

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH THỦY
ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
(CAPSTONE PROJECT)
NGÀNH KỸ THUẬT XÂY DỰNG
CHUYÊN NGÀNH TIN HỌC XÂY DỰNG

ĐỀ TÀI:
THIẾT KẾ KẾT CẤU CÔNG TRÌNH
TRUNG TÂM ĐIỀU HÀNH VIỄN THÔNG
– CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VIỄN THÔNG LONG AN

Người hướng dẫn : TS. VŨ HUY CÔNG
ThS. PHẠM LÝ TRIỀU
Sinh viên thực hiện : LÊ QUỐC ĐOÀN
Số thẻ sinh viên : 111200064
Lớp : 20THXD2

Đà Nẵng, ngày 8 tháng 6 năm 2025

TÓM TẮT

Tên đề tài: Trung tâm điều hành Viễn thông – Công nghệ thông tin Viễn thông Long An, tỉnh Long An

Sinh viên thực hiện: Lê Quốc Đoàn

Số thẻ SV: 111200064

Lớp: 20THXD2

Với đề tài thiết kế và tính toán Trung tâm điều hành Viễn thông – Công nghệ thông tin Viễn thông Long An, tỉnh Long An dựa vào các tài liệu tham khảo và sự hướng dẫn của giáo viên em đã tiến hành tính toán và hoàn thành đề tài với những nội dung sau:

1. Đọc hiểu, nắm bắt kiến trúc tổng thể của công trình.
2. Chỉnh sửa một số bản vẽ kiến trúc.
3. Thiết kế mặt bằng tổng thể.
4. Tính toán, bố trí cốt thép sàn.
5. Tính toán, bố trí cốt thép cầu thang.
6. Tính hệ khung trục.
7. Tính toán móng khung trục.
8. Chuyên đề:
 - ứng dụng phần mềm Etabs trong thiết kế kết cấu
 - Xây dựng công cụ hỗ trợ trong triển khai bố trí lưới trục tự động trong Revit

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Họ tên sinh viên: Lê Quốc Đoàn

Số thẻ sinh viên: 111200064

Lớp: 20THXD2

Khoa: XD Công trình thủy Ngành: Kỹ thuật xây dựng - THXD

1. Tên đề tài đồ án: *Thiết kế kết cấu công trình Trung tâm điều hành Viễn thông –*

Công nghệ thông tin Viễn Thông Long An, tỉnh Long An.

Chuyên đề: - Ứng dụng phần mềm ETABS trong thiết kế kết cấu;

- Xây dựng công cụ hỗ trợ triển khai bố trí lưới trục tự động trong Revit.

2. Đề tài thuộc diện: Có ký kết thỏa thuận sở hữu trí tuệ đối với kết quả thực hiện

3. Các số liệu và dữ liệu ban đầu:

a. Tài liệu quy hoạch

b. Địa hình, khí tượng thủy văn

c. Tiêu chuẩn quy phạm tính toán thiết kế

Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ KIẾN TRÚC CÔNG TRÌNH

1.1. Sự cần thiết phải đầu tư

1.2. Đặc điểm, vị trí xây dựng của công trình

1.3. Quy mô và đặc điểm công trình

1.4. Giải pháp thiết kế

1.5. Các giải pháp kỹ thuật khác

CHƯƠNG 2. CƠ SỞ THIẾT KẾ VÀ LỰA CHỌN GIẢI PHÁP KẾT CẤU

2.1. Cơ sở tính toán kết cấu

2.2. Lựa chọn phương án kết cấu

CHƯƠNG 3. TÍNH TOÁN SÀN TẦNG ĐIỀN HÌNH

3.1. Sơ đồ ô sàn

3.2. Các số liệu tính toán

3.3. Chọn chiều dày sàn

3.4. Cấu tạo các lớp mặt sàn

3.5. Tải trọng

3.6. Tính toán cốt thép ô sàn

CHƯƠNG 4. TÍNH TOÁN CẦU THANG BỘ

4.1. Số liệu

4.2. Cấu tạo cầu thang

4.3. Tính toán cầu thang

CHƯƠNG 5. TÍNH TOÁN CẤU KIỆN KHUNG TRỤC

5.1. Sơ đồ khung trục

5.2. Xác định sơ bộ kích thước cấu kiện

5.3. Xác định tải trọng đứng tác dụng lên công trình

5.4. Xác định tải trọng ngang tác dụng lên công trình

- 5.5. Xác định nội lực
- 5.6. Tính toán các dầm trục
- 5.7. Tính toán thép đai dầm
- 5.8. Tính toán cốt thép cột

CHƯƠNG 6. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MÓNG KHUNG TRỤC

- 6.1. Điều kiện địa chất công trình
- 6.2. Đề xuất phương án móng
- 6.3. Tính toán và thiết kế móng
- 6.4. Tính toán và cấu tạo đài cọc

Chuyên đề 1: Ứng dụng phần mềm ETABS trong thiết kế kết cấu

Chuyên đề 2: Xây dựng công cụ hỗ trợ triển khai bố trí lưới trục tự động trong Revit

KẾT LUẬN – KIẾN NGHỊ

PHỤ LỤC

TÀI LIỆU THAM KHẢO

4. Các bản vẽ, đồ thị (ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ):

+ Số lượng bản vẽ phần I tối thiểu 9 bản vẽ bao gồm:

- a. Bản vẽ kiến trúc (tối thiểu): 02
- b. Bản vẽ kết cấu (tối thiểu): 05
- c. Bản vẽ móng (tối thiểu): 02

+ Số lượng bản vẽ phần II: 2 bản

5. <i>Họ tên người hướng dẫn:</i>	<i>Phần/ Nội dung:</i>
TS. Vũ Huy Công	Toàn phần
ThS. Phạm Lý Triều	Toàn phần

6. Ngày giao nhiệm vụ đồ án: / /2025

7. Ngày hoàn thành đồ án: / /2025

Đà Nẵng, ngày tháng 02 năm 2025

Người hướng dẫn

**TRƯỞNG BỘ MÔN
TIN HỌC XÂY DỰNG**

TS. Nguyễn Thanh Hải

TS. Vũ Huy Công

ThS. Phạm Lý Triều

LỜI NÓI ĐẦU

Trong bối cảnh phát triển nhanh chóng của xã hội hiện đại, các công trình nhà cao tầng đang ngày càng xuất hiện phổ biến tại các đô thị lớn nhằm đáp ứng nhu cầu về không gian sinh hoạt, làm việc và phát triển hạ tầng đô thị. Cùng với đó, ngành xây dựng cũng không ngừng đổi mới, hiện đại hóa về mặt kỹ thuật và công nghệ. Điều này đòi hỏi đội ngũ kỹ sư tương lai phải có nền tảng kiến thức vững chắc, khả năng tư duy sáng tạo và làm chủ các phần mềm chuyên ngành để bắt kịp với xu hướng phát triển chung.

Đồ án Tốt nghiệp là một mốc quan trọng đánh dấu bước chuyển mình từ quá trình học tập lý thuyết sang việc vận dụng kiến thức vào thực tế. Đây là cơ hội để sinh viên tự tổng hợp, hệ thống hóa toàn bộ kiến thức đã tích lũy trong suốt quá trình học tập tại trường; đồng thời rèn luyện kỹ năng phân tích, thiết kế, tính toán và ứng dụng phần mềm chuyên ngành trong việc giải quyết các vấn đề kỹ thuật cụ thể.

Trong khuôn khổ đề tài được giao, đồ án tập trung vào các nội dung chính sau:

Phần I: Tính toán kết cấu và bố trí cốt thép cho công trình được lựa chọn;

Phần II: Ứng dụng các phần mềm xây dựng như ETABS, Revit, C#,... nhằm hỗ trợ mô hình hóa, thiết kế và phân tích công trình một cách hiệu quả và chính xác.

Quá trình thực hiện đồ án là một thử thách lớn đối với bản thân em. Mặc dù đã nỗ lực hết sức, nhưng do còn hạn chế về kinh nghiệm thực tế cũng như khả năng khai thác phần mềm chuyên sâu, nên không thể tránh khỏi những thiếu sót. Em kính mong quý thầy, cô thông cảm và tiếp tục góp ý, định hướng để em có thể hoàn thiện hơn về kiến thức cũng như kỹ năng nghề nghiệp.

Em xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành đến quý thầy, cô trong Khoa Xây dựng Công trình Thủy – Trường Đại học Bách Khoa, đặc biệt là quý thầy, cô đã trực tiếp hướng dẫn và tạo điều kiện giúp đỡ em trong suốt quá trình thực hiện Đồ án Tốt nghiệp.

Trân trọng cảm ơn!

Sinh viên thực hiện

Lê Quốc Đoàn

CAM ĐOAN

Em xin cam đoan rằng toàn bộ nội dung trong Đồ án Tốt nghiệp này là kết quả của quá trình học tập, nghiên cứu và thực hiện nghiêm túc của bản thân dưới sự hướng dẫn của giảng viên.

Cụ thể:

Em không sao chép, sử dụng trái phép kết quả, nội dung, số liệu từ bất kỳ công trình học thuật nào khác.

Toàn bộ số liệu, kết quả tính toán, mô hình, bản vẽ và nội dung trình bày trong đồ án đều là trung thực và dựa trên cơ sở khoa học, tuân thủ đúng các tiêu chuẩn, quy phạm thiết kế – thi công hiện hành.

Em tuân thủ đầy đủ quy định về liêm chính học thuật, không gian lận, không sử dụng công cụ trái phép trong quá trình thực hiện đồ án.

Các tài liệu tham khảo, sản phẩm học thuật của người khác được sử dụng trong đồ án đều có trích dẫn nguồn gốc rõ ràng, đúng theo quy định về sở hữu trí tuệ.

Đồ án này chưa từng được sử dụng để bảo vệ học vị hoặc cấp bằng tại bất kỳ cơ sở đào tạo nào.

Em hoàn toàn chịu trách nhiệm trước pháp luật và quy định của nhà trường về tính trung thực và bản quyền của nội dung trong đồ án.

Sinh viên thực hiện

Lê Quốc Đoàn

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	i
CAM ĐOAN.....	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC HÌNH ẢNH	vii
DANH MỤC BẢNG BIỂU	ix
MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ KIẾN TRÚC CÔNG TRÌNH.....	2
1.1. Sự cần thiết phải đầu tư.....	2
1.2. Đặc điểm, vị trí xây dựng của công trình	3
1.3. Quy mô và đặc điểm công trình	5
1.4. Giải pháp thiết kế	5
1.4.1. Thiết kế tổng mặt bằng.....	5
1.4.2. Giải pháp thiết kế kiến trúc	6
1.5. Các giải pháp kĩ thuật khác khác.....	8
1.5.1. Hệ thống chiếu sáng	8
1.5.2. Hệ thống thông gió	9
1.5.3. Hệ thống điện	9
1.5.4. Hệ thống cấp thoát nước.....	9
1.5.5. Hệ thống phòng cháy chữa cháy	9
1.5.6. Xử lý rác thải	9
1.5.7. Giải pháp hoàn thiện.....	9
CHƯƠNG 2. CƠ SỞ THIẾT KẾ VÀ LỰA CHỌN GIẢI PHÁP KẾT CẤU	11
2.1. Cơ sở tính toán kết cấu	11
2.1.1. Cơ sở thực hiện.....	11
2.1.2. Cơ sở tính toán.....	11
2.2. Lựa chọn phương án kết cấu	12
2.2.1. Giải pháp kết cấu phân thân	12
2.2.2. Giải pháp kết cấu phân móng.....	15
2.2.3. Vật liệu xây dựng cho công trình	15
2.2.4. Thông số vật liệu	16
CHƯƠNG 3. TÍNH TOÁN SÀN TẦNG ĐIỂN HÌNH.....	18
3.1. Sơ đồ ô sàn.....	18
3.2. Các số liệu tính toán	18

3.2.1. Bê tông.....	18
3.2.2. Cốt thép	19
3.3. Chọn chiều dày sàn.....	19
3.4. Cấu tạo các lớp mặt sàn	19
3.4.1. Cấu tạo các lớp sàn nhà.....	19
3.4.2. Cấu tạo các lớp sàn mái.....	20
3.4.3. Cấu tạo các lớp phòng vệ sinh.....	20
3.5. Tải trọng	20
3.5.1. Tĩnh tải sàn	20
3.5.2. Trọng lượng tường ngăn và tường bao che	21
3.5.3. Hoạt tải	22
3.5.4. Tổng tải trọng tính toán tác dụng lên ô sàn	24
3.6. Tính toán cốt thép ô sàn S2.....	24
3.7. Kiểm tra độ võng sàn.	26
CHƯƠNG 4. TÍNH TOÁN CẦU THANG BỘ	31
4.1. Số liệu.....	31
4.2. Cấu tạo cầu thang.....	31
4.2.1. Mặt bằng.....	31
4.2.2. Cấu tạo chung.....	31
4.3. Tính toán cầu thang.....	32
4.3.1. Kích thước cầu thang.....	32
4.3.2. Lựa chọn kích thước tiết diện thang	32
4.3.3. Tính toán các bộ phận thang.....	32
CHƯƠNG 5. TÍNH TOÁN CẤU KIỆN KHUNG TRỤC.....	36
5.1. Sơ đồ khung trục 6	36
5.2. Xác định sơ bộ kích thước cấu kiện	37
5.2.1. Xác định sơ bộ kích thước tiết diện dầm.....	37
5.2.2. Xác định sơ bộ tiết diện cột.....	38
5.3. Xác định tải trọng đứng tác dụng lên công trình	39
5.3.1. Tải trọng phân bố tác dụng lên các ô sàn	39
5.3.2. Tải trọng phân bố tác dụng lên các dầm.....	41
5.3.3. Hoạt tải sàn	43
5.4. Xác định tải trọng ngang tác dụng lên công trình.....	43
5.4.1. Tải trọng gió (tcvn 2737-2023)	43
5.4.2. Tính toán động đất.....	48
5.5. Xác định nội lực	48

5.5.1. Phương pháp tính toán.....	48
5.5.2. Các trường hợp tải trọng.....	48
5.5.3. Tổ hợp tải trọng.....	48
5.5.4. Kiểm tra ổn định lật.....	49
5.5.5. Kiểm tra chuyển vị đỉnh.....	49
5.5.6. Kiểm tra chuyển vị lệch tầng.....	49
5.6. Tính toán các dầm trục.....	50
5.6.1. Nội lực tính toán.....	50
5.6.2. Vật liệu.....	50
5.6.3. Tính toán cốt thép dọc.....	50
5.7. Tính toán thép đai dầm.....	53
5.7.2. kiểm tra độ võng dầm.....	59
5.8. Tính toán cốt thép cột.....	62
5.8.1. Tính toán cốt thép dọc cột.....	63
5.8.2. Tính toán thép đai cột.....	67
CHƯƠNG 6. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MÓNG KHUNG TRỤC.....	69
6.1. Điều kiện địa chất công trình.....	69
6.1.1. Địa tầng.....	69
6.1.2. Đánh giá các chỉ tiêu vật lý của nền đất.....	70
6.1.3. Chỉ tiêu cơ lý của đất nền.....	72
6.1.4. Đánh giá đất nền.....	73
6.2. Đề xuất phương án móng.....	73
6.3. Tính toán và thiết kế móng.....	74
6.3.1. Các giả thuyết tính toán.....	74
6.3.2. Tải trọng tác dụng xuống móng.....	74
6.3.3. Thiết kế móng D8.....	75
CHUYÊN ĐỀ I. ỨNG DỤNG PHẦN MỀM ETABS TRONG TÍNH TOÁN KẾT CẤU.....	84
1.1 Giới thiệu sơ lược về phần mềm.....	84
1.2 Chức năng của phần mềm.....	84
1.3 Các đối tượng trong etabs.....	84
1.4 Phương pháp tính toán.....	84
1.5 Các thao tác sử dụng phần mềm.....	85
1.6 Ứng dụng phần mềm trong đồ án.....	85
CHUYÊN ĐỀ II. XÂY DỰNG CÔNG CỤ HỖ TRỢ TRIỂN KHAI BỐ TRÍ LƯỚI TRỤC TỰ ĐỘNG TRONG REVIT.....	93
2.1 Mục tiêu và phạm vi nghiên cứu.....	93

2.1.1	Sự cần thiết phát triển xây dựng chương trình	93
2.1.2	Mục tiêu cần đạt được	93
2.1.3	Phạm vi giới hạn cần đạt được	93
2.2	Giao diện và cấu trúc mã nguồn	95
2.2.1	Mô hình kiến trúc tổng thể	95
2.2.2	Lưới trục (Grids):	95
2.2.3	Cao độ tầng (Levels):	95
2.2.4	Công nghệ sử dụng	95
2.2.5	Code của các MoDul	95
2.2.5	Công cụ hỗ trợ vẽ lưới trục	96
2.2.6	Giao diện chương trình	105
2.3	Mô phỏng và kết quả thực tế	107
2.3.1	Các bước thực hiện	107
2.3.2	So sánh kết quả	108
2.3.3	Ưu nhược điểm và đóng góp công cụ	108
2.4	Kết luận và hướng phát triển	108
2.4.1	Kết luận	108
2.4.2	Hướng phát triển	109
	KẾT LUẬN	110
	TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	111
	PHỤ LỤC 1	1

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1.1 Vị trí công trình.....	3
Hình 1.2 Giải pháp mặt bằng công trình tầng 6	7
Hình 1.3 Giải pháp mặt đứng công trình (trục 1-9).....	8
Hình 3.1 Sơ đồ sàn tầng 6 công trình.....	18
Hình 3.2 Khai báo tiêu chuẩn kiểm tra võng sàn	27
Hình 3.3 Trường hợp f1- Độ võng do tác dụng ngắn hạn của toàn bộ tải trọng.....	28
Hình 3.4 Trường hợp f2-Độ võng do tác dụng ngắn hạn của tải trọng dài hạn	28
Hình 3.5 Trường hợp f3-Độ võng do tác dụng dài hạn của tải trọng dài hạn.....	29
Hình 3.6 Khai báo tổ hợp tính toán	29
Hình 3.7 Độ võng sàn tầng điển hình (đơn vị: mm)	30
Hình 4.1 Mặt bằng cầu thang bộ	31
Hình 4.2 Sơ đồ tính bản thang.....	33
Hình 5.1 Sơ đồ khung tính toán trục 6	36
Hình 5.2 Sơ đồ truyền tải trong tường đặt lên dầm cột.....	41
Hình 5.3 Sơ đồ truyền tải tường lên dầm hình tam giác	42
Hình 5.4 Sơ đồ truyền tải tường lên dầm cột hình thang	42
Hình 5.5 Sơ đồ ứng suất.....	50
Hình 5.6 Tiết diện chữ T	51
Hình 5.7 Tiết diện hình Console	52
Hình 5.8 Chiều dày bê tông lớp bảo vệ.....	58
Hình 5.9 Khoảng cách cốt thép cột	58
Hình 5.10 Cốt cấu tạo.....	58
Hình 5.11 Cốt neo vào gối.....	59
Hình 5.12 Các dạng vùng bê tông chịu nén	62
Hình 5.13 Sơ đồ truyền lực và biểu đồ ứng suất trên tiết diện thẳng góc với trục dọc cầu kiện bê tông cốt thép.....	63
Hình 5.14 Tiết diện cột lệch tâm.....	64
Hình 6.1 Ảnh địa chất dưới công trình.....	69
Hình 6.2 Kích thước móng.....	79
Hình 6.3 Khối móng quy ước.....	80
Hình 6.4 Mặt đứng móng	82
Hình 6.5 Móng D8 tính toán thép	82

Hình 1.1 Tạo Grid cho công trình	86
Hình 1.2 Tạo Level cho công trình	86
Hình 1.3 Tạo vật liệu.....	87
Hình 1.4 Tạo mặt cắt cho cấu kiện cột, dầm	88
Hình 1.5 Tạo chiều dày sàn	89
Hình 1.6 Dựng khung mô hình công trình.....	90
Hình 1.7 Khai báo tải trọng	90
Hình 1.8 Khai báo tổ hợp tải trọng.....	91
Hình 1.9 Gắn tải cho công trình	91
Hình 1.10 Xuất kết quả nội lực	92
Hình 1.11 Xuất kết quả ra bản.....	92
Hình 2.1 Các Modul trong chương trình	96
Hình 2.2 Giao diện tạo Grid trong Revit.....	106
Hình 2.3 Giao diện tạo Level trong Revit	107

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1 Địa chất công trình	4
Bảng 1.2 Số liệu các tầng.....	5
Bảng 2.1 So sánh các ưu, nhược điểm của các hệ kết cấu	13
Bảng 2.2 So sánh ưu nhược điểm của các hệ sàn	14
Bảng 2.3 Bảng thông số vật liệu bê tông theo TCVN5574-2018	16
Bảng 2.4 Bảng thông số vật liệu thép theo TCVN 5574-2018	16
Bảng 2.5 Quy định lớp bảo vệ bê tông đối với cốt thép chịu lực	17
Bảng 3.1 Thông số vật liệu bê tông theo TCVN 5574-2018	18
Bảng 3.2 Thông số vật liệu thép theo TCVN 5572 -2018	19
Bảng 3.3 Chiều dày sàn công trình	19
Bảng 3.4 Tĩnh tải sàn và hành lan.....	20
Bảng 3.5 Tĩnh tải sàn vệ sinh.....	21
Bảng 3.6 Tĩnh tải sàn mái	21
Bảng 3.7 Trọng lượng tường ngăn và bao che lên ô sàn	22
Bảng 3.8 Hoạt tải sàn	22
Bảng 3.9 Tổng tải tác dụng lên sàn.....	24
Bảng 3.10 Nội lực sàn S2 xuất từ phần mềm Etabs.....	24
Bảng 4.1 Tĩnh tải bản thang bộ.....	32
Bảng 4.2 Tĩnh tải bản chiếu nghỉ	34
Bảng 5.1 Sơ bộ kích thước dầm.....	37
Bảng 5.2 Trọng lượng bản thân sàn.....	40
Bảng 5.3 Bảng hoạt tải sàn	43
Bảng 5.4 Giá trị của áp lực gió cơ sở W_0	44
Bảng 5.5 Bảng kết quả gió theo phương X.....	47
Bảng 5.6 Bảng kết quả gió theo phương Y	47
Bảng 5.7 Khai báo phần mềm các trường hợp tải trọng	48
Bảng 5.8 Bảng các loại tổ hợp tác dụng	49
Bảng 5.9 Nội lực dầm xuất từ Etabs	52
Bảng 5.10 Phương làm việc nén lệch tâm	66
Bảng 6.1 Bảng chỉ tiêu cơ lý của đất nền.....	70
Bảng 6.2 Đánh giá độ chặt của đất rời.....	70
Bảng 6.3 Đánh giá độ ẩm của đất rời.....	70

Bảng 6.4 Đánh giá trạng thái của đất dính.....	71
Bảng 6.5 Đánh giá độ bão hòa của đất nền.....	71
Bảng 6.6 Đánh giá chỉ tiêu đất nền qua độ bão hòa.....	72
Bảng 6.7 Tính nén lún của đất nền	72
Bảng 6.8 Đánh giá tính chất đất thông qua Moldule biến dạng.....	72
Bảng 6.9 Bảng đánh giá đất nền theo SPT.....	73
Bảng 6.10 Đánh giá chỉ tiêu cơ lý của đất nền	73
Bảng 6.11 Tải trọng tính toán xuất từ mô hình Etabs	75
Bảng 6.12 Tải trọng tiêu chuẩn tính toán móng công trình	75
Bảng 6.13 Sức chịu tải của vật liệu làm cọc	76
Bảng 6.14 Kết quả sức chịu tải của đất nền theo phương pháp xuyên SPT	77
Bảng 6.15 Kết quả tính toán số lượng cọc	78
Bảng 3.1 So sánh công cụ với thao tác thực tế	108

MỞ ĐẦU

Kính thưa các thầy, cô giáo!

Trong thời đại phát triển mạnh mẽ của khoa học – công nghệ, ngành xây dựng đóng vai trò then chốt trong quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước. Các công trình xây dựng ngày càng có quy mô lớn, yêu cầu kỹ thuật cao và ứng dụng nhiều công nghệ hiện đại. Điều này đòi hỏi người kỹ sư tương lai phải không ngừng học hỏi, rèn luyện, và hoàn thiện năng lực chuyên môn nhằm thích nghi với thực tiễn và phục vụ hiệu quả cho sự phát triển chung của xã hội.

Trường đại học là nơi trang bị cho sinh viên những kiến thức nền tảng, kỹ năng tư duy, khả năng nghiên cứu và tiếp cận công nghệ mới. Trong suốt quá trình học tập tại Trường Đại học Bách Khoa, em đã được tiếp cận và trang bị hệ thống kiến thức chuyên ngành, giúp em có đủ năng lực để thực hiện các nhiệm vụ thiết kế và tính toán kỹ thuật công trình.

Đồ án Tốt nghiệp là một phần học tập quan trọng, đánh dấu bước chuyển từ lý thuyết sang thực hành, giúp sinh viên hệ thống hóa kiến thức đã học, đồng thời rèn luyện tư duy kỹ thuật, khả năng tính toán, sử dụng phần mềm chuyên môn và làm việc độc lập.

Trong đồ án này, em thực hiện đề tài:

Thiết kế kết cấu công trình Trung tâm điều hành Viễn thông – Công nghệ thông tin viễn thông Long An, tỉnh Long An.

dưới sự hướng dẫn của thầy TS. Vũ Huy Công và thầy ThS. Phạm Lý Triều.

Do đặc thù của đề tài tương đối phức tạp, khối lượng công việc lớn trong khi thời gian thực hiện có hạn, nên với sự thống nhất của các thầy hướng dẫn, em chỉ trình bày những nội dung chính, trọng tâm trong phạm vi năng lực và yêu cầu của đồ án.

Mặc dù đã nỗ lực rất nhiều trong quá trình thực hiện, nhưng với kiến thức và kinh nghiệm thực tế còn hạn chế, chắc chắn đồ án không thể tránh khỏi những thiếu sót. Em rất mong nhận được sự góp ý, chỉ bảo tận tình từ quý thầy, cô để hoàn thiện hơn cả về kiến thức chuyên môn và kỹ năng nghề nghiệp.

Em xin chân thành cảm ơn quý thầy, cô giáo trong Khoa Xây dựng Công trình Thủy – Trường Đại học Bách Khoa, đặc biệt là thầy TS. Vũ Huy Công và thầy ThS. Phạm Lý Triều đã tận tình hướng dẫn và hỗ trợ em trong suốt quá trình thực hiện Đồ án Tốt nghiệp này.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ KIẾN TRÚC CÔNG TRÌNH

1.1. Sự cần thiết phải đầu tư

Tỉnh Long An là một trong những địa phương giữ vai trò kết nối chiến lược giữa Thành phố Hồ Chí Minh và khu vực Đồng bằng sông Cửu Long. Nằm trong Vùng kinh tế trọng điểm phía Nam, Long An có tiềm năng lớn trong phát triển công nghiệp, thương mại – dịch vụ và chuyển đổi số. Đây là vùng đất có nhiều điều kiện thuận lợi để trở thành trung tâm công nghệ – viễn thông hiện đại, hỗ trợ quá trình phát triển kinh tế - xã hội trong thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa.

Trong những năm gần đây, kinh tế Long An có tốc độ tăng trưởng nhanh và ổn định, thu hút mạnh mẽ các nhà đầu tư trong và ngoài nước, đặc biệt trong lĩnh vực công nghiệp và hạ tầng kỹ thuật. Song song đó, nhu cầu sử dụng các dịch vụ viễn thông và công nghệ thông tin chất lượng cao cũng không ngừng tăng lên. Điều này đặt ra yêu cầu cấp thiết cho việc hiện đại hóa cơ sở vật chất và bộ máy tổ chức của các đơn vị viễn thông lớn, trong đó có VNPT Long An.

Để đáp ứng yêu cầu chuyển đổi số quốc gia, phát triển chính quyền điện tử, kinh tế số và xã hội số, việc đầu tư xây dựng Trung tâm điều hành Viễn thông – Công nghệ thông tin Viễn thông Long An, tỉnh Long An với quy mô hiện đại, đầy đủ chức năng phục vụ sản xuất – kinh doanh và điều hành hoạt động mạng lưới trên toàn tỉnh là vô cùng cần thiết. Đây không chỉ là trụ sở làm việc mà còn là trung tâm công nghệ, đào tạo, tiếp khách hàng và tích hợp các dịch vụ giá trị gia tăng của VNPT tại địa phương.

Cùng với định hướng phát triển Long An trở thành đô thị công nghiệp hiện đại, việc xây dựng Trung tâm điều hành Viễn thông – Công nghệ thông tin Viễn thông Long An, tại trung tâm thành phố Tân An – nơi có hạ tầng giao thông thuận tiện, kết nối tốt với TP. Hồ Chí Minh và các huyện lân cận – là chiến lược đúng đắn và kịp thời. Công trình này góp phần cải thiện môi trường làm việc cho đội ngũ cán bộ, nâng cao chất lượng dịch vụ, thu hút khách hàng và khẳng định vai trò tiên phong của VNPT trong quá trình phát triển hạ tầng số cho tỉnh nhà.

Từ đó, Trung tâm điều hành viễn thông – Công nghệ thông tin Viễn thông Long An, tỉnh Long An được đầu tư xây dựng nhằm phục vụ mục tiêu phát triển bền vững của đơn vị và đóng góp vào công cuộc chuyển đổi số của tỉnh Long An.



Hình 1.1 Vị trí công trình

1.2. Đặc điểm, vị trí xây dựng của công trình

a. Vị trí xây dựng công trình

Công trình Trung tâm điều hành viễn thông – Công nghệ thông tin Viễn thông Long An, tỉnh Long An được xây dựng tại khu đất số 2, đường 22, KDT trung tâm hành chính tỉnh, KP. Bình Cư 2, TP.Tân An, Long An.

- Phía Bắc: Đường số 22
- Phía Đông: Nhà dân
- Phía Nam: Đường số 24
- Phía Tây: Đường số 13

b. Điều kiện tự nhiên khí hậu

Tỉnh Long An nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa cận xích đạo, với nhiệt độ cao ổn định trong năm và hai mùa mưa, khô rõ rệt. Do nằm sâu trong đất liền, Long An không chịu ảnh hưởng trực tiếp của bão, thời tiết nhìn chung ôn hòa và ít biến động mạnh.

- Mùa mưa: Từ tháng 5 đến tháng 11.
- Mùa khô: Từ tháng 12 đến hết tháng 4 năm sau.

❖ Các yếu tố khí tượng:

- Nhiệt độ không khí:
 - + Nhiệt độ trung bình năm: 26,9°C.
 - + Nhiệt độ tối thấp trung bình năm: 24,7°C.

- + Nhiệt độ tối cao trung bình năm: 29°C.
- + Nhiệt độ cao nhất ghi nhận: 40°C, thấp nhất: 14°C.
- + Thời gian nắng: 2.500 – 2.800 giờ nắng/năm (trung bình khoảng 6,8 – 7,5 giờ/ngày).
- Lượng mưa:
 - + Lượng mưa trung bình năm: 966 – 1.400 mm/năm.
 - + Lượng mưa lớn nhất: Tập trung vào tháng 9 và 10.
 - + Lượng mưa thấp nhất: Khoảng 4 mm/tháng (tháng 1).
Hàng năm, Long An có khoảng 120 – 150 ngày mưa, trong đó lượng mưa tập trung 70 – 97% vào mùa mưa, kéo dài từ tháng 5 đến 11.
- Độ ẩm không khí:
 - + Độ ẩm trung bình năm: 80 – 82%.
 - + Độ ẩm cao nhất vào mùa mưa: 84 – 88%.
 - + Độ ẩm thấp nhất vào mùa khô: 75 – 78%.
- Gió: Chịu ảnh hưởng của gió mùa theo mùa:
 - + Gió mùa Đông Bắc: Từ tháng 12 đến tháng 4 (mùa khô).
 - + Gió mùa Tây Nam: Từ tháng 5 đến tháng 11 (mùa mưa).
 - + Tốc độ gió trung bình năm: 13 – 16 km/h (~3,6 – 4,5 m/s).
 - + Thời gian lặng gió xảy ra chủ yếu vào tháng 4 đến tháng 1 năm sau.
- Bão: Tỉnh Long An ít chịu ảnh hưởng trực tiếp của bão, do vị trí nội địa xa biển. Tuy nhiên, vẫn có thể chịu tác động gián tiếp từ hoàn lưu bão gây mưa lớn và ngập úng, đặc biệt trong tháng 9 – 11.

c. Tính hình địa chất công trình và địa chất thủy văn

Địa hình:

Nhìn chung địa hình khu vực xây dựng nhà khá bằng phẳng.

Địa chất:

Từ mặt đất hiện hữu đến độ sâu -25m, nền đất được cấu tạo gồm 6 lớp theo thứ tự từ trên xuống như sau:

Bảng 1.1 Địa chất công trình

Lớp	Loại Đất	Chiều dày
		m
Lớp 1	Cát Mịn(Xốp-chặt vừa)	4,2
Lớp 2	Cát Pha(Dẻo -Chảy)	7,8
Lớp 3	Cát Mịn(Chặt vừa)	2,3
Lớp 4	Sét Pha(Dẻo mềm)	3,2

Lớp 5	Sét Pha(Đẻo Cứng)	1,2
Lớp 6	Cát Mịn (Chặt)	-

1.3. Quy mô và đặc điểm công trình

- Diện tích khu đất: 779.35 m².
- Diện tích xây dựng: 666.81 m².
- Mật độ xây dựng: 85.55%.
- Số tầng cao: 9 tầng + 1 tầng kỹ thuật + 1 tầng mái.
- Chiều cao tối đa: 37.2m.
- Công trình gồm 9 tầng, ngoài ra còn có một tầng hầm dùng làm bãi để xe, bố trí máy bơm, một tầng lửng, một tầng kỹ thuật và một tầng mái. Công trình có tổng chiều cao 37.2 m kể từ cốt 0,000. Chiều cao mỗi tầng 3,6 m, riêng tầng 2,3 cao 4,2 m.

Bảng 1.2 Số liệu các tầng

Sàn tầng	Chiều cao tầng(m)	Cao độ (m)	Công năng
Mái	3,6	37,2	Hệ dầm cột BTCT đỡ hệ mái che
Kỹ thuật	3,6	33,6	Chủ yếu làm không Cà phê ngoài trời.
9	3,6	30,0	Làm hội trường 200 chỗ
8	3,6	26,4	Trung tâm CNTT, phòng truyền thông.
7	3,6	22,8	Chủ yếu làm Phòng họp, các phòng làm việc
6	3,6	19,2	Dùng để các phòng viễn thông tỉnh.
5	3,6	15,6	Chủ yếu làm Phòng họp, các phòng làm việc
4	3,6	12,0	Chủ yếu làm Phòng họp, các phòng làm việc
3	4,2	8,4	Chủ yếu làm Phòng họp, các phòng làm việc
2	4,2	4,2	Chủ yếu làm Phòng họp, các phòng làm việc
1	0.0	00	khu gia dịch và các phòng chức năng

1.4. Giải pháp thiết kế

1.4.1. Thiết kế tổng mặt bằng

Trung tâm điều hành viễn thông – Công nghệ thông tin Viễn thông Long An, tỉnh Long An được xây dựng trên khu đất có diện tích tương đối hạn chế, nằm ở vị trí trung tâm thành phố Tân An – nơi có mật độ xây dựng cao và yêu cầu quy hoạch kiến trúc đô thị nghiêm ngặt. Việc tổ chức tổng mặt bằng công trình được thực hiện trên cơ sở tuân thủ các tiêu chuẩn, quy chuẩn xây dựng hiện hành; đồng thời phù hợp với định hướng quy hoạch chung của thành phố, cũng như chức năng khai thác sử dụng đặc thù của tòa nhà văn phòng kết hợp dịch vụ.

Tổng mặt bằng được thiết kế dựa trên nguyên tắc phát huy tối đa hiệu quả sử dụng đất, đảm bảo sự vận hành liên tục, thông suốt của các chức năng trong tòa nhà. Các khối công trình được bố trí gọn gàng, khoa học, đảm bảo giao thông nội bộ thuận tiện, phù hợp với chuỗi công năng hoạt động của cơ quan, doanh nghiệp viễn thông.

Do đặc thù quỹ đất không lớn nhưng yêu cầu khai thác cao, phương án bố trí tầng hầm làm bãi đỗ xe đã được lựa chọn để giải quyết nhu cầu đỗ xe cho cán bộ, nhân viên và khách đến giao dịch. Ngoài ra, khu vực lối vào chính được thiết kế rộng rãi, thoáng đãng, thuận tiện cho phương tiện và người đi bộ tiếp cận công trình.

Mặt đứng công trình được tổ chức mở về phía trục đường chính, giúp tối ưu hóa khả năng tiếp cận và nâng cao hình ảnh nhận diện thương hiệu VNPT. Các khối công trình được bố trí sao cho đảm bảo chiếu sáng, thông gió tự nhiên, giảm thiểu tác động tiêu cực từ bức xạ mặt trời và tiếng ồn đô thị, đồng thời đảm bảo khoảng cách ly vệ sinh và phòng chống cháy nổ theo quy định.

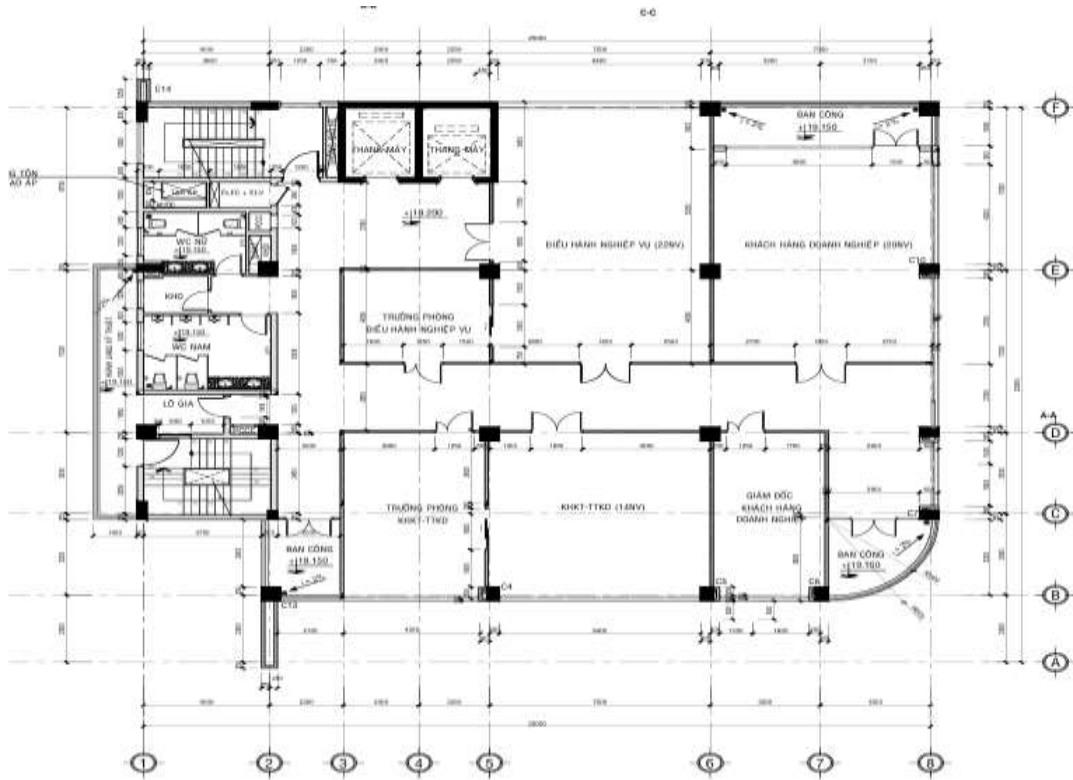
Hệ thống giao thông nội bộ được kết nối chặt chẽ với hạ tầng kỹ thuật đô thị hiện hữu, bao gồm lối ra vào tầng hầm, lối đi bộ, và các trục giao thông tiếp cận trực tiếp từ đường Nguyễn Trung Trực và các tuyến lân cận. Việc bố trí này giúp giao thông ra vào công trình linh hoạt, thông suốt và an toàn.

Bên cạnh đó, phương án mặt bằng cũng tính đến yếu tố phát triển mở rộng trong tương lai và khả năng thích ứng với những thay đổi về nhu cầu sử dụng, đảm bảo công trình có tính bền vững và linh hoạt lâu dài.

1.4.2. Giải pháp thiết kế kiến trúc

a. Thiết kế mặt bằng các tầng

- Mặt bằng tầng 1: Bố trí sảnh chính là nơi đón khách và làm giao dịch.
- Mặt bằng tầng 2 – 9: Bố trí các hộp và các phòng làm việc.
- Giao thông ngang trong mỗi đơn nguyên là hệ thống hành lang. Hệ thống giao thông đứng là thang bộ và thang máy.



Hình 1.2 Giải pháp mặt bằng công trình tầng 6

b. Thiết kế mặt bằng đứng

Công trình Trung tâm điều hành viễn thông – Công nghệ thông tin Viễn thông Long An, tỉnh Long An được thiết kế theo phong cách hiện đại, hình khối rõ ràng, cân đối, tạo cảm giác vững chắc và chuyên nghiệp. Mặt đứng sử dụng các vật liệu như kính, nhôm, lam chắn nắng giúp tăng tính thẩm mỹ, đảm bảo thông thoáng và chiếu sáng tự nhiên.

Tổng thể mặt đứng phản ánh trung thực công năng bên trong, tạo điểm nhấn bằng các đường nét dứt khoát và các mảng kính lớn. Từ xa, công trình gây ấn tượng bởi sự mạch lạc và hiện đại; khi tiếp cận gần, chi tiết mặt đứng thể hiện tính thẩm mỹ và công năng rõ ràng, phù hợp với hình ảnh một trụ sở công nghệ - viễn thông trọng điểm của tỉnh.



Hình 1.3 Giải pháp mặt đứng công trình (trục 1-9)

c. Thiết kế mặt bằng cắt

Mặt cắt nhằm thể hiện nội dung bên trong công trình, kích thước cấu kiện cơ bản, công năng của các phòng.

Dựa vào đặc điểm sử dụng và các điều kiện vệ sinh ánh sáng, thông hơi thoáng gió cho các phòng chức năng ta chọn chiều cao các tầng như sau:

- Tầng 2,3 cao 4,2 m.
- Các tầng còn lại cao 3,6 m.

1.5. Các giải pháp kỹ thuật khác khác

1.5.1. Hệ thống chiếu sáng

Các phòng đều tận dụng tối đa hết khả năng chiếu sáng tự nhiên, thông qua hệ thống cửa sổ các mặt đều được lắp kính. Ngoại trừ tầng hầm phải bố trí hệ thống chiếu sáng nhân tạo, từ tầng 1 trở lên đều tận dụng khả năng chiếu sáng tự nhiên. Việc bố trí các ô cửa sổ vừa tận dụng được ánh sáng mặt trời vừa không bị nắng buổi chiều chiếu vào nên thuận tiện cho người sử dụng. Mỗi phòng khách sạn tiếp xúc với môi trường xung quanh thông qua logia điều này giúp người ở có cảm giác gần gũi với thiên nhiên, căn hộ được thông gió và chiếu sáng tự nhiên tốt hơn.

Ngoài hệ thống chiếu sáng tự nhiên còn có hệ thống chiếu sáng nhân tạo cũng được bố trí sao cho có thể phủ hết những điểm cần chiếu sáng, đáp ứng được yêu cầu của

người sử dụng. Chọn chiều cao cửa sổ và cửa đi phải đảm bảo yêu cầu chiếu sáng. Ở đây chọn chiều cao cửa sổ 1,35 m, cách nền 0,9 m. Cửa đi cao 2,25 m

1.5.2. Hệ thống thông gió

Tận dụng tối đa thông gió tự nhiên qua hệ thống cửa sổ. Ngoài ra sử dụng hệ thống điều hoà không khí được xử lý và làm lạnh theo hệ thống đường ống chạy theo các hộp kỹ thuật theo phương đứng, và chạy trong trần theo phương ngang phân bố đến các vị trí tiêu thụ.

1.5.3. Hệ thống điện

Điện cung cấp cho công trình được lấy từ hệ thống điện quốc gia.

1.5.4. Hệ thống cấp thoát nước

Cấp nước: Nước từ hệ thống cấp nước của thành phố đi vào bể ngầm đặt ngầm tại hầm của công trình. Sau đó được bơm lên bể nước mái, quá trình điều khiển bơm được thực hiện hoàn toàn tự động. Nước sẽ theo các đường ống kỹ thuật chạy đến các vị trí lấy nước cần thiết.

Thoát nước: Nước mưa trên mái công trình, nước thải sinh hoạt được thu vào seno và đưa vào bể xử lý nước thải. Nước sau khi được xử lý sẽ được đưa ra hệ thống thoát nước của thành phố.

1.5.5. Hệ thống phòng cháy chữa cháy

Hệ thống báo cháy: Thiết bị phát hiện báo cháy được bố trí ở mỗi phòng và mỗi tầng, ở nơi công cộng của mỗi tầng. Mạng lưới báo cháy có gắn đồng hồ và đèn báo cháy, khi phát hiện được cháy phòng quản lý nhận được tín hiệu thì kiểm soát và khống chế hoả hoạn cho công trình thông qua hệ thống cứu hỏa

Hệ thống chữa cháy: Nước được lấy từ bể nước mái xuống, sử dụng máy bơm xăng lưu động. Thiết kế tuân theo các yêu cầu phòng chống cháy nổ và các tiêu chuẩn liên quan khác (bao gồm các bộ phận ngăn cháy, lối thoát nạn, cấp nước chữa cháy). Tất cả các tầng đều đặt các bình CO₂, đường ống chữa cháy tại các nút giao thông.

1.5.6. Xử lý rác thải

Rác thải ở mỗi tầng sẽ được thu gom và đưa xuống tầng kỹ thuật, tầng hầm bằng ống thu rác. Rác thải được mang đi xử lý mỗi ngày.

1.5.7. Giải pháp hoàn thiện

Vật liệu hoàn thiện sử dụng các loại vật liệu tốt đảm bảo chống được mưa nắng sử dụng lâu dài. Nền lát gạch granite. Tường được quét sơn chống thấm.

Các khu phòng vệ sinh, nền lát gạch chống trượt, tường ốp gạch granite cao 2,6m

Vật liệu trang trí dùng loại cao cấp, sử dụng vật liệu đảm bảo tính kỹ thuật cao, màu sắc trang nhã trong sáng tạo cảm giác thoải mái khi nghỉ ngơi.

Hệ thống cửa dùng cửa kính khung nhôm.

Sử dụng thép mạ kẽm, thép không gỉ ở những bộ phận trang trí hoặc kính phản quang độ an toàn cao.

Bậc cấp, bậc thang, thành bậc, sảnh ốp gạch granite.

Hệ thống thoát nước mái dẫn theo chiều đứng xuống đất bằng ống nhựa PVC và chảy vào hệ thống thoát nước chung của thành phố.

CHƯƠNG 2. CƠ SỞ THIẾT KẾ VÀ LỰA CHỌN GIẢI PHÁP KẾT CẤU

2.1. Cơ sở tính toán kết cấu

2.1.1. Cơ sở thực hiện

Căn cứ Nghị định số 12/2009/NĐ - CP, ngày 10/02/2009 của Chính phủ về quản lý dự án đầu tư xây dựng.

Căn cứ Nghị định số 06/2021/NĐ - CP, ngày 26/01/2021 về quản lý chất lượng công trình xây dựng.

Các tiêu chuẩn quy phạm hiện hành của Việt Nam.

Nội dung của tiêu mục cấp 2.

2.1.2. Cơ sở tính toán

a. Tiêu chuẩn và quy chuẩn áp dụng

Các tiêu chuẩn và quy chuẩn viện dẫn:

- TCVN 2737:2023: Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế.
- TCVN 9386:2012: Thiết kế công trình chịu tải trọng động đất.
- TCVN 5574:2018: Kết cấu bê tông và bê tông toàn khối.
- TCVN 5575:2018: Kết cấu thép – Tiêu chuẩn thiết kế.
- TCVN 9362:2012: Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình.
- TCVN 9395:2012: Cọc khoan nhồi thi công và nghiệm thu.
- TCVN 10304:2014: Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế.
- TCXD 198:1997: Nhà cao tầng - Thiết kế Bê Tông Cốt Thép toàn khối.
- TCXD 229:1999: Chỉ dẫn tính toán thành phần động của tải gió.
- QCVN 02-2022/BXD: Số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng.
- QCVN 06-2022/BXD: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia an toàn cháy cho nhà và công trình.

b. Nguyên tắc tính toán

Khi tính toán thiết kế kết cấu bê tông cốt thép cần phải thỏa mãn những yêu cầu về tính toán theo độ bền (TTGH I) và đáp ứng điều kiện sử dụng bình thường (TTGH II).

Trạng thái giới hạn thứ nhất TTGH I (về cường độ) nhằm đảm bảo khả năng chịu lực của kết cấu, cụ thể bảo đảm cho kết cấu:

- Không bị phá hoại do tác dụng của tải trọng và tác động.
- Không bị mất ổn định về hình dạng và vị trí.
- Không bị phá hoại khi kết cấu bị mỏi.
- Không bị phá hoại do tác động đồng thời của các nhân tố về lực và những ảnh hưởng bất lợi của môi trường.

Trạng thái giới hạn thứ hai TTGH II (về điều kiện sử dụng) nhằm đảm bảo sự làm việc bình thường của kết cấu, cụ thể cần hạn chế:

- Khe nứt không mở rộng quá giới hạn cho phép hoặc không xuất hiện khe nứt.
- Không có những biến dạng quá giới hạn cho phép như độ võng, góc xoay, góc trượt, dao động.

c. Phần mềm tính toán và thể hiện bản vẽ

- Phần mềm phân tích kết cấu CSI ETABS 20.
- Các phần mềm Microsoft Office 2024.
- Phần mềm thể hiện bản vẽ AutoCAD 2018.
- Phần mềm thể hiện bản vẽ và 3D Revit 2021.

2.2. Lựa chọn phương án kết cấu

2.2.1. Giải pháp kết cấu phần thân

a. Giải pháp kết cấu theo phương thẳng đứng

Hệ kết cấu chịu lực thẳng đứng có vai trò quan trọng đối với kết cấu nhà nhiều tầng bởi vì:

- Chịu tải trọng của dầm sàn truyền xuống móng và xuống nền đất.
- Chịu tải trọng ngang của gió và áp lực đất lên công trình.
- Liên kết với dầm sàn tạo thành hệ khung cứng, giữ ổn định tổng thể cho công trình, hạn chế dao động và chuyển vị đỉnh của công trình.

Hệ kết cấu chịu lực theo phương đứng bao gồm các loại sau:

- Hệ kết cấu cơ bản: Kết cấu khung, kết cấu tường chịu lực, kết cấu lõi cứng, kết cấu ống.
- Hệ kết cấu hỗn hợp: Kết cấu khung - giằng, kết cấu khung – vách, kết cấu ống lõi và kết cấu ống tổ hợp.
- Hệ kết cấu đặc biệt: Hệ kết cấu có tầng cứng, hệ kết cấu có dầm chuyển, sàn chuyển, kết cấu có hệ giằng liên tầng và kết cấu có khung ghép.

Lựa chọn giải pháp kết cấu hợp lý cho một công trình cụ thể sẽ đem lại hiệu quả kinh tế rất lớn trong khi vẫn đảm bảo các chỉ tiêu kỹ thuật cần thiết. Việc lựa chọn này phụ thuộc vào điều kiện cụ thể của công trình, công năng sử dụng, chiều cao của nhà và độ lớn của tải trọng ngang (động đất, gió, ...).

Bảng 2.1 So sánh các ưu, nhược điểm của các hệ kết cấu

Phân loại	Ưu điểm	Nhược điểm
Hệ kết cấu khung	<ul style="list-style-type: none"> - Giúp công trình có không gian lớn, linh hoạt, do Trung tâm điều hành viễn thông – Công nghệ thông tin Viễn thông Long An, tỉnh Long An là công trình làm việc nên cần có không gian rộng. - Sơ đồ làm việc của kết cấu rõ 9 tầng. 	<ul style="list-style-type: none"> - Việc thi công phức tạp. - Giá thành khung đắt.
Hệ kết cấu khung – vách – lõi	<ul style="list-style-type: none"> - VNPT Long An là công trình trung bình có kết cấu phức tạp nên hệ kết cấu này phù hợp do hệ này chịu tải trọng ngang tốt. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tốn vật liệu hơn so với các hệ kết cấu khác. - Trung tâm điều hành viễn thông – Công nghệ thông tin Viễn thông Long An, tỉnh Long An có độ cao 37,2m nên hệ kết cấu này sẽ khó thi công hơn so với các hệ khác.
Hệ kết cấu ống tổ hợp	<ul style="list-style-type: none"> - Phù hợp Trung tâm điều hành viễn thông – Công nghệ thông tin Viễn thông Long An, tỉnh Long An vì hệ này chịu tải trọng ngang tốt. <p>Hệ kết cấu này giúp công trình làm việc đồng đều hơn.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vì Trung tâm điều hành viễn thông – Công nghệ thông tin Viễn thông Long An, tỉnh Long An chỉ là công trình cao tầng bình thường, chưa phải là siêu cao tầng nên nếu làm hệ này sẽ tốn kém, chiếm nhiều không gian. - Đòi hỏi trình độ thi công của nhà thầu cao.

Tuỳ thuộc vào yêu cầu kiến trúc, quy mô công trình, tính khả thi và khả năng đảm bảo ổn định của công trình mà có lựa chọn phù hợp cho hệ kết cấu chịu lực theo phương đứng.

Đối với công trình Trung tâm điều hành viễn thông – Công nghệ thông tin Viễn thông Long An, tỉnh Long An quy mô 9 tầng nổi + 1 tầng kỹ thuật + 1 tầng mái, chiều

cao của toàn bộ công trình là 37,2 m. Do đó ảnh hưởng của tải trọng ngang do gió đến công trình rất lớn.

Vì vậy, trong đề án này em lựa chọn giải pháp kết cấu chính là hệ chịu lực khung
b. Giải pháp kết cấu theo phương ngang

Việc lựa chọn giải pháp kết cấu sàn hợp lý là việc làm rất quan trọng, quyết định tính kinh tế của công trình. Công trình càng cao, tải trọng này tích lũy xuống cột các tầng dưới và móng càng lớn, làm tăng chi phí móng, cột, tăng tải trọng ngang do động đất. Vì vậy cần ưu tiên lựa chọn giải pháp sàn nhẹ để giảm tải trọng thẳng đứng.

Các loại kết cấu sàn đang được sử dụng rộng rãi hiện nay gồm:

Hệ sàn sườn

Cấu tạo hệ bao gồm hệ dầm và bản sàn.

Hệ sàn ô cờ

Cấu tạo hệ bao gồm hệ dầm vuông góc với nhau theo 2 phương, chia bản sàn thành các ô bản có nhịp bé.

Sàn không dầm

Cấu tạo hệ gồm các bản kê trực tiếp lên cột.

Sàn không dầm ứng lực trước

Cấu tạo gồm các bản kê trực tiếp lên cột. Cột thép được ứng lực trước.

Sàn bóng, sàn hộp

Sàn bóng, sàn hộp là loại sàn phẳng, không dầm, liên kết trực tiếp với hệ cột, vách chịu lực, sử dụng quả bóng nhựa tái chế, hộp tái chế để thay thế phần bê tông không hoặc ít tham gia chịu lực ở thớ giữa bản sàn.

Bảng 2.2 So sánh ưu nhược điểm của các hệ sàn

Phân loại	Ưu điểm	Nhược điểm
Hệ sàn sườn	<ul style="list-style-type: none">- Tính toán đơn giản, được sử dụng phổ biến.- Công nghệ thi công phong phú do đã được sử dụng từ rất lâu ở Việt Nam.	<ul style="list-style-type: none">- Chiều cao dầm và độ võng bản sàn lớn khi vượt khẩu độ lớn, dẫn đến chiều cao công trình lớn.- Không tiết kiệm không gian sử dụng.
Hệ sàn ô cờ	<ul style="list-style-type: none">- Tiết kiệm chi phí bê tông sàn khi nhịp từ 7 m trở lên nên phù hợp với Trung tâm điều hành viễn thông – Công nghệ thông tin Viễn thông Long An, tỉnh Long An.	<ul style="list-style-type: none">- Khó thi công hơn các sàn thông thường.

	<ul style="list-style-type: none"> - Vượt nhịp lớn, tiết kiệm không gian sử dụng và thẩm mỹ cao. - Chịu tải trọng tốt nên rất phù hợp do công trình có tầng để xe. 	
Hệ sàn không dầm	<ul style="list-style-type: none"> - Giảm chiều cao công trình. - Tiết kiệm không gian sử dụng, dễ phân chia không gian. - Thi công nhanh hơn so với sàn dầm. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ kết cấu cột, vách không được liên kết với nhau tạo thành hệ kết cấu cứng nên có độ cứng nhỏ hơn so với các hệ khác. - Trung tâm điều hành viễn thông – Công nghệ thông tin Viễn thông Long An, tỉnh Long An là công trình cao tầng 37,2 m nên chịu tải trọng ngang lớn. Vì vậy, hệ này không tối ưu so với
Hệ sàn ứng lực trước	<ul style="list-style-type: none"> - Giảm chiều dày, độ võng sàn. <p>Giảm được chiều cao công trình, tiết kiệm không gian sử dụng.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tính toán phức tạp do TCVN chưa có tiêu chuẩn về tính toán kết cấu dự ứng lực. - Thi công đòi hỏi thiết bị chuyên dụng.
Hệ sàn bóng, hộp	<ul style="list-style-type: none"> - Tạo tính linh hoạt cao trong thiết kế, có khả năng thích nghi với nhiều loại mặt bằng. - Khả năng vượt nhịp cao, có thể vượt nhịp lên tới 15 m mà không cần ứng suất trước. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lý thuyết tính toán chưa phổ biến, do đây là công nghệ mới du nhập vào Việt Nam. - Khả năng chịu cắt, uốn giảm so với sàn BTCT thông thường cùng chiều dày.

Qua phân tích ưu, nhược điểm của một số kết cấu sàn phổ biến hiện nay, vì chiều cao nhà vừa phải đối với tầng điển hình là 3,6 m và nhịp 7 m chọn phương án hệ sàn sườn.

2.2.2. Giải pháp kết cấu phần móng

Hệ móng công trình tiếp nhận toàn bộ tải trọng của công trình rồi truyền xuống móng.

Với quy mô công trình 1 tầng kỹ thuật, 1 tầng mái và 9 tầng và điều kiện địa chất khu vực xây dựng tương đối yếu nên đề xuất phương án móng cọc.

2.2.3. Vật liệu xây dựng cho công trình

Vật liệu xây dựng cần có cường độ cao, trọng lượng nhỏ, chống cháy tốt.

Vật liệu có tính biến dạng cao: Khả năng biến dạng cao có thể bổ sung cho tính năng.

Vật liệu có tính thoái biến thấp: Có tác dụng tốt khi chịu tác dụng của tải trọng lặp lại (động đất, gió bão).

Vật liệu có tính liên khối cao: Có tác dụng trong trường hợp có tính chất lặp lại, không bị tách rời các bộ phận công trình.

Vật liệu có giá thành hợp lý.

Hiện nay chủ yếu sử dụng vật liệu thép hoặc bê tông cốt thép với các lợi thế như dễ chế tạo, nguồn cung cấp dồi dào. Ngoài ra còn có các loại vật liệu khác được sử dụng như vật liệu liên hợp thép – bê tông (composite), hợp kim nhẹ, ... Tuy nhiên các

loại vật liệu mới này chưa được sử dụng nhiều do công nghệ chế tạo còn mới, giá thành tương đối cao.

Do đó, em chọn vật liệu cho công trình là bê tông cốt thép.

2.2.4. Thông số vật liệu

a. Bê tông

Bảng 2.3 Bảng thông số vật liệu bê tông theo TCVN5574-2018

STT	Cấp độ bền	Kết cấu sử dụng
1	Bê tông cấp độ bền B25: $R_b = 14,5 \text{ MPa}$; $R_{bt} = 1,05 \text{ MPa}$; $E_b = 30.10^3 \text{ MPa}$	Kết cấu chính: Móng, cột, dầm, sàn và cầu thang bộ
2	Bê tông cấp độ bền B20: $R_b = 10,5 \text{ MPa}$; $R_{bt} = 0,9 \text{ MPa}$; $E_b = 27,5 .10^3 \text{ MPa}$	Kết cấu phụ: Bể nước
3	Vữa xi măng & cát B5C	Vữa xi măng xây, tô trát tường nhà

b. Cốt thép

Bảng 2.4 Bảng thông số vật liệu thép theo TCVN 5574-2018

STT	Loại thép	Đặc tính/kết cấu sử dụng
1	Thép CB240T ($\varnothing < 10$): $R_s = R_{sc} = 210 \text{ MPa}$; $R_{sw} = 170 \text{ MPa}$; $E_s = 2,0 . 10^6 \text{ MPa}$	Cốt thép có $\varnothing < 10 \text{ mm}$
2	Thép CB400V ($\varnothing \geq 10$): $R_s = R_{sc} = 350 \text{ MPa}$; $R_{sw} = 280 \text{ MPa}$; $E_s = 2,0 . 10^6 \text{ MPa}$	Cốt thép dọc kết cấu các loại có $\varnothing \geq 10 \text{ mm}$

c. Lớp bê tông bảo vệ

Chiều dày lớp bê tông bảo vệ được xác định dựa trên các tiêu chí sau:

+ QCVN 06-2010/BXD – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia an toàn cháy cho nhà và công trình.

+ Địa điểm xây dựng công trình ở thành phố Vĩnh Long, gần khu vực có độ xâm thực ăn mòn bê tông như là bờ biển, miền sông nước, ...

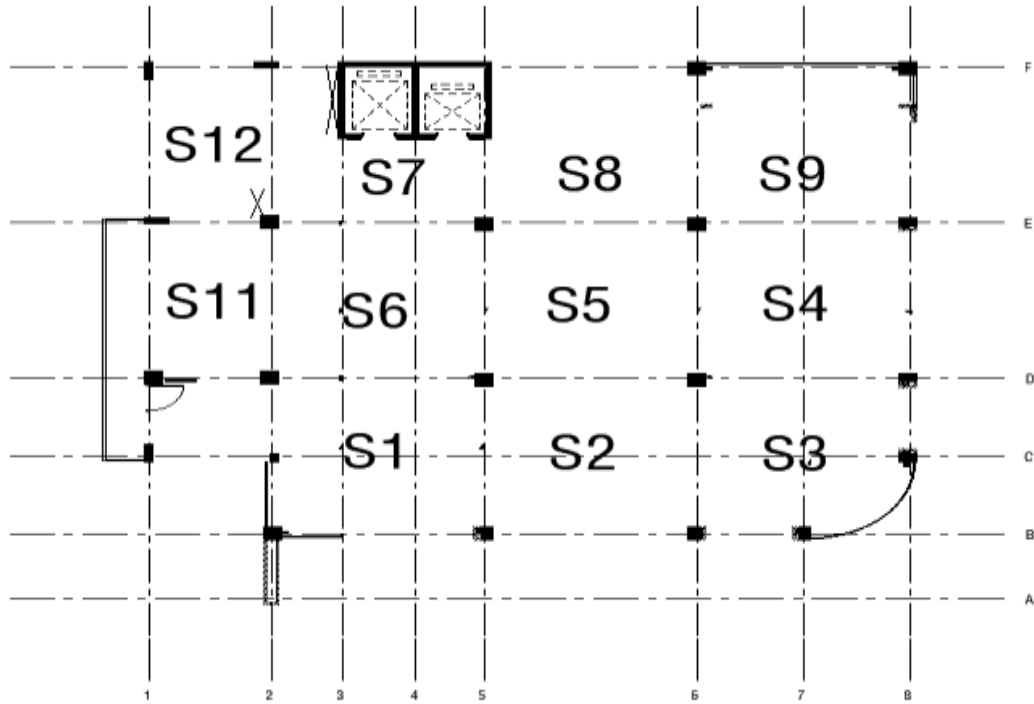
+ Dựa vào hồ sơ khảo sát địa chất (kết quả thí nghiệm hóa nước) kết luận như sau: Theo ATSM D1411-00, nước dưới đất trong khu vực khảo sát không có tính ăn mòn với bê tông.

Bảng 2.5 Quy định lớp bảo vệ bê tông đối với cốt thép chịu lực

STT	Cấu kiện	Lớp bê tông bảo vệ
1	Cọc, đài móng	50 mm
2	Kết cấu tiếp xúc với đất, có bê tông lót	100 mm
3	Sàn	20 mm
4	Dầm	40 mm
5	Cột	40 mm
6	Cầu thang	20 mm
7	Vách - lõi	30 mm

CHƯƠNG 3. TÍNH TOÁN SÀN TẦNG ĐIỂN HÌNH

3.1. Sơ đồ ô sàn



Hình 3.1 Sơ đồ ô sàn tầng 6 công trình

3.2. Các số liệu tính toán

3.2.1. Bê tông

Bảng 3.1 Thông số vật liệu bê tông theo TCVN 5574-2018

STT	Cấp độ bền	Kết cấu sử dụng
1	Bê tông cấp độ bền B25: $R_b = 14,5 \text{ MPa}$; $R_{bt} = 1,05 \text{ MPa}$; $E_b = 30.10^3 \text{ MPa}$	Kết cấu chính: Móng, cột, dầm, sàn, cầu thang.
2	Bê tông cấp độ bền B20: $R_b = 11,5 \text{ MPa}$; $R_{bt} = 0,9 \text{ MPa}$; $E_b = 27,5.10^3 \text{ MPa}$	Kết cấu phụ: Bể nước
3	Vữa xi măng & cát B5C	Vữa xi măng xây, tô trát tường nhà

3.2.2. Cốt thép

Bảng 3.2 Thông số vật liệu thép theo TCVN 5572 -2018

STT	Loại thép	Đặc tính/kết cấu sử dụng
1	Thép CB240T ($\varnothing < 10$): $R_s = R_{sc} = 210 \text{ MPa}$; $R_{sw} = 170 \text{ MPa}$; $E_s = 2,0.10^6 \text{ MPa}$	Cốt thép có $\varnothing < 10 \text{ mm}$
2	Thép CB400V ($\varnothing \geq 10$): $R_s = R_{sc} = 350 \text{ MPa}$; $R_{sw} = 280 \text{ MPa}$; $E_s = 2,0.10^6 \text{ MPa}$	Cốt thép dọc kết cấu các loại có $\varnothing \geq 10 \text{ mm}$

3.3. Chọn chiều dày sàn

Chiều dày của bản được chọn theo công thức: $h_b = \frac{D}{m} \cdot l$

Trong đó:

$D = 0,8 \div 1,4$ – Hệ số phụ thuộc vào tải trọng tác dụng lên bản, chọn $D = 1$.

m – Hệ số phụ thuộc liên kết của bản: $m = 30 \div 35$ đối với bản loại dầm, $m = 35 \div 45$ với bản kê 4 cạnh.

l : Là cạnh ngắn của ô bản (cạnh theo phương chịu lực).

Chiều dày của bản phải thỏa mãn điều kiện cấu tạo: $h_b \geq h_{min} = 6 \text{ cm}$ đối với sàn nhà dân dụng.

Bảng 3.3 Chiều dày sàn công trình

Tên ô sàn	Kích thước (m)		Tỉ số	Loại bản	D	m	Chiều dày (m)	Chọn h_b (cm)
	$l_2(m)$	$l_1(m)$	$\frac{l_2}{l_1}$				h_b	
sàn sảnh	7,0	7,0	1,00	Bản kê	1	45	0,1555	150
sàn vệ sinh	7,0	4,0	1,75	Bản kê	1	45	0,0888	100
sàn hành lan	7,0	2.9	2,41	Bản dầm	1	35	0,0828	100

3.4. Cấu tạo các lớp mặt sàn

3.4.1. Cấu tạo các lớp sàn nhà

- Nền lát gạch Granite 600x600
- Lớp keo hồ dầu dán gạch dày 5cm
- Vữa lót mác 75 dày 15cm
- Sàn btct dày 150 cm
- Vữa trát trần dày 15cm

3.4.2. Cấu tạo các lớp sàn mái

- Nền lát gạch Granite chống trượt 300x300
- Lớp keo hồ dầu dán gạch dày 5cm
- Vữa lót mác 75 dày 15cm
- Lớp chống thấm dày 18cm
- Sàn btct dày 100 cm
- Vữa trát trần dày 15cm

3.4.3. Cấu tạo các lớp phòng vệ sinh

- Nền lát gạch Granite chống trượt :300x300
- Lớp keo hồ dầu dán gạch dày 5cm
- Vữa lót mác 75 dày 15cm
- Lớp chống thấm dày 18cm
- Sàn btct dày 100 cm
- Vữa trát trần dày 15cm

3.5. Tải trọng

3.5.1. Tĩnh tải sàn

Tĩnh tải tác dụng lên sàn là tải trọng phân bố đều do trọng lượng bản thân các lớp cấu tạo sàn truyền vào. Căn cứ vào các lớp cấu tạo sàn ở mỗi ô sàn cụ thể, tra bảng tải trọng tính toán (TCVN 2737:2023) của các vật liệu thành phần dưới đây để tính:

Ta có công thức tính: $g_{tt} = \sum y_i \cdot \delta_i \cdot n_i$

Trong đó y_i , δ_i , n_i lần lượt là trọng lượng riêng, bề dày, hệ số vượt tải của lớp cấu tạo thứ i trên sàn.

Hệ số vượt tải lấy theo TCVN 2737:2023.

Ta tiến hành xác định tĩnh tải riêng cho từng ô sàn.

Từ đó ta lập bảng tải trọng tác dụng lên các sàn như sau:

Bảng 3.4 Tĩnh tải sàn và hành lan

Cấu tạo vật liệu	h	γ	n	g_{tt}
	(mm)	(kN/m ³)		(kN/m ²)
Gạch Granite	20	20	1,2	0,48
Keo hồ dầu	5	14	1,3	0,091
Vữa XM lót	15	18	1,3	0,351
Bản BTCT	0	25	1,1	0
Vữa trát	15	18	1,3	0,351
Tổng cộng				1,233

Bảng 3.5 Tĩnh tải sàn vệ sinh

Cấu tạo vật liệu	h	γ	n	g^{tt}
	(mm)	(kN/m ³)		(kN/m ²)
Gạch Granite	20	20	1,2	0,48
Keo hồ dầu	5	14	1,3	0,091
Vữa XM lót	15	18	1,3	0,351
Lớp chống thấm	18	10	1,3	0,234
Bản BTCT	0	25	1,1	0
Vữa trát	15	18	1,3	0,351
Tổng cộng				1,467

Bảng 3.6 Tĩnh tải sàn mái

Cấu tạo vật liệu	h	γ	n	g^{tt}
	(mm)	(kN/m ³)		(kN/m ²)
Gạch Granite	20	20	1,2	0,48
Keo hồ dầu	5	14	1,3	0,091
Vữa XM lót	15	18	1,3	0,351
Lớp chống thấm	18	10	1,3	0,234
Bản BTCT	0	25	1,1	0
Vữa trát	15	18	1,3	0,351
Tổng cộng				1,467

3.5.2. Trọng lượng tường ngăn và tường bao che

Tải trọng do tường ngăn và cửa ván gỗ (pano) ở các ô sàn được xem như phân bố đều trên sàn. Các tường ngăn là tường dày δ_t xây bằng gạch rỗng có $\gamma_t = 1500 \text{ kG/m}^3$.

Trọng lượng đơn vị của 1 m² cửa là $y_c = 15 \text{ kG/m}^2$ cửa.

Công thức qui đổi tải trọng tường trên ô sàn về tải trọng phân bố trên ô sàn:

$$g_t = n_t \gamma_t \delta_t + 2n_v \gamma_v \delta_v \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$g_{pt} = \frac{g_t \cdot S_t + g_c \cdot S_c}{s} \left(\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right)$$

Trong đó:

$S_t = H \cdot B - S_c$ (m²): Diện tích bao quanh tường.

S_c (m²): Diện tích cửa.

n_t, n_c, n_v : Hệ số độ tin cậy đối với tường và cửa ($n_t = 1,1; n_c = n_v = 1,3$).

$\delta_t = 0,1$ (m): Chiều dày của mảng tường.

$\delta_v = 0,015$ (m): Chiều dày của vữa.

$y_t = 1500$ (kG/m³): Trọng lượng riêng của tường.

$y_c = 15$ (kG/m²): Trọng lượng của 1 m² cửa.

$y_v = 1800$ (kG/m²): Trọng lượng của 1 m² vữa.

S_i (m²): Diện tích ô sàn đang tính toán.

Ta có bảng tính tĩnh tải trên các ô sàn:

Bảng 3.7 Trọng lượng tường ngăn và bao che lên ô sàn

Tầng	sàn	g_t	S_t	g_c	g^{tc}_{ck}	S_c	G	S(m ²)	g_{pt}	G_{pt} (kN/m ²)
6	S1	2,652	25,2	0	0	0	66,83	49	1,364	
	S3	2,652	25,2	0	0	0	66,83	42,875	1,559	1,742
		0,39	22,14	1,05	0,15	3,3	7,87	42,875	0,183	
	S4-S5	2,652	25,2	1,05	0,15	3,41	58,32	49	1,190	
	S6	2,652	32,4	1,05	0,15	2,75	79,06	49	1,614	
	S9	0,39	22,14	1,05	0,15	3,3	7,87	49	0,161	
	S11	4,602	18,72	1,05	0,15	1,98	77,35	28	2,762	4,319
		2,652	20,16	1,05	0,15	3,96	43,59	28	1,557	
	S12	2,652	25,2	0	0	0	66,83	49	1,364	6,084
		2,652	25,2	0	0	0	66,83	42,875	1,559	

3.5.3. Hoạt tải

Bảng 3.8 Hoạt tải sàn

Ô sàn	Chức năng	Hoạt tải tiêu chuẩn (kn/m ²)	Hs vượt tải	Hoạt tải tính toán p^{tt} (kn/m ²)
S1 S9	Sảnh	3,0	1,2	3,6
S11 S12	Phòng học, nhà vệ sinh	2,0	1,2	2,4
M1	Mái có sử dụng	0,7	1,2	0,84
M2	Mái không sử dụng	0,3	1,2	0,36

3.5.5. Tổng tải trọng tính toán tác dụng lên ô sàn

Bảng 3.9 Tổng tải tác dụng lên sàn

Sàn	g^{tt}	G^{pt}	p^{tt}	q
	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2
S1	1,233	1,364	3,6	6,197
S2	1,233	0	3,6	4,833
S3	1,233	1,742	3,6	6,575
S4	1,233	1,190	3,6	6,023
S5	1,233	1,190	3,6	6,023
S6	1,233	1,614	3,6	6,447
S7	1,233	0	3,6	4,833
S8	1,233	0	3,6	4,833
S9	1,233	0,161	3,6	6,441
S11	1,467	4,319	2,4	8,186
S12	1,467	6,084	2,4	9,951

3.6. Tính toán cốt thép ô sàn S2

Ta có:

Bảng 3.10 Nội lực sàn S2 xuất từ phần mềm Etabs

Phương	Vị trí	Moment (kN/m)
M_I	Gối	18,245
	Nhịp	11,000
	Gối	17,426
M_{II}	Gối	10,000
	Nhịp	12,227
	Gối	17,000

❖ Tính toán cốt thép sàn theo phương M_I

- Tại gối

Chiều cao $h=h_b=150(mm)$; $a = 20(mm) \Rightarrow h_0 = 130(mm)$

+ xác định

$$\text{Gối } a_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h^2_0} = \frac{18,245 \cdot 10^6}{14,5 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 130^2} = 0,0745 < a_R = 0.8 \text{ (thỏa)}$$

$$\text{Vậy } \xi = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot a_m}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0745}}{2} = 0,98103$$

$$\text{Diện tích cốt thép } A_s^{yc} = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{18,245 \cdot 10^6}{350 \cdot 1000 \cdot 0,98103 \cdot 130} = 4,08 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+ Chọn đường kính thép và khoảng cách giữa các thanh thép:

$$\text{Ø } 10a150 \Rightarrow A_s^{ch} = 5,236 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+ Tính hàm lượng cốt thép :

$$\varphi = \frac{A_s^{ch}}{100.h_0} \cdot 100\% = \frac{5,236}{100.13} \cdot 100 = 0,4\%$$

- Tại giữa nhịp

Chiều cao $h=h_b=150$ (mm); $a = 20$ (mm) $\Rightarrow h_0 = 130$ (mm)

+ xác định

$$\text{Gói } a_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h^2_0} = \frac{11.10^6}{14,5.1000.10.130^2} = 0,04488 < a_R = 0.8 \text{ (thỏa)}$$

$$\text{Vậy } \xi = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot a_m}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot 0,04488}}{2} = 0,98865$$

$$\text{Diện tích cốt thép } A_s^{yc} = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{11.10^6}{350.1000.0,98103.130} = 2,445 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+ Chọn đường kính thép và khoảng cách giữa các thanh thép:

$$\text{Ø } 10a200 \Rightarrow A_s^{ch} = 3,92 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+ Tính hàm lượng cốt thép :

$$\varphi = \frac{A_s^{ch}}{100.h_0} \cdot 100\% = \frac{3,92}{100.13} \cdot 100 = 0,3\%$$

❖ **Tính toán cốt thép sàn theo phương M_{II}**

- Tại gối

Chiều cao $h=h_b=150$ (mm); $a = 20$ (mm) $\Rightarrow h_0 = 130$ (mm)

+ xác định

$$\text{Gói } a_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h^2_0} = \frac{17,426.10^6}{14,5.1000.10.130^2} = 0,06937 < a_R = 0.8 \text{ (thỏa)}$$

(điều kiện $a_m < a_R$)

$$\text{Vậy } \xi = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot a_m}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot 0,06937}}{2} = 0,98234$$

$$\text{Diện tích cốt thép } A_s^{yc} = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{17,426.10^6}{350.1000.0,98234.130} = 3,8034 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+ Chọn đường kính thép và khoảng cách giữa các thanh thép:

$$\text{Ø } 10a150 \Rightarrow A_s^{ch} = 5,23 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\varphi = \frac{A_s^{ch}}{100.h_0} \cdot 100\% = \frac{5,23}{100.13} \cdot 100 = 0,402\%$$

- Tại giữa nhịp

Chiều cao $h=h_b=150$ (mm); $a = 20$ (mm) $\Rightarrow h_0 = 130$ (mm)

+ xác định

$$\text{Gói } a_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h^2_0} = \frac{12,27.10^5}{14,5.1000.10.130^2} = 0,0499 < a_R = 0.8 \text{ (thỏa)}$$

(điều kiện $a_m < a_R$)

$$\text{Vậy } \xi = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot a_m}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0499}}{2} = 0,98737$$

$$\text{Diện tích cốt thép } A_s^{yc} = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{12,27 \cdot 10^6}{350 \cdot 1000 \cdot 0,98737 \cdot 130} = 2,721642 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+ Chọn đường kính thép và khoảng cách giữa các thanh thép:

$$\text{Ø } 10a200 \Rightarrow A_s^{ch} = 3,92 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+ Tính hàm lượng cốt thép:

$$\varphi = \frac{A_s^{ch}}{100 \cdot h_0} \cdot 100\% = \frac{3,92}{100 \cdot 13} \cdot 100 = 0,25\%$$

Kết quả tính toán thép sàn: Phụ Lục (1.2)

3.7. Kiểm tra độ võng sàn.

Xác định độ võng giới hạn và cơ sở tính toán

Tính toán, kiểm tra độ võng sàn theo mục 8.2.3.2 TCVN 5574 : 2018:

Điều kiện kiểm tra:

$$f \leq [f_u]$$

Với:

- + f là độ võng của cầu kiện bê tông cốt thép dưới tác dụng của ngoại lực
- + f_u là giá trị độ võng của giới hạn cho phép của cầu kiện bê tông cốt thép
- + Với nhịp sàn lấy an toàn theo phương cạnh ngắn ta được nhịp sàn dài $L = 7000\text{mm}$, tra bảng M.4.1.3 TCVN 5574:2018 lấy thiên về an toàn ta được:

$$[f_u] = L/200 = 35 \text{ mm}$$

- Theo mục 8.2.3.3.2, đối với các đoạn cầu kiện xuất hiện vết nứt trong vùng chịu kéo, độ cong toàn phần của cầu kiện chịu uốn được xác định với công thức sau:

$$f = f_1 - f_2 + f_3$$

$f = (1/r)$ là độ võng toàn phần

$f_1 = (1/r_1)$ là độ võng do tác dụng ngắn hạn của toàn bộ tải trọng

$f_2 = (1/r_2)$ là độ võng do tác dụng ngắn hạn của tĩnh tải và tải trọng tạm thời dài hạn

$f_3 = (1/r_3)$ là độ võng do tác dụng dài hạn của tĩnh tải và tải trọng tạm thời dài hạn

Đối với thành phần dài hạn của tải trọng tạm thời, lấy gần đúng bằng 30% giá trị toàn phần của tải trọng tạm thời.

Hệ số từ biến của bê tông ($\varphi_{b.cr}$) được cho tại bảng 11 TCVN 5574-2018. Với bê tông B25, độ ẩm tại môi trường làm việc lớn hơn 75%, ta có $\varphi_{b.cr} = 1,8$

Kiểm tra bằng phần mềm Etabs v22.0.0

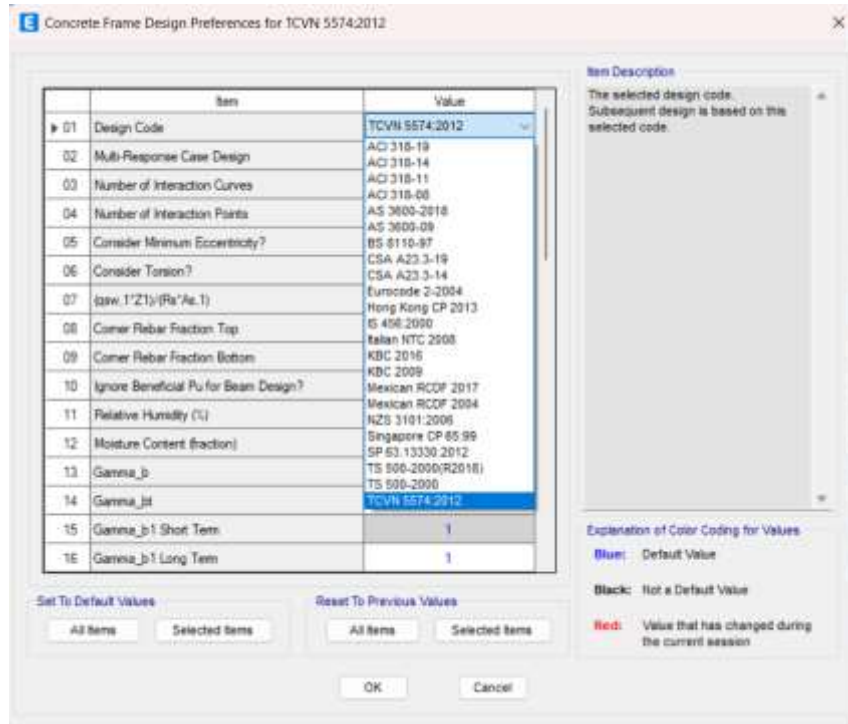
Từ bản Etabs v21, CSI đã tích hợp tính toán, kiểm tra độ võng sàn trong Etabs, nhờ đó giúp giảm thời gian cho các kỹ sư xây dựng, không phải thông qua một phần mềm khác cùng hãng là CSI Safe.

Sau khi hoàn thiện mô hình tính toán và hoàn thiện quá trình gán tải trọng cho công trình, thực hiện các bước để khai báo và tính toán độ võng sàn:

B1. Khai báo tiêu chuẩn tính độ võng

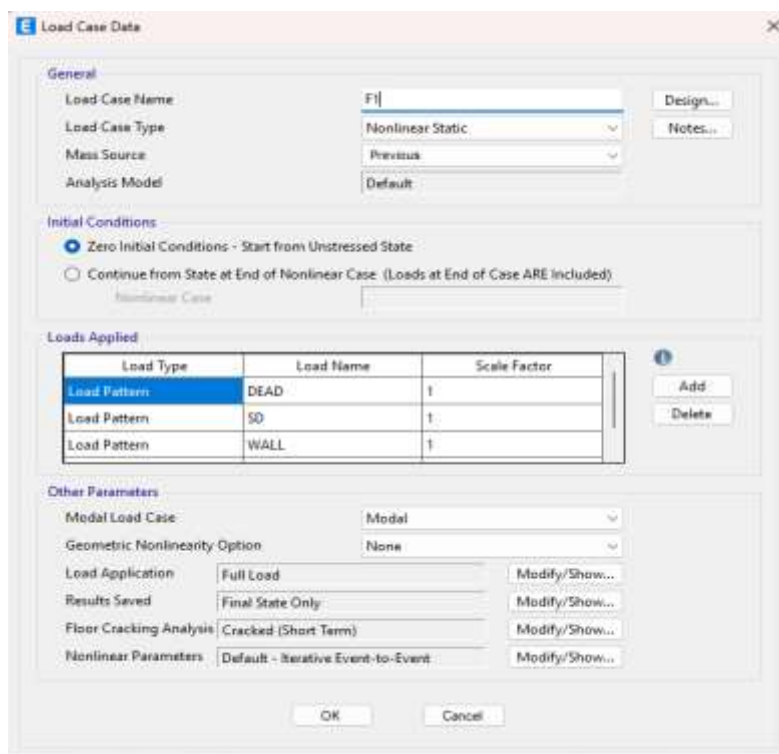
Trước khi khai báo tiêu chuẩn tính toán độ võng, đảm bảo đã mô hình hoàn thiện.

Vào Design → Concrete Frame Design → View/Revise Preferences... → Chọn TCVN 5574:2012. (Hình 3.2)

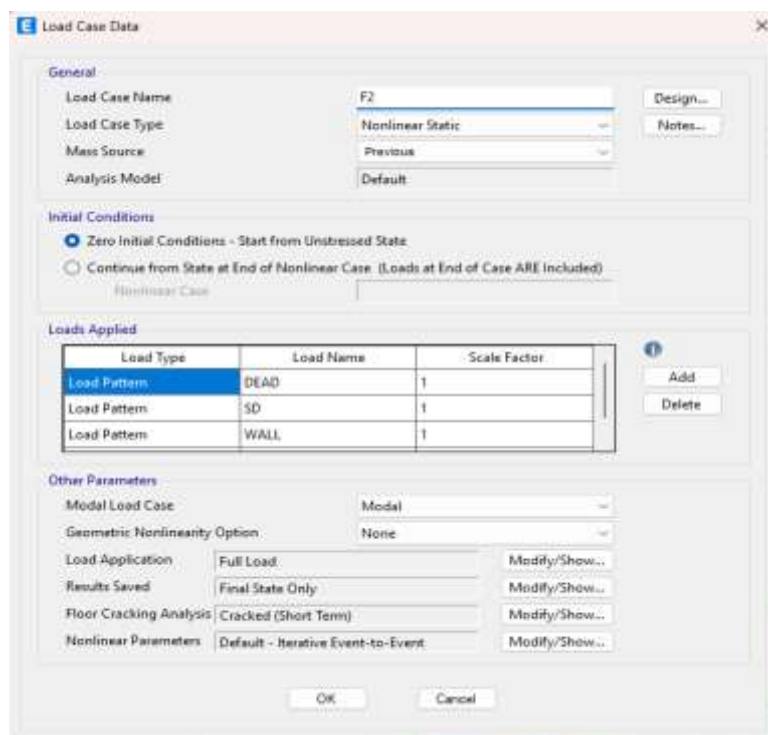


Hình 3.2 Khai báo tiêu chuẩn kiểm tra võng sàn

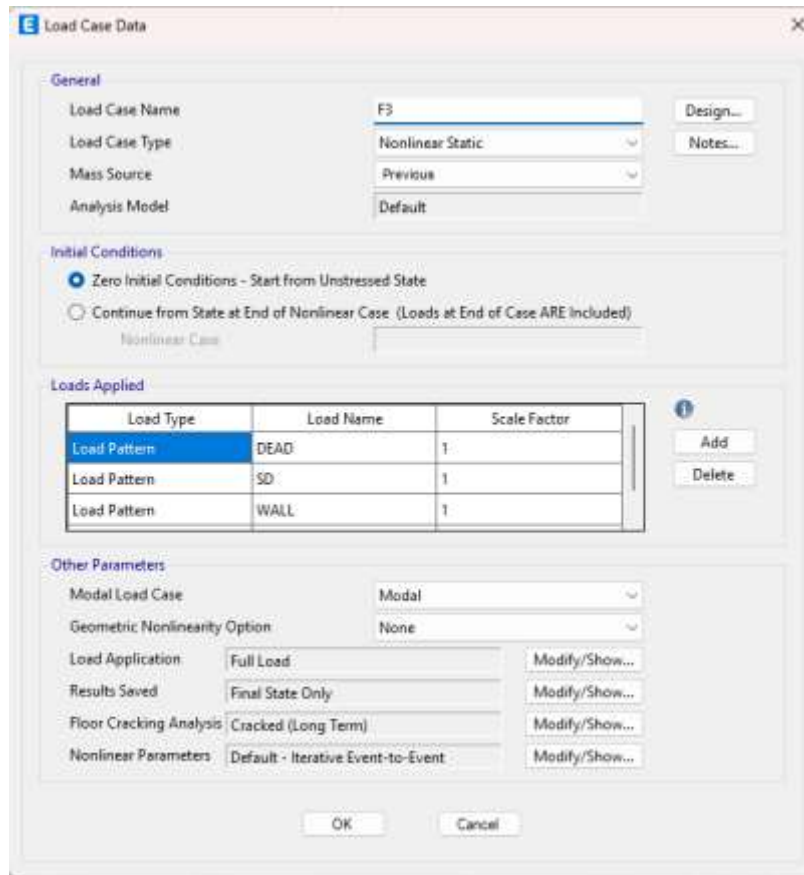
B2. Khai báo các trường hợp tính toán



Hình 3.3 Trường hợp f1- Độ võng do tác dụng ngắn hạn của toàn bộ tải trọng

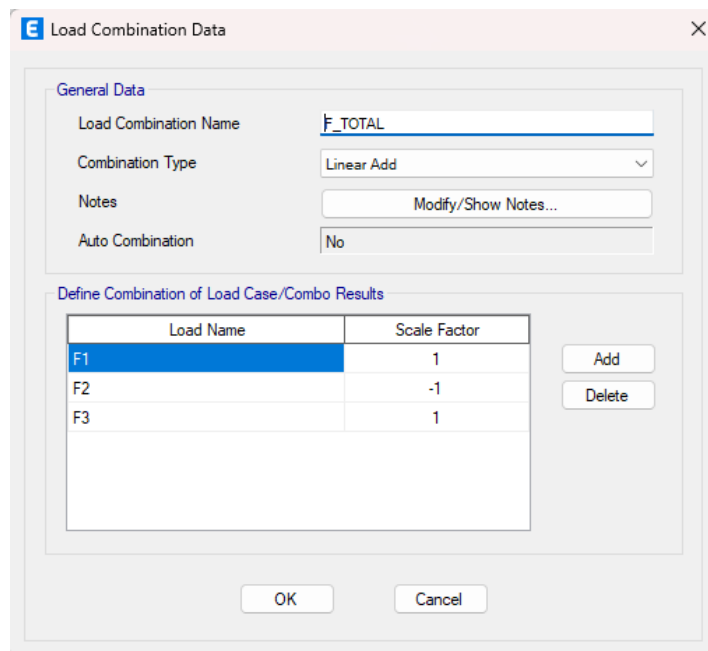


Hình 3.4 Trường hợp f2-Độ võng do tác dụng ngắn hạn của tải trọng dài hạn



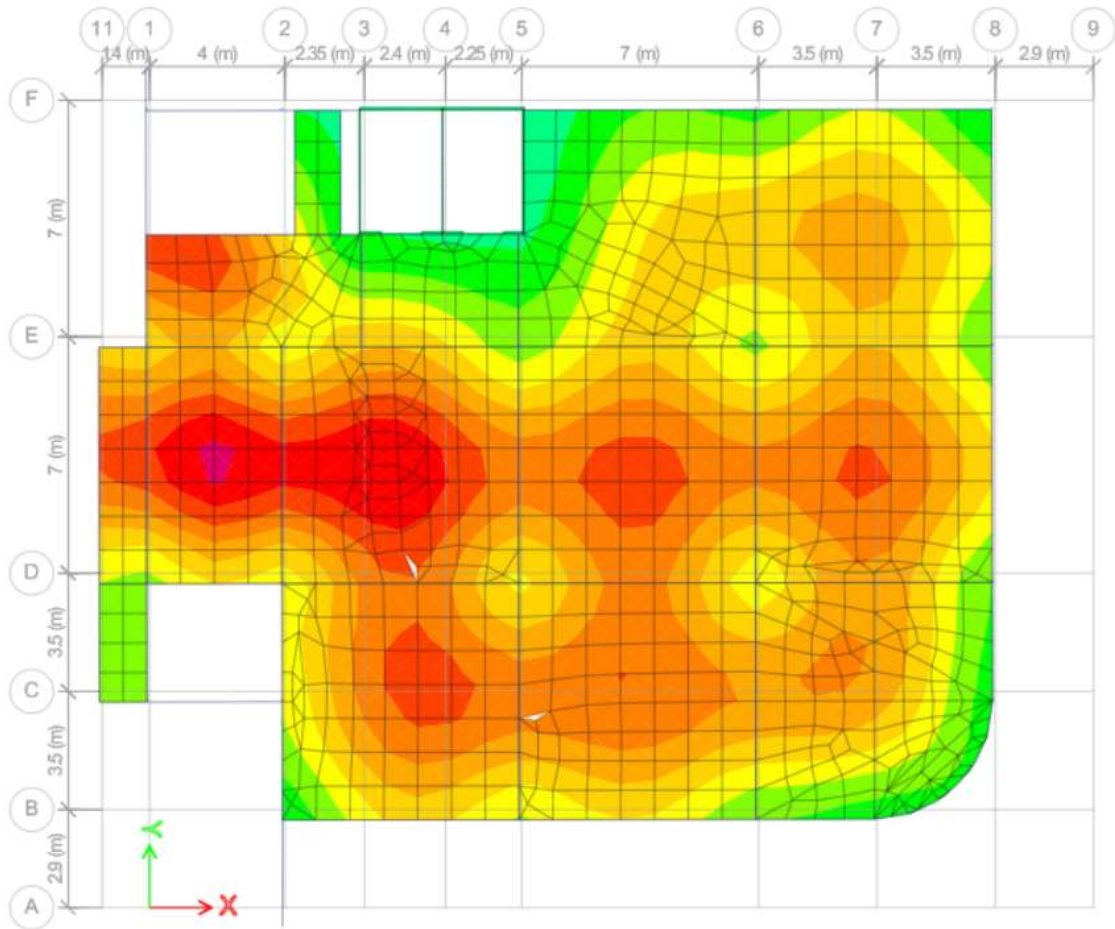
Hình 3.5 Trường hợp f3-Độ võng do tác dụng dài hạn của tải trọng dài hạn

B3. Khai báo tổ hợp tính toán



Hình 3.6 Khai báo tổ hợp tính toán

B4. Đánh giá độ võng sàn



Hình 3.7 Độ võng sàn tầng điển hình (đơn vị: mm)



Dựa vào kết quả phần mềm Etabs cho được, độ võng lớn nhất:

$$f_{\max} = 20 \text{ mm (ở khu vực sàn vệ sinh)}$$

và độ võng chủ yếu chỉ dao động trong khoảng (10-20) mm.

$$\text{Vậy: } f_{\max} = 20 \text{ mm} < [f_u] = 35 \text{ mm}$$

⇒ Sàn thiết kế thỏa mãn điều kiện về độ võng.

Nhận xét: Các sàn được thiết kế có độ võng nằm trong giới hạn cho phép, đạt điều kiện thi công. Riêng đối với khu vực sàn trồng cây với độ võng lớn nhất là 20mm, sẽ có phương án thiết kế thép gia cường để đảm bảo độ võng có thể giảm hơn mặc dù đã đạt điều kiện độ võng.

CHƯƠNG 4. TÍNH TOÁN CẦU THANG BỘ

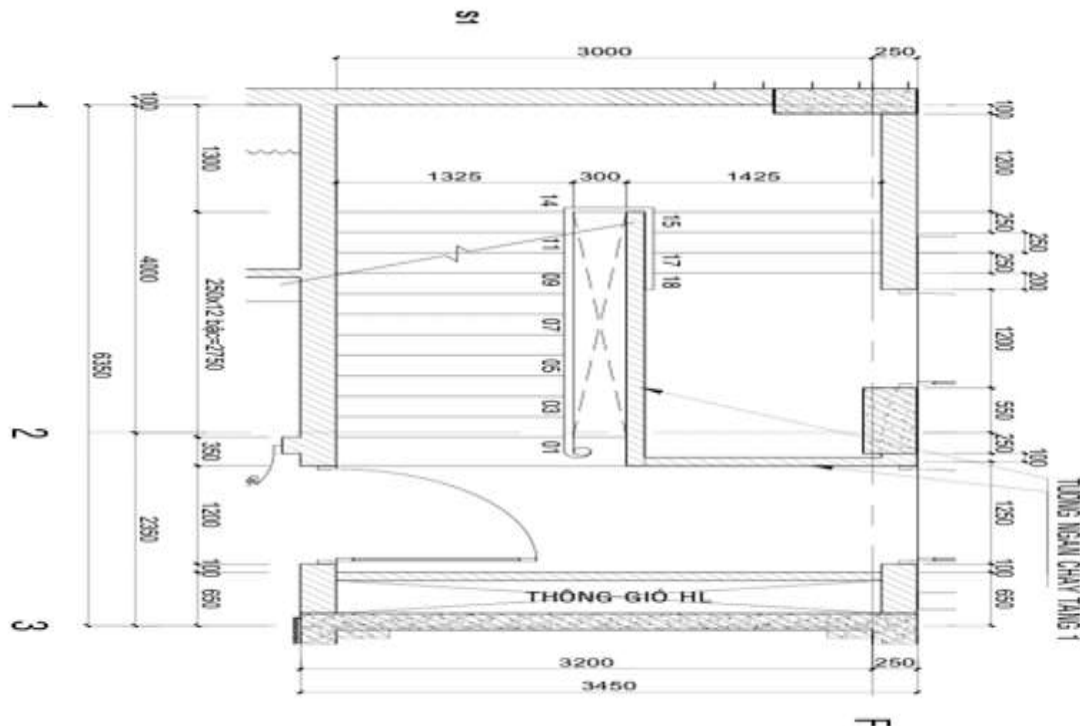
4.1. Số liệu

- + Bê tông B25 có: $R_b = 14,5$ (MPa) ; $R_{bt} = 1,05$ (MPa). $E_b = 30000$ (MPa).
- + Cốt thép $\leq \varnothing 8$: Dùng thép CB240T có: $R_s = R_{sc} = 210$ (MPa).
- + Cốt thép $> \varnothing 8$: Dùng thép CB400V có: $R_s = R_{sc} = 350$ (MPa)
 $E_s = 2,1.10^4$ (MPa).

Tra bảng ta đc: $\xi_R = 1,15$; $\alpha_R = 0,8$

4.2. Cấu tạo cầu thang

4.2.1. Mặt bằng



Hình 4.1 Mặt bằng cầu thang bộ

4.2.2. Cấu tạo chung

Cầu thang là một bộ phận kết cấu công trình phục vụ chức năng đi lại, thoát người, vận chuyển trang thiết bị hàng hóa, ... Vì vậy cầu thang phải được bố trí tại các vị trí thuận tiện nhất, đảm bảo không gian đáp ứng được mật độ đi lại và yêu cầu về thoát hiểm.

Về mặt kết cấu, cầu thang phải đáp ứng được các yêu cầu về độ bền, độ ổn định, khả năng chống cháy và chống rung động.

4.3. Tính toán cầu thang

4.3.1. Kích thước cầu thang

Chiều rộng của bản thang: $L_1 = 1350(\text{mm})$

Chiều dài bản thang trên mặt bằng: $L_2 = 2740(\text{mm})$

Chiều rộng bản chiếu nghỉ: $L_3 = 1300(\text{mm})$

Khoảng thông thủy giữa 2 bản thang: $c = 3000(\text{mm})$

Chiều cao tầng: $H = 3,6(\text{m})$

(lưu ý các kích thước tính đến tim của cấu kiện) $L_d = 3050(\text{mm})$

4.3.2. Lựa chọn kích thước tiết diện thang

a. Bậc thang

Lựa chọn bậc thang dựa trên bản vẽ kiến trúc (nên chọn chiều cao bậc từ 150-200mm, chiều rộng bậc từ 250 - 300mm)

Chọn chiều cao bậc 250mm, chiều cao bậc 170mm

b. Dầm chiếu nghỉ, dầm chiếu tới

$$h_{dcn} = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{20}\right) \cdot L = (250 - 375) \text{ mm}$$

Chọn $h_{dcn} = 350 (\text{mm})$

$$b_{dcn} = (0.3 \div 0.5) \cdot h_{dcn} = (105 - 175) \text{ mm}$$

Chọn $b_{dcn} = 150 (\text{mm})$

c. Bản thang và bản chiếu nghỉ

Chọn theo chiều dày của sàn:

$$h_b = 150(\text{mm})$$

4.3.3. Tính toán các bộ phận thang

a. Tính toán bản thang

- Tải trọng

+ Tĩnh tải:

Bảng 4.1 Tĩnh tải bản thang bộ

Cấu tạo các lớp	Chiều dày lớp (mm)	g (kN/m ³)	Hệ số vượt tải	Tải trọng tính toán (kN/m ²)
Lát đá Granite	20	20	1,1	0,44
Vữa xi măng	15	18	1,3	0,351
Bậc gạch	100	18	1,1	1,98
Vữa lót	15	18	1,3	0,351
Bản BTCT	150	25	1,1	4,125

Vữa trát trần	15	18	1,3	0,351
Tổng tĩnh tải thang				7,598

+ Hoạt tải:

hoạt tải tiêu chuẩn cầu thang (TCVN 2737-2023) = 3.1,2 = 3,6 (kN/m²)

- **Tải trọng tác dụng vào bản thang**

Tổng tải trọng tác dụng lên bản thang $q = q_{tt} + q_{ht} = 11.198(\text{kN/m}^2)$

Cắt 1 dải bản với bề rộng 1m theo phương cạnh dài của bản

Tải trọng vuông góc với bản thang $q_b = 1.q.\cos A = 11.198(\text{kN/m}^2)$

Nhịp tính toán của bản thang $L_{tt} = 2740 \text{ mm}$

- **Tính toán nội lực bản thang**

Moment $M = \frac{q_b.L^2}{8} \cdot 10^{-6} = 10,51 (\text{Kn.m})$

Lực cắt $Q = \frac{q_b.L}{2} = 15,342(\text{Kn})$

- **Tính toán cốt thép**

Chọn lớp bảo vệ $a_{bv} = 20 (\text{mm}) \Rightarrow h_o = 130 (\text{mm})$

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b * R_b * b * h_o^2} = 0,0429 < \alpha_R = 0,8$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,0429} = 0,9781$$

diện tích cốt thép

$$A_s = \frac{\xi * \gamma_b * R_b * b * h_o}{R_s} = 236,14(\text{mm}^2)$$

Kiểm tra

$$u_{\min} = 0,05\% < u\% = \frac{A_s}{b.h_o} \cdot 100 = 0,182 < u_{\max} = 5\%$$

chọn thép $\phi 12a150 \Rightarrow A_{sc} = 753,6 (\text{mm}^2) \Rightarrow \text{Đạt}$

Cốt thép cầu tạo chịu moment âm $\phi 10a200$

Cốt thép phân bố đặt cầu tạo $\phi 10a200 \Rightarrow A_{sc} = 292,5 (\text{mm}^2) \Rightarrow \text{Đạt}$

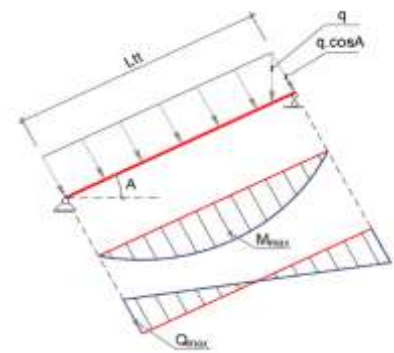
b. Tính toán bản chiếu nghỉ

+ Tương tự như sàn có liên kết đều 4 cạnh

+ Xét tỷ số cạnh dài chia cạnh ngắn $\frac{L_4}{L_3} = 2,3461 > 2$ (ô sàn 1 phương làm việc theo phương cạnh ngắn)

- **Tải trọng**

+ Tĩnh tải



Hình 4.2 Sơ đồ tính bản thang

Bảng 4.2 Tĩnh tải bản chiếu nghỉ

Cấu tạo các lớp	Chiều dày (mm)	g (kN/m ³)	Hệ số vượt tải	Tải trọng (kN/m ²)
Lát đá Granite	20	20	1,1	0,44
Vữa ximăng	15	18	1,3	0,351
Bản BTCT	150	25	1,1	4,125
Vữa trát trần	15	18	1,3	0,351
Tổng tĩnh tải thang				5,267

+ Hoạt tải: hoạt tải tiêu chuẩn cầu thang (TCVN 2737-2023) = 3.1,2 = 3,6 (kN/m²)

- **Tải trọng tác dụng**

Tổng tải trọng tác dụng lên bản thang $q = q_{tt} + q_{ht} = 8,867(\text{kN/m}^2)$

Cắt 1 dải bản với bề rộng 1m theo phương cạnh dài của bản

Tải trọng vuông góc với bản thang $q_b = 1.q.\cos A = 8,867(\text{Kn/m}^2)$

Nhịp tính toán cầu bản thang $L_{tt} = 1300 \text{ mm}$

- **Tính toán nội lực**

Moment $M = \frac{q_b.L^2}{8} \cdot 10^{-6} = 1,87(\text{Kn.m})$

- **Tính toán cốt thép**

Chọn lớp bảo vệ $a_{bv} = 20 \text{ (mm)} \Rightarrow h_0 = 130 \text{ (mm)}$

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b * R_b * b * h_0^2} = 0,0076 < \alpha_R = 0,8$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} \xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 0,9962$$

diện tích cốt thép

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = 41,33(\text{mm}^2)$$

Kiểm tra

$$u_{\min} = 0,05\% < u_{\%} = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100 = 0,032 < u_{\max} = 5\%$$

chọn thép $\phi 12a150 \Rightarrow A_{sc} = 753,6 \text{ (mm}^2) \Rightarrow \text{Đạt}$

Cốt thép cầu tạo chịu moment âm $\phi 10a200$

Cốt thép phân bố đặt cầu tạo $\phi 10a200 \Rightarrow A_{sc} = 292,5 \text{ (mm}^2) \Rightarrow \text{Đạt}$

c. Tính toán dầm chiếu nghỉ, dầm chiếu tới

- **Tải trọng**

- + Do bản thang truyền vào: $q_1 = \frac{q}{2} = 5,60 \left(\frac{kN}{m}\right)$
- + Do bản chiếu nghỉ truyền vào: $q_2 = k \cdot q_{bcn} \frac{L_3}{2} = 5,76 \left(\frac{kN}{m}\right)$
- + Trọng lượng bản thân dầm: $q_3 = 1,1.25.b.h = 1,44 \left(\frac{kN}{m}\right)$
- + Lốp vữa trát $q_4 = 0,0015.[b+h(h-h_{bcn}).2].18.1,3 = 0,12 \left(\frac{kN}{m}\right)$

Tổng tải trọng tác dụng lên dầm : $q = 12,93 \left(\frac{kN}{m}\right)$

Nhịp tính toán dầm $L_4 = 3050$ (mm)

- **Tính nội lực dầm chiếu nghỉ**

Moment $M = \frac{q_b.L^2}{8} \cdot 10^{-6} = 15,03$ (Kn. m)

- **Tính toán cốt thép dọc**

Tính toán cốt thép phía dưới chịu moment M tương đương

Chọn lớp bảo vệ $a_{bv} = 30$ (mm) $\Rightarrow h_0 = 320$ (mm)

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2} = 0,0101 < \alpha_R = 0,8$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} \xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 0,9949$$

diện tích cốt thép

$$A_s = \frac{\xi \cdot \gamma_b \cdot R_b \cdot b \cdot h_0}{R_s} = 134,92(\text{mm}^2)$$

Kiểm tra

$$u_{\min} = 0,05\% > u_{\%} = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100 = 0,042 < u_{\max} = 5\%$$

chọn thép 2 $\phi 16 \Rightarrow A_{sc} = 4011,19$ (mm²) \Rightarrow Đạt

Cốt thép cấu tạo chịu moment âm 2 $\phi 16$

- **Tính toán cốt thép đai**

Khả năng chịu cắt của bê tông $Q = 0,75.R_{bt}.b.h_0 = 37,8$ (kN)

Lực cắt tại dầm chiếu nghỉ $Q_{\max} = \frac{q_b.l}{2} = 19,72$ kN < Q

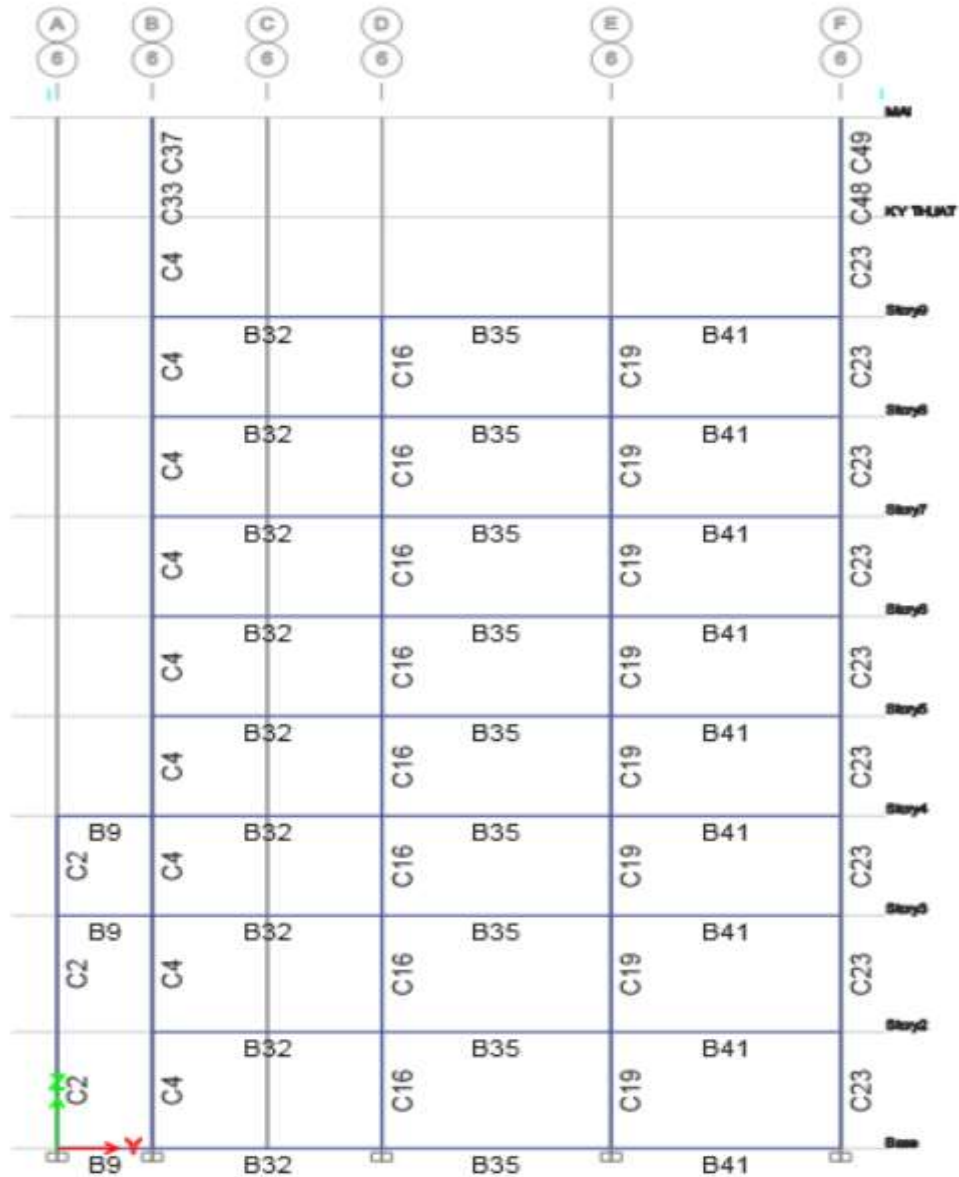
Vậy bê tông có khả năng chịu cắt, cốt đai đặt theo cấu tạo

- + Đoạn ¼ đầu dầm $\phi 16 \times 150$
- + Đoạn giữa nhịp $\phi 16 \times 200$

CHƯƠNG 5. TÍNH TOÁN CẤU KIỆN KHUNG TRỤC

5.1. Sơ đồ khung trục

Hệ khung bố trí theo phương ngang nhà, khung là kết cấu chính chịu tải trọng đứng và ngang của công trình. Xem cột ngầm tại vị trí móng.



Hình 5.1 Sơ đồ khung tính toán trục 6

5.2. Xác định sơ bộ kích thước cấu kiện

Kích thước cấu kiện được chọn theo kinh nghiệm thiết kế “Kết cấu bê tông cốt thép – Phần cấu kiện cơ bản” (trường Đại Học Xây Dựng) và đảm bảo theo tiêu chuẩn thiết kế cấu kiện BTCT TCVN 5574:2018. Trong đó kích thước của cấu kiện phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Đảm bảo khả năng chịu lực (điều kiện bền)
- Đảm bảo điều kiện sử dụng bình thường (điều kiện về biến dạng)
- Đảm bảo tính kinh tế trong thiết kế, cũng như các điều kiện thi công thuận lợi (hàm lượng cốt thép, tận dụng tối đa khả năng làm việc kết cấu, ...)

5.2.1. Xác định sơ bộ kích thước tiết diện dầm

Kích thước dầm được xác định sơ bộ theo công thức:

$$\text{Chiều cao dầm chính: } h_{dc} = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{20}\right) l$$

$$\text{Chiều cao dầm phụ: } h_{dp} = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{20}\right) l$$

Bề rộng dầm:

$$b = (0,3 \div 0,5) h$$

Với l là chiều dài nhịp tính toán.

Bảng 5.1 Sơ bộ kích thước dầm

Tên Khung	Tầng	Tên	Nhịp tính toán	Chiều cao sơ bộ	Chiều cao chọn	Bề rộng dầm	Kích thước chọn
			l(m)	h _{sb} (m)	h _c (m)	b(m)	b _x h (m ²)
6	Base	AB	2,9	0,24	0,4	0,3	0,12
		BD	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		DE	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		EF	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
	2	BD	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		DE	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		EF	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
	3	AB	2,9	0,24	0,4	0,3	0,12
		BD	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		DE	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		EF	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
	4	AB	2,9	0,24	0,4	0,3	0,12

Tên Khung	Tầng	Tên	Nhịp tính toán	Chiều cao sơ bộ	Chiều cao chọn	Bề rộng dầm	Kích thước chọn
			l(m)	h _{sb} (m)	hc(m)	b(m)	b _{xh} (m ²)
		BD	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		DE	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		EF	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
	5	BD	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		DE	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		EF	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
	6	BD	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		DE	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		EF	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
	7	BD	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		DE	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		EF	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
	8	BD	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		DE	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		EF	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
	9	BD	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		DE	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		EF	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
	KỸ THUẬT	BD	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18
		DE	7,0	0,58	0,6	0,3	0,18

5.2.2. Xác định sơ bộ tiết diện cột

Diện tích cột được xác định sơ bộ theo công thức: $A = \frac{k.N}{R_b}$

Trong đó:

A: Diện tích tiết diện ngang của cột.

R_b: Cường độ tính toán về nén của bê tông.

k: Là hệ số xét đến ảnh hưởng khác như moment uốn, hàm lượng thép, độ mảnh (lấy k = 1,3 với cột biên, k = 1,2 với cột trong nhà, k = 1,5 với cột góc nhà).

N: Lực nén trong cột, tính gần đúng.

$$N = S \cdot n \cdot Q$$

S: Là diện tích mặt sàn truyền tải trọng lên cột (m²)

Q: Là tải trọng tương đương tính trên 1 m² sàn, lấy $q = 10 \div 12$ (kN/m²).

n: Là số tầng trên cột đang xét.

Kiểm tra độ mảnh của cột theo công thức: $l_b = \frac{l_0}{b}$

Trong đó:

l_0 : Chiều dài tính toán cột với nhà nhiều khung nhiều nhịp ($l_0 = 0,7l$ ($l = h$)).

b: Bề rộng của cột.

Trong nhà nhiều tầng, theo chiều cao nhà từ móng đến mái, lực nén trong cột giảm dần. Để đảm bảo sự hợp lý về sử dụng vật liệu, theo chiều cao tầng nên giảm tiết diện cột.

Kết quả sơ bộ tiết diện cột công trình : Phụ Lục (1.3)

5.3. Xác định tải trọng đứng tác dụng lên công trình

5.3.1. Tải trọng phân bố tác dụng lên các ô sàn

a. Trọng lượng bản thân sàn

Trọng lượng bản thân dầm, cột, sàn riêng phần BTCT: Khai báo trực tiếp trên Etabs bằng hệ số (Self Weight Multiplier): 1,1.

Trọng lượng các lớp cấu tạo sàn được tính theo công thức:

$$g_{bt} = \sum^n n_i \cdot y_i \cdot \delta_i$$

Trong đó:

y_i (kN/m³): Trọng lượng riêng của vật liệu thứ i .

n_i : Hệ số độ tin cậy của tải trọng lấy theo TCVN 2737:2023.

δ_i : Bề dày của lớp thứ i .

Ta có bảng tính tải trọng tiêu chuẩn và tải trọng tính toán sau:

Bảng 5.2 Trọng lượng bản thân sàn

Cấu tạo vật liệu	h	γ	n	g^{tt}
	(mm)	(kN/m ³)		(kN/m ²)
Gạch Granite	20	20	1,2	0,48
Keo hồ dầu	5	14	1,3	0,091
Vữa XM lót	15	18	1,3	0,351
Bản BTCT	0	25	1,1	0
Vữa trát	15	18	1,3	0,351
Tổng cộng				1,233

b. Trọng lượng tường ngăn và bao che trong phạm vi ô sàn

Đối với các ô sàn có tường đặt trực tiếp trên sàn không có dầm đỡ thì xem tải trọng đó phân bố đều trên sàn. Trọng lượng tường ngăn trên dầm được qui đổi thành tải trọng phân bố truyền vào dầm.

Công thức qui đổi tải trọng tường trên ô sàn về tải trọng phân bố trên ô sàn:

$$g_{pt} = \frac{\sum G}{S}$$

Trong đó:

$$\sum G = g_t \cdot S_t + g_c \cdot S_c$$

S: Diện tích ô sàn đang xét.

- Tải trọng đơn vị tường

$$g_t = \sum (n_t \cdot \delta_t \cdot y_t + 2 \cdot n_v \cdot \delta_v \cdot y_v)$$

Với:

n_t : Hệ số độ tin cậy đối với tường, $n_t = 1,1$.

δ_t : Chiều dày của tường (m).

y_t : Trọng lượng riêng của tường (kN/m³).

Tường xây bằng gạch ống, $y_t = 15$ (kN/m³).

n_v : Hệ số độ tin cậy đối với vữa, $n_v = 1,3$.

$\delta_v = 0,015$ (m): Chiều dày vữa.

$y_v = 18$ (kN/m³): Trọng lượng riêng của vữa.

1 m² tường 100 có tải trọng: $g_{100} = 2,35$ (kN/m²)

1 m² tường 200 có tải trọng: $g_{200} = 4$ (kN/m²)

1 m² tường kính dày 12 có tải trọng: $g_{kính} = 0,39$ (kN/m²)

$$g_{pt} = \frac{g_t \cdot S_t + g_c \cdot S_c}{S} \left(\frac{kN}{m^2} \right)$$

- Trọng lượng của cửa

$$g_c = n_c g_{tc} = 1,1 \cdot 0,15 = 0,165 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Trong đó:

n_c : Hệ số độ tin cậy đối với cửa, $n_c = 1,3$.

g_{tc} : Trọng lượng của cửa kính khung nhôm, $g_{tc} = 0,15 \text{ (kN/m}^2\text{)}$.

Kết quả tính toán tĩnh tải tác dụng lên sàn: Phụ Lục(1.4)

5.3.2. Tải trọng phân bố tác dụng lên các dầm

Trọng lượng bản thân dầm (chỉ tính phần tĩnh tải do các lớp trát, phần tải trọng bản thân để chương trình Etabs tự tính).

- Đối với dầm biên: $g_v = n_v y_v \delta_v (b_d + (h_d - h_s) + h_d)$

- Đối với các dầm giữa: $g_v = n_v y_v \delta_v (b_d + 2(h_d - h_s))$

+ Chiều dày lớp vữa trát: $\delta_v = 15 \text{ (mm)}$.

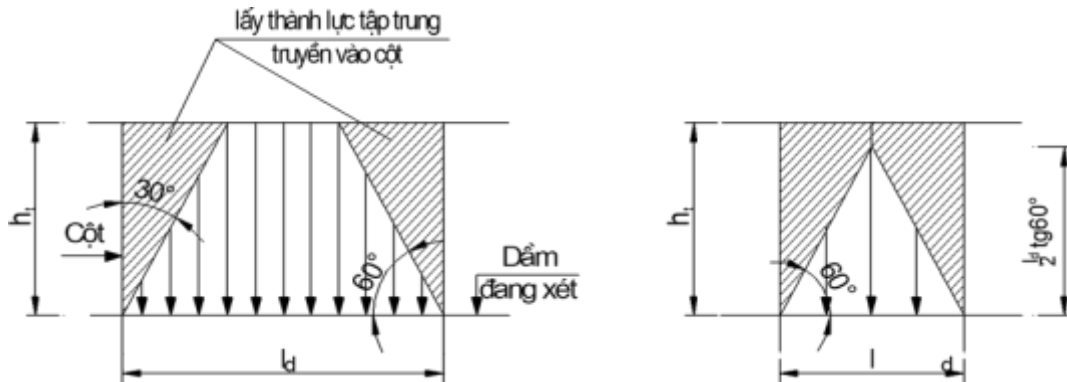
+ Chiều dày sàn: $h_s = 150 \text{ (mm)}$.

+ Trọng lượng riêng lớp vữa: $y_v = 18 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

Trọng lượng bản thân cột (chỉ tính phần tĩnh tải do các lớp trát, phần tải trọng bản thân để chương trình Etabs tự tính).

Tải trọng tường truyền lên dầm và cột:

- Đối với mảng tường đặc: Chỉ có tường trong phạm vi 60° là truyền lực lên dầm phần còn lại tạo thành lực tập trung truyền xuống nút.



Hình 5.2 Sơ đồ truyền tải trong tường đặt lên dầm cột

Gọi g_t là trọng lượng 1 m^2 tường (xây gạch và trát):

$$g_t = n_t \cdot y_t \cdot \delta_t + 2 \cdot n_v \cdot \delta_v \cdot y_v$$

n_t : Hệ số độ tin cậy đối của tường $n_t = 1,1$.

δ_t : Chiều dày của tường (m).

y_t : Trọng lượng riêng của tường (kN/m^3).

Tường xây bằng gạch ống, $y_t = 15 \text{ (kN/m}^3\text{)}$.

n_v : Hệ số độ tin cậy đối với vữa, $n_t = 1,3$.

$\delta_v = 0,015 \text{ (m)}$: chiều dày vữa.

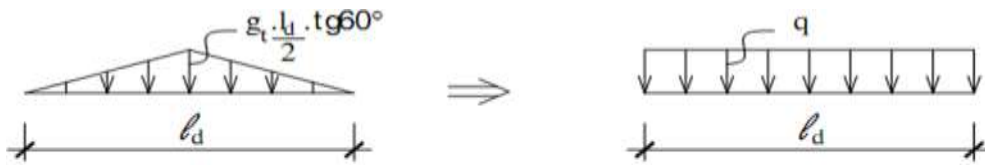
$y_v = 18 \text{ (kN/m}^3\text{)}$: Trọng lượng riêng của vữa.

1 m² tường 100 có tải trọng: $g_{100} = 2,35$ (kN/m²)

1 m² tường 200 có tải trọng: $g_{200} = 4$ (kN/m²)

1 m² tường kính dày 12 có tải trọng: $g_{kính} = 0,39$ (kN/m²)

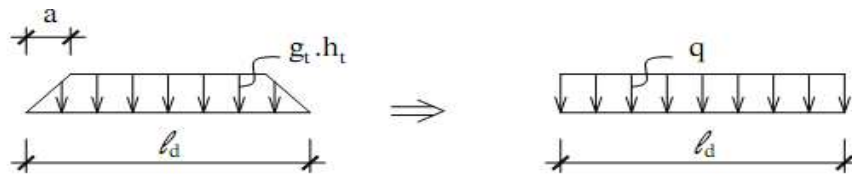
Gọi h_t là chiều cao tường (= chiều cao tầng – chiều cao dầm). Tải trọng lên dầm có dạng hình thang qui đổi về phân bố đều:



$$\text{Với } q = \frac{5}{8} \cdot g_t \cdot \frac{l_d}{2} \cdot \text{tg } 60^\circ$$

Hình 5.3 Sơ đồ truyền tải tường lên dầm hình tam giác

Trường hợp l_d bé: Phần tường truyền lên dầm có dạng tam giác



$$\text{Với : } a = h_t \cdot \text{tg } 30^\circ = h_t \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$q = (1 - 2\beta^2 + \beta^3) \cdot g_t \cdot h_t \quad ; \quad \beta = \frac{a}{l_d}$$

Hình 5.4 Sơ đồ truyền tải tường lên dầm cột hình thang

- Đối với mảng tường có cửa: Xem gần đúng tải trọng tác dụng lên dầm là toàn bộ trọng lượng tường + cửa phân bố đều trên dầm.

$$g_{pt} = \frac{\sum G}{l_d}$$

Trong đó:

$$\sum G = g_t \cdot S_t + n_c \cdot g_{tc} \cdot S_c$$

l_d : Chiều dài dầm đang xét.

S_t : Diện tích tường trong nhịp đang xét.

S_c : Diện tích cửa trong nhịp đang xét.

n_c : Hệ số độ tin cậy đối với cửa, $n_c = 1,3$.

g_{tc} : Trọng lượng tiêu chuẩn của 1 m² cửa.

Nếu hai biên của tường không có cột thì xem như toàn bộ tường truyền vào dầm.

Phần lớn các tường đều có cửa sổ hoặc không hoàn toàn đặc nên chỉ có trọng phân bố đều lên dầm.

Các dầm không có tường xây phía trên chỉ xét trọng lượng bản thân dầm nên không đề cập trong bảng tính.

Kết quả tải tường tác dụng lên dầm: Phụ Lục (1.5)

5.3.3. Hoạt tải sàn

Tùy theo chức năng sử dụng của các khu vực sàn mà ta có các giá trị hoạt tải khác nhau. Giá trị hoạt tải sử dụng và hệ số tin cậy được lấy theo tiêu chuẩn tải trọng và tác động TCVN 2737:2023.

Đối với nhà cao tầng, khi số tầng nhà tăng lên thì xác suất xuất hiện đồng thời tải trọng sử dụng ở tất cả các tầng càng giảm, nên khi thiết kế các kết cấu thẳng đứng của nhà cao tầng người ta sử dụng hệ số giảm tải. Trong TCVN 2737:2023 hệ số giảm tải được qui định như sau:

Khi tính dầm chính, dầm phụ, bản sàn, cột và móng tải trọng toàn phần trong bảng 2 TCVN 2737:2023 được phép giảm tải như bảng sau:

Bảng 5.3 Bảng hoạt tải sàn

Ô sàn	Chức năng	Hoạt tải tiêu chuẩn (kG/m ²)	Hs vượt tải	Hoạt tải tính toán p^{tt} (kG/m ²)
S3,S4	Sảnh	3,0	1,2	3,6
S1,S2,S5	Phòng học, nhà vệ sinh	2,0	1,2	2,4
M1	Mái có sử dụng	0,7	1,2	0,84
M2	Mái không sử dụng	0,3	1,2	0,36

5.4. Xác định tải trọng ngang tác dụng lên công trình

5.4.1. Tải trọng gió (tcvn 2737-2023)

Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng gió W_k tại độ cao tương đương z_e được xác định theo công thức:

$$W_k = W_{3s.10} \cdot k(Z_e) \cdot c \cdot G_f \quad (14)$$

Trong đó:

$W_{3s.10}$ là áp lực gió 3s ứng với chu kỳ lặp 10 năm: $W_{3s.10} = (\gamma_t \cdot W_0)$ với γ_t là hệ số chuyển đổi áp lực gió chu kỳ lặp từ 20 năm xuống 10 năm, lấy bằng 0,852; W_0 là áp lực

gió cơ sở, tính bằng daN/m², tương ứng với vận tốc gió cơ sở V₀. W₀ được xác định theo 10.2.3.

k(Z_e) là hệ số kể đến sự thay đổi áp lực gió theo độ cao và dạng địa hình tại độ cao tương đương Z_e và được xác định theo 10.2.5

c là hệ số khí động

G_f là hệ số hiệu ứng giật

10.2.3. Áp lực gió cơ sở W₀ được lấy theo phần vùng gió trên lãnh thổ Việt Nam theo địa danh hành chính hoặc theo bản đồ phân vùng áp lực gió nêu trong[1]. Giá trị W₀ nêu trong bảng 7 được trích dẫn từ 5.2 của [1]

Bảng 5.4 Giá trị của áp lực gió cơ sở W₀

Vùng áp lực gió trên bản đồ	I	II	III	IV	V
W ₀ , daN/m ²	65	95	125	155	185

Độ cao tương đương Z_e xác định như sau:

a. Đối với tháp, trụ, ống, kết cấu rỗng và tương tự: z_e=z

b. Đối với nhà

1) khi h ≤ b: z_e=h

2) Khi b < h ≤ 2b

z > b z_e=h

0 < z ≤ b z_e=b

3) khi h > 2b

z ≥ h - b z_e=h

b < z < h - b z_e=z

0 < z ≤ b z_e=b

Giá trị của hệ số k(z_e), kể đến sự thay đổi áp lực gió theo độ cao z_e so với mốc chuẩn và dạng địa hình, được các định theo công thức:

$$k(z_e) = 2,01 \left(\frac{z_e}{z_g} \right)^{2l\alpha} \quad (15)$$

Bảng tra: Phụ Lục (1.1)

Hệ số hiệu ứng giật G_f

Hệ số hiệu ứng giật G_f là hệ số phản ứng của kết cấu dưới tác dụng của tải trọng gió (bao gồm cả thành phần phản ứng tĩnh và thành phần phản ứng động của kết cấu)

Đối với kết cấu "cứng" (có chu kỳ dao động riêng cơ bản thứ nhất T₁ ≤ 1s) thì G_f có thể lấy bằng 0,85

$$G_f = 0,925 \cdot \left(\frac{1+1,7 \cdot I(z_s) \cdot \sqrt{g_Q^2 \cdot Q^2 + g_R^2 \cdot R^2}}{1+1,7 \cdot g_V \cdot I(z_s)} \right) \quad (16)$$

Đối với kết cấu “mềm” (có chu kỳ dao động riêng cơ bản thứ nhất $T_1 > 1s$) thì G_f được xác định theo công thức:

Trong đó :

$I(Z_s)$ là độ rời ở độ cao tương đương Z_s , xác định theo công thức :

$$I(Z_s) = C_r \left(\frac{10}{Z_s} \right)^{\frac{1}{6}}$$

C_r là hệ số ,phụ thuộc vào các dạng địa hình khác nhau, lấy bằng bảng 10:

Z_s là độ cao tương đương của công trình, lấy bằng $0,6h$

H là chiều cao của công trình

G_Q là hệ số đỉnh cho thành phần xung của gió lấy bằng 3,4

G_V là hệ số đỉnh cho thành phần phản ứng của gió lấy bằng 3,4

G_R là hệ số đỉnh cho thành phần cộng hưởng của gió, được xác định theo công thức:

$$g_R = \sqrt{2 \ln(3600n_1)} + \frac{0,577}{\sqrt{2 \ln(3600n_1)}}$$

Với n_1 là tần số dao động riêng cơ bản thứ nhất

Q là hệ số kể đến thành phần phản ứng nền của kết cấu chịu tải trọng gió, xác định theo công thức:

$$Q = \sqrt{\frac{1}{1 + 0,63 \cdot \left(\frac{b+h}{L(z_s)} \right)^{0,63}}}$$

Với:

b là chiều rộng công trình, vuông góc với hướng gió tác dụng

$L(Z_s)$ là thang nguyên kích thước xoáy (chiều dài rời) tại độ cao tương đương Z_s , xác định theo công thức:

$$L(z_s) = l \left(\frac{z_s}{10} \right)^{\bar{\epsilon}}$$

l và $\bar{\epsilon}$ là các hệ số, phụ thuộc vào các dạng địa hình khác nhau lấy theo bảng 10

R là hệ số phản ứng cộng hưởng, được xác định theo công thức

$$R = \sqrt{\frac{1}{\beta} R_n R_h R_b (0,53 + 0,47 R_d)}$$

Với β là độ cản, lấy bằng

0,01 – cho kết cấu thép

0,015 – cho kết cấu hợp thép – bê tông

0,02 – cho kết cấu bê tông và bê tông cốt thép

$$R_n = \frac{7,47N_1}{(1 + 10,3N_1)^{\frac{5}{3}}}$$

Với:

$$N_1 = \frac{n_1 L(z_s)}{V(z_s)_{3\ 600s,50}}$$

$V(z_s)_{3\ 600s,50}$ là vận tốc trung bình trong khoảng thời gian 3 600 s ứng với chu kỳ lặp 50 năm, tại độ cao tương đương z_s , được xác định theo công thức

$$V(z_s)_{3\ 600s,50} = \bar{b} \left(\frac{z_s}{10} \right)^{\bar{a}} V_{3s,50}$$

$V_{3s,50}$ là vận tốc gió 3s (lấy trung bình trong khoảng thời gian 3s) ứng với chu kỳ lặp 50 năm

R_h, R_d, R_b là các hàm số dẫn suất khí động, được xác định theo công thức:

$$R_h = \frac{1}{\eta_h} - \frac{1}{2\eta_h^2} (1 - e^{-2\eta_h}); R_h = 1 \text{ thì } \eta_h = 0$$

$$R_b = \frac{1}{\eta_b} - \frac{1}{2\eta_b^2} (1 - e^{-2\eta_b}); R_b = 1 \text{ thì } \eta_b = 0$$

$$R_d = \frac{1}{\eta_d} - \frac{1}{2\eta_d^2} (1 - e^{-2\eta_d}); R_d = 1 \text{ thì } \eta_d = 0$$

$$\text{Với } \eta_h = 4,6 \frac{\eta_1 h}{V(z_s)_{3\ 600s,50}}; \eta_b = 4,6 \frac{\eta_1 b}{V(z_s)_{3\ 600s,50}}; \eta_d = 15,4 \frac{\eta_1 d}{V(z_s)_{3\ 600s,50}}$$

h, b và d lần lượt là chiều cao, chiều rộng và chiều sâu (hoặc chiều dài) của công trình

Thông số đầu vào:

- Vùng áp lực gió: III
- Dạng địa hình: B
- Loại kết cấu: Bê tông cốt thép
- Kích thước phương X: 27.9m
- Kích thước phương Y: 23.9m
- Chiều cao công trình: 37,2m

Vậy ta có kê quả tính gió như 2 bảng sau:

Bảng 5.5 Bảng kết quả gió theo phương X

Tên tầng	Chiều cao tầng	Cao độ tầng (Z)	Bề rộng Y (b)	Z _e (m)	Z _{e(chọn)} (m)	k(z _e)	W _{kx}	W _{tc}
	m	m	m				kN	kN
Tầng 1	0	0	23,9	23,9	23,90	0,92	0,855	42,895
Tầng 2	4,2	4,2	23,9	23,9	23,90	0,92	0,855	85,790
Tầng 3	4,2	8,4	23,9	23,9	23,90	0,92	0,855	79,662
Tầng 4	3,6	12	23,9	23,9	23,90	0,92	0,855	73,534
Tầng 5	3,6	15,6	23,9	23,9	23,90	0,92	0,855	73,534
Tầng 6	3,6	19,2	23,9	23,9	23,90	0,92	0,855	73,534
Tầng 7	3,6	22,8	23,9	23,9	23,90	0,92	0,855	73,534
Tầng 8	3,6	26,4	23,9	23,9	37,20	1,04	0,972	83,654
Tầng 9	3,6	30	23,9	23,9	37,20	1,04	0,972	83,654
Tầng Kỹ thuật	3,6	33,6	23,9	37,2	37,20	1,04	0,972	83,654
Tầng mái	3,6	37,2	23,9	37,2	37,20	1,04	0,972	41,827

Bảng 5.6 Bảng kết quả gió theo phương Y

Tên tầng	Chiều cao tầng	Cao độ tầng (Z)	Bề rộng X (b)	Z _e (m)	Z _{e(chọn)} (m)	k(z _e)	W(y)	W _{tc}
	m	m	m				kN	kN
Tầng 1	0	0	27,9	27,9	27,90	0,96	0,888	52,044
Tầng 2	4,2	4,2	27,9	27,9	27,90	0,96	0,888	104,088
Tầng 3	4,2	8,4	27,9	27,9	27,90	0,96	0,888	96,653
Tầng 4	3,6	12	27,9	27,9	27,90	0,96	0,888	89,218
Tầng 5	3,6	15,6	27,9	27,9	27,90	0,96	0,888	89,218
Tầng 6	3,6	19,2	27,9	27,9	27,90	0,96	0,888	89,218
Tầng 7	3,6	22,8	27,9	27,9	27,90	0,96	0,888	89,218
Tầng 8	3,6	26,4	27,9	27,9	27,90	0,96	0,888	89,218
Tầng 9	3,6	30	27,9	37,2	37,20	1,04	0,968	97,227
Tầng Kỹ thuật	3,6	33,6	27,9	37,2	37,20	1,04	0,968	97,227
Tầng mái	3,6	37,2	27,9	37,2	37,20	1,04	0,968	48,613

5.4.2. Tính toán động đất

Tải trọng động đất tác dụng lên công trình được xác định theo tiêu chuẩn Thiết kế công trình chịu động đất: TCVN 9386:2012 với các thông số đầu vào được lấy như sau:

Gia tốc nền tại địa điểm xây dựng: theo TCVN 9386:2012, gia tốc nền tại Phường 6, Tp Tân An, tỉnh Long An là $a_g = 0,63470 < 0,08g = 0,7848$ (trong đó g là gia tốc trọng trường). Do đó Công trình không thuộc vùng động đất mạnh, không cần thiết kế kháng chấn.

5.5. Xác định nội lực

5.5.1. Phương pháp tính toán

Sử dụng phần mềm Etabs 2021.

Mô hình công trình với sơ đồ không gian.

Khai báo đầy đủ đặc trưng vật liệu, tiết diện.

Khai báo các trường hợp tải trọng tác dụng lên công trình.

Tổ hợp tải trọng.

5.5.2. Các trường hợp tải trọng

Bảng 5.7 Khai báo phần mềm các trường hợp tải trọng

Loại tải	Kí hiệu	Hệ số vượt tải
Tải trọng bản thân	DL	1,1
Tải trọng các lớp hoàn thiện	SDL	0
Tải trọng tường	SWL	0
Hoạt tải	LL	0
Gió tĩnh theo phương X	GTX	Tự tính
Gió tĩnh theo phương Y	GY	Tự tính

5.5.3. Tổ hợp tải trọng

Khai báo các trường hợp tổ hợp:

- TT = Linear Add (DL; SDL; SWL)
- HT = Linear Add (LL)
- GX = Linear Add (GTX)
- GY = Linear Add (GY)

Bảng 5.8 Bảng các loại tổ hợp tác dụng

Tên tổ hợp	Tĩnh tải (TT)	Hoạt tải (HT)	Gió X (GX)	Gió Y (GY)
Combo1	1	1		
Combo2	1		1	
Combo3	1		- 1	
Combo4	1			1
Combo5	1			- 1
Combo6	1	1	0,9	
Combo7	1	0.9	1	
Combo8	1	1	-0.9	
Combo9	1	0,9	-1	
Combo10	1	1		0,9
Combo11	1	0.9		1
Combo12	1	1		-0.9
Combo13	1	0,9		-1

5.5.4. Kiểm tra ổn định lật

Theo TCVN 198:2008, nhà cao tầng bê tông cốt thép có tỷ lệ chiều cao chia chiều rộng lớn hơn 5 phải kiểm tra khả năng chống lật.

Tỷ lệ momen gây lật do tải trọng ngang phải thỏa điều kiện: $M_{cl} \geq 1,5M_{gl}$

Trong đó:

M_{cl} : Momen chống lật công trình. M_{gl} : Momen gây lật công trình.

Công trình có chiều cao 37,2m, bề rộng 23,9m. Ta có $\frac{H}{B} = \frac{37.2}{23.9} = 1,56 < 5$ nên không cần kiểm tra điều kiện ổn định chống lật cho công trình.

5.5.5. Kiểm tra chuyển vị đỉnh

Bảng nội lực xuất từ phần mềm Etabs: Phụ Lục (1.6)

Đối với chiều cao tầng $H=37,2(m)$ ta có:

$$U_x = 0,010036(m) < [U] = h/500 = 37,2/500 = 0,0744$$

$$U_y = 0,04526(m) < [U] = h/500 = 37,2/500 = 0,0744$$

Vậy chuyển vị đỉnh nằm trong giới hạn cho phép.

5.5.6. Kiểm tra chuyển vị lệch tầng

Chuyển vị lệch tầng do tải trọng gió:

- Tổ hợp có tải trọng gió: $\frac{d_i}{h_i} < \frac{1}{500} = 0,02$

Trong đó:

- + d_i : Chuyển vị tương đối giữa tâm sàn tầng đang xét so với sàn tầng bên dưới.
- + h_i : Chiều cao tầng.

Bảng nội lực xuất từ phần mềm Etabs: Phụ Lục (1.7)

Tổ hợp có tải trọng gió: $\frac{d_i}{h_i} = 0.000375 < \frac{1}{500} = 0,02$

Kết cấu đảm bảo điều kiện về chuyển vị lệch tầng do tổ hợp tải trọng gió gây ra

5.6. Tính toán các dầm trục

5.6.1. Nội lực tính toán

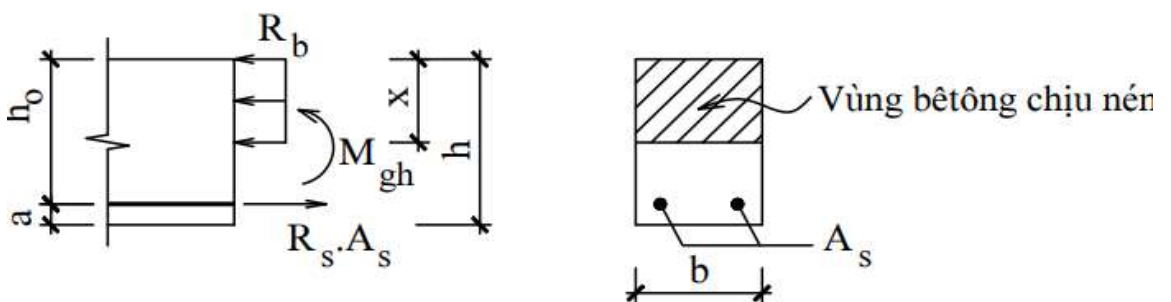
- Dùng tổ hợp bao để tính toán cốt thép.
- Tại mỗi tiết diện có hai giá trị M_{max} , M_{min} .
- Cốt thép chịu momen âm dùng M_{min} để tính.
- Cốt thép chịu momen dương dùng M_{max} để tính.

5.6.2. Vật liệu

- Bê tông B25: $R_b = 14,5$ (MPa); $R_{bt} = 1,05$ (MPa); $E_b = 30.10^3$ (MPa).
- Cốt thép dọc chịu lực dùng CB400V: $R_s = R_{sc} = 350$ (MPa); $R_{sw} = 280$ (MPa).
- Cốt thép đai dùng CB240T: $R_s = R_{sc} = 210$ (MPa); $R_{sw} = 170$ (MPa).

5.6.3. Tính toán cốt thép dọc

Sơ đồ ứng suất trong trường hợp phá hoại dẻo (sự phá hoại xảy ra khi ứng suất trong cốt thép đạt đến cường độ R_s và u/s trong bê tông đạt đến cường độ R_b , trường hợp phá hoại này tận dụng hết khả năng chịu lực của cốt thép và bê tông. Khác với trường hợp phá hoại giòn: ứng suất trong bê tông đạt đến R_b trong khi ứng suất trong cốt thép chưa đạt đến R_s , bê tông bị phá vỡ do ứng suất nén một cách đột ngột).



Hình 5.5 Sơ đồ ứng suất

Ứng suất trong cốt thép đạt:

R_s (xem chỉ có cốt thép tham gia chịu kéo, phần chịu kéo của bê tông bỏ qua do có thể trong bê tông đã xuất hiện khe nứt).

Ứng suất trong bê tông đạt:

R_b , chiều cao vùng nén = x .

Các nghiên cứu thực nghiệm cho biết rằng trường hợp phá hoại dẻo xảy ra khi .
 $x \leq \xi_R \cdot h_0$ (ξ_R phụ thuộc cấp bền bê tông và nhóm cốt thép).

Nếu $x > \xi_R \cdot h_0$ ($=$) $a_m = \xi_R \cdot (1 - 0,5\xi_R)$ xảy ra trường hợp phá hoại giòn: phá hoại từ vùng nén của bê tông φ nên tránh (bằng cách tăng tiết diện, tăng cấp bền).

Bài toán tính cốt thép : biết M, b, h, R_b, R_s , \Rightarrow tính A_s .

Xác định $\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}$, kiểm tra điều kiện: $\alpha_m \leq \alpha_R$: Nếu không thỏa mãn cần tính theo cốt kép hoặc tăng tiết diện hoặc tăng cấp bền bê tông.

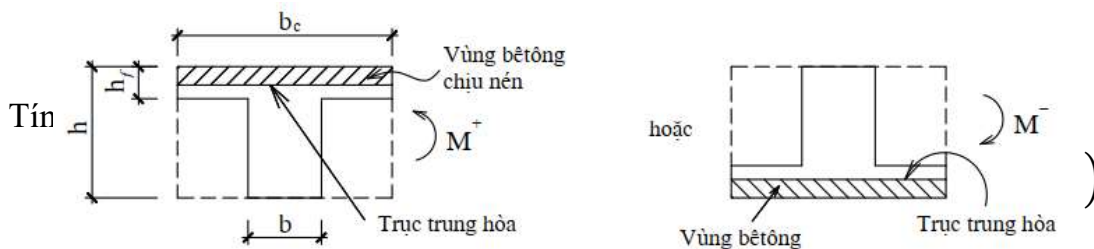
Nếu $\alpha_m \leq \alpha_R \Rightarrow$ tính $\zeta = \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}}{2}$

Tính $A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0}$, kiểm tra $\mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} 100\% \begin{cases} \geq \mu_{\min} = 0,05\% \\ \leq \mu_{\max} = \xi \frac{R_b}{R_s} \cdot 100\% \end{cases} \quad (17)$

(thường lấy $\mu_{\min} = 0,1\%$)

Đối với dầm phụ : $\mu = 0,6 \div 1,2\%$ là hợp lý.

- Tại 1 tiết diện ta có 2 giá trị nội lực tổ hợp M_{\max} & M_{\min} :
 Nếu $M_{\max}, M_{\min} \geq 0 \Rightarrow$ cốt thép dưới tính theo M_{\max} , cốt thép trên đặt theo cấu tạo ($A_s \geq \mu_{\min} \cdot b \cdot h_0$).
 Nếu $M_{\max}, M_{\min} \leq 0 \Rightarrow$ cốt thép trên tính theo $|M_{\min}|$, cốt thép dưới đặt theo cấu tạo ($A_s \geq \mu_{\min} \cdot b \cdot h_0$).
 Nếu $M_{\max} \geq 0, M_{\min} \leq 0 \Rightarrow$ cốt thép dưới tính theo M_{\max} , cốt thép trên tính theo $|M_{\min}|$.
- Nếu tiết diện chữ T có cánh nằm trong vùng nén và trục trung hòa đi qua cánh



Hình 5.6 Tiết diện chữ T

Bề rộng vùng cánh $b_f = b + 2S_c$ với S_c lấy giá trị nhỏ nhất trong các giá trị sau: $\frac{1}{6}l$ (l: nhịp dầm)

$\frac{1}{2}$ khoản cách giữa 2 mép trong dầm bên cạnh song song với nó.

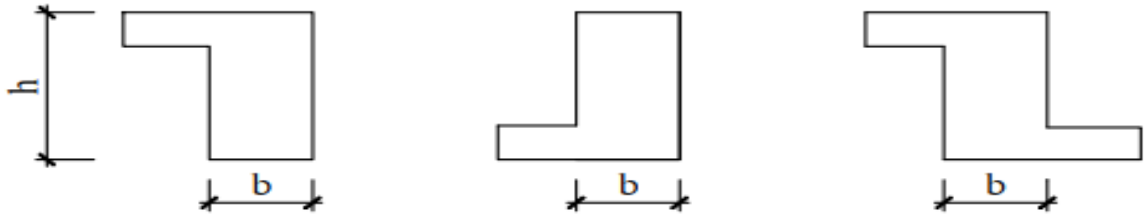
Khi cánh có dạng công xôn:

- Khi $h_f \geq 0,1 \cdot h$ thì $S_c \leq 6h_f$
- Khi $0,05h \leq h_f < 0,1h$ thì $S_c \leq 3h_f$

- Khi $h_f < 0,05.h$ thì bỏ qua sự làm việc của cánh

Nếu tiết diện chỉ có 1 bên cánh:

Tính như tiết diện hình chữ nhật $b \times h$ (bỏ qua sự làm việc của cánh)



Hình 5.7 Tiết diện hình Console

a. Ví dụ tính toán dầm B32 tầng 3

Ta có

Bảng 5.9 Nội lực dầm xuất từ Etabs

Dầm	Vị trí	Moment (kN.m)	b	h
B32	Gối	-149,736	300	600
	Nhịp	118,6034		
	Gối	-139,77		

❖ Tại gối

- Bề rộng vùng cánh :

$$S_c = 150 \text{ (mm)}$$

$$b_f = b + 2S_c = 300 + 2.150 = 600 \text{ (mm)} = 0,6 \text{ (m)}$$

kiểm tra sự làm việc của dầm :

$$M_f = R_b \cdot b_f \cdot h_f \left(h_0 - \frac{h_f}{2} \right) = \left(14,5 \cdot 600 \cdot 150 \cdot \left(560 - \frac{150}{2} \right) \right) \cdot 10^{-6} =$$

$$632,925 \text{ (kN.m)} > M = 140,736 \text{ (kN.m)}$$

=> Vậy trục trung hòa nằm trong bản sàn

=> Tính tiết diện chữ T theo hình chữ nhật với $b = 0,6 \text{ (m)}$ và $h = 0,6 \text{ (m)}$:

$$\text{Gối } a_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h^2_0} = \frac{149,736 \cdot 10^6}{14,5 \cdot 600 \cdot 560^2} = 0,054 < a_R = 0,8 \text{ (thỏa)}$$

$$\text{Vậy } \xi = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot a_m}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0470}}{2} = 0,05647$$

$$\text{Diện tích cốt thép } A_s = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_{0s}} = \frac{149,736 \cdot 10^6}{350 \cdot 1000 \cdot 0,05647 \cdot 560} = 13,5 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+ Chọn đường kính thép và khoảng cách giữa các thanh thép:

$$3\text{Ø}20 + 3\text{Ø}16 \Rightarrow A_s^{ch} = 15,46 \text{ (cm}^2\text{)}$$

+ Hàm lượng cốt thép trong dầm

$$\mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} 100\% = \frac{15,46}{30,56} \cdot 100 = 0,92\% > U_{\min} = 0,05\%$$

❖ **Tại nhịp**

- Bề rộng vùng cánh :

$$S_c = 150 \text{ (mm)}$$

$$b_f = b + 2S_c = 300 + 2 \cdot 150 = 600 \text{ (mm)} = 0,6 \text{ (m)}$$

kiểm tra sự làm việc của dầm :

$$M_f = R_b \cdot b_f \cdot h_f \left(h_0 - \frac{h_f}{2} \right) = \left(14,5 \cdot 600 \cdot 150 \cdot \left(560 - \frac{150}{2} \right) \right) \cdot 10^{-6} =$$

$$632,925 \text{ (kN.m)} > M = 118,6034 \text{ (kN.m)}$$

=> Vây trục trung hòa nằm trong bản sàn

=> Tính tiết diện chữ T theo hình chữ nhật với $b = 0,6 \text{ (m)}$ và $h = 0,6 \text{ (m)}$:

$$\text{Gói } a_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{118,6034 \cdot 10^6}{14,5 \cdot 600 \cdot 560^2} = 0,0434 < a_R = 0,8 \text{ (thỏa)}$$

$$\text{(Vây } \xi = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot a_m}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0434}}{2} = 0,04446$$

$$\text{Diện tích cốt thép } A_s = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_{0s}} = \frac{118,6034 \cdot 10^6}{350 \cdot 1000 \cdot 0,05647 \cdot 560} = 13,61 \text{ (cm}^2)$$

+ Chọn đường kính thép và khoảng cách giữa các thanh thép:

$$3\text{Ø}20 + 3\text{Ø}16 \Rightarrow A_s^{ch} = 15,46 \text{ (cm}^2)$$

+ Hàm lượng cốt thép trong dầm

$$\mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} 100\% = \frac{15,46}{30,56} \cdot 100 = 0,92\% > U_{\min} = 0,05\%$$

Kết quả tính toán ở bản sau: Phụ Lục (1.8)

5.7. Tính toán thép đai dầm

a. Quy định cấu tạo của cốt thép đai

Quy định cấu tạo của cốt đai Trong dầm cần đặt cốt đai ôm toàn bộ cốt thép dọc và liên kết với chúng để tạo thành khung cốt thép chắc chắn. Đường kính cốt thép đai tối thiểu bằng Ø5 khi chiều cao tiết diện $h \leq 800$ và Ø8 khi $h > 800$.

Số nhánh cốt đai trong mỗi lớp phụ thuộc bề rộng dầm b và số lượng cốt thép dọc. Khi $b \leq 150$ và ở mỗi phía chỉ đặt một thanh cốt thép dọc thì được phép dùng đai một nhánh. Với b không lớn và số cốt thép dọc vừa phải thường dùng đai hai nhánh. Khi b khá lớn và có nhiều cốt thép dọc cần cấu tạo cốt đai có số nhánh nhiều hơn. Khoảng cách giữa các lớp cốt đai s có thể đều hoặc không đều trong toàn nhịp dầm. Đặt cốt thép đai đều sẽ thuận lợi cho thi công nhưng không hợp lý về mặt tiết kiệm vật liệu thép. Tiêu chuẩn thiết kế chia dầm ra các đoạn để quy định về khoảng cách cấu tạo của cốt thép đai: đoạn dầm gần gối tựa có chiều dài a_g và đoạn giữa dầm.

Dầm chịu tải trọng phân bố $a_g = \frac{1}{4}l$.

Dầm chịu tải trọng tập trung $a_s = \max\left(v, \frac{1}{4}l\right)$ với v là khoảng cách theo phương trục dầm từ gối tựa đến tải trọng tập trung.

Trong đoạn ag khoảng cách cấu tạo của cốt thép đai không được vượt quá:

$$150 \text{ và } \frac{h}{2} \text{ - khi } h \leq 450$$

$$500 \text{ và } \frac{h}{3} \text{ - khi } h > 450$$

Trong đoạn giữa dầm khi $h > 300$ thì khoảng cách s không lớn quá 500 và $\frac{3}{4}h$; khi $h \leq 300$ và nếu theo tính toán không cần đến cốt thép đai thì có thể không đặt.

Quy định tính toán:

Lựa chọn các thông số của cốt đai:

Ta thường lựa chọn trước đường kính và số nhánh của cốt đai và xác định khoảng cách cốt đai. Với bài toán tính cốt đai, việc xác định khoảng cách cốt đai dựa trên các giá trị sau:

Khoảng cách tính toán của cốt đai

Từ $q_{tt} = \frac{R_{sw}A_{sw}}{s}$ suy ra:

$$s_{tt} = \frac{R_{sw}A_{sw}}{q_{sw}} \quad (18)$$

Khoảng cách lớn nhất giữa các cốt đai:

Để đánh giá phá hoại trên tiết diện nghiêng nằm giữa hai cốt đai kề nhau, cần đảm bảo điều kiện cường độ:

$$Q \leq Q_b = \frac{1,5R_{bt}bh_0^2}{s} \quad (19)$$

$$s \leq \frac{1,5R_{bt}bh_0^2}{Q}$$

Để tăng hệ số an toàn, tiêu chuẩn TCVN 5574:2018 quy định:

$$s \leq s_{max} = \frac{R_{bt}bh_0^2}{Q}$$

Khoảng cách cấu tạo của cốt đai:

Khoảng cách cấu tạo của cốt đai cho cấu kiện chịu uốn được quy định TCVN 5574:2018 Điều 10.3.4.3 như sau:

Trên các đoạn cấu kiện mà riêng bê tông đủ khả năng chịu lực cắt:

Với các bản đặc, các bản nhiều sườn có chiều cao nhỏ hơn 300mm và các dầm (sườn) có chiều cao nhỏ hơn 150mm: không cần bố trí cốt thép ngang.

Với các dầm và sườn có chiều cao từ 150mm trở lên, các bản nhiều sườn có chiều cao từ 300 mm trở lên:

$$\begin{cases} s_{ct} = \min[0,75h_0; 500\text{mm}] & B < 70 \\ s_{ct} = \min[0,75h_0; 400\text{mm}] & B \geq 70 \div 100 \end{cases}$$

Trên các đoạn cấu kiện cần thiết bố trí cốt đai theo tính toán vì bê tông không đủ khả năng chịu lực cắt:

$$\begin{cases} s_{ct} = \min[0,5h_0; 300\text{mm}] & B < 70 \\ s_{ct} = \min[0,5h_0; 250\text{mm}] & B \geq 70 \div 100 \end{cases}$$

Khoảng cách thiết kế của cốt đai

Khoảng cách thiết kế s của cốt đai được lựa chọn là khoảng cách tối thiểu trong các khoảng cách trên và lấy chẵn đến đơn vị cm.

$$s \leq \min[s_{tt}, s_{max}, s_{ct}]$$

b. Tính toán cốt đai trong dầm tải trọng chịu phân bố đều

Điều kiện cường độ về lực cắt trên tiết diện nghiêng cho trường hợp dầm chịu tải trọng phân bố đều tương đối phức tạp nên trong thực hành, việc tính toán thường được đưa về bài toán kiểm tra khả năng chịu lực cắt theo trình tự như sau:

Các số liệu bài toán: $b, h_0, R_b, R_{bt}, R_{sw}, q, Q$.

Bước 1: Kiểm tra khả năng chịu ứng suất nén chính của bụng dầm theo:

$$Q \leq \varphi_{b_1} \varphi_n R_b b h_0 \quad (20)$$

Bước 2: Kiểm tra khả năng chịu cắt của bê tông:

Kiểm tra tại các điểm giới hạn các khoảng giá trị của C theo điều kiện:

$$Q_1 \leq Q_{uq} = \min[Q_{uq}^{01}(0), Q_{uq}^{03}(3h_0)]$$

Trong đó:

$$\begin{cases} Q_{uq}^{01}(0) = 2,5R_{bt} b h_0 \\ Q_{uq}^{03}(3h_0) = 0,5R_{bt} b h_0 + 3q h_0 \end{cases}$$

Kiểm tra thêm tại các tiết diện nghiêng c_1 nếu $0,6h_0 \leq C_1 \leq 3h_0$:

$$Q_1 \leq Q_{uq}^{01}(c_1) = \sqrt{6R_{bt} b h_0^2 q}$$

Trong đó:

$$c_1 = \sqrt{\frac{1,5R_{bt} b h_0^2}{q}}$$

Nếu các điều kiện này thỏa mãn, chỉ cần chọn và bố trí cốt đai theo yêu cầu cấu tạo. Nếu một trong các điều kiện này không thỏa mãn, tiếp tục bước 3.

Bước 3: Chọn cốt đai 2 nhánh, đường kính $\phi 10$ cho toàn bộ chiều dài dầm.

$$s_{ct} = \min[0,5h_0; 300\text{mm}]$$

$$s_{max} = \frac{R_{bt} b h_0^2}{Q} \quad (21)$$

Bước 4: Xác định khoảng cách tính toán của cốt đai.

$$q_{sw} \geq \begin{cases} q_{sw}^{h_0} = \frac{(Q_{max} - qh_0 - 1,25R_{bt}bh_0)}{h_0} \\ q_{sw}^{2,5h_0} = \frac{(Q_{max} - 2,5qh_0 - 0,5R_{bt}bh_0)}{h_0} \end{cases} \quad (22)$$

$$S_{tt} = \frac{R_{sw} + A_{sw}}{q_{sw}} \quad (23)$$

Chọn khoảng cách thiết kế của cốt đai:

$$s = \min [S_{tt}, S_{max}, S_{ct}]$$

Bước 5: Kiểm tra khả năng chịu cắt của bê tông và cốt đai:

Kiểm tra tại các điểm giới hạn các khoảng cách giá trị C theo điều kiện:

$$Q_1 \leq Q_{uq} = \min [Q_{uq}(0), Q_{uq}(2h_0), Q_{uq}(3h_0)]$$

Trong đó:

$$Q_{uq}(0) = 2,5R_{bt}bh_0 + 0,75q_{sw}h_0$$

$$Q_{uq}(2h_0) = 0,75R_{bt}bh_0 + 1,5q_{sw}h_0 + 2qh_0$$

$$Q_{uq}(3h_0) = 0,5R_{bt}bh_0 + 1,5q_{sw}h_0 + 3qh_0$$

Kiểm tra thêm tại các tiết diện nghiêng c_1 và c_2 trong các trường hợp sau:

+ Nếu $0,6h_0 \leq C_2 \leq 2h_0$:

$$Q_1 \leq Q_{uq}^2(c_2) = \sqrt{6R_{bt}bh_0^2(0,75q_{sw} + q)}$$

+ Nếu $2h_0 \leq C_1 \leq 3h_0$:

$$Q_1 \leq Q_{uq}^3(c_1) = \sqrt{6R_{bt}bh_0^2q + 1,5q_{sw}h_0}$$

Trong đó : c_1 xác định theo biểu thức (1); c_2 xác định như sau:

$$c_2 = \sqrt{\frac{1,5R_{bt}bh_0^2}{0,75q_{sw} + q}}$$

Nếu các điều kiện này thỏa mãn, đảm đủ khả năng chịu lực cắt. Nếu một trong những điều kiện này không thỏa mãn, cần chọn lại đường kính hoặc/và khoảng cách cốt đai; cũng có thể chọn lại số nhánh cốt đai nếu cần thiết.

c. Tính toán cốt đai trong dầm chịu tải trọng tập trung:

Bước 1: Kiểm tra khả năng chịu ứng suất nén chính của bụng dầm theo:

$$Q \leq \varphi_{b_1} \varphi_n R_b bh_0 \quad (24)$$

Bước 2: Kiểm tra khả năng chịu cắt của bê tông:

Kiểm tra tại các điểm giới hạn các khoảng giá trị của C theo điều kiện:

$$Q_1 \leq Q_{uq} = \min [Q_{uq}^{01}(0), Q_{uq}^{03}(3h_0)]$$

Trong đó:

$$\begin{cases} Q_{uq}^{01}(0) = 2,5R_{bt}bh_0 \\ Q_{uq}^{03}(3h_0) = 0,5R_{bt}bh_0 + 3qh_0 \end{cases}$$

Kiểm tra thêm tại các tiết diện nghiêng c_1 nếu $0,6h_0 \leq c_1 \leq 3h_0$:

$$Q_1 \leq Q_{uq}^{01}(c_1) = \sqrt{6R_{bt}bh_0^2q}$$

Trong đó:

$$c_1 = \sqrt{\frac{1,5R_{bt}bh_0^2}{q}}$$

Nếu các điều kiện này thỏa mãn, chỉ cần chọn và bố trí cốt đai theo yêu cầu cấu tạo. Nếu một trong các điều kiện này không thỏa mãn, tiếp tục bước 3.

Bước 3: Chọn cốt đai 2 nhánh, đường kính $\phi 10$ cho toàn bộ chiều dài dầm.

$$S_{ct} = \min[0,5h_0; 300mm]$$

$$s_{max} = \frac{R_{bt}bh_0^2}{Q}$$

Bước 4: Xác định khoảng cách cốt đai.

Tính lực cốt đai phải chịu trên một đơn vị chiều dài cầu kiện theo các trường hợp sau của a:

Khi $a \leq 0,5h_0$:

$$q_{sw} = \frac{1}{a}(Q_1 - 2,5R_{bt}bh_0)$$

Khi $0,5h_0 \leq a \leq h_0$:

$$q_{sw} = \frac{1}{a}\left(Q_1 - \frac{1,25R_{bt}bh_0^2}{a}\right)$$

Khi $h_0 \leq a \leq 2,5h_0$:

$$q_{sw} = \frac{1}{h_0}\left(Q_1 - \frac{1,25R_{bt}bh_0^2}{a}\right)$$

Khi $a \geq 2,5h_0$:

$$q_{sw} = \frac{1}{h_0}(Q_1 - 0,5R_{bt}bh_0)$$

Đồng thời, lượng cốt đai phải lớn hơn lượng cốt đai tối theo (4.87):

$$q_{sw} \geq q_{sw,min} = 0,25R_{bt}b$$

Tính khoảng cách tính toàn của cốt đai:

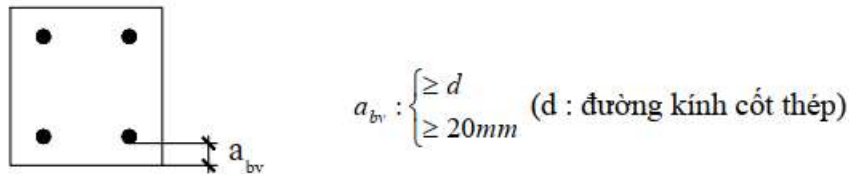
$$S_{tt} = \frac{R_{sw}A_{sw}}{q_{sw}} \quad (25)$$

Chọn khoảng cách thiết kế của cốt đai:

$$S = \min[S_{tt}, S_{max}, S_{ct}]$$

d. Một số yêu cầu về cấu tạo:

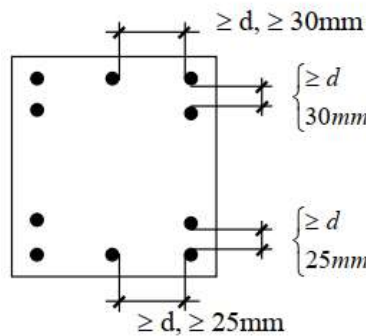
Lớp bê tông bảo vệ: để đảm bảo sự làm việc chung của bê tông và cốt thép, bảo vệ cốt thép khỏi bị tác dụng xấu của môi trường, khí hậu bên ngoài,...



Hình 5.8 Chiều dày bê tông lớp bảo vệ

Những vùng chịu ảnh hưởng của hơi ẩm cần tăng lên 5 mm nữa.

Khoảng cách các cốt thép:

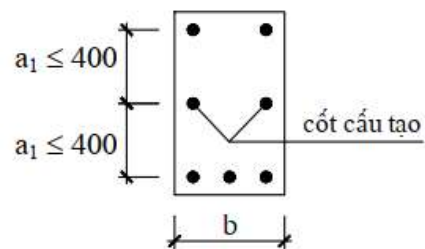


Hình 5.9 Khoảng cách cốt thép cột

Đường kính cốt thép: dầm phụ thường chọn $d = 12, 20$ (12, 14, 16, 18, 20). Dầm chính có thể dùng đến 32 (12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32). Để tiện thi công, mỗi dầm không nên dùng quá 3 loại đ.kính cho cốt chịu lực. Và để cho sự chịu lực được tốt, tại cùng 1 tiết diện không nên dùng các cốt có đường kính chênh nhau quá 6mm.

Cốt cấu tạo: khoảng cách giữa trục các cốt dọc không được quá 400mm. Nếu không thỏa mãn \Rightarrow cần bố trí cốt cấu tạo.

- Diện tích 1 thanh cốt cấu tạo $\geq 0.001 a_1 \cdot b_1$.
 - a_1 : Khoảng cách các cốt dọc.
 - b_1 : $b/2$ (nếu $b > 400\text{mm}$ thì lấy $b_1 = 200\text{mm}$)
- Đường kính cốt đai:
 - $h_{dầm} \leq 800\text{mm}$ thì $\phi_{đai} \geq 6\text{mm}$.
 - $h_{dầm} > 800\text{mm}$ thì $\phi_{đai} \geq 8\text{mm}$.



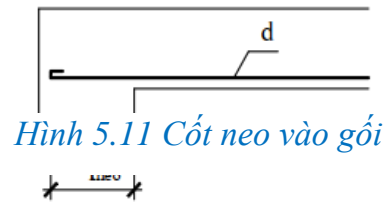
Hình 5.10 Cốt cấu tạo

- Neo cốt chịu kéo tại gối tự do:

$$l_{neo} \geq 10d \text{ khi } Q \leq 0,6 R_{bt}.b.h_o$$

$$l_{neo} \geq 15d \text{ khi } Q > 0,6 R_{bt}.b.h_o$$

Kết quả tính toán thép đai dầm: Phụ Lục



Hình 5.11 Cốt neo vào gối

5.7.2. kiểm tra độ võng dầm

Tính toán cầu kiện theo TTGH II.

Độ cong của cầu kiện khi có khe nứt trong vùng kéo:

Để xét đến ảnh hưởng của tải trọng ngắn hạn và tải trọng dài hạn , độ cong của cầu kiện được xác định theo công thức :

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2 \quad (26)$$

Trong đó : $\left(\frac{1}{r}\right)_1, \left(\frac{1}{r}\right)_2$ – độ cong do tác dụng của tải trọng ngắn hạn và độ cong do tác dụng của tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời dài hạn, được xác định theo công thức :

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{M_{sh}}{B}, \quad \left(\frac{1}{r}\right)_2 = \frac{M_l \varphi b_1}{B}$$

Trong đó :

M_{sh}, M_l – lần lượt là Mô men do tải trọng tác dụng ngắn hạn và Mô men do tải trọng tác dụng dài hạn đối với trục đi qua trọng tâm tiết diện quy đổi và thẳng góc với mặt phẳng uốn ;

Từ giá trị độ cong , có thể tính được các công thức cơ học kết cấu .

Với dầm đơn giản (độ võng lớn nhất ở giữa nhịp):

$$f = \frac{5}{48} \left(\frac{1}{r}\right) l^2 \quad \text{với } l \text{ là nhịp dầm}$$

Với dầm hai đầu ngàm:

$$f = \left[\frac{5}{48} \left(\frac{1}{r_l}\right) - \frac{1}{96} \left(\frac{1}{r_l} + \frac{1}{r_r}\right) \right] l^2 \quad (27)$$

với $\frac{1}{r_l}, \frac{1}{r_r}$ lần lượt là độ cong đầu mút bên trái, bên phải của dầm, l là nhịp dầm.

Với dầm công xôn:

$$f = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{r}\right) l^2 \quad \text{với } l \text{ là nhịp dầm.}$$

Độ cong của cầu kiện khi có khe nứt trong vùng kéo:

Dưới tác dụng của tải trọng ngắn hạn và tải trọng dài hạn, độ cong toàn phần của cầu kiện có khe nứt trong vùng kéo được xác định theo công thức;

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2 + \left(\frac{1}{r}\right)_3$$

Trong đó :

$\left(\frac{1}{r}\right)_1$ độ cong do tác dụng tải trọng ngắn hạn của toàn bộ tải trọng;

$\left(\frac{1}{r}\right)_2$ độ cong do tác dụng tải trọng ngắn hạn của tải trọng dài hạn;

$\left(\frac{1}{r}\right)_3$ độ cong do tác dụng tải trọng dài hạn của tải trọng dài hạn .

Cách tính $1/r$ thành phần:

$$\frac{1}{r} = \frac{M}{h_0 z} \left(\frac{\psi_s}{E_s A_s} + \frac{\psi_b}{v E_b A_{bred}} \right)$$

Với độ cong của dầm làm bằng vật liệu đàn hồi , đồng chất đẳng hướng :

$$\frac{1}{r} = \frac{M}{EI}$$

Suy ra độ cứng uốn của dầm BTCT có khe nứt trong vùng kéo :

$$B = \frac{h_0 z}{\frac{\psi_s}{A_s E_s} + \frac{\psi_b}{v E_b A_{bred}}} . \quad (28)$$

Tính toán độ cứng trong hệ số B:

$$\text{Diện tích BT chịu nén quy đổi:} \quad A_{bred} = (\varphi_f + \varepsilon) b h_0 \quad (29)$$

Tính ε theo công thức

$$\varepsilon = \frac{x}{h_0} = \frac{1}{\beta + \frac{1+5.(\delta+\pi)^2}{10\mu\alpha}} \quad (30)$$

$\beta = 1,8$: BT nặng và BT nhẹ ; $1,6$: BT hạt nhỏ ; $1,4$: BT rỗng và BT tổ ong .

v : hệ số đàn hồi BT vùng nén , tác dụng ngắn hạn của tải trọng lấy $0,45$; dài hạn lấy $0,15$.

$$\delta = \frac{M}{B h_0^2 R_{b.ser}} ; \alpha = \frac{E_s}{E_b} ; \mu = \frac{E_s}{b h_0} ; \varphi_f = \frac{(b'_f - b) h'_f + \frac{a}{2v} A'_s}{b h_0} ;$$

$$\lambda = \varphi_f \left(1 - \frac{h'_f}{b h_0} \right)$$

$$\psi_s = 1,25 - \varphi_{ls} \frac{R_{bt.ser} W_{pl}}{M} \leq 1,0$$

Trong đó :

ψ_s - hệ số xét đến hình dáng cốt thép, tính chất dài hạn của tải trọng và cấp độ bền của BêTông. khi cấp độ bền của BT cao hơn B7,5

Đối với tải trọng tác dụng ngắn hạn

Sử dụng cốt thép trơn và sợi: $\varphi_{ls} = 1,0$

Dùng cốt thép có gờ: $\varphi_{ls} = 1,1$

Đối với tải trọng tác dụng dài hạn và mọi loại cốt thép: $\varphi_{ls} = 0,8$

$$W_{pl} = \frac{(I_{b0} + \alpha I_{so} + \alpha I'_{so})}{h-x} + S_{b0} \quad (30)$$

I_{b0} , αI_{so} , $\alpha I'_{so}$ – lần lượt là Mômen quán tính ứng với trục trung hoà của tiết diện vùng BêTông chịu nén, của tiết diện cốt thép chịu kéo và của diện tích cốt thép chịu nén.

S_{b0} – Mômen tĩnh đối với trục trung hoà của diện tích vùng BêTông chịu kéo.

Công thức tổng quát của Moment quán tính:

$$I_t = I_0 + F.a^2 \quad (31)$$

Trong đó ;

I_t : Mômen quán tính của vật thể đối với trục mới.

I_0 : Mômen quán tính của vật thể với trục ban đầu (trục đi qua trọng tâm của vật thể).

F: diện tích vật thể.

a: khoảng cách giữa hai trục.

Công thức tổng quát của moment tĩnh:

$$S_x = Y_1.F \quad (32)$$

Trong đó:

S_x : mômen tĩnh đối với trục x

Y_1 : khoảng cách từ trục trọng tâm tiết diện F đến trục x

$$S_y = x_1.F$$

Trong đó:

S_y : mômen tĩnh đối với trục y

x_1 : khoảng cách từ trục trọng tâm tiết diện F đến trục y.

Xác định cánh tay đòn của ngẫu lực z.

$$z = \frac{S_{b.red}}{A_{b.red}} = \frac{S_b + \frac{n}{v} A'_s (h_0 - a')}{(\varphi_f + \varepsilon) b . h_0} = \left[1 - \frac{h'_f \varphi_f + \varepsilon^2}{2(\varphi_f + \varepsilon)} \right] h_0 \quad (33)$$

$h'_f = 0$ với tiết diện chữ nhật hay tiết diện chữ T có cánh trong vùng kéo.

Từ giá trị độ cong, có thể tính được độ võng theo các công thức cơ học kết cấu.

Với dầm đơn giản (độ võng lớn nhất ở giữa nhịp):

$$f = \frac{5}{48} \left(\frac{1}{r} \right) l^2$$

Với l là nhịp dầm

Với dầm hai đầu ngàm :

$$f = \left[\frac{5}{48} \left(\frac{1}{r} \right) - \frac{1}{96} \left(\frac{1}{r_l} + \frac{1}{r_r} \right) \right] l^2$$

Với $\frac{1}{r_l}$, $\frac{1}{r_r}$ lần lượt là độ cong đầu mút bên trái, bên phải của dầm, l là nhịp dầm.

Với dầm công xôn:

$$f = \frac{1}{3} \left(\frac{l}{r} \right)^2$$

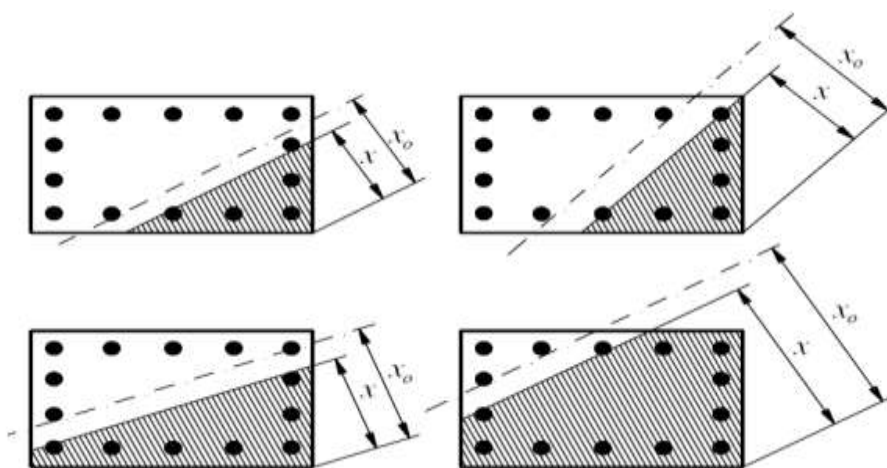
Điều kiện kiểm tra :

$$f < [f]$$

Kết quả tính toán độ võng dầm: Phụ Lục (1.10)

5.8. Tính toán cốt thép cột

Cột là cấu kiện chịu nén lệch tâm xiên, tùy theo vị trí điểm đặt lực dọc cũng như tương quan giữa các N , M_x , M_y với kích thước tiết diện và việc bố trí cốt thép mà có thể xảy trường hợp toàn bộ tiết diện chịu nén hay một phần chịu nén, một phần chịu kéo, có thể là một trong bốn dạng sau:



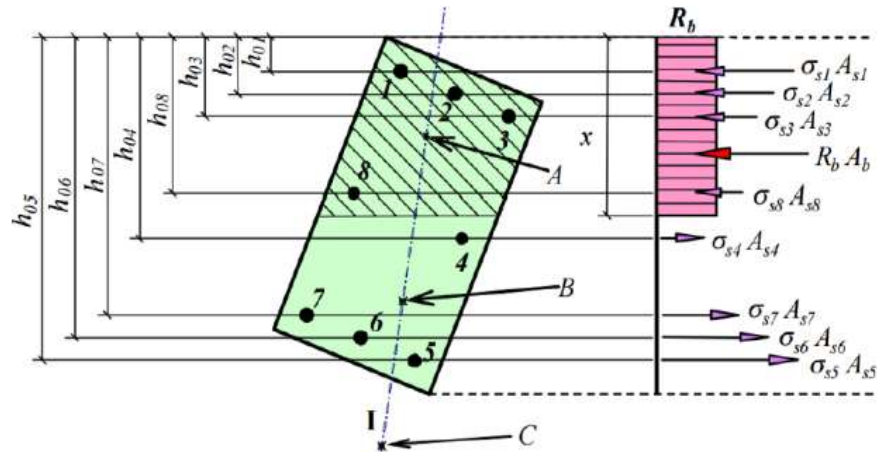
Hình 5.12 Các dạng vùng bê tông chịu nén

Việc tính toán tiết diện trong trường hợp tổng quát (Hình) cần được tiến hành từ điều kiện cường độ:

Tính toán cấu kiện theo trạng thái giới hạn về khả năng chịu lực cần thỏa mãn điều kiện sau:

$$M \leq \pm (R_b S_b - \sum \sigma_{si} S_{si})$$

$$R_b A_b - \sum \sigma_{si} S_{si} \pm N = 0$$



Hình 5.13 Sơ đồ truyền lực và biểu đồ ứng suất trên tiết diện thẳng góc với trục dọc cấu kiện bê tông cốt thép

Hình dạng vùng bê tông chịu nén được xác định từ: điểm đặt của lực dọc, điểm đặt hợp lực của bê tông và cốt thép vùng nén, điểm đặt hợp lực của cốt thép chịu kéo phải nằm trên một đường thẳng. Trong thực tế, tính toán để đạt được các điểm này thẳng hàng rất khó, phải tính toán nhiều lần.

Vì thế, trong thực hành tính toán thường dùng cách tính gần đúng

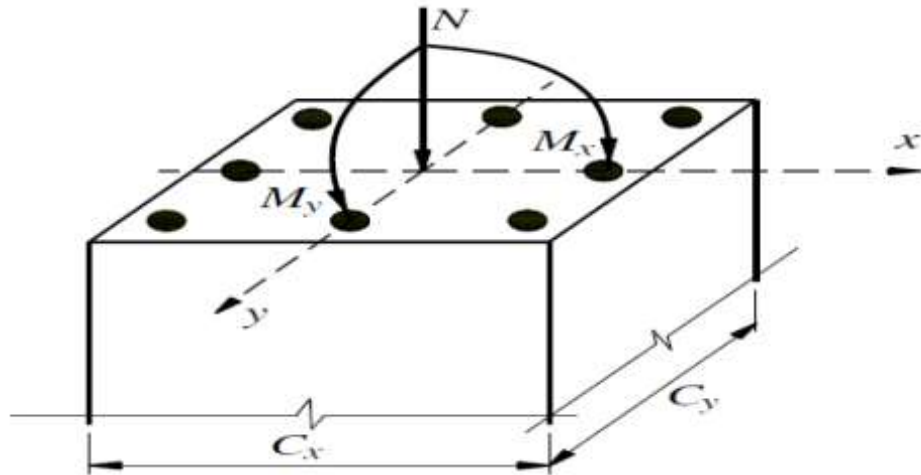
5.8.1. Tính toán cốt thép dọc cột

Nội lực để tính toán nén lệch tâm xiên được lấy từ kết quả tổ hợp trong đó cần chú ý các bộ ba nội lực như sau:

- Có N lớn nhất và M_x , M_y tương ứng
- Có M_x lớn nhất và N, M_y tương ứng
- Có M_y lớn nhất và N, M_x tương ứng

Sử dụng phương pháp gần đúng để tính toán cột nén lệch tâm xiên. Biến đổi trường hợp nén lệch tâm xiên thành lệch tâm phẳng tương đương để tính với trình tự như sau:

Cốt thép được đặt theo chu vi, trong đó cốt thép đặt theo cạnh b có mật độ lớn hơn bằng mật độ theo cạnh h.



Hình 5.14 Tiết diện cột lệch tâm

Tính độ lệch tâm theo mỗi phương

$$e_a \geq \begin{cases} \frac{l}{600} \\ h/30 \end{cases}$$

Tính độ lệch tâm ban đầu : với kểu cấu siêu tĩnh

$$e_{0x} = \max(e_{1x}, e_{ax})$$

$$e_{0y} = \max(e_{1y}, e_{ay})$$

trong đó l – chiều cao cột h – chiều cao tiết diện cột

$$e_{1x} = \frac{M_x}{N_x}; e_{1y} = \frac{M_y}{N_y}$$

M_x – mô men theo phương x; M_y – mô men theo phương y

Tính hệ số uốn dọc theo từng phương

Tính độ mảnh từng phương

$$\lambda_x = \frac{l_{0x}}{i_x}; \lambda_y = \frac{l_{0y}}{i_y}$$

Trong đó: chiều dài tính toán (theo phụ lục) $l_{0x} = 0,7l$; $l_{0y} = 0,7l$; l – chiều cao cột; i_x, i_y – bán kính tính toán của tiết diện cột theo phương x, y.

Xét ảnh hưởng của uốn dọc theo từng phương:

+ khi độ mảnh theo từng phương $(\lambda_x, \lambda_y) \leq 14$ lấy $\eta = 1$;

+ khi độ mảnh theo từng phương $(\lambda_x, \lambda_y) > 14$, tính theo hệ số ảnh hưởng uốn dọc;

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}$$

N là lực dọc ngoại lực;

N_{cr} là lực tới hạn quy ước, được xác định theo công thức;

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot D}{L_0^2}$$

Trong đó:

D là độ cứng của cấu kiện bê tông cốt thép ở trạng thái giới hạn về độ bền, được xác định theo các chỉ dẫn về tính toán biến dạng;

L_0 là chiều dài tính toán của cấu kiện, được xác định theo 8.1.2.4.4

Cho phép xác định giá trị D theo công thức:

$$D = k_b \cdot E_b \cdot I + k_s \cdot E_s \cdot I_s$$

Trong đó:

E_b, E_s là mô đun đàn hồi lần lượt của bê tông và của cốt thép;

I, I_s là mô men quán tính của diện tích tiết diện lần lượt của bê tông và của toàn bộ cốt thép dọc đối với trọng tâm tiết diện ngang của cấu kiện;

$$k_1 = 0,7;$$

Do ban đầu chưa biết k_1 , nên giả thiết trước hàm lượng cốt thép μ_t

$$\Rightarrow I_s = \mu_t \cdot b h_0 (0,5h - a)^2$$

Chú ý: Nếu μ_t tính ra chênh lệch nhiều so với giả thiết thì giả thiết lại μ_t và tính toán lại.

$$k_b = \frac{0,15}{\varphi_L \cdot (0,3 + \delta_e)}$$

φ_L là hệ số, kể đến ảnh hưởng của thời hạn tác dụng của tải trọng:

$$\varphi_L = 1 + \frac{M_{L1}}{M_L}$$

nhưng không lớn hơn 2;

M_L là mô men đối với trọng tâm của thanh thép chịu kéo nhiều nhất hoặc chịu nén ít nhất (khi toàn bộ tiết diện chịu nén) do tác dụng của toàn bộ tải trọng;

M_{L1} là mô men đối với trọng tâm của thanh thép chịu kéo nhiều nhất hoặc chịu nén ít nhất (khi toàn bộ tiết diện chịu nén) do tác dụng của tải trọng thường xuyên và tạm thời dài hạn;

δ_e là giá trị độ lệch tâm tương đối của lực dọc ($\delta_e = e_0/h$), lấy không nhỏ hơn 0,15 và không lớn hơn 1,5.

- Mômen đã gia tăng M_{x1} ; M_{y1} : $M_{x1} = \Gamma_x M_x$; $M_{y1} = \Gamma_y M_y$.
- Tùy theo giá trị M_{x1} , M_{y1} và C_x , C_y đưa về tính nén lệch tâm phẳng theo phương x hoặc y.

Bảng 5.10 Phương làm việc nén lệch tâm

Mô hình	Theo phương x	Theo phương y
Điều kiện	$M_{x1} / C_x > M_{y1} / C_y$	$M_{y1} / C_y > M_{x1} / C_x$
Ký hiệu	$h = C_x$; $b = C_y$ $M_1 = M_{x1}$; $M_2 = M_{y1}$ $e_a = e_{ax} + 0,2e_{ay}$	$h = C_y$; $b = C_x$ $M_1 = M_{y1}$; $M_2 = M_{x1}$ $e_a = e_{ay} + 0,2e_{ax}$
e_{ax}, e_{ay} : độ lệch tâm ngẫu nhiên theo hai phương.		

- Giả thiết chiều dầy a, tính $h_0 = h - a$; $Z_a = h - 2a$, chuẩn bị các số liệu $R_b, R_s, R_{sc}, \zeta_R$ như với trường hợp nén lệch tâm phẳng

- Tính toán theo trường hợp đặt cốt thép đối xứng;

$$x_1 = \frac{N}{R_b \cdot b}$$

- Hệ số chuyển đổi m_0 :

+ Khi $x_1 \leq h_0$ thì $m_0 = 1 - \frac{0,6x_1}{h_0}$

+ Khi $x_1 > h_0$ thì $m_0 = 0,4$

- Tính mô men tương đương:

$$M = M_1 + m_0 \cdot M_2 \cdot \frac{b}{h}$$

- Tiến hành tính toán cốt thép theo lệch tâm phẳng với cặp nội lực N, M, với kích thước tiết diện $b \times h$

- Độ lệch tâm tĩnh học (đã xét uốn dọc): $e_1 = \frac{M}{N}$

- Độ lệch tâm tính toán : Với kết cấu siêu tĩnh $e_0 = \max(e_1, e_a)$

Với kết cấu tĩnh định $e_0 = e_1 + e_a$

- Tính e: $e = e_0 + 0,5h - a$.

Dựa vào độ lệch tâm e_0 và giá trị x_1 để phân biệt các trường hợp tính toán .

a) Trường hợp 1: nén lệch tâm rất bé khi $\varepsilon = \frac{e_0}{h_0} \leq 0,3$ tính toán gần như nén đúng tâm

- Hệ số ảnh hưởng độ lệch tâm γ_e

$$\gamma_e = \frac{1}{(0,5 - \varepsilon)(2 + \varepsilon)}$$

+ Khi $\lambda \leq 14$ lấy $\varphi = 1$;

+ Khi $\lambda > 14$ tính φ theo công thức sau

$$\varphi = 1,208 - 0,0000288 \lambda^2 - 0,0016\lambda$$

- Hệ số uốn dọc phụ thêm khi xét đúng tâm:

$$\varphi_e = \varphi + \frac{[1 - \varphi]\varepsilon}{0,3}$$

- Diện tích toàn bộ cốt thép dọc A_{st} :

$$A_{st} \geq \frac{\frac{\gamma_e N}{\varphi_e} - R_b b h}{R_s - R_b}$$

b) Trường hợp 2: nén lệch tâm bé khi $\varepsilon = \frac{e_0}{h_0} \leq 0,3$ và $x > \xi_R h_0$ thì lấy $x = \xi_R h_0$

Tính diện tích toàn bộ cốt thép A_{st} theo công thức:

$$A_{st} = \frac{N_e - R_b b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right)}{0.4 R_{sc} Z_a}$$

c) Trường hợp 3: nén lệch tâm lớn khi $\varepsilon = \frac{e_0}{h_0} > 0,3$ và $x \leq \xi_R h_0$

Tính diện tích toàn bộ cốt thép A_{st} theo công thức

$$A_{st} = \frac{N \left(e + \frac{x}{2} - h_0 \right)}{R_{sc} Z_a} \text{ với } h_0 = h - a; Z_a = h_0 - a'$$

- Chọn bố trí cốt thép theo chu vi, trong đó cốt thép đặt theo cạnh b có mật độ lớn hơn hoặc bằng mật độ cạnh h.

Sau khi đã tính được cốt thép theo phương pháp gần đúng như trên, tiến hành tính hợp lí của lượng cốt thép tính bằng cách kiểm tra hàm lượng cốt thép hợp lí. Đối với cấu kiện cột hàm lượng cốt thép hợp lí là $1\% \leq \mu \leq 3\%$

Đồng thời hàm lượng cốt thép toàn bộ cốt thép dọc trong cột không vượt quá giá trị sau đây:

- Với kết cấu thông thường: $\mu_{\max} < 6\%$

- Khi xét tới động đất : $\mu_{\max} < 3,5\%$

5.8.2. Tính toán thép đai cột

TCVN 5574 :2018 quy định về thép đai cột như sau :

- Về đường kính cốt thép đai :

Dựa vào điều 10.3.4.2,TCVN 5574-2018, đường kính cốt đai trong các khung cốt thép buộc của các cấu kiện chịu nén lệch tâm lấy không nhỏ hơn 6mm và 0.25 đường kính cốt dọc lớn nhất:

$$\phi_{sw} \geq \begin{cases} 8mm \\ \frac{\phi_{s,max}}{4} = 6,25 \end{cases}$$

vậy sử dụng thép đai $\phi 8$ để bố trí và gia cường cho cột

- Về khoảng cách giữa cốt thép đai :

Dựa vào điều 10.3.4.4, TCVN 5574-2018, trong các cấu kiện chịu nén lệch tâm dạng thanh, để ngăn ngừa uốn dọc của cốt thép dọc thì cốt thép đai phải đặt với khoảng cách:

$$\begin{cases} S_d \leq 15\phi_{\min} \\ S_d \leq 500 \text{ mm} \end{cases}$$

$$\Rightarrow S_{d1} \leq 240 \text{ mm}$$

Khi hàm lượng cốt thép dọc chịu nén lớn hơn 1,5% thì cần đặt cốt thép ngang với khoảng cách:

$$\begin{cases} S_d \leq 10\phi_{\min} \\ S_d \leq 300 \text{ mm} \end{cases}$$

$$\Rightarrow S_{d1} \leq 160 \text{ mm}$$

Sau khi tính toán các giới hạn về đường kính thép và khoảng cách bố trí, ta bố trí thép đai Ø8a150 cho cột của 2 khung trục

Kết quả tính toán thép dọc và thép đai cột:

Trường hợp N_{\max} : Phụ Lục (1.11)

Trường hợp M^x_{\max} : Phụ Lục (1.12)

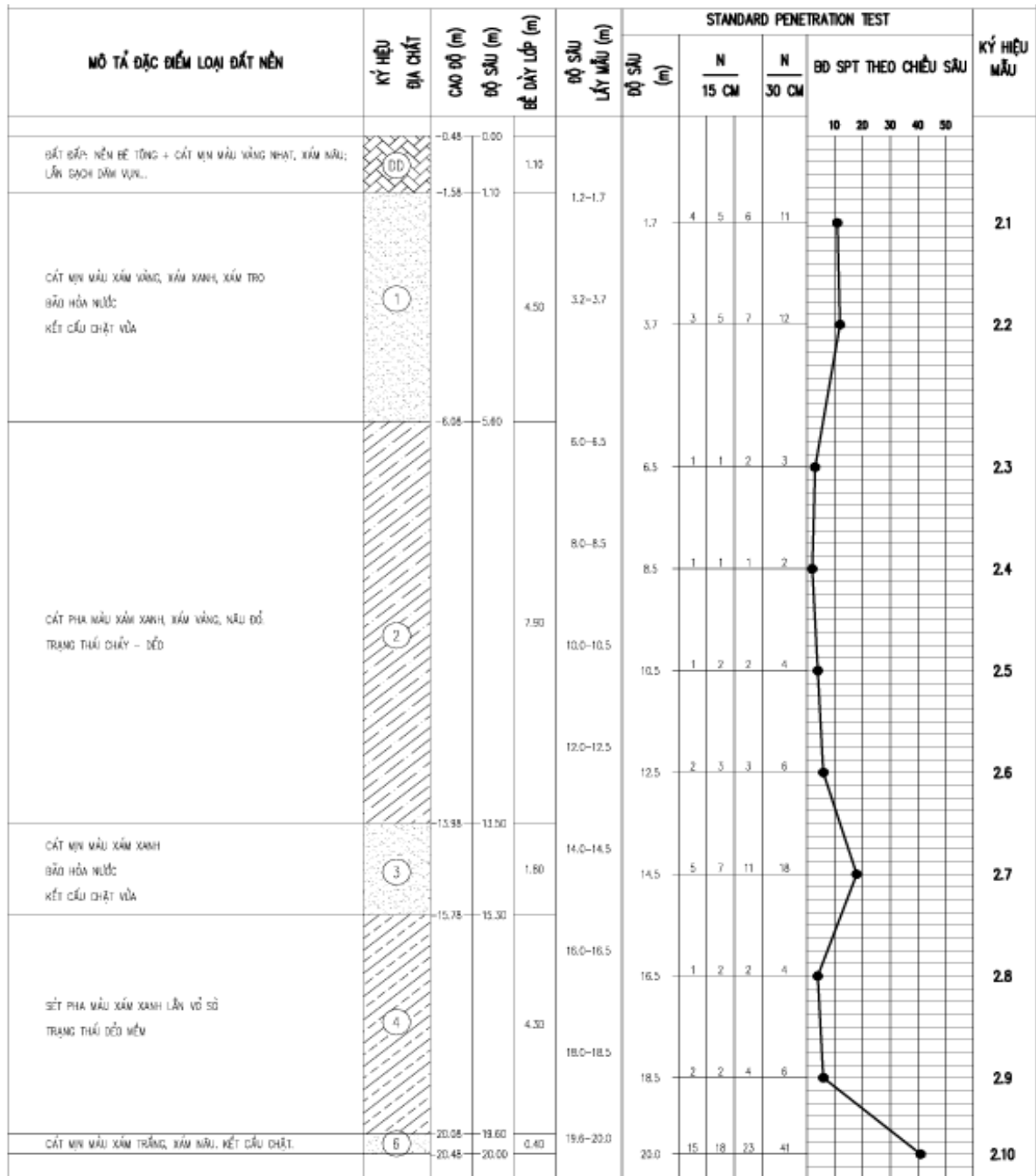
Trường hợp M^y_{\max} : Phụ Lục (1.13)

CHƯƠNG 6. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MÓNG KHUNG TRỤC

6.1. Điều kiện địa chất công trình

6.1.1. Địa tầng

Gần đúng có thể xem nền đất tại mọi điểm của công trình có chiều dày và cấu tạo như mặt cắt địa chất địa hình.



Hình 6.1 Ảnh địa chất dưới công trình

Địa tầng được phân chia theo thứ tự từ trên xuống dưới như sau:

Bảng 6.1 Bảng chỉ tiêu cơ lý của đất nền

Lớp	Loại Đất	Chiều dày m	γ_{tn}	γ_h	W	W _{nh}	W _d	SPT	φ	C _{ii}	E ₀
			kN/m ³	kN/m ³	%	%	%		(°)	T/m ²	kPa
1	Cát Mịn	4,2	18,97	15,5	22,4	-	-	16	30	0,068	128,4
2	Cát Pha	7,8	18,11	13,81	31,35	32,46	25,79	4	9	0,079	72,7
3	Cát Mịn	2,3	19,04	15,59	22,16	-	-	16	31	0,068	143,5
4	Sét Pha	3,2	18,24	13,55	34,81	41,78	25,82	5	8	1,25	55,2
5	Sét Pha	1,2	19,08	15,18	25,71	34,81	20,75	15	14	2,145	85,8
6	Cát Mịn	-	19,05	15,63	21,86	-	-	41	37	0	204

6.1.2. Đánh giá các chỉ tiêu vật lý của nền đất

a. Đối với đất rời

Độ chặt của đất rời đánh giá bằng hệ số rỗng tự nhiên:

$$e_0 = \frac{\Delta\gamma_n (1 + 0,01W\%)}{\gamma_{tn}}$$

Bảng 6.2 Đánh giá độ chặt của đất rời

Loại đất	Độ chặt		
	Chặt	Chặt vừa	Xốp
Cát sỏi, cát to, cát vừa	$e < 0,55$	$0,55 < e < 0,70$	$e > 0,70$
Cát nhỏ	$e < 0,60$	$0,60 < e < 0,75$	$e > 0,75$
Cát bụi	$e < 0,60$	$0,60 < e < 0,80$	$e > 0,80$

- Độ ẩm của đất rời

Độ ẩm của đất rời đánh giá bằng độ bão hoà

$$G = \frac{0,01 \cdot W\gamma_h}{e\gamma_o}$$

Bảng 6.3 Đánh giá độ ẩm của đất rời

Trạng thái	Độ bão hoà
Đất hơi ẩm	$G \leq 0,5$
Đất ẩm	$0,5 < G \leq 0,8$
Đất bão hoà nước	$B > 0,8$

b. Đối với đất dính

- Trạng thái đất dính:

Trạng thái đất dính đánh giá bằng độ sệt :

$$B = \frac{W - W_d}{W_{nh} - W_d}$$

Bảng 6.4 Đánh giá trạng thái của đất dính

Đất và trạng thái	Độ sệt B
Đất cát pha (Á cát)	$B < 0$
- Rắn	$0 \leq B \leq 1$
- Dẻo	$B > 1$
- Chảy (nhão)	
Đất sét pha và sét (Á sét, sét)	$B < 0$
- Rắn	$0 < B \leq 0,25$
- Nửa rắn	$0,25 < B \leq 0,5$
- Dẻo	$0,5 < B \leq 0,75$
- Dẻo mềm	$0,75 < B \leq 1$
- Dẻo chảy	$B > 1$
- Chảy (nhão)	

- Độ ẩm đất dính

Độ ẩm của đất dính đánh giá bằng đồ bảo hoà :

$$G = \frac{0,01W\gamma_h}{e\gamma_o}$$

Bảng 6.5 Đánh giá độ bão hòa của đất nền

Lớp	Tên loại đất	e	B	G	Đánh giá
1	Đất sét, dẻo	0,87	0,28	0,837	Dẻo, bão hòa nước
2	Sét pha, dẻo	0,53	0,85	1,303	Dẻo, bão hòa nước
3	Cát pha, dẻo	0,59	0,88	1,018	Dẻo, bão hòa nước
4	Cát bụi, chặt vừa	0,72		0,933	Chặt vừa, bão hòa nước
5	Cát trung, chặt vừa	0,69		0,909	Chặt vừa, bão hòa nước
6	Cát trung thô, chặt vừa đến chặt	0,63		0,907	Chặt, bão hòa nước
7	Cát thô, rất chặt	0,42		0,893	Chặt vừa, bão hòa nước

Kết quả đánh giá chỉ tiêu cơ lý của đất:

Bảng 6.6 Đánh giá chỉ tiêu đất nền qua độ bão hòa

Lớp	Loại Đất	e	B	G	Đánh Giá	
Lớp 1	Cát Mịn	0.71	-	0.836	Chặt vừa	Bão hòa
Lớp 2	Cát Pha	0.935	0.835	0.889	Dẻo	Bão hòa
Lớp 3	Cát Mịn	0.7	-	0.839	Chặt vừa	Bão hòa
Lớp 4	Sét Pha	0.979	0.563	0.947	Dẻo mềm	Bão hòa
Lớp 5	Sét Pha	0.722	0.353	0.896	Dẻo	Bão hòa
Lớp 6	Cát Mịn	0.695	-	0.834	Chặt vừa	Bão hòa

6.1.3. Chỉ tiêu cơ lý của đất nền

a. Hệ số nén lún

Người ta dựa vào hệ số nén lún tương ứng với biến thiên áp lực từ 1 -2(kG/cm²) để phân tích tính nén lún của nền đất

Bảng 6.7 Tính nén lún của đất nền

Tính nén lún	Hệ số nén lún $a_1 - a_2$ (cm ² /kG)
Tính nén lún nhỏ	$a \leq 0,001$
Tính nén lún vừa	$0,001 < a \leq 0,1$
Tính nén lún lớn	$a > 0,1$

b. Modul biến dạng

Người ta còn đánh giá tính chất của đất thông qua module biến dạng E_0

Bảng 6.8 Đánh giá tính chất đất thông qua Modul biến dạng

Tính nén lún	E_0 (kG/cm ²)
Đất yếu	$E_0 \leq 50$
Đất trung bình	$50 \leq E_0 \leq 100$
Đất tốt	$E_0 > 100$
Đất rất tốt	$E_0 > 300$

c. Thí nghiệm xuyên chỉ tiêu SPT

Trong thực tế để xác định độ chặt và tính chất nén lún của nền đất người ta thường dùng các thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn SPT

Bảng 6.9 Bảng đánh giá đất nền theo SPT

Đất dính		Đất rời		
N	Trạng thái đất	N	Độ chặt tương đối D	Trạng thái đất
< 2	Rất mềm	<4	<0,15	Rất rời rạc
2÷4	Mềm	10÷30	0,15 ÷0,35	Rời rạc
4÷8	Đẻo mềm	10÷30	0,35÷0,65	Chặt vừa
8÷15	Đẻo	30÷50	0,65÷0,85	Chặt
15÷30	Đẻo cứng	>50	>0,85	Rất chặt
>30	Cứng			

6.1.4. Đánh giá đất nền

Dựa vào các thông số ở trên để đánh giá từng lớp đất

Bảng 6.10 Đánh giá chỉ tiêu cơ lý của đất nền

Lớp	Eo	Đánh giá	a	Đánh giá	Nhận xét
	$\frac{kG^2}{cm}$		$\frac{kg^2}{cm}$		
Lớp 1	128.4	Đất tốt	0.012	Tính nén lún vừa	Không phù hợp
Lớp 2	72.7	Đất trung bình	0.017	Tính nén lún vừa	Không phù hợp
Lớp 3	143.5	Đất tốt	0.012	Tính nén lún vừa	Không phù hợp
Lớp 4	55.2	Đất trung bình	0.012	Tính nén lún vừa	Không phù hợp
Lớp 5	85.8	Đất trung bình	0.013	Tính nén lún vừa	Không phù hợp
Lớp 6	204	Đất rất tốt	-	-	Phù hợp

6.2. Đề xuất phương án móng

Tiêu chuẩn xây dựng: Do phần móng cần tính toán thuộc kết cấu cơ bản là khung BTCT có tương chèn nên theo TCXD 205-1998 ta có:

- Độ lún cho phép $S_{gh} = 8$ cm. Chênh lún tương đối cho phép .Chênh lún tương đối cho phép $\frac{\Delta S}{L} g \square = 0,2\%$.
- Hệ số an toàn: Lấy $F_s = 2 \div 3$

Phương án nền,móng:

- Tải trọng công trình không lớn, nền đất nếu bóc lớp vỏ trên có thể coi là tốt. Vì vậy đề xuất phương án móng nông trên nền thiên nhiên.
- Móng dạng đơn BTCT dưới cột, băng BTCT dưới tường BTCT chịu lực.
- Các tường chèn, bao che có thể dùng móng gạch hay dầm giằng để đỡ.
- Các khối nhà có tải chênh lệch được tách ra khỏi khe lún.

* **Chon giải pháp móng cọc đài thấp:** Dùng cọc BTCT D1000, đài đặt vào lớp 1, mũi cọc hạ sâu xuống lớp 5 khoảng $2 \div 4m$ chiều sâu chôn cọc $L= 25(m)$. Thi công bằng phương pháp cọc khoan nhồi.

***Đài Cọc**

- Bê tông B25 $\Rightarrow R_b= 14500Kpa, R_{bt} = 1050 Kpa$
- Thép chịu lực: CB400V $\Rightarrow R_s= 3500000 Kpa,$
- Lớp lót: bê tông nghèo, mác thấp 100, dày 100 cm.
- Lớp bảo vệ cốt thép đáy móng $\geq 3cm.$ (thường chọn 3-5 cm)
- Đài liên kết ngàm với cột và cọc. Thép dọc neo trong đài $\geq 30d$ (ở đây chọn 55cm) và đầu cọc trong đài 15 cm

***Cọc đúc tại công trường:**

Bê tông: mác B25, $R_b= 14500 Kpa$

Cốt thép : thép chịu lực CB400V, đai CB240T

6.3. Tính toán và thiết kế móng

6.3.1. Các giả thuyết tính toán

Việc tính toán móng cọc đài thấp dựa vào các giả thuyết sau:

- Tải trọng ngang hoàn toàn do các lớp đất từ đáy đài trở lên tiếp nhận.
- Sức chịu tải của cọc trong móng được xác định như đối với cọc đơn đứng riêng rẽ, không kể đến ảnh hưởng của nhóm cọc
 - Tải trọng tác dụng của công trình qua đài cọc chỉ truyền lên các cọc chứ không trực tiếp truyền lên phần đất nằm giữa các cọc tại mặt tiếp xúc giáp với đài cọc.
 - Khi kiểm tra cường độ của đất nền và khi xác định độ lún của móng cọc thì người ta coi móng cọc như một móng qui ước bao gồm cọc, đài cọc, và phần đất giữa các cọc.
 - Vì việc tính toán móng khối qui ước giống như tính toán móng nông trên nền thiên nhiên (bỏ qua ma sát ở mặt bên móng) chỉ nên trị số moment của tải trọng ngoài tại đáy móng khối qui ước lấy giảm đi một cách gần đúng bằng trị số moment của tải trọng ngoài so với cao trình đáy đài.
 - Đài cọc xem như tuyệt đối cứng khi tính toán truyền xuống cọc.
 - Giằng móng làm việc như dầm trên nền đàn hồi, giằng truyền một phần tải trọng đứng xuống đất và một phần truyền vào đài. Tuy nhiên lực truyền này khá nhỏ. Ngoài ra theo sơ đồ tính khung ta coi cột và móng ngàm cứng nên một cách gần đúng ta bỏ qua sự làm việc của giằng và trọng lượng bản thân của giằng.

6.3.2. Tải trọng tác dụng xuống móng

- Tải trọng tác dụng xuống móng gồm:
 - + Tải trọng thường xuyên (tĩnh tải)
 - + Tải trọng tạm thời ngắn hạn (hoạt tải)

+ Gió

- Chọn tổ hợp tính toán:(N_{max}; M_{X_{tu}}; M_{Y_{tu}}; Q_{X_{tu}}; Q_{Y_{tu}})

Bảng 6.11 Tải trọng tính toán xuất từ mô hình Etabs

Tên	Tổ hợp	Q _x	Q _y	N	M _x	M _y
		kN	kN	kN	kN-m	kN-m
A6	Comb8	8,3908	3,4419	521,5621	6,8659	83,389
B6	Comb8	11,1714	29,8587	2593,2088	118,4444	161,7177
D6	Comb8	19,0367	12,2748	5958,669	20,5315	92,2267
E6	Comb12	5,9728	7,5951	5531,4375	-52,3491	70,4494
F6	Comb10	4,1326	-37,6337	3147,8313	-182,6528	9,4407

Bảng 6.12 Tải trọng tiêu chuẩn tính toán móng công trình

Tên	Tổ hợp	Q _x	Q _y	N	M _x	M _y
		kN	kN	kN	kN-m	kN-m
A6	Comb8	7,2963	2,9930	453,5323	5,9703	72,5122
B6	Comb8	9,7143	25,9641	2254,9642	102,9951	140,6241
D6	Comb8	16,5537	10,6737	5181,4513	17,8535	80,1971
E6	Comb12	5,1937	6,6044	4809,9457	-45,5210	61,2603
F6	Comb10	3,5936	-32,7250	2737,2446	-158,8285	8,2093

6.3.3. Thiết kế móng D6

- Xác định sơ bộ kích thước đài móng

Vì là móng cọc đài thấp nên chiều sâu đặt đài phải thỏa mãn điều kiện:

$$h \geq 0,7 \cdot h_{min}$$

$$h_{min} = tg \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \sqrt{\frac{2 \sum H}{\gamma \cdot b}} = tg \left(45 - \frac{30}{2} \right) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 12,27}{18,97 \cdot 5}} = 0,29 \text{ (m)}$$

Và

$$h_d \geq 2D = 2 \cdot 1000 = 2000 \text{ (mm)}$$

$$\Rightarrow \text{Chọn } h_d = 2,1 \text{ (m)}$$

Trong đó:

h: chiều sâu chôn đáy đài

φ , γ : góc ma sát trong, trọng lượng thể tích tự nhiên của đất từ đáy đài trở lên.

$\sum H$: tổng tải trọng nằm ngang

b: cạnh của đáy đài theo phương thẳng góc với tổng lực ngang.

D: đường kính cọc.

a. Tính toán sức chịu tải của cọc đơn

- Sức chịu tải cọc đơn theo vật liệu cọc:

$$P_{vl} = \varphi(m_1 m_2 R_b A_b + R_s A_s)$$

$$P_{vl} = 1. (0,85.0,7.14,5.10^{-3}.75398,16 + 260.10^{-3}.6283,19) = 8410 \text{ (kN)}$$

Trong đó:

- m_1 : hệ số điều kiện làm việc khi đổ bê tông qua ống chuyển dịch thẳng đứng, $m_1 = 0,85$
- m_2 : hệ số đổ bê tông trong bentonite, $m_2 = 0,7$
- R_b : cường độ chịu nén của bê tông
- A_b : diện tích tiết diện bê tông $A_b = \frac{\pi.d^2}{4} = \frac{\pi.1000^2}{4} = 785398,1634 \text{ (mm}^2\text{)}$
- R_s : cường độ tính toán của cốt thép
- A_s : diện tích cốt thép trong cọc $A_s = \frac{20.\pi.d^2}{4} = \frac{20.\pi.20^2}{4} = 6283,19 \text{ (mm}^2\text{)}$
- $\varphi = 1$: hệ số uốn dọc, với móng cọc đài thấp không xuyên qua than bùn.

Kết quả tính toán ở bản sau:

Bảng 6.13 Sức chịu tải của vật liệu làm cọc

MÓNG	Sức chịu tải cọc đơn theo vật liệu làm cọc							
	φ	m_1	m_2	R_b Mpa	A_b mm ²	R_s Mpa	A_s mm ²	P_{vl} kN
A6	1	0,85	0,7	14,5	785398,2	260	6283,19	8410
B6	1	0,85	0,7	14,5	785398,2	260	6283,19	8410
D6	1	0,85	0,7	14,5	785398,2	260	6283,19	8410
E6	1	0,85	0,7	14,5	785398,2	260	6283,19	8410
F6	1	0,85	0,7	14,5	785398,2	260	6283,19	8410

- Theo đất nền

- Xác định sức chịu tải theo phương pháp xuyên tiêu chuẩn SPT

Sử dụng kết quả thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn SPT để tính toán sức chịu tải giới hạn của cọc theo công thức Nhật Bản cho trong tiêu chuẩn TCXD 205:1998

$$P_{SPT} = \frac{1}{3} [\alpha \cdot N_a \cdot A_{\square} + (0,2 \cdot N_s \cdot L_s + C_u \cdot L_c) \pi \cdot d]$$

$$P_{SPT} = \frac{1}{3} [15.41.0,79 + (0,2.24,25.17,3 + 1,25.4,4)\pi.1] = 254,63(T) = 2546,3 \text{ (kN)}$$

Trong đó:

- α : hệ số phụ thuộc phương pháp thi công cọc $\alpha = 15$.
- N_a : chỉ số SPT của đất tại mũi cọc
- N_{\square} : chỉ số SPT trung bình của các lớp đất cát mà cọc cắm qua

- C_u : lực dính đơn vị của đất dính
- L_\square : chiều dài cọc cắm qua đất cát
- L_c : chiều dài cọc cắm trong đất dính
- d : đường kính tiết diện cọc
- A_\square : diện tích tiết diện ngang dưới mũi cọc $A_p = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 1^2}{4} = 0,79 \text{ (m}^2\text{)}$

Kết quả tính toán ở bảng sau:

Bảng 6.14 Kết quả sức chịu tải của đất nền theo phương pháp xuyên SPT

móng	α	Na	Ns	Cu	LS	Lc	d	Ap	Pdn
				T/m2	m	m	m	m2	kN
A6	15	41	24,25	1,25	17,3	4,4	1	0,79	2546,3
B6	15	41	24,25	1,25	17,3	4,4	1	0,79	2546,3
D6	15	41	24,25	1,25	17,3	4,4	1	0,79	2546,3
E6	15	41	24,25	1,25	17,3	4,4	1	0,79	2546,3
F6	15	41	24,25	1,25	17,3	4,4	1	0,79	2546,3

Vậy $P_{tk} = \min(P_{vl}, P_{dn}) = P_{dn} = 2546,3 \text{ (kN)}$

b. Xác định diện tích đáy đài, số lượng cọc, bố trí cọc

- Áp lực tính toán do phản lực đầu cọc tác dụng lên đáy đài

$$P^{tt} = \frac{P_{tk}}{(3d)^2} = \frac{2546,3}{(3 \cdot 1)^2} = 282,999 \text{ (kN)}$$

- Diện tích sơ bộ đáy đài

$$A_d = \frac{N_0^{tt}}{P^{tt} - \gamma_{tb} \cdot h \cdot n} = \frac{5958,67}{282,9 - 20,4 \cdot 3 \cdot 1,1} = 31,64 \text{ (m}^2\text{)}$$

Trong đó:

N_0^{tt} : lực dọc tính toán, lấy với cặp thứ 3

h : chiều sâu đặt đáy đài = 4,3(m)

γ_{tb} : trị trung bình của trọng lượng riêng của đài cọc và đất trên đài,

$$\gamma_{tb} = 20 - 22 \text{ kN/m}^3$$

n : hệ số vượt tải, $n = 1,1$

- Trọng lượng tính toán sơ bộ của đài và lớp đất trên mặt đài

$$N_{sb}^{tt} = n \cdot A_d \cdot h \cdot \gamma_{tb} = 1,1 \cdot 20,31,64 \cdot 4,2 = 3741,497 \text{ (kN)}$$

- Số cọc dưới móng cột xác định sơ bộ theo công thức

$$n_c = \beta \frac{N_0^{tt} + N_{sb}^{tt}}{P_{tk}} = 1 \cdot \frac{5958,67 + 3741,497}{2546,31} = 3,81 \text{ (cọc)} \Rightarrow \text{Chọn } n_c = 4 \text{ (cọc)}$$

Trong đó:

β : hệ số kể đến ảnh hưởng của moment, tải trọng ngang, số lượng cọc trong đài
 $\beta = (1 \div 1,5)$

P_{tk} : sức chịu tải của cọc

Kết quả tính toán ở bản sau:

Bảng 6.15 Kết quả tính toán số lượng cọc

MÓNG	ptt	Lực dọc tt		Ad	Nttsb	nc	Chọn số cọc
	kN/m ²	kN	kN/m ³	m ²	kN		
A6	282,9	521,56	20,00	2,77	327,4932	0,33	1
B6	282,9	2593,21	20,00	13,77	1628,297	1,66	2
D6	282,9	5958,67	20,00	31,64	3741,497	3,81	4
E6	282,9	5531,44	20,00	29,37	3473,235	3,54	4
F6	282,9	3147,83	20,00	16,72	1976,549	2,01	2

c. Kiểm tra tải trọng tác dụng lên cọc

Ta kiểm tra tải trọng tác dụng lên cọc với tổng lực dọc tính toán, moment theo 2 phương (M_x, M_y), lực ngang theo 2 phương (Q_x, Q_y)

+ Vì móng chịu tải trọng lệch tâm theo hai phương x, y lực tác dụng xuống cọc bất kì được xác định theo công thức sau

$$P_{max,min}^{tt} = \frac{N^{tt}}{n_c} \pm \frac{M_x^{tt} y_{max}}{\sum_{i=1}^{n'} y_i^2} \pm \frac{M_y^{tt} x_{max}}{\sum_{i=1}^{n'} x_i^2}$$

$$P_{max}^{tt} = \frac{N^{tt}}{n_c} + \frac{M_x^{tt} y_{max}}{\sum_{i=1}^{n'} y_i^2} + \frac{M_y^{tt} x_{max}}{\sum_{i=1}^{n'} x_i^2} = \frac{7402,42}{4} + \frac{46,31.1,5}{9} + \frac{132,20.1,5}{9} = 1880,36(kN)$$

$$P_{min}^{tt} = \frac{N^{tt}}{n_c} - \frac{M_x^{tt} y_{max}}{\sum_{i=1}^{n'} y_i^2} - \frac{M_y^{tt} x_{max}}{\sum_{i=1}^{n'} x_i^2} = \frac{7402,42}{4} - \frac{46,31.1,5}{9} - \frac{132,20.1,5}{9} = 1828,6(kN)$$

Trong đó:

- N^{tt} : tổng tải trọng thẳng đứng tính toán tại đáy đài, xác định như sau
- Trọng lượng tính toán của đài và đất đắp trên đài theo diện tích đáy đài thực tế

$$N_d^{tt} = n \cdot F_d \cdot h_m \cdot \gamma_{bt} = 1,1.25.25.2,1 = 1443,75(kN)$$

- Lực dọc tính toán xác định đến đáy đài

$$N_{tt} = N_o^{tt} + N_d^{tt} = 5958,669 + 1443,75 = 7402,42 (kN)$$

- n_c : số lượng cọc trong móng
- M_x^{tt}, M_y^{tt} ; tổng moment của tải trọng ngoài ứng với trục x và y so với trục đi qua trọng tâm của tiết diện cọc tại đáy đài

$$M_x^{tt} = M_{ox} + Q_y \cdot h_d = 20,53 + 12,27 \cdot 2,1 = 46,31 \text{ (kN/m)}$$

$$M_y^{tt} = M_{oy} + Q_x \cdot h_d = 92,22 + 19,03 \cdot 2,1 = 132,20 \text{ (kN/m)}$$

- x_{max}, y_{max} : khoảng cách từ trục cọc chịu nén nhiều nhất đến trục y,x đi qua tâm đài

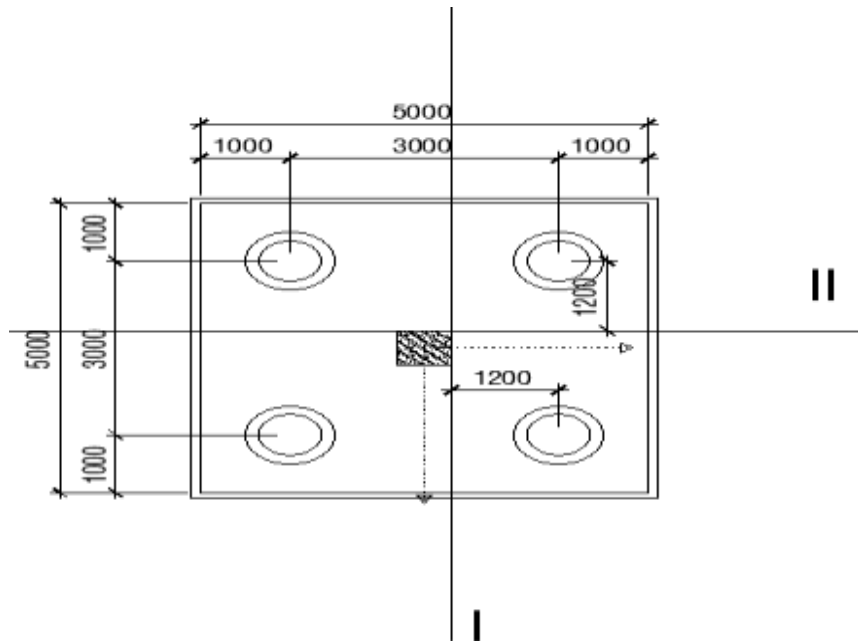
$$x_{max} = 1,5(m)$$

$$y_{max} = 1,5(m)$$

- $\sum_{i=1}^{n'} x_i^2, \sum_{i=1}^{n'} y_i^2$: Tổng khoảng cách từ trục cọc thứ i đến trục đi qua trọng tâm đài

$$\sum_{i=1}^{n'} x_i^2 = 4 \cdot (1,5^2) = 9(m)$$

$$\sum_{i=1}^{n'} y_i^2 = 4 \cdot (1,5^2) = 9(m)$$



Hình 6.2 Kích thước móng tính toán

$$+ \text{ Trọng lượng cọc : } P_c = n \cdot \gamma \cdot A_p \cdot L = 1,1 \cdot 25 \cdot 0,79 \cdot 2,5 = 539,96(kN)$$

Kiểm tra lực truyền xuống cọc

$$P_{max}^{tt} + P_c = 1880,36 + 539,962 = 2420,34 < P_{tk} = 2546,31(kN)$$

$$P_{min}^{tt} > 0$$

Kết quả tính toán: Phụ Lục (1.14)

d. kiểm tra nền đất tại mũi cọc và kiểm tra lún cho móng cọc

❖ kiểm tra nền đất tại mặt phẳng mũi cọc

Xác định góc α :

$$\alpha = \varphi_{tb}/4 = 5,375^\circ$$

$$\varphi_{tb} = \frac{\sum \varphi_i h_i}{\sum h_i} = 21,5^\circ$$

- Để kiểm tra cường độ nền đất tại mặt phẳng mũi cọc, giả thiết cọc đài cọc, cọc và phần đất giữa các cọc là móng khối qui ước
- Diện tích đáy móng khối qui ước xác định theo công thức

$$F_{qr} = A_{qr} \cdot B_{qr} = 8,7 \cdot 8,7 = 75,69 (m^2)$$

Trong đó:

$$A_{qr} = A_n + 2L \cdot \text{tg} \alpha = 4 + 2 \cdot 2,5 \cdot \text{tg}(5,375) = 8,7 (m)$$

$$B_{qr} = B_n + 2L \cdot \text{tg} \alpha = 4 + 2 \cdot 2,5 \cdot \text{tg}(5,375) = 8,7 (m)$$

A_n, B_n : khoảng cách tính từ mép ngoài của hai

hàng cọc ngoài cùng

- Tổng trọng lượng móng khối qui ước

$$\begin{aligned} N_{qr} &= \sum N_i = N^{tt} + N^d + N^c + N^{\text{đất}} \\ &= 5958,669 + 1443,75 + 539,9 \cdot 4 + 214,76 \\ &= 7617,2 (kN) \end{aligned}$$

- Lực dọc tiêu chuẩn xác định đến đáy khối móng qui ước

$$\begin{aligned} N^{tc} &= N_0^{tc} + N_{qr} \\ &= 5181,45 + 7617,2 = 12798,6 (kN) \end{aligned}$$

- Moment tiêu chuẩn tại đáy móng khối qui ước

$$\begin{aligned} M_x^{tc} &= M_{0x}^{tc} + Q_{0x}^{tc} \cdot h \\ &= 17,8535 + 16,5537 \cdot 4,3 = 89,03 (kN/m) \end{aligned}$$

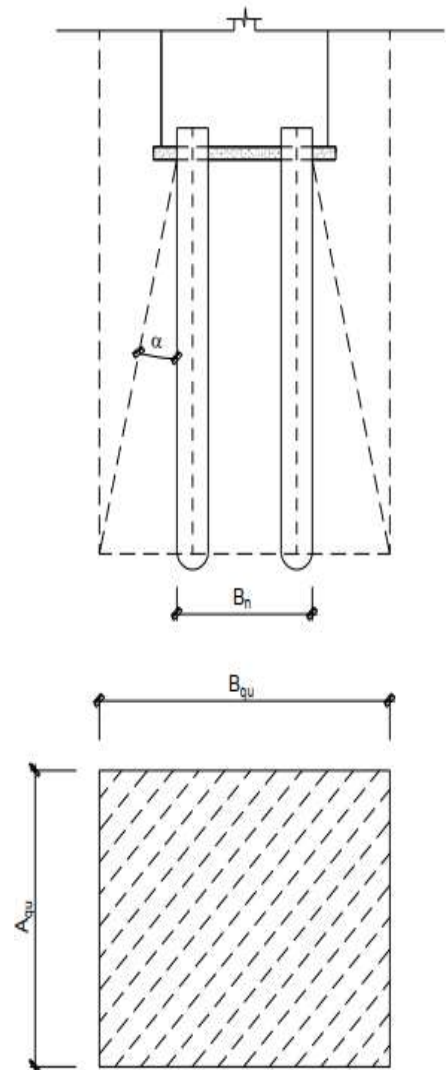
$$\begin{aligned} M_y^{tc} &= M_{0y}^{tc} + Q_{0y}^{tc} \cdot h \\ &= 80,19 + 10,674 \cdot 4,2 = 126,09 (kN/m) \end{aligned}$$

- Độ lệch tâm theo trục X, Y:

$$e_x = \frac{M_x^{tc}}{N_{qr}^{tc}} = \frac{89,03}{12798,6} = 0,0070$$

$$e_y = \frac{M_y^{tc}}{N_{qr}^{tc}} = \frac{126,09}{12798,6} = 0,0099$$

- Áp lực tiêu chuẩn ở đáy móng khối qui ước



Hình 6.3 Khối móng quy ước

$$\sigma_{tb}^{tc} = \frac{N_{qr}^{tc}}{F_{qr}} = \frac{12798,6}{8,7.8,7} = 169,1(\text{kN/m}^2)$$

$$\sigma_{max,min}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F_{qr}} \left(1 \pm \frac{6 \times e_x}{A_{qr}} \pm \frac{6 \times e_y}{B_{qr}} \right)$$

$$\sigma_{max,min}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F_{qr}} \left(1 + \frac{6 \times e_x}{A_{qr}} + \frac{6 \times e_y}{B_{qr}} \right) = 171,1(\text{kN/m}^2)$$

$$\sigma_{max,min}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F_{qr}} \left(1 - \frac{6 \times e_x}{A_{qr}} - \frac{6 \times e_y}{B_{qr}} \right) = 167,1(\text{kN/m}^2)$$

Ta kiểm tra điều kiện

$$\sigma_{tb}^{tc} < R^{tc} = 3462,6(\text{kN/m}^2)$$

$$\sigma_{max}^{tc} < 1,2 R^{tc}$$

$$R^{tc} = m (A.B_{qr} \cdot \gamma + B.h \cdot \gamma_{bt} + D.C^{tc})$$

$$= 1,2 \cdot (1,5 \cdot 8,7 \cdot 18,97 + 5,59 \cdot 25 \cdot 18,75 + 7,92 \cdot 1,25) = 3461,6(\text{kN/m}^2)$$

Trong đó:

m : hệ số điều kiện làm việc của đất nền

γ : dung trọng trung bình của đất dưới đáy móng khối qui ước

C^{tc} : lực dính tiêu chuẩn của đất dưới đáy móng khối qui ước

Kết quả tính toán: Phục Lục (1.15)

❖ Kiểm tra lún cho móng cọc khoan nhồi

- Độ tính toán của móng được tính với tải trọng tiêu chuẩn
- Tính toán kiểm tra theo phương pháp cộng lún từng lớp
- Điều kiện kiểm tra : $S < [S]_{gh}$
- Khi tính toán độ lún của móng người ta coi móng như một khối móng qui ước và

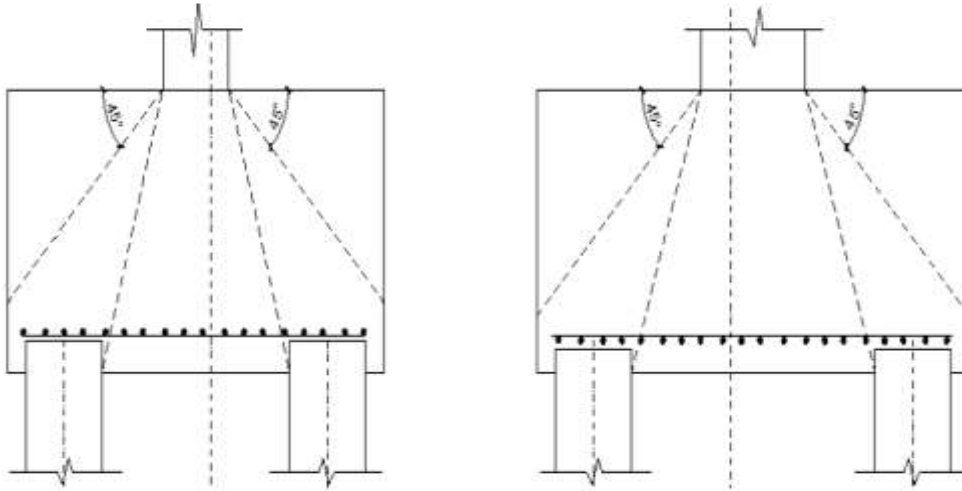
tính lún như móng nông

e. Tính toán và cấu tạo đài cọc

Việc tính toán, kiểm tra đài cọc theo 3 sơ đồ:

- Sơ đồ chọc thủng trực tiếp (không xảy ra)
- Phá hoại trong mặt phẳng nghiêng

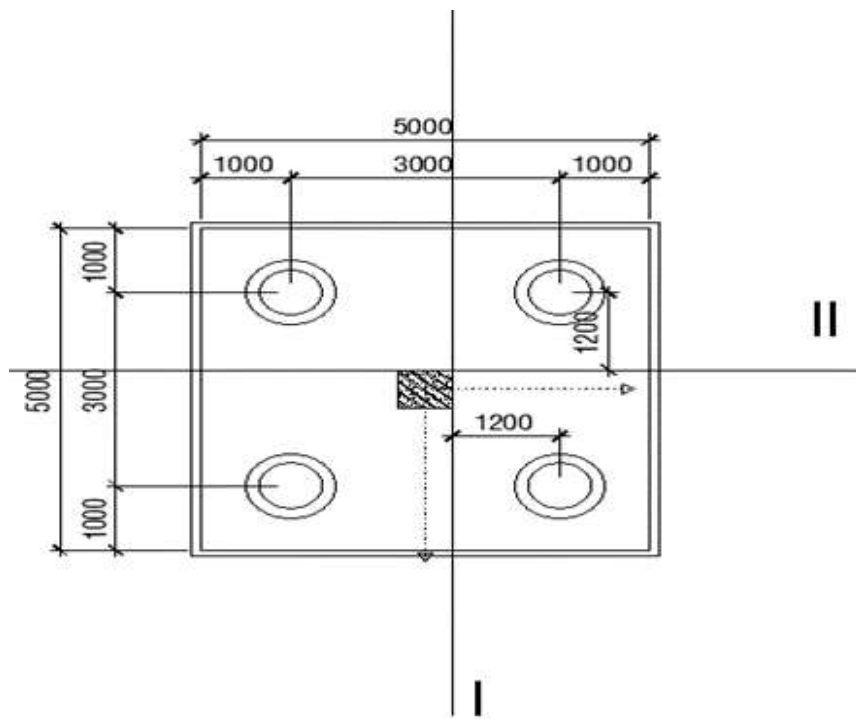
- Tính toán chịu uốn



Hình 6.4 Mặt đứng móng

f. Tính toán cốt thép

Việc tính toán đài chịu uốn được tiến hành theo trị số moment tại các tiết diện thẳng đứng của đài ở mép cột



Hình 6.5 Móng D6 tính toán thép

Diện tích cốt thép yêu cầu:

$$A_s \geq \frac{M_{tt}}{0,9 \cdot R_s \cdot h_0}$$

Theo phương M_{I-I}

$$A_s \geq \frac{4512,86 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 350 \cdot 2,1} = 6822,2(\text{mm}^2) = 68,22(\text{cm}^2)$$

Theo phương M_{II-II}

$$A_s \geq \frac{4450,71 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 350 \cdot 2,1} = 6728(\text{mm}^2) = 67,28(\text{cm}^2)$$

Xem đài móng như 1 thanh công xôn chịu lực tập trung:

Moment tương ứng với mặt ngàm I-I

$$M_{I-I} = 2 \cdot P_{\max} \cdot r_i = 2 \cdot 1880,36 \cdot 1,2 = 4512,86 \text{ (kNm)}$$

Moment tương ứng với mặt ngàm II-II

$$M_{II-II} = (P_{\max} + P_{\min}) \cdot r_i = (1880,36 + 1828,57) \cdot 1,2 = 4450,71 \text{ (kNm)}$$

kết quả tính toán thép đài: Phụ Lục (1.16)

CHUYÊN ĐỀ I. ỨNG DỤNG PHẦN MỀM ETABS TRONG TÍNH TOÁN KẾT CẤU

1.1 Giới thiệu sơ lược về phần mềm

Phần mềm Etabs là 1 trong 5 sản phẩm của hãng CSI – Mỹ (CSI: Computers and Structures, Inc.) được thành lập từ năm 1975. Etabs được phát triển đặc biệt cho các công trình xây dựng thương mại và dân cư nhiều tầng, chẳng hạn như tháp văn phòng, căn hộ và các bệnh viện.

Phần mềm này được sử dụng trên 160 quốc gia cho việc thiết kế các dự án lớn, bao gồm cả Taipei 101 Tower ở Đài Loan, One World Trade Center ở New York, Olympics Bird's Nest Stadium ở Bắc Kinh và Cầu dây văng Centenario vượt kênh đào Panama.

1.2 Chức năng của phần mềm

Phần mềm Etabs được sử dụng để phân tích kết cấu các công trình xây dựng dân dụng, đặc biệt là nhà cao tầng. Nói như thế không có nghĩa rằng Etabs chỉ giải quyết được bài toán phân tích kết cấu cho nhà cao tầng, mà cần hiểu rằng Etabs được trang bị các công cụ để thực hiện việc phân tích kết cấu nhà cao tầng một cách thuận lợi nhất (so với các sản phẩm của hãng CSI). Việc phân tích kết cấu cuối cùng nhằm mục đích tìm ra được nội lực (dùng để thiết kế cốt thép), phản lực (dùng để thiết kế móng), và các giá trị về chuyển vị (dùng để kiểm tra kết cấu ở trạng thái giới hạn về điều kiện sử dụng).

1.3 Các đối tượng trong etabs

Trong Etabs, có hai đối tượng cơ bản đó là phần tử Frame (thanh) và phần tử Shell (tấm). Tùy thuộc phương của cấu kiện và đặc trưng chịu lực mà phần tử Shell còn được chia ra thành Slab (bản) và Wall (tường), tuy nhiên chúng đều thuộc chung một dạng phần tử đó là dạng tấm. Và mọi kết cấu trên thực tế đều có thể mô hình hóa bằng hai dạng phần tử này, bởi các nguyên nhân sau:

- Trên thực tế từ thanh và tấm chúng ta có thể mô hình hóa được bất cứ dạng kết cấu thường gặp nào.
- Việc mô hình hóa kết cấu luôn mang ý nghĩa gần đúng, nghĩa là chúng ta có thể chấp nhận được những sai số nhất định.

1.4 Phương pháp tính toán

- Phần mềm Etabs là gói phần mềm tích hợp tối ưu cho việc phân tích kết cấu và thiết kế nhà cao tầng. Hơn 40 năm nghiên cứu và phát triển liên tục, Etabs mới nhất cung cấp các đối tượng 3D dựa trên những công cụ mô hình trực quan, sức mạnh phân tích tuyến tính và phi tuyến với tốc độ cực nhanh, khả năng thiết kế phức tạp và toàn diện cho nhiều loại vật liệu, và hiển thị đồ họa, các báo cáo, và bản vẽ sơ đồ chi tiết và sâu

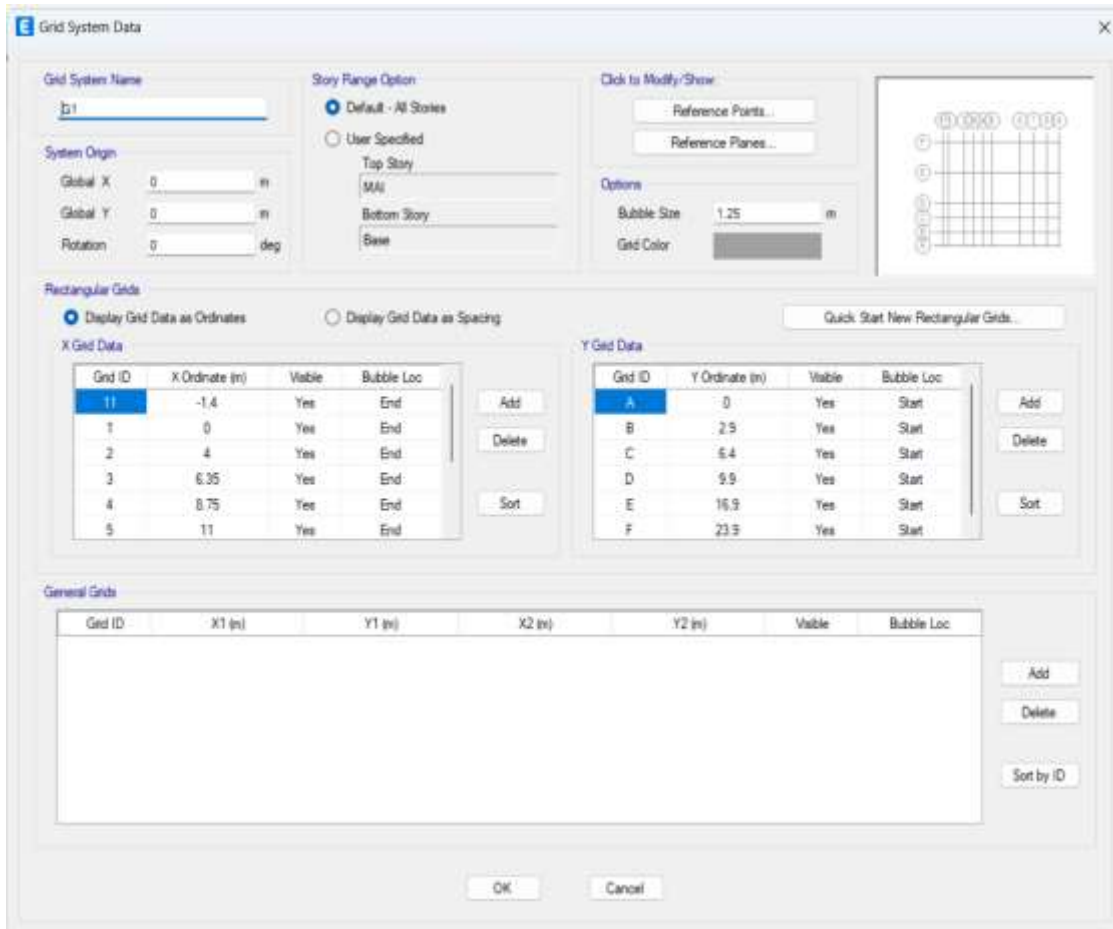
sắc, cho phép người dùng nhanh chóng và dễ dàng giải mã và hiểu rõ kết quả phân tích và thiết kế.

- Phương pháp phần tử hữu hạn là phương pháp phân tích kết cấu gần đúng bằng cách chia tách hệ kết cấu thành các phần tử đơn giản được định nghĩa trước.
- Etabs là phần mềm sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn để phân tích kết cấu.

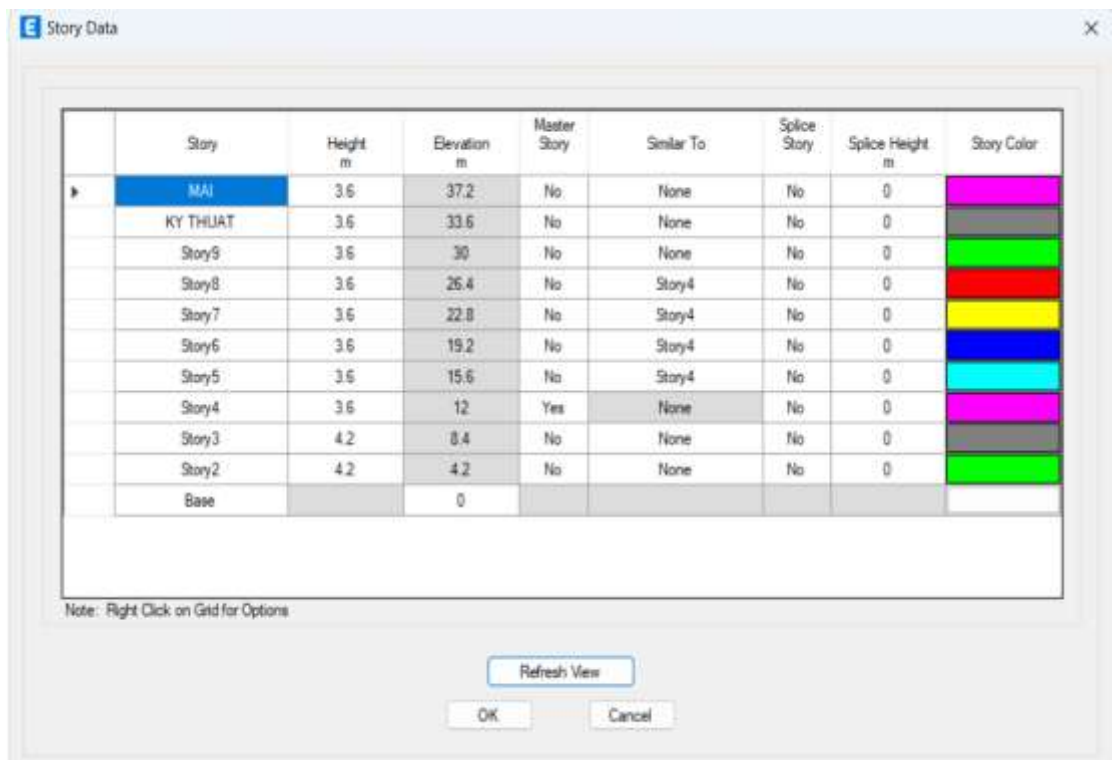
1.5 Các thao tác sử dụng phần mềm

- Bước 1: Thiết lập cơ bản, tạo lưới trục, cao độ tầng cho dự án.
- Bước 2: Định nghĩa vật liệu.
- Bước 3: Khai báo tiết diện cột, dầm, sàn, vách.
- Bước 4: Dựng mô hình cho dự án.
- Bước 5: Khai báo các trường hợp tải trọng, tổ hợp tải trọng.
- Bước 6: Gán tải trọng cho dự án.
- Bước 7: Kiểm tra mô hình.
- Bước 8: Gán tâm cứng, lựa chọn trường hợp phân tích.
- Bước 9: Chạy phân tích và xem kết quả phân tích.
- Bước 10: Xuất kết quả nội lực.

1.6 Ứng dụng phần mềm trong đồ án



Hình 6.6 Tạo Grid cho công trình



Hình 6.7 Tạo Level cho công trình

Material Property Data

General Data

Material Name: B25

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Blue] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 24.525 kN/m³

Mass per Unit Volume: 2.500854 kN-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 30000000 kN/m²

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.00001 1/C

Shear Modulus, G: 12500000 kN/m²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

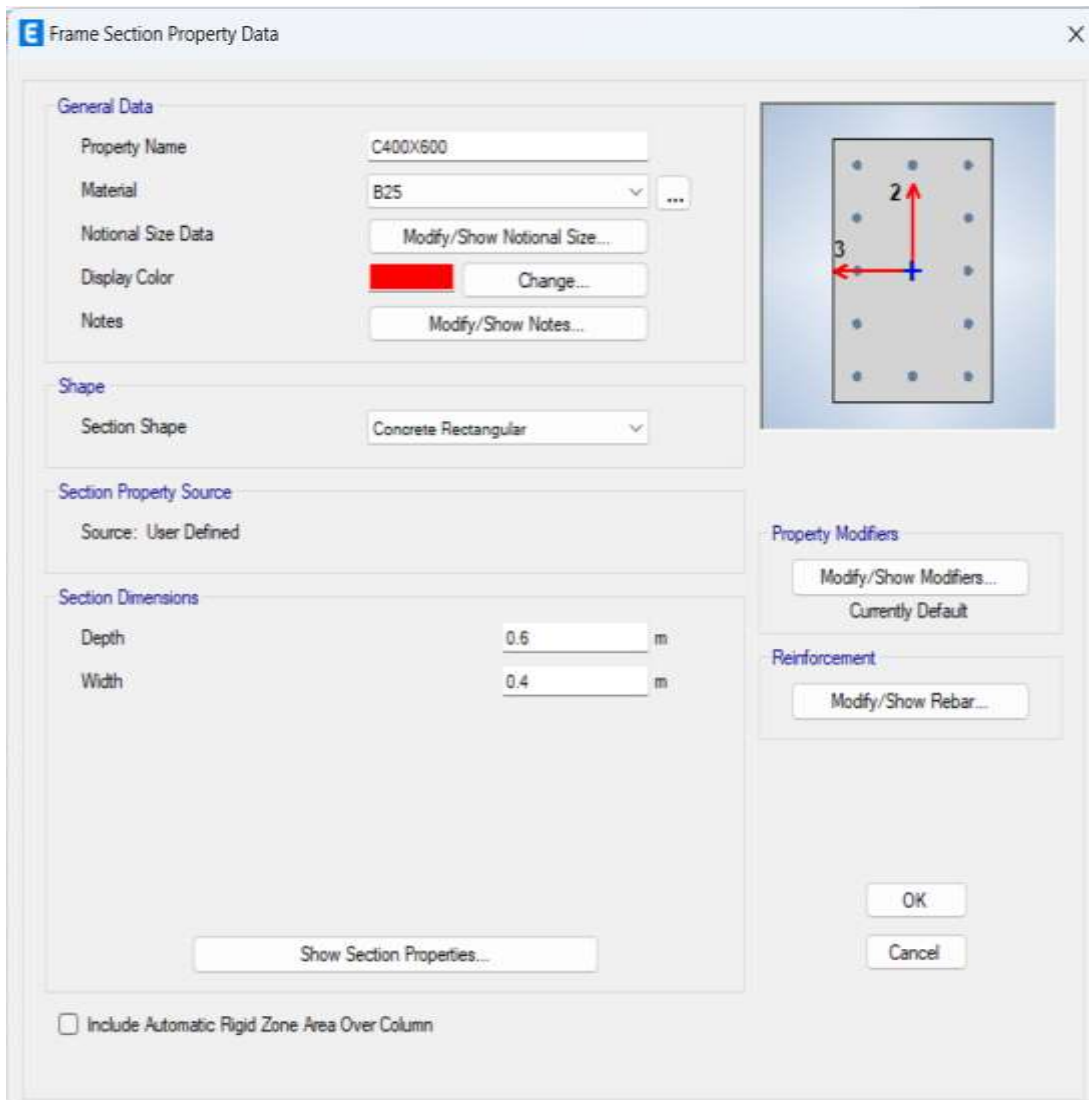
Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

Modulus of Rupture for Cracked Deflections

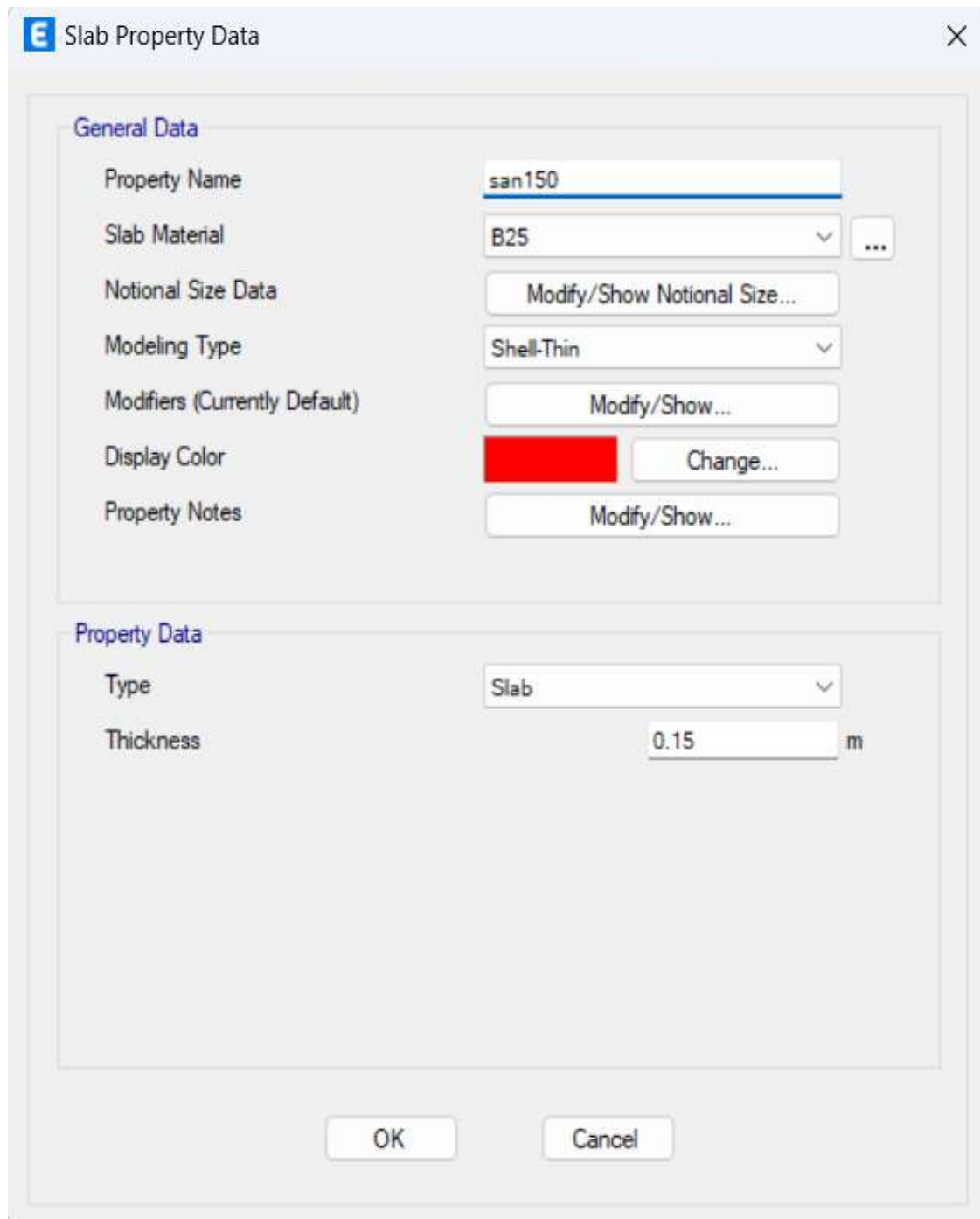
Program Default (Based on Concrete Slab Design Code) User Specified

OK Cancel

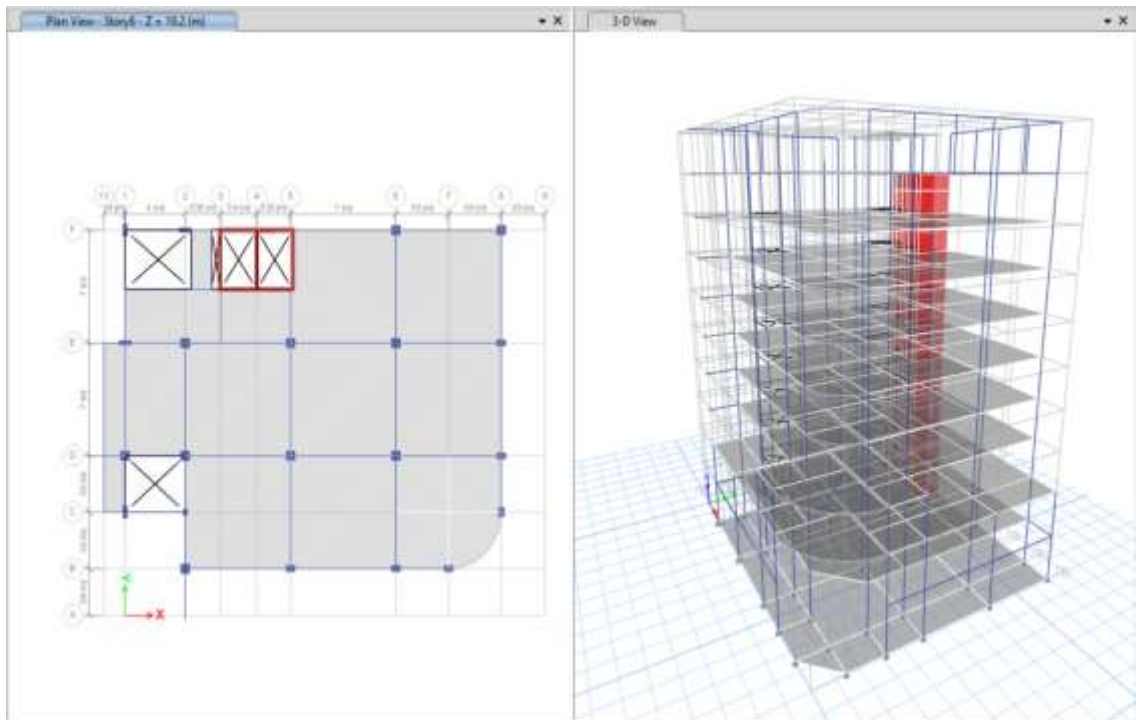
Hình 6.8 Tạo vật liệu



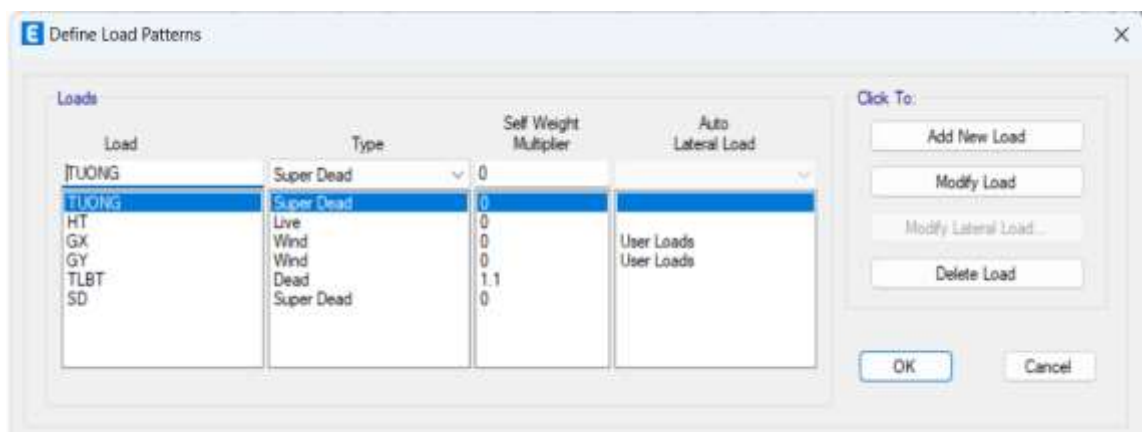
Hình 6.9 Tạo mặt cắt cho cấu kiện cột, dầm



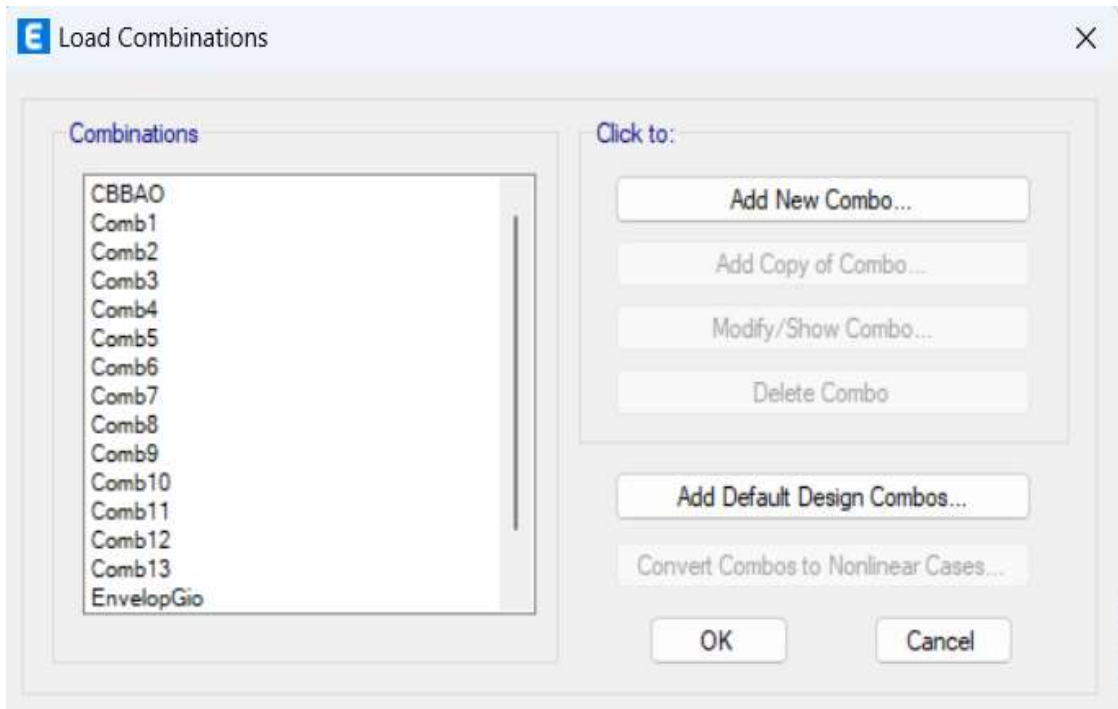
Hình 6.10 Tạo chiều dày sàn



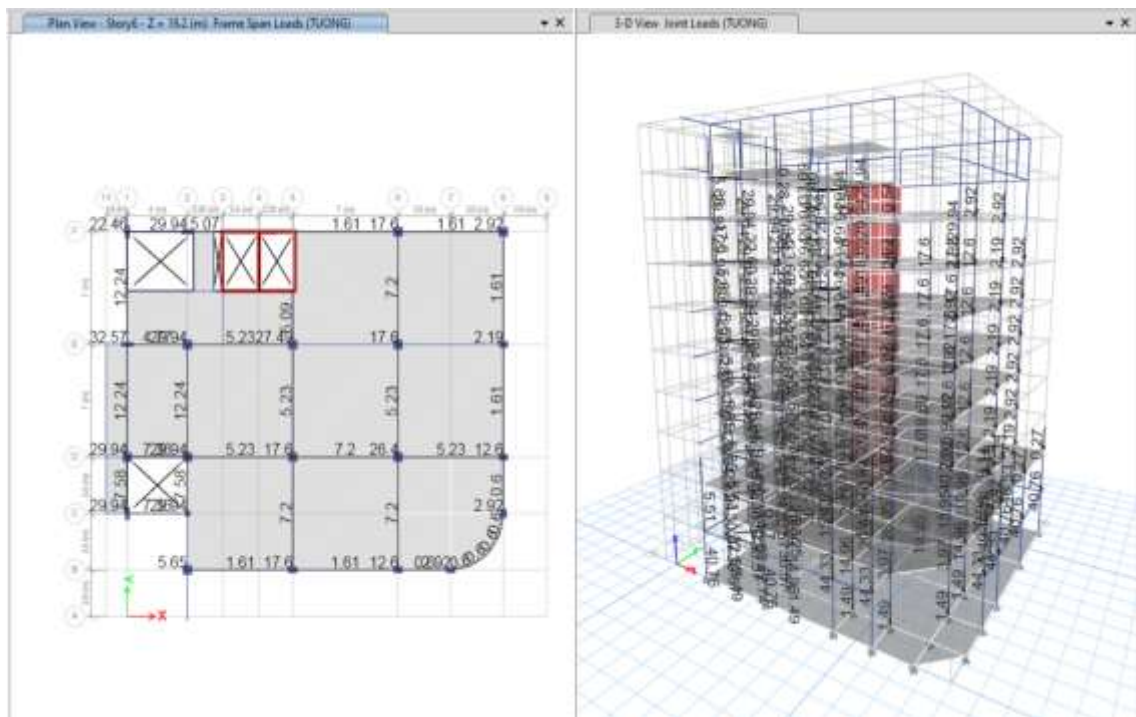
Hình 6.11 Dựng khung mô hình công trình



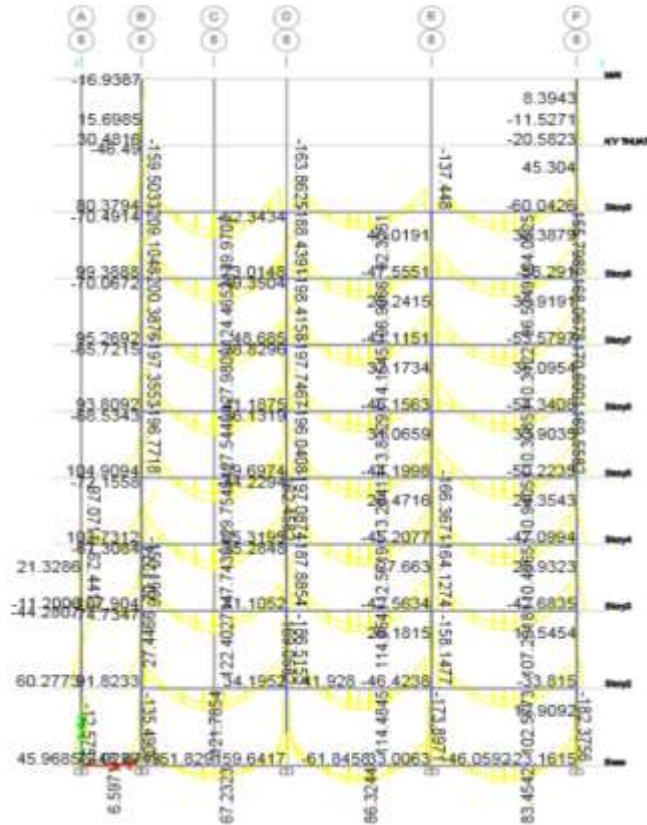
Hình 6.12 Khai báo tải trọng



Hình 6.13 Khai báo tổ hợp tải trọng



Hình 6.14 Gắn tải cho công trình



Hình 6.15 Xuất kết quả nội lực

Element Forces - Beams

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Element Forces - Beams

	Story	Beam	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Station m	P kN	V2 kN	V3 kN
▶	MAJ	B5	701	CBBAO	Combination	Max	0.3	-2.453134033...	-17.64984310...	1.746132851...
	MAJ	B5	701	CBBAO	Combination	Max	1.8	-2.453134033...	-14.41254310...	1.746132851...
	MAJ	B5	701	CBBAO	Combination	Max	3.3	-2.453134033...	-11.17524310...	1.746132851...
	MAJ	B5	701	CBBAO	Combination	Min	0.3	-10.58116191...	-26.40259246...	0.496700393...
	MAJ	B5	701	CBBAO	Combination	Min	1.8	-10.58116191...	-25.18529246...	0.496700393...
	MAJ	B5	701	CBBAO	Combination	Min	3.3	-10.58116191...	-21.92799246...	0.496700393...
	MAJ	B6	698	CBBAO	Combination	Max	0.15	0	-13.52630309...	2.037268131...
	MAJ	B6	698	CBBAO	Combination	Max	1	0	-11.69183309...	2.037268131...
	MAJ	B6	698	CBBAO	Combination	Max	1	0	-7.355794725...	5.820766091...
	MAJ	B6	698	CBBAO	Combination	Max	2	0	-5.197594725...	5.820766091...
	MAJ	B6	698	CBBAO	Combination	Max	2	0	0.519799891...	1.184153218...
	MAJ	B6	698	CBBAO	Combination	Max	3	0	2.677999891...	1.184153218...
	MAJ	B6	698	CBBAO	Combination	Max	3	0	6.975161230...	5.820766091...
	MAJ	B6	698	CBBAO	Combination	Max	3.85	0	8.809631230...	5.820766091...
	MAJ	B6	698	CBBAO	Combination	Min	0.15	0	-17.28724010...	-2.619344741...

Record: << < 1 > >> of 10724

Add Tables... Done

Hình 6.16 Xuất kết quả

CHUYÊN ĐỀ II. XÂY DỰNG CÔNG CỤ HỖ TRỢ TRIỂN KHAI BỐ TRÍ LƯỚI TRỤC TỰ ĐỘNG TRONG REVIT

2.1 Mục tiêu và phạm vi nghiên cứu

2.1.1 Sự cần thiết phát triển xây dựng chương trình

Trong quy trình thiết kế và mô hình hóa công trình bằng phần mềm Revit, hệ lưới trục đóng vai trò nền tảng quan trọng trong việc định vị các thành phần kết cấu như cột, dầm, sàn và móng. Việc thiết lập lưới trục thủ công không chỉ mất nhiều thời gian, mà còn tiềm ẩn nguy cơ sai sót, đặc biệt khi số lượng trục lớn hoặc khoảng cách không đều.

Ngoài ra, Revit không cung cấp sẵn công cụ cho phép người dùng nhập nhanh dữ liệu lưới theo dạng bảng tọa độ hoặc khoảng cách, điều này gây khó khăn trong việc điều chỉnh và kiểm soát hệ lưới. Đối với các công trình phức tạp hoặc đòi hỏi độ chính xác cao, việc thiết lập thủ công từng trục là không hiệu quả và dễ dẫn đến sai lệch.

Vì vậy, việc xây dựng một chương trình hỗ trợ khai báo và tạo lưới trục tự động trong Revit là rất cần thiết. Công cụ này không chỉ giúp tiết kiệm thời gian thiết kế, tăng độ chính xác mà còn đảm bảo tính đồng bộ giữa các mô hình và bản vẽ, hỗ trợ hiệu quả cho quá trình BIM hóa thông tin công trình.

2.1.2 Mục tiêu cần đạt được

- Tự động hóa quá trình khai báo và tạo các lưới trục (Grid) và cao độ (Level) trong môi trường Revit.
- Xây dựng giao diện người dùng thân thiện, cho phép người dùng dễ dàng nhập thông tin lưới trục và cao độ theo yêu cầu thiết kế.
- Tạo ra một công cụ hỗ trợ lập mô hình nhanh, giúp kỹ sư hoặc kiến trúc sư giảm thời gian thao tác thủ công khi thiết lập dự án mới.
- Cho phép định nghĩa linh hoạt các thuộc tính:
 - Với Level: nhập tên, cao độ, chiều cao.
 - Với Grid: khai báo ID trục và khoảng cách giữa các trục.
- Hỗ trợ tùy chỉnh các kiểu định danh trục, hướng vẽ trục (trái – phải, trên – dưới).
- Tích hợp dễ dàng vào Revit thông qua External Tools, tạo lưới và cao độ chính xác theo dữ liệu đã khai báo.
- Tăng tốc độ thiết kế mô hình cơ bản, đảm bảo tính đồng bộ và chính xác, đặc biệt hữu ích với các dự án có nhiều tầng hoặc hệ lưới phức tạp.

2.1.3 Phạm vi giới hạn cần đạt được

a. Phạm vi ứng dụng

Áp dụng cho các dự án mô hình hóa kiến trúc – kết cấu trong phần mềm Autodesk Revit.

Hỗ trợ tạo nhanh hệ thống lưới trục vuông góc hai phương (X và Y) cùng với các cao độ Level tầng từ dữ liệu đầu vào do người dùng nhập.

Phù hợp cho cả mô hình 2D và 3D trong giai đoạn thiết kế sơ bộ và triển khai chi tiết.

Có thể tích hợp vào Revit phiên bản 2020 trở lên, sử dụng được với plugin cài đặt ngoài dưới dạng Add-in.

b. Giới hạn hiện tại

Chỉ hỗ trợ hệ lưới hình chữ nhật đơn giản, chưa hỗ trợ các hệ lưới cong hoặc hình học phức tạp.

Không bao gồm tính năng kiểm tra va chạm hoặc tự động căn chỉnh các lưới với cấu kiện khác.

Không hỗ trợ tạo thêm các loại annotation hoặc các nhãn tự động liên kết với grid/level.

Tất cả dữ liệu (khoảng cách trục, cao độ, tên gọi) phải được người dùng nhập bằng tay, chưa có chức năng import từ file ngoài như Excel hoặc CSV.

Chưa tích hợp tính năng cảnh báo lỗi hoặc trùng lặp tên, cao độ khi nhập liệu.

2.2 Giao diện và cấu trúc mã nguồn

2.2.1 Mô hình kiến trúc tổng thể

Mô hình kiến trúc tổng thể trong dự án này là một hệ thống tạo khung trực xây dựng (gồm lưới trục và cao độ tầng) được lập trình tự động bằng ngôn ngữ C# tích hợp trong môi trường Autodesk Revit thông qua Revit API. Mô hình có vai trò như một nền tảng không gian ban đầu để phát triển các đối tượng kiến trúc, kết cấu và MEP sau này.

2.2.2 Lưới trục (Grids):

Bao gồm các trục theo phương X và phương Y, được định nghĩa thông qua tên trục và khoảng cách giữa các trục.

Người dùng có thể điều chỉnh hướng hiển thị trục từ trái sang phải hoặc phải sang trái, trên xuống dưới hoặc dưới lên trên.

Nhãn trục tự động tạo theo các quy tắc đặt tên (số cho X, chữ cái cho Y).

2.2.3 Cao độ tầng (Levels):

Các level được tạo dựa trên tên, cao độ (Elevation) và chiều cao tầng (Height).

Người dùng có thể thêm mới, chỉnh sửa hoặc xóa level trực tiếp từ giao diện nhập liệu.

Các Level được sử dụng để xác định ranh giới theo phương đứng cho các tầng kiến trúc/kết cấu.

2.2.4 Công nghệ sử dụng

Ngôn ngữ lập trình: C#

Môi trường phát triển: Visual Studio 2022

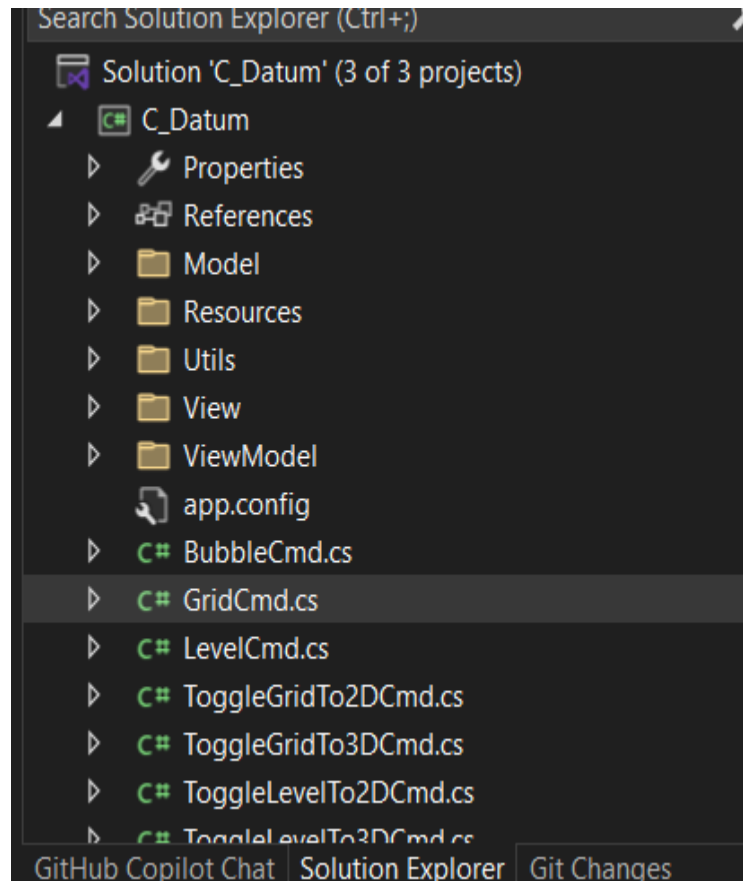
Phiên bản Revit: Revit 2022

Thư viện sử dụng:

- + RevitAPI.dll – Thư viện chính để thao tác với đối tượng mô hình.
- + RevitAPIUI.dll – Dùng để tương tác với giao diện người dùng trong Revit.
- + System.Windows.Controls – Dùng để xây dựng giao diện bằng WPF.

2.2.5 Code của các Modul

Lập trình theo mô hình MVVM (Model – View – ViewModel) để tăng hiệu quả của việc kiểm tra và bảo trì code.



Hình 6.17 Các Modul trong chương trình

2.2.5 Công cụ hỗ trợ vẽ lưới trục

a. Lập trình công cụ hỗ trợ vẽ Grid

- Lập trình Command chính

Để chương trình có thể chạy được, ta cần lập trình một đoạn mã kế thừa Interface `IExternalCommand` được cung cấp bởi Revit API, từ đó Revit có thể hiểu và khởi chạy được công cụ

```
using Autodesk.Revit.Attributes;  
using Autodesk.Revit.DB;  
using Autodesk.Revit.UI;  
using Autodesk.Revit.UI.Selection;  
using C_Datum.Model;  
using C_Datum.View;  
using C_Datum.ViewModel;  
using CRevit;  
using System;  
using System.Collections.Generic;  
using System.Linq;  
using System.Security.Cryptography.X509Certificates;  
using System.Text;  
using System.Threading.Tasks;  
using System.Windows.Navigation;  
using System.Windows.Controls;
```

```
using Grid = Autodesk.Revit.DB.Grid;
using GridView = C_Datum.View.GridView;

namespace C_Datum
{
    [Transaction(TransactionMode.Manual)]
    public class GridCmd : IExternalCommand
    {
        public Result Execute(ExternalCommandData commandData, ref string
message, ElementSet elements)
        {
            CReApp.Init(commandData);

            try
            {
                List<Grid> revitGrids = new
FilteredElementCollector(CReApp.Doc).OfClass(typeof(Grid)).WhereElementIsNotEle
mentType().Cast<Grid>().ToList();
                GridVM gridVM = new GridVM(revitGrids, Excute);
                GridView gridView = new GridView() { DataContext = gridVM };
                gridView.ShowDialog();

                return Result.Succeeded;
            }
            catch (Exception ex)
            {
                TaskDialog.Show("Warning", ex.Message);
                return Result.Failed;
            }
        }

        private void Excute(GridVM gridVM)
        {
            XYZ basePoint = CReApp.UiDoc.Selection.PickPoint();
            List<CGrid> XGrids = gridVM.XGrids.ToList();
            List<CGrid> YGrids = gridVM.YGrids.ToList();

            double XTotalSpacing = 0;
            double YTotalSpacing = 0;
            double XCurrentTotalSpacing = 0;
            double YCurrentTotalSpacing = 0;

            foreach (CGrid XGrid in XGrids) { XTotalSpacing += XGrid.Spacing; }
            foreach (CGrid YGrid in YGrids) { YTotalSpacing += YGrid.Spacing; }

            bool isFirst = true;

```

//Lập trình giao dịch (Transaction) tạo Grid trong Revit sử dụng Revit API

```
using (Transaction createGrid = new Transaction(CReApp.Doc, "Create
Grid"))
{
    createGrid.Start();
    XYZ originPoint, endPoint;
    foreach (var XGrid in XGrids)
    {
        XCurrentTotalSpacing += XGrid.Spacing;
        originPoint = new XYZ(basePoint.X - 1000.0/304.8,
basePoint.Y + (XCurrentTotalSpacing * 1000.0)/304.8, basePoint.Z);
        endPoint = new XYZ(originPoint.X + (YTotalSpacing *
1000.0)/304.8 + 2000.0/304.8, originPoint.Y, originPoint.Z);
        Line gridLine = Line.CreateBound(originPoint, endPoint);
        SetGridDisplay(gridVM, Grid.Create(CReApp.Doc, gridLine),
gridLine, isFirst);
        isFirst = false;
    }

    isFirst = true;
    foreach (var YGrid in YGrids)
    {
        YCurrentTotalSpacing += YGrid.Spacing;
        originPoint = new XYZ(basePoint.X + +(YCurrentTotalSpacing
* 1000.0)/304.8, basePoint.Y - 1000.0/304.8, basePoint.Z);
        endPoint = new XYZ(originPoint.X, originPoint.Y +
(XTotalSpacing * 1000.0)/304.8 + 2000.0/304.8, originPoint.Z);
        Line gridLine = Line.CreateBound(originPoint, endPoint);
        SetGridDisplay(gridVM, Grid.Create(CReApp.Doc, gridLine),
gridLine, isFirst);
        isFirst = false;
    }

    createGrid.Commit();
}
}
```

//Lập trình hiển thị Bubble cho Grids

```
public Grid SetGridDisplay(GridVM gridVM, Grid grid, Line line, bool
isFirst)
{
    if (Math.Abs(line.Direction.Normalize().DotProduct(XYZ.BasisY)) <
10E-3)
    {
        if (isFirst)
        {
            if (gridVM.XGridLabel == "1, 2, 3,...")
            {
                grid.Name = "1";
            }
        }
    }
}
```

```
        }
        else
        {
            grid.Name = "A";
        }
    }
}
else if
(Math.Abs(line.Direction.Normalize().DotProduct(XYZ.BasisX)) < 10E-3)
{
    if (isFirst)
    {
        if (gridVM.XGridLabel == "1, 2, 3,...")
        {
            grid.Name = "A";
        }
        else
        {
            grid.Name = "1";
        }
    }
}
return grid;
}
}
}
```

- **Lập trình sự kiện thêm Grid trong giao diện:**

```
public ICommand AddXGridCmd => new RelayCommand(AddXGrid);
void AddXGrid()
{
    if (XGridLabel == "1, 2, 3,...")
    {
        if (XGrids.Any())
        {
            XGrids.Add(new CGrid()
            {
                Id = (1 + XGrids.Count).ToString(),
                Spacing = 4
            });
        }
        else
        {
            XGrids.Add(new CGrid()
            {
                Id = (1 + XGrids.Count).ToString(),
                Spacing = 0
            });
        }
    }
}
```

```
    }
    else
    {
        if (XGrids.Any())
        {
            XGrids.Add(new CGrid()
            {
                Id = Convert.ToChar(65 + XGrids.Count).ToString(),
                Spacing = 4
            });
        }
        else
        {
            XGrids.Add(new CGrid()
            {
                Id = (1 + XGrids.Count).ToString(),
                Spacing = 0
            });
        }
    }
}

public ICommand AddYGridCmd => new RelayCommand(AddYGrid);
void AddYGrid()
{
    if (YGridLabel == "1, 2, 3,...")
    {
        if (YGrids.Any())
        {
            YGrids.Add(new CGrid()
            {
                Id = (1 + YGrids.Count).ToString(),
                Spacing = 4
            });
        }
        else
        {
            YGrids.Add(new CGrid()
            {
                Id = (1 + YGrids.Count).ToString(),
                Spacing = 0
            });
        }
    }
    else
    {
        if (YGrids.Any())
        {
            YGrids.Add(new CGrid()
            {
                Id = Convert.ToChar(65 + YGrids.Count).ToString(),
```

```
        Spacing = 4
    });
}
else
{
    YGrids.Add(new CGrid()
    {
        Id = Convert.ToChar(65 + YGrids.Count).ToString(),
        Spacing = 0
    });
}
}
}

//Lập trình lấy tất cả Grid trong giao diện làm việc của Revit và phân loại theo
phương X và theo phương Y:
public static (List<Grid> xGrids, List<Grid> yGrids) ClassifyGrids(List<Grid>
grids = null)
{
    if (grids == null)
    {
        grids =
CReApp.FilteredElementCollector<Grid>(BuiltInCategory.OST_Grids, false);
    }

    return (grids.Where(x => Math.Abs((x.Curve.GetEndPoint(1) -
x.Curve.GetEndPoint(0)).Normalize().DotProduct(XYZ.BasisY)) < 1E-09).OrderBy(x
=> x.Curve.GetEndPoint(0).Y).ToList(),
        grids.Where(x => Math.Abs((x.Curve.GetEndPoint(1) -
x.Curve.GetEndPoint(0)).Normalize().DotProduct(XYZ.BasisX)) < 1E-09).OrderBy(x
=> x.Curve.GetEndPoint(0).X).ToList());
}
}
```

b. Lập trình công cụ hỗ trợ vẽ Level

- Lập trình Command liên kết với Revit

```
using Autodesk.Revit.Attributes;
using Autodesk.Revit.DB;
using Autodesk.Revit.UI;
using C_Datum.Model;
using C_Datum.Utills;
using C_Datum.View;
using C_Datum.ViewModel;
using CRevit;
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;

namespace C_Datum
```

```
{
    [Transaction(TransactionMode.Manual)]
    public class LevelCmd : IExternalCommand
    {
        public List<Level> RevitLevels { get; set; }
        public Result Execute(ExternalCommandData commandData, ref
string message, ElementSet elements)
        {
            CReApp.Init(commandData);
            try
            {
                RevitLevels = LevelUtils.RevitLevels(CReApp.Doc);
                LevelVM levelVM = new
LevelVM(LevelUtils.ToCLevels(RevitLevels), Excute);

                LevelView levelView = new LevelView() { DataContext =
levelVM };

                levelView.ShowDialog();

                return Result.Succeeded;
            }
            catch (Exception ex)
            {
                TaskDialog.Show("Warning", ex.Message);
                return Result.Failed;
            }
        }
        void Excute(LevelVM levelVM)
        {
```

//Lập trình giao dịch để thao tác với Revit

```
            using(Transaction createLevel = new
Transaction(CReApp.Doc, "Create Level"))
            {
                createLevel.Start();

                foreach (var level in levelVM.CLevels)
                {
                    if (IsLevelExisting(level)) continue;
                    Level.Create(CReApp.Doc, level.Elevation/304.8);
                }

                createLevel.Commit();
            }
        }
        bool IsLevelExisting(CLevel lev)
        {
            foreach (var level in RevitLevels)
            {
```

```
        if (lev.Elevation - level.Elevation / 304.8 < 10E-5)
            return true;
        }
        return false;
    }
}
```

- Lập trình sự kiện cho giao diện:

+ Lập trình sự kiện thêm lưới vào trong giao diện (Nút Add Below)

```
public ICommand AddBelowCmd => new RelayCommand(() =>
{
    CLevels.Insert(SelectedLevel.Index + 1, new CLevel()
    {
        Index = SelectedLevel.Index + 1,
        Name = "Level" + (SelectedLevel.Index + 1).ToString(),
        Height = CLevels.Last().Height,
        Elevation = CLevels.Last().Elevation + CLevels.Last().Height,
    }); GenerateLevelName();
});
public ICommand AddEndCmd => new RelayCommand(() =>
{
    CLevels.Add(new CLevel()
    {
        Name = "Level" + (CLevels.Count + 1).ToString(),
        Height = CLevels.Last().Height,
        Elevation = CLevels.Last().Elevation + CLevels.Last().Height,
    }); GenerateLevelName();
});
```

+ Lập trình sự kiện xóa Level

```
public ICommand RemoveLevelCmd => new RelayCommand(() =>
{
    if (SelectedLevel == null)
    {
        CLevels.Remove(CLevels.Last());
    }
    else
    {
        CLevels.Remove(SelectedLevel);
    }
    GenerateLevelName();
});
```

+ Sự kiện khi thay đổi giá trị của các ô trong giao diện :

```
public void HandleCellEditEnding(object sender, DataGridCellEditEndingEventArgs e)
{

```

```
if (e.EditAction == DataGridViewEditAction.Commit)
{
    //Retrive column edited index
    var colIndex = e.Column.DisplayIndex;

    //Retrive datagrid row
    var editedCLevel = e.Row.Item as CLevel;

    switch (colIndex)
    {
        case 0:
            break;
        case 1:
            break;
        case 2:
            break;
    }

    if (editedCLevel != null)
    {
        switch (e.Column.Header.ToString())
        {
            case "Story":
                editedCLevel.Name = (e.EditingElement as TextBox).Text;
                break;
            case "Height":
                double height;
                if (double.TryParse((e.EditingElement as TextBox).Text, out
height))
                {
                    editedCLevel.Height = height;
                }

                //update elevation depend on height

                break;
            case "Elevation":
                double elevation;
                if (double.TryParse((e.EditingElement as TextBox).Text, out
elevation))
                {
                    editedCLevel.Elevation = elevation;
                }
                break;
        }
    }
}
```

//Truy xuất Level và Level Type trong Revit:

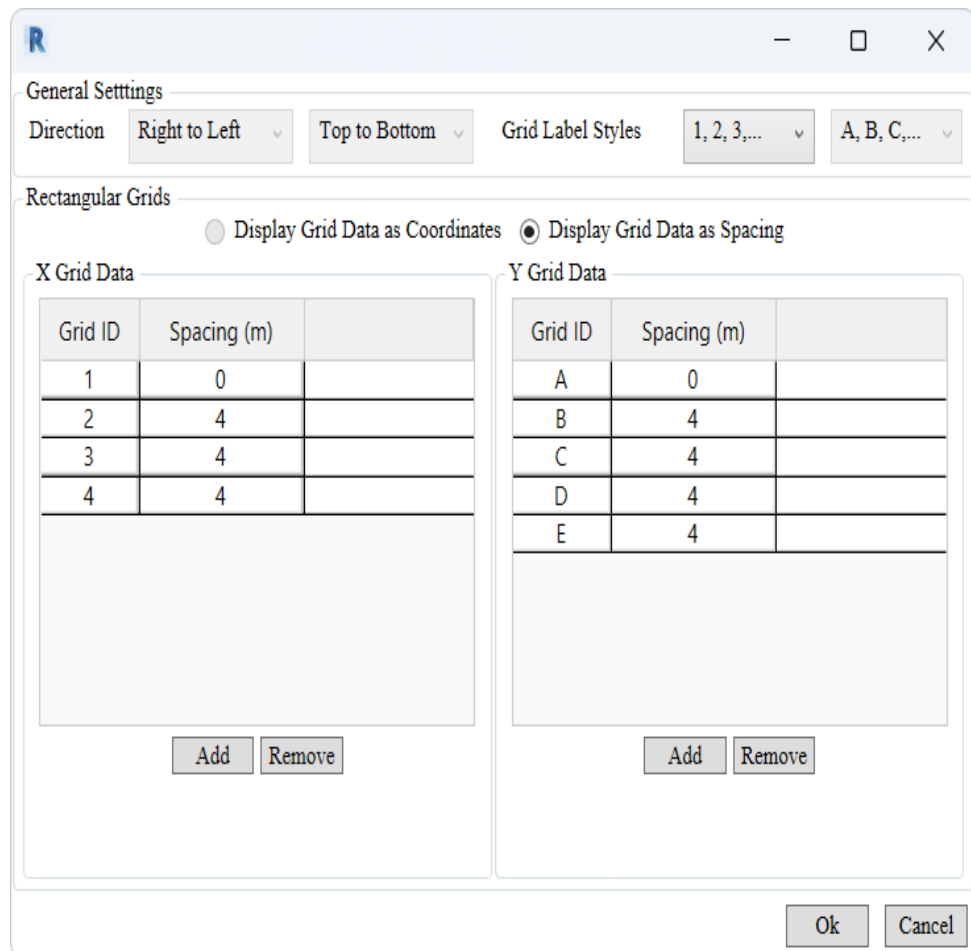
```
public static List<Level> RevitLevels(Document doc)
{
    return new FilteredElementCollector(doc)
        .OfCategory(BuiltInCategory.OST_Levels)
        .WhereElementIsNotElementType()
        .OrderBy(ele => (ele as Level).Elevation)
        .Cast<Level>()
        .ToList();
}
public static List<LevelType> RevitLevelTypes(Document doc)
{
    return new FilteredElementCollector(doc)
        .OfClass(typeof(LevelType))
        .OfCategory(BuiltInCategory.OST_Levels)
        .WhereElementIsElementType()
        .Cast<LevelType>()
        .ToList();
}
```

2.2.6 Giao diện chương trình

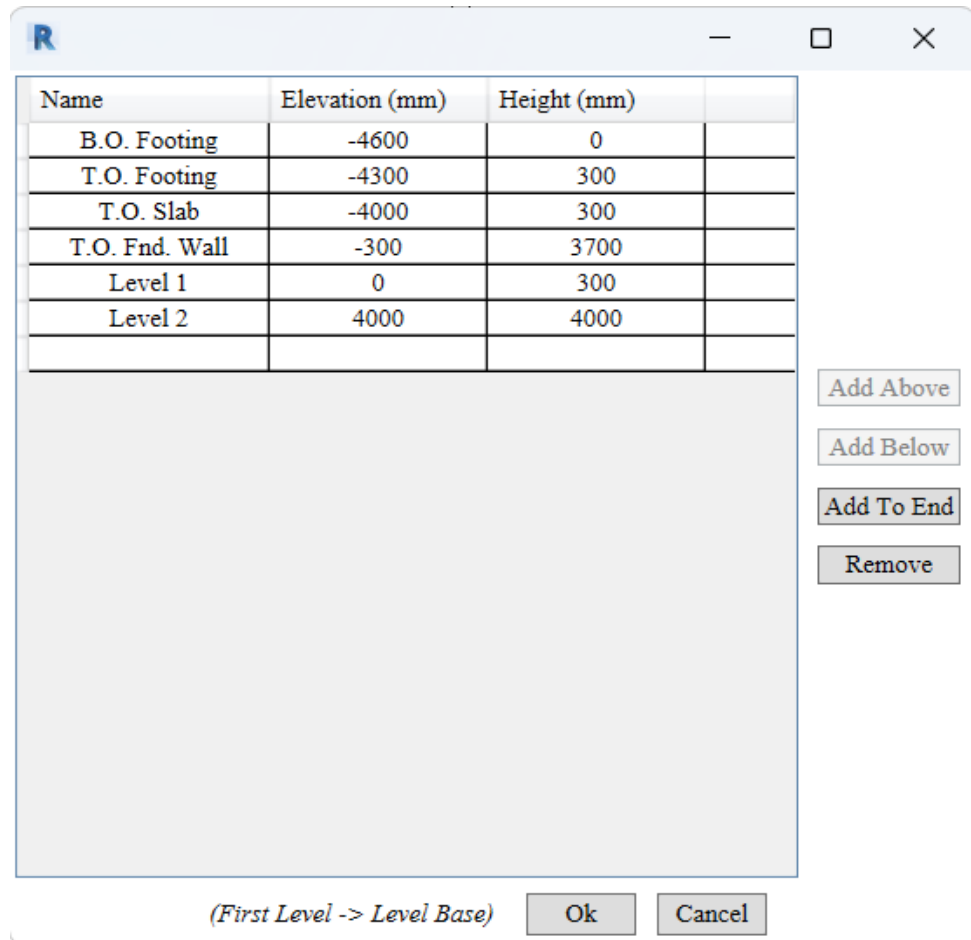
Giao diện người dùng của chương trình được xây dựng bằng công nghệ WPF với mục tiêu đơn giản, trực quan và dễ sử dụng. Giao diện chia thành hai phần chính:

- Nhập lưới trục (Grid): Cho phép người dùng thiết lập số lượng trục, tên trục và khoảng cách theo phương X và Y.
- Nhập cao độ (Level): Cung cấp bảng nhập tên tầng, cao độ và chiều cao tầng để tạo các Level trong Revit.

Người dùng có thể nhập dữ liệu trực tiếp trong bảng, sau đó nhấn "Tạo lưới" để chương trình tự động dựng khung trục vào mô hình Revit.



Hình 6.18 Giao diện tạo Grid trong Revit



Hình 6.19 Giao diện tạo Level trong Revit

2.3 Mô phỏng và kết quả thực tế

2.3.1 Các bước thực hiện

Bước 1: Mở dự án trong Revit

- Khởi động Revit 2022, mở một dự án có sẵn hoặc tạo mới.
- Kiểm tra rằng dự án chưa có hệ lưới hoặc cao độ.

Bước 2: Kích hoạt Add-in

- Vào tab Add-Ins trên thanh Ribbon.
- Nhấn chọn lệnh 'Tạo lưới khung trục'.

Bước 3: Nhập thông tin lưới trục

- Nhập tên các trục theo phương X và Y.
- Nhập khoảng cách giữa các trục.

Bước 4: Nhập thông tin cao độ (Level)

- Nhập tên tầng, cao độ và chiều cao tầng.

Bước 5: Xác nhận tạo lưới và cao độ

- Nhấn nút 'Tạo lưới' hoặc 'Tạo Level'.

Bước 6: Kiểm tra kết quả trong Revit

- Quan sát trong mặt bằng hoặc mặt cắt để thấy lưới và level đã tạo.

2.3.2 So sánh kết quả

Bảng 6.16 So sánh công cụ với thao tác thực tế

Tiêu chí đánh giá	Thủ công trong Revit	Sử dụng công cụ Add-in
Thời gian thao tác	15 – 30 phút	1 – 2 phút
Độ chính xác vị trí trục	Dễ sai khoảng cách	Chính xác tuyệt đối
Khả năng chỉnh sửa hàng loạt	Khó chỉnh từng trục	Hiệu chỉnh dễ dàng
Đồng bộ lưới và level	Dễ lệch cốt	Luôn đồng bộ đúng cao độ
Tính linh hoạt	Giới hạn	Tùy biến cao
Nguy cơ sai sót	Cao	Hạn chế tối đa
Hiển thị giao diện	Không có	Có giao diện rõ ràng
Khả năng tái sử dụng	Phải làm lại	Dùng lại được cho nhiều dự án

2.3.3 Ưu nhược điểm và đóng góp công cụ

Ưu điểm:

- Tự động hóa cao: Tạo lưới trục và cao độ nhanh chóng, tiết kiệm thời gian.
- Chính xác tuyệt đối: Khoảng cách và cao độ được tạo theo dữ liệu đầu vào, không sai số.
- Giao diện thân thiện: Dễ thao tác, rõ ràng và trực quan.
- Tùy biến linh hoạt: Cho phép nhập tên trục, khoảng cách và cao độ tự do.
- Tăng năng suất: Giảm từ 80–90% thời gian so với vẽ tay từng trục và cao độ.
- Dễ bảo trì và mở rộng: Code tổ chức rõ ràng, thuận tiện phát triển tiếp.

Nhược điểm:

- Chỉ phù hợp với lưới và cao độ cơ bản, không hỗ trợ lưới cong hay nghiêng.
- Chưa tích hợp tính năng xuất bảng thống kê.
- Phụ thuộc vào cấu trúc dự án Revit chuẩn.
- Chưa có Undo/Redo riêng cho công cụ, phải sử dụng Revit.

2.4 Kết luận và hướng phát triển

2.4.1 Kết luận

Công cụ Add-in tạo lưới khung trục trong Revit đã hoàn thành đúng mục tiêu đề ra, giúp tự động hóa quá trình tạo lưới trục và cao độ một cách nhanh chóng và chính xác. Giao diện nhập liệu trực quan giúp người dùng thao tác dễ dàng, tiết kiệm thời gian và giảm thiểu sai sót trong thiết kế. Công cụ đặc biệt phù hợp với các dự án sử dụng hệ lưới hình chữ nhật cơ bản, góp phần nâng cao hiệu quả làm việc của kỹ sư thiết kế.

2.4.2 Hướng phát triển

- Tích hợp Undo/Redo riêng cho công cụ để thao tác an toàn hơn.
- Thêm chức năng xuất bảng thống kê trực và cao độ ra Excel hoặc Schedule.
- Mở rộng khả năng tạo lưới cong, xiên hoặc không đều.
- Cho phép nhập và đồng bộ dữ liệu từ Excel hoặc phần mềm quản lý BIM.
- Bổ sung tính năng xóa và hiệu chỉnh hàng loạt trực và cao độ đã tạo.

KẾT LUẬN

Đồ án tốt nghiệp “Thiết kế công trình Trung tâm điều hành Viễn thông – Công nghệ thông tin Viễn thông Long An, tỉnh Long An” đã giúp em hệ thống hóa, vận dụng toàn bộ kiến thức chuyên môn đã học vào một công trình thực tế. Trong quá trình thực hiện, đồ án đã đạt được các kết quả sau:

- Nắm vững và thể hiện được kiến trúc tổng thể của công trình, phù hợp với chức năng sử dụng và điều kiện thực tế của địa phương.
- Thực hiện thiết kế mặt bằng tổng thể và bố trí các không gian chức năng một cách khoa học, đảm bảo yêu cầu thẩm mỹ, kỹ thuật và công năng.
- Tính toán và bố trí cốt thép cho sàn tầng 6 và cầu thang tầng 2 theo đúng tiêu chuẩn thiết kế hiện hành.
- Tính toán thiết kế khung trục 6 và móng công trình đảm bảo khả năng chịu lực và an toàn lâu dài.
- Ứng dụng phần mềm ETABS trong mô phỏng, phân tích nội lực, tính toán kết cấu công trình đạt hiệu quả và độ chính xác cao.
- Xây dựng công cụ hỗ trợ tự động hóa bố trí lưới trục trong phần mềm Revit, góp phần nâng cao năng suất và tính chuyên nghiệp trong triển khai mô hình thông tin công trình (BIM).

Dù đã cố gắng hoàn thành tốt nhiệm vụ được giao, do giới hạn về thời gian và kinh nghiệm thực tế, đồ án chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót. Em mong nhận được sự góp ý từ quý thầy cô để có thể hoàn thiện hơn về chuyên môn và kỹ năng nghề nghiệp trong tương lai.

Em xin chân thành cảm ơn sự hướng dẫn tận tình của thầy TS. Vũ Huy Công và thầy ThS. Phạm Lý Triều, cùng quý thầy cô Khoa Xây dựng Công trình Thủy – Trường Đại học Bách Khoa – Đại học Đà Nẵng đã hỗ trợ em trong suốt quá trình học tập và thực hiện đồ án.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Xây dựng. (2018). *TCVN 5574:2018 – Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – Tiêu chuẩn thiết kế*. Hà Nội: Nhà xuất bản Xây dựng.
2. Bộ Xây dựng. (2023). *TCVN 2737:2023 – Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế*. Hà Nội: Nhà xuất bản Xây dựng.
3. Bộ Xây dựng. (2012). *TCVN 9386:2012 – Thiết kế công trình chịu động đất – Tiêu chuẩn thiết kế*. Hà Nội: Nhà xuất bản Xây dựng.
4. Bộ Xây dựng. (2014). *TCVN 10304:2014 – Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế*. Hà Nội: Nhà xuất bản Xây dựng.
5. Bộ Xây dựng. (2012). *TCVN 9395:2012 – Cọc khoan nhồi – Thi công và nghiệm thu*. Hà Nội: Nhà xuất bản Xây dựng.
6. Nguyễn Văn Quảng. (2015). *Kết cấu bê tông cốt thép – Tập 1, 2*. Hà Nội: Nhà xuất bản Xây dựng.
7. Phạm Duy Hòa. (2016). *Kết cấu nhà cao tầng*. Hà Nội: Trường Đại học Xây dựng.
8. Trường Đại học Bách Khoa – Đại học Đà Nẵng. (2017). *Hướng dẫn trích dẫn và lập danh mục tài liệu tham khảo*. Số 30/HD-ĐHBK, ngày 09/01/2017.

PHỤ LỤC 1

Phụ Lục 1. 1 Bảng tra giá trị $k(z_e)$

Độ cao tương đương z_e , m	Giá trị $k(z_e)$ đối với các dạng địa hình		
	A	B	C
5	1,05	0,87	0,59
10	1,18	1,00	0,72
15	1,27	1,09	0,81
20	1,33	1,16	0,88
30	1,43	1,26	0,98
40	1,50	1,34	1,07
50	1,56	1,40	1,14
60	1,61	1,46	1,20
80	1,69	1,55	1,30
100	1,76	1,63	1,39
150	1,89	1,77	1,56
200	1,99	1,88	1,69
250	1,99	1,97	1,80
300	1,99	1,97	1,90
350	1,99	1,97	1,98
400	1,99	1,97	1,98

CHÚ THÍCH 1: Đối với các độ cao tương đương z_e trung gian cho phép xác định giá trị $k(z_e)$ bằng cách nội suy tuyến tính.

CHÚ THÍCH 2: Khi xác định tải trọng gió cho một công trình, các dạng địa hình có thể khác nhau theo hướng gió khác nhau.

Phụ Lục 1. 2 Tính toán thép sàn tầng điển hình

Ô sàn	Vị trí		M	h _o	a	ξ	As	Chọn thép				A _{stt}	U _{tt}	Ktr
			kN/m	cm			(cm ²)	Ø	a	Ø	a	(cm ²)	%	
S1	MI	GỒI	18,6	13	0,075903	0,98064985	4,168575	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
		NHỊP	13,4	13	0,054683	0,98613714	2,986456	10	200			3,926991	0,302076	Đạt
		GỒI	18,81	13	0,07676	0,98042693	4,216598	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
	MII	GỒI	20	13	0,081616	0,97916177	4,48915	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
		NHỊP	13,32	13	0,054356	0,98622108	2,968374	10	200			3,926991	0,302076	Đạt
		GỒI	20,4	13	0,083248	0,97873575	4,580926	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
S2	MI	GỒI	18,245	13	0,074454	0,98102646	4,087443	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
		NHỊP	11	13	0,044889	0,98864895	2,44534	10	200			3,926991	0,302076	Đạt
		GỒI	17,426	13	0,071112	0,98189417	3,900512	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
	MII	GỒI	10	13	0,040808	0,98969174	2,220694	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
		NHỊP	12,227	13	0,049896	0,98736641	2,721637	10	200			3,926991	0,302076	Đạt
		GỒI	17	13	0,069374	0,9823449	3,803413	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
S3	MI	GỒI	17,102	13	0,06979	0,98223702	3,826654	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
		NHỊP	12,396	13	0,050586	0,98718949	2,759749	10	200			3,926991	0,302076	Đạt
		GỒI	22,24	13	0,090757	0,97677117	5,004153	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
	MII	GỒI	20,4	13	0,083248	0,97873575	4,580926	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
		NHỊP	12,063	13	0,049227	0,98753803	2,684665	10	200			3,926991	0,302076	Đạt
		GỒI	18,18	13	0,074189	0,98109538	4,072595	10	150			5,235988	0,402768	Đạt

S4	MI	GỎI	19,5	13	0,079576	0,97969376	4,374545	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
		NHỊP	13,02	13	0,053132	0,98653571	2,900593	10	200			3,926991	0,302076	Đạt
		GỎI	12,165	13	0,049643	0,9874313	2,707658	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
	MII	GỎI	20,218	13	0,082506	0,97892964	4,539158	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
		NHỊP	12,57	13	0,051296	0,98700728	2,799004	10	200			3,926991	0,302076	Đạt
		GỎI	18,882	13	0,077054	0,98035048	4,233068	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
S5	MI	GỎI	20,47	13	0,083534	0,97866116	4,596996	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
		NHỊP	11,549	13	0,047129	0,98807552	2,568874	10	200			3,926991	0,302076	Đạt
		GỎI	19,937	13	0,081359	0,97922883	4,474703	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
	MII	GỎI	17,335	13	0,070741	0,98199049	3,879763	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
		NHỊP	11,96	13	0,048806	0,98764578	2,661452	10	200			3,926991	0,302076	Đạt
		GỎI	18,22	13	0,074352	0,98105297	4,081732	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
S6	MI	GỎI	16,663	13	0,067998	0,98270116	3,726665	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
		NHỊP	13,251	13	0,054075	0,98629346	2,95278	10	200			3,926991	0,302076	Đạt
		GỎI	21,426	13	0,087435	0,97764128	4,816706	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
	MII	GỎI	21,207	13	0,086542	0,97787511	4,766334	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
		NHỊP	14,077	13	0,057445	0,98542625	3,139602	10	200			3,926991	0,302076	Đạt
		GỎI	12,825	13	0,052336	0,98674011	2,856559	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
S7	MI	GỎI	4,498	13	0,018355	0,99538989	0,99315	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
		NHỊP	3,02	13	0,012324	0,99690944	0,665794	10	200			3,926991	0,302076	Đạt
		GỎI	8,658	13	0,035332	0,99108768	1,919969	10	150			5,235988	0,402768	Đạt

	MII	GỎI	3,768	13	0,015376	0,99614099	0,83134	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
NHỊP		1,33	13	0,005427	0,99864129	0,292705	10	200			3,926991	0,302076	Đạt	
GỎI		17,8	13	0,072638	0,98149812	3,985833	10	150			5,235988	0,402768	Đạt	
S8	MI	GỎI	20,07	13	0,081902	0,97908724	4,505205	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
		NHỊP	11,043	13	0,045064	0,98860406	2,45501	10	200			3,926991	0,302076	Đạt
		GỎI	14,387	13	0,05871	0,98510038	3,209803	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
	MII	GỎI	16,85	13	0,068761	0,9825035	3,769245	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
		NHỊP	8,645	13	0,035279	0,99110118	1,91706	10	200			3,926991	0,302076	Đạt
		GỎI	10,001	13	0,040812	0,9896907	2,220918	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
	MI	GỎI	16,986	13	0,069316	0,9823597	3,800224	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
		NHỊP	12,06	13	0,049214	0,98754117	2,683989	10	200			3,926991	0,302076	Đạt
		GỎI	11,456	13	0,04675	0,9881727	2,547937	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
S9	MII	GỎI	18,89	13	0,077086	0,98034199	4,234898	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
		NHỊP	12,256	13	0,050014	0,98733605	2,728176	10	200			3,926991	0,302076	Đạt
		GỎI	11,012	13	0,044938	0,98863643	2,448038	10	150			5,235988	0,402768	Đạt
S11	MI	GỎI	11,536	8	0,12431	0,96789146	4,256676	10	150			5,235988	0,654498	Đạt
		NHỊP	6,425	8	0,069235	0,98238084	2,335798	10	200			3,926991	0,490874	Đạt
		GỎI	12,361	8	0,1332	0,96551036	4,572341	10	150			5,235988	0,654498	Đạt
	MII	GỎI	5,215	8	0,056196	0,98574785	1,889428	10	150			5,235988	0,654498	Đạt
		NHỊP	3,897	8	0,041994	0,98938902	1,406712	10	200			3,926991	0,490874	Đạt
		GỎI	8,081	8	0,08708	0,9777343	2,951795	10	150			5,235988	0,654498	Đạt

S12	MI	GỒI	6,62	8	0,071336	0,98183602	2,408025	10	150			5,235988	0,654498	Đạt
		NHỊP	3,009	8	0,032425	0,99182706	1,083498	10	200			3,926991	0,490874	Đạt
		GỒI	9,06	8	0,097629	0,97496597	3,318797	10	150			5,235988	0,654498	Đạt
	MII	GỒI	9,628	8	0,10375	0,97335241	3,53271	10	150			5,235988	0,654498	Đạt
		NHỊP	5,9	8	0,063578	0,98384461	2,141744	10	200			3,926991	0,490874	Đạt
		GỒI	7,86	8	0,084698	0,97835701	2,869242	10	150			5,235988	0,654498	Đạt

Phụ Lục 1. 3 Sơ bộ tiết diện cột

Tầng	Vị trí	Tên cột	K	S (m)	N (kN)	R _b kN/m ²	A (mm)	Chọn		λ	ktra
								b	h		
1	Cột góc	CA2,CF9	1,5	3,8425	138,33	14500	0,01431	0,4	0,4	4,5	Thỏa
		CF1	1,5	11,1125	1466,85	14500	0,151743	0,3	0,8	6,0	Thỏa
		CA5,CF9	1,5	9,135	328,86	14500	0,03402	0,4	0,4	4,5	Thỏa
	Cột biên	CE1	1,3	10,8	1425,6	14500	0,127812	0,3	0,8	6,0	Thỏa
		CF2,CC1	1,3	10,0625	1328,25	14500	0,119084	0,3	0,8	6,0	Thỏa
		CF6,CF8	1,3	24,5	3234	14500	0,289945	0,6	0,6	3,0	Thỏa
		CD1	1,3	9,5	1254	14500	0,112428	0,6	0,6	3,0	Thỏa
	Cột trong	CB2	1,2	10,1024	1333,517	14500	0,11036	0,6	0,6	3,0	Thỏa
		CD5,CE5	1,2	48,475	6398,7	14500	0,529548	0,6	0,6	3,0	Thỏa
		CD2,CD6,CE2,CE6	1,2	38,5	5082	14500	0,420579	0,6	0,6	3,0	Thỏa
		CE5	1,2	37,395	4936,14	14500	0,408508	0,6	0,6	3,0	Thỏa
	4	Cột góc	CB2	1,5	6,2125	521,85	14500	0,053984	0,6	0,6	3,0
CF1			1,5	7	588	14500	0,060828	0,3	0,8	6,0	Thỏa
CF8			1,5	12,25	1029	14500	0,106448	0,6	0,6	3,0	Thỏa
Cột biên		CE1	1,3	10,8	907,2	14500	0,081335	0,3	0,8	6,0	Thỏa
		CF2,CC1	1,3	10,0625	845,25	14500	0,075781	0,3	0,8	6,0	Thỏa
		CF6,CF8	1,3	24,5	2058	14500	0,18451	0,6	0,6	3,0	Thỏa
		CD8,CE8	1,3	24,5	2058	14500	0,18451	0,4	0,6	4,5	Thỏa

Tầng	Vị trí	Tên cột	K	S (m)	N (kN)	R _b kN/m ²	A (mm)	Chọn		λ	ktra
								b	h		
		CD1	1,3	9,5	798	14500	0,071545	0,6	0,6	3,0	Thỏa
	Cột trong	CB2	1,2	10,1024	848,6016	14500	0,070229	0,6	0,6	3,0	Thỏa
		CD5,CE5	1,2	48,475	4071,9	14500	0,336985	0,6	0,6	3,0	Thỏa
		CD2,CD6,CE2,CE6	1,2	38,5	3234	14500	0,267641	0,6	0,6	3,0	Thỏa
		CE5	1,2	37,395	3141,18	14500	0,25996	0,6	0,6	3,0	Thỏa

Phụ Lục 1. 4 Tĩnh tải tác dụng lên sàn

Tầng	sàn	g _t	S _t	g _c	g ^{tc} _{ck}	S _c	G	S(m ²)	g _{pt}	G _{pt} (kN/m ²)
1	S6	2,652	19,53	1,05	0,15	1,98	46,85	49	0,956	2,172
		2,652	22,47	0	0	0	59,59	49	1,216	
	S5	2,652	29,4	1,05	0,15	1,98	73,03	49	1,490	2,707
		2,652	22,47	0	0	0	59,59	49	1,216	
	S8	2,652	29,4	1,05	0,15	1,98	73,03	49	1,490	
	S11	2,652	49,56	1,05	0,15	1,98	126,49	28	4,518	7,479
4,602		21,84	1,05	0,15	3,96	82,91	28	2,961		
2	S4	2,652	29,4	0	0	0	77,97	49	1,591	
	S5	2,652	29,4	1,05	0,15	3,41	69,46	49	1,418	
	S11	4,602	21,84	1,05	0,15	3,41	85,35	28	3,048	4,972
		2,652	23,52	1,05	0,15	3,41	53,87	28	1,924	
3	S1	2,652	29,4	0	0	0	77,97	49	1,591	
	S4-S5	2,652	29,4	1,05	0,15	3,41	69,46	49	1,418	
	S6	2,652	37,8	1,05	0,15	2,75	93,39	49	1,906	
	S11	4,602	21,84	1,05	0,15	1,98	91,71	28	3,275	5,150
		2,652	23,52	1,05	0,15	3,96	52,50	28	1,875	
4	S1	2,652	25,2	0	0	0	66,83	49	1,364	
	S2	2,652	41,04	1,05	0,15	3,96	98,96	49	2,020	

Tầng	sàn	g _t	S _t	g _c	g ^{tc} _{ck}	S _c	G	S(m ²)	g _{pt}	G _{pt} (kN/m ²)
	S3	2,652	16,56	1,05	0,15	1,98	38,98	42,875	0,909	
	S4-S5	2,652	25,2	1,05	0,15	3,41	58,32	49	1,190	
	S6	2,652	32,4	1,05	0,15	2,75	79,06	49	1,614	
	S11	4,602	18,72	1,05	0,15	1,98	77,35	28	2,762	4,319
		2,652	20,16	1,05	0,15	3,96	43,59	28	1,557	
5	S1	2,652	25,2	0	0	0	66,83	49	1,364	
	S2	2,652	41,04	1,05	0,15	3,96	98,96	49	2,020	
	S3	2,652	16,56	1,05	0,15	1,98	38,98	42,875	0,909	
	S4-S5	2,652	25,2	1,05	0,15	3,41	58,32	49	1,190	
	S9	0,39	22,14	1,05	0,15	3,3	7,87	49	0,161	
	S11	4,602	18,72	1,05	0,15	1,98	77,35	28	2,762	4,319
		2,652	20,16	1,05	0,15	3,96	43,59	28	1,557	
6	S1	2,652	25,2	0	0	0	66,83	49	1,364	
	S3	2,652	25,2	0	0	0	66,83	42,875	1,559	1,742
		0,39	22,14	1,05	0,15	3,3	7,87	42,875	0,183	
7	S4-S5	2,652	25,2	1,05	0,15	3,41	58,32	49	1,190	
	S6	2,652	32,4	1,05	0,15	2,75	79,06	49	1,614	
	S9	0,39	22,14	1,05	0,15	3,3	7,87	49	0,161	
	S11	4,602	18,72	1,05	0,15	1,98	77,35	28	2,762	4,319

Tầng	sàn	g _t	S _t	g _c	g ^{tc} _{ck}	S _c	G	S(m ²)	g _{pt}	G _{pt} (kN/m ²)
		2,652	20,16	1,05	0,15	3,96	43,59	28	1,557	
8	S1	2,652	31,86	1,05	0,15	2,5	78,26	49	1,597	
	S2	2,652	25,2	1,05	0,15	2,5	60,59	49	1,237	
	S6	2,652	25,2	0	0	0	66,83	49	1,364	
	S11	4,602	18,72	1,05	0,15	1,98	77,35	28	2,762	4,319
		2,652	20,16	1,05	0,15	3,96	43,59	28	1,557	
9	S1	4,602	27	1,05	0,15	3,63	108,12	49	2,207	
	S2-S3	4,602	25,2	1,05	0,15	2,86	103,26	49	2,107	
	S11	4,602	19,08	1,05	0,15	1,98	79,01	28	2,822	4,617
		2,652	22,68	1,05	0,15	3,96	50,27	28	1,795	
KỸ THUẬT	S7	4,602	17,64	1,05	0,15	1,98	72,38	17,67	4,096	
	S12	4.60	14.40	1.05	0.00	1.98	57.16	15.20	3.76	6.084
		2.65	13.32	0.00	0.00	0.00	35.32	15.20	2.32	

Phụ Lục 1. 5 Tải trọng tường truyền lên dầm

Tải trọng tường truyền lên dầm							
Tầng	Tên dầm	$h_t(m)$	$l_d(m)$	Sơ đồ	a	b	$q(kn/m^2)$
1	B-25	4,2	6,3	HT	2,42	0,38	0,93
	B5-6 F5-6,F6-8	4,2	6,4	HT	2,42	0,38	1,26
	B6-7	4,2	2,9	TG	2,42	0,85	0,60
	C1-2, D1-2	4,2	4,0	TG	2,42	0,61	8,66
	E6-8	4,2	6,4	HT	2,42	0,38	0,94
	F1-3	4,2	4,0	TG	2,42	0,61	8,66
	1CD, 2CD	4,2	3,4	TG	2,42	0,71	7,36
	1DF	4,2	12,6	HT	2,42	0,19	6,91
	2BC	4,2	3,0	TG	2,42	0,81	0,63
	8CD	4,2	3,5	TG	2,42	0,69	0,74
	8DE	4,2	7,0	HT	2,42	0,35	1,31
	2DE, 6DE	4,2	5,8	HT	2,42	0,42	5,36
	2EF	4,2	3,8	TG	2,42	0,64	6,17
	6EF	4,2	2,9	TG	2,42	0,85	2,72
	8EF	4,2	7,0	HT	2,42	0,35	0,98
2	A 25,A56	4,2	6,4	HT	2,42	0,38	1,26
	A67	4,2	2,9	TG	2,42	0,85	6,17
3	C12	4,2	3,5	TG	2,42	0,69	7,58
	DE,EF	4,2	7,0	HT	2,42	0,35	1,31

Tải trọng tường truyền lên dầm							
Tầng	Tên dầm	h _t (m)	l _d (m)	Sơ đồ	a	b	q(kn/m ²)
	D25,D56	4,2	6,4	HT	2,42	0,38	7,58
	D68	4,2	7,0	HT	2,42	0,35	5,94
	E12	4,2	3,8	TG	2,42	0,65	4,77
	A15,A56	4,2	7,0	HT	2,42	0,35	1,31
	F56,68	4,2	6,4	HT	2,42	0,38	12,90
	1CD, 2CD	4,2	3,5	TG	2,42	0,69	7,58
	6BD,7BD	4,2	7,0	HT	2,42	0,35	1,31
	1DE,1EF,2DE	4,2	7,0	HT	2,42	0,35	13,47
	3DE,5DE,6DEE	4,2	4,0	TG	2,42	0,61	5,09
	5EF,6EF	4,2	4,0	TG	2,42	0,61	5,09
	8EF	4,2	4,0	TG	2,42	0,61	0,84
4 5 6 7 8 9	A 25,A56	3,6	6,4	HT	2,08	0,32	1,16
	A67	3,6	2,9	TG	2,08	0,73	0,60
	C12	3,6	3,5	TG	2,08	0,59	4,46
	D12	3,6	7,0	HT	2,08	0,30	0,89
	D25,D56	3,6	6,4	HT	2,08	0,32	5,23
	D68	3,6	7,0	HT	2,08	0,30	5,40
	E12	3,6	3,8	TG	2,08	0,55	4,77
	E56	3,6	6,4	HT	2,08	0,32	1,16
	F56,68	3,6	6,4	HT	2,08	0,32	11,86

Tải trọng tường truyền lên dầm							
Tầng	Tên dầm	$h_t(m)$	$l_d(m)$	Sơ đồ	a	b	$q(kn/m^2)$
	1CD, 2CD	3,6	3,5	TG	2,08	0,59	7,58
	6BD,5BD	3,6	7,0	HT	2,08	0,30	7,20
	1DE,1EF,2DE	3,6	7,0	HT	2,08	0,30	12,24
	5EF,6EF	3,6	4,0	TG	2,08	0,52	5,09
	8EF	3,6	4,0	TG	2,08	0,52	0,84
	F23	3,6	2,3	TG	2,08	0,89	5,07

Phụ Lục 1. 6 Xuất kết quả chuyển vị đỉnh công trình

Story	Unique Name	Step Type	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
			mm	mm	mm	rad	rad	rad
MAI	576	Max	8,975	3,5	-5,578	0,000006	0,000284	0,000436
MAI	576	Min	-10,192	-15,76	-7,535	-0,00023	0,000213	0,000007
MAI	577	Max	8,928	3,633	-4,039	0,000305	-0,00039	0,000121
MAI	577	Min	-10,23	-13,645	-5,52	0,000078	-0,00056	-0,00029
MAI	578	Max	8,918	2,607	-2,99	0,000151	0,000106	0,00003
MAI	578	Min	-10,236	-14,145	-4,188	0,000046	-2,4E-05	-0,0005
MAI	570	Max	9,027	2,959	-2,781	0,000128	0,000201	0,000201
MAI	570	Min	-10,154	-17,294	-3,495	-0,00015	0,000059	-0,00022
MAI	580	Max	9,441	2,683	-3,534	0,000317	0,000793	0,000351
MAI	580	Min	-8,772	-18,395	-4,369	-0,0001	0,00053	-6,8E-05
MAI	579	Max	9,438	2,959	-5,378	-0,00044	0,000352	0,000312
MAI	579	Min	-8,775	-17,29	-6,537	-0,00058	0,000115	-9,5E-05
MAI	582	Max	7,33	2,359	-2,99	0,000086	0,000048	0,000711
MAI	582	Min	-9,985	-13,951	-4,112	-2,7E-05	-4,8E-05	0,000138
MAI	588	Max	5,153	2,354	-3,868	-0,00035	0,000049	0,000642
MAI	588	Min	-11,115	-13,957	-5,258	-0,00048	-0,00011	0,000128
MAI	583	Max	8,085	2,674	-4,401	0,00038	0,000444	0,000319
MAI	583	Min	-8,631	-18,41	-5,2	-5,3E-05	0,000219	-8,9E-05

Story	Unique Name	Step Type	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
			mm	mm	mm	rad	rad	rad
MAI	584	Max	8,092	2,955	-5,89	0,000216	0,000275	0,000307
MAI	584	Min	-8,623	-17,296	-7,22	-8,8E-05	0,000048	-0,0001
MAI	589	Max	5,558	2,624	-5,796	0,000247	0,000073	0,000215
MAI	589	Min	-8,979	-18,657	-7,137	-0,00034	-0,00031	-0,00023
MAI	591	Max	5,558	2,667	-4,59	-0,00024	-0,00101	0,000215
MAI	591	Min	-8,979	-18,81	-6,864	-0,00084	-0,00129	-0,00023
MAI	585	Max	5,558	2,599	-7,035	0,000223	0,000021	0,000215
MAI	585	Min	-8,979	-18,57	-8,31	-4,1E-05	-0,00035	-0,00023
MAI	593	Max	3,424	2,327	-4,565	0,00024	-3,2E-05	-1,7E-05
MAI	593	Min	-10,347	-13,99	-6,397	0,000197	-0,00027	-0,00048
MAI	599	Max	4,126	2,308	-2,274	0,000474	-0,00023	0,000312
MAI	599	Min	-7,467	-14,015	-3,118	0,00034	-0,00042	-3,8E-05
MAI	597	Max	4,147	1,081	-3,304	0,00062	-2,2E-05	0,000395
MAI	597	Min	-7,466	-18,397	-4,594	0,000234	-0,00012	-5,4E-05
MAI	594	Max	4,174	2,624	-1,733	0,001629	-5,7E-05	0,000215
MAI	594	Min	-7,485	-18,657	-2,449	0,001237	-0,00033	-0,00023
MAI	595	Max	4,174	2,599	-3,87	0,000593	-3,4E-05	0,000215
MAI	595	Min	-7,485	-18,57	-4,387	0,000141	-0,00018	-0,00023
MAI	607	Max	4,174	2,667	-0,385	0,001982	0,000102	0,000215

Story	Unique Name	Step Type	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
			mm	mm	mm	rad	rad	rad
MAI	607	Min	-7,485	-18,81	-1,603	0,001428	-0,00016	-0,00023
MAI	609	Max	4,174	2,638	-0,761	0,002008	-9E-06	0,000215
MAI	609	Min	-7,485	-18,709	-1,679	0,001329	-0,00016	-0,00023
MAI	377	Max	6,719	2,455	-4,827	0,000068	0,000764	0,00037
MAI	377	Min	-12,454	-16,617	-6,133	-0,00019	0,000531	-3,7E-05
MAI	378	Max	10,367	3,583	-6,194	0,000149	-0,00024	0,000422
MAI	378	Min	-9,35	-13,895	-7,976	-6,9E-05	-0,0004	-9E-06
MAI	571	Max	9,015	3,1	-4,821	0,000068	0,000764	0,00037
MAI	571	Min	-10,162	-16,823	-6,127	-0,00019	0,000531	-3,7E-05
MAI	572	Max	8,443	2,749	-5,55	-0,0001	0,000003	0,000236
MAI	572	Min	-10,292	-15,955	-7,509	-0,00037	-0,00017	-0,00017
MAI	573	Max	8,361	3,781	-4,018	0,000178	0,000022	0,000204
MAI	573	Min	-10,316	-12,835	-5,503	-0,00007	-0,00015	-0,00021
MAI	574	Max	8,359	2,782	-2,963	0,000138	0,000015	-1,2E-05
MAI	574	Min	-10,329	-13,628	-4,163	-5E-06	-0,00018	-0,00052
MAI	575	Max	8,948	3,83	-6,188	0,000149	-0,00024	0,000422
MAI	575	Min	-10,213	-14,431	-7,97	-6,9E-05	-0,0004	-9E-06
MAI	581	Max	7,153	2,421	-2,966	-0,00001	0,000026	0,00057
MAI	581	Min	-9,819	-13,696	-4,089	-0,00011	-0,00018	0,00003

Story	Unique Name	Step Type	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
			mm	mm	mm	rad	rad	rad
MAI	586	Max	6,683	2,368	-7,035	0,000364	-0,00024	0,000227
MAI	586	Min	-9,396	-16,43	-9,408	0,00002	-0,00049	-0,00018
MAI	587	Max	5,169	2,397	-3,848	0,000028	-0,00014	0,000453
MAI	587	Min	-10,566	-13,706	-5,24	-6,4E-05	-0,00044	-2,7E-05
MAI	590	Max	5,236	2,048	-4,53	0,000859	-0,00011	0,000226
MAI	590	Min	-8,156	-16,906	-6,798	0,000328	-0,00044	-0,00018
MAI	592	Max	3,598	2,252	-4,538	0,000067	-0,00017	0,000102
MAI	592	Min	-9,423	-13,901	-6,37	-1,2E-05	-0,00053	-0,00035
MAI	596	Max	4,007	1,395	-3,282	0,000652	0,000132	0,000279
MAI	596	Min	-6,51	-16,94	-4,574	0,000142	-0,00013	-0,00014
MAI	598	Max	3,888	2,191	-2,254	0,000126	0,00007	0,000231
MAI	598	Min	-6,671	-13,999	-3,093	0,000033	-0,00024	-0,00017
MAI	602	Max	9,585	2,959	-2,868	0,000353	0,000201	0,000201
MAI	602	Min	-10,771	-17,294	-4,367	0,00007	0,000059	-0,00022
MAI	384	Max	3,784	2,089	-5,518	-7,1E-05	0,000008	0,000252
MAI	384	Min	-10,7	-14,638	-7,228	-0,00019	-0,00019	-0,00012
MAI	603	Max	3,814	2,347	-5,512	-7,1E-05	0,000008	0,000252
MAI	603	Min	-11,385	-13,958	-7,222	-0,00019	-0,00019	-0,00012
MAI	604	Max	3,372	0,823	-3,866	0,000605	-8,6E-05	-4E-06

Story	Unique Name	Step Type	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
			mm	mm	mm	rad	rad	rad
MAI	604	Min	-8,888	-15,93	-5,252	0,000399	-0,0004	-0,0005
MAI	605	Max	9,002	3,097	-4,821	0,000068	0,000764	0,00037
MAI	605	Min	-10,173	-16,822	-6,127	-0,00019	0,000531	-3,7E-05
MAI	606	Max	8,952	3,829	-6,188	0,000149	-0,00024	0,000422
MAI	606	Min	-10,211	-14,429	-7,97	-6,9E-05	-0,0004	-9E-06
MAI	386	Max	2,316	4,526	-2,877	0,001221	0,000732	0,000103
MAI	386	Min	-9,546	-14,607	-4,143	0,000764	0,000371	-0,00041
MAI	610	Max	4,176	1,774	-2,871	0,001221	0,000732	0,000103
MAI	610	Min	-7,456	-19,004	-4,138	0,000764	0,000371	-0,00041
MAI	612	Max	4,134	1,574	-3,268	0,000399	-8,8E-05	0,00078
MAI	612	Min	-7,465	-16,135	-4,311	0,000175	-0,00021	0,000239
MAI	614	Max	3,927	2,599	-3,241	0,000572	-3,4E-05	0,000215
MAI	614	Min	-7,218	-18,57	-4,142	0,00012	-0,00018	-0,00023
MAI	655	Max	4,862	2,632	0	0	0	0,000215
MAI	655	Min	-8,228	-18,685	0	0	0	-0,00023
MAI	656	Max	4,862	2,632	0	0	0	0,000215
MAI	656	Min	-8,228	-18,685	0	0	0	-0,00023
MAI	635	Max	4,866	2,633	0	0	0	0,000215
MAI	635	Min	-8,232	-18,69	0	0	0	-0,00023

Story	Unique Name	Step Type	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
			mm	mm	mm	rad	rad	rad
MAI	645	Max	4,866	2,633	0	0	0	0,000215
MAI	645	Min	-8,232	-18,69	0	0	0	-0,00023

Phụ Lục 1. 7 Nội lực tổ hợp gió tác động lên công trình

Story	Output Case	Case Type	Direction	Drift	Drift/	Label
MAI	GX	LinStatic	X	0,000196	1/5102	18
MAI	GY	LinStatic	Y	0,000375	1/2665	18
KY THUAT	GX	LinStatic	X	0,000174	1/5745	106
KY THUAT	GY	LinStatic	Y	0,000288	1/3467	7
Story9	GX	LinStatic	X	0,000187	1/5338	95
Story9	GY	LinStatic	Y	0,000318	1/3144	70
Story8	GX	LinStatic	X	0,00024	1/4166	95
Story8	GY	LinStatic	Y	0,000321	1/3112	70
Story7	GX	LinStatic	X	0,000287	1/3487	95
Story7	GY	LinStatic	Y	0,000322	1/3108	70
Story6	GX	LinStatic	X	0,000328	1/3045	95
Story6	GY	LinStatic	Y	0,000315	1/3171	70
Story5	GX	LinStatic	X	0,000347	1/2883	95
Story5	GY	LinStatic	Y	0,000298	1/3351	70
Story4	GX	LinStatic	X	0,000346	1/2893	1
Story4	GY	LinStatic	Y	0,000259	1/3854	70
Story3	GX	LinStatic	X	0,000437	1/2289	1
Story3	GX	LinStatic	Y	0,000244	1/4095	9
Story2	GX	LinStatic	X	0,000276	1/3624	26
Story2	GX	LinStatic	Y	0,000175	1/5698	28

Phụ Lục 1. 8 Kết quả tính toán thép dọc dầm

Tầng	Tên	Step type	Vị trí	M3	As	μ	μ_{min}	As tl	ϕ	a	ϕ	a	As ch	μ_{ch}	ktra	
				Kn.m	cm ²	%		cm ²					cm ²	%		
BASE	B32	Min	Gối	-135,491	9,9	0,7	Thoa	9,87	20	3	16	2	13,45	0,93	20	
		Max	Nhịp	67,2323	10,2	0,7	Thoa	10,17	20	3	16	2	13,45	0,93	20	
		Min	Gối	-133,293	9,9	0,7	Thoa	9,88	20	3	16	2	13,45	0,93	20	
	B35	Min	Gối	-173,616	9,7	0,7	Thoa	9,70	20	3	16	2	13,45	0,93	20	
		Max	Nhịp	86,3244	10,1	0,7	Thoa	10,09	20	3	16	2	13,45	0,93	20	
		Min	Gối	-173,897	9,7	0,7	Thoa	9,70	20	3	16	2	13,45	0,93	20	
	B41	Min	Gối	-161,91	9,8	0,7	Thoa	9,75	20	3	16	2	13,45	0,93	20	
		Max	Nhịp	82,4552	10,1	0,7	Thoa	10,10	20	3	16	2	13,45	0,93	20	
		Min	Gối	-182,376	9,7	0,7	Thoa	9,66	20	3	16	2	13,45	0,93	20	
	B9	Min	Gối	-12,5758	8,9	0,8	Thoa	8,90	20	3				9,42	0,87	20
		Max	Nhịp	6,148	8,9	0,8	Thoa	8,92	20	3				9,42	0,87	20
		Min	Gối	-11,0602	8,9	0,8	Thoa	8,90	20	3				9,42	0,87	20
Story2	B32	Min	Gối	-125,788	13,6	0,8	Thoa	13,59	20	3	16	3	15,46	0,92	20	
		Max	Nhịp	117,4503	13,6	0,8	Thoa	13,61	20	3	16	3	15,46	0,92	20	
		Min	Gối	-168,898	13,5	0,8	Thoa	13,47	20	3	16	3	15,46	0,92	20	
	B35	Min	Gối	-186,918	13,4	0,8	Thoa	13,43	20	3	16	3	15,46	0,92	20	

Tầng	Tên	Step type	Vị trí	M3	As	μ	μ_{min}	As tl	ϕ	a	ϕ	a	As ch	μ_{ch}	ktra
				Kn.m	cm ²	%		cm ²					cm ²	%	
		Max	Nhíp	112,7507	13,6	0,8	Thoa	13,63	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-168,385	13,5	0,8	Thoa	13,48	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-158,503	13,5	0,8	Thoa	13,50	20	3	16	3	15,46	0,92	20
	B41	Max	Nhíp	96,9505	13,7	0,8	Thoa	13,67	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-131,247	13,6	0,8	Thoa	13,58	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-149,736	13,5	0,8	Thoa	13,53	20	3	16	3	15,46	0,92	20
Story3	B32	Max	Nhíp	118,6034	13,6	0,8	Thoa	13,61	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-139,77	13,6	0,8	Thoa	13,55	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-188,307	13,4	0,8	Thoa	13,42	20	3	16	3	15,46	0,92	20
	B35	Max	Nhíp	113,0558	13,6	0,8	Thoa	13,63	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-171,195	13,5	0,8	Thoa	13,47	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-164,574	13,5	0,8	Thoa	13,49	20	3	16	3	15,46	0,92	20
	B41	Max	Nhíp	103,1907	13,7	0,8	Thoa	13,65	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-154,855	13,5	0,8	Thoa	13,51	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-62,7366	8,7	0,8	Thoa	8,69	20	3			9,42	0,87	20
	B9	Max	Nhíp	2,137	8,9	0,8	Thoa	8,94	20	3			9,42	0,87	20
		Max	Gối	27,7662	8,8	0,8	Thoa	8,84	20	3			9,42	0,87	20
		Min	Gối	-160,223	13,5	0,8	Thoa	13,50	20	3	16	3	15,46	0,92	20
Story4	B32	Max	Nhíp	147,0783	13,5	0,8	Thoa	13,53	20	3	16	3	15,46	0,92	20

Tầng	Tên	Step type	Vị trí	M3	As	μ	μ_{min}	As tl	ϕ	a	ϕ	a	As ch	μ_{ch}	ktra	
				Kn.m	cm ²	%		cm ²					cm ²	%		
	B35	Min	Gối	-161,167	13,5	0,8	Thoa	13,50	20	3	16	3	15,46	0,92	20	
		Min	Gối	-197,988	13,4	0,8	Thoa	13,40	20	3	16	3	15,46	0,92	20	
		Max	Nhip	109,295	13,6	0,8	Thoa	13,64	20	3	16	3	15,46	0,92	20	
	B41	Min	Gối	-166,116	13,5	0,8	Thoa	13,48	20	3	16	3	15,46	0,92	20	
		Min	Gối	-167,249	13,5	0,8	Thoa	13,48	20	3	16	3	15,46	0,92	20	
		Max	Nhip	107,1933	13,6	0,8	Thoa	13,64	20	3	16	3	15,46	0,92	20	
	B9	Min	Gối	-165,861	13,5	0,8	Thoa	13,48	20	3	16	3	15,46	0,92	20	
		Min	Gối	-97,4458	8,5	0,8	Thoa	8,54	20	3			9,42	0,87	20	
		Min	Nhip	-6,0583	8,9	0,8	Thoa	8,92	20	3			9,42	0,87	20	
	Story5	B32	Max	Gối	70,8494	8,7	0,8	Thoa	8,66	20	3			9,42	0,87	20
			Min	Gối	-197,791	13,4	0,8	Thoa	13,40	20	3	16	3	15,46	0,92	20
			Max	Nhip	129,7159	13,6	0,8	Thoa	13,58	20	3	16	3	15,46	0,92	20
B35		Min	Gối	-145,53	13,5	0,8	Thoa	13,54	20	3	16	3	15,46	0,92	20	
		Min	Gối	-197,186	13,4	0,8	Thoa	13,40	20	3	16	3	15,46	0,92	20	
		Max	Nhip	109,3929	13,6	0,8	Thoa	13,64	20	3	16	3	15,46	0,92	20	
B41		Min	Gối	-164,306	13,5	0,8	Thoa	13,49	20	3	16	3	15,46	0,92	20	
		Min	Gối	-166,891	13,5	0,8	Thoa	13,48	20	3	16	3	15,46	0,92	20	
		Max	Nhip	107,921	13,6	0,8	Thoa	13,64	20	3	16	3	15,46	0,92	20	
		Min	Gối	-169,296	13,5	0,8	Thoa	13,47	20	3	16	3	15,46	0,92	20	

Tầng	Tên	Step type	Vị trí	M3	As	μ	μ_{min}	As tl	ϕ	a	ϕ	a	As ch	μ_{ch}	ktra
				Kn.m	cm ²	%		cm ²					cm ²	%	
Story6	B32	Min	Gối	-198,369	13,4	0,8	Thoa	13,39	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Max	Nhịp	127,5159	13,6	0,8	Thoa	13,59	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-133,621	13,6	0,8	Thoa	13,57	20	3	16	3	15,46	0,92	20
	B35	Min	Gối	-198,854	13,4	0,8	Thoa	13,39	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Max	Nhịp	109,7687	13,6	0,8	Thoa	13,63	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-161,657	13,5	0,8	Thoa	13,49	20	3	16	3	15,46	0,92	20
	B41	Min	Gối	-164,298	13,5	0,8	Thoa	13,49	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Max	Nhịp	107,5779	13,6	0,8	Thoa	13,64	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-170,312	13,5	0,8	Thoa	13,47	20	3	16	3	15,46	0,92	20
Story7	B32	Min	Gối	-201,478	13,4	0,8	Thoa	13,39	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Max	Nhịp	127,9484	13,6	0,8	Thoa	13,59	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-127,226	13,6	0,8	Thoa	13,59	20	3	16	3	15,46	0,92	20
	B35	Min	Gối	-199,598	13,4	0,8	Thoa	13,39	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Max	Nhịp	110,0186	13,6	0,8	Thoa	13,63	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-159,196	13,5	0,8	Thoa	13,50	20	3	16	3	15,46	0,92	20
	B41	Min	Gối	-162,051	13,5	0,8	Thoa	13,49	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Max	Nhịp	107,8325	13,6	0,8	Thoa	13,64	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-167,641	13,5	0,8	Thoa	13,48	20	3	16	3	15,46	0,92	20
Story8	B32	Min	Gối	-210,272	13,4	0,8	Thoa	13,36	20	3	16	3	15,46	0,92	20

Tầng	Tên	Step type	Vị trí	M3	As	μ	μ_{min}	As tl	ϕ	a	ϕ	a	As ch	μ_{ch}	ktra
				Kn.m	cm ²	%		cm ²					cm ²	%	
		Max	Nhíp	124,4836	13,6	0,8	Thoa	13,59	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-116,187	13,6	0,8	Thoa	13,62	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-189,692	13,4	0,8	Thoa	10,04	20	3	16	3	15,46	0,92	20
	B35	Max	Nhíp	102,366	13,7	0,8	Thoa	5,32	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-143,67	13,5	0,8	Thoa	7,53	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-144,024	13,5	0,8	Thoa	7,55	20	3	16	3	15,46	0,92	20
	B41	Min	Nhíp	57,1909	13,8	0,8	Thoa	2,95	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-155,427	13,5	0,8	Thoa	8,17	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-160,214	13,5	0,8	Thoa	8,43	20	3	16	3	15,46	0,92	20
Story9	B32	Max	Nhíp	139,8931	13,6	0,8	Thoa	7,33	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-126,973	13,6	0,8	Thoa	6,64	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-164,631	13,5	0,8	Thoa	8,67	20	3	16	3	15,46	0,92	20
	B35	Max	Nhíp	88,0835	13,7	0,8	Thoa	4,57	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-123,449	13,6	0,8	Thoa	6,45	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-138,555	13,6	0,8	Thoa	7,26	20	3	16	3	15,46	0,92	20
	B41	Max	Nhíp	101,0761	13,7	0,8	Thoa	5,26	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-132,15	13,6	0,8	Thoa	6,91	20	3	16	3	15,46	0,92	20
		Min	Gối	-132,15	13,6	0,8	Thoa	6,91	20	3	16	3	15,46	0,92	20

Phụ Lục 1. 9 Kết quả tính toán thép đai dầm

Tầng	Tên	Step type	V2	Điều kiện 1	Q_{bmin}	Điều kiện 2	S _{tt}	S _{chon}	Bố trí	j _{w1}	j _{b1}	ktra
			kN	$Q \leq \varphi_{b1} \varphi_n R_b b h_0$	kN	$Q \leq Q_{bmin}$	mm	mm				
Story1	B32	Gối	-103,5	thỏa	1322,4	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	-0,539	thỏa	1322,4	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,0	0,855	thỏa
		Gối	100,08	thỏa	1322,4	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
	B35	Gối	-133,4	thỏa	1322,4	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	-0,078	thỏa	1322,4	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,0	0,855	thỏa
		Gối	133,76	thỏa	1322,4	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
	B41	Gối	-120	thỏa	1322,4	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	-3,758	thỏa	1322,4	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,0	0,855	thỏa
		Gối	148,59	thỏa	1322,4	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
	B9	Gối	-21,07	thỏa	1322,4	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	1,7115	thỏa	1322,4	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,0	0,855	thỏa
		Gối	17,461	thỏa	1322,4	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
Story2	B32	Gối	-133,4	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	12,367	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa
		Gối	146,43	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
	B35	Gối	-158,5	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	3,2648	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa
		Gối	150,46	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa

Tầng	Tên	Step type	V2	Điều kiện 1	Q_{bmin}	Điều kiện 2	Stt	Schon	Bố trí	j_{w1}	j_{b1}	ktra
			kN									
	B41	Gói	-125,5	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	-12,89	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa
		Gói	130,79	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
Story3	B32	Gói	-126,5	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	35,698	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa
		Gói	121,72	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
	B35	Gói	-159,3	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	-7,814	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa
		Gói	150,97	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
	B41	Gói	-136	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	-11,15	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa
		Gói	144,79	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
	B9	Gói	-63,47	thỏa	991,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	-28,58	thỏa	991,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa
		Gói	-16,3	thỏa	991,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
Story4	B32	Gói	-151	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	35,455	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa
		Gói	155,16	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
	B35	Gói	-161,1	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	-10,49	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa

Tầng	Tên	Step type	V2	Điều kiện 1	Q_{bmin}	Điều kiện 2	Stt	Schon	Bố trí	j_{w1}	j_{b1}	ktra	
			kN										
	B41	Gôi	147,37	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa	
		Nhịp	-141,3	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa	
		Gôi	152,39	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa	
	B9	Gôi	-82,86	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa	
		Nhịp	-64,2	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa	
		Gôi	-53,26	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa	
	Story5	B32	Gôi	-29,01	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
			Nhịp	20,085	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa
			Gôi	143,76	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
B35		Gôi	-160,6	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa	
		Nhịp	-11,26	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa	
		Gôi	146,76	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa	
B41		Gôi	-141,9	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa	
		Nhịp	-10,11	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa	
		Gôi	153,87	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa	
Story6	B32	Gôi	-30,14	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa	
		Nhịp	17,162	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa	
		Gôi	137,54	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa	
	B35	Gôi	-161,5	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa	

Tầng	Tên	Step type	V2	Điều kiện 1	Q_{bmin}	Điều kiện 2	Stt	Schon	Bố trí	j_{w1}	j_{b1}	ktra
			kN									
		Nhịp	-11,7	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa
		Gối	145,74	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		B41	Gối	-140,7	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855
	B41	Nhịp	-9,518	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa
		Gối	154,11	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Story7	B32	Gối	-31,23	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1
Nhịp	15,509			thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa
Gối	135,61			thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
B35	Gối	-162,2	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa	
	Nhịp	3,9036	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa	
	Gối	144,98	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa	
B41	Gối	-139,9	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa	
	Nhịp	-9,119	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa	
	Gối	152,86	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa	
Story8	B32	Gối	-33,1	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	12,639	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa
		Gối	129,67	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
	B35	Gối	-152,4	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	-13,03	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa
		Gối	135,88	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa

Tầng	Tên	Step type	V2	Điều kiện 1	Q_{bmin}	Điều kiện 2	Stt	Schon	Bố trí	j_{w1}	j_{b1}	ktra
			kN									
	B41	Gói	-122,4	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	-7,667	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa
		Gói	134,85	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
Story9	B32	Gói	-27,19	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	22,374	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa
		Gói	135,17	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
	B35	Gói	-128,3	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	-10,43	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa
		Gói	114,01	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
	B41	Gói	-121,2	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa
		Nhịp	-8,612	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	200	8Ø200	1,1	0,855	thỏa
		Gói	129,81	thỏa	1513,8	cầu tạo	200	100	8Ø100	1,1	0,855	thỏa

Phụ Lục 1. 10 Kết quả tính toán kiểm tra chuyển vị dầm

Tầng	Tên	Vị trí	M1	M2	ψb	$1/r1$	ψs	$1/r2$	ψs	$1/r3$	$1/r$	f	[f]	Ktra
			(Nmm)	(Nmm)										
BASE	B32	Gối	6,90E+07	4,98E+07	0,9	0,00000297	0,9	0,0000047	1,0	0,0000067	0,0000050	25,404	28	Đạt
		Nhịp	3,39E+07	2,51E+07	0,9	0,00000145	0,7	0,0000031	0,8	0,0000046	0,0000029	15,035	28	Đạt
		Gối	6,87E+07	4,94E+07	0,9	0,00000294	0,9	0,0000047	1,0	0,0000067	0,0000049	25,247	28	Đạt
	B35	Gối	7,05E+07	5,05E+07	0,9	0,00000249	0,9	0,0000039	1,0	0,0000059	0,0000045	22,754	28	Đạt
		Nhịp	3,48E+07	2,57E+07	0,9	0,00000109	0,7	0,0000023	0,8	0,0000036	0,0000024	12,188	28	Đạt
		Gối	7,03E+07	5,03E+07	0,9	0,00000248	0,9	0,0000039	1,0	0,0000059	0,0000044	22,669	28	Đạt
	B41	Gối	7,26E+07	5,27E+07	0,9	0,00000260	0,9	0,0000041	1,0	0,0000061	0,0000046	23,640	28	Đạt
		Nhịp	3,66E+07	2,74E+07	0,9	0,00000124	0,7	0,0000025	0,8	0,0000038	0,0000026	13,208	28	Đạt
		Gối	8,14E+07	6,01E+07	0,9	0,00000305	1,0	0,0000048	1,1	0,0000070	0,0000053	27,112	28	Đạt
	B9	Gối	6,89E+06	4,14E+06	0,9	-0,00000112	-1,2	-0,0000008	-0,5	-0,0000001	-0,0000004	-0,373	12	Đạt
		Nhịp	3,38E+06	2,01E+06	0,9	-0,00000153	-3,8	-0,0000014	-2,4	-0,0000008	-0,0000009	-0,848	12	Đạt
		Gối	6,14E+06	3,54E+06	0,9	-0,00000121	-1,6	-0,0000010	-0,8	-0,0000003	-0,0000005	-0,481	12	Đạt
Story2	B32	Gối	4,95E+07	3,44E+07	0,9	0,00000032	0,5	0,0000009	0,7	0,0000016	0,0000010	5,298	28	Đạt
		Nhịp	5,20E+07	3,80E+07	0,9	0,00000044	0,5	0,0000011	0,7	0,0000019	0,0000012	6,220	28	Đạt
		Gối	6,81E+07	4,85E+07	0,9	0,00000087	0,7	0,0000017	0,8	0,0000026	0,0000018	8,942	28	Đạt
	B35	Gối	7,00E+07	4,95E+07	0,9	0,00000092	0,7	0,0000018	0,9	0,0000027	0,0000018	9,289	28	Đạt
		Nhịp	4,44E+07	3,20E+07	0,9	0,00000026	0,4	0,0000011	0,6	0,0000020	0,0000011	5,791	28	Đạt
		Gối	6,19E+07	4,42E+07	0,9	0,00000069	0,6	0,0000014	0,8	0,0000023	0,0000015	7,767	28	Đạt
	B41	Gối	7,02E+07	4,93E+07	0,9	0,00000092	0,7	0,0000018	0,9	0,0000027	0,0000018	9,310	28	Đạt
		Nhịp	4,93E+07	3,61E+07	0,9	0,00000050	0,5	0,0000015	0,7	0,0000024	0,0000014	7,235	28	Đạt
		Gối	5,79E+07	4,26E+07	0,9	0,00000058	0,6	0,0000013	0,8	0,0000021	0,0000014	7,074	28	Đạt
Story3	B32	Gối	6,67E+07	4,51E+07	0,9	0,00000081	0,7	0,0000016	0,8	0,0000024	0,0000017	8,525	28	Đạt

Tầng	Tên	Vị trí	M1	M2	ψ_b	$1/r_1$	ψ_s	$1/r_2$	ψ_s	$1/r_3$	$1/r$	f	[f]	Ktra	
			(Nmm)	(Nmm)											
		Nhíp	6,52E+07	4,09E+07	0,9	0,00000081	0,6	0,0000016	0,8	0,0000024	0,0000017	8,525	28	Đạt	
		Gối	6,76E+07	4,13E+07	0,9	0,00000080	0,7	0,0000015	0,8	0,0000023	0,0000017	8,426	28	Đạt	
		B35	Gối	7,31E+07	5,07E+07	0,9	0,00000100	0,7	0,0000019	0,9	0,0000028	0,0000019	9,826	28	Đạt
		B35	Nhíp	4,48E+07	3,26E+07	0,9	0,00000028	0,4	0,0000012	0,7	0,0000020	0,0000012	5,929	28	Đạt
			Gối	5,87E+07	4,22E+07	0,9	0,00000060	0,6	0,0000013	0,8	0,0000021	0,0000014	7,156	28	Đạt
			B41	Gối	6,68E+07	4,62E+07	0,9	0,00000082	0,7	0,0000016	0,8	0,0000025	0,0000017	8,616	28
		B41	Nhíp	4,81E+07	3,51E+07	0,9	0,00000044	0,5	0,0000014	0,7	0,0000023	0,0000013	6,880	28	Đạt
			Gối	6,26E+07	4,67E+07	0,9	0,00000072	0,7	0,0000015	0,8	0,0000024	0,0000016	8,019	28	Đạt
			B9	Gối	2,59E+07	1,29E+07	0,9	0,00000097	0,5	0,0000018	0,7	0,0000031	0,0000022	2,071	12
		B9	Nhíp	7,35E+05	2,35E+05	0,9	-0,00000183	-26,9	-0,0000018	-19,2	-0,0000013	-0,0000013	-1,213	12	Đạt
			Gối	8,13E+06	1,95E+06	0,9	-0,00000107	-1,5	-0,0000009	-0,7	-0,0000002	-0,0000004	-0,337	12	Đạt
			Story4	B32	Gối	5,83E+07	4,11E+07	0,9	0,00000058	0,6	0,0000013	0,8	0,0000021	0,0000014	7,034
Nhíp	6,52E+07	3,94E+07			0,9	0,00000080	0,6	0,0000015	0,8	0,0000024	0,0000017	8,427	28	Đạt	
Gối	6,40E+07	3,68E+07			0,9	0,00000059	0,6	0,0000011	0,8	0,0000019	0,0000013	6,872	28	Đạt	
	B35	Gối		7,54E+07	5,20E+07	0,9	0,00000092	0,7	0,0000017	0,9	0,0000026	0,0000018	9,218	28	Đạt
		Nhíp		4,50E+07	3,29E+07	0,9	0,00000029	0,4	0,0000012	0,7	0,0000021	0,0000012	6,012	28	Đạt
		Gối		5,68E+07	4,12E+07	0,9	0,00000054	0,6	0,0000012	0,8	0,0000020	0,0000013	6,815	28	Đạt
	B41	Gối		6,53E+07	4,46E+07	0,9	0,00000077	0,7	0,0000015	0,8	0,0000024	0,0000016	8,290	28	Đạt
		Nhíp		4,81E+07	3,51E+07	0,9	0,00000044	0,5	0,0000014	0,7	0,0000023	0,0000013	6,880	28	Đạt
		Gối		6,40E+07	4,84E+07	0,9	0,00000077	0,7	0,0000016	0,8	0,0000025	0,0000016	8,340	28	Đạt
	B9	Gối		4,14E+07	2,06E+07	0,9	0,00000175	0,8	0,0000026	0,9	0,0000041	0,0000032	3,021	12	Đạt
		Nhíp		4,70E+06	1,68E+06	0,9	-0,00000141	-3,0	-0,0000013	-1,9	-0,0000007	-0,0000008	-0,720	12	Đạt
		Gối		3,28E+07	1,17E+07	0,9	0,00000105	0,6	0,0000016	0,8	0,0000027	0,0000022	2,063	12	Đạt
Story5	B32	Gối	7,08E+07	5,05E+07	0,9	0,00000081	0,7	0,0000015	0,9	0,0000024	0,0000017	8,532	28	Đạt	

Tầng	Tên	Vị trí	M1	M2	ψb	$1/r1$	ψs	$1/r2$	ψs	$1/r3$	$1/r$	f	[f]	Ktra	
			(Nmm)	(Nmm)											
		Nhíp	5,20E+07	3,88E+07	0,9	0,00000044	0,5	0,0000012	0,7	0,0000019	0,0000012	6,274	28	Đạt	
		Gối	5,11E+07	3,54E+07	0,9	0,00000032	0,5	0,0000008	0,7	0,0000015	0,0000010	5,124	28	Đạt	
		B35	Gối	7,50E+07	5,26E+07	0,9	0,00000091	0,7	0,0000017	0,9	0,0000026	0,0000018	9,200	28	Đạt
		B35	Nhíp	4,52E+07	3,25E+07	0,9	0,00000029	0,4	0,0000012	0,7	0,0000021	0,0000012	6,009	28	Đạt
			Gối	5,52E+07	3,95E+07	0,9	0,00000049	0,6	0,0000012	0,8	0,0000019	0,0000013	6,477	28	Đạt
			B41	Gối	6,42E+07	4,31E+07	0,9	0,00000074	0,6	0,0000015	0,8	0,0000023	0,0000016	8,035	28
		B41	Nhíp	4,81E+07	3,51E+07	0,9	0,00000044	0,5	0,0000014	0,7	0,0000023	0,0000013	6,870	28	Đạt
			Gối	6,48E+07	4,96E+07	0,9	0,00000080	0,7	0,0000016	0,8	0,0000025	0,0000017	8,519	28	Đạt
			Story6	B32	Gối	7,13E+07	5,24E+07	0,9	0,00000083	0,7	0,0000016	0,9	0,0000025	0,0000017	8,706
Nhíp	5,27E+07	3,89E+07			0,9	0,00000046	0,5	0,0000012	0,7	0,0000020	0,0000013	6,405	28	Đạt	
Gối	4,89E+07	3,32E+07			0,9	0,00000026	0,4	0,0000007	0,7	0,0000014	0,0000009	4,707	28	Đạt	
B35	Gối	7,67E+07		5,33E+07	0,9	0,00000095	0,7	0,0000017	0,9	0,0000026	0,0000019	9,458	28	Đạt	
	Nhíp	4,53E+07		3,27E+07	0,9	0,00000030	0,4	0,0000012	0,7	0,0000021	0,0000012	6,039	28	Đạt	
	Gối	5,37E+07		3,86E+07	0,9	0,00000045	0,5	0,0000011	0,7	0,0000019	0,0000012	6,198	28	Đạt	
B41	Gối	6,34E+07		4,20E+07	0,9	0,00000071	0,6	0,0000014	0,8	0,0000022	0,0000015	7,847	28	Đạt	
	Nhíp	4,80E+07		3,51E+07	0,9	0,00000043	0,5	0,0000014	0,7	0,0000023	0,0000013	6,843	28	Đạt	
	Gối	6,53E+07		5,06E+07	0,9	0,00000082	0,7	0,0000017	0,8	0,0000026	0,0000017	8,660	28	Đạt	
Story7	B32	Gối	7,31E+07	5,38E+07	0,9	0,00000088	0,7	0,0000017	0,9	0,0000025	0,0000018	9,023	28	Đạt	
		Nhíp	5,28E+07	3,90E+07	0,9	0,00000047	0,5	0,0000012	0,7	0,0000020	0,0000013	6,415	28	Đạt	
		Gối	4,69E+07	3,14E+07	0,9	0,00000020	0,4	0,0000007	0,6	0,0000013	0,0000008	4,337	28	Đạt	
	B35	Gối	7,76E+07	5,39E+07	0,9	0,00000097	0,7	0,0000017	0,9	0,0000027	0,0000019	9,613	28	Đạt	
		Nhíp	1,12E+07	3,27E+07	0,9	-0,00000101	-0,2	-0,0000001	0,2	0,0000006	-0,0000003	-1,523	28	Đạt	
	B41	Gối	5,28E+07	3,80E+07	0,9	0,00000042	0,5	0,0000011	0,7	0,0000018	0,0000012	6,022	28	Đạt	
B41	Gối	6,32E+07	4,13E+07	0,9	0,00000070	0,6	0,0000014	0,8	0,0000022	0,0000015	7,763	28	Đạt		

Tầng	Tên	Vị trí	M1	M2	ψb	$1/r1$	ψs	$1/r2$	ψs	$1/r3$	$1/r$	f	[f]	Ktra
			(Nmm)	(Nmm)										
		Nhịp	4,81E+07	3,51E+07	0,9	0,00000044	0,5	0,0000014	0,7	0,0000023	0,0000013	6,868	28	Đạt
		Gối	6,50E+07	5,08E+07	0,9	0,00000081	0,7	0,0000017	0,8	0,0000026	0,0000017	8,635	28	Đạt
Story8	B32	Gối	7,71E+07	5,71E+07	0,9	0,00000098	0,8	0,0000018	0,9	0,0000027	0,0000019	9,730	28	Đạt
		Nhịp	5,22E+07	3,86E+07	0,9	0,00000045	0,5	0,0000012	0,7	0,0000019	0,0000012	6,302	28	Đạt
		Gối	4,41E+07	2,89E+07	0,9	0,00000015	0,4	0,0000006	0,6	0,0000013	0,0000008	4,161	28	Đạt
	B35	Gối	7,88E+07	5,46E+07	0,9	0,00000117	0,8	0,0000021	0,9	0,0000031	0,0000021	10,920	28	Đạt
		Nhịp	4,55E+07	3,28E+07	0,9	0,00000031	0,4	0,0000012	0,7	0,0000021	0,0000012	6,095	28	Đạt
		Gối	5,14E+07	3,70E+07	0,9	0,00000038	0,5	0,0000010	0,7	0,0000018	0,0000011	5,751	28	Đạt
	B41	Gối	6,27E+07	4,03E+07	0,9	0,00000068	0,6	0,0000014	0,8	0,0000022	0,0000015	7,643	28	Đạt
		Nhịp	4,74E+07	3,47E+07	0,9	0,00000041	0,5	0,0000013	0,7	0,0000022	0,0000013	6,687	28	Đạt
		Gối	6,68E+07	5,28E+07	0,9	0,00000087	0,7	0,0000018	0,9	0,0000027	0,0000018	9,027	28	Đạt
Story9	B32	Gối	5,89E+07	4,39E+07	0,9	0,00000061	0,6	0,0000014	0,8	0,0000022	0,0000014	7,292	28	Đạt
		Nhịp	5,58E+07	4,13E+07	0,9	0,00000056	0,6	0,0000013	0,8	0,0000021	0,0000014	7,049	28	Đạt
		Gối	5,36E+07	3,56E+07	0,9	0,00000042	0,5	0,0000010	0,7	0,0000018	0,0000012	5,986	28	Đạt
	B35	Gối	7,62E+07	5,28E+07	0,9	0,00000110	0,7	0,0000020	0,9	0,0000029	0,0000020	10,420	28	Đạt
		Nhịp	4,58E+07	3,32E+07	0,9	0,00000033	0,4	0,0000012	0,7	0,0000021	0,0000012	6,203	28	Đạt
		Gối	5,46E+07	3,87E+07	0,9	0,00000047	0,6	0,0000011	0,7	0,0000019	0,0000012	6,326	28	Đạt
	B41	Gối	6,52E+07	4,26E+07	0,9	0,00000075	0,6	0,0000015	0,8	0,0000023	0,0000016	8,144	28	Đạt
		Nhịp	5,03E+07	3,68E+07	0,9	0,00000054	0,5	0,0000015	0,7	0,0000025	0,0000015	7,507	28	Đạt
		Gối	5,71E+07	4,52E+07	0,9	0,00000058	0,6	0,0000013	0,8	0,0000022	0,0000014	7,109	28	Đạt

Phụ Lục 1. 11 Kết quả tính toán thép dọc cột trường hợp Nmax

Tầng	Tên	Vị trí	P	My	Mx	As tt	u	Chọn thép			As ch	u	Thép đai		
			Kn	Kn.m	Kn.m	cm ²	%				cm ²	%	Ø	Smax	Schon
KY THUAT	C4	Đầu	58,8	34,9	61,2	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
KY THUAT	C4	Cuối	39,4	9,1	36,7	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
KY THUAT	C23	Đầu	92,4	22,8	24,8	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
KY THUAT	C23	Cuối	63,2	9,7	17,1	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story9	C4	Đầu	310,0	165,8	93,1	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C4	Cuối	289,2	126,2	70,2	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C16	Đầu	595,4	73,0	56,1	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C16	Cuối	566,3	50,0	33,7	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C19	Đầu	535,4	33,7	19,0	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C19	Cuối	506,2	42,2	20,0	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C23	Đầu	469,0	140,4	27,4	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C23	Cuối	439,8	135,6	19,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story8	C4	Đầu	592,0	146,5	80,8	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story8	C4	Cuối	572,5	93,6	57,0	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story8	C16	Cuối	1231,7	77,2	29,2	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story8	C16	Đầu	1202,6	49,3	32,9	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story8	C19	Đầu	1148,5	26,8	14,1	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story8	C19	Cuối	1119,4	11,8	6,7	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story8	C23	Đầu	771,1	131,4	23,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150

Tầng	Tên	Vị trí	P	My	Mx	As tt	u	Chọn thép			As ch	u	Thép đai		
			Kn	Kn.m	Kn.m	cm ²	%				cm ²	%	Ø	Smax	Schon
Story8	C23	Cuối	742,0	79,0	15,6	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story7	C4	Đầu	869,8	148,2	72,2	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story7	C4	Cuối	850,3	99,3	48,4	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story7	C16	Đầu	1929,7	48,8	13,0	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story7	C16	Cuối	1900,6	31,5	13,1	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story7	C19	Đầu	1766,7	31,9	17,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story7	C19	Cuối	1737,6	19,4	11,6	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story7	C23	Đầu	1096,8	139,9	23,9	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story7	C23	Cuối	1067,6	101,7	15,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story6	C4	Đầu	1150,4	142,6	76,1	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story6	C4	Cuối	1131,0	95,6	47,1	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story6	C16	Đầu	2622,0	45,2	3,0	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story6	C16	Cuối	2592,8	28,5	8,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story6	C19	Đầu	2386,1	33,6	13,8	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story6	C19	Cuối	2357,0	17,4	10,4	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story6	C23	Đầu	1432,4	139,1	20,2	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story6	C23	Cuối	1403,2	97,7	14,9	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story5	C4	Đầu	1450,3	151,9	31,9	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story5	C4	Cuối	1430,8	90,4	23,9	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story5	C16	Đầu	3331,8	30,8	0,2	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150

Tầng	Tên	Vị trí	P	My	Mx	As tt	u	Chọn thép			As ch	u	Thép đai		
			Kn	Kn.m	Kn.m	cm ²	%				cm ²	%	Ø	Smax	Schon
Story5	C16	Cuối	3302,6	21,2	0,7	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story5	C19	Đầu	3014,6	35,8	14,4	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story5	C19	Cuối	2985,4	16,1	9,1	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story5	C23	Đầu	1764,0	138,0	18,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story5	C23	Cuối	1734,8	97,7	12,1	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story4	C2	Đầu	124,9	85,5	4,3	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story4	C2	Cuối	105,4	85,3	8,8	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story4	C4	Đầu	1709,4	123,3	35,6	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story4	C4	Cuối	1689,9	97,1	19,2	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story4	C16	Đầu	4053,9	46,6	18,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story4	C16	Cuối	4024,7	15,1	4,1	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story4	C19	Đầu	3645,2	28,4	16,0	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story4	C19	Cuối	3616,0	11,5	11,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story4	C23	Đầu	2100,3	135,1	15,6	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story4	C23	Cuối	2071,1	95,0	11,7	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story3	C2	Đầu	299,8	1,0	19,1	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story3	C2	Cuối	275,2	12,6	7,1	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story3	C4	Đầu	1999,2	110,4	1,5	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story3	C4	Cuối	1975,9	69,8	11,7	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story3	C16	Đầu	4691,6	39,8	37,2	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150

Tầng	Tên	Vị trí	P	My	Mx	As tt	u	Chọn thép			As ch	u	Thép đai		
			Kn	Kn.m	Kn.m	cm ²	%				cm ²	%	Ø	Smax	Schon
Story3	C16	Cuối	4656,6	31,9	22,0	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story3	C19	Đầu	4280,2	21,2	20,8	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story3	C19	Cuối	4245,2	4,4	10,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story3	C23	Đầu	2429,6	131,5	15,8	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story3	C23	Cuối	2394,6	91,3	8,7	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story2	C2	Đầu	445,0	13,5	41,7	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story2	C2	Cuối	420,4	0,4	9,8	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story2	C4	Đầu	2295,3	47,2	40,4	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story2	C4	Cuối	2272,0	60,3	0,2	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story2	C16	Đầu	5408,0	36,6	54,0	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story2	C16	Cuối	5373,1	7,6	14,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story2	C19	Đầu	4897,0	35,6	10,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story2	C19	Cuối	4862,0	8,2	11,2	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story2	C23	Đầu	2857,0	61,1	6,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story2	C23	Cuối	2822,0	74,4	8,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150

Phụ Lục 1. 12 Kết quả tính toán thép dọc cột trường hợp M_x^{max}

Tầng	Tên	Vị trí	P	My	Mx	As tt	u	Chọn thép			As ch	u	Thép đai		
			Kn	Kn.m	Kn.m	cm ²	%				cm ²	%	Ø	Smax	Schon
KY THUAT	C4	Đầu	50,0	49,8	81,1	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
KY THUAT	C4	Cuối	31,8	13,1	46,7	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
KY THUAT	C23	Đầu	80,2	33,7	57,0	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
KY THUAT	C23	Cuối	51,1	14,8	44,2	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story9	C4	Đầu	570,9	131,1	95,4	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C4	Cuối	551,5	82,8	70,2	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C16	Đầu	577,2	45,6	71,9	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C16	Cuối	548,1	22,8	51,8	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C19	Đầu	513,4	1,4	48,2	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C19	Cuối	484,3	13,0	48,4	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C23	Đầu	448,0	124,0	57,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C23	Cuối	418,8	116,7	40,1	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story8	C4	Đầu	570,9	131,1	95,4	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story8	C4	Cuối	551,5	82,8	70,2	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story8	C16	Cuối	1874,4	44,3	40,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story8	C16	Đầu	1845,3	25,1	28,4	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story8	C19	Đầu	1703,7	3,8	46,6	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story8	C19	Cuối	1674,5	1,1	32,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story8	C23	Đầu	728,7	114,2	53,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150

Tầng	Tên	Vị trí	P	My	Mx	As tt	u	Chọn thép			As ch	u	Thép đai		
			Kn	Kn.m	Kn.m	cm ²	%				cm ²	%	Ø	Smax	Schon
Story8	C23	Cuối	699,5	64,1	35,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story7	C4	Đầu	829,7	130,6	93,7	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story7	C4	Cuối	810,2	86,9	65,7	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story7	C16	Đầu	1874,4	44,3	40,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story7	C16	Cuối	1845,3	25,1	28,4	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story7	C19	Đầu	1703,7	3,8	46,6	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story7	C19	Cuối	1674,5	1,1	32,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story7	C23	Đầu	1031,7	120,0	54,6	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story7	C23	Cuối	1002,5	84,7	35,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story6	C4	Đầu	1086,9	125,1	105,3	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story6	C4	Cuối	1067,5	82,8	68,7	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story6	C16	Đầu	2547,4	35,4	59,6	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story6	C16	Cuối	2518,2	19,5	36,0	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story6	C19	Đầu	2302,6	6,2	44,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story6	C19	Cuối	2273,5	0,5	31,2	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story6	C23	Đầu	1343,4	116,1	50,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story6	C23	Cuối	1314,3	80,2	33,9	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story5	C4	Đầu	1356,6	138,5	103,3	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story5	C4	Cuối	1337,2	83,8	71,3	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story5	C16	Đầu	3237,0	19,3	65,4	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150

Tầng	Tên	Vị trí	P	My	Mx	As tt	u	Chọn thép			As ch	u	Thép đai		
			Kn	Kn.m	Kn.m	cm ²	%				cm ²	%	Ø	Smax	Schon
Story5	C16	Cuối	3207,8	11,6	43,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story5	C19	Đầu	2910,7	9,5	45,6	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story5	C19	Cuối	2881,6	0,6	28,8	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story5	C23	Đầu	1650,5	112,2	47,0	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story5	C23	Cuối	1621,4	81,2	29,4	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story4	C2	Đầu	103,9	56,7	12,0	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	7,85	8	100,00	150
Story4	C2	Cuối	103,6	74,7	21,6	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	7,85	8	100,00	150
Story4	C4	Đầu	1591,3	108,7	105,8	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story4	C4	Cuối	1571,9	85,8	66,2	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story4	C16	Đầu	3939,2	41,4	39,7	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story4	C16	Cuối	3910,0	6,5	34,7	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story4	C19	Đầu	3521,1	1,4	43,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story4	C19	Cuối	3492,0	1,1	28,0	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story4	C23	Đầu	1962,9	113,5	43,4	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story4	C23	Cuối	1933,8	80,4	26,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story3	C2	Đầu	236,5	2,3	60,6	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story3	C2	Cuối	211,9	5,4	45,7	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story3	C4	Đầu	1842,8	95,3	92,4	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story3	C4	Cuối	1819,5	56,5	76,0	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story3	C16	Đầu	3461,5	37,1	42,1	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150

Tầng	Tên	Vị trí	P	My	Mx	As tt	u	Chọn thép			As ch	u	Thép đai		
			Kn	Kn.m	Kn.m	cm ²	%				cm ²	%	Ø	Smax	Schon
Story3	C16	Cuối	4520,3	11,7	27,9	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story3	C19	Đầu	4135,6	4,5	46,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story3	C19	Cuối	4100,6	0,0	25,7	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story3	C23	Đầu	2268,4	103,2	33,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story3	C23	Cuối	2233,4	72,5	17,1	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story2	C2	Đầu	319,0	1,0	46,5	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story2	C2	Cuối	294,4	1,6	16,1	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story2	C4	Đầu	2088,2	29,5	73,0	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story2	C4	Cuối	2064,9	52,2	46,4	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story2	C16	Đầu	3976,9	16,4	60,7	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story2	C16	Cuối	3941,9	5,7	18,6	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story2	C19	Đầu	4733,3	29,8	45,4	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story2	C19	Cuối	4698,4	6,7	20,6	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story2	C23	Đầu	2674,0	6,6	23,7	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story2	C23	Cuối	2639,0	66,6	13,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150

Phụ Lục 1. 13 Kết quả tính toán thép dọc cột trường hợp M_y^{max}

Tầng	Tên	Vị trí	P	M_y	M_x	As tt	u	Chọn thép			As ch	u	Thép đai		
			Kn	Kn.m	Kn.m	cm ²	%		Ø		cm ²	%	Ø	Smax	Schon
KY THUAT	C4	Đầu	50,0	49,8	81,1	20,77	0,87	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
KY THUAT	C4	Cuối	27,1	13,7	34,7	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
KY THUAT	C23	Đầu	82,5	36,2	29,2	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
KY THUAT	C23	Cuối	53,4	16,0	19,1	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story9	C4	Đầu	1447,4	167,4	69,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C4	Cuối	1428,0	97,9	48,2	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C16	Đầu	577,5	74,3	55,7	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C16	Cuối	548,3	51,4	33,4	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C19	Đầu	518,1	36,6	18,1	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C19	Cuối	489,0	45,0	18,9	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C23	Đầu	469,0	140,4	27,4	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story9	C23	Cuối	439,8	135,6	19,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story8	C4	Đầu	592,0	146,5	80,8	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story8	C4	Cuối	572,5	93,6	57,0	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story8	C16	Cuối	1196,5	78,7	28,7	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story8	C16	Đầu	1167,3	50,4	32,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story8	C19	Đầu	796,6	33,1	18,4	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story8	C19	Cuối	767,5	28,1	9,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story8	C23	Đầu	771,1	131,4	23,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150

Tầng	Tên	Vị trí	P	My	Mx	As tt	u	Chọn thép			As ch	u	Thép đai		
			Kn	Kn.m	Kn.m	cm ²	%				cm ²	%	Ø	Smax	Schon
Story8	C23	Cuối	742,0	79,0	15,6	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story7	C4	Đầu	869,8	148,2	72,2	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story7	C4	Cuối	850,3	99,3	48,4	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story7	C16	Đầu	1876,6	78,7	16,0	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story7	C16	Cuối	1847,5	51,4	8,2	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story7	C19	Đầu	1716,0	35,0	16,7	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story7	C19	Cuối	1210,6	26,5	12,6	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story7	C23	Đầu	1096,8	139,9	23,9	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story7	C23	Cuối	1067,6	101,7	15,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story6	C4	Đầu	1150,4	142,6	76,1	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story6	C4	Cuối	1131,0	95,6	47,1	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story6	C16	Đầu	2550,7	75,1	29,1	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story6	C16	Cuối	2521,6	47,3	13,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story6	C19	Đầu	2318,4	36,9	13,2	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story6	C19	Cuối	1654,1	28,7	10,9	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story6	C23	Đầu	1432,4	139,1	20,2	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story6	C23	Cuối	1403,2	97,7	14,9	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story5	C4	Đầu	1447,4	167,4	69,5	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story5	C4	Cuối	1428,0	97,9	48,2	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story5	C16	Đầu	3241,4	59,8	32,8	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150

Tầng	Tên	Vị trí	P	My	Mx	As tt	u	Chọn thép			As ch	u	Thép đai		
			Kn	Kn.m	Kn.m	cm ²	%				cm ²	%	Ø	Smax	Schon
Story5	C16	Cuối	3212,3	38,9	20,8	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story5	C19	Đầu	2929,8	39,2	13,8	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story5	C19	Cuối	2105,0	27,9	8,7	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story5	C23	Đầu	1764,0	138,0	18,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story5	C23	Cuối	1734,8	97,7	12,1	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story4	C2	Đầu	124,9	85,5	4,3	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story4	C2	Cuối	105,4	85,3	8,8	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story4	C4	Đầu	1687,6	138,5	71,7	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story4	C4	Cuối	1668,1	107,1	41,9	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story4	C16	Đầu	3945,8	76,0	10,9	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story4	C16	Cuối	3916,7	29,4	13,8	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story4	C19	Đầu	2584,9	40,9	15,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story4	C19	Cuối	2555,8	26,9	8,9	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story4	C23	Đầu	2100,3	135,1	15,6	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story4	C23	Cuối	2071,1	95,0	11,7	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story3	C2	Đầu	237,1	3,6	41,2	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story3	C2	Cuối	273,1	12,7	4,5	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story3	C4	Đầu	1959,4	117,5	40,8	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story3	C4	Cuối	1936,1	74,0	38,3	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story3	C16	Đầu	4565,2	60,0	5,9	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150

Tầng	Tên	Vị trí	P	My	Mx	As tt	u	Chọn thép			As ch	u	Thép đai		
			Kn	Kn.m	Kn.m	cm ²	%				cm ²	%	Ø	Smax	Schon
Story3	C16	Cuối	4530,2	38,9	2,1	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story3	C19	Đầu	3039,7	46,4	14,9	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story3	C19	Cuối	3004,7	30,4	6,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story3	C23	Đầu	2429,6	131,5	15,8	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story3	C23	Cuối	2394,6	91,3	8,7	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story2	C2	Đầu	436,1	16,4	8,5	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story2	C2	Cuối	349,0	3,2	12,6	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story2	C4	Đầu	2242,7	49,7	4,4	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story2	C4	Cuối	2219,4	60,4	18,2	19,20	0,80	10	Ø	20	31,42	1,31	8	200,00	150
Story2	C16	Đầu	5262,0	48,1	8,8	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story2	C16	Cuối	3958,6	10,6	15,5	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story2	C19	Đầu	3470,7	36,7	0,9	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story2	C19	Cuối	3461,5	24,3	4,2	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story2	C23	Đầu	2801,4	62,9	6,2	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150
Story2	C23	Cuối	2776,9	77,7	5,3	28,80	0,80	12	Ø	20	37,70	1,05	8	240,00	150

Tên	Tổ hợp	Qx	Qy	N	Mx	My	nc	N_{tt}	M_x^{tt}	M_y^{tt}	$\sum_{i=1}^{n'} x_i$	$\sum_{i=1}^{n'} y_i^2$	X _{max}	Y _{max}	p ^{tt} _{max}	p ^{tt} _{min}	ktra
		kN	kN	kN	kN-m	kN-m		kN	kN-m	kN-m	m	m	m	m	kN	kN	
A6	Comb8	8,4	3,4	521,6	6,9	83,4	1,0	752,6	14,1	101,0	0,0	0,0	0,0	0,0	752,6	752,6	Thỏa
B6	Comb8	11,2	29,9	2593,2	118,4	161,7	2,0	3170,7	181,1	185,2	6,0	0,0	1,5	0,0	1631,6	1539,1	Thỏa
D6	Comb8	19,0	12,3	5958,7	20,5	92,2	4,0	7402,4	46,3	132,2	9,0	9,0	1,5	1,5	1880,4	1828,6	Thỏa
E6	Comb12	6,0	7,6	5531,4	-52,3	70,4	4,0	6975,2	36,4	83,0	9,0	9,0	1,5	1,5	1763,7	1730,0	Thỏa
F6	Comb10	4,1	-37,6	3147,8	-182,7	9,4	2,0	3725,3	261,7	18,1	6,0	0,0	1,5	0,0	1867,2	1858,1	Thỏa

Phụ Lục 1. 14 Tải trọng tác dụng lên cọc

Tên	Tổ hợp	Qx	Qy	N	Mx	My	Npu	Ntc	Mtcx	Mtcy	Apu	Bpu	σ_{tb}^{tc}	σ_{tb}^{tc}	σ_{tb}^{tc}	Rtc	Ktra
		kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN	kN	m	m				kN/m ²	
A6	Comb8	7,3	3,0	453,5	6,0	72,5	3127,2	3580,7	21,3	78,8	5,7	5,7	110,2	113,5	107,0	3359,2	Thỏa
B6	Comb8	9,7	26,0	2255,0	103,0	140,6	3385,5	5640,4	123,4	195,1	5,7	8,7	113,7	119,1	108,4	3461,6	Thỏa
D6	Comb8	16,6	10,7	5181,5	17,9	80,2	7617,2	12798,6	89,0	126,1	8,7	8,7	169,1	171,1	167,1	3461,6	Thỏa
E6	Comb12	5,2	6,6	4809,9	-45,5	61,3	7189,9	11999,9	56,4	75,1	8,7	8,7	158,5	159,7	157,3	3461,6	Thỏa
F6	Comb10	3,6	-32,7	2737,2	-158,8	8,2	3940,1	6677,3	166,4	76,9	5,7	8,7	134,7	139,3	130,0	3461,6	Thỏa

Phụ Lục 1. 15 Kiểm tra đất nền tại mặt phẳng mũi cọc

tên	Tổ hợp	p^t_{max}	p^t_{min}	r_i	r_{ii}	M_{i-i}	M_{ii-ii}	F_{i-i}	Chọn thép			F_{ii-ii}	Chọn thép		
		Kn	Kn	m	m	kNm	kNm	Cm2	Số cây	Ø	As	Cm2	Số cây	Ø	As
A6	Comb8	752,56	752,56	1	1	1505,12	1505,12	22,75	7	22	26,61	22,75	7	22	26,60929
B6	Comb8	1631,65	1539,06	1,2	0,3	3915,96	951,21	59,20	20	22	76,03	14,38	7	22	26,60929
D6	Comb8	1880,36	1828,57	1,2	1,2	4512,86	4450,71	68,22	20	22	76,03	67,28	20	22	76,02654
E6	Comb12	1763,70	1729,96	1,2	1,2	4232,87	4192,39	63,99	20	22	76,03	63,38	20	22	76,02654
F6	Comb10	1867,20	1858,14	1,2	0,3	4481,27	1117,60	67,74	20	22	76,03	16,89	7	22	26,60929

Phụ Lục 1. 16 Kết quả tính toán thép đài móng