

# 콘크리트의 비파괴시험에 관한 개요

건축물이 가지고 있는 잠재위험으로서 붕괴사고 방지를 위한 건축물의 구조검사에 대해 관심을 유도하고자 콘크리트의 비파괴시험에 대해 간략하게 소개한다.

건축물이 가지고 있는 위험에는 기본적으로 화재와 폭발, 그리고 도난위험을 먼저 생각할 수 있다. 그 다음은 서울 와우아파트, 청주 우암아파트, 서울 삼풍백화점의 붕괴사고에서 보듯이 대형 리스크로서 ‘붕괴’이다. 이 붕괴사고는 (철근)콘크리트 구조물의 안전실패의 결과가 어떤 인적재난을 가지고 오는지를 입증하였다는 점에서 준공 후 구조물 안전진단의 중요성, 필요성이 부각되었다. 본 고에서는 건축물이 가지고 있는 잠재위험으로서 붕괴사고 방지를 위한 건축물의 구조검사에 대해 관심을 유도하고자 콘크리트구조물의 비파괴검사에 대해 정리하였다.

## 1. 콘크리트 구조물의 검사 의의

콘크리트의 품질시험에는 타설 전 시험, 타설 중의 시험, 타설 완료 후의 시험이 있으며, 각 단계별로 콘크리트 성형에 필요한 모든 재료와 시공 완료 후의 콘크리트 품질에 대해 확인하여 그 적합성을 판단할 수 있다.

콘크리트는 시멘트, 골재, 물 등으로 만들어진 복합재료이기 때문에 시멘트, 골재의 관리상태, 레미콘의 배합조건, 운반방법 및 시간, 타설, 양생조건 등 여러 가지 요인의 영향을 받으므로 콘크리트 구조물의 안전을 위해 소요강도, 내구성, 수밀성 및 품질의 균일성 여부를 파악하는 것은 매우 중요하다.

콘크리트의 시멘트강도, 설계강도, 배합강도, 물과 시멘트의 배합비율, 자중에 의한 하강량(슬럼프), 골재의 치수, 미경화 콘크리트의 성질(작업성, 반죽질기, 성형성, 마감성능, 이송성능 등) 등은 콘크리트 타설의 능률과 효율에 영향을 미치는 것은 물론 최종품질에 영향을 미치며, 타설 중에 실시하는 압축강도시험, 슬럼프시험, 공기량시험, 블리딩시험 및 염화물시험은 그 양부의 여부가 결과적으로 구조체의 성능과도 밀접한 관계가 있다.

일반적으로 건축물의 안전과 관련한 콘크리트 구조물의 안정성 여부는 콘크리트의 압축성(강도), 철근의 배근 및 응력(철근의 부식), 구조물의 변형 등을 조사하여 평가한다.

## II. 콘크리트 구조물의 검사

타설 후의 콘크리트 구조물의 검사방법에는 파괴검사와 비파괴검사가 있다.

파괴검사는 구조물에서 샘플인 코어를 채취하여 강도나 기타 물성을 확인하는 조사방법으로 본 정보에서는 생략하며, 비파괴검사는 검사 목적별로 강도(압축강도, 휨강도, 인장강도 등), 탄성계수, 치수 및 두께, 변위 및 변형, 강성, 균열 등 오래 전부터 전통적인 목적을 가지고 실시하는 비파괴검사와 결합, 공극, 콘크리트의 온도 및 수분, 철근의 위치, 직경 및 피복두께, 강재부식 등 구조물의 내구성에 관한 비파괴검사가 있다.

비파괴검사는 파괴검사와 비교하여 다음과 같은 차이가 있다.

- 비파괴검사는 구조물을 손상시키지 않고 어느 정도로 조사할 수 있는 장점이 있다.
- 비파괴검사로 파괴검사에서는 얻기 힘든 정보를 얻을 수 있다.
- 비파괴검사에는 적외선법 및 전자파(마이크로파)법과 같이 비접촉으로 검사할 수 있는 것이 있다.
- 비파괴검사는 간접적인 검사이므로 얻어진 정보는 다른 요인에 의해 변화할 수 있다.

비파괴검사는 특정 부위에만 국한되지 않고 보다 많은 범위에 대하여 검사할 수 있으므로 결과적으로 많은 정보를 얻을 수 있고, 균열의 검출 등은 파괴검사로 알 수 없으므로 비파괴검사는 대체될 수 없는 검사법이다.

## III. 콘크리트 강도 등에 관한 비파괴검사

콘크리트의 강도를 구하는 비파괴검사 방법에는 타격법(슈미트 해머법), 진동법(초음파법), 콘크리트의 양생온도와 시간의 함수를 응용한 매튜리티법(Maturity법)이 대표적이며, 부분적으로 콘크리트의 구조물을 파괴하는 인발법이나 Break off 법은 파괴부분이 구조물 전체에 미치는 영향이 극소하여 비파괴검사의 하나로 간주하고 있다.

콘크리트 강도 이외에 검사대상 비파괴검사에는 콘크리트 내의 강재 부식을 체크하는 자연전위법과 콘크리트 구조물 전체의 강성을 평가하는 진동계측법 등이 있다.

### 1. 타격법

타격법은 콘크리트의 표면을 해머로 타격하여 표면에 생긴 요철부의 크기나 반발경도(R)를 구하는 것으로 특히 슈미트 해머법은 콘크리트의 종류에 따라서 측정기기(해머)를 선택하여야 하며 측정기기의 값이 싸고 시험방법이 간단하여 건설현장에서 많이 사용하지만 이 방법은 타격조건, 콘크리트 표층부의 품질 등 여러 가지 조건에 따라 검사 결과가 영향을 받기 때문에 신뢰성이 부족하고, 내부콘크리트의 강도를 정확히 구하는 것은 어렵다.

반발경도법의 원리는 콘크리트 면을 타격시 반발도와 압축강도 사이의 상관관계 이용한 것이며 슈미트 해머는 스프링의 복귀력을 이용하여 압축강도를 추정하는 것이다.

#### 가. 측정방법

측정방법은 측정면은 타격부의 두께가 10cm

이상인 곳으로서 모서리로부터 3~6cm 이격된 곳의 평탄한 면을 선정토록 하며, 거친면은 피하고 덧씌움층이나 도장된 경우는 제거하며, 연마석으로 콘크리트 표면을 평탄하게 연마하여 측정면의 요철이나 부착물, 분말 등을 제거한다. 또한 측정면 내에 있는 곰보, 공극, 노출된 자갈 부분은 측정점에서 제외한 다음 평활면의 가로, 세로 3cm간격으로 가로 4개, 세로 5개의 교점 20개에 각 교점마다 연직방향으로 1회를 타격하여 측정값을 평균하여 산출한다.

#### 나. 측정값의 처리

측정값의 처리에 있어서 타격방향이 수평타격이 아니고 수직상향, 수직하향, 45° 경사상향, 45° 경사하향의 경우에는 보정을 실시하며, 이상치(반향음 이상, 평균 타격치의 ±20% 상회하는 값)는 평균산출에서 제외한다.

경년 콘크리트 구조물은 표면경도가 높기 때문에 압축강도를 재령일에 따른 보정(재령)계수로 보정하며, 습윤상태의 콘크리트도 반발력이 적어 보정한다. 또한 압축응력을 받는 부재는 실제보다 높은 반발력을 보이기 때문에 이를 보정하여 측정값을 처리한다.

#### 다. 압축강도의 추정

콘크리트 구조물의 반발도를 측정하고 미리 구해놓은 반발도와 압축강도의 상관관계 도표나 관계식을 이용하여 압축강도를 추정하는데 통상 스위스 연방재료시험소 공식에 의한 '압축강도 환산표'를 적용한다.

※ 참고사항: 일반적으로 사용하는 강도 추정식에는 다음의 공식이 사용된다.

- 일본재료학회

$$F_c = 13R_o - 184(\text{kgf/cm}^2)$$

- 동경도재료검사소

$$F_c = 10R_o - 110(\text{kgf/cm}^2)$$

- 일본건축학회 CNDT소위원회 강도식

$$F_c = 7.3R_o + 100(\text{kgf/cm}^2)$$

- 미국 US Army시험소

$$F_c = -120.6 + 8.0R_o + 0.0932 R_o^2(\text{kgf/cm}^2)$$

- 반발도 - 추정강도 환산표 : 스위스 연방재료시험소

## 2. 초음파법

초음파법은 주파수가 50~100kHz 정도의 초음파를 이용하여 초음파가 콘크리트의 배합비, 내부철근, 합수율 등의 차이에 따라 투과속도가 다르다는 원리를 이용하고 있다. 이 투과속도로 부터 콘크리트의 동적특성, 강도, 균열상태 등을 추정하고 있으나 강도추정의 정확도는 높지 않아 타격법과 혼합하여 강도추정을 한다.

초음파 비파괴검사법에는 발수진자의 배치에 의한 것이 가장 많이 적용되는 방법으로서 콘크리트의 대향면에 발진자와 수신자를 설치하여 투과된 파의 전파시간을 측정하여 콘크리트의 강도 추정 및 내부 결함조사에 이용하는 투과법과 콘크리트의 동일면에 발수진자를 설치하여 주로 내부의 결함 경계로부터 회절, 반사된 파의 전파시간 등을 측정하여 균열의 상황, 내부결함, 두께 등의 검사에 사용되는 반사법으로 분류할

수 있으며 초음파 진동양식에는 종파(Primary Wave/Longitudinal Wave: 파의 전파방향과 파의 전파에 따른 매질입자의 진동방향이 일치하는 파), 횡파(Secondary Wave/Shear Wave: 파의 전파 방향과 전파에 따른 매질입자의 진동 방향이 직각이 되는 파) 및 표면파(자유표면을 따라 진행하는 파)가 있다.

콘크리트 비파괴검사시 초음파를 이용하는 경우, 위에 언급한 발수진자의 배치, 진동양식의 종류 등을 적절히 선정하여 실시하는 것이 중요하다.

초음파법은 일반적으로 강도판정이나 품질비교 또는 균열깊이를 판정하는데 이용한다.

초음파법은 진동자의 배치방법, 초음파의 진동양식 및 전파시간, 주파수, 위상 등으로 다음과 같은 항목으로 검사한다.

- 전파시간(시간차)
 

가장 기본적인 검출항목으로서 발진자로부터 발진된 초음파가 수신자에 도달할 때까지의 시간차를 구하고 전파거리를 시간차로 주어 매체의 전파속도를 산출한다. 이 전파시간 및 전파속도를 근간으로 하여 콘크리트의 강도와 내부 결함을 추정한다.
- 주파수
 

일정 주파수로 발진된 초음파로 매체 내를 변화하여 통과, 수신자에 전달된다. 수신자에 감지된 파동의 주파수를 분석하여 균열의 심도, 내부결함 등을 추정한다.
- 위상
 

수신자에 감지된 파동의 위상(파의 운동방향)으로부터 균열의 심도를 검사한다.

초음파 측정기에는 V-Meter MARK II와 PUNDIT\* MK.V가 사용되는데 후자가 소형이고 작동하기 간단하며, 상당히 정확한 값을 취하기 때문에 현장시험에 많이 사용되고 자주파수 초음파 펄스를 발생시키며, 측정하고자 하는 재료 사이에 양 변환기를 두어 발진자가 보낸 펄스를 수신자가 받았을 때 시간을 측정하는 원리이다.

\* PUNDIT : portable ultrasonic non-destructive digital indicating tester

#### 가. 측정방법

초음파검사를 준비하기 위해서 측정면은 평탄하고 균열이 없는 곳, 도장된 곳이나 덧씌운 곳이 없는 곳, 요철, 공극, 자갈부는 피하며, 그라인더로 요철, 분말을 제거한다.

측정 전 측정기의 전원을 10분 ~ 20분간 켜 놓고 안정된 상태에서 측정하며, 측정위치에서 발진자, 수신자는 그리스 등의 접촉제를 충분히 발라 측정대상물에 일정간격으로 밀착시켜 종·횡 방향으로 10cm간격으로 50cm까지 측정값이 안정될 때까지 초음파 전달시간을 측정한다. (초음파의 속도  $\text{km/sec} = \text{측정거리 } L \text{ km} / \text{음파전달시간 sec}$ )

발진자와 수신자의 배치는 콘크리트 구조물을 사이에 두고 대향하는 직접법(대칭법), 발진자와 수신자를 콘크리트의 동일 면위에 배치하여 초음파가 매질 내에서 되돌아오게 하는 간접법(표면법) 및 초음파가 발진자로부터 수신자로 발진시 사각의 방향으로 전진케 하는 사각법(반간접법)으로 한다.

#### 나. 측정치의 처리 및 전파속도의 결정

측정치의 처리와 전파속도의 결정에 있어서 대칭법과 표면법의 전달속도의 재료의 종류, 배합, 함수율 등 여러 가지 원인으로 변동 등을 나타내고 있으며 경험치로는 초음파 속도  $V_d = 1.05 \sim 1.15V_i$  ( $V_i =$  간접법에 의한 초음파속도)의 사이에 있다고 보며 측정값에 대하여는 다음과 같이 처리 및 전파속도를 결정한다.

- 측정위치의 측정값을 X축에 거리, Y축에 전달시간 향으로 구성한다.
- 각 점에 대한 기울기의 양상을 비교, 분석하여 콘크리트 내부의 이상유무(균열, 공동)를 판단한다.
- 큰 이상이 없는 경우 이 점들을 단순회귀분석하여 기울기를 구하고 기울기의 역수로 전파속도를 결정한다.
- 종방향과 횡방향의 전달속도를 각각 산정한 후 그 평균을 RM 위치의 전달속도로 결정한다.
- 자료의 이상이 있을 때에는 균열이나 결함이 있는지 면밀히 분석한다.

##### (1) 균열에 대한 초음파검사방법

균열에 대한 초음파검사방법으로서 균열의 심도를 측정하기 위해서는 기본적으로 발·수진자의 배치를 균열부근 동일면에 설치하나, 검출파의 종류(종파, 횡파, 표면파)와 검출항목(전파시간, 주파수, 위상 등)에 따라 많은 방법이 있다. 이 중 대표적 균열심도 측정법으로는 다음과 같은 방법이 있다.

##### □ $T_c - T_o$ 법

가장 일반적으로 사용하는 균열심도 조사 방법으로 종파용 발·수진자를 개구부를 중심으로 등간격  $L/2$ 로 설치하였을 때, 균열 선단부를 회절한 초음파의 전달시간  $T_c$ 와 균열이 없는 부분에서의 발·수진자의 거리  $L$ 에서의 전파시간  $T_o$ 로부터 균열의 심도를 구하는 방법이다.

##### □ T 법

종파용 발진자를 고정하고 종파용 수신자를 일정간격으로 이동시킬 때의 전파시간의 관계로부터 균열의 위치에서의 불연속 시간  $t$ 를 도면상에서 구하여 균열의 심도를 구한다.

##### □ BS- 4408에 규정한 방법

균열 개구부를 중심으로 종파용 발진자와 수신자를 150mm와 300mm간격으로 배치한 때의 각 전파시간을 구하는 방법으로서 균열의 심도를 구하는 방법이다.

##### (2) 내부결함에 대한 초음파검사방법

콘크리트 구조물에 있어서의 내부결함으로는 재료의 박리, 콘크리트의 내부나 표면부에 갇힌 공기, 공동을 고려할 수 있다. 박리는 미관, 내구성의 손상과 아울러 탈락되는 박리파편에 의한 인명피해를 발생케 할 우려가 있으며, 갇힌 공기와 공동은 시공불량이 주된 원인으로 철근의 부식, 수밀성과 구조물의 내구성에 문제가 되며 박리보다 콘크리트의 깊은 곳에 위치하므로 검사방법으로는 콘크리트 투과능력이 있는 초음파를 사용하게 되며, 발진자와 수신자를 대향설치하는 투과법이 반사법에 의한 검사방법보다 신뢰도가 높다.

투과법에서 측정하는 일반적인 전파속도는 종

파 3,500~4,000m/sec이며, 완전히 공동인 경우에는 350m/sec, 갇힌 공기가 있는 결합부에서의 속도는 진전부에 비해 20~30%정도 감소하는 것을 확인할 수 있다.

#### 다. 강도의 추정

강도 추정은 분석된 초음파 전달속도에 의한 다음의 제안된 식을 적용하여 평가한다.

- 일본재료학회(ILEM CNDT 소위원회 공동시험결과에서 도출)

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

$V_d$ : 직접법에 의한 종파속도(km/sec)

콘크리트품질 판정기준은 일반적인 품질평가 차원에서, 초음파시험을 적용하여 측정된 초음파 전달속도로부터 콘크리트의 밀실성을 평가한다.

#### 3. 매튜리티법 (Maturity법)

콘크리트의 강도는 양생온도와 시간의 함수로서 발현한다. 타설 직후부터 콘크리트의 온도와 경과시간을 측정하고 수화반응이 적산온도(Maturity)에 따라 구해지는 것을 원리로 하고 있으며 콘크리트의 평균강도를 추정한다. 보통 포틀랜드시멘트의 강도는 적산온도가 높을수록 크게 나타나며, 공기 중 양생보다는 수중 양생에서 높은 강도가 나타난다.

적산온도의 측정은 열전대 등을 구조체 콘크리트에 매립해 두고 자동기록 시킨다. 간단한 기구로는 COMA-Meter를 작은 구멍에 삽입하여 적산온도를 추정한다.

#### 4. 인발법 (Pull-out법)

콘크리트를 타설하기 전에 앵커볼트를 매립(프리 앵커법)하거나 콘크리트가 경화된 후에 구멍을 뚫어서 앵커볼트를 매립(포스트 앵커법)하여 인발강도 시험기(WIGA METER 인발강도 측정기, N·T인발강도 측정기)로서 전단파괴압력을 구할 수 있다.

#### 5. 인장파괴법 (Pull-off법)

이 방법은 콘크리트 표층의 성질을 해명하는데 유효한 방식으로 일본에서는 콘크리트의 강도추정에 사용하지 않고 모르타르나 타일의 접착강도 시험에 사용한다.

콘크리트의 표면층, 모르타르 마감층 또는 소정의 깊이에서 디스크를 에폭시 수지로 접착시켜 디스크를 잡아당겨 인장파괴 시점에서의 강도를 측정하게 된다.

#### 6. 충격탄성과 검사법

콘크리트의 경우 초음파를 사용하여 검사하는 경우 콘크리트 재질이 불균질하여 초음파의 감쇠가 많아 저주파수의 초음파를 사용할 수 밖에 없어 지향성이 나쁘며, 집합적인 콘크리트의 내부균열이나 공동의 탐사는 곤란한 실정이다. 이에 대한 보완으로 충격탄성과 검사법에서는 햄머 등으로 충격파를 발생시켜 멀리까지 전파되며, 매스 콘크리트, 초음파법으로는 측정이 곤란한 공동의 탐사, 지하 매설물의 근입심도 측정에 활용된다.

타격판, 발진자 Trigger, 수신자, 탄성과 수신

기, 파형기억장치, 오실로스코프 등으로 구성된 탐사장치는 콘크리트 표면에 가해진 탄성파를 수신자로 감지하여 전기신호로 변화시킨 다음 탐사 목적에 따라 특정주파수의 탄성파를 선별하여 시간대별로 측정하면 철근이나 공동의 위치, 콘크리트의 두께, 근입심도 등을 측정할 수 있다.

#### Ⅳ. 콘크리트 강도 이외의 비파괴검사

##### 1. 전자파(마이크로파)를 이용한 비파괴검사

물체 내에 송신된 전자파가 전기적 특성(유전율 및 도전율)이 다른 물질(철근, 매설물, 공동 등)의 경계에서 반사파를 일으키는 성질을 이용하여 그 반사파의 영상을 해석함으로써 조사하는 방법으로 진공에서의 전파속도, 측정대상물에서의 유전율, 송신과 수신시각까지의 시간차이, 콘크리트 내의 전파속도 등을 측정하여 비파괴검사에 활용한다. 주요 검사목적으로는 배근의 측정으로 철근의 수평, 수직위치를 측정한다.

##### 2. 방사선을 이용한 비파괴검사법

콘크리트 투과시험에 이용되는 방사선은 X선과 감마선으로, X선은 X선관에서 관전류, 관전압을 조정하여 X선의 강도(선량) 및 투과능을 조정할 수 있으며, 감마선은 코발트 60이나 이리듐 192에서 얻을 수 있다. 감마선은 X선에 비해 투과력은 강하나 사진작용과 형광작용은 훨씬 약한 단점이 있어 사진이 선명하지 못하고 시간이 많이 요하기 때문에 휴대용콘크리트 검사에는 X선

을 방사선원으로 채택, 두께 450mm까지 촬영하고, 그 이상이 되면 감마선을 이용한다. 공동부, 철근 등 검사부분에 대한 투과촬영은 필름현상, 모니터 화상 등으로 검사자료를 확보할 수 있다.

##### 3. 적외선을 이용한 비파괴검사

적외선은 0.8 ~ 1,000 $\mu$ m범위의 파장을 갖고 마이크로파와 가시광선 사이 영역의 전자파이다. 절대영도 이상의 온도를 갖는 물체는 그 표면으로부터 적외선을 방출하며, 그 방출량은 물체의 온도와 관계가 있어 물체로부터 방출되는 적외선을 광학적인 방법으로 측정하여 그 물체의 온도를 알 수 있다. 비파괴검사에서는 콘크리트 표면 근처에 공동이 존재하거나 건물의 외벽에 박리가 존재하면 건전부와 해당 결합부에서는 1일 기온변화에 따른 온도상승 또는 하강 형태가 다르고 특정시간대를 제외하고는 건전부 외표면과 결합부의 외표면의 온도차가 생긴다는 점을 검사에 이용한다.

주요검사 대상은 외벽의 박리, 표면균열의 검출, 표면열화부의 검출과 그 깊이의 추정, 누수 및 옥상 노출방수 파단개소의 조사, 표면 및 내부의 결로부분 검출, 보강판과 콘크리트 표면의 수지주입상황조사, 철근콘크리트 굴뚝의 라이닝 박리 등에 활용한다.

##### 4. 자연전위법에 의한 강재 부식검사

자연전위법은 콘크리트 내의 강재 부식을 판정하는 방법으로 강재가 위치한 환경에서 유지하고 있는 전위를 측정함으로써 강재 부식의 유

무를 판정한다. +전극은 구조체에, -전극은 포화유산동 또는 포화염화은 등과 연결하여 극간의 전위차 측정하며, 전위차가 350mv이상이면 90%이상의 확률로 부식이 존재할 가능성이 있고, 200mv이하이면 90%이상의 확률로 부식이 존재할 가능성이 없다. 200mv - 350mv의 값은 확정할 수 없는 상태이지만 전체적으로 볼 때 자연전위의 측정치는 콘크리트의 환경, 측정점의 위치에 따라서 영향을 받기 때문에 단정적으로 평가하기는 곤란하다.

### 5. 진동법에 의한 구조물 강성평가

콘크리트 구조물 전체의 강성을 평가하는 방법으로 가진기 등을 이용하여 구조물을 진동시켜 그 고유 진동수, 진동모드 등을 측정하는 방법이다.

진동측정의 목적은 공사현장 등에서 발생하는 진동으로 인하여 인체에 미치는 영향평가, 주위 생태계에 미치는 영향평가, 인접 건축물 등 재산상의 영향을 미치는 영향의 평가 등을 위하여 검사하며, 이에 따르는 진동원에 대한 대책, 전파경로상의 대책 및 수진 측에 대한 대책 등으로 분류되어 대응방법이 결정된다.

진동의 측정에는 NOMIS 5400 SEISMO-GRAPH 소음진동측정기가 사용된다. 이 기기는 2초간의 데이터를 100개까지 저장 가능하다.

### 6. 페놀프탈레인법에 의한 중성화시험

콘크리트 타설시 최초의 상태는 ph12 - 13 정도의 높은 알칼리성이었으나 구조물이 장기간 경과함에 따라서 공기 중의 탄산가스를 흡입하

여 시멘트 내의 수산화칼슘과 반응하고 탄산칼슘으로 변해 콘크리트의 중성화 및 산성화되며, 철근을 부식시켜 콘크리트를 노화시킨다. 검사 방법은 페놀프탈레인 1%를 가하는 알코올 용액으로 철근에 분무하여 변색상태로서 판별한다.

### 7. 수분·공기 침투율 시험

콘크리트 구조물의 강도, 양생정도에 따라서 다르게 나타나는 공기 및 수분의 침투시간을 측정하고 이를 근거로 콘크리트의 균질성을 조사하여 구조물의 상태성을 평가하며, 측정값으로서 콘크리트 조직의 치밀성을 판별, 내부철근이 수분 및 공기에 노출된 정도 및 부식가능성을 평가하는 데 목적이 있다.

이 시험에 사용되는 기기는 p-6000 poroscope이며, 공기투과시험은 대기압 하의 진공상태에서 55kpa에서 50kpa로 감소시켜 밀봉된 시험구멍을 통해 공기가 누출되는 시간을 측정하는 시험이고, 투수시험은 20℃의 물 0.01ml가 콘크리트에 초단위로 흡수된 시간값을 측정하여 평가한다.

### 8. 누수탐지시험

육안에 의한 누수탐지는 누수가 일정시간 경과한 다음에 발견되나 육안검사가 이루어지지 않는 장소에서의 누수는 발견이 쉽지 않다. 설령 발견되다고 하여도 누수가 상당히 진행된 후에 발견된다. 이와 같이 침투수에 의한 피해를 사전에 예방하기 위해서는 누수탐지기를 이용하여 사전검사와 누수예방을 할 수 있다. Fisher 누수탐지기



model XLT-20은 누수소리(분출구의 마찰음, 누출수의 낙하점 타격, 파이프의 방향과 누수부분으로부터 공기매질을 통한 소리전파)를 측정하여 전자진폭장치와 필터를 통해 누수위치를 찾아낸다.

## V. 콘크리트를 대상으로 한 비파괴 시험방법의 평가

비파괴검사 방법이 다양하기 때문에 어떤 항목의 검사에 어떤 측정방법이 이용하면 좋을 지는 다음과 같은 기술적 조건과 기술외적 조건 등을 감안할 수 있다.

### □ 기술적 조건

- 측정기술의 완성도 또는 측정실적
- 측정기 취급의 난이도, 편의성
- 측정의 간편성, 검사능률, 측정정도(測定精度)
- 관계법령에서 인정하는 측정결과 또는 검사성적서
- 구조물로부터 채집된 징후 및 결함 정보의 수준

### □ 기술외적 조건

- 측정을 필요로 하는 진단(검사)의 목적
- 측정기술의 장래전망
- 측정 및 해석비용의 수준
- 공사와 관련된 각종도서 및 기록의 유무 및 검토결과

하지만 각 조건들에 대한 평가기준은 비파괴 검사를 하고자 하는 주체들에 의해 결정될 수 있으므로 객관적인 평가등급 산정은 불명확하나 측정방법에 대한 비교평가는 실적, 간편성, 검사능률, 정도, 비용, 장래성 및 종합평가로서 A, B, C등급으로 나누어 비교할 수 있다.

위와 같이 살펴본 내용을 정리하면 비파괴검사는 궁극적으로 건축물, 구조물 등에 손상을 최소화하여 내재되어 있는 결함 및 위험인자를 검사와 평가를 통하여 그 결과에 따른 적절한 조치를 취함으로써 잔존수명의 예측, 보수·보강계획의 수립, 해체시기의 결정, 안전한 사용을 위한 세부 관리계획의 수립 등으로 연결될 수 있다. 비파괴검사는 육안검사로는 확인할 수 없는 영역에 대한 판단기준을 제공하는 검사이므로 노후 건축물의 유지관리에는 절대적으로 필요한 제도임은 명확한 일이다.

### 【참고문헌】

1. 사단법인 한국콘크리트학회, 콘크리트구조물의 비파괴검사 및 안전진단, 1995
2. 안형준, 콘크리트구조물의 안전진단, 구미서관, 1999
3. 한경보, 지문섭, 건설안전기술사 용어설명, 예문사, 2002
4. 인터넷자료, 검색어 '비파괴검사', '적산온도', '방사선' 외 ㉞

— 정리: 경영기획부 팀장 정의수