

## 운행속도별 차량 주요 소음원 분석.

### Analysis of the dominant sound source depends on service speed

박홍석\*, 박희준\*, 박길배\*, 김종환\*

Hong-Seok Park\*, Hee-Jun Park\*, Kil-Bae Park\*, Jong-Hwan Kim\*

**Abstract** The purpose of this study is identify the characteristics of noise sources which affect external noise while driving and checks the method to find dominant noise source. Contribution of noise source depends on the driving speed and the external noise is consisting of following main noise source at running condition: Wheel / rail rolling friction noise, the noise of the propulsion system and brake system. The external noise test and type test of the each equipment which was performed to identify effect of the noise source. Roller rig was used to measure the wheel / rail rolling friction noise and separately measured operation noise of traction motor. From the results of the external noise test characteristics of the noise sources were identified, Characteristics of the noise sources were used to confirm that the dominant noise source.

**Keywords** : external noise, dominant noise source, Wheel / rail rolling friction noise

**초 록** 본 연구의 목적은 철도차량의 주행중 외부소음에 영향을 미치는 소음원의 특성을 파악하고, 그 특성을 이용하여 측정된 외부소음의 결과로부터 지배적인 소음원을 파악할 수 있는 방법을 검토해 보기 위함이다. 주행중 외부소음의 경우 주 소음원은 Wheel/rail 구름마찰 소음, 추진장치 및 구동장치의 소음이며, 각 소음원의 영향은 차량의 주행속도에 따라 기여도가 달라진다. 외부소음에 대한 소음원 영향을 파악하기 위해서 단품시험과 외부소음 시험을 시행하였다. 시험결과로부터 각각의 소음원에 대한 특성을 파악하였고, 특정 외부소음에서 소음원의 특성을 이용하여 지배적인 소음원을 확인하였다.

**주요어** : 외부소음, 주소음원, wheel/rail 구름마찰 소음

## 1. 서 론

철도차량의 운행속도가 증가하면서 차량에서 발생하는 소음이 증가 하고 있다. 이러한 소음증가는 승객들의 불편함과 차량 운행 노선 주변의 주민들에게 소음공해를 발생시킨다. 승객 및 선로변 주민들의 불편함 감소와 철도산업에서의 경쟁력 강화를 위해서 차량에서 발생하는 소음의 저감이 필수적이다[1].

철도 차량은 다양한 장치들로 구성되며 이러한 장치들은 소음 발생의 주요원인 중 하나이다. 차량 주행중 발생하는 소음을 저감시키기 위해서는 주요 소음원들의 소음 발생원인과 그 특성을 파악하는 것이 중요하다. 주요 소음원 별로 주행속도에 따라 외부소음에 기여하는 정도가 다르다. 속도대비 외부소음에 대한 소음원의 기여도를 확인하기 위해서 운행속도별 외부소음 시험과 소음원에 대한 단품시험을 시행하였다.

\* 현대로템 주식회사 응용기술연구팀

다양한 소음원이 존재하는 상황에서 소음을 저감시키기 위해서는 차량의 운행속도에 따라 외부소음에 지배적인 영향을 주는 소음원을 파악하고 관리해야 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 소음원의 분류

주행 중 외부소음에 영향을 주는 주요 소음원을 추진장치의 구동 소음과 wheel/rail 구름 마찰 소음으로 나누고 각각에 대하여 그 특성을 파악 하였다[2]. 특성 분석은 운행속도비의 로그값이 소음원 음향파위의 차이와 비례함을 가정하고 비례상수를 구하는 방법을 사용하였다. 속도비와 음향파위의 관계는 식(1)로 표현하였다[3].

$$\Delta SWL(dBA) = N_1 * \log(V_2 / V_1) \quad (1)$$

$\Delta SWL$  = 운행속도에 따른 소음원 음향파위의 차이[dBA]

$N_1$  = 비례계수

$V_2, V_1$  = 운행속도[km/h]

#### 2.1.1 추진장치의 구동소음

주행 중 외부소음에 영향을 주는 장치중 추진장치의 구동소음을 측정하였고, 측정 결과로부터 음향파위를 도출하였다. 구해진 음향파위와 속도비의 관계를 이용하여 비례계수를 구하였고, 그 결과로 평균 비례계수가 55임을 확인하였다.

Table 1 Type test results of the traction motor

Speed(km/h)	RPM	Sound Power Level [dBA]	Log(speed ratio)	$N_1$
60	1531	82		
			0.125	48
80	2041	88		
			0.097	52
100	2551	93		
			0.079	63
120	3062	98		
			0.067	60
140	3572	102		
			0.058	52
160	4082	105		
			0.051	59
180	4593	108		
average				55

### 2.1.2 Wheel/rail 구름 마찰 소음

외부소음에 대한 wheel/rail의 영향을 확인하기 위하여 roller rig 장치를 이용하였다. Roller rig 장치에 대차를 올려놓고 Roller rig를 특정 속도로 구동하면서 휠과의 Roller rig의 접촉 부위에서 방사되는 소음을 측정하여 주행속도에 따른 wheel/rail 구름 마찰 소음의 음향파워를 구하였다.

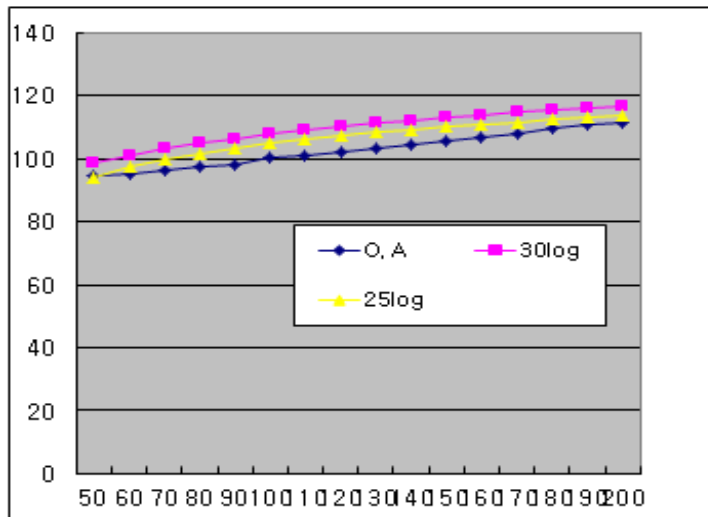


Fig. 1 the effect of the wheel/rail rolling friction noise

Fig. 1의 O.A는 wheel/rail 구름마찰 음향파워이며 25log, 30log는 O.A값의 근사값이다. 여기서 25log, 30log는 Wheel/rail 구름 마찰 소음의 비례계수가 25~30임을 나타낸다.

### 2.1.3 실차 시험 데이터를 이용한 주요 소음원 검증

추진장치와 Roller rig를 이용한 Wheel/rail 단품시험을 통해 주행중 차량의 외부소음이 속도비와 비례계수로 표현됨을 확인하였다. 비례계수는 외부소음에 대한 특정 소음원의 기여도를 나타내므로 실제 차량의 외부소음 시험결과를 이용하여 속도비와의 관계를 구하여 보았다. 그 결과 Table 2에서 보이는 바와 같이 차량의 주행속도와 외부소음간의 비례계수가 32로, 이는 wheel/rail 구름 마찰 소음의 비례계수와 유사하므로, 실측 차량의 외부소음은 wheel/rail 구름마찰 소음이 주원인임을 알 수 있다. 따라서, 실측 차량의 외부소음 수준을 낮추기 위해서는 wheel/rail 소음을 저감할 수 있는 방안을 강구 하여야 한다.

**Table 2 identified the dominant sound source from the exterior noise**

Speed(km/h)	Sound Power Level [dBA]	Log(speed ratio)	N <sub>2</sub>
50	72.8		
		0.079181	24
60	74.7		
		0.066947	36
70	77.1		
		0.057992	36
80	79.2		
average			32

### 3. 결론

외부소음에 지배적인 영향을 주는 소음원을 확인하기 위해서 추진장치의 구동소음과 wheel/rail 구름마찰 소음 시험을 시행하였다. 속도비와 음향파위의 관계를 이용하여 소음원의 특성을 파악 하였고, 파악된 특성을 검증하기 위해서 운행중인 차량의 외부소음을 측정하였다. 측정된 외부소음의 속도비와 음향파위의 관계에서 비례계수를 구하였고 그 결과로 wheel/rail 구름 마찰소음이 외부소음에 지배적인 소음원임을 확인하였다. 이 결과를 통하여 속도와 음향 파워레벨의 관계를 이용하여 외부소음을 발생시키는 지배적인 소음원을 판단할 수 있음을 확인하였다.

### 참고문헌

- [1] H.-M. Noh (2006) Designing a Microphone Array System for Noise Measurements on High-Speed Trains, Journal of the Korean Society for Railway, 14(6), pp. 477-483
- [2] David Thompson (2009) Railway noise and vibration: mechanisms, modelling and means of control, Elsevier, pp. 6-9.
- [3] F. Possion, P.E. Gautier, F. Letorneaux (2008) Noise Sources for High Speed Trains: a Review in the TGV Case, Noise and Vibration Mitigation for Rail Transportation Systems, Notes on Numerical Fluid Mechanics and Multidisciplinary Design, Vol.99, pp. 71-77.