuyết tật của thân cọc và mũi cọc.

* Phương pháp kiểm tra bằng truyền âm (siêu âm):

- Với phương pháp này có thể khảo sát những thay đổi về chất lượng bê tông trên toàn bộ chiều dài cọc và vị trí cục bộ khuyết tật có thể xảy ra.

▪ Nguyên lý:

+ Phát một chấn động siêu âm trong một ống nhựa đầy nước đặt trong thân cọc.

+ Đầu thu đặt cùng mức trong một ống khác cũng chứa đầy nước, được bố trí trong thân cọc.

+ Đo thời gian hành trình và biểu lộ độ dao động thu được.

- Tuy nhiên về tổng thể phương pháp đo chỉ khảo sát phần lõi cọc bao quanh các ống để sẵn, bởi vậy nó bỏ qua các khuyết tật ở thành biên cọc.

1.5.4. 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

1.5.5. Công tác đào đất bằng xói hút:

- Các lớp đất phía trên mặt đều là dạng cát, sét nên thích hợp dùng phương pháp xói hút để đào đất nơi ngập nước.
- Tiến hành đào đất bằng máy xói hút. Máy xói hút đặt trên hệ phao chở nổi. Khi xói đến độ sâu cách cao độ thiết kế 20-30cm thì dừng lại, sau khi bơm hút nước tiến hành đào thủ công đến cao độ đáy móng để tránh phá vỡ kết cấu phía dưới. Sau đó san phẳng, đầm chặt đổ bê tông bịt đáy.

1.5.6. Đổ bê tông bịt đáy :

1.5.6.1. 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% cường độ thì bơm hút nước và thi công các phần khác.

1.5.6.2. Nguyên tắc và yêu cầu khi đổ bê tông:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

- Nguyên tắc và yêu cầu khi đổ bê tông bọt đáy:
- Bê tông tươi trong phễu tụt xuống liên tục, không đứt đoạn trong hố móng ngập nước dưới tác dụng của áp lực do trọng lượng bản thân.

ống chỉ di chuyển theo chiều thẳng đứng, miệng ống đổ luôn ngập trong bê tông tối thiểu 0.8m.

- Bán kính tác dụng của ống đổ $R=3.5m$
- Đảm bảo theo phương ngang không sinh ra vữa bê tông quá thừa và toàn bộ diện tích đáy hố móng được phủ kín bê tông theo yêu cầu.
- Nút hãm: khít vào ống đổ, dễ xuống và phải nổi.

Bê tông: + Có mác thường cao hơn thiết kế một cấp

+ Có độ sụt cao: 16 - 20cm.

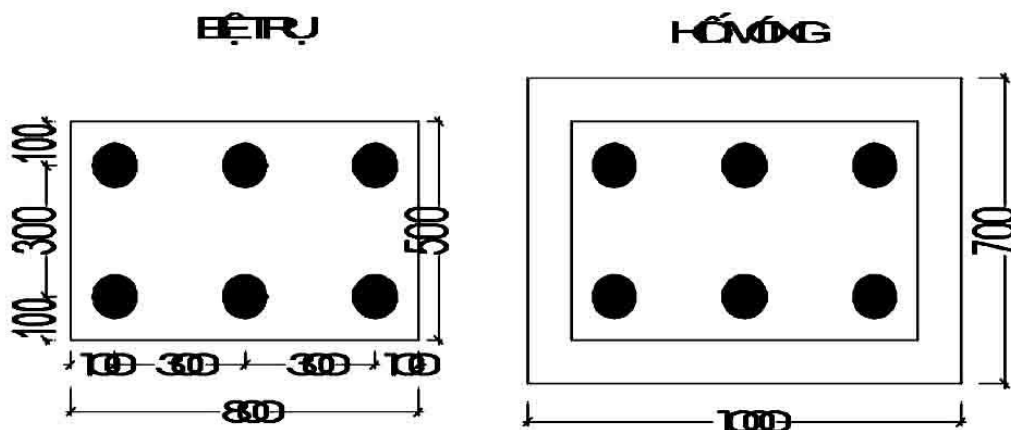
+ Cốt liệu thường bằng sỏi cuội.

- Đổ liên tục, càng nhanh càng tốt.
- Trong quá trình đổ phải đo đạc, kỹ lưỡng.

Tính toán chiều dày lớp bê tông bọt đáy:

a) Các số liệu tính toán:

Xác định kích thước đáy hố móng: Đơn vị (cm)



Ta có : $L = 8 + 2 = 10 \text{ m}$ < chiều dài mặt bằng lớp bê tông bọt đáy >

$B = 5 + 2 = 7 \text{ m}$ < chiều rộng mặt bằng lớp bê tông bọt đáy >

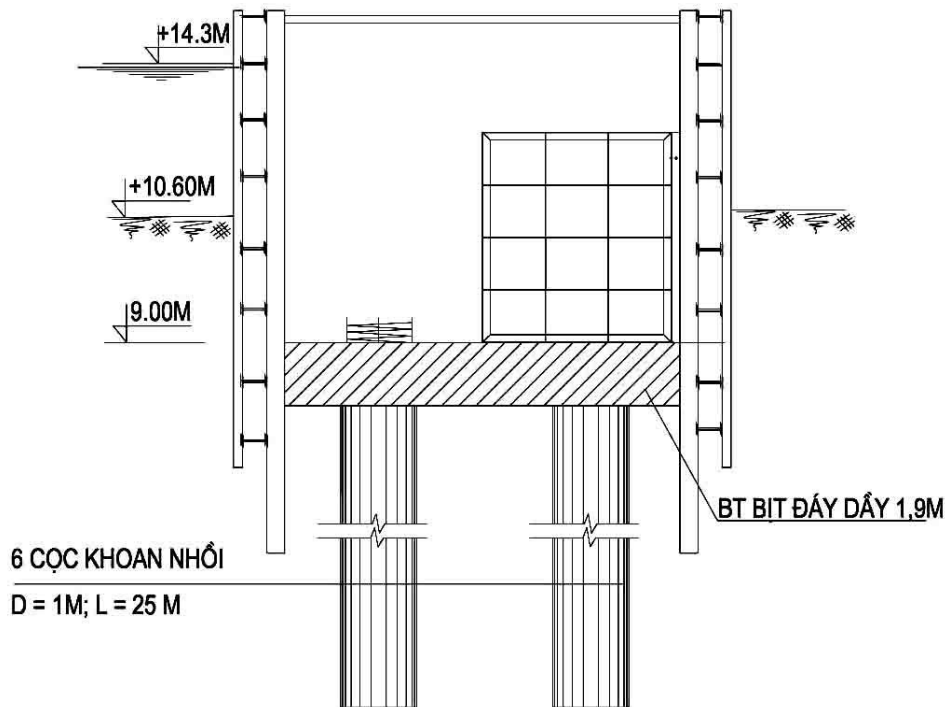
Gọi h_b : là chiều dày lớp bê tông bọt đáy .

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

t : là chiều sâu chôn cọc ván ($t \geq 2m$)

Xác định kích thước vòng vây cọc ván ta lấy rộng về mỗi phía của bộ cọc là 1 m. Cọc ván sử dụng là cọc ván thép .

Sơ đồ bố trí cọc ván như sau:



b) Tính toán chiều dày lớp bê tông bịt đáy:

*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.

$$L.B.\gamma_{nb}.h_b + (L + B).2.\tau.h_b + n_c.u.\tau.h_b.m \geq \gamma_n.(H + h_b).L.B$$

$$\Rightarrow h_b = \frac{\gamma_n.H.L.B}{L.B.\gamma_b + (L + B).2.\tau + n_c.u.\tau.n - L.B.\gamma_n}$$

Trong đó :

H : Khoảng cách MNTC tới đáy đài = 5,3 m

H_b : Chiều dày lớp bê tông bịt đáy

m = 0,9 hệ số điều kiện làm việc.

γ_b : Trọng lượng riêng của bê tông bịt đáy $\gamma_b = 2,5T/ m^2$.

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

γ_n : Trọng lượng riêng của nước $\gamma_n = 1 \text{ T/m}^2$.

u: Chu vi cọc = $3,14 \times 1 = 3,14 \text{ m}$

τ : Lực ma sát giữa bê tông bịt đáy và cọc $X = 4 \text{ T/m}^2$

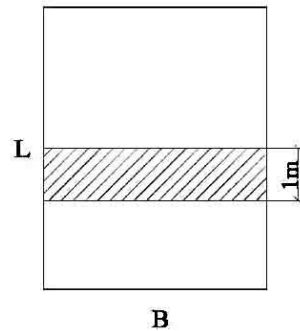
n_c : Số cọc trong móng : $n_c = 6$ (cọc)

$$\Rightarrow h_b = \frac{1.5.3.10.7}{(10.7.2,5 + (10 + 7).2.4 + 6.3,14.4).09 - (10.7).1}$$

Vậy ta chọn $h_b = 1,9 \text{ m}$

* Kiểm tra cường độ lớp bê tông bịt đáy:

- Xác định h_b theo điều kiện lớp bê tông chịu uốn.
- Ta cắt ra 1 dải có bề rộng là 1m theo chiều ngang của hố móng để kiểm tra.



Coi như dầm đơn giản nhịp $l = B = 7 \text{ m}$.

Sử dụng bê tông mác 200 có $R_u = 65 \text{ T/m}^2$.

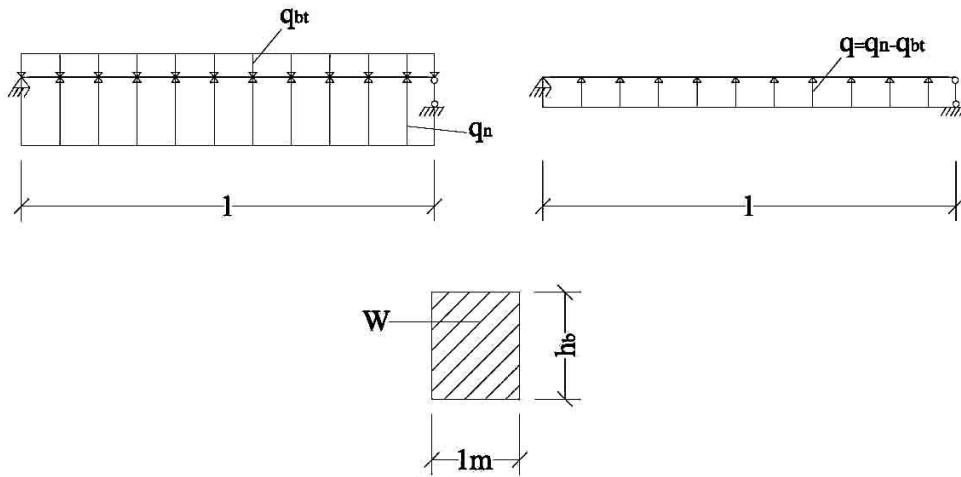
Tải trọng tác dụng vào dầm là q (t/m)

$$q = q_n - q_{bt} = \gamma_n \cdot (H + h_b) - h_b \cdot \gamma_b$$

$$q = 1 \cdot (5,3 + h_b) - 2,5 \cdot h_b = 5,3 -$$

$$1,5 \cdot h_b$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA



+ Momen lớn nhất tại tiết diện giữa nhịp là:

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{(5,3 - 1,5h_b)}{8} = 28,48 \text{ T.m}$$

+ Momen chống uốn:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{1 \cdot h_b^2}{6} = \frac{h_b^2}{6} = 0,6 \text{ m}^3$$

+ Kiểm tra ứng suất:

$$\Rightarrow \sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{28,48}{0,6} = 47,46 \text{ T/m}^2 < R_c^{bt} = 100 \text{ T/m}^2$$

\Rightarrow Lớp bê tông bọt đáy đủ khả năng chịu lực \Rightarrow chiều dày lớp bê tông bọt đáy đạt yêu cầu.

\Rightarrow Vậy chiều dày lớp bê tông bọt đáy là 1,9m

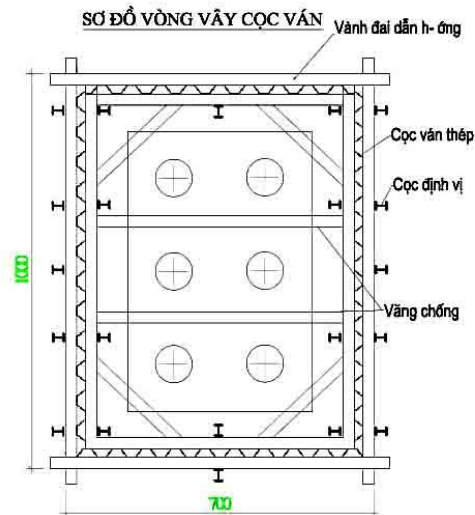
▪ **Tính toán cọc ván thép:**

Khoảng cách từ mép cọc ván đến đáy đài lấy là 1 m. Đỉnh cọc ván lấy cao hơn mực nước thi công là 0,5m để phòng sóng va đập. Trình tự thi công cọc ván:

-) Đóng cọc định vị ,dùng búa diezen trọng lực hoặc búa rung đứng trên hệ nổi.
-) Thi công phần khung vây(hay thanh dẫn hướng) vào cọc định vị.
-) Xỏ cọc ván thép khép kín vòng vây,thường phải chế tạo cọc ván đặc biệt để khép kín vòng vây(có thể thẳng hoặc xiên).
-) Đóng cọc ván thép bằng búa rung đứng trên hệ nổi đến cao độ thiết kế.

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

-) Liên kết hệ thanh chống lại.



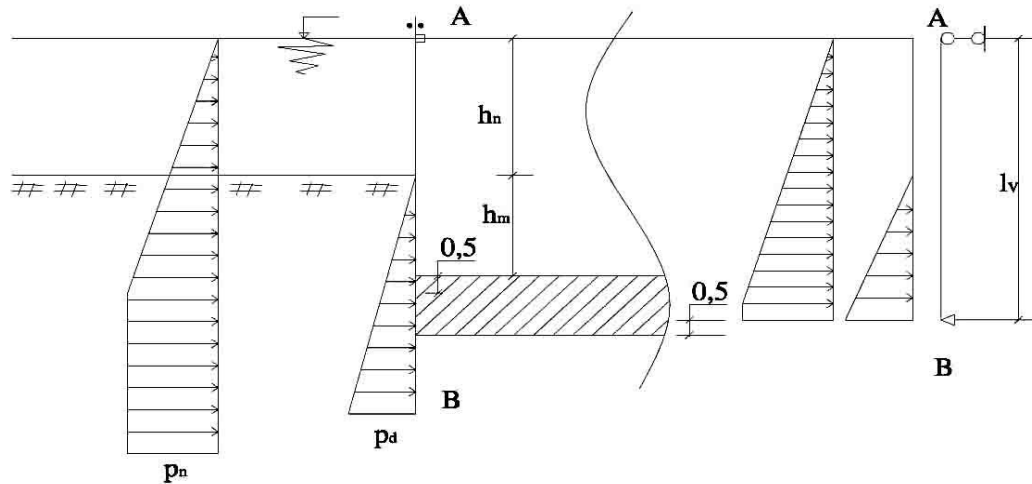
1.7.1. Thiết kế độ chôn sâu “t” trong trường hợp có thanh chống và có bê tông bịt đáy:

Độ chôn sâu cọc ván “t” khi có liên kết chặt giữa các thanh chống và cọc ván thì không tính và cho phép lấy bằng >2 m. chọn $t = 3$ m

1. 7.2. Tính toán và thiết kế cọc ván.

Tính toán cường độ cọc ván với trường hợp:

- + Có bê tông bịt đáy
- + Cọc ván có 1 thanh chống + Đất rời.
- + Trong giai đoạn đã hút cạn nước



Bỏ qua trọng lượng phần đất phía bên phải cọc ván (không có áp lực đất bị động) ta có sơ đồ áp lực tác dụng lên cọc ván như trên. Cọc ván được tính như dầm giản đơn(ta tính cho 1 m rộng cọc ván)

Ta có nhiệm vụ tính toán của cọc ván:

$$l_v = h_n + h_m + (h_b - 0,5)$$

$$l_v = 3,7 + 2,66 + (1,9 - 0,5) = 8,9 \text{ (m)}$$

Các tải trọng tác dụng vào cọc ván gồm có: Tải trọng tác dụng của nước, Tải trọng đẩy ngang của nền đất, tải trọng do tấm bê tông bị đáy gây ra.

+) Tải trọng tác dụng của nước tác dụng vào cọc ván:

$$P_n = \gamma_n \cdot (h_n + h_m + 0,5) = 1 \cdot (3,7 + 2,66 + 0,5) = 8 \text{ (T / m}^2\text{)}$$

+) Tải trọng tác dụng của đất nền tác dụng vào cọc ván:

$$P_d = \gamma_{dn} \cdot (h_n + h_m - 0,5) \cdot \mu_c = 1,096 \cdot (2,66 + 1,9 - 0,5) \cdot 0,33 = 1,68 \text{ (T / m}^2\text{)}$$

Trong đó : $\gamma_n = 1 \text{ (T / m}^3\text{)}$: Trọng lượng riêng của nước.

γ_{dn} :: Trọng lượng đẩy nổi của lớp đất phía dưới đáy móng. Giả thiết với điều kiện

$\gamma_0 = 2,6 \text{ (T/m}^3\text{)}$ và độ rỗng của đất lấy $\varepsilon = 0,46$.

$$\gamma_{dn} = \frac{\gamma_0 - 1}{1 + \varepsilon} = \frac{2,6 - 1}{1 + 0,46} = 1,096 \text{ (T / m}^3\text{)}$$

φ^{tt} : Góc ma sát tính toán của đất.

$$\varphi^{tt} = \varphi^{tc} - 5^\circ = 350 - 50 = 300$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

φ^{tc} : Góc ma sát tiêu chuẩn của đất. Giả thiết $\varphi^{tc} = 35^\circ$

$$\mu_c = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi^{tc}}{2}\right) = \operatorname{tg}^2(30^\circ) = 0,333$$

Vậy ta có :

+) Tải trọng do nước tác dụng:

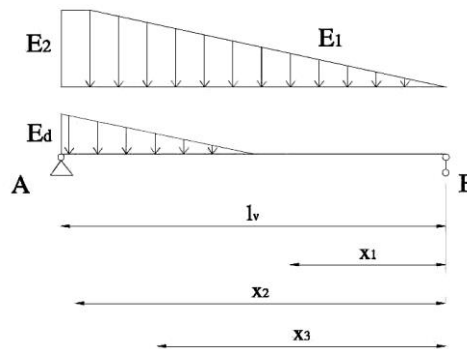
$$F_1 = \frac{1}{2} P_n \cdot (h_n + h_m + 0,5) = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot (3,7 + 2,66 + 0,5) = 32T$$

$$E_2 = p_n \cdot (h_b - 0,5 - 0,5) = 8 \cdot (1,9 - 0,5 - 0,5) = 7,2 T$$

+) Tải trọng do đất nền tác dụng

$$E_d = \frac{1}{2} P_d \cdot (h_m + h_b - 0,5) = \frac{1}{2} \cdot 1,68 \cdot (2,66 + 1,9 - 0,5) = 4,25T$$

+) Khoảng cách x để tính phản lực R_B



$$x_1 = (h_n + h_m + 0,5) \cdot \frac{1}{2} = (3,7 + 2,66 + 0,5) \cdot \frac{2}{3} = 4,58 \text{ m}$$

$$x_2 = h_n + (h_m + h_b - 0,5) + \frac{h_b - 0,5 - 0,5}{2} = 3,7 + 2,66 + 0,5 + \frac{1,9 - 0,5 - 0,5}{2} = 7,31 \text{ m}$$

$$x_3 = h_n + (h_m + h_b - 0,5) \cdot \frac{2}{3} = 3,7 + (2,66 + 1,9 - 0,5) \cdot \frac{2}{3} = 6,37 \text{ m}$$

Để tính phản lực tại B ta lấy tổng mô - men với A = 0

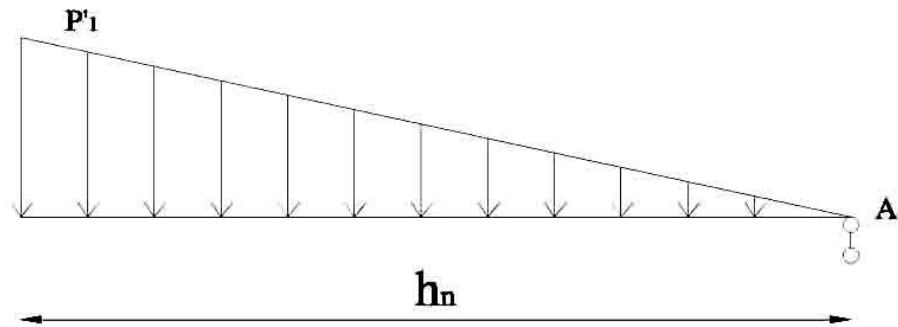
$$\sum M_A = 0 \Rightarrow R_B = \frac{32 \cdot 4,58 + 7,2 \cdot 7,31 + 4,25 \cdot 6,37}{8,9} = 29,4(T)$$

$$R_A = E_j + E_2 + E_d - R_B = 32 + 7,2 + 4,25 - 29,4 = 14,05$$

(T) Xác định sơ bộ tung điểm x:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

- Áp lực tại điểm có chiều sâu h_n là



$$P_1' = \gamma \cdot \frac{h_n^2}{2} = 1 \cdot \frac{3,7^2}{2} = 7,37 \text{ (T / m)}$$

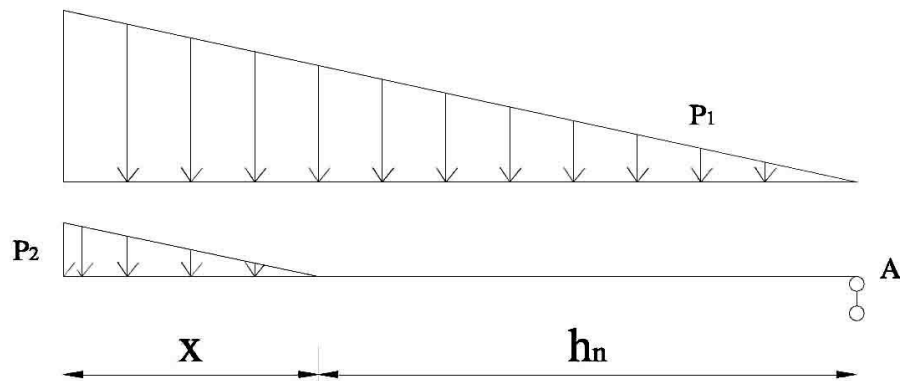
So sánh với phản lực $R_A = 14,05 > P_1' = 7,37 \text{ (T/m)}$ vậy tung độ x nằm ngoài khoảng h_n , điểm x nằm trong khoảng h_m .

• Xác định tọa độ x mà tại đó giá trị momen đạt cực trị:

$$\begin{cases} p_1 = \gamma_n \cdot (x + h_n) \cdot (x + h_n) / 2 \\ p_2 = \gamma_{dn} \cdot x \cdot \mu_c \cdot x / 2 \end{cases}$$

Trong đó : P_1 : Áp lực do nước tác dụng lên cọc ván.

P_2 : Áp lực do đất nền tác dụng lên cọc ván.



Để cân bằng với lực tại A ta có phương trình sau :

$$P_1 + P_2 = RA$$

$$1 \cdot (x + 3,7) \cdot (x + 3,7) + 1,096 \cdot x \cdot 0,333 \cdot x = 2 \cdot 14,05$$

$$\Rightarrow x^2 + 7,4x + 13,69 + 0,36x^2 = 28,1$$

$$\Rightarrow 1,36x^2 + 7,68x - 20,7 = 0$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$\Rightarrow \begin{cases} x = 1,4 \\ x = -7,04(\text{Loại}) \end{cases}$$

$$\Rightarrow P_1 = 1 \cdot (1,4 + 3,7) \cdot (1,4 + 3,7) / 2 = 13,73 \text{ (T)}$$

$$P_2 = 1,096 \cdot 1,4 \cdot 0,333 \cdot 1,4 / 2 = 0,36 \text{ (T)}$$

=> Vậy ta có mô-men tại điểm có tọa độ $x = 1,4$ (m) (điểm có mô-men max

$$\text{là): } M_{x=1,4} = R_A \cdot (x + h_n) - P_1 \cdot (x + h_n) / 3 - P_2 \cdot (x / 3)$$

$$= 14,05 \cdot (1,4 + 3,7) - 13,73 \cdot (1,4 + 3,7) / 3 - 0,36 \cdot (1,4 / 3) = 49,47 \text{ (T.m)}$$

Chọn thép có cường độ $R = 2000$ (kG/cm²) ta có momen chống uốn yêu cầu của cọc ván tính theo 1 m rộng là

$$W_{yc} = \frac{M}{R} = \frac{4947100}{2000} = 2473,55 \text{ (cm}^3 / \text{1m)}$$

- Chọn cọc ván hình phẳng ký hiệu n - V có $w = 2962$ (cm³) cho 1 m dài cọc ván

- Các đặc trưng kỹ thuật của loci cọc ván chọn (tính cho 1 m dài cọc):

Loci	Ký hiệu	F (cm ²)	G(kg/m)	J(cm ⁴ /m)	W(cm ³ /m)
Lòng máng láp xen	n-v	127,6/303	100/238	8243/50943	461/2962

1.7.3. Tính toán thiết kế nẹp ngang:

Tính toán thiết kế nẹp ngang : Ta chỉ tính toán nẹp ngang của thanh bên trong thanh nẹp ngang bên ngoài sử dụng để định vị ban đầu.

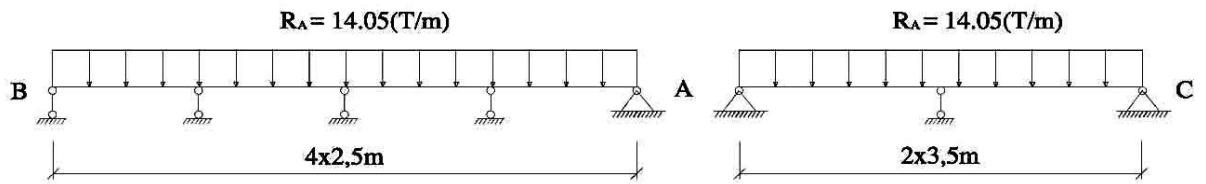
Nẹp ngang được coi như là 1 dầm liên tục kê trên các gối là các cọc định vị chịu tải trọng phân bố đều.

+ Khoảng cách giữa các thanh chống $l_c = 3,5$ (m), lấy chiều lớn hơn để tính toán

+ Tải trọng tác dụng vào thanh nẹp là phản lực gối $R_A = 14,05$ (T/m)

+ Sơ đồ tính như hình vẽ:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA



Theo chiều dài vòng vây

Theo chiều ngắn vòng vây

Moomen lớn nhất được tính theo công thức:

$$M_{\max} = \frac{14,05 \cdot 3,5^2}{10} = 17,2 (\text{T.m})$$

Điều kiện bền của thanh nẹp ngang:

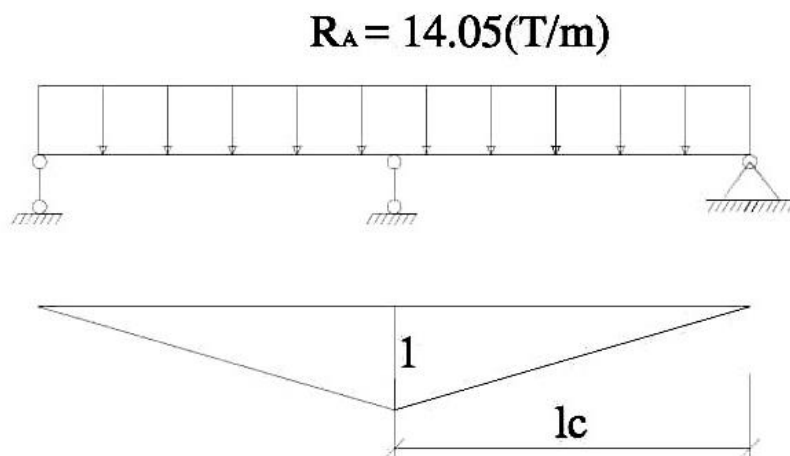
$$\frac{M_{\max}}{y_c} \leq R_u \rightarrow W_{yc} = \frac{M_{\max}}{R_u} = \frac{17,2 \cdot 10^5}{2000} = 860 (\text{cm}^3)$$

+) Các thông số của thanh nẹp:

I	F (cm ²)	I _x (cm ⁴)	W _x (cm ³)	i _x (cm)	I _y (cm ⁴)	i _y (cm)
40B3	73,4	20480	1029	16,7	994	3,68

1.5.7. Tính toán thanh chống.

Sơ đồ tính xem như 1 dầm đơn giản, sử dụng phương pháp ĐAH xác định nội lực trong thanh chống



$$N = R_A \cdot \frac{1}{2} \cdot 2l_c \cdot 1 = 14,05 \cdot 3,5 = 49,175 (\text{T})$$

Chọn thanh chống là thanh chữ I55

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

Số hiệu	Kích thước				Diện tích (cm ²)	Trọng lượng (/m)	Trị số cần tìm với các trục						
	h	b	s	T			I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	S _x cm ³	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
55B1	545,2	215	9,2	13,7	110	86,3	54480	2000	22,3	1130	2280	212	4,55

- Công thức kiểm tra theo điều kiện ổn định:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot F} \leq R_0 = 1900(\text{kg} / \text{cm}^2)$$

+) φ : Hệ số uốn dọc tra bảng vật liệu thép, phụ thuộc vào độ mảnh

+) F: Diện tích tiết diện ngang của thanh chống.

+) Chiều dài quán tính $l_0 = \mu \cdot l = 1.7 \cdot l(m)$

+) Độ mảnh của thanh chống trong mặt phẳng chính :

$$\varphi = \frac{l_0}{i_{\min}} = \frac{7.100}{4,55} = 153,8$$

Tra bảng có $\varphi = 0,3$

$$49175 \text{ t o}^3$$

$$\sigma = \frac{l_0}{i_{\min}} = \frac{49,175 \cdot 10^3}{0,3 \cdot 110} = 1490 < R_u = 1900(\text{Kg}/\text{cm}^2)$$

Kết luận : Thỏa mãn điều kiện.

1.5.1.4. Đổ bê tông bọt đáy.

Sau khi thi công đóng cọc xong ta tiến hành thi công lớp đất đáy móng. Do cao độ dưới đáy lớp bê tông bọt đáy thấp hơn mặt đất tự nhiên nên ta phải thi công đào 1 lớp đất dày 2,66m để thi công lớp bê tông bọt đáy.

Sau khi thi công xong lớp đất dưới đáy móng và lớp đất thay bằng lớp bê tông bọt đáy, ta tiến hành đổ bê tông bọt đáy, lớp bê tông bọt đáy M150 có chiều dày

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

1,9m được đổ dưới nước bằng phương pháp “ống rút thẳng đứng”.

1.5.3.12. Nguyên tắc và yêu cầu khi đổ bê tông

* Bê tông tươi được đổ liên tục càng nhanh càng tốt, đảm bảo trong phễu tụt xuống liên tục không đứt đoạn trong hồ móng ngập nước dưới tác dụng của áp lực do trọng lượng bản thân

* Ống chỉ di chuyển theo phương thẳng đứng, miệng ống đổ luôn ngập trong bê tông tối thiểu 0,8 m. Chỉ được rút ống khi cấp đủ bê tông để tránh đứt đoạn bê tông trong ống

* Bê tông phải có độ sụt tối thiểu $16 \div 20$ cm đảm bảo tự san phẳng trong bán kính tác dụng của ống đổ. Mác phải cao hơn thiết kế 1 cấp và nên sử dụng cốt liệu sỏi cuội

* Có biện pháp xử lý kịp thời khi ống đổ bị tắc: dùng thanh sắt nọc hoặc gắn đầm rung vào thành ống

* Trong quá trình đổ phải đo đạc, kiểm tra, định vị đầu ống đổ nhằm đảm bảo đầu ống đổ không bị xô dịch và không sinh ra lượng vữa thừa quá lớn và toàn bộ đáy phía dưới được phủ kín bê tông theo yêu cầu

* Ống đổ bằng thép nối lắp ghép đảm bảo kín mít, không lọt nước $D = 20$ 25 cm

* Nút hãm phải khít với ống đổ, dễ xuống nước và nổi trong nước

* Bán kính hoạt động của mỗi ống đổ là 3,5 m

* Diện tích hoạt động của mỗi ống đổ là :

$$F = F = \pi.R^2 = 3,14 \cdot 3,5^2 = 38,465 \text{ (m}^2\text{)}$$

* Số ống cần thiết để bố trí đổ bê tông bịt đáy là :

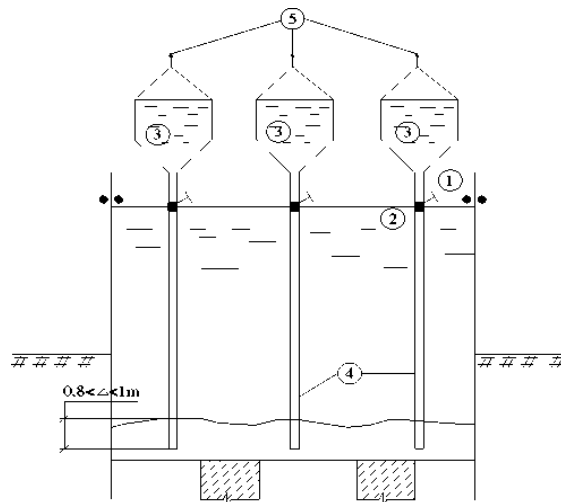
$$n = \frac{7.10}{38,465} = 1,82 \text{ (ống)}$$

Sau khi bố trí lên hồ móng ta chọn $n = 3$ ống được bố trí đảm bảo theo phương ngang không sinh ra vữa bê tông thừa và toàn bộ diện tích đáy hồ móng được phủ kín bê tông theo yêu cầu.

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

1.5.3.13. Phương pháp và trình tự thi công

- * Chuẩn bị vật liệu, thiết bị thi công, máy trộn, máy bơm bê tông, ống đở, cầu nút hãm, dầm, hệ thống thăm kiểm tra,...
- * Liên kết các vành đai dẫn hướng trong vào vòng vây cọc ván, dùng búa rung nhỏ các cọc định vị phía trong
- * Đặt ống đở và nút hãm vào đúng vị trí thiết kế.
- * Bơm bê tông vào thùng chứa
- * Cắt nút hãm
- * Cầu nhắc ống đở lên phía trên để nút hãm và bê tông đẩy nước thoát ra, theo dõi lượng bê tông tụt trong phễu để xác định chiều cao nhắc phù hợp.
- * Khi nút hãm xuống đến đáy bê tông đủ lượng đở nhắc cao ống đở lên để nút hãm thoát ra và đẩy nổi lên
- * Tiếp tục cấp bê tông liên tục, và kéo ống theo chiều thẳng đứng cho đến khi thăm kiểm tra xác định bê tông phủ kín đạt cao độ thiết kế
- * Tiếp tục đổ các ống theo vị trí thiết kế cho đến khi hoàn thành



- 1: Hãm nút
- 2: Nút hãm
- 3: Phễu chứa bê tông
- 4: Ống đở bê tông
- 5: Thiết bị kéo

1.5.3.14. Bơm hút nước:

Do có cọc ván thép và bê tông bịt đáy nên nước không thấm vào hồ móng trong quá trình thi công, chỉ cần bố trí máy bơm để hút hết nước còn lại trong hồ móng. Dùng 2 máy bơm loại C203 hút nước từ các giếng tự tạo sự khô ráo cho bề mặt hồ móng.

Thi công bệ cọc, thân trụ:

1.5.6.3. Thi công bệ cọc:

1.9.1.1 Trình tự thi công:

- * Hồ móng đã được hút hết nước, tiến hành đập đầu cọc để lộ cốt thép ra ngoài và uốn cốt thép theo thiết kế, làm lớp đệm bằng đá 4x6 dày 10cm, làm lớp bê tông đệm dày 20cm, vệ sinh sạch sẽ hồ móng.
- * Lắp dựng cốt thép cho đài cọc.
- * Lắp dựng ván khuôn bệ cọc.
- * Tiến hành đổ bê tông.

1.7.2. Kỹ thuật đổ bê tông:

- * Bê tông được trộn tại trạm trộn và vận chuyển đến vị trí đổ bê tông.
- * Khi bê tông vận chuyển từ trạm trộn đến, cần phải kiểm tra chất lượng của bê tông (kiểm tra về độ sụt) trước khi cho đổ bê tông.
- * Bê tông được đổ thông qua máy bơm bê tông. Chiều dày mỗi lớp đổ bê tông 30cm.
- * Bê tông đổ theo dải nghiêng với góc nghiêng $\alpha = 20 \div 25^\circ$

1.7.3. Chọn máy đầm và máy trộn bê tông:

- * Dùng đầm dùi có các thông số kỹ thuật sau:
 - + Đầu công tác dùi: 40cm
 - + Bán kính ảnh hưởng: $R = 70\text{cm}$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

+ Bước di chuyển của dùi không quá $1,5.R = 1,05m$

+ Khi đầm lớp trên phải cắm vào lớp dưới 10cm để bê tông được liền khối.

* Chọn máy trộn bê tông:

+ Năng suất của máy trộn:

$$N = V_{sx} \cdot f \cdot n_{ck} \cdot K_{tg}$$

Trong đó:

V_{sx} : dung tích sản xuất của thùng trộn, $V = 1m^3$

f : hệ số xuất liệu, $f = 0,7$.

$K_{tg} = 0,8$: hệ số sử dụng thời gian.

$n_{ck} = \frac{3600}{t_{ck}}$: số mẻ trộn được trong một giờ

$$t_{ck} = t_1 + t_2 + t_3$$

Trong đó:

t_1 : thời gian đổ vật liệu vào thùng, $t_1 = 20(s)$

t_2 : thời gian trộn vật liệu, $t_2 = 150(s)$

t_3 : thời gian đổ bê tông ra, $t_3 = 20(s)$

$\Rightarrow n_{ck} = 19$ (mẻ trộn/h).

$\Rightarrow N = 1.0,7.19.0,8 = 10,64 (m^3/h)$

1.7.4. Tính toán ván khuôn:

- **Cấu tạo ván khuôn bộ trụ:**

* Sử dụng ván khuôn lắp ghép bằng thép có chiều dày 5mm.

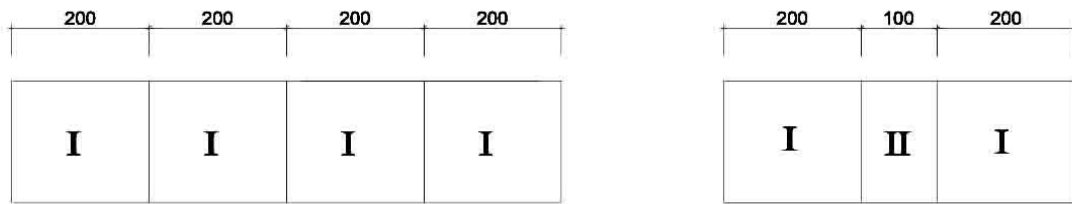
* Kích thước bộ móng: 3,6.8,2.2,0.

* Các nẹp đứng và ngang là các thép hình L75x75x5, các sườn tăng cường 5x75.

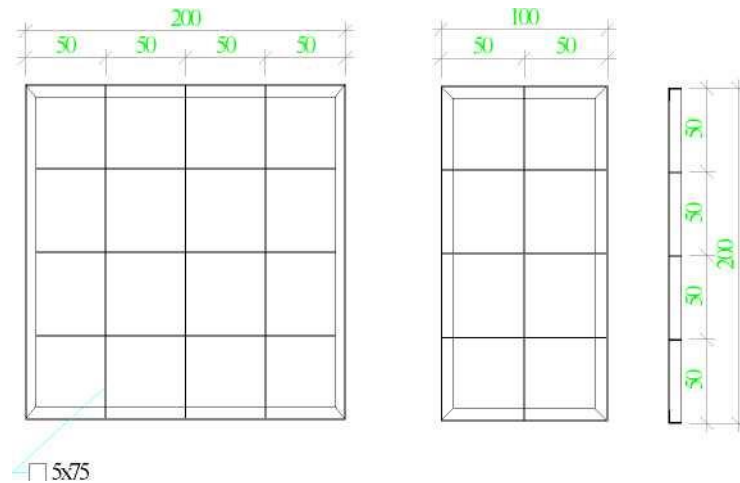
* Các thanh căng bằng thép 0 = 10 đặt tại vị trí giao nhau giữa stc đứng và stc ngang.

* Sơ đồ bố trí ván khuôn

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA



Sơ đồ bố trí ván khuôn mặt trước và mặt bên bệ móng



Ván khuôn số I

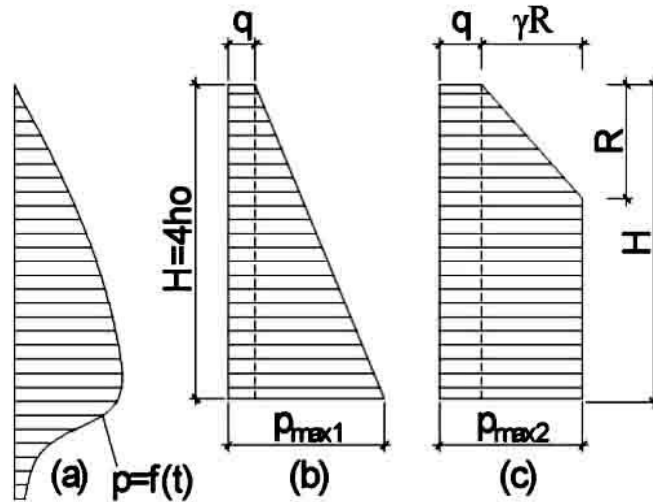
ván khuôn số II

1.9.1.4.2, Xác định chiều cao của lớp bê tông tác dụng lên ván khuôn:

- * Ván khuôn chịu áp lực của bê tông tươi. Cường độ áp lực này có thể thay đổi trong phạm vi lớn, phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau như độ sệt của bê tông, trọng lượng cốt liệu, phương pháp đổ và đầm bê tông.
- * Trong quá trình đầm cường độ áp lực ngang tại vùng ảnh hưởng của đầm sẽ tăng lên.
- * Áp lực của bê tông tươi thay đổi rõ rệt khi thay đổi công cụ và phương pháp đầm. Trong quá trình đông kết thì áp lực của bê tông sẽ giảm dần và sau một thời gian bê tông hình thành cường độ thì áp lực đó sẽ mất đi hoàn toàn. Song ứng suất và biến dạng trong các bộ phận của ván khuôn do áp lực ngang của bê tông tươi gây ra vẫn giữ nguyên.

- Hỗn hợp bê tông tươi dưới tác dụng của đầm rung có cấu tạo như đất á cát bão hòa nước, không có dính kết. Chiều cao H của biểu đồ áp lực ngang phụ thuộc

vào thời gian đông kết và chiều cao của lớp bê tông tươi.



Biểu đồ áp lực ngang của bê tông tươi.

- (a) : Áp lực bê tông giả định
- (b) : Áp lực bê tông khi không đầm rung
- (c) : Áp lực bê tông khi có đầm rung

* Tốc độ tăng chiều cao lớp bê tông ván khuôn phụ thuộc vào công suất máy trộn và diện tích đổ bê tông. Thời gian đông kết của bê tông phụ thuộc vào chất lượng xi măng, các tạp chất hóa học, nhiệt độ không khí và các yếu tố khác. Khi tính ván khuôn ta lấy thời gian đông kết là 4h kể từ lúc trộn. Như vậy chiều cao áp lực là : $H = 4h_0$.

Với h_0 : Chiều cao của lớp bê tông đổ trong 1 giờ $N \ 12 \ 64$,,

$$h_0 = \frac{N}{F} = \frac{12,64}{40} = 0,32m. \text{ (Dùng 1 máy trộn bê tông)}$$

Trong đó:

F: diện tích đổ bê tông, $F = 5.8=40(m^2)$

N: Năng xuất của máy trộn bê tông có dung tích thùng trộn $1m^3$; $N=12,64 \ m^3/h$

$$\Rightarrow H = 4.h_0 = 4.0,3 = 1,24(m).$$

1.9.1.4.3. Xác định áp lực ngang của bê tông tươi tác dụng lên ván khuôn:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

* Hiện nay đổ bê tông các kết cấu khác nhau đều dùng đầm rung khi đó hỗn hợp bê tông tươi nằm trong vùng tác động của đầm có những tính chất gần với tính chất của chất lỏng có nghĩa là sự liên kết giữa các phần tử bị phá vỡ, hỗn hợp bê tông trong vùng này hoàn toàn lỏng và gây ra một áp lực ngang lên ván khuôn giống như áp lực thủy tĩnh của nước.

* Áp lực của hỗn hợp bê tông phía dưới vùng tác dụng của đầm phụ thuộc vào độ sệt và các tính chất khác của hỗn hợp, song trị số áp lực này không thể lớn hơn giá trị cực đại của áp lực bê tông trong vùng bị tác động của đầm. Vì thế có thể lấy bằng giá trị cực đại nói trên, khi đổ bê tông những kết cấu lớn hơn hoặc tường mỏng mà dùng đầm thì áp lực ngang của bê tông tươi được tính theo công thức:

$$P_{\max} = (q + \gamma.R).n$$

Trong đó:

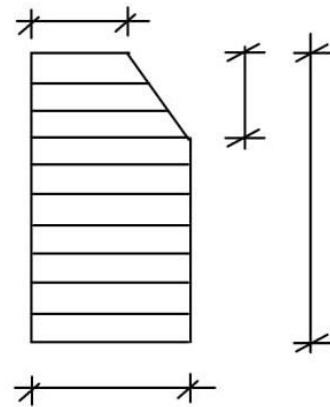
+ $q = 200 \text{ (kG/m}^2\text{)}$: áp lực xung kích do đổ bê tông.

+ $\gamma = 2500 \text{ (kG/m}^3\text{)}$: trọng lượng riêng của bê tông.

+ $R = 0,7 \text{ (m)}$: bán kính tác dụng của đầm.

+ $n = 1,3$: hệ số vượt tải.

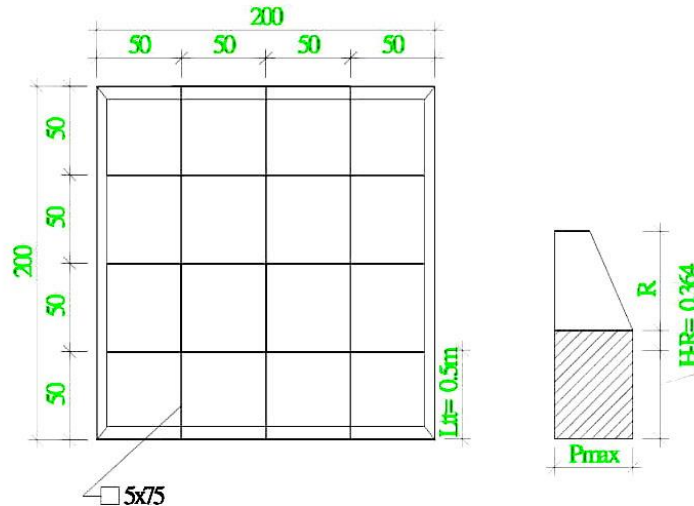
$$\Rightarrow P_{\max} = 1,3.(200 + 2500.0,7) = 2535 \text{ (kG/m}^2\text{)}.$$



1.9.1.4.4. Tính toán thép bản của ván khuôn:

- Bộ móng có 2 loại ván khuôn, ta chọn ván khuôn bất lợi nhất để tính toán kiểm tra đó là ván khuôn số I.

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA



Sơ đồ làm việc ván khuôn số I.

- Thép bản của ván khuôn được tính như bản kê bốn cạnh ngàm cứng ($a=0,5\text{m}$, $b=0,5\text{m}$) và mômen uốn lớn nhất tại giữa nhịp được xác định theo công thức:

$$M_{\max} = \alpha \cdot p \cdot b^2$$

Trong đó:

+ $H-R=1,28-0,7=0,58\text{m} > l=0,5\text{m}$ nên lấy $p=P_{\max}$ để tính toán.

+ a : là hệ số phụ thuộc vào tỷ số a/b . Có $a/b = 0,5/0,5 = 1$.

=> tra bảng 2.1/62 sách THI CÔNG CẦU BÊTÔNG CỐT THÉP

a/b	α
1,00	0,0513
1,20	0,0635
1,25	0,0665

Ta có: $\alpha = 0,0513$

$$\Rightarrow M_{\max} = 0,0513 \cdot 2535 \cdot 0,5^2 = 32,51 \text{ (kG.m)}$$

* Mômen kháng uốn của 1m bề rộng tấm thép bản:

$$* W_x = \frac{100 \cdot 0,5^2}{6} = 4,167 \text{ (cm}^3\text{)}$$

* Kiểm tra cường độ của thép bản:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$* \sigma_{\max} = \frac{32,51 \cdot 10^3}{4,167} = 780,18 (\text{kG} / \text{cm}^2) < R_u$$

Có: $f = 0,058 \text{cm} < [f] = 0,2 \text{cm}$.

⇒ Vậy điều kiện độ võng giữa nhịp của ván thép được đảm bảo.

- Kiểm tra độ võng của thép bản:

$$f = \frac{P_{\max}^{tc} \cdot b^4 \cdot \beta}{E \cdot \delta^3} \leq [f] = \frac{l}{250} \quad (\text{đối với mặt bên})$$

Trong đó: β là hệ số phụ thuộc tỷ số a/b , có $a/b = 0,5/0,5=1$

a/b	β
1,00	0,0138
1,20	0,0187
1,25	0,0199

$$\Rightarrow \beta = 0,0138$$

$$+ b = 50 \text{cm} = 0,5 \text{m}$$

+ $\delta = 0,5 \text{cm}$ là chiều dày của thép bản.

+ E là môđun đàn hồi của ván thép $E = 2,1 \cdot 10^6 (\text{kG}/\text{cm}^2)$

$$+ P_{\max}^{tc} = \gamma \cdot R = 2500 \cdot 0,7 = 1750 \text{ kG}/\text{m}^2 = 0,175 \text{ kG}/\text{cm}^2.$$

$$\Rightarrow f = \frac{0,175 \cdot 50^4 \cdot 0,0138}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 0,5^3} = 0,058 \text{cm}$$

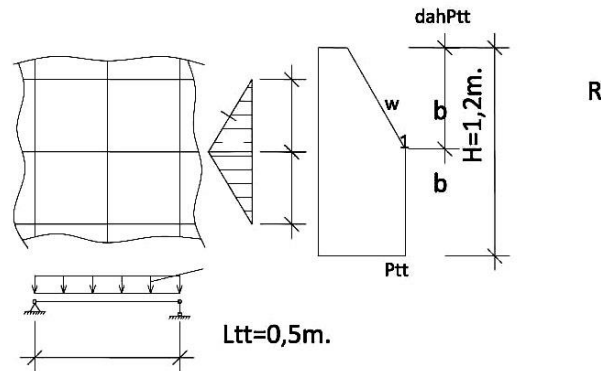
$$[f] = \frac{l}{250} = \frac{50}{250} = 0,2 \text{cm}$$

Có: $f = 0,058 \text{ cm} < [f] = 0,2 \text{ cm}$

Vậy điều kiện độ võng giữa nhịp của ván thép được đảm bảo.

1.9.1.4.5. Kiểm toán khả năng chịu lực của thép sườn ngang:

- Các thép sườn ngang được xem như dầm liên tục kê trên các gối là các thép sườn đứng.



Hình 1.6.5: Sơ đồ làm việc của sườn ngang.

- Thép sườn ngang chịu áp lực bê tông lớn nhất trên cả chiều dài thanh thép.
 Vì vậy mômen uốn ở các tiết diện của nó (trên 1m bề rộng) được xác định theo công thức: $M_{\max}^{tt} = 0,1 \cdot P_{tt} \cdot a^2$

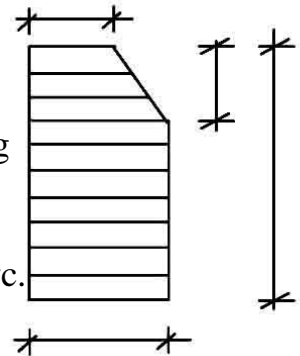
Trong đó:

a: Khoảng cách giữa các thép sườn đứng, $a = 0,6m$

P_{tt} : Áp lực của bê tông phân bố đều trên thép sườn ngang

$P_{tt} = P_{qd} \cdot w = P_{qd} \cdot b$ ($H=1,44 > 2b=1$).

+ P_{qd} : Áp lực ngang qui đổi trên chiều cao biểu đồ áp lực.



$$P_{qd} = \frac{F_{al}}{H}$$

Trong đó: F_{al} : Diện tích biểu đồ áp lực

$$F_{al} = P_{\max} \cdot (H - R) - \frac{1}{2} \cdot (q + p_{\max}) \cdot R \text{ (Xem hình bên)}$$

$$= 2535 \cdot (28 - 0,7) - \frac{1}{2} \cdot (200 + 2535) \cdot 0,7 = 2427,55 \text{ (kG/m}^2\text{)} = 2,4276 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$\Rightarrow P_{qd} = \frac{F_{al}}{H} = 1,8966 \text{ (T / m}^2\text{)} \text{ là áp lực ngang quy đổi của bê tông tươi tác}$$

dụng lên ván thép

$$\Rightarrow P_{tt} = 1,8966 \cdot 0,5 = 0,9483 \text{ (T/m)}$$

\Rightarrow Mômen lớn nhất tại giữa nhịp:

$$M_{\max}^{tt} = 0,1 \cdot P_{tt} \cdot a^2 = 0,1 \cdot 0,9483 \cdot 0,5^2 = 0,023 \text{ (T.m)}$$

- Chọn thép sườn ngang là loại thép tấm 5x75 mm có:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$+ F = 3,75\text{cm}^2$$

$$+ J_x = \frac{1}{12} \cdot 0,5 \cdot 7,5^3 = 15,78\text{cm}^4$$

$$+ W_x = \frac{1}{6} \cdot 0,5 \cdot 7,5^2 = 4,69\text{cm}^3$$

- Kiểm tra điều kiện về cường độ:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} \leq R_u$$

+ R_u : là cường độ tính toán của thép khi chịu uốn: $R_u = 2100(\text{kG/cm})$

Vậy điều kiện cường độ của thép sườn ngang được thỏa mãn. - Kiểm tra độ võng của thép sườn ngang:

$$f = \frac{P_{tt}^* \cdot a^4}{127 \cdot EJ} \leq [f] = \frac{1}{250}$$

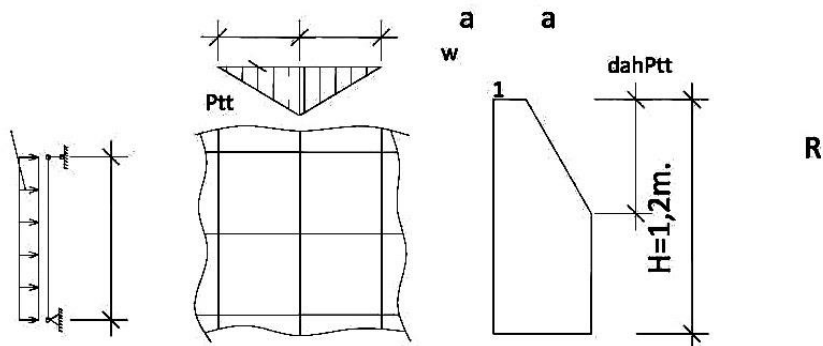
Trong đó: + $P_{tt}^* = P_{tt}^* \cdot w = P_{qd}^* \cdot b$

$$P_{qd}^* = \frac{F_{al}}{H} = \frac{\gamma \cdot R \cdot H - 0,5 \cdot \gamma \cdot R \cdot R}{H} \cdot \frac{2,5 \cdot 0,7 \cdot 1,28 - 0,5 \cdot 2,5 \cdot 0,7 \cdot 0,7}{1,28} = 1,27\text{T} / \text{m}^2$$

$$\Rightarrow f = \frac{0,635 \cdot 10^{-1} \cdot 50^4}{127 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 17,58} = 0,00009\text{cm} < [f] = \frac{1}{250} = \frac{50}{250} = 0,2\text{cm}$$

Vậy điều kiện độ võng của thép sườn ngang được thỏa mãn

1.9.1.4.6. Kiểm toán khả năng chịu lực của thép sườn đứng:



Hình 1.6.6: Sơ đồ làm việc của sườn đứng.

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

* Các thép sườn đứng được xem như dầm giản đơn kê trên hai gối là các thép sườn ngang.

* Chiều dài nhịp tính toán: $l_{tt} = 0,5m$

* Các thép sườn đứng chịu tải trọng phân bố đều: $P_{tt} = P_{qd} \cdot w = P_{qd} \cdot a$

* $\Rightarrow P_{tt} = 0,9483 \cdot 0,5 = 0,4742(T/m)$

* Mômen lớn nhất tại giữa nhịp:

$$M_{\max}^{tt} = \frac{P_{tt} \cdot l_{tt}^2}{10} = \frac{0,4742 \cdot 0,5^2}{10} = 0,012(T \cdot m)$$

($l_{tt} = b = 0,5m$: chiều dài nhịp tính toán)

- Chọn sườn tăng cường đứng là thép tấm 5x75 có:

$$+ F = 3,75cm^2$$

$$+ J_x = 17,58cm^4$$

$$+ W_x = 4,69cm^3$$

- Kiểm tra điều kiện ổn định:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq R_u$$

Vậy điều kiện cường độ của thép sườn đứng được đảm bảo.

- Kiểm tra độ võng của thép sườn đứng:

Vậy điều kiện cường độ của thép sườn đứng được đảm bảo.

- Kiểm tra độ võng của thép sườn đứng:

$$f = \frac{P_{tt}^* \cdot l_{tt}^4}{127 \cdot EJ} \leq [f] = \frac{1}{250}$$

Trong đó:

$$+ P_{tt}^* = P_{qd}^* \cdot W = P_{qd}^* \cdot a = 1,27 \cdot 0,6 = 0,762T / m$$

$$+ J_x = 17,58 (cm^4)$$

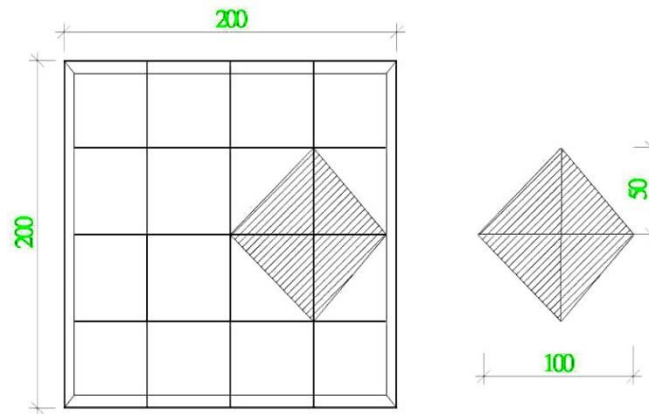
$$+ E = 2,1 \cdot 10^6 (kG/cm^2)$$

$$\Rightarrow f = \frac{0,752 \cdot 10^{-1} \cdot 50^4}{127 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 17,58} = 0,0001cm < [f] = \frac{1}{250} = \frac{50}{250} = 0,2cm$$

Vậy điều kiện độ võng của thép sườn đứng được thỏa mãn

1.9.1.4.7. Kiểm toán khả năng chịu lực của thanh căng:

- Thanh căng được bố trí tại các vị trí giao nhau của sườn đứng và ngang.
(Bố trí theo dạng hoa mai)



Sơ đồ bố trí thanh giằng.

- Diện tích chịu áp lực ngang bê tông tươi của thanh căng:

$$F = 1.0,5 = 0,5(\text{m}^2)$$

- * Lực kéo tác dụng lên thanh căng:

$$T = P_{\max}.F = 2,535.0,5 = 1,27(\text{T})$$

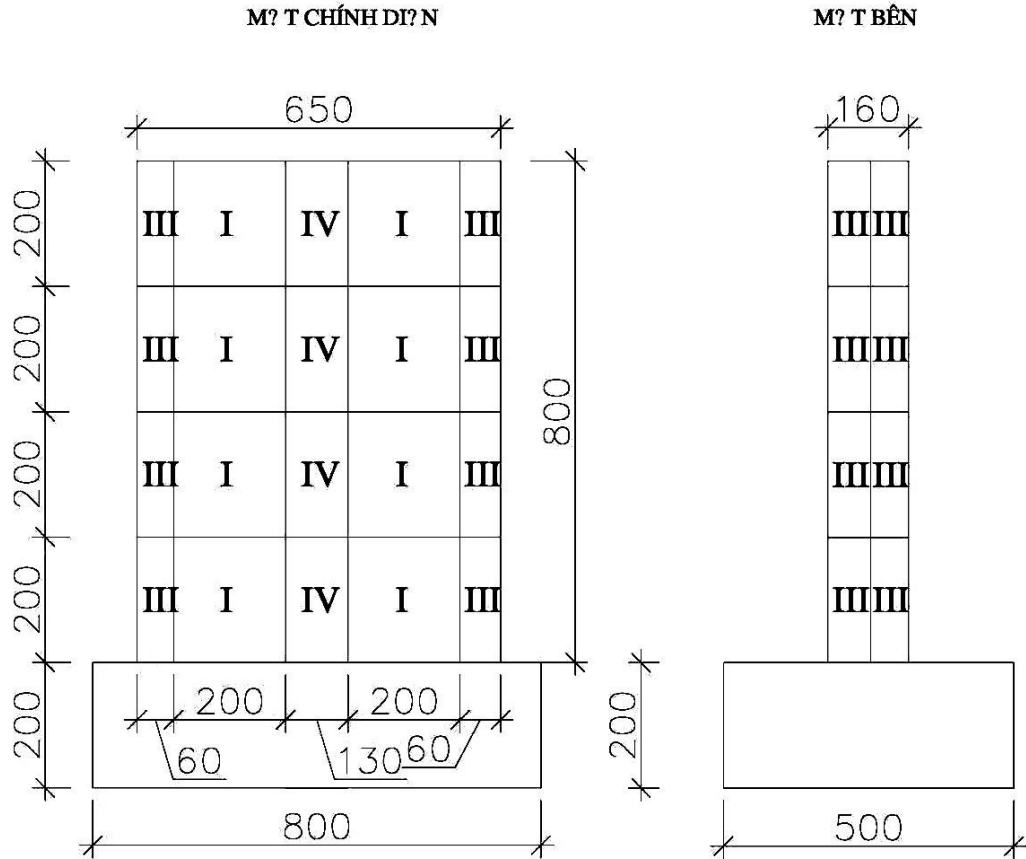
- * Chọn thanh căng 012 có $F_a = 1,1304(\text{cm}^2)$; $R_o = 1900(\text{kG}/\text{cm}^2)$.

- * Điều kiện bền của thanh căng:

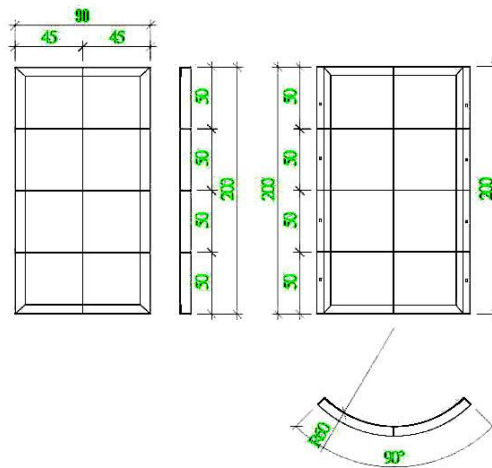
$$\sigma = \frac{T}{F_a} \leq R_o = 1900(\text{kG} / \text{cm}^2)$$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{1,27.10^3}{1,1304} = 1123,5(\text{kg} / \text{cm}^2) < R_o$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA



Sơ đồ bố trí ván khuôn mặt chính diện và mặt bên thân trụ.



Ván khuôn số IV

Ván khuôn số III.

1.9.2.2.2. Tính toán ván khuôn thân trụ.

Ta chọn ván khuôn số I là ván khuôn để kiểm tra vì ván khuôn số I là ván khuôn bất lợi nhất. Ván khuôn này đã được kiểm tra ở phần thi công bệ trụ

1.5.1.5. Thi công xà mũ:

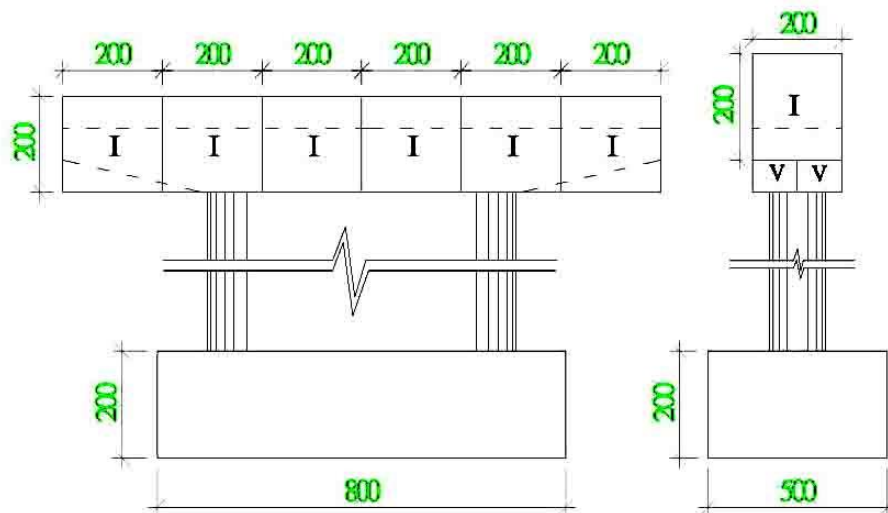
1.10.1. Trình tự thi công:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

- Khi bê tông thân trụ đạt 70% cường độ thiết kế ta tiến hành thi công xà mũ.
- + Lắp đặt cốt thép đúng thiết kế.
- + Lắp dựng ván khuôn.
- + Đổ bê tông xà mũ.
- + Lắp dựng ván khuôn.
- + Đổ bê tông xà mũ

1.10.1.2. Tính toán ván khuôn:

1.10.1.3. 1.10.1.2.1. Sơ đồ bố trí ván khuôn xà mũ:



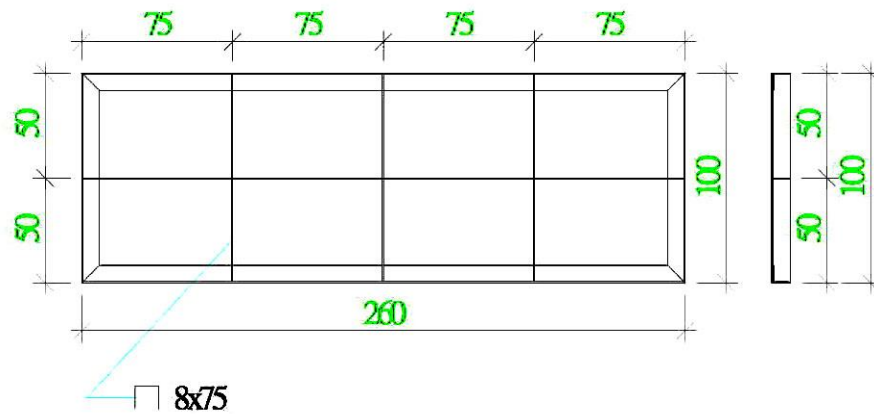
Sơ đồ bố trí ván khuôn mặt chính diện và mặt bên xà mũ.

1.10.1.2.2. Tính toán ván khuôn:

*Ta dùng ván khuôn số I bố trí cho xà mũ không cần phải tính toán ván khuôn này.

*Tính toán ván khuôn số V (ván khuôn đáy).

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA



Cấu tạo ván khuôn số V.

- Dùng ván khuôn đáy là ván khuôn thép có chiều dày 5mm.
- Thép sườn là thép góc L75x75x8, sườn tăng cường là thép tấm 75x8.

a. **Các tải trọng tác dụng lên ván khuôn đáy:**

- +Trọng lượng của bê tông tươi $q_1=2,5 \text{ T/m}^3$.
- +Trọng lượng của thiết bị và của công nhân $q_2=0,25 \text{ T/m}^2$.
- +Lực xung kích khi đổ bê tông $q_3=0,1 \text{ T/m}^2$.
- +Ván khuôn đáy được tính như bản kê 4 cạnh ngàm cứng.
- +Khi tính ván thép đáy ta tính cho 1m rộng ván.

b. **Xác định chiều dày của bê tông tươi tác dụng lên ván khuôn $H=4h$:**

-Do góc nghiêng của ván khuôn đáy nhỏ nên khi tính toán ta xem như ván khuôn đáy nằm ngang.

-Diện tích đổ bê tông trung bình là: $F = 2.12 = 24\text{m}^2$

-Năng suất của máy trộn bê tông có dung tích thùng trộn 1m^3 ; $N = 12,64 \text{ m}^3/\text{h}$

-Chiều cao đổ bê tông trong 1 giờ :

$$h = \frac{N}{F} = \frac{12,64}{24} = 0,53\text{m}$$

-Chiều cao đổ bê tông trong $H = 4h$ $H = 4.h = 4.0,53 = 2,12 \text{ (m)}$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

-Có chiều cao đỡ bê tông trung bình của xà mũ $h_{tb} = 1,5m < H = 2,292m$ nên phải lấy chiều cao trung bình của xà mũ để tính toán.

$$\Rightarrow q_f = 2,5 \times 1,5 = 3,75 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$\Rightarrow q_f = 1,1 \cdot q_f = 1,1 \times 3,75 = 4,125 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

Vậy tổng trọng lượng tác dụng lên ván khuôn đáy: $q^{tt} = q^{tt1} + q^{tt2} + q^{tt3} = 4,125 + 0,25 + 0,1 = 4,475 \text{ (T/m}^2\text{)}$

$$\text{Vì xét cho 1m rộng bản nên: } q^{tt} = 4,475 \text{ (T/m)}$$

c. Tính toán ván khuôn:

-Thép lá của ván khuôn được tính như bản kê bốn cạnh ngàm cứng (Tính với ván khuôn số 6 có: $a=0,75m$; $b = 0,5m$) và mômen uốn lớn nhất theo công thức.

$$M_{\max}^{tt} = \alpha \cdot q \cdot b^2 \cdot ML = \alpha \cdot q \cdot b^2$$

$$+ \alpha \text{ là hệ số phụ thuộc vào tỷ số } a/b \text{ có } \frac{a}{b} = \frac{0,75}{0,5} = 1,5 \Rightarrow \alpha = 0,07$$

$$\Rightarrow M_{\max} = 0,07 \times 4,475 \times 0,5^2 = 0,07 \text{ (T.m)}$$

+Mômen kháng uốn của ván thép

$$W_x = \frac{100 \cdot 0,5^2}{6} = 4,167 \text{ cm}^3$$

Kiểm tra điều kiện ổn định của ván thép:

$$\sigma_{\max} = \frac{100 \cdot 0,5^2}{6} = 4,167 \text{ cm}^3$$

Trong đó :

+ R_u là cường độ tính toán của thép khi chịu uốn, có : $R_u = 2100 \text{ kg/cm}^2$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq R_u$$

Điều kiện ổn định được thỏa mãn.

Kiểm tra điều kiện độ võng của ván thép:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỀN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$f = \frac{q_{\max}^{tc} \cdot b^4}{E \cdot \delta^3} = \beta \leq [f] = \frac{1}{400}$$

Trong đó :

+ $q^{tc} = q_1 + q_2 = 3,75 + 0,25 = 4,0 \text{ (T/m}^2\text{)}$: là áp lực tiêu chuẩn lớn nhất của bê tông tươi.

Xét cho 1m rộng ván thép $\Rightarrow q^{tc} = 4,0 \text{ (T/m)}$

+ β là hệ số phụ thuộc tỷ số a/b có : $\frac{a}{b} = \frac{0,75}{0,55} = 1,5 \Rightarrow \beta = 0,019$

+ $b = 50\text{cm} = 0,5 \text{ m}$

+ $\delta = 0,5 \text{ cm}$ là chiều dày của ván thép.

+ E là mô đun đàn hồi của ván thép; $E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$

$$\Rightarrow f = \frac{4 \cdot 10^{-1} \times 50^4}{2,1 \times 10^6 \times 0,5^3} \times 0,019 = 0,095 \text{ (cm)}$$

$$[f] = \frac{1}{400} = \frac{50}{400} = 0,125 \text{ (cm)}$$

có $f = 0,095 < [f] = 0,125 \text{ cm}$. Vậy độ võng của ván thép được đảm bảo.

d. **Kiểm toán khả năng chịu lực của thép sườn:**

- Kiểm tra khả năng chịu lực của thanh thép góc chịu lực bất lợi nhất đó là thanh thép sườn đứng với chiều dài nhịp: $l = 1 \text{ (m)}$

- Các thép sườn đứng được xem như dầm liên tục kê trên gối là các thanh chống.

- Chiều dài nhịp tính toán $l_{tt} = 0,9 \text{ m}$

- Các thép sườn đứng chịu tải trọng phân bố đều : $P_{tt} = q_{\max}^{tt} \cdot a$ Với

$$q_{\max}^{tt} = 4,475 \text{ (T / m}^2\text{)}$$

$$\Rightarrow P^{tt} = 4,475 \times 0,75 = 3,36 \text{ (T/m)}$$

- Mômen lớn nhất tại giữa nhịp :

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$M_{\max}^{\text{tt}} = \frac{P_{\text{tt}} \cdot l^2}{10} = \frac{3,36 \times 1^2}{10} = 0,336 (\text{T.m})$$

- Kiểm tra điều kiện cường độ :

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq R_u$$

R_u là cường độ tính toán của thép khi chịu uốn : $R_u = 2100 \text{KG/cm}^2$

-Thép góc L75x75x8 có:

$$+ F = 11,5 \text{ cm}^2$$

$$+ J_x = 59,8 \text{ cm}^4$$

$$+ Z = 2,15 (\text{cm})$$

$$+ W_x = 27,81 \text{ cm}^3$$

$$\Rightarrow \sigma_{\max} = \frac{0,336 \times 10^5}{27,81} = 1208,2 (\text{kG / cm}^2)$$

Vậy điều kiện cường độ của thép sườn đứng được đảm bảo.

- Kiểm tra độ võng của thép sườn đứng :

$$f = \frac{P^{\text{tc}} \cdot l^4}{127 \cdot FJ} \leq [f] = \frac{1}{400}$$

Trong đó :

$$P^{\text{tc}} = q_{\max}^{\text{tc}} \cdot a$$

$$q_{\max}^{\text{tc}} = 3,75 (\text{T/m}^2) ; E = 2,1 \times 10^6 \text{KG/cm}^2 ; J_x = 59,8 \text{ cm}^4$$

$$\Rightarrow P^{\text{tc}} = 3,75 \times 0,75 = 2,81 (\text{T / m})$$

$$\Rightarrow f = \frac{2,81 \cdot 10 \times 10^4}{127 \times 2,1 \times 10^6 \times 59,8} = 0,018 (\text{cm})$$

Vậy điều kiện độ võng được thỏa mãn.

e. *Tính toán của khả năng chịu lực thanh chống:*

-Để đỡ phần ván khuôn đáy xà mũ ta dùng các thanh thép góc L75x75x8 làm thanh chống.

-Thanh chống chịu lực tập trung P với diện tích chịu F được tính như sau:

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

$$F' = 2a.b = 2 \times 0,75 \times 0,5 = 0,75 \text{ (m}^2\text{)}$$

- Tính lực tập trung : $P = q_{\max}^t \cdot F' = 4,475 \times 0,75 = 3,36 \text{ (T)}$

- Diện tích chịu lực của thanh thép $F = 11,5 \text{ (cm}^2\text{)}$

• Kiểm tra điều kiện ổn định thanh chống :

$$\sigma_{\max} = \frac{P^t}{\varphi \cdot F} \leq R_0$$

+ φ là hệ số uốn dọc $\varphi = 0,85$

+ R_0 là cường độ tính toán khi chịu nén dọc trục: $R_0 = 1900 \text{ KG/cm}^2$

$$\Rightarrow \sigma_{\max} = \frac{3,36 \times 10^3}{0,85 \times 11,5} = 343,72 \text{ (Kg / cm}^2\text{)} < R_0$$

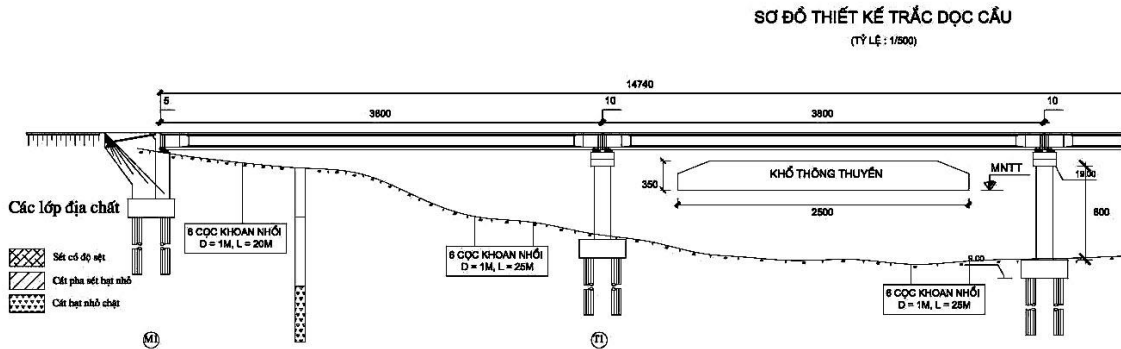
Vậy điều kiện ổn định của thanh chống được đảm bảo.

Sau khi thi công xong trụ ta tiến hành thi công kết cấu nhịp

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

CHƯƠNG II : THIẾT KẾ THI CÔNG NHỊP

Cầu gồm 3 nhịp dài 38m và 1 nhịp dài 33m bằng bê tông cốt thép ứng suất trước dầm I



- Sơ đồ cầu gồm 4 nhịp 3 x 38 + 1x33m

* Chọn tổ hợp giá lao ba chân để thi công lao lắp dầm .

* Mặt cắt ngang cầu gồm 5 dầm I chiều cao dầm $H = 1,75\text{m}$, khoảng cách giữa các dầm $S = 2,4\text{m}$

2.1. Giới thiệu

* Kết cấu nhịp là dầm BTCT UST nhịp giản đơn, tiết diện chữ I. Cầu gồm có 4 nhịp giản đơn. Mặt cắt ngang cầu là 5 nhịp chữ I, có chiều dài dầm là 38(33)m. Tình hình địa chất bãi sông tương đối bằng phẳng, tốc độ nước chảy tương đối êm thuận

* Do sông có thông thuyền, mực nước thi công khá sâu nên rất khó thi công bằng phương pháp đà giáo và các phương pháp khác có liên quan đến việc đóng cọc dưới sông. Mặt khác, khối lượng lao lắp dầm tương đối lớn nên phù hợp với kiểu lao lắp dầm dùng lao cầu bằng giá 3 chân (dầm mút thừa)

Đặc điểm khi sử dụng tổ hợp dầm mút thừa :

+ Giàn liên tục 2 nhịp gồi lên 3 trụ, chân trụ đầu tiên được gắn trên hệ bánh xe một trục. Chân trụ giữa được đặt trên goòng 3 trục và do động cơ điện điều khiển di chuyển. Chân trụ thứ 3 được gắn kích vào thanh răng để điều chỉnh độ võng khi giàn lao sang nhịp khác

+ Hai dầm ngang mút thừa dùng để vận chuyển phiến dầm dọc theo chiều

dọc giàn

+ Hệ thống bánh xe và palăng sang ngang để di chuyển dầm theo phương ngang và hạ dầm xuống gối

+ Đồi trọng dùng để ổn định giàn khi kéo giàn sang nhịp khác + Hệ thống xe goòng dùng để vận chuyển dầm ra vị trí

* Những ưu điểm nổi bật của thiết bị là cầu lắp được cầu kiện có trọng lượng lớn. Vì vậy nó thường được dùng rộng rãi trong xây dựng cầu. Tuy nhiên nhược điểm của nó là thời gian lao lắp lâu

* Yêu cầu khi sử dụng tổ hợp kiểu mút thừa :

Quá trình lao lắp phải hết sức nhẹ nhàng. Không được nâng tải khi vận chuyển dầm, không được để được dầm bê tông va chạm mạnh

2.2. Công tác chế tạo dầm :

* Các dầm bê tông UST được chế tạo tại nhà máy hoặc xưởng đặt tại công trường, sau đó được vận chuyển ra vị trí công trình khi thi công dầm, sử dụng hệ ván khuôn lắp ghép định hình

* Tạo ứng suất trước trong dầm bằng phương pháp căng sau, dầm được chế tạo trong nhà máy hoặc xưởng chuyên nghiệp, do đó đảm bảo được chất lượng

2.3. Điều kiện thi công:

* Để tiến hành thi công lao lắp nhịp thì các công việc sau phải được tiến hành hoàn chỉnh.

* Mố, trụ cầu đã được xây dựng xong.

* Dầm đã đúc sẵn ở bãi.

* Cường độ các cấu kiện bê tông đã đạt .

2.4. Công tác lao lắp dầm

* Nội dung tính toán :

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

- Tính toán đối trọng ứng vào trường hợp độ hẫng của giàn lớn nhất
- Tính toán các thanh của giàn với trường hợp cầu một đầu dầm ra vị trí giữa của giàn
- Tính toán chọn tời cáp lao kéo để đưa dầm ra vị trí 2. 5. *Tính toán đối trọng:*
Để đơn giản cho công tác tháo lắp, giàn được cấu tạo từ các thanh vạm năng.

Đặc điểm của giàn là :

Chiều dài giàn : $L = 64 \text{ m}$

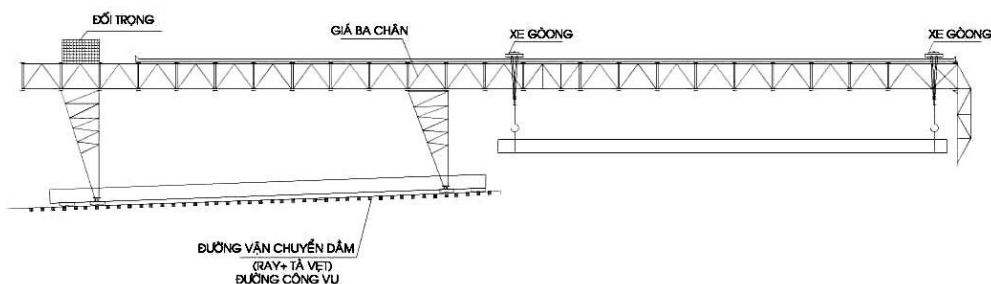
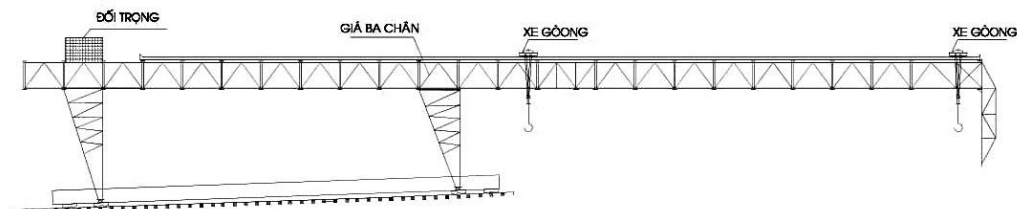
Chiều dài nhịp 1 : $L1 = 24 \text{ m}$

Chiều dài nhịp 2 : $L2 = 40 \text{ m}$

Chiều rộng giàn : $B = 6 \text{ m}$

Chiều cao giàn : $H = 2.5 \text{ m}$

Ta giả thiết trọng lượng của các thiết bị đặt trên giàn trong quá trình lao kéo và trọng lượng bản thân giàn là phân bố đều với giá trị là $q^t = 0.8 \text{ (T/m)}$. Trong quá trình lao kéo dọc giàn ra vị trí ta thấy xuất hiện giá trị bất lợi nhất cho các thanh giàn là vị trí có độ hẫng lớn nhất, khi trụ thứ 3 của giàn chuẩn bị kê lên trụ.



$$\text{Mômen chống lật: } M_{cl} = q_{tt} \times \frac{L_1^2}{2} + G \times L_1 = 230,4 + 24G$$

Mômen gây lật:

$$M_{gl} = q_{tt} \times \frac{L_2^2}{2} + 6 \times q_{tt} \times L_2 + W \times f \times F_2 \times \frac{L_2}{2} + W \times f \times F_1 \times \frac{L_1 + 4}{2}$$

Trong đó:

$$W = 0,025 \text{ (T/m}^2\text{)}$$

$$f = 0,15 \text{ (Hệ số chắn gió của giàn)}$$

F = Diện tích của giàn

Thay số:

$$M_{gl} = 0,8 \cdot \frac{40^2}{2} + 6 \cdot 0,8 \cdot 40 + 0,025 \cdot 0,15 \cdot 40 \cdot 6 \cdot \frac{40}{2} + 0,025 \cdot 0,15 \cdot 24 \cdot 6 \cdot \frac{24 - 4}{2} = 858,56 \text{ (T.m)}$$

Để tổ hợp làm việc ổn định: $M_{gl} \leq 0,95 M_{cl}$

$$M_{gl} = 858,56 < 0,95 \times (360 + 30G)$$

$$\rightarrow G \geq 18,72 \text{ T}$$

Vậy chọn đôi trọng có trọng lượng $G = 30 \text{ T}$

2. 6. Tính toán kiểm tra tiết diện cho thanh giàn

- Trường hợp này thì mômen và lực cắt lớn nhất xuất hiện tại vị trí ngàm.

Tại vị trí này thì thanh biên trên, biên dưới và thanh xiên xuất hiện nội lực lớn nhất.

Ta có thể tính gần đúng là thanh biên trên và biên dưới chịu nội lực do mômen còn thanh xiên chịu nội lực do lực cắt.

$$M_1^{\max} = \frac{q_{tt} \times L_2^2}{2} = 640 \text{ (T.m)}$$

- Nội lực trong thanh biên trên và biên dưới là :

$$M = M = \frac{M_1^{\max}}{H} = 256$$

Trọng lượng bản thân của thanh

- Chọn tiết diện thanh biên trên và biên dưới là tiết diện được ghép từ 4 thép

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

góc: L130 x 130 x 12, có $F = 199,04 \text{ cm}^2$. Liên kết thành hộp 280 x 280

$$g_{bt}^{tt} = 1.1 \times 199.04 \times 10^{-4} \times 7,85 = 0,172 \text{ (T/m)}$$

-Mômen xuất hiện trong thanh do trọng lượng bản thân:

$$M_{bt} = \frac{g_{bt}^{tt} \times L^2}{10} = \frac{0,175 \times 3,75^2}{10} = 0,242 \text{ (T)}$$

-Mômen chống uốn của tiết diện Mômen quán tính của tiết diện

$$J_x = J_y = 23991,2 \text{ cm}^4$$

$$\text{Bán kính quán tính : } r_x = r_y = r_x = r_y = \sqrt{\frac{J}{F}} = 11 \text{ (cm)}$$

Độ mảnh của thanh :

$$\lambda_x = \frac{l_x}{r_x} = \frac{375}{11} = 34,1 < 100$$

$$W_x = \frac{J_x}{\frac{h}{2}} = \frac{23991,2}{14} = 1713,7 \text{ (cm}^3\text{)}$$

-Kiểm tra bền :

$$\sigma = \frac{N}{F_{gy}} + M_{bt} = \frac{256 \times 10^3}{199,08 \times 0,8} + \frac{0,242 \times 10^5}{1713,7} = 16218 \text{ (kg / cm}^2\text{)}$$

$$\sigma = 16218 < R = 1900 \text{ (kg / cm}^2\text{)}$$

→ Thanh biên thỏa mãn yêu cầu về độ bền

- Độ lệch tâm tính toán trong mặt phẳng uốn :

$$E_0 = \frac{M_{bt}}{N} \times 100 = \frac{0,242}{256} \times 100 = 0,095$$

-Bán kính lõi :

$$\rho = \frac{x}{F_{ng}} = \frac{1713,7}{199,04} = 8,6 \text{ (cm)}$$

- Độ lệch tâm tương đối :

$$I = \frac{e_0}{\rho} = \frac{0,095}{8,6} = 0,011$$

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

-Với $\lambda = 34.1$; $i = 0.011$ tra bảng ta có : $\varphi = 0.854$

Từ đó ta kiểm tra ổn định cho thanh biên chịu nén :

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \times F_{ng}} = 1506(\text{kg} / \text{cm}^2) < R = 1900(\text{kg} / \text{cm}^2) \rightarrow T / M$$

Nội lực trong thanh xiên :

-Lực cắt tại tiết diện ngàm :

$$Q = q^{11} \times l = 0.8 \times 40 = 32 \text{ (T)}$$

-Nội lực trong thanh xiên chịu kéo :

$$\sigma = \frac{N_{xien}}{F_{xien}} = \frac{38641.5}{2 \times 29.760} = 646.2(\text{kG} / \text{cm}^2) < R = 1900(\text{kG} / \text{cm}^2)$$

-Tổ hợp 2 : Khi lao dầm ra giữa nhịp giàn :

$$M_{max}^2 = M_{giuanhip} = \frac{1}{8} \times L_2 + \frac{q^{11} \times L_2^2}{12}$$

Lấy trọng lượng dầm BTCT DUWL có $L = 38 \text{ m}$, $D \text{ dầm} = 60 \text{ T}$

$$\rightarrow P = \frac{1.25 \times 60}{2} = 33(\text{T}) \rightarrow M_{max}^2 = 271.7(\text{T.m}) < M_{max}^1 = 640(\text{T.m})$$

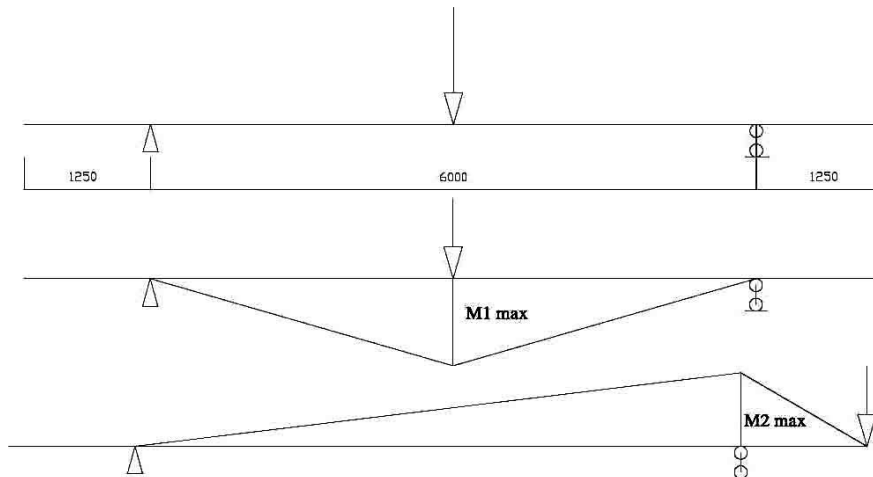
Kết luận : Ta bố trí các thanh cho từng đôt dầm như sau :

Do $M_{max}^2 = 271.7 \text{ (T.m)} < M_{max}^1 = 640(\text{T.m})$ nên các thanh ở đôt giàn giữa nhịp thỏa mãn điều kiện bền và ổn định nên ta không cần kiểm tra .

2. 7. *Tính toán sơ đồ kiểm tra dầm ngang nút thừa :*

Sơ đồ tính dầm ngang nút thừa

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA



$$M_{\max}^I = \frac{PL_1}{4} = \frac{33 \times 60}{4} = 49.5 (\text{T.m})$$

→ Ta sẽ lấy M_{\max}^I để thiết kế tiết diện

- Dầm ngang được tạo bởi 2 dầm I giống nhau:

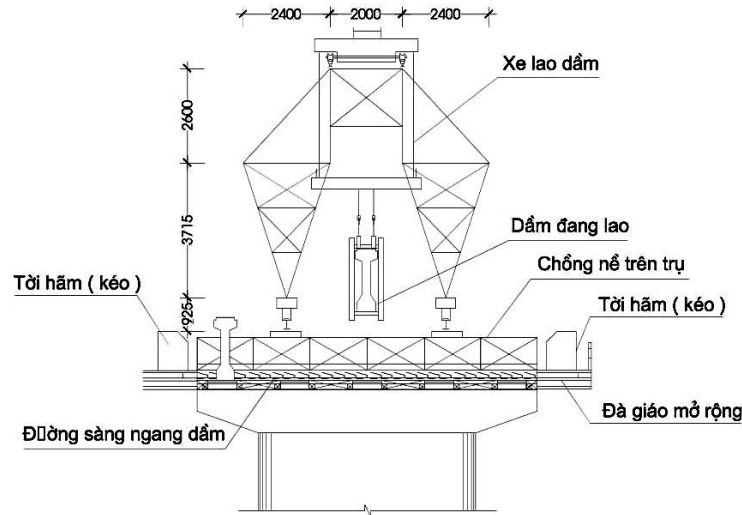
$$W_x = \frac{M_{\max}^I}{R} = \frac{49.5 \times 10^5}{1900} = 2605.3 (\text{cm}^3)$$

$$W_x^I = \frac{2605.3}{2} = 1302.6 (\text{cm}^3)$$

Chọn I 450 có $W_x = 1490 (\text{cm}^3) \rightarrow \text{T/M}$

2.7.1. Tính toán kiểm tra chống lật ngang của tổ hợp nút thừa khi lao dầm biên

:



Mômen gây lật : $M_{gây\ lật} = G_{dầm} \times 1.25 + Q_w \times 8.75$

Trong đó : $G_{dầm} = 60 \text{ T}$

$Q_w = W \times f \times F = 0.025 \times 0.15 \times (70 \times 2.5) = 0.656$

Thay số ta có $M_{gl} = 65.74 \text{ (T.m)}$

Mômen chống lật :

$M_{cl} = G \times 30 = 0.8 \times (30 + 40) \times 3.0 = 168$

2.7.2. Tính toán lao kéo để đưa dầm ra vị trí:

2.7.2.1. Tính toán lực kéo dọc

- Lực kéo dọc được xác định như sau:

$$T_k'' = \frac{Kxp''xf}{2R} \pm P_x \sin \alpha$$

Trong đó :

$\alpha = 0.02 = \sin \alpha$: Độ dốc dọc của dầm

$f = 0.07$: hệ số ma sát lăn

$K = 2$: hệ số kể đến sự làm việc không phẳng của đường ray

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

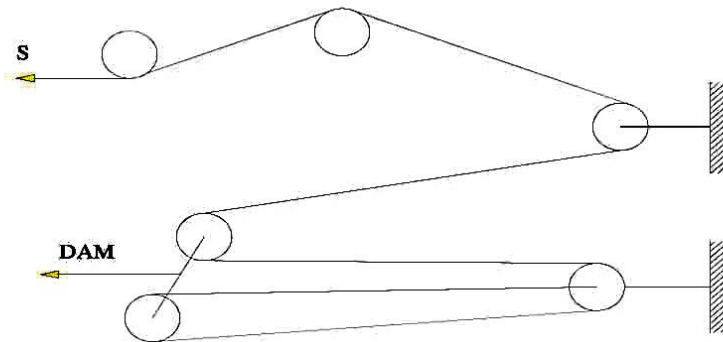
$P^t = 60 \text{ T}$: trọng lượng tính toán của dầm

$R = 15 \text{ cm}$: bán kính xe goòng

Thay số ta được : $T_k^t = 1.11\text{T}$

2.7.2.2. Tính tời cáp

Sơ đồ kéo dầm như hình vẽ



- Lực kéo dầm vào hệ puly:

$$T_p = \frac{T_k^t + Q_w}{\cos \alpha}$$

Trong đó :

$$\cos \alpha = \cos(0.02) \approx 1$$

Gọi S là lực kéo tác dụng vào tời

$$\text{Với } S = \frac{T_p}{K^{n^0} \sum_{i=1}^n K^{i-1}}$$

Trong đó:

K: hệ số sử dụng puly = 0.96

n: hệ số đường dây làm việc

n^0 : Số puly chuyển hướng

Thay số ta được $S = 0.48 \text{ (T)}$

- Điều kiện: $\frac{R \times F}{S} \geq K_0$

Trong đó:

$$R=1900 \text{ kG/cm}^2$$

$K_0 = 4$: Hệ số an toàn

F: Diện tích tiết diện cáp

$$\rightarrow F \geq \frac{K_0 \times S}{R} = 0.98(\text{cm}^2)$$

\rightarrow chọn tiết diện cáp D14 có diện tích $D = 1.54 \text{ cm}^2$

2.8. Trình tự thi công kết cấu nhịp

- * Lắp dựng tổ hợp giá lao nút thừa, lắp dựng hệ thống đường ray của tổ hợp giá lao nút thừa và xe goòng vận chuyển
- * Di chuyển tổ hợp giá lao nút thừa đến vị trí trụ T_1
- * Đánh dấu tim dầm, sau đó vận chuyển dầm BTCT bằng xe goòng ra vị trí sau mô để thực hiện lao lắp dầm ở nhịp 1
- * Vận chuyển dầm đến tổ hợp giá lao nút thừa dùng balăng, kích nâng dầm và kéo về phía 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 nút thừa, di chuyển dầm theo phương ngang cầu và đặt vào vị trí gói cầ
- * Trong quá trình đặt dầm xuống gói cầu phải thường xuyên kiểm tra hệ thống tim tuyến dầm và gói 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 như nhịp 1
- * Sau khi lao lắp xong toàn bộ cầu thì tiến hành lắp đặt ván khuôn, cột thép đổ bê tông mối nối và dầm ngang

THIẾT KẾ CẦU KIM TÂN-HUYỆN THẠCH THÀNH-THANH HÓA

- * Lắp đặt ván khuôn , cốt thép thi công gờ chắn xe , làm khe co giãn các lớp mặt đường và lan can
- * Hoàn thiện cầu