

철도차량 동력차 정차소음 분석.

A Study on the Braking Noise of Railway vehicles

김용덕*, 이동훈*†

Yong Duk Kim*, Dong Hoon Lee*†

Abstract Railway noise was regulated according to the traffic noise and vibration management standard of noise and vibration management enforcement regulation of the Ministry of Environment (ME). Through its revision on June 30, 2010, however, the regulations on railway vehicles had been reinforced. Accordingly noise reduction standard for braking noise and pass-by noise respectively is applied to newly-manufactured railway vehicles every year. prior to reflecting this standard on new railway vehicles manufactured in accordance with the railway noise guideline of the ME, this study investigated the actual states of powered rolling stock operated by KORAIL, and measured the braking noise of 6DL vehicles and 3EL vehicles. Based on the investigation and measurement, this study partially found out actual braking noise of powered rolling stock.

Keywords : Railway noise, Braking noise, Radiated noise, Powered rolling stock.

초 록 철도소음은 환경부의 소음진동관리법 시행규칙의 교통소음 진동의 관리기준에 따라 규제되어 왔으나 2010. 6. 30 일 개정을 통해 철도차량의 소음규제가 강화되었고 이에 따라 신규로 제작되는 철도차량에 대한 규제도 정차소음과 주행소음으로 구분되어 연차별로 나누어 소음저감기준을 철도차량에 적용토록 되어 있다. 본 연구에서는 환경부의 철도차량의 소음권고 기준에 의거하여 신조차량 제작에 반영하기 위해 앞서 한국철도공사가 운영하고 있는 동력차량의 현실적인 정차소음발생 현황을 측정해 보았으며 DL 6개 차량 및 EL은 3개 차량을 대상으로 측정하였다. 이로부터 부분적으로 동력차량의 정차소음현황을 파악할 수 있었다.

주요어 : 철도소음, 정차소음, 방사소음, 동력차

1. 서 론

현재 정부는 국민 삶의 질적 향상을 위해 교통소음의 규제 또는 제한을 확대해가고 있다. 교통소음은 크게 자동차 운행으로 인한 도로교통소음과 철도차량에 의한 철도소음, 항공기 소음으로 나눌 수 있으며 철도소음은 환경부 소음진동관리법 시행규칙의 교통소음 진동의 관리기준에 따라 규제되며 2010. 6. 30 개정에서 소음 규제가 한층 강화되었으며 최근 철도소음의 근본적인 저감을 위해 철도차량 제작차에 대한 소음권고기준이 포함되었다.

† 교신저자: 서울과학기술대학교 기계자동차공학과(l dh@seoultech.ac.kr)

* 한국철도공사

개정된 소음진동규제법은 2011년 1월부터 시행되고 있으며 연차별로 1차(2011.1~2013.12), 2차(2014.1~2016.12), 3차(2017.1~)로 나누어 소음저감 기준을 적용해야 하며, 도시철도차량은 수도권 1호선, 중앙선, 경의선에 한하여 적용한다. 본 연구에서는 환경부의 철도차량에 대한 소음규제 강화에 따른 신조차량 설계기준 반영에 대비하여 현재 철도공사가 운영하고 있는 철도차량의 정차소음을 분석하여 기 운영중인 철도차량의 현황을 파악하고 향후 도입될 철도차량의 설계기준에 참고 될 수 있는 철도차량 소음을 파악하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 소음에 관한 정부 기준

환경부에서 관리하고 있는 소음진동관리법 시행규칙 중 철도차량관련 조항의 ‘관리기준’은 다음과 같다.

Table 1 Noise guideline of Railway vehicle

1. 정차소음						
				(단위 : $L_{eq,T_e} dB(A)$)		
차량종류 적용시기	전기동차(EMU)	기관차	디젤동차(DMU)			
2011.1.1 ~ 2013.12.31	70	81	82			
2014.1.1 ~ 2016.12.31	69	78	80			
2017.1.1 ~	68	75	78			
참고						
1. 위 분류에 포함되지 아니한 철도차량 제작차는 TSI(Technical Specification for Interoperability)기준을 준용한다.						
2. 마이크로폰을 선로 중앙에서 7.5m 이격된 지점에서 5m 간격으로 3Ch. 운용하여 측정된 파워평균						
2. 주행소음						
				(단위 : $L_{eq,T_e} dB(A)$)		
차량종류 적용시기	전기동차(EMU)	기관차	디젤동차(DMU)	객차	화차	고속철도차량
2011.1.1 ~ 2013.12.31	87	91	86	83	87	92
2014.1.1 ~ 2016.12.31	84	88	83	82	87	92
2017.1.1 ~	81	85	82	80	82~87	92
참고						
1. 디젤동차는 새마을동차 값을 준용한다. 위 분류에 포함되지 아니한 철도차량 제작차는 TSI 기준을 준용한다.						
2. 80km/h의 열차속도를 기준으로 마이크로폰을 선로 중앙에서 7.5m 이격된 지점에서 설치하여 측정						
3. 고속열차의 경우 선로 중앙에서 25m 이격위치에서 300km/h의 속도를 기준으로 측정						

2.2 소음 측정 방법

일반적으로 철도소음은 정차시의 소음과 주행 중에 발생하는 소음으로 분류할 수 있으며, 특히 주행 시에는 교량, 터널, 분기기 등의 선로형태와 서행, 고속주행, 기적음, 제동체결 등의 운전조건에 따라서도 다양하게 변화되고 그 지역의 외부 소음과도 복합적으로 발생하는 특징이 있다. 이러한 복합적인 특성으로 인하여 철도소음은 해당 철도의 특성, 지형적인 영향, 기후 조건 등의 다양한 변수에 의해 각기 달리 측정될 수 있다. 본 연구에서는 철도차량의 주행 및 정지조건에서 발생하는 환경소음에 대한 측정방법을 KS I ISO 3095(음향학-철도차량에 의한 방사소음 측정) 및 환경부고시 제2010-73호(철도차량의 소음권고기준 및 검사방법 등에 관한 규정)에 따른 철도소음의 측정방법을 적용하였다.



Fig. 1 Measurement of DL / EL Braking Noise

2.3 소음 측정

2.3.1 정차소음 측정

한국철도공사가 보유한 철도차량 중 디젤전기기관차, 전기기관차에 대한 정차소음을 측정하였고 디젤전기기관차는 엔진 저유전(255rpm), 공기압축기 비가동, 역전기 중립조건 에서 측정하였고, 엔진속도에 따른 소음 차이를 파악하기 위해 엔진속도를 유전(315rpm) 및 8노치(900rpm)속도에 따라 비교 측정하였다. 전기기관차는 견인전동기 정지상태와 가동상태로 정차소음을 측정하였다.

2.3.2 DL 정차소음

디젤전기기관차에서 발생하는 정차 중 6량에 대한 방사소음 측정량은 **Table 2** 에서 최소 74.32dB(A), 최대 75.97dB(A), 평균 75.35dB(A)로 나타났다. 디젤전기기관차의 엔진회전수에 따른 소음차이를 파악하기 위해 DL 7448호를 저유전 속도와 유전 속도에서 소음측정 비교결과 저유전 속도에서 74.32 dB(A), 유전속도에서 77.42 dB(A)로 유전속도에서 3.1dB(A) 높게 나타났으며, 또한 DL7466호를 저유전에서 75.97 dB(A), 8노치에서 90.95dB(A)로 대엔진속도에서 소음이 저유전 상태에서 보다 14.98 dB(A) 높게 나타났다. DL 의 주요 핵심장치별 완전 분해검수 또는 신제품으로 교환되는 점을 감안해 내구연한에 따른 분석은 제외하였다.

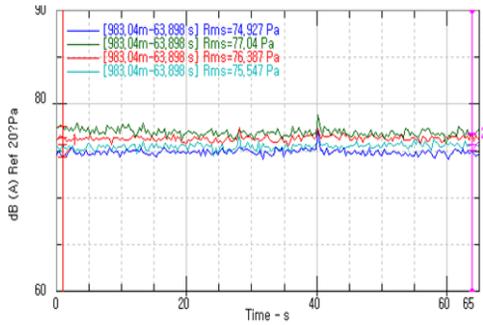


Fig. 2 DL (255rpm , CM Shutdown)

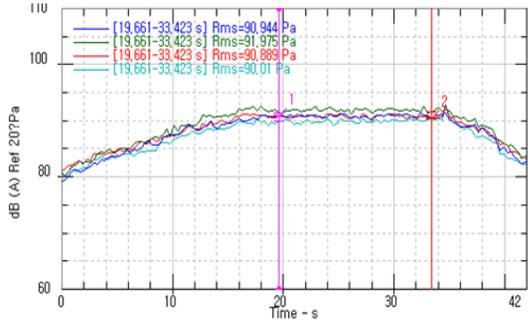


Fig. 3 DL (8 notch , CM Shutdown)

Table 2 Results of Braking Noise (DL)

차 호	측정량 [dB(A)]	차 호	측정량 [dB(A)]
7466	75.97	7125	74.80
7307	75.87	7181	75.92
7405	75.22	7488	74.32

2.3.3 EL 정차소음

전기기관차에서 발생하는 정차 중 방사소음은 Table 3 에서 보는바 와 같이 TM 송풍기의 운전 조건에 따라 소음이 0.42dB(A)차이가 났으며, 기동 직후가 운행 후 소음보다 2.52 dB(A) 작게 나타났다.

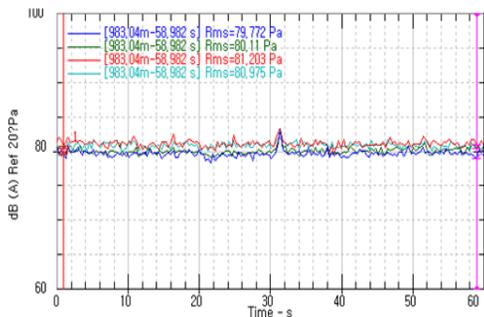


Fig. 4 EL
(Reversing handle F-position , TM Auto),

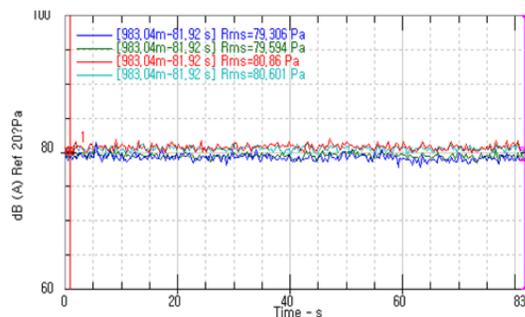


Fig. 5 EL
(Reversing handle F-position , TM Manual)

Table 3 Results of Braking Noise (EL)

차 호	측정량 [dB(A)]	조 건	비 고
8205	80.09	TM송풍기 자동	
	80.51	TM송풍기 수동	
8203	77.99	TM송풍기 자동	기동 직후
8228	80.51	TM송풍기 수동	

3. 결 론

본 연구에서 환경부에서 제시하는 철도차량의 소음권고기준을 통하여 한국철도공사가 보유중인 디젤전기기관차 및 전기기관차의 정차소음을 객관적인 기준에 의하여 측정해보고자 하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 디젤전기기관차의 엔진속도가 비례적으로 증가한다는 가정하에 유전(315rpm)속도에서 노치 상승 단계별 약 1.87dB(A)의 소음 증가가 발생한다고 예측할 수 있으며, 환경부에서 권고하는 소음기준 78dB(A)(2016.12.31까지)의 조건을 전체적으로 만족하고 있으나, 2017.1.1이후 소음기준 75dB(A)는 66.7%가 기준에 부적합한 것으로 분석되었다.
2. 전기기관차는 환경부에서 권고하는 소음기준 81dB(A)(2013.12.31까지)의 조건을 전체적으로 만족하는 것으로 분석되었으며 2014.1.1부터 적용되는 기준 78dB(A)에는 100% 부적합한 것으로 분석되었다.
3. 환경부의 강화된 철도차량 소음규제는 향후 신조차량을 도입에 있어서 소음저감을 위한 추가적인 차량설계기준이 적용되어야 할 것으로 판단되며 이는 차량가격을 상승시키는 요인이 될 수 있다.

참고문헌

- [1] 철도청 (2004) 철도소음진동 총람
- [2] 이동훈 (2006) 공학도를 위한 소음공학(이론과 실무)
- [3] 환경부 (2010) 소음진동 관리법(법률 제10252호)
- [4] 환경부 (2010) 소음진동관리법 시행규칙(환경부령 제374호)
- [5] 환경부 (2010) 철도차량의 소음권고기준 및 검사방법 등에 관한 규정(환경부 고시 제2010-73호)
- [6] 한국산업표준협회 (2003) KS I ISO 3095 음향학-철도차량에 의한 방사소음 측정
- [7] Official Journal of the European Union (2006)
- [8] Environmental Noise Directive Development of Action Plans for Railways