

고속철도 및 전동차용 감속구동장치 진동 특성 비교

A Comparison of Vibration Characteristics of the Reduction Gearbox for the KTX and Electric motor coach

*# 문경호¹, 이동형², 김재철², 지해영², 이강호²

*# K. H. Moon¹(khmoon@krii.re.kr), D. H. Lee², J. C. Kim², H. Y. Jee², K. H. Lee²

¹한국철도기술연구원 신교통연구본부, ²한국철도기술연구원 고속철도연구본부

Key words : Reduction gearbox, Vibration characteristics

1. 서론

감속구동장치는 구동모터의 회전력을 차륜에 전달하는 장치이며, 차량을 주행시키기 위하여 고속회전을 해야 하는 차량의 핵심장치이다. 고속철도용 감속기는 1차 감속장치(Motor Reduction Unit)와 2차 감속장치(Axle Gear Box Reduction Unit), 그리고 두 감속장치의 동력 전달 역할을 수행하는 동력전달축(tripod joint shaft)으로 구성되어 있으며, 운행시 감속구동장치에 가해지는 부하가 매우 크기 때문에 기어의 안전성 및 내구성, 각 부품의 신뢰성 등이 매우 중요하다.

감속기 구조상 분해하지 않고는 베어링, 기어 등의 손상을 사전에 파악하기 어렵기 때문에 감속기 고장 발생시 감속기 상태를 시각적으로 알려줄 수 있는 안전장치가 필요하다. 본 연구는 감속기 모니터링 시스템에 활용하기 위하여 고속철도 및 전동차용 감속기의 진동 가속도를 측정하고 진동 특성을 비교 분석하였다.

2. 감속구동장치 시험방법 및 등급

감속구동장치 진동을 측정하기 위하여 적절한 부착 위치 및 센서의 선정이 중요하며, 측정 주파수 범위 및 부착 위치 등에 대해서는 기어장치의 인수 검사 기준인 "ISO 8579-2 기어장치 기계 진동의 측정방법 및 진동등급 결정"을 참고로 하였다. 기어장치의 진동수준에 대한 인수시험 기준으로서 Fig. 1과 같이 가속도를 적분한 상대속도를 이용하여 나타낸다. 인수시험 기준으로서 3,600rpm 이상 고속용 기어의 경우는 VR 5 ~ VR 8에 해당한다. 이 기준은 실험실 실험시험에 대한 것으로 휠/레일에 의한 진동이 반영된 실제 실차시험과는 차이가 있지만 진동수준을 비교하기에 적용 가능하다.

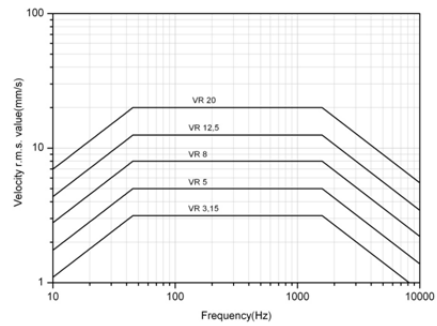


Fig. 1. Vibration levels for gear units

3. 전동차용 감속구동장치 시험 결과

전동차용 감속구동장치 시험은 감속기를 부하 시험기에 설치하고 가속도센서를 출력축 기어 베어링대의 직교하는 3 방향에 부착하여 진동가속도를 측정하였다. Fig. 2는 rpm에 따른 영향을 알기 위하여 100km/h(647rpm)까지 속도를 증가할 때의 출력축 기어에 대한 오더 분석 결과이다. 기어 맞물림 주파수에 해당하는 출력축 기어의 잇수와 같은

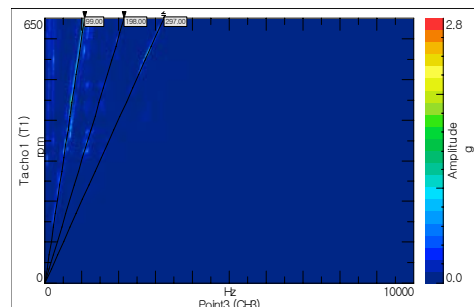


Fig. 2 Order analysis of the output gear for the EMC

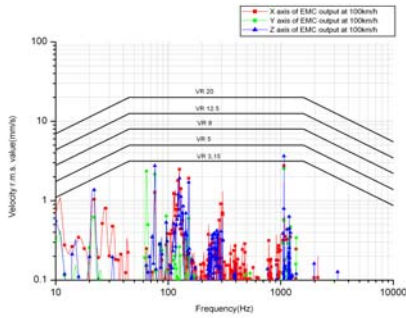


Fig. 3 Vibration level of the output gear for the EMC

99 오더와 2차, 3차인 198과 297 오더에서 진동이 크게 나타나고 있다. Fig. 3은 기어 진동 수준으로서 VR 5 이내에 있으며, 진동이 크게 나타나는 1,067Hz는 맞물림 주파수인 것으로 확인됐다. 또한 저주파수에서는 회전주파수(10.8Hz) 및 배수에 해당하는 진동이 크게 나타나고 있다.

4. 고속열차용 감속구동장치 시험 결과

고속열차용 감속구동장치 시험은 KTX 산천열차의 동력차 후위대차 감속기에 가속도센서를 설치하여 실차 운행중 진동을 측정하였다. Fig. 4는 1,200rpm(약 207km/h)까지 속도를 증가할 때의 오더를 분석한 결과이다. 기어 맞물림 오더와 근사한 61.8과 2차 오더(123.5)에서 진동 크게 나타나고 있다. Fig. 5는 최고속도에서의 기어 진동 수준으로서 회전주파수 1차성분(33.4Hz) 및 맞물림 주파수(1705Hz)에 해당하는 진동이 크게 나타나고 있다. Fig. 6인 100km/h 시험에서는 회전주파수의 2차성분(22.3Hz)에서 진동이 크게 나타나고 있다. 이 원인은 주행시 진동으로 트리포드 샤프트가 움직이면서 회전 불균형이 생겨서 회전주파수에 해당하는 진동이 크게 나타나는 것으로 추정된다.

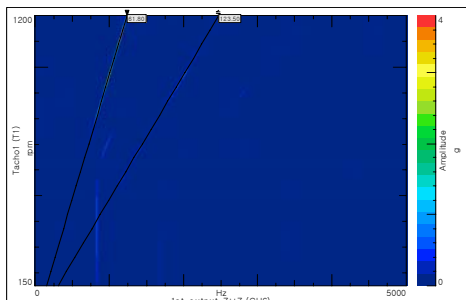


Fig. 4 Order analysis of the output gear for the KTX

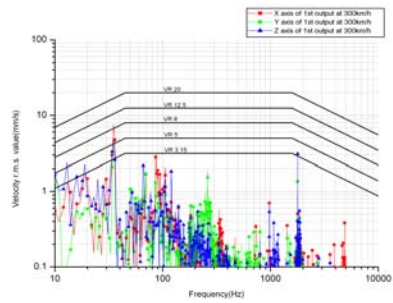


Fig. 5 Vibration level of the output gear for the KTX(300km/h)

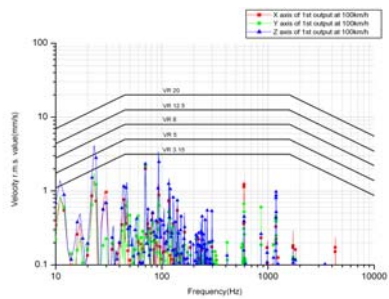


Fig. 6 Vibration level of the output gear for the KTX(100km/h)

5. 결론

전동차용 및 고속열차용 감속기의 진동 특성을 비교한 결과, 기어의 회전주파수 및 맞물림 주파수에서 진동이 크게 나타나고 있다. 실차에서는 실험실 시험과 다르게 트리포드 샤프트에 의한 회전 불균형으로 회전주파수에 해당하는 진동이 커지고 있으므로 모니터링 시스템 개발시 이를 고려해야 함을 알 수 있다.

후기

본 연구는 국토해양부 및 한국건설교통기술평가원의 지원을 받은 ‘고속열차용 감속기 모니터링 시스템 개발’ 과제의 일환으로서 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. KS B ISO 8579-2 "기어장치의 인수검사-제2부 : 기어 장치의 기계 진동의 측정 방법 및 진동 등급의 결정", 2007.10.25 개정.