

## 철도소음의 높이별 방사특성을 고려한 수음 평가 위치 제안

조준호\* · 장강석\*\*

우송정보대학\* · 유니슨테크놀로지(주)\*\*  
(2013년 10월 24일 접수, 2014년 1월 16일 승인)

### Suggestion of assessment height for noise measurement according to the vertical radiation characteristics of railway noise

Jun-Ho Cho\* · Kang-Seok Jang\*\*

Woosong College\* · Unison Technology Co., Ltd.\*\*  
(Manuscript received 24 October 2013; accepted 16 January 2014)

### Abstract

Exact and precise noise measurement is the basis for the reduction measure R&D, impact assessment and prediction modeling for railway noise. In this study, research trend as well as national and international noise measurement standard are investigated. For the estimation of vertical radiation characteristics of railway noise, specially devised zig was used. From the noise measurement and analysis, exact noise height radiated from the railway was characterized. The obtained results will be used for the suggestion of the height of microphone position of railway noise measurements.

Keywords : Railway noise, Noise Measurement, Radiation Characteristics, Test Zig, Noise Assessment Height

### I. 서론

환경친화적으로 널리 알려진 철도는 소음분야에 있어서는 취약성을 가지고 있다. 그로인해 EU, 일본 등을 비롯한 세계 철도 선진국에서는 오래 전부터 철도 환경소음을 저감하기 위한 대단위 프로젝트를 통해 철도소음에 대한 기준, 측정방법, 예측 모델 개발 등에 대해 연구해오고 있다.

우리나라에서도 철도환경소음에 대한 연구는 국립 환경과학원(1993, 1994)를 중심으로 1990년대부터 시작되어 간헐적으로 수행되어 왔으며, 한국철도기술연구원(2000, 2008, 2012)을 중심으로 고속철도 개통과 차세대 고속철도개발 및 호남고속철도 등의 개통을 앞두고 활발한 연구가 수행되고 있다. 이와같은 연구결과 저감시설이나 예측과 관련하여 다수의 연구가 있으며 대표적으로 조준호, 고효인(2010,

2011)은 철도소음을 저감하기 위한 저감시설 성능평가 및 예측모델 개발과 관련된 연구 등을 수행하고 발표한 바 있다. 그러나 대부분의 관련분야 연구에서도 철도소음 평가를 위한 마이크로폰 위치 등에 대한 체계적 연구는 수행된 바가 없다.

따라서 본 연구에서는 철도소음 저감 및 평가 그리고 예측모델 개발에 있어서 중요한 철도소음 측정을 위한 마이크로폰 위치 설정에 관한 것으로 이를 위해 국내외 관련 규격 및 연구동향을 살펴보았으며, 실제 국내 기존선에서 열차 운행시 발생하는 소음을 다채널 마이크로폰 배열을 이용한 수직방향 소음 방사특성을 분석하였다. 이를 통해 우리나라 기존선을 통과하는 열차의 수직방향 소음방사특성에 기초한 마이크로폰 위치에 대한 정보를 제공할 수 있었다.

## II. 국내의 철도소음 측정 방법

철도에는 여러 가지 음원이 존재하며, 이러한 여러 가지 음원으로부터 발생된 소음은 공기, 구조물(교량) 및 지반을 통해 주위로 전파된다. 그러나 일반적으로 구조물 등을 통한 고체전달소음은 진동의 영향이 큰 지역에서 문제가 되고 대부분은 공기를 통한 전파가 주를 이룬다.

이러한 철도소음을 측정하고 평가하는 방법은 국외의 경우 대표적으로는 국제규격인 ISO 3095(2005)가 활용되고 있으며, 국내에서는 소음진동공정시험기준(환경부, 2010)가 주로 활용되고 있다.

국내의 경우 철도소음 측정과 관련된 규격은 소음진동관리법에서 정의한 환경부고시의 소음진동공정시험기준 중 철도소음한도 측정 방법이며, 그 주요한 특성은 다음과 같다.

### ○ 측정점

- ① 지면 위 1.2~1.5 m 높이
- ② 건축물로부터 철도방향으로 1 m 떨어진 지점의 지면 위 1.2~1.5 m

### ○ 측정조건 일반사항

- ① 소음계 사용 : 삼각대 설치 혹은 측정자의 몸으로부터 0.5 m 이상 간격, 주소음원 방향
- ② 측정 풍속 조건 : 2 m/s 이상 반드시 방풍망을 부

착, 풍속이 5 m/s 초과시 측정 불가

### ○ 측정사항

요일별로 소음 변동이 적은 평일(월요일부터 금요일 사이)에 당해지역의 철도소음을 측정한다.

### ○ 사용 소음계

KS C IEC 61672-1에 정한 클래스 2의 소음계 또는 동등이상의 성능

### ○ 측정기기의 조작 일반사항

- ① 소음계와 소음도 기록기를 연결하여 측정·기록하는 것을 원칙으로 한다. 소음도 기록기가 없을 경우에는 소음계만으로 측정할 수 있다.
- ② 소음계 및 소음도 기록기의 전원과 기기의 동작을 점검 하고 매회 교정을 실시하여야 한다. (소음계의 출력단자와 소음도 기록기의 입력단자 연결)
- ③ 소음계의 레벨렌지 변환기는 측정지점의 소음도를 예비조사한 후 적절하게 고정시켜야 한다.
- ④ 소음계와 소음도기록기를 연결하여 사용할 경우에는 소음계의 과부하 출력이 소음기록치에 미치는 영향에 주의하여야 한다.

### ○ 청감보정회로 및 동특성

- ① 소음계의 청감보정회로는 A특성에 고정하여 측정한다.
- ② 소음계의 동특성은 빠름(fast)으로 하여 측정한다.

국외 철도소음 측정방법 중 가장 대표적인 ISO 3095(2005)에서 철도소음 측정을 위한 마이크로폰 위치는 다음과 같이 규정되어 있다.

통과하는 열차에 대한 측정에 있어서 마이크로폰 위치는 선로 양쪽으로 중심으로부터 7.5m 이격위치, 레일면으로부터 1.2m±0.2m, 또는 중심으로부터 25m 이격위치, 레일면으로부터 3.5m±0.2m. 만약 중요 소음원(예를 들어 배기관이나 판토틀라프)이 시험하는 차량의 상부에 있다면 추가의 마이크로폰 위치로 중심으로부터 7.5m 이격위치, 레일면으로부터 3.5m±0.2m가 추가될 수 있다.

## III. 철도소음 측정

본 연구에서는 국내의 기존선에서 전철, 화물열차, 새마을, 무궁화 열차 등이 운행시 발생하는 소음을

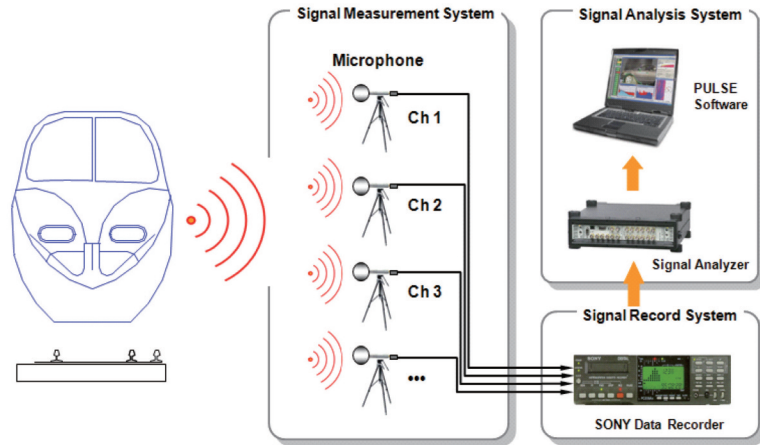


Figure 1. Concept diagram for noise measurement system

레일높이를 기준으로 0~7.0m까지 0.5m 간격으로 측정하였다.(한국철도기술연구원, 2008) 소음측정을 위한 측정시스템은 다음 Figure 1과 같다.

소음측정은 ISO 3095(음향학-철도차량에 의한 방사소음 측정)를 준용하여 다음과 같은 조건에서 수행하였다.

○ 소음계의 설정

- ① 동특성 및 청감보정 : 'FAST', 'A'보정
- ② 주파수분석 : 옥타브밴드 또는 1/3옥타브밴드

○ 음향환경

- ① 시험장소는 음의 자유전파가 이루어져야 하는데 이러한 조건은 7.5 m 기준거리의 경우 마이크로폰으로부터 50 m 주변까지 장벽등 큰 반사물체가 없어야 한다.
- ② 측정구역의 트랙은 곧고 평평하며 레일 결함(rail corrugation)이 없어야 하고 레일 접합부가 없는 곳에 놓아야 한다. 또한, 터널 · 교량 · 전철기 · 교차점 · 정거장등의 특별한 트랙조건은 추가소음을 일으킬 수 있으므로 트랙조건을 측정보고서에 기록한다.

○ 측정 시 특이사항

- ① 측정수행 중 배경소음을 유발하는 소음원을 기록한다. 단, 측정수행중 대상소음원보다 배경소음원이 크다고 판단되는 경우에는 측정값을 사용하지 않아야 한다.
- ② 측정과 관련한 사항은 측정기록지의 형태로 정리하여 기록한다.

- ③ 풍속 및 온습도를 측정하여 기록한다.
- ④ 측정을 시작하기 전 그리고 측정을 종료하기 직전 마이크로폰 교정기(피스톤폰)를 이용하여 측정시스템의 감도를 채널마다 확인하여 기록한다.

○ 소음분석방법

- ① 레코더를 이용하여 측정결과를 기록한다.
- ② 시간-음압레벨 및 주파수-음압레벨 선도로 분석한다.
- ③ 최대음압레벨( $L_{max}$ ) 및 열차 통과시간( $t_p$ )을 기록한다.
- ④ 통과소음(TEL: Transit Exposure Level)은 아래의 식으로 계산한다.

$$TEL = 10 \log \left[ \frac{1}{T_p} \int_0^{T_p} \frac{P_A^2(t)}{P_0^2} dt \right] \quad [dB(A)]$$

여기서  $T_p$ : 열차통과 시간 [s]

$T$ : 측정시간 [s]

$P_A(t)$ : A 보정된 순시 음압

$P_0$ : 기준 음압

#### IV. 철도소음 측정결과 및 분석

열차통과시 높이별 소음전파 특성을 파악하기 위해 경부선과 호남선 각 1개 지역에서 소음 측정을 수행하였다.

##### 1. 경부선 서울기점 58K000

하행으로 운행되는 전철 및 화물 열차의 주행 소음

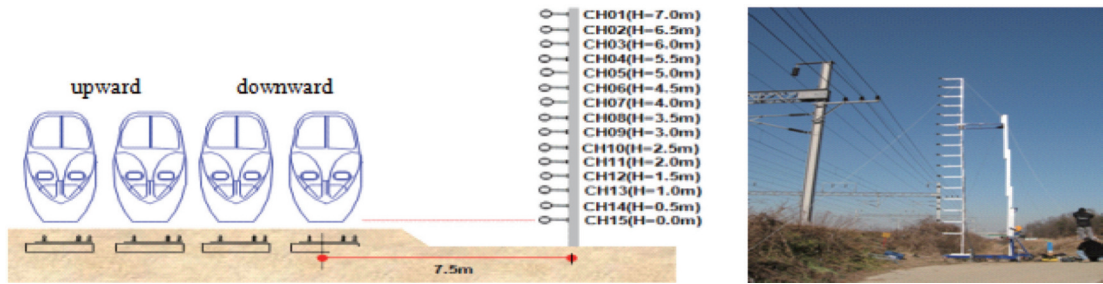


Figure 2. Microphone installation diagram and scene for noise measurement (Kyongbu line 58K000)

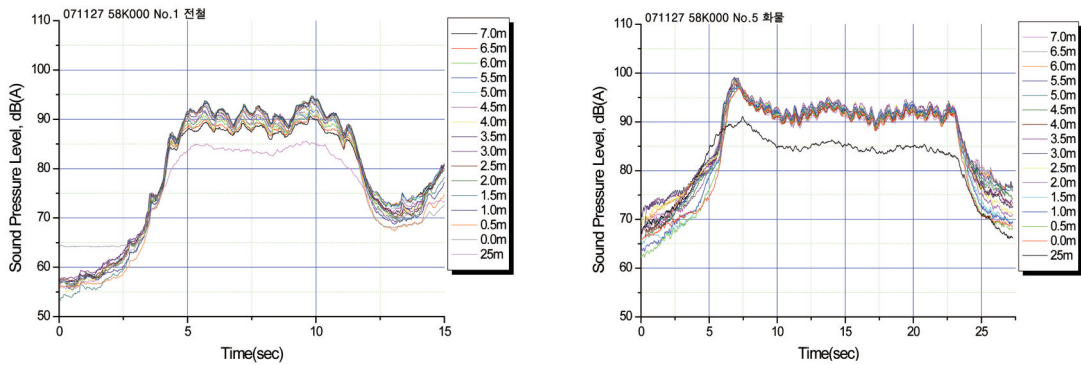


Figure 3. Typical time history for railway noise(Kyongbu line 58K000)

Table 1. Noise measurement results for Electric Multiple Unit and freight railcar [ $L_{max}$ , dB(A)]

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
train class	EMU	EMU	freight	EMU	freight	freight	EMU	freight	EMU	
direction	Downward									
vehicle number	10	10	7	10	26	21	10	23	10	
speed(km/h)	112	100	77	100	68	57	80	65	117	
passing time(s)	7.26	6.84	4.84	6.98	16.55	20.63	9.41	22.08	5.59	
Mic. channel	Ch 1	90.7	91.0	89.8	90.4	98.4	94.5	88.3	88.1	90.1
	Ch 2	91.3	91.8	90.3	90.9	98.6	94.8	88.8	88.6	90.7
	Ch 3	91.4	92.4	90.6	91.4	98.6	94.5	89.2	89.2	91.4
	Ch 4	92.0	93.0	91.7	92.2	99.0	95.3	89.8	89.7	92.7
	Ch 5	92.5	93.4	92.3	92.9	98.7	95.5	90.0	89.4	93.2
	Ch 6	92.7	93.5	92.4	92.8	98.5	95.5	90.6	88.9	92.8
	Ch 7	92.7	93.2	92.0	92.8	97.9	95.5	90.3	88.2	92.2
	Ch 8	94.0	94.4	92.9	93.8	98.6	94.7	91.3	89.3	93.2
	Ch 9	94.7	94.9	93.6	94.6	99.1	96.4	91.5	90.4	94.2
	Ch 10	94.7	95.2	93.9	94.6	98.5	97.4	91.4	90.1	94.4
	Ch 11	94.8	95.6	94.2	94.8	98.3	97.4	91.6	90.5	94.6
	Ch 12	94.2	95.4	93.6	94.1	97.4	98.3	91.7	89.9	94.4
	Ch 13	94.4	95.9	93.7	94.7	97.5	98.6	91.8	89.7	94.7
	Ch 14	93.6	95.2	93.7	94.4	97.2	98.2	91.5	88.9	94.2
	Ch 15	93.6	95.0	93.5	94.7	97.0	98.3	91.2	89.2	94.3

Table 2. Noise measurement results for Electric Multiple Unit and freight railcar[TEL, dB(A)]

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
train class	EMU	EMU	freight	EMU	freight	freight	EMU	freight	EMU	
direction	Downward									
vehicle number	10	10	7	10	26	21	10	23	10	
speed(km/h)	112	100	77	100	68	57	80	65	117	
passing time(s)	7.26	6.84	4.84	6.98	16.55	20.63	9.41	22.08	5.59	
Mic. channel	Ch 1	92.5	88.6	88.6	88.1	92.3	88.6	85.0	84.6	88.0
	Ch 2	92.9	89.2	89.1	88.7	92.6	88.9	85.5	85.0	88.5
	Ch 3	93.1	89.6	89.3	89.1	92.7	89.0	85.8	85.3	89.0
	Ch 4	93.6	90.3	89.9	89.8	93.2	89.5	86.4	85.8	89.7
	Ch 5	93.9	90.6	90.1	90.0	93.2	89.6	86.6	85.9	90.0
	Ch 6	93.9	90.7	90.0	90.2	93.1	89.6	86.8	85.9	90.1
	Ch 7	93.4	90.3	89.5	89.8	92.4	89.1	86.3	85.3	89.7
	Ch 8	94.2	91.4	90.6	91.0	93.4	90.2	87.5	86.4	90.8
	Ch 9	91.2	92.0	91.1	91.6	93.8	90.7	87.8	87.0	91.4
	Ch 10	91.2	92.1	91.2	91.7	93.7	90.5	87.8	86.9	91.6
	Ch 11	91.3	92.3	91.4	91.9	93.7	90.7	88.0	87.0	91.8
	Ch 12	91.0	92.0	90.8	91.6	93.1	90.4	87.7	86.5	91.5
	Ch 13	91.1	92.1	91.0	91.8	93.0	90.3	87.8	86.5	91.7
	Ch 14	90.5	91.6	90.7	91.5	92.4	89.8	87.4	85.9	91.2
	Ch 15	90.3	91.6	90.4	91.5	92.2	89.6	87.2	85.7	91.1

을 선로 중앙에서 7.5 m 이격된 지점에 마이크폰을 레일 면을 기준으로 높이 0.5m 간격으로 15개(1~15Ch)를 설치하여 측정하였으며, Ch16은 높이 1.5 m, 레일로부터 25 m 이격된 지점에 설치하여 측정을 수행하였다. Figure 2에는 측정지역의 측정단면과 측정전경을 나타낸 것이다. Table 1, 2에는 전철과 화물 열차의 측정결과(최고소음도와 TEL)의 일부를 나타내었으며 Figure 3에는 전철과 화물열차의 통과시 대표적인 열차의 소음 시간이력곡선 특성을 나타내었다.

경부선 서울기점 58K000 지점에서 전철 13대, 화물열차 8대의 주행 소음을 근거리에서 측정하여 최고소음도( $L_{max}$ ), 통과소음도(TEL)을 분석하였다. 전철의 경우 레일 상면에서 높이 2.0 m의 지점이, 화물열차는 2.0, 3.0 m의 높이에서 가장 높은 통과소음(TEL)이 나타났다. Figure 4와 5는 전철과 화물열차의 각 높이별 TEL 값을 나타낸 것이다.

전동차의 평균 주행 속도는 99 km/h, 평균 통과 시간은 7.4 s로 나타났다. 열차 통과시 측정된  $L_{max}$

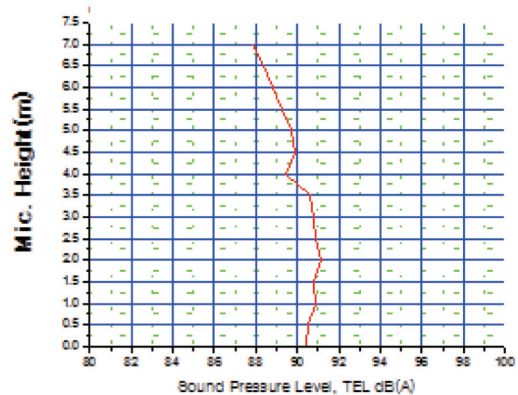


Figure 4. TELs according to measurement height for passby of EMU(Kyongbu line 58K000)

는 근거리 7.5 m에서 높이별로 86.3~95.9 dB(A), 레일의 중앙에서 25 m 이격된 지점은 80.9~87.7 dB(A)로 나타났다. 열차통과 소음인 TEL은 근거리 7.5 m에서 높이별로 83.5~94.2 dB(A), 레일의 중앙에서 25m 이격된 지점은 79.3~86.1 dB(A)로 나타났다.

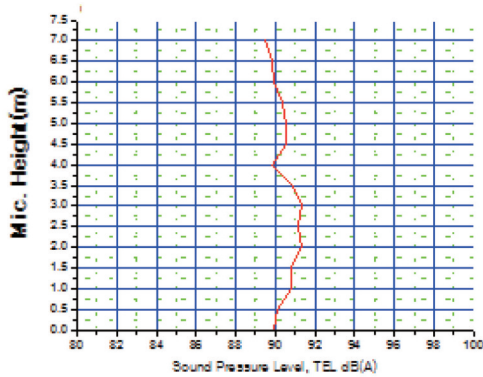


Figure 5. TELs according to measurement height for passby of freight railcar(Kyongbu line 58K000)

화물열차의 경우는 평균 주행 속도는 71 km/h, 평균 통과 시간은 15.4 s로 나타났다. 열차 통과시 측

정된  $L_{max}$ 는 근거리 7.5 m에서 높이별로 88.1~101.9 dB(A), 레일의 중앙에서 25 m 이격된 지점은 80.3~93.6 dB(A)로 나타났다. 열차통과 소음인 TEL은 근거리 7.5 m에서 높이별로 84.6~94.4 dB(A), 레일의 중앙에서 25 m 이격된 지점은 78.4~87.4 dB(A)로 나타났다. Table 3은 58K000 지점의 각 이격거리별  $L_{max}$ , TEL을 나타낸 것이다.

## 2. 호남선 대전조차장기점 112K200

상행으로 운행되는 무궁화, 새마을 및 화물 열차의 주행 소음을 선로 중앙에서 7.5 m 이격된 지점에 마이크로폰을 레일 면을 기준으로 높이 0.5 m 간격으로 16개(1~16Ch)를 설치하여 측정하였다. Figure 6은 측정지역의 측정단면과 측정전경을 나타낸 것이

Table 3. Analysis result of TELs according to measurement height(Kyongbu line 58K000)

Train Class	Ch.	height(m)	$L_{max}$ Range[dBA]	TEL[dBA]	Train Class	Ch.	height(m)	$L_{max}$ Range[dBA]	TEL[dBA]
EMU	1	7.0	86.3~92.0	83.5~92.5	Freight	1	7.0	88.1~100.4	84.6~93.1
	2	6.5	86.8~92.5	84.0~92.9		2	6.5	88.6~101.1	85.0~93.5
	3	6.0	87.3~92.8	84.5~93.1		3	6.0	89.2~101.2	85.3~93.5
	4	5.5	88.2~93.4	85.1~93.6		4	5.5	89.7~101.5	85.8~93.8
	5	5.0	88.6~93.6	85.3~93.9		5	5.0	89.4~101.0	85.9~93.8
	6	4.5	88.3~93.7	85.5~93.9		6	4.5	88.9~100.6	85.9~93.7
	7	4.0	88.4~93.5	85.0~93.4		7	4.0	88.2~100.3	85.3~93.0
	8	3.5	89.2~94.8	86.1~94.2		8	3.5	89.3~101.6	86.4~94.0
	9	3.0	89.5~95.4	86.5~92.9		9	3.0	90.4~101.9	87.0~94.4
	10	2.5	89.7~95.6	86.6~92.9		10	2.5	90.1~101.2	86.9~94.1
	11	2.0	90.4~95.8	86.8~93.1		11	2.0	90.5~101.0	87.0~94.1
	12	1.5	89.8~95.5	86.6~92.7		12	1.5	89.9~100.5	86.5~93.6
	13	1.0	89.6~95.9	86.6~92.9		13	1.0	89.7~100.7	86.5~93.6
	14	0.5	89.2~95.4	86.1~92.4		14	0.5	88.9~100.5	85.9~93.0
	15	0	89.3~95.6	86.0~92.3		15	0	89.2~100.5	85.7~92.9
	16	25	80.9~87.7	79.3~86.1		16	25	80.3~93.6	78.4~87.4

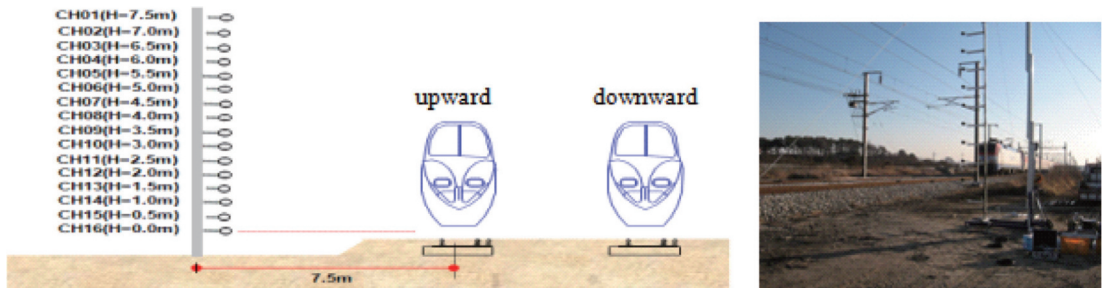


Figure 6. Microphone installation diagram and scene for noise measurement (Honam line 112K200)

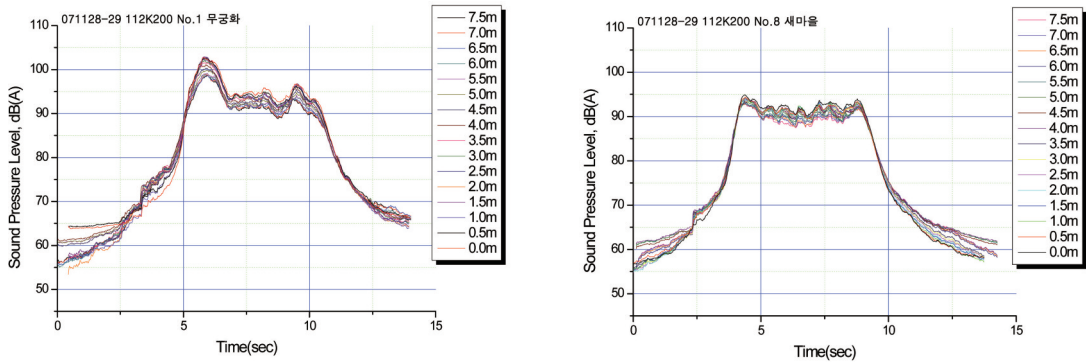


Figure 7. Typical time history for railway noise(Honam line 112K200)

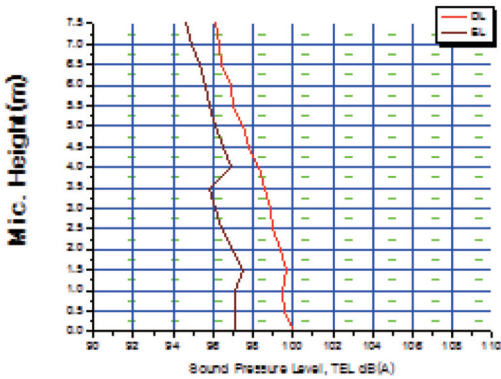


Figure 8. TELs according to measurement height for passby of Mugungwha train(Honam line 112K200)

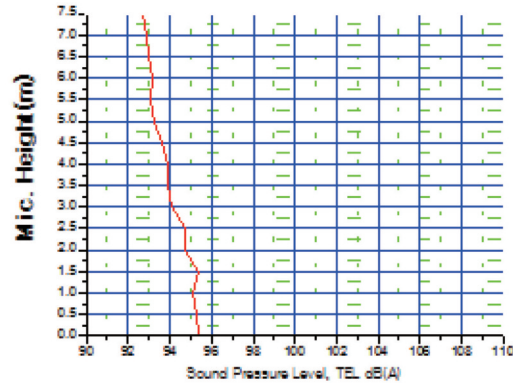


Figure 10. TELs according to measurement height for passby of freight railcar(Honam line 112K200)

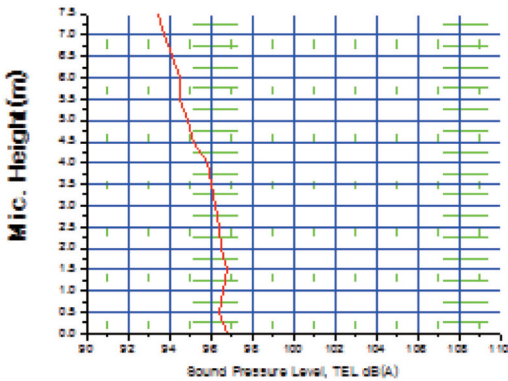


Figure 9. TELs according to measurement height for passby of Saemaeul train(Honam line 112K200)

다. Figure 7은 112K200 지점에서 운행되는 무궁화, 새마을열차의 대표적 시간이력곡선 특성을 나타낸 것이다.

호남선 대전조차장지점 112K200 지점에서 무궁화 7대, 새마을 4대 및 화물 2대를 측정하여 최고소음도

( $L_{max}$ ), 통과소음도(TEL)을 분석하였다. 무궁화의 경우 디젤전기기관차 견인(DL)의 경우는 레일 높이인 0.0 m, 전기기관차견인(EL)의 경우는 높이 1.5 m, 새마을은 1.5 m, 화물열차는 1.5 m 높이에서 가장 높은 통과소음(TEL)이 나타났다. Figure 8~10에는 통과열차의 각 높이별 TEL 값을 나타낸 것이다.

무궁화 열차의 평균 주행 속도는 116 km/h, 평균 통과 시간은 5.3 s로 나타났다. 열차 통과시 측정된  $L_{max}$ 는 근거리 7.5 m에서 높이별로 89.8~103.8 dB(A)로 나타났다. 열차통과 소음인 TEL은 근거리 7.5 m에서 높이별로 88.0~96.5 dB(A)로 나타났다.

새마을 열차의 경우는 평균 주행 속도는 124 km/h, 평균 통과 시간은 5.4 s로 나타났다. 열차 통과시 측정된  $L_{max}$ 는 근거리 7.5m에서 높이별로 91.7~ 100.1 dB(A)로 나타났다. 열차통과 소음인 TEL은 근거리 7.5 m에서 높이별로 90.2~94.8 dB(A)로 나타났다.

Table 4. Analysis result of TELs according to measurement height(Honam line 112K200)

Train Class	Ch.	height(m)	$L_{max}$ Range[dBA]	TEL Range[dBA]
Mugungwha	1	7.5	91.3~99.0	88.0~92.9
	2	7.0	91.6~99.1	88.2~93.1
	3	6.5	91.9~99.6	88.6~93.3
	4	6.0	92.1~100.2	88.9~93.7
	5	5.5	92.2~100.4	88.9~93.8
	6	5.0	92.7~100.6	89.3~94.2
	7	4.5	93.0~101.1	89.6~94.6
	8	4.0	93.3~101.5	89.9~95.0
	9	3.5	89.8~101.9	92.9~95.3
	10	3.0	90.0~102.1	93.0~95.6
	11	2.5	90.3~102.5	93.2~95.7
	12	2.0	90.6~103.3	93.5~96.0
	13	1.5	91.1~103.8	93.6~96.4
	14	1.0	90.8~103.4	93.6~96.0
	15	0.5	91.1~103.3	93.7~96.1
	16	0	91.0~103.3	94.2~96.5
Saemaetul	1	7.5	91.7~96.0	90.2~91.6
	2	7.0	92.1~96.2	90.4~91.8
	3	6.5	92.9~96.6	90.4~92.1
	4	6.0	93.1~97.1	90.7~92.4
	5	5.5	92.9~97.4	90.7~92.5
	6	5.0	93.5~97.7	91.2~92.8
	7	4.5	93.5~98.0	91.5~93.1
	8	4.0	94.2~98.5	91.7~93.4
	9	3.5	93.8~98.9	91.7~93.6
	10	3.0	93.9~99.3	91.8~93.7
	11	2.5	94.0~99.1	91.9~93.9
	12	2.0	93.8~99.6	91.9~94.4
	13	1.5	94.2~100.1	92.1~94.8
	14	1.0	94.5~99.3	92.0~94.3
	15	0.5	94.4~99.3	92.0~94.4
	16	0	94.9~99.6	92.6~94.8
Freight	1	7.5	90.8~94.5	89.0~89.6
	2	7.0	91.1~94.6	89.2~89.7
	3	6.5	91.4~94.5	89.5~89.9
	4	6.0	91.7~94.6	89.8~90.1
	5	5.5	91.5~94.6	89.9
	6	5.0	92.0~94.5	90.1
	7	4.5	92.5~94.7	90.3~90.4
	8	4.0	92.7~95.0	90.6
	9	3.5	92.9~94.9	90.6~90.8
	10	3.0	93.0~95.2	90.7~91.0
	11	2.5	93.3~96.1	91.0~91.2
	12	2.0	93.5~95.9	91.2~91.4
	13	1.5	93.9~96.9	91.6~91.7
	14	1.0	93.8~96.4	91.3~91.4
	15	0.5	94.0~96.6	91.4~91.7
	16	0	94.2~96.6	91.6~92.3

화물 열차의 경우는 평균 주행 속도는 81 km/h, 평균 통과 시간은 9.3 s로 나타났다. 열차 통과시 측정된  $L_{max}$ 는 근거리 7.5 m에서 높이별로 90.8~96.9 dB(A)로 나타났다. 열차통과 소음인 TEL은 근거리 7.5 m에서 높이별로 89.0~92.3 dB(A)로 나타났다. Table 4는 112K200 지점의 각 이격거리별, TEL을 나타낸 것이다.

## V. 결론 및 제언

우리나라 기존선(경부선과 호남선)을 통과하는 새마을, 무궁화, 화물 및 전철의 높이별 소음전파특성을 파악하기 위해 소음측정용 마이크로폰을 15개 수직으로 배열한 측정 장치를 활용하여 소음을 측정하였다. 이를 위해 마이크로폰은 레일중심으로부터 7.5m 이격된 위치에 0.5m 간격으로 7.0m까지 배치하였다.

토공구간으로 전동소음이 주요한 속도대역으로 운행되는 경부선에서 측정된 전철, 화물열차 소음은 0.0~3.5m까지 대동소이(1dBA 내외 차이)한 통과소음도 분포를 나타내었고 엄밀하게는 2.0m에서 최대값을 나타내었다. 반면에 작은 고가교량상부를 통과하는 호남선에서 측정된 통과소음도의 경우는 새마을, 무궁화, 화물열차의 경우 0 ~ 1.5m 근처가 가장 높은 통과소음도(TEL)을 보임을 알 수 있었다. 그러나 이 구간의 경우 교량의 진동에 의해 추가로 방사된 소음의 영향으로 0~1.0m까지 소음도가 높게 나온 것으로 판단된다.

이와같은 측정 및 분석결과를 고려할 때 우리나라 기존선을 통과하는 새마을, 무궁화, 화물 및 전철의 높이별 소음방사 특성은 대체로 중앙 위치인 1.5~2.0m에서 최대값을 가지며 상하로 갈수록(0~4m) 조금씩 낮은(대략 1.0dBA 정도) 통과소음도를 나타내고 있음을 알 수 있었으며, 우리나라 철도 소음을 정확하고 통일성 있게 측정하기 위한 소음진동공정시험기준 개정 등에서 기존선 선로변 소음측정 위치를 고려할 때 유용하게 참고할 수 있으리라 판단된다.



## 사사

본 논문은 환경부 수탁과제 「철도차량 제작차 소음 기준 설정을 위한 연구」 용역사업의 지원으로 수행한 연구 결과 중 일부임을 밝히며, 연구지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

- 국립환경과학원, 1993, 사업장 소음의 방지대책에 관한 연구(II).
- 국립환경과학원, 1994, 사업장 소음의 방지대책에 관한 연구(III).
- 조준호, 고효인, 김홍섭, 윤제원, 홍병국, 2009, 철도소음 저감용 방음벽의 현장소음저감 성능 분석에 관한 연구, 한국소음진동공학회 2009 추계학술대회논문집, 880-881.
- 조준호, 고효인, 2011, 철도소음 저감을 위한 간섭형 방음장치 음향설계 및 성능시험에 관한 연구, 환경영향평가, 19(6), 787-795.
- 조준호, 고효인, 2010, 예측식을 이용한 철도방음벽의 성능평가에 관한 연구, 환경영향평가, 20(6), 553-561.
- 환경부, 2010, 소음진동공정시험기준, 환경부 고시, 제2010-142호, 법제처.
- 한국철도기술연구원, 2000, 철도소음 진동의 효율적 저감방안 연구.
- 한국철도기술연구원, 2008, 철도차량 제작차 소음 기준 설정을 위한 연구.
- 한국철도기술연구원, 2012, 고속철도 400km/h 운행을 위한 환경소음 저감 핵심기술개발 연구. <http://www.imagine-project.org>
- ISO 3095, 2005, Railway Applications - Acoustics - Measurement of noise Emitted by railbound vehicles.
- Working Group Railway Noise of the European Commission, 2003, Position Paper on the European strategies and priorities for railway noise abatement.

최종원고채택 14. 01. 24