

제 4 장

내 구 성 시 험

4.1 개요

4.2 내구성시험 실시현황

4.3 콘크리트 강도시험

4.4 철근탐사 시험

4.5 탄산화 시험

4.6 균열깊이 측정

제 4 장 내구성 시험

4.1 개 요

내구성 조사는 콘크리트 구조물에 열화손상이 이미 현저하게 진행되었을 경우 열화의 정도 및 그 원인 관계를 규명하고 보수·보강 여부의 판정을 하며, 아직 열화손상이 없거나 경미한 구조물은 비파괴 조사에 의해서 향후 열화 경향을 예측하고 예방보전을 검토하기 위한 자료를 수집하는 것을 목적으로 한다.

대상시설물에 실시한 내구성 시험은 콘크리트 구조물인 하수도시설물의 구조물 및 부재별로 실시하였으며, 강도시험을 위하여 표면처리(그라인더 작업) 후 반발경도법 및 초음파법(조합법)에 의한 강도시험, 균열심도를 측정하였으며, RC-Radar에 의한 철근간격과 피복두께 조사, 1% 페놀프탈레인용액에 의한 탄산화시험을 실시하였다.

4.2 내구성 시험 실시현황

4.2.1 내구성시험 실시현황

【표 4.1】 내구성시험 실시현황

시험종류 구조물명	콘크리트 강도시험	철근탐사시험	탄산화시험	균열심도	비고
여주정수장	14	14	14	4	
취수펌프장	5	4	5	—	
가압장(18개소)	16	—	16	—	
배수지(5개소)	10	10	10	—	
총 계	45	28	45	4	

4.3 콘크리트 강도시험

4.3.1 반발경도 시험

1) 강도 조사방법

콘크리트 구조물의 강도를 추정하는 방법에는 현장에서 코어를 직접 채취하여 시험실내에서 일축압축강도시험을 통하여 구하는 방법과 비파괴시험(초음파 탐사법, 타격법, 인발법, 관입저항법 등)에 의해 추정하는 방법이 있다.

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



【반발경도법에 의한 강도 측정】

2) 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 표준(【그림 4.1】 참조)으로 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)

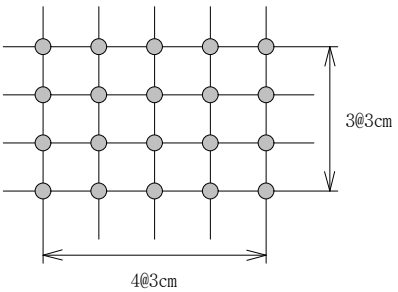
(3) 근 거 기 준 : DIN 1048 PART 4

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 : 4.92~80.85	· 저 압축강도 · 전자식
M (mass 콘크리트형)	3.00	600~1000	· 댐, 도로, 활주로



【그림 4.1】 반발경도 타격점의 간격

(4) 시험방법

Schmidt Hammer에 의한 콘크리트 강도는 다음 3가지 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 : $F = 13 \times R_o - 184(\text{MPa})$ (일본 재료학회에 의한 강도 추정식)

방법 2 : $F = 10 \times R_o - 110(\text{MPa})$ (동경도 재료시험소)

방법 3 : $F = 7.3 \times R_o + 100(\text{MPa})$ (일본건축학회)

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 콘크리트일수록 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

4.3.2 반발경도법에 의한 콘크리트 강도 측정 결과

각 시설물별 및 부재별로 콘크리트강도 측정결과 설계기준에 부합되는 소용의 강도를 확보하는 것으로 측정되어 콘크리트 강도는 건전한 것으로 확인되었다.

1) 정수장

위치	측정위치	반발경도 (R ₀)	재령계수	강도측정결과 (MPa)	설계기준강도 (MPa)
침전지	침전지 A지벽체	45.5	0.63	24.3	24.0
	침전지 A지벽체	47.8	0.63	25.8	24.0
	침전지 D지벽체	46.9	0.63	25.3	24.0
	침전지 D지월류벽체	46.7	0.63	25.1	24.0
혼화지	혼화지 A지벽체	50.5	0.63	27.5	24.0
	혼화지 B지벽체	46.7	0.63	25.1	24.0
응집지	응집지 A지벽체	45.5	0.63	24.4	24.0
	구기동실 벽체	45.3	0.63	24.2	24.0
약품저장탱크	약품저장탱크 기둥	45.3	0.63	24.2	24.0
여과지	지하계단 벽체	45.3	0.63	24.3	24.0
	지하1층 바닥	48.2	0.63	26.1	24.0
송수펌프실	지하 벽체	45.0	0.63	24.0	24.0
	지하 기둥	46.9	0.63	25.2	24.0
	1층 기둥	45.0	0.63	24.1	24.0

2) 취수펌프장

위치	측정위치	반발경도 (Ro)	재령계수	강도측정결과 (MPa)	설계기준강도 (MPa)
취수펌프장	펌프실 바닥	47.8	0.63	25.8	24.0
	펌프실 벽체	44.9	0.63	24.0	24.0
	배관랑 바닥	46.4	0.63	25.0	24.0
	배관랑 벽체	45.6	0.63	24.4	24.0
	처리수조 지하(평택)	45.2	0.63	24.2	24.0

3) 배수지

위치	측정위치	반발경도 (Ro)	재령계수	강도측정결과 (MPa)	설계기준강도 (MPa)
배수지	매룡배수지 A지벽체	46.6	0.63	25.1	24.0
	매룡배수지 B지벽체	45.1	0.63	24.1	24.0
	점봉배수지 A지벽체	47.8	0.63	25.8	24.0
	점봉배수지 B지벽체	46.1	0.63	24.7	24.0
	본두배수지 A지벽체	43.9	0.63	23.4	24.0
	본두배수지 B지벽체	45.3	0.63	24.2	24.0
	능서배수지 A지벽체	45.0	0.63	24.0	24.0
	능서배수지 B지벽체	44.4	0.63	23.7	24.0
	강북배수지 A지벽체	44.9	0.63	24.0	24.0
	강북배수지 B지벽체	45.0	0.63	24.0	24.0

4) 가압장

위치	측정위치	반발경도 (Ro)	재령계수	강도측정결과 (MPa)	설계기준강도 (MPa)
가압장	영월루 가압장	44.7	0.63	25.8	24.0
	산북제2 가압장	46.9	0.63	26.7	24.0
	산북제1 가압장	46.9	0.63	24.3	24.0
	소유리 가압장	47.3	0.63	26.9	24.0
	도곡리 가압장	49.2	0.63	24.6	24.0
	운촌리 가압장	44.1	0.63	24.9	24.0
	중암리2 가압장	45.7	0.63	24.4	24.0
	중암리1 가압장	47.8	0.63	26.6	24.0
	중암리3 가압장	46.2	0.63	25.6	24.0
	연마루 가압장	45.2	0.63	26.7	24.0
	외룡리 가압장	44.3	0.63	24.3	24.0
	석우리 가압장 I	48.3	0.63	26.9	24.0
	주암리 가압장	44.6	0.63	24.6	24.0
	서원리 가압장	45.1	0.63	25.9	24.0
	금당리 가압장	46.7	0.63	24.4	24.0
	교3리 가압장	44.7	0.63	24.2	24.0

4.4 철근탐사 시험

4.4.1 철근 탐사 시험

1) 개 요

철근콘크리트 구조물에서 철근의 배근상태는 구조물의 건전도 진단에서 빼놓을 수 없는 중요한 시험으로서 철근배근상태를 조사하기 위한 방법은 크게 전자유도법과 전자파 레이다법에 의한 것으로 구분된다. 본 과업에서는 전자파 레이다법을 이용한 RC-Radar를 사용하여 구조부재에 대한 주철근 및 배력근의 간격 및 피복두께 등을 측정하였다.



【Rc-Radar를 이용한 철근탐사 측정】

2) 측정방법 및 원리

전자파레이다는 임펄스상의 전자파를 송신안테나로 부터 콘크리트 향해 방사하면, 그 전자파가 콘크리트와 전기적 성질(비유전율, 도전율)이 다른 물체 즉, 철근, 매설관, 공동 등의 물체와 경계면에서 반사되어 다시 콘크리트 표면에 나와 표면 가까이 놓인 수신안테나에 도달할 때까지의 시간에서 반사물체까지의 거리를 알 수 있으며, 안테나를 콘크리트 표면에서 이동하는 것으로 수평상의 철근의 위치를 파악한다.

이에 대한 전자파속도(V) 및 피복두께(D)를 구하는 식은 다음과 같다.

$$V = \frac{C}{\sqrt{\epsilon_r}} \text{ (m/sec)}$$

여기서, C = 진공 중에서 전자파의 속도

ϵ_r = 콘크리트의 비유전율

$$D = \frac{1}{2} VT \text{ (m)}$$

여기서, T = 입사파와 반사파의 왕복전파시간

3) 장치의 구성

(1) 안테나부

안테나부는 펄스제어, 송신기, 수신기, 송수신 전환기, 안테나 및 거리검출기로 구성된다. 전파는 본체 제어부로부터의 신호에 의해 펄스제어, 송신기, 송수신 전환기를 경유해서 송신 안테나로부터 송신된다. 또한, 결함부에서 발생한 반사파는 수신안테나를 경유해서 신호로 변환되어 본체 제어부로 전송된다. 현재 주로 사용되고 있는 안테나 송신주파수는 100MHz~30MHz이고, 주파수가 높은 만큼 분해 능력은 좋지만 감쇄가 커서 탐사깊이가 얕아진다. 거리검출기는 안테나의 차축에 내장되어 안테나부의 이동에 따라 본체 제어부에 신호를 보내고, 그 신호에 따라 화면의 영상을 횡축방면으로 이동시키는 기능을 갖고 있다.

측정시의 이동속도는 천천히 이동하는 것이 좋는데 일반적으로 5~10m/min이다.

(2) 본체제어부

본체제어부는 조작부, 제어처리부, 출력표시부(CRT), 전원부로 구성된다. 본체제어부에는 안테나부로 보내는 신호의 제어, 수신한 신호의 A/D변환, CRT에 표시등을 행한다.

조작부에서는 감도, STC, 측정범위, 표시모드, 유전율 등을 설정한다. 수신한 신호는 제어처리부에서 A/D로 변환되고 CPU 및 RAM, CRT 제어부 등을 경유해 CRT상에 영상으로 표시된다. CRT상에 표시된 영상을 횡축이 안테나의 이동거리, 종축전파의 전파시간으로부터 산출되는 결보기 심도를 나타내고, 반사파의 분포를 전압강도별로 표시한다. 또한 기종에 따라서는 자분처리(각 측정점의 차를 잡는 표시), 필터처리(노이즈 제거) 및 TVG(심부의 반사파를 강조함) 등의 기능을 가지고 있다.

4.4.2 철근 탐사 측정 결과

각 시설물별 및 부재별로 철근탐사를 실시한 결과 소요의 피복두께 및 일정한 배근간격으로 측정되었으며, 설계치에 준하여 철근이 배근된 것으로 확인되었다.

1) 정수장

측정 위치		설계 피복 두께(mm)		측정 피복 두께(mm)		설계 철근 간격(mm)		측정 철근 간격(mm)		비고
		주근	배력근	주근	배력근	주근	배력근	주근	배력근	
착수정	B지 벽체	71	90	50	42	200	200	190	100	
혼화지	A지 벽체	71	71	50	110	200	200	200	200	
응집지	A지 벽체	71	90	46	57	200	200	199	208	
침전지	A지 벽체	69	91	50	43	200	200	200	195	
여과지	지하1층 벽체	71	90	45	40	200	200	210	184	
송수 펌프장	1층벽체	69	91	32	100	200	200	202	185	
배출수지	지하1층벽체	69	91	78	65	200	200	200	197	
배슬러지지	A지 벽체	72	72	28	39	244	244	210	197	
농축조	B지 벽체	71	90	95	40	230	200	191	208	
탈수기동	2층바닥	72	88	30	40	200	200	195	160	
약품저장 탱크	벽체	90	71	55	47	200	200	118	203	
염소저장 탱크	지하1층벽체	71	92	94	126	200	200	190	186	
취수 펌프장	지하벽체	63	88	35	40	200	200	100	156	
관리본동	옥상	-	-	61	98	-	-	205	142	

2) 배수지

측정 위치		설계 피복 두께(mm)		측정 피복 두께(mm)		설계 철근 간격(mm)		측정 철근 간격(mm)		비고
		주근	배력근	주근	배력근	주근	배력근	주근	배력근	
매룡 배수지	A지 벽체	69	91	49	42	200	200	205	198	
	B지 벽체	69	91	107	51	200	200	185	208	
점봉 배수지	A지 벽체	-	-	132	130	-	-	206	210	
	B지 벽체	-	-	43	135	-	-	200	105	
능서 배수지	A지 벽체	71	90	65	100	200	200	202	185	
	B지 벽체	71	90	55	120	200	200	185	97	
분두 배수지	A지 벽체	71	90	47	145	200	200	208	203	
	B지 벽체	71	90	42	140	200	200	200	180	
강북 배수지	A지 벽체	72	88	125	149	200	150	191	208	
	B지 벽체	72	88	118	120	200	150	195	160	

4.5 탄산화시험

4.5.1 개 요

탄산화란 콘크리트의 탄산화(Carbonation) 과정에서 나타나는 현상으로 탄산화에 의해서 문제가 발생하는 것은 콘크리트 자체에서 생기는 것이 아니고, 콘크리트 중의 철근에 녹이 발생함으로써 문제를 일으키는 것이다.



(pH 12~13) (대기중에 존재) (pH 8.5~10)

탄산화가 일어나는 메카니즘을 보면 시멘트의 수화 반응에서 생성되는 수산화칼슘 $[Ca(OH)_2]$ 은 pH 12~13정도의 강 알칼리성을 나타내지만 대기중에 포함되어 있는 약산성의 탄산가스(약 0.03%)와 접촉하면 탄산칼슘과 물로 변화하고 탄산칼슘으로 변화한 부분의 pH가 8.5~10 정도로 낮아지게 된다. 따라서, 콘크리트의 탄산화는 일반 환경하에서도 확실하게 진행되기 때문에 매입된 철근의 부식에 따른 문제가 가장 기본적이며 중요하다.

콘크리트 내부의 pH가 11 이상에서 철근은 표면에 1×10^{-6} mm 두께의 수산화물 (γ - $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$) 부동태막을 형성하므로 산소 침입을 막아 철근의 부식을 방지하지만 탄산화에 의하여 pH가 11 보다 낮아지면 부동태막이 파괴되면서 철근에 녹이 발생하게 된다. 이러한 녹은 원래 부피의 약 2.5배에서 최대 7배까지 팽창하며 녹의 팽창압력에 의해 콘크리트 내부에는 균열이 발생하게 되며 철근의 부착강도 저하, 피복 콘크리트의 탈락, 철근 단면적의 감소 등 구조물의 내구성 저하를 초래하게 된다. 이러한 원인으로 녹의 진행과 함께 콘크리트 표면에 균열, 박리, 박락 등을 초래하기 때문에 콘크리트 구조물의 내구성면에서 탄산화를 파악하는 것이 중요하다.



【탄산화 시험】

4.5.2 탄산화 깊이의 측정

콘크리트 구조물에서의 탄산화 시험은 구조체에서 채취한 코어 또는 구조체 안전에 영향을 미치지 않는 부위를 선정 일부분을 파손하여 노출된 대상 측정면에 가능한 한 빨리 분무하여 탄산화 깊이를 측정하며, pH 8.2~10.0 이상의 알칼리측에서 홍색으로 발색하며 중성측에서는 무색으로 나타나게 되는데, 탄산화 진행 깊이의 측정은 콘크리트 표면에서 발색점까지의 깊이를 깊이계, 버어니어 캘리퍼스 등으로 측정한다.

4.5.3 평가 방법

탄산화가 진행되는 속도는 시멘트의 종류, 콘크리트의 품질, 환경조건에 따라 다르지만 현재 일반적으로 사용되는 탄산화 속도식은 다음에 제시되는 안곡식을 이용한다.

$$y = \frac{0.3(1.15 + 3X)}{R^2(X - 0.25)^2} C^2 \dots (X \geq 0.6) \text{일 경우} \text{ ----- 【식】}$$

$$y = \frac{7.2}{R^2(4.6X - 1.76)^2} C^2 \dots (X \leq 0.6) \text{일 경우} \text{ ----- 【식】}$$

여기서, y = 탄산화깊이 C까지 도달하는데 소요되는 년수

X = 물 시멘트비 (강도 상의 물 시멘트비)

C = 탄산화 깊이 (cm)

R = 탄산화 비율(골재, 화학 혼화제, 시멘트의 종류 등에 의해 정해지는 정수)

【표 4.5】 콘크리트의 종류별 탄산화 비율(R)

골재의 종류 혼화제 종류 시멘트의 종류	강모래·강자갈			강모래·화산자갈			화산자갈		
	Plain	AE제	AE 감수제	Plain	AE제	AE 감수제	Plain	AE제	AE 감수제
보통포틀랜드 시멘트	1.0	0.6	0.4	1.2	0.8	0.5	2.9	1.8	1.1
조강포틀랜드 시멘트	0.6	0.4	0.2	0.7	0.4	0.3	1.8	1.0	0.7
고로 슬래그 시멘트 (slag 30~40%)	1.4	0.8	0.6	1.7	1.0	0.7	4.1	2.4	1.6
고로 슬래그 시멘트 (slag 60% 전후)	2.2	1.3	0.9	2.6	1.6	1.1	6.4	3.8	2.6
silica 시멘트	1.7	1.0	0.7	2.0	1.2	0.8	4.9	3.0	2.0
fly-ash 시멘트 (fly-ash 20%)	1.9	1.1	0.8	2.3	1.4	0.9	5.5	3.3	2.2

※ 경량 콘크리트(1종 및 2종)의 R은 강모래·강자갈 콘크리트와 강모래·화산자갈 콘크리트의 중간정도임

【표 4.6】탄산화 깊이에 의한 측정값의 구분

측정값의 구분	구분의 기준 (탄산화 깊이)	비 고
A1	측정값 < 0.5 D	D : 철근피복 두께의 최소값
A2	0.5 D ≤ 측정값 < D	
A3	D ≤ 측정값	

【표 4.7】탄산화 속도에 의한 구분

탄산화속도의 구분	구분의 기준 (탄산화 깊이)	비 고
B1	측정값 < 0.5×계산값	계산값 : 공식이용
B2	0.5×계산값 ≤ 측정값 < 1.5×계산값	
B3	1.5×계산값 ≤ 측정값	

【표 4.8】탄산화에 의한 기능저하의 구분

기능저하의 구분	구분의 기준 (탄산화 깊이)	비 고
I	A1 + B1, A1 + B2, A2 + B1	경미 : 예방 조치
II	A1 + B3, A2 + B2	보통 : 부위의 부분적 보수
III	A2 + B3, A3 + B1, A3 + B2, A3 + B3	과대 : 전면적 보수

4.5.4 판 정

탄산화에 의한 콘크리트 성능저하 등급은 아래 【표 4.9】에 의하고 이 표에서 등급 A, B, C, D, E에서 D이하인 경우는 보수가 필요하다. 등급 E의 경우는 철근의 부식도를 검토하여야 하며, 필요한 경우에는 보수·보강을 하여야 한다.

【표 4.9】탄산화에 의한 성능저하 등급

등급	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	· 30mm	탄산화에 의한 부식발생 우려 없음
b	· 10mm이상~30mm미만	향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
c	· 0mm이상~10mm미만	탄산화 의한 부식발생 가능성 높음
d	· 0mm미만	철근부식 발생
e	-	-

4.5.5 탄산화 깊이 측정 결과

시설물명	측정위치	탄산화깊이 (mm)	측정피복두께 (mm)	탄산화 잔여깊이 (mm)	등급
정수장	벽체	2.6	48	45.4	a
	바닥슬래브	3.3	120	116.7	a
취수펌프장	벽체	3.1	159	155.9	a
	바닥슬래브	2.4	158	155.6	a
가압장	벽체	4.1	128	123.9	a
	바닥슬래브	3.1	120	116.9	a
배수지	벽체	2.1	68	65.9	a
	바닥슬래브	2.5	120	117.5	a

각 시설물별 탄산화 깊이 측정결과 2.1~4.1mm로 측정되었으며, 잔여 깊이가 45.4 ~ 155.9mm로 탄산화로 인한 철근부식우려가 없는 양호한 상태인 것으로 평가되었다.

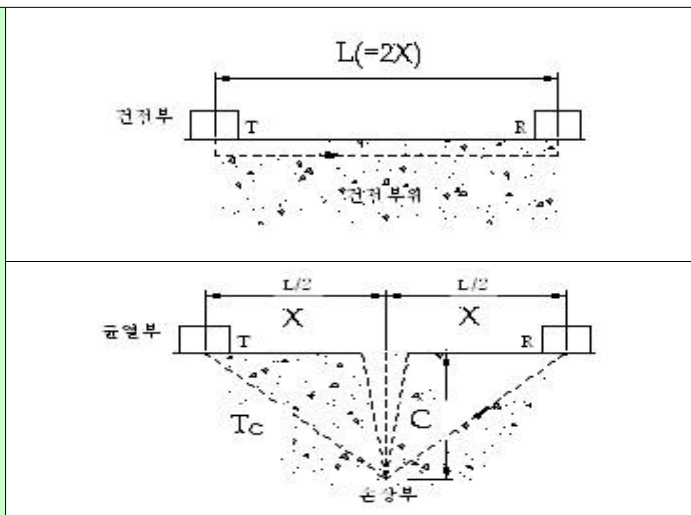
4.6 균열깊이 측정

4.6.1 시험개요

콘크리트 구조물에 발생된 균열에 대하여 PUNDIT를 이용한 균열깊이 측정을 실시하였다. 측정 원리는 발신자, 수신자를 콘크리트에 대고 발신자로부터 발신된 초음파를 수신자로 수신하여 그 수신파동을 근간으로 콘크리트에 발생된 균열의 심도를 측정하는 것이다. 측정방법은 T_0 - T_c 법을 적용하였으며, 현장 여건상 직접법에 의한 측정이 불가능한 상태이므로 동일 평면상에서 측정하는 간접법에 의하여 측정하였다.



【균열심도 측정】



【그림 4.2】 T_c - T_0 법에 의한 균열깊이 측정방법

4.6.2 측정방법

T_0 - T_c 법에 의한 균열깊이(d)는 먼저 【그림 4.2】과 같이 건전한 콘크리트 면에 발신자와 수신자를 등간격(보통 10cm)으로 위치시켰을 때의 전달시간(T_0)을 구하고, 균열부를 중심으로 좌우측에 등간격(보통 10cm)으로 발·수신자를 위치시켰을 때의 전달시간(T_c)을 구하여 계산하는 방법이다.

$$\text{균열깊이}(d) = X \sqrt{\left(\frac{T_c}{T_0}\right)^2 - 1} \text{ ----- 【식】}$$

여기서, X : 발신자와 균열까지의 거리 (mm)

T_0 : 건전부에서의 초음파의 전달시간 (μsec)

T_c : 균열부에서의 초음파의 전달시간 (μsec)

4.6.3 균열 깊이 측정 결과

구분	측정위치	손상현황	균열깊이	피복두께	
정수장	염소투입탱크 지하벽체	CW:0.2mm,	137mm	72mm	
	탈수기동 1층벽체	CW:0.5mm	288mm	72mm	
	배출수지 펌프실	CW:0.2mm	188mm	69mm	
	송수펌프실 지하벽체	CW:0.2mm	99mm	96mm	

일부 부재의 균열에 대하여 형상 및 폭등을 고려하여 균열깊이 측정결과 모든 개소에서 피복두께를 초과하는 것으로 확인되어 유지관리를 실시하여 내구성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.