

碩士學位請求論文

2013學年度



建築物의 構造安全性 鑑定の
最適化方案에 관한 研究

- 事例研究를 中心으로 -

A Study on Optimal Methods of Court
Appraisals in the Structural Safety for
Construction Works

光云大學校 建設法務大學院

建設法務私法專攻

林 承 烈



建築物의 構造安全性 鑑定의
最適化方案에 관한 研究

- 事例研究를 中心으로 -

A Study on Optimal Methods of Court
Appraisals in the Structural Safety for
Construction Works

指導教授 朴 相 烈

이 論文을 法學 碩士學位論文으로 提出함.

2013年 12月

光云大學校 建設法務大學院

建設法務私法專攻

林 承 烈



林承烈의 法學 碩士學位論文을 認准함

審查委員長 _____ 印

審 查 委 員 _____ 印

審 查 委 員 _____ 印

光云大學校 建設法務大學院

2013年 12月



감사의 글

2년 전 입학 초부터 인생의 늦다면 늦은 시기에 시작한 학업에 부담을 많이 느끼고 시작했지만 그동안 범학기초를 담당해주신 교수님들과 건설 분쟁 담당 교수님들의 열성적인 강의를 통하여 어느덧 졸업 시점이 되었습니다.

앞서나간 선배님들과 11기동기님 들과의 끈끈한 협력과 서로를 격려하는 가운데 수업과 해외여행, 2013년 봄 학기 전 동문 체육대회, 후반기 건설 분쟁·감정 포럼 등을 치루면서 수업의 연속이 강의실과 행사 등을 통하여 이루어진 것이 참으로 좋은 경험이 되었습니다.

무엇보다도 마지막으로 거쳐야할 논문을 준비하기까지 망설임과 주저함과 할 수 있을까 하는 반신반의 하는 가운데 시작하였으나 박상열 교수님과 선배님들의 좋은 조언을 통하여 부족하나마 결실을 맺게되어 감사를 드립니다.

여기에 이르기 까지 부족한 저와 함께하신 하나님께 감사드리며 하늘에 계신 부모님들과 아내인 박문숙 여사의 헌신적인 내조에 감사드립니다.

또한 그동안 기도해주시고 사랑해주신 임재열 형님, 형수님 임안자 누님, 매형과 형제들, 예은과 모세 자녀들과 양마가, 안나 목사님들 김모세, 인원목자님들과 평신도목자님들, 또한 논문이 있기 까지 도와주신 회사의 박진석 대리 및 직원들께 감사의 마음을 전합니다.

2013년 12월 쌀쌀한 겨울날

임 승 열



국문 요약

建築物의 構造安全性 鑑定의 最適化方案에 관한 研究

본 연구의 범위는 최근 건설 분쟁의 쟁점이 되고 있는 APT 하자감정 및 일반건물의 하자 감정 중 건축물의 구조안전성 관련 감정 사례를 분석·검토 하고 법적인 문제점을 고찰한 후 가장 합리적인 감정방안을 제시하는데 있다.

이를 위해서 건축물의 구조안전성관련 분야에 대하여 공학적 원리를 고찰하고 이에 따른 적절한 보수·보강공법을 조사·분석하여 공정한 적정 배상비용을 산출하는 방법을 모색하고자 한다.

위와 같은 연구 목적을 이루기 위하여 제 2장 건축물의 구조안전성관련 소송건의 구조안전성분야의 개념 및 하자의 법적 책임관계의 개요를 설명하였다.

제 3장 건축물의 구조안전성 관련 감정 사례의 분석·검토편에서는 구체적인 구조물의 구조안전성 하자과 인근 공사로 인한 구조물의 구조적인 손상 등에 의한 구조안전성감정 사례를 조사하여 감정의 문제점을 발췌하고 그에 따른 해결책을 모색하고자 하였다.

제 4장 구조 안전성 분야 최적화 보수·보강 방안 제시 편에서는 국내 구조안전관련 구조체의 보수·보강 및 기초지반의 보강 기술에 대한 최신기술을 조사 분석·검토 하여 다양한 방법을 제시함으로써 최적의 감정금액을 산정키 위한 방안을 모색코자 하였다.

제 5장 결론 편에서는 본 연구의 결과를 요약한바, 건축물의 구조 안전성 관련 감정건의 주요 문제점인 건물의 구조 안전성 감정의 접근과 해결책 제시가 어렵다는 점과 감정의 보수·보강 금액의 산정시



합리적이고, 공정한 금액 제시 방안이 어려운 점을 해결코자 그에 따른 방안을 제시코자 하였다.

이는 궁극적으로 건축물의 구조 안전성 측면의 분쟁·소송시 가장 공정하고, 합리적인 판결이 이루어지기 위한 사회적 기초가 되기 위함이 그 목적이다.



ABSTRACT

A Study on Optimal Methods of Court Appraisals in the Structural Safety for Construction Works

Lim, Seung Yul

Major in Private Law

Graduate School of Construction Law

Kwangwoon University

The scope of the present research is to first analyze cases of the structural Safety for construction works after considering problems of the legal remedy

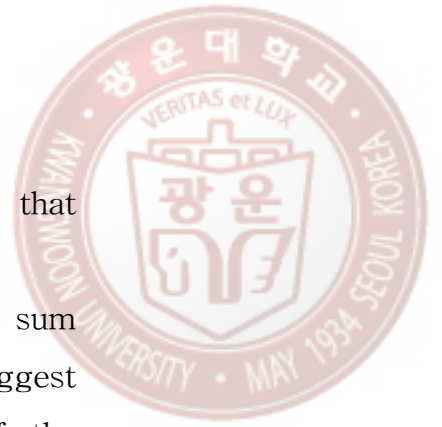
For this, the present research aims to seek a calculation method of fair aid proper compensation costs after surveying and analyzing the latest engineering principles of the structural safety for construction works.

For the research as above,

The chapter2 : This study investigated the legal outline that related about the dispute cases of defects and the structural safety for construction works

The chapter3 : This study considers the problems and solutions of the court Appraisals of structural Safety through investigation of those the court Appraisals cases.

The chapter4 : This study proposed construction costs for proper repair and reinforcing applied with the latest technology



by surveying a repair and reinforcing construction Method that is being domestically executed.

The meaning and results of the present research were summarized in the conclusion of the chapter 5, and this study aimed to suggest the solution Methods for the proper court Appraisals of the structural safety and the proper repair reinforcing costs that applied with the latest New Technology.

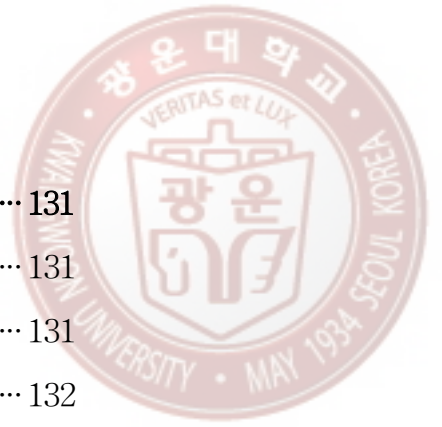


목 차

감사의 글	i
국문요약	iii
ABSTRACT	v
목 차	vii
그림 목차	x
사진 목차	xii
표 목차	xii
제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구의 배경 및 목적	1
제 2 절 연구의 범위 및 방법	3
제 2 장 건축물 구조안전성 개념과 하자	4
제 1 절 건축물의 구조안전성 개념	4
제 2 절 구조안전성 하자	5
1. 경화전 콘크리트 균열 하자	5
2. 경화된 콘크리트의 균열	6
3. 균열의 평가	9
4. 구조물별 균열 형상의 특징	13
5. 매입된 철근의 부식	15
6. 균열 형상에 따른 원인 추정	18
제 3 절 하자소송의 책임	26



1. 건축물의 하자의 개념	26
2. 건축물의 하자 담보 책임	27
3. 구조안전성 관련 하자소송의 주요쟁점	35
제 3 장 건축물의 구조안전성 감정사례의 분석	36
제 1 절 사건 A:부평오피스텔 건물 구조안전성 감정사례	36
1. 감정내용	36
2. 사안의 개요	66
3. 판결요지	67
4. 평석	67
제 2 절 사건 B:창동아파트 건물 구조안전성 감정사례	68
1. 감정내용	68
2. 사안의 개요	97
3. 판결요지	98
4. 평석	98
제 3 절 사건 C:서교동 주택 및 근생건물 구조안전성 감정사례	99
1. 감정내용	99
2. 사안의 개요	123
3. 판결요지	124
4. 평석	124
제 4 절 구조안전성관련 감정사례 분석	126
1. 사건별 감정사례 내용 요약	126
2. 감정사례 분석	127

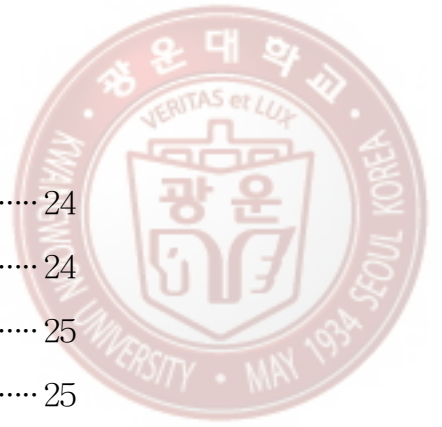


제 4 장	건축물의 구조안전성 보수·보강 방안	131
제 1 절	철 균열보수부위 표면처리공법	131
1.	표면처리공법(보수)	131
2.	충진공법(보수)	132
제 2 절	철 균열보수부위 주입공법	134
1.	주입공법	134
제 3 절	철 구조체 보강공법	136
1.	강관접착 보수공법	136
2.	보강섬유 공법	137
3.	프리스트레싱 공법(보강)	139
4.	교체 공법(교체)	140
5.	앵커 공법(보수·보강)	141
6.	보강형 증설공법(보강, 교체)	142
제 4 절	철 구조체의 내진성능 향상 보강 공법 특성 비교	144
제 5 절	철 차수 및 지반 보강 공법	151
1.	약액 주입공법	151
2.	압력 분사공법	154
3.	기초 지반 공법	158
4.	기타 지반보강 공법	161
제 5 장	결론	165
참 고 문 헌		168



그림 목 차

[그림 2.1] 압축재의 균열	9
[그림 2.2] 보의 균열 현황	10
[그림 2.3] 수평력에 의한 균열	11
[그림 2.4] 염화물의 침투에 의한 철근의 부식	16
[그림 2.5] 염화물의 혼입에 의한 철근의 부식	16
[그림 2.6] 철근의 부식과 균열	17
[그림 2.7] 바닥스라브 휨 균열	18
[그림 2.8] 개구부 균열	18
[그림 2.9] 모서리 스라브 균열	19
[그림 2.10] 침하균열	19
[그림 2.11] 건조균열	19
[그림 2.12] 보의 균열-1	20
[그림 2.13] 보의 균열-2	20
[그림 2.14] 보 철근을 따라서 생기는 균열	20
[그림 2.15] 기둥주부 주각부 균열	21
[그림 2.16] 기둥 전단균열	21
[그림 2.17] 기둥전체 균열	22
[그림 2.18] 벽면 부위 수축 균열	22
[그림 2.19] 벽면 부위 전단 균열	23
[그림 2.20] 벽면 부위 전체 균열	23
[그림 2.21] 시공상 발생한 균열	24



[그림 2.22] 건조수축에 의한 균열 24

[그림 2.23] 부등 침하로 인한 균열 24

[그림 2.24] 압밀침하로 인한 균열 25

[그림 2.25] 이질기초로 인한 균열 25



사 진 목 차

[사진 2.1] 보의 전단균열 14

표 목 차

[표 2.1] 건물의 균열폭 제한(대한토목학회 기준임) 12

[표 2.2] ACI224R-80의 구조허용 균열 폭 12

[표 2.3] 각국의 허용균열 폭 12

[표 2.4] 법령별 하자 담보 책임 조문 비교 27

[표 2.5] 시설공사별 하자담보책임기간 29

[표 2.6] 하자담보책임의 법적 비교 31

[표 2.7] 하자담보책임의 도해 34



제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경 및 목적

건설분야의 감정에 있어서 최근 공동주택의 하자감정 및 일반 건축물의 구조 안전성 감정문제가 대두되어 구조안전성을 포함한 감정을 실시하는 경우가 잦아지고 있다.

APT 하자감정에서도 철근CON'C 구조체의 구조적인 균열문제, 철근부족, 기초의 부력에 대한 내력부족 등의 현상 및 내진구조 안전에 대한 부족 등의 구조적 안전성에 대한 감정 사례가 대두되고 있고 일반 건물의 구조체의 변형, 내하력의 부족 등의 구조안전성 문제도 마찬가지로 현상이다.

또한 대형건물 공사시 터파기 공사 및 흙막이 공사의 부실로 인한 인근건물의 침하, 균열, 탈락, 변형, 붕괴 등의 현상에 의한 인접건물의 구조안전성 감정건들도 상당수 발생되고 있다.

이러한 건설 분쟁소송건의 감정에 있어서 구조안전성에 대한 감정분야의 문제점들을 제기하고자 한다.

첫째는 건설 분쟁 감정분야의 구조안전성 감정에 어려움이 있다.

건설감정분야는 대부분 공사로 인한 발주처와 도급자간 공사비 문제가 대두되어 공사비 감정이 주류를 이루고 있는 가운데 최근에는 공동주택하자감정이 많이 발생되어 건축마감, 구조부위의 일반 하자, 조경, 기계설비, 전기설비 등의 하자뿐만 아니라 특수한 구조상태의 강도, 철근배근상태 및 기초부력의 안전, 내진 구조안전상태의 감정 등이 다수 발생되고 있다.



또한 구조적인 문제에 의하여 구조체의 손상상태에 대한 구조 안전성의 감정문제가 뒤따르고, 설계 및 시공 부실에 의한 건물의 내구성저하 등의 발생시도 그렇다. 뿐만 아니라 건물주변 인근 공사시 흙막이, 터파기 등의 작업으로 인한 피해로 인하여 건물 구조체의 안전에 이상이 발생 되었을시 구조안전에 대한 감정이 이루어져야한다.

이러한 구조안전 감정이 대두 되었을시 대부분 감정인들은 건축사, 건축기술사들이 담당하게 되는데 대부분 건축 설계사무소, 시공사에 근무했던 건축사 및 기술사들이 접근하기 어려운 분야이다.

단순한 하자부분에 대한 공사비, 기성고에 대한 공사비 감정 등의 사례는 많이 있으나 건물의 구조 안전성에 대한 감정은 많지 않고 실제 전담하는 감정인이 많지 않을뿐더러 이분야가 감정의 일부분에 속하여 감정이 진행되기 때문에 특수감정분야로 딱히 나오지도 않고 있다. 그래서 건축 감정인이면 가능할 수 있는 건축분야의 구조안전성 안전진단기법을 적용한 감정방법의 연구가 필요한 상태이다.

둘째는 구조안전성 감정에 의한 공사비산정위한 보수·보강 공법의 적용에 어려움이 있다. 건물별, 또는 감정신청원인에 의한 구조 안전성에 대하여 구조안전진단기법을 적용한 감정의 공사비 산정을 위한 공법을 적용시 진단기법에 의한 건물의 문제점 발취가 가장 중요한 상태에서 정확한 문제점과약에 어려움이 있다.

또한 문제점 파악뿐만 아니라 그에 따른 합리적인 공법적용이 우선 되어야 하는 가운데 공법의 정확성, 공사비의 적절함 등을 제시하는데 어려움이 있다.

따라서 본 연구에서는 최근 건설 감정분야에서 자주 대두되고 있는 구조 안전성 감정분야의 적절한 해결책을 위한 감정시 구조안전



성진단기법을 적용하여, 그에 따른 최적의 공사비 감정이 되기 위한 보수·보강공법의 연구를 통하여 건설 분야 감정의 보다 발전된 방안을 모색하고자 한다.

제 2 절 연구의 범위 및 방법

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 건축물의 구조안전성분야의 과학적인 접근을 위하여 건축법규, 학계논문, 기술학술이론 등을 분석하고, 검토하며 건설 분쟁의 실제 감정사례를 조사 하였고, 또한 판례조사를 통하여 판례동향분석 및 실제 적용상태 등을 조사 하였다.

구조안전성분야의 법적소송이 발생하는 하자의 법적개념 및 책임관계에 대한 법적자료 및 실무중심의 하자관련 국내·외 서적 및 논문 등의 자료를 조사하였다.

구조안전성감정의 최적화 방안 연구를 위하여 국내·외 구조안전성 관련 전문시공업체 및 연구소의 자료조사를 실시하여 그에 따른 적절한 보수·보강방안 및 공사금액에 대한 최적화 방안을 모색코자하였다.

건설공사의 광범위한 분야 중 건축물의 구조안전성분야의 감정의 특화된 상태에서 하자소송으로 발전되는 상황에 대한 조사 및 연구·검토 등을 통하여 최적화 감정방안을 연구하는데 그 목적을 두었다.



제 2 장 건축물의 구조안전성 개념과 하자

제 1 절 건축물의 구조안전성 개념

건축물은 구조양식상 조적식구조, 목구조와 철골구조 같은 가구식구조, 철근 CON'C조와 같은 일체식 구조등으로 이루어지며, 이와 같은 구조형식 중 가장 근간이 되는 구조부위를 주요 구조부라 하며 법적으로 건축법 제 2조 1항 제 7호에는 “주요 구조부란 내력벽, 기둥, 바닥, 보, 지붕틀 및 주계단을 말한다. 다만 사이기둥, 최하층 바닥, 작은 보, 차양, 옥외계단, 그 밖에 이와 유사한 것으로 건축물의 구조상 중요하지 아니한 부분은 제외 한다”고 규정되어 있다.

건축물의 구조내력에 관한 기준 등에 관한 규칙¹⁾ 제 3조 제 1호에는 구조 내력상 주요한 부분으로는 기초, 기둥, 벽, 바닥면, 보, 지붕틀, 토대, 사재가 포함된다 라고 되어 있다.

건축물의 구조안전성이란 건축물의 주요구조부위의 구조상태가 건물 내·외부에서 오는 힘에 의하여 안전한 구조이어야 한다는 개념으로서 건축법 제 48조의 ①항은 건축물은 고정하중, 적재하중, 적설하중, 풍압, 지진 그 밖의 진동 및 충격 등에 대하여 안전한 구조를 가져야한다고 되어있고 상기 법의 ②항은 제 11조 제 ①항에 따른 건축물을 건축하거나 대수선하는 경우에는 대통령으로 정하는 바에 따라 구조의 안전을 확인 하여야 한다라고 하며, 상기 법의 ③항은 제 ①항에 따른 구조내력의 기준과 구조 계산 방법등에 관하여 필요한 사항을 국토해양부 령으로 정한다고 되어 구조안전성

1) 건설교통부(현 국토교통부) 고시 제 1997-378호, (1997,11,25)



의 개념을 규정하고 있다. 이에 따른 상기 건축법 제 48조에 의한 구조체의 구조안전의 확인 대상 건축물은 건축법 시행령 제 32조에서 층수가 3층 이상인 건축물, 연면적 1,000㎡ 이상인 건축물, 높이가 13m 이상인 건축물, 처마높이가 9m 이상인 건축물, 기둥과 기둥사이의 거리가 10m 이상인 건축물 등으로 규정하고 있어 이러한 건축물을 구조안전 확인대상물로 적시하고 있다.

제2절 구조안전성 하자2)

상기 제1절에서 밝힌바와 같이 건축물의 구조안전성은 건축물의 주요구조 부위의 안전성을 확보하여야 하는 기본 범위를 규정하고 있는 만큼 구조안전성의 확보가 이뤄지지 않는 하자가 발생시 그에 따른 소송 및 분쟁이 다반사로 발생되고 있다. 다음은 최근에 가장 많이 발생되고 있는 공동주택인 아파트 건물 구조인 철근 CON'C 조(Reinforcing Concrete조 : 이하 R.C조라 함.)를 중심한 구조안전성 하자현상을 살펴본다.

1. 경화전 콘크리트 균열 하자

1) 가소성 수축균열

바닥, 슬래브 등 표면적이 넓은 부재에 타설된 콘크리트에 건조한 외기나 바람, 고온 등으로 수분의 블리딩율보다 수분증발율이 빠르게 일어나는 경우 표면 유동성이 작아 인장강도가 없기 때문에 가소성 수축균열을 일으키며 방지대책으로는 거푸집과 골재를 습윤

2) 행정자치부(현 안전행정부) 건축물안전점검표준 매뉴얼 85~110면,(2000.11)



상태로 하고, 바람과 햇볕을 막을 수 있는 차폐시설을 임시로 설치하며, 골재와 혼합수를 차게하여 타설되는 콘크리트의 온도를 낮춘다. 또한 콘크리트 치기와 마감이 지연되는 경우 폴리에틸렌 막 등으로 콘크리트의 표면을 덮고, 콘크리트의 타설 후 가급적 빨리 양생을 시작한다.

2) 침하균열

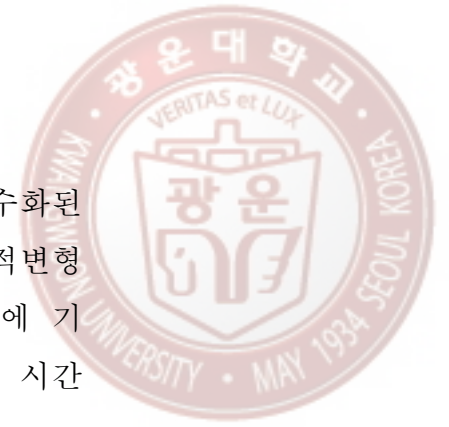
콘크리트 타설직후 재료 비중의 차이에 따라서 블리딩이 생기고 비중이 큰 재료는 블리딩에 상당하는 침하를 일으키며, 철근, 골재, 거푸집 등에 따라 부분적으로 침하가 지장을 받으면 콘크리트 윗면에 균열이 발생하므로 이에 방지대책으로 적절한 거푸집의 설계가 필요하고, 적절한 진동 및 다짐 시공과 가능한 한 낮은 슬럼프의 콘크리트를 사용하며, 가는 철근을 사용하는 것이 필요하다.

3) 수화열에 의한 균열

수화열에 의하여 콘크리트 내부의 온도가 높아지면 대기중으로 열을 방출하면서 부재 중앙부와 표면의 온도차이로 온도 응력이 콘크리트 인장강도보다 큰 경우에 균열이 발생하므로 이에 방지대책으로는 발열량이 낮은 시멘트를 사용하고 단위 시멘트량을 줄이며, 골재의 혼합수를 차게하고, 부재표면이 냉각되지 않도록 하며, 직사일광이나 야간에 급냉되는 것을 피한다.

2. 경화된 콘크리트의 균열

1) 건조수축에 의한 균열(일교차 등 주로 습도에 의해 영향을 받음)



콘크리트 균열의 약 80~90%이상을 차지하는 균열로서 수화된 시멘트에 흡착되었던 수분이 증발하여 콘크리트에 생기는 체적변형으로서 건조수축은 주로 콘크리트와 주위의 상대습도의 차이에 기인하는 것으로 콘크리트의 경화가 시작된 초기에 많이 생기며 시간의 경과에 따라 서서히 줄어든다.

건조수축은 치수가 작은 부재는 5년 정도, 큰 부재는 10년 이상 계속되나, 타설 후 1개월 이내에 전체 수축량의 35~50%, 1년 이내에 60~80% 진행되는 것으로 알려져 있다.

구조물 보에 비교적 규칙적인 간격으로 생기며 그 형상은 균열의 중앙부에서 폭이 넓고 상하 끝 부분에서 좁아진다. 균열 간격은 스티럽 간격에 일치하는 수가 많으며 균열폭은 0.1~0.3mm 정도이고, 방지대책으로는 물시멘트비를 작게하고 가능하면 굵은 골재를 많이 사용하고, 철근배근을 고르게 하고 온도 보강용 철근 배근하며, 필요한 경우에는 팽창용 혼화제나 시멘트를 사용할 것이다.

참고로 혼화제가 들어가지 않은 순수한 콘크리트(후레시콘크리트)의 건조수축 변형은 400~800마이크로 정도이고, 실레로 슬라브 길이 6m인 경우 수축량은 $6000 \times 600 \text{마이크로} \times 10^{-6} \text{mm} = 3.6 \text{mm}$ (1마이크로 : $1 \times 10^{-6} \text{mm}$) 정도이다.

2) 온도변화에 의한 체적변화

온도변화에 의한 체적변화로 콘크리트는 인장, 압축, 전단 등의 응력이 발생하여 균열, 박리, 변형 등이 발생하는 현상으로서 방지대책으로는 물시멘트비를 작게하고, 신축줄눈의 설치하며, 온도 보강용 철근배근을 실시한다.

실레로, 철근과 콘크리트의 열팽창계수(α)는 $0.00001/^\circ\text{C}$ 이며, 건물



길이($\ell = 100\text{m}$, 겨울최저온도 : -20°C , 여름최고기온 : 40°C)인 경우 총 균열폭($\Delta\ell$)은 $\ell = 100\text{m} \times 60 \times 0.00001 = 6\text{cm}$ 이다.

3) 응력에 의한 구조적 균열

철근콘크리트 구조물(RC조)에서 인장력을 받는 콘크리트는 인장한계 변형을 초월하면 균열이 발생하고. 과도한 재하하중, 기초의 침하, 근접 구조물의 시공에 의한 외력 등 설계하중 이외의 외력작용을 받으면 비교적 큰 균열이 발생하며, PC구조물에서도 시공불량, 정착불량 등에 따라 균열이 발생한다. 이중 휨모멘트에 의한 균열은 보 중앙부 등 휨모멘트가 큰 부분에서 인장력이 생하며, 처음은 비교적 규칙적인 간격으로 발생하지만, 응력이 증대하면 그 사이에 2차 균열이 발생하고, 일반적으로 최초의 균열은 스테럽 위치에서 발생하는 수가 많으며, 전단력에 의한 균열은 전단력에 수반하여 생기는 경우 지점부근 긴 방향에 대하여 45도 방향의 경사균열이 발생하고, 비틀림에 의한 균열은 지점의 경사 등에서 보에 비틀림이 작용하는 경우는 같은 방향에 비스듬한 균열이 발생한다.

4) 부적절한 시공에 의한 균열

혼화제의 불균일한 분산과 장시간 비비기, 펌프 압송시의 재료분리, 타설순서의 실수, 배근의 이동, 이음처리의 부정확, 거푸집의 변형, 누수 (거푸집이나 지반으로부터), 경화전의 진동과 재하, 초기 양생중의 급격한 건조, 급속한 타설, 거푸집의 조기제거, 불충분한 다짐, 철근의 피복두께 감소 등에 의하여 발생한다.

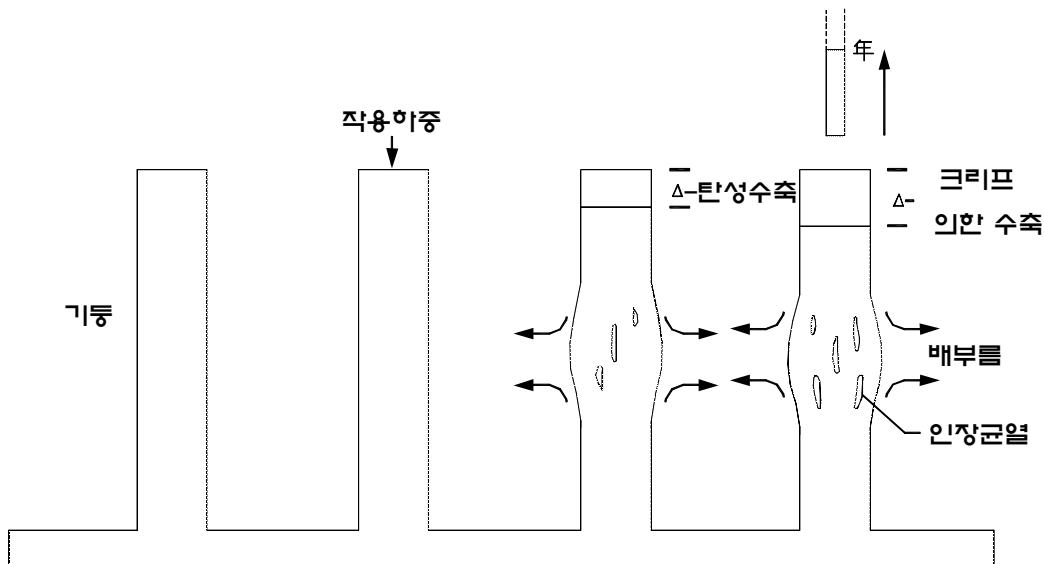
3. 균열의 평가

1) 구조내력의 부족에 의한 균열

(1) 압축균열

압축균열의 방향은 하중의 작용방향과 일치하고 압축재의 표면에 균열이 발생하였다는 것은 부재가 지지하기 어려운 압축응력으로 인하여 매우 불안정한 상태를 말하는 것으로 띠철근 기중에서는 매우 위험한 상태에 있다는 것을 암시한다.

[그림 2.1] 압축재의 균열



(2) 인장균열

인장응력 작용방향에 직각으로 발생하며 주로 보나 슬라브에 발생하는 것으로 인장 응력이 작용하며 이미 부재내에 있는 빈틈이나 미세한 균열에 응력이 집중되는데 인장력 작용방향이 직각방향으로



응력의 크기가 가장 크기 때문에 균열은 인장력 또는 인장응력에 직각방향으로 진전하게 된다. 균열의 폭은 인장철근의 응력, 피복두께 및 철근의 간격에 영향을 받는다. 일반적으로 휨 균열은 폭이 0.2mm 이상인 경우에는 휨 보강을 하는 것이 바람직하다. 0.2mm 미만이고 진행성이 아니면 보강이 필요없다.

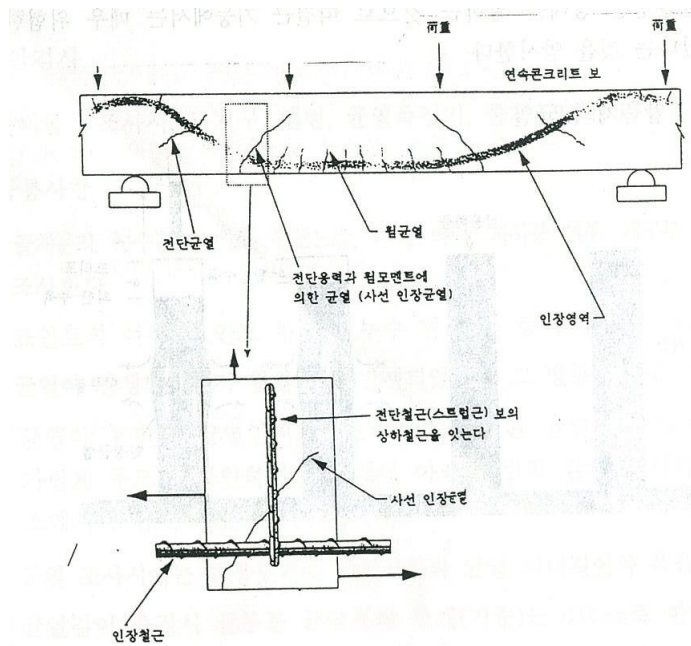
(3) 전단균열

전단균열이 생기게 되면 부재의 전단강성이 저하되어 취성과파괴되기 쉬우므로 장기 설계하중이 작용하는 상태에서 전단균열이 생기지 않도록 하여야 한다.

지진이나 단기하중으로 전단균열 발생시 보강하여야 하나 허용 폭 등은 계산되어 있지 않다.

2) 연속보에 있어서의 인장 및 전단 균열의 발생 부분

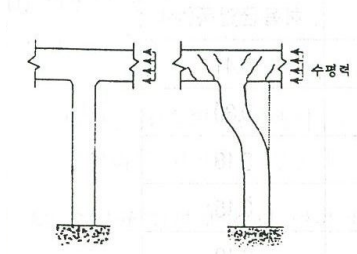
[그림 2.2] 보의 균열 현황





3) 기둥과 보의 결합부의 전단균열은 수평변위에 의하여 생긴다.

[그림 2.3] 수평력에 의한 균열



- 온도변화에 의한 체적변화
- PC강재의 긴장력에 의한 탄성수축
- 침하나 지진에 의한 기초의 변위

4) 철근부식에 의한 균열

(1) 휨 균열이 철근의 부식에 크게 영향을 끼치지 않는 것과는 달리, 철근의 부식에 의하여 생기는 균열은 구조성능 저하의 한 징후이기 때문에 그 폭이 아무리 작더라도 주의 깊게 조사하여 보완 대책을 준비하여야 한다.

철근의 부식에 의한 균열은 부식된 철물의 체적팽창에 의하여 생기기 때문에 피복두께가 가장 얇은 면으로 철근을 따라 발생하며 일단 이러한 균열이 생기면 철근에 대한 외부 부식성 물질의 접촉 면적을 넓혀주어 철근의 부식이 더 촉진되고 더 많은 체적 팽창을 일으키면서 철근의 부식으로 균열이 생겼다고 판단되는 경우에는 균열폭에 관계없이 근본적인 보수 보강이 이루어져야 한다.

(2) 균열의 방향은 철근 배근 방향과 대체로 일치하며 보의 경우 하부 주근 방향과 일치하여 발생하며 콘크리트의 박락으로 이어진다.

5) 건물의 균열폭 제한(대한토목학회 기준임)



[표 2.1] 건물의 균열폭 제한(대한토목학회 기준임)

부재	허용균열(mm)	비고
R.C	0.4	옥내
	0.33	옥외
P.C	0.2	

6) ACI224R-80의 구조허용 균열 폭

[표 2.2] ACI224R-80의 구조허용 균열 폭

노출 상태	허용 균열폭(mm)
건조한 공기 또는 보호막이 있는 상태	0.41
습한 공기나 흠속에 있는 상태	0.30
동결방지용 약품이 사용된 상태	0.18
해수나 해풍을 반복으로 받는 상태	0.15
물을 저장하는 구조	0.10

7) 각국의 허용균열 폭

[표 2.3] 각국의 허용균열 폭

국명	기준	환경조건	허용균열폭 (mm)
미국	ACI Building Code 318-89	옥외 부재	0.33
		옥내 부재	0.41
영국	CP-110	일반환경 침식성 환경	0.30 0.04Cs이하
프랑스	Brocard		0.4
소련	SNIPII B-1-62	비 부식성	0.3
		약 부식성	0.2
		중 부식성	0.2
		강 부식성	0.1
유럽	CEB	상당한 침식작용을 받는 구조부재	0.1
		방호설치가 안된 일반 구조부재	0.2
		방호설비된 일반 구조부재	0.3



4. 구조물별 균열 형상의 특징

1) 벽면의 경우

(1) 수평균열

이것은 건물의 외벽에서 가장 많이 볼 수 있는 균열로서 벽체나 기둥의 콘크리트 이어치기 부분에서 주로 발생된다.

(2) 수평균열(팔자형 및 역팔자형 균열)

건물의 층수가 비교적 높을 경우에는 상층에는 팔자형 균열이 발생하는데 이것은 지붕면이 직사일광에 의하여 온도팽창을 일으켰기 때문이고 사계절의 온도변화에 의한 온도상승에 의하여 일어난다. 하층에서는 역팔자형 균열을 볼 수 있다.

(3) 수직균열(종방향 균열)

보와 같이 구속이 큰 벽체에서는 주로 건조수축에 의한 종방향의 균열이 벽체의 중앙 또는 기둥을 따라 발생하며 수직철근의 피복두께가 부족할 경우에도 철근을 따라 발생한다.

(4) 수평균열(부분적 팔자형 균열)

이것은 부동침하 등의 원인으로 생기는 경우가 많다. 일반적으로 압밀하고 균등한 지반에서는 지중 응력분포가 건물의 중앙부에서 응력이 겹쳐서 건물의 중앙부가 침하하여 팔자형 균열이 생긴다.

(5) 경사균열(사방향 균열)

사방향 균열은 얼핏보면 전단력에 의한 균열로 착각하기 쉬우나 이것은 콘크리트 타설시에는 일시적인 공사중지에 의하여 일어나는 이음 부분이다.

(6) 경사균열(부분적 사방향 균열)

건물 단부의 지반이 침하하는 경우에는 그 침하한 방향에 사 방



향 균열이 일어나지만 반대로 한 부분에서 지반이 치솟은 부분과 반대 방향으로 경사균열이 생긴다.

(7) 경사균열(전면 사방향 균열)

지진과 같이 수평력으로 인한 벽체의 균열은 건물 전체의 벽체에 걸쳐서 "X"자형 균열이 생긴다.

2) 보의 경우

(1) 수직균열(중방향 균열)

주로 보의 중간부부분 중 스트립 위치에서 1차적으로 발생하며 휨응력이 계속 증가하게 되면 2차적으로 기 발생된 1차 균열 사이에서 진행형으로 보의 하단에서 상부쪽으로 발생한다.

이외에도 보 하단에서 4cm정도 위치한 곳에 보의 축방향과 평행하게 발생하는 균열은 철근의 녹으로 인한 팽창이 원인이 된다.

① 보의 단부에서 측면의 사선방향 균열이 있는지 확인하고 기록한다.(전단균열)

② 보의 중앙부에서는 하부의 균열이 있는지 확인하고 폭과 균열의 간격을 기록한다.(휨 균열)

③ 하부 또는 측면에 전단보강근이 노출되었는지 관찰한다.

[사진 2.1] 보의 전단 균열





3) 기둥의 경우

(1) 수직균열(종방향 균열)

기둥에 휨 응력이 크게 작용할 때 생기는 균열이다.

(2) 경사균열(사방향 균열)

지진으로 인하여 큰 전단력이 가하여 졌을 때 생기는 균열이다.

4) 바닥(스라브)의 경우

(1) 침하균열

콘크리트 타설후에 생기는 침강에 의하여 철근이 배치된 표면에 균열이 발생하게 되므로 마치 바둑판과 같다.

(2) 수직균열

콘크리트 건조수축에 의한 균열로서 슬래브 장변방향과 직각인 방향으로 균열이 발생한다.

(3) 슬래브 주변 균열

슬래브의 처짐으로 생기는 균열은 슬래브 상단중 보의 주변부에 한하여 발생하고 슬래브 하단은 중앙부에 휨균열을 동반하는 것이 보통이다.

5. 매입된 철근의 부식

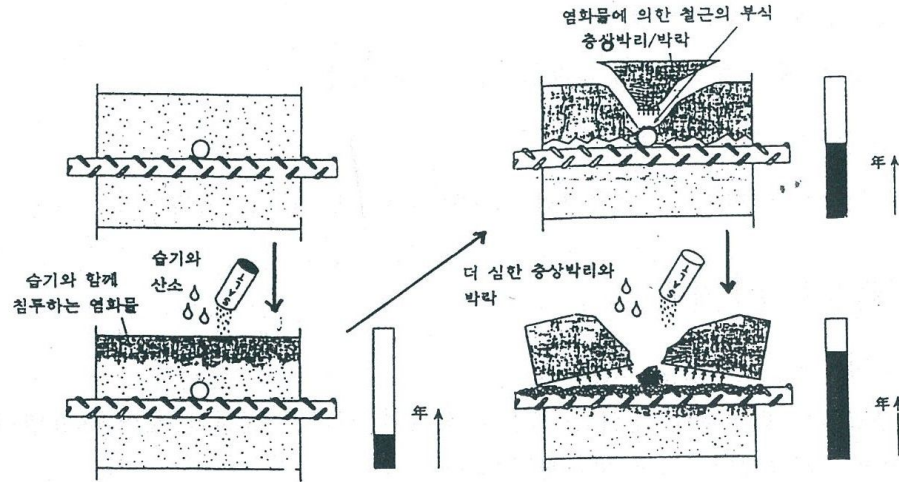
1) 염화물의 침투

해수나 동결방지용 염분에 의하여 염화물이 콘크리트내에 침투하고 습기와 산소가 존재하면 철근에 접하여 부식을 일으킨다. 이러한 부식은 다음 사항에 관련되어 있다.

(1) 콘크리트에 침투하는 염화물의 양

- (2) 콘크리트의 침투성
- (3) 습기와 탄소의 양

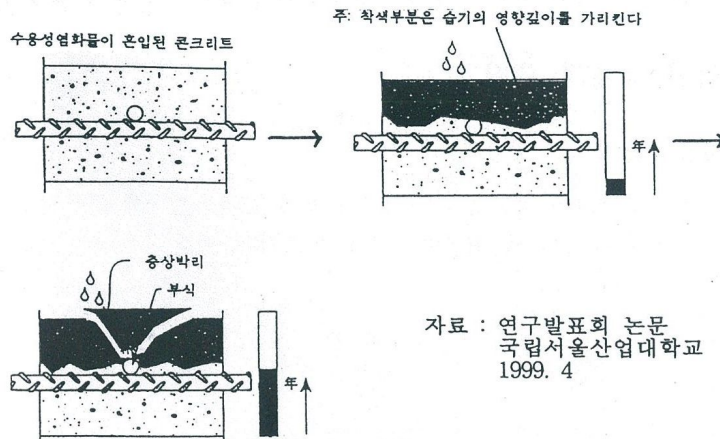
[그림 2.4] 염화물의 침투에 의한 철근의 부식



2) 염화물의 혼입

염화물은 콘크리트 제조단계에서 해사 또는 해수의 사용 혹은 경화 촉진제나 염화물 성분을 갖는 골재의 사용에 의하여 콘크리트에 혼입된다.

[그림 2.5] 염화물의 혼입에 의한 철근의 부식



자료 : 연구발표회 논문
국립서울산업대학교
1999. 4

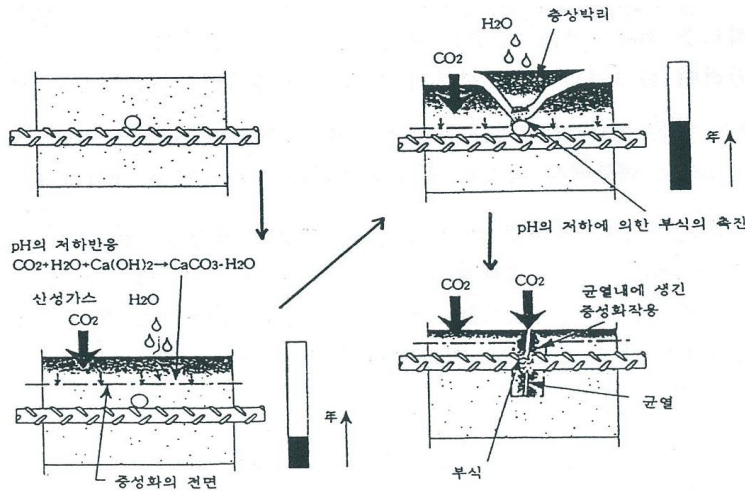


3) 콘크리트의 중성화

콘크리트는 타설시에는 높은 알칼리성(pH12~13정도)을 나타내는데 이것은 시멘트의 수화생성물인 수산화칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$)을 다량 함유하고 있기 때문이다. 이와 같은 상태에 있는 철근은 아무런 문제가 없다. 콘크리트의 중성화는 대기중의 탄산가스 등의 산성가스가 콘크리트의 세공으로부터 침입하여 간극수중의 수산화칼슘과 반응하여 생긴다. 이 결과 콘크리트의 알칼리성은 pH10정도까지로 저하하고 콘크리트에 의한 철근표면의 방청효과를 잃어 버려 철을 감싸고 있는 부동태피막에 결함이 생기고 습기와 산소가 공급되면 부식이 시작된다.

탄산가스 농도는 0.03%로 낮지만 공업지대에 있어서는 그 농도가 높고 반응도 빠르다. 양질의 콘크리트에서는 중성화의 경향이 완만하여 1년에 1mm라는 보고도 있다. 탄산화 반응에는 건조의 반복이 필요하며 수중 콘크리트에서는 일어나지 않는다.

[그림 2.6] 철근의 부식과 균열





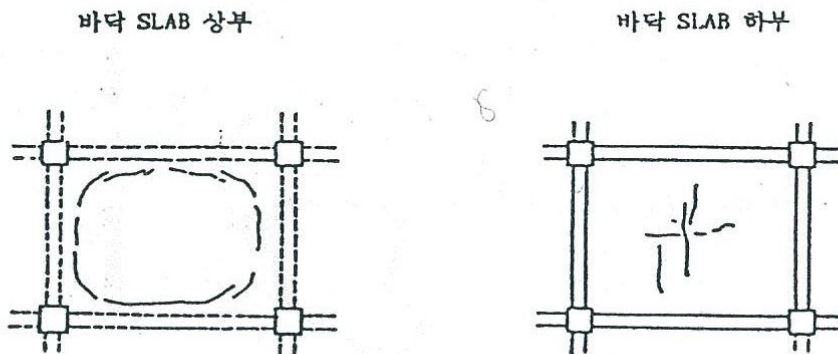
6. 균열 형상에 따른 원인 추정

1) 슬라브 부위

(1) 바닥슬라브 휨균열

콘크리트의 강도부족, 철근량 부족, 슬라브 과다하중, 진동, 서포트의 침하 또는 조기제거 등의 원인으로 발생한다.

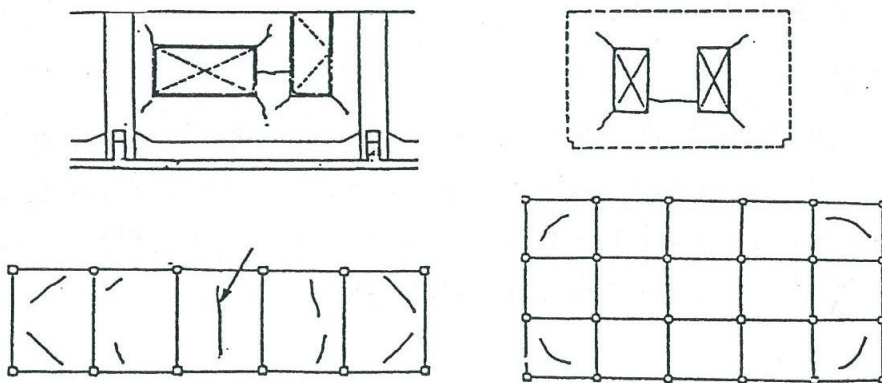
[그림 2.7] 바닥슬라브 휨 균열



(2) 건물 평면상 및 개구부 균열

건물수축에 의한 균열로서 중앙부의 균열폭은 보에 접근할수록 작아진다.

[그림 2.8] 개구부 균열

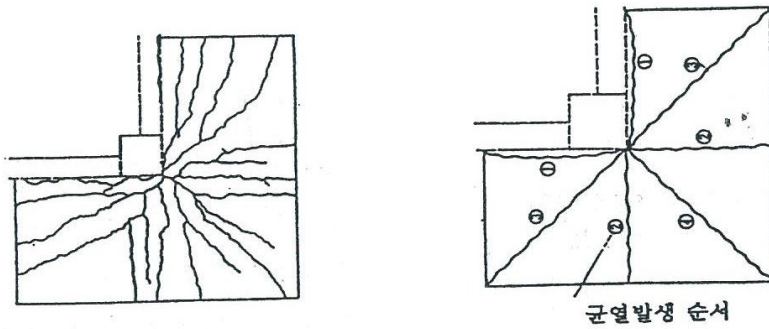




(3) 모서리 스라브균열

배근불량(시공시 밟아서 상부 철근 처짐), 서포트 조기제거, 콘크리트 양생 중 진동 및 과다하중 등이 원인이다.

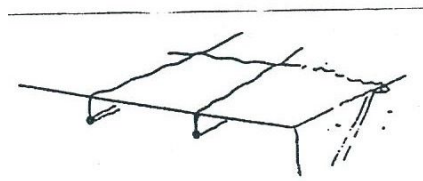
[그림 2.9] 모서리 스라브 균열



(4) 침하균열

콘크리트의 침하로 철근상부에 타설후 1~2시간 경과 후 발생하는 다짐불량, 거푸집 간결 부실 등이 원인이다.

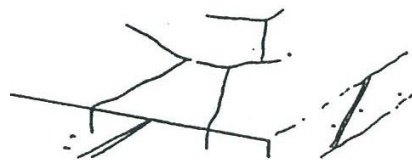
[그림 2.10] 침하균열



(5) 건조균열

콘크리트가 굳기전 기온이 너무 높거나 바람이 강할 때 발생한다.

[그림 2.11] 건조균열



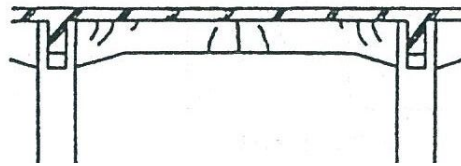


2) 보 부위

(1) 보의 균열(I)

보의 중앙하부, 단부, 상부에 발생하는 것으로 단부로부터 거의 수직으로 균열이 발생하고 경사지게 휨 전단형 균열이 발생하는 수도 있다. 보의 과다하중, 철근량 부족, 서포트 처짐 또는 조기제거, 거푸집 긴결부족, 콘크리트 강도 부족 등이 원인이다.

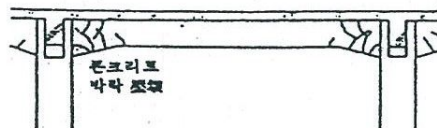
[그림 2.12] 보의 균열-1



(2) 보의 균열(II)

지진 등 수평외력 등이 원인이다.

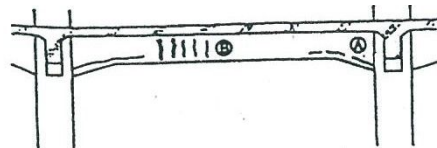
[그림 2.13] 보의 균열-2



(3) 보 철근을 따라서 생기는 균열

㉠ 경우는 주근을 따라서 ㉡의 경우는 늑근을 따라서 발생하는 균열로서 철근의 녹, 피복두께 부족이 원인이다.

[그림 2.14] 보 철근을 따라서 생기는 균열



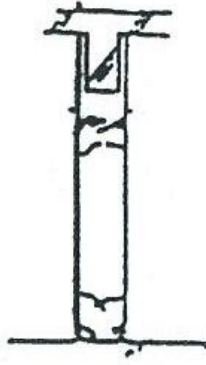


3) 기둥부위

(1) 기둥주두 주각부 균열

주두, 주각부에 집중하는 경우로서 지진 등 수평력의 원인으로 발생한다

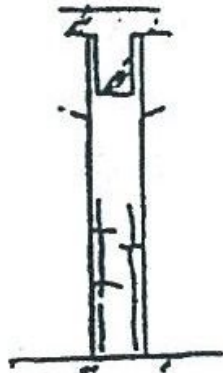
[그림 2.15] 기둥주두 주각부 균열



(2) 기둥 전단균열

기둥 중앙부에 발생하는 균열로서 지진 등 수평력, 늑근철근 부족, 내진요소 부적정이 원인이다.

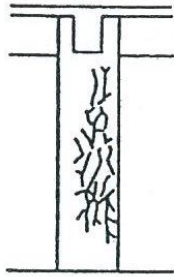
[그림 2.16] 기둥 전단균열



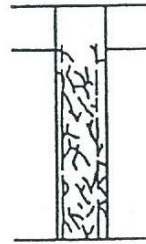


(3) 기둥전체 균열

[그림 2.17] 기둥전체 균열



화재에 의한 균열



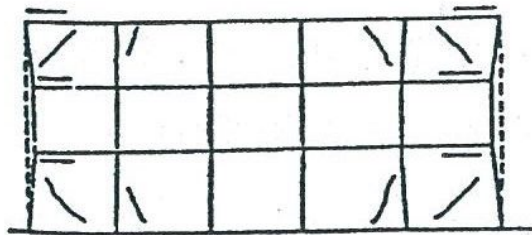
알카리 골재반응으로 인한 균열

4) 벽면부위

(1) 수축균열

벽체 모서리부분에 경사지게 발생하는 균열로서 벽 부근의 콘크리트 수축에 의한 원인이다.

[그림 2.18] 벽면 부위 수축균열

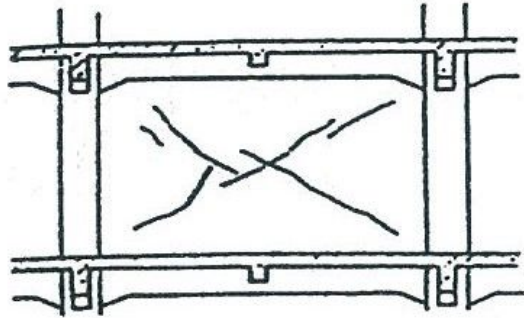


(2) 전단균열

주로 벽면 중앙부에 X자형으로 발생하는 균열로서 지진 등 수평외력이 원인이다.



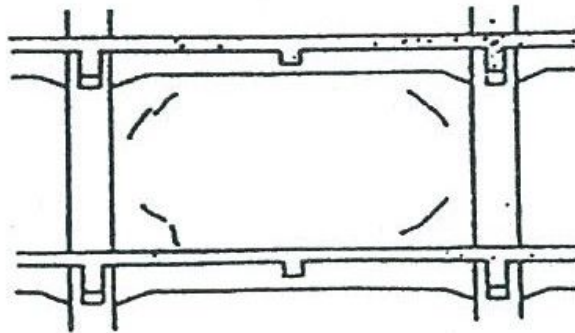
[그림 2.19] 벽면 부위 전단균열



(3) 전체벽면의 경우

지층부의 경우 수축변화가 적고 중층부는 공기중에 노출되어 건조하므로 수축한다. 상층부는 직사광선으로 낮에는 팽창, 야간에는 수축하므로 건물 구조체에 화살표 방향의 변위가 발생하여 그림과 같은 균열이 발생한다.

[그림 2.20] 벽면 부위 전체균열





(4) 시공상 발생한 균열

[그림 2.21] 시공상 발생한 균열

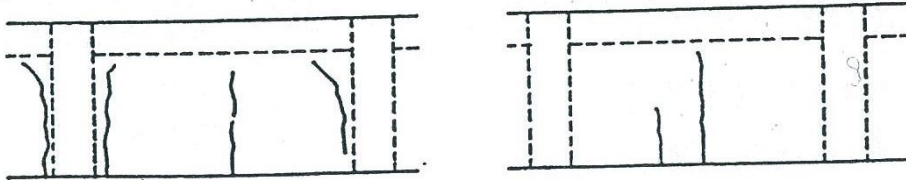


COLD JOINT

골재분리 현상

(5) 건조수축에 의한 균열

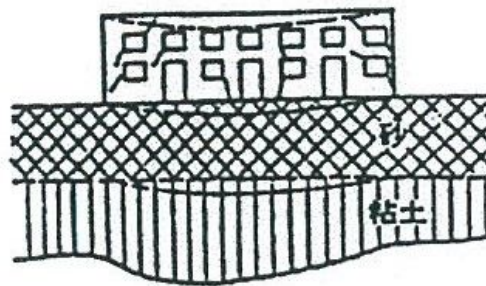
[그림 2.22] 건조수축에 의한 균열



(6) 부동침하로 인한 균열

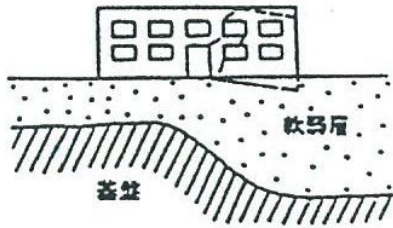
점토층 지반위에 건물이 있는 경우로서 균열이 아래층부터 발생하고 양끝 상부에 八字형으로 발생한다.

[그림 2.23] 부동침하로 인한 균열



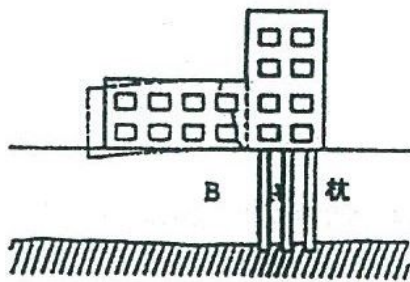


[그림 2.24] 압밀침하로 인한 균열



지층구조가 서로 다를 경우 압밀차에 의해 균열이 생긴다.

[그림 2.25] 이질기초로 인한 균열



다른종류의 기초구조 혼용으로 인한 부등침하로 발생한다.



제 3 절 하자소송의 책임

1. 건축물의 하자의 개념

하자란 사물이나 일이 잘못되거나 불완전한 것을 말한다. 법률적으로는 당사자가 예상한 상태나 성질이 결여되어 있는 것을 뜻한다. 국내의 법령으로는 주택법 시행령 59조 별표6,7에서 알 수 있듯이 하자의 범위는 공사장의 잘못에 의한 균열, 처짐, 비틀림, 침하, 파손, 붕괴, 누수, 누출, 작동 또는 기능불량, 부착, 접지 또는 전선 불량, 고사 및 입상불량 등이 발생하여 건축물 또는 시설물의 기능, 미관 또는 안전상의 지장을 초래할 정도의 하자로 규정하고 있다.

대법원은 2008다 16851판결에서 “건축물의 하자라 함은 완성된 건축물에 공사계약에서 정하는 내용과 다른 구조적, 기능적 결함이 있거나, 거래관념상 통상 갖추어야 할 품질을 제대로 갖추고 있지 아니한 것을 말하는데, 하자여부는 당사자 사의의 계약내용, 해당 건축물이 설계도대로 건축되었는지 여부, 건축 관련법령에서 정한 기준에 적합한지 여부 등 여러 사정을 종합하여 고려하여 판단되어야 한다”고 되어 있다.

그러므로 법적분쟁시 “하자”는 건축 기술상의 결함이나 불편 그 자체와 같은 단순한 사실의 개념이 아니고 하자소송에서 제기되는 “하자보수청구권”, “손해배상 청구권”과 같은 법률효과를 발생시키기 위한 법률요건인 것이다.



2. 건축물의 하자 담보책임

1) 법령별 하자 담보 책임 조문 비교

[표 2.4] 법령별 하자 담보 책임 조문 비교

구분	구분	내용
민법	제667조 (수급인의 담보책임)	① 완성된 목적물 또는 완성전의 성취된 부분에 하자가 있을 때에는 도급인에 대하여 상당한 기간을 정하여 그 하자의 보수를 청구할 수 있다. 하자가 중요하지 아니한 경우에 그 보수에 과다한 비용을 요할 때에는 그러하지 아니하다. ② 도급인은 하자의 보수에 갈음하여 또는 보수와 함께 손해배상을 청구할 수 있다.
	제671조 (수급인의 담보 책임 토지, 건물 등에 대한 특칙)	토지, 건물 기타 공작물의 수급인은 목적물 또는 지반공사의 하자에 대하여 인도 후 5년간 담보의 책임이 있다. 목적물이 석조, 석회조, 연와조, 금속 기타 이와 유사한 재료로 조성된 것인 때에는 10년으로 한다.
집합건물법	제9조 (담보 책임)	① 제1조 또는 제1조의2의 건물을 건축하여 분양한 자의 담보책임에 관하여는 ‘민법’ 제667조부터 제671조까지의 규정을 준용한다. ② 제1항의 분양자의 담보책임에 관하여 ‘민법’에 규정된 것 보다 매수인에게 불리한 특약은 효력이 없다.
주택법	제46조 (담보책임 및 하자보수등)	① 건축물 분야에 따른 담보책임에 관하여 ‘민법’ 제667조부터 제671조까지의 규정을 준용하도록 한 ‘집합건물의 소유 및 관리에 관한 법률’ 제9조에도 불구하고, 공동주택의 사용검사일 또는 ‘건축법’ 제22조에 따른 공동주택의 사용 승인일부터 공동주택의 내력구조부별 및 시설공사별로 10년 이내의 범위에서 대통령령으로 정하는 담보책임기간에 공사상 잘못으로 인한 균열·침하(沈下)·파손 등의 대통령령으로 정하는 하자가 발생한 경우에는 해당 공동주택의 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자의 청구에 따라 그 하자를 보수해야 한다. <개정 2009.2.3., 2010.4.5., 2012.1.26.> ② 사업주체는 제1항에 따른 담보책임기간에 공동주택의 내력구조부에 중대한 하자가 발생한 경우에는 하자발생으로 발생으로 인한 손해를 배상할 책임이 있다. <개정 2009.2.3.>



구 분	내 용
건설 산업 기 본 법 제28조 (건설공사 수급인의 하자 담보책임)	<p>① 수급인은 발주자에 대하여 다음 각 호의 범위에서 공사의 종류별로 대통령령으로 정하는 기간에 발생한 하자에 대하여 담보책임이 있다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 건설공사의 목적물이 벽돌쌓기식구조, 철근콘크리트구조, 철골구조, 철골철근콘크리트구조 그 밖에 이와 유사한 구조로 된 것인 경우 : 건설공사의 완공일로부터 10년 2. 제1호 이외의 구조로 된 것인 경우 : 건설공사 완공일로부터 5년 <p>② 수급인은 다음 각 호의 어느 하나에 사유로 발생한 하자에 대하여는 제1항에도 불구하고 담보책임이 없다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 발주자가 제공한 재료의 품질이나 규격 등이 기준미달로 인한 경우 2. 발주자의 지시에 따라 시공한 경우 3. 발주자가 건설공사의 목적물을 관계 법령에 따른 내구연한(耐久年限) 또는 설계상의 구조내력(構造耐力)을 초과하여 사용한 경우 <p>③ 건설공사의 하자담보책임기간에 관하여 다른 법령(‘민법’제670조 및 제671조는 제외한다)에 특별하게 규정되어 있거나 도급계약에서 따로 정한 경우에는 그 법령이나 도급계약에서 정한 바에 따른다.</p>

2) 주택법의 시설공사별 하자담보책임기간 (주택법 시행령 59조 별표 6.7)

(1) <별표 6>의 내용 <개정 2008.11.5.>

① 하자의 범위

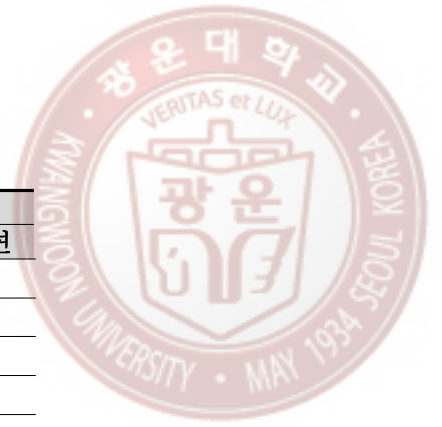
공사상의 잘못에 의한 균열·처짐·비틀림·침하·파손·붕괴·누수·누출, 작동 또는 기능불량, 부착·접지 또는 결선불량, 고사 및 입상불량 등이 발생하여 건축물 또는 시설물의 기능·미관 또는 안전상의 지장을 초래할 정도의 하자.

② 시설공사별 하자담보책임기간

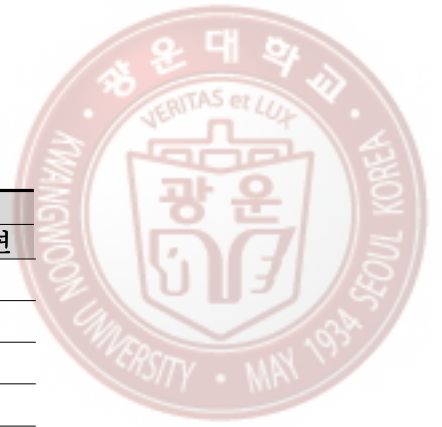


[표 2.5] 시설공사별 하자담보책임기간

구 분		하자담보책임기간			
		1년	2년	3년	4년
1. 대지조성공사	가.토공사		○		
	나.석축공사		○		
	다.옹벽공사		○		
	라.배수공사		○		
	마.포장공사			○	
2. 옥외급수·위생 관련 공사	가.공동구공사		○		
	나.지하저수조공사		○		
	다.옥외위생(정화조)관련 공사		○		
	라.옥외급수 관련 공사		○		
3. 지정 및 기초	가.직접기초공사			○	
	나.말뚝기초공사			○	
4. 철근콘크리트 공 사	가.일반철근콘크리트공사				○
	나.특수콘크리트공사				○
	다.프리캐스트콘크리트공사				○
5. 철골공사	가.구조용철골공사			○	
	나.경량철골공사		○		
	다.철골부대공사		○		
6. 조적공사	가.일반벽돌공사		○		
	나.경량철골공사		○		
	다.블럭공사		○		
7. 목공사	가.구조체 또는 바탕재공사		○		
	나.수장목공사	○			
8. 창호공사	가.창문틀 및 문짝공사		○		
	나.창호철물공사		○		
	다.유리공사	○			
9. 지붕 및 방수공사	가.지붕공사				○
	나. 홈통 및 우수관공사				○
	다. 방수공사				○
10. 마감공사	가. 미장공사	○			
	나. 수장공사	○			
	다. 칠공사	○			
	라. 도배공사	○			
	마. 타일공사		○		
	바. 단열공사		○		
	사. 옥내가구공사		○		



구 분		하자담보책임기간			
		1년	2년	3년	4년
11. 조경공사	가. 식재공사		○		
	나. 잔디심기공사	○			
	다. 조경시설물공사		○		
	라. 관수 및 배수공사		○		
	마. 조경포장공사		○		
	바. 조경부대시설공사		○		
12. 잡공사	가. 온돌공사(세대매립배관 포함)			○	
	나. 주방기구공사		○		
	다. 옥내 및 옥외설비공사		○		
	라. 금속공사	○			
13. 난방·환기, 공기 조화설비공사	가. 열원기기설비공사		○		
	나. 공기조화기기설비공사		○		
	다. 덕트설비공사		○		
	라. 배관설비공사		○		
	마. 보온공사		○		
	바. 자동제어설비공사		○		
14. 급·배수위생설비 공사6	가. 급수설비공사		○		
	나. 온수공급설비공사		○		
	다. 배수·통기설비공사		○		
	라. 위생기구설비공사		○		
	마. 철 및 보온공사		○		
	바. 특수설비공사		○		
15. 가스 및 소화 설비공사	가. 가스설비공사		○		
	나. 소화설비공사			○	
	다. 제연설비공사			○	
	라. 가스저장시설공사			○	
16. 전기 및 전력 설비공사	가. 배관·배선공사		○		
	나. 피뢰침공사		○		
	다. 조명설비공사	○			
	라. 동력설비공사		○		
	마. 수·변전설비공사			○	
	바. 수·배전공사		○		
	사. 전기기기공사		○		
	아. 발전설비공사			○	
	자. 승강기 및 인양기설비공사			○	



구 분		하자담보책임기간			
		1년	2년	3년	4년
17. 통신·신호 및 방재설비 공사	가. 통신·신호설비공사		○		
	나. TV공정설비공사		○		
	다. 방재설비공사		○		
	라. 감시제어설비공사		○		
	마. 가정자동화설비공사		○		
	바. 자동화재탐지설비공사			○	
	사. 정보통신설비공사		○		
18. 지능형 홈네트워크 설비 공사	가. 홈네트워크망 공사		○		
	나. 홈네트워크기기 공사		○		
	다. 단지공용시스템 공사		○		

(2) <별표 7>의 내용<개정 2005.9.16.>

① 하자의 범위

- ㉠ 내력구조부에 발생한 결함으로 인하여 당해 공동주택이 무너진 경우
- ㉡ 제62조 제3항의 규정에 의한 안전진단 실시결과 당해 공동주택이 무너질 우려가 있다고 판정된 경우

② 내력구조부별 하자보수기간

- ㉠ 기둥, 내력벽(힘을 받지 않는 조적벽 등은 제외한다): 10년
- ㉡ 보·바닥 및 지붕: 5년

3) 하자담보책임의 법적 비교

[표 2.6] 하자담보책임의 법적 비교

구 분	사 법		공 법	
	민 법	집합건물법	주택법	건설산업기본법
조문	제667조	제9조	제46조	제28조



구분	사법		공법	
	민법	집합건물법	주택법	건설산업기본법
제목	수급인의 담보책임	담보책임 민법 준용	담보책임 및 하자보수	건설공사수급인의 하자담보책임
권리의 내용	하자 담보청구권	하자 담보청구권	하자보수청구, 손해배상	하자 담보청구권
적용 범위	수급인	분양자 시공자	사업주체	수급인
담보 책임 기간	토지, 건물 인도 후 5년 / 석조, 석회조, 연와조 10년	주요 구조부 10년 기타 5년 내 시행령 (2012년 개정)	시설공사별 1~4년, 내력구조부 등 5~10년	철근 콘크리트조 등 공종별 1~10년
기간의 법적 성질	제척기간	제척기간	하자발생기간	하자발생기간

4) 하자담보책임의 구조³⁾

수급인은 도급인에 대하여 하자담보책임을 지지만, 그 담보책임의 내용은 하자가 중요한 하자인지 여부 및 보수비의 과다 여부에 따라 달라진다.

완성된 목적물 또는 완성전의 성취된 부분에 하자가 있는 때에는 도급인은 수급인에 대하여 하자의 보수를 청구할 수 있다(민법 제 667조 제1항 본문).

도급인은 하자의 보수에 갈음하여 또는 하자보수와 함께 손해배상을 청구할 수 있다(민법 제667조 제2항).

그러나 하자가 중요하지 아니한 경우에 그 보수에 과다한 비용을 요할 때에는 하자보수를 청구 할 수 없다(민법 제667조 제1항 단

3) 건설분쟁의 쟁점과 해법 253-5면, 길기관(2013)



서). 하자보수를 청구할 수 없기 때문에 하자보수에 갈음하는 손해배상을 청구할 수도 없다.

그렇다면, 중요하지 않은 하자로서 보수에 과도한 비용이 드는 경우에 도급인은 어떻게 해야 하는가? 보수에 과도한 비용이 소요되는 경미한 하자에 대해서 도급인은 하자보수를 청구할 수는 없고, 하자보수를 청구할 수 없으므로 하자보수에 갈음한 손해배상도 청구할 수 없다. 단지 하자로 인한 손해배상만을 청구할 수 있다. 하자보수에 갈음한 손해배상은 하자보수가 중요한 하자이거나 경미한 하자이지만 보수비가 과도하지 않을 때에만 청구할 수 있다.

따라서 도급인이 하자보수를 주장하는 경우 법원은 하자가 중요한 것인지 아닌지, 중요하지 않은 하자로서 보수에 과도한 비용을 요하는 것인지 여부 등을 판단하여야 한다.

“도급인이 하자보수를 주장하는 경우 법원은 보수하여야 할 하자의 종류와 정도를 특정함과 아울러 그 하자를 보수하는 적당한 방법과 그 보수에 요할 비용 등에 관하여 심리하여 봄으로서, 그 하자가 중요한 것인지 또는 하자가 중요한 것은 아니더라도 그 보수에 과도한 비용을 요하지 않은 것인지를 가려보아 수급인의 하자보수책임을 인정할 수 있는지 여부를 판단하여야 할 것이다.”(대법원 2001.9.18 선고 2001다9304 판결)

하자가 중요한지 여부가 다투어질 경우에는 법원은 하자의 정도를 특정함과 아울러 그 하자를 보수하는 적당한 방법과 그 보수에 요할 비용 등에 관하여 심리하여 봄으로서 그 하자가 중요한 것인지 또는 그 하자가 중요한 것은 아니더라도 그 보수에 과도한 비용을 요하지 않는 것인지를 가려보아 손해액을 산정하여야 한다. 그러므로 지하외벽 방수공사와 복도벽 차음재 공사와 관련한 손해배상액을 산정하면서 하자가 중요한지 여부에 관하여 전혀 심리하지 않은 채 바로



재시공비용을 손해배상액이라고 판단한 것은 잘못이다(대법원 2009.6.25 선고 2008다18932, 18949 판결).

한편 도급인은 완성된 목적물의 하자로 계약의 목적을 달성할 수 없는 때에는 계약을 해제할 수 있지만, 완성된 건물 기타 토지의 공작물의 경우에는 해제할 수 없다(민법 제668조).

도급인이 수급인에게 지급할 수 있는 하자담보책임의 내용은 ①하자보수청구권 ② 하자보수에 갈음한 또는 하자보수와 병행한 손해배상청구권 ③하자로 인한 손해배상청구권 ④계약해제권(단, 완성된 건물 기타 토지의 공작물의 경우에는 불가능)의 4가지이다.

[표 2.7] 하자담보책임의 도해

- 중요한 하자 : 보수비의 많고 적음은 불문한다.
 - 하자보수청구권
 - 하자보수에 갈음한 손해배상청구권
 - 하자보수와 병행한 손해배상청구권

- 경미한 하자
 - 보수비 과다 → 하자로 인한 손해배상청구권
 - 보수비과다하지 않음 → 하자보수 청구
 - 하자보수에 갈음한 손해배상청구권
 - 하자보수와 병행한 손해배상청구권

- 계약목적을 달성할 수 없는 하자
 - 계약의 해제(단, 건물 기타 토지의 공작물 제외)
 - 하자보수청구권
 - 손해배상 청구권

- 계약목적을 달성할 수 없는 건물 기타 토지의 공작물의 하자
 - 하자보수청구권
 - 손해배상청구권



3. 구조안전성 관련 하자소송의 주요쟁점

이상 건축물의 구조안전성분야의 하자소송의 개념에서 살펴보았듯이, 하자 중 벽체, SLAB, 기둥 등의 구조체에 대한 구조안전성과 관련한 하자분쟁의 주요쟁점은 다음과 같다.

첫째는 구조적인 하자의 발생 원인에 대한 책임문제이다. 구조적인 하자에 대하여는 공동주택인 경우는 주택법 시행령 제59조 1항의 하자담보책임기간의 내용과 같이 일반적인 구조하자는 3~4년, 기둥, 내력벽부위는 10년, 보, 바닥 및 지붕부위는 5년으로 규정되어 있어 그에 대한 책임의 입증에 어려운 것이 현실이다. 대부분 구조하자의 경우 균열발생부터 시작하여 구조부위의 탈락, 철근의 노출 등의 하자로 연결되는바 이 하자가 공사완공전인지, 후인지 발생 여부의 확인이 어렵다. 이러한 하자분쟁의 소송시 피해자의 입증책임이 어려움이 있어 원고의 입증책임이 더욱더 중요시 되고 있다. 즉, 건설사측에서 명확한 근거에 의하여 입증하거나, 주변정황상 인과관계의 성립이 어려운 때를 제외하고는 시공자의 손해배상 책임이 인정되고 있는 실정이다.

둘째는 하자부위에 대한 손해배상의 금액산정에 관한 문제이다. 통상적으로 건물 구조체의 구조하자부위에 대한 보수·보강방법의 선택 및 그에 따른 보수 금액의 산정은 감정인의 판단에 의지하고 있다. 금액 산정시 건물의 균열 및 침하 처짐, 기울음 등에 의한 구조체의 보수 금액은 그 공법의 적정성에 따라 금액차이가 클 수 있어 감정인의 공정하고, 객관적이고, 가장 안전한 방법의 공법제시가 우선시되어야 한다. 그러나 금액의 차이가 클 경우는 공법의 신뢰성에 의문이 가게 되어 또 다른 쟁점이 될 수도 있다.



제 3 장 건축물의 구조안전성 감정사례의 분석

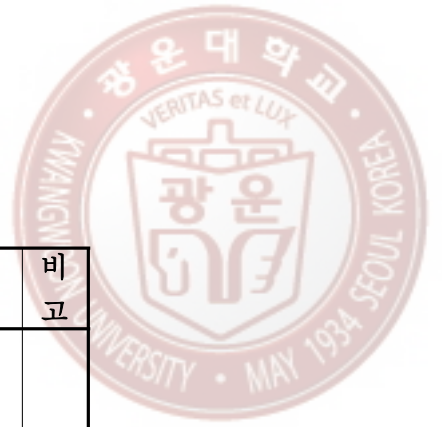
제 1 절 사건 A : 부평오피스텔 건물 구조안전성 감정사례4)

1. 감정내용

1) 감정건물개요

- (1) 목적물(시설물)명 : 000000 오피스텔
- (2) 위치 : 인천 부평구 부평동 000-00번지
- (3) 규모 : 1개동(지하4층~지상15층: 225세대/감정대상:175세대)
및 부대시설
- (4) 대지면적 : 2,654.2m²
- (5) 건축면적 : 1,903.12m²
- (6) 연면적 : 29,568m²
- (7) 구조형식 : 철근콘크리트 구조
- (8) 주용도 : 업무시설, 근린생활시설, 의료시설, 운동시설

4) (재)한국재난연구원감정서:서울중앙지방법원사건2009가합125375 감정서



(9) 건축물 개요

구분	면적(m ²)	용도	구조	비고
지하4층	1,684.71	지하주차장	철근 콘크리트 구조	
지하3층	2,072.92	지하주차장		
지하2층	2,072.92	지하주차장		
지하1층	2,072.92	지하주차장		
지상1층	874.14	제2층 근린생활시설(일반음식점), 세탁소, 제1층 근린생활시설(소매점), 업무시설(사무소)업무시설 오피스텔(계단실)		
지상2층	1,754.08	제1층근린생활시설(의원)		
지상3층	1,904.74	의료시설(병원) 노유자시설(노인복지시설)		
지상4층	1,889.86	업무시설(사무소) 운동시설(골프연습장)		
지상5층~ 지상15층	15,241.71	업무시설 (오피스텔)		
합 계: 연면적/29,568m², 225세대/감정대상:175세대				

(10) 건축물 이력

- ① 설계 및 감리자 : 00건축사사무소
- ② 시행자 : 00주택건설(주)
- ③ 시공자 : 0000건설(주)
- ④ 사용검사일: 2006년 9월 22일

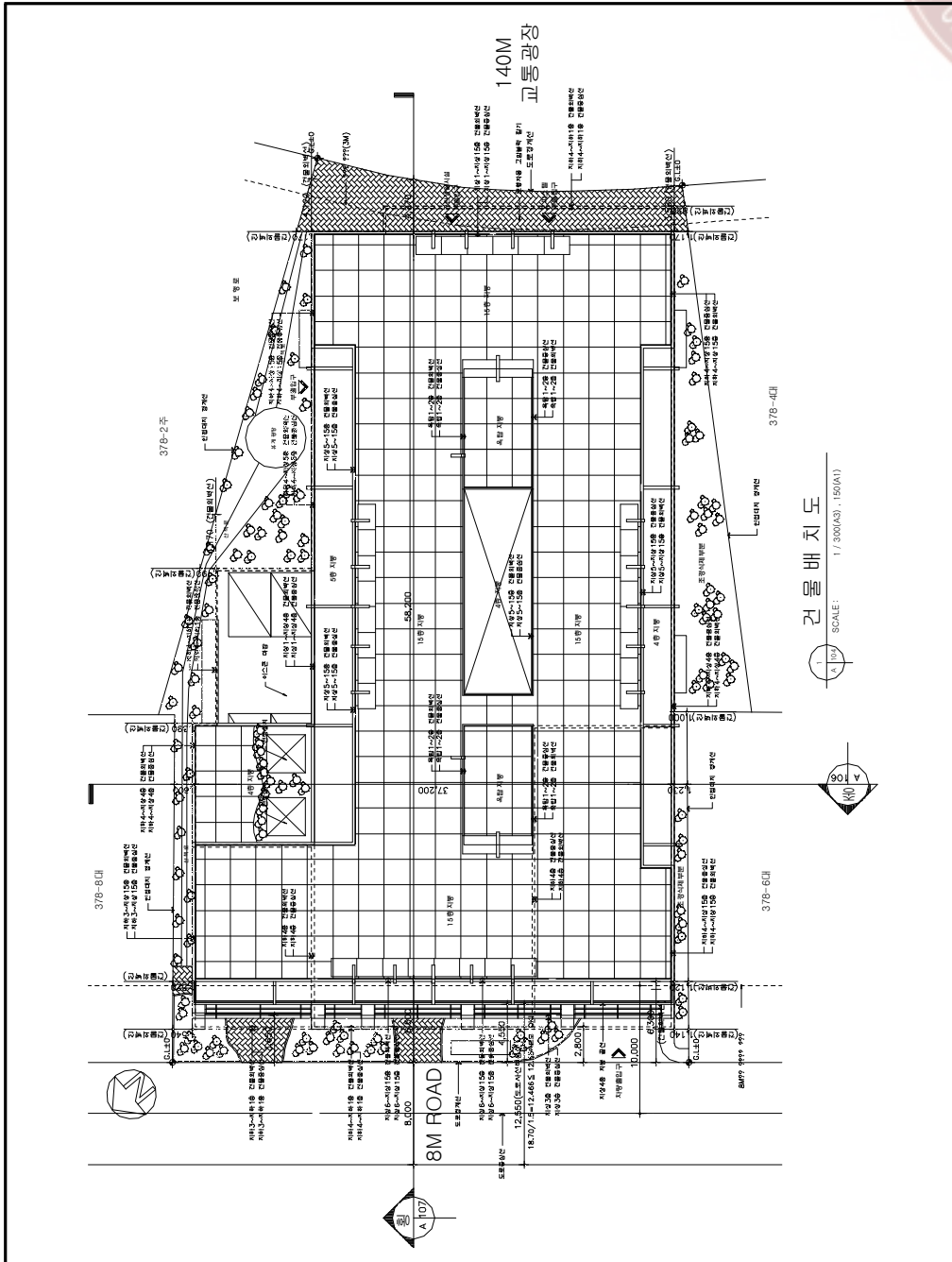


2) 감정건물 전경사진

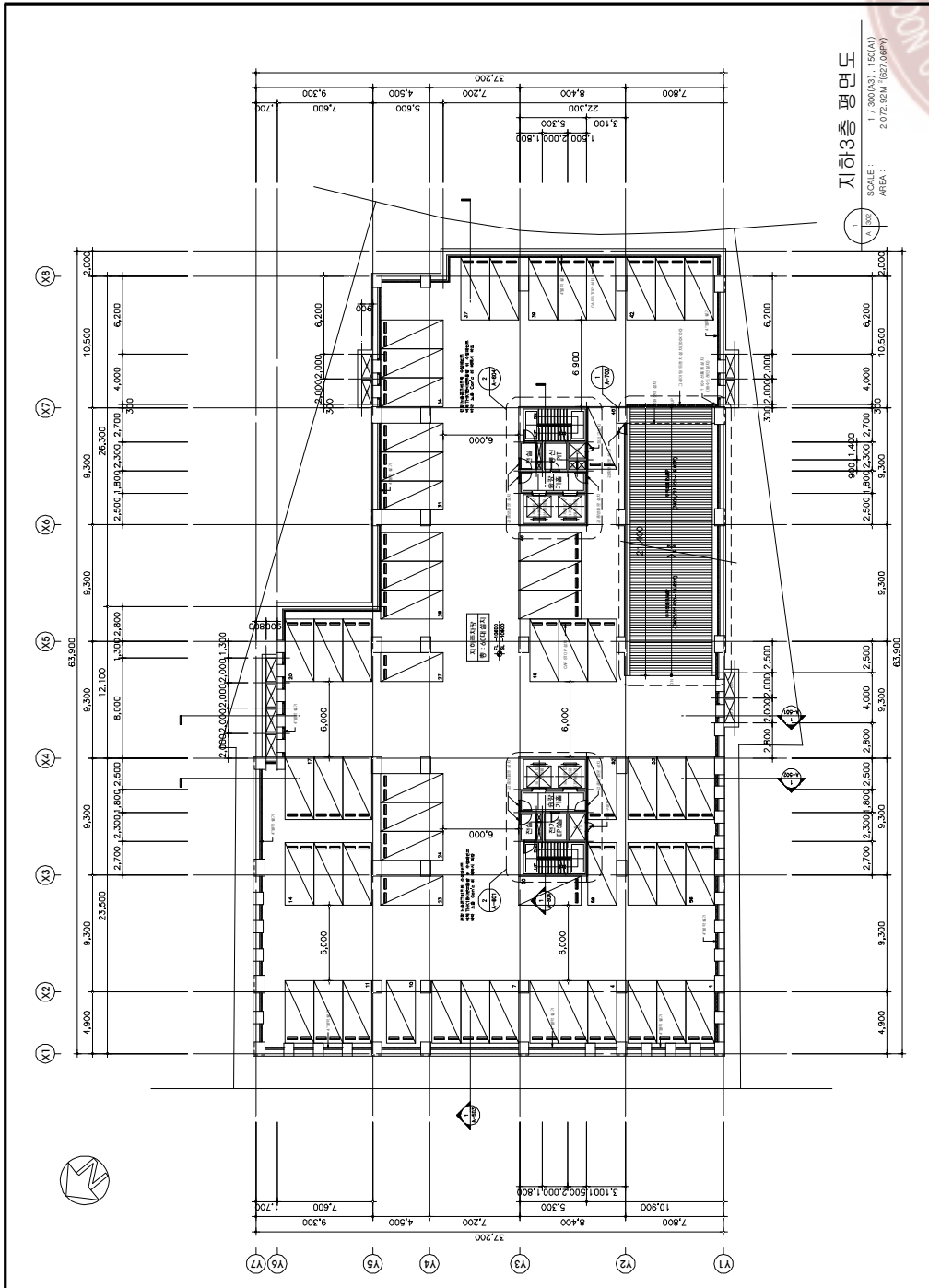


감정대상 목적물 전경사진

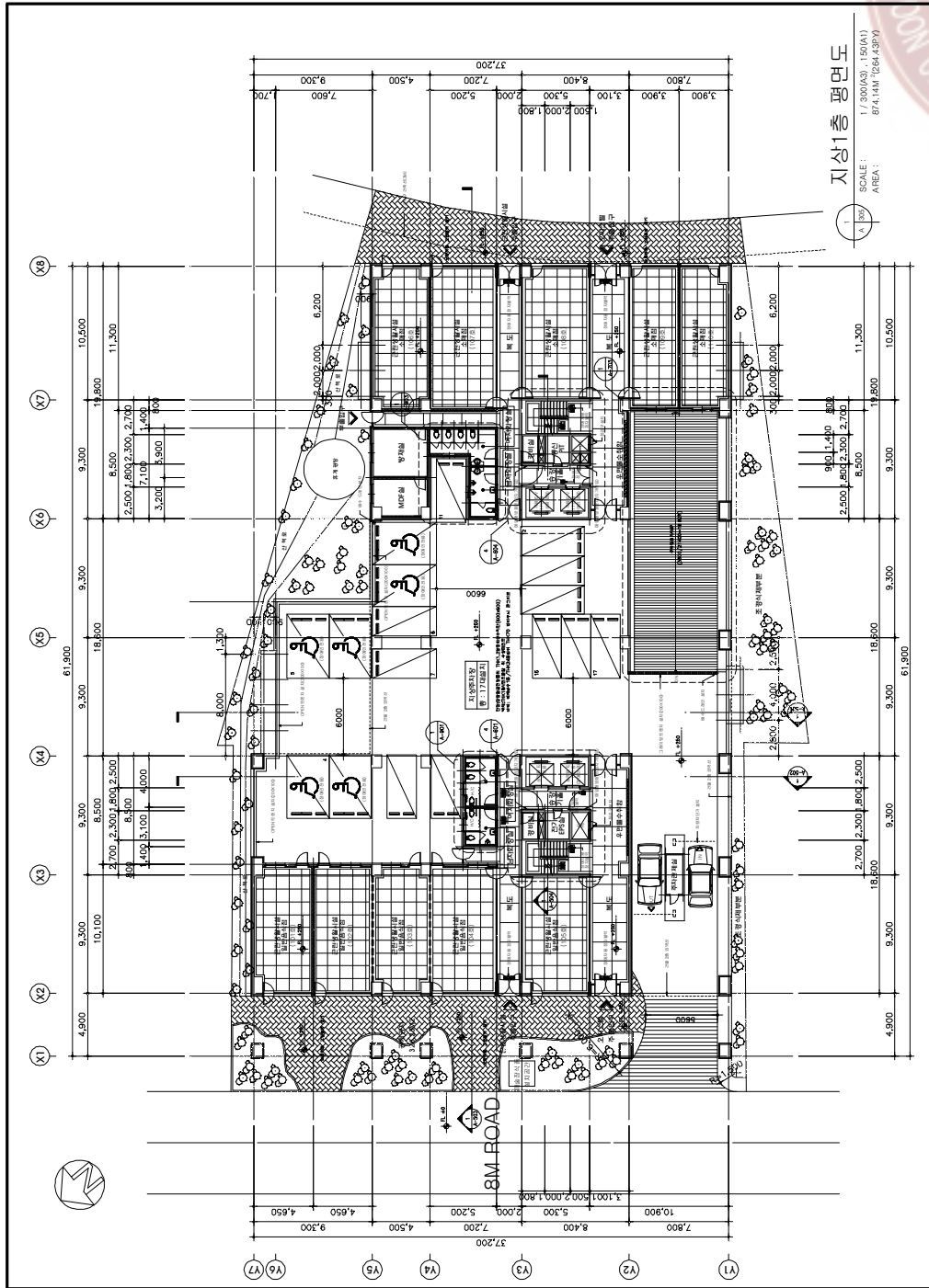
3) 건물도면
(1) 배치도



(2) 지하 3층 평면도

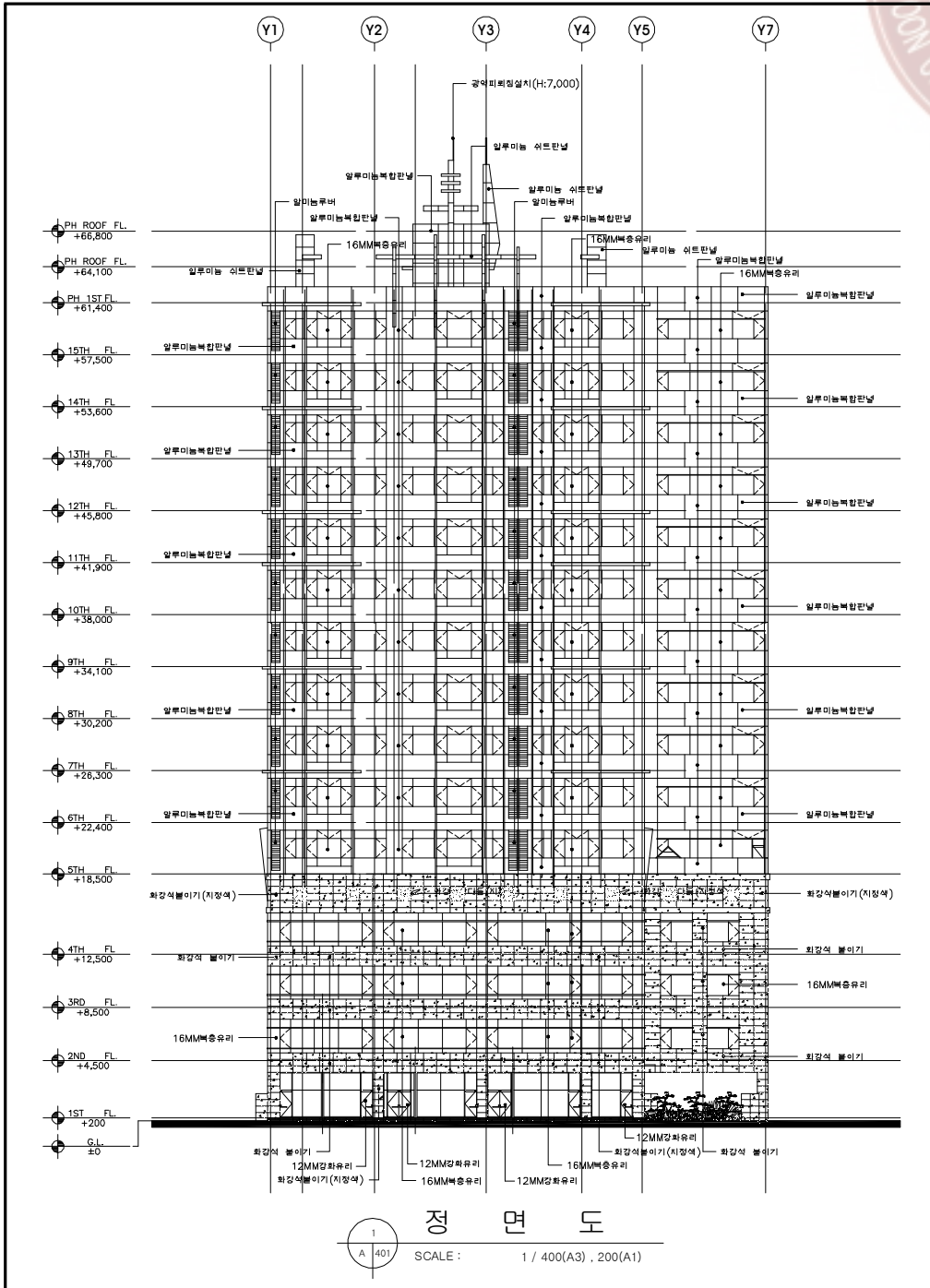


(3) 지상 1층 평면도

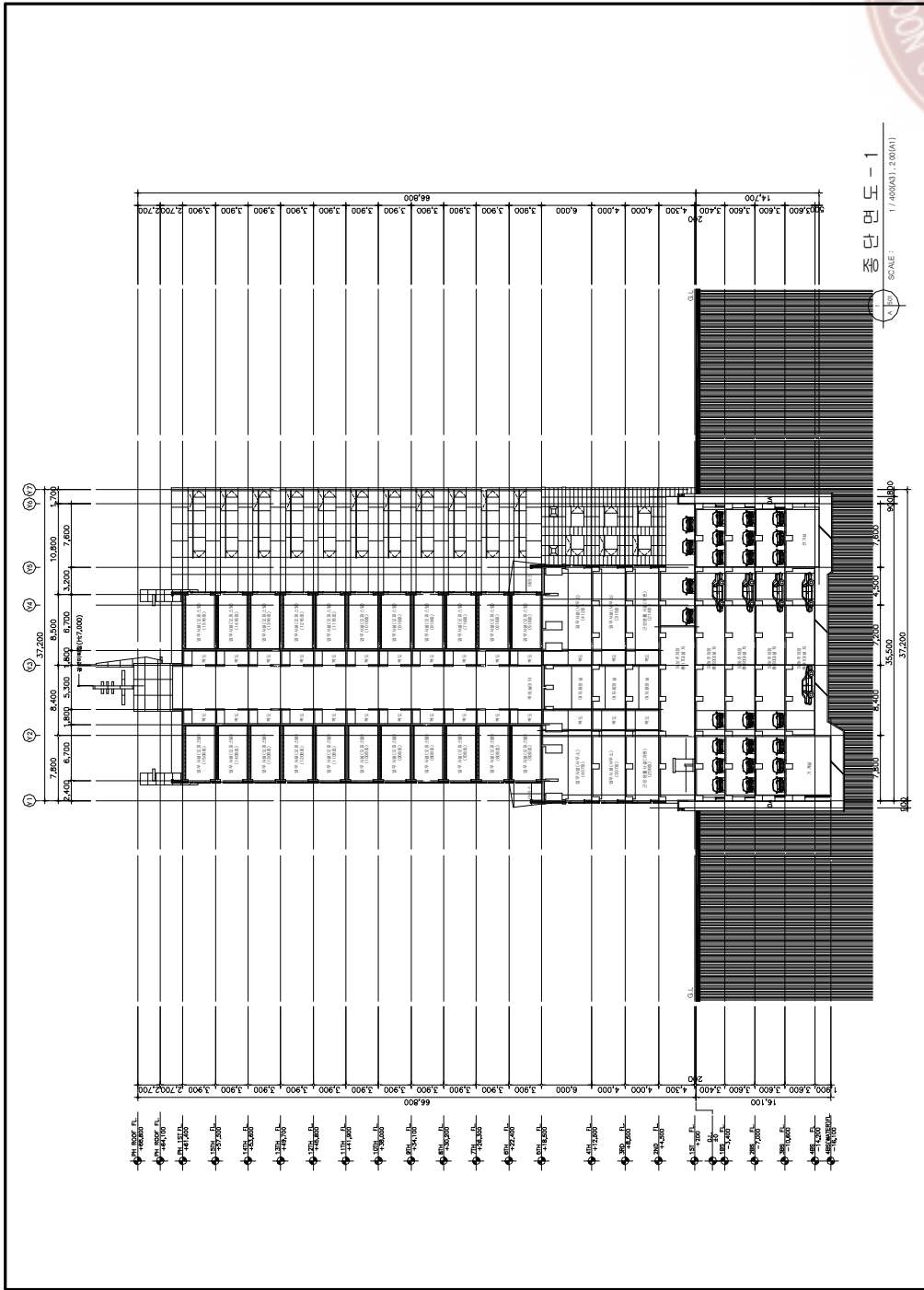




(5) 정면도



(7) 종단면도





4) 구조안전성 감정내용

(1) 지하주차장 상부 보 및 슬래브 균열

① 설계도서 검토

가. 준공 건축도면 A-201 실내·외 재료마감표 및 S-303~306 평면도 등의 구조·마감상태 검토함.

나. 구조도면·계산서 등에 표현된 적재·이동 하중 등에 의한 구조 안전성비교·확인함.

다. 철근탐사, 강도, 변위조사 등의 물성상태 및 외관상태 조사를 이용한 구조 안전성 검토함.

② 현장조사

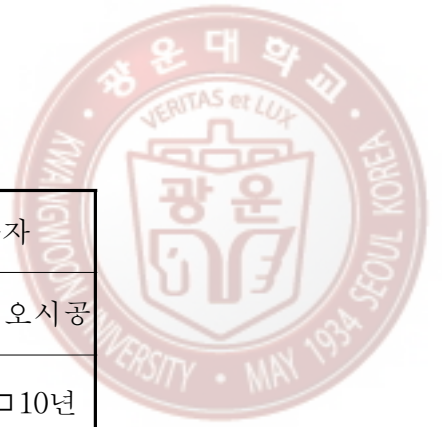
차량 및 보행자 등의 주차장 이용에 따른 사용성·기능성 및 안전성 등의 확보를 위하여 지하주차장 상부보·슬래브 부위에서 발생되어진 균열·누수 및 백화 등의 손상현상에 대하여 현장조사를 실시하였다.

(2) 감정결과

① 준공 설계도서 등을 기준하여 철근탐사, 강도·변위 등의 물성상태 및 균열·누수 및 백화 등의 외관손상 상태에 대한 현장조사 결과 시설물 전반에 걸쳐 손상현상이 심화·확대되어 기능성 및 안전성 등이 저하되어 있는 것으로 조사되었다.

② 철근배근, CON'C 강도 등의 현장조사 결과를 설계도서와 비교·검토하여 구조 검토한 결과 일부 슬래브 부재에 작용하는 응력이 내력범위를 일부 초과하고 있는 것으로 검토되어 탄소섬유(1PLY:200g)보강이 필요한 것으로 검토됨.

③ 하자의 범위·유형 및 책임기간



하자의 범위	<input checked="" type="checkbox"/> 기능상 하자 <input checked="" type="checkbox"/> 미관상 하자 <input checked="" type="checkbox"/> 안전상 하자
하자의 유형	<input type="checkbox"/> 설계하자 <input checked="" type="checkbox"/> 시공하자 <input type="checkbox"/> 미시공·변경시공 <input type="checkbox"/> 오시공
하자보수 책임기간	<input type="checkbox"/> 1년 <input type="checkbox"/> 2년 <input type="checkbox"/> 3년 <input checked="" type="checkbox"/> 5년 <input type="checkbox"/> 10년
하자발생 시점	<input type="checkbox"/> 사용검사일 이전 <input checked="" type="checkbox"/> 사용검사일 이후



(3) 현황자료(사용승인도면, 시방서등) 및 현황사진

층 별	실 명	바닥높이		바 닻			
		구 조	마 감	바 닻	마 감	마감두께	상세번호
지하 4층	지하저수조, 기계실	±0	+130	액체방수 1층 / THK100무근CONC	시공은 마감	130	F-01
	전기실, 발전기실	±0	+30	액체방수 1층 / THK24페탈	시공은 마감	30	F-02
	지하주차장	±0	+130	액체방수 1층 / THK100무근CONC	예측시 마감	130	F-03
지하 3층 ~지하 1층	지하주차장	±0	±0	노출콘크리트 면처리	예측시 마감		F-04

층 별	실 명	벽 W-02			천 정			층 고
		바 닻	마 감	상세번호	바 닻	마 감	상세번호	
지하 4층	지하저수조, 기계실	액체방수 1층 / THK14시멘트몰탈	4'블럭시공상기/수성 페인트 2회	W-01	노출콘크리트 면처리	수성 페인트 2회	W-01	5,500
	전기실, 발전기실	액체방수 1층 / THK14시멘트몰탈	수성 페인트 2회	W-01	노출콘크리트 면처리	수성 페인트 2회	W-01	4,100
	지하주차장	액체방수 1층 / THK14시멘트몰탈	4'블럭시공상기/수성 페인트 2회	W-01	노출콘크리트 면처리	수성 페인트 2회	W-01	3,600
지하 3층 ~지하 1층	지하주차장	액체방수 1층 / THK14시멘트몰탈	4'블럭시공상기/수성 페인트 2회	W-01	노출콘크리트 면처리	수성 페인트 2회	W-01	3,600

실내, 외 재료 마감표

관련자료 준공 건축도면 A-201 실내·외 재료마감표



(4) 감정 기준 및 금액

① 지하주차장 상부보 · 슬래브 등의 CON'C 구조체 부위에서 발생되어진 균열 폭 0.3mm 이상 부위에 대하여는 표면정리 후 건/습식 EPOXY INJECTION 주입을 실시하며, 균열 폭 0.3mm 미만의 균열 부위는 표면처리 균열보수를 실시하는 것으로 기준하여 산정하였으나,

② 슬래브 일부 부재에 작용하는 응력이 허용 내력을 초과하고 균열 등의 외관손상이 심화 · 확대되어진 부위에 대하여는 탄소섬유 (1PLY:200g)보강 을 통하여 시설물의 사용성 및 안전성 등의 확보에 소요되는 비용을 하자보수비로 산정하였다.

(5) 균열 보수 후 도장은 손상길이X폭(300mm)을 적용하여 하자보수에 소요되는 비용을 산정하였다.

(6) 하자보수비 검증금액 : \ 381,117,253원

5) 구조검토

(1) 구조형식 : 철근콘크리트 라멘조



(2) 재료강도

① 콘크리트 : $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$ (1층바닥~지하층)

② 철근 : $f_y = 400 \text{ MPa}$

(3) 구조 검토 기준

적용규정 : 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙 - (건설교통부)

극한강도 설계법에 의한 철근콘크리트 구조설계기준

및 해설 - (대한건축학회)

콘크리트 구조설계기준·해설 - (한국콘크리트학회)

건축물 하중기준 및 해설 - (대한건축학회)

건축구조설계기준 - (대한건축학회)

(4) 구조해석 프로그램

① 골조해석 : MIDAS/Gen

② 부재검토 : MIDAS/Set

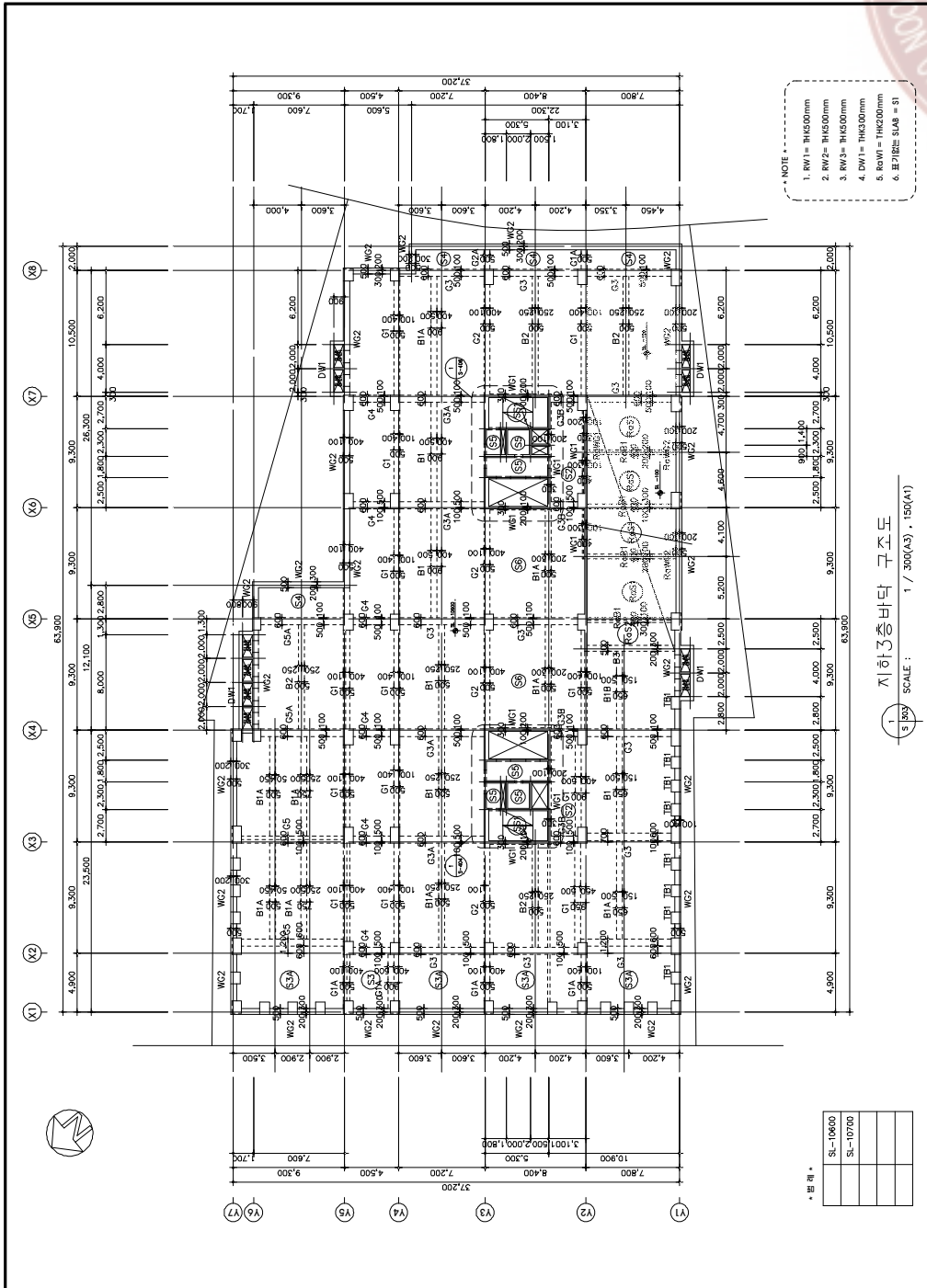
(5) 적용하중

단위 : kN/m^2

구분(용도)	재료	고정하중 (DL)		적재하중 (LL)	사용하중 (1.0DL+1.0LL)	계수하중 (1.2DL+1.6LL)
		두께 (mm)	하중			
주차장 1층	방수 및 마감	100	2.30	5.00	11.10	15.32
	CON'C 슬래브	150	3.60			
	etc		0.20			
	소 계		6.10			
주차장 지하	방수 및 마감	100	2.00	5.00	10.80	14.96
	CON'C 슬래브	150	3.60			
	etc		0.20			
	소 계		5.80			
경사로	무근	100	2.30	5.00	12.30	16.76
	CON'C 슬래브	200	4.80			
	etc		0.20			
	소 계		7.30			



(6) 지하3층 바닥 구조도



NOTE

1. RW1 = THK300mm
2. RW2 = THK500mm
3. RW3 = THK500mm
4. DW1 = THK300mm
5. RWV1 = THK300mm
6. DW1R2 = S148 = S1

지하3층바닥 구조도
SCALE : 1 / 300(A3) · 150(A1)

* 배 *

SI-10600
SI-10700



(7) 슬래브 검토

① 검토 결과

현장조사의 철근배근상태 및 CON'C 강도조사 결과를 설계도서와 비교·검토하여 구조해석을 통하여 적용하였다. 검토한 결과 일부 슬래브 부재의 작용하는 응력이 허용내력 범위를 일부 초과하고 균열이 상당히 존재하므로 제시한 보강법으로 보수·보강조치하면 구조적 안전성에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

• 슬래브 내력 검토표

부재명	단 면 (mm)	구 분	조사배근량 (mm)	작용응력(M_u) (kN·m)		허용내력 (ϕM_n)(kN·m)		비 고
1S1	150	단변	HD10+13@200	단 부	21.2	단 부	20.2	say O.K
			HD10+13@200	중앙부	14.6	중앙부	20.2	
		장변	HD10@250	단 부	-	단 부	10.8	
			HD10@250	중앙부	-	중앙부	10.8	
b3 ~b1S1	150	단변	HD10+13@200	단 부	20.7	단 부	20.2	say O.K
			HD10+13@200	중앙부	14.2	중앙부	20.2	
		장변	HD10@250	단 부	-	단 부	10.8	
			HD10@250	중앙부	-	중앙부	10.8	

(8) 구조보강방안⁵⁾

① 보수·보강 방안 : 탄소섬유 쉬트(200g / 1PLY) 보강

탄소 섬유보강은 최신의 보강공법으로 첨단 소재인 탄소 섬유를 우수한 물리적, 기계적 성질을 갖는 전용 Epoxy Resin을 사용하여 보강부위에 밀착 접착시켜 우수한 보강효과를 나타내는 공법이다.

5) (주)삼우종합그라우팅, 구조보강자료, (2010)



가. 보강공법의 목적

無수지일방향 탄소섬유시트 보강공법은 일방향으로 배열된 탄소섬유시트를 상온 경화형 에폭시(EPOXY) 수지를 이용하여 구조내력이 부족한 콘크리트 단면에 접착, 보강함으로써 구조물의 강도, 내구성 및 내진 성능 등 그 기능을 완벽하게 회복할 수 있도록 개발한 공법이다.

나. 보강공법의 적용 범위

無수지일방향 탄소섬유시트의 사용범위는 건축·토목용 구조물의 노후화, 부실시공, 균열발생 및 기타 원인으로 인하여 보수·보강이 필요한 영역에 적용한다.

다. 보강공법의 특성

㉠ 고강도, 고탄성

無수지일방향 탄소섬유시트 보강공법은 탄소섬유가 일방향으로 배열되어 있어 탄소섬유가 가지는 뛰어난 강도 특성을 최대한 발휘할 수 있는 공법으로 기존 철판 보강공법과 동등하거나 그 이상의 탄성률뿐만 아니라 10배에 가까운 강도를 구조물의 균열을 억제하고 내구력을 향상시켜 탁월한 보수·보강 효과를 이룰 수 있다.

하기표의 無수지 일방향 탄소섬유의 설계인장강도 및 인장탄성률 이상의 제품을 사용하여 본 답동 성당 종탑 기둥에 보강을 실시하여야 한다.

구 분	無수지일방향 탄소섬유	철판(SD30A)
설계인장강도(kgf/cm ²)	35,500	4,500
설계인장탄성률(kgf/cm ²)	2.35×10 ⁶	2.1×10 ⁶

설계강도 및 탄성률은 인장강도, 탄성률을 설계 두께로 나눈 단면적(1cm²)당 치수이다.



㉔ 경량 - 철의 1/4

無수지일방향 탄소섬유시트 보강공법은 경량의 탄소섬유시트를 사용하므로 보강후 구조물의 중량 및 단면증가가 극히 적어서 사하중과 건축한계에 영향을 미치지 않는다.

(탄소섬유비중 : 1.82g/cm³ / 철 비중 : 7.85g/cm³)

㉕ 우수한 내구성 및 방식, 방수효과

無수지일방향 탄소섬유시트 보강공법은 탄소섬유시트와 에폭시수지만으로 구성되는 복합재 보강이므로 물, 염기, 산과 자외선등 외기의 영향으로 인한 부식이나 열화현상이 없을 뿐 아니라 수지에 의한 방수효과가 뛰어나다.

㉖ 뛰어난 시공성

無수지일방향 탄소섬유시트 보강공법은 탄소섬유시트를 상온경화형 에폭시 수지를 접착하는 것만으로 보강이 완료되며 별도의 장비나 공구가 필요 없고, 철판보강공법과는 달리 용접, 양카 매설 등에 의한 소음, 분진발생 등이 없어 현장에서 손쉽게 시공할 수 있다.

라. 보강효과

- ㉑ 휨 내력의 향상
- ㉒ 피로 수명의 향상
- ㉓ 변형성능의 향상
- ㉔ 균열 억제
- ㉕ 안정적 시공성
- ㉖ 내구성, 방수성 향상

마. 시공상의 주의사항

㉑ 온도에 관하여

저온에서는 프라이머 및 수지의 배합 후 점도(cps) 증가와 경



화 반응의 지연으로 경화 불량이 발생할 수 있다. 동계 한냉지 등에서는 시공 조건을 신중히 검토하여 기온 5℃ 이하에서는 시공을 가급적 삼가한다.

㉠ 온도결로에 대하여

대기와 콘크리트 표면의 온도 차이로 인하여 결로 현상(이슬맺힘)이 발생하므로 콘크리트 수분의 존재는 프라이머 및 수지 접착을 저해하는 요소이므로 누수가 있는 경우 지수·도수 처리를 행하고 우천 또는 결로의 위험이 있는 경우에는 시공하지 않는다.

㉡ 요철이 있는 경우

표면의 요철이나 돌출부에서는 탄소섬유쉬트를 붙일 때 들뜸층이 발생하기 쉽다. 콘크리트 표면의 돌출 부위가 1mm 이상시 요철을 수정하고 우각부는 R = 10mm 이상으로 면처리하고 오목부는 평활하게 한다.

㉢ 프라이머 수지의 취급

점도 조절은 가온 방식으로 처리하고 신너 등의 유기용제 등으로 희석해서는 안된다. 주제, 경화제는 가사시간을 준수하고 초과한 프라이머는 사용하지 않는다.

㉣ 탄소섬유쉬트의 취급요령

탄소섬유쉬트는 조심스럽게 다루며 재단(Cut)시 탄소섬유 방향(0°)으로 2°이상 벗어나지 않도록 절단하며 R = 300mm 이상 Roll 또는 둥글게 말아 섬유조직이 흐트러지지 않도록 보관하여야 한다. 접착시 섬유(길이) 방향으로 10cm의 이음길이(Lap-Length)를 확보하여야 하며 폭방향은 이음길이를 하지 않는다.

㉤ 시공 계획에 대하여

기존 콘크리트 구조물의 시공에 있어서 현장 및 주변 환경에 따라서 소요자재 및 작업 공구의 반입과 작업 가설 상황 확보 등에

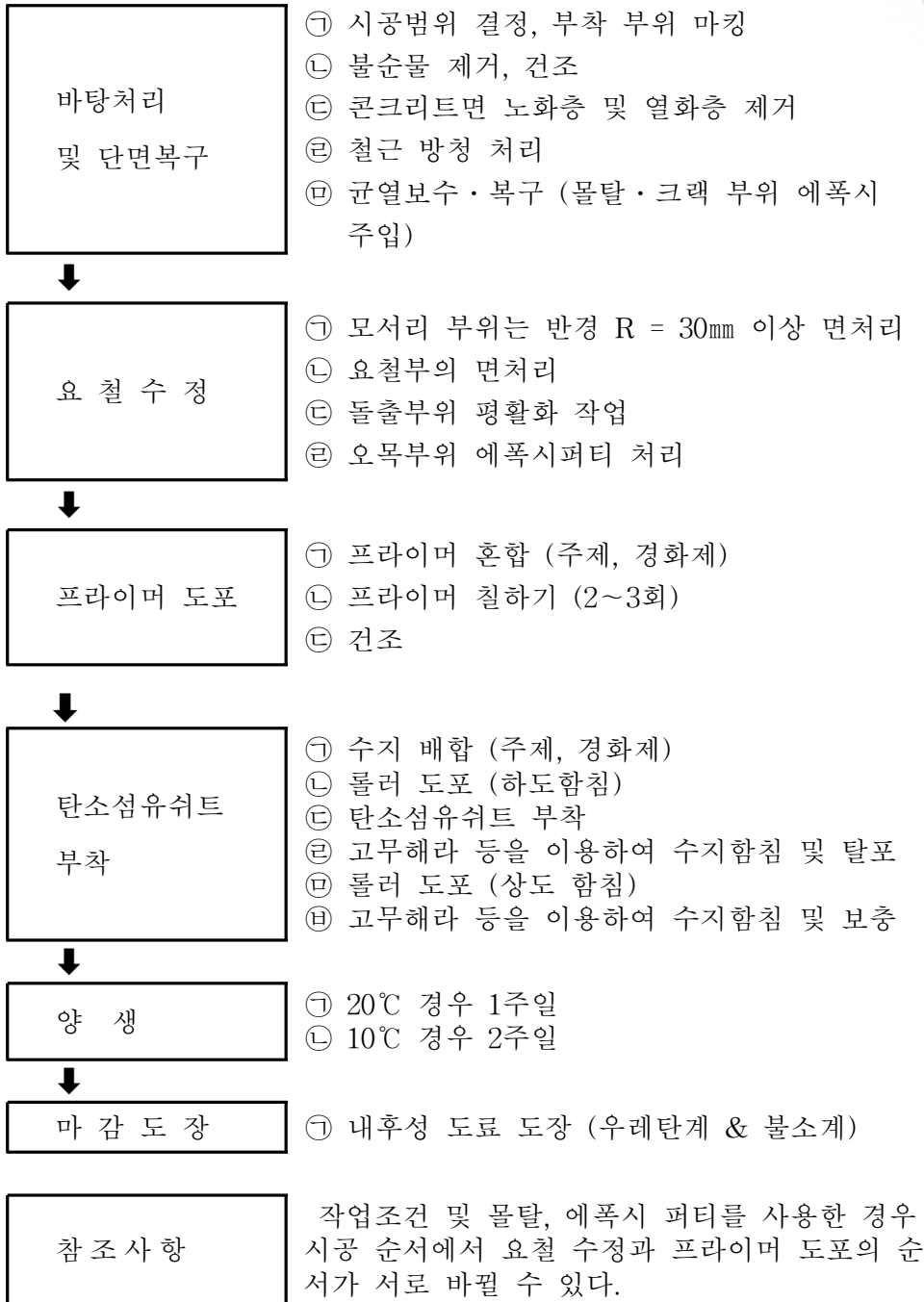
작업 조건 제약을 받을 수도 있다. 또 진동 그 외의 요인으로 시공성에 영향을 주는 경우가 있다. 사전에 충분한 조사를 행하여 시공 계획을 세운다.





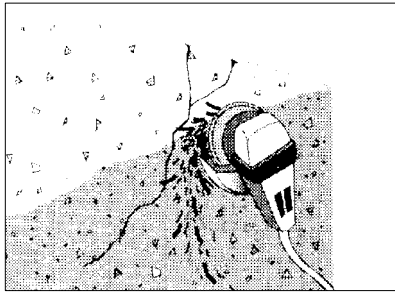
바. 시공순서

탄소섬유쉬트 표준 시공 순서는 다음과 같다.

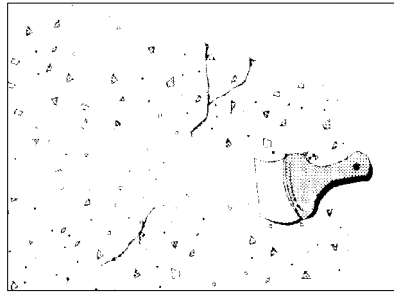


사. 시공 흐름도

㉑ 표면처리작업

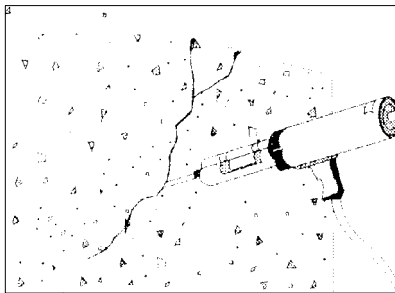


㉒ 퍼티작업

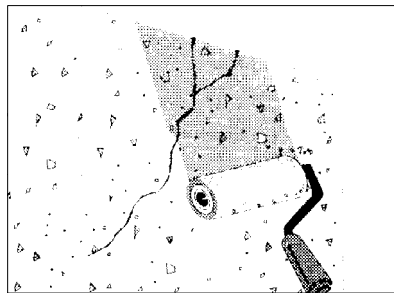


시공범위의 분할·마킹 작업 및 디스크 그 프라이머 양생후 고무주걱 등을 이용하여 라인더를 이용하여 콘크리트 표면에 있는 에폭시 퍼티로 평탄성 작업을 한다. 열화층을 제거·연마한다.

㉓ 콘크리트 균열(Crack) 및 불량 부위 패칭

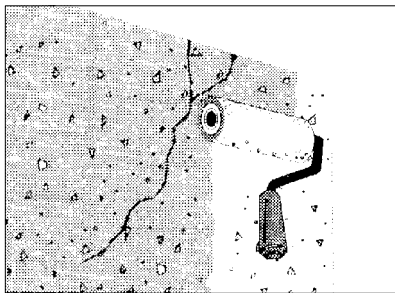


㉔ 에폭시 수지 도포

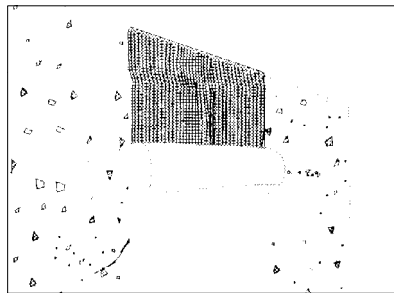


탄소섬유보강 전에 콘크리트에 기발생된 균열 및 불량부위를 먼저 보수한다. 균탄소섬유를 부착시키기 위하여 콘크리트 표면에 에폭시 수지를 롤러로 도포한다.

㉕ 프라이머 도포



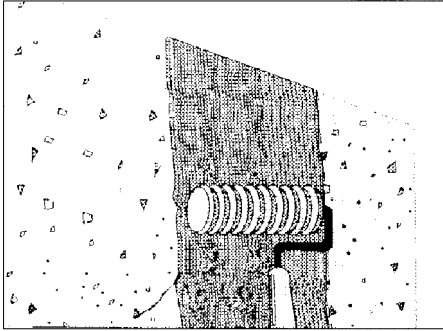
㉖ 탄소섬유쉬트 부착



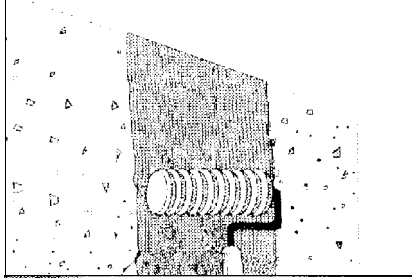
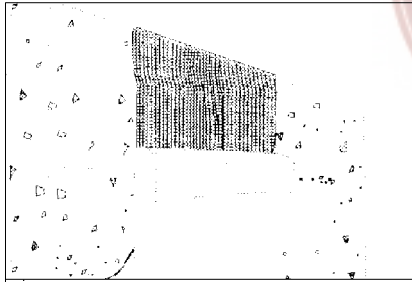
먼지를 모두 제거하고 프라이머 도포작업을 시행한다.

이형지를 벗기면서 탄소 섬유를 에폭시 수지 도포면에 부착시킨다.

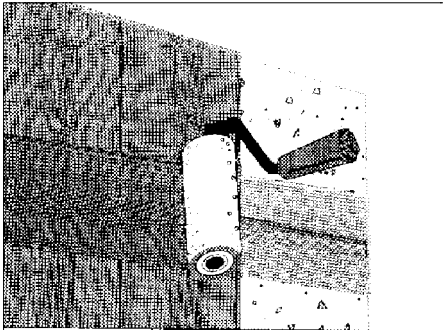
㉞ 기포제거 및 밀착



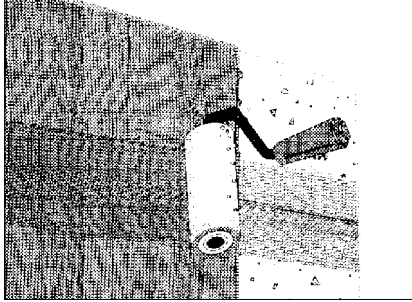
탄소섬유와 에폭시수지 사이의 잔여공기를 배출시켜 쉬트가 완전히 접착되도록 탈포 롤러등을 이용하여 탄소섬유의 배열방향에 따라 롤링작업을 한다.



㉟ 에폭시 수지 채도포

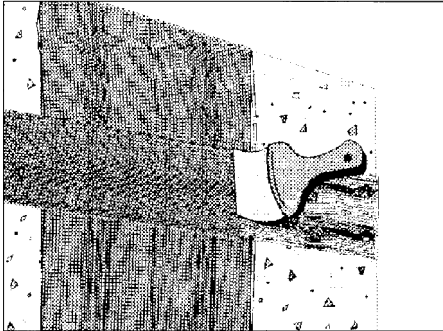


탄소섬유를 부착시킨 후 에폭시 수지를 쉬트표면에 다시 도포하면서 함침시킨다.



단, 탄소섬유쉬트를 여러 겹으로 추가 접착시킬 경우 상기 8번 작업 후 동일 방법 (6~8번)으로 재시공한다.

㊱ 마감 작업



고무주걱 등을 이용하여 탄소섬유 표면을 깨끗이 정리·양생시킨 후 외적 미관을 위하여 선택적으로 필요한 색상으로 마감 도장한다.



아. 공종별 시방

㉠ 하지 그라인딩

바탕 콘크리트 표면의 노화층 및 열화층 (풍화·레이턴스·이형제·박리물탈·도장·오염 등)을 디스크 샌더그라인더 등을 이용해 연마·제거한다. 연마분진을 압축공기 등으로 제거한다. 물로 세정할 경우 충분히 건조시킨다.

㉡ 단면복구

바탕 콘크리트의 불량부(박리·공극·핀홀·부식·요철 부위 등)를 깎아내 제거하며 철근의 노출이 있을 경우에는 방청처리를 한 후 콘크리트와 동등 이상의 강도가 있는 에폭시 수지 몰탈, 폴리머 시멘트 몰탈 등으로 단면을 복구시켜 일체형 구조물을 형성시킨다.

크랙(균열) 부분에 에폭시 수지 등을 충전·보수한다.

크랙, 조인트(이어치기)에서 누수가 발생할 경우에는 별도의 지수·도수처리를 시행한다. 참조 사항으로는 복구 후의 단차는 1mm 이내로 마무리 한다.

㉢ 요철수정

표면의 돌출부(돌기층 등)를 햄머드릴, 디스크샌더 등으로 연마하여 평활하게 한다. 오목부(조인트 등)에 에폭시 수지 퍼티, 몰탈 등으로 충전 보수한다. 단면의 돌출된 부위는 반경 R = 10mm 이상으로 하여 가능하면 크게 깎아내고 움푹 들어간 곳은 에폭시 수지 퍼티, 몰탈 등으로 메워주도록 한다.

㉣ 프라이머 도포

에폭시 프라이머의 주제·경화제를 소정의 배합비로 용기에 담아 균일하게 혼합될 때까지 (약2분간) 교반시킨다. 교반은 원칙적으로 전동핸드믹서를 이용한다. 1회의 혼합량은 가사시간 이내에 시



공을 완료할 수 있는 양으로 배합하여 사용하며 가사시간이 초과된 것은 사용하지 않는다. (가사시간은 카다로그 수지의 물성표항을 준수하며 온도, 혼합량에 의해 변화하므로 주의할 것) 롤러를 이용하여 균일하게 도포한다. 완전 건조 후 2~3회 도포를 행한다. 도포량은 시공면의 방향·거칠기에 따라 변화한다.

3시간~12시간 이상 건조시킨다.

표면의 요철부위는 디스크샌더, 콘크리트 연마기 등으로 필요에 따라 수지 퍼티 등으로 요철을 수정한다. 참조 사항으로는

기온 5℃이하 우천 및 결로의 우려가 있을 경우에는 시공하지 않는다. 시공부의 온도, 습도를 확인하고 적절한 프라이머를 선택하여 도포한다.

㊤ 탄소섬유쉬트의 부착

탄소섬유쉬트를 나이프, 컷터 등을 이용하여 미리 소정의 크기대로 재단하며 재단 규격은 작업성을 고려하여 길이 3m 이내가 적당하다.

시공면의 프라이머가 표면 건조되었음을 확인한다. 프라이머 시공 후 1주일 이상 경과되었을 경우에는 샌드 페이퍼로 표면을 거칠게 연마 해준다. Top Coat의 주제·경화제를 소정의 배합비로 용기에 담아 균일하게 될 때까지(약 2분간) 혼합시킨다. 교반은 전동 핸드믹서를 이용하여야 한다. 1회의 배합은 가사시간 내에 시공을 완료할 양으로 가사시간이 경과된 것은 사용하지 않는다. (대기 온도와 가사시간 관계는 카다로그 참고) 수지를 로올러, 붓으로 균일하게 도포한다. (하도도포) 도포량은 시공면의 방향, 거칠기 등에 의해 변경한다. 들어간 주위에는 많은 양을 도포한다.

탄소섬유쉬트 접촉면에 접촉시키고 이형지를 벗겨낸 후 탈포로 울러나 고무주걱으로 표면을 섬유방향에 따라 2~3회 문질러 수지



가 함침되도록 하여 기포를 제거한다. 문지를 때 탄소섬유쉬트가 파손 및 방향이 흐트러지지 않도록 주의하며 섬유방향 부위의 연결은 반드시 8~10cm가 되도록 이어나가고 폭 방향의 겹침은 불필요하다.

접착 후 수지와의 겹현상 이후(30분 이상)까지 방치한다. 이 사이에 들뜸이나 늘어짐이 발생하면 로울러, 고무주걱 등으로 눌러 완전히 접착시킨다.

수지를 탄소섬유쉬트 표면에 재도포한다. (상도함침)

탈포로울러 고무주걱으로 표면을 섬유방향을 따라 참조사항으로는 필요에 따라 표면마감 도장한다.

자. 품질관리 및 검사

출하 전의 품질검사는 다음의 항목에 대하여 실시하고 시험성적서를 발행한다. 사전의 품질검사는 다음 항목을 시행하고 시험성적서를 작성한다.

- ㉠ 탄소섬유쉬트 인장시험 (ASTM D 3039에 포함)
- ㉡ 수지 인장강도 (ASTM D 638에 준함)
- ㉢ 프라이머 수지의 점도(cps) 가사시간 시험 검사 빈도는 탄소섬유쉬트 1000m²당 1회 실시한다.

차. 안전대책

- ㉠ 자재, 공구 사용방법 및 보관 방법을 확인한다.
- ㉡ 가설대, 통로 등의 작업환경을 정리, 정비하고 작업에 따라서 보호마스크, 안경, 장갑, 안전벨트 등의 보호구의 착용을 의무화한다.
- ㉢ 유기용제를 사용할 때는 흡입사고가 발생하지 않도록 항상 주의하며, 특히 밀폐된 공간에서 작업할 경우 송풍기나 덕트로 강제환기 시킨다.



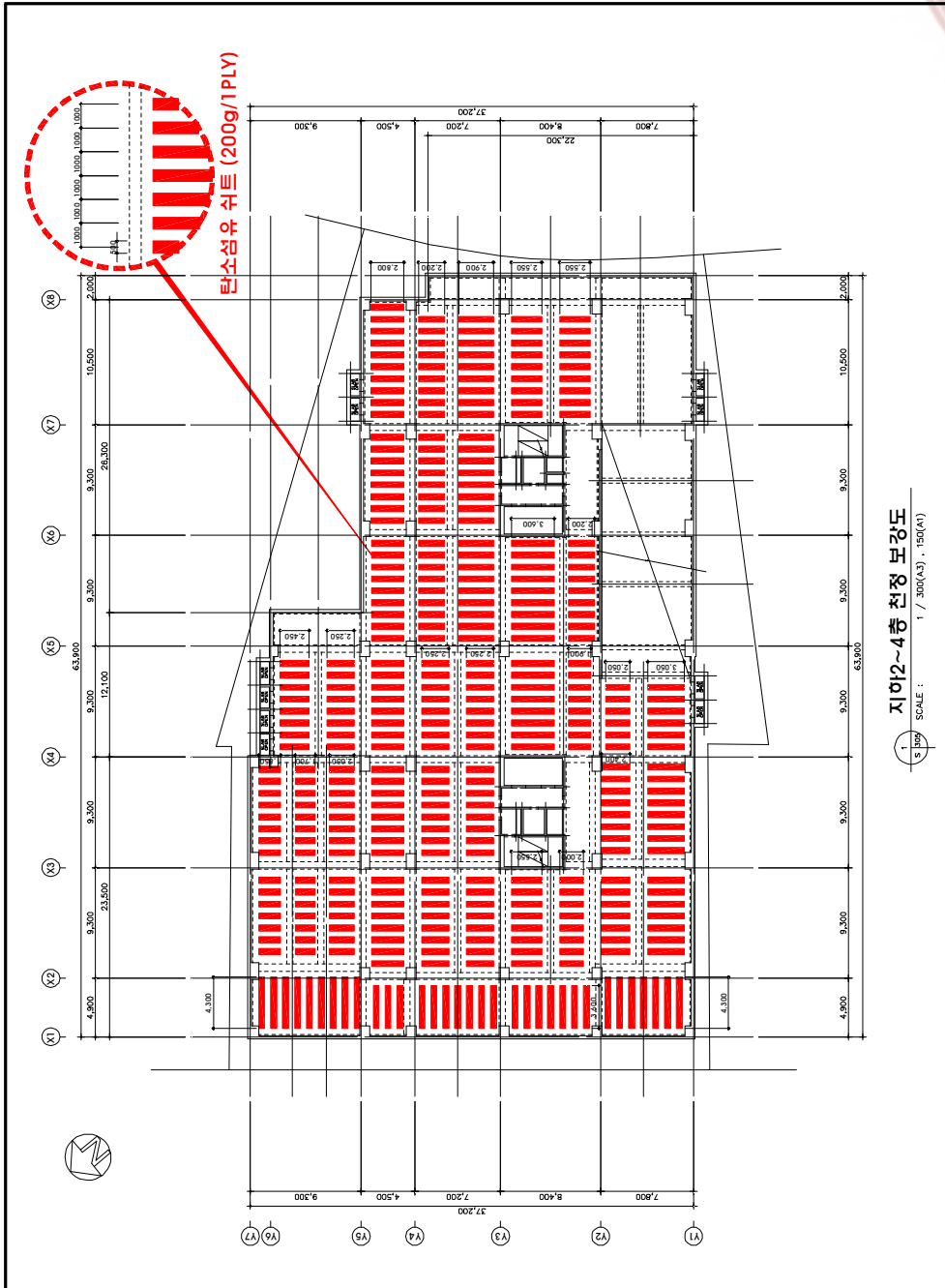
㉔ 프라이머, 수지 도료 등이 피부에 묻었을 때는 비눗물로 씻어낸다. 또 눈에 들어갔을 경우에는 즉시 흐르는 물에 씻어내고 의사의 진료를 받는다.

㉕ 긴급연락망을 구축하고 시공 계획을 명기함과 동시에 작업지시를 철저히 교육시키고, 사고 발생시 신속한 대응을 할 수 있도록 하며 응급치료 방법과 구급약은 항상 준비해둔다.



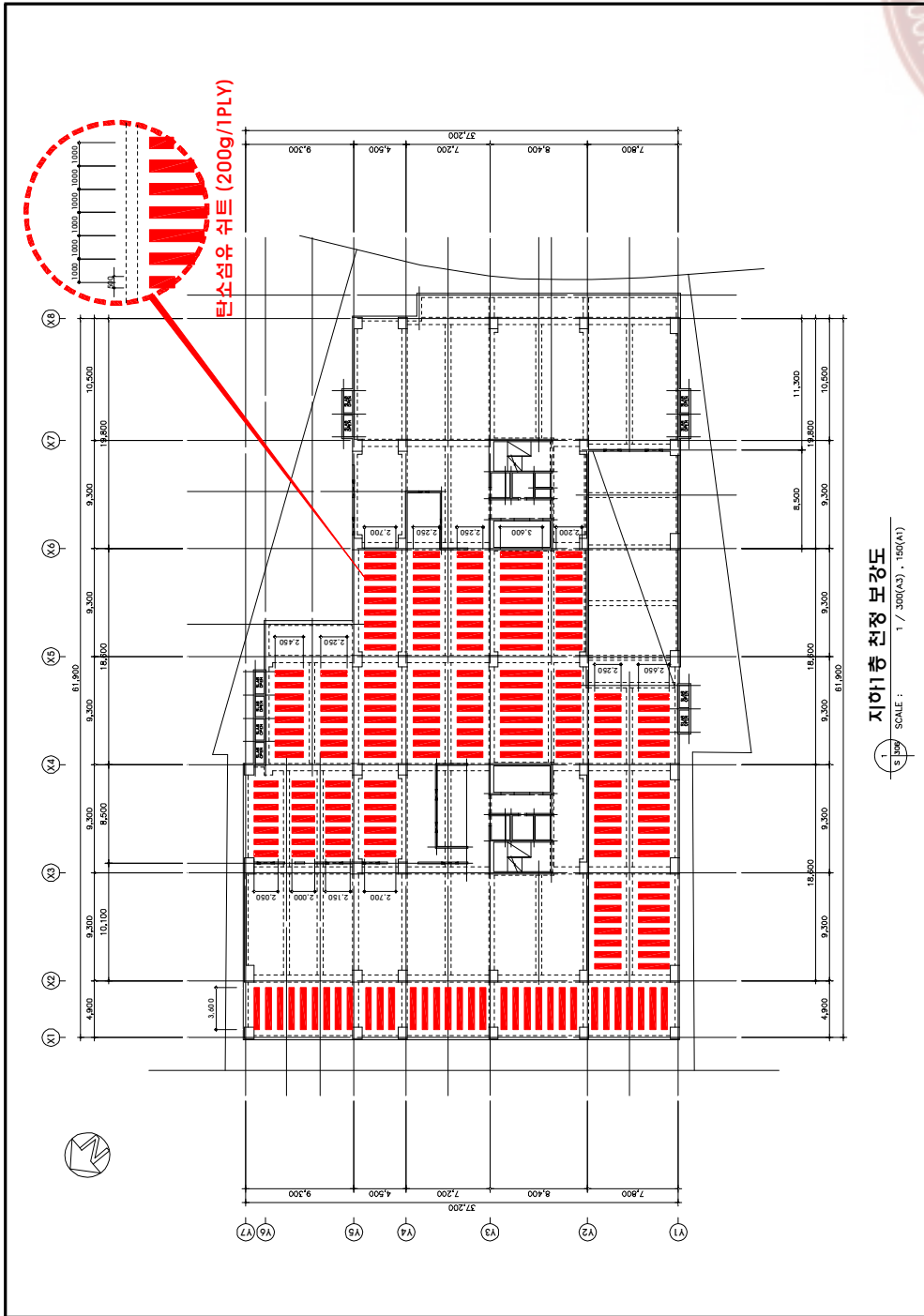
카. 보강 위치도

㉠ 지하2~4층 천정 보강 위치도





㉔ 지하1층 천정 보강 위치도





2. 사안의 개요

1) 건명 : 첫 사건 A-오피스텔건물의 지하주차장 지하 1~4층 천장 SLAB, 보 부위의 폭 0.3mm내외의 균열이 다수 발생하여 구조안전상 보수가 필요하여 손해배상 책임 인정한 경우⁶⁾

2) 사실관계

(1) 당사자

원고는 경기도 부평구 부평동 000-0번지 오피스텔 건물(이하 “부평오피스텔건물”이라함.)의 소유자인 김00외 112인이고, 피고회사는 이 건물 시공사인 00주택건설(주)외 1인이다.

(2) 건물 개요

이 사건 건물은 대지면적 2,654.2㎡, 건축면적 1,903.12㎡, 연면적 29,568㎡, 구조 철근CON’C조, 층수 B4F~지상15F, 세대수 225세대, 동수 1개동 건물이며, 2006년 9월 준공 받은 건물이다.

(3) 분쟁 대상

이 건물의 준공 후 원고들이 입주하여 약 3년 동안 거주하면서 공용부분의 마감재의 탈락, 파손, 얼룩, 변색, 구매불량의 하자 및 미시공등과 구조 부분의 균열의 다수 발생 등과 전용부분의 마감재의 탈락, 손상, 균열 등의 하자가 다수 발생하여 그에 따른 하자보수 금액을 청구한 소송이다.

(4) 사건 내용

특히 본 논문에 기록한 부위는 지하주차장 지하 1~4F SLAB, 보 부위에 수 많은 균열이 발생하였다. 균열의 폭은 0.3mm내외이며 거미줄같은 균열이 다수발생되어 구조안전성진단이 필요한 감정이

6) 서울중앙지방법원 2010.12.16선고 2009 가합 125375건



되었다.

3. 판결요지

1) 손해배상 책임의 인정

(1) 이건물의 하자감정보고서⁷⁾(이하“감정서“라함)에서는 지하주차장 지하 1~4층 SLAB, 보 부위의 보강부위가 일부 내력이 부족하여 균열보수 후 탄소섬유 시트 보강하는 것으로하고 보수금액으로 금 381,117,253원으로 감정하였다.

(2) 이중 법원에서는 감정액수를 금 100,000,000원을 감하고 또한 준공 후 3년 6개월 이상 경과한 점을 고려하여 10%를 감하여 금 253,005,528원정으로 평결하였다. 이는 재판부에서 건물의 구조체에 내력이 일부 부족한 점을 인정하여 그에 대한 책임을 시공사에게 전가한 것이다.

4. 평석

이 사건은 마감재의 하자에 대한 하자보수 뿐만아니라, 구조부재의 구조안전성에 의한 진단의 기법이 적용된 부분의 판례로서 구조안전성의 중요성을 감안한 보수비용의 판결이다.

구조체의 일반적인 균열보수로 끝나지 않고 탄소섬유시트의 특수 보강공법의 적용을 인정한 판결로서 그 만큼의 구조체의 안전성의 중요함을 일깨워준다.

그러나 전체금액중 약 66% 정도의 금액으로 결정된 점은 건물 구조안전성의 완벽한 보수를 위하여는 일부 문제가 되는 것으로 판단 된다.

7) (재)한국재난연구원 감정서 : 2010.8.3 서울중앙지방법원 2009 가합 125375감정서



제 2 절 사건 B : 창동아파트 건물 구조안전성 감정사례⁸⁾

1. 감정내용

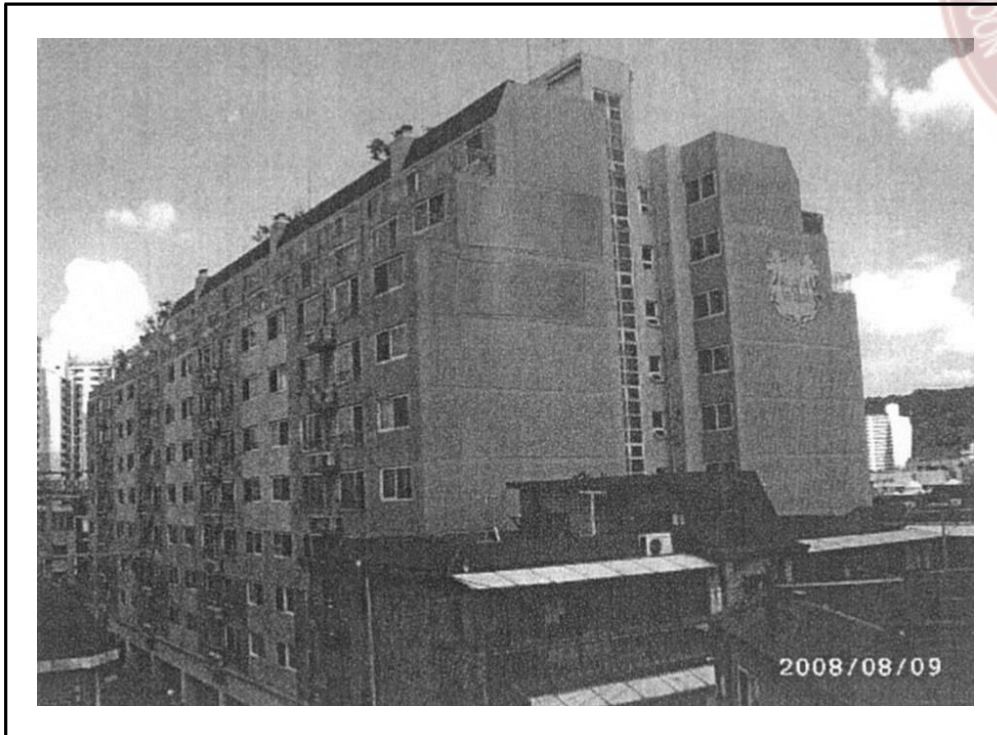
1) 감정건물개요

- (1) 목적물(시설물)명 : 000 오피스텔
- (2) 위치 : 서울특별시 도봉구 창2동 000-00번지
- (3) 최고높이 : 33.75m
- (4) 건축면적 : 1,449.00m²
- (5) 연면적 : 15,467.95m²
- (6) 구조형식 : 철근콘크리트 구조
- (7) 건축물 개요

구분		층별 면적계(m ²)	주용도	비고
지 상	지상10층	743.68	오피스텔 (업무시설)	구내통신실:9.00
	지상9층	1,055.31	오피스텔 (업무시설)	구내통신실:11.25
	지상2~8층	9,806.72 (1,400.96*7층)		주민공동시설:144.25 장애인화장실:4.20 MDF실:14.00
	소계	12,379.99		
지 하	지하1층	2,520.00		
	지하2층	567.96		
	소계	3,087.96		
총 계		15,467.95		

8) (재)한국재난연구원감정서:서울중앙지방법원사건2007가합70235감정서

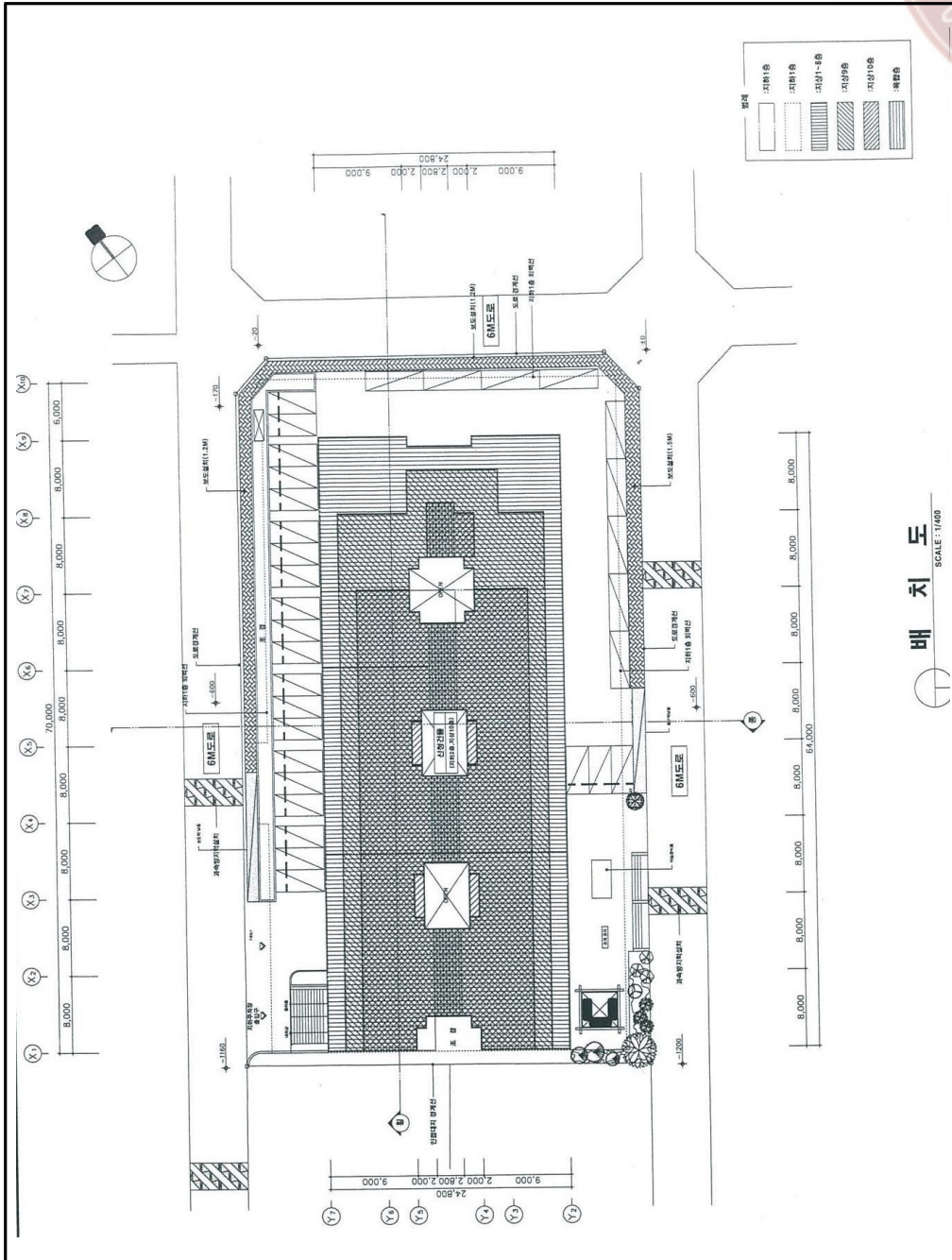
2) 감정건물 전경사진



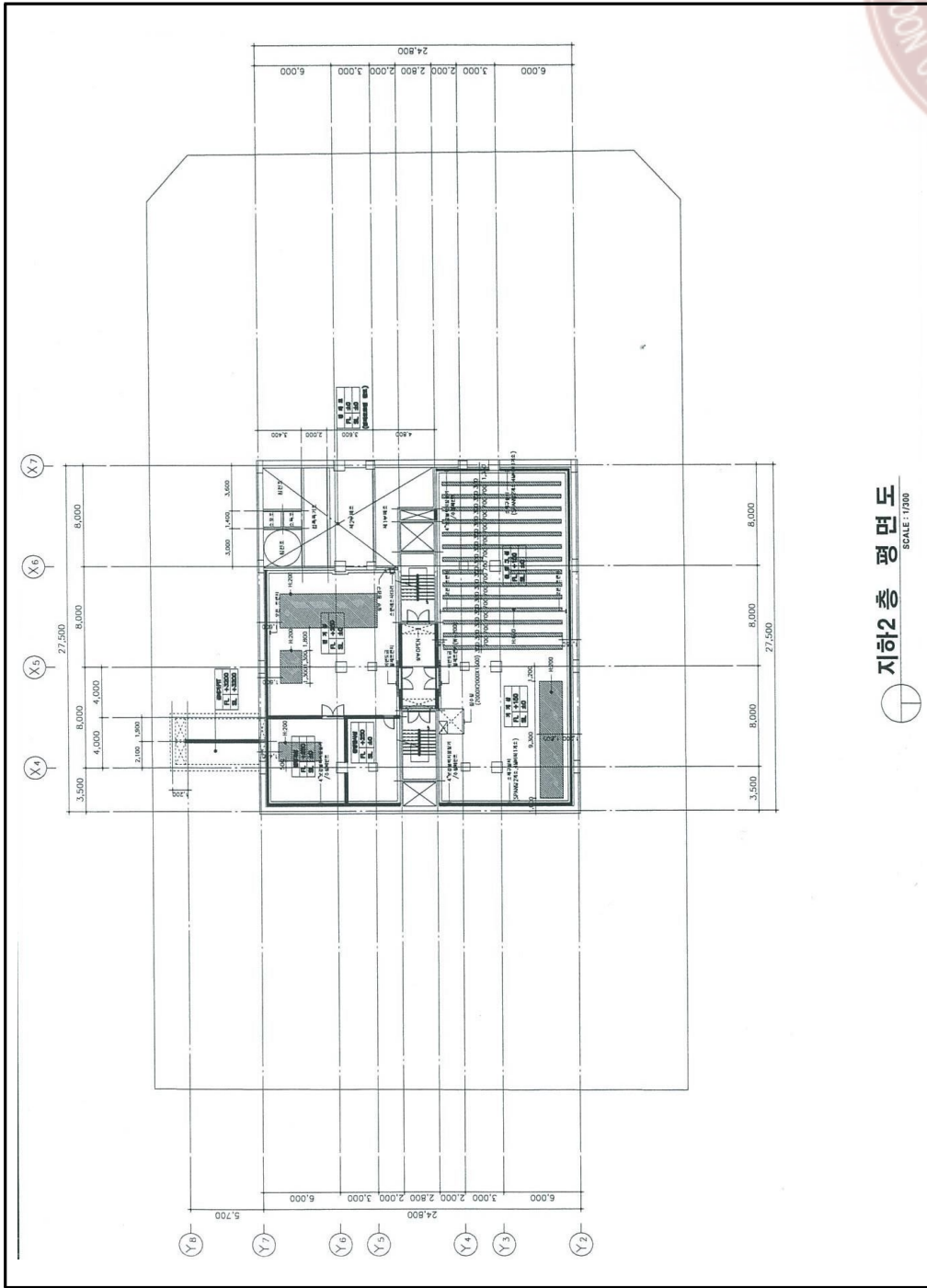
감정대상 목적물 전경사진



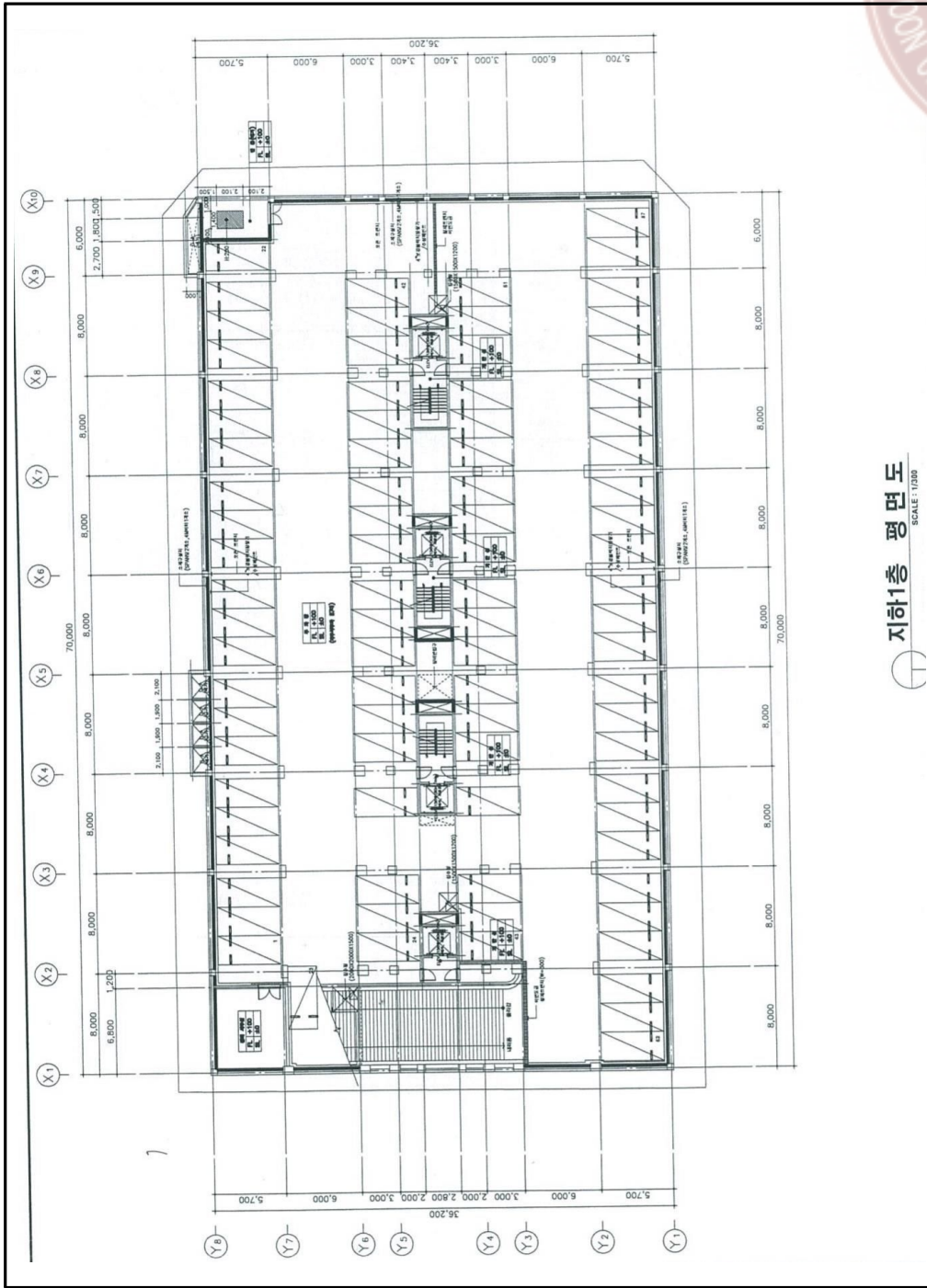
3) 감정건물 도면
 (1) 배치도



(2) 지하 2층 평면도

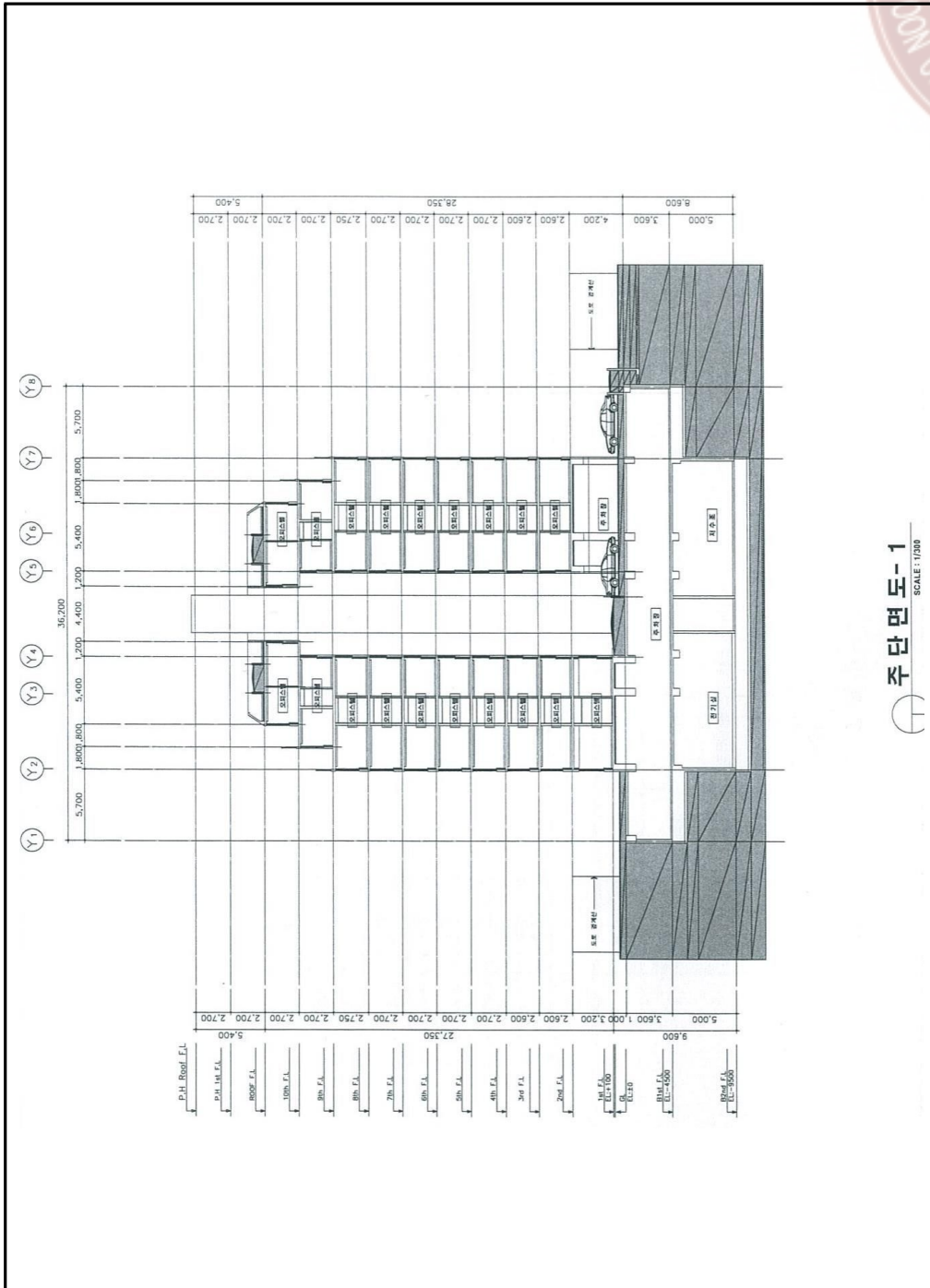


(3) 지하 1층 평면도





(6) 주단면도-1





4) 구조안전성 감정내용

(1) CON'C SLAB 및 보 균열

① 감정내용

가. 설계도서 검토

나. 현장조사

설계도서 중 사용승인도면 S-104~112 슬래브 및 보 부위에서 발생되어진 균열 등의 외관손상 현상에 대하여 현장조사를 실시하였다.

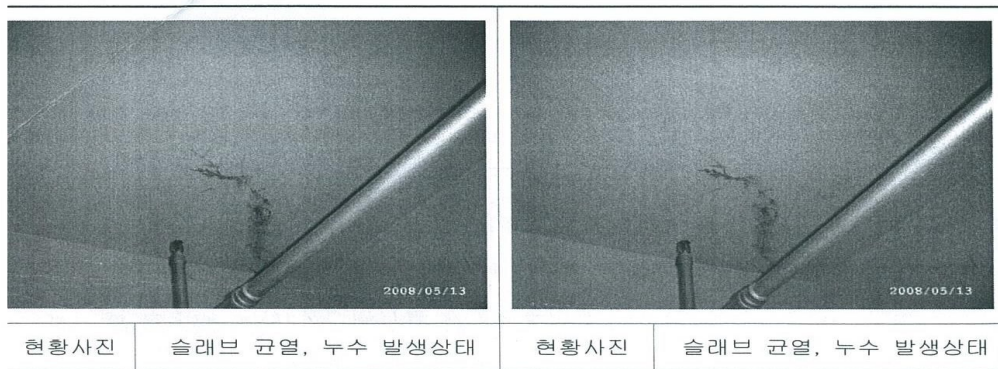
② 감정결과

가. 공용부분의 슬래브 및 보 부위에 대한 현장조사 결과 시설물 전면에 걸쳐 균열 등의 외관손상 현상이 발생되어 시설물의 사용성 및 내구성을 저해하고 있는 것으로 조사되었다.

나. 하자의 범위·유형 및 책임기간

하자의 범위	<input checked="" type="checkbox"/> 기능상 하자	<input checked="" type="checkbox"/> 미관상 하자	<input checked="" type="checkbox"/> 안전상 하자		
하자의 유형	<input type="checkbox"/> 설계하자	<input checked="" type="checkbox"/> 시공하자	<input type="checkbox"/> 미시공·변경시공	<input type="checkbox"/> 오시공	
하자보수 책임기간	<input type="checkbox"/> 1년	<input type="checkbox"/> 2년	<input type="checkbox"/> 3년	<input checked="" type="checkbox"/> 5년	<input type="checkbox"/> 10년
하자발생 시점	<input type="checkbox"/> 사용검사일 현재		<input checked="" type="checkbox"/> 사용검사일 이후		

다. 현황사진(사용승인도면, 시방서등)





③ 감정 기준 및 금액

가. 공용부분의 슬래브 및 보 부위에서 발생되어진 CON'C 균열 등의 외관손상 부위에 대하여 0.3mm 미만 균열은 표면처리 공법, 0.3mm이상 균열은 EPOXY 수지주입공법, 누수균열 부위는 EPOXY 수지 습식공법을 통한 구조체 보수에 소요되는 비용을 하자보수비로 산정하였다.

나. 구조체의 균열 보수 후 도장은 누수 등에 의한 미관성이 불량한 상태로서 기존 도장 부위에 대한 전면 재시공을 실시하며 하자보수에 소요되는 비용을 산정하였다.

다. 하자보수비 검증금 : \ 105,522,225원

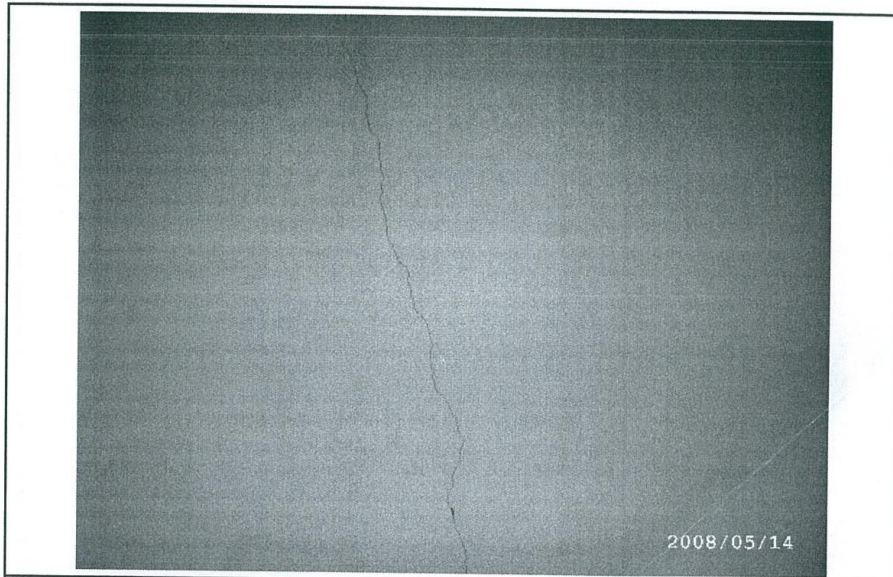


(2) 균열조사표

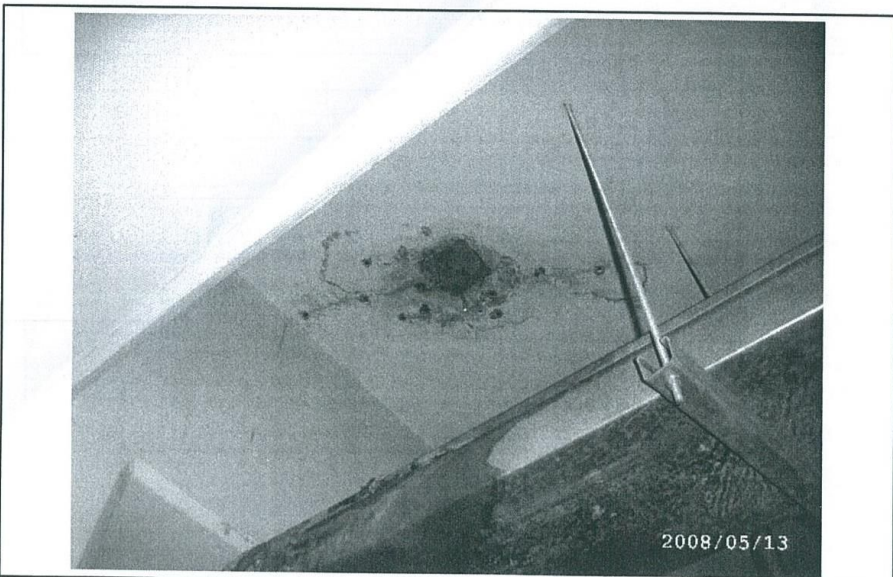
층별	위 치	열 화 내 용	균열 유형	폭 (mm)	길이 (mm)	개소 (EA)	사진 번호
지하1층	X1~2*Y7~8 열 상부 SLAB	균열 상태	S1	0.1	1,500	1	1
	X2~3*Y6~7 열 상부 SLAB	균열 상태	S1	0.2	1,000	1	2
	X1~2*Y6~7 열 상부 SLAB	균열 상태	S2	0.2	6,000	1	3
		균열 상태	S2	0.2	2,500	1	
		균열 상태	S2	0.2	1,500	1	
		균열 상태	S2	0.2	200	5	
		균열 상태	S2	0.1	3,000	2	
		균열 상태	S2	0.1	3,000	2	
	X2~3*Y6~7 열 상부 SLAB	균열 상태	S1	0.2	1,000	1	
		균열 상태	S2	0.2	4,000	1	
		균열 상태	S1	0.2	3,000	1	
	X2~3*Y7~8 열 상부 SLAB	균열 상태	S2	0.1	2,500	1	
		균열 상태	S1	0.3	2,500	2	
		균열 상태	S1	0.3	1,000	2	
		균열, 누수, 백화 상태	S1	500	1,000	1	4
	X3~4*Y6~7 열 상부 SLAB	균열 상태	S1	0.2	3,000	1	
		균열 상태	S1	0.2	4,500	1	
		균열 상태	S1,2	0.2	5,000	1	
		균열 상태	S2	0.2	4,000	1	
	X3~4*Y7~8 열 상부 SLAB	균열 상태	S2	0.2	5,000	1	
		균열 상태	S2	0.1~0.2	3,000	1	
		균열 상태	S2	0.1	1,500	1	
		균열 상태	S2	0.2	3,000	1	
	X4~5*Y7~8 열 상부 SLAB	균열 상태	S2	0.1	1,500	1	
		균열 상태	S2	0.2	2,500	1	
		균열 상태	S2	0.1	3,000	1	



(3) 균열조사사진



사진번호	1	위 치	지하 1층 X1~2 * Y7~8열 상부 슬래브
내 용	균열 상태		



사진번호	2	위 치	지하 1층 X2~3 * Y6~7열 상부 슬래브
내 용	균열 상태		



(4) 구조검토

① 일반사항

가. 개요

본 감정 대상 건축물의 내진성 구조검토에 따른 구조적인 안전성의 검토는 현장조사 결과와 설계도서를 기준으로 검토하였으며 구조물의 상태조사는 보고서에 기술한 바와 같고, 이 장에서 얻어진 재료강도와 설계기준강도를 비교하여 구조검토에 적용하였다.

나. 목적

현장에서 조사된 구조물의 단면치수 및 철근 배근과 열화정도를 검토한 후 내진성 구조검토에 따른 구조해석을 실시하여 구조해석 결과 값과 부재내력을 비교함으로써 조사 대상 건물의 내진성 구조적 안전성과 사용성 검토를 목적으로 한다.

다. 방법

구조해석에 앞서 조사 대상 건물의 구조형식 및 현장조사 내용을 파악하고 안전하고 합리적인 단면검토를 위한 현 시공 상태의 적용하중을 산정한 후 구조해석 Program인 MIDAS/ADS를 이용한 구조해석을 실시하여 그 결과 값과 부재내력을 비교하였다.

라. 준비자료

- 건물명 : 000 오피스텔
- 위치 : 서울특별시 도봉구 창2동 000-00번지
- 용도 : 업무시설
- 규모 : 지하2층 ~ 지상 10층
- 재료의 규격 및 검토기준강도 :
 - 콘크리트



fck =	210 kgf/cm ² (21.0MPa)	지상2층 벽체~옥탑층
fck =	240 kgf/cm ² (24.0MPa)	자하2층 ~ 지상2층 바닥

- 철근

fy =	4,000 kgf/cm ²
------	---------------------------

- 구조형식

주요골조	철근 콘크리트조
------	----------

· 검토 기준 및 참고자료

- 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙 : (건설교통부 1996년 기준)
- 극한강도 설계법에 의한 철근콘크리트 구조설계기준 및 해설 : (대한건축학회 1994년 기준)
- 콘크리트 구조설계기준·해설 : (한국콘크리트학회 2000년 기준)
- 건축물 하중기준 및 해설 : (대한건축학회 2000년 기준)
- 강구조계산기준 : (대한건축학회 2000년 기준)
- 내진설계기준 : (KBC2000)적용



마. 적용하중

· 지붕층

		(단위:kgf/m ²)
방수 및 바닥마감	:	260.0
CON'C SLAB	:	(T= 150 mm) 360.0
천정마감	:	20.0
고정하중	:	(Dead Load) 640.0
적재하중	:	(Live Load) 200.0
사용하중	:	(1.0DL+1.0LL) 840.0
계수하중	:	(1.4DL+1.7LL) 1,236.0

· 계단실

		(단위:kgf/m ²)
바닥마감	:	60.0
CON'C SLAB	:	(T= 150 mm) 360.0
천정마감	:	20.0
고정하중	:	(Dead Load) 440.0
적재하중	:	(Live Load) 300.0
사용하중	:	(1.0DL+1.0LL) 740.0
계수하중	:	(1.4DL+1.7LL) 1,126.0

· 거실

		(단위:kgf/m ²)
바닥마감	:	230.0
CON'C SLAB	:	(T= 150 mm) 360.0
천정마감	:	20.0
고정하중	:	(Dead Load) 610.0
적재하중	:	(Live Load) 200.0
사용하중	:	(1.0DL+1.0LL) 810.0
계수하중	:	(1.4DL+1.7LL) 1,194.0

· 화장실

		(단위:kgf/m ²)
바닥마감	:	120.0
CON'C SLAB	:	(T= 150 mm) 360.0
천정마감	:	20.0
고정하중	:	(Dead Load) 500.0
적재하중	:	(Live Load) 200.0
사용하중	:	(1.0DL+1.0LL) 700.0
계수하중	:	(1.4DL+1.7LL) 1,040.0



· 복도

		(단위:kgf/㎡)
바닥마감	:	60.0
CON'C SLAB	: (T= 150 mm)	360.0
천정마감	:	20.0
고정하중	: (Dead Load)	440.0
적재하중	: (Live Load)	200.0
사용하중	: (1.0DL+1.0LL)	640.0
계수하중	: (1.4DL+1.7LL)	956.0

· 지붕공동시설

		(단위:kgf/㎡)
바닥마감	:	230.0
CON'C SLAB	: (T= 150 mm)	360.0
천정마감	:	20.0
고정하중	: (Dead Load)	610.0
적재하중	: (Live Load)	300.0
사용하중	: (1.0DL+1.0LL)	910.0
계수하중	: (1.4DL+1.7LL)	1,364.0

· 1층주차장

		(단위:kgf/㎡)
방수 및 바닥마감	:	250.0
CON'C SLAB	: (T= 200 mm)	480.0
천정마감	:	30.0
고정하중	: (Dead Load)	760.0
적재하중	: (Live Load)	500.0
사용하중	: (1.0DL+1.0LL)	1,260.0
계수하중	: (1.4DL+1.7LL)	1,914.0

· 지하1층주차장

		(단위:kgf/㎡)
바닥마감	:	230.0
CON'C SLAB	: (T= 150 mm)	360.0
천정마감	:	30.0
고정하중	: (Dead Load)	620.0
적재하중	: (Live Load)	500.0
사용하중	: (1.0DL+1.0LL)	1,120.0
계수하중	: (1.4DL+1.7LL)	1,718.0



· 조경

		(단위:kgf/m ²)
방수 및 바닥마감	:	710.0
CON'C SLAB	: (T= 200 mm)	480.0
천정마감	:	30.0
고정하중	: (Dead Load)	1,220.0
적재하중	: (Live Load)	300.0
사용하중	: (1.0DL+1.0LL)	1,520.0
계수하중	: (1.4DL+1.7LL)	2,218.0

· MDF실

		(단위:kgf/m ²)
바닥마감	:	60.0
CON'C SLAB	: (T= 150 mm)	360.0
천정마감	:	30.0
고정하중	: (Dead Load)	450.0
적재하중	: (Live Load)	300.0
사용하중	: (1.0DL+1.0LL)	750.0
계수하중	: (1.4DL+1.7LL)	1,140.0

· 지진하중

- 적용코드 : KBC 2000
- 지역계수(A) : 0.11 (서울1)
- 중요도계수(IE) : 1.2 ((1), 도시계획구역)
- 지반계수(S) : 1.2 (지반2)
- 반응수정계수(R) : 3.0 (철근콘크리트 전단벽)

② 지진하중에 의한 부재 내력검토

가. 보 검토

· 검토결과

현장조사의 철근탐사 및 CON'C 강도조사 결과를 검토하여 내진 검토 구조해석을 통하여 적용하였다. 구조해석 결과로 각 보들의 단면 및 배근상태에 따른 내진검토 결과 보 부재의 내진성의 안전성을 확보한 것으로 판단된다.



보의 내력검토

부재명	규격 (mm)	구 분	조사배근량		작용응력		허용내력		비고
			단 부(mm)	중앙부(mm)	단부 (tf · m)	중앙부 (tf · m)	단부 (tf · m)	중앙부 (tf · m)	
2TG1	600 x	휨 모멘트	12-HD25	12-HD25	106.3	96.7	186.7	186.7	O.K
			12-HD25	12-HD25					
	1000	전단력	4-HD13@150	4-HD13@150	95.2	92.3	142.6	142.6	
2TG2	700 x	휨 모멘트	12-HD25	12-HD25	56.2	67.9	188.6	188.6	O.K
			12-HD25	12-HD25					
	1000	전단력	4-HD13@200	4-HD13@200	113.1	49.3	122.8	122.8	
2TG3	700 x	휨 모멘트	18-HD25	18-HD25	95.3	113.7	275.9	275.9	O.K
			18-HD25	18-HD25					
	1000	전단력	5-HD13@150	5-HD13@150	138.4	114.2	175.0	175.0	
2TG4	500 x	휨 모멘트	6-HD25	6-HD25	20.8	32.9	97.5	97.5	O.K
			6-HD25	6-HD25					
	1000	전단력	3-HD13@150	3-HD13@150	34.5	16.5	119.7	119.7	
2TB1	400 x	휨 모멘트	8-HD25	8-HD25	18.7	32.8	126.1	126.1	O.K
			8-HD25	8-HD25					
	1000	전단력	HD13@150	HD13@150	57.2	56.7	77.6	77.6	
2TB3	700 x	휨 모멘트	18-HD25	18-HD25	130.6	78.5	275.9	275.9	O.K
			18-HD25	18-HD25					
	1000	전단력	5-HD13@100	5-HD13@100	157.9	65.9	240.3	240.3	



부재명	규격 (mm)	구 분	조사배근량		작용응력		허용내력		비고
			단 부(mm)	중앙부(mm)	단부 (tf · m)	중앙부 (tf · m)	단부 (tf · m)	중앙부 (tf · m)	
1TG1	600 x 1800	휨 모멘트	10-HD25	10-HD25	161.4	118.1	303.5	303.5	O.K
			10-HD25	10-HD25					
		전단력	3-HD13@150	3-HD13@150	151.1	114.8	218.9	218.9	
1TG2	600 x 1800	휨 모멘트	10-HD25	10-HD25	121.9	139.4	303.5	303.5	O.K
			10-HD25	10-HD25					
		전단력	3-HD13@150	3-HD13@150	120.4	96.3	218.9	218.9	
1TG3	600 x 1800	휨 모멘트	14-HD29	14-HD29	194.5	193.8	528.3	528.3	O.K
			14-HD29	14-HD29					
		전단력	5-HD13@150	5-HD13@150	175.2	143.8	316.5	316.5	
1TG4	500 x 1800	휨 모멘트	6-HD25	6-HD25	80.0	24.9	184.6	184.6	O.K
			6-HD25	6-HD25					
		전단력	3-HD13@150	3-HD13@150	81.8	63.5	210.0	210.0	
1TG5	500 x 1800	휨 모멘트	6-HD25	6-HD25	135.7	181.2	184.6	184.6	O.K
			6-HD25	6-HD25					
		전단력	3-HD13@150	3-HD13@150	123.5	130.3	210.0	210.0	
1TB3	500 x 1700	휨 모멘트	12-HD25	12-HD25	130.8	100.9	337.5	337.5	O.K
			12-HD25	12-HD25					
		전단력	4-HD13@100	4-HD13@100	169.1	85.4	333.5	333.5	



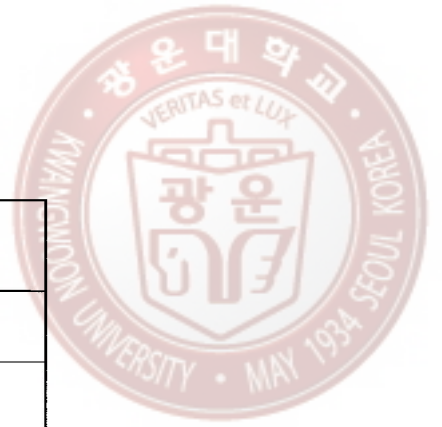
나. 기둥 검토

· 검토결과

현장조사의 철근탐사 및 CON'C 강도조사 결과를 검토하여 내진 검토 구조해석을 통하여 적용하였다. 구조해석 결과로 각 기둥들의 단면 및 배근상태를 검토한 결과 작용하는 축하중 및 휨모멘트 보다 부재의 허용축하중 및 허용휨모멘트가 내력 범위로 내진성의 안전성을 확보하는 것으로 검토되었다.

기둥의 내력검토

부재명	규격 (mm)	조사 배근(mm)		Pu (tf)	ψP_n (tf)	M _{ux} (tf·m)	비고
						M _{uy} (tf·m)	
-1C1	650 x 700	M.B	12-HD25	396.8	649.1	3.7	O.K
		HOOP	HD13@300			1.6	
1C1	650 x 700	M.B	12-HD25	198.0	609.1	9.7	O.K
		HOOP	HD13@300			43.0	
-2C1A	650 x 700	M.B	12-HD25	392.4	649.1	2.7	O.K
		HOOP	HD13@300			0.4	
-1C1A	650 x 700	M.B	12-HD25	411.1	649.1	11.9	O.K
		HOOP	HD13@300			8.6	
1C1A	600 x 700	M.B	12-HD25	105.8	609.1	9.4	O.K
		HOOP	HD13@300			50.1	
-2C1B	650 x 700	M.B	12-HD25	335.8	649.1	1.3	O.K
		HOOP	HD13@300			0.1	
-1C1B	650 x 700	M.B	12-HD25	280.8	649.1	1.7	O.K
		HOOP	HD13@300			2.0	
1C1B	415 x 600	M.B	14-HD25	9.4	630.6	4.3	O.K
		HOOP	HD13@300			36.4	



부재명	규격 (mm)	조사 배근(mm)		Pu (tf)	φPn (tf)	Mux (tf·m)	비고
						Muy (tf·m)	
-1C2	800 x 850	M.B	18-HD25	669.5	970.7	5.6	O.K
		HOOP	HD13@300			2.8	
1C2	600 x 850	M.B	18-HD25	562.4	776.5	24.2	O.K
		HOOP	HD13@300			0.6	
-2C2A	850 x 850	M.B	22-HD25	634.0	1013.8	3.4	O.K
		HOOP	HD13@300			0.6	
-1C2A	800 x 850	M.B	18-HD25	570.4	970.7	16.3	O.K
		HOOP	HD13@300			8.7	
1C2A	600 x 850	M.B	18-HD25	468.8	776.5	25.8	O.K
		HOOP	HD13@300			2.2	
-2C2B	850 x 850	M.B	22-HD25	555.6	1013.8	6.0	O.K
		HOOP	HD13@300			0.1	
-1C2B	800 x 850	M.B	18-HD25	467.1	970.7	19.9	O.K
		HOOP	HD13@300			3.5	
1C2B	490 x 850	M.B	16-HD25	51.0	648.1	5.6	O.K
		HOOP	HD13@300			26.8	
-1C3	1000 x 500	M.B	26-HD25	572.4	851.3	1.5	O.K
		HOOP	HD13@300			1.0	
1C3	800 x 500	M.B	20-HD25	452.1	672.4	8.9	O.K
		HOOP	HD13@300			37.7	
-2C3A	1000 x 500	M.B	26-HD25	220.4	851.3	0.5	O.K
		HOOP	HD13@300			2.6	
-1C3A	1000 x 500	M.B	26-HD25	647.4	851.3	18.4	O.K
		HOOP	HD13@300			2.5	
1C3A	800 x 500	M.B	20-HD25	483.4	872.4	9.1	O.K
		HOOP	HD13@300			5.1	



③ 기존 수압에 의한 부력검토

가. 부력검토 조건

㉠ 부력 검토 조건

지질조사서 상의 지하수위 분포는 GL-5.8m ~ GL - 8.1m 분포하는 것으로 나타났다. 건물에 불리한 조건인 GL-5.8m를 상위로 보고 본 검토에서 적용한다.

㉡ 건물하중 조건

건물의 하중은 항상 존재하는 고정하중만 부력에 저항하는 것으로 보고 검토한다.

㉢ 지하1층 부상압력

지하1층 바닥 Level이 GL-4.5m로 매트기초두께를 고려한 Level GL-5.5로 상수 위 윗면에 존재한다. 지하1층 기초는 부상력에 영향을 받지 않는 것으로 판단된다.

㉣ 지하2층 부상 압력

지하2층 바닥 Level이 GL-9.5m로 매트기초두께를 고려한 Level 이 GL-10.5 부상압력 $q=10.5-5.8=4.7t/m^2$ 이 작용하는 것으로 보고 부상력 검토를 시행한다.



나. 지하2층에 작용하는 고정하중

층별 고정하중 축력 집계표

Module	Load Case	Story	Level (m)	Axial Force Sum
Base	DL	10F	34.3	-1,486.5
Base	DL	9F	31.6	-2,875.7
Base	DL	8F	28.8	-4,276.1
Base	DL	7F	26.1	-5,665.3
Base	DL	6F	23.4	-7,054.5
Base	DL	5F	20.7	-8,443.7
Base	DL	4F	18.0	-9,832.9
Base	DL	3F	15.4	-11,199.6
Base	DL	2F	12.8	-12,566.3
Base	DL	1F	9.6	-14,612.8
Base	DL	B1	5.0	-19,381.5
Base	DL	B2	0.0	-9,827.9



다. 지하2층 부력검토

■ $DL = 9827.9tf$ ---> 고정하중

■ $A = 27.5 \times 24.8 = 682m^2$ ---> 지하2층면적

■ $q = 4.7tf$ -----> 수압

■ $P = A \times q$
= 682×4.7
= $3205.4tf$ -----> 부력

■ $DL > P$ ---> *o.k*

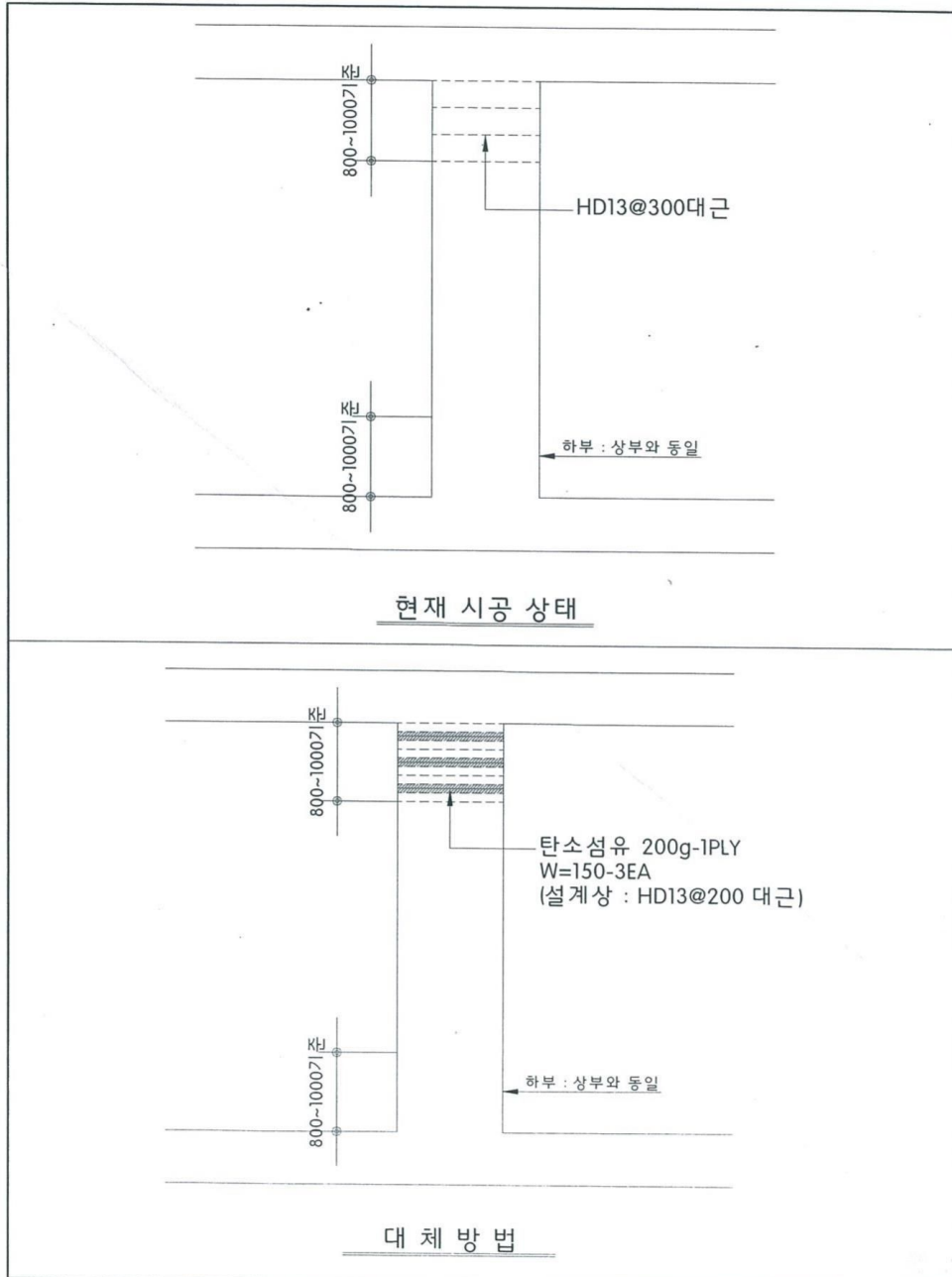
∴ 부력이 3205.4tf로 고정하중 9827.9tf보다 작기 때문에 지하2층에 부력으로 인한

건물의 안전성은 확보된 것으로 판단된다.



④ 기둥 내진보강

지하2F~1F 기둥 상·하부 대근 간격 미 일치 부위 대체방법





지하2F~1F 기동 상·하부 대근 간격 미 일치 부위 대체공법 물량

층 별	기동부호	SLZE	기 동 수 량	미시공 철근	탄소섬유대체물량(m ³) (탄소섬유 200g-1PLY W=150/1EA대근)	비고
B2F	-2C2A	850×850	4	3-HD13-대근	$3.4 \times 0.15 \times 3 \times 4 \times 2 = 12.24$	기동상·하부 H=800~1000 기준
	-2C1	650×700	4	3-HD13-대근	$2.7 \times 0.15 \times 3 \times 4 \times 2 = 9.72$	기동상·하부 H=800~1000 기준
	-2C1	650×700	1	3-HD13-대근	$2.7 \times 0.15 \times 3 \times 1 \times 2 = 2.43$	기동상·하부 H=800~1000 기준
	소계		9		24.39	
B1F	-1C1	650×700	14	3-HD13-대근	$2.7 \times 0.15 \times 3 \times 14 \times 2 = 34.02$	기동상·하부 H=800~1000 기준
	-1C2	800×850	14	3-HD13-대근	$3.3 \times 0.15 \times 3 \times 14 \times 2 = 41.58$	기동상·하부 H=800~1000 기준
	-1C3	1000×500	16	3-HD13-대근	$3.0 \times 0.15 \times 3 \times 16 \times 2 = 28.8$	기동상·하부 H=800~1000 기준
	-1C7	650×600	1	3-HD13-대근	$2.5 \times 0.15 \times 3 \times 1 \times 2 = 2.25$	기동상·하부 H=800~1000 기준
	-1C8	650×850	4	3-HD13-대근	$3.0 \times 0.15 \times 3 \times 4 \times 2 = 10.80$	기동상·하부 H=800~1000 기준
	소계		58		131.85	
1F	1C1	650×700	7	3-HD13-대근	$2.7 \times 0.15 \times 3 \times 7 \times 2 = 17.01$	기동상·하부 H=800~1000 기준
	1C2	600×850	7	3-HD13-대근	$2.9 \times 0.15 \times 3 \times 7 \times 2 = 18.27$	기동상·하부 H=800~1000 기준
	1C3	800×500	8	3-HD13-대근	$2.6 \times 0.15 \times 3 \times 8 \times 2 = 18.72$	기동상·하부 H=800~1000 기준
	1C8	650×850	2	3-HD13-대근	$3.0 \times 0.15 \times 3 \times 2 \times 2 = 5.40$	기동상·하부 H=800~1000 기준
	소계		24		59.4	
	합계		82		215.64	
	할증추가 (5%) 총 합계				226.42	

[1] 지하2층~지상1층 기동상하부대근미시공 대체비용 원가 계산서

비	수	공	사	비	구	성	비	율	금	액	비고
A) 순				사 비							
				직 접 재 료 비						39,085,889	
1. 재				간 접 재 료 비						11,944,954	
				소 계						11,944,954	
2. 노				직 접 노 무 비						20,985,955	
				간 접 노 무 비				[직접노무비×14%]		2,938,034	
				소 계						23,923,989	
				기 계 경 비						260,572	
				산업재해 보험료				[노무비×3.8%]		909,112	
3. 경				안 전 관 리 비				[(직.노+재료)×2.48%]		816,687	
				고 용 보 험 료				[노무비×0.67%]		160,291	
				기 타 경 비				[재료비×5.1%]		1,070,284	
				소 계						3,216,946	
B) 일				반 관 리 비				순수공사비×6%		2,345,153	
C) 공				사 비						41,431,042	
D) 이				운				(공사비-재료비)×15%		4,422,913	
공				급 가 액						45,853,955	
부				가 세				(공급가×10%)		4,585,396	
공				사 금 액						50,439,351	





⑤ 보 내진보강

층별	보부호	SIZE (mm)	보 수량	미시공 철근(녹근)	탄소섬유대체물량(m ²)(탄소섬유 200g-1ply W=150/1EA녹근)	비고
B1F	-1G4	400 x 600	4	8-HD13	1.3 x 0.15 x 8 = 1.56	
	-1G6	500 x 600	3	3-HD13	1.8 x 0.15 x 3 = 0.81	
	-1G7	500 x 600	5	5-HD13	1.8 x 0.15 x 5 = 1.35	
	-1G8	500 x 600	5	20-HD13	1.4 x 0.15 x 5 = 1.05	
	소계				4.77	
1F	1G4	500 x 800	3	3-HD13	1.8 x 0.15 x 3 = 0.81	
	1G6	500 x 800	4	4-HD13	1.8 x 0.15 x 4 = 1.08	
	1G7	500 x 800	8	8-HD13	1.8 x 0.15 x 8 = 2.16	
	소계				4.05	
	합계				8.82	
	할증추가 (5%) 총합계				9.26	

지하1층 바닥~지상1층 바닥 GIRDER 부분 누근 미시공 부위 대체비용 내역

[1] 지하1층~지상1층 GIRDER 부분 누근 미시공부위 대체비용 원가 계산서

비	목	구	성	비	율	금	액	비고
A) 순 수 공 사 비	직 접 재 료 비		[1+2+3]			2,103,083		
1. 재 료 비	간 접 재 료 비					506,907		
	계					506,907		
2. 노 무 비	직 접 노 무 비					1,033,643		
	간 접 노 무 비		[직접노무비×14%]			144,710		
	계					1,178,353		
3. 경 비	기 계 경 비					274,229		
	산업재해 보험료		[노무비×3.8%]			44,777		
	안전관리비		[(직.노+재료)×2.48%]			38,206		
	고용보험료		[노무비×0.67%]			7,895		
	기타경비		[재료비×5.1%]			52,716		
	계					417,823		
B) 일 반 관 리 비			순수공사비×6%			126,185		
C) 공 사 비						2,229,268		
D) 이 운			(공사비-재료비)×15%			258,354		
공 급 가 액						2,487,622		
부 가 세			(공급가×10%)			248,762		
공 사 금 액						2,736,384		





2. 사안의 개요

1) 사건 B-공동주택 건물의 기초의 부력문제, 지하주차장 SLAB, 보 부위의 균열, 내진철근 부족부분에 대한 구조 안전성 부분의 손해배상 책임 인정한 경우⁹⁾

2) 사실관계

(1) 당사자

원고는 서울시 도봉구 창2동 000-0번지 창동 00 000오피스텔인(실체는 전용면적17.5평의 APT임, 이하 “이사건:00아파트 건물사건”이라함)소유주 140세대의 대표인 창동 00 000오피스텔 관리단이고, 피고 회사는 이 사건 건물 시공자인 (주)000개발이다.

(2) 건물 개요

이 사건 건물은 건축면적 1,449.9m², 연면적 15,467.95m², 구조 철근 CON'C조, 층수 B2F~지상 10F, 세대수 140세대, 동수 1개동 건물이며, 2004년 12월 준공 받은 건물이다.

(3) 분쟁 대상

이 건물은 준공 후 입주자들이 약 5년동안 거주하면서 공용부분의 마감재 하자, 구조부분의 균열, 내진부족등의 하자과 전용부분의 균열, 탈락 등의 하자의 미시공 등의 하자발생에 따른 하자보수 금액을 청구한 소송이다.

(4) 사건 내용

특히 이 사건 건물의 지하주차장 SLAB, 보 부위의 균열하자와 기초의 부력에 의한 안전성 검토, 내진성에 대한 안전성 검토를 통한 구조안전성 감정이 실시되어 구조안전진단의 기법이 적용되었다.

9) 서울중앙지방법원 2009.4.29 선고 2009 가합 125375건



3. 판결요지

1) 손해배상 책임의 인정

(1) 이건물의 하자감정보고서¹⁰⁾에서는 지하주차장의 SLAB, 보 부위의 구조균열 보수비로 105,522,225원, 내진구조철근부족부위에 대하여는 지하 2F~지상1F 기둥 상부의 내진철근인 늑근 부족현상으로 금 50,439,351원, 지하1F~지상1F 보 부위의 내진철근인 늑근 부족현상으로 금 2,736,384원을 감정하였고, 기초부력에 대한 구조 검토부위는 안전한 것으로 검토되어 금액산정에서 제외되었다.

2) 감정서의 구조안전성 검토 항목의 감정금액은 기둥내진철근부위의 금 50,439,351원과 보 내진철근부위의 금 2,736,384원은 그대로 보수 금액으로 인정하였고 SLAB, 보 부위의 균열부위도 금 105,522,225원 인정함으로써 구조안전성 측면의 금액은 전액 하자보수 금액으로 판결하였다.

4. 평석

마감재 및 구조부위의 보수 금액 판시금액이 전체 금 393,063,167원으로 판시되었고 이중 구조안전성분야의 금액이 금 158,697,960원이 되어 전체금액의 약 44%에 도달되어 구조안전성 분야가 크게 부각되고 있다.

구조안전성분야의 감정인의 감정금액이 100% 반영된 점은 그만큼 건물의 구조안전성의 확보가 무엇보다도 중요한 점을 일깨워주는 판시이다.

10) (재)한국재난연구원감정서 : 서울중앙지방법원 2007가합 70235 감정서



제 3 절 사건 C : 서교동 주택 및 근생건물 구조안전성 감정사례11)

1. 감정내용

1) 감정건물개요

감정 건물 개요	서울 마포구 서교동 000-0호 (이하 “가”동)	서울 마포구 서교동 000-00호 (이하 “나”동)	비 고
건축주	0 00	0 00	
연면적	188.57㎡	332.33㎡	
층수	지하1층~지상2층(옥탑층)	지하1층~지상2층(옥탑층)	
구조	연와조	근생:철근콘크리트조, 주택:연와조	
주용도	주택, 근린생활시설	주택, 근린생활시설	
준공년월	1975년 4월	1974년 9월	

2) 인근 신축현장 건물 개요104

- (1) 공사명 : 서교동0000 주상복합건물 신축공사
- (2) 위치 : 서울 마포구 서교동 000-00
- (3) 대지면적 : 6,187.49㎡(1,871.72평)
- (4) 건축면적 : 3,422.12㎡(1,035.19평)

11) (재)한국재난연구원감정서:서울중앙지방법원사건2004가합821523 감정서



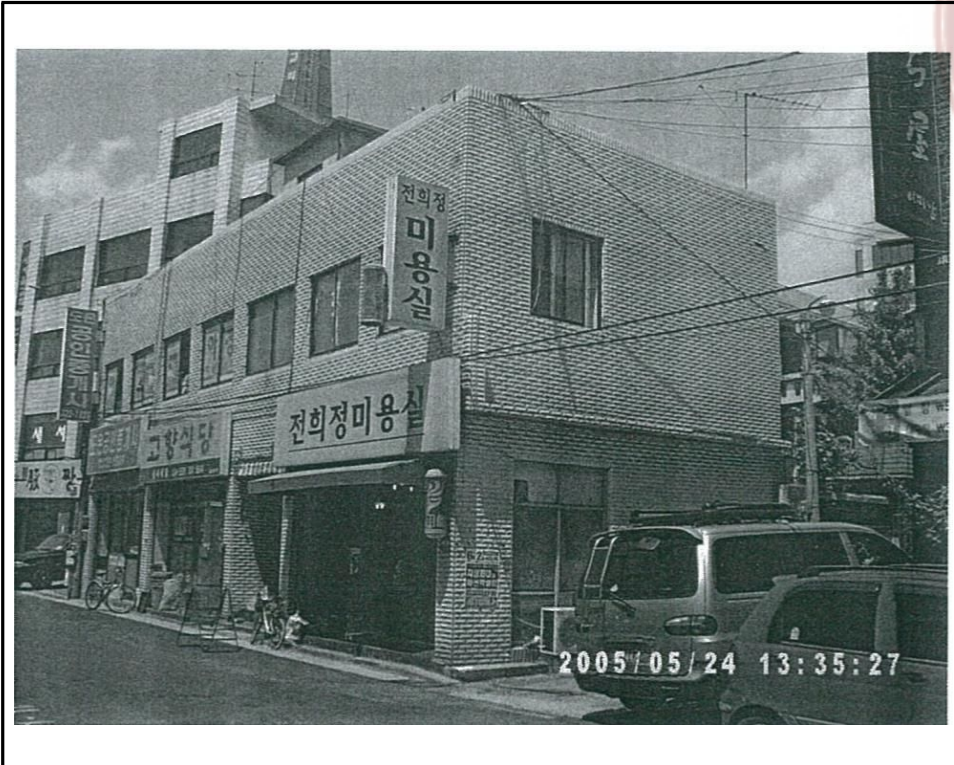
- (5) 연 면 적 : 43,760.59m²(13,237.58평)
- (6) 층 수 : 지하4층~지상12층
- (7) 구 조 : 철근콘크리트 벽식구조 + 라멘조
- (8) 주 용 도 : 아파트 및 근린생활시설
- (9) 공사기간 : 2003. 06 ~ 2005. 08. 31
- (10) 발 주 처 : 00000(주)
- (11) 설 계 자 : (주) 00엔지니어링건축사사무소
- (12) 감 리 자 : (주) 00건축사사무소



3) 감정건물 전경사진



가동 감정대상 건물 전경사진
(서울 마포구 서교동 000-0호:원고-000)



나동 감정대상 건물 전경사진
(서울 마포구 서교동 000-0호:원고-000)



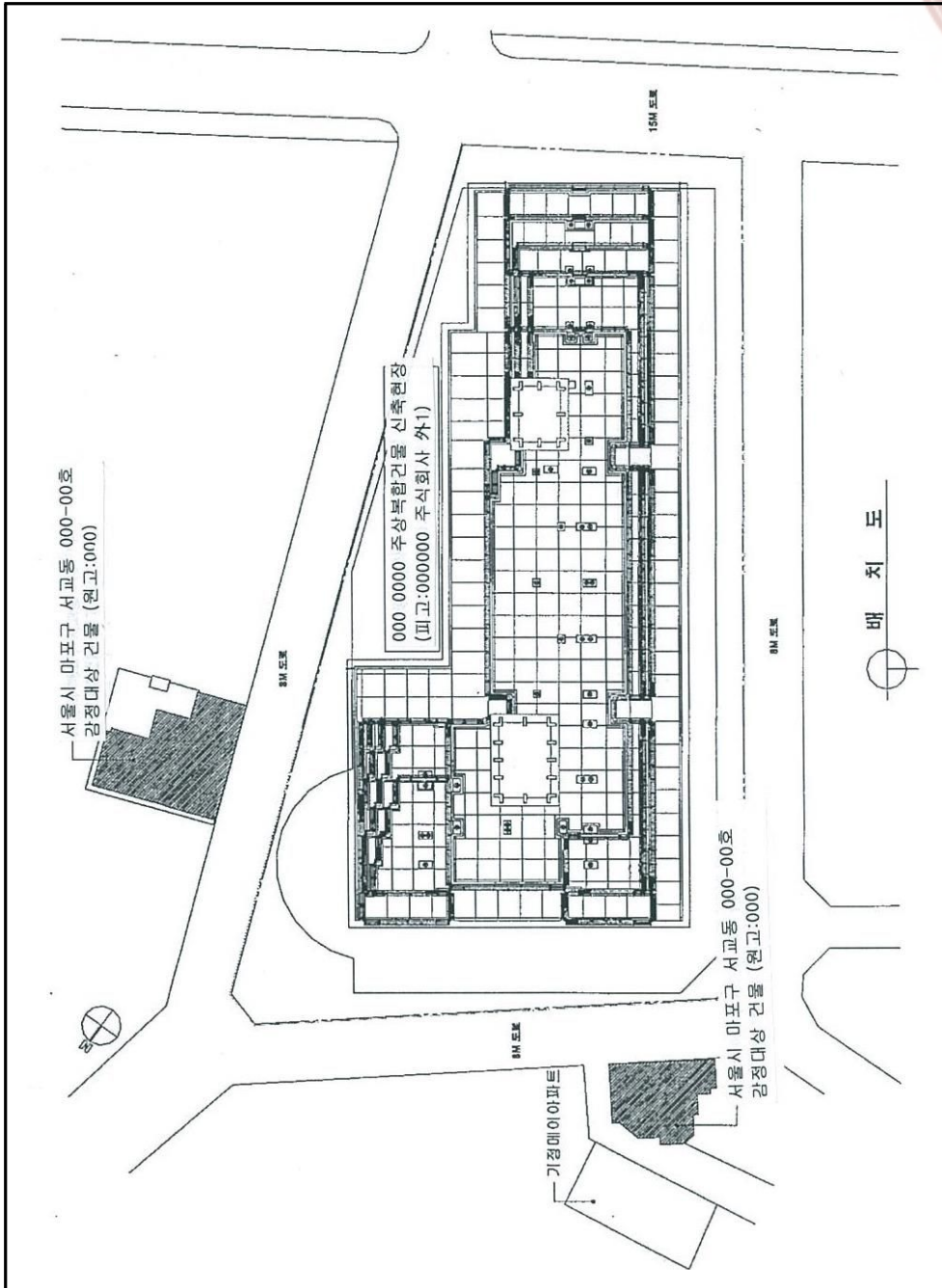
4) 피고측 공사현장 전경사진



피고측 현장 : 감정대상 건물 전경사진
(서울 마포구 서교동 000-0호:원고-000)



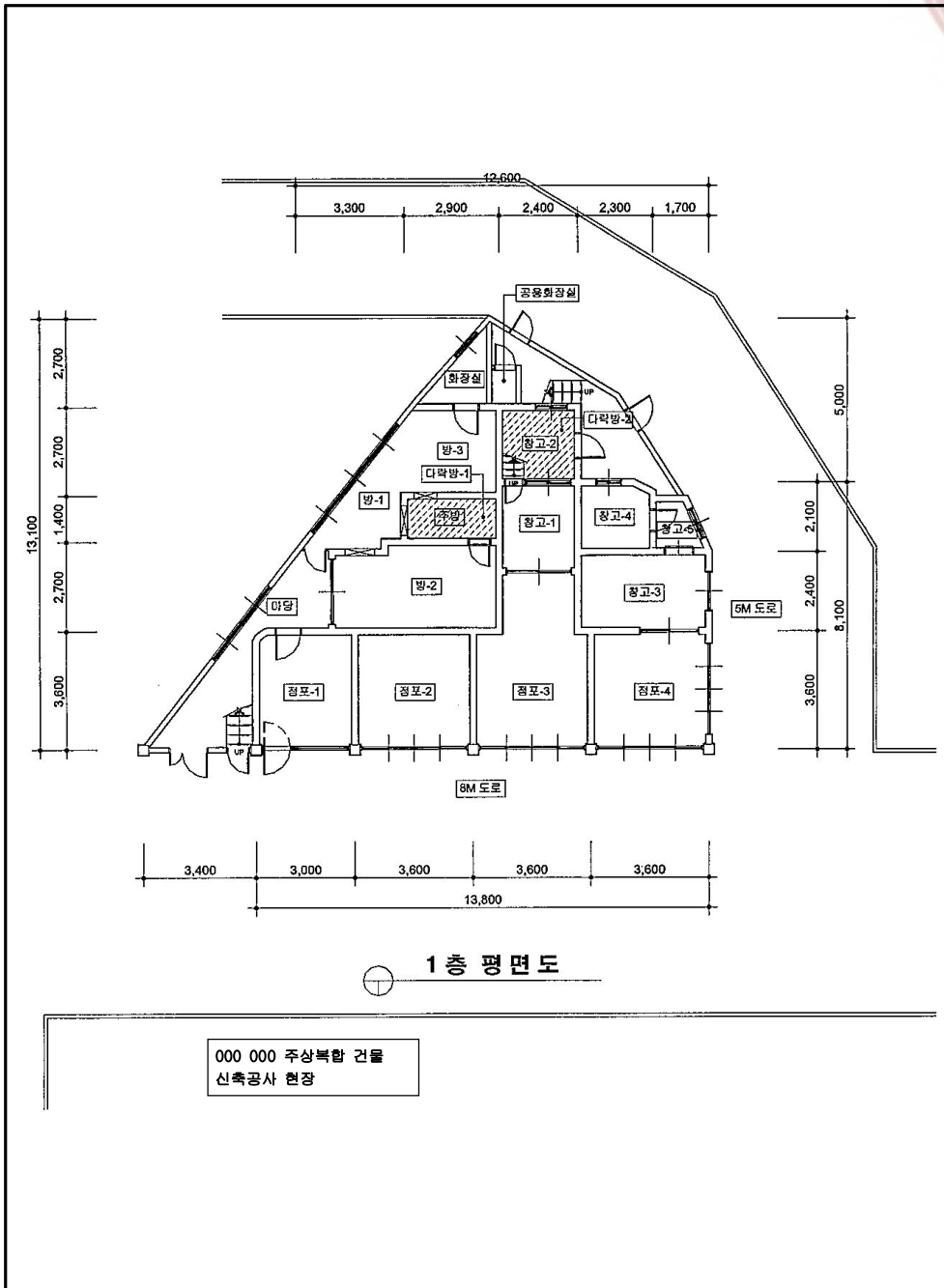
5) 감정건물 도면
(1) 배치도





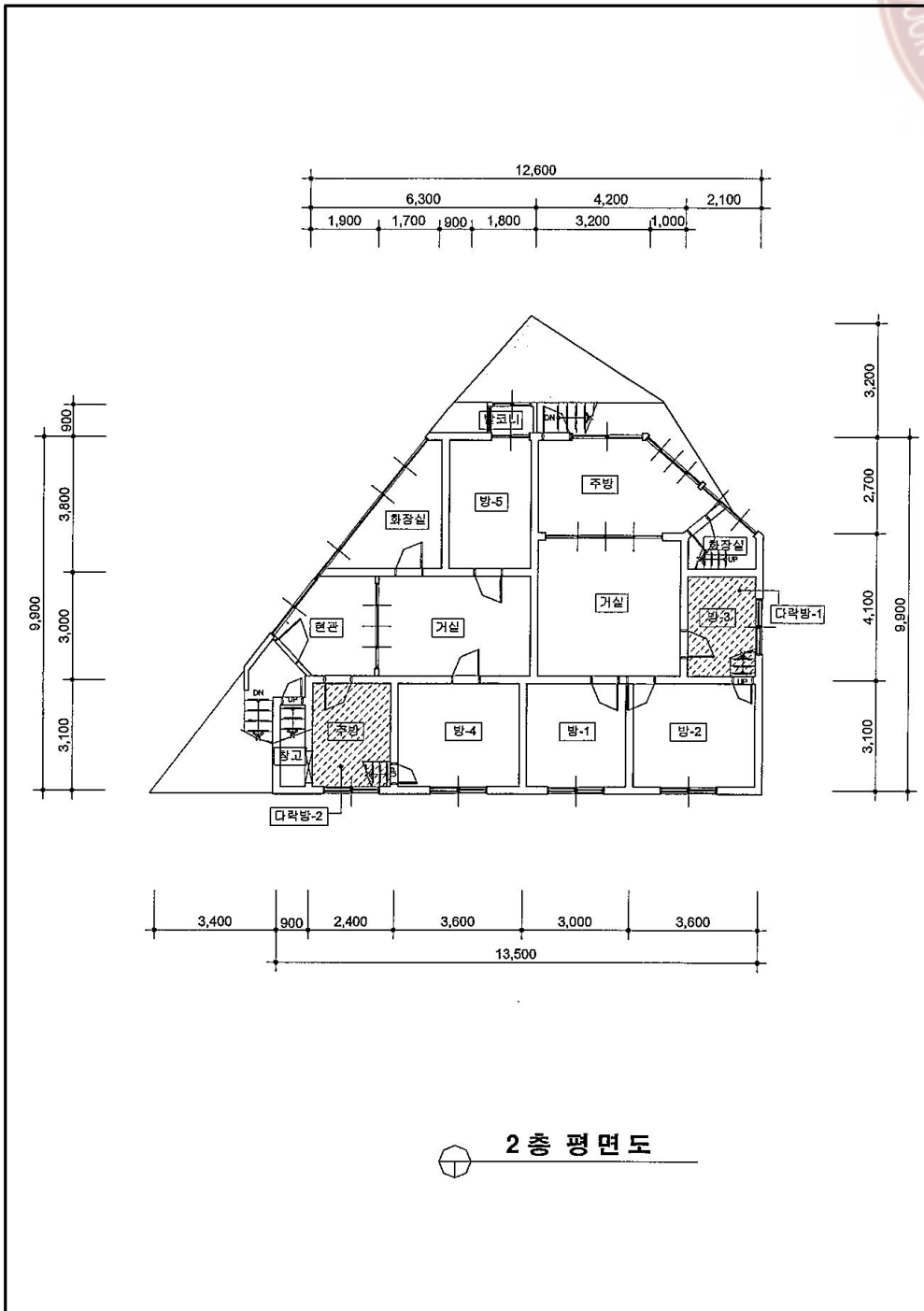
(2) 가동 : 서교동 000-0호 건물도면

① 1층 평면도



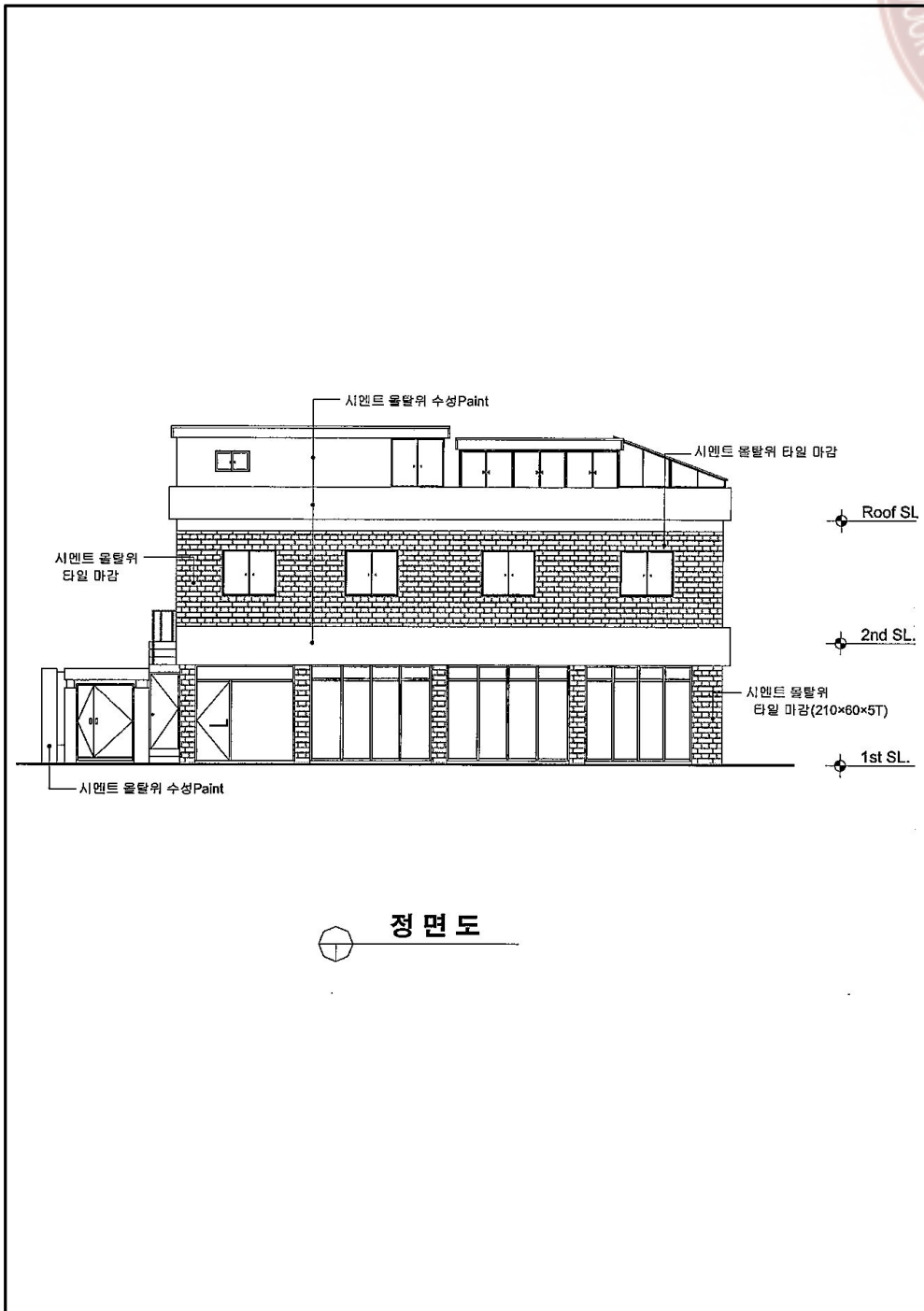


② 2층 평면도



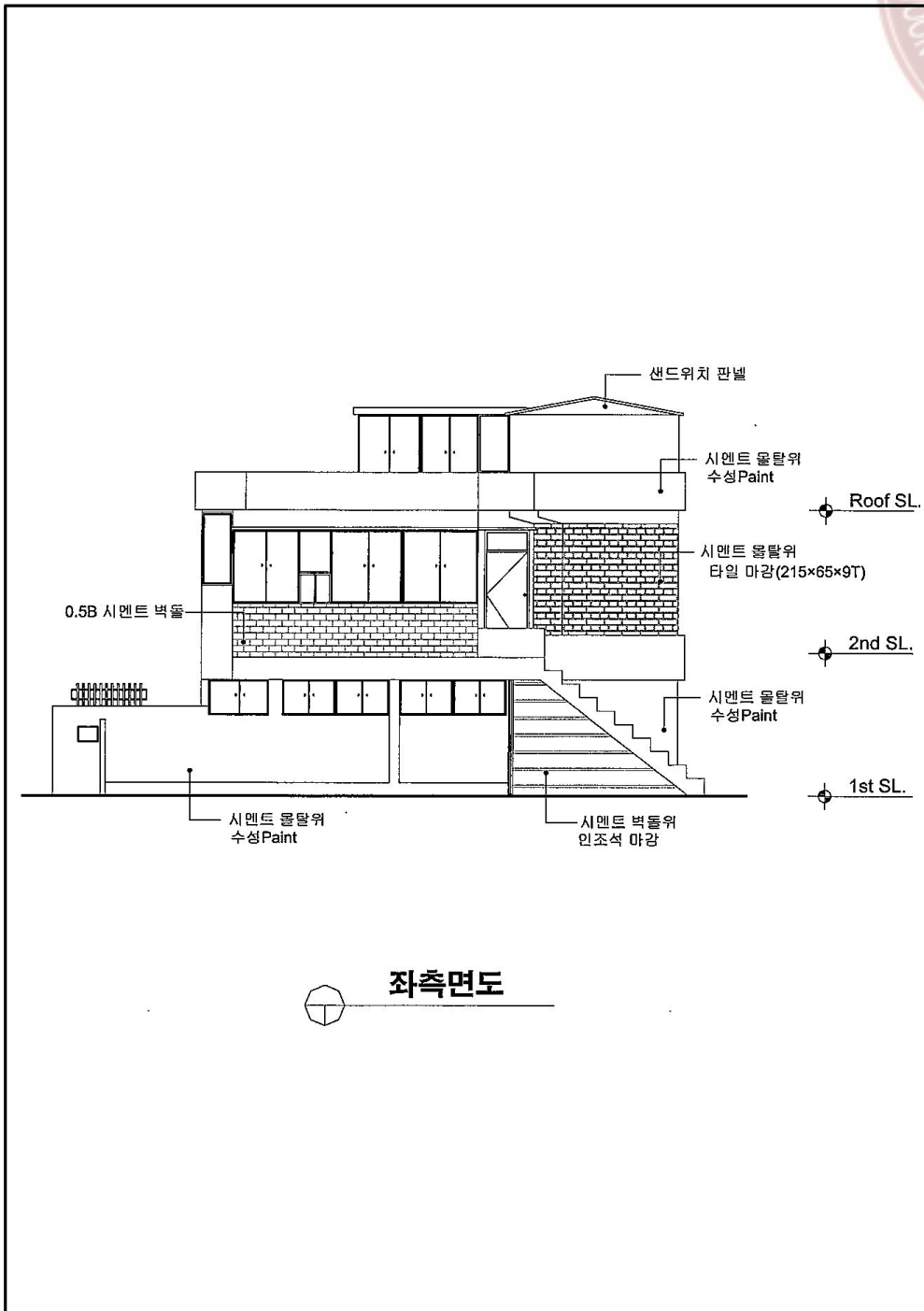


③ 정면도



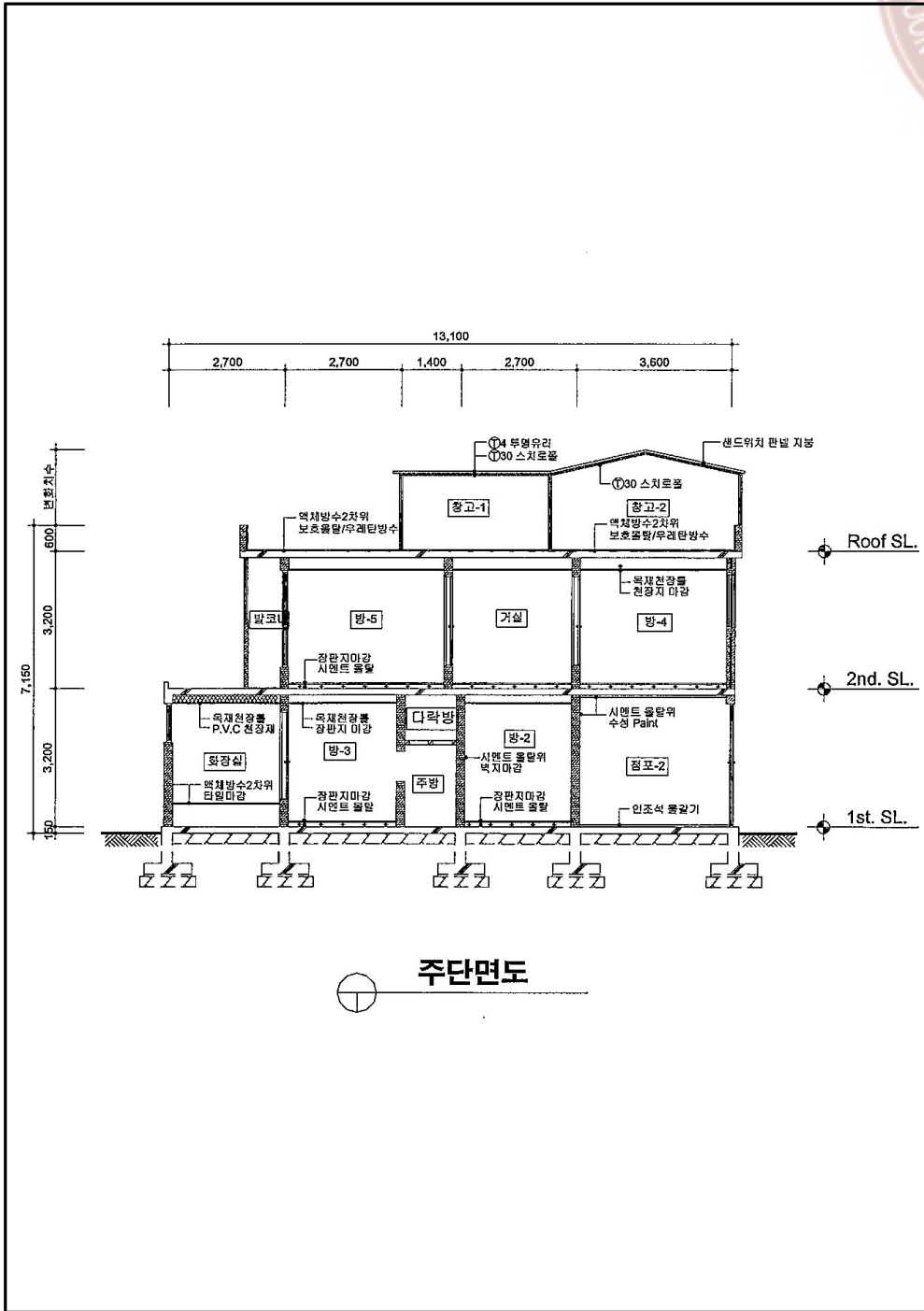


④ 좌측면도





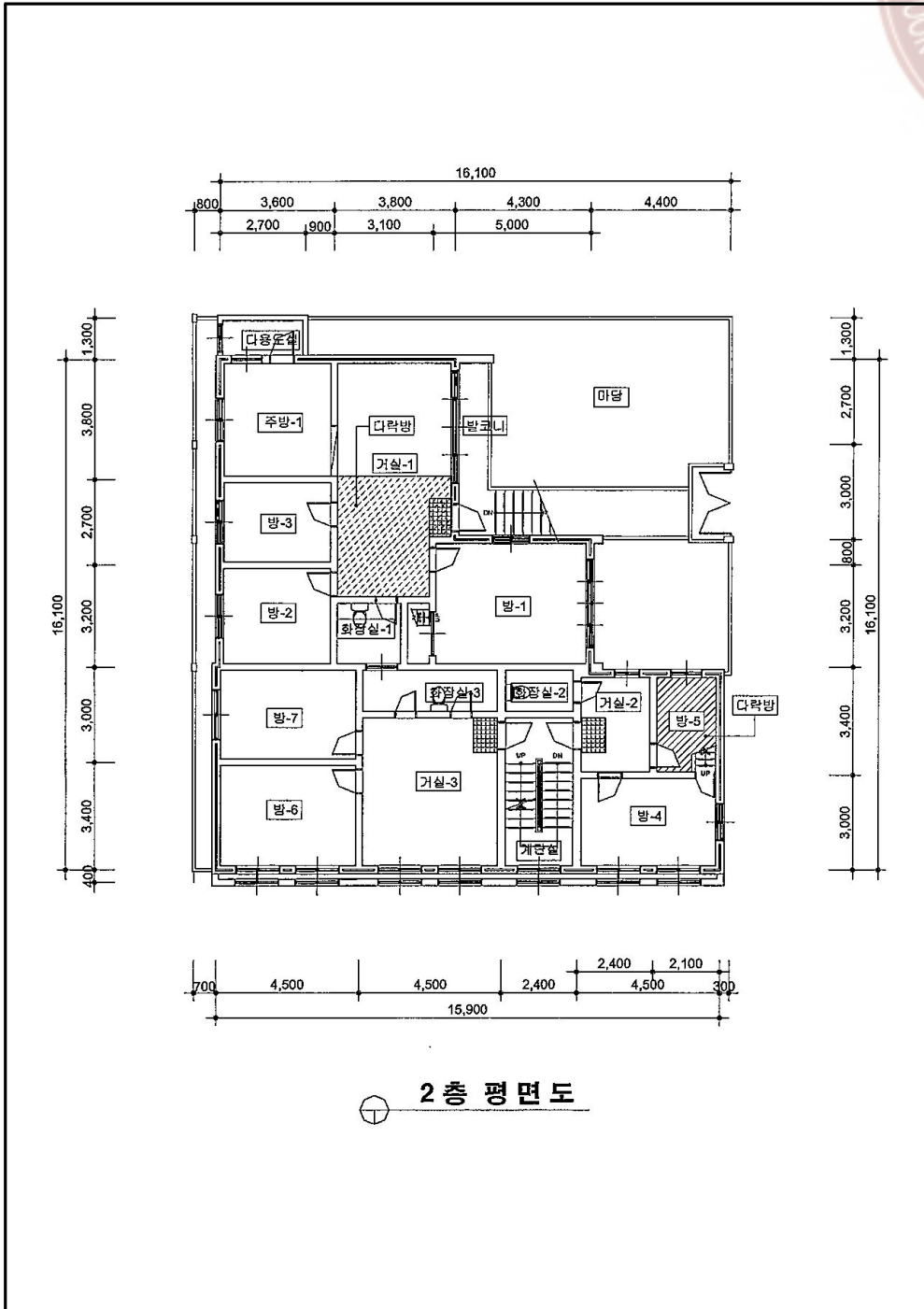
⑤ 주단면도



주단면도



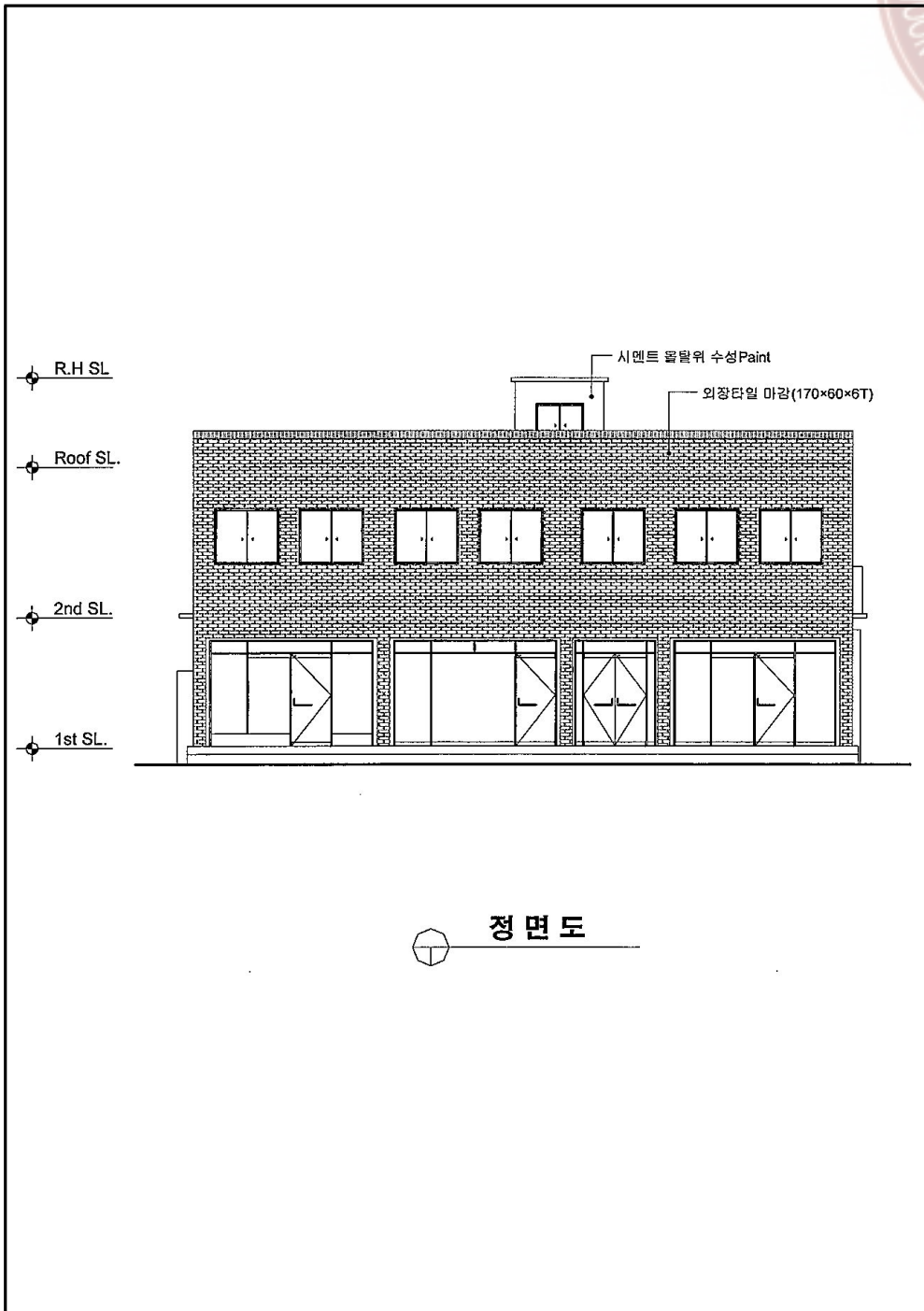
② 2층 평면도



2층 평면도

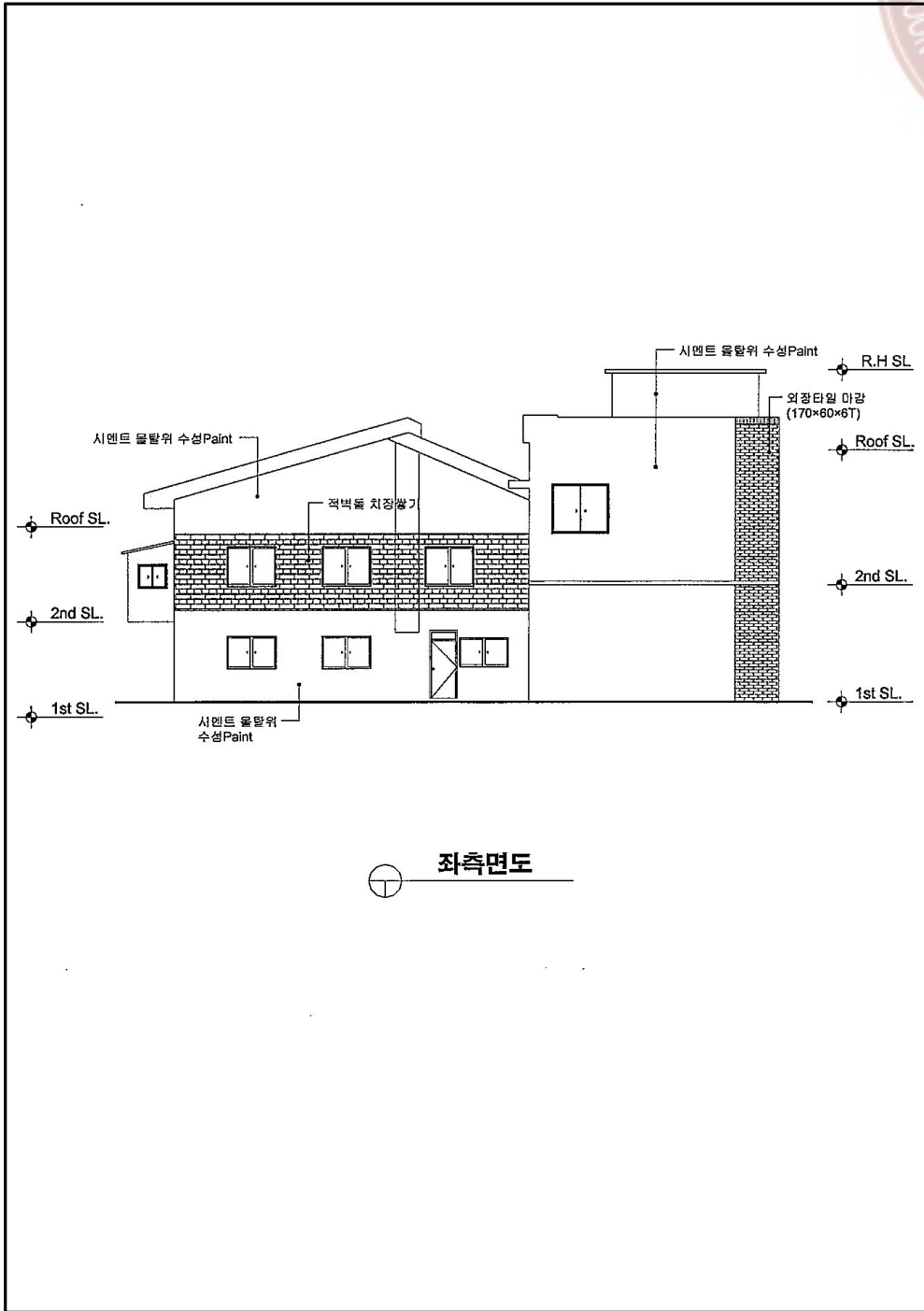


③ 정면도



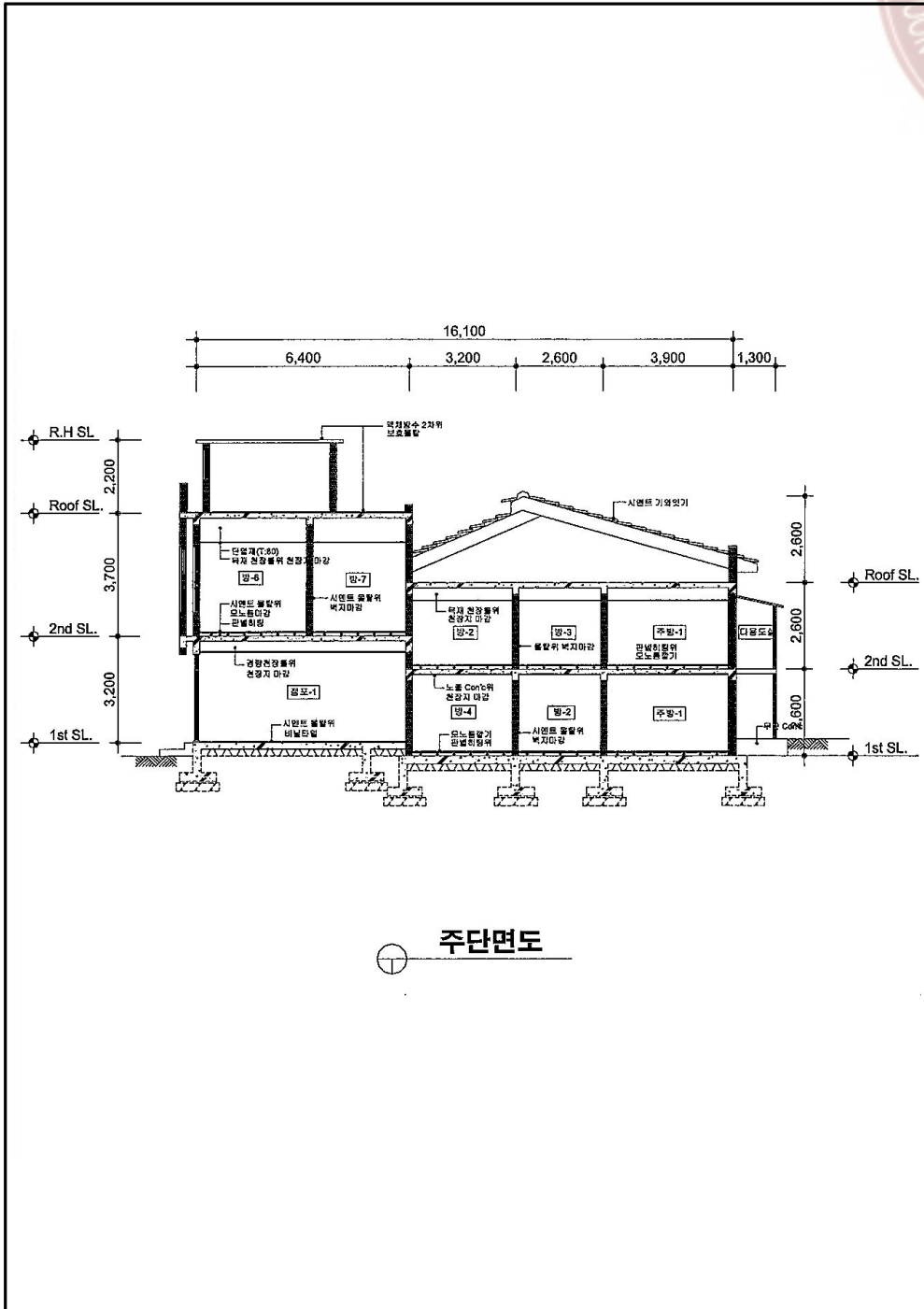


④ 좌측면도





⑤ 주단면도

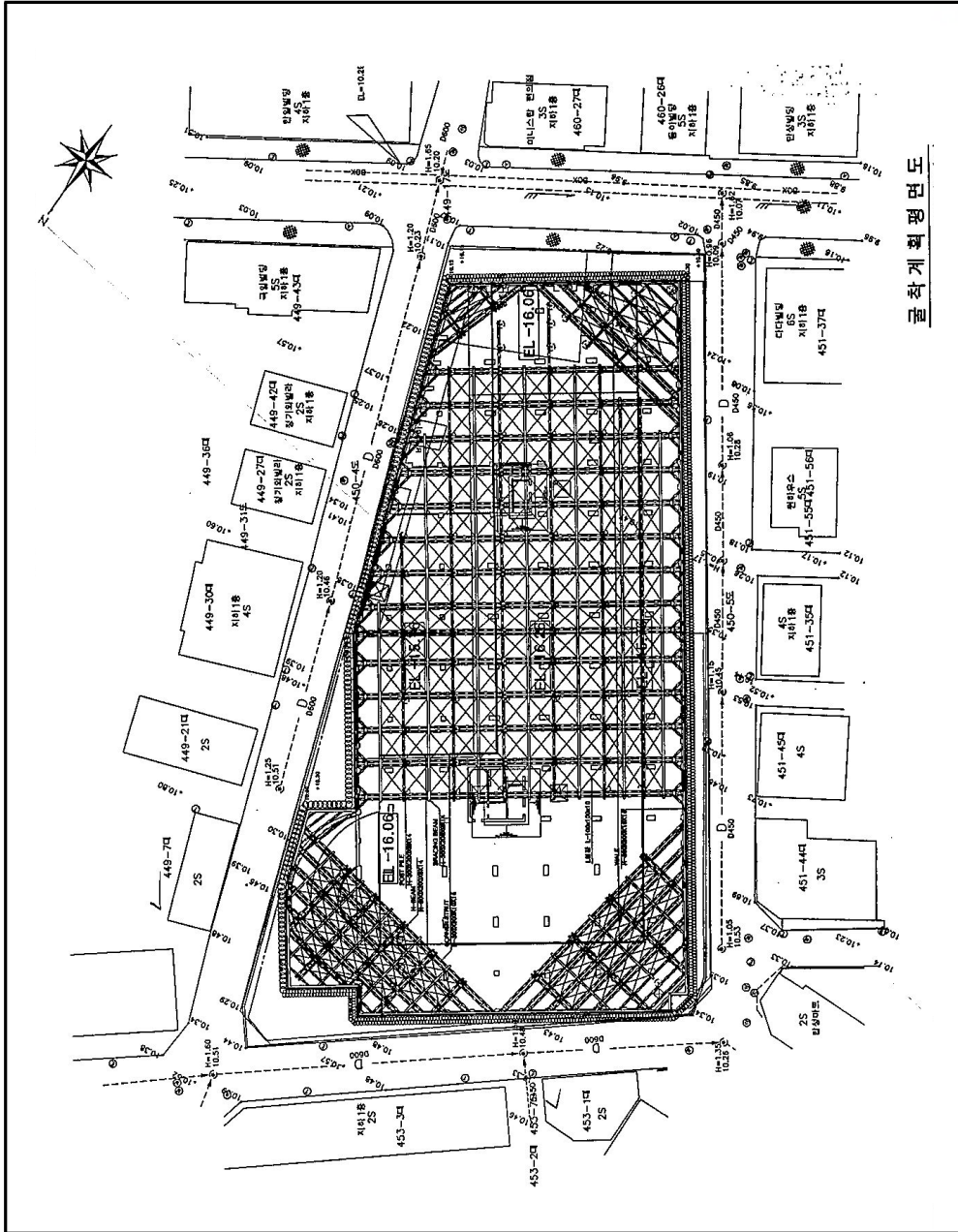




(4) 피고측 공사현장 도면

① 토목도면

가. 굴착계획 평면도

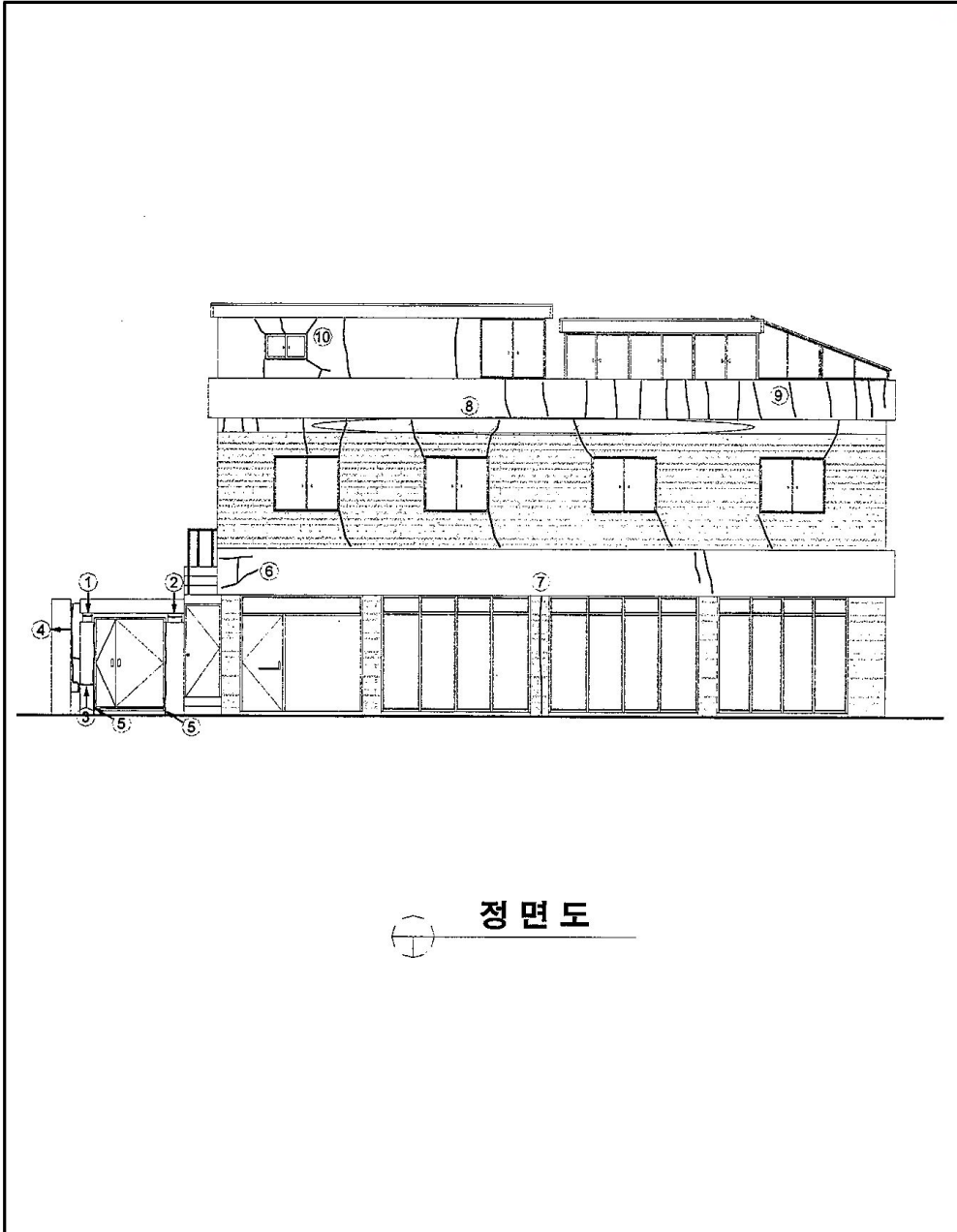




6) 구조안전성 감정내용

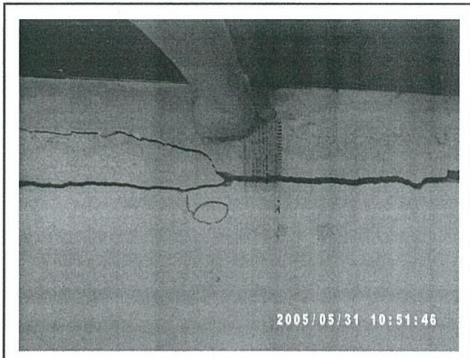
(1) 가동 : 서교동 000-0호 건물

① 손상부위 입면도

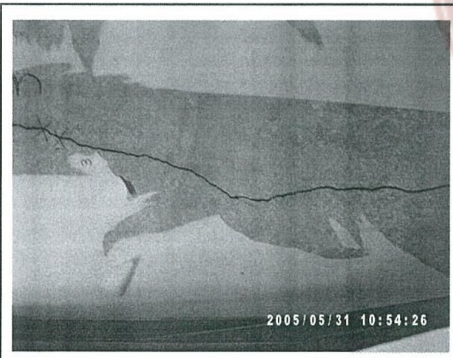




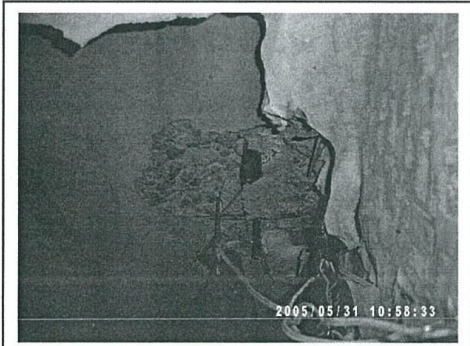
② 손상부위 사진



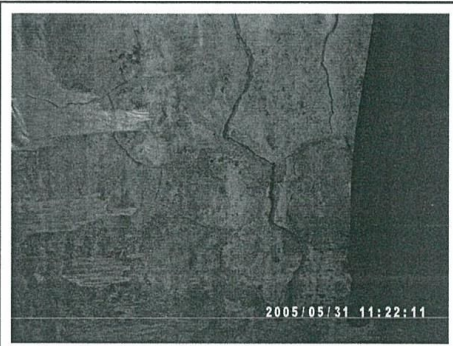
7	1층 점포-3 우측 벽체
균열 상태	



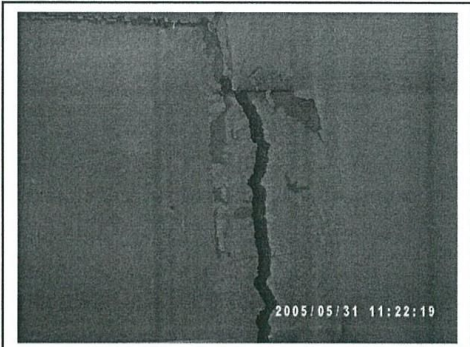
8	1층 점포-3 우측 벽체
균열 상태	



9	다락방-2 상부 SLAB
Con'c 도배지 파손	



10	1층 방-1 벽체 하부
미장 파손상태	



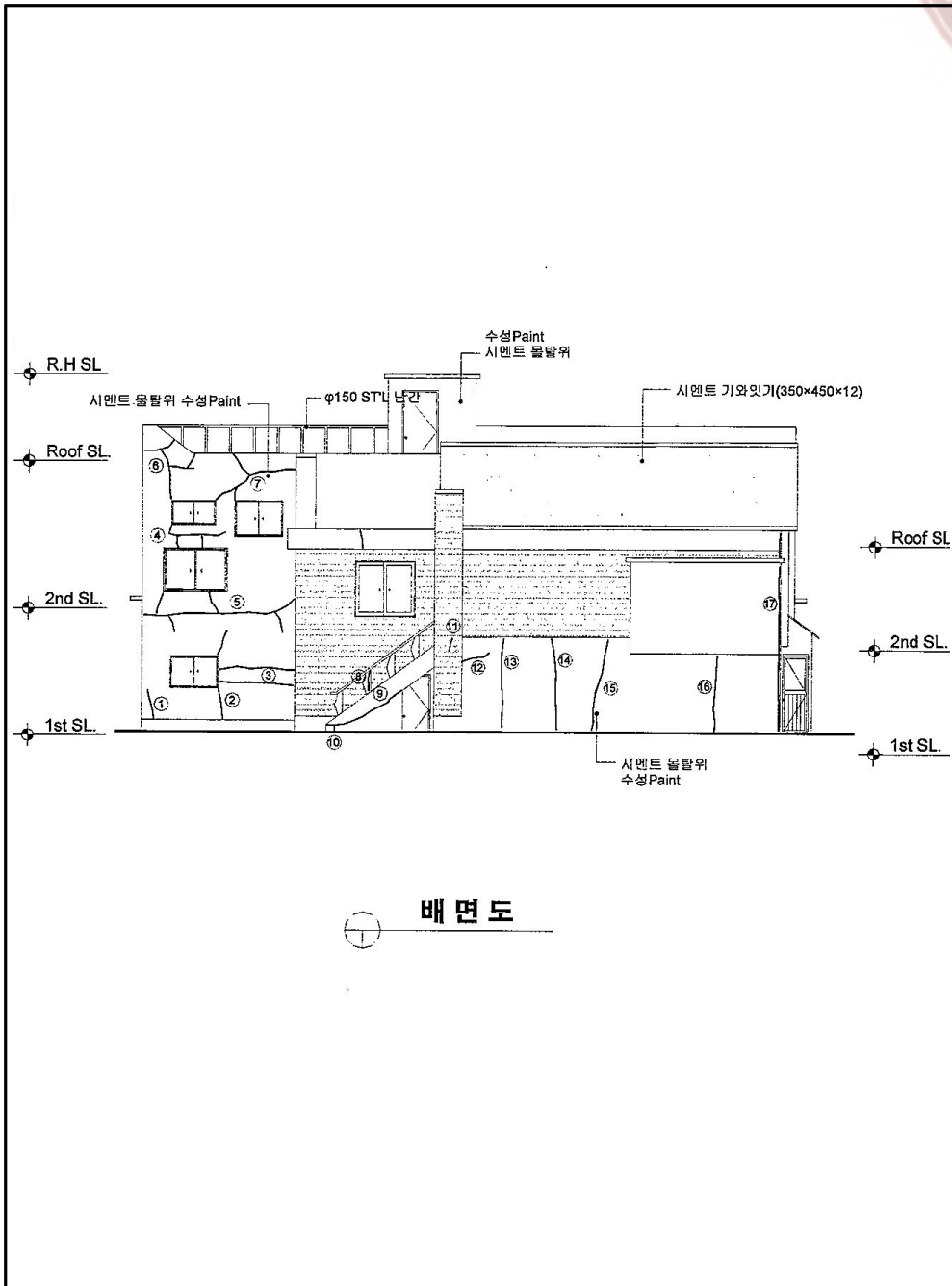
11	1층 방-1 벽체
균열 상태	



12	1층 좌,배면 벽체
균열 상태	



(2) 나동 : 서교동 000-0호 건물
 가. 손상부위 입면도

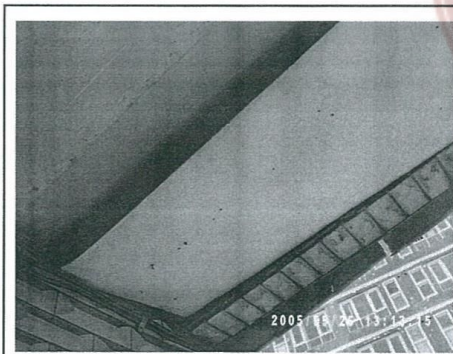




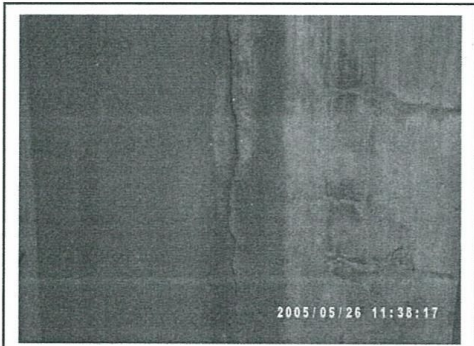
나. 손상부위 사진



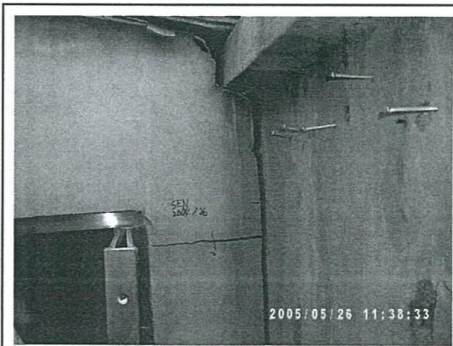
7 | 1층 계단실 상부슬래브
Con'c 박리, 철근노출, 부식 상태



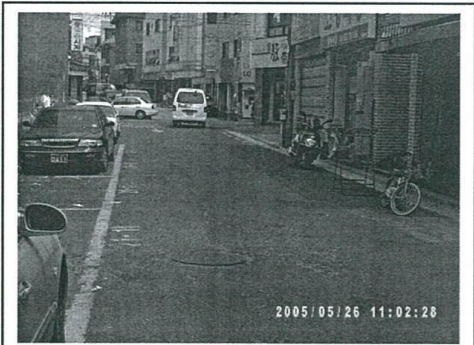
8 | 1층 계단실입구 상부
천장재 이격, 훼손 상태



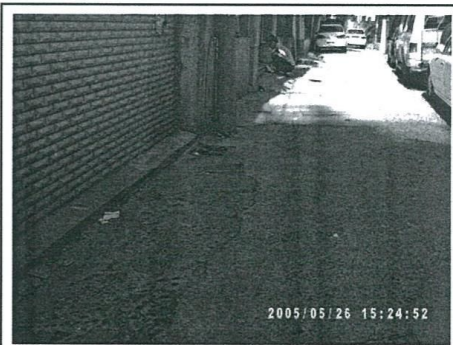
9 | 1층 창고(보일러실) 배면벽체
조적 균열 상태



10 | 1층 창고(보일러실) 문입구
조적 균열 상태



11 | 1층 정면 현장측 도로바닥
임시 보수 상태

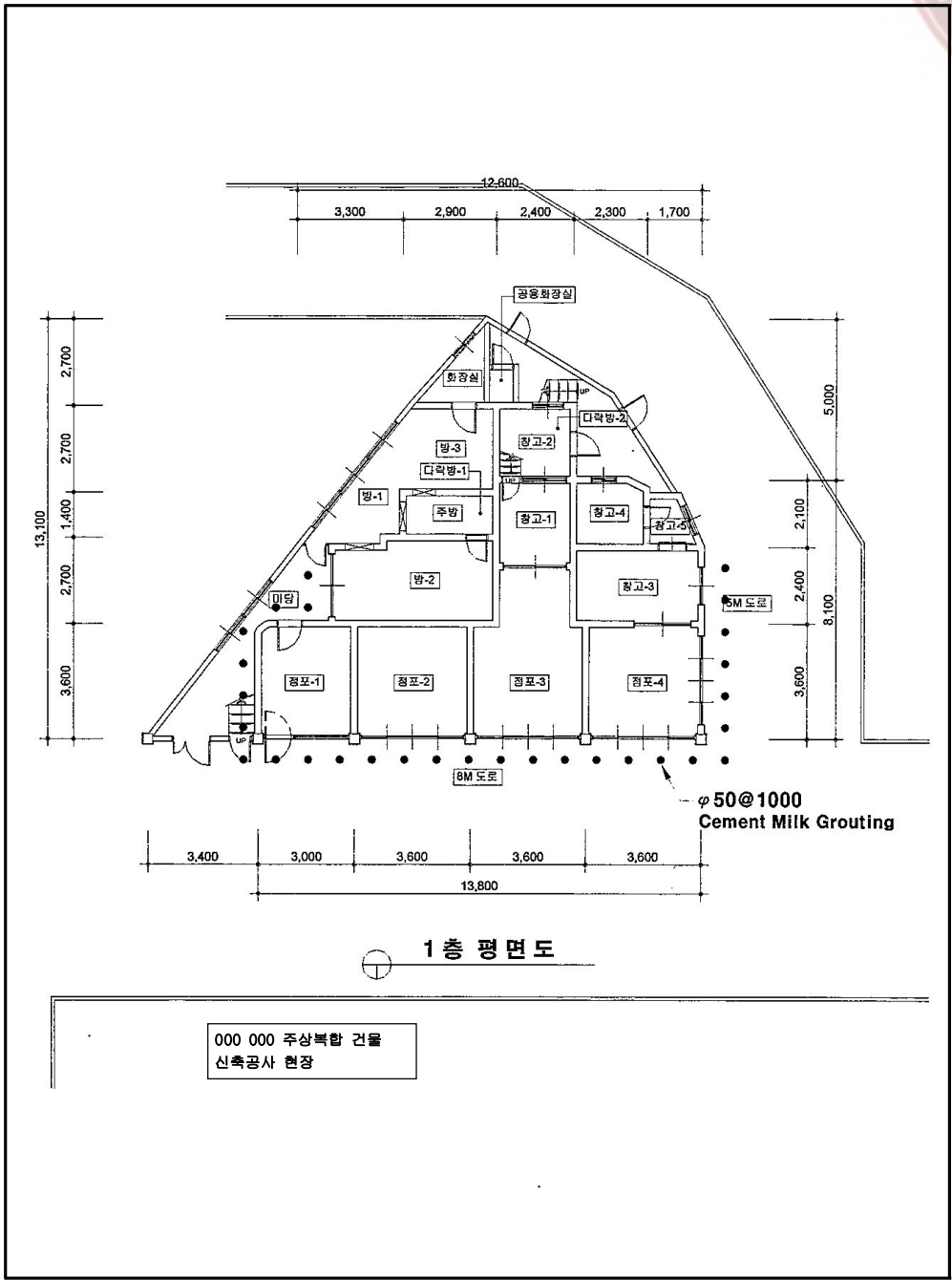


12 | 1층 우측도로 점포-3측
임시 보수 상태



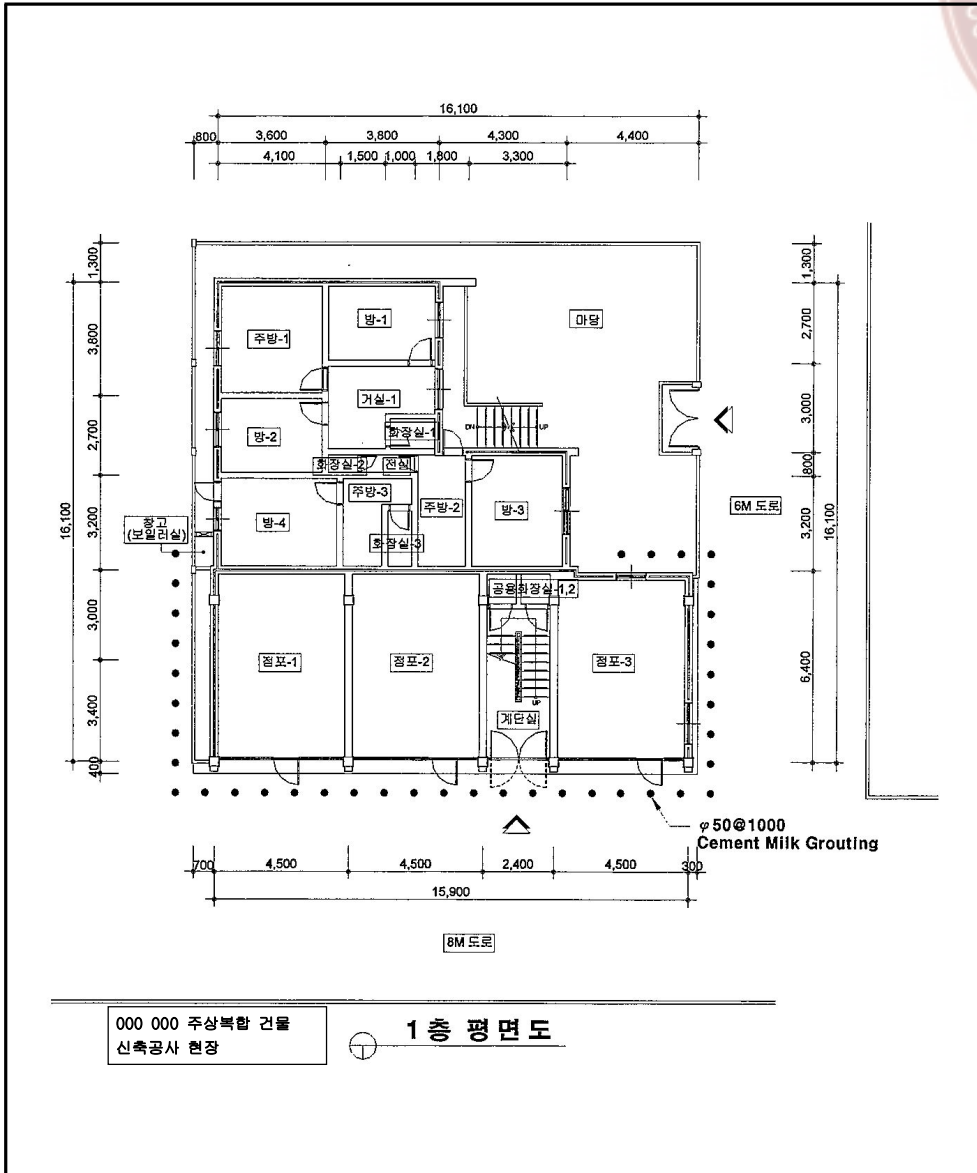
(2) 구조안전성을 위한 지반보강

① 서교동 000-0호(가동) 지반보강도





② 서교동 000-0호(나동) 지반보강도





2. 사안의 개요

1) 건명 : 사건 C-주택 및 근생 건물의 벽체 균열, 침하로 인한 구조안전상 보수가 필요하여 손해배상책임 인정한 경우¹²⁾

2) 사실관계

(1) 당사자

원고는 서울 마포구 서교동 000-0, 000-0번지 주택 및 근생건물인 2개동(이하“이 사건 건물:서교동주택 및 근생건물 사건”이라함)건물로서 건물주는 2인이며, 피고회사는 인근 APT공사의 시행사인 000000(주)와 시공사인(주)00건설이다.

(2) 건물 개요

이 사건 건물 000-0번지건물(이하 이 사건-”가“동이라함)은 건축면적 약136㎡, 연면적 188㎡, 조적조+연와조, 층수 지하1F~지상2F, 1975년 4월 준공된 건물이며, 000-0번지 건물(이하 이 사건“나”동이라함)은 건축면적 약 192㎡, 연면적 332.33㎡, 철근 CON’C조, 층수 지하1F~지상2F, 1974년 9월 준공된 건물이다.

(3) 분쟁 대상

이 사건 건물 주변 서울 마포구 서교동 000-00번지 B4F~지상 12F, 366세대 APT인 “서교동 0000주상복합 APT건물 신축공사 현장인 (주)00건설의 공사현장의 2003.6~2005.8월까지 공사기간동안 이 사건 건물에 피해를 가함으로 발생한 균열, 침하, 탈락, 누수 등의 피해에 대한 보수 금액의 청구소송이다.

(4) 사건 내용

이 사건 건물의 하자 현상은 피고측 건설사의 현장 터파기, 흙막

12) 서울중앙지방법원 2006.4.26선고 2007가합 70235건



이 공사시에 이 사건 건물의 도로측이 유실되어 무너지는 등의 사고가 발생되어, 이 사건 건물에 침하, 균열, 탈락 등의 하자가 다수 발생되었다. 이러한 현상의 발생조사결과 건물의 구조안전성 진단이 요구되어 구조안전진단 기법이 적용되었다.

3. 판결요지

1) 손해배상 책임의 인정

(1) 이 사건 건물 감정보고서¹³⁾에서는 건물의 균열, 탈락, 침하 등의 원인이 인근공사 현장의 터파기 굴착, 흙막이 공사시 지하수위 저하, 일부지반의 붕괴, 진동, 충격 등의 전달로 발생한 하자로서 벽체 균열, 구조안전성의 지반보강 등의 보수 금액 전체로서 “가”동은 46,552,931원, “나”동은 72,890,000원으로 감정 되었다.

(2) 이중 법원에서는 감정액수를 피고측 공사로 인한 기여도가 70%이고 피해건물은 30년 정도가 경과된 노후도를 30% 인정하여 각각 70%인 32,587,051원, 51,023,000원을 피고측 손해배상으로 판결 하였다.

4. 평석

이 사건은 도심지 공사의 지하4층 규모, 지하 약 18m하부까지 굴착하는 공사로서, 공사 수행시 굴착공사, 흙막이 공사로 인하여 발생하는 지하수위의 저하, 지반의 유실, 지반의 교란 등으로 인근 건물의 구조 안전에 피해를 입힌 부분에 대한 구조안전성 보수·보강 비용을 인정한 판결이다.

13) (재)한국재난연구원 감정서 : 서울중앙지방법원 사건 2004가합 82152건 감정서

건물의 마감재 보수뿐만 아니라, 구조체의 균열보수, 건물전체의 침하성 변형에 대한 보강부분인 지반보강 금액까지 인정한 판결로서 도심지 굴착 공사시 발생하는 인접 건물의 구조안전성에대한 중요성을 간과하지 않을 수 없는 판결이다.





제 4 절 구조안전성관련 감정사례 분석

1. 사건별 감정사례 내용 요약

구 분		사건 A	사건 B	사건 C	
사건번호		서울중앙지방법원 2009가합 125375	서울중앙지방법원 2007가합 70235	서울중앙지방법원 2004가합 82152	
사 건 명		부평오피스텔	창동아파트	서교동 주택 및 근생건물	
소송구분		준공 후 하자소송	준공 후 하자소송	공사피해소송	
사건 요 지	하자 현 황	· 구조체 균열 · 지하주차장 구조체 내력부족	· 구조체 균열 · 지하층기둥,보 내진 철근 : 늑근부족	· 구조체 균열 · 건물일부 침하	
	터파기	-	-	G.L-약18M	
	흙막이 공법	-	-	STRUT 지지공법 C-RJP, SCW공법	
구조안전성 분야손해배상 책임		시공사인정 : 66%	시공사인정 : 100%	시공사인정 : 70%	
손 해 배 상 범 위	하자보 수비	균열보수 및 내력보강 : 253,005,528원	균열보수:105,522,225원 기둥내진철근부족 :50,439,351원 보내진철근부족 :2,736,384원	000-0호 (가동)	전체 : 32,587,051원
	위자료	-	-	000-0호 (가동)	전체 : 5,000,000원
				000-0호 (나동)	전체 : 5,000,000원
	총 계	253,005,528원	158,697,960원	000-0호 (가동)	전체 : 37,587,051원
			000-0호 (나동)	전체 : 56,023,000원	
책 임 주 체 별 기 여 도	시공사 (피고)	66%	100%	70%	
	건물주 (원고)	34%(사용성)	0%	30% (노후도)	
항소 결과		1심 종결	2심 종결 : 조정	2심 종결 : 조정	



2. 감정사례 분석

1) 구조안전성 감정분야의 분석

(1) 사건 A 분석

사건별 감정사례 내용 요약과 같이 사건 A는 구조체의 SLAB부분의 내하력 부족현상이 가장 큰 문제로 감정되었다. SLAB내의 폭 0.3mm이하 및 이상의 균열이 거미줄 현상으로 수없이 발생되어 균열현상이 단순한 CON'C 타설시 발생된 시공부실의 현상이 아닌 상태인 것으로 조사되었다. 일반적인 건조·수축성의 균열이 아닌 구조안전성과 관련된 균열임이 구조안전성 진단기법의 감정을 통하여 밝혀진 것이다. 초음파 탐사법의 철근간격조사 및 균열깊이 등의 면밀한 조사의 바탕위에 차량하중의 정확한 검사와 함께 실시한 MIDAS 구조프로그램의 활용으로 지하주차장 SLAB의 일부가 내력 부족현상으로 감정된 것이다. SLAB의 내력부족인 상태에서 지하주차장 차량하중이 계속 가중되면서 균열의 일부가 점점 증가하게 되어 SLAB의 내력이 약화된 것이다. 이러한 상태의 구조안전의 조치로서는 균열보수로는 완전하지 못한 방법이므로 구조보강방법의 조치가 필요하여 섬유보강공법의 감정결정으로 보강공사비를 산정한 것이다.

(2) 사건 B 분석

사건 B는 철근CON'C 구조체의 SLAB, 보, 벽체, 기둥등의 부위에서 폭 0.3mm이상의 균열부위는 주입공법인 EPOXY INJECTION 공법의 보수가 요구되었다. 폭 0.3mm이상의 균열은 CON'C 구조체의 향후 구조체의 내구성 및 내하력의 저하를 막고 구조체의 손상부위를 원상복원하는 공법으로 채택한 것이다. 본감정서의 구조안전성 검토표와 같이 본건의 기둥, 보, SLAB 부위의 내진성 검토



결과표는 안전한 것으로 검토되었다. 국내 내진검토기준인 KBC2000기준상 주구조체의 내진구조에 대한 내력은 안전한 것으로 검토되었으나, 지하주차장 기둥과 보 부위일부에 늑근이 부족한 상태가 조사된 부분이 감정되었다. 이러한 현상은 우리나라 KBC 기준상 일반적인 지진규모 6.0정도 일 경우 늑근부족시 횡력이 다소 크게 작용될 경우는 문제가 발생될 소지가 있으므로 구조체의 안전을 위하여 기둥, 보 부분의 늑근 보강을 위하여 탄소섬유판 보강을 결정하여 감정한 것이다. 늑근정도의 부족이 안전에 큰 문제가 없을 것이라는 안이한 자세보다는 건물에 거주하는 입주자의 생명의 안전과 재산보호라는 큰 차원의 안전을 감안한 조치로서 보강 방법을 채택하여 감정한 것이다. 탄소섬유판, 철판공법, 포대공법 등 내진 보강공법등이 다수 있으나 경제적인 점을 고려하여 적정한 탄소섬유판 공법을 적용하여 보강공사비를 산정하였다. 또한 본사건의 지하기초 부력에 대한 안전진단의 감정결과 건물전체의 하중에 의한 지하2층 기초부위의 수압에 의한 부력의 검토결과는 안전한 것으로 검토되었다. 지하2F MAT 기초부위의 일부 누수현상으로 인하여 입주자들이 지하기초의 안전에 대한 불안함에 의하여 지적한 것으로서 누수부위는 방수공법으로 차단하는 것으로 감정되었다.

(3) 사건 C 분석

사건 C는 도심지굴착공사로 인한 인근 건물피해 건으로서 공사시 도로가 침하, 함몰되는 사건이 발생되었고 감정진단결과 건물 일부 부위의 기울기가 불량한 상태로 조사되어 건물의 일부 침하현상으로 균열, 탈락, 변형 상태 등의 일부가 발생된 것이다. 이로 인한 구조체의 균열부위는 EPOXY INJECTION등의 구조적인 보수가 요구되고, 건물의 영구적인 지반의 안정을 위하여 지반보강공법이



요구되었다. 공사현장측으로 일부 변형이 발생된 부분을 기준으로 하여 CEMENT MILK GROUTING공법으로 건물 기초지반의 안정이 필요한 상태이므로 그에 따른 보강공사비로 감정하였다.

2) 손해배상의 책임한계 내용 분석

(1) 사건 A 분석

사례별 내용요약과 같이 사건 A는 시공사책임이 66%, 34%는 건축주에 부담토록 하였다. 공사 준공 후 4년 후에 하자소송을 제기한 상태에서 재판부는 일부는 그동안 사용성에 의한 하자를 일부 인정하는 것으로 간주한다. 그러나 건물자체의 하자상태가 주요구조부의 안전과 관련된 건으로 감정된 상태에서 일부 사용성에 의한 판결은 일부 납득이 안가는 점도 있는 것으로 사료된다. 시공사의 입장에서는 SLAB의 균열부위가 미세균열인 상태에서 표면처리공법의 보수가 충분하며 보강공법의 보수가 필요치 않은 것으로 몇 번의 사실조회를 통하여 의견을 제시하였다. 균열 보수 후 탄소섬유판 보강공법은 시공사측면에서는 과도한 보강법이라고 항변을 하였으나 감정인의 측면에서는 건물의 항구적인 안전을 위한 조치가 우선임을 고려할 시는 재판부의 판결이 현명한 판결인 것으로 판단된다.

(2) 사건 B 분석

사건 B는 시공사책임을 100% 부담토록 하였다. 이는 재판부의 구조체의 균열 부위에 대한 보수개념이 폭 0.3mm이하이더라도 CON'C부위에 균열이 발생하였다면 이로 인한 빗물의 침투와 빗물로 인한 철근부식의 유발이 원인제공이 될 수 있는 점을 간과하지 않을 수 없다는 점을 판시한 것으로 사료된다. 이를 볼 때 구조안전성의 균열의 범위를 구조체의 안전을 우선시한 판결로 보여진다. 시공사측으로 봤을 시는 너무 과도한 제한으로 항변 할 수 있



으나, 구조체의 항구적인 안전을 우선시 한다면 그 책임은 시공사 측으로 전가하여야 한다는 것을 알 수 있다. 또한 내진구조의 부족성에 의한 결과도 모두 시공사의 책임으로 전가된 것은 최근 내진구조 안전의 흐름을 따르는 것으로 사료된다. 우리나라에서는 다행히 지진의 발생빈도가 낮아 큰 문제가 없을 것으로 간주하기 쉬우나 향후 지진의 변화가 발생하여 일본과 같은 지진이 다반사로 발생된다고 하는 점을 예상 시에는 내진 부족에 대한 책임은 시공사의 책임으로 귀결되어야 한다는 점이다.

(3) 사건 C 분석

사건 C는 도심지 대형건물의 공사시에 다반사로 발생하는 피해현장의 소송으로서 GL-18m의 굴착공사의 흠막이 부분에서 발생한 피해소송이다. 피해건물은 공사현장에서 이격거리 약 10m 내외의 2차선 도로 반대편 측에 위치한 건물로서 두곳 모두 현장 CORNER 부위에 인접한 현장으로서 “나”동 000-0번지측에서는 도로가 크게 함몰되는 사건까지 발생되었다. 감정결과 일부건물의 침하현상이 발생되었고 공사현장의 지하수위의 저하, 흠막이 굴착 공사시 일부 흠의 유실, 도로측 일부 함몰 등의 현상으로 피해현상이 감정건물에 가중된 것이다. 이러한 현상을 직시한 재판부에서는 건물의 노후기여도를 30%인정하고 나머지 70%는 시공사에게 부담토록 판시하였다. 이러한 책임한계는 도심지 굴착 공사시 인근건물에 대한 면밀한 조사와 피해방지를 위한 조치가 건설사에 우선시하는 공사를 시행하여야 한다는 점을 시사하는 것으로 사료된다.



제 4 장 건축물의 구조안전성 보수·보강 방안

제 1 절 균열보수부위 표면처리 공법¹⁴⁾

1. 표면처리공법(보수)

미세한 균열(일반적으로 폭 0.3mm이하)위에 도막을 입혀 방수성과 내구성을 향상시키는 공법이며, 균열내부를 처리할 수 없고, 진행성 균열 또한 보수하기 곤란한 점이 있다.

1) 적용범위

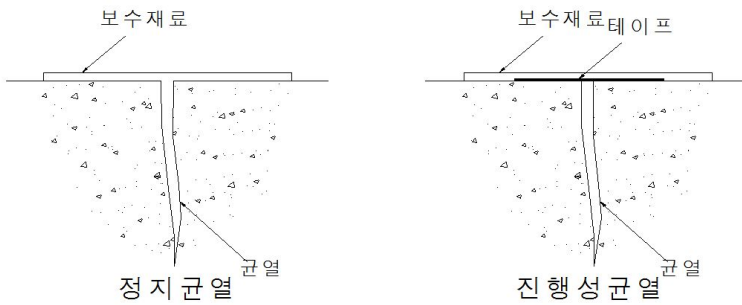
- (1) 미세균열(폭 0.2mm이하)이 발생된 부위에 적용한다.
- (2) 방수성, 내구성이 요구되는 부위에 적용한다.
- (3) 균열의 성장이 멈춘 부위(경우에 따라 진행성 균열에도 적용 가능)에 적용한다.
- (4) 비구조적인 균열이 발생된 부위에 적용한다.

2) 유의사항

- (1) 균열의 진행여부에 따라 시공방법을 달리 적용한다.
- (2) 균열의 주변을 청결히 하고 충분히 건조시킨 후 적용한다.
- (3) 도장시와 양생시 온·습도의 관계에 유의한다.

14) 한국시설안전공단 콘크리트 구조물의 균열, 누수, 보수·보강 전문시방서('99.12)
한국건설기술연구원 교량구조물의 손상 사례집('97.10)-건설기술연구원
Concrete Repair and maintenance illustrated('93)-RS Means, Peter H. Emmons

3) 개요도



4) 단가-m당

- CMX 건설원가 시스템자료 : 5,473원¹⁵⁾

2. 충전공법(보수)

균열폭이 비교적 큰(0.5mm이상)경우에 적용하는 공법으로서 균열을 따라 콘크리트를 V형이나 U형으로 절취하고 그 부분에 보수재를 충전하는 공법으로 이 공법은 철근이 부식되지 않은 경우와 철근이 부식된 경우로 나누어 보수한다.

1) 적용부위

- (1) 균열폭이 0.5mm이상인 대형균열 발생 부위에 적용한다.
- (2) 수밀성과 내구성이 요구되는 부위에 적용한다.
- (3) 균열의 깊이(보통 10~50mm)가 깊지 않은 부위에 적용한다.
- (4) 비구조적인 균열이 발생한 부위에 적용한다.

2) 유의사항

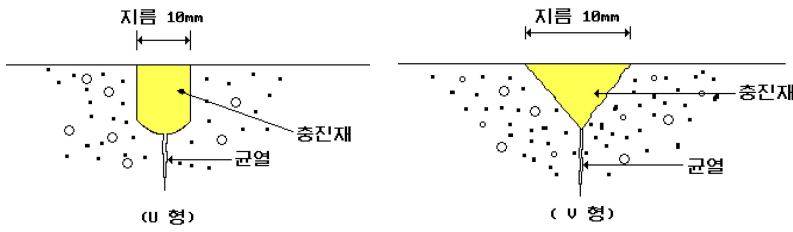
- (1) 철근의 부식여부에 따라 적절한 충전재료를 사용한다.

15) (주)CMX 엔지니어링 건축사사무소, CMX 건설원가 시스템자료, (2013)



- (2) 균열의 크기와 깊이에 따라 폭 10~50mm, 깊이 10~50mm 정도의 U형 절취 또는 V형 절취를 실시한다.
- (3) 충전재와 모재가 일체가 되도록 밀실하게 시공한다.
- (4) U형 절취나 V형 절취한 부위의 찌꺼기나 먼지를 깨끗이 청소한다.

3) 개요도



4) 단가-m당

- (1) 청원화학(주) : 11,981원¹⁶⁾

16) 청원화학(주), 보수·보강 단가,(2013)



제 2 절 균열보수부위 주입공법¹⁷⁾

1. 주입공법(보수)

균열부에 에폭시계 수지 및 시멘트계 재료를 주입하여 콘크리트를 일체화시키고 콘크리트의 수밀성을 크게 하며 콘크리트 열화 및 철근의 부식을 방지하는 공법이다.

1) 적용부위

- (1) 방수성, 내구성이 요구되는 부위에 적용한다.
- (2) 다양한 균열폭(0.25~5mm)에 따라 적용 가능한 공법에 적용한다.
- (3) 균열 보수 후 미관유지가 요구되는 부위에 적용한다.
- (4) 비구조적인 균열이 발생된 부위에 적용한다.

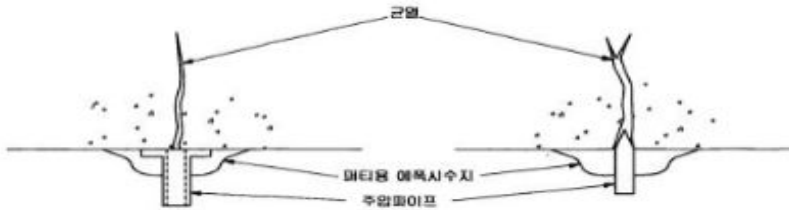
2) 유의사항

- (1) 균열폭에 따라 적절한 주입공법을 적용한다.
- (2) 주입시공시 적정온도와 적정주입 압력을 유지한다.
- (3) 균열 주입구가 막히지 않도록 청결히 청소한다.
- (4) 주입재료는 품질을 확인하고 유효기간이 지난 재료는 사용하지 않는다.

17) 한국시설안전기술공단-콘크리트 구조물의 균열, 누수, 보수·보강 전문시방서('99.12)
한국건설기술연구원-교량구조물의 손상사례집('97.10)
한국도서출판-콘크리트 구조물의 보수핸드북('96.2)
Concrete Repair and maintenance illustrated('93)-RS Means, Peter H. Emmons



3) 개요도



4) 단가-m당

(1) 청원화화(주) : 건식-26,754원/습식-50,081원



제 3 절 구조체 보강공법¹⁸⁾

1. 강판접착 보수공법

콘크리트 바닥판(Slab)면, 보 또는 기둥면에 강판을 접착하여 기존 콘크리트 구조물과 일체화시켜 콘크리트 열화와 철근의 부식을 방지함은 물론 하중에 대한 내하력을 증가시키는 공법으로 주입공법과 압착공법 등 두 가지 종류가 있다.

1) 적용부위

- (1) 내하력 향상이 필요한 부위에 적용한다.
- (2) 강판의 부식이 적거나 접착제의 내구성이 확보되는 경우에 적용한다.
- (3) 강판의 운반, 설치등 강판 부착작업이 용이한 경우에 적용한다.

2) 유의사항

- (1) 바닥판 보수에 적용할 경우 상부로부터 누수에 매우 취약하므로 철저한 방수 시공 후 공법을 채택한다.
- (2) 가설구조물과 강판을 일체화시켜 강판을 인장철근의 일부로 작용하도록 한다.

18) 한국시설안전공단-콘크리트 구조물의 균열, 누수, 보수·보강 전문시방서('99.12)

한국건설기술연구원-교량구조물의 손상사례집('97. 10)

한국도서출판콘크리트 구조물의 보수핸드북('96.2)

RS Means, Peter H. Enmons-Concrete Repair and maintenance illustrated('93)

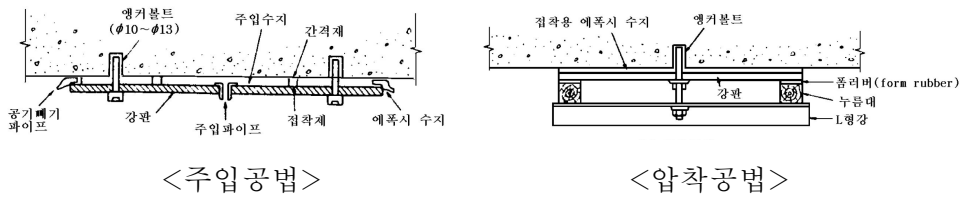
한국시설안전기술공단-콘크리트 교량의 보수·보강방법의 표준화('99.12)

한국시설안전기술공단-시설물의 손상 및 보수·보강사례(I)('99)



- (3) 주입공법, 압착공법등 현장의 여건에 따라 적절한 시공법을 채택한다.
- (4) 강판의 접착력을 확보하기 위해 콘크리트의 표면처리를 철저히 하고 수분이나 열화된 부분은 제거한다.
- (5) 강판의 두께는 일반적으로 4.5mm 이상의 것을 사용한다.

3) 개요도



4) 단가-m²당

- (1) · 청원화화(주) : 4.5mm-364,627원/6mm-443,244원
9mm-553,492원/12mm-619,885원

2. 보강섬유 공법

열화된 콘크리트 표면을 전체제거 한 후 보강섬유를 에폭시 수지로 함침 하면서 접착시켜 강인한 보강섬유층을 형성함으로써 콘크리트 표면을 보강하는 공법이다.

1) 적용부위

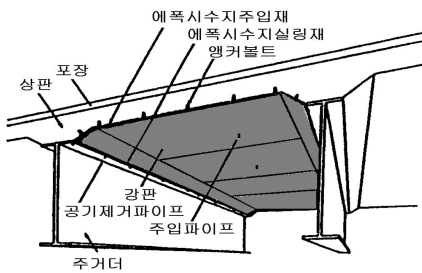
- (1) 내하력 향상이 필요한 부위에 적용한다.
- (2) 강판 접착공법적용 대상보다 부식 환경이 열악한 경우에 적용한다.
- (3) 강판 접착공법에 비해 작업조건이 불량한 경우에 적용한다.



2) 유의사항

- (1) 바닥판 보수에 적용할 경우 상부로부터 누수에 매우 취약하므로 철저한 방수 시공 후 본 공법을 채택한다.
- (2) 기존에 설치된 구조물과 보강섬유의 일체화가 가장 중요사항이므로 누수, 콘크리트 표면 결함을 제거한 후 시공한다.
- (3) 보강섬유는 에폭시 접착제에 의해 구조거동이 좌우되므로 적절한 에폭시 사용이 중요하다.
- (4) 보강하고자 하는 방향으로 보강섬유가 배치되도록 접착해야 한다.
- (5) 현장의 조건에 따라 적당한 보강섬유를 사용한다.

3) 개요도



4) 단가

탄소섬유 보강	단 가 (㎡당)		탄소판 보강	단 가 (㎡당)	
	청원 화학(주)	200g*1ply		154,643원	청원 화학(주)
200g*2ply		265,267원	-CPS05		
200g*3ply		373,734원	SK	137,553원	
300g*1ply		183,483원	-CPS08		
300g*2ply		322,947원	SK	155,031원	
300g*3ply		460,254원	-CPS10		



3. 프리스트레싱 공법(보강)

프리스트레싱 도입에 의한 보강은 콘크리트에 프리스트레싱력을 부여함으로써 부재에 발생하고 있는 인장응력을 감소시켜 균열을 복귀시킬 뿐만 아니라 압축응력을 부여하는 것을 목적으로 하는 공법이며 구조물의 내력 및 강성의 증강, 균열폭의 감소 등의 효과가 있다.

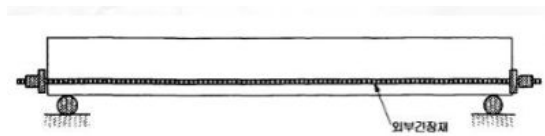
1) 적용부위

- (1) 내하력 향상에 필요한 부위에 적용한다.
- (2) 균열폭의 감소, 압축응력의 도입이 필요한 부위에 적용한다.
- (3) 콘크리트의 압축강도가 프리스트레싱력을 저항할 수 있는 부위에 적용한다.

2) 유의사항

- (1) 부재전체의 구조적 특성을 고려하여 공법을 적용한다.
- (2) 콘크리트의 특성, 균열의 방향, 규모에 따라 적정 프리스트레싱력을 도입한다.
- (3) 현장의 조건에 따라 적정한 긴장재, 정착장치, 긴장용 기구를 선정 적용한다.

3) 개요도





4. 교체공법(교체)

교체공법은 손상된 부분만을 제거하여 새롭게 콘크리트를 타설해서 손상을 받지 않은 부분과 같은 기능으로 회복하는 공법으로 부분교체 공법과 부재를 전면적으로 회복시키는 전면교체공법이 있다.

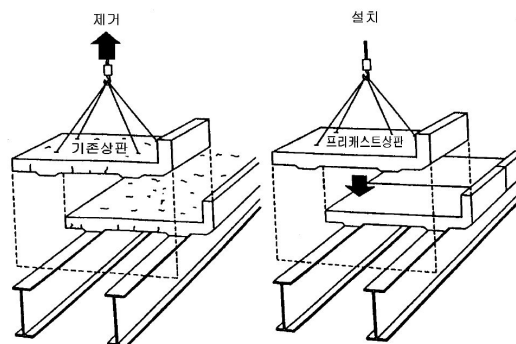
1) 적용부위

- (1) 내하력과 강성 회복이 필요한 바닥판에 적용한다.
- (2) 바닥판이 전면적으로 손상을 받아 전면 교체나 제거가 필요한 부분에 적용한다.
- (3) 교통량이 적어 장기적인 교통제한이 가능한 교량에 적용한다.

2) 유의사항

- (1) 교통제한에 따른 교통계획 수립과 우회도로의 개설이 필요하다.
- (2) 바닥판의 교체시 기존 거더에 손상이 생기지 않도록 유의한다.
- (3) 거더의 전단연결재는 설계당시 바닥판과 거더의 합성 또는 비합성 부에 따라 설치하거나 생략한다.

3) 개요도





5. 앵커공법(보수·보강)

균열이 구조내력에 지장을 주는 경우 균열부분을 강봉으로 봉합시켜 내하력을 회복시키는 공법이며, 보강해야 할 부위가 넓지 않은 경우에 적용한다.

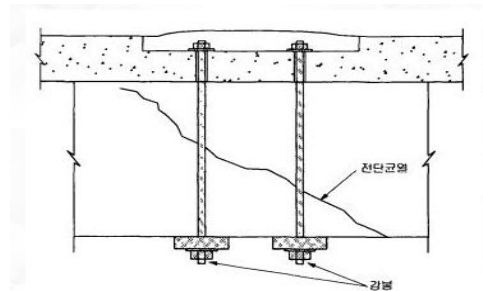
1) 적용부위

- (1) 구조균열의 보강이 필요한 부위에 적용한다.
- (2) 중, 소규모의 보강부위에 적용한다.
- (3) 철근량이 부족하여 추가배근이 필요한 부위에 적용한다.
- (4) 보강부분이 넓지 않은 부위에 적용한다.

2) 유의사항

- (1) 보강재와 기존구조물의 일체화를 도모한다.
- (2) 앵커에 의한 균열의 봉합효과 확인이 필요하다.
- (3) 얇은 부재에 적용시 주의가 필요하다.

3) 개요도





6. 보강형 증설공법(보강, 교체)

기존 바닥판 하면의 거더 사이에 1~2개의 세로보를 증설하여 바닥판의 지간을 줄여줌으로서 운하중에 의한 모멘트를 경감시키거나 가로보를 보강 해줌으로서 교량전체의 보강효과를 꾀하는 보강 공법이다.

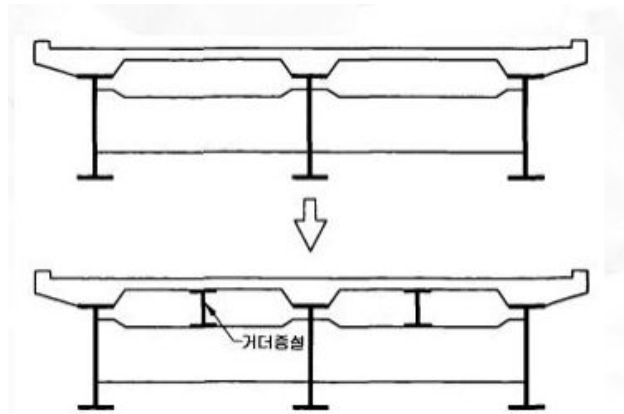
1) 적용부위

- (1) 주로 바닥판의 내하성능을 향상시키기 위해 적용하는 공법에 적용한다.
- (2) 바닥판의 지간 감소효과를 통하여 운하중 저항능력을 향상시키는 공법에 적용한다.
- (3) 바닥판에 누수가 진행되어 강관접착공법이나 보강섬유 접착공법의 도입이 곤란한 경우에 적용한다.
- (4) 차량의 통제가 어려워 바닥판 교체가 곤란한 경우에 적용한다.

2) 유의사항

- (1) 증설되는 세로보와 기존 거더의 강성차이로 인한 부등 처짐의 발생에 유의한다.
- (2) 종형증설로 인해 바닥판의 구조계가 변화되므로 부모멘트가 생기는 바닥판의 상부 철근량을 검토한다.
- (3) 바닥판과 증설 세로보가 일체로 거동하도록 에폭시 수지로 밀착시킨다.

3) 개요도





제 4 절 구조체의 내진성능 향상 보강공법 특성 비교¹⁹⁾

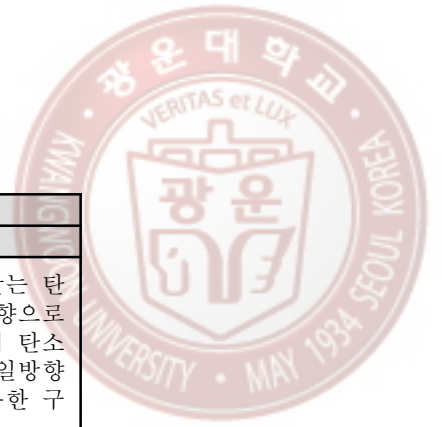
최근 지구의 지진대의 빈번한 활동으로 전세계적으로 지진에 대한 안전성이 강조되고, 우리나라에서도 주변의 일본 중국 등의 인접국가에서도 빈번한 지진이 발생되고 있어 국내에서도 지진에 대한 안전성이 강조되고 있는바 구조물의 지진에 대한 보강공법이 다양화되고 있다. 다음은 국·내외에서 주로 활용되고 있는 내진 보강공법으로서 감성시 적정공법 선정시 적용가능하다.

구분	SRFⅡ 공법-Super Reinforcement with Flexibility	하이브리드섬유시트
	사용재료 : 폴리에스테르섬유, 고인성접착제(우레탄)	사용재료 : 하이브리드섬유시트
공법개요	친환경 우레탄 접착제와 고연성 섬유(벨트/시트)를 사용하여 피복콘크리트를 보호하기 때문에, 대지진으로부터 콘크리트 구조물에 심각한 변형이 발생하더라도 붕괴메커니즘이 존재하지 않아 내진설계의 개념에 가장 충실한 보강공법	탄소 또는 유리섬유를 일축 또는 다축으로 배열하여 제작된 하이브리드 섬유복합체에 에폭시를 이용하여 부착시켜 구조물의 내하력을 향상시키는 보강공법
보강재료	 <ul style="list-style-type: none"> ▷품명: DF-B1800~5000 ▷파단응력: 400MPa ▷탄성계수: 4.5E+03Mpa ▷파단변형율: 10% ▷두께: 1.8mm~5mm 	 <ul style="list-style-type: none"> ▷품명: HFC ▷인장강도: 750MPa ▷탄성계수: 26.8GPa ▷파단변형율: 1.5% ▷두께: 1.3mm/ply
시공도	 	 

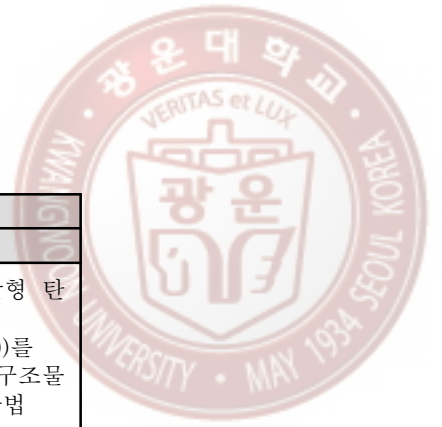
19) 디프리기술연구원(주), 내진보강 자료, (2013)

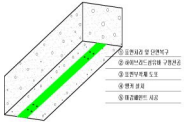
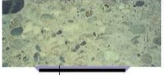




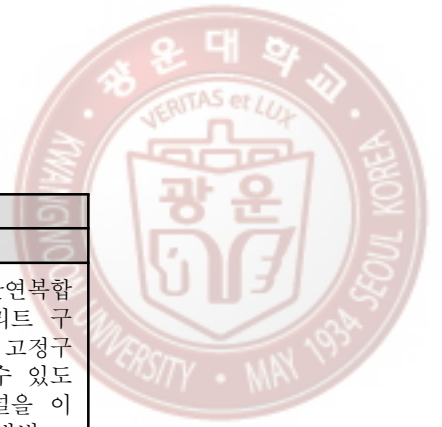
구분	SRFⅡ 공법-Super Reinforcement with Flexibility	하이브리드섬유시트
	사용재료 : 폴리에스테르섬유, 고인성접착제(우레탄)	사용재료 : 하이브리드섬유시트
장점	<ul style="list-style-type: none"> · 대지진으로 콘크리트 구조물에 심각한 변형이 발생하더라도 피복콘크리트를 보호하고 구조물 내부의 생존공간 확보가 가능하다. · 설계조건에 따라 보강량을 다양하게 적용할 수 있으며, 구조물의 종류 및 형상에 상관없다. · 시공이 간단하며, 협소한 곳도 가능 · 접착제는 환경호르몬을 함유하고 있지 않아 친환경적이다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 타 섬유공법에 비해 연성이 우수함 · 모체손상 없다. · 협소공간에서 작업가능 · 투수율 0이므로 오염물질의 침투를 막아줌 · 시공 후 부착력 시험 가능 · 곡면구조물 보강 가능 · 수중에서 시공가능 · 유지관리 및 보수의 용이성 · 부착정도를 가시적으로 확인가능
단점	<ul style="list-style-type: none"> · 표면마감으로 내화성을 확보하면 특별한 단점이 없지만, 축내력설계법에 대한 이해가 필요하다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 저점도 레진 사용으로 조기탈락 가능성 · 현장함침으로 시공품질이 불균일 하며 기능공의 숙련도에 따라 시공품질 좌우된다.
적용	<ul style="list-style-type: none"> · 건축 구조물의 기둥, 벽체와 토목 구조물의 기둥, 벽체, 교량 교각보강 등 	<ul style="list-style-type: none"> · 건축 구조물과 교량 구조물의 교량 상판, 교량, 교각, 교량 보강 등
단가	DF-B 1800(T=1.8mm) : 235,294원/m ² DF-B 2500(T=2.5mm) : 285,709원/m ²	HFC : 215,763원/m ² (1ply) HFC : 327,958원/m ² (2ply)




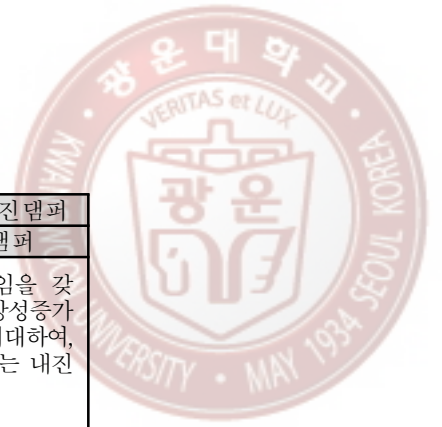
구분	아라미드시트 사용재료 : 방향족 폴리아미드 섬유	고강도 탄소섬유시트 사용재료 : 탄소섬유시트
공법개요	방향족 폴리아미드 섬유시트로서 보강 대상 콘크리트 구조물에 에폭시레진을 사용하여 구조체와 보강재를 부착시켜 내력증진효과를 증가시킴으로서 콘크리트 구조물을 보강하는 공법	경량, 고강도, 고탄성의 특성을 갖는 탄소섬유를 수지의 도움없이 일방향으로 배열한 후 별도의 직물 지지체로서 탄소섬유를 상호 구속한 무수지형의 일방향 탄소섬유시트의 제조 및 이를 이용한 구조물의 보수·보강공법
보강재료	 <ul style="list-style-type: none"> ▷품명:SK-A280 ▷인장강도:2880MPa ▷탄성계수:100GPa ▷폭:300mm ▷두께:0.194mm/ply 	 <ul style="list-style-type: none"> ▷품명:NR-72 ▷인장강도:3550MPa ▷탄성계수:230GPa ▷폭:500mm ▷두께:0.11mm/ply
시공도		
장점	<ul style="list-style-type: none"> · 연성 및 인장강도 뛰어나다 · 내열 및 내화학성이 우수하며 장기간 외부에 노출되어도 강도 저하가 적다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 고강도, 고탄성, 우수한 내구성 및 방식 성능 · 경량으로 자중증가가 거의 없다. · 기존의 유수지형의 탄소섬유시트에 비하여 공기층발생이 적고 접착수지의 함침성과 부착성이 우수
단점	<ul style="list-style-type: none"> · 저점도 레진 사용으로 조기탈락 가능성 · 현장함침으로 시공품질이 불균일하며 기능공의 숙련도에 따라 시공품질 좌우된다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 전도체 및 전기부식성에 민감하다. · 현장함침으로 시공품질이 불균일하며 기능공의 숙련도에 따라 시공품질 좌우된다.
적용	· 건축 구조물과 교량 구조물의 교량 상판, 교량, 교각, 교량 보강 등	· 건축 구조물과 교량 구조물의 교량 상판, 교량, 교각, 교량 보강 등
단가	SK-A280 : 242,418원/m ² (1ply) SK-A415 : 273,918원/m ² (1ply)	NR-72 : 327,249원/m ² (1ply) NR-73 : 364,787원/m ² (1ply)



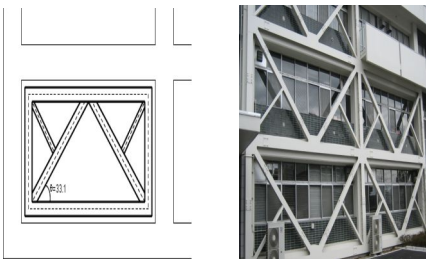



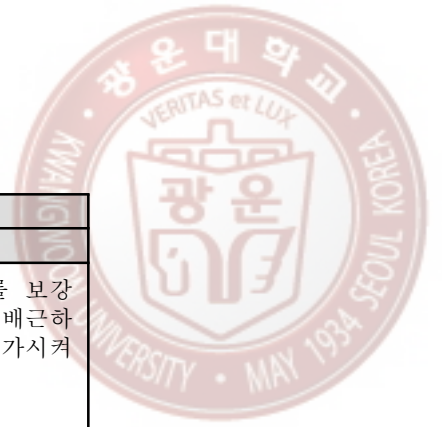
구분	하이브리드섬유바 보강공법 사용재료 : 하이브리드섬유바	탄소섬유패널 보강공법 사용재료 : 탄소섬유패널
공법개요	탄소 및 유리섬유에 에폭시를 함침하여 제작된 하이브리드 섬유바에 앵커구멍을 천공하고 표면부착제로 부착하고 타정건을 이용해 앵커를 타정하여 구조물에 부착, 고정시켜 구조물의 내하력을 향상시키는 보강공법	폴리머 라미네이트로 강화된 인발형 탄소섬유 플레이트(Sika CarborDur Plates)와 에폭시접착제(Sikadur-30)를 사용하여 콘크리트, 목재 및 석조 구조물 등의 구조성능을 향상시키는 보강공법
보강재료	 <ul style="list-style-type: none"> ▷품명:HFB ▷인장강도:500MPa ▷탄성계수:33GPa ▷파단변형율:1.5% ▷두께:2.5mm, 5.0mm 	 <ul style="list-style-type: none"> ▷품명 :CarbonDur S1012외 ▷인장강도:3000MPa ▷탄성계수:165GPa ▷파단변형율:1.8% ▷두께:1.2mm, 1.4mm
시공도		
장점	<ul style="list-style-type: none"> · 보강재 고정으로 인한 구조물 균일한 보강성능 확보 · 부착제 및 앵커시공으로 보강재 조기 탈락 방지 · 보강재가 경량으로 자중 증가 거의 없음 · 시공성 및 경제성 우수 · 연성 거동 	<ul style="list-style-type: none"> · 매우 높은 강도를 발현하고 뛰어난 내구성을 유지 · 경량으로 작업성이 매우 우수 · 길이에 제한이 없고 조인트가 필요 없음 · 피로저항성이 매우 뛰어남 · 부식의 염려가 없고 알칼리 저항성이 우수 · 전 세계 여러 나라에서 인증된 제품
단점	<ul style="list-style-type: none"> · 앵커 타정시 전문가 필요 · 구조체의 급격한 형상변화에 일부 제약 받는다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 구조체의 급격한 형상변화에 일부 제약 받는다.
적용	· 건축, 토목 구조물의 보, 슬래브, 벽체 등	· 건축, 토목 구조물의 보, 슬래브, 벽체 등
단가	198,836원/m ² (T=2.5mm, 2줄) 260,836원/m ² (T=5.0mm, 2줄)	CarbonDur S1012 : 295,000원/m ² (T=1.2mm, 2줄) CarbonDur S1014 : 305,856원/m ² (T=1.4mm, 2줄)



구분	코스렘 보강공법	NFC판넬 보강공법
	사용재료 : 유리섬유패널	사용재료 : 복합섬유패널
공법개요	통기성 구조를 지닌 경량 복합 보강판넬 및 통기성 접착제를 사용함으로써 외부의 열화인자는 차단시키는 효과가 있고, 내부의 수증기는 외부로 배출시켜 부착성능을 향상시키는 등 장기 내구성능 및 공용성의 확보가 가능한 콘크리트 구조물의 보수보강공법	내구성 및 내화성이 우수한 내진난연복합섬유로 이루어진 보강패널을 콘크리트 구조물에 고정적으로 부착되는 패널 고정구의 채널 부위에 삽입하여 부착할 수 있도록 하는 내진난연복합섬유 보강패널을 이용한 콘크리트 구조물의 패널 보강 방법
보강재료	 <ul style="list-style-type: none"> ▷ 품명: COSREM-GP200외 ▷ 인장강도: 500MPa ▷ 탄성계수: 25GPa ▷ 폭: 100mm ▷ 두께: 3.5mm, 5.0mm, 6.5mm 	 <ul style="list-style-type: none"> ▷ 품명: NFC500외 ▷ 인장강도: 500MPa ▷ 탄성계수: 35.9GPa ▷ 폭: 100mm ▷ 두께: 3.0mm, 5.0mm
시공도		
장점	<ul style="list-style-type: none"> · 접착제와 앵커볼트의 동시사용으로 모체의 접착력이 우수 · 보강재가 경량으로 자중의 증가가 거의 없다 · 내구, 내화화성이 우수 	<ul style="list-style-type: none"> · 내염해, 내화학, 동결융해 저항성 우수하다. · 접이음부의 시공이 간단하다. · 구조물의 균열주입 가능하다. · 패널의 내구성 및 인장력이 우수하다. · 난연성 재질로 내화력이 우수하다.
단점	· 구조체의 급격한 형상변화에 일부 제약을 받는다.	· 구조체의 급격한 형상변화에 일부 제약을 받는다.
적용	· 건축, 토목 구조물의 보, 슬래브, 벽체 등	· 건축, 토목 구조물의 보, 슬래브, 벽체 등
단가	COSREM-GP200 : 187,498원/㎡(T=3.5mm, 2줄) COSREM-GP600 : 261,486원/㎡(T=6.5mm, 2줄)	NFC400 : 268,276원/㎡(T=3.0mm, 2줄) NFC500 : 289,276원/㎡(T=5.0mm, 2줄)



구분	철골 브레이스 공법 사용재료 : 구조용 강재	제진댐퍼-토글시스템을 이용한 제진댐퍼 사용재료 : 골조프레임과 제진댐퍼
공법개요	철골브레이스를 이용한 내진보강은 철골프레임의 기본 틀에 브레이싱을 연결한 구조로서 수직하중은 골조가 부담하고 수평하중은 철골브레이싱이 부담하게 됨으로서 전체 골조량을 감소시킨 내진보강기술이다.	건축물의 기둥과 기둥 사이에 프레임을 갖는 제진댐퍼를 설치하여 구조물의 강성증가 및 제진댐퍼의 지진에너지 흡수를 기대하여, 내진성이 취약한 건축구조물을 보강하는 내진보강방법
보강재료	 <ul style="list-style-type: none"> ▷품명 : 강재(SS400기준) ▷항복강도: 235MPa ▷인장강도: 400MPa ▷탄성계수 : 2.06E+05MPa 	 <ul style="list-style-type: none"> ▷품명: 제진장치 ▷보강방법: 프레임 ▷감쇠율: 20%~30% ▷설치개수: 해석에 의함 ▷설치위치: 해석에 의함
시공도		
장점	<ul style="list-style-type: none"> · 자재에 대한 신뢰성이 있다. · 사전 공장 주문제작하여 공사기간이 짧다. · 용도에 따라 현장 적용성 우수하다. · 용도변경 등 리모델링 공사에 더욱 유리하다. · 유지관리비를 최소화할 수 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 토글시스템을 사용하면 동일한 구조물의 변위에 대하여 제진장치의 변위가 증폭되는 효과가 있다. · 단면증설에 비해 하중증가가 없으므로 파일기초에 부담이 없다. · 구조물의 내부에서 작업을 하지 않으므로 사용중에도 시공이 가능하다.
단점	<ul style="list-style-type: none"> · 초과하중 작용시 부재의 좌굴로 인해 급격한 내력저하가 발생 · 사전 주문제작 기간이 필요하다. · 설치개소가 제진시스템에 비해 늘어난다. · 조망 및 채광이 다소 불리하다. · 강재가 고가이다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 브레이싱을 포함한 골조프레임이 시야 및 장애물이 되어 구조물의 사용성이 떨어진다. · 몇 군데의 설치로 구조물 전체의 내진성 향상에 직결되지 않으며, 해석의 결과를 신뢰할 수 없다. · 유지보수가 필요없고, 효과가 우수한 점성댐퍼는 경제성이 떨어진다.
적용	<ul style="list-style-type: none"> · 철골구조 건축물의 내진보강에 가장 적합하다. · 공사기간동안 작업 통제가 불가피하다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 철골구조 건축물의 내진보강에 가장 적합하다. · 공사기간동안 작업 통제가 불가피하다.
단가	2,500,000원/ton(SS400, SM490 보강)	2~3천만원/개소당



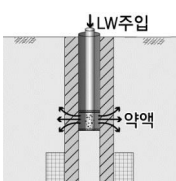
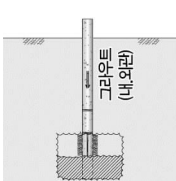
구분	강관 피복 보강공법 사용재료 : 구조보강용 강판	콘크리트 단면확대 보강공법 사용재료 : (일반)모르터
공법개요	표면의 유분을 완전 제거한 구조보강용 강판을 보강대상 구조물에 맞도록 절단 및 굴곡하고, 일정간격으로 앵카 홀을 천공한 후, 보강 대상 구조물에 에폭시 주입접착을 통하여 강판을 일체화 시키는 콘크리트 구조물 보강공법	휨강도, 휨변형능력 및 전단강도를 보강하기 위해 교각 주위에 띠철근을 배근하고 콘크리트를 타설하여, 단면을 증가시켜 보강하는 공법
보강재료	 <p>▷품명: 강재(SS400) ▷항복강도: 235MPa ▷인장강도: 400MPa ▷탄성계수 : 2.06E+05MPa</p>	 <p>▷품명: 콘크리트 ▷압축강도: 27MPa ▷탄성계수 : 2.8E+04MPa</p>
시공도		
장점	<ul style="list-style-type: none"> · 강성과 인성을 동시에 보강하는 공법으로 내진설계법의 개념에 충실한 보강방법이다. · 비교적 협소한 곳에서도 시공이 가능하다. · 역학적으로 등방성의 재료를 사용하므로 방향에 대한 구분이 필요 없다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 사용재료(콘크리트)의 비용이 저렴하므로 타공법에 비해 경제성이 우수하다. · 단면증설에 대한 공간확보에 어려움만 없다면, 기존의 내진설계법 개념에 가장 충실한 방법이다. · 부유물에 의한 보강재 손상 염려가 없다.
단점	<ul style="list-style-type: none"> · 지하차도 시공시 우수로 인한 부식이 우려됨(녹방지 도장 등의 방수처리 필요) · 지속적인 유지관리가 필요 및 추가비용 발생한다. · 보강후 교각중량 증가로 교각 기초의 내하력에 영향을 미치고, 파괴지점이 보수가 어려운 기초부로 이동한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 중간 구속근 배치시, 공사비 증대로 총 보강비는 비경제적이 된다. · 보강후 중량 및 하중의 증가로 기초 보강이 필요하게 된다. · 신·구 콘크리트 접합부에 대한 신뢰성이 떨어진다. · 공기가 상대적으로 길며, 주위에 불편함을 준다.
적용	<ul style="list-style-type: none"> · 지하차도 보강시 외관상 좋지 못하다. · 중장비 사용으로 건축물에는 불리함 	<ul style="list-style-type: none"> · 지하차도 기둥에 적용성 양호 · 중장비 사용으로 작업 통제 불가피
단가	660,000원/m ² (SS400 / THK=6mm 보강)	400,000원/m ² (일반 시멘트 모르터)



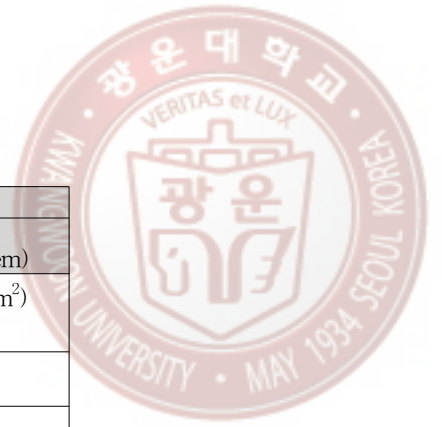
제 5 절 차수 및 지반 보강 공법

1. 약액주입공법²⁰⁾

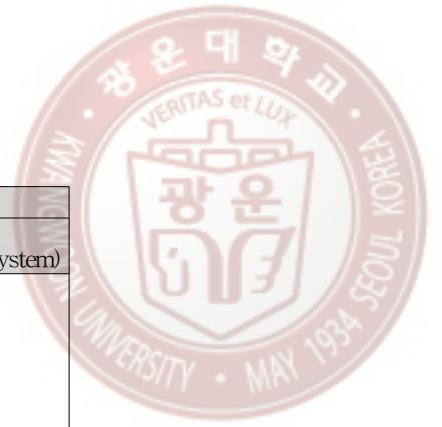
지반의 차수 및 보강공법 중 약액 주입공법의 적용은 터파기 등의 굴착 공사시 지반의 차수 및 보강시 적용하는 공법으로서 인접 건물의 안전 및 공사현장 지반의 안전을 위한 공법이며, 인접 공사시 발생하는 피해 소송시 적용가능한 공법이다.

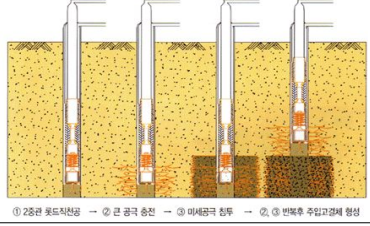
구분	물유리계(일반구간)		
	LW grouting 공법 (Labiles Wasser Glass method)	NEW-SGR 공법 (Space Grouting Rocket System)	
주입방식			
공법개요	<ul style="list-style-type: none"> • 지반을 천공한 후 주입재를 중간의 Y합류지점에서 미리 합류시킨 뒤 단일관을 통해 지중에 주입하는 방식의 약액주입공법 	<ul style="list-style-type: none"> • 이중관 주입 로드로 천공 후 특수한 선단장치 (Rocket)에 의해 주입관 선단의 공간을 통해 저압으로 급결 및 완결 주입재를 복합주입을 하는 공법 	
특징	장점	<ul style="list-style-type: none"> • 사용실적이 많고 오래된 공법 • 공극이 큰 연약토사지반 주입효과 양호 • 소규모 장비 ➔ 협소공간 시공가능 • gel상태의 seal제가 외부토사 및 지하수 등의 추가 침투방지 	<ul style="list-style-type: none"> • 저압침투주입으로 원지반상태를 유지하며 교란없이 주입 가능 • 소규모 장비 ➔ 협소공간 시공가능 • gel time 조절이 가능하며 packing효과로 인해 지반 내 한정주입가능
	단점	<ul style="list-style-type: none"> • 세사 및 점토층에서 주입효과 떨어짐 • gel time 조절이 어려워 대수층, 지하수 유속이 빠른 경우 차수효과 불확실 • 주입재의 용탈현상 등으로 내구성 저하 및 지하수 알칼리화 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 세사 및 점토층에서 주입효과 떨어짐 • 해수 또는 유속이 빠른 경우 주입재 유실발생가능 ➔ 주입효과 불확실 • 물유리계 용탈현상 및 알칼리화 발생가능 ➔ 장기간의 차수효과에 불리하며 내구성과 환경성 저하 가능

20) (주)다산이엔지, 지반보강 자료, (2013)



구분		물유리계(일반구간)			
		LW grouting 공법 (Labiles Wasser Glass method)		NEW-SGR 공법 (Space Grouting Rocket System)	
시공성	주입방식	• 1.5shot 저압주입(1~20kgf/cm ²) 통상 2~8kgf/cm ²		• 2.0shot 저압주입(1~20kgf/cm ²) 통상 4~8kgf/cm ²	
	주입범위	• ø0.8m ~ 1.2m		• ø0.8m ~ 1.2m	
	차수효과	• k = 1×10 ⁻⁴ cm/sec 이하		• k = 1×10 ⁻⁴ ~ 10 ⁻⁵ cm/sec	
	적용지반	• 모든 토질		• 사질토, 점성토	
	고결시간 (gel time)	조절이 쉽지 않음(시멘트량으로 조절)		조절 용이	
		표준시간(sec)	90 ~ 180	표준시간(sec)	급결형 : 8 ~ 11 완결형 : 60 ~ 90
장비규모	• 소규모		• 소규모, 3조교반시설		
환경성	주입재료	• A재(규산소다+물)+B재 (시멘트+벤토나이트+물)		• A재(규산소다+물)+B재 (시멘트+SGR약제(급결, 완결+물))	
	slime	없음		없음	
	재료 유실	• 물유리계의 용탈 발생 가능		• gel 타임 조절로 비교적 작음	
	진동,소음	• 비교적 작음		• 비교적 작음	
내구성	주입재 강도	• 점성토 : 4~6kg/cm ² • 사질토 : 10~20kg/cm ²		• homogel : 2~4kg/cm ² • 사질토 : 10~20kg/cm ²	
경제성		• 토사층 : 118,500원/m • 풍화암 : 77,300원/m		• 토사층 : 79,000원/m • 풍화암 : 48,900원/m	

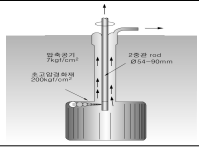
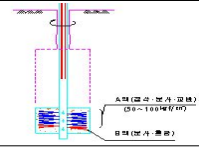
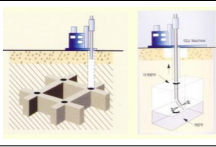


구분		무기질계(염해구간)		
		McG 공법 (Multi-mixing counterflow prevented Grouting)	AGS 공법 (All-in-one Automatic Grouting System)	
주입방식				
공법개요		<ul style="list-style-type: none"> 특수 주입선단장치를 장착한 이중관 rod에 천공 bit를 부착하여 지반을 직접 천공한 후 저압으로 주입제를 침투 시키는 주입공 	<ul style="list-style-type: none"> 그라우팅전문가시스템(Grouting Expert System)을 적용하여 컴퓨터로 시공하는 통합 관리형 약액주입 공법 	
특징	장점	<ul style="list-style-type: none"> 현장조건에 따라 주입재료 및 주입방식 선택 가능 소규모 장비 → 협소공간 시공가능 온도조절장치로 주입재 품질 유지, 젤타임조절 및 한랭기시공 	<ul style="list-style-type: none"> 컴퓨터 자동관리 시스템 도입으로 시공의 신뢰도 향상. P~q~t chart를 활용하여 지반특성과 주입유형을 판정함으로써 최적 시공조건 선정가능. 경제적인 시공;적합한 재료선택, 과도한 주입 방지. 	
	단점	<ul style="list-style-type: none"> 온도조절장치 등의 증가로 추가적인 플랜트 시설 요구됨 온도조절장치 등의 부대시설 증가로 시공관리 요구됨 비교적 고가의 주입재 염해에 대한 내구성 저하 	<ul style="list-style-type: none"> 물유리계에 비해 공사비가 고가이고 기술적 숙련 필요 염해에 대한 내구성 저하 	
시공성	주입방식	• 1.5/2.0shot 저압주입(3~10kgf/cm ²)	• 1.5/2.0shot 저압주입(3~10kgf/cm ²)	
	주입범위	• ø0.8m ~ 1.2m	• ø0.8m ~ 1.2m	
	차수효과	• k = 1×10 ⁻⁴ ~ 10 ⁻⁶ cm/sec	• k = 1×10 ⁻⁴ ~ 10 ⁻⁶ cm/sec	
	적용지반	• 모든 토질	• 모든 토질	
	고결시간 (gel time)	조절 용이		조절 용이
		표준시간(sec)	급결형 : 6 ~ 15 완결형 : 60 ~ 90	표준시간(sec) 급결형 : 7 ~ 15 완결형 : 40 ~ 90
장비규모	• 소규모, 3조교반시설, 항온유지장치		• 소규모	
환경성	주입재료	• A재(변성실리케이트, 무기질급결재) +B재(시멘트-MCS)	• A재(무기계경화재 RH-1,2호(아원계) +B재(시멘트+물)	
	slime	없음	없음	
	재료 유실	• 변형 무기질 경화제사용으로 없음	• 무기질 경화제 사용으로 없음	
	진동,소음	• 비교적 작음	• 비교적 작음	
내구성	주입재 강도	<ul style="list-style-type: none"> 무기질계 : 2~40kg/cm² 변성실리케이트계 : 최소 1~30kg/cm² 	<ul style="list-style-type: none"> 초기강도 : 3~20kg/cm² 장기강도 : 최소 10kg/cm² 	
경제성		<ul style="list-style-type: none"> 점토층 : 122,900원/m, 모래층 : 127,700원/m 자갈층 : 150,600원/m, 풍화암 : 92,400원/m 	<ul style="list-style-type: none"> 토사층 : 82,050원/m 풍화암 : 55,200원/m 	



2. 압력분사공법²¹⁾

주요 구조물의 연약지반으로 인한 현장 토목굴착공사의 피해 발생시 구조물의 지반보강에 적용되는 공법으로서 지반조사 실시 후 지반의 특성을 파악 후 구조물의 안전을 위한 적정공법 적용의 감정에 적용 가능하다.

구분	JSP 공법 (Jumbo Special Pattern)	SCM 공법 (Special Chemical Grouting Method)	SQJ 공법 (Square Jet)	
주입방식				
공법개요	<ul style="list-style-type: none"> • 천공 후 이중관내 노즐로부터 고압의 주입제와 air jet를 분사하여 원지반을 교란, 절삭하면서 흡과 주입제를 교반시켜 원주상 고결체를 형성하는 공법 	<ul style="list-style-type: none"> • 지반 천공 후 이중관 rod에 장착된 특수선단장치의 스크류타입 노즐로 중압의 압력으로 분사·회전하면서 원지반을 개량시키는 공법 	<ul style="list-style-type: none"> • 지중에 주입관 설치 후 주입관 선단부가 굴절하면서 고압수와 경화제를 분사시켜 절삭된 토사와 혼합시켜 사각형의 개량체를 조성하는 공법 	
특징	장점	<ul style="list-style-type: none"> • 연약층(N<30)에 대한 개량효과 우수 • 개량부분은 고강도 발현 ➔ 지반보강효과 및 내구성 우수 	<ul style="list-style-type: none"> • 특수선단장치로 절삭·이완시켜 혼합주입 ➔ 차수 및 보강효과우수 • 강도조기발현 	<ul style="list-style-type: none"> • 특수전용장치에 의해 사각개량체 형성 및 두께형성 ➔ 경제적 시공 • 비교적 소형 장비 ➔ ø140mm 천공
	단점	<ul style="list-style-type: none"> • 유속이 빠른 자갈 및 전석층 주입제 유실 발생 가능 • 시공장비 대규모 및 고가 • slime에 의한 횡방향 유출 발생 • N>30 인 지층에서 보강효과 불확실 ➔ 구근형태 불량 	<ul style="list-style-type: none"> • 비교적 중규모이상의 장비 • 풍화암이상의 지층에 대해서 주입효과 떨어짐 ➔ 주입전 지층 자료필요 • 주입 확산범위가 적어서 천공비가 증가 	<ul style="list-style-type: none"> • 인접지반 영향 유무에 대한 지속적인 관리 필요 • 시공시 발생 슬라임 처리 대책 필요 • 풍화암이상 지층에서는 시공시 벽체형성 어려움

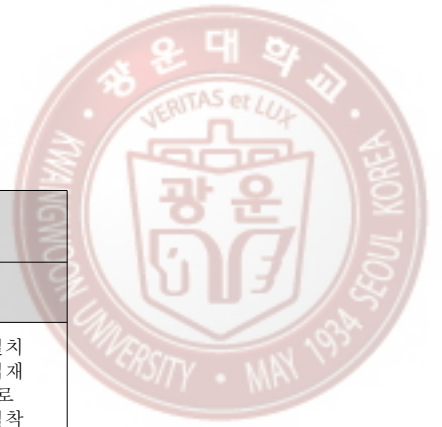
21) (주)다산이엔지, 지반보강 자료, (2013)

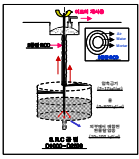


구 분		JSP 공법 (Jumbo Specisl Pattern)	SCM 공법 (Specisl Chemical Grouting Method)	SQJ 공법 (Square Jet)
시 공 성	주입방식	• 고압주입(200~400kgf/cm ²)	• 20hr 중압주입(30~200kgf/cm ²)	• 고압주입(0~400kgf/cm ²)
	주입범위	• ø0.8m~1.2m(고압분사)	• ø0.3m~0.5m(혼합주입)	• 0.2m~1.0cm 벽체조성(고압분사)
	차수효과	• k = 1×10 ⁻⁵ ~ 10 ⁻⁶ cm/sec	• k = 1×10 ⁻⁵ ~ 10 ⁻⁶ cm/sec	• k = 1×10 ⁻⁶ ~ 10 ⁻⁷ cm/sec
	적용지반	• 사질토, 점성토(N<30)	• 모든 토질	• 모든 토질
	고결시간 (gel time)	조절 불가	조절 어려움	조절 어려움
	장비규모	24hr	표준시간 120~180sec	보통 24hr
환 경 성	주입재료	• 비교적 대규모	• 중규모	• 중규모
	slime	• 일반:시멘트+물(paste)	• 일반:내구성약액 +시멘트	• 일반:시멘트+물(paste)
	재료 유실	• slime, 고압수 유출 가능	없음	보통
	진동,소음	• 지하수 흐름시 고결시간 이 늦어지므로 주입재 유 실발생 가능	• 내구성약액으로 조기강도 발현하므로 유실량 적음	• 지하수 흐름시 고결시간 이 늦어지므로 주입재 유 실발생 가능
내구 성	주입재 강도	보통	보통	보통
경 제 성		• 점성토 : 20~40kg/cm ² • 사질토 : 40~90kg/cm ²	• 15~50kg/cm ²	• 점성토 : 10~40kg/cm ² • 사질토 : 30~100kg/cm ²
		• 토 사 층 : 166,300원/m • 풍 화 암 : 204,000원/m • 연 암 : 236,600원/m	• 토 사 층 : 50,700원/m • 모 래 층 : 55,800원/m • 풍 화 토 : 76,500원/m • 풍 화 암 : 86,300원/m	• 토 사 층 : 209,000원/m • 풍 화 암 : 250,000원/m • 연 암 층 : 410,000원/m



구분	Twin-jet 공법 (초고압 급결 분사공법)		M-RJP 공법 (Micro Rodin Jet Pile)		
주입방식					
공법개요	<ul style="list-style-type: none"> • 지반조건에 따라 2,3,4중관방식으로 지반을 개량하는 급결식분사 혼합교반 공법. 		<ul style="list-style-type: none"> • 천공 후 이중관내 노즐로부터 고압의 주입재와 air jet를 분사하여 원지반을 교란, 절삭하면서 흙과 주입재를 교반시켜 원주상 고결체를 형성하는 공법 		
특징	장점	<ul style="list-style-type: none"> • 대구경 양질개량체 확보 • 친환경공법(slime 발생량 최소) • 자갈·전석층등 유속있는 지반에서 급결 분사 함으로서 차수성 양호 		<ul style="list-style-type: none"> • 개량부분은 고강도 발현 ➡ 지반보강효과 및 내구성 우수 • air-lift 작용으로 절삭토를 배출 	
	단점	<ul style="list-style-type: none"> • 시공장비의 중대형화(desander plant)로 인한 점유면적 증가 및 시공성 결여 • 공사비 고가 		<ul style="list-style-type: none"> • 유속이 빠른 자갈 및 전석층 주입재 유실 발생 가능 • 공사비 고가 • slime에 의한 횡방향 유출 발생 • N>30이상 지층에서는 균질한 구근형성 어려움 	
시공성	주입방식	• 고압주입(200~400kgf/cm ²)		• 고압주입(300~600kgf/cm ²)	
	주입범위	• Ø0.6m ~ 3.5m(고압분사)		• Ø0.8m ~ 1.2m(고압분사)	
	차수효과	• k = 1×10 ⁻⁵ ~ 10 ⁻⁷ cm/sec		• k = 1×10 ⁻⁶ ~ 10 ⁻⁷ cm/sec	
	적용지반	• 모든 토질		• 사질토, 점성토	
	고결시간(gel time)	조절 어려움		조절 불가	
	장비규모	보통 24hr		24hr	
환경성	주입재료	• 중규모		• 대규모	
	slime	• 일반:시멘트+급결혼합액		• 일반:시멘트+물(paste) +혼화제(필요시)	
	재료 유실	보통		많음	
진동,소음	• 급결분사방식으로 신속한 개량체가 형성되므로 유실량 적음		• 지하수 흐름시 고결시간이 늦어지므로 주입재 유실발생 가능		
내구성	주입재 강도	보통		많음	
경제성	<ul style="list-style-type: none"> • 점성토 : 20~40kg/cm² • 사질토 : 60~100kg/cm² 		<ul style="list-style-type: none"> • 점성토 : 10~40kg/cm² • 사질토 : 30~100kg/cm² 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 점 토 층 : 122,800원/m • 모 래 층 : 167,600원/m • 자 갈 층 : 263,800원/m 		<ul style="list-style-type: none"> • 점 토 층 : 178,800원/m • 모 래 층 : 188,000원/m • 풍 화 토 : 198,000원/m • 풍 화 압 : 208,000원/m 		



구분	SRC 공법 (Slime Reduced Column Jet Grouting)		공법	침투주입공법
주입방식			내용	C.M.G 공법 (시멘트 밀크, 약액그라우팅)
				공법 개요
공법개요	<ul style="list-style-type: none"> 삼중관 rod로 지반 천공시 압축공기를 동반한 초고압수가 가진 높은 에너지를 이용하여 지반을 절삭, 이완시키며 배출되는 이토와 경화제를 혼합하여 재사용하여 공동을 혼합교반하는 공법 		시공 순서	<ol style="list-style-type: none"> ① 천공로트드 혹은 케이싱을 이용하여 소정의 심도까지 천공한다 ② 검측 후 주입관을 근입한다. ③ 주입관과 천공 홀 사이 시멘트풀을 24시간 이내에 충전 ④ 그라우팅을 실시한다.
특징	장점	<ul style="list-style-type: none"> • 지층조건별 균등한 개량체 확보 가능 • 고강도의 우수한 개량체 형성 → 내구성 확보 • 절삭이토 및 용수 재사용 → slime 최소화 	주입 재료	시멘트, 약액
	단점	<ul style="list-style-type: none"> • 시공장비의 중대형화(desander plant)로 인한 점유면적 증가 및 시공성 결여 • N>30이상 지층에서는 균질한 구근형성 어려움 • 공사비 고가 	겔 타임	-
시공성	주입방식	• 고압주입(400kgf/cm ² 이상)	주입 방식	-
	주입범위	• ∅1.0m~1.5m(고압분사 및 치환)	주입 압력	0~30 kgf/cm ²
	차수효과	• k = 1×10 ⁻⁶ ~ 10 ⁻⁷ cm/sec	주입 범위	∅1.0m
	적용지반	• 모든 토질	사용 목적	차수 및 지반보강
	고결시간 (gel time)	조절 불가	적용 지반	얇은 흙과 암반의 균열
	장비규모	24hr	장비 규모	중 규모
환경성	주입재료	• 대규모	특징	<ol style="list-style-type: none"> ① 약액주입공법중에서 가장 고결물강도가 높고 침투성이 양호함 ② 주입재를 소정의 위치에 균일하게 일정범위 주입이 가능하므로 확실한 주입효과가 발생함 ③ 주입재료의 낭비가 없음 ④ 불규칙한 복합 지층에서도 합리적으로 주입개량 할 수 있음 ⑤ 동일 개소에 상이한 종류의 주입재를 반복주입 할 수 있으며 작업의 단순화, 성력화를 기할 수 있고 철저한 시공관리가 된다.
	slime	• 일반:시멘트+물(paste)		
	재료 유실	보통		
	진동,소음	• 지하수 흐름시 고결시간이 늦어지므로 주입재 유실발생 가능		
내구성	주입재 강도	비교적 적음	경제성	106,000원/m
경제성	<ul style="list-style-type: none"> • 점성토 : 10~40kg/cm² • 사질토 : 30~100kg/cm² 			
	<ul style="list-style-type: none"> • 점 토 층 : 184,900원/m • 모 래 층 : 184,900원/m • 풍 화 토 : 150,700원/m • 풍 화 압 : 150,700원/m 			



3. 기초 지반 보강 공법²²⁾

구조물의 독립기초, MAT 기초의 침하 또는 변형시 기초지반 하부에 보강하는 공법으로서 현장의 굴착공사 등의 토목공사 시행시 인접구조물에 발생한 피해를 해결하기 위한 기초 보강 공법이다. 기초 침하 등의 발생시 건물 전체의 안전에 이상이 발생되는바 적정 기초 보강 공법 적용으로 안전성을 해결하기 위한 감정 적용 방법이다.

22) 덴버코리아(주). 지반 그라우팅 자료, (2013)



공법 내용	지 초 지 반 보 강 공 법		
	C.G.S 공법 (Compaction Grouting System)	JET GROUTING 공법	MICRO PILE 공법
공법 개요	슬럼프치가 ODP 가까운 cement mortar를 주입하여 지반을 방사형으로 압축, 강화시켜 원주형의 고결체를 형성하는 공법	지반내에서 시멘트 수용액을 고압으로 분산시켜 토립자를 파쇄, MIXING함으로서 원주형 고결체형성	지반을 대구경(12cm - 15cm)으로 청공하여 강봉이나 나선형 파이프를 삽입한 후 시멘트 수용액으로 주입하는 공법
주입 방식	- 고압압밀공법 - 천공후 주입관을 통해 몰탈을 압밀시키는 방식	- 초고압분사방식 - 분사노즐에서 주입재가 직접 공벽 파쇄후 교란 혼합되는 분사방식	- 저압 주입방식 - 강봉 + 맥상주입 방법
주입 재료	- 저유동 mortar	- cement 수용액	- 강봉 + 시멘트 수용액
주입 형태	- 원주형 고결체 형성	- 원주형 고결체 형성	- 원주형 고결체 형성
주입 공정	- one step씩 (약 30cm) 연속 상향 또는 하향식 주입	- 1공정식 주입 - 상향회전식(45초에 45회전하면서 2.5cm씩 자동상승으로 분사)	- 나선형 파이프 삽입 - step별 파커 주입
적용 토질	- 점성, 사질, 사력	- 점성, 사질	- 사질, 사력
주입후 강도	- 주입재강도(core강도)	- 점성토 : 20~40kg/cm ² - 사질토 : 40~90kg/cm ²	- 선단지내력 200kg/cm ²
유효경	Ø400~1,000mm	Ø800~1,200mm	Ø120~300mm



공법 내용	지 초 지 반 보 강 공 법		
	C.G.S 공법 (Compaction Grouting System)	JET GROUTING 공법	MICRO PILE 공법
공법 장점	<ol style="list-style-type: none"> 슬럼프치가 0에 가까운 시멘트 몰탈을 사용하기 때문에 균일한 파일기초의 형성을 확실히 할 수 있다. 천공시 고압분류수를 사요하지 않고 로타리 퍼커션 장비 또는 Air track drill을 이용하여 천공되므로 원지반을 연약화시키지 않는다. 주입 그라우트제의 압축강도는 150~200kg/cm²이상의 무근콘크리트이며 일반기초 pile로도 사용할 수 있다. 몰탈을 지중에 주입하므로 주변지반의 전단저항, 압축강도를 증대시키는 개량효과가 있다. 	<ol style="list-style-type: none"> 조건에 관계없이 지반개량이 가능하다. 시공시 상단이 개방되어 있어 고압 분사시에도 주변지역에 영향을 미치지 않는다. Air jet와 함께 분사하면 경화제의 비거리가 길어서 형성된 고결체도 단면이 크며 고결체의 연결에 따라 광범위한 개량이 가능하고 시공속도가 빠르다. 	<ol style="list-style-type: none"> 선단지내역이 탁월하다. 비 균질한 지반에서 균질한 크기의 구근형성이 가능하다. 양카볼트를 장착하여 기초와 접합면이 우수하다.
공법 단점	<ol style="list-style-type: none"> 가시설을 위한 차수공법 적용은 부적합하다. 국내 특허공법으로 시공회사가 제한적이다. 타공법에 비교하여 가격이 고가이다. 	<ol style="list-style-type: none"> 고압의 분사압력(400kg/cm²)으로 인해 주변 비반이나 주위 매설물을 떠올리는 현상을 일으킬 수 있다. 고압분사로 주입되므로 점성토층에서는 고결토의 연속성이 없고 균일성이 부족하다. 해성점토층에 시공시 점성토에 함유된 유기물 Cl-SO₄²⁻ 등의 염류에 의한 열화, 침식으로 고결체의 강도가 현저히 감소한다. 따라서 내구성에 문제가 있다. 개량체가 원지반의 흙과 cement milk에 의해 형성된 일종의 soil cement이므로 소요강도발현등에 따른 품질관리가 어렵다. 	<ol style="list-style-type: none"> 대구경으로 천공하므로 기초에 구조적 손상을 가한다. 고압공기를 사용하여 천공하므로 지반을 교란시켜 작업중 지반내역이 현격히 감소한다. 장비의 특성 및 파이프를 연결을 위하여 작업공간이 넓어야한다.
경제성	Ø500 풍화토 기준 : 170,000원/m	Ø800 기준 : 300,000원/m	Ø150 기준 : 150,000원/m

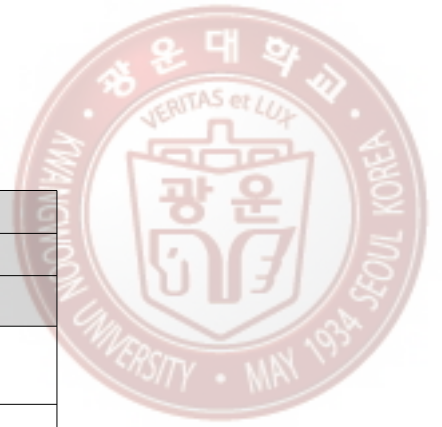


4. 기타 지반보강 공법²³⁾

기 설명한 지반보강 공법 외에 널리 사용되는 공법으로서 감정시 현장의 지반상태, 구조물의 형성상태 등을 정확히 파악 후 적정공법의 판단 후 감정 적용이 가능하다.

공법 내용	저 압 주 입 공 법					
	ET&G공법 <Effective Total & Grouting Method>					
	저압분사주입			저압침투주입		
공법 개 요	특수분사밸브가 장착된 ET강관을 대상지반에 설치한 후 겔타입 조절이 자유로운 ET-PACKER (2.0Shot방식)를 사용, 모든 주입재를 복합주입하여 조건에 맞는 개량체를 형성, 차수, 지반보강, 지지말뚝을 동시에 만족하는 맞춤형 공법			지반을 천공하여 지중에 이중관 주입 Rod를 설치한 후 도는 지반주입재를 선단장치를 통해 대상지반에 복합주입하는 2.0Shot방식의 저압 침투주입공법		
시 공 순 서	① 계획 심도까지 천공(∅105mm) ② 천공완료 후 특수분사밸브가 장착된 ET강관 삽입설치 ③ ET-PACKER를 1Step(50~100cm)씩 상승시키며 복합 주입 실시			① 계획 심도까지 천공 (∅40.5 또는 ∅72mm) ② 천공완료후 주입용이 중관 Rod 삽입 ③ 이중관Rod를 1Step(30~50cm)씩 상향인발 하면서 복합주입 실시		
주입 재료	무기질계(영구적) : ETS(급결재) + ETM + 시 멘 트					
	약 액 계(New-SGR):급결재 + 시 멘 트 + 규산소다					
	고 강 도(항구적) : ETS + ETM(침가재) + 시 멘 트					
겔 타 입	조 절 용 이			조 절 용 이		
	급결	중결	완결	급결	중결	완결
	4~9초	20~40초	60~120초	4~9초	20~40초	60~120초
주입 방식	ET강관 저압주입(2.0Shot)			저압주입(2.0Shot)		
주입 압력	2~30 kgf/cm ²			1~30 kgf/cm ²		
주입 범위	∅ 0.4m~1.2m			∅ 0.4m~1.2m		
사용 목적	차수 및 지반 보강, 기초 파일 구조물 보강, 터널차수보강			차수 및 지반보강 구조물보강, 연약지반개량		

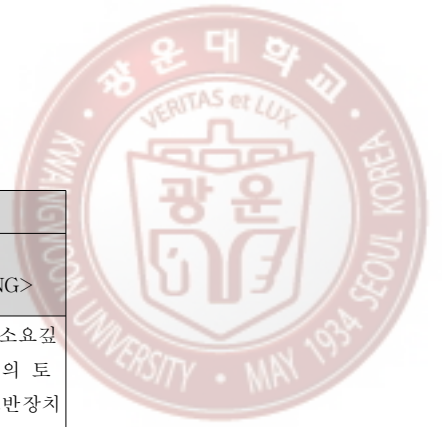
23) (주)다산이엔지, 지반보강 자료, (2013)



공법 내용	저 압 주 입 공 법	
	ET&G공법 <Effective Total & Grouting Method>	
	저압분사주입	저압침투주입
적용 지반	모 든 토 질	모 든 토 질
장비 규모	소 규 모	소 규 모
SLIME	없 음	없 음
특 징	<ul style="list-style-type: none"> ① ET강관과 2.0Shot방식의 ET-PACKER를 사용하므로 켈타입, 주입압력, 개량범위 등이 조절가능한 맞춤형 주입공법 ② ET강관에 특수분사밸브를 장착하여 주입효과 극대화 ③ ET강관과 지반개량체의 일체화로 고강도, 고 내구성, 지내력 증대로 차수, 지반보강, 지지말뚝 가능 ④ 현장조건 및 지반특성에 따라 주입재료 및 주입 방식의 선택이 자유로움 ⑤ 시공성, 경제성을 갖춘 환경 친화적인 공법 ⑥ 4조 교반장치 사용 	<ul style="list-style-type: none"> ① 2.0Shot방식에 의한 복합주입실시로 켈타입 및 주입압력, 개량범위 조절가능 ② 기존주입재의 단점을 보완한 주입재 사용으로 강도 및 내구성 증대 ③ 시공성, 경제성을 갖춘 환경 친화적인 공법 ④ 무기질계 지반주입재 사용시 해수를 주입용수 이용가능 ⑤ 현장조건 및 지반특성에 따라 주입재료 및 주입방식의 선택이 자유로움 ⑥ 주입재의 국내개발로 인한 가격 저렴 ⑦ 4조 교반장치 사용
경제성 (벽체 1m ² 당)	무기질계 : 134,000원	무기질계 : 107,000원
	약 액 계 : 108,000원	약 액 계 : 81,000원
	고 강 도 : 119,000원	고 강 도 : 92,000원



공법 내용	저 압 주 입 공 법			
	M.I.S공법 <Micro Injection Process System>		M.S.G공법 <Micro Silica Grouting>	
공법 개요	지반을 천공하여 이중관 및 Double Packer 를 사용하여 주입선단장치를 통해 지중에 침투시키는 이중관복상식 저압 침투주입공법.		지반을 천공한 후 지중에 이중관 주입 Rod를 설치한 후 시멘트를 사용한 현탁액 주입제의 침투성을 향상시키기 위해 마이크로시멘트계의 개념을 도입한 저압 주입공법	
시공 순서	① 계획 심도까지 천공(∅40.5 및 ∅72mm) ② 천공 완료 후 주입용Rod 및 외관 삽입 ③ 완결형 및 급결형에 의한 복합주입을 1Step (30~50cm)씩 상향 인발하면서 주입 실시		① 계획 심도까지 천공(∅40.5 및 ∅72mm) ② 천공완료후 주입용Rod 및 외관 삽입 ③ 완결형 및 급결형에 의한 복합주입을 1Step (30~50cm)씩 상향 인발하면서 주입 실시	
주입 재료	MIS 초미립 시멘트+ MIS첨가제		MSG약재 + 특수규산	
겔타입	조 절 용 이			
	급 결		완 결	
	5~7초		90~150초	
주입 방식	저압주입(2.0Shot)		저압주입(2.0Shot)	
주입 압력	3~5 kgf/cm ²		3~5 kgf/cm ²	
주입 범위	∅ 0.8m~1.2m		∅ 0.8m~1.2m	
사용 목적	차수 및 지반보강		차수 및 지반보강	
적용 지반	사질토, 점성토		모 든 토 질	
장비 규모	소 규 모		소 규 모	
SLIME	없 음		없 음	
특 징	① 장비의 소형화로 작업공간 확보 용이. ② 주입재료로 MIS SP를 사용하므로 실트질 모래지반 및 점성토에도 효과 높음 ③ 1.5 및 2.0Shot방식을 지반 특성 또는 사용 목적에 따라 자유로이 선택가능 ④ 급결제로서 규산소다를 사용하지않고 주입 후 강도가 우수함		① 저압침투주입방식으로 지반을 교란 시키지 않고 원지반 조건을 유지 시킨채 주입가능 ② 장비의 소형화로 작업면적 확보 용이. ③ 주입재료로 고가의 재료(실리카졸)를 사용하면 성능 우수함 ④ 물유리를 사용함으로 용탈현상 발생 ⑤ 장기적인 강도 발현이 없음	
경제성 (1㎡당)	185,000원		110,000원	



공법 내용	고 압 주 입 공 법	혼 합 처 리 공 법	
	S.I.G공법 <Space Injection Grouting Method>	S.C.W공법 <Space Grouting Rocket System>	D.W.M 공법 <DEEP WING MIXING>
공법 개요	천공시 압축공기를 동반한 초고 압수(0~400kgf/cm ²)가 가진 높은 에너지를 이용하여 지반을 절삭하여 경화제를 충전시키는 공법	Auger 크레인의 오거로 소요깊이까지 천공하고 현 위치의 토사와 주입재를 혼합교반하여 연속벽(차수벽)을 형성하는 공법	Auger 크레인의 오거로 소요깊이까지 천공하고 현 위치의 토사와 주입재를 날개형 교반장치와 가압관을 이용하여 지중에서 혼합 교반하여 연속벽(차수벽)을 형성하는 공법
시공순서	① 삼중관 로드로 계획심도까지 천공 ② 고압분류수로 지반을 절삭하며 air-lift 작용에 의해 절삭토 배출과 동시에 경화제를 주입 ③ 로드를 회전인발하며 지반내에 형의 고결체를 조성한다.	① Guide Frame 설치 ② 장비 이동거치 ③ Auger를 회전시켜 소정의 심도까지 삭공 ④ 안정제 주입, 혼합, 교반 ⑤ 인발, 재굴진 혼합교반을 반복하면서 연속벽 완성	① Guide Frame 설치 ② 장비 이동거치 ③ Auger를 회전시켜 소정의심도까지 삭공 ④ 안정제 주입, 혼합, 교반 ⑤ 인발, 재굴진 혼합교반을 반복하면서 연속벽 완성
주입 재료	시멘트 Paste (시멘트+물)	시멘트 + 벤토나이트 + 물	시멘트 + 고화제 + 물
겔타임	조 질 불 가 24hr (양생시간)	조 질 불 가 24hr (양생시간)	조 질 불 가 24hr (양생시간)
주입 방식	고압분사주입	-	-
주입 압력	450 kgf/cm ² 이하	-	-
주입 범위	∅ 1.0m~1.5m	∅ 0.55m	∅ 0.55m~1.0m
사 용 목 적		차수 및 토류벽	차수 및 토류벽
적 용 지 반	토사지반 및 풍화암	사질토, 점성토	사질토, 점성토
장비 규모	중 규모	대 규모	대 규모
SLIME	보 통	많 음	보 통
특 징	① 장비가 소규모 또는 중규모로 작업부지 확보 용이. ② air-lift 작용에 의해 절삭토를 배출 시키므로 지반용기나 인접구조물 피해 없음 ③ 치환공법으로 공사비가 고가.	① 소음·진동이 작아 도심지 시공 가능 ② 점성토 지반에서 양질의 차수벽체 형성 ③ 적절한 간격으로 보강재 삽입시 차수벽과 토류벽 역할을 동시에 기대할 수 있음. ④ 주입 후 경화시간이 필요하기 때문에 유속이 빠른 자갈, 전석층에서는 주입재의 유실로 차수효과 불량 ⑤ 시공 장비가 대형이어서 협소한 공간에서는 작업불가	① 소음·진동이 작아 도심지 시공 가능 ② 점성토 지반에서 양질의 차수벽체형성 ③ 타 혼합교반 처리공법들 보다 경제성에 있어서 우수 ④ 두께 2~3m 이상의 자갈, 전석층의 경우 작업 불량 ⑤ 시공 장비가 대형이어서 협소한 공간에서는 작업불가
경제성 (벽체 1m ² 당)	250,000원	127,000원	103,000원



제 5 장 결 론

국내 APT 하자소송 및 도심지 근접 시공시 많은 민원으로 인한 피해 소송이 최근 다반사로 발생되고 있어 이로 인한 건설 분쟁의 해결책이 대두되고 있다. 무엇보다도 건축물의 구조안전성 관련한 소송 건 또한 관련업체 및 민원인들의 주관심사가 되고 있는 실정이다.

이러한 시점에서 본 연구는 건축물의 구조안전성 관련 감정건의 사례 중심한 효과적인 감정에 대한 대처 자세를 살펴보았다. 지금까지 살펴본 연구 내용에 따라 두 가지 문제점에 대한 해결방안을 모색하고자 한다.

첫 번째는 건설 분쟁 소송건의 구조안전성 분야의 감정의 어려움에 대한 해결책의 제시이다.

구조안전성감정은 최근 가장 활발히 진행 중인 APT 하자감정 중 구조 안전성 분야가 포함되어 있어 구조 안전 분야에 대한 깊은 식견이 없는 감정인이 접근시에는 구조안전문제를 소홀히 하기 쉽다.

이를 미연에 방지하기 위하여는 감정 신청시부터 신청인은 전문가와 함께 충분한 협의를 거쳐 구조안전진단 전문기관의 감정인이라든지 그동안 구조안전성 분야를 섭렵한 감정인이 감정에 임하도록 조치함이 요구된다.

또한 앞서 살펴본 바와 같이 최근에는 구조체의 내력저하에 의한 균열 발생도 찾아지고 있고 일부는 내진구조 부족에 의한 구조체의 내하력 저하도 일부 발생하고 있는 만큼 이에 대한 면밀한 도면 검토 및 장비를 통한 정확한 현장조사와 전산구조 PROGRAM에 의



한 정확한 구조검토를 통하여 내력부족 등의 원인을 명확히 파악하여 감정에 반영 하여야 한다. 정확하고, 면밀 주도한 구조안전성 감정의 실현으로 국민의 생명과 안전을 지키고, 또한 재산을 지키는 역할을 수행함으로써 국가 발전의 틀을 이루는데 기여함이 필요하다.

덧붙여서, 시공사측면에서는 이상 기술한 구조안전성 하자의 원인 및 판결의 시사점을 볼 때 책임의 원인이 대부분 시공사의 부실로 이어지고 있는바, 시공사에서는 향후 공사수행시 구조안전성관련 구조 부재의 구조안전 시공, 책임시공 등을 통하여 구조안전성 하자를 미연에 방지하여야하는 조치가 요구된다.

두 번째로는 가장합리적인 구조안전성 보수·보강 금액의 산정방법이다.

앞서 살펴본 사례와 보수·보강법의 여러 가지 방법에서 알 수 있듯이 어떠한 보수·보강법을 적절하게 사용하여 가장 합리적인 보수·보강 금액을 제시하는 것이 또한 감정인의 최우선 과제이다. 균열보수방법, 보강공법과 금액 면에 있어서도 여러 가지 공법과 금액적인 다양한 차이가 있는 만큼 감정인은 구조안전성 문제의 해결책으로서 가장 먼저 하자의 원인이 무엇인지를 파악함이 필요하다.

그 원인에는 일반적인 사용성 하자와 구조안전성과 관련한 하자가 분명히 포함되어 있는 만큼 발생한 하자에 대한 면밀한 조사·검토를 통하여 구조안전성 균열, 침하, 기울음, 탈락, 이격 등의 요소를 우선 발견하고 그에 따른 적절한 보수·보강법의 대처가 필요하다.

정확한 원인 발견 후 합리적인 보수·보강 공법의 선정에는 기재시한 일반적인 균열보수 방법부터 구조체의 구조보강 방법, 건물의 기울기 발생시는 지반의 보강방법 등의 다양한 대안을 세운 후 시



공의 원활함, 단순화 방법 등을 고려하고 경제적인 적정 금액의 예산을 세운 후 적정공법의 선정이 요구된다.

이러한 적정공법의 선정에는 또한 지금까지 진행되어온 감정사례 중의 보수·보강공법의 참조가 필요하고, 또한 다양한 보수·보강 회사의 실적 및 공사 단가 등의 조사를 통하여 현재 진행 중인 감정에 가장 합리적인 금액에 적합한 회사의 공법 선정이 요구된다.

그리하여, 요즘 우리 사회에 대두 되고 있는 APT 하자소송 및 일반건물의 피해 소송시에 구조안전성 관련 소송의 감정시 가장 합리적이고 원고, 피고간 적정금액으로 상호 인정하는 소송을 수행함으로써 건설 분야의 소송 감정인의 훌륭한 역할을 통하여 건설 분쟁의 문제를 해결하는 한 축으로서 우리사회의 국가발전에 기여하는 역할을 기대 한다.



참 고 문 헌

1. 단행본

- 1) 길기관, 건설분쟁의 쟁점과 해법, 진원사, 2013
- 2) 김준호, 민법강의(신정6판), 법문사, 2012
- 3) 김황중, 소송감정, 도서출판 서우, 2008
- 4) 김홍엽, 민사집행법, 박영사, 2011
- 5) 박종두 공저, 집합건물법, 삼영사, 2011
- 6) 박준기, 건설클레임론1, 건설경제, 2009
- 7) 배태민, 건설분쟁실무, 진원사, 2011
- 8) 윤재윤, 건설분쟁관계법, 박영사, 2011
- 9) 이기상, 건설감정, 박영사, 2013
- 10) 장기인, 건축시공학, 보성문화사, 1982
- 11) 조영준, 건설계약관리, 한옥출판사, 2010
- 12) 함성권, 기본 건축구조공학, 창지사, 1981

2. 논문

- 1) 고효석, 인접구조물 지반 침하관련 법적구제방안에 대한 연구, 2010
- 2) 김태원, 타절 기성시 기성고 산정방법 및 정산에 관한 이론적 고찰, 2009
- 3) 김옥남 외1, 공동주택의 하자판정기준과 개선방안에 관한 연구, 2011
- 4) 박영규, 공동주택에서 하자담보책임과 하자보수보증책임에 관한 연구, 2012
- 5) 박주경, 공동주택 콘크리트하자의 균열 폭 허용한계 설정에 대한 연구, 2012



- 6) 박준모, 주택하자분쟁에 대한 국외현황 및 관련제도, 2010~2012
- 7) 이상우, 공공 공사에서의 공사기간연장에 관한 법적연구, 2012
- 8) 전중식, 설계·시공 일괄 계약에서 설계변경에 의한 분쟁과 해결에 관한 연구, 2009
- 9) 전규식, 고인성보강재를 사용한 초연성 철근CON'C 구조물의 실현, 2011
- 10) 박재석, 발파로 인한 주변 구조물 및 인체에 미치는 영향평가, 1996

3. 건축법규등 기타자료

- 1) 건설교통부(현 국토교통부), 한국건설감리협회 등, 감리업무 수행지침, 1999
- 2) 건축공학연구회, 건축시공핸드북, 기문당, 1989
- 3) 기술사시험연구소, 건축시공기술사 요점, 1990
- 4) 덴버코리아(주) 지반 자료. 2013
- 5) 디프리기술연구원(주), 내진보강 자료, 2013
- 6) 대한건축학회, 건축구조기준, 기문당, 2009
- 7) (사)한국지반공학회, 구미서관, 구조물 기초설계기준해설, 2003
- 8) (사)한국콘크리트학회, 콘크리트 구조기준, 2012
- 9) 삼성건설, 핵심구조상식, 2009
- 10) 서울중앙지방법원 건설소송실무연구회, 건설감정실무, 2011
- 11) 서울중앙지법 2009 가합 125375 감정서 및 판결문
- 12) 서울중앙지법 2007 가합 70235감정서 및 판결문
- 13) 서울중앙지법 2004 가합 82152 감정서 및 판결문
- 14) 서울중앙지방법원, 건설감정실무 기준 등, 2010
- 15) (주)다산이엔지 지반보강 자료, 2013



- 16) (주)삼우종합그라우팅, 구조보강 자료, 2010
- 17) (주)CMX 엔지니어링건축사사무소, CMX건설 원가 시스템자료, 2013
- 18) 청원화학(주), 보수·보강 단가, 2013
- 19) 한국토지주택공사, 공사감독 실무요령, 1991
- 20) 한국건설기술연구원, 교량구조물의 손상 사례집, 1997
- 21) 한국시설안전기술공단, 시설물의 손상 및 보수·보강사례(I), 1999
- 22) 한국시설안전기술공단, 정밀안전진단 세부지침 (건축물), 2003
- 23) 한국도서출판, 콘크리트 구조물의 보수핸드북, 1996
- 24) 한국시설안전공단, 콘크리트 구조물의 균열평가 기법 및 보수·보강전문시방서 개발, 1999
- 25) 한국시설안전공단, 콘크리트 구조물의 균열, 누수, 보수·보강 전문시방서, 1999
- 26) 한국시설안전공단, 콘크리트 교량의 보수·보강방법의 표준화, 1999
- 27) 한국시설안전기술공단, 기존건축물의 내진성능 평가요령, 2004
- 28) 한솔아카데미, 건축관계법규, 2013
- 29) 행정자치부(현 안전행정부), 건축물 안전점검 표준 매뉴얼, 2002
- 30) LH, 건축구조문제해결 통합편, 2003