
교육연구정보원 외 3개동
정밀안전점검 보고서
(학생교육원(대천임해) 별관동)



서울시교육청교육시설관리본부



(주)우진구조안전진단이앤씨

등록번호 경기-제297호

안전진단전문기관 등록증

1. 상 호 : (주) 우진구조안전진단이앤씨
2. 대표 자 : 송희정
3. 사무소 소재지 : 경기도 가평군 가평읍 석봉로 188, 4층
4. 등록 분야 : 건축분야
5. 등록 연월일 : 2020년 03월 31일

「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 제28조에 따른 안전진단 전문기관으로 등록합니다.

2020년 03월 31일

경기도지사



提 出 文

서울시교육청교육시설본부 귀중

귀 청에서 의뢰한 학생교육원(대천 임해)별관동의 『교육연구정보원 외 3개 동 정밀안전점검』에 대하여 정밀안전점검 용역을 완료하였기에, 그 결과를 본 보고서에 수록 제출합니다.

2021年 05月

상 호 : 주식회사 우진구조안전진단이앤씨
주 소 : 경기도 가평군 가평읍 석봉로 188,4층
대 표 : 송 희 정 (인)

참여기술자 현황

참여구분	성 명	참여업무	자 격	비 고
책임기술자	송 희 정	총 괄	건축 특급	
참여 기술자	신 성 진	구조/분석	건축 특급	
	이 철 호	구조/분석	건축 중급	
	김 두 환	구조/분석	토목 중급	
	진 광 균	구조/분석	건축 중급	
	이 원 근	현장조사/분석	안전관리/중급	
	안 동 기	현장조사/분석	건축/초급	
	조 원 우	현장조사/분석	건축/초급	

정밀 안전 점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명	학생교육원(대천임해) 별관동 정밀점검	점검기간	2021년 03월 17일 ~ 2021년 05월 15일		
관리주체명	서울특별시 교육청	대표자	-		
공동수급	독자수행	계약방법	경쟁입찰		
시설물구분	건축물	종류	건축물	종별	-
준공일	1996년	점검금액 (천원)	5,988	안전등급	B
시설물 위치	충청남도 보령시 해수욕장 2길 19	시설물 규모	지하1층 / 지상4층		
나. 점검 실시결과 현황					
중대 결함	중대한 결함은 발생되지 않은 것으로 조사됨.				
외관조사 주요결과	<p>① 지하층</p> <ul style="list-style-type: none"> - 이번점검에서 지난점검시 지적된 사항들에 대해 보수가 많이 이루어졌으나 재균열로 이어진 균열이 다수 조사 되었다. 이는 온도변화에 의한 건조수축과 흙 인장 응력으로 인해 발생한 것으로 균열의 폭과 양상을 볼 때 구조물의 안전성을 저해할만한 손상은 아닌 것으로 검토되었으나, 일부 부재에서 조사된 누수를 동반한 결함에 대해서는 장기간 방치 시 누수로 인한 철근 부식, 팽창 및 콘크리트 탈락 등 2차적인 피해가 발생할 수 있는 사항으로 내구력 증진 차원의 확실한 보수가 요구된다. - 기계실 상부보에 대한 보강이 이루어졌으며 보강상태를 확인한 결과 부재의 접합부, 에폭시 채움상태등이 양호하며 철골 부재의 변위·변형은 없는 것으로 조사되었다. 보에서 발견되었던 철근노출등은 보수,보강에 의해 문제점이 발견되지 않았다. - 주차장 상부 보에서 미세한 전단균열이 다수 발견되었다. 현재로서 중대한 결함부분이 아니나 추후 계획적 추적관리가 요구된다. <p>② 지상층</p> <ul style="list-style-type: none"> - 지상층 전부에 걸쳐 균열 보수가 이루어 진걸로 보이나 재발생 균열이 다수 조사되었다. 이는 온도변화에 의한 건조수축과 흙 인장 응력으로 인해 발생한 것으로 균열의 폭과 양상을 볼 때 구조물의 안전성을 저해할만한 손상은 아닌 것으로 검토되었으나, 일부 부재에서 조사된 누수를 동반한 결함에 대해서는 장기간 방치 시 누수로 인한 철근 부식, 팽창 및 콘크리트 탈락 등 2차적인 피해가 발생할 수 있는 사항으로 내구력 증진 차원의 확실한 보수가 요구된다. - 지난회차에서 점검된 지상층의 E.J를 확인한 결과, 전반적으로 변위·변형이 없는 양호한 상태이나 지상4층 E.J 부위에서 누수가 보수되지 않은채 조사되었으며 이는 지붕층 E.J의 실리콘이 일부 파손되어 우수가 침투하여 발생한 것으로 철근부식등의 2차손상의 우려가 있으므로 보수가 요구된다. - 전체적으로 건물의 보수가 이루어졌던 점으로 보아 내부 보수 후 재균열 부분을 배고 전반적으로 양호한 편이며 외부벽체 드라이비트 설치상태를 점검한 결과, 마감재의 이격 및 파손등의 손상현황이 없으며 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 				

주요 보수·보강	① 보수방안 1) 균 열 - 조적벽체, 접합부 이격 : 충전식 보수공법 - 구조체 0.3mm미만 균열 : 표면처리공법 - 구조체 0.3mm이상 균열 : 에폭시주입공법 - 누수균열 : 습식공법 2) 철근노출 : 단면복구공법 3) 도장박리 : 재도장		
다. 책임(참여)기술자 현황			
구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급
책임기술자	송 희 정	2021년 3월 17일 ~ 2021년 5월 15일	건축 특급
참여기술자	이 철 호	2021년 3월 17일 ~ 2021년 5월 15일	건축 중급
	진 광 균	2021년 3월 17일 ~ 2021년 5월 15일	건축 중급
	이 원 근	2021년 3월 17일 ~ 2021년 5월 15일	안전관리 중급
	안 동 기	2021년 3월 17일 ~ 2021년 5월 15일	건축 초급
	조 원 우	2021년 3월 17일 ~ 2021년 5월 15일	건축 초급
	김 두 환	2021년 3월 17일 ~ 2021년 5월 15일	토목 중급
	신 성 진	2021년 3월 17일 ~ 2021년 5월 15일	건축 특급
라. 참고 사항			

2. 결과 요약

책임기술자 종합 의견

• 외관조사결과

① 지하층

- 이번점검에서 지난점검시 지적된 사항들에 대해 보수가 많이 이루어졌으나 재균열로 이어진 균열이 다수 조사 되었다. 이는 온도변화에 의한 건조수축과 휨 인장 응력으로 인해 발생한 것으로 균열의 폭과 양상을 볼 때 구조물의 안전성을 저해할만한 손상은 아닌 것으로 검토되었으나, 일부 부재에서 조사된 누수를 동반한 결함에 대해서는 장기간 방치 시 누수로 인한 철근 부식, 팽창 및 콘크리트 탈락 등 2차적인 피해가 발생될 수 있는 사항으로 내구력 증진 차원의 확실한 보수가 요구된다.
- 기계실 상부보에 대한 보강이 이루어졌으며 보강상태를 확인한 결과 부재의 접합부, 에폭시 채움상태등이 양호하며 철골 부재의 변위·변형은 없는 것으로 조사되었다. 보에서 발견되었던 철근노출등은 보수, 보강에 의해 문제점이 발견되지 않았다.
- 주차장 상부 보에서 미세한 전단균열이 다수 발견되었다. 현재로서는 중대한 결함부분이 아니나 추후 계획적 추적관리가 요구된다.

② 지상층

- 지상층 전부에 걸쳐 균열 보수가 이루어 진걸로 보이나 재발생 균열이 다수 조사되었다. 이는 온도변화에 의한 건조수축과 휨 인장 응력으로 인해 발생한 것으로 균열의 폭과 양상을 볼 때 구조물의 안전성을 저해할만한 손상은 아닌 것으로 검토되었으나, 일부 부재에서 조사된 누수를 동반한 결함에 대해서는 장기간 방치 시 누수로 인한 철근 부식, 팽창 및 콘크리트 탈락 등 2차적인 피해가 발생될 수 있는 사항으로 내구력 증진 차원의 확실한 보수가 요구된다.
- 지난회차에서 점검된 지상층의 E.J를 확인한 결과, 전반적으로 변위·변형이 없는 양호한 상태이나 지상 4층 E.J 부위에서 누수가 보수되지 않은채 조사되었으며 이는 지붕층 E.J의 실리콘이 일부 파손되어 우수가 침투하여 발생한 것으로 철근부식등의 2차손상의 우려가 있으므로 보수가 요구된다.
- 전체적으로 건물의 보수가 이루어졌던 점으로 보아 내부 보수 후 재균열 부분을 배고 전반적으로 양호한 편이며 외부벽체 드라이비트 설치상태를 점검한 결과, 마감재의 이격 및 파손등의 손상현황이 없으며 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

- 구조물의 콘크리트 강도는 평균치를 상회하나 지상층의 강도가 현저히 낮게 조사되었기에 추후 계획적 관리가 요구되며 콘크리트 탄산화는 일부 진행되었으나 사용년수에 비해서 양호한 상태로 내구성에는 큰 문제가 없으나 주기적인 관찰이 필요한 것으로 검토되었다.
- 변위·변형에 대하여 측정된 결과, 건물기울기(외벽수직도), 부동침하 기울기, 부재처짐은 양호한 것으로 검토되었다.
- 건물의 손상현황 조사 및 비파괴 시험조사, 상태평가등 정밀점검의 수행평가 결과 종합적인 구조물의 상태는 "**B**"등급으로 조사되었으며, 이는 "보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 건축·구조기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태"인 것으로 조사되었다.

책임기술자 : 송 희 정

가. 안전성 평가 결과(정밀점검은 해당없음)

해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성 평가결과
-	-	-	-

나. 현장시험 (비파괴 및 추가시험)

시험명	시험 부위	시험 결과	책임기술자 의견
◦ 부재치수 조사	표본층 해당부재	줄자 및 버니켈리퍼스를 이용하여 부재규격을 측정함.	구조도면 미 보유로 인해 부재실측 결과를 비교 검토 할 수 없음.
◦ 콘크리트 강도	표본층 해당부재	측정강도 $f_{ck}=14.1\sim30.2\text{MPa}$, 평균 $f_{ck}=21.9\text{MPa}$ 로 측정됨	설계기준강도($f_{ck}=21.0\text{MPa}$)를 상회하는 것으로 조사됨.
◦ 콘크리트 탄산화	표본층 해당부재	조사결과 1.4~2.3cm로 측정됨	피복두께와 비교할 때 탄산화 상태는 b~c등급으로 조사되어 탄산화가 일부 진행되었으나 사용연수에 비해서 양호함.
◦ 변위, 변형	건출물 외벽	측정결과 1/731~1/6,875로 측정됨	평가기준상 a~b등급으로 조사되어 전반적으로 양호한 상태임.
	부동침하	측정결과 0.0004~0.0023로 측정됨	허용범위 이내의 양호한 상태임. OK판정됨.
	부재처짐	측정결과 처짐량 -2.5~-6.5mm 측정됨	허용범위 이내의 양호한 상태임.

요 약 문

1. 개 요

1.1 과업명 : 학생교육원(대천임해) 별관동 정밀점검 용역

1.2 과업의 목적

- 본 과업은 대상 건축물의 구조적, 기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 취하기 위하여 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 조사, 측정, 평가하고 보수·보강 등의 방법을 제시함으로써 재해 및 재난을 예방하고 시설물의 효율증진과 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.3 과업대상 건축물

구 분	내 용
건 물 명	학생교육원(대천임해) 별관동
위 치	충청남도 보령시 해수욕장 2길 19
대지면적	3,626.0 m ²
건축면적	1,168.24 m ²
연 면 적	5,922.61 m ²
구 조	철근콘크리트조
용 도	교육연구 및 복지시설
층 수	지하1층 / 지상4층
최고높이	20.7 m
설 계 자	신우건축사사무소
준공년도	1996년

1.4 전경 및 용도현황

- 외부



- 내부



1.5 과업수행기간

총 과업수행기간 : 2021. 3. 17. ~ 2021. 5. 15.

과업 세부내용		일정		
		60일		
		1~20일	21~40일	41~60일
사업착수 준비		■■■■■		
외업	자료검토	■■■		
	육안조사	■■■■■■■		
	장비조사 및 시험	■■■■■■■		
내업	자료정리		■■■■■■■	
	자료분석		■■■■■■■	
	상태평가		■■■■■■■	
	보고서 작성			■■■■■■■

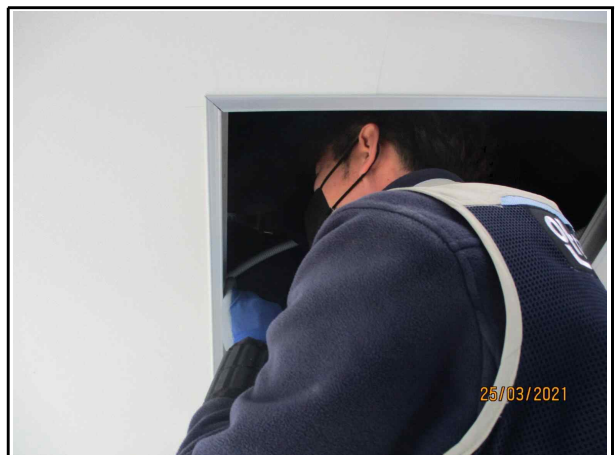
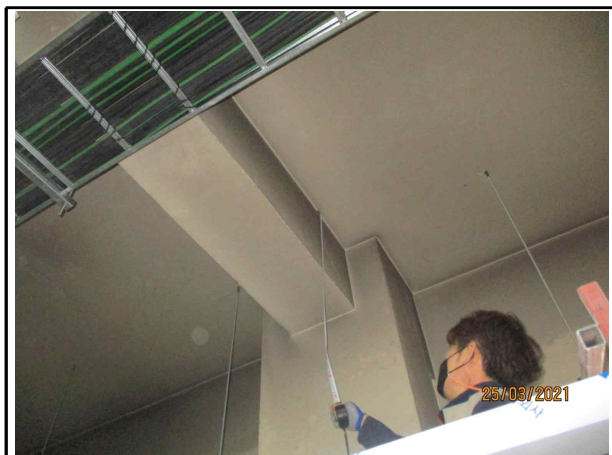
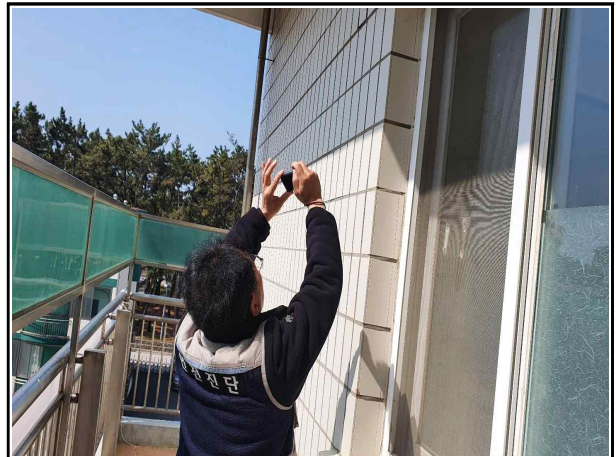
1.6 과업의 범위

과업항목	기본 과업	선택과업(필요시)
자료수집 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서 • 시공·보수 도면, 제작 및 작업도면 • 재료증명서, 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료 • 시설물 관리대장 • 기존 안전점검, 정밀안전진단 실시결과 • 보수·보강 이력 검토·분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조·수리·수문 계산 (계산서가 없는 경우) • 실측도면 작성 (도면이 없는 경우)
현장조사 및 시험	<ul style="list-style-type: none"> • 기본시설물 또는 주요부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등 • 현장 재료시험 등 <ul style="list-style-type: none"> - 콘크리트 비파괴 강도 (반발경도시험) - 콘크리트 탄산화 깊이 측정 - 기울기 조사 	<ul style="list-style-type: none"> • 전체 부재에 대한 외관조사망도 작성 • 시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전 시설 설치·해체 등 • 조사용 접근장비 운용 • 조사부위 표면청소 • 마감재의 해체 및 복구 • 수중조사 • 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성평가 등에 필요한 조사·시험
안전성 평가	-	<ul style="list-style-type: none"> • 조사, 시험, 측정결과의 분석 • 기존의 구조계산서 또는 안전성 평가 자료 검토·분석 • 내하력 및 구조안전성 평가
보수·보강방법	<ul style="list-style-type: none"> • 보수·보강 방법 제시 	-
상태평가	<ul style="list-style-type: none"> • 외관조사 결과 분석 • 현장 재료시험 결과분석 • 대상 시설물(부재)에 대한 상태평가 • 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임기술자의 소견 (안전등급 지정) 	-
보고서작성	<ul style="list-style-type: none"> • CAD 도면 작성 등 보고서 작성 	-





2. 현장조사결과

2.1 외관상태 조사에 대한 종합 평가

1) 외관조사 전경



2) 외관조사결과

학생교육원(대천임해) 별관동 지하층			
			
지하1층 벽체 수평균열	지하1층 상부 보 하부 철근노출-보강	지하1층 상부 보 재료분리-보수	지하1층 상부 슬래브 균열 및 누수흔적
			
지하1층 벽체 경사균열	지하1층 벽체 수직균열	지하1층 벽체 수직균열	지하1층 벽체 타일 균열
<p>① 지하층</p> <ul style="list-style-type: none"> - 이번점검에서 지난점검시 지적된 사항들에 대해 보수가 많이 이루어졌으나 재균열로 이어진 균열이 다수 조사 되었다. 이는 온도변화에 의한 건조수축과 휨 인장 응력으로 인해 발생한 것으로 균열의 폭과 양상을 볼 때 구조물의 안전성을 저해할만한 손상은 아닌 것으로 검토되었으나, 일부 부재에서 조사된 누수를 동반한 결함에 대해서는 장기간 방치 시 누수로 인한 철근 부식, 팽창 및 콘크리트 탈락 등 2차적인 피해가 발생할 수 있는 사항으로 내구력 증진 차원의 확실한 보수가 요구된다. - 기계실 상부보에 대한 보강이 이루어졌으며 보강상태를 확인한 결과 부재의 접합부, 에폭시 채움 상태등이 양호하며 철골 부재의 변위·변형은 없는 것으로 조사되었다. 보에서 발견되었던 철근노출등은 보수,보강에 의해 문제점이 발견되지 않았다. - 주차장 상부 보에서 미세한 전단균열이 다수 발견되었다. 현재로서는 중대한 결함부분이 아니나 추후 계획적 추적관리가 요구된다 			


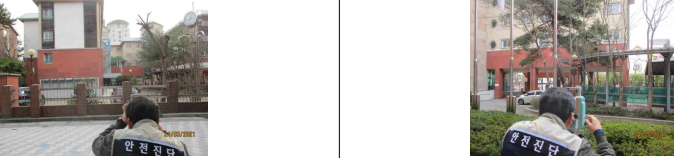
학생교육원(대천임해) 별관동 지상층



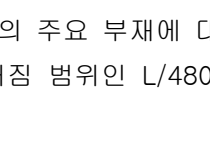
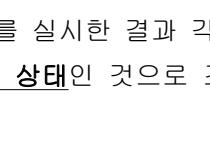
			
지상2층 벽체 수직균열	지상3층 상부 슬래브 균열-보수	지상3층 상부 마감재 누수흔적	지상3층 계단실 벽체 수평균열
			
지상4층 수평균열 및 백화-보수	지상4층 E.J구간 마감재 누수흔적	지상4층 벽체 누수흔적 및 도장 박리-보수	지상4층 벽체 타일 균열

② 지상층

- 지상층 전부에 걸쳐 균열 보수가 이루어 진걸로 보이나 재발생 균열이 다수 조사되었다. 이는 온도변화에 의한 건조수축과 휨 인장 응력으로 인해 발생한 것으로 균열의 폭과 양상을 볼 때 구조물의 안전성을 저해할만한 손상은 아닌 것으로 검토되었으나, 일부 부재에서 조사된 누수를 동반한 결함에 대해서는 장기간 방치 시 누수로 인한 철근 부식, 팽창 및 콘크리트 탈락 등 2차적인 피해가 발생할 수 있는 사항으로 내구력 증진 차원의 확실한 보수가 요구된다.
- 지난해차에서 점검된 지상층의 E.J를 확인한 결과, 전반적으로 변위·변형이 없는 양호한 상태이나 지상4층 E.J 부위에서 누수가 보수되지 않은채 조사되었으며 이는 지붕층 E.J의 실리콘이 일부 파손되어 우수가 침투하여 발생한 것으로 철근부식등의 2차손상의 우려가 있으므로 보수가 요구된다.
- 전체적으로 건물의 보수가 이루어졌던 점으로 보아 내부 보수 후 재균열 부분을 배고 전반적으로 양호한 편이며 외부벽체 드라이비트 설치상태를 점검한 결과, 마감재의 이격 및 파손등의 손상현황이 없으며 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

3. 품질 및 재료시험결과

시험명	측정개소	시험결과
<ul style="list-style-type: none"> 부재치수 조사 	12	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> 측정 가능한 주요부재에 대하여 줄자 및 버니어 캘리퍼스를 이용하여 조사하였으며 구조도면의 부재로 인해 측정치와 비교·검토를 할 수 없는 상태이다.
<ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 강도 	8	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 주요부재에 대하여 반발경도법에 의한 압축강도를 조사한 결과, $f_{ck}=14.1\sim 30.2\text{MPa}$, 평균 $f_{ck}=21.9\text{MPa}$로 측정되어 설계기준 강도($f_{ck}=21.0\text{MPa}$)를 상회하는 것으로 조사되어 콘크리트의 내구성 저하는 없는 것으로 판단된다.
<ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 탄산화 	8	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> 본 점검 대상시설물의 주요 부재에 대하여 탄산화 조사를 실시한 결과, 1.4~2.3cm로 측정되었으며 평가등급상 b~c등급으로 평가되어 탄산화가 일부 진행되었으며 사용연수에 비해 양호한 상태를 유지하고 있으나 주기적인 관찰이 필요한 것으로 검토되었다.
<ul style="list-style-type: none"> 건물기울기 조사 	6	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> 측정결과 1/731~1/6,875로서 평가기준상 a~b등급으로 조사되어 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.

시 험 명	측정 개소	시험 결과	
<ul style="list-style-type: none"> 부동침하 조사 	5		
		<ul style="list-style-type: none"> 지하1층 바닥에서 부동침하 기울기를 측정한 결과, 0.0004~0.0023으로 평가기준상 모두 OK판정을 받아 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다. 	
<ul style="list-style-type: none"> 부재처짐 조사 	2		
		<ul style="list-style-type: none"> 건축물의 주요 부재에 대하여 부재처짐 조사를 실시한 결과 각 부재의 허용 처짐 범위인 L/480을 넘지 않는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. 	

4. 상태 평가 결과

4.1 종합평가 및 안전등급 지정

- 한국시설안전공단에서 제공하는 건축물 상태평가등급 산정 프로그램을 활용하여 평가를 실시
 ⇒ 대상 구조물에 대하여 상태평가 결과 **종합평가점수 3.91로 평가기준 B등급**으로 평가되었다.

평가결과										
층	안전성 / 상태									기울기 및 침하
	기동	내력벽	큰보	작은보	슬래브	테두리보	접합부	종합		
3층 (3층 ~ 4층) 라멘(RC)	상태	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.00(A)	3.00(B)
-1층 (-1층 ~ 1층) 라멘(RC)	상태	1.00	5.00	1.00	1.00	3.00	-	-	4.66(C)	
최종결과										상태평가: 4.29(C등급) 종합평가: 3.91(B등급)

안전등급	평가 내용
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 건축·구조기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 건축물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성 및 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 전체적인 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 건축물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

5. 보수·보강방안 제시

5.1 보수·보강 공법 선정 시 고려사항

보수·보강 방안 선정의 요건	보수·보강 재료 및 공법 선정시 고려사항
	내구성능 내하성능 <ul style="list-style-type: none"> 충분한 내구성 확보가 가능한 보수 방안 충분한 내하력 확보가 가능한 보수 방안
	환경친화 <ul style="list-style-type: none"> 유해환경 요소를 발생시키지 않는 방안 화재 등 재해의 피해를 최소화 할 수 있는 방안 미관이 양호한 방안
	시공성 <ul style="list-style-type: none"> 시공성의 제약요소를 최소화 할 수 있는 방안 시공이 간단한 방안 보수·보강 품질이 확실한 방안
	경제성 <ul style="list-style-type: none"> 경제적으로 유리한 방안 공기를 단축시킬 수 있는 방안 주변 민원발생을 최소화 할 수 있는 방안

5.2 구조물 보수·보강 방안

구 분	표면보수공법	우레탄 주입공법	단면복구공법
적용대상 부위	<ul style="list-style-type: none"> 폭 0.3mm 미만 균열 (망상균열, 백태, 성능저하) 	<ul style="list-style-type: none"> 폭 0.3mm 이상의 균열 	<ul style="list-style-type: none"> 구조물표면의 단면손상부 (파손, 들뜸, 재료분리 등)
공법개요	<ul style="list-style-type: none"> 균열부에 도막을 구성하여 방수성, 내구성을 향상 부분피복과 전면피복방법 	<ul style="list-style-type: none"> 균열부에 보수재를 주입하여 방수성, 내구성 향상시키는 공법 주입방법: 압입식, 흡입식 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 손상부 제거→철근 노출시 방청처리 후 단면복구→중성화방지 마감코팅
시공도면			
시공시 유의사항	<ul style="list-style-type: none"> 보수, 피복재의 두께를 충분히 유지하여야 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 주입압력을 너무 높게 하지 않고, 시공 시 온도는 5~35℃, 습도는 45~85%유지 	<ul style="list-style-type: none"> 신재료와 구재료의 부착이 용이하도록 콘크리트 열화부의 충분한 제거

5.3 개략 보수공사비

구분	손상내용	보수·보강공법	물량	순공사비 (원)
구조체	슬래브외 균열(0.3mm미만)	표면처리	5.5 m	733,798
	슬래브외 균열(0.3mm이상)	충전식 보수공법	18.7 m	
	슬래브 건식균열(0.3mm미만)	표면처리	- m	42,385
	슬래브 건식균열(0.3mm이상)	충전식 보수공법	1.2 m	
	슬래브 습식균열	습식공법	6.7 m	320,544
	철근노출, 골재분리, 콘크리트 박락	단면복구공법	0.22 m ²	24,053
비구조체	벽체 균열(0.3mm미만)	표면처리	31.9 m	2,056,930
	벽체 균열(0.3mm이상)	충전식 보수공법	63.6 m	
	습식균열	습식공법	3.3 m	211,702
	상부 마감재 오염 및 파손	철거 후 재시공	4.56 m ²	737,637
	타일파손 및 들뜸 보수공사	철거 후 재시공	0.4 m ²	35,093
	구조체 균열	주입식	18.7 m	493,043
가설공사				6,913,904
순공사비 합계				15,599,205
총 공사비 (순공사비, 간접노무비, 보험료, 기타경비, 부가가치세 등)				20,662,045

※ 부록 5. 개략 보수공사비 내역서 참조

6. 종합결론

① 지하층

- 이번점검에서 지난점검시 지적된 사항들에 대해 보수가 많이 이루어졌으나 재균열로 이어진 균열이 다수 조사되었다. 이는 온도변화에 의한 건조수축과 휨 인장 응력으로 인해 발생한 것으로 균열의 폭과 양상을 볼 때 구조물의 안전성을 저해할만한 손상은 아닌 것으로 검토되었으나, 일부 부재에서 조사된 누수를 동반한 결함에 대해서는 장기간 방치 시 누수로 인한 철근 부식, 팽창 및 콘크리트 탈락 등 2차적인 피해가 발생될 수 있는 사항으로 내구력 증진 차원의 확실한 보수가 요구된다.
- 기계실 상부보에 대한 보강이 이루어졌으며 보강상태를 확인한 결과 부재의 접합부, 에폭시 채움상태 등이 양호하며 철골 부재의 변위·변형은 없는 것으로 조사되었다. 보에서 발견되었던 철근노출등은 보수,보강에 의해 문제점이 발견되지 않았다.
- 주차장 상부 보에서 미세한 전단균열이 다수 발견되었다. 현재로서는 중대한 결함부분이 아니나 추후 계획적 추적관리가 요구된다.

② 지상층

- 지상층 전부에 걸쳐 균열 보수가 이루어진 것으로 보이나 재발생 균열이 다수 조사되었다. 이는 온도변화에 의한 건조수축과 휨 인장 응력으로 인해 발생한 것으로 균열의 폭과 양상을 볼 때 구조물의 안전성을 저해할만한 손상은 아닌 것으로 검토되었으나, 일부 부재에서 조사된 누수를 동반한 결함에 대해서는 장기간 방치 시 누수로 인한 철근 부식, 팽창 및 콘크리트 탈락 등 2차적인 피해가 발생될 수 있는 사항으로 내구력 증진 차원의 확실한 보수가 요구된다.
- 지난회차에서 점검된 지상층의 E.J를 확인한 결과, 전반적으로 변위·변형이 없는 양호한 상태이나 지상4층 E.J 부위에서 누수가 보수되지 않은채 조사되었으며 이는 지붕층 E.J의 실리콘이 일부 파손되어 우수가 침투하여 발생한 것으로 철근부식등의 2차손상의 우려가 있으므로 보수가 요구된다.
- 전체적으로 건물의 보수가 이루어졌던 점으로 보아 내부 보수 후 재균열 부분을 배고 전반적으로 양호한 편이며 외부벽체 드라이비트 설치상태를 점검한 결과, 마감재의 이격 및 파손등의 손상현황이 없으며 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

③ 비파괴조사 및 상태등급

- 구조물의 콘크리트 강도는 평균치를 상회하나 지상층의 강도가 현저히 낮게 조사되었기에 추후 계획적 관리가 요구되며 콘크리트 탄산화는 일부 진행되었으나 사용연수에 비해서 양호한 상태로 내구성에는 큰 문제가 없으나 주기적인 관찰이 필요한 것으로 검토되었다.
- 변위·변형에 대하여 측정된 결과, 건물기울기(외벽수직도), 부동침하 기울기, 부재처짐은 양호한 것으로 검토되었다.
- 건물의 손상현황 조사 및 비파괴 시험조사, 상태평가등 정밀점검의 수행평가 결과 종합적인 구조물의 상태는 "B"등급으로 조사되었으며, 이는 "보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 건축·구조기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태"인 것으로 조사되었다.

목 차

제 1 장 개 요	1
1.1 과업의 목적 및 개요	2
1.2 건축물 개요	7
1.3 점검 일반사항	8
1.4 건축물사용 및 관리실태	11
1.5 부대 점검사항	13
1.6 전경사진 및 위치도	14
1.7 관련 도면	15
제 2 장 점검 계획과 자료수집 및 분석	21
2.1 점검 수행 계획	22
2.2 세부 조사 계획	24
2.3 자료 수집 및 분석	32
2.4 점검 수행시의 한계	35
제 3 장 현황조사	36
3.1 현황 조사 개요	37
3.2 콘크리트 구조물의 균열 원인 및 특징	40
3.3 외관 조사	48
제 4 장 품질시험 및 측정	71
4.1 부재규격조사	73
4.2 콘크리트 강도조사	75
4.3 콘크리트 탄산화 조사	80
4.4 구조물의 기울기 조사	86
제 5 장 상태평가	98
5.1 일반사항	99
5.2 상태평가 기준 및 절차	99
5.3 상태평가등급 판정절차	106
5.4 상태평가등급 산정결과	107

제 6 장 보수·보강 및 유지관리 방안	108
6.1 개요	109
6.2 유지관리 방안	120
6.3 보수·보강 방안	125

제 7 장 종합결론	128
7.1 현황조사결과	129
7.2 품질 및 재료시험 조사결과	131
7.3 상태평가 결과	133
7.4 보수·보강 방안	134
7.5 종합결론	136

- 부 록 -

1. 장비측정위치도
2. 콘크리트 압축강도 DATA
3. 상태평가 입력자료
4. 건축물 관리대장
5. 개략 보수공사비 내역서
6. 과업 지시서

제 1 장 개 요

- 1.1 과업의 목적 및 개요
- 1.2 건축물 개요
- 1.3 점검 일반사항
- 1.4 건축물사용 및 관리실태
- 1.5 부대점검사항
- 1.6 전경사진 및 위치도
- 1.7 관련도면

제 1 장 개 요

1. 1 과업의 목적 및 개요

정밀점검은 시설물의 현 상태를 정확히 판단하고 최초 또는 이전에 기록된 상태로부터의 변화를 확인하여 구조물이 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위하여 면밀한 외관조사와 간단한 측정·시험장비로 필요한 측정 및 시험을 실시한다.

외관조사 및 측정·시험 결과와 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과에서 발견된 결함의 진전 및 신규발생을 파악하여 시설물의 주요 부재별 상태를 평가하고 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과의 상태평가 결과와 비교·검토하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하여야 하며, 결함부위 등 주요 부위에 대한 외관조사망도 작성 등 조사결과를 도면으로 기록하여야 한다.

또한 내진설계 여부를 확인하고, 시설물에 영 제 12조의 중대한 결함이 발생하는 등 필요한 경우에는 해당 부위에 대하여 안전성평가를 실시할 수 있다.

정밀점검 실시결과 결함이 광범위하게 발생하는 등 정밀안전진단이 필요하다고 판단될 경우에는 점검자는 관리주체에게 즉시 보고하여야 하며, 관리주체는 법 제7조 제1항에 따라 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

또한, 해당 시설물의 안전등급에 따라 다음 표의 실시주기에 의해서 정기적으로 정밀점검을 실시 완료하여야 한다.

안전등급	정밀점검	정밀안전진단	비 고
A등급	4년에 1회 이상	6년에 1회 이상	
B·C등급	3년에 1회 이상	5년에 1회 이상	
D·E등급	2년에 1회 이상	4년에 1회 이상	

※1종 및 2종 건축물 기준

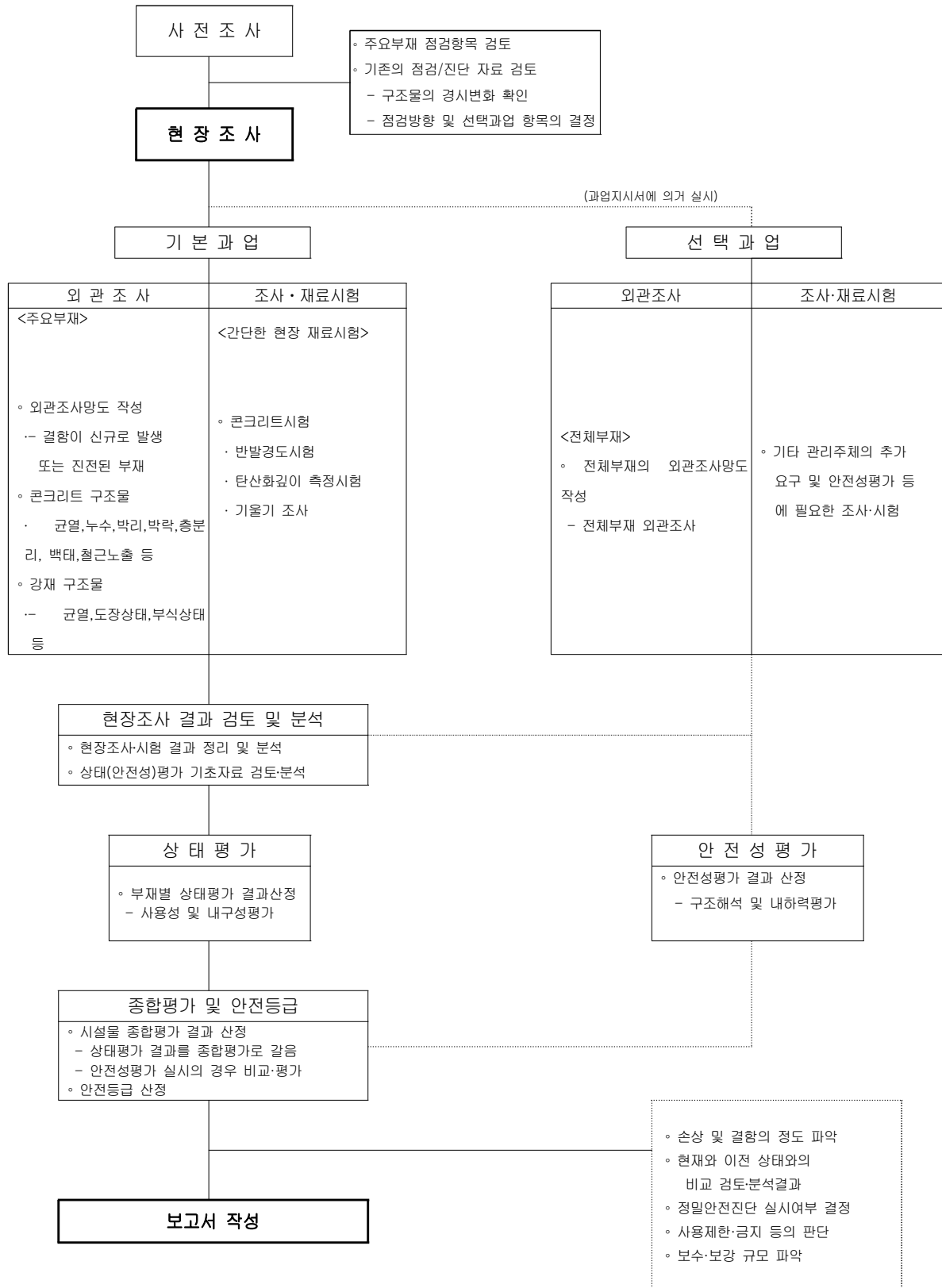
건축물에는 그 건축물의 부대시설인 옹벽과 절토사면을 포함하며, 항만시설물 중 쓸물시 바닷물에 항상 잠겨있는 부분은 4년에 1회 이상 정밀점검을 하여야 한다.

최초로 실시하는 정밀점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시 사용승인 포함)을 기준으로 3년 이내(건축물은 4년 이내)에 실시하여야 하며, 정밀점검 또는 정밀안전진단을 받은 경우 그 날(완료일)을 기준으로 정밀점검의 실시주기를 정한다. 또한 정밀안전진단 실시 기간과 중복되는 경우에는 생략할 수 있다.

1. 1. 2 과업의 범위

과업항목	기본 과업	선택과업(필요시)
자료수집 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서 • 시공·보수 도면, 제작 및 작업도면 • 재료증명서, 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료 • 시설물 관리대장 • 기존 안전점검, 정밀안전진단 실시결과 • 보수·보강 이력 검토·분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조·수리·수문 계산 (계산서가 없는 경우) • 실측도면 작성 (도면이 없는 경우)
현장조사 및 시험	<ul style="list-style-type: none"> • 기본시설물 또는 주요부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등 • 현장 재료시험 등 <ul style="list-style-type: none"> - 콘크리트 비파괴 강도 (반발경도시험) - 콘크리트 탄산화 깊이 측정 - 기울기 조사 	<ul style="list-style-type: none"> • 전체 부재에 대한 외관조사망도 작성 • 시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전 시설 설치·해체 등 • 조사용 접근장비 운용 • 조사부위 표면청소 • 마감재의 해체 및 복구 • 수중조사 • 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성평가 등에 필요한 조사·시험
안전성 평가	-	<ul style="list-style-type: none"> • 조사, 시험, 측정결과의 분석 • 기존의 구조계산서 또는 안전성 평가 자료 검토·분석 • 내하력 및 구조안전성 평가
보수· 보강방법	<ul style="list-style-type: none"> • 보수·보강 방법 제시 	-
상태평가	<ul style="list-style-type: none"> • 외관조사 결과 분석 • 현장 재료시험 결과분석 • 대상 시설물(부재)에 대한 상태평가 • 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임 기 술자의 소견 (안전등급 지정) 	-
보고서작성	<ul style="list-style-type: none"> • CAD 도면 작성 등 보고서 작성 	-

1. 1. 3 과업수행 흐름도



【그림 1-1】 정밀점검 흐름도

1. 1. 4 측정장비

본 과업 수행시 사용된 장비목록은 다음 【표 1-1】 과 같다.

【표 1-1】 투입 장비목록

구 분	장 비 명	규 격	활 용 방 법	비 고
콘크리트 강도	Schmidt Hammer	NR-Type	반발경도에 의한 강도 측정	
탄산화시험	전동드릴, 분무기 및 시약	1% 페놀프탈레인	탄산화심도 측정	
콘크리트 균열측정	균열측정현미경	PEAK 20	균열폭 측정	
변위 측정	광파기	Sokkia SET2000	구조물의 변위 측정 (외부 수직기울기)	
	레이저레벨기	SINCON RL-100	구조물의 변위 측정 (부동침하, 부재처짐)	
현황조사	디지털 카메라	canon	구조물의 현황조사	

1. 1. 5 과업수행기간

대상 구조물의 총 과업기간 : 2021. 03. 17 ~ 2021. 05. 15

과업 세부내용		일정	60일		
			1~20일	21~40일	41~60일
사업착수 준비			■■■■■		
외업	자료검토		■■■		
	육안조사		■■■■■■■■■		
	장비조사 및 시험		■■■■■■■■■		
내업	자료정리			■■■■■■■■■	
	자료분석			■■■■■■■■■	
	상태평가			■■■■■■■■■	
	보고서 작성				■■■■■■■■■

1. 2 건축물 개요

구 분	내 용
건 물 명	학생교육원 대천임해 - 별관동
위 치	충청남도 보령시 해수욕장 2길 19
대지면적	3,626.0 m ²
건축면적	1,168.24 m ²
연 면 적	5,922.61 m ²
구 조	철근콘크리트조
용 도	교육연구 및 복지시설
층 수	지하1층 / 지상4층
최고높이	20.7 m
설 계 자	신우건축사사무소
준공년도	1996년

1. 3 점검 일반사항

1. 3. 1 설계도서류

- 1) 준공도면(건축, 토목, 전기, 설비) 보관 유무 : 유, 무
- 2) 시방서(일반, 특기) 보관 유무 : 유, 무
- 3) 구조계산서 보관 유무 : 유, 무
- 4) 지질조사서 보관 유무 : 유, 무
- 5) 시공당시 시공관계 사진철 보관 유무 : 유, 무
- 6) 도서보관함 설치 유무 : 양호, 보통, 일반케비넷 사용, 없음
- 7) 재하시험 보고서 : 유, 무
- 8) 인·허가서류 : 유, 무

1. 3. 2 건축물 관리대장 활용

- 1) 작성유무 및 보관실태 : 유, 무
- 2) 내용 갱신 유무 : 유, 무

1. 3. 3 건축물 유지관리 계획수립·시행

- 1) 유지관리 계획서 작성 유무 : 유 무, 보고 유무 : 유 무
- 2) 정기점검 실시 유무 : 유 무, 실시 자격 : 대상아님
- 3) 정기점검자 자격 : 관리주체직원 외부점검전문기관의뢰
 유자격자 무자격자

1. 3. 4 건축물별 구조상태

- 1) 최고높이 : 20.7m (해당위치·동호 : 옥상)
- 2) 최고층고 : 5.2m(지하1층)
- 3) 기둥간격 : 6.8m~5.0m
- 4) 기초형식 : 온통(이중슬래브) 매트
 독립
 줄기초
 복합기초

- 5) 지정형식 : PC말뚝 pier
 현장말뚝
 잡석
 파일(PILE)
- 6) G.L로부터 기초 저면까지의 깊이 : -4.2m
- 7) PILE · PIER의 근입심도 : m (기초저면으로부터)
- 8) PILE의 지지방법 : 지지, 마찰
- 9) 주요구조부 재료
- ① 콘크리트 설계기준강도 : $F_{ck} = 21\text{MPa}$
 - ② 철근 종류 : $F_Y = 400\text{Mpa}$
 - ③ 외벽 주요마감자재 : 본타일
 - ④ 실내바닥 마감자재 : 디럭스타일
 - ⑤ 실내벽체 마감자재 : 수성페인트
 - ⑥ 지붕방수공법 : 우레탄 복합방수
 - ⑦ 지하방수공법 : 규산질계침투성방수 2차

1. 3. 5 용도현황

동 별	층구분	바닥면적(㎡)	주 요 용 도	비 고 (세대수)
학생교육원 별관동	지하1층	1,238.17	주차장, 전기실, 기계실, 식당 등	
	지상1층	1,19.263	교사실, 관리실, 사무실 등	
	지상2층	1,168.24	휴게실, 침실, 교사실, 사감실	
	지상3층	1,168.24	침실, 세미나실, 휴게실	
	지상4층	1,157.70	침실, 세미나실, 휴게실	
	옥탑1층	92.64	계단실	
합 계		5,922.61	-	



1. 4 건축물사용 및 관리실태

1. 4. 1 용도변경 : 유, 무, 불명

부위 (층수)	변경 전		변경 후		설계자	날 짜
	용도	면적(m ²)	용도	면적(m ²)		

1. 4. 2 구조변경 : 유, 무, 불명

동	부재명	기호	위 치	내 용	담당자	날짜(년월)

1. 4. 3 주변조건의 변경사항

구 분	위 치 (해당 동·호수·실)	변경 사항	
		변경 전	변경 후

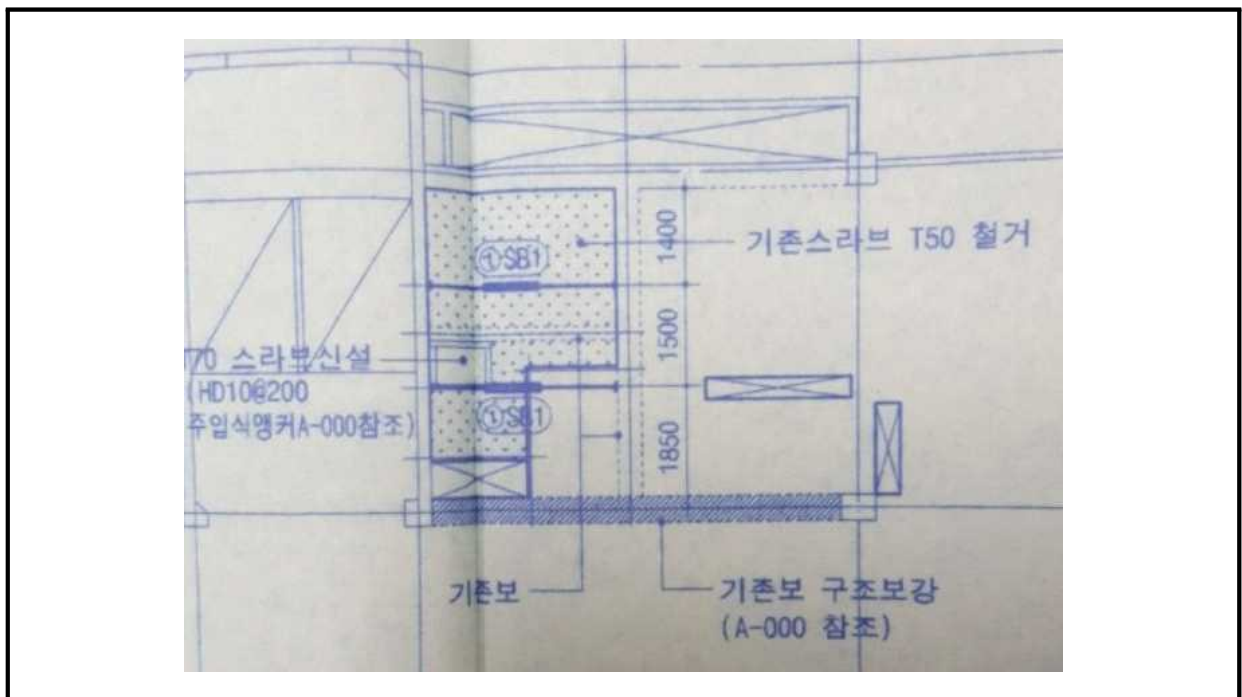
1. 4. 4 증·개축 : 유, 무, 불명

부위 (층수)	증·개축 전		증·개축 후		설계자	날 짜
	용도	면적(m ²)	용도	면적(m ²)		
4층 외	침실 등	1,501.76	침실, 세미나실 등	4,420.85	신우건축사 사무소	2004.

1. 4. 5 보수·보강 : ■ 유, □ 무, □ 불명

기 간	공사종류	설계자	시공사	비 고
-	기계실 상부 보 철판 보강	-	-	-
			-	

보수·보강 이력 사항은 없지만, 현장 조사 결과 일부 주요 구조체에 보강 공사를 실시한 것으로 조사됨.



상부 보 철판 보강 현황



상부 철골 빔 보강 현황

1. 5 부대 점검사항(유지관리자와 면담 또는 확인)

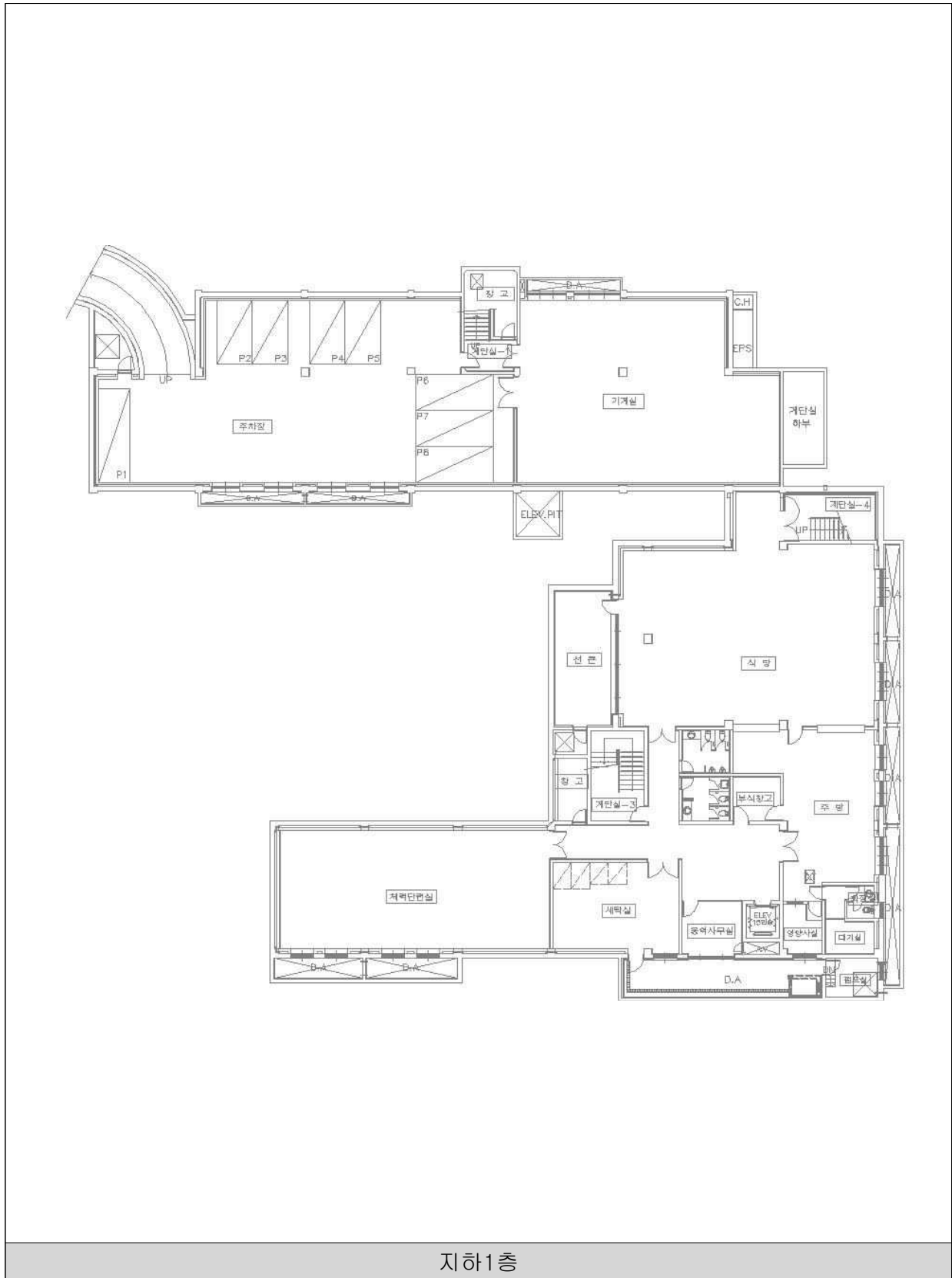
점 검 내 용	점검결과 (유○,무×)	상 태 (유형,크기,추정원인)	위 치
<input type="checkbox"/> 바닥 포장부위 침하 및 균열현상	×		
<input type="checkbox"/> 건물 전체의 부동침하현상(기울어짐현상)	×		
<input type="checkbox"/> 외부 옹벽(축대)의 균열 및 변형 현상	×	해당사항 없음	
<input type="checkbox"/> 건물주변 토량 침하현상	×		
<input type="checkbox"/> 하수관로 및 맨홀의 배수, 청소 상태	양호		
<input type="checkbox"/> 외벽의 전도 위험 부위	×		
<input type="checkbox"/> 외벽 모르터 또는 콘크리트의 탈락부위	×		
<input type="checkbox"/> 외벽 창문 유리의 파손	×		
<input type="checkbox"/> ROOF DRAIN의 상태	양호		
<input type="checkbox"/> 옥상에 하중(물건)의 과재 여부	×		
<input type="checkbox"/> 내부 창,문의 작동상태	양호		
<input type="checkbox"/> 건물내부의 진동여부	×		
<input type="checkbox"/> 천정재(텍스류)의 탈락 및 갈라짐 상태	×		
<input type="checkbox"/> 벽지 및 천정지가 찢어진 곳 유무	×		
<input type="checkbox"/> 실내의 하중(물건)의 과적여부	×		
<input type="checkbox"/> 건물에서 똑똑하는 소리	×		
<input type="checkbox"/> 녹물이 흘러나오는 곳의 유무	×		
<input type="checkbox"/> 코킹이 갑자기 떨어진 곳의 유무	×		
<input type="checkbox"/> 담장의 전도징후	×		
<input type="checkbox"/> 돌출물(간판,안테나등)의 탈락현상	×		
<input type="checkbox"/> 지하수 배수펌프 작동상태	-		
<input type="checkbox"/> 안전난간의 견고성	-		

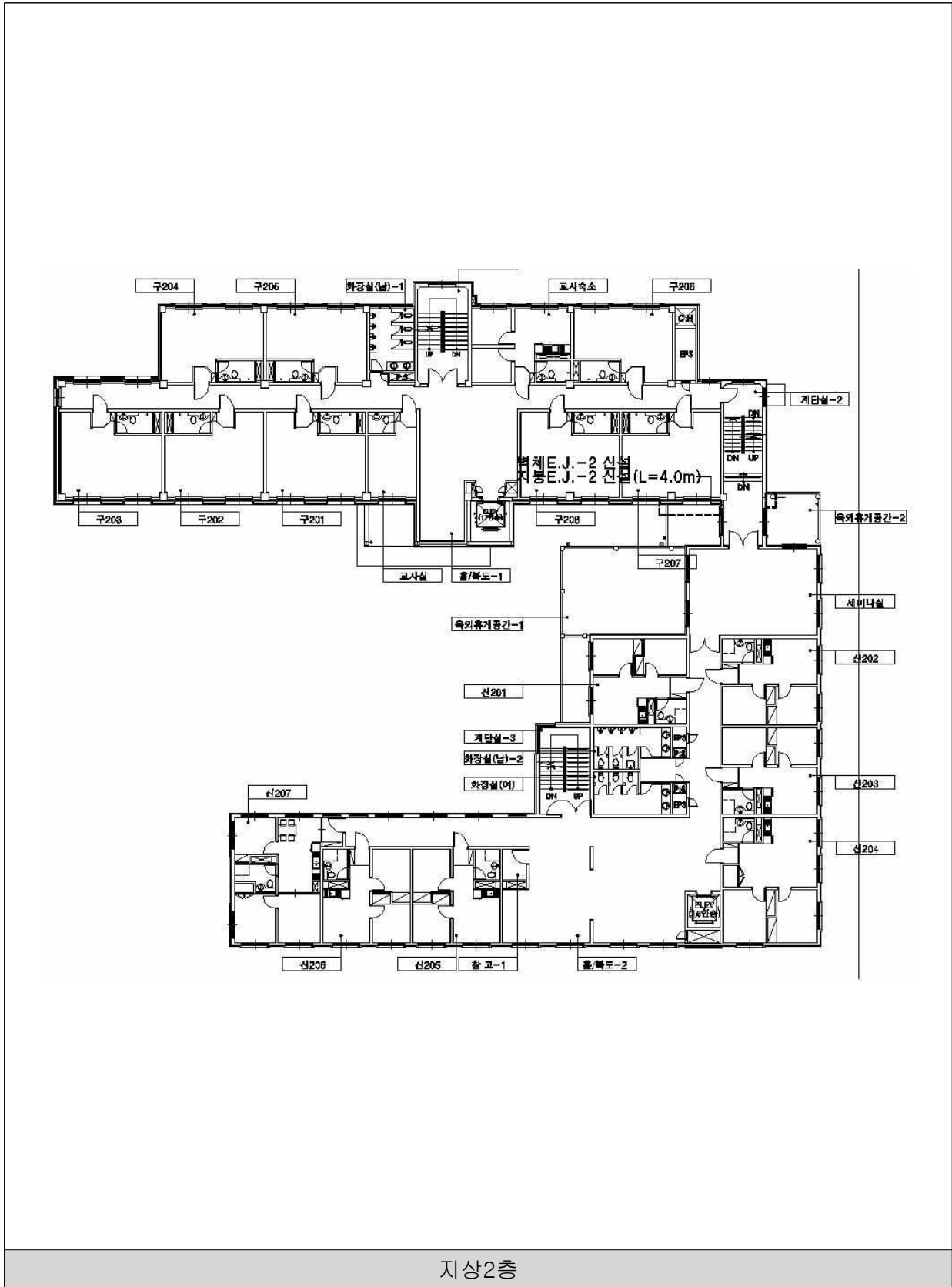
1. 6 전경사진 및 위치도

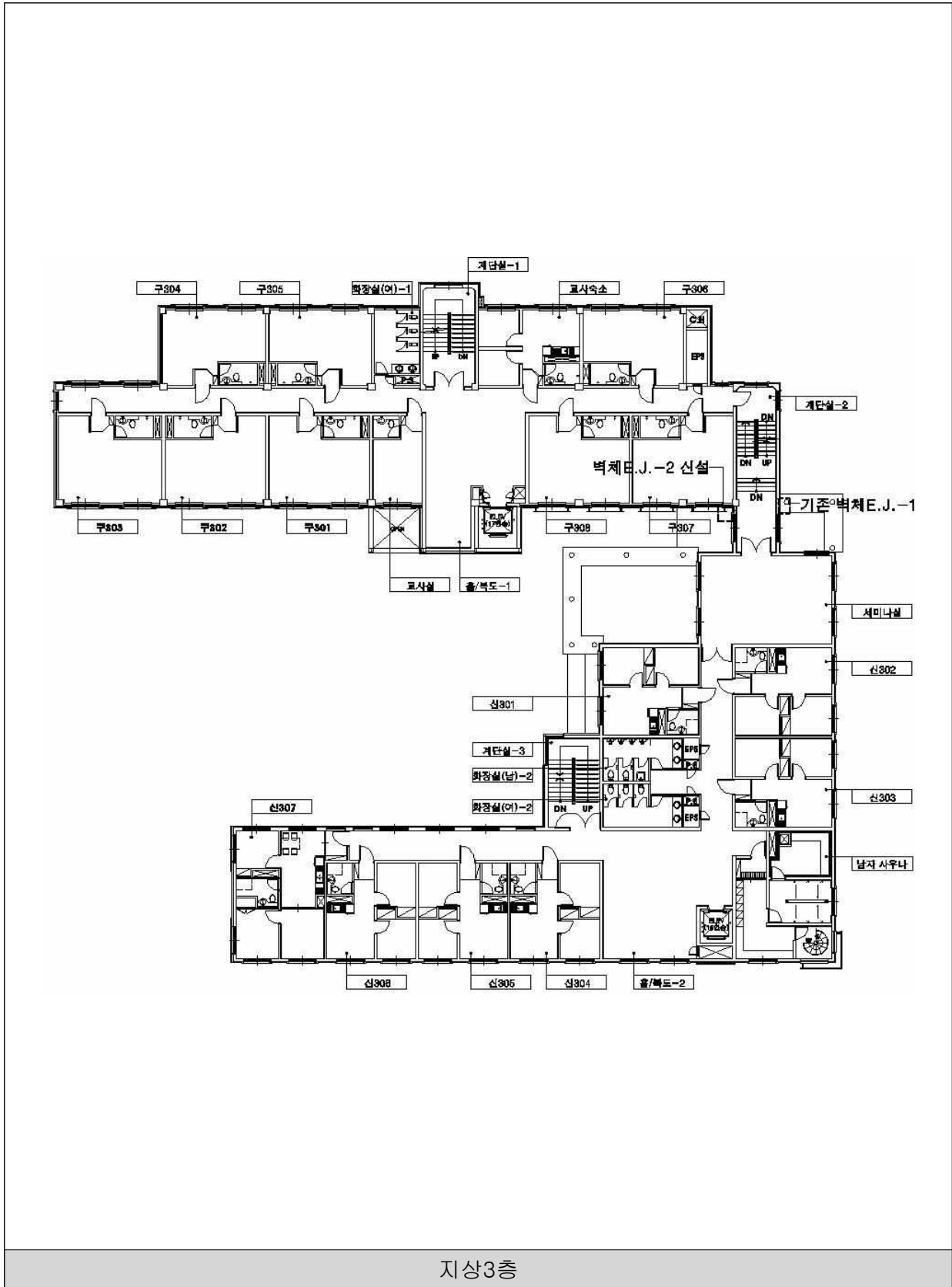


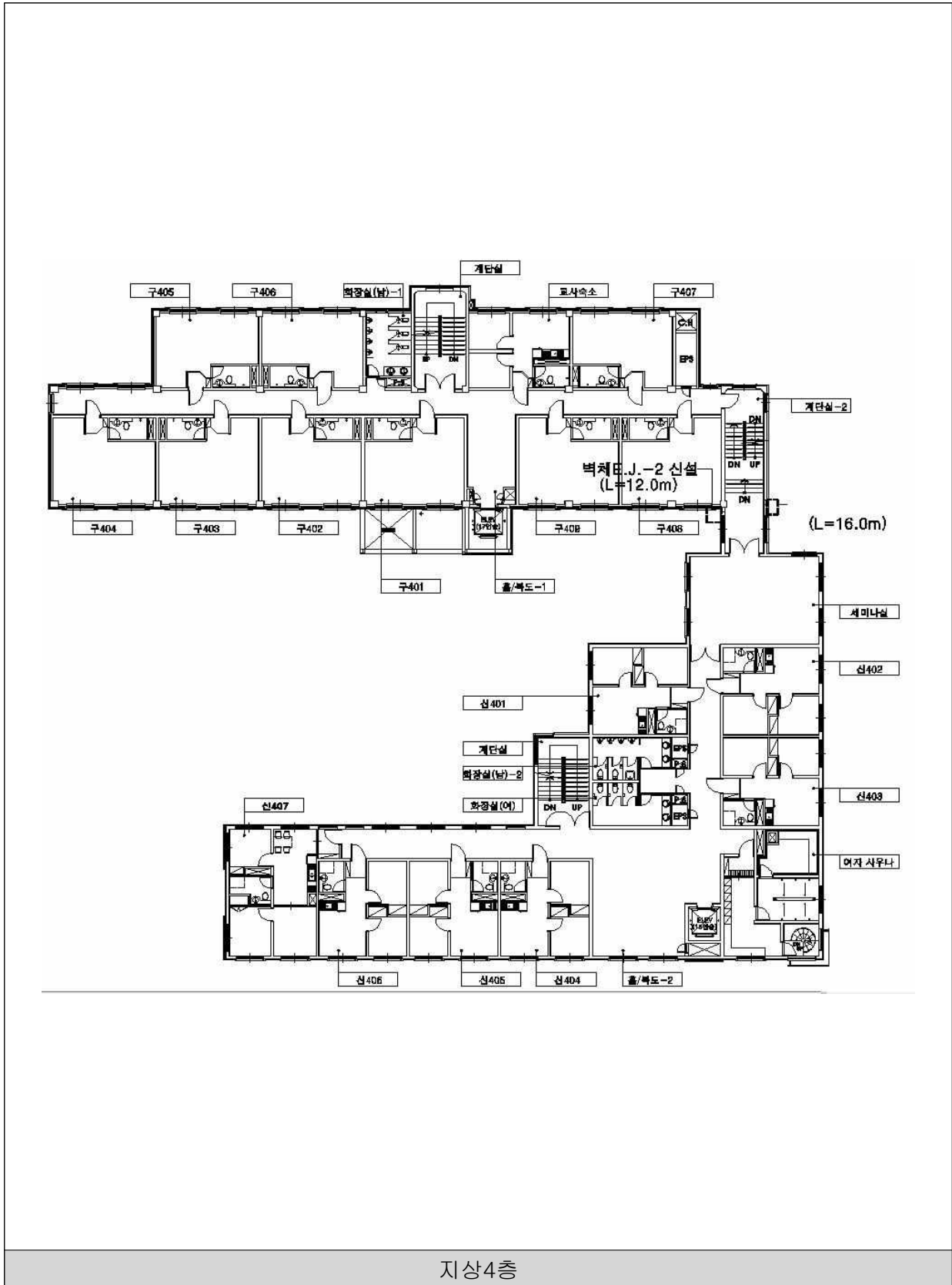
1. 7 관련도면

- 건축도면

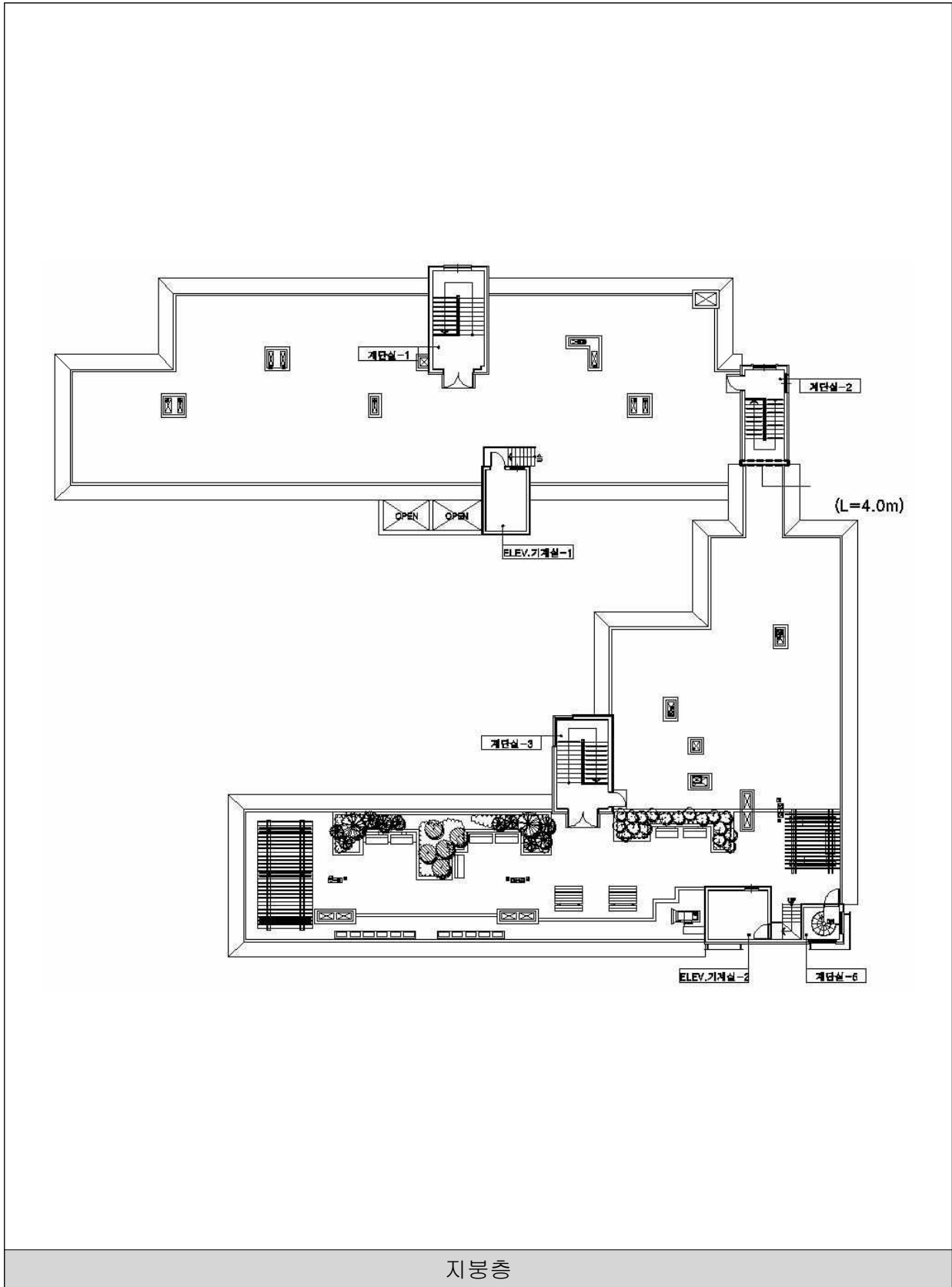








지상4층



제2장 점검계획과 자료수집 및 분석

- 2.1 점검수행 계획
- 2.2 세부 조사 계획
- 2.3 자료 수집 및 분석
- 2.4 점검 수행시의 한계

제 2 장 점검 계획과 자료수집 및 분석

2. 1 점검 수행 계획

본 점검을 효과적으로 수행하기 위하여 “건축물 정밀점검 세부지침”의 내용을 토대로 진단계획을 수립·수행하였으며 전체적인 흐름은 아래와 같다.

가. 사전조사

- 1) 설계도서 확보 및 검토
- 2) 구조물 상태 파악
- 3) 보수·보강 이력 조사
- 4) 점검·진단 실시 이력조사

나. 정밀조사

- 1) 육안 현황 조사
- 2) 품질시험 및 측정

다. 조사결과 분석

- 1) 설계도서 등의 검토결과분석
- 2) 주요부재별 육안조사 결과분석
- 3) 재료시험 등의 결과분석

라. 상태평가

- 1) 주요 부재별 육안검사 분석결과
- 2) 비파괴 현장시험 및 측정 등의 분석결과
- 3) 재료시험 결과분석(콘크리트, 강재 등)
- 4) 주요한 결함·손사 등의 발생원인 규명 및 추정결과

마. 보수·보강공법 제시

- 1) 상태평가와 안전성 평가 결과에 따라 손상 및 결함 부위 및 부재에 대한 보수·보강의 범위 및 방법을 제시

바. 유지관리 방안 제시

- 1) 건축물의 잔존수명을 극대화하고, 그 효율성을 향상시키기 위해 실천방안을 제시

사. 종합결론 및 건의

- 1) 건축물의 조사 및 평가 등을 종합적으로 검토·분석

2. 2 세부 조사 계획

본 정밀점검 과업 수행 시 상태 및 안전성 평가를 위해 필요한 조사·시험 항목은 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토교통부, 2017.01)”에 명시된 내용을 기본으로 실시하였다.

< 표 2-1 > 철근콘크리트 구조의 조사항목

구 분	조사·시험 항목	내 용
부재 상태 및 내구성	콘크리트 강도 및 규격	콘크리트 압축강도 및 부재의 규격
	균열	균열폭 및 면적을
	콘크리트 탄산화	탄산화 진행 깊이
	표면 열화	박리, 박락 및 층분리, 누수, 백태, 철근노출
변위·변형	기울기	건축물 기울기
	부동침하	부동침하에 의한 구조 및 부재의 기울기

< 표 2-2 > 철골구조의 조사항목

구 분	조사·시험 항목	내 용
부재 상태 및 내구성	강재의 규격	강재강도 및 부재규격
	용접 접합상태	용접부 결함
	볼트 접합상태	볼트 누락, 풀림, 이완
	강재의 부식도	도장과 강재부식
	내화피복	내화피복 두께 및 손상
변위·변형	기울기	건축물 기울기
	부동침하	부동침하에 의한 구조 및 부재의 기울기

2. 2. 1 구조체 균열 및 표면 노후화에 대한 조사

- 1) 시험·조사 수량 : 조사가 가능한 건축물의 내·외부 전반에 대한 육안검사를 실시하였다.
- 2) 검사방법 : 육안검사 및 간단한 검사기구 균열스케일, 확대경 등을 이용한다.

2. 2. 2 재료시험 항목 및 기준 수량

가. 과업대상 건축물의 표본층(단위) 선정

- 1) 표본층(단위)은 다음의 사항을 우선적으로 고려하여, 건축물의 상태 및 안전성을 평가하는데 필수적이고 전체 건축물을 대표할 만한 층이나 부위를 선정하였다.
 - ① 육안검사에서 결함·손상이 발견되었거나 예상되는 부위
 - ② 최저층(피트 포함)
 - ③ 주차장 구조물
 - ④ 최상층 및 지붕층
 - ⑤ 평면 및 구조부재가 변화된 부위
 - ⑥ 장주, 장 공간, 중량물이 적재된 부위 등

2) 적용대상 구분

건축물의 전체 층수와 전체 연면적에 따라 표준 층 또는 단위를 선정하는데, 표준 층과 표준 단위의 선정 개소수가 서로 상이할 경우 층수별 연면적별 표준 층(단위) 중 최대치를 기준으로 하여 표준 층(단위)를 선정한다.

< 표 2-3 > 층수별 재료시험 대상 표본 층 선정기준

층 수	수 량 기 준	
	정밀점검	정밀안전진단
21층~30층	4개층 이상	6개층 이상
11층~20층	3개층 이상	4개층 이상
1층~10층	2개층 이상	3개층 이상

< 표 2-4 > 연면적별 재료시험 대상 표본 단위 선정기준

연면적	수 량 기 준	
	정밀점검	정밀안전진단
50,000~75,000㎡	4개 단위 이상	6개 단위 이상
30,000~49,999㎡	3개 단위 이상	4개 단위 이상
1~24,999㎡	2개 단위 이상	3개 단위 이상

나. 콘크리트 강도

- 1) 시험·조사 수량 : 1개 단위를 표본 단위로 선정하고 표본단위의 각 단위마다 주요 구조부의 기둥 또는 내력벽, 보, 슬래브 중 2종 부재를 선택하여 각 부재별 2개소(단부와 중앙부) 이상으로 정하여 실시하였다.
- 2) 시험 방법 : 비파괴검사인 반발경도 및 초음파법을 실시하였다.

다. 부재단면의 규격

- 1) 시험·조사 수량 : 1개 단위를 표본단위로 선정하고 주요 구조부재(기둥, 내력벽, 보, 슬래브) 중 2종 부재를 선정하여 부재 종류별 3개소 이상 실측한다.
- 2) 시험 방법 : 외관 조사 및 간단한 측정도구를 이용한다.

라. 콘크리트 탄산화 깊이 조사

- 1) 시험·조사 수량 : 1개 단위를 표본단위로 선정하고 표본단위의 각 단위마다 주요 구조부의 기둥 또는 내력벽, 보, 슬래브 중 2종 부재를 선택하여 각 부재별 1개소 이상으로 정하여 실시하였다.
- 2) 시험 방법 : 부재를 천공할 때의 콘크리트 분말이나 코어시료에 대하여 페놀프탈레인(1%) 용액에 의한 변색반응검사로 실시하였다. 단, 검사부위는 부재가 위치한 환경과 실제·시공 상태를 고려하여 건전한 곳을 선택한다.

마. 변위·변형

1) 조사항목 및 수량

- 부재변형 : 건축물의 전체에 대한 외관조사를 실시한 결과, 균열 및 손상(처짐 등)이 발생되었거나, 발생가능성이 있는 주요 부위를 한다.
- 건물기울기 : 측정이 가능한 건축물 4면의 외벽모서리 전체로 한다.
- 부동침하기울기 : 최저층 바닥 또는 천장슬래브에서 건물의 장변방향과 단변방향으로 각각 2개소 이상으로 한다.

2) 검사방법 : 외관조사 및 트랜시트 또는 이와 유사한 측정기구를 이용한다.

< 표 2-5 > 정밀점검(콘크리트) 재료시험 평가방법

구 분	재료시험 항목	평가 방법
기본 과업	•변위·변형 조사	•건축물 및 부재의 기울기 평가
	•부재의 규격 조사	•콘크리트 부재의 규격 조사
	•콘크리트 비파괴 강도 - 반발경도시험법	•외관상 건전부위와 불량부위에 대한 비교 평가 필요함
	•콘크리트 탄산화 깊이 측정	•현장 측정 •탄산화 속도 계수 산정

2. 2. 3 세부 조사 내용 및 항목

가. 사용이력 조사

세부항목	조 사 요 점	방 법	평 가	비 고
설비/기계류 /실 증설	설비에 수반된 구조부재(기둥,보,벽,슬래브)의 훼손 또는 손상	설계도서와의 비교 관계자 사정청취 육안관찰	구조부재 콘크리트에 철근 노출등의 손상, 보수보강의 불충분, 주요한 구조부재의 훼손·부재절단 등의 현저한 손상 등을 조사 평가	구조상의 사용상태조사와 관련
증·개축	구조부재 철거후의 보수상황 내외장의 개조에 수반된 구조체의 손상			
화재 그 외 피해	구조체의 원상회복을 수반하는 피해경험의 유무와 그 회복정도	관계자 사정청취 육안관찰	보수상태, 보수상태 조사 및 평가	
건물년수	구조체의 마감상태	육안관찰	경과년수에 따른 구조체의 균열 또는 철근, 철골의 부식, 전체적인 노후화를 고려하여 상태평가	구조, 재료 사용상태와 관련
하중이력	용도변경 과거의 적재하중	관계자 사정청취	설계하중 초과여부 조사 등	
정하중	하중위치, 면적, 크기 재하기간	육안 관찰 측정 관계자 사정청취	설계하중의 초과여부, 구조 안전도 등을 조사하여 그 정도에 따라 평가.	
충격하중	하중의 크기 충격계수, 주기, 시간	육안 관찰 측정	충격을 고려한 하중치가 설계치를 초과하는지 여부, 구조안전도 등을 조사하여 그 정도에 따라 평가	
진동하중 반복하중	변위 또는 속도, 진폭, 진동수	진동측정	진동치를 조사하여 허용진동기준과 비교해서 허용치 초과여부를 조사하고 구조체의 안전도에 따라 평가	
열 하 중	열원, 구조체와 마감재의 손상	육안 관찰	구조체의 장해정도에 따라 평가	

나. 콘크리트 상태

항 목	조 사 요 점	방 법	평 가	비 고
표면상태	이상현상	육안으로 관찰	표면상태, 외관, 결함의 분포(표면적 또는 국부적인현상 등), 내력의 영향, 이상현상의 진행속도, 변형, 과다한 단면 결손, 장기하중에 대한 영향 등을 고려하여 평가	
강 도	압축강도	코어보링법 비파괴시험에 의한 강도시험	측정값과 설계값(설계기준강도)을 비교하여 평가	
탄산화	탄산화 깊이	페놀프탈레인법	탄산화 깊이에 의한 평가	
품 질	재료 · 배합	규정된 시험 방법	함유시멘트량, 염분함유량등에 따라 평가	
철근의 녹	녹의 진행여부	육안으로 관찰 장비에 의한 조사	녹의 진행정도에 따른 평가	

다. 구조체의 균열

항 목	조 사 요 점	방 법	평 가	비 고
바닥슬래브와 작은보	균열발생의 유무, 균열방향/분포/폭/깊이 콘크리트의 박락	육안관찰 스케치 균열게이지에 의한 측정	균열의 상태(횡균열, 전단균열, 횡·전단균열)조사, 균열발생의 원인과 균열의 분석(구조 및 비구조 균열, 초기 균열 및 항복균열)을 통하여 내력 및 내구성 평가	부재의 강성 내력변형 등과 관련
큰 보	균열발생의 유무, 균열방향/분포/폭/깊이 콘크리트의 박락 보의 휨응력도가 큰 부분			하중, 부재의 강성, 내력과 관련
기 동	균열발생의 유무, 균열방향/분포/폭/깊이 콘크리트의 박락 기동머리, 기동 및 부 분의 횡, 횡·전단균열, 기동 중앙 전단균열	육안관찰 스케치 균열게이지에 의한 측정	균열의 상태(횡균열, 전단균열, 횡·전단균열)조사, 균열발생의 원인과 균열의 분석(구조 및 비구조 균열, 초기 균열 및 항복균열)을 통하여 내력 및 내구성 평가	하중, 부재의 강성, 내력과 관련
내력벽	균열발생의 유무, 균열방향/분포/폭/깊이 콘크리트의 박락	육안관찰 스케치 균열게이지에 의한 측정	균열의 상태(횡균열, 전단균열, 횡·전단균열)조사, 균열발생의 원인과 균열의 분석(구조 및 비구조 균열, 초기 균열 및 항복균열)을 통하여 내력 및 내구성 평가	부재의 강성, 내력과 관련

라. 구조체의 치수

항 목	조 사 요 점	방 법	평 가	비 고
골조 치수	스팬, 층고	측정	설계와의 일치성, 불확정요소의 함유, 구조적 불안전 인자 등을 고려하여 평가 ·설계도서가 있는 경우 : 주요구조부재 치수와 설계도서와의 차이정도, 단면결손 등에 따라 평가 ·설계도서가 없는 경우 : 주요 구조부재 치수에 특별한 문제 여부, 외관상의 손상, 동일한 구조 부재의 다른 형상 및 치수를 비교하여 결함을 조사·평가	
부재단면치수	기둥, 보, 벽, 바닥 슬래브의 형상 및 치수, 마감치수	외형실측 까내기 두께측정		
배 근	기둥/보/벽/바닥/슬래브의 배근상태, 철근형상, 지름, 피복두께, 철근본수 (주근 및 보강근)	철근탐지기 까내기		

마. 구조체의 변형

항 목	조 사 요 점	방 법	평 가	비 고
바닥슬래브 처짐	바닥슬래브의 크기 각부의 처짐 (특히 중앙부의 처짐)	측정 (레벨,스케일)	·바닥슬래브 중앙의 처짐량 (δ) ·허용처짐량($\delta \leq 1/500$, $\delta \leq 1/300$, $\delta \leq 1/150$ 등)에 의한 평가 ·부재의 균열 등 결함 발생 상황을 고려하여 평가	
보의 처짐	보 중앙부의 처짐	측정 (레벨,스케일)	·보의 중앙부 처짐량(δ) ·허용처짐량($\delta \leq 1/500$, $\delta \leq 1/300$, $\delta \leq 1/150$ 등)에 의한 평가 ·부재의 균열 등 결함 발생 상황을 고려하여 평가	
건물전체의 변형 (기울기, 휨, 비틀림)	건물 각부의 수평변위 연직변위 기둥, 보의 변형부재 각	측정 (트렌치,레벨, 스케일,추등)	·건물전체의 변형상태(기울기, 휨, 비틀림 등)을 파악한 후에 건물 전체의 변형이 구조부재의 결함요 소로 작용하였는지 평가 ·각 기둥, 보의 변형 및 부재각, 또는 발생한 결함의 상태를 조사	

바. 구조 부재의 손상

항 목	조 사 요 점	방 법	평 가	비 고
콘크리트 기둥, 보	단면결손의 유무/부위/크기/깊이	육안관찰 스케치 사진촬영 길이측정	손상의 유무, 정도 및 부위(기둥, 보, 접합 부 등) 즉, 손상의 정도(전단면의 10%결손 등), 기둥, 보 유효단면의 결손, 주근의 노 출, 응력이 큰 부위의 손상 및 결손, 구조 체의 강성, 내력상의 영향 등을 고려하여 평가	
슬래브 내력벽	단면결손의 유무/부위/크기/깊이	육안관찰 스케치 사진촬영 길이측정	결손 및 손상의 유무와 정도, 결손·손상부 위, 보강의 유무, 구조체의 강성, 내력상의 영향등을 고려하여 평가	

2. 3 자료 수집 및 분석

과업수행에 앞서 설계도서 등의 관련자료를 확보하여 전반적인 검토를 실시하고 설계도서와 상이한 부분, 평면·구조변경 여부, 보수·보강 실시여부 등 대상건축물의 전반적인 개황조사를 실시하여 정밀조사 시 이를 반영하였다.

1) 예비조사

(1) 현장답사

- ① 설계도서 작성 및 검토(구조계산서, 건축도면 및 시방서 등)
- ② 시공당시 각종자료 검토
- ③ 현장의 일반적인 형태 및 상태조사
- ④ 현장 작업 방향 설정 등

(2) 문헌조사

- ① 실측도면 입수 및 현황조사
- ② 시설물의 안전점검 및 정밀안전점검 지침(국토교통부 고시 제2013-200호) 관련 자료 조사

(3) 시설물의 보수 이력 및 유지관리 내용 조사

(4) 주요 조사 대상 부위·항목 및 작업계획 수립 등

2. 3. 1 설계도서 검토

본 점검대상 건축물의 설계도서 및 관련도서를 확인한 결과, 준공도면(건축, 구조[일부]) 등의 서류가 보관되어 있는 것으로 확인되었다.

수집된 설계도서를 참조하여 현장조사 및 비파괴시험을 실시하고 그 결과를 비교·검토하였다.

2. 3. 2 기존 점검 실시 결과 검토

본 과업 대상시설물은 시설물의 안전관리에 관한 특별법에서 정한 1종/2종 시설물에 해당하지 않은 시설물로 정기점검은 자체 점검을 실시하고 있는 것으로 확인됨.

2018년 정밀점검 결과표

6. 종합결론

① 지하층

- 기계실, 계단실 등의 상부 슬래브와 벽체에서 균열이 일부 조사되었다. 이는 온도변화에 의한 건조수축과 휨 인장 응력으로 인해 발생한 것으로 균열의 폭과 양상을 볼 때 구조물의 안전성을 저해할만한 손상은 아닌 것으로 검토되었으나, 일부 부재에서 조사된 누수를 동반한 결함에 대해서는 장기간 방치 시 누수로 인한 철근 부식, 팽창 및 콘크리트 탈락 등 2차적인 피해가 발생할 수 있는 사항으로 내구력 증진 차원의 적절한 보수가 요구된다.
- 지하층 외부 보에서 조사된 도장 박리는 도장 노후화, 환경적 요인에 의해 발생한 사항이나, 구조물의 특성상 다수의 사용자가 이용하는 건축물로 미관상 증진 차원의 보수가 요구된다.
- 위 사항과 같이 지하층에서 조사된 결함사항은 구조적인 결함에 의해 발생한 사항은 아니나, 건축물의 특성상 미관 증진 차원의 적절한 보수가 요구된다.

② 지상층

- 지붕층 파라펫 벽체에서 균열과 접합부 이질재 균열이 다수 조사되었다. 또한, 계단실 벽체에서 콘크리트 건조수축과, 응력 집중에 의한 균열이 일부 조사되었으며, 일부 부재에서 균열 부위에 우수가 침투하는 등 누수흔적이 확인되었다.
- 각 층 복도 및 홀에서 벽체 균열이 다수 조사되었으며, 이는 온도변화에 의한 건조수축, 응력 집중, 미장면의 부착력 저하등으로 발생한 것으로 대부분 비내력 벽체에서 발생되어 구조물의 안전성에 문제가 될 사항은 아니나 미관성 및 사용성 확보를 위하여 보수가 요구된다.
- 지상4층 대강당 창호 주위 마감재에서 마감재 오염(누수흔적)이 전반적으로 조사되었으며 이는 반복된 결로 및 우수등으로 인해 발생한 것으로 추후 장기 보수계획 수립후 보수가 요구된다.
- 각 층 화장실, 세면실 벽체 타일에서 다수의 타일이 균열, 들뜸 현상이 조사되었다. 화장실, 세면실의 경우 교육생, 인솔자, 관리자 등 많이 이용하는 공간으로 들뜸 부위에서 탈락, 전도 등이 발생되어 안전사고의 우려가 있으므로, 우선적인 보수가 요구된다.
- 외벽 마감재(타일)가 일부 탈락된 것으로 조사된 바, 이는 구조적인 결함에 의한 것은 아니나 환경, 주변 여건 변경 등으로 인해 추후 탈락 될 수 있는 사항으로 안전사고 예방 차원에서 관리주체의 지속적인 주의, 관찰이 요구된다.
- 위 사항과 같이 지상층에서 조사된 결함 사항을 종합적으로 검토한 결과, 구조적인 결함에 의한 것은 아니나 미관상, 안전사고 예방 차원의 적절한 보수와 관리가 요구된다.

2. 3. 3 시설물의 내진설계 여부 확인

본 점검대상은 구조계산서의 부재로 내진설계 여부확인이 불가함.

2. 4 점검 수행시의 한계

2. 4. 1 현황 조사 시의 한계 사항

본 점검대상건물은 교육연구시설로 사용 중인 상태로 육안현황조사는 식당, 기계실, 계단실, 복도 등 공용부분에 대하여 전반적으로 면밀한 육안조사를 실시하였으며, 각 실 내부 상태에 대해서도 현장 조건에 따라 조사 가능한 부위에 대하여 면밀한 육안조사를 실시하였다.

2. 4. 2 장비 조사의 한계 사항

본 점검대상건물의 구조 특성 상 철근콘크리트 부분에 대한 품질시험은 지하층, 천장 마감 내부, EPS실, 알람벨브실 등 공용부분을 중심으로 조사가 진행되었으며, 현장여건 상 조사가 가능한 실 내부를 대상으로 실시하였다.

제 3 장 현황 조사

3.1 현황 조사 개요

3.2 콘크리트 구조물의 균열 원인 및 특징

3.3 외관조사

제 3 장 현 황 조 사

3. 1 현황 조사 개요

본 조사는 정밀한 육안검사와 비파괴시험 장비를 이용하여 구조물의 안전성과 사용성에 악영향을 미치고 있는 손상을 발견하고 조사결과를 분석, 정리하여 종합적인 판단에 의하여 구조물에 미치는 영향을 판단하고 필요 시 적절한 보수·보강안 선정의 기본 자료로 활용하는데 그 목적이 있다.

3. 1. 1 육안조사 및 진단관련 용어의 정의

가. 강재구조물

- 1) 부식 : 도장 및 피복박락으로 외기에 노출되어 발생
- 2) 피로균열 : 반복하중에 의해 발생
- 3) 과대하중 : 설계하중을 초과하는 하중(인장부재-신장, 압축부재-좌굴)
- 4) 외부충격에 의한 손상 : 부재의 뒤틀림이나 변위발생

나. 콘크리트 구조물

- 1) 균 열 : 미세균열- 0.1mm 이하, 중간균열- 0.1~0.7mm, 대형균열- 0.7mm 이상
- 2) 박 리 : 콘크리트 표면의 모르타가 손실되는 현상.
 - 경미한 박리 : 0.5mm
 - 중간정도의 박리 : 0.5mm~1.0mm
 - 심한 박리 : 1.0mm~25.0mm
 - 극심한 박리 : 25.05mm이상으로 조골재 손실
- 3) 층분리 : 철근이 부식하고 팽창하여 철근을 덮고 있는 콘크리트가 층을 이루며 분리되는 현상.
- 4) 박 락 : 철근이 녹슬어 팽창하여 철근을 덮고 있는 콘크리트가 원형으로 떨어지는 현상으로 층분리 현상의 진전, 동경 응해작용 등에 따라 표면이 떨어지는 상태 또는 모르타, 타일 등이 떨어지는 상태
 - 소형박락 : 깊이 25mm이하 또는 직경 150mm이하
 - 대형박락 : 깊이 25mm이상 또는 직경 150mm이상
- 5) 들 뜸 : 모르타, 타일 등이 시간이 지나면서 건조, 열응력의 반복 등에 의해서 부착력이 감소하고 들뜨는 현상.

- 6) 백 태 : 엄밀하게 콘크리트 표면에서 나타나는 백색 깃털모양의 결정을 말한다.
주성분은 시멘트중의 유산염(NaSO_4 , CaSO_4)이며 동결기에 재령이 얼마되지 않은 콘크리트에서 발생하기 쉬운데, 일명 백화라고도 한다.
한편, 시멘트중의 수산화칼슘, 유산염이 흘러나와 공기중의 이산화탄소와 화합하여 이어치기한 부분 등으로부터 표면에 흘러나와 공기중의 이산화탄소와 화합하여 탄산칼슘으로 되며 이를 백태하고 한다.
- 7) 재료분리 : 타설된 콘크리트의 일부에 조골재가 많이 모여서 생긴 공극이 많은 구조물의 불량 부분.
- 8) 누수 및 누수의 흔적 : 옥상의 방수층으로부터 물이 흘러들거나, 외벽의 이어치기부분 또는 샷시와 콘크리트의 접합부 등 옥외로부터 물이 흘러 들어온 흔적, 위층의 부엌·목욕탕·화장실 등의 물이 흘러서 아래층에 흘러내린 흔적.
- 9) 콘크리트 중성화 : 공기중의 탄산가스와 콘크리트중의 수산화칼슘이 반응하여 알칼리성을 상실하는 현상.
- 10) 동 해 : 콘크리트중의 수분이 동결, 융해를 반복하면서 콘크리트를 파괴시키는 현상.
- 11) 알칼리 골재반응 : 알칼리와 골재중의 반응성 실리카 성분이 수분의 존재하에 장기간에 걸쳐 일어나는 체적팽창성 반응-균열을 발생시켜 내구성 저하.
- 12) 염 해 : 염화물 이온의 침투로 강재를 부식, 콘크리트의 균열 발생.
- 13) 팽아웃 : 팽창성 골재가 콘크리트의 표면 가까이에 존재하는 경우나 기존의 철근이 현저하게 녹슬어 팽창하는 경우 원추형의 구덩이 모양으로 파괴되는 현상.
- 14) 취약표층 : 동결융해, 부식성 액체 및 부식성 가스에 의해 표층부 콘크리트의 조직이 흐트러지거나, 시멘트페이스트가 약해지는 현상.
- 15) 녹오염 : 철근이나 매립된 금속물이 부식하여 이어치기 한 부분이나, 균열부분에서 녹이 흘러나오기도 하고, 콘크리트 구조물의 상부에 설치된 철골구조물이 부식하여 콘크리트를 오염시키기도 한다. 철근부식은 콘크리트의 내력에 문제가 된다.
- 16) 표면노후화 : 콘크리트의 표면이 사용환경, 열작용, 화학적요인에 의해 손상되고 pop-out나 박리·박락, 마모, 부식, 취약화 등을 일으키는 현상.

다. 진단보고서상의 용어

- 1) 과재하중 : 과재하중이란 구조물의 설계에 사용된 하중을 초과하는 하중을 말하며 인장부재에서는 신장(Elongation) 및 단면 감소를, 압축부재에서는 좌굴을 유발시킨다.
- 2) 내구성(Durability) : 환경조건에 대한 재료자체의 내적인 저항 능력.
- 3) 내하성(Load Carrying Capacity) : 외적작용에 대한 구조내적인 하중 저항 능력.
- 4) 사용성(Serviceability) : 진동, 균열, 평탄성저하 등에 의한 구조물의 기능저하 또는 외관의 노후에 의한 쾌적성 상실 정도.
- 5) 콜트 조인트(Cold Joint) : 응결하기 시작한 콘크리트에 이어칠 경우 상부 콘크리트 응결이 어느 정도 진행되어 있으면 콘크리트가 일체화가 저해된 시공불량한 이음부.
- 6) 시공 조인트(Construction Joint) : 구조물 전체를 한꺼번에 일체가 되도록 콘크리트를 칠 수 없을 때 인위적인 시공계획에 의해 시행하는 이음으로서 공학적 특성을 적용하는 이음.
- 7) 익스팬션 조인트(Expansion Joint) : 콘크리트 구조물의 팽창, 수축에 의한 균열을 방지하기 위한 목적으로 미리 구조물을 끊어 주어 설치한 줄눈으로서 건물의 길이가 길거나 증축시 부등침하에 대비하기 위하여 설치.
- 8) 슬립 조인트(Slip Joint) : 조적조와 콘크리트 슬래브 사이에 설치하는 줄눈.
- 9) 콘트롤 조인트(Control Joint) : 콘크리트의 건조·수축에 의한 콘크리트의 표면 균열 균열예방을 목적으로 미리 설치한 줄눈.

3. 2 콘크리트 구조물의 균열 원인 및 특징

3. 2. 1 일반적인 균열 발생 원인

콘크리트에 발생하는 균열은 그 발생 원인도 다양하고 구조물에 미치는 영향도 크다. 굳은 후의 균열은 물리적인 현상으로써 발생하는 건조수축에 의한 균열, 온도 차이로 발생하는 열응력에 의한 균열이 있으며, 화학적 반응에 의한 현상으로써는 황산염과의 반응에 의한 팽창 균열, 알칼리골재 반응으로 인한 팽창균열, 철근 부식으로 인한 균열, 시공시의 초과하중으로 인한 균열, 외부 작용하중으로 인한 균열 등 많은 원인에 의하여 균열이 일어난다.

가. 체적 변화에 의한 균열

철근 콘크리트 구조물에 나타나는 대부분의 균열은 콘크리트의 체적변화에 의한 경우가 많으며 그 요인은 매우 다양하나 대표적인 수축현상(shrinkage)에 해당되는 수성수축, 건조수축의 원인으로는

1) 소성수축

굳지 않은 콘크리트나 모르타르에서 수분의 증발, 시멘트 페이스트의 수화반응 발생시 소성수축에 의하여 인장변형률이 작용하면 이로 인한 균열이 발생하는 데 이러한 균열을 소성수축 균열이라 한다.

소성수축 균열은 포장, 슬래브, 벽체 등과 같이 표면적이 넓은 구조물이나 사질토 지반 위에 설치된 기초 등에서 발생할 가능성이 크며, 또한 건조하고 바람이 많이 부는 고온기 후에서 타설된 콘크리트는 보통 기후에서 타설된 콘크리트보다 균열이 발생할 가능성이 크다. 소성수축 균열은 콘크리트를 타설한 후 1~4시간 사이에 물광택이 표면에서 사라진 직후 갑자기 발생하며, 일반적으로 슬래브의 길이 직각 방향에 발생하지만 일정한 형태는 없으며 경화된 콘크리트에서 발생하는 균열과는 다소 다른 특징을 보인다.

경화된 콘크리트에서 소성수축 균열은 철근이나 골재입자를 따라서 발생하고, 굳은 콘크리트에서처럼 골재를 관통한 모습은 없다.

소성수축 균열은 콘크리트의 타설단계에서 일어나는 초기 균열이며 일단 발생하면 균열을 없애는 것이 거의 불가능하며 이러한 균열은 이후 염화물이나 수분의 침투가 쉬어 콘크리트 열화 및 손상을 가속화시키는 원인이 된다.

2) 건조수축

건조수축에 의한 균열은 경화과정, 열응력, 동결작용 등의 요인에 의해 가장 흔히 발생할 수 있는 콘크리트 균열로, 콘크리트 내부의 시멘트 풀의 함수량의 정도에 따라 건조시 수

축을, 습윤시 팽창하는 특성과 외적 구속 조건에 의해 발생한다.

대부분의 콘크리트 구조물은 기초나 다른 구조요소 또는 콘크리트 내의 보강철근 등에 의해 구속을 받게 된다. 이러한 수축작용의 구속은 인장응력을 유발시키며, 이 인장응력이 콘크리트의 인장강도에 도달할 때 콘크리트는 균열이 발생한다.

건조수축 등에 의해 발생한 균열의 경우 어느 정도 수축이 일어나 크게 증가되지 않는 3~5년 후에 보수하면 다시 균열이 발생하는 경우가 드물다.

3) 자기수축

부피변화는 응결이 발생한 후에도 일어난다. 이것은 팽창이나 수축의 형태로 나타나게 된다. 물의 공급이 유지될 때 연속적인 수화반응은 팽창을 유발한다. 시멘트 페이스트 밖으로 또는 내부로 물의 이동이 없을 때는 수축현상이 나타나게 된다. 수화반응이 어느 정도 진행되어 페이스트와 외부와의 수분이동이 거의 없어질 만큼 경화가 진행되고 난후에 내부의 수화되지 않은 시멘트의 수화반응을 위해 모세관 공극에 존재하던 수분이 이용되고 이로부터 수축이 일어나게 된다. 즉, 외부와의 수분이동이 없는 상태에서 미수화 시멘트의 수화를 위해 내부의 수분을 이용하면서 수축이 발생하게 되는데 이를 자기수축이라 한다.

자기수축은 일반적으로 다른 원인의 변형에 비해 상대적으로 작기 때문에 콘크리트 건조에 의한 수축과 구별할 필요가 없어 자기수축에 의한 변형은 건조수축에 포함하여 고려하는 것이 일반적이다.

나. 외부 하중에 의한 균열

외부하중에 의한 균열로서 대표적인 것이 휨균열과 전단균열이다. 이러한 하중에 의한 균열은 구조물 안전성 문제에 직접적 요인이 될 수 있으므로 정확한 평가가 필요하나 이러한 균열이 구조체에 존재한다고 하여 항상 안전하지 못하다는 것은 아니다.

1) 휨균열

휨 균열은 보 및 슬래브의 하부에서 자주 볼 수 있는 철근콘크리트 구조물의 전형적 균열이라고 할 수 있으며 지나치게 폭이 큰 균열이 가지 않는 이상 큰 문제가 되는 것은 아니다. 사용하중 하에서의 보의 휨모멘트 M_a 는 일반적으로 균열모멘트인 M_{cr} 의 2배 이상이므로 균열이 일어난다고 곧 파괴를 의미하는 것은 아니며, 휨 모멘트에 대해서는 상당한 연성을 갖고 있으므로 내력의 재분배, 그리고 파괴가 일어날 때까지의 많은 가시적 변위 등으로 사용자에게 주는 위험성은 매우 낮다고 볼 수 있다.

휨 균열에서 균열의 간격이 steady state(균열수가 더 증가되지 않는 상태)에 이를 정도

이면 인장철근의 응력이 항복강도의 50%이상에 이를 수 있으며, 또 균열폭이 1mm 이상에 이르면 상당한 인장응력이 철근에 작용된다는 증거이므로, 이러한 경우 충분한 구조적 안전성 검토가 필요하다.

2) 전단균열

보의 단부 근방에서 주로 발생하는 사인장 균열은 휨 균열과는 달리 매우 위험한 균열이다. 일반적으로 스트럿으로 보강된 경우에도 극한 전단력은 균열 전단력의 2~3배에 불과하며 이는 사인장 균열이 발생하였다면 전단저항 능력은 극한상태의 40~50% 정도에 이르렀음을 의미한다. 즉, 사인장 균열이 발생하였다면 전단저항 능력에 상당한 문제를 갖는다는 것을 의미하므로 구조안전성 검토가 필요하며 특히 전단에 의한 파괴는 휨 파괴와는 다르게 급격하게 일어나므로 주의가 필요하다.

3) 부동침하 균열

지반의 지지력은 일정하나 건물의 자중이 일정하지 않는 경우에는 건물 일부에서 침하량이 부분적으로 다르게 된다. 이러한 건물에서는 특수한 패턴으로 균열이 발생하는데, 건물의 중앙부가 침하하는 경우八字형의 균열이 발생하고, 양단이 침하하는 경우 역八字형의 균열이 발생한다.

다. 화학적 작용에 의한 균열

1) 철근 부식에 의한 균열

콘크리트 속의 철근은 통상 시멘트중의 알칼리에 의해 보호되고, 부식되지 않는다. 그러나 콘크리트에 유해한 양의 염화물(통상 1^{m3}의 콘크리트에 대해서는 Cl⁻로서 0.3kg 정도 이상)이 존재하면 콘크리트는 알칼리성이 있어도 철근이 부식된다. 이 결과 부위에 따라 진행속도는 다르나 철근은 서서히 부식하며 처마끝, 처마속, 기둥의 모서리부분, 보의 밑면, 슬래브의 아래면 등의 철근이 먼저 부식·팽창(철이 부식하면 원체적의 2~3배정도가 된다.)하여 콘크리트에 금이 가게 되어 탈락된다.

2) 알칼리골재 반응에 의한 균열

시멘트중의 K₂O, Na₂O 등 알칼리와 골재의 반응성 광물이 반응하여 겔상태의 물질이 생성되고, 체적이 팽창하여 균열을 일으킨다. 균열은 무근콘크리트 및 벽면 등의 경우 망상의 균열이 발생하여 기둥구조물, 특히 원기둥에서는 축방향 철근을 따라 균열이 발생하게

된다. 거대한 응력 등의 경우 상부는 수평방향의 균열이 많이 발생된다. 이것은 긴 방향의 팽창이 구속되고 윗방향에서의 구속이 적기 때문이다. 알칼리 골재 반응을 나타낸 콘크리트의 표면에서는 균열로부터 연한 황토색의 오염물질이 생긴다.

3. 2. 2 균열발생의 원인 및 특징

가. 개 요

콘크리트에 발생한 균열을 적절히 평가하기 위해서는 그 발생원인에 대한 분석이 선행되어야 하는데, 일반적으로 그 원인이 복합적인 경우가 많아 원인 규명이 간단하지 않음은 사실이다. 다만, 콘크리트의 균열발생 원인은 일반적으로 크게 경화하기 전과 후, 그리고 설계 및 시공불량에 의한 것으로 분류되고 있으며 콘크리트 구조체 균열의 발생원인을 Ⅰ) 콘크리트의 재료적 성질에 관련된 사항, Ⅱ) 시공에 관련된 사항, Ⅲ) 외적요인에 관계된 사항, Ⅳ) 하중에 관계된 사항으로 분류할 수 있다.

나. 콘크리트 구조체

【표 3-1】 구조체 균열의 원인과 특징

구 분	균열의 원인	균열의 특징
A. 콘크리트의 재료적 성질에 관련된 사항	1 시멘트의 이상 응결	폭이 크고 짧은 균열이 비교적 빨리 불규칙하게 발생
	2 콘크리트의 침하 및 블리이딩(bleeding)	타설후 1~2시간에서, 철근의 상부와 벽과 상판의 경계등에서 불연속적으로 발생
	3 시멘트의 수화열	단면이 콘크리트에서, 1~2주간 지난후부터 직선상의 균열이 대략 등간격으로 규칙적으로 발생, 표면만의 것과 부재의 관통하는 것이 있다.
	4 시멘트의 이상 팽창	방사형의 그물 모양의 균열
	5 골재에 함유되어 있는 이분	콘크리트 표면의 건조에 따라서 불규칙하게 망상의 균열이 발생
	6 반응성 골재 또는 풍화암의 사용	콘크리트 내부부터 거북이등 모양으로 발생, 다습한 곳에 많다.
	7 콘크리트의 경화건조 수축	2~3개월후 부터 발생하고 차차로 성장, 개구부나 기둥, 보로 둘러싸인 우각부에 경사균열이, 세장한 균열이 상판, 보등에서 등간격으로 수직하게 발생

【표 3-1】 구조체 균열의 원인과 특징(계속)

구 분	균열의 원인	균열의 특징
B. 시공에 관계된 사항	1 혼화제의 불균일한 분산	팽창적인 것과 수축성인 것이 있어 부분적으로 발생
	2 장시간의 비비기	전면에 그물 모양 또는 길이가 짧은 불규칙한 균열이 발생
	3 펌프 압송시의 시멘트량 및 수량의 증가	A2와 A7의 균열이 발생하기 쉬움
	4 타설 순서의 실수	7과 8의 원인이 됨
	5 급속한 타설 속도	9와 A2의 균열이 발생하기 쉬움
	6 불충분한 다짐	표면에 공보가 생기기 쉽고, 균열의 기점이 되기 쉽다.
	7 배근의 이동, 철근의 피복두께 감소	슬래브에서는 주변에 따라 원모양으로 발생 배근, 배관의 표면에 발생
	8 이음 처리의 부정확	이음 부분에서 균열이 생김
	9 거푸집의 변형	거푸집이 움직인 방향으로 평행하게 부분적으로 발생
	10 누수 (거푸집이나 지반으로 부터)	
	11 거푸집의 지지틀의 침하	상판과 보단부 상단 및 중앙부 하단 등에 발생
	12 거푸집의 조기 제거	콘크리트 강도 부족에 의한 균열, A7의 영향도 크게 됨
	13 경화전의 진동과 재하	D의 외력에 의한 균열과 동일
	14 초기 양생중의 급격한 건조	타설직후, 표면의 각 부분에 짧은 균열이 불규칙하게 발생
	15 초기 동해	가느다란 균열, 탈형하면 콘크리트면이 하얗게 됨
C. 외적 요인에 관계된 사항	1 환경온도, 습도의 변화	A7의 균열과 유사. 발생한 균열은 습도 변화에 따라 변동
	2 부재 양면의 온습도차	저온측 또는 저습측의 표면에 휨 방향과 직각으로 발생
	3 동결 융해의 반복	표면이 부풀어 올라서 부슬부슬 떨어지게 됨
	4 동 상	D의 외력에 의한 균열과 같은 상태
	5 내부 철근의 녹	철근을 따라 큰 균열이 발생. 피복 콘크리트가 박락(剝落)하 고 큰 녹이 유출됨
	6 화재·표면 가열	표면 전체에 가느다란 구갑상(龜甲狀)의 균열이 발생
	7 산·염류의 화학작용	표면이 침식되고, 팽창성 물질이 형성되어 전면에 균열이 발 생

【표 3-1】 구조체 균열의 원인과 특징(계속)

구 분	균열의 원인	균열의 특징
D. 하중에 관계된 사항	1 하중 (설계하중 이내의경우)	주로 휨하중에 의해 보나 슬래브의 인장측에 수직 으로 균열이 발생
	2 하중 (설계하중을 초과하는 경 우)	1 또는 3과 같은 형태의 균열이 발생
	3 하중 (주로 지진에 의한 경우)	전단하중에 의해서 기둥, 보, 벽 등에 45° 방향으로 균열이 발생
	4 단면·철근량 부족	1과 2와 같은 형태, 상판과 채양등에서 처진 방 향으로 평행한 균열이 발생
	5 구조물의 부동 침하	45° 방향에 큰 균열이 발생

다. 조적 구조체

【표 3-2】 조적 구조체의 균열 발생원인과 특징

구 분	균열의 원인	균열의 특징
설계상의 미비	기초의 부동침하	기둥과 보를 중심으로 8형으로 균열이 발 생한다.
	건물의 평면, 입면의 불균형 및 벽의 불합리적인 배치	벽량의 불균형 배치로 인한 수평, 수직균열 이 국부적으로 발생
	벽돌 벽의 길이, 높이, 두께와 벽 돌벽체의 강도	조적 벽체에서 시공후 수개월이 경과한 후 벽면에 수평 균열 발생
	문꼴크기의 불합리 및 불균형 배 치	창문틀 주위에 경사방향의 균열발생 및 창 호 모서리 상호간을 연결하는 수평균열 발 생
시공상의 결함	벽돌 및 몰탈의 강도부족, 신축 성에 의한 결함	수평, 수직 균열이 부재 표면에 불규칙하게 발생
	벽돌벽의 부분적 시공결함	부분적으로 집중하여 균열 발생
	이질재료와의 접합부	이질재료와의 수축, 팽창에 대한 신축률 차 이로 시간이 경과함에 따라 수직,수평의 균 열이 발생
외적 요인에 관련된 사항	환경, 온도, 습도의 변화	점진적으로 발생하여 교차벽 및 문틀, 창틀 이 만나는 곳에서 수직, 수평의 균열이 발생
	연속적인 충격 또는 진동	수직, 수평 균열. 변위

3. 2. 3 균열의 허용 폭

『3.2.2. 균열발생의 원인 및 특징』에 나타난 균열원인에 의하여 발생한 균열은 철근콘크리트 부재에 각기 요구되는 성능에 따라 그 허용 균열폭이 달라진다. 일반적인 허용최대 균열폭은 내구성을 고려하는 경우와 구조물의 부식성 및 방수상 필요한 경우로 분류되는데 각 경우에 대한 허용최대 균열 폭은 아래의 표와 같다.

【표 3-3】 우리나라 콘크리트 구조설계기준의 허용 균열폭

강재의 종류		허용 최대 균열폭 (mm)			
		건조 환경	습윤 환경	부식성 환경	고부식성 환경
철 근	건 물	0.4mm	0.3mm	0.004tc	0.0035tc
	기타 구조물	0.006tc	0.005tc		
프리스트레싱 긴장재		0.005tc	0.004tc	-	-

※ 여기서 tc는 최외단 인장철근의 표면과 콘크리트 표면 사이의 콘크리트 최소 피복두께(mm)

【표 3-4】 미국 ACI 설계기준의 허용 균열폭

조 건	허용 최대 균열폭 (mm)
건조한 외기 또는 보호막이 있는 경우	0.41
습한 외기 또는 지중	0.33
재비용 화학 혼합제 사용시	0.18
해수 및 건습이 교차되는 경우	0.15
수조 구조물	0.13 ~ 0.25

【표 3-5】 CEB-FIP Model Code의 허용 균열폭

노출등급	철근콘크리트	프리스트레스 콘크리트	
		Post-tension	Pre-tension
1	-	0.2mm	0.2mm
2	0.3mm	0.2mm	인장 허용없음
3, 4	0.3mm	인장을 허용하지 않으나, 허용할 경우 0.2mm	

※ 노출등급 기준

노출등급		환경 조건
1	건조환경	·일반적인 주거 또는 사무실 건물의 내부
2	습윤환경 동결되지 않은 경우	·습도가 높은 지역의 건물내부 ·건물 외부 부재 ·유해성이 없는 흙 또는 물에 접촉되는 부재
	동결되는 경우	·동결에 노출되어 있는 외부 벽체 ·유해성이 없는 흙 또는 물에 접촉되면서 동결되는 환경 ·습도가 높고 서리에 노출되어 있는 내·외 부재
3	서리, 제빙제가 있는 환경	·동결과 제빙제에 노출되어 있는 내·외 부재
4	해수환경 동결되지 않은 경우	·부분적으로 해수에 잠기거나 해수가 튀기는 지역 ·염분으로 포화된 공기를 갖는 환경(해안지역)
	동결되는 경우	·부분적으로 해수에 잠기거나 해수가 튀기는 지역으로 동결되는 지역 ·염분으로 포화된 공기 환경으로 동결되는 지역

상기의 허용균열폭은 세계각국에서 주로 내구성에서 정한 허용균열폭에 대한 규정이며, 이에 의하면 구조물의 종류나 환경등의 조건으로 허용균열폭에는 다수 큰 차이가 있음을 알 수 있다.

3. 3 외관조사

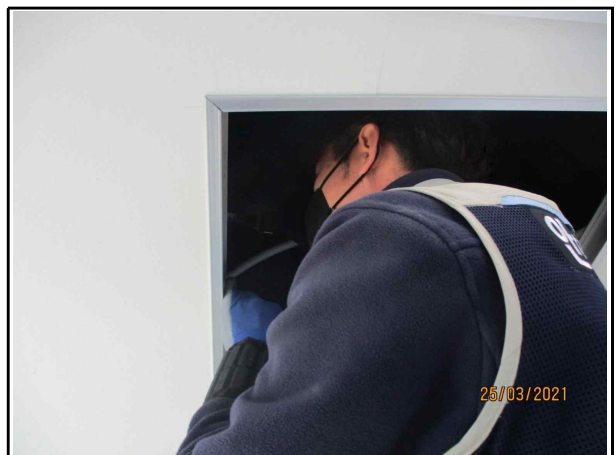
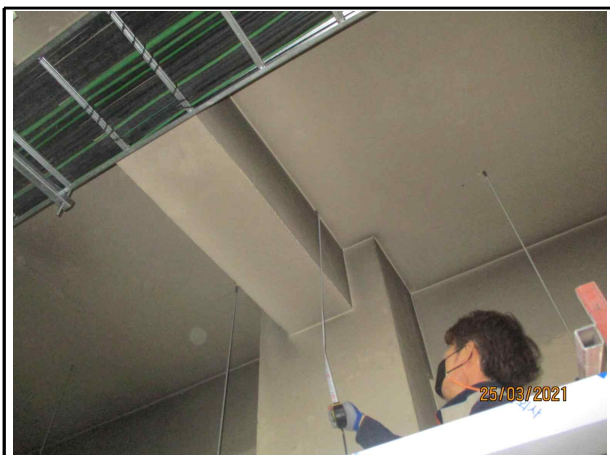
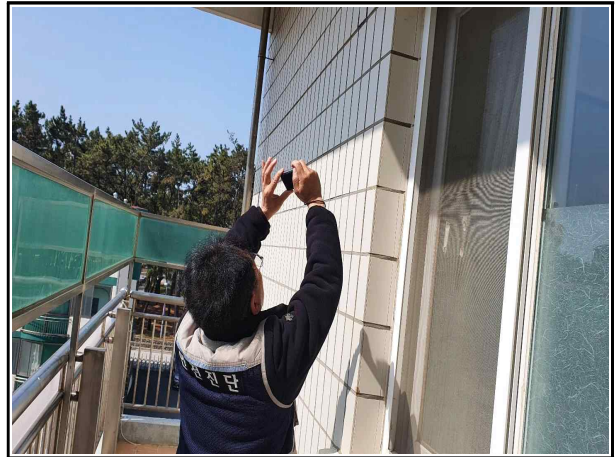
본 정밀점검 건축물에 대한 정밀육안조사는 예비조사 내용 분석 결과를 기초로 하여 수립한 세부계획에 의하여 다음과 같이 실시하였으며, 진단 대상건물의 정밀육안조사 대상부위는 각 층별 내·외부 구조체 및 비구조체의 손상현황, 마감재의 노후화 등에 대하여 조사 가능한 부위를 육안조사 및 간단한 점검 기구를 통하여 조사를 실시하였다.

【표 3-6】 정밀육안조사 대상 및 범위

조 사 항 목	조 사 내 용	내 부	외 부	비 고
균열현황	균열의 발생 부위와 폭, 길이, 형태 등 조사	○	○	육안검사
누수현황	현재진행 현황 및 누수흔적에 대한 조사	○	○	육안검사
철근노출 및 부식상태	부재 및 노출정도와 부식여부	○	○	육안검사
기타결함 사항	재료분리, 박리, 박락, 백화 등	○	○	육안검사
부동침하상태	지반침하 등에 관한사항	○		AUTO LEVEL 검사
	지반침하 등에 관한사항		○	육안검사

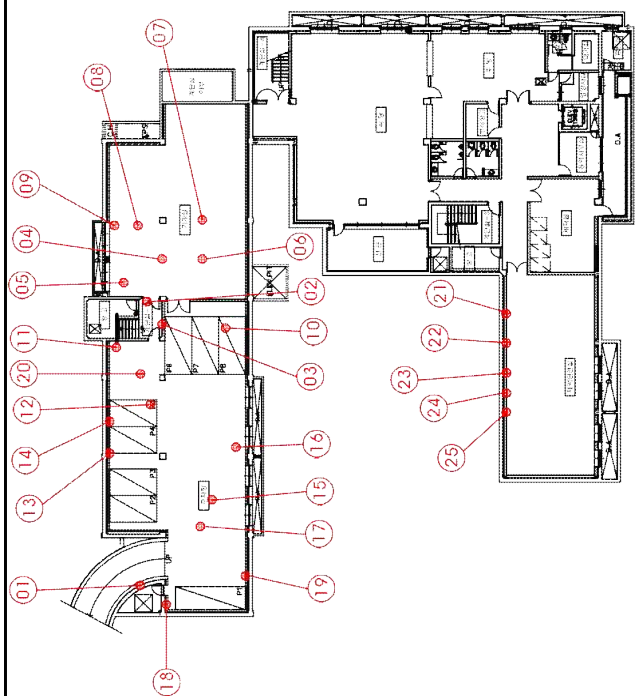
- ① 본 정밀육안조사는 현장조사, 자료수집 및 분석을 통하여 얻은 결과를 종합·정리하여 진단의 분석 및 평가의 기초자료로 삼았다.
- ② 정밀육안조사는 각 시설물의 전체적인 변형여부와 외형상 나타나는 구조물의 노후와 여부 및 정도를 육안검사의 실측을 통하여 도면에 표시하고 분석·평가하였다.
- ③ 정밀육안조사는 육안 관찰을 위주로 실시하였으며, 필요한 경우에는 확대경, 줄자 등을 이용하여 손상의 위치, 유형, 크기 등을 측정하여 기록하였다.
- ④ 구조체에 발생한 손상은 종류와 위치를 파악하는데 용이하도록 층별 및 부재 별로 구분하여 균열 및 손상 현황도를 작성하였다.
- ⑤ 각 항목별 정밀육안조사결과는 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토교통부, 한국시설안전공단)”의 평가기준에 근거하여 구조물에 발생한 손상정도에 따라 등급 a~e의 5단계로 구분하여 내구성 평가 시 참조하였다.

3. 3. 1 외관조사 전경



3. 3. 2 손상현황 LIST

No.	유형 및 손상	폭 (mm)	깊이 (mm)	개수	시공 번호	구조제 여부	진행 여부	결정 유형
01	벽체 수평균열	0.2	3,200	EA 1	1	구조제	있음	보수
02	벽체 수직균열	0.3	500	1		비구조제	있음	보수
03	벽체 수직균열	0.3	2,000	2		비구조제	없음	보수
04	보 보강상태	-	-	-	2	구조제	있음	보수
05	보 보강상태	-	-	-	3	구조제	있음	보수
06	보 하부 철근노출	-	-	-		구조제	있음	보수
07	보 하부 철근노출	-	-	-	4	구조제	있음	보수
08	보 하부 철근노출	-	-	-		구조제	있음	보수
09	상부 슬래브 균열	0.3	1,400	1		구조제	있음	보수
10	상부 슬래브 누수흔적	0.3	2,000	1		구조제	있음	③
11	상부 마감재 누수흔적	1,000	1,200	1		비구조제	있음	③
12	상부 보 재료분리	300	400	1	5	구조제	있음	보수
13	벽체 수직균열	0.5	2,500	1		비구조제	있음	②
14	벽체 수직균열	0.3	2,000	1		비구조제	있음	②
15	상부 슬래브 균열 및 누수흔적	0.3	3,500	1	6	구조제	있음	③
16	상부 슬래브 균열 및 누수흔적	0.3	5,500	1		구조제	있음	보수
17	상부 슬래브 균열 및 누수흔적	0.3	1,200	1		구조제	있음	③
18	벽체 수평균열	0.3	1,100	1		비구조제	있음	②
19	벽체 수직균열	0.3	2,800	1		비구조제	있음	②
20	벽체 도장박리	100	1,800	1		비구조제	없음	보수
21	벽체 수직균열	0.3	2,000	1		비구조제	있음	②
22	기둥+벽체 접합부 이격	0.5	2,500	1		비구조제	있음	④
23	벽체 수직균열	0.3	1,500	1		비구조제	없음	②
24	벽체 경사균열	0.2	1,200	1	7	비구조제	있음	②
25	벽체 수직균열	0.3	1,500	1		비구조제	있음	②



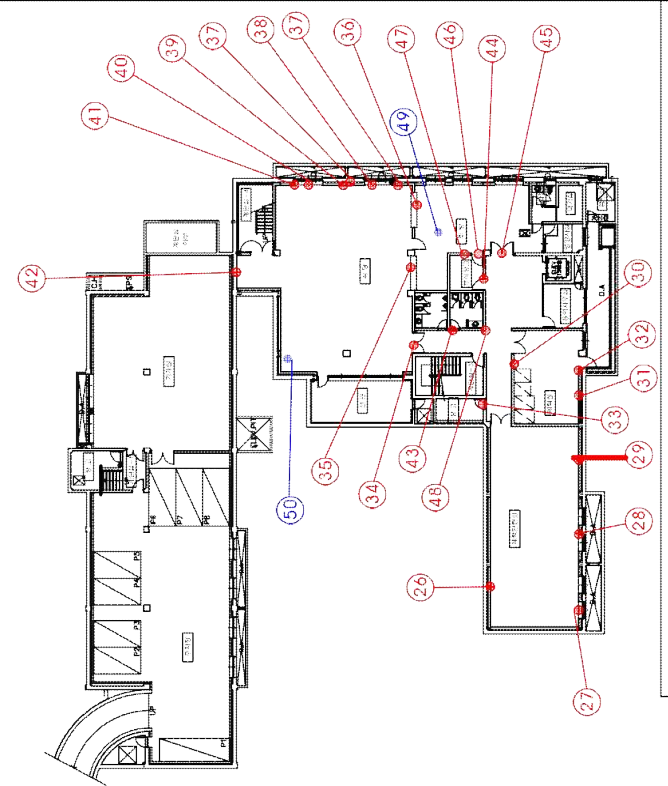
No.	손상 종류	손상현황별 발생원인
①	구조제 균열(슬래브, 보, 벽체)	재료의 온도변화에 의한 건조수축
②	비구조제 균열(조적, 블록 등)	재료 온도변화에 의한 건조수축, 응력집중, 미장면 부하역 차이
③	누수, 누수흔적, 박태	누수, 누수흔적: 균열부에 우수 등 침투 박태: 누수원 인하여 콘크리트 내부의 석회 침투물의 용해되어 퇴적
④	접합부 이격	이진재의 건조수축 차이
⑤	콘크리트 박락	외부 충격, 철근 부식으로 인한 부피 팽창 등으로 발생
⑥	흙근노출	철근 피복두께 미달로, 콘크리트의 탄성률 등으로 인한 철근부식 발생
⑦	도장 박리, 박락	습윤상태 및 부차원 사후관리 발생

SUBJECT : 지하1층 현황조사

PROJECT : 학생교육원 대천임해 - 별관동 정밀점검

(주)우진구조안전진단이앤씨

No	유형 및 명칭	폭 (mm)	높이 (mm)	개소	사진 번호	구조체 여부	진행 여부	결함 유형
26	벽체 경사균열	0.3	1,200	1		비구조체	없음	②
27	벽체 수직균열 및 경사균열	0.3	2,700	1		비구조체	없음	②
28	벽체 수직균열	0.4	1,700	1	8	비구조체	없음	②
29	벽체 경사균열	0.4	700	1		비구조체	없음	②
30	벽체 경사균열	0.2	800	2		비구조체	없음	②
31	벽체 수평균열	0.2	2,000	1		구조체	없음	①
32	벽체 수직균열	0.3	700	1		구조체	없음	①
33	벽체 수직균열	0.2	700	4		비구조체	없음	②
34	벽체 수직균열	0.2	700	4		비구조체	없음	②
35	벽체 수직균열	0.3	600	1		비구조체	없음	②
36	벽체 수직균열	0.4	600	1	9	비구조체	없음	②
37	벽체 집합부 부위 균열	0.4	1,700	2		비구조체	없음	④
38	벽체 타일 균열	-	-	4		비구조체	없음	②
39	벽체 타일 균열	-	-	5		비구조체	없음	②
40	벽체 타일 균열	-	-	6	10	비구조체	없음	②
41	벽체 수직균열	0.4	300	1		비구조체	없음	②
42	벽체 수평균열	0.2	3,500	1		구조체	없음	①
43	벽체 타일 균열	-	-	2		비구조체	없음	②
44	벽체 경사균열	0.3	1,000	1		비구조체	없음	②
45	벽체 수직균열	0.3	1,000	1		비구조체	없음	보수
46	벽체 수직균열	0.2	500	1		비구조체	없음	②
47	벽체 타일 균열	-	-	2		비구조체	없음	②
48	벽 미장 경사균열	0.2	250	2		비구조체	없음	②
49	천장 마감재 파손(진체)	2.100	3.600	-	11	비구조체	없음	-
50	집합부 이격	0.3	3,000	2		비구조체	없음	②



△ 손상현황별 발생원인

No.	손상 종류	손상원인별 발생원인
①	구조체 균열(층라브, 보, 벽체)	재료의 온도변화에 의한 건조수축
②	비구조체 균열(조적, 불물 등)	재료 온도변화에 의한 건조수축, 응력집중, 미장면 부착력 저하
③	누수, 누수흔적, 벽타	누수, 누수흔적: 균열부에 우수 등 침투 벽타: 누수로 인하여 콘크리트 내부의 석회 화합물의 용해되어 회주
④	진단부 이격	이진재의 건조수축 차이
⑤	콘크리트 박락	외부 충격, 철근 부식으로 인한 부피 팽창 등으로 발생
⑥	층근 노출	철근 피복층에 미박락, 콘크리트의 탄산의 침투 등으로 인한 철근부식 발생
⑦	도장 박리, 벽크	습윤상태 및 부착력 저하로 발생

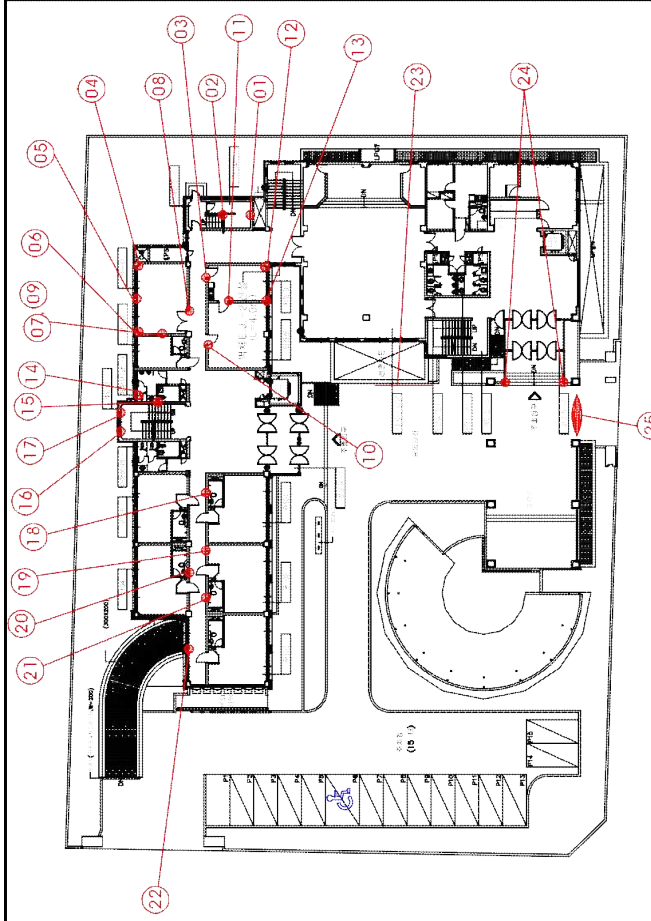
SUBJECT : 지하1층 현황조사

PROJECT : 학생교육원 대천임해 - 별관동 정밀점검

(주)우진구조안전진단이앤씨

No	유형 및 명칭	폭 (mm)	깊이 (mm)	개소	사진 번호	구조체 여부	진행 여부	결함 유형																								
51	벽체 수직균열	0.2	1,500	FA	1	비구조체	없음	②																								
52	바닥균열	0.4	6,000		1	비구조체	없음	②																								
53	벽체 수직균열	0.45	3,000		6, 12	구조체	없음	①																								
54	상단 보 집단균열	0.1	350		8	구조체	없음	①																								
<p>△ 손상현황변 발생원인</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>손상 종류</th> <th>손상원인범 발생원인</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>구조체 균열(슬라브, 보, 벽체)</td> <td>재료의 온도변화에 의한 건조수축</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>비구조체 균열(조적, 불룩 등)</td> <td>재료 온도변화에 의한 건조수축, 응력집중, 미양면 부착력 저하</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>누수, 누수흔적, 벽타</td> <td>누수, 누수흔적: 관경부에 우수 등 침투 벽타: 누수로 인하여 콘크리트 내부의 석회 화합물의 용해되어 퇴적</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>잔상물 이격</td> <td>이전재의 건조수축 차이</td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td>콘크리트 박락</td> <td>외부 충격, 철근 부식으로 인한 부피 팽창 등으로 발생</td> </tr> <tr> <td>⑥</td> <td>상단 보 돌출</td> <td>상관 피복등에 미확보, 콘크리트의 탄성과 전위 등으로 인한 철근부식 발생</td> </tr> <tr> <td>⑦</td> <td>도장 박리, 벽막</td> <td>습윤상태 및 부착력 저하로 발생</td> </tr> </tbody> </table>									No.	손상 종류	손상원인범 발생원인	①	구조체 균열(슬라브, 보, 벽체)	재료의 온도변화에 의한 건조수축	②	비구조체 균열(조적, 불룩 등)	재료 온도변화에 의한 건조수축, 응력집중, 미양면 부착력 저하	③	누수, 누수흔적, 벽타	누수, 누수흔적: 관경부에 우수 등 침투 벽타: 누수로 인하여 콘크리트 내부의 석회 화합물의 용해되어 퇴적	④	잔상물 이격	이전재의 건조수축 차이	⑤	콘크리트 박락	외부 충격, 철근 부식으로 인한 부피 팽창 등으로 발생	⑥	상단 보 돌출	상관 피복등에 미확보, 콘크리트의 탄성과 전위 등으로 인한 철근부식 발생	⑦	도장 박리, 벽막	습윤상태 및 부착력 저하로 발생
No.	손상 종류	손상원인범 발생원인																														
①	구조체 균열(슬라브, 보, 벽체)	재료의 온도변화에 의한 건조수축																														
②	비구조체 균열(조적, 불룩 등)	재료 온도변화에 의한 건조수축, 응력집중, 미양면 부착력 저하																														
③	누수, 누수흔적, 벽타	누수, 누수흔적: 관경부에 우수 등 침투 벽타: 누수로 인하여 콘크리트 내부의 석회 화합물의 용해되어 퇴적																														
④	잔상물 이격	이전재의 건조수축 차이																														
⑤	콘크리트 박락	외부 충격, 철근 부식으로 인한 부피 팽창 등으로 발생																														
⑥	상단 보 돌출	상관 피복등에 미확보, 콘크리트의 탄성과 전위 등으로 인한 철근부식 발생																														
⑦	도장 박리, 벽막	습윤상태 및 부착력 저하로 발생																														
(주)우진구조안전진단이앤씨				PROJECT : 학생교육원 대천임해 - 별관동 정밀점검				SUBJECT : 지하1층 현황조사																								

No	유형 및 명칭	폭 (mm)	깊이 (mm)	개소	사진 번호	구조체 여부	진행 여부	결함 유형
01	벽체 수직균열	0.3	3,300	FA	13	구조체	있음	보수
02	슬래브+벽체 접합부이격	2.0	3,700			비구조체	있음	보수
03	벽체 경사균열	0.3	500			비구조체	있음	보수
04	벽체 수직균열	0.3	1,200		14	비구조체	있음	보수
05	벽체 수직, 경사균열	0.3	7,200			비구조체	있음	보수
06	기둥 접합부 부위 균열	0.4	3,600			비구조체	있음	보수
07	벽체 수직균열	0.2	1,000			비구조체	있음	보수
08	벽체 수직균열	0.3	500			비구조체	있음	보수
09	벽체 경사균열	0.3	1,000			비구조체	있음	②
10	벽체 경사균열	0.3	500			비구조체	있음	②
11	벽체 수직균열	0.3	2,700			비구조체	있음	②
12	벽체 접합부 부위 이격	4.0	2,500			비구조체	있음	④
13	벽체 접합부 부위 이격	4.0	2,500		15	비구조체	있음	④
14	벽체 타일 균열	-	-		6	비구조체	있음	보수
15	벽체 접합부이격	2.0	1,800			비구조체	있음	보수
16	벽체 경사균열	0.3	600			비구조체	있음	보수
17	벽체 경사균열	0.3	900			비구조체	있음	보수
18	벽체 수직균열 및 수평균열	0.3	5,200			비구조체	있음	보수
19	벽체 수직균열	0.3	2,100			비구조체	있음	②
20	벽체 수직균열	0.3	2,100			비구조체	있음	보수
21	벽체 수직균열 및 수평균열	0.3	8,800			비구조체	있음	②
22	벽체 수직균열	0.3	600		16	비구조체	있음	②
23	바닥 접합부이격	6.0	4,400		17	비구조체	있음	보수
24	계단벽 및 마감재 파손	800	2,200	2		비구조체	있음	보수
25	지반침하	1,800	8,500	1	18	비구조체	있음	보수

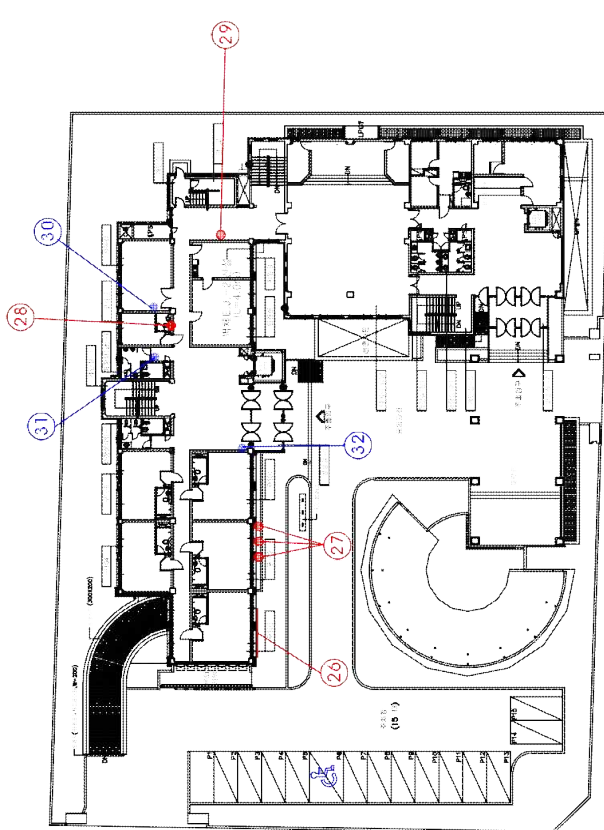


△ 손상현황별 발생원인

No.	손상 종류	손상원인별 발생원인
①	구조체 균열(슬래브, 보, 벽체)	재료의 온도변화에 의한 건조수축
②	비구조체 균열(조적, 불물 등)	재료 온도변화에 의한 건조수축, 응력집중, 미장면 부채력 저하
③	누수, 누수흔적, 벽타	누수, 누수흔적: 균열부에 우수 등 침투 벽타: 누수로 인하여 콘크리트 내부의 석회 화합물의 용해되어 회주
④	진압부 이격	이진계의 건조수축 차이
⑤	콘크리트 박락	외부 충격, 철근 부식으로 인한 부피 팽창 등으로 발생
⑥	철근 노출	철근 피복층에 미라보, 콘크리트의 탄산화 작용 등으로 인한 철근부식 발생
⑦	도장 박리, 벽면	습윤상태 및 부채력 저하로 발생

(주)우진구조안전진단이앤씨 PROJECT : 학생교육원 대천임해 - 별관동 정밀점검 SUBJECT : 지상1층 현황조사

No	유형 및 명상	폭 (mm)	깊이 (mm)	개소	사진 번호	구조체 여부	진장 여부	결감 유형
26	바닥 접합부이격	4.0	2,200	EA 1	19	비구조체	없음	보수
27	상부 슬래브 철근 노출 및 콘크리트 박락	200	300	3	20	구조체	있음	⑤
28	상부 보 균열	0.2	500	1	21	구조체	없음	①
29	상부 슬래브 콘크리트 박락	300	400	1	22	구조체	있음	⑤
30	천장 누수문질	600	1,000	1	23	비구조체	있음	③
31	벽체 검시균열	0.2	1,200	1		비구조체	없음	②
32	접합부 이격	0.4	3,500	1	24	비구조체	없음	②



No.	손상 종류	손상원인
①	구조체 균열(슬래브, 보, 벽체)	재료의 온도변화에 의한 건조수축
②	비구조체 균열(조적, 불철물 등)	재료 온도변화에 의한 건조수축, 응력집중, 미응면 부착력 저하
③	누수, 누수문질, 바닥	누수, 누수문질: 균열부에 우수 등 침투 벽태: 누수로 인하여 콘크리트 내부의 석회 화합물의 용해되어 회주
④	천장부 이격	이진재의 건조수축 차이
⑤	콘크리트 박락	외부 충격, 철근 부식으로 인한 부피 팽창 등으로 발생
⑥	철근 노출	철근 피복층에 미박락, 콘크리트의 탄산의 침투 등으로 인한 철근부식 발생
⑦	도장 박리, 벽면	습윤상태 및 부착력 저하로 발생

△ 손상현황범 발생원인

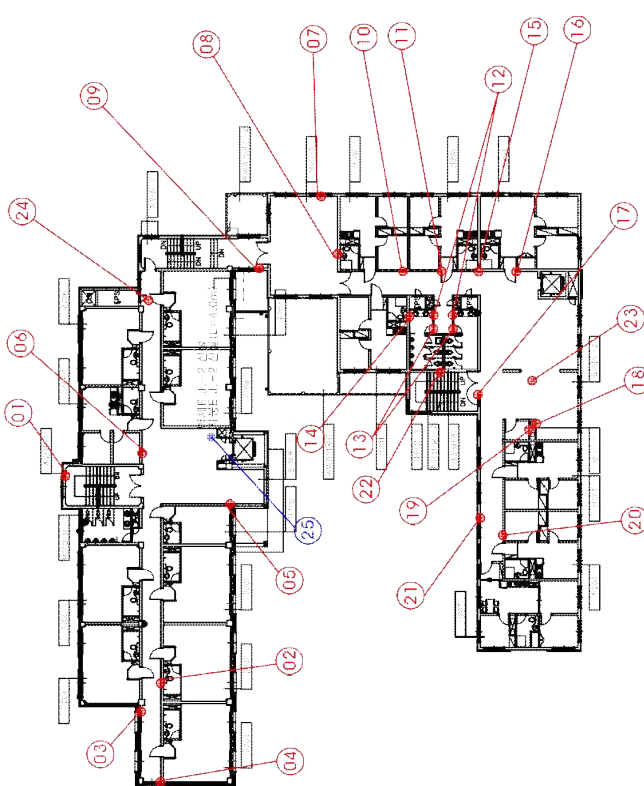
손상원인범 발생원인

SUBJECT : 지상1층 현황조사

PROJECT : 학생교육원 대천임해 - 별관동 정밀점검

(주)우진구조안전진단이앤씨

No	유형 및 명칭	폭 (mm)	깊이 (mm)	개소	사진 번호	구조체 여부	진행 여부	결함 유형
01	벽체 경사균열	0.3	500	EA 1		구조체	있음	보수
02	벽체 수직균열 및 수평균열	0.3	3,900	1		비구조체	있음	②
03	벽체 수직균열	0.3	900	1		비구조체	있음	보수
04	벽체 수직균열	0.3	700	1 25		비구조체	있음	보수
05	벽체 경사균열	0.3	2,100	1		비구조체	있음	보수
06	벽체 수직균열 및 수평균열	0.3	2,200	1		비구조체	있음	보수
07	벽체 수직균열	0.3	1,000	1		구조체	있음	①
08	벽체 경사균열	0.3	900	1		비구조체	있음	보수
09	벽체 경사균열	0.3	300	1		비구조체	있음	보수
10	벽체 수직균열	0.3	2,200	1		비구조체	있음	보수
11	벽체 수직균열	0.3	400	1		비구조체	있음	보수
12	벽체 수평균열	0.2	800	1 26		비구조체	있음	보수
13	벽체 경사균열	0.3	1,200	2		비구조체	있음	보수
14	벽체 틈임 균열	-	-	2		비구조체	있음	보수
15	벽체 수직균열	0.3	2,400	1		비구조체	있음	보수
16	벽체 수직균열	0.3	400	1		비구조체	있음	보수
17	벽체 수직균열	0.3	1,200	1		비구조체	있음	보수
18	벽체 수직균열	0.3	2,500	1		비구조체	있음	보수
19	벽체 수평균열	0.3	1,800	1		비구조체	있음	②
20	벽체 경사균열	0.3	1,000	1		비구조체	있음	보수
21	벽체 수직균열	0.3	1,200	1		비구조체	있음	보수
22	벽체 수직균열	0.3	1,100	1 27		구조체	있음	보수
23	상부 보 균열	0.1	200	1		구조체	있음	①
24	상부 슬래브 콘크리트 박락	200	200	1		구조체	있음	⑤
25	벽체 경사균열	0.3	200	1		비구조체	있음	②



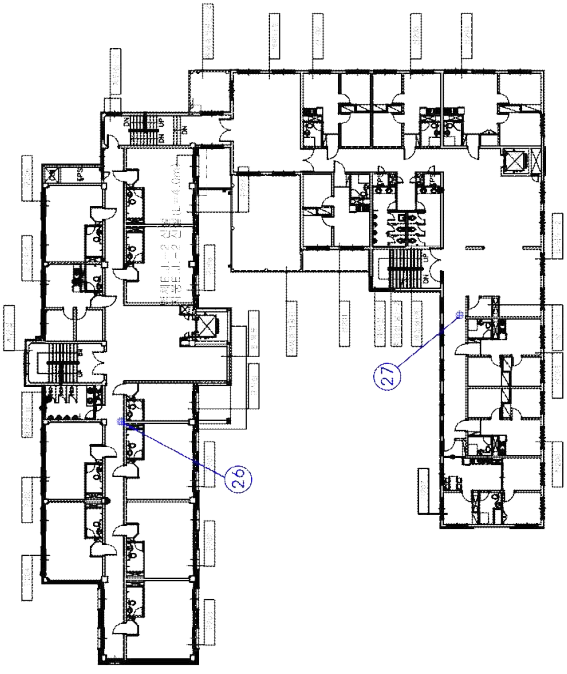
△ 손상현황별 발생원인

No.	손상 종류	손상원인별 발생원인
①	구조체 균열(층라브 보, 벽체)	재료의 온도변화에 의한 건조수축
②	비구조체 균열(조적, 불물 등)	재료 온도변화에 의한 건조수축, 응력집중, 미장면 부삭력 저하
③	누수 누수흔적, 벽타	누수, 누수흔적; 균열부에 우수 등 침투 벽타: 누수로 인하여 콘크리트 내부의 석회 화합물의 용해되어 회주
④	진압부 이면	이진계의 건조수축 차이
⑤	콘크리트 박락	외부 충격, 철근 부식으로 인한 부피 팽창 등으로 발생
⑥	층근 노출	층근 피복층에 미량보, 콘크리트의 탄산화 작용으로 인한 철근부식 발생
⑦	도장 박리, 벽면	습윤상태 및 부삭력 저하로 발생

(주)우진구조안전진단이앤씨

PROJECT : 학생교육원 대천임해 - 별관동 정밀점검

SUBJECT : 지상2층 현황조사

No	유형 및 명칭	폭 (mm)	깊이 (mm)	개소	사진 번호	구조체 여부	진장 여부	결함 유형
26	벽체 수직균열	0.1	3,000	EA 3	28	비구조체	없음	②
27	벽체 수직균열	0.2	2,500	1		비구조체	없음	②
								
<p>△ 손상현황범 발생원인</p> <p>손상원인범 발생원인</p>								
No.	손상 종류							
①	구조체 균열(층래브, 보, 벽체)	재료의 온도변화에 의한 건조수축						
②	비구조체 균열(조적, 불물 등)	재료 온도변화에 의한 건조수축, 응력집중, 미장면 부착력 저하						
③	누수 누수흔적, 벽타	누수, 누수흔적; 균열부에 우수 등 침투 벽타: 누수로 인하여 콘크리트 내부의 석회 화합물의 용해되어 회주						
④	진압부 이격	이진재의 건조수축 차이						
⑤	콘크리트 박락	외부 충격, 철근 부식으로 인한 부피 팽창 등으로 발생						
⑥	철근 노출	철근 피복층에 미확보, 콘크리트의 탄산의 침투 등으로 인한 철근부식 발생						
⑦	도장 박리, 벗김	습윤상태 및 부착력 저하로 발생						

SUBJECT : 지상2층 현황조사

PROJECT : 학생교육원 대천임해 - 별관동 정밀점검

(주)우진구조안전진단이앤씨

No	유형 및 명칭	폭 (mm)	깊이 (mm)	개소	사진 번호	구조체 여부	진행 여부	결함 유형
01	벽체 수직균열 및 수평균열	0.3	8,500	EA 1	29	구조체	있음	보수
02	벽체 수직균열	0.2	700	2		비구조체	있음	보수
03	벽체 타일균열	-	-	4		비구조체	없음	②
04	벽체 수평균열 및 누수흔적	0.3	2,700	1		구조체	있음	③
05	벽체 경사균열	0.3	1,400	1		비구조체	있음	보수
06	벽체 수직균열	0.3	2,400	1		비구조체	없음	보수
07	벽체 수직균열	0.3	300	1		비구조체	있음	보수
08	벽체 경사균열	0.3	700	1		비구조체	있음	보수
09	상부 슬래브 균열	0.3	1,200	1	30	구조체	있음	보수
10	벽체 균열 및 누수흔적	100	600	1		비구조체	있음	보수
11	벽체 수평균열	0.2	100	1		비구조체	없음	보수
12	천장 마감재 누수흔적	300	400	1	31	비구조체	있음	③
13	벽체 경사균열	0.3	600	1		구조체	있음	보수
14	벽체 경사균열	0.3	2,500	1		비구조체	없음	②
15	벽체 타일균열	-	-	3	32	비구조체	있음	보수
16	벽체 수직균열	0.2	2,500	1		비구조체	없음	보수
17	벽체 수직균열	0.3	2,200	1		비구조체	없음	보수
18	외벽 도장 박리	200	200	54	33	비구조체	있음	보수
19	상부 슬래브 균열 및 누수흔적	0.2	400	1	34	구조체	있음	③
20	벽체 수평균열	0.2	500	1		비구조체	없음	②
21	벽체 수평균열	0.1	3,000	1	35	비구조체	없음	②
22	벽체 경사균열	0.1	1,500	1		비구조체	있음	②

△ 손상현황별 발생원인

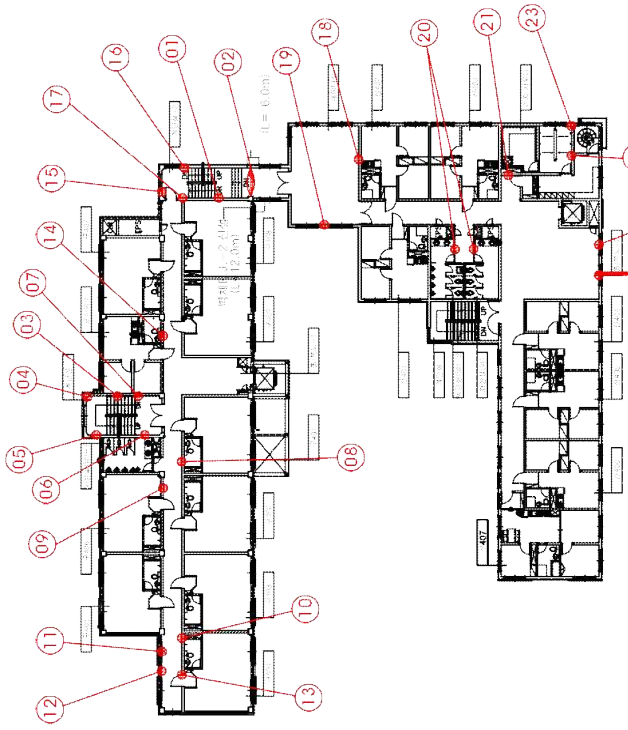
No.	손상 종류	손상원인별 발생원인
①	구조체 균열(슬래브, 보, 벽체)	재료의 온도변화에 의한 건조수축
②	비구조체 균열(조적, 불물 등)	재료 온도변화에 의한 건조수축, 응력집중, 미장면 부착력 저하
③	누수, 누수흔적, 벽타	누수, 누수흔적: 균열부에 우수 등 침투 벽타: 누수원 인하여 콘크리트 내부의 석회 화합물의 용해되어 회주
④	천장부 이력	이천재의 건조수축 차이
⑤	콘크리트 박락	외부 충격, 철근 부식으로 인한 부피 팽창 등으로 발생
⑥	층근 노출	층근 피복층에 미라보, 콘크리트의 탄산화 작용 등으로 인한 철근부식 발생
⑦	도장 박리, 벽크	습윤상태 및 부착력 저하로 발생

SUBJECT : 지상3층 현황조사

PROJECT : 학생교육원 대천임해 - 별관동 정밀점검

(주)우진구조안전진단이앤씨

No	유형 및 명칭	폭 (mm)	깊이 (mm)	개소	사진 번호	구조체 여부	진장 여부	결함 유형
01	벽체 수평균열 및 박락	0.3	3,400	EA 1	36	구조체	있음	보수
02	EJ 전경 마감재 누수 흔적	500	2,600	1	37	비구조체	있음	③
03	벽체 수직균열 및 수평균열	0.3	5,600	1		구조체	있음	보수
04	벽체 수직균열 및 수평균열	0.3	4,200	1		구조체	있음	보수
05	벽체 수평균열	0.2	1,600	1	38	구조체	있음	보수
06	벽체 수직균열	0.3	900	1		구조체	있음	보수
07	벽체 수직균열	0.3	1,200	1		구조체	있음	보수
08	벽체 수직균열 및 수평균열	0.2	5,200	1		비구조체	있음	②
09	벽체 수평균열	0.2	1,100	1		비구조체	있음	보수
10	벽체 수직균열 및 수평균열	0.3	2,900	1	39	비구조체	있음	보수
11	벽체 수평균열	0.2	600	1		비구조체	있음	보수
12	벽체 수평균열	0.2	1,300	1		비구조체	있음	②
13	벽체 수평균열	0.3	2,200	1		비구조체	있음	보수
14	벽체 수평균열	0.3	900	1		비구조체	있음	보수
15	벽체 경사균열	0.3	1,000	1		비구조체	있음	보수
16	벽체 누수 흔적 및 도장 박리	600	1,400	1	40	구조체	있음	보수
17	벽체 수직균열	0.3	1,100	1		구조체	있음	보수
18	벽체 경사균열	0.3	2,600	2		비구조체	있음	보수
19	벽체 경사균열	0.3	900	1		비구조체	있음	보수
20	벽체 수평균열	0.2	1,300	2		비구조체	있음	보수
21	벽체 수평균열	0.3	1,100	1		비구조체	있음	보수
22	벽체 타일균열	-	-	7 41		비구조체	있음	②
23	벽체 타일균열	-	-	7		비구조체	있음	②
24	벽체 수직균열	0.3	1,300	1		비구조체	있음	②
25	벽체 수직균열	0.3	1,300	1		비구조체	있음	보수



- △ 손상현황범 발생원인
- | | | |
|-----|--------------------|----------------------------------------------------------------|
| No. | 손상 종류 | 손상원인범 발생원인 |
| ① | 구조체 균열(층라브, 보, 벽체) | 재료의 온도변화에 의한 건조수축 |
| ② | 비구조체 균열(조적, 불물 등) | 재료 온도변화에 의한 건조수축, 응력집중, 미장면 부차력 저하 |
| ③ | 누수 누수흔적, 박타 | 누수, 누수흔적: 균열부에 우수 등 침투
박타: 누수로 인하여 콘크리트 내부의 석회 화합물의 용해되어 회주 |
| ④ | 전단부 이격 | 이진재의 건조수축 차이 |
| ⑤ | 콘크리트 박락 | 외부 충격, 철근 부식으로 인한 부피 팽창 등으로 발생 |
| ⑥ | 층근 노출 | 철근 피복층에 미라보, 콘크리트의 탄산화 진행 등으로 인한 철근부식 발생 |
| ⑦ | 도장 박리, 박막 | 습윤상태 및 부차력 저하로 발생 |

(주)우진구조안전진단이앤씨 PROJECT : 학생교육원 대천임해 - 별관동 정밀점검 SUBJECT : 지상4층 현황조사

No	유형 및 용량	폭 (mm)	깊이 (mm)	개소	사진 번호	구조체 여부	진행 여부	결과
26	벽체 수직관열	0.3	1,100	1		비구조체	없음	보수
27	벽체 경사관열	0.2	2,400	1		구조체	없음	보수
28	벽체 경사관열	0.3	3,800	1	42	구조체	없음	보수
29	벽체 수직관열	0.3	1,300	1		비구조체	없음	보수
30	벽체 경사관열	1.0	1,100	1		비구조체	없음	②
31	상부 슬래브 집합부 부위 누수용적	-	-	1	43	구조체	없음	③
32	벽체 경사관열	0.2	600	1		비구조체	없음	②
33	벽체 타일관열	250	250	1	44	비구조체	있음	②
34	벽체 누수	1,000	1,200	1		비구조체	없음	③
35	벽체 수직관열	0.1	1,100	1	45	비구조체	없음	②

△ 손상현황별 발생원인

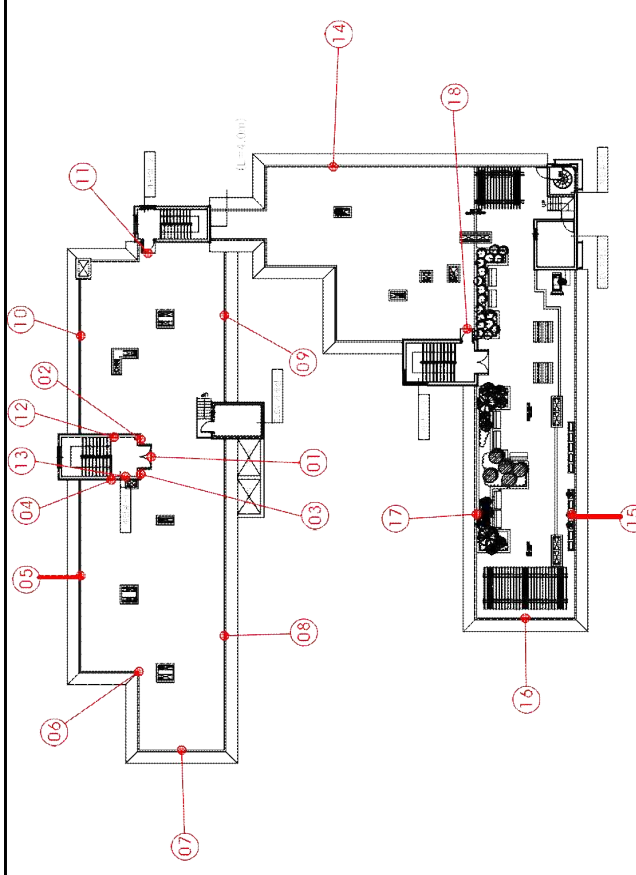
No.	손상 종류	손상원인별 발생원인
①	구조체 균열(슬래브, 보, 벽체)	재료의 온도변화에 의한 건조수축
②	비구조체 균열(조적, 불록 등)	재료 온도변화에 의한 건조수축, 응력집중, 미양면 부착력 저하
③	누수, 누수용적, 벽타	누수, 누수용적: 관영부에 우수 등 침투 벽타: 누수로 인하여 콘크리트 내부의 석회 화합물의 용해되어 퇴적
④	집합부 이격	이진재의 건조수축 차이
⑤	콘크리트 박락	외부 충격, 철근 부식으로 인한 부피 팽창 등으로 발생
⑥	철근 노출	철근 피복두께 미확보, 콘크리트의 탄성과 전위율 등으로 인한 철근부식 발생
⑦	도장 박리, 벽막	습윤상태 및 부착력 저하로 발생

SUBJECT : 지상4층 현황조사

PROJECT : 학생교육원 대천임해 - 별관동 정밀점검

(주)우진구조안전진단이앤씨

No	유형 및 용량	폭 (mm)	깊이 (mm)	개소	사진 번호	구조체 여부	진행 여부	결함 유형
01	캐노피 미장균열	2.0	2,400	1	46	구조체	있음	보수
02	벽체 접합부 부위 이격	0.3	1,200	1		비구조체	있음	보수
03	벽체 접합부 부위 이격	0.3	1,200	1		비구조체	있음	보수
04	벽체 접합부 부위 이격	0.3	3,800	1		비구조체	있음	보수
05	조각 벽체 줄눈 박락	10.0	12,000	1	47	비구조체	있음	보수
06	패러넬 미장박락	100	300	1		비구조체	있음	보수
07	조각 벽체 줄눈 박락	10.0	7,500	1		비구조체	있음	보수
08	조각 벽체 줄눈 박락	10.0	21,000	1		비구조체	있음	보수
09	조각 벽체 줄눈 박락	5.0	10,000	1		비구조체	있음	보수
10	조각 벽체 줄눈 박락	5.0	11,000	1		비구조체	있음	보수
11	캐노피 미장균열	2.0	3,800	1		비구조체	있음	보수
12	벽체 수직균열	0.3	2,400	1		비구조체	있음	보수
13	벽체 수직균열 및 수평균열	0.3	4,200	1		비구조체	있음	보수
14	조각 벽체 줄눈 박락	5.0	9,500	1		비구조체	있음	보수
15	조각 벽체 줄눈 박락	5.0	9,000	1		비구조체	있음	보수
16	조각 벽체 줄눈 박락	10.0	4,500	1	48	비구조체	있음	보수
17	조각 벽체 줄눈 박락	5.0	6,500	1		비구조체	있음	보수
18	계단 마감 박락	-	-	1	49	비구조체	있음	보수



△ 손상현황범 발생원인

No.	손상 종류	발생원인
①	구조체 균열(홀래브, 모, 벽체)	재료의 온도변화에 의한 건조수축
②	비구조체 균열(조각, 불룩 등)	재료 온도변화에 의한 건조수축, 응력집중, 미장면 부착력 저하
③	누수 누수흔적, 박타	누수, 누수흔적; 균열부에 우수 등 침투 박타: 누수로 인하여 콘크리트 내부의 석회 화합물의 용해되어 퇴적
④	진압부 이격	이진재의 건조수축 차이
⑤	콘크리트 박락	외부 충격, 철근 부식으로 인한 부피 팽창 등으로 발생
⑥	철근 노출	철근 피복층계 미확보, 콘크리트의 탄산화 진행 등으로 인한 철근부식 발생
⑦	도장 박리, 박락	습윤상태 및 부착력 저하로 발생

SUBJECT : 옥탑층 현황조사

PROJECT : 학생교육원 대천임해 - 별관동 정밀점검

(주)우진구조안전진단이앤씨

3. 3. 3 손상현황 사진첩



1

지하1층

벽체 수평균열



2

지하1층

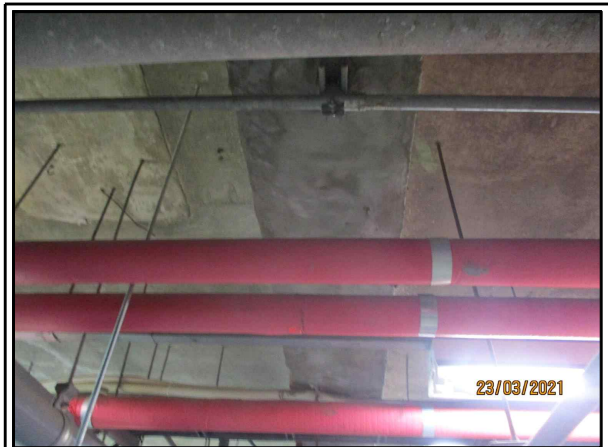
보 보강상태



3

지하1층

보 보강상태



4

지하1층

보 하부 철근노출



5

지하1층

상부 보 재료분리



6

지하1층

상부 슬래브 균열 및 누수흔적



7	지하1층
벽체 경사균열	



8	지하1층
벽체 수직균열	



9	지하1층
벽체 수직균열	



10	지하1층
벽 타일 균열	



11	지하1층
천정 마감재 파손	



12	지하1층
벽체 수직균열	



13	지상1층
벽체 수직균열	



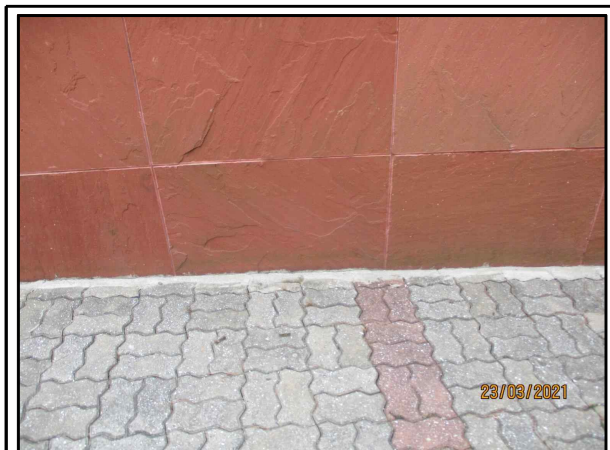
14	지상1층
벽체 수직균열	



15	지상1층
벽체 접합부 이격	



16	지상1층
벽체 수직균열	



17	지상1층
바닥 접합부 이격	



18	지상1층
지반침하	



19	지상1층
바닥 접합부 이격	



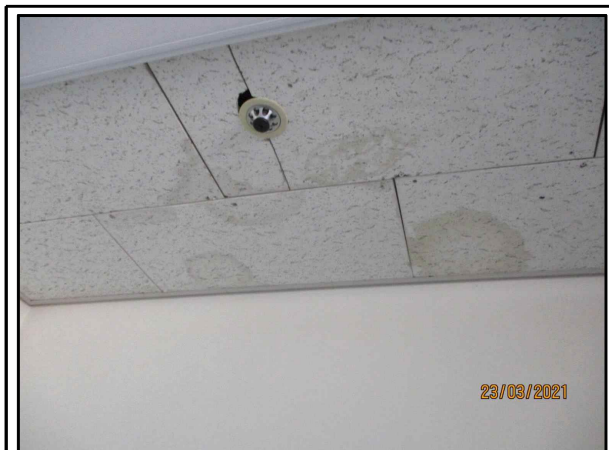
20	지상1층
위치확인불가	



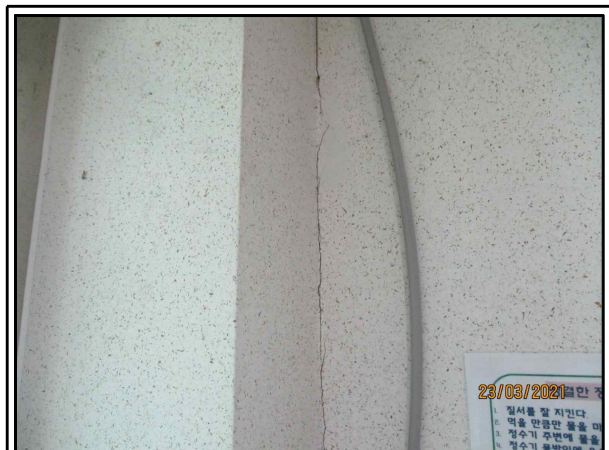
21	지상1층
위치 확인불가	



22	지상1층
위치확인불가	



23	지상1층
천장 마감재 누수흔적	



24	지상1층
벽체 접합부 수직균열	



25	지상2층
벽체 수직 균열	



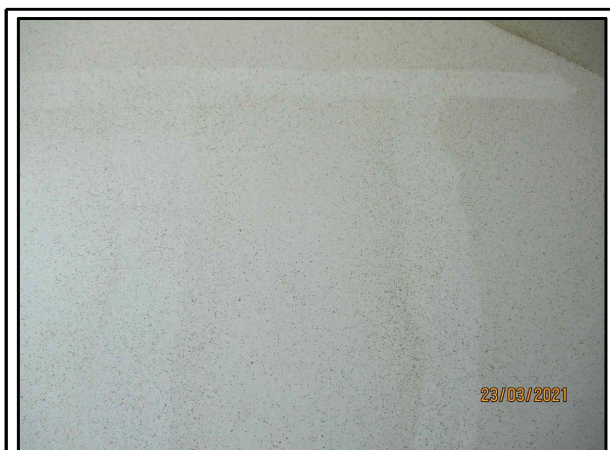
26	지상2층
벽체 수평균열	



27	지상2층
벽체 수직 균열	



28	지상2층
벽체 수직균열	



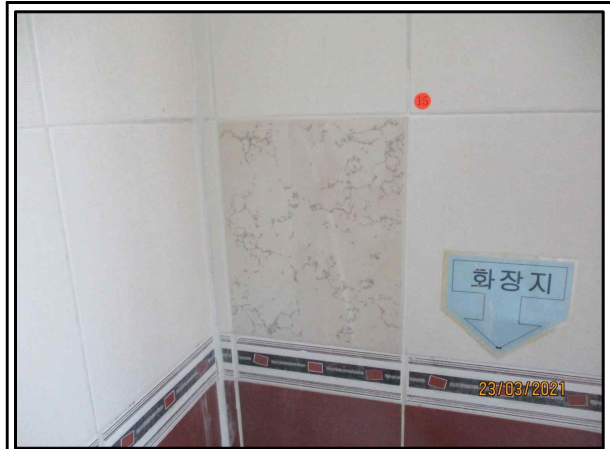
29	지상3층
벽체 수직 및 수평균열	



30	지상3층
상부 슬래브 균열	



31	지상3층
천정 마감재 누수흔적	



32	지상3층
벽체 타일균열	



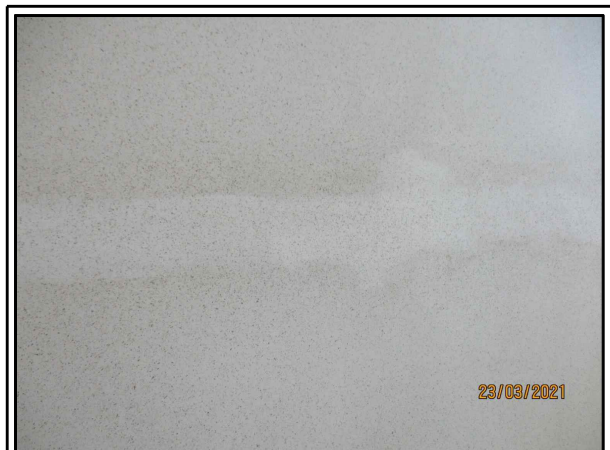
33	지상3층
외부 도장박리	



34	지상3층
상부슬래브 균열	



35	지상3층
벽체 수평 균열	



36	지상4층
벽체 수평균열 및 백화	



37	지상4층
E.J천장 마감재 누수흔적	



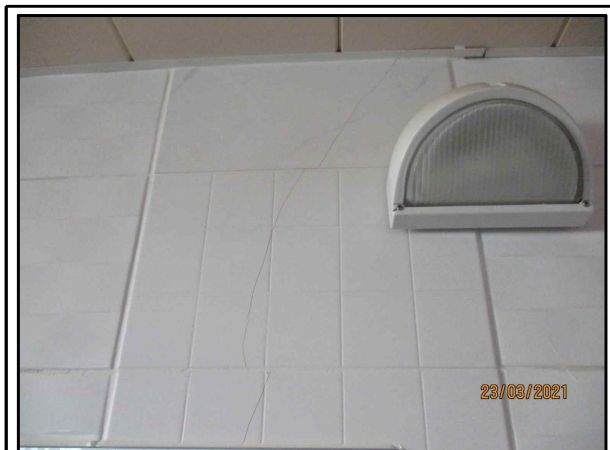
38	지상4층
벽체 수평균열	



39	지상4층
벽체 수직,수평균열	



40	지상4층
벽체 누수흔적 및 도장박리	



41	지상4층
벽체 타일균열	



42	지상4층
벽체 수평균열	



43	지상4층
상부 슬래브 접합부 부위 누수흔적	



44	지상4층
벽체 타일균열	



45	지상4층
벽체 수직균열	



46	옥탑층
캐노피 미장균열	




47.48	옥탑층
조적벽체 줄눈박락	



49	옥탑층
계단 마감박락	

3. 3. 4 외관조사 결과

학생교육원(대천임해) 별관동 지하층			
			
지하1층 벽체 수평균열	지하1층 상부 보 하부 철근노출-보강	지하1층 상부 보 재료분리-보수	지하1층 상부 슬래브 균열 및 누수흔적
			
지하1층 벽체 경사균열	지하1층 벽체 수직균열	지하1층 벽체 수직균열	지하1층 벽체 타일 균열
<p>① 지하층</p> <ul style="list-style-type: none"> - 이번점검에서 지난점검시 지적된 사항들에 대해 보수가 많이 이루어졌으나 재균열로 이어진 균열이 다수 조사 되었다. 이는 온도변화에 의한 건조수축과 흙 인장 응력으로 인해 발생한 것으로 균열의 폭과 양상을 볼 때 구조물의 안전성을 저해할만한 손상은 아닌 것으로 검토되었으나, 일부 부재에서 조사된 누수를 동반한 결함에 대해서는 장기간 방치 시 누수로 인한 철근 부식, 팽창 및 콘크리트 탈락 등 2차적인 피해가 발생될 수 있는 사항으로 내구력 증진 차원의 확실한 보수가 요구된다. - 기계실 상부보에 대한 보강이 이루어졌으며 보강상태를 확인한 결과 부재의 접합부, 에폭시 채움 상태등이 양호하며 철골 부재의 변위·변형은 없는 것으로 조사되었다. 보에서 발견되었던 철근노출등은 보수,보강에 의해 문제점이 발견되지 않았다. - 주차장 상부 보에서 미세한 전단균열이 다수 발견되었다. 현재로선 중대한 결함부분이 아니나 추후 계획적 추적관리가 요구된다 			

학생교육원(대천임해) 별관동 지상층			
			
지상2층 벽체 수직균열	지상3층 상부 슬래브 균열-보수	지상3층 상부 마감재 누수흔적	지상3층 계단실 벽체 수평균열
			
지상4층 수평균열 및 백화-보수	지상4층 E.J구간 마감재 누수흔적	지상4층 벽체 누수흔적 및 도장 박리-보수	지상4층 벽체 타일 균열
<p>② 지상층</p> <ul style="list-style-type: none"> - 지상층 전부에 걸쳐 균열 보수가 이루어 진걸로 보이나 재발생 균열이 다수 조사되었다. 이는 온도변화에 의한 건조수축과 휨 인장 응력으로 인해 발생한 것으로 균열의 폭과 양상을 볼 때 구조물의 안전성을 저해할만한 손상은 아닌 것으로 검토되었으나, 일부 부재에서 조사된 누수를 동반한 결함에 대해서는 장기간 방치 시 누수로 인한 철근 부식, 팽창 및 콘크리트 탈락 등 2차적인 피해가 발생할 수 있는 사항으로 내구력 증진 차원의 확실한 보수가 요구된다. - 지난해차에서 점검된 지상층의 E.J를 확인한 결과, 전반적으로 변위·변형이 없는 양호한 상태이나 지상4층 E.J 부위에서 누수가 보수되지 않은채 조사되었으며 이는 지붕층 E.J의 실리콘이 일부 파손되어 우수가 침투하여 발생한 것으로 철근부식등의 2차손상의 우려가 있으므로 보수가 요구된다. - 전체적으로 건물의 보수가 이루어졌던 점으로 보아 내부 보수 후 재균열 부분을 배고 전반적으로 양호한 편이며 외부벽체 드라이비트 설치상태를 점검한 결과, 마감재의 이격 및 파손등의 손상현황이 없으며 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 			

제 4 장 품질시험 및 측정

- 4.1 부재규격조사
- 4.2 콘크리트 강도조사
- 4.3 콘크리트 탄산화 조사
- 4.4 철근배근 상태조사
- 4.5 구조물의 기울기 조사

제 4 장 품질시험 및 측정

본 정밀점검은 국토교통부 고시 “시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침”에 따라 실시하되 시설물의 특성 및 제반여건 등을 고려하여 적절히 응용 실시 하였으며 세부지침을 참조하여 비파괴 검사의 표본층(단위)을 확인한 결과, 층수-지하1층/지상4층, 연면적 -5,922.61㎡에 해당하는 2개층(단위)이상인 것으로 검토되었으며 지하1층, 지상3층을 표본층으로 선정하여 비파괴 검사를 실시하였다.

* “시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침” 표본 층 및 표본 단위 선정기준 발췌

[표 10.15] 층수별 재료시험 대상 표본 층 선정기준		
층 수	수 량 기 준	
	정밀점검	정밀안전진단
21층~30층	4개층 이상	6개층 이상
11층~20층	3개층 이상	4개층 이상
1층~10층	2개층 이상	3개층 이상

※ 31층 이상인 경우에는 10개층 마다 정밀점검 1개층씩, 정밀안전진단은 2개층씩 증가함.
 ※ 층수는 지하층까지 포함된 층수임.

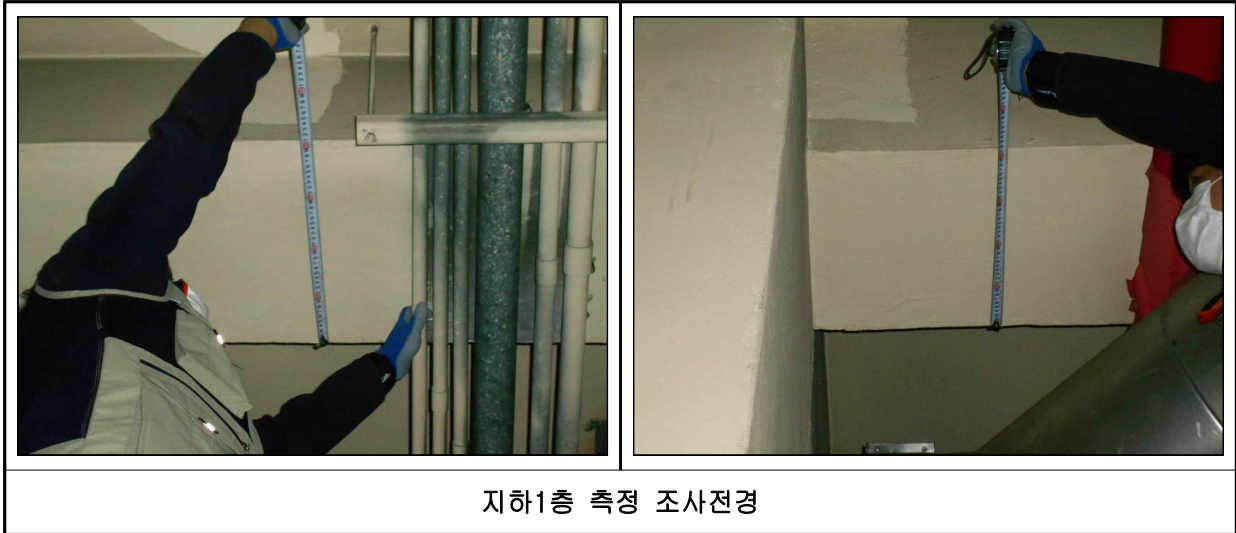
[표 10.16] 연면적별 재료시험 대상 표본 단위 선정기준		
연면적	수 량 기 준	
	정밀점검	정밀안전진단
50,000~75,000㎡	4개 단위 이상	6개 단위 이상
25,000~49,999㎡	3개 단위 이상	4개 단위 이상
1~24,999㎡	2개 단위 이상	3개 단위 이상

※ 75,001㎡ 이상인 경우에는 25,000㎡ 마다 정밀점검 1개 단위씩, 정밀안전진단은 2개 단위씩 증가함.

4. 1 부재규격조사

4. 1. 1 부재규격조사 결과

부재규격은 줄자를 이용하여 측정하였으며, 그 결과는 다음과 같다.



【표 4-1】 부재규격 조사 결과표

NO.	위 치	부재명	구조도면 (mm)	현장측정치 (mm)	비고
1	지하1층 기둥	-	미확인	500 x 500 (마감 제외)	
2	지하1층 기둥	-	미확인	500 x 500 (마감 제외)	
3	지하1층 기둥	-	미확인	550 x 550 (마감 제외)	
4	지하1층 상부 보	-	미확인	350 x 600 (슬래브 두께 제외)	
5	지하1층 상부 보	-	미확인	400 x 600 (슬래브 두께 제외)	
6	지하1층 상부 보	-	미확인	400 x 600 (슬래브 두께 제외)	
7	지상3층 기둥	-	미확인	400 x 500 (마감 제외)	
8	지상3층 기둥	-	미확인	400 x 500 (마감 제외)	
9	지상3층 기둥	-	미확인	400 x 500 (마감 제외)	
10	지상3층 상부 보	-	미확인	350 x 550 (슬래브 두께 제외)	
11	지상3층 상부 보	-	미확인	350 x 500 (슬래브 두께 제외)	
12	지상2층 상부 보	-	미확인	350 x 600 (슬래브 두께 제외)	

※ 부록. 부재치수 조사 위치도 참조

4. 1. 2 부재규격조사 결과 소견

- 본 점검대상시설물의 측정 가능한 주요부재에 대해서 부재규격조사를 실시하였으나, 구조도면의 부재로 인해 측정치와 비교·검토를 할 수 없는 상태이다. 전화차 정밀 점검 자료 검토 및 신규 부재에 대해 조사 하였다.

4. 2 콘크리트 강도조사

4. 2. 1 반발경도법에 의한 콘크리트 강도조사

- 콘크리트 구조물의 강도를 추정하는 방법에는 현장에서 CORE를 직접 채취하여 시험실내에서 압축강도시험을 통하여 구하는 방법과 비파괴시험(초음파 탐사법, 반발경도법, 인발법, 관입저항법 등)에 의해 추정하는 방법이 있다.

본 과업에서는 비파괴시험 방법 중 슈미트 햄머(Schmidt Hammer)를 이용한 반발경도법으로 철근콘크리트 구조물의 강도를 측정하였다.



지하1층 측정 조사전경



지상3층 측정 조사전경

1) 개 요

본 강도측정에서는 콘크리트 표면의 반발경도에 의하여 강도를 추정할 수 있는 Rebound Hammer Test를 수행하였다. 조사 대상은 RC 구조물을 대상으로 하였으며, 시험은 대상 구조물의 콘크리트 표면에 요철이 없는 곳을 1개소당 20점을 표준으로 선정하여 수행하였고, 측정면에 수직방향으로 Schmidt Hammer에 서서히 힘을 가하여 측정하였다.

(1) 테스트 햄머 : Schmidt Hammer(N 및 NR 형, 【표 4-2】 참조)

(2) 제 작 사 : PROCEQ. S. A (SWISS)

(3) 근 거 기 준 : DIN 1048 PART 4

1978 Test Method for Concrete Determination of
Compress Strength of Hardened Concrete in
Structure and Component in General Method

현재 강도추정을 위해 일반적으로 사용되고 있는 Test Hammer 장비의 기종은 다음 【표 4-2】와 같다.

【표 4-2】 Test Hammer 장비의 기종

기 종	타격에너지(km·m)	강도측정범위(kg/cm ²)	비 고
N형 (보통 콘크리트용)	0.225	150~600	· 보통건물
NR형 (보통 콘크리트용) 자기식	0.225	150~600	· 보통건물 · 자동기록장치 부착
L, LR형 (경량 콘크리트용)	0.075	100~600	· 인조석 · 민감성
P, PT (저강도 콘크리트형)	0.09	P : 50~150 PT : 5.92~80.85	· 저 압축강도 · 전자식
M (mass 콘크리트형)	3.00	600~1000	· 댐, 도로, 활주로

2) 시험방법

Schmidt Hammer에 의한 콘크리트 강도는 다음 2가지 방법에 의하여 각각 추정하였다. 기준경도 R_o 값은 Schmidt Hammer에서 읽은 반발경도 R 값에 타격각도에 따른 보정치 $\Delta R < \text{【표 4-3】}$ 참조>을 더한 값이다.

방법 1 : $F = 1.3 \times R_o - 18.4(\text{MPa})$ (일본 재료학회에 의한 강도 추정식)

방법 2 : $F = 1.0 \times R_o - 11.0(\text{MPa})$ (동경도재료시험소 강도 계산식)

전술한 반발경도에 의한 강도의 추정식은 특정한 조건에서 실험에 의해 얻어진 것이며, 추정결과는 측정기기의 종류 및 시험조건에 따라 다소 차이가 있으므로 본 과업에서는 위의 식에 의해 산출된 값의 평균치로 강도를 추정하였다.

【표 4-3】 타격 방향 보정치

반발경도 R	보 정 치 ΔR			
	+ 90°	+ 45°	- 45°	- 90°
10	-	-	+ 2.4	+ 3.2
20	- 5.4	- 3.5	+ 2.5	+ 3.4
30	- 4.7	- 3.1	+ 2.3	+ 3.1
40	- 3.9	- 2.6	+ 2.0	+ 2.7
50	- 3.1	- 2.1	+ 1.6	+ 2.2
60	- 2.3	- 1.6	+ 1.3	+ 1.7

■ 상향수직 : + 90° ■ 상향경사 : + 45° ■ 하향수직 : - 90° ■ 하향경사 : - 45°

콘크리트의 표면반발경도는 콘크리트 재령에 따라 영향을 받고 재령이 오래된 콘크리트 일수록 큰 값을 가진다. 따라서 재령 28일의 콘크리트 강도는 다음 【표 4-4】의 재령계수 α 를 고려하여 산정하였다.

【표 4-4】 재령에 따른 보정계수 α 값

재령	4일	5일	6일	7일	8일	9일	10일	11일	12일	13일
α	1.90	1.84	1.75	1.72	1.67	1.61	1.55	1.49	1.45	1.40
재령	14일	15일	16일	17일	18일	19일	20일	21일	22일	23일
α	1.36	1.32	1.28	1.25	1.22	1.18	1.55	1.12	1.10	1.08
재령	24일	25일	26일	27일	28일	29일	30일	32일	34일	36일
α	1.06	1.04	1.02	1.01	1.00	0.99	0.99	0.98	0.96	0.95
재령	38일	40일	42일	44일	46일	48일	50일	52일	54일	56일
α	0.94	0.93	0.92	0.91	0.91	0.89	0.87	0.87	0.87	0.86
재령	58일	60일	62일	64일	66일	68일	70일	72일	74일	76일
α	0.86	0.86	0.85	0.85	0.85	0.84	0.84	0.84	0.83	0.83
재령	78일	80일	82일	84일	86일	88일	90일	100일	125일	150일
α	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81	0.80	0.80	0.78	0.76	0.74
재령	175일	200일	250일	300일	400일	500일	750일	1000일	2000일	3000일
α	0.73	0.72	0.71	0.70	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63

3) 반발경도법에 의한 압축강도 결과

NO	위 치	평균치	타격각도(°)	압축강도(MPa)	재령계수	측정 압축강도(MPa)	비고
1	지하1층 기둥(단부)	48.5	0	36.2	0.63	22.8	
	지하1층 기둥(중앙부)	49.3	0	37.1	0.63	23.4	
2	지하1층 상부 보(단부)	53.9	90	43.2	0.63	27.2	
	지하1층 상부 보(중앙부)	45.6	90	33.2	0.63	20.9	
3	지하1층 기둥(단부)	49.0	26.60	40.8	0.63	25.7	
	지하1층 기둥(중앙부)	47.4	0	39.0	0.63	24.6	
4	지하1층 상부 보(단부)	53.1	90	42.3	0.63	26.6	
	지하1층 상부 보(중앙부)	57.7	90	47.9	0.63	30.2	
5	지상3층 기둥(단부)	35.7	0	22.3	0.63	14.1	
	지상3층 기둥(중앙부)	35.6	0	22.2	0.63	14.0	
6	지상3층 기둥(단부)	40.8	0	31.6	0.63	19.9	
	지상3층 기둥(중앙부)	37.9	0	28.3	0.63	17.8	
7	지상3층 기둥(단부)	36.8	0	27.1	0.63	17.1	
	지상3층 기둥(중앙부)	38.7	0	29.2	0.63	18.4	
8	지상2층 상부 보(단부)	48.4	90	36.5	0.63	23.0	
	지상2층 상부 보(중앙부)	51.4	90	4.03	0.63	25.4	

- 콘크리트 주요부재에 대하여 반발경도법에 의한 압축강도를 조사한 결과, $f_{ck}=14.1\sim30.2\text{MPa}$, 평균 $f_{ck}=21.9\text{MPa}$ 로 측정되어 설계기준강도($f_{ck}=21.0\text{MPa}$)를 상회하는 것으로 조사되어 콘크리트의 내구성 저하는 없는 것으로 판단된다.

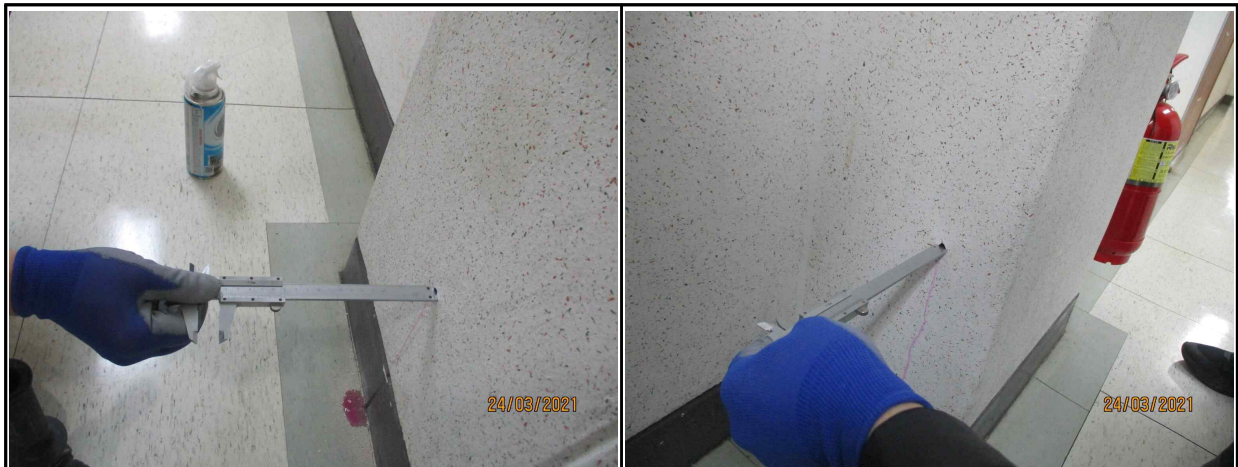
4. 3 콘크리트 탄산화 조사

4. 3. 1 개요

보통의 경우 철근콘크리트 부재중의 내부 철근은 콘크리트의 공극수에 용해되어 있는 수산화칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$)의 강한 알칼리성(약 pH 12.6)이 부식으로부터 보호하고 염분의 침입 등에 의한 외부로부터의 침입에 의해 철근부식 촉진 요인이 존재하지 않는 한 부식되지 않으며 일반 대기환경 하에서는 쉽게 부식된다. 따라서 대기중의 이산화탄소(CO_2) 등의 침식성 가스가 콘크리트 표면부터 확산되어 콘크리트의 내층 부에서 역확산하는 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 와 탄산화 반응을 일으켜(콘크리트 중에 고정화하고 있는 규산 칼슘 수화물 겔도 일부 반응하며, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 의 반응이 주반응이다.) 콘크리트 탄산화 (pH 8.3 ~ 10.0이 됨)가 표층부부터 서서히 진행된다. 콘크리트의 탄산화가 철근부재에 도달하면 콘크리트의 강알칼리성에 기초하고 있는 내부 철근에 대한 방식 기능을 저하시켜 부동태 피막을 파괴하고 물 및 산소의 동시 광합 작용조건이 성립 되면 이후의 철근 부식이 진행된다. 콘크리트의 탄산화는 화학반응론적인 관점에서 생각 할 때 “시멘트의 수화에 의해 생성하는 시멘트 규산칼슘 수화물 겔 및 부생성물로 있는 수산화칼슘이 대기중의 이산화탄소 등의 침식성 가스 또는 수용액 중의 유산염 등의 침식성 물질과 반응을 일으켜 콘크리트 표층부부터 서서히 강알칼리성을 상실하는 현상”이라고 정의를 내릴수 있으며 “수산화칼슘의 탄산화 반응을 수반하는 이산화탄소의 콘크리트 중의 확산 과정” 이라고 생각할 수 있다. 또한, 기능·성능의 경시 변화에 대한 내구성의 관점으로부터 생각하면 콘크리트의 탄산화는 “콘크리트의 강알카리성에 기초한 내부 철근에 대한 방식 기능의 저하 현상”이라고 말할 수 있다.



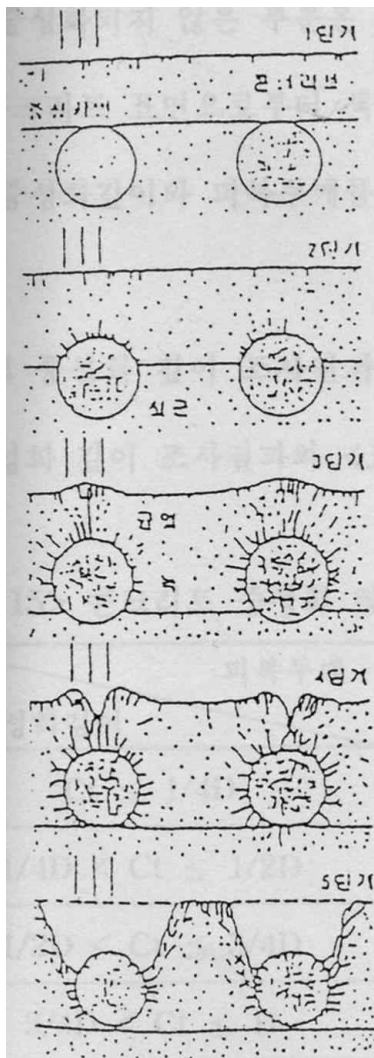
지하1층 측정 조사전경



지상3층 측정 조사전경

4. 3. 2 탄산화의 특징

탄산화는 수산화칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$)이 대기 중의 이산화탄소와 반응하여 탄산칼슘이 되는 과정이므로 콘크리트는 탄산가스와 반응한 중량만큼 무겁고 치밀해진다. 탄산화에 의한 콘크리트의 특징은 표면에 미세한 균열이 발생하는 것 이외에 특별한 현상은 없으나 탄산화가 콘크리트 내부 철근까지 도달하였을 경우 녹이 발생하여 콘크리트의 박리, 박락을 발생시킨다.



제 1 단계 재질 및 강도의 변화는 거의 없으며 약간의 미세한 균열이 존재



제 2 단계 철근 부식에 의한 팽창압에 의해 콘크리트 내부로부터 균열이 발생함.



제 3 단계 철근 부식에 의해 팽창하여 콘크리트 표면이 부풀고 녹물이 보이기 시작



제 4 단계 콘크리트 표면에 박리 현상과 함께 철근이 노출되기 시작하고 단면적 감소



제 5 단계 피복 콘크리트가 모두 박리되어 철근이 노출된 상태로 내구성능이 없음.

【그림 4-1】 탄산화에 의한 콘크리트 열화진행의 모식도

콘크리트의 탄산화에 의한 피해는 염해와 동해에 의한 피해와 유사하며 피해 입은 구조물의 경우 대부분 다른 열화 요인을 수반한다. 콘크리트의 내부가 탄산화되어 pH가 11 이하로 떨어지면 철근에 녹이 발생하여 체적 팽창을 일으켜 콘크리트 내부에 균열을 발생시키고, 철근의 부착 강도를 저하시키며, 피복 콘크리트를 박리시키고 철근 단면적 감소에 의한

저항 모멘트의 저하 등을 초래하여 구조물을 붕괴시킨다. 염해에 의한 부식은 철근이 부분적으로 심하게 부식하는 반면 탄산화에 의한 부식은 철근의 전면 부식이다.

또한 염해에 의한 콘크리트의 균열은 국부적인 철근 위치에서 시작하여 철근에 면한 전반적인 균열로 진행되는 반면, 탄산화에 의한 균열은 철근의 위치에서 전반적으로 발생한다.

4. 3. 3 측정방법

본 검사에서 구조물에 대한 탄산화 깊이를 측정하기 위하여 페놀프탈레인법을 사용하였으며, 사용된 페놀프탈레인 1% 용액은 JIS K 8001에 의거하여 다음 방법으로 제조하였다.

$$\frac{\text{페놀프탈레인}}{1\% \text{용액} 100cc} = (95\% \text{에탄올} 90cc) + \text{페놀프탈레인분말} 1g + \text{증류수}$$

페놀프탈레인 1% 용액은 pH 8.2~10.0 이상의 알칼리측에 홍색으로 발색하고 탄산측에는 무색이 된다. 따라서 본 검사에서는 선홍색으로 발색한 부위까지를 알칼리측으로 보아, 탄산화 깊이를 측정하였다.

4. 3. 4 탄산화 진행의 예측

1) 탄산화 속도 판정

탄산화 속도에 관한 공식을 이용하여 탄산화에 의한 잔존수명을 추정 할 수도 있다. 국토교통부에서 발간한 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 의하면 아래 식을 제시하고 있다.

$$Ct = A\sqrt{t}$$

t : 콘크리트내 깊이 C까지의 탄산화기간(년)

A : 탄산화 속도 계수

C : 피복두께 혹은 탄산화 깊이(cm)

'A'는 시멘트의 종류, 환경조건, 혼화재료, 표면 마감재 등에 따른 상수로서 하마다 박사의 실험결과는 0.37을 주장하고 있다.

2) 잔존수명 평가

탄산화 깊이 x 를 사용하여, 다음 식에 따라 구조물의 남은 사용 년수를 정한다.

$$t = \frac{t_0}{X^2} D^2 - t_0 = t_0 \left(\frac{D^2}{X^2} - 1 \right)$$

여기서, t : 구조물의 잔존수명, t_0 : 시험시의 재령(year)
 x : 시험시의 탄산화 깊이(cm), D : 주근의 피복두께(cm)

4. 3. 5 탄산화 상태기준

【표 4-4】 콘크리트 탄산화에 대한 상태평가등급 기준

평가등급	평가기준	평가점수 (대표값)	평 가
a	$Ct^* \leq 0.25D$	1	탄산화속도 추정
b	$0.25D < Ct \leq 0.5D$	3	탄산화속도 추정, 도장 등 보호필요
c	$0.5D < Ct \leq 0.75D$	5	탄산화속도 추정, 염화물 함량 검토 보수 필요
d	$0.75D < Ct \leq D$	7	탄산화속도 추정, 염화물 함량과 철근부식도 검토 보수 필요
e	$Ct > D$	9	철근부식도 검토, 보수 혹은 보강 필요

* Ct : 콘크리트 탄산화 깊이(cm), * D : 측정된 철근의 피복두께(cm)

【표 4-5】 잔여수명과 평가

잔 여 수 명	평 가
$t = \geq 30$	극히 양호
$30 > t > 15$	양 호
$15 > t \geq 0$	보 통
$t < 0$	불 량

4. 3. 6 탄산화 시험결과

단위 : cm

NO	조 사 부 위	철근의 피복두께	콘크리트 탄산화 깊이(Ct)	평가 등급	비고
1	지하1층 기둥	4.0	1.9	b	
2	지하1층 상부 보	4.0	2.2	c	
3	지하1층 기둥	4.0	2.3	c	
4	지하1층 상부 보	4.0	2.1	c	
5	지상3층 기둥	4.0	1.4	b	
6	지상3층 기둥	4.0	1.5	b	
7	지상3층 기둥	4.0	1.7	b	
8	지상2층 상부 보	4.0	1.9	b	

4. 3. 7 탄산화 시험결과에 대한 소견

- 본 점검 대상시설물의 주요 부재에 대하여 탄산화 조사를 실시한 결과, 1.4~2.3cm로 측정되었다. 평가 등급상 b~c등급으로 평가되어 탄산화가 일부 진행되었으며 사용년수에 비해 양호한 상태를 유지하고 있으나 주기적인 관찰이 필요한 것으로 검토되었다.

4. 4 구조물의 기울기 조사

4. 4. 1 일반사항

1) 개요

구조물에 나타나는 변위 및 변형의 현상으로는 동적인 하중에 의한 변위와 침하, 경사, 이동 및 인접 구조물과의 접촉 등에 의한 변형이 있다. 구조물에 어느 정도 이상의 변위 및 변형이 발생된 경우 구조물 자체의 조사뿐만 아니라 지반 및 환경변화 등에 대해서도 충분한 조사를 해야 하며, 변형이 진행되고 있는 경우에는 그 원인을 추적하여 조기에 제거하여야 한다.

2) 변위, 변형의 분류

가) 지반침하

(1) 지질도, 토질시험 및 압밀시험 자료수집

지반이 점성토의 경우, 구조물이나 성토 등의 적재하중에 따라 압밀침하를 일으키지만, 지질도에 따라 압밀침하 발생의 가능성을 판정하고 토질시험, 압밀시험 자료에 의하여 압밀침하량의 산정이나 침하량의 추정을 실시한다.

(2) 주변의 지반침하, 지하수 저하의 상황 및 환경변화의 조사

지하수를 대량으로 퍼올리는 공장지대 등에서는 지반 침하가 생길 수 있으므로 주변이 공장 지대인 경우에는 구조물의 건축 당시와 현저하게 환경이 변하게 될 경우 주의할 필요가 있다.

나) 구조물의 지형상태 및 환경변화

(1) 경사면, 토지의 유동조사

구조물의 경사면에 건축된 경우, 지반의 변위 또는 토지의 유동 등에 의하여 변형이 발생하므로 주의를 하여야 한다. 또한 낙석이나 폭설 등 과대한 충격하중을 받아서 변형하는 경우도 있다. 경사면에 위치한 구조물에서 경미한 변형이 발견되면 즉시 정밀검사를 실시하여 변형상태를 잘 파악하는 것이 필요하다.

(2) 환경변화의 조사

하천 수심의 변화, 지하수위의 저하, 침식 등에 의해 기존의 상태가 변할 경우, 경사면에 놓인 구조물이 하천의 침식에 의하여 안정이 파괴될 경우, 또는 구조물의 변위에 영향을 주는 환경의 변화가 있을 경우에는 이들에 대하여 조사하여야 한다.

(3) 인접 시공에 영향

구조물에 인접하여 건설공사가 진행되고 있는 경우, 지반의 굴착이 항타 등에 따라 편압, 하중의 증가 등에 의하여 지반에 영향을 주어 인조구조물에 변형을 일으키는 경우가 빈번하다. 특히, 연

약지반, 경사면 등에서는 이에 대한 영향이 크기 때문에 주의가 필요하다.

다) 지진

지진은 구조물의 변위, 변형에 큰 영향을 준다. 특히 연약한 지반이나 경사면에 놓인 구조물은 지진에 의해 변형을 받기 쉬우므로 더욱 주의하여야 한다.

3) 판정기준

구조물에 변위 및 변형이 생긴 경우 대상 구조물의 종류, 특성에 따라 안전도에 미치는 영향이 다르므로, 구조물의 사용성 및 안정과 응력에 대한 변위, 변형을 검토하는 것이 필요하다. 변위, 변형에 대한 판정의 기준은 구조물의 특성에 따라 다르며, 단정하여 정하는 것은 곤란하지만 일반적인 판정의 기준은 다음과 같다.

가) 구조물의 사용을 중지할 필요가 있는 경우

(1) 구조계산에서 안정이 확보되지 않을 경우

구조물의 기울기에 따른 전도가능성에 대하여 계산상의 안전율이 1.0 이하로 된 경우이다.

(2) 구조물 허용 변위량의 한도를 넘는 경우

수직 및 수평 변위량이 각각 구조물의 허용변위량을 넘는 경우, 엇갈리거나 각이 지는 경우 두가지가 있으며, 각각의 경우에 대한 허용 변위량은 다르다.

(3) 변위, 변형이 진행되고 있는 경우

변위, 변형의 진행이 증대되고 있는 경우나 그 원인이 확인되지 않은 경우에는 특히 주의가 필요하다.

(4) 변위, 변형량이 구조물의 응력상의 한도를 넘는 경우

지진 등의 급격한 원인에 따라 그 변형이 생기고 변위량에 대한 구조상의 응력도가 그 허용치를 넘는 경우이다. 이와 같은 경우에는 콘크리트에 많은 균열이나 박리가 일어나는 것이 보통이다.

나) 구조물을 계속 사용하면서 변위 및 변형 측정을 계속하는 경우

(1) 구조물의 변위, 변형량이 허용치를 넘지 않지만 변위, 변형의 정지가 확인되지 않는 경우

(2) 구조물에 미소한 변위, 변형이 생기지만 그 원인을 확인하여 제거한 경우

(3) 구조물에 미소한 변위, 변형이 생기지만 구조물의 안정에 관한 안전율이 1.5 이상 확보되는 경우

다) 구조물의 안전에 영향이 없다고 판정하고, 사용을 계속할 경우

(1) 구조물에 변위, 변형이 확인되었지만, 구조물의 안전에 영향이 없고 변위, 변형의 진행이 완전히 정지된 경우

(2) 구조물에 미소한 변위, 변형이 있더라도 사용상의 허용치 이하이며, 그 진행이 완전히 정지된 경우

경우

4) 부등침하와 건축물의 손상범위와의 관계

가) Skempton Macdonald 연구결과

- (1) 최대 순구배(기울기)가 1/300을 초과할 경우 골조의 바닥판과 내력벽에 균열이 발생한다.
- (2) 기동이나 보에 균열이 발생하는 한계는 최대 순구배(기울기)가 1/165보다 클 경우이다.
- (3) 최대 순구배, 허용부등침하량은 독립기초보다 온통기초에서 더 크게 허용할 수 있으며 최대 순구배 1/300 범위의 최대 침하허용한계는 점토지반의 경우 독립기초 75mm, 온통기초 100mm 이며, 사질토의 경우 독립기초 50mm, 온통기초 65 mm 이다.
- (4) 온통기초의 경우 최대허용침하량 한계는 기초의 강성과 두께의 변화에 따라 (3)항의 값을 조정할 수 있다.

【표 4-6】 건물에서 허용침하량

규 정		독립기초	전면기초
최대순구배	비구조체 균열	1/300	1/300
	구조체균열	1/150	1/150
최대부등침하	모래	32mm	32mm
	점토	45mm	45mm
최대침하	모래	50mm	65mm
	점토	75mm	100mm

나) Rebecca Grant, John T. Christian, Erick K, Vanmarke 연구 결과

- (1) 최대구배 ($R = \delta/L$)가 1/300 보다 클 경우 손상이 발생한다. 그러나, 부분적으로 1/300을 초과할지라도 반드시 손상이 발생하지는 않는다.
- (2) 지반의 종류와 기초형태별로 최대 침하량과 침하구배는 다음과 같이 나타났다.

【표 4-7】 최대침하량과 침하구배관계

지반 형식	온통기초	독립기초
점 토	$\delta_{\max} = 1,250 (\delta/L)_m$	$\delta_{\max} = 1,200 (\delta/L)_m$
사질토	$\delta_{\max} = 750 (\delta/L)_m$	$\delta_{\max} = 600 (\delta/L)_m$

δ_{\max} : 최대침하량 $(\delta/L)_m$: 최대순구배

(3) 최대부등침하와 침하구배의 관계는 다음과 같이 나타내었다.

【표 4-8】 최대침하량과 침하구배관계

지반 형식	-
점토	$\delta_{\max} = 600 (\delta/L)_m$
사질토	$\delta_{\max} = 350 (\delta/L)_m$

δ_{\max} : 최대부등침하 $(\delta/L)_m$: 최대순구배

(4) 건물의 침하가 건축후 2년 이내에 50% 이상 발생하였을 경우 조기침하, 그렇지 않을 경우 장기침하로 구분하며, 장기침하는 두터운 점토지반에서 발생하고 조기침하는 사질토지반에서 발생한다. 이 경우 침하와 콘크리트의 손상을 침하구배(δ/L)와 만곡도 Δ 를 기준으로 나타내면 다음과 같다.

【표 4-9】 건축물의 손상과 침하구배 관계

조기침하의 경우 손상발생한계	장기침하의 경우 손상발생한계
$\delta/L > 1/200$, $\Delta > 1/500$	$\delta/L > 1/200$, $\Delta > 1/1,500$

이상의 (1)~(4)까지의 결과에서 건축물의 미적, 구조적, 기능적 손상은 침하량의 크기보다는 부동침하에 의해서 결정되며 건축물의 침하는 부동침하를 동반하는 것으로 간주한다.

다) Hunt 및 Beerrum의 연구결과

【표 4-10】 침하량 및 기울기와 구조물손상관계

기울기 (δ/L)		1/300
최대부등침하	점토	45mm
	사질토	30mm
총 침하량	점토	80mm
	사질토	40mm

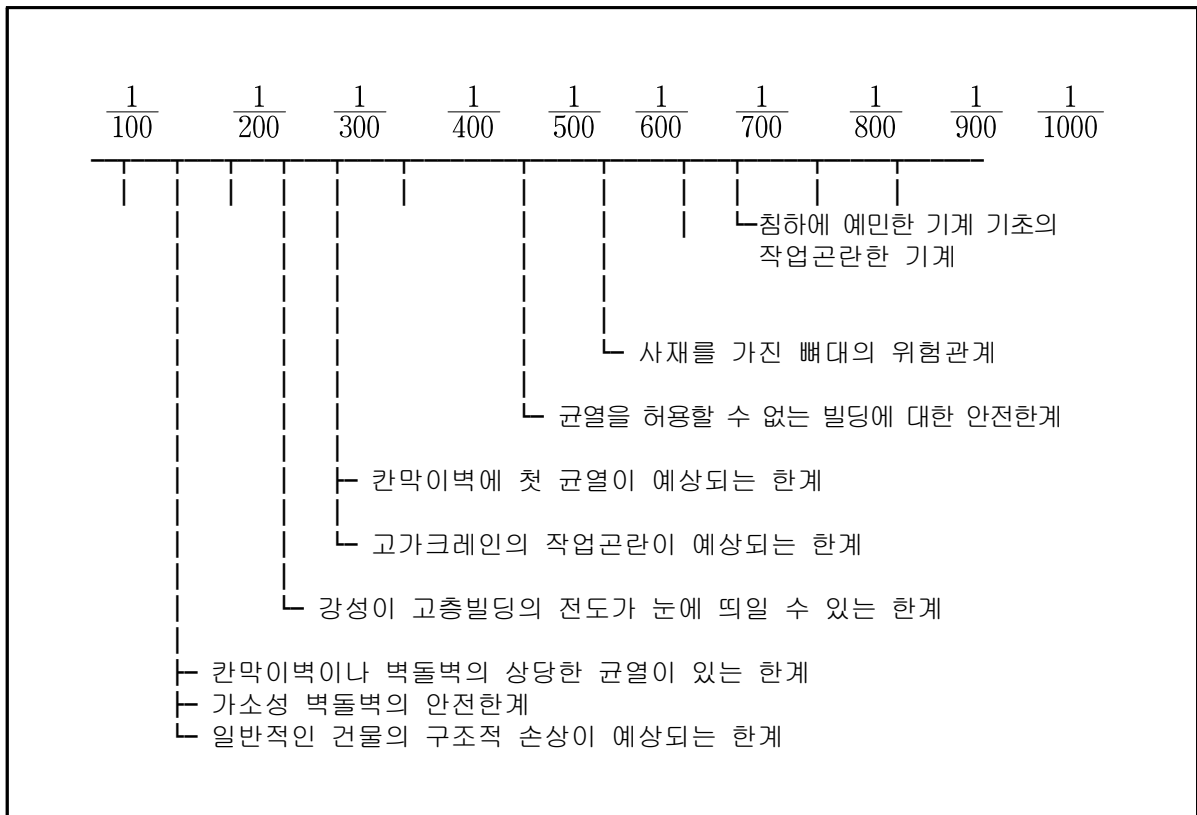
4) 기울기에 따른 평가등급 기준

본 시설물의 변위조사 결과에 대한 평가는 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 <III> (국토교통부, 한국시설안전공단)」의 평가기준에 의하며, 이 기준은 부동침하나 외력에 의한 구조물 및 부재의 수평·수직 변형의 기울기 평가에 사용된다.

시설물의 상태평가 기준은 【표 4-11】 와 같다.

【표 4-11】 구조물의 기울기에 따른 평가 등급 및 안전조치 <Bjerrum, L. 1963>

평가기준	평 가 내 용		평가점수(대표값)
	기울기(각변위)	내 용	
a	1/7500이내	예민한 기계기초의 위험 침하 한계	1
b	1/5000이내	구조물의 균열발생 한계	3
c	1/2500이내	구조물의 경사도 감지	5
d	1/1500이내	구조물의 구조적 손상이 예상되는 한계	7
e	1/150초과	구조물이 위험할 정도	9



【그림 4-3】 허용 비틀림각 (Bjerrum, 1963)

4. 4. 2 건물기울기(외벽수직도) 조사

1) 기울기 조사방법

본 건물의 기울기 조사는 Theodolite를 이용하여 실시하였다. 조사 가능한 위치에서 측정하였으며 그 결과 수치와 허용범위에 대한 비교 및 주변현황 등을 고려하여 건물기울기에 따른 안정성 여부를 판단한다.

본 기울기 측량은 건물 각 모서리를 X축 및 Y축으로 하여 최저 높이(기준점)에 대한 최고 높이의 기울기(변위)를 조사 하였으며 그 방법은 아래와 같다.

- ① 측정기 수평 setting
- ② 대상건물에 target설치
- ③ 측정기에서 target까지의 수평거리측정
- ④ target에서 건물 최고높이까지의 높이측정
- ⑤ 건물 최고높이에서 건물의 수직선과 측정기의 수직선을 일치시킨 후 0°0'0" 장입
- ⑥ 측정기의 수직선을 target지점까지 내린 수평 변위값 측정
- ⑦ 문제점이 발생 시 재 측량을 실시하여 변위값을 산출한다.
- ⑧ 높이를 변위값으로 나누어 기울기 정도 판정

2) 건물기울기 조사결과

단위 : mm

측정 위치	최고점 높이		기준점 높이		변위값	기울기 (각변위)	평가 점수	평가 등급	비 고
1	GL+	13,070	GL+	1,000	17.869	1 / 731	3	b	
2	GL+	13,070	GL+	1,000	15.715	1 / 832	1	a	
3	GL+	13,070	GL+	1,000	4.119	1 / 3,173	1	a	
4	GL+	13,500	GL+	1,000	6.210	1 / 2,105	1	a	
5	GL+	13,500	GL+	1,000	4.879	1 / 2,679	1	a	
6	GL+	4,600	GL+	100	8.047	1 / 1,624	1	a	
7	GL+	4,600	GL+	100	1.901	1 / 6,875	1	a	

※ 부록. 장비측정위치도 참조



3) 건물기울기 조사결과에 대한 소견

- 점검건축물의 외부벽체 모서리를 기준으로 기울기 조사를 실시하였으며, 측정결과 1/731~1/6,875로서 평가기준상 a~b등급으로 조사되어 전반적으로 양호한 것으로 검토되었다.

4. 4. 3 부동침하 기울기 조사

부동침하 기울기 조사는 레이저 레벨기를 사용하여, 시설물의 측정 가능한 바닥에서 건물
물의 장변방향과 단변방향으로 측정하였다.

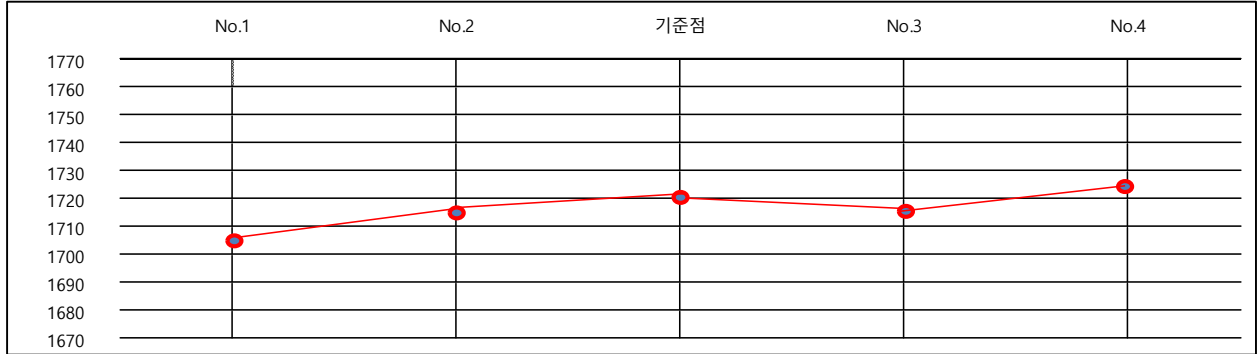


부동침하 기울기 조사전경

1) 부동침하 기울기 조사결과

단위 : mm

NO.	NO.1	NO.2	기준점	NO.3	NO.4
열번호	-	-	-	-	-
측정치(mm)	1,705	1,715	1,720	1,715	1,723
편차(mm)	15	4	0	2	-3
위 치		1→기준점	2→기준점	기준점→3	기준점→4
S P A N		6,500	2,900	4,700	8,000
변위량(S)		0.0023	0.0017	0.0011	0.0004



2) 부동침하 기울기 조사결과에 대한 소견

■ 지하1층 바닥에서 부동침하 기울기를 측정한 결과, 0.0004~0.0023으로 평가기준상 모두 OK판정을 받아 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.

4. 4. 4 부재처짐 조사

1) 일반사항

가. 일반사항

구조물 또는 구조 부재에 과도한 처짐, 균열, 진동 등이 일어나면 구조물의 기능에 지장을 초래할 뿐만 아니라, 미관을 해치고 또 사용자에게 불안감을 주게 된다.

그러므로 구조물은 외력에 대하여 안전해야 할뿐만 아니라, 사용성(serviceability)도 확보하여야 한다.

철근 콘크리트 부재의 처짐은 즉각적인 처짐과 장기적인 처짐으로 구분한다. 즉각적인 처짐은 하중이 작용하자마자 발생하는 처짐으로서, 탄성 처짐 또는 순간처짐 이라 한다.

장기적인 처짐은 주로 콘크리트의 크리이프와 건조 수축으로 인하여 시간의 경과와 더불어 진행되는 처짐으로 과 하중의 적재 시에는 처짐 및 균열이 빠르게 진행할 수 있다.

이러한 처짐 등 외력에 대하여 현재의 상태를 판단하고 계속적인 유지관리를 위한 기준치를 설정하기 위해 LEVEL을 측정 하였다.

【표 4-12】 철근콘크리트부재의 최대 허용 처짐

부 재 의 종 류	고 려 해 야 할 점	처짐한계
과도한 처짐에 의해 손상되기 쉬운 비구조 요소를 지지하지 않거나 또는 이들이 부착되지 않은 평지붕 구조	활하중이 재하되는 즉시 생기는 탄성처짐	L / 180
위와 같은 조건의 바닥구조		L / 360 (1)
과도한 처짐에 의해 손상되기 쉬운 비구조 요소를 지지하거나 또는 이들에 부착된 지붕 또는 바닥구조	모든 지속하중에 의한 장기처짐과 추가적인 활하중에 의한 순간 탄성처짐의 합으로 전체처짐 중에 비구조 요소가 부착된 다음에 발생하는 처짐부분	L / 480 (2)
과도한 처짐에 의해 손상될 염려가 없는 비구조 요소를 지지하거나 또는 이들에 부착된 지붕 또는 바닥구조		L / 240 (3)

(1) 장기처짐은 계산식에 의해 계산되어야 하지만 비구조 요소를 부착하기 전에 일어나는 처짐량 만큼 감소시킬 수 있다.

(2) 지지되거나 부착된 요소의 피해를 막을수 있는 적절한 대책이 취해지는 경우에는 이 한계치를 초과할 수 있다.

(3) 다만 비구조 요소에 대해 취해진 허용치보다 커서는 안된다. 그리고 전체 처짐량에서 솟음량 만큼 뺀 값이 한계치를 넘지 않도록 솟음을 준다면 이 한계치를 초과할 수 있다.

나. 최대 허용 처짐 및 평가기준

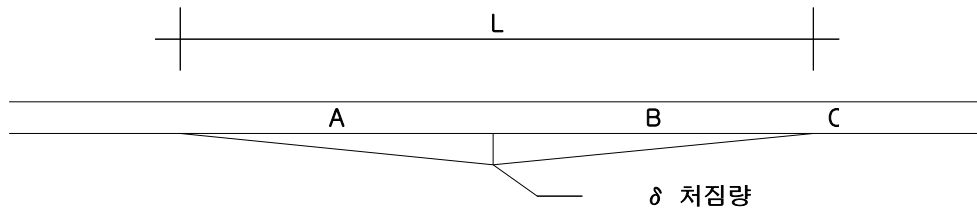
최대 허용 처짐에 대한 한계는 한국시설안전공단 기준 【표 4-13】 을 참조하였다.

【표 4-13】 부재의 변위·변형에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가기준(보 및 슬래브의 처짐)	평가점수(대표값)
a	L(경간길이cm) / 480이상	1
b	L / 480이하(경미한손상)	3
c	L / 240이하	5
d	L / 150이하	7
e	L / 150초과	9

다. 변위 측정방법

구조체의 처짐 상태를 조사하기 위하여 레이저레벨기를 사용하여 측정하였으며, 다음과 같이 처짐량 δ 를 구하였다.



처짐량 $\delta = B - 1/2 (A + C)$, L = SPAN 거리 또는 임의의 두점 거리



2) 부재처짐 측정결과

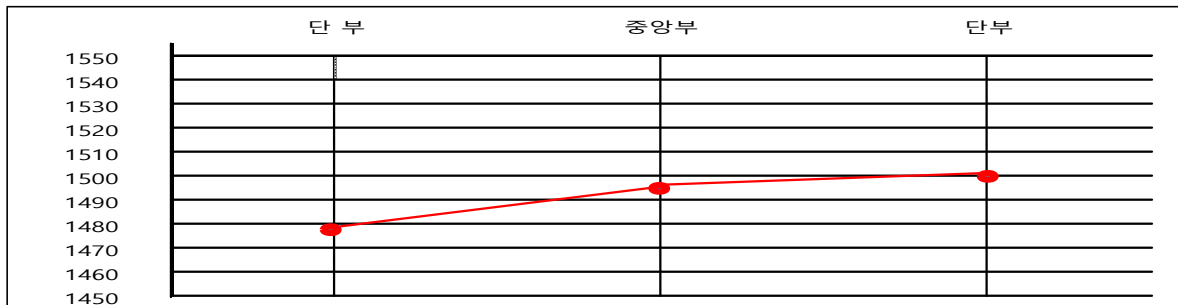
단위 : mm

구분	조사위치	측정치			처짐량	SPAN	허용처짐 L/480	판정
		단부	중앙	단부				
1	지하1층 상부 보	1,720	1,710	1,695	-2.5	6,800	1/2,720	a



단위 : mm

구분	조사위치	측정치			처짐량	SPAN	허용처짐 L/480	판정
		단부	중앙	단부				
2	지하1층 상부 보	1,477	1,495	1,500	-6.5	5,000	1/769	a



3) 부재처짐 조사결과에 대한 소견

■ 건축물의 주요 부재에 대하여 부재처짐 조사를 실시한 결과 각 부재의 허용 처짐 범위인 L/480을 넘지 않는 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

제 5 장 상 태 평 가

5.1 일반사항

5.2 상태평가 기준 및 절차

5.3 상태평가등급 판정절차

5.4 상태평가등급 산정결과

제 5 장 상태평가

5.1 일반사항

- 건축물은 장기적이고 체계적인 안전 및 유지관리를 위하여 사용연한 동안에 수행되는 각종 점검·진단과정에서 객관적인 평가가 이루어져야하고, 보수·보강을 합리적으로 이행하고 그 자료를 체계적으로 관리할 수 있도록 하여야 한다.

본 장에서는 건축물의 점검·진단 시에 책임기술자가 객관적인 상태평가를 수행할 수 있는 합리적인 상태평가 기준에 관해서 기술한다.

5.2 상태평가 기준 및 절차

건축물은 상태평가등급은 평가등급 기준을 설정하고 항목별로 나누어 평가하며, 상태평가등급 판정절차에 따라 종합평가 기준 및 절차를 따르게 된다.

1) 상태평가 등급

건축물에 대한 상태평가등급은 세부지침 제5장에 의거하여 A~E등급의 5단계로 구분하여 매기며, 구체적인 상태평가등급 기준은 다음과 같다.

등 급	평 가 점 수		평 가 내 용
	범 위	대 표 값	
A	$0 \leq x < 2$	1	문제점이 없는 최상의 상태
B	$2 \leq x < 4$	3	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C	$4 \leq x < 6$	5	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 건축물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D	$6 \leq x < 8$	7	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E	$8 \leq x \leq 10$	9	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 건축물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

2) 조사·시험대상 표본 층 및 선정기준

건축물에 대한 조사·시험 대상 표본층 및 단위선정기준은 아래 표에 나타난 바와 같으며, 건축물의 층수와 단위 층 바닥면적을 고려하여 고층(21층~30층), 중·고층(11층~20층), 중층(6층~10층), 기타(5층 이하, 2중시설물, 5층 이하 또는 단위 층 면적 1000㎡ 이상, 조적조) 등으로 구분한다.

아울러, 수량조정은 책임기술자의 판단에 의해 수량 조정이 가능하며, 조정 시에는 그 사유를 명기하여야 한다.

구 분 (층수별)	수량기준	
	정밀점검	정밀안전진단
고층(21층~30층)	4개층 이상	6개층 이상
중·고층(11층~20층)	3개층 이상	4개층 이상
중층(6층~10층)	2개층 이상	3개층 이상
기타	연면적 2000㎡당 1개 단위 이상	연면적 1000㎡당 1개 단위 이상

* 31층 이상인 경우에는 10층마다 정밀점검은 1개층씩, 정밀안전진단은 2개층씩을 증가한다.

구 분 (연면적)	수량기준	
	정밀점검	정밀안전진단
50,000 ~ 75,000 m ²	4개층 이상	6개층 이상
25,000 ~ 49,999 m ²	3개층 이상	4개층 이상
1 ~ 24,999 m ²	2개층 이상	3개층 이상

* 75,001㎡ 이상인 경우에는 25,000㎡ 마다 정밀점검 1개 단위씩, 정밀안전진단은 2개 단위씩 증가함.

3) 평가등급 설정 기준

상태평가등급 산정은 각 부재별 및 항목별로 현장조사·시험한 결과에 해당하는 대표 값을 아래 표와 같이 산정하여 평가점수를 부여하고, 그 결과를 기준으로 각 항목별 평가등급을 결정한다.

구분	평가항목	평가등급 및 점수의 산정방법	비고
철근콘크리트 라멘조, 철골·철근콘 크리트조, 철근콘크리트 벽식구조 프리캐스트 콘크리트조, 무량판조, 조적조	강도	부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 대한 평균 값 부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
	균열	부재 평가점수 : 단위부재의 조사한 균열 폭 및 면적율에 해당하는 평가점수의 평균값 부재 대표 값 : 결함·손상부재를 포함해 평가대상 부재수의 최소범위에 대한 결함·손상부재의 평가점수의 평균 값	-최소범위: · 기둥, 벽: 각 전체부재의 20% · 보, 슬래브: 각 전체부재의 30%
	탄산화	부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 대한 평균 값 부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
	영화물 함유량	부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 대한 평균 값 부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
	철근부식	부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 대한 평균 값 부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
	표면노후	부재 평가점수 : 단위부재의 조사결과 및 면적률에 해당하는 평가점수에 대한 평균 값 항목 평가점수 : 결함·손상부재를 포함해 평가대상 부재수의 최소범위에 대한 결함·손상부재의 평가점수의 평균 값 부재 대표 값 : 항목 평가점수의 최저 값	-최소범위: · 기둥, 벽: 각 전체부재의 20% · 보, 슬래브: 각 전체부재의 30%
철골조, 철골·철근콘 크리트조	강재규격 및 강도	부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 해당하는 평가점수 부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
	접합상태	부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 해당하는 평가점수 부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	용접접합 볼트접합
	강재 부식도	부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 해당하는 평가점수 부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
	접합재 부식도	부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 해당하는 평가점수 부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	용접접합 볼트접합
	내화피복	부재 평가점수 : 단위부재의 측정결과에 대한 평균 값 부재 대표 값 : 측정부재 전체에 대한 평균 값	
공 통	변위 변형	수평기울기 : 측정결과 의 최저값에 해당하는 평가점수	
		수직기울기 : 측정결과 의 최저값에 해당하는 평가점수	처짐 및 부동 침하에 의한 구조 및 부재의 기울기

4) 항목별 평가 등급기준

각 평가항목에 대한 평가등급은 그 상태에 따라 a~e의 5단계로 매기고, 각 등급에 해당하는 평가점수는 아래와 같다.

가. 콘크리트

<콘크리트 강도에 대한 상태평가 기준>

평가등급	평가기준	평가점수(대표값)
a	$\alpha_c \geq 100\%$	1
b	$\alpha_c \geq 100\%$ (경미한 손상 있음)	3
c	$85\% \leq \alpha_c < 100\%$	5
d	$70\% \leq \alpha_c < 85\%$	7
e	$\alpha_c < 70\%$	9

* $\alpha_c = (\text{측정강도} \div \text{설계기준강도}) \times 100\%$

▶ 조사수량 및 평가기준

본 구조물의 콘크리트 강도에 대한 상태평가 수량 및 기준은 건축물의 규모에 따라 표본(단위)층을 산정하고, 각 층마다 주요 구조부의 기둥 또는 내력벽, 보, 슬래브 중 2개 부재를 선택하여 각 부재마다 2개소(단부와 중앙부) 이상으로 정한다

(총 수량 : 표본 층(단위)수 \times 2종 부재 \times 각 부재별 2개소)

단, 무량판구조의 경우에는 보 부재 대신에 지판부재로 한다.

- 표본 층(단위) : 다음의 사항을 우선적으로 고려하여, 건축물의 상태 및 안전성을 평가하는데 필수적이고 전체 건축물을 대표할만한 층이나 부위를 선정하며, 책임기술자의 판단에 의해 수량을 조절할 수 있다.

- ① 육안검사에서 결함·손상이 발견되었거나 예상되는 부위
- ② 최저층(피트 포함)
- ③ 주차장 구조물
- ④ 최상층 및 지붕층
- ⑤ 평면 및 구조부재가 변화된 부위
- ⑥ 장주, 장 경간, 중량물이 적재된 부위 등

<콘크리트 탄산화에 대한 상태평가등급 기준>

평가등급	평 가 기 준	평가점수(대표값)
a	$C_t^* \leq 0.25D$	1
b	$0.25D < C_t \leq 0.5D$	3
c	$0.5D < C_t \leq 0.75D$	5
d	$0.75D < C_t \leq D$	7
e	$C_t > D$	9

* C_t : 콘크리트 탄산화 깊이(cm), * * D : 측정된 철근의 피복두께(cm)

▶ 조사수량 및 평가기준

탄산화에 대한 상태평가 수량 및 기준은 건축물의 규모에 따라 표본(단위)층을 산정하고, 각 층마다 주요 구조부의 기둥 또는 내력벽, 보, 슬래브 중 2개 부재를 선택하여 각 부재별 1개소 이상으로 정한다.

단, 수량조정은 책임기술자의 판단에 의해 조정이 가능하며, 조정 시에는 그 사유를 명기하여야 한다.

(총 수량 : 표본 층(단위)수×2종 부재×각 부재별 1개소)

단, 무량판구조의 경우에는 보 부재 대신에 지판부재로 한다.

<콘크리트 균열 평가 기준>

평가등급	평가점수 (대표값)	평 가 기 준		
		최대 균열 폭 : c_w (단위:mm)	면적률* 20%이하	면적률 20%이상
a	1	$c_w < 0.1$	a	a
b	3	$0.1 \leq c_w < 0.2$	b	c
c	5	$0.2 \leq c_w < 0.3$	c	d
d	7	$0.3 \leq c_w < 0.5$	d	e
e	9	$0.5 \leq c_w$	e	e

$$* \text{면적률}(\%) = \frac{\text{균열발생면적}}{\text{점검단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열길이}(L) \times 0.25}{\text{점검단위면적}} \times 100$$

* 균열발생면적 산정은 균열길이 당 25cm의 폭을 차지하는 것으로 계산
(단, 벽체 및 슬래브 등의 판재에만 적용)

<부재의 변위·변형에 대한 평가기준>

평가등급	평가기준 (보 및 슬래브의 처짐)	평가점수(대표값)
a	L/480 이하	1
b	L/480 이하(경미한 손상)	3
c	L/240 이하	5
d	L/150 이하	7
e	L/150 초과	9

* L : 경간길이 (cm)

<기울기 (부동침하)에 대한 평가기준>

평가등급	평가기준		평가점수(대표값)
	기울기(각변위)	내 용	
a	1/750 이내	예민한 기계기초의 위험 침하 한계	1
b	1/500 이내	구조물의 균열발생 한계	3
c	1/250 이내	구조물의 경사도 감지	5
d	1/150 이내	구조물의 구조적 손상이 예상되는 한계	7
e	1/150 초과	구조물이 위험할 정도	9

* 시공오차를 제외한 순 기울기

* 건축물의 수직·수평기울기

<콘크리트 철근노출에 대한 평가 기준>

평가등급	평가 기준	평가점수(대표값)
a	$ra^* = 0$	1
b	$0 < ra < 1.0\%$	3
c	$1.0 \leq ra < 3.0\%$	5
d	$3.0 \leq ra < 5.0\%$	7
e	$5.0\% \leq ra$	9

* ra : 철근노출 면적율(%) = $\frac{\text{철근노출면적}}{\text{점검단위면적}} \times 100 = \frac{\text{철근노출길이}(L) \times 0.25}{\text{점검단위면적}} \times 100$

<콘크리트 박리에 대한 평가기준>

평가등급	평가점수 (대표값)	평가기준		
		박리깊이 : sc (단위:mm)	면적율 10%이하	면적율 10%이상
a	1	sc = 0	a	a
b	3	0 < sc < 0.5	b	c
c	5	0.5 ≤ sc < 1.0	c	d
d	7	1.0 ≤ sc < 25	d	e
e	9	25 ≤ sc	e	e

<콘크리트 박락 및 층분리에 대한 평가기준>

평가등급	평가점수 (대표값)	평가기준		
		박락, 층분리깊이 : sd (단위:mm)	면적율 20%이하	면적율 20%이상
a	1	sd = 0	a	a
b	3	0 < sd < 15	b	c
c	5	15 ≤ sd < 20	c	d
d	7	20 ≤ sd < 25	d	e
e	9	25 ≤ sd (혹은 조골재 손실)	e	e

<누수 및 백태에 대한 평가기준>

평가등급	평가기준	평가점수(대표값)
a	누수 및 백태 발생 없음	1
b	누수부위가 건조한 상태의 경미한 누수흔적이 있거나, 백태발생 면적율 5%미만	3
c	누수부위가 습윤한 상태의 현저한 누수흔적이 있거나, 백태발생 면적율 5% ~ 10%미만	5
d	누수의 진행이 관찰가능하거나, 백태발생 면적율 10 ~ 20%미만	7
e	누수의 진행이 확연하거나, 백태발생 면적율 20%이상	9

5. 3 상태평가등급 판정절차

상태평가등급 판정은 각 평가항목·부재·층별 중요도를 고려하여 부재단위, 층단위, 건축물 전체단위에 대하여 실시하며 아래의 절차에 따라 실시한다.

<상태평가등급 판정 절차>

구분 순서	평가 단계	평 가 방 법
1	부재단위 평가	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 개별부재에 대해 결함정도에 따라 평가점수 부여 ◦ 개별부재에 대해 평가항목의 중요도 반영 ◦ 부재단위(벽, 기둥, 보, 슬래브 등)별로 각 평가항목에 대해 평가점수 종합, 등급판정
2	층단위 평가	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 각 평가항목 및 부재의 중요도를 고려해 층 단위의 평가점수를 종합, 등급판정
3	전체건축물 상태평가	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 상기 1, 2단계 및 각층의 중요도를 고려해 전체 건축물의 평가점수를 종합, 등급판정

※ 상태평가등급 판정결과에는 건축시공, 재료전문가가 판단한 근거를 포함하는 소견을 달아야 한다.

5. 4 상태평가등급 산정결과

한국시설안전공단에서 제공하는 건축물 상태평가등급 산정 프로그램을 활용하여 평가를 실시
 ⇒ 대상 구조물에 대하여 상태평가 결과 **종합평가점수 3.91로 평가기준 B등급**으로 평가되었다.

평가결과										
층	안전성 / 상태									기울기 및 침하
	상태	기둥	내력벽	큰보	작은보	슬래브	테두리보	접합부	종합	
3층 (3층 ~ 4층) 라멘(RC)	상태	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.00(A)	3.00(B)
-1층 (-1층 ~ 1층) 라멘(RC)	상태	1.00	5.00	1.00	1.00	3.00	-	-	4.66(C)	3.00(B)
최종결과									상태평가: 4.29(C등급) 종합평가: 3.91(B등급)	

안전등급	평가 내용
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 건축·구조기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 건축물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성 및 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 전체적인 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 건축물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

제6장 보수,보강 및 유지관리방안

6.1 개요

6.2 유지관리 방안

6.3 보수·보강 방안

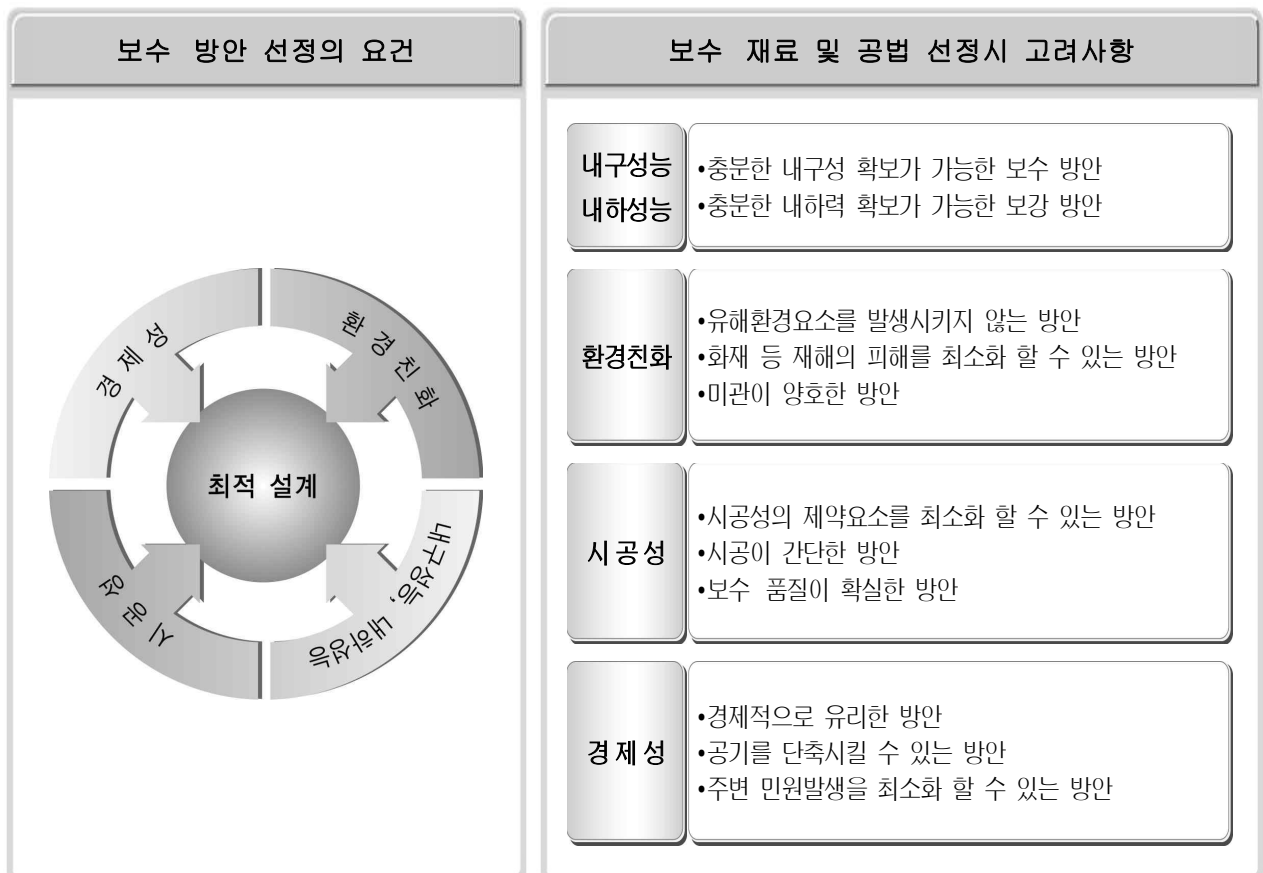
제 6 장 보수·보강 및 유지관리 방안

6.1 개 요

구조물에 대한 보수는 손상구조물의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수의 수준을 정한다.

통상 보수는 구조물에 작용한 위해요인에 의해 발생된 구조물의 손상을 치유하는 것을 말하며, 보수를 위해서는 현장조사결과와 상태평가 결과 등을 정밀검토한 후에 보수의 필요성, 공법 및 그 수준을 정한다.

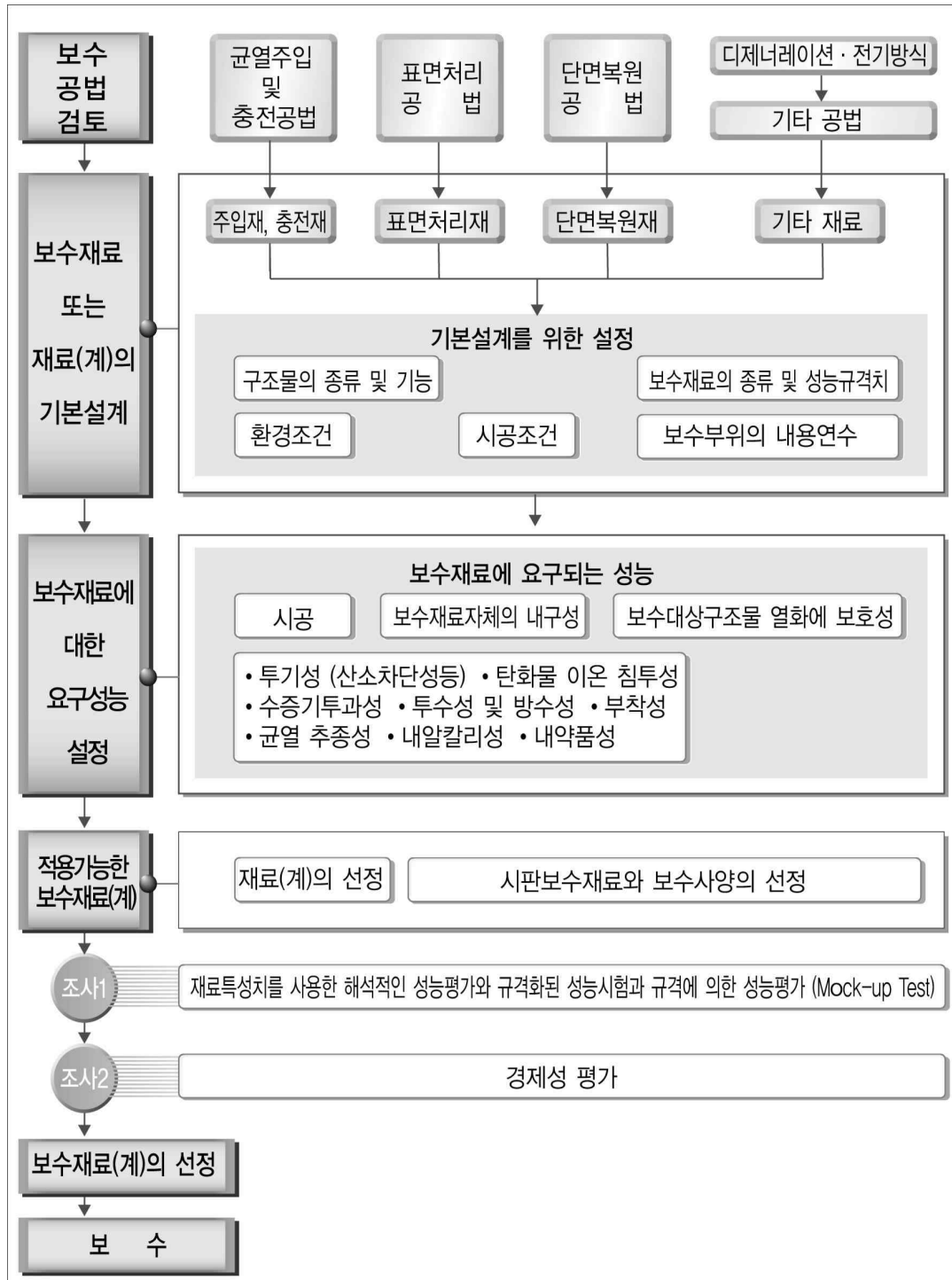
1. 선정시 고려사항



6.1.1 보수재료 선정

(1) 개요

① 보수재료의 선정흐름



【그림 6-1】 보수재료 선정흐름도

② 보수재료의 요건



·보수재료의 선택은 시공후의 성능과 내구성을 좌우하는 중요한 선택
 ·재료의 선택은 물리적, 화학적 특성과 설계자가 요구하는 성능을 만족하는지, 주위의 환경에 적당
 한지 등의 사항을 고려

(2) 보수재료의 종류

① 균열 보수재료

·균열 보수재료의 종류 및 공법

구 분	보수재료의 종류	표면처리공법	주입공법	충전공법
수 지 계 재 료	폴리머 모르터			○
	에폭시수지		○	○
	가소성에폭시수지		○	○
	탄성실링재	○		○
	도막탄성방수재	○		
시멘트계 재 료	폴리머시멘트슬러리		○	
	폴리머시멘트페이스트	○		
	폴리머시멘트모르터			○
	시멘트충전재	○		
	팽창시멘트주입재		○	

무기질계 재료

·폴리머시멘트슬러리, 폴리머시멘트페이스트,
 폴리머시멘트모르터
 ·시멘트 충전재
 ·팽창시멘트주입재

수지계 재료

·에폭시계
 ·폴리에스테르계
 ·폴리우레탄계, 고무, 아스팔트계

② 콘크리트 구체처리재

방수성을 개선시키거나 취약한 콘크리트의 표면을 강화시키며, 철근의 부식환경을 개선하는 등의 목적으로 콘크리트 표면에 도포하고 함침시키는 재료

· 구체처리재의 종류

침투성 흡수방지재	콘크리트 표면에 도포 함침하는 것에 의해 콘크리트 표층부에 흡수방지층을 형성하여 외부로부터의 물과 염화물 이온의 침투를 억제하는 재료
침투성 고화재	취약한 콘크리트의 표면층을 강화함과 동시에 마감재의 부착성을 개선할 수 있는 재료 사용시 취약층을 완전하게 강화할 필요가 있음
무기질 침투성방수재	콘크리트 표층부에 도포하는 것에 의해 재료중의 활성성분이 함침하고, 콘크리트 내부의 물에 용출하고 있는 칼슘이온과 반응해석, 표층부에 치밀한 방수층 형성
침투성 알칼리부여재	탄산화된 콘크리트에 알칼리성을 부여하여 철근을 보호하는 것으로, 콘크리트 표면에 도포하여 그 함침부분의 철근부식을 방지
도포형 방청재	염화물을 함유한 콘크리트의 철근부식환경을 개선하는 것으로, 콘크리트 혼화용의 방청재가 전기화학적 효과에 의해 철근의 부식을 억제
폴리머 함침재	폴리머계 함침재를 콘크리트에 함침시킨 후 중합조작을 거쳐 경화시키고, 콘크리트의 기공을 충전, 콘크리트 조직을 치밀하게 함과 동시에 내하력 개선효과가 우수

③ 단면복원재

· 단면복원재는 보수부위의 불건전부를 잘라낸 콘크리트 손상부를 메우기 위해서 사용되는 것으로 바탕콘크리트에 대한 점착성, 열화인자 침입의 억제효과가 기대
· 보수단면이 큰 경우와 구조보수를 하는 경우에는 보수부의 콘크리트와 역학적인 성질이 유사한 단면복원재를 선택하여야 함

· 단면복원재의 종류

폴리머시멘트 모르터	● SBR계, EVA계, PAE계 등의 폴리머시멘트모르터(방청제첨가제를 포함) 등이 있으며 재유화형 분말수지를 배합한 기 조합제품의 이용이 증가되고 있다
폴리머모르터	폴리에스테르 수지계, 에폭시 수지계, 아크릴 수지계 등의 폴리머모르터(레진 모르터)등이 있으며, 경량골재를 사용한 것이 많다
시멘트모르터	보통포틀랜드시멘트, 조강포틀랜드시멘트, 초속경포틀랜드시멘트, 골재, 혼화제 등을 배합한 보통시멘트모르터 또는 콘크리트가 사용된다

④ 철근방청처리재

·철근방청처리재는 녹 제거작업이 되어있는 철근에 도포해서 사용되는 것으로 에폭시수지계, 타르 에폭시수지계 등의 방청도료 또는 방청제를 함유한 폴리머시멘트페이스트 및 모르타 등이 사용됨

·일본의 경우 시스템화된 보수공법으로 최근에는 폴리머의 시멘트계의 비율이 증가하는 추세

· 철근방청처리재의 종류

폴리머시멘트계	합성수지계
·SBR계와 PAE계가 많이 시판 ·SBR계는 방수성, 탄산화 저항성 우수 ·PAE계는 초기접착성, 시공성 우수	·에폭시수지도료, 아크릴수지, 우레탄수지 ·경화가 빠르고, 도장작업 간단 → 공기단축 ·에폭시수지 → 철근부식 발생우려

【표 7-1】 철근방청처리재의 특성

항 목	폴리머시멘트계 방청처리재	에폭시수지계 방청처리재
방청성	도장방법 등에 주의가 필요함	경화제의 종류에 따라서 역효과 가능함
부착성, 방수성, 차염성	첨가되는 폴리머의 효과에 의한 것으로 그 종류 및 혼화량에 따라 상이함	수지의 효과에 의한 것으로 폴리머 시멘트계에 비해 성능이 우수함
내화성, 내열성	콘크리트와 같은 정도이나 폴리머의 혼화량이 많으면 내화성이 저하됨	온도가 높게 될수록 변형되기 쉬움

⑤ 바탕조정 보호재

·바탕조정재는 열화된 표면을 깨어내고, 피복의 부족을 보완하는 것을 주목적으로 사용하였으나, 바탕조정을 겸하여 보호층을 형성시키기 위하여 사용되고 있는 것이 많으며, 단면복원과 상관없이 보호피복이 필요한 곳에도 사용됨

·바탕조정재의 종류는 단면복원재와 마찬가지로 폴리머시멘트계와 합성수지계가 있다. 바탕조정재는 단면복원재의 기본성능 중 특히 피복으로써의 성능이 중요시 되어 탄산화방지효과, 차염성, 접착 내구성 등이 중요함

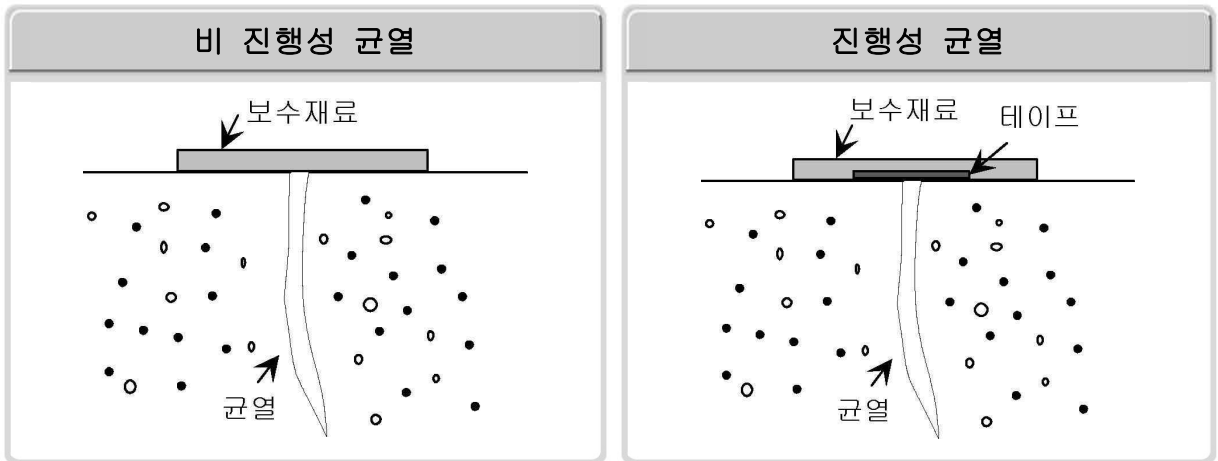
6.1.2 보수공법 선정

(1) 균열 보수공법

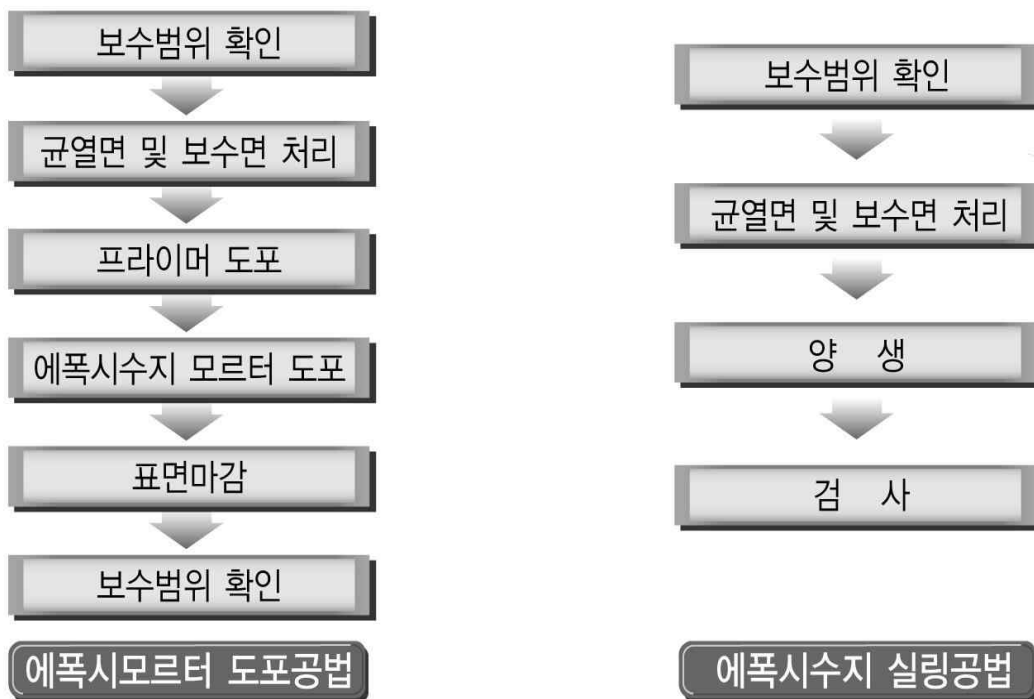
① 표면처리공법

공법개요	표면처리공법은 미세한 균열(폭 0.2mm이하)위에 도막을 형성하여, 방수성, 내구성을 향상시킬 목적으로 사용하며, 균열부분만을 피복하는 방법과 전면을 피복하는 방법이 있음
-------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------

보수개념도



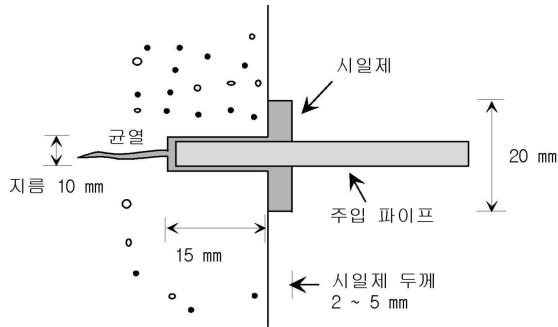
시공순서



② 주입공법

공법개요	주입공법은 균열에 수지계 또는 시멘트계의 재료를 주입하여 방수성, 내구성을 향상시키는 공법으로, 마감재가 콘크리트 모체로부터 들떠 있는 경우에도 적용할 수 있음
-------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

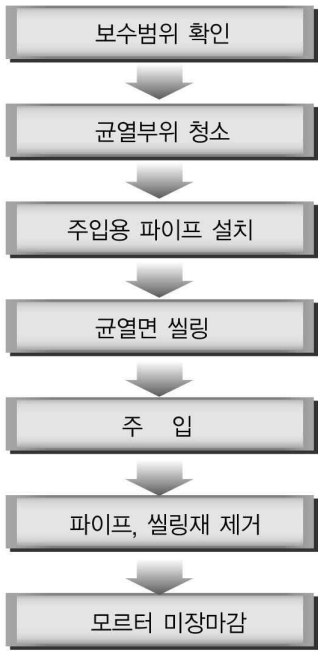
보수개념도



(단위 : mm)

균열폭	주입파이프간격
0.3이하	50 ~ 100
0.3 ~ 0.5	100 ~ 200
0.5 ~ 1.0	150 ~ 250
1.0 이상	200 ~ 300

시공순서



시공상세

	<ul style="list-style-type: none"> ● 바탕처리 : 균열면에 유리석회 및 먼지 제거
	<ul style="list-style-type: none"> ● 주입파이프설치 및 썰링 : 주입파이프 사이의 균열부분에 썰링후 1~2일 양생
	<ul style="list-style-type: none"> ● 수지주입 : 수동식, 유압식, 자동식 주입법 등으로 주입
	<ul style="list-style-type: none"> ● 주입파이프 철거 및 표면마무리

주입공법의 종류

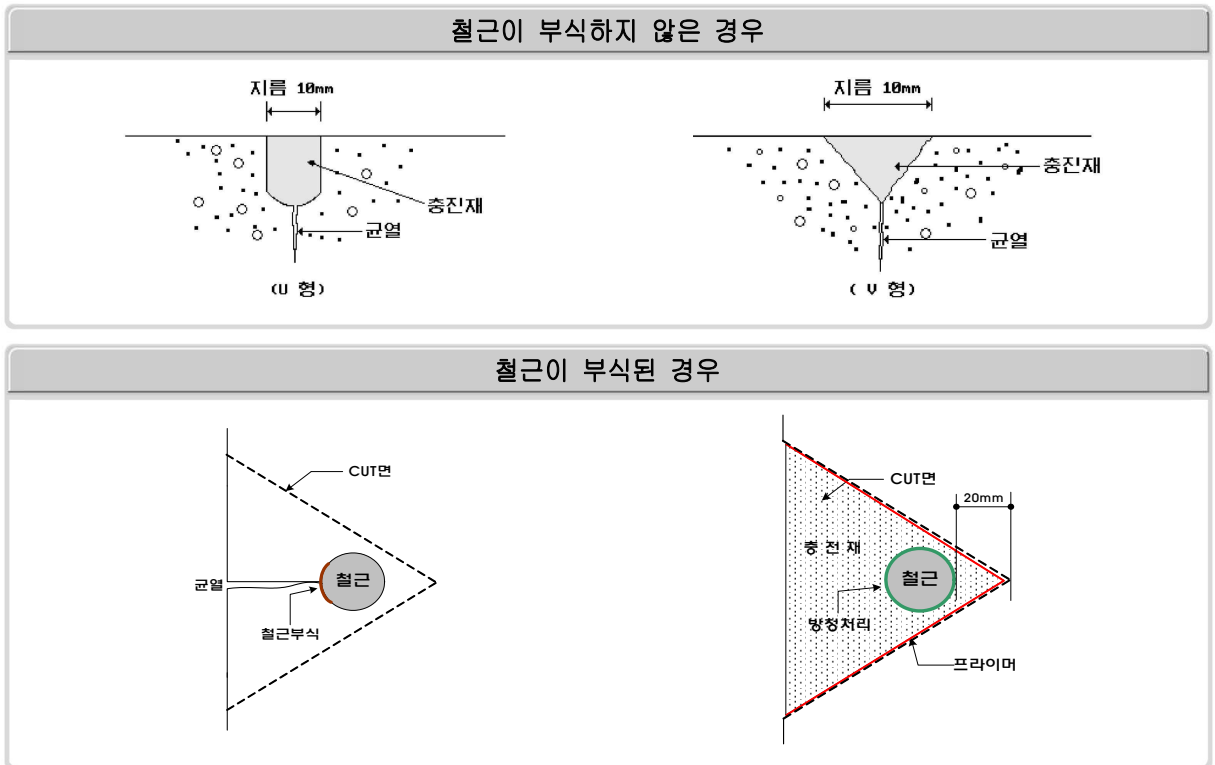
압입식	·수동식 주입 : 인력 ·기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 ·저압/저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 입력
흡입식	·균열의 양단에 흡기구와 충전재 주입구를 설치해 흡입펌프로 충전재를 흡입주입

③ 충전공법

공법개요

충전공법은 균열의 폭이 0.5mm 이상으로 비교적 큰 경우의 보수에 적합한 공법으로, 균열을 따라 모르터 마감 또는 콘크리트를 절단하여, 그 부분에 보수재를 충전하는 방법

보수개념도

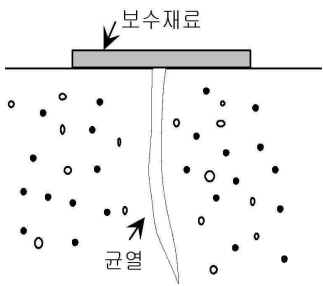
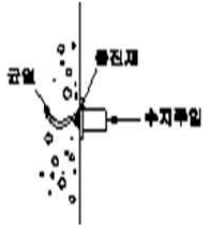
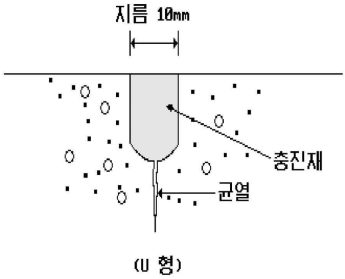


시공순서



④ 균열보수공법 비교

【표 6-2】 균열보수공법 비교안

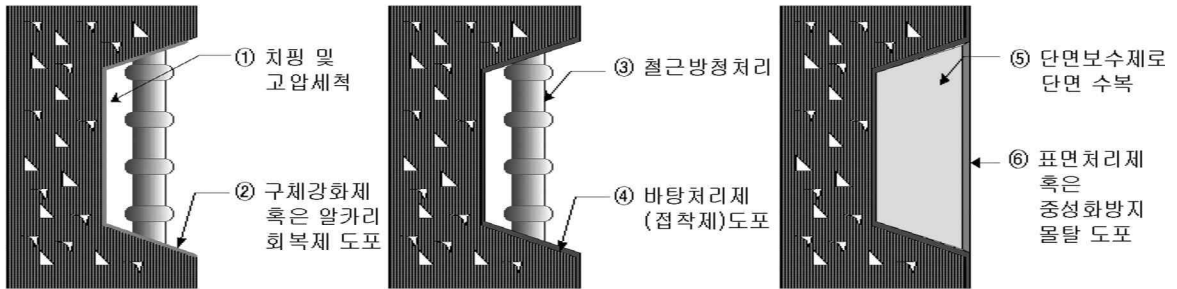
구 분	표면처리공법	주입공법	충전공법
공 법 개요	·미세균열(폭 0.2mm 이하) 위에 도막을 구성하여 방수성, 내구성의 향상시키는 공법	·폭 0.2mm 이상의 균열에 보수재를 주입하여 방수성, 내구성 향상시키는 공법	·폭 0.5mm 이상의 균열보수에 적당한 공법으로 균열부위의 콘크리트를 cut 하고 그 부분에 보수재를 충전하는 공법
재 료	·도막탄성방수제, cement filler, polymer cement paste	·에폭시 수지	·시일재, 가소성 에폭시 수지, 폴리머 시멘트 몰탈
공 법 개요도			
시 공 순 서	① 균열부위 청소 ② 균열면 충전 ③ 균열보수재 피복	① 균열부위 청소 ② 주입용 파이프 세트 ③ 균열면 채우기 ④ 보수재 주입 ⑤ 파이프·시일재 철거	① 균열면 콘크리트 깎아내기 ② 철근의 녹제거와 청소 ③ 철근표면에 방청재 도포 ④ 콘크리트면 프라이머 도포 ⑤ 충전재 충전 ⑥ 양 생
특 징	·미세한 균열에 일반적으로 많이 적용하여 시공실적 다수 ·표면만 보수하므로 재 균열 발생가능 ·내구년수가 타공법에 비해 짧음 ·시공이 타 공법에 비해 간편	·일반적인 주입공법으로 시공 실적 다수 ·경화 후 재료의 수축현상이 거의 없음 ·기존콘크리트와 물리적 성질 상이하하여 재 균열 발생가능	·시공이 타 공법에 비해 간편함 ·공사비가 다소 고가임 ·유기질계로 시간에 따라 주입재의 변형이 생김 ·균열폭에 상관없이 시공가능

(2) 단면복원공법(1) - 철근방청 포함

① 개요

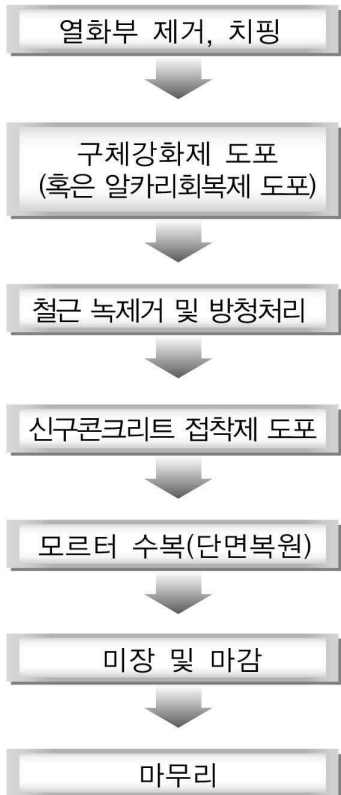
개 요	단면보수공법은 콘크리트 구체에 발생된 재료분리, 철근노출, 박리·박락, 표면열화 등의 손상부위를 제거하고, 철근의 부식이 진행된 경우에는 방청처리를 실시한 후 적절한 보수재료를 통하여 제거된 단면을 원래대로 복원하는 공법
------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

보수개념도



② 시공방법

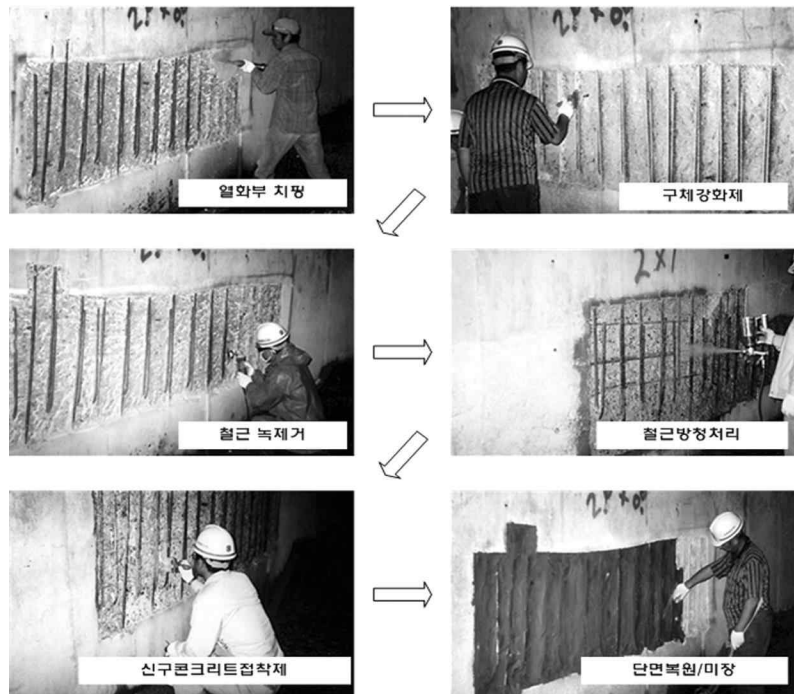
시공순서



보수전 조사항목

- 내부 철근의 부식상태
- 콘크리트의 열화 및 탄산화 상태
- 균열의 발생/진전상태
- 염화물 함유량

시공사례



(3) 단면복원공법(II) - 철근방청 미포함

① 개요

재료분리, 들뜸, 공동, 박락, 망상균열, 백태 등의 손상부에 적용하는 공법

② 시공방법

시공사례

① 하지처리
② 구체강화제 도포
③ 신구콘크리트 접착제 도포
④ 조강무수축 몰탈 도포
⑤ 중성화 방지제 도포

6.2 유지관리 방안

유지관리란 시설물의 내용연수 내에 그 기능을 보존하고 이용자의 편의나 안전을 도모하기 위한 목적으로 일상정비하고 손상된 부분을 원상태로 보수하여 최초로 정비된 상태로 유지함과 아울러 시간의 경과에 따른 시설의 개량을 행하는 것이다. 따라서, 여기에는 시설물의 갱신이나 개량은 포함되지 않는다. 여기서 유지관리의 기본개념을 정리하면 다음과 같다.

【표 6-3】 유지관리의 기본개념

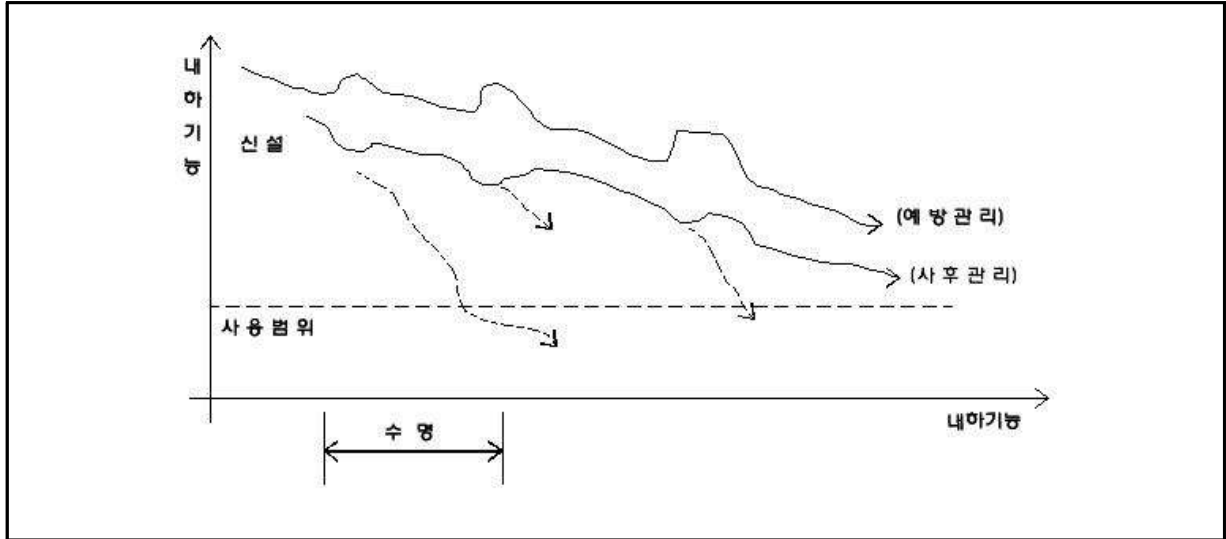
구 분		내 용	
유 지 관 리	점검·검사	·정기점검, 이상시 점검을 주체로 하며 이에 동반되는 관리업무	
	평 가	·점검 결과에 따라 시설의 건전도를 평가하여, 보수의 필요성을 판단하는 것	
	유 지 보 수	유지	·시설물의 물리적 노후도의 진행이나 기능저하를 허용한계 이내로 멈추게 하기 위한 행위
		보수	·물리적·기능적으로 노후화된 시설물을 부분적 수리하여 원래의 기능과 구조로 회복시키는 행위
		보강	·외력에 의하여 파손된 시설물을 부분적으로 보수하여 원래의 기능과 구조로 회복시키는 행위
갱신·교체	·물리적·기능적으로 노후화된 시설물이나 이상한 외력에 의하여 파손된 시설물을 전면적으로 수리하여 원래의 기능과 구조물로 회복시키는 행위		
개 량	·당초 계획했던 기능을 능가하는 기능을 갖출 수 있는 구조로 개량하는 행위		

6.2.1 시설물 유지관리

시설물의 유지관리란 시설물의 기능을 보존하고 시설물 이용자의 편의와 안전을 도모하기 위하여 시설물의 순찰, 안전점검, 일상점검 및 손상된 부분의 원상회복과 보수보강을 통하여 공용수명 기간 중 안전한 사용 및 시설물의 기능을 다하도록 하기 위한 제반활동 및 과정을 말한다.

유지관리는 크게 사후 유지관리(Breakdown Maintenance)와 예방 유지관리(Preventive Maintenance)로 구분할 수 있다. 사후 유지관리는 문제가 발생된 후 보수 또는 보강하는 방식이고, 예방 유지관리는 문제발생의 징후 또는 그 원인을 사전에 발견해 적절한 조치를 취함으로써 문제발생을 예방하는 방식이다.

과거에는 보통 사후 유지관리가 대부분이었으나, 현재는 진단기술 및 장비가 발달되어 예방 유지관리를 지향하고 있다.



【그림 6-2】 구조물 시간경과에 따른 내하능력 저하

■ 방지하는 방법 :

손상을 방지하면 기능저하에 의한 손상이 더욱 진행되고, 또는 다른 손상을 유발시키는 등 기능저하가 가속되어 결국 공용기능을 상실한다.

■ 손상진행 후에 보수하는 방법 :

손상이 경미하게 진행한 시점에 보수하여 기능회복을 도모하면 내용년수를 연장 할 수 있지만, 손상의 진행이 현저하면 기능회복이 어렵게 되고 기능회복 비용이 커진다.

■ 손상초기에 조치를 취하는 방법 :

손상의 초기단계에 조치를 취하면 비교적 적은 비용으로 간단히 기능을 회복할 수 있고, 교량은 항상 건전한 상태를 유지하고, 내용년수를 연장할 수 있다.

따라서 손상의 초기단계에 조치를 취하여 비교적 적은 비용으로 간단히 기능을 회복하게 되면 구조물은 항상 건전한 상태를 유지하고, 공용년수를 연장할 수 있다.

6.2.2 시설물 진단 및 점검

(1) 개요

【표 6-4】 시설물 진단 및 점검개요

목적	·현장조사 및 각종시험에 의해 시설물의 물리적·기능적 결함 및 내재 되어있는 위험요인을 발견하고, 이에 대한 신속하고 적절한 조치 및 보수·보강 방법을 제시하여 시설물의 안전을 확보
준비사항	·적절한 계획 수립, 조사·시험 항목의 선정, 경험과 기술을 갖춘 기술인력과 소요 장비 ·각 시설물에 대한 특수한 구조적 특성 검토, 최신 기술과 실무 경험의 적용

(2) 안전점검 및 정밀안전진단의 내용

【표 6-5】 점검 및 진단의 내용

구분	점검주기	점검내용	조치사항
정기점검	1회/6개월	·세심한 육안검사로써 시설물의 기능적 상태 점검	·중대한 결함 발견시 법제11조 규정에 따라 즉시 관계 행정기관 의장에게 통보 ·긴급점검 또는 정밀안전진단 실시
정밀점검	A등급:1회/4년 B,C등급:1회/3년 D,E등급:1회/2년	·면밀한 육안검사와 간단한 측정·시험장비로 필요한 측정 및 시험을 실시 ·시설물 전체에 대한 상태평가 등급을 평가하며, ·결함부위등 주요 부위에 대한 외관 조사망도 작성 등 ·수중조사(4년/1회)	·중대한 결함 발생시 해당 부위에 대하여 안전성 평가 실시 ·결함이 광범위한 경우 관리주체는 법제7조제1항의 규정에 의하여 정밀안전진단 실시
정밀안전진단	시설물 완공후 10년이 경과된 1종 시설물, A등급:1회/6년 B,C등급:1회/5년 D,E등급:1회/4년	·정밀한 근접 육안검사 및 각종 측정·시험장비에 의한 측정·시험을 실시 ·시설물의 결함 정도에 따라 구조물의 내하력 등 안전성 평가를 실시하며 이를 위하여 필요한 조사, 특정, 시험, 구조계산, 수리해석 등을 실시하고 분석·검토를 하여 안정성 평가등급을 결정	·검사결과 보수·보강이 필요한 경우에는 보수·보강방법 제시

7.2.3 유지관리 및 보수계획

(1) 유지관리 계획

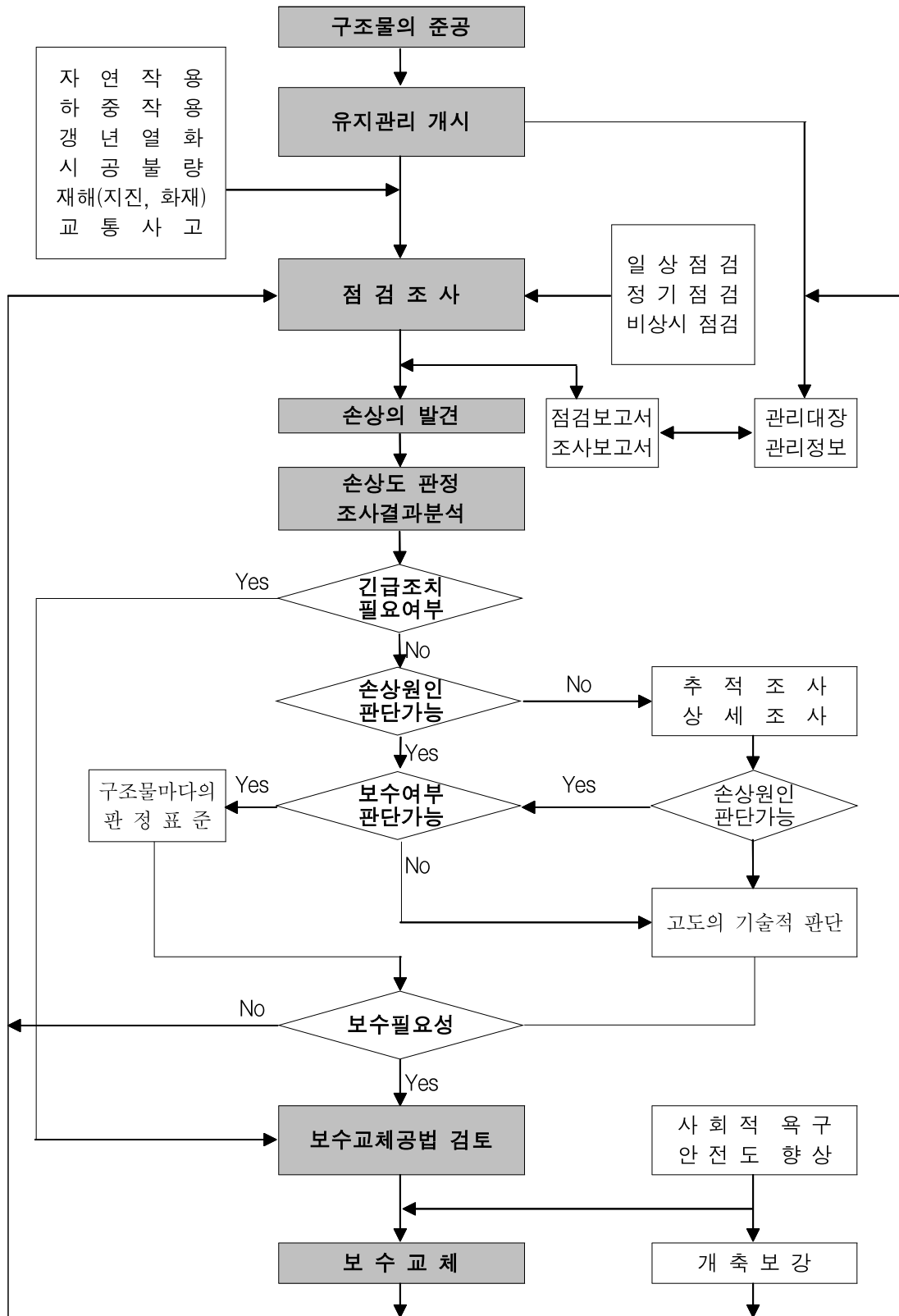
【표 6-6】 시설물 유지관리 계획

유지 관리 목적	<ul style="list-style-type: none"> ·시설물 유지관리는 기 건설된 시설물이 제 기능을 유지하기 위하여 수시점검, 일상점검 및 정기점검을 통하여 사인에 유해요인을 제거하며 ·손상되어진 부분을 원상 복구하여 당초 건설된 상태를 유지함과 동시에 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 개량과 추가시설을 함으로써 ·이용자가 편의와 안정을 도모하며, 시설물의 효율적인 관리로 영구적인 이용을 위해 시행함
유지 관리 역할	<ul style="list-style-type: none"> ·유지관리의 기본적인 역할은 여러 가지 내적 외적 요인에 의하여 기능이 저하된 일정한 방법의 조치를 취해 그 기능을 회복시켜 당해 시설의 내용연수까지 양호하게 보전 ·기존 설계법과 시공법을 개량시킬 수 있는 자료 제공 ·유지관리를 고려한 설계법과 설계개념을 전환시키는 역할등
유지 관리 방침 수립	<ul style="list-style-type: none"> ·시설물에 대한 규칙적인 점검과 정비를 체계적으로 설치 ·시설물의 원기능을 유지할 수 있도록 보수 및 보강에 대한 타당성을 사전에 검토·판단 ·시설물 유지에 관련된 예산의 집행을 점검 및 정비계획에 맞춰 효율적으로 산정·운영하여 예산의 낭비방지 ·시설물 유지관리 기반의 정예화 ·원활한 유지관리체계 확립

(2) 유지관리 기본개념

【표 6-7】 유지관리 기본개념

구 분		기 본 개 념
점검·검사		정기점검 이상시 점검을 주체로 하며, 이에 수반되는 관리업무 포함
평 가		점검결과에 따라 유지상태를 평가하여 보수 필요성등을 판단
유지보수	유 지	시설물의 물리적 노후도의 진행이나 기능저하를 허용한계 이내로 하기 위한 행위
	보수·수선	물리적·기능적으로 노후화된 시설물을 부분적으로 수리하여 원래의 기능과 구조로 회복시키는 행위
	재해복구	이상 외력에 의하여 파손된 시설물을 부분적으로 복구하여 원래의 기능과 구조로 회복시키는 행위



【그림 6-3】 유지관리 흐름도

6.3 보수·보강 방안

6.3.1 구조체 보수 방안

구조체에 발생된 균열폭 0.3mm이상 균열에 대해서는 에폭시 주입공법 적용이 필요 할 것으로 판단되며, 0.3mm 미만의 균열은 표면처리 보수가 요구된다.

균열부를 통해 누수 및 백태가 발생된 부위에 대해서는 습식 에폭시 주입공법이 요구되며, 바닥 균열부는 V-Cutting 후 충전공법으로 보수를 실시한다.

콘크리트 박락된 부분은 단면 복구 공법으로 보수를 실시하고 철근노출 및 철근부식은 표면 부식 제거 및 방청 처리 후 단면 복구 공법으로 보수를 실시한다.

또한 접합부에 발생된 이격 및 균열은 재료적 특성에 따라 수축·팽창에 의해 발생된 균열로서 신축성이 좋은 실링재 충전공법 적용이 필요할 것으로 판단된다.

누수흔적 및 백태는 손상에 대해 보수공법 적용은 불필요하며 지속적인 유지관리가 요구된다.

지상층 철골 부재 및 데크슬래브의 내화피복 미시공 및 탈락 부분은 내화성능 확보를 위한 지속적인 관리가 요구된다.

【표 6-8】 구조체 보수방안

구분	손상내용			보수·보강공법	우선순위	비고
RC 구조체	균열	구조체	0.3mm이상	에폭시 주입공법	2	
			0.3mm미만	표면처리	2	
	균열부 누수흔적 및 백태			습식 에폭시 주입공법	2	
	콘크리트 박리			단면복구 공법	2	
	철근노출 및 철근부식			방청 처리후 단면복구 공법	2	
STEEL 구조체	누수흔적 및 백태			유지관리	3	
	내화피복 미시공 및 탈락			내화성능 확보 위한 지속적인 관리	3	
	볼트 표면 부식			표면 부식 제거 및 방청	2	

6.3.2 비구조체 보수 방안

조적벽체에 발생된 균열은 현재 건물의 안전성 및 구조부재의 내력 저하에는 영향이 없는 것으로 판단되나 사용성 및 미관을 고려하여 향후 재도장 및 보수계획 수립 시 표면처리공법으로 보수하며 기타 결함등은 지속적인 유지관리를 실시한다.

【표 6-9】 비구조체 보수방안

구 분	손상내용	보수·보강공법	우선 순위	비고
조적벽체	균열	표면처리공법	2	
	줄눈균열 및 이격	유지관리	3	
	누수흔적	유지관리	3	

6.3.3 적용기준

본 과업에서 지적된 주요 손상에 대해서는 장기적인 건물의 잔여수명 연장, 내구성 및 사용성 확보를 위한 보수조치가 필요하며, 보수공사 시행은 관리주체의 유지관리 및 보수 계획에 따라 보수범위 및 시기를 조정하여 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

【표 6-10】 보수·보강에 대한 우선순위

우선순위	내 용	비 고
0	개 축	
1	사용제한 조치 및 긴급보수·보강 시행	
2	관리주체의 유지관리 및 보수 계획에 포함하여 보수 시행	
3	진행사항 관찰 및 유지관리	
4	양 호	

6.3.4 개략 보수공사비

구분	손상내용	보수·보강공법	물량	순공사비 (원)
구조체	슬래브외 균열(0.3mm미만)	표면처리	5.5 m	733,798
	슬래브외 균열(0.3mm이상)	충전식 보수공법	18.7 m	
	슬래브 건식균열(0.3mm미만)	표면처리	- m	42,385
	슬래브 건식균열(0.3mm이상)	충전식 보수공법	1.2 m	
	슬래브 습식균열	습식공법	6.7 m	320,544
	철근노출, 골재분리, 콘크리트 박락	단면복구공법	0.22 m ²	24,053
비구조체	벽체 균열(0.3mm미만)	표면처리	31.9 m	2,056,930
	벽체 균열(0.3mm이상)	충전식 보수공법	63.6 m	
	습식균열	습식공법	3.3 m	211,702
	상부 마감재 오염 및 파손	철거 후 재시공	4.56 m ²	737,637
	타일파손 및 들뜸 보수공사	철거 후 재시공	0.4 m ²	35,093
	구조체 균열	주입식	18.7 m	493,043
가설공사				6,913,904
순공사비 합계				15,599,205
총 공사비 (순공사비, 간접노무비, 보험료, 기타경비, 부가가치세 등)				20,662,045









※ 부록 5. 개략 보수공사비 내역서 참조









제 7 장 종합결론 및 건의

- 7.1 현황 조사 결과**
- 7.2 품질 및 재료시험 조사결과**
- 7.3 상태평가 결과**
- 7.4 보수·보강 방안**
- 7.5 종합결론**




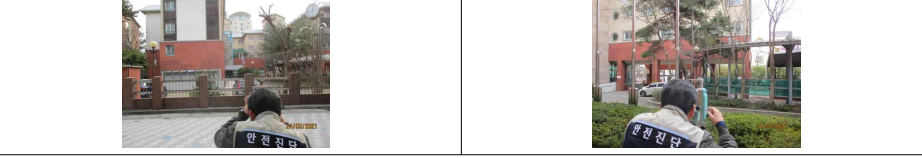
제 7 장 종합결론





7. 1 현황조사 결과

학생교육원(대천임해) 별관동 지하층			
			
지하1층 벽체 수평균열	지하1층 상부 보 하부 철근노출-보강	지하1층 상부 보 재료분리-보수	지하1층 상부 슬래브 균열 및 누수흔적
			
지하1층 벽체 경사균열	지하1층 벽체 수직균열	지하1층 벽체 수직균열	지하1층 벽체 타일 균열
<p>① 지하층</p> <ul style="list-style-type: none"> - 이번점검에서 지난점검시 지적된 사항들에 대해 보수가 많이 이루어졌으나 재균열로 이어진 균열이 다수 조사 되었다. 이는 온도변화에 의한 건조수축과 휨 인장 응력으로 인해 발생한 것으로 균열의 폭과 양상을 볼 때 구조물의 안전성을 저해할만한 손상은 아닌 것으로 검토되었으나, 일부 부재에서 조사된 누수를 동반한 결함에 대해서는 장기간 방치 시 누수로 인한 철근 부식, 팽창 및 콘크리트 탈락 등 2차적인 피해가 발생할 수 있는 사항으로 내구력 증진 차원의 확실한 보수가 요구된다. - 기계실 상부보에 대한 보강이 이루어졌으며 보강상태를 확인한 결과 부재의 접합부, 에폭시 채움 상태등이 양호하며 철골 부재의 변위·변형은 없는 것으로 조사되었다. 보에서 발견되었던 철근노출등은 보수,보강에 의해 문제점이 발견되지 않았다. - 주차장 상부 보에서 미세한 전단균열이 다수 발견되었다. 현재로서는 중대한 결함부분이 아니나 추후 계획적 추적관리가 요구된다 			

학생교육원(대천임해) 별관동 지상층			
			
지상2층 벽체 수직균열	지상3층 상부 슬래브 균열-보수	지상3층 상부 마감재 누수흔적	지상3층 계단실 벽체 수평균열
			
지상4층 수평균열 및 백화-보수	지상4층 E.J구간 마감재 누수흔적	지상4층 벽체 누수흔적 및 도장 박리-보수	지상4층 벽체 타일 균열
<p>② 지상층</p> <ul style="list-style-type: none"> - 지상층 전부에 걸쳐 균열 보수가 이루어 진걸로 보이나 재발생 균열이 다수 조사되었다. 이는 온도변화에 의한 건조수축과 휨 인장 응력으로 인해 발생한 것으로 균열의 폭과 양상을 볼 때 구조물의 안전성을 저해할만한 손상은 아닌 것으로 검토되었으나, 일부 부재에서 조사된 누수를 동반한 결함에 대해서는 장기간 방치 시 누수로 인한 철근 부식, 팽창 및 콘크리트 탈락 등 2차적인 피해가 발생할 수 있는 사항으로 내구력 증진 차원의 확실한 보수가 요구된다. - 지난해차에서 점검된 지상층의 E.J를 확인한 결과, 전반적으로 변위·변형이 없는 양호한 상태이나 지상4층 E.J 부위에서 누수가 보수되지 않은채 조사되었으며 이는 지붕층 E.J의 실리콘이 일부 파손되어 우수가 침투하여 발생한 것으로 철근부식등의 2차손상의 우려가 있으므로 보수가 요구된다. - 전체적으로 건물의 보수가 이루어졌던 점으로 보아 내부 보수 후 재균열 부분을 배고 전반적으로 양호한 편이며 외부벽체 드라이비트 설치상태를 점검한 결과, 마감재의 이격 및 파손등의 손상현황이 없으며 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 			

7. 2 품질 및 재료시험 조사결과

시험명	측정개소	시험결과
◦ 부재치수 조사	12	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p>■ 측정 가능한 주요부재에 대하여 줄자 및 버니어 캘리퍼스를 이용하여 조사하였으며 구조도면의 부재로 인해 측정치와 비교·검토를 할 수 없는 상태이다.</p>
◦ 콘크리트 강도	8	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p>■ 콘크리트 주요부재에 대하여 반발경도법에 의한 압축강도를 조사한 결과, $f_{ck}=14.1\sim30.2\text{MPa}$, 평균 $f_{ck}=21.9\text{MPa}$로 측정되어 설계기준강도 ($f_{ck}=21.0\text{MPa}$)를 상회하는 것으로 조사되어 콘크리트의 <u>내구성 저하는 없는 것으로 판단된다.</u></p>
◦ 콘크리트 탄산화	8	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p>■ 본 점검 대상시설물의 주요 부재에 대하여 탄산화 조사를 실시한 결과, 1.4~2.3cm로 측정되었으며 평가등급상 b~c등급으로 평가되어 <u>탄산화가 일부 진행되었으며 사용연수에 비해 양호한 상태를 유지하고 있으나 주기적인 관찰이 필요한 것으로 검토되었다.</u></p>
◦ 건물기울기 조사	6	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p>■ 측정결과 1/731~1/6,875로서 평가기준상 a~b등급으로 조사되어 <u>전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.</u></p>

시 험 명	측정 개소	시험 결과	
◦ 부동침하 조사	5		
		<ul style="list-style-type: none"> ■ 지하1층 바닥에서 부동침하 기울기를 측정한 결과, 0.0004~0.0023으로 평가기준상 모두 OK판정을 받아 <u>전반적으로 양호한 것으로 조사되었다.</u> 	
◦ 부재처짐 조사	2		
		<ul style="list-style-type: none"> ■ 건축물의 주요 부재에 대하여 부재처짐 조사를 실시한 결과 각 부재의 허용 처짐 범위인 L/480을 넘지 않는 <u>양호한 상태</u>인 것으로 조사되었다. 	

7. 3 상태평가 결과

7.3.1 종합평가 및 안전등급 지정

- 한국시설안전공단에서 제공하는 건축물 상태평가등급 산정 프로그램을 활용하여 평가를 실시
⇒ 대상 구조물에 대하여 상태평가 결과 **종합평가점수 3.91로 평가기준 B등급**으로 평가되었다.

평가결과										
층	안전성 / 상태									기울기 및 침하
	기동	내력벽	큰보	작은보	슬래브	테두리보	접합부	종합		
3층 (3층 ~ 4층) 라멘(RC)	상태	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.00(A)	3.00(B)
-1층 (-1층 ~ 1층) 라멘(RC)	상태	1.00	5.00	1.00	1.00	3.00	-	-	4.66(C)	
최종결과										상태평가: 4.29(C등급) 종합평가: 3.91(B등급)

안전등급	평가 내용
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 건축·구조기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 건축물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성 및 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 전체적인 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 건축물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

7. 4 보수·보강방안

7.4.1 보수·보강 공법 선정 시 고려사항

보수·보강 방안 선정의 요건	보수·보강 재료 및 공법 선정시 고려사항	
	내구성능	<ul style="list-style-type: none"> 충분한 내구성 확보가 가능한 보수 방안
	내하성능	<ul style="list-style-type: none"> 충분한 내하력 확보가 가능한 보수 방안
	환경친화	<ul style="list-style-type: none"> 유해환경 요소를 발생시키지 않는 방안 화재 등 재해의 피해를 최소화 할 수 있는 방안 미관이 양호한 방안
	시공성	<ul style="list-style-type: none"> 시공성의 제약요소를 최소화 할 수 있는 방안 시공이 간단한 방안 보수·보강 품질이 확실한 방안
	경제성	<ul style="list-style-type: none"> 경제적으로 유리한 방안 공기를 단축시킬 수 있는 방안 주변 민원발생을 최소화 할 수 있는 방안

7.4.2 구조물 보수·보강 방안

구 분	표면보수공법	우레탄 주입공법	단면복구공법
적용대상 부위	<ul style="list-style-type: none"> 폭 0.3mm 미만 균열 (망상균열, 백태, 성능저하) 	<ul style="list-style-type: none"> 폭 0.3mm 이상의 균열 	<ul style="list-style-type: none"> 구조물표면의 단면손상부 (파손, 들뜸, 재료분리 등)
공법개요	<ul style="list-style-type: none"> 균열부에 도막을 구성하여 방수성, 내구성을 향상 부분피복과 전면피복방법 	<ul style="list-style-type: none"> 균열부에 보수재를 주입하여 방수성, 내구성 향상시키는 공법 주입방법: 압입식, 흡입식 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 손상부 제거→철근 노출 시 방청처리 후 단면복구 →중성화방지 마감코팅
시공도면			
시공시 유의사항	<ul style="list-style-type: none"> 보수, 피복재의 두께를 충분히 유지하여야 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 주입압력을 너무 높게 하지 않고, 시공 시 온도는 5~35℃, 습도는 45~85%유지 	<ul style="list-style-type: none"> 신재료와 구재료의 부착이 용이하도록 콘크리트 열화부의 충분한 제거

7.4.3 개략 보수공사비

구 분	손상내용	보수보강공법	물량	순공사비 (원)
구조체	슬래브외 균열(0.3mm미만)	표면처리	5.5 m	733,798
	슬래브외 균열(0.3mm이상)	충전식 보수공법	18.7 m	
	슬래브 건식균열(0.3mm미만)	표면처리	- m	42,385
	슬래브 건식균열(0.3mm이상)	충전식 보수공법	1.2 m	
	슬래브 습식균열	습식공법	6.7 m	320,544
	철근노출, 골재분리, 콘크리트 박락	단면복구공법	0.22 m ²	24,053
비구조체	벽체 균열(0.3mm미만)	표면처리	31.9 m	2,056,930
	벽체 균열(0.3mm이상)	충전식 보수공법	63.6 m	
	습식균열	습식공법	3.3 m	211,702
	상부 마감재 오염 및 파손	철거 후 재시공	4.56 m ²	737,637
	타일파손 및 들뜸 보수공사	철거 후 재시공	0.4 m ²	35,093
	구조체 균열	주입식	18.7 m	493,043
가설공사				6,913,904
순공사비 합계				15,599,205
총 공사비 (순공사비, 간접노무비, 보험료, 기타경비, 부가가치세 등)				20,662,045

※ 부록 5. 개략 보수공사비 내역서 참조

7. 5 종합결론

① 지하층

- 이번점검에서 지난점검시 지적된 사항들에 대해 보수가 많이 이루어졌으나 재균열로 이어진 균열이 다수 조사되었다. 이는 온도변화에 의한 건조수축과 흙 인장 응력으로 인해 발생한 것으로 균열의 폭과 양상을 볼 때 구조물의 안전성을 저해할만한 손상은 아닌 것으로 검토되었으나, 일부 부재에서 조사된 누수를 동반한 결함에 대해서는 장기간 방치 시 누수로 인한 철근 부식, 팽창 및 콘크리트 탈락 등 2차적인 피해가 발생될 수 있는 사항으로 내구력 증진 차원의 확실한 보수가 요구된다.
- 기계실 상부보에 대한 보강이 이루어졌으며 보강상태를 확인한 결과 부재의 접합부, 에폭시 채움상태 등이 양호하며 철골 부재의 변위·변형은 없는 것으로 조사되었다. 보에서 발견되었던 철근노출등은 보수,보강에 의해 문제점이 발견되지 않았다.
- 주차장 상부 보에서 미세한 전단균열이 다수 발견되었다. 현재로선 중대한 결함부분이 아니나 추후 계획적 추적관리가 요구된다.

② 지상층

- 지상층 전부에 걸쳐 균열 보수가 이루어 진걸로 보이나 재발생 균열이 다수 조사되었다. 이는 온도변화에 의한 건조수축과 흙 인장 응력으로 인해 발생한 것으로 균열의 폭과 양상을 볼 때 구조물의 안전성을 저해할만한 손상은 아닌 것으로 검토되었으나, 일부 부재에서 조사된 누수를 동반한 결함에 대해서는 장기간 방치 시 누수로 인한 철근 부식, 팽창 및 콘크리트 탈락 등 2차적인 피해가 발생될 수 있는 사항으로 내구력 증진 차원의 확실한 보수가 요구된다.
- 지난회차에서 점검된 지상층의 E.J를 확인한 결과, 전반적으로 변위·변형이 없는 양호한 상태이나 지상4층 E.J 부위에서 누수가 보수되지 않은채 조사되었으며 이는 지붕층 E.J의 실리콘이 일부 파손되어 우수가 침투하여 발생한 것으로 철근부식등의 2차손상의 우려가 있으므로 보수가 요구된다.
- 전체적으로 건물의 보수가 이루어졌던 점으로 보아 내부 보수 후 재균열 부분을 배고 전반적으로 양호한 편이며 외부벽체 드라이비트 설치상태를 점검한 결과, 마감재의 이격 및 파손등의 손상현황이 없으며 전반적으로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 조사되었다.

③ 비파괴조사 및 상태등급

- 구조물의 콘크리트 강도는 평균치를 상회하나 지상층의 강도가 현저히 낮게 조사되었기에 추후 계획적 관리가 요구되며 콘크리트 탄산화는 일부 진행되었으나 사용년수에 비해서 양호한 상태로 내구성에는 큰 문제가 없으나 주기적인 관찰이 필요한 것으로 검토되었다.
- 변위·변형에 대하여 측정된 결과, 건물기울기(외벽수직도), 부동침하 기울기, 부재처짐은 양호한 것으로 검토되었다.
- 건물의 손상현황 조사 및 비파괴 시험조사, 상태평가등 정밀점검의 수행평가 결과 종합적인 구조물의 상태는 "**B**"등급으로 조사되었으며, 이는 "보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 건축·구조기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태"인 것으로 조사되었다.