

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI TP HỒ CHÍ MINH
KHOA CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG
Bộ môn đường sắt - Metro



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP KỸ

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GTVT - TP.HCM
TRUNG TÂM
THÔNG TIN - THƯ VIỆN

5065 - 22

ĐỀ TÀI:

THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH CẦU ĐƯỜNG SẮT
VƯỢT SÔNG NHỊP GIẢN ĐƠN- DÀM BTCT DUL
CĂNG TRƯỚC, MẶT CẮT CHỮ I

Ngành: KỸ THUẬT XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG

Chuyên ngành: KỸ THUẬT XÂY DỰNG ĐƯỜNG SẮT - METRO

Giáo viên hướng dẫn: Th.S VÕ VĂN NAM

Sinh viên thực hiện : TRẦN BÁ KHANG

Mã số sinh viên : 1351090277

Lớp : XM13

TP. Hồ Chí Minh, Tháng 12 Năm 2018

Khoa: Công trình giao thông

Bộ môn: Đường sắt-Metro

PHIẾU GIAO ĐỀ TÀI LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP

1. Họ và tên sinh viên/ nhóm sinh viên được giao đề tài (sĩ số trong nhóm.....):

(1)..... VĂN BÁ KHANG..... MSSV: 135.109.0277.. Lớp: XM13..

Ngành : Kỹ thuật xây dựng Công trình giao thông

Chuyên ngành : Kỹ thuật xây dựng Đường sắt-Metro

2. Tên đề tài : Thiết kế công trình cầu đường sắt vượt sông nhịp giáo dền
- Dầm BICI DUL căng thép, mặt cắt chữ I

3. Các dữ liệu ban đầu : - Mặt cắt sông số 1

- Số liệu địa chất

- Số liệu khí hậu thủy văn

- Các yêu cầu kỹ thuật, quy mô, phạm vi nghiên cứu

4. Các yêu cầu chủ yếu : - Thuyết minh tính toán chi tiết các hạng mục công trình

- Hệ thống bản vẽ chi tiết thể hiện các nội dung tính toán

- Lập bảng tiến độ tổ chức thi công, biểu đồ nhân lực, xe máy

- Lập khai toán công trình nghiên cứu

5. Kết quả tối thiểu phải có:

1) 01 bản thuyết minh luận văn tổng thành quyển theo quy định

2) Bản vẽ (kèm theo) số lượng theo quy định

3) Phu lục (Nếu có)

4) 01 đĩa CD ghi nội dung luận văn tốt nghiệp

Ngày giao đề tài: 20 / 05 / 2018.. Ngày nộp báo cáo: 20 / 12 / 2018

TP. HCM, ngày 20 tháng 05 năm 2018

Giảng viên hướng dẫn

Nguyễn Văn Nam

TRƯỞNG BỘ MÔN



TRƯỞNG KHOA

PGS.TS. Nguyễn Quốc Hiến

TS. Nguyễn Trọng Tâm



TRƯỜNG ĐẠI HỌC GTVT TP HỒ CHÍ MINH

KHOA CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG

Bộ môn đường sắt - Metro

---o0o---

PHỤ LỤC GIAO SỔ LIỆU LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP CHUYÊN NGÀNH ĐƯỜNG SẮT – METRO

LỚP XM13 – ĐỢT 2 – KHÓA 2013 - 2018

Họ và tên SV: ...Trần Bá Khang..... Mã số SV: ...135.109.02.77.. Lớp: ...XM13.

I. SỔ LIỆU BẮT BUỘC

- Tải trọng thiết kế: T14.
- Đường đôi, khổ đường 1435mm.
- Mã đề địa chất (kèm theo).

II. SỔ LIỆU TỰ CHỌN: GVHD và SV chọn một trong các phương án sau:

Tên đề tài:

Thiết kế công trình cầu đường sắt vượt sông nhịp giản đơn - Dầm BTCT DUL căng trước, mặt cắt chữ I

Chiều dài toàn dầm : 33m

Bề rộng lề bộ hành : 0m

Giáo viên hướng dẫn

ThS. Võ Văn Nam

Tp. HCM, ngày 20... tháng 02... năm 2018

Bộ môn đường sắt - Metro

NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN

Luận văn đảm bảo về nội dung và hình thức theo yêu cầu và qui định về thủ tục luận văn tốt nghiệp. Sinh viên thực hiện đúng tiến độ, tham gia hết môn học đầy đủ, có tinh thần tự giác trong quá trình thực hiện luận văn. Hồ sơ đảm bảo đầy đủ, không thiếu sót, sát theo tiến trình thuyết minh. Luận văn đủ điều kiện trình bày trên cơ sở duyệt và bảo vệ trước hội đồng. Luận văn tốt nghiệp.

TP. Hồ Chí Minh, ngày 24, tháng 12, năm 2018

Giáo viên hướng dẫn



Th.S Võ Văn Nam

[illegible]

Giáo viên phản biện

LỜI CẢM ƠN

Trong giai đoạn phát triển hiện nay, nhu cầu về xây dựng hạ tầng cơ sở đã trở nên thiết yếu nhằm phục vụ cho sự tăng trưởng nhanh chóng của đất nước. Trong đó nổi bật lên là nhu cầu xây dựng, phát triển mạng lưới giao thông vận tải.

Với nhận thức về tầm quan trọng của vấn đề trên, là một sinh viên thuộc Trường Đại Học Giao Thông Vận Tải TPHCM. Trong những năm qua, với sự dạy dỗ tận tâm của các Thầy Cô giáo trong khoa, em luôn cố gắng học hỏi và trau dồi chuyên môn để phục vụ tốt cho công việc sau này, mong rằng sẽ góp một phần công sức nhỏ bé của mình vào công cuộc xây dựng đất nước.

Trong khuôn khổ đồ án tốt nghiệp với đề tài được giao là *“Thiết kế công trình cầu đường sắt vượt sông, nhịp giản đơn, dầm I DUL căng trước”* đã phần nào giúp em làm quen với nhiệm vụ thiết kế một công trình giao thông để sau này khi tốt nghiệp ra trường sẽ bớt đi những bỡ ngỡ trong công việc.

Kết cấu đồ án của em gồm 4 phần:

- Phần I: Giới thiệu chung
- Phần II: Thiết kế kỹ thuật
- Phần III: Thiết kế thi công
- Phần IV: Tổ chức thi công

Do thời gian có hạn, trình độ còn hạn chế và lần đầu tiên vận dụng kiến thức cơ bản để thực hiện tổng hợp một đồ án lớn nên chắc chắn em không tránh khỏi những thiếu sót. Vậy kính mong quý thầy cô thông cảm và chỉ dẫn thêm cho em.

Cuối cùng cho phép em được gửi lời cảm ơn chân thành nhất đến thầy hướng dẫn Th.S Võ Văn Nam và các giảng viên trong bộ môn Xây Dựng Đường Sắt Metro đã tận tình hướng dẫn em hoàn thành đồ án này.

TP. Hồ Chí Minh, ngày... tháng... năm 20...

Sinh viên thực

Trần Bá Khang

MỤC LỤC**PHẦN I: GIỚI THIỆU CHUNG**

CHƯƠNG I: GIỚI THIỆU VỀ DỰ ÁN.....	1
1. KHÁI QUÁT VỀ DỰ ÁN.	1
1.1 Giới thiệu chung về tiêu chuẩn cho dự án.	1
1.2 Chi tiết dự án.....	1
CHƯƠNG II: TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CHUNG	2
1. THÔNG SỐ ĐẦU VÀO.....	2
1.1 Địa chất.	2
1.2 Các yếu tố khí tượng đặc trưng.....	3
1.1.1 Năng.....	3
1.1.2 Chế độ nhiệt.	3
1.1.3 Chế độ mưa.	4
1.1.4 Chế độ gió.....	5
1.1.5 Thủy văn.	5
2. TÍNH TOÁN PHƯƠNG ÁN BỐ TRÍ CHUNG.	5

PHẦN II: THIẾT KẾ KỸ THUẬT

CHƯƠNG I: THIẾT KẾ LAN CAN.....	7
1. LAN CAN.....	7
CHƯƠNG II: THIẾT KẾ BẢN MẶT CẦU.....	9
1. TẢI TÁC TRỌNG TÁC DỤNG.	9
2. TÍNH TOÁN CỐT THÉP.....	9
3.KIỂM TRA CƯỜNG ĐỘ VÀ NÚT CHO BẢN MẶT CẦU	13
CHƯƠNG III: THIẾT KẾ DÀM NGANG	15
1.DÀM NGANG.	15
1.1 Tải tác dụng.....	16
1.2 Thiết kế cốt thép.....	17
1.3 Kiểm toán dầm ngang.	18
CHƯƠNG IV: THIẾT KẾ DÀM CHỦ.	20
1. DÀM CHỦ.	20
1.1. Lựa chọn kích thước	20
1.2. Xác định tải trọng tác dụng lên dầm chủ.	21
1.3. Tính toán nội lực.....	23
1.4. Tính toán cốt thép	30
1.4.1. Tính cốt thép thường.....	31

1.4.2. Tính cấp DUL.	32
1.5. Bố trí cấp DUL.	32
1.6. Tính toán mất mát ứng suất.	35
1.7. Kiểm toán dầm chủ.	49
CHƯƠNG V: THIẾT KẾ TRỤ CẦU	52
1. THÔNG SỐ THIẾT KẾ.	52
1.1. Thông số trụ cầu.	52
1.2. Tải tác dụng.	53
1.3. Tính toán và bố trí cốt thép.	58
CHƯƠNG VI: THIẾT KẾ MÓNG TRỤ CẦU	63
1. SỐ LIỆU ĐỊA CHẤT, NỘI LỰC TẠI ĐÁY BỆ.	63
1.1. Số liệu địa chất.	63
1.2. Nội lực tại đáy bề.	63
2. LỰA CHỌN THÔNG SỐ CƠ BẢN CỦA CỌC.	63
1.3. Kiểm toán cọc.	74
PHẦN III: THIẾT KẾ THI CÔNG	
CHƯƠNG I. TÍNH TOÁN VÒNG VÂY CỌC VÁN THÉP	80
1. THIẾT KẾ CỌC VÁN THÉP	80
1.1. Kích thước vòng vây.	80
1.2. Bê tông bọt đáy	81
1.3. Tính toán cọc ván thép.	83
1.4. Kiểm tra độ bền của cọc ván thép.	86
1.5. Tính toán khung và thanh chống vành đai.	87
1.5. Chọn búa hạ cọc ván.	91
CHƯƠNG II: THIẾT KẾ THI CÔNG CỌC KHOAN NHỒI	94
1. TÍNH TOÁN THI CÔNG CỌC KHOAN NHỒI.	94
1.1. Công tác chuẩn bị.	94
1.2. Vật liệu và thiết bị.	95
1.3. Công tác khoan tạo lỗ.	97
1.4. Công tác hạ lồng thép.	99
1.5. Công tác đổ bê tông.	100
1.6. Trình tự thi công.	100
CHƯƠNG III. TÍNH TOÁN VÀ THIẾT KẾ VÁN KHUÔN ĐỔ BÊ TÔNG TRỤ	104
1. YÊU CẦU VÁN KHUÔN.	104
1.1. Thiết kế ván khuôn và công tác đổ bê tông bề móng.	105
1.2. Thiết kế ván khuôn và đổ bê tông trụ.	109

2. BIỆN PHÁP ĐỔ VÀ BẢO DƯỠNG BÊ TÔNG	113
1.1. Biện pháp đổ bê tông.	114
1.2. Biện pháp bảo dưỡng bê tông	114
CHƯƠNG IV: THIẾT KẾ THI CÔNG KẾT CẤU NHỊP	116
1. GIỚI THIỆU CHUNG.	116
2. ĐẶC ĐIỂM LAO LẮP DÀM BÊ TÔNG ỨNG SUẤT.....	116
3. ĐIỀU KIỆN ĐƯA RA GIẢI PHÁP LAO LẮP.....	116
3.1. Lao lắp bằng giá 3 chân.	117
3.2. Lao lắp bằng giá blăng xích.	117
3.3. Lao lắp bằng giá long môn	118
4. CHỌN PHƯƠNG ÁN LAO DÀM.....	118
5. CÔNG TÁC LAO LẮP DÀM GIÁ BA CHÂN	119

PHẦN IV: TỔ CHỨC THI CÔNG

CHƯƠNG I: TỔ CHỨC THI CÔNG TRỤ.....	125
1. CÔNG TÁC CHUẨN BỊ.....	125
2. CÔNG TÁC CỌC.....	125
3. THI CÔNG BỆ MÓNG.....	126
4. THI CÔNG THÂN TRỤ	126
5. THI CÔNG XÀ MŨ	127
CHƯƠNG II: TỔ CHỨC THI CÔNG NHỊP	129
1. CÔNG TÁC CHUẨN BỊ.....	129
2. CHẾ TẠO DÀM TRONG XƯỚNG	129
3. VẬN CHUYỂN DÀM VÀ TẬP KẾT.....	130
4. THI CÔNG NHỊP.....	130
5. THI CÔNG BẢN MẶT CẦU.....	131
6. THI CÔNG KẾT CẤU TỪNG TRÊN VÀ HOÀN THIỆN.....	131
CHƯƠNG III: CUNG CẤP NHÂN LỰC VÀ MÁY MÓC	132
1. NHÂN LỰC VÀ MÁY	132

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1: Số giờ nắng bình quân trên khu vực.....	3
Bảng 1.2: Nhiệt độ không khí (oC) tháng vào năm trên khu vực.....	3
Bảng 1.3: Lượng mưa (mm) và số ngày có mưa trên khu vực	4
Bảng 1.4: Lượng mưa ngày lớn nhất (mm) theo các tần suất thiết kế trên khu vực.....	4
Bảng 1.5: Tốc độ gió trung bình và lớn nhất (m/s).....	5
Bảng 1.6: Thông số vật liệu	6
Bảng 1.7: Hệ số phân phối ngang.....	23

Bảng 1.8: Tải trọng tác dụng vào dầm chủ.....	24
Bảng 1.9: Momen tiêu chuẩn và tính toán giai đoạn chưa đổ bản mặt cầu.....	26
Bảng 2.1: Lực cắt tính toán và tiêu chuẩn chưa đổ bản mặt cầu.....	27
Bảng 2.2: Momen tiêu chuẩn và tính toán giai đoạn đổ bản mặt cầu.....	27
Bảng 2.3: Lực cắt tính toán và tiêu chuẩn giai đoạn đổ bản mặt cầu.....	27
Bảng 2.4: Lực cắt do hoạt tải tàu.....	28
Bảng 2.5: Momen tính toán và tiêu chuẩn do hoạt tải tàu.....	28
Bảng 2.6: Momen tính toán.....	29
Bảng 2.7: Lực cắt tính toán.....	29
Bảng 2.8: Momen tiêu chuẩn.....	29
Bảng 2.9: Lực cắt tiêu chuẩn.....	30
Bảng 3.1: Bảng momen và lực cắt lớn nhất.....	30
Bảng 3.2: Bảng xác định các yếu tố và góc của cốt thép DUL.....	34
Bảng 3.3: Số tao cáp dính bám.....	35
Bảng 3.4: Tọa độ trọng tâm tao cáp tại các mặt cắt.....	36
Bảng 3.5: Tổng hợp các đặc trưng hình học.....	41
Bảng 3.6: Tổng hợp các đặc trưng hình học giai đoạn liên hợp.....	45
Bảng 3.7: Tổng hợp σ_s	46
Bảng 3.8: Tổng hợp mất mát ứng suất.....	49
Bảng 3.9: Thông số trụ.....	53
Bảng 4.1: Tổng hợp tĩnh tải tác dụng lên trụ.....	53
Bảng 4.2: Trọng lượng các hạng mục.....	54
Bảng 4.3: Tổng hợp tĩnh tải tại hai mặt cắt.....	54
Bảng 4.4: Hệ số hoạt tải.....	55
Bảng 4.5: Bảng tổng hợp momen hoạt tải.....	57
Bảng 4.6: Bảng tổng hợp nội lực tại đỉnh trụ.....	57
Bảng 4.7: Bảng tổng hợp nội lực tại đáy trụ.....	58
Bảng 4.8: Sức chịu tải do ma sát.....	64
Bảng 4.9: Tính hệ số phương trình chính tắc.....	68
Bảng 5.1: Kết quả tính nội lực đầu cọc.....	70
Bảng 5.2: Tính hệ số phương trình chính tắc phương dọc.....	71
Bảng 5.3: Kết quả tính nội lực đầu cọc phương dọc.....	74
Bảng 5.4: Tiêu chuẩn dung dịch bentonite.....	98
Bảng 5.5: Cung cấp nhân lực.....	132
Bảng 5.6: Cung cấp máy và thiết bị.....	134

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1.1: Lan can cầu.....	7
Hình 1.2: Lan can cầu.....	8
Hình 1.3: Tải tác dụng lên bản hẫng.....	10

Hình 1.4: Bản kê trên 2 cạnh	10
Hình 1.5: Biểu đồ momen bản kê hai cạnh.	11
Hình 1.6: Quy đổi momen và lực cắt.....	11
Hình 1.7: Mặt cắt dầm ngang.	15
Hình 1.8: Quy đổi và tính toán nội lực.	17
Hình 1.9: Mặt cắt ngang dầm chính.	20
Hình 2.1: Sơ đồ tính hệ số phân phối ngang dầm biên (1 bên).	21
Hình 2.2: Sơ đồ tính hệ số phân phối ngang dầm biên (2 bên).	22
Hình 2.3: Sơ đồ tính hệ số phân phối ngang dầm trong (1 bên).....	22
Hình 2.4: Sơ đồ tính hệ số phân phối ngang dầm trong (2 bên).....	23
Hình 2.5: Đường ảnh hưởng momen và lực cắt tại gối	24
Hình 2.6: Đường ảnh hưởng momen và lực cắt tại $L=1,5m$	25
Hình 2.7: Đường ảnh hưởng momen và lực cắt tại $L=8,11m$	25
Hình 2.8: Đường ảnh hưởng momen và lực cắt tại $L=L/2m$	26
Hình 2.9: Mặt cắt tính đổi.....	30
Hình 3.1: Cốt thép dầm chủ.....	32
Hình 3.2: Mặt cắt bố trí cáp DUL dầm chủ.....	33
Hình 3.3: Mặt cắt bố trí cáp DUL dọc dầm chủ.....	34
Hình 3.4: Mặt cắt 0-0 bố trí cáp DUL tính đổi.....	36
Hình 3.5: Mặt cắt 1-1 bố trí cáp DUL tính đổi.....	38
Hình 3.6: Mặt cắt 2-2 bố trí cáp DUL tính đổi.....	39
Hình 3.7: Mặt cắt 3-3 bố trí cáp DUL tính đổi.....	40
Hình 3.8: Quy đổi tiết diện liên kết với bản mặt cầu.....	42
Hình 3.9: Kích thước trụ cầu.	52
Hình 4.1: Đường ảnh hưởng trụ cầu.....	55
Hình 4.2: Sơ đồ tải tác dụng theo phương ngang	56
Hình 4.3: Mặt cắt cánh hẫng.....	59
Hình 4.4: Quy đổi tiết diện thân trụ.....	61
Hình 4.5: Bố trí cọc	66
Hình 4.6: Sơ đồ tính toán cọc	67
Hình 4.7: Sơ đồ tính toán móng khối.	75
Hình 4.8: Tháp chọc thủng.	77
Hình 4.9: Sơ đồ tính thép bệ.....	77
Hình 5.1: Kích thước vòng vây cọc ván thép	81
Hình 5.2: Áp lực lên lớp bê tông bịt đáy.	82
Hình 5.3: Áp lực cọc ván GĐ2.....	84
Hình 5.4: Nội lực tường ván do áp lực chủ động gây ra.	87
Hình 5.5: Sơ đồ vòng vây cọc ván thép.....	88
Hình 5.6: Mặt cắt ngang thép chữ I	90
Hình 5.7: Hạ ống vách.....	101
Hình 5.8: Khoan tạo lỗ.	102

Hình 5.9: Hạ lồng thép.	102
Hình 6.1: Đổ bê tông cọc.....	103
Hình 6.2: Đầm dùi có bán kính đầm hiệu quả 0.7m.....	105
Hình 6.3: Xe bồn chở bê tông HOWO dung tích 12m ³	105
Hình 6.4: Cấu tạo ván khuôn thi công.....	106
Hình 6.5: Biểu đồ áp lực lên ván khuôn.....	107
Hình 6.6: Mặt cắt ngang thân trụ.....	109
Hình 6.7: Xe bồn chở bê tông HOWO dung tích 10m ³	110
Hình 6.8: Áp lực ván khuôn lên thân trụ.....	111
Hình 6.9: Bố trí ván khuôn trụ cầu.....	113
Hình 7.1: Cấu tạo giá 3 chân.....	119
Hình 7.2: Vận chuyển đầm.....	120
Hình 7.3: Lắp đầm lên nhịp.....	122
Hình 7.4: Sơ đồ kiểm toán lật theo phương dọc.....	123

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]: Giáo trình Thi công cầu – Tập 1; Tác giả: TS.Chu Viết Bình; NXB: Giao thông vận tải, năm 2009.
- [2]: Giáo trình Thi công cầu – Tập 2; Tác giả: TS.Chu Viết Bình; NXB: Giao thông vận tải, năm 2009.
- [3]: Giáo trình Các công nghệ thi công cầu; Tác giả: PGS.TS.Nguyễn Viết Trung; NXB: Xây dựng, năm 2008.
- [4]: Giáo trình Tính toán thiết kế Thi công cầu; Tác giả: TS.Phạm Huy Chính; NXB: Xây dựng, năm 2006.
- [5]: Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22 TCN 18-79; Bộ Giao thông vận tải, năm 1979.
- [6]: Sổ tay thi công cầu – Tập 1; Tác giả: GS.TS.Nguyễn Viết Trung; NXB: Giao thông vận tải.
- [7]: Thiết kế cầu bê tông cốt thép; Tác giả: Phạm Văn Thái – Nguyễn Bình Hà.
- [8]: Tiêu chuẩn thiết kế bê tông cốt thép TCVN 5574 – 2012.
- [9]: Phân tích và tính toán móng cọc; Tác giả: Võ Phán; NXB: ĐHQG TP.HCM.
- [10]: Mổ trụ cầu; Tác giả: PGS.TS.Nguyễn Minh Nghĩa; NXB: Giao thông vận tải.
- [11]: Các ví dụ thiết kế cầu bê tông cốt thép nhịp giản đơn (theo quy trình 22TCN 18 – 79); Tác giả: GS.TS.Nguyễn Viết Trung; NXB: Giao thông vận tải, năm 2002.
- [12]: Tiêu chuẩn quốc gia về thiết kế móng cọc 10304 – 2014.

PHẦN I

GIỚI THIỆU CHUNG

CHƯƠNG I: GIỚI THIỆU VỀ DỰ ÁN

1. KHÁI QUÁT VỀ DỰ ÁN.

1.1 Giới thiệu chung về tiêu chuẩn cho dự án.

Trong phần thiết kế đồ án này sử dụng tiêu chuẩn ngành 18 -79 để thiết kế, và tham khảo thêm một số tiêu chuẩn khác như là: tiêu chuẩn bê tông 5574-2012; tiêu chuẩn cốt thép 5575-2012, tiêu chuẩn thiết quốc gia về thiết kế móng cọc 10304 - 2014....

1.2 Chi tiết dự án.

Tuyến đường sắt song song trong tương lai cùng với Quốc lộ 14 (đường Hồ Chí Minh) là tuyến đường sắt duy nhất nối Tây Nguyên với khu vực phía Nam và Đà Nẵng. Là cánh cửa giúp kết nối và phát triển toàn bộ khu vực Tây Nguyên rộng lớn.

Sông Đăk Bla nằm trên địa phận TP. Kon Tum. Quốc lộ 14 đi qua Tp. Kon Tum và dòng sông Đăk Bla. Tp. Kon Tum cũng như chính phủ quyết tâm xây dựng cầu Đăk Bla. Một phần là giúp việc giao thông trở lên thuận lợi, mặt khác giúp cảnh quan thành phố thêm sinh động và phát triển hơn.

Là một trong những nội dung đầu tư quan trọng trong Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội vùng Đông Nam Bộ đến năm 2050.

Dự án cầu qua sông Đăk Bla (Từ phường Thắng lợi đi xã Đăk Rơ Wa, thành phố Kon Tum). Dự án có tổng mức đầu tư là 296 tỷ đồng từ nguồn vốn đầu tư và các nguồn vốn hợp pháp khác. Phạm vi đầu tư từ điểm đầu giao đường bao khu dân cư phía bắc thành phố thuộc địa giới phường Lê Lợi.

Thiết kế bê tông cốt thép dự ứng lực: 5 nhịp.

- + Mỗi nhịp dài 33m.
- + Khổ đường: 1435mm.
- + Thời gian thực hiện hiện dự án từ giai đoạn 05/2019-09/2020.

CHƯƠNG II: TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CHUNG

1. THÔNG SỐ ĐẦU VÀO.

1.1 Địa chất.

Lớp 1: Bùn sét màu xám nâu có lẫn thực vật ở trạng thái dẻo mềm, nhão. Lớp đất này xuất hiện hầu hết ở các lỗ khoan và có bề dày trung bình là 7 – 8 m.

- + Độ sệt: $B = 0.8$
- + Trọng lượng thể tích $\gamma_w = 1.738 \text{ T/m}^3$
- + Dung trọng đẩy nổi $\gamma' = 0.812 \text{ T/m}^3$
- + Lực dính $c = 0.125 \text{ (KG/cm}^2\text{)}$
- + Góc ma sát trong $\varphi = 7^\circ 10'$
- + Giá trị SPT $n = 1 - 4$

Lớp 2: Bùn sét pha cát mịn, trạng thái mềm. Lớp này xuất hiện ở tất cả các lỗ khoan và có chiều dày trung bình từ 13.2-29m.

- + Độ sệt: $B = 0.9$
- + Trọng lượng thể tích $\gamma_w = 1.407 \text{ T/m}^3$
- + Dung trọng đẩy nổi $\gamma' = 0.404 \text{ T/m}^3$
- + Lực dính $c = 0.207 \text{ (KG/cm}^2\text{)}$
- + Góc ma sát trong $\varphi = 4^\circ 30'$
- + Giá trị SPT $n = 1 - 5$

Lớp 3: Sét pha cát mịn màu nâu xám, trạng thái dẻo mềm. Lớp này xuất hiện ở tất cả các lỗ khoan và có chiều dày trung bình từ 16.6 - 19m

- + Độ sệt: $B = 0.65$
- + Dung trọng đẩy nổi $\gamma' = 0.979 \text{ T/m}^3$
- + Trọng lượng thể tích $\gamma_w = 1.959 \text{ T/m}^3$
- + Lực dính $c = 0.493 \text{ (KG/cm}^2\text{)}$
- + Góc ma sát trong $\varphi = 15^\circ 20'$
- + Giá trị SPT $n = 3 - 12$

Lớp 4: Sét màu xám xanh chuyển sang màu nâu vàng, trạng thái nửa cứng đến cứng. Lớp đất này xuất hiện ở tất cả các lỗ khoan và có chiều dày trung bình từ 4 - 15.6m

+ Độ sệt:	$B = 0.7$
+ Trọng lượng thể tích	$\gamma_w = 1.853 \text{ T/m}^3$
+ Dung trọng đẩy nổi	$\gamma' = 1.018 \text{ T/m}^3$
+ Lực dính	$c = 0.032 \text{ (KG/cm}^2\text{)}$
+ Góc ma sát trong	$\varphi = 23^{\circ}52'$
+ Giá trị SPT	$n = 29 - 42$

1.2 Các yếu tố khí tượng đặc trưng.

1.1.1 Năng.

Khu vực có rất nhiều nắng. Trong các tháng mùa khô từ tháng XI đến tháng V số giờ nắng vượt quá 200 giờ/tháng. Các tháng ít nắng là tháng VI và tháng IX ứng với 2 cực đại của lượng mưa và lượng mây.

Bảng 1.1: Số giờ nắng bình quân trên khu vực

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Số giờ	244	246	272	239	195	171	180	172	162	182	200	223

1.1.2 Chế độ nhiệt.

Đặc điểm nổi bật trong chế độ nhiệt của khu vực là nền nhiệt độ khá cao, nhiệt độ trung bình năm khoảng 27°C , nhiệt độ trung bình cao nhất tuyệt đối là 38.3°C và nhỏ nhất tuyệt đối là 13.2°C , chênh lệch trung bình tháng nóng nhất là $3 - 4^{\circ}\text{C}$, tháng lạnh nhất là $7 - 8^{\circ}\text{C}$.

Bảng 1.2: Nhiệt độ không khí ($^{\circ}\text{C}$) tháng vào năm trên khu vực

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
T.bình	25.2	26.9	28.4	29.0	28.6	27.2	26.9	26.8	26.8	26.7	26.4	25.2	27.0
Max	35.0	36.8	37.4	38.3	37.5	36.4	34.7	33.9	33.8	33.7	34.0	33.5	38.3
Min	13.6	14.5	16.5	20.9	21.5	21.5	20.0	21.7	21.9	21.2	18.0	13.2	13.2

1.1.3 Chế độ mưa.

Khu vực nghiên cứu nằm trong vùng mưa XVIII. Phân bố mưa trong năm tập trung vào thời kì từ tháng V đến tháng XI – thời kì thịnh hành của gió mùa Tây Nam. Tổng lượng mưa của thời kì này chiếm khoảng 85% tổng lượng mưa năm. Ngược lại, trong thời kì từ tháng XII đến tháng IV năm sau – thời kì thịnh hành của gió Đông, lượng mưa tương đối ít, chỉ chiếm khoảng 15% tổng lượng mưa năm.

Biến trình mưa trong khu vực thuộc loại biến trình của vùng nhiệt đới gió mùa: lượng mưa tập trung vào mùa hè, chênh lệch lượng mưa giữa mùa mưa và mùa khô rất lớn. Trong biến trình có một cực đại chính và một cực tiểu chính. Cực đại chính thường xuất hiện vào tháng IX, X với lượng mưa tháng trên 300mm. Cực tiểu chính xảy ra vào tháng I hoặc tháng II với lượng mưa tháng cực tiểu chỉ dưới 10mm.

Biến trình của số ngày mưa trong tháng tương đối phù hợp với biến trình lượng mưa tháng, theo đó tháng có nhiều ngày mưa nhất là tháng IX và tháng có ít ngày mưa nhất là tháng II.

Bảng 1.3: Lượng mưa (mm) và số ngày có mưa trên khu vực

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
T.bình	8	4	13	46	159	235	268	282	298	212	89	28	1642
S. ngày	1	1	1	4	12	14	16	16	16	13	7	3	103

Bảng 1.4: Lượng mưa ngày lớn nhất (mm) theo các tần suất thiết kế trên khu vực

Thời Đoạn	Tần suất thiết kế P%							
	1	2	5	10	20	30	40	50
Ngày	178	165	146	130	113	101	90	84
Tháng	707	666	607	555	494	451	415	382
Năm	2807	2676	2477	2299	2081	1923	1788	1660

1.1.4 Chế độ gió.

Trên toàn khu vực gió tương đối đồng nhất về hướng và tốc độ. Vào mùa đông hướng gió thịnh hành là Đông với tần suất từ 30% đến 70%, tốc độ trung bình thay đổi từ 1.8 đến 2.2 m/s. Vào mùa hè, hướng gió thịnh hành là Tây Nam với tần suất từ 30 đến 55%, tốc độ gió trung bình thay đổi từ 1.4 đến 1.8m/s.

Bảng 1.5: Tốc độ gió trung bình và lớn nhất (m/s)

Đặc Trung	Các Tháng												Năm
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
T.bình	1.8	2.2	2.4	2.4	1.8	1.6	1.8	1.7	1.7	1.4	1.5	1.6	1.8
Max	16	15	16	16	18	20	20	25	20	20	16	18	25

1.1.5 Thủy văn.

- + Lưu lượng thiết kế $Q_{tk} = 481 \text{ m}^3/\text{s}$
- + Mức nước thấp nhất $H_{min} = -1.59 \text{ m}$
- + Mức nước thông thuyền $H_{tt} = 0 \text{ m}$
- + Mức nước cao nhất $H_{max} = 1 \text{ m}$
- + Vận tốc trung bình dòng $V_{tb} = 0.8 \text{ m/s}$

2. TÍNH TOÁN PHƯƠNG ÁN BỐ TRÍ CHUNG.

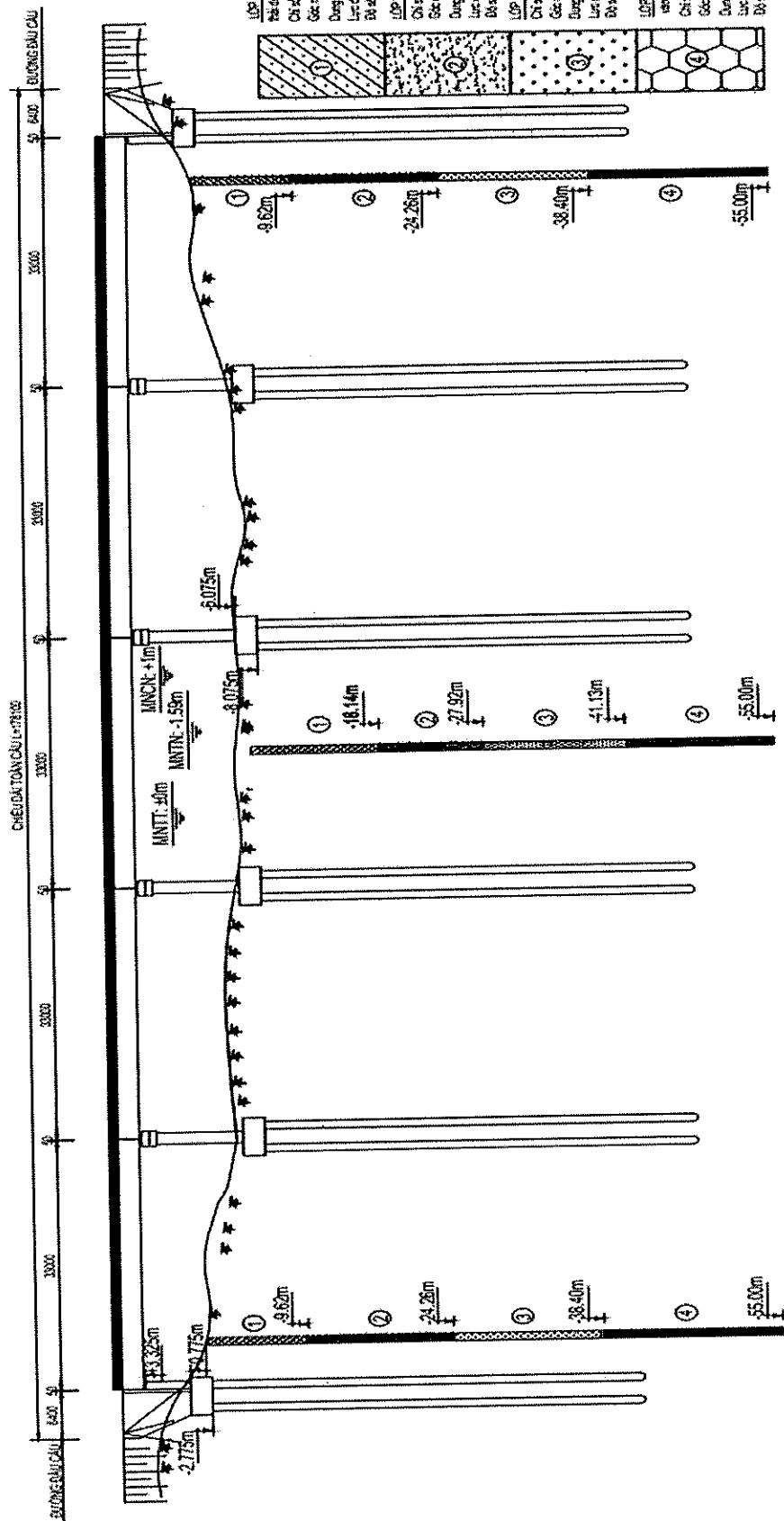
- + Bố trí 5 nhịp, mỗi nhịp gồm 4 dầm I dài 33m
- + Chiều rộng theo phương ngang cầu ngang 10m
- + Chiều cao trụ thân trụ là 8m
- + Bề rộng thân trụ theo phương dọc cầu là 5m
- + Bề rộng thân trụ theo phương ngang là 1,5m
- + Bề rộng bệ theo phương ngang cầu là 8m
- + Bề rộng bệ theo phương dọc là 5m
- + Chiều dày bệ 2m
- + Chiều cao xà mũ 1,4m

Ta có phương án bố trí chung theo hình vẽ như sau:

BỘ TRỊ CHUNG

TỶ LỆ 1/400

CHIỀU DÀI TỌA ĐỘ: 1:1000



- 1. Mặt cầu: Mặt cầu có độ dày 0.12m (m.s.l.)
- 2. Mặt cầu: Mặt cầu có độ dày 0.12m (m.s.l.)
- 3. Mặt cầu: Mặt cầu có độ dày 0.12m (m.s.l.)
- 4. Mặt cầu: Mặt cầu có độ dày 0.12m (m.s.l.)

❖ Thông số vật liệu

Bảng 1.6: Thông số vật liệu

Bê tông M500 (B40)					
$R_n(\text{kG/cm}^2)$	$R_u(\text{kG/cm}^2)$	$E(\text{kG/cm}^2)$	$KL R(\text{kG/cm}^2)$	$R_{kc}(\text{kG/cm}^2)$	$R_{nc}(\text{kG/cm}^2)$
205	225	38000	2,5	27	175
Cáp dự ứng lực 15,2mm					
$R_{tc}(\text{kG/cm}^2)$	$R_{d1}(\text{kG/cm}^2)$	$R_{d2}(\text{kG/cm}^2)$	$E(\text{kG/cm}^2)$	Diện tích 1 tao cáp 1,415(cm^2)	
15000	9500	8500	$1,82 \times 10^6$		

PHẦN II

THIẾT KẾ KỸ THUẬT

CHƯƠNG I: THIẾT KẾ LAN CAN.

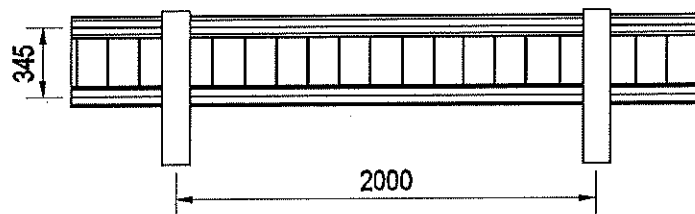
1. LAN CAN

❖ Thanh lan can

+ Thanh và trụ lan can đều làm bằng thép gồm 2 loại thanh có bề dày: $\delta = 5(\text{mm})$.

+ Thanh trên có: Đường kính trong $d_1=100(\text{mm})$.
Đường kính ngoài $D_1=110(\text{mm})$.

+ Thanh dưới có: Đường kính trong $d_1=90(\text{mm})$.
Đường kính ngoài $D_1=100(\text{mm})$.



Hình 1.1: Lan can cầu

✚ Trọng lượng thanh lan can:

$$+ P_{lc} = \gamma_s \times F$$

$$+ \gamma_s = 7,85 \times 10^{-5} (\text{N/mm}^3)$$

$$+ F_1 = \frac{\pi}{4} \times (D_1^2 - d_1^2) = \frac{\pi}{4} \times (110^2 - 100^2) = 1649,3 (\text{mm}^2)$$

$$+ F_2 = \frac{\pi}{4} \times (D_2^2 - d_2^2) = \frac{\pi}{4} \times (100^2 - 90^2) = 1492,3 (\text{mm}^2)$$

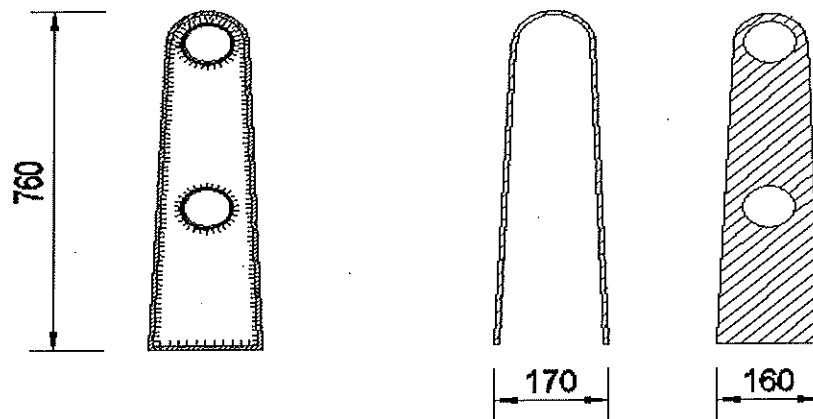
Với : F_1 là diện tích mặt cắt ngang của thanh lan can trên.

F_2 là diện tích mặt cắt ngang của thanh lan can dưới.

$$\Rightarrow P_{lc1} = \gamma_s \times F_1 = 7,85 \times 10^{-5} \times 1649,3 = 0,13 (\text{N/mm})$$

$$\Rightarrow P_{lc2} = \gamma_s \times F_2 = 7,85 \times 10^{-5} \times 1492,3 = 0,117 (\text{N/mm})$$

❖ Cột lan can



Hình 1.2: Lan can cầu

+ Phần cánh: $T_1 = 140 \times 5 \times 1700 (mm)$

+ Phần sườn: $T_2 = 160 \times 5 \times 760 (mm)$

+ Phần đế: $T_2 = 160 \times 5 \times 760 (mm)$

+ Trọng lượng tấm thép phần cánh:

$$P_1 = \gamma_s \times V_1 = 7,85 \times 10^{-5} \times 140 \times 5 \times 1700 = 93,41 (N)$$

+ Trọng lượng tấm thép phần sườn:

$$P_2 = \gamma_s \times V_2 = 7,85 \times 10^{-5} \times 160 \times 5 \times 760 = 47,73 (N)$$

+ Trọng lượng tấm thép phần đế:

$$P_3 = \gamma_s \times V_3 = 7,85 \times 10^{-5} \times 140 \times 10 \times 170 = 18,68 (N)$$

+ Bỏ qua trọng lượng ống nối và đường hàn.

Trọng lượng lan can

$$P_4 = P_1 + P_2 + P_3 = 93,41 + 47,73 + 18,68 = 165,47 (N)$$

+ Trọng lượng lan can trên 1m dài cầu

$$g_{lc} = \frac{P_4 \times 16}{33} + P_{lc1} + P_{lc2} = 0,088 + 0,117 + 0,13 = 0,34 \text{ kN/m}$$

CHƯƠNG II: THIẾT KẾ BẢN MẶT CẦU.

1. TẢI TÁC DỤNG TÁC DỤNG.

❖ Phần cánh hằng.

+ Tải trọng bản thân:

$$g = b \times h_f \times \gamma_{bt} = 1000 \times 200 \times 2,5 \times 10^{-5} = 5(\text{kN/m}).$$

+ Lan can:

$$g_2 = 0,34(\text{kN}).$$

+ Trụ lan can; (diện tích mặt cắt ngang $F = 0,15 \text{ (m}^2\text{)}$)

$$g_3 = F \times 1 \times \gamma_{bt} = 0,15 \times 1 \times 25 = 3,75(\text{kN})$$

❖ Bản kê trên 2 dầm.

Tải trọng tác dụng lên bản có tĩnh tải và hoạt tải, ta sẽ xét tĩnh tải tác dụng lên dải bản rộng 1000 mm theo phương dọc cầu:

+ Trọng lượng bản thân bản mặt cầu.

$$g = 1 \times h_f \times \gamma_c = 1000 \times 200 \times 2,5 \times 10^{-5} = 5(\text{N/mm}).$$

+ Trọng lượng tà vẹt $g_4 = 0,86 \text{ kN/m}$ (theo phương ngang cầu).

+ Ray và phụ kiện liên kết ray: $g_1 = 0.505(\text{kN})$.

+ Diện truyền tải của bánh xe xuống mặt cầu: Xem như tải trọng rải đều trên diện tích $(33 \times 2,2) \text{ m}$, chiều dài tà vẹt $L = 2,2 \text{ m}$.

+ Hệ số tải trọng: Tàu $n_h = 1,3$.

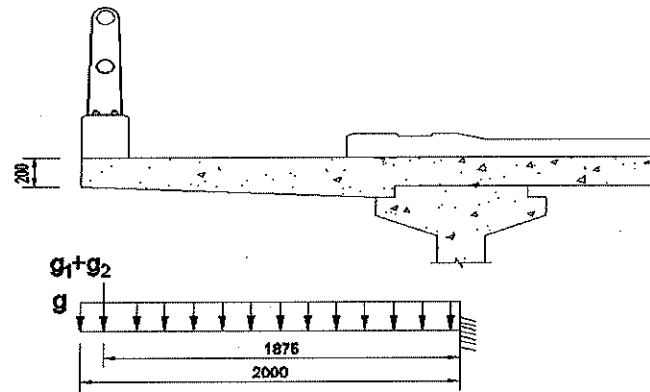
+ Hệ số xung kích $1 + \mu = 1 + \frac{10}{20 + \lambda} = 1 + \frac{10}{20 + 2} = 1,45$

+ Giá trị tải. $g_t = n_h \times (1 + \mu) \times \frac{P}{L} = 1,3 \times 1,45 \times \frac{140}{2,2} = 119.95(\text{kN/m}).$

2. TÍNH TOÁN CỐT THÉP

❖ Nội lực.

✚ Cánh hằng



Hình 1.3: Tải tác dụng lên bản hằng

+ Giá trị momen tại ngàm.

$$M = (1,5 \times g \times \frac{2^2}{2}) + 1,5 \times (g_2 + g_3) \times 1,875$$

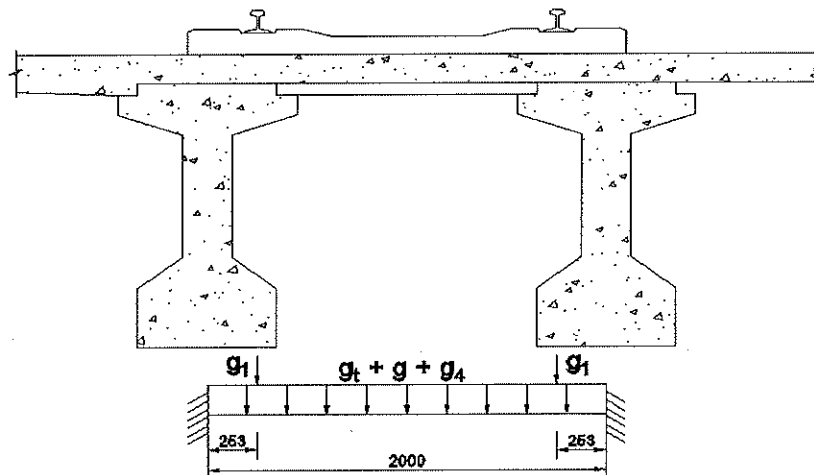
$$= (1,1 \times 5 \times 2) + (1,5 \times 4,08 \times 1,875) = 22,48 (\text{kNm}).$$

+ Giá trị lực cắt tại ngàm.

$$Q = (1,5 \times g \times 2) + 1,5 \times (g_2 + g_3)$$

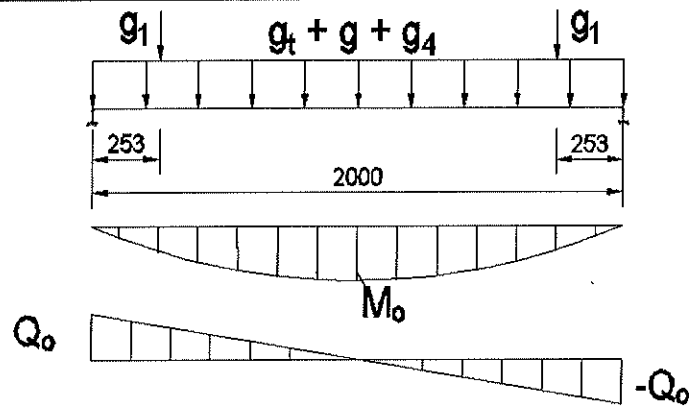
$$= (1,1 \times 5 \times 2) + (1,5 \times 4,08) = 17,12 (\text{kN}).$$

* Bản kê trên 2 cạnh.



Hình 1.4: Bản kê trên 2 cạnh

+ Khi tính toán ta đưa về sơ đồ dầm giản đơn như sau.

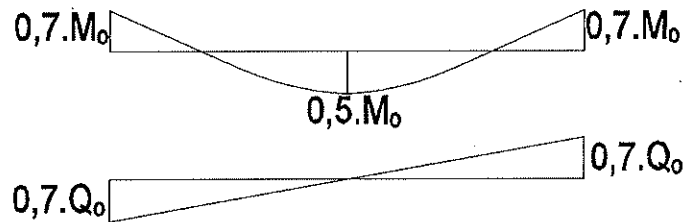


Hình 1.5: Biểu đồ momen bản kê hai cạnh.

$$\Rightarrow M_0 = 1,3 \times \left[0,505 \times \frac{2}{2} - 0,505 \times \left(\frac{2}{2} - 0,253 \right) \right] + \frac{128,57 \times 2^2}{8} = 64,46(\text{kNm}).$$

$$\Rightarrow Q_0 = 1,3 \times 0,505 + 128,57 = 129,23(\text{kN}).$$

+ Giá trị tính toán được quy đổi về sơ đồ 2 đầu ngàm như sau:



Hình 1.6: Quy đổi momen và lực cắt.

+ Lực cắt tính toán :

$$Q = \pm 129 \times 0,7 = 90,46(\text{kN}).$$

+ Momen tại giữa nhịp:

$$M_{giua} = 64,46 \times 0,5 = 32,23(\text{kNm}).$$

+ Momen tại gối:

$$M_{goi} = \pm 64,46 \times 0,7 = 45,12(\text{kNm}).$$

Vậy dùng bản kê trên 2 cạnh để tính toán cốt thép cho bản mặt cầu.

❖ Tính cốt thép.

✱ Phần bản chịu momen âm (tại gối).

+ Hệ số điều kiện làm việc của bê tông $\gamma_b = 0,9$.

$$\xi_R = 0,544; \alpha_R = 0,396$$

- + Sử dụng bê tông M500 có $R_b = 25,5 \text{ Mpa}$
- + Thép CIII có $R_s = R_{sc} = 365 \text{ MPa}$
- + Momen âm tại gối: $M = 45,12(\text{kNm})$.
- + Chiều rộng tiết diện tính toán: $b = 1000\text{mm}$.
- + Chiều cao tiết diện tính toán: $h_f = 200\text{mm}$.
- + Chiều cao làm việc: $H_o = h - a = 200 - 30 = 170(\text{mm})$.

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b R_b b h_0^2} = \frac{45,12 \times 10^6}{0,9 \times 25,5 \times 1000 \times 170^2} = 0,068 < \alpha_R$$

$$\xi_m = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,068} = 0,07$$

$$\Rightarrow \text{Diện tích cốt thép: } A_s = \frac{\xi_m R_b b h_0}{R_s} = \frac{0,07 \times 25,5 \times 1000 \times 170}{365} = 831,37 \text{ mm}^2.$$

Chọn $8\Phi 12$ có $A_s = 904 \text{ mm}^2$ để bố trí trong 1m chiều dài bản.

- + Kiểm tra hàm lượng cốt thép.

$$\mu_{\min} = 0,05\% \leq \mu = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{904}{1000 \times 170} \times 100 = 0,53\% \leq \mu_{\max} = \frac{\xi_R \gamma R_b}{R_s} = 2,9\% \text{ (thỏa}$$

mãn).

- * Phần bản chịu momen dương (tại nhịp).

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b R_b b h_0^2} = \frac{32,23 \times 10^6}{0,9 \times 25,5 \times 1000 \times 170^2} = 0,049$$

$$\xi_m = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,049} = 0,05$$

$$\Rightarrow \text{Diện tích cốt thép: } A_s = \frac{\xi_m R_b b h_0}{R_s} = \frac{0,05 \times 25,5 \times 1000 \times 170}{365} = 594 \text{ mm}^2$$

Chọn $9\Phi 10$ có $A_s = 711 \text{ mm}^2$ để bố trí trong 1m chiều dài bản

- + Kiểm tra hàm lượng cốt thép.

$$\mu_{\min} = 0,05\% \leq \mu = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{711}{1000 \times 170} \times 100 = 0,42\% \leq \mu_{\max} = \frac{\xi_R \gamma R_b}{R_s} = 2,9\%$$

(thỏa mãn).

- * Cốt đai.

- + Lực cắt lớn nhất tại ngàm $Q = 90,46(\text{kN})$.
- + Khả năng chịu lực của bê tông.

$$Q_{b\max} = R_{bt} \times b \times h_0 = 1,4 \times 2000 \times 170 = 476(\text{kN}) > Q.$$

+ Bê tông đủ khả năng chịu cắt

⇒ Bố trí cốt đai cầu tạo $\Phi 10$.

3. KIỂM TRA CƯỜNG ĐỘ VÀ NỨT CHO BẢN MẶT CẦU

❖ Khả năng chịu lực của tiết diện.

$$\xi = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s}{\gamma_b R_b b h_0} = \frac{365 \times (904 - 711)}{0,9 \times 25,5 \times 1000 \times 170} = 0,018 < \xi_R = 0,544$$

+ Chiều cao vùng nén.

$$x = \xi \times h_0 = 3,1 \text{ mm} < 2a' = 60 \text{ (mm)}.$$

+ Khả năng chịu lực.

$$M_p = R_s H_s (h_0 - a') = 365 \times 904 \times (170 - 30) = 46,19 > M_{\max} = 45,12 \text{ (kNm)}.$$

⇒ Bản đủ khả năng chịu lực.

❖ Khả năng chống nứt của tiết diện.

Sử dụng tải tiêu chuẩn để tính toán nứt.

+ Hệ số quy tính đổi.

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{210000}{38000} = 5,5$$

+ Diện tích tính đổi.

$$A_{\text{red}} = bh + \alpha(A_s + A'_s) = 208882,5 \text{ mm}^2$$

+ Momen tĩnh của A_{red} đối với trục qua mép chịu nén

$$S_{\text{red}} = \frac{b^2 h}{2} + \alpha(A'_s a' + A_s h_0) = 20813945 \text{ mm}^3$$

+ Khoảng cách từ trọng tâm của tiết diện đến mép chịu nén

$$x = \frac{S_{\text{red}}}{A_{\text{red}}} = 99,6 \text{ mm}.$$

+ Momen quán tính của A_{red} lấy đối với trục trọng tâm.

$$I_{\text{red}} = \frac{h(b-x)^3}{3} + \frac{bx^3}{3} + \alpha A_s ((h_0 - x)^2 + (x - a')^2) = 448725600 \text{ mm}^4$$

+ Momen chống uốn của tiết diện lấy đối với mép chịu kéo

$$W_{\text{red}} = \frac{I_{\text{red}}}{h - x} = 4487256 \text{ mm}^3$$

- + Khoảng cách từ trọng tâm đến đỉnh lõi tiết diện xa vùng kéo

$$r_{pl} = \frac{W_{red}}{A_{red}} = 21,48\text{mm}$$

- + Momen quán tính đối với trục trung hòa của bê tông vùng nén, của thép A_s và A'_s

$$I_{so} = A_s (h_0 - x)^2 = 4429600(\text{mm}^4)$$

$$I'_{so} = A'_s (x - a')^2 = 3483900(\text{mm}^4)$$

$$I'_{bo} = \frac{bx^3}{3} = 66666666,67\text{mm}^4$$

- + Momen tĩnh của bê tông chịu kéo

$$S_{bo} = 5000000(\text{mm}^3)$$

- + Moment chống uốn (dẻo) của tiết diện lấy với mép chịu kéo của tiết diện

$$W_{pl} = \frac{2(I'_{bo} + \alpha I_{so} + \alpha I'_{so})}{h - x} + S_{bo} = 6343090\text{mm}^3$$

- + Momen do ứng lực đối với trục dùng xác định M

$$M_{rp} = \sigma_{sc} (A_s (h_0 - x + r_{pl}) - A'_s (x - a' - r_{pl})) = 1950378,4\text{Nmm}$$

σ_{sc} : ứng suất co ngót trong bê tông, trường hợp thông thường bê tông tự đóng rắn

$$\sigma_{sc} = 40\text{MPa.}$$

- + Momen chống nứt của tiết diện.

$$M_{cr} = W_{pl} - M_{rp} = 643090 - 1950378,4 = 4392711,6(\text{Nmm}) = 43,93(\text{kNm}).$$

$$M_{cr} = 43,93(\text{kNm}) > M_{\max}^c = 31,52(\text{kNm}).$$

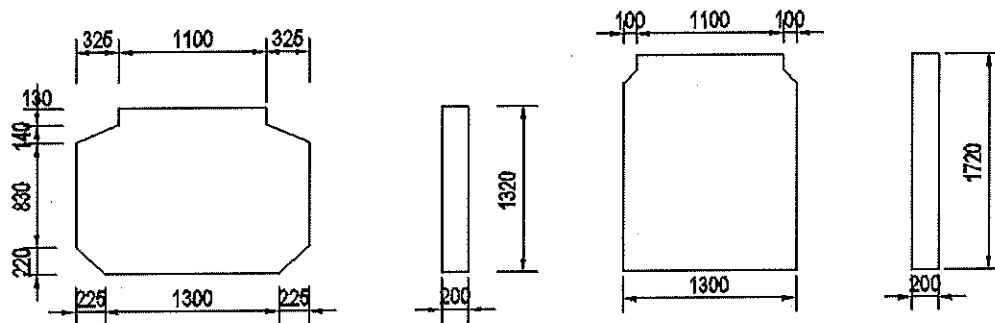
⇒ Đạt yêu cầu khả năng chống nứt.

CHƯƠNG III: THIẾT KẾ DẦM NGANG

1. DẦM NGANG.

❖ Kích thước dầm ngang.

Bố trí 7 dầm ngang cho mỗi nhịp: dầm ngang đầu cách đầu dầm 0,5; khoảng cách giữa các dầm ngang lần lượt là 5,3m.



Dầm ngang tại giữa nhịp

Dầm ngang tại gối

Hình 1.7: Mặt cắt dầm ngang.

❖ Trọng lượng dầm ngang

+ Thể tích 1 dãy gồm 3 dầm ngang đặt tại gối.

$$V_{\text{gối}} = 3.2.202.0.2 = 1,32 \text{ (m}^3\text{)}$$

+ Thể tích cốt thép trong dầm ngang đặt tại gối

$$V_{\text{gối thép}} = 1,4\%.1,32 = 0,018 \text{ (m}^3\text{)}$$

+ Thể tích thực của bê tông dầm ngang đặt tại gối

$$V_{\text{gối bt}} = 1,32 - 0,018 = 1,3 \text{ (m}^3\text{)}$$

+ Trọng lượng dầm ngang tại gối.

$$P_{\text{gối Ngang}} = (1,3.25 + 0,019.78,5).2 = 68,22 \text{ (kN)}$$

+ Thể tích 1 dãy gồm 3 dầm ngang đặt tại nhịp.

$$V_{\text{nhịp}} = 3.2.13.0.2 = 1,29 \text{ (m}^3\text{)}$$

+ Thể tích cốt thép trong dầm ngang tại nhịp

$$V_{\text{nhịp thép}} = 1,4\%.1,28 = 0,018 \text{ (m}^3\text{)}$$

+ Thể tích thực của bê tông dầm ngang tại nhịp

$$V_{\text{nhịp bt}} = 1,29 - 0,018 = 1,27 \text{ (m}^3\text{)}$$

+ Trọng lượng dầm ngang tại nhịp.

$$P_{nhịp_{Ngang}} = (1,27.25 + 0,018.78,5).4 = 134,65 \text{ (kN)}$$

+ Tổng trọng lượng dầm ngang tại 1 nhịp 33 m.

$$P_n = 68,22 + 134,65 = 202,87 \text{ (kN)}$$

+ Trọng lượng dầm ngang tính cho 1 m dài cầu :

$$g_{dn} = 202,87/33 = 6,15 \text{ (kN/m)}$$

1.1 Tải tác dụng

Dầm ngang có nhiệm vụ liên kết các dầm chủ theo phương ngang cầu, tăng cường làm việc cho bản mặt cầu, tăng độ cứng và phân phối tải trọng giữa các dầm chủ.

❖ Tính tải tác dụng.

+ Tải trọng do bản mặt cầu.

$$g = 5300 \times h_f \times \gamma_c = 1000 \times 200 \times 2,5 \times 10^{-5} = 26,5 \text{ (N / mm)}.$$

+ Ray và phụ kiện liên kết ray.

$$g_1 = 0,505 \text{ kN/m}$$

+ Nền bê tông liên kết và tà vẹt

$$g_3 = 0,86 \text{ kN/m}$$

+ Trọng lượng bản thân dầm ngang

$$g_{dn} = \gamma_c \times h \times b = 25 \times 1,3 \times 0,2 = 6,5 \text{ (kN / m)}.$$

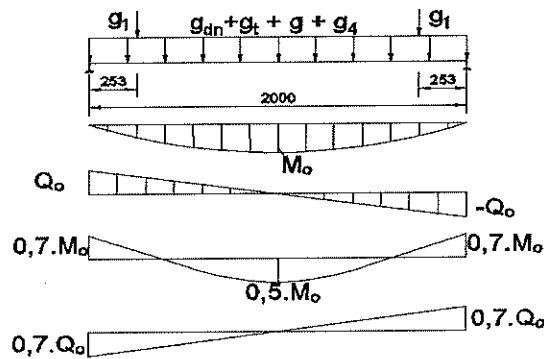
❖ Hoạt tải tác dụng.

+ Hệ số vượt tải: $n_h = 1,3$ (chiều dài đặt tải $\lambda = 2\text{m}$).

+ Hệ số xung kích: $1 + \mu = 1 + \frac{10}{20 + \lambda} = 1 + \frac{10}{20 + 2} = 1,45$

+ Diện truyền tải của bánh xe xuống mặt cầu: Xem như tải trọng rải đều trên diện tích $(33 \times 2,2)$ m, chiều dài tà vẹt $L = 2,2$ m.

$$g_t = n_h \times (1 + \mu) \times \frac{P}{L} = 1,3 \times 1,45 \times \frac{140}{2,2} = 119,95 \text{ (kN / m)}.$$



Hình 1.8: Quy đổi và tính toán nội lực.

+ Nội lực tính toán.

$$\Rightarrow M_o = 1,3 \times \left[0,505 \times \frac{2}{2} - 0,505 \times \left(\frac{2}{2} - 0,253 \right) \right] + \frac{138,32 \times 2^2}{8} = 69,25 (\text{kNm}).$$

$$\Rightarrow Q_o = 1,3 \times 0,505 + 138,32 = 138,98 (\text{kN}).$$

Nội lực quy đổi.

+ Lực cắt tính toán :

$$Q = \mp 138,98 \times 0,7 = \pm 97,29 (\text{kN}).$$

+ Momen tại giữa nhịp:

$$M_{\text{giữa}} = 69,25 \times 0,5 = 34,63 (\text{kNm}).$$

+ Momen tại gối:

$$M_{\text{gối}} = \pm 69,25 \times 0,7 = 48,48 (\text{kNm}).$$

1.2 Thiết kế cốt thép.

❖ Phần bản chịu momen âm (tại gối).

+ Hệ số điều kiện làm việc của bê tông $\gamma_b = 0,9$.

$$\xi_R = 0,544; \alpha_R = 0,396$$

+ Sử dụng bê tông M500 có $R_b = 25,5 \text{ Mpa}$

+ Thép CIII có $R_s = R_{sc} = 365 \text{ MPa}$

+ Momen âm tại gối: $M = 48,48 (\text{kNm})$.

+ Chiều rộng tiết diện tính toán: $b = 200 \text{ mm}$.

+ Chiều cao tiết diện tính toán: $h_f = 1300 \text{ mm}$.

+ Chiều cao làm việc : $H_0 = h - a = 1300 - 50 = 1250 (\text{mm})$

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b R_b b h_0^2} = \frac{48,48 \times 10^6}{0,9 \times 25,5 \times 200 \times 1250^2} = 0,007$$

$$\xi_m = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,007} = 0,007$$

$$\Rightarrow \text{Diện tích cốt thép: } A_s = \frac{\xi_m R_b b h_0}{R_s} = \frac{0,007 \times 25,5 \times 200 \times 1250}{365} = 122,26 \text{ mm}^2$$

Chọn 2Φ12 có $A_s = 226,2 \text{ mm}^2$

+ Kiểm tra hàm lượng cốt thép

$$\mu_{\min} = 0,05\% \leq \mu = \frac{A_s}{b h_0} = \frac{226,2}{200 \times 1250} = 0,09\% \leq \mu_{\max} = \frac{\xi_R \gamma R_b}{R_s} = 2,9\% (\text{thỏa mãn}).$$

❖ Thiết kế thép cho phần dầm chịu momen dương (tại nhịp).

+ Hệ số điều kiện làm việc của bê tông $\gamma_b = 0,9$.

$$\xi_R = 0,544; \alpha_R = 0,396$$

+ Sử dụng bê tông M500 có $R_b = 25,5 \text{ Mpa}$

+ Thép CIII có $R_s = R_{sc} = 365 \text{ MPa}$

+ Momen âm tại gối: $M = 34,63 (\text{kNm})$.

+ Chiều rộng tiết diện tính toán: $b = 200 \text{ mm}$.

+ Chiều cao tiết diện tính toán: $h_f = 1300 \text{ mm}$.

+ Chiều cao làm việc: $H_0 = h - a = 1300 - 50 = 1250 (\text{mm})$

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b R_b b h_0^2} = \frac{34,63 \times 10^6}{0,9 \times 25,5 \times 200 \times 1250^2} = 0,005$$

$$\xi_m = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,005} = 0,005$$

$$\Rightarrow \text{Diện tích cốt thép: } A_s = \frac{\xi_m R_b b h_0}{R_s} = \frac{0,005 \times 25,5 \times 200 \times 1250}{365} = 87,32 \text{ mm}^2$$

Chọn 2Φ12 có $A_s = 226,2 \text{ mm}^2$

+ Kiểm tra hàm lượng cốt thép

$$\mu_{\min} = 0,05\% \leq \mu = \frac{A_s}{b h_0} = \frac{226,2}{200 \times 1250} = 0,09\% \leq \mu_{\max} = \frac{\xi_R \gamma R_b}{R_s} = 2,9\% (\text{thỏa mãn}).$$

1.3 Kiểm toán dầm ngang.

❖ Tính khả năng chịu lực của tiết diện.

$$\xi = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s}{\gamma_b R_b b h_0} = \frac{365 \times (226,2 - 226,2)}{0,9 \times 25,5 \times 200 \times 1250} = 0 < \xi_R = 0,544$$

+ Chiều cao vùng chịu nén

$$x = \xi h_0 = 0$$

+ Khả năng chịu lực

$$M_p = R_s A_s (h_0 - a') = 365 \times 226,2 \times (1250 - 50) = 99,08 > M_{\max} = 48,48 (kNm)$$

⇒ Vậy tiết diện đủ khả năng chịu lực.

❖ Kiểm tra độ võng.

+ Hoạt tải rải đều tiêu chuẩn có kể đến hệ số xung kích.

$$g_t = (1 + \mu) \times \frac{P}{L} = 1,45 \times \frac{140}{2,2} = 92,27 (kN / m).$$

+ Momen quán tính của tiết diện.

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{200 \times 1300^3}{12} = 3,66 \times 10^{10} \text{ mm}^4.$$

+ Độ võng lớn nhất.

$$f_{\max} = \frac{1}{384} \frac{ql^4}{EI} = \frac{1}{384} \times \frac{92,27 \times 2000^4}{38000 \times 3,66 \times 10^{10}} = 0,003 \text{ mm} < [f] = \frac{2000}{800} = 2,5 \text{ mm}$$

⇒ Thỏa điều kiện độ võng.

CHƯƠNG IV: THIẾT KẾ DẦM CHỦ.

1. DẦM CHỦ.

1.1. Lựa chọn kích thước

❖ Kích thước mặt cắt ngang.

+ Chiều cao dầm chủ:

$$h = \left(\frac{1}{15} \div \frac{1}{20}\right) L_{nhịp} = (1,65 \div 2,2).$$

+ Chọn $h = 1,8 \text{ m}$.

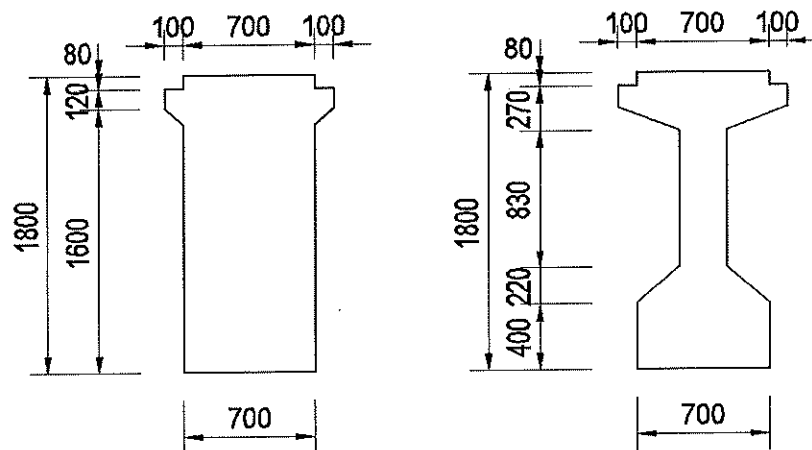
+ Bề dày sườn dầm : $b_b = 250 \text{ mm}$.

+ Bề rộng bầu dầm : $b_c = 700 \text{ mm}$

+ Chiều cao bầu dầm: $h_c = 400 \text{ mm}$

+ Vút bầu dầm: $V_c = 225 \text{ mm}$

+ Bề rộng cánh trên: $b_{c'} = 700 \text{ mm}$



Hình 1.9: Mặt cắt ngang dầm chính.

❖ Mặt cắt tính toán.

+ Mặt cắt tại gối: $x_1 = 0 \text{ m}$

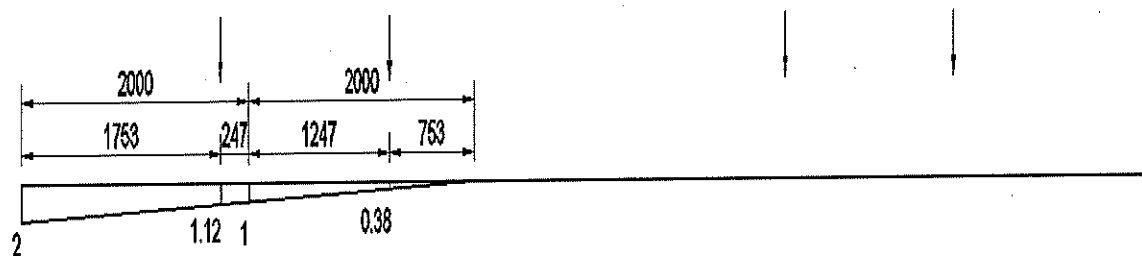
+ Mặt cắt tại vị trí thay đổi tiết diện: $x_2 = 1,5 \text{ m}$

+ Mặt cắt tại $L/4$: $x_3 = \frac{L_{tt}}{4} = \frac{32,425}{4} = 8,1 \text{ m}$

+ Mặt cắt giữa nhịp $L/2$: $x_4 = \frac{L_{tt}}{2} = \frac{32,425}{2} = 16,21 \text{ m}$

1.2. Xác định tải trọng tác dụng lên dầm chủ.

- ❖ Hệ số phân phối ngang.
- ✚ Dầm biên.
- + Với một bên chịu tải trọng, dùng phương pháp đòn bẩy.



Hình 2.1: Sơ đồ tính hệ số phân phối ngang dầm biên (1 bên).

- + Hệ số phân phối ngang do tàu gây ra tại dầm biên:

$$\eta_t = \frac{1}{2} \sum y_i = 0,5 \times (1,12 + 0,38) = 0,75 \Rightarrow m \times \eta = 0,75$$

- + Hai bên chịu tải trọng, dùng phương pháp nén lệch tâm ($m = 0,9$).

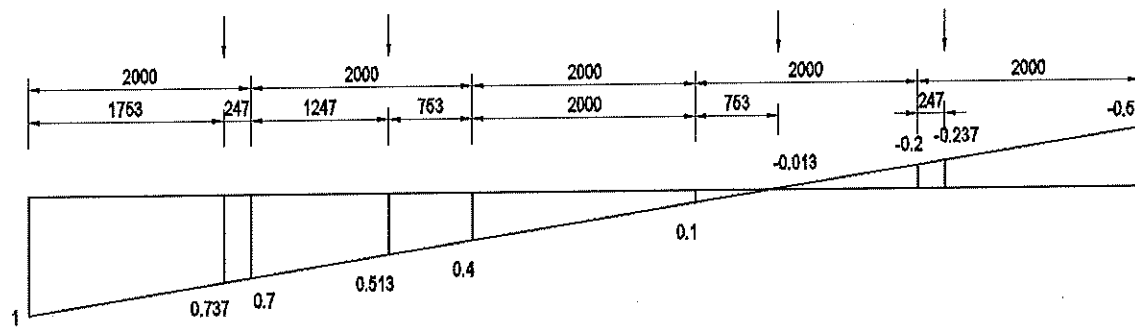
$$+ \text{ Ta có đường ảnh hưởng dầm biên: } \begin{cases} y_1 = \frac{1}{n} + \frac{1}{2} \times \frac{a_i \cdot a_i}{\sum a_i^2} \\ y_{1'} = \frac{1}{n} - \frac{1}{2} \times \frac{a_i \cdot a_i}{\sum a_i^2} \end{cases}$$

Trong đó:

- + n – số dầm chủ; a_i – khoảng cách giữa 2 dầm đối xứng.
- + Ta có: $a_1 = 6000 \text{ mm}$; $a_2 = 2000 \text{ mm}$.

$$\Rightarrow \sum a_i^2 = 6000^2 + 2000^2 = 40 \times 10^6.$$

$$\Rightarrow \begin{cases} y_1 = \frac{1}{4} + \frac{1}{2} \times \frac{6.000 \times 6.000}{40 \times 10^6} = 0,7 \\ y_{1'} = \frac{1}{4} - \frac{1}{2} \times \frac{6.000 \times 6.000}{40 \times 10^6} = -0,2 \end{cases}$$



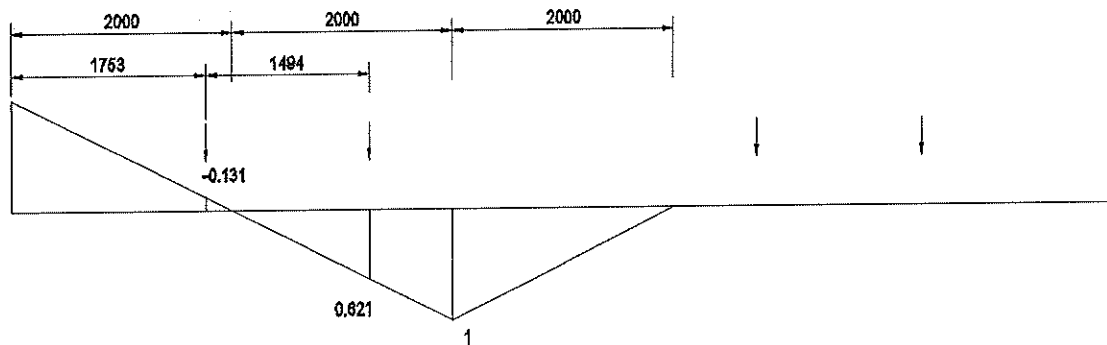
Hình 2.2: Sơ đồ tính hệ số phân phối ngang dầm biên (2 bên).

+ Hệ số phân phối ngang do tàu:

$$\eta_t = \frac{1}{2} \sum y_i = \frac{1}{2} (0,737 + 0,513 + 0,013 - 0,237) = 0,5 \Rightarrow m \times \eta = 0,45$$

✦ Dầm trong.

+ Với một bên chịu tải trọng, dùng phương pháp đòn bẩy.



Hình 2.3: Sơ đồ tính hệ số phân phối ngang dầm trong (1 bên).

+ Hệ số phân phối ngang do tàu gây ra tại dầm trong:

$$\eta_t = \frac{1}{2} \sum y_i = 0,5 \times (0,621 - 0,131) = 0,245 \Rightarrow m \times \eta = 0,245$$

+ Hai bên chịu tải trọng, dùng phương pháp nén lệch tâm ($m = 0,9$).

+ Ta có đường ảnh hưởng dầm biên:

$$\begin{cases} y_1 = \frac{1}{n} + \frac{1}{2} \times \frac{a_1 \cdot a_i}{\sum a_i^2} \\ y_{1'} = \frac{1}{n} - \frac{1}{2} \times \frac{a_1 \cdot a_i}{\sum a_i^2} \end{cases}$$

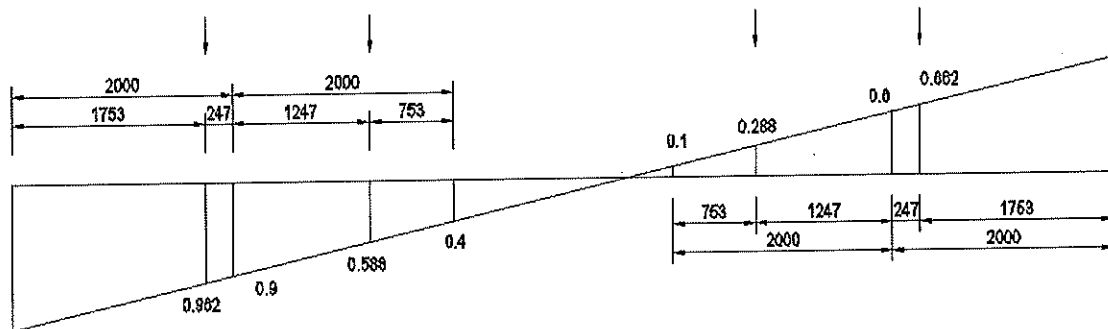
Trong đó:

+ n – số dầm chủ; a_i – khoảng cách giữa 2 dầm đối xứng.

+ Ta có: $a_1 = 2000 \text{ mm}$; $a_2 = 2000 \text{ mm}$.

$$\Rightarrow \sum a_i^2 = 6000^2 + 2000^2 = 40 \times 10^6.$$

$$\Rightarrow \begin{cases} y_1 = \frac{1}{4} + \frac{1}{2} \times \frac{2.000 \times 6.000}{40 \times 10^6} = 0,4 \\ y_1' = \frac{1}{4} - \frac{1}{2} \times \frac{2.000 \times 6.000}{40 \times 10^6} = -0,1 \end{cases}$$



Hình 2.4: Sơ đồ tính hệ số phân phối ngang dầm trong (2 bên).

+ Hệ số phân phối ngang do tàu gây ra tại dầm trong:

$$\eta_t = \frac{1}{2} \sum y_i = 0,5 \times (0,962 + 0,588 - 0,288 - 0,662) = 0,3 \Rightarrow m \times \eta = 0,27$$

Bảng 1.7: Hệ số phân phối ngang.

Số làn	Dầm biên	Dầm trong
1	0,75	0,245
2	0,45	0,27

1.3. Tính toán nội lực.

❖ Tính tải.

+ Trọng lượng bản thân dầm, (giai đoạn chưa liên kết bản mặt cầu).

$$A_{\text{giữa nhịp}} = 0,845 \text{ (m}^2\text{)}; A_{\text{gối}} = 1,288 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\rightarrow g_{dc} = \frac{0,845 \times 2,5 \times 2 \times 25 + 1,288 \times 28 \times 25}{33} = 30,52 \text{ (kN / m)}$$

+ Giai đoạn đổ bản mặt cầu.

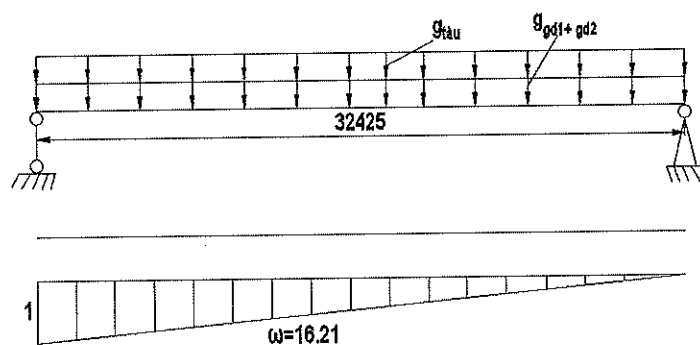
Bảng 1.8: Tải trọng tác dụng vào dầm chủ.

Cấu kiện	Hệ số n_i	Trọng lượng g_i (kN)	$n_i g_i$ (kN/m)	$\Sigma n_i g_i$ (kN/m)
Dầm dọc	1,1	30,52	33,57	59,67
Dầm ngang	1,1	6,12	6,732	
Bản mặt cầu	1,5	5	7,5	
Lan can	1,5	0,34	0,51	
Tà vệt	1,3	5	6,5	
Ray	1,3	2,06	2,678	

❖ Hoạt tải.

✱ Các mặt cắt đặc trưng:

+ Mặt cắt tại gối:



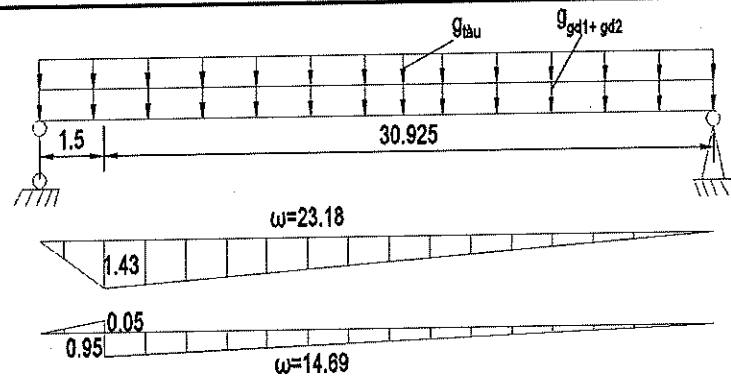
Hình 2.5: Đường ảnh hưởng momen và lực cắt tại gối

+ Diện tích các đường ảnh hưởng:

Momen: $\omega_m = 0$

Lực cắt: $\omega_v = \frac{1}{2} \times 1 \times 32,425 = 16,21.$

+ Mặt cắt thay đổi tiết diện $L = 1,5m$.



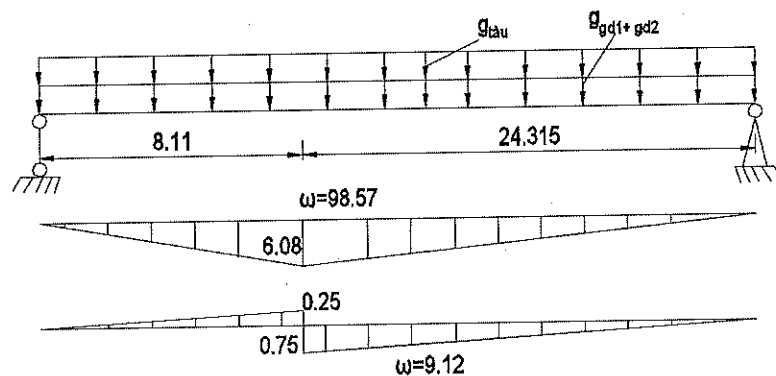
Hình 2.6: Đường ảnh hưởng momen và lực cắt tại L=1,5m.

+ Diện tích các đường ảnh hưởng:

Momen: $\omega_{m2} = 0,5 \times 1,43 \times 32,425 = 23,18$

Lực cắt: $\omega_{v2} = \frac{1}{2} \times (0,95 \times 30,925 - 0,05 \times 1,5) = 14,65$

+ Mặt cắt L/4.



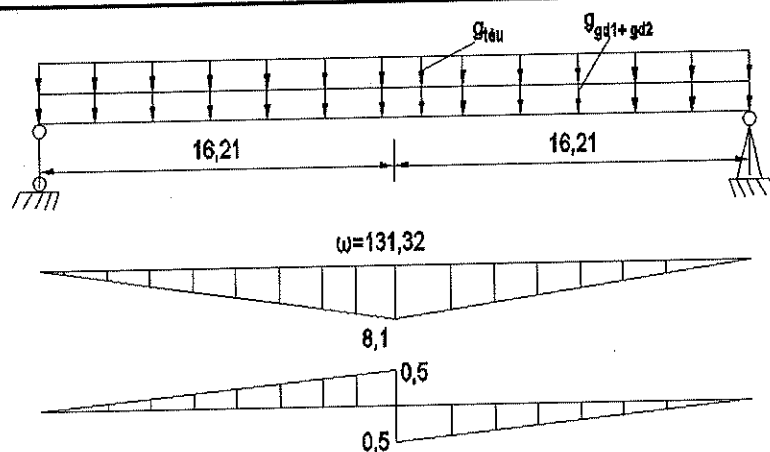
Hình 2.7: Đường ảnh hưởng momen và lực cắt tại L=8,11m.

+ Diện tích các đường ảnh hưởng:

Momen: $\omega_{m3} = 0,5 \times 6,08 \times 32,425 = 98,57$

Lực cắt: $\omega_{v3} = \frac{1}{2} \times (0,75 \times 24,315 - 0,25 \times 8,11) = 8,1$

+ Mặt cắt L/2.



Hình 2.8: Đường ảnh hưởng momen và lực cắt tại $L=L/2m$.

+ Diện tích các đường ảnh hưởng:

Momen: $\omega_{m4} = 0,5 \times 8,1 \times 32,425 = 131,32$

❖ Tổng hợp nội lực tiêu chuẩn và tính toán.

✱ Tính tải.

Bảng 1.9: Momen tiêu chuẩn và tính toán giai đoạn chưa đổ bản mặt cầu.

Mặt cắt	ω_M	G (kN/m)	$M_{tt} = \omega_m G$ (kNm)	M_{tt}^{tc} (kNm)
X ₁	0	33,57	0	0
X ₂	23,18	33,57	778,15	707,45
X ₃	98,57	33,57	3308,99	3008,36
X ₄	131,22	33,57	4405,06	4004.83

Bảng 2.1: Lực cắt tính toán và tiêu chuẩn chưa đồ bản mặt cầu.

Mặt cắt	ω_v	G (kN/m)	$V_{tt}^n = G \cdot \omega_v$ (kNm)	V_{tt}^{tc} (kNm)
X ₁	16,21	33,57	544,17	4494,73
X ₂	14,65	33,57	491,8	447,12
X ₃	8,1	33,57	271,92	247,21
X ₄	0	33,57	0	0

Bảng 2.2: Momen tiêu chuẩn và tính toán giai đoạn đồ bản mặt cầu.

Mặt cắt	ω_M	G (kN/m)	$M_{tt} = \omega_m G$ (kNm)	M_{tt}^{tc} (kNm)
X ₁	0	59,67	0	0
X ₂	23,18	59,67	1383,15	1182,64
X ₃	98,57	59,67	5881,67	5029,04
X ₄	131,22	59,67	7829.9	6694,84

Bảng 2.3: Lực cắt tính toán và tiêu chuẩn giai đoạn đồ bản mặt cầu.

Mặt cắt	ω_v	G (kN/m)	$V_{tt}^n = G \cdot \omega_v$ (kNm)	V_{tt}^{tc} (kNm)
X ₁	16,21	59,67	967,25	827,03
X ₂	14,65	59,67	874,17	747,44
X ₃	8,1	59,67	483,33	413,26
X ₄	0	59,67	0	0

❖ Hoạt tải.

+ Nội lực của hoạt tải xác định theo công thức: $S_0 = n_h(1+\mu)\eta k_{td} \Omega$

Trong đó:

+ Hệ số tải trọng: $Tàu n_h = 1,2$ (với chiều dài đặt tải 32,425m).

+ Hệ số xung kích: $1+\mu = 1 + \frac{10}{20+\lambda} = 1 + \frac{10}{20+32,425} = 1,19$

+ Hệ số phân bố ngang: $Tàu \eta = 0,75$ (giá trị lớn nhất ở các lần xếp tải).

Bảng 2.4: Lực cắt do hoạt tải tàu.

Mặt cắt	ω_V	k_{td} (kN/m)	$V_t^{tt} = n_h \cdot (1+\mu) \cdot \eta \cdot k_{td} \omega_V$ (kN)	$V_t^{tc} = (1+\mu) \cdot \eta \cdot k_{td} \omega_V$ (kN)
X ₁	16,21	69,2	1201,37	1001,15
X ₂	14,65	70	1098,31	915,26
X ₃	8,1	67,48	585,4	487,83
X ₄	0	75,46	0	0

Bảng 2.5: Momen tính toán và tiêu chuẩn do hoạt tải tàu

Mặt cắt	ω_V	k_{td} (kN/m)	$V_t^{tt} = n_h \cdot (1+\mu) \cdot \eta \cdot k_{td} \omega_V$ (kN)	$V_t^{tc} = (1+\mu) \cdot \eta \cdot k_{td} \omega_V$ (kN)
X ₁	16,21	69,2	1201,37	1001,15
X ₂	14,65	70	1098,31	915,26
X ₃	8,1	67,48	585,4	487,83
X ₄	0	75,46	0	0

❖ Tổng hợp nội lực.

Bảng 2.6: Momen tính toán

Mặt cắt	M_{tt} (kNm)	M_t (kNm)	M (kNm)
X_1	0	0	0
X_2	1383,15	1717,94	3101,09
X_3	5881,67	6576,92	12458,59
X_4	7829,9	8007,78	15837,68

Bảng 2.7: Lực cắt tính toán

Mặt cắt	V_{tt} (kNm)	V_t (kNm)	V (kNm)
X_1	967,25	1201,37	2168,62
X_2	874,17	1098,31	1972,48
X_3	483,33	585,4	1068,73
X_4	0	0	0

Bảng 2.8: Momen tiêu chuẩn

Mặt cắt	M_{tt}^{tc} (kNm)	M_t^{tc} (kNm)	M (kNm)
X_1	0	0	0
X_2	1182,64	1431,62	2614,26
X_3	5029,04	5480,76	10509,8
X_4	6694,84	6673,15	13367,99

Bảng 2.9: Lực cắt tiêu chuẩn

Mặt cắt	V_{tt}^{tc} (kNm)	V_t^{tc} (kNm)	V (kNm)
X_1	827,03	1001,15	1828,18
X_2	747,44	915,26	1662,7
X_3	413,26	487,83	901,09
X_4	0	0	0

Bảng 3.1: Bảng momen và lực cắt lớn nhất

Nội Lực	Chưa liên kết bản mặt cầu	Liên kết bản mặt cầu
M (kN/m)	4405,06	15837,68
Q (kN)	544,17	1828,18

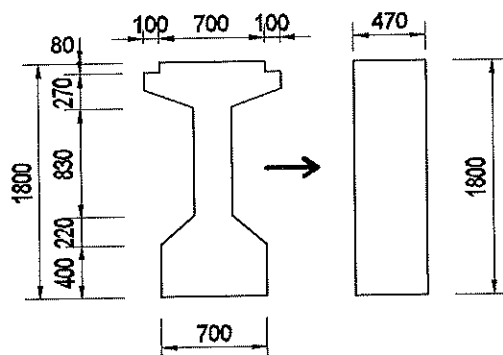
1.4. Tính toán cốt thép

❖ Cốt thép thường.

✚ Momen do tải trọng đầm gây ra.

+ $M = 4405,06(\text{kN.m})$.

Kích thước mặt cắt ngang tính đổi



Hình 2.9: Mặt cắt tính đổi

1.4.1. Tính cốt thép thường.

✦ Cốt cấu tạo

+ Sử dụng bê tông M500 có $R_b = 22 \text{ Mpa}$; $R_{bt} = 1,4 \text{ Mpa}$.+ Hệ số điều kiện làm việc của bê tông $\gamma_b = 0,9$.

$$\xi_R = 0,544$$

+ Thép CIII có $R_s = 365 \text{ Mpa}$ + Giả thiết $a = 60 \text{ mm}$, tính $h_0 = 1800 - 60 = 1740 \text{ mm}$.

+ Chiều cao vùng nén của bê tông:

$$x = h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2M}{R_b \times b}} = 1740 - \sqrt{1740^2 - \frac{2 \times 4405,06 \times 10^6}{22 \times 470}} = 265 \text{ mm} < \xi_R \times h_0 = 947 \text{ mm}$$

$$\text{Tính } A_s: A_s = \frac{R_b \times b \times x}{R_s} = \frac{22 \times 470 \times 265}{365} = 7507,12 (\text{mm}^2).$$

+ Ta chỉ lấy 40% để tính cốt thép thường : $60\% \times 7507,12 = 4504,27 (\text{mm}^2)$ ⇒ Chọn 9Φ28 có $A_s = 5541 (\text{mm}^2)$.

+ Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối thiểu và tối đa:

$$\mu_{\min} = 0,05\% \leq \mu = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{4504,27}{470 \times 1740} \times 100 = 0,55\% \leq \mu_{\max} = \frac{\xi_R \gamma R_b}{R_s} = 4\%$$

✦ Tính toán cốt đai:

+ Lực cắt tĩnh tải lớn nhất: $V = 827,03 (\text{kN})$.

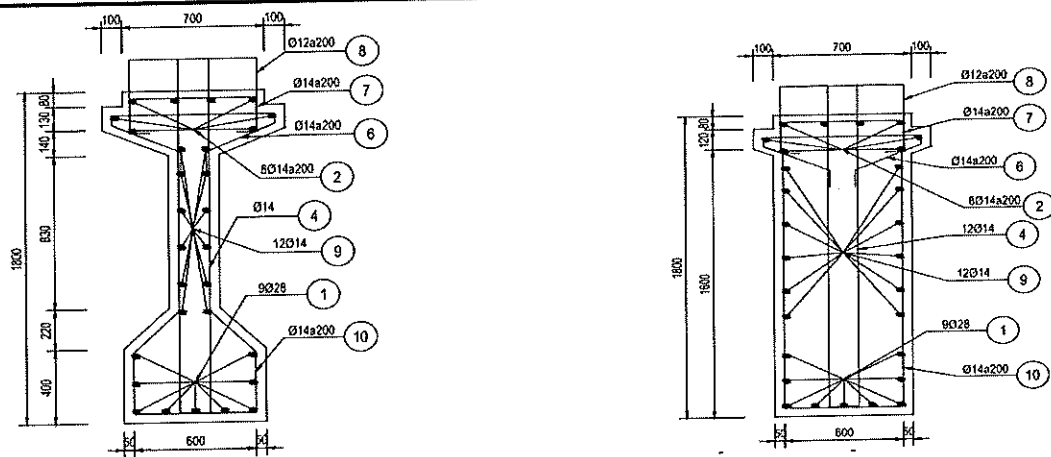
+ Khả năng chịu lực của bê tông.

$$Q_{b\max} = R_{bt} b h_0 = 1,4 \times 470 \times 1740 = 1145 (\text{kN})$$

⇒ Bê tông đủ khả năng chịu lực không cần tính toán cốt đai, bố trí cấu tạo cốt đai.

+ Bố trí cốt đai Φ14a200.

Bố trí cốt thép để tạo hệ khung cốt thép cho dầm.



Hình 3.1: Cốt thép dầm chủ.

1.4.2. Tính cấp DƯỠNG.

Xác định lượng cốt thép cần thiết theo công thức gần đúng [11].

+ Chiều cao làm việc của dầm:

$$h'_0 = \frac{1}{\sqrt{\alpha(1-0,5\alpha)}} \sqrt{\frac{M}{b_1 R_u}} = \frac{1}{\sqrt{0,09(1-0,5 \times 0,009)}} \sqrt{\frac{158376800}{200 \times 255}} = 202(\text{cm})$$

+ Dầm giản đơn lấy $\alpha = 0,09$

+ M: momen lớn nhất do tĩnh tải và hoạt tải tính toán $M = 158376800 \text{ kgcm}$

+ Diện tích cốt thép dự ứng lực.

$$F_d = \alpha b_c h'_0 R_u = 0,09 \times 200 \times 202 \times \frac{255}{8500} = 109,1(\text{cm}^2)$$

+ Dùng cáp 15,2mm.

+ Diện tích 1 tao cáp $A_{ps1} = 140 \text{ mm}^2$.

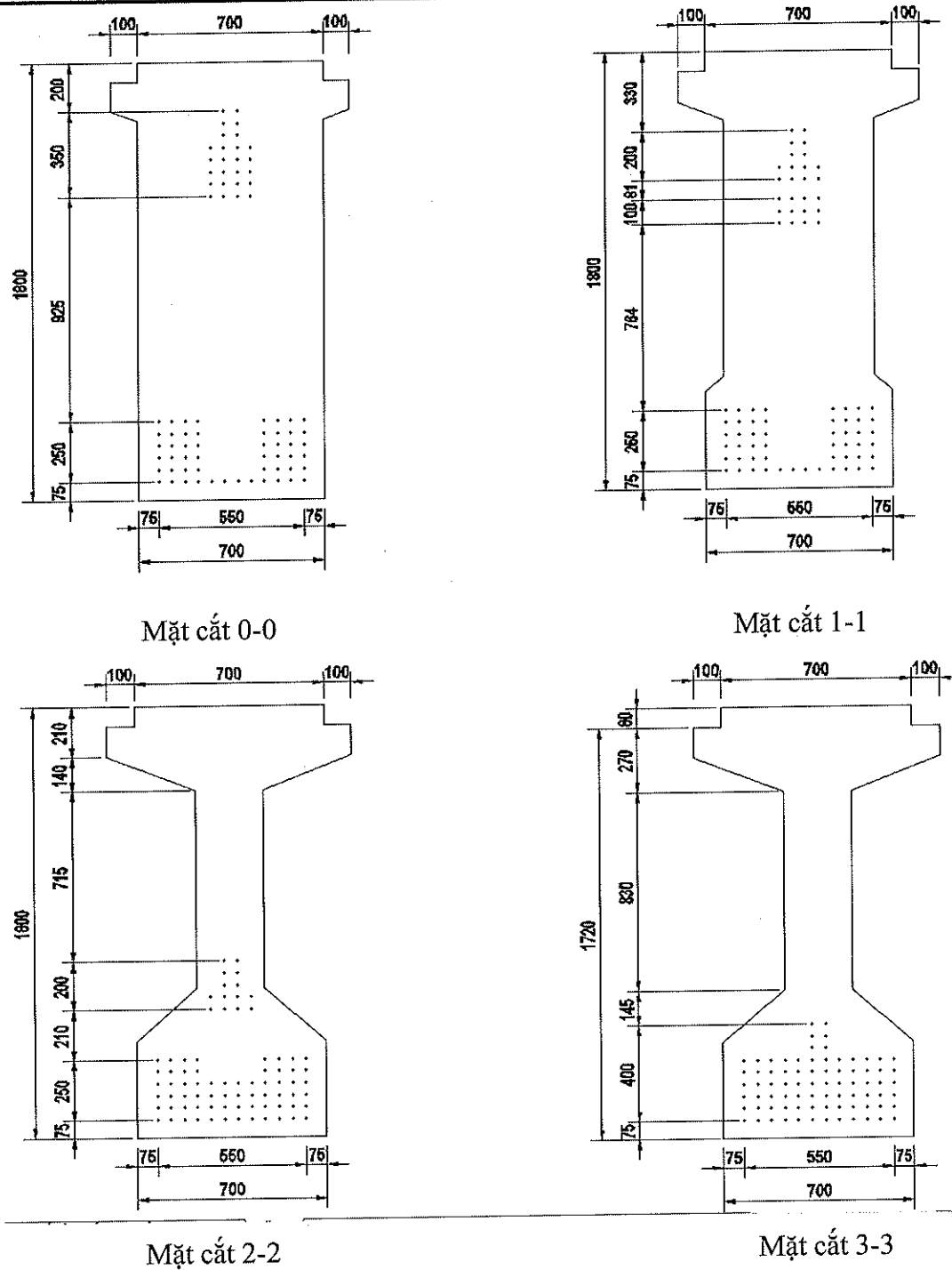
+ Số tao cáp cần thiết:

$$n = \frac{F_d}{A} = \frac{109,1}{1,4} = 77,9 (\text{tao})$$

⇒ Chọn 78 tao.

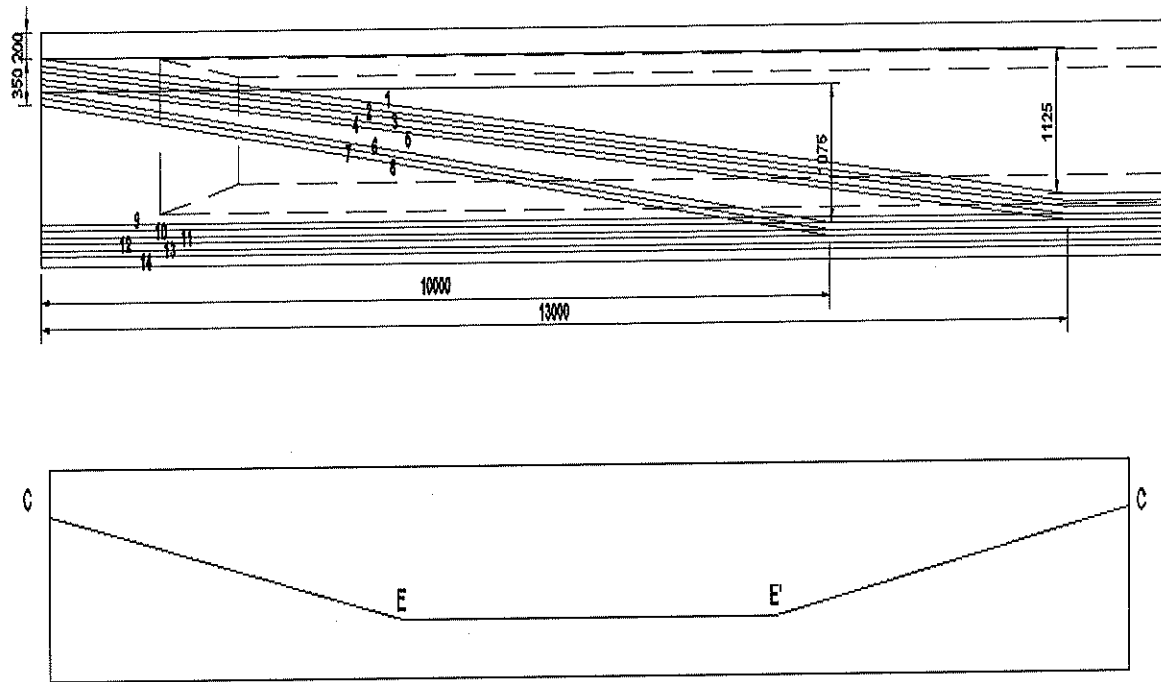
1.5. Bố trí cáp DƯỠNG.

❖ Mặt cắt bố trí cáp.



Hình 3.2: Mặt cắt bố trí cáp DUL dầm chủ.

❖ Bố trí cáp theo phương dọc dầm.



Hình 3.3: Mặt cắt bố trí cáp DUL dọc dầm chủ.

Bảng 3.2: Bảng xác định các yếu tố và góc của cốt thép DUL.

Tên cốt thép	tga	h(cm)	l(cm)	CE	EE'	Lsợi(sợi)
1(2 tao hàng 1)	0,0865	112,5	1300	1304,9	700	3309,8
2(2 tao hàng 2)	0,0865	112,5	1300	1304,9	700	3309,8
3(2 tao hàng 3)	0,0865	112,5	1300	1304,9	700	3309,8
4(4 tao hàng 4)	0,0865	112,5	1300	1304,9	700	3309,8
5(4 tao hàng 5)	0,0865	112,5	1300	1304,9	700	3309,8
6(4 tao hàng 6)	0,1125	112,5	1000	1006,3	1300	3312,6
7(4 tao hàng 7)	0,1125	112,5	1000	1006,3	1300	3312,6
8(4 tao hàng 8)	0,1125	112,5	1000	1006,3	1300	3312,6
9(8 tao còn lại hàng 4)	0	0	3300	0	3300	3300
10(8 tao còn lại hàng 5)	0	0	3300	0	3300	3300
11(8 tao còn lại hàng 6)	0	0	3300	0	3300	3300

Để giảm ứng suất kéo đầu dầm nên sẽ thiết kế các đoạn cáp không dính bám với bê tông bằng cách bọc cáp trong ống plastic hoặc ống cao su cứng.

1.6. Tính toán mất mát ứng suất.

Bảng 3.3: Số tạo cáp dính bám.

HÀNG	TỌA ĐỘ	0 - 0	1 - 1	2 - 2	3 - 3
A	75	12	12	12	12
B	125	12	12	12	12
C	175	12	12	12	12
D	225	12	12	12	12
E	275	12	12	12	12
F	325	12	12	12	12
I	375	2	2	2	2
K	425	2	2	2	2
L	475	2	2	2	2

❖ Tính tọa độ trọng tâm cốt thép dự ứng lực tại các mặt cắt.

✚ Tính cho mặt cắt 3 - 3 cách đầu dầm 13000mm.

+ Diện tích cốt thép DUL tại mặt cắt:

$$F_{ps}^2 = \sum_{i=1}^4 (F_{ps1} \cdot n_{ps1_i}) = 140 \times 78 = 10920 \text{ mm}^2.$$

+ Tọa độ trọng tâm các cốt thép DUL so với đáy dầm.

$$C_{ps}^2 = \frac{\left[\sum_{i=1}^4 (y_{ps1} \cdot n_{ps1_i}) \right]}{\sum_{i=1}^4 n_{ps1_i}} = \frac{12 \times (75 + 125 + 175 + 225 + 275 + 325) + 2 \times (375 + 425 + 475)}{78} = 217,3 \text{ mm}$$

Trong đó:

- + i là hàng cáp thứ i .
- + y_{ps}^i là trọng tâm cáp DUL của hàng cáp thứ i (so với đáy dầm chủ).
- + n_{ps}^i là số tao cáp trong hàng cáp thứ i .

Khoảng cách từ tọa độ trọng tâm cốt thép đến thớ trên dầm:

$$d_{ps} = H - C_{ps} = 1,8 - 0,2173 = 1,583 \text{ m.}$$

Ta tính tương tự cho các mặt cắt còn lại.

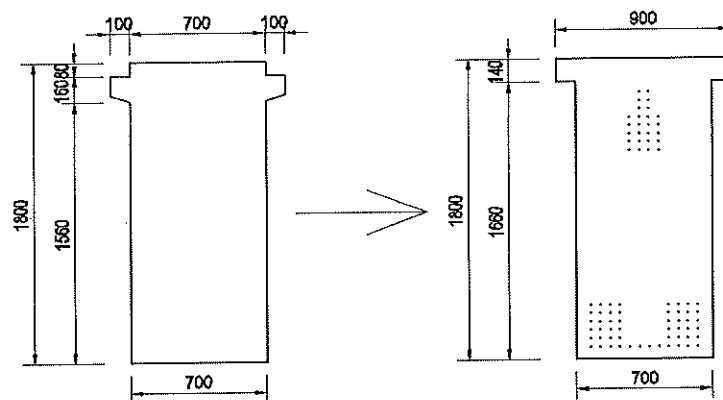
Bảng 3.4: Tọa độ trọng tâm tao cáp tại các mặt cắt.

Mặt cắt	$F_{ps}^i(\text{mm}^2)$	$C_{ps}^i(\text{m})$	$d_{ps}^i(\text{m})$
3-3	10920	0,217	1,583
2-2	10920	0,25	1,55
1-1	10920	0,467	1,333
0-0	10920	0,506	1,294

❖ Đặc trưng hình học của mặt cắt.

✚ Giai đoạn chưa đổ bản mặt cầu.

+ Mặt cắt 0-0.



Hình 3.4: Mặt cắt 0-0 bố trí cáp DUL tính đối.

+ Hệ số quy đổi thép DUL sang bê tông.

$$n = \frac{E_b}{E_c} = \frac{197000}{38007} = 5,183$$

Trong đó: E_b Modun đàn hồi của bê tông.

E_c Modun đàn hồi của thép DƯỠNG

+ Diện tích tiết diện.

$$A_g = b_l \times h + (b_f - b_l) \times h_f + n \times A_{ps} = 700 \times 1800 + (900 - 700) \times 140 + 5,183 \times 78 \times 140 = 1344598,4 \text{ mm}^2$$

+ Mô men tĩnh.

$$\begin{aligned} K_x &= b_l \times h \times \frac{h}{2} + (b_f - b_l) \times h_f \times \left(h - \frac{h_f}{2}\right) + n \times A_{ps} \times (h - d_{ps}) \\ &= 700 \times 1800 \times \frac{1800}{2} + (900 - 700) \times 140 \times \left(1800 - \frac{140}{2}\right) \\ &\quad + 5,183 \times 78 \times 140 \times (1800 - 1583) = 1194721844 (\text{mm}^3) \end{aligned}$$

+ Khoảng cách từ mép dưới của bầu đến trọng tâm mặt cắt tiết diện:

$$y_{bg} = \frac{K_x}{A_g} = \frac{1194721844}{1344598,4} = 888,5 \text{ mm}$$

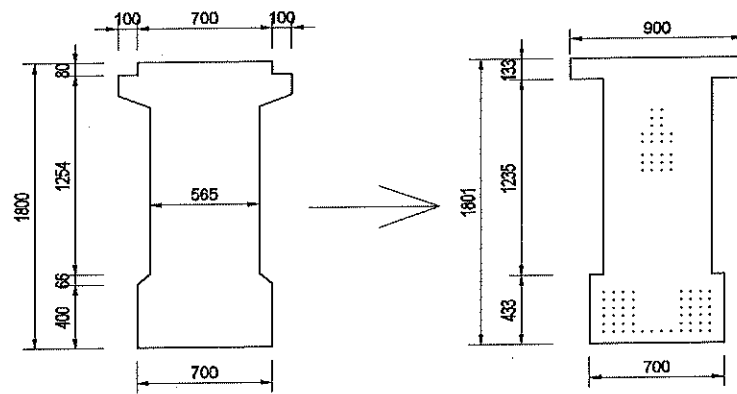
+ Khoảng cách từ trọng tâm đến mép trên của cánh dầm.

$$y_{tg} = h - y_{bg} = 1800 - 888,5 = 911,5 \text{ mm}$$

+ Mô men quán tính.

$$\begin{aligned} I_g &= \frac{b_l \times y_{tg}^3}{3} + \frac{b_l \times y_{bg}^3}{3} + \frac{1}{12} \times (b_f - b_l) \times h_f^3 + (b_f - b_l) \times h_f \times \left(y_{tg} - \frac{h_f}{2}\right)^2 \\ &\quad + n \times A_{ps} \times (d_{ps} - y_{tg})^2 \\ &= \frac{700 \times 900^3}{3} + \frac{700 \times 900^3}{3} + \frac{1}{12} \times (900 - 700) \times 140^3 + \\ &\quad + (900 - 700) \times 140 \times \left(900 - \frac{140}{2}\right)^2 + \\ &\quad + 5,183 \times 78 \times 140 \times (1583 - 900)^2 = 385937445700 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

+ Mặt cắt 1-1.



Hình 3.5: Mặt cắt 1-1 bố trí cáp DUL tính đối.

+ Diện tích tiết diện.

$$\begin{aligned}
 A_g &= b_w \times h + (b_1 - b_w) \times h_1 + (b_f - b_w) \times h_f + n \times A_{ps} \\
 &= 565 \times 1800 + (700 - 565) \times 433 + (900 - 565) \times 133 + 5,183 \times 78 \times 140 \\
 &= 1173008,4 (\text{mm}^2)
 \end{aligned}$$

+ Mô men tĩnh.

$$\begin{aligned}
 K_x &= b_w \times h \times \frac{h}{2} + (b_f - b_w) \times h_f \times \left(h - \frac{h_f}{2} \right) + (b_1 - b_w) \times h_1 \times \frac{h_1}{2} + n \times A_{ps} \times h - d_{ps} \\
 &= 565 \times 1800 \times \frac{1800}{2} + (900 - 565) \times 133 \times \left(1800 - \frac{133}{2} \right) + \\
 &\quad + 700 - 565 \times 433 \times \frac{433}{2} + 5,183 \times 78 \times 140 \times 1800 - 1333 = 1031623034 (\text{mm}^3)
 \end{aligned}$$

+ Khoảng cách từ mép dưới của bầu đến trọng tâm mặt cắt tiết diện.

$$y_{bg} = \frac{K_x}{A_g} = \frac{1031623034}{1173008,4} = 879,5 \text{ mm}$$

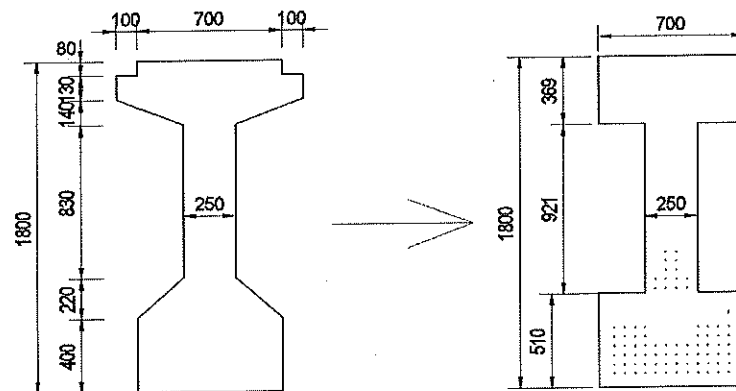
+ Khoảng cách từ trọng tâm đến mép trên cầu cánh dầm.

$$y_{tg} = h - y_{bg} = 1800 - 879,5 = 920,5 \text{ mm}$$

+ Mô men quán tính.

$$\begin{aligned}
 I_g &= \frac{b_w \times y_{ig}^3}{3} + \frac{b_w - y_{bg}^3}{3} + \frac{(b_f - b_w) \times h_f^3}{12} + (b_f - b_w) \times h_f \times (y_{ig} - \frac{h_f}{2})^2 + \\
 &+ \frac{(b_l - b_w)}{12} \times h_l^3 + (b_l - b_w) \times h_l \times (y_{bg} - \frac{h_l}{2})^2 + nA_{ps} \times (d_{ps} - y_{ig})^2 \\
 &= \frac{565 \times 924^3}{3} + \frac{565 \times 876^3}{3} + \frac{(900 - 565) \times 133^3}{12} + (900 - 656) \times 133 \times (924 - \frac{133}{2})^2 \\
 &+ \frac{(700 - 565)}{12} \times 433^3 + (700 - 565) \times 433 \times (876 - \frac{433}{2})^2 \\
 &5,183 \times 10920 \times (1333 - 920,5)^2 = 3439713426009(mm^4).
 \end{aligned}$$

+ Mặt cắt 2-2.



Hình 3.6: Mặt cắt 2-2 bố trí cáp DUL tính đối.

+ Diện tích tiết diện.

$$\begin{aligned}
 A_g &= b_w \times h + (b_l - b_w) \times h_l + (b_f - b_w) \times h_f + n \times A_{ps} \\
 &= 250 \times 1800 + (700 - 250) \times 510 + (700 - 250) \times 369 + \\
 &+ 5,183 \times 10920 = 8571448,4(mm^2)
 \end{aligned}$$

+ Mô men tĩnh.

$$\begin{aligned}
 K_x &= b_w \times h \times \frac{h}{2} + (b_f - b_w) \times h_f \times (h - \frac{h_f}{2}) + (b_l - b_w) \times h_l \times \frac{h_l}{2} + n \times A_{ps} \times (h - d_{ps}) \\
 &= 250 \times 1800 \times \frac{1800}{2} + (700 - 250) \times 369 \times (1800 - \frac{369}{2}) + (700 - 250) \times 510 \times \frac{510}{2} \\
 &+ 5,183 \times 10920 \times (1800 - 1550) = 745925865(mm^3)
 \end{aligned}$$

+ Khoảng cách từ mép dưới của bầu đến trọng tâm mặt cắt tiết diện.

$$y_{bg} = \frac{K_x}{A_g} = \frac{745925865}{857148,4} = 870,2 \text{ mm}$$

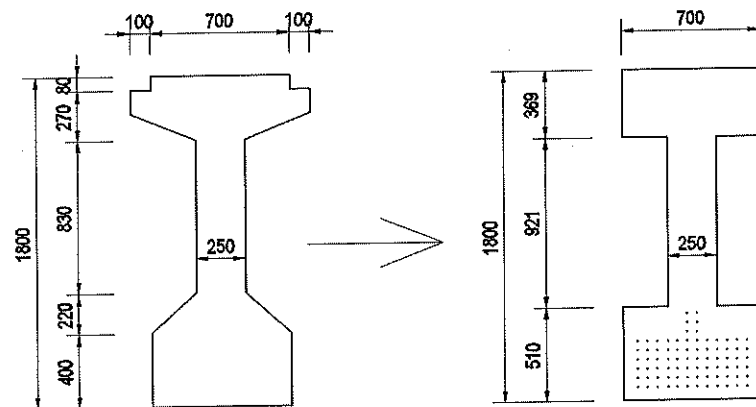
+ Khoảng cách từ trọng tâm đến mép trên của cánh dầm.

$$y_{ig} = h - y_{bg} = 1800 - 870,2 = 929,8 \text{ mm}$$

+ Mô men quán tính.

$$\begin{aligned}
 I_g &= \frac{b_w \times y_{lg}^3}{3} + \frac{b_w \times y_{bg}^3}{3} + \frac{(b_f - b_w) \times h_f^3}{12} + b_f - b_w \times h_f \times \left(y_{lg} - \frac{h_f}{2}\right)^2 + \\
 &+ \frac{b_l - b_w}{12} \times h_l^3 + b_l - b_w \times h_l \times \left(y_{bg} - \frac{h_l}{2}\right)^2 + n \times A_{ps} \times d_{ps} - y_{lg}^2 \\
 &= \frac{250 \times 1260^3}{3} + \frac{250 \times 540^3}{3} + \frac{(700 - 250) \times 369^3}{12} + 700 - 250 \times 369 \times \left(1260 - \frac{369}{2}\right)^2 + \\
 &+ \frac{700 - 250}{12} \times 510^3 + (700 - 250) \times 510 \times \left(540 - \frac{510}{2}\right)^2 + 5,183 \times 10920 \times (1550 - 929,8)^2 \\
 &= 419160202600(mm^4)
 \end{aligned}$$

+ Mặt cắt 3-3.



Hình 3.7: Mặt cắt 3-3 bố trí cáp DUL tính đối.

+ Diện tích tiết diện.

$$\begin{aligned}
 A_g &= b_w \times h + (b_l - b_w) \times h_f + n \times A_{ps} \\
 &= 250 \times 1800 + (700 - 250) \times 510 + (700 - 250) \times 369 + \\
 &+ 5,183 \times 10920 = 902148,4(mm^2).
 \end{aligned}$$

+ Mô men tĩnh.

$$\begin{aligned}
 K_x &= b_w \times h \times \frac{h}{2} + (b_f - b_w) \times h_f \times \left(h - \frac{h_f}{2}\right) + (b_l - b_w) \times h_l \times \frac{h_l}{2} + n \times A_{ps} \times h - d_{ps} \\
 &= 250 \times 1800 \times \frac{1800}{2} + (700 - 250) \times 369 \times \left(1800 - \frac{369}{2}\right) + \\
 &+ 700 - 250 \times 510 \times \frac{510}{2} + 5,183 \times 10920 \times 1800 - 1583 = 744058119,1(mm^3).
 \end{aligned}$$

+ Khoảng cách từ mép dưới của bầu đến trọng tâm mặt cắt tiết diện.

$$y_{bg} = \frac{K_x}{A_g} = \frac{744058119,1}{902148,4} = 824,8 \text{ mm}$$

+ Khoảng cách từ trọng tâm đến mép trên cầu cánh dầm.

$$y_{tg} = h - y_{bg} = 1800 - 824,8 = 975,2 \text{ mm}$$

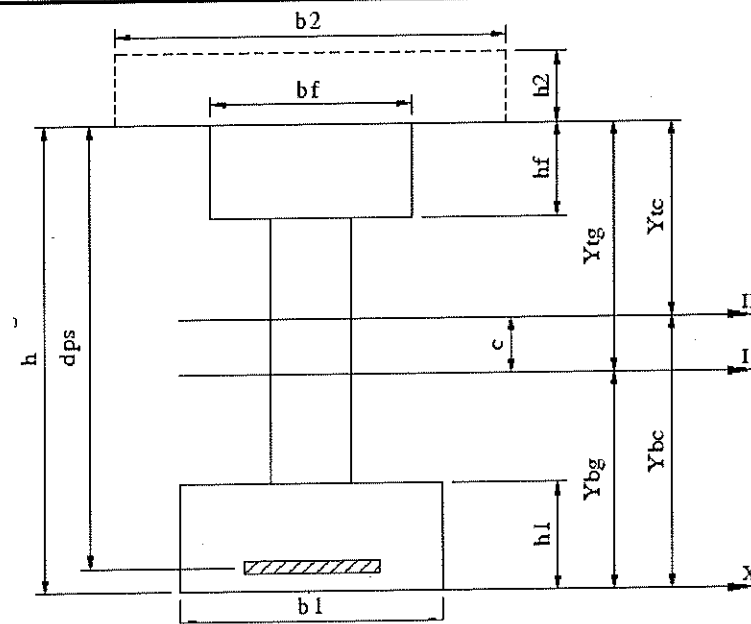
+ Mô men quán tính.

$$\begin{aligned} I_g &= \frac{b_w \times y_{tg}^3}{3} + \frac{b_w \times y_{bg}^3}{3} + \frac{(b_f - b_w) \times h_f^3}{12} + b_f - b_w \times h_f \times \left(y_{tg} - \frac{h_f}{2} \right)^2 + \\ &+ \frac{b_1 - b_w}{12} \times h_1^3 + b_1 - b_w \times h_1 \times \left(y_{bg} - \frac{h_1}{2} \right)^2 + n \times A_{ps} \times d_{ps} - y_{tg}^2 \\ &= \frac{250 \times 1260^3}{3} + \frac{250 \times 540^3}{3} + \frac{(700 - 250) \times 369^3}{12} + (700 - 250) \times 369 \times \left(1260 - \frac{369}{2} \right)^2 \\ &+ \frac{700 - 250}{12} \times 510^3 + (700 - 250) \times 510 \times \left(540 - \frac{510}{2} \right)^2 \\ &+ 5,183 \times 10920 \times (1583 - 975,2)^2 = 501647368000 (mm^4) \end{aligned}$$

Bảng 3.5: Tổng hợp các đặc trưng hình học.

Thông số Tính toán	0-0	1-1	2-2	3-3
$A_g(mm^2)$	1344598,4	1173008,4	857148,4	902148,4
$K_x(mm^3)$	1194721844	1031623034	745925865	744058119,1
$Y_{bg}(mm)$	888,5	879,5	870,2	824,8
$Y_{tg}(mm)$	911,5	920,5	929,8	975,2
$I_g(mm^4)$	385937445700	343971342600	419160202600	501647368000

✚ Giai đoạn đổ bản mặt cầu.



Hình 3.8: Quy đổi tiết diện liên kết với bản mặt cầu.

+ Bề rộng hữu hiệu cầu bản mặt cầu.

$$b_2 = \min \left\{ \begin{array}{l} S \\ 12t_s + \frac{b_f}{2} \\ \frac{L_u}{4} \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} S = 2000mm \\ 12 \times 200 + \frac{700}{2} = 2750mm \\ \frac{32450}{4} = 8100mm \end{array} \right.$$

+ Hệ số quy đổi bê tông bản mặt cầu sang thép DUL.

$$n = \frac{E_b}{E_c} = \frac{28442}{38007} = 0,748$$

Trong đó: E_b Modun đàn hồi của bê tông.

E_c Modun đàn hồi của thép DUL.

+ Mặt cắt 0-0.

+ Diện tích bê tông dầm chủ:

$$A_c = A_g + n \times b_2 h_2$$

$$A_c = 1344598,4 + 0,748 \times 2000 \times 200 = 1643789,4(mm^2)$$

+ Momen tĩnh của tiết diện dầm đối với trục I-I.

$$K_I = n' \times b_2 \times h_2 \times \left(y_{tg} + \frac{h_2}{2} \right) = 0,748 \times 2000 \times 200 \times \left(911,5 + \frac{200}{2} \right) = 299200000(mm^3)$$

+ Trọng tâm tiết diện.

$$c' = \frac{K_1}{A_c} = \frac{299200000}{1643789,4} = 182(mm).$$

+ Trọng tâm liên hợp đến mép trên dầm chủ.

$$y_{tc} = y_{tg} - c' = 911,5 - 182 = 729,5 (mm).$$

+ Trọng tâm liên hợp đến mép dưới dầm chủ.

$$y_{bc} = h - y_{tc} = 1800 - 729,5 = 1070,5(mm).$$

+ Momen quán tính tiết diện đối với trục II-II.

$$I_c = I_g + A_g \times c'^2 + n' \left[\frac{b_2 \times h_2^3}{12} + b_2 \times h_2 \times \left(y_{tc} + \frac{h_2}{2} \right)^2 \right]$$

$$I_c = 385937445700 + 1344598,4 \times 182^2 +$$

$$+ 0,784 \times \left[\frac{2000 \times 200^3}{12} + 2000 \times 200 \times \left(729,5 + \frac{200}{2} \right)^2 \right]$$

$$I_c = 627778376400(mm^4)$$

+ Mặt cắt 1-1.

+ Diện tích bê tông dầm chủ:

$$A_c = A_g + n \times b_2 \times h_2$$

$$A_c = 1173008,4 + 0,748 \times 2000 \times 200 = 1472208,4(mm^2)$$

+ Momen tĩnh của tiết diện dầm đối với trục I-I.

$$K_I = n' \times b_2 \times h_2 \times \left(y_{tg} + \frac{h_2}{2} \right) = 0,748 \times 2000 \times 200 \times \left(920,5 + \frac{200}{2} \right)$$

$$K_I = 305333600(mm^3)$$

+ Trọng tâm tiết diện .

$$c' = \frac{K_I}{A_c} = \frac{305333600}{1472208,4} = 207,4(mm).$$

+ Trọng tâm liên hợp đến mép trên dầm chủ.

$$y_{tc} = y_{tg} - c' = 920,5 - 207,4 = 713,1 (mm).$$

+ Trọng tâm liên hợp đến mép dưới dầm chủ.

$$y_{bc} = h - y_{tc} = 1800 - 713,1 = 1086,9(mm).$$

+ Momen quán tính tiết diện đối với trục II-II.

$$I_c = I_g + A_g \times c' + n' \left[\frac{b_2 \times h_2^3}{12} + b_2 \times h_2 \times \left(y_{ic} + \frac{h_2}{2} \right)^2 \right]$$

$$I_c = 343971342600 + 1173008,4 \times 207,4^2 +$$

$$+ 0,784 \times \left[\frac{2000 \times 200^3}{12} + 2000 \times 200 \times \left(713,1 + \frac{200}{2} \right)^2 \right]$$

$$I_c = 593235911200 (mm^4).$$

+ Mặt cắt 2-2.

+ Diện tích bê tông dầm chủ.

$$A_c = A_g + n \times b_2 \times h_2$$

$$A_c = 857148,2 + 0,748 \times 2000 \times 200 = 1156348,4 (mm^2)$$

+ Momen tĩnh cầu tiết diện dầm đối với trục I-I:

$$K_I = n' \times b_2 \times h_2 \times \left(y_{ig} + \frac{h_2}{2} \right) = 0,748 \times 2000 \times 200 \times \left(929,8 + \frac{200}{2} \right)$$

$$K_I = 308116160 (mm^3).$$

+ Trọng tâm tiết diện .

$$c' = \frac{K_I}{A_c} = \frac{308116160}{1156348,4} = 266,5 (mm).$$

+ Trọng tâm liên hợp đến mép trên dầm chủ.

$$y_{tc} = y_{tg} - c' = 929,8 - 266,5 = 663,3 (mm).$$

+ Trọng tâm liên hợp đến mép dưới dầm chủ.

$$y_{bc} = h - y_{tc} = 1800 - 663,3 = 1136,7 (mm).$$

+ Momen quán tính tiết diện đối với trục II-II.

$$I_c = I_g + A_g \times c' + n' \left[\frac{b_2 \times h_2^3}{12} + b_2 \times h_2 \times \left(y_{ic} + \frac{h_2}{2} \right)^2 \right]$$

$$I_c = 419160202600 + 857148,4 \times 266,5^2 +$$

$$+ 0,784 \times \left[\frac{2000 \times 200^3}{12} + 2000 \times 200 \times \left(663,3 + \frac{200}{2} \right)^2 \right]$$

$$I_c = 714420899900 (mm^4).$$

+ Mặt cắt 3-3.

+ Diện tích bê tông dầm chủ.

$$A_c = A_g + n \times b_2 \times h_2$$

$$A_c = 902148,4 + 0,748 \times 2000 \times 200 = 1201348,4 (mm^2).$$

+ Momen tĩnh cầu tiết diện dầm đối với trục I-I:

$$K_I = n' \times b_2 \times h_2 \times \left(y_{tg} + \frac{h_2}{2} \right) = 0,748 \times 2000 \times 200 \times \left(975,2 + \frac{200}{2} \right)$$

$$K_I = 321699840(mm^3).$$

+ Trọng tâm tiết diện .

$$c' = \frac{K_I}{A_c} = \frac{321699840}{1201348,4} = 267,8(mm).$$

+ Trọng tâm liên hợp đến mép trên dầm chủ.

$$y_{tc} = y_{tg} - c' = 975,2 - 267,8 = 707,4 (mm).$$

+ Trọng tâm liên hợp đến mép dưới dầm chủ.

$$y_{bc} = h - y_{tc} = 1800 - 707,4 = 1092,6(mm).$$

+ Momen quán tính tiết diện đối với trục II-II.

$$I_c = I_g + A_g \times c'^2 + n' \left[\frac{b_2 \times h_2^3}{12} + b_2 \times h_2 \times \left(y_{tc} + \frac{h_2}{2} \right)^2 \right]$$

$$I_c = 50164736800 + 902148,4 \times 267,8^2 +$$

$$+ 0,784 \times \left[\frac{2000 \times 200^3}{12} + 2000 \times 200 \times \left(707,4 + \frac{200}{2} \right)^2 \right]$$

$$I_c = 762390846000(mm^4)$$

Bảng 3.6: Tổng hợp các đặc trưng hình học giai đoạn liên hợp.

Thông số Tính toán	0-0	1-1	2-2	3-3
$A_c(mm^2)$	1643789,4	1472208,4	1156348,4	1201348,4
$K_i(mm^3)$	299200000	305333600	308116160	321699840
$Y_{tc}(mm)$	729,5	713,1	663,3	707,4
$Y_{bc}(mm)$	1070,5	1086,9	1136,7	1092,6
$I_c(mm^4)$	627778376400	593235911200	714420899900	762390846000

❖ Tính toán mất mát ứng suất.

- ✚ Mất mát do chênh lệch nhiệt độ giữa cốt thép DUL và bộ căng khi hấp hơi nóng dưỡng hồ bê tông.
- + Tại mặt cắt là bằng nhau.

$$\sigma_6 = 20 \times T_T \text{ (kG/cm}^2\text{)}$$

Trong đó: $T_T = 0,5 \times \Delta T$.

ΔT : Chênh lệch nhiệt độ trong buồng hấp hơi nóng bảo dưỡng bê tông và nhiệt độ bên ngoài không khí.

Nhiệt độ hấp nóng 60° .

Nhiệt độ không khí 30° .

$$\Rightarrow \sigma_6 = 20 \times 15 = 300 \text{ (kG/cm}^2\text{)} = 30000 \text{ (kN/m}^2\text{)}.$$

- ✚ Mất mát ứng suất do ma sát.

$$\sigma_s = \frac{f \times p}{f_d} \rightarrow \sigma_s = \frac{f \times \sigma_{kt} \times \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

Trong đó: σ_{kt} , ứng suất kiểm tra lấy bằng $950000 \text{ (kN/m}^2\text{)}$.

P thành phần nội lực của cốt thép uốn xiên truyền lên bộ định vị điểm uốn.

F hệ số ma sát giữa cốt thép và bộ định vị, lấy $f = 0,3$.

F_d diện tích cốt thép uốn xiên.

Ta có bảng tính các σ_s .

Bảng 3.7: Tổng hợp σ_s .

Thứ tự hàng	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	σ_{si}
1	0,0862	0,9965	24653,29
2	0,0862	0,9965	24653,29
3	0,0862	0,9965	24653,29
4	0,0862	0,9965	24653,29
5	0,0862	0,9965	24653,29

6	0,1118	1,2925	24652,22
7	0,1118	1,2925	24652,22
8	0,1118	1,2925	24652,22
Các hàng còn lại	0	1	0
Tổng			197223,11

⇒ Lấy $\sigma_s = \frac{\sum \sigma_s}{n}$ là ứng suất trung bình các bó cốt thép dự ứng lực.

$$\sigma_s = \frac{2 \times 197223,11}{78} = 5057 (kN / m^2).$$

✱ Mất mát ứng suất do cốt thép tự chùng.

$$\sigma_3 = (0,27 \times \frac{\sigma_d}{R_d^{T/C}} - 0,1) \times \sigma_d$$

Trong đó: σ_d , Ứng suất cốt thép có tính đến mất mát ứng suất xuất hiện trước khi nén bê tông.

$$\sigma_d = \sigma_{KT} - \sigma_s - \sigma_6 = 950000 - 30000 = 920000 (kN / m^2)$$

$$R_d^{T/C} = 1500000 (kN/m^2), (22TCN 18 - 79 \text{ phụ lục 15 bảng 2})$$

$$\Rightarrow \sigma_3 = (0,27 \times \frac{920000}{1500000} - 0,1) \times 920000 = 60352 (kN / m^2).$$

✱ Mất mát ứng suất do co ngót và từ biến.

$$\sigma_1 + \sigma_2 = (\varepsilon_c \times E_d + \sigma_b \times \frac{E_d}{E_b} \times \varphi_x) \times \Phi$$

Trong đó: ε_c, φ_x - Trị số giới hạn của biến dạng co ngót tương đối và của đặc trưng từ biến phụ thuộc vào tuổi bê tông lúc bị nén trước, mác bê tông và điều kiện hóa rắn.

$$\text{Lấy } \varepsilon_c = 0,00001, \varphi_x = 1,6.$$

σ_b : Ứng suất của bê tông ở thớ qua trọng tâm của cốt thép đang xét do dự ứng lực đã xét các mất mát ứng suất sau đây: σ_3, σ_6 .

$$\sigma_b = N_d \times \left(\frac{1}{F_{td}} + \frac{y^2}{I_c} \right)$$

+ Dự ứng lực trong các cốt thép dự ứng lực kéo căng (trừ đi các mất mát).

$$N_d = (\sigma_{KT} - \sigma_3 - \sigma_6 - \sigma_5) \times F_d = (950000 - 60352 - 30000 - 5057) \times \frac{10920}{1000^2} = 9332,13(kN)$$

$$\Rightarrow \sigma_b = 9332,13 \times 10^6 \times \left(\frac{1}{902148,4} + \frac{(707,4 - 267,8)^2}{762390846000} \right) = 12709,82(kN/m^2).$$

Φ : Là hàm số xét đến ảnh hưởng của quá trình co ngót và từ biến kéo dài của bê tông tới trị số ứng suất hao hụt xác định ở bảng 7 (phụ lục 18 22TCN18-79).

+ Φ phụ thuộc vào đặc trưng từ biến cuối cùng φ_x và tích số $\rho \times n_1 \times f$.

$$\rho = 1 + \frac{(707,4 - 267,8)^2}{76239084600} \times 10920 = 1$$

n_1 hệ số quy đổi thép DUL sang bê tông. $n_1 = 5,183$.

Hệ số hàm lượng cốt thép trong mặt cắt bê tông.

$$f = \frac{F_{sp}}{F_b} = \frac{10920}{1201348,4} = 0,009$$

$$\Rightarrow \rho \times n_1 \times f = 1 \times 5,183 \times 0,009 = 0,046$$

Tra bảng bảng 7 (phụ lục 18 22TCN18-79) ta được.

$$\varphi_x = 1,6; \rho \times n_1 \times f = 0,05 \rightarrow \Phi = 0,918$$

$$\varphi_x = 1,6; \rho \times n_1 \times f = 0,10 \rightarrow \Phi = 0,846$$

$$\Rightarrow \Phi = 0,846 + \frac{0,918 - 0,846}{0,10 - 0,05} \times (0,10 - 0,046) = 0,924$$

$$\Rightarrow \sigma_1 + \sigma_2 = (0,00001 \times 197000 + 12709,82 \times 5,2 \times 1,6) = 10067,67(kN/m^2)$$

✚ Sự giảm ứng suất do bê tông bị nén đàn hồi, bị dự ứng lực trước trong cốt thép gây ra.

$$\sigma_7 = n_1 \times \sigma_b$$

Trong đó: $n_1 = 5,183$; $\sigma_b = 12709,82(kN/m^2)$

$$\Rightarrow \sigma_7 = 5,183 \times 12709,82 = 65875(kN/m^2)$$

Bảng 3.8: Tổng hợp mất mát ứng suất .

Mất mát ứng suất	Mặt cắt 3 - 3
$\sigma_1 + \sigma_2 \text{ (kN/m}^2\text{)}$	10067,67
$\sigma_3 \text{ (kN/m}^2\text{)}$	60352
$\sigma_4 \text{ (kN/m}^2\text{)}$	0
$\sigma_5 \text{ (kN/m}^2\text{)}$	5057
$\sigma_6 \text{ (kN/m}^2\text{)}$	30000
$\sigma_7 \text{ (kN/m}^2\text{)}$	65875

1.7. Kiểm toán dầm chủ.

- ✦ Tính cường độ ổn định của dầm trong giai đoạn căng kéo cốt thép.
- + Xác định độ lệch tâm.

$$N_d = (\sigma_{KT} - \sigma_h - \sigma_{gt}) \times F_{td}$$

Trong đó:

$$\sigma_h = \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6 = 60352 + 0 + 5057 + 30000 = 95409 \text{ (kN / m}^2\text{)}$$

$$\sigma_{gt} = \frac{F_1}{F_2} \cdot 270000 = 270000 \text{ (kN / m}^2\text{)}$$

F_1, F_2 là diện tích lớn nhất và nhỏ nhất của tiết diện dầm khi tiết diện không đổi.

$$\Rightarrow N_d = (\sigma_{KT} - \sigma_h - \sigma_{gt}) \times F_{td} = (950000 - 95409 - 270000) \times \frac{10920}{1000^2} = 6383,73 \text{ (kN)}$$

- + Momen uốn tổng cộng trong dầm.

$$M = |N_d \times e_x - M_{bt}|$$

- + $M_{bt} = 3180,81 \text{ (kN.m)}$. Mô men tại giữa dầm.

$$e_x = y_{bg} - C = (707,4 - 217,3) = 490,1(mm) = 0,49(m).$$

$$\Rightarrow M = |6383,73 \times 0,49 - 4405,06| = 52,78(kN.m)$$

$$\Rightarrow e_0 = \frac{M}{N_d} = \frac{52,78}{6383,73} = 0,08 < \frac{l_0}{100} = 0,09m \text{ (thỏa mãn)}.$$

✚ Duyệt cường độ ổn định.

+ Điều kiện: do cốt thép dính bám với bê tông nên ta kiểm tra theo công thức.

$$N_d \leq R_{nen} \times F_b + R_t \times F_t$$

Trong đó: R_{nen} cường độ tính toán chịu nén của bê tông. $R_{nen} = 20500(kN/m^2)$.

F_b : Diện tích mặt cắt dầm bê tông: $= 0,899 m^2$.

R_t : Cường độ chịu nén của thép thường $= 280000 kN/m^2$.

+ Xét về phải khi chưa tính cốt thép thường:

$$VP = 20500 \times 0,899 = 18429,59 (kN).$$

$$N_d = 6383,73 (kN) < VP = 18429,59 (kN).$$

Ta thấy VP chưa tính tới cốt thép thường lớn hơn N_d rất nhiều nên điều kiện đạt.

✚ Kiểm toán độ võng giữa dầm do hoạt tải.

+ Công thức kiểm tra.

$$f_h = \frac{5}{384} \times \frac{P \times L^4}{0,85 \times E_b \times I_{td}} < [f] = \frac{L}{400} = 8,55cm$$

Trong đó: P tải trọng tương đương tiêu chuẩn có xét đến hệ số phân bố ngang. $P = 75,46 (kN/m)$.

L chiều dài nhịp tính toán $L = 32,435 m$.

E_b mô đun đàn hồi của bê tông. $E_b = 38000000 (kN/m^2)$.

I_{td} mô men quán tính tính đối của dầm. $I_{td} = 0,762 (m^4)$.

$$\rightarrow f_h = \frac{5}{384} \times \frac{75,46 \times 32,435^4}{0,85 \times 38000000 \times 0,762} = 0,044(m) = 4,4(cm) < \frac{l}{400} = 8,1(cm).$$

$\Rightarrow$ Thỏa điều kiện độ võng.

✚ Kiểm toán chống nứt ứng suất pháp.

Xét dầm làm việc với mômen uốn lớn nhất do tải trọng tiêu chuẩn và giá trị cực tiểu của dự ứng lực, nghĩa là xét đến tối đa các mất mát.

Công thức kiểm tra:

$$\sigma_{bt}^d = \sigma_{bm}^d - \frac{M_{bt}^{tc} + M_i^{tc}}{I_{td}} y_d^i - \frac{M_{\max}^{T/C} - M_{bt}^{tc} - M_i^{tc}}{I_{td}} y_d^j \geq 0$$

Trong đó: M_{bt}^{tc} , mômen trọng lượng bản thân dầm ở thời điểm căng cốt thép, $M_{bt}^{tc} = 3816,97(\text{kN.m})$.

M_i^{tc} , mômen dầm đổ tại chỗ, $M_i^{tc} = 3180,81(\text{kN.m})$.

$M_{\max}^{T/C}$, momen do tải trọng tiêu chuẩn gây ra, $M_{\max}^{T/C} = 13367,99(\text{kN.m})$.

σ_{bm}^d , ứng suất do cốt thép dự ứng lực sinh ra khi đã xét đến mất mát ứng suất.

$$\sigma_{bm}^d = \frac{N_d}{F_{td}} + \frac{N_d \cdot e_x}{I_{td}} y_d^i$$

$N_d = 6383,73 \text{ (kN)}$, $e_x = 0,49 \text{ (m)}$, $F_{td} = 0,902(\text{m}^2)$, $I_{td} = 0,502(\text{m}^4)$, $y_d^i = 0,217\text{m}$.

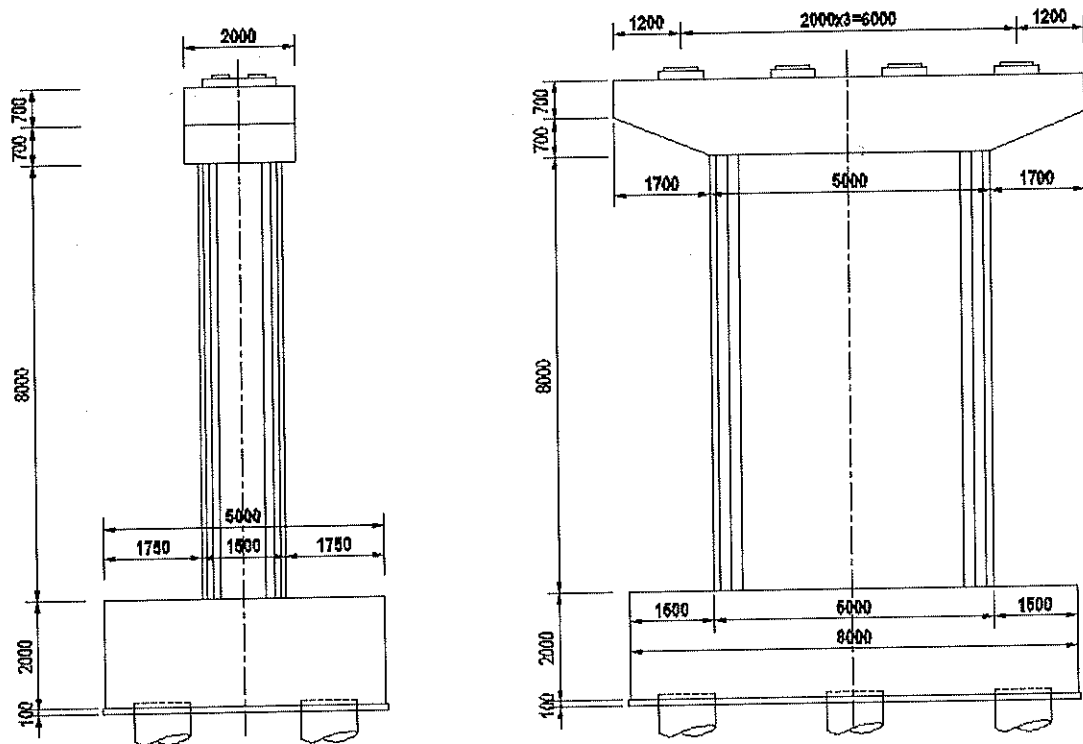
$$\rightarrow \sigma_{bm}^d = \frac{6383,73}{0,902} + \frac{6383,73 \times 0,49}{0,502} \times 0,217 = 8429,46(\text{kN} / \text{m}^2).$$

Thay vào công thức ta được

$$\rightarrow \sigma_{bt}^d = 8429,46 - 3024,94 - 1814,09 = 3590,43 > 0 \rightarrow \text{Đạt}$$

CHƯƠNG V: THIẾT KẾ TRỤ CẦU.**1. THÔNG SỐ THIẾT KẾ.**

- + Trụ tính toán: trụ cầu T1.
- + Chiều dài nhịp: 33m.
- + Chiều dài nhịp tính toán: 32,425m.
- + Dầm thiết kế: dầm I căng trước.
- + Bê tông M500(B40).

1.1. Thông số trụ cầu

Hình 3.9: Kích thước trụ cầu.

Bảng 3.9: Thông số trụ .

STT	Cấu kiện	Thể tích $V_{trụ}(m^3)$	Thể tích thép $1,2\% V_{trụ}(m^3)$	Thể tích BT $V_{bt}(m^3)$	Trọng lượng (kN)
1	Đá kê gối	0.156	0.02	0,136	4.97
2	Xà mũ	21.14	0.25	20.89	541.88
3	Thân trụ	56.13	0.67	55.46	1439.1
4	Bệ móng	80	0,96	79,04	2051.4
Tổng			1.9	155.53	4037.4

1.2. Tải tác dụng.

❖ Tĩnh tải.

✱ Tĩnh tải.

+ Trọng lượng bản thân dầm chủ khi liên kết bản mặt cầu.

+ Dầm giữa $g_{dc} = 59,7$ (kN/m).+ Dầm biên $g_{db} = 59,19$ (kN/m).⇒ Tổng tĩnh tác dụng: $g_{tt} = (2 \times 59,7 + 2 \times 59,19) \times 32,425 = 7710,02$ (kN).

Bảng 4.1: Tổng hợp tĩnh tải tác dụng lên trụ .

Thành phần	Phản lực(kN)				Tổng lực lên trụ
G	Gối trái		Gối phải		
	G/2	3855,01	G/2	3855,01	7710,02

+ Tĩnh tải của phần dưới.

Công thức tĩnh tải: $P_i = V_i \times g_i$. P_i : trọng lượng cấu kiện. V_i : thể tích cấu kiện.

γ_i : trọng lượng cầu riêng.

Bảng 4.2: Trọng lượng các hạng mục

STT	Cấu kiện	Thể tích $V_{trụ}(m^3)$	Trọng lượng (kN)
1	Đá kê gối	0.156	4.97
2	Xà mũ	21.14	541.88
3	Thân trụ	56.13	1439.1
4	Bệ móng	80	2051.4
Tổng			4037.4

Bảng 4.3: Tổng hợp tĩnh tải tại hai mặt cắt.

STT	Cấu kiện	Đỉnh móng (kN)	Đáy móng (kN)
1	Đá kê gối	4.97	4.97
2	Xà mũ	541.88	541.88
3	Thân trụ	1439.1	1439.1
4	Bệ móng		2051.4
Tổng		1985,95	4037.4

✚ Hoạt tải.

Tải trọng K_{td} được lấy trên chiều dài 2 nhịp cầu tại vị trí gối. $K_{td} = 4,28 \times 1,4 = 5,99(T.m)$.

+ Hệ số hoạt tải.

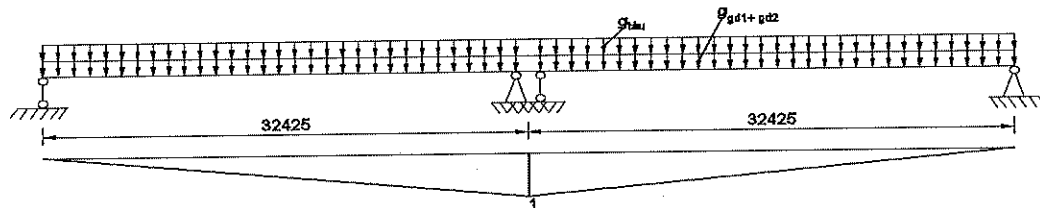
Bảng 4.4: Hệ số hoạt tải.

$\lambda(m)$	0	50	150
n_h	1,3	1,15	1,1

Với $\lambda = 60 \rightarrow n = 1,145$.

+ Hệ số xung kích: $1 + \mu = 1 + \frac{10}{20 + \lambda} = 1 + \frac{10}{20 + 66} = 1,12$.

+ Hệ số phân bố ngang $\eta = 0,75$.



Hình 4.1: Đường ảnh hưởng trụ cầu.

+ Tải trọng trên nhịp:

$$Q = k_{td} \times \eta \times n \times \Omega \times (1 + \mu) = 59,9 \times 0,75 \times 32,425 \times 1,145 \times 1,12 = 1868,06(kN).$$

✦ Lực hãm.

Theo quy trình 18-79, lực hãm đối với cầu đường sắt được coi là tải trọng rải đều đặt ở cao độ 2m kể từ đỉnh ray, Trị số lực hãm lấy bằng 10% hoạt tải tiêu chuẩn, Với cầu đường sắt đôi tính lực hãm do 1 đường gây ra.

$$\Rightarrow g_h = 10\% \times q \times l \times 0,5 = 0,1 \times 68,5 \times 0,5 \times 32,425 = 111,06(kN)$$

+ Tại mỗi gối tựa lực hãm tạo ra một lực.

$$Q = \frac{g_h}{4} = \frac{111,06}{4} = 26,77(kN)$$

$$M = 26,77 \times (2 + 2,52) = 121(kN.m)$$

+ Mômen tại mặt cắt đỉnh bộ.

$$M = 121 \times (2 + 2,52 + 8 + 1,4) = 1684,32(kN.m)$$

+ Mômen tại mặt cắt đáy bộ.

$$M = 121 \times (2 + 2,52 + 8 + 1,4 + 2) = 1926,32(kN.m)$$

❖ Tổ hợp tải trọng tác dụng đỉnh trụ.

✚ Tĩnh tải của kết cấu.

+ Kết cấu tầng trên.

$$g = 7710,02 \text{ (kN)}.$$

+ Kết cấu dưới.

$$G_{xm} = 541,88 \text{ (kN)}.$$

$$G_{dk} = 4,97 \text{ (kN)}.$$

$$G_{tt} = 1439,1 \text{ (kN)}.$$

$$\Rightarrow \sum tt = 9695,97 \text{ (kN)}.$$

✚ Hoạt tải.

+ Theo phương dọc cầu.

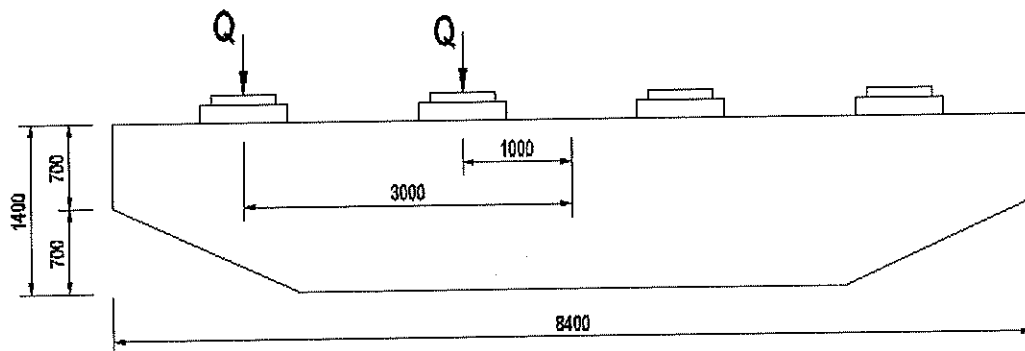
$$Q = 1868,06 \text{ (kN)}.$$

+ Theo phương ngang.

Ta đặt tải sao cho lệch tâm lớn nhất.

$$M = Q \times y$$

Trong đó: y là khoảng cách từ tải tác dụng đến tâm xà mũ.



Hình 4.2: Sơ đồ tải tác dụng theo phương ngang

Bảng 4.5: Bảng tổng hợp momen hoạt tải.

Tải trọng	Q	y	M
1	934,03	3	2802,09
2	934,03	1	934,03
3	0	-1	0
4	0	-3	0
Giá trị thiết kế	1868,06		3736,12

❖ Tổng hợp nội lực tác dụng lên đỉnh trụ.

Bảng 4.6: Bảng tổng hợp nội lực tại đỉnh trụ.

Tên tải	Q	Hx	Hy	Mx	My
Tĩnh tải	9695,97	0	0	0	0
Hoạt tải và xung kích	1868,06	0	0	6351,404	0
Lực hãm tàu	0	121	0	0	1684,32
Tổng	11564,03	121	0	6351,404	1684,32

❖ Tổng hợp nội lực tại đáy bộ trụ.

+ Tĩnh tải.

+ Kết cấu tầng trên.

$$G = 7710,02 \text{ (kN)}.$$

+ Kết cấu dưới.

$$G_{xm} = 541,88 \text{ (kN)}.$$

$$G_{dk} = 4,97 \text{ (kN)}.$$

$$G_{tt} = 1439,1 \text{ (kN)}.$$

$$G_{bt} = 2051,4 \text{ (kN)}.$$

$$\Rightarrow \sum t_t = 11747,37 \text{ (kN)}.$$

Bảng 4.7: Bảng tổng hợp nội lực tại đáy trụ.

Tên tải	Q	Hx	Hy	Mx	My
Tĩnh tải	11747,37	0	0	0	0
Hoạt tải và xung kích	1868,06	0	4670,15	6351,404	0
Lực hãm tàu	0	121	0	0	1926,32
Tổng	13615,43	121	4670,15	6351,404	1926,32

1.3. Tính toán và bố trí cốt thép.

❖ Theo phương x.

+ Lực tác dụng: $M = 6351,404 \text{ (kN.m)}$.+ Chiều cao làm việc: $h_0 = h - a = 1400 - 50 = 1350$.

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b R_u b h_0^2} = \frac{6351,404 \times 10^6}{0,9 \times 22 \times 2000 \times 1350^2} = 0,088$$

$$\xi_m = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 0,092$$

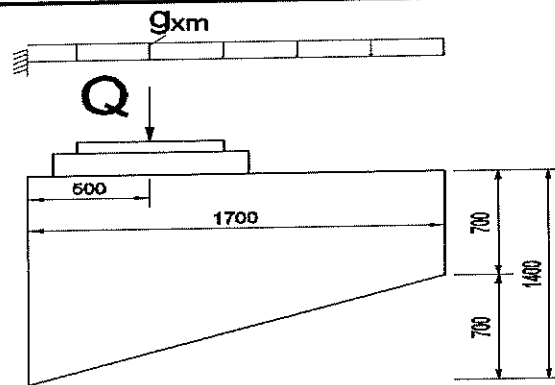
$$\text{Diện tích cốt thép } A_s = \frac{\xi_m R_u b h_0}{R_s} = \frac{0,092 \times 22 \times 2000 \times 1350}{365} = 14972,05 \text{ mm}^2$$

Chọn 34 Φ 24 có $A_s = 15381,24 \text{ mm}^2$

+ Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối thiểu và tối đa.

$$\mu_{\min} = 0,05\% \leq \mu = \frac{A_s}{b h_0} = \frac{15381,24 \times 100}{2000 \times 1350} = 0,57\% \leq \mu_{\max} = \frac{\xi_R \gamma R_b}{R_s} = 3,3\% \text{ (Thỏa mãn)}.$$

❖ Theo phương y.



Hình 4.3: Mặt cắt cánh hằng

+ Lực tác dụng

$$g_{xm} = 44,63 \text{ (kN/m)}; Q = 3727,42 \text{ (kN)}$$

+ Momen

$$M = Q \times 0,05 + g_{xm} \times \frac{l^2}{2} = 1960,61 \text{ (kN.m)}$$

✦ Cốt thép dọc

+ Chiều dày lớp bê tông bảo vệ $a_{bv} = 50 \text{ mm}$.

+ Hệ số điều kiện làm việc của bê tông $\gamma_b = 0,9$.

+ Bê tông M500 có $R_u = 25,5/22 \text{ Mpa}$ (nén khi uốn/nén dọc trục); $R_{bt} = 1,4 \text{ Mpa}$

+ Thép CIII có $R_s = 365 \text{ Mpa}$

+ Tiết diện $b \times h = 2000 \times 1400 \text{ mm}$

+ Chọn khoảng cách từ tâm cốt thép đến mép chịu kéo $a = 50 \text{ mm}$

+ Chiều cao làm việc của tiết diện: $h_0 = h - a = 1400 - 50 = 1350 \text{ mm}$.

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b R_u b h_0^2} = \frac{1960,61 \times 10^6}{0,9 \times 22 \times 2000 \times 1350^2} = 0,027$$

$$\xi_m = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 0,027$$

$$\text{Diện tích cốt thép } A_s = \frac{\xi_m R_u b h_0}{R_s} = \frac{0,027 \times 22 \times 2000 \times 1350}{365} = 4393,97 \text{ mm}^2$$

Chọn 10 Φ 24 có $A_s = 4523,89 \text{ mm}^2$.

+ Kiểm tra hàm lượng cốt thép.

$$\mu_{\min} = 0,05\% \leq \mu = \frac{A_s}{b h_0} = \frac{4523,89 \times 100}{2000 \times 1350} = 0,17\% \leq \mu_{\max} = \frac{\xi_R \gamma R_u}{R_s} = 3\% \text{ (thỏa mãn)}.$$

✚ Cốt đai.

Lực cắt lớn nhất tại ngàm $Q = 3727,42 \text{ kN}$

+ Khả năng chịu cắt của bê tông

$$Q = R_{bt} b h_0 = 1.4 \times 2000 \times 1350 = 3780 (\text{kN}) = 3727,42 (\text{kN})$$

⇒ Bê không đủ khả năng chịu cắt. Ta không cần tính toán cốt đai.

Chọn đai cầu tạo $\Phi 16 \times 200$.

❖ Tính toán và kiểm toán vị trí thân xà mũ.

Bố trí cốt thép $\Phi 16$.

Lực tác dụng : $Q = 3727,42 - 4,97 = 3722,45 (\text{kN})$.

+ Khả năng chịu lực nén.

$$N_d \leq R_{nen} \times F_b + R_t \times F_t$$

Trong đó:

R_{nen} , cường độ tính toán. $R_{nen} = 20500 (\text{kN/m}^2)$.

F_b , diện tích mặt cắt xà mũ, $F_b = 6,4 (\text{m}^2)$.

Cường độ chịu nén cốt thép thường, $R_t = 365000 (\text{kN/m}^2)$.

Diện tích mặt cắt cốt thép thường, $F_t = 0,0022 (\text{m}^2)$.

$$\Rightarrow 3722,45 < 20500 \times 6,4 + 365000 \times 0,0022 = 132003 (\text{kN})$$

⇒ Thỏa điều kiện.

❖ Tính toán thân trụ.

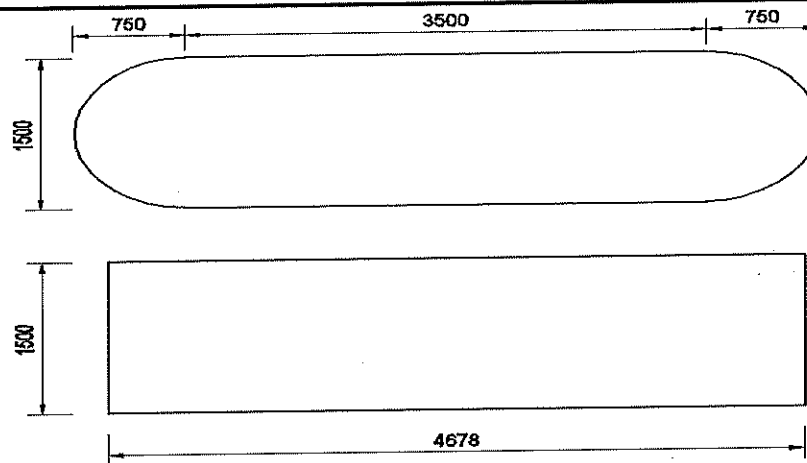
Ta sẽ đưa tất cả tải trọng về trọng tâm đỉnh bộ trụ.

Tiết diện trụ chọn được bo tròn cạnh theo một bán kính bằng một nửa chiều rộng thân trụ, khi tính toán quy đổi tiết diện về hình chữ nhật để gần với mô hình tính toán theo lý thuyết.

Cách quy đổi ra một hình chữ nhật có chiều rộng bằng chiều rộng của trụ, chiều dài lấy giá trị sao cho có mômen quán tính tương đương.

$$\text{Ta có: diện tích trụ : } A_1 = 3500 \times 1500 + \pi \times \frac{1500^2}{4} = 7017146 \text{ mm}^2$$

$$\text{Ta quy đổi theo chiều rộng trụ: } b = \frac{A_1}{1200} = \frac{7017146}{1500} = 4678 \text{ mm}$$



Hình 4.4: Quy đổi tiết diện thân trụ

- + Chiều dài tính toán (sơ đồ ngàm 1 đầu $\psi = 2$)

$$L_0 = \psi L = 2 \times 8 = 16\text{m}$$

- * Kiểm tra độ mảnh

- + Bán kính quán tính theo phương trục x (dọc cầu), y (ngang cầu).

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{hb^3}{12}} = \frac{b}{\sqrt{12}} = \frac{1,5}{\sqrt{12}} = 0,43$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{bh^3}{12}} = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{4,678}{\sqrt{12}} = 1,35$$

- + Độ mảnh

$$\lambda_x = \frac{L_0}{r_x} = \frac{16}{1,35} = 11,85 < 150 \Rightarrow \text{thỏa}$$

- + Lực tác dụng.

$$Q = 13615,43 - 1439,1 - 2051,4 = 10124,93(\text{kN})$$

- + Ta có $A = 7,02\text{m}^2$.

Ta bố trí 76 $\phi 20\text{a}150$

- + Khả năng chịu lực nén.

$$N_d \leq R_{\text{nen}} \times F_b + R_t \times F_t$$

Trong đó:

R_{nen} , cường độ tính toán. $R_{\text{nen}} = 20500 (\text{kN/m}^2)$.

F_b , diện tích mặt cắt thân trụ, $F_b = 7,02(\text{m}^2)$.

Cường độ chịu nén cốt thép thường, $R_t = 365000 \text{ (kN/m}^2\text{)}$.

Diện tích mặt cắt cốt thép thường, $F_t = 0,008 \text{ (m}^2\text{)}$.

$$\Rightarrow 10124,93 < (20500 \times 7,02 + 365000 \times 0,008) \times 0,5 = 293660 \text{ (kN)}.$$

$\Rightarrow$ Thỏa điều kiện.

CHƯƠNG VI: THIẾT KẾ MÓNG TRỤ CẦU.

1. SỐ LIỆU ĐỊA CHẤT, NỘI LỰC TẠI ĐÁY BỆ.

1.1. Số liệu địa chất.

Số liệu địa chất đã cung cấp ở phần phía trên. (Chương 2, mục 1.1).

1.2. Nội lực tại đáy bệ.

Nội lực được lấy từ bảng 4.7.

Tên tải	Q	Hx	Hy	Mx	My
Tĩnh tải	11747,37	0	0	0	0
Hoạt tải và xung kích	1868,06	0	4670,15	6351,404	0
Lực hãm tàu	0	121	0	0	1926,32
Tổng	13615,43	121	4670,15	6351,404	1926,32

2. LỰA CHỌN THÔNG SỐ CƠ BẢN CỦA CỌC.

- + Chọn cọc khoan nhồi có các thông số sau:
- + Đường kính cọc $d = 1\text{m}$.
- + Bê tông cọc cấp độ bền B40 (M500).
- + Cốt thép 16 Φ 32 loại CIII (giới hạn chảy 40 kN/cm²).
- + Chiều dài cọc toàn cọc $L = 41,15\text{m}$ tính từ đáy đài cọc, trong đó chiều dài cọc ngầm trong đất là 40 m, chiều dài cọc ngầm trong đài cọc và đập đầu cọc là 1.15 m.
- ❖ Sức chịu tải cọc theo vật liệu.

$$Q_{a(vl)} = R_u A_b + R_{sn} A_s$$

Trong đó:

- + R_u – Cường độ tính toán của bê tông cọc khoan nhồi được xác định.

+ $R = 50000 \text{ kN/m}^2$ là mức thiết kế của bê tông.

$$R_u = \frac{50000}{4,5} = 11111 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow R_u = 6000 \text{ (kN/m}^2\text{)}.$$

+ $A_s = 0,012 \text{ m}^2$ – diện tích tiết diện ngang của cốt thép dọc.

+ A_b diện tích tiết diện ngang của bê tông.

$$A_b = A_c - A_t = \frac{\pi \times l^2}{4} - 0,1012 = 0,773 \text{ m}^2.$$

+ R_{sn} – cường độ tính toán của cốt thép.

$$R_{sn} = \frac{40}{1,5} = 26,67 \text{ kN/cm}^2 \Rightarrow R_{sn} = 20 \text{ (kN/cm}^2\text{)}.$$

$$\Rightarrow Q_{a(vl)} = R_u A_b + R_{sn} A_s = 6000 \times 0,773 + 200000 \times 0,012 = 7038 \text{ (kN)}.$$

❖ Sức chịu tải theo cường độ đất nền.

$$Q_a = \frac{Q_s}{FS_s} + \frac{Q_p}{FS_p}$$

+ Sức chịu tải cực hạn do ma sát.

$$Q_s = u \sum f_{si} l_i$$

$$f_{si} = \sigma'_{vi} k_{si} \tan \varphi_i + c_i$$

Trong đó: σ' là ứng suất hữu hiệu giữa lớp đất thứ i

$k_{si} = 1 - \sin \varphi_i$: hệ số áp lực ngang của lớp đất thứ i.

Bảng 4.8: Sức chịu tải do ma sát.

Lớp Đất	Độ sâu		Độ sâu Giữa Lớp	Li	C	φ	σ	K_i	f_s	f_{li}
1	-4,6	-13,8	-9,2	9,2	12,5	7	74,7	0,88	20,57	189,24
2	-13,8	-22,2	-8,4	8,4	20,7	4,5	108,64	0,92	28,57	239,99

3	-22,2	-40,1	-17,9	17,9	49,3	15,3	283,88	0,74	106,77	1911,18
4	-40,1	-55	-14,9	4,5	3,2	24	329,69	0,59	89,8	404,1
Tổng										2744,51

$$\Rightarrow Q_s = 3,142 \times 2744,51 = 8623,25(\text{kN})$$

+ Sức chịu tải cực hạn do ma sát $Q_p = A_p q_p$.

+ Mũi cọc cắm vào lớp đất thứ 4 có $\varphi = 24^\circ$ tra bảng có.

$$N_q = 11,44; N_c = 23,36; N_\gamma = 8,9$$

$$q_p = 1,3cN_c + N_q \sigma'_v + 0,3d\gamma N_\gamma =$$

$$= 1,3 \times 32,5 \times 23,36 + 11,4 \times 329,69 + 0,3 \times 1 \times 10,12 \times 8,9 = 4772,45(\text{kN} / \text{m}^2).$$

+ Sức chịu tải mũi cọc.

$$Q_p = A_p q_p = 0,785 \times 4772,45 = 3748,27(\text{kN})$$

$$Q_a = \frac{Q_s}{FS_s} + \frac{Q_p}{FS_p} = \frac{8623,25}{2} + \frac{3478,27}{3} = 5561,05(\text{kN})$$

+ Sức chịu tải thiết kế: $Q_{atk} = \min(Q_{ai}) = 5581,05(\text{kN})$.

❖ Xác định số lượng cọc.

+ Công thức tính toán:
$$n = \beta \cdot \frac{P_{tt}}{Q_{aTK}}$$

Trong đó:

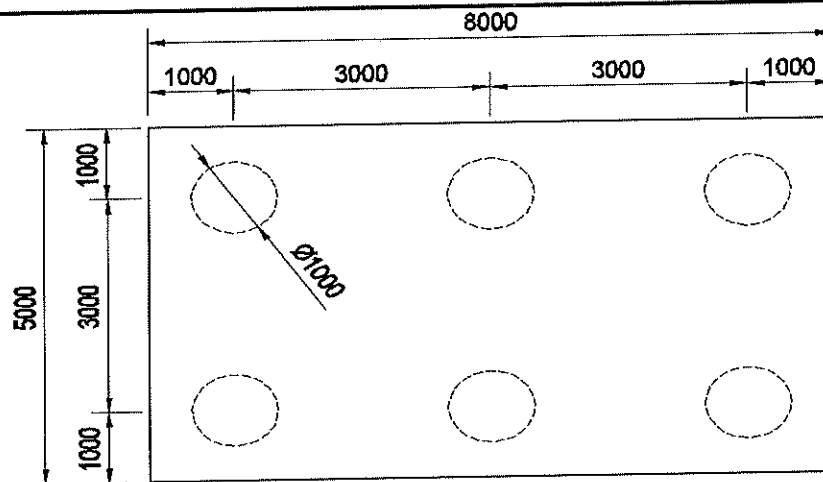
+ n - Số lượng cọc tính toán

+ β - Hệ số kể đến độ lệch tâm của tải trọng, $\beta = (1,1:2)$

+ P_{tt} - Tổng tải trọng tác dụng lên cọc tính đến đáy bộ móng (kN).

+ Q_{aTK} - Sức chịu tải tính toán của cọc (kN).

+ Số lượng cọc:
$$n_t = 2 \times \frac{13615,43}{5561,05} = 5,1 \Rightarrow \text{chọn 6 cọc.}$$



Hình 4.5: Bố trí cọc

- + Khoảng cách tim đến tim giữa các cọc phương dọc cầu : $d_{dọc} = 3000mm$
- + Khoảng cách tim đến tim giữa các cọc phương ngang cầu : $d_{ngang} = 3000mm$
- ❖ Xác định nội lực đầu cọc và chuyển vị đài cọc
- + Xác định chiều dài chịu uốn L_M : $L_M = L_o + (5 \div 7) \times D$

và chịu nén L_N của cọc: $L_N = L \times \cos \alpha$

Trong đó:

$L_o = 0 \text{ mm}$: Khoảng cách từ đáy bệ đến mặt đất sau khi xói

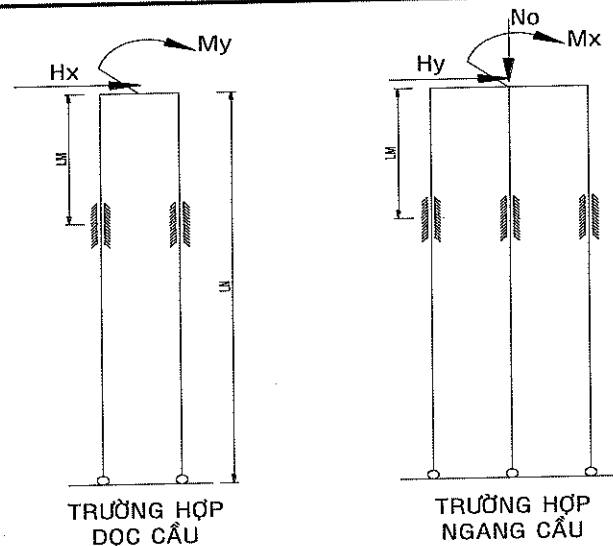
D: Đường kính cọc.

L: Chiều dài cọc .

α : Góc nghiêng của cọc

$$\begin{cases} L_M = (5 \div 7) \times D = (5 \div 7) \text{ m} \Rightarrow L_M = 7\text{m} \\ L_N = L \times \cos(0^\circ) = 40\text{m} \end{cases}$$

- + Mô đun đàn hồi của bê tông: $E_c = 0.043 \times 2500^{1.5} \times \sqrt{35} = 31799\text{MPa}$
- + Diện tích tiết diện ngang : $A = 0,79\text{m}^2$
- + Momen quán tính : $J = \frac{\pi D^4}{64} = 0,049\text{m}^4$
- + Đài cọc được xem như cứng tuyệt đối..



Hình 4.6: Sơ đồ tính toán cọc

❖ Tính cho trường hợp ngang cầu.

+ Tải tác dụng

$$P_1^t = 13615,43(\text{kN}); H_y^1 = 4670,15; M_x^1 = 6351,404(\text{kN.m})$$

+ Hệ phương trình chính tắc để xác định chuyển vị tại đáy bộ là:

$$\begin{cases} r_{vv} \times v + r_{vu} \times u + r_{vw} \times w = P_t \\ r_{uv} \times v + r_{uu} \times u + r_{uw} \times w = H_t \\ r_{wv} \times v + r_{wu} \times u + r_{ww} \times w = M_t \end{cases}$$

u, v, w : chuyển vị ngang, chuyển vị thẳng đứng, góc quay của bộ quang điểm O

(trọng tâm hệ tọa độ tính toán tại đáy bộ)

r_{ik} : phản lực trong liên kết i do chuyển vị đơn vị tại liên kết k gây ra

+ Tính các hệ số r_{ik} :

$$r_{vv} = E \times \sum \frac{A_i}{L_{Ni}} \times \cos^2 \beta_i$$

$$r_{uu} = E \times \sum \frac{A_i}{L_{Ni}} \times \sin^2 \beta_i + 12 \times E \times \sum \frac{J_i}{L_{Mi}^3} \times \cos^2 \beta_i = 12 \times E \times \sum \frac{J_i}{L_{Mi}^3} \times \cos^2 \beta_i.$$

$$r_{ww} = E \times \sum \frac{A_i}{L_{Ni}} \times x_i^2 \times \cos^2 \beta_i + 4 \times E \times \sum \frac{J_i}{L_{Mi}}$$

$$r_{uv} = r_{vu} = E \times \sum \frac{A_i}{L_{Ni}} \times \sin \beta_i \times \cos \beta_i = 0$$

$$r_{vv} = r_{ww} = 0 \quad (\text{do c\acute{o c\acute{o} b\acute{o} tr\acute{i} \acute{d}\acute{o}i x\acute{u}ng n\acute{e}n \sum x_i = 0})$$

$$r_{uw} = r_{wu} = E \times \sum \frac{A_i}{l_n} \times x_i \times \sin \beta_i \times \cos \beta_i - 6 \times E \times \sum \frac{J}{L_m^2} \times \cos \beta_i = -6 \times E \times \sum \frac{J}{L_m^2} \times \cos \beta_i$$

Trong đ\acute{o}: E modul đàn hồi của c\acute{o c lấy gần đúng bằng modul đàn hồi của bê tông làm c\acute{o c: $E_c = 0.043 \times 2500^{1.5} \times \sqrt{35} = 31799 \text{MPa}$.

Bảng 4.9: Tính hệ số phương trình chính tắc.

r_{vv}	$A_i \text{ (m}^2\text{)}$	$L_N \text{ (m)}$	$\cos^2 i$	$\sin^2 i$	
P_1	0,79	40	1	0	0,02
P_2	0,79	40	1	0	0,02
P_3	0,79	40	1	0	0,02
P_4	0,79	40	1	0	0,02
P_5	0,79	40	1	0	0,02
P_6	0,79	40	1	0	0,02
Tổng					0,12

r_{uu}	$j_i \text{ (m}^4\text{)}$	$L_m \text{ (m)}$	$\cos^2 i$	$\sin^2 i$	
P_1	0,049	7	1	0	0,0017
P_2	0,049	7	1	0	0,0017
P_3	0,049	7	1	0	0,0017
P_4	0,049	7	1	0	0,0017
P_5	0,049	7	1	0	0,0017

P_6	0,049	7	1	0	0,0017
Tổng					0,0102

$r_{uw} = r_{wu}$	$j_i \text{ (m}^4\text{)}$	$L_m \text{ (m)}$	$\cos^2 i$	$\sin^2 i$	
P_1	0,049	7	1	0	-0,006
P_2	0,049	7	1	0	-0,006
P_3	0,049	7	1	0	-0,006
P_4	0,049	7	1	0	-0,006
P_5	0,049	7	1	0	-0,006
P_6	0,049	7	1	0	-0,006
Tổng					-0,036

r_{ww}	$J_i \text{ (m}^4\text{)}$	$L_M \text{ (m)}$	$A_i \text{ (m}^2\text{)}$	$L_N \text{ (m)}$	$\cos^2 i$	$\sin^2 i$		$x_i \text{ (m)}$
P_1	0,049	7	0,79	40	1	0	0,206	-3
P_2	0,049	7	0,79	40	1	0	0,028	0
P_3	0,049	7	0,79	40	1	0	0,206	3
P_4	0,049	7	0,79	40	1	0	0,206	3
P_5	0,049	7	0,79	40	1	0	0,028	0
P_6	0,049	7	0,79	40	1	0	0,206	-3
Tổng							0,88	

+ Thay vào hệ phương trình và giải hệ ta có :

$$\begin{cases} 31799 \times 10^3 \times (0.12 \times v + 0 \times u + 0 \times w) = 13615,43 \text{ kN} \\ 31799 \times 10^3 \times (0 \times v + 0.0102 \times u - 0.036 \times w) = 4670,15 \text{ kN} \\ 31799 \times 10^3 \times (0 \times v - 0.036 \times u + 0,88 \times w) = 6351,404 \text{ kN.m} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v = 0,004 \text{ (m)} \\ u = 0,0178 \text{ (m)} \\ w = 0,00095 \text{ (rad)} \end{cases}$$

✦ Tính nội lực từng cọc.

+ Lực dọc trục hàng thứ (i) tính theo công thức.

$$N_i = \frac{E \times A_i}{L_{Ni}} \times (v \times \cos \beta_i + u \times \sin \beta_i + x_i \times w \times \cos \beta_i)$$

+ Lực cắt của hàng thứ (i) tính theo công thức.

$$Q_i = \frac{12 \times E \times J_i}{L_M^3} \times (-v \times \sin \beta_i + u \times \cos \beta_i - x_i \times w \times \sin \beta_i) - \frac{6 \times E \times J_i}{L_M^2} \times w$$

+ Momen uốn lớn nhất ở đầu cọc thứ (i) tính theo công thức.

$$M_i = \frac{6 \times E \times J_i}{L_M^2} \times (-v \times \sin \beta_i + u \times \cos \beta_i - x_i \times w \times \sin \beta_i) - \frac{4 \times E \times J_i}{L_M} \times w$$

Bảng 5.1: Kết quả tính nội lực đầu cọc

STT	X_i	N_i	Q_i	M_i	$N_i \times X_i$
1	-3	722,23	789,069	2550,28	-2166,69
2	0	2512,121	789,069	2550,28	0
3	3	4302,007	789,069	2550,28	12906,021
4	3	4302,007	789,069	2550,28	12906,021
5	0	2512,121	789,069	2550,28	0
6	-3	722,23	789,069	2550,28	-2166,69
Tổng		15072,716	4734,417	15304,68	25812,042

❖ Tính cho trường hợp dọc cầu.

+ Tải tác dụng

$$P_1^u = 13615,43(\text{kN}); H_x^1 = 121; M_y^1 = 1926,32(\text{kN.m})$$

+ Hệ phương trình chính tắc để xác định chuyển vị tại đáy bộ là:

$$\begin{cases} r_{vv} \times v + r_{vu} \times u + r_{vw} \times w = P_u \\ r_{uv} \times v + r_{uu} \times u + r_{uw} \times w = H_u \\ r_{wv} \times v + r_{wu} \times u + r_{ww} \times w = M_u \end{cases}$$

u, v, w : chuyển vị ngang, chuyển vị thẳng đứng, góc quay của bộ quang điểm O (trọng tâm hệ tọa độ tính toán tại đáy bộ)

r_{ik} : phản lực trong liên kết i do chuyển vị đơn vị tại liên kết k gây ra

+ Tính các hệ số r_{ik} :

$$r_{vv} = E \times \sum \frac{A_i}{L_{Ni}} \times \cos^2 \beta_i$$

$$r_{uu} = E \times \sum \frac{A_i}{L_{Ni}} \times \sin^2 \beta_i + 12 \times E \times \sum \frac{J_i}{L_{Mi}^3} \times \cos^2 \beta_i = 12 \times E \times \sum \frac{J_i}{L_{Mi}^3} \times \cos^2 \beta_i$$

$$r_{ww} = E \times \sum \frac{A_i}{L_{Ni}} \times x_i^2 \times \cos^2 \beta_i + 4 \times E \times \sum \frac{J_i}{L_{Mi}}$$

$$r_{uv} = r_{vu} = E \times \sum \frac{A_i}{L_{Ni}} \times \sin \beta_i \times \cos \beta_i = 0$$

$$r_{vw} = r_{wv} = 0 \quad (\text{do cọc bố trí đối xứng nên } \sum x_i = 0)$$

$$r_{uw} = r_{wu} = E \times \sum \frac{A_i}{L_{Ni}} \times x_i \times \sin \beta_i \times \cos \beta_i - 6 \times E \times \sum \frac{J_i}{L_{Mi}^2} \times \cos \beta_i = -6 \times E \times \sum \frac{J_i}{L_{Mi}^2} \times \cos \beta_i$$

Trong đó: E modul đàn hồi của cọc lấy gần đúng bằng modul đàn hồi của bê tông làm cọc: $E_c = 0.043 \times 2500^{1.5} \times \sqrt{35} = 31799 \text{MPa}$.

Bảng 5.2: Tính hệ số phương trình chính tắc phương dọc

r_{vv}	$A_i (\text{m}^2)$	$L_N (\text{m})$	$\cos^2 i$	$\sin^2 i$	
P_1	0,79	40	1	0	0,02
P_2	0,79	40	1	0	0,02
P_3	0,79	40	1	0	0,02

P_4	0,79	40	1	0	0,02
P_5	0,79	40	1	0	0,02
P_6	0,79	40	1	0	0,02
Tổng					0,12

r_{uu}	$j_i \text{ (m}^4\text{)}$	$L_m \text{ (m)}$	$\cos^2 i$	$\sin^2 i$	
P_1	0,049	7	1	0	0,0017
P_2	0,049	7	1	0	0,0017
P_3	0,049	7	1	0	0,0017
P_4	0,049	7	1	0	0,0017
P_5	0,049	7	1	0	0,0017
P_6	0,049	7	1	0	0,0017
Tổng					0,0102

$r_{uw} = r_{wu}$	$j_i \text{ (m}^4\text{)}$	$L_m \text{ (m)}$	$\cos^2 i$	$\sin^2 i$	
P_1	0,049	7	1	0	-0,006
P_2	0,049	7	1	0	-0,006
P_3	0,049	7	1	0	-0,006
P_4	0,049	7	1	0	-0,006
P_5	0,049	7	1	0	-0,006
P_6	0,049	7	1	0	-0,006

Tổng	-0,036
------	--------

r_{ww}	$J_i (m^4)$	$L_M (m)$	$A_i (m^2)$	$L_N (m)$	$\cos^2 i$	$\sin^2 i$		$x_i (m)$
P_1	0,049	7	0,79	40	1	0	0,072	-1,5
P_2	0,049	7	0,79	40	1	0	0,028	0
P_3	0,049	7	0,79	40	1	0	0,072	1,5
P_4	0,049	7	0,79	40	1	0	0,072	1,5
P_5	0,049	7	0,79	40	1	0	0,028	0
P_6	0,049	7	0,79	40	1	0	0,072	-1,5
Tổng							0,344	

+ Thay vào hệ phương trình và giải hệ ta có :

$$\begin{cases} 31799 \times 10^3 \times (0,12 \times v + 0 \times u + 0 \times w) = 13615,43 \text{ kN} \\ 31799 \times 10^3 \times (0 \times v + 0,0102 \times u - 0,036 \times w) = 121 \text{ kN} \\ 31799 \times 10^3 \times (0 \times v - 0,036 \times u + 0,344 \times w) = 1926,32 \text{ kN.m} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v = 0,004 (m) \\ u = 0,0016 (m) \\ w = 0,00034 (rad) \end{cases}$$

* Tính nội lực từng cọc.

+ Lực dọc trục hàng thứ (i) tính theo công thức.

$$N_i = \frac{E \times A_i}{L_{Ni}} \times (v \times \cos \beta_i + u \times \sin \beta_i + x_i \times w \times \cos \beta_i)$$

+ Lực cắt của hàng thứ (i) tính theo công thức.

$$Q_i = \frac{12 \times E \times J_i}{L_M^3} \times (-v \times \sin \beta_i + u \times \cos \beta_i - x_i \times w \times \sin \beta_i) - \frac{6 \times E \times J_i}{L_M^2} \times w$$

+ Momen uốn lớn nhất ở đầu cọc thứ (i) tính theo công thức.

$$M_i = \frac{6 \times E \times J_i}{L_M^2} \times (-v \times \sin \beta_i + u \times \cos \beta_i - x_i \times w \times \sin \beta_i) - \frac{4 \times E \times J_i}{L_M} \times w$$

Bảng 5.3: Kết quả tính nội lực đầu cọc phương dọc

STT	X_i	N_i	Q_i	M_i	$N_i \times X_i$
1	-1,5	2191,826	22,35	307,814	-3287,739
2	0	2512,121	22,35	307,814	0
3	1,5	2832,416	22,35	307,814	4248,624
4	1,5	2832,416	22,35	307,814	4248,624
5	0	2512,121	22,35	307,814	0
6	-1,5	2191,826	22,35	307,814	-3287,739
Tổng		15072,726	134,1	1846,884	1921,77

1.3. Kiểm toán cọc

✱ Kiểm tra cọc làm việc theo nhóm.

$$\eta = 1 - \theta \left[\frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90n_1n_2} \right]$$

+ Hệ số nhóm

$$\theta(\text{deg}) = \arctan \frac{d}{s} = 18,43^\circ \quad (s = 3d)$$

$$\text{Với: } \theta(\text{deg}) = \arctan \frac{d}{s} = 18,43^\circ \quad (s = 3d)$$

+ Số hàng trong nhóm cọc $n_1 = 2$. Số cọc trong 1 hàng $n_2 = 3$.

$$\eta = 1 - \theta \left[\frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90n_1n_2} \right] = 1 - 18,43 \left[\frac{(2-1) \times 3 + (3-1) \times 2}{90 \times 2 \times 3} \right] = 0,76$$

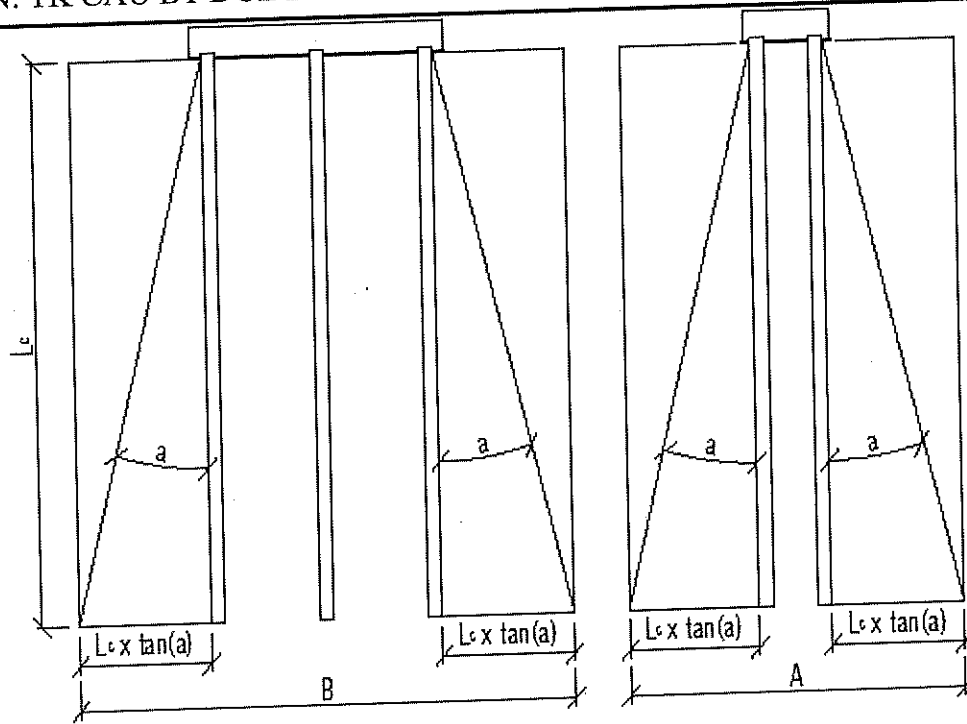
+ Sức chịu tải của nhóm cọc.

$$Q_{nhóm} = \eta \times n_c \times Q_{aTK} = 0,76 \times 6 \times 5561,05 = 25358,388 > N'' = 15072,26(\text{kN})$$

⇒ Vậy thỏa mãn điều kiện sức chịu tải nhóm cọc.

✱ Kiểm tra cường độ đất nền tại vị trí mũi cọc.

+ Xác định móng khối quy ước



Hình 4.7: Sơ đồ tính toán móng khối.

+ Góc mở được tính theo công thức: $\alpha = \frac{\varphi_{tb}}{4}$

Trong đó:

$\varphi_{tb} = \frac{\sum \varphi_i \times l_i}{L_{tb}}$: là góc ma sát trong của đất nền được tính trung bình cho các lớp đất

đất

φ_i : là góc ma sát trong của các lớp đất

l_i : chiều dày của các lớp đất tương ứng

$$\varphi_{tb} = 13^\circ 42' \Rightarrow \alpha = \frac{21.678^\circ}{4} = 3,5^\circ$$

+ Chiều dài móng quy ước theo phương Y:

$$L_{qu} = L_1 + 2L_{tb} \tan \frac{\varphi_{tb}}{4} = 8 + 2 \times 40 \times \tan \frac{13^\circ 42'}{4} = 12,89m$$

+ Chiều rộng móng quy ước theo phương X:

$$B_{qu} = B_1 + 2L_{tb} \tan \frac{\varphi_{tb}}{4} = 5 + 2 \times 39 \times \tan \frac{13^\circ 42'}{4} = 9,89m$$

+ Moment chống uốn khối móng quy ước.

$$W_x = \frac{L_{qu}^2 \times B_{qu}}{6} = 276,37m^3$$

$$W_y = \frac{L_{qu} \times B_{qu}^2}{6} = 213,97m^3$$

+ Chiều cao khối móng quy ước

$$H_{qu} = L_{tb} + D_f = 40 + 2,2 = 42,2m$$

+ Diện tích khối móng quy ước

$$A_{qu} = B_{qu} L_{qu} = 127,48m^2$$

+ Khối lượng đất trong móng quy ước.

$$Q_d = A_{qu} \sum h_i \gamma_i = 127,48 \times 384 = 48952,32kN$$

+ Khối lượng đất bị cọc, đài chiếm chỗ.

$$Q_{dc} = nA_p \sum h_i \gamma_i + \gamma_i V_d = (6 \times 0,785 \times 384) + (5 \times 8 \times 1,5 \times 8,12) = 2295,84 kN$$

+ Khối lượng cọc và đài bê tông.

$$Q_c = nA_p \gamma_{bt} L_c + W_d = (6 \times 0,785 \times 25 \times 39) + (5 \times 8 \times 1,5 \times 25) = 6092,25 kN$$

+ Khối lượng tổng trên móng quy ước.

$$Q_{qu} = Q_d + Q_c - Q_{dc} = 40564,23kN$$

+ Tải trọng quy về đáy khối móng ước.

$$N_{qu}^{tc} = N^{tc} + Q_{qu} = \frac{13615,43}{1,15} + 40564,23 = 52403,73kN$$

$$M_{yqu}^{tc} = \frac{M_y^{tt}}{1,15} = 1495,16kNm; \quad M_{xqu}^{tc} = \frac{M_x^{tt}}{1,15} = 6275,2kNm$$

+ Ứng suất dưới đáy khối móng quy ước.

$$p_{tb}^{tc} = \frac{N_{qu}^{tc}}{A_{qu}} = \frac{52403,73}{127,48} = 411,07kN/m^2$$

$$p_{max-min}^{tc} = \frac{N_{qu}^{tc}}{A_{qu}} \pm \frac{M_{yqu}^{tc}}{W_y} \pm \frac{M_{xqu}^{tc}}{W_x}$$

$$p_{max}^{tc} = 581,4kN/m^2; \quad p_{min}^{tc} = 517,72kN/m^2$$

+ Xác định sức chịu tải của đất nền theo trạng thái giới hạn thứ II

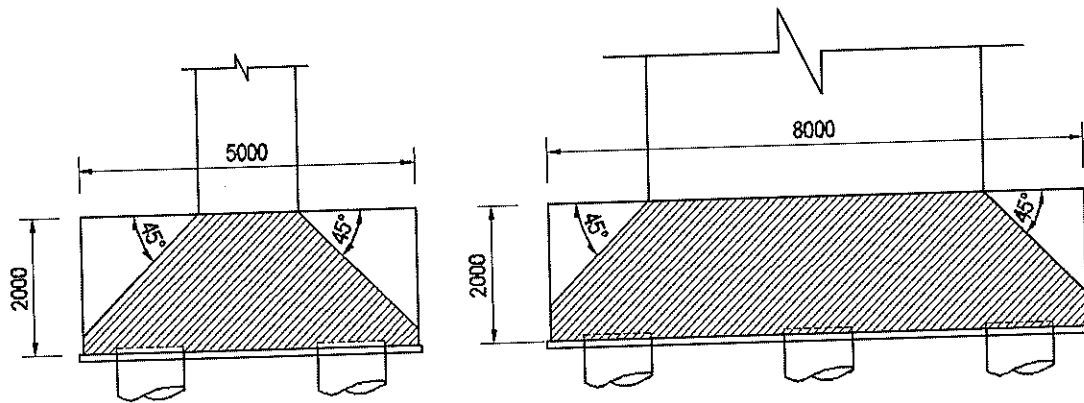
Mũi cọc tại lớp thứ 4 có $\varphi = 24^\circ$ tra bảng ta có: $A = 0,718$; $B = 3,871$; $D = 6,449$

$$R^{tc} = m(AB_{qu}\gamma' + B\sigma_v' + Dc) = 1 \times (0,718 \times 9,98 \times 10,12 + 3,781 \times 384 + 6,449 \times 32,5) \\ = 1733,36 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{cases} p_{\max}^{tc} = 581,4 \text{ kN} < 1,2 R^{tc} \\ p_{\min}^{tc} = 522,06 \text{ kN} > 0 \rightarrow \text{thỏa mãn điều kiện.} \\ p_{tb}^{tc} = 541,79 \text{ kN} < R^{tc} \end{cases}$$

✱ Kiểm tra xuyên thủng đài cọc.

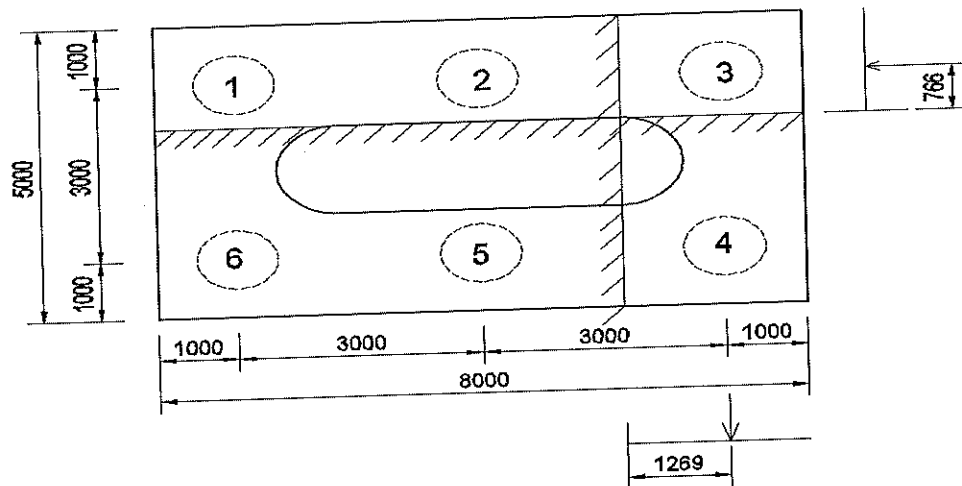
Góc mở đáy tháp chọc thủng $\alpha = 45^\circ$ đáy tháp chọc thủng như sau:



Hình 4.8: Tháp chọc thủng.

Do các cọc đều nằm trong phần diện tích tháp chọc thủng nên đáy đài không bị chọc thủng. Vì vậy không cần kiểm tra.

1.4. Tính toán cốt thép cho đài cọc



Hình 4.9: Sơ đồ tính thép bộ.

Sơ đồ tính: xem đài là bản consol một đầu ngàm vào mép trụ, đầu kia tự do.

- + Chiều dày lớp bê tông bảo vệ $a_{bv} = 100 \text{ mm}$.
- + Hệ số điều kiện làm việc của bê tông $\gamma_b = 0,9$.
- + Bê tông M500 có $R_u = 25,5/22 \text{ Mpa}$ (nén khi uốn/nén dọc trục); $R_{bt} = 1,4 \text{ Mpa}$
- + Thép CIII có $R_s = 365 \text{ Mpa}$
- * Tính thép theo phương X (tiết diện $b \times h = 8000 \times 2000 \text{ mm}$).
- + Moment uốn tại ngàm:

$$M = 0,77(P_1 + P_2 + P_3) = 2191,826 + 2512,121 + 2832,416 = 5803(\text{kNm})$$

Chiều cao làm việc của tiết diện: $h_0 = h - a = 2000 - 100 = 1900 \text{ mm}$.

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b R_u b h_0^2} = \frac{5803 \times 10^6}{0,9 \times 25,5 \times 8000 \times 1900^2} = 0,0088$$

$$\xi_m = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 0,0088 < \xi_R = 0,544$$

$$\text{Diện tích cốt thép } A_s = \frac{\xi_m R_u b h_0}{R_s} = \frac{0,0088 \times 25,5 \times 8000 \times 1900}{365} = 9344,88 \text{ mm}^2$$

Chọn 25 Φ 22 có $A_s = 9503,32 \text{ mm}^2$

- + Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối thiểu và tối đa.

$$\mu_{\min} = 0,05\% \leq \mu = \frac{A_s}{b h_0} = \frac{9503,32 \times 100}{8000 \times 1900} = 0,09\% \leq \mu_{\max} = \frac{\xi_R \gamma R_u}{R_s} = 3\% (\text{thỏa mãn}).$$

- * Tính thép theo phương Y (tiết diện $b \times h = 5000 \times 2000 \text{ mm}$).

- + Mômen uốn tại ngàm

$$M = 1,3(P_3 + P_4) = 1,3 \times (4302,007 \times 2) = 11185,22(\text{kNm})$$

Chiều cao làm việc của tiết diện: $h_0 = h - a = 2000 - 100 = 1900 \text{ mm}$.

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b R_u b h_0^2} = \frac{11185,22 \times 10^6}{0,9 \times 25,5 \times 5000 \times 1900^2} = 0,027$$

$$\xi_m = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 0,027 < \xi_R = 0,544$$

$$\text{Diện tích cốt thép } A_s = \frac{\xi_m R_u b h_0}{R_s} = \frac{0,027 \times 25,5 \times 5000 \times 1900}{365} = 17920 \text{ mm}^2$$

Chọn 49 Φ 22 có $A_s = 18627 \text{ mm}^2$.

- + Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối thiểu và tối đa.

$$\mu_{\min} = 0,05\% \leq \mu = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{18627 \times 100}{5000 \times 1900} = 0,2\% \leq \mu_{\max} = \frac{\xi_R \gamma R_u}{R_s} = 3\% (\text{thỏa mãn}).$$

PHẦN III

THIẾT KẾ THI CÔNG

CHƯƠNG I. TÍNH TOÁN VÒNG VÂY CỌC VÁN THÉP.

1. THIẾT KẾ CỌC VÁN THÉP

Vòng vây cọc ván thép là loại kết cấu ngăn nước dùng phổ biến trong thi công cầu. Ưu điểm của dạng vòng vây này là độ cứng lớn có thể dùng trong điều kiện ngập sâu trên 10m nước, kích thước vòng vây không hạn chế, kết cấu gọn ít chấn dòng, sử dụng được nhiều lần. Phạm vi áp dụng của vòng vây và cọc ván thép là tầng đất đủ dày cho phép đóng ngập với độ sâu sao cho không bị xói hỏ thân cọc.

1.1. Kích thước vòng vây.

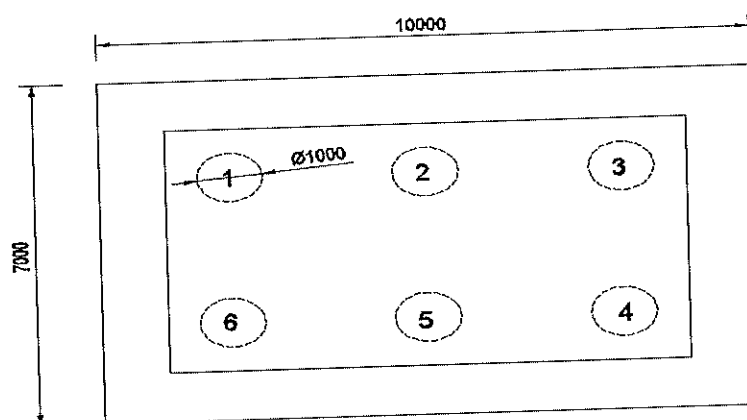
Ta sử dụng mực nước thông thuyền dùng làm mực nước thi công ($MNTC = +0m$), như vậy chiều sâu mực nước thi công:

$$H_n = MNTC - CDD = 0 - (-8.075) = 8.075 \text{ m}$$

Kích thước vòng vây cọc ván được chọn dựa trên kích thước móng, khoảng cách từ mặt trong của tường cọc ván đến mép bệ móng 1m, chọn kích thước vòng vây cọc ván như sau:

Trên mặt đứng, đỉnh vòng vây phải cao hơn mực nước thi công tối thiểu là 0.7m, điều 1.10 – 22TCN200-89, chọn là 0.7m. Vậy cọc ván phải có chiều cao tính từ mặt đất là: $8.075 + 0.7 = 8.78m$.

Dự kiến sử dụng bê tông bọt dày 1.5m để ngăn nước ngấm và tạo phẳng phục vụ cho thi công bệ móng và thi công trụ.



Hình 5.1: Kích thước vòng vây cọc ván thép.

1.2. Bê tông bọt đáy

✚ Bê tông bọt đáy có vai trò quan trọng:

- + Giữ ổn định nền phía dưới đáy móng chống áp lực đẩy nổi.
- + Ngăn kín nước từ phía đáy hố móng.
- + Tạo mặt bằng thi công bệ móng.

Lớp bê tông bọt đáy được xác định từ điều kiện: áp lực đẩy nổi của nước lên lớp bê tông phải nhỏ hơn lực ma sát giữa bê tông với hệ cọc và trọng lượng lớp bê tông bọt đáy.

Chiều dày lớp bê tông bọt đáy được xác định căn cứ vào khả năng chống áp lực đẩy nổi của nước.

Khi xét đến dính bám của bê tông với đầu cọc và các cọc ván thép xung quanh hố móng, chiều dày lớp bê tông bọt đáy được tính theo công thức

$$h \geq \frac{H.F.\gamma_n}{(F.\gamma_b + n.U.f_1).m}$$

Trong đó:

m : hệ số điều kiện làm việc, $m = 0.9$

H : Chiều sâu mực nước thi công MNTC – CĐĐB = $0 - (-8,075) = 8,075\text{m}$.

F : diện tích hố móng, $F = 7 \times 10 = 70 \text{ m}^2$

γ_n : dung trọng của nước, $\gamma_n = 1 \text{ T/m}^3$

γ_b : dung trọng của bê tông, $\gamma_b = 2,5 \text{ T/m}^3$

f_1 : ma sát giữa cọc với bê tông bọt đáy, $f_1 = 10 \text{ T/m}^2$

n : số lượng cọc khoan nhồi; $n = 6$ cọc.

U : chu vi một cọc, $U = \pi.D = 3,14 \times 1 = 3,14 \text{ m}$.

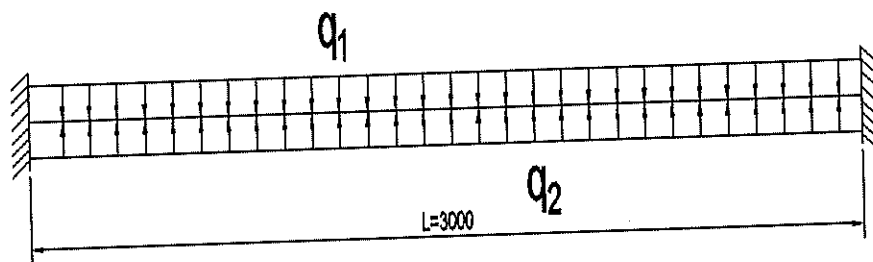
$$h \geq \frac{8,075 \times 70 \times 1}{(70 \times 2,5 + 6 \times 3,14 \times 10) \times 0,9} = 1,73\text{m}$$

⇒ Chọn bề dày bê tông bọt đáy $h = 1,8\text{m}$.

✚ Kiểm tra cường độ bê tông bọt đáy.

Kiểm tra cường độ bê tông bọt đáy chịu mômen uốn tác dụng áp lực nước đẩy lên và trọng lượng bê tông hướng xuống:

Tách 1 dải BTBD rộng 1m dọc theo đường tim trụ theo hướng thượng – hạ lưu có chiều dài nhịp bằng khoảng cách giữa 2 cọc khoan nhồi.



Hình 5.2: Áp lực lên lớp bê tông bịt đáy.

+ Trọng lượng bản thân của lớp BTBD :

$$q_1 = \gamma_b \times H_b \times 1 = 25 \times 1,8 \times 1 = 45 \text{ kN/m}$$

Trong đó:

$\gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3$: Dung trọng của lớp BTBD.

$H_b = 1,8 \text{ m}$: Bề dày của lớp BTBD.

1.0 m : Bề rộng của dải BTBD đang xét.

Áp lực đáy của nước :

$$q_2 = \gamma \times (H + H_b) \times 1 = 10 \times (8,075 + 1,8) \times 1 = 98,75 \text{ kN/m}$$

Trong đó :

$\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$: Dung trọng của nước.

$H = 8,075 \text{ m}$: Chiều sâu cột nước, từ lớp đáy móng đến mực nước thi công.

1.0 m : Bề rộng của dải BTBD đang xét.

+ Nội lực phát sinh trong dầm :

$$M_{\max} = \frac{q_1 - q_2}{8} \times l^2 = \frac{45 - 98,75}{8} \times 3^2 = -60,47 \text{ kN.m}$$

⇒ Vậy lớp bê tông bịt đáy căng thớ trên.

$$+ \text{ Moment kháng uốn của dầm : } W = \frac{b \times h_b^2}{6} = \frac{1 \times 1,8^2}{6} = 0,54 \text{ m}^3$$

+ Yêu cầu ứng suất kéo phát sinh trong BTBD phải nhỏ hơn US kéo cho phép của BT.

+ Sử dụng BT $f'_c = 20 \text{ MPa}$

$$\Rightarrow f_k = 0.5 \times \sqrt{f'_c} = 0.5 \times \sqrt{20} = 2.236 \text{ MPa} = 2236 \text{ kN/m}^2$$

+ Ứng suất lớn nhất trong lớp bê tông bít đáy:

$$f_k = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{60,47}{0.54} = 111,98 \text{ kN/m}^2 < [f]^k = 2236 \text{ kN/m}^2$$

✱ Phương pháp đổ bê tông bít đáy :

+ Tiến hành đổ bê tông bít đáy theo phương pháp vữa dâng :

+ Bán kính hoạt động của ống : $R = 2 \text{ m}$

+ Diện tích hoạt động của một ống : $F_o = \pi \times R^2 = \pi \times 2^2 = 12.56 \text{ m}^2$

+ Số ống cần thiết : $n = \frac{F}{F_o} = \frac{70}{12.56} = 5,6 \text{ (ống)}$

$\Rightarrow$ Chọn 6 ống.

1.3. Tính toán cọc ván thép.

❖ Xác định độ chôn sâu cọc ván.

Ổn định vòng vây cọc ván thép được xét qua 2 giai đoạn thi công:

Giai đoạn 1: Sau khi đóng cọc ván thép đến độ sâu thiết kế, đã lắp xong vành đai, khung chống. Sau đó, đào hố móng đến cao độ thiết kế và tiến hành đổ bê tông bít đáy trong nước. Ở giai đoạn này sự ổn định của vòng vây chủ yếu dựa vào hệ thanh giằng, tường vây có xung hướng quay chung quanh điểm O (điểm tựa của tường cọc vào thanh giằng ngang).

Giai đoạn 2: Ở giai đoạn sau khi lớp BTBD hình thành cường độ, ta không cần kiểm tra điều kiện ổn định của cọc ván thép, bởi vì khi đó cọc ván thép được tựa trên 2 điểm (điểm O và điểm cách mặt trên của lớp BTBD một khoảng 0.5m) nên cọc ván thép không thể xoay được hay cọc ván thép đã được giữ ổn định.

❖ Các thông số tính toán:

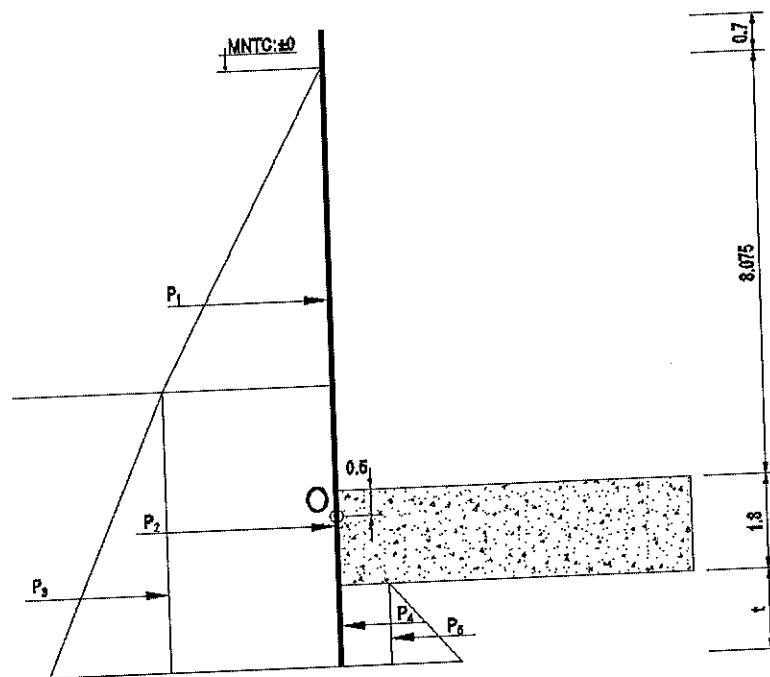
+ Hệ số vượt tải đối với áp lực đất chủ động: $n_1 = 1.2$

+ Hệ số vượt tải đối với áp lực đất bị động: $n_2 = 0.8$

+ Hệ số áp lực đất chủ động, bị động K_a, K_b .

$$k_a = \tan^2(45^\circ - \varphi/2) = \tan^2(45^\circ - \frac{7^\circ 10'}{2}) = 0,78$$

$$k_b = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \varphi/2) = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \frac{7^\circ 10'}{2}) = 1,28$$



Hình 5.3: Áp lực cọc ván GĐ2.

+ Điều kiện để đảm bảo ổn định chống lật:

$$M_l < m.M_g$$

Trong đó:

M_l : mômen gây lật quay quanh O

M_g : mômen giữ quay quanh O

m : hệ số an toàn.

❖ Áp lực chủ động.

✱ Áp lực thủy tĩnh:

+ Toàn bộ chiều cao cọc ván ngập trong nước đều bị ảnh hưởng của lực thủy tĩnh.

$$P_1 = \frac{1}{2} \gamma_n H^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 6,075^2 = 18,45(T)$$

+ Điểm đặt của áp lực này cách tâm O một đoạn : $x_1 = \frac{1}{3} \times 6,075 + 2,5 = 4,53(m)$.

$$M_l = P_1 \times x_1 = 18,45 \times 4,53 = 83,58(Tm)$$

+ Áp lực thủy tĩnh quy đổi xuống lớp đất:

$$P_2 = \gamma_n \times H \times t = 6,075t \text{ (T)}$$

+ Điểm đặt của áp lực này cách tâm O một đoạn : $x_2 = \frac{t+2,8}{2} \text{ (m)}$

$$M_2 = P_2 \times x_2 = 3,04t^2 + 8,51t \text{ (Tm)}$$

✚ Áp lực đất chủ động.

+ Độ lớn:

$$P_3 = \frac{1}{2} \times \gamma_2 \times (2,8+t)^2 \times K_a \times n_1 = \frac{1}{2} \times 0,812 \times (2,8+t)^2 \times 0,78 \times 1,2 = 0,38 \times (2,8+t)^2$$

+ Điểm đặt của áp lực này cách tâm O một đoạn :

$$x_3 = \frac{2}{3} \times (t+2,8) - 2,5 = \frac{2}{3}t - 0,63 \text{ (m)}$$

$$M_3 = P_3 \times x_3 = 0,38 \times (t+2,8)^2 \times \left(\frac{2}{3}t - 0,63\right) = 0,25t^3 + 1,18t^2 - 1,3t + 0,22 \text{ (Tm)}$$

❖ Áp lực bị động.

✚ Áp lực do bê tông bị đẩy

+ Độ lớn:

$$P_4 = 2\gamma'_b t n_b = 2 \times 1,5t \times 0,8 = 2,4t \text{ (T)}.$$

Trong đó :

γ'_b : dung trọng đẩy nổi của bê tông trong nước.

$$\gamma'_b = \gamma_b - \gamma_n = 2,5 - 1 = 1,5 \text{ (T/m}^3\text{)}$$

+ Điểm đặt của áp lực này cách tâm O một đoạn : $x_4 = 0,5t + 1,3 \text{ (m)}$

$$M_4 = (0,5t + 1,3) \times 2,4t = 1,2t^2 + 3,12t$$

✚ Áp lực bị động do đất.

+ Độ lớn:

$$P_5 = n_b K_b \gamma_{dn} t^2 = 1,2 \times 1,3 \times 0,812 \times t^2 = 1,27t^2 \text{ (T)}$$

+ Điểm đặt của áp lực này cách tâm O một đoạn : $x_5 = \frac{2}{3}t + 1,3 \text{ (m)}$

$$M_5 = \left(\frac{2}{3}t + 1,3\right) \times 1,27t^2 = 0,85t^3 + 1,65t^2$$

❖ Kiểm tra điều kiện chống lật

+ Tổng momen gây lật quanh điểm o.

$$M_L = M_1 + M_2 + M_3 = 83,58 + 3,04t^2 + 8,51t + 0,25t^3 + 1,18t^2 - 1,3t + 0,22$$

$$M_L = 0,25t^3 + 4,22t^2 + 7,21t + 83,8$$

+ Tổng momen giữ quanh điểm o.

$$M_g = M_4 + M_5 = 1,2t^2 + 3,12t + 0,85t^3 + 1,65t^2 = 0,85t^3 + 2,85t^2 + 3,12t$$

+ Ta có bất phương trình

$$M_L < M_g \Leftrightarrow 0,25t^3 + 4,22t^2 + 7,21t + 83,8 \leq (0,85t^3 + 2,85t^2 + 3,12t)$$

$$\Leftrightarrow -0,6t^3 + 1,37t^2 + 4,09t + 83,8 \leq 0$$

$\Rightarrow$ Ta có nghiệm $t = 6,6$ m. Vậy chiều dài cọc ván cần thiết là: $l_{cv} = 8,78 + 6,6 = 15,38$ (m).

1.4. Kiểm tra độ bền của cọc ván thép.

Kiểm tra về mặt cường độ của tường cọc ván, hay đi thiết kế tường cọc ván có cường độ để chịu lực do các áp lực gây ra.

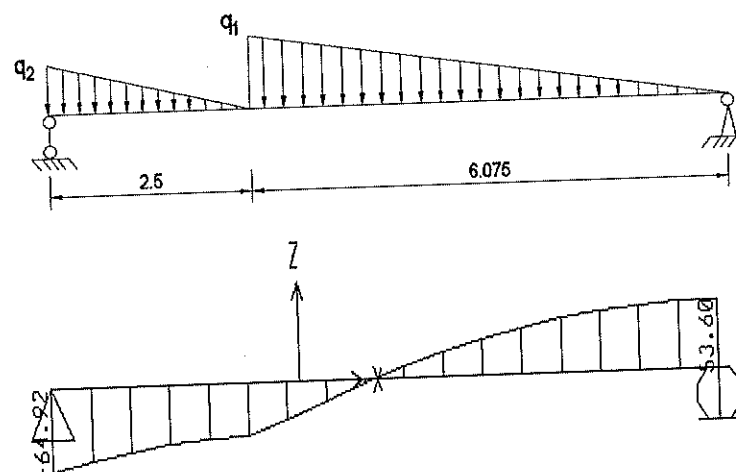
Sơ đồ làm việc của cọc ván thép là dầm giản đơn 2 gối tựa, đầu kia cách mặt trên của bê tông bít đáy 1 đoạn 0,5m. Tách 1 dải tường cọc ván theo phương đứng với bề rộng 1m.

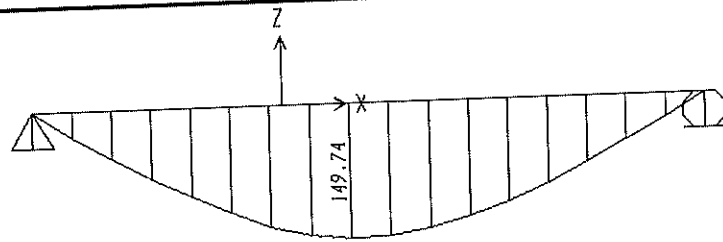
+ Áp lực nước:

$$q_1 = \gamma_n H = 10 \times 3,4 = 34 \text{ (kN/m)}$$

+ Áp lực đất:

$$q_2 = n_c h k_a \gamma_{dn} = 1,2 \times 2,5 \times 0,78 \times 8,12 = 19 \text{ (kN/m)}$$

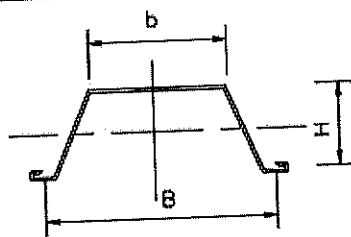




Hình 5.4: Nội lực tường ván do áp lực chủ động gây ra.

- + Phản lực tại gối O: $R_O = -64,92(kN)$
- + Phản lực tại gối A: $R_A = 53,60(kN)$
- + Momen uốn lớn nhất: $M_{max} = 149,74(kN.m)$
- + Chọn loại cọc Larsen do Hàn Quốc sản xuất: (LS-IV)

MA HIỆU	b (mm)	B (mm)	H (mm)	F (cm ²)	g (kg/m)	J (cm ⁴)	W (cm ³)
LS-IV	292	400	180	94,3/236	74/185	4660/39600	405/2200
LS-V	332	420	172	127,6/303	100/238	6243/50943	461/2962



Giá trị trên từ số là cho 1 cọc đơn, giá trị dưới mẫu số là tính cho 1m vòng vây cọc ván.
Mômen quán tính và mômen kháng uốn tính đối với trục ngang x-x.

✚ Ứng suất lớn nhất trong cọc cừ thép là:

$$\sigma_{max} = \frac{M}{W} = \frac{149,74 \times 10^4}{2200} = 680 \left(\frac{kG}{cm^2} \right) \leq [\sigma] = 1900 \left(\frac{KG}{cm^2} \right), \text{ Đạt.}$$

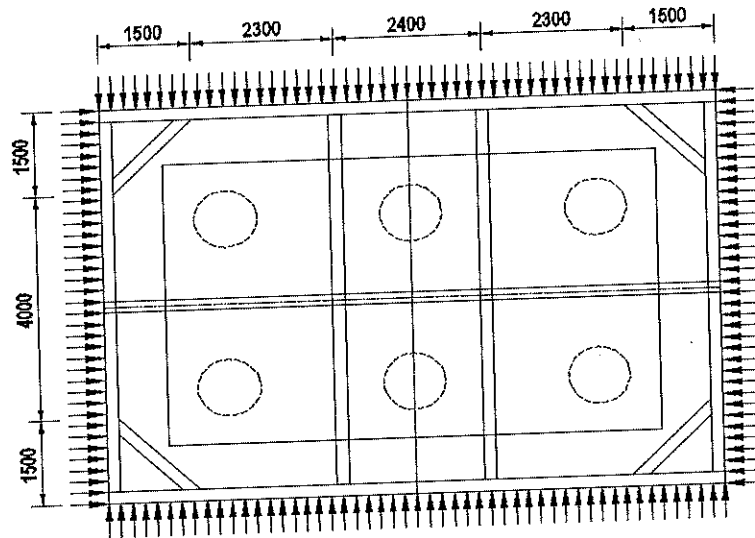
⇒ Vây sử dụng loại cọc ván LS-IV cho hồ móng.

- + Chiều dài cọc ván được lựa chọn là : $L = 18m$.
- + Chu vi vòng vây là: $(7 + 10) \times 2 = 34 (m)$
- + Vây ta đóng như sau:
- + Phương ngang ta đóng $(10000/400) \times 2 = 50$ cây.
- + Phương dọc đóng $(7000/400) \times 2 = 35$ cây.
- + Tổng cộng đóng 85 cây.

1.5. Tính toán khung và thanh chống vành đai.

Số lượng khung vành đai là 2 khung.

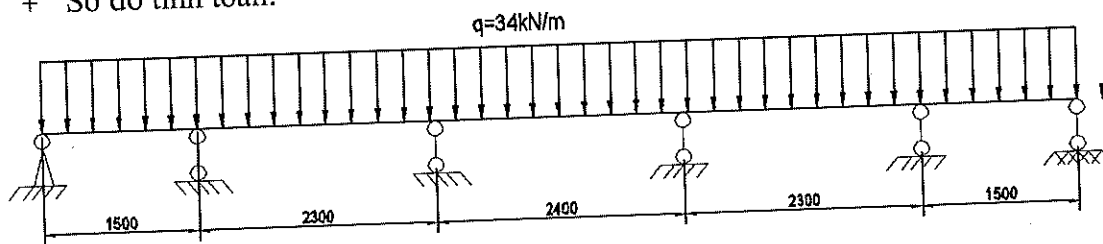
Dưới tác dụng của áp lực thủy tĩnh thì cọc ván thép sẽ truyền lên hệ khung vành đai 1 lực bằng : $q_1 = 34(\text{kN/m})$



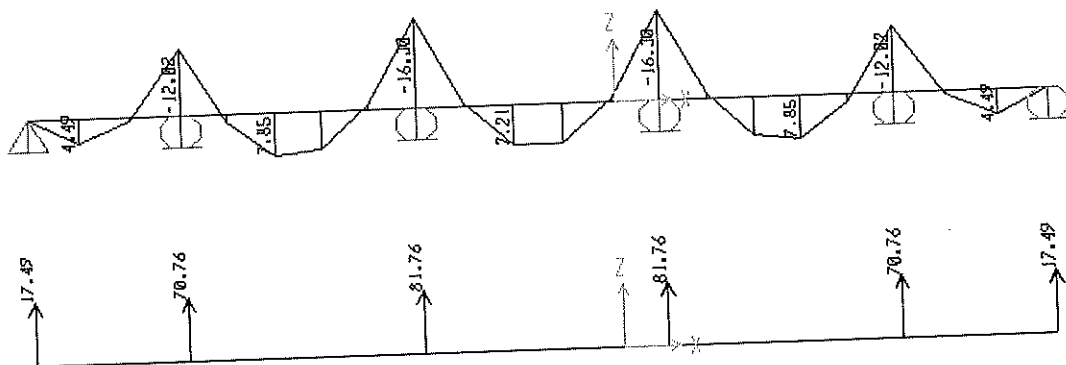
Hình 5.5: Sơ đồ vòng vây cọc ván thép

✚ Tính toán khung vành đai dài:

+ Sơ đồ tính toán:



+ Nội lực tính toán.



Dựa vào biểu đồ nội lực ta có:

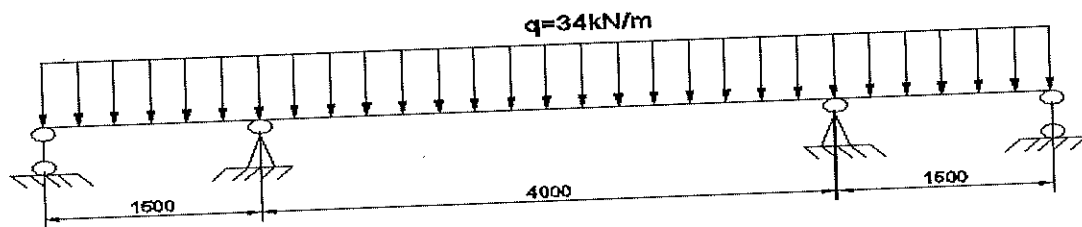
$$M_{\max} = 16.30 \text{ kN.m} - \text{Momen lớn nhất trong khung vành đai dài}$$

$$N_{kc} = 81,76 \text{ kN}$$

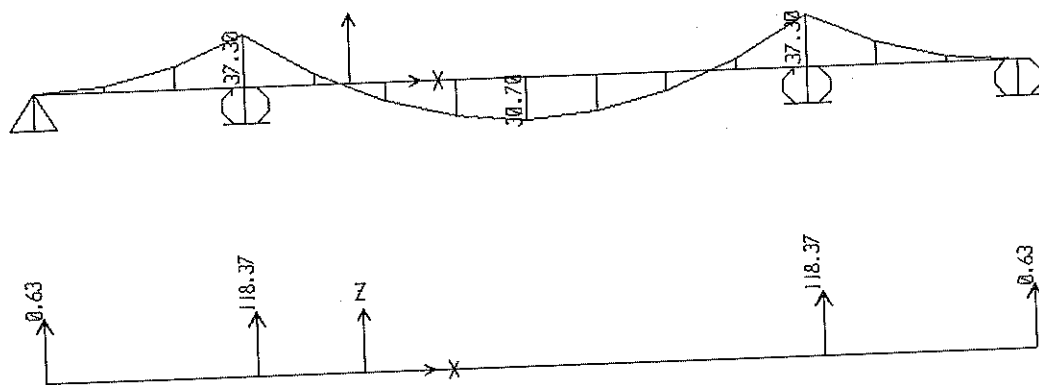
- Lực dọc lớn nhất trong các khung chống

* Tính toán khung vành đai ngắn:

+ Sơ đồ tính toán:



+ Nội lực tính toán.



Dựa vào biểu đồ nội lực ta có:

$$M_{max} = 37,3 \text{ kN.m} \quad \text{- Momen lớn nhất trong khung vành đai dài}$$

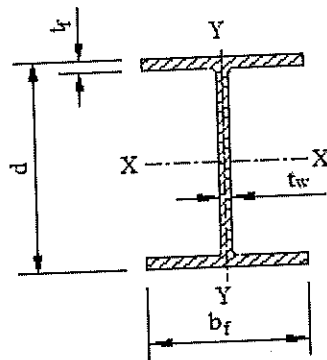
$$N_{kc} = 118,37 \text{ kN} \quad \text{- Lực dọc lớn nhất trong các khung chống}$$

❖ Để đơn giản cho quá trình thi công ta chọn cùng loại vật liệu cho khung dọc và khung ngang. Vì vậy ta thiết kế cho khung nào có nội lực lớn hơn. Từ biểu đồ nội lực ta có:

$$M_{max} = 37,3 \text{ kN.m} = 3,73 \times 10^5 \text{ (kG.cm)}$$

$$N_{kc} = 118,37 \text{ kN} = 11,84 \times 10^3 \text{ (kG)}$$

+ Chọn thép chữ I làm thanh vành đai:



Hình 5.6: Mặt cắt ngang thép chữ I

Chọn thép chữ I có kích thước hình học như sau: $d = 250\text{mm}$, $b_f = 125\text{mm}$, $t_w = 10\text{mm}$,

$$t_f = 19\text{mm}.$$

- + Mômen quán tính: $I_x = 48800 \text{ cm}^4$
- + Diện tích tiết diện: $F = 146.1 \text{ cm}^2$.
- + Momen kháng uốn: $W = 2170 \text{ cm}^3$

Ứng suất lớn nhất:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_y} + \frac{N_{vd}}{F} = \frac{3,73 \times 10^5}{585} + \frac{11,84 \times 10^3}{70,73} = 805 \left(\frac{\text{kG}}{\text{cm}^2} \right) < [\sigma] = 1,900 \left(\frac{\text{kG}}{\text{cm}^2} \right)$$

⇒ Vậy chọn thép chữ I250x125x10x19 làm khung vành đai.

✦ Tính toán thanh chống đai dài:

Thanh chống được tính toán với sơ đồ một thanh chịu nén. Lực tác dụng vào thanh chống chính bằng phản lực gối tựa của vành đai.

- + Lấy giá trị lớn nhất để tính: $N_{kc} = 11,83 \text{ T}$
- + Tiết diện thanh chống ta chọn thanh thép hình tiết diện chữ I:
- + Mômen quán tính: $I_x = 2530 \text{ cm}^4$, $I_y = 155 \text{ cm}^4$
- + Diện tích tiết diện: $F = 30.2 \text{ cm}^2$
- + Momen kháng uốn: $W_x = 230 \text{ cm}^3$, $W_y = 28.2 \text{ cm}^3$
- + Bán kính quán tính: $r_x = 9.14 \text{ cm}$, $r_y = 2.26 \text{ cm}$

Kiểm tra ổn định (hệ số độ mảnh):

$$\frac{k.L}{r} \leq 140$$

Trong đó:

k: hệ số chiều dài hiệu dụng, $k = 0.75$

L: chiều dài không giằng, $L = 4.3\text{m} = 430\text{cm}$

r: Bán kính quán tính nhỏ nhất của tiết diện cột, tính như sau:

$$r = \min(r_x, r_y) = \min(2.26; 9.14) = 2.26 \text{ cm}$$

Thay số: $\frac{k.L}{r} = \frac{0.75 \times 400}{2.26} = 132.7 \leq 140 \rightarrow \text{ĐẠT}$

$\Rightarrow$ Vây thanh chống thỏa điều kiện độ mảnh.

Kiểm tra cường độ thanh chịu nén: $P_r = \varphi_c \cdot P_n \geq N$

Trong đó:

$\varphi_c = 0.9$: hệ số sức kháng đối với nén

Với: $\lambda = \left(\frac{k.L}{\pi.r} \right)^2 \cdot \frac{F_y}{E} = \left(\frac{0.75 \times 400}{\pi \times 2.26} \right)^2 \times \frac{1,900}{2 \times 10^6} = 1.696 < 2.25$

$\Rightarrow P_n = 0.66^\lambda \times F_y \cdot F = 0.66^{1.96} \times 1,900 \times 30.2 = 25098.8 \text{ kG}$

Ta có: $P_r = 0.9 \times 25098.8 = 22589 \text{ kG} = 22,59(\text{T}) > N = 11,84(\text{T})$.

$\Rightarrow$ Vây thanh chống thỏa điều kiện cường độ.

Kết luận: Thanh chống dùng thanh thép hình I như trên đảm bảo khả năng chịu lực.

1.5. Chọn búa hạ cọc ván.

Búa hạ cọc ván thép được chọn là loại búa chấn động xung kích loại BM $\times$ -3 của hãng SNG có các thông số sau:

- + $Q = 16 \text{ kN}$: Trọng lượng búa.
- + $M_c = 5 \text{ kNm}$: Momen tĩnh của búa chấn động
- + $\omega = 1460 \text{ (vòng/phút)} = 152.9 \text{ rad/s}$

Ta phải kiểm tra để đảm bảo một số điều kiện sau để có thể hạ cọc vào trong đất.

* Điều kiện 1: Lực kích động phải đủ lớn để hạ cọc vào trong đất ở độ sâu thiết kế cọc.

$$P_0 = \frac{M_c \cdot \omega^2}{g} \geq \alpha \cdot T$$

Trong đó:

P_0 : Lực kích thích của búa chấn động

M_c : Moment tĩnh của búa chấn động

w: vận tốc góc của búa

g: gia tốc trọng trường lấy bằng 9.81 m/s^2

$\alpha = 1,0$: Hệ số kể đến ảnh hưởng đàn hồi của đất (lấy đối với cọc ván thép)

T: lực cản của đất tác dụng vào cọc khi đóng đến chiều sâu tối đa, được xác định như sau:

$$T = \sum_{i=1}^n \tau_i \cdot h_i = 12 \times 8,075 + 12 \times 6 = 168,9 \text{ kN}$$

Với:

τ_i : lực ma sát đơn vị.

h_i : chiều sâu cọc ngàm trong đất.

Thay số:

$$P_0 = \frac{M_c \cdot w^2}{g} = \frac{5 \times 152.9^2}{9.81} = 11,915.6 \text{ kN} \geq 168,9 \text{ kN} = 1 \times 168,9 = \alpha \cdot T, \text{ thỏa mãn.}$$

✚ Điều kiện 2: Đảm bảo cọc đóng vào đất hiệu quả.

$$\xi \cdot \frac{M_c}{9.81 \times Q_0} \geq A$$

Trong đó:

$\xi = 1$: hệ số, đối với cọc ván thép.

Q_0 : Trọng lượng cọc, búa chấn động và bộ búa.

$$Q_0 = Q + q = 16 + 13,32 = 29,32 \text{ kN.}$$

Với:

$Q = 16 \text{ kN}$: Trọng lượng búa.

$q = 18 \times 74 = 1332 \text{ kg}$: Trọng lượng 1 cọc ván thép

A: Biên độ dao động, tra bảng 3.10 sách "thi công móng mố trụ cầu" Lê Đình Tâm,

$A = 8 \text{ mm}$.

Thay số:

$$\xi \cdot \frac{M_c}{9.81 \times Q_0} = 1 \times \frac{5}{9.81 \times 29,32} = 0.017 \text{ m} = 17 \text{ mm} \geq A = 9 \text{ mm}$$

⇒ Đảm bảo cọc đóng vào đất hiệu quả.

✚ Điều kiện 3: Đảm bảo tốc độ đóng cọc.

$$9.81 \times Q_0 \geq p_0 \cdot F$$

Trong đó :

F: diện tích cọc, $F = 94,3\text{cm}^2$.

p_0 : Áp lực cần thiết tác dụng lên cọc $p_0 = 15 \text{ N/cm}^2$.

Thay số:

$$9.81 \times Q_0 = 9.81 \times 29,32 = 287,63 \geq 15 \times 94,3 \times 10^{-3} = 1,41, \text{ Thỏa.}$$

$\Rightarrow$ Chọn búa đóng cọc hợp lý.

CHƯƠNG II: THIẾT KẾ THI CÔNG CỌC KHOAN NHỒI

1. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CỌC KHOAN NHỒI.

1.1. Công tác chuẩn bị.

✦ Công tác thiết kế tổ chức thi công cọc khoan nhồi

Khi thiết kế thi công cọc khoan nhồi cần 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 địa chất thủy văn và 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 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 các đơn vị thi công.
- + Các yêu cầu về kỹ thuật thi công và kiểm tra chất lượng đối với cọc khoan nhồi.
- ✦ Nội dung của công tác thiết kế tổ chức thi công cọc khoan nhồi.
 - + Lập bảng vẽ mặt bằng thi công tổng thể bao gồm vị trí cọc, bố trí các công trình phụ trợ như trạm bê tông, hệ thống sản công tác, dây chuyền công nghệ thiết bị thi công như máy khoan, các thiết bị đồng bộ đi kèm, hệ thống cung cấp và tuần hoàn vữa sét, hệ thống cấp và xả nước, hệ thống cấp điện, hệ thống đường công vụ.
 - + Lập các bảng 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 hướng dẫn công nghệ thi công và các hướng dẫn sử dụng các thiết bị đồng bộ.
 - + Lập tiến độ thi công công trình.
 - + Lập biểu kế hoạch sử dụng nhân lực.
 - + Lập biểu kế hoạch sử dụng thiết bị.
 - + Các biện pháp đảm bảo an toàn lao động và chất lượng công trình.
- ✦ Vật liệu và thiết bị.

- + Các vật liệu và thiết bị dùng trong thi công cọc khoan nhồi phải tuân thủ các yêu cầu ghi trong hồ sơ thiết kế và các tiêu chuẩn hiện hành.
- + Các thiết bị sử dụng như máy cầu, máy khoan, búa rung, v.v... phải có đầy đủ tài liệu về tính năng kỹ thuật, cũng như các chứng chỉ về chất lượng, đảm bảo yêu cầu kỹ thuật của nhà chế tạo và phải được đăng kiểm của cơ quan thanh tra an toàn theo đúng các quy tắc kỹ thuật an toàn hiện hành (Ví dụ: Cục Đăng Kiểm Việt Nam).
- + Vật liệu sử dụng vào công trình cọc khoan nhồi như xi măng, cốt thép, vữa sét, phụ gia, v.v... phải có đầy đủ hướng dẫn sử dụng và chứng chỉ chất lượng của nhà sản xuất. Các vật liệu như cát, đá, nước, vữa sét, bê tông phải có các kết quả thí nghiệm đánh giá chất lượng cũng như thí nghiệm tuyển chọn thành phần bê tông, kết quả ép mẫu, v.v... trước khi đưa vào sử dụng.

✦ 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 cung cấp nước gồm nguồn nước (giếng nước, mương máng dẫn nước), các máy bơm, các bể chứa, các hệ thống đường ống.
- + Hệ thống cấp điện gồm nguồn điện cao thế, hệ thống truyền dẫn cao và hạ thế, trạm biến áp, trạm máy phát điện, v.v...
- + Hệ thống cung cấp và tuần hoàn vữa sét gồm kho chứa bột bentonite, trạm trộn vữa sét, các máy bơm, các bể lắng, hệ thống lọc xoáy, hệ thống đường ống, v.v...
- + Hệ thống cấp bê tông gồm các trạm bê tông, các kho xi măng, các máy bơm bê tông và các đường ống, v.v...
- + Các sân đạo thi công, các khung dẫn hướng, v.v...

1.2. Vật liệu và thiết bị.

❖ Vật liệu cho bê tông.

✦ Thiết kế tỉ lệ của bê tông nhằm đạt được các yêu cầu sau:

- + Mác thiết kế của bê tông trong điều kiện phòng thí nghiệm phải tăng từ 30-40% so với thiết kế bê tông cọc đổ dưới nước.
- + Độ sụt của bê tông ngay sau khi trộn phải nhỏ hơn 20 cm.

- + Độ sụt của bê tông khi bắt đầu rót vào trong lòng cọc phải lớn hơn 14 cm.
- + Bê tông phải có đủ độ nhớt và độ dẻo đảm bảo cho không bị phân tầng trong suốt quá trình vận chuyển và đổ bê tông.
- + Tỷ lệ nước/xi măng trong hỗn hợp bê tông phải nhỏ hơn 0.5.
- + Vữa bê tông phải đảm bảo có thời gian ninh kết lớn hơn 6 giờ và cộng thêm thời gian vận chuyển từ trạm trộn đến nơi đổ bê tông.
- ✦ Thiết bị đổ bê tông:
 - + Ống đổ bê tông:
 - Bê tông phải được đổ bằng ống dẫn thẳng đứng (ống tremie).
 - Ống đổ bê tông phải được làm bằng thép có đường kính trong $D = 230-250$ mm và phải được đảm bảo kín nước hoàn toàn từ trên xuống dưới trong suốt quá trình đổ bê tông.
 - Ống đổ bê tông được tổ hợp các đoạn ống có cùng đường kính, không bị móp méo và chiều dài từ 0.5 đến 6 m đảm bảo tính linh hoạt trong quá trình thi công.
 - Mối nối của ống đổ bê tông phải có cấu tạo đặc biệt đảm bảo dễ tháo lắp và hoàn toàn kín nước.
 - Ống đổ bê tông phải có chiều dài đảm bảo có thể đặt suốt chiều dài của cọc.
 - + Phễu rót bê tông:
 - Phễu được thiết kế chuyên dùng cho công tác đổ bê tông trong nước, đảm bảo cho việc tiếp nhận bê tông là liên tục và vữa bê tông không bị tràn ra ngoài và rơi vào hố khoan.
 - Phễu phải có độ dốc hợp lý đảm bảo cho vữa bê tông không bị dính lại trên phễu.
 - + Quả cầu ngăn nước:
 - Quả cầu ngăn nước được làm bằng cao su xốp không thấm nước và có tỷ trọng nhỏ hơn 1 để có thể tự nổi lên trên mặt nước và không nằm lại trong bê tông.
 - Quả cầu ngăn nước phải đảm bảo kín khít không cho nước tràn vào hòa tan vữa bê tông trong ống dẫn nhưng không bị kẹt lại trong ống khi đổ bê tông.
 - Trước khi đổ bê tông vào trong phễu thì quả cầu ngăn nước phải được đặt vào miệng trên của ống (đáy phễu).
 - Kích thước của quả cầu phải đảm bảo sao cho cầu không tự rơi vào trong ống dưới tải trọng bản thân.

✦ Thiết bị phục vụ khoan.

- + Hệ nổi chở thiết bị khoan:
- Hệ nổi chở máy khoan phải đủ khả năng ổn định trong suốt quá trình khoan cọc.
- Hệ nổi chở thiết bị khoan phải được neo cố định vào hệ thống cọc neo hoặc hồ thể đảm bảo không bị xô dịch hoặc bị lắc ngang trong khi khoan.
- + Chuẩn bị máy khoan:
- Trước khi khoan máy khoan phải được bảo dưỡng và được vận hành thử đảm bảo không bị trục trặc trong suốt quá trình khoan.
- Cần khoan phải được điều chỉnh cho thẳng đứng, độ nghiêng của cần khoan không được vượt quá 1%.
- Độ văng ngang của cần khoan cũng như của gầu khoan trong khi khoan không được vượt quá 2.5 cm.
- + Công tác ống vách.
- + Ống vách được chế tạo trong xưởng hoặc nhà máy theo đúng bản vẽ thiết kế.
- + Ống vách trước khi đưa vào rung hạ không được móp méo, sai số đường kính ở tất cả các mặt cắt không được vượt quá 1cm.
- + Việc hạ ống vách phải có khung định vị có đủ độ cứng đảm bảo khi ống vách hạ đến cao độ yêu cầu các sai số phải nằm trong giới hạn sau:
- Độ nghiêng $< 0,1 \%$.
- Sai số tọa độ trên mặt bằng $< 5 \text{ cm}$.

1.3. Công tác khoan tạo lỗ.

❖ Thiết bị khoan tạo lỗ.

Thiết bị lấy đất đá trong lòng lỗ khoan có các kiểu như sau: búa giã đá, gầu ngoạm; gầu xoay để hút bùn theo chu trình thuận, nghịch, v.v...

Việc tạo lỗ trong lòng đất có thể thực hiện bằng các công nghệ, thiết bị khoan khác nhau. Mỗi công nghệ khoan cần có những quy định các thông số khoan cụ thể để đảm bảo chất lượng tạo lỗ.

+ Công tác khoan tạo lỗ có thể chia thành hai dạng chủ yếu theo phương thức bảo vệ thành vách lỗ khoan như sau:

- + Khoan tạo lỗ không có ống vách, dùng bentonite để giữ vách.
- + Khoan tạo lỗ có ống vách.

❖ Ống vách.

Ống vách được chế tạo trong các xưởng cơ khí chuyên dụng, ống vách có kích thước đường kính lớn hơn đường kính theo lý thuyết của cọc từ 10 - 20cm và chiều dài là 6m. Độ dày của ống vách là 10mm.

- ✦ Theo đặc điểm kỹ thuật có thể chia ống vách thành hai loại:
- + Ống vách thuộc thiết bị khoan có kích thước, chiều dài mỗi đoạn ống được chế tạo theo tính năng, công suất của từng loại máy khoan. Ống vách này được rút lên trong quá trình đổ bê tông.
- + Ống vách theo yêu cầu thi công không thuộc thiết bị khoan, và được để lại trong kết cấu với mục đích: Giữ thành vách; Làm ván khuôn đối với phần cọc ngập trong nước; Bảo vệ cọc trong trường hợp sông có vận tốc lớn và có nhiều phù sa.
- ❖ Khoan tạo lỗ, bơm dung dịch Bentonite giữ thành.
- ✦ Yêu cầu đối với dung dịch Bentonite:

Bentonite là loại đất sét thiên nhiên, khi hoà tan vào nước sẽ cho ta một dung dịch sét có tính chất đẳng hướng, những hạt sét lơ lửng trong nước và ổn định trong một thời gian dài. Khi một hố đào được đổ đầy bentonite, áp lực dư của nước ngầm trong đất làm cho bentonite có xu hướng rò rỉ ra đất xung quanh hố. Nhưng nhờ những hạt sét lơ lửng trong nó mà quá trình thấm này nhanh chóng ngừng lại, hình thành một lớp vách bao quanh hố đào, cô lập nước và bentonite trong hố. Quá trình sau đó, dưới áp lực thủy tĩnh của bentonite trong hố thành hố đào được giữ một cách ổn định. Nhờ khả năng này mà thành hố khoan không bị sụt lở đảm bảo an toàn cho thành hố và chất lượng thi công.

Ngoài ra, dung dịch bentonite còn có tác dụng làm chậm lại việc lắng xuống của các hạt cát... ở trạng thái hạt nhỏ huyền phù nhằm dễ xử lý cặn lắng.

Bảng 5.4: Tiêu chuẩn dung dịch bentonite

Tên chỉ tiêu	Chỉ tiêu tính năng	Phương pháp kiểm tra
1. Khối lượng riêng	Từ 1.05 g/cm ³ đến 1.15 g/cm ³	Tỷ trọng kế hoặc Bomê kế
2. Độ nhớt	Từ 18 s đến 45 s	Phễu 500/700 cm ³
3. Hàm lượng cát	< 6 %	

4. Tỷ lệ chất keo	> 95 %	Đong cốc
5. Lượng mất nước	< 30 mL/30phút	Dụng cụ đo lượng mất nước
6. Độ dày áo sét	Từ 1 mm đến 3 mm sau 30 phút	Dụng cụ đo lượng mất nước
7. Lực cắt tĩnh	1 min: từ 20 mg/cm ² đến 30 mg/cm ² 10 min: từ 50 mg/cm ² đến 100 mg/cm ²	Lực kế cắt tĩnh
8. Tính ổn định	< 0.03 g/cm ²	
9. Độ pH	7 đến 9	Giấy thử pH

1.4. Công tác hạ lồng thép.

- + Lồng cốt thép sau khi được buộc cẩn thận trên mặt đất sẽ được hạ xuống hố khoan.
- + Dùng cần cẩu nâng lồng cốt thép lên theo phương thẳng đứng rồi từ từ hạ xuống trong lồng hố khoan, đến khi đầu trên của lồng cốt thép cách miệng ống vách khoảng 120cm thì dừng lại.
- + Dùng hai ống thép tròn D60 luồn qua lồng thép và gác hai đầu ống thép lên miệng ống vách.
- + Tiếp tục cầu lắp đoạn lồng thép tiếp theo như đã làm với đoạn trước, điều chỉnh để các cây thép chủ tiếp xúc dọc với nhau và đủ chiều dài nối thì thực hiện liên kết theo yêu cầu thiết kế.
- + Sau khi kiểm tra các liên kết thì rút hai ống thép đỡ lồng thép ra và cần cẩu tiếp tục hạ lồng thép xuống theo phương thẳng đứng.

1.5. Công tác đổ bê tông.

Cường độ chịu nén của mẫu bê tông sau 28 ngày cần được tăng thêm 10% so với cường độ tiêu chuẩn.

Nhất thiết phải đổ hết bê tông trong thời gian 1 giờ sau khi trộn xong nhằm tránh hiện tượng tắc ống dẫn do tính lưu động của bê tông giảm dần.

Tốc độ đổ bê tông thích hợp vào khoảng $0.6\text{m}^3/\text{phút}$. Trong 1 giờ tối thiểu phải đổ xong 4m dài cọc.

Trong quá trình đổ bê tông đáy ống dẫn cần được cắm sâu vào trong bê tông không dưới 2m để phòng bê tông chảy từ đáy ống dẫn ra không bị trộn lẫn đất bùn trên bề mặt bê tông cọc. Tuy nhiên tránh cắm sâu quá làm bê tông khó thoát khỏi ống dẫn.

Trong quá trình đổ bê tông cần thường xuyên thực hiện các công việc kiểm tra:

- + Đo cao độ dâng lên của mặt bê tông trong lỗ sau mỗi lần đổ xong 1 xe bê tông. Từ đó xem xét để quyết định mức độ nhấc ống dẫn lên.
- + Thường xuyên kiểm tra dây đo mặt dâng lên của bê tông tránh trường hợp dây bị giãn dài ra trong quá trình đo.

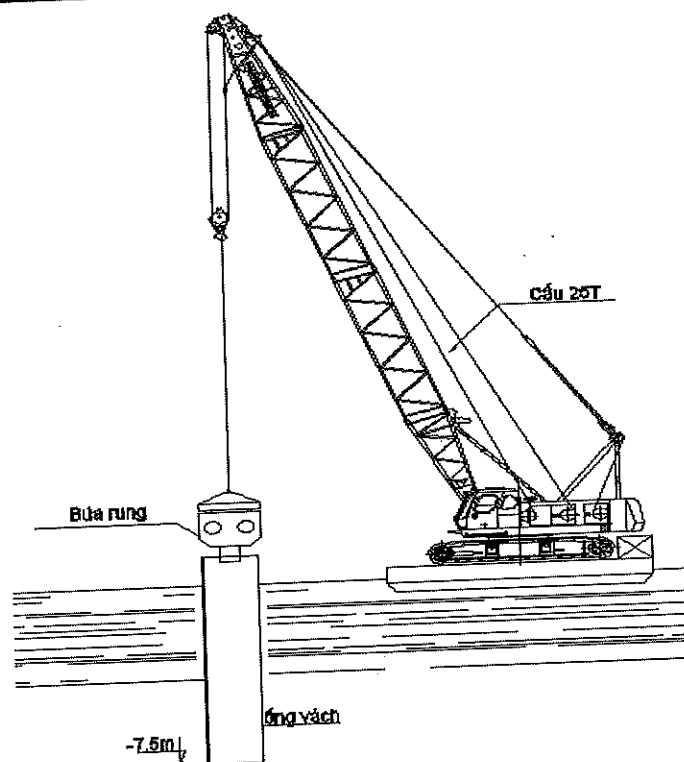
1.6. Trình tự thi công.

Bước 1:

- + Tiến hành làm cầu tạm để thi công.
- + Cao độ mặt đảo cao hơn MNTC 0,5m.

Bước 2:

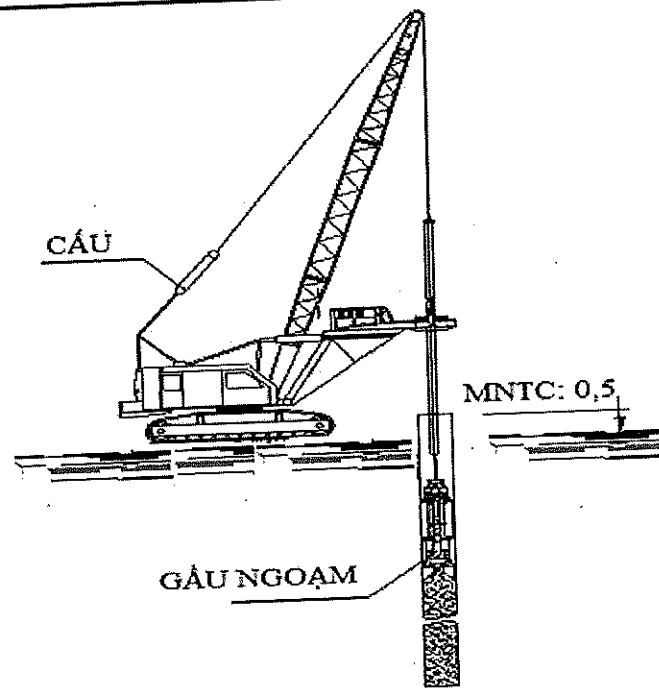
- + Định vị và lắp dựng ống vách.
- + Dùng búa rung hạ ống vách có đường kính $D=1100\text{mm}$, chiều dài 7.5m, độ dày ống vách $d=10\text{mm}$.



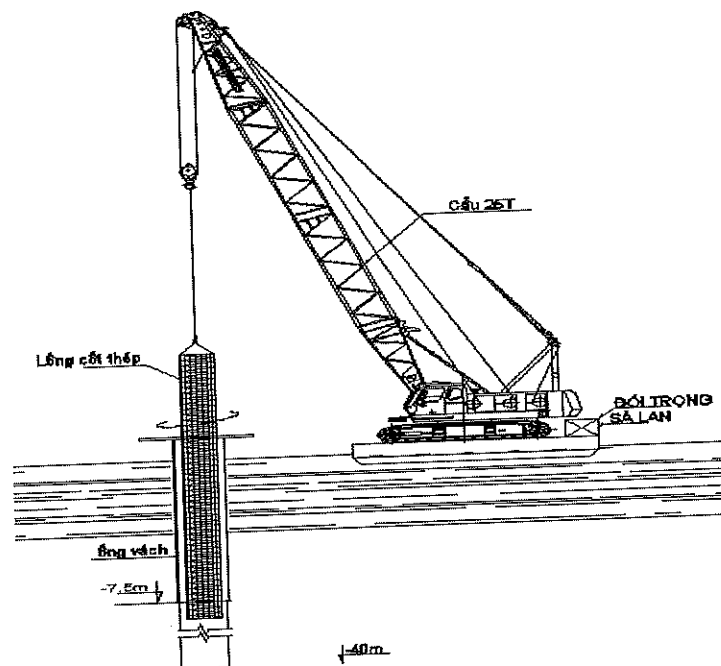
Hình 5.7: Hạ ống vách

Bước 3:

- + Chuẩn bị vữa bentonite
- + Bơm vữa bentonite vào lỗ khoan
- + Dùng máy khoan SOILMEC RT3 – ST khoan lấy đất trong lòng cọc.
- + Vệ sinh lỗ khoan bằng cách bổ sung vữa bentonite mới theo phương pháp tuần hoàn nghịch.
- + Kiểm tra độ lắng đọng cát và mùn trong lỗ khoan.
- + Nghiệm thu lỗ khoan.
- + Lồng cốt thép được gia công thành các đoạn trên bờ sau đó được đưa ra vị trí thi công.
- + Lắp đặt lồng cốt thép vào trong lỗ khoan bằng cầu 25T.
- + Cố định lồng cốt thép vào thành ống vách.
- + Nối lồng thép.



Hình 5.8: Khoan tạo lỗ.

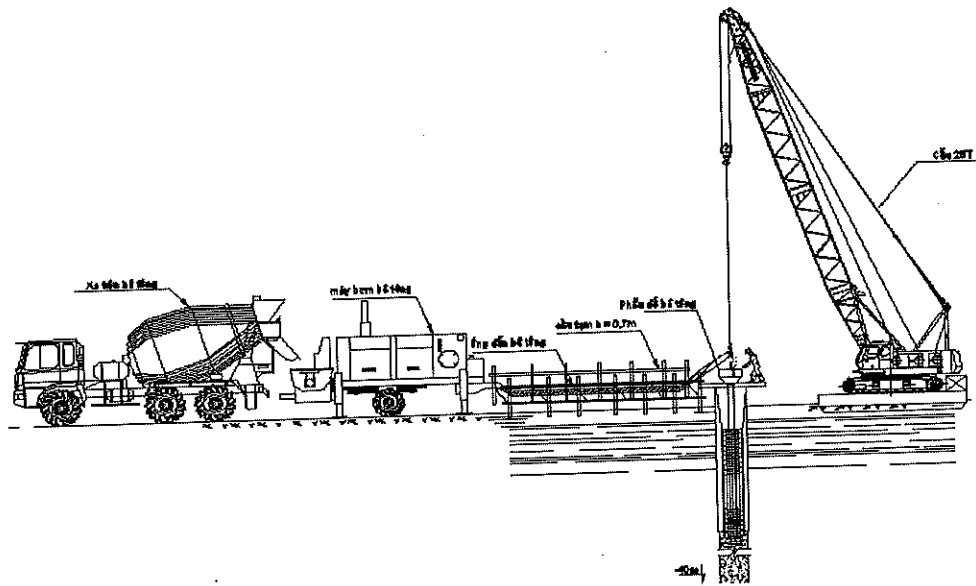


Hình 5.9: Hạ lồng thép.

Bước 4:

+ Bê tông được cung cấp từ xe trộn và máy bơm bê tông.

+ Đổ bê tông cọc bằng ống dẫn thẳng đứng.



Hình 6.1: Đổ bê tông cọc.

Bước 5:

- + Kiểm tra mùn đáy cọc bằng khoan.
- + Kiểm tra chất lượng bê tông cọc

Bước 6 :

- + Nghiệm thu cọc khoan.

CHƯƠNG III. TÍNH TOÁN VÀ THIẾT KẾ VÁN KHUÔN ĐỒ BÊ TÔNG TRỤ

1. YÊU CẦU VÁN KHUÔN.

- ✦ Ván khuôn là khuôn đúc của kết cấu bê tông, khuôn như thế nào thì sản phẩm như vậy, do đó ván khuôn có vai trò quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng của công tác bê tông:
- + Ván khuôn có vai trò định hình dạng cho kết cấu bê tông và BTCT, đảm bảo cho kết cấu có hình dạng và kích thước đúng như thiết kế.
- + Giữ kín nước xi măng đảm bảo cho bê tông có cường độ như thiết kế.
- + Bảo vệ cho vữa xi măng dạng ninh kết.
- + Tạo bề mặt kết cấu có chất lượng cao.
- + Để đáp ứng được những vai trò trên, công tác ván khuôn phải đạt được những yêu cầu sau:
- + Kết cấu ván khuôn phải bền vững, chịu được tải trọng tác dụng lên.
- + Kết cấu đủ cứng không bị biến dạng, tạo được hình dạng kết cấu đúng như thiết kế.
- + Cấu tạo phải kín, giữ được nước xi măng cho bê tông rót vào trong khuôn.
- + Dễ lắp dựng và tháo dỡ.
- + Giá thành rẻ: nên sử dụng vật liệu tại chỗ, luân chuyển nhiều lần.

1.1. Thiết kế ván khuôn và công tác đổ bê tông bộ móng.

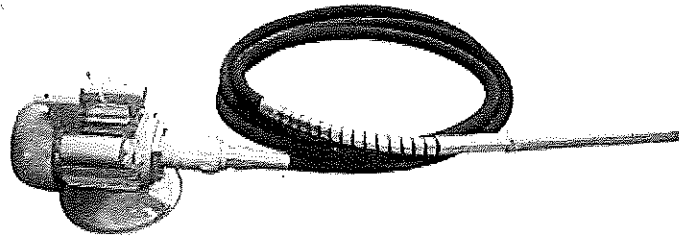
❖ Công tác bê tông bộ

Sau khi thi công xong phần bê tông bịt đáy ta tiến hành lắp ván khuôn, cốt thép cho phần bộ móng. Chọn ván khuôn đúc bộ móng là ván khuôn thép.

Móng có kích thước : $5 \times 8 \times 2$

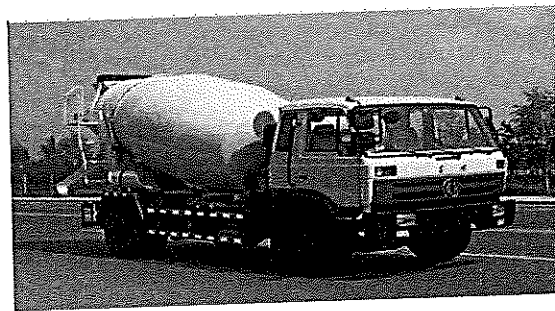
⇒ Thể tích của bộ móng là: $V_b = 80 \text{ m}^3$

Dùng ống vòi voi để đổ bê tông vào móng và dùng đầm dùi bên trong để đầm chặt hỗn hợp bê tông tươi.



Hình 6.2: Đầm dùi có bán kính đầm hiệu quả 0.7m.

Khi đầm lớp trên phải cắm vào lớp dưới 10cm để bê tông 2 lớp được liền khối.
 Nguồn cấp bê tông: Bê tông thương phẩm. Dung tích 1 xe trộn bê tông là 12m³.



Hình 6.3: Xe bồn chở bê tông HOWO dung tích 12m³.

+ Số xe trộn cần thiết cho một đợt đổ: $h = \frac{V_t}{V_x} = \frac{20}{12} = 2 \text{ xe}.$

Chọn máy bơm bê tông XHBT-20SR có công suất 15 m³/h.

+ Diện tích mặt cắt của bộ móng là: $F = 5 \times 8 = 40 \text{ (m}^2\text{)}.$

+ Chiều cao bê tông đổ được trong vòng 1 giờ:

$$h = \frac{p}{f} = \frac{15}{40} = 0,375 \text{ m}$$

+ H chiều sâu đạt được trong thời gian vữa bê tông ninh kết không có phụ gia (4 giờ)

$$H = 4h = 1,5 \text{ m}$$

+ Áp lực ngang của hỗn hợp bê tông tươi xác định theo công thức sau:

$$P_{\max} = n(q + \gamma_{bt}R)$$

Trong đó:

γ_{bt} – trọng lượng thể tích của vữa bê tông $\gamma_{bt} = 25 \text{ kN/m}^3$

q – tải trọng thẳng đứng gồm:

Lực xung kích do vữa rơi khi đổ bằng ống vòi voi $q_1 = 0 \text{ kN/m}^2$

Lực xung kích do đầm $q_2 = 2 \text{ kN/m}^2$

Tải trọng thi công $q_3 = 2,5 \text{ kN/m}^2$

Chiều sâu tác dụng của đầm: sử dụng đầm dài $R = 0,7 \text{ m}$

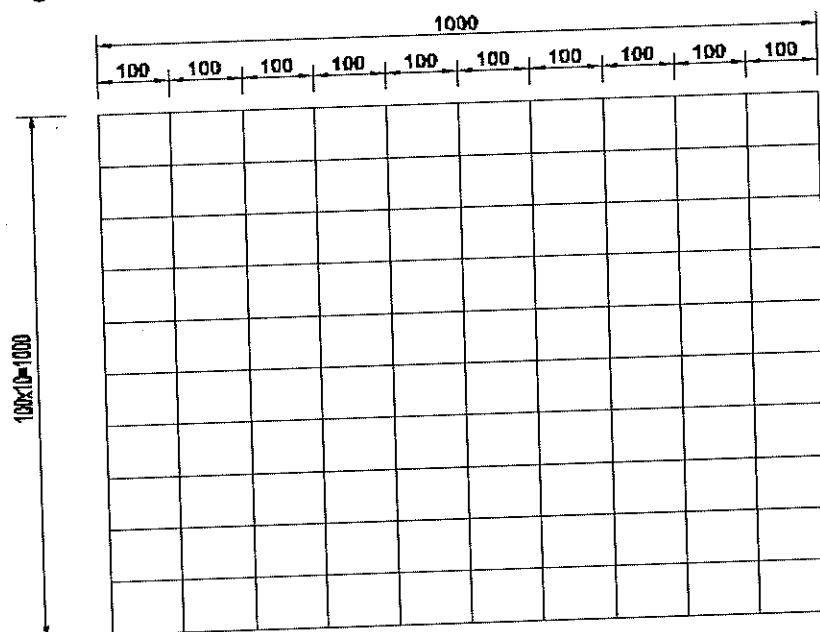
Hệ số tải trọng $n = 1,3$

⇒ Thay số ta được $P_{\max} = 1,3(4,5 + 25 \times 0,7) = 28,6 \text{ kN/m}^2$

❖ Công tác ván khuôn bê.

+ Cấu tạo của ván khuôn: loại ván khuôn thép.

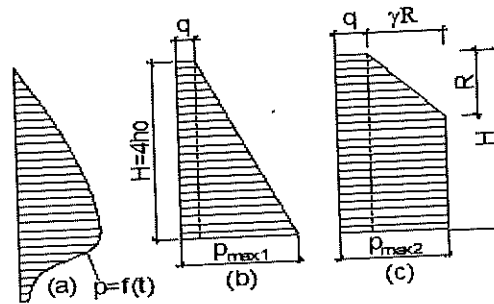
Cấu tạo của mỗi tấm ván bao gồm một tấm tôn lát, xung quanh dùng thép viền để đóng khung viền bao kín các mép ván, trên cánh đứng của thép góc khoan sẵn các lỗ khoan đường kính D22 có khoảng cách thống nhất để liên kết các tấm ván lại với nhau bằng bulông. Do tôn lát mỏng nên phải tăng cường ở phía sau tấm ván các sườn tăng cường đứng và ngang, trong đó sườn đứng bố trí theo cạnh ngắn và liên suốt theo cạnh này, còn sườn ngang chia ra thành từng đoạn lọt giữa khoảng cách của hai sườn đứng và hàn vào sườn đứng. Các tấm ván liên kết với nhau bằng cách bắt bulông theo cạnh của thép góc viền mép, có gioăng cao su đệm ở giữa để giữ kín nước. Ngoài ra có thể liên kết bằng then và chốt hình nêm. Trên tấm ván khoan sẵn hai lỗ khoan ở hai góc để lắp thanh giằng sau này. Ở đây chọn loại tấm có kích thước như sau:



Hình 6.4: Cấu tạo ván khuôn thi công.

* Tính tôn lát.

- + Khoảng cách giữa các sườn tăng cường đứng: $a = 100 \text{ cm}$
- + Khoảng cách giữa các sườn tăng cường đứng: $b = 100 \text{ cm}$



Hình 6.5: Biểu đồ áp lực lên ván khuôn

(a): áp lực bê tông giả định.

(b): áp lực bê tông khi không đầm rung.

(c): áp bê tông khi có đầm rung.

- + Momen uốn tại trung tâm của ô sườn cạnh $a \times b$ tính theo sơ đồ bản kê trên 4 cạnh:

$$M^u = \alpha \cdot n \cdot p_{td} \cdot a^2$$

Trong đó:

α, β phụ thuộc vào tỉ lệ giữa 2 cạnh a và b lấy theo bảng 2-14 sách Thi công cầu Tập 1 – Th.S Chu Viết Bình. Với $a/b = 2$ tra bảng ta được $\alpha = 0.0513$; $\beta = 0.0183$.

p_{td} : giá trị tính đổi của biểu đồ áp lực vữa hình thang sang biểu đồ hình chữ nhật, xác định theo công thức:

$$\begin{aligned} p_{td} &= \left[\frac{1}{2} (q + p_{\max}) R + p_{\max} (H - R) \right] \times \frac{1}{H} \\ &= \left[\frac{1}{2} (4,5 + 28,6) \times 0,7 + 28,6 \times (1,5 - 0,7) \right] \times \frac{1}{1,5} \\ &= 23 \text{ (kN/m}^2\text{)}. \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \text{Thay số ta được: } M^u = 0,0513 \times 1,3 \times 23 \times 0,1^2 = 0,015 \text{ (kNm)}$$

- + Chọn chiều dày tấm tôn lát với cường độ tính toán $R_u = 190 \text{ (N/mm}^2\text{)}.$

$$\delta \geq \sqrt{\frac{6 \times M^u}{b \times R_u}} = \sqrt{\frac{6 \times 0,061 \times 10^6}{100 \times 190}} = 2,17 \text{ (mm)}$$

$$\Rightarrow \text{Chọn chiều dày tấm tôn lát là } \delta = 2,5 \text{ (mm)}.$$

✦ Tính sườn ngang:

Sườn ngang làm việc theo sơ đồ dầm giản đơn. Tải trọng là áp lực vữa do $\frac{1}{4}$ khoang sườn ở hai phía tiếp nhận và truyền lên:

$$q_1 = P_{\max} \times b = 23 \times 0,1 = 2,3 \text{ kN/m}$$

Mômen uốn tại giữa nhịp:

$$M^u = nq_1 \left(\frac{3a^2 - b^2}{24} \right) = 1,3 \times 2,3 \times \left(\frac{3 \times 0,1^2 - 0,1^2}{24} \right) = 24 (\text{kGcm})$$

Ta chọn thép sườn ngang có kích thước $h = 30 \text{ mm}$, $b = 3 \text{ mm}$.

✚ Tính sườn đứng

+ Phản lực gối sườn ngang truyền lên sườn đứng

$$R = q_1 \times (2a - b) = 2,3 \times (2 \times 0,1 - 0,1) = 0,23 \text{ kN}$$

Lực phân bố có dạng hình răng cưa gồm các biểu đồ tam giác cân chiều rộng đáy là b và chiều cao là $q_{\max} b$. Để đơn giản cho tính toán ta quy đổi hình răng cưa thành biểu đồ hình chữ nhật quy đổi có tung độ:

$$q_2 = \frac{b \times p_{td}}{2} = \frac{0,1 \times 23}{2} = 1,25 (\text{kN/m})$$

+ Mômen uốn tại giữa nhịp:

$$\begin{aligned} M^u &= R \left[\frac{B(i-1)}{4} - b \left(\frac{i^2}{4} - \frac{i+3}{8} \right) \right] + \frac{n \times q_2 B^2}{8} \\ &= 0,23 \times \left[\frac{1 \times 9}{4} - \frac{187}{80} \right] + \frac{1,3 \times 1,25 \times 1^2}{8} \\ &= 0,183 (\text{kNm}) \end{aligned}$$

Chọn thép sườn là loại thép chữ nhật có $b = 6 \text{ mm}$, $h = 50 \text{ mm}$. có các thông số:

$$J_s = \frac{a.b^3}{12} = \frac{0,006 \times 0,05^3}{12} = 62,5 \times 10^{-9} (\text{m}^4)$$

+ Kiểm tra về cường độ

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0,183 \times 10^4}{2,5} = 732 (\text{kg/cm}^2) < 1900 (\text{kg/cm}^2) \Rightarrow \text{đạt}$$

Độ võng tại mặt cắt giữa nhịp của sườn xác định gần đúng theo phương pháp sau: các phản lực R chia thành 3 hợp lực bố trí tại 3 điểm cách đều nhau

$$Q = R = 0,23 \text{ kN/m}$$

+ Độ võng xác định theo công thức:

$$f = \frac{B^3}{24.E.J_s} \left(\frac{19}{16}Q + \frac{5}{16}q_2B \right)$$

$$= \frac{1^3}{24 \times 2,1 \times 10^8 \times 62,5 \times 10^{-9}} \times \left(\frac{19}{16} \times 0,23 + \frac{5}{16} \times 1,25 \times 1 \right) = 2,11 \times 10^{-3} \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow f < [f] = \frac{\ell}{250} = \frac{1}{250} = 4 \times 10^{-3} \text{ (m)}$$

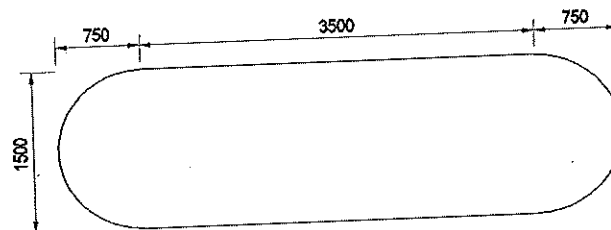
Vậy thỏa mãn điều kiện độ võng.

1.2. Thiết kế ván khuôn và đổ bê tông trụ.

❖ Đổ bê tông.

Hình dạng trụ được chia làm 2 phần:

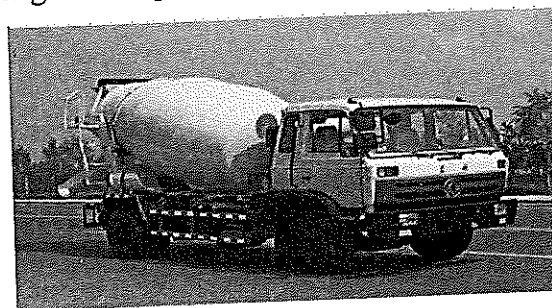
- + Phần thân giữa hình chữ nhật kích thước: $3,5 \times 1,5 \text{ (m)}$.
- + Phần bo tròn 2 bên bán kính $R = 0,75 \text{ m}$.
- + Thể tích trụ là: $V_b = (3,5 \times 1,5 + \frac{\pi}{4} \times 0,75^2) \times 8 = 46 \text{ (m}^3\text{)}$



Hình 6.6: Mặt cắt ngang thân trụ

Dùng đầm dùi có các thông số kỹ thuật sau:

- + Đầu công tác dùi: 40cm.
- + Bán kính ảnh hưởng: $R = 70\text{cm}$.
- + Bước di chuyển của dùi không quá $1,5.R = 1,05\text{m}$.
- + Nguồn cấp bê tông: Bê tông thương phẩm. Dung tích 1 xe trộn bê tông là 10m^3



Hình 6.7: Xe bồn chở bê tông HOWO dung tích 10m³.

Số xe trộn bê tông cần thiết cho một đợt đổ: $n = \frac{V_t}{V_x} = \frac{9}{10} = 1 \text{ xe}.$

Chọn máy bơm bê tông XHBT-20SR có công suất 15 m³/h

Diện tích mặt cắt của thân trụ là: $F = 6 \text{ (m}^2\text{)}.$

Chiều cao bê tông đổ được trong vòng 1 giờ:

$$h = \frac{P}{F} = \frac{15}{6} = 2,5 \text{ m}$$

H là chiều sâu vữa dâng trong thời gian vữa bê tông ninh kết không có phụ gia (4 giờ)

$$H = 4h = 10 \text{ m}$$

Áp lực ngang của hỗn hợp bê tông tươi xác định theo công thức sau:

$$P_{\max} = n(q + \gamma_{bt}R)$$

Trong đó:

γ_{bt} – trọng lượng thể tích của vữa bê tông $\gamma_{bt} = 25 \text{ kN/m}^3$

q – tải trọng thẳng đứng gồm:

Lực xung kích do vữa rơi khi đổ bằng gầu ống vòi vôi $q_1 = 2 \text{ kN/m}^2$

Lực xung kích do đầm $q_2 = 2 \text{ kN/m}^2$

Tải trọng thi công $q_3 = 2,5 \text{ kN/m}^2$

+ Chiều sâu tác dụng của đầm: sử dụng đầm dùi $R = 0,7 \text{ m}$

+ Hệ số tải trọng $n = 1,3$

$$\Rightarrow \text{Thay số ta được } P_{\max} = 1,3(4,5 + 25 \times 0,7) = 28,6 \text{ kN/m}^2$$

❖ Tính ván khuôn

✚ Cấu tạo ván khuôn bộ trụ:

+ Sử dụng ván khuôn lắp ghép bằng thép.

+ Sườn tăng cường theo cạnh dài A chịu lực cục bộ trong khoang a. Sườn theo cạnh dài B chạy suốt truyền lực lên cạnh mép.

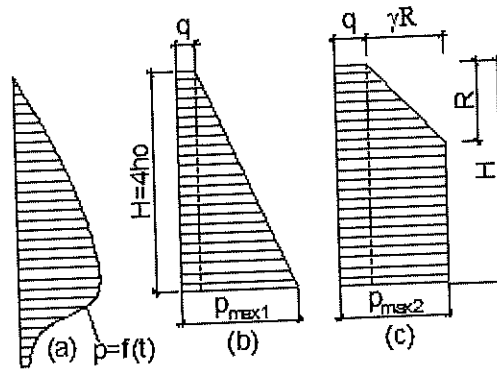
+ Tôn lát làm việc theo sơ đồ bản kê trên 4 cạnh.

+ Trong một ô cạnh dài là a và cạnh ngắn là b.

✚ Tính tôn lát:

+ Khoảng cách giữa các sườn tăng cường đứng: $a = 100 \text{ mm}.$

+ Khoảng cách giữa các sườn tăng cường ngang: $b = 100 \text{ mm}$.



Hình 6.8: Áp lực ván khuôn lên thân trụ.

+ Momen uốn tại trung tâm của ô sườn cạnh $a \times b$ tính theo sơ đồ bản kê trên 4 cạnh:

$$M^n = \alpha \cdot n \cdot p_{td} \cdot a^2$$

Trong đó:

α, β phụ thuộc vào tỉ lệ giữa 2 cạnh a và b lấy theo bảng 2-14 sách Thi công cầu Tập 1 – Th.S Chu Viết Bình. Với $a/b = 1$ tra bảng ta được $\alpha = 0.0513$; $\beta = 0.0138$.

p_{td} : giá trị tính đối của biểu đồ áp lực vữa hình thang sang biểu đồ hình chữ nhật, xác định theo công thức:

$$\begin{aligned} p_{td} &= \left[\frac{1}{2} (q + p_{\max}) R + p_{\max} (H - R) \right] \times \frac{1}{H} \\ &= \left[\frac{1}{2} (4.5 + 28.6) \times 0.7 + 28.6 \times (10 - 0.7) \right] \times \frac{1}{10} \\ &= 27.2 \text{ (kN/m}^2\text{)}. \end{aligned}$$

$\Rightarrow$ Thay số ta được: $M^n = 0.0513 \times 1.3 \times 27.2 \times 0.1^2 = 0.018 \text{ (kNm)}$

+ Chọn chiều dày tấm tôn lát với cường độ tính toán $R_u = 190 \text{ (N/mm}^2\text{)}$.

$$\delta \geq \sqrt{\frac{6 \times M^n}{b \times R_u}} = \sqrt{\frac{6 \times 0.018 \times 10^6}{100 \times 190}} = 2.41 \text{ (mm)}$$

+ Chọn chiều dày tấm tôn lát là $\delta = 2.5 \text{ (mm)}$.

+ Độ võng tại trung tâm của ô panen

$$f = \beta \times \frac{p_{td} \cdot a^4}{E \cdot \delta^3} = 0.0138 \times \frac{27.2 \times 10^{-3} \times 100^4}{2.1 \times 10^5 \times 2.5^3} = 0.011 \text{ (mm)} < \frac{a}{250} = \frac{100}{250} = 0.4 \text{ (mm)}$$

$\Rightarrow$ Thỏa điều kiện độ võng.

* Tính nội lực sườn ngang.

Sườn ngang làm việc theo sơ đồ dầm giản đơn. Tải trọng tác dụng là áp lực vữa do $\frac{1}{4}$ khoang sườn ở 2 phía tiếp nhận và truyền lên.

$$q_1 = p_{\max} \times b = 28,6 \times 0,1 = 2,86 (\text{kN/m})$$

Không cần tính độ võng của sườn ngang ngắn vì độ võng của cả tấm phụ thuộc vào sườn dài theo cạnh B.

Mômen uốn tại giữa nhịp:

$$M'' = nq_1 \left(\frac{3a^2 - b^2}{24} \right) = 1,3 \times 2,86 \times \left(\frac{3 \times 0,1^2 - 0,1^2}{24} \right) = 31 (\text{kGcm})$$

Chọn thép sườn là loại thép chữ nhật có $h = 30 \text{mm}$, $b = 3 \text{mm}$.

* Tính nội lực và độ võng của sườn đứng:

Phản lực gối do sườn ngang truyền lên sườn đứng:

$$R = q_1 \times (2a - b) = 2,86 \times (2 \times 0,1 - 0,1) = 0,286 (\text{kN/m})$$

Lực phân bố có dạng hình răng cưa gồm các biểu đồ tam giác cân chiều rộng đáy là b và chiều cao là $p_d \cdot b$. Để đơn giản cho tính toán ta đổi biểu đồ hình răng cưa thành biểu đồ hình chữ nhật quy đổi có tung độ:

$$q_2 = \frac{b \cdot p_d}{2} = \frac{0,1 \times 27,2}{2} = 1,36 (\text{kN/m})$$

+ Mômen uốn tại giữa nhịp sườn đứng:

$$\begin{aligned} M'' &= n.R. \left[\frac{1 \cdot (i-1)}{4} - b \cdot \left(\frac{i^2}{4} - \frac{i+3}{8} \right) \right] + \frac{n \cdot q_2 \cdot B^2}{8} \\ &= 1,3 \times 0,286 \times \left[\frac{1 \times (10-1)}{4} - 0,1 \times \left(\frac{10^2}{4} - \frac{10+3}{8} \right) \right] + \frac{1,3 \times 1,36 \times 1^2}{8} \\ &= 0,188 (\text{kNm}) \end{aligned}$$

Chọn thép sườn đứng là thép bản hình chữ nhật dày 6mm , rộng 50mm . Momen quán tính của sườn đứng:

$$J_s = \frac{a \cdot b^3}{12} = \frac{0,006 \times 0,05^3}{12} = 62,5 \times 10^{-9} (\text{m}^4)$$

+ Kiểm tra về cường độ

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0,188 \times 10^4}{2,5} = 752 (\text{kg/cm}^2) < 1900 (\text{kg/cm}^2) \Rightarrow \text{đạt}$$

Trong đó:

$$B = i.b = 10 \times 0.1 = 1(m)$$

$i=10$: số khoang sườn tính theo B

$$Q = \frac{\Sigma R}{3} = \frac{9 \times 0.286}{3} = 0.858 (kN/m).$$

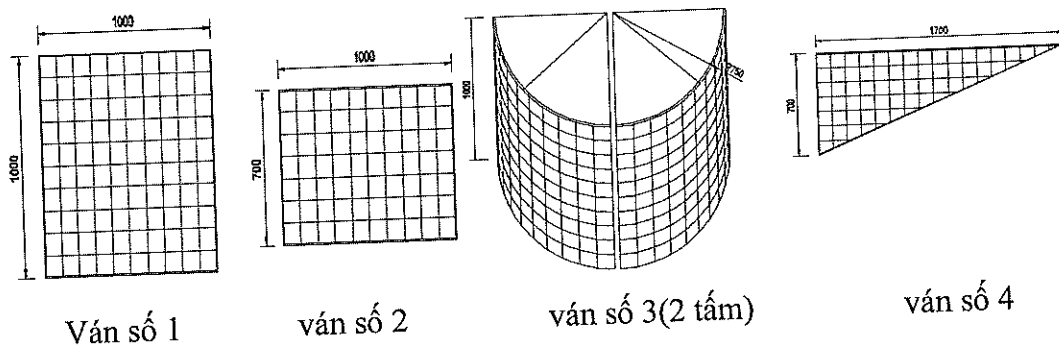
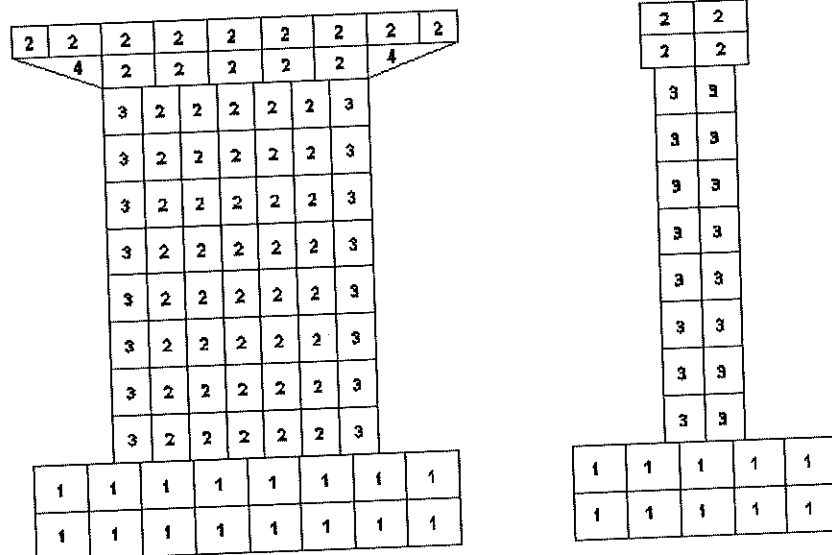
$$t = \frac{B}{4} = \frac{1}{4} = 0.25 (m)$$

+ Độ võng xác định theo công thức:

$$f = \frac{B^3}{24.E.J_s} \left(\frac{19}{16} Q - \frac{5}{16} q_2 B \right)$$

$$= \frac{1^3}{24 \times 2.1 \times 10^8 \times 62.5 \times 10^{-9}} \times \left(\frac{19}{16} \times 0.858 - \frac{5}{16} \times 1.36 \times 1 \right) = 1.88 \times 10^{-3} (m)$$

$$\Rightarrow f < [f] = \frac{\ell}{250} = \frac{1}{250} = 4 \times 10^{-3} (m). \text{ Đảm bảo điều kiện độ võng}$$



Hình 6.9: Bố trí ván khuôn trụ cầu.

2. BIỆN PHÁP ĐÓ VÀ BẢO DƯỠNG BÊ TÔNG

1.1. Biện pháp đổ bê tông.

- + Đối với bê tông bọt đáy sử dụng phương pháp vữa dâng.

Cốt liệu lớn (đá) được đổ xuống trước, sau đó qua hệ thống ống dẫn được đặt trước đó vữa xi măng cát được bơm xuống tận đáy. Vữa đẩy nước ra chèn kín các khe rỗng của khối cốt liệu sắp xếp từ trước. Dưới áp lực của đầu vòi vữa xi măng sẽ lan tỏa phủ kín diện tích ván khuôn và theo thời gian dâng cao dần, vữa sẽ hóa cứng dần và liên kết các cốt liệu thành một khối bê tông vững chắc.

- + Đối với phần bê tông móng và thân trụ ta sử dụng máy bơm bê tông.

Sau khi lắp dựng ván khuôn và cốt thép xong ta tiến hành đổ bê tông thông qua máy bơm bê tông.

Trước khi đổ bê tông ta tiến hành kiểm tra các khe hở của ván khuôn, cốt thép sàn giáo.

Chiều cao vữa rơi từ ống vòi tới mặt trên bê tông không vượt quá 1.5m để tránh phân tầng bê tông.

Đổ bê tông theo trình tự và chiều cao mỗi đợt đổ phải tuân theo thiết kế. Đổ từ xa tới gần từ trong ra ngoài và đổ xong lớp nào ta tiến hành đầm lớp đó.

Bê tông phải được đổ liên tục không được ngưng tùy ý.

Công việc đầm bê tông nhằm mục đích cho bê tông được đặc chắc không bị rỗ tổ ong và làm cho bê tông bám chặt vào cốt thép. Yêu cầu của đầm là đầm phải kỹ và không được bỏ sót đồng thời phải đảm bảo thời gian đầm, nếu đầm không đủ thời gian thì bê tông sẽ không phủ kín các lỗ rỗng và ngược lại nếu đầm quá lâu thì các cốt liệu sẽ lắng xuống dưới và vữa xi măng trôi lên trên bê tông không được đồng nhất.

Dùng đầm dùi để đầm bê tông, chiều sâu khi đầm mỗi lớp bê tông khoảng 10 – 30cm. khoảng cách di chuyển của đầm không vượt quá 1.5 lần bán kính tác dụng của đầm. Thời gian đầm khoảng 20 - 40s.

1.2. Biện pháp bảo dưỡng bê tông

- + Chế độ bảo dưỡng bê tông trong thời kỳ đông cứng phải bảo đảm.

Giữ chế độ nhiệt ẩm cần thiết cho sự tăng dần cường độ bê tông theo tốc độ quy định.

Ngăn ngừa các biến dạng của bê tông (do nhiệt độ, co ngót), tránh hình thành khe nứt.

Tránh cho bê tông không bị va chạm, rung động và bị ảnh hưởng của các tác động khác làm giảm chất lượng của bê tông trong thời kỳ đông cứng.

Công tác bảo dưỡng được tiến hành sau khi đổ bê tông xong từ $10 \div 12$ giờ (trường hợp nắng gió thì sau từ $2 \div 3$ giờ). Dùng bao tải cát, mùn cưa, ... để che phủ, giữ ẩm và tưới ướt cho bề mặt bên ngoài bê tông. Nếu kết cấu mũ trụ và bệ móng có bề mặt lớn, có thể be bờ và đổ một lớp nước lên trên.

Thời gian bảo dưỡng bê tông phải do thí nghiệm quy định tùy theo khu vực và điều kiện thời tiết. Dùng xi măng pooc lăng thì thời gian bảo dưỡng về mùa hè là 14 ngày và 7 ngày về mùa đông. Nếu dùng phụ gia đông cứng nhanh thì thời gian bảo dưỡng rút ngắn một nửa.

Việc tháo dỡ ván khuôn chỉ được tiến hành sau khi bê tông đã đạt được cường độ yêu cầu. Đối với ván khuôn thành đứng của trụ cầu, khi cường độ bê tông đạt 2,5 MPa.

Bê tông trụ cầu có kích thước lớn, trước khi tháo ván khuôn thành đứng cần xem xét nhiệt độ bên trong và ngoài của khối bê tông, tránh tháo ván khuôn khi có luồng khí lạnh. Khi nhiệt độ bề mặt bê tông hạ thấp quá $110 \div 140^\circ\text{C}$ thì sau khi tháo ván khuôn phải có lớp vật liệu giữ nhiệt bảo vệ bề mặt của bê tông.

Khi tiến hành tháo ván khuôn cần tránh va chạm chấn động mạnh, làm hỏng mặt ngoài và sứt mẻ các cạnh góc của kết cấu. Nếu bề mặt của bê tông có các lỗ hổng cần có biện pháp xử lý ngay.

CHƯƠNG IV: THIẾT KẾ THI CÔNG KẾT CẤU NHỊP

1. GIỚI THIỆU CHUNG.

- + Cầu gồm 5 nhịp 33m. Mỗi nhịp gồm có 4 dầm chủ. Chiều cao dầm chủ 1,8m. Trọng lượng 70 tấn.
- + Dầm chủ được đúc sẵn, căng kéo trên bãi đúc và tiến hành lao ra nhịp.
- + Sau khi lao lắp dầm tiến hành lắp đặt ván khuôn để đổ bê tông dầm ngang và bản mặt cầu.

2. ĐẶC ĐIỂM LAO LẮP DẦM BÊ TÔNG ỨNG SUẤT.

Các dầm bê tông cốt thép ứng suất trước lắp ghép thường nặng nề cho nên việc lao lắp khó khăn và phức tạp, đòi hỏi phải hết sức cẩn thận và nhẹ nhàng. Cấu kiện bê tông cốt thép ứng suất trước là kết cấu chịu lực theo sơ đồ nhất định và không đồng đều ở các chiều khác nhau, cho nên trong quá trình xếp dỡ, vận chuyển và lao lắp phải hết sức cẩn thận. Bê tông là vật liệu giòn, khi lao lắp chú ý không để cấu kiện va chạm mạnh và bê tông phải đủ cường độ qui định.

Thiết bị cầu lắp phải đảm bảo thao tác nhanh gọn đẩy mạnh tiến độ thi công và tốt nhất có thể di chuyển để giằng cấu kiện về mọi phía. Cần kiểm tra an toàn các thiết bị trước khi lao lắp.

Công việc lao cầu lắp ghép bao gồm 2 giai đoạn chính:

Giai đoạn 1: Chuẩn bị hiện trường như làm giàn giáo, chuẩn bị bãi để dầm và đường vận chuyển, sửa chữa các khuyết tật và sai lệch, lắp thử, kiểm tra thiết bị kích kéo cần trục...

Giai đoạn 2: Bố trí các giá lắp để buộc và cầu dầm, lao lắp các phiến dầm vào vị trí cần trục hoặc giá lao, điều chỉnh và liên kết các mối nối, hoàn thiện mặt đường trên cầu.

Khi buộc và nâng dầm cần đặc biệt chú ý vị trí buộc phải chính xác, năng lực trọng tải của thiết bị phải bảo đảm cầu được trọng lượng các phiến dầm. Khi cầu phải đúng chiều chịu lực của cấu kiện, tuyệt đối không được quay lật tùy tiện

3. ĐIỀU KIỆN ĐƯA RA GIẢI PHÁP LAO LẮP.

Trong xây dựng cầu bê tông bán lắp ghép, để lao lắp được các dầm cầu bê tông chế sẵn cần phải dựa vào các điều kiện sau:

- + Địa chất-thuỷ văn: Đây là điều kiện để chọn giải pháp lao lắp có liên quan đến tính khả thi và tính kinh tế, ta phải dựa vào điều kiện sông sâu hay cạn để, mức độ thông thương, điều kiện địa chất có cho phép làm cầu tạm hay không.
- + Trọng lượng dầm chủ, chiều dài nhịp, số lượng nhịp, chiều dài toàn cầu để chọn ra giải pháp lao lắp mà có liên quan đến khả năng nâng, vận chuyển, điều kiện chống lật khi lao lắp của thiết bị

Cầu Sông có những đặc điểm như sau:

- + Địa chất là tốt gồm 4 lớp : lớp 1 bùn sét dày có lẫn thực vật , lớp 2 bùn sét pha cát dày mịn , lớp 3 sét pha cát, lớp 4 sét trạng thái cứng .
 - + Quanh năm, mực nước thường cạn ($MNTN = -1,59\text{ m}$), chỉ vào mùa lũ lượng nước về khá lớn, nước dâng khá cao ($MNCN = 1\text{ m}$).
 - + Toàn cầu gồm 5 nhịp $5 \times 33\text{ m}$, mỗi nhịp gồm 4 dầm tiết diện chữ I căng trước.
- Từ các điều kiện trên đây ta đưa ra các giải pháp lao lắp sau.

3.1. Lao lắp bằng giá 3 chân.

Thi công kết cấu nhịp bằng công nghệ giá ba chân (giá lao cầu). Thi công nhanh chóng và giảm được chi phí xây dựng do không phải xây dựng trên đà giáo trụ tạm, không gây cản trở giao thông.

Đây là loại tổ hợp mút thừa để lao lắp nhịp có chiều dài tối đa 33m, trọng lượng mỗi phiên dầm nặng 600KN và khoảng cách giữa hai dầm biên đến 8m.

Cấu tạo gồm: dàn chính và dàn phụ trong đó dàn phụ trong đó dàn phụ làm cầu mút thừa lắp trụ cầu và làm cầu tạm để lao dàn chính đến vị trí lắp dầm BTCT.

Các phiên dầm được nâng hạ lao dọc nhờ các hệ thống róc rách và được sàng ngang cùng với tổ hợp. Dầm bê tông được chở bằng xe goòng đến tổ hợp, được nâng lên, chuyển dọc rồi sàng ngang và đặt xuống gối cầu. Sau khi lắp hết các dầm trong một nhịp lại tiến hành các bước như trên cho các nhịp tiếp theo. Tổ hợp có các chân chống di chuyển được trên ray. Chân chống có thể quay xung quanh trục đứng, do đó có thể lao lắp được cả cầu chéo và cầu cong.

Ưu điểm: thiết bị chuyên dụng, thời gian thi công nhanh và ổn định, không cản trở giao thông trong quá trình thi công.

Nhược điểm: giá lao phức tạp tốn vật liệu, công lắp ráp, lao kéo và đòi trọng lớn.

3.2. Lao lắp bằng giá bằng xích.

Lao lắp hệ dầm dẫn, dầm bê tông được chở bằng xe goòng theo dầm dẫn đến vị trí nhịp, dùng thanh bar và kích thông tâm nâng khỏi vị trí xe goong, dùng Palăng xích kéo sang ngang và đặt xuống gối cầu.

Tổ hợp này được lao dầm BTCT chiều dài đến 42m, lao dầm theo phương pháp lao dọc bằng hệ dầm dẫn kê trên mố và trụ, lao ngang theo phương pháp sang ngang thông qua giá đỡ và palăng xích đặt trên trụ và mố.

Phương pháp nâng dùng hệ dầm dẫn và khung giá Poostic đơn giản không ảnh hưởng đến mực nước thi công và chiều cao trụ.

3.3. Lao lắp bằng giá long môn

Giá long môn còn gọi là cần trục công, là thiết bị thích hợp dùng để lao lắp cầu dầm bê cốt thép nhiều nhịp, đặc biệt với cầu có chiều cao khá lớn, và nhịp dài. Cần trục long môn thông thường có sức nâng đến 650KN.

Cần trục loại này có nhược điểm là thời gian lắp ráp lâu, nhưng ưu điểm nổi bật là cầu lắp được cấu kiện có trọng lượng nặng, ở độ cao lớn, nó được sử dụng rộng rãi trong xây dựng cầu hiện nay.

Nguyên lý làm việc là kết cấu nhịp dầm vận chuyển trên xe goòng ra vị trí, được giá long môn nâng lên và vận chuyển ngang, rồi hạ xuống gối.

Cần trục công thường được lắp bằng các thanh vạn năng, nó di chuyển dọc cầu bằng đường ray đặt trên bãi song (nếu cầu thấp, địa chất tốt) hoặc đi trên cầu tạm (nếu cầu cao).

4. CHỌN PHƯƠNG ÁN LAO DÀM

+ Phương án giá 3 chân.

Tổ hợp này được lao dầm BTCT chiều dài đến 37m

Tổ hợp mút thừa được lắp ráp trên bờ nên có thể rút ngắn thời gian thi công, việc lao dàn cũng tương đối dễ dàng, nhanh chóng.

Kết cấu định hình, tính lưu động cao rất thích hợp cho việc thi công cầu nhiều nhịp có chiều dài nhịp bằng nhau.

Ưu điểm: thiết bị chuyên dụng, thời gian thi công nhanh và ổn định, không cản trở giao thông trong quá trình thi công.

Nhược điểm: giá lao phức tạp tốn vật liệu, công lắp ráp, lao kéo và đối trọng lớn.

+ Phương án Blăng xích

Tổ hợp này được lao dầm BTCT chiều dài đến 42m, lao dầm theo phương pháp lao dọc bằng hệ dầm dẫn kê trên mố và trụ, lao ngang theo phương pháp sang ngang thông qua giá đỡ và palăng xích đặt trên trụ và mố.

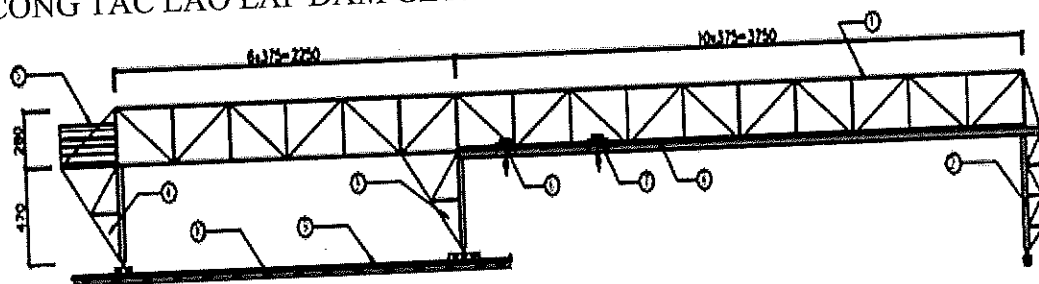
Phương pháp nâng dùng hệ dầm dẫn và khung giá Pooctic đơn giản không ảnh hưởng đến mực nước thi công và chiều cao trụ

+ Phương án giá long môn.

Dùng cần trục long môn thì cầu lắp được cấu kiện nặng, độ cao lớn. Nhưng nhược điểm thời gian lắp ráp lâu. Hơn nữa vì điều kiện địa chất thủy văn là mực nước thấp nhất đến mặt đất tự nhiên lớn và trụ cao nên thời gian thi công rất lâu và tốn kém. Việc xây dựng trụ tạm cũng làm tăng chi phí, thời gian thi công lâu cản trở giao thông mà độ ổn định và tính an toàn không cao.

Kết luận: Từ việc so sánh các phương án về mặt kinh tế - kỹ thuật, cũng như những an toàn trong quá trình thi công ta chọn phương án thi công là phương án giá 3 chân.

5. CÔNG TÁC LAO LẮP DÀM GIÁ BA CHÂN



Hình 7.1: Cấu tạo giá 3 chân

1. Kết cấu dàn.

2. Chân trước.

3. Chân giữa.

10. Tà vẹt gỗ

4. Chân sau.

5. Đối tượng.

6. Xe trượt 1.

7. Xe trượt 2.

8. Ray di chuyển xe trượt.

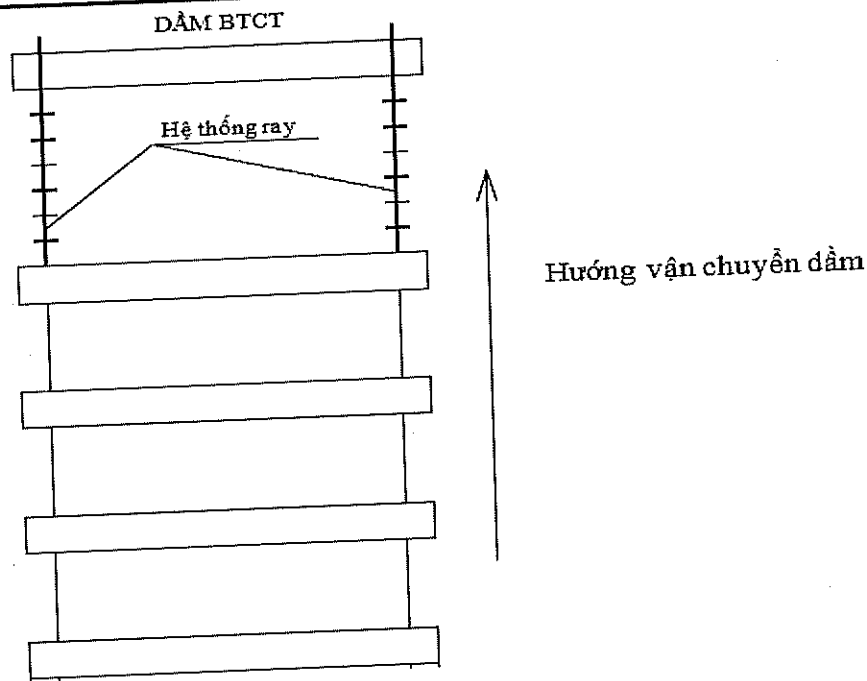
9. Ray di chuyển giá 3 chân.

❖ Trình tự thi công.

- + Chế tạo các phiến dầm trong công xưởng đó vận chuyển đến công trường bằng xe chuyên chở hoặc tiến hành đúc dầm ngay tại bãi đúc đầu cầu.

✚ Chuẩn bị hiện trường:

- + Làm đường vận chuyển dầm từ bãi tập kết đến đường đầu cầu
- + Sơ đồ bố trí và vận chuyển dầm như sau



Hình 7.2: Vận chuyển dầm

* Vận chuyển dầm vào vị trí :

- + Lắp hệ thống đường ray, xe goòng để di chuyển giá 3 chân và các phiên dầm ra vị trí nhịp
- + Bố trí 2 ray ngang tại vị trí cách đầu dầm khoảng 0,3 m. Bố trí 2 xe goòng vận chuyển dầm chạy trên ray ngang để vận chuyển dầm đến vị trí công tác, vị trí đặt ray ngang bố trí sao cho tim của dầm trùng với tim của hệ thống ray ngang để dầm làm việc đúng với sơ đồ làm việc khi khai thác.

Xác định số con lăn cần thiết:

- + Trọng lượng của dầm cần lao là dầm BTCT DUL I căng trước dài 33m nặng sấp xỉ 70T.

Sức chịu tải của con lăn tính theo công thức kinh nghiệm sau:

$$F_{at} = 530.B.d$$

Trong đó:

B là chiều rộng đường lăn nhỏ nhất, thường là đường lăn trên, chọn ray thép P43 có đầu nầm rộng 10 cm.

Đường lăn trên gồm 2 ray P43 khoảng cách giữa 2 ray là 150 mm $\Rightarrow B = 150$ mm.

d: là đường kính con lăn thép, $d = 10$ cm $\Rightarrow F_{at} = 530.15.10 = 79500$ N.

Với $Q = 70T$ vậy số con lăn cần thiết là $N = \frac{Q}{F_{at}} = \frac{70 \times 10^4}{79500} \approx 8.8$

Chọn $n = 10$ con lăn, bố trí mỗi đầu dầm 5 con.

+ Xác định lực kéo con lăn cần thiết:

Công thức xác định: $F = \frac{k \times Q \times f}{d}$

Trong đó:

Q – trọng lượng dầm cần lao, $Q = 70 (T)$

$f = 0,05$: hệ số ma sát lăn giữa thép với thép

$d = 10 \text{ cm}$: là đường kính con lăn.

$k = 3$: là hệ số an toàn

$$F = \frac{k \times Q \times f}{d} = \frac{3 \times 70 \times 0,05}{10} = 1,05(T) = 10,5(kN)$$

✚ Lắp giá 3 chân trên nền đường đầu cầu.

+ Đặt chông nề.

+ Lắp giá trên chông nề.

+ Kích thân giá lên, kê cao bằng chông nề.

+ Lắp chân giá và bánh xe.

+ Hạ kích tháo chông nề.

✚ Di chuyển giá lao cầu ra vị trí cần lắp ráp.

+ Đưa dầm BTCT ra từ phía sau giá lao dầm.

+ Tháo cáp hạ dầm xuống xe goòng.

+ Dùng bộ múp của xe lao thứ nhất đỡ đầu dầm.

+ Khi vận chuyển dầm bằng xe goòng dọc cầu, ta dùng tời máy để kéo cáp dịch chuyển xe goòng chạy dọc theo ray.

+ Xe lao thứ nhất di chuyển trên ray ra ngoài cho đến khi đuôi dầm đến dưới vị trí xe lao 2.

+ Hai xe tiếp tục di chuyển ra vị trí.

✚ Xác định đường kính, loại cáp để nâng kéo dầm:

+ Để kéo dầm ta dùng loại ròng rọc bằng thép có ổ bi, lấy hệ số lực cản $k = 1,04$

+ Giả sử chọn loại cáp có đường kính 17,5 mm, loại 6.37 + 1 có $[\sigma] = 1,5 (kN/mm^2)$

+ Chọn máy tời loại nhẹ

- + Lực kéo đứt dây cáp $P_d = 137 \text{ KN}$
- + Ta thấy $P_d = 137 \text{ KN} > F = 4.95 \text{ KN}$. vậy cáp chọn thỏa mãn điều kiện chịu kéo
- + Chọn đường kính của ròng rọc $D_{\min} = 16 \times d = 16 \times 17.5 = 280 \text{ mm}$
- ✚ Xác định lực kéo của cáp khi dầm đặt lên xe goòng.

$$T = r \times \frac{Q}{R_g \times n} (f_1 \times r + f_2)$$

Trong đó:

Q - trọng lượng dầm, $Q = 70(T) = 300 \text{ (kN)}$

$R_g = 25 \text{ cm}$; là bán kính của xe goòng

$r = 5 \text{ cm}$; là bán kính của trục bánh

$f_1 = 0,07$; là hệ số ma sát trượt

$f_2 = 0,05$; là hệ số ma sát lăn

$n = 1,2$; là hệ số vượt tải với trường hợp di chuyển trên xe goòng

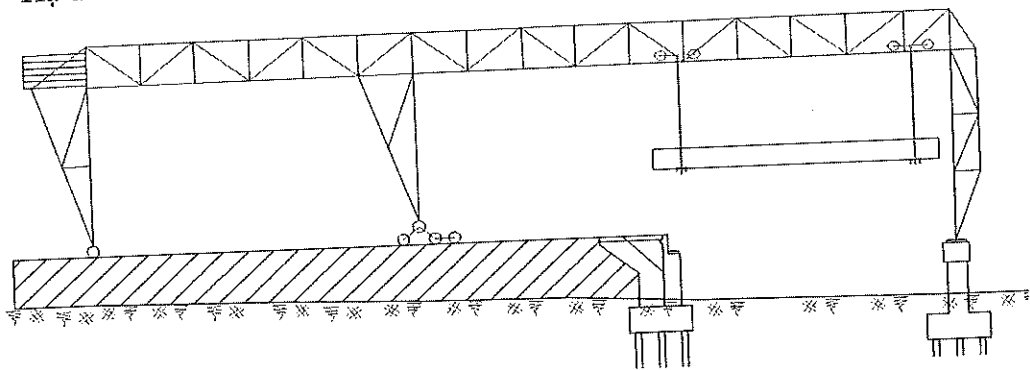
$$T = r \times \frac{Q}{R_g \times n} (f_1 \times r + f_2) = 5 \times \frac{700}{25 \times 1,2} (0,07 \times 5 + 0,05) = 47 \text{ (kN)}$$

Vậy ta cũng chọn loại cáp để kéo dầm có đường kính 26 cm, loại 6.37 + 1 có $[\sigma] = 1,5$ (kN/mm^2), $K = 5$ là hệ số an toàn, $P_d = 311 \text{ KN}$.

+ Lực kéo cho phép của cáp là: $S = P_d / K = 311 / 5 = 62,2 \text{ KN}$

$\Rightarrow S = 62,2 \text{ KN} > T = 47 \text{ KN}$. (thỏa)

✚ Hạ dầm và điều chỉnh đúng vị trí:



Hình 7.3: Lắp dầm lên nhịp.

- + Hạ dầm xuống đường trượt ngang đến vị trí gối, hạ xuống gối cố định trước và gối di động sau, dầm ngoài phải được lắp trước và lắp đối xứng ra 2 bên.

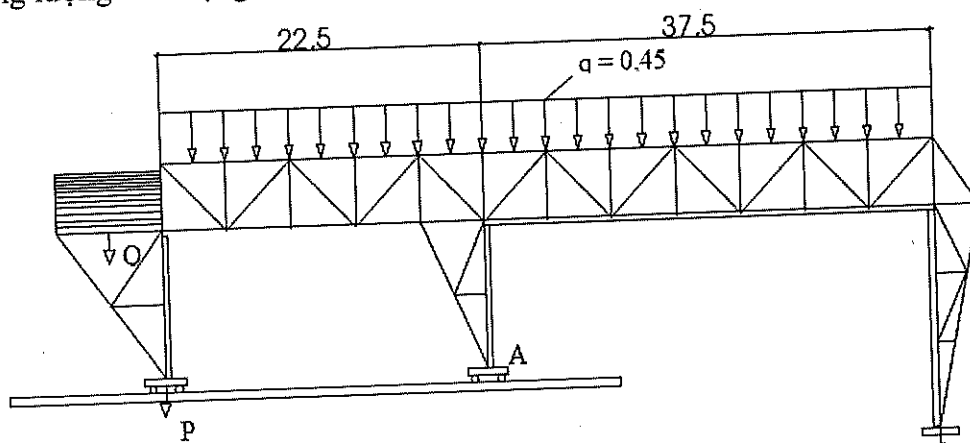
- + Lắp đặt cốt thép và ván khuôn để đổ dầm ngang(để liên kết các phiến dầm), bản mặt cầu...
- + Tiếp tục thi công các nhịp tiếp theo bằng cách di chuyển giá 3 chân trên hệ
- + Hoàn thiện kết cấu nhịp.
- + Tính toán và kiểm tra lật khi thi công:

Kiểm tra lật theo phương dọc.

Các tải trọng tác dụng lên dầm lao bao gồm:

- + Trọng lượng bản thân dầm, lấy gần đúng $q = 0,45 \text{ T/m}$
- + Trọng lượng bản thân đuôi giàn P_1
- + Trọng lượng bản thân đầu giàn P_2
- + Lấy gần đúng $P_1 = P_2 = 0,225 \text{ T}$
- + 2 xe goòng đặt cách chân giữa A 2m về bên phải
- + Lấy $Q_1 = 4 \text{ T}$

Trọng lượng đối trọng cần tìm Q_2 ?



Hình 7.4: Sơ đồ kiểm toán lật theo phương dọc

Phương trình ổn định lật đối với điểm tại A:

$$\frac{M_g}{M_l} \geq 1,3(*)$$

Trong đó:

1,3 – hệ số ổn định lật

M_g – Tổng các momen chống lật đối với điểm A

$M_g = (Q_2 + P_1) \times 22,5 + q \times 22,5^2 / 2$ (xem như điểm đặt của Q và P_1 là gần nhau)

M_l – Tổng các momen gây lật đối với điểm A

$$M_1 = P_2 \times 37,5 + q \cdot 37,5^2 / 2 + Q_1 \times 2$$

Giải phương trình ta được $Q_2 \geq 13,9 \text{ T}$

$\Rightarrow$ Chọn đối trọng $Q_2 = 14 \text{ T}$.

PHẦN IV

TỔ CHỨC THI CÔNG

CHƯƠNG I: TỔ CHỨC THI CÔNG TRỤ

1. CÔNG TÁC CHUẨN BỊ

Tổng thời gian thi công chiếm $1/8 \div 1/12$ thời gian thi công công trình. Ấn định thời gian thi công cầu là 16 tháng. Thời gian để dành cho công tác chuẩn bị là 4 tháng. Ở đây tính thời gian chuẩn bị chung cho cả công trình.

Thời gian dành cho công tác chuẩn bị là từ 05/05/2019 đến hết ngày 05/09/2019.

Tính riêng cho trụ T1 ta có các hạng mục chuẩn bị sau :

- + Làm đường công vụ.
- + Tổ chức kho bãi chứa vật liệu.
- + Giải phóng mặt bằng thi công.

V.V.....

Nhân lực: Chia nhân lực làm hai tổ riêng biệt

Tổ 1:

- + Thực hiện công tác đo đạc và nghiệm thu kết quả đạt.
- + Thiết bị: 3 máy thủy bình + 10 mia + 3 thước dài.
- + Nhân lực: 2 kỹ sư + 5 công nhân.

Tổ 2:

- + Dọn dẹp và thi công kho bãi.
- + Nhân lực: 5 công nhân.

2. CÔNG TÁC CỌC

Ấn định thời gian thi công cọc khoan nhồi móng trụ là 3 tháng. Tính từ ngày 06/09/2019 đến hết ngày 06/11/2019.

Hạng mục thi công:

Định vị hố móng: Thực hiện ở giai đoạn chuẩn bị theo phương pháp giao hội tia ngắm:

Thiết bị: 3 máy thủy bình + 10 mia + 3 thước dài.

Nhân lực: 1 kỹ sư + 5 công nhân.

Chuẩn bị và vận chuyển các thiết bị khoan nhồi tới vị trí.

Thiết bị: 1 xà lan + 1 cầu giàn + 2 xe ô tô.

Nhân lực: 1 kỹ sư + 5 công nhân

Thi công cọc khoan nhồi:

Thiết bị: 1 cầu giàn + 1 búa rung + 1 gầu cạp đất + 1 xà lan + 1 xe bơm bê tông + 2 xe mix

Nhân lực: 1 kỹ sư + 5 công nhân.

3. THI CÔNG BỆ MÓNG.

Ấn định thời gian thi công bộ móng là 1 tháng. Tính từ ngày 07/11/2019 đến hết ngày 7/12/2019.

Hạng mục thi công + nhân lực:

Đào hố móng :

Thiết bị: 1 máy xúc + 1 búa rung.

Nhân lực: 5 công nhân + 1 kỹ sư.

Lắp dựng khung cốt thép:

Thiết bị: 2 máy uốn cốt thép.

Nhân lực: 5 công nhân.

Lắp hệ thống ván khuôn:

Thiết bị: chất chống dính + bu lông.

Nhân lực: 10 công nhân.

Đổ và đầm bê tông:

Thiết bị: 6 đầm dùi + 2 xe Mix + 1 xe bơm bê tông

Nhân lực: 10 công nhân + 2 kỹ sư.

Bảo dưỡng bê tông:

Thiết bị: 1 máy bơm nước.

Nhân lực: 1 kỹ sư + 1 công nhân.

Tháo dỡ ván khuôn:

Thiết bị: 3 thước đo.

Nhân lực: 5 công nhân.

Hoàn thiện và nghiệm thu:

Nhân lực: 1 kỹ sư + 2 công nhân.

4. THI CÔNG THÂN TRỤ

Ấn định thời gian thi công thân trụ là 1 tháng. Tính từ ngày 8/12/2019 đến hết ngày 8/01/2020.

Hạng mục thi công + nhân lực:

Lắp dựng khung cốt thép:

Thiết bị: 2 máy uốn cốt thép.

Nhân lực: 5 công nhân.

Lắp hệ thống ván khuôn:

Thiết bị: móc cằng cua + chất chống dính + bu lông.

Nhân lực: 10 công nhân.

Đổ và đầm bê tông:

Thiết bị: 1 đầm dùi + 2 xe Mix + 1 xe bơm bê tông cần

Nhân lực: 10 công nhân + 1 kỹ sư

Bảo dưỡng bê tông bê tông:

Thiết bị: 1 máy bơm nước.

Nhân lực: 1 kỹ sư + 1 công nhân.

Tháo dỡ ván khuôn:

Thiết bị: 1 thước đo.

Nhân lực: 5 công nhân.

Hoàn thiện và nghiệm thu:

Nhân lực: 1 kỹ sư + 2 công nhân.

5. THI CÔNG XÀ MŨ

Ấn định thời gian thi công thân trụ là 1 tháng. Tính từ ngày 09/01/2020 đến hết ngày 09/02/2020.

Hạng mục thi công + nhân lực:

Lắp dựng khung cốt thép:

Thiết bị: 2 máy uốn cốt thép.

Nhân lực: 5 công nhân.

Lắp hệ thống ván khuôn:

Thiết bị: móc cằng cua + chất chống dính + bu lông.

Nhân lực: 10 công nhân.

Đổ và đầm bê tông:

Thiết bị: 1 đầm dùi + 2 xe Mix + 1 xe bơm bê tông cần

Nhân lực: 10 công nhân + 1 kỹ sư

Bảo dưỡng bê tông bê tông:

Thiết bị: 1 máy bơm nước.

Nhân lực: 1 kỹ sư + 1 công nhân.

Tháo dỡ ván khuôn:

Thiết bị: 1 thước đo.

Nhân lực: 5 công nhân.

Hoàn thiện và nghiệm thu:

Nhân lực: 1 kỹ sư + 2 công nhân.

CHƯƠNG II: TỔ CHỨC THI CÔNG NHỊP

1. CÔNG TÁC CHUẨN BỊ.

Thời gian dành cho công tác chuẩn bị tại mặt bằng bãi đúc là 2 tháng từ 05/07/2019 đến hết ngày 4/09/2019.

Tính riêng cho nhịp 1 ta có các hạng mục chuẩn bị sau :

Giải phóng mặt bằng thi công

V.V.....

Nhân lực: Ta chia nhân lực làm hai tổ riêng biệt

Tổ 1: Thực hiện công tác đo đạc.

Thiết bị: 3 máy thủy bình + 10 mia + 3 thước dài.

Nhân lực: 2 kỹ sư + 5 công nhân.

Tổ 2: Dọn dẹp và vệ sinh.

Nhân lực: 5 công nhân

2. CHẾ TẠO DÂM TRONG XƯỞNG

Án định thời gian thi công là 5 tháng. Tính từ ngày 05/09/2019 đến hết ngày 05/02/2020.

Hạng mục thi công + nhân lực:

Gia công vật liệu thép:

Thiết bị: máy ép dập + máy cán phẳng nhiều trục + tấm dưỡng + thước dẹp.

Nhân lực: 15 công nhân.

Gá lắp và hàn cấu kiện:

Thiết bị: gá kê + máy hàn.

Nhân lực: 6 công nhân.

Lắp thử kết cấu nhịp:

Thiết bị: bu lông + con lỏi.

Nhân lực: 10 công nhân + 1 kỹ sư.

Sơn mạ xuất xưởng:

Thiết bị: sơn lót + sơn phủ.

Nhân lực: 10 công nhân + 1 kỹ sư.

Vận chuyển dầm thép tới vị trí tập kết:

Thiết bị: 1 cầu giàn + 2 xe ô tô.

Nhân lực: 5 công nhân + 1 kỹ sư.

3. VẬN CHUYỂN DẦM VÀ TẬP KẾT.

Án định thời gian vận chuyển và tập kết bãi dầm là 10 ngày. Tính từ ngày 6/02/2020 đến hết ngày 16/02/2020.

Hạng mục thi công + nhân lực:

Vận chuyển dầm từ xưởng đến công trường:

Thiết bị: 2 xe rơ-mooc + 2 cầu giàn.

Nhân lực: 6 công nhân + 2 kỹ sư.

Xây dựng ray dẫn hướng + lắp ráp giá 3 chân:

Thiết bị: cầu + tà vẹt + ray thép + giá 3 chân.

Nhân lực: 5 công nhân + 1 kỹ sư.

Thi công nền sau mố M1:

Thiết bị: 1 máy ủi + 1 máy xúc + 1 máy lu.

Nhân lực: 4 công nhân + 1 kỹ sư.

4. THI CÔNG NHỊP

Án định thời gian thi công là 3/1 nhịp . Tính từ ngày 16/2/2020 đến hết ngày 18/02/2020.

Hạng mục thi công + nhân lực:

Xe rùa di chuyển dầm + đặt dầm lên giá 3 chân:

Thiết bị: 1 giá 3 chân + 2 xe rùa chở dầm lắp vào giá 3 chân

Nhân lực: 5 công nhân.

Nâng dầm lên, sàng ngang dầm, sau đó hạ dầm vào đúng vị trí:

Mô tả: xe cầu nâng một đầu dầm ngoài lên cao giải phóng 1 xe rùa, lao ra đến vị trí xe rùa trùng với xe cầu 2.

Thiết bị: 2 cầu + 1 giá 3 chân + 1 xe rùa.

Nhân lực: 4 công nhân , 1 kỹ sư

Kiểm tra cao độ dầm

Thiết bị: 2 thước + 2 kích

Nhân lực: 1 kỹ sư + 3 công nhân

Kiểm tra vị trí đặt dầm

Nhân lực: 1 kỹ sư + 2 công nhân

5. THI CÔNG BẢN MẶT CẦU

Thời gian thi công là 20 ngày bắt đầu từ ngày 20/02/2020 đến hết ngày 10/03/2020.

Hạng mục thi công + nhân lực:

Lắp đặt cốt thép, ván khuôn cho bản mặt cầu.

Thiết bị: 10 móc cằng cua + 5 búa.

Nhân lực: 9 công nhân và 1 kỹ sư.

Đổ bê tông cho bản mặt cầu.

Thiết bị: 1 xe đổ bê tông + 15 xe mix + 3 đầm dùi.

Nhân lực: 8 công nhân + 2 kỹ sư.

Bảo dưỡng bê tông.

Thiết bị: 2 máy bơm nước.

Nhân công: 2 công nhân + 1 kỹ sư.

6. THI CÔNG KẾT CẤU TỪNG TRÊN VÀ HOÀN THIỆN

Án định thời gian thi công sau khi thi công xong bản mặt cầu 7 ngày. Thời gian thi công là 15 ngày bắt đầu từ ngày 17/03/2020 đến hết ngày 02/04/2020.

Hạng mục thi công + nhân lực:

Lắp đặt cốt thép, ván khuôn cho tà vẹt tấm dạng bản.

Thiết bị: 10 móc cằng cua.

Nhân lực: 8 công nhân + 2 kỹ sư.

Đổ bê tông và lắp đặt các phụ kiện liên kết ray.

Thiết bị: 1 xe đổ bê tông + 12 xe mix + 3 đầm dùi.

Nhân công: 8 công nhân + 2 kỹ sư.

Lắp đặt ray và hoàn thiện kết cấu tầng trên.

Thiết bị: 2 máy cẩu + 1 rơ – mooc.

Nhân công: 8 công nhân + 2 kỹ sư.

CHƯƠNG III: CUNG CẤP NHÂN LỰC VÀ MÁY MÓC

1. NHÂN LỰC VÀ MÁY

Căn cứ vào thời gian và số nhân lực và hạn mục công trình, trình tự thi công toàn công trường.

Để tiện theo dõi, ta lập bảng cung cấp nhân lực, thời gian, trình tự, số nhân lực tính cho từng hạng mục, ta chỉ thống kê lại.

Bảng 5.5: Cung cấp nhân lực

STT	Mục công việc	Quá trình thi công	Tổng số người	Thời gian	
				Từ ngày	Đến ngày
1	Công việc khác		06	05/05/2019	05/01/2020
THI CÔNG TRỤ T1					
2	Công tác chuẩn bị	Tổ 1	07	05/07/2019	05/09/2019
		Tổ 2	05		
	Công tác cọc	Định vị	06	06/09/2019	06/11/2019
		Vận chuyển	06		
		Thi công cọc	06		
	Thi công bộ móng	Đào hố móng	06	07/11/2019	07/12/2019
		Lắp khung thép	05		
		Lắp ván khuôn	10		
		Đổ và đầm bê tông	11		
		Bảo dưỡng	02		
		Tháo dỡ ván khuôn	05		
		Nghiệm thu	03		
	Thi công thân trụ	Lắp dựng khung thép	05	08/12/2019	08/01/2020
		Lắp ván khuôn	10		
		Đổ và đầm bê tông	11		
		Bảo dưỡng	02		
		Tháo dỡ ván khuôn	05		
		Nghiệm thu	03		

DATN: TK CAU BT DUL DAM I

	Thi công mũ trụ	Lắp dựng khung thép Lắp ván khuôn Đổ và đầm bê tông Bảo dưỡng Tháo dỡ ván khuôn Nghiệm thu	05 10 11 02 05 03	09/01/2020	09/02/2020
THI CÔNG NHỊP 1					
3	Công tác chuẩn bị	Tổ 1	07	05/07/2019	04/09/2019
		Tổ 2	05		
	Chế tạo dầm trong công xưởng	Gia công vật liệu thép	15	05/09/2019	05/02/2020
		Gá lắp và hàn cấu kiện	06		
		Lắp thử kết cấu nhịp	11		
		Sơn mạ xuất xưởng	11		
		Vận chuyển đến vị trí tập kết	6		
	Vận chuyển, tập kết dầm	Vận chuyển dầm từ xưởng đến công trường	08	06/02/2020	16/02/2020
		Xây dựng ray dẫn hướng, lắp ráp giá 3 chân	06 05		
		Thi công nền sau mố M1			
	Thi công nhịp	Đặt dầm lên giá 3 chân	05	16/02/2020	18/02/2020
		Hạ dầm	05		
		Kiểm tra cao độ dầm	05		
		Kiểm tra vị trí đặt dầm	03		
THI CÔNG BẢN MẶT CẦU					
4	Lắp đặt cốt thép, ván khuôn cho bản mặt cầu	Lắp đặt cốt thép Lắp ván khuôn	05 05	01/10/2019	20/10/2019

	Đổ bê tông bản mặt cầu	Bơm bê tông	10		
	Bảo dưỡng bê tông	Kiểm tra và bảo dưỡng	03		
THI CÔNG KẾT CẤU TẦNG TRÊN VÀ HOÀN THIỆN					
5	Lắp đặt cốt thép, ván khuôn	Lắp đặt và vệt tấm dạng bản	10	25/11/2019	10/12/2019
	Đổ bê tông và lắp đặt	Lắp đặt các phụ kiện ray	10		
	Lắp đặt ray và hoàn thiện kết cấu tầng trên	Lắp đặt và hoàn thiện	10		

Bảng 5.6: Cung cấp máy và thiết bị

STT	Công việc	Đội sử dụng	máy m ó c	Thời gian	
				Từ ngày	Đến ngày
1	Công việc khác			05/05/2019	05/11/2020
THI CÔNG TRỤT1					
2	Công tác chuẩn bị	Máy thủy bình	03	05/05/2019	05/09/2019
		Mĩa	10		
		Thuốc dài	05		

	Công tác cọc	Máy thủy bình	03	06/09/2019	06/11/2019
		Mĩa	10		
		Thước dài	05		
		Cầu giàn	03		
		Xe ô tô	02		
		Xà lan	01		
		Gầu cạp đất	01		
		Búa rung	01		
		Xe bơm bê tông	01		
		Xe Mix	01		
	Thi công bệ móng	Máy uốn cốt thép	02	07/11/2019	07/12/2019
		Đầm dùi	07		
		Xe Mix	01		
		Thước dài	05		
		Xe bơm bê tông	01		
		Máy bơm nước	01		
		Xe múc	01		
	Thi công thân trụ	Búa rung	01	08/12/2019	08/01/2020
		Máy uốn cốt thép	02		
		Đầm dùi	01		

ĐATN: TK CAU BT DUL DAM 1

		Thước dài	05		
		Xe Mix	02		
		Xe bơm bê tông	01		
		Máy bơm nước	01		
	Thi công mũ trụ	Máy uốn cốt thép	02	09/01/2020	09/02/2020
		Đầm dùi	02		
		Thước dài	01		
		Xe Mix	02		
		Xe bơm bê tông	01		
		Máy bơm nước	01		
	THI CÔNG NHẬP 1				
	3	Công tác chuẩn bị	Máy thủy bình	03	05/07/2019
Mĩa			10		
Thước dài			05		
Chế tạo dầm trong công xưởng		Máy ép dập		05/09/2019	05/02/2020
		Máy cán phẳng	01		
		nhiều trục	05		
		Thước dẹp			
		Giá kê + máy hàn	02		
		Bu long+ con lỏi	10		
		Sơn lót+ sơn phủ			
		Cầu giàn	05		
Ô tô					

			01		
			02		
	Vận chuyển, Và tập kết	Xe rơ-mooc Cầu Máy ủi Xe múc Xe lu	02 02 01 01 01	06/02/2020	16/02/2020
	Thi công nhịp	Giá 3 chân Xe rửa Xe cầu Thước+ kích	02 03 02 05	16/02/2020	18/02/2020
THI CÔNG BẢN BẢN MẶT CẦU					
4	Lắp đặt cốt	Móc cằng cua	10	20/02/2020	10/03/2020
	Thép ván khuôn	Búa	05		
	Đổ bê tông bản mặt cầu	Xe đổ bê tông	01		
		Xe mix	15		

		Đầm dùi	03		
	Bảo dưỡng bê tông	Máy bơm nước	02		
THI CÔNG KẾT CẤU TẦNG TRÊN VÀ HOÀN THIỆN					
5	Lắp đặt cốt thép, ván khuôn	Móc cằng cua	10	17/03/2020	02/03/2020
	Đổ bê tông và lắp đặt	Xe đổ bê tông	01		
		Xe mix	12		
		Đầm dùi	03		
	Lắp đặt ray và hoàn thiện kết cấu tầng trên	Máy cầu	02		
		Rơ-mooc	01		