

---

녹색희망프로젝트 건축물 구조안전진단 및  
옥상공원화 유형제시 용역  
보고서

---

기쁜우리복지관

2011. 03

---



(주) 한국구조안전기술원  
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 강서구 가양동 1466번지 소재의 “기쁜우리복지관”을 대상으로 녹색희망프로젝트 건축물 구조안전진단 및 옥상공원화 유형 제안과 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 : 기쁜우리복지관
2. 규 모 : 지하1층/지상3층
3. 구 조 : 철근콘크리트구조
4. 사용승인 : 1997. 6. 21(약 13년 9개월 경과)
5. 위 치 : 서울특별시 강서구 가양동 1466
6. 종합평가 : 녹화유형별 적용성 종합판정 결과



녹화대상 지상1층	녹화 유형	녹화 시공 적합성 검토
녹화 신청면적 350㎡	중량형 : 285㎡	중량형의 녹화하중을 적용하여 해석한 결과, 모든 부재가 소요내력을 만족하는 것으로 검토되었다.
구조진단 면적 285㎡		1층 휴게공간의 면적은 415㎡이며, 그 중 녹화예정구간의 면적은 285㎡, 커피숍 면적은 130㎡이다. 한편, 복지관 관계자가 요청한 녹화 예정구획의 면적은 총 633㎡인데, 이 중 휴게공간 285㎡를 제외한 348㎡는 지하외벽선 바깥 대지로서 녹화하중이 구조물에 영향을 주지 않는 상태인 바, 중량형의 녹화가 가능하다.
녹화 가능면적 285㎡		

## 7. 진단결과 총평 :

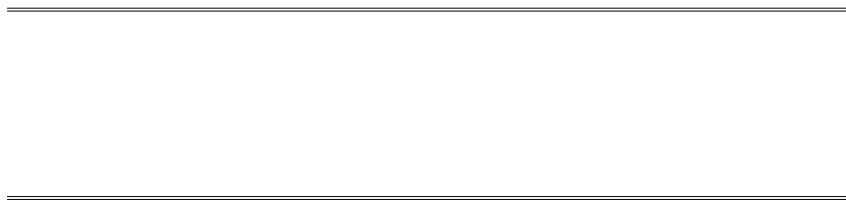
- 1) 기쁜우리복지관 일부 공간의 녹화를 위한 구조해석 결과, 1층 휴게공간은 중량형의 녹화하중을 만족하는 것으로 검토되었다. 한편, 당초의 녹화신청면적과 복지관 관계자가 요청한 녹화면적에 차이가 있는데, 그 부분은 지하외벽선 바깥 대지에 해당되므로 기존 구조체와 무관하게 중량형의 녹화가 가능하다.
- 2) 녹화 예정부분에 하중상 영향을 줄 만한 시설물은 존재하지 않지만, 녹화 예정부위의 화강석 타일이 대부분 들뜨거나 파손된 상태로서 녹화사업 시 철거가 요구된다.
- 3) 설계도면에 준하여 시공된 것으로 조사되었으며, 1층 하부 주요부재에 구조적 결함 등이 발생되어 있지 않은 상태로서, 문제시될 만한 변위 역시 측정되지 않았다.
- 4) 따라서, 상기 제시한 녹화 유형을 시공하여도 구조안전성에는 이상이 없을 것으로 판단된다(단, 추후 하중조건의 변화가 있을 때에는 구조안전진단을 실시해야 함).

8. 진단동기 : 녹화 유형별 적용성 검토를 위한 구조안전진단

9. 진단기간 : 2011. 03. 18 ~ 2010. 03. 31

10. 책임기술자 : 김 태 섭 (인)

11. 진단기관 : 한국구조안전기술원 (KOSAD)



## < 요약 문 >

서울특별시 강서구 가양동 1466번지에 위치한 기쁜우리복지관 1층 휴게공간 하부 구조체를 대상으로 제반 조사·시험 및 해석을 통해 녹화 유형별 적용성 검토를 위한 구조안전진단을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같이 요약된다.

### 1. 현장조사 결과

#### 가. 구조체 제원, 구조/용도변경 사항, 1층 휴게공간 사용현황 조사

##### 1) 주요 구조체의 제원

진단건물은 철근콘크리트조로 구축되었으며, 현장 여건상 일부 구간에서만 조사 가능하였으나, 조사범위 내에서 1층 휴게공간 하부 지하층 주요 구조부재의 제원은 설계도면과 일치하는 바, 그로 인한 문제는 없을 것으로 판단된다.

##### 2) 구조/용도 변경 유무

지상1층 휴게공간의 일부가 근린생활시설(커피숍)로 사용됨으로써 평면이 부분적으로 변경된 상태였다.

##### 3) 1층 휴게공간 사용현황(장비, 시설물 등)

1층 휴게공간 면적 415㎡ 중 130㎡는 근린생활시설(커피숍)로 사용 중이며, 나머지 285㎡ 구간에 녹화를 실시할 예정이다. 커피숍은 경량철골로 시공되어 있는 것으로 조사되었으며, 그 외 시설물은 존재하지 않았다.

## 나. 비파괴시험 결과

### 1) 콘크리트의 압축강도

슈미트햄머법으로 진단건물 구조체 콘크리트의 압축강도를 시험한 결과, 평균 23.2N/mm<sup>2</sup>로서 설계기준강도 21.0N/mm<sup>2</sup>를 상회하는 바, 콘크리트 강도로 인한 문제는 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 2.81~4.69mm(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 1층 휴게공간 바닥 단면은 콘크리트 슬래브 위 THK.15 고름모르타르 + 쉬트방수 + THK.60 무근콘크리트 + THK.30 화강석 석재타일로 구성되어 있다. 현장 여건상 방수층의 손상 여부를 정확히 확인할 수는 없었으나, 지하1층 천장에서 누수흔적이 발견되지 않는 점으로 미루어 특별한 이상은 없는 상태로 판단된다.

## 라. 배수성능 평가 결과

1층 휴게공간 바닥의 우수는 트렌치를 통해 맨홀로 배수되는 상태인데, 바닥에서 물고임현상 등을 발견할 수 없고 구배 역시 비교적 양호한 것으로 측정된 바, 현재의 배수상태는 양호한 것으로 판단된다.




## 마. 결함 상태

결함조사 결과, 지하1층 조적벽체의 균열, 1층 휴게공간의 화강석 석재타일 들뜸 및 파손이 전반적으로 발생되어 있는 상태이나, 녹화대상인 1층 휴게공간 하부 구조체에 안전상 문제시될 정도의 중대 결함은 발생되어 있지 않은 상태였다.

들뜸 및 파손이 발생한 화강석 석재타일은 녹화시공 시 철거가 요구되는데, 그 과정에서 하부 방수층 및 기존 구조체에 영향을 주지 않도록 주의해야 할 것이다.



<표 1> 주요부재 및 비구조체의 결함상태 요약

구분	주요 결함 상태	필요 조치	비고 (현황사진 예)
기둥	■ 구조적 결함은 없음	-	-
보	■ 구조적 결함은 없음	-	-
슬래브	■ 내부 부재는 양호함	-	-
벽체	■ 구조적 결함 없음	-	-
기타결함 (비구조)	■ 지하1층 벽체(조적) 균열 다수 발생	■ 유지관리 차원에서 보수 및 도장 바람직	 파라펫(조적부) 균열
	■ 1층 휴게마당 화강석 석재타일 들뜸 및 파손	■ 녹화 시공 시 철거하는 것이 바람직함	 바닥타일 들뜸 및 파손
	■ 1층 휴게 마당 파라펫 Joint 부위 균열 및 누수	■ Joint 누수부위 보수	 파라펫 Joint 부위 누수

## 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 <sup>2</sup>	100kgf/m <sup>2</sup>	토심 20cm 이하
혼 합 형	200kgf/m <sup>2</sup>	200kgf/m <sup>2</sup>	토심 10~30cm 이하
중 량 형	300kgf/m <sup>2</sup>	200kgf/m <sup>2</sup>	토심 20cm 이상

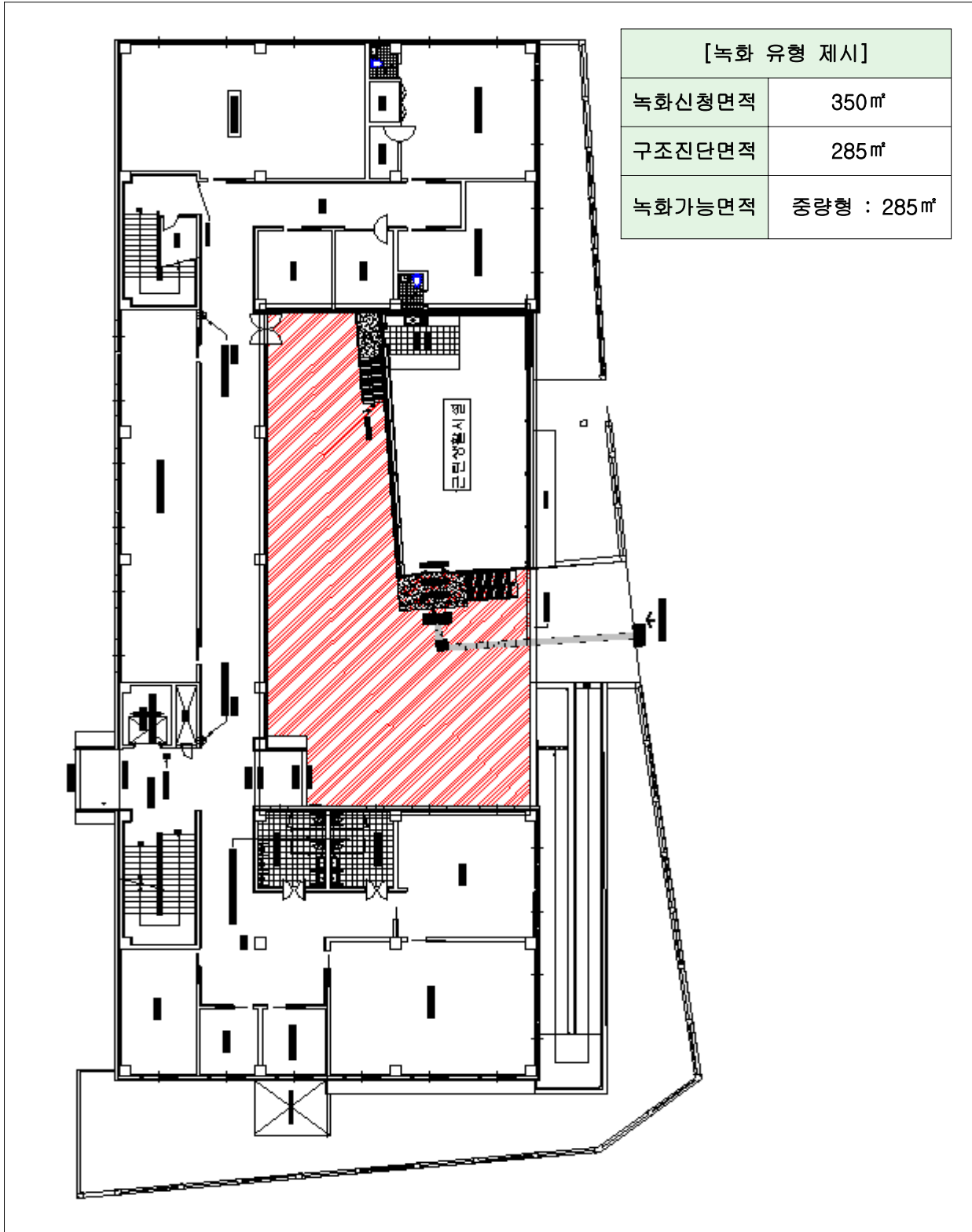
\* 2007. 건축물 옥상녹화 시스템 유형결정과 관리메뉴얼(서울특별시) 참조

### 나. 구조안전성 검토 결과

기쁜우리복지관 1층 외부 휴게공간 등의 녹화를 위한 구조해석 결과, 중량형의 하중을 만족하는 것으로 검토되었다.

<표 3> 녹화 유형별 시공 적합성

녹화대상 지상1층	녹화 유형	녹화 시공 적합성 검토
녹화 신청면적 350 m <sup>2</sup>	중량형 : 285 m <sup>2</sup>	중량형의 녹화하중을 적용하여 해석한 결과, 모든 부재가 소요내력을 만족하는 것으로 검토되었다.
구조진단 면적 285 m <sup>2</sup>		1층 휴게공간의 면적은 415 m <sup>2</sup> 이며, 그 중 녹화예정구간의 면적은 285 m <sup>2</sup> , 커피숍 면적은 130 m <sup>2</sup> 이다. 한편, 복지관 관계자가 본 진단기관에 요청한 녹화 예정구획의 면적은 총 633 m <sup>2</sup> 인데, 이 중 휴게공간 285 m <sup>2</sup> 를 제외한 348 m <sup>2</sup> 는 지하 외벽선 바깥 대지로서 녹화하중이 구조물에 영향을 주지 않는 상태인 바, 중량형의 녹화가 가능하다.
녹화 가능면적 285 m <sup>2</sup>		



<그림 1> 하중 계획도 (지상1층 휴게공간)

### III. 종합 의견

기쁜우리복지관 지상1층 외부 휴게공간의 녹화를 위한 구조검토 결과, 중량형의 하중을 만족하는 것으로 검토되었다(현재 커피숍이 위치한 구간 및 지하외벽선 외부 공간 역시 중량형의 녹화가 가능하나, 녹화가능면적에서는 제외하였음).

한편, 들뜸 및 파손이 발생한 화장석 석재타일은 녹화시공 시 철거가 요구되는데, 그 과정에서 하부 방수층 및 기존 구조체에 영향을 주지 않도록 주의해야 할 것이며, 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, 1층 휴게공간 사용현황 조사 .....	12
3.2 콘크리트의 압축강도 시험 .....	23
3.3 철근 배근상태 조사 .....	27
3.4 콘크리트 중성화 시험 .....	30
3.5 변위·변형 조사 .....	35
3.6 결함상태 조사 .....	38
제 4 장 구조안전성 검토 .....	50
4.1 구조 검토 개요 .....	50

4.2 구조 해석 .....	54
4.3 해석 결과 .....	55
<b>제 5 장 진단결과 종합 .....</b>	<b>59</b>
5.1 진단 결과 .....	59
5.2 종합 의견 .....	64

**< 부 록 >**

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

# 제 1 장 진단 개요

## 1.1 진단 배경 및 목적

본 진단은 서울특별시 강서구 가양동 1466번지에 위치한 기쁜우리복지관 1층 외부 휴게공간(지하층 상부)의 녹화를 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) 1층 휴게공간 사용현황 조사
  - 나) 1층 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

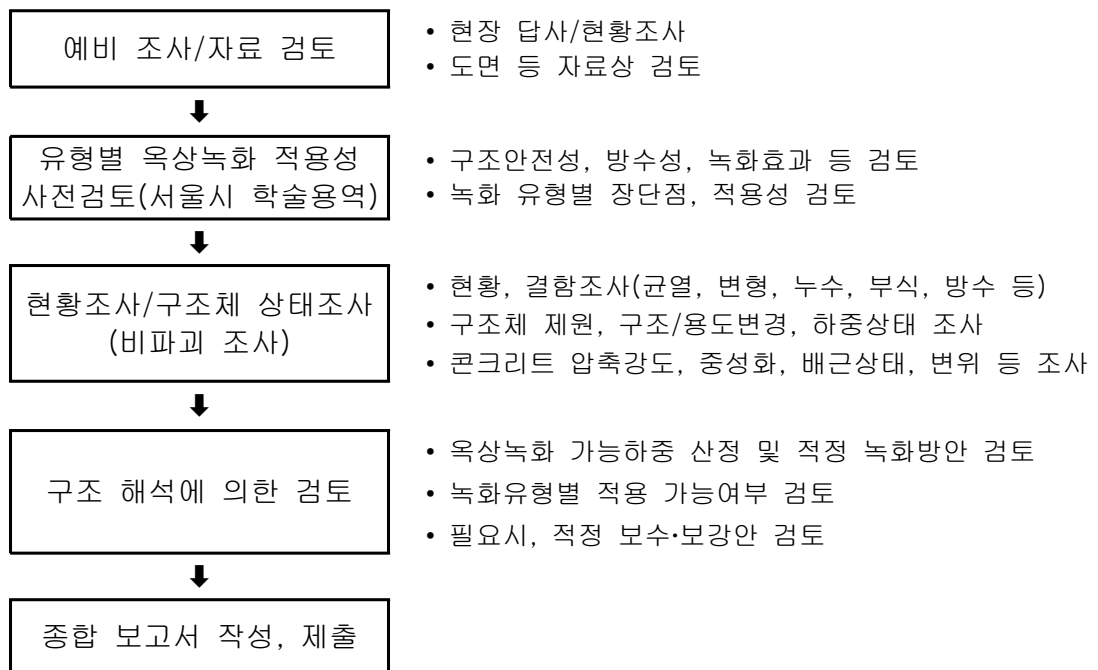
현장조사 결과 및 설계도서 등을 근거로 구조해석을 통해 다음 사항을 고찰한다.

- 1) 현 상태에서 녹화 유형별 구조안전성 및 적용성 검토
- 2) 필요 시(녹화가 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 <sup>2</sup>	100kgf/m <sup>2</sup>	토심 20cm 이하
혼 합 형	200kgf/m <sup>2</sup>	200kgf/m <sup>2</sup>	토심 10~30cm 이하
중 량 형	300kgf/m <sup>2</sup>	200kgf/m <sup>2</sup>	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 : 기쁜우리복지관
- 2) 위 치 : 서울특별시 강서구 가양동 1466번지
- 3) 건물개요

규 모	지하1층, 지상3층
구 조	철근콘크리트 구조
연 면 적	3,371.41㎡
건축면적	999.8㎡
높 이	15.6m
주 용 도	노유자시설(사회복지시설), 제2종 근린생활시설

### 2.2 구조 개요

- 1) 층 수 : 지하 1층, 지상3층
- 2) 구 조 : 철근콘크리트구조
- 3) 층 고 : 지하층 4.8m, 지상1층 3.9m, 지상2~3층 3.6m,
- 4) 최고높이 : 15.6m
- 5) 기초형식 : Pile + 독립기초
- 6) 재료강도 : 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.



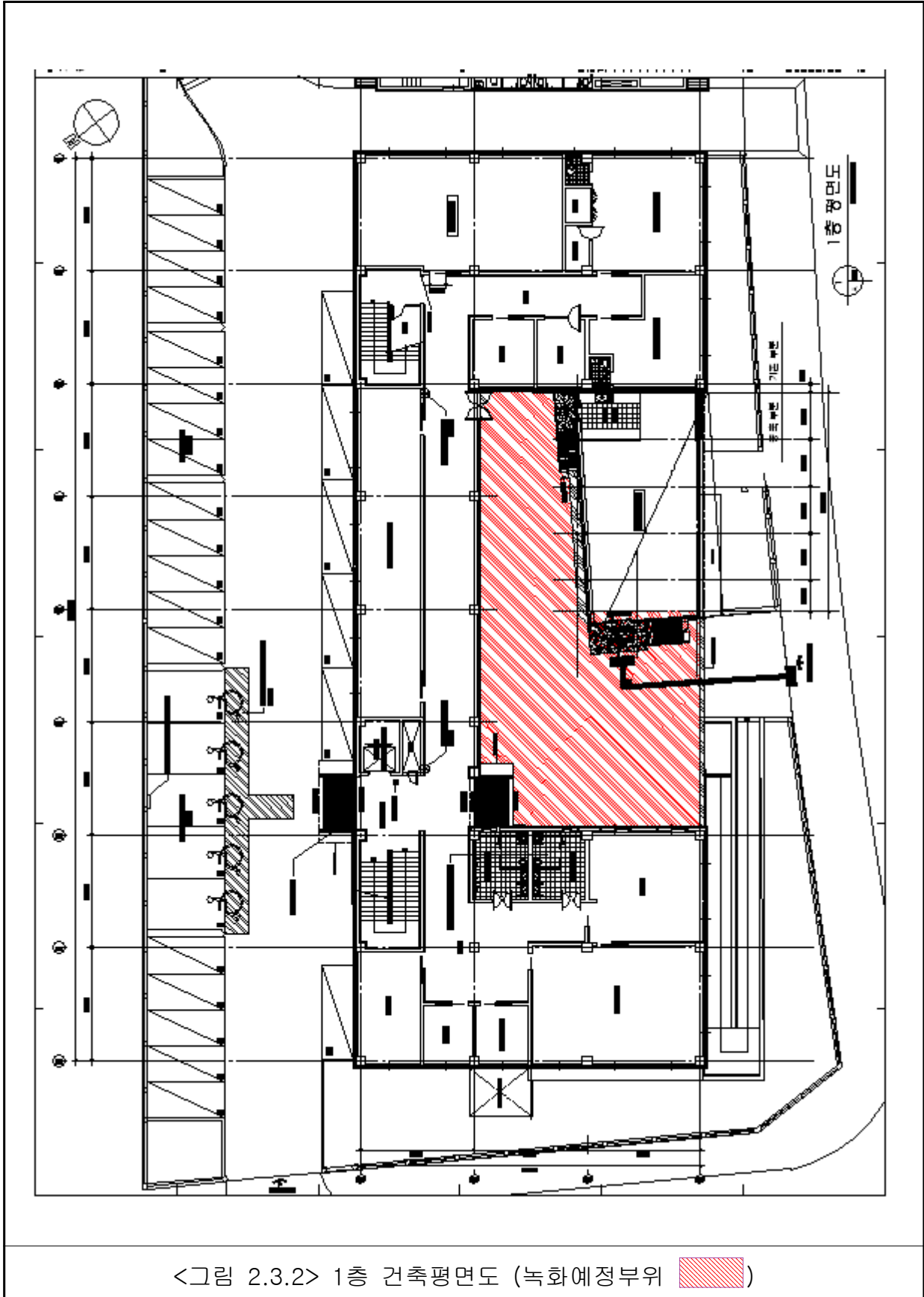




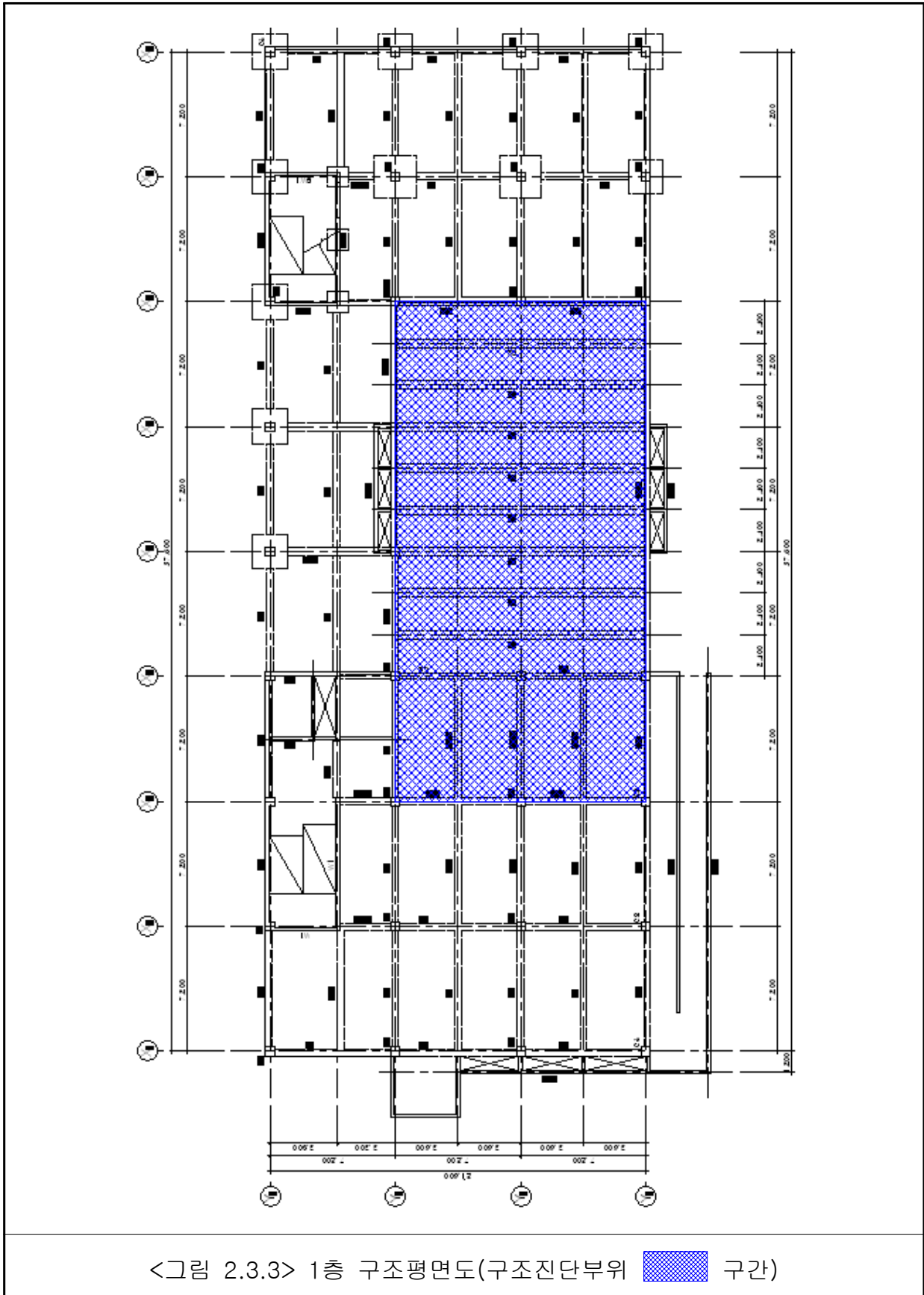












## 제 3 장 현 장 조 사

### 3.1 구조체 제원, 구조/용도변경 사항, 1층 휴게공간 사용현황 조사

진단건물의 구조체 제원, 구조/용도변경 사항, 1층 휴게공간 사용현황 및 그에 따른 적재하중 상태, 보수·보강 이력 등을 조사한 후 녹화 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 구역인 1층 휴게공간 하부는 철근콘크리트조로 구축되어 있으며, 조사범위 내에서 그 제원 및 Span은 전반적으로 설계도서와 일치하고 있는 것으로 파악되었다.

##### 2) 주요 구조체의 단면치수

현장 여건상 일부 부위만 조사 가능하였으나, 조사 범위 내에서 1층 하부 구조 부재(보, 기둥, SLAB)의 단면크기는 설계도면과 일치하는 상태로 확인되었다.

##### 3) 층고

녹화대상 1층 하부의 층고는 4,800mm로서 설계도면과 일치하는 것으로 조사되었다.

&lt;표 3.1.1&gt; 구조체의 단면치수 조사결과

시험 번호	조사위치 (층)	부재	TYPE	크기(mm)		비 고
				설계상 치수	시공상 치수	
1	지하1층	기둥	C1	650X650	650X650	단열재 : THK. 50mm (암면뿔칠)  SLAB THK : S1 (150mm) S2 (200mm)
2		기둥	C2	500X500	500X500	
3		기둥	C3	500X500	500X500	
4		기둥	C4	500X500	500X500	
5		기둥	C6-1	600X600	600X600	
6	지상1층	보	G1A	400X1000	400X1000	
7		보	G2	400X700	400X700	
8		보	G3	350X700	350X700	
9		보	G3-1	350X700	350X700	
10		보	G5	500X1000	500X1000	
11		보	B1-1	350X700	350X700	
12		보	B2	500X1000	500X1000	

※ 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

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

## 1) 구조/용도변경 유무

조사 결과, 녹화대상 부위 주요 구조체에 특기할만한 변경은 없는 것으로 확인되나, 지상1층 휴게공간의 일부가 근린생활시설(커피숍)로 용도변경된 상태였다.

## 2) 평면 및 입면변경 사항

지상1층 휴게공간의 일부가 근린생활시설(커피숍)로 사용됨으로써 평면이 부분적으로 변경된 상태였다.

## 3) 기초 및 지반조건, 주변조건 변경사항

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

## 4) 주요 마감재의 변경사항

진단건물 1층 휴게공간에서 특기할만한 마감재 변경은 없는 상태로 조사되었다.

<표 3.1.2> 구조/용도변경, 주요 마감재료의 변경사항

구 분	조사 결과	비 고
구조 변경/용도변경	휴게공간의 일부가 근린생활시설로 변경	용도변경
입면/평면/단면 변경	휴게공간의 일부가 근린생활시설로 변경	평면변경
주요 마감재 변경	특기사항 없음	-

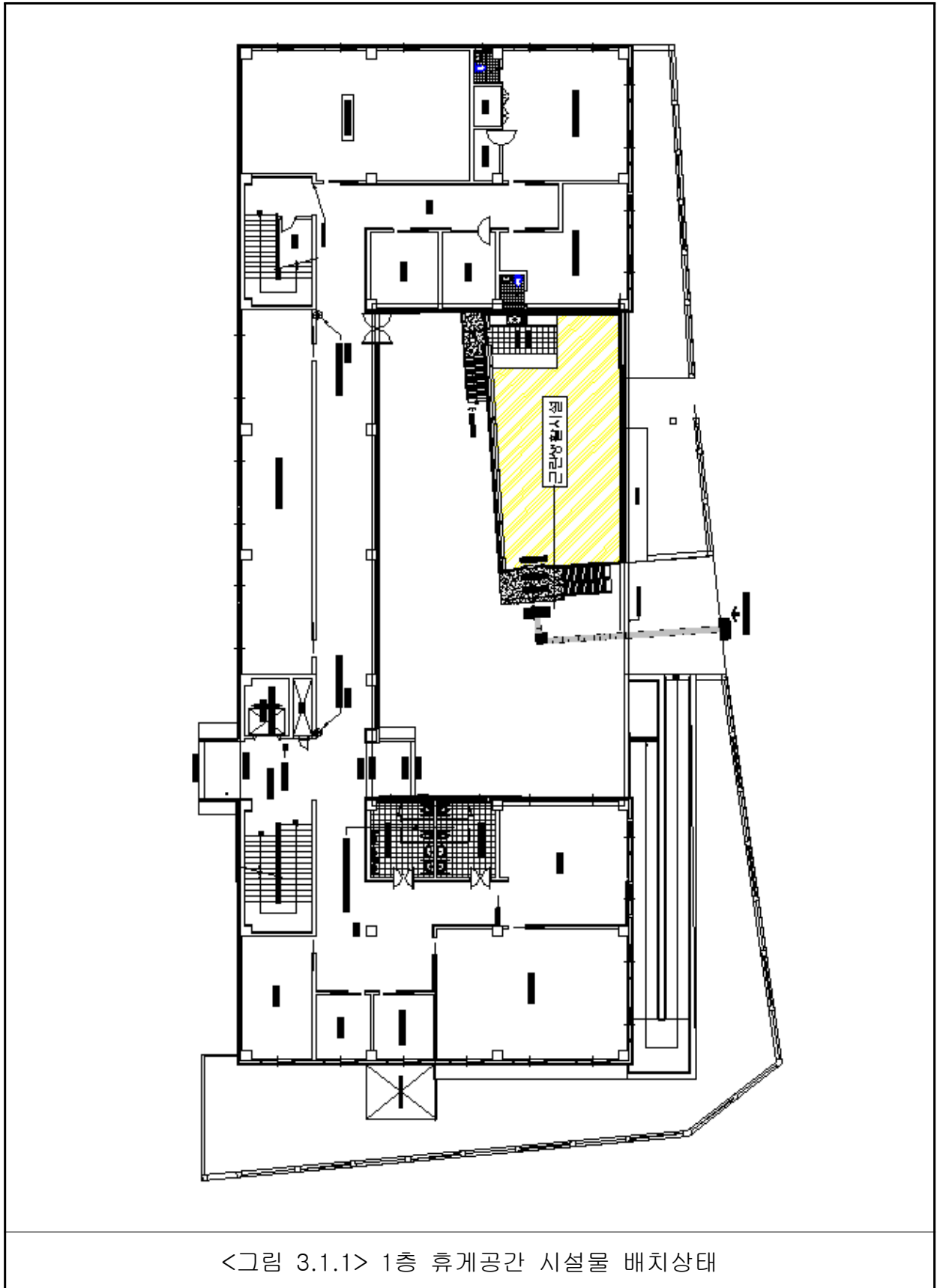
### 3.1.4 1층 휴게공간 사용현황 및 방수층

#### 1) 시설물 배치 현황

조사 결과, 1층 휴게공간 일부에 근린생활시설(커피숍)이 위치하며, 기타 하중상 문제시될 사항은 없는 것으로 조사되었다(<표 3.1.3> 및 <그림 3.1.1> 참조).

<표 3.1.3> 1층 휴게공간에 설치된 주요 시설물

구 분	조사 결과	비 고
주요 시설물	근린생활시설(커피숍)	
	커피숍 내부	



<그림 3.1.1> 1층 휴게공간 시설물 배치상태

2) 1층 휴게공간 방수층

설계도면상 1층 휴게공간 바닥 단면은 콘크리트 슬래브 위 THK.15 고름모르타르 + 쉬트방수 + THK.60 무근콘크리트 + THK.30 화강석 석재타일로 구성되어 있다. 현장여건상 1층 휴게공간 방수층의 손상 여부를 정확히 확인할 수는 없었으나, 지하1층 천장에서 누수흔적이 발견되지 않는 점 등으로 미루어 방수층은 손상되지 않은 것으로 판단된다.

구분	조사 결과	비 고
방수층		
	<p>(1층 야외마당)</p> <p>- THK.200 슬라브 + THK.15 고름모르타르 + <u>쉬트방수</u> + THK.60 무근콘크리트 + THK.30 화강석 석재타일</p>	
		

<그림 3.1.2> 1층 휴게공간 방수층 제원



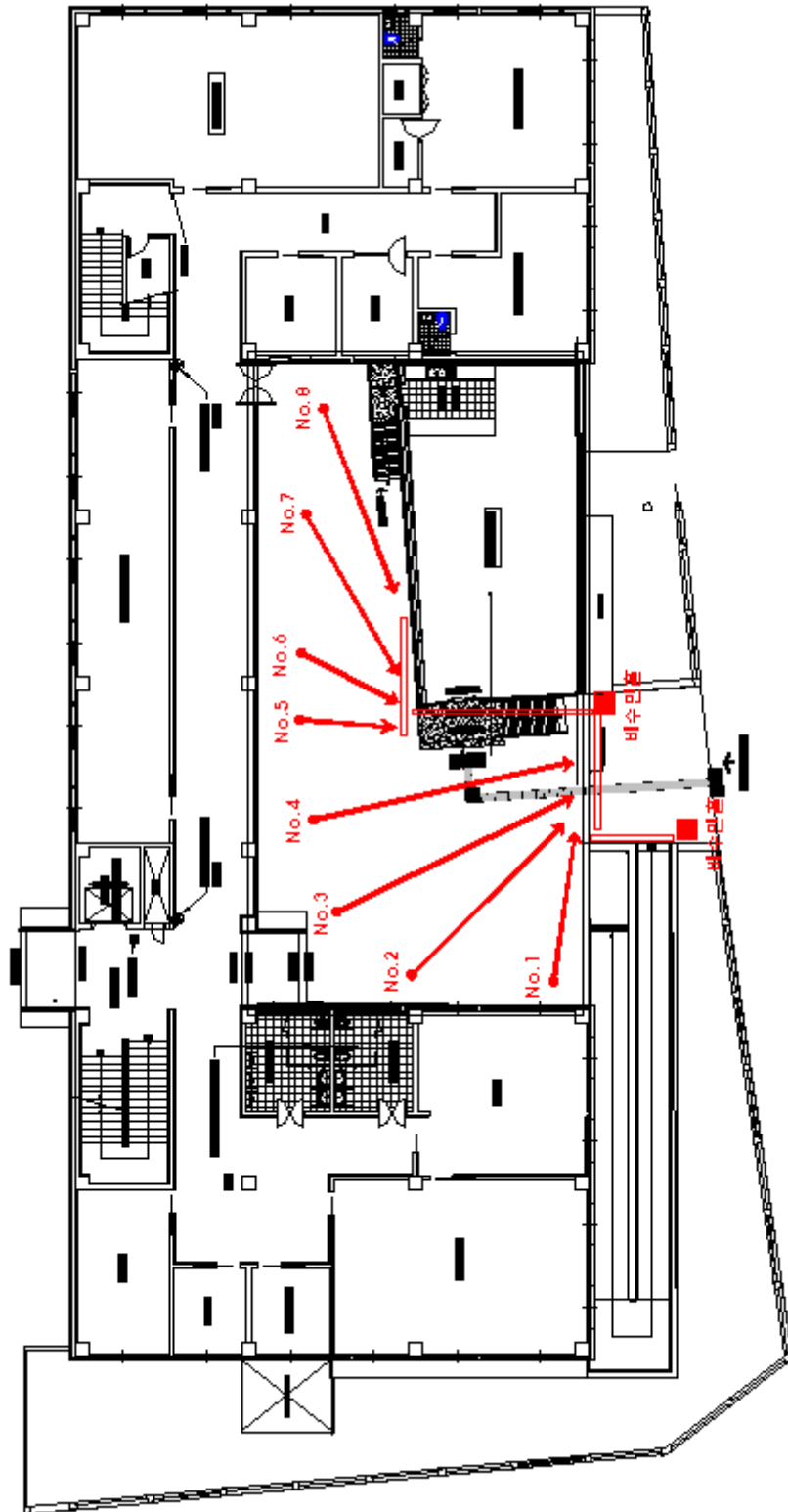
## 3.1.5 1층 휴게공간 배수성능 조사

1층 휴게공간 바닥의 우수는 트렌치를 통해 맨홀로 배수되는 상태인데, 바닥에서 물 고임현상 등을 발견할 수 없고 구배 역시 비교적 양호한 것으로 측정된 바, 현재의 배수상태는 비교적 양호한 것으로 판단된다.

&lt;표 3.1.4&gt; 바닥구배 조사 결과표

(-) 구배가 낮음

측정 위치	측정 번호	측정치 (mm)		LEVEL 차 (mm)	구배	비고
1층 휴게공간	1	3800	3875	-75	1/186	배수구 부위
	2	3800	3870	-70	1/200	배수구 부위
	3	3800	3890	-90	1/155	배수구 부위
	4	3800	3870	-70	1/200	배수구 부위
	5	3840	3895	-45	1/155	배수구 부위
	6	3840	3900	-60	1/116	배수구 부위
	7	3840	3910	-70	1/100	배수구 부위
	8	3840	3950	-110	1/63	배수구 부위



<그림 3.1.3> 바닥구배 상태

<사진 3.1.3>

1층 휴게공간 배수 Trench 상태



<사진 3.1.4>

1층 휴게공간 배수 맨홀 상태



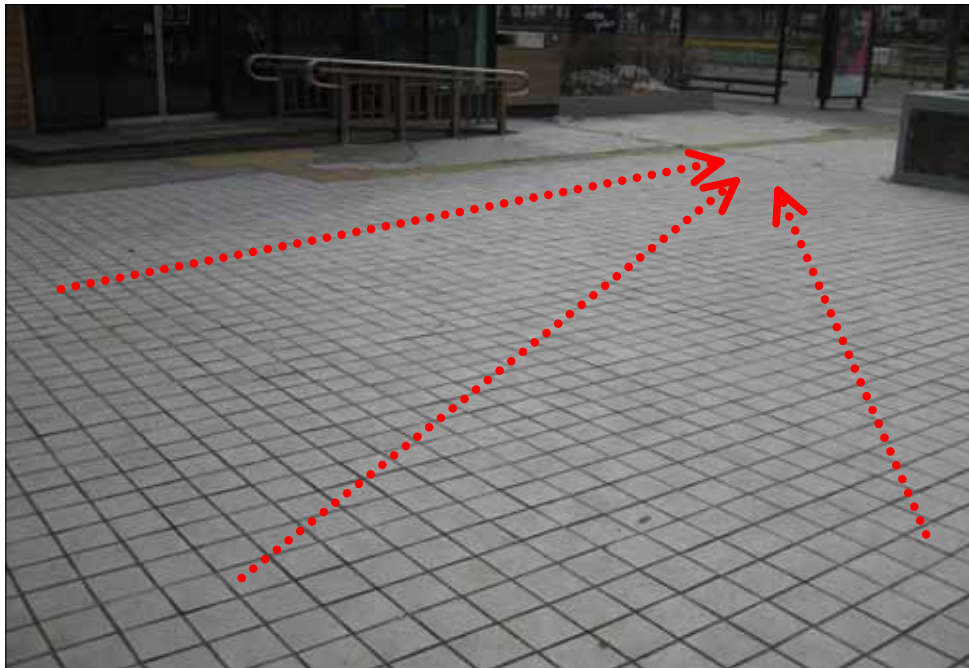
<사진 3.1.5>

1층 휴게공간 배수 맨홀 상태



<사진 3.1.6>

1층 휴게공간 구배 방향



## 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 타격 방향이 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 > ).

&lt;표 3.2.1&gt; 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( $\alpha_n$ )

	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, 주요 구조체 콘크리트의 압축강도는  $22.3\text{N/mm}^2 \sim 24.8\text{N/mm}^2$  (평균  $23.2\text{N/mm}^2$ )로 조사되었다.

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

&lt;표 3.2.3&gt; 슈미트햄머에 의한 콘크리트 압축강도 시험결과

시험 번호	층	부재	TYPE	수정 반발 경도	재령 계수	추정강도 (N/mm <sup>2</sup> )	추정강도 평균 (N/mm <sup>2</sup> )	비고	
1	지하1층	기둥	C1	37.0	0.63	23.3	23.2		
				38.2	0.63	24.1			
2		기둥	C2	37.0	0.63	23.3			
				35.4	0.63	22.3			
3		기둥	C4	35.4	0.63	22.3			
				38.2	0.63	24.1			
4		지상1층	보	G5	38.1	0.63		24.0	
					38.1	0.63		24.0	
5			보	G5	36.8	0.63		23.2	
					35.6	0.63		22.4	
6			보	B2	36.8	0.63		23.2	
					38.1	0.63		24.0	
7	보		B2	38.1	0.63	24.0			
				36.8	0.63	23.2			
8	보		G2	39.4	0.63	24.8			
				38.2	0.63	24.1			
9	보		B1-1	36.8	0.63	23.2			
				35.6	0.63	22.4			
10	보	G1A	35.4	0.63	22.3				
			35.4	0.63	22.3				
11	보	G3-1	35.6	0.63	22.4				
			35.6	0.63	22.4				
12	슬래브	S2	35.6	0.63	22.4				
			36.8	0.63	23.2				
13	슬래브	S2	36.8	0.63	23.2				
			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"> <li>· 측정심도 120mm 이내</li> <li>· 측정대상 철근직경이 <math>\varnothing 6\text{mm}</math> 이상</li> <li>· 콘크리트의 질이 대부분 균일한 것</li> <li>· 철근이 안테나 진행방향에 직교하고 있는 경우</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 표면에 금속 등과 같이 전파를 반사하는 물질이 있고, 그 이하의 심도에 위치한 철근을 측정하는 경우</li> <li>· 60mm 이하의 피치에서 배근되어 있는 경우</li> <li>· 안테나의 진행방향과 평행으로 철근이 배근되어 있는 경우</li> </ul>



## 3.3.2 조사 결과

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

&lt;표 3.3.2&gt; 철근탐사 결과표(기둥)

(단위: mm)

시험 번호	층	부재	시험위치	설계값		시공값		비고
				주근개수	띠근간격	주근개수	띠근간격	
1	지하1층	기둥 (C1)	C / 3	6-D22 (6 X 6)	@250	6EA	@248	X측 Q
2		기둥 (C2)	A / 3	4-D22 (4 X 4)	@250	4EA	@245	X측 Q
3		기둥 (C4)	C / 5	5-D22 (5 X 6)	@250	5EA	@250	Y측 Q
4		기둥 (C4)	C / 6	5-D22 (5 X 6)	@250	5EA	@251	Y측 Q
5		기둥 (C6-1)	C / 7	4-D22 (4 X 4)	@250	4EA	@250	X측 Q

\*범례 : Q (quick scan)

&lt;표 3.3.3&gt; 철근탐사 결과표(보)

(단위: mm)

시험 번호	층	부재	시험위치	설계값		시공값		비고
				주근	늑근	주근	늑근	
6	지상1층	보 (G1A)	A~B/3	7 - HD22 2단	D10@250	7EA	@245	중앙 하부 Q
7		보 (G2)	A~B/4	7 - HD22 2단	D10@150	7EA	@148	중앙 하부 Q
8		보 (G3)	C/3~4	4 - HD22	D10@250	4EA	@250	중앙 하부 Q
9		보 (G3-1)	B/3~4	6 - HD22 2단	D13@150	6EA	@146	중앙 하부 Q
10		보 (G5)	A~C/5	10 - HD25 2단	D13@200	10EA	@200	중앙 하부 Q
11		보 (B1-1)	A~B/3~4	6 - HD22 2단	D10@150	6EA	@150	중앙 하부 Q
12		보 (B2)	A~C/5~6	12 - HD25 2단	D13@200	12EA	@202	중앙 하부 Q

\*범례 : Q (quick scan)

&lt;표 3.3.4&gt; 철근탐사 결과표(SLAB)

(단위: mm)

시험 번호	층	부재	시험위치	설계값		시공값		비고
				주 근	부 근	주 근	부 근	
13	지상1층	SLAB (S1)	A~B/3~4	HD10+13@ 150	HD10@200	@148	@200	
14	지상1층	SLAB (S2)	A~C/5~6	HD13@200	HD13@250	@200	@250	

\*범례 : Q (quick scan)

### 3.4 콘크리트 중성화조사

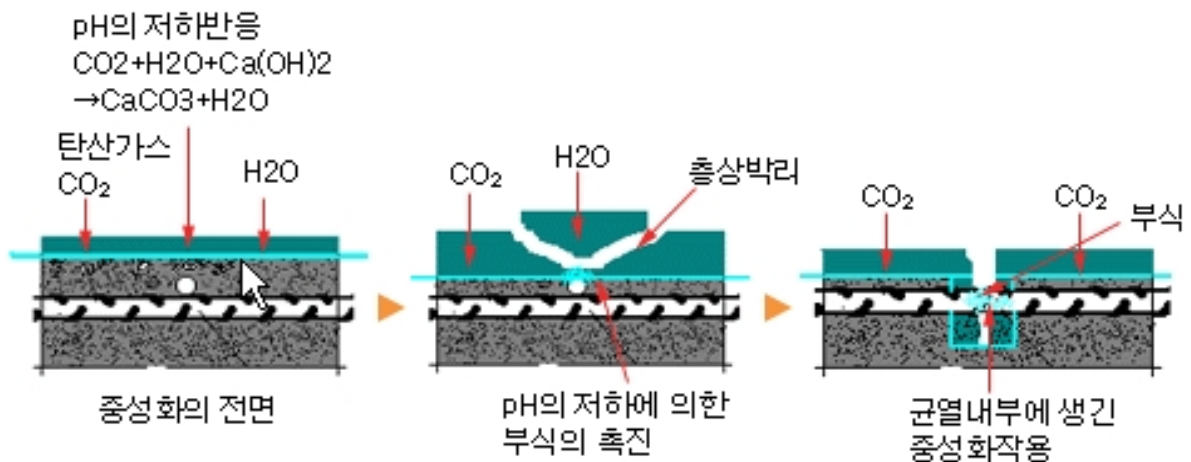
#### 3.4.1 조사 개요

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( $\text{CO}_2$ )가 침투한 후 수산화칼슘과 반응을 일으켜 탄산칼슘( $\text{CaCO}_3$ )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.

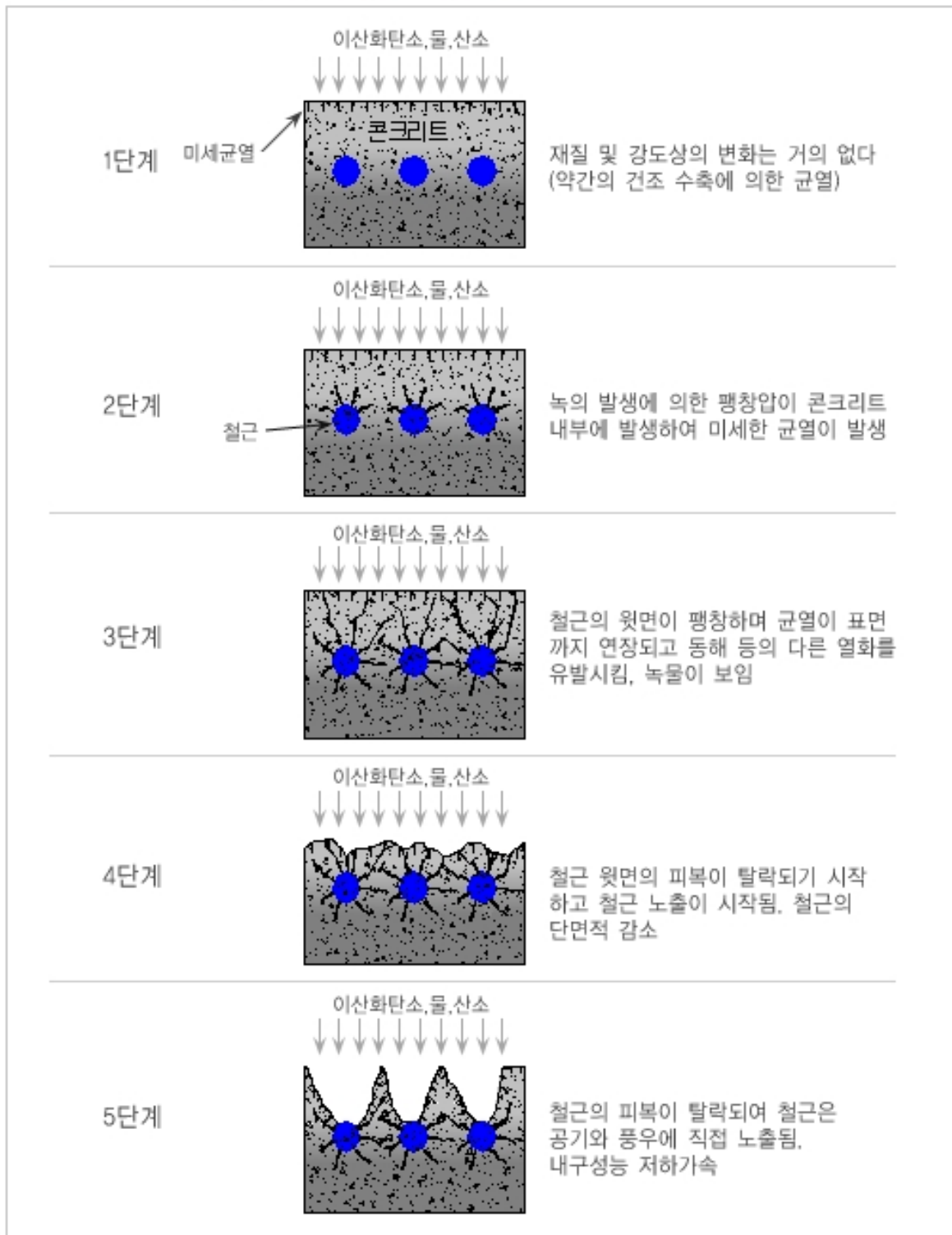
한편 옥내 부재의 경우에는 중성화 영역이 철근 위에 도달하여도 급속히 부식되지는 않는데, 중성화 영역이 피복두께를 지난 시점에서부터는 <표 3.4.2>에 나타난 철근의 부식등급 D에 해당하는 것을 알 수 있다. 따라서, 콘크리트의 열화도는 중성화 깊이와 함께 철근 피복두께와 밀접한 관계를 갖고 있음을 알 수 있다.

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 현장 여건상 시험 가능한 범위 내의 콘크리트 구조체에  
서 실시하였으며(지하층 기둥을 대상으로 하였음), 그 결과는 <표 3.4.3>과 같이 양  
호한 상태로 나타났다.

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

&lt;표 3.4.3&gt; 중성화 시험결과

(단위 : mm)

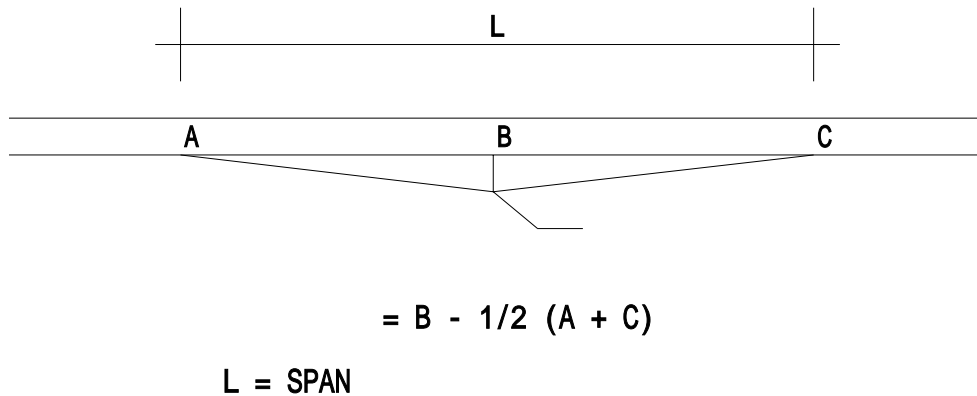
시험 번호	측정위치	부재	시험위치	중성화 깊이 (Vernier Calipers)	콘크리트 성능저하 등급	비고
1	1		A/3	4.69mm( 10mm)	<b>A등급</b>	-
				40mm		
2			B/3	6.48mm( 10mm)	<b>B등급</b>	-
				40mm		



### 3.5 변위·변형 조사

#### 3.5.1. 부재 처짐조사 개요

철근콘크리트 보의 처짐상태를 조사하기 위하여 LEVEL을 사용하여 그 처짐량을 측정하였으며, 그 결과를 “<표 3.5.1> 보의 처짐제한”과 대비하여 검토하였다.



<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 공간(Span)

※ ACI 318-89 (ACI Table 9.5(b))

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



### 3.5.2 조사결과 및 고찰

지상1층 주요 보의 처짐량은 4~18.5mm 정도로 처짐제한치(L/300) 이내의 범위에 있는 것으로 조사된 바, 양호한 상태로 평가된다.

이에, 구조체의 처짐에 문제가 없음과 동시에, 구조부재 전반적으로 특기할만한 결함을 확인할 수 없고, 특히 지하층 상부에 녹화가 실시되는 점을 감안할 때 건물 기울기에 대한 조사는 생략하여도 무방할 것으로 판단된다.

&lt;표 3.5.2&gt; 부재처짐 조사 결과표

NO			(mm)	(mm)	(A~C)	$=B - \frac{(A+C)}{2}$	(L / 300)	
1	B2 (A~C/4~5)	A	4803	0	14,400	-18.5	-48	o.k
		B	4825	-22				
		C	4810	-7				
2	G5 (A~C/5)	A	4800	0	14,400	-5.5	-48	o.k
		B	4808	-8				
		C	4805	-5				
3	B2 (A~C/5~6)	A	4800	0	14,400	-4	-48	o.k
		B	4810	-10				
		C	4812	-12				
4	G5 (A~C/6)	A	4810	0	14,400	-9	-48	o.k
		B	4820	-10				
		C	4812	-2				

### 3.6 결함상태 조사

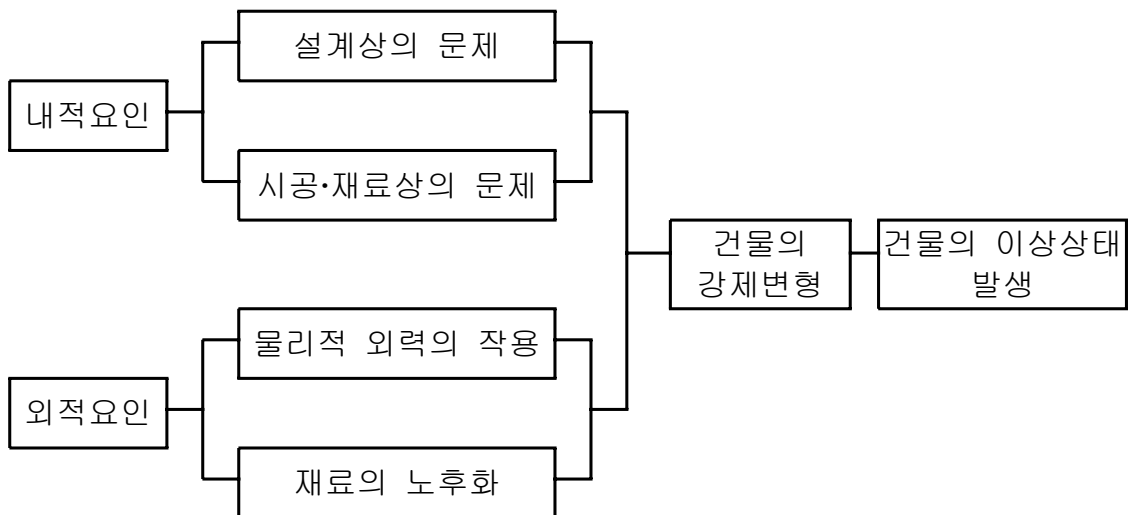
#### 3.6.1 조사 개요

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

&lt;표 3.6.1&gt; 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, 용해의 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

&lt;표 3.6.3&gt; 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.



&lt;표 3.6.4&gt; 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

&lt;표 3.6.5&gt; 조적벽의 균열발생 형태별 원인

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

2) 허용 균열폭

철근콘크리트 부재에 발생하는 균열은 각기 요구되는 상태에 따라 그 허용 균열 폭이 달라지며, 일반적으로 요구되는 성능은 내구성 및 방수성의 두 가지로 생각할 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
철근	건물	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)

환경 조건	허용 균열폭	
	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

&lt;표 3.6.8&gt; 허용 최대 균열폭의 규격치에 관한 예

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

&lt;표 3.6.9&gt; 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

&lt;표 3.6.10&gt; 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

&lt;일본건축학회 철근콘크리트조의 균열대책 지침안&gt;

\*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 지하1층 조적벽체 균열, 1층 휴게공간 파라펫 Joint 부위 누수흔적, 화강석 바닥타일 들뜸 및 파손 등의 결함이 발생되어 있었다.

<표 3.6.11> 주요부재 및 비구조체의 결함상태 요약

구분	주요 결함 상태	필요 조치	비고 (현황사진 예)
기둥	■ 구조적 결함은 없음	-	-
보	■ 구조적 결함은 없음	-	-
슬래브	■ 내부 부재는 양호함	-	-
벽체	■ 구조적 결함 없음	-	-
기타결함 (비구조)	■ 지하1층 벽체(조적부) 균열 다수 발생	■ 유지관리 차원 에서 보수 및 도장 바람직	 파라펫(조적부) 균열
	■ 1층 휴게마당 바닥타일 들뜸 및 파손	■ 녹화 시공 시 철거하는 것이 바람직함	 바닥타일 들뜸 및 파손
	■ 1층 휴게 마당 파라펫 Joint부위 균열 및 누수	■ Joint 누수부위 보수	 파라펫 Joint 부위 누수

## 제 4 장 구조안전성 검토

### 4.1 구조 검토 개요

#### 4.1.1 구조개요

- 1) 건물명칭 : 기쁜우리복지관
- 2) 소재지 : 서울특별시 강서구 가양동 1466번지
- 3) 구조형식 : 철근콘크리트조
- 4) 층 수 : 지하1층, 지상3층

#### 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 <sup>2</sup>	100kgf/m <sup>2</sup>	토심 20cm 이하
혼 합 형	200kgf/m <sup>2</sup>	200kgf/m <sup>2</sup>	토심 10~30cm 이하
중 량 형	300kgf/m <sup>2</sup>	200kgf/m <sup>2</sup>	토심 20cm 이상

## 4.1.4 재료강도

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

4.1.5 적용하중

1) 현재 상태의 하중

DESIGN LOADS				
지상 1층 휴게공간				
내 용	고정하중 (kgf/m <sup>2</sup> )	적재하중		
		슬래브용 (kgf/m <sup>2</sup> )	골조용 (kgf/m <sup>2</sup> )	
THK.30 화강석 석재 타일	81	500	500	
THK.60 무근콘크리트	138			
THK.24 보호모르타르	48			
쉬트방수	5			
THK.15 고름모르타르	30			
SLAB (THK. 150 - S1) SLAB (THK. 200 - S2)	360 480			
THK.50 암면뿔칠	5			
경량천장	30			
Total Load	S1			697
	S2			817

※ 근린생활시설(커피숍)의 하중은 고정하중 300kgf/m<sup>2</sup>, 적재하중 200kgf/m<sup>2</sup> 적용

1) 녹화 유형별 적용하중

① 녹화 적용하중 - 중량형

지상1층 휴게공간 바닥하중				
내 용		고정하중 (kgf/m <sup>2</sup> )	적재하중	
			슬래브용 (kgf/m <sup>2</sup> )	골조용 (kgf/m <sup>2</sup> )
S1	고정하중(697) + 녹화하중(300)	997	200	200
S2	고정하중(817) + 녹화하중(300)	1107		

② 녹화 적용하중 - 혼합형

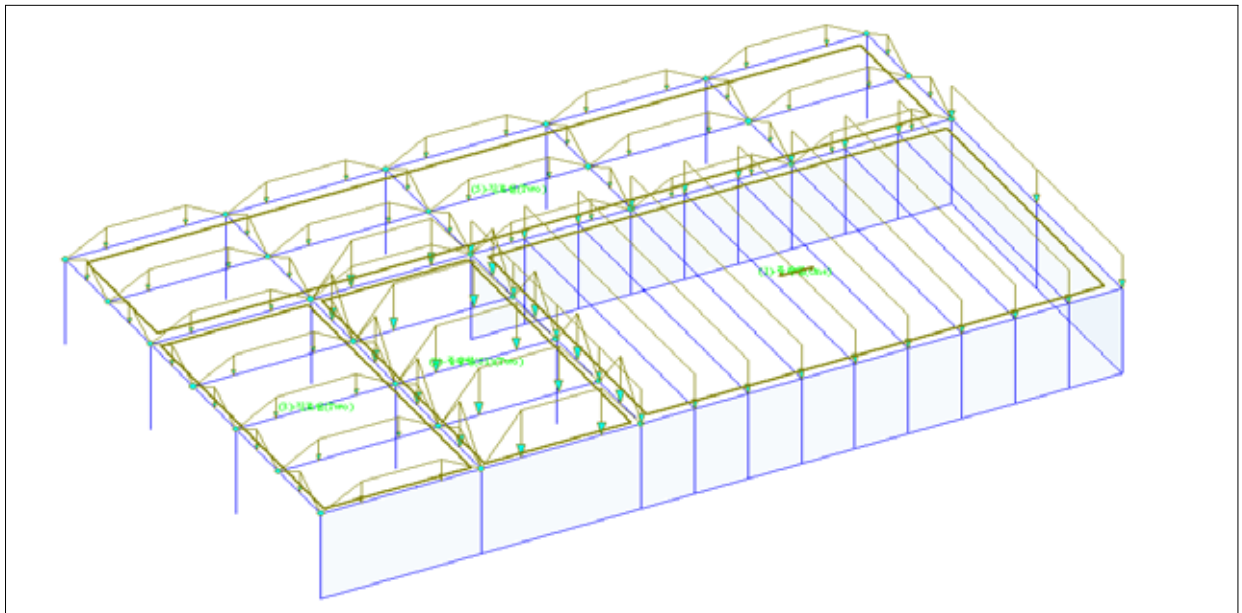
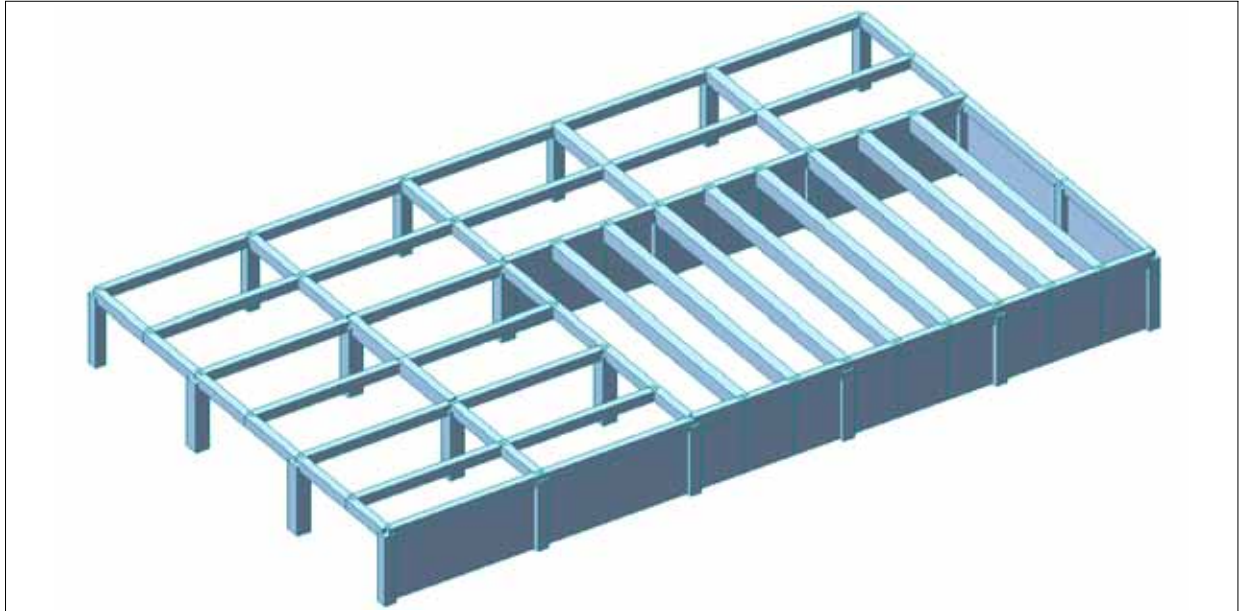
지상1층 휴게공간 바닥하중				
내 용		고정하중 (kgf/m <sup>2</sup> )	적재하중	
			슬래브용 (kgf/m <sup>2</sup> )	골조용 (kgf/m <sup>2</sup> )
RS1	고정하중(697) + 녹화하중(200)	897	200	200
RS4	고정하중(817) + 녹화하중(200)	1017		

③ 녹화 적용하중 - 경량형

지상1층 휴게공간 바닥하중				
내 용		고정하중 (kgf/m <sup>2</sup> )	적재하중	
			슬래브용 (kgf/m <sup>2</sup> )	골조용 (kgf/m <sup>2</sup> )
RS1	고정하중(697) + 녹화하중(120)	817	100	100
PRS1	고정하중(817) + 녹화하중(120)	937	100	100

## 4.2 구조 해석

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



<그림 4.2.1> Modeling & Loading Condition

### 4.3 해석 결과

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

#### 1) 슬래브 검토 결과

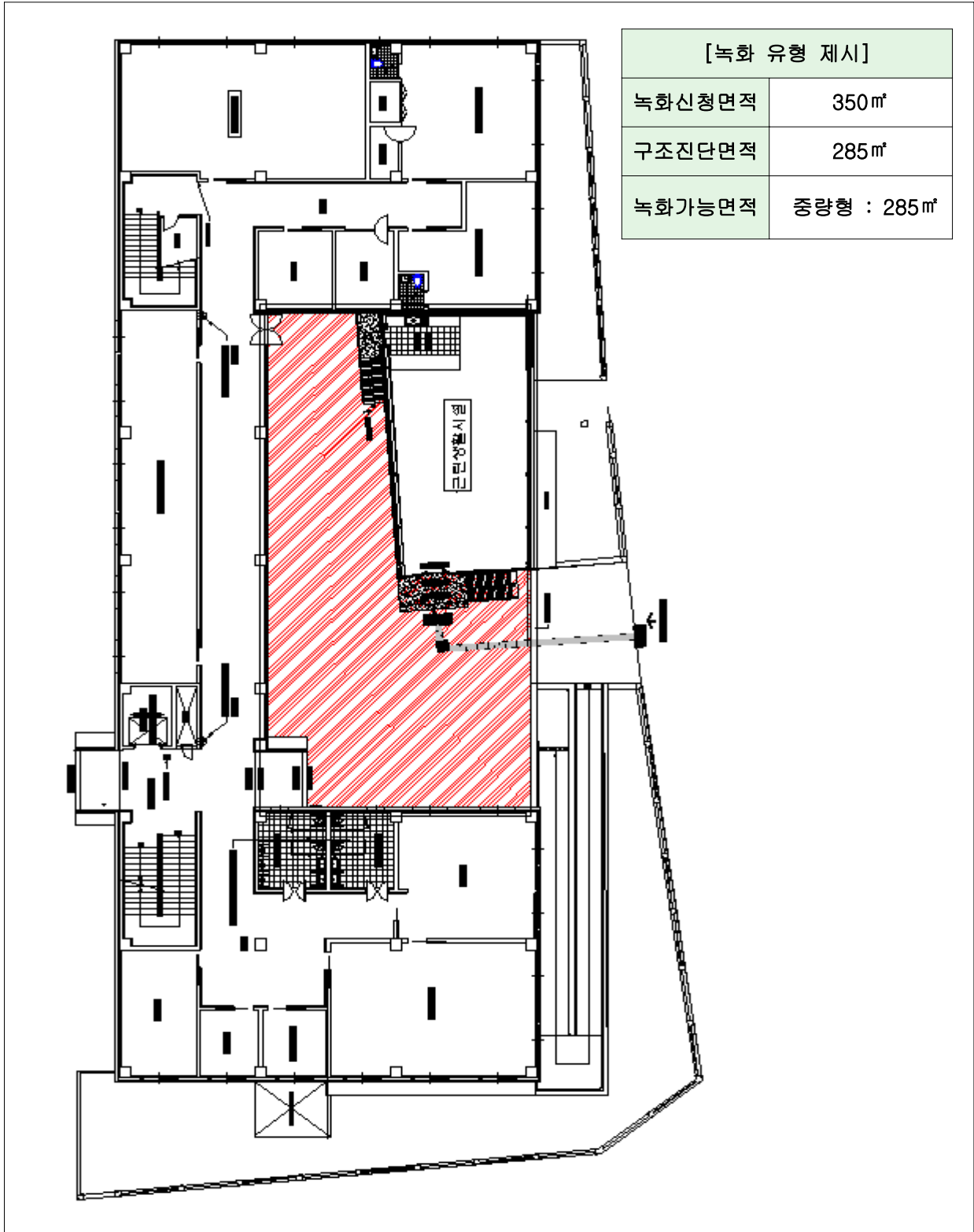
중량형(녹화 300kg/m<sup>2</sup> + 적재 200kg/m<sup>2</sup>)의 하중이 작용할 경우에도 1S1(t=150), 1S2(t=200) 모두 소요내력을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

#### 2) 보 검토 결과

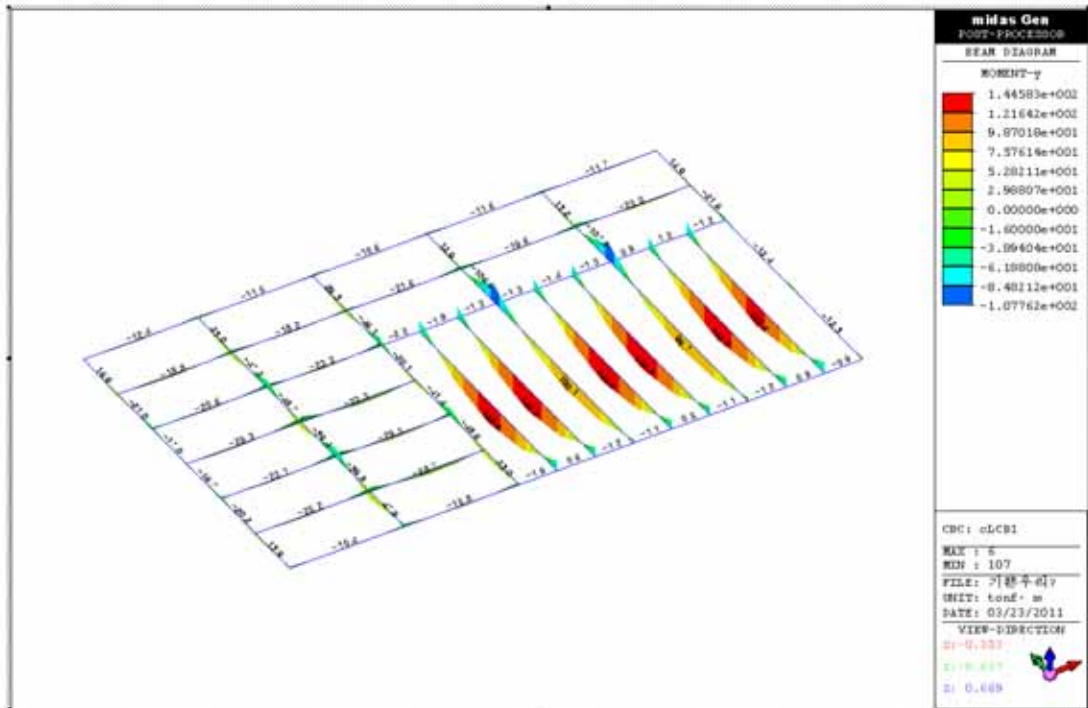
중량형(녹화 300kg/m<sup>2</sup> + 적재 200kg/m<sup>2</sup>)의 하중이 작용할 경우에도 지상1층 휴게공간 하부의 모든 보 부재가 소요내력을 확보하는 것으로 검토되었다.

#### 3) 옥상녹화 유형별 시공 적합성

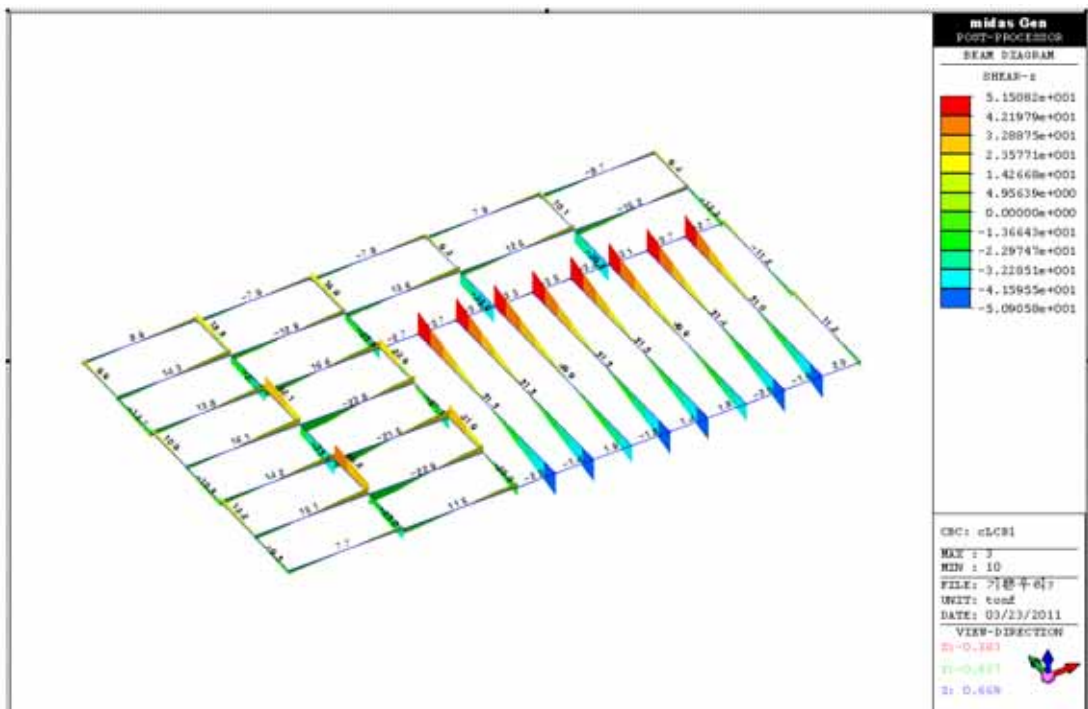
옥상녹화 유형		옥상녹화 시공 적합성
지상1층 휴게공간	경량형	녹화 가능
	혼합형	녹화 가능
	중량형	녹화 가능



<그림 4.3.1> 하중 계획도 (지상1층 휴게공간)



<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	1.58	0.78	2.54	1.88	0.62 (O.K)	0.41 (O.K)	-
S2	0.91	0.68	3.57	2.88	0.25 (O.K)	0.23 (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				
G1A	48.69	42.39	35.11	58.46	78.85	56.62	O.K( 0.83 )	O.K( 0.62 )
	59.39			99.47				
G2	30.08	24.98	27.07	38.69	51.68	41.01	O.K( 0.77 )	O.K( 0.66 )
	41.39			64.94				
G3-1	19.10	18.96	21.49	31.23	44.39	39.07	O.K( 0.61 )	O.K( 0.55 )
	29.09			50.61				
G5	78.22	100.08	49.92	90.29	144.98	60.87	O.K( 0.86 )	O.K( 0.82 )
	98.60			170.06				
G3	23.30	12.42	16.57	31.23	31.23	26.72	O.K( 0.74 )	O.K( 0.62 )
	20.98			44.39				
B1-1	21.64	24.36	23.77	31.23	44.39	38.96	O.K( 0.69 )	O.K( 0.61 )
	33.33			50.61				
B2	94.43	144.58	51.51	91.89	170.74	81.76	O.K( 0.91 )	O.K( 0.63 )



## 제 5 장 진단결과 종합

서울특별시 강서구 가양동 1466번지에 위치한 기쁜우리복지관 1층 휴게공간 하부 구조체를 대상으로 제반 조사·시험 및 해석 등을 통해 녹화 유형별 적용성 검토를 위한 안전진단을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같이 요약된다.

### 5.1 진단 결과

#### 5.1.1 구조체에 대한 조사·시험 결과

##### 가. 구조체 제원, 구조/용도변경 사항, 1층 휴게공간 사용현황 조사

##### 1) 주요 구조체의 제원

진단건물은 철근콘크리트조로 구축되었으며, 조사 범위 내에서 1층 휴게공간 하부 주요 구조체의 배치상태, 단면치수 및 층고 등이 설계도면과 일치하는 바, 그로 인한 문제점은 없는 상태로 판단된다.

##### 2) 구조/용도 변경 유무

진단건물 1층 휴게공간 하부구조체에 특기할만한 변경사항은 없는 상태이나, 1층 휴게공간의 일부가 근린생활시설(커피숍)로 변경되었다.

##### 3) 1층 휴게공간 사용현황(장비, 시설물 등)

녹화 예정부분에 하중상 문제시될 정도의 특기사항은 없는 것으로 조사되었다

## 나. 비파괴시험 결과

### 1) 콘크리트의 압축강도

슈미트햄머법으로 진단건물 구조체 콘크리트의 압축강도를 시험한 결과, 평균 23.2N/mm<sup>2</sup>로서 설계기준강도 21.0N/mm<sup>2</sup>를 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 4.69~6.48mm(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 1층 휴게공간 바닥 단면은 콘크리트 슬래브 위 THK.15 고름모르타르 + 쉬트방수 + THK.60 무근콘크리트 + THK.30 화강석 석재타일로 구성되어 있다. 현장 여건상 방수층의 손상 여부를 정확히 확인할 수는 없었으나, 지하1층 천장에서 누수흔적이 발견되지 않는 점으로 미루어 특별한 이상은 없는 상태로 판단된다.

## 라. 배수성능 평가 결과

1층 휴게공간 바닥의 우수는 트렌치를 통해 맨홀로 배수되는 상태인데, 바닥에서 물고임현상 등을 발견할 수 없고 구배 역시 비교적 양호한 것으로 측정된 바, 현재의 배수상태는 양호한 것으로 판단된다.

## 마. 결함 상태

결함조사 결과, 노후화로 인해 지하1층 조적벽체의 균열, 1층 휴게공간의 화장석 석재타일 들뜸 및 파손이 전반적으로 발생되어 있는 상태이나, 녹화대상인 1층 휴게공간 하부 구조체에 안전상 문제시될 정도의 중대 결함은 발생되어 있지 않은 상태였다.

들뜸 및 파손이 발생한 화장석 석재타일은 녹화시공 시 철거가 요구되는데, 그 과정에서 하부 방수층 및 구조체에 영향을 주지 않도록 주의해야 할 것이다.

## 5.1.2 녹화유형별 구조안전성 검토결과

## 가. 녹화유형별 적용하중

다음 표에 나타낸 바와 같이, 과업지시서 및 서울시학술용역 보고서에 제시된 녹화유형별 하중을 적용하였다.

&lt;표 5.1.1&gt; 녹화 유형별 적용하중

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

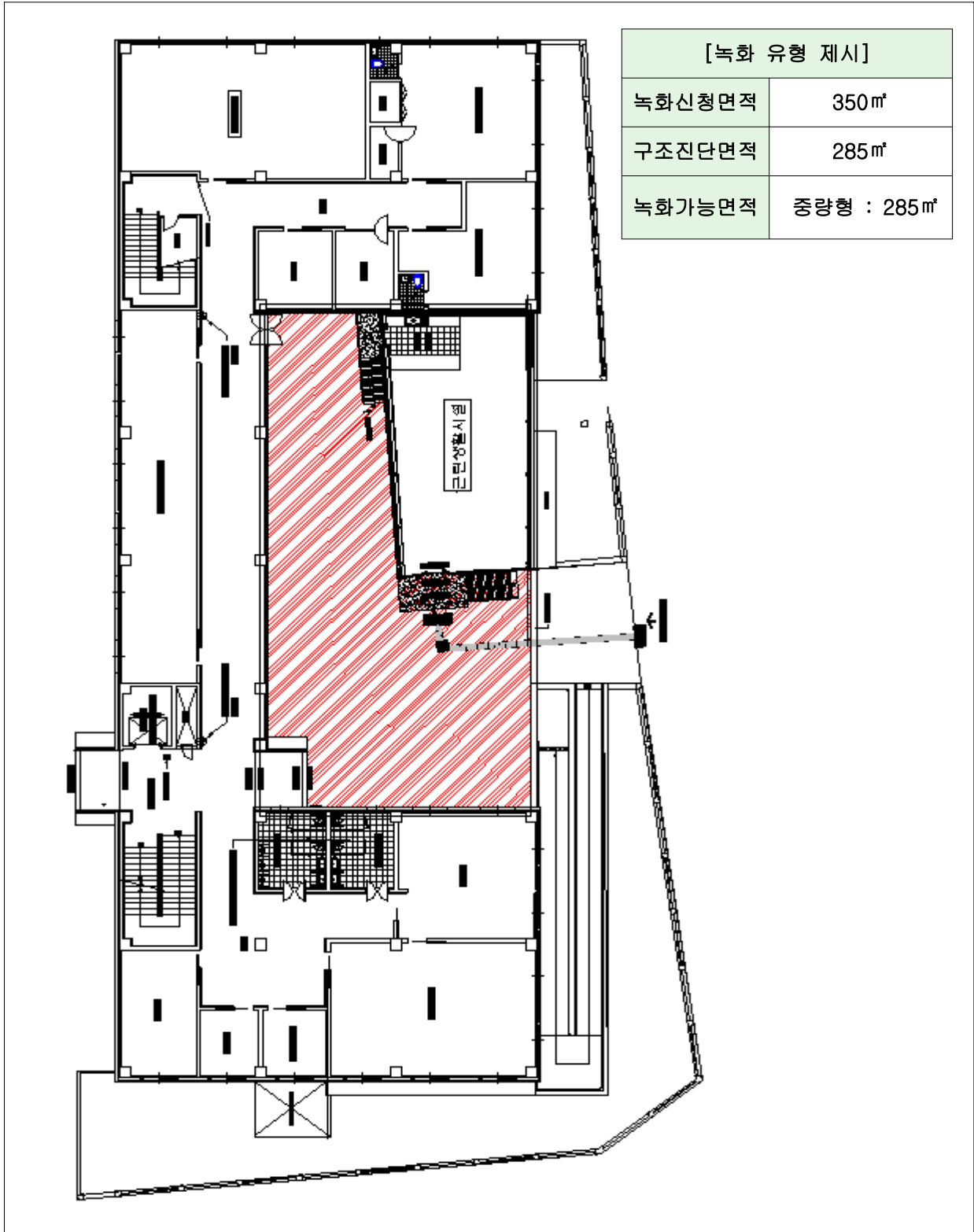
\* 2007. 건축물 옥상녹화 시스템 유형결정과 관리메뉴얼(서울특별시) 참조

## 나. 구조안전성 검토결과

기쁜우리복지관 1층 휴게공간 등의 녹화를 위한 구조검토 결과, 중량형의 하중을 만족하는 것으로 검토되었다.

&lt;표 5.1.2&gt; 옥상녹화 유형별 시공 적합성

녹화대상 지상1층	녹화 유형	녹화 시공 적합성 검토
녹화 신청면적 350 m <sup>2</sup>	중량형 : 285 m <sup>2</sup>	중량형의 녹화하중을 적용하여 해석한 결과, 모든 부재가 소요내력을 만족하는 것으로 검토되었다.
구조진단 면적 285 m <sup>2</sup>		1층 휴게공간의 면적은 415 m <sup>2</sup> 이며, 그 중 녹화예정구간의 면적은 285 m <sup>2</sup> , 커피숍 면적은 130 m <sup>2</sup> 이다. 한편, 복지관 관계자가 본 진단기관에 요청한 녹화 예정구획의 면적은 총 633 m <sup>2</sup> 인데, 이 중 348 m <sup>2</sup> 는 지하외벽선 바깥 대지로서 녹화하중이 구조물에 영향을 주지 않는 상태인바, 중량형의 녹화가 가능하다.
녹화 가능면적 285 m <sup>2</sup>		



<그림 5.1.1> 하중계획도 (지상1층 휴게공간)

## 5.2 종합 의견

기쁜우리복지관 지상1층 외부 휴게공간의 녹화를 위한 구조검토 결과, 중량형의 하중을 만족하는 것으로 검토되었다(현재 커피숍이 위치한 구간 및 지하외벽선 외부 공간 역시 중량형의 녹화가 가능하나, 녹화가능면적에서는 제외하였음).

한편, 들뜸 및 파손이 발생한 화강석 석재타일은 녹화시공 시 철거가 요구되는데, 그 과정에서 하부 방수층 및 기존 구조체에 영향을 주지 않도록 주의해야 할 것이며, 시공 이후에도 지속적인 점검 및 유지관리 활동을 실시하는 것이 바람직하다.



1) /

2)

3)

4) DATA

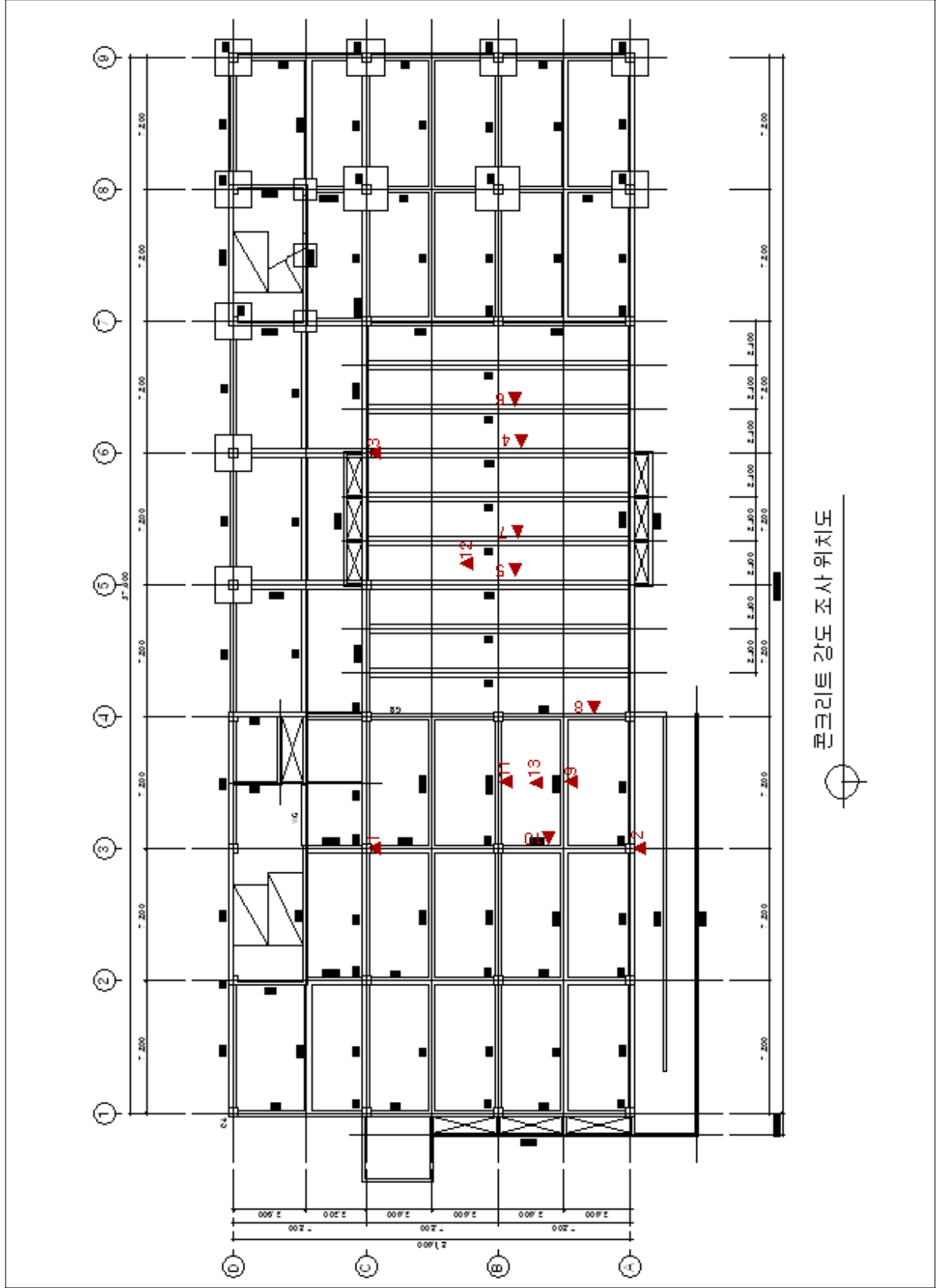
5)

6)

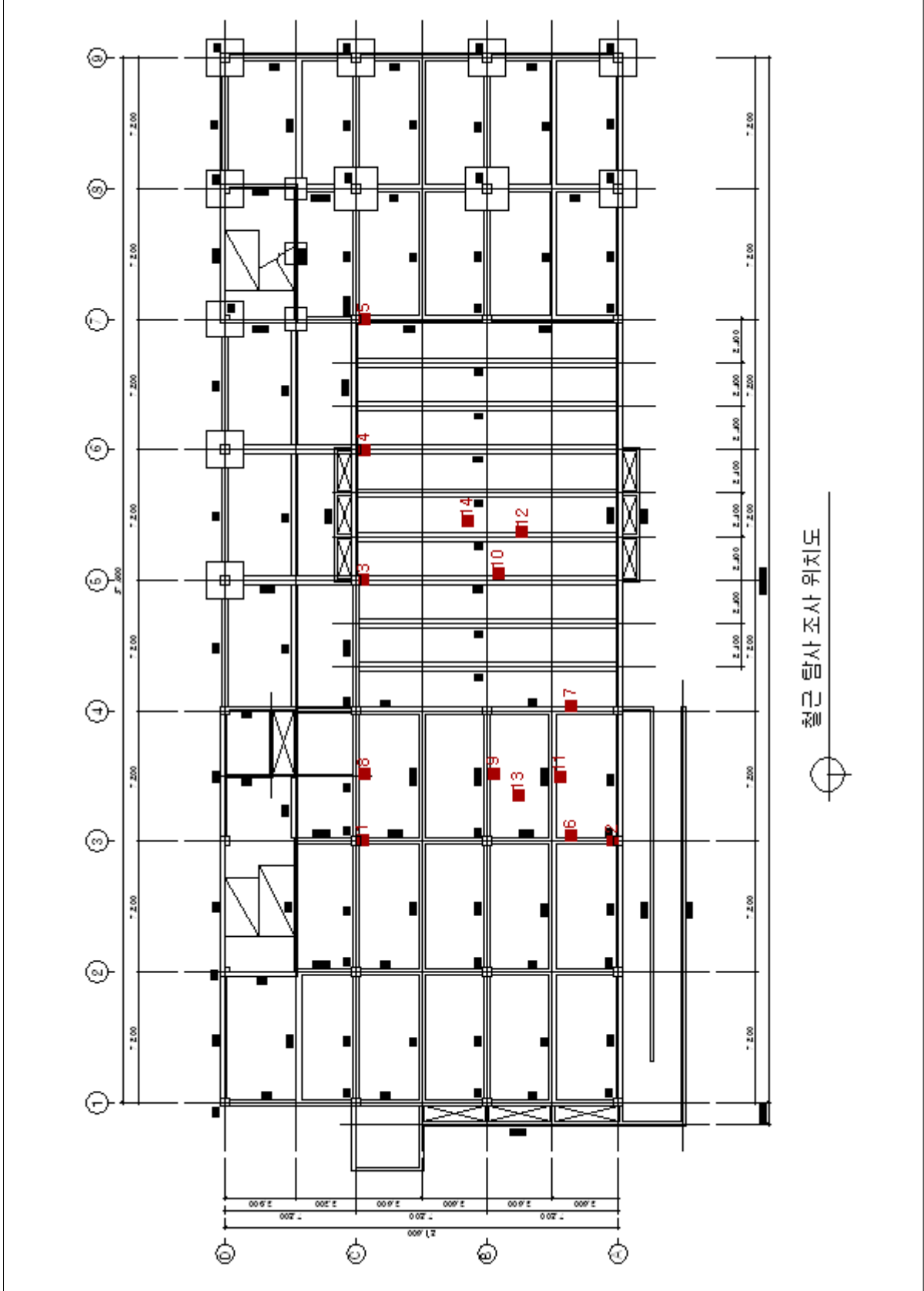
1) /





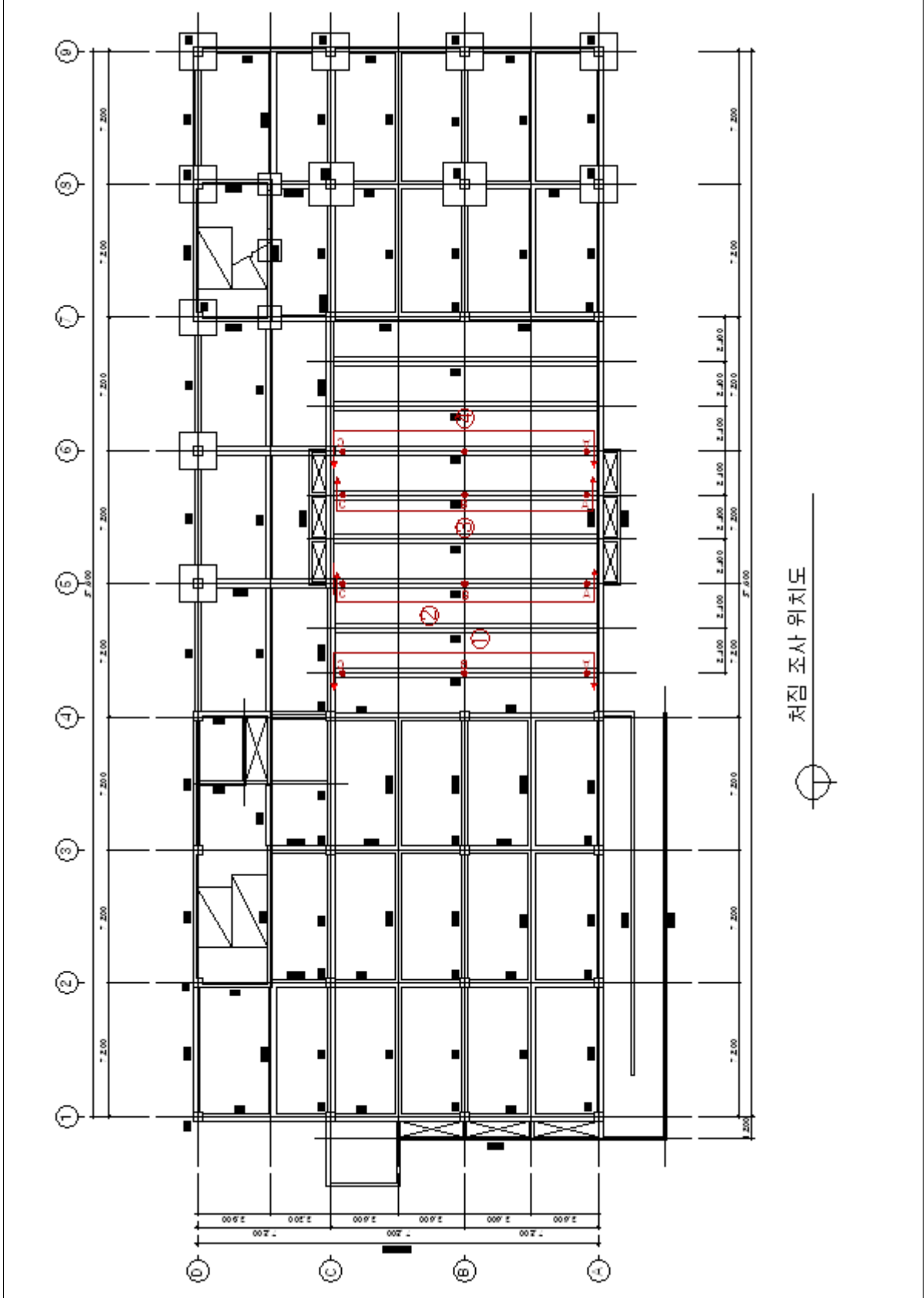


콘크리트 강도 조사 위치도



철근 탐사 조사 위치도





차집 조사 위치도



2)



### 콘크리트테스트햄머법에 의한 콘크리트압축강도

진단명 : 기쁜우리복지관 구조안전진단

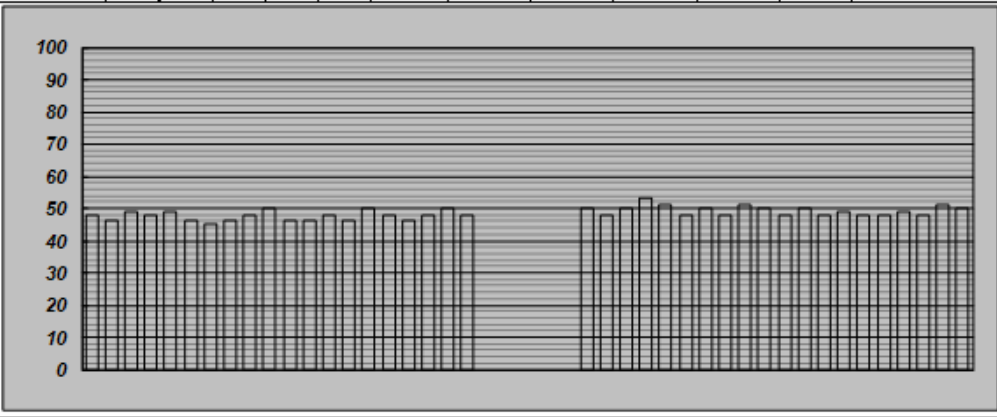
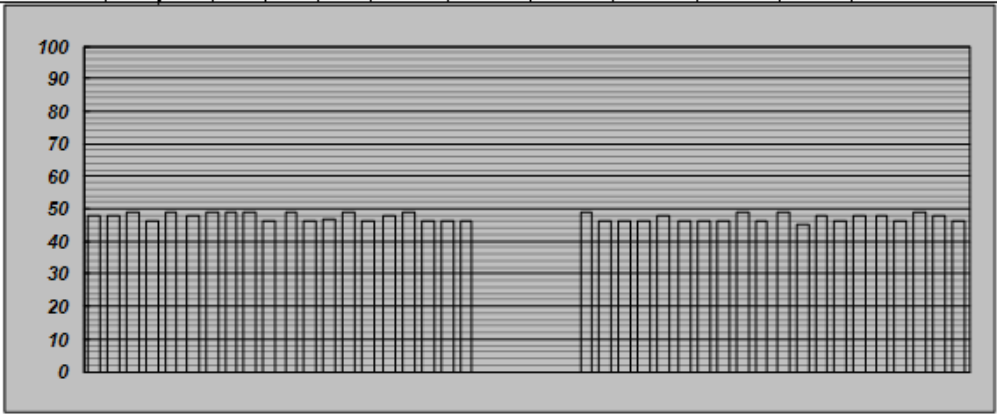
NO	위치	부재	반발영도					평균 반발 영도	환산강도 (kg/cm <sup>2</sup> )				재령 계수	재령 계수에 의한 추정 압축강도 (kg/cm <sup>2</sup> )
									방법1	방법2	방법3	평균		
1	지하1층 (C / 3)	기둥 (C1)	46	46	44	46	43	44	393	388	330	370	0.63	233
			44	45	43	45	44							
			46	42	43	45	44							
			42	42	44	46	45							
	지하1층 (C / 3)	기둥 (C1)	43	47	42	46	43	45	406	401	340	382	0.63	241
			42	46	43	46	42							
			47	46	46	44	46							
			42	46	44	44	45							
	concrete Test hammer record paper													
	2	지하1층 (A / 3)	기둥 (C2)	46	43	46	42	42	44	393	388	330	370	0.63
46				42	46	44	42							
46				42	46	45	42							
46				42	42	43	41							
지하1층 (A / 3)		기둥 (C2)	43	43	44	46	42	43	368	375	320	354	0.63	223
			42	42	42	43	46							
			41	43	43	44	45							
			43	43	44	43	42							
concrete Test hammer record paper														

진단명 : 기쁜우리복지관 구조안전진단

NO	위치	부재	반발경도					평균 값 편차	환산강도 (kg/cm <sup>2</sup> )				재령 계수	재령 계수에 의한 총경 단축 강도 (kg/cm <sup>2</sup> )
									방법1	방법2	방법3	평균		
3	지하1층 (C / 6)	기둥 (C4)	46	42	42	43	43	43	388	375	320	354	0.63	223
			42	43	43	43	46							
			43	42	46	42	44							
			43	44	43	44	44							
	지하1층 (C / 6)	기둥 (C4)	43	44	45	41	43	45	406	401	340	382	0.63	241
			49	48	43	46	48							
46			46	48	44	46								
46			45	46	46	44								
concrete Test hammer record paper														
4	지상1층 (A~C/6)	보 (G5)	50	51	52	48	49	49	404	400	339	381	0.63	240
			48	48	47	48	46							
			53	48	49	51	52							
			46	48	46	46	52							
	지상1층 (A~C/6)	보 (G5)	48	50	50	52	48	49	404	400	339	381	0.63	240
			52	50	50	49	50							
53			52	50	48	46								
48			46	46	48	50								
concrete Test hammer record paper														

진단명 : 기쁜우리복지관 구조안전진단

NO	위치	부재	반발경도					평균 값 편차	환산강도 (kg/cm <sup>2</sup> )				재령 계수	재령 계수에 의한 총경 단축 강도 (kg/cm <sup>2</sup> )
									방법1	방법2	방법3	평균		
5	지상1층 (A~C/5)	보 (G5)	48	48	49	46	49	48	390	388	328	368	0.63	232
			48	49	49	49	46							
			49	46	47	49	46							
			48	49	46	46	46							
5	지상1층 (A~C/5)	보 (G5)	49	46	46	46	48	47	378	371	317	356	0.63	224
			46	46	46	49	46							
			49	45	48	46	48							
			48	46	49	48	46							
6	지상1층 (A~C/6-7)	보 (B2)	48	46	49	48	49	48	390	388	328	368	0.63	232
			46	45	46	48	50							
			46	46	48	46	50							
			48	46	48	50	48							
6	지상1층 (A~C/6-7)	보 (B2)	50	48	50	53	51	49	404	400	339	381	0.63	240
			48	50	48	51	50							
			48	50	48	49	48							
			48	49	48	51	50							





진단명 : 기쁜우리복지관 구조안전진단

NO	위치	부재	반발경도					평균 값 단위	환산강도 (kg/cm <sup>2</sup> )				재령 계수	재령 계수에 의한 총경 단축 강도 (kg/cm <sup>2</sup> )
									방법1	방법2	방법3	평균		
7	지상1층 (A-C/5~6)	보 (B2)	46	47	49	48	50	49	404	400	339	381	0.63	240
			50	51	49	49	50							
			49	50	48	49	48	90						
			48	49	48	48	49							
지상1층 (A-C/5~6)	보 (B2)	49	48	49	50	48	48	390	386	328	368	0.63	232	
		46	48	49	49	50								
		49	46	48	49	48	90							
		48	46	49	48	50								
concrete Test hammer record paper														
8	지상1층 (A-B/4)	보 (G2)	48	46	48	46	44	46	417	414	350	394	0.63	248
			44	48	44	49	46							
			49	46	44	49	44	0						
			48	46	48	44	46							
지상1층 (A-B/4)	보 (G2)	46	44	46	44	46	45	406	401	340	382	0.63	241	
		42	45	49	49	45								
		42	44	46	46	46	0							
		45	44	46	46	44								
concrete Test hammer record paper														

진단명 : 기쁜우리복지관 구조안전진단

NO	위치	부재	반발경도					평균 값 단위	환산강도 (kg/cm <sup>2</sup> )				재령 계수	재령 계수에 의한 인장 강도 (kg/cm <sup>2</sup> )
									방법1	방법2	방법3	평균		
9	지상1층 (A~B/3~4)	보 (B1-1)	46	46	51	46	48	48	390	388	328	368	0.63	232
			49	46	46	50	47							
			48	49	48	50	41							
			49	46	46	51	50							
	지상1층 (A~B/3~4)	보 (B1-1)	48	46	46	44	46	47	378	371	317	356	0.63	224
			46	48	45	46	48							
			46	47	46	48	46							
			46	48	48	46	46							
	concrete Test hammer record paper													
	10	지상1층 (A~B/3)	보 (G1A)	41	45	44	42	44	43	368	375	320	354	0.63
42				42	43	42	43							
42				45	43	44	42							
42				43	42	43	42							
지상1층 (A~B/3)		보 (G1A)	43	45	44	43	44	43	368	375	320	354	0.63	223
			42	42	41	42	43							
			42	44	43	41	43							
			42	43	42	41	42							
concrete Test hammer record paper														

진단명 : 기쁜우리복지관 구조안전진단

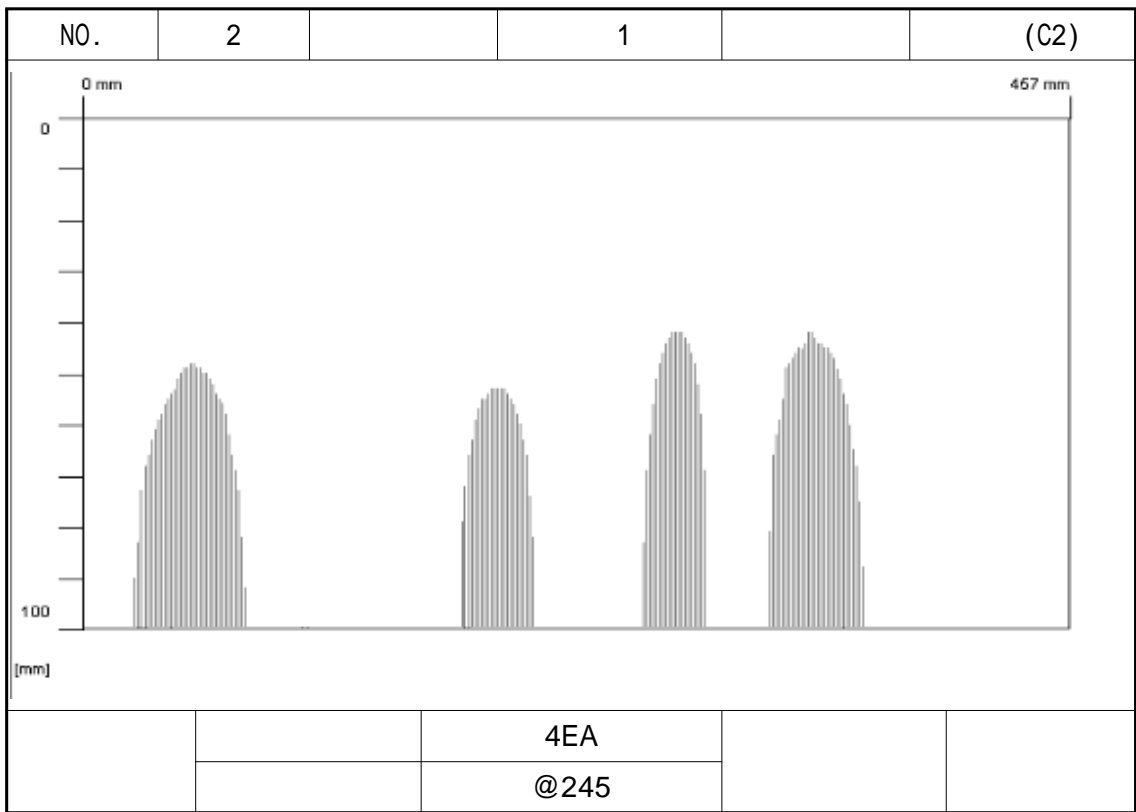
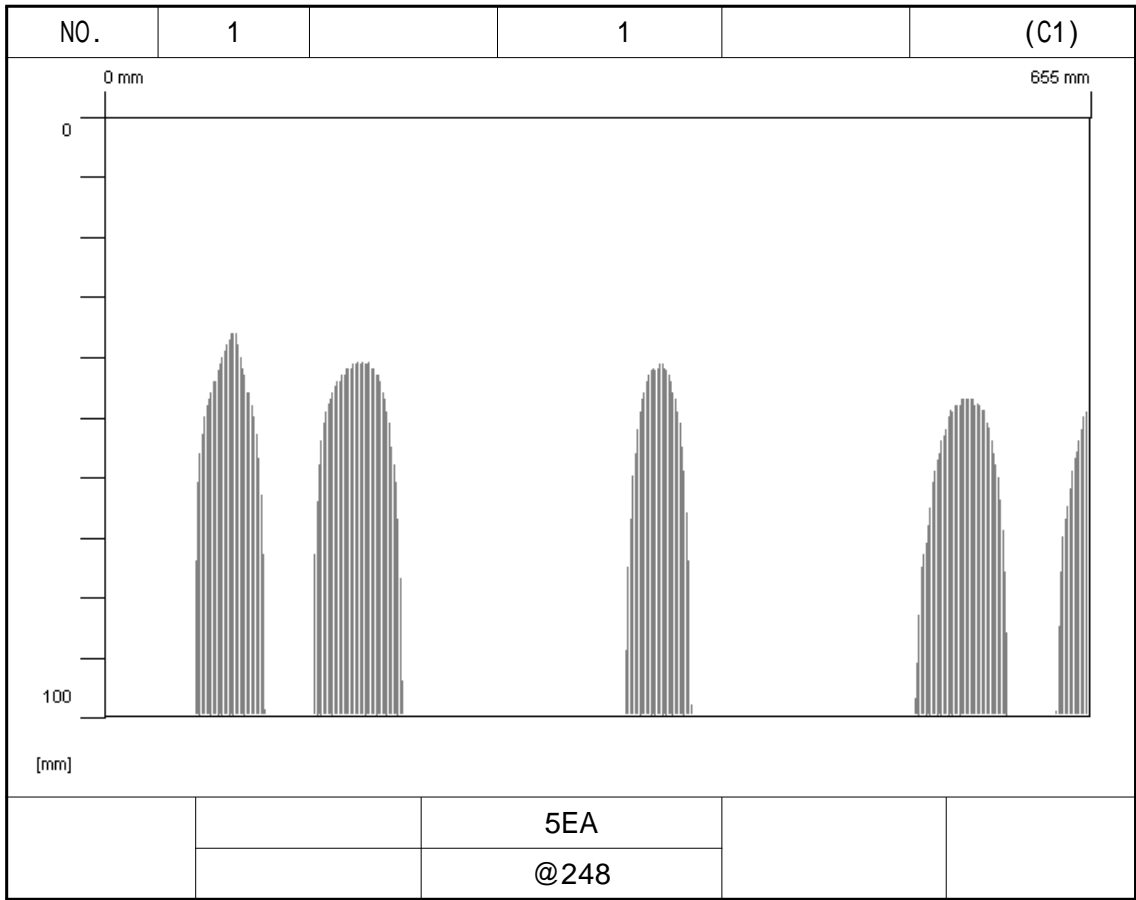
NO	위치	부재	반발경도					평균 반발 경도	충산강도 (kg/cm <sup>2</sup> )				재령 계수	재령 계수에 의한 충격 압축 강도 (kg/cm <sup>2</sup> )
									방법1	방법2	방법3	평균		
11	지상1층 (B/3~4)	보 (G3-1)	48	46	45	46	46	47	378	371	317	356	0.63	224
			47	46	47	46	44							
			46	45	48	48	48							
			48	48	46	48	48							
	지상1층 (B/3~4)	보 (G3-1)	48	46	48	48	46	47	378	371	317	356	0.63	224
			46	46	48	46	47							
			45	48	47	46	48							
			46	48	46	48	48							
concrete Test hammer record paper														
12	지상1층 (A~C/5~6)	SLAB (S2)	48	48	46	48	48	47	378	371	317	356	0.63	224
			46	48	47	48	46							
			48	47	48	46	46							
			47	46	46	48	46							
	지상1층 (A~C/5~6)	SLAB (S2)	47	49	49	48	46	48	390	386	328	368	0.63	232
			48	46	49	47	46							
			45	49	48	46	49							
			46	48	48	49	48							
concrete Test hammer record paper														

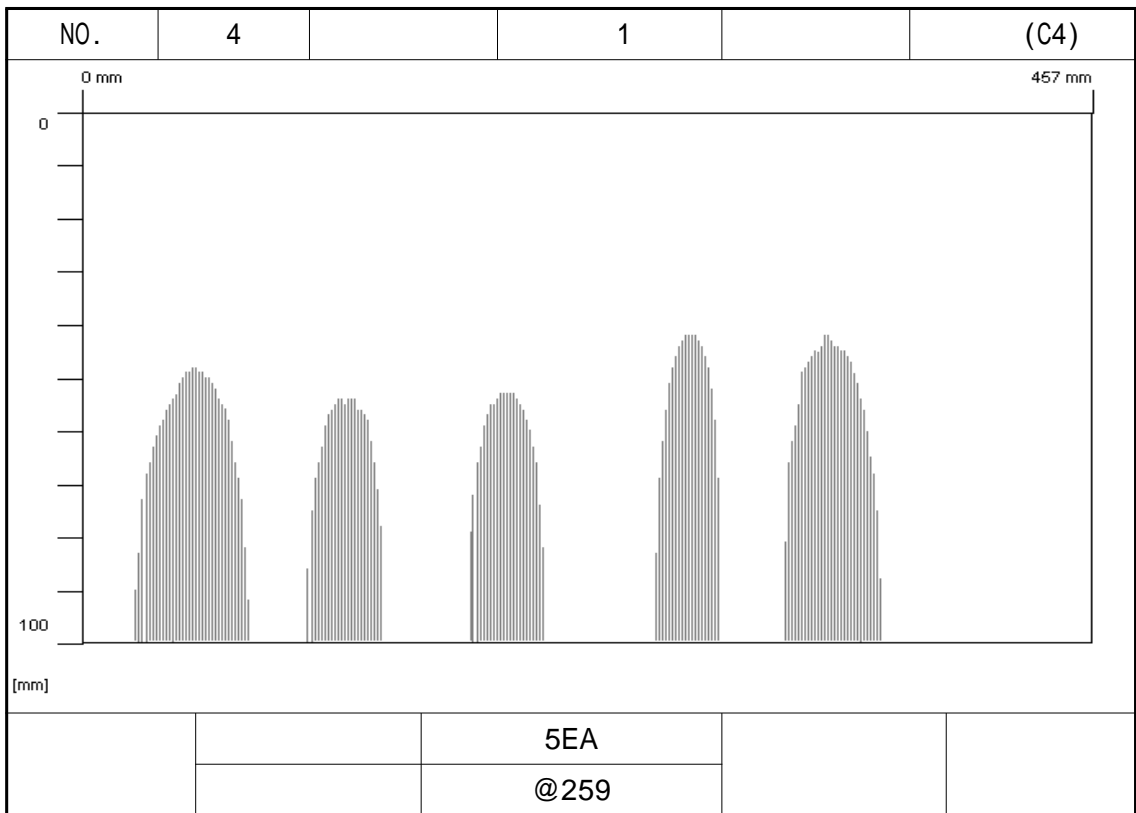
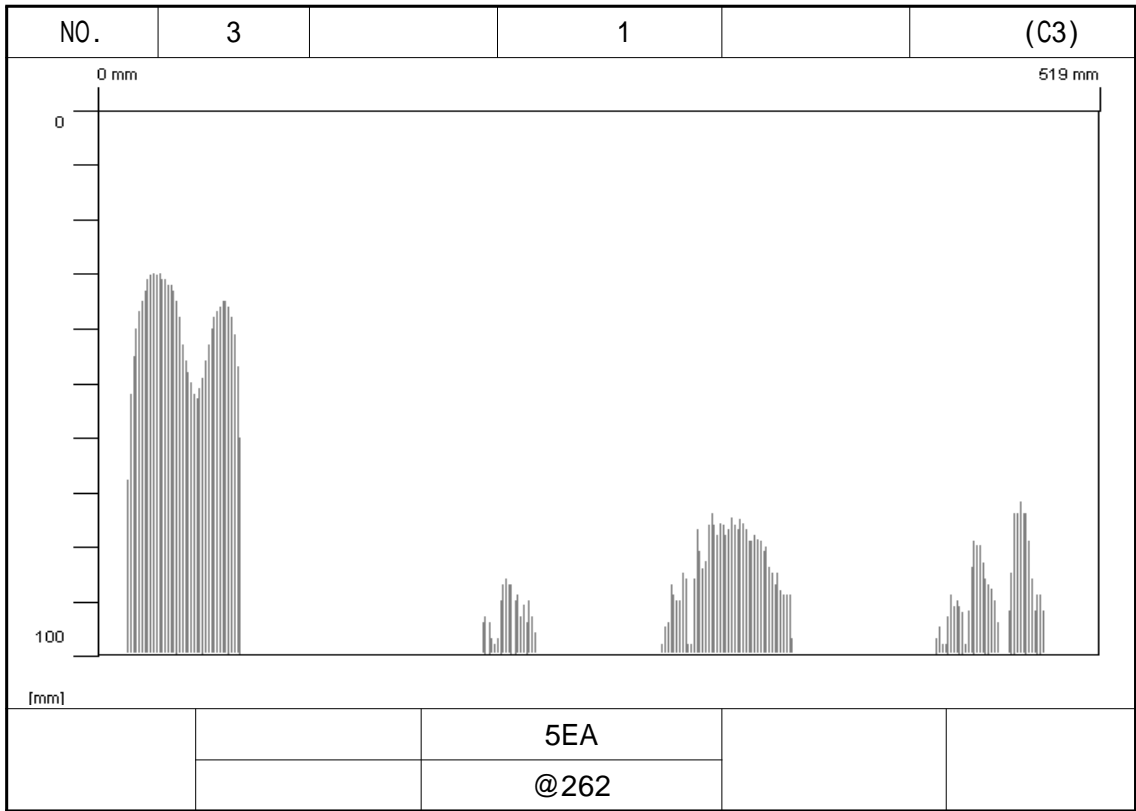
진단명 : 기쁜우리복지관 구조안전진단

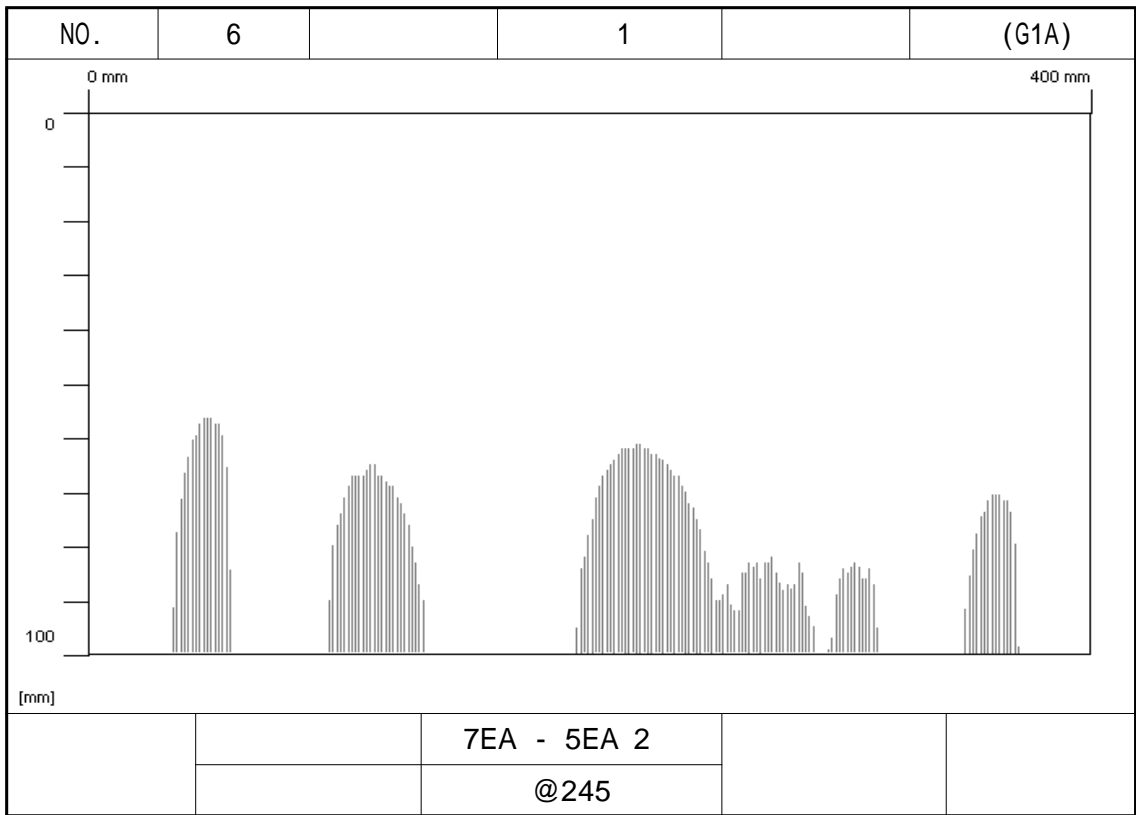
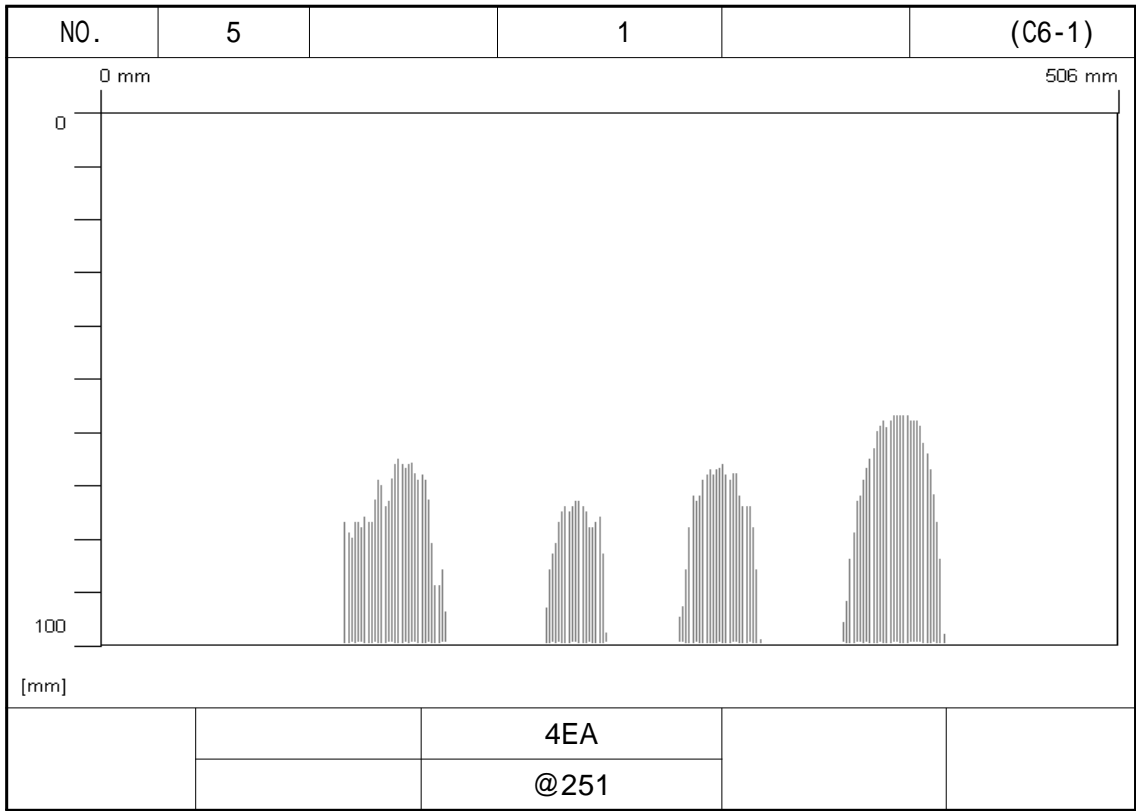
NO	위치	부재	반발영도					평균 값 단위	환산강도 (kg/cm <sup>2</sup> )				재령 계수	재령 계수에 의한 충격 강도 (kg/cm <sup>2</sup> )
									방법1	방법2	방법3	평균		
13	지상1층 (A~B/3~4)	SLAB (S1)	48	49	48	49	50	48	390	388	328	368	0.63	232
			47	48	46	46	48							
			48	46	48	46	49	90						
			48	48	45	48	46							
	지상1층 (A~B/3~4)	SLAB (S1)	48	49	49	49	48	48	390	388	328	368	0.63	232
			46	48	48	47	46							
			46	48	48	48	46	90						
			46	48	48	48	48							
	concrete Test hammer record paper													
	평 균												232	

3)

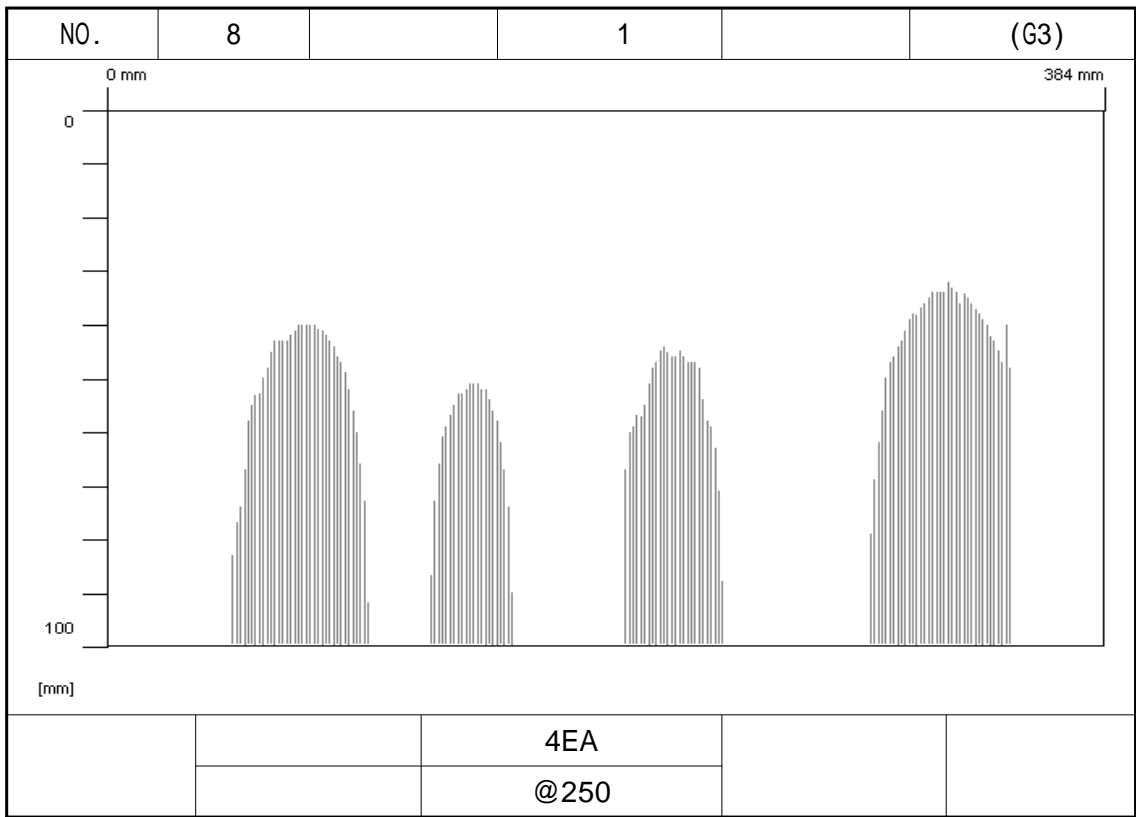
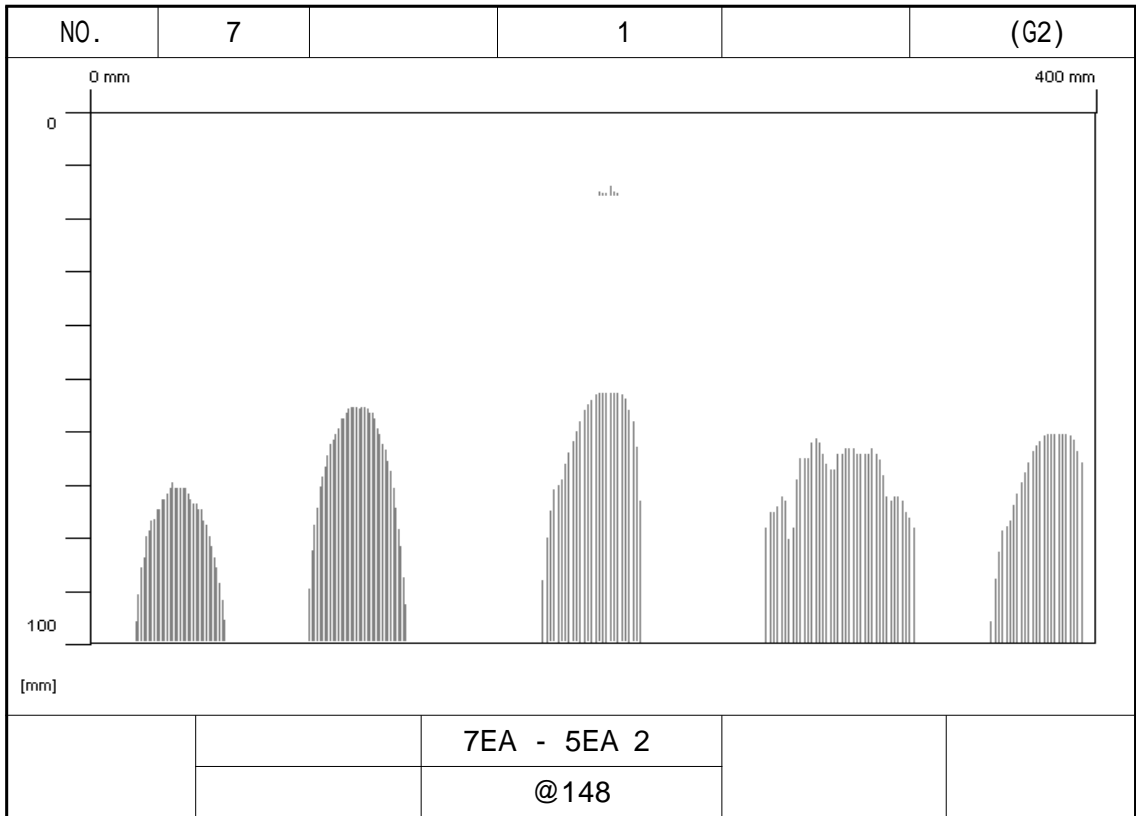


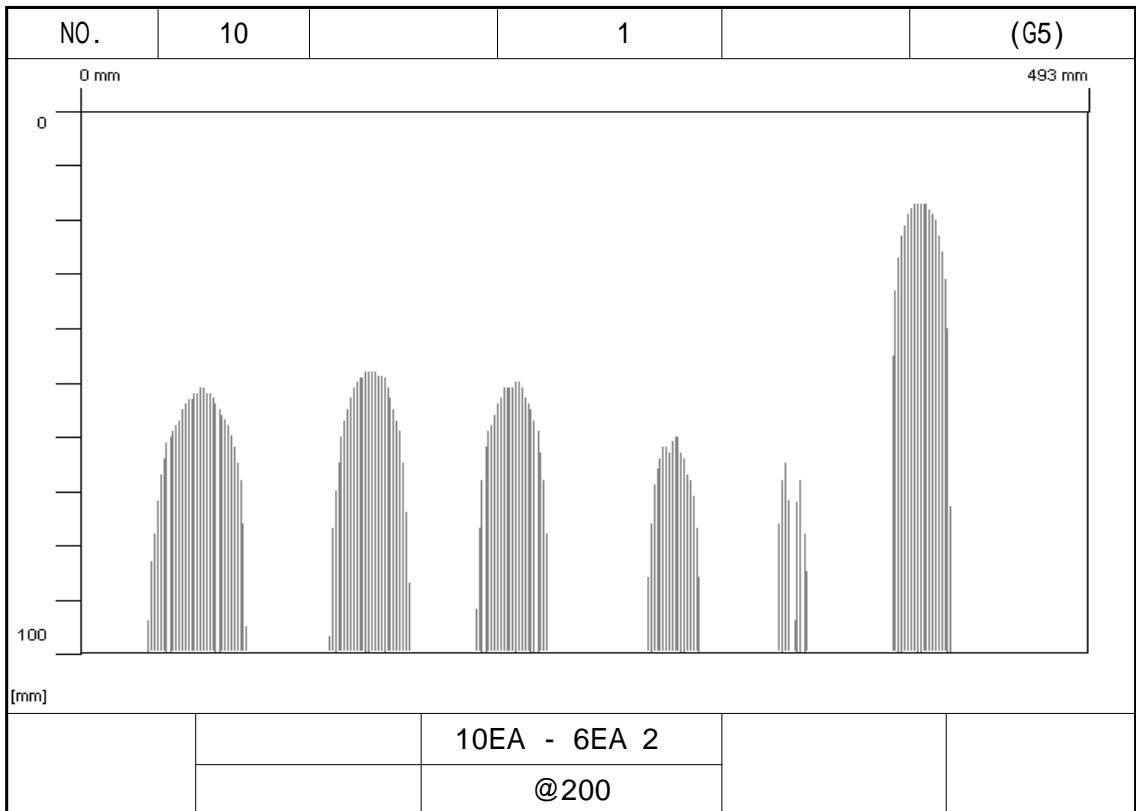
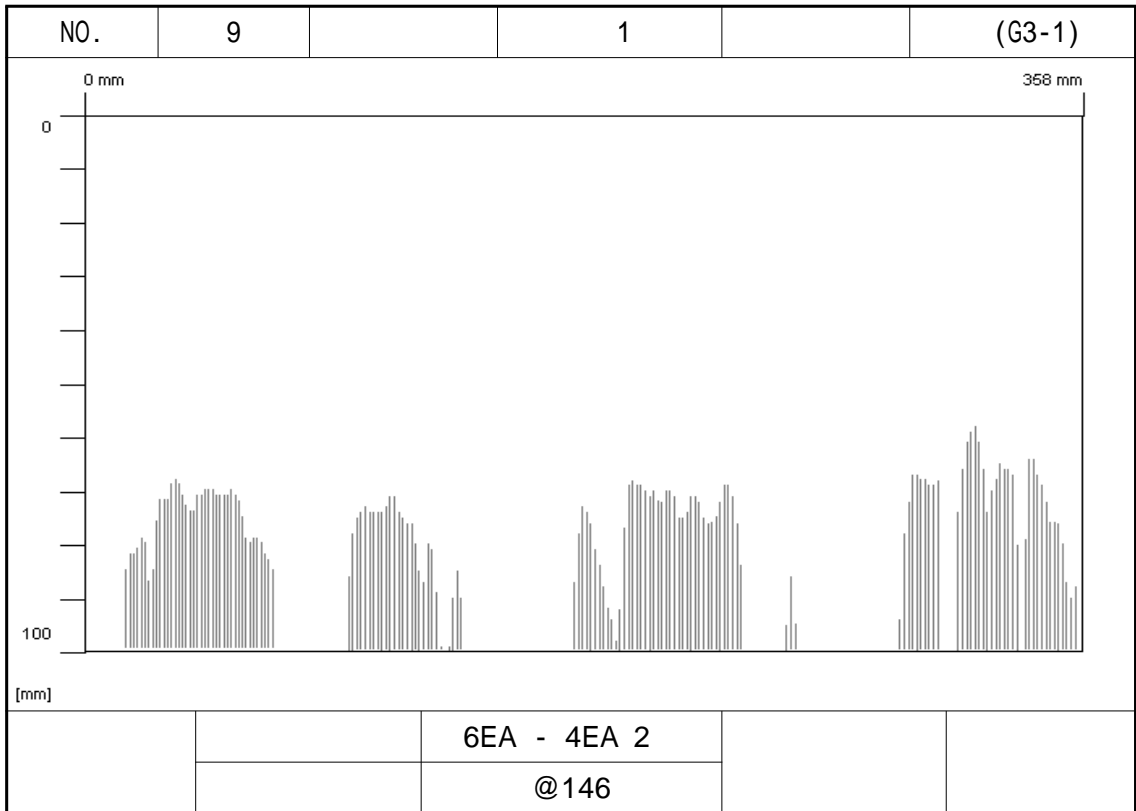


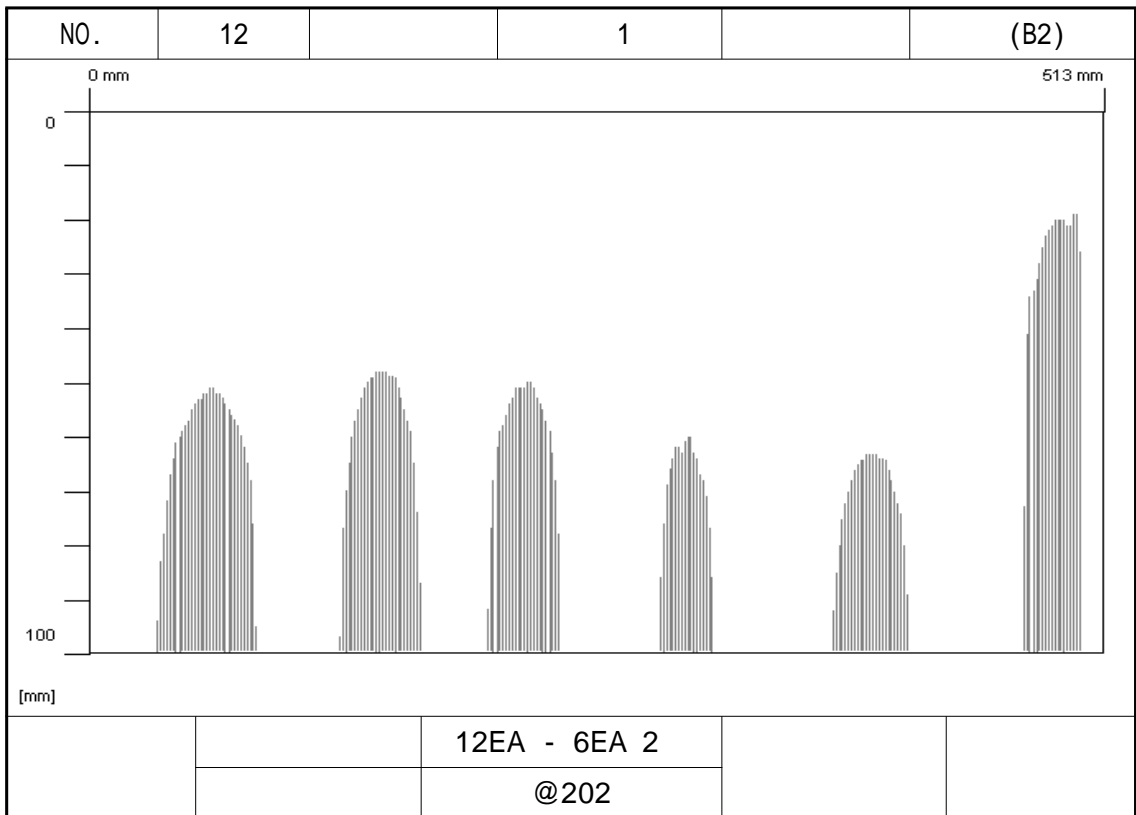
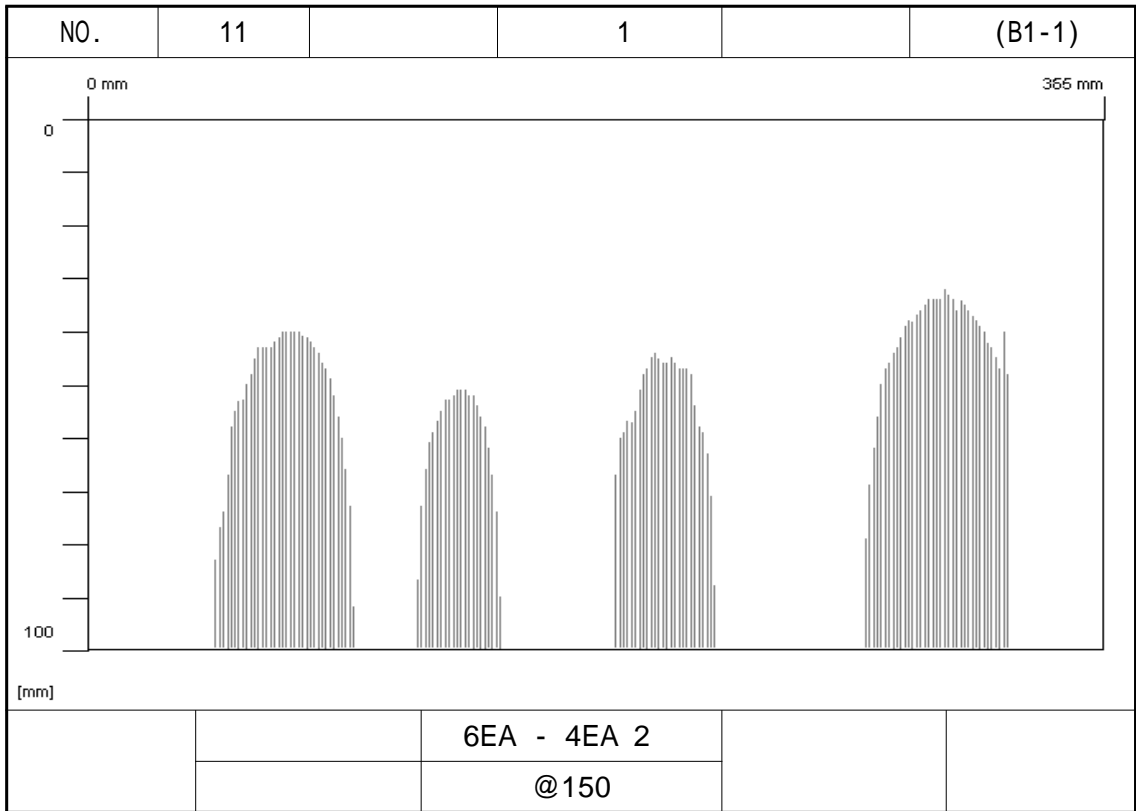


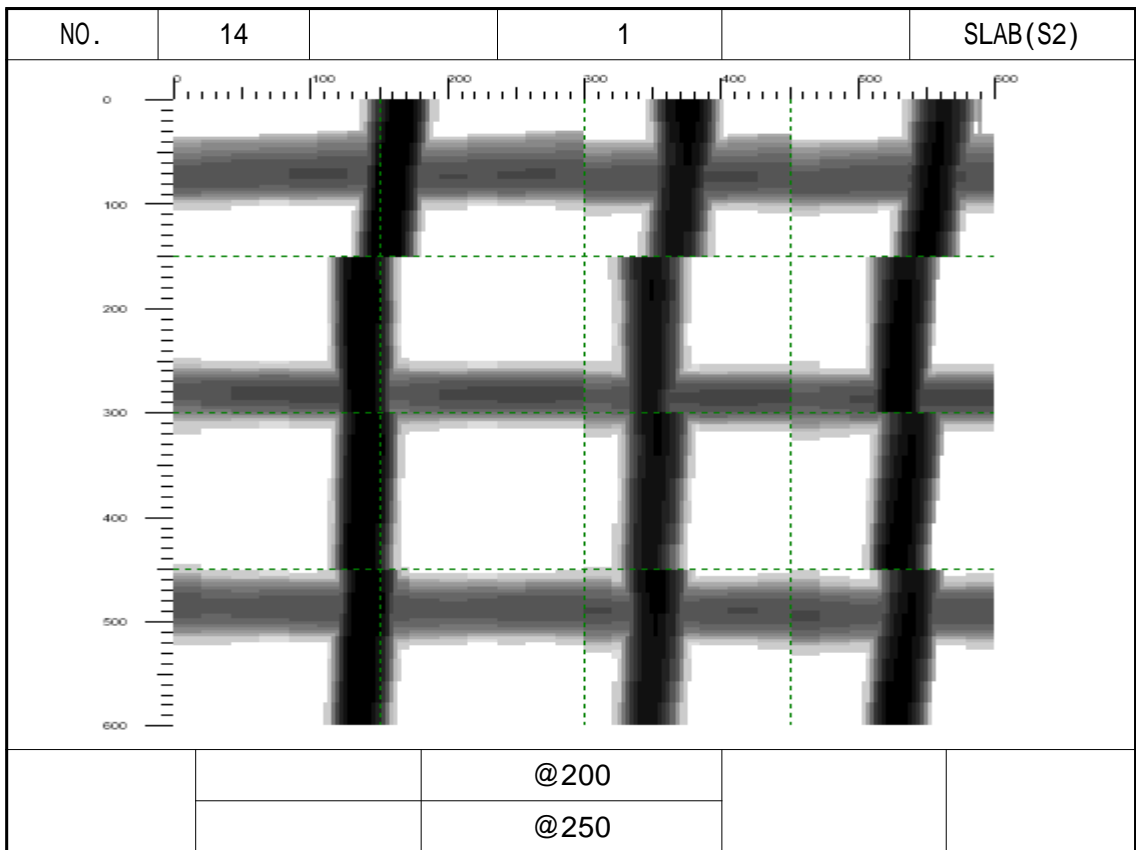
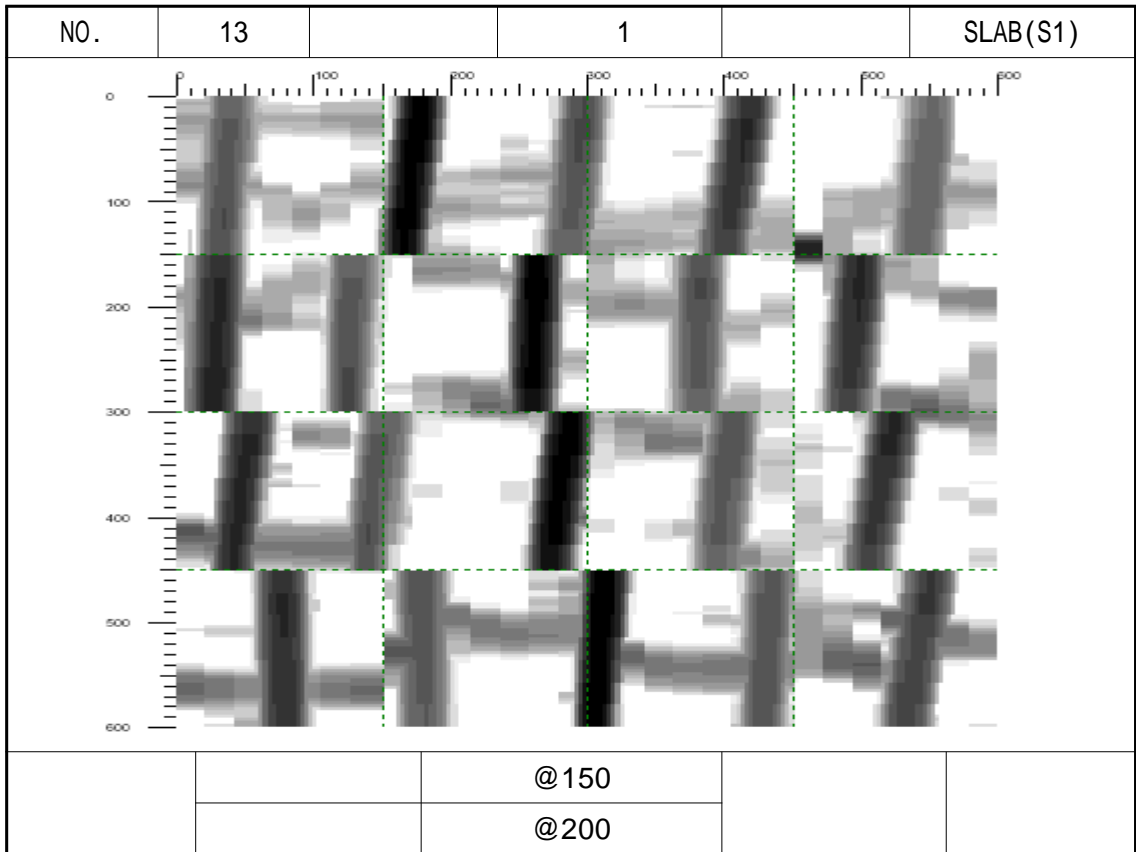












4)

DATA

---

# 1. Slab

## midas Set

## Slab Design [1S1]

Certified by :



Company

Designer

Project Name

File Name

### 1. Geometry and Materials

Design Code : KCI-USD99 (Build.)

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

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

Slab Dim. :  $3600 \times 7200 \times 150 \text{ mm}$  ( $c_c = 30 \text{ mm}$ )

Edge Beam Size :

B1 =  $35 \times 65$ , B2 =  $35 \times 65 \text{ cm}$

B3 =  $35 \times 65$ , B4 =  $35 \times 65 \text{ cm}$



### 2. Applied Loads

Dead Load :  $W_d = 1.00 \text{ tf/m}^2$

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

$W_s = 1.4 \cdot W_d + 1.7 \cdot W_l = 1.74 \text{ tf/m}^2$



### 3. Check Minimum Slab Thk.

$\alpha_m = (6.88 + 6.88 + 13.77 + 13.77) / 4 = 10.3267$

$\beta = L_y / L_x = 2.1077$

$h_{min} = 90 \text{ mm}$

$h = L(800 + f_y / 14) / (36000 + 9000 \beta) = 135 \text{ mm}$

Thk = 150 > Req'd Thk = 135 mm ..... O.K.

### 4. Reinforcement

Strength Reduction Factor  $\phi = 0.900$

	Short Span		Long Span		Minimum Ratio
	Cont.	Cent.	Cont.	Cent.	
Coefficient	0.086	0.037(D) 0.066(L)	0.006	0.002(D) 0.004(L)	
$M_u$ (tf-m/m)	1.58	0.78	0.44	0.18	
$\rho$ (%)	0.343	0.167	0.111	0.044	0.200
$A_{st}$ (cm <sup>2</sup> /m)	3.95	1.92	1.17	0.46	3.00
D10	@180	@370	@400	@400	@230
D10+D13	@240	@400	@400	@400	@330
D13	@310	@400	@400	@400	@400
D13+D16	@400	@400	@400	@400	@400

### 5. Check Shear Stresses

Strength Reduction Factor  $\phi = 0.850$


Short Direction Shear

$V_u = 2.65 < \phi V_c = 7.47 \text{ tf/m}$  ..... O.K.

Long Direction Shear

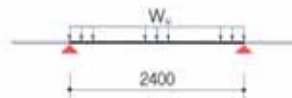
$V_u = 0.34 < \phi V_c = 6.75 \text{ tf/m}$  ..... O.K.

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 : 2.40 m (Both End Fixed)  
 Slab Depth : 200 mm ( $c_c = 30 \text{ mm}$ )



**2. Applied Loads**

Dead Load :  $W_d = 1.11 \text{ tf/m}^2$   
 Live Load :  $W_l = 0.20 \text{ tf/m}^2$   
 $W_u = 1.4 \cdot W_d + 1.7 \cdot W_l = 1.89 \text{ tf/m}^2$

**3. Check Minimum Slab Thk.**

$h_{min} = L/28 = 86 \text{ mm}$   
 Thk = 200 > Req'd Thk = 86 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)	0.91 ( $W_u L^2/12$ )	0.68 ( $W_u L^2/16$ )	0.00	
$\rho$ (%)	0.094	0.070	0.000	0.200
$A_{st}$ (cm <sup>2</sup> /m)	1.55	1.16	0.00	4.00
D10	@ 400	@ 400	@ 400	@ 170
D10+D13	@ 400	@ 400	@ 400	@ 240
D13	@ 400	@ 400	@ 400	@ 310
D13+D16	@ 400	@ 400	@ 400	@ 400

**5. Check Shear Stresses**

Strength Reduction Factor  $\phi = 0.850$   
 $V_u = 2.27 < \phi V_c = 10.74 \text{ tf/m}$  ..... 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 : 150 mm**

**Short Direction Moment** (Unit : tf-m/m)

	@ 100	@ 120	@ 150	@ 180	@ 200	@ 250	@ 300	@ 350
D10	2.75	2.32	1.88	1.58	1.43	1.15	0.96	0.83
D10+D13	3.68	3.12	2.54	2.14	1.94	1.57	1.32	1.13
D13	4.53	3.87	3.17	2.68	2.43	1.97	1.66	1.43
D13+D16	5.54	4.76	3.93	3.34	3.04	2.47	2.08	1.80
D16	> 0.75 $\phi_c$	5.57	4.63	3.96	3.61	2.95	2.49	2.16

**Long Direction Moment**

	@ 100	@ 120	@ 150	@ 180	@ 200	@ 250	@ 300	@ 350
D10	2.47	2.09	1.69	1.42	1.29	1.04	0.87	0.75
D10+D13	3.26	2.77	2.26	1.91	1.73	1.40	1.17	1.01
D13	3.96	3.39	2.78	2.36	2.14	1.74	1.46	1.26
D13+D16	4.75	4.10	3.40	2.90	2.64	2.16	1.82	1.57
D16	> 0.75 $\phi_c$	4.72	3.95	3.39	3.10	2.54	2.15	1.87

$\phi V_c = 7.42 \text{ tf/m}$

**3. Slab Thk : 200 mm**

**Short Direction Moment** (Unit : tf-m/m)

	@ 100	@ 120	@ 150	@ 180	@ 200	@ 250	@ 300	@ 350
D10	4.04	3.39	2.74	2.29	2.07	1.66	1.39	1.20
D10+D13	5.46	4.61	3.73	3.13	2.83	2.28	1.91	1.64
D13	6.81	5.77	4.69	3.95	3.57	2.88	2.42	2.08
D13+D16	8.47	7.20	5.88	4.97	4.50	3.64	3.06	2.64
D16	9.99	8.55	7.01	5.94	5.39	4.38	3.68	3.18

**Long Direction Moment**

	@ 100	@ 120	@ 150	@ 180	@ 200	@ 250	@ 300	@ 350
D10	3.75	3.16	2.55	2.14	1.93	1.55	1.30	1.11
D10+D13	5.04	4.26	3.45	2.90	2.62	2.11	1.77	1.52
D13	6.24	5.29	4.30	3.62	3.28	2.65	2.22	1.91
D13+D16	7.67	6.54	5.35	4.53	4.10	3.33	2.80	2.41
D16	8.97	7.69	6.33	5.38	4.88	3.97	3.34	2.89

$\phi V_c = 10.68 \text{ tf/m}$




2.

**midas Gen**

**RC Beam Strength Checking Result**

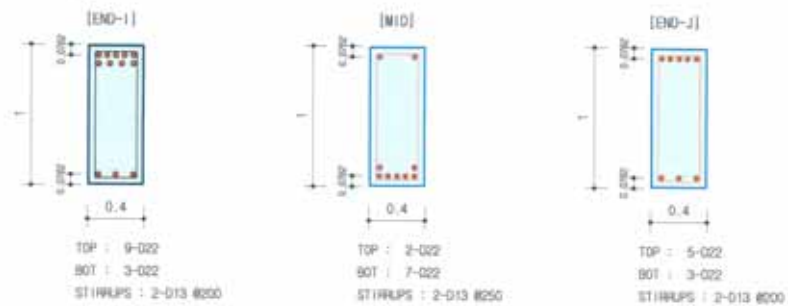
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...W구조검토W기쁜우리복지관.mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US007  
 Unit System : tonf, m  
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 40000 tonf/m<sup>2</sup>  
 Beam Span : 7.2 m  
 Section Property : GIA (No : 7)

2. Section Diagram




3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	59.39	1.03	48.69
Strength ( $\phi M_n$ )	97.62	23.75	57.00
Check Ratio ( $M_u / \phi M_n$ )	0.6084	0.0434	0.8541
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	0.00	42.39	4.34
Strength ( $\phi M_n$ )	35.19	77.92	35.09
Check Ratio ( $M_u / \phi M_n$ )	0.0000	0.5440	0.1237
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0035	0.0008	0.0019
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0012	0.0027	0.0012

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	35.11	28.26	32.15
Shear Strength by Conc. ( $\phi V_c$ )	20.89	21.06	21.37
Using Shear Reinf. ( $A_s V$ )	0.0013	0.0010	0.0013
Using Stirrups Spacing	2-D13 @200	2-D13 @250	2-D13 @200
Check Ratio	0.6359	0.5798	0.5691

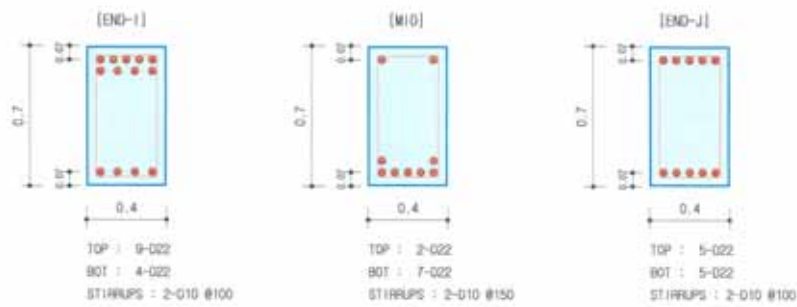
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...\W구조검토\W기쁜우리복지관.mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US007  
 Unit System : tonf, m  
 Material Data : f<sub>ck</sub> = 2100, f<sub>y</sub> = 40000, f<sub>ys</sub> = 40000 tonf/m<sup>2</sup>  
 Beam Span : 7.2 m  
 Section Property : G2 (No : 1)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	41.39	0.00	30.08
Strength (φMn)	64.03	16.01	38.22
Check Ratio (Mu/φMn)	0.6464	0.0000	0.7872
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	0.42	24.98	6.04
Strength (φMn)	30.72	50.88	38.22
Check Ratio (Mu/φMn)	0.0138	0.4909	0.1580
Using Rebar Top (As <sub>top</sub> )	0.0035	0.0008	0.0019
Using Rebar Bot (As <sub>bot</sub> )	0.0015	0.0027	0.0019

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	27.07	18.44	23.91
Shear Strength by Conc. (φVc)	14.09	14.26	14.58
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0014	0.0010	0.0014
Using Stirrups Spacing	2-D10 @100	2-D10 @150	2-D10 @100
Check Ratio	0.6741	0.5787	0.5756

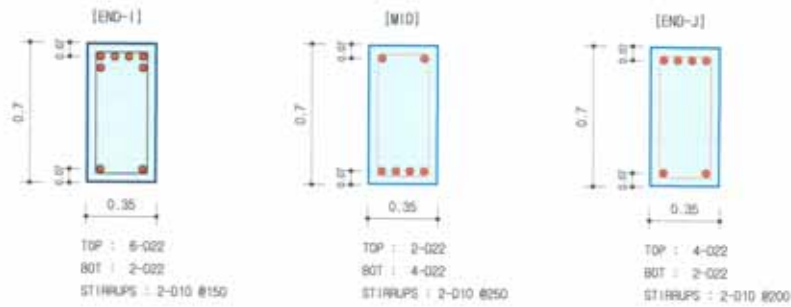
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...W구조검토W기쁜우리복지관.mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US007  
 Unit System : tonf, m  
 Material Data :  $f_{ck} = 2100$ ,  $f_y = 40000$ ,  $f_{ys} = 40000$  tonf/m<sup>2</sup>  
 Beam Span : 7.2 m  
 Section Property : G3 (No : 12)

2. Section Diagram




3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	20.98	0.00	23.30
Strength ( $\phi M_n$ )	43.65	15.93	30.71
Check Ratio ( $M_u / \phi M_n$ )	0.4807	0.0000	0.7588
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	5.99	12.42	2.53
Strength ( $\phi M_n$ )	15.93	30.71	15.93
Check Ratio ( $M_u / \phi M_n$ )	0.3757	0.4044	0.1591
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0023	0.0008	0.0015
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0008	0.0015	0.0008

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force ( $V_u$ )	15.93	10.66	16.57
Shear Strength by Conc. ( $\phi V_c$ )	12.44	12.75	12.75
Using Shear Reinf. ( $A_s V$ )	0.0010	0.0006	0.0007
Using Stirrups Spacing	2-D10 @150	2-D10 @250	2-D10 @200
Check Ratio	0.5316	0.4529	0.6316

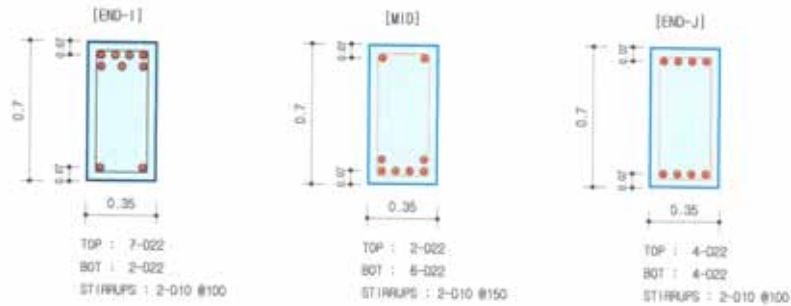
Certified by :

	Company		Project Title	
	Author		File Name	E:\W...W구조검토W기본우리복지관.mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US007  
 Unit System : tonf, m  
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 40000 tonf/m<sup>2</sup>  
 Beam Span : 7.2 m  
 Section Property : G3-1 (No : 14)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	29.09	0.00	19.10
Strength ( $\phi M_n$ )	49.95	15.93	30.62
Check Ratio ( $M_u / \phi M_n$ )	0.5823	0.0000	0.6240
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	4.84	18.96	9.83
Strength ( $\phi M_n$ )	15.93	43.65	30.62
Check Ratio ( $M_u / \phi M_n$ )	0.3039	0.4343	0.3212
Using Rebar Top ( $A_{s\_top}$ )	0.0027	0.0008	0.0015
Using Rebar Bot ( $A_{s\_bot}$ )	0.0008	0.0023	0.0015

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	21.49	14.30	18.72
Shear Strength by Conc. ( $\phi V_c$ )	12.35	12.44	12.75
Using Shear Reinf. ( $A_s V$ )	0.0014	0.0010	0.0014
Using Stirrups Spacing	2-010 @100	2-010 @150	2-010 @100
Check Ratio	0.5591	0.4772	0.4714

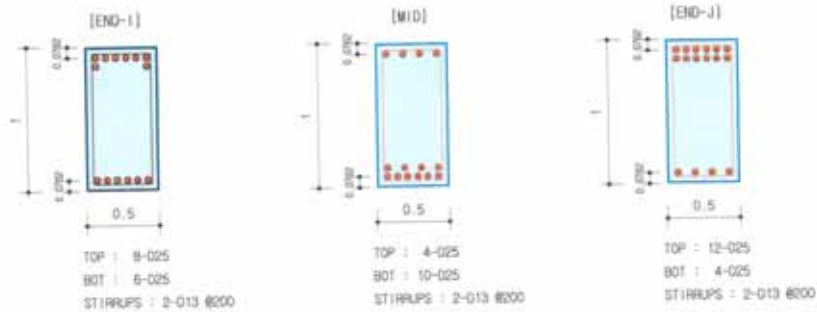
Certified by :

<b>MIDAS</b>	<b>Company</b>	<b>Project Title</b>
	<b>Author</b>	<b>File Name</b> E:\W...W구조검토\W기쁜우리복지관.mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US007  
 Unit System : tonf, m  
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 40000 tonf/m<sup>2</sup>  
 Beam Span : 14.4 m  
 Section Property : G5 (No : 3)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	24.22	0.00	98.60
Strength (φMn)	116.36	60.30	166.93
Check Ratio (Mu/φMn)	0.2082	0.0000	0.5907
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	78.22	100.08	41.38
Strength (φMn)	88.62	141.32	59.96
Check Ratio (Mu/φMn)	0.8827	0.7082	0.6903
Using Rebar Top (As_top)	0.0041	0.0020	0.0061
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0030	0.0051	0.0020

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	39.64	27.54	49.92
Shear Strength by Conc. (φVc)	26.72	26.14	25.99
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0013	0.0013	0.0013
Using Stirrups Spacing	2-D13 @200	2-D13 @200	2-D13 @200
Check Ratio	0.6410	0.4554	0.8299

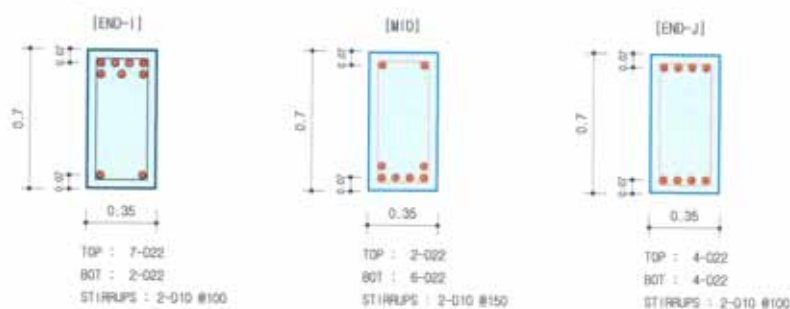
Certified by :

<b>MIDAS</b>	<b>Company</b>		<b>Project Title</b>	
	<b>Author</b>		<b>File Name</b>	E:\W...W구조경로W기본우려백지관.mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US007  
 Unit System : tonf, m  
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 40000 tonf/m<sup>2</sup>  
 Beam Span : 7.2 m  
 Section Property : B1-1 (No : 13)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	33.33	0.31	21.64
Strength (φMn)	49.95	15.93	30.62
Check Ratio (Mu/φMn)	0.6672	0.0195	0.7069
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	7.72	24.36	17.87
Strength (φMn)	15.93	43.65	30.62
Check Ratio (Mu/φMn)	0.4849	0.5560	0.5838
Using Rebar Top (As_top)	0.0027	0.0008	0.0015
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0008	0.0023	0.0015

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	23.77	16.57	17.32
Shear Strength by Conc. (φVc)	12.35	12.44	12.75
Using Shear Reinf. (Asv)	0.0014	0.0010	0.0014
Using Stirrups Spacing	2-010 @100	2-010 @150	2-010 @100
Check Ratio	0.6183	0.5531	0.4362

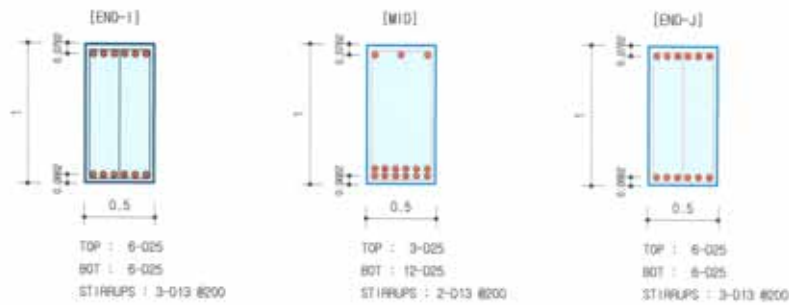
Certified by :

<b>MIDAS</b>	<b>Company</b>		<b>Project Title</b>	
	<b>Author</b>		<b>File Name</b>	E:\W...W구조검토\W기쁜우리복지관.mgb

1. Design Information

Design Code : KCI-US007  
 Unit System : tonf, m  
 Material Data : fck = 2100, fy = 40000, fys = 40000 tonf/m<sup>2</sup>  
 Beam Span : 14.4 m  
 Section Property : B2 (No : 2)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	73.24	0.00	74.62
Strength ( $\phi Mn$ )	89.44	45.98	89.44
Check Ratio (Mu/ $\phi Mn$ )	0.8168	0.0000	0.8343
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (Mu)	94.43	144.58	90.26
Strength ( $\phi Mn$ )	90.51	167.76	90.51
Check Ratio (Mu/ $\phi Mn$ )	1.0433	0.8619	0.9972
Using Rebar Top (As_top)	0.0030	0.0015	0.0030
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0030	0.0061	0.0030

4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (Vu)	50.91	26.02	51.51
Shear Strength by Conc. ( $\phi Vc$ )	27.01	25.28	27.01
Using Shear Reinf. (AsV)	0.0019	0.0013	0.0019
Using Stirrups Spacing	3-D13 @200	2-D13 @200	3-D13 @200
Check Ratio	0.6344	0.4279	0.6419

5)





< 1>



< 2>

1



< 3>

1



< 4>



< 5>

1

(1

)



< 6>



< 7 >



< 8 >





< 9 >



< 10 >



< 11>

1



< 12>

1



< 13 >



< 14 >



6)





문서확인번호 1298-5831-2163-2375

일반건축물대장

고유번호 1150010400-1-14660000	인양24 접수번호 20110225 - 31357263
-------------------------------	----------------------------------

대지위치	서울특별시 강서구 가왕동		지번	1466	영양 및 번호	가원동	특이사항	문화유산지구특기
대지면적	㎡	면적	3,371.41㎡	지역	2층일반주거지역	지구	구역	문화유산지구특기
건축면적	㎡	용적률산정 면적	2,672㎡	주구조	철근콘크리트조	주용도	층수	지하 1층/지상 3층
건폐율	%	용적률	%	높이	15.6m	지중	부속건축물	

구분	층별	구조	용도	면적(㎡)	소유자 현황		면적(㎡)	변동일
					소유권 지분	면적(㎡)		
주1	지1층	철근콘크리트조	대강당,전기,기계실	699.41	신영(영양) 주인등(영양) (부동산등기영도록번호) 서울특별시영양지정영양주원 영양이로영양구	100	1997.06.21	소유자등록
주1	1층	철근콘크리트조	상업용,지용실,기능교실	784.42	서울특별시영양지정영양주원 영양이로영양구	100	1997.08.07	소유권보존
주1	1층	철근콘크리트조	제2층근린생활시설(제조업소)	207.5	서울특별시영양지정영양주원 영양이로영양구	100	2009.07.29	등기영도록표시면적
주1	2층	철근콘크리트조	사무실,기능교실	705.46	111132-0-*****	100		
주1	2층	철근콘크리트조	제2층근린생활시설(제조업소)	106.5	서울특별시영양지정영양주원 영양이로영양구	100	2009.07.29	등기영도록표시면적
주1	2층	철근콘크리트조	광고,사무실	56.16	111132-0-*****	100		
주1	3층	철근콘크리트조	사무실,출판실,기능교실	811.96	- 이허아택 -			
					- 이허아택 -			

서울특별시 강서구 가원동



이 등(초)본은 건축물대장의 원본내용과 동일함을 증명합니다.  
담당자 : 부동산정보과  
전화번호 : 02 - 1200-1234  
2011년 02월 25일

◆본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며, 민원24(mnwon.go.kr)의 인터넷발급문서조회확인 메뉴를 통해 위·변조 여부를 확인할 수 있습니다. (발급일로부터 90일까지)  
또한 문서하단의 바코드로도 인쇄확인(스캐너를 갖서 확인프로그램 설치)을 하실 수 있습니다.

고유번호	1150010400-1-14660000	인원24 접수번호	20110225 - 31357263
------	-----------------------	-----------	---------------------

구분	상당 또는 영장	면적(등록)번호	주지상		승 강 기	승 강 기 형식	1대	취 득 일 치	1996.05.04
			지주식	대					
건축주	사회복지법인 국민연수회 (대표이사 박영규)		지주식	대	비	비상용	대	취득일치	1996.05.10
영장지	(주)종합건축사사무소 대한영림		기계식	대	비	형식		시공승인일치	1997.06.21
공사권인자	(주)종합건축사사무소 대한영림		지주식	대	비			관련지번	
공사시공자 (인정권인자)			기계식	대	비	형식			

간 측 물 면 나 지 수 비 장 보 및 기 타 민 용 장 보

에너지효율		EPI점수		친환경건축물인증		친환경건축물인증	
등급		등급		등급		등급	
에너지절감률	%	점	인증점수	점	인증점수	점	점

변 용 시 랑

변용일치	변용내용 및 일인	변용일치	변용내용 및 일인	기타기재사항
2002.02.08	2002.02.02 건축58550-1301호에의기2층56.16평축 기능교합(보축합장) 108.82㎡ 증축	변용일치	변(구조업소) 108.50㎡로 용도변경	기타기재사항
2008.11.19	건축과-31270(2008.11.19)호에 의거 지상1층 상당실, 지도 실, 프로그램도형실, 기능교실 991.92㎡를 신도실, 지도실, 기능교실 784.42㎡, 제2층근린생활시설(제조업소), 207.50㎡로 용도변경, 지상2층 사무실, 훈련실, 기능교실 811.96㎡를 사무실, 기능교실 705.46㎡, 제2층근린생활시설	변용일치	- 이하야역 -	지역: 도시지역
2010.04.26		변용일치		지구: 관원시범보호지구 구역: 지구단위계획구역

◆ 본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며, [www.inh.gov.kr](http://www.inh.gov.kr)의 인터넷발급문서조회확인 메뉴를 통해 위·변조 여부를 확인할 수 있습니다. (발급일로부터 90일 이내)  
또한 문서하단의 바코드도 인터넷(스캐너)을 문서확인프로그램 설치후 확인할 수 있습니다.