



KSDE-2022-B1-0722-334

IoT기반 위험시설물 안전관리 예·경보 서비스 구축  
**시설물안전점검보고서**

【 전라북도 군산시 신흥3길 16 】

▶ NO.44 구)신흥경로당 ◀

2022. 07. 22.



한국안전진단기술원

KOREA SAFETY DIAGNOSIS ENGINEERING



## 한 국 안 전 진 단 기 술 원

정부공인 안전진단전문기관 <http://www.ksdeng.com>

사전조사 • 안전진단 • 안전점검 • 하자진단 • 법원감정

서울특별시 송파구 송파대로 167 테라타워 A동 1014호

TEL : 02) 3401-9119

FAX : 02) 431-9119

# 제출문

---

## 군산시청 貴中

귀 청과 그렉터의 계약 따라 전라북도 군산시 신흥3길 16 소재 ‘구)신흥경로당’ 시설물에 대한 IoT기반 위험시설물 안전관리 예·경보 서비스 구축 안전점검 과업을 완료하고, 그 결과를 본 보고서로 제출 합니다. 아울러 금번 과업에 협조해 주신 관계자 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

2022. 07. 22.

한 국 안 전 진 단 기 술 원

대 표 이 윤 종



등록번호 제 서울-185호



## 안전진단전문기관등록증

상 호 : (주)한국안전진단기술원

대 표 자 : 이 윤 중

사무소소재지 : 서울특별시 송파구 송파대로 167, 에이동 1014호

(문정동, 문정역테라타워)

등록분야 : 건축, 교량 및 터널

등록연월일 : 1997년 04월 23일













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

2019년 04월 24일

서울특별시



◆ 안전점검 참여기술자 명단 ◆

구 분	성 명	자 격 사 항	업 무 분 야	비 고
책임기술자	이 철 수	특급기술자 (기술사)	과업 총괄	
참여기술자	조 명 일	특급기술자	성과 분석	
	박 진 양	특급기술자	현장조사 및 보고서작성	
	권 정 우	고급기술자	현장조사 및 보고서작성	
	김 상 업	고급기술자	현장조사 및 보고서작성	
	남 태 현	초급기술자	현장조사 및 보고서작성	
	유 기 선	초급기술자	현장조사 및 보고서작성	
기술자문	이 윤 종	건설안전기술사	성과 분석	
	박 무 일	건설안전기술사	성과 분석	
	방 효 탁	건설안전기술사	성과 분석	
	임 수 상	건축시공기술사	성과 분석	
	오 윤 승	건축구조기술사	성과 분석	

# 목 차

---

제 1 장	개	요	.....	1		
1-1.	추진배경 및 필요성					
1-2.	대상 시설물의 계측 위치 선정 방법					
1-3.	대상 시설물 전경 및 위치도					
1-4.	안전점검 FLOW CHART					
1-5.	현장 외관조사 수행 방법					
1-6.	사용 장비 및 기기의 사진					
제 2 장	현	황	조	사	.....	7
2-1.	개	요				
2-2.	시설물의 외관조사					
제 3 장	시설물	변위조사	.....	22		
3-1.	시설물의 기울기 조사					
3-2.	진동의 특성 및 전달					
제 4 장	유지관리대책	.....	34			
4-1.	개요					
4-2.	보수공법 적용기준					
4-3.	주요 성능저하별 보수 방안					
제 5 장	종	합	결	론	.....	49
5-1.	종합의견					
5-2.	유지관리 특별 요구사항					
5-3.	기타					

# **제1 장**

## **개 요**

**1-1. 추진배경 및 필요성**

**1-2. 시설물의 계측 위치 선정 방법**

**1-3. 대상 시설물 개요**

**1-4. 안전진단 FLOW CHART**

**1-5. 현장 외관조사 수행방법**

**1-6. 사용장비 및 기기사진**

## 1-1. 추진배경 및 필요성

- 국민들의 안전의식 향상 및 사회전반에 대한 관리체계 요구 증대
- 위험시설물 붕괴 등 반복적 사건·사고 발생으로 행정기관의 사전 예방·전파할 수 있는 강력한 관리대책 요구

## 1-2. 대상 시설물의 계측 위치 선정 방법

- 대상 시설물 : 군산시청에서 지정한 시설물
- 계측기 종류 : 수동 변위 측정기(장비명: Theodolite 또는 Transit + 다림추 + 물수평계, 디지털경사계 등 현장여건에 따라 사용)

1) 변위 측정기 선정 위치 : 시설물의 사면 모서리 또는 계측 가능한 부위 중 최대 변위점 또는 침하(전도)에 의한 변위 발생 부위

단 시공오차에 의한 변위는 배제 예정

2) 균열 측정기 선정위치 : 시설물에 대한 육안 안전점검 후 응력 균열부위 또는 박락(리), 전도부위에 설치하며 침하에 대한 변위 및 균열 발생된 부위는 변위와 균열을 동시에 계측

단 온도에 의한 건조·수축균열은 배제 예정

3) 진동 측정기 선정위치 : 변위 계측기 및 균열 계측기에 추가로 부착하여 진행성 여부를 동시에 측정할 수 있는 부위 또는 주변에 진동 원인 있는 근접부위(주변 공사로 인한 영향부위 등)



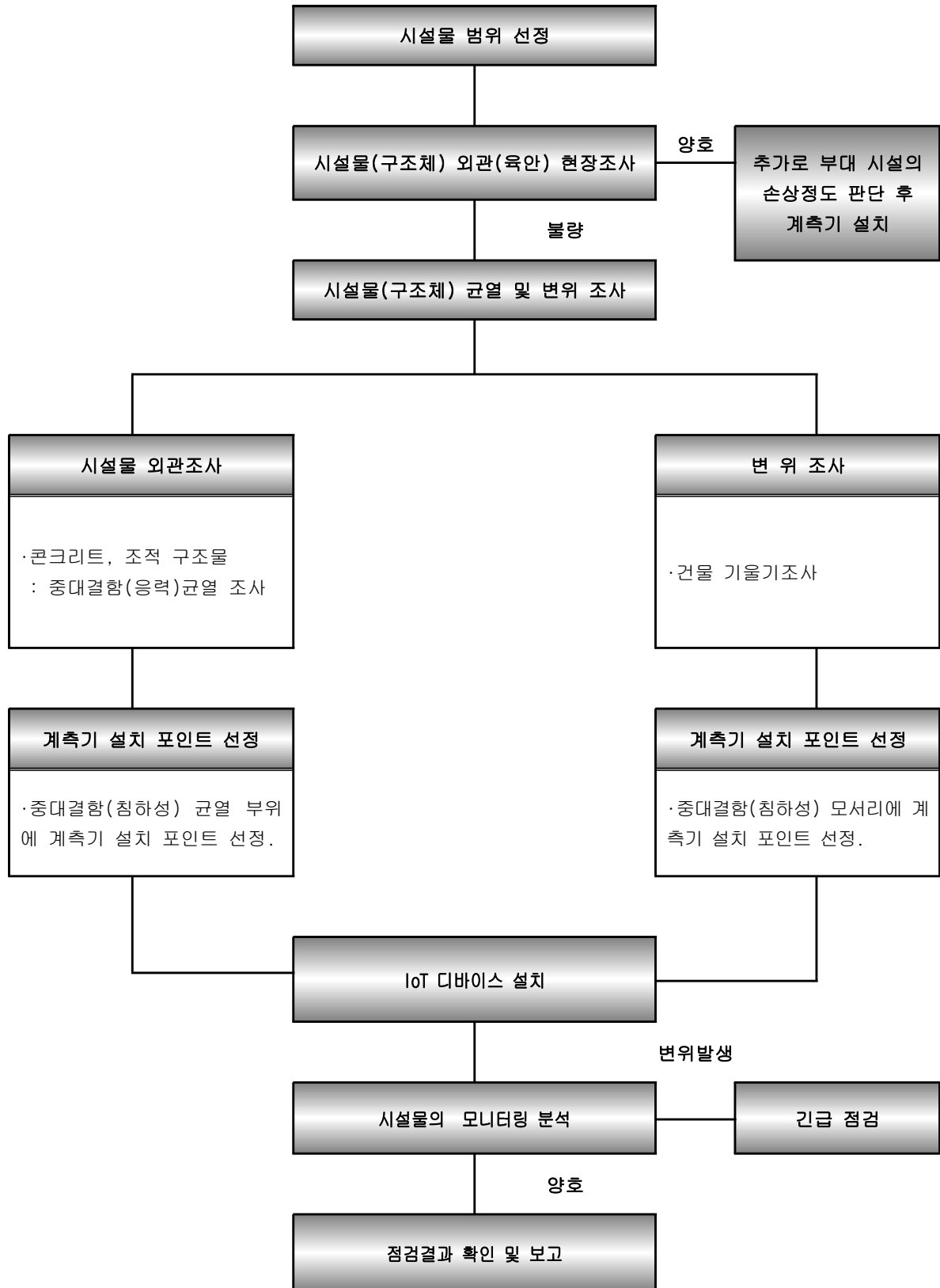
### 1-3. 대상 시설물 전경 및 위치도

	◆대 지 위 치
	전라북도 군산시 신흥3길 16
	◆건 축 면 적
	116.10m <sup>2</sup>
	◆연 면 적
	216.00m <sup>2</sup>
	◆주 구 조
	철근콘크리트조
	◆주 용 도
	노유자시설
	◆층 별
	지상 2층
<표. 시 설 물 개 요 >	

대상 시설물	
진단대상 위치도	

## 1-4. 안전진단 FLOW CHART

대상 시설물에 대한 일반적인 과업수행 흐름도는 다음과 같다.



## 1-5. 현장 외관조사 수행방법

### (1) 시설물 외관조사

		
		
수직	수평	사선
<p>1. 종대결함(응력균열)을 선별 위치 선정</p>		
 <p>하단부에서 기준점을 잡아 상부 모서리까지 측정하여 경사도를 조사한다.</p>		
<p>2. Theodolite 또는 TRANSIT기를 이용한 변위(기울기) 조사</p>		
 <p>상부에서 스타프를 이용해 끈으로 기준점을 잡고 추를 내려 하부에서 경사도를 조사한다.</p>		
<p>3. 다림추를 이용한 변위(기울기) 조사</p>		



## 1-6. 사용 장비 및 기기의 사진

조사 장비명	사진	제작국	수량	용도(조사항목)
수직추/다림추 (PCG3-B400)		일본	1대	중심을 잡거나 수평을 맞출 때 사용 - 실 길이 : 4.5m - 추 중량 : 400g - 본체 규격 : 100*80mm - 추 규격 : 150mm
TRANSIT (Theodolite)		일본	1대	- 전장 : 165mm - 상 정상 - 배율 : 30X - 대물렌즈 : 45mm - 시계 : 1도 30분 - 분해력 : 3" - 최소축점거리 : 0.9m - 정도 : 7" - 최소독취 : 5" - 수평기포 : 40" / 20mm - 원형기포 : 10" / 2mm - 무게 : 4.6kg - 디스플레이 2면
디지털수평기 (VLD-600M)		일본	1대	- 규격 : 600mm/24 " - 바이알정도 : $\pm 0.5\text{mm}/1\text{M}$ = $0.0029^\circ$ - 모듈측정정도 : $\pm 0.2^\circ$
디지털경사계 (LS160L)		중국	1대	- 구조물의 변형·변위 여부 측정
균열 폭 측정기 (LUPE-10)		일본	1대	구조물에 발생된 균열 폭 측정 - 확대율 : 10배 - 시야 : $\varnothing 28\text{mm}$ - 유효경 : $\varnothing 28\text{mm}$ - 크기 : $\varnothing 36 \times 41 \times 175$ - 중량 : 81g

## 제2장

# 현 황 조 사

### 2-1. 개 요

### 2-2. 시설물의 외관조사

## 제2장

## 현 황 조 사

### 2-1. 개 요

육안에 의해 Con'c 표면의 변색, 녹물의 유출, 균열의 길이·폭·위치·피복 Con'c의 들뜸·박락 등을 관찰하여 기록한다. 조사에 앞서 설계도서 및 설계·시공 기록에 대한 검토도 시행한다. 외관조사에 있어서 열화가 확인된 경우, 열화 원인의 추구 및 보수·보강 방법을 검토하기 위하여 상세한 조사가 행해진다. 열화도 판정의 기준 및 보수여부의 판단 기준을 각각 아래 표에 나타낸다.

열화도 판정 기준

열화도 항목	0	I	II	III	IV	V
철근부식	없음	Con'c 표면에 녹의 점이 보임	일부에 녹물이 보임	녹물 많음	들뜸녹 많음	들뜸녹 현저함
균열	없음	일부에 균열이 보임	균열 조금 많음	균열 많음. 균열 폭 수mm 이상의 균열 포함	균열 폭 수mm 이상의 균열 포함	-
Con'c의 박리, 박락	없음	없음	일부에 들뜸이 보임	일부에 박리·박락이 보임	박리·박락 많음	박리·박락이 현저함
점검에 의한 조사여부 판정	조사 필요 없음 (점검계속)		조사를 요함			

보수 여부의 판정

열화도 항목	0	I	II	III	IV	V
보수여부판정	보수 필요 없음		보수 필요 없음 (경우에 따라 보수)	보수 요망		보수 요망 (경우에 따라 보강)

## 2-2. 시설물의 외관조사

### 1. 균열

Con'c 시설물에 균열이 발생하면, 구조적 결함, 내구성 저하, 외관손상 및 철근 부식 및 방수성능 저하 등으로 치명적인 손실을 초래할 수 있기 때문에, 설계초기 단계부터 Con'c의 재료선정, 배합설계, 시공 및 시설물 평가에 주의를 기울여야 한다. 특히, 각각의 균열발생 원인을 분석하고 이에 따른 방지대책을 검토하여 최대한 억제할 수 있는 방안이 필요하다.

Con'c의 균열은 설계하중, 외적환경의 원인, 재료특성, 배합조건 및 시공적인 요인에 의하여 많이 발생하며 크게 구조적인 균열(Structural Crack)과 비구조적 균열(Nonstructural Crack)의 두 가지로 분류할 수 있다. 구조적인 균열은 시설물이나 구조부재가 사용하중에 대해 구조적으로 지지하지 못할 때 발생하는 균열을 의미한다. 이러한 균열은 설계 오류·설계하중을 초과한 외부하중의 작용, 시공불량, 물리적인 손상·폭발·충격, 철근 부식으로 인한 성능저하 등에 의해서 발생한다.

#### 1) 균열의 발생원인

균열의 원인은 발생 시기에 따라 경화 전 상태(Fresh condition), 경화 후 상태(Hardened condition) 및 설계오류와 시공불량에 따라 분류할 수 있다.

##### (1) 경화 전의 균열

Con'c 타설에서 응결이 시작하기까지 약 2~3시간 정도 사이에 발생하는 것이며 배합, 시공방법, 장소 및 기상조건 등에 관련되는 균열이다.

- ① 소성 수축균열 : Con'c의 응결이 시작한 상태에서 Con'c 표면에서 급격한 건조가 발생했을 경우, 표면이 수축하여 발생한 균열의 방향성은 불규칙하며, 균열의 폭도 작은 형태로 나타난다.
- ② 소성 침하균열 : Con'c 타설 직후, 재료 비중의 차이에 따라서 Bleeding이 생기고, 비중이 큰 재료는 Bleeding에 상당하는 침하를 일으킨다. 철근, 골재, 거푸집에 따라 부분적으로 침하가 생기면 Con'c의 윗면에 균열이 발생한다.
- ③ 수화열에 의한 균열 : 시멘트가 경화할 때에 수화열이 발생하기 때문에 Con'c의 내부 온도가 상승·팽창하지만, 경화의 진행에 따라 차츰 냉각되어 수축균열이 발생

한다. 미리 타설한 Con'c에 접하여 새로운 Con'c를 타설할 경우에는 새로운 Con'c가 경화 열에 따라 팽창한 것이 수축할 때, 그 수축이 미리 타설한 Con'c에 의해서 구속되어 타설 이음부분에 균열이 발생한다.

- ④ 구조상의 균열 : Con'c의 경화과정에 동바리의 조기 제거나 거푸집의 침하, 또는 차량 진동이나 충격을 받은 경우에 발생한다. 일반적으로 이 균열은 폭이 커서 시설물의 내력이나 내구성에 문제를 야기하는 수가 많다.
- ⑤ 사용재료에 의한 균열 : Con'c 재료 중 체적변화를 일으키는 것이 있을 경우, 예컨대 알칼리 골재 반응을 일으키는 골재를 사용한 경우나 팽창제를 과다하게 사용할 경우에는 균열이 생긴다.

## (2) 경화 후의 균열

- ① 건조수축, 온도변화, 건조·습윤의 반복 등에 의한 균열 : 시설물 등 부재의 자유 신축이 구속되어 있는 경우는 건조수축이나 온도강하에 따라 균열을 일으킨다. 또한, 부재내부의 철근에 따라 건조시의 자유 신축이 구속을 받아 철근에는 압축력이, Con'c에는 인장력이 생겨 균열을 일으킨다. Con'c는 건조·습윤에 따라 팽창·수축되지만 반복 작용에 의해서도 균열이 발생한다.
- ② 동결·융해에 의한 균열 : 동결작용에 의해서 얇은 그물형의 균열이 생기지만 동결·융해의 반복에 따라 균열이 진행하고 표면이 박리 된다. W/C가 큰 Con'c, 다짐이 불충분한 부분, 응력이 큰 부분, 물에 닿는 부분 등에는 이러한 작용이 크다.
- ③ 구조적 균열 : 철근 Con'c 시설물에서 인장력을 받는 Con'c는 인장한계 변형을 초월하면 균열이 발생한다. 과다한 하중·기초의 침하·근접 시설물의 시공에 의한 지하수의 이동 및 설계하중 이외의 하중을 받으면 비교적 큰 균열이 발생한다. PC 시설물에서도 시공불량, 정착불량 등에 따라 균열이 발생한다.
- ④ Con'c의 탄산화, 철근의 부식에 의한 균열 : Con'c는 공기 중의 탄산가스의 작용에 의해 탄산화 되며, 균열 부분에서는 내부에 대한 진행이 빨라진다. Con'c가 탄산화된 부위의 철근을 발청하고, 환경조건이 나쁜 경우에는 부식이 신속히 진행된다. 철근의 부식에 따라 체적이 팽창되고, Con'c에는 철근에 따라 균열이 발생 한다. 또한 시설물이 전식을 받은 경우는 더욱 심하다.
- ⑤ 염해에 의한 균열 : Con'c 内の 염화물, 또는 염분침해로 Con'c를 침식시키고, 철근(강재)을 부식시켜 시설물에 손상을 일으키는 현상으로 Con'c에는 철근에 따라



균열이 발생한다.

- ⑥ 외력에 의한 균열 : 시설물의 상부, 측면, 하부 보 부위에 토압, 풍압, 수압 등에 의하여 시설물에 변형이 건물 부위에 열화현상인 균열 상태가 발생한다.

### (3) 시공불량에 의한 균열

- ① 장시간의 혼합·운반 : 전면에 거미줄 모양 혹은 짧고 불규칙하게 균열발생
- ② 타설시의 수량증대 : Con'c 침하, Bleeding, 건조수축에 기인된 균열발생
- ③ 철근피복 두께의 감소 : 배근·배관의 표면을 따라 균열발생
- ④ 급격한 타설 : Con'c의 침하, Bleeding, 거푸집의 처짐에 기인된 균열발생
- ⑤ 불균일한 타설·다짐 : 각종 균열발생
- ⑥ 거푸집의 처짐 : 거푸집에 움직인 방향에 평행해서 부분적으로 균열발생
- ⑦ 연속타설면 처리 불량 : 연속타설 부위나 Cold Joint 부분 등에 균열발생
- ⑧ 경화전의 진동·충격 : 외력이 작용할 때와 같음
- ⑨ 초기양생 불량(급격한 건조) : 타설 직후 표면에 짧고 불규칙적인 균열발생
- ⑩ 초기양생 불량(초기동결) : 표면에 가늘게 균열발생
- ⑪ 지보공의 침하 : 바닥이나 기둥 단부의 상부 및 중앙부 하단 등에 균열발생

### (4) 설계오류에 의한 균열

Con'c를 타설할 부재의 특성과 전체 구조체의 구조거동을 충분히 이해하지 못하였을 경우에는 응력이 집중되거나 구조체의 일체성이 결여되어 구조체에 균열이 발생하는 경우가 있으며, 기초의 부동침하, 단면철근의 부족, 과하중 등에 의해서도 구조체에 균열이 발생하는 경우가 많으며 이러한 균열은 타설 직후에 발생하는 경우보다 장기간에 걸쳐서 발생하는 경우가 많이 나타나고 있다.

## 2) 균열 현상의 특징

시설물의 균열 원인은 많으나, 균열 발생 위치 및 그 형상 등의 특징을 조사함으로써 그 원인을 추정할 수 있다.

### (1) 침하 균열

Slab 윗면에 규칙적인 간격으로 발생하고 있는 다수의 균열은 침하 균열의 형태이며 그 간격은 Slab 윗면의 철근간격에 일치한다.

### (2) 건조수축 균열

시설물의 보에 비교적 규칙적인 간격으로 나타나며, 그 형상은 균열의 중앙부에

서 폭이 넓고, 상하 끝부에서는 좁아진다. 하단 부는 보 밑면까지 이르지 않는 경우도 있다. 균열의 간격은 Stirrup의 간격에 일치하는 수가 많다. 균열 폭은 보통 0.1~0.3 mm정도이며, 단면이 얇은 부분에는 발생되기 쉽다.

### (3) 경화 열에 의한 균열

미리 타설하여 경화된 Con'c에 새로운 Con'c를 타설한 경우와 보를 먼저 타설하고 경화 후 Slab의 Con'c를 타설했을 경우 그 타설 이음에 균열이 발생하는 경우가 있다.

### (4) 응력에 의한 균열

- ① 휨Moment에 의한 균열 : 보 중앙부 등 휨Moment가 큰 부분에 인장균열이 발생한다. 처음은 비교적 규칙적인 간격으로 발생하지만, 응력이 증대하면 그사이에 2차적인 균열이 발생한다. 일반적으로 최초의 균열은 Stirrup의 위치에 발생하는 수가 많다.
- ② 전단력에 의한 균열 : 전단력에 수반하여 생기는 경우, 지점부근 긴 방향에 대하여 45° 방향의 경사형 균열이 발생한다.
- ③ 비틀림에 의한 균열 : 지점의 경사 등에서 비틀림이 작용하는 경우는 같은 방향에 비스듬한 균열이 발생한다.

## 3) 균열 폭의 허용기준

콘크리트는 경화초기부터 내부에 수많은 미세균열(microcrack)을 가지고 있는 재료이므로 사용하중(service load)상태에서는 내구성이나 방수성에 문제가 발생하는 경우를 제외하고 구조체의 내하력을 크게 저하시키지 않는 범위 내에서 균열 발생이 인정되고 있다. 이를 허용 균열 폭이라고 정의하는데, 시설물의 종류와 환경 조건에 따라서 적용기준이 다소 상이하다. 일반적으로 누수의 위험성이 있는 건축 구조의 경우는 0.06mm(0.04mm 이상에서 누수가 시작되며, 0.2mm 이상에서는 100% 누수됨), 보통 환경 하에 있는 철근 콘크리트구조의 경우 0.2mm, 매우 양호한 환경의 경우 0.3mm로 알려져 있으나, 외국의 경우 자국의 실정에 맞게 허용 균열 폭을 조금씩 달리 제한하고 있는 실정이다.

### (1) 건설부 콘크리트 시방서 규정

건설부 콘크리트 표준시방서에서는 다음 식을 이용하여 철근 콘크리트 부재에서 발생하는 철근의 인장응력분포를 이론적으로 평가하고, 이를 이용하여 허용 균열 폭을

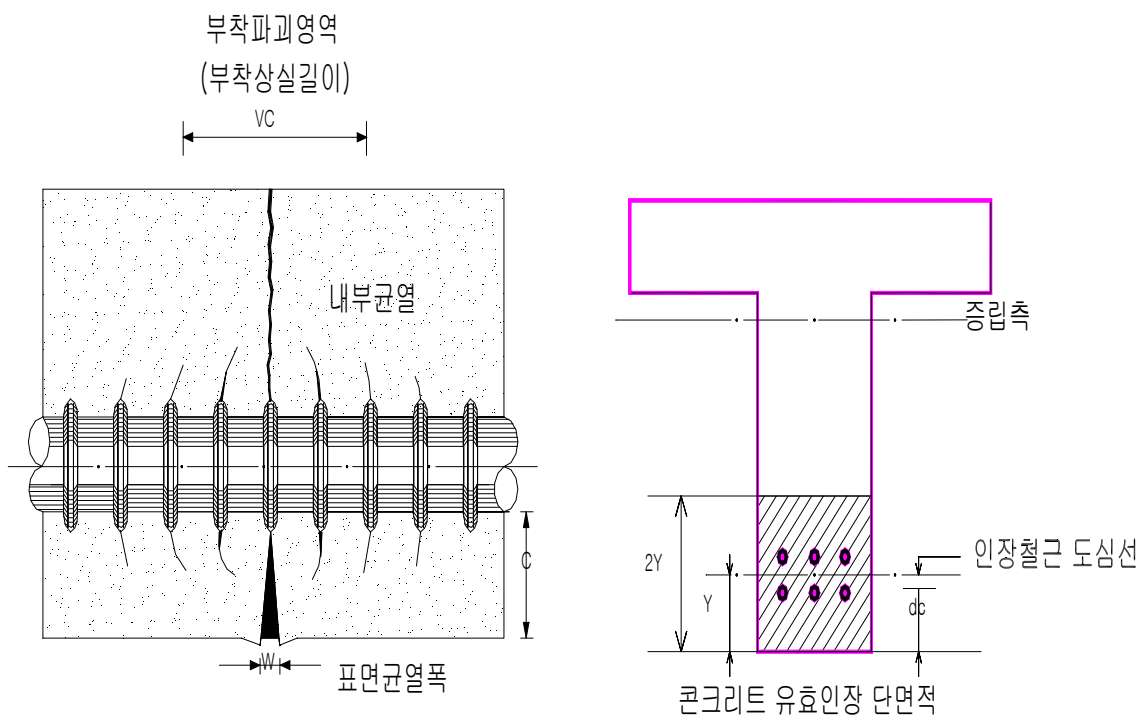
간접적으로 산정하고 있다.

$$\bullet Z = \sigma_s S^3 \sqrt{d_c A}$$

여기서  $Z$ 는 인장철근의 분포를 제한하는 양,  $\sigma_s$ 는 작용 하중에 의하여 계산된 철근의 인장응력(kg/cm<sup>2</sup>)으로 계산이 어려운 경우  $0.6\sigma_y$ 를 취하여도 무방하다.  $d_c$ 는 부재하연에서 가장 가까운 철근의 도심에서 부재 하연까지의 거리(cm),  $A$ 는 콘크리트의 유효인장단면적을 철근수로 나눈 값(cm<sup>2</sup>/철근가닥수)이다. 계산된  $Z$ 값은 다음 식을 만족하여야 한다.

- 옥내시설물 :  $Z \leq 31,250 \text{ kg/cm}$
- 옥외시설물 :  $Z \leq 28,850 \text{ kg/cm}$

앞서 제시된 식의 값을 균열 폭으로 환산할 경우, 옥내의 경우는 0.4mm, 옥외의 경우는 0.3mm에 대응한다.



콘크리트 부재의 유효인장단면적

## (2) 각국의 허용균열 폭 규정

Con'c 시설물에 나타나는 균열의 허용규준을 일괄적으로 정하기는 어려우므로 균열이 발생할 경우에는 구조적인 안전성을 고려하여 균열이 허용규준에 만족하는지에 대한 검토가 먼저 시행되어야 한다.

허용 최대균열 폭에 대한 규준

국 가	규 준	조 건	균열 폭 (mm)
미 국	ACI 318	옥 외	0.33
		옥 내	0.41
영 국	CP 110	일반 환경	0.30
		침식성 환경	피복두께의 4%이하
프랑스	Brocard		0.4
유 럽	CEB	· 상당한 침식을 받는 시설물	0.1
		· 방호시설이 없는 일반시설물	0.2
		· 방호시설이 있는 일반시설물	0.3
일 본	일본건축학회		0.3
한 국	Con'c 시방서	옥 외	0.4
		옥 내	0.3

## 4) 균열 발생 현황에 따른 보수 공법

균열의 보수는 주로 방수성, 내구성을 회복하기 위한 목적 외에도 시설물의 안전성, 미관성 등을 고려하여 실시하고 있다.

균열의 발생 상황에 따른 보수 공법

조건 \ 공법		표면 처리공법	충전 공법	주입공법				강 판 보강공법
				전동	수동	답보상태	유입	
보수목적		미 관 내구성	내구성 방수성	내구성 및 방수성				구조내력
시공위치	수평(상)	○	○	○	○	○	○	○
	수평(하)	○	○	○	○	○		○
	수직면	○	○	○	○	○		○
균열 폭(mm)	0.20이하	○	○	○				특별한 대응 없음
	0.2~0.3		○	○	○	○		
	0.30이상		○		○	○	○	
균열상태	변동(有)		○	○				○
	변동(無)	○			○	○	○	

## 2. 비내력 구조체의 균열

### 1) 조적벽체 균열

#### (1) 균열 발생원인

- ① 구조 설계상 문제 : 내력벽의 응력부족, 벽량부족, 배치 불균형, 벽돌 자체균열, 국부 보강결여, 문틀 크기의 불합리 및 불균형 등의 원인이 있다.
- ② 재료상 문제 : 재료 수축 및 팽창, 건습에 의한 수축, 강도 부족, 모르타르 강도 부족 등의 원인이 있다.
- ③ 시공상 문제 : 상인방 및 테두리 보의 강도 부족, 기초 부동침하, 줄눈 시공부실, 이질재료와의 접합부 처리부실 등의 원인이 있다.

#### (2) 하자 원인

- ① 벽체 상단부 사춤미비 : 벽돌 나누기를 잘못하여 최상단 사춤 높이가 줄눈 이상으로 커지거나, 미장 작업 시 틈새를 밀실하게 충전 하지 못할 경우 하자가 발생한다.
- ② 이질재료와의 접합부 균열 발생 : 이질재료의 접합부에는 긴 결 철물을 설치하고 미장 마감줄눈을 시공한 후 코킹 처리하여 균열발생에 대비 하여야 하나 시공 시 이를 무시하는 경우 균열발생의 원인이 된다.
- ③ 상인방과 하인방 부분에 균열 발생 : 상인방과 하인방의 길이가 짧다든지 위치가 불량하다든지 하인방과 창틀 사이에 틈이 있어 미장으로 사춤 시 균열이 발생한다.
- ④ 개구부 상부에 균열 발생 : 개구부 상부를 통줄눈으로 하여 연결벽체와 격리시켜 균열 발생을 유도하고 코킹 처리하여 균열이 노출되지 않도록 시공한다.
- ⑤ 세로줄눈 없이 맞대어 쌓거나 세로줄눈 충전 불량 : 세로 줄눈 폭 확보 및 충전을 철저히 하지 않을 경우 하자가 발생한다.

## 3. Con'c 시설물의 노후화 종류

### 1) 박리(Scaling)

박리는 Con'c 표면의 모르타르가 점진적으로 손실되는 현상으로, 표면에서의 모르타르 소실 깊이를 기준으로 아래의 4가지로 나눌 수 있으며, 박리의 위치, 크기 및 깊이 등을 조사 한다.

- 경미한 박리 - 0.5mm
- 중간정도의 박리 - 0.5mm에서 1.0mm
- 심한 박리 - 1.0mm에서 25.0mm
- 극심한 박리 - 25.0mm 이상으로 조골재 손실

## 2) 층 분리(Delamination)

철근의 상부 또는 하부에서 Con'c가 층을 이루며 분리되는 현상으로, 철근의 부식에 의한 팽창이 주요 원인이며, 이러한 부식은 주로 칼슘이온(소금, 염화칼슘)에 의하여 발생됨. 층 분리 부위는 망치로 두드려 중공음이 나는지 여부로 확인할 수 있다.

## 3) 박락(Spalling)

Con'c가 균열을 따라서 원형으로 떨어져 나가는 층 분리 현상의 진전된 현상으로써 박락은 정도에 따라 아래와 같이 분류된다.

- 소형 박락 - 깊이 25mm 이하 또는 직경 150mm 이하
- 대형 박락 - 깊이 25mm 이상 또는 지경 150mm 이상

## 4) 백태(Efflorescence)

Con'c 내부의 수분에 의하여 염분이 Con'c 표면에 고형화한 현상으로 Con'c 노후화의 증거이다.

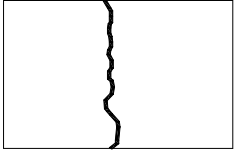
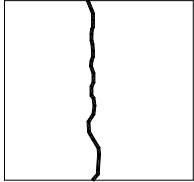
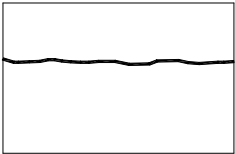
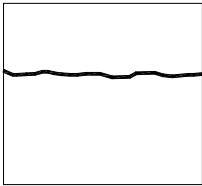
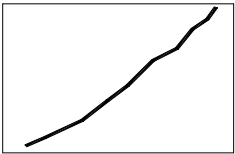
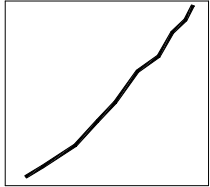
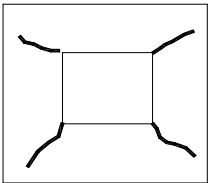
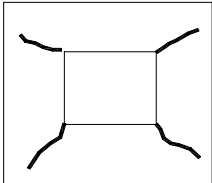
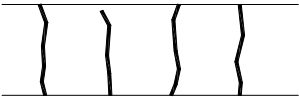
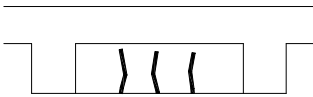
## 5) 손상

트럭, 탈선열차, 또는 선박에 의한 충돌로 인하여 Con'c 시설물 시설물이 손상을 입을 수 있으며 특히 Prestressed보의 경우 충돌 손상에 유의하여야 한다.

## 6) 누수

배수공사 시공이음의 결함, 균열 등으로 발생한 누수에 대하여 그 상태를 조사한다.

#### 4. 열화 유형도

부재	유형	유 형 도	비고	부재	유형	유 형 도	비고
Slab (S)	S1		단변 방향 하부	벽체 (W) 기둥 (C)	W1 C1		수 직
	S2		장변 방향 하부		W2 C2		수 평
	S3		하부면		W3 C3		사 선
	S4		개구부 주 위		W4		개구부 주 위
보 (B)	B1		하부면	보 (B)	B2		측 면

## CRACK 센서 설치위치도

관리  
번호

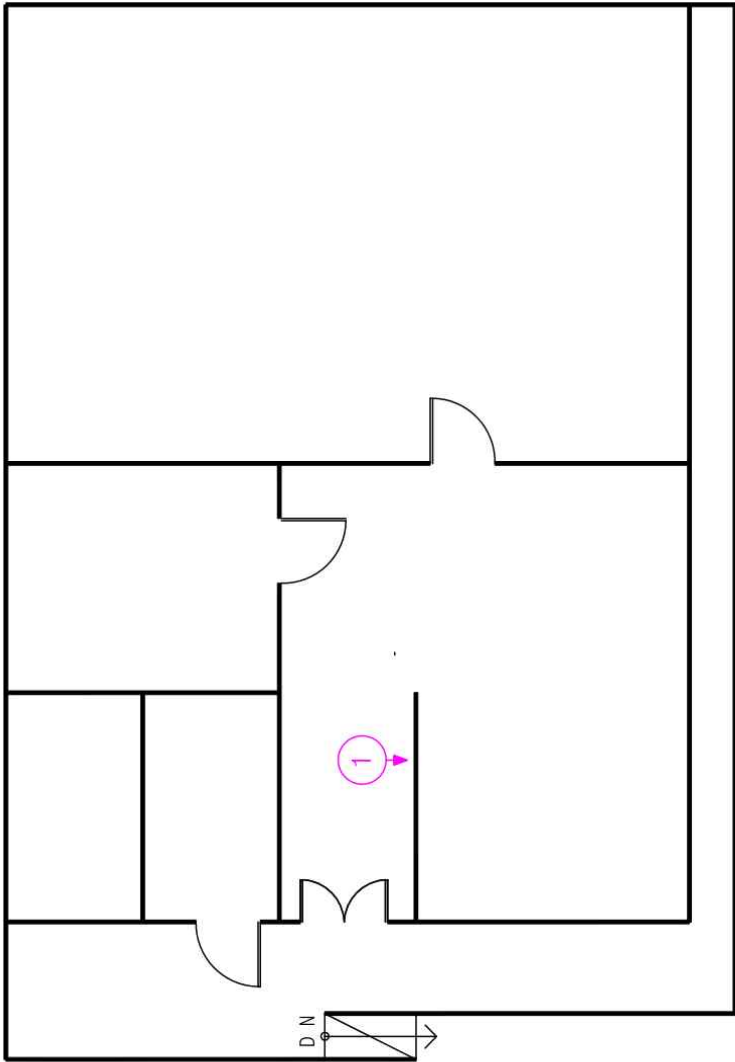
44

구)신흥경로당

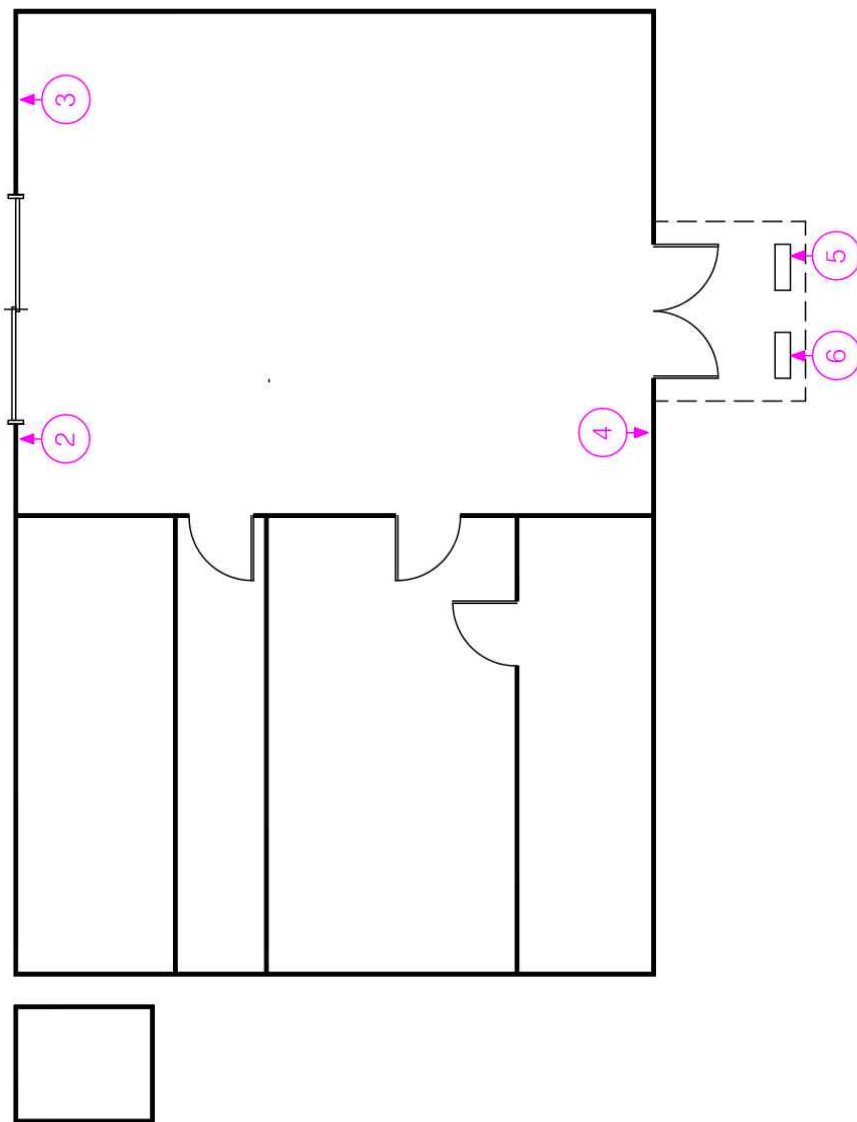




▶ CRACK 센서 설치 위치도







	<p>No.44 전라북도 군산시 신흥동 14-2 신흥경로당</p>	<p>2층 CRACK 센서 설치위치도</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------

▶ CRACK 센서 설치 위치도

	<p>No.44 전라북도 군산시 신흥동 14-2 신흥경로당</p>	<p>1층 CRACK 센서 설치위치도</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------

손상 번호	손상 위치	손상유형 및 형상	손상규모 (폭×길이)mm	비고
No.1	2층 내부 벽체	이격상태	-	
No.2	1층 내부 벽체	이격상태	-	
No.3	1층 내부 벽체	사선균열	0.4×1.0	
No.4	1층 내부 벽체	수직균열	0.4×2.0	
No.5	1층 외부 기둥	이격상태	-	
No.6	1층 외부 기둥	이격상태	-	
특이사항: -				

▶ CRACK 센서 설치 위치 사진

	
No. 1	No. 2
	
No. 3	No. 4
	
No. 5	No. 6

## 제3장

# 시설물 변위 조사

3-1. 시설물 기울기 조사

3-2. 진동의 특성 및 전달

## 제3장 시설물 변위 조사

### 3-1. 시설물 기울기 조사

#### 1. 개 요

일반적으로 구조물에 변형이 발생하는 원인으로는 구조 부재로 사용된 재료의 품질 저하, 열악한 사용 환경, 하중의 증가, 부재의 손상 및 지반 침하 등을 열거할 수 있다. 이와 같은 여러 요인들에 의해 구조물에 이상 변형이 발생하게 되면 구조물의 기능에 장애를 유발시키거나 구조적인 안전성에도 문제를 야기 시킬 수 있다. 물론 구조물의 기능 상 허용 변형이 주어져 있으나, 일단 구조물에 변형이 발생되면 원상태로 회복시키는 것은 매우 어려운 것이 현실이다.

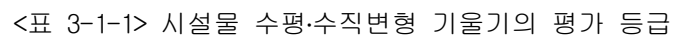
특히 구조부재에 이상 변형이 존재하는 경우, 부재 자체의 내력이나 강성이 저하된 상태일 가능성이 있을 뿐만 아니라, 이러한 변형은 연결된 타 부재에 과도한 응력 집중 현상을 유발시켜 구조물 전체가 불안정한 상태로 발전할 수도 있게 한다.

따라서 대상 구조물에 발생한 변형 조사는 전체적인 외부의 수평 변위에 따른 변형 발생의 상태, 발생한 변형이 구조물의 기능 및 구조 내력적 측면에서 구조물에 끼치는 영향 및 그 원인을 추정하고자 하였으며, 축점은 현 대상 구조물의 특성상 측정이 가능한 구간을 선별하여 조사를 실시하였다.



1) 허용 기울기

◇ 각 변위 ( $\delta / L$ )



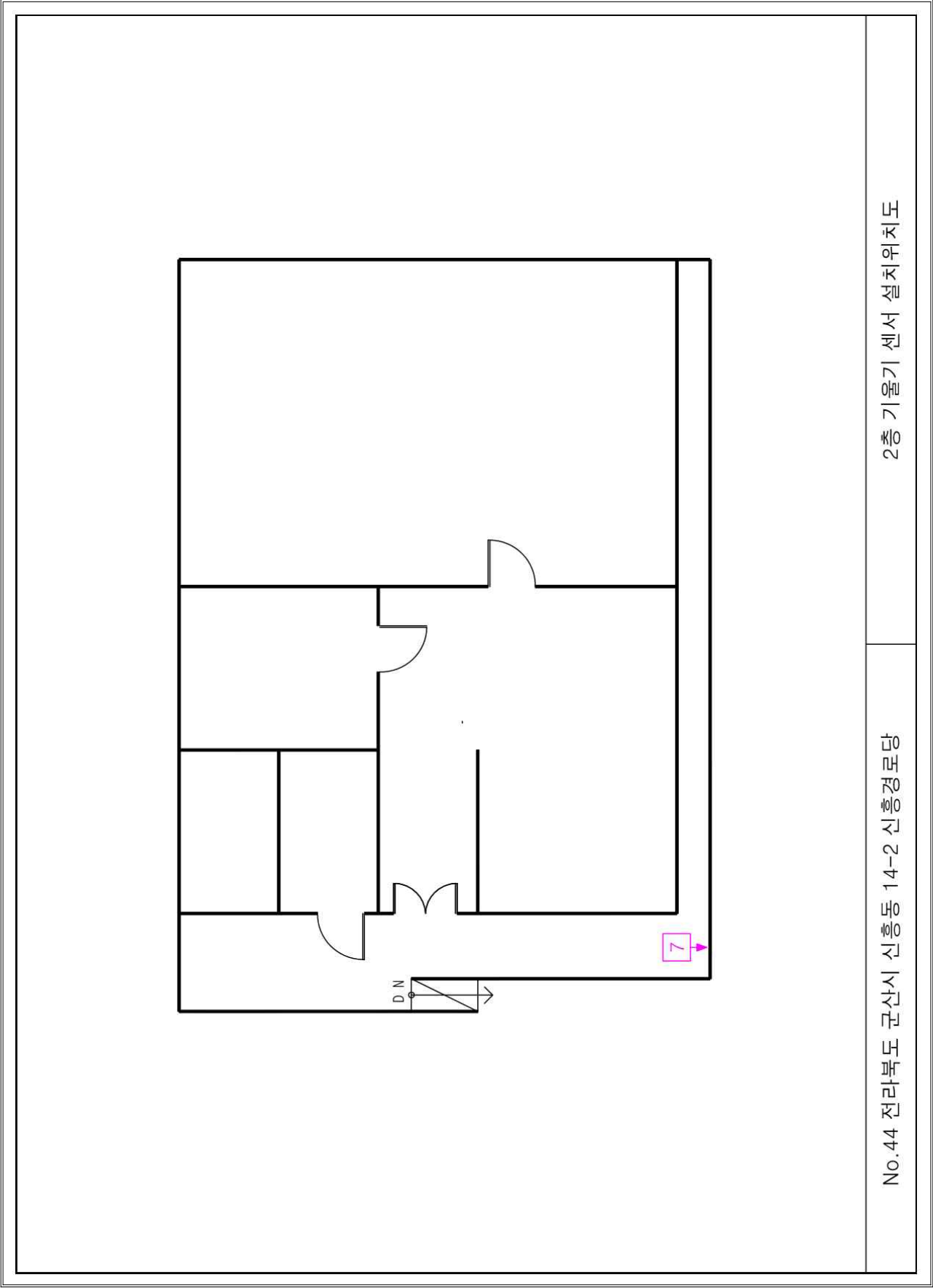
주)상태평가 결과가 “d” 이하이면서 균열의 심한 변화를 동반하는 경우 중대한 결함으로 본다.

시설물 기울기 및 진동 센서 설치 위치도		
------------------------	--	--

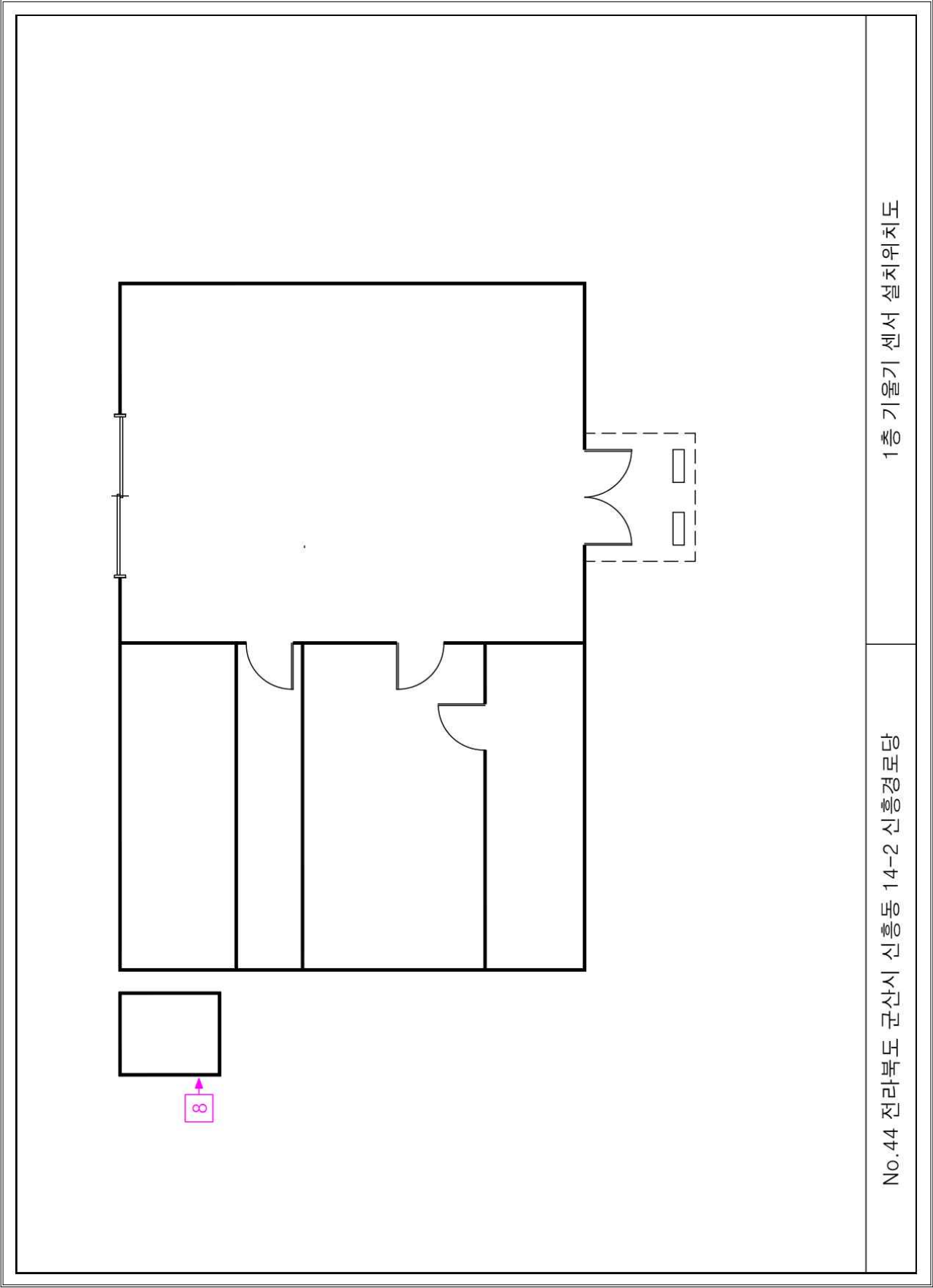
관리 번호	44	구)신흥경로당
----------	----	---------



■ 시설물 기울기 및 진동 센서 설치 위치도



■ 시설물 기울기 및 진동 센서 설치 위치도



■ 시설물 기울기 / 진동 계측기 설치 위치도



No.7



No.8

◆계측기 설치 위치는 높은 곳에 설치 할 것

< 수평변위(기울기)조사결과 >

(단위 : mm)

구분	위치		측정각 (w°)	측정각 (°)	변위량(%) (90° 가정)	평가등급	비고
구)신흥 경로당	No.7	외벽	89.9°	0.1	0.2	a	
	No.8	외벽	89.4°	0.6	1.0	a	

## 3-2. 진동의 특성 및 전달

### ▪ 건설 진동의 특성

건설 진동에서 문제가 되는 것은 지면, 특히 건설장비로부터 그다지 멀지 않은 지역의 지면 진동이다. 실제로는 지면의 진동보다 건물의 진동이 문제이지만 건물 내의 진동은 층수, 실(室)의 위치, 주변 설치물의 유무 등에 따라 현저한 차이가 발생하므로 보통 지표면상의 진동을 문제로 하는 것이 보통이다.

건설 진동에 의해 우리의 생활공간에 피해를 주는 과정은 Fig3과 같다.

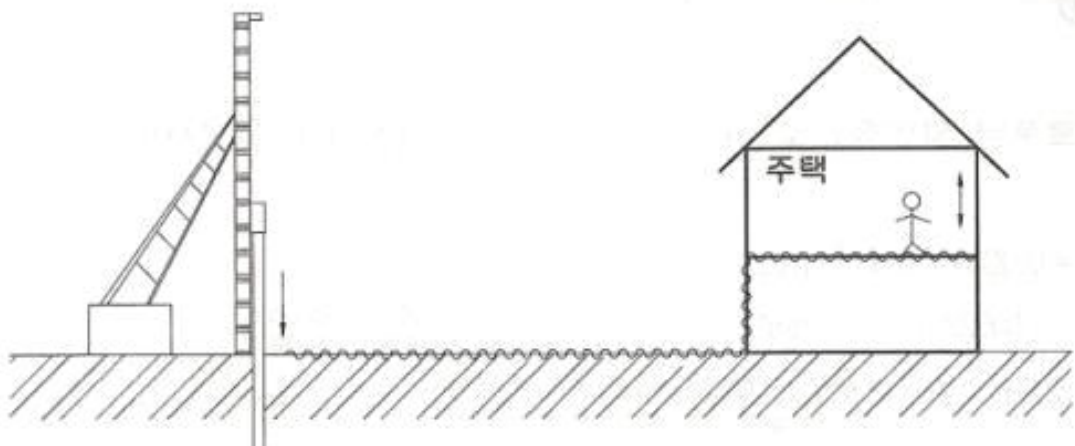


Fig1. 건설장비로부터 생활공간까지의 진동전파

그림에서 보면 건설장비에 의해서 발생한 가진력은 기초를 진동시키고 지반을 통해 건축물을 진동시킴으로써 우리의 생활공간에 진동을 발생시켜 인간에게 진동을 느끼게 한다. 일반적으로 건설현장에서 발생하는 건설 진동의 형태와 건설기계의 종류를 살펴보면 다음과 같다.

Table1. 진동형태와 건설기계의 종류

진동의 분류	진동 형태	움직임이 적음	움직임이 많음
연속 규칙 진동		운반식 공기압축기 고정식 공기압축기	
연속 불규칙 진동		콘크리트 브레이커 파워쇼벨 진동파일 드라이버	불도저, 트랙터, 쇼벨, 덤프트럭
순시간 진동		디젤파일햄머 햄머드릴 강구 파괴기	

#### ▪ 진동의 정의

진동이란 구조물이나 지반 등이 동적인 외력을 받아 운동적 평형 위치로부터 시간의 경과와 함께 반복 위치가 변화되는 운동현상을 말한다. 건축·토목 구조물의 대부분은 탄성체이기 때문에 외부의 작용에 의하여 크고 작은 진동을 한다. 이 진동에 의하여 구조물은 부분적인 파손을 일으킨다던가 유해한 소음이나 흔들림에 의해 불쾌감을 갖게 되며 이로써 주변 건물로 부터 공사 중지 등의 민원이 야기되는 요인이 된다.

#### ▪ 진동의 개요

인위적으로 발생하는 진동은 다음 세 종류로 나눌 수 있다.

- (1) 폭발, 타격 등에 의한 충격 진동.
- (2) 산업장 등의 기계 등에서 발생하는 지속적인 정상 진동.
- (3) 충격 및 정상 진동이 중첩하는 진동이다.

진동파는 굴절 반사 및 공진 현상이 있으며, 주기가 짧은 파는 감쇠되기 쉬우며, 같은 지반 내에 있으며 진폭이 진동원으로 부터의 거리의 제곱에 비례하여 감소한다. 임의의 진동체에 주기적으로 외부에서 힘을 가했을 때 외력의 진동수가 진동체의 고유 진동수와 다르면 외부에서 가해진 힘만큼의 진동(강제진동)만 일어나지만 만약 서로의 진동수가 같으면 진폭이 시간에 따라 증가한다.

일반 진동체는 그 물체내의 내부 마찰 등에 의해 진동 에너지가 열 또는 소리로 변환되기 때문에 공진 현상이 생기더라도 진폭은 무한히 증대하지 않고 외력에 의해 공급되는 에너지와 손실 에너지가 균형을 이루는 상태로서 강제 진동이 생긴다.

#### ▪ 진동이 건물에 미치는 영향

건물에 대한 진동 장애로서는 기초 콘크리트나 벽의 균열 등의 직접적인 피해 외에도 진동에 의하여 발생하는 지반의 변형이나 파괴에 의하여 발생하는 구조물 기초의 부등침하 등에 의한 간접적인 피해가 있다. 건물에 대한 진동의 허용 한계에 대하여는 여러 가지 설이 있고 그들 값 사이의 차도 또한 크다.

현재까지 연구 자료를 정리하여 소개하면 다음과 같다.

#### ▪ 각국의 허용 진동치

##### ▶ 독일

표4.1.1은 독일의 진동가속도 허용치를 나타내고 있다. 여기서 진동가속도는

수직, 진행, 접선방향의 실백터 합으로 표시된다. 독일의 경우 일반산업건물 및 콘크리트 구조물에 대해서는 진동가속도를 1~4cm/sec로 규제하고 있으며, 문화재의 경우는 0.2cm/sec까지 제한하고 있다.

<표3.2.1 독일의 허용진동치 (DIN4150)>

건축물의 종류	허용진동치 (cm/sec)
유적이거나 고적 등의 문화재	0.2
결함이 있는 건물, 빌딩이나 균열이 있는 저택	0.4
균열이 있고 결함이 없는 빌딩	0.8
회벽이 없는 공업용 콘크리트 구조물	1.0 ~ 4.0

#### ▶ 캐나다

캐나다의 Edwards와 Northwood(1960)는 10cm/sec 이하의 진동가속도에서는 피해가 일어나지 않고 10~12cm/sec에서는 건물에 피해가 우려된다고 하였으며, 안전율을 고려하여 진동가속도 허용한계로 5cm/sec가 적당하다고 보고하였다.

#### ▶ 일본

일본의 경우는 각 현마다 그 기준치가 다르나 일반적으로 인구가 밀집된 지역에서는 발파진동치가 0.2cm/sec를 넘지 못하도록 규제하고 있고 특히 야간에는 그 규제치가 더욱 엄격하다. 이렇게 너무 엄격한 규제는 구조물에 대한 피해보다는 인체의 반응에 기초한 규제로 볼 수 있다. 오사카의 경우 주거지역에 대해서는 주간에는 0.15cm/sec, 야간에는 0.03cm/sec를 적용하고 있다.

#### ▶ 오스트리아

오스트리아는 주파수 15Hz 이하의 진동에 대해서는 0.02cm의 변위를 허용기준으로 하고, 15Hz 이상에 대해서는 진동가속도의 실백터 합이 1.9cm/sec를 넘지 않도록 하고 있다.

#### ▶ 스위스

스위스의 경우 역시 주파수에 따라 허용기준치가 다른데 주파수 10~60Hz에서 역사적인 유물 또는 민감한 구조물의 경우에는 0.762cm/sec, 주파수 60~90Hz에서 역사적인 유물 또는 민감한 구조물의 경우에는 0.762~1.27cm/sec로 허용기준을 정하고 있다.

## ▶ 포르투갈

Esteves(1978)등에 의해 제안된 연구결과를 따르는데 표4.1.2와 같이 나타난다. 이것은 지반조건에 주목하여 지반조건에 따른 진동의 허용한계를 제안한 것으로서 지반조건이 좋지 못한 경우에는 0.25cm/sec 까지 내진구조물의 경우 최대 6cm/sec의 수준까지 허용 진동치로 보고 있다.

<표3.2.2 허용 진동치 (Esteves, 1978)>

지반조건 건축물의 종류	허용진동치 (vector sum peak particle velocity, cm/sec)		
	결집력이 없는 토양 및 자갈의 혼합	어느정도 결집력이 있는 토양, 균열하고 높은 등급의 모래	결집력이 있는 토양, 암석
	P<1,000cm/sec	P = 1,000 ~ 2,000cm/sec	P>2,000cm/sec
유적, 병원, 매우높은 빌딩	0.25	0.5	1.0
동상적인 건물	0.5	1.0	2.0
철근 콘크리트 내진구조물	1.5	3.0	6.0

## ▶ 우리나라

우리나라에서는 국가 또는 지방 자치단체에서 설정한 진동에 대한 구체적인 규제 조항이 아직 없는 상태이며. 외국의 자료를 참고로 하여 서울 지하철 2,3호선 건설당시 설정한 기준과 부산 지하철의 기준은 표4.1.3과 같다. 기타의 경우에는 조건에 따라 미국, 유럽 등의 외국의 사례를 근거로 하여 설계기준을 마련하고 있으며, 대체로 안전율을 높여 엄격하게 적용하고 있는 편이다.

각 사례별로 진동 허용기준치를 살펴보면 다음과 같다.

### 1) 고천지구 택지조성공사 (발주처 : 의왕시청)

고천지구 택지조성공사 암반발파 진동계측보고서 ( '92. 4. 한국건설연구원, p55)의 결론 및 제안에서 인근 주택가의 주민반응 및 민원발생요인 등을 감안하여 허용 진동가속도를 0.3cm/sec로 제안하였다.

### 2) 주택공사의 택지조성에서의 진동 허용기준 제안

(택지 조성에서의 암발파 진동저감 연구 보고서 ( '92. 9 주택공사, p39)

① 문화재, 컴퓨터 등 정밀기기가 설치된 건물 : 0.2cm/sec

② 주택, 아파트 등 거주민이 많은 건물 : 0.5cm/sec

③ 상가, 사무실, 공공건물 : 1.0cm/sec

④ R.C 철골조 공장 : 4.0cm/sec

⑤ 기타 인체가 진동을 느끼지만 불편이나 고통을 호소하지 않는 범위 : 1.0cm/sec

### 3) 반월 신도시 주거단지 65BL 조성공사 (발주처 : 수자원 공사)

상기 공사의 시공보고서 ( '92. 9. p44)에서는 진동에 대한 인근주민들의 감응도를 조사하고 결과를 기술하였는데 이를 요약하면 다음과 같으며, 이는 주민들의 민원이 발파진동에 의한 신체적 이상에서 발생되기 보다는 발파의 인지상태 정도에서 발생된다는 것을 말하고 있다.

$V = 0.5\text{cm/sec}$  미만 : 인근 구조물에 피해는 없었음.

$V = 0.25\text{cm/sec}$  이상 : 주민들의 항의가 있었음.

$V = 0.2\text{cm/sec}$  이하 : 주민들의 항의가 거의 없었음.

### 4) 토지개발공사에서의 발파진동 허용기준치 설정(안)

이상의 세계 각국에서 규제하고 있는 발파진동 수준과 국내의 사례를 검토 분석한 결과 미국 광무국에서 제시한 기준은 진동의 주파수에 따라 허용치를 달리함으로써 상당히 합리적인 면이 있으나, 우리나라에서는 미국 광무국의 기준치인 5cm/sec 이하에서도 민원이 발생하는 경우가 많다. 기타 여러 나라에서는 주거지역의 통상적인 구조물에 대해 대략 1cm/sec 정도의 허용기준치를 설정하고 있으나, 미국 광무국의 기준치는 주택 밀집 지역이나 도심지 가까운 곳에서 발파작업이 점차로 증대하고 있는 우리나라의 현실 상황에 비해 허용치가 높은 경향이 있으며, 일본의 기준은 구조물 보다는 인체의 반응에 따라 설정된 것이므로 너무 엄격하여 현장실정과 맞지 않는 면이 있다.

그중 독일의 기준치가 건물의 형태를 세분화하여 허용 진동치를 좀 더 엄격하게 적용하고 있어 안전율이 높은 편이며, 우리나라에서도 서울 지하철 공사시나 주택공사의 택지조성 공사에서의 진동허용기준을 이와 유사하게 적용한 실적이 있다.

따라서 한국토지개발 공사에서는 서울지하철의 건설시 사용되었던 허용기준에 발파진동 주파수의 영향을 고려하여 발파진동 허용기준치를 수정 제안하였다. 건물의 고유진동수는 일반적으로 30Hz 이하이므로 본 연구에서 수정 제안한 허용 기준에서는 30Hz를 기준으로 하여 그 이상의 주파수 영역에서는 서울 지하철공사시의 기준을 적용하되 30Hz



이하의 저주파의 진동은 건물의 고유주파수와 공명을 일으켜 건물에 더욱 큰 피해를 유발할 가능성이 크므로 더욱 엄격하게 규제할 필요가 있어 허용기준치를 감소 시켰다. 유적이나 고적 등의 문화재의 경우 0.2cm/sec는 충분히 낮은 진동치이므로 주파수와 관계없이 그대로 적용하였으며, 일반적으로 건축 구조물인 경우 저주파 진동의 영향을 많이 받으므로 30Hz 이하의 주파수에서 표4.1.3과 같이 최고 2.0cm/sec 이하로 감소 시켰다.

<표3.2.3 서울 지하철 건설시 적용되었던 기준치>

건축물의 종류	허용진동치 (cm/sec)	
	주파수 30Hz이상	주파수 30Hz이하
유적이나 고적 등의 문화재	0.2	0.2
결함이 있는 건물, 빌딩이나 균열이 있는 저택	0.5	0.4
균열이 있고 결함이 없는 빌딩	1.0	0.8
회벽이 없는 공업용 콘크리트 구조물	1.0 ~ 4.0	0.8 ~ 2.0

<표3.2.4 서울 지하철 건설본부 관리기준치 >

#### □ 진동측정계 관리치

진동측정계에 대한 관리치는 서울지하철공사 관리치 중 II등급 0.5cm/sec를 참고하여 1차 : II등급의 60%, 2차 : II등급의 80%, 3차 : II등급의 100%로 관리한다.

	관리치 (단위 : cm/sec 또는 kine)			비 고
	1차	2차	3차	
관리치	0.3 cm/sec (0.5 cm/sec * 60%)	0.4 cm/sec (0.5 cm/sec * 80%)	0.5 cm/sec (0.5 cm/sec * 100%)	서울지하철공사 진동에 관한 관리치 참고

\* 서울지하철 건설본부 책자 참조

#### 5. 진동의 영향기준

인체의 반응은 구조물보다 훨씬 민감하다. 입자속도 0.05cm/sec 이면 많은 사람이 진동을 느끼게 되고 0.5cm/sec 이면 인체는 건물에 진동이 큰 듯한 느낌을 받지만 실제 건물에는 극히 가벼운 피해가 생길 수 있는 정도인 것으로 알려져 있다.

실제로 인체의 반응은 주관적이어서 개인차가 크고 자세나 진동의 입력방향에 따라 크게 다르기 때문에 통계적 처리가 필요하다. 보통은 인체반응을 감지단계, 불쾌감을 느끼는 단계, 인내불능 단계의 삼단계로 나누며 진동이 0.1cm/sec가 되면 인근 주민의 10%가 항의를 하게 된다고 보고 되어있다.

## **제4장**

# **유지관리대책**

**4-1. 개요**

**4-2. 보수공법 적용기준**

**4-3. 주요 성능저하별 보수 방안**

## 제4장

## 유지관리 대책

### 4-1. 개 요

콘크리트 구조물을 보수·보강하는 목적은 균열에 의한 구조물의 기능저하나 내구성저하를 복구하는 것 이외에 구조물 이용자의 심리적인 안정성 및 미관성 등에 따라서 보수·보강을 하는 경우도 있다. 따라서 보수·보강의 범위 및 규모 등은 실시 목적을 정한 다음 이에 따라 만족하는 범위에서 경제성을 고려하여 결정하도록 한다. 본 안전점검 결과 보수·보강이 시급한 구간에 대해서는 시행에 앞서 다음과 같은 기본 방향 설정이 필요하다.

- ① 보수·보강 공법의 적용은 구조물의 안전에 최우선을 두고, 시설물의 이용에 지장이 없도록 선택한다.
- ② 보수·보강의 우선순위는 내구성 및 내하력에 미치는 영향을 고려하여 완급을 결정한다.
- ③ 보수·보강 공사 시 참여 종사원의 안전관리에 최선을 다하여야 한다.

### 4-2. 보수공법 적용기준

#### 1. 보수 대상 및 공법 선정기준

보수·보강공법은 각 구조의 손상 및 결함에 대해 성능저하부조사, 내구성조사 등을 통한 종합적인 분석, 평가 후 『보수·보강공법편람(건설교통부)』 및 『안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(국토해양부, 시설안전관리공단)』을 참고하여 보수·보강공법을 선정하였다. 그 외의 일반적인 손상에 대해서는 현장여건에 따라 사용성 및 안전성 여부를 감안하여 공법을 선정하였다.

## 2. 보수공사의 우선순위

본 과업대상물에 필요한 보수 방안은 발생한 손상이나 결함에 대하여 발생 원인이나 상태에 따라 보수의 완급성을 판단하여 작성하였다.

<표 4-2-1> 보수에 대한 긴급도 우선순위

등 급	내 용	비 고
0	개 축	
1	상태에 따라 통행제한 조치 및 긴급보수 시행	
2	당해 연도 또는 차기 연도 보수계획에 포함	
3	계속 진행 사항 관찰	
4	양 호	

## 3. 일반적인 보수공법 적용기준

<표 4-2-2> 보수여부에 관한 균열 폭의 한계

구 분		내구성 측면 (mm)			방수성측면
보수여부	환경 <sup>2)</sup> 유해도 <sup>1)</sup>	나뿔	중간	줄음	
A. 보수필요	대	0.40이상	0.40이상	0.60이상	0.20이상
	중	0.40이상	0.60이상	0.80이상	0.20이상
	소	0.60이상	0.80이상	1.00이상	0.20이상
B. 보수 필요치 않음	대	0.10이하	0.20이하	0.20이하	0.05이하
	중	0.10이하	0.20이하	0.30이하	0.05이하
	소	0.20이하	0.30이하	0.30이하	0.05이하

주) : 1) 유해도 (대, 중, 소)는 콘크리트 구조물의 내구성 및 방수성에 미치는 유해 정도를 표시하고 다음 요인의 영향을 통합하여 정한다. 균열깊이, 유형, 부재두께, 표면 피복의 유무, 재료의 배합 및 타설 조건 등

2) 환경은 주로 철근의 부식조건을 관점으로 본 환경조건이다.(수분, 염화물 등)

★ 이 표에서 조사된 균열의 폭이 A와 B의 중간에 해당하는 경우에는 진단자가 균열의 발생시기, 부재의 중요도, 원인과 유형, 부재의 내하력 검토, 재료의 상태, 환경 조건 등을 종합 고려하여 전문적 판정을 내려야 한다. (이 표는 일본의 콘크리트의 균열조사, 보수, 보강지침에서 인용함)

<표 4-2-3> 콘크리트 열화 정도에 따른 보수공법

열 화	열화의 정도		공 법
균 열	콘크리트 표면의 균열 폭 0.3~1.0mm	관 통	충진공법
		비관통	균열 폭 에폭시 수지 주입
		진 동 大 진 동 小	
	콘크리트 표면의 균열 폭 1.0mm	진 동 大	균열부 U-CUT 실링제 주입 균열부 U-CUT 가소성 에폭시 충전
		진 동 小	
	콘크리트 표면의 균열 폭 0.3mm 미만	진 동 大	균열부 실링
		진 동 小 누수 가능성	초저점도 수지저압 주입
결 손	콘크리트 결손	큰 결손 (재료분리, 골재노출)	결손부 에폭시 수지몰탈 충전
		중정도의 결손 (각종 조인트)	결손부 무수축 시멘트 몰탈 충전
		작은 결손 (탈락, 천장부위)	결손부 경량 에폭시 수지몰탈 충전
누 수	균열 누수	진 동 大	수중접착용 고강도 에폭시 실링 발포성 폴리우레탄
	결손부 누수	전면 누수	수중경화형 고강도 에폭시 도포 발포성 폴리우레탄 주입

### 4-3. 주요 성능저하별 보수 방안

<표 4-3-1> 주요 성능저하별 보수공법

구분		부 재	성 능 저 하 내 용		보수공법	비고 (우선순위)
보수공사	콘크리트 구조체	보 슬래브 벽체	• 건식 균열	0.3mm 이하	• 표면처리보수 공법	2
				0.3mm 이상	• 균열주입보수 공법	2
			• 누수 균열		• 누수지수공법	2
			• 누수흔적 및 백태		• 수중접착용 고강도 에폭시 실링 발포성 폴리우레탄 공법	2
			• 철근노출 및 부식		• 철근방청 및 단면보수 공법 (에폭시몰탈 또는 무수축 몰탈로 단면 복구)	2
			• 재료분리		• 단면보수 공법 (에폭시몰탈 또는 무수축 몰탈로 단면 복구)	2
	강재	Deck Plate	• 철골 부식		• 녹 발생 부위 녹 제거 후 방청 처리에 의한 보수 필요	2
	비구조체	조적벽체	• 균열	0.9mm 이하	• 표면처리보수 공법	2
				1.0mm 이상	• 충전식 균열주입보수 공법	2
			• 누수흔적 및 오염, 백태		• 침투방수 공법	2
		-	• 이질재 접합부위 이격		• 메꿈식 균열 보수 또는 실런트 보수	2
		-	• 옥외주차장 및 지하주차장 무근콘크리트 바닥 균열		• 메꿈식 균열 보수	2
	-	-	• 3층 지붕 및 지붕층 바닥 외단열 및 탑코팅들뜸		• 외단열 재시공 및 탑코팅 들뜸 부위 코킹 보수	2

※ 우선순위 : 1 = 상태에 따라 통행제한 조치 및 긴급보수 시행

2 = 당해 연도 또는 차기 연도 보수계획에 포함

3 = 계속 진행 사항 관찰

4 = 양호

<표4-3-2>보수·보강 우선순위 선정 기준(서울특별시 도시안전실, 2014. 09)

보수·보강 우선순위	일반사항	주요 손상
중대결함	<ul style="list-style-type: none"> <li>•부재의 손상·열화 상태가 전체 구조물의 안전에 즉각적인 영향을 주거나 (FCM) 시민의 안전에 위해를 줄 위험이 있다고 판단되는 경우</li> <li>⇒ 즉시 보수설계 착수, 익년도 보수완료</li> </ul>	-
1순위	<ul style="list-style-type: none"> <li>•부재의 손상도가 심각한 상태(D·E급)로 방치시 전체 구조물의 안전에 영향을 주는 경우</li> <li>•위험도(Risk)가 크거나, 주요 노선상 시설물의 주요 손상</li> <li>⇒ 익년도 보수설계 착수, 2년 이내 보수완료</li> </ul>	-
2순위	<ul style="list-style-type: none"> <li>•부재가 손상·열화된 상태로 당장은 위험하지 않지만 중·장기간 방치시 손상·열화가 진전되어 보수·보강 비용의 급증, 안전등급(D·E)으로의 상태 악화가 예상되는 경우</li> <li>⇒ 3년 이내 보수설계 착수, 4년 이내 보수 완료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•포장 균열 및 마모, 패임 등</li> <li>•방호벽 균열, 단면손상, 녹물흔적 등</li> <li>•바닥판 하면 균열, 재료분리</li> <li>•거더 도장박리 및 녹물흡착</li> <li>•신축이음 후타재 균열</li> <li>•교량받침 물탈균열</li> <li>•교대 및 교각 균열, 백태, 파손 등</li> <li>•배수구 막힘 및 폐쇄</li> </ul>
3순위	<ul style="list-style-type: none"> <li>•기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차보수가 필요하거나, 발생한 손상이 경미하나 진행상황 점검이 필요한 경우</li> <li>⇒ 주의관찰</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•거더 내부 누수흔적</li> <li>•거더 내부 우수유입</li> <li>•거더 외부 강재변형</li> <li>•신축이음(후타재) 접속부 단차</li> </ul>

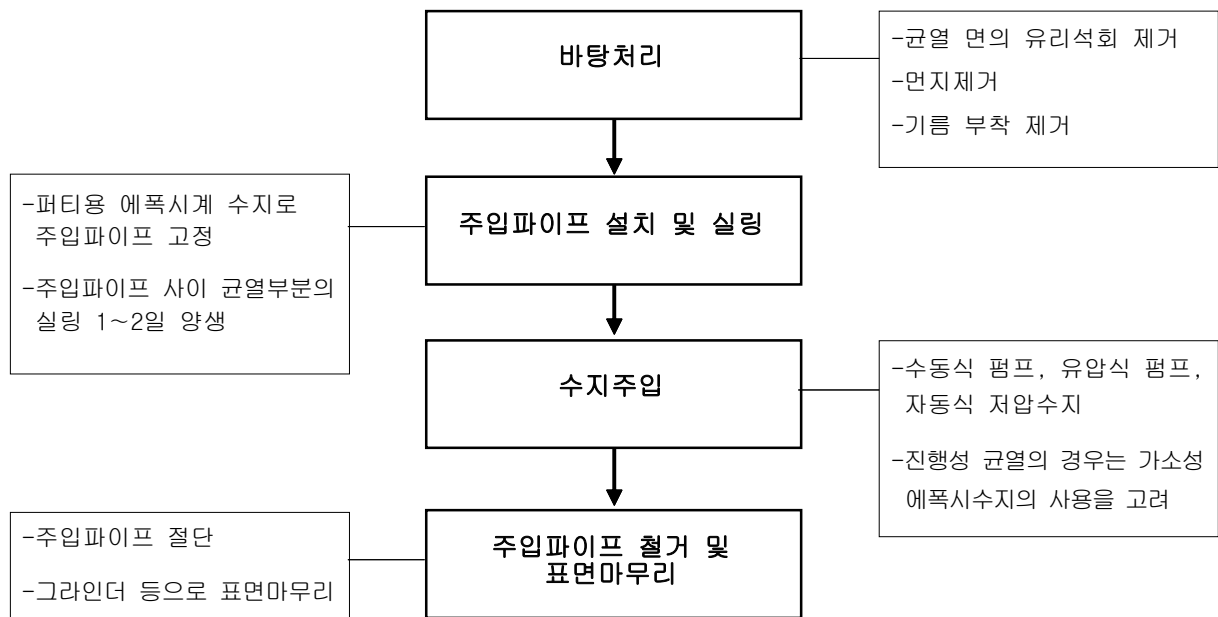
## 1. 균열 보수

균열의 보수는 균열의 원인, 폭, 깊이, 패턴 등의 발생상황 및 보수의 목적, 즉 방수성의 복구를 목적으로 하느냐, 콘크리트와의 일체화를 목적으로 하느냐의 차이에 따라서 채용되는 보수재료와 보수방법이 달라지게 되며, 1)주입공법, 2)충전공법, 3)표면처리공법 등이 있다.

### 1) 주입공법

균열 부에 에폭시수지를 주입하고 콘크리트와의 일체를 껴하여 구조물의 안전성을 유지시킬 수 있으므로 구조물의 방수성 향상, 콘크리트의 노화방지, 철근의 방청 효과를 거둘 수 있는 공법이다.

#### ① 시공방법



<그림 4-3-1> 에폭시 주입공법 흐름도

#### ② 유의사항

㉠ 주입 압력이 너무 크면 균열이 확대되어 버린다.

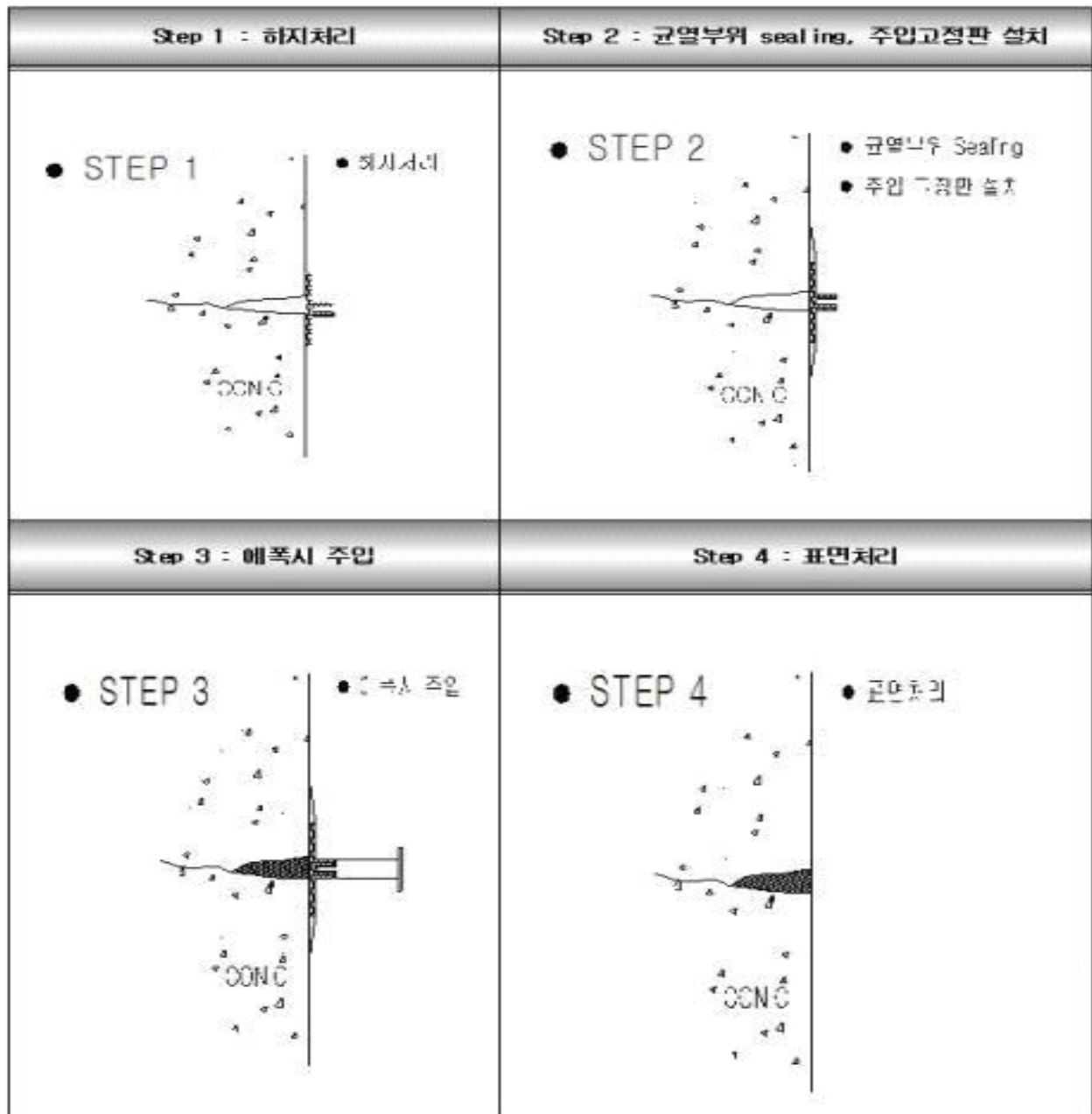
• 평균 주입압

- 수동식 :  $4\text{kg/cm}^2$ , 페달식 :  $15\text{kg/cm}^2$ , 전동식 :  $20\text{kg/cm}^2$ , 자동식 :  $4\text{kg/cm}^2$

㉡ 시공시의 기온은 일반적으로  $10\sim 30^\circ\text{C}$ , 콘크리트 균열표면의 온도는  $10^\circ\text{C}$ 를 표준

㉢ 에폭시계 수지는 항상 냉암소에 밀봉 보관

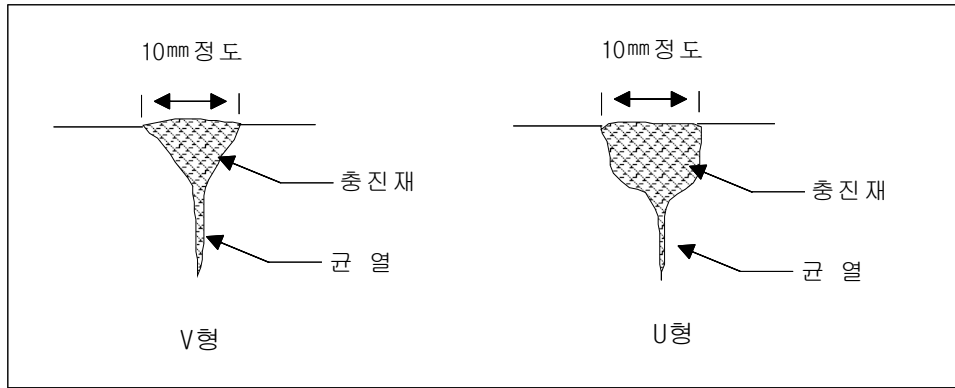




<그림 4-3-2> 에폭시 주입공법 개요도

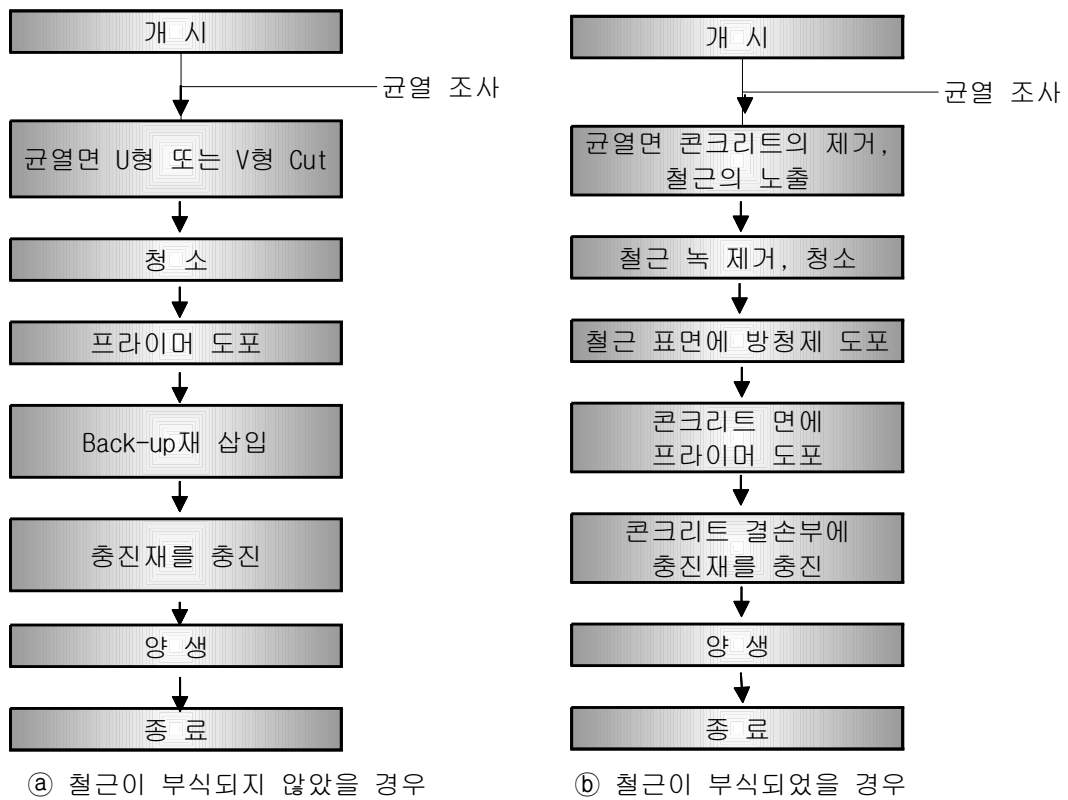
## 2) 충전공법

충전공법은 폭 0.5mm이상의 비교적 큰 폭의 균열보수에 적용되는 공법으로 <그림 4-3-3>에서 보는 것과 같이 균열을 따라서 약 10mm의 폭으로 콘크리트를 U형이나 V형으로 컷트하여 그 컷트한 부분의 실링재-유연형 에폭시 수지나 폴리머 시멘트 모르타르 등을 충전하는 공법이다.



<그림 4-3-3> V형 및 U형 컷트에 따른 충전공법

## ① 시공방법



<그림 4-3-4> 충전공법의 흐름도

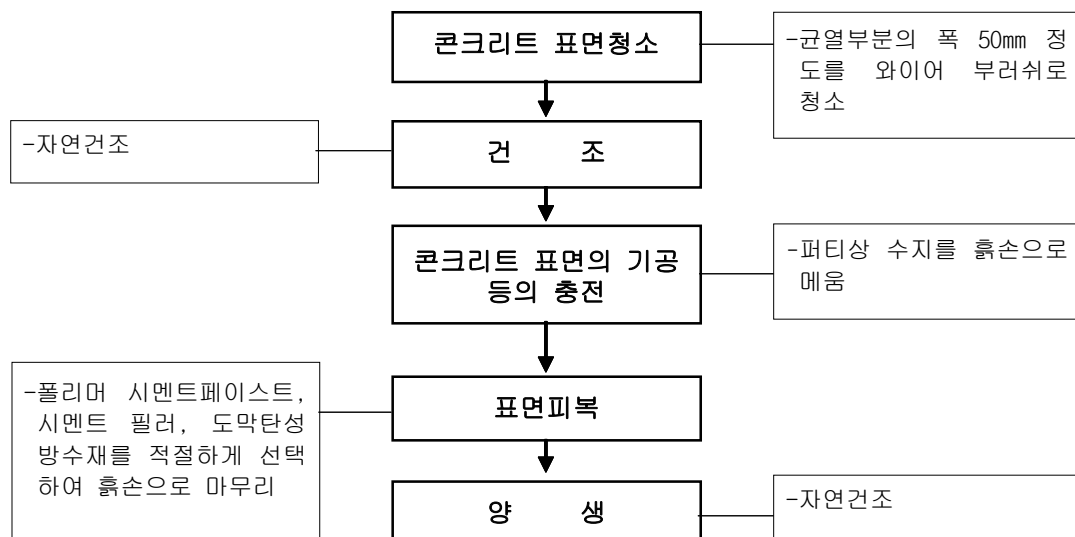
## ② 유의사항

- ㉠ 에폭시 계 수지는 강도는 높아도 탄성계수가 낮아 완전한 구조물의 일체를 도모하기에 어려움이 있다.
- ㉡ 인장응력이 작용하는 부분의 보수에는 피하는 것이 좋다.

- ㉔ 위를 쳐다보는 자세로 일정한 두께의 면적을 퍼티로 채우는 경우는 1회의 시공두께를 적게 하고, 어느 정도 경화하여 1층의 표면에 끈기가 남아 있는 동안에 2층을 겹쳐 소정 두께로 마무리한다.
- ㉕ 균열의 위치를 확실히 흠을 내어 컷트하는 것과 코킹하는 실링재를 선정하는 것 등이 이 공법의 양부를 좌우하게 되며, 컷트할 시는 균열의 범위를 벗어나지 않도록 한다.
- ㉖ “V” 자형의 충전은 보수 후 충전재의 탈락이 우려되므로 “U” 자형으로 충전하는 것이 유리하다.
- ㉗ 철근이 부식되어 있는 경우에는 철근의 녹을 제거 후 정도에 따라 보강 또는 방청 후 충전한다.

### 3) 표면처리공법

균열의 진행이 정지된 상태이며, 일반적으로 폭 0.2mm 이하의 미세한 균열이 많이 발생하여 각각의 균열에 대하여 보수가 곤란한 경우에 적용하는 공법으로 전면에 보수 재료를 도포, 도막을 형성하여 방수성을 복구시키는 공법으로 균열 부분만을 피복하는 공법과 전체를 피복하는 방법이 있다. 단, 활성균열에 대해서는 대처할 수 없으며, 피복재의 두께가 얇으므로 시간에 따른 열화에 대해 주의를 요한다.



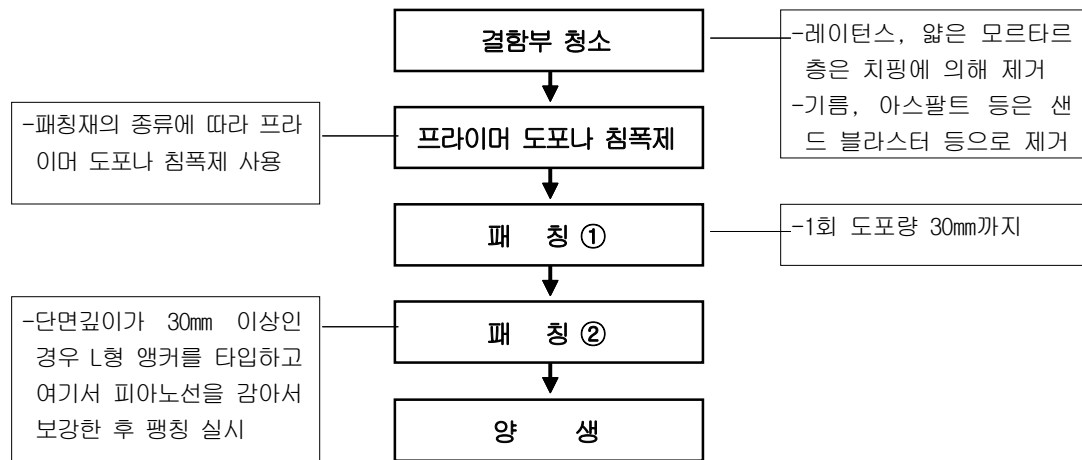
<그림 4-3-5> 표면처리공법 흐름도

<표 4-3-6> 균열보수 공법 비교표

공 법		에폭시 주입공법	그라우트 주입공법	탄성 에폭시 충전공법
내 용		균열부에 주입팩카를 설치후 저점도 에폭시를 주입하여 균열선단까지 침투시켜 구조물의 내구성을 향상시키는 보수공법	균열부에 주입팩카를 설치 후 시멘트 그라우트를 주입하여 균열선단까지 침투시켜 구조물의 내구성을 향상시키는 보수공법	균열부를 V또는 U자형으로 컷팅한 후 퍼티용 에폭시 수지를 채워 균열을 충전하여 구조물의 내구성을 향상시키는 보수공법
시 공 순 서		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 표면처리</li> <li>· 주입팩카 설치</li> <li>· 균열부 실링</li> <li>· 에폭시 주입</li> <li>· 주입팩카 제거</li> <li>· 표면그라인딩</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 표면처리</li> <li>· 주입팩카 설치</li> <li>· 균열부 실링</li> <li>· 시멘트 그라우트재 주입</li> <li>· 주입팩카 제거</li> <li>· 표면그라인딩</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· V 또는 U컷팅</li> <li>· 에폭시 충전</li> <li>· 양생</li> <li>· 표면그라인딩</li> </ul>
특 징	장 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 시공실적 다수, · 시공성 양호</li> <li>· 접착성 우수, · 수밀성 증진</li> <li>· 철근부식 억제</li> <li>· 미세한 균열에 주입가능</li> <li>· 경화시간 단축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 시공성 양호</li> <li>· 무기계 재료사용으로 통기성 확보</li> <li>· 철근부식 억제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 협소공간에서 작업가능</li> <li>· 시공성 우수</li> <li>· 균열 폭이 큰 곳에 시공가능</li> </ul>
	단 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 주입압력 조절 필요</li> <li>· 기구사용으로 협소공간에서 시공 난이</li> <li>· 습윤면 시공시 수용성 에폭시 사용</li> <li>· 수지재료로 온도 및 경화시간 주의</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 에폭시 주입에 비해 시공실적 작다</li> <li>· 주입압력 조절 필요</li> <li>· 기구사용으로 협소공간에서 시공 난이</li> <li>· 접착강도가 타재료에 비해 적다</li> <li>· 균열 폭이 큰 곳에서는 시공 효과 저하</li> <li>· 경화시간 지연</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 주입이 아니므로 내구성 확보 저하</li> <li>· 습윤면 시공시 수용성 에폭시 사용</li> <li>· 수지재료로 온도 및 경화시간 주의</li> </ul>
비 고		내구성 확보가 용이	접착강도 저하로 내구성 저하우려	균열깊이가 깊을 경우 내구성 저하

## 2. 철근방청 및 단면보수공법

구체 결손부의 보수는 철근부식의 유무, 결손 크기(깊이, 면적), 보수면의 방향(수직면, 상단면, 하단면, 경사면) 등에 따라 그 대책은 달라지게 된다. 다음에 제시된 보수방법은 철근이 부식된 경우의 방법이나, 철근이 부식되지 않은 결함이나 파손에 의한 결함부의 보수에 관한 방법은 철근의 방청처리를 제외시킨 상태에서 이 방법을 준용할 수 있다.



<그림 4-3-7> 단면보수공법 흐름도

### 1) 손상부의 제거 및 하지처리

손상부의 제거 및 하지처리는 콘크리트의 열화상황에 맞추어, 다음의 작업 중 필요한 항목을 선정하고 안전성, 작업환경 등을 고려하고, 구조체에 현저한 손상을 주지 않도록 다음과 같은 4단계의 처리를 적절한 방법으로 행한다.

- ① 손상부는 열화부가 확실히 포함되도록 범위를 정한다.
- ② 보수 대상부위의 취약부 등을 완전히 제거한다.
- ③ 철근의 들뜸 녹을 완전히 제거한다.
- ④ 고압수 세정기 등으로 손상부를 세척한다.

### 2) 철근의 방청처리

철근 방청처리제의 종류는 대략 3개 그룹으로 나눌 수 있다. 대개의 경우 브러쉬나 스프레이 등으로 철근에 대하여 두께 0.1~2.0mm로 바른다. 철근의 뒤쪽까지 도포가 되도록 처리하되 가능한 2회 도포를 하도록 한다.

### 3) 단면 복구처리

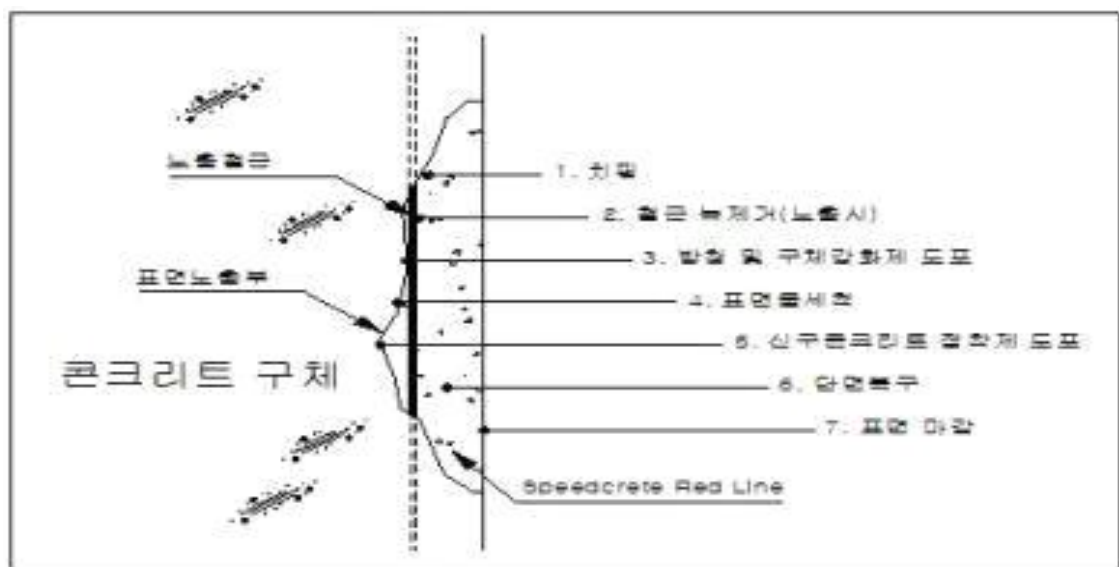
단면의 복구는 미장공법에서부터, 드라이팩트 콘크리트 공법, 콘크리트 이어치기 공법, 모르타르주입 공법, 프리팩트 콘크리트 공법, 콘크리트 또는 모르타르의 습식뿔칠 공법 또는 건식뿔칠 공법 등이 적용된다.

### 4) 하지조정

하지조정은 일종의 미장공사로서 표면의 공보나 요철의 크기에 따라 1~6 mm 사이의 적당한 두께로 표면처리를 하는 공법이다.

### 5) 유의사항

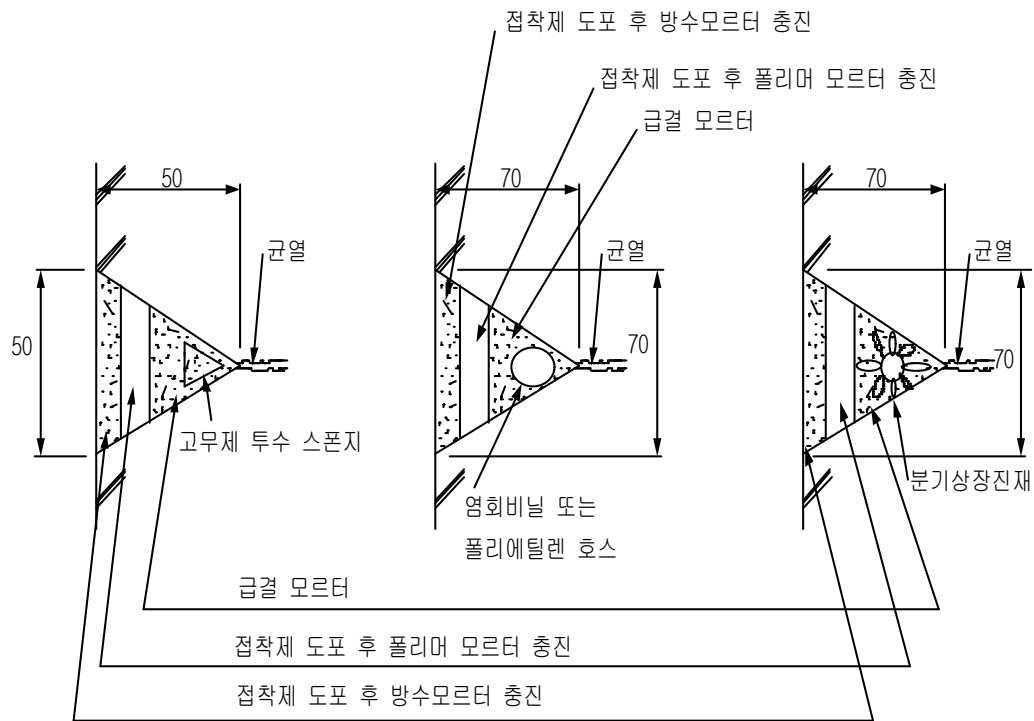
- ① 시공부위의 보수재료가 진동, 자중 등으로 떨어지는 경우가 있으므로 보수재료의 선정을 엄밀히 검토
- ② 두껍게 발랐을 때 수축균열 주의
- ③ 소요의 강도를 갖출 것
- ④ 기존의 콘크리트와의 부착이 양호하여야 하며, 타설 후의 경화 또는 건조 수축이 작을 것
- ⑤ 콘크리트와 열팽창계수의 차가 작고, 보수 후 사용 환경 하에서 내구성 유지될 것



<그림 4-3-8> 단면보수공법

### 3. 누수 또는 용출수가 있는 경우

누수 또는 용출수가 있는 경우 보수에 의해 물을 차단하면 수압 때문에 보수를 실시하는 부근에서 누수가 되므로 도수관을 설치하여 자연도수가 되도록 하여야 한다. (그림 참조) 즉, 균열 선을 따라 V형(폭, 깊이 모두 50~70mm)으로 절단하여 구석에 투수성 스펀지, 집수용 파이프와 도수용 호스를 장치하고, 임시로 급결성 시멘트 몰탈 등으로 막아놓은 다음 몇 군데 설치된 파이프를 한 곳으로 모아 배수시킴으로써 균열 부에서의 누수와 용수를 방지하여야 한다. 임시 급결성 시멘트 몰탈은 장기간의 수압에 견디지 못하므로 외부에 습윤용 프라이머를 도포한 다음 에폭시 폴리머 몰탈로 보완해 주어야 한다.



누수 중인 균열의 보수법

<그림 4-3-9> 누수보수공법

#### 4. 마감몰탈 보수 공법

마감몰탈 결손부의 보수는 구조체의 직접적인 영향이 없는 것으로 다음과 같은 방법에 의해 보수한다.

##### 1) 손상부의 제거 및 하지처리

손상부의 제거 및 하지처리는 마감 몰탈면의 열화상황에 맞추어, 다음의 작업 중 필요한 항목을 선정하고 안전성, 작업환경 등을 고려하고, 구조체에 현저한 손상을 주지 않도록 다음과 같은 4단계의 처리를 적절한 방법으로 행한다.

- ① 손상부는 열화부가 확실히 포함되도록 범위를 정한다.
- ② 보수 대상부위의 취약부 등을 완전히 제거한다.
- ③ 고압수 세정기, 쇠파 등으로 손상부를 세척 및 청소한다.

##### 2) 몰탈 복구처리

- ① 마감몰탈 복구는 미장공법이 적용된다.

##### 3) 유의사항

- ① 시공부위의 보수재료가 진동, 자중 등으로 떨어지는 경우가 있으므로 보수재료의 선정을 엄밀히 검토
- ② 두껍게 발랐을 때 수축균열 주의
- ③ 소요의 강도를 갖출 것
- ④ 기존의 콘크리트와의 부착이 양호하여야 하며, 타설 후의 경화 또는 건조 수축이 작을 것

## 5. 백화부위 보수방안

백화란 공사 중이거나 또는 완공된 건축물의 콘크리트 벽, 벽돌 벽, 타일 면, 미장면에 백색 물질이 돌아나는 현상으로 그 원인은 시멘트에 있다. 백화발생의 환경적 여건은 경화 · 지연 등으로 조직이 치밀하지 못하고 항상 습기에 접해 있어서 석회 성분 용출량이 증가할 때 또는 줄눈이 부실할 때와 조직이 치밀하지 못해 수분의 이동이 용이할 때 백화가 나타난다.

### 1) 시공전의 대책

- 재료적 측면에서는 시멘트 사용은 알루미나 시멘트계가 유리하고, 골재는 흡수율이 적은 것이 유리하고, 물은 청정수를 사용하여야하며, 벽돌과 타일은 흡수율이 적은 것을 사용하는 것이 바람직하다.
- 설계적인 측면에서는 파라펫 상부, 창대의 방수처리를 세밀히 하고, 차양, 돌림띠, 물 흘림을 두어 상부의 물이 벽체로 직접 흐르지 않도록 계획한다.
- 시공적인 측면에서는 콘크리트 타설시 이어치기 부위 처리를 철저히 하고, 물시멘트비를 가능한 적게 하며, Honey Comb 발생에 유의하고, 몰탈 배합 시 비빔을 충분히 하며, 줄눈은 밀실하게 채우고, 조적부위 줄눈을 조기 시행하여야 한다. 타일공사 또한 줄눈시공을 철저히 하고, 타일 부착 전 바탕 면의 습기를 충분히 제거하고, 저온 다습하거나 눈, 비가 올 때는 적절한 보양 대책을 마련하여야 한다. 시공을 완료한 후에 줄눈부를 포함한 마감면에 발수제를 도포하면 백화 및 얼룩방지 효과가 크다.

### 2) 시공 후의 대책 - 백화의 제거

- 화학적인 방법 : 오염된 부위를 브러쉬 등을 사용하여 물 세척을 한 다음 희석염산

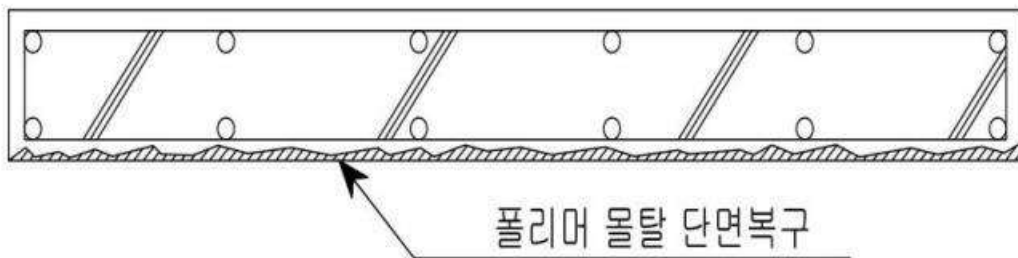
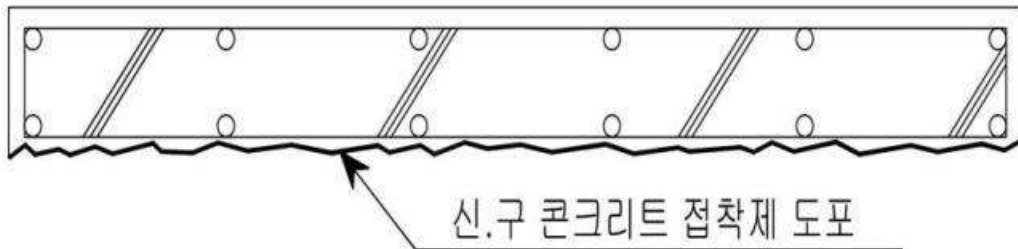


(3-5%정도)으로 백화물을 용해시키면서 씻어 제거시키고 마지막에 유해한 잔여 염산분이 완전히 제거되도록 세심하게 물 세척을 한다. 그러나 염산은 백화물을 용해 시켜 주지만 동시에 몰탈이나 줄눈재 등의 시멘트 경화물도 침식시킬 우려가 있고, 철제류인 창틀, 문짝에 닿으면 녹을 발생시키게 되므로 사용에 신중을 기하여야 한다.

- 기계적인 방법 : 탄성 연마제를 사용하면 백화뿐만 아니라 줄눈부의 오염이나 그 밖의 곤란한 오염부위 제거가 가능하다.

## 6. 탄산화부위 보수공법

탄산화가 진행된 콘크리트 부위는 건전한 콘크리트가 노출될 수 있도록 콘크리트 표면을 치핑한 후 신(新),구(舊) 콘크리트 접착제를 도포한 후 무수축 몰탈로 보수하여 기존의 부재단면을 확보할 수 있도록 한다.



## 제5장

# 총 합 결 론

본 과업대상 시설물에 대하여 현장조사를 실시하고, 확보된 자료를 검토·분석한 결과를 정리하여 기술하면 다음과 같다.

### 5-1. 종합의견

1. 본 점검대상 시설물에 대한 안전점검은 육안조사를 원칙으로 현장 여건에 따라 파손 및 손상, 균열 등 시설물에 발생한 결함과 기능적 상태를 판단하고 현재 계측기를 설치하기 위하여 실시하였다.

2. 시설물에 대한 육안조사결과 일부 유지관리차원의 보수등이 이루어져 있었으며 시설물의 노후화 상태, 구조 부재의 결함, 구조체의 상태를 조사하여 본 시설물의 내구연하를 판단하고 변위·변형으로 인한 시설물의 안전성을 확인하기 위하여 균열계측기의 설치위치는 균열의 크기, 형상 등과 설치하기에 적합한곳을 고려하여 손상현황을 선정하였다.

#### 3. 시설물 변위 조사 결과

##### ① 시설물 기울기 조사

진단대상 시설물의 수평변위(기울기)를 Transit(또는 수평계, 육안점검)을 이용하여 측정하였으며, 기울기 및 진동계측기의 위치는 외부 마감상태 및 기술자 판단으로 적합한 위치를 선정하였다.

#### 4. 책임기술자 종합의견

##### 책임기술자 종합의견

1. 점검결과 시설물의 경우 일부 유지보수가 이루어져 관리가 되어 있었으나 일부 시설물의 노후화에 따른 균열 등의 결함이 조사되었다. 보수 등의 지속적인 유지관리를 통해 최상의 상태를 유지하여야 할것으로 사료된다.
2. 시설물 관련 재해는 즉각적이라기보다는 여러 형태의 이상 징후 노출 후 발생 되는 것이 통상적이므로 관리주체는 일상적인 관찰, 점검을 생활화하여 시설물이 양호한 상태를 유지할 수 있도록 노력해야 하며, 만약 이상 징후 발견 시에는 관련 전문가 또는 안전진단전문기관과 협의하여 조치하여야 한다.

#### 5-2. 유지관리 특별 요구사항

안전점검 결과 대상 시설물에 주기적인 점검 및 계측을 통해 시설물의 변위 여부 및 노후화 진행여부를 판단하여 적절한 보수등의 유지관리를 통해 시설물이 최상의 상태를 유지하여야 할 것으로 사료된다.

#### 5-3. 기타

1. 기울기 계측기는 측점면에 설치하며, 설치 위치는 높은 곳에 설치한다. 현장여건에 따라 설치 기술자 판단하에 설치 높이(위치)가 상이할 수 있는 부분도 배제 할 수 없다.
2. 균열 계측기는 선정된 손상현황에 설치하며, 현장여건에 따라 설치 기술자 판단하에 설치 높이(위치)가 상이할 수 있는 부분도 배제 할 수 없다.