

02. 초음파법 (콘크리트)

□ 초음파법에 의한 강도시험

▷ 시험목적

이 시험은 초음파펄스가 경화콘크리트면을 따라 전달되는 초음파전달속도와 콘크리트 압축강도와의 상관관계를 도출하여 콘크리트의 압축강도를 추정한다.

▷ 작동원리

초음파속도를 이용한 비파괴검사법은 발진기, 발신자, 수신자에 의해 콘크리트를 통과하는 초음파펄스의 전달시간을 측정하여 초음파속도로 변환하여 콘크리트 강도와의 상관 관계를 도출하여 초음파법에 의한 강도를 추정 할 수 있다.



▷ 시험방법

○ 측정준비

- 측정면은 평탄한 곳, 균열이 없는 곳을 선정
- 도장된 곳이나 덧씌운 곳은 제거
- 요철, 공극, 자갈 노출부는 회피
- 그라인더로 요철, 분말 등을 제거
- 측정부위의 종횡방향으로 최소 50cm 이상을 그라인딩을 한다.
- 습도가 높고 비 내리는 경우나 구조체가 습윤된 경우는 가급적 피한다.

○ 측정방법

- 측정부위에 사전에 철근탐사시험으로 철근의 위치를 파악하여 둔다
- 측정은 주로 간접법과 직접법에 의해 측정한다.
- 발·수신자 위치에 철근이 직접 놓이지 않도록 하며, 측정부위를 종·횡방향으로 그라이

딩 한다.

- 그라인딩은 콘크리트표면에 이물질 제거하기 위하여 실시하며, 10cm 간격으로 사전에 준비된 측정위치판을 이용하여 탐촉자의 측정위치를 원형으로 표시하되 간접법의 경우 최소 50cm 이상 측정할 수 있도록 실시한다.
- 측정대상면에 접촉제(그리스 등)를 바르고 발·수진자를 밀착하여 측정한다.
- 측정전 측정기의 전원을 10~20분간 켜놓고 안정된 상태에서 측정한다.
- 측정전 Calibration Bar를 이용하여 0점 조정을 실시한다.
- 측정위치에서 종·횡방향으로 측정을 실시한다.
- 측정시 발진자를 고정하고 수신자를 이동하며 측정한다.
- 종·횡방향으로 10cm 간격으로 10cm부터 50cm까지 측정값이 안정될 때의 초음파 전달시간을 측정한다.
- 측정시 특이한 상황에 대해서는 스케치하여 후에 자료분석에 이용하도록 한다.

▷ 평가방법

강도추정은 측정된 자료를 분석하여 전파속도를 결정하고, 현장에 적합한 강도 추정식을 선정하여 평가하도록 한다.

○ 측정자료의 처리 및 전파속도 결정

- 측정위치의 측정값을 X축에 거리, Y축에 전달시간 향으로 Plot한다
- 각점에 대한 기울기의 양상을 비교·분석하여 콘크리트 내부의 이상유무(균열, 공동)를 판단한다.
- 큰 이상이 없는 경우 이점들로 단순 회귀 분석하여 기울기를 구하고 기울기의 역수로 전파속도를 결정한다.
- 종방향과 횡방향의 전달 속도를 각각 산정한 후 그 평균을 그 위치의 전달속도로 결정한다.
- 자료의 이상이 있을 때는 균열이나 결함이 있는지를 면밀히 분석한다.

○ 강도추정

분석된 초음파 전달속도에 의한 콘크리트의 강도추정은 기존에 제안된 식을 적용하여 평가한다.

• 일본건축학회 : $F_c = 215 V_d - 620 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$

• 한전기술연구원 : $F_c = 339.1 V_d - 1107 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$

여기서 $V_d (=1.05V_i)$ 는 직접법에 의한 속도(km/sec)

V_i 는 간접법에 의한 속도(km/sec)

□ 초음파법에 의한 균열깊이 평가

▷ 시험목적

이 시험은 콘크리트에 발생된 균열을 초음파를 이용하여 콘크리트의 균열깊이를 평가할 수 있다.

▷ 측정원리

경화된 콘크리트는 건전부와 균열부에서 측정되는 초음파 전달시간이 차이가 있어 전달 속도가 다르다. 이러한 전달속도의 차이를 분석하므로 균열의 깊이를 평가할 수 있다.

▷ 시험방법

- 측정부위에 사전에 철근탐사시험으로 철근의 위치를 파악하여 둔다
- 그라인딩은 콘크리트표면에 이물질 제거하기 위하여 실시하며, 각 시험법에 따라 필요한 길이로 실시한다.
- 발·수신자 위치에 철근이 직접 놓이지 않도록 한다.
- 측정대상면에 접촉제(구리스 등)를 바르고 발·수신자를 밀착하여 측정한다.
- 측정전 측정기의 전원을 미리 켜놓고 안정된 상태에서 측정한다.(10-20분)
- 측정전 Calibration Bar를 이용하여 0점 조정을 실시한다.
- 측정자료가 안정될 때의 초음파 시간을 측정한다.
- 측정시 특이한 상황에 대해서는 스케치하여 후에 자료분석에 이용하도록 한다.
- 발생된 균열의 시점과 종점, 중간점에서 각각 측정하여 균열의 현황을 파악할 수 있도록 한다..

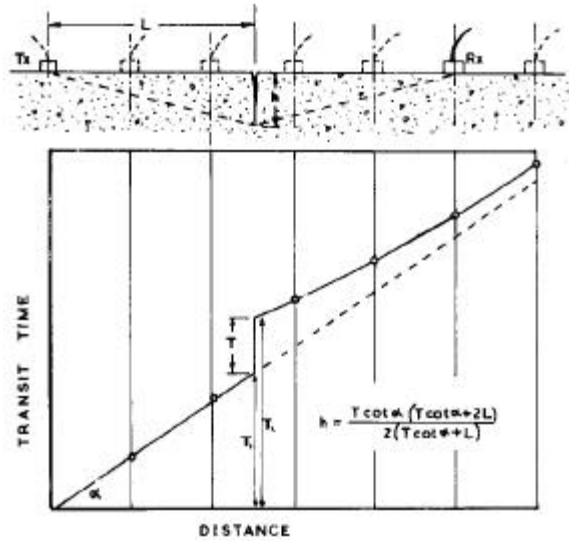
4. 평가방법

균열깊이를 평가하는 방법은 주로 3가지가 있으며 이를 설명하면 다음과 같다.

○ T - 법

- T-법은 발진자를 고정하고, 수신자를 10 ~ 15cm 간격으로 이동시켜 전파거리와 전달시간의 관계(주시곡선)로부터 균열 위치의 불연속 시간 t 를 도면상에서 다음 식을 이용하여 균열의 심도를 구한다.

$$h = \frac{t \cos \alpha (t \cot \alpha + 2L)}{2 (t \cot \alpha + L)} \quad \text{or} \quad h = \frac{L}{2} \left(\frac{T_2}{T_1} - \frac{T_1}{T_2} \right)$$

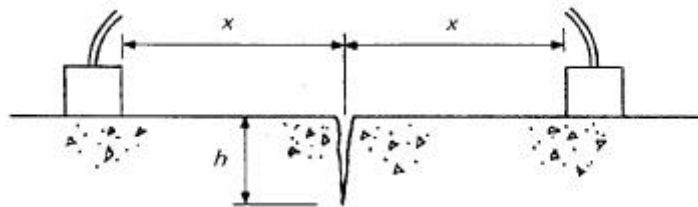


<그림 2> T 법

○ T_c-T₀ 법

- 이 방법은 수신자와 발신자를 균열의 중심으로 등간격 X로 배치한 경우의 전파시간 T_c와 균열이 없는 부근 2X에서의 전파시간 T_s로부터 균열깊이 h를 다음 식에 의해 추정하는 방법으로 균열면이 콘크리트의 표면과 직각으로 발생되어 있으며, 균열 주위의 콘크리트는 어느 정도 균질한 것이라고 가정하여 유도한 것이다. 다만, 균열에서 발·수신자까지의 거리는 진동자 단까지의 거리이다.

$$h = X \sqrt{\left(\frac{T_c^2}{T_s^2} - 1\right)}$$

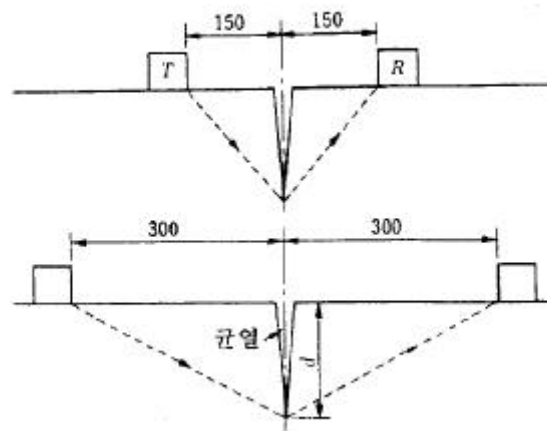


<그림 3> T_c-T₀ 법

○ BS 법

- BSI 1881 Part No. 203에 규정되어 있는 방법으로 발 · 수신자를 균열 개구부에서 $a_1=15\text{cm}$, $a_2=30\text{cm}$ 로 배치했을 때의 전파시간 T_1 , T_2 를 이용하여 균열깊이 d 를 추정한다.

$$d = 150 \sqrt{\frac{(4 T_1^2 - T_2^2)}{(T_2^2 - T_1^2)}}$$



<그림 4> BS 법