

일반철도 교량 시간별 단면력 효과 통계 분석

Statistical Analysis of Section Force Effect by Span Length for General Railway Bridge

김희성*, 김근옥*, 정주승*, 김기현**, 백인열*†

Heeseong Kim*, Gneok Kim*, Ju Seung Jeong*, Ki Hyun Kim, Inyeol Paik*†

Abstract As a part of developing the reliability-based railway bridge design code, a statistical analysis for the properties of section force effect for the live load of general railway bridge is in progress. Weights of wheels and lengths between the wheels of trains are obtained from WIM system set in Dodam station of the Central line. The maximum section force effect and the location of the train are calculated applying the influence line of the beam by span lengths for each train composition. Statistical properties of section force effect are calculated for the bridge design life using various statistical methods such as the extrapolation and the invariability of the extreme distribution to estimate the maximum section force effect by train composition. This study is a part of basic studies for estimating the reliability index by representing the statistical properties of the section force effect caused by train load.

Keywords : General railway, Railway bridge design code, WIM data, Section force effect, Statistical properties

초 록 철도설계기준에 대한 신뢰도 기반 설계법 개발의 일환으로 일반철도를 대상으로 활하중에 의한 단면력 효과의 통계특성 분석 연구를 진행한다. 중앙선 도담역에서 측정한 WIM 데이터로부터 기관차량과 화물열차의 축중량 및 축거리를 얻고, 보의 영향선을 적용하여 시간 길이에 따라 각 열차구성별로 최대단면력을 주는 열차의 위치 및 값을 구한다. 열차별로 최대단면력을 주는 데이터들을 대상으로 Extrapolation, 극치분포의 최빈값과 불변성을 통한 설계수명 대비 최대 하중효과를 추정하여 단면력 효과의 통계특성을 구한다. 이 연구에서는 열차하중에 의한 단면력 효과를 나타내어 일반철도의 신뢰도지수 산정을 위한 기반을 마련한다.

주요어 : 일반철도, 철도설계기준, WIM 데이터, 단면력 효과, 통계특성

1. 서 론

이 연구는 신뢰도기반 철도교량 설계기준을 작성하기 위한 선행연구로서, 일반철도에서 시간별 최대 단면력 효과를 주는 열차의 조합, 위치 및 크기를 찾고, 이를 활용하여 현행 철도교량 설계기준과 비교하여 설계활하중에 대한 통계특성을 결정한다.

† 교신저자: 가천대학교 공과대학 토목환경공학과(pinyeol@gachon.ac.kr)

* 가천대학교 공과대학 토목환경공학과

** 철도기술연구원 첨단인프라연구팀

2. 설계수명대비 최대단면력효과 추정

2.1 전체 데이터를 이용한 최대단면력효과 추정

Fig. 1은 한달간 측정한 WIM 데이터로부터 설계수명대비 최대 부모멘트 효과를 3가지 방법으로 추정하여 설계기준 KRL2012에 대한 비율로 나타내었다. Method1은 Extrapolation, Method2는 극치분포의 최빈값 이용방법, Method3은 극치분포 형태의 불변성방법이다. 20m, 25m에서 설계기준에 비하여 높은 단면력 효과를 주고, 시간이 길어질수록 Method2의 추정값이 비약적으로 증가하여 다른 추정 방법과 큰 차이를 보이므로, 이에 대한 개선이 필요하다.

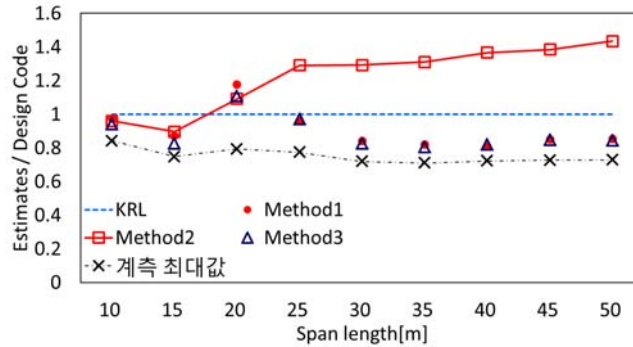


Fig. 1 설계기준과 부모멘트 효과의 비율

2.2 최대 단면력 효과를 주는 열차

Fig. 2는 문제점이 보이는 20m지간에 대한 부모멘트 효과의 빈도분포를 나타낸다. 이 그래프로부터 전체데이터를 사용할 경우, 대상 데이터가 상위값과 하위값으로 명확하게 나뉘어 전체적으로는 정규분포와 맞지 않음을 알 수 있다.

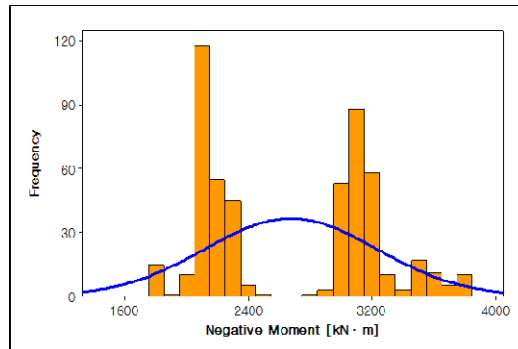


Fig. 2 20m지간 빈도분포

이를 개선하기 위하여, 20m지간에서 최대 하중효과를 주는 열차의 차종과 열차의 위치를 Fig. 3에 도시하였다. 이 열차는 전기기관차 2량과 화물차가 함께 편성된 열차이며, 전기기관차 2량이 모두 지간 내에 위치할 때 부모멘트에 대한 최대 단면력 효과를 준다. 이와 같은 위치에 있는 열차를 대상으로 20m지간에서 빈도분포를 작성하면 정규분포를 따르는 것을 Fig. 4에서 확인할 수 있다.

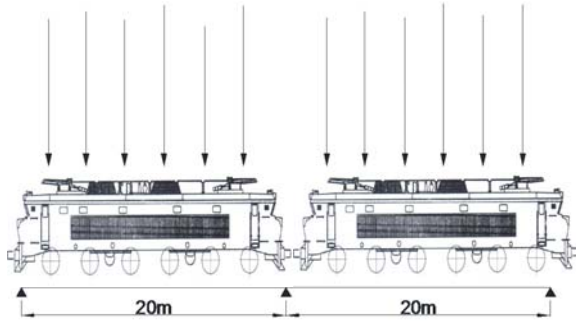


Fig. 3 20m지간 최대 부모멘트 효과 위치

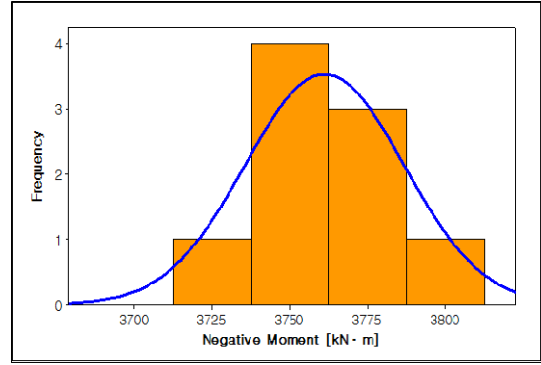


Fig. 4 20m지간 빈도분포

2.3 일반철도 활하중 통계특성 결정

지간별로 최대단면력 효과를 주는 열차의 편성을 분석하여 빈도분포 히스토그램을 그린 후, 정규분포에 부합하는지 확인하고, 설계수명대비 최대 단면력 효과를 결정한다. 결정된 단면력 효과를 설계기준과 비교하면 Fig. 5와 같다. 모든 방법에 따른 결과가 일관성 있게 추정되고 있음을 알 수 있다. 이 결과를 바탕으로 일반철도 활하중의 통계특성을 결정할 수 있다.

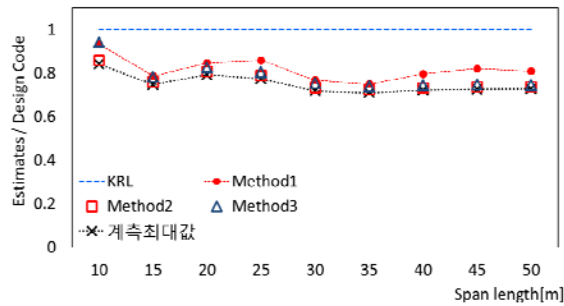


Fig. 5 부모멘트에 대한 설계기준과 추정 최대단면력 효과의 비율

3. 결론

신뢰도 기반 철도교량 설계기준 개발의 일환으로, 일반철도에서 지간별 최대 단면력 효과를 주는 열차 편성을 찾고 단면력 효과의 통계특성을 결정하는 연구를 수행하였다. 이를 바탕으로, 하중조합 및 실제 설계된 교량의 신뢰도지수를 산정할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(15RTRP-B067919-03)에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] MOLIT (2013) *Railway bridge design code*, Ministry of Land, Infrastructure, and Transport, Seoul, Korea.
- [2] KRNA (2010) *Final report on railway design load system*, Korea Rail Network Authority, Daejeon, Korea.