

# 철도방음벽 표준규격을 위한 기초 연구

## A Basic Study for the Noise Barrier Standard of Railway

조준호\*, 이덕희\*\*, 정우성\*\*\*, 이규진\*\*\*\*

Cho, Jun-Ho Lee, Duck-Hee Jung, Woo-Sung Lee, Kyu-Jin

---

### ABSTRACT

Recently, in various industrial field standardization and performance improvement are actively on going. Noise barrier is generally used to reduce railway noise. But the effectiveness of its use is low because of low level of technology development. In this basic study, test item and its specification are suggested for standardization of railway noise barrier.

---

#### 1. 서론

최근 들어 열차의 속도향상과 운행빈도의 증가에 따라 철도 소음·진동에 의한 영향으로 철도연변에 위치한 학교, 병원, 아파트 주민 등의 불편이 날로 증가되고 있다. 철도는 1960년대 산업화 이후 급속한 도시화 과정에서 인구의 집중, 도시의 비대화로 인해 늘어나는 교통의 수요와 대량 운송 그리고 정시운행이라는 장점으로 국가산업 발전과 국민편익에 지대하게 공헌했다. 그러나 이러한 발전과 편리함에도 불구하고 소음·진동 공해를 유발시켜 최근 철도연변 주민들의 불만족 지적률이 날로 증가하고 있는 실정이다.<sup>(1)</sup>

이러한 철도소음 저감시설로는 단순히 차음벽 기능으로 시작한 철도환경소음 저감시설은 관련 산업 발달 및 환경에 대한 사회적 요구에 의해 더욱 더 고도화되어 가고 있으며 새로운 기술이 연구소와 업체를 중심으로 개발되고 실제 현장에 설치되고 있다.<sup>(2)-(3)</sup> 철도 환경소음은 예전의 단

- \* 한국철도기술연구원 철도환경·재료연구팀 선임연구원
- \*\* 한국철도기술연구원 철도환경·재료연구팀 주임연구원
- \*\*\* 한국철도기술연구원 철도환경·재료연구팀 책임연구원
- \*\*\*\* 한국철도기술연구원 철도환경·재료연구팀 연구원

순한 옹벽의 수준을 넘어 이제는 환경에 무해한 흡음재 사용, 방음 효율을 기존의 방음벽보다 향상시킨 고효율 방음벽과 철도 이용 승객 및 철도 연변 주민의 조망과 일조권을 보호하기 위한 투명방음벽과 혼합형 방음벽 등으로 다양화되어 가고 있다.

철도 선진국에서는 이와 같은 소음 피해를 최소화하기 위하여 오래 전부터 다양한 조건의 환경으로부터 상당한 경험과 데이터가 구축된 실정이다. 또한 도로 및 철도 주변의 소음억제를 위해 여러 종류의 방음벽 및 장치들을 폭 넓게 연구하였으며, 경험적, 기하학적 그리고 수치해석적으로 다양한 방법들이 개발되고 있다.<sup>(4)-(5)</sup>

또한 철도 연변 소음 저감을 위한 시설에 대한 현실적이고 체계적인 측정 및 분석이 이루어질 때 방음시설의 설치에 따른 효과를 정확하게 예측하여 적재적소에 경제적으로 시공하므로 그 효과를 극대화할 수 있을 것이다.

최근 공업 각 분야에서 표준규격 제정을 통한 규격화 및 성능향상 움직임이 활발히 진행되고 있다. 철도소음 저감을 위해 가장 보편적으로 사용되고 있는 방음벽은 군소업체의 난립 및 기술개발 저조에 따라 그 효율이 낮은 실정이다.

본 연구에서는 한국철도 방음벽의 표준규격을 위한 기초연구로써 표준규격에 포함되는 주요 항목 결정을 위해 필요한 측정 및 그 결과에 대해 나타내었다.

## 2. 철도소음 정규 스펙트럼

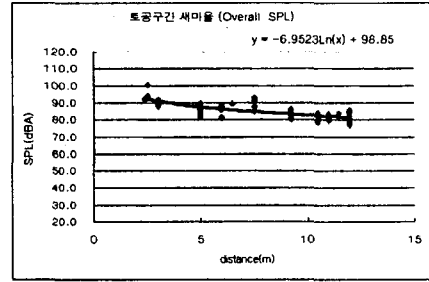
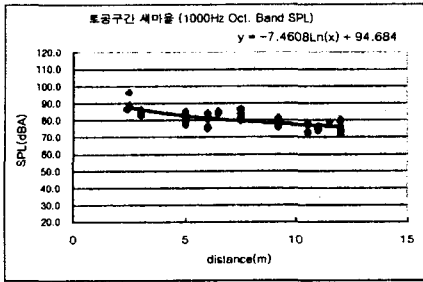
본 장에서는 한국철도(새마을, 무궁화)가 통과시 연변에서 거리별로 측정한 소음도 및 스펙트럼 데이터를 이용하여 철도방음벽의 표준규격 제안을 위한 주요 음향성능 시험항목 선정시 필요한 기준데이터로 활용하였다. 새마을열차에 대한 소음 측정 위치 및 구간 레일 특성을 표 1에 나타내었다.

표 1 철도소음 정규스펙트럼을 위한 측정 장소(새마을)

| 선구분 | 구간        | 기점거리    | 비고             |
|-----|-----------|---------|----------------|
| 경부선 | 부곡~성대앞(1) | 34k000  | 장대, R=480, 분기기 |
| 호남선 | 개태사~연산    | 35k200  | 장대, R=1400     |
| 경부선 | 사곡~약목     | 283k400 | 장대, 직선         |
| 호남선 | 장성~옥정     | 169k566 | 장대, R=1400     |
| 호남선 | 다산~황등     | 77k150  | 장대, 직선         |
| 경부선 | 오산~송탄     | 58k600  | 장대, 직선         |
| 경부선 | 조치원~신탄진   | 151k800 | 장척, 직선         |
| 경부선 | 세천~옥천     | 182k350 | 장대, R=1400     |
| 경부선 | 부곡~성대앞(2) | 36k500  | 장대, 직선         |

새마을 열차 통과시 발생하는 소음의 스펙트럼을 거리별로 분석하기 위해 위 표1에서 나타낸 바와 같이 총 9개 구간에서 측정된 결과를 활용하였으며, 총 66대의 열차통과 시에 얻어진 소음도 스펙트럼을 이용하였다. 측정결과 얻어진 주파수 스펙트럼중 전형적인 중심주파수 1000Hz의 옥타브 밴드 및 총합레벨에 대한 측정값과 곡선적합(curve fitting)에 의해 얻어진 실험식을 그림 1에

함께 나타내었다.



(a) 소음정규스펙트럼(중심주파수 1000Hz)

(b) Overall level

그림 1 새마을 열차 소음 정규스펙트럼

이와같이 새마을 및 무궁화 열차가 통과할 때 선로중심으로부터 5m 이격 위치에서 소음도 스펙트럼의 평균값을 실험식으로부터 구하여 나타낸 한국철도소음 정규 스펙트럼을 1/1 옥타브밴드에 대해 그림 2에 나타내었다. 그림에서 알 수 있는바와 같이 철도연변에서 측정된 소음을 A 가중(A-weighting)하여 분석한 결과 250 - 8000Hz가 주요한 주파수 밴드임을 알 수 있다. 그 중에서도 250 - 4000Hz까지의 주파수밴드가 다른 주파수 밴드에 비해 큰 영향을 끼치는 것을 알 수 있다.

### 3. 철도소음저감계수(Railroad Noise Reduction Coefficient)

현재 국내에서 일반적으로 방음벽의 흡음성능을 나타내는 지표로 환경부에서 고시한 NRC, 즉 소음저감계수(Noise Reduction Coefficient)가 있으나, 철도소음의 경우 앞에서 나타낸 바와 같이 NRC를 계산하기 위한 주파수 밴드값보다 더 큰 영향이 있는 4000Hz 주파수 밴드를 포함하기 때문에 본 연구에서는 다음 식과 같은 철도 소음저감계수(R-NRC ; Railroad Noise Reduction Coefficient)를 제안하였다.

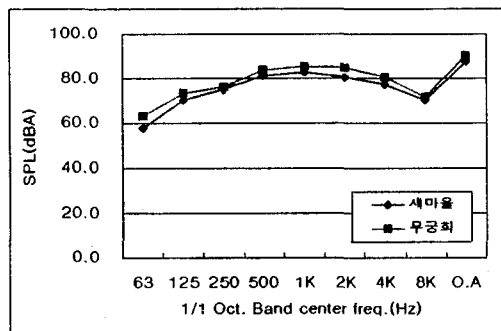


그림 2 한국철도 소음 정규스펙트럼(5m 위치, 1/1옥타브밴드)

$$R-NRC = \frac{(\alpha_{250} + \alpha_{500} + \alpha_{1000} + \alpha_{2000} + \alpha_{4000})}{5} \quad (1)$$

여기에서,  $\alpha$ 는 1/3 옥타브밴드 중심주파수에 대한 흡음율이다.

#### 4. 현장 삽입손실 평가

본 장에서는 철도방음벽 성능평가를 위한 현장 삽입손실 평가에 대하여 나타내었다. 현재 국내 방음벽 성능평가관련 고시로써 환경부고시 제1998-150호 방음벽의 성능 및 설치기준이 사용되고 있으나<sup>(6)</sup> 이 고시에서 규정하고 있는 것은 방음벽 시공자가 발주자에게 적정 시공여부를 검토하기 위해 제출하는 평가에 대한 부분이다. 외국의 경우에는 모든 형태의 외부방음벽에 대한 현장 삽입손실의 판정을 위해 ISO 10847<sup>(7)</sup>을 사용하고 있다.

본 연구에서 제안하는 현장 삽입손실 평가는 새로운 방음벽이 제안되었을 때 그 성능을 서로 비교평가하기 위한 것으로 철도방음벽의 성능평가를 위해서 실제 철도소음을 측정하는 것은 운행 열차의 특성이 다르고, 실제 열차 운행전에는 그 성능을 평가하기 어려운 점을 감안하여 스피커 테스트를 이용한 성능평가 방법을 제안한 것이다.

방음벽 현장 삽입손실에 대한 평가는 현재 국내 철도 방음벽의 경우 대체적으로 기초 위에 3.5m 높이의 흡음형 방음벽이 설치되고 있으므로 이러한 유형을 기준으로 하였다. 또한 본 절의 시험에서 사용한 기준 마이크로폰 위치에서의 주파수 밴드별 소음도는 제1절의 한국 철도소음의 정규스펙트럼에 해당하는 소음도를 이용하여 시험하였다. 이와같이 시험한 결과를 바탕으로 철도 방음벽 표준규격(안)의 현장삽입손실 기준을 제시하였다.

표 2에는 현장삽입손실값 제안을 위한 현장 측정개소를 나타내었고 그림 3에는 현장삽입손실 측정도를 개략적으로 나타내었다. 현장 측정장면은 그림 4에 나타내었다.

표 2 철도방음벽 현장 삽입손실 측정을 위한 장소

| 구간      | 위치      | 좌우 구분 | 비고      |
|---------|---------|-------|---------|
| 오산역구내   | 56k800  | 우     | 조용한 주택가 |
| 평택역 구내  | 75k400  | 우     | 조용한 평지  |
| 서정리역 구내 | 67k350  | 우     | 조용한 평지  |
| 조치원역 구내 | 129k800 | 우     | 조용한 주택가 |

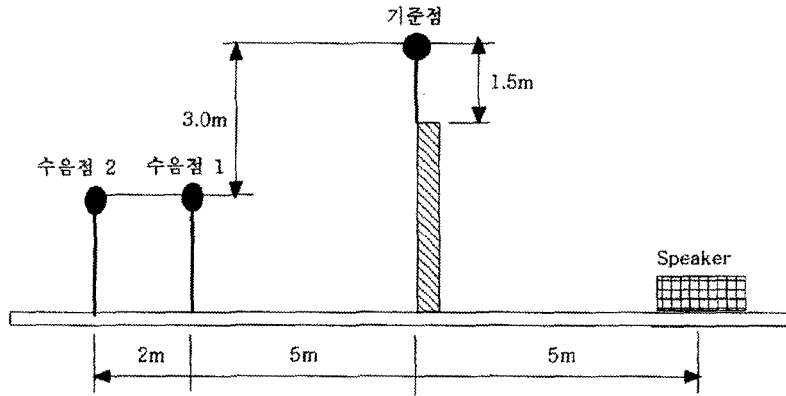
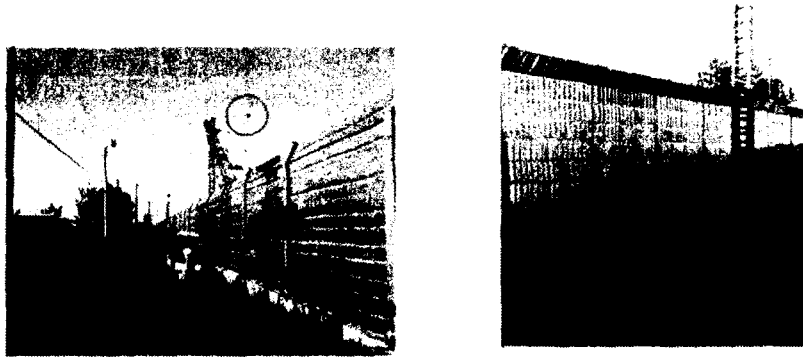


그림 3 철도방음벽 삽입손실 측정도

이와같이 총 4개의 구간에서 방음벽 설치에 따른 현장 삽입손실 평가를 위해 철도소음 정규스펙트럼을 이용하였다. 기준점에서의 소음도 값이 정규스펙트럼과 약간 차이가 나는 경우가 있지만, 소음도 차이가 작은 경우 이 소음도 근처에서 선형 변화한다고 판단되어 5m, 7m 위치에서 평균 삽입손실을 간접측정에 의해 얻을 수 있었다. 이와같이 얻어진 방음벽 현장 삽입손실 평균값을 표 3에 나타내었다. 이와 같은 값을 통해 철도 방음벽의 삽입손실 기준치로 제안하는 것이 타당하리라 판단된다.



a) 기준점 및 수음점 마이크론

b) 선로 변 음원발생기

그림 4 서정리역 구내 방음벽 삽입손실 측정 전경

표 3 방음벽 현장 삽입손실 평균값(스피커음원 사용)

| 중심주파수(Hz) | 삽입손실(dB) |      |
|-----------|----------|------|
|           | 5m       | 7m   |
| 63        | 5.6      | 7.2  |
| 125       | 11.6     | 10.8 |
| 250       | 11.1     | 12.1 |
| 500       | 6.8      | 9.4  |
| 1000      | 14.0     | 12.1 |
| 2000      | 19.3     | 19.8 |
| 4000      | 16.8     | 14.2 |

## 5. 결 론

본 연구에서는 철도소음 저감을 위해 가장 보편적으로 사용되고 있는 방음벽의 표준규격을 위한 기초연구로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 소음 저감재료의 흡음율에 대한 평균개념으로 일반적으로 사용되고 있는 소음저감계수대신에 철도소음의 정규 스펙트럼에 기초한 철도소음 저감계수를 사용함으로써 보다 정확하고 효율적인 철도방음벽의 요구성능을 표준화할 수 있으리라 판단되었다.

둘째, 철도방음벽의 설치에 따른 효과산정을 위해 표준화된 성능평가 방법이 요구되며, 특히 새로운 방음벽의 개발시 본 연구에서 제안한 철도소음 정규스펙트럼을 이용한 현장삽입손실 산출이 유용한 판단기준이 되리라 사료된다.

## 참고문헌

1. 광광수,윤해동,조원희,박재영,김재수, 1998, 철도진동의 전달 및 감쇠특성에 관한 실험적 연구, 한국소음진동공학회 추계학술대회 논문집, pp 712-717
2. 조준호, 나희승, 1999, 철도 환경소음 규명 및 저감기술, 한국소음진동공학회지, 제9권, 제3호, pp 451-456
3. 철도 소음진동의 효율적 저감 방안 연구(4차년도 보고서), 2000, 한국철도기술연구원, pp22-89
4. D. C. Hothersall, S. N. Chandler-Wilde and N. M. Hajmirzae, 1991, Efficiency of single noise barriers, J. Sound and Vibration, Vol. 146, pp 303-322
5. Y. Gabillet, P. Jean and J. Defrance, 1997, A boundary element formalism for the study of noise barriers, Proceedings of Inter-noise 97, pp 437-440
6. 방음벽의 성능 및 설치기준, 1998, 환경부고시 제 1998-150호
7. ISO 10847 Acoustics- In-Situ determination of insertion loss of outdoors noise barriers of all types.