

콘크리트 강도 차이에 대한 전기역학적 임피던스 기법의 신호 변화 연구

김형진, 김이슬, 나원기
서울과학기술대학교 건설시스템공학과
e-mail:wongi@seoultech.ac.kr

Study on signature variations of the electromechanical impedance technique subjected to different concrete strength

Hyung-Jin Kim, Yi-Seul Kim, Wongi S Na
Department of Civil engineering, Seoul National University Of Science and Technology

요약

본 연구에서는 유지관리 단계에서 콘크리트 구조물의 강도를 측정할 수 있는지에 대해 임피던스 기반 비파괴검사 기법의 가능성을 검토하였다. 강도가 다른 두 개의 공시체를 제작하고 제작한 공시체에 압전센서를 부착하여 공시체의 강도에 따라 결과값이 어떻게 변하는지 대해 연구하였다. 강도가 강할수록 주파수에 대한 저항값이 작아지고 강도가 약하면 주파수에 대한 저항값이 상대적으로 더 크게 나오는 것을 실험을 통해 도출했다. 이번 연구를 통해 기존의 콘크리트 강도를 구하는 방식보다 압전센서로 측정하는 방식으로 기존 강도 측정의 정확도를 높일 수 있을 것이라고 판단된다.

1. 서론

현재 우리 사회는 콘크리트 70-80년대 시공됐던 구조물들이 노후화돼서 문제가 시작되고 있는 단계이다. 과거에 시공되어 사용 중인 시설물에 대한 상태 진단을 통해 유지관리가 필요한 시점이다. 콘크리트 구조물 유지관리의 단계는 실태점검, 손상 원인 파악, 지속 사용 혹은 보수 등의 판정을 통한 보강 작업으로 나뉜다. 위의 단계 중 실태점검 단계에서 구조물의 강도를 파악하는 것이 유지관리에서 기본이자 가장 핵심이라 할 수 있다. 이때, 구조물의 강도를 파악하는 것보다 콘크리트의 강도를 측정하는 작업이 선행 되어야 한다. 측정한 콘크리트 강도를 통해 구조물의 사용성과 안전성을 파악하고 평가 및 진단이 가능하기 때문이다. 기존의 콘크리트의 강도를 측정하는 기술들은 해당 콘크리트의 표면 상태, 재령 기간, 형상 및 타격 조건 등 다양한 이유로 인해 명확한 강도를 측정하기 힘들다는 단점을 가지고 있다. 작업의 효율과 객관적인 시공관리를 위해 기존의 기술보다 더 저렴하고 정확하며 편리한 비파괴검사 방식이 요구된다. 본 연구에서는 위 조건들을 충족시킬 수 있는 압전센서를 사용한다. 압전 센서는 압전 효과를 사용하여 압력, 가속도, 온도, 변형 또는 힘의 변화를 전하로 변환하여 측정하는 장치이다. 외부에서 압력을 가하면 전기가 발생하고 교류전기를 가하면 진동을 하는 특성을 가지고 있다. 압전 소자의 특징을 이용해 어떤 물체에

가해지는 힘 또는 압력을 측정할 수 있다. 이번 실험에서도 압전 센서 기반으로 주파수에 의한 저항값과 콘크리트의 강도의 상관관계를 통해 강도 측정이 가능한지 여부를 확인했다.

2. 실험방법

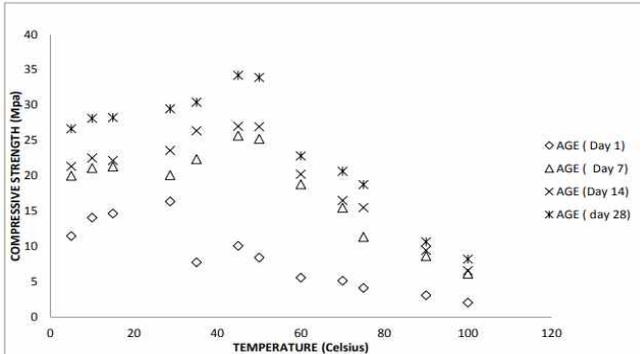
서로 다른 강도의 공시체를 두개 제작한다. 하나의 공시체는 강한 강도를 가지고 다른 하나는 약한 강도를 가지게 한다.
1-1. A(강) -> 물:드라이몰탈 비율은 1:8로 한다. 상온의 물(약 23℃)을 사용하여 몰탈과 물을 비벼준다.
1-2. B(약) -> 물:드라이몰탈 비율은 1:5로 한다. 끓이고 식히지 않은 물(약 100℃)을 사용하여 몰탈과 물을 비벼준다.
2. 공시체의 재령기간은 7일로 진행하였다. 이때, 공시체 A만 7일간 수중양생을 진행한다.
3. 제작한 공시체의 압전 센서를 부착하여 임피던스를 측정하고, 다시 같은 압전센서를 부착하여 측정하는 것을 3번씩 반복한다.
4. 공시체 A와 B에 대한 임피던스 값을 서로 비교하여 강도에 따른 신호 차이를 분석한다.

참고문헌

[1] Etienne, C. O. Effect of Water Temperatures on The Compressive Strength, Slump and Setting Time of Concrete. International Journal of Engineering Research and General Science, 2015, 3(5), 390-396.

3. 결과

A 콘크리트와 B 콘크리트는 물:물탈의 비율과 물의 온도를 다르게 하여 제작하였다. A콘크리트의 물 온도는 상온의 물(약 23℃)로 하였고 B콘크리트 물 온도는 끓이고 식히지 않은 물(약 100℃)로 하였다.



[그림 1] 물의 온도에 따른 콘크리트 압축강도 차이¹⁾

두 공시체에 넣는 물의 온도를 다르게 하는 이유는 [그림 1]에 있다. 1일 혹은 7일의 재령기간을 가졌을 때 20℃의 물에서는 고강도가 발현되고 100℃의 물에서는 저강도가 발현되는 것을 볼 수 있다. 결과값의 확실한 차이를 두기 위해 물의 온도는 다르게 해서 실험을 진행하였다. 물탈과 물의 비율은 공시체 A는 1:8, 공시체 B는 1:5로 비벼주었다. 압전센서를 사용하여 강도가 다른 콘크리트를 구분할 수 있는지 알아내는 것이기 때문에 물탈의 비율을 다르게 제작하였다. 제작한 공시체의 동일한 위치에 압전 센서를 부착하여 정해놓은 일정한 주파수를 전달하였다.

총 6번의 실험을 진행해서 약한 강도를 가진 공시체가 강한 강도를 가진 공시체에 비해 같은 주파수에서 더 큰 저항을 가진다는 결과를 얻었다. 이번 실험을 통해 압전 센서를 사용하여 콘크리트 강도를 구분할 수 있다는 것이 검증되었다. 기본적으로 강도를 구분하는 것이 가능하고 정확하고 빠르기 때문에 기존의 방식들을 지원할 수 있는 비파괴검사 방식으로 압전 센서가 상용화 될 것으로 보여진다. 현재 사용한 압전 센서는 부착형이기 때문에 구조물 전체 강도를 측정하기에는 어려움이 있다. 부착형 압전 센서과 비슷한 형태로 시공단계에서 센서를 넣는 매립형 압전 센서, 압전 센서를 연결시켜 한번에 모니터 할 수 있는 스마트 압전 센서 등을 사용한다면 더 효율적인 구조물 유지관리가 가능할 것이다.