

KTX 열차 정차소음 특성 연구

이찬우*(한국철도기술연구원), 김재철(한국철도기술연구원)

Characteristics of Braking Noise of KTX Train

C. W. Lee(Korea Railroad Research Institute), J. C. Kim(Korea Railroad Research Institute)

ABSTRACT

It presented the approach method for the station braking noise present condition and a braking noise reduction plan escape of the KTX train. The research which it sees the technical ground it will be able to accomplish the station braking noise reduction of the KTX vehicle with base the questing matter where the escape one thing is big there is a possibility of doing.

Key Words : KTX (Korea Train Express), Braking Noise (정차 소음), Squeal Noise (스컬 소음), Brake System(제동 장치)

1. 서론

KTX 차량 제동시스템은 차량 속도에 따라 전기 제동과 공기제동으로 제동력이 분담되어 작동하게 되어있다. 전기제동의 경우 전기제동에서 저항제동 작동 범위는 열차 속도가 300km/h ~ 55km/h인 경우이고, 회생 제동은 열차 속도가 300km/h ~ 20km/h에서 작동하게 되어있다. 그리고 공기 제동은 300km/h ~ 0km/h에서 작동하게 되어있다. 따라서 KTX 열차가 정상적인 운행을 하고 있을 때에는 사구간이나 모터 블록 일부 다운에 의한 정상 출력 문제가 생기지 않으면 전기제동에 의해 제동 작용이 일어나도록 되어있다. 하지만 KTX 차량이 기존선 운행 시에는 전기제동과 공기제동이 함께 작용하는 경우가 많다. 또한 정상 운전 시 발생하는 제동 소음은 차륜-레일 주행 소음보다 상대적으로 적어 차내 승객에게 별 영향이 없지만, KTX 열차가 역사 정차 시에는 중차 역사를 제외한 정차 역사 플랫폼 홈에서의 정차 소음은 KTX 이용객이나 역사 근무자에게 불쾌감을 유발 정도로 크다는 것이다. 따라서 본 연구에서는 KTX 차량의 정차소음 특성 및 역사별 정차소음, 그리고 향후 정차 소음을 저감하기 위한 기술적인 대안을 제시하고자 한다.

2. KTX 차량 역사 정차 소음 특성

KTX 차량 제동시스템 가운데 제동 소음에 영향을 주는 것은 공기제동 시스템에 의한 것이 크다고 볼 수 있다. 공기 제동시스템에 의한 KTX 열차의 공

기 제동 시스템은 동력차량 및 동력 대차의 경우에는 답면 제동 장치이고 관절대차에는 디스크 제동 장치가 설치되어있다. KTX 차량의 디스크 제동 장치는 총 17개의 관절대차에 각각 8개의 디스크가 설치되어 있어 총 136개의 디스크장치가 설치되어 있다. 또한 동력차량 및 동력객차 대차에는 답면제동 장치인 브레이크 슈가 총 48개로 구성되어있다.

KTX 차량 역사 정차 시 발생하는 제동 소음 대부분은 공기 제동장치에 의해 발생하는 것으로 나타나고 있다. KTX 차량의 공기 제동은 운전실 승무원 제동 조작에 따른 제동 지령에 따라 제동 실린더에 공기 압력이 가해지고 이 압력이 디스크 또는 브레이크 슈에 전달되어 제동력이 작용하게 된다.

KTX 차량 역사 정차 시 제동 소음은 바로 브레이크 슈 - 차륜 또는 패드와 디스크 사이의 상호 마찰 작용에 의해 소음이 발생하게 된다. 특히 공기 제동 장치 구성품들간의 상호 작용에 의한 마찰력 특성은 매우 비선형적인 특성을 가지고 있기 때문에 소음 발생 특성에 대한 이해 및 제동 소음 저감 방안 도출은 매우 어려운 것이 사실이다.

본 연구에서는 KTX 차량 역사 정차 시 제동 소음을 우선적으로 분석 해 보기 위해 대전 광명 및 동대구 역사별 정차 소음 특성을 운전모드별 시험결과를 분석하였다. 분석 결과, KTX 차량 역사 정차 소음은 승객이나 역사 근무자가 불쾌감을 크게 느낄 수 있을 정도인 Lmax의 경우 대부분의 열차가 90 dBA 이상임을 알 수 있었고 일부 열차에서는 큰 불쾌감을 유발할 수 있는 100 dBA를 초과하는 경우도 있었다. 이에 대한 것이 Table 1 에 제시되어 있다.

Table 5 Braking noise level of KTX train important railroad station

정차역	정차 시간 (sec)	Leq (dBA)		Lmax (dBA)	
		중앙부	후부	중앙부	후부
대전	38 ~ 57.5	80.5 ~ 92.5	81.8 ~ 91.7	92.1 ~ 107.1	93.3 ~ 106
	43 ~ 54.5	82.4 ~ 87.2	79.9 ~ 84.7	89.6 ~ 98.7	88.7 ~ 97.3
광명	39 ~ 73	79.4 ~ 88.9	80.8 ~ 95.3	87.2 ~ 99.1	91.3 ~ 110.2
	49 ~ 56	82.8 ~ 87.3	81.7 ~ 84.5	90.9 ~ 96.8	89.7 ~ 93.8
동대구	35 ~ 69.5	79.1 ~ 85.5	76.9 ~ 86.7	88.6 ~ 97.3	86.8 ~ 100.2
	34.5 ~ 53.5	81.2 ~ 87.4	80.8 ~ 90.7	91.4 ~ 98.6	90.6 ~ 107.1

3. KTX 차량 제동 소음 특성

KTX 차량의 정차 소음은 차륜-브레이크 슈 및 패드-디스크 상호 작용에 의한 스퀸(squeal) 소음과 제동체결장치의 진동 떨림 현상에 의해 발생하는 것이다. Fig. 1은 KTX 차량의 혼합제동(전기제동+공기제동) 시 공기압 및 진동 가속도 변화 값을 관측대차 차축 및 대차프레임에 대하여 측정한 결과이다. 이 경우 차량 속도는 실제 영업 속도보다 약간 낮은 60km/h 속도로 시험을 시행 한 것이다. Fig. 2는 30km/h 이하 속도 영역에서 공기제동만으로 시험한 것을 보여주고 있다. 여기에서는 속도가 20km/h 이하인 경우에는 혼합제동 및 공기제동 공히 공기압이 커져서 디스크 제동 작용으로 인하여 저속에서 대차의 횡 진동 가속도가 커지고, 차축의 경우 제동 초기 횡 진동 가속도가 크다가 열차가 정차함에 따라 작아지는 특성을 보여주고 있다. Fig. 3은 Fig. 1 조건하에서의 소음 특성을 주파수로 분석한 것이다. 이 경우 최대 소음 레벨은 118 dBA에 이르며 정차 직전 최대치에 도달함을 알 수 있다. 이 경우 제동력 증가와 함께 대차 횡진동이 함께 증가함을 알 수 있었다.

4. KTX 차량 정차 소음 저감 방안 접근 방식

KTX 차량 정차 소음 저감을 위해서는 우선적으로 제동 메커니즘 이해 및 제동 소음 특성 현황을 정확히 파악해야한다. 두 번째로는 차량 설계조건과 실제운용조건에 대한 비교분석을 통해 제동장치 설계에 대한 적정성 규명을 수행해야한다. 이를 위해서는 제동력과 공기압과의 관계 및 제동 시 공기압과 소음/진동과의 상관관계를 살펴보아야 한다. 세 번째로는 제동 구성품인 디스크, 패드, 브레이크 슈에 대한 고유특성 분석 및 제동메커니즘에 따른 차축/대차프레임과의 상관관계 분석이 필요하다. 네 번째로는 제동 취급 및 운전모드 특성에 따른 실제역사 정차 시 제동소음 특성을 분석하여 저감 방안을 도출해야 한다.

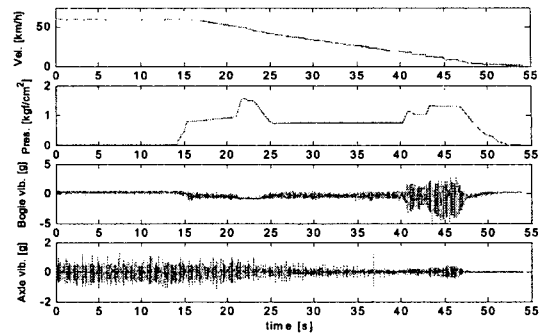


Fig. 1 Pneumatic pressure and lateral acceleration of mixing braking of KTX train

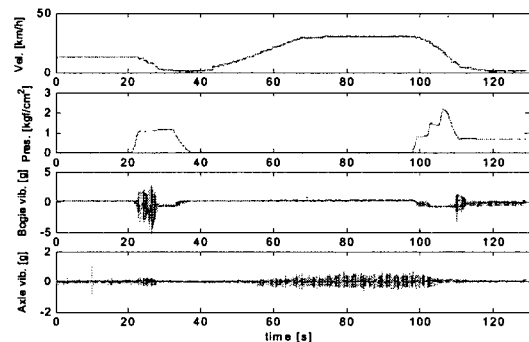


Fig. 2 Pneumatic pressure and lateral acceleration of pneumatic braking of KTX train

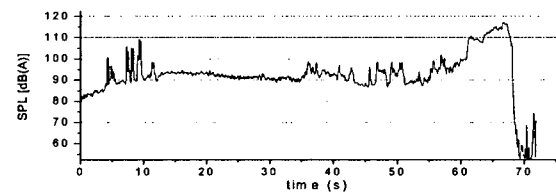


Fig. 3 Noise level of mixing braking of KTX train

4. 결론

본 연구에서는 KTX 차량의 역사 정차 소음 현황 및 특성 그리고 정차소음 저감방안 도출을 위한 접근방식을 제시하였다. 본 연구를 토대로 KTX 차량의 역사 정차 소음 저감을 수행할 수 있는 기술적 근거를 도출 한 것이 큰 의의라 할 수 있다.

후기

본 연구는 한국철도공사의 협조 하에 이루어 졌음을 알려드립니다.

참고문헌

1. 이찬우, "KTX 열차 운전모드에 따른 정차소음 특성", 한국철도학회 '05추계학술대회논문집, pp142
2. 한국철도기술연구원, "KTX 기술자문보고서", 2005. 4.