

콘크리트 배면 공동탐사를 위한 복합적 해석 연구

노명근¹⁾, 오석훈¹⁾, 서백수¹⁾

A study on a Integrated analysis for survey of the cavity behind the Concrete

Myunggun Noh¹⁾, Seokhoon Oh¹⁾, Baeksoo Suh¹⁾

요약 : 콘크리트 구조물의 모형을 실제 구조물과 같은 스케일로 제작하여 현재 비파괴 검사로 널리 사용되는 GPR(ground penetrating radar) 탐사와 충격반향기법(impact echo:IE), 충격응답기법(impulse response:IR)을 복합적으로 적용하여 콘크리트 배면 공동에서의 반응양상을 관찰하였다. GPR탐사를 이용하여 공동의 위치를 대략적으로 파악할 수 있었으나, IE 및 IR 기법의 적용을 복합적으로 수행하여 보다 정확하게 배면 공동의 위치를 파악할 수 있었다.

주요어 : 콘크리트 배면 공동, GPR탐사, 충격반향기법(IE), 충격응답기법(IR)

abstract : Integrated analysis of GPR, impact echo and impulse response for detection of the rear cavity of concrete was performed on the test-bed which was made in the same scale and component ratio to the real concrete structure. GPR survey may roughly delineate the location of the cavity, but applying the IE and IR technique to the test-bed, the location was clearly identified.

Keywords : rear cavity of concrete, GPR, impact echo, impulse response

1. 서론

콘크리트 시설물들은 그 규모가 상당히 크고 시공할 시에는 많은 노동력과 비용이

1) 강원대학교 지구시스템공학과, lipe1240@nate.com
Department of Geosystem Engineering, Kangwon National University

발생하게 하여 개축이나 철거하는 것도 용이하지 않는 단점을 가지고 있다. 콘크리트 구조물을 항상 안전하고 사용 가능한 상태로 유지하기 위해서는 구조물을 정기적으로 점검하고 평가하여 문제가 일어나기 전에 미리 조치를 취해야 한다. 현재 비파괴 검사를 이용하여 터널의 라이닝의 두께 검측 및 철근의 깊이 조사연구(권형석 외, 1998), 상하수도관의 배면공동 탐사연구(정호찬 외, 2007) 등 GPR 탐사를 통해 여러 분야에서의 안전진단을 시행하였다. 그러나 GPR 탐사를 사용하여 콘크리트의 내부 및 하부를 탐사 할 때 강성체인 철근이 존재하여 전자파에 대한 강한반사가 일어나 콘크리트의 내부 및 하부의 탐지가 어렵게 되어 결과적으로 정확한 위치 파악이 어렵다. 본 연구에서는 기존의 GPR을 이용한 단일 탐사가 아닌 다중 비파괴 탐사를 이용하여 공동의 위치를 찾는 복합적 해석을 실시하였다. 현재 비파괴 검사로 사용되는 충격반향기법(impact echo : IE)과 충격응답기법(impulse response : IR)을 이용하여 공동의 위치에서의 양상을 해석을 실시하였다.

2 모형 제작 및 실험

실제 콘크리트 구조에 공동을 형성하여 철근부분과 콘크리트 부분으로 나누어 측정하도록 제작하였다. 콘크리트 모형의 크기는 $2.4 \times 6 \times 1$ (가로 \times 세로 \times 높이) m³로 콘크리트의 두께는 0.7m로 하였고, 공동의 깊이를 0.3m로 하고 공동의 좌우측에는 모래와 자갈, 점토를 이용하였다. 공동은 콘크리트 중심에서 좌우로 1m씩 떨어진 $2.4 \times 2 \times 0.3$ (가로 \times 세로 \times 높이) m³ 크기로 제작하였다(fig. 1)

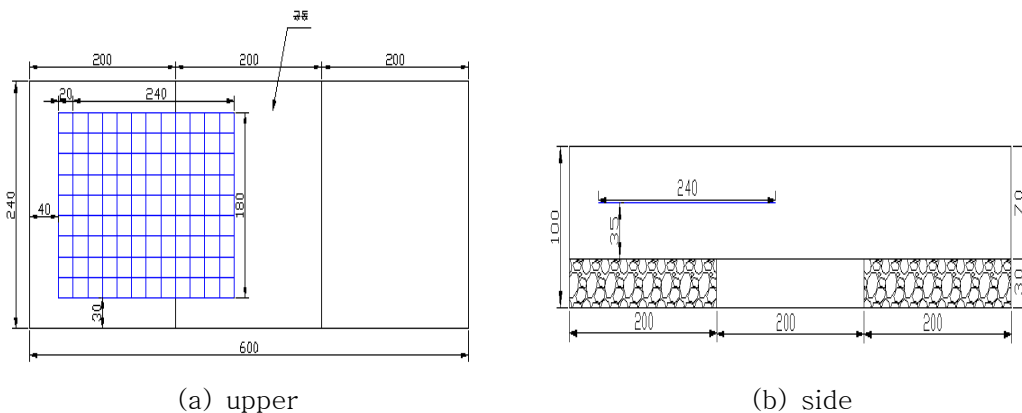


Fig. 1. The overview of the test concrete model a)upper, b)side

본 연구에서는 과거의 연구결과를 통해 450MHz와 900MHz의 주파수를 이용하여 콘크리트 모형의 전체적인 양상을 확인하여 공동을 살펴보고 주파수의 비교를 실시하였고, 충격 반향기법과 충격 응답기법은 각 부분의 가장자리로부터 40cm 간격으로 측점을 지정하여 각 5지점에서 측정하였다.

3. 실험 결과 및 해석

3.1 GPR탐사 결과 및 해석

GPR탐사 영상 단면은 filled wiggle mode로 변환하고 게인 조절(gain control) 및 필터링(filtering) 등 보정을 통해서 자료해석을 실시하였다. 공동 부분인 1.8m에서 3.2m의 위치에서 900MHz영역에서는 전자파의 양상이 공동과 지반에서 차이가 나타나 희미하게 보였지만, 450MHz에서는 양상지반과 공기 중에서의 큰 차이가 나타나지 않아 공동을 찾기에 어려움이 있었다. 위의 결과를 통해 콘크리트 배면의 공동탐사에서는 450MHz보다 900MHz가 공동의 위치를 볼 수 있는 주파수로 판단되지만 정확한 양상을 확인은 어렵고, 추가적인 탐사자료를 통해 확인하는 것이 좋을 것으로 예상되었다.

3.2 충격반향기법 결과 및 해석

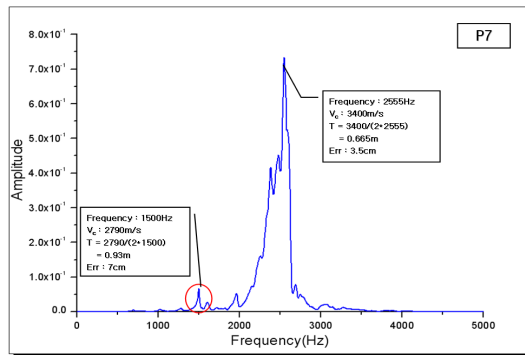


Fig. 2. Result of impact echo test in the concrete section for P7

충격반향기법의 결과를 통해 공동이 존재하는 지점에서는 Amplitude가 가장 큰 주파수보다 낮은 주파수에서 작은 peak가 발생하는 것을 볼 수 있었는데 철근콘크리트에서 공동이 있는 부분과 없는 부분의 파의 양상이 비슷하였다(Fig. 2). 이를 통해 공동의 양상을 보아 GPR탐사에서 공동의 위치를 정확히 파악하지 못했지만 충격반향기법(IE)을 통해 파의 양상을 통해 위치에 대한 정보를 얻을 수 있다.

3.3 충격응답기법 결과 및 해석

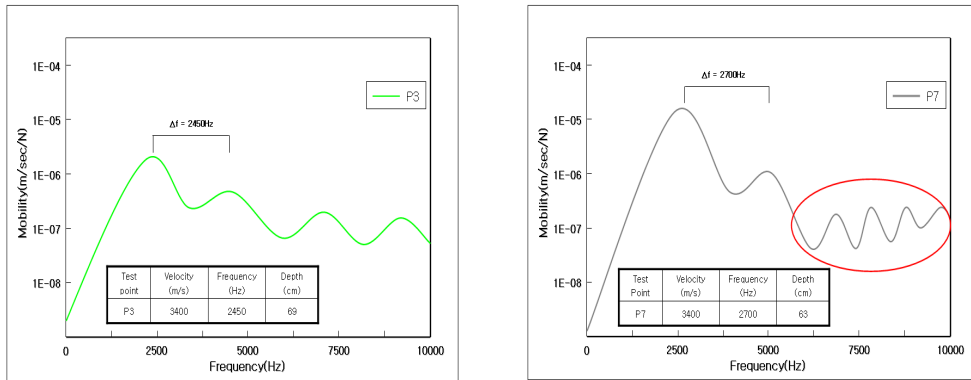


Fig. 3. Result of impulse response test in concrete section for P3, P7

Fig. 3에서 P3지점에서 운동성과 P7에서의 운동성의 차이가 많이 나는 것을 볼 수 있었고, 초기의 최고 운동성이 나타나는 주파수도 공동이 있는 부분에서 높게 나타났다. 5000Hz이 후 주기변화가 좁아지는 것을 확인하였다.

충격응답기법(IR)을 통해 동적강성을 측정하여 Fig. 4와 같이 나타났다. 이는 콘크리트의 부재 두께 및 품질, 부재의 지지조건 등에 따라 달라지는데 동적강성값이 달라진다(김형우외, 2006). 동적강성은 곡선부 기울기 즉 유연도의 역수를 통해 측정한다.

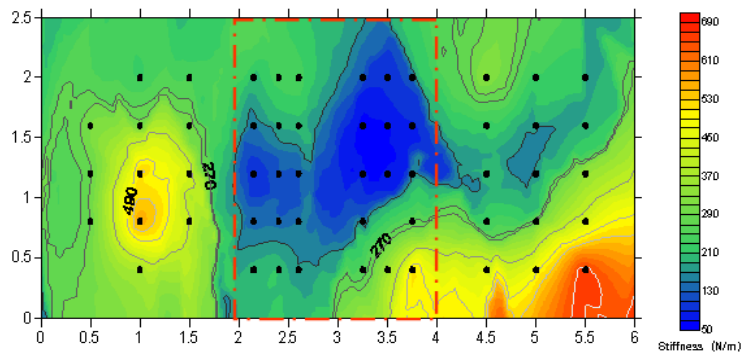


Fig. 4. The contour map of stiffness for each location

공동으로 인해 콘크리트의 부재의 지지조건이 좋지 않아 지반과 접한 부분보다 낮은 강성을 나타내 공동의 부분에 대한 위치를 파악할 수 있었다.

4. 결론

GPR탐사를 통해 900MHz의 주파수에서 파의 양상을 정확하게 볼 수 있었지만 위치의 정확성이 적어 IE·IR기법을 이용하여 위치를 파악한 결과 IE기법에서는 1500Hz~2000Hz사이의 작은 피크의 변화를 확인할 수 있었다. 충격응답기법에서는 공동의 존재하는 경우 상당히 높은 주파수에서 반응하여 공동이 없을 때 보다 큰 운동성을 가지고 있어 동적강성의 변화를 확인할 수 있었다. 연구 결과를 통해 GPR탐사와 충격반향기법 및 충격응답기법을 통해 콘크리트의 두께와 철근의 유무를 쉽게 확인할 수 있었지만 충격반향기법과 충격응답기법은 철근에서의 주파수의 오차로 인해 해석적인 문제가 발생하여 이를 개선하기 위해 모형에 대한 자료 조사 및 형태에 따른 변화를 더욱 연구해야 할 것이다.

참고문헌

1. 권형석, 설순지, 서정희, 장현삼, 임해룡, 홍재호, 1998, “GPR을 이용한 터널 라이닝 두께 검측”, 한국자원공학회지, pp. 512-519.
2. 김형우, 김동수, 2006, “충격응답기법 및 충격반향기법에 의한 콘크리트 구조물의 건전성 평가”, 한국비파괴검사학회 춘계학술대회-2006, vol 6, No.7, pp. 368-393
3. 정호찬, 황환국, 김원대, 한상중, 2007, “GPR을 이용한 관로 배면 탐사기법”, 대한상하수도학회 한국물환경학회 2007공동 추계학술발표회 논문집, pp. 58-63.