

진동측정에 의한 KTX 상태감시

Condition Monitoring of KTX by Vibration Measurement

최연선†
Yean-Sun Choi

1. 서 론

2004 년 프랑스에서 도입되어 운영을 개시한 KTX I 은 운행연수가 증가함에 따라 크고 작은 고장이 발생하고 있고, 국내에서 자체 개발하여 2009 년부터 운행에 투입한 KTX II (KTX-산천)은 최초 개발에 따른 설계기술과 제작과정에서 품질이 안정되지 못하여 예측하지 못하는 고장이 발생되고 있다(Fig. 1). 고속전철 안전운행은 승객의 안전수송과 더불어 국내 관련 기술의 지표로서 고장의 원인을 규명하고 대처방법이 확립되어야 한다.

본 연구에서는 그간의 고속전철 사고를 건수 별로 분류하여 KTX 의 고장 특성을 파악하였고, 주행하는 고속전철에서 진동을 측정함으로써 진동에 의한 고장진단 가능성을 살펴보았다. 고속전철의 고장을 예측하는데 진동측정이 다양하게 쓰일 수 있으나 본 논문에서는 견인전동기에서의 진동을 측정하여 고장점검의 가능성을 검토하였다.

2. 고속전철 사고 유형

KTX I 에서는 동력차 열감지기, 제동장치, 모터감속기, 보조전력 변환장치 등 주요기기에서 고장이 발생했고, KTX II 는 공기배관, 난방 접촉기, 신호장치, 축전지 충전장치 등 제작 검수 미비로 품질 불안정에 기인한 경우가 많았다. 그러나 이는 일반적인 고장유형이고, 실제로 어떤 부품에서 고장이 발생할지는 예측하기가 쉽지 않다. 확실한 유지보수를 위해서는 충분한 시험설비와 전문적인 지식과 경험을 가진 유지보수 인력이 조직적인 업무수행에서 가능하다는 점을 고려하면, 고속전철의 고장 감소

Division	04	05	06	07	08	09	10	11.5.27	Remarks
The number of troubles	Total	81	50	50	28	27	23	53	29
	KTX I	81	50	50	28	27	23	25	12
	KTX II							28	17
	Monthly average	9.0	4.2	4.2	2.3	2.3	1.9	4.9	5.8
The number of vehicles	Total	46	46	46	46	46	46	56	65
	KTX I	46	46	46	46	46	46	46	46
	KTX II							10	19



Fig. 1 KTX Troubles

및 안전운전을 위한 보다 많은 설비 및 인력 투자와 함께 유지보수 관련 전문적인 지식, 특히 진동에 의한 상태감시에 대한 관심을 가져야 할 것이다.

3. 진동측정에 의한 고속전철점검

진동은 기계의 상태를 알려주는 좋은 데이터이다. 주행중인 고속전철에서 진동과 소음을 측정하면 1차적으로 이상유무를 쉽게 점검할 수 있다. 물론 주행 안정성과 승차감을 평가하기 위해서도 기본적으로 진동 데이터가 쓰인다. 다만 잡음을 최소화하는 정확한 측정과 측정된 진동 데이터의 정확한 해석이 관건이다. 특히 고속전철 주행 중에는 다양한 신호가 측정되므로 정확한 신호분석을 위해서는 많은 경험을 필요로 한다.

† 교신저자: 정희원, 성균관대
E-mail : yschoi@skku.ac.kr
Tel : 031-290-7440, Fax : 031-295-1937

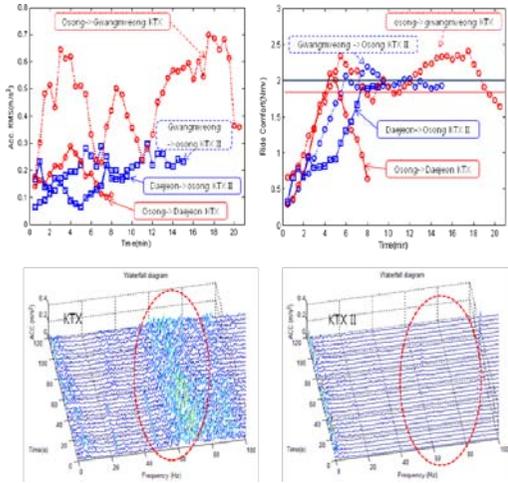


Fig. 2 Vibration of KTX I and KTX II

Fig. 2는 광명, 오송, 대전을 주행하는 KTX I 과 KTX II의 진동을 객차안에서 측정한 결과이다. 진동에 의한 승차감 해석에서는 저주파가 중요시되므로 차량별 승차감이 큰 차이가 나지 않아도 진동 실효값에서는 큰 차이가 날 수 있다. 오송-광명을 주행한 KTX I의 진동이 큰 것을 볼 수 있고, 이를 워터폴다이아그램으로 보면 고주파 신호가 큰 것을 볼 수 있다. 이는 접촉불량 혹은 특정 부위의 고장일 가능성이 높다는 것을 의미하므로 보다 철저한 점검이 필요하다.

4. 견인전동기 진동측정

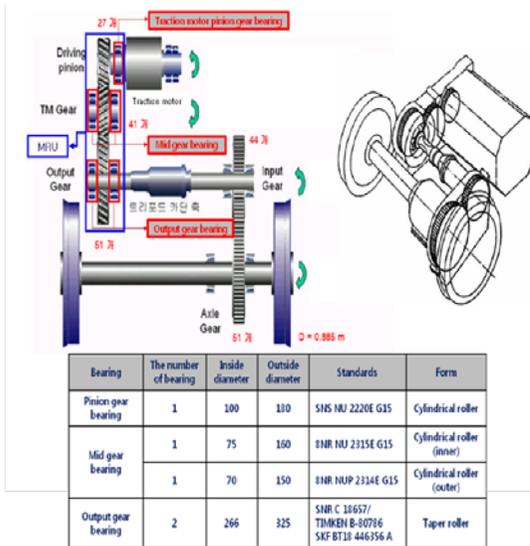


Fig. 3 Power transmission of KTX

Fig. 3은 KTX의 견인전동기에서 발생한 파워가 차륜으로 전달되는 과정을 보여준다. 견인전동기 1대당 1개의 진동센서만 달아도 고속전철 1편성당 12개의 진동센서가 필요하다. ISO 10816 3편을 참고하면 측정된 진동신호의 크기에 따라 운전허용 여부를 판별할 수 있다. 그러나 진동 크기만으로 전동기의 결함여부를 판별하는 경우, 전기적 혹은 기계적 노이즈에 의한 영향이 커질 수 있다. 따라서 보다 확실한 고장여부 판별을 위해서는 주파수 분석이 필요하다. 견인전동기와 기어의 이빨 수 등의 설계 제원을 알면, 특정 KTX 주행속도에서 발생하는 주파수가 베어링, 기어 등 어느 특정부품의 결함에 의해 발생하는지를 알 수 있다. 회전자의 불평형 (unbalance), 기어물림주파수(meshing frequency), 베어링 결함주파수 등은 쉽게 찾아질 수 있으나, 모터나 기어축의 헐거움(looseness), 정렬불량 (misalignment) 등은 2X, 3X 성분을 동반하므로 많은 경험과 분석을 필요로 한다. 따라서 견인전동기에서 측정된 진동데이터의 실효값을 비교하여 양호, 주의, 경고 등을 1차적으로 판별할 수 있고, 나아가 주파수 분석을 수행하면 고장의 위치까지 밝힐 수 있다. 실제 시험 결과, 결함이 예상되는 전동기를 구분해 낼 수 있었고 결함부위도 예측해 볼 수 있었다.

5. 결론

KTX 고장은 승객의 안전과 더불어 고속전철 관련기술의 수준을 의미한다. KTX I은 Bathtub 형의 일반적인 사고유형을 보이나 KTX II는 제작품질의 불안정에서 기인하는 요소가 크다.

KTX고장을 사전에 감지하고 대처하기 위해서는 주행하는 KTX에서의 진동을 측정, 분석하는 것이 유용한 수단이다. 따라서 지속적인 진동측정에 의한 상태감시(condition monitoring)가 효과적인 정비관리 수단일 수 있으며, 나아가 고속전철용 고장진단 시스템 구축도 가능함을 보였다.

후기

본 연구는 국토해양부 미래철도기술개발사업의 연구비지원(과제번호 07차세대고속철도A01)에 의해 수행되었습니다.