

ĐẠI HỌC BÁCH KHOA- ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ VÀ THIẾT BỊ CÔNG NGHIỆP



BÁO CÁO
KIỂM ĐỊNH CHẤT LƯỢNG KẾT CẤU CÔNG TRÌNH
VÀ ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN CẢI TẠO KẾT CẤU

CÔNG TRÌNH:

THÁP SAO – TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐÀ LẠT

ĐỊA ĐIỂM:

SỐ 1 PHÙ ĐÔNG THIÊN VƯƠNG, PHƯỜNG 8, TP ĐÀ LẠT

CƠ QUAN YÊU CẦU:

TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐÀ LẠT

CƠ QUAN THỰC HIỆN:

TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ VÀ THIẾT BỊ CÔNG NGHIỆP

HỢP ĐỒNG SỐ: 01/2018/HĐ/DLU-RECTIE

CHỦ TRÌ: PGS.TS. NGUYỄN MINH LONG

THAM GIA CHÍNH:

ThS. TRẦN THANH DƯƠNG

ThS. CHÂU HOÀNG LIÊN SƠN

ThS. VÕ THANH TÂN

ThS. HOÀNG ANH TUẤN

KS. NGUYỄN CÔNG SỰ

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 11 năm 2018

ĐẠI HỌC BÁCH KHOA – ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ VÀ THIẾT BỊ CÔNG NGHIỆP



BÁO CÁO
KIỂM ĐỊNH CHẤT LƯỢNG KẾT CẤU CÔNG TRÌNH
VÀ ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN CẢI TẠO KẾT CẤU

CÔNG TRÌNH:

THÁP SAO – TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐÀ LẠT

ĐỊA ĐIỂM:

SỐ 1 PHÙ ĐỔNG THIÊN VƯƠNG, PHƯỜNG 8, TP ĐÀ LẠT

CƠ QUAN YÊU CẦU:

TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐÀ LẠT

CƠ QUAN THỰC HIỆN:

TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ VÀ THIẾT BỊ CÔNG NGHIỆP

HỢP ĐỒNG SỐ: 01/2018/HĐ/ĐLU-RECTIE

CHỦ TRÌ: PGS.TS. NGUYỄN MINH LONG

THAM GIA CHÍNH:

ThS. TRẦN THANH DƯƠNG

ThS. CHÂU HOÀNG LIÊN SƠN

ThS. VÕ THANH TÂN

ThS. HOÀNG ANH TUẤN

KS. NGUYỄN CÔNG SỰ

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 11 năm 2018

MỤC LỤC

MỤC LỤC	2
DANH MỤC HÌNH ẢNH	4
DANH MỤC BẢNG BIỂU	6
1. TÀI LIỆU KỸ THUẬT VÀ TIÊU CHUẨN ÁP DỤNG	7
2. GIỚI THIỆU CÔNG TRÌNH	7
3. NỘI DUNG CÔNG VIỆC	9
4. CÔNG TÁC KHẢO SÁT HIỆN TRƯỜNG	9
4.1. Kiểm tra kích thước hình học của kết cấu công trình	9
4.2. Kiểm tra độ nghiêng, lún lệch của công trình hiện hữu	13
4.2.1. Phương pháp và thiết bị đo.....	13
4.2.2. Đo độ nghiêng của tháp sao.....	14
4.2.3. Kết quả.....	15
4.3. Khảo sát hiện trạng nứt và lập biểu đồ phân bố hiện trạng nứt trong kết cấu tháp	16
4.3.1. Phương pháp khảo sát.....	16
4.3.2. Kết quả khảo sát nứt của các cấu kiện chịu lực của kết cấu công trình.....	16
4.4. Kiểm tra cường độ thực của bê tông bằng phương pháp siêu âm và súng bật nảy	18
4.4.1. Quy trình thực hiện.....	18
4.4.2. Kết quả.....	18
4.5. Kiểm tra cường độ chịu nén bê tông theo phương pháp khoan lấy mẫu	24
4.5.1. Quy trình thực hiện.....	24
4.5.2. Kết quả cường độ nén bê tông.....	25
4.6. Kiểm tra đường kính, vị trí và số lượng cốt thép cột, dầm, tình trạng ăn mòn và kiểm tra độ dày lớp bê tông bảo vệ	27
5. KIỂM TRA KHẢ NĂNG CHỊU LỰC CỦA KẾT CẤU HIỆN HỮU	32
5.1. Tài liệu kỹ thuật và tiêu chuẩn áp dụng	32
5.2. Vật liệu	32
5.2.1. Bê tông.....	32
5.2.2. Thép.....	32
5.3. Tải trọng tác dụng và tổ hợp tải trọng	32

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 2.1 - Một góc công trình Tháp Sao – Đà Lạt	8
Hình 4.1 - Xác định kích thước hình học công trình bằng thước dây và thước đo laser	10
Hình 4.2 - Xác định kích thước và cấu tạo móng	11
Hình 4.3 - Xác định kích thước tiết diện cột.....	11
Hình 4.4 - Xác định kích thước tiết diện dầm.....	12
Hình 4.5 - Xác định bề rộng tường gạch	12
Hình 4.6 – Xác định kích thước vế thang	13
Hình 4.7 - Máy toàn đạc điện tử GTS – 235N.....	13
Hình 4.8 - Sơ đồ đo nghiêng các cột.....	14
Hình 4.9 - Đo độ nghiêng của công tháp	14
Hình 4.10 - Độ lệch giữa đỉnh và chân tháp sao.....	15
Hình 4.11 - Thiết bị khảo sát vết nứt	16
Hình 4.12 – Khảo sát vết nứt tường.....	17
Hình 4.13 – Khảo sát vết nứt cột	17
Hình 4.14 – Khảo sát vết nứt sàn.....	18
Hình 4.15 - Công tác kiểm tra cường độ bê tông cột dùng thiết bị bật nảy.....	19
Hình 4.16 - Công tác kiểm tra cường độ bê tông dầm dùng thiết bị bật nảy.....	21
Hình 4.17 - Công tác kiểm tra cường độ bê tông sàn dùng thiết bị bật nảy	22
Hình 4.18 - Công tác kiểm tra cường độ tường dùng thiết bị bật nảy	22
Hình 4.19 - Công tác kiểm tra cường độ bê tông cột dùng thiết bị siêu âm	22
Hình 4.20 - Công tác kiểm tra cường độ bê tông dầm dùng thiết bị siêu âm	24
Hình 4.21 - Công tác kiểm tra cường độ bê tông tường dùng thiết bị siêu âm	24
Hình 4.22 - Khoan mẫu móng tại hiện trường.....	25
Hình 4.23 - Khoan mẫu cột tại hiện trường	25
Hình 4.24 - Mẫu trước và sau khi gia công	26
Hình 4.25 - Xác định lại kích thước mẫu trước khi đưa vào bàn nén.....	26
Hình 4.26 - Kiểu phá hoại điển hình của mẫu bê tông	26
Hình 4.27 - Thao tác kiểm tra thép sàn bằng phương pháp cảm ứng từ.....	28
Hình 4.28 - Thao tác kiểm tra thép cột	28
Hình 4.29 - Thao tác kiểm tra thép dầm	29
Hình 4.30 – Tình trạng rỉ sét cốt thép của cột.....	30

Hình 4.31 – Tình trạng rỉ sét cốt thép của dầm.....	31
Hình 4.32 – Tình trạng rỉ sét cốt thép vế thang	31
Hình 5.1 – Mô hình 3D của công trình	37
Hình 5.2 – Mặt bằng kết cấu tầng 1 và 2	38
Hình 5.3 – Mặt bằng kết cấu tầng 3 và 4	38
Hình 5.4 – Mặt bằng kết cấu tầng 5, 6 và mái	38
Hình 5.5 – Nội lực trong kết cấu khung	39
Hình 5.6 – Kết quả kiểm tra khả năng chịu lực cột C5-A, C5-B, C5-C (cao độ: 15.705 -> +19.700m).....	40
Hình 5.7 – Kết quả nội lực mô-men với tổ hợp tải ULS của sàn tầng 6	41
Hình 5.8 – Mô hình 3D kết cấu móng của công trình	42
Hình 5.9 – Áp lực đất nền (kN/m ²).....	43
Hình 5.10 – Mô-men đài móng (kNm)	43

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 4.1 – Kết quả đo chuyển vị của tháp	15
Bảng 4.2 - Kết quả kiểm tra chuyển vị đỉnh tháp	15
Bảng 4.3 - Bảng kết quả cường độ cấu kiện theo phương pháp siêu âm và bậc này	18
Bảng 4.4 - Kết quả nén mẫu cường độ bê tông	27
Bảng 5.1 - Tính chất cơ học của bê tông	32
Bảng 5.2 - Trọng lượng riêng của vật liệu.....	32
Bảng 5.3 – Hoạt tải sử dụng.....	33
Bảng 5.4 - Tải trọng gió theo phương Y “+“	35
Bảng 5.5 - Tải trọng gió theo phương Y “-“.....	35
Bảng 5.6 – Tổ hợp tải trọng	36
Bảng 5.7 – Tổng hợp các cột không đảm bảo khả năng chịu lực	40
Bảng 5.8 - Tổng hợp các dầm không đảm bảo khả năng chịu lực.....	41
Bảng 5.9 – Kết quả kiểm tra khả năng chịu lực của sàn tầng 6.....	41
Bảng 5.10 – Kết quả kiểm tra khả năng chịu lực của cầu thang.....	42
Bảng 5.11 – Kết quả kiểm tra theo TTGH 2 của móng trục B	43
Bảng 5.12 – Kết quả kiểm tra theo TTGH 1 của các móng.....	44

1. TÀI LIỆU KỸ THUẬT VÀ TIÊU CHUẨN ÁP DỤNG

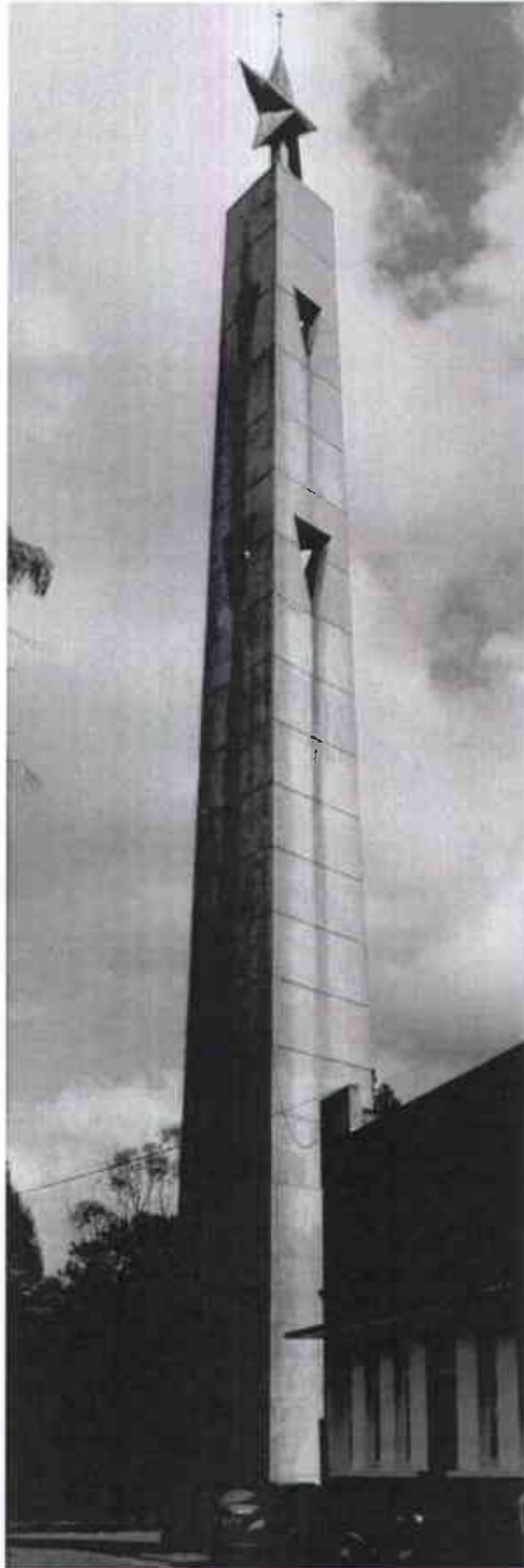
Tài liệu kỹ thuật và tiêu chuẩn áp dụng:

- TCVN 2737 : 1995 “Tải trọng tác động - Tiêu chuẩn thiết kế”;
- TCVN 5573 : 2011 “Kết cấu gạch đá và gạch đá cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế”;
- TCVN 5574 : 2012 “Kết cấu bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế”;
- TCVN 5575 : 2012 “Kết cấu thép - Tiêu chuẩn thiết kế”;
- TCVN 9362 : 2012 “Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình”;
- TCVN 9360 : 2012 “Quy trình kỹ thuật xác định độ lún công trình công nghiệp và dân dụng bằng phương pháp đo cao hình học”;
- TCVN 9381 : 2012 “Hướng dẫn đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà”;
- TCVN 9343 : 2012 “Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Hướng dẫn công tác bảo trì”;
- TCVN 4419 : 1987 “Khảo sát cho xây dựng - Nguyên tắc cơ bản”;
- TCXDVN 239 : 2006 “Bê tông nặng – Chi dẫn đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình”;
- TCVN 9335 : 2012 “Bê tông nặng – Phương pháp không phá hủy – Xác định cường độ chịu nén sử dụng kết hợp máy đo siêu âm và súng bật nảy”;
- EN 1992-1-1 : 2004 “Kết cấu bê tông cốt thép – Tiêu chuẩn thiết kế”.
- ACI 318 : 2014 “Kết cấu bê tông cốt thép – Tiêu chuẩn thiết kế”
- Phần mềm sử dụng tính toán: Etabs, SAFE, Excel.

2. GIỚI THIỆU CÔNG TRÌNH

Công trình Tháp Sao – Trường Đại học Đà Lạt tọa lạc tại địa chỉ số 1 Phù Đồng Thiên Vương, phường 8, TP. Đà Lạt. Công trình dạng hình trụ tam giác có chiều cao 33.3m tính từ mặt đất. Thân tháp với kết cấu khung bê tông cốt thép (BTCT) chịu lực được bao che bằng tường gạch thẻ nung. Công trình được bố trí thang bộ để di chuyển trong lòng tháp theo hình xoắn ốc với các bậc thang BTCT được ngàm vào tường.

Theo yêu cầu của chủ đầu tư công trình Trường Đại học Đà Lạt, Trung Tâm Nghiên Cứu Công Nghệ Và Thiết Bị Công Nghiệp (RECTIE) – Đại học Bách Khoa Tp. Hồ Chí Minh tiến hành: “Kiểm tra hiện trạng, khả năng chịu lực hiện hữu và đánh giá chất lượng của công trình trên cơ sở các dữ liệu khảo sát từ hiện trường và mô hình tính toán từ đó đưa ra biện pháp gia cường kéo dài thời gian sử dụng cho kết cấu”.



Hình 2,1 - Một góc công trình Tháp Sao – Đà Lạt

3. NỘI DUNG CÔNG VIỆC

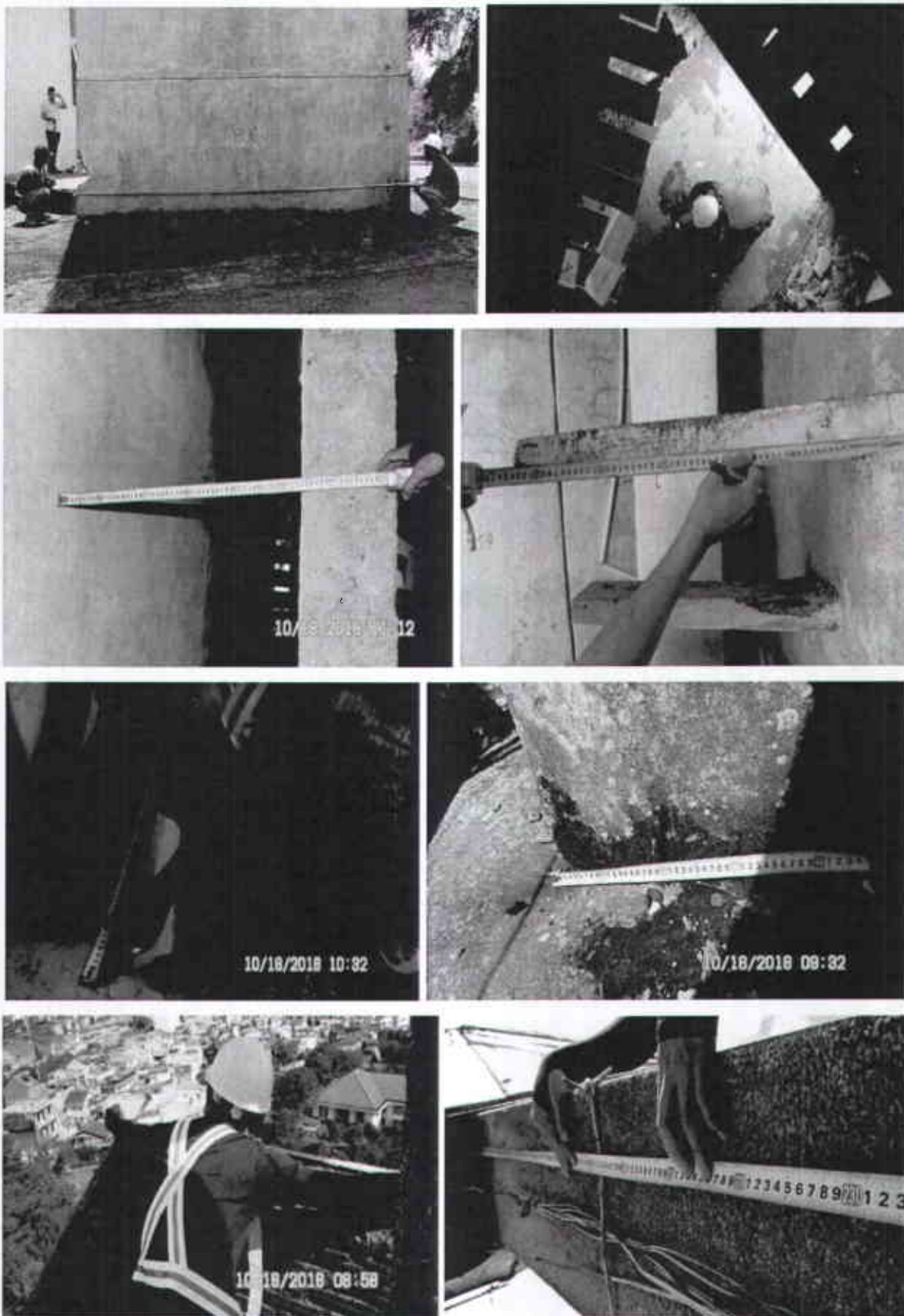
Theo yêu cầu của chủ đầu tư, đơn vị tư vấn kiểm định lập báo cáo kiểm định kết cấu công trình theo trình với nội dung công việc như sau:

- Đo vẽ lại hiện trạng kết cấu tháp, xác định kích thước hình học cấu kiện kết cấu chịu lực (sàn, cột, tường và móng tháp);
- Quan trắc nghiêng của tháp;
- Khảo sát hiện trạng nứt (đo đặc bề rộng và chiều dài), lập bản đồ phân bố hiện trạng vết nứt trong kết cấu tháp (sàn, cột, tường và móng tháp);
- Xác định cường độ bê tông của các cấu kiện chịu lực theo hai phương pháp trực tiếp (khoan mẫu) và gián tiếp (siêu âm kết hợp bật nảy);
- Xác định vị trí, số lượng đường kính cốt thép chịu lực, tình trạng ăn mòn, chiều dày lớp bê tông bảo vệ của các cấu kiện chịu lực sàn, cột và móng dùng kết hợp hai phương pháp cảm ứng từ và đục trực tiếp;
- Kiểm tra cường độ và chất lượng tường gạch;
- Mô hình hóa, tính toán và kiểm tra khả năng chịu lực của kết cấu tháp hiện hữu;
- Đề xuất phương án cải tạo, gia cố phục hồi khả năng chịu lực và công năng sử dụng của kết cấu tháp.

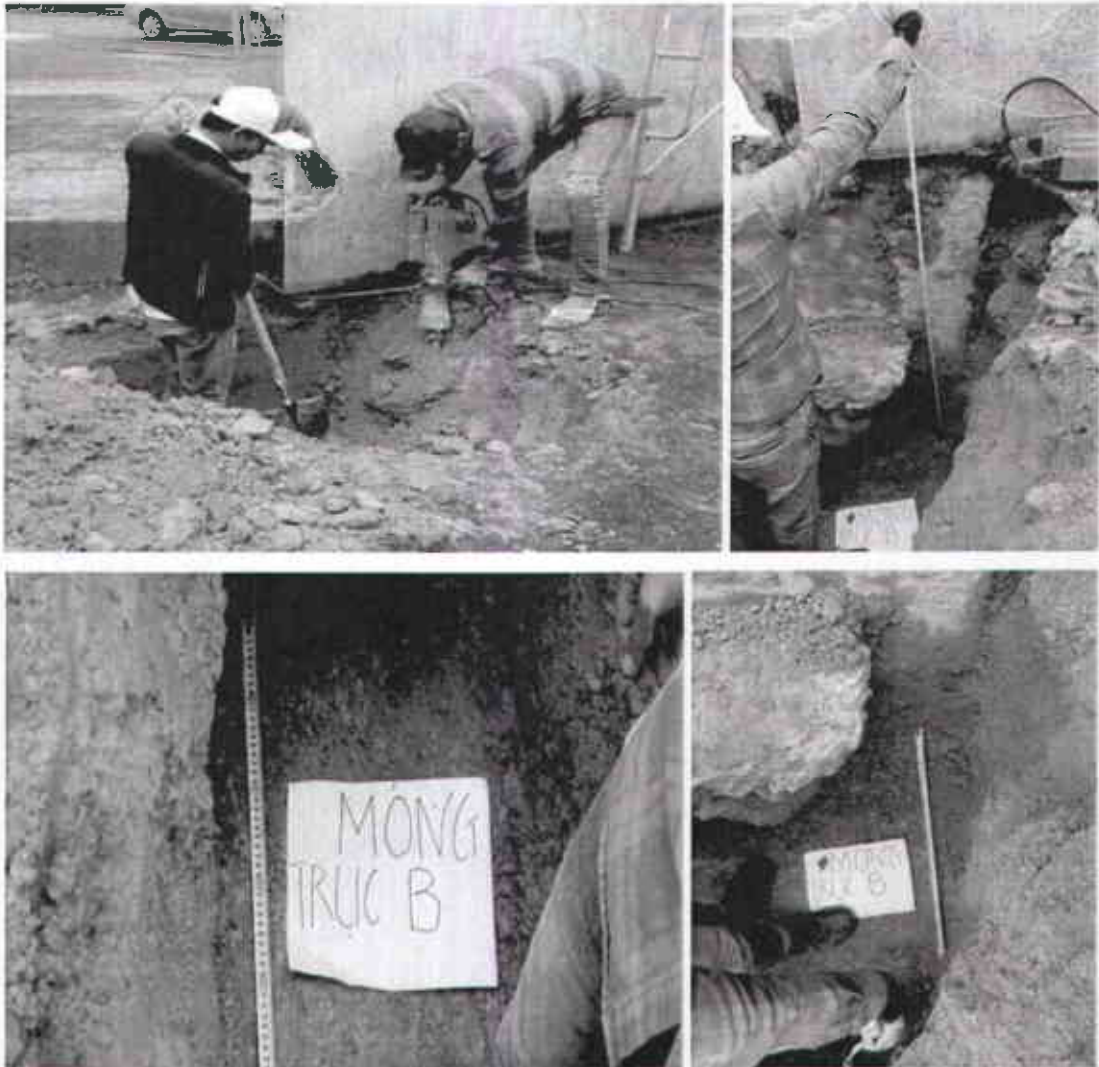
4. CÔNG TÁC KHẢO SÁT HIỆN TRƯỜNG

4.1. Kiểm tra kích thước hình học của kết cấu công trình

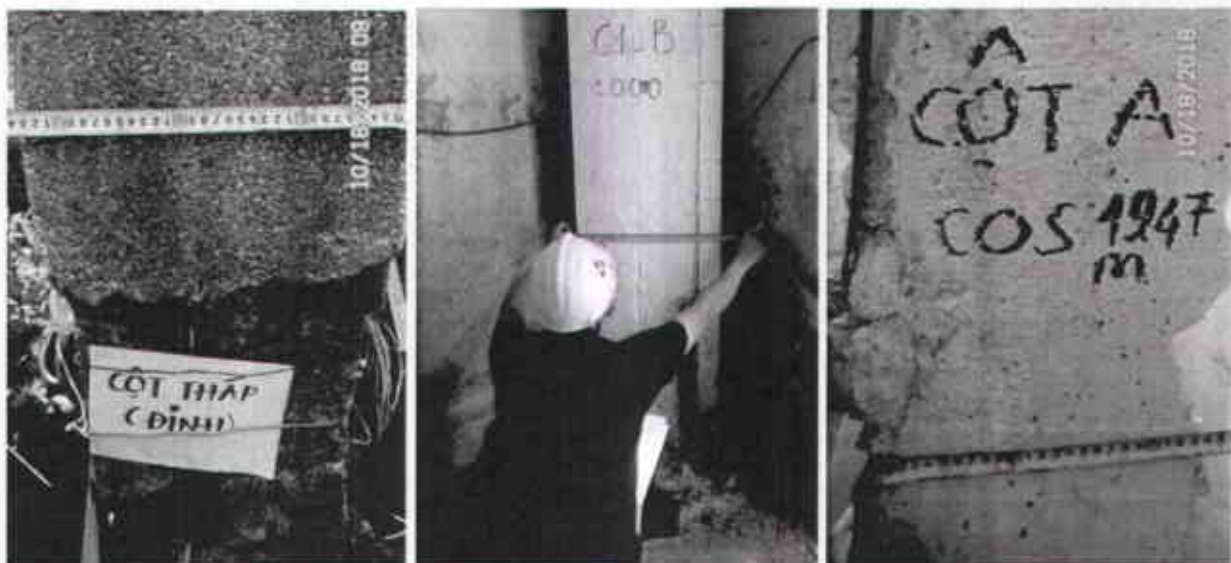
Công tác khảo sát kích thước hình học của các cấu kiện chịu lực của công trình nhằm phục vụ cho công tác tính toán và kiểm tra khả năng chịu lực của kết cấu công trình. Phương pháp kiểm tra được thực hiện bằng phương pháp đo đạc thủ công sử dụng thước đo laser và thước dây (**Hình 4.1** đến **Hình 4.6**). Số lượng cấu kiện cột, dầm và móng khảo sát được lựa chọn tập trung vào khu vực dự kiến, tuy nhiên vẫn phải đảm bảo được tính điển hình cho toàn bộ công trình. Kết quả khảo sát cho thấy hệ khung của công trình là vật liệu bê tông cốt thép (BTCT) với cột có tiết diện hình tam giác và dầm có tiết diện chữ nhật. Sàn sử dụng trong công trình là BTCT. Hệ cầu thang bộ theo hình xoắn ốc được sử dụng trong công trình với các bậc thang BTCT được ngàm vào tường. Công trình sử dụng hệ móng đơn. Tường bao che sử dụng gạch thẻ với bề dày tường là 280mm ngoại trừ tầng trệt có bề dày là 350mm. Kết quả khảo sát được thể hiện chi tiết trong **Phụ lục I**.



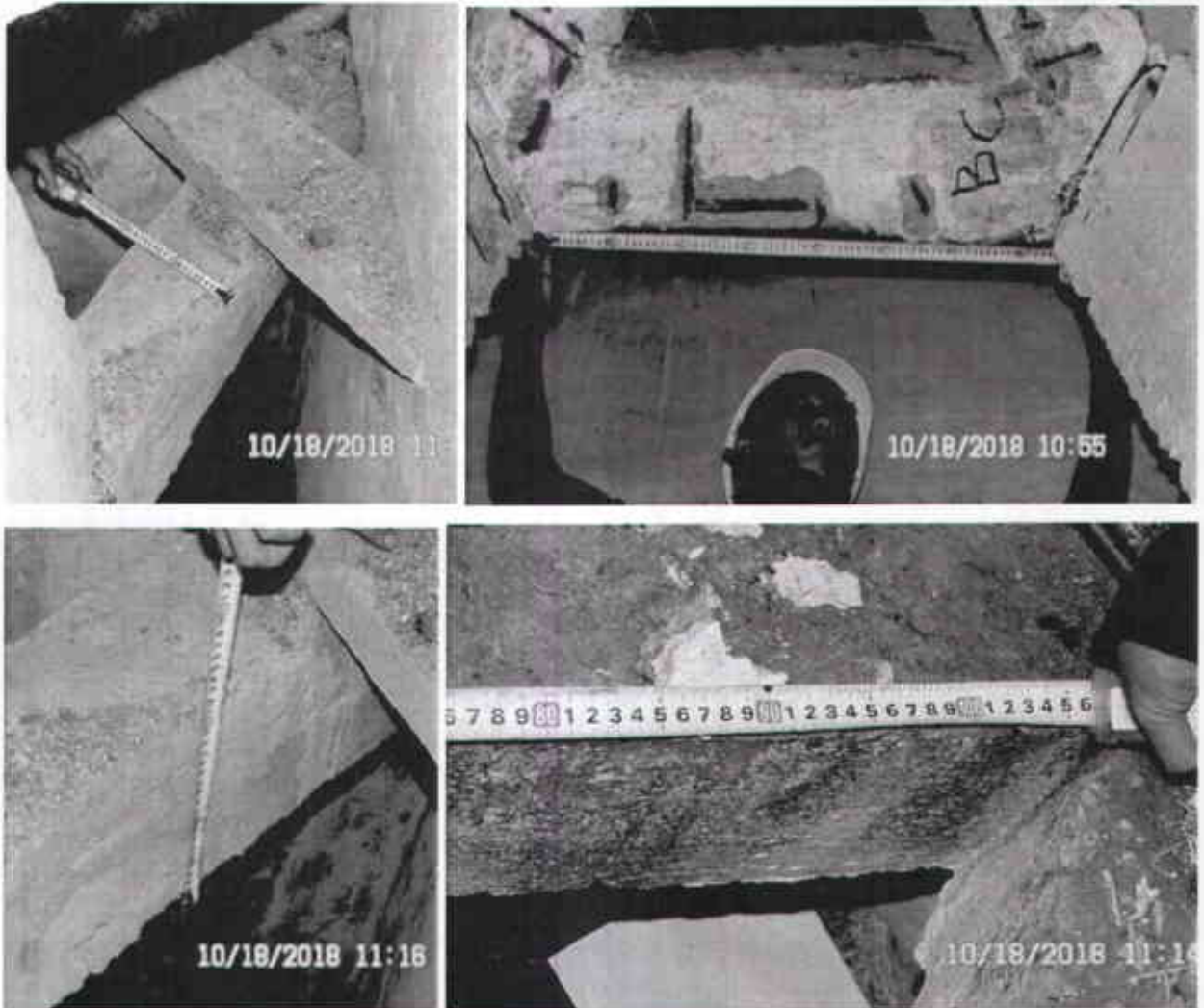
Hình 4.1 - Xác định kích thước hình học công trình bằng thước dây và thước đo laser



Hình 4.2 - Xác định kích thước và cấu tạo móng



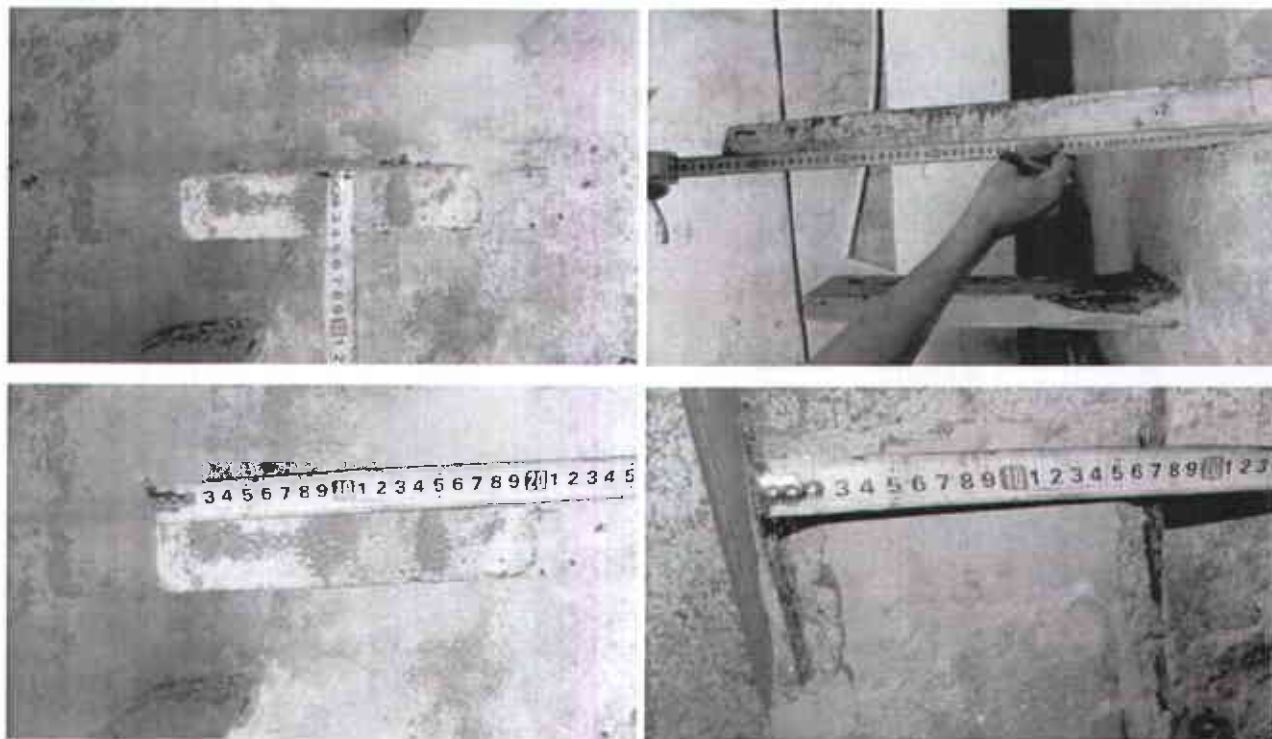
Hình 4.3 - Xác định kích thước tiết diện cột



Hình 4.4 - Xác định kích thước tiết diện dầm



Hình 4.5 - Xác định bề rộng tường gạch



Hình 4.6 – Xác định kích thước vế thang

4.2. Kiểm tra độ nghiêng, lún lệch của công trình hiện hữu

4.2.1. Phương pháp và thiết bị đo

Thiết bị dùng để đo nghiêng là máy toàn đạc điện tử GTS - 235N do công ty Topcon (Nhật) sản xuất. Máy có chức năng đo dùng gương phản xạ.



Hình 4.7 - Máy toàn đạc điện tử GTS – 235N

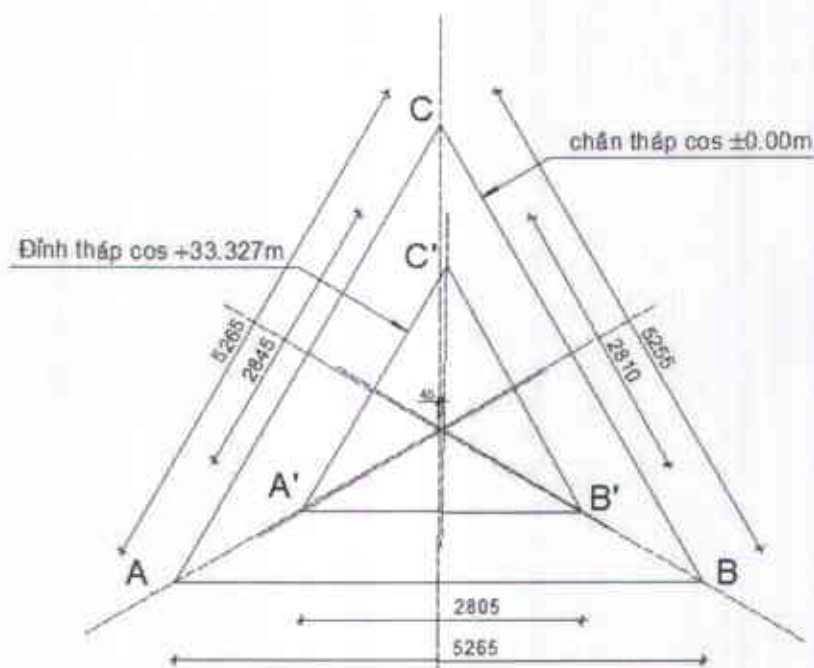
- Thông số kỹ thuật:
 - Độ chính xác đo góc: $\pm 7''$
 - Độ chính xác đo dài: $3\text{mm} + 3\text{ppm}$
- Máy GTS có chức năng đo không dùng gương phản xạ.

4.2.3. Kết quả

Kết quả đo độ nghiêng của tháp sao được thể hiện trong **Bảng 4.1**. Độ nghiêng lệch cho phép của tháp sao $f_u = h_i/500$ theo TCVN 5574: 2012 (Mục C.5.4 – Bảng C4); trong đó, h_i là chiều cao công trình.

Bảng 4.1 – Kết quả đo chuyển vị của tháp

Vị trí	H (m)	Tọa độ (m)						Trọng tâm	
		A		B		C		X	Y
		X	Y	X	Y	X	Y		
Chân tháp	0.00	43.064	0.00	47.804	2.29	47.417	-2.96	46.095	-0.223
Đỉnh tháp	33.33	44.505	-0.083	47.033	1.137	46.870	-1.668	46.136	-0.205
Chuyển vị đỉnh								0.04	0.02



Hình 4.10 - Độ lệch giữa đỉnh và chân tháp sao

Kết quả kiểm tra chuyển vị ngang đỉnh tháp được thể hiện trong **Bảng 4.2**:

Bảng 4.2 - Kết quả kiểm tra chuyển vị đỉnh tháp

H	x_{ks}	$(x_{ks}/H)_{lim}$	$(H/500)_{lim}$	Chuyển vị ngang
(m)	(m)			
33.3	0.041	0.001	0.06	Đạt

Ghi chú:

H : chiều cao của tháp, m;

x_{ks} : chuyển vị ngang đỉnh tháp theo khảo sát, m.

4.3. Khảo sát hiện trạng nứt và lập biểu đồ phân bố hiện trạng nứt trong kết cấu tháp

4.3.1. Phương pháp khảo sát

Phương pháp khảo sát bao gồm phương pháp theo dõi và ghi nhận bằng mắt thường để lập bản đồ phân bố của vết nứt trong các sàn, dầm và cột BTCT. Sau đó, kính hiển vi quang học được sử dụng để xác định chính xác bề rộng vết nứt lớn nhất trong từng cấu kiện.



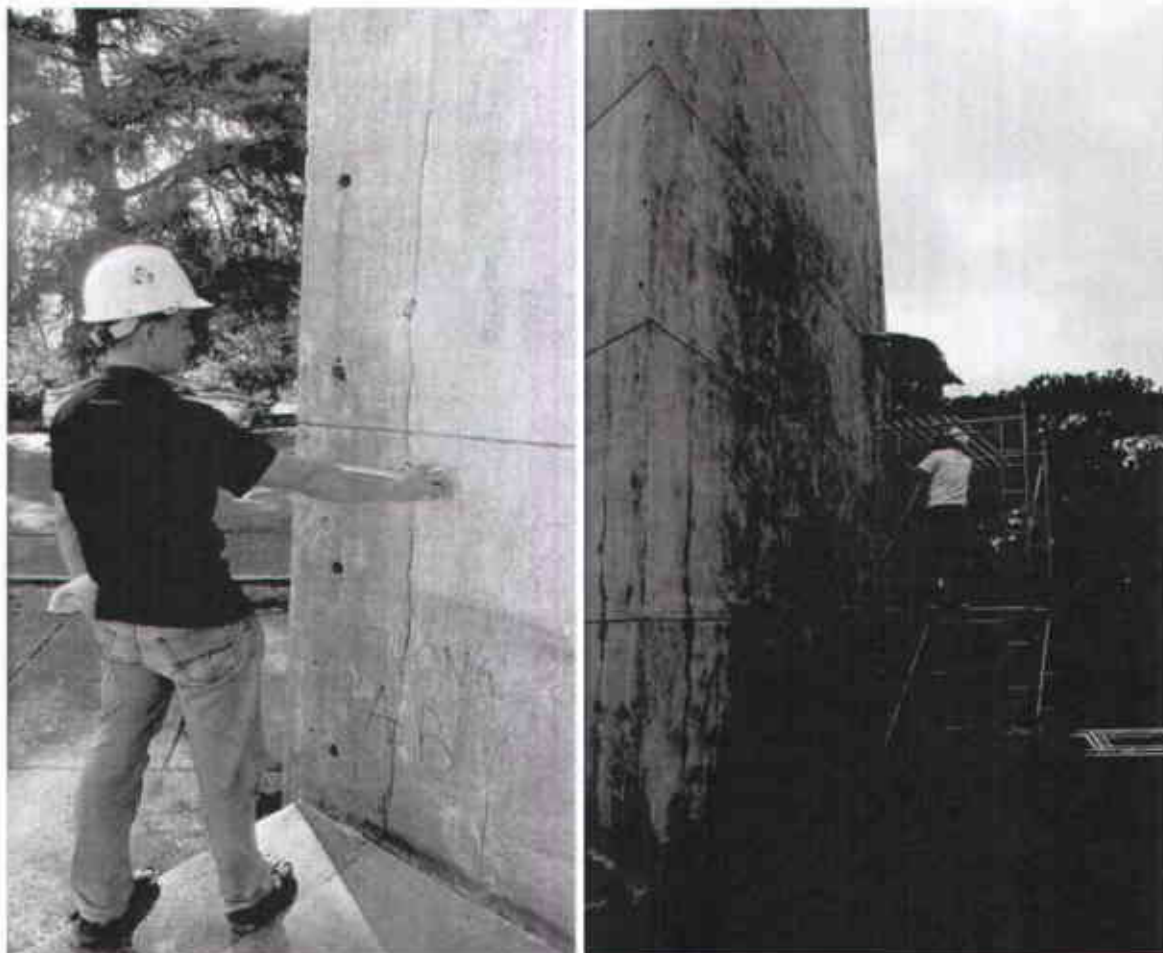
Hình 4.11 - Thiết bị khảo sát vết nứt

Quy trình khảo sát nứt được thực hiện theo các bước sau:

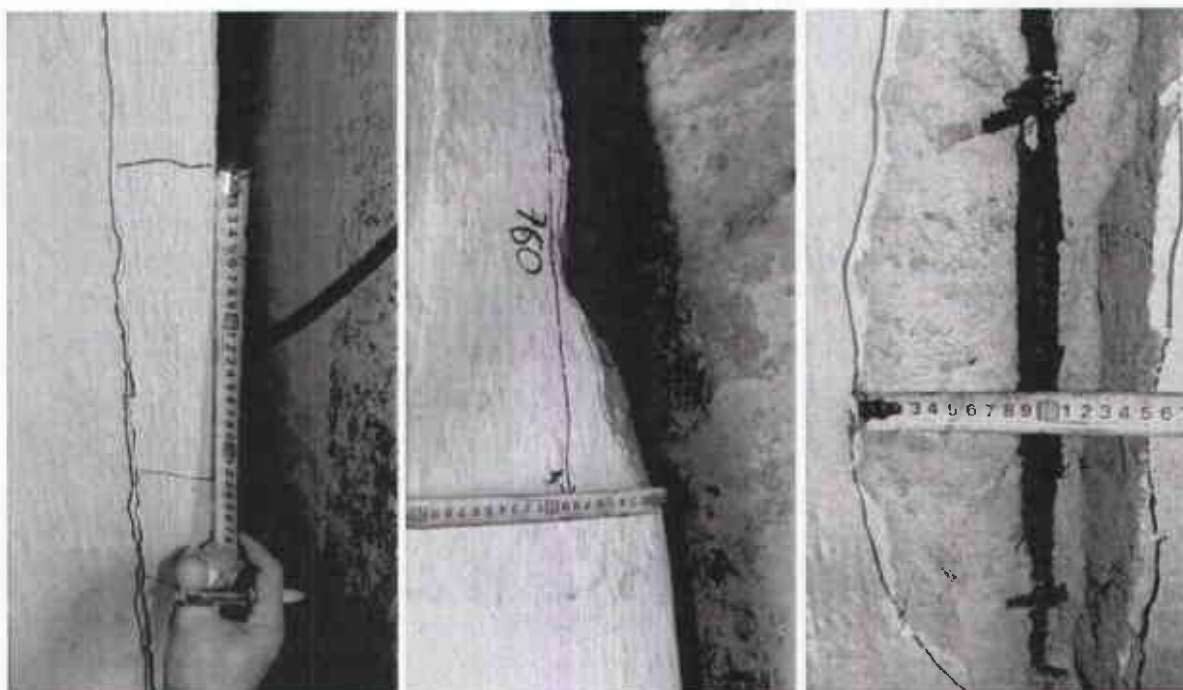
- Kiểm tra hiện trạng nứt thực tế của kết cấu và ghi nhận các vết nứt phát sinh (nếu có);
- Lập bản đồ miêu tả vị trí các cấu kiện bị nứt;
- Đo đạc bề rộng và chiều dài của các vết nứt.

4.3.2. Kết quả khảo sát nứt của các cấu kiện chịu lực của kết cấu công trình

Kết quả khảo sát vết nứt cho thấy tường bên ngoài công trình xuất hiện vết nứt tại vị trí tiếp giáp giữa tường gạch và cột bê tông; các vết nứt này chạy dọc theo các cột ở 3 góc của công trình (khảo sát từ ± 0.00 đến $+4.00\text{m}$ còn lại dùng máy toàn đạc để vẽ lại vết nứt). Các cột tầng trệt bên trong công trình hầu như bị nứt và hư hại nghiêm trọng; lớp bê tông bảo vệ của cột bị bong tróc mảng lớn làm lộ cốt thép ra ngoài ở phần chân cột, ngoài ra xuất hiện các vết nứt chạy dọc theo trục cốt thép chịu lực của cột. Các vết nứt trong sàn xuất hiện ở vị trí tiếp xúc giữa cột và sàn và phát triển về 3 cạnh của công trình. Vị trí và bề rộng vết nứt được trình bày chi tiết trong **Phụ lục II**.



Hình 4.12 – Khảo sát vết nứt tường



Hình 4.13 – Khảo sát vết nứt cột



Hình 4.14 – Khảo sát vết nứt sàn

4.4. Kiểm tra cường độ thực của bê tông bằng phương pháp siêu âm và súng bật nảy

4.4.1. Quy trình thực hiện

Công tác xác định cường độ chịu nén của bê tông theo phương pháp siêu âm kết hợp với thiết bị bật nảy được tiến hành theo các bước như sau:

- (a) đục bỏ lớp xi măng lót bề mặt cần đo;
- (b) làm nhẵn bề mặt cần đo bằng máy mài bê tông;
- (c) làm sạch bụi bề mặt cần đo bằng chổi lông;
- (d) xác định vị trí đo bằng thước kẻ;
- (e) tạo mặt tiếp xúc bằng cách dùng chất bôi trơn bề mặt.

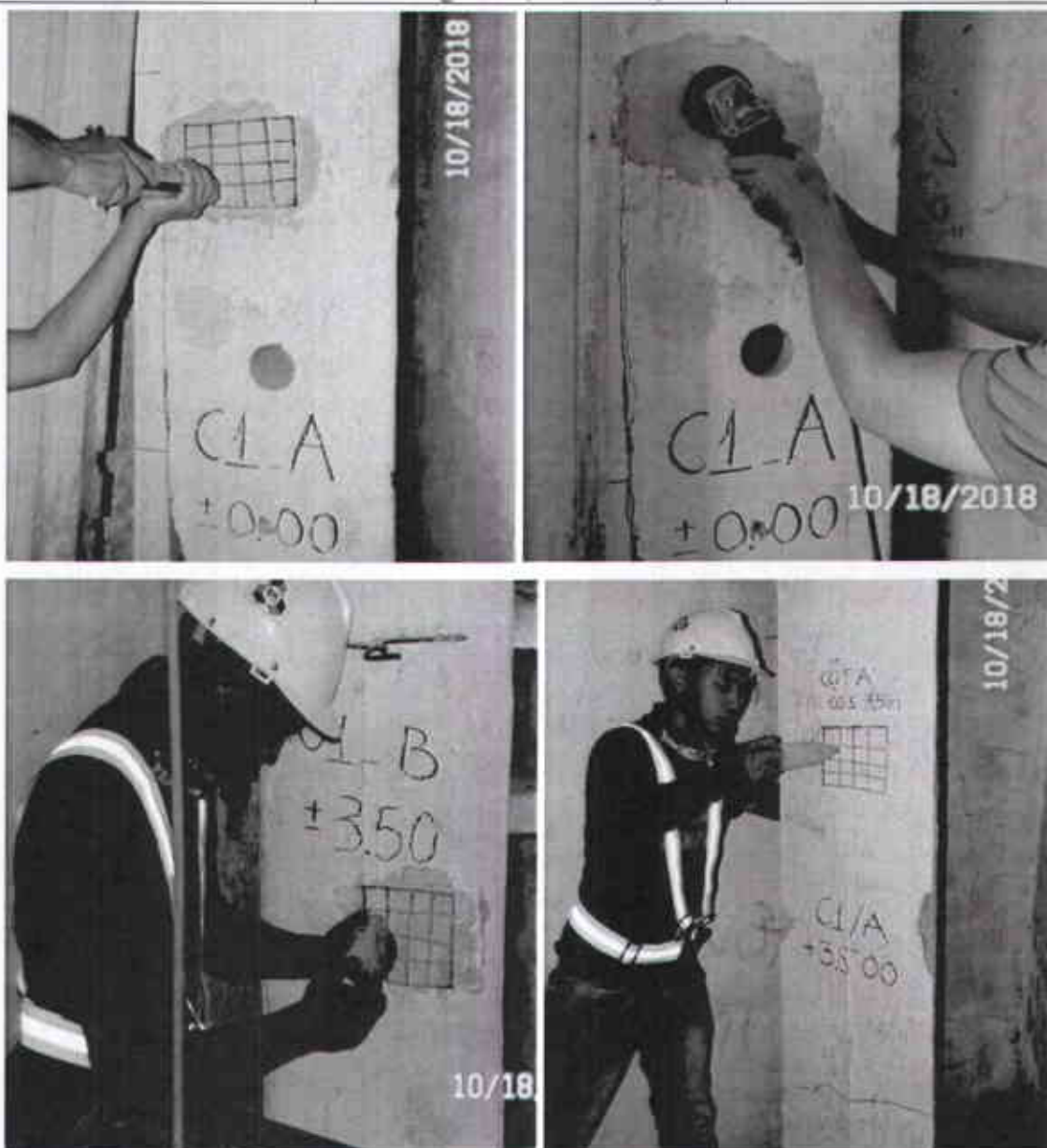
4.4.2. Kết quả

Kết quả khảo sát của bê tông cột, dầm, sàn và tường tại các vùng khảo sát được thể hiện trong **Bảng 4.3**. Kết quả chi tiết được trình bày trong **Phụ lục III**. Một số thao tác kiểm tra chất lượng, cường độ bê tông bằng thiết bị bật nảy kết hợp siêu âm được thể hiện trên **Hình 4.15** đến **Hình 4.21**.

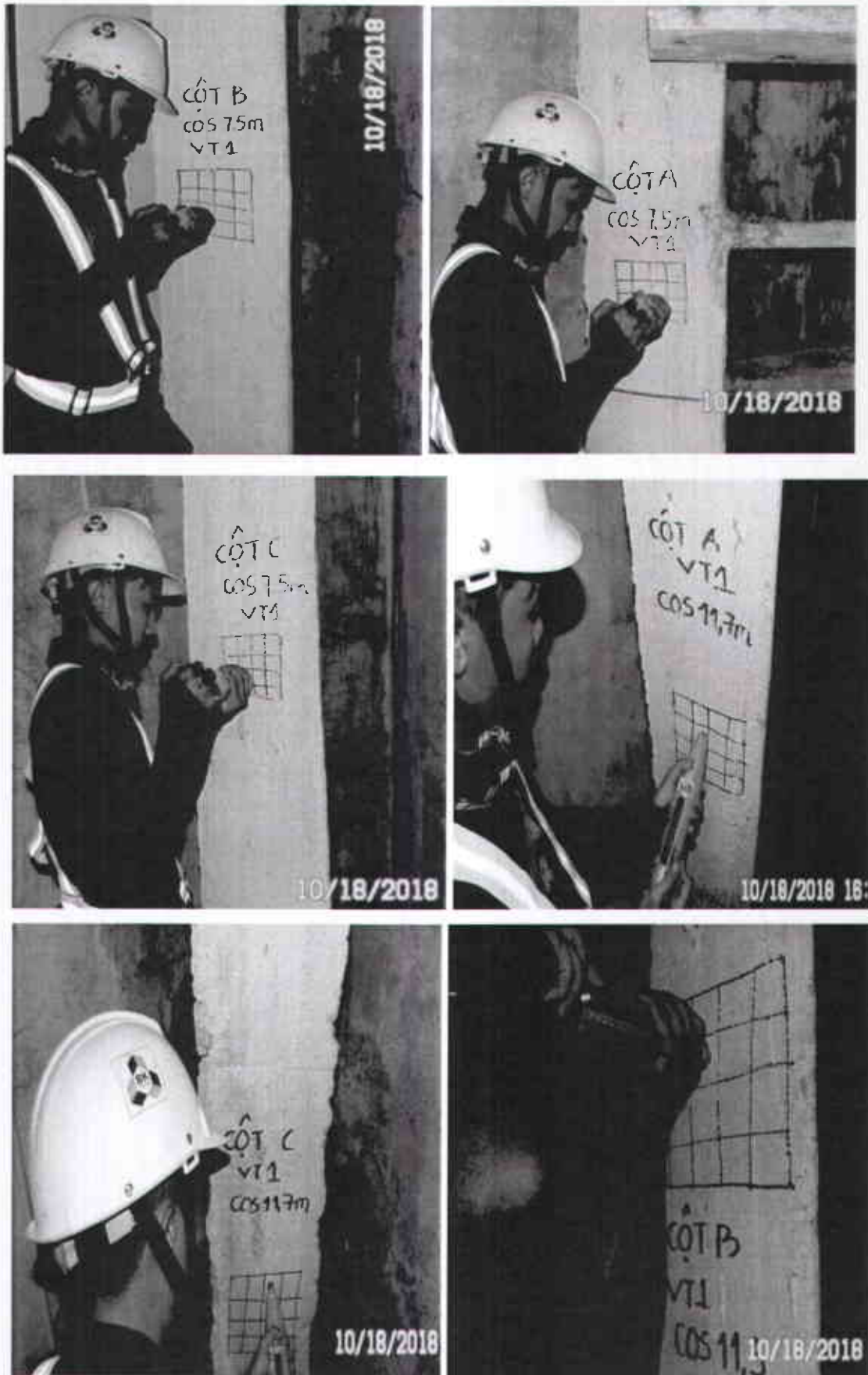
Bảng 4.3 - Bảng kết quả cường độ cấu kiện theo phương pháp siêu âm và bật nảy

Cấu kiện	Vị trí	R (MPa)
Sàn	Sàn S1	10.6
Cột	Cột C5-A, vị trí 1	38.1
	Cột C5-A, vị trí 2	30.0
	Cột C5-B, vị trí 1	13.2
	Cột C5-B, vị trí 2	23.4
	Cột C5-C, vị trí 1	18.7
	Cột C5-C, vị trí 2	18.5
	Cột C4-A	35.9
	Cột C4-B	42.8
	Cột C4-C	31.7
	Cột C3-A	28.3
	Cột C3-B	34.9
	Cột C3-C	45.9

Cấu kiện	Vị trí	R (MPa)
	Cột C2-A	33.0
	Cột C2-B	23.6
	Cột C1-A	28.7
	Cột C1-B	23.5
	Cột C1-C	30.2
Dầm	Dầm D5-AB	11.4
	Dầm D5-BC	11.3
	Dầm D4-AB, vị trí 1	21.2
	Dầm D4-AB, vị trí 2	13.8
	Dầm D3-BC	30.5
Tường	Tường A-B (cos +3.5m)	12.5
	Tường B-C (cos +3.5m)	11.5
	Tường A-C (cos +3.5m)	15.4



Hình 4.15 - Công tác kiểm tra cường độ bê tông cột dùng thiết bị búa này



Hình 4.15 - Công tác kiểm tra cường độ bê tông cột dùng thiết bị hạt này (II)



Hình 4.16 - Công tác kiểm tra cường độ bê tông đầm dùi thiết bị bật này



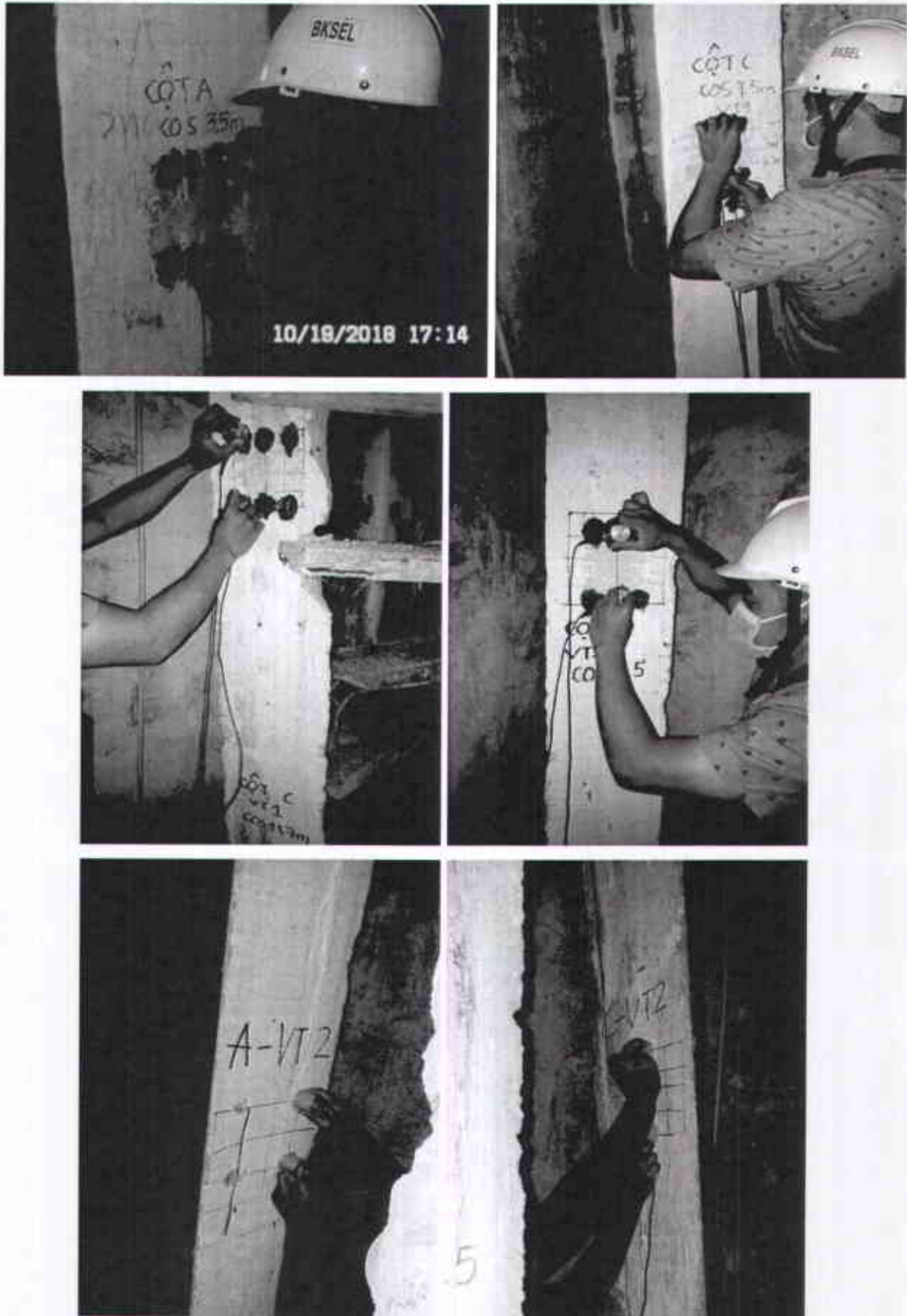
Hình 4.17 - Công tác kiểm tra cường độ bê tông sàn dùng thiết bị bật nảy



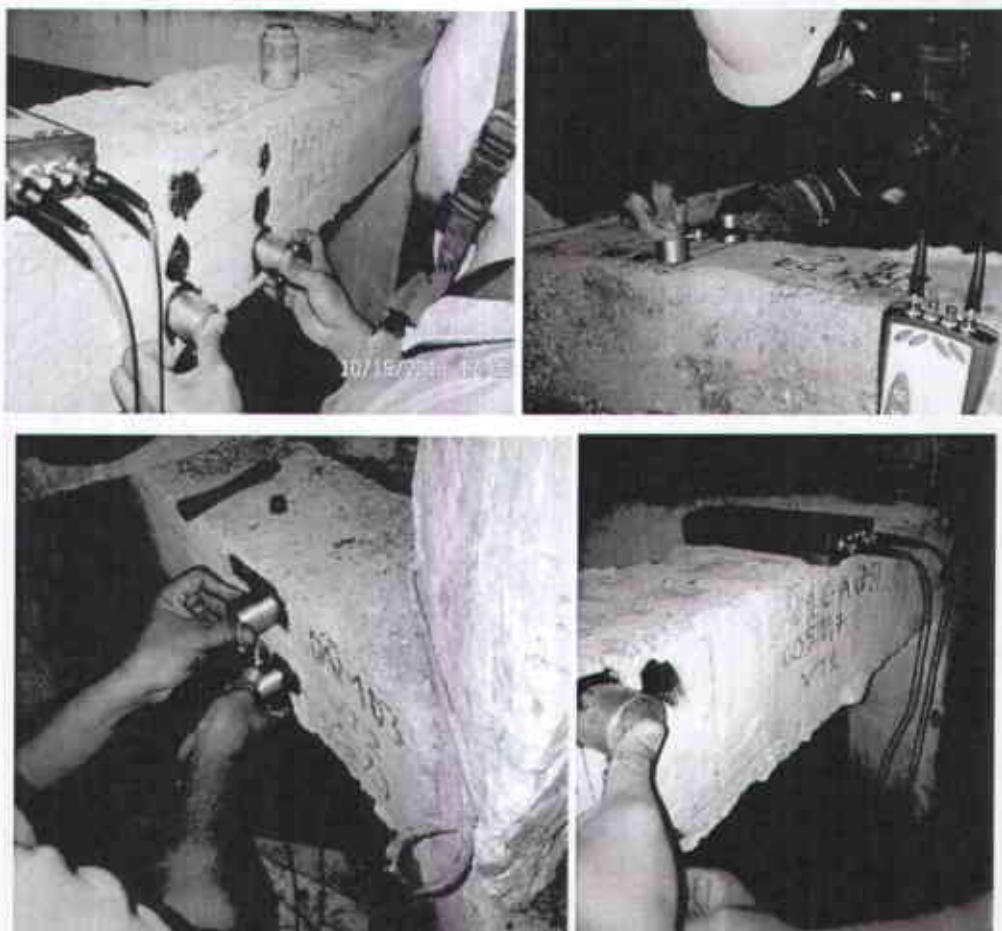
Hình 4.18 - Công tác kiểm tra cường độ tường dùng thiết bị bật nảy



Hình 4.19 - Công tác kiểm tra cường độ bê tông cột dùng thiết bị siêu âm



Hình 4.19 - Công tác kiểm tra cường độ bê tông cột dùng thiết bị siêu âm (tt)



Hình 4.20 - Công tác kiểm tra cường độ bê tông đầm dùi dùng thiết bị siêu âm



Hình 4.21 - Công tác kiểm tra cường độ bê tông tường dùng thiết bị siêu âm

4.5. Kiểm tra cường độ chịu nén bê tông theo phương pháp khoan lấy mẫu

4.5.1. Quy trình thực hiện

Công tác khoan lấy mẫu bê tông tại hiện trường được tiến hành theo TCXDVN 239:2006. Máy khoan bê tông hiệu Proeti do Tây Ban Nha sản xuất được sử dụng để khoan mẫu. Tổng số mẫu khoan là 5 mẫu, nhằm đánh giá sơ bộ về cường độ bê tông của công trình. Các mẫu khoan có dạng

lăng trụ với đường kính 68 mm và chiều cao tối thiểu bằng đường kính lõi. Trước khi tiến hành thí nghiệm nén phá hủy, các mẫu được gia công lại để giúp cho việc thí nghiệm nén có kết quả chính xác nhất (Hình 4.24). Các mẫu sau khi gia công xong, được kiểm tra lại một lần nữa kích thước hình học, có hay không cốt thép trong lõi (Hình 4.25) và sau đó được cho tiến hành thí nghiệm.

4.5.2. Kết quả cường độ nén bê tông

Theo TCXDVN 239:2006, cường độ bê tông của kết cấu xác định theo phương pháp phá hủy được xem là đạt yêu cầu nếu:

$$R_{ht} \geq 0.9R_{yc}$$

và $R_{min} \geq 0.75R_{yc}$

Trong đó:

$$R_{ht} = \Sigma R_{hti} / n$$

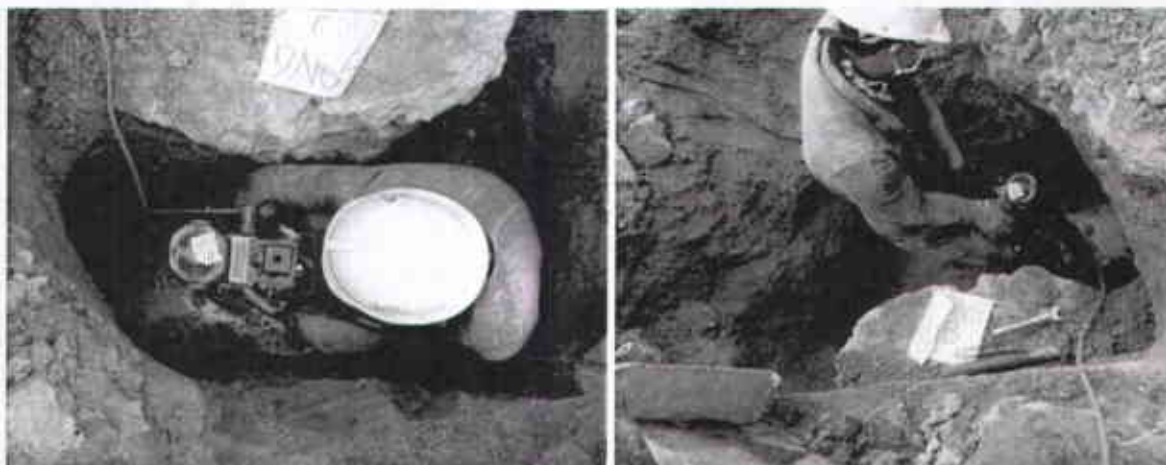
R_{hti} : cường độ chịu nén của mẫu thứ i ;

n : số lượng mẫu trong một tổ mẫu;

R_{yc} : cường độ chịu nén bê tông yêu cầu, MPa;

$R_{yc} = 0.778 M$ với M là mác bê tông.

Công tác lấy mẫu và quy trình thí nghiệm được thể hiện từ Hình 4.22 – Hình 4.26.



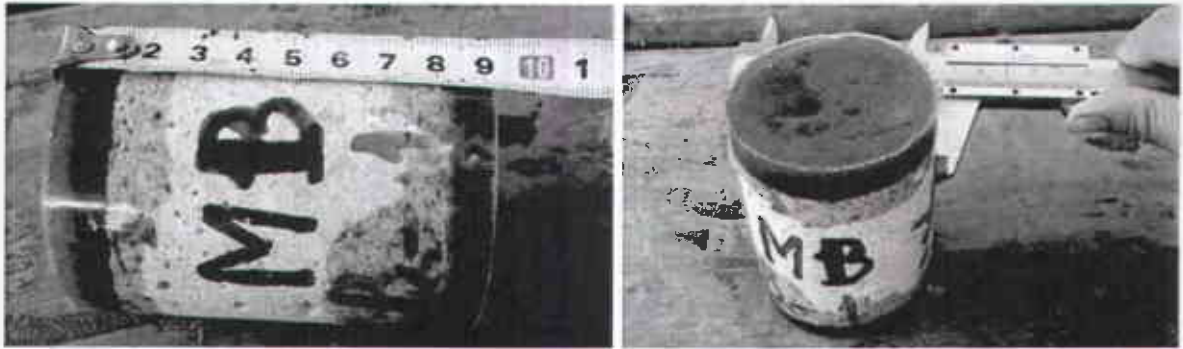
Hình 4.22 - Khoan mẫu móng tại hiện trường



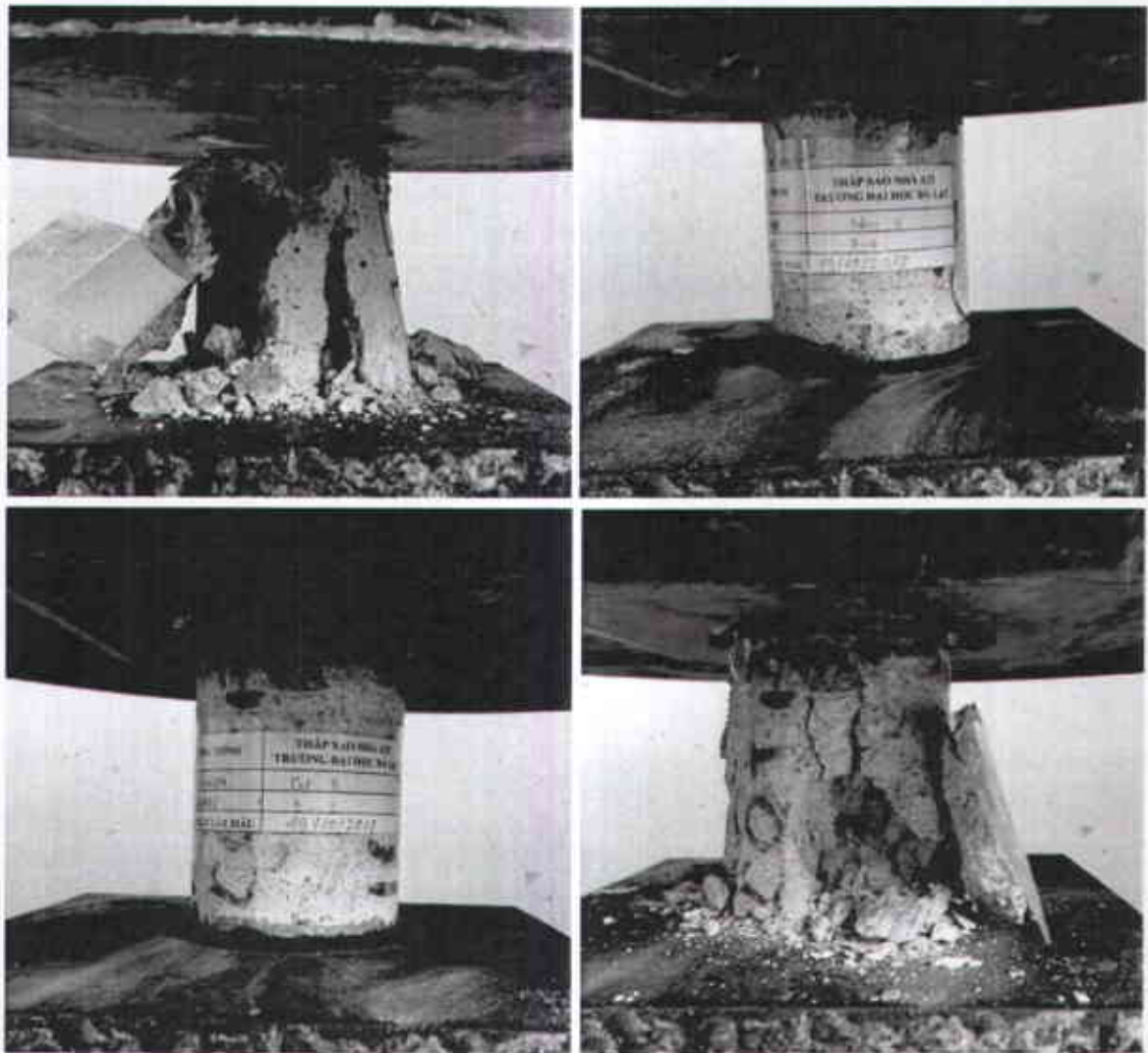
Hình 4.23 - Khoan mẫu cột tại hiện trường



Hình 4.24 - Mẫu trước và sau khi gia công



Hình 4.25 - Xác định lại kích thước mẫu trước khi đưa vào bàn nén



Hình 4.26 - Kiểu phá hoại điển hình của mẫu bê tông

Kết quả thí nghiệm nén mẫu được trình bày trong bảng sau.

Bảng 4.4 - Kết quả nén mẫu cường độ bê tông

STT	Tên mẫu thử	Kích thước mẫu khoan		Thông số cốt thép trong mẫu khoan				Phương khoan mẫu	Diện tích chịu lực	Lực phá hoại - P	Cường độ mẫu khoan - R_{mk}	Cường độ hiện trường từng mẫu khoan R_{hi}				
		Đường kính, d_{mk}	Chiều cao, h	d_{11}	a_1	d_{12}	a_2					Tỷ lệ h/ d_{mk}	Hệ số phương khoan	Hệ số cốt thép	Hệ số chuyển đổi	Cường độ bê tông hiện trường của từng mẫu R_{hi}
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	-	cm ²	kN	MPa	-	-	-	-	MPa
1	MÓNG B-1	68	92					SS	36.3	132	36.4	1.35	2.3	1	1.03	37.44
2	MÓNG B-2	68	100					SS	36.3	81.2	22.4	1.47	2.3	1	1.06	23.60
3	MÓNG B-3	68	99					SS	36.3	60.0	16.5	1.47	2.3	1	1.06	17.44
4	MÓNG B-4	68	100					SS	36.3	105.6	29.1	1.46	2.3	1	1.05	30.60
1	CỘT B	68	100					SS	36.3	87.6	24.1	1.47	2.3	1	1.06	25.46

Ghi chú:

- d_{11} , d_{12} - Đường kính danh nghĩa của thanh cốt thép 1 và 2 (nếu có) nằm trong mẫu khoan.
- a_1 , a_2 - Khoảng cách từ trục thanh thép 1 và 2 (nếu có) đến đầu gần nhất của mẫu khoan.
- SS - Phương khoan song song với phương đổ bê tông.
- VG - Phương khoan vuông góc với phương đổ bê tông.

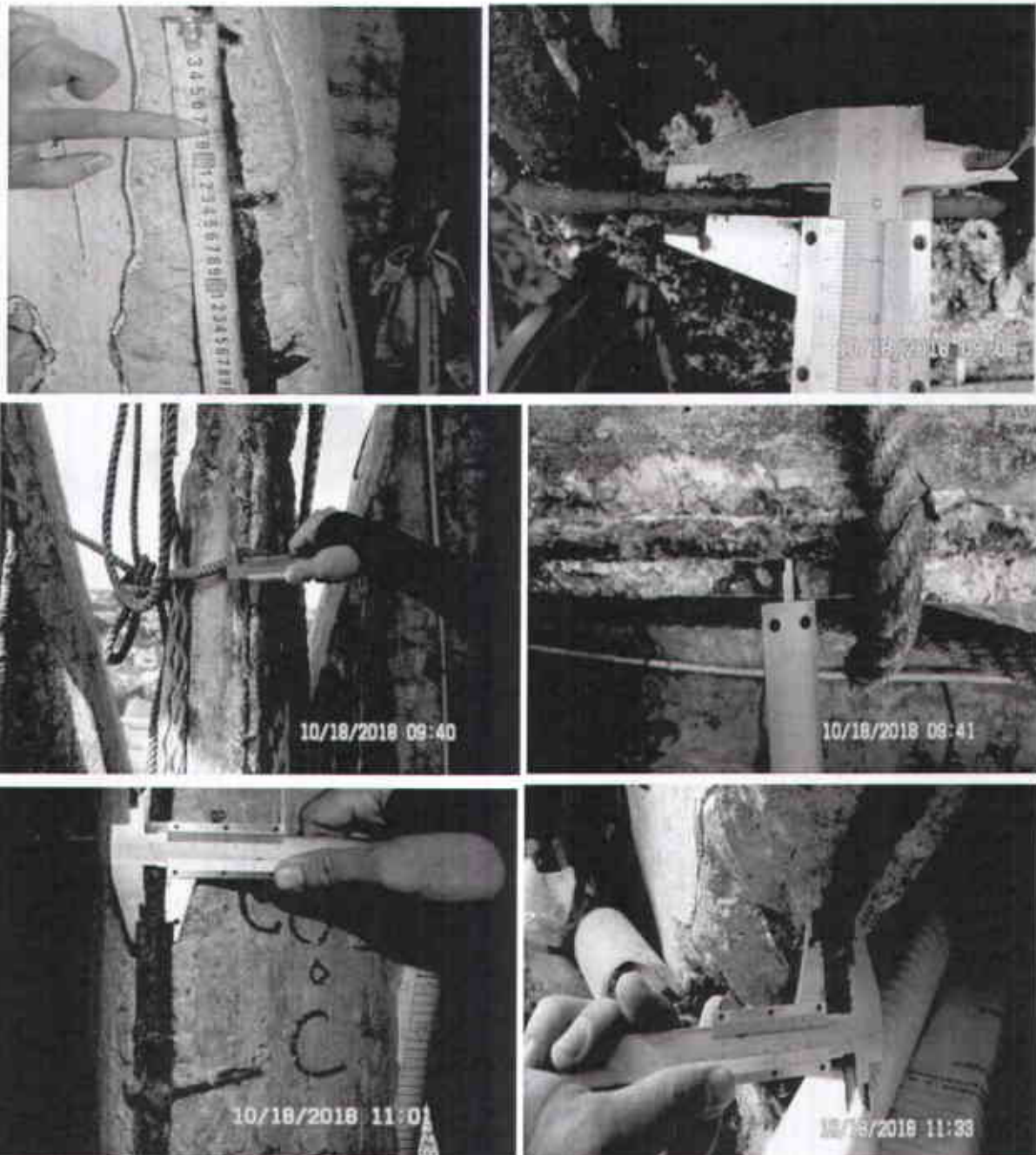
4.6. Kiểm tra đường kính, vị trí và số lượng cốt thép cột, dầm, tình trạng ăn mòn và kiểm tra độ dày lớp bê tông bảo vệ

Công tác xác định vị trí, số lượng cốt thép và chiều dày lớp bê tông bảo vệ được tiến hành dựa trên phương pháp thủ công bằng cách đục bỏ lớp bê tông bảo vệ của mép ngoài và dùng thước dây để đo bước cốt thép, thước kẹp để xác định đường kính cốt thép. Quá trình khảo sát cốt thép trong các cấu kiện được tiến hành cho các cấu kiện điển hình. Kết quả kiểm tra tại các cấu kiện được chọn cho thấy chiều dày lớp bê tông bảo vệ đạt yêu cầu, tuy nhiên có rất nhiều vị trí của cấu kiện cột, dầm và cầu thang bị bong tách lớp bê tông bảo vệ làm lộ cốt thép ra ngoài dẫn đến cốt thép trong các cấu kiện chịu chính bị ăn mòn nghiêm trọng (Hình 4.28 – Hình 4.32). Kết quả khảo sát cốt thép được thể hiện trong Phụ lục I.

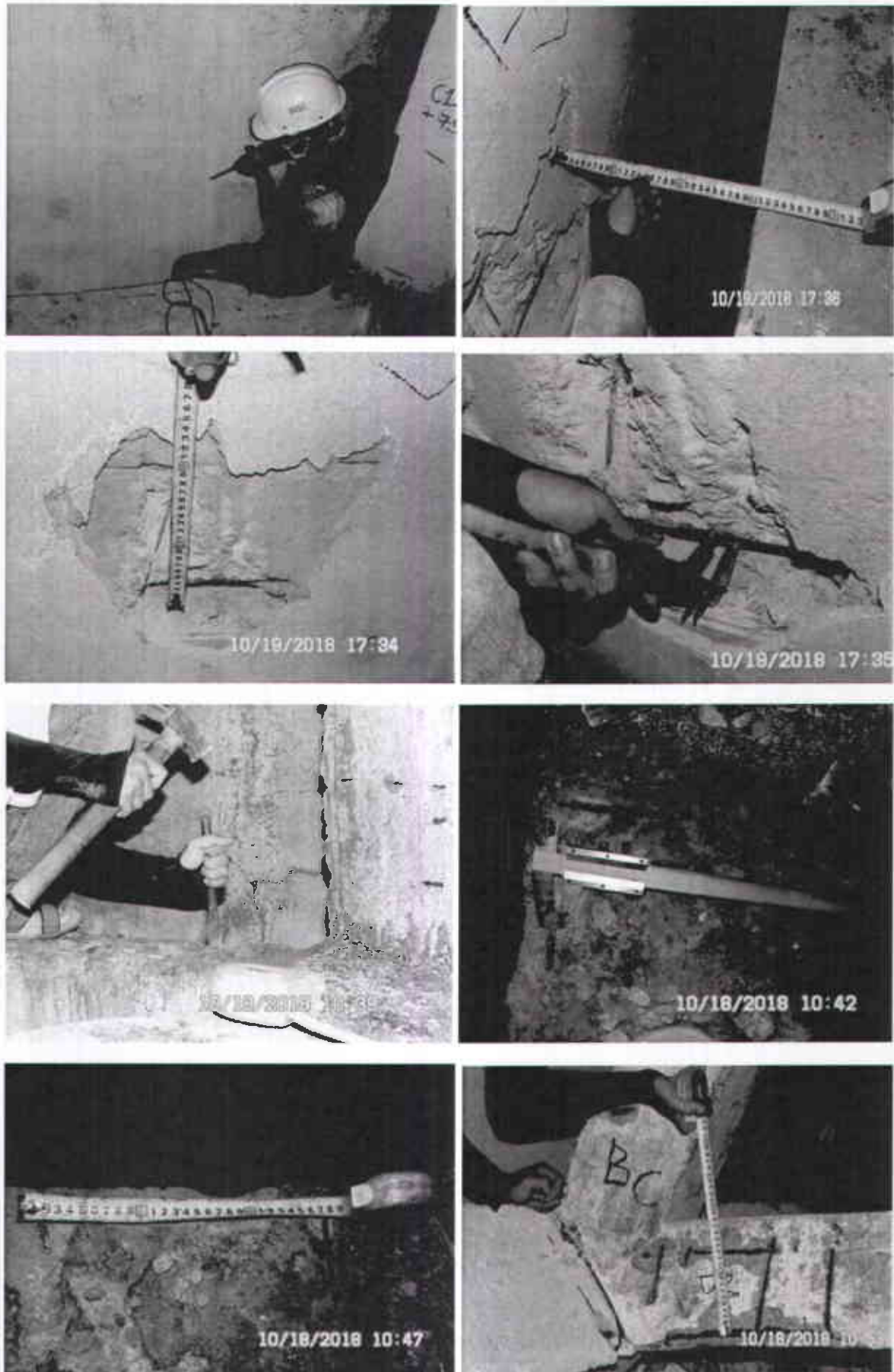
Một số hình ảnh kiểm tra đường kính, vị trí và số lượng cốt thép cột, dầm kiểm tra độ dày lớp bê tông bảo vệ tại các cấu kiện điển hình.



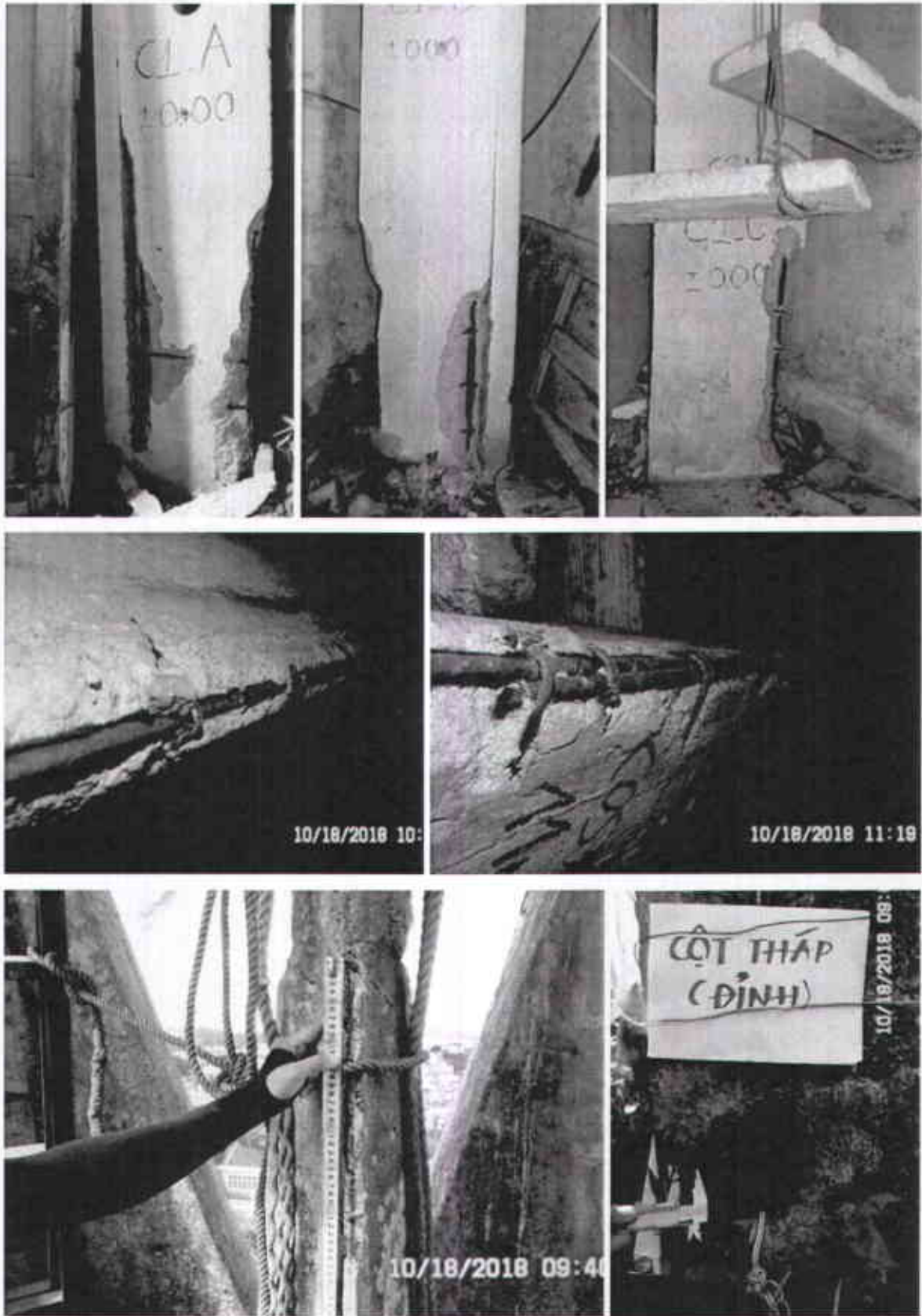
Hình 4.27 - Thao tác kiểm tra thép sàn bằng phương pháp cảm ứng từ



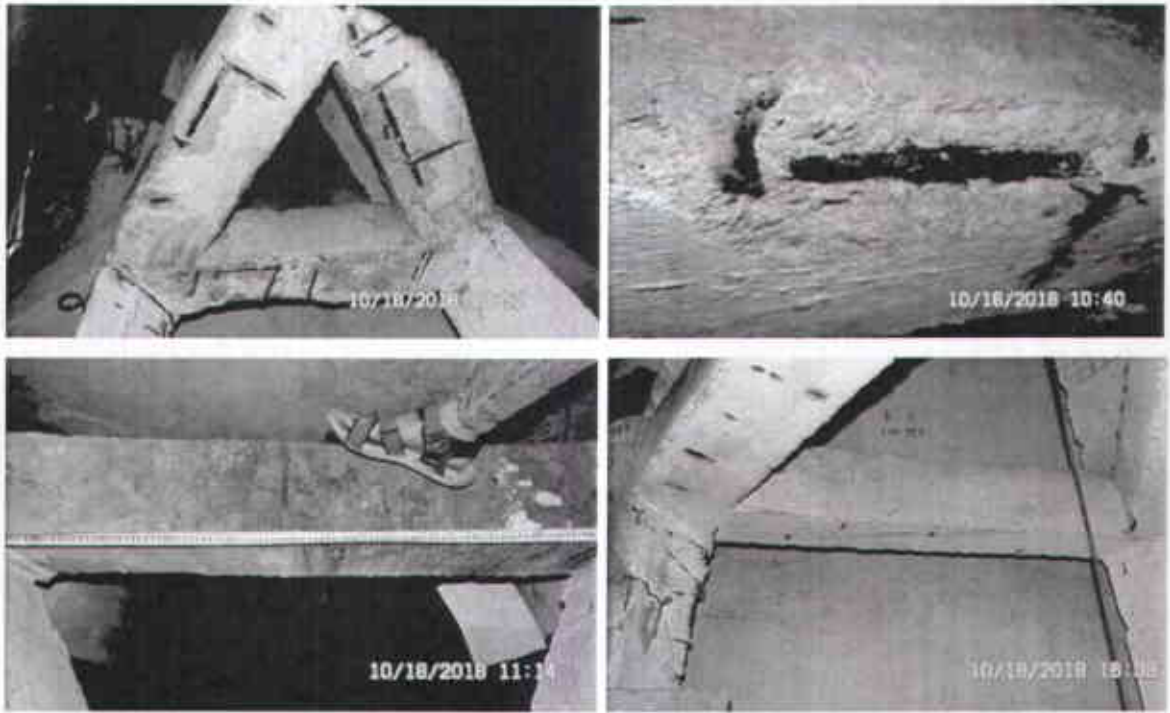
Hình 4.28 - Thao tác kiểm tra thép cột



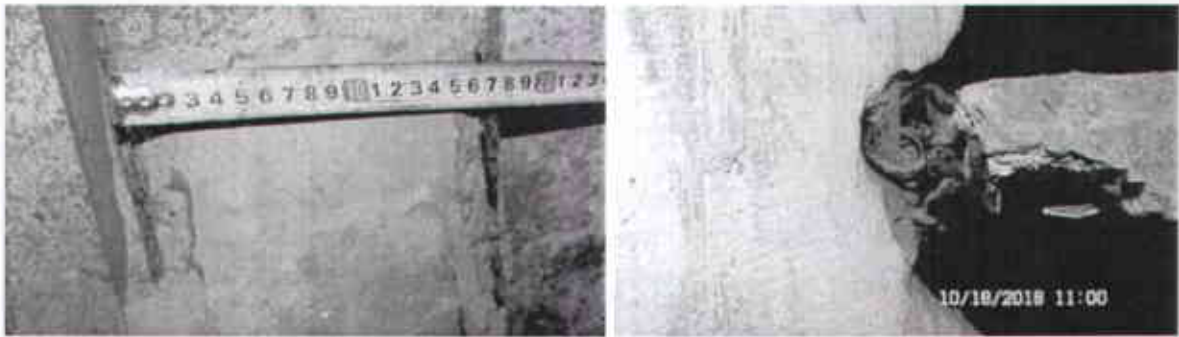
Hình 4.29 - Thao tác kiểm tra thép dầm



Hình 4.30 – Tình trạng rỉ sét cốt thép của cột



Hình 4.31 – Tình trạng rỉ sét cốt thép của dầm



Hình 4.32 – Tình trạng rỉ sét cốt thép về thang

5. KIỂM TRA KHẢ NĂNG CHỊU LỰC CỦA KẾT CẤU HIỆN HỮU

5.1. Tài liệu kỹ thuật và tiêu chuẩn áp dụng

Tiêu chuẩn áp dụng đã được đề cập trong Mục 1 - “TÀI LIỆU KỸ THUẬT VÀ TIÊU CHUẨN ÁP DỤNG.

5.2. Vật liệu

5.2.1. Bê tông

Theo kết quả nén mẫu bê tông, đơn vị kiểm định sử dụng bê tông có cấp độ bền chịu nén B25 (M350) để tính toán và kiểm tra. Các giá trị tính toán được lấy theo TCVN 5574 : 2012 được trình bày trong bảng sau.

Bảng 5.1 - Tính chất cơ học của bê tông

Cấp độ bền	E_b (MPa)	R_b (MPa)	R_{bt} (MPa)
B25	30000	14.5	1.05

5.2.2. Thép

Kết quả khảo sát cho thấy công trình này sử dụng thép tròn trơn không gân. Theo thông tin từ chủ đầu tư công trình được đưa vào sử dụng từ trước năm 1960, thép thanh sử dụng phổ biến cho công trình vào thời gian này là loại thép A7 (phân loại theo ASTM). Loại thép này có giới hạn chảy $f_y = 33 \text{ ksi} = 227.5 \text{ MPa}$ và mô đun đàn hồi $E_s = 200 \text{ GPa}$. Đơn vị kiểm định sử dụng các thông số này để phục vụ cho công tác tính toán kiểm tra.

5.3. Tải trọng tác dụng và tổ hợp tải trọng

5.3.1. Tĩnh tải

Trọng lượng bản thân của công trình bao gồm kết cấu BTCT chịu lực, tường gạch xây, các lớp cầu tạo hoàn thiện sàn, v.v... kích thước được lấy theo hồ sơ thiết kế do chủ đầu tư cung cấp và theo kết quả khảo sát đo đạc thực tế. Tải trọng được lấy theo theo tiêu chuẩn TCVN 2737 – 1995 “Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế”.

Bảng 5.2 - Trọng lượng riêng của vật liệu

STT	Vật liệu hoặc thành phẩm	Trọng lượng (kN/m ³)	Hệ số vượt tải n
1	Bê tông cốt thép	25	1.1
2	Gạch ống	16	1.1
3	Gạch thẻ	20	1.1
4	Vữa lót, trát trần	20	1.3
5	Gạch gốm các loại	22	1.1
6	Tấm lát bằng đá granit	27	1.1
7	Đất trồng cỏ	18	1.1

STT	Vật liệu hoặc thành phẩm	Trọng lượng (kN/m ³)	Hệ số vượt tải <i>n</i>
8	Trần treo, hệ thống kỹ thuật	0.2 (kN/m ²)	1.2
9	Lớp hardener	0.1 (kN/m ²)	1.2
10	Lan can sắt <i>h</i> = 1.2 m	0.3 (kN/m)	1.3
11	Tường gạch ống dày 300mm	5.0 (kN/m ²)	1.1
12	Tường gạch ống dày 200mm	3.3 (kN/m ²)	1.1
13	Tường gạch ống dày 100mm	1.9 (kN/m ²)	1.1
14	Tường gạch thẻ dày 280mm	5.84 (kN/m ²)	1.1
15	Tường gạch thẻ dày 200mm	4.0 (kN/m ²)	1.1
16	Tường gạch ống thẻ 100mm	2.1 (kN/m ²)	1.1
17	Tường gạch không nung	7	1.1

5.3.2. Hoạt tải sử dụng

Hoạt tải tiêu chuẩn phân bố đều trên sàn được tính dựa theo hồ sơ thiết kế công trình do chủ đầu tư cung cấp và theo tiêu chuẩn TCVN 2737-1995 theo **Bảng 5.3**.

Bảng 5.3 – Hoạt tải sử dụng

Loại phòng	Tải trọng tiêu chuẩn	Hệ số vượt tải, <i>n</i>
1. Sàn các tầng:		
Phòng ngủ khách sạn	2 kN/m ²	1.2
Căn hộ	1.5 kN/m ²	1.3
Nhà trẻ	2 kN/m ²	1.2
Vệ sinh căn hộ	1.5 kN/m ²	1.3
Vệ sinh khu dịch vụ, nhà trẻ	2 kN/m ²	1.2
Sảnh thang máy/Hành lang	3 kN/m ²	1.2
Phòng họp	4 kN/m ²	1.2
Khu thương mại, dịch vụ	4 kN/m ²	1.2
Khu vực tập trung đông người	4 kN/m ²	1.2
Cầu thang	3 kN/m ²	1.2
Ban công, lô gia	4 kN/m ²	1.2
Kho	5 kN/1m	1.2
Khu vực phòng kỹ thuật, phòng máy	7.5 kN/m ²	1.2
Tầng hầm, ramp dốc	5 kN/m ²	1.2
Khu vực để xe	5 kN/m ²	1.2

Loại phòng	Tải trọng tiêu chuẩn	Hệ số vượt tải, n
1. Sàn các tầng:		
Phòng rác	1.5 kN/m ²	1.3
Khu vực khác	2 kN/m ²	1.2
2. Sàn mái:		
Sàn mái tập trung đông người	4 kN/m ²	1.2
Sàn mái không sử dụng	0.75 kN/m ²	1.3

5.3.3. Tải trọng gió

Tải trọng ngang do gió tác động lên công trình được lấy theo hồ sơ thiết kế do chủ đầu tư cung cấp và theo TCVN 2737:1995 và TCXD 229:1999, bao gồm 2 thành phần: phần tĩnh và phần động:

a. Thành phần tĩnh của tải trọng gió

- Giá trị tiêu chuẩn thành phần tĩnh tải trọng gió W :

$$W_t = W_o \times k \times c$$

Trong đó:

W_o : giá trị của áp lực gió lấy theo vùng IA (Áp lực gió tiêu chuẩn khu vực TP. Đà Lạt $W_o = 55 \text{ daN/m}^2$);

k : Hệ số kể đến sự thay đổi của áp lực gió theo độ cao và dạng địa hình (dạng A);

c : Hệ số khí động;

- Giá trị tính toán thành phần động tải trọng gió W'' :

$$W'' = W \times n \times \beta$$

Trong đó:

γ : là hệ số tin cậy của tải trọng gió lấy bằng 1.2;

$\beta = 1$: là hệ số điều chỉnh tải trọng gió theo thời gian sử dụng 50 năm.

b. Thành phần động của tải trọng gió

- Giá trị tiêu chuẩn thành phần động tải trọng gió W_p

$$W_{p(j)} = M_j \xi_i \psi_i y_p$$

Trong đó:

$W_{p(j)}$: Giá trị thành phần động tiêu chuẩn;

M_j : Khối lượng tập trung của phần công trình thứ j ;

$$\psi_i = \frac{\sum_{j=1}^n y_{pj} W_{Fj}}{\sum_{j=1}^n y_{pj}^2 M_j}$$

$$W_{ij} = M_j \zeta_i S_j v$$

S_j : diện tích đón gió của phần j của công trình;

ζ_i : Hệ số áp lực động nội suy Bảng 4 trong TCXD 229-1999;

M_j : Khối lượng tập trung của phần công trình thứ j;

ξ_i : Hệ số động lực ứng với dạng dao động thứ i, phụ thuộc vào thông số ε_i và độ giảm loga của dao động, lấy nội suy.

$$\varepsilon_i = \frac{\sqrt{\gamma W_0}}{940 \cdot f_i}$$

Trong đó:

γ : Hệ số tin cậy của tải trọng gió lấy bằng 1.2;

W_0 : Giá trị áp lực gió tiêu chuẩn;

f_i : Tần số dao động riêng thứ i;

Hệ số động lực ξ được xác định thông qua nội suy từ giá trị ε :

- Giá trị tính toán thành phần động tải trọng gió W''_p :

$$W'' = W_{p(i)} \gamma \beta$$

Dựa vào kết quả phân tích động lực học của công trình (công trình có tiết diện hình tam giác đều), phương tác động nguy hiểm nhất của tải trọng gió là phương vuông góc với mặt của tiết diện công trình. Do đó, đơn vị kiểm định sẽ tính toán tại trọng gió theo phương này (phương Y, Hình 5.2).

Kết quả tính toán tải trọng gió được trình bày trong **Bảng 5.4** và **Bảng 5.5**.

Bảng 5.4 - Tải trọng gió theo phương Y “+”

STORY	Z (m)	m (T)	k	ζ	Sy (m ²)	W _{py} (kN)	W _{ty} (kN)
Story7	33.395	9.46	1.391	0.278	17.25	8.57	17.69
Story6	22.86	17.24	1.319	0.286	31.23	8.74	30.36
Story5	17.255	12.63	1.268	0.292	20.28	4.01	18.95
Story4	13.255	10.93	1.222	0.297	18.13	2.22	16.33
Story3	9.23	8.67	1.162	0.305	19.20	1.00	16.45
Story2	5.27	11.22	1.074	0.317	23.55	0.53	18.64

Bảng 5.5 - Tải trọng gió theo phương Y “-”

STORY	Z (m)	m (T)	k	ζ	Sy (m ²)	W _{py} (kN)	W _{ty} (kN)
Story7	33.395	9.46	1.391	0.278	17.25	5.12	10.56
Story6	22.86	17.24	1.319	0.286	31.23	5.22	18.13
Story5	17.255	12.63	1.268	0.292	20.28	2.40	11.32
Story4	13.255	10.93	1.222	0.297	18.13	1.32	9.75

STORY	Z (m)	m (T)	k	ζ	Sy (m ²)	W _{py} (kN)	W _{ty} (kN)
Story3	9.23	8.67	1.162	0.305	19.20	0.59	9.82
Story2	5.27	11.22	1.074	0.317	23.55	0.32	11.13

5.3.4. Tải trọng động đất

Không xét đến

5.3.5. Tổ hợp tải trọng

Bảng 5.6 – Tổ hợp tải trọng

TT	Tổ hợp	Tải trọng			GIO Y
		TT	TTHT	HT	
1	SLS1	1	1	1	
2	SLS2	1	1		1
3	SLS3	1	1		-1
4	SLS4	1	1	0.9	0.9
5	SLS5	1	1	0.9	-0.9
6	ULS1	1	1	1.2	
7	ULS2	1	1		1.2
8	ULS3	1	1		-1.2
9	ULS4	1	1	1.08	1.08
10	ULS5	1	1	1.08	-1.08
11	SLS	Envelope SLS1 -> SLS5			
12	ULS	Envelope ULS1 -> ULS5			

Ghi chú:

- TT : Trọng lượng cấu kiện bê tông cốt thép;
- TTHT : Tĩnh tải hoàn thiện sàn và tường xây, vách ngăn bao che các loại...;
- HT : Hoạt tải trên các sàn;
- GIO Y : Tải trọng gió tác dụng theo phương Y.

5.4. Phương pháp tính toán và mô hình kết cấu

Phân tích, tính toán nội lực kết cấu dựa trên phương pháp phần tử hữu hạn, bằng các phần mềm chuyên dụng phổ biến hiện nay:

- Mô hình khung không gian (3D) có xét sự đến làm việc đồng thời của sàn, dầm cột bằng phần mềm ETABS (Hãng CSI – Hoa Kỳ).
- Mô hình hệ kết cấu sàn tầng tầng và hệ móng bằng phần mềm SAFE (Hãng CSI – Hoa Kỳ).

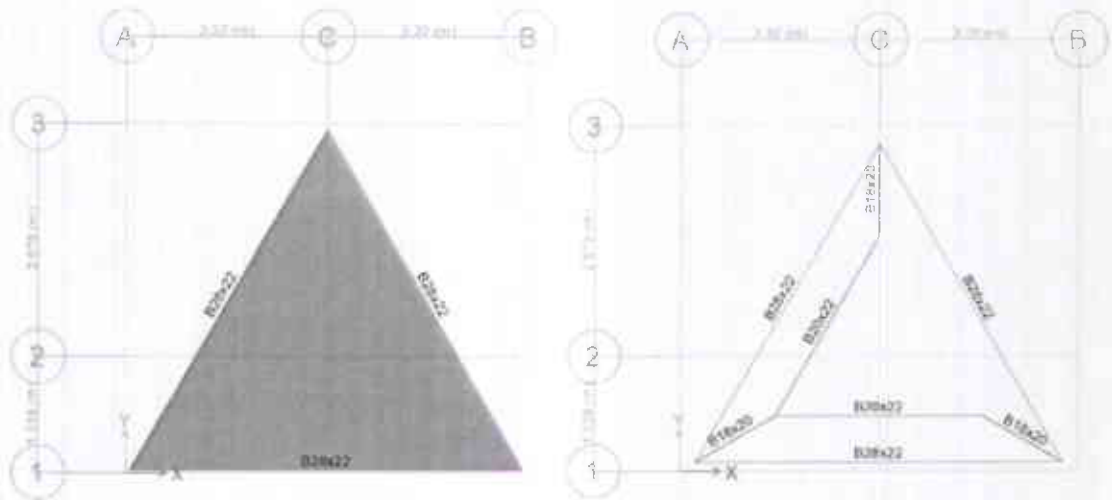
Các kết quả phân tích bằng phần mềm được tính toán kiểm tra lại bằng các phương pháp cơ học kết cấu, sức bền vật liệu dựa trên các phép tính giải tích hoặc tra bảng, tra biểu đồ nội lực.

Hệ chân cột được xem là ngàm tại mặt móng. Hệ đài móng được rời rạc hóa và phân tích đơn lẻ cho từng chân cột.

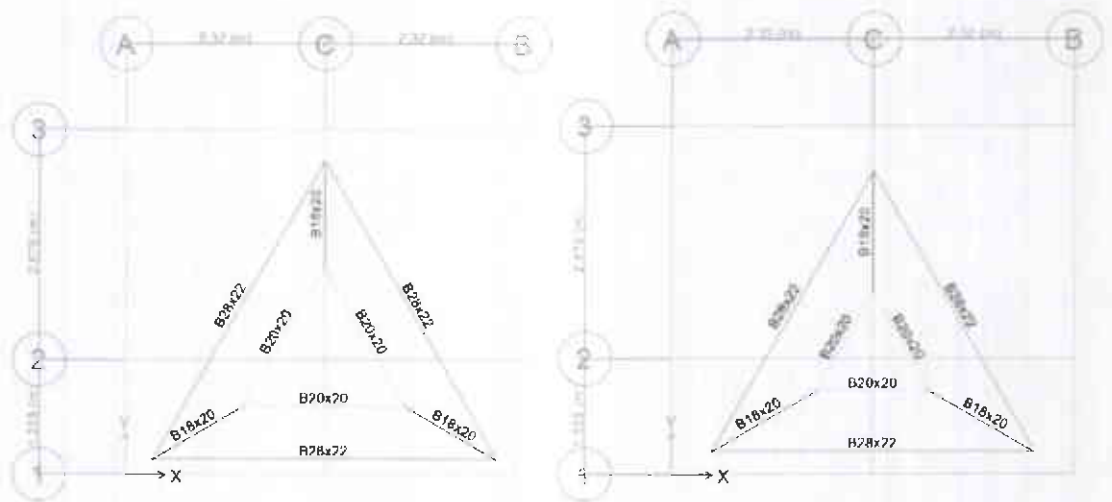
Tính toán cốt thép, kiểm tra khả năng chịu lực, chịu tải, kiểm tra biến dạng được thực hiện cho từng cấu kiện bằng các bảng tính lập trên nền EXCEL theo tiêu chuẩn TCVN 5574:2012 và các tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành.



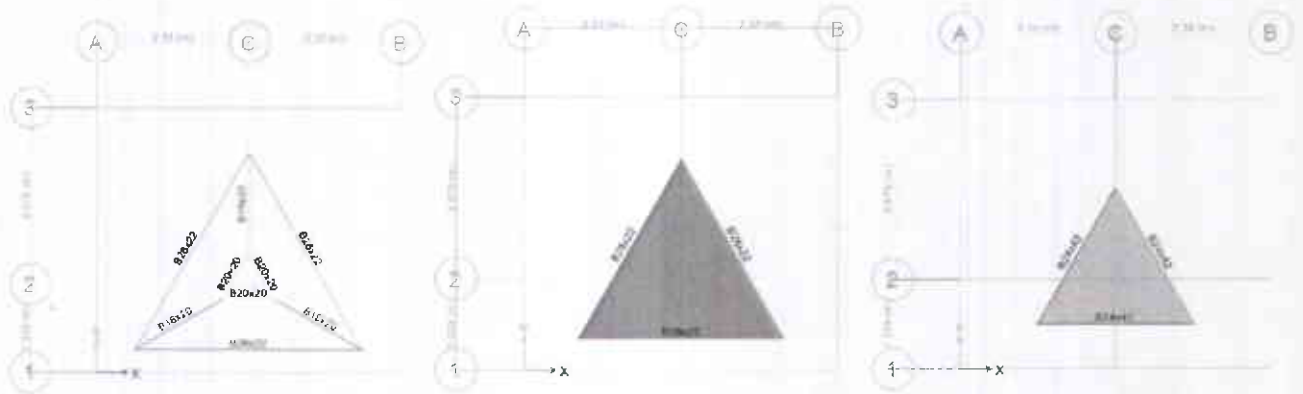
Hình 5.1 – Mô hình 3D của công trình



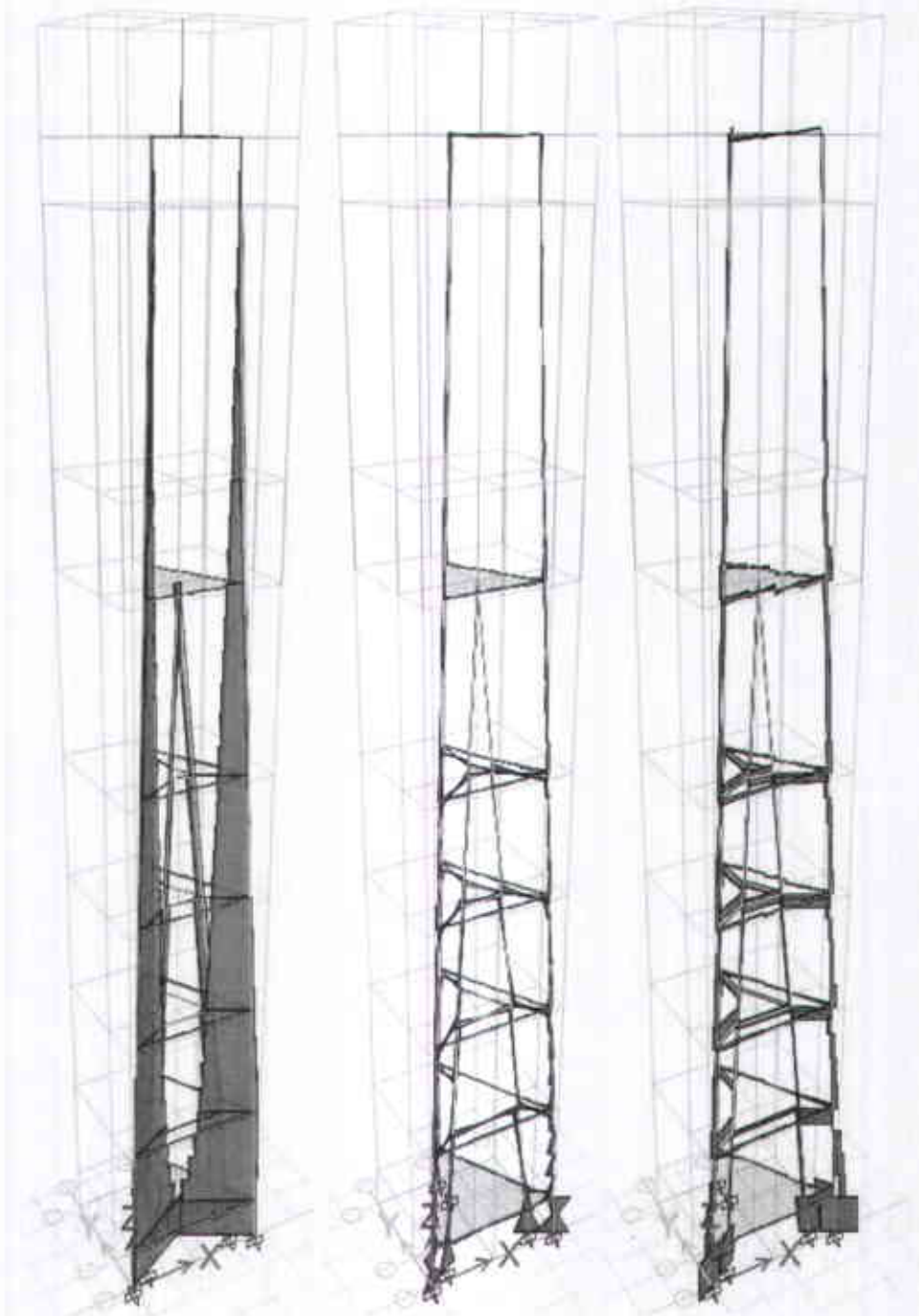
Hình 5.2 – Mặt bằng kết cấu tầng 1 và 2



Hình 5.3 – Mặt bằng kết cấu tầng 3 và 4



Hình 5.4 – Mặt bằng kết cấu tầng 5, 6 và mái



(a) Lực dọc; (b) Mô-men; (c) Lực cắt

Hình 5.5 – Nội lực trong kết cấu khung

5.5. Kết quả kiểm tra

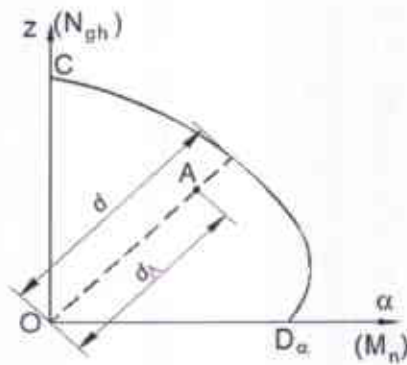
5.5.1. Chuyển vị đỉnh của công trình

Chuyển vị đỉnh/chiều cao công trình = $0.0219/31.847 \text{ m} = 1/1454 < [f_i/H] = 1/500$ (TCVN 5574:2012) => Đảm bảo điều kiện về giới hạn chuyển vị theo phương ngang.

5.5.2. Kiểm tra khả năng chịu lực của hệ khung bê tông cốt thép (cột và dầm)

Đơn vị kiểm định tính toán kiểm tra các cấu kiện cột và dầm với tổ hợp tải trọng từ ULS1 đến ULS5 ứng với TTGH 1 (giới hạn cường độ) theo mục 5.3.5.

Các cột không thỏa khả năng chịu lực là các cột có tỷ số **PMM > 1**: **Kết cấu không đủ khả năng chịu lực**. Với **PMM** là tỷ số khoảng cách từ gốc tọa độ của điểm nội lực lớn nhất với khoảng cách từ gốc tọa độ đến mặt nằm trên mặt tương tác. Ví dụ, một cột bất kỳ có biểu đồ tương tác thể hiện khả năng chịu lực của cột như hình bên dưới và điểm A trên hình là điểm nội lực có tọa độ (N_z^* , M_x^* , M_y^*) là điểm nằm gần mặt tương tác nhất. Tỷ số **PMM** được tính = d_A/d , nếu tỷ số này nhỏ hơn 1 tức là điểm A nằm trong mặt biểu đồ tương tác => tất cả các điểm khác đều nằm trong mặt biểu đồ => cột đảm bảo khả năng chịu lực.

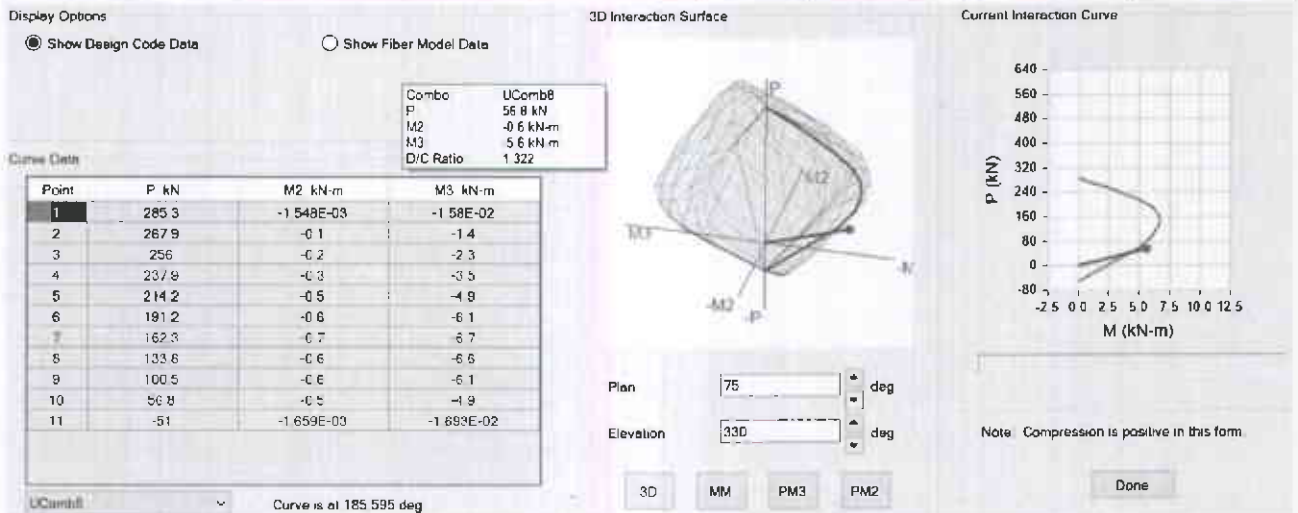


Biểu đồ tương tác xiên

Tổng hợp các cột và dầm không thỏa khả năng chịu lực được thể hiện trong **Bảng 5.7** và **5.8**.

Bảng 5.7 – Tổng hợp các cột không đảm bảo khả năng chịu lực

Tên cột trong BV (Phụ lục I)	P	M Major	M Minor	Tỷ số PMM
	kN	kN-m	kN-m	
C5-A, C5-B, C5-C (cao độ: +15.705 -> +19.700m)	56.8	-5.6	-0.6	1.3
C4-A, C4-B, C4-C (cao độ: +11.705 -> +15.705m)	-11.5	-1.8	0.1	1.01
C2-A, C2-B, C2-C (cao độ: +3.720 -> +7.680m)	-2.8	-6.6	0.4	1.15
C1-A, C1-B, C1-C (cao độ: -1.55 -> ±0.0m)	59.7	-13.6	-0.3	1.5



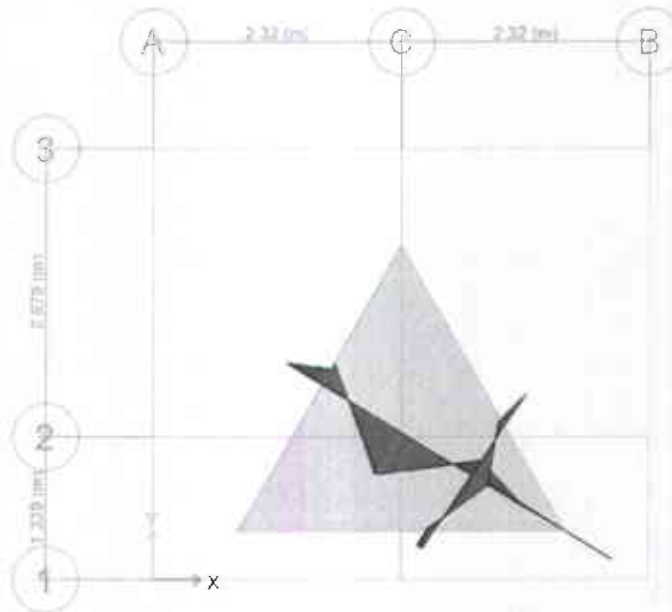
Hình 5.6 – Kết quả kiểm tra khả năng chịu lực cột C5-A, C5-B, C5-C (cao độ: 15.705 -> +19.700m)

Bảng 5.8 - Tổng hợp các dầm không đảm bảo khả năng chịu lực

Tên cột trong BV (Phụ lục I)	P	M Major	M Minor	Tỷ số PMM
	kN	kN-m	kN-m	
D5	-2.8	-6.8	-0.02842	1.2
D5A, D5B, D5C	-6.8	11.5	0.0009535	2.1
D4A, D4B, D4C	-9.2	14.4	0.006463	2.7
D4	-3.7	-5.8	0.03663	1.1
D3	-4.6	-6.1	-0.04632	1.1
D3A, D3B, D3C	-10.3	15.6	-0.1	2.9
D2A, D2B, D2C	-3.4	13.6	-0.1	2.5

5.5.3. Kiểm tra khả năng chịu lực của sàn

Sàn được tính toán kiểm tra với tổ hợp tải trọng ULS ứng với TTGH 1 (giới hạn cường độ) theo mục 5.3.5.



Hình 5.7 – Kết quả nội lực mô-men với tổ hợp tải ULS của sàn tầng 6

Kết quả kiểm tra khả năng chịu lực của sàn tầng 6 được thể hiện trong bảng sau.

Bảng 5.9 – Kết quả kiểm tra khả năng chịu lực của sàn tầng 6

Phương	Mtt (kNm)	b (mm)	h (mm)	as (mm)	As t.toán (mm ²)	Bố trí thép As	As bố trí (mm ²)	FS	Kiểm tra
						1st			
X	-6.1	1000	80	13	428	8d6	226	0.53	Không thỏa
Y	-9.9	1000	80	13	724	10d6	283	0.39	Không thỏa

⇒ *Sàn tầng 6 không đảm bảo khả năng chịu lực*

5.5.4. Kiểm tra khả năng chịu lực của lực cầu thang

5.5.4.1. Tải trọng

Tải trọng tác dụng lên cầu thang gồm có (theo TCVN 2737:1995) :

- Tĩnh tải: 0.045 m (chiều dày thang) $\times 25 \text{ kN/m}^3 = 1.125 \text{ kN/m}^2$, hệ số vượt tải $n = 1.1$;
- Hoạt tải phân bố đều: 3 kN/m^2 , hệ số vượt tải $n = 1.2$;
- Hoạt tải tập trung: 1.5 kN , hệ số vượt tải $n = 1.2$.

5.5.4.2. Nội lực tính toán

Sơ đồ tính toán nội lực của vế thang là sơ đồ dầm console với liên kết ngàm tại bề mặt liên kết với tường. Nội lực mô-men dùng để tính toán thép sẽ là nội lực lớn nhất trong hai tổ hợp tải sau:

- TH1 – tĩnh tải và hoạt tải phân bố đều: $M_{tt} = (1.1 \times 1.125 + 1.2 \times 1.3) \times 0.2$ (bề rộng vế thang) $\times 0.63^2$ (chiều dài vế thang) $/ 2 = 0.11 \text{ kNm}$;
- TH2 – tĩnh tải phân bố đều + hoạt tải tập trung: $M_{tt} = 1.1 \times 1.125 \times 0.2$ (bề rộng vế thang) $\times 0.63^2$ (chiều dài vế thang) $/ 2 + 1.2 \times 1.5 \times 0.63$ (chiều dài vế thang) $= 1.18 \text{ kNm}$.

⇒ Mô-men tính toán $M_{tt} = 1.18 \text{ kNm}$.

5.5.4.3. Kiểm tra khả năng chịu lực của cầu thang

Kết quả kiểm tra cầu thang được thể hiện trong bảng sau.

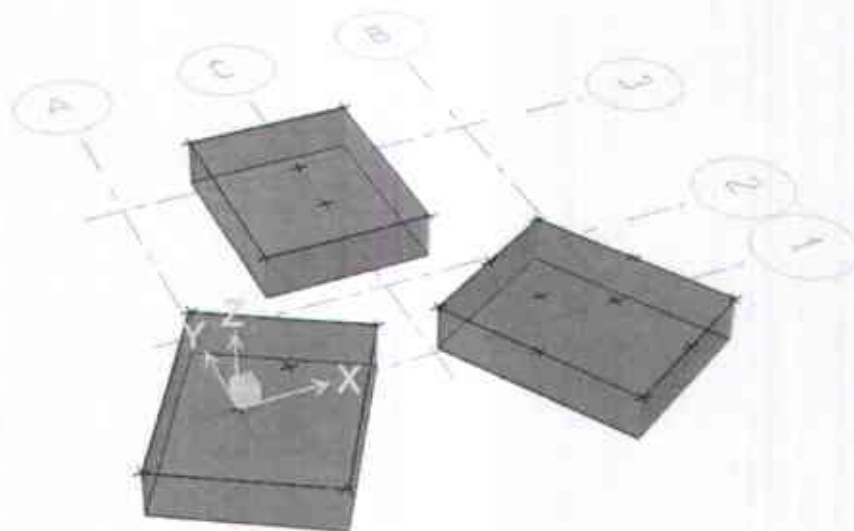
Bảng 5.10 – Kết quả kiểm tra khả năng chịu lực của cầu thang

Cấu kiện	M _{tt} (kNm)	b (mm)	h (mm)	a _s (mm)	A _s t.toán (mm ²)	Bố trí thép A _s	A _s bố trí (mm ²)	FS	Kiểm tra
						1st			
Cầu thang	-1.18	200	45	8	179	2d6	57	0.32	Không thỏa

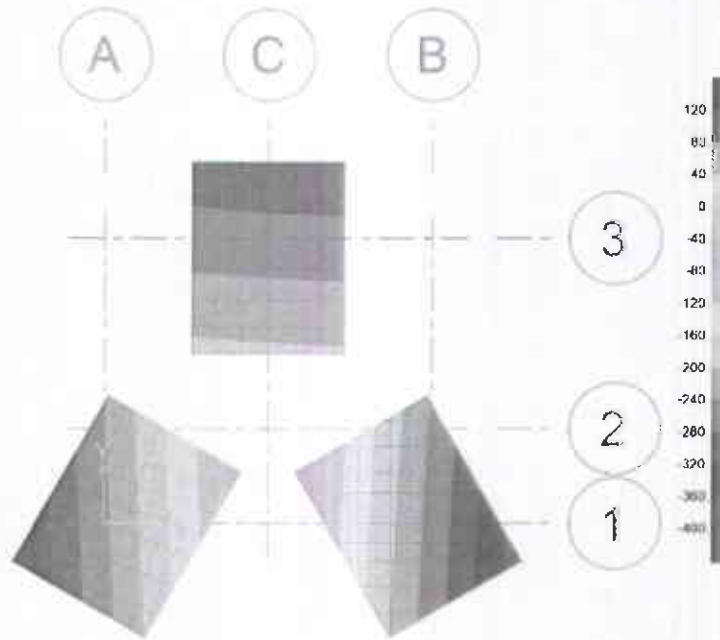
⇒ Cầu thang không đảm bảo khả năng chịu lực.

5.5.5. Kiểm tra khả năng chịu lực của móng

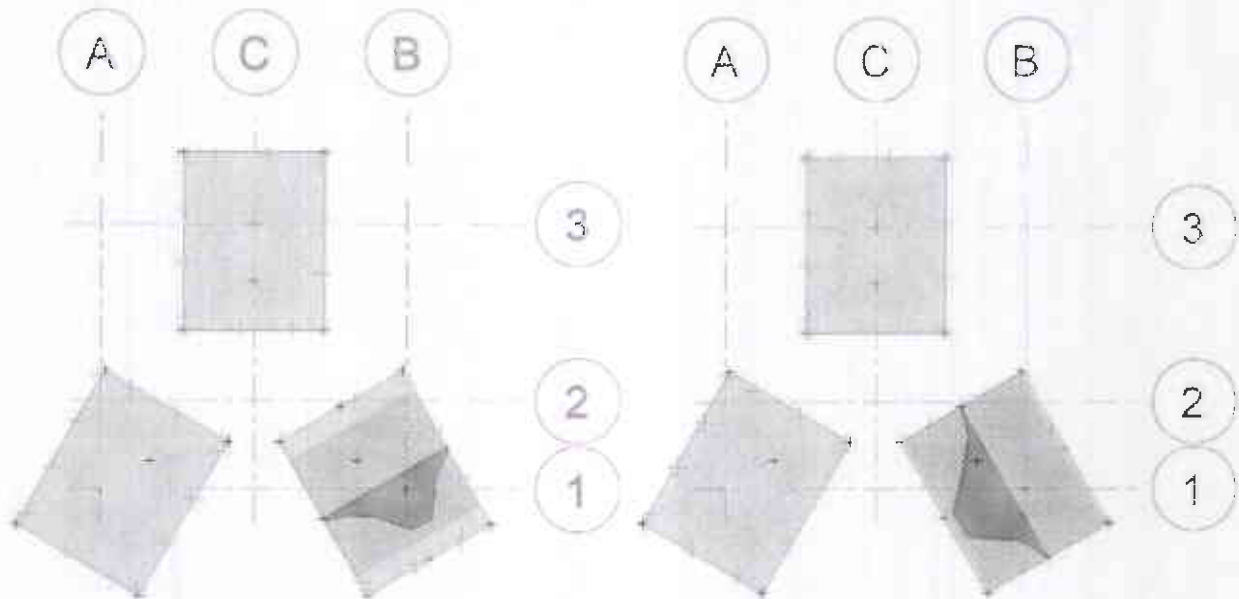
Đơn vị kiểm định kiểm tra móng với tổ hợp tải ULS ứng với Trạng thái giới hạn 1 (TTGH 1) hay còn gọi là giới hạn bền và tổ hợp tải SLS ứng với Trạng thái giới hạn 2 (TTGH 2) hay còn được gọi là giới hạn sử dụng (mục 5.3.5).



Hình 5.8 – Mô hình 3D kết cấu móng của công trình



Hình 5.9 – Áp lực đất nền (kN/m^2)



Hình 5.10 – Mô-men dài móng (kNm)

5.5.5.1. Kiểm tra theo Trạng thái giới hạn sử dụng (TTGH 2)

Kết quả kiểm tra móng được thể hiện trong bảng bên dưới.

Bảng 5.11 – Kết quả kiểm tra theo TTGH 2 của móng trục B

Móng trục B			
Công trình:	Tháp Sao - Trường Đại học Đà Lạt		
Địa chỉ:	Số 01 Phù Đồng Thiên Vương, Tp. Đà Lạt, Tỉnh Lâm Đồng		
Tiêu chuẩn:	TCVN 9362:2012		
Thông số lớp đất đặt móng			
Chiều sâu chôn móng	$h = D_f$	1.85	m
TLR trung bình	γ_{tb}	22	kN/m^3

Móng trục B

Bề rộng móng chọn :			b	2.15	m
Trọng lượng riêng đất nằm trên đáy móng :	γ_{II}	19.4	γ_1	19.4	kN/m ³
Chỉ tiêu đất dưới đáy móng :	φ_{II}	14.1	φ	14.1	Độ
	γ_{II}	19.4	γ_2	19.4	kN/m ³
	c_{II}	29.7	c	29.7	kN/m ²

Các lớp đất nằm trên mặt đáy móng: $q = \gamma_1 D_f$ 35.89 kN/m³

	A	B	D	N_q	N_c	N_γ
Giá trị	0.296	2.183	4.708	3.62	10.431	2.321

Điều kiện ổn định :

p^{tc}_{max}	298	kN/m ²
p^{tc}_{min}	154	kN/m ²
p^{tc}_{tb}	226	kN/m ²

Các hệ số :

m_1	1.2
m_2	1.1
k_{tc}	1

Bảng 15 - TCVN 9362:2012
Bảng 15 - TCVN 9362:2012
4.6.11 - TCVN 9362:2012
C.T. (15) - TCVN 9362:2012

$R_{II} =$	304.3	kN/m ²
$1.2R_{II} =$	365.1	kN/m ²
$1.5R_{II} =$	456.4	kN/m ²

Kiểm tra điều kiện :	$p^{tc}_{max} < 1.2R_{II}$ ($1.5R_{II}$: ở góc)	Thỏa
	$p^{tc}_{tb} < R_{II}$	Thỏa
	$p^{tc}_{min} > 0$	Thỏa

Điều kiện biến dạng (lún) :

Áp lực gây lún:	p_{gl}	231	kN/m ²	
Độ lún	S	57	mm	Móng nông
Lún giới hạn	S_{gh}	100	mm	
Kiểm tra điều kiện lún	$S < S_{gh}$			Thỏa

⇒ Thỏa khả năng chịu lực theo TTGH 2

5.5.5.2. Kiểm tra theo Trạng thái giới hạn cường độ (TTGH 1)

Kết quả kiểm tra theo TTGH 1 của các móng được thể hiện trong bảng sau.

Bảng 5.12 – Kết quả kiểm tra theo TTGH 1 của các móng

Móng	Phương	M (kNm)	b (mm)	h (mm)	a_s (mm)	$A_{s,m}$ (mm ² /m)	Bố Trí		A_s bố trí (mm ² /m)	FS	Kiểm tra
							d (mm)	@			
Móng B	X	209	2000	600	50	835	14	200	924	1.11	Ok
	Y	231	2000	600	50	923	14	200	924	1.00	Ok

⇒ Thỏa khả năng chịu lực theo TTGH 1

6. KẾT LUẬN

6.1. Kết luận

Dựa vào các kết quả khảo sát và tính toán kiểm tra, công trình này **không đảm bảo** khả năng chịu lực theo tiêu chuẩn thiết kế bê tông cốt thép hiện hành (TCVN 5574:2012), chi tiết như sau:

- Một số cột không đảm bảo khả năng chịu lực theo tải trọng hiện hữu (xem mục 5.5.2);
- Một số dầm không đảm bảo khả năng chịu lực theo tải trọng hiện hữu (xem mục 5.5.2);
- Sàn không đảm bảo khả năng chịu lực theo tải trọng hiện hữu (xem mục 5.5.3);
- Cầu thang không đảm bảo khả năng chịu lực theo tải trọng hiện hữu (xem mục 5.5.4);
- Móng đảm bảo khả năng chịu lực theo tải trọng hiện hữu (xem mục 5.5.5).

6.2. Đề xuất giải pháp gia cố cho kết cấu không đảm bảo khả năng chịu lực

Công trình Tháp Sao tính đến thời điểm này đã được hơn 50 năm sử dụng. Kết quả khảo sát và tính toán cho thấy kết cấu công trình đã có sự suy giảm đáng kể về khả năng chịu lực, không đảm bảo an toàn và vì vậy cần phải được sửa chữa, gia cố trước khi được đưa vào sử dụng trở lại. Đây là công trình biểu tượng của Đại học Đà Lạt, mang các yếu tố lịch sử, văn hóa và tôn giáo có giá trị lớn; vì vậy, công tác sửa chữa trong thời gian sắp tới cần phải đặc biệt chú trọng đến vấn đề bảo tồn hiện trạng kiến trúc, mỹ quan và tránh tối đa các tác động bên ngoài làm ảnh hưởng đến kết cấu hiện hữu của công trình cũng như tránh làm suy yếu thêm độ bền của công trình vốn đã có tuổi đời sử dụng khá cao và đang trong tình trạng suy yếu như hiện nay. Trên cơ sở các vấn đề vừa nêu, đơn vị tư vấn kiểm định xin phép đưa ra hai giải pháp kỹ thuật phục vụ cho công tác sửa chữa và gia cố công trình để Chủ đầu tư xem xét và quyết định như sau:

Phương án 1 – Cấy thép mới và mở rộng tiết diện cột và dầm

Một số cấu kiện chịu lực như dầm và cột của công trình có cốt thép bị ăn mòn ở mức độ đáng kể (lên đến 49%) và không còn đảm bảo khả năng chịu tải theo thiết kế ban đầu. Để phục hồi khả năng chịu lực và đảm bảo độ bền của các cấu kiện này theo thời gian, cần đục bỏ lớp bê tông bảo vệ quanh vùng cốt thép bị ăn mòn, xử lý bằng hóa chất nhằm ngăn quá trình ăn mòn tiếp tục, xử lý hóa chất lớp mặt của bê tông cũ để tạo bám dính, cấy thêm thép vào cột, dầm theo thiết kế gia cường và đổ lại bê tông cho cấu kiện. Phương pháp này có ưu điểm là sử dụng kỹ thuật truyền thống, phù hợp với đại đa số các nhà thầu trong nước và có giá thành rẻ. Tuy nhiên, phương pháp này sẽ ảnh hưởng đáng kể đến hiện trạng kiến trúc như làm tăng thêm kích thước tiết diện của kết cấu, ảnh hưởng đến mỹ quan công trình và đến công năng sử dụng hiện hữu của công trình. Đồng thời việc đục bỏ lớp bê tông bảo vệ, khoan cấy thép sẽ tạo nên các tác động cơ học xấu đáng kể đến kết cấu công trình (như rung lắc, nứt...), có thể làm suy giảm thêm tức thời khả năng chịu lực của công trình (vốn hiện tại đã không đủ khả năng chịu lực), và ảnh hưởng đến kết cấu của thánh giá đặt trên đỉnh tháp. Ngoài ra, việc sử dụng các vật luyên và biện pháp thi công truyền thống có thể làm kéo dài thời gian thi công của công trình.

Chi phí khái toán: 1.2 tỷ đồng.

Thời gian thi công dự kiến: 6 tuần

Phương án 2 – Dùng kỹ thuật gia cố bằng vật liệu CFRP

Gần đây, kỹ thuật sửa chữa và gia cố kết cấu công trình xây dựng sử dụng vật liệu CFRP đã nhận được sự quan tâm rất lớn từ giới chuyên môn cũng như cộng đồng doanh nghiệp do những ưu điểm vượt trội về mặt cường độ chịu lực của vật liệu (gấp từ 10 đến 20 lần so với thép), khối lượng riêng của vật liệu nhẹ (nhẹ hơn khoảng 4 lần so với thép), không bị ăn mòn, phương pháp thi công đơn giản, nhanh chóng, không gây ảnh hưởng đến kết cấu công trình hiện hữu, công năng sử dụng của công trình, đáp ứng tốt các yêu cầu về kiến trúc (mỹ quan, không làm ảnh hưởng đến không gian sử dụng) và có giá thành tương đối hợp lý so với các phương pháp truyền thống. Ở nhiều nước trên thế giới (Pháp, Mỹ, Ý, Nhật Bản...) và ở Việt Nam, phương án này thường được xem là phương pháp tối ưu cho các công trình đòi hỏi hạn chế tối đa sự thay đổi về kiến trúc, kết cấu và công năng sử dụng như các công trình mang tính lịch sử, văn hóa, những công trình cũ mà tuổi đời sử dụng đã khá cao.

Chi phí khái toán: 1.4 tỷ đồng.

Thời gian thi công dự kiến: 3 tuần

TP. Hồ Chí Minh, ngày 27 tháng 12 năm 2018

**TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ
VÀ THIẾT BỊ CÔNG NGHIỆP**

CHỦ TRÌ



PGS.TS. NGUYỄN MINH LONG

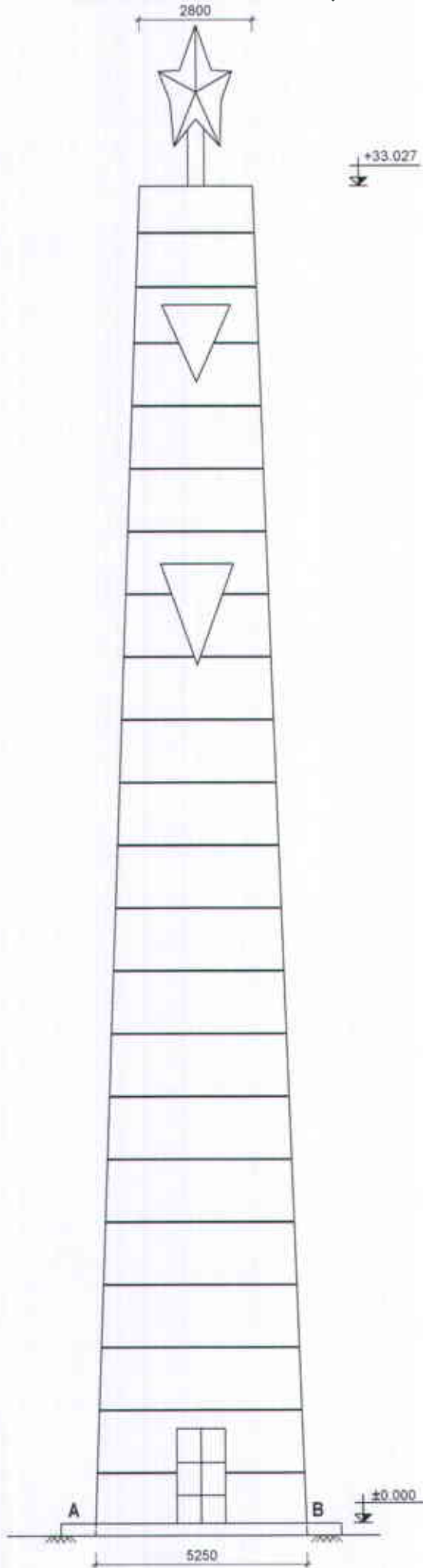


GIÁM ĐỐC
PGS.TS. Đậu Văn Ngộ

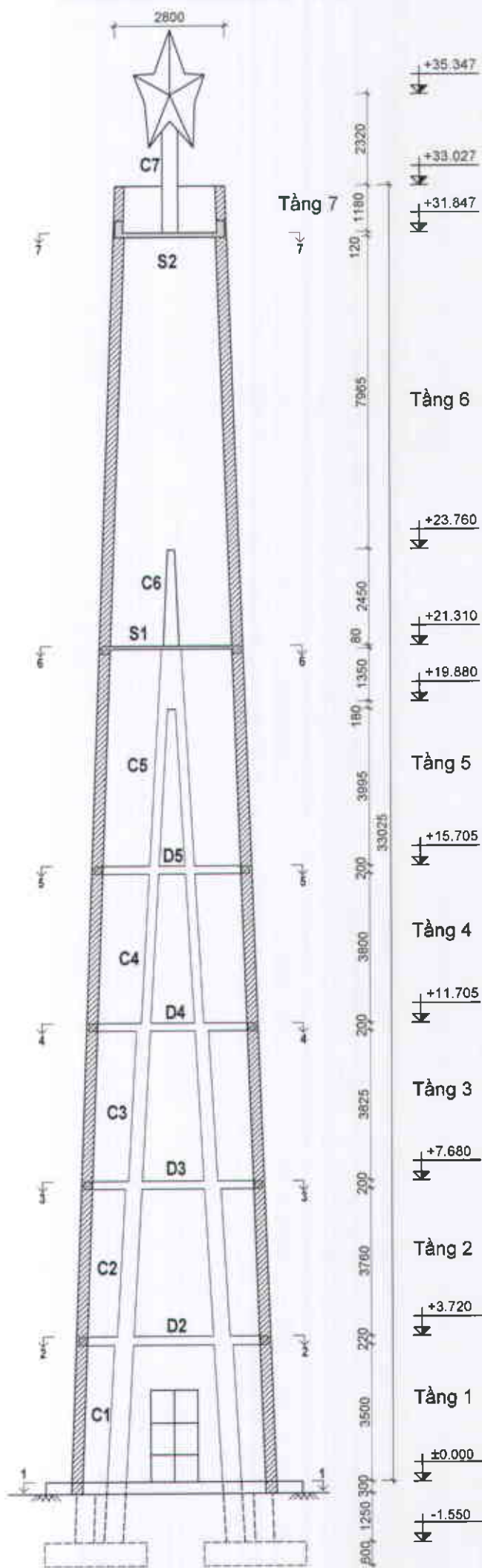
PHỤ LỤC I – KÍCH THƯỚC HÌNH HỌC VÀ CHI TIẾT CỐT THÉP



MẶT ĐỨNG CANH A - B TỶ LỆ 1:100

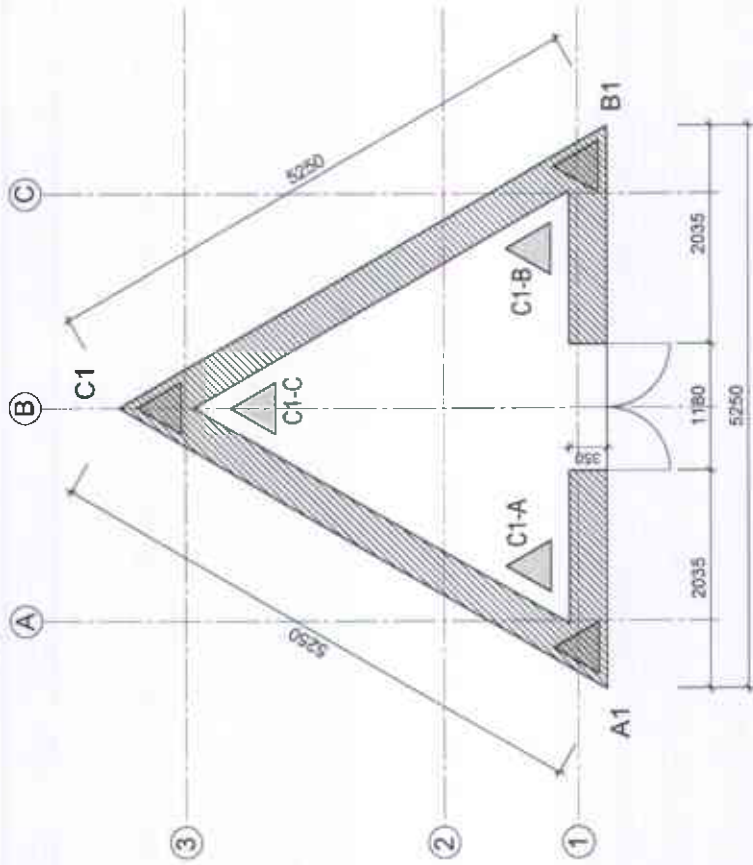


KHUNG KẾT CẤU BTCT TỶ LỆ 1:100



MẶT CẮT 1-1 COS ±0.000M - TẦNG 1

TL 1:50



Cột C1: cos ± 0.000 đến cos + 3.500m

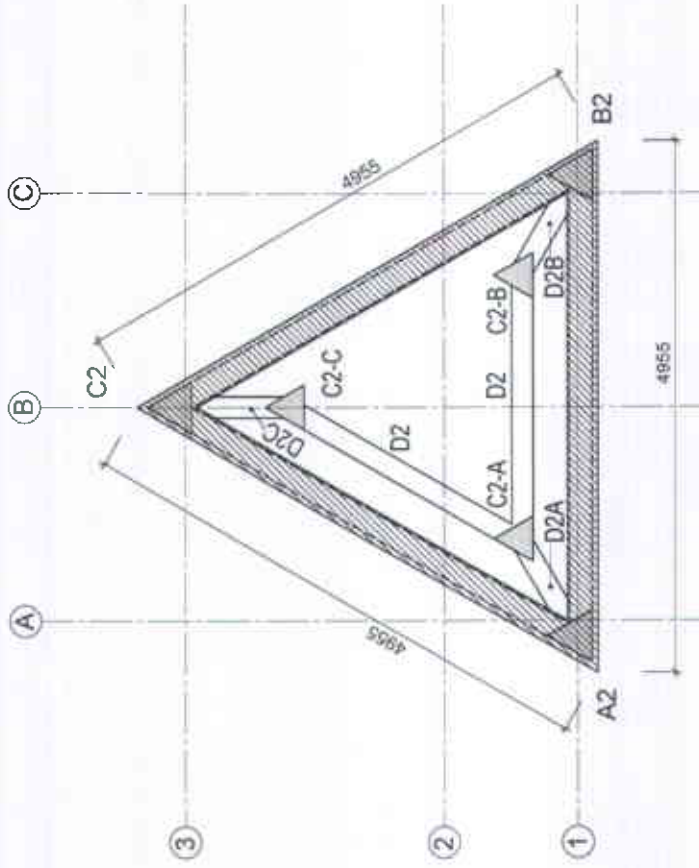
Trục A: 460x490x500mm

Trục B: 480x480x480mm

Trục C: 425x420x420mm

MẶT CẮT 2-2 COS +3.720M - TẦNG 2

TL 1:50



Cột C2: cos + 3.720 đến cos + 7.480m

Trục A: 440x420x420mm

Trục B: 360x300x350mm

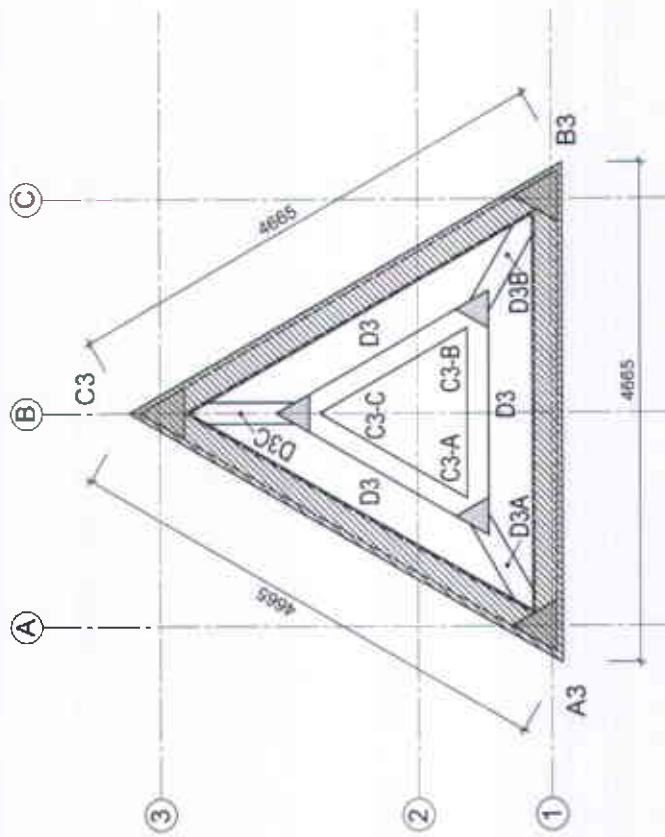
Trục C: 450x450x460mm

Dầm D2-AB, D2-AB: (bxh) = 200x220mm

Dầm D2A, D2B, D2C: (bxh) = 180x200mm

MAT CẮT 3-3 COS + 7.680M - TẦNG 3

TL 1:50



Cột C3: cos + 7.680 đến cos + 11.505m

Trục A: 335x350x350mm

Trục B: 350x350x340mm

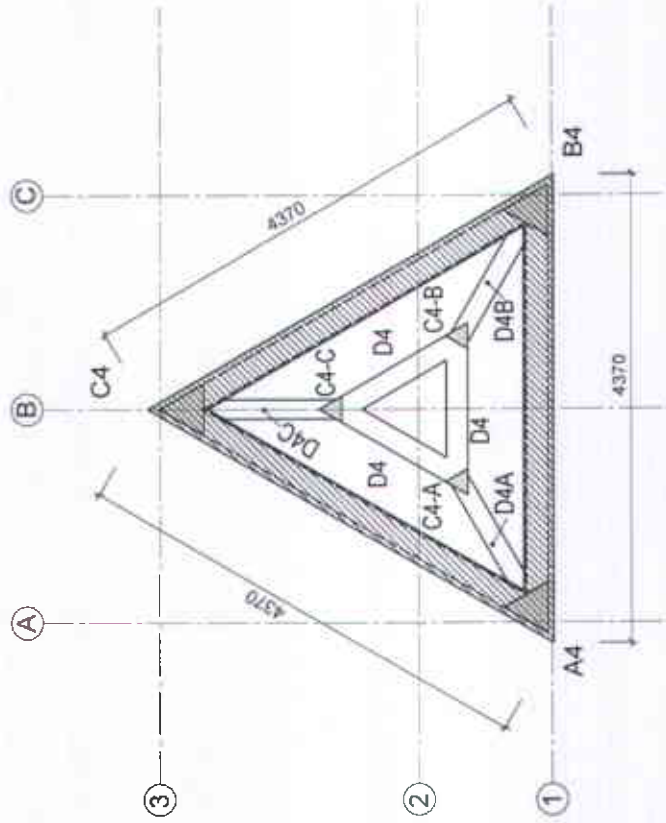
Trục C: 375x360x370mm

Dầm D3-AB, D3-BC, D3-AC: (b_{nh}) = 200x200mm

Dầm D3A, D3B, D3C: (b_{nh}) = 180x200mm

MAT CẮT 4-4 COS + 11.705M - TẦNG 4

TL 1:50



Cột C4: cos + 11.705 đến cos + 15.505m

Trục A: 240x240x238mm

Trục B: 240x240x240mm

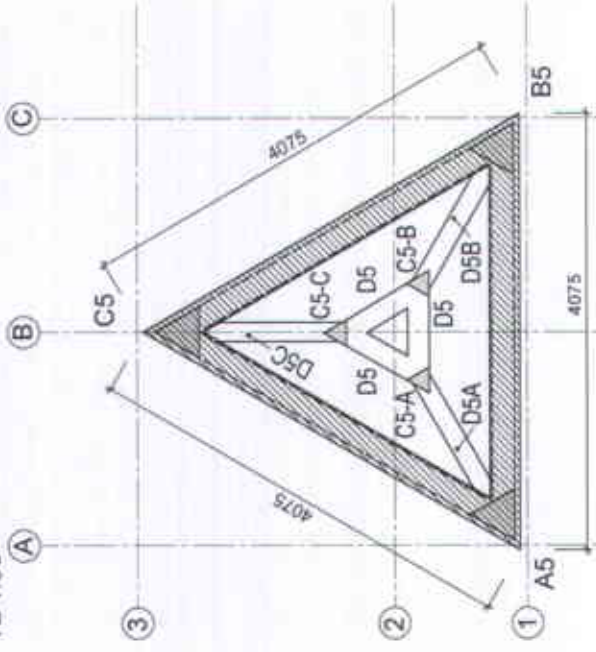
Trục C: 240x240x240mm

Dầm D4-AB, D4-BC, D4-AC: (b_{nh}) = 200x200mm

Dầm D4A, D4B, D4C: (b_{nh}) = 180x200mm

MAT CÁT 5-5 COS +15.705 - TẦNG 5

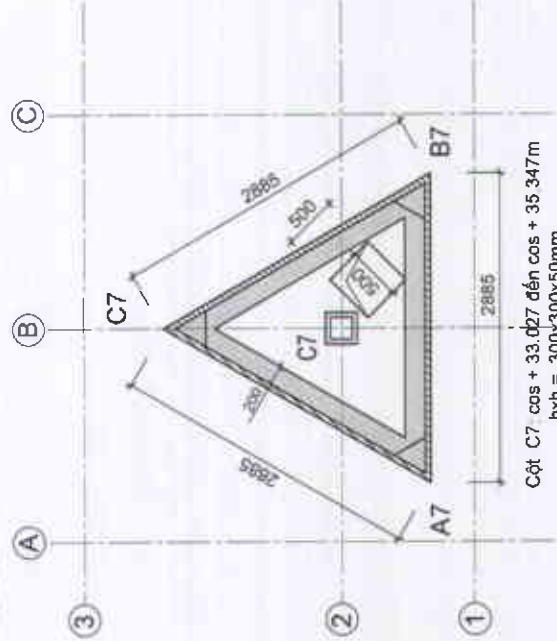
TL 1:50



Cột C5: cos + 15.705 đến cos + 19.700m
 Trục A: 240x240x240mm
 Trục B: 240x240x240mm
 Trục C: 240x240x240mm
 Dầm D5-A, D5-B, D5-C: (b_xh) = 200x200mm
 Dầm D5A, D5B, D5C: (b_xh) = 180x200mm

MAT CÁT 7-7 COS +31.817M - TẦNG 7

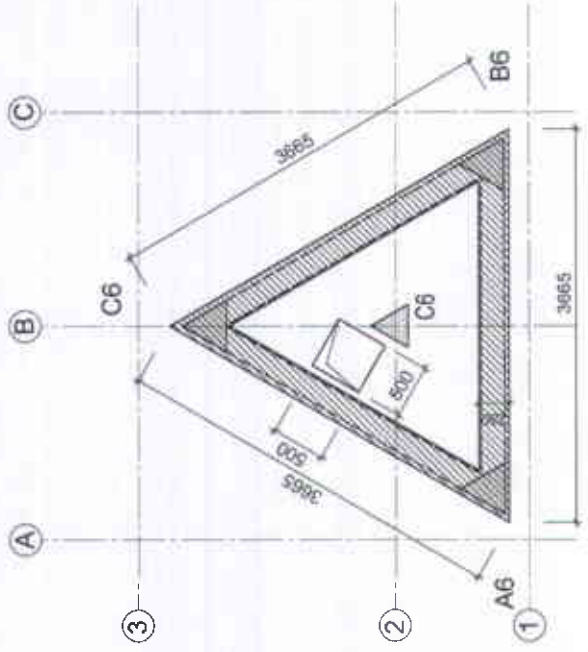
TL 1:50



Cột C7: cos + 33.027 đến cos + 35.347m
 b_xh = 300x300x50mm
 Sàn S2: h = 120mm

MAT CÁT 6-6 COS +21.130 - TẦNG 6

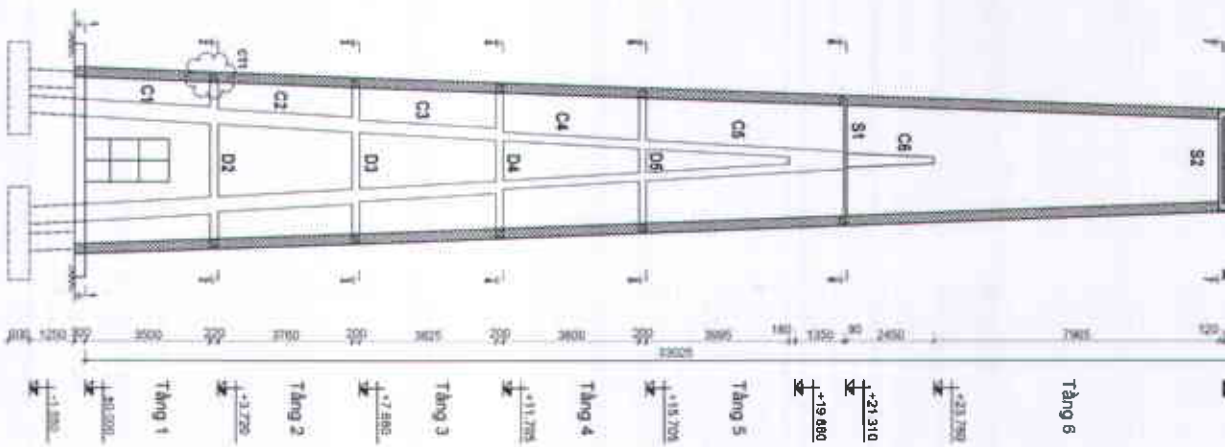
TL 1:50



Cột C6: cos + 19.880 đến cos + 23.760m
 Tại +19.880: 400x400x400mm
 Tại +23.760: 180x180x180mm
 Sàn S1: h = 80mm

BAC THANG TL 1:20

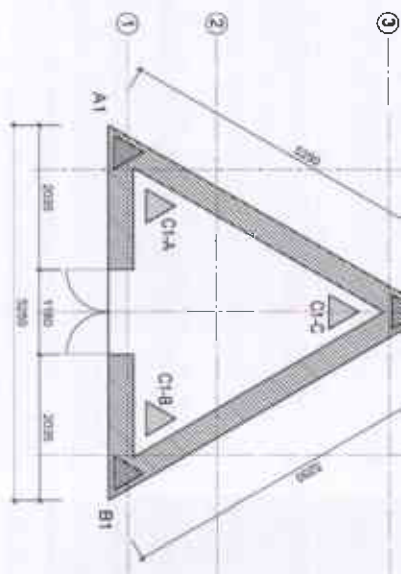




CHI TIẾT C1 TL 1.25

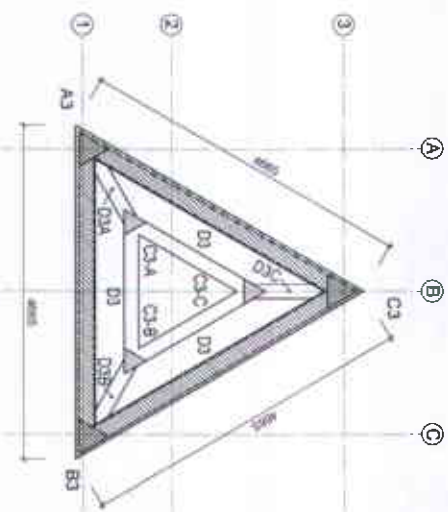


CHI TIẾT THẺP BẠC THANG TL 1.25



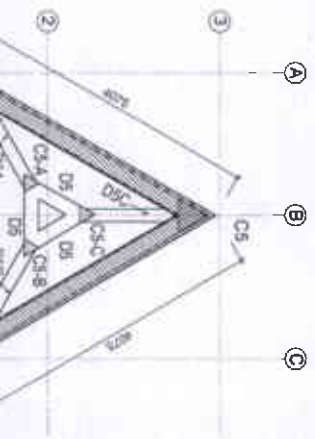
MAT CẮT 3-3 COS +7.680M - TẦNG 3
TL 1.50

Cột C1: cos ± 0.000 đến cos + 3.500m
Trục A: 480x480x500mm
Trục B: 480x480x480mm
Trục C: 425x420x420mm



Cột C1: cos ± 7.680 đến cos + 11.580m
Trục A: 480x480x500mm
Trục B: 480x480x480mm
Trục C: 425x420x420mm
Dầm D1A, D1B, D1C: (bản) ± 1800x200mm

MAT CẮT 5-5 COS +15.705 - TẦNG 5
TL 1.50



Cột C1: cos ± 0.000 đến cos + 3.500m
Trục A: 480x480x500mm
Trục B: 480x480x480mm
Trục C: 425x420x420mm

Cột C1: cos ± 7.680 đến cos + 11.580m
Trục A: 480x480x500mm
Trục B: 480x480x480mm
Trục C: 425x420x420mm
Dầm D1A, D1B, D1C: (bản) ± 1800x200mm

Cột C1-B TL 1.25



Cột C1-C TL 1.25



Cột C3-A TL 1.25



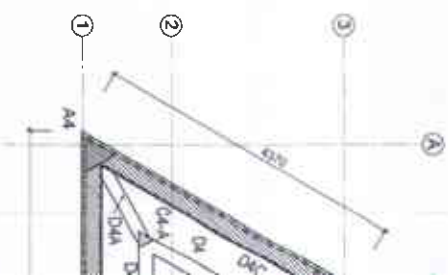
Cột C3-B TL 1.25



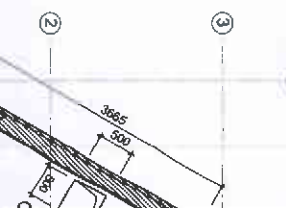
Cột C3-C TL 1.25



MAT CẮT 4-4 COS
TL 1.50



MAT CẮT 6-6
TL 1.50



Cột C5-A TL 1.10



Cột C5-B TL 1.10



Cột C5-C TL 1.10

Cột C5-A TL 1.10

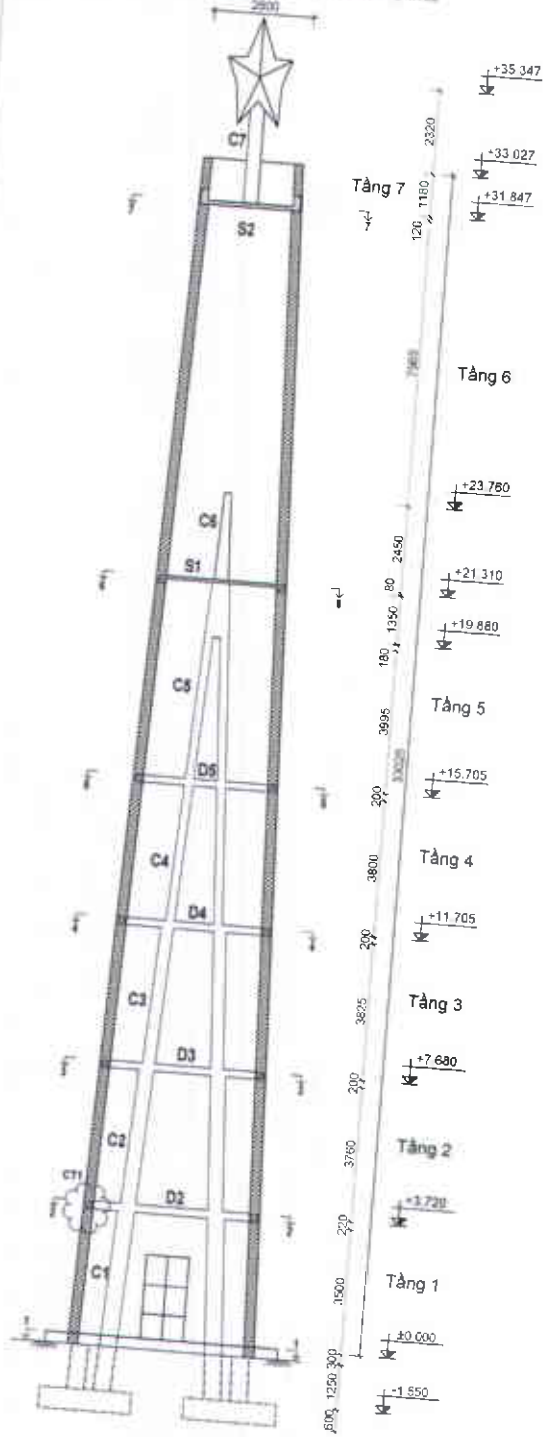


Cột C5-B TL 1.10

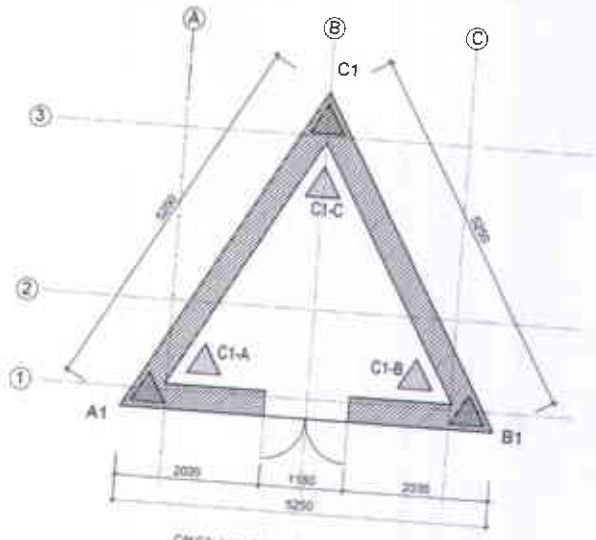


Cột C5-C TL 1.10

KHUNG KẾT CẤU BTCT TỶ LỆ 1:100

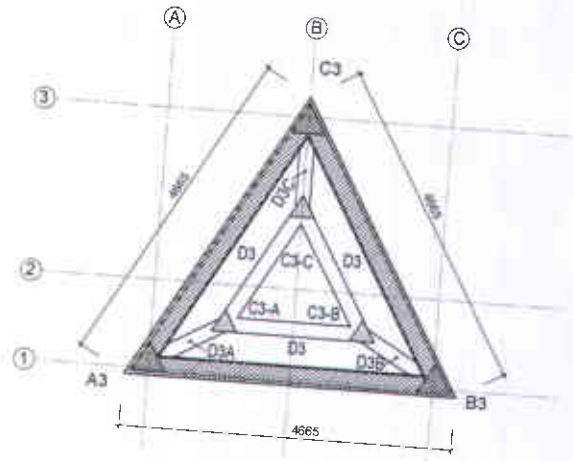


MẶT CẮT 1-1 COS ±0.000M - TẦNG 1
TL 1:50



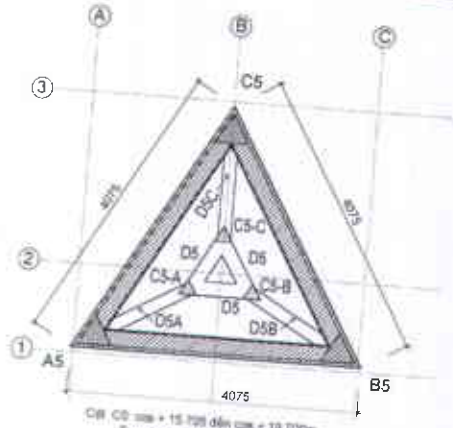
Cột C1: cos ± 0.000 đến cos + 3.509m
Trục A: 400x400x500mm
Trục B: 400x400x400mm
Trục C: 420x400x500mm

MẶT CẮT 3-3 COS +7.680M - TẦNG 3
TL 1:50



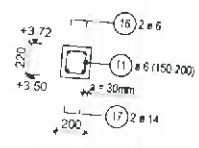
Cột C3 cos + 7.680 đến cos + 11.505m
Trục A: 335x350x350mm
Trục B: 350x350x340mm
Trục C: 375x380x370mm
Dầm D3-AB, D3-BC, D3-AC (bxb) = 200x200mm
Dầm D3A, D3B, D3C (bxb) = 180x200mm

MẶT CẮT 5-5 COS +15.705 - TẦNG 5
TL 1:50

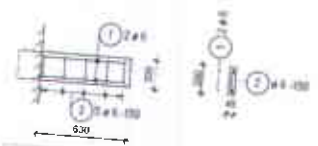


Cột C5 cos + 15.705 đến cos + 19.700m
Trục A: 240x240x240mm
Trục B: 240x240x240mm
Trục C: 240x240x240mm
Dầm D5-AB, D5-BC, D5-AC (bxb) = 200x200mm
Dầm D5A, D5B, D5C (bxb) = 150x200mm

CHI TIẾT CỘT 1 TL 1:25



CHI TIẾT THÉP BẬC THANG TL 1:25



Ghi chú: Hết các bậc thang bị ngang trục bê tông
báo vẽ để lỳ cốt thép ra ngoài

Cột C1-A TL 1.25



Cột C1-B TL 1.25

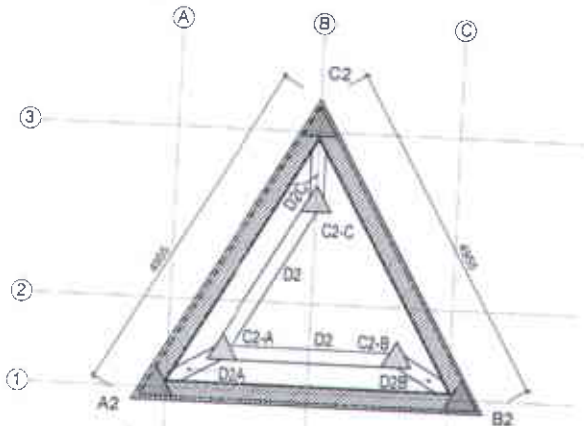


Cột C1-C TL 1.25



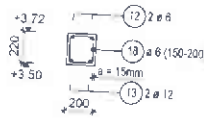
Ghi chú: lớp bê tông bảo vệ cốt thép cần đặt bằng trục làm là cốt thép cột dài bị đứt và cốt dọc cần tại phi 12 (phi 14)

MẶT CẮT 2-2 COS +3.720M - TẦNG 2
TL 1:50

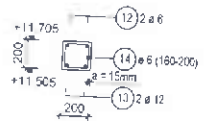


Cột C2: cos + 3.720 đến cos + 7.480m
Trục A: 440x420x420mm
Trục B: 380x300x300mm
Trục C: 450x450x450mm
Dầm D2-A, D2-B, D2-C (hết): 200x220mm
Dầm D2A, D2B, D2C (hết): 180x200mm

Dầm D2 TL 1.25



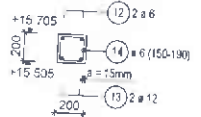
Dầm D4 TL 1.25



Dầm D3 TL 1.25

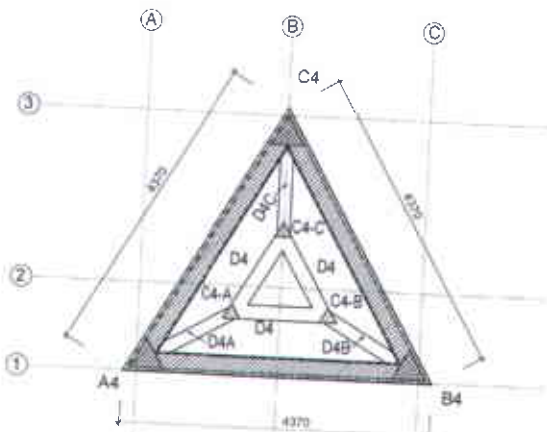


Dầm D5 TL 1.25



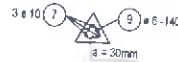
Ghi chú: từ dầm D3 trở đi lớp bê tông bảo vệ cốt thép không đồng đều làm ở cột thép dài và bị gỉ sét

MẶT CẮT 4-4 COS +11.705M - TẦNG 4
TL 1:50

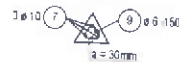


Cột C4: cos + 11.705 đến cos + 15.506m
Trục A: 240x240x238mm
Trục B: 260x240x240mm
Trục C: 260x240x240mm
Dầm D4-A, D4-B, D4-C (hết): 200x200mm
Dầm D4A, D4B, D4C (hết): 180x200mm

Cột C4-A TL 1.25



Cột C4-B TL 1.25

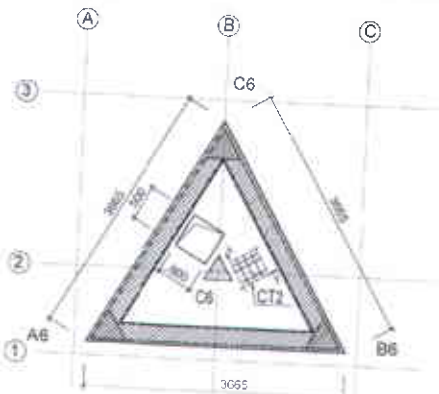


Cột C4-C TL 1.25



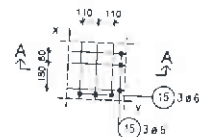
Ghi chú: Xuất hiện vết bong tróc bê tông bảo vệ dọc theo cốt thép chịu lực chiều dài 3.6m

MẶT CẮT 6-6 COS +21.130 - TẦNG 6
TL 1:50

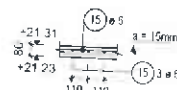


Cột C6: cos + 18.880 đến cos + 23.710m
Trục A: 18.880: 400x400x400mm
Trục B: 23.700: 180x180x180mm
Sàn BT: h = 80mm

CHI TIẾT THÉP SÀN CT2 TL 1:25



MCA-A TL 1.25



Cột C3-A TL 1.25



Cột C3-B TL 1.25



Cột C3-C TL 1:25



Cột C5-A TL 1:10



Cột C5-B TL 1:10

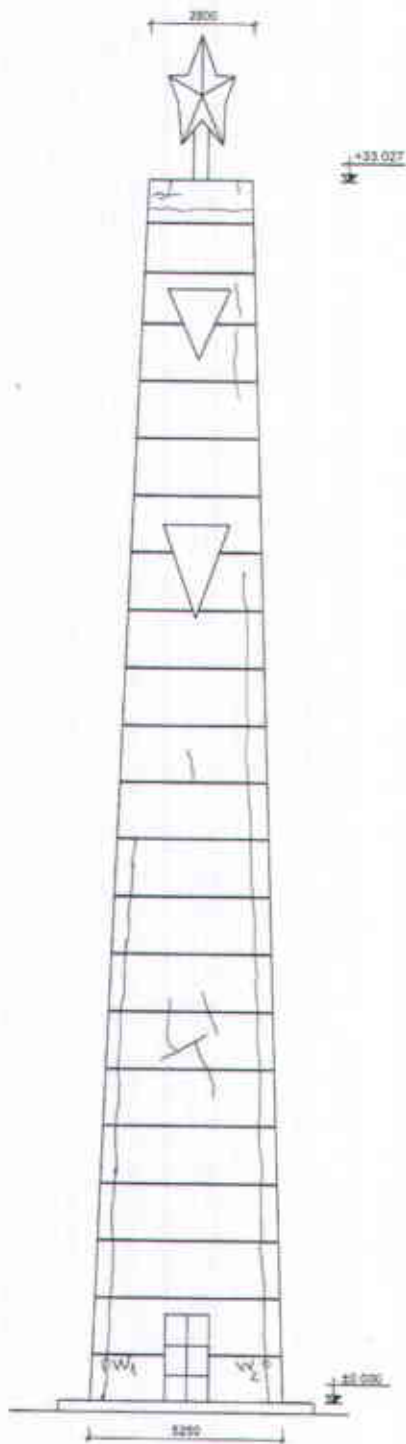


Cột C5-C TL 1:10



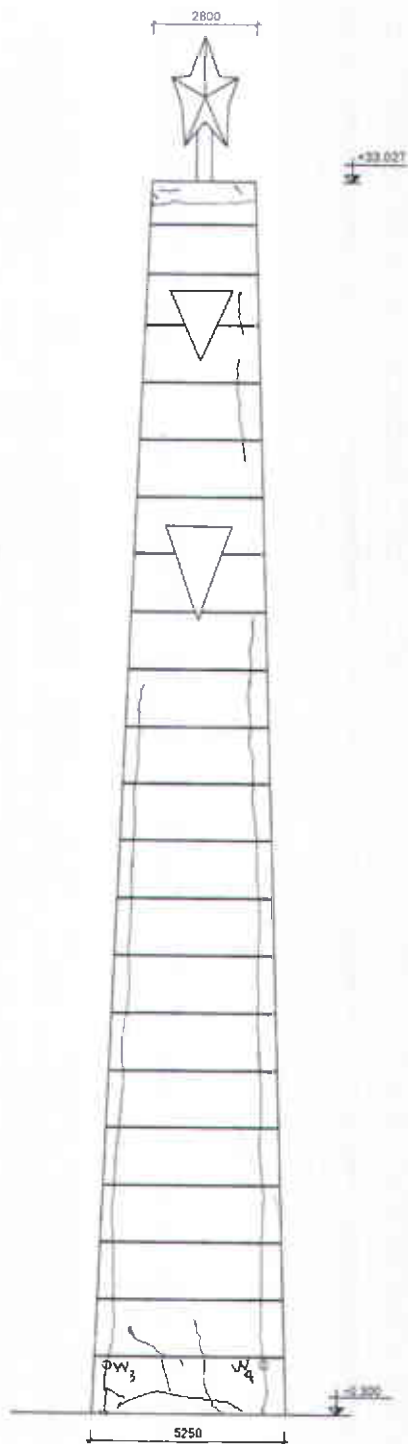
PHỤ LỤC II – KẾT QUẢ KHẢO SÁT VẾT NỨT





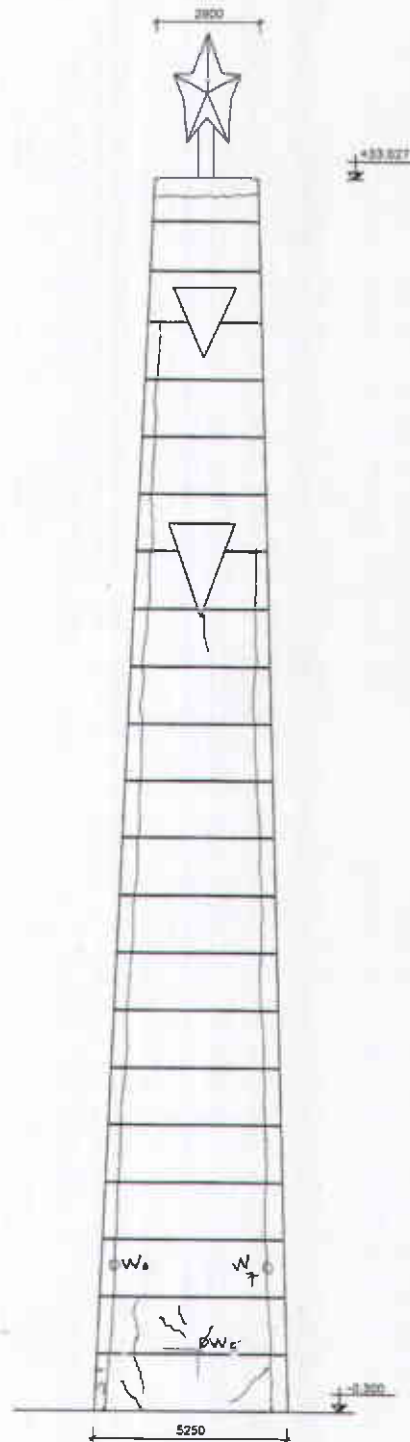
MẶT ĐỨNG CẠNH A - B
TỶ LỆ 1:100

- Bề rộng vữa mặt đứng hình
 $W_1 = 50 \text{ mm}$
 $W_2 = 40 \text{ mm}$



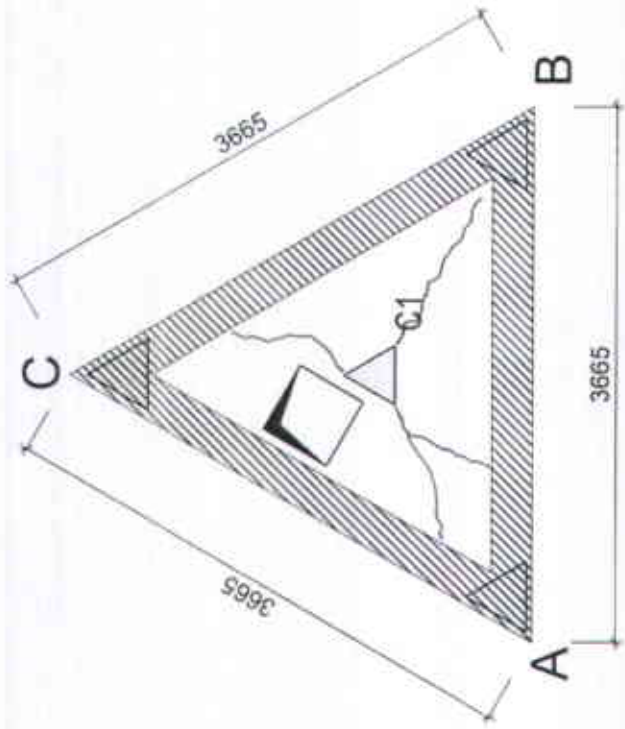
MẶT ĐỨNG CẠNH B - C
TỶ LỆ 1:100

$W_3 = 0.4 \text{ mm}$
 $W_4 = 0.6 \text{ mm}$



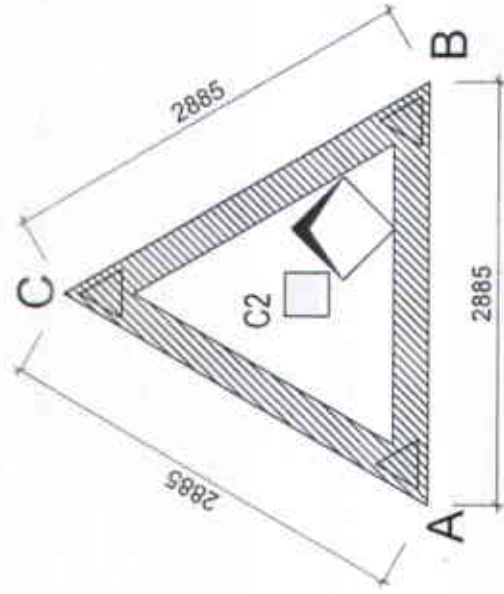
MẶT ĐỨNG CẠNH C - A
TỶ LỆ 1:100

$W_6 = 3 \text{ mm}$
 $W_7 = 3 \text{ mm}$
 $W_5 = 0.25 \text{ mm}$



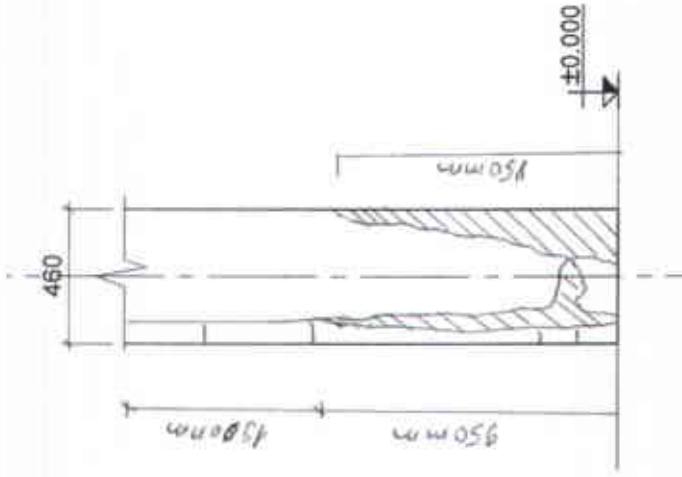
Sàn S1: h = 80mm TL 1:50

- Vết nứt mặt trên sàn, có n' nứt.
- Bề rộng vết nứt $W = 1.0 \text{ mm}$.



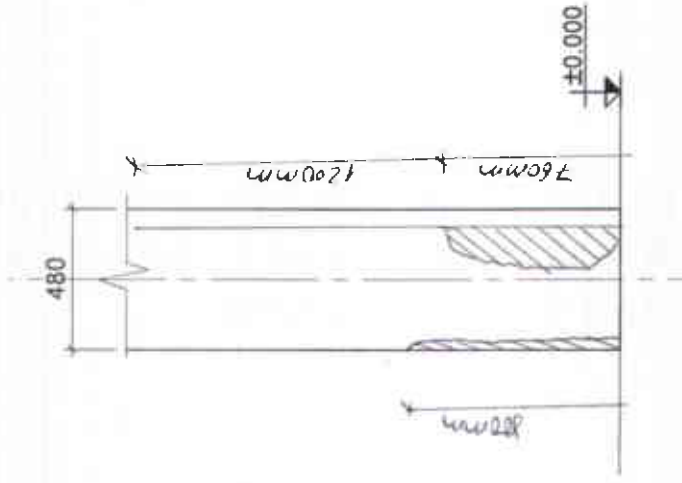
Sàn S2: h = 120mm TL 1:50

- Không xuất hiện vết nứt.



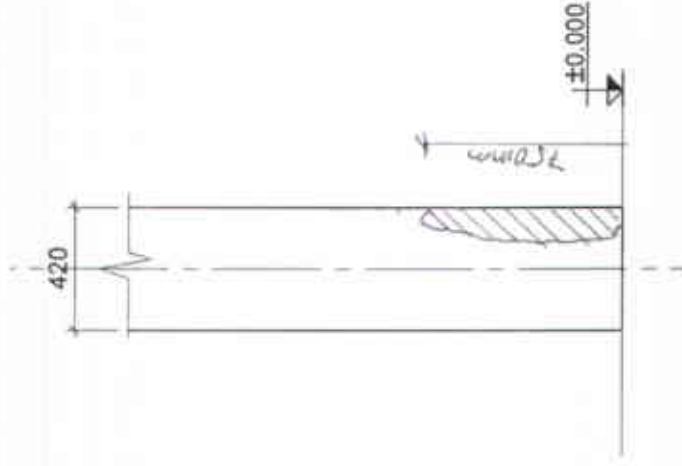
Cột C1-A TL 1:25

- 2 Màng bê tông lớn bị bong tách, $L_1 = 850 \text{ mm}$, $L_2 = 950 \text{ mm}$.
- Vết nứt dọc theo thép chịu lực dài 1900 mm và nhiều vết nứt ngang từ 100 - 200 mm.
- Cột thép dọc bị gỉ sét còn lại $\phi 10$, cốt đai bị đứt tại chân cột.



Cột C1-B TL 1:25

- Bê tông bở tách 2 mảng lớn ($L_1 + B_1$) = (760 x 80 mm)
- ($L_2 + B_2$) = (800 x 90 mm) Vết nứt dọc theo thép dọc dài 1200
- Cột thép dọc bị gỉ sét còn lại $\phi 10$ và thép đai bị đứt.



Cột C1-C TL 1:25

- Màng lớn bê tông bị bong tách, lỗ chân cột thép gỉ sét ($\phi 10$), ca ngoài với kích thước vết nứt ($L_1 \times B_1$) = (750 x 100 mm)
- Thép đai bị gỉ sét còn lại đứt tại chân cột.

Bảng III.1 - Cường độ bê tông sàn theo phương pháp siêu âm và bật nảy

Vị trí: Sàn S1															
STT	Đo bằng máy siêu âm			Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy			
	l_i (mm)	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}		
1		2884	2884	28	30.6										
2		2886		34											
3		2886		28											
4		2886		30											
5		2884		30											
6		2884		28											
7		2886		24											
8		2880		34											
9		2880		34											
10		2886		30											
11		2886		30											
12		2880		34											
13		2880		30											
14		2880		30											
15		2880		34											
16		2884		30											

Bảng III.2 - Cường độ bê tông cột theo phương pháp siêu âm và bật nảy

Vị trí: Cột C5-A, vị trí 1					Vị trí: Cột C5-A, vị trí 2					Vị trí: Cột C5-B, vị trí 1				
STT	Đo bằng máy siêu âm			Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy		
	l_i (mm)	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	
1		4213		46		3731		40		2627		56		
2		4210		48		3810		50		2400		44		
3		4210		50		3800		44		2440		42		
4		4213		38		3790		48		2440		48		
5		4260		48		3790		40		2460		34		
6		4210		50		3790		52		2460		38		
7		4200		36		3810		48		2480		38		
8		4200	4210	46	45.6	3810	3800	42	43.8	2480	2480	40	41.4	
9		4210		44		3810		42		2480		48		
10		4213		48		3800		44		2460		42		
11		4213		44		3800		48		2480		42		
12		4210		38		3810		44		2480		40		
13		4250		44		3790		42		2480		44		
14		4210		46		3800		38		2480		38		
15		4200		46		3800		42		2480		42		
16		4200		44		3800		42		2480		40		

Bảng III.2 - Cường độ bê tông cột theo phương pháp siêu âm và bật nảy (tt)

Vị trí: Cột C5-B, vị trí 2					Vị trí: Cột C5-C, vị trí 1					Vị trí: Cột C5-C, vị trí 2				
STT	Đo bằng máy siêu âm			Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy		
	l_i (mm)	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	
1		3571		48		2946		46		3086		48		
2		3570		34		2960		42		3090		46		
3		3570		44		2960		46		3090		46		
4		3570		44		2962		46		3086		42		
5		3570		44		2962		40		3086		40		
6		3571		40		2960		46		3086		40		
7		3570		38		2962		44		3090		40		
8		3570	3570	40	40	2962	2960	50	42.6	3090	3090	40	40.4	
9		3570		42		2962		44		3090		42		
10		3570		40		2960		42		3090		40		
11		3570		40		2960		42		3090		38		
12		3570		38		2960		40		3090		40		
13		3570		38		2960		40		3086		40		
14		3570		38		2960		40		3086		40		
15		3500		38		2960		38		3090		40		
16		3500		40		2962		40		3096		38		

Bảng III.2 - Cường độ bê tông cột theo phương pháp siêu âm và bật nảy (tt)

STT	Vị trí: Cột C4-A					Vị trí: Cột C4-B				Vị trí: Cột C4-C			
	Đo bằng máy siêu âm			Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy	
	l_i (mm)	v_i (m/s)	v_{ib} (m/s)	n_i	n_{ib}	v_i (m/s)	v_{ib} (m/s)	n_i	n_{ib}	v_i (m/s)	v_{ib} (m/s)	n_i	n_{ib}
1		4854		52		4967		44		4076		48	
2		4854		50		4967		50		4076		46	
3		4746		48		5263		46		4201		44	
4		4746		50		3722		44		4065		44	
5		3712		42		3571		46		4065		44	
6		3712		52		4687		44		4731		42	
7		3712		48		4702		42		5102		40	
8		3712	4063	40	45.6	4629	4629	44	44.2	5102	4076	42	42
9		4132		42		3890		44		5190		42	
10		4132		44		4629		50		4076		42	
11		4132		44		4629		44		3424		42	
12		4132		44		4629		46		3424		40	
13		3926		46		4629		42		4076		40	
14		3926		42		4629		44		4076		40	
15		3926		40		4629		42		3708		40	
16		3926		48		4629		42		4076		42	

Bảng III.2 - Cường độ bê tông cột theo phương pháp siêu âm và bật nảy (tt)

STT	Vị trí: Cột C3-A					Vị trí: Cột C3-B				Vị trí: Cột C3-C			
	Đo bằng máy siêu âm			Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy	
	l_i (mm)	v_i (m/s)	v_{ib} (m/s)	n_i	n_{ib}	v_i (m/s)	v_{ib} (m/s)	n_i	n_{ib}	v_i (m/s)	v_{ib} (m/s)	n_i	n_{ib}
1		4076		40		3722		38		4968		50	
2		4032		40		3512		40		4968		50	
3		4043		38		3722		42		4968		52	
4		4043		40		4629		40		4559		50	
5		3779		40		4629		44		4559		46	
6		3957		42		4629		42		4464		46	
7		3957		42		4580		38		4464		48	
8		4043	4043	44	39.4	4580	4590	38	39.2	4374	4476	50	48
9		4043		38		4660		38		4374		46	
10		3947		40		4600		40		4464		46	
11		3947		36		4590		40		4464		46	
12		4050		36		4580		38		4464		46	
13		4046		40		4728		38		4374		50	
14		4046		38		4600		40		4500		48	
15		3957		40		4580		36		4500		48	
16		4050		38		4580		40		4664		48	

Bảng III.2 - Cường độ bê tông cột theo phương pháp siêu âm và bật nảy (tt)

STT	Vị trí: Cột C2-A					Vị trí: Cột C2-B								
	Đo bằng máy siêu âm			Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy		
	l_i (mm)	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	
1		4322		46		3571		42						
2		4310		42		3566		30						
3		4300		38		3728		38						
4		3440		42		3550		40						
5		4260		48		3560		42						
6		4285		42		3560		46						
7		4285		44		4210		50						
8		4310	4285	46	40.8	3580	3780	48	37.8					
9		4285		40		4260		30						
10		4285		38		4110		36						
11		4285		38		4110		36						
12		4210		42		3780		40						
13		4210		40		3780		30						
14		4210		40		4210		32						
15		4200		38		4000		36						
16		4200		38		3780		36						

Bảng III.2 - Cường độ bê tông cột theo phương pháp siêu âm và bật nảy (tt)

STT	Vị trí: Cột C1-A					Vị trí: Cột C1-B					Vị trí: Cột C1-C			
	Đo bằng máy siêu âm			Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy		
	l_i (mm)	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	
1		4020		42		3722		40		3333		38		
2		4021		39		3640		40		3143		42		
3		3989		41		3640		42		3631		50		
4		4021		42		3694		39		3631		53		
5		4000		42		3700		46		3614		54		
6		4010		40		3690		38		3718		48		
7		4021		42		3740		40		4716		52		
8		4020	4020	40	40	3740	3740	38	38.1	3780	3780	48	44.2	
9		4020		39		3740		38						
10		4021		39		3740		36						
11		4020		40		3740		36						
12		4021		40		3740		40						
13		4021		39		3740		36						
14		4021		39		3740		36						
15		4020		39		3740		36						
16		4020		40		3740		36						

Bảng III.3 - Cường độ bê tông đầm theo phương pháp siêu âm và bật nảy

Vị trí: Đầm D5-AB					Vị trí: Đầm D5-BC					Vị trí: Đầm D4-AB(VT1)				
STT	Đo bằng máy siêu âm			Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy		
	l_i (mm)	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	
1		3196		28		3164		24		4120		38		
2		2788		28		3660		34		3900		40		
3		3198		32		3080		26		3980		32		
4		3144		30		3080		24		3980		34		
5		2788		24		3160		30		4000		36		
6		3196		36		3160		30		4100		38		
7		3198		30		3160		30		4000		36		
8		2980	3175	28	28.8	3160	3160	20	28.8	3980	3993	36	33.2	
9		2788		28		1750		32		3980		32		
10		2788		30		3160		32		3980		30		
11		3190		32		3160		26		4100		32		
12		3190		28		3160		30		4000		30		
13		3190		28		2980		26		4000		30		
14		2988		28		3100		32		4000		30		
15		2988		28		3100		28		3980		32		
16		3190		30		2980		30		3980		32		

Bảng III.3 - Cường độ bê tông đầm theo phương pháp siêu âm và bật nảy (tt)

Vị trí: Đầm D4-AB (VT2)					Vị trí: Đầm D3-BC								
STT	Đo bằng máy siêu âm			Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy	
	l_i (mm)	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}
1		3048		40		4322		42					
2		3048		30		4322		40					
3		3253		36		4360		42					
4		3253		36		4213		38					
5		3253		32		4213		42					
6		3253		40		4237		36					
7		3253		34		4213		44					
8		3040	3233	32	31.8	4322	4305	43	38.6				
9		3040		32		4297		40					
10		3040		30		4322		38					
11		3253		30		4297		38					
12		3200		30		4322		36					
13		3200		32		4322		36					
14		3200		30		4297		36					
15		3250		30		4297		36					
16		3250		30		4297		36					

Bảng III.4 - Cường độ tường theo phương pháp siêu âm và bật nảy

STT	Vị trí: Tường A-B (cos 3.5m)				Vị trí: Tường B-C (cos 3.5m)				Vị trí: Tường A-C (cos 3.5m)				
	Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy		Đo bằng máy siêu âm		Đo bằng súng bật nảy		
	l_i (mm)	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}	v_i (m/s)	v_{tb} (m/s)	n_i	n_{tb}
1		2814		36		2467		36		3012		46	
2		2814		38		2460		34		3060		44	
3		2819		32		2460		34		2970		46	
4		2819		40		2460		36		2440		42	
5		2659		34		2460		38		2431		38	
6		2610		40		2468		36		3060		44	
7		2626		33		2460		36		2970		40	
8		2626	2648	32	34.4	2668	2460	34	34.6	2970	2460	40	40.2
9		2631		36		2468		34		3060		42	
10		2631		36		2468		34		2440		38	
11		2658		37		2460		32		2460		38	
12		2658		32		2460		34		2460		40	
13		2660		32		2460		36		2440		40	
14		2610		36		2460		30		2440		38	
15		2610		32		2460		34		2460		38	
16		2654		32		2460		34		2440		38	

