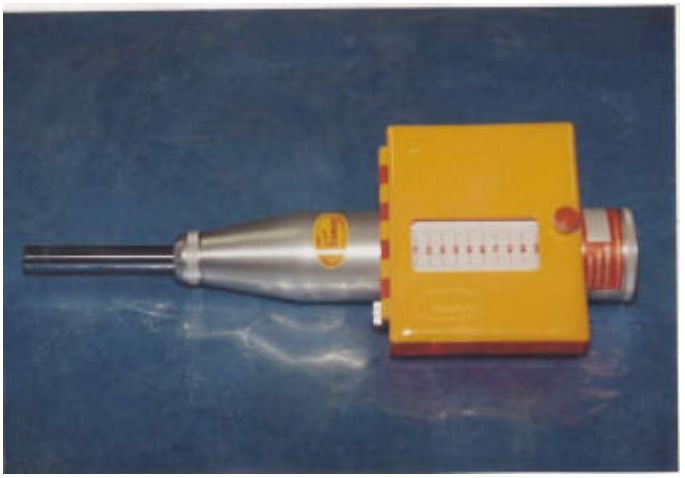
□ 반발경도법에 의한 강도시험



▷ 시험목적

이 시험은 경화 콘크리트면에 슈미트해머로 타격에너지를 가하여 콘크리트면의 경도에 따라 반발경도를 측정하고, 이 반발경도와 콘크리트 압축강도와의 상관관계를 도출함으로써 콘크리트의 압축강도를 추정한다.

▷ 시험원리

슈미트해머에 의한 반발경도법의 원리는 경화된 콘크리트의 표면을 스프링 힘으로 타격한 후 반발되는 거리와 콘크리트의 압축강도(f'c)와의 사이에 관계가 있다는 경험에 기초한다. 그러나 타격시의 반발경도는 타격에너지 및 피타격체의 형상, 크기, 재료의 물리적 특성과 관계되는 여러요인에 의해 크게 달라진다. 콘크리트 표면의 골재 유무, 습윤상태, 콘크리트의 재령, 탄산화 정도 등에 따라 반발경도에 많은 영향을 받는다. 따라서 강도추정의 유일한 방법으로는 많은 문제점이 있으나 간편하고 짧은 시간에 강도추정이 우수한 사용성과 콘크리트 구조물 전체에 대해 강도추정이 가능하다는 점에서 매우 유용한 시험법이라 할 수 있다.

▷ 측정방법

○ 측정준비

- 측정면은 평탄한 곳을 선정
- 도장된 곳이나 덧씌운곳은 제거
- 요철, 공극, 자갈노출부는 회피
- 그라인더로 요철, 분말 등을 제거
- 타격부의 두께가 10cm이하인 곳은 회피
- 보, 기둥의 모서리에서는 최소 3~6cm이격하여 측정한다
- 슈미트해머는 시험전에 테스트엔빌에 의해 교정을 실시하여야 하며, 반발경도는 120° 각도로 3회 회전하며 측정하고, 평균값은 R=80±1이 바람직하나 R=80±2의 범위까지 허용하며, 이 범위를 벗어나면 조정나사로 조정하여야 한다.

○ 측정

- 타격점의 상호간격은 3cm로 하여 종으로 4열, 횡으로 5열의 선을 그어 직교되는 20점을 타격한다.
- 슈미트해머 타격시 콘크리트 표면과 직각을 유지한다.
- 타격중 이상이 발생한 곳(타격음이상, 함몰등)은 확인후 그 측정값은 버리고 인접위치에서 측정값을 추가한다.

▷ 평가방법

강도추정은 측정된 자료의 분석 및 보정을 통하여 평균 반발경도를 산정하고, 현장에 적합한 강도추정식을 선정하여 평가하도록 한다.

○ 측정자료의 처리 및 보정

측정된 20개 자료의 평균을 구하고 평균에서 ±20%가 벗어난 경우를 제외하고, 이를 보충하여 재평균 한 것을 최종값으로 한다.

○ 보정반발경도(R_o)

보정반발경도 R는은 다음 식과 같이 측정경도 R에 보정값을 더한 값으로 한다.

$$R_0 = R + \Delta R_1 + \Delta R_2 + \Delta R_3$$

여기서, ΔR_1 : 타격방향에 따른 보정값

ΔR_2 : 압축응력에 따른 보정값

ΔR_3 : 콘크리트의 습윤상태에 따른 보정값

- 타격방향에 따른 반발경도의 보정

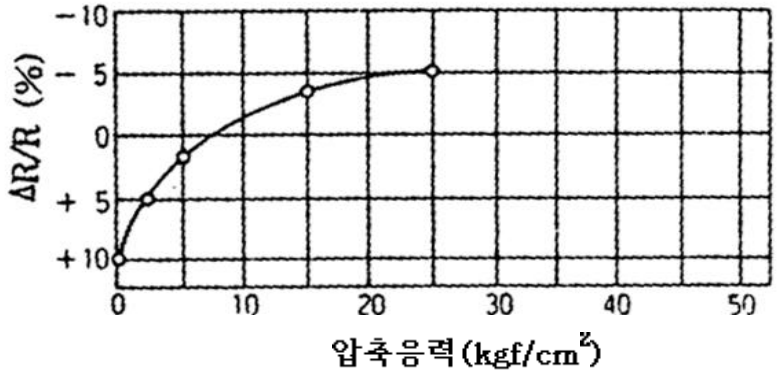
수평방향의 타격에 의한 측정치는 안정된 값을 나타내지만 타격방향이 다른 경우 Schmidt Hammer 내부의 해머중량에 의한 반발치를 보정해 주어야 한다. <표 1>은 타격방향에 따른 보정계수를 나타낸 것이다.

<표 1> 타격방향에 따른 보정계수(슈미트사)

반발경도(R)	수평과 이루는 각도			
	+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

- 압축응력에 따른 반발경도의 보정

타격방향과 직각방향으로 압축응력을 받는 부재는 압축응력이 커짐에 따라 반발경도에 의한 압축강도가 실제보다 커진다는 사실이 시험결과 입증되었다. 그 크기는 <그림 1>과 같이 대략 압축응력이 10kgf/cm^2 인 경우 $\Delta R_2 = -0.015R$, 25kgf/cm^2 인 경우 $\Delta R_2 = -0.05R$ 이다.



<그림 1> 압축응력에 따른 반발경도의 보정곡선

- 콘크리트 습윤상태에 따른 보정

콘크리트 표면이 습윤상태에 있으면 건조상태 보다 반발도가 작게 나오게 된다. 따라서, 완전 습윤상태에서는 건조상태를 기준으로 $\Delta R_3 = +5$를 적용한다.

- 시간경과 계수

수년이 경과한 콘크리트 구조물은 표면경도가 높기 때문에 다음식과 같이 재령계수를 곱하여 압축강도를 추정한다. 콘크리트의 재령에 따른 압축강도 보정계수 α는 <표 2>와 같으며, 3000일 이상의 재령에 대해서는 0.63을 적용한다.

$$F_{28}' = \alpha \cdot F_C$$

<표 2> 재령계수 α의 값

재령(일)	28	50	100	150	200	300	500	1000	3000
α	1.00	0.87	0.78	0.74	0.72	0.70	0.67	0.65	0.63

○ 강도추정

현재 주로 사용하고 있는 반발경도에 의한 콘크리트의 강도추정식은 아래식과 같다.

- 일본재료학회 (보통콘크리트) : $F_C = -184 + 13R_o\ (kgf/cm^2)$
- 일본건축학회 CNDT 소위원회 강도계산식 : $F_C = 7.3R_o + 100\ (kgf/cm^2)$

여기서 Ro는 보정반발경도