

현장계측 데이터를 활용한 궤도충격계수 확률분포 모델 별 비교

Comparison of Track Dynamic Amplification Factor Probability Distribution Models

최유정^{*†}, 김기현^{*}, 장승엽^{*}, 여인호^{*}Yu Jung Choi^{*†}, Ki Hyun Kim^{*}, Seung Yup Jang^{*}, Inho Yeo^{*}

Abstract To take account dynamic effects in the design of track system, the design guide of KR C-14030 presents an equation for dynamic amplification factor. These instructions are based on a normal distribution. However, dynamic amplification factor calculated from field measured data have characteristics of different probability distribution models. This paper compared various probability distribution models for the calculated dynamic amplification factors.

Keywords : Dynamic amplification factor, Probability distribution model

초 록 통과열차의 동적운중 데이터를 확률분포 모델로 활용할 때 한국철도시설공단의 설계지침(KR C-14030)에서는 정규분포에 기반을 두고 궤도구조물 설계에 사용하고 있다. 그러나 실제 장기 현장계측 데이터의 적합성을 확인해 본 결과, 정규분포처럼 궤도충격계수 1.0 근처에 데이터가 밀집되어 있으나 차륜 또는 궤도구조물에 가장 지배적인 영향을 미치게 되는 극한값을 지닌 궤도충격계수들로 인하여 정규분포와는 다른 확률분포 모델의 성향을 띄는 것을 확인하였다. 따라서 본 논문에서는 정규분포를 포함한 여러가지의 확률분포 모델에 실측 데이터를 사용하여 구한 궤도충격계수 데이터를 적용하여 비교하였다.

주요어 : 궤도충격계수, 확률분포 모델

1. 서 론

국내의 궤도충격계수 산정식은 AREA에서 제시한 방법을 적용하고 있다. 그러나 실측된 값의 분포가 AREA에서 제시한 정규분포와는 다른 형태를 보이므로 이에 대한 정확한 검토가 필요하다. 이를 위해 장기 계측된 여객열차하중 데이터를 사용해 충격계수를 계산하고, 세 가지 확률분포 모델(Log-normal 분포, Gumbel 분포, GEV 분포)을 적용한 후 정규분포와 비교하였다.

† 교신저자: 한국철도기술연구원 고속철도연구본부 첨단인프라연구팀(chldbwd2@krri.re.kr)

* 한국철도기술연구원 고속철도연구본부 첨단인프라연구팀

2. 궤도충격계수 데이터 분석

본 연구에서는 전라선 은석교 인근의 콘크리트궤도 구간에서 4주 이상 장기 측정된 여객 열차의 하중 데이터를 이용하였으며, 통과 열차의 정적하중에 대한 동적하중의 비율로 궤도 충격계수를 산출하여 Fig. 1에 도시하였다. 산출된 열차의 궤도충격계수 데이터는 378개이며 비교적 값이 고르게 분포된 137~142 km/h의 측정값 127개를 이용하여 분석하였다.

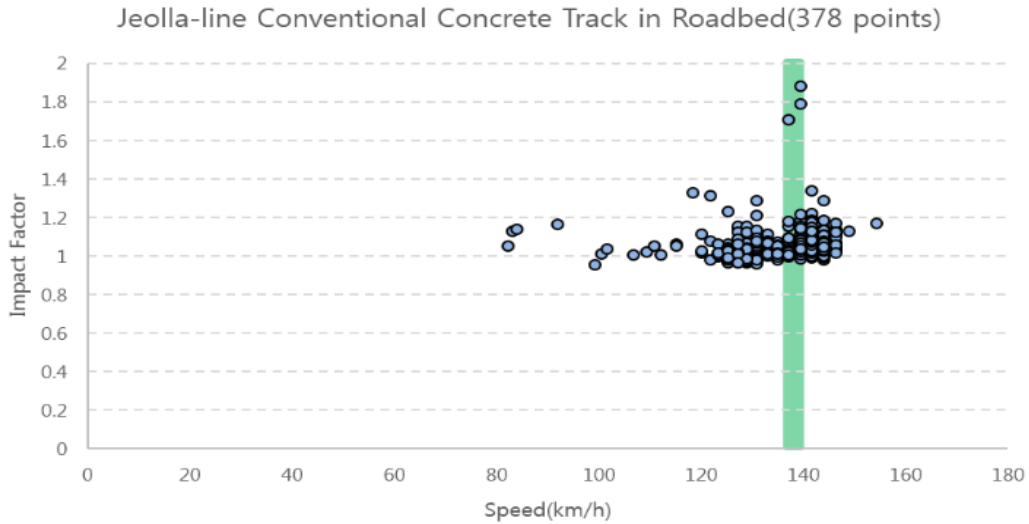
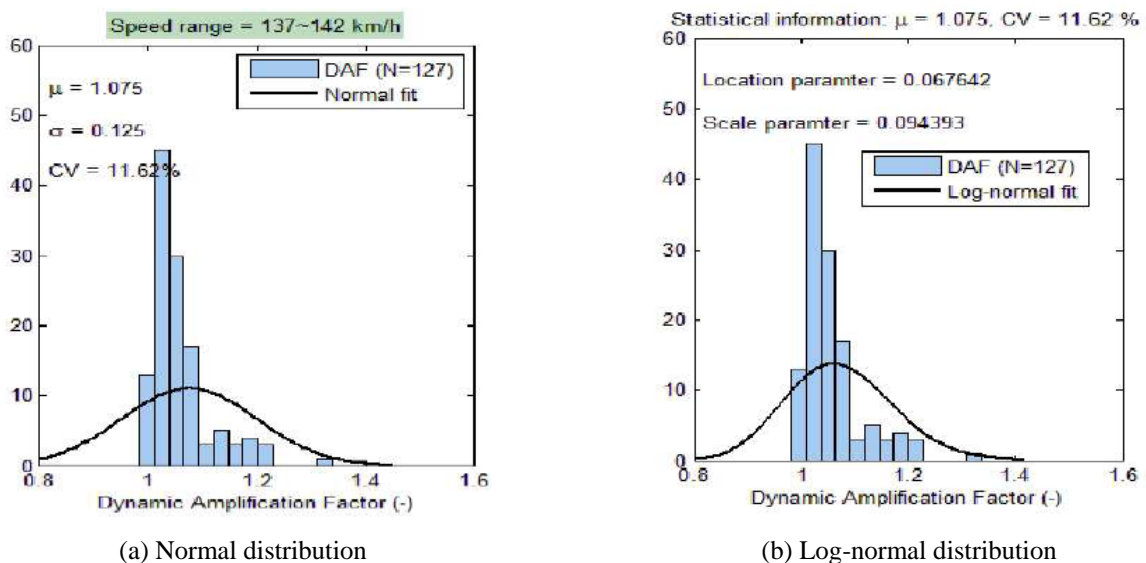
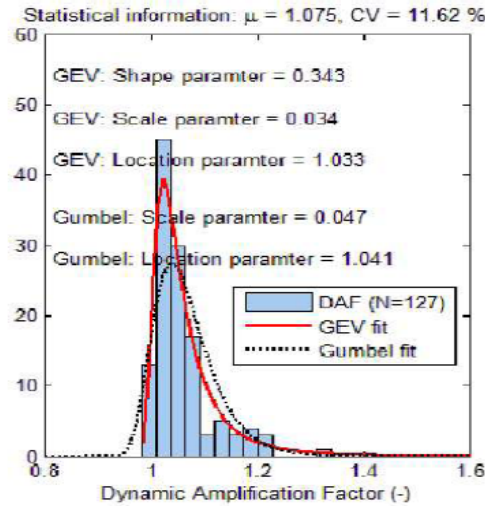


Fig. 1 Calculated DAF(378 points) and selected DAF for probability distribution check

3. 확률분포 모델의 비교

Fig. 1의 378개 궤도충격계수 데이터 중 선택된 속도대역의 127개 데이터를 이용한 히스토그램에 사용하여 정규분포, Log-normal 분포, Gumbel 분포, 그리고 일반화된 극치분포 (Generalized Extreme Value distribution, GEV)로 피팅한 결과를 함께 도시한 것이 Fig. 2이다.





(c) Gumbel & GEV distribution

Fig. 2 Probability distribution models on the selected DAF

도시화 해본 결과, 히스토그램과 가장 유사한 형태를 띠는 확률분포 모델은 극치값의 표현이 가능한 Fig. 2(c)의 Gumbel 분포와 GEV 분포인 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 궤도충격계수의 분포와 확률분포 모델의 적합성을 검토하였다. 127개의 활용 데이터의 히스토그램에 네 가지의 확률분포 모델을 적용해 시각화한 결과, 히스토그램과 가장 유사한 형태를 띠는 확률분포모델은 일반화된 극치분포(GEV) 모델이었다. 향후 통계적 검정을 수행하여 궤도충격계수에 적용할 수 있는 통계모델을 도출할 계획이다.

후 기

본 논문은 국토교통부 철도기술연구사업(과제번호:17RTRP-B067919-05)의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사 드립니다.

참고문헌

- [1] Korea Rail Network Authority (2014) Ballast Track Structure(KR C-14030), pp.47.
- [2] Korea Rail Network Authority (2014) Concrete Track Structure(KR C-14040), pp.22.