

교량상 급속경화궤도의 초기 안전성 분석을 위한 최적 해석방법

Optimal Analysis Method for Safety Evaluation of Quick Hardening Track at Early age on Bridge

조상현*, 이경찬**, 장승엽***, 이일화**, 정원석*†

Sanghyeon Cho*, Kyungchan Lee**, Seung Yup Jang***, Ilwha Lee**, Wonseok Chung*†

초 록 급속경화궤도(Quick Hardening Track, QHT)는 단시간 내에 자갈궤도를 콘크리트궤도로 전환할 수 있기 때문에 관련 연구가 활발하게 진행되고 있다. 교량상에 급속경화궤도를 시공할 시 초기 궤도 거동을 고정하기 위한 앵커가 없는 경우에는 안전성에 문제가 발생할 수 있다. 따라서 교량상 급속경화궤도는 앵커 부재에 따른 초기 안전성 분석을 위한 최적 해석방법을 파악하여야 한다. 본 연구는 앵커가 설치되기 전에 교량상 급속경화궤도가 마찰만으로 종방향 거동에 대하여 저항할 경우 해석방법에 따라 분석하여 최적의 해석방법을 도출하고 초기 안전성을 파악하였다.

주요어 : 급속경화궤도, 교량, 마찰, 안전성, 해석 방법

1. 서 론

최근에는 자갈궤도에 대한 유지보수비용이 증가함에 따라 자갈궤도를 대체하는 연구가 진행되고 있다. 급속경화궤도는 기존 자갈궤도에 초속경 모르타르를 주입하여 열차 차단시간(3~4시간) 내에 시공을 완료 하도록 개발되었다. 급속경화궤도는 콘크리트궤도이기 때문에 교량상에 시공할 시 교량에 거동을 고정하기 위한 앵커가 없는 경우에는 열차 운행 및 온도변화에 따른 종방향 거동이 발생할 수 있다. 따라서 본 연구는 교량상에 급속경화궤도를 시공한 직후 마찰만 존재하고 앵커가 설치되기 전에 급속경화궤도의 안전성을 분석하기 위한 최적 해석방법을 도출하고, 초기 안전성을 파악하고자 한다.

2. 유한요소해석 모델

본 연구는 교량상 급속경화궤도의 상호작용 해석을 수행할 시 구조해석 프로그램인 ABAQUS(2017)를 사용하였다. 구조물에 재하된 온도 및 열차하중은 철도설계편람 [1]을 참고하여 산정하였다. 하중재하 유/무에 따른 체결장치의 종방향 저항력은 철도설계편람 [1]을 바탕으로 모델링 하였다. 레일, PSC 박스거더, 궤도 슬래브는 보(Beam)요소 (B23)를 적용하여 모델링하였고, 레일체결 장치 스프링과 마찰 스프링은 스프링 (Connect two points)요소를 사용하였다. Fig. 1은 급속경화궤도의 모델이고, Fig. 2는 Lee et al [2]이 진행한 마찰실험 결과로 산정한 궤도-교량 마찰 스프링 거동이다.

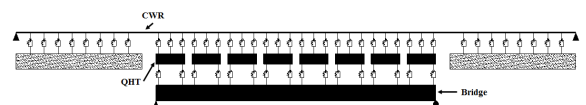


Fig. 1 Analysis model of QHT at early age

† 교신저자: 경희대학교 공과대학 사회기반시스템공학과(wchung@khu.ac.kr)

* 경희대학교 공과대학 사회기반시스템공학과

** 한국철도기술연구원 첨단궤도토목본부

*** 한국교통대학교 교통대학원 교통시스템공학과

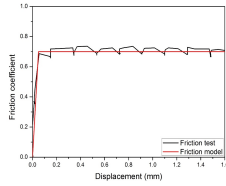
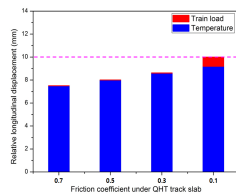


Fig. 2 Experiment on friction performance of QHT

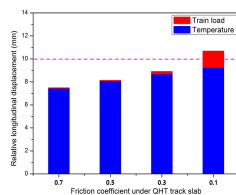
3. 해석 결과

본 연구는 재하하중에 따라 분석한 결과를 단순하게 합하는 개별 해석방법과 재하하중을 순차적으로 도입한 뒤 결과를 도출한 순차 해석방법을 유한요소해석에 도입하였다. 이후에는 해석방법에 따른 급속경화케도의 종방향 거동을 비교·분석하였다. 분석할 시 교량과 케도 사이의 마찰계수는 0.7을 기준으로 0.2씩 낮추어 0.1까지 해석하였다.

Fig. 3은 교량상 급속경화 케도를 시공한 직후 앵커를 설치하지 않았을 시 해석방법에 따라 급속경화케도와 교량의 상대변위를 마찰계수별로 분석한 결과이다. 상대변위는



(a) Separate analysis



(b) sequential analysis

Fig. 3 Maximum relative longitudinal displacement between QHT slab and bridge deck

급속경화케도와 교량의 변위차를 의미한다.

분석결과, 온도하중에 의한 개별 해석과 순차 해석의 차이가 미소하였다. 개별 해석과 순차 해석은 열차하중을 재하할 시 차이가

발생하였다. 개별 해석은 마찰계수가 0.1일 경우에 열차하중에 의한 종방향 변위가 0.8 mm 발생하는 것으로 분석되었다. 하지만 순차 해석을 수행한 경우에는 마찰계수가 0.3일 때부터 종방향 변위가 발생하였고, 마찰계수가 0.1일 경우에는 열차하중에 의한 종방향 변위가 0.14 mm로 증가하였다.

4. 결론

본 연구는 교량상 급속경화케도의 초기 안전성을 판단하기 위하여 해석방법에 따라 분석하였고, 해석결과는 다음과 같다.

순차 해석은 하중을 순차적으로 도입하면서 개별 하중과 차이가 발생하지만, 온도하중은 첫 번째로 재하되었기 때문에 개별 해석과 순차 해석의 차이가 미소한 것으로 분석되었다.

열차하중 재하 시 개별 해석은 마찰계수가 0.1일 때, 순차 해석은 마찰계수가 0.3일 때 종방향 변위가 발생하였다. 따라서 교량상 급속경화케도의 초기 거동은 순차 해석을 수행하여야 보다 보수적으로 거동을 구현할 수 있는 것으로 분석되었다.

순차 해석을 수행하여 보수적으로 분석하였을 시 교량상 급속경화 케도는 마찰계수를 0.5 이상으로 유지하여야 안전한 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(고속철도 자갈케도 급속경화케도 기술 개발, 18RTRP-B065581-06)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] Korea Rail Network Authority (2014) Track-bridge longitudinal interaction analysis, KR C-08080.
- [2] K.C. Lee, I.W. Lee, S.C. Lee (2018) Biaxial Shear Load Capacity of Anchor System for Quick-Hardening Track on Rail Bridges, *Advances in Civil Engineering*, 2018.