

# 요 약 문

## I. 개 요

### 1.1 과 업 명

서울대학교 수원캠퍼스 종합관(6동) 정밀안전진단

### 1.2 과업의 목적

본 과업은 “서울대학교 수원캠퍼스 종합관(6동) 정밀안전진단 용역” 을 시행하여 관련 법 및 규정에 적합하도록 하며, 시설물의 유지관리에 필요한 기초자료를 제시하고, 재해 및 재난예방을 목적으로 함.

### 1.3 과업의 개요

#### 1.3.1 위 치

경기도 수원시 권선구 서호로 89

#### 1.3.2 과업대상 구조물 현황

구 분	내 용	비 고
시설물명	서울대학교 수원캠퍼스 종합관(6동)	
준공년도	1988년	
구 조	철근콘크리트구조	
층 수	지하1층/지상3층	
연 면 적	7,702㎡	
특이사항	구조설계도면 없음	

## II. 정밀안전진단 결과

### 2.1 시설물 개요

- 1) 시 설 명 : 서울대학교 수원캠퍼스 종합관(6동)
- 2) 위 치 : 경기도 수원시 권선구 서호로 89
- 3) 시설관리자 : 서울대학교 시설관리국 시설기획과
- 4) 준 공 년 도 : 1958년
- 5) 연 면 적 : 7,702m<sup>2</sup>

### 2.2 정밀안전진단

#### 2.2.1 외관조사

구조체에 건조수축에 의한 균열 및 습식균열, 콘크리트 재료분리, 백태 등의 손상이 장기간의 방치로 인해 확장된 것으로 조사되었고, 내/외부 비구조체인 조적벽체에도 다수의 균열 및 이격이 발생된 것으로 확인됨.

#### 2.2.2 재료시험 및 측정결과

##### 1) 콘크리트 강도조사

추정설계기준강도( $f_{ck}=18.0\text{MPa}$ )를 상회하는 상태임

부재별 평균 강도	
구 분	반발경도법
기 동	25.1 MPa
보	28.9 MPa
슬래브	31.0 MPa

##### 2) 철근배근 탐사결과

기동 및 보, 슬래브의 배근개수 및 간격은 설계도서가 없어 비교 검토는 불가능한 상태로 철근탐사를 통해 측정된 배근개수 및 간격을 적용하여 구조검토를 실시하였고, 피복두께는 대체적으로 양호한 것으로 측정됨

##### 3) 탄산화 시험결과

탄산화 깊이 측정결과 5.14~14.07mm로 측정된 9개 부재에서 탄산화 평가등급이 a등급 3개소, b등급 5개소, c등급 1개소로 평가되었으며, 경과년수 58년을 기준으로 탄산화속도 계수(A)를 산정하여 잔존수명을 예측한 결과 모두 100년 이상으로 시설물의 경과년수 약

58년을 감안하면 상당히 양호한 것으로 평가됨

#### 4) 철근부식도 측정결과

육안검사에 의한 철근부식도 측정결과, 시험 측정치가 a등급(녹이 발생하지 않았거나 약간의 점녹이 발생한 상태)으로 평가되고 탄산화 시험결과도 양호하여 철근부식은 진행되지 않은 양호한 상태로 평가됨

#### 5) 부재제원 조사결과

측정한 부재(기둥 21개소, 보 21개소, 슬래브 1개소)에 대한 설계도면이 없어 실측치와 비교·평가는 불가능한 상태로 실측치를 기준으로 구조검토시 적용함

#### 6) 변위 조사결과

##### (1) 기울기

- 수평변위 조사결과 a등급 3개소, c등급 4개소, d등급 1개소, e등급 1개소로 평가됨
- 변위량이 e등급(1/113), d등급(1/247)으로 나타난 2, 4번 측정 2개소의 외벽상태와 인접지반에서 지반침하와 관련된 특이할 만한 결함이 조사되지 않았고, 현장 확인 결과 외벽 수직도 불량으로 인한 시공오차가 있는 상태로 현재 조사된 변위로 인한 구조적 문제점을 우려할 만한 현상은 아닌 것으로 판단됨

##### (2) 부등침하

1층 슬래브에서 부등침하 조사를 실시한 결과, 크고 작은 변위량이 최대 42.0mm까지 차이가 나는 상태로 조사되었으나 해당 부재의 표면상태는 침하/처짐 등으로 인한 균열 등의 결함을 확인할 수 없고 장기간 방치로 인한 결함(철근노출 및 부식, 마감타락 등)만이 확인되고 있으므로 발생한 편차는 시공당시 거푸집의 평활도 불량 등에 기인한 것으로 판단됨

### 2.2.3 구조검토

#### 1) 현재 상태의 구조검토 결과

- ① 슬래브와 기둥의 모든 부재에서 연직하중 대해 소요강도가 부재강도 내에 있어 구조안전성을 확보하고 있는 것으로 검토됨.
- ② 기존구조물 보의 2G12, 3G12, 3G21, 2G21, 2B1 보에서 소요강도와 부재강도의 비가 1.14~1.86로 내력(휨 모멘트)이 부족한 것으로 검토되어 탄소 섬유 보강안을 제시함

2) 리모델링 후의 구조검토 결과

- ① 리모델링 후의 슬래브 및 보는 도서관 서고 및 전시장등의 실용도 변경으로 인한 하중 증가가 1958년 준공 당시 대비 활하중의 값이 약 2.5~3배 이상으로 상향 되어 약 70~80%의 슬래브에 대하여 보강이 필요한 것으로 검토되어 이에 대하여 탄소섬유보강 방안을 제시함
- ② 리모델링 후의 기둥은 도서관 서고 및 전시장등의 실용도 변경으로 인한 하중 증가가 1958년 준공 당시 대비 활하중의 값이 약 2.5~3배 이상으로 상향 되어 약 60~70%의 기둥에 대하여 보강이 필요한 것으로 검토되어 이에 대해 철판 보강 및 단면 증설을 통한 보강안을 제시함

2.2.4 상태 및 안전성 종합평가

층	안전성 / 상태									기울기 및 침하
		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브	테두리보	접합부	종합	
1층 (1층 ~ 1층)	안전성	-	-	-	-	1.00	-	-	1.00(A)	5.00(C)
	상태	-	-	-	-	3.00	-	-	3.00(B)	
	종합	-	-	-	-	2.40	-	-	2.40(B)	
2층 (2층 ~ 2층)	안전성	-	-	-	-	1.00	9.00	-	6.60(D)	
	상태	-	-	-	-	3.00	-	-	3.00(B)	
	종합	-	-	-	-	2.40	9.00	-	6.24(D)	
3층 (3층 ~ 3층)	안전성	-	-	-	-	1.00	9.00	-	6.60(D)	
	상태	-	-	-	-	3.00	-	-	3.00(B)	
	종합	-	-	-	-	2.40	9.00	-	6.24(D)	
최종결과	안전성평가:4.81(C등급) 상태평가:3.00(B등급) 종합평가:4.90(C등급)									

2.2.5 보수·보강 및 유지관리

1) 보수·보강물량 및 우선순위

손상현황		보수 방안	손상물량	보수물량	할증율	우선순위
균 열	0.2mm 이하	주입보수	81.2m	89.32m	20%	
누수흔적		유지관리	484.07㎡	532.4㎡	20%	
단면결손			25.16㎡	27.68㎡	20%	
단면손상			1.69㎡	1.86㎡	20%	
단면파손			0.44㎡	0.48㎡	20%	
단면탈락			0.12㎡	0.13㎡	20%	
도장탈락		바탕면 표면처리	41.41㎡	45.55㎡	20%	
마감균열			942.15m	1036.37m	20%	
마감들뜸			31.8㎡	34.98㎡	20%	
마감손상			0.012㎡	0.01㎡	20%	
마감탈락			350.5㎡	385.55㎡	20%	
망상균열			24.45㎡	26.90㎡	20%	
습식균열			53.3m	58.63m	20%	
이질재 접합부 균열		충전보수	50.5m	55.55m	20%	
오염			156.3㎡	171.93㎡	20%	
우수관부식		바탕면 표면처리	2EA	3EA	20%	
유리창파손			12EA	14EA	20%	
조적벽균열			193.8m	213.18m	20%	
줄눈균열			720m	792.00m	20%	
철근노출			54m	59.40m	20%	
철근탈락			2.4m	2.64m	20%	
철문부식			2EA	3EA	20%	
철물부식			1.7㎡	1.87㎡	20%	3순위

※보수물량은 손상물량의 10%의 할증율을 계산함

## 2) 유지관리 방안

- 비구조체에서 발생된 조적벽체의 균열과 이질재접합부 이격, 도장박락 및 백태 등 손상에 대해서는 손상의 종류에 따른 적절한 보수를 실시함으로써 구조안전성 및 내구성을 확보하고 보수된 부위에 대해서는 추후 리모델링 공사 착공시 발생결함에 대한 보수조치가 요구됨
- 외벽 도장박락 및 들뜸, 백태, 미장균열 등 노후화에 의한 손상이 조사되어 도장보수, 표면처리 등의 보수를 실시하여 장기적인 내구성을 확보해야함

## 2.2.6 종합결론

서울대 수원캠퍼스 종합관(6동)은 외관조사 결과 구조체에 건조수축에 의한 균열 및 습식균열, 콘크리트 재료분리, 백태 등의 손상이 장기간의 방치로 인해 확장된 것으로 조사되어 손상 종류에 따른 적절한 보수가 필요하다. 또한, 내/외부 비구조체인 조적벽체에도 다수의 균열 및 이격이 조사되어 충전공법에 의한 보수가 요구된다.

현장 재료시험 결과 부재단면치수, 철근배근, 콘크리트강도의 부재제원은 대상시설물의 설계도면이 유실되어 비교/분석을 수행할 수 없으므로 현장조사결과를 구조해석에 반영할 수 있도록 하였고, 콘크리트 중성화 및 철근부식에 대한 상태는 시설물의 경과연수 58년을 감안하면 양호한 상태로 판단된다.

수평변위 조사결과 a등급 3개소, c등급 4개소, d등급 1개소, e등급 1개소로 평가되었다. 변위량이 e등급(1/113), d등급(1/247)으로 나타난 측점 2개소의 외벽상태와 인접지반에서는 지반침하와 관련 된 특이할 만한 결함이 조사되지 않고 있으므로 현재 조사된 변위로 인한 구조적 문제점을 우려할 만한 현상은 아닌 것으로 판단된다. 최하층 천정 슬래브에서 수직변위 조사를 실시한 결과, 크고 작은변위량이 최대 42.0mm까지 차이가 나는 상태로 조사되었으나 변위값의 방향성이 처짐양상과는 반대의 방향으로, 해당 부재의 표면상태는 침하/처짐 등으로 인한 균열 등의 결함을 확인할 수 없으므로 발생한 편차는 시공당시 거푸집의 평활도 불량 등에 기인한 것으로 판단된다.

시설물의 현재상태에 대한 구조해석 결과, 일부 보부재(2G12, 3G12, 3G21, 2G21, 2B1)에서 내력이 부족한 것으로 분석되어 탄소섬유 보강방안을 제시하였다. 리모델링 계획에 따른 구조해석 결과, 일부구간의 수직중축, 구조설계기준의 변경 등으로 슬래브/보/기둥의 내력이 부족한 것으로 분석되어 탄소섬유, 철판보강, 단면증타의 보강방안을 제시하였다.

구조물에 대한 외관조사, 재료시험 및 측정, 구조해석 등을 실시하여 종합적인 안전등급 판정결과 본 과업대상물인 서울대 수원캠퍼스 종합관(6동)의 현재 상태에서의 안전등급은 “C등급(4.90)” 으로 평가되었다.

## 제 II 편 정밀안전진단 평가결과

# 제1장 외관조사

---

1.1 사전 및 예비조사

1.2 외관조사



## 제 1 장 외관조사

본 과업 대상구조물인 서울대학교 수원캠퍼스 종합관에 대한 현장답사와 자료검토 후 2016년 06월 15일 ~ 07월 16일에 현장조사를 실시하였으며, 사용하중 상태 및 용도, 구조체와 비구조체의 균열 및 각종 손상 등을 조사하였다.

일 자	조사방법	조사범위	비 고
2016년 06월 15일 ~ 07월 16일	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 육안 및 균열경 조사</li> <li>· 손상내용 도면 작성</li> <li>· 손상현황 사진 촬영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 사용하중 상태 및 용도</li> <li>· 1층 ~ 지붕층 주요 구조체 및 비구조체</li> <li>· 구조물 내·외부 외관상태</li> </ul>	

### 1.1 사전 및 예비조사

#### 1.1.1 설계도서 등의 검토

##### 1) 설계도서 등의 보관 현황

- (1) 준공도면(건축, 토목, 전기, 설비) 보관 유무 :  유,  무
- (2) 시방서(일반·특기) 보관 유무 :  유,  무
- (3) 구조계산서 보관 유무 :  유,  무
- (4) 지질조사서 보관 유무 :  유,  무
- (5) 시공 당시 시공관계 사진철 :  유,  무
- (6) 도서 보관함 설치 유무 :  양호,  보통,  일반 캐비닛 사용,  없음
- (7) 재하시험 보고서 :  유,  무
- (8) 인·허가 서류 :  유,  무

##### 2) 건축물 구조상태

- (1) 최고높이 : 9.50m
- (2) 기둥간격 : 최대 13.5m
- (3) 기초구조 : 독립기초(추정)
- (4) 지반허용지내력 :  $F_e = 0.10\text{N/mm}^2$ (추정)
- (5) 주요구조(부) 재료
  - ① 콘크리트 설계기준강도 :  $F_{ck} = 18.0\text{MPa}$ (현장조사를 통한 추정치)
  - ② 철근 종류 :  $F_y = 240\text{MPa}$ (준공년도를 고려한 추정치)

3) 건축물의 내진설계 등의 여부

(1) 내진설계 유무 :  유,  무

(2) 구조계산서상 구조 해석 방법(내진설계 된 경우) :  등가정적해석,  동적해석

(3) 기타

① 풍 하 중 : -

② 적설하중 : -

1.1.2 건축물의 사용 및 관리실태

1) 용도 및 하중변경(증축)

동	부 위 (층 수)	변 경 전		변 경 후		날 짜
		용 도	면 적(m <sup>2</sup> )	용 도	면 적(m <sup>2</sup> )	
-	-	-	-	-	-	-

2) 구조변경 사항

구 분	변 경 사 항		위 치 (해당 동·호수)	비 고
	변 경 전	변 경 후		
기 등(벽)	-	-	-	해당 없음
보	-	-	-	해당 없음
슬 래 브	-	-	-	해당 없음
지 붕	-	-	-	해당 없음
계 단	-	-	-	해당 없음

3) 주변조건의 변경사항

구 분	변 경 사 항		위 치
	변 경 전	변 경 후	
사용하중	-	-	해당 없음
기초 및 지반조건	-	-	해당 없음
주변환경	-	-	해당 없음

4) 보수·보강 이력사항

기 간	변 경 사 항	설계자	시공자	비 고
-	-	-	-	
	-		-	

1.1.3 기존의 안전점검 · 정밀안전진단 실시결과

순번	종류	시행 시기	시행자	점 검 결 과	안전 등급
1	정밀 점검	2015. 06. 02 ~ 09. 29	(주)삼립엔지니어링	<p>1) 점검대상 시설물은 준공 후 약 55년 이상 경과한 시설물로서 현재는 사용하고 있지 않으며, 현장조사결과 슬래브, 보에서 균열 및 철근노출 등의 구조체 결함과, 조적벽체 균열 등의 비구조체 결함이 조사되었다. 이러한 균열 및 결함사항은 비구조적인 원인에서 비롯된 것으로 장기적인 유지관리차원에서 적절한 보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 또한, 외부 마감재 탈락으로 인하여 안전사고의 우려가 있으므로 건축물 주변의 접근을 통제할 필요가 있을 것으로 판단된다.</p> <p>2) 콘크리트 벽체는 균열폭에 따라 0.3mm이상은 주입공법, 0.2mm이하는 표면처리공법의 균열보수, 비내력벽체 균열발생부위 및 이질재료 접합부 결함부위는 Seal재 충전공법 등을 사용하여 보수하는 것이 바람직하다.</p>	C

## 1.2 외관조사

대상시설물에 대하여 층별로 나누어 구조체(기둥, 벽체, 보, 슬래브) 및 비구조체(조적벽체, 마감재)에 발생한 손상을 조사하였다.

### 1.2.1 1층

- 슬래브에서 철근노출 건식균열, 누수흔적, 단면손상, 습식균열 마감탈락이 조사됨
- 보에서 건식균열이 조사됨
- 기둥에서 이질재 접합부 균열이 조사됨
- 비구조체 손상으로는 누수흔적, 마감균열, 습식균열 조적균열, 및 이질재 접합부 균열이 조사됨

1층의 구조체는 대체로 양호한 상태로 조사되었으나, 슬래브에서 조사된 철근노출, 누수로 인한 오염이 장기간 방치되어 심화된 것으로 조사되었고, 기타 손상 부위는 관리주체의 계획에 따른 손상별 적절한 보수를 실시하면 내구성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.



### 1.2.2 2층

- 슬래브에서 건식균열, 누수흔적, 습식균열, 마감탈락이 조사됨
- 기둥에서 누수흔적 및 이질재 접합부 균열이 조사됨
- 비구조체 손상으로는 누수흔적, 단면결손 및 파손, 마감균열, 망상균열, 조적균열, 습식균열 및 이질재 접합부 균열이 조사됨

2층의 구조체는 대체로 양호한 상태이나 전반적으로 1층의 구조체보다는 양호한 상태이고, 실험실 슬래브에 발생한 단면결손 등의 결함은 단면복구, 에폭시주입, 탄성실런트 충전 등의 공법을 적용하여 보수하면 내구성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

		
슬래브 건식균열	슬래브 누수흔적	벽체 단면파손

1.2.3 3층

- 슬래브에서 건식균열, 누수흔적, 습식균열이 조사됨
- 기둥에서 이질재 접합부 균열이 조사됨
- 비구조체 손상으로는 누수흔적, 도장탈락, 마감들뜸 및 탈락, 습식균열 조적균열, 및 이질재 접합부 균열이 조사됨

3층의 구조체는 대체로 양호한 상태로 조사되었으나 벽체에서 장기간의 방치로 인한 누수와 누수로 인한 도장탈락이 조사되었고, 표면처리를 통한 보수가 요구된다. 기타 손상부위는 손상 종류별로 적절한 보수를 실시하면 사용성 및 미관성이 확보될 것으로 판단된다.

		
슬래브 건식균열	슬래브 누수흔적	벽체 도장탈락

1.2.4 지붕층

- 슬래브에서 건식균열, 누수흔적, 도장탈락, 마감들뜸, 마감균열, 줄눈균열이 조사됨
- 보에서 건식균열이 조사됨
- 비구조체 손상으로는 누수흔적, 단면손상, 도장탈락, 마감균열 및 탈락, 조적균열, 유리창파손, 철문부식이 조사됨

조사된 손상은 노후화에 의한 손상으로 표면처리 보수 실시 후 유지관리가 요구된다.

		
슬래브 도장탈락	벽체 누수흔적	유리창파손

### 1.2.5 옥탑지붕층

- 슬래브에서 습식균열, 마감균열, 도장탈락, 단면손상, 철근노출, 망상균열이 조사됨  
조사된 손상은 노후화에 의한 손상으로 철근방청, 단면복구 등의 보수공사 실시 후 유지관리가 요구된다.

		
슬래브 단면손상	슬래브 습식균열	슬래브 마감균열

### 1.2.6 외부입면

외부입면 조사결과 누수흔적, 단면결손 및 손상, 건/습식균열, 망상균열, 조적균열, 철근노출 등이 조사되었다. 조사된 손상은 장기간의 방치로 인한 노후화에 의한 손상으로 철근방청, 단면복구, 균열보수 등의 보수공사 실시 후 유지관리가 요구된다.

		
외벽 철근노출	외벽 철근노출 및 단면손상	외벽 조적균열

## 제2장 재료시험 및 측정결과

---

2.1 콘크리트강도 조사결과

2.2 철근배근 탐사결과

2.3 탄산화 시험결과

2.4 철근부식도 측정결과

2.5 부재제원 조사결과

2.6 변위 조사결과

## 제 2 장 재료시험 및 측정결과

본 진단 대상구조물에 실시한 내구성 조사는 각 부재별로 구분하여 실시하였다. 철근콘크리트 구조체에 실시한 내구성 조사내역은 다음과 같으며 각종 조사 및 시험결과는 상태 평가의 기초자료로 활용하였다.

구 분		사용장비	내 용	실시수량
콘크리트 강도	반발경도시험	Schmidt Hammer	콘크리트 강도 측정	33개소
철근배근탐사		Ferrosan	철근배근 및 피복두께 측정	62개소
탄산화 시험		페놀프탈레인용액	탄산화깊이 측정	9개소
철근부식도 시험		소형코어기	철근부식도 측정	4개소
부재제원 조사		줄자, 버니어 캘리퍼스	부재 제원 측정	43개소
변위조사		토탈스테이션	기울기 조사	9개소
			부동침하	3구간

### 2.1 콘크리트 강도조사

#### 2.1.1 콘크리트 강도조사

대상 시설물에서 반발경도법으로 슬래브, 보, 기둥에서 측정(33개소)을 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

<표 2.1.1> 콘크리트 압축강도 조사결과

구 분			반발경도법 (MPa)				비고
NO	위 치	부 재	방법1 (재료)	방법2 (건축)	방법3 (표)	평균	
SH-1	지상3층 X12/Y17	기둥 (C10A)	28.8	24.1	31.8	28.3	-
SH-2	지상3층 X12/Y16	기둥 (C11)	23.3	19.9	24.8	22.7	-
SH-3	지상3층 X12/Y14	기둥 (C10)	22.9	19.6	24.1	22.3	-
SH-4	지상3층 X25/Y17	기둥 (C12)	23.0	19.7	24.3	22.4	-



<표 2.1.1> 콘크리트 압축강도 조사결과(계속)

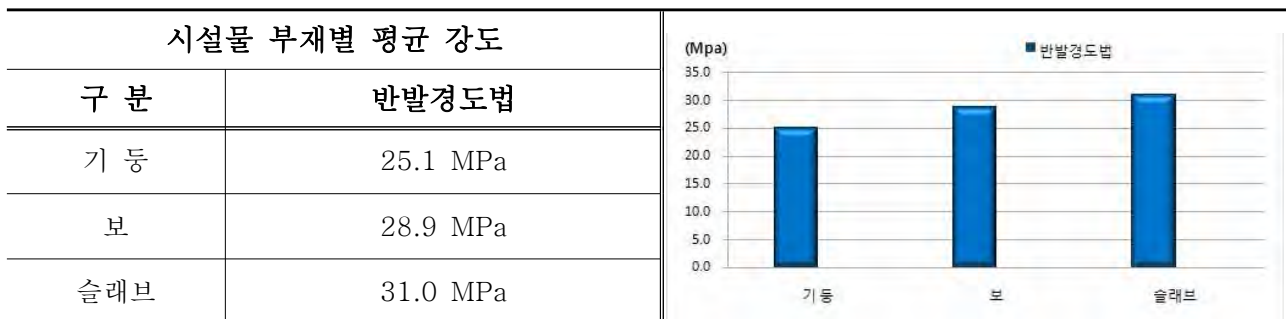
구 분			반발경도법 (MPa)				비고
NO	위 치	부 재	방법1 (재료)	방법2 (건축)	방법3 (표)	평균	
SH-5	지상3층 X26/Y15'	기둥 (C20)	23.8	20.3	25.5	<b>23.3</b>	-
SH-6	지상3층 X22/Y10	기둥 (C1)	30.9	25.7	34.5	<b>30.4</b>	-
SH-7	지상3층 X18/Y8	기둥 (C2)	28.1	23.6	30.8	<b>27.5</b>	-
SH-8	지상2층 X3/Y8	기둥 (C2)	22.8	19.5	23.9	<b>22.1</b>	-
SH-9	지상3층 X23/Y17	기둥 (C12)	22.0	18.9	23.3	<b>21.5</b>	-
SH-10	지상2층 X26/Y15'	기둥 (C20)	27.8	23.3	30.3	<b>27.2</b>	-
SH-11	지상2층 X11/Y17	기둥 (C10A)	28.4	23.8	31.3	<b>27.9</b>	-
SH-12	지상2층 X12/Y16	기둥 (C11)	21.8	18.7	23.0	<b>21.2</b>	-
SH-13	지상2층 X12/Y14	기둥 (C10)	22.1	19.0	23.4	<b>21.5</b>	-
SH-14	지상1층 X18/Y7	기둥 (C2)	29.7	24.8	32.9	<b>29.2</b>	-
SH-15	지상1층 X26/Y15'	기둥 (C20)	23.3	19.9	24.7	<b>22.6</b>	-
SH-16	지상1층 X25/Y17	기둥 (C12)	32.7	27.1	36.6	<b>32.2</b>	-
SH-17	지상1층 X12/Y16	기둥 (C11)	33.5	27.7	37.6	<b>33.0</b>	-
SH-18	지상1층 X9/Y17	기둥 (C10A)	29.7	24.8	32.9	<b>29.2</b>	-
SH-19	지상1층 X5/Y17	기둥 (C13)	28.3	23.8	31.2	<b>27.8</b>	-
SH-20	지상1층 X22/Y10	기둥 (C11)	22.2	19.0	23.5	<b>21.6</b>	-
SH-21	지상1층 X10/Y14	기둥 (C10)	22.6	19.4	23.8	<b>22.0</b>	-

<표 2.1.1> 콘크리트 압축강도 조사결과(계속)

구 분			반발경도법(MPa)				비고
NO	위 치	부 재	방법1 (재료)	방법2 (건축)	방법3 (표)	평균	
SH-22	지붕층 X20,22/Y10	보 (G1)	34.1	28.2	35.6	32.7	-
SH-23	지붕층 X18,20/Y9	보 (G2)	27.8	23.3	30.3	27.2	-
SH-24	지상3층 X23,24/Y16	보 (G11)	30.7	25.6	31.1	29.2	-
SH-25	지상3층 X25/Y14,17	보 (G12A)	32.6	27.0	36.5	32.1	-
SH-26	지상2층 X14/Y3,4	보 (G12A)	32.8	27.2	33.6	31.2	-
SH-27	지상2층 X2,5/Y3	보 (G21)	23.1	19.7	20.8	21.3	-
SH-28	지붕층 X20,22/Y9,10	슬래브 (S1)	32.1	26.7	33.0	30.6	-
SH-29	지붕층 X18,20/Y8,9	슬래브 (S2)	32.3	26.9	33.2	30.8	-
SH-30	지상3층 X23,24/Y14,17	슬래브 (S5)	30.7	25.6	31.1	29.2	-
SH-31	지상3층 X19,21/Y16,17	슬래브 (S4)	38.9	31.9	35.7	35.6	-
SH-32	지상2층 X14,15/Y3,4	슬래브 (S4)	31.3	26.0	32.0	29.8	-
SH-33	지상2층 X2,3/Y4,5	슬래브 (S2)	31.4	26.2	32.2	30.0	-

2.1.2 콘크리트 강도조사 결과

측정 가능부재에 대한 콘크리트 강도조사 결과, 측정위치 모두 설계기준강도로 추정한 (fck=18.0MPa)을 초과하고 있으므로 구조해석에 반영한 콘크리트 강도 fck=18.0MPa 는 문제가 없을 것으로 판단된다.



## 2.2 철근배근 탐사결과

### 2.2.1 철근배근 탐사

철근탐사기를 이용하여 기둥, 보, 슬래브 총 62개소에서 건전부를 대상으로 철근배근 간격, 개수 및 피복두께를 조사하였다.

<표 2.2.1> 철근배근 탐사결과

측정위치		부재	구분	설계배근	실측배근	평균 피복 두께 (mm)	비고
RC-1	3층 X22/Y10 중앙부	기둥 (C1)	X축	-	4EA	64	
			Y축	-	1EA		
			대근	-	@194		
RC-2	3층 X18/Y8 중앙부	기둥 (C2)	X축	-	3EA	65	
			Y축	-	1EA		
			대근	-	@194		
RC-3	3층 X12/Y14 중앙부	기둥 (C10)	X축	-	3EA	58	
			Y축	-	1EA		
			대근	-	@189		
RC-4	3층 X12/Y17 중앙부	기둥 (C10A)	X축	-	3EA	77	
			Y축	-	1EA		
			대근	-	@199		
RC-5	3층 X12/Y16 중앙부	기둥 (C11)	X축	-	3EA	52	
			Y축	-	-		
			대근	-	@200		
RC-6	3층 X25/Y17 중앙부	기둥 (C12)	X축	-	6EA	83	
			Y축	-	2EA		
			대근	-	@210		
RC-7	3층 X26/Y15 중앙부	기둥 (C20)	X축	-	3EA	81	
			Y축	-	1EA		
			대근	-	@199		
RC-8	2층 X3/Y8 중앙부	기둥 (C2)	X축	-	-	57	
			Y축	-	2EA		
			대근	-	@251		
RC-9	2층 X12/Y14 중앙부	기둥 (C10)	X축	-	2EA	88	
			Y축	-	1EA		
			대근	-	@254		

<표 2.2.1> 철근배근 탐사결과(계속)

측정위치		부재	구분	설계배근	실측배근	평균 피복 두께 (mm)	비고
RC-10	2층 X11/Y17 중앙부	기둥 (C10A)	X축	-	3EA	49	
			Y축	-	1EA		
			대근	-	@212		
RC-11	2층 X12/Y16 중앙부	기둥 (C11)	X축	-	3EA	62	
			Y축	-	1EA		
			대근	-	@255		
RC-12	2층 X23/Y17 중앙부	기둥 (C12)	X축	-	1EA	87	
			Y축	-	2EA		
			대근	-	@262		
RC-13	2층 X26/Y15' 중앙부	기둥 (C20)	X축	-	4EA	56	
			Y축	-	1EA		
			대근	-	@248		
RC-14	1층 X22/Y10 중앙부	기둥 (C1)	X축	-	2EA	75	
			Y축	-	1EA		
			대근	-	@178		
RC-15	1층 X18/Y7 중앙부	기둥 (C2)	X축	-	3EA	62	
			Y축	-	4EA		
			대근	-	@206		
RC-16	1층 X10/Y14 중앙부	기둥 (C10)	X축	-	4EA	59	
			Y축	-	2EA		
			대근	-	@193		
RC-17	1층 X9/Y17 중앙부	기둥 (C10A)	X축	-	3EA	47	
			Y축	-	-		
			대근	-	@189		
RC-18	1층 X12/Y16 중앙부	기둥 (C11)	X축	-	3EA	67	
			Y축	-	1EA		
			대근	-	@182		
RC-19	1층 X25/Y17 중앙부	기둥 (C12)	X축	-	6EA	65	
			Y축	-	-		
			대근	-	@200		

<표 2.2.1> 철근배근 탐사결과(계속)

측정위치		부재	구분	설계배근	실측배근	평균 피복 두께 (mm)	비고
RC-20	1층 X5/Y17 중앙부	기둥 (C13)	X축	-	3EA	58	
			Y축	-	1EA		
			대근	-	@202		
RC-21	1층 X26/Y15' 중앙부	기둥 (C20)	X축	-	3EA	62	
			Y축	-	1EA		
			대근	-	@189		
RC-22	지붕층 X16~17/ Y11 중앙부	보 (G1)	하부근	-	2EA	59	
			측면근	-	1EA		
			능근	-	@213		
RC-23	지붕층 X18~20/ Y8 중앙부	보 (G2)	하부근	-	3EA	42	
			측면근	-	1EA		
			능근	-	@191		
RC-24	지붕층 X18/ Y8~9 중앙부	보 (G4A)	하부근	-	3EA	53	
			측면근	-	1EA		
			능근	-	@202		
RC-25	지붕층 X25/ Y14~17 중앙부	보 (G11)	하부근	-	3EA	57	
			측면근	-	2EA		
			능근	-	@156		
RC-26	지붕층 X12/ Y14~16 중앙부	보 (G12)	하부근	-	3EA	65	
			측면근	-	1EA		
			능근	-	@227		
RC-27	지붕층 X13/ Y16~17 중앙부	보 (G12A)	하부근	-	3EA	57	
			측면근	-	1EA		
			능근	-	@142		
RC-28	3층 X1~2/ Y11 중앙부	보 (G1)	하부근	-	3EA	64	
			측면근	-	1EA		
			능근	-	@270		
RC-29	3층 X2,3 / Y8 중앙부	보 (G2)	하부근	-	2EA	46	
			측면근	-	2EA		
			능근	-	@184		

<표 2.2.1> 철근배근 탐사결과(계속)

측정위치		부재	구분	설계배근	실측배근	평균 피복 두께 (mm)	비고
RC-30	3층 X3 / Y9~10 중앙부	보 (G4)	하부근	-	4EA	49	
			측면근	-	2EA		
			능근	-	@203		
RC-31	3층 X3 / Y8~9 중앙부	보 (G4A)	하부근	-	2EA	54	
			측면근	-	1EA		
			능근	-	@213		
RC-32	3층 X25 / Y14~17 중앙부	보 (G11)	하부근	-	4EA	42	
			측면근	-	3EA		
			능근	-	@161		
RC-33	3층 X12 / Y16~17 중앙부	보 (G12A)	하부근	-	3EA	34	
			측면근	-	1EA		
			능근	-	@233		
RC-34	3층 X7~8 / Y14 중앙부	보 (G15)	하부근	-	2EA	45	
			측면근	-	1EA		
			능근	-	@268		
RC-35	3층 X3 / Y17~17' 중앙부	보 (CG1)	하부근	-	3EA	59	
			측면근	-	1EA		
			능근	-	@192		
RC-36	2층 X20~22 / Y10 중앙부	보 (G1)	하부근	-	2EA	54	
			측면근	-	1EA		
			능근	-	@179		
RC-37	2층 X18~20 / Y7 중앙부	보 (G2)	하부근	-	3EA	57	
			측면근	-	1EA		
			능근	-	@181		
RC-38	2층 X18 / Y8~9 중앙부	보 (G4A)	하부근	-	2EA	54	
			측면근	-	1EA		
			능근	-	@160		
RC-39	2층 X12 / Y14~16 중앙부	보 (G12)	하부근	-	3EA	63	
			측면근	-	1EA		
			능근	-	@153		

<표 2.2.1> 철근배근 탐사결과(계속)

측정위치		부재	구분	설계배근	실측배근	평균 피복 두께 (mm)	비고
RC-40	2층 X15 / Y16~17 중앙부	보 (G12A)	하부근	-	3EA	53	
			측면근	-	1EA		
			능근	-	@176		
RC-41	2층 X2~5 / Y3 중앙부	보 (G21)	하부근	-	2EA	49	
			측면근	-	-		
			능근	-	@158		
RC-42	2층 X3 / Y2'~3 중앙부	보 (B1)	하부근	-	2EA	52	
			측면근	-	-		
			능근	-	@193		
RC-43	2층 X2~5 / Y3 중앙부	보 (G21)	하부근	-	-	47	
			측면근	-	-		
			능근	-	@158		
RC-44	지붕층 X16~18/ Y10~11 중앙부	슬래브 (S1)	단변근	-	@154	35	
			장변근	-	@117		
RC-45	지붕층 X18~20/ Y10~11 중앙부	슬래브 (S2)	단변근	-	@177	40	
			장변근	-	@168		
RC-46	지붕층 X8~9/ Y16~17 중앙부	슬래브 (S4)	단변근	-	@163	35	
			장변근	-	@119		
RC-47	지붕층 X8~9/ Y14~16 중앙부	슬래브 (S3)	단변근	-	@103	32	
			장변근	-	@173		
RC-48	지붕층 X24~25/ Y14~17 중앙부	슬래브 (S5)	단변근	-	@138	32	
			장변근	-	@105		
RC-49	지붕층 X20~22/ Y14~16 중앙부	슬래브 (S6)	단변근	-	@109	32	
			장변근	-	@106		

<표 2.2.1> 철근배근 탐사결과(계속)

측정위치		부재	구분	설계배근	실측배근	평균 피복 두께 (mm)	비고
RC-50	지붕층 X18~20/ Y14~16 중앙부	슬래브 (S7)	단변근	-	@137	32	
			장변근	-	@208		
RC-51	3층 X4~5/ Y10~11 중앙부	슬래브 (S1)	단변근	-	@99	36	
			장변근	-	@133		
RC-52	3층 X2~3/ Y12~13 중앙부	슬래브 (S2)	단변근	-	@193	36	
			장변근	-	@227		
RC-53	3층 X9~10/ Y14~16 중앙부	슬래브 (S3)	단변근	-	@156	38	
			장변근	-	@166		
RC-54	3층 X9~10/ Y16~17 중앙부	슬래브 (S4)	단변근	-	@242	30	
			장변근	-	@198		
RC-55	3층 X24~25/ Y14~17 중앙부	슬래브 (S5)	단변근	-	@98	43	
			장변근	-	@110		
RC-56	3층 X18~20/ Y14~16 중앙부	슬래브 (S7)	단변근	-	@199	27	
			장변근	-	@212		
RC-57	2층 X20~22/ Y10~11 중앙부	슬래브 (S1)	단변근	-	@116	28	
			장변근	-	@104		
RC-58	2층 X18~20/ Y9~10 중앙부	슬래브 (S2)	단변근	-	@132	26	
			장변근	-	@170		
RC-59	2층 X13~14/ Y15~16 중앙부	슬래브 (S3)	단변근	-	@128	34	
			장변근	-	@132		



<표 2.2.1> 철근배근 탐사결과(계속)

측정위치		부재	구분	설계배근	실측배근	평균 피복 두께 (mm)	비고
RC-60	2층 X14~15/ Y16~17 중앙부	슬래브 (S4)	단변근	-	@106	26	
			장변근	-	@134		
RC-61	2층 X24~25/ Y15~17 중앙부	슬래브 (S5)	단변근	-	@144	35	
			장변근	-	@89		
RC-62	2층 X18~20/ Y14~16 중앙부	슬래브 (S7)	단변근	-	@167	48	
			장변근	-	@152		

2.2.2 철근배근 탐사결과

철근배근 탐사결과, 기둥 및 보, 슬래브의 배근개수 및 간격은 설계도서가 없어 비교 검토는 불가능한 상태로 철근탐사를 통해 측정된 배근개수 및 간격을 적용하여 구조검토를 실시하였다. 또한, 피복두께는 대체적으로 양호한 것으로 측정되었다.

## 2.3 탄산화 시험결과

### 2.3.1 탄산화 시험

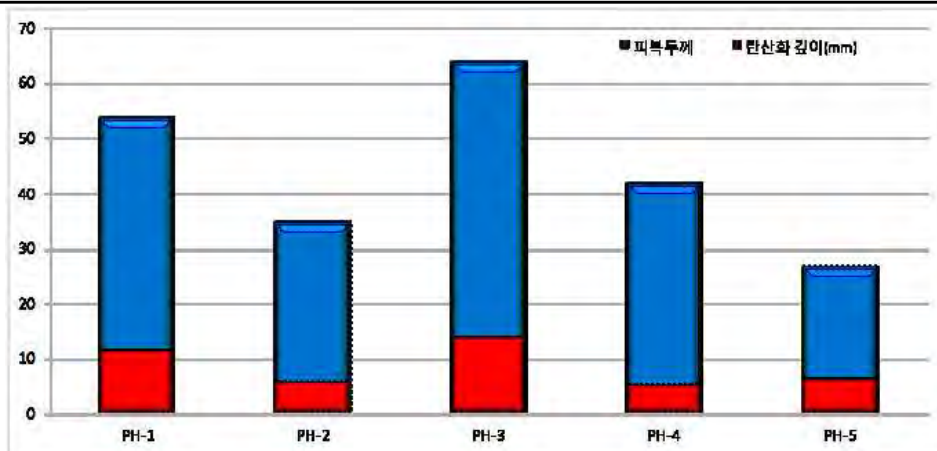
탄산화시험은 기둥, 보, 슬래브 총 9개소에서 탄산화 깊이를 측정하였으며, 측정된 탄산화 깊이와 시설물의 경과년수를 이용하여 탄산화 속도계수를 산정하고, 이에 따른 시설물의 잔존수명을 예측하였다.

<표 2.3.1> 탄산화 시험결과

(단위 : mm)

NO	위 치	부 재	탄산화 깊 이	피복 두께	경과 년수 (년)	A (탄산화 속도계수)	수명 예측 (년)	잔존수 명예측 (년)	평가 결과
PH-1	지붕층 바닥 X20~22/Y10	보(G1)	11.72	54	58.0	1.53	1,245	1,187	b
PH-2	지붕층 바닥 X20~22/Y9~10	슬래브	5.87	35	58.0	0.77	2,066	2,008	a
PH-3	3층 바닥 X22/Y10	기둥(C1)	14.07	64	58.0	1.84	1,209	1,151	c
PH-4	3층 바닥 X25/Y14~17	보(G11)	5.52	42	58.0	0.72	3,402	3,344	a
PH-5	3층 바닥 X23~24/Y14~17	슬래브	6.44	27	58.0	0.84	1,033	975	b
PH-6	2층 바닥 X26/Y15'	기둥(C20)	11.08	56	58.0	1.45	1,491	1,433	b
PH-7	2층 바닥 X14/Y3~4	보(G12A)	5.14	49	58.0	0.67	5,348	5,290	a
PH-8	2층 바닥 X14~15/Y3~4	슬래브	7.17	26	58.0	0.94	765	707	b
PH-9	1층 바닥 X26/Y15'	기둥(C10)	12.09	62	58.0	1.58	1,539	1,481	b

- ※탄산화 속도계수, 수명예측 및 평가결과는 탄산화깊이를 이용하여 산정하였음.
- ※탄산화가 진행되지 않은 부재에 대해서는 탄산화계수 및 잔존수명 예측 불가능함.
- ※측정된 예상수명과 잔존수명이 100년 이상일 경우 “∞” 로 표기
- ※탄산화 속도계수(A) = 탄산화깊이 / √재평(년)
- ※수명예측(년) = (철근피복 / 탄산화속도 계수)<sup>2</sup>
- ※잔존수명 예측(년) = 수명예측년수 - 경과년수



### 2.3.2 탄산화 시험결과

탄산화 깊이 측정결과 5.14~14.07mm로 측정된 9개 부재에서 탄산화 평가등급이 a등급 3개소, b등급 5개소, c등급 1개소로 평가되었으며, 경과년수 58년을 기준으로 탄산화속도 계수(A)를 산정하여 잔존수명을 예측한 결과 모두 100년 이상으로 시설물의 경과년수 약 58년을 감안하면 상당히 양호한 것으로 평가되었다.

## 2.4 철근부식도 측정결과

### 2.4.1 철근부식도 측정결과

철근부식도 측정은 주요부재에서 부분할석을 통한 육안검사를 통해 조사하였으며 그 결과는 다음과 같다.

<표 2.4.1> 육안검사를 통한 철근부식도 판정결과

NO	구 분		평가등급	철근의 부식상태	평가점수	비고
	조사위치	부재				
B-1	3층 X3/Y4	기둥 (C2)	A	녹이 발생하지 않았거나 약간의 점녹이 발생한 상태	1	
B-2	2층 X19/Y17	기둥 (C10A)	A	녹이 발생하지 않았거나 약간의 점녹이 발생한 상태	1	
B-3	2층 X18/Y8~9	보 (G4A)	A	녹이 발생하지 않았거나 약간의 점녹이 발생한 상태	1	
B-4	1층 X22/Y10	기둥 (C1)	A	녹이 발생하지 않았거나 약간의 점녹이 발생한 상태	1	

### 2.4.2 철근부식도 측정결과 분석

육안검사에 의한 철근부식도 측정결과, 시험 측정치가 a등급(녹이 발생하지 않았거나 약간의 점녹이 발생한 상태)으로 평가되고 탄산화 시험결과도 양호하여 철근부식은 진행되지 않은 양호한 상태로 평가되었다.

## 2.5 부재제원 조사결과

### 2.5.1 각 구간별 부재제원 조사결과

대상구조물의 구간별 주요부재 중 측정 가능한 부재에 대하여 기둥 21개소 및 보 21개소에서 총 42개소 제원조사를 실시하였다.

<표 2.5.1> 제원조사 결과

(단위 : mm)

구분	조사위치	부재	설계도면	현황	비고
1	3층 X22/Y10	기둥(C1)	-	570 X 196	벽체 두께 제외
2	3층 X18/Y8	기둥(C2)	-	583 X 628	벽체 두께 제외
3	3층 X12/Y14	기둥(C10)	-	531 X 298	벽체 두께 제외
4	3층 X12/Y17	기둥(C10A)	-	495 X 147	벽체 두께 제외
5	3층 X12/Y16	기둥(C11)	-	570 X □	벽체 두께 제외
6	3층 X25/Y17	기둥(C12)	-	640 X 619	벽체 두께 제외
7	3층 X26/Y16	기둥(C20)	-	606 X 274	벽체 두께 제외
8	2층 X3+Y8	기둥(C2)	-	□ X 435	벽체 두께 제외
9	2층 X12/Y14	기둥(C10)	-	534 X 372	벽체 두께 제외
10	2층 X12/Y16	기둥(C10A)	-	471 X 159	벽체 두께 제외
11	2층 X11/Y17	기둥(C11)	-	609 X 268	벽체 두께 제외
12	2층 X23/Y17	기둥(C12)	-	634 X 459	벽체 두께 제외
13	2층 X16/Y15	기둥(C20)	-	589 X 256	벽체 두께 제외
14	1층 X22/Y10	기둥(C1)	-	511 X 198	벽체 두께 제외
15	1층 X18/Y8	기둥(C2)	-	633 X 706	벽체 두께 제외
16	1층 X10/Y14	기둥(C10)	-	526 X 364	벽체 두께 제외
17	1층 X9/Y17	기둥(C10A)	-	466 X □	벽체 두께 제외
18	1층 X12/Y16	기둥(C11)	-	582 X 264	벽체 두께 제외
19	1층 X25/Y17	기둥(C12)	-	627 X □	벽체 두께 제외
20	1층 X5/Y17	기둥(C13)	-	580 X 225	벽체 두께 제외
21	1층 X16/Y15	기둥(C20)	-	625 X 253	벽체 두께 제외
22	지붕층 X13/Y14~16	보(G12)	-	350 X 460	슬래브 두께 제외
23	지붕층 X16/Y16~17	보(G12A)	-	250 X 270	슬래브 두께 제외
24	지붕층 X24/Y14~17	보(G11)	-	380 X 620	슬래브 두께 제외
25	지붕층 X20~22/Y10	보(G1)	-	260 X 370	슬래브 두께 제외
26	지붕층 X18~20/Y8	보(G2)	-	240 X 270	슬래브 두께 제외
27	3층 X2/Y17~17'	보(G20)	-	320 X 480	슬래브 두께 제외
28	3층 X2/Y8~9	보(G4)	-	260 X 480	슬래브 두께 제외
29	3층 X13/Y14~16	보(G12)	-	360 X 460	슬래브 두께 제외

<표 2.5.1> 제원조사 결과(계속)

(단위 : mm)

구분	조사위치	부재	설계도면	현황	비고
30	3층 X16/Y16~17	보(G12A)	-	240 X 270	슬래브 두께 제외
31	3층 X24/Y14~17	보(G11)	-	370 X 600	슬래브 두께 제외
32	3층 X20~22/Y10	보(G1)	-	260 X 360	슬래브 두께 제외
33	3층 X18~20/Y8	보(G2)	-	250 X 270	슬래브 두께 제외
34	3층 X18/Y8~9	보(G4A)	-	200 X 470	슬래브 두께 제외
35	2층 X2/Y8~9	보(G4)	-	250 X 480	슬래브 두께 제외
36	2층 X2~5/Y3	보(G21)	-	330 X 610	슬래브 두께 제외
37	2층 X4/Y2'~Y3	보(B1)	-	340 X 500	슬래브 두께 제외
38	2층 X13/Y14~16	보(G12)	-	350 X 460	슬래브 두께 제외
39	2층 X16/Y16~17	보(G12A)	-	240 X 270	슬래브 두께 제외
40	2층 X20~22/Y10	보(G1)	-	250 X 380	슬래브 두께 제외
41	2층 X18~20/Y8	보(G2)	-	240 X 260	슬래브 두께 제외
42	2층 X18/Y8~9	보(G4A)	-	270 X 470	슬래브 두께 제외
43	2층 X16~18/Y4~6	슬래브	-	110	

### 2.5.2 부재제원 조사결과 분석

콘크리트 단면제원 조사결과, 측정된 부재(기둥 21개소, 보 21개소, 슬래브 1개소)에 설계도면이 없어 실측치와 비교·평가는 불가능한 상태로 실측치를 기준으로 구조검토시 적용하였다.

## 2.6 변위 조사결과

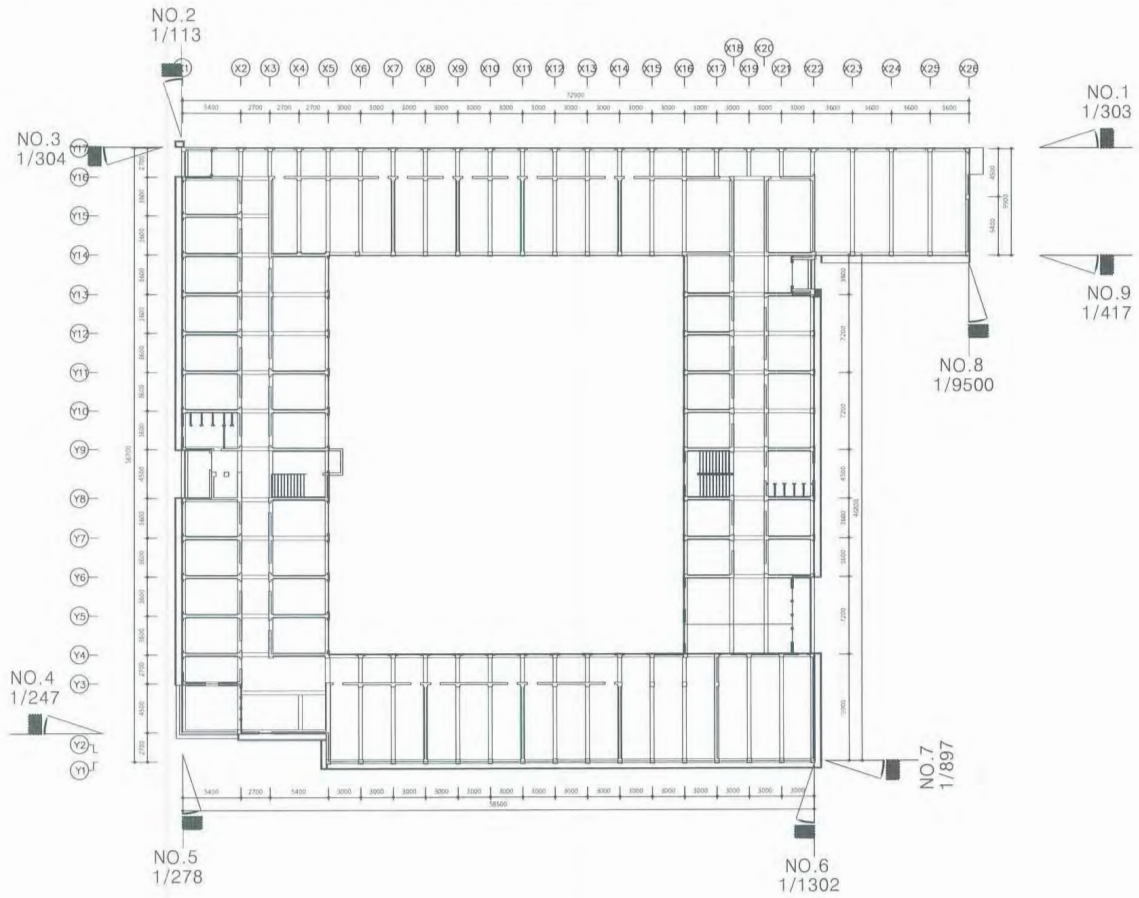
### 2.6.1 수평변위 조사(기울기)

대상 건물의 외부 모서리 중 측정 가능한 위치에서 수평변위(기울기)를 측정하였으며 그 결과는 다음과 같다.

<표 2.6.1> 수평변위 조사결과

(단위 : mm)

구분	측정위치	변위방향	변형량	측정높이	1/X(X값)	평가	비고
1	좌측면	우측	31.4	9500	303	c	
2	배면	우측	84.8	9500	113	e	
3	좌측면	우측	31.3	9500	304	c	
4	좌측면	좌측	38.5	9500	247	d	
5	정면	우측	34.2	9500	278	c	
6	정면	좌측	7.3	9500	1302	a	
7	우측면	좌측	10.6	9500	897	a	
8	정면	우측	1.0	9500	9500	a	
9	우측면	좌측	22.8	9500	417	c	



2.6.2 수평변위 조사결과(기울기)

수평변위 조사결과 a등급 3개소, c등급 4개소, d등급 1개소, e등급 1개소로 평가되었다. 조사결과를 분석한 결과, 변위량이 e등급(1/113), d등급(1/247)으로 나타난 2, 4번

측점 2개소의 외벽상태와 인접지반에서 지반침하와 관련된 특이할 만한 결함이 조사되지 않았고, 현장 확인 결과 외벽 수직도 불량으로 인한 시공오차가 있는 상태로 현재 조사된 변위로 인한 구조적 문제점을 우려할 만한 현상은 아닌 것으로 판단된다.

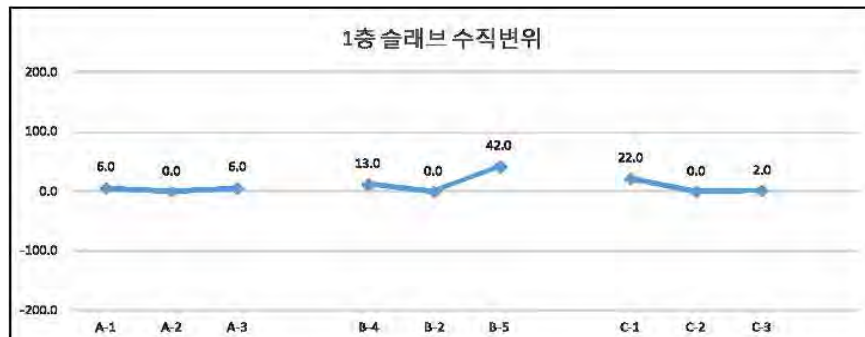
2.6.3 수직변위 조사(부동침하)

대상시설물의 1층 슬래브에 대하여 수직변위(부동침하)를 측정하였으며 그 결과는 다음과 같다.

<표 2.6.2> 수직변위(부동침하) 조사결과

(단위 : mm)

구분	측 정 위 치	측정치 (mm)	구간	변형량 (mm)	측정거리 (mm)	1/X(X값)	평가	
1	1층 슬래브 X16~18/ Y11~12	A-1	2523	A-1~A-2	6	1500	250	c
2		A-2	2529	-	-	-	-	-
3		A-3	2523	A-2~A-3	6	1500	250	c
4		A-4	2519	A-4~A-2	10	1300	130	e
5		A-2	2529					
6		A-5	2516	A-2~A-5	13	1300	100	e
7	1층 슬래브 X20~22/ Y11~12	B-1	2705	B-1~B-2	20	1500	75	e
8		B-2	2725	-	-	-	-	-
9		B-3	2710	B-2~B-3	15	1500	100	e
10		B-4	2712	B-4~B-2	13	1300	100	e
11		B-2	2725	-	-	-	-	-
12		B-5	2683	B-2~B-5	42	1300	30	e
13	1층 슬래브 X16~18/ Y7~8	C-1	2492	C-1~C-2	22	1500	68	e
14		C-2	2514	-	-	-	-	-
15		C-3	2512	C-2~C-3	2	1500	750	a
16		C-4	2507	C-4~C-2	7	1300	185	c
17		C-2	2514	-	-	-	-	-
18		C-5	2510	C-2~C-5	4	1300	325	d



#### 2.6.4 수직변위 조사결과(부동침하)

1층 슬래브에서 부동침하 조사를 실시한 결과, 크고 작은 변위량이 최대 42.0mm까지 차이가 나는 상태로 조사되었으며, 구간별 c~e등급이 다수 측정되었다.

해당 부재의 표면상태는 침하/처짐 등으로 인한 균열 등의 결함을 확인할 수 없고 장기간 방치로 인한 결함(철근노출 및 부식, 마감탈락 등)만이 확인되고 있으므로 발생한 편차는 시공당시 거푸집의 평활도 불량 등에 기인한 것으로 판단된다.



## 제3장 구조검토

---

3.1 개요

3.2 검토하중

3.3 골조해석

3.4 부재별 검토 결과

3.5 구조검토 결과

## 제 3 장 구조검토

### 3.1 개요

본 구조물인 서울대학교 수원캠퍼스 종합관 6동은 준공 후 58년이 경과된 구조물로 구조평면 및 부재 배근도와 구조계산서가 없는 상태에서 단지 현장 조사를 통한 부재 위치, 부재 SIZE, 철근배근의 조사를 기반으로 검토하였으며, 현장조사시 부재의 마감 및 천정 층고 조적벽체의 영향으로 조사가 가능한 부분에 대하여 조사를 하고 이를 기반으로 하여 구조안전성을 검토하였으며, 현재 상태 및 리모델링 계획시의 각 부재에 대한 안전성 검토 및 그에 따른 적절한 보강방법 및 조치방안 등을 제시함으로써 시설물의 안전성을 확보하는 데에 목적이 있다.

#### 3.1.1 대상시설물 개요

건 물 명	. 서울대학교 수원캠퍼스 종합관 6동
대지위치	. 경기도 수원시 권선구 서호로 89
건물용도	. 교육시설
건물층수	. 지하1층, 지상3층
구조형식	. 철근콘크리트구조
준공년월	. 1958. 00. 00

#### 3.1.2 적용법규 및 적용규준

검토방법	. 극한강도설계 법(철근콘크리트구조)
적용규준	. 건축구조기준 및 해설(KBC2009-대한건축학회) . 철근콘크리트 부분 : 콘크리트구조설계기준(KCI 2012)
적용규칙	. 건축법시행규칙 / 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙

#### 3.1.3 사용재료

사용재료	설계기준강도
콘크리트	. $f_{ck} = 18\text{MPa}$ (현장 조사를 통한 추정치)
철 근	. $f_y = 240\text{MPa}$ (1958년 준공년도를 감안한 추정치)

### 3.1.4 해석 및 설계용 프로그램

부재해석	. 골조해석 - MIDAS Gen
부재설계	. 각 부재별 설계프로그램(MIDAS-SET), 및 BEST프로그램

### 3.1.5 검토방법

- 1) 유한요소 프레임해석(GEN)
- 2) 대상 건물에 적용된 연직하중은 건축법 제38조 제3항 및 제 59조의3 제1항과 동법시행령 제32조의 규정에 의한 “건축물의 구조기준 등에 관한 규칙에 따라 검토하였다.
- 3) 구조부재의 안전성 검토는 구조해석 결과에서 얻어진 소요강도가 부재의 허용내력보다 작으면 안전한 것으로 검토하였다.(소요강도/부재 허용내력 < 1.0이하는 O.K, 소요강도/부재 허용내력 > 1.0초과는 N.G)

### 3.1.6 하중조합

#### 3.1.6.1 현재상태 하중조합

- ①  $U = 1.4D + 1.7L$
  - ②  $U = 1.0D + 1.0L$
- ※ D : 고정하중, L : 활하중

#### 3.1.6.2 리모델링 후 하중조합

$$\begin{aligned}
 & 1.4D \\
 & 1.2(D) + 1.6(L) \\
 & 1.2D + 1.3WX + 1.0L \\
 & 1.2D + 1.3WY + 1.0L \\
 & 1.2D - 1.3WX + 1.0L \\
 & 1.2D - 1.3WY + 1.0L \\
 U = & 1.2D + 1.0(1.0(1.00)(RX(RS)+RX(ES))+0.3(1.00)(RY(RS)+RY(ES))) + 1.0L \\
 & 1.2D + 1.0(1.0(1.00)(RX(RS)-RX(ES))+0.3(1.00)(RY(RS)-RY(ES))) + 1.0L \\
 & 1.2D + 1.0(1.0(1.00)(RX(RS)+RX(ES))-0.3(1.00)(RY(RS)+RY(ES))) + 1.0L \\
 & 1.2D + 1.0(1.0(1.00)(RX(RS)-RX(ES))-0.3(1.00)(RY(RS)-RY(ES))) + 1.0L \\
 & 1.2D + 1.0(1.0(1.00)(RY(RS)+RY(ES))+0.3(1.00)(RX(RS)+RX(ES))) + 1.0L \\
 & 1.2D + 1.0(1.0(1.00)(RY(RS)-RY(ES))+0.3(1.00)(RX(RS)-RX(ES))) + 1.0L
 \end{aligned}$$

※ D : 고정하중, L : 활하중, W : 풍하중, R : 동적 지진하중

### 3.2 검토하중

#### 3.2.1 바닥하중(현재 상태)

(단위: kN/m<sup>2</sup>)

구분	재료 및 마감재	두께	하중	Dead Load	Live Load	Service (D+L)	비고
지붕층	마감		1.15	4.03	2.4	6.43	
	콘크리트슬래브	T=120	2.88				
교시	마감		1.15	4.03	2.1	6.13	
	콘크리트슬래브	T=120	2.88				
계단 (복도)	마감		1.2	4.08	3.0	7.08	
	콘크리트슬래브	T=120	2.88				
⇒ 조적 하중 1.0B 하중 적용 = 4.52kN/m							

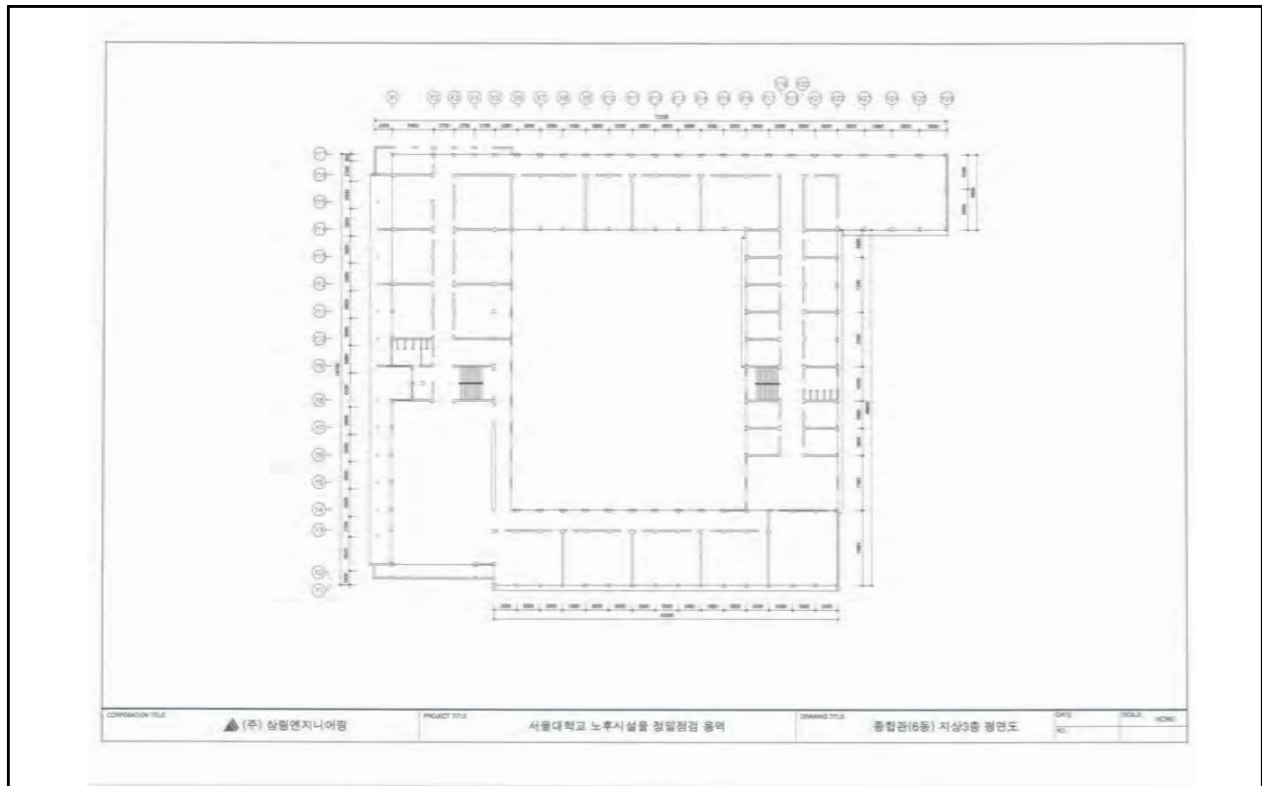
#### 3.2.2 바닥하중(리모델링 후 상태)

(단위: kN/m<sup>2</sup>)

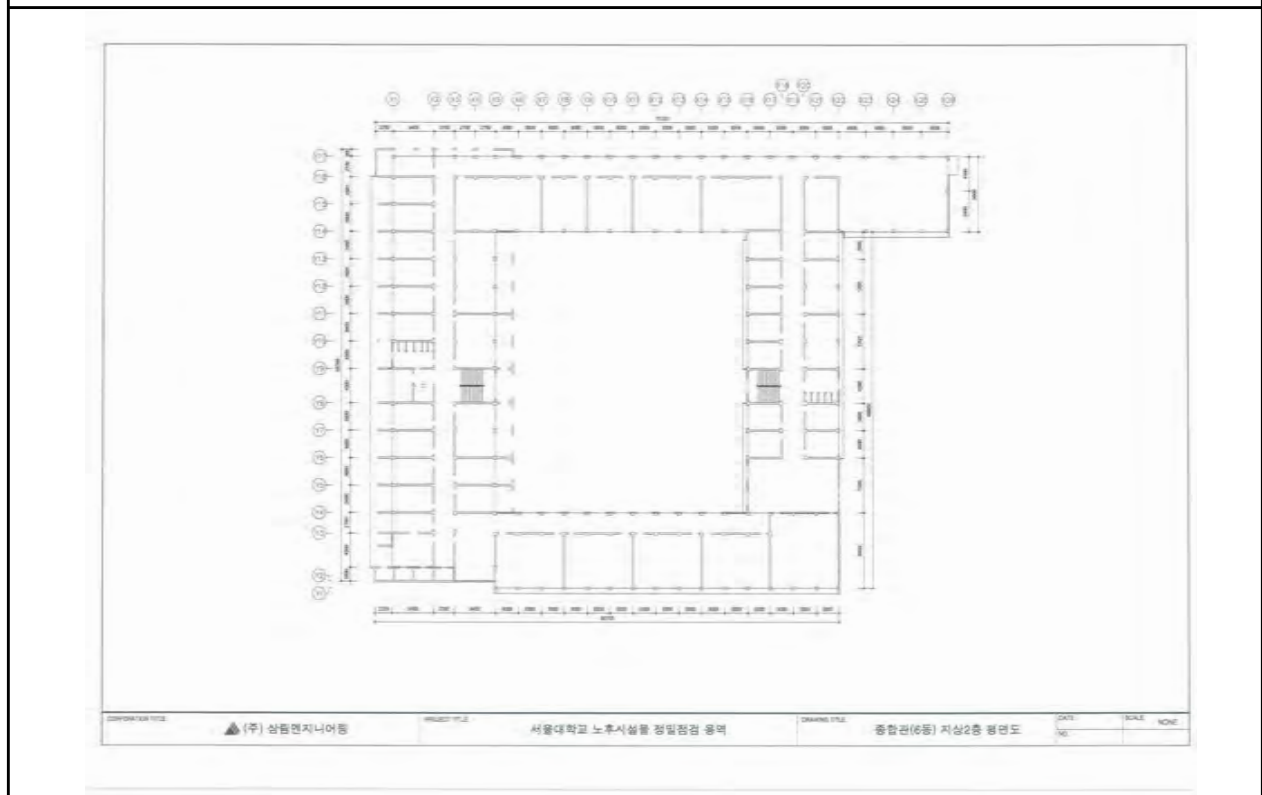
구분	재료 및 마감재	두께	하중	Dead Load	Live Load	Service (D+L)	비고
지붕층	마감		1.8	4.68	3	7.68	
	콘크리트슬래브	T=120	2.88				
열람실 서고 자료실	마감		1.3	4.18	7.5	11.68	
	콘크리트슬래브	T=120	2.88				
연구실 식물재배 사	마감		1.3	4.18	5.0	9.18	
	콘크리트슬래브	T=120	2.88				
홍보 및 전시관	마감		1.3	4.18	6	10.18	
	콘크리트슬래브	T=120	2.88				
계단 (복도)	마감		1	6.9	3.0	9.9	
	콘크리트슬래브	T=120	5.9				
⇒ 조적 하중 1.0B 하중 적용 = 4.52kN/m							

### 3.3 골조해석

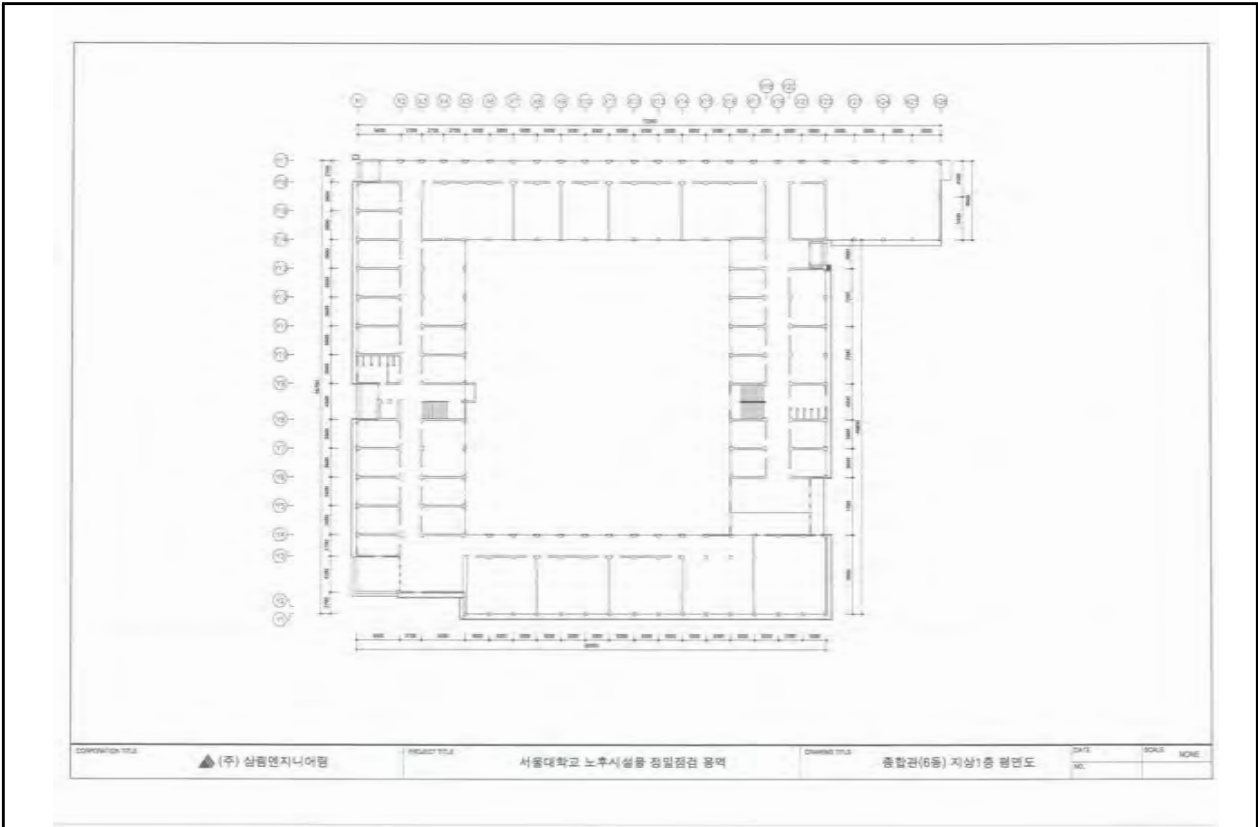
#### 3.3.1 현재 상태 골조 해석



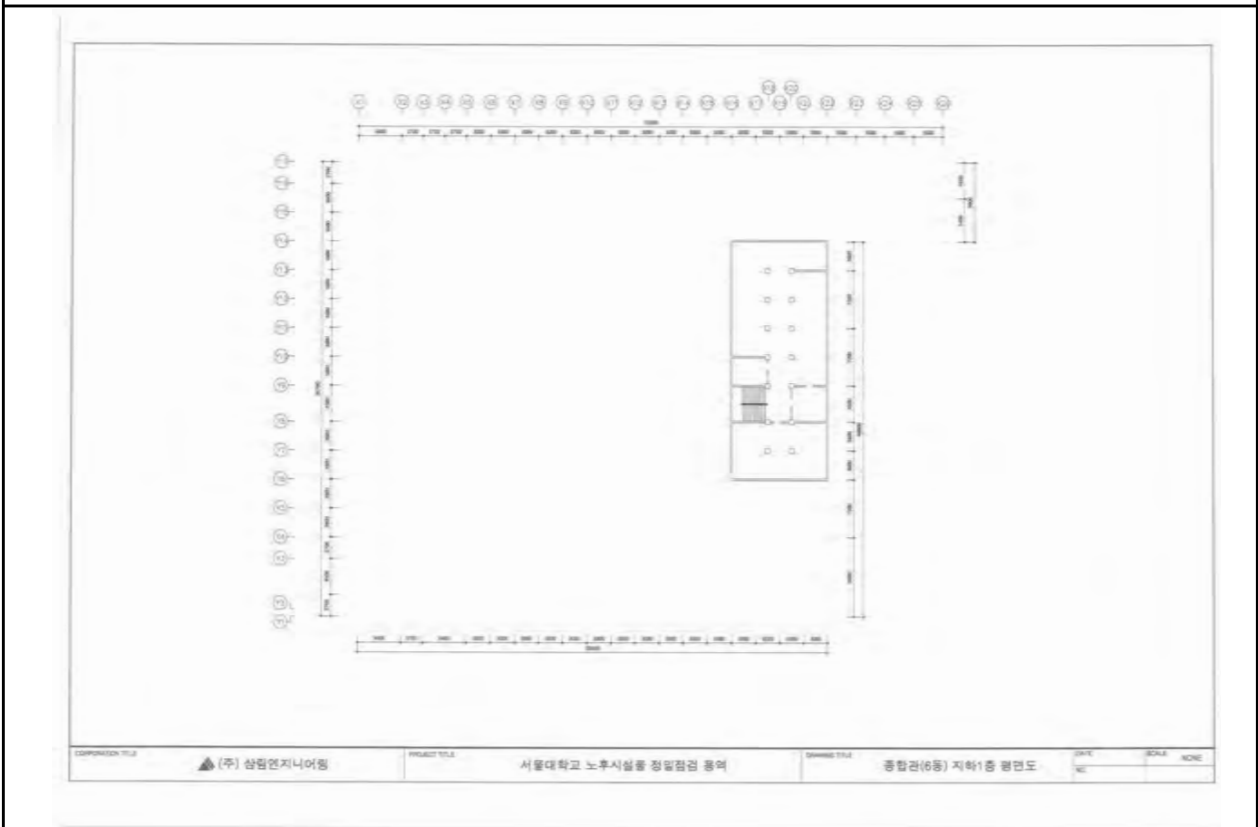
지붕층 건축평면도



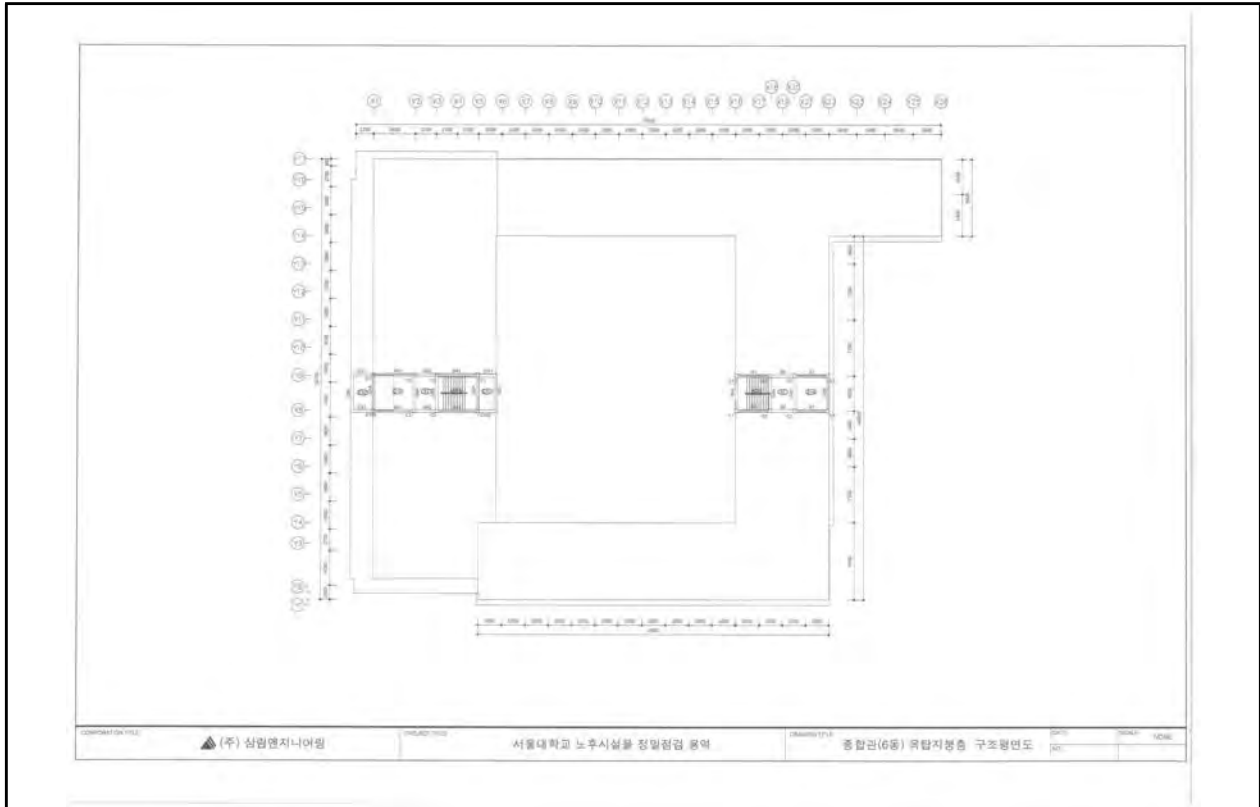
3층 건축평면도



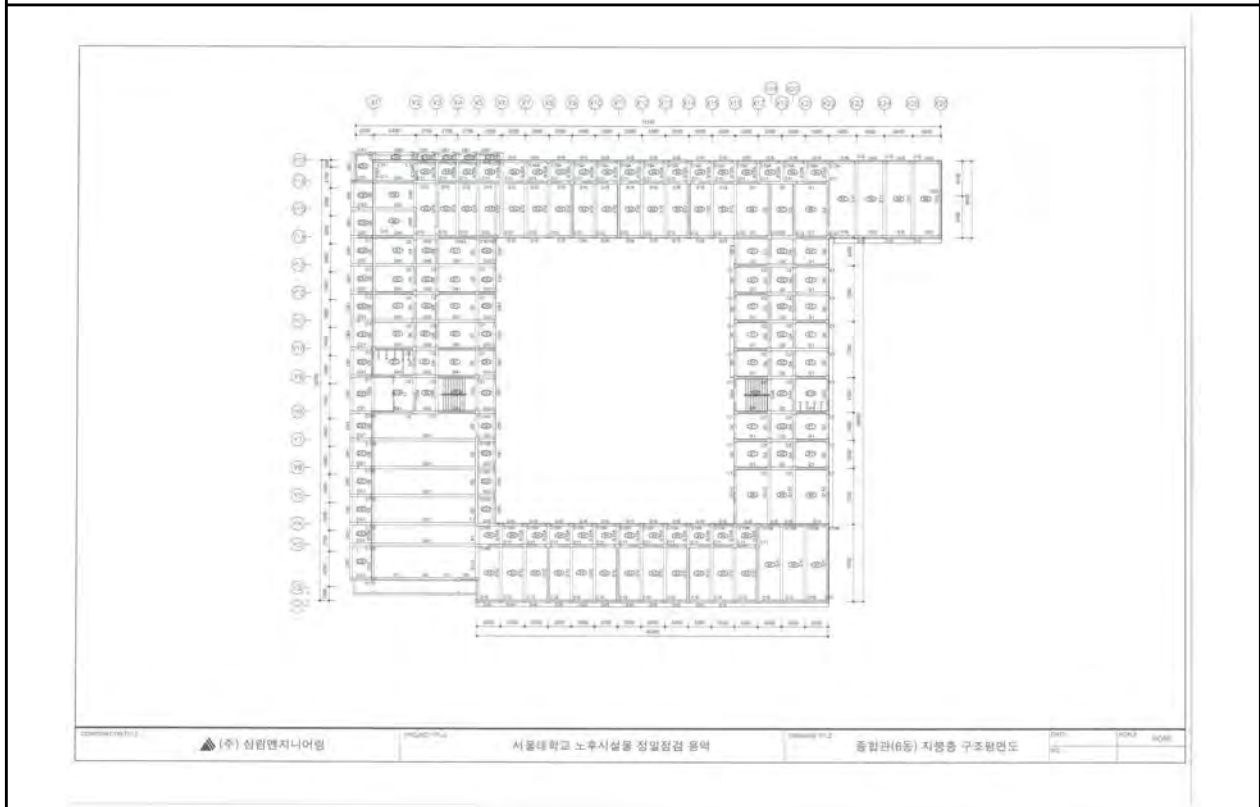
2층 건축평면도



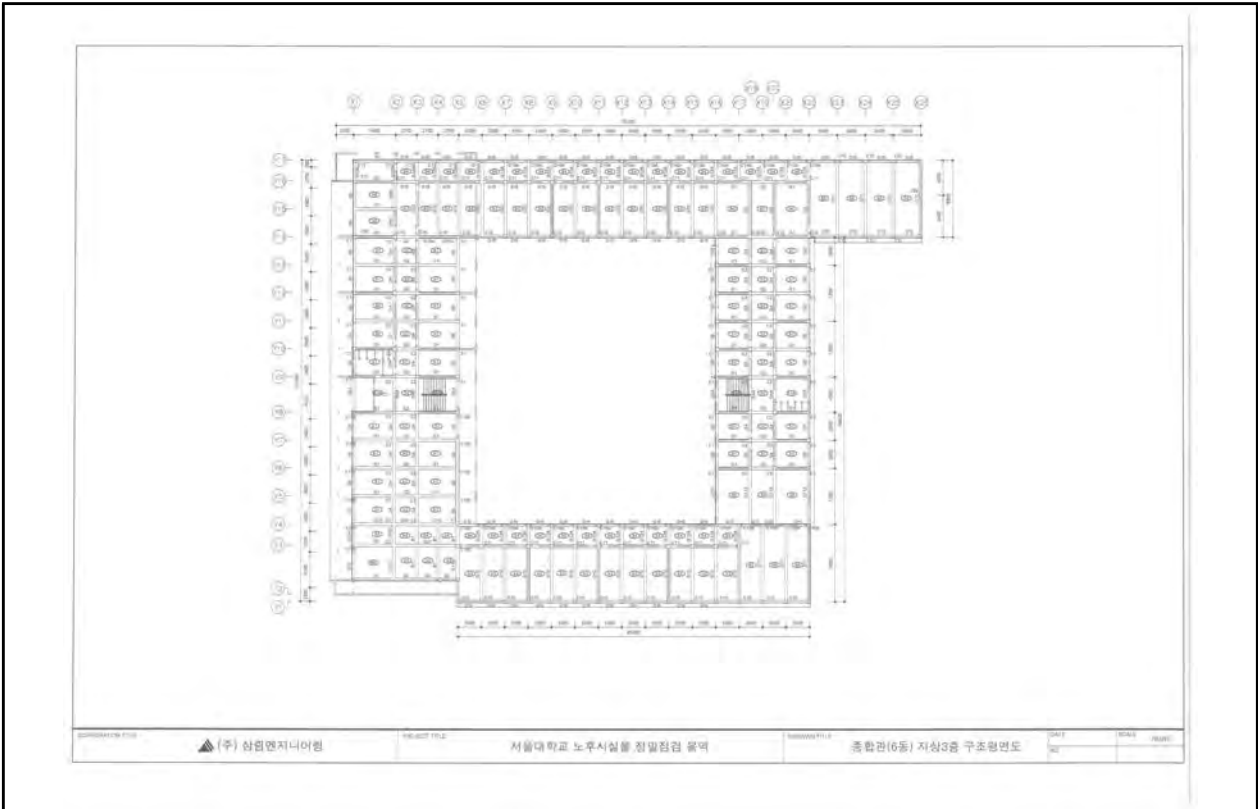
1층 건축평면도



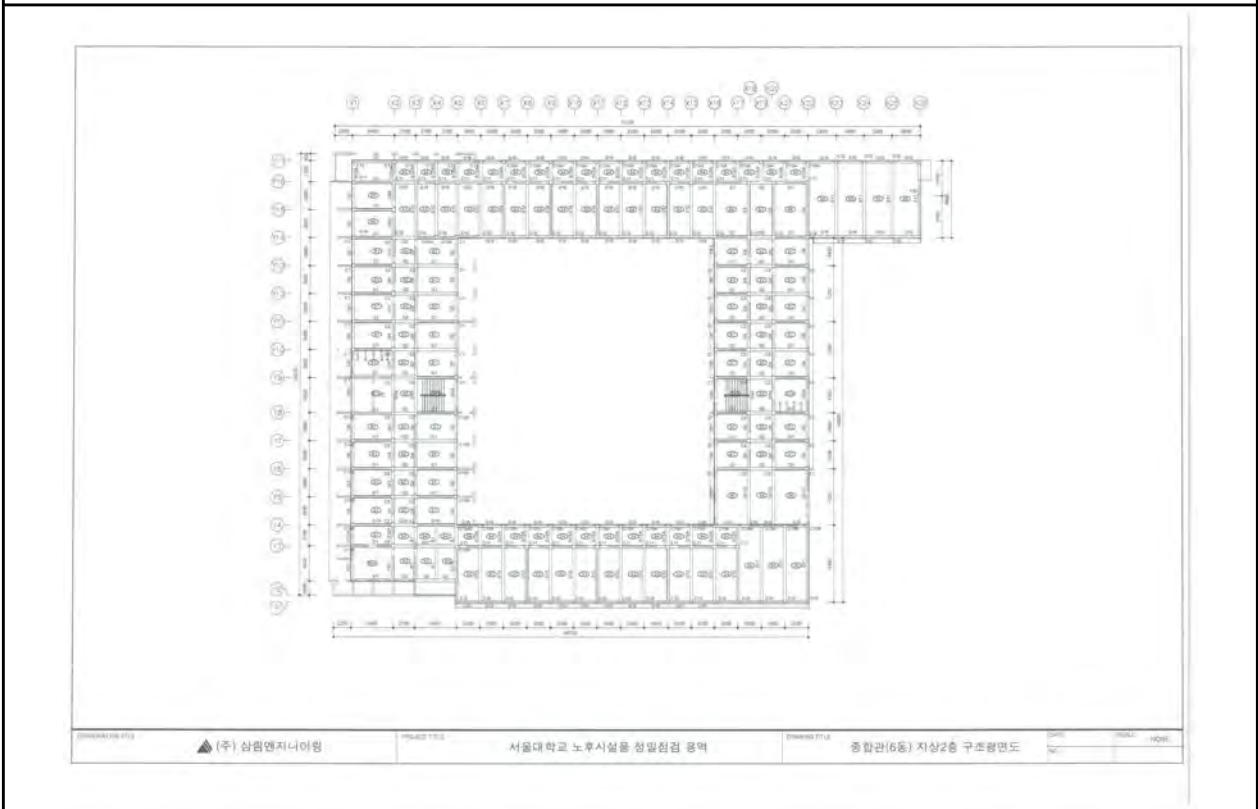
옥탑지붕층 구조평면도



지붕층 구조평면도

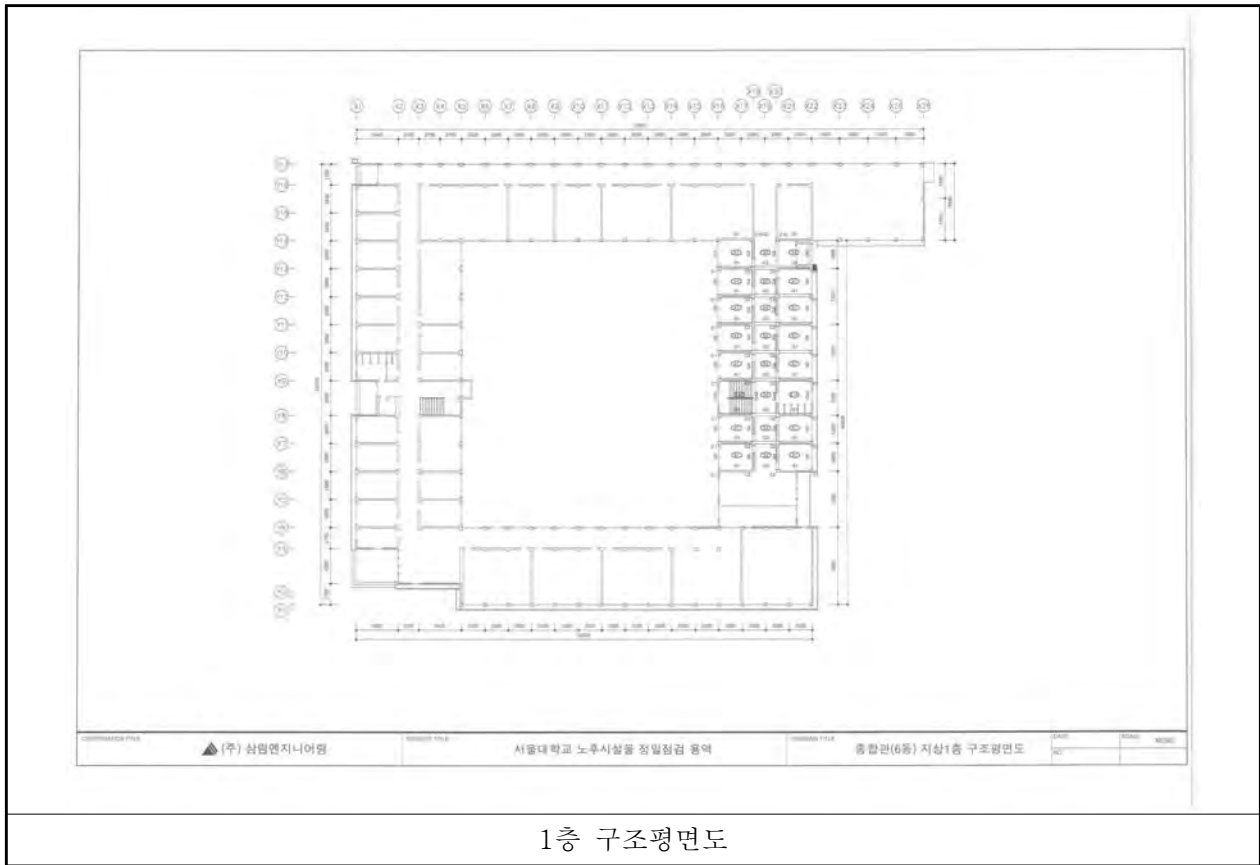


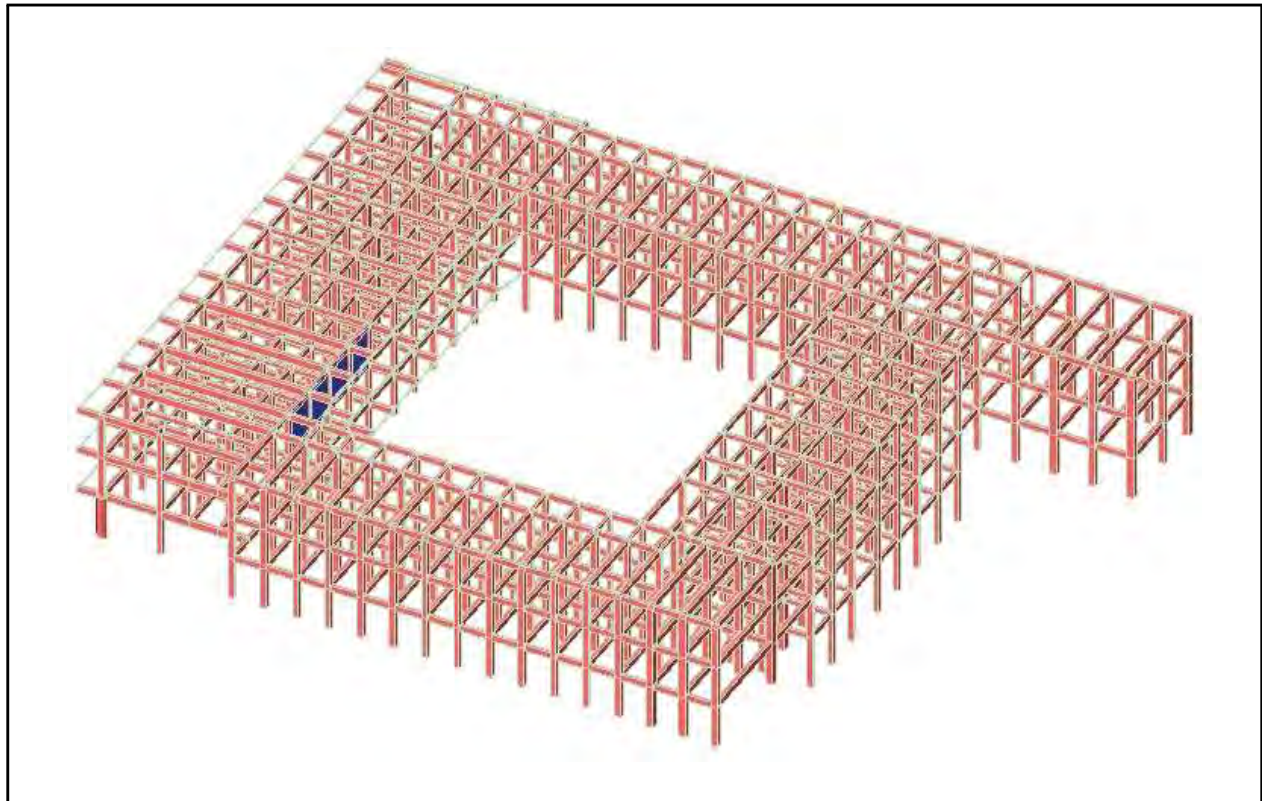
3층 구조평면도



2층 구조평면도



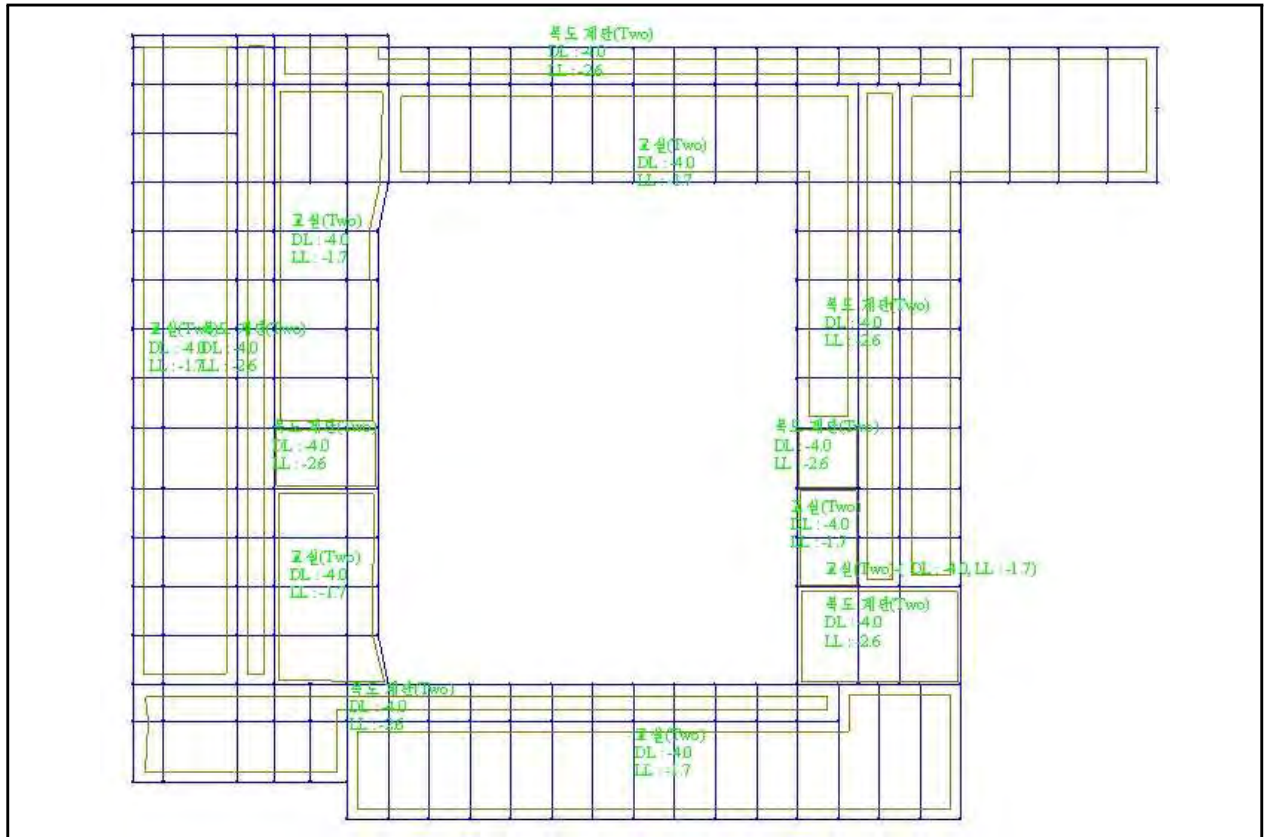




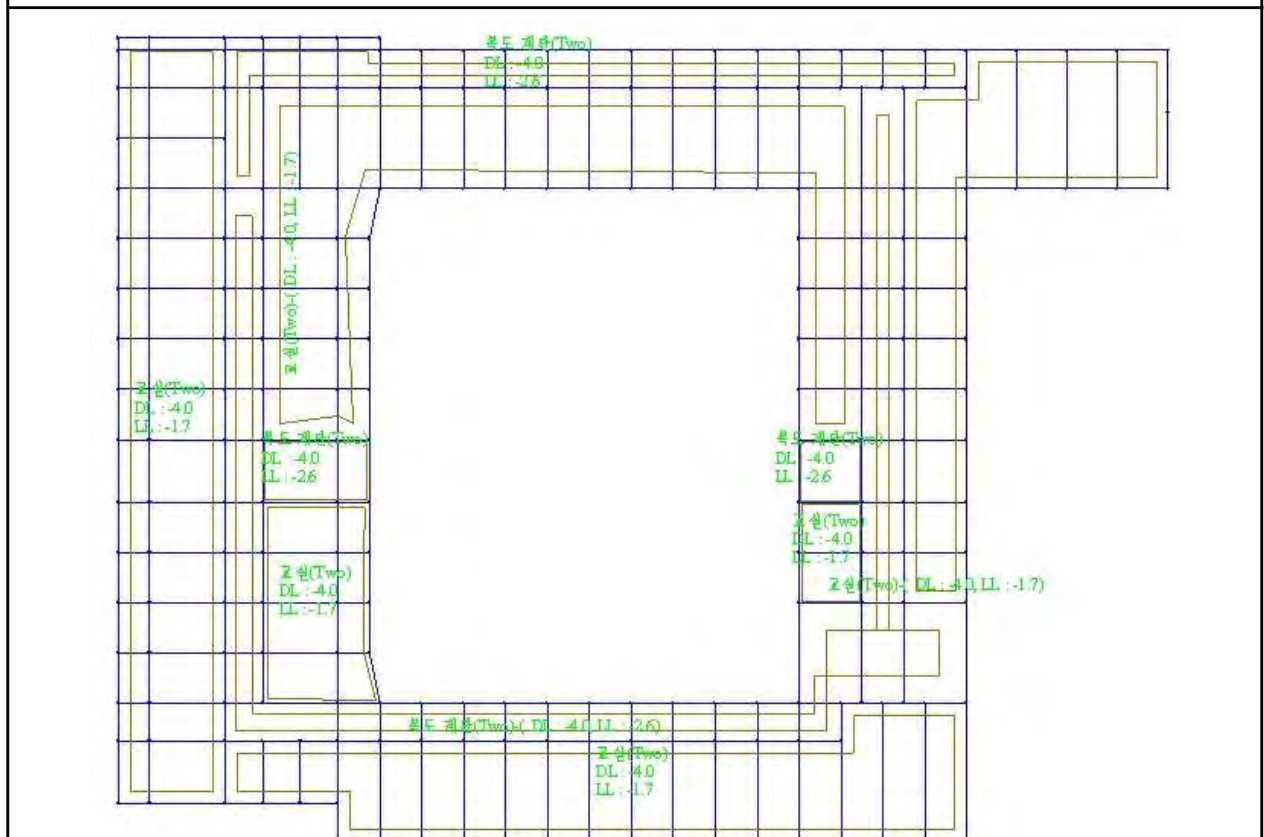
3D 모델링

포설(Two) DL: -4.0 LL: -1.7		포설(Two) DL: -4.0 LL: -1.7
	복도 계단(Two) DL: -4.0 LL: -2.6	
복도 계단(Two) DL: -4.0 LL: -2.6		포설(Two) DL: -4.0 LL: -1.7
포설(Two) DL: -4.0 LL: -1.7		포설(Two) DL: -4.0 LL: -1.7

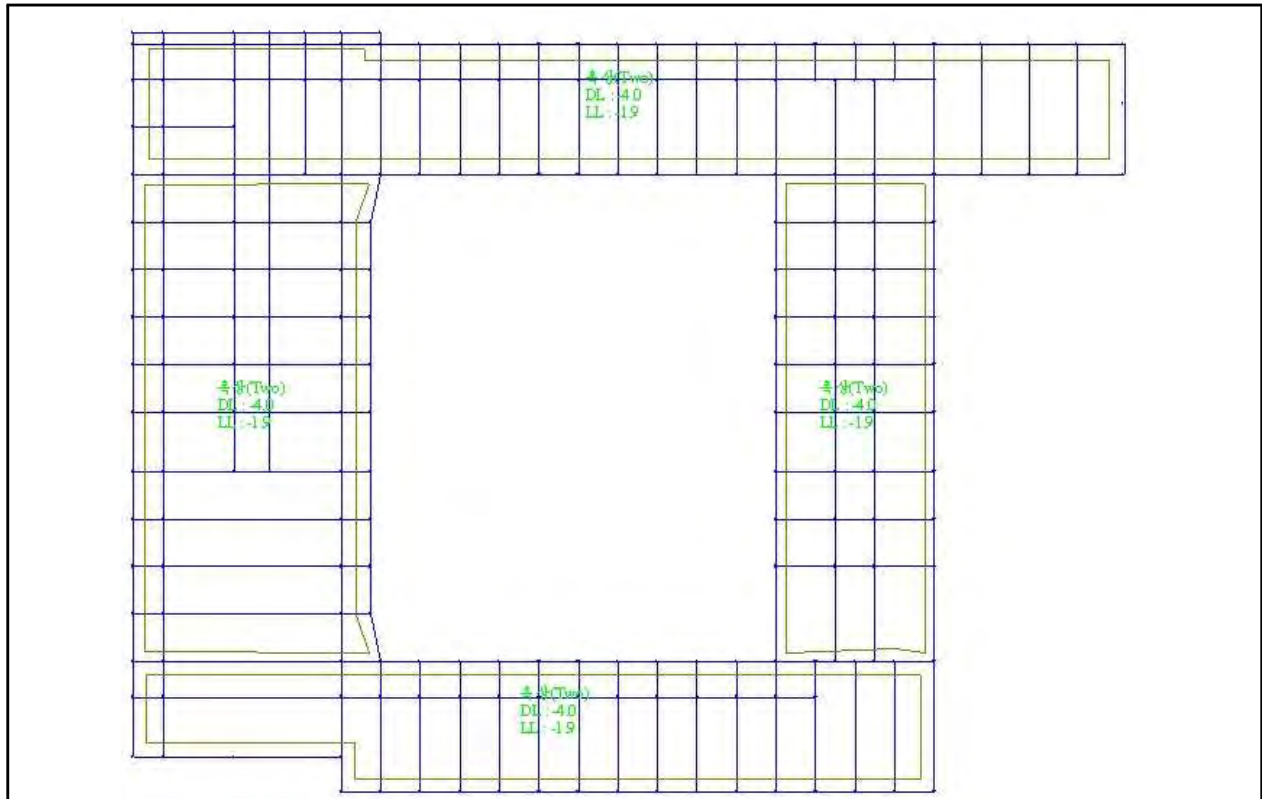
바닥하중 재하도 (kN/m<sup>2</sup>) - 1층바닥



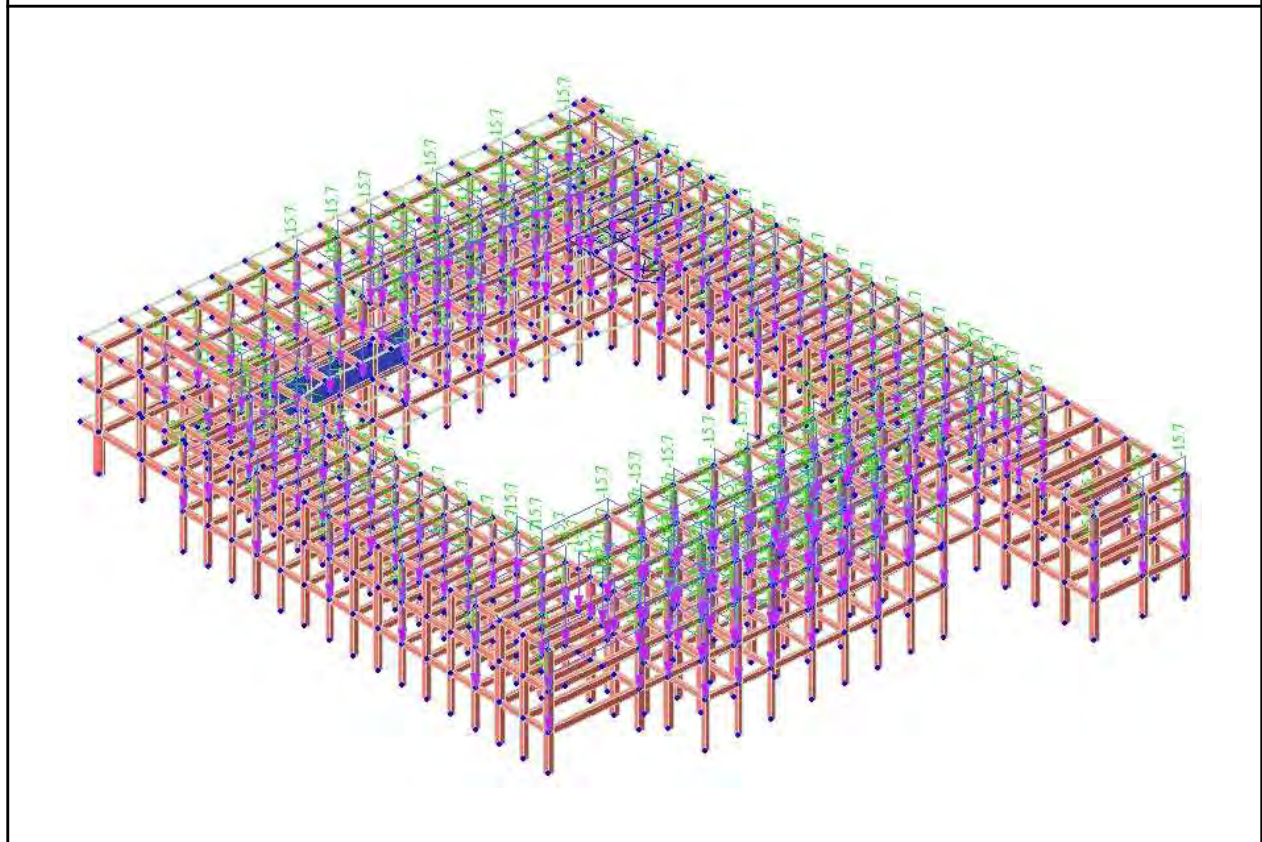
바닥하중 재하도 (kN/m<sup>2</sup>) - 2층바닥



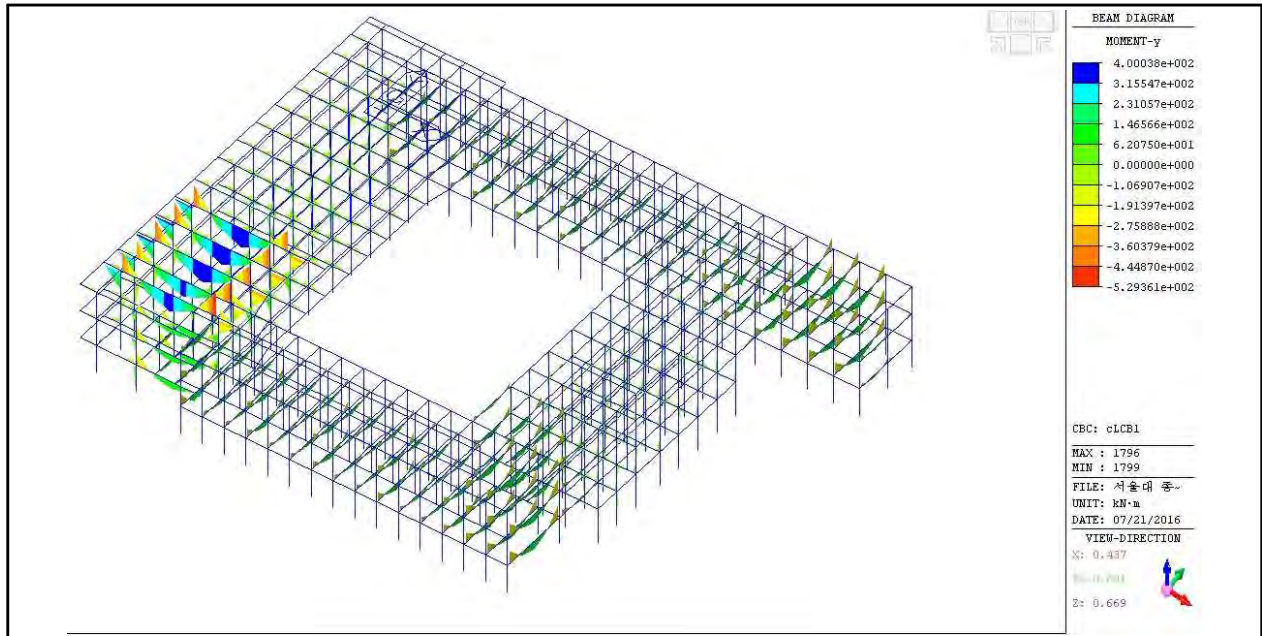
바닥하중 재하도 (kN/m<sup>2</sup>) - 3층바닥



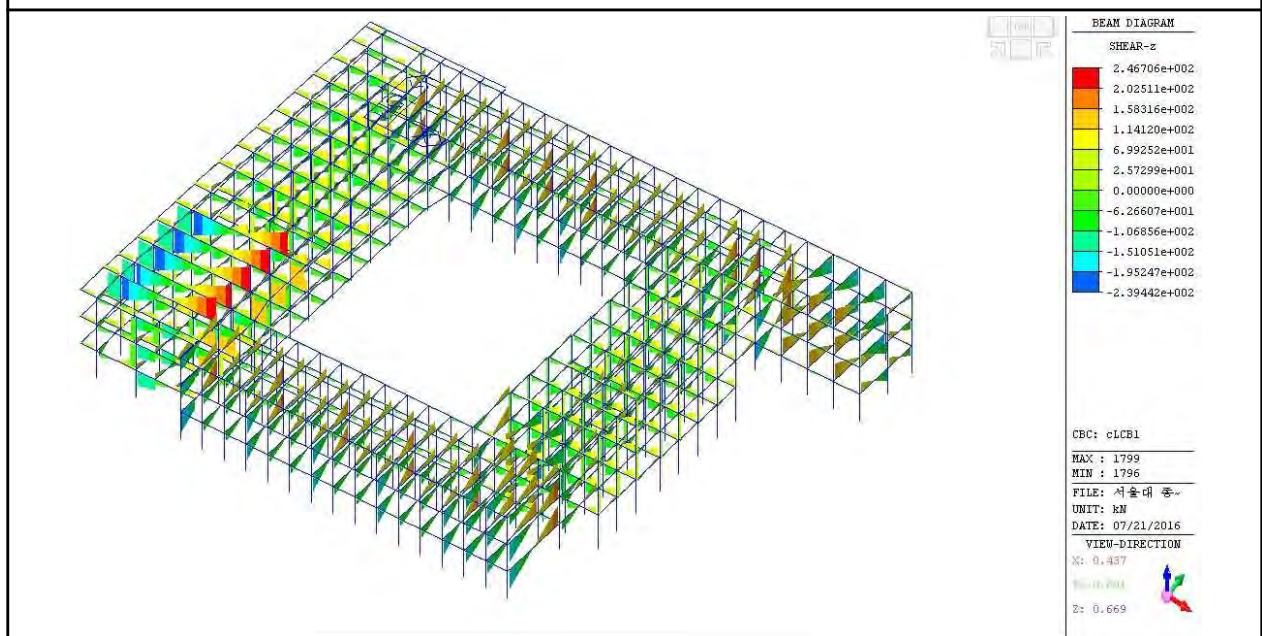
바닥하중 재하도(kN/m<sup>2</sup>) - 지붕층바닥



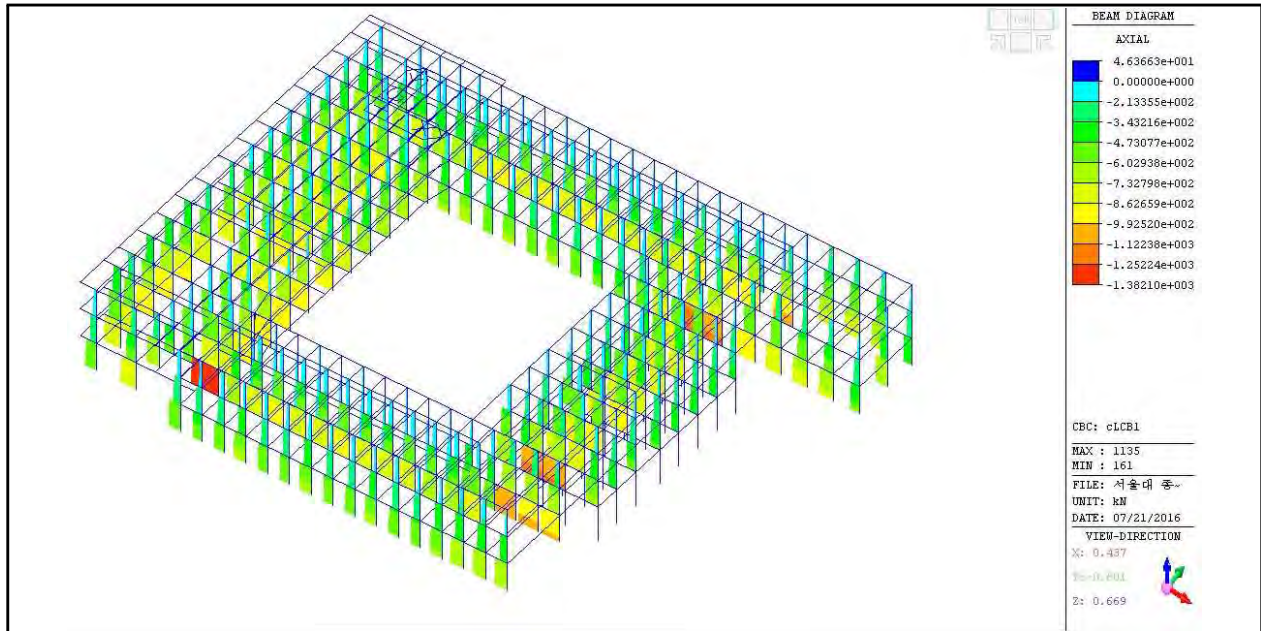
바닥하중 재하도(kN/m) - 조적하중



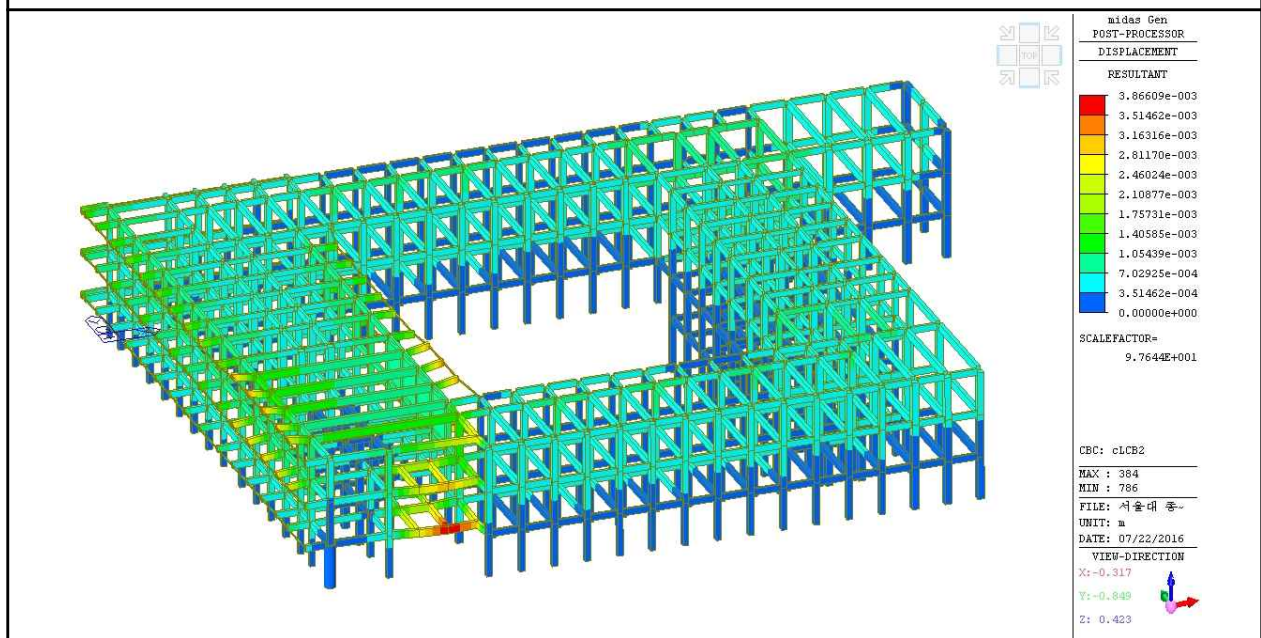
휨모멘트도(Bending Moment Diagram)



전단력도(Shear Force Diagram)

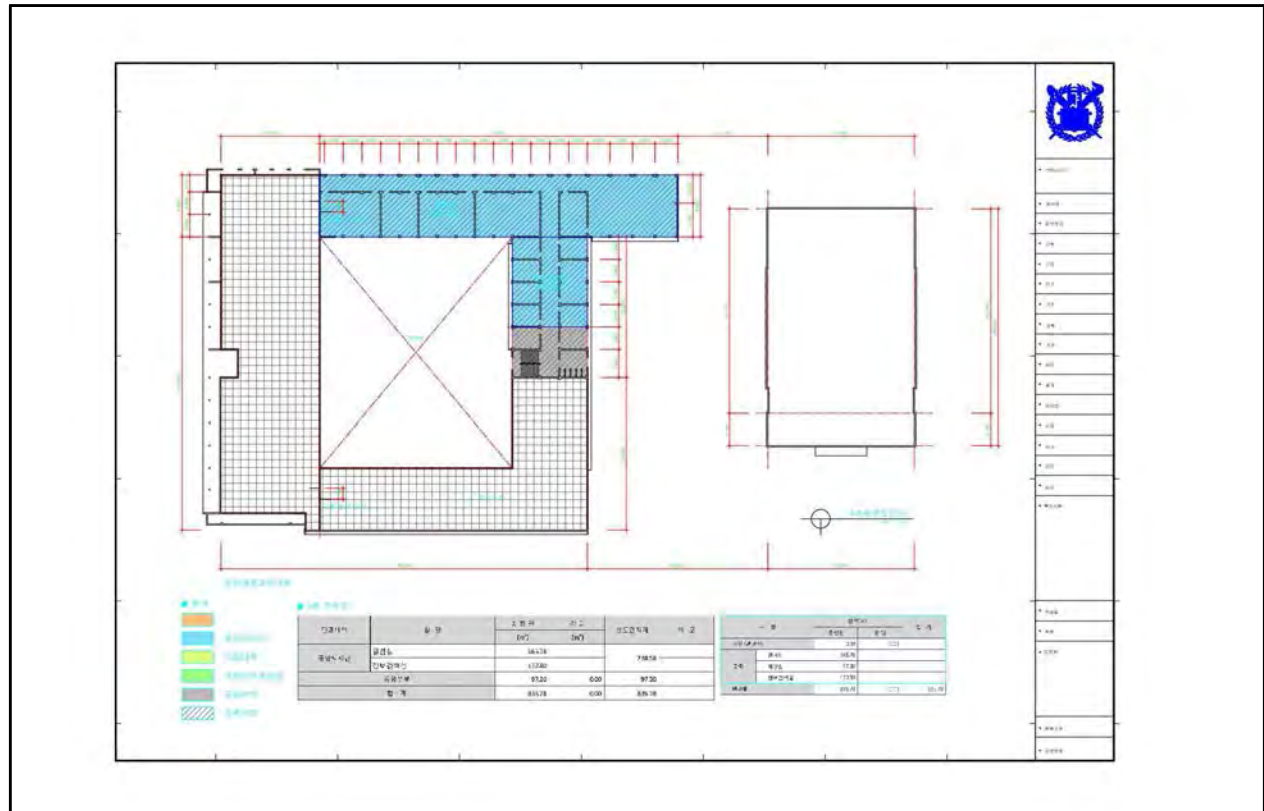


축력도 (AXIAL Force Diagram)

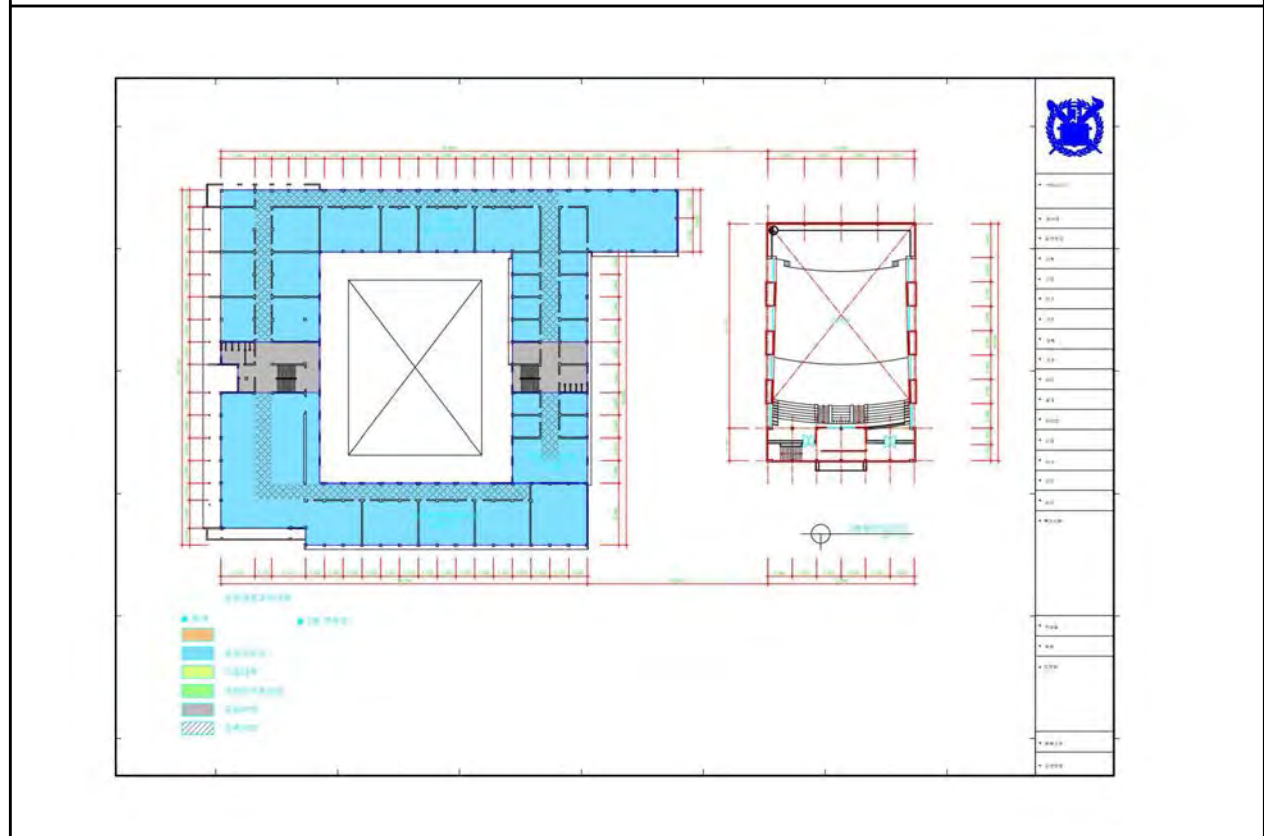


변형도 (1.0D+1.0L)

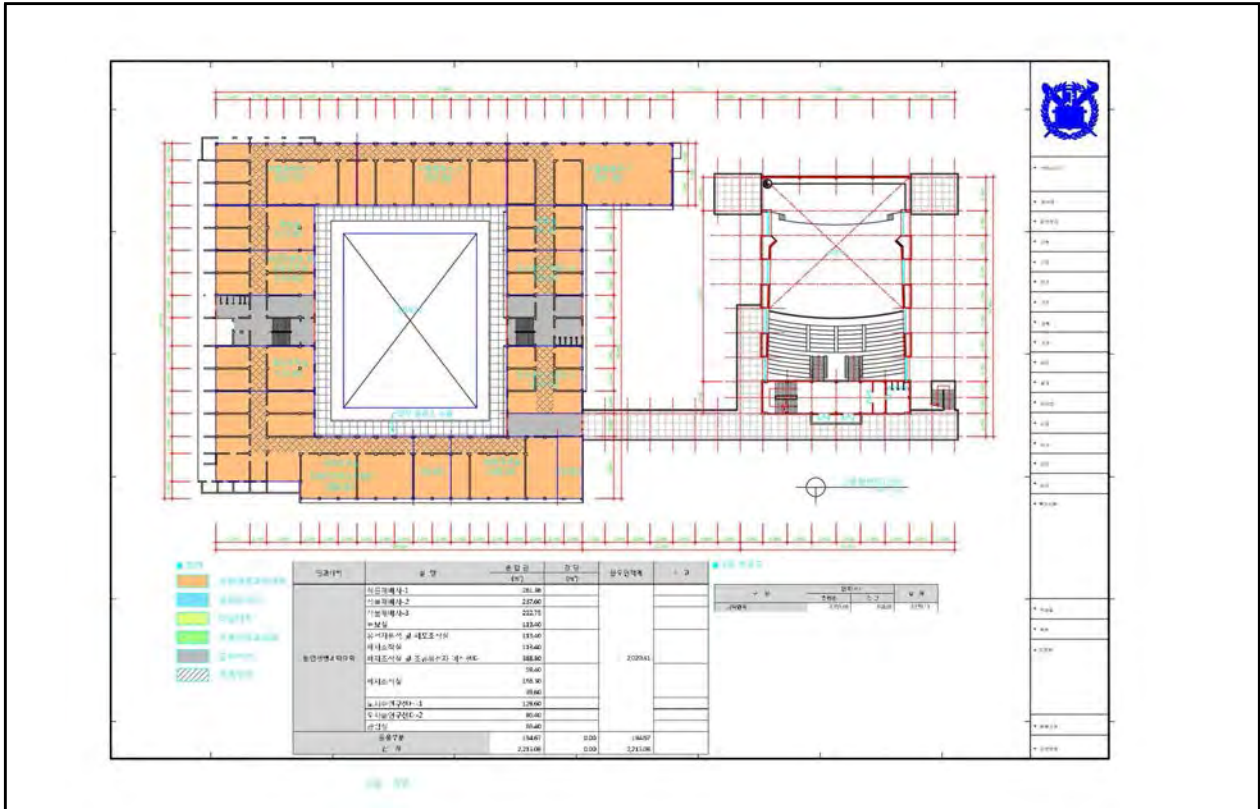
3.3.2 리모델링 후 골조 해석



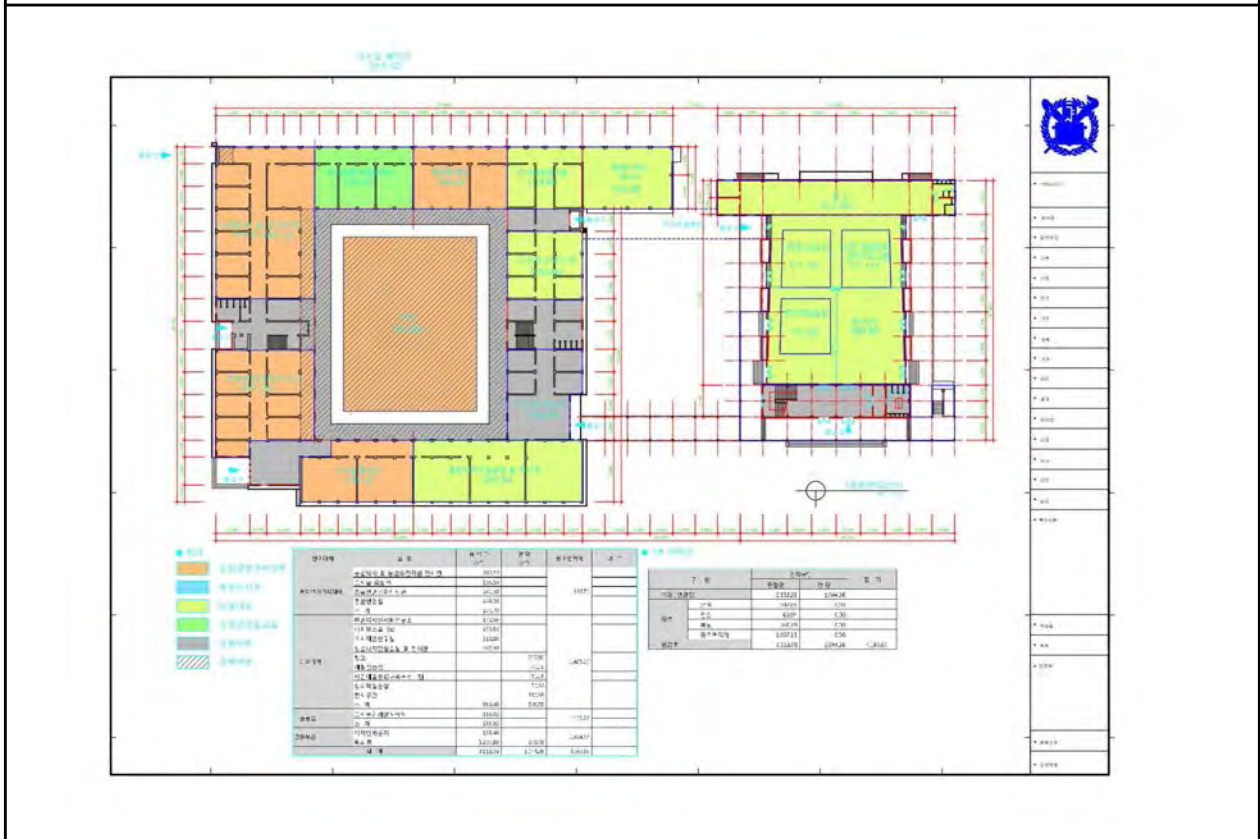
지붕층 리모델링 건축평면도



3층 리모델링 건축평면도

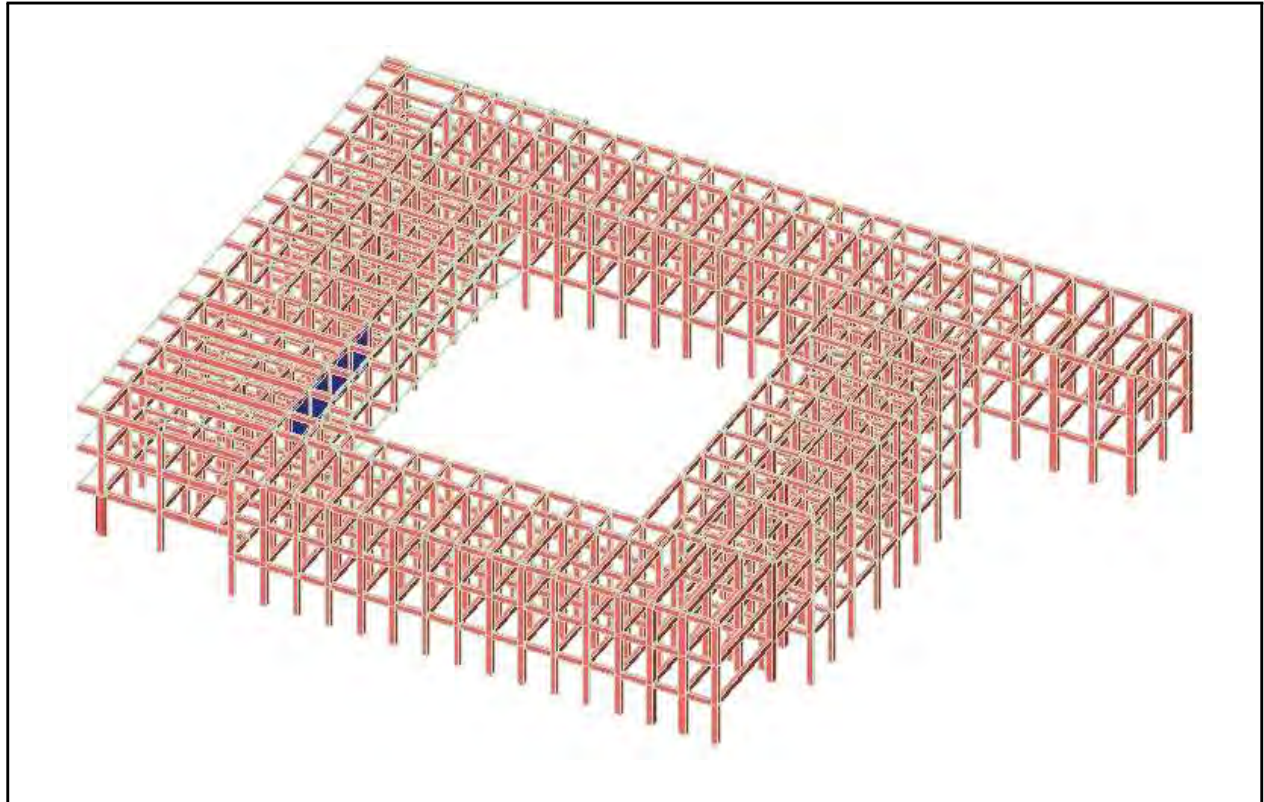


2층 리모델링 건축평면도

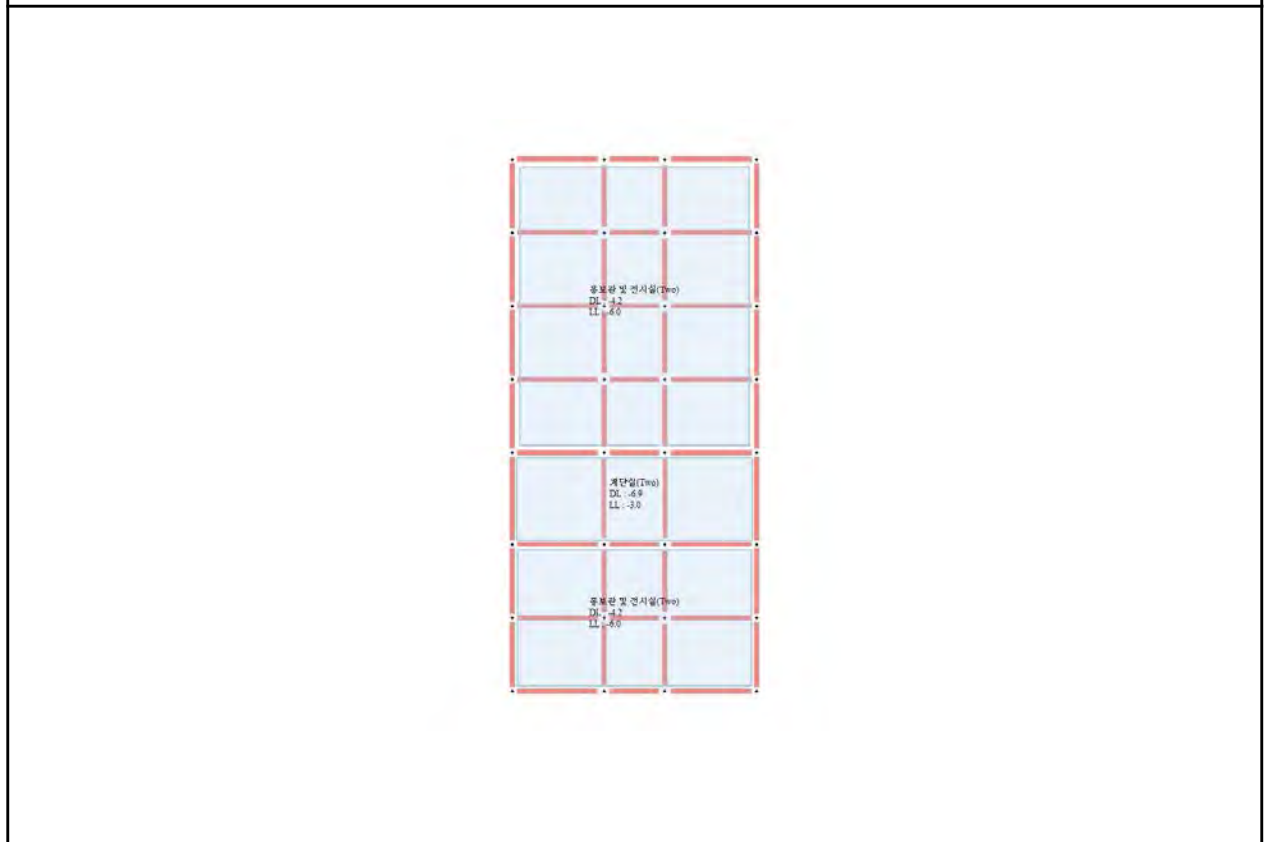


1층 리모델링 건축평면도





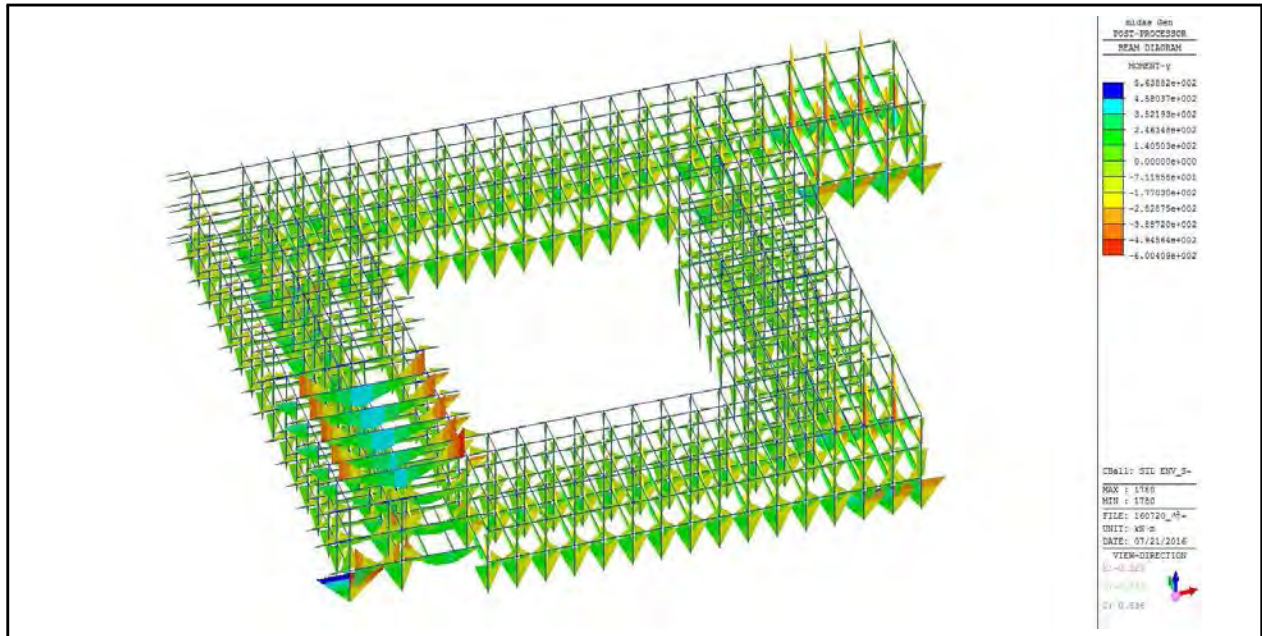
3D 모델링



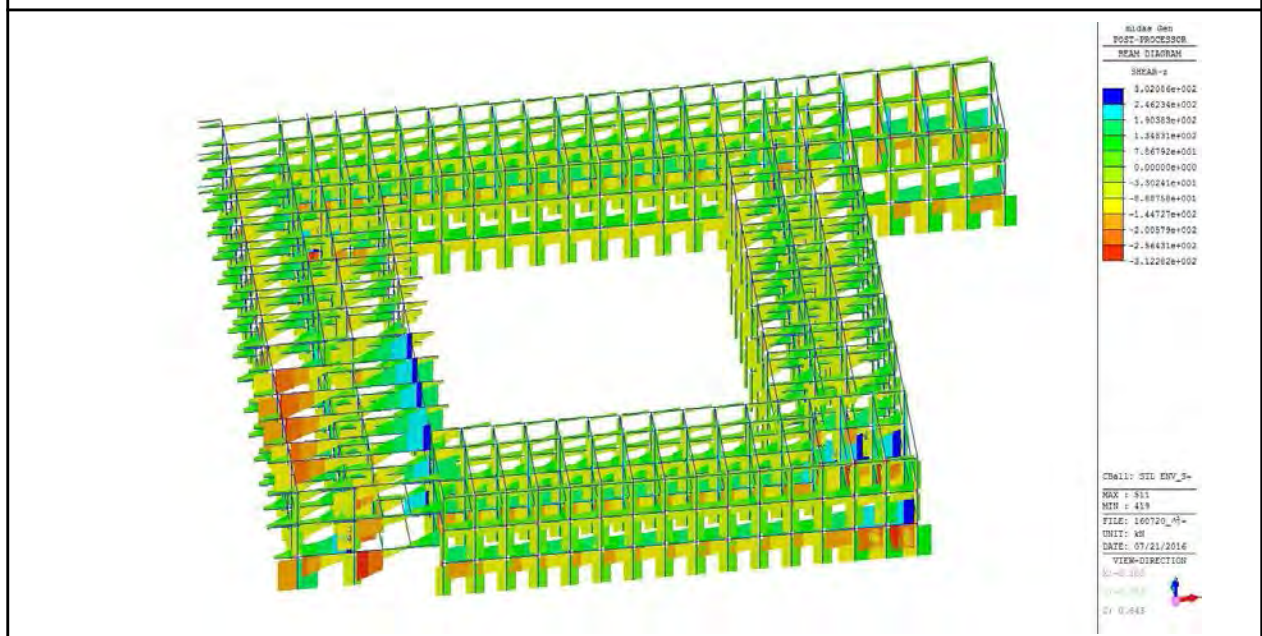
바닥하중 재하도 (kN/m<sup>2</sup>) - 1층바닥



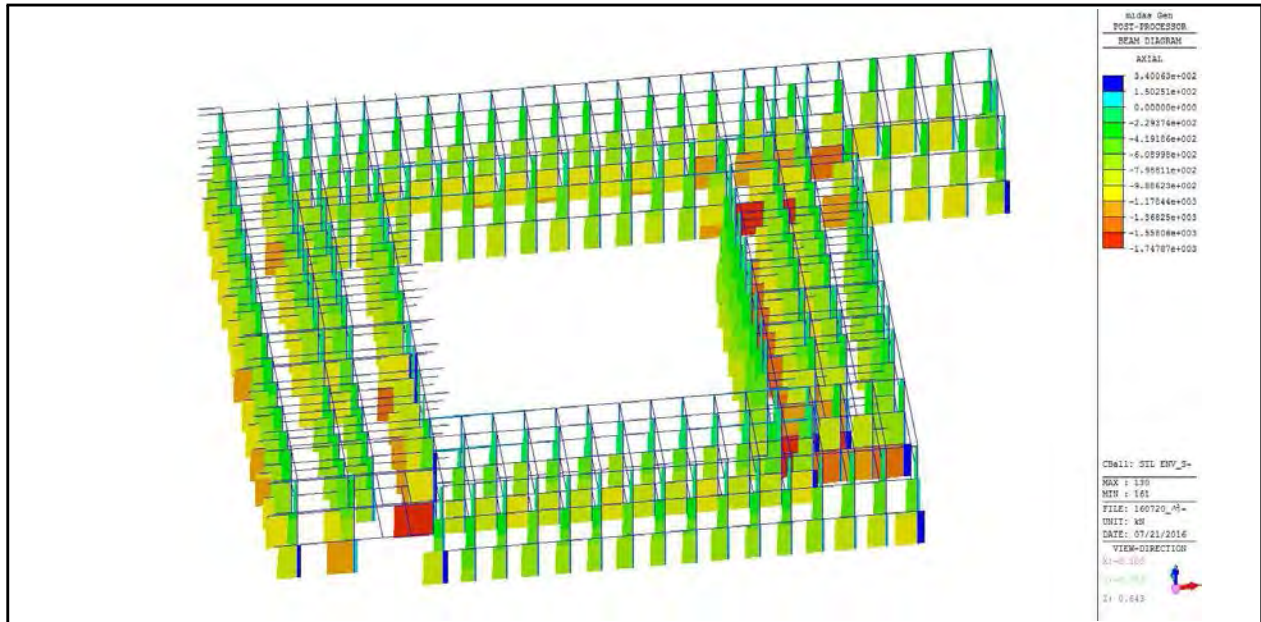




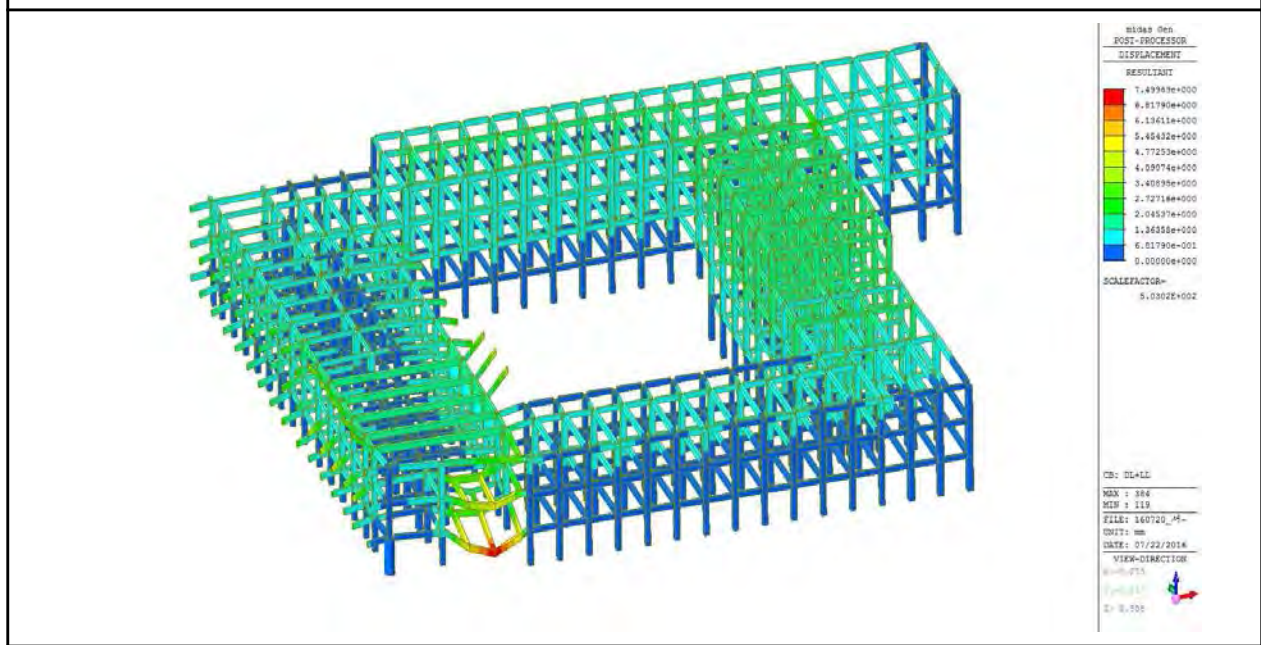
휨모멘트도(Bending Moment Diagram)



전단력도(Shear Force Diagram)



축력도 (AXIAL Force Diagram)



변형도 (1.0D+1.0L)

### 3.4 부재별 검토 결과

#### 3.4.1 슬래브 안전성 검토

##### 3.4.1.1 현재 상태의 슬래브 안전성 검토

본 구조물은 준공 후 58년이 경과된 구조물로 구조평면 및 부재 배근도와 구조계산서가 없는 상태에서 단지 현장 조사를 통한 부재 위치, 부재 SIZE, 철근배근의 조사를 기반으로 검토하였으며, 현장조사시 단부의 배근 조사가 불가능하여 중앙부의 배근으로 검토 하였다 또한, 전체 슬래브에 대한 전수 조사는 불가능하여 비슷한 경간의 슬래브에 대한 샘플 조사결과로 검토하였다.

제 2장의 검토하중으로 슬래브 검토결과 <표 3.4.1.1>과 같이 현재 상태의 슬래브는 구조안전성을 확보하는 것으로 검토되었다. 다만, 경과년수가 약 58년 된 노후구조물임을 감안하여 사용자의 요구수명에 만족하려면 유지관리를 통한 부재의 결함 및 손상 등을 관찰하여 보수하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

<표 3.4.1.1> 슬래브 내력검토 결과(현재 상태)

구분	부재명	규격	배근			Mu (kN.m)	ØMn (kN.m)	Mn /ØMu	평가
			단변	중앙부	D				
지붕층	S1	120	단변	중앙부	D10@150	4.86	7.7	0.63	OK
			장변	중앙부	D10@125	3.12	8.6	0.41	OK
지붕층	S2	120	단변	중앙부	D10@150	3.83	6.7	0.57	OK
			장변	중앙부	D10@150	1.87	6.1	0.28	OK
지붕층	S3	120	단변	중앙부	D10@150	3.96	7.3	0.54	OK
지붕층	S4	120	단변	중앙부	D10@100	1.85	9.7	0.19	OK
			장변	중앙부	D10@150	1.65	6.0	0.17	OK
지붕층	S5	120	단변	중앙부	D10@125	7.04	7.4	0.95	OK
지붕층	S6	120	단변	중앙부	D10@100	7.49	9.2	0.81	OK
			장변	중앙부	D10@100	2.92	9.4	0.32	OK
지붕층	S7	120	단변	중앙부	D10@125	4.89	7.4	0.66	OK
3층	S1	120	단변	중앙부	D10@100	5.51	11.7	0.47	OK
			장변	중앙부	D10@125	2.7	7.6	0.23	OK
3층	S2	120	단변	중앙부	D10@200	2.23	6.2	0.36	OK
			장변	중앙부	D10@200	1.25	4.6	0.20	OK

<표 3.4.1.1> 슬래브 내력검토 결과(현재 상태)

구분	부재명	규격	배근			Mu (kN.m)	ØMn (kN.m)	Mn /ØMu	평가
			단변	중양부	D				
3층	S2	120	단변	중양부	D10@200	2.23	6.2	0.36	OK
			장변	중양부	D10@200	1.25	4.6	0.20	OK
3층	S3	120	단변	중양부	D10@150	3.96	7.6	0.52	OK
3층	S4	120	단변	중양부	D10@250	1.85	5.0	0.37	OK
			장변	중양부	D10@200	1.65	5.2	0.33	OK
3층	S5	120	단변	중양부	D10@100	7.04	11.8	0.60	OK
3층	S7	120	단변	중양부	D10@200	4.89	6.0	0.82	OK
2층	S1	120	단변	중양부	D10@100	4.82	10.1	0.48	OK
			장변	중양부	D10@100	3.12	9.6	0.31	OK
2층	S2	120	단변	중양부	D10@125	3.83	8.9	0.43	OK
			장변	중양부	D10@150	1.89	6.1	0.21	OK
2층	S3	120	단변	중양부	D10@125	3.96	9.2	0.43	OK
2층	S4	120	단변	중양부	D10@100	1.85	11.0	0.17	OK
			장변	중양부	D10@125	1.65	7.6	0.15	OK
2층	S5	120	단변	중양부	D10@150	7.04	8.2	0.86	OK
2층	S7	120	단변	중양부	D10@150	4.89	7.1	0.69	OK

3.4.1.2 리모델링 후의 슬래브 안전성 검토

리모델링 후의 슬래브는 도서관 서고 및 전시장등의 실용도 변경으로 인한 하중 증가가 1958년 준동 당시 대비 활하중의 값이 약 2.5~3배 이상으로 상향 되어 <표 3.4.1.2>와 같이 약 70~80%의 슬래브에 대하여 보강이 필요한 것으로 검토되어 이에 대하여 탄소섬유보강을 하였다.

<표 3.4.1.2> 슬래브 내력검토 결과 (리모델링 후 구조물)

구분	부재명	규격	배근			Mu (kN.m)	ØMn (kN.m)	Mn /ØMu	평가
			단변	중양부	D10@				
지붕층	S1	120	단변	중양부	D10@150	10.0	7.7	1.30	NG
			장변	중양부	D10@100	6.5	8.6	0.84	OK
	S2	120	단변	중양부	D10@150	8.12	6.7	1.21	NG
			장변	중양부	D10@150	3.9	6.1	0.58	OK
	S3	120	단변	중양부	D10@150	7.75	7.3	1.06	NG
	S4	120	단변	중양부	D10@100	3.98	9.7	0.41	OK
			장변	중양부	D10@150	3.45	6.0	0.36	OK
	S5	120	단변	중양부	D10@125	13.78	7.4	1.86	NG
	S6	120	단변	중양부	D10@100	16.84	9.2	1.83	NG
			장변	중양부	D10@100	6.59	9.4	0.72	OK
S7	120	단변	중양부	D10@125	9.57	7.4	1.29	NG	
3층	S1	120	단변	중양부	D10@100	11.69	11.7	1.00	OK
			장변	중양부	D10@125	5.61	7.6	0.48	OK
	S2	120	단변	중양부	D10@200	4.96	6.2	0.80	OK
			장변	중양부	D10@200	2.76	4.6	0.45	OK
	S3	120	단변	중양부	D10@150	7.75	7.6	1.02	NG
	S4	120	단변	중양부	D10@240	3.98	5.0	0.80	OK
			장변	중양부	D10@200	3.45	5.2	0.69	OK
S5	120	단변	중양부	D10@150	13.78	11.8	1.17	NG	
S7	120	단변	중양부	D10@200	9.57	6.0	1.60	NG	
2층	S1	120	단변	중양부	D10@100	7.51	10.1	0.74	OK
			장변	중양부	D10@100	4.87	9.6	0.48	OK
	S2	120	단변	중양부	D10@125	6.06	8.9	0.68	OK
			장변	중양부	D10@150	2.92	6.1	0.33	OK
	S3	120	단변	중양부	D10@125	5.93	9.2	0.64	OK
	S4	120	단변	중양부	D10@100	2.96	11.0	0.27	OK
			장변	중양부	D10@125	2.59	7.6	0.24	OK
	S5	120	단변	중양부	D10@150	10.54	8.2	1.29	NG
S7	120	단변	중양부	D10@150	7.32	7.1	1.03	NG	



### 3.4.2 보 안전성 검토

#### 3.4.2.1 현재 상태 보 안전성 검토

본 구조물은 준공 후 58년이 경과된 구조물로 구조평면 및 부재 배근도와 구조계산서가 없는 상태에서 단지 현장 조사를 통한 부재 위치, 부재 SIZE, 철근배근의 조사를 기반으로 검토하였으며, 현장조사시 단부의 배근 조사가 불가능하여 중앙부의 배근으로 검토 하였다. 또한, 일부 보의 경우 지붕 마감이 되어 있어 검토가 불가능 하였으며, 지상 3층의 일부 구간의 경우 층고가 높아 조사가 불가능하므로 전체 보에 대한 전수 조사는 불가능 하여 비슷한 경간의 보에 대한 샘플 조사결과로 검토하였다.

보의 내력 검토는 검토하중을 가지고 범용 프로그램인 MIDAS GEN을 사용하여 구조해석을 수행하여 부재의 내력과 비교·검토하였으며 결과는 <표 3.4.2.1>와 같다.

기존구조물 보의 2G12, 3G12, 3G21, 2G21, 2B1 보에서 소요강도와 부재강도의 비가 1.14~1.86로 내력(휨 모멘트)이 부족한 것으로 검토되어 탄소 섬유 보강안을 제시 하였다. 보강안을 검토한 결과 내력이 향상되어 소요강도에 대한 내력에 만족하는 것으로 검토되었다. 기 외 보에서는 소요강도(모멘트, 전단력)가 부재강도 이하로 구조안전성을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

<표 3.4.2.1> 보 내력검토 결과 (현재 상태)

부재	부재 크기	구 분	철 근		모멘트 (kNm)				전단력 (kN)				평가
			주 근	능 근	Mu	ØMn	Mu/ØMn	Vu	ØVn	Vu/ØVn			
RG1	250×500	중양부	2-D19 3-D19	D10@200	37	76	0.49	OK	47	65	0.37	OK	OK
RG2	250×400	중양부	2-D19 3-D19	D10@200	4	57	0.07	OK	16	50	0.16	OK	OK
RG4	250×600	중양부	2-D19 6-D19	D10@200	25	175	0.14	OK	63	78	0.41	OK	OK
RG4A	200×500	중양부	2-D19 3-D19	D10@200	20	74	0.28	OK	31	52	0.27	OK	OK
RG5	250×600	중양부	2-D19 6-D19	D10@200	25	175	0.14	OK	40	80	0.25	OK	OK
RG11	350×700	중양부	2-D19 6-D19	D10@150	180	213	0.84	OK	93	128	0.37	OK	OK
RG12	350×600	중양부	2-D19 3-D19	D10@200	88	96	0.91	OK	57	112	0.30	OK	OK
RG12A	250×400	중양부	2-D19 3-D19	D10@150	5	57	0.09	OK	22	50	0.19	OK	OK
RG15	250×600	중양부	2-D19 2-D19	D10@300	23	64	0.36	OK	26	80	0.20	OK	OK
RCG1	300×600	중양부	3-D19 3-D19	D10@200	0	95	0	OK	57	96	0.32	OK	OK
3G1	250×500	중양부	2-D19 3-D19	D10@200	62	76	0.81	OK	77	65	0.60	OK	OK
3G2	250×400	중양부	2-D19 3-D19	D10@200	5	57	0.09	OK	18	50	0.19	OK	OK

<표 3.4.2.1> 보 내력검토 결과 (현재 상태)

부재	부재 크기	구 분	철 근		모멘트(kNm)				전단력(kN)				평가
			주 근	능 근	Mu	ØMn	Mu/ØMn		Vu	ØVn	Vu/ØVn		
3G4	250×600	중양부	2-D19 6-D19	D10@200	38	175	0.21	OK	87	80	0.55	OK	OK
3G4A	200×500	중양부	2-D19 3-D19	D10@200	37	74	0.50	OK	57	52	0.49	OK	OK
3G5	250×600	중양부	2-D19 6-D19	D10@200	30	175	0.17	OK	44	80	0.28	OK	OK
3G11	350×700	중양부	2-D19 6-D19	D10@150	164	213	0.77	OK	100	128	0.40	OK	OK
3G12	350×600	중양부	2-D19 3-D19	D10@200	116	96	<b>1.21</b>	<b>NG</b>	93	112	0.49	OK	<b>NG</b>
3G12A	250×400	중양부	2-D19 3-D19	D10@150	6	57	0.10	OK	34	50	0.30	OK	OK
3G15	250×600	중양부	2-D19 2-D19	D10@300	15	64	0.24	OK	37	80	0.28	OK	OK
3G21	350×700	중양부	2-D19 2-D19	D10@150	123	76	<b>1.61</b>	<b>NG</b>	150	131	0.59	OK	<b>NG</b>
3B1	350×600	중양부	2-D19 2-D19	D10@150	62	64	0.96	OK	40	112	0.18	OK	OK
3CG1	300×600	중양부	3-D19 3-D19	D10@200	0	95	0	OK	59	96	0.34	OK	OK
2G1	250×500	중양부	2-D19 3-D19	D10@200	62	76	0.82	OK	75	65	0.58	OK	OK
2G2	250×400	중양부	2-D19 3-D19	D10@200	6	57	0.10	OK	18	50	0.18	OK	OK
2G4	250×600	중양부	2-D19 6-D19	D10@200	40	175	0.22	OK	74	80	0.47	OK	OK
2G4A	200×500	중양부	2-D19 3-D19	D10@200	35	74	0.47	OK	53	52	0.46	OK	OK
2G5	250×600	중양부	2-D19 6-D19	D10@200	35	175	0.20	OK	57	78	0.37	OK	OK

<표 3.4.2.1> 보 내력검토 결과 (현재 상태)

부재	부재 크기	구 분	철 근		모멘트 (kNm)				전단력 (kN)			평가	
			주 근	늑 근	Mu	ØMn	Mu/ØMn	Vu	ØVn	Vu/ØVn			
2G11	350×700	중양부	2-D19 6-D19	D10@150	171	213	0.80	OK	102	128	0.41	OK	OK
2G12	350×600	중양부	2-D19 3-D19	D10@200	128	96	1.33	NG	91	112	0.48	OK	NG
2G12A	250×400	중양부	2-D19 3-D19	D10@150	5	57	0.09	OK	42	50	0.36	OK	OK
2G15	250×600	중양부	2-D19 2-D19	D10@300	10	64	0.16	OK	32	80	0.24	OK	OK
2G21	350×700	중양부	2-D19 2-D19	D10@150	142	76	1.86	NG	165	131	0.64	OK	NG
2B1	350×600	중양부	2-D19 2-D19	D10@150	72	64	1.11	NG	57	112	0.26	OK	NG
2CG1	300×600	중양부	3-D19 3-D19	D10@200	0	95	0	OK	59	96	0.34	OK	OK

3.4.2.2 리모델링 후 보 안전성 검토

보의 내력 검토는 검토하중을 가지고 범용 프로그램인 MIDAS GEN을 사용하여 구조해석을 수행하여 부재의 내력과 비교·검토하였으며 결과는 <표 3.4.2.1>와 같다.

리모델링 후의 보는 도서관 서고 및 전시장등의 실용도 변경으로 인한 하중 증가가 1958년 준동 당시 대비 활하중의 값이 약 2.5~3배 이상으로 상향 되어 <표 3.4.2.2>와 같이 약 70~80%의 보에 대하여 보강이 필요한 것으로 검토되어 이에 대해 탄소섬유보강 및 철판 보강을 하였다.

<표 3.4.2.2> 보 내력검토 결과 (리모델링 후 구조물)

부재	부재 크기	구 분	철 근		모멘트(kNm)				전단력(kN)			평가	
			주 근	능 근	Mu	ØMn	Mu/ØMn	Vu	ØVn	Vu/ØVn			
RG1	250×500	중양부	2-D19	D10@200	47	49	0.96	OK	72	114	0.63	OK	OK
RG2	250×400	중양부	3-D19	D10@200	8	54	0.14	OK	33	88	0.38	OK	OK
RG11	350×700	중양부	6-D19	D10@150	304	202	1.50	NG	238	220	1.08	NG	NG
RG12	350×600	중양부	3-D19	D10@200	182	91	2.01	NG	126	169	0.74	OK	NG
RG12A	250×400	중양부	3-D19	D10@150	10	54	0.19	OK	42	102	0.41	OK	OK
3G1	250×500	중양부	2-D19	D10@200	61	49	1.24	NG	97	114	0.85	OK	NG
3G2	250×400	중양부	3-D19	D10@200	21	54	0.39	OK	58	88	0.65	OK	OK
3G4	250×600	중양부	6-D19	D10@200	69	166	0.41	OK	133	136	0.98	OK	OK
3G4A	200×500	중양부	3-D19	D10@200	44	70	0.63	OK	89	102	0.87	OK	OK
3G11	350×700	중양부	6-D19	D10@150	253	202	1.26	NG	159	220	0.72	OK	NG
3G12	350×600	중양부	3-D19	D10@200	216	91	2.38	NG	169	169	1.00	NG	NG
3G12A	250×400	중양부	3-D19	D10@150	15	54	0.27	OK	48	102	0.46	OK	OK
2G1	250×500	중양부	2-D19	D10@200	73	49	1.49	NG	116	114	1.02	NG	NG
2G2	250×400	중양부	3-D19	D10@200	57	54	1.04	NG	113	88	1.28	NG	NG
2G4	250×600	중양부	6-D19	D10@200	133	166	0.80	OK	208	136	1.53	NG	NG
2G4A	250×600	중양부	3-D19	D10@200	34	70	0.49	OK	69	102	0.67	OK	OK
2G12	350×600	중양부	3-D19	D10@200	190	91	2.10	NG	156	169	0.92	OK	NG
2G12A	250×400	중양부	3-D19	D10@150	47	54	0.87	OK	109	102	1.07	NG	NG

3.4.3 기둥 안전성 검토

3.4.3.1 현재 상태 기둥 안전성 검토

본 구조물은 준공 후 58년이 경과된 구조물로 구조평면 및 부재 배근도와 구조계산서가 없는 상태에서 단지 현장 조사를 통한 부재 위치, 부재 SIZE, 철근배근의 조사를 기반으로 검토하였으며, 현장조사시 조적벽체로 측면 측정이 불가능하여 전면부의 배근으로 검토 하였다. 또한, 일부 기둥의 경우 양방향 조적으로 인해 검토가 불가능 하였으며, 지상 3층의 일부 구간의 경우 마감등으로 인해 조사가 불가능하므로 전체 기둥에 대한 전수 조사는 불가능하여 비슷한 경간의 기둥에 대한 샘플 조사결과로 검토하였다.

기둥의 내력 검토는 검토하중을 가지고 범용 프로그램인 MIDAS GEN을 사용하여 구조 해석을 수행하여 부재의 내력과 비교·검토하였으며 결과는 <표 3.4.3.1>와 같다

검토된 모든 기둥부재에서 소요강도(축력, 모멘트, 전단력)가 부재강도 이하로 구조안전성을 확보하고 있는 것으로 검토되었다. 다만, 경과년수가 약 58년 된 노후구조물임을 감안하여 사용자의 요구수명에 만족하려면 유지관리를 통한 부재의 결함 및 손상 등을 관찰하여 보수하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

<표 3.4.3.1> 기둥 내력검토 결과 (현재 상태)

부재	부재 크기	주 근 부 근	축력 (kN)				모멘트 (kNm)				전단력 (kN)			비고	
			Pu	ØPn	Pu/Pn	OK	Mux	ØMnx	Rat-X		Vu	ØVn	Vu/ØVn		
							Muy	ØMny	Rat-Y						
C1	400×500	12-4-D19	201	346	0.58	OK	29	52	0.56	OK	46	186	0.25	OK	OK
		D10@150					72	124	0.58	OK					
C2	600×600	8-3-D19	261	424	0.62	OK	34	55	0.62	OK	66	280	0.23	OK	OK
		D10@200					130	211	0.61	OK					
C10	500×500	8-3-D19	344	382	0.90	OK	2.7	3.1	0.87	OK	66	205	0.32	OK	OK
		D10@200					141	157	0.9	OK					
C10A	600×400	8-3-D19	519	1637	0.31	OK	-	-	-	OK	9	120	0.1	OK	OK
		D10@200					14	45	0.3	OK					
C11	450×550	8-3-D19	220	259	0.85	OK	33	38	0.84	OK	60	205	0.32	OK	OK
		D10@200					107	124	0.85	OK					
C12	600×600	20-6-D19	207	281	0.74	OK	7	10	0.72	OK	122	263	0.46	OK	OK
		D10@250					250	345	0.72	OK					
C13	450×550	8-3-D19	366	2408	0.15	OK	-	-	-	OK	1.5	204	0.01	OK	OK
		D10@200					-	-	-	OK					
C20	450×600	6-2-D19	646	2601	0.25	OK	-	-	-	OK	7.2	199	0.03	OK	OK
		D10@200					-	-	-	OK					

### 3.4.3.2 리모델링 후 기둥 안전성 검토

기둥의 내력 검토는 검토하중을 가지고 범용 프로그램인 MIDAS GEN을 사용하여 구조 해석을 수행하여 부재의 내력과 비교·검토하였으며 결과는 <표 3.4.3.1>와 같다

리모델링 후의 기둥은 도서관 서고 및 전시장등의 실용도 변경으로 인한 하중 증가가 1958년 준동 당시 대비 활하중의 값이 약 2.5~3배 이상으로 상향 되어 <표 3.4.3.2>와 같이 약 60~70%의 기둥에 대하여 보강이 필요한 것으로 검토되어 이에 대해 철판 보강 및 단면 증설을 통한 보강안을 제시 하였다.

<표 3.4.3.2> 기둥 내력검토 결과 (리모델링 후)

부재	부재 크기	주 근 부 근	축력 (kN)				모멘트 (kNm)				전단력 (kN)			비고	
			Pu	ØPn	Pu/ØPn		Mux	ØMnx	Rat-X		Vu	ØVn	Vu/ØVn		
							Muy	ØMny	Rat-Y						
3C1	500×400	12-4-D19	271	308	0.88	OK	55	62	0.86	OK	65	155	0.42	OK	OK
		D10@150					115	133	0.86	OK					
3C2	600×600	8-3-D19	336	429	0.78	OK	63	82	0.77	OK	88	251	0.35	OK	OK
		D10@200					169	218	0.77	OK					
3C10	500×500	8-3-D19	201	142	1.42	NG	0.1	0.1	1.0	NG	96	179	0.54	OK	NG
		D10@200					179	127	1.41	NG					
3C10A	450×350	8-3-D19	70	154	0.45	OK	41	92	0.45	OK	22	124	0.18	OK	OK
		D10@200					19	42	0.44	OK					
3C11	550×450	8-3-D19	278	210	1.32	NG	23	17	1.33	NG	98	175	0.56	OK	NG
		D10@200					163	124	1.32	NG					
3C12	600×600	20-6-D19	346	284	1.22	NG	6	5	1.19	NG	211	238	0.88	OK	NG
		D10@250					424	355	1.20	NG					
3C20	600×450	8-3-D19	45	66	0.69	OK	1	1	0.69	NG	40	178	0.23	OK	NG
		D10@200					70	101	0.69	NG					
2C2	600×600	12-4-D19	290	192	1.51	NG	66	43	1.54	NG	146	248	0.59	OK	NG
		D10@200					257	170	1.51	NG					
2C10	500×500	8-3-D19	429	459	0.94	OK	99	106	0.94	OK	86	189	0.45	OK	OK
		D10@200					134	139	0.96	OK					
2C10A	450×300	8-3-D19	69	80	0.86	OK	84	97	0.86	OK	49	124	0.39	OK	OK
		D10@200					7	8	0.86	OK					
2C11	550×450	8-3-D19	663	585	1.13	NG	94	83	1.12	NG	104	187	0.56	OK	NG
		D10@200					170	154	1.11	NG					
2C12	600×600	20-6-D19	569	701	0.81	OK	21	27	0.81	OK	121	244	0.50	OK	OK
		D10@250					338	426	0.79	OK					
2C20	600×450	8-3-D19	185	103	1.79	NG	5	3	1.76	NG	116	181	0.64	OK	NG
		D10@200					189	107	1.76	NG					



<표 3.4.3.2> 기둥 내력검토 결과 (리모델링 후)

부재	부재 크기	주 근	축력 (kN)				모멘트 (kNm)				전단력 (kN)			비 고	
			부 근	Pu	ØPn	Pu/ØPn	Mux	ØMnx	Rat-X		Vu	ØVn	Vu/ØVn		
		Muy							ØMny	Rat-Y			OK		NG
1C1	500×400	12-4-D19	1167	833	1.40	NG	108	76	1.42	NG	48	162	0.29	OK	NG
		D10@150					193	141	1.37	NG					
1C2	600×600	8-3-D19	587	246	2.39	NG	176	74	2.39	NG	129	259	0.50	OK	NG
		D10@200					422	179	2.36	NG					
1C10	500×500	8-3-D19	232	117	1.99	NG	239	121	1.97	NG	67	184	0.36	OK	NG
		D10@200					46	23	1.99	NG					
1C10A	450×350	8-3-D19	57	34	1.67	NG	147	90	1.64	NG	40	124	0.32	OK	NG
		D10@200					15	9	1.71	NG					
1C11	550×450	8-3-D19	341	164	2.08	NG	294	144	2.04	NG	80	191	0.42	OK	NG
		D10@200					57	27	2.09	NG					
1C12	600×600	20-6-D19	11	5	1.95	NG	210	111	1.90	NG	141	228	0.62	OK	NG
		D10@200					539	277	1.95	NG					
1C13	550×450	8-3-D19	111	47	2.39	NG	280	120	2.33	NG	75	183	0.41	OK	NG
		D10@200					33	14	2.37	NG					
1C20	600×450	8-3-D19	300	85	3.53	NG	83	25	3.33	NG	99	187	0.53	OK	NG
		D10@200					362	104	3.49	NG					

3.4.4 기초검토

3.4.4.1 현재 상태 기초 안전성 검토(가정 설계)

“대상 시설물의 리모델링 계획안은 층별, 실별 하중이 증가할 뿐아니라 일부 구간에서 수직층축이 계획중이다. 따라서, 증가하는 하중에 따른 기초의 안전성에 대한 분석이 수행되어야 하나 설계도면이 유실된 상태여서 검토가 불가능한 상태이다. 따라서, 우선 기존 하중으로 독립 기초로 가정 설계하였고, 리모델링에 의한 변경된 하중을 반영한 기초 보강 안을 설계하였다. 따라서 반드시 추후 리모델링 공사 착공 전 지반조사, 기초조사 등을 실시하여 기초 안전성에 대하여 재검토가 수행되어야 한다.”

<표 3.4.4.1> 기초 내력 검토 결과 (현재 상태-가정 설계)

부재	부재 크기(mm)	하단 배근	축력 (kN)		비고
			Ps	Pu	
F1	1,800×1,800×400	D16 @200	380	464	
F2	2,100×2,100×400	D19 @200	503	659	
F3	2,400×2,400×400	D19 @200	649	845	
F4	2,800×2,800×500	D19 @200	899	1180	
F5	3,200×3,200×500	D22 @200	1120	1465	

- 1) 위에 표기된 크기 및 배근은 가정된 내용입니다.
- 2) 모든 기초는 허용 지내력  $f_e \geq 150 \text{ kN/m}^2$  이상을 확보하는 것을 가정하였습니다.

3.4.4.2 리모델링 후 기초 안전성 검토

리모델링 후의 기초는 도서관 서고 및 전시장등의 실용도 변경으로 인한 하중 증가가 1958년 준동 당시 대비 활하중의 값이 약 2.5~3배 이상으로 상향 되어 <표 3.4.4.2>와 같이 기초 부재의 폭과 높이를 증타한 기초 부재 SIZE를 제시하였다. 이는 현재상태의 기초 검토결과<표 3.4.4.1>의 전체 부재에 대하여 보강이 필요한 것으로 검토 되었으며, 기존 배근을 최대한 적용하기 위하여 기초부재의 높이와 폭을 증타하여 검토 하였다. 추후 정확한 현재 상태의 기초를 확인 하여 보강 방법을 정의하여야 한다.

<표 3.4.4.2> 보강된 기초 부재 (리모델링 후)

부재	부재 크기(mm)	하단 배근	축력 (kN)						비고
			Ps (현재)	Ps (리모델링)		Pu (현재)	Pu (리모델링)		
F1-1	2,200×2,200×600	D16 @200	380	455	NG	464	563	NG	NG
F1-2	2,600×2,600×600	D16 @200	380	764	NG	464	898	NG	NG
F2-1	2,900×2,900×600	D19 @200	503	940	NG	659	1116	NG	NG
F2-2	3,100×3,100×600	D19 @200	503	1068	NG	659	1309	NG	NG
F3-1	3,300×3,300×600	D19 @200	649	1191	NG	845	1427	NG	NG
F3-2	3,600×3,600×700	D19 @200	649	1435	NG	845	1770	NG	NG
F4-1	3,700×3,700×750	D19 @200	899	1500	NG	1180	1803	NG	NG
F4-2	3,900×3,900×800	D19 @200	899	1622	NG	1180	1903	NG	NG
F4-3	4,100×4,100×800	D19 @200	899	1775	NG	1180	2113	NG	NG
F5-1	3,800×3,800×700	D22 @200	1120	1428	NG	1465	1789	NG	NG
F5-2	4,400×4,400×800	D22 @200	1120	2049	NG	1465	2419	NG	NG

1) 위에 표기된 크기 및 배근은 가정된 내용입니다.  
 2) 모든 기초는 허용 지내력  $f_e \geq 150 \text{ kN/m}^2$  이상을 확보하는 것을 가정하였습니다.

### 3.5 구조검토 결과

본 구조물은 준공 후 58년이 경과된 구조물로 구조평면 및 부재 배근도와 구조계산서가 없는 상태에서 단지 현장 조사를 통한 부재 위치, 부재 SIZE, 철근배근의 조사를 기반으로 검토하였으며, 현장조사시 조적벽체로 측면 측정이 불가능하여 전면부의 배근으로 검토 하였다. 또한, 일부 기둥의 경우 양방향 조적으로 인해 검토가 불가능 하였으며, 지상 3층의 일부 구간의 경우 마감등으로 인해 조사가 불가능하므로 전체 기둥에 대한 전수 조사는 불가능하여 비슷한 경간의 기둥에 대한 샘플 조사결과로 검토하였다.

#### 3.5.1 현재 상태의 구조검토 결과

- ① 슬래브와 기둥의 모든 부재에서 연직하중 대해 소요강도가 부재강도 내에 있어 구조안전성을 확보하고 있는 것으로 검토되었다. 다만, 경과년수가 약 58년 된 노후구조물임을 감안하여 사용자의 요구수명에 만족하려면 유지관리를 통한 부재의 결함 및 손상 등을 관찰하여 보수하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.
- ② 기존구조물 보의 2G12, 3G12, 3G21, 2G21, 2B1 보에서 소요강도와 부재강도의 비가 1.14~1.86로 내력(휨 모멘트)이 부족한 것으로 검토되어 탄소 섬유 보강안을 제시 하였다. 보강안을 검토한 결과 내력이 향상되어 소요강도에 대한 내력에 만족하는 것으로 검토 되었다. 그 외 보에서는 소요강도(모멘트, 전단력)가 부재강도 이하로 구조안전성을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.
- ③ 증가하는 하중에 따른 기초의 안전성에 대한 분석이 수행되어야 하나 설계도면이 유실된 상태여서 검토가 불가능한 상태이다. 따라서 기존 하중을 통한 가정된 기초 설계를 실시하였습니다.

### 3.5.2 리모델링 후의 구조검토 결과

- ① 리모델링 후의 슬래브 및 보는 도서관 서고 및 전시장등의 실용도 변경으로 인한 하중 증가가 1958년 준공 당시 대비 활하중의 값이 약 2.5~3배 이상으로 상향 되어 <표 3.4.1.2>와 같이 약 70~80%의 슬래브에 대하여 보강이 필요한 것으로 검토되어 이에 대하여 탄소 섬유보강을 하였다.
- ② 리모델링 후의 기둥은 도서관 서고 및 전시장등의 실용도 변경으로 인한 하중 증가가 1958년 준공 당시 대비 활하중의 값이 약 2.5~3배 이상으로 상향 되어 <표 3.4.3.2>와 같이 약 60~70%의 기둥에 대하여 보강이 필요한 것으로 검토되어 이에 대해 철판 보강 및 단면 증설을 통한 보강안을 제시 하였다.
- ③ 리모델링 후의 기초는 도서관 서고 및 전시장등의 실용도 변경으로 인한 하중 증가가 1958년 준공 당시 대비 활하중의 값이 약 2.5~3배 이상으로 상향 되어 <표 3.4.4.2>와 같이 기존 가정된 부재보다 보강이 필요한 것으로 검토되어 단면 증설을 통한 보강안을 제시 하였다.

## 제4장 상태 · 안전성평가 및 종합평가

---

### 4.1 개요

### 4.2 상태 및 안전성 종합평가 결과

## 제 4 장 상태 · 안전성평가 및 종합평가

### 4.1 개요

본 장에서는 대상시설물에 대한 외관조사, 재료시험 및 측정 결과를 종합하여 시설물의 상태를 평가하고, 평가결과에 따른 시설물별 결함상태를 평가하여 보수·보강방안 수립을 위한 자료로 활용하고자 한다. 이를 위한 구조물의 판정기준 및 평가방법은 『(건축물)안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 한국시설안전공단, 2010.12.)』의 평가기준에 의하여 한국시설안전공단에서 작성한 평가 Program을 이용하여 평가하였다.

### 4.2 상태 및 안전성 종합평가 결과

본 진단 대상구조물에 대한 외관조사, 재료시험 및 측정결과, 구조검토 결과를 종합하여 Program에 의한 평가결과 서울대학교 수원캠퍼스 종합관(6동)의 상태 및 안전성 종합등급은 “C등급”으로 평가되었다.

<표 4.2.1> 상태 · 안전성평가 결과

층	안전성 / 상태									기울기 및 침하
		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브	테두리보	접합부	종합	
1층 (1층 ~ 1층)	안전성	-	-	-	-	1.00	-	-	1.00(A)	5.00(C)
	상태	-	-	-	-	3.00	-	-	3.00(B)	
	종합	-	-	-	-	2.40	-	-	2.40(B)	
2층 (2층 ~ 2층)	안전성	-	-	-	-	1.00	9.00	-	6.60(D)	
	상태	-	-	-	-	3.00	-	-	3.00(B)	
	종합	-	-	-	-	2.40	9.00	-	6.24(D)	
3층 (3층 ~ 3층)	안전성	-	-	-	-	1.00	9.00	-	6.60(D)	
	상태	-	-	-	-	3.00	-	-	3.00(B)	
	종합	-	-	-	-	2.40	9.00	-	6.24(D)	
최종결과	안전성평가:4.81(C등급) 상태평가:3.00(B등급) 종합평가:4.90(C등급)									

## 제5장 보수 및 유지관리 방안

---

5.1 보수 · 보강 우선순위

5.2 유지관리 방안



## 제5장 보수·보강 및 유지관리 방안

### 5.1 보수 우선순위

외관조사 결과 조사된 손상에 대한 보수·보강은 관리주체의 유지관리 계획수립에 따라 실시하도록 한다.

대상건물의 구조체 및 비구조체에서 조사된 손상에 대한 결과는 다음과 같다.

#### 5.1.1 손상물량

<표 5.1.1> 손상물량 결과

손상현황		손상물량	보수 방안	비고
건식균열	0.2mm 이하	81.2m	표면처리	
누수흔적		471.07m <sup>2</sup>	유지관리	
단면결손		14.36m <sup>2</sup>	단면복구(I)	
단면손상		1.70m <sup>2</sup>	단면복구(I)	
단면파손		0.44m <sup>2</sup>	단면복구(I)	
단면탈락		0.12m <sup>2</sup>	단면복구(I)	
도장탈락		41.41m <sup>2</sup>	표면처리	
마감균열		941.05m	표면처리	
마감들뜸		50.2m <sup>2</sup>	표면처리	
마감손상		0.01m <sup>2</sup>	표면처리	
마감탈락		350.51m <sup>2</sup>	표면처리	
망상균열		24.45m <sup>2</sup>	표면처리	
습식균열		53.3m	습식에폭시주입	
이질재 접합부 균열		50.5m	유지관리	
오염		156.3m <sup>2</sup>	유지관리	
우수관부식		2EA	유지관리	
유리창파손		12EA	유지관리	
조적벽균열		192.8m	"V"커팅 후 탄성실런트 충전	
줄눈균열		720m	유지관리	
철근노출		64.44m	녹제거 후 방청페인트 도포	
철문부식		2EA	유지관리	
철물부식		2.5m <sup>2</sup>	유지관리	

5.1.2 보수물량 및 우선순위

<표 5.1.2> 보수물량 결과

손상현황		보수 방안	손상물량	보수물량	할증율	우선순위
균 열	0.2mm 이하	주입보수	81.2m	89.32m	20%	1순위
누수흔적		유지관리	484.07㎡	532.4㎡	20%	2순위
단면결손			25.16㎡	27.68㎡	20%	1순위
단면손상			1.69㎡	1.86㎡	20%	1순위
단면파손			0.44㎡	0.48㎡	20%	1순위
단면탈락			0.12㎡	0.13㎡	20%	1순위
도장탈락		바탕면 표면처리	41.41㎡	45.55㎡	20%	3순위
마감균열			942.15m	1036.37m	20%	3순위
마감들뜸			31.8㎡	34.98㎡	20%	3순위
마감손상			0.012㎡	0.01㎡	20%	3순위
마감탈락			350.5㎡	385.55㎡	20%	3순위
망상균열			24.45㎡	26.90㎡	20%	2순위
습식균열			53.3m	58.63m	20%	1순위
이질재 접합부 균열		충전보수	50.5m	55.55m	20%	3순위
오염			156.3㎡	171.93㎡	20%	3순위
우수관부식		바탕면 표면처리	2EA	3EA	20%	3순위
유리창파손			12EA	14EA	20%	3순위
조적벽균열			193.8m	213.18m	20%	2순위
줄눈균열			720m	792.00m	20%	3순위
철근노출			54m	59.40m	20%	1순위
철문부식			2EA	3EA	20%	3순위
철물부식			1.7㎡	1.87㎡	20%	3순위

※보수물량은 손상물량의 10%의 할증율을 계산함

5.1.3 손상수량 산정

<표 5.1.3> 보수물량 결과

구 분	손상현황		손상개소	보수방안	비 고
1층	건식균열	0.2mm 이하	5개소	표면처리	
	누수흔적		4개소	유지관리	
	철근노출		8개소	녹제거/방청페인트	
	습식균열		2개소	습식에폭시주입	
	마감탈락		1개소	표면처리	
	단면손상		1개소	단면복구	
	이질재 접합부 균열		4개소	유지관리	
	조적벽균열		45개소	탄성실런트 충전	
	마감균열		1개소	표면처리	
2층	건식균열	0.2mm 이하	2개소	표면처리	
	누수흔적		20개소	유지관리	
	습식균열		5개소	습식에폭시주입	
	마감탈락		1개소	표면처리	
	이질재 접합부 균열		6개소	유지관리	
	마감균열		1개소	유지관리	
	단면결손		1개소	단면복구	
	망상균열		1개소	표면처리	
	조적벽균열		9개소	탄성실런트 충전	
	단면파손		1개소	단면복구	
3층	건식균열	0.2mm 이하	19개소	표면처리	
	누수흔적		20개소	유지관리	
	습식균열		1개소	습식에폭시주입	
	이질재 접합부 균열		2개소	유지관리	
	도장탈락		7개소	표면처리	
	마감들뜸		5개소	표면처리	
	마감탈락		1개소	표면처리	
	조적벽균열		1개소	탄성실런트 충전	
지붕층	건식균열	0.2mm 이하	2개소	표면처리	
	누수흔적		5개소	유지관리	
	도장탈락		3개소	표면처리	

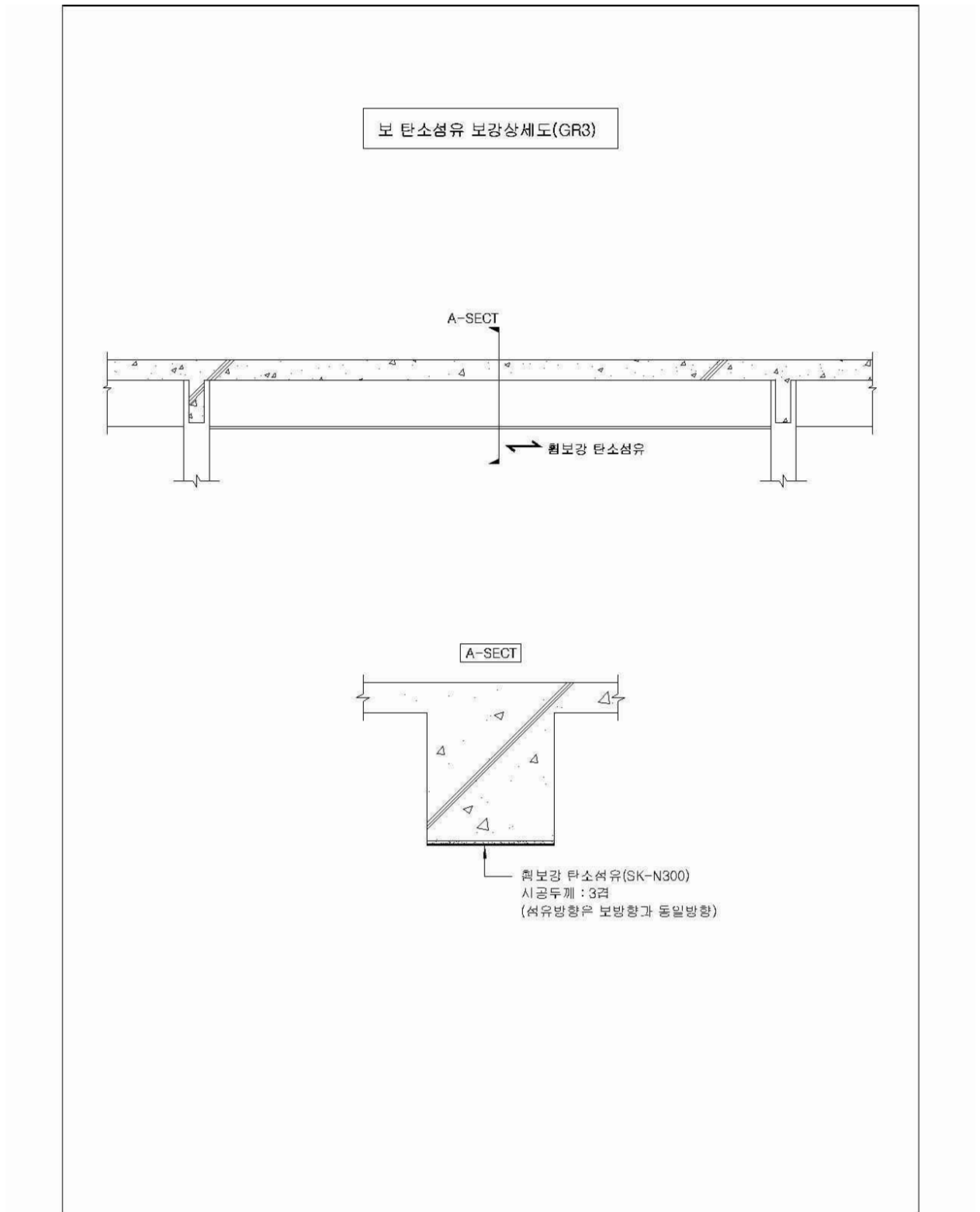
<표 5.1.3> 보수물량 결과

구 분	손상현황	손상개소	보수방안	비 고
지붕층	마감들뜸	2개소	표면처리	
	마감균열	4개소	표면처리	
	마감탈락	3개소	표면처리	
	줄눈균열	1개소	유지관리	
	단면손상	1개소	단면복구	
	조적벽균열	3개소	탄성실런트 충전	
	유리창파손	1개소	유지관리	
	철문부식	1개소	유지관리	
옥탑지붕층	습식균열	1개소	유지관리	
	마감균열	1개소	표면처리	
	도장탈락	1개소	표면처리	
	단면손상	1개소	단면복구	
	철근노출	1개소	녹제거/방청페인트	
	망상균열	1개소	표면처리	
외부입면	단면결손	46개소	단면복구	
	누수흔적	43개소	유지관리	
	망상균열	6개소	표면처리	
	마감탈락	33개소	표면처리	
	도장탈락	3개소	표면처리	
	마감균열	10개소	표면처리	
	철근노출	36개소	녹제거/방청페인트	
	철물부식	3개소	유지관리	
	습식균열	25개소	습식에폭시주입	
	조적벽균열	30개소	탄성실런트 충전	
	단면손상	12개소	단면복구	
	오염	5개소	표면처리	
	단면파손	2개소	단면복구	
	마감손상	1개소	표면처리	
	단면탈락	1개소	단면복구	
	우수관부식	2개소	유지관리	

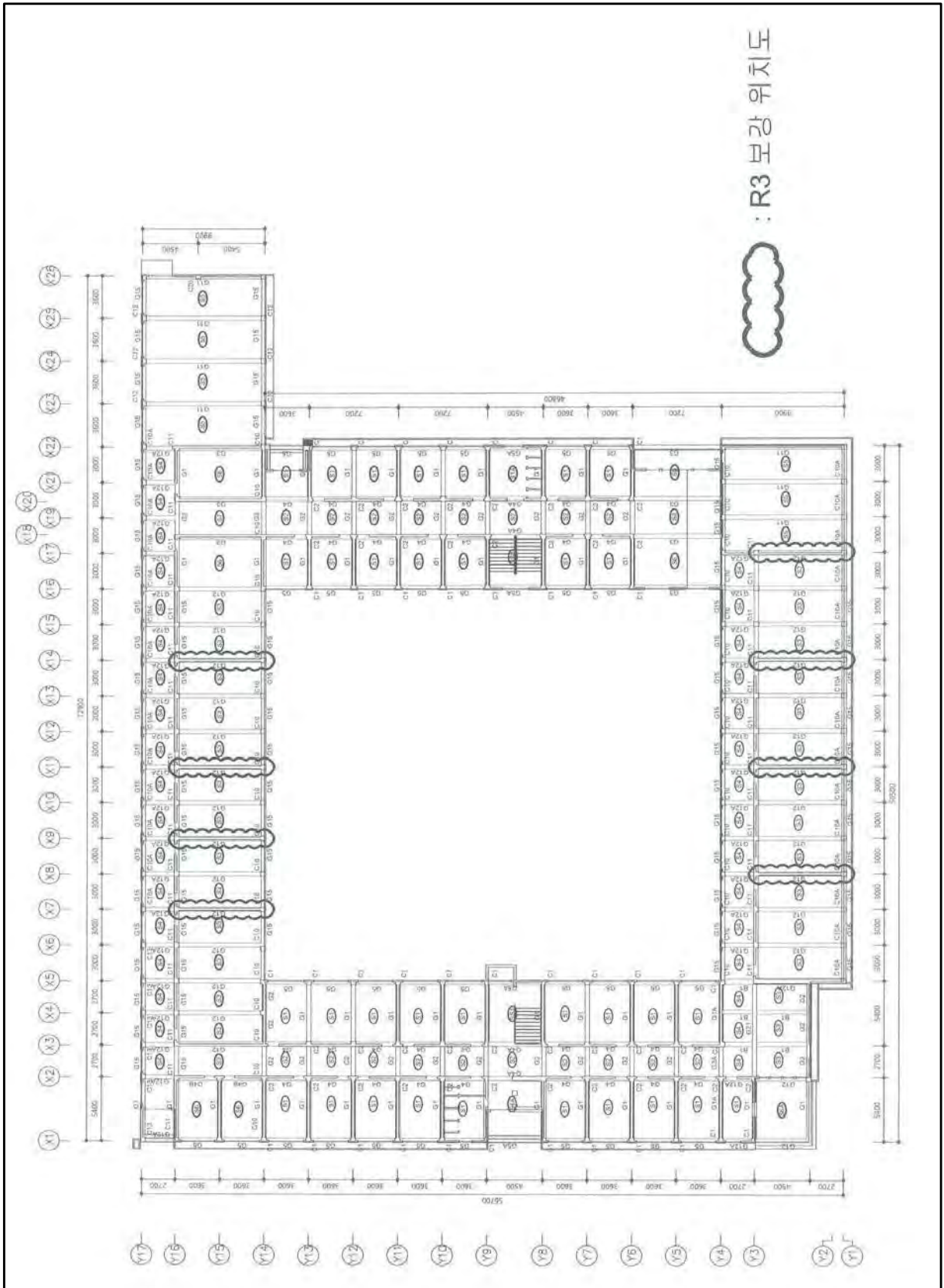
## 5.2 보강 방안

### 5.2.1 현재 상태의 보강방안

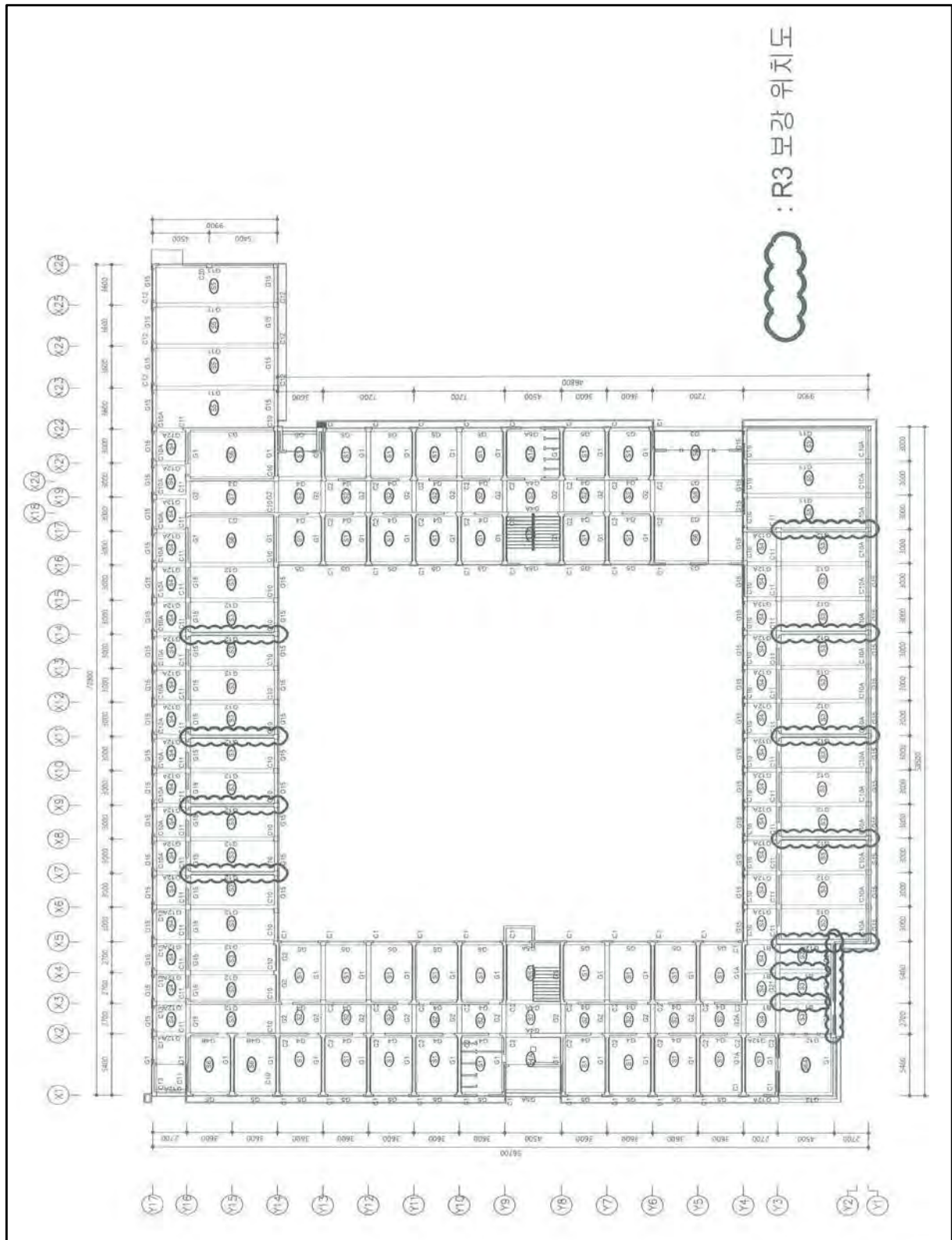
현재 상태 보의 2G12, 3G12, 3G21, 2G21, 2B1 보에서 소요강도와 부재강도의 비가 1.14~1.86로 내력(휨 모멘트)이 부족한 것으로 검토되어 탄소 섬유 보강안을 제시 하였다. 보강안을 검토한 결과 내력이 향상되어 소요강도에 대한 내력에 만족하는 것으로 검토되었다. 기 외 보에서는 소요강도(모멘트, 전단력)가 부재강도 이하로 구조안전성을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.



• 보 보강 상세도 •



• 3층 보강위치도 •



• 2층 보강위치도 •

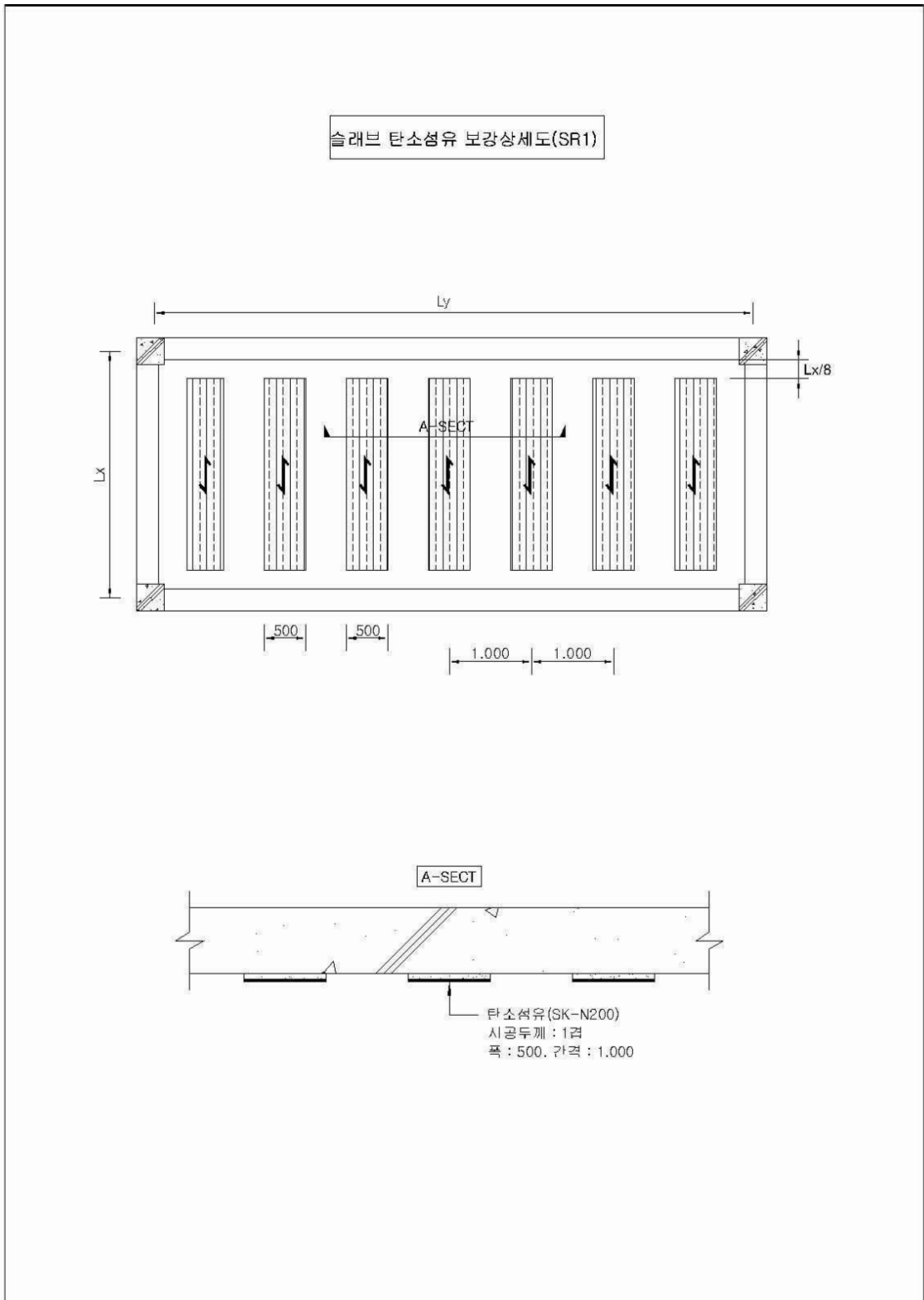


### 5.2.2 리모델링 후 보강 방안

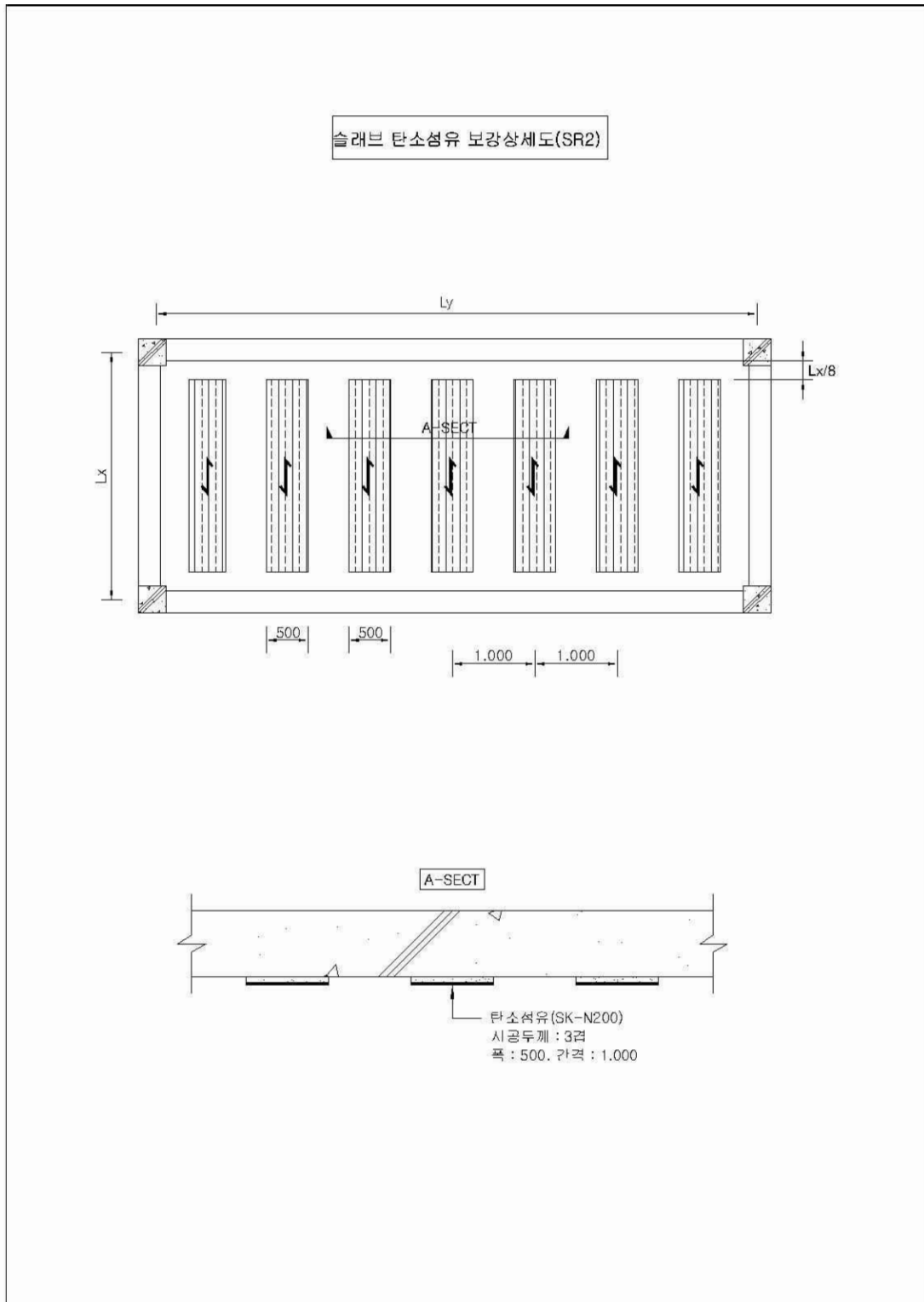
리모델링 후의 슬래브는 도서관 서고 및 전시장등의 실용도 변경으로 인한 하중 증가가 1958년 준동 당시 대비 활하중의 값이 약 2.5~3배 이상으로 상향 되어 <표 3.4.1.2>와 같이 약 70~80%의 슬래브에 대하여 보강이 필요한 것으로 검토되어 이에 대하여 탄소섬유보강을 하였다.

리모델링 후의 보 <표 3.4.2.2>와 같이 약 70~80%의 보에 대하여 보강이 필요한 것으로 검토되어 이에 대해 탄소섬유보강 및 철판 보강을 하였다.

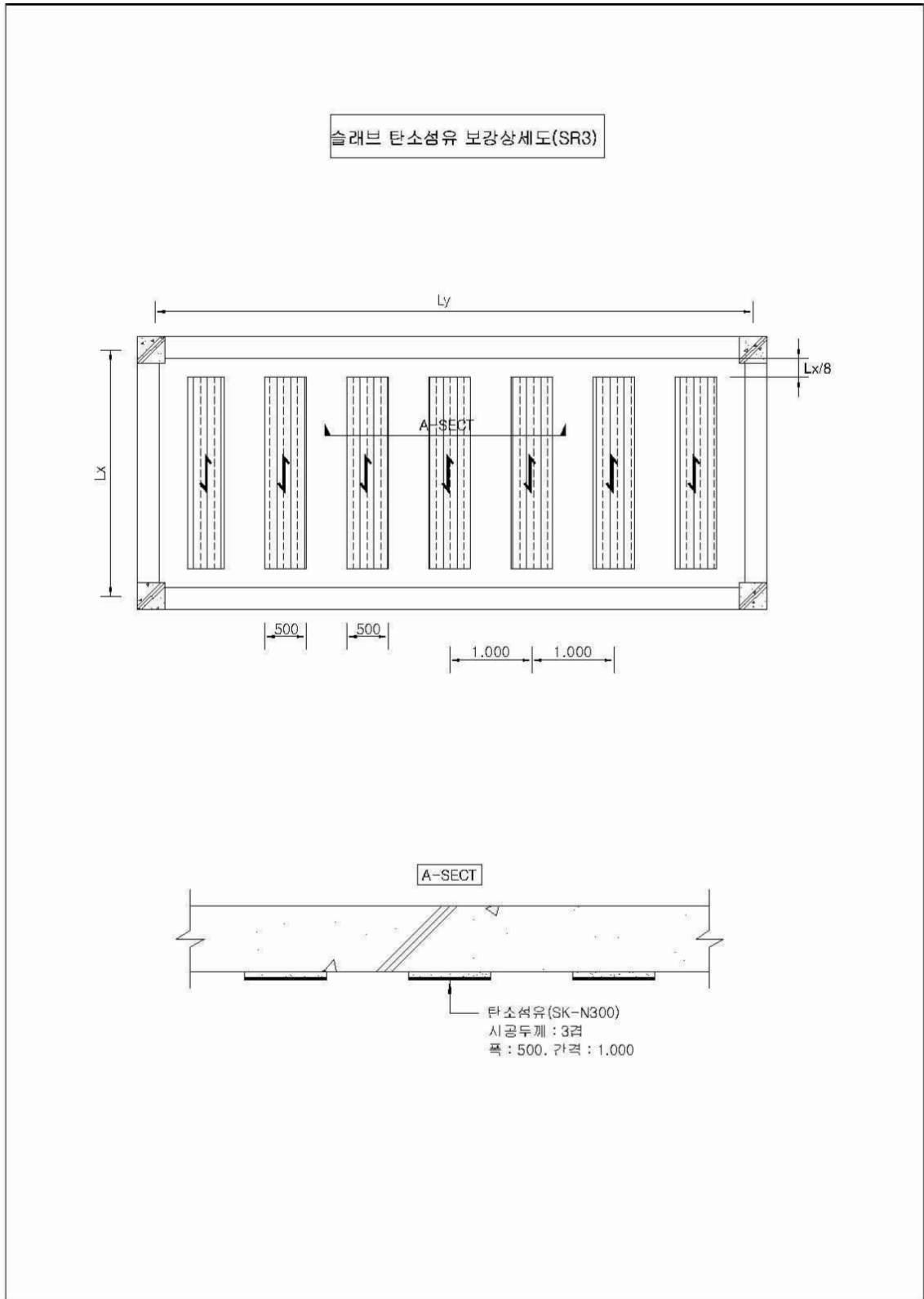
리모델링 후의 기둥은 <표 3.4.3.2>와 같이 약 60~70%의 기둥에 대하여 보강이 필요한 것으로 검토되어 이에 대해 철판 보강 및 단면 증설을 통한 보강안을 제시 하였다.



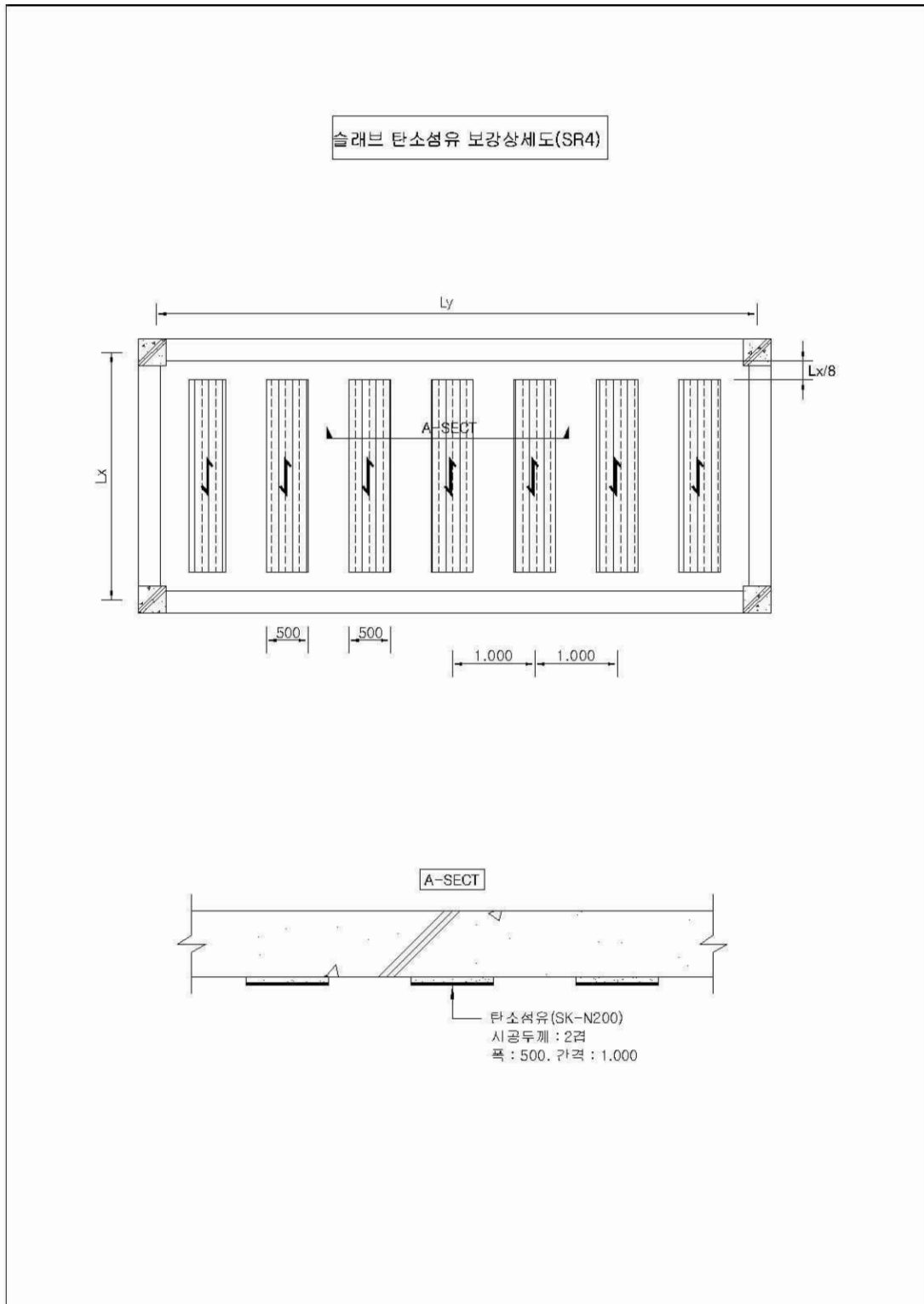
• 슬래브 보강 상세도 •



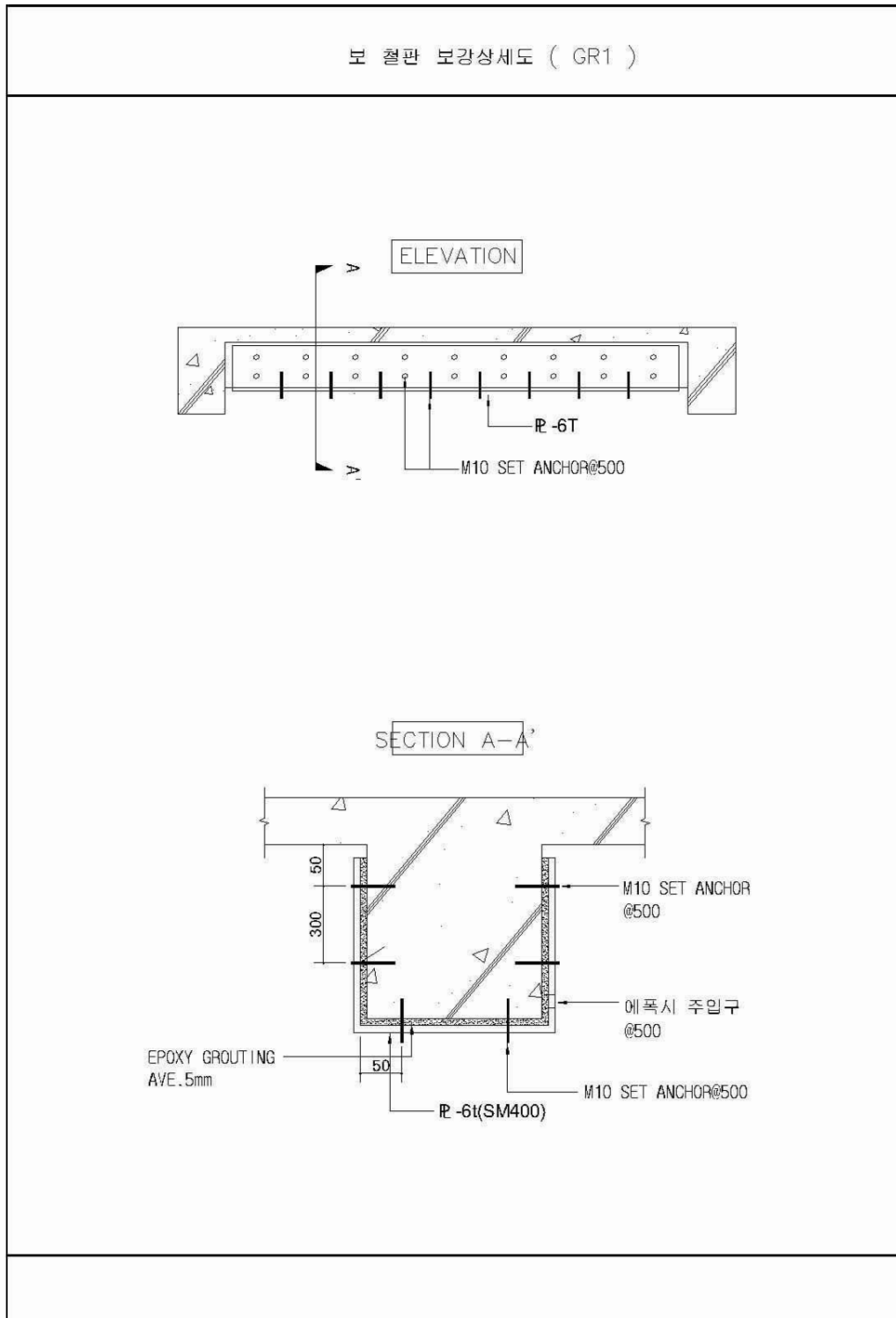
• 슬래브 보강 상세도 •

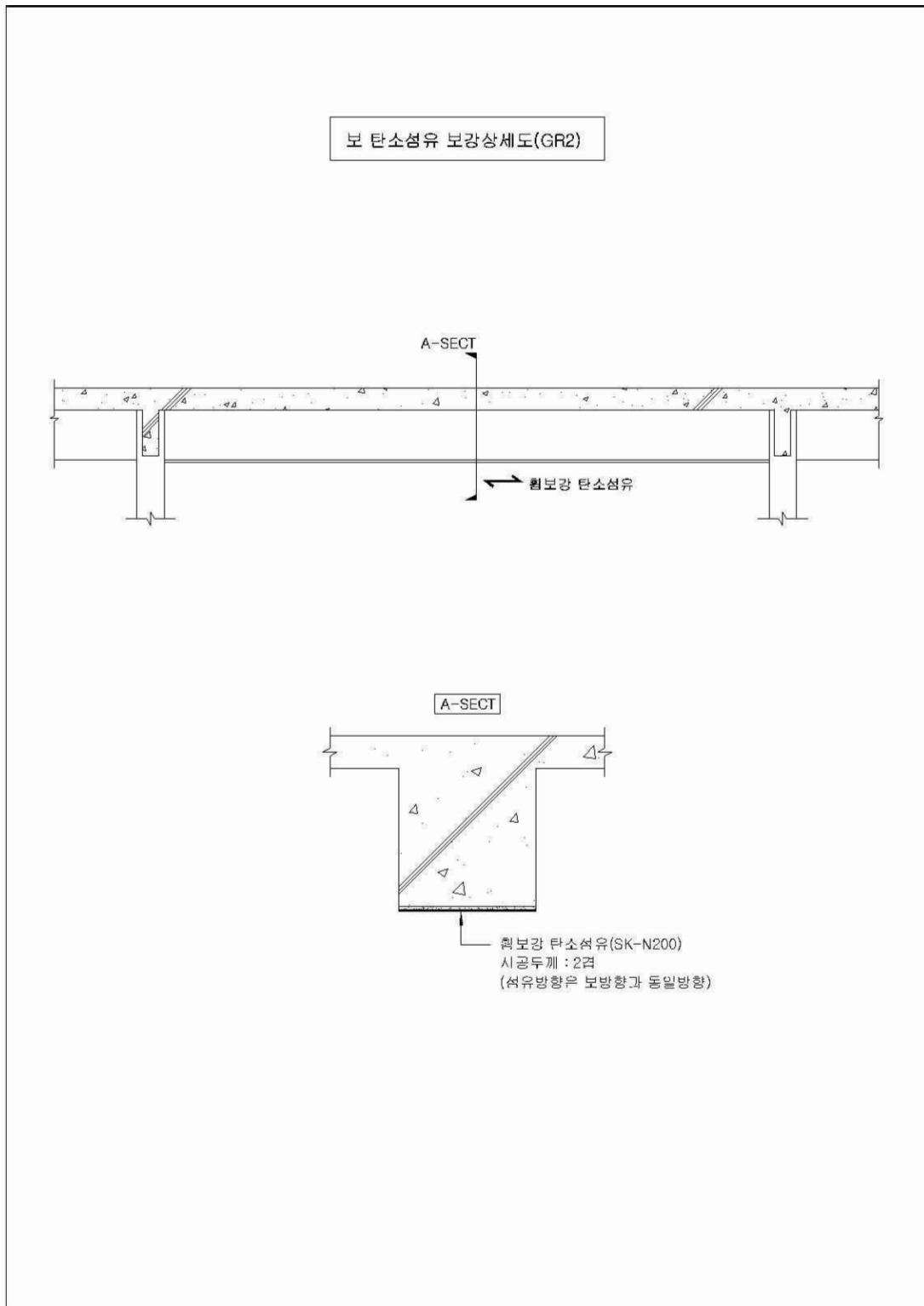


• 슬래브 보강 상세도 •

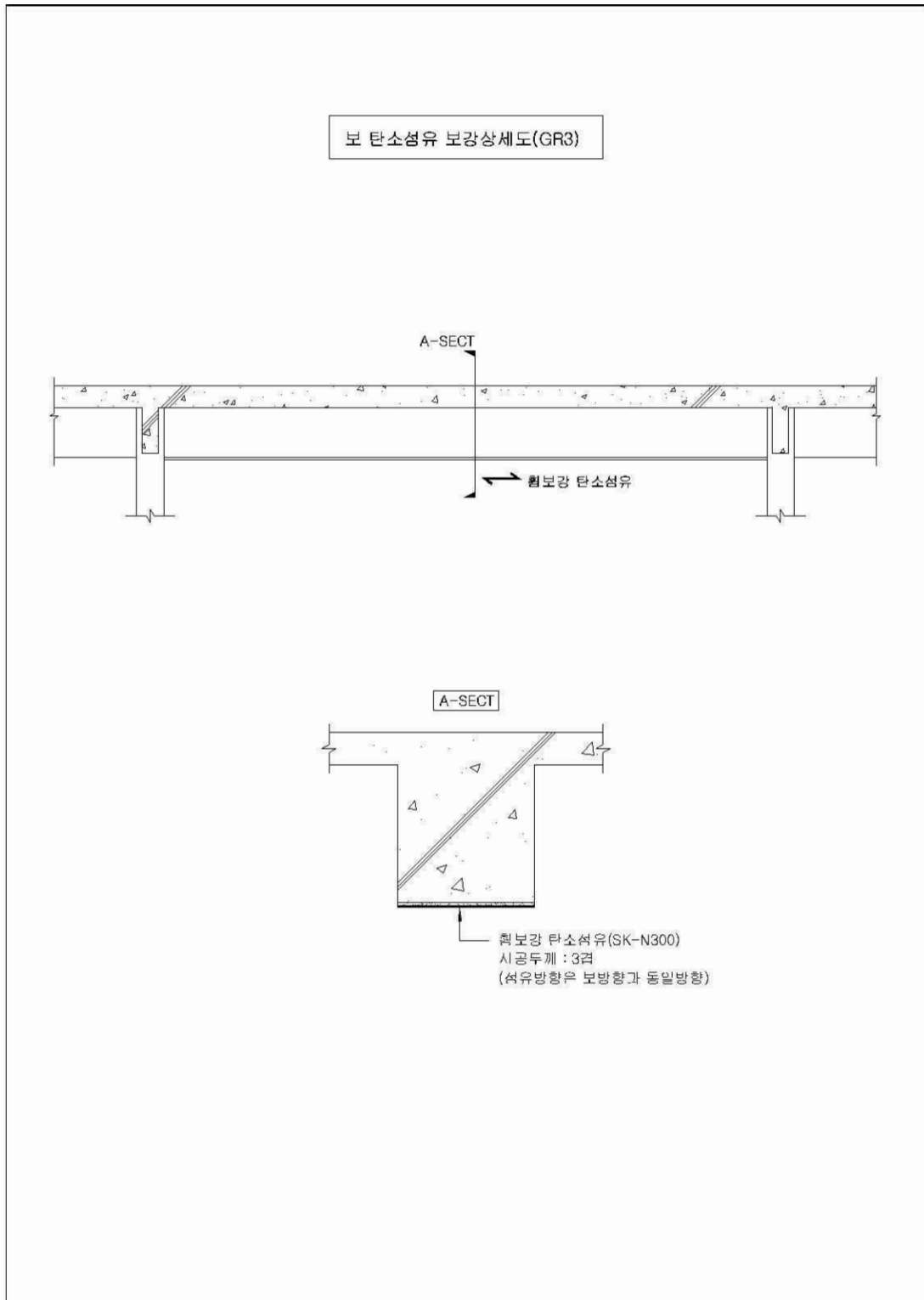


• 슬래브 보강 상세도 •



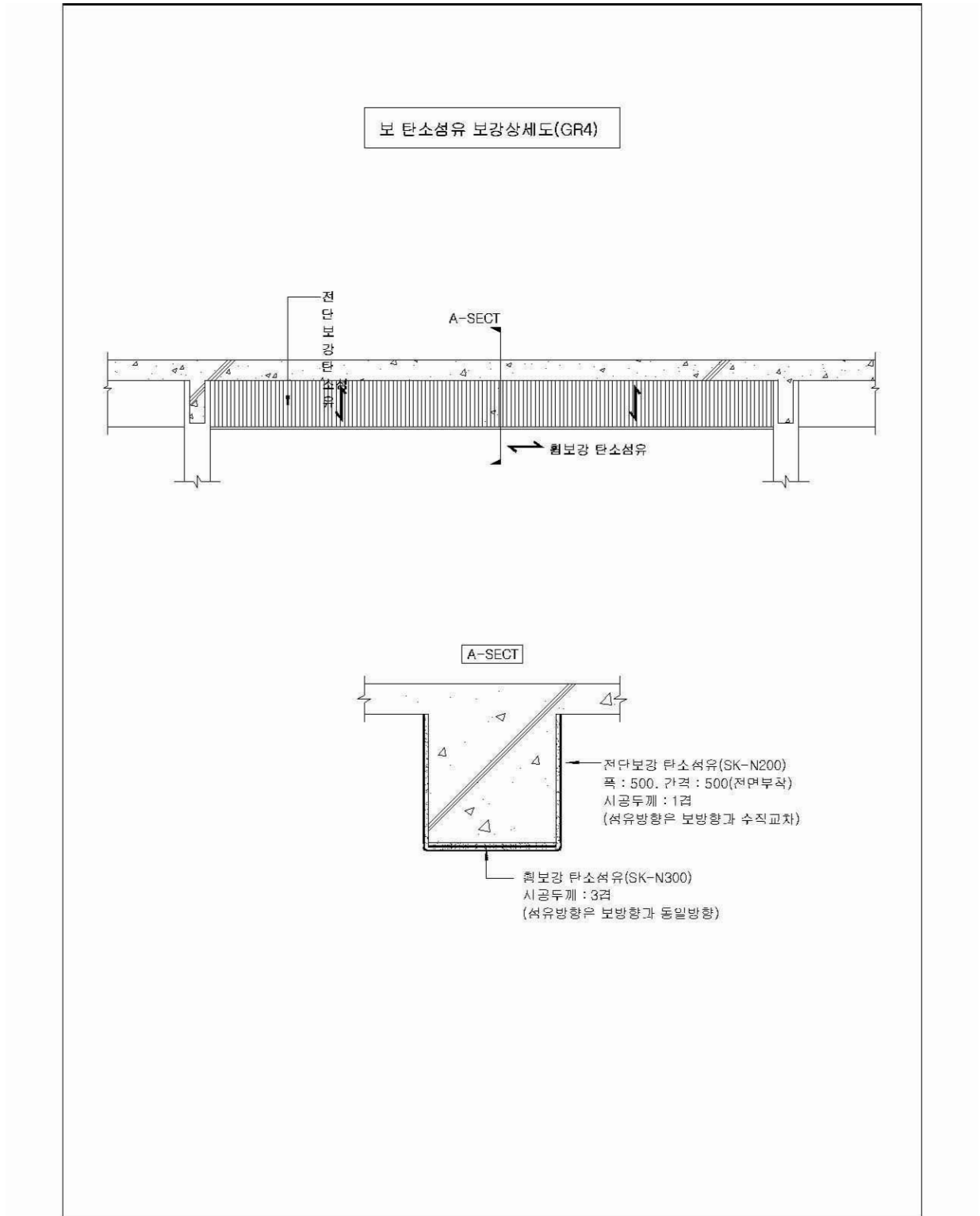


• 보 보강 상세도 •

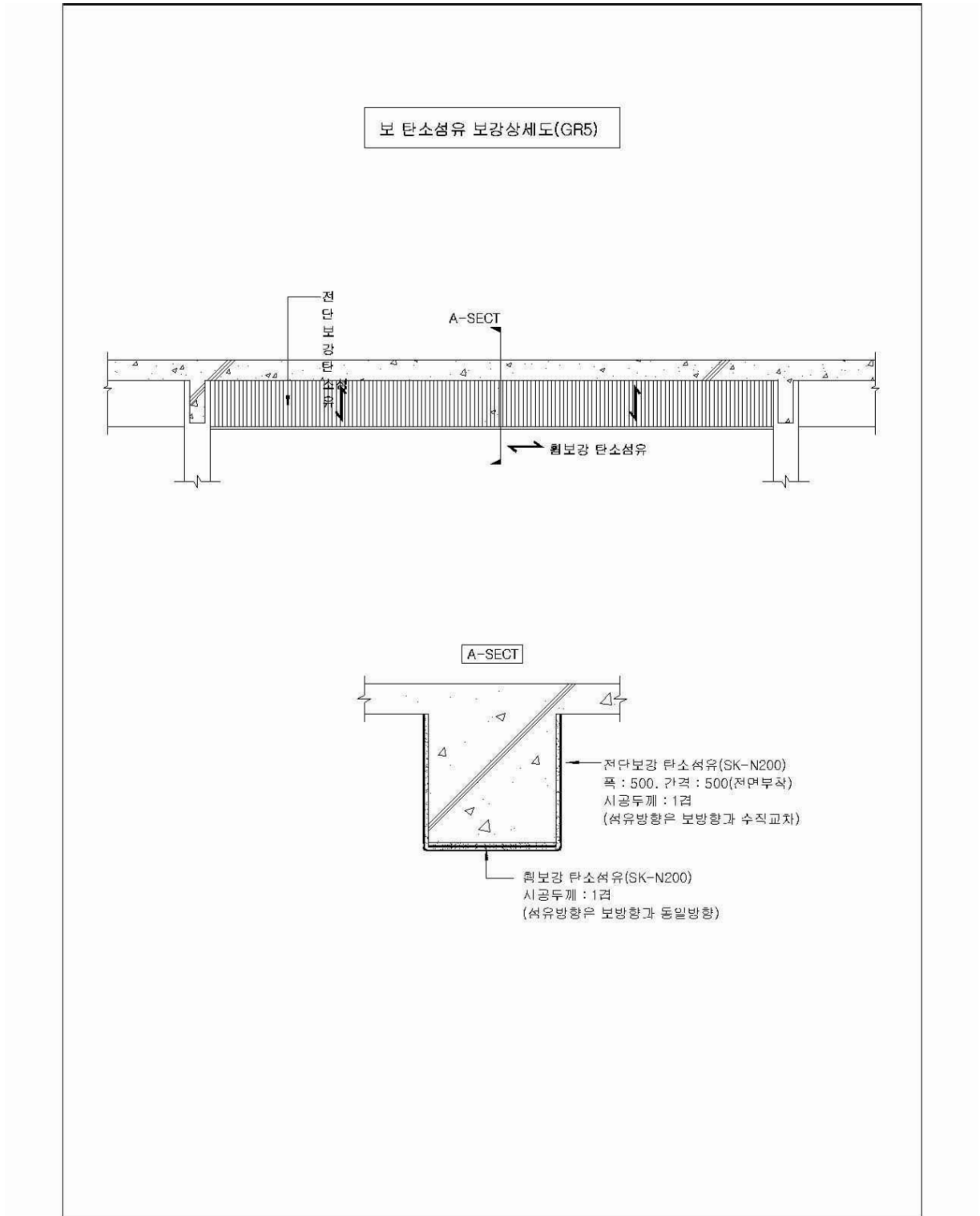


• 보 보강 상세도 •

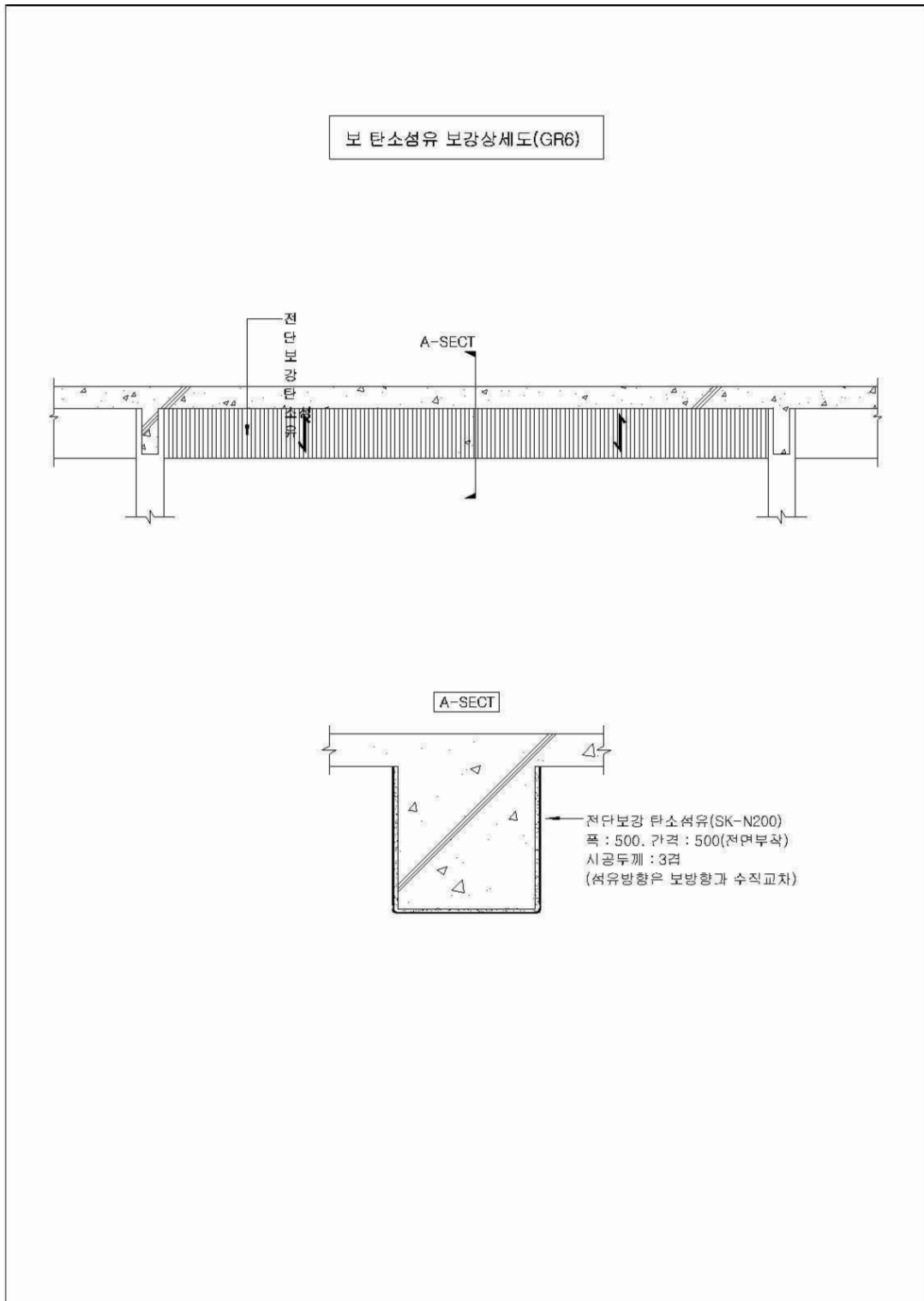




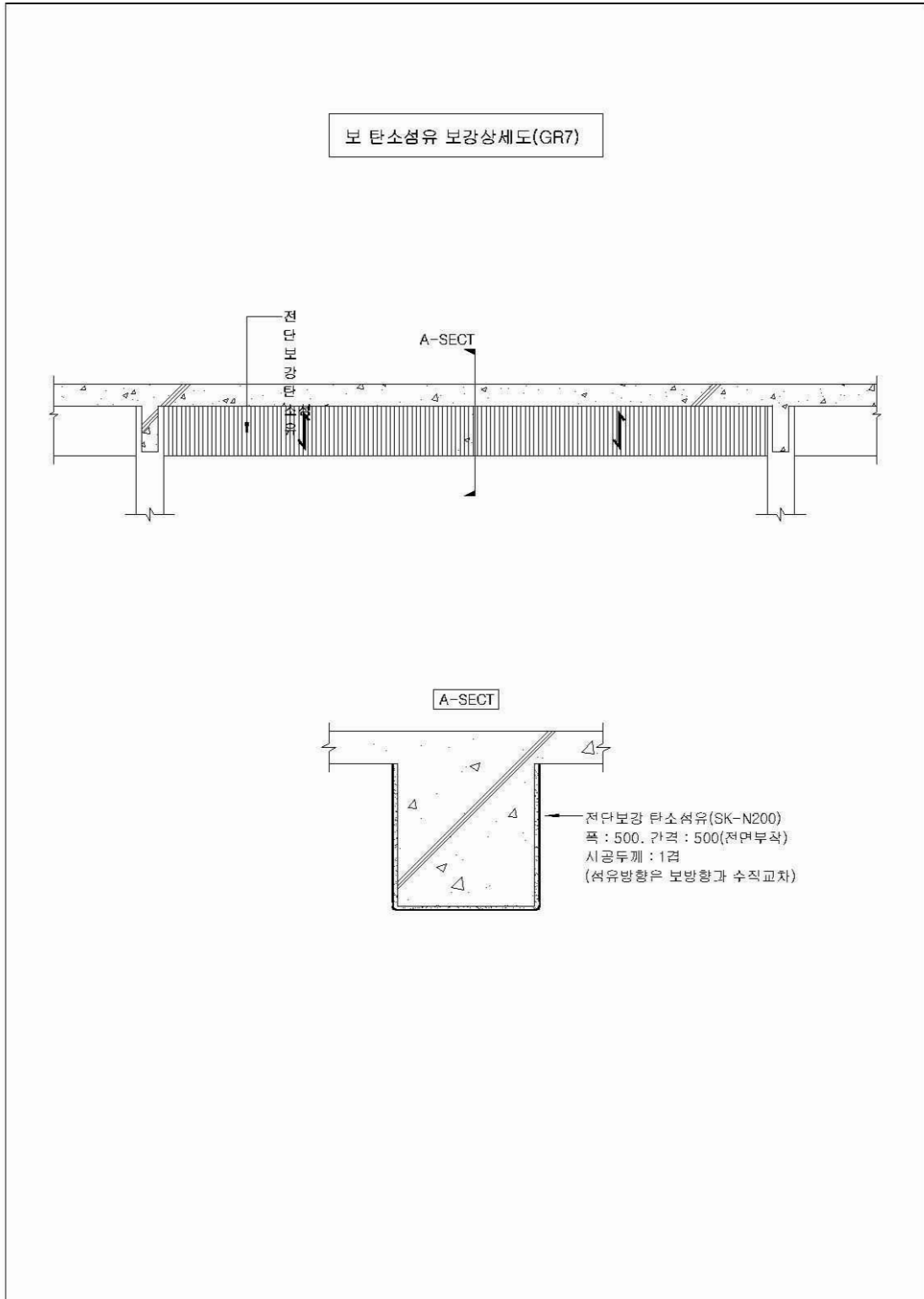
• 보 보강 상세도 •



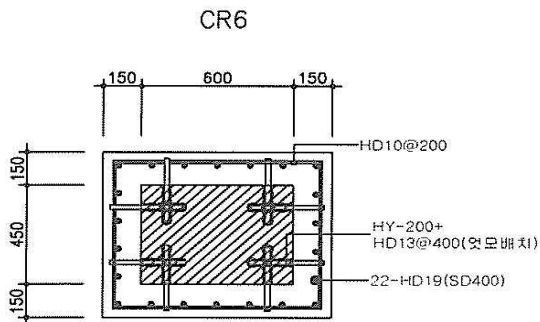
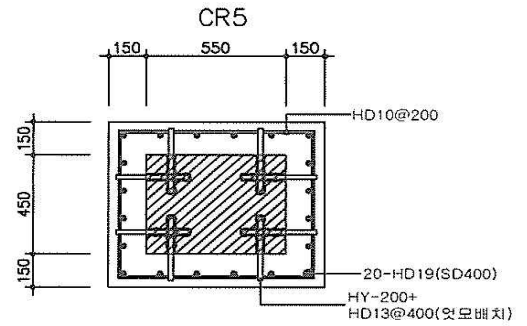
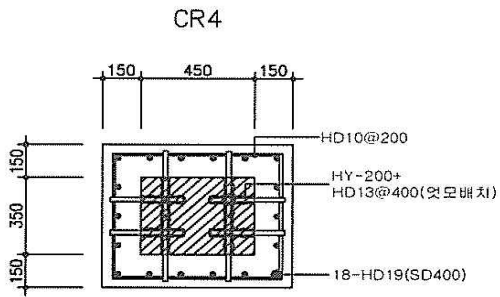
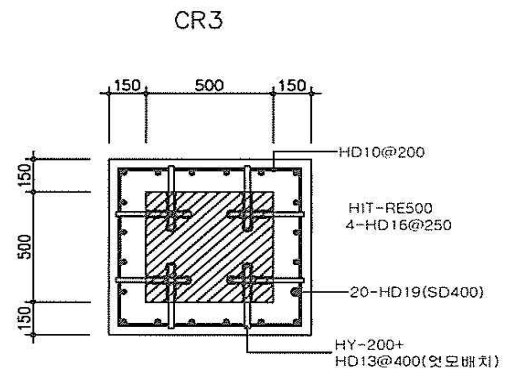
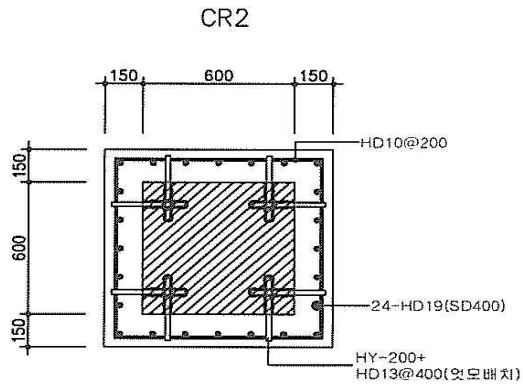
• 보 보강 상세도 •



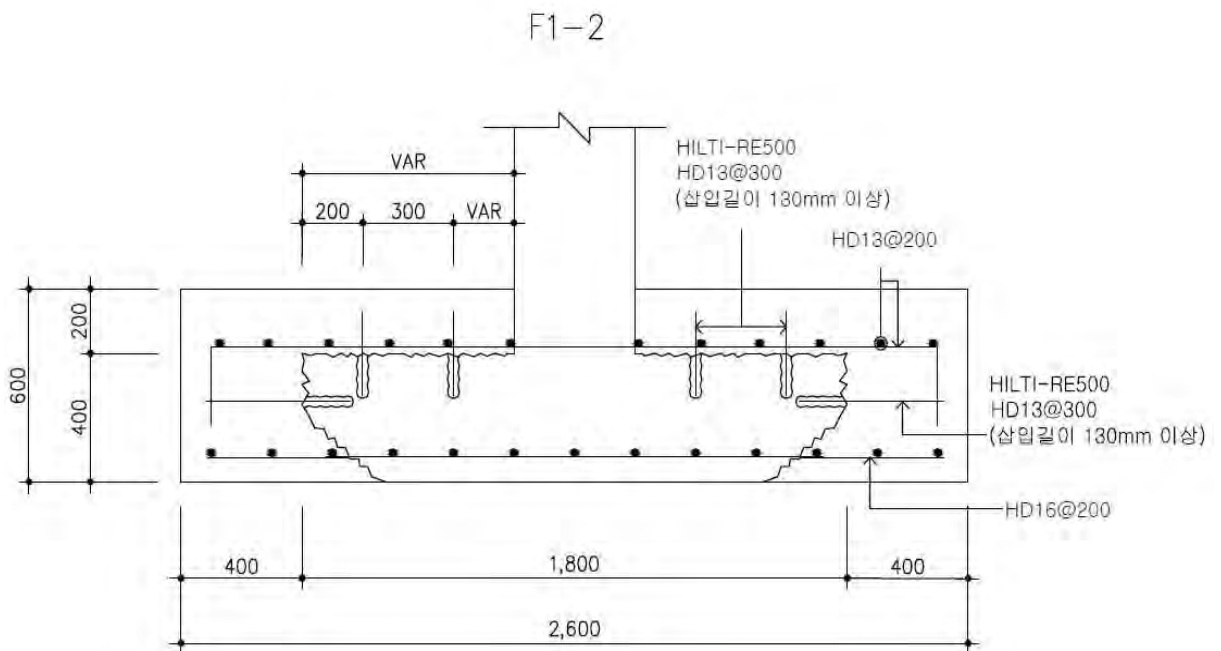
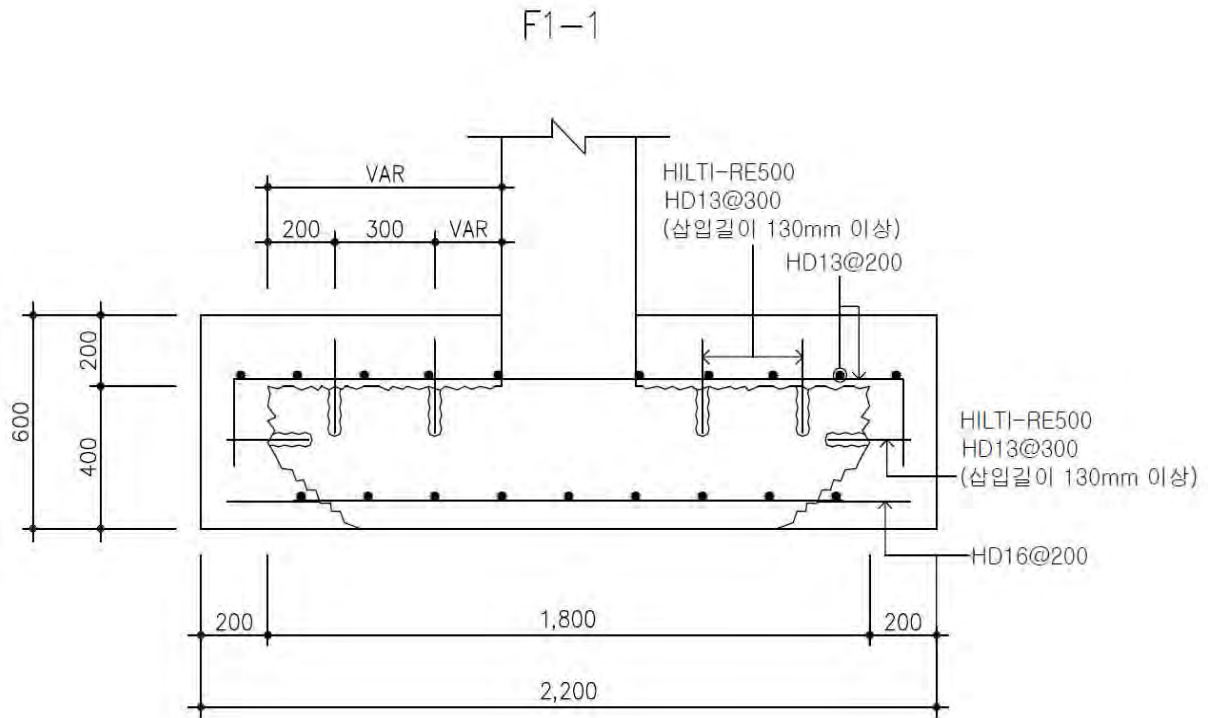
• 보 보강 상세도 •



• 보 보강 상세도 •

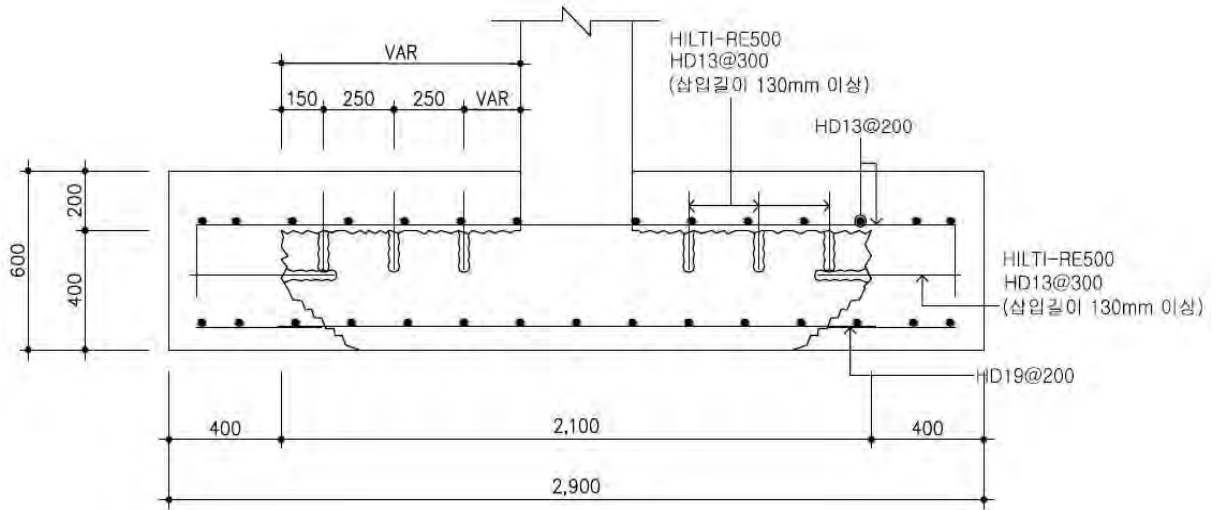


• 기둥 보강 상세도 •

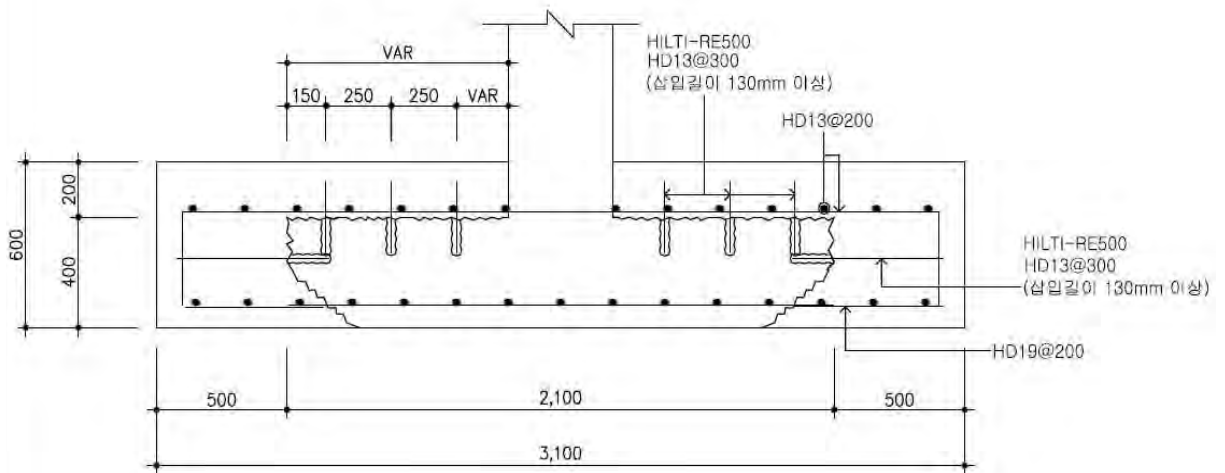


• 기초 보강 상세도 •

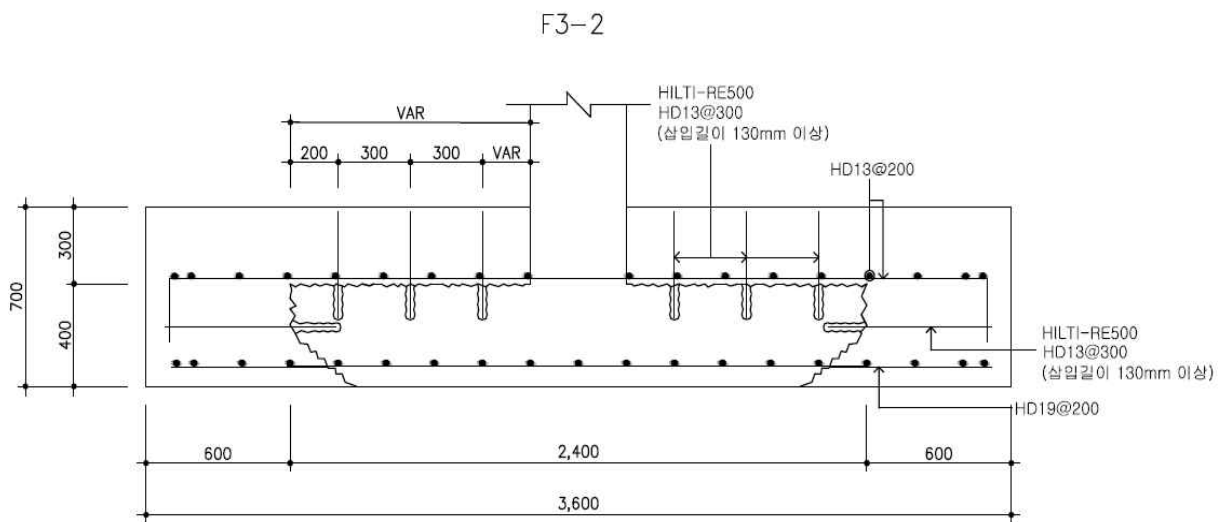
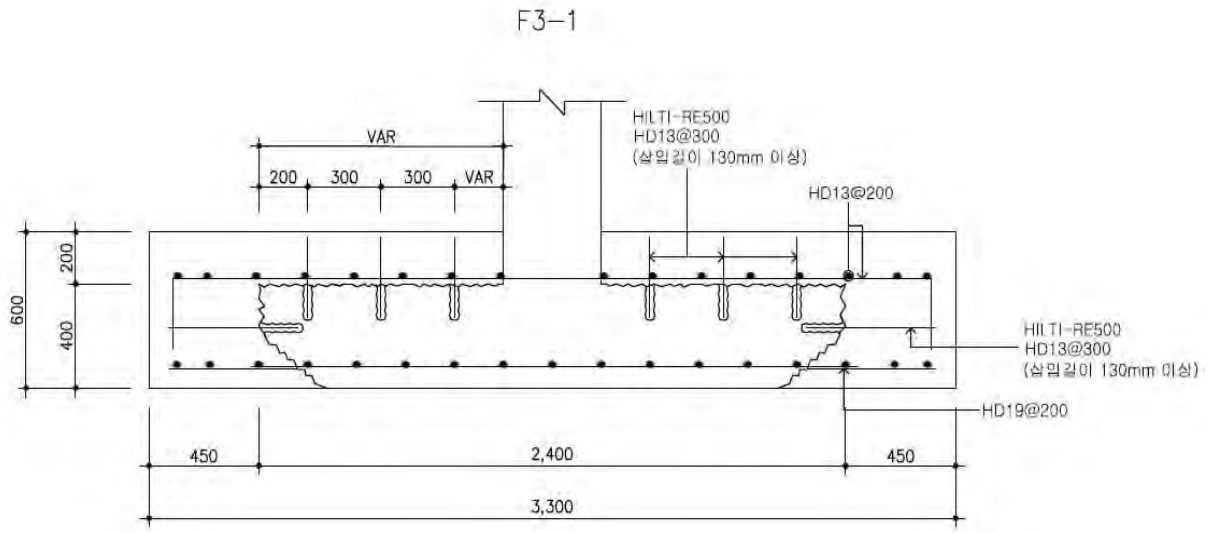
F2-1



F2-2

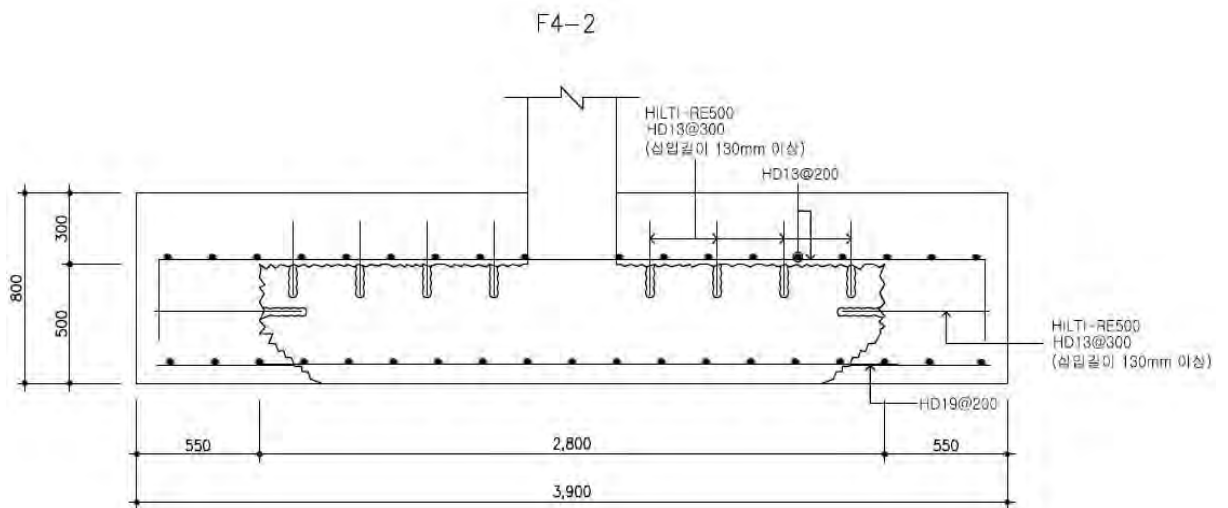
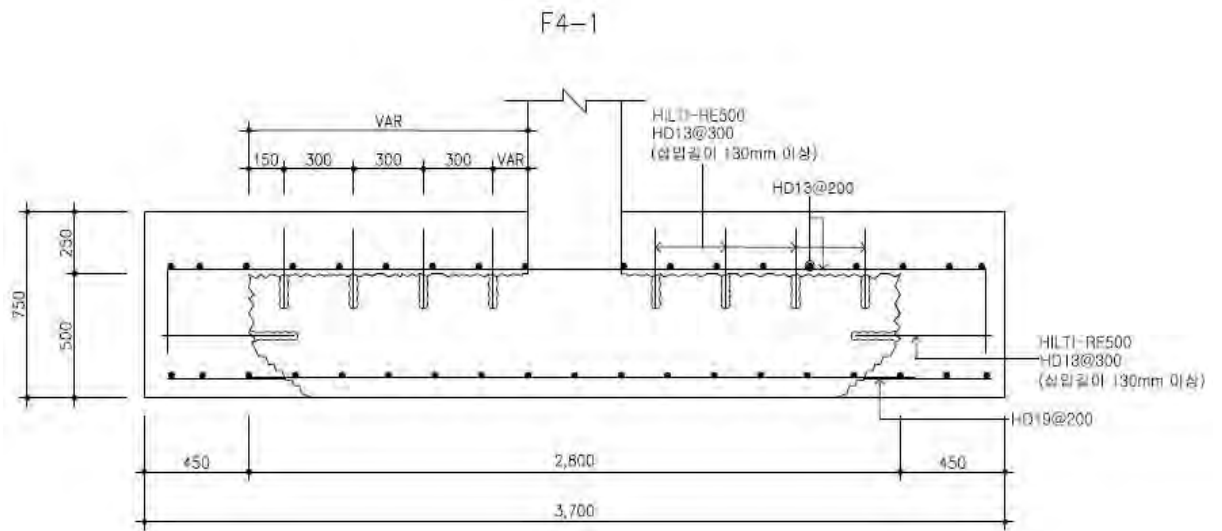


• 기초 보강 상세도 •

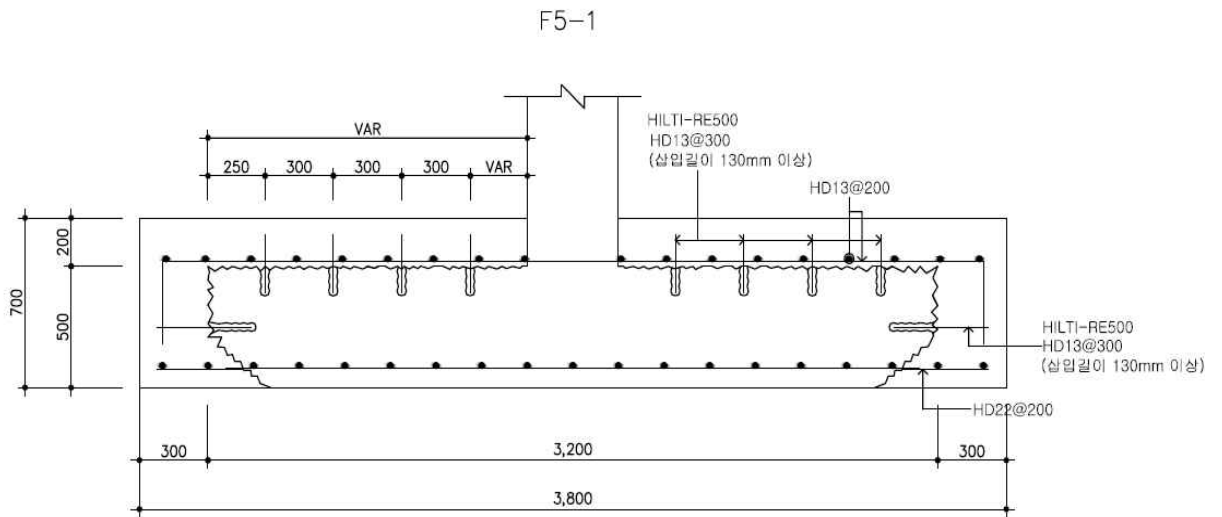
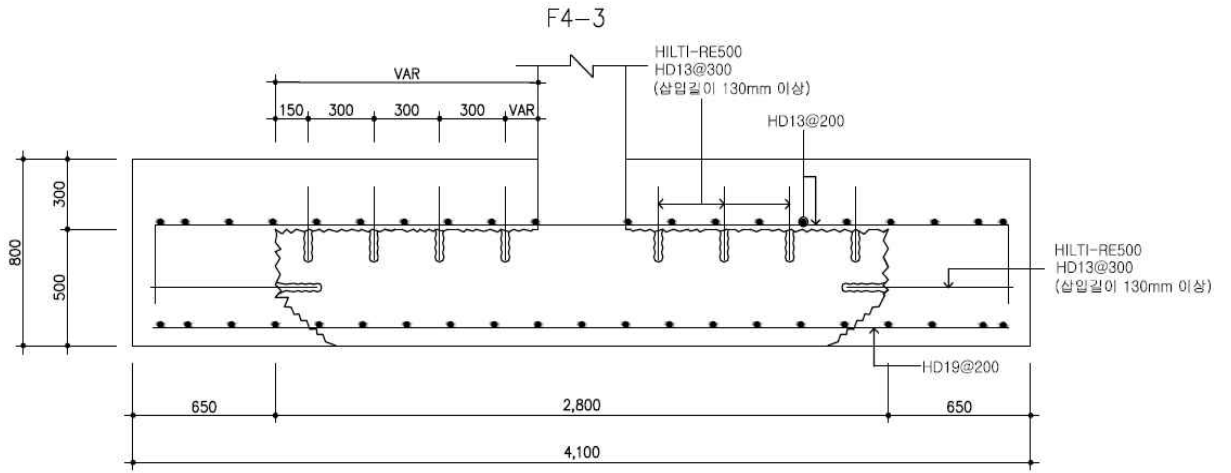


• 기초 보강 상세도 •

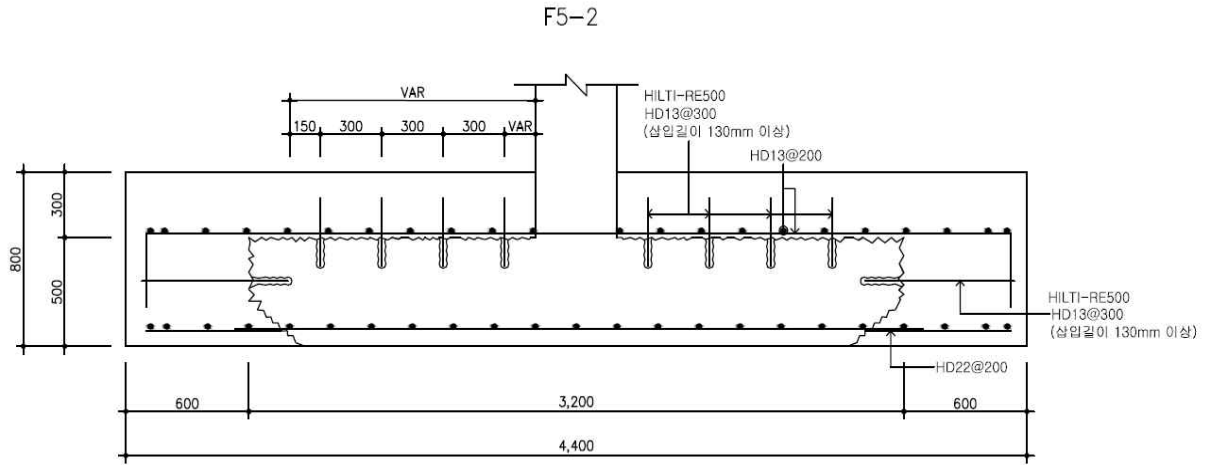




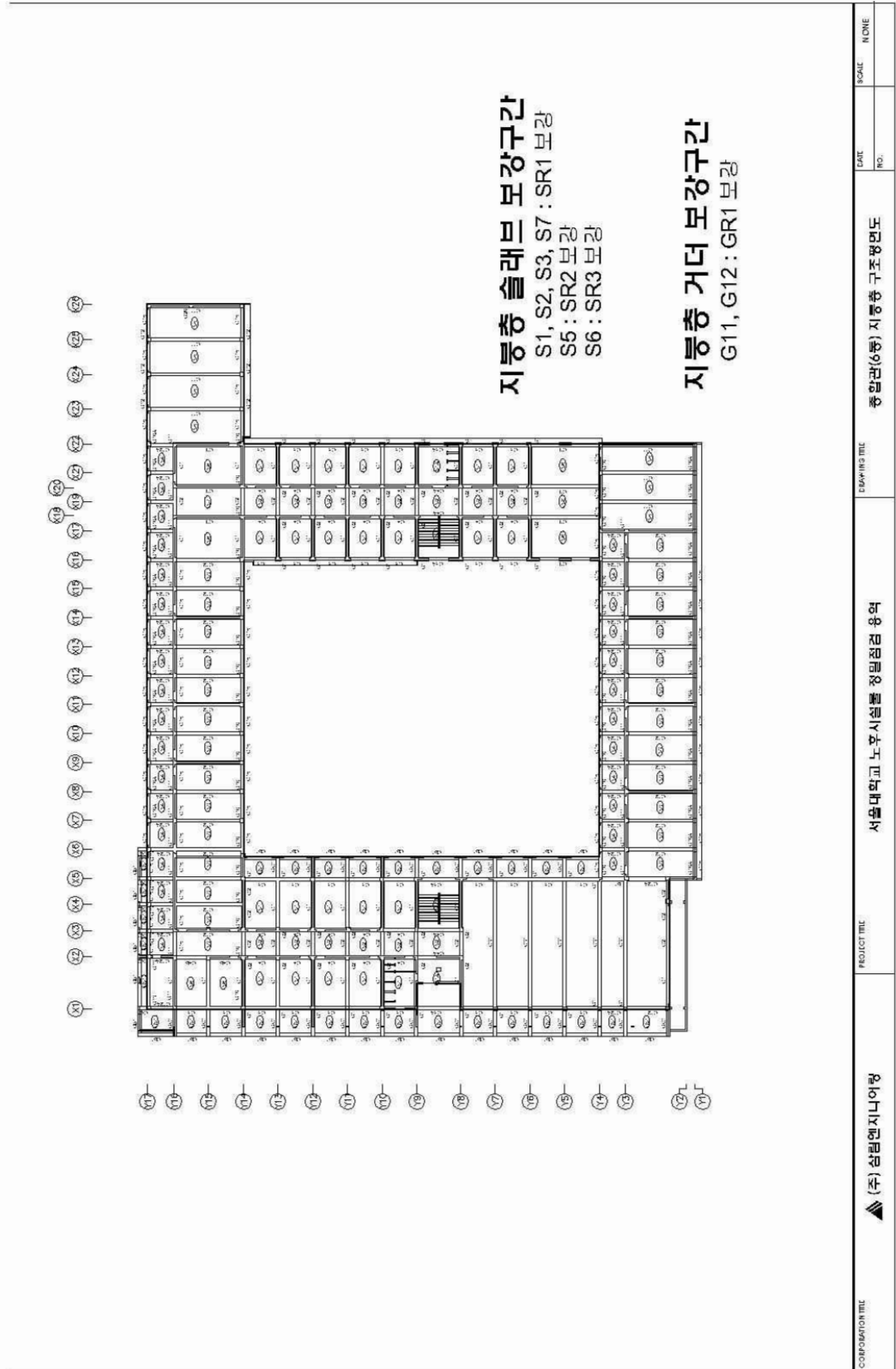
• 기초 보강 상세도 •



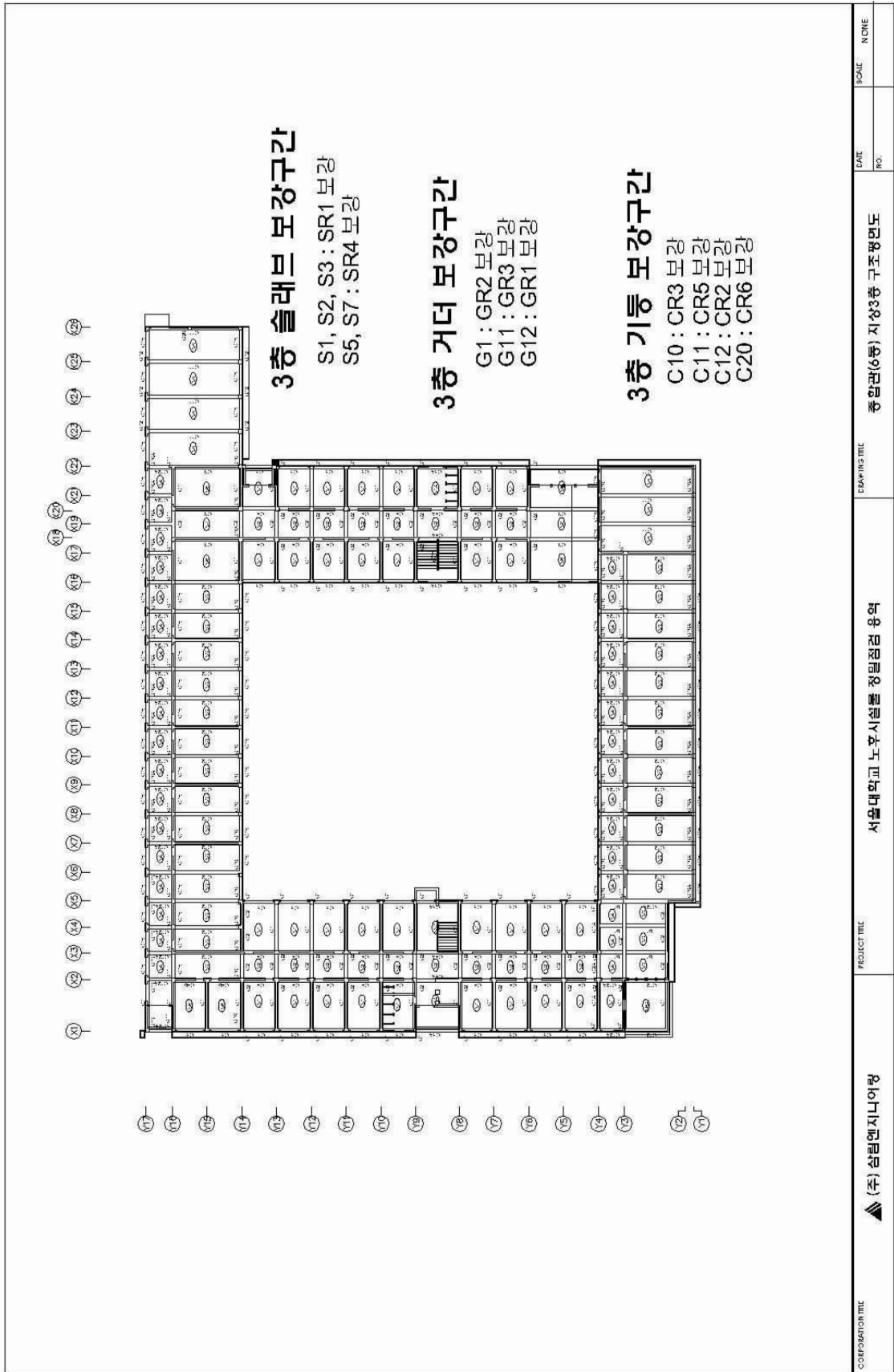
• 기초 보강 상세도 •



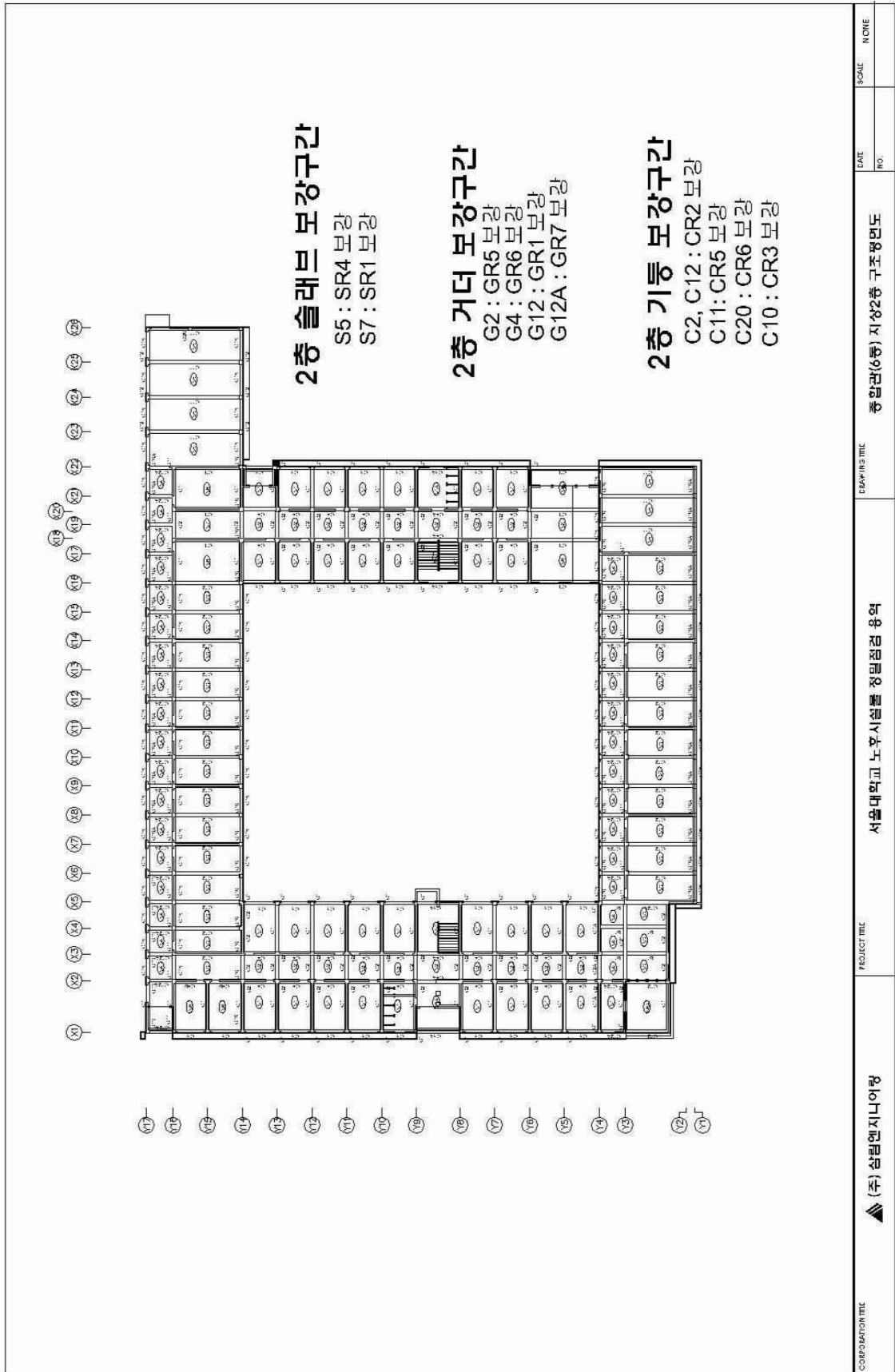
• 기초 보강 상세도 •



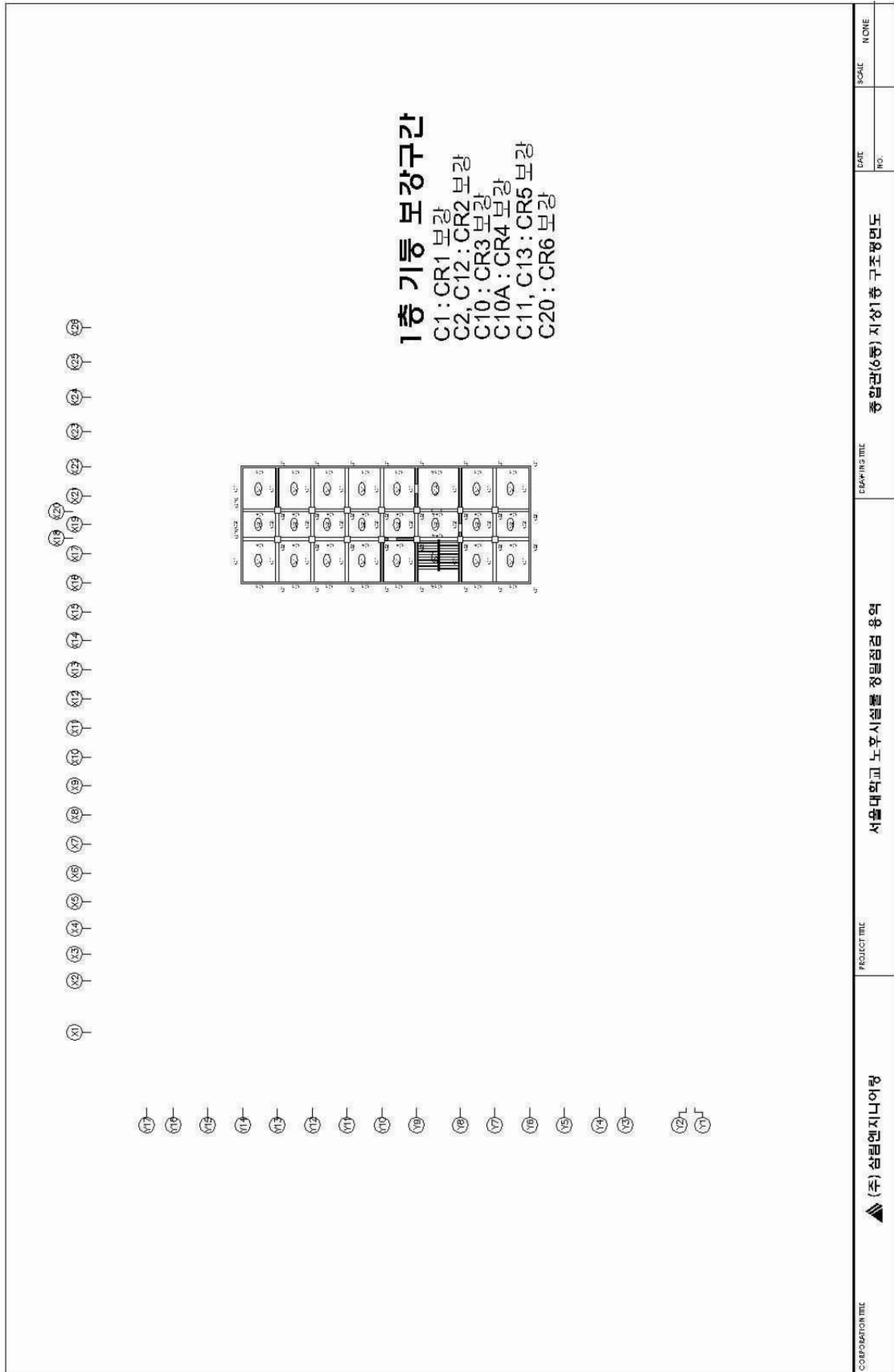
• 지붕층 보강위치도 •



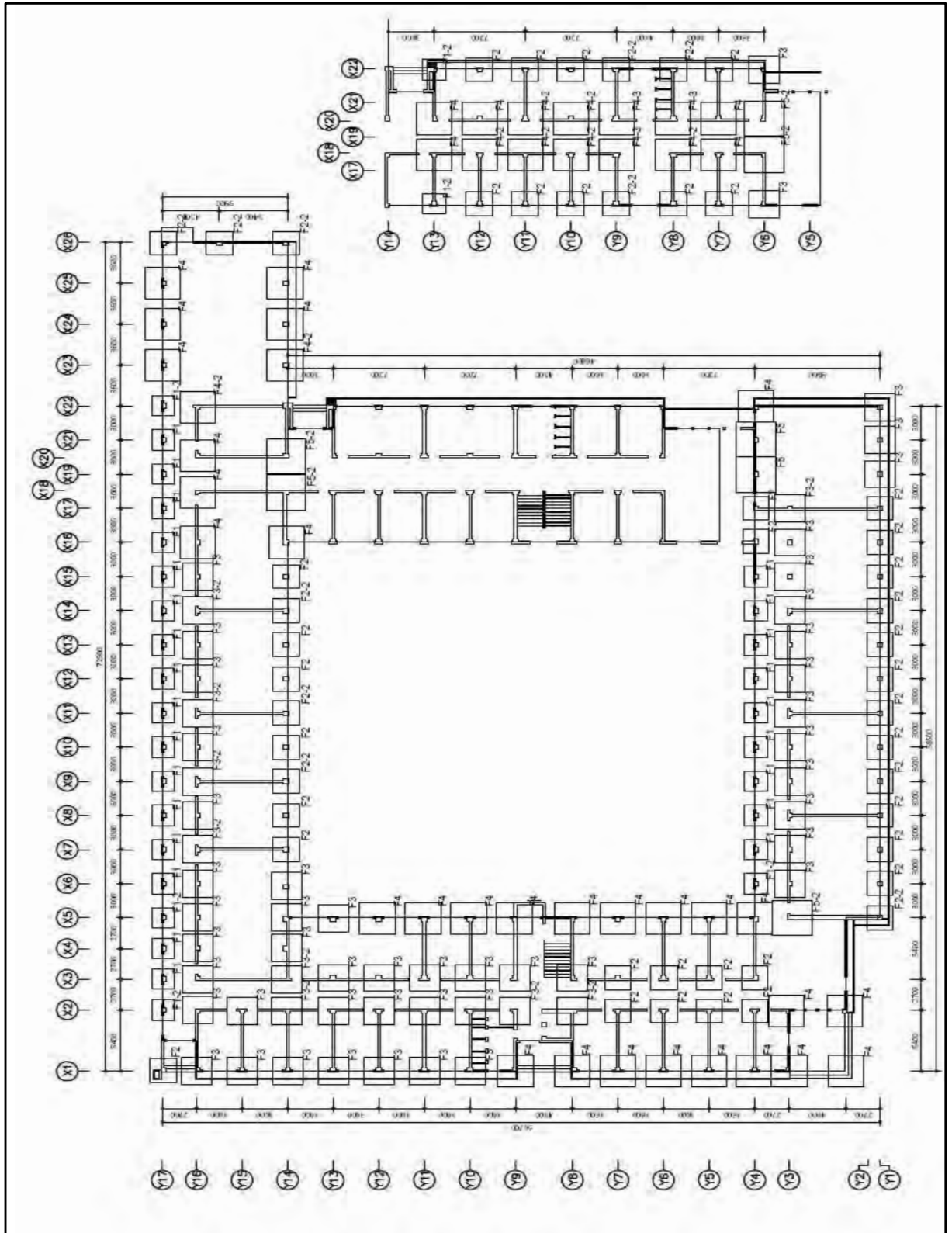
• 3층 보강위치도 •



• 2층 보강위치도 •



• 1층 보강위치도



• 기초 배치도



### 5.3 유지관리 방안

본 과업 대상구조물인 서울대학교 수원캠퍼스 종합관(6동)에 대한 정밀안전진단을 통해 보수·보강이 요구되거나 정기적인 관찰 및 유지관리가 요구되는 사항은 다음과 같다.

- (1) 현재 상태에 대한 보강방안은 현재 상태로 대상시설물을 사용할 경우에 우선적으로 보강조치가 진행되어야 하며, 리모델링에 대한 보강방안은 현재의 계획도면에 준하여 리모델링을 실시할 경우 보강조치가 선행되어야 한다. 단, 리모델링 계획안이 변경될 경우에는 별도의 안전진단이나 구조설계를 통하여 보강방안의 보완이 필요하고, 추후 리모델링 공사시에는 지반조사 및 기초조사 등을 수반한 안전진단이 선행되어야 할 것으로 판단된다.
- (2) 각 부재에 발생한 균열에 대해서는 균열폭 및 종류에 따른 적절한 보수를 실시함으로써 구조안전성 및 내구성을 확보하고 보수된 부위에 대해서는 추후 점검 및 진단시 재균열 여부를 파악, 지속적인 유지관리가 요구된다.
  - 구조체 균열 0.2mm이하 : 표면처리
  - 구조체 균열 0.3mm이상 : 주입처리
  - 이질재접합부 균열 : 충전식보수
- (3) 각 부재에 발생한 도장 들뜸 및 박락 및 백태에 대해서는 바탕면 표면처리를 실시하여 장기적인 내구성 확보가 요구된다.
  - 도장 박리/박락 : 도장보수
  - 누수흔적, 백태 : 바탕면 표면처리
- (4) 각 부재에 발생한 단면결손 및 철근부식에 대해서는 철근방청 및 단면복구 등의 적절한 보수를 실시함으로써 구조안전성 및 내구성을 확보하고 보수된 부위에 대해서는 추후 점검 및 진단시 재발생 여부를 파악, 지속적인 유지관리가 요구된다.
  - 단면결손 : 표면치핑 후 단면복구
  - 철근노출/부식 : 녹제거 및 철근방청
- (5) 경미한 손상 및 비구조체 손상에 대해서는 대부분 경년증가 및 노후화로 인해 발생한 손상으로 관리주체의 적절한 보수조치 및 유지관리가 요구된다.
- (6) 건물을 보다 체계적으로 유지하기 위하여 필요한 다음 서류를 보관하여야 한다.
  - ① 각종 도면 : 평면도, 입면도, 단면도, 상세도, 구조도, 보수·보강 설계도면 등
  - ② 사진 : 건물전경, 주요 결함, 보수·보강 시공사진 및 유지관리에 관련된 사진
  - ③ 자재의 품질시험 및 성적서 : 보수·보강공사 시 사용된 자재 및 각종 진단을 위하여 건축에서 채취한 시료의 성능 시험 성적서, 지질조사 보고서 등
  - ④ 보수·보강이력 : 공사명, 기간, 개요, 시공자, 비용, 작업일지 등을 기록한다.
  - ⑤ 각종 하자 기록 : 하자 명칭, 날짜, 개요, 손상상태, 긴급조치 사항, 조치결과 등을 기록하여야 한다.
  - ⑥ 점검 및 진단 이력 : 종류, 기간, 주요 점검내용, 안전성 등급, 시행기관, 책임기술자 등을 명기한다.
  - ⑦ 상태 및 안전성 평가기록 : 전반적인 건축물의 상태와 내하력 평가에 관련된 기록

## 제6장 종합결론

---

- 6.1 외관조사 결과
- 6.2 재료시험 및 측정결과
- 6.3 구조검토
- 6.4 상태 및 안전성 종합평가
- 6.5 보수·보강 및 유지관리
- 6.6 종합결론

## 제6장 종합결론

### 6.1 외관조사 결과

구조체에 건조수축에 의한 균열 및 습식균열, 콘크리트 재료분리, 백태 등의 손상이 장기간의 방치로 인해 확장된 것으로 조사되었고, 내/외부 비구조체인 조적벽체에도 다수의 균열 및 이격이 발생된 것으로 확인됨.

### 6.2 재료시험 및 측정결과

#### 6.2.1 콘크리트 강도조사

일부 부재의 압축강도가 설계기준강도( $f_{ck}=18.0\text{MPa}$ )를 초과한 상태임

구 분	반발경도법
기 동	25.1 MPa
보	28.9 MPa
슬래브	31.0 MPa

#### 6.2.2 철근배근 탐사결과

철근배근 탐사결과, 기동 및 보, 슬래브의 배근개수 및 간격은 설계도서가 없어 비교 검토는 불가능한 상태로 철근탐사를 통해 측정된 배근개수 및 간격을 적용하여 구조검토를 실시하였다. 또한, 피복두께는 대체적으로 양호한 것으로 측정되었다.

#### 6.2.3 탄산화 시험결과

탄산화 깊이 측정결과 5.14~14.07mm로 측정된 9개 부재에서 탄산화 평가등급이 a등급 3개소, b등급 5개소, c등급 1개소로 평가되었으며, 경과년수 58년을 기준으로 탄산화속도 계수(A)를 산정하여 잔존수명을 예측한 결과 모두 100년 이상으로 시설물의 경과년수 약 58년을 감안하면 상당히 양호한 것으로 평가되었다.

### 6.2.4 철근부식도 측정결과

육안검사에 의한 철근부식도 측정결과, 시험 측정치가 a등급(녹이 발생하지 않았거나 약간의 점녹이 발생한 상태)으로 평가되고 탄산화 시험결과도 양호하여 철근부식은 진행되지 않은 양호한 상태로 평가되었다.

### 6.2.5 부재제원 조사결과

콘크리트 단면제원 조사결과, 측정된 부재(기둥 21개소, 보 21개소, 슬래브 1개소)에 설계도면이 없어 실측치와 비교·평가는 불가능한 상태로 실측치를 기준으로 구조검토시 적용하였다.

### 6.2.6 변위 조사결과

#### 1) 기울기

수평변위 조사결과 a등급 3개소, c등급 4개소, d등급 1개소, e등급 1개소로 평가되었다. 조사결과를 분석한 결과, 변위량이 e등급(1/113), d등급(1/247)으로 나타난 2, 4번 측정점 2개소의 외벽상태와 인접지반에서 지반침하와 관련된 특이할 만한 결함이 조사되지 않았고, 현장 확인 결과 외벽 수직도 불량으로 인한 시공오차가 있는 상태로 현재 조사된 변위로 인한 구조적 문제점을 우려할 만한 현상은 아닌 것으로 판단된다.

#### 2) 부동침하

1층 슬래브에서 부동침하 조사를 실시한 결과, 크고 작은 변위량이 최대 42.0mm까지 차이가 나는 상태로 조사되었으며, 구간별 c~e등급이 다수 측정되었다.

해당 부재의 표면상태는 침하/처짐 등으로 인한 균열 등의 결함을 확인할 수 없고 장기간 방치로 인한 결함(철근노출 및 부식, 마감탈락 등)만이 확인되고 있으므로 발생한 편차는 시공당시 거푸집의 평활도 불량 등에 기인한 것으로 판단된다.

## 6.3 구조검토

### 1) 현재 상태의 구조검토 결과

- ① 슬래브와 기둥의 모든 부재에서 연직하중 대해 소요강도가 부재강도 내에 있어 구조안전성을 확보하고 있는 것으로 검토됨.
- ② 기존구조물 보의 2G12, 3G12, 3G21, 2G21, 2B1 보에서 소요강도와 부재강도의 비가 1.14~1.86로 내력(휨 모멘트)이 부족한 것으로 검토되어 탄소 섬유 보강안을 제시함

2) 리모델링 후의 구조검토 결과

- ① 리모델링 후의 슬래브 및 보는 도서관 서고 및 전시장등의 실용도 변경으로 인한 하중 증가가 1958년 준공 당시 대비 활하중의 값이 약 2.5~3배 이상으로 상향 되어 약 70~80%의 슬래브에 대하여 보강이 필요한 것으로 검토되어 이에 대하여 탄소섬유보강 방안을 제시함
- ② 리모델링 후의 기둥은 도서관 서고 및 전시장등의 실용도 변경으로 인한 하중 증가가 1958년 준공 당시 대비 활하중의 값이 약 2.5~3배 이상으로 상향 되어 약 60~70%의 기둥에 대하여 보강이 필요한 것으로 검토되어 이에 대해 철판 보강 및 단면 증설을 통한 보강안을 제시함

6.4 상태 및 안전성 종합평가

층	안전성 / 상태									기울기 및 침하
		기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브	테두리보	접합부	종합	
1층 (1층 ~ 1층)	안전성	-	-	-	-	1.00	-	-	1.00(A)	5.00(C)
	상태	-	-	-	-	3.00	-	-	3.00(B)	
	종합	-	-	-	-	2.40	-	-	2.40(B)	
2층 (2층 ~ 2층)	안전성	-	-	-	-	1.00	9.00	-	6.60(D)	
	상태	-	-	-	-	3.00	-	-	3.00(B)	
	종합	-	-	-	-	2.40	9.00	-	6.24(D)	
3층 (3층 ~ 3층)	안전성	-	-	-	-	1.00	9.00	-	6.60(D)	
	상태	-	-	-	-	3.00	-	-	3.00(B)	
	종합	-	-	-	-	2.40	9.00	-	6.24(D)	
최종결과	안정성평가:4.81(C등급) 상태평가:3.00(B등급) 종합평가:4.90(C등급)									

### 6.5 보수·보강 및 유지관리

#### 6.5.1 보수물량 및 우선순위

손상현황		보수 방안	손상물량	보수물량	할증율	우선순위
균 열	0.2mm 이하	주입보수	81.2m	89.32m	20%	
누수흔적		유지관리	484.07㎡	532.4㎡	20%	
단면결손			25.16㎡	27.68㎡	20%	
단면손상			1.69㎡	1.86㎡	20%	
단면파손			0.44㎡	0.48㎡	20%	
단면탈락			0.12㎡	0.13㎡	20%	
도장탈락		바탕면 표면처리	41.41㎡	45.55㎡	20%	
마감균열			942.15m	1036.37m	20%	
마감들뜸			31.8㎡	34.98㎡	20%	
마감손상			0.012㎡	0.01㎡	20%	
마감탈락			350.5㎡	385.55㎡	20%	
망상균열			24.45㎡	26.90㎡	20%	
습식균열			53.3m	58.63m	20%	
이질재 접합부 균열		충전보수	50.5m	55.55m	20%	
오염			156.3㎡	171.93㎡	20%	
우수관부식		바탕면 표면처리	2EA	3EA	20%	
유리창파손			12EA	14EA	20%	
조적벽균열			193.8m	213.18m	20%	
줄눈균열			720m	792.00m	20%	
철근노출			54m	59.40m	20%	
철근탈락			2.4m	2.64m	20%	
철문부식			2EA	3EA	20%	
철물부식			1.7㎡	1.87㎡	20%	3순위

※보수물량은 손상물량의 10%의 할증율을 계산함

### 6.5.2 보강 방안

#### 1) 현재 상태에 대한 보강방안

- 보 보강 : 탄소섬유 보강(지상2층, 지상3층 내력부족부위)

#### 2) 리모델링 계획안에 따른 보강방안

- 슬래브 보강 : 탄소섬유 보강(지상2층, 지상3층 내력부족부위)
- 보 보강 : 철판보강 또는 탄소섬유 보강(지상2층, 지상3층 내력부족부위)
- 기둥 보강 : 철판보강 또는 단면증타(지상1층, 지상2층, 지상3층 내력부족부위)

### 6.5.3 유지관리 방안

- 현재 상태에 대한 보강방안은 현재 상태로 대상시설물을 사용할 경우에 우선적으로 보강조치가 진행되어야 하며, 리모델링에 대한 보강방안은 현재의 계획도면에 준하여 리모델링을 실시할 경우 보강조치가 선행되어야 함. 단, 리모델링 계획안이 변경될 경우에는 별도의 안전진단이나 구조설계를 통하여 보강방안의 보완이 필요하고, 추후 리모델링 공사시에는 지반조사 및 기초조사 등을 수반한 안전진단이 선행되어야 함
- 비구조체에서 발생한 조적벽체의 균열과 이질재 접합부 이격, 도장박락 및 백태 등 손상에 대해서는 손상의 종류에 따른 적절한 보수를 실시함으로써 구조안전성 및 내구성을 확보하고 보수된 부위에 대해서는 추후 리모델링 공사 착공시 발생결함에 대한 보수조치가 요구됨
- 외벽 도장박락 및 들뜸, 백태, 미장균열 등 노후화에 의한 손상이 조사되어 도장보수, 표면처리 등의 보수를 실시하여 장기적인 내구성을 확보해야함

## 6.6 종합결론

서울대 수원캠퍼스 종합관(6동)은 외관조사 결과 구조체에 건조수축에 의한 균열 및 습식균열, 콘크리트 재료분리, 백태 등의 손상이 장기간의 방치로 인해 확장된 것으로 조사되어 손상 종류에 따른 적절한 보수가 필요하다. 또한, 내/외부 비구조체인 조적벽체에도 다수의 균열 및 이격이 조사되어 충전공법에 의한 보수가 요구된다.

현장 재료시험 결과 부재단면치수, 철근배근, 콘크리트강도의 부재제원은 대상시설물의 설계도면이 유실되어 비교/분석을 수행할 수 없으므로 현장조사결과를 구조해석에 반영할 수 있도록 하였고, 콘크리트 중성화 및 철근부식에 대한 상태는 시설물의 경과년수 58년을 감안하면 양호한 상태로 판단된다.

수평변위 조사결과 a등급 3개소, c등급 4개소, d등급 1개소, e등급 1개소로 평가되었다. 변위량이 e등급(1/113), d등급(1/247)으로 나타난 측점 2개소의 외벽상태와 인접지반에서는 지반침하와 관련 된 특이할 만한 결함이 조사되지 않고 있으므로 현재 조사된 변위로 인한 구조적 문제점을 우려할 만한 현상은 아닌 것으로 판단된다. 최하층 천정 슬래브에서 수직변위 조사를 실시한 결과, 크고 작은변위량이 최대 42.0mm까지 차이가 나는 상태로 조사되었으나 변위값의 방향성이 처짐양상과는 반대의 방향으로, 해당 부재의 표면상태는 침하/처짐 등으로 인한 균열 등의 결함을 확인할 수 없으므로 발생된 편차는 시공당시 거푸집의 평활도 불량 등에 기인한 것으로 판단된다.

시설물의 현재상태에 대한 구조해석 결과, 일부 보부재(2G12, 3G12, 3G21, 2G21, 2B1)에서 내력이 부족한 것으로 분석되어 탄소섬유 보강방안을 제시하였다. 리모델링 계획에 따른 구조해석 결과, 일부구간의 수직중축, 구조설계기준의 변경 등으로 슬래브/보/기둥의 내력이 부족한 것으로 분석되어 탄소섬유, 철판보강, 단면증타의 보강방안을 제시하였다.

구조물에 대한 외관조사, 재료시험 및 측정, 구조해석 등을 실시하여 종합적인 안전등급 판정결과 본 과업대상물인 서울대 수원캠퍼스 종합관(6동)의 현재 상태에서의 안전등급은 “C등급(4.90)” 으로 평가되었다.