

1.4 내구성 시험

1.4.1 개요

구조물의 내구성은 탄산화, 염해, 동해, 대기오염, 산성비, 알칼리골재반응, 화재, 부식 등에 의해 영향을 받는다. 일반적으로 재료의 내구성이 저하되면 강도저하, 균열, 변형, 단면감소 등을 동반하여 구조물 전체의 안전성 및 사용성을 위협하게 된다. 따라서 시설물의 구성 재료인 철근콘크리트의 재료적 특성을 체계적으로 규명하는 것은 구조물의 안전성을 평가하는데 중요한 부분이라 할 수 있다.

이에 본 과업에서는 점검대상 구조물의 품질조사를 위해 콘크리트 압축강도시험, 탄산화시험을 실시하였다.

1.4.2 콘크리트 압축강도

가. 개 요

콘크리트에 대한 강도평가는 일반적으로 비파괴시험에 의한 강도추정법과 Core 채취법에 의한 일축압축강도시험 등이 있다. 비파괴 시험에 의한 강도시험은 현재 여러 방법이 사용되고 있지만, 일반적으로 반발경도법(Schmidt hammer)과 초음파법(Ultrasonic) 및 조합법(초음파속도 및 반발경도법을 병용 조합한 계산식) 등 3가지 방법이 주로 사용되고 있다. 이와 같은 비파괴 시험에 의한 강도추정 방법은 구조물에 손상을 주지 않고 조사할 수 있고, 조사 과정도 비교적 편리하다는 장점이 있으나, 측정된 값은 균열, 골재의 유무, 표면요철, 먼지, 습윤 상태 및 철근의 피복 등에 따라 차이가 나는 결점이 있다.

한편, 파괴시험인 Core에 의한 강도평가는 비교적 신뢰할 만한 자료를 얻을 수 있으나, Core 채취로 인한 응력 집중현상 및 구조물에 국부적 손상을 미칠 수 있으므로, 다량의 Core 채취는 바람직하지 않다.

본 대상 구조물에 대한 콘크리트 강도평가는 반발경도법에 의한 방법으로 실시하였다.

1) 반발경도법

반발경도법(Concrete Test Hammer)에 대한 기본개념은 다음과 같다.

(가) 모 델 명

Schmidt Hammer (NR-Type)

(나) 특 성

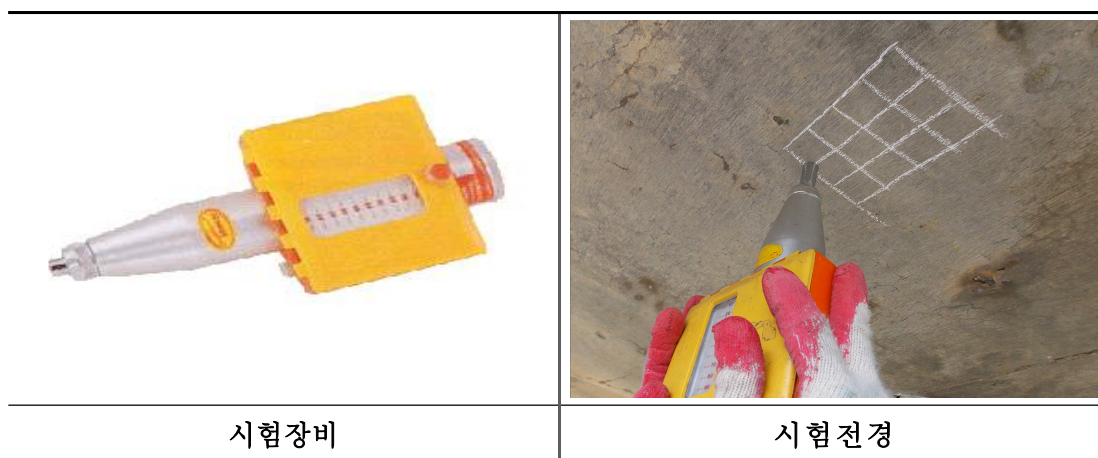
콘크리트 강도를 결정짓는 요인 중 재령, 단위 시멘트량, 물-시멘트비, 굵은골재

의 크기에 대해서는 정(+)의 상관관계를 나타내고, 굵은골재 용적비에 대해서는 부(-)의 상관관계를 갖는다.

(다) 원리 및 측정 방법

① 원리

- 경화콘크리트에 Hammer 타격시, 반발도(R)와 콘크리트 압축강도(F_c)와의 사이에 특정 상관관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다.
- 일반적으로 타격시의 반발도(R)는 타격에너지 및 피타격체의 형상과 크기, 재료의 물리적 특성과 관계되는 물리량에 따라 다르다.
- 반발도(R)는 타격면에 존재하는 골재의 유무, 습윤 상태, 콘크리트의 재령 등에 따라 차이가 난다. 반발경도법은 현재 세계 각국에서 가장 많이 사용되고 있는 대표적인 비파괴 시험 방법이다. 측정기가 비교적 저렴하고, 시험도 간편하기 때문에 품질관리나 내력 판정의 수단으로 손쉽게 적용되는 경우가 많지만, 각종 요인의 영향을 받으므로 결과의 판정이 반드시 용이하지만은 않다.



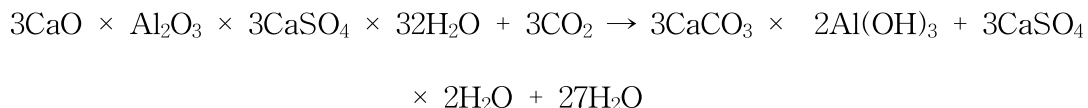
<그림 1.4.1> 반발경도 시험장비 및 전경

② 측정 방법

- 타격점의 상호 간격은 3cm로 하여 종으로 4열, 횡으로 5열의 선을 그어 직교되는 20점을 해머로 타격한다.
- 타격 방향은 수평으로 타격하는 것을 원칙으로 하여 실시하였다.
- 측정면은 형틀에 접해 있던 평활한 면에 행하는 것이 원칙이나 콘크리트 표면에 성능저하가 있을 경우 사포로 표면처리 후 시험을 실시하였다. 콘크리트 표면에 Rebound Hammer를 타격하면 Recording Paper에 횡수에 따라 자동적으로 막대그래프가 그려진다. 이 값을 평균하여 결과를 산출 Data로 활용하였다.

(라) 분석 방법

Rebound Hammer의 타격에 의한 Rebound Value는 수화작용에 의하여 발생된 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (수산화칼슘)가 장기간 노출된 구조물의 경우 공기 중의 이산화탄소와 결합하여 CaCO_3 (탄산칼슘)로 변화가 되어 상당한 영향을 받게 된다. 즉, 대기 중이나 빗물 등에 녹아 있는 CO_2 가 콘크리트의 시멘트와 화학반응을 일으키면 다음과 같이 되기 때문이다.



따라서 이러한 영향을 고려하여 타격 표면을 1cm 정도 갈아내거나 표면에 직접 타격한 경우 보정을 하여야 하며, 타격 방향에 의한 보정도 이루어져야 한다.

구조물 자체의 재령을 감안하여 산출된 강도치를 재령경과에 따른 보정계수를 곱한 값을 추정압축강도로 하여야 한다. 또한, 강도시험시 철근 및 굵은골재에 의한 반발치의 이상과다와 미세한 균열, 내부 공극 및 표면상태 등에 의해 수치가 낮게 나오는 경우가 있다. 이러한 불확실한 요소를 가진 수치를 제외한 나머지 수치, 즉 가장 확실한 수치를 취합하여 콘크리트 품질의 전반적인 흐름을 확인·평가하였다.

(마) 보정 방법

① Test용 Anvil

Test용 Anvil과 충격면의 접촉면은 깨끗하게 유지한다.

Test Anvil 타격시 반발도가 $R_0 = 80 \pm 1$ 이 되어야 하나 $R_0 = 80 \pm 2$ 까지 허용한다. 단, 이 값을 초과하는 경우 다음과 같이 보정하여야 한다.

$$R = R_0 \cdot \frac{80}{R_a}$$

∴ R_a : Anvil에 수직 하향 타격(-90°) 시의 반발도 평균

R_0 : 반발도 R의 평균치

- 이 공식은 $R_a = 72$ 까지 유용하다. 만약 R_a 수치가 72 이하로 낮을 경우는 전문가에게 의뢰하여 수선하여야 한다(청소).

② 타격방향에 대한 보정값

수평방향 0°이외의 방향으로 타격한 경우는 다음 표에 의해 보정치 ΔR 을 구한다.

<표 1.4.1> 타격방향에 대한 보정값

리바운드 수치 R_0	경사각도 수정 (ΔR)			
	상 단		하 단	
	+ 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	+1.5	+2.2
60	-2.3	-1.6	+1.3	+1.7

③ 재령에 의한 보정

재령일의 증가에 따라 반발경도가 증가하므로 28일 강도를 추정하기 위해서는 <표 3.2.2>의 재령계수(α)를 인용하여 보정하여야 한다.

<표 1.4.2> 재령보정계수

재령(일)	28	100	300	500	1000	3000
재령보정계수 (α)	1.0	0.78	0.70	0.67	0.65	0.63

(바) 강도 추정식

반발경도법에 의한 압축강도 추정식은 현재 여러 시험결과에 의해 다양한 방법이 통용되고 있으나, 본 과업에서는 일본재료학회식과 일본건축학회식을 적용하였으며, 그 내용은<표 3.1.6>과 같다.

<표 1.4.3> 반발경도에 의한 강도 추정식

일본 재료학회식	$f_c = \alpha(-18.0 + 1.27R_0)$ (MPa)
일본 건축학회식	$f_c = \alpha(7.3R_0 + 100) \times 0.1$ (MPa)

$\therefore f_c$ = 콘크리트압축강도(MPa)

α = 재령보정계수

R_0 = 측정반발도($R_0 = R + \Delta R$)