

충격진동시험법을 이용한 교각 현장 지지력 평가

Bearing Capacity of Pier Using Impact Vibration Test

정현석*, 이명재**, 유민택**, 최규문*, 김기현**, 이일화*,†

Hyun Seok Jung*, Myung Jae Lee*, Min Taek Yoo*, Giou Moon Choi*, Ki Hyun Kim*, Il Wha Lee*,†

초 록 현행 교각의 안정성 검토방법은 준공 설계 자료 부재하고 육안 및 촉각 조사에 의존되는 경우가 많기 때문에 보다 더 체계적이고 정량적인 평가기술을 필요로 한다. 이에 본 논문은 노후 철도교량의 안정성을 평가하기 위해 경북선 ○○교(P3, P4, P5)에서 충격진동시험법을 이용하여 고유진동수를 계측하였다. 측정 위치는 교각 상단, 하단에서 50cm 떨어진 부분과 교각의 중심지점이다. 각 위치에 계측기를 부착하여 교축직각방향과 교축방향에서 측정하였다. 측정된 가속도를 이용하여 위상차와 고유진동수를 산정하고 교각의 하부의 지지력을 평가하였다. 그 결과, 교축직각방향에서의 고유진동수는 교각의 안정성을 평가하는데 합리적이고, 교축방향의 고유진동수는 교각 기초지반의 세굴 여부를 판단하는데 적절할 것으로 사료된다.

주요어 : 충격진동시험법, 고유진동수, 교축방향, 지지력, 세굴

1. 서 론

현재 대한민국의 전체 교량은 약 3,200개로 그 중 노후 철도교량은 764개소, 42km로 약 24%를 차지하고 있다. 국내외적으로 교량의 안정성 검토를 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 현실적으로 교량 하부 구조에 대한 안정성 검토는 상부에 비해 미비한 실정이다. 즉, 노후화된 철도교량 교각에서 세굴이 발생할 가능성이 크기 때문에 안정성 평가 및 대책이 시급한 실정이다. 이에 본 논문은 교각의 안정성 평가를 위해 노후 철도교량 중 하나인 경북선 ○○교에서 충격진동시험법을 이용하여 교각 구조물의 교축직각방향, 교축방향에서의 고유진동수 계측 및 분석을 하였고 교각의 지지력 평가를 하였다.

2. 실험방법

2.1 충격진동시험법

† 교신저자: 한국철도기술연구원 첨단인프라연구팀장 (iwlee@krrri.re.kr)

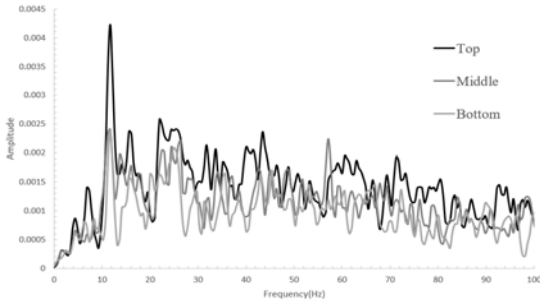
* 한국철도기술연구원 첨단인프라연구팀

** 한국철도기술연구원 철도구조연구팀

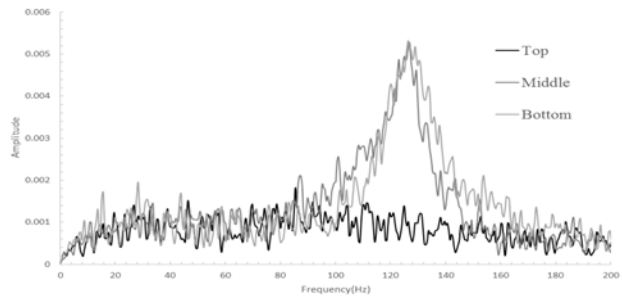
충격진동시험법은 철도, 토목 구조물의 개별검사법으로 여러 측정 결과를 기초로 한 많은 통계식이 제안되어있다. 또한, 교량 하부 구조물을 타격하여 구조물의 고유진동수를 파악한 뒤 그 값을 해석하고 안정성을 평가하는 방법이다. 시험 방법은 교각의 상단, 하단 그리고 중단 3곳에 계측기를 설치한다. 교각 타격에 사용되는 추의 무게는 진동 특성과 이동성 관점에서 30kgf 정도가 적합하다(시노다 마사히로, 2013). 타격시 교각의 높이별 부착된 계측기로부터 가속도 값을 얻을 수 있다. 이 가속도 값으로 고속 푸리에 변환방법(FFT)을 이용하여 교각의 고유진동수를 산정한다.

2.2 충격진동시험법을 이용한 현장시험

경북선 ○○교 교각의 크기는 가로, 너비 그리고 높이순으로 P3가 4,628mm × 2,528mm × 5,900mm이고 P4, P5는 동일하게 5,184mm × 2,934mm × 6,000mm인 교각이다. 그림 1은 교각의 충격진동실험 과정이다.



(a) 교축직각방향 고유진동수



(b) 교축방향 고유진동수

그림. 2 고유진동수 결과



그림. 1 경북선 ○○교 타격실험

각각 교각의 상단, 하단에서 50cm 떨어진 부분과 교각 중단에 가속도 계측기를 부착하였다. 세 개 교각의 충격하중은 각각 교축직각방향과 교축방향으로 적용하였고, 실험은 총 18번 수행하였다.

3. 실험 결과

측정된 가속도 값으로 고속 푸리에 변환방법(FFT)을 이용하여 경북선 ○○교의 고유진동수를 측정 및 분석하였다. 그 결과, 교축직각방향 타격 시 교각별 고유진동수는 P3, P4, P5에서 각각 약 11.7Hz, 12.2Hz, 11.7Hz로 측정됐다. 또한 교축방향에서의 고유진동수는 83.0Hz, 100.5Hz, 126.4Hz로 측정됐다. 이때의 교각 거동을 분석하기 위해 높이별 부착된 가속도계를 이용하여 위상차를 도출하였다. 교축직각방향의 경우 고유진동수가 발생했을 때의 위상차가 모두 0° 에 수렴하였으며, 교축방향의 고유진동수가 발생했을 때는 위상차가 180° 에 근접하였다. 이는 교축직각방향 타격 시 교각의 거동은 동일한 방향으로 움직이는 것을 판단되며, 교축방향 타격 시 교각이 비틀림 거동을 하는 것으로 분석되었다. 이 결과를 통해 교각의 교축직각방향 타격 시 교각의 전체적인

안정성을 판단할 수 있으며, 교축방향 타격 시 교각의 비틀림 거동을 통해 교각의 세굴 현상을 분석할 수 있을 것이라 판단된다.

4. 결론

본 논문은 노후화된 교량의 안정성 검토를 위한 계측기법을 제시하기 위해 철도교량에서 충격진동시험법을 이용하여 세 개의 교각 고유진동수를 계측 및 분석하였다. 결과는 아래와 같다.

1) 충격하중을 교축직각방향으로 적용했을 시의 도출된 고유진동수는 교각의 전체적인 안정성을 평가할 수 있을 것으로 판단된다.

2) 교축방향으로 타격했을 시 교각의 비틀림 거동을 분석할 수 있었으며, 이를 통해 교각의 세굴을 판단할 수 있을 것으로 보인다.

후 기

본 연구는 한국철도기술연구원 주요사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 시노다 마사히로 (2013). 진동을 이용한 철도 교량 하부 구조물의 진단 기술. 일본 음향 학회지 69 권 3 호, 133-138. (In Japanese) (한국철도학회 정기학술대회 Full Paper -Template 작성일: 2019.2.8)