

방음벽 설치에 따른 철도소음의 변화에 관한 연구

○ 윤해동* 조원희** 양만우** 김재수***

A Study on the Variation of Rail Noise by Noise Barrier

Hae-Dong Yun* Won-Hee Cho** Man-Woo Yang** Jae-Soo Kim***

ABSTRACT

With rapidly industrial development, a railway has become of a main traffic means. But, the railway noise has caused much annoyance for the residents living nearby railway tracks. Therefore, in our country, for established of quite dwelling environment, execute regulation standard of railway noise from January 1, 2000. Efficiency soundproofing measures, however, are very difficult because of the lack of basic data and insufficiency of the existing research. In this point, this study attempts to survey the characteristics of attenuation and propagation of railway noise in by existence of noise barrier. And this study intends to get the basic data for establishment of a standard about railway noise.

I. 서론

도심에서 철도는 급격한 산업화와 도시의 인구 집중으로 인해 철도변 주변에 많은 건물이 들어서게 되면서 주민들에게 심각한 소음공해를 유발하고 있다.

특히, 도시를 통과하는 철도변의 경우 아주 근접한 거리에 주거시설이 들어서고 있으며, 이로인한 주민들의 불만족 지적률은 날로 높아지고 있는 실정이다. 따라서 이러한 철도소음을 방지하기 위한 대책으로 현재 방음벽을 설치하고 있으나, 아직까지 방음벽에 의한 소음감쇠효과 및 효율적인 방음벽 설치에 관한 연구가 미비한 실정이어서 이에 대한 자료의 확보 및 연구가 절실히 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 호남선에서 가장 많이 운행되고 있는 새마을호와 무궁화호 열차를 연구 대상으로 하여 방음벽 설치 전·후의 철도소음의 전달 및 감쇠특성을 파악하고자 하였으며, 이를 토대로 향후 철도소음에 관한 효율적인 차음대책 수립시 기초적인 자료를 제시하고자 한다.

II. 연구내용 및 방법

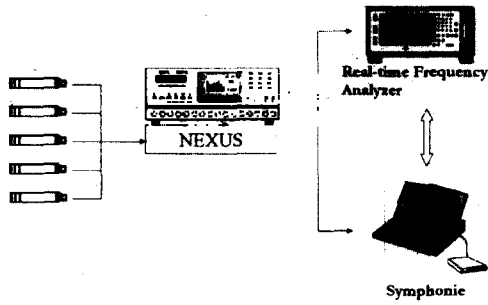
철도소음의 전달 및 감쇠특성을 파악하기 위하여 본 연구에서는 소음공정시험방법(환경부고시 제 1995-10호)에 준하여 측정하였다.

측정 방법은 <Fig 1>과 같이 마이크로폰에서 들어오는 신호를 NEXUS를 통해 DAT(Digital Audio Tape Recorder)로 현장에서 동시에 녹음하였으며, 녹음된 신호를 실험실에서 Signal Analyzer와 주파수 분석기로 분석하였다.

본 연구에서 분석에 사용된 주파수 범위는 31.5Hz~8kHz까지 1/1 Octave Band 중심주파수별로 30초간 측정·분석하였으며 동시에 전 대역 음압레벨도 dB(A)값으로 측정·분석 하였다.

철도소음 측정을 위한 기기구성도는 <Fig 1>과 같으며, 측정대상 열차의 종류에 따른 통과속도와 객차수등의 제원은 <Table 1>과 같고, 방음벽의 제원은 <Fig 2>와 같다.

* 정희원, 원광대학교 건축음향연구실 박사과정
** 정희원, 원광대학교 건축음향연구실 석사과정
*** 정희원, 원광대학교 건축음향연구실 부교수, 공학박사

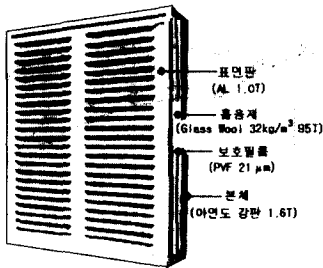


- Microphone (B&K Type 4165)
- Microphone Preamplifier (B&K Type 2669)
- Nexus (B&K Type 2690)
- DAT (Sony Pc216Ax)
- Frequency Analyzer(Symphonie 01dB)
- Real-time Frequency Analyzer (B&K Type 2144)

<Fig 1> Diagram of measuring system

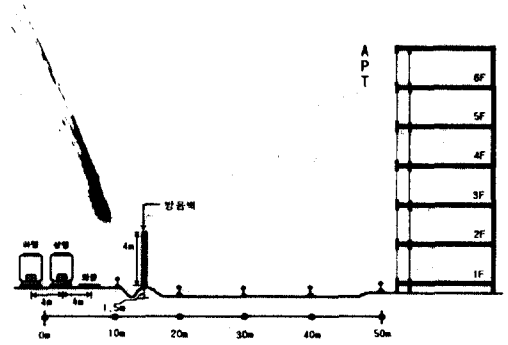
<Table 1> Composition measuring train

구 분	통과속도(km/h)		축하중(ton)	Sample
	상 행	하 행		
새마을 8량	60~65	85~90	12.49	10
무궁화 8량	58~62	83~87	11.79~12.78	10

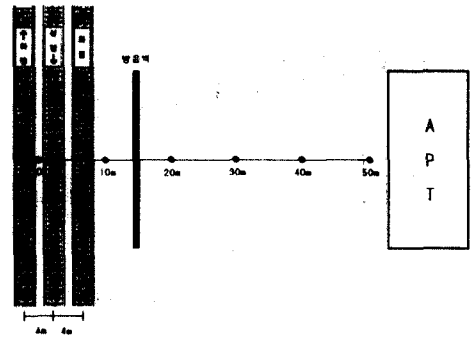


<Fig 2> Composition of Noise Barrier

또한, 본 연구의 측정지점은 <Fig 3>과 같으며, 상·하행 철도선로의 중심선을 기준으로 10m지점은 방음벽 안쪽의 철도변이고 10m이상의 지점은 방음벽이 설치된 바깥부분이며 방음벽의 길이는 약 100m이다.



(a) Section of measuring point



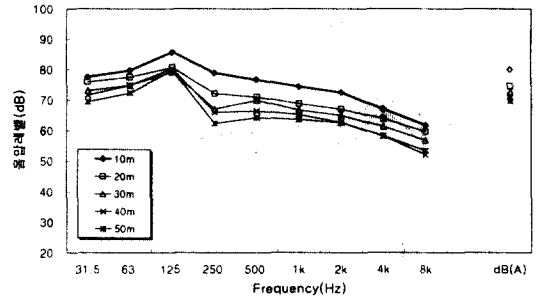
(b) Plane of measuring point

<Fig 3> Measuring point of Rail Noise

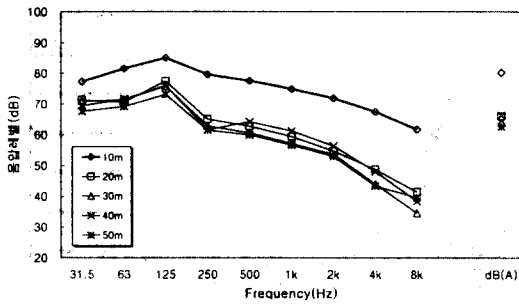
III. 분석 및 고찰

3.1 각 열차의 주파수별 소음특성

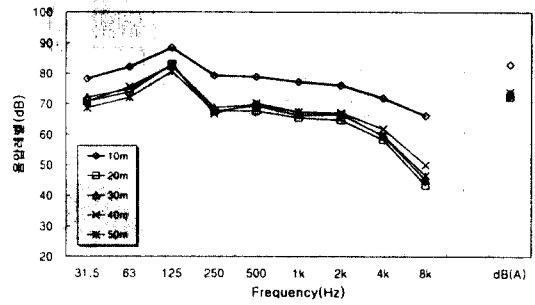
새마을호 8량과 무궁화호 8량을 기준으로 하여 각 거리에 따른 주파수 특성을 상행과 하행으로 나누어 파악해 보면 <Fig 4>, <Fig 5>와 같다.



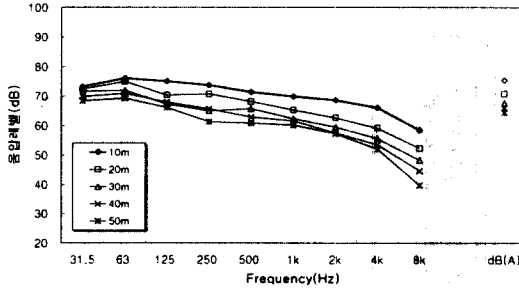
(a) pre-Noise Barrier(going up)



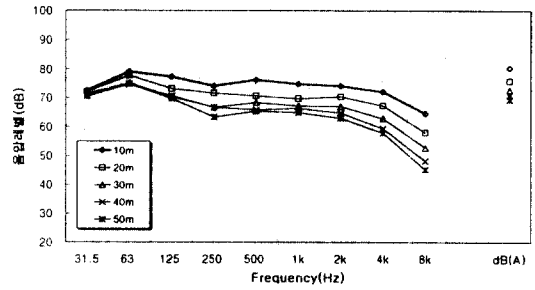
(b) post-Noise Barrier(going up)



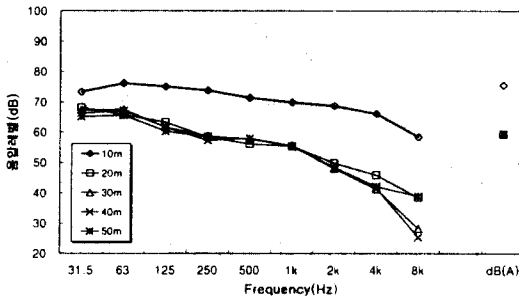
(b) post-Noise Barrier(going up)



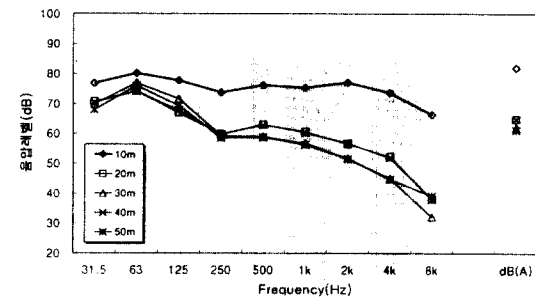
(c) pre-Noise Barrier(going down)



(c) pre-Noise Barrier(going down)



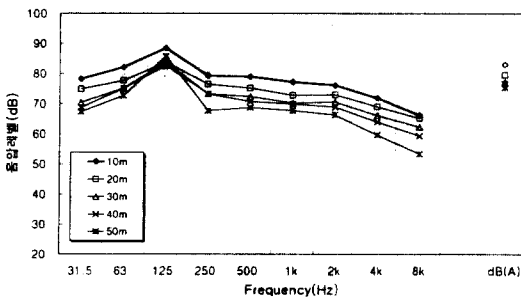
(d) post-Noise Barrier(going down)



(d) post-Noise Barrier(going down)

<Fig 4> Measured value of frequency of Saemaoul 8-quantity by distance

<Fig 5> Measured value of frequency of Mugunghwa 8-quantity by distance



(a) pre-Noise Barrier(going up)

그림에서 보면 상행의 경우 새마을화와 무궁화호 모두 방음벽 설치전·후 125Hz대역이 peak주파수 대역으로 나타나고 있다. 또한 방음벽 설치전의 경우에는 대체로 일정하게 거리감쇠가 일어나고 있으나, 방음벽 설치후에는 방음벽 후면의 음압 레벨이 급격히 감쇠하고 있음을 있으며 저주파수 대역보다는 중·고음역에서 감쇠폭이 커짐을 알수 있어서 방음벽의 차폐효과가 매우 뛰어난을 알수 있다.

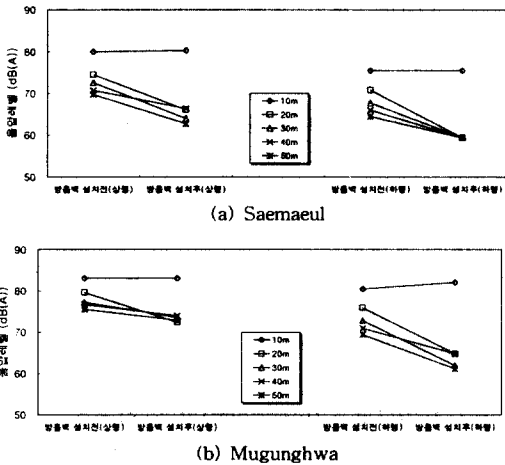
하행은 방음벽 설치전·후의 peak주파수 대역이

63Hz로 나타나 상행과는 다른 양상을 보이고 있는데, 이러한 현상은 상행의 경우 엔진을 가속하는 구간으로서 엔진음의 영향을 강하게 받는 반면, 하행의 경우는 인접역으로 진입하는 구간으로서 감속단계에 있기 때문에 엔진음의 영향을 덜 받고 있기 때문으로 사료된다.

또한 상행과 마찬가지로 방음벽 설치전에는 거리에 따른 일정한 거리감쇠가 일어나고 있으나, 방음벽 설치후에는 방음벽 후면의 음압레벨이 급격히 감쇠하고 있으며, 저주파수 대역보다는 중·고음역에서 감쇠폭이 커짐을 알 수 있다.

3.2 방음벽 설치에 따른 소음레벨 감쇠특성

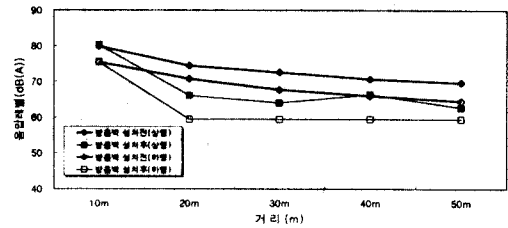
새마을호 8량과 무궁화호 8량을 기준으로 하여 방음벽 설치유·무에 따른 소음레벨의 감쇠특성을 파악해 보았으며 그 결과는 <Fig 6>과 같다.



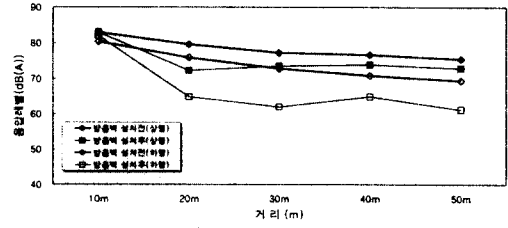
<Fig 6> Propagation Characteristics of sound pressure level by Noise Barrier

<Fig 6>에서 보면 가속구간인 상행이 감속구간인 하행에 비해 음압레벨이 높게 나타남을 알 수 있는데, 이러한 현상은 상행의 경우 하행보다 엔진음의 영향을 크게 받고 있으며, 측정지점은 고정되어 있으나 상행철도가 하행철도에 비해 4m 정도 가깝기 때문으로 사료된다. 또한, 10m 지점에서는 방음벽 설치전에 비해 방음벽 설치에 따른 음반사 효과로 인해 방음벽 설치후의 음압레벨이 오히려 높게 나타나고 있다.

방음벽 설치에 따른 거리별 음압레벨의 변화특성을 그림으로 나타내어 보면 <Fig 7>과 같다.



(a) Measured value of sound pressure level of Saemaueul by distance



(b) Measured value of sound pressure level of Mugunghwa by distance

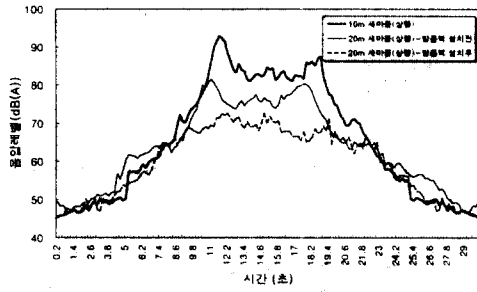
<Fig 7> Measured value of sound pressure level by different train

그림에서 보면 엔진음의 영향을 강하게 받는 상행이 하행에 비해서 높은 음압레벨을 보이고 있으며, 방음벽 설치전에는 대체적으로 일정한 거리감쇠패턴을 보이고 있으나, 방음벽 설치후에는 방음벽 바로 후면인 20m 지점의 감쇠가 가장 크며 그 이후는 약간씩 증가하거나 감소하는 불규칙한 패턴을 보이고 있다. 새마을호의 경우를 보면 상행의 경우 방음벽의 설치에 따라 약 4.5~8.5dB(A)의 감쇠효과를 나타내고 있으며, 하행의 경우에는 5.5~11.5dB(A)의 높은 감쇠율을 보이고 있다. 무궁화호의 경우를 보면 상행의 경우에는 2.5~7.5dB(A)의 감쇠효과를 나타내고 있으며, 하행의 경우에는 6.0~11.0dB(A)의 높은 감쇠율을 보이고 있다. 이러한 결과로 보면 음압레벨이 큰 상행이 하행에 비해 방음벽 설치에 따른 음압레벨의 감쇠율이 더 낮게 나타나고 있어서, 인근 주민에게 더 많은 영향을 미치고 있는 것으로 사료된다. 따라서 도심을 통과하는 철도선로변에 방음벽을 설치시에는 계획 단계에서부터 음압레벨이 큰 상행에 대한 고려가 보다 면밀하게 검토되어야 할 것으로 사료된다.

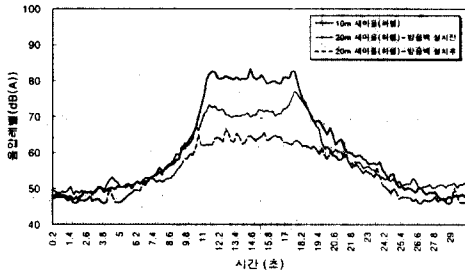
3.3 음압레벨의 변화특성

시간의 경과에 따른 음압레벨의 변동특성을 파악하기 위하여, 방음벽을 기준으로 방음벽 안쪽인 10m 지점과 방음벽 설치전·후의 20m 지점을 기준

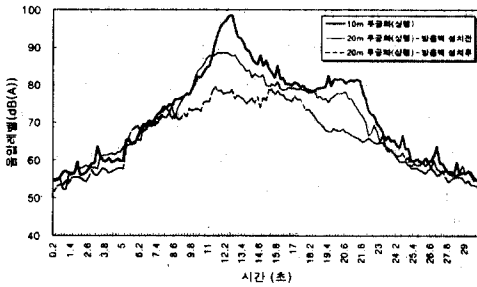
으로 시간대별 음압레벨의 변화를 측정하여 보았는데 <Fig 8>과 같다.



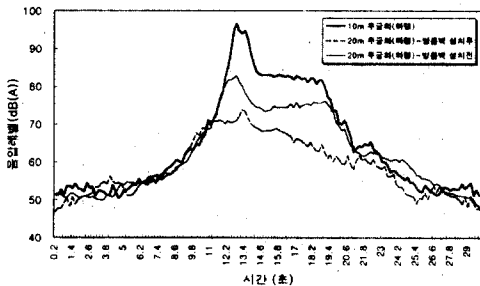
(a) Saemaedul 8-quantity(going up)



(b) Saemaedul 8-quantity(going down)



(c) Mugunghwa 8-quantity(going up)



(d) Mugunghwa 8-quantity(going down)

<Fig 8> The time recording of Sound pressure level measured by different train

<Fig 8>에서 보면 10m지점에 비해 방음벽 설치에 따른 20m지점의 음압레벨 차이가 두드러짐을 알수 있으며, 엔진음의 영향을 강하게 받고 있는 상행의 경우가 감속단계에 있는 하행에 비해 음압레벨이 높게 나타나고 있다.

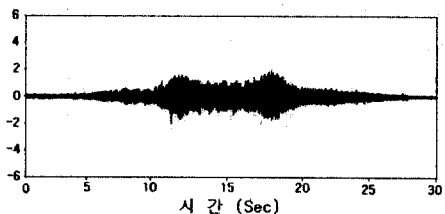
저소음·저진동형으로 개발된 새마을호의 경우를 보면 열차가 측정지점을 통과하는 순간 에너지가 서서히 증가했다가 약 7초간 peak음압레벨을 유지한후 측정지점에서 멀어질수록 다시 감소하는 패턴을 보이고 있으며, 상·하행 모두 10m지점과 방음벽 설치전 20m지점에서는 peak음압레벨의 특성이 두드러지게 나타나고 있으나, 방음벽 설치후의 20m지점에서는 peak음압레벨의 특성이 뚜렷이 나타나고 있지 않음을 알수 있다.

무궁화호의 경우에는 열차가 측정지점을 통과하는 순간 에너지 집중으로 음압레벨이 급격히 증가하여 약 98dB(A)까지 올라갔다가 다시 급격히 감소한후, 열차가 측정지점을 벗어나는 순간 후미 엔진실의 영향으로 다시 음압레벨이 높아졌다가 감소하는 특성을 보이고 있다. 그러나 방음벽 설치후의 20m지점에서는 이러한 peak음압레벨의 특성이 뚜렷이 나타나지 않고 있으며, 그 변화폭도 매우 적게 나타나고 있다.

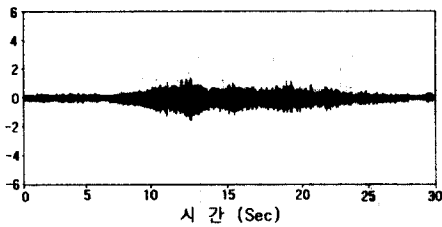
따라서 방음벽을 설치함으로써 인근주민에게 가장 영향을 미치는 peak음압레벨을 상당히 저감시키고 있음을 알수 있다.

3.4 시간응답(Time Response)의 변화특성

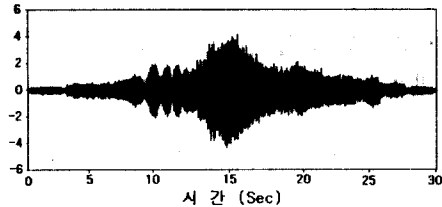
시간의 경과에 따른 시간응답의 변동특성을 음압레벨이 큰 상행을 기준으로 파악하여 보았는데 <Fig 9>와 같다.



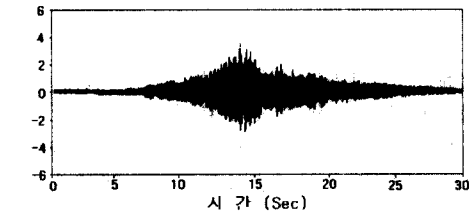
(a) Saemaedul at 20m[pre-Noise Barrier(going up)]



(b) Saemaueul at 20m[post-Noise Barrier(going up)]



(c) Mugunghwa at 20m[pre-Noise Barrier(going up)]



(d) Mugunghwa at 20m[post-Noise Barrier(going up)]

<Fig 9> Time Response of different train

<Fig 9>에서 보면 새마을호의 경우는 약 7~8초간 peak치의 음압레벨을 유지한후 다시 감쇠하는 특성을 보이고 있으나, 무궁화호의 경우는 열차가 진입하는 순간 급격히 에너지가 집중했다가 감쇠하는 음압에너지 변화특성을 보이고 있다. 또한 방음벽 설치에 따른 음압레벨의 차이가 현저하게 나타남을 알수 있는데, 방음벽 설치후의 경우 peak치의 음압레벨의 감쇠가 높게 나타나고 있다.

IV. 요약 및 제언

본 연구를 통하여 얻은 결과를 종합하여 보면 다음과 같다.

1. 각 열차의 거리별 주파수 특성을 살펴보면 방음벽 설치전의 경우에는 대체적으로 일정한 거리 감쇠가 일어나고 있으나 방음벽 설치후에는 방음벽 후면의 음압레벨이 급격히 감쇠하고 있으며, 저주파수 대역보다는 중·고음역에서 감쇠

폭이 커짐을 알수 있다, 또한 가속엔진음의 영향에 따라 peak주파수 대역이 변화하고 있음을 알수 있다.

2. 방음벽 설치에 따른 소음레벨의 감쇠특성을 살펴보면 방음벽 안쪽인 10m지점의 경우에는 방음벽의 음반사 효과로 인해 방음벽 설치후의 음압레벨이 약간 높게 나타나고 있으며, 방음벽 설치에 따른 음압레벨의 감쇠율은 음압레벨이 큰 상행이 하행에 비해 낮게 나타나, 효과적인 철도소음 차폐를 위해서는 방음벽 설치시 계획 단계에서부터 이에 대한 고려가 있어야 할 것으로 사료된다.
3. 시간의 경과에 따른 음압레벨의 변동특성을 살펴보면 방음벽 설치후에 peak치의 음압레벨이 상당히 감쇠하고 있으며 그 변화폭도 매우 적게 나타나고 있어서, 방음벽을 설치함으로써 인근 주민에게 가장 영향을 미치는 peak음압레벨을 상당히 저감시키고 있음을 알수 있다.
4. 시간응답의 변화특성을 살펴보면 새마을호의 경우 약 7~8초간의 peak치의 음압레벨을 유지한 후 다시 감쇠하고 있으나, 무궁화호의 경우에는 에너지가 급격히 증가했다가 감쇠하는 특성을 보이고 있으며, 방음벽 설치전·후의 차이가 매우 뚜렷이 나타나고 있다.

참고문헌

1. 윤해동 외 3인; “철도소음의 전달 및 감쇠특성에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회 추계학술발표대회논문집 18권 2호, 1998.10, pp 955~960
2. 윤해동 외 2인; “성토지역을 통과하는 열차소음의 전달 및 감쇠특성에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집 19권 1호, 1999.4, pp 497~502
3. 윤해동 외 2인; “도심지 방음벽을 통과하는 철도소음의 전달특성에 관한 실험적 연구”, 한국음향학회 하계 학술발표대회 논문집 18권 1호, 1999.7, pp 319~325
4. 윤해동 외 2인; “절토지역을 통과하는 철도소음의 전달 및 감쇠특성에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집 19권 2호, 1999.10, pp 1051~1056

http://sound.wonkwang.ac.kr
archsun@chollian.net