
녹색희망프로젝트 건축물구조안전진단 및
옥상공원화 유형제시 용역
보고서

서 부 장 애 인 종 합 복 지 관

2011. 03



(주) 한 국 구 조 안 전 기 술 원
Korea Structural Analysis & Diagnosis Engineering Co., Ltd.



제 68 호

안전진단전문기관등록증

상 호 : (주)한국구조안전기술원
대 표 자 : 김태섭, 조광현
영업소소재지 : 서울특별시 송파구 방이동 114-4
분 야 : 교량 및 터널, 건축
등록연월일 : 1996년 7월 23일

시설물의안전관리에관한특별법 제9조의 규정에 의하여
안전진단전문기관으로 등록합니다.

2005년 3월 30일

서울특별시



제 출 문

서울특별시

동부푸른도시사업소 귀중

서울특별시 은평구 구산동 191-1번지 소재의 “서부장애인종합복지관”을 대상으로 녹색희망프로젝트 건축물 구조안전진단 및 옥상공원화 유형제시와 관련한 과업을 완료하고 최종 보고서를 제출합니다.

업무를 수행하는 동안 적극적으로 협조하여 주신 관계자 여러분께 진심으로 감사드립니다.

2011년 03월

진 단 기 관 : (주) 한 국 구 조 안 전 기 술 원
책임 기술자 : 원 장 김 태 섭 (공 학 박 사)
참여 기술자 : 소 장 소 성 호 (건축구조기술사)
이 사 김 용 태 (건축시공기술사)
차 장 황 용 희 (건축기사 1급)
차 장 김 명 성 (건축시공기술사)
대 리 오 남 석 (건축산업기사)
대 리 안 효 준 (공 학 사)

구조안전진단 결과표

2011. 03

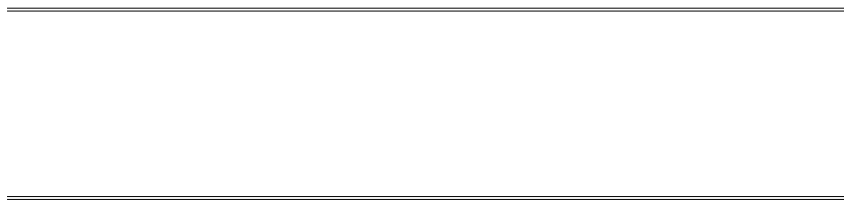
1. 건축물명 : 서부장애인종합복지관
2. 규 모 : 지하1층/지상4층(은평천사원 1동)
지상4층(은평천사원 L동)
3. 구 조 : 철근콘크리트구조
4. 사용승인 : 1995. 6. 30(약 15년 9개월 경과)
5. 위 치 : 서울특별시 은평구 구산동 191-1
6. 종합평가 : 녹화유형별 적용성 종합판정 결과



녹화대상지 옥상층	옥상녹화 유형	옥상녹화 시공 적합성 검토
녹화 신청면적 900㎡	은평천사원 1동 혼합형 : 560㎡	혼합형의 녹화하중을 적용한 결과, Slab 및 RG7의 내력이 약간 부족한 것으로 검토되었으나, 모멘트 재분배를 고려할 때 전반적으로는 혼합형의 하중을 만족하는 것으로 판단됨
구조진단 면적 900㎡		
녹화 가능면적 900㎡	은평천사원 L동 중량형 : 340㎡	중량형의 녹화하중을 적용하여 해석한 결과, 모든 부재가 소요내력을 만족하는 것으로 검토되었음

7. 진단결과 총평 :

- 1) 진단건물은 2개동이 연결되어 있는 형태로서, 건축물 관리대장에 의하면 서부장애인 종합복지관 은평천사원 1동은 1995년 지상4층으로 신축되었으며, 은평천사원 L동은 2002년 지상4층으로 건립된 것으로 나타나 있다.
 - 2) 서부장애인종합복지관의 옥상녹화를 위한 구조해석 결과, 은평천사원 1동은 혼합형의 하중을 만족하며, 은평천사원 L동은 중량형의 하중을 만족하는 것으로 검토되었다.
 - 3) 옥상녹화 예정부분 일부에 쿨링타워, E/V전실, 에어컨 실외기 등이 적재되어 있는 상태이다.
 - 4) 설계도면에 준하여 시공된 것으로 조사되었으며, 옥상 주요부재에 구조적 결함은 발생되어 있지 않은 상태로서, 문제시될 만한 변위 역시 측정되지 않았다.
 - 5) 따라서, 상기 제시한 옥상녹화 유형을 시공하여도 구조안전성에는 이상이 없을 것으로 판단된다(단, 옥탑 지붕 등은 제외).
8. 진단동기 : 옥상녹화 유형별 적용성 검토를 위한 구조안전진단
 9. 진단기간 : 2011. 03. 18 ~ 2011. 03. 31
 10. 책임기술자 : 김 태 섭 (인)
 11. 진단기관 : 한국구조안전기술원 (KOSAD)



< 요약 문 >

서울특별시 은평구 구산동 191-1번지에 위치한 서부장애평화종합복지관을 대상으로 제반 조사·시험 및 해석을 통해 옥상녹화 유형별 적용성 검토를 위한 구조안전진단을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같이 요약된다.

I. 현장조사 결과

가. 구조체 제원, 구조/용도변경 사항, 옥상 사용현황 조사

1) 주요 구조체의 제원

진단건물은 철근콘크리트조로 구축되었으며, 현장 여건상 일부 구간에서만 조사 가능하였으나, 조사범위 내에서 옥상층 하부 주요 구조부재의 제원은 설계도면과 일치하는 바, 그로 인한 문제는 없을 것으로 판단된다.

2) 구조/용도 변경 유무

진단건물의 녹화대상 하부 구조체에 특기할만한 변경사항은 없으며, 유의할만한 평면 및 입면 변경도 없는 상태로 조사되었다.

3) 옥상 사용현황(장비, 시설물 등)

조사 결과, 녹화대상 옥상에 환기구 및 에어컨 실외기(15대), 쿨링타워, E/V 출입구 등이 설치되어 있었으며, 기타 하중상 문제시될 사항은 없는 것으로 조사되었다.

나. 비파괴시험 결과

1) 콘크리트의 압축강도

녹화대상 옥상 바닥구조체 등을 대상으로 시험한 결과, 은평천사원 1동 주요 구조체 콘크리트의 압축강도는 $22.4\text{N/mm}^2 \sim 24.8\text{N/mm}^2$ (평균 23.9N/mm^2), 은평천사원 L동 주요 구조체 콘크리트의 압축강도는 $22.3\text{N/mm}^2 \sim 24.8\text{N/mm}^2$ (평균 23.2N/mm^2)로 조사되었다.

따라서, 설계기준강도인 21.0N/mm^2 를 모두 상회하는 바, 콘크리트 강도로 인한 문제점은 없는 상태로 판단된다.

2) 철근 배근상태

녹화 대상 하부슬래브, 보, 기둥에 대한 철근탐사 결과, 전반적으로 설계와 일치하고 있어 그에 따른 문제점은 없는 상태로 조사되었다.

3) 콘크리트의 중성화

콘크리트 중성화 시험은 현장 여건상 조사 가능한 범위 내의 구조체에서 실시하였으며, 현재의 중성화 깊이는 $4.5 \sim 8.21\text{mm}$ (피복두께 40mm)로서 그로 인한 문제는 없는 상태로 조사되었다.

4) 변위·변형

조사 결과, 현 상태에서 구조적으로 문제시될 정도의 변위·변형은 발생되지 않은 상태로 판단된다.

다. 방수시스템 평가 결과

설계도면상 은평천사원 1동의 옥상 바닥 단면은 콘크리트 슬래브 위 액체방수 2차 + 보호모르타르로 되어 있으나 우레탄 방수를 추가적으로 시공한 상태로 조사되었다.

은평천사원 L동의 경우 옥상 바닥 단면은 콘크리트 슬래브 위 액체방수C종 + THK.100 보호모르타르로 구성되어 있다. 현장여건상 옥상 방수층의 손상 여부를 정확히 확인할 수는 없었으나, 지상4층 천장에서 누수흔적이 조사되지 않는 바, 특기할만한 이상은 없는 상태로 판단된다.



라. 배수성능 평가 결과

옥상 선흡통 직경은 Ø125mm이며, 구배 역시 비교적 적절한 상태인 바, 배수상태는 원활한 것으로 판단된다.

마. 결함 상태

결함조사 결과, 옥상 파라펫 조적부에 다수의 결함이 발생되어 있었으나, 옥상 녹화 대상 하부 구조체에 안전상 문제시될 정도의 중대 결함은 발생되어 있지 않은 상태였다.

<표 1> 주요부재 및 비구조체의 결함상태 요약

구분	주요 결함 상태	필요 조치	비고 (현황사진 예)
기둥	<ul style="list-style-type: none"> ■ 구조적 결함은 없음 	-	-
보	<ul style="list-style-type: none"> ■ 구조적 결함은 없음 	-	-
슬래브	<ul style="list-style-type: none"> ■ 내부 부재는 양호함 	-	-
벽체	<ul style="list-style-type: none"> ■ 구조적 결함 없음 	-	-
기타결함 (비구조)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 파라펫 벽체(조적부) 균열 다수 발생 (은평천사원 L동) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 유지관리 차원에서 보수 및 도장 바람직 	 <p>파라펫(조적부) 균열</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 파라펫 벽체(조적부) 균열 다수 발생 (은평천사원 I동) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 유지관리 차원에서 보수 및 도장 바람직 	 <p>파라펫(조적부) 균열</p>

II. 녹화유형별 구조안전성 검토 결과

가. 녹화유형별 적용하중

<표 2>에 나타난 바와 같이, 과업지시서 및 서울시학술용역 보고서에 제시된 녹화유형별 하중을 적용하였다.

<표 2> 녹화 유형별 적용하중

녹화 유형	고정하중(녹화)	적재하중	비 고
경 량 형	120kgf/m ²	100kgf/m ²	토심 20cm 이하
혼 합 형	200kgf/m ²	200kgf/m ²	토심 10~30cm 이하
중 량 형	300kgf/m ²	200kgf/m ²	토심 20cm 이상

* 2007. 건축물 옥상녹화 시스템 유형결정과 관리메뉴얼(서울특별시) 참조

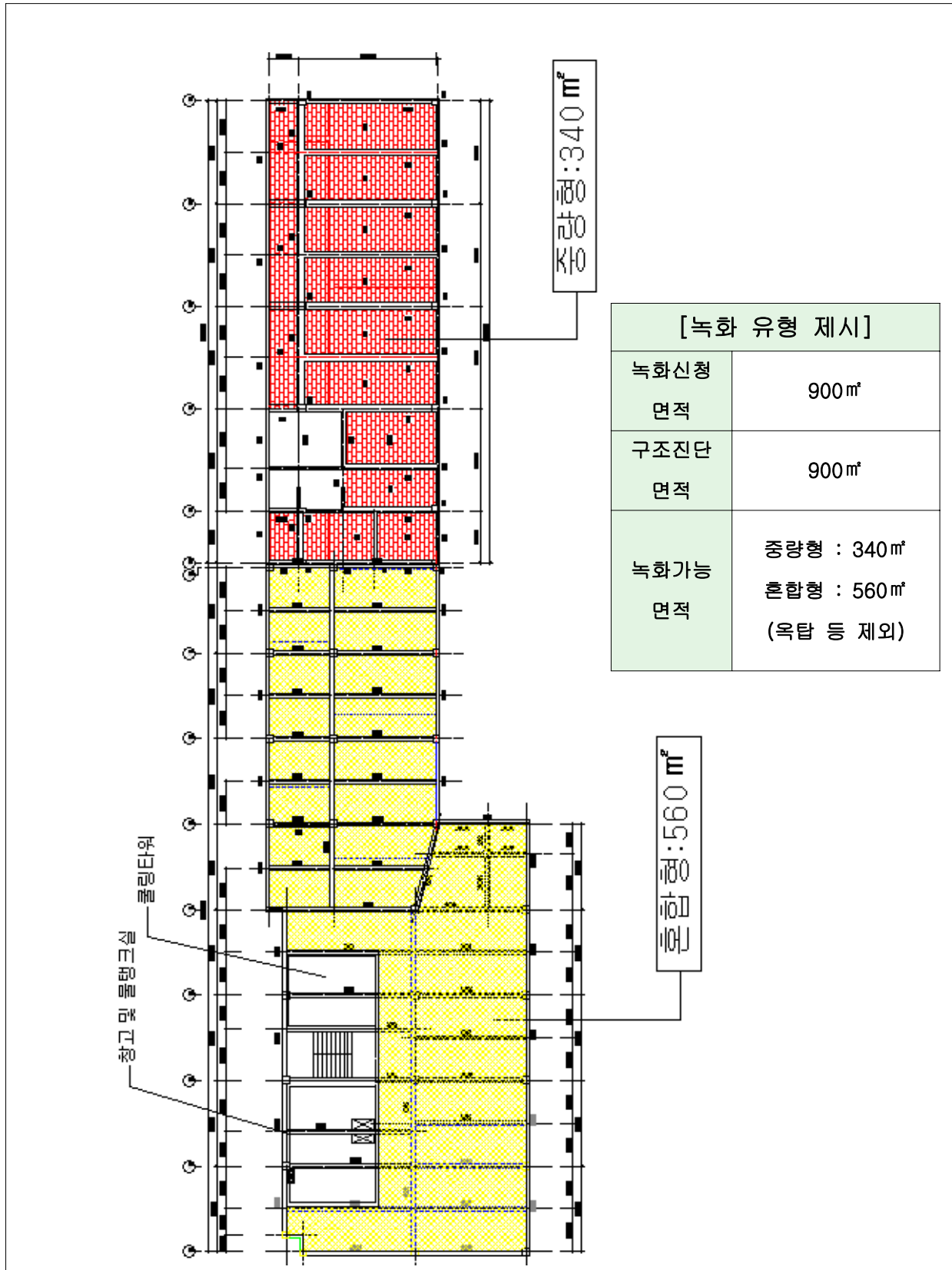
나. 구조안전성 검토 결과

서부장래인종합복지관 옥상녹화를 위한 구조검토 결과, 은평천사원 1동은 혼합형의 옥상녹화 하중을 만족하며, 은평천사원 L동은 중량형의 옥상녹화가 가능한 것으로 검토되었다(옥탑 등 제외).

<표 3> 옥상녹화 유형별 시공 적합성

녹화대상지 옥상층	옥상녹화 유형	옥상녹화 시공 적합성 검토
녹화 신청면적 900㎡	은평천사원 1동 혼합형 : 560㎡	혼합형의 녹화하중을 적용한 결과, Slab 및 RG7의 내력이 약간 부족한 것으로 검토되었으나, 모멘트 재분배를 고려할 때 전반적으로는 혼합형의 하중을 만족하는 것으로 판단됨
구조진단 면적 900㎡		
녹화 가능면적 900㎡	은평천사원 L동 중량형 : 340㎡	중량형의 녹화하중을 적용하여 해석한 결과, 모든 부재가 소요내력을 만족하는 것으로 검토되었음

※ 옥탑 지붕 부분 등은 녹화 시공 불가



<그림 1> 하중 계획도 (옥상층)

III. 종합 의견

서부장애인종합복지관 옥상녹화를 위한 구조해석 결과, 은평천사원 1동은 혼합형의 옥상녹화 하중을 만족하며, 은평천사원 L동은 중량형의 옥상녹화가 가능한 것으로 검토되었다.

한편, 녹화대상 하부 주요 구조체에 특기할만한 결함은 발생되지 않은 상태이나, 비구조체의 경우에는 경년에 따른 노후화가 일정 수준 진행되고 있는 것으로 조사된 바, 옥상녹화 시공 이후에도 지속적인 점검 및 유지관리 활동을 실시하는 것이 바람직하다.

< 목 차 >

< 요약 문 >

제 1 장 진단 개요	1
1.1 진단 배경 및 목적	1
1.2 진단 내용 및 범위	1
1.3 과업수행 흐름도	2
1.4 사용 장비	3
1.5 진단 기관 및 일정	3
제 2 장 진단건물 개요	4
2.1 일반 개요	4
2.2 구조 개요	4
2.3 관련도면 및 현황	5
제 3 장 현장조사	12
3.1 구조체 제원, 구조/용도변경 사항, 옥상 사용현황 조사	12
3.2 콘크리트의 압축강도 시험	27
3.3 철근 배근상태 조사	32
3.4 콘크리트 중성화 시험	36
3.5 변위·변형 조사	41
3.6 결함상태 조사	44
제 4 장 구조안전성 검토	56
4.1 구조 검토 개요	56

4.2 구조 해석 62

4.3 해석 결과 64

제 5 장 진단결과 종합 74

5.1 진단 결과 74

5.2 종합 의견 79

< 부 록 >

1. 조사/시험 위치도
2. 콘크리트 강도조사표
3. 철근배근 탐상도
4. 구조검토 DATA
5. 조사현황 사진
6. 건축물 관리대장

제 1 장 진단 개요

1.1 진단 배경 및 목적

본 진단은 서울특별시 은평구 구산동 191-1번지에 위치한 서부장애인종합복지관의 옥상녹화를 위한 구조안전진단으로서, 제반 조사·시험 및 구조해석 등을 통하여 녹화유형별 시공의 적정성을 검토하고, 필요시 적정 보수·보강 방안을 고찰·제시하는 것을 그 목적으로 한다.

1.2 진단 내용 및 범위

1.2.1 관련자료 검토

- 1) 기존 설계도서(건축, 구조도면 등) 검토
- 2) 기타 관련자료(건축물대장 등) 검토

1.2.2 구조체에 대한 조사 및 시험

- 1) 사용현황, 결함상태 조사
 - 가) 옥상 사용현황 조사
 - 나) 옥상 구조체의 결함(균열, 누수, 부식, 변형, 처짐 등) 상태 조사
- 2) 구조체 제원 조사 - 설계와 비교하여 적정성 검토
- 3) 콘크리트의 압축강도 및 중성화 조사 - 적정성 검토
- 4) 철근의 배근상태 조사 - 설계와 비교하여 적정성 검토
- 5) 변위·변형 조사 - 구조물의 안정성에 미치는 영향 유무 검토

1.2.3 구조해석에 의한 검토

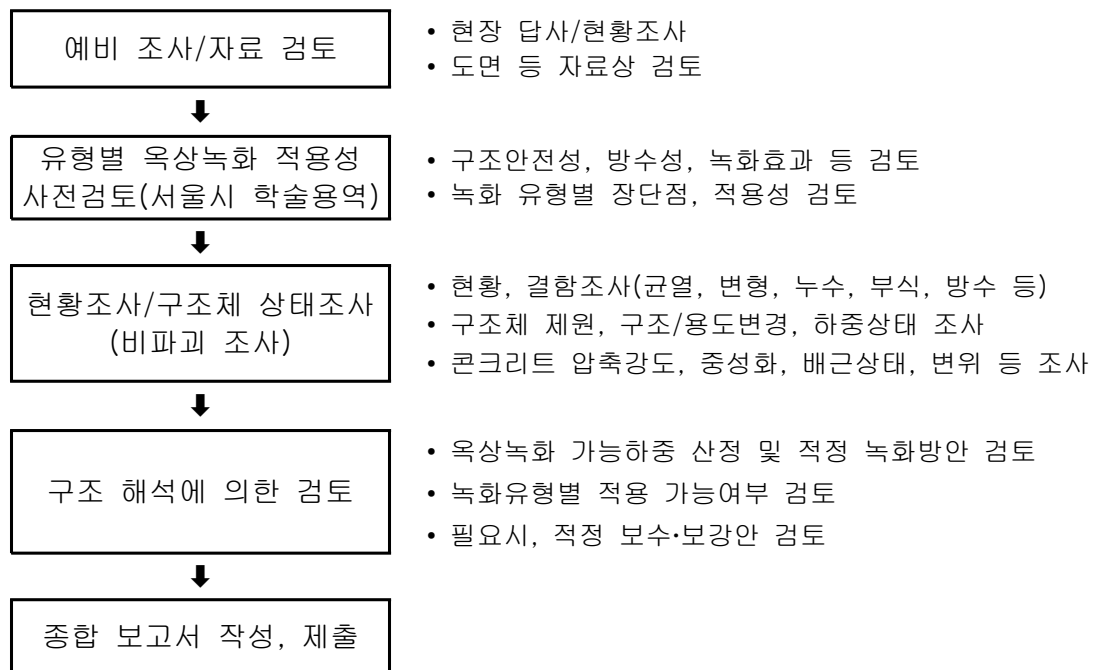
현장조사 결과 및 설계도서 등을 근거로 구조검토를 통해 다음 사항을 고찰한다.

- 1) 현 상태에서 옥상녹화 유형별 구조안전성 및 적용성 검토
- 2) 필요 시(옥상녹화가 불가할 경우), 녹화 방안별 적정 보수·보강 방안 검토

참고로, 서울특별시 건축물 옥상녹화 학술용역보고서에 의한 녹화 유형별 하중은 다음과 같다.

녹화 유형	고정하중(녹화)	적재하중	비 고
경 량 형	120kgf/m ²	100kgf/m ²	토심 20cm 이하
혼 합 형	200kgf/m ²	200kgf/m ²	토심 10~30cm 이하
중 량 형	300kgf/m ²	200kgf/m ²	토심 20cm 이상

1.3 과업수행 흐름도



1.4 사용 장비

장 비 명	회 사 명	용 도	비 고
SCHMIDT HAMMER (NR TYPE)	PROCEQ	콘크리트 강도시험	충격에너지 : 2.207N·m 측정 범위 : 10-70N/m 중 량 : 2.9kg
FERROSCAN F10	HILTI	철근탐사	측정심도 : 100mm 측정직경 : 6mm 이상
Theodolite DT-20	Topcon	수평변위(기울기) 측정	
LASER LEVEL	MYZOX VX-360	레벨차, 수평변위 측정	측정오차: ±1mm
CRACK SCALE	PEAK	균열폭 측정	60배율, 폭 0.02-0.2mm
기타 보조기구	CAMERA, 줄자, 망원경 등	사진촬영, 부재실측 등	

1.5 진단 기관 및 일정

- 1) 진단기관 : (주) 한국구조안전기술원
- 2) 소 재 지 : 서울시 송파구 방이동 114-4 동제빌딩
- 3) 연 락 처 : T. 02)420-0440, F. 02)420-8668, E-mail kosad@kosad.co.kr
- 4) 진단일정
 - 예비조사/자료검토 : 2011년 03월 18일 ~ 03월 19일
 - 현장조사 : 2011년 03월 21일 ~ 03월 23일
 - 조사결과 정리 및 분석 : 2011년 03월 21일 ~ 03월 23일
 - 구조해석, 유형별 검토 : 2011년 03월 24일 ~ 03월 28일
 - 종합평가/보고서 작성 : 2011년 03월 29일 ~ 03월 31일

제 2 장 진단건물 개요

2.1 일반 개요

- 1) 명 칭 : 서부장애태인종합복지관
- 2) 위 치 : 서울특별시 은평구 구산동 191-1
- 3) 건물개요

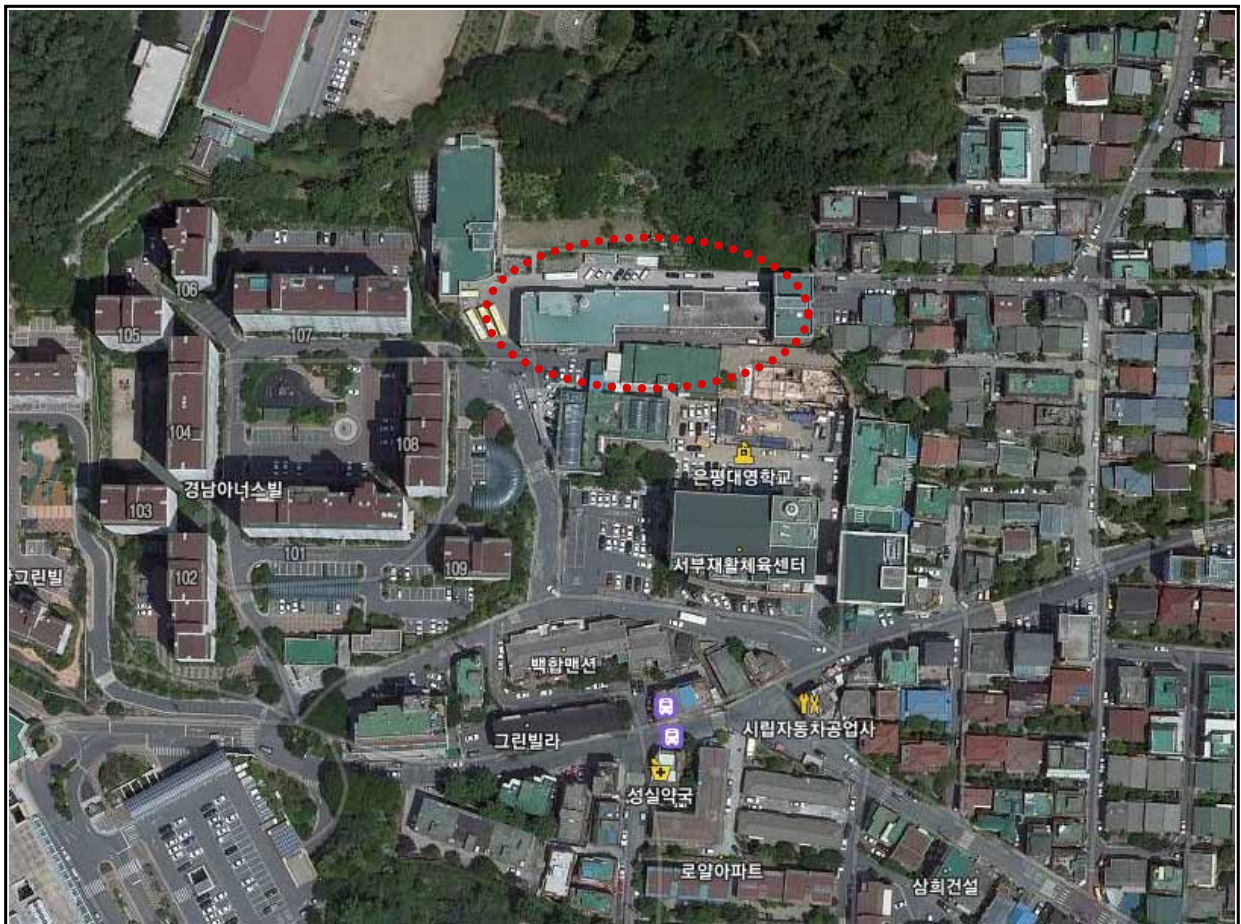
구 분	은평천사원 1동	은평천사원 L동
규 모	지하1층, 지상4층	지상4층
연면적	2,978.22㎡	1,477.43㎡
주용도	노유자시설	교육연구 및 복지시설
이 력	1995년 지상4층으로 신축	2002년 지상4층으로 건립

2.2 구조 개요

구 분	은평천사원 1동	은평천사원 L동
구 조	철근콘크리트 구조	철근콘크리트구조
층 고	지하1층~지상4층 : 3.3m	지상1층~지상4층 : 3.4m
최고높이	14.65m	11.5m
기초형식	Pile + 독립기초	Pile + 독립기초
재료강도	콘크리트 - $f_{ck} = 210\text{kg/cm}^2$ 철 근 - $f_y = 4,000\text{kg/cm}^2$ 3,000 kg/cm ²	콘크리트 - $f_{ck} = 210\text{kg/cm}^2$ 철 근 - $f_y = 4,000\text{kg/cm}^2$

2.3 관련도면 및 현황

대상건물의 위치는 <그림 2.3.1>, 현황 및 관련도면은 <사진 2.3.1~2.3.8>, <그림 2.3.2~2.3.3>에 나타내었다.



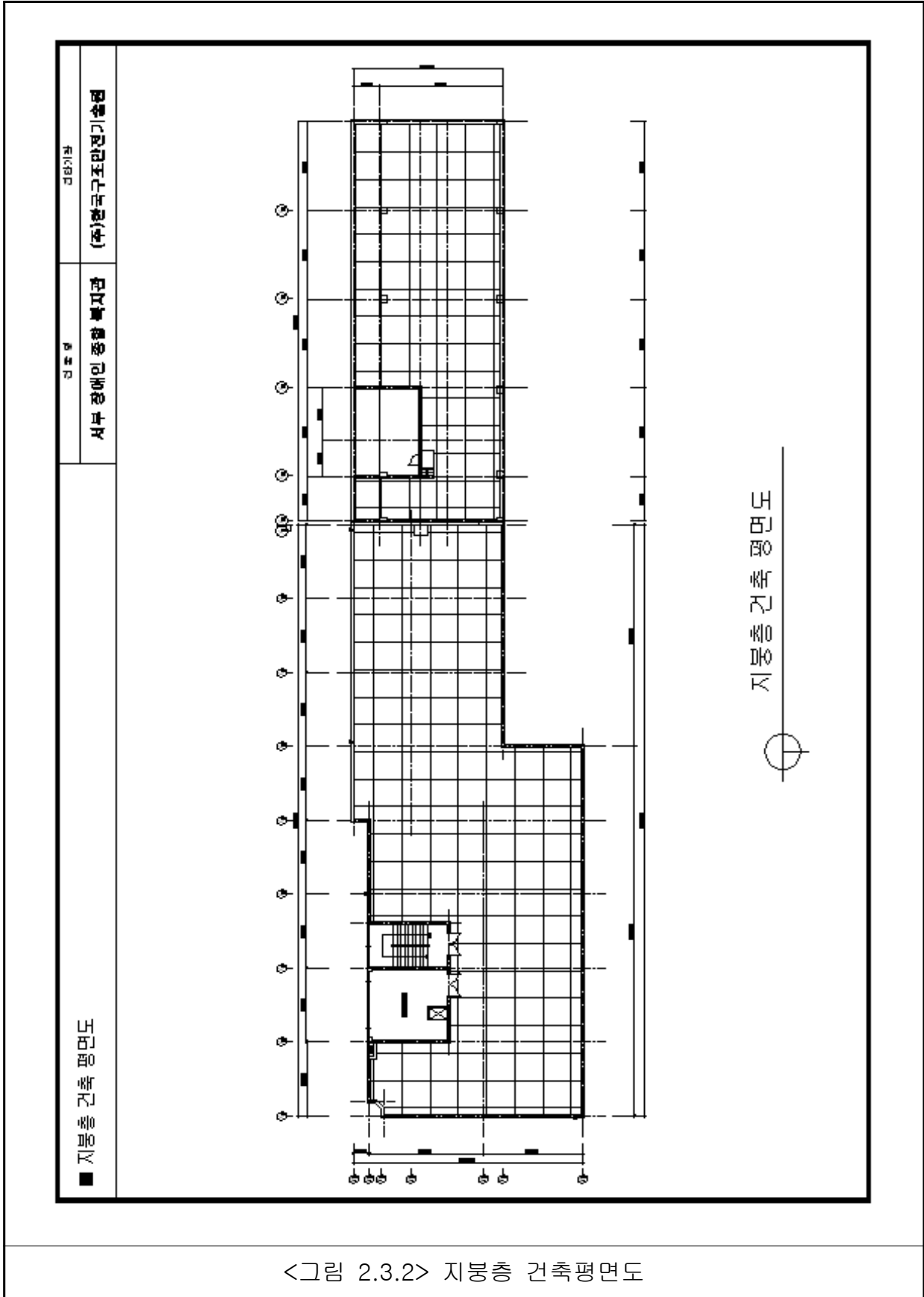
<그림 2.3.1> 진단건물 위치도 (점선 내)



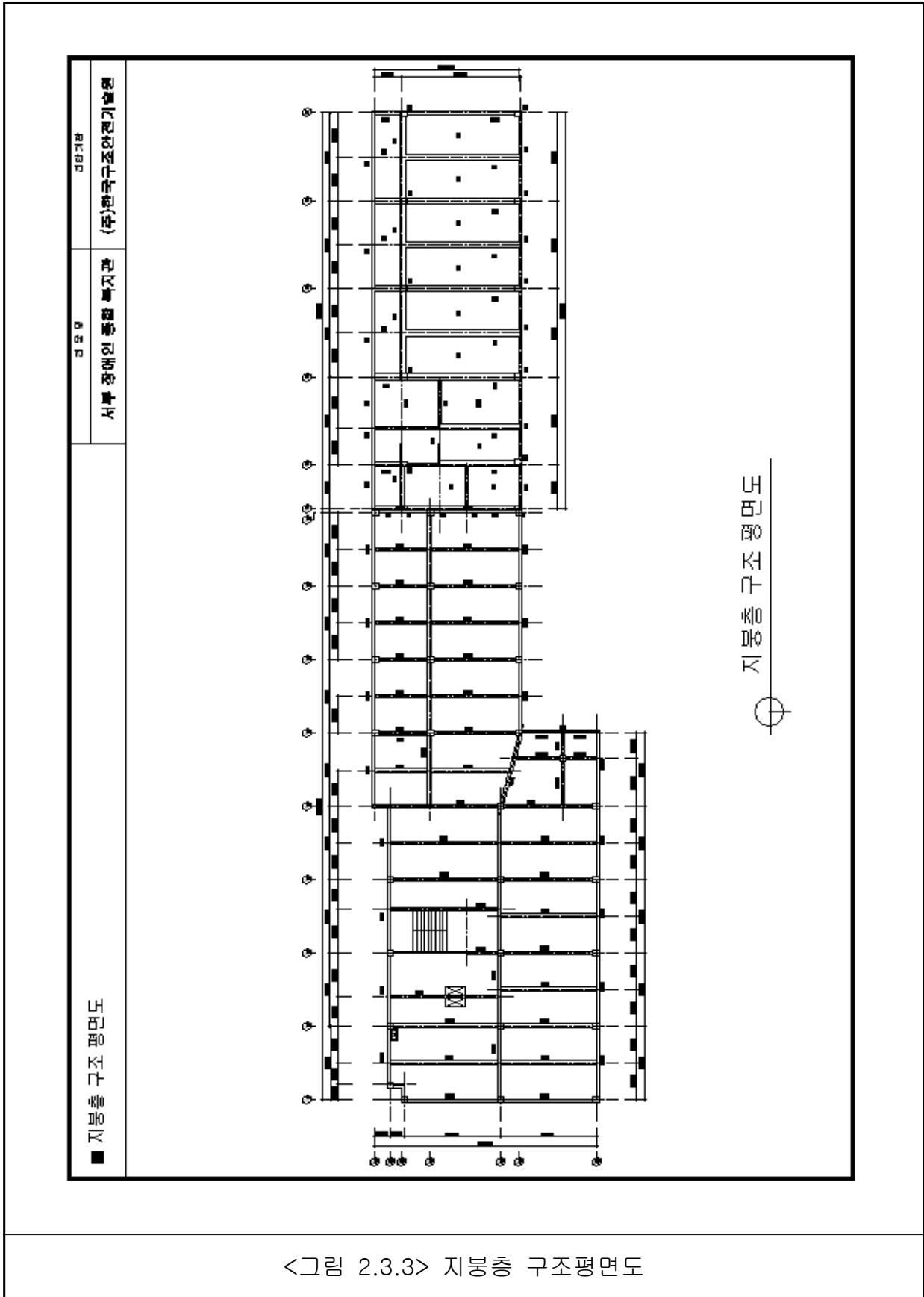








<그림 2.3.2> 지붕층 건축평면도



제 3 장 현 장 조 사

3.1 구조체 제원, 구조/용도변경 사항, 옥상 사용현황 조사

진단건물의 구조체 제원, 구조/용도변경 사항, 옥상 사용현황 및 그에 따른 적재 하중 상태, 보수·보강 이력 등을 조사한 후, 옥상녹화 시 건물의 안전성에 영향을 미칠 수 있는 요인의 유무에 대해 검토하였다. 항목별 조사 결과는 다음과 같다.

3.1.1 주요 구조체 제원

1) 주요 구조체의 배치상태

진단건물 녹화대상 옥상 하부(4층)는 철근콘크리트조로 구축되어 있으며, 조사 범위 내에서 그 제원 및 Span은 전반적으로 설계도서와 일치하고 있는 것으로 조사되었다.

2) 주요 구조체의 단면치수

현장 여건상 일부 부위만 조사 가능하였으나, 조사 범위 내에서 옥상 하부 4층 구조부재(보, 기둥, SLAB)의 단면크기는 설계와 일치하는 상태로 확인되었다.

3) 층고

녹화대상 옥상 하부(지상 4층)의 층고는 3,300mm로서 설계와 일치하는 것으로 조사되었다.

<표 3.1.1> 구조체의 단면치수 조사결과(은평천사원 1동)

시험 번호	조사위치 (층)	부재	TYPE	크기(mm)		비 고
				설계상 치수	시공상 치수	
1	지상4층	기둥	C1	400X450	400X450	
2		기둥	C2	400X450	400X450	
3		기둥	C3	∅ 450	∅ 450	
4		기둥	C5	300X400	300X400	
5		기둥	C6	400X450	400X450	
6	옥상층	보	RG1	300X600	300X600	단열재 : 스티로폼 THK. 80mm SLAB THK. : 120mm, 135mm
7		보	RG2	350X650	350X650	
8		보	RG4	300X600	300X600	
9		보	RG7	300X600	300X600	
10		보	RG11	350X600	350X600	
11		보	RB1	300X600	300X600	
12	보	RB3	300X600	300X600		

※ 단, 부재치수는 마감두께를 제외한 값임

<표 3.1.2> 구조체의 단면치수 조사결과(은평천사원 L동)

시험 번호	조사위치 (층)	부재	TYPE	크기(mm)		비 고
				설계상 치수	시공상 치수	
1	4층	기둥	C1	500X600	500X600	단열재 : 스티로폼 THK. 80mm SLAB THK. : 130mm
2		기둥	C2	400X600	400X600	
3	옥상층	보	G1	500X700	500X700	
4		보	G2	500X700	500X700	
5		보	G3	500X700	500X700	
6		보	B1	500X700	500X700	
7		보	B2	400X600	400X600	

※ 단, 부재치수는 마감두께를 제외한 값임

<사진 3.1.1>

부재치수 조사장면(Girder)



<사진 3.1.2>

부재치수 조사장면(Beam)



3.1.2 구조/용도변경 사항

진단건물은 2개동이 연결되어 있는 형태를 띄고 있는데, 건축물 관리대장을 확인한 결과 2개의 건물로 각각 등재되어 있으며, 서부장애인종합복지관 은평천사원 1동은 1995년 지상4층으로 신축되었고, 은평천사원 L동은 2002년 지상4층으로 건립 것으로 나타나 있다.

진단건물에 대한 구조/용도변경 유무, 기초지반의 변경사항 등에 대한 조사 결과는 다음과 같다.

1) 구조/용도변경 유무

조사 결과, 녹화대상 부위 주요 구조체에 특기할만한 변경사항은 없는 상태로 검토되었다.

2) 평면 및 입면변경 사항

조사 결과, 2010년 11월에 엘리베이터를 설치함으로써 평면 및 입면이 일부 변경되었다.

은평천사원 1동

2010년 11월 09일 : 엘리베이터 설치

1층 ~ 4층 장애인 특수 교육 재활센터 각 6.36㎡

3) 기초 및 지반조건, 주변조건 변경사항

진단건물 기초/지반조건, 주변조건 등과 관련하여 특기할만한 변경사항은 없는 상태로 조사되었다.

4) 주요 마감재의 변경사항

진단건물 옥상층에서 특기할만한 마감재 변경은 없는 상태로 조사되었다.

<표 3.1.2> 구조/용도변경, 주요 마감재료의 변경사항

구 분	조사 결과	비 고
구조 변경	특기사항 없음	-
입면/평면/단면 변경	엘리베이터 설치로 인한 변경	-
주요 마감재 변경	특기사항 없음	-



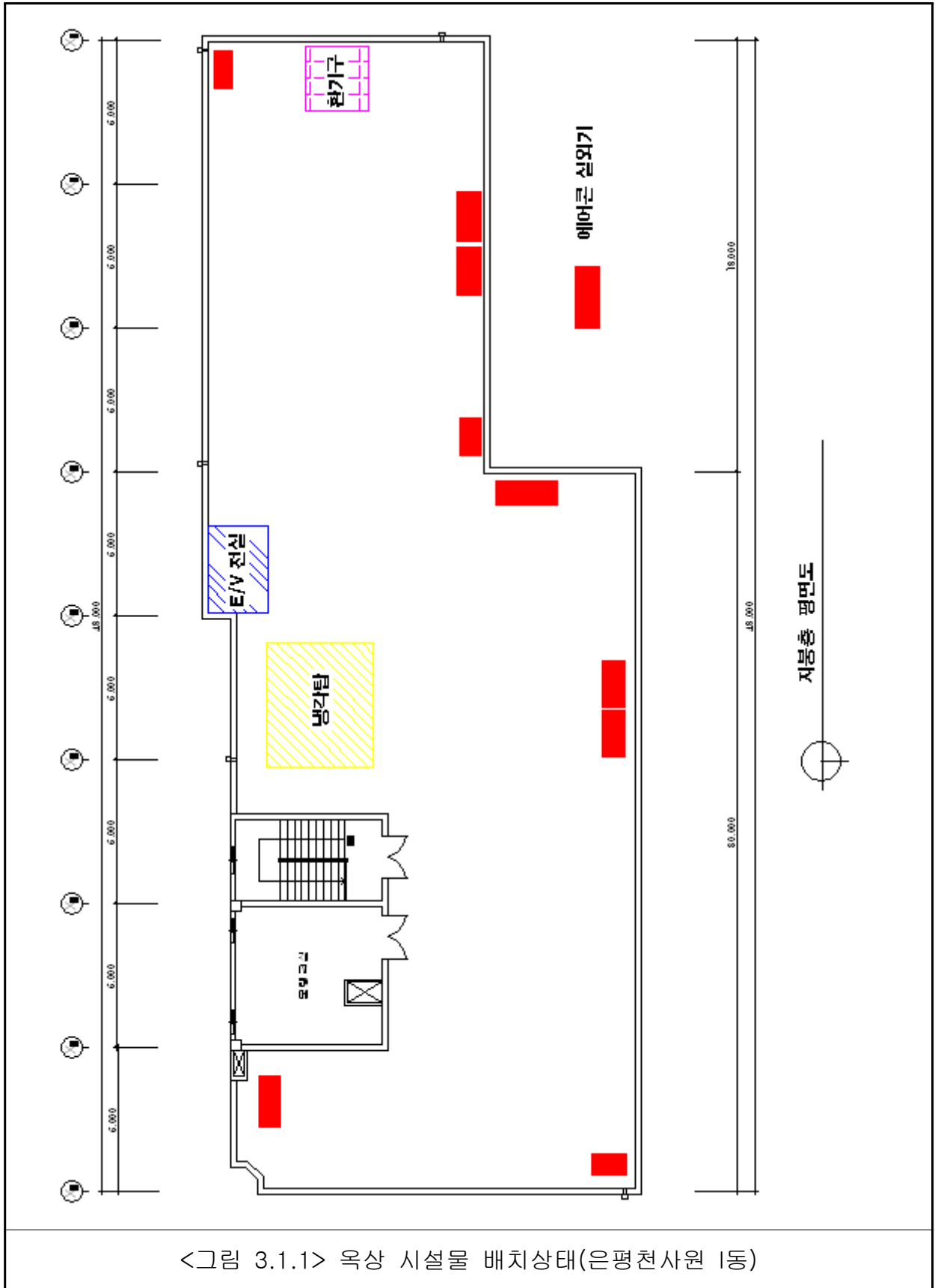
3.1.4 옥상 사용현황 및 방수층

1) 시설물 배치 현황

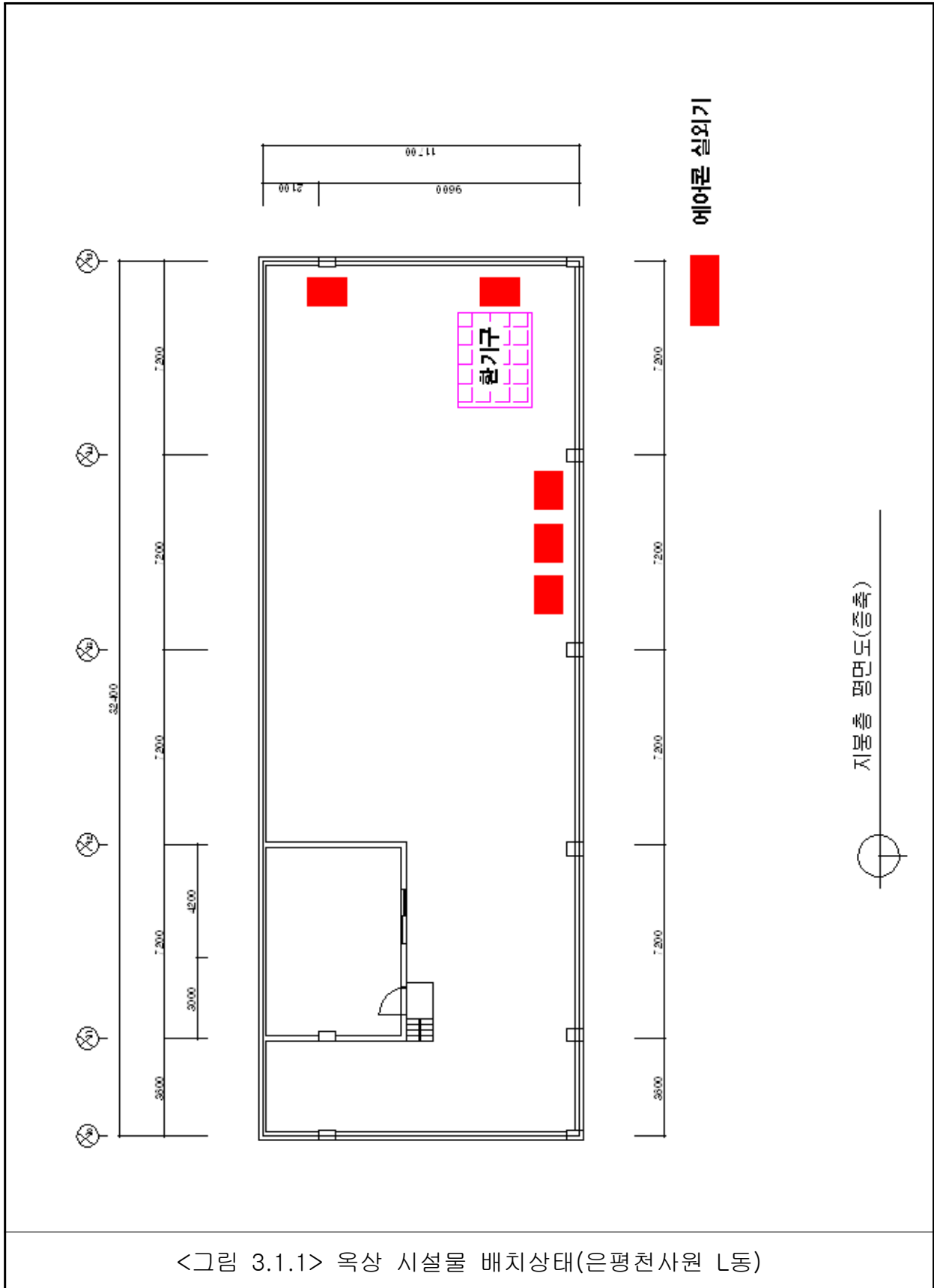
조사 결과, 녹화대상 옥상에 환기구 및 에어컨 실외기(15대), 쿨링타워, E/V 출입구 등이 설치되어 있었으며, 기타 하중상 문제시될 사항은 없는 것으로 조사되었다(<표 3.1.3> 및 <그림 3.1.1> 참조).

<표 3.1.3> 옥상에 설치된 주요 시설물

구 분	조사 결과	비 고
주요 장비	쿨링타워	
	에어콘 실외기(약 15대)	
기타 시설물	환기구	
	E/V 전실	



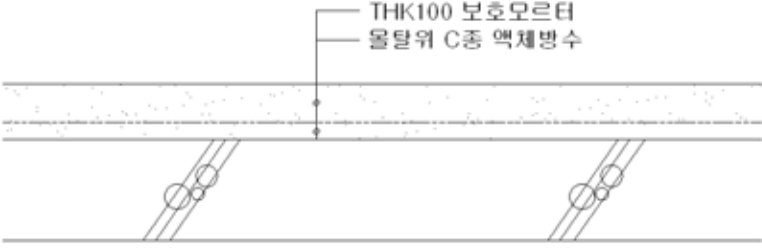

<그림 3.1.1> 옥상 시설물 배치상태(은평천사원 1동)



2) 옥상 방수층

설계도면상 은평천사원 1동의 옥상 바닥 단면은 콘크리트 슬래브 위 액체방수2차 + 보호모르타르로 되어 있으나, 우레탄 방수가 추가 시공된 상태로 조사되었다. 은평천사원 L동의 경우 옥상 바닥 단면은 콘크리트 슬래브 위 액체방수C종 + THK.100 보호모르타르로 구성되어 있다. 현장여건상 옥상 방수층의 손상 여부를 정확히 확인할 수는 없었으나, 지상4층 천장에서 누수흔적 등이 조사되지 않은 바, 특기할만한 이상은 없을 것으로 판단된다.

구분	은평천사원 1동	비 고
방수층		
	<p>(옥상 방수층)</p> <p>- 슬래브 위 <u>액체방수2차</u> + 보호모르타르 + <u>우레탄방수(추가시공)</u></p>	
		

구분	은평천사원 L동	비 고
방수층		
	<p>(옥상 방수층) - 모르타르 위 <u>C종 액체방수</u> + THK.100 보호모르타르</p>	
		

<그림 3.1.2> 옥상 방수층 제원

3.1.5 옥상 배수성능 조사

옥상 선홍통 직경은 Ø125mm이며, 구배 역시 비교적 적정한 상태인 바, 배수상태는 원활한 것으로 판단된다.

<표 3.1.4> 바닥구배 조사 결과표

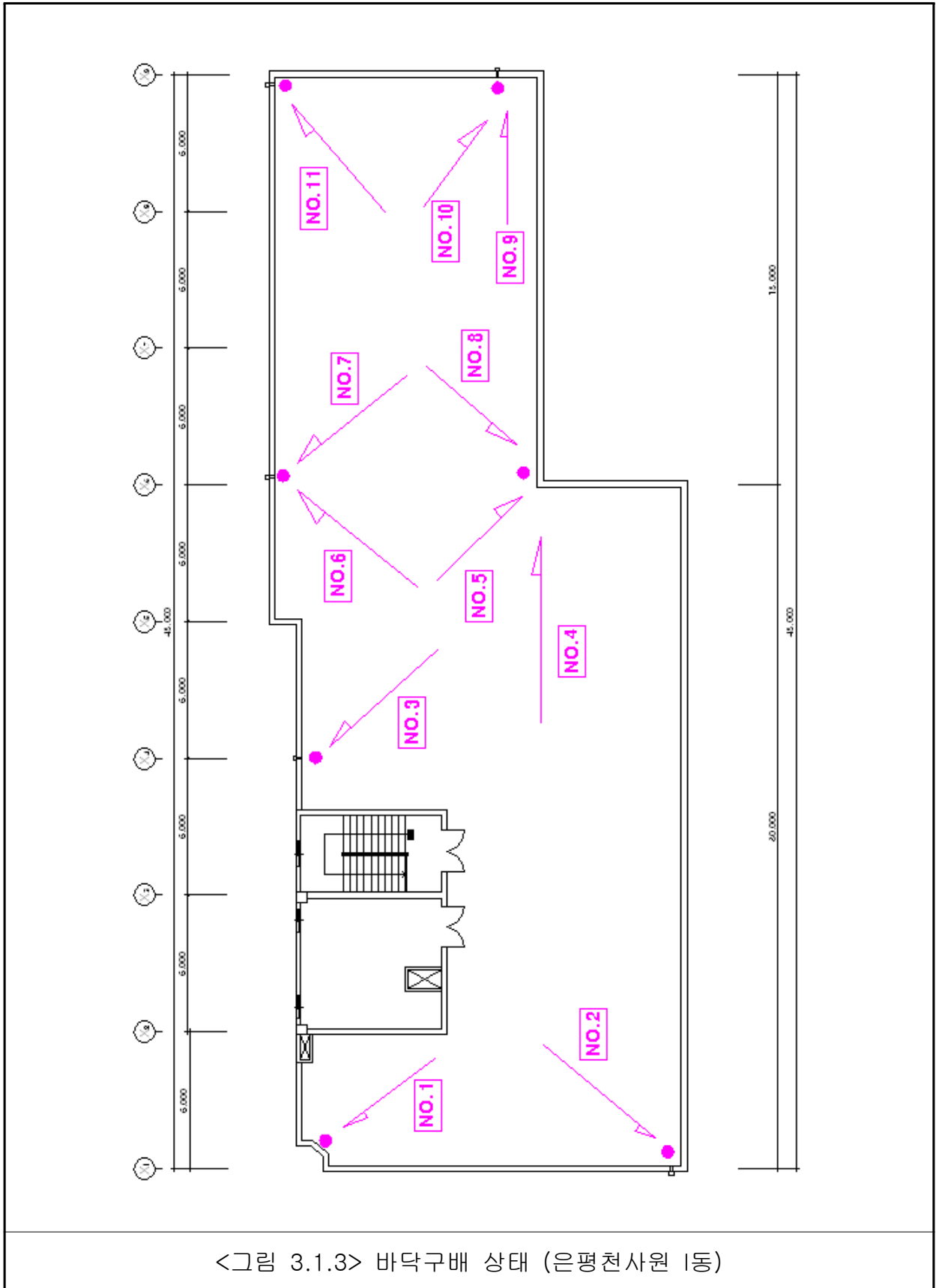
(-) 구배가 낮음

측정 위치	측정 번호	측정치 (mm)		LEVEL 차 (mm)	구배	비고
은평천사원 1동	1	3750	3840	-90	1/67	
	2	3740	3840	-100	1/60	
	3	3790	3870	-80	1/75	
	4	3830	3870	-40	1/150	
	5	3830	3870	-40	1/150	
	6	3800	3870	-70	1/85	
	7	3800	3850	-50	1/120	
	8	3830	3850	-20	1/300	
	9	3740	3875	-135	1/44	
	10	3740	3860	-120	1/50	
	11	3740	3860	-120	1/50	

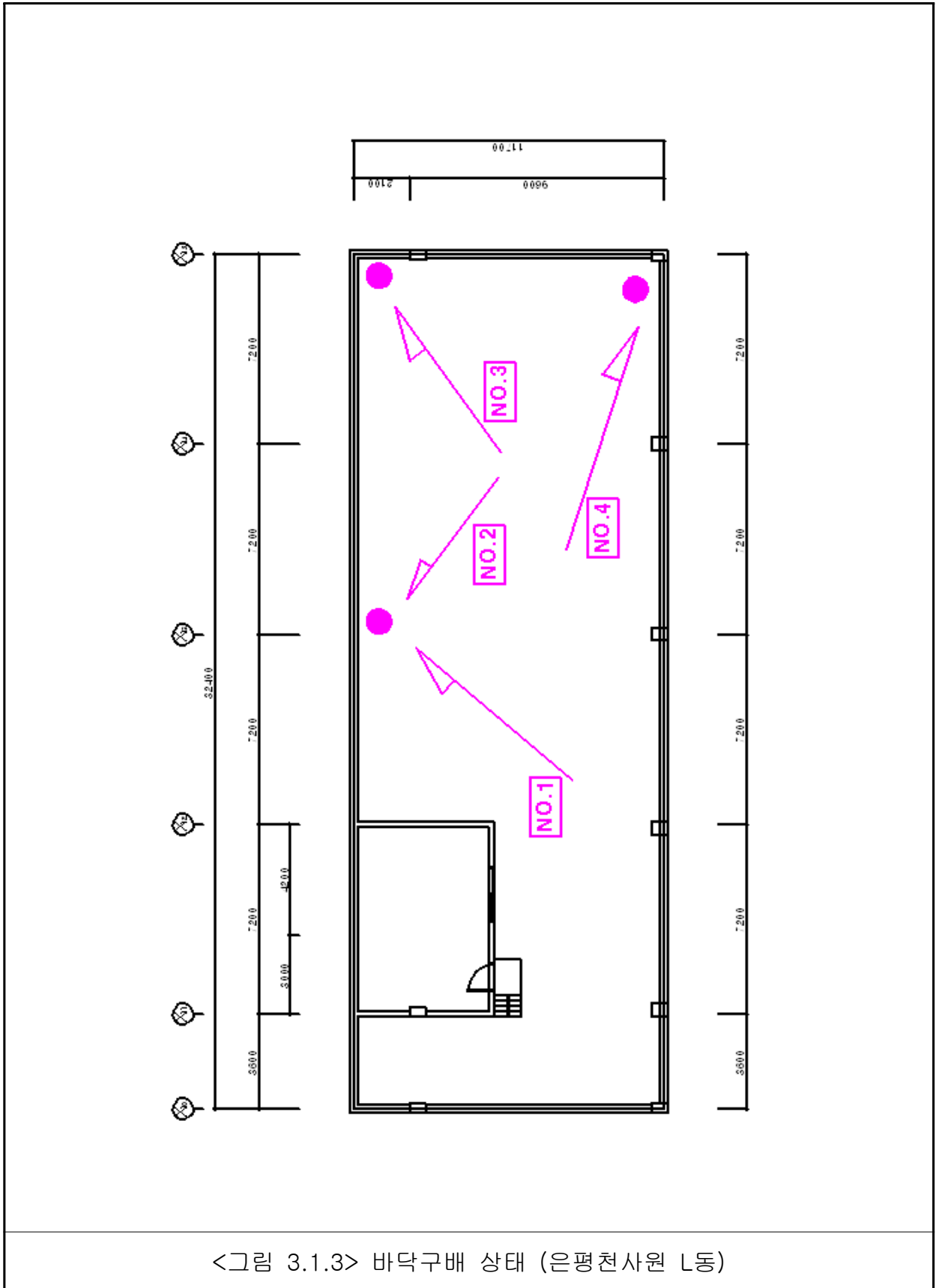
<표 3.1.5> 바닥구배 조사 결과표

(-) 구배가 낮음

측정 위치	측정 번호	측정치 (mm)		LEVEL 차 (mm)	구배	비고
은평천사원 L동	1	4500	4550	-50	1/144	
	2	4500	4540	-40	1/180	
	3	4440	4540	-100	1/72	
	4	4480	4560	-80	1/90	



<그림 3.1.3> 바닥구배 상태 (은평천사원 1동)



<사진 3.1.3>

옥상 배수 드레인 상태



<사진 3.1.4>

옥상 배수 드레인 상태



3.2 콘크리트의 압축강도 시험

3.2.1 시험 개요

진단대상 건물 구조체 콘크리트의 압축강도는 슈미트햄머(스위스 PROCEQ사의 NR형)를 사용한 비파괴시험 방법으로 평가하였다.

1) 슈미트햄머법

슈미트햄머의 타격은 수평방향을 원칙으로 하고 타격방향이 다른 경우는 <표 3.2.1>에 의거하여 보정하였다. 콘크리트의 압축강도 추정식으로는 해당 콘크리트의 품질 등 제반 여건을 고려하여 (식 3.2.1~3.2.3)을 적용하였다.

3.2.1 :

$$3.2.2 : F = (13 R_o - 184) \times 0.098 \quad (N/mm^2)$$

()

$$3.2.3 : F = (7.3 R_o + 100) \times 0.098 \quad (N/mm^2)$$

(동경도 재료시험 연구소의 강도계산식)

3

(< 3.2.2 >) .

<표 3.2.1> 타격방향에 따른 보정치

반 발 경 도 R	수 평 과 이 루 는 각 도			
	+90°	+45°	-45°	-90°
10	-	-	+2.4	+3.2
20	-5.4	-3.5	+2.5	+3.4
30	-4.7	-3.1	+2.3	+3.1
40	-3.9	-2.6	+2.0	+2.7
50	-3.1	-2.1	+1.6	+2.2
60	-2.3	-1.6	+1.3	+1.7

<표 3.2.2> 재령계수(α_n)

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
n	1.90	1.84	1.78	1.72	1.67	1.61	1.55	1.49	1.45	1.40	1.36	1.32	1.28	1.25
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	32
n	1.22	1.18	1.15	1.12	1.10	1.08	1.06	1.04	1.02	1.01	1.00	0.99	0.99	0.98
	34	36	38	40	42	44	46	47	50	52	54	56	58	60
n	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89	0.87	0.87	0.87	0.86	0.86	0.86
	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88
n	0.85	0.85	0.85	0.84	0.84	0.84	0.83	0.83	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81	0.80
	90	100	125	150	175	200	250	300	400	500	750	1000	2000	3000
n	0.80	0.78	0.76	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63



3.2.2 조사 결과

1) 슈미트햄머법

녹화대상 옥상 바닥구조체 등을 대상으로 시험한 결과, 은평천사원 1동 주요 구조체 콘크리트의 압축강도는 $22.4\text{N/mm}^2 \sim 24.8\text{N/mm}^2$ (평균 23.9N/mm^2), 은평천사원 L동 주요 구조체 콘크리트의 압축강도는 $22.3\text{N/mm}^2 \sim 24.8\text{N/mm}^2$ (평균 23.2N/mm^2)로 조사되었다.

진단건물 구조체 콘크리트의 설계기준강도가 21.0N/mm^2 인 점을 고려할 때, 콘크리트의 압축강도로 인한 문제점은 없는 상태로 판단된다.

<표 3.2.3> 슈미트햄머에 의한 콘크리트 압축강도 시험결과 (은평천사원 1동)

시험 번호	층	부재	TYPE	수정 반발 경도	재령 계수	추정강도 (N/mm ²)	추정강도 평균 (N/mm ²)	비고	
1	4층	기둥	C1	37.0	0.63	23.3	23.9		
				38.2	0.63	24.1			
2		기둥	C3	38.2	0.63	24.1			
				37.0	0.63	23.3			
3		기둥	C6	35.4	0.63	22.3			
				37.0	0.63	23.3			
4		옥상층	보	RG1	36.8	0.63		23.2	
					35.6	0.63		22.4	
5			보	RG3	38.1	0.63		24.0	
					38.1	0.63		24.0	
6	보		RG7	36.8	0.63	23.2			
				38.1	0.63	24.0			
7	보		RG11	38.1	0.63	24.0			
				38.1	0.63	24.0			
8	보		RB1	39.4	0.63	24.8			
				39.4	0.63	24.8			
9	보	RB3	39.4	0.63	24.8				
			39.4	0.63	24.8				
10	SLAB	RS1	39.4	0.63	24.8				
			39.4	0.63	24.8				

<표 3.2.4> 슈미트햄머에 의한 콘크리트 압축강도 시험결과 (은평천사원 L동)

시험 번호	층	부재	TYPE	수정 반발 경도	재령 계수	추정강도 (N/mm ²)	추정강도 평균 (N/mm ²)	비고
1	4층	기둥	C1	37.0	0.63	23.3	23.2	
				35.4	0.63	22.3		
2		기둥	C2	37.0	0.63	23.3		
				39.4	0.63	24.8		
3	옥상층	보	RG1	38.1	0.63	24.0		
				36.8	0.63	23.2		
4		보	RG2	38.1	0.63	24.0		
				39.4	0.63	24.8		
5		보	RG3	38.1	0.63	24.0		
				36.8	0.63	23.2		
6		보	RB1	38.1	0.63	24.0		
				36.8	0.63	23.2		
7		보	RB2	36.8	0.63	23.2		
				38.1	0.63	24.0		
8		SLAB	RS1	35.6	0.63	22.4		
				36.8	0.63	23.2		

3.3 철근 배근상태 조사

3.3.1 조사 개요

진단 대상부위인 옥상 바닥 주요 구조체의 배근상태를 조사하고 그 결과를 구조 해석 시 활용하였다. 측정장비로는 비파괴장비인 HILTI사의 FERROSCAN을 사용하였으며, 장비의 적용조건은 아래 표와 같다.

<표 3.3.1> 철근 탐사장비(FERROSCAN)의 적용조건

적용 가능한 조건	적용 곤란한 조건
<ul style="list-style-type: none"> · 측정심도 120mm 이내 · 측정대상 철근직경이 Ø6mm 이상 · 콘크리트의 질이 대부분 균일한 것 · 철근이 안테나 진행방향에 직교하고 있는 경우 	<ul style="list-style-type: none"> · 표면에 금속 등과 같이 전파를 반사하는 물질이 있고, 그 이하의 심도에 위치한 철근을 측정하는 경우 · 60mm 이하의 피치에서 배근되어 있는 경우 · 안테나의 진행방향과 평행으로 철근이 배근되어 있는 경우



3.3.2 조사 결과

기둥, 보, 슬래브 등의 철근배근은 전반적으로 설계도서에 준하여 시공된 것으로 조사되었다.

<표 3.3.2> 철근탐사 결과표(기둥) 은평천사원 1동 (단위: mm)

시험 번호	층	부재	시험위치	설계값		시공값		비고
				주근개수	띠근간격	주근개수	띠근간격	
1	지상4층	기둥 (C1)	X4 / Y3	5-D16 (5 X 5)	@250	5EA	@255	X측 Q
2		기둥 (C3)	X7 / Y4	5-D16 (5 X 5)	@250	5EA	@245	X측 Q
3		기둥 (C6)	X5~6 / Y1~2	5-D16 (5 X 5)	@250	5EA	@262	X측 Q

*범례 : Q (quick scan)

<표 3.3.3> 철근탐사 결과표(보) 은평천사원 1동

(단위: mm)

시험 번호	층	부재	시험위치	설계값		시공값		비고
				주근	늑근	주근	늑근	
4	옥상층	보 (RG1)	X3 / Y1~3	3 - HD22	@300	3EA	@285	중앙 하부 Q
5		보 (RG3)	X4 / Y3~6	5 - HD22 2단	@300	5EA	@299	중앙 하부 Q
6		보 (RG7)	X5~6 / Y4	3 - HD22	@150	3EA	@150	중앙 하부 Q
7		보 (RG11)	X5~6 / Y1~3	4 - HD22	@150	4EA	@148	중앙 하부 Q
8		보 (RB1)	X2~3 / Y1~3	6 - HD22 2단	@300	6EA	@295	중앙 하부 Q
9		보 (RB3)	X4~5 / Y3~6	5 - HD22 2단	@300	5EA	@298	중앙 하부 Q

*범례 : Q (quick scan)

<표 3.3.4> 철근탐사 결과표(SLAB) 은평천사원 1동

(단위: mm)

시험 번호	층	부재	시험위치	설계값		시공값		비고
				단변중앙 하부	장변중앙 하부	단변중앙 하부	장변중앙 하부	
10	옥상층	SLAB (RS1)	X2-X3 / Y3-Y4	D10@180	D10@240	@176	@235	

*범례 : Q (quick scan)

<표 3.3.5> 철근탐사 결과표(기동) 은평천사원 L동 (단위: mm)

시험 번호	층	부재	시험위치	설계값		시공값		비고
				주근개수	띠근간격	주근개수	띠근간격	
1	지상4층	기동 (C1)	X4 / Y2	5-D22 (5 X 5)	@200	5EA	@200	X측 Q
2		기동 (C2)	X6 / Y2	4-D22 (4 X 4)	@200	4EA	@200	X측 Q

*범례 : Q (quick scan)

<표 3.3.6> 철근탐사 결과표(보) 은평천사원 L동 (단위: mm)

시험 번호	층	부재	시험위치	설계값		시공값		비고
				주근	늑근	주근	늑근	
3	옥상층	보 (RG1)	X5 / Y1~2	10-HD22	@200	10EA	@195	중앙 하부 Q
4		보 (RG2)	X3~4 / Y2	10-HD22	@150	10EA	@145	중앙 하부 Q
5		보 (RG3)	X4~5 / Y2	10-HD22	@150	10EA	@148	중앙 하부 Q
6		보 (RB1)	X4~5 / Y1~2	12-HD22	@150	12EA	@150	중앙 하부 Q
7		보 (RB2)	X2~3 / Y1~2	5 - HD22	@200	5EA	@198	중앙 하부 Q

*범례 : Q (quick scan)

<표 3.3.7> 철근탐사 결과표(SLAB) 은평천사원 L동 (단위: mm)

시험 번호	층	부재	시험위치	설계값		시공값		비고
				단변중앙 하부	장변중앙 하부	단변중앙 하부	장변중앙 하부	
8	옥상층	SLAB (RS1)	X4-5 / Y1-2	D10@20 0	D10@300	@200	@300	

*범례 : Q (quick scan)

3.4 콘크리트 중성화조사

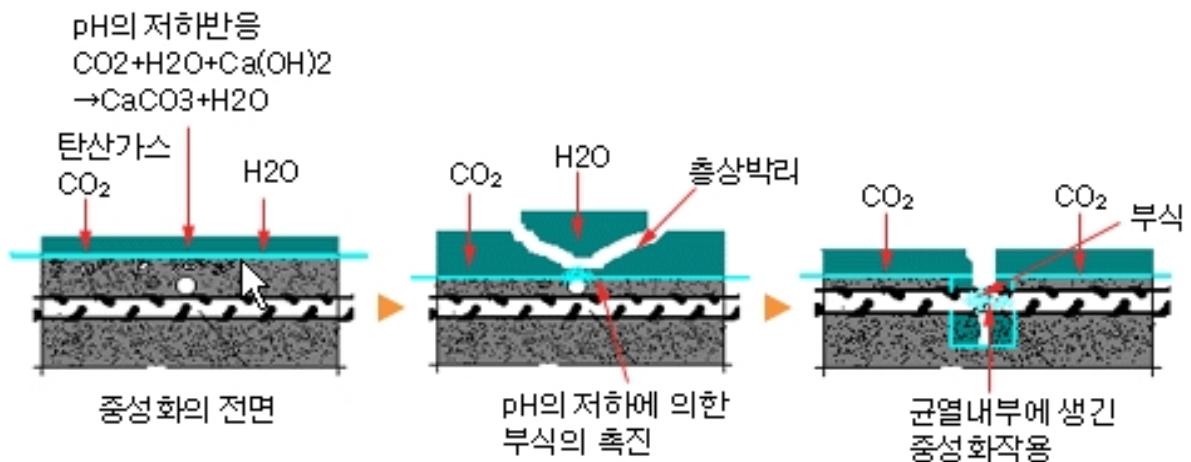
3.4.1 조사 개요

타설 초기의 콘크리트는 시멘트 수화생성물인 수산화칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$)을 다량 함유하고 있으므로 높은 알칼리성(PH 12~13정도)을 띠게 되는데, 이로 인해 철근 주위에 부동태피막이 형성됨으로써 철근의 부식을 막아주게 된다.

그러나, 콘크리트 구조물이 장기간 자연환경에 노출되면 표면의 미세한 공극으로 공기 중의 탄산가스(CO_2)가 침투한 후 수산화칼슘과 반응을 일으켜 탄산칼슘(CaCO_3)으로 변하게 됨으로써 초기의 고알칼리성을 상실하게 된다.

이로 인해 콘크리트 내부철근이 부식 가능한 환경으로 바뀌게 되는데, 그러한 화학조건의 임계치는 수소이온농도 (PH)10~9 이하로 알려져 있다. 이 때의 PH 값은 알칼리성을 띠기는 하지만, 철근의 부식이 일어날 수 있는 화학적 환경이 조성되었다는 점에서 콘크리트가 중성화(또는 탄산화) 되었다고 평가하고 있다.

콘크리트의 중성화 정도를 측정함에 있어서는 페놀프탈레인 용액 반응법이 널리 이용되고 있는데, 그 지시약인 1% 페놀프탈레인 용액은 95% 에탄올 90cc에 페놀프탈레인 1g을 용해시킨 후 순수한 물을 첨가하여 100cc가 되게 하는 방식으로 제조하고 있다.



3.4.2 조사방법

중성화 시험은, 콘크리트 구조체에 드릴로 구멍을 뚫은 후 내부 분말을 제거하고 상기 지시약을 분무기로 균일하게 분사하여 콘크리트 표면으로부터 착색부분까지의 깊이를 버니어 캘리퍼스로 측정하는 방식으로 진행하였다.

이 때 콘크리트의 Ph값이 9 이하에서는 무색, 10 이상에서는 적색을 나타내게 되는데, 이를 근거로 중성화 깊이를 판단할 수 있게 된다.

<표 3.4.1> 페놀프탈레인과 변색

변색범위(PH)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
페놀프탈레인 1%용액	무 색 (무변화)						적색변화			



3.4.3 중성화에 의한 판정

중성화에 의한 콘크리트 구조물의 열화도는 콘크리트의 내부에 있는 철근 위치와의 관계로써 평가할 수 있다.

옥외 부재의 경우에는 중성화 영역이 철근 위치에 도달하면 철근에 급속한 부식이 생길 수 있다.

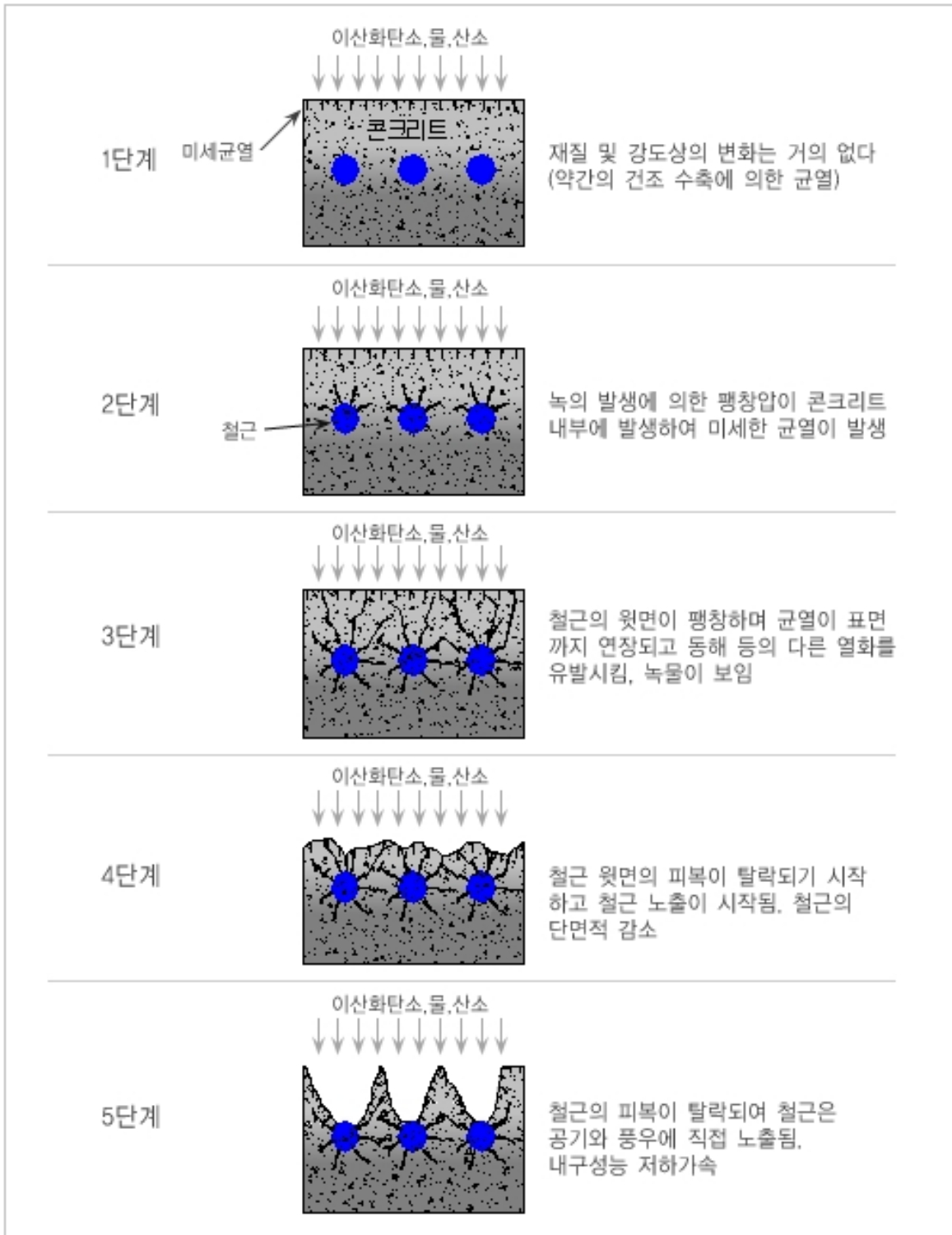
한편 옥내 부재의 경우에는 중성화 영역이 철근 위에 도달하여도 급속히 부식되지는 않는데, 중성화 영역이 피복두께를 지난 시점에서부터는 <표 3.4.2>에 나타난 철근의 부식등급 D에 해당하는 것을 알 수 있다. 따라서, 콘크리트의 열화도는 중성화 깊이와 함께 철근 피복두께와 밀접한 관계를 갖고 있음을 알 수 있다.

중성화에 의한 콘크리트의 성능저하 등급은 <표 3.4.2>에 의하며, 이 표에서 등급 C, D, E인 경우는 보수가 필요하다. 등급 E의 경우는 철근의 부식도를 검토하여야 하며, 필요할 경우에는 적절한 보수·보강을 실시하여야 한다.

<표 3.4.2> 중성화에 의한 콘크리트 성능저하 등급

등급	중 성 화 깊 이	비 고
A	표면으로부터 0.5cm 이하	중성화속도 추정
B	표면으로부터 피복두께의 1/3	중성화속도 추정, 도장 등 보호 필요
C	표면으로부터 피복두께의 1/2	중성화속도 추정, 염화물함량 검토, 보수 필요
D	표면으로부터 피복두께 (약 3.0cm) 이하	중성화속도 추정, 염화물함량과 철근부식도 검토, 보수 필요
E	표면으로부터 철근위치 이상	철근부식도 검토, 보수 혹은 보강 필요

● 중성화에 의한 콘크리트의 열화 MECHANISM



3.4.4 중성화 시험결과

콘크리트 중성화 시험은 현장여건상 시험 가능한 범위 내의 콘크리트 구조체에서 실시하였으며(지상4층 기둥, 벽체와 옥상층 보를 대상으로 하였음), 그 결과 <표 3.4.3>과 같이 양호한 상태로 나타났다.

따라서, 현 상태에서는 콘크리트의 중성화로 인한 철근의 부식 우려는 없는 것으로 판단된다.

<표 3.4.3> 중성화 시험결과 (은평천사원 1동)

(단위 : mm)

시험 번호	측정위치	부재	시험위치	중성화 깊이 (Vernier Calipers)	콘크리트 성능저하 등급	비고
1	4	C6	X7/Y4	4.5mm(10mm)	A등급	-
				40mm		
2	4		X6 / Y5-Y6	8.21mm(0mm)	B등급	-
				40mm		

<표 3.4.4> 중성화 시험결과 (은평천사원 L동)

(단위 : mm)

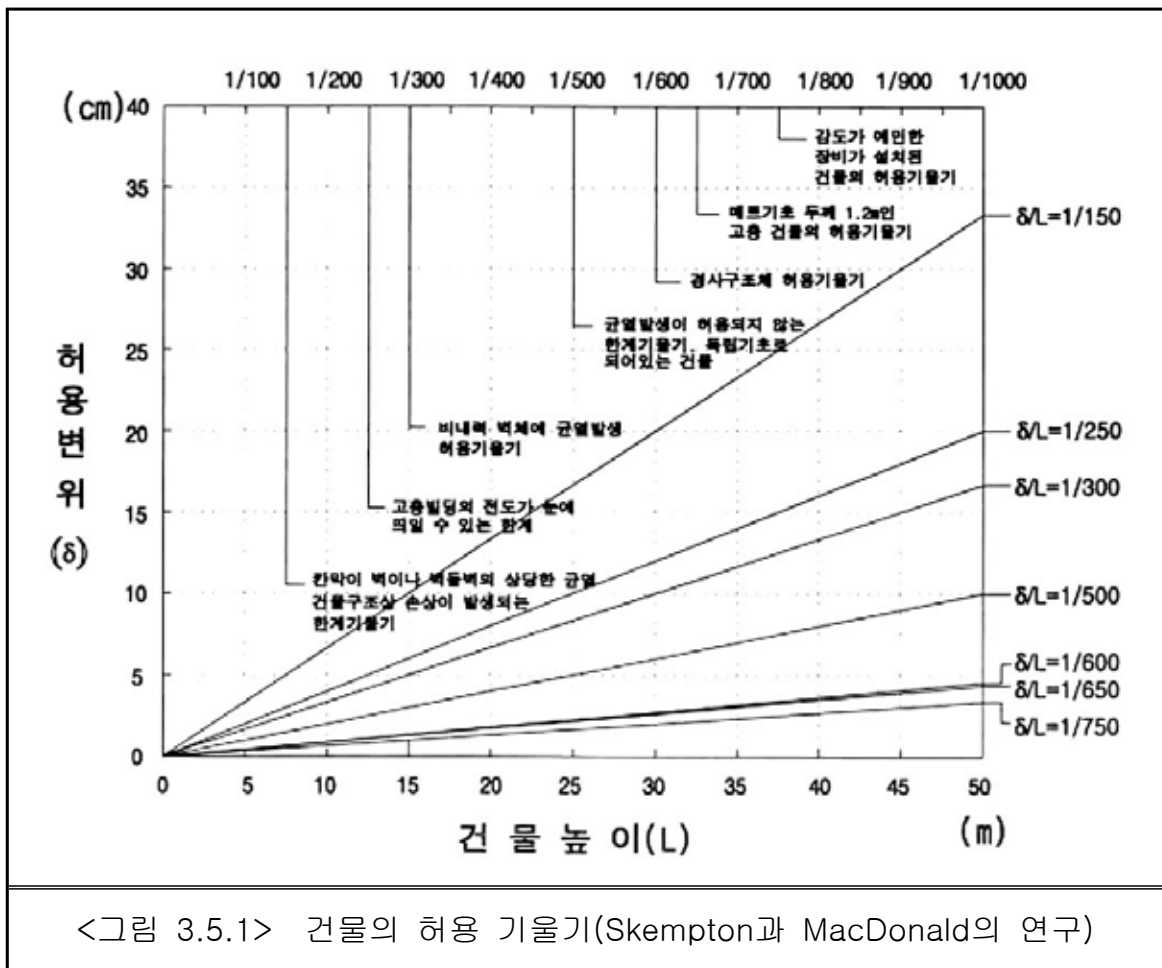
시험 번호	측정위치	부재	시험위치	중성화 깊이 (Vernier Calipers)	콘크리트 성능저하 등급	비고
1	4		X2~3/Y1~2	7.55mm(0mm)	B등급	-
				40mm		
2	4		X5 / Y1	5.21mm(10mm)	A등급	-
				40mm		

3.5 변위·변형 조사

3.5.1. 수직변위(기울기) 조사 개요

진단대상 건물에 침하, 처짐 등의 변위·변형이 발생하였는지 여부를 파악하기 위해 전동 트레닛으로 건물 기울기를 조사하였다.

건물의 기울기에 따른 안전성은 일반적으로 널리 적용되고 있는 Skempton과 MacDonald의 연구 결과를 준용하여 평가하였다(건물의 부동침하에 따른 수평변위 (Δ) /건물의 높이(H)의 허용치에 관한 것으로, 일반적으로 순구배(Δ/H) 1/300 이하에서는 구조체에 미치는 영향이 없으나, 1/300~1/150에서는 비구조체의 균열발생 가능성이 있으며, 1/150보다 클 경우는 구조적인 위험이 발생할 수 있음).



<그림 3.5.1> 건물의 허용 기울기(Skempton과 MacDonald의 연구)

<표 3.5.1> 구조 부재의 처짐 제한

부재의 종류	고려해야 할 처짐	처짐 제한
과도한 처짐에 의해 손상되기 쉬운 비구조 요소를 지지 또는 부착하지 않은 평지붕 구조	적재하중에 의한 즉시 처짐	$L / 180$
과도한 처짐에 의해 손상되기 쉬운 비구조 요소를 지지 또는 부착하지 않은 바닥 구조	적재하중에 의한 즉시 처짐	$L / 360$
과도한 처짐에 의해 손상되기 쉬운 비구조 요소를 지지 또는 부착한 지붕 또는 바닥 구조	전체 처짐 중에서 비구조 요소가 부착된 후에 발생하는 처짐 부분 (모든 지속하중에 의한 장기처짐과 추가적인 적재 하중에 의한 즉시 처짐의 합)	$L / 480$
과도한 처짐에 의해 손상될 염려가 없는 비구조 요소를 지지 또는 부착한 지붕 또는 바닥 구조		$L / 240$

※ L : 부재 경간(Span)

※ ACI 318-89 (ACI Table 9.5(b))

※ 건축구조설계기준(극한강도설계법에 의한 철근콘크리트 구조설계기준, 건설부, 1999)



3.5.2 조사결과 및 고찰

건물 외벽 기울기는 1/1,200~1/8,750 범위에 있는 것으로 조사된 바, 양호한 상태로 평가된다.

이상이 같이 건물 기울기에 문제가 없음과 동시에, 구조부재 전반적으로 특기할만한 결함을 확인할 수 없는 바, 수평부재의 처짐에 대한 직접 시험은 생략하여도 무방할 것으로 판단된다.

<표 3.5.2> 건물 기울기 조사 결과표 (은평천사원 1동)

측정 번호	대상높이 (H)	변위 (mm)	방 향	기울기 (δ/H)	균열 발생한계	구조적 안전한계	비고
1	15,000	8mm	내 측	1/1,875	1/300	1/150	、
	15,000	3mm	외 측	1/5,000			
2	17,500	4mm	외 측	1/4,375			
	17,500	2mm	내 측	1/8,750			

<표 3.5.3> 건물 기울기 조사 결과표 (은평천사원 L동)

측정 번호	대상높이 (H)	변위 (mm)	방 향	기울기 (δ/H)	균열 발생한계	구조적 안전한계	비고
1	8,100	5mm	내 측	1/1,620	1/300	1/150	、
2	12,000	10mm	외 측	1/1,200			

3.6 결함상태 조사

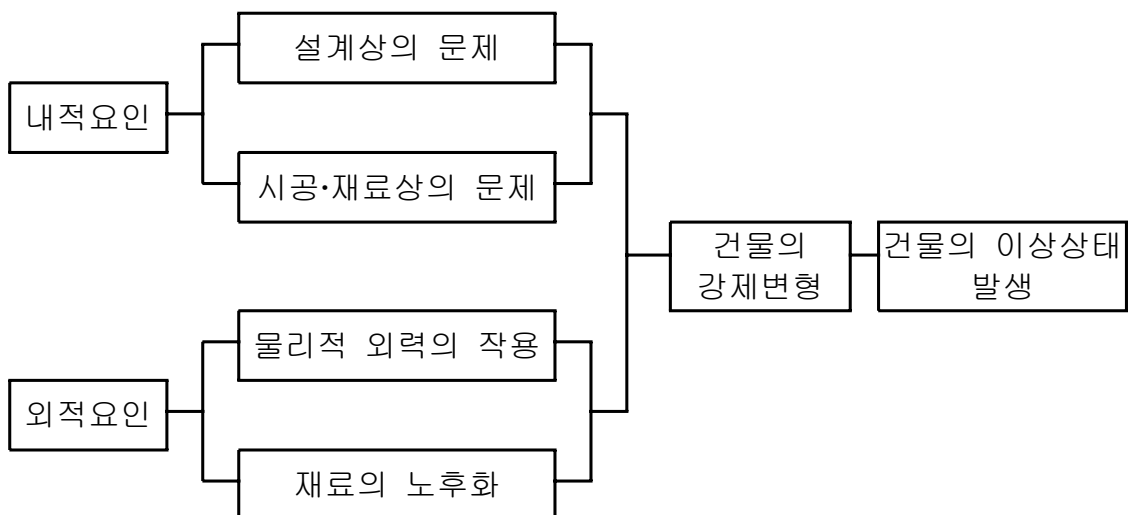
3.6.1 조사 개요

진단 부위의 구조체(보, 슬래브 등) 등을 대상으로 그 결함(균열, 누수, 변형 등) 상태를 조사함으로써 옥상녹화 시 구조안전성에 영향을 미칠 수 있는지 여부에 대해 고찰하였다.

1) 균열 원인 및 특징

균열은 <그림 3.6.1>과 같이 입지조건, 구조형식 및 사용재료 등과 같은 다양한 요인이 복합되어 매우 복잡한 메커니즘으로 발생하게 된다.

일반적으로 콘크리트 구조체의 균열 원인은 <표 3.6.1~3.6.10>에 나타낸 바와 같이 설계 및 시공상 문제를 포함한 건물 자체의 하자, 지반의 변동 및 외력에 의한 물리적 하중의 작용, 재료의 노후화 등 품질저하로 대별된다.



<그림 3.6.1> 구조물의 결함발생 메카니즘

<표 3.6.1> 균열의 원인과 특징 (1)

구 분	균열의 원인	균열의 특징
A. 콘크리트의 재료적 성질에 관계된 것	A1 시멘트의 이상응결	폭이 크고 짧은 균열이 조기에 불규칙하게 발생
	A2 콘크리트 침하 및 블리딩(Bleeding)	타설 후 1~2시간에서 철근의 상부, 벽과 상판의 경계 등에서 발생
	A3 시멘트의 수화열	단면이 큰 콘크리트에서 1~2주 후부터 직선상의 균열이 대체로 등간격으로 규칙적으로 발생 표면에 그치는 것과 부재를 관통하는 것이 있음
	A4 시멘트의 이상팽창	방사형의 그물모양 균열
	A5 골재에 함유되어 있는 이분(점토분)	콘크리트 표면의 건조에 따라 불규칙하게 망상의 균열이 발생
	A6 반응성 골재 또는 풍화암의 사용	콘크리트 내부로부터 거북등 모양으로 발생 다습한 곳에 많이 발생함
	A7 콘크리트의 경화 건조 수축	2~3개월 후부터 발생하며 점차 성장함 개구부나 기둥, 보로 둘러싸인 모서리에서는 경사균열이, 상판 및 보 등에서는 등 간격으로 수직으로 발생
B. 시공에 관계된 사항	B1 혼화제의 불균일한 분산	팽창성과 수축성인 것이 있으며 부분적으로 발생
	B2 장시간 비비기	전면에 그물모양 또는 짧은 불규칙한 균열이 발생
	B3 펌프 압송시의 시멘트 량의 증가	A2 및 A7의 균열이 발생하기 쉬움
	B4 타설 순서의 실수	B7과 B8의 원인이 됨
	B5 급속한 타설	B9과 A2의 균열이 발생하기 쉬움
	B6 불충분한 다짐	표면에 공보가 생기는 경우가 많으며, 각종 균열의 기점이 되기 쉬움
	B7 배근의 이동, 철근의 피복두께 감소	슬래브에서는 주변에 따라 원형으로 발생. 배근, 배관의 표면에 발생
	B8 이음처리의 부정확	이음 부분에서 균열이 생김
	B9 거푸집의 변형	거푸집이 움직인 방향에 평행하게 부분적으로 발생
	B10 누수(거푸집이나 지반으로부터)	
	B11 거푸집 지지틀의 침하	상판, 보의 단부 상단 및 중앙부 하단 등에 발생
	B12 거푸집 조기 제거	콘크리트 강도 부족에 의한 균열 A7의 영향도 커짐
	B13 경화전의 진동 및 재하	D의 외력에 의한 균열과 동일
	B14 초기양생 중의 급격한 건조	타설 직후 표면의 각 부분에 짧은 균열이 불규칙하게 발생
	B15 초기 동해	미세한 균열, 탈형하면 콘크리트 면이 희게 변색됨

<표 3.6.1> 균열의 원인과 특징 (2)

구 분	균열의 원인	균열의 특징
C. 외 적 요인에 관계된 사항	C1 환경온도, 습도의 변화	A7의 균열과 유사 발생한 균열은 습도 변화에 따라 변동
	C2 부재 양면의 온도, 습도차	저온측 또는 저습측의 표면에 휨 방향과 직각으로 발생
	C3 동결, 융해의 반복	표면이 부풀어 부슬부슬 떨어짐
	C4 동상	D의 외력에 의한 균열과 같음
	C5 내부 철근의 녹	철근을 따라 큰 폭의 균열이 발생 피복 콘크리트가 박리하며 녹물이 유출됨
	C6 화재, 표면 가열	표면 전체에 미세한 거북등 모양의 균열 발생
	C7 산, 염류의 화학 작용	표면이 침식되고 팽창성 물질이 형성되어 전면에 균열이 발생
D. 하중에 관계된 사항	D1 하중(설계하중 이내 인 경우)	주로 휨 하중에 의해 보 또는 슬래브의 인장측에 수직으로 균열이 발생
	D2 하중(설계하중을 초과하는 경우)	D1 또는 D3와 같은 형태의 균열이 발생
	D3 하중(주로 지진에 의한)	지진하중에 의해서 기둥, 보, 벽 등에 45° 방향으로 균열이 발생
	D4 단면 철근량의 부족	D1 및 D2와 같은 형태 상판과 차양 등에서 처진 방향으로 평행하게 균열이 발생
	D5 구조물의 부동침하	45° 방향으로 큰 균열이 발생

<표 3.6.2> 콘크리트 구조물에 있어 주요 손상의 종류와 원인

대상	구분	손상종류	손상요인	
			외적	내적
콘크리트	물리적	·균열,壓壞 ·박리, 단면결손 ·동해	·기상작용(동결융해, 건습, 온도 변화 등) ·하중작용(과대하중, 반복하중) ·화열의 작용	·사용재료(시멘트, 골재, 혼화재료, 물) 품질불량 ·콘크리트의 품질 부적당(강도, 흡수성, 열적성질, 공기량, 혼합수 상태)
	화학적	·침식, 분해,변질 ·성분의 용출 ·팽창열화(알칼리골재반응 등)	·산·염류의 작용 ·유해가스 등의 작용 ·전류의 작용	·시공상의 결함(공동, 철근의 피복두께 부족, 균열 등)
강재 (철근, PC강재)	물리적	·항복 ·파단 ·좌굴	·하중작용(과대하중, 반복하중) ·화열의 작용	·철근, PC강재 품질불량(강도, 항복점) ·설계·시공상의 결함(허용응력도, 배근, 철근의 피복두께 등의 부적당)
	화학적	·부식	·공기, 물의 작용 ·산, 염류, 유해가스 등의 작용 ·기상작용 ·전류의 작용 ·고응력의 작용	·철근,PC강재 품질불량(내식성) ·콘크리트의 품질불량(투수성) ·사용재료의 부적당(해사, 염분 등) ·시공상의 결함(철근의 피복두께부족, 초기균열 등)
구조체	-	·변형 ·붕괴 ·철근과 콘크리트의 부착파괴	·하중작용(과대하중, 반복하중) ·부등침하 ·온도변화 ·건조수축, 크리프의 영향 ·화열의 작용 ·강재의 부식	·콘크리트, 철근, PC강재의 품질불량) ·설계·시공상 결함

<표 3.6.3> 조적벽체의 균열 발생원인

균열발생 원인		내 용
구조적 결함에 의한 원인	풍하중의 영향	축방향 처짐과 응력이 발생하며 응력은 골조에서 조적벽으로 전달된다. 이 때 조적벽에 과도한 응력이 작용하면 균열이 발생한다.
	기초의 변동	구조물의 기초가 이동함으로써 조적조는 큰 응력을 받게 되고, 이에 의해 균열이 발생하게 된다. 이러한 응력과 균열 관계는 풍하중에 의한 현상과 유사하다. 단, 균열 분포는 다른데 기초의 이동에 의한 균열은 구조물의 아래에서 위로 진행되지만, 풍하중에 의한 균열은 위로부터 진행된다.
	구조체의 수축	수축은 크리이프와 유사하나, 콘크리트 구조물의 경우 4~5년 경과 시까지 발생하며 그 이후는 발생하지 않는다. 골조가 수축되는 현상은 골조 표면으로 하중이 작용하여 벽돌조에서 피해를 초래하게 된다.
	부동침하	일반적으로 벽체 강도는 조적 단위재료의 접촉강도에 좌우되므로 압축강도에 비하여 인장강도는 매우 낮다. 따라서, 기초의 부동침하가 진행되어 조적벽에 인장응력이 작용하면 이에 의한 균열이 발생하게 된다.
	하 중	벽체에 전달되는 하중은 독립기둥 또는 집중하중을 주로 받는 부재를 제외하면 벽체 상하부에 고르게 분산된다. 즉, 층보나 기둥보가 일정한 간격으로 배치되면 하중은 45° 각도의 사선방향 안에 고루 분산되어 하부로 전달되는 것으로 추정된다. 이러한 하중이 지나치게 편중되거나 과도한 경우에는 균열이 발생하게 된다.
설계, 시공 불량에 의한 원인	내력부족 및 불균형	개구부 등으로 내력벽이 균형을 이루지 못할 경우 균열이 발생된다. 단위 평면상 개구부 배치가 균등하지 못할 때 내력벽에 균열이 발생되기 쉬우며, 이로 인하여 상부하중이 편중되는 경우가 많다. 이러한 경우 온도변화에 의한 벽체부피 변화율의 차가 더해질 때 균열이 발생하게 된다. 또한, 개구부와 개구부 사이의 내력벽 길이가 높이에 비해 작을 때에는 그 벽체에 작용하는 휨응력으로 인해 벽체 상, 하단에 균열이 발생되므로 내력벽은 평면, 입면상 균형 있게 배치되어야 한다.
	시공불량	불합리한 시공, 즉 줄눈모르타르와 단위재료의 부착이 불량하거나 시공부실로 줄눈 강도가 부족하면 완성된 구조는 단위 구조체의 집합 구조물이 된다. 이러한 경우 수직하중에 대해서는 어느 정도 안전성을 확보할 수 있으나, 수평하중에 대해서는 접합부를 통해 더욱 균열이 진전될 수 있으며, 심할 경우 붕괴에 이르게 된다.

<표 3.6.4> 조적벽체의 균열 발생원인 및 특징

구 분	균열의 원인	균열의 특징
A.계획, 설계상의 미비	A1 환경온도, 습도의 변화	개구부를 중심으로 8 자형의 균열이 발생함
	A2 건물의 평면, 입면의 불균형 및 벽체의 불합리한 배치	벽량의 불균형 배치로 인한 수평, 수직 균열이 국부적으로 발생
	A3 벽돌의 길이, 높이, 두께와 벽돌벽체 강도	조적벽체에서 시공 후 수개월이 경과한 후 벽면에 균열이 발생
	A4 개구부의 불합리 및 불균일한 배치	창문틀 주위에 경사방향의 균열 및 창호 모서리 상호간을 연결하는 수평균열 발생
B.시공상 결함	B1 벽돌, 모르타르 강도 부족, 신축성에 의한 결함	수직·수평균열이 부재 표면에 불규칙하게 발생
	B2 벽돌벽의 부분적 시공 결함	부분적으로 집중되어 균열이 발생
	B3 이질재와의 접합부	이질재료간의 수축, 팽창에 의한 신축률 차이로 시간 경과에 따라 수직, 수평 균열이 발생
C.외적요인 에 관한 사항	C1 환경, 온도, 습도의 변화	점진적으로 발생하여 벽체간 접합부 및 문틀, 창틀이 만나는 곳에서 수직, 수평균열이 발생
	C2 연속적인 충격 또는 진동	수직·수평균열, 변위 발생

<표 3.6.5> 조적벽의 균열발생 형태별 원인

균열 형상	균열발생 원인
수직형 균열	<ul style="list-style-type: none"> -시멘트 벽돌조의 비내력 벽체에서 주로 발생하며 벽돌 자체의 강도부족이 주 원인으로 작용함 -온도 변화에 따라 발생한 개구부 주위와 벽면과의 온도차로 인한 균열 현상 -이질재료간의 수축율 차이로 발생 -건물 외부기온 변화에 따른 신축율의 차이로 발생 -조적재료의 정착강도와 내부응력에 대한 내력 부족으로 발생 -개구부에서는 인방구조 처리가 미비할 경우 발생되거나 또는 주위 벽체의 온도차가 타 부분 보다 클 경우 발생
수평형 균열	<ul style="list-style-type: none"> -수직, 수평형 균열의 분포는 중앙에서 주변으로 방향을 향하는 경우가 많음 -창문과 창문 사이 벽체의 길이에 비해 벽체 두께가 작을 때, 즉 건물 내부의 대린벽 유무에 따른 단위벽의 높이가 길이보다 클 경우 발생 -개구부를 중심으로 벽체의 단부가 노출될 때 발생 -창문 상부하중이 창 윗틀에 집중되어 일어나는 균열현상 -벽체에 휨응력이 작용하거나 자체 내력부족, 이질재를 사용한 경우 발생 -개구부에서는 창문과 창문 사이벽이 창문나비보다 적을 때 인접된 창대나 인방을 중심으로 발생하거나 출입문 개폐 시의 진동에 의한 영향, 개구부 주위의 벽체 온도차로 인한 수축작용으로 발생
경사형 균열	<ul style="list-style-type: none"> -편중하중으로 인한 벽량 부족현상과 벽돌의 강도 부족으로 발생 -창문 상부에 부분하중이 창선대로 집중될 경우 발생 -개구부 주위와 벽면과의 온도차로 인한 균열현상 또한 상부 하중이 창틀에 과도하게 작용할 때 발생 -창선대를 통해 전달되는 하중에 대한 내력 부족으로 발생 -창문의 인방구조가 부실하여 창틀에 하중이 집중되거나 창선대를 통하여 허리벽으로 하중이 전달될 때 발생
계단형 균열	<ul style="list-style-type: none"> -기초지반의 부동침하 혹은 구조부의 편중으로 인해 발생 -조적단위 재료의 강도가 정착강도보다 클 때 발생
수직, 수평 균열의 복합형 (방사형)	<ul style="list-style-type: none"> -벽면의 넓이에 비해 내력이 부족한 경우에 발생 -조적재료의 내력 부족으로 발생(창문 주위의 온도 변화와 창틀과 벽체 접합부 시공이 부실할 때도 발생)

2) 허용 균열폭

철근콘크리트 부재에 발생하는 균열은 각기 요구되는 상태에 따라 그 허용 균열 폭이 달라지며, 일반적으로 요구되는 성능은 내구성 및 방수성의 두 가지로 생각 할 수 있다. 허용 균열폭은 구조물의 사용목적, 내구성, 환경조건, 부재조건 등을 고려하여 정하는 것을 원칙으로 한다.

건축물의 내구성을 고려하여 설정된 균열 허용폭의 국내외 기준은 다음과 같다.

<표 3.6.6> 허용 균열폭 $W_a(\text{mm})$ - 콘크리트 표준시방서

강재의 종류		강재의 부식에 대한 환경조건			
		건조환경	습윤환경	부식성환경	고부식성 환경
철 근	건 물	0.4	0.3	-	-
	기타구조물	0.006tc	0.005tc	0.004tc	0.0035tc
프리스트레싱 긴장재		0.005tc	0.004tc	-	-

*여기서 c는 최외단 철근의 표면과 콘크리트 표면 사이의 콘크리트 최소피복두께(mm)

<표 3.6.7> 내구상(방청상) 허용 최대 균열폭 (ACI 1224 위원회)

환 경 조 건	허 용 균 열 폭	
	mm	in
건조한 기후 또는 보호막이 있는 경우	0.41	0.016
습한 기후 · 물기있는 공기 또는 흠속	0.30	0.012
동결방지제, 화학물질에 접한 경우	0.175	0.007
해수 · 해풍이 뿌려지는 곳, 건습이 반복되는 환경	0.15	0.006
물 저장 구조물, 도수관	0.10	0.004

<표 3.6.8> 허용 최대 균열폭의 규격치에 관한 예

국 명	종 류 별	허용균열폭 (mm)	비 고
한 국	<ul style="list-style-type: none"> ■ 콘크리트 구조설계기준(건물의 경우) • 건조환경(옥내) • 습윤환경(옥외) 	0.4 0.3	건설교통부
일 본	<ul style="list-style-type: none"> ■ 도로교 시방서 및 해설(합성보) ■ 항만 구조물 ■ 원심력 철근콘크리트 기둥(POLE) • 설계하중시, 설계휨모멘트 작용시 • 설계하중, 설계휨모멘트 개방시 	0.2 0.2 0.25 0.05	일본도로협회 운수성 JIS A 5309
미 국	<ul style="list-style-type: none"> ■ ACI Code • 옥외 부재 • 옥내 부재 	0.33 0.41	ACI Building Code 318-83
영 국	<ul style="list-style-type: none"> ■ BSI 규정 • 일반환경 • 부식성 환경 	0.30 0.04d	CP-110 d:주근공칭피복
러시아	<ul style="list-style-type: none"> • 비 부식성 • 약 부식성 • 중 부식성 • 강 부식성 	0.3 0.2 0.2 0.1	SNIP II-B-1-62
프랑스	-	0.4	Brocard
스웨덴	<ul style="list-style-type: none"> • 도로 고정하중 • 고정하중 + 적재하중의 0.5배 	0.3 0.4	도로교 규정
유 럽	<ul style="list-style-type: none"> ■ 유럽콘크리트 위원회(CEB - FIP) • 상당한 침식작용을 받는 구조부재 • 보호공이 있는 보통의 구조부재 • 보호공이 없는 보통의 구조부재 • 현저하게 노출되어 있는 보통의 부재 	0.1 0.3 0.2 0.1	지속하중 및 1년 이상 재하된 하중에 대하여
	<ul style="list-style-type: none"> • 보호공이 없는 부재 • 현저하게 노출되어 있는 부재 	0.3 0.2	지속하중과 변동하중에 불리한 조합

<표 3.6.9> 기존 연구에 의한 방수상의 허용균열폭

연구자 명	허 용 균열폭 (mm)	비 고
狩野 春一 外	0.06	조사연구에 의하면, 두께 12cm의 Slab에서 균열폭 0.04mm 정도는 누수가 거의 없음. 0.06mm 전후가 위험도 20% 정도의 누수한도 폭으로 간주됨
任入 豊和	0.05	두께 10cm의 공시체에 대해서 투수실험을 행한 결과, 균열폭이 약 0.05mm 이하에서는 투수가 거의 없음 또한 RC 구조물에 대해 조사한 결과, 실용 방수상 지장이 없는 균열폭을 0.05mm로 규정하였음
浜田 稔	0.03	실제 아파트에 대해 조사한 결과, 최초 0.06mm가 누수 균열의 한도폭이라 볼 수 있었지만, 0.03mm에서 누수되는 경우도 일부 있었음
向井 毅	0.06	두께 5cm의 모르타르 실험에서 균열폭 0.07mm 이상에서는 명확히 누수 현상이 있었음
神山 幸弘 外	0.06 이하	벽체가 포수상태인 경우, 무풍 또는 미풍 시에 누수되는 최소 균열폭은 0.06~0.08mm임
重倉 祐光	0.12 이하	균열폭 0.12mm(이 이하 폭에서는 시험을 하지 않음)에서의 투수가능성은 0에 가까움
石川 廣川	0.15 이하	건조상태인 두께 8mm 콘크리트 시험체의 경우 균열폭 0.15mm 이하에서는 주변부에 얼룩이 생기는 정도이며, 누수는 없음
坂本 昭夫 外	0.09	누수 균열폭은 벽두께의 영향이 큼. 두께 18cm 이하의 모르타르 실험에서 누수되지 않는 균열폭은 0.05mm 이하임 실제의 벽체에서는 이보다 0.04mm 큼

<표 3.6.10> 보수에 관한 콘크리트 균열폭의 한도

(단위:mm)

구 분	환경*2 기타 요인*1	내구성을 고려한 경우			방수성을 고려한 경우
		심한 경우	중 간	약한 경우	
보수를 필요로 하는 균열폭	대	0.4 이상	0.4 이상	0.6 이상	0.2 이상
	중	0.4 이상	0.6 이상	0.8 이상	0.2 이상
	소	0.6 이상	0.8 이상	1.0 이상	0.2 이상
보수를 필요로 하지 않는 균열폭	대	0.1 이하	0.2 이하	0.2 이하	0.05 이하
	중	0.1 이하	0.2 이하	0.3 이하	0.05 이하
	소	0.2 이하	0.3 이하	0.3 이하	0.05 이하

<일본건축학회 철근콘크리트조의 균열대책 지침안>

*1 : 주로 철근의 녹발생 조건의 관점에서 본 환경조건

2 : 기타 요인(대, 중, 소)이란 콘크리트 구조물의 내구성 및 방수성이 미치는 유해성 정도를 나타내며 아래 요인의 환경을 종합적으로 판단하여 정함
(균열깊이, 패턴, 피복두께, 콘크리트 표면피복 유무, 재료, 조합, 조인트 등)

3.6.2 결함조사 결과



1) 주요 구조체

녹화대상 하부 구조체에 구조안전상 문제시될 정도의 중대 결함은 발생하지 않은 상태로 조사되었다.

2) 비구조체, 마감재 등

조사 결과, 노후화로 인해 옥상 파라펫 마감부(조적벽체) 등에 균열이 다수 발생되어 있는 바, 보수가 요망된다.

<표 3.6.11> 주요부재 및 비구조체의 결함상태 요약

구분	주요 결함 상태	필요 조치	비고 (현황사진 예)
기둥	<ul style="list-style-type: none"> ■ 구조적 결함은 없음 	-	-
보	<ul style="list-style-type: none"> ■ 구조적 결함은 없음 	-	-
슬래브	<ul style="list-style-type: none"> ■ 내부 부재는 양호함 	-	-
벽체	<ul style="list-style-type: none"> ■ 구조적 결함 없음 	-	-
기타결함 (비구조)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 파라펫 벽체(조적부) 균열 다수 발생 (은평천사원 L동) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 유지관리 차원에서 보수 및 도장 바람직 	 <p>파라펫(조적부) 균열</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 파라펫 벽체(조적부) 균열 다수 발생 (은평천사원 I동) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 유지관리 차원에서 보수 및 도장 바람직 	 <p>파라펫(조적부) 균열</p>

제 4 장 구조안전성 검토

4.1 구조 검토 개요

4.1.1 구조개요

구 분	은평천사원 1동	은평천사원 L동
구 조	철근콘크리트 구조	철근콘크리트구조
층 고	지하1층~지상4층 : 3.3m	지상1층~지상4층 : 3.4m
최고높이	14.65m	11.5m
기초형식	Pile + 독립기초	Pile + 독립기초

4.1.2 구조검토 적용기준

일반 적용 기준	건축법 및 동시행령(대한민국) 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙(건설부령 제 432호) 건축물 하중기준 및 해설(2000, 대한건축학회) 건축구조설계기준(KBC2009)
철근콘크리트조	콘크리트구조설계기준(2008, 국토해양부)
기타 적용 기준	건축공사 표준 시방서(대한건축학회)
참조 기준	ACI : AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI 318-95) AISC : AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION (ASD 9 EDITION)

4.1.3 검토 범위 및 내용

현장조사 결과 및 설계도서를 근거로 구조해석을 수행하여 녹화유형에 따른 건물의 구조안전성을 검토하고, 필요시 적정 보강 방안을 검토·제안한다.

녹화 유형	고정하중(녹화)	적재하중	비 고
경 량 형	120kgf/m ²	100kgf/m ²	토심 20cm 이하
혼 합 형	200kgf/m ²	200kgf/m ²	토심 10~30cm 이하
중 량 형	300kgf/m ²	200kgf/m ²	토심 20cm 이상

4.1.4 재료강도

1) 은평천사원 1동

콘크리트	• fck = 21MPa(210kgf/cm ² , 설계기준강도)
철 근	• fy = 400MPa(4,000kgf/cm ² , SD40) - HD190이상 • fy = 300MPa(2,400kgf/cm ² , SD30) - D160이하

2) 은평천사원 L동

콘크리트	• fck = 21MPa(210kgf/cm ² , 설계기준강도)
철 근	• fy = 400MPa(4,000kgf/cm ² , SD40)

4.1.5 적용하중

1) 은평천사원 1동

(1) 현재 상태의 하중

DESIGN LOADS			
옥상층 바닥하중			
내 용	고정하중 (kgf/m ²)	적재하중	
		슬래브용 (kgf/m ²)	골조용 (kgf/m ²)
보호 MORTAR (THK. 45)	90	200	200
액체방수	40		
Con'c Slab (THK. 120)	288		
THK80 단열재	8		
경량 천장	25		
Total Load	451		
물탱크실 바닥하중			
내 용	고정하중 (kgf/m ²)	적재하중	
		슬래브용 (kgf/m ²)	골조용 (kgf/m ²)
액체방수 및 모르타르	200	500	500
Con'c Slab (THK. 120)	288		
경량 천장	25		
Total Load	513		

(2) 옥상녹화 적용하중

① 옥상녹화 적용하중 - 중량형

옥상층 바닥하중				
내 용		고정하중 (kgf/m ²)	적재하중	
			슬래브용 (kgf/m ²)	골조용 (kgf/m ²)
S1	고정하중(451) + 녹화하중(300)	751	200	200

② 옥상녹화 적용하중 - 혼합형

지상7층 옥상 바닥하중				
내 용		고정하중 (kgf/m ²)	적재하중	
			슬래브용 (kgf/m ²)	골조용 (kgf/m ²)
S1	고정하중(451) + 녹화하중(200)	651	200	200

③ 옥상녹화 적용하중 - 경량형

지상7층 옥상 및 옥탑 지붕 바닥하중				
내 용		고정하중 (kgf/m ²)	적재하중	
			슬래브용 (kgf/m ²)	골조용 (kgf/m ²)
S1	고정하중(451) + 녹화하중(120)	571	100	100

2) 은평천사원 L동 적용하중

(1) 현재 상태의 하중

DESIGN LOADS			
옥상층 바닥하중			
내 용	고정하중 (kgf/m ²)	적재하중	
		슬래브용 (kgf/m ²)	골조용 (kgf/m ²)
보호 MORTAR (THK. 100)	200	200	200
모르타르 위 C종 액체방수	60		
Con'c Slab (THK. 130)	312		
THK80 단열재	8		
경량 천장	20		
Total Load	600		

(2) 옥상녹화 적용하중

① 옥상녹화 적용하중 - 중량형

옥상층 바닥하중				
내 용		고정하중 (kgf/m ²)	적재하중	
			슬래브용 (kgf/m ²)	골조용 (kgf/m ²)
S1	고정하중(600) + 녹화하중(300)	900	200	200

② 옥상녹화 적용하중 - 혼합형

지상7층 옥상 바닥하중				
내 용		고정하중 (kgf/m ²)	적재하중	
			슬래브용 (kgf/m ²)	골조용 (kgf/m ²)
S1	고정하중(600) + 녹화하중(200)	800	200	200

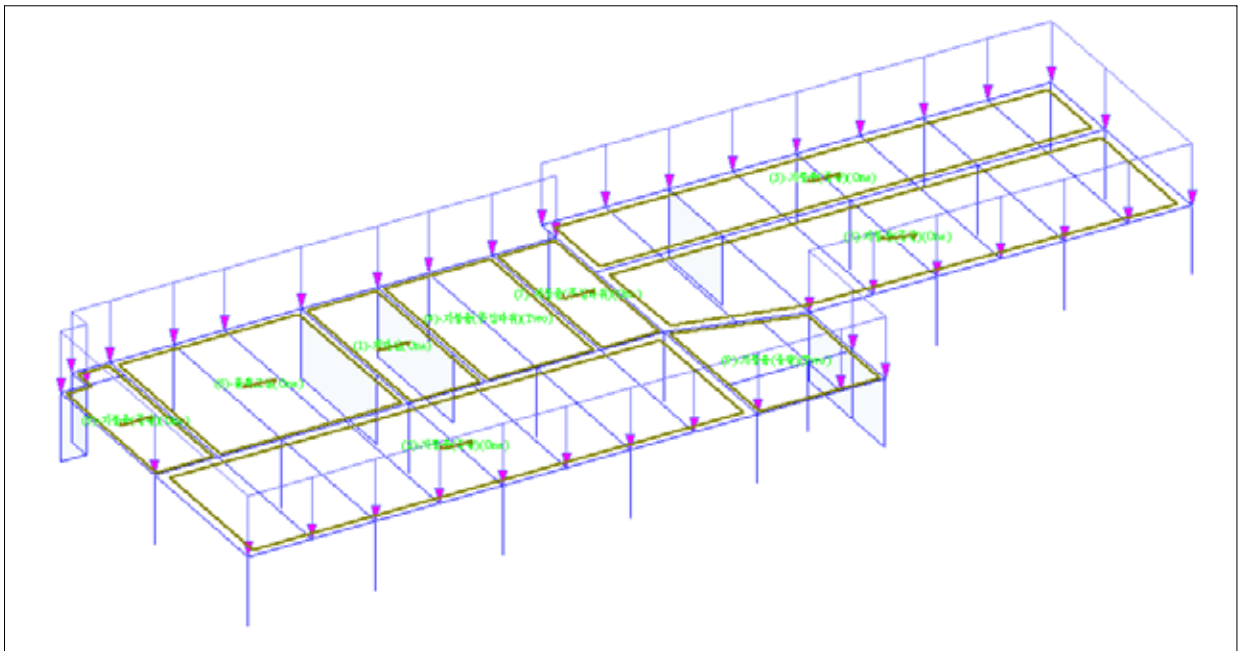
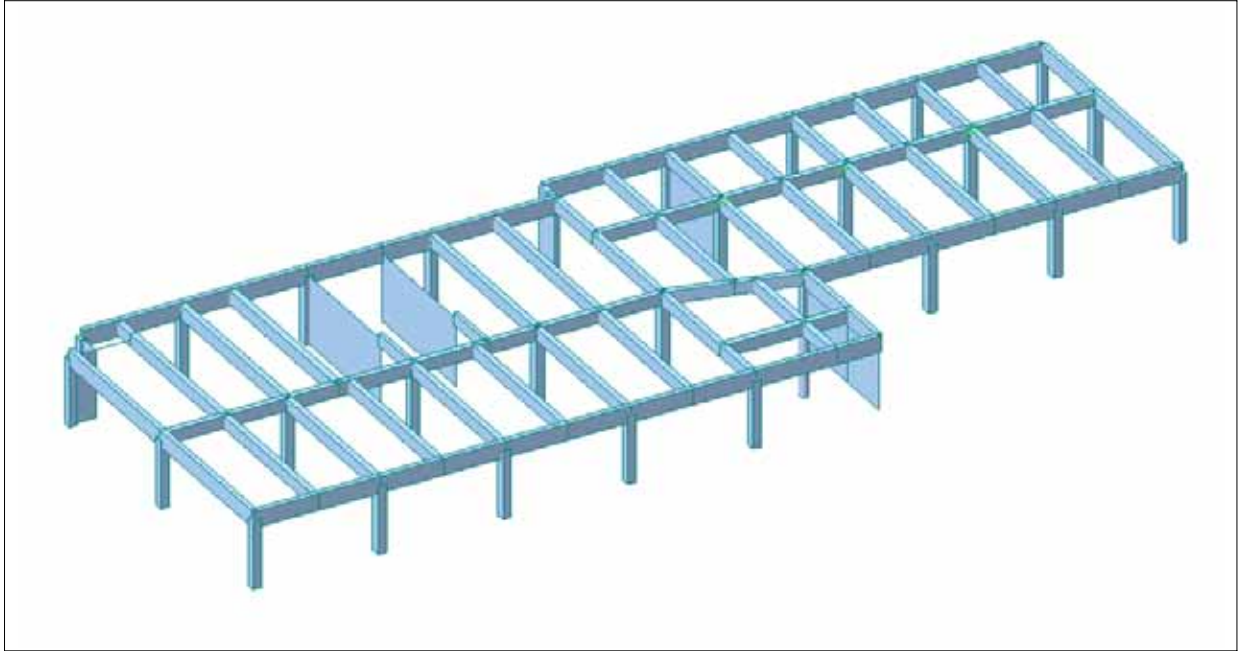
③ 옥상녹화 적용하중 - 경량형

지상7층 옥상 및 옥탑 지붕 바닥하중				
내 용		고정하중 (kgf/m ²)	적재하중	
			슬래브용 (kgf/m ²)	골조용 (kgf/m ²)
S1	고정하중(600) + 녹화하중(120)	720	100	100

4.2 구조 해석

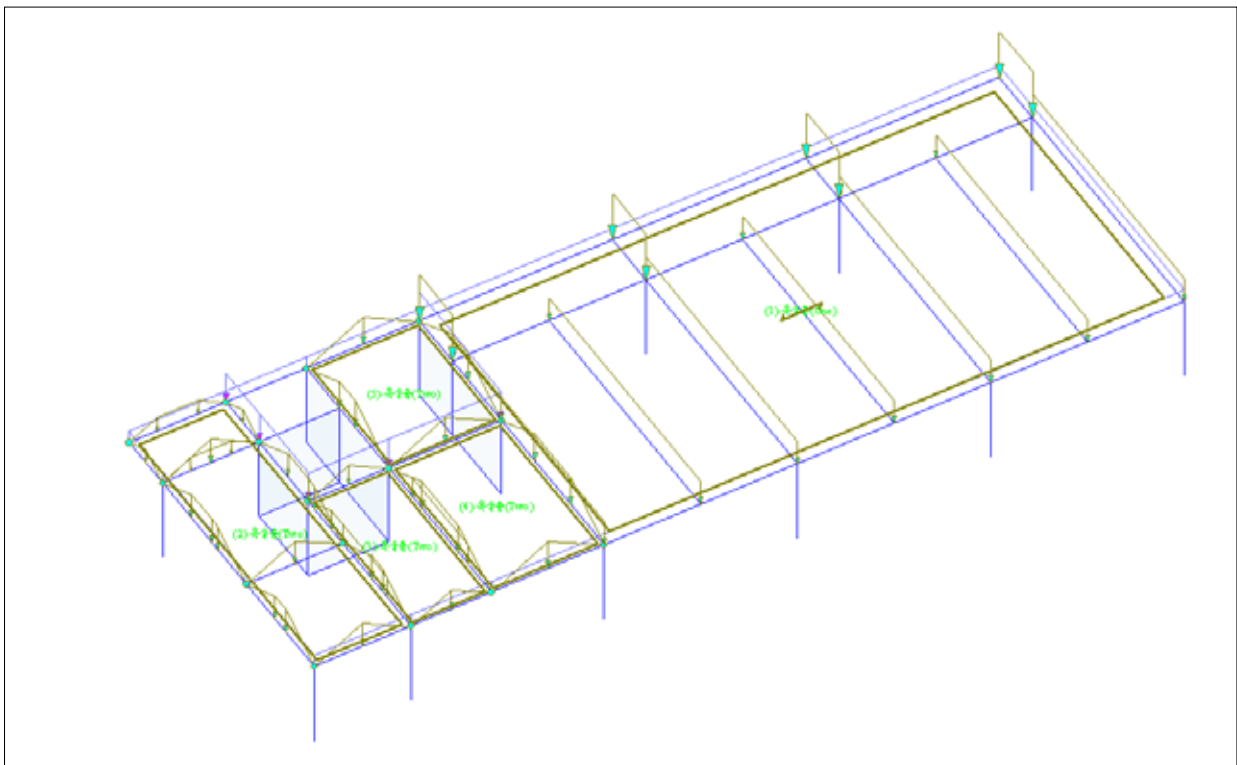
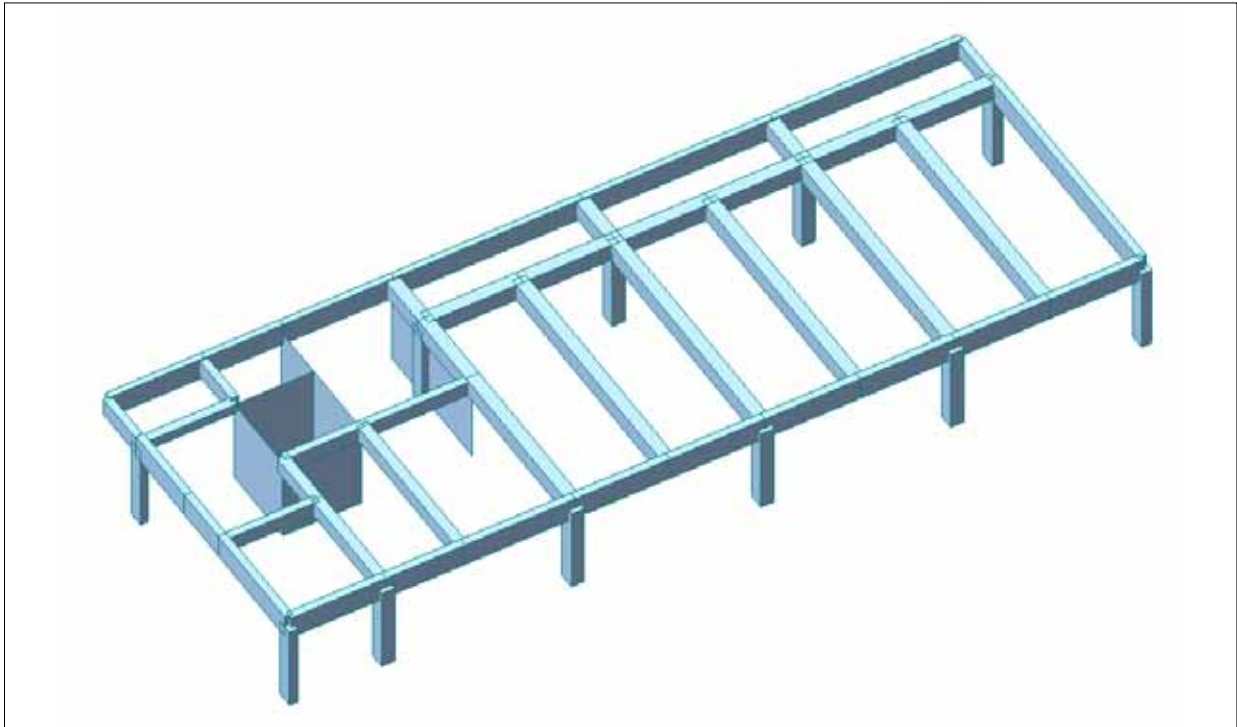
대상 구조체에 대한 해석은 MIDAS GEN(Ver.770) 프로그램을 이용하여 실시하였다.

4.2.1 은평천사원 1동



<그림 4.2.1> Modeling & Loading Condition

4.2.1 은평천사원 L동



<그림 4.2.2> Modeling & Loading Condition

4.3 해석 결과

관련도면 및 실측자료를 토대로 옥상녹화 방안별 구조안전성을 검토한 결과는 다음과 같다.

4.3.1 은평천사원 1동

1) 슬래브 검토 결과

(1) 중량형(녹화 300kg/m² + 적재 200kg/m²)의 하중이 작용할 경우

S2(t=135)의 경우는 작용하중에 대한 소요내력을 확보하고 있으나, S1(t=120)의 경우는 단면내력을 약 18% 초과하여 중량형 적용에 따른 소요내력을 확보하지 못하는 것으로 검토되었다.

(2) 혼합형(녹화 200kg/m² + 적재 200kg/m²)의 하중이 작용할 경우

S1(t=120)의 경우 단부 모멘트가 단면내력을 약 6% 초과하나, 중앙부 모멘트에 여유가 있어 모멘트 재분배를 고려할 때 허용범위 이내로 판단되는 바, 결론적으로 혼합형 하중 적용 시에는 옥상 바닥의 모든 슬래브가 소요내력을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

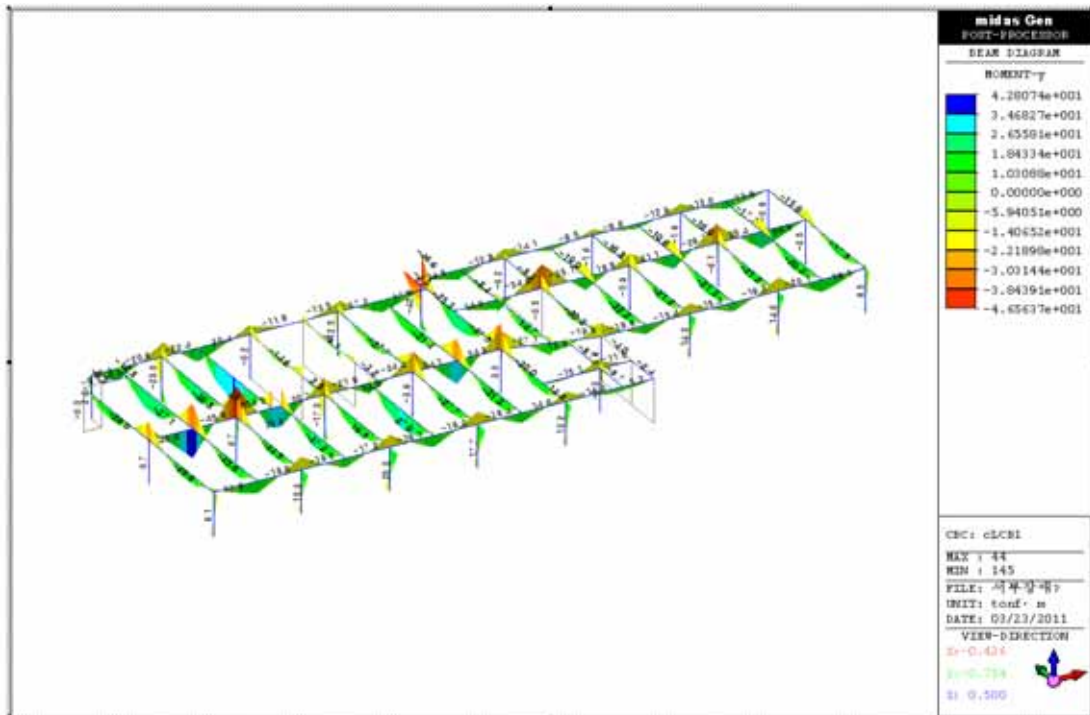
2) 보 검토 결과

(1) 중량형(녹화 300kg/m² + 적재 200kg/m²)의 하중이 작용할 경우

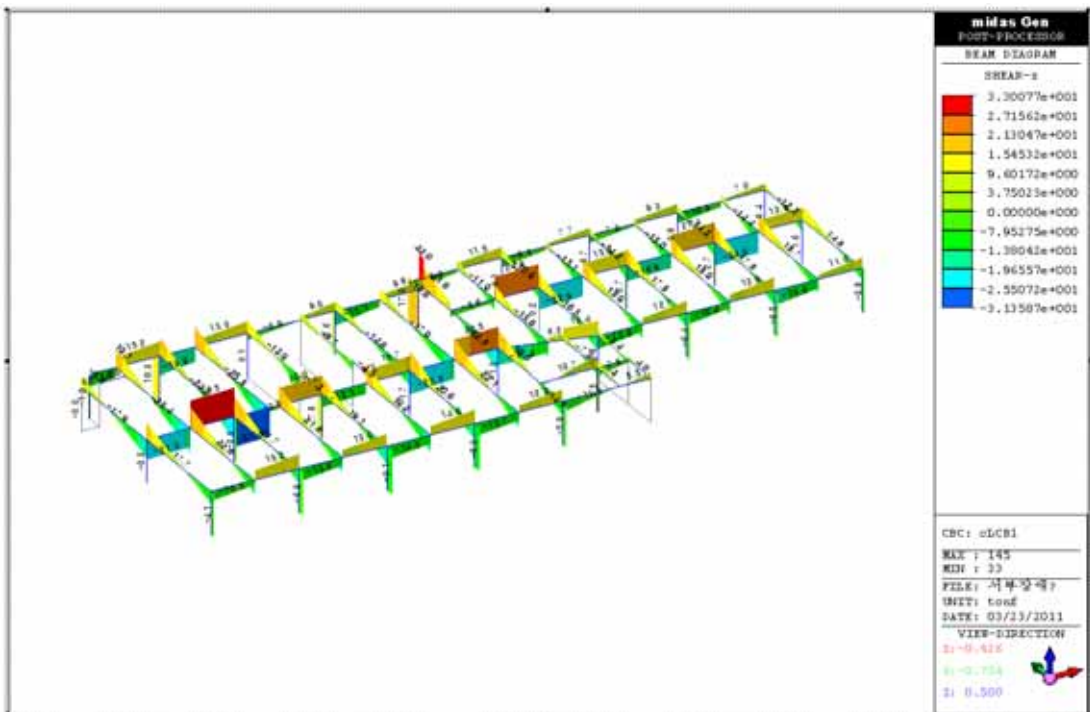
옥상층 보 부재(RG1, RG5, RG7)에서 단면내력을 1~22% 초과하는 바, 중량형 하중에 대해서는 소요내력을 확보하지 못하는 것으로 검토되었다.

(2) 혼합형(녹화 200kg/m² + 적재 200kg/m²)의 하중이 작용할 경우

RG7의 경우 단면내력을 약 12% 초과하지만 모멘트 재분배를 고려할 때 허용범위 이내로서, 결론적으로 혼합형 하중에 대해서는 옥상 바닥의 모든 보가 소요내력을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.



<그림 4.3.2> 중량형 - 보 휨모멘트도(Moment-y)



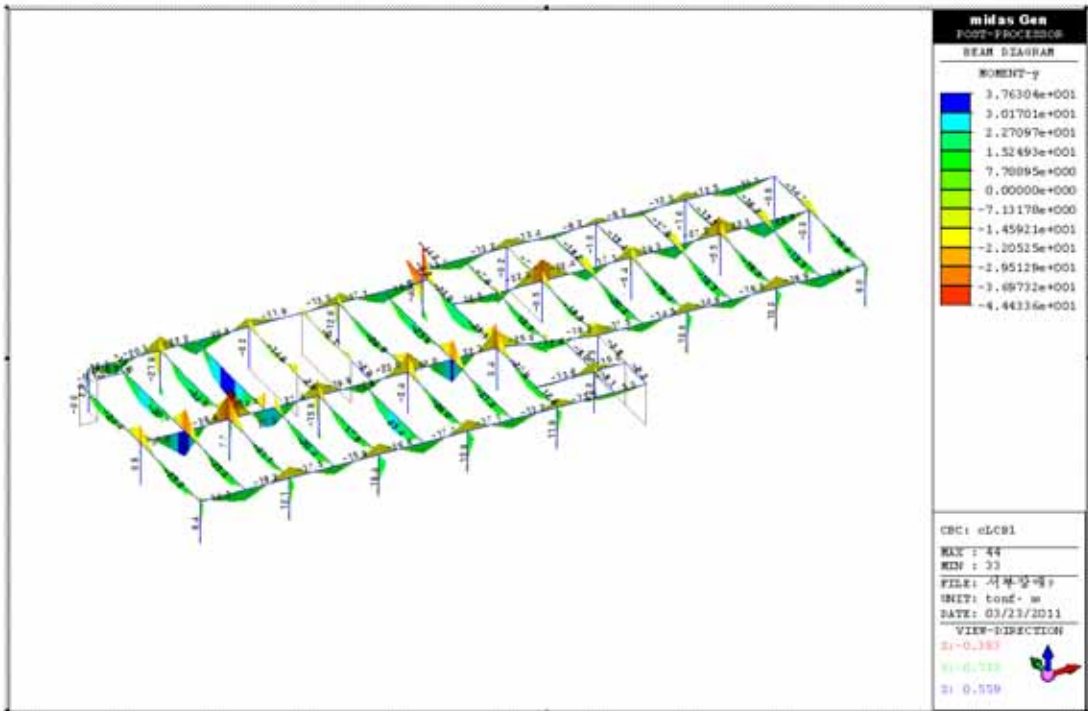
<그림 4.3.3> 중량형 - 보 전단력도(Shear-z)

<표 4.3.1> 중량형 SLAB 구조검토 결과

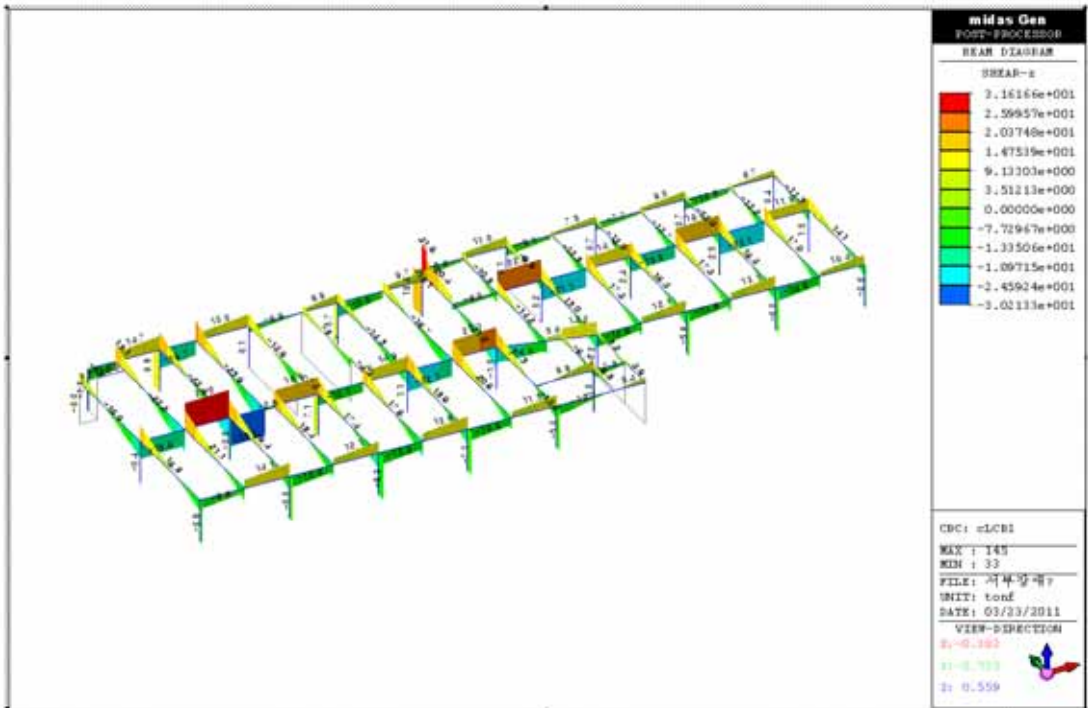
부재명	소요응력(tf,M)		부재내력(tf,M)		검토 (내력비)		비고
	단변방향		단변방향		단부	중앙부	
	단부	중앙부	단부	중앙부			
S1	1.04	0.78	0.88	0.88	1.18 (N.G)	0.88 (O.K)	-
S2	1.83	1.26	2.13	2.13	0.86 (O.K)	0.60 (O.K)	

<표 4.3.2> 중량형 보 구조검토 결과

부재명	소요응력			부재내력			비고(내력비)	
	모멘트(tf,M)		전단력 (tf)	모멘트(tf,M)		전단력 (tf)	모멘트	전단력
	외단부*	중앙부		외단부	중앙부			
	내단부*			내단부				
RG1	30.17	19.56	20.64	32.15	20.62	19.65	O.K 0.94)	N.G 1.05)
RG2	12.34	17.45	19.75	42.67	42.14	31.85	O.K(0.56)	O.K(0.62)
	29.99			53.39				
RG3	28.25	12.63	16.42	37.51	32.15	20.52	O.K(0.75)	O.K(0.80)
RG4	37.31	23.29	22.42	37.51	37.74	22.64	O.K(0.99)	O.K(0.99)
RG5	36.26	35.16	26.45	43.26	38.21	26.18	O.K(0.92)	N.G(1.01)
RG6	41.36	26.09	27.97	47.99	42.14	31.78	O.K(0.86)	O.K(0.88)
RG7	35.06	20.62	24.74	32.15	20.62	22.69	N.G(1.22)	N.G(1.09)
RG11	14.93	2.95	10.65	50.14	27.11	24.20	O.K(0.29)	O.K(0.44)
RB1	19.04	27.79	19.63	20.62	37.51	20.44	O.K(0.92)	O.K(0.96)
RB2	23.97	27.91	21.86	29.56	61.84	27.67	O.K(0.81)	O.K(0.79)
RB3	28.34	19.71	20.4	37.51	32.15	20.60	O.K(0.75)	O.K(0.99)



<그림 4.3.5> 혼합형 - 보 휨모멘트도(Moment-y)



<그림 4.3.6> 혼합형 - 보 전단력도(Shear-z)

<표 4.3.4> 혼합형 SLAB 구조검토 결과

부재명	소요응력(tf,M)		부재내력(tf,M)		검토 (내력비)		비고
	단변방향		단변방향				
	단부	중앙부	단부	중앙부	단부	중앙부	
S1	0.94	0.70	0.88	0.88	1.06 (SAY O.K)	0.79 (O.K)	모멘트 재분배
S2	1.83	1.26	2.13	2.13	0.86 (O.K)	0.60 (O.K)	

<표 4.3.5> 혼합형 보 구조검토 결과

부재명	소요응력			부재내력			비고(내력비)	
	모멘트(tf,M)		전단력 (tf)	모멘트(tf,M)		전단력 (tf)	모멘트	전단력
	외단부*	중앙부		외단부	중앙부			
	내단부*			내단부				
RG1	28.59	17.79	18.97	32.15	20.62	19.55	O.K(0.88)	O.K(0.99)
RG2	12.60	17.77	15.85	42.14	42.14	25.15	O.K(0.54)	O.K(0.63)
	28.99			53.99				
RG3	27.46	12.90	16.31	37.51	32.15	20.64	O.K(0.73)	O.K(0.79)
RG4	34.97	21.94	21.18	37.51	37.74	22.53	O.K(0.93)	O.K(0.94)
RG5	35.32	34.43	26.65	43.26	38.21	28.96	O.K(0.90)	O.K(0.92)
RG6	40.15	24.82	27.10	47.99	42.14	31.88	O.K(0.83)	O.K(0.85)
RG7	23.04	23.19	22.02	32.15	20.62	22.70	O.K(1.12) Say O.K 모멘트 재분배	O.K(0.97)
RG11	13.58	6.37	9.75	50.14	50.14	24.37	O.K(0.27)	O.K(0.40)
RB1	18.31	25.29	18.05	20.62	37.51	20.28	O.K(0.88)	O.K(0.89)
RB2	22.89	22.41	21.72	29.56	61.84	27.84	O.K(0.77)	O.K(0.78)
RB3	10.03	19.87	20.33	20.62	32.15	20.53	O.K(0.73)	O.K(0.99)
	27.74			37.51				

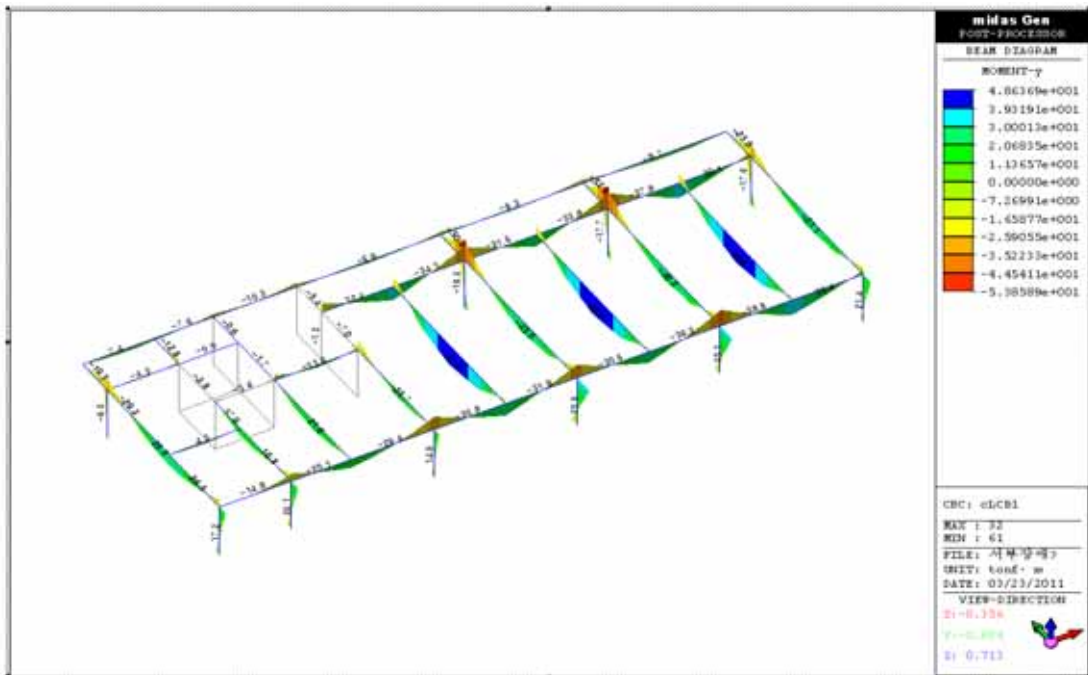
4.3.2 은평천사원 L동

1) 슬래브 검토 결과

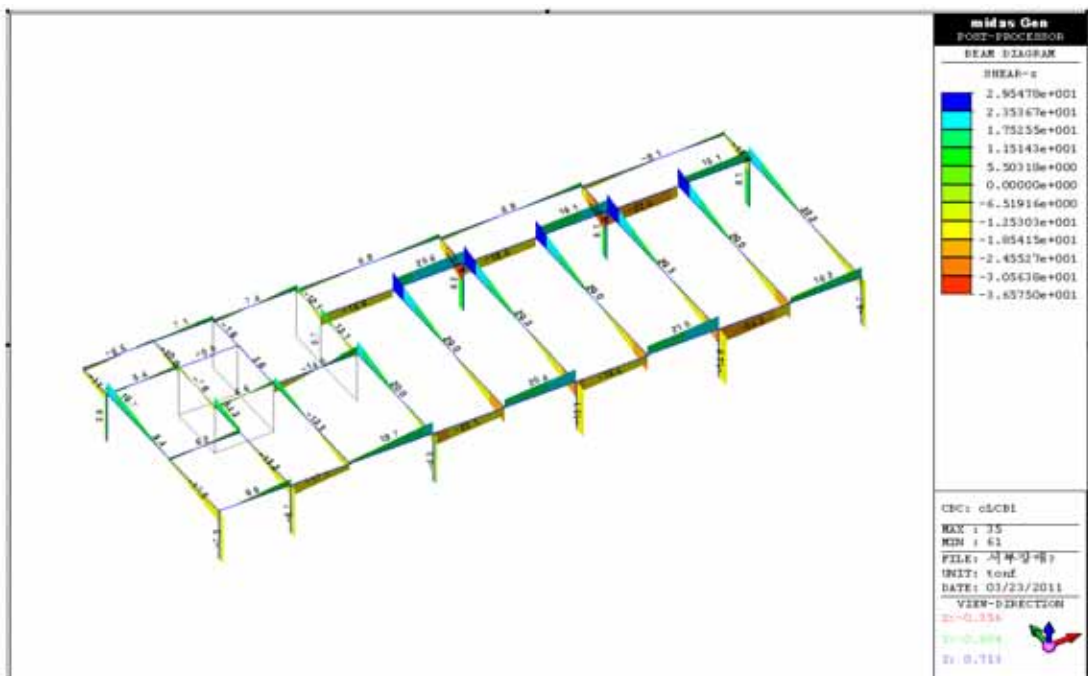
중량형(녹화 $300\text{kg}/\text{m}^2$ + 적재 $200\text{kg}/\text{m}^2$)의 하중이 작용할 경우 모든 슬래브는 소요내력을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.(중량형의 녹화유형을 만족하므로 경량형과 혼합형에 대한 구조검토는 당연히 생략함).

2) 보 검토 결과

중량형(녹화 $300\text{kg}/\text{m}^2$ + 적재 $200\text{kg}/\text{m}^2$)의 하중이 작용할 경우 옥상층 모든 보 부재가 소요내력을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.(중량형의 녹화유형을 만족하므로 경량형과 혼합형에 대한 구조검토는 당연히 생략함).



<그림 4.3.2> 중량형 - 보 휨모멘트도(Moment-y)



<그림 4.3.3> 중량형 - 보 전단력도(Shear-z)

<표 4.3.1> 중량형 SLAB 구조검토 결과

부재명	소요응력(tf,M)		부재내력(tf,M)		검토 (내력비)		비고
	단변방향		단변방향		단부	중앙부	
	단부	중앙부	단부	중앙부			
S1	0.93	0.47	1.17	1.17	0.79 (O.K)	0.40 (O.K)	-
S1A	1.31	0.64	1.54	1.54	0.85 (O.K)	0.41 (O.K)	
S3	0.78	0.50	1.17	1.17	0.66 (O.K)	0.42 (O.K)	

<표 4.3.2> 중량형 보 구조검토 결과

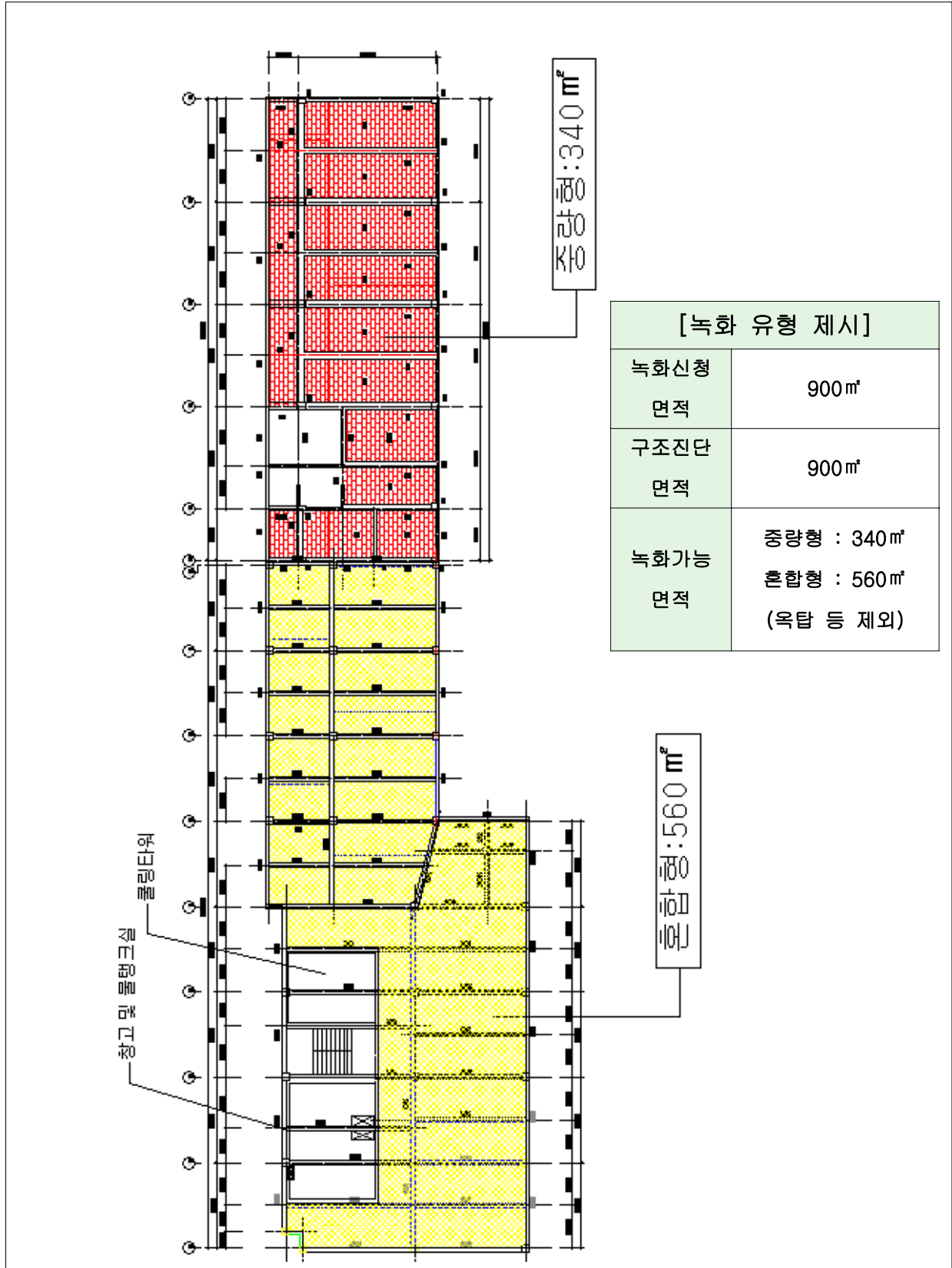
부재명	소요응력			부재내력			비고(내력비)	
	모멘트(tf,M)		전단력 (tf)	모멘트(tf,M)		전단력 (tf)	모멘트	전단력
	외단부*	중앙부		외단부	중앙부			
	내단부*			내단부				
G1	47.04	32.26	27.23	72.33	72.93	36.79	O.K(0.73)	O.K(0.74)
	28.79			39.18				
G2	38.58	36.43	22.65	60.09	72.33	50.33	O.K(0.64)	O.K(0.45)
G3	34.54	28.35	19.28	60.09	72.33	50.73	O.K(0.57)	O.K(0.38)
B1	27.07	51.80	30.68	31.88	85.88	45.11	O.K(0.84)	O.K(0.68)
B2	17.65	23.04	15.97	20.10	31.48	28.51	O.K(0.87)	O.K(0.56)
B4	6.24	6.37	11.45	13.60	19.94	17.45	O.K(0.45)	O.K(0.66)
CG3	53.86	36.07	36.57	72.33	72.33	49.41	O.K(0.74)	O.K(0.74)

4.3.3 옥상녹화 유형제시

◆ 옥상녹화 유형별 시공 적합성

옥상녹화 유형		옥상녹화 시공 적합성	
		은평천사원 1동	은평천사원 2동
옥상층	경량형	녹화 가능	녹화 가능
	혼합형	녹화 가능	녹화 가능
	중량형	녹화 불가	녹화 가능

※ 단, 옥탑 지붕 부분 등은 녹화 시공 불가



<그림 4.3.1> 하중 계획도 (옥상층)

제 5 장 진단결과 종합

서울특별시 은평구 구산동 191-1에 위치한 서부장애훈합복지관을 대상으로 제반 조사·시험 및 해석 등을 통해 옥상녹화 유형별 적용성 검토를 위한 구조안전진단을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같이 요약된다.

5.1 진단 결과

5.1.1 구조체에 대한 조사·시험 결과

가. 구조체 제원, 구조/용도변경 사항, 옥상 사용현황 조사

1) 주요 구조체의 제원

진단건물은 철근콘크리트조로 구축되었으며, 조사 범위 내에서 옥상층 하부 주요 구조체의 배치상태, 단면치수 및 층고 등이 설계도면과 일치하는 바, 그로 인한 문제점은 없는 상태로 판단된다.

2) 구조/용도 변경 유무

진단건물 옥상녹화 대상 하부 구조체에 특기할만한 변경사항은 없는 상태이며, 평면 및 입면 변경도 없는 것으로 조사되었다.

3) 옥상 사용현황(장비, 시설물 등)

조사 결과, 녹화대상 옥상에 환기구 및 에어컨 실외기(15대), 쿨링타워, E/V 출입구 등이 설치되어 있었으며, 기타 하중상 문제시될 사항은 없는 것으로 조사되었다.

나. 비파괴시험 결과

1) 콘크리트의 압축강도

녹화대상 옥상 바닥구조체 등을 대상으로 시험한 결과, 은평천사원 1동 주요 구조체 콘크리트의 압축강도는 $22.4\text{N/mm}^2 \sim 24.8\text{N/mm}^2$ (평균 23.9N/mm^2), 은평천사원 L동 주요 구조체 콘크리트의 압축강도는 $22.3\text{N/mm}^2 \sim 24.8\text{N/mm}^2$ (평균 23.2N/mm^2)로 조사되었다.

따라서, 설계기준강도인 21.0N/mm^2 를 모두 상회하는 바, 콘크리트 강도로 인한 문제점은 없는 상태로 판단된다.

2) 철근 배근상태

녹화 대상 하부슬래브, 보, 기둥에 대한 철근탐사 결과, 전반적으로 설계와 일치하고 있어 그에 따른 문제점은 없는 상태로 조사되었다.

3) 콘크리트의 중성화

콘크리트 중성화 시험은 현장 여건상 조사 가능한 범위 내의 구조체에서 실시하였으며, 현재의 중성화 깊이는 $4.5 \sim 8.21\text{mm}$ (피복두께 40mm)로서 그로 인한 문제는 없는 상태로 조사되었다.

4) 변위·변형

조사 결과, 현 상태에서 구조적으로 문제시될 정도의 변위·변형은 발생하지 않은 상태로 판단된다.

다. 방수시스템 평가 결과

설계도면상 은평천사원 1동의 옥상 바닥 단면은 콘크리트 슬래브 위 액체방수 2차 + 보호모르타르로 되어 있으나, 우레탄 방수가 추가 시공된 것으로 조사되었다. 은평천사원 L동의 경우 옥상 바닥 단면은 콘크리트 슬래브 위 액체방수C종 + THK.100 보호모르타르로 구성되어 있다. 현장여건상 옥상 방수층의 손상 여부를 정확히 확인할 수는 없었으나, 지상4층 천장에서 누수흔적이 조사되지 않는 바, 특기할만한 이상은 없는 상태로 판단된다.

라. 배수성능 평가 결과

옥상 선흡통 직경은 $\varnothing 125\text{mm}$ 이며, 구배 역시 비교적 적절한 상태인 바, 배수상태는 비교적 원활한 것으로 판단된다.

마. 결함 상태

결함조사 결과, 옥상 파라펫 조적부에 다수의 결함이 발생되어 있었으나, 옥상 녹화 대상 하부 구조체에 안전상 문제시될 정도의 중대 결함은 발생되어 있지 않은 상태였다.

5.1.2 녹화유형별 구조안전성 검토결과

가. 녹화유형별 적용하중

<표 5.1.1>에 나타낸 바와 같이, 과업지시서 및 서울시학술용역 보고서에 제시된 녹화유형별 하중을 적용하였다.

<표 5.1.1> 녹화 유형별 적용하중

녹화 유형	고정하중(녹화)	적재하중	비 고
경 량 형	120kgf/m ²	100kgf/m ²	토심 20cm 이하
혼 합 형	200kgf/m ²	200kgf/m ²	토심 10~30cm 이하
중 량 형	300kgf/m ²	200kgf/m ²	토심 20cm 이상

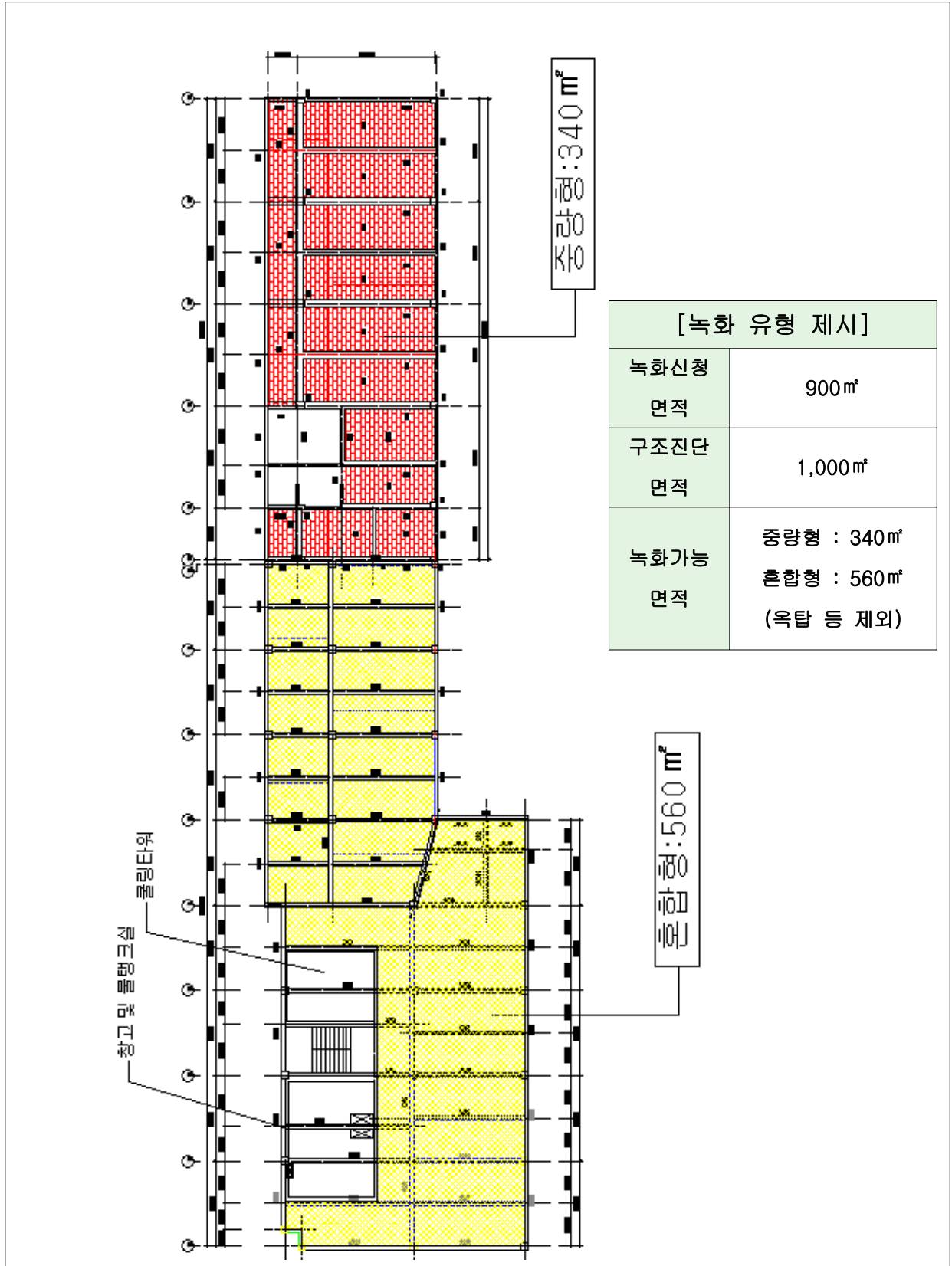
* 2007. 건축물 옥상녹화 시스템 유형결정과 관리메뉴얼(서울특별시) 참조

나. 구조안전성 검토 결과

서부장애인종합복지관 옥상녹화를 위한 구조검토 결과, 은평천사원 1동은 혼합형의 옥상녹화 하중을 만족하며, 은평천사원 L동은 중량형의 옥상녹화가 가능한 것으로 검토되었다(단, 옥탑 지붕 등은 제외).

<표 5.1.2> 옥상녹화 유형별 시공 적합성

녹화대상지 옥상층	옥상녹화 유형	옥상녹화 시공 적합성 검토
녹화 신청면적 900㎡	은평천사원 1동 혼합형 : 560㎡	혼합형의 녹화하중을 적용한 결과, Slab 및 RG7의 내력이 약간 부족한 것으로 검토되었으나, 모멘트 재분배를 고려할 때 전반적으로는 혼합형의 하중을 만족하는 것으로 판단됨
구조진단 면적 900㎡		
녹화 가능면적 900㎡	은평천사원 L동 중량형 : 340㎡	중량형의 녹화하중을 적용하여 해석한 결과, 모든 부재가 소요내력을 만족하는 것으로 검토되었음



<그림 5.1.1> 하중계획도 (옥상층)

5.2 종합 의견

서부장애인종합복지관 옥상녹화를 위한 구조해석 결과, 은평천사원 1동은 혼합형의 옥상녹화 하중을 만족하며, 은평천사원 L동은 중량형의 옥상녹화가 가능한 것으로 검토되었다.

한편, 녹화대상 하부 주요 구조체에 특기할만한 결함은 발생되지 않은 상태이나, 비구조체의 경우에는 경년에 따른 노후화가 일정 수준 진행되고 있는 것으로 조사된 바, 옥상녹화 시공 이후에도 지속적인 점검 및 유지관리 활동을 실시하는 것이 바람직하다.



1) /

2)

3)

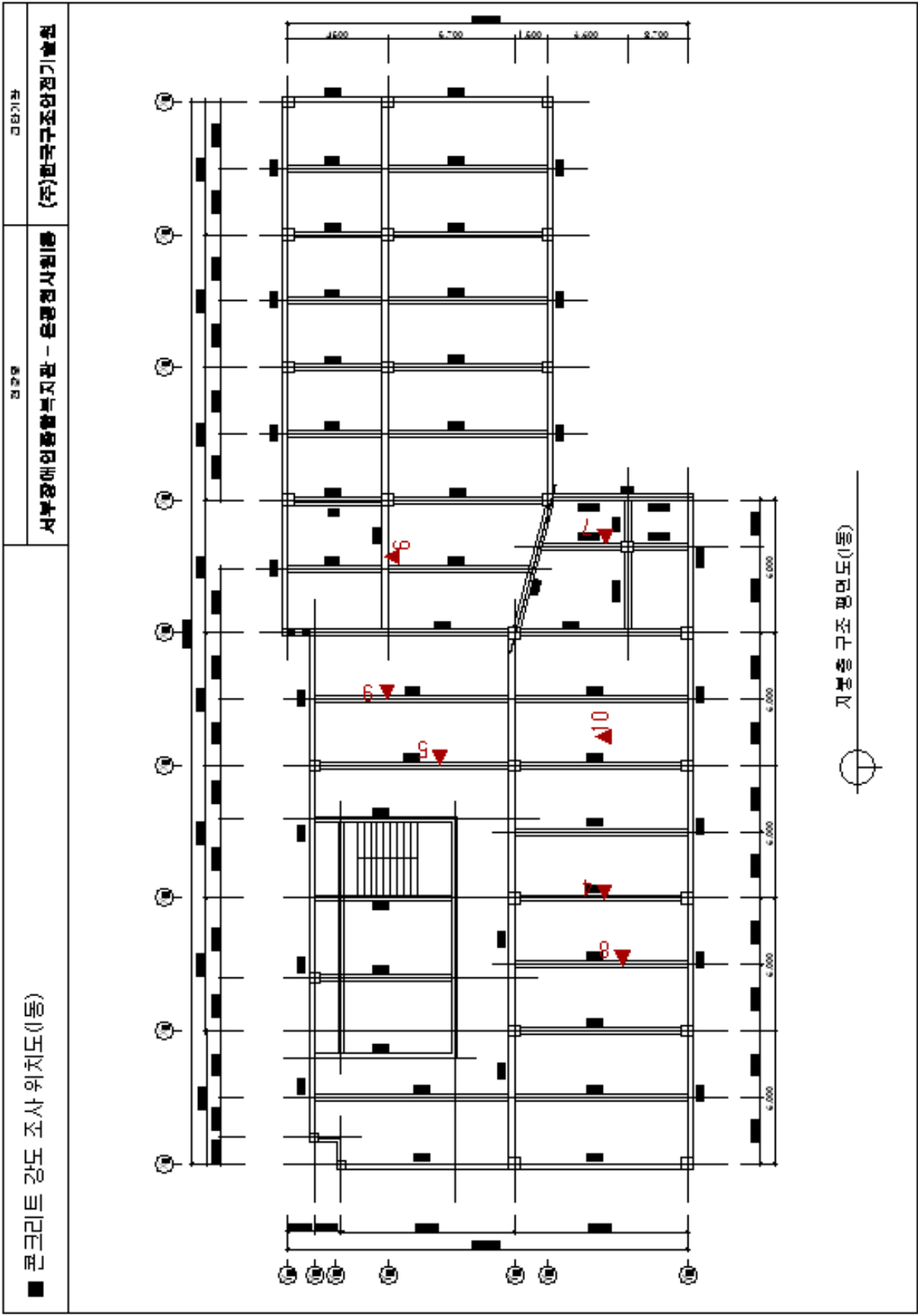
4) DATA

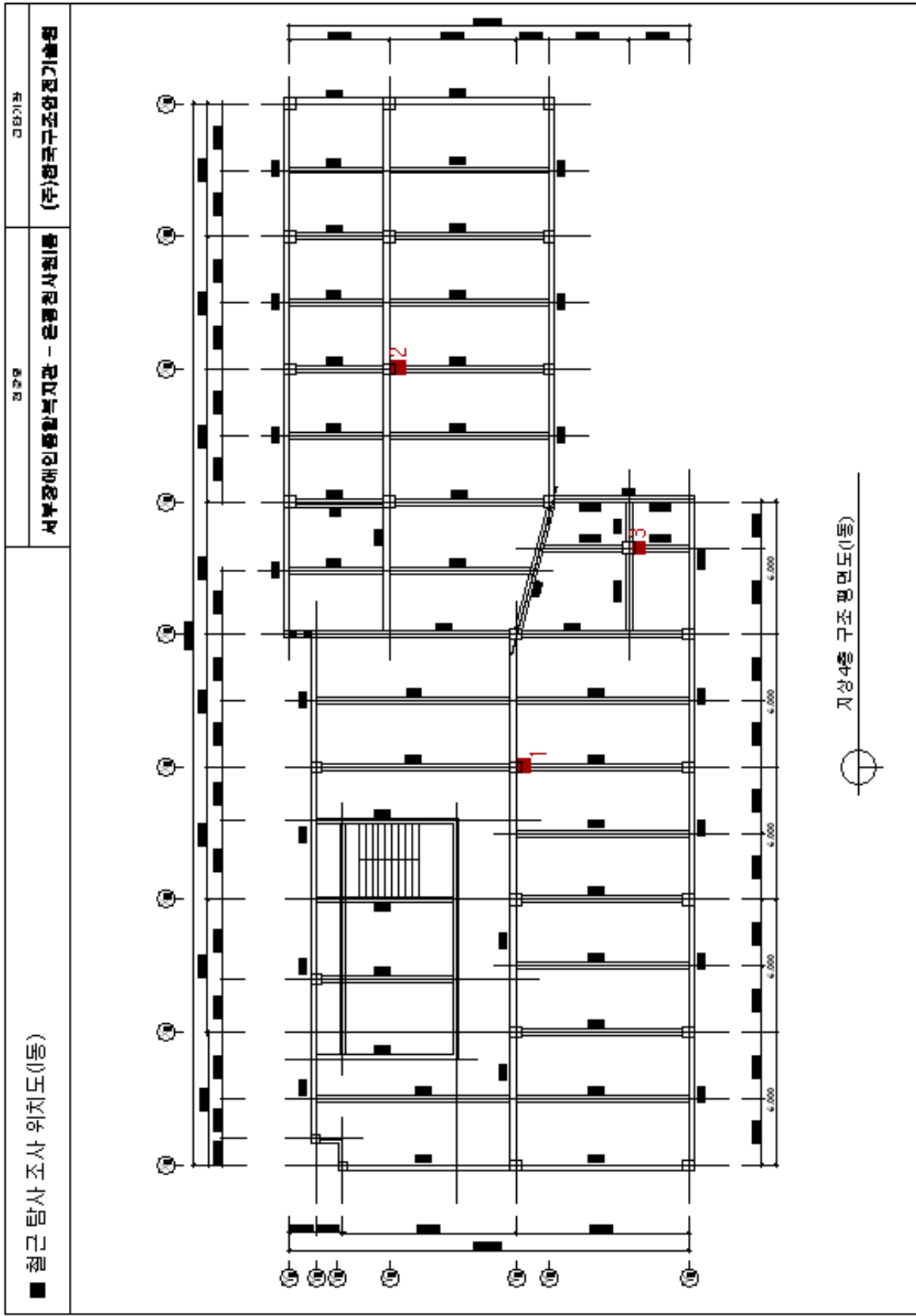
5)

6)

1) /





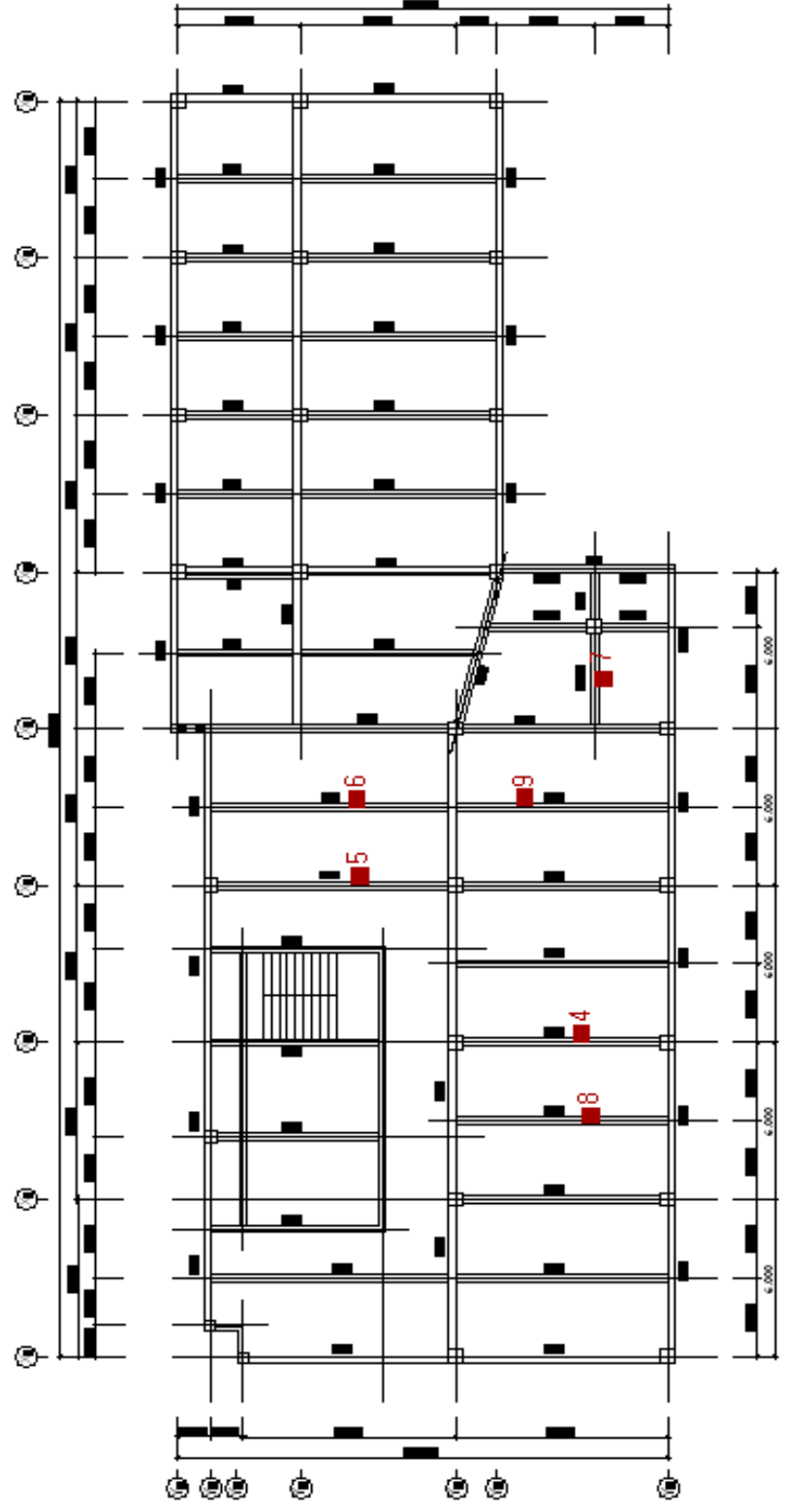


■ 철근 탐사 조사 위치도(동)

2018년

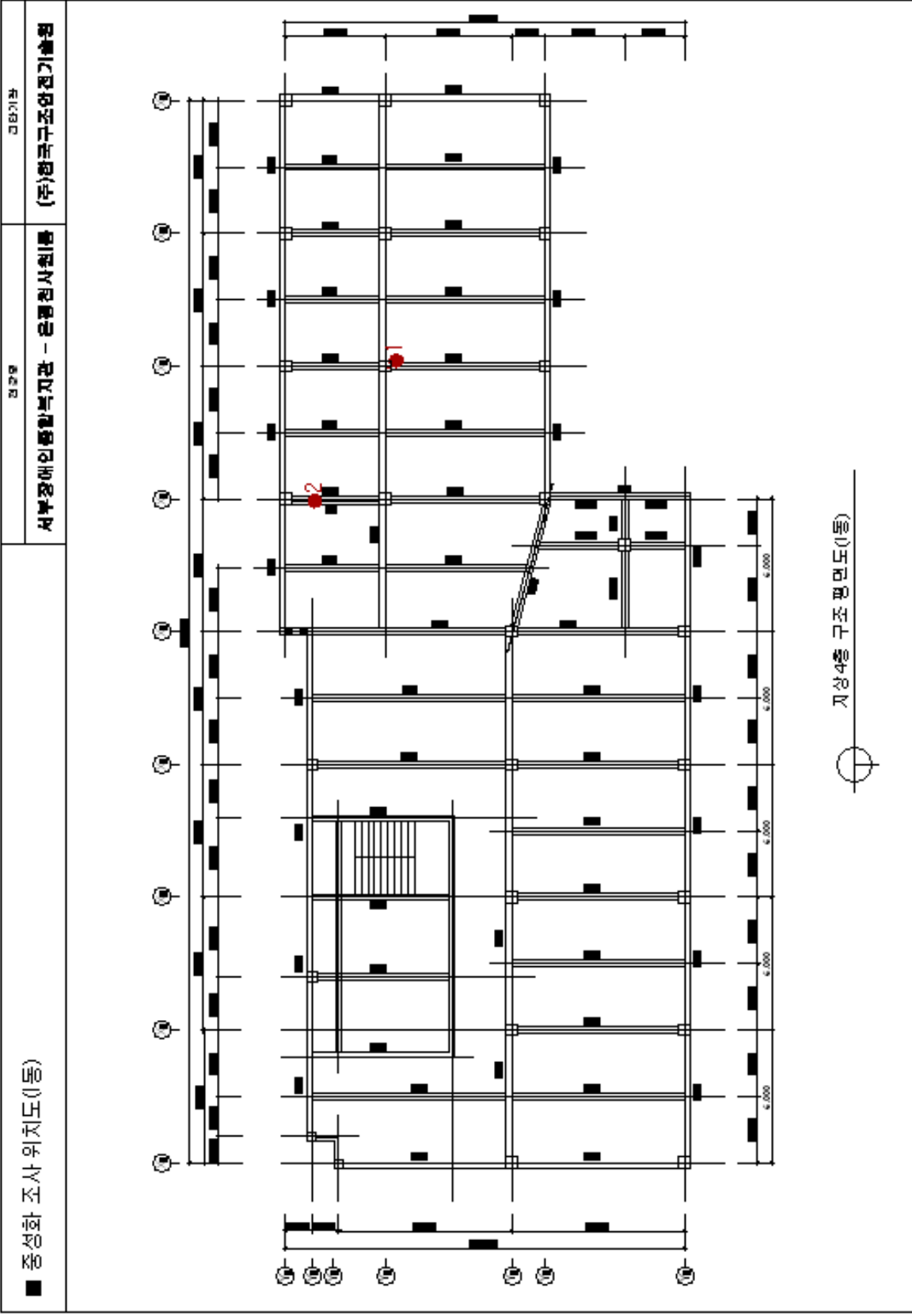
3월 29일

서부경매인용합복지관 - 은평권사원(동) (주)한국구조안전기술원



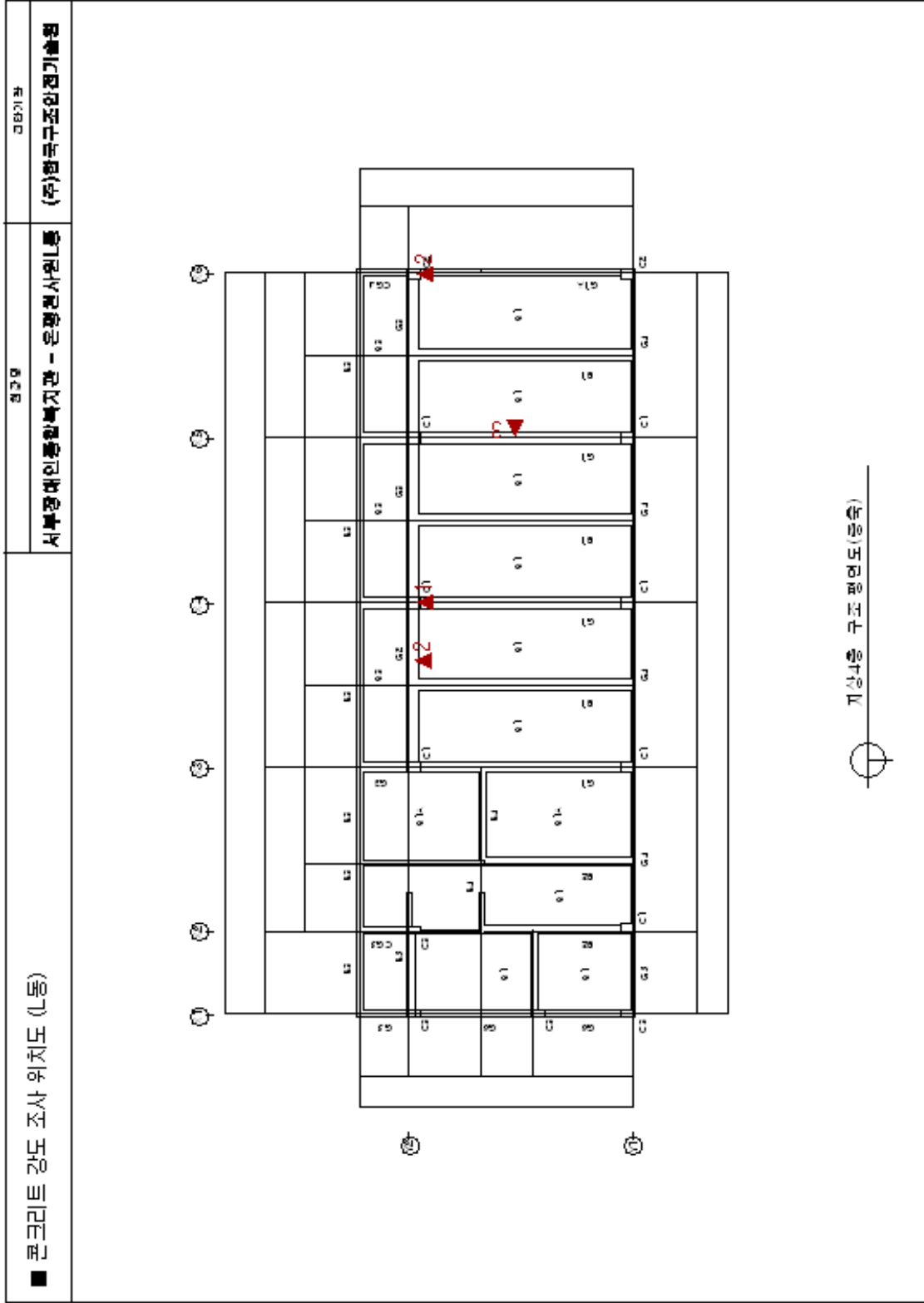
은평권 구조 평면도(동)





2.

- L



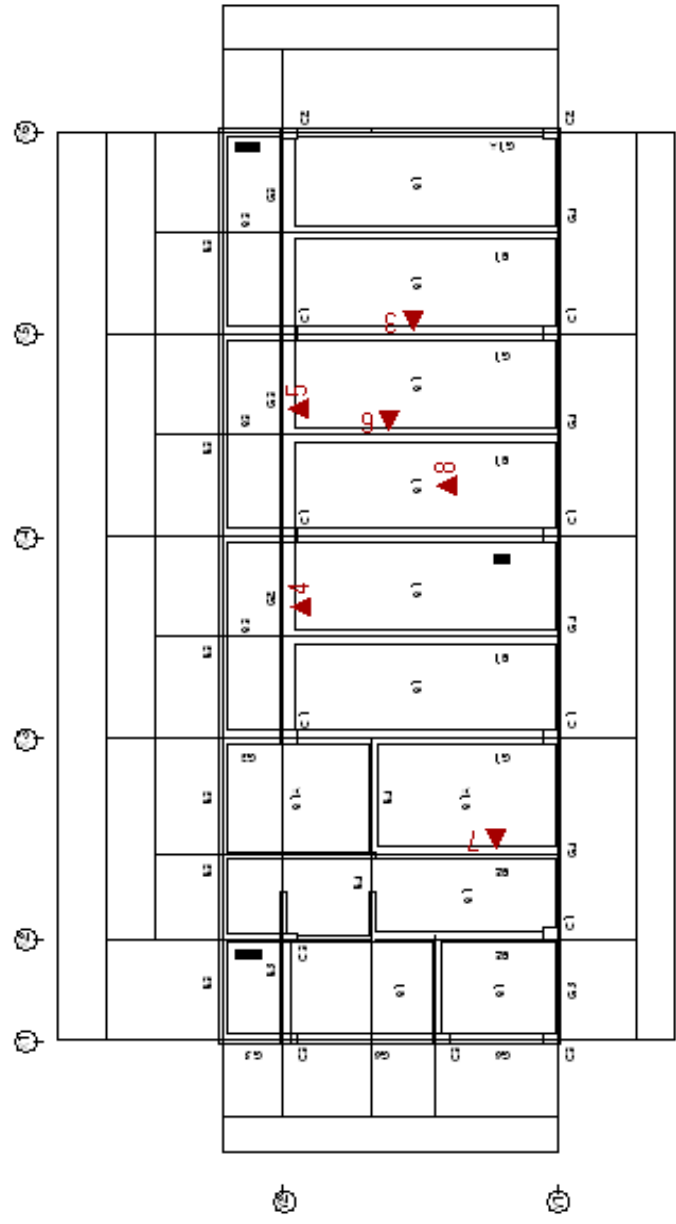
■ 콘크리트 강도 조사 위치도 (L동)

시부장애인종합복지관 - 은평천사연(동)

(주)한국구조압전기술원

경기도

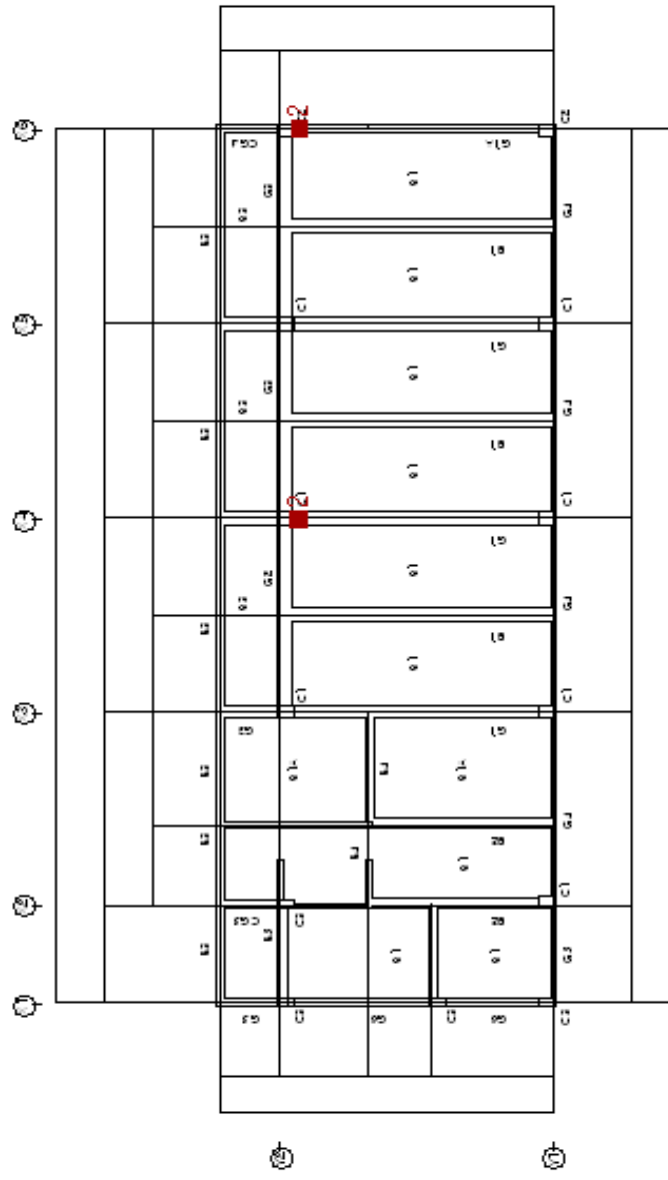
고양시



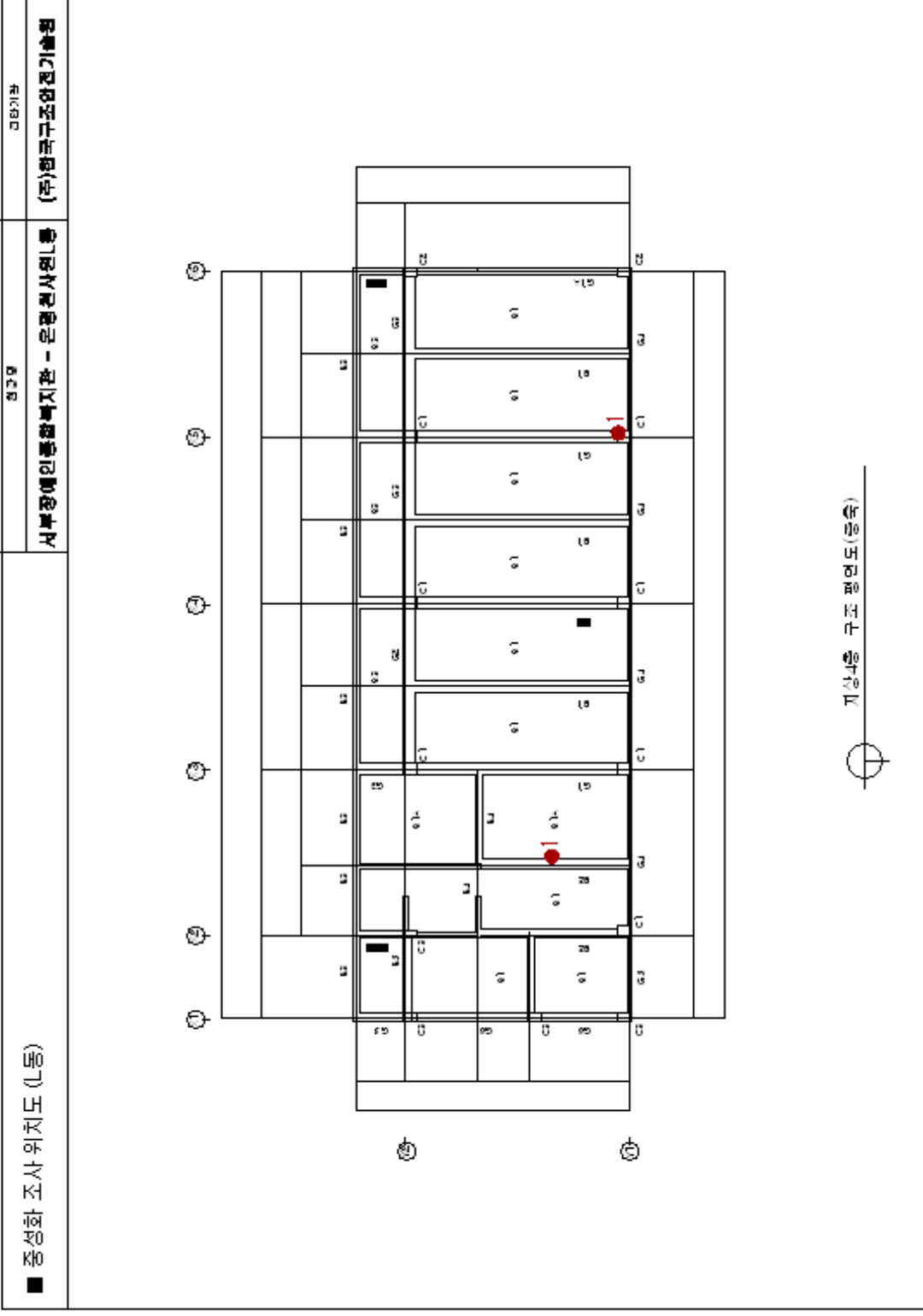
(주)한국구조압전기술원



<p>■ 콘크리트 강도 조사 위치도 (L동)</p>	<p>시부경제인용합복지관 - 은평권사원L동 (주)한국구조안전기술원</p>
------------------------------	--



지상사실 구조 평면도(영속)



2)



콘크리트테스트햄머법에 의한 콘크리트압축강도

진단명 : 서부장애인종합복지관 구조안전진단(특정관사실 1동)

NO	위치	부재	반발경도					평균 반발 경도	측산강도 (kg/cm ²)				재령 계수	재령 계수에 의한 추정 압축강도 (kg/cm ²)
									방법1	방법2	방법3	평균		
1	지상4층 (X4/Y3)	기둥 (C1)	44	46	44	46	42	44	393	388	330	370	0.63	233
			44	45	43	45	44							
			46	46	43	45	43							
			46	42	44	46	43							
	지상4층 (X4/Y3)	기둥 (C1)	43	47	42	44	42	45	406	401	340	382	0.63	241
			47	46	47	46	42							
			47	42	46	44	46							
			46	46	44	47	42							
	concrete Test hammer record paper													
	2	지상4층 (X7/Y4)	기둥 (C3)	46	42	44	47	46	45	406	401	340	382	0.63
46				48	46	44	45							
46				42	46	45	46							
46				47	47	46	42							
지상4층 (X7/Y4)		기둥 (C3)	42	46	44	46	42	44	393	388	330	370	0.63	233
			46	45	41	48	46							
			42	46	43	44	45							
			41	46	44	46	45							
concrete Test hammer record paper														

진단명 : 서부장애의중합복지관 구조안전진단 (특정권사원 1동)

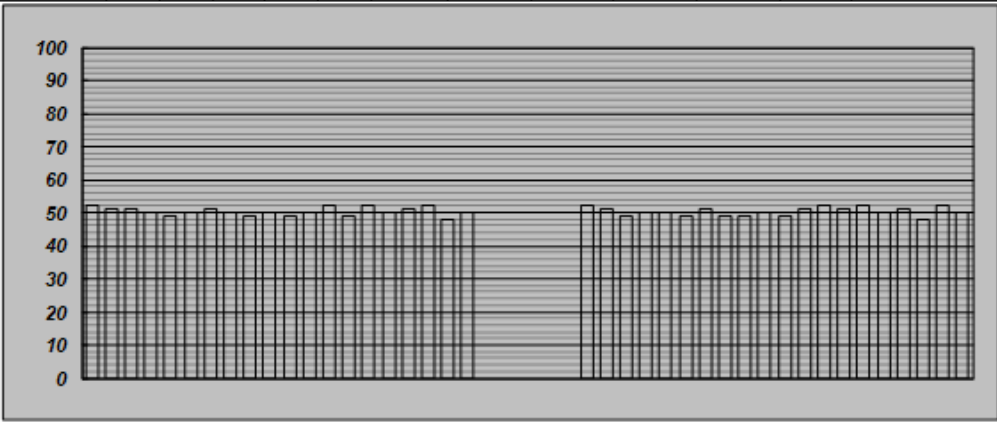
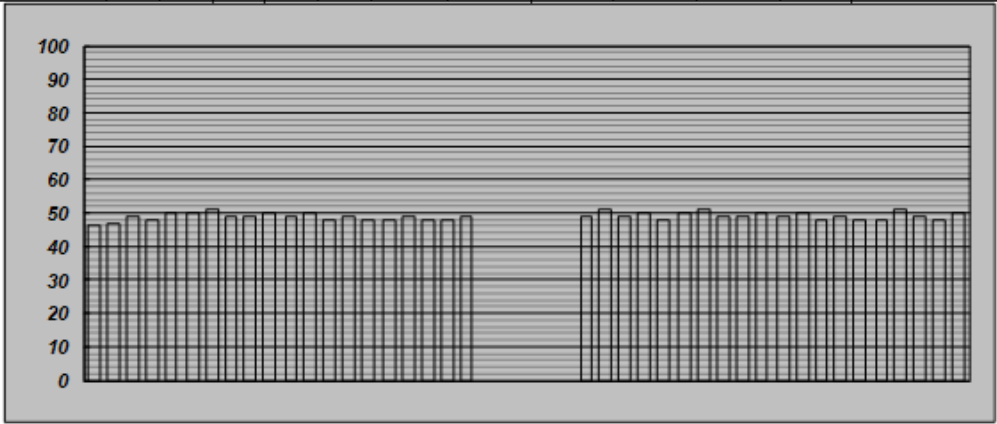
NO	위치	부재	반발경도					평균 반발 도	환산강도 (kg/cm ²)				재령 계수	재령 계수에 의한 추정 압축 강도 (kg/cm ²)
									방법1	방법2	방법3	평균		
3	지상4층 (X5-6/Y1~Y2)	기둥 (G6)	46	43	43	43	42	43	368	375	320	354	0.63	223
			42	45	45	45	42							
			45	43	42	43	42							
			43	44	45	43	42							
	지상4층 (X5-6/Y1~Y2)	기둥 (G6)	42	41	43	44	43	44	393	388	330	370	0.63	233
			44	44	45	45	46							
			43	43	42	44	45							
			46	42	44	56	42							
	concrete Test hammer record paper													
	4	특상층 (X3/Y1~Y3)	보 (RG1)	48	50	52	48	49	48	390	386	328	368	0.63
50				50	47	48	46							
48				48	49	47	48							
48				48	48	48	48							
특상층 (X3/Y1~Y3)		보 (RG1)	48	42	48	47	46	47	378	371	317	356	0.63	224
			46	45	48	49	48							
			48	48	46	46	46							
			48	46	46	48	48							
concrete Test hammer record paper														

진단명 : 서부장애의중합복지관 구조안전진단 (특정권사원 1동)

NO	위치	부재	반발경도					평균 반발 도	환산강도 (kg/cm ²)				재령 계수	재령 계수에 의한 추정 압축강도 (kg/cm ²)
									방법1	방법2	방법3	평균		
5	특상층 (X4/Y3~Y6)	보 (RG3)	48	51	49	50	50	49	404	400	339	381	0.63	240
			48	51	49	49	50							
			49	48	48	49	48							
			50	51	52	48	50							
	특상층 (X4/Y3~Y6)	보 (RG3)	49	51	49	50	48	49	404	400	339	381	0.63	240
			50	51	49	49	50							
49			50	48	49	48								
48			51	49	48	50								
concrete Test hammer record paper														
6	특상층 (X5-6/Y4)	보 (RG7)	50	48	47	47	48	48	390	386	328	368	0.63	232
			48	48	48	48	51							
			51	50	48	47	47							
			48	47	50	48	48							
	특상층 (X5-6/Y4)	보 (RG7)	48	48	50	53	46	49	404	400	339	381	0.63	240
			52	50	53	51	46							
48			50	48	49	46								
48			49	50	51	46								
concrete Test hammer record paper														

진단명 : 서부장애의중합복지관 구조안전진단(특정권사원 1동)

NO	위치	부재	반발경도					평균 반발 도	충산강도 (kg/cm ²)				재령 계수	재령 계수에 의한 추정 입축 강도 (kg/cm ²)
									방법1	방법2	방법3	평균		
7	특상층 (X5-6/Y1~3)	보 (RG11)	48	47	49	48	50	49	404	400	339	381	0.63	240
			50	51	49	49	50							
			49	50	48	49	48							
			48	49	48	48	49							
7	특상층 (X5-6/Y1~3)	보 (RG11)	49	51	49	50	48	49	404	400	339	381	0.63	240
			50	51	49	49	50							
			49	50	48	49	48							
			48	51	49	48	50							
8	특상층 (X2-3/Y1~3)	보 (RB1)	52	51	51	50	49	50	417	414	350	394	0.63	248
			50	51	50	49	50							
			49	50	52	49	52							
			50	51	52	48	50							
8	특상층 (X2-3/Y1~3)	보 (RB1)	52	51	49	50	50	50	417	414	350	394	0.63	248
			49	51	49	49	50							
			49	51	52	51	52							
			50	51	48	52	50							



진단명 : 서부장애인종합복지관 구조안전진단(통풍천사원 1동)

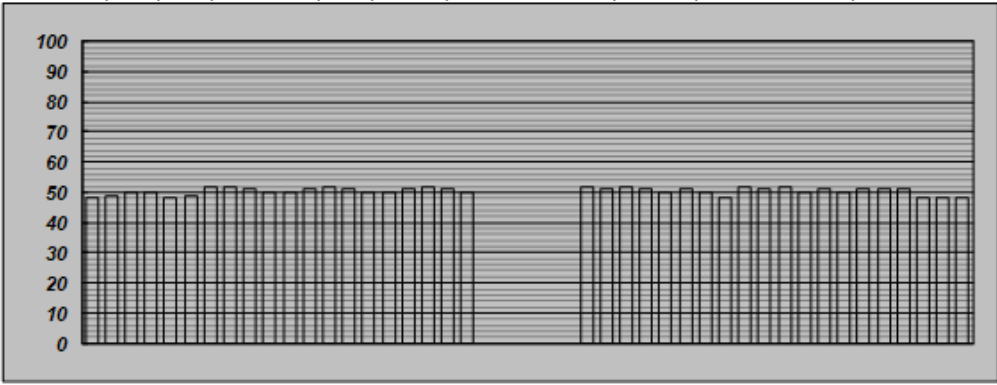
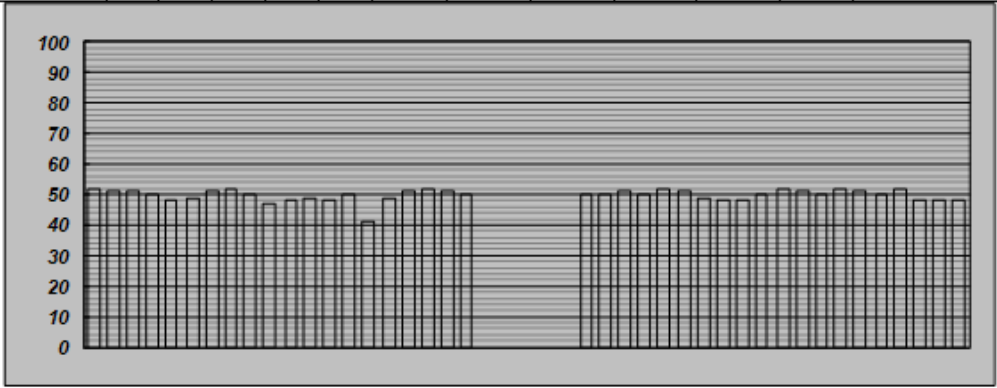
NO	위치	부재	반발경도					평균 반발 경도	환산강도 (kg/cm ²)				재령 계수	재령 계수에 의한 추정 입축 강도 (kg/cm ²)
									방법1	방법2	방법3	평균		
9	특상층 (X4-5/Y3~6)	보 (RB3)	52	51	51	50	48	50	417	414	350	394	0.63	248
			49	51	52	50	47							
			48	49	48	50	41							
			49	51	52	51	50							
	특상층 (X4-5/Y3~6)	보 (RB3)	50	50	51	50	52	50	417	414	350	394	0.63	248
			51	49	48	48	50							
			52	51	50	52	51							
			50	52	48	48	48							
concrete Test hammer record paper														
10	특상층 (X4-5/Y1~3)	SLAB (S1)	48	49	50	50	48	50	417	414	350	394	0.63	248
			49	52	52	51	50							
			50	51	52	51	50							
			50	51	52	51	50							
	특상층 (X4-5/Y1~3)	SLAB (S1)	52	51	52	51	50	50	417	414	350	394	0.63	248
			51	50	48	52	51							
			52	50	51	50	51							
			51	51	48	48	48							
concrete Test hammer record paper														
평균		239.0												

진단명 : 서부장애인종합복지관 구조안전진단(음평천사원 L동)

NO	위치	부재	반발경도					평균 반발 계수	충산강도 (kg/cm ²)				재령 계수	재령 계수에 의한 추정 안락강도
									방법1	방법2	방법3	평균		
1	4층 (X4/Y2)	기둥 (C1)	44	44	46	45	42	44	393	388	330	370	0.63	233
			45	42	47	42	44							
			48	45	42	46	44							
			45	42	48	42	46							
	4층 (X4/Y2)	기둥 (C1)	43	42	42	43	44	43	388	375	320	354	0.63	223
			42	43	42	46	42							
			43	46	42	42	42							
			42	42	42	43	44							
	concrete Test hammer record paper													
2	4층 (X8/Y2)	기둥 (C2)	44	42	44	42	42	44	393	388	330	370	0.63	233
			44	42	44	42	42							
			46	46	42	46	42							
			46	48	46	42	42							
	4층 (X8/Y2)	기둥 (C2)	48	46	44	46	45	46	417	414	350	394	0.63	248
			46	46	48	46	48							
			46	44	42	44	46							
			48	46	46	48	46							
	concrete Test hammer record paper													

진단명 : 서부장애의중합복지관 구조안전진단(음평천사원 L동)

NO	위치	부재	반발경도					평균 반발 계수	충격강도(kg/cm ²)				재령 계수	재령 계수에 의한 추정 안정강도
									방법1	방법2	방법3	평균		
3	특상층 (X5/Y1~2)	보 (RG1)	52	51	48	50	48	49	404	400	339	381	0.63	240
			49	51	52	50	47							
			48	49	48	50	41							
			49	51	52	51	50							
3	특상층 (X5/Y1~2)	보 (RG1)	48	48	48	50	52	48	390	386	328	368	0.63	232
			51	49	48	48	47							
			46	51	46	48	47							
			50	46	48	48	48							
4	특상층 (X3~4/Y2)	보 (RG2)	48	49	46	46	48	49	404	400	339	381	0.63	240
			49	52	52	51	46							
			50	51	52	51	46							
			50	46	52	51	46							
4	특상층 (X3~4/Y2)	보 (RG2)	46	51	52	51	50	50	417	414	350	394	0.63	248
			51	50	48	52	48							
			46	50	51	50	48							
			51	51	48	48	48							



진단명 : 서부장애의중합복지관 구조안전진단(음평천사원 L동)

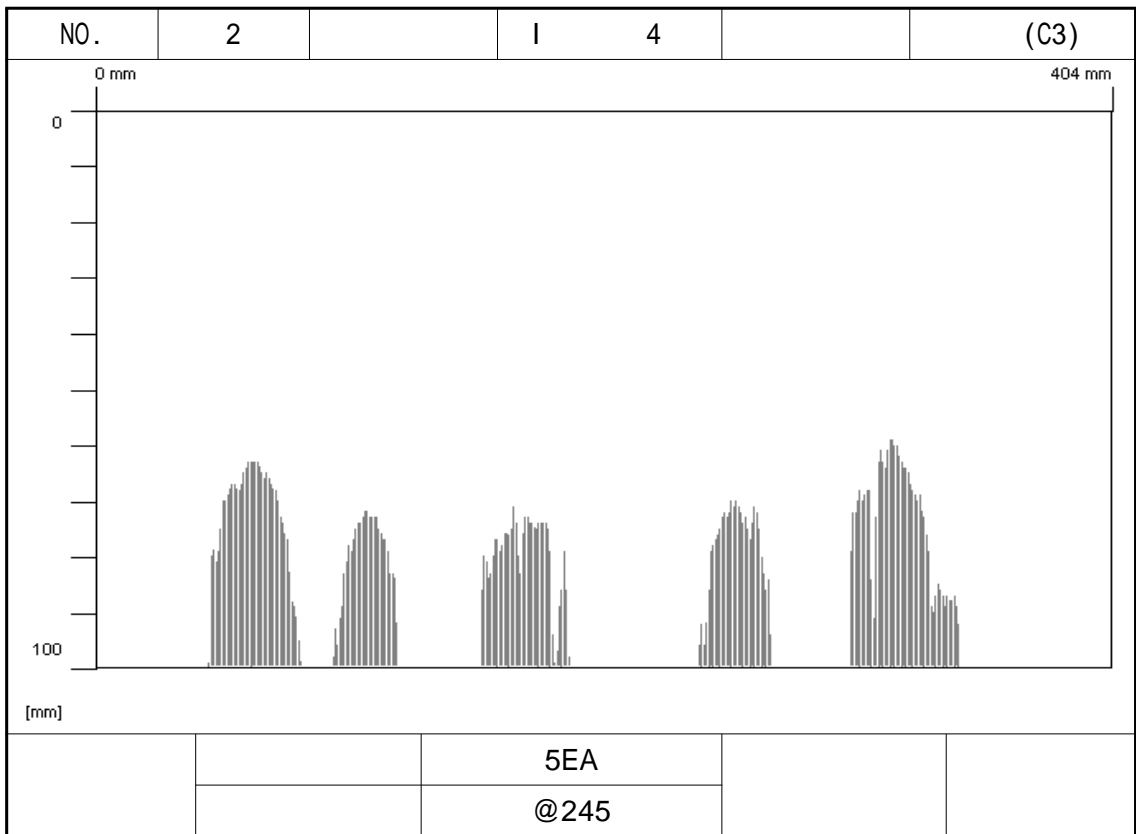
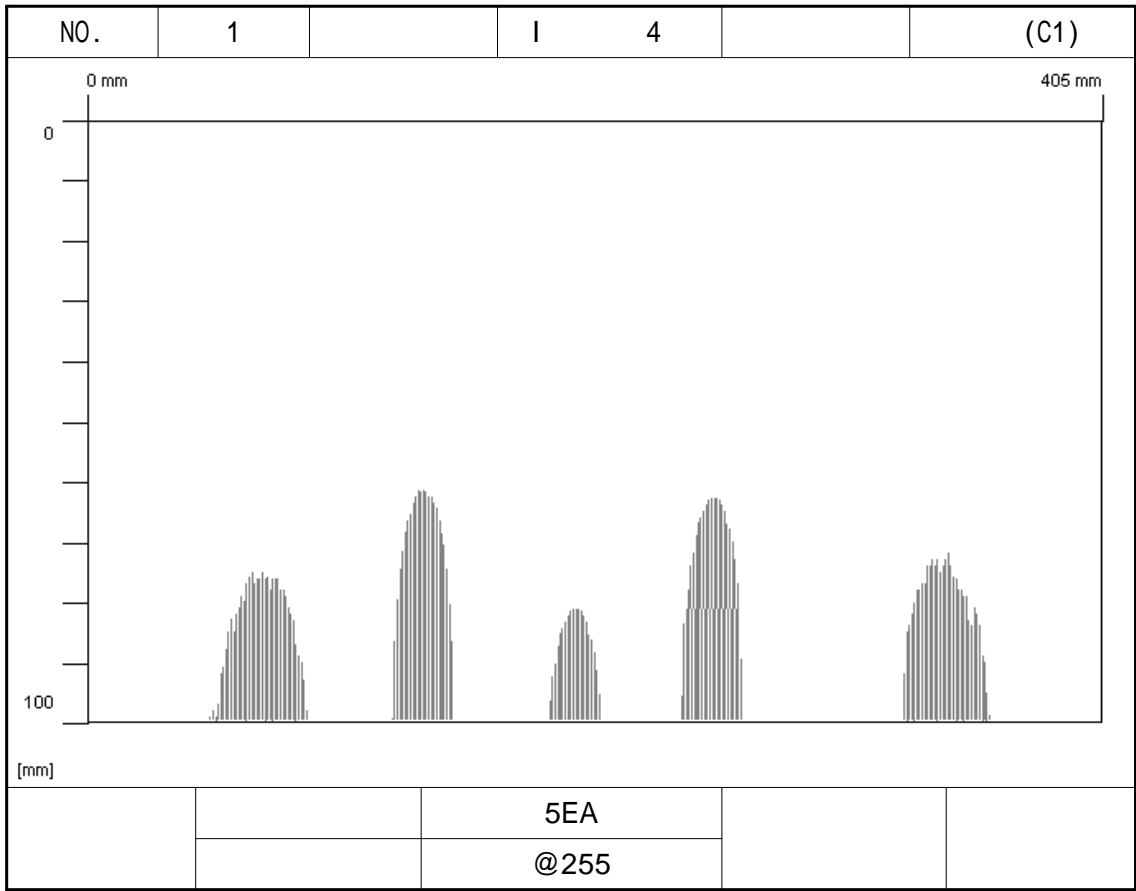
NO	위치	부재	반발경도					평균 반발 계수	충산강도 (kg/cm ²)				재령 계수	재령 계수에 의한 추정 안락도
									방법1	방법2	방법3	평균		
5	특상층 (X4-5/Y2)	보 (RG3)	48	51	49	49	48	49	404	400	339	381	0.63	240
			49	49	52	50	47							
			48	49	48	48	48							
			49	48	50	51	50							
5	특상층 (X4-5/Y2)	보 (RG3)	47	48	47	46	52	48	390	386	328	368	0.63	232
			51	49	48	48	50							
			47	48	50	48	48							
			46	46	48	48	48							
6	특상층 (X4-5/Y1~2)	보 (RB1)	48	49	47	50	48	49	404	400	339	381	0.63	240
			49	52	52	51	47							
			50	50	48	50	50							
			49	51	52	47	47							
6	특상층 (X4-5/Y1~2)	보 (RB1)	49	48	48	49	50	48	390	386	328	368	0.63	232
			49	50	48	48	48							
			48	47	47	50	48							
			47	50	48	48	48							
5	concrete Test hammer record paper													

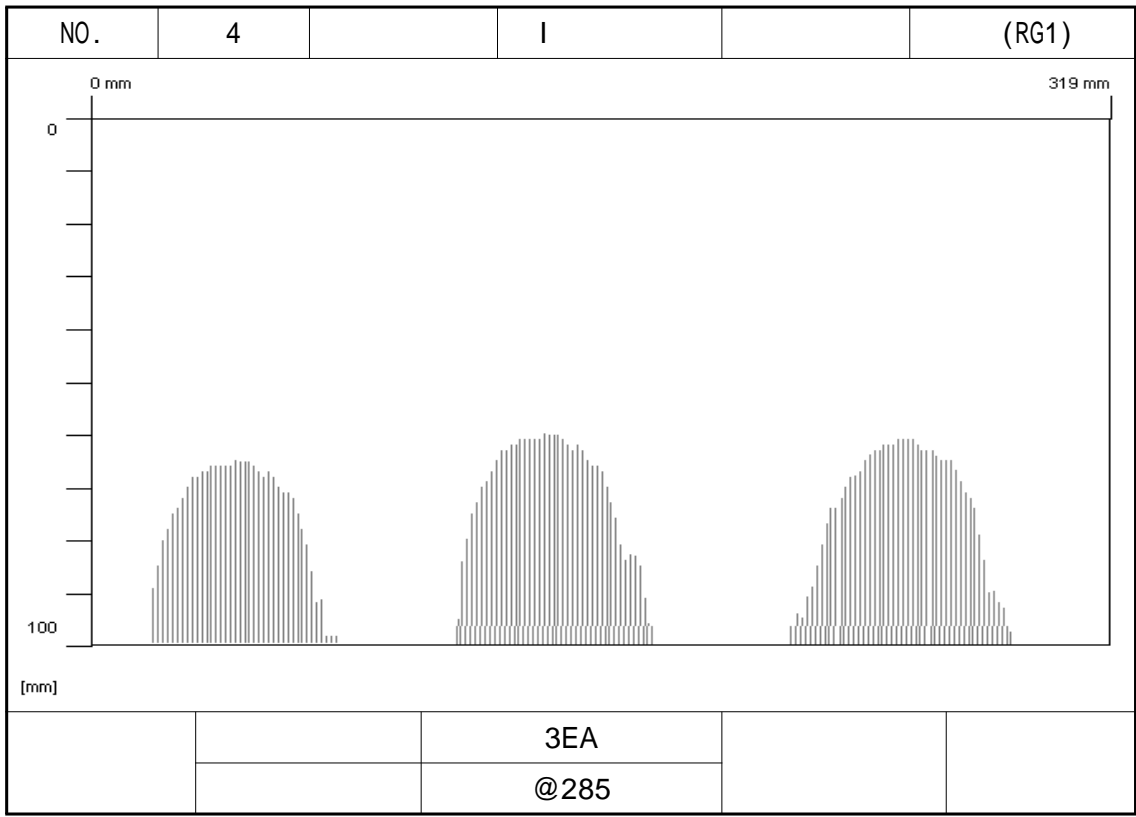
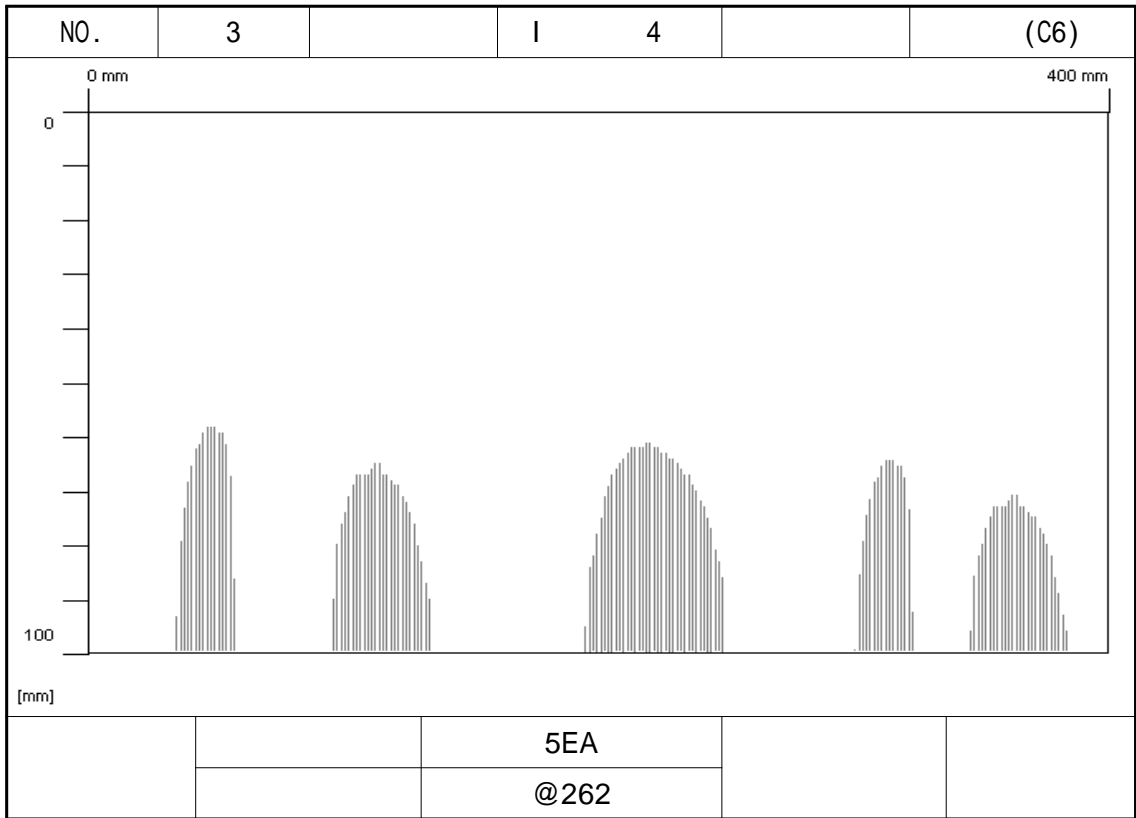
진단명 : 서부장애의중합복지관 구조안전진단(특정현사원 L동)

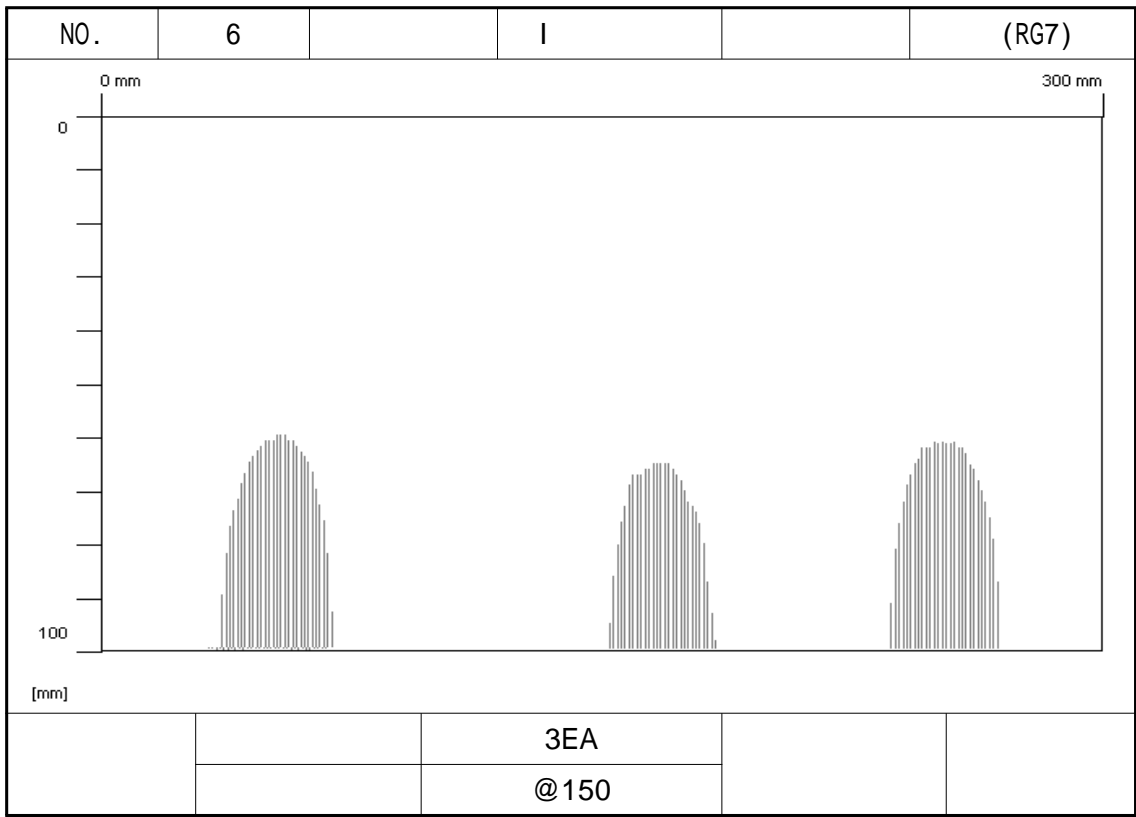
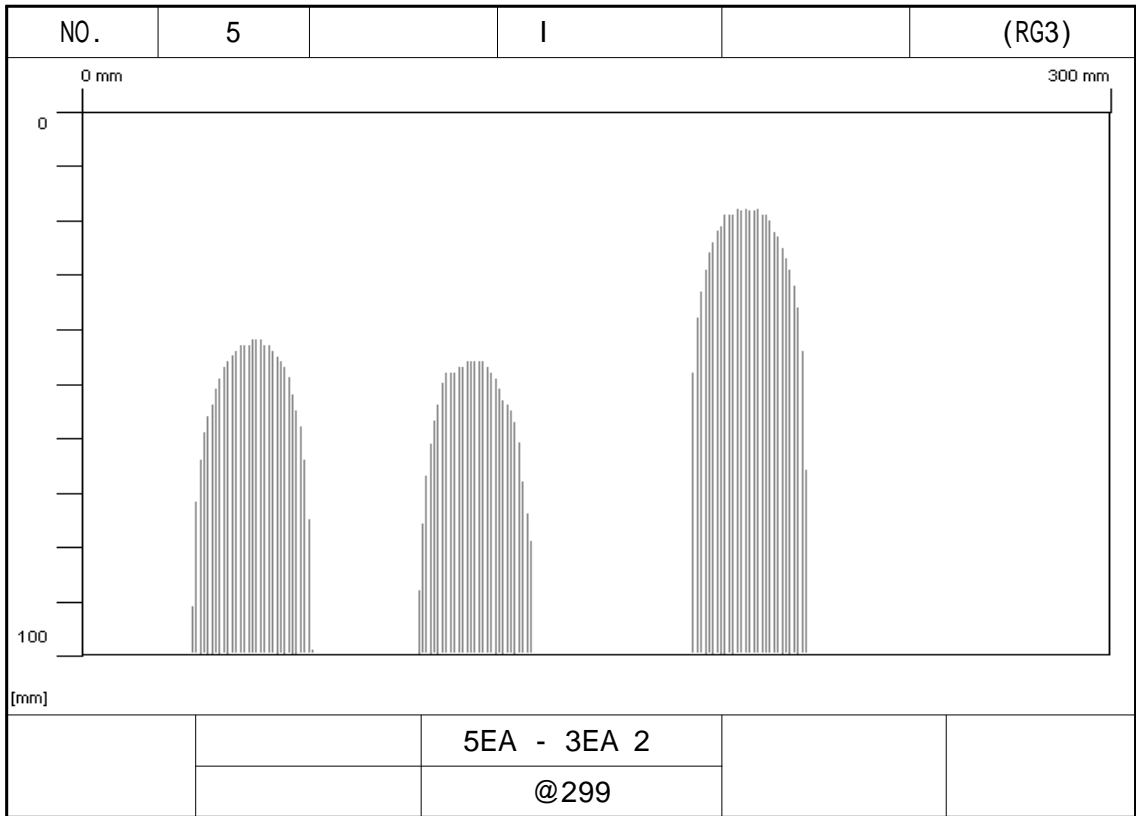
NO	위치	부재	반발경도					평균 반발 계수	충격강도(kg/cm ²)				재령 계수	재령 계수에 의한 추정 안정 강도
									방법1	방법2	방법3	평균		
7	특상층 (X2~3/Y1~2)	보 (RB2)	48	49	48	48	48	48	390	386	328	368	0.63	232
			49	48	48	47	47							
			48	49	48	50	41							
			49	51	52	51	48							
7	특상층 (X2~3/Y1~2)	보 (RB2)	47	48	51	50	48	49	404	400	339	381	0.63	240
			51	49	48	48	50							
			49	51	49	49	51							
			50	52	48	48	48							
7	concrete Test hammer record paper													
8	특상층 (X4~5/Y1~2)	SLAB (S1)	48	49	47	47	48	47	378	371	317	356	0.63	224
			49	47	48	51	46							
			44	46	48	47	49							
			44	48	47	46	46							
8	특상층 (X4~5/Y1~2)	SLAB (S1)	48	49	48	49	47	48	390	386	328	368	0.63	232
			51	48	48	47	48							
			48	48	48	47	51							
			47	47	48	48	48							
8	concrete Test hammer record paper													
평균		231.9												

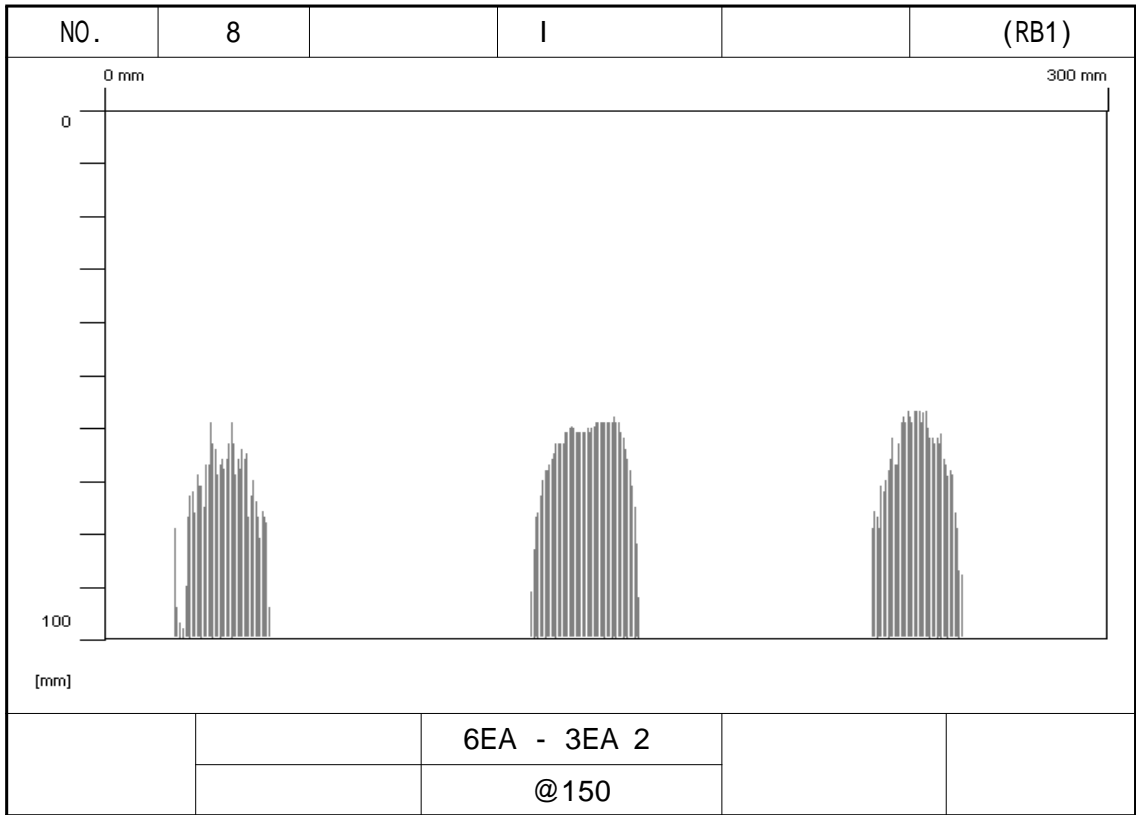
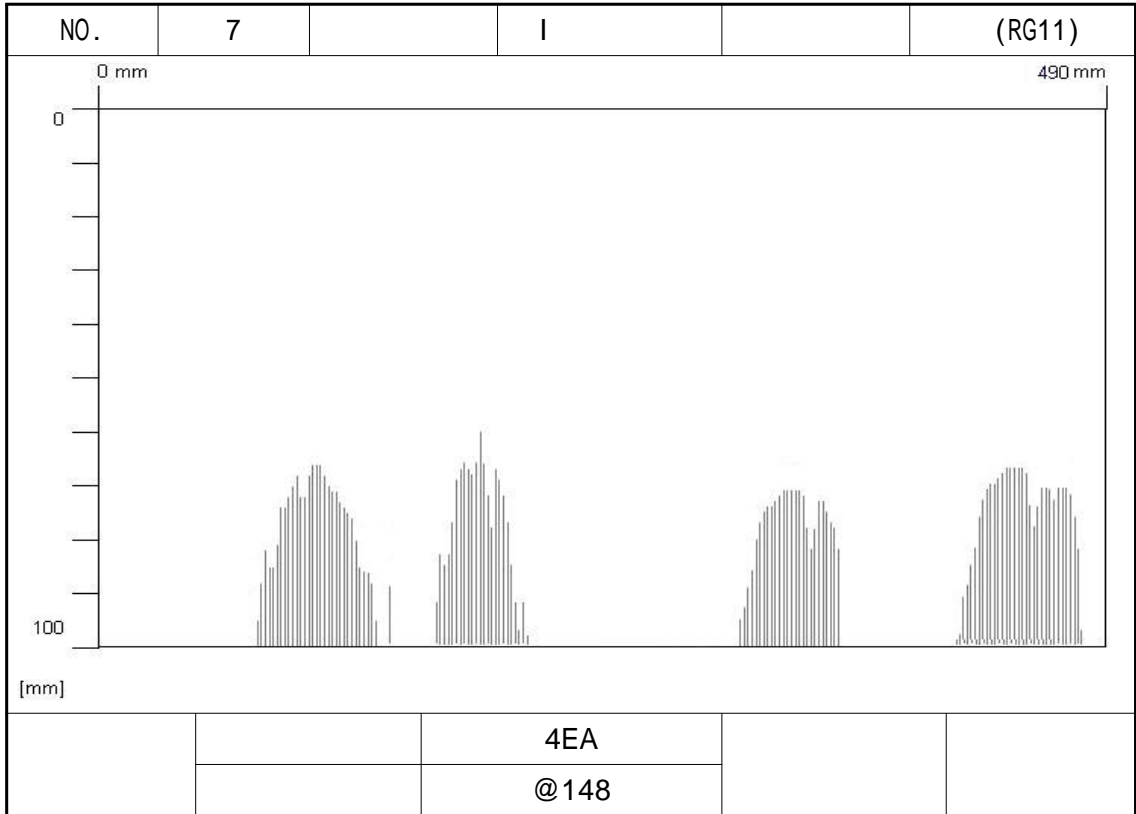
3)

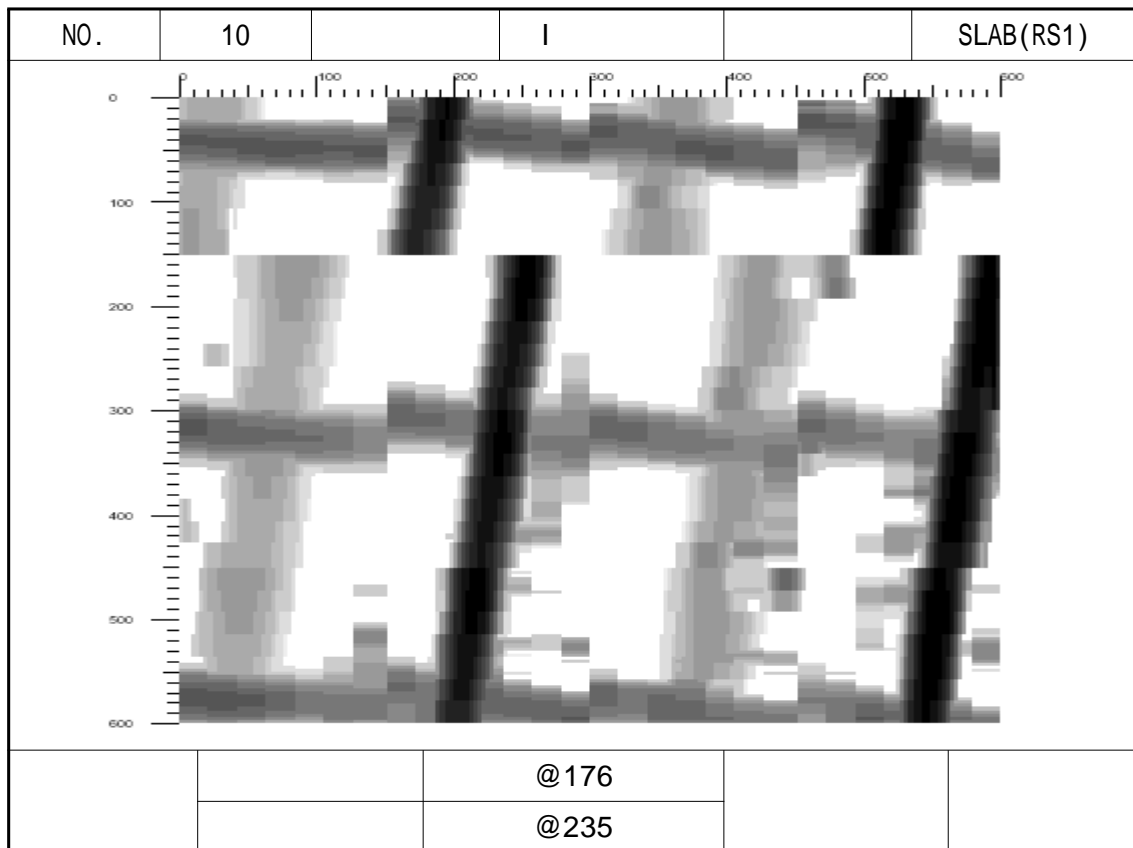
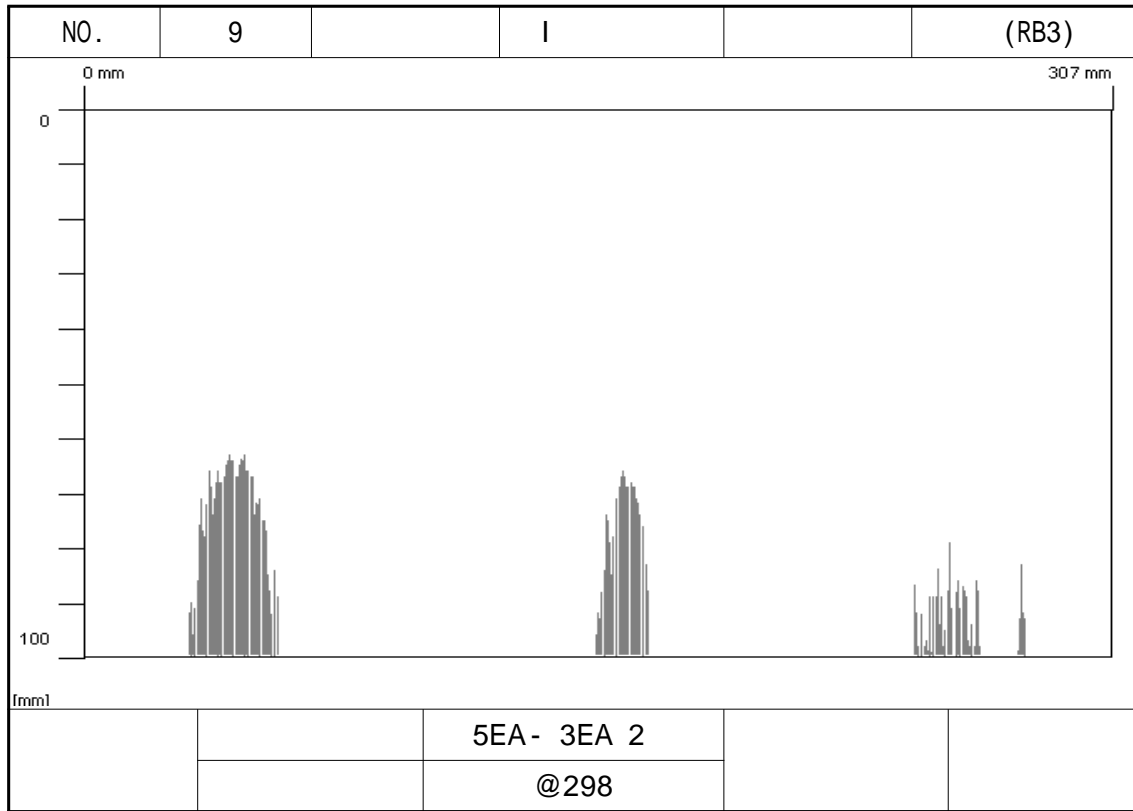


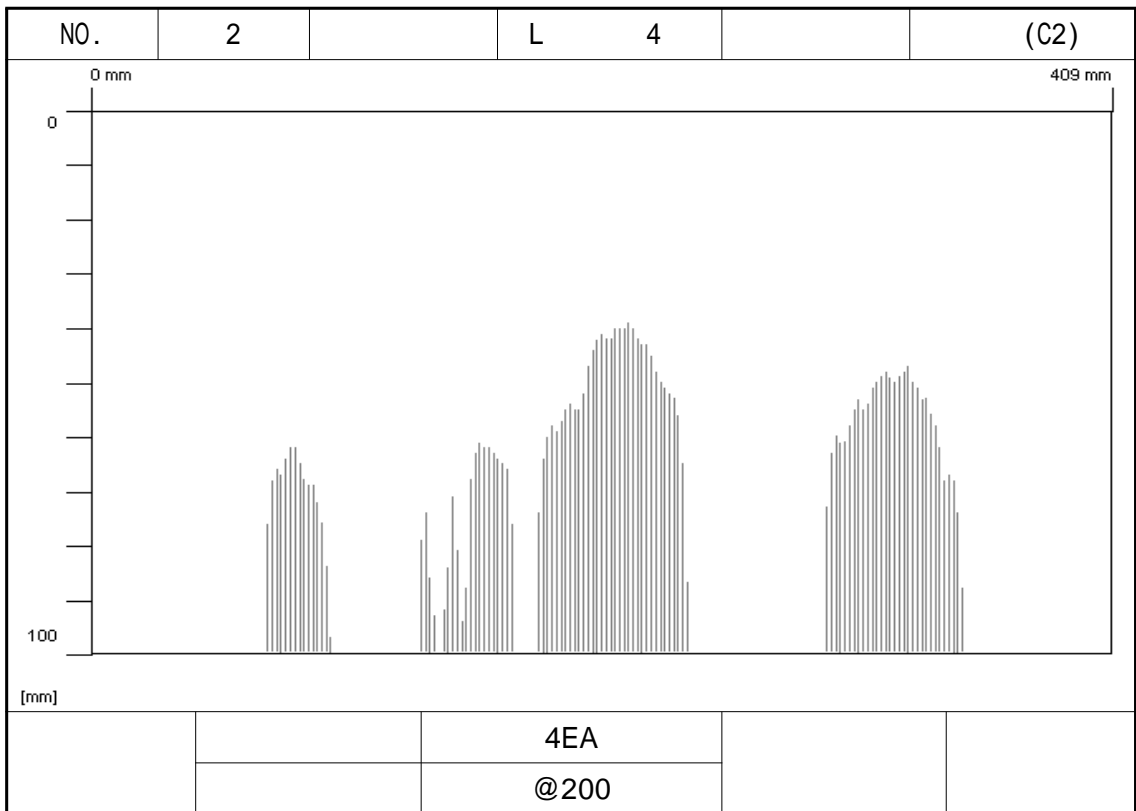
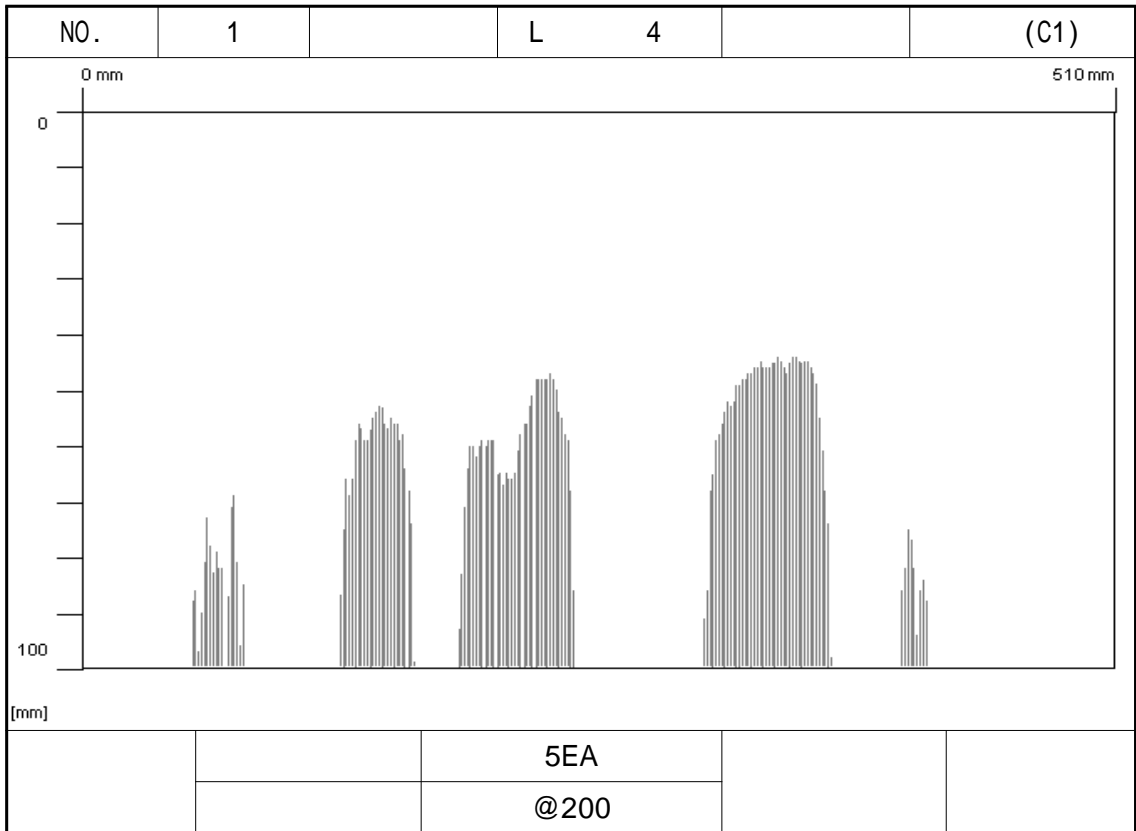


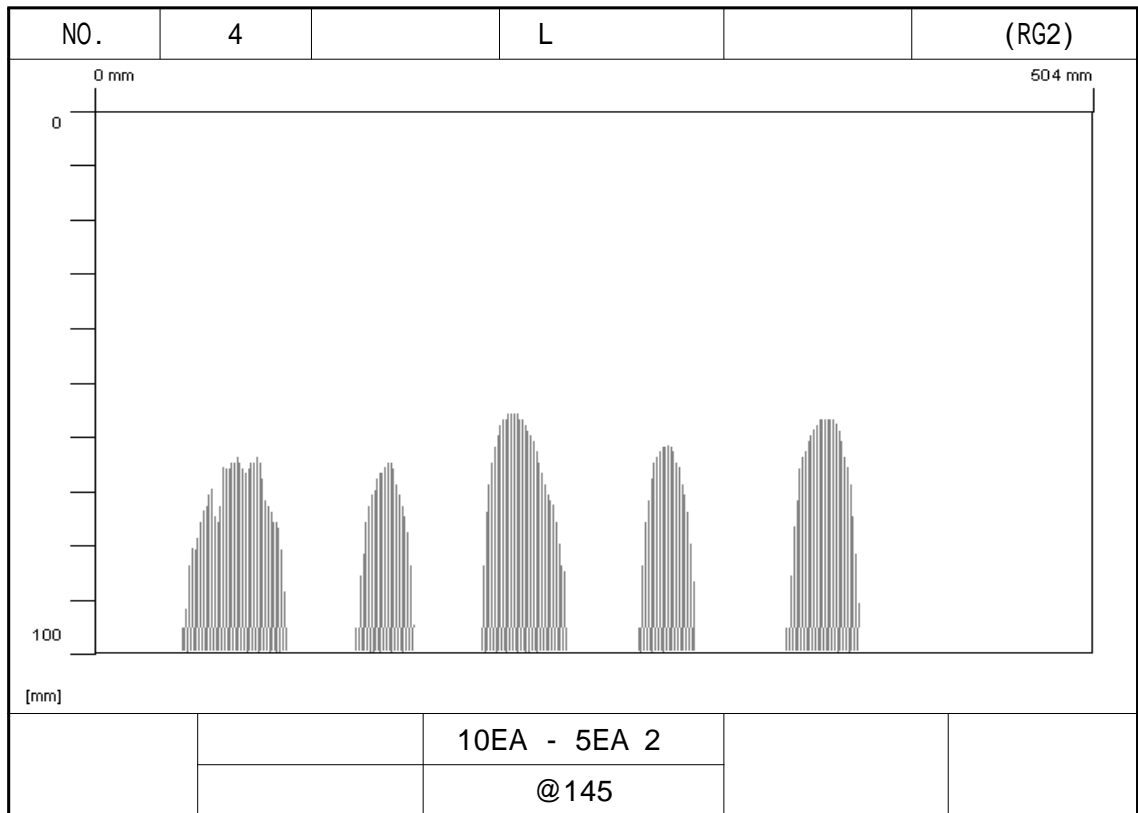
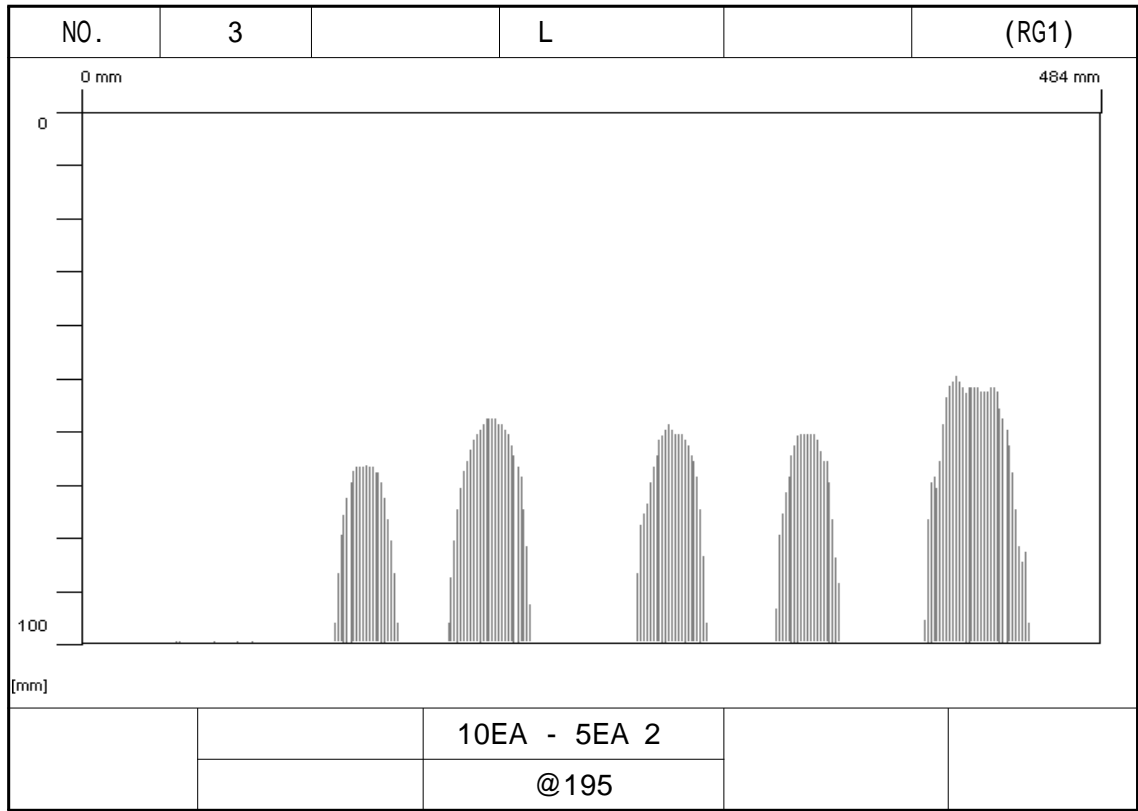


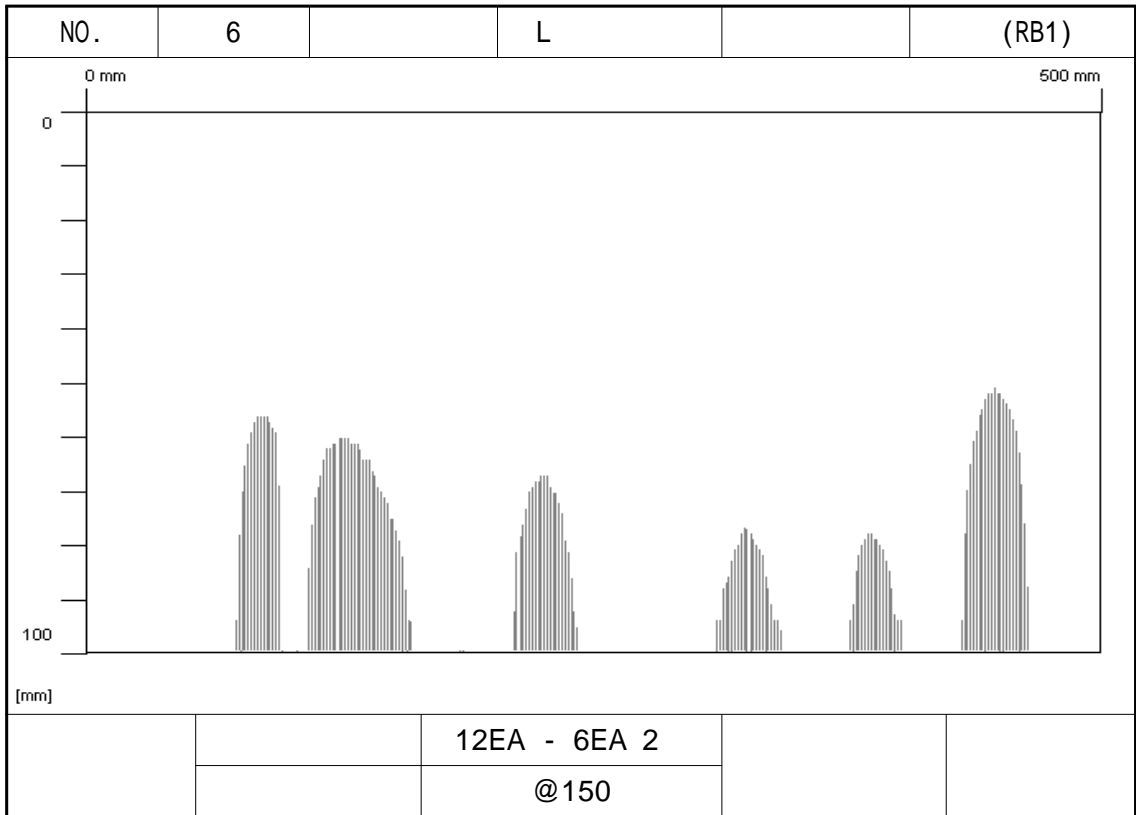
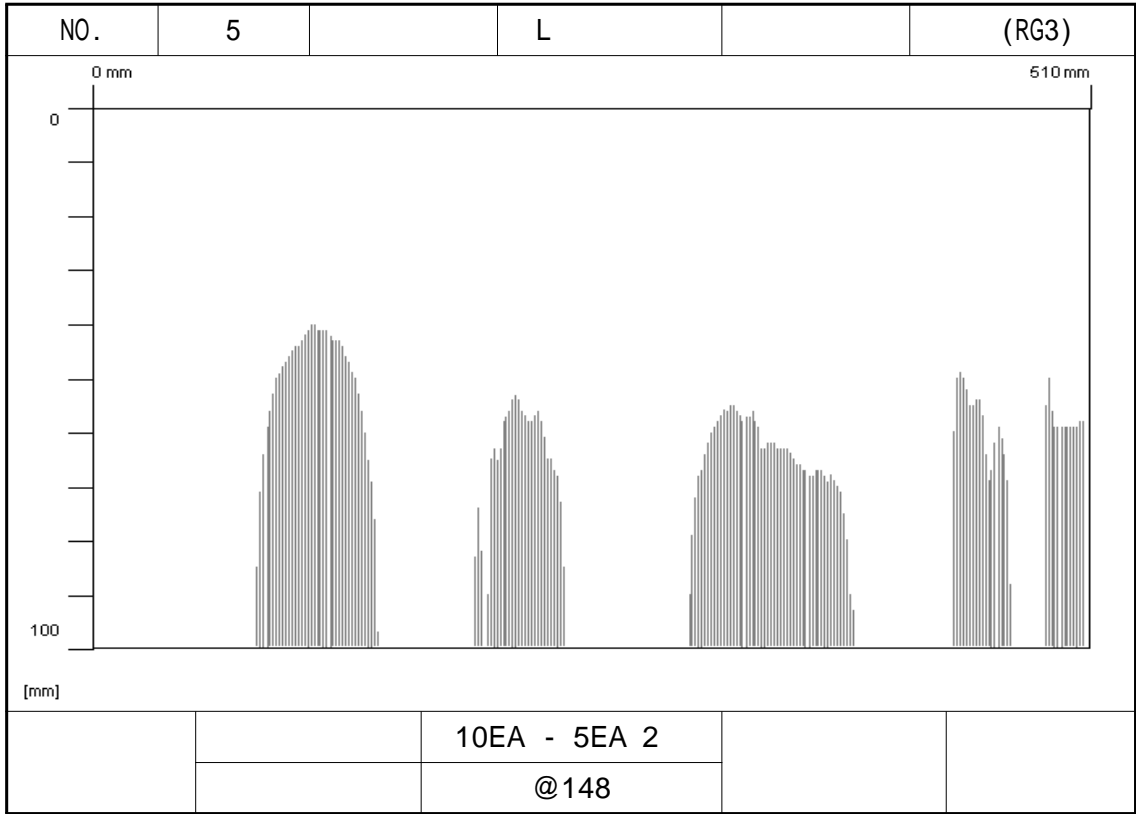


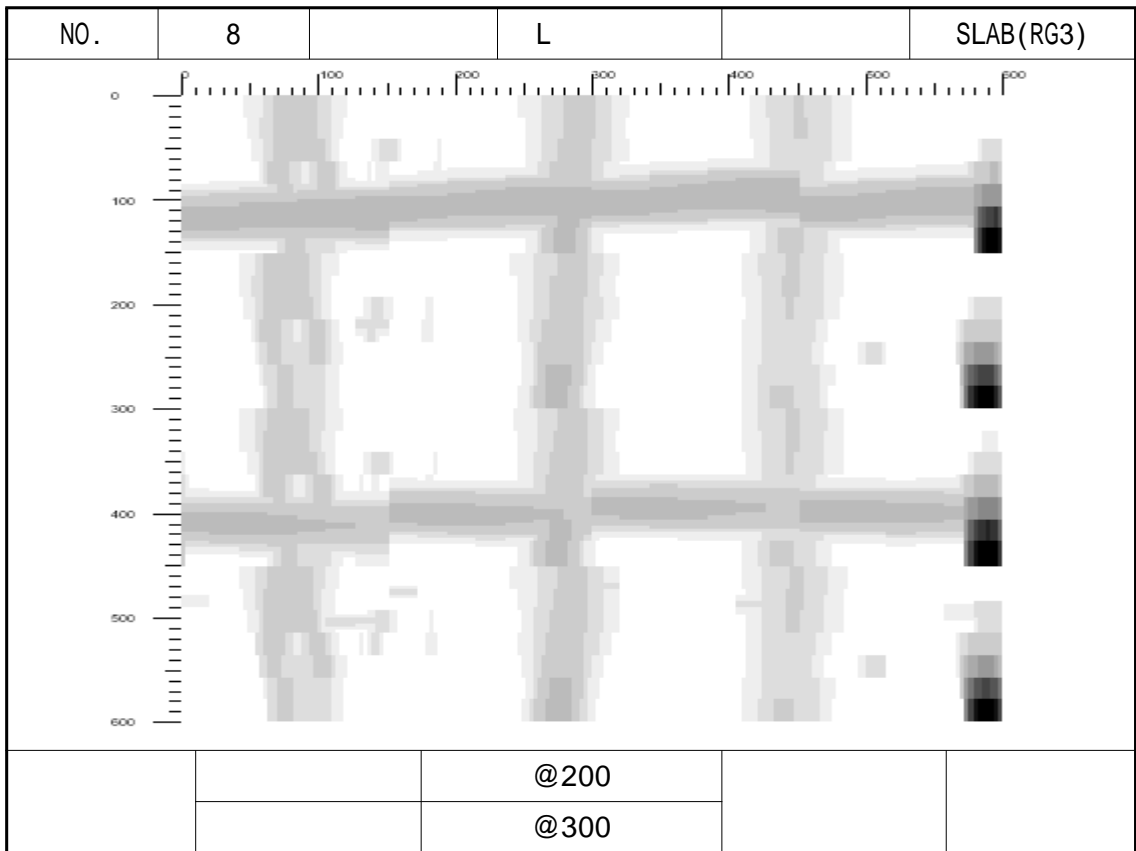
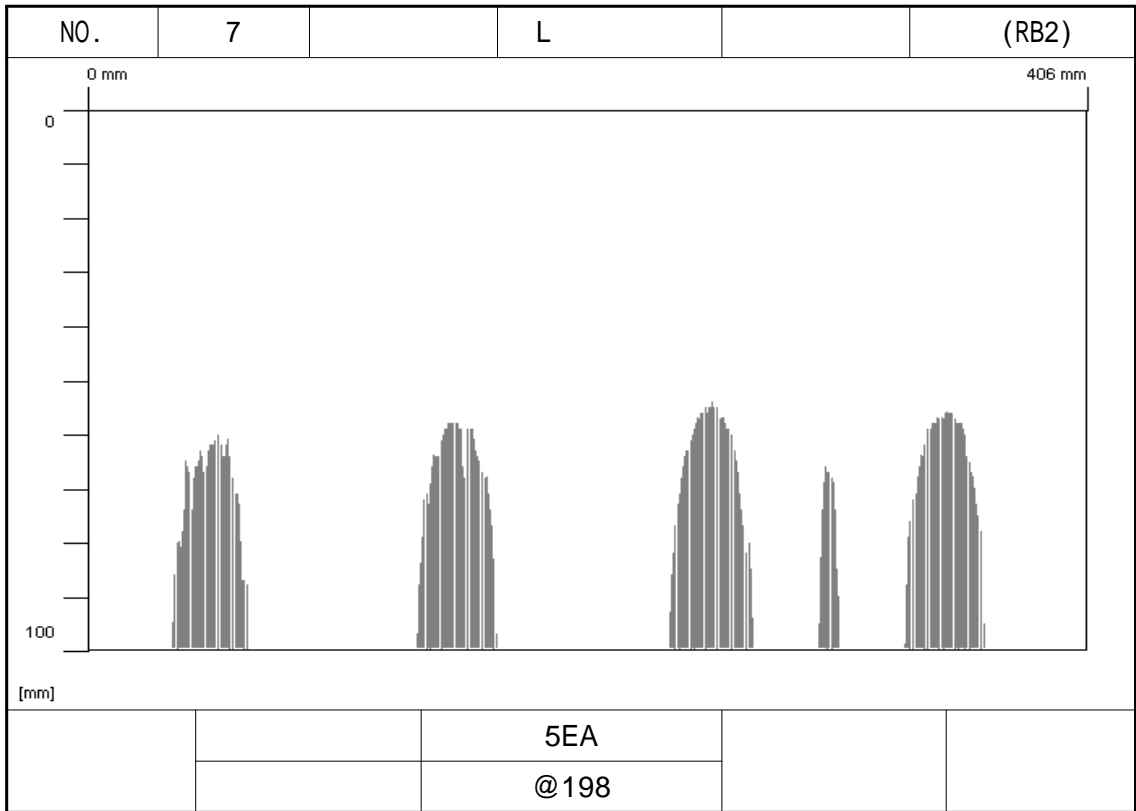












4)

DATA



1. Slab - I

1)

midas Set Slab Design [S1]

Certified by :



Company
Designer

Project Name
File Name

1. Geometry and Materials

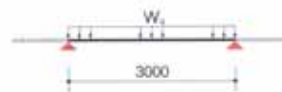
Design Code : KCI-USD99 (Build.)

Material Data : $f_{ck} = 210 \text{ kgf/cm}^2$

$f_y = 3000 \text{ kgf/cm}^2$

Slab Span : L = 3.00 m (Both End Fixed)

Slab Depth : 120 mm ($c_c = 30 \text{ mm}$)



2. Applied Loads

Dead Load : $W_d = 0.75 \text{ tf/m}^2$

Live Load : $W_l = 0.20 \text{ tf/m}^2$

$W_u = 1.4 \cdot W_d + 1.7 \cdot W_l = 1.39 \text{ tf/m}^2$

3. Check Minimum Slab Thk.

$h_{min} = L/28 = 107 \text{ mm}$

$h = h_{min} \cdot (0.43 + f_y/7000) = 92 \text{ mm}$

Thk = 120 > Req'd Thk = 92 mm O.K.

4. Reinforcement

Strength Reduction Factor $\phi = 0.900$

	Short Span			Minimum Ratio ($\omega_s < 0.4$)
	Cont.	Cent.	DisCon	
M_u (tf-m/m)	1.04 ($W_u L^2/12$)	0.78 ($W_u L^2/16$)	0.00	
ρ (%)	0.569	0.421	0.000	0.200
A_{st} (cm ² /m)	4.81	3.56	0.00	2.40
D10	@ 140	@ 200	@ 400	@ 290
D10+D13	@ 200	@ 270	@ 400	@ 400
D13	@ 260	@ 350	@ 400	@ 400
D13+D16	@ 330	@ 400	@ 400	@ 400

5. Check Shear Stresses

Strength Reduction Factor $\phi = 0.850$

$V_u = 2.09 < \phi V_c = 5.51 \text{ tf/m}$ O.K.

2)

midas Set

Slab Design [S1]

Certified by :

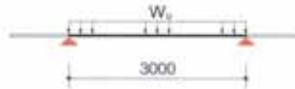


Company
Designer

Project Name
File Name

1. Geometry and Materials

Design Code : KCI-USD99 (Build.)
 Material Data : $f_{ck} = 210 \text{ kgf/cm}^2$
 $f_y = 3000 \text{ kgf/cm}^2$
 Slab Span L : 3.00 m (Both End Fixed)
 Slab Depth : 120 mm ($c_s = 30 \text{ mm}$)



2. Applied Loads

Dead Load : $W_d = 0.65 \text{ tf/m}^2$
 Live Load : $W_l = 0.20 \text{ tf/m}^2$
 $W_u = 1.4 \cdot W_d + 1.7 \cdot W_l = 1.25 \text{ tf/m}^2$

3. Check Minimum Slab Thk.

$h_{min} = L/28 = 107 \text{ mm}$
 $h = h_{min} \cdot (0.43 + f_y/70000) = 92 \text{ mm}$
 Thk = 120 > Req'd Thk = 92 mm O.K.

4. Reinforcement

Strength Reduction Factor $\phi = 0.900$

	Short Span			Minimum Ratio ($\omega_r < 0.4$)
	Cont.	Cent.	DisCon	
M_u (tf-m/m)	0.94 ($W_u L^2/12$)	0.70 ($W_u L^2/16$)	0.00	
ρ (%)	0.509	0.377	0.000	0.200
A_{st} (cm ² /m)	4.30	3.18	0.00	2.40
D10	@ 160	@ 220	@ 400	@ 290
D10+D13	@ 230	@ 310	@ 400	@ 400
D13	@ 290	@ 390	@ 400	@ 400
D13+D16	@ 370	@ 400	@ 400	@ 400

5. Check Shear Stresses


Strength Reduction Factor $\phi = 0.850$
 $V_u = 1.88 < \phi V_c = 5.51 \text{ tf/m}$ O.K.

3)

midas Set

Slab Design [S2]

Certified by :

	Company	Project Name
	Designer	File Name

1. Geometry and Materials

Design Code : KCI-USD99 (Build.)
 Material Data : $f_{ck} = 210 \text{ kgf/cm}^2$
 $f_s = 3000 \text{ kgf/cm}^2$
 Slab Span L : 3.60 m (Both End Fixed)
 Slab Depth : 135 mm ($c_c = 30 \text{ mm}$)



2. Applied Loads

Dead Load : $W_d = 0.50 \text{ tf/m}^2$
 Live Load : $W_l = 0.50 \text{ tf/m}^2$
 $W_u = 1.4 \cdot W_d + 1.7 \cdot W_l = 1.55 \text{ tf/m}^2$

3. Check Minimum Slab Thk.

$h_{min} = L/28 = 129 \text{ mm}$
 $h = h_{min} \cdot (0.43 + f_s/7000) = 110 \text{ mm}$
 Thk = 135 > Req'd Thk = 110 mm O.K.

4. Reinforcement

Strength Reduction Factor $\phi = 0.900$

	Short Span			Minimum Ratio ($\phi_s < 0.4$)
	Cont.	Cent.	DisCon	
M_u (tf-m/m)	1.83 ($W_u L^2/11$)	1.26 ($W_u L^2/16$)	0.00	
ρ (%)	0.729	0.490	0.000	0.200
A_{st} (cm ² /m)	7.25	4.88	0.00	2.70
D10	@ 90	@ 140	@ 400	@ 260
D10+D13	@ 130	@ 200	@ 400	@ 360
D13	@ 170	@ 250	@ 400	@ 400
D13+D16	@ 220	@ 320	@ 400	@ 400

5. Check Shear Stresses

Strength Reduction Factor $\phi = 0.850$
 $V_u = 2.79 < \phi V_c = 6.49 \text{ tf/m}$ O.K.

4) Slab Capacity Table

midas Set

Slab Capacity Table

Certified by : 가야구조엔지니어링(주)



Company
Designer

Project Name
File Name

1. Design Conditions

Design Code : KCI-USD99 (Build.)
 Material Data : $f_{ck} = 210 \text{ kgf/cm}^2$
 : $f_y = 3000 \text{ kgf/cm}^2$
 Concrete Clear Cover : 3 cm

2. Slab Thk : 120 mm

Short Direction Moment

(Unit : tf-m/m)

	@ 100	@ 120	@ 150	@ 180	@ 200	@ 240	@ 300	@ 360
D10	1.53	1.29	1.04	0.88	0.79	0.66	0.53	0.45
D10+D13	2.03	1.73	1.41	1.19	1.07	0.90	0.73	0.61
D13	2.50	2.13	1.75	1.48	1.34	1.13	0.91	0.77
D13+D16	3.04	2.61	2.16	1.84	1.67	1.41	1.15	0.96
D16	3.50	3.04	2.53	2.17	1.98	1.68	1.37	1.15

Long Direction Moment

	@ 100	@ 120	@ 150	@ 180	@ 200	@ 240	@ 300	@ 360
D10	1.31	1.11	0.90	0.76	0.68	0.57	0.46	0.39
D10+D13	1.72	1.46	1.19	1.01	0.91	0.77	0.62	0.52
D13	2.06	1.77	1.46	1.24	1.12	0.95	0.77	0.65
D13+D16	2.44	2.12	1.76	1.51	1.37	1.16	0.95	0.80
D16	> 0.75%	2.40	2.02	1.74	1.59	1.36	1.11	0.94

$\phi V_s = 5.46 \text{ tf/m}$

3. Slab Thk : 135 mm

Short Direction Moment

(Unit : tf-m/m)

	@ 100	@ 120	@ 150	@ 180	@ 200	@ 240	@ 300	@ 360
D10	1.81	1.53	1.24	1.04	0.94	0.78	0.63	0.53
D10+D13	2.44	2.06	1.67	1.41	1.27	1.07	0.86	0.72
D13	3.01	2.56	2.09	1.76	1.60	1.34	1.08	0.91
D13+D16	3.70	3.16	2.60	2.20	2.00	1.69	1.37	1.15
D16	4.31	3.71	3.07	2.61	2.38	2.01	1.63	1.38

Long Direction Moment

	@ 100	@ 120	@ 150	@ 180	@ 200	@ 240	@ 300	@ 360
D10	1.60	1.35	1.09	0.92	0.83	0.70	0.56	0.47
D10+D13	2.12	1.80	1.46	1.23	1.11	0.94	0.76	0.63
D13	2.57	2.20	1.80	1.52	1.38	1.16	0.94	0.79
D13+D16	3.10	2.67	2.20	1.87	1.70	1.44	1.17	0.98
D16	3.54	3.07	2.56	2.19	1.99	1.69	1.38	1.16

$\phi V_s = 6.44 \text{ tf/m}$

2. ()- I

midas Gen RC Beam Strength Checking Result

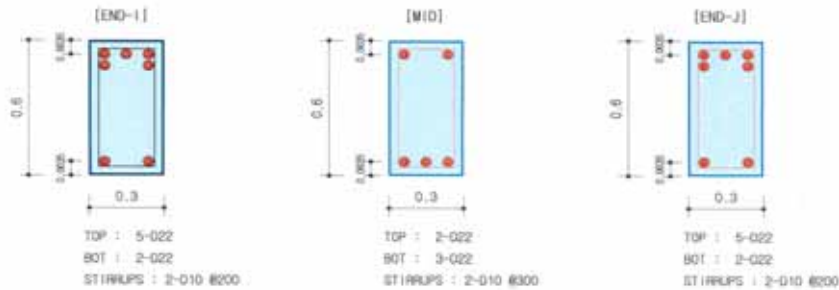
Certified by :

MIDAS	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...樓聆透의擊覽側?중량형1).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 30000 tonf/m²
 Beam Span : 7.8 m
 Section Property : RG1 (No : 5)

2. Section Diagram




3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	20.20	3.87	30.17
Strength (ϕM_n)	32.15	14.04	32.15
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.6284	0.2757	0.9385
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	11.12	19.56	9.84
Strength (ϕM_n)	14.15	20.62	14.15
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.7860	0.9482	0.6952
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0019	0.0008	0.0019
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0008	0.0012	0.0008

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	18.29	11.63	20.64
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	10.14	10.51	10.14
Using Shear Reinf. (A_{sV})	0.0007	0.0005	0.0007
Using Stirrups Spacing	2-010 @200	2-010 @300	2-010 @200
Check Ratio	0.9355	0.6839	1.0556

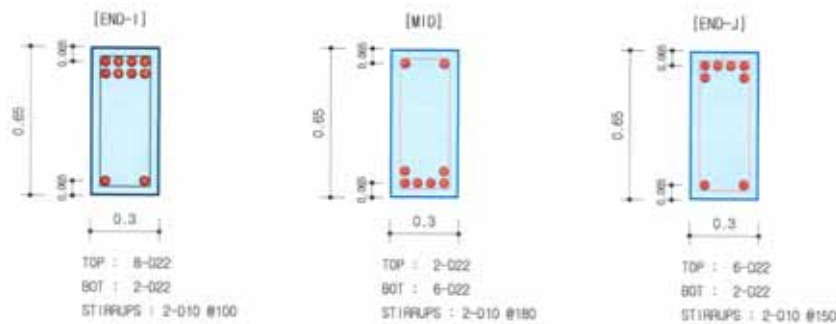
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...콘크리트의학실험(중량형1).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : f_{ck} = 2100, f_y = 40000, f_{ys} = 30000 tonf/m²
 Beam Span : 9 m
 Section Property : RG2 (No : 6)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	29.90	0.00	12.34
Strength (φMn)	53.39	15.50	42.14
Check Ratio (Mu/φMn)	0.5601	0.0000	0.2928
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	3.41	17.45	12.19
Strength (φMn)	15.50	42.14	15.50
Check Ratio (Mu/φMn)	0.2203	0.4140	0.7868
Using Rebar Top (As _{top})	0.0031	0.0008	0.0023
Using Rebar Bot (As _{bot})	0.0008	0.0023	0.0008

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	19.75	10.88	15.71
Shear Strength by Conc. (φVc)	11.00	11.15	11.15
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0014	0.0008	0.0010
Using Stirrups Spacing	2-010 @100	2-010 @180	2-010 @150
Check Ratio	0.6286	0.4804	0.6296

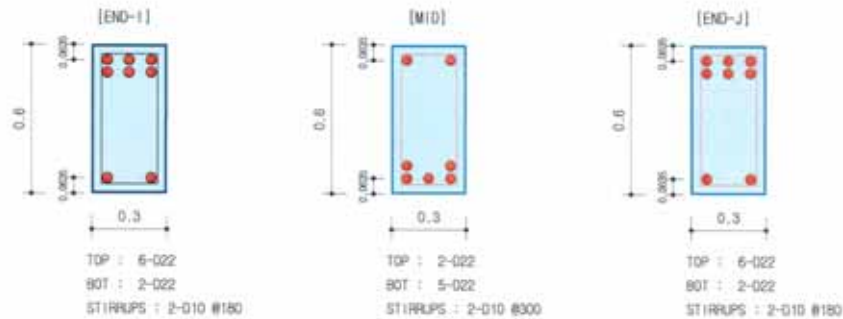
Certified by :

MIDAS	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...樓聆透의擊望側?중당형1).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 30000 tonf/m²
 Beam Span : 9 m
 Section Property : RG3 (No : 7)

2. Section Diagram




3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	28.25	0.00	12.53
Strength (φMn)	37.51	14.15	37.51
Check Ratio (Mu/φMn)	0.7532	0.0000	0.3342
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	0.45	12.63	8.31
Strength (φMn)	14.15	32.15	14.15
Check Ratio (Mu/φMn)	0.0316	0.3929	0.5871
Using Rebar Top (As_top)	0.0023	0.0008	0.0023
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0008	0.0019	0.0008

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	16.42	9.08	12.93
Shear Strength by Conc. (φVc)	10.05	10.14	10.05
Using Shear Reinf. (Asv)	0.0008	0.0005	0.0008
Using Stirrups Spacing	2-010 @180	2-010 @300	2-010 @180
Check Ratio	0.8046	0.5535	0.6335

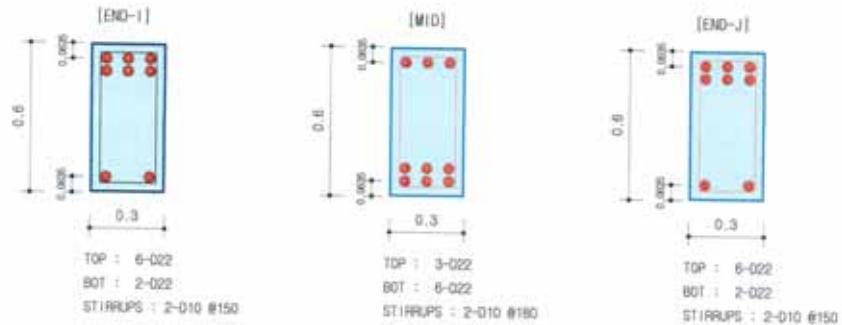
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...續聯活익擊窓側?중량형1).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 30000 tonf/m²
 Beam Span : 10.2 m
 Section Property : RG4 (No : 15)

2. Section Diagram




3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	37.31	0.46	30.07
Strength (ϕ Mn)	37.51	20.48	37.51
Check Ratio (Mu/ ϕ Mn)	0.9946	0.0225	0.8018
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	9.31	23.29	1.57
Strength (ϕ Mn)	14.15	37.74	14.15
Check Ratio (Mu/ ϕ Mn)	0.6581	0.6171	0.1110
Using Rebar Top (As_top)	0.0023	0.0012	0.0023
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0008	0.0023	0.0008

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	22.42	15.98	18.99
Shear Strength by Conc. (ϕ Vc)	10.05	10.05	10.05
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0010	0.0008	0.0010
Using Stirrups Spacing	2-010 @150	2-010 @180	2-010 @150
Check Ratio	0.9973	0.7830	0.8447

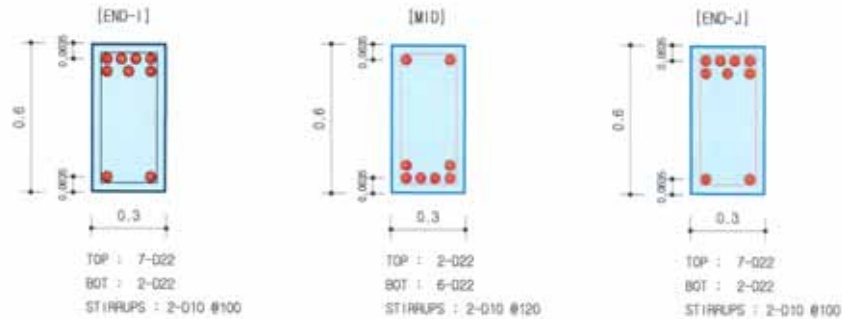
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W... 蟻聯透의擊亂例(중량형1).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 30000 tonf/m²
 Beam Span : 6.18456 m
 Section Property : RG5 (No : 8)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	28.96	2.13	35.26
Strength (ϕM_n)	43.26	14.15	43.26
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.6694	0.1503	0.8381
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	10.63	35.16	2.64
Strength (ϕM_n)	14.15	38.21	14.15
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.7512	0.9202	0.1863
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0027	0.0008	0.0027
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0008	0.0023	0.0008

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	21.79	26.45	27.27
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	10.11	10.20	10.11
Using Shear Reinf. (A_{sV})	0.0014	0.0012	0.0014
Using Stirrups Spacing	2-D10 @100	2-D10 @120	2-D10 @100
Check Ratio	0.7542	1.0179	0.9438

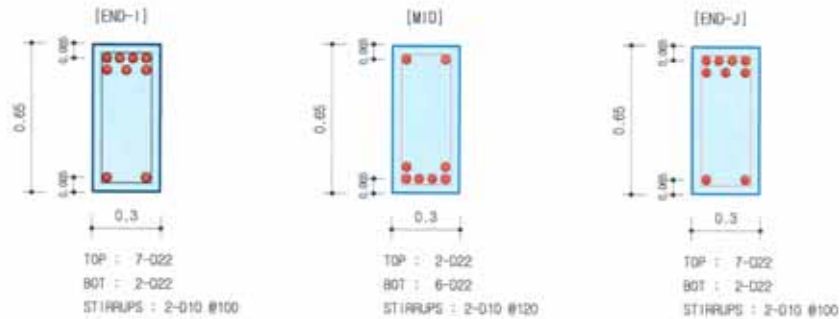
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...경희대학원생(정량형1).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 30000 tonf/m²
 Beam Span : 6 m
 Section Property : RG6 (No : 9)

2. Section Diagram




3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	41.36	0.18	23.33
Strength (φMn)	47.99	15.50	47.99
Check Ratio (Mu/φMn)	0.8619	0.0116	0.4861
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	0.00	26.09	2.12
Strength (φMn)	15.50	42.14	15.50
Check Ratio (Mu/φMn)	0.0000	0.6193	0.1369
Using Rebar Top (As_top)	0.0027	0.0008	0.0027
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0008	0.0023	0.0008

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	27.97	26.98	17.46
Shear Strength by Conc. (φVc)	11.06	11.15	11.06
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0014	0.0012	0.0014
Using Stirrups Spacing	2-010 @100	2-010 @120	2-010 @100
Check Ratio	0.8848	0.9499	0.5523

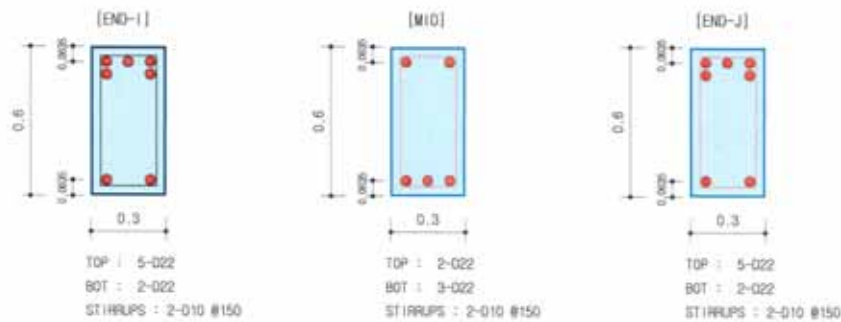
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...續聯通的擊圖例(중량형1).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 30000 tonf/m²
 Beam Span : 6 m
 Section Property : RG7 (No : 10)

2. Section Diagram




3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	35.04	8.04	34.84
Strength (φMn)	32.15	14.04	32.15
Check Ratio (Mu/φMn)	1.0899	0.5725	1.0836
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	6.77	25.31	12.18
Strength (φMn)	14.15	20.62	14.15
Check Ratio (Mu/φMn)	0.4787	1.2274	0.8610
Using Rebar Top (As_top)	0.0019	0.0008	0.0019
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0008	0.0012	0.0008

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	23.96	23.94	24.74
Shear Strength by Conc. (φVc)	10.14	10.51	10.14
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0010	0.0010	0.0010
Using Stirrups Spacing	2-010 @150	2-010 @150	2-010 @150
Check Ratio	1.0561	1.0177	1.0905

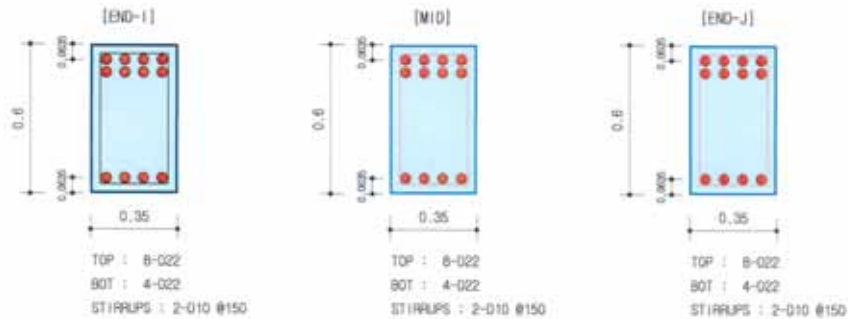
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...壤聯透의擊覽側(중장형1).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 30000 tonf/m²
 Beam Span : 4.125 m
 Section Property : RG11 (No : 13)

2. Section Diagram




3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	10.96	7.02	14.93
Strength (ϕM_n)	50.14	50.14	50.14
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.2186	0.1400	0.2978
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	2.95	2.95	0.67
Strength (ϕM_n)	27.11	27.11	27.11
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.1088	0.1088	0.0248
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0031	0.0031	0.0031
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0015	0.0015	0.0015

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	7.81	8.64	10.65
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	11.72	11.72	11.72
Using Shear Reinf. (A_{sV})	0.0010	0.0010	0.0010
Using Stirrups Spacing	2-Ø10 @150	2-Ø10 @150	2-Ø10 @150
Check Ratio	0.3233	0.3576	0.4408

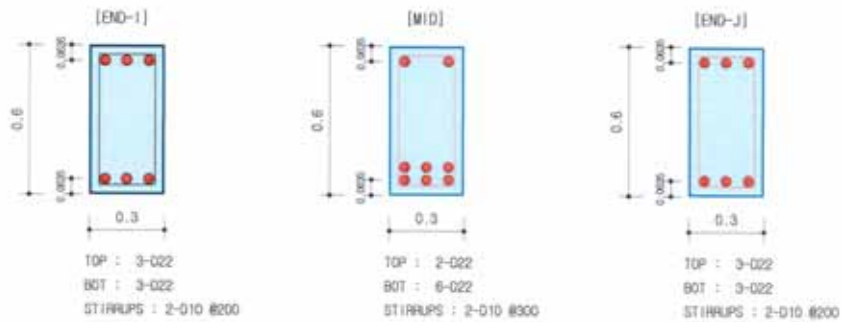
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...壤聆孟의孛뒵뒵(중량형1).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : $f_{ck} = 2100$, $f_y = 40000$, $f_{ys} = 30000$ tonf/m²
 Beam Span : 7.8 m
 Section Property : RB1 (No : 1)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	6.39	0.00	19.04
Strength (ϕM_n)	20.62	14.15	20.62
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.3097	0.0000	0.9237
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	19.78	27.79	17.65
Strength (ϕM_n)	20.62	37.51	20.62
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.9596	0.7410	0.8561
Using Rebar Top ($A_{s,top}$)	0.0012	0.0008	0.0012
Using Rebar Bot ($A_{s,bot}$)	0.0012	0.0023	0.0012

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	18.07	10.80	19.63
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	10.51	10.05	10.51
Using Shear Reinf. (A_sV)	0.0007	0.0005	0.0007
Using Stirrups Spacing	2-D10 @200	2-D10 @300	2-D10 @200
Check Ratio	0.8919	0.6640	0.9688

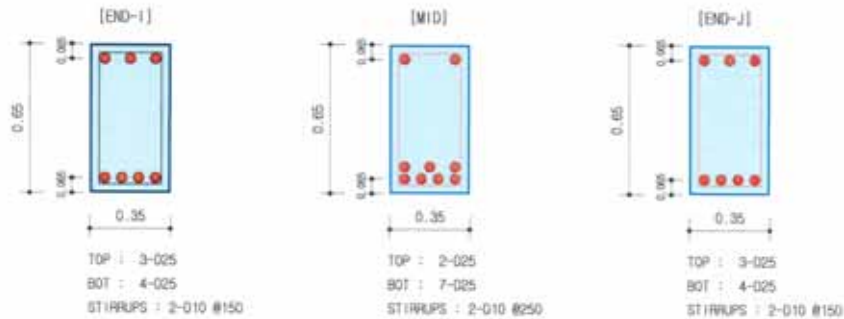
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...讓聆适의擊말例?중랑형1).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-USD99
 Unit System : tonf, m
 Material Data : $f_{ck} = 2100$, $f_y = 40000$, $f_{ys} = 30000$ tonf/m²
 Beam Span : 9 m
 Section Property : RB2 (No : 2)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	23.97	0.00	6.59
Strength (ϕM_n)	29.56	20.16	29.56
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.8110	0.0000	0.2231
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	12.77	27.91	21.46
Strength (ϕM_n)	38.69	61.84	38.69
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.3301	0.4514	0.5546
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0015	0.0010	0.0015
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0020	0.0035	0.0020

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	21.86	11.93	17.86
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	13.37	12.87	13.37
Using Shear Reinf. (A_{sV})	0.0010	0.0006	0.0010
Using Stirrups Spacing	2-010 @150	2-010 @250	2-010 @150
Check Ratio	0.7932	0.5660	0.6483

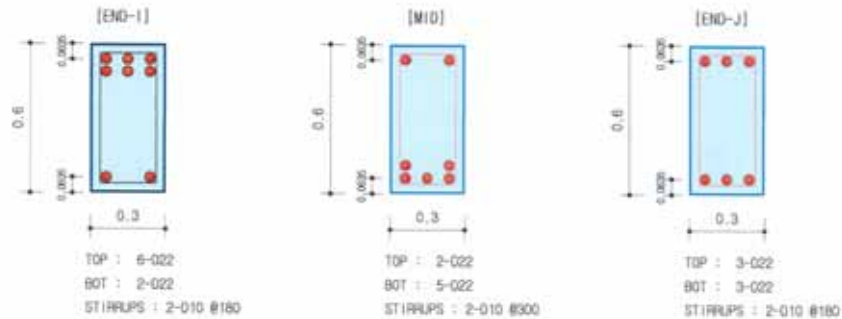
Certified by :

MIDAS	Company	Project Title	
	Author	File Name	E:\W... 續聯活의擊置例?중량형1).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : $f_{ck} = 2100$, $f_y = 40000$, $f_{ys} = 30000$ tonf/m²
 Beam Span : 9 m
 Section Property : RB3 (No : 3)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	28.34	5.92	9.95
Strength (ϕM_n)	37.51	14.15	20.62
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.7555	0.4182	0.4825
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	4.97	19.71	14.62
Strength (ϕM_n)	14.15	32.15	20.62
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.3512	0.6130	0.7090
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0023	0.0008	0.0012
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0008	0.0019	0.0012


4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	20.40	11.28	15.47
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	10.05	10.14	10.51
Using Shear Reinf. (A_{sV})	0.0008	0.0005	0.0008
Using Stirrups Spacing	2-010 #180	2-010 #300	2-010 #180
Check Ratio	0.9996	0.6871	0.7244

3. () - I

midas Gen RC Beam Strength Checking Result

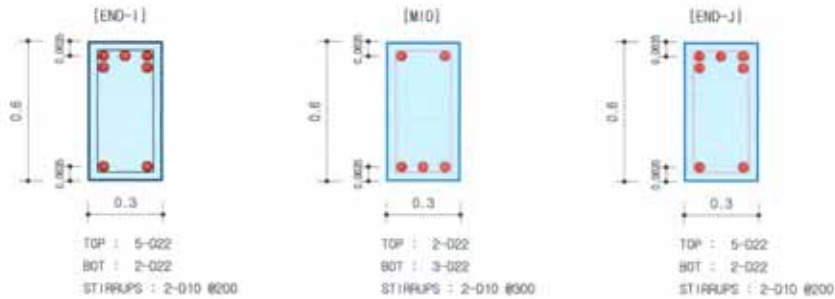
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...장애인종합복지관(순환형).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : $f_{ck} = 2100$, $f_y = 40000$, $f_{ys} = 30000$ tonf/m²
 Beam Span : 7.8 m
 Section Property : RG1 (No : 5)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	18.43	3.54	28.59
Strength (ϕM_n)	32.15	14.04	32.15
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.5731	0.2521	0.8893
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	10.12	17.79	8.90
Strength (ϕM_n)	14.15	20.62	14.15
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.7152	0.8626	0.6294
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0019	0.0008	0.0019
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0008	0.0012	0.0008

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (V_u)	16.67	10.80	18.97
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	10.14	10.51	10.14
Using Shear Reinf. (A_{sV})	0.0007	0.0005	0.0007
Using Stirrups Spacing	2-D10 @200	2-D10 @300	2-D10 @200
Check Ratio	0.8527	0.6350	0.9701

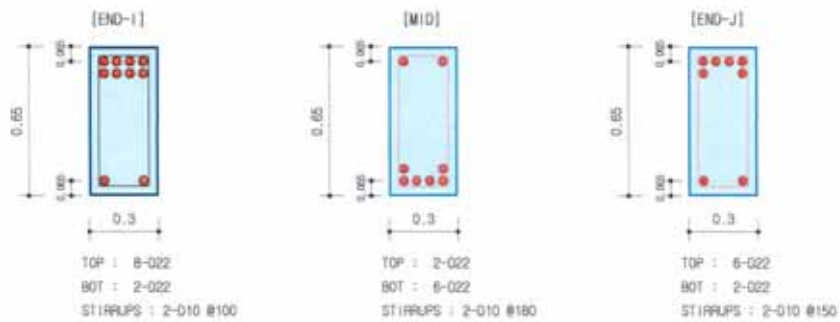
Certified by :

MIDAS	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...장애인종합복지관(혼합형).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 30000 tonf/m²
 Beam Span : 9 m
 Section Property : PG2 (No : 6)

2. Section Diagram




3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	28.99	0.00	12.60
Strength (ϕM_n)	53.39	15.50	42.14
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.5429	0.0000	0.2990
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	4.03	17.77	12.23
Strength (ϕM_n)	15.50	42.14	15.50
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.2603	0.4218	0.7889
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0031	0.0008	0.0023
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0008	0.0023	0.0008

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	19.61	10.75	15.85
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	11.00	11.15	11.15
Using Shear Reinf. ($A_s V$)	0.0014	0.0008	0.0010
Using Stirrups Spacing	2-D10 @100	2-D10 @180	2-D10 @150
Check Ratio	0.6243	0.4745	0.6350

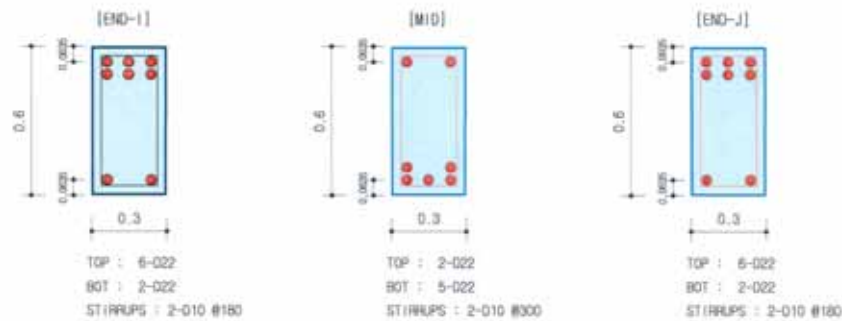
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...장애인증합복지관(총합형).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 30000 tonf/m²
 Beam Span : 9 m
 Section Property : RG3 (No : 7)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	27.46	0.00	12.78
Strength (φMn)	37.51	14.15	37.51
Check Ratio (Mu/φMn)	0.7321	0.0000	0.3408
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	0.98	12.90	8.32
Strength (φMn)	14.15	32.15	14.15
Check Ratio (Mu/φMn)	0.0691	0.4013	0.5878
Using Rebar Top (As_top)	0.0023	0.0008	0.0023
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0008	0.0019	0.0008

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	16.31	8.97	13.05
Shear Strength by Conc. (φVc)	10.05	10.14	10.05
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0008	0.0005	0.0008
Using Stirrups Spacing	2-010 @180	2-010 @300	2-010 @180
Check Ratio	0.7990	0.5464	0.6392

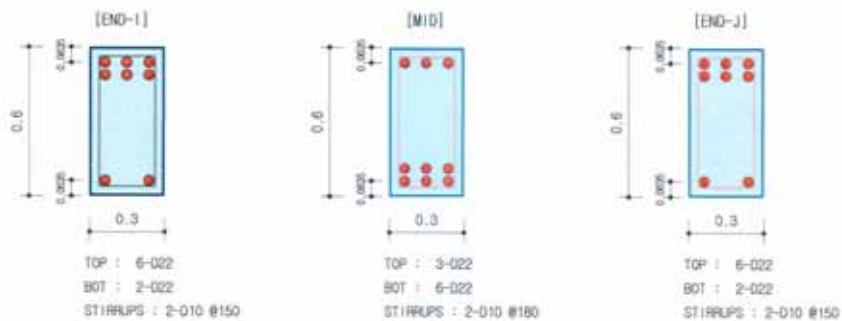
Certified by :

MIDAS	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...장애인증합복지관(혼합형).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : $f_{ck} = 2100$, $f_y = 40000$, $f_{ys} = 30000$ tonf/m²
 Beam Span : 10.2 m
 Section Property : RG4 (No : 15)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	34.97	0.69	27.89
Strength (ϕM_n)	37.51	20.48	37.51
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.9323	0.0335	0.7437
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	8.53	21.94	1.45
Strength (ϕM_n)	14.15	37.74	14.15
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.6028	0.5814	0.1022
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0023	0.0012	0.0023
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0008	0.0023	0.0008

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	21.18	15.05	17.44
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	10.05	10.05	10.05
Using Shear Reinf. (A_sV)	0.0010	0.0008	0.0010
Using Stirrups Spacing	2-010 @150	2-010 @180	2-010 @150
Check Ratio	0.9418	0.7373	0.7757

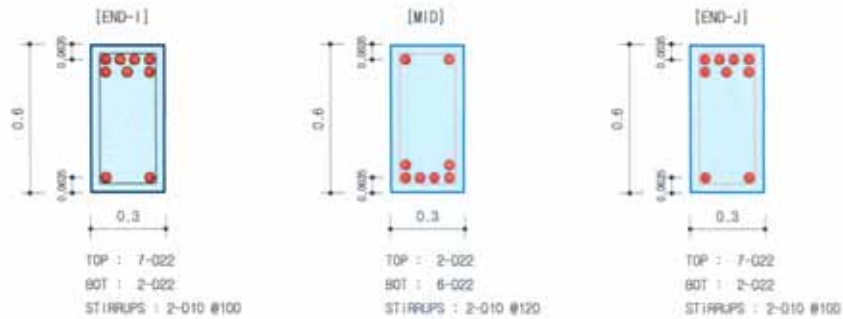
Certified by :

MIDAS	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...장애인증합복지관(혼합형).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-USD99
 Unit System : tonf, m
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 30000 tonf/m²
 Beam Span : 6.18466 m
 Section Property : PG5 (No : 8)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	27.55	2.12	35.32
Strength (ϕM_n)	43.26	14.15	43.26
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.6368	0.1496	0.8165
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	10.42	34.43	2.67
Strength (ϕM_n)	14.15	38.21	14.15
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.7364	0.9009	0.1890
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0027	0.0008	0.0027
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0008	0.0023	0.0008

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	20.84	25.83	26.65
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	10.11	10.20	10.11
Using Shear Reinf. (A_{sV})	0.0014	0.0012	0.0014
Using Stirrups Spacing	2-010 @100	2-010 @120	2-010 @100
Check Ratio	0.7212	0.9941	0.9224

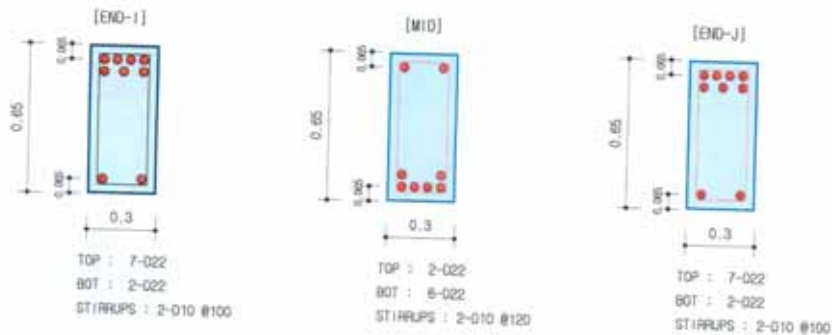
Certified by :

MIDAS	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...장애인종합복지관(혼합형).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 30000 tonf/m²
 Beam Span : 6 m
 Section Property : RG6 (No : 9)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	40.15	0.25	22.04
Strength (ϕM_n)	47.99	15.50	47.99
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.8366	0.0170	0.4592
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	0.00	24.82	2.13
Strength (ϕM_n)	15.50	42.14	15.50
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.0000	0.5890	0.1373
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0027	0.0008	0.0027
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0008	0.0023	0.0008

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	27.10	26.12	16.60
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	11.06	11.15	11.06
Using Shear Reinf. (A_{sV})	0.0014	0.0012	0.0014
Using Stirrups Spacing	2-D10 @100	2-D10 @120	2-D10 @100
Check Ratio	0.8574	0.9194	0.5252

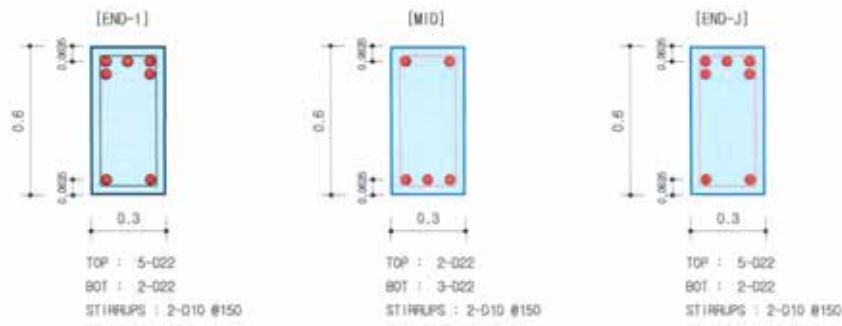
Certified by :

MIDAS	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...장애인증합복지관(혼합형).mgb

1. Design Information

Member Number : 38
 Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : $f_{ck} = 2100$, $f_y = 40000$, $f_{ys} = 30000$ tonf/m²
 Beam Span : 6 m
 Section Property : RG7 (No : 10)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	23.04	0.00	1.39
Strength (ϕM_n)	32.15	14.04	32.15
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.7167	0.0000	0.0432
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	0.58	23.19	11.20
Strength (ϕM_n)	14.15	20.62	14.15
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.0410	1.1244	0.7917
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0019	0.0008	0.0019
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0008	0.0012	0.0008

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	22.02	20.97	11.82
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	10.14	10.51	10.51
Using Shear Reinf. (A_s/V)	0.0010	0.0010	0.0010
Using Stirrups Spacing	2-010 @150	2-010 @150	2-010 @150
Check Ratio	0.9706	0.8917	0.5025

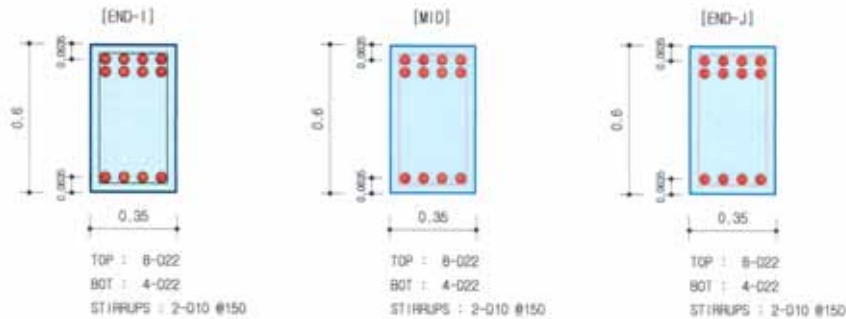
Certified by :

MIDAS	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...장애안종합복지관(총합형).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 30000 tonf/m²
 Beam Span : 4.125 m
 Section Property : RG11 (No : 13)

2. Section Diagram




3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	9.97	6.37	13.58
Strength (ϕM_n)	50.14	50.14	50.14
Check Ratio (Mu / ϕM_n)	0.1989	0.1270	0.2709
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	2.69	2.69	0.63
Strength (ϕM_n)	27.11	27.11	27.11
Check Ratio (Mu / ϕM_n)	0.0994	0.0994	0.0231
Using Rebar Top (As_top)	0.0031	0.0031	0.0031
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0015	0.0015	0.0015

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	7.17	7.87	9.75
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	11.72	11.72	11.72
Using Shear Reint. (AsV)	0.0010	0.0010	0.0010
Using Stirrups Spacing	2-Ø10 @150	2-Ø10 @150	2-Ø10 @150
Check Ratio	0.2966	0.3258	0.4035

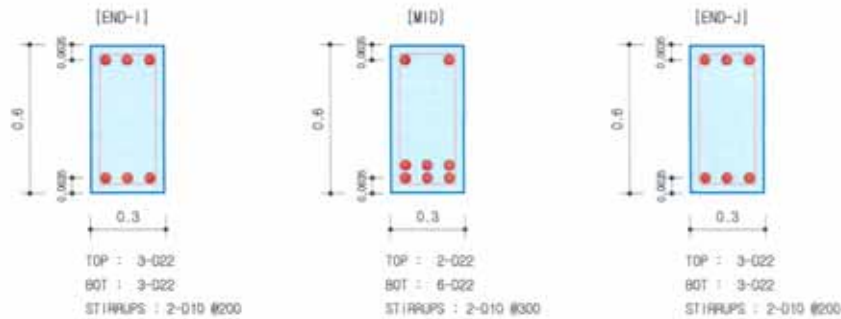
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...장애인종합복지관(혼합형).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : $f_{ck} = 2100$, $f_y = 40000$, $f_{ys} = 30000$ tonf/m²
 Beam Span : 7.8 m
 Section Property : RB1 (No : 1)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	5.83	0.00	18.31
Strength (ϕM_n)	20.62	14.15	20.62
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.2826	0.0000	0.8881
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	18.01	25.29	16.01
Strength (ϕM_n)	20.62	37.51	20.62
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.8736	0.6742	0.7764
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0012	0.0008	0.0012
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0012	0.0023	0.0012

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	16.47	9.99	18.05
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	10.51	10.05	10.51
Using Shear Reinf. (A_{sv})	0.0007	0.0005	0.0007
Using Stirrups Spacing	2-010 @200	2-010 @300	2-010 @200
Check Ratio	0.8127	0.6142	0.8905

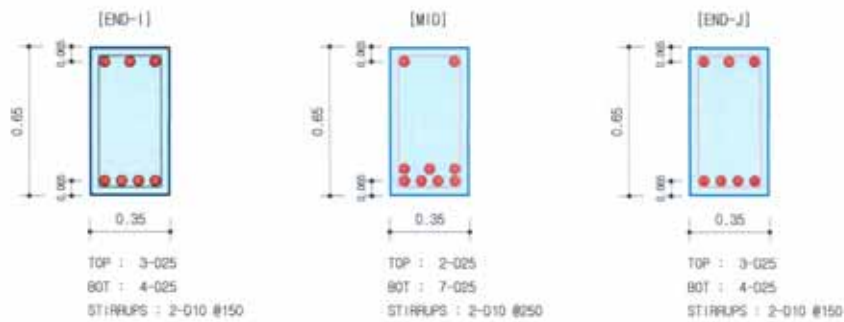
Certified by :

MIDAS	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...장애인증합복사관(혼합형).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-USD99
 Unit System : tonf, m
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 30000 tonf/m²
 Beam Span : 9 m
 Section Property : RB2 (No : 2)

2. Section Diagram




3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	22.89	0.00	6.68
Strength (ϕMn)	29.56	20.16	29.56
Check Ratio ($Mu/\phi Mn$)	0.7744	0.0000	0.2259
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	13.56	28.41	21.67
Strength (ϕMn)	38.69	61.84	38.69
Check Ratio ($Mu/\phi Mn$)	0.3505	0.4595	0.5600
Using Rebar Top (As_{top})	0.0015	0.0010	0.0015
Using Rebar Bot (As_{bot})	0.0020	0.0035	0.0020

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	21.72	11.79	18.00
Shear Strength by Conc. (ϕVc)	13.37	12.87	13.37
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0010	0.0006	0.0010
Using Stirrups Spacing	2-010 @150	2-010 @250	2-010 @150
Check Ratio	0.7884	0.5597	0.6531

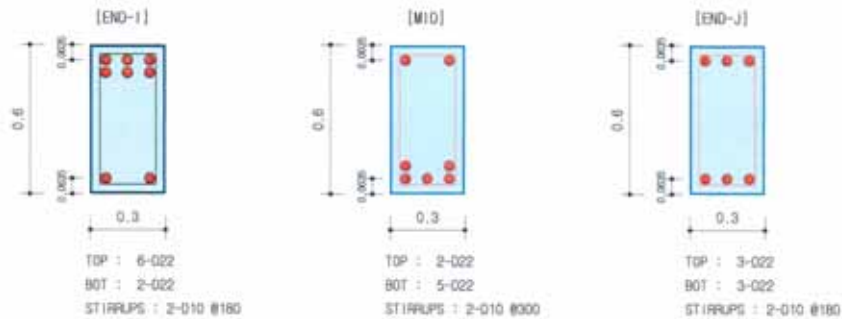
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...장애인증합복지관(혼합형).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US099
 Unit System : tonf, m
 Material Data : $f_{ck} = 2100$, $f_y = 40000$, $f_{ys} = 30000$ tonf/m²
 Beam Span : 9 m
 Section Property : RB3 (No : 3)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	27.74	5.44	10.03
Strength (ϕM_n)	37.51	14.15	20.62
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.7397	0.3846	0.4863
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	5.40	19.87	14.74
Strength (ϕM_n)	14.15	32.15	20.62
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.3814	0.6179	0.7150
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0023	0.0008	0.0012
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0008	0.0019	0.0012

4. Shear Capacity

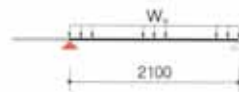
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	20.33	11.20	15.54
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	10.05	10.14	10.51
Using Shear Reinf. (A_{sV})	0.0008	0.0005	0.0008
Using Stirrups Spacing	2-D10 @180	2-D10 @300	2-D10 @180
Check Ratio	0.9958	0.6824	0.7281

4. L
1) Slab

midas Set		Slab Design [S3]	
Certified by :			
	Company	Project Name	
	Designer	File Name	

1. Geometry and Materials

Design Code : KCI-USD99 (Build.)
 Material Data : $f_{ck} = 210 \text{ kgf/cm}^2$
 $f_y = 4000 \text{ kgf/cm}^2$
 Slab Span L : 2.10 m (Left Fixed & Right Hinged)
 Slab Depth : 130 mm ($c_c = 30 \text{ mm}$)



2. Applied Loads

Dead Load : $W_d = 0.90 \text{ tf/m}^2$
 Live Load : $W_l = 0.20 \text{ tf/m}^2$
 $W_u = 1.4 \cdot W_d + 1.7 \cdot W_l = 1.60 \text{ tf/m}^2$

3. Check Minimum Slab Thk.

$h_{min} = L/24 = 88 \text{ mm}$
 Thk = 130 > Req'd Thk = 88 mm O.K.

4. Reinforcement

Strength Reduction Factor $\phi = 0.900$

	Short Span			Minimum Ratio ($\phi_s < 0.4$)
	Cont.	Cent.	DisCon	
M_u (tf-m/m)	0.78 ($W_u L^2/9$)	0.50 ($W_u L^2/14$)	0.29 ($W_u L^2/24$)	
ρ (%)	0.251	0.160	0.093	0.200
A_{st} (cm ² /m)	2.37	1.51	0.87	2.60
D10	@ 300	@ 400	@ 400	@ 270
D10+D13	@ 400	@ 400	@ 400	@ 380
D13	@ 400	@ 400	@ 400	@ 400
D13+D16	@ 400	@ 400	@ 400	@ 400

5. Check Shear Stresses

Strength Reduction Factor $\phi = 0.850$
 $V_u = 1.93 < \phi V_c = 6.17 \text{ tf/m}$ O.K.

Certified by :



Company

Project Name

Designer

File Name

1. Design Conditions

Design Code : KCI-USD99 (Build.)

Material Data : $f_{ck} = 210 \text{ kgf/cm}^2$

: $f_y = 4000 \text{ kgf/cm}^2$

Concrete Clear Cover : 3 cm

2. Slab Thk : 130 mm

Short Direction Moment

(Unit : tf-m/m)

	@ 100	@ 120	@ 150	@ 180	@ 200	@ 240	@ 300	@ 360
D10	2.24	1.89	1.54	1.30	1.17	0.98	0.79	0.66
D10+D13	2.97	2.53	2.07	1.75	1.58	1.33	1.08	0.90
D13	3.62	3.11	2.56	2.17	1.97	1.67	1.35	1.14
D13+D16	> 0.75 μ_s	3.79	3.15	2.69	2.45	2.08	1.69	1.43
D16	> 0.75 μ_s	> 0.75 μ_s	3.68	3.16	2.89	2.47	2.02	1.70

Long Direction Moment

	@ 100	@ 120	@ 150	@ 180	@ 200	@ 240	@ 300	@ 360
D10	1.95	1.66	1.35	1.14	1.03	0.86	0.70	0.58
D10+D13	2.55	2.18	1.79	1.51	1.37	1.16	0.94	0.79
D13	3.04	2.63	2.17	1.85	1.68	1.43	1.16	0.98
D13+D16	> 0.75 μ_s	> 0.75 μ_s	2.62	2.25	2.06	1.75	1.43	1.21
D16	> 0.75 μ_s	> 0.75 μ_s	3.00	2.60	2.38	2.04	1.68	1.42

$\phi V_s = 6.11 \text{ tf/m}$

2)

midas Gen

RC Beam Strength Checking Result

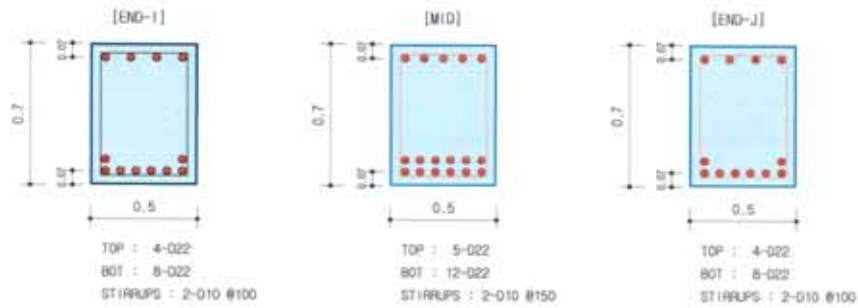
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...부강예인종합복지관(중축).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US007
 Unit System : tonf, m
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 40000 tonf/m²
 Beam Span : 9.6 m
 Section Property : B1 (No : 8)

2. Section Diagram




3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	11.33	0.00	27.07
Strength (φMn)	31.34	38.38	31.34
Check Ratio (Mu/φMn)	0.3616	0.0000	0.8639
(+) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	38.34	51.80	30.43
Strength (φMn)	58.72	84.83	58.72
Check Ratio (Mu/φMn)	0.6529	0.6107	0.5182
Using Rebar Top (As_top)	0.0015	0.0019	0.0015
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0031	0.0046	0.0031

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	2	2	2
Factored Shear Force (Vu)	27.45	16.16	30.68
Shear Strength by Conc. (φVc)	17.88	17.54	17.88
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0014	0.0010	0.0014
Using Stirrups Spacing	2-010 @100	2-010 @150	2-010 @100
Check Ratio	0.6191	0.4639	0.6919

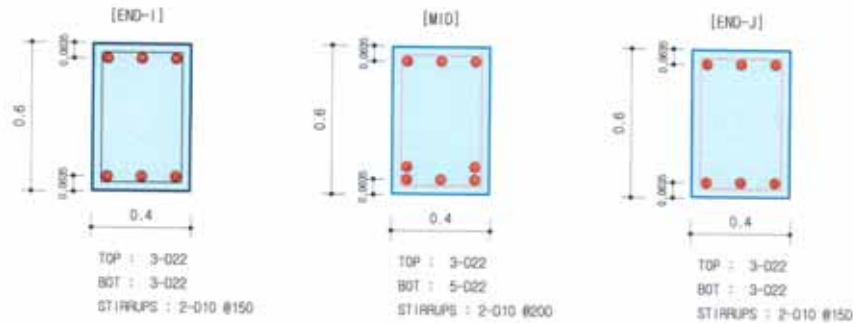
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...부강애인종합복지관(중축).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US007
 Unit System : tonf, m
 Material Data : $f_{ck} = 2100$, $f_y = 40000$, $f_{ys} = 40000$ tonf/m²
 Beam Span : 6.5 m
 Section Property : B2 (No : 9)

2. Section Diagram




3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	2	2	2
Moment (M_u)	17.65	0.00	5.59
Strength (ϕM_n)	19.77	19.90	19.77
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.8931	0.0000	0.2827
(+) Load Combination No.	2	2	2
Moment (M_u)	14.98	23.04	16.01
Strength (ϕM_n)	19.77	30.84	19.77
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.7581	0.7470	0.8099
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0012	0.0012	0.0012
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0012	0.0019	0.0012

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	2	2	2
Factored Shear Force (V_u)	15.97	10.94	15.05
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	12.41	11.98	12.41
Using Shear Reinf. (A_{sv})	0.0010	0.0007	0.0010
Using Stirrups Spacing	2-D10 @150	2-D10 @200	2-D10 @150
Check Ratio	0.5760	0.4745	0.5429

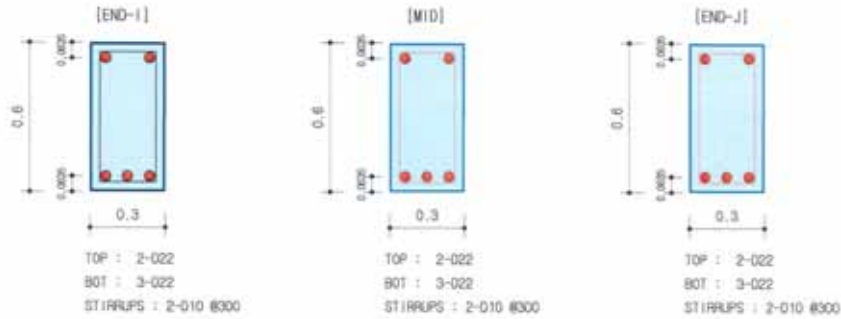
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...부장애인종합복지관(중축).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US007
 Unit System : tonf, m
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 40000 tonf/m²
 Beam Span : 7.2 m
 Section Property : B4 (No : 11)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	3.35	11.65	6.24
Strength (ϕ Mn)	13.27	13.27	13.27
Check Ratio (Mu/ ϕ Mn)	0.2525	0.8775	0.4703
(+) Load Combination No.	2	1	1
Moment (Mu)	3.61	6.37	5.52
Strength (ϕ Mn)	19.56	19.56	19.56
Check Ratio (Mu/ ϕ Mn)	0.1845	0.3258	0.2825
Using Rebar Top (As_top)	0.0008	0.0008	0.0008
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0012	0.0012	0.0012

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	6.46	11.18	11.45
Shear Strength by Conc. (ϕ Vc)	9.31	9.31	9.31
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0005	0.0005	0.0005
Using Stirrups Spacing	2-O10 @300	2-O10 @300	2-O10 @300
Check Ratio	0.3806	0.6589	0.6749

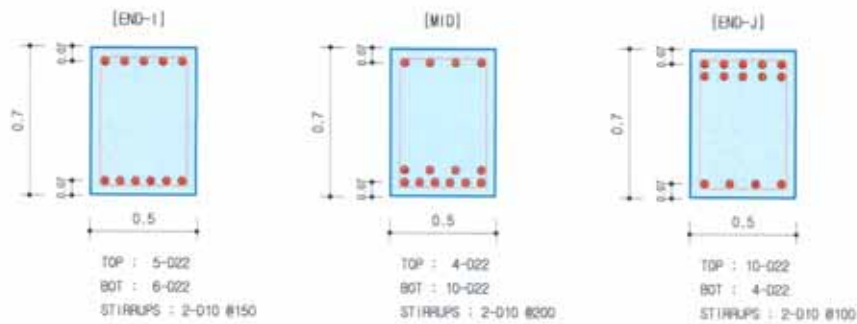
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...부장애인종합복지관(증축).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US007
 Unit System : tonf, m
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 40000 tonf/m²
 Beam Span : 9.6 m
 Section Property : G1 (No : 1)

2. Section Diagram




3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	28.79	0.00	47.04
Strength (ϕM_n)	38.50	31.34	71.24
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.7478	0.0000	0.6603
(+) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	19.44	32.26	10.53
Strength (ϕM_n)	45.85	71.83	31.34
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.4241	0.4491	0.3359
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0019	0.0015	0.0039
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0023	0.0039	0.0015

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	2	2	2
Factored Shear Force (Vu)	27.23	16.49	31.01
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	18.22	17.67	17.54
Using Shear Reinf. (A_{sv})	0.0010	0.0007	0.0014
Using Stirrups Spacing	2-D10 @150	2-D10 @200	2-D10 @100
Check Ratio	0.7524	0.5363	0.7129

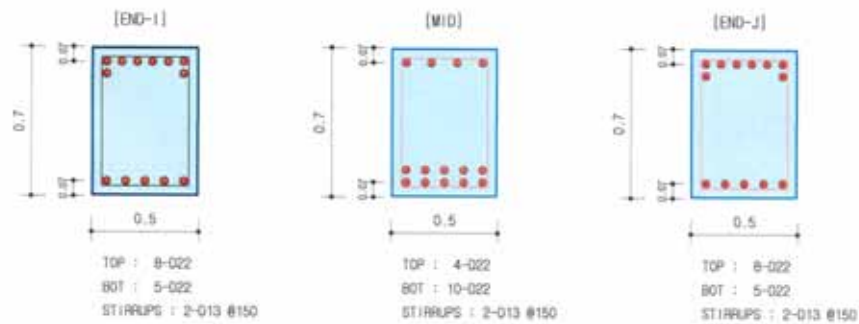
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...부장애인증합복지관(중축).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US007
 Unit System : tonf, m
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 40000 tonf/m²
 Beam Span : 7.2 m
 Section Property : G2 (No : 3)

2. Section Diagram




3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	38.58	0.00	34.84
Strength (ϕM_n)	58.91	31.34	58.91
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.6550	0.0000	0.5914
(+) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	7.78	36.43	13.88
Strength (ϕM_n)	38.42	71.24	38.42
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.2025	0.5113	0.3613
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0031	0.0015	0.0031
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0019	0.0039	0.0019

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	2	2	2
Factored Shear Force (Vu)	22.65	20.84	20.85
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	17.88	17.54	17.88
Using Shear Reinf. (A_{sV})	0.0017	0.0017	0.0017
Using Stirrups Spacing	2-013 @150	2-013 @150	2-013 @150
Check Ratio	0.4603	0.4317	0.4238

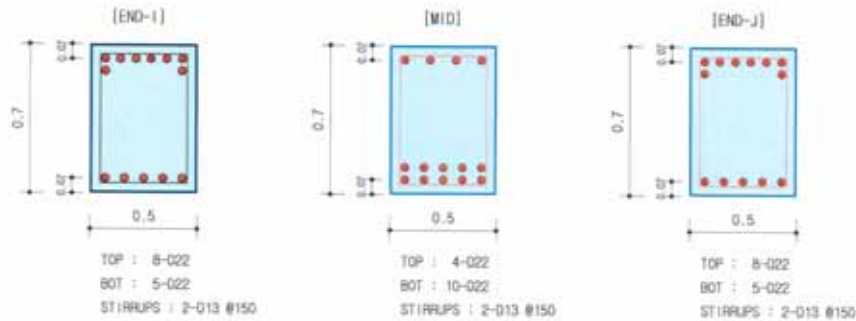
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...부장예인종합복지관(중축).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US007
 Unit System : tonf, m
 Material Data : $f_{ck} = 2100$, $f_y = 40000$, $f_{ys} = 40000$ tonf/m²
 Beam Span : 7.2 m
 Section Property : G3 (No : 4)

2. Section Diagram




3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	32.28	1.47	34.54
Strength (ϕM_n)	58.91	31.34	58.91
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.5480	0.0470	0.5863
(+) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	0.00	28.35	0.00
Strength (ϕM_n)	38.42	71.24	38.42
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.0000	0.3980	0.0000
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0031	0.0015	0.0031
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0019	0.0039	0.0019

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	2	2	2
Factored Shear Force (Vu)	18.66	17.46	19.28
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	17.88	17.54	17.88
Using Shear Reinf. (A_{sv})	0.0017	0.0017	0.0017
Using Stirrups Spacing	2-D13 @150	2-D13 @150	2-D13 @150
Check Ratio	0.3792	0.3618	0.3917

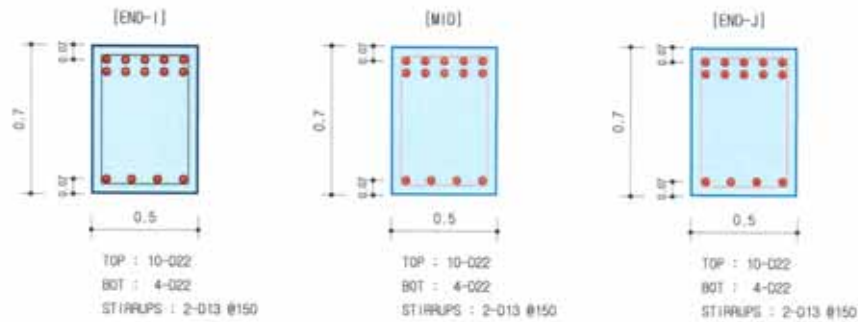
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...부장애인종합복지관(증축).mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US007
 Unit System : tonf, m
 Material Data : $f_{ck} = 2100$, $f_y = 40000$, $f_{ys} = 40000$ tonf/m²
 Beam Span : 2.1 m
 Section Property : CG3 (No : 13)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	53.86	36.07	8.96
Strength (ϕM_n)	71.24	71.24	71.24
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.7560	0.5063	0.1258
(+) Load Combination No.	2	2	2
Moment (Mu)	0.00	1.37	0.58
Strength (ϕM_n)	31.34	31.34	31.34
Check Ratio ($M_u / \phi M_n$)	0.0000	0.0439	0.0185
Using Rebar Top (A_{s_top})	0.0039	0.0039	0.0039
Using Rebar Bot (A_{s_bot})	0.0015	0.0015	0.0015

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (V_u)	36.57	31.19	20.43
Shear Strength by Conc. (ϕV_c)	17.54	17.54	17.54
Using Shear Reinf. (A_{sV})	0.0017	0.0017	0.0017
Using Stirrups Spacing	2-013 @150	2-013 @150	2-013 @150
Check Ratio	0.7577	0.6462	0.4233

5)



< 1 >



< 2 >



< 3 >



< 4 >

()



< 5 >



< 6 >



< 7 >



< 8 >





< 11 >



< 12 >



< 13>



< 14>



6)



문서확인번호 1297-8381-3638-2971

일반건축물대장

인원24 접수번호
20110216 - 30483932



고유번호 11380105600-1-019100001					
대지위치	서울특별시 은평구 구산동	지번	191-1외2필지	명칭 및 번호	은평천사원 1동 (9)
대지면적	㎡	연면적	2,978.82㎡	지구	구역
건축면적	㎡	용적률상정용 연면적	㎡	주구조	철근콘크리트구조
건폐율	%	용적률	%	층도	노유자사회(사회복지사 실)
				높이	16.6m
				지붕	평스라브
				부속건축물	

구분	층별	구조	용도	면적(㎡)	소유자 현황		변동일치 변동일치 연도
					인명(영칭) 주민등록번호 (부동산동기물등록번호) 사회복지법인 은평천사원 대표인명	주소 서울특별시 은평구 구산동 191-1	
주1	지1층	철근콘크리트구조	장애자 특수교역차량선반	107.1	460811-1*****	서울특별시 은평구 구산동 191-1	1995.06.30
주1	1층	철근콘크리트구조	장애자 특수교역 차량선반	696.96			1995.07.24
주1	2층	철근콘크리트구조	장애자 특수교역차량선반	724.92	사회복지법인 은평천사원 114721-0*****	서울특별시 은평구 구산동 191-1	등록번호상정
주1	3층	철근콘크리트구조	장애자 특수교역차량선반	724.92			
주1	4층	철근콘크리트구조	장애자 특수교역차량선반	724.92			
주1	옥상1층	철근콘크리트구조	연면적외	66.84		- 이항아백 - 후 이 건축물대장은 원소유자인 표시한 것입니다.	
		- 이항아백 -					

이 등(초)본은 건축물대장의 원본내용과 틀림없음을 증명합니다.
담당자 : 거적과
전화번호 : 02 - 3201 - 4729번
2011년 02월 16

서울특별시 은평구청장



◆본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며, 민원24(aminon.go.kr)의 인터넷발급문서진위확인 메뉴를 통해 위·변조 여부를 확인할 수 있습니다. (발급일로부터 90일까지)
또한 문서해단의 마크도로도 진위확인(스캐너용 문서확인프로그램 설치)을 하실 수 있습니다.

관리번호 1297-8381-3638-2971

고유번호	1138010500-1-01910001	인민24 접수번호	20110216 - 30483932
------	-----------------------	-----------	---------------------

구분	성명 또는 영칭	연어(등록)번호	주거종		승인 시기	승용		허가일자
			내	외		비상용	대	
건축주	사회복지법인 은평보신원 대표:김영환	114721-0-*****	대	대	대	대	대	1995.06.30
설계자	김학석 원임, 함병건축		대	대	대	대	대	사용승인일자
공사감리자	김학석 원임, 함병건축		대	대	대	대	대	1995.06.30
공시시공자 (분장관리인)	김진운 (대형건축주식회사)		대	대	대	대	대	관련 지방 역순등201-5

건축물 에너지 소비 정보 및 기타 인증 정보

에너지효율	타이핑수	친환경건축물인증		지능형건축물인증	
		등급	인증일수	등급	인증일수
에너지절감률	%	점	인증일수	점	인증일수

변동사항

변동일자	변동내용 및 원인	변동일자	변동내용 및 원인	기타 기재 사항
1995.06.30	건축 4층:507.32		변경	
1995.07.21	건축58550-3795호에 의거 건축주 및 주민등록번호정정	2006.10.26	지적-4538(2006.10.23)호에 의거 구상동 191-1,191-35 호가 191-1로 역순등 201-5,201-11,219-21가 201-5로 토지합병되어 지번변경	
2002.02.22	1층 중축으로 구상동 산58-2, 역순등 산20-6, 역순등 201-5, 역순등 219-21를 지번가입	2010.11.09	건축-24784(2010.11.5)호에 의거 1층-4층 장애자 특수 교육 재활센터 각 6.36㎡ (면적적 25.44㎡) 중축 및 옥상층 6.36㎡(면적제외)중축, 엘리베이터 설치, 이 대축에 의거 부이 추가 기재	
2006.10.26	지적-5820(2005.7.27)호에 의거 구상동 산58-2기 191-35호, 역순등 산20-601 201-11로 등록권한되어 지			

◆본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며, 민원24(aminon.go.kr)의 인터넷발급문서전취취인 메뉴를 통해 위·변조 여부를 확인할 수 있습니다.(발급일로부터 90일까지)
또한 문서하단의 바코드도 전취취인(스캐너를 문서취취프로그램 설치)을 하신 수 있습니다.

문서확인번호 1297-8382-7749-2515

1/2

고유번호	1139010500-1-01910001	민원24 접수번호	20110216 - 30489697
------	-----------------------	-----------	---------------------

일반건축물대장

대지위치	서울특별시 은평구 구산동		지번	191-1외1방지	영장 및 번호	은평천사원 내동	특이사항
대지면적	m ²	면적	1,477.43m ²	지역	지구	구역	
건축면적	368.41m ²	용적률산정용 면적	1,477.43m ²	주구조	철근콘크리트구조	층수	지하 4층 / 지상 4층
건폐율	%	용적률	%	높이	14.9m	지정	관리방법승격은 부속건축물

건축물현황

소유자현황

구분	층별	구조	용도	면적(m ²)	선영(명칭)		주소	소유권 지분	변동 일지
					주민등록번호 (부동신등기용등록번호)	은평천사원 114721-0*****			
주1	1층	철근콘크리트구조	제2종근린생활시설(제조업소)	360.44		서울특별시 은평구 구산동 191-1	/	2000.05.16 소유자등록	
주1	2층	철근콘크리트구조	보통적업선	362.89					
주1	3층	철근콘크리트구조	보통적업선	375.03					
주1	4층	철근콘크리트구조	보통적업선	379.08					
주1	옥탑1층	철근콘크리트구조	옥탑(연면적제외)	37.44					
			- 이하여백 -						

이 등(조)본은 건축물대장의 원본내용과 틀림없음을 증명합니다.
 증명서 : 지적과
 전화번호 : 02 - 951 - 47706
 2011년 02월 16

서울특별시 은평구청장



◆본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며, 민원24(einwon.go.kr)의 인터넷발급문서전파확인 메뉴를 통해 위·변조 여부를 확인할 수 있습니다. (발급일로부터 90일까지)
 또한 문서해인의 마크도라도 건물확인(스캐너용 복사확인프로그램 설치)을 하실 수 있습니다.

2.

L

고유번호 1138010500-1-01910001		민원24 접수번호 20110216 - 30489687
-------------------------------	--	----------------------------------

구분	성명 또는 영칭	연차(동복)번호	주최장		승경기	승용	하기일자
건축주	영광건설	117421-0*****	자주식	대	대	대	취급일자
설계자	이항연	제10417호	기계식	대	대	대	시공승인일자 2000.05.16
공사감리자	최신규	제3919호	자주식	대	대	대	관련지번
공사시공자 (현장관리인)	(주) 대륙건설	도건 제331호	기계식	대	대	대	역촌동201-5

건축물 에너지 소비 정보 및 기타 인증 정보

에너지효율		EPI점수	친환경건축물인증		지능형건축물인증	
등급		등급	등급	등급		
에너지효율률	%	점	인증점수	점	인증점수	점

변동사항

변동일자	변동내용 및 원인	변동일자	변동내용 및 원인	기타기체사항
2002.02.22	중축도로 이기되어신규작성및지번기입(구신동58-2,역촌동신20-6,201-5,219-21) 중축부면:3층보조작성(245.74.4층보조작성면적579.08㎡,복합층37.44㎡(면적적외일))	2009.01.07	건축-290(2009.1.6)호에 의거 1층 주단기보호실 360.44㎡를 제2층근린생활시설(제조업소)로 용도변경	
2006.10.26	지적-4538(2006.10.23)호에 의거 구신동 191-1,191-35호기 191-1로 역촌동 201-5,201-11,219-21가 201-5로 토지합병되어 지번변경	-	- 이항연백 -	
2006.10.26	지적-5920(2005.7.27)호에 의거 구신동 신58-2기 191-35로, 역촌동 신20-601 201-11로 동복전환되어 지번변경			

본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며, 민원24(aminon.go.kr)의 인터넷발급문서조회확인 메뉴를 통해 위·변조 여부를 확인할 수 있습니다. (발급일로부터 90일 이내)
 또한 문서하단의 바코드로도 조회확인(스캐너를 문서확인프로그램 설치)을 하실 수 있습니다.