

## 철도소음과 그 영향

○ 강대준\*, 나진균\*

### (Railroad Noise and its Impact)

(Daejoon Kang, Jingyun Na)

#### 1. 序 論

철도는 대량수송 및 정시제 운행이라는 중요한 역할을 하면서도 다른 한편으로는 철도연변에 거주하고 있는 사람들에게 상당한 소음공해를 미쳐 정온한 생활환경을 누릴 권리를 침해하고 있음에도 불구하고 철도소음을 관리하는 기준이나 대책 등이 아직 미미한 실정이다. 향후 5년 내에는 고속철도의 등장도 확실하지만 기존 재래식 철도에 대한 소음 실태 자료마저 충분치 않아 철도연변의 소음진동 문제를 해결하기 위한 기본적인 소음 기준 제시를 위해서는 폭넓은 기초 자료 확보와 새로운 관련연구가 요청되었다.

이러한 필요성에 따라 전기기관차를 중심으로 영동선, 중앙선, 태백선, 경인선, 경원선 및 대도시 도심지를 관통하는 호남선 및 경부선 중에서 측정환경이 양호한 22개 지역을 선정하여 기존 철도의 구간별 30분, 1시간, 2시간, 3시간 등가소음도를 측정하였고 선로의 조건, 열차의 종류 및 속도, 거리권별 등에 따른 개별열차 통행시의 소음특성을 조사하여 철도소음의 기준 설정과 방지대책 강구시에 활용 할 수 있도록 하며, 열차 통행속도로부터 최고소음도를 추정하여 주변지역의 등가소음도를 산정할 수 있는 예측식을 도출하여 측정방법 개정에 활용하고, 그리고 선로변에 위치한 공동주택을 대상으로 층별 철도소음 노출도와 열차통과시의 공동주택 실내외의 소음도를 비교조사하여 벽체 차음 효과를 조사하였고 철도소음에 대한 주민반응 조사를 하였다.

#### 2. 結果 및 考察

##### 2.1 노선별 등가소음도 실태

주로 전기열차와 전철이 주행하는 노선의 1, 2시간 등가소음도는 다음 표 1과 같다. 이 표에서 보던 가까운 선로 중앙으로부터 7.5m 떨어진 거리에서 1시간 동안 2~4대의 열차가 통행하는 중앙선 덕소-반곡 구간의 1 시

간 등가소음도,  $L_{eq}(1h)$ 는 66.8~75.5dBA, 3~4대 되는 태백영동선 동해-제천 구간은 68.7~79.8dBA, 18~19대인 경인선 서울-인천 구간은 74.4dBA이고 평균값은 각각 72.2, 76.0, 74.4dBA 정도이다. 전기열차는 소음원으로부터 거리가 2배로 증가함에 따라 1시간 등가소음도는 평균적으로 3.8~4.7dBA 감소함을 나타내어 선로변에 근접한 거리감쇠 현상을 보여주고 있으나 전철은 1.9dBA 감소함을 나타내어 전차와는 상이한 양상을 띄고 있다.

##### 2.2 선로변의 공동 주택에 미치는 철도소음

선로변에 위치한 공동주택(아파트)에 미치는 철도 소음 영향 및 벽체 차음효과를 파악하고자 주로 경부선과 호남선에 위치한 도시지역의 공동 주택 7 군대를 선정하여 열차통과시의 실내외에서의 최고소음도와 등가소음도를 조사하여 분석한 것은 다음과 같다.

경부선 서울역기점 18km 지점인 시흥-석수 북복선 구간 선로변에 위치한 15층으로 된 아파트에서의 층별 철도 소음도는 표 2와 같다. 이 구간은 양 바깥쪽으로 전철이 통행하고 안쪽으로는 디젤 열차가 통행하는 선로 구조의 북복선 구간으로 가까운 선로(하행선) 중앙으로부터 52.1m 떨어진 거리에서 개별열차 통과시 5, 8, 12층의 실외 최고소음도 평균치는 81.2, 84.7, 82.1dBA, 8층의 실외 순간 등가소음도 평균값은 79.2dBA, 67.2m 떨어진 거리에서 각각 82.0, 84.7, 81.3dBA, 8층의 실외 순간 등가소음도 평균값은 79.1dBA이다. 2시간동안 47대의 열차와 전철이 이 구간을 통행할 때 8층 이층창의 차음효과는 평균 최고소음도의 경우 19.6dBA, 열차통과 순간 평균 등가소음도의 경우 18.2dBA, 2시간 등가소음도의 경우 12층에서 19.9dBA이다.  $L_{eq}(2h)$ 에 있어서 8층의 실외소음도가 5층의 것보다 2.9dBA, 12층의 것보다 1.9dBA 높다. 이 아파트에서는 거리감쇠 현상을 찾아볼 수 없다. 표 3은 개별열차 통과시 공동주택 각 층의 실내외 소음도 평균치 및 벽체 차음도를 일목요연하게

\* 국립환경연구원

나타낸 것이다.

### 2.3 전기 기관차와 객차의 소음도

표 4는 20~50m의 짧은 레일로 연결된 구간을 주행하는 전기 기관차의 추진체음과 객차의 전동음을 가까운 선로 중앙으로부터 7.5, 15m 떨어진 거리에서 측정하여 대별한 것이다. 이 표에 의하면 무궁화와 통일호가 주류를 이루는 여객 열차의 경우 7.5m 떨어진 거리에서 전기 기관차의 추진체 소음이 객차의 전동소음보다 속도에 따라 평균적으로 2.6~5.4dBA 정도 높고, 화물 열차의 경우 동일한 측정거리에서 기관차의 추진체음이 객차의 전동음보다 속도에 따라 평균적으로 2.0~7.1dBA 정도 높다<sup>3)</sup>.

### 2.4 열차 주행시 소음도의 시간변화 특성

그림 1은 가까운 선로 중앙으로부터 7.5m 떨어진 거리에서의 대표적 인 디젤 및 전기 열차소음 시간변화 특성을 대별하여 보인 것이다<sup>1,2)</sup>. 이 그림의 좌측은 디젤열차, 우측은 전기열차의 경우를 나타낸 것이다.

첫번째 그림 좌측은 기관차 1대와 객차 7량으로 편성된 통일호가 25m 짜리의 짧은 레일 구간을 시속 58km로 약 11초 동안 소음을 노출시키면서 주행할 때의 시간변화 양상을 나타내고, 우측은 기관차 1대와 객차 11량으로 편성된 전기 통일호가 동일한 선로 구간을 시속 57km로 약 11초 동안 소음을 노출시키며 통과할 때의 시간 변화 양상을 보여 준 것으로 특성은 전기열차의 소음도가 디젤열차의 소음도보다 5dBA 정도 높고 그의 변화폭이 크게 나타났는데 그 이유는 전기 기관차의 견인력이 디젤 기관차의 견인력보다 2,300HP이 크기 때문이다.

화물열차에 있어서 그림 좌측은 기관차 1대와 객차 25량으로 편성된 디젤열차가 50m짜리의 선로 구간을 시속 53km로 약 23초 동안 소음을 노출시키면서 주행할 때의 시간 변화 양상을 나타내고, 우측은 기관차 1대와 객차 20량으로 편성된 전기열차가 25m 짜리의 선로 위를 시속 57km로 약 23초 동안 소음을 노출시키며 통과할 때의 시간 변화 양상을 보인 것이다.

전철의 그림 좌측은 집전장치(pantograph) 3개와 객차 10량으로 편성된 열차가 50m 짜리의 레일 구간을 시속 75km의 정속상태로 약 9초 동안 소음을 노출시키면서 주행할 시의 시간변화 양상을 나타내고, 우측은 동

일한 선로 위를 시속 79km의 가속상태로 약 9초 동안 소음을 노출시키며 주행할 시의 시간변화 양상을 나타낸 것이다. 이상에서 보는 바와 같이 거의 동일한 조건 하에서 전기 열차의 소음이 디젤열차의 소음보다 대체로 4~6dBA 정도 높은 것을 알 수 있다.

### 2.5 열차속도와 소음도의 관계<sup>1,2,3)</sup>

어느 특정한 거리에서의 철도소음은 열차의 종류, 운행속도, 선로조건 등에 따라 다르게 나타난다. 그림 2는 전기 화물열차가 중앙-태백-영동선의 짧은 레일(20~50m) 구간을 20~65km/h의 지속으로 주행할 때 선로 중앙으로부터 7.5m 떨어진 거리에서 측정된 최고 소음도와 속도의 관계를 나타낸 것이다.

전기 화물열차 47대의 표본을 토대로 하여 구한 열차속도와 최고소음도의 관계는

$$L_{max} = 19.12 \log v + 61.84 \text{ ----- (1)}$$

로 주어지며, 이것은 열차 속도가 2배로 증가함에 따라 약 5.8dBA 정도 소음이 증가한다는 것을 암시하고 있다. 실측치의 60%가 관계식의  $\pm 3.5dBA$  이내에 놓여 있다.

그림 3은 전철이 경인선의 50m짜리의 짧은 레일 구간을 66~102km/h의 속도로 통과할 때 선로중앙으로부터 7.5m 떨어진 거리에서 측정된 최고소음도와 속도의 관계를 나타낸 것이다.

전철 36대의 표본을 토대로 하여 얻은 열차 속도와 소음도의 관계는

$$L_{max} = 42.81 \log v + 6.96 \text{ ----- (2)}$$

이다. 여기서 실측치의 77.8%가 관계식의  $\pm 3.5dBA$  이내에 놓여 있다.

### 2.6 실측치와 예측치의 소음도<sup>2,3,4,5)</sup>

중앙-영동-태백선에 있어서 측정지점에 가까운 선로 중앙으로부터 7.5, 15, 20m 떨어진 거리에서 1, 2, 3시간 동안 측정된 등가소음도( $L_{eq}$ )와 동일한 측정거리 (7.5, 15, 20m)에서 개별열차 통과시에 측정된 최고소음도( $L_{max}$ ), 통과대수를 변수로 한 등가소음예측식은 다음과 같다.

$$L_{eq} = \bar{L}_{max} + 10 \log (8n/T) - 15 \log r_a \text{ ---- (3)}$$

$\bar{L}_{max}$  : 개별열차 통과시의 최고 소음도의 파워평균값, dBA

n : 관심 대상 시간당 열차의 통과 대수

T : 관심 대상 시간, sec

r<sub>a</sub> : 기준거리에 대한 예측거리의 비

여기서 2번째 항  $10 \log (8n/T)$ 는 철도소음의 노출 시간을 나타내고 세번째 항  $15 \log r_a$ 는 거리감쇠를 나타낸다. 위의 식을 토대로 하여 등가소음도의 실측치와 예측치의 상관관계를 나타내면 그림 4와 같다.

가까운 선로 중앙으로부터 7.5, 15, 20m 거리에서 71개의 실측치와 예측치의 상관관계는 0.799이고 실측치의 74.6%가 예측치의  $\pm 3.5\text{dBA}$  이내에 놓여있다.

경부선 서울-구로 북부선 구간의 경우 20, 25, 32, 50m 이격거리에서 1시간동안 측정된  $L_{eq}$ 와 동일한 이격거리에서 측정된 각 열차의  $L_{max}$ , 통과대수 n의 관계식은 다음과 같다.

$$L_{eq} = L_{max} + 10 \log (5n/T) - 15 \log r_a \text{ ---- (4)}$$

위 식을 토대로 하여 등가소음도의 실측치와 예측치의 상관관계를 나타내면 그림 5와 같다.

앞의 이격거리에서 6개의 실측치와 예측치의 상관관계는 0.966이고, 실측치의 83.3%가 예측치의  $\pm 1.5\text{dBA}$  이내에 놓여 있다.

수도권 전철의 경우 7.5, 15, 25, 50m 이격거리에서 1시간 동안 측정된  $L_{eq}$ 와 동일한 이격거리에서 측정된 각 열차의  $L_{max}$ , 통과대수 n의 관계식은

$$L_{eq} = L_{max} + 10 \log (6n/T) - 15 \log r_a \text{ ---- (5)}$$

이다. 위 식을 토대로 등가소음도의 실측치와 예측치의 상관관계를 나타내면 그림 6과 같다.

12개의 실측치와 예측치의 상관관계는 0.948이고, 실측치의 83.3%가 예측치의  $\pm 1.5\text{dBA}$  이내에 놓여 있다.

### 2.7 철도소음 주민반응 조사<sup>6)</sup>

경부선과 호남선 선로변 근처에 위치한 공백주택 9개 아파트를 대상으로 561세대를 무작위(random)로 표본을 추출하여 9개 항목의 설문 조사에 대한 반응을 토대로 하여 철도소음이 선로변에 거주하는 주민에 미치는 불편감, 수면장애, 대화장애 및 능률저하의 영향 정도를 백분율로 알아보면 그림 7과 같다. 이 그림에서 보면 대체로 선로변 주민들은 철도소음에 많이 노출되어 정온한 생활을 향유할 권리를 침해당하고 있다는 것을 알 수 있다.

## 3. 각국의 철도소음 환경기준

인구 밀도가 높아 소음에 대해서 관심을 많이 쏟고 있는, 환경 선진국이라 불리는 독일, 영국, 프랑스, 화란, 오스트리아, 스위스, 스웨덴, 노르웨이, 덴마크 등의 유럽, 아시아의 일본과 홍콩, 미국의 주거지역에 대한 철도소음 기준 또는 권고는 표 5와 같다<sup>8)</sup>.

이 표에서 보는 바와같이 독일을 비롯한 스위스, 오스트리아에서는 철도소음이 도로교통소음처럼 연속적으로 발생되지 않고 간헐적으로 발생되기 때문에 도로교통소음 기준보다 5dBA 높게 설정하여 낮 시간대(06~22시)는 16시간 등가소음도, 밤 시간대(22~06)는 8시간 등가소음도로 신설 철도를 관리하고, 프랑스의 경우 낮 시간대(08~20시)만 배경소음이 65dBA 이하인 지역에는 등가소음도 65dBA 이하, 65dBA 이상인 지역은 등가소음도 70dBA 이하로 권고기준을 정해 놓고 있으며,영국의 경우 최고소음도와 등가소음도를 병행해서 사용하고, 일본의 경우 최고소음도로만 유일하게 철도소음을 관리하며 미국의 경우 수송협회 지침에서는  $L_{50}$ 를 사용하고 수도 워싱턴 DC 에서는 등가소음도를 조제기준으로 사용하고 있고, 우리나라와 생활수준이 거의 엇비슷한 홍콩의 경우 신설철도 뿐만 아니라 기존선에 대해서도 규제를 실시하고 있다. 각국마다 철도소음 기준치는 다르지만 대부분의 국가들이 최고소음도보다는 등가소음도를 채택하고 있는 것을 알 수 있다. 여기서 주의해야 할 국가는 프랑스로 1976년부터 1994년 7월까지 TGV 선에 대하여 규제 기준이 아닌 권고 기준을 적용해 왔으나 94년 7월 말부터 표 6과 같이 적용지역을 세분하고 기준을 강화하는 쪽으로 법령을 제정하여 시행하고 있다<sup>8)</sup>.

한국은 94년 11월 21일 총리령 제 473호로 철도소음 한도(기준)가 표 7과 같이 공포되어 2000년 1월 1일부터 시행되나 공포일 이후 준공(이전, 변경)되는 철도는 2010년 1월 1일부서의 한도를 공포일부서 적용하기로 되어 있다. 철도소음 환경기준이 설정되지 않아 이제까지는 주택 건설촉진법의 "주택 건설기준 등에 관한 규정"에 규정된 대로 철도변에 공동주택을 건축코자 할 경우, 당해 지역의 등가소음도가 65dBA를 초과하면 건축신용 철도로부터 50m이상 떨어져서거나, 아니면 방음벽 등의 방음시설을 설치하여 등가소음도를 65dBA 이하로 저감

시키도록 하는 것이 고작이었다. 앞의 외국의 철도소음 기준과 한국의 기준을 비교해 보면 한국의 것이 주간은 5-10dBA, 야간은 5dBA 높게 설정되어 앞으로 어느 일정 시간이 경과한 후 기준을 강화해야 할 필요성을 많이 시사 해주고 있다. 미국의 경우 철도소음 환경기준 대신 특별히 일차소음 배출허용기준을 표 8과 같이 설정해 놓고 설계·제작 단계에서부터 운행까지 철도소음을 연방정부(교통부, 환경청)에서 관리하고 있다. 한국도 철도소음 한도와 병행해서 이것을 시행해 볼 만하다.

#### 4. 結 論

화물열차가 주류를 이루면서 전기열차 통행이 디젤 열차 통행보다 많은 중앙, 태백, 영동선은 경부, 호남선과 비교할 때 단선이고 1시간 통행량도 작고, 열차속도도 낮지만 1시간 등가소음도는 7.5m거리에서 72~76dBA로 나타나 경부·호남선의 73~76dBA와 거의 대동소이함을 보여주며 이에 대한 대책이 시급함을 알 수 있다. 그리고 철도연선의 공동주택 561세대에 대한 철도소음 주민반응조사에 있어서 불쾌감, 수면방해, 대화장애에 대하여 각각 44, 43.7, 33.7%가 철도소음의 영향이 심각하다고 호소하고 있어 철도소음이 정온한 생활환경을 해치고 있다는 것을 시사해 주고 있다.

승객 및 화물의 철도 이용률이 날로 증가함에 따라 그에 비례해서 열차운행횟수도 증가하는 추세이고 머지않아 고속철도 개통에 대비하여 더 이상의 철도소음피해가 발생하지 않도록 다각적인 관리대책이 요구된다. 철도소음을 근본적으로 저감시키기 위해서는 무엇보다도 레일의 장대화 및 중량화, 제동장치는 Tread Brake 대신에 Disc Brake 채택, 기관차를 동력이 분산된 유선형으로 설계, 열차 경량화, 방진재 침묵사용, 철교의 제진처리 등을 해야 하고 2000년에 시행하게 될 철도소음기준도 단계적으로 강화시켜야 할 것이다.

#### - 參考文獻 -

1. R. Lorz and L. G. Kurzweil, 1979, "Rail Transportation Noise", Ch. 33 of Handbook of Noise Control (2nd Ed.), C. M. Harris, Ed., McGraw-Hill.
2. P. M. Nelson, 1987, Transportation Noise Reference

- Book, Butterworth & Co.
3. C. E. Hanson, 1990, "High Speed Rail System Noise Assessment", The 69th Annual Meeting, Transportation Research Board, Committee A2M05, Intercity Passenger Guided Transportation, Paper No. 890359.
4. H. J. Saurenman, J. T. Nelson, G. P. Wilson, 1982, Handbook of Urban Rail Noise and Vibration Control, Wilson, Ihrig & Associates, Inc., 미국 교통부 보고서.
5. CETUR, 1980, Guide du Bruit des Transports: Prevision des Niveaux Sonores, Ministere de l'Environnement & Ministere des Transports.
6. J. Lambert *et al.*, 1994, "Community Response to High Speed Train Noise in France," Inter-Noise 94, Yokohama, Japan.
7. D. Gottlob, 1994, Regulations for Community Noise, Inter-Noise 94, Yokohama, Japan.
8. Ministere de l'Environnement, Project d'Arrete Relatif au Bruit des Infrastructures Routieres
9. 강 대준외, 1994, 사업장 소음의 방지대책에 관한 연구(III), 국립환경연구원

Table 1. Equivalent Continuous Noise Level by Railroad Line

Unit : dBA

Railroad Line	7.5m		15m		20m		No. of measurement sites	No. of trains per hour
	Leq(1h)	Leq(2h)	Leq(1h)	Leq(2h)	Leq(1h)	Leq(2h)		
	range (mean)	range (mean)	range (mean)	range (mean)	range (mean)	range (mean)		
중 앙 선 (덕소~반곡)	66.8~75.5 (72.2)	69.5~74.6 (72.3)	63.2~72.3 (68.0)	64.3~70.0 (67.3)	56.2~67.9 (64.4)	60.8~67.4 (65.8)	8	2~4
태백·영동선 (동해~제천)	68.7~79.8 (76.0)	70.4~78.8 (75.7)	65.0~74.4 (71.3)	66.7~73.3 (71.2)	70.1~72.2 (71.7)	71.2~71.4 (71.3)	8	3~7
경 인 선 (서울~인천)	74.4	73.8	72.5	71.7	69.7	68.9	1	18~19

Table 2. Noise Level at Hanyang Apartment Located between Ciheung and Sucksoo (max/min)

Site	Noise level by distance, dBA			No. of Train	Floor	Leq (in, out)	Railroad condition
	down	3층	8층				
Kyungboo line from 18km Seoul station	Lmax Leq	72/86	77.8/91.0	75/88	24	3	Tie : PCT Rail weight: 50kg/m Rail length: 50m  ※ 특 징 북도식 아파트 베란다 샷시없음 3,8,12층 이중창
			74.5/83.6			8	
	up	71/86	76.0/90.5	72/85	23	12	
			70.7/83.0				

측정거리 : 하행 52.1m, 상행 65.1m

Table 3. Mean Noise Level and Noise Reduction at Apartments

Unit : dBA

Apartment name	Lmax				Leq				Measurement hour (대)	Measurement distance (m)	Remarks
	3 F		8 Floor		12F		8 Floor				
	in	out	in	N.R.	out	out	in	N.R.			
Hanyang Samsung	82.1	84.6	65.8	18.8	81.6	79.7	61.7	18.0	1(25)	52.1	3, 8층은 이중창, 12층 단일창  한양APT는 3층 대신 5층에서, 효명APT는 8층 대신 9층에서  세문APT는 8,12층 대신 7, 13층에서 측정  한양, 삼성APT는 베란다 샷시가 없음
Hyomyung Semoon	76.9	79.1	58.1	21.0	79.4	74.0	52.3	21.7	1(20)	102.1	
Hyundae Seongwon	78.1	78.9	65.0	13.9	78.8	71.8	56.6	15.2	1(11)	85.0	
Euna	82.5	93.9	67.5	26.4	82.1	80.9	59.7	21.2	1(16)	65.5	
	77.6	83.3	59.5	23.8	80.0	75.8	54.9	20.9	1(16)	61.5	
	79.7	84.5	62.4	22.1	82.3	79.9	59.0	20.9	1(5)	60.0	
	76.0	89.4	67.7	21.7	82.7	87.7	67.5	20.5	1(5)	60.0	
Hanyang Samsung	81.6	84.7	65.1	19.6	81.7	79.2	61.0	18.2	2(47)	52.1	
Hyomyung Semoon	76.4	79.5	56.8	22.7	79.8	79.1	58.1	21.0	2(42)	102.1	
Hyundae Seongwon	79.0	79.0	63.5	15.5	78.7	78.9	65.0	13.9	2(28)	85.0	
Euna	81.4	92.2	66.4	25.8	81.0	93.9	67.5	26.4	2(36)	65.5	
	77.6	82.6	59.8	22.8	80.5	83.3	59.5	23.8	2(30)	61.5	
	78.5	84.8	62.9	21.9	81.4	84.5	62.4	22.1	2(13)	60.0	
	75.3	86.9	65.4	21.5	82.3	85.0	64.7	22.3	2(10)	60.0	
Hyomyung Semoon	79.0	79.1	62.5	16.6	79.2	72.0	54.3	17.7	3(42)	85.0	
	81.3	90.8	66.4	24.4	80.9	79.3	58.5	20.8	3(52)	65.5	

Table 4. Noise Level of Electric Locomotive and Railcar

Unit : dBA

차 종 Speed (km/h)	7.5m				15m				No. of trains
	Locomotive		Railcar		Locomotive		Railcar		
	range	mean	range	mean	range	mean	range	mean	
Passenger 16~58	76.5~100	93.2	68~90.5	87.8	70~96	89.3	67~87	83.7	10
65~76	93.5~100	95.6	91~95	93.0	87~97	91.7	84~90	87.7	10
Freight 11~48	81.5~100	93.8	74~93	86.7	80~94	88.7	71~88.5	82.5	22
50~69	91~97	94.2	87~95	92.2	84~92.5	89.0	81~90	87.0	14

Table 5. Railroad Noise Standards in Different Countries for Residential Areas.

Country	Noise Index	Object	Time	기준치 dBA	Remarks
Austria	Lr = Leq-5dB	New & altered line	06-22 22-06	60-65 50-55	Standard
Denmark	Leq Lmax	New line	24h	60 85	Recomendation
France	Leq	New line(TGV)	08-20	65~70	Recomendation
Germany	Lr = Leq-5dB	New & altered line (Land use planning)	06-22 22-06	59 (50-55) 49 (40-49)	Standard
United Kingdom	Leq Lmax Leq	New line  International line	06-24 24-06  24h 24-06	68 63 85 66 61	Proposed Standard
Hongkong	Leq Lmax	Existing & New line (Planning for new dwellings)	24h 23-07	65 85	Standard
Japan	Lmax	New line(Shinkansen)		70	Standard
Netherlands	Leq	New line	07-19 19-23 23-07	60 55 50	Standard
Norway	Leq Lmax	New line	24h 23-06	50-60 80	Recomendation
Sweden	Leq Lmax	New line & New dwellings	24h	55 70	Draft
Switzerland	Lr =Leq-5dB	New line	06-22 22-06	60 50	Standard
U. S. A.	L50	New line	06-22 22-06	45-50 55-60	수송협회 지침
Washington DC	Leq(1h)	Existing line	24h	65~75	Ordinance

Table 6. Railroad Noise Standards in France.

Area	Standards, Leq dBA		Remarks
	Day(08~20)	Night(00~05)	
Hospital	55	52	-이 기준은 TGV에 국한되고 94년 7월 말 부터 시행. -주거 전용지역의 배경소음은 낮시간에는 65dBA이하, 밤 시간에는 55dBA이하여야 한다.
School	60		
Residential	60	55	
Residential in noisy area	<65	<57	
Commercial & Industrial area	65		

Table 7. Railroad Noise Standards in Korea

Unit : Leq(1h) dBA

Area	2000.1.1 ~2009.12.31		2010.1.1~		Remarks
	06-22	22-06	06-22	22-06	
Residential, Green land, Recreation Area, Within 50m from Hospital, School, Library	70	65	70	60	This is not applied to the station and will be applied to the steel bridge on January 1, 2010.
Commercial & Industrial area	75	70	75	65	

Table 8. Noise Emission Standards for Interstate Rail Carriers in U.S.A.

Classification		Speed(km/h)	Standard(dBA)	Distance	Remarks
Moving		75 ≤	88	30m	- CFR* 40 Part 201, DOT CFR 49 Part 210, EPA - Effective December 31, 1976
		75 >	93		
Stationary	Idle	70			
	Acceleration	87			

\*CFR : Code of Federal Regulations(연방규칙집)

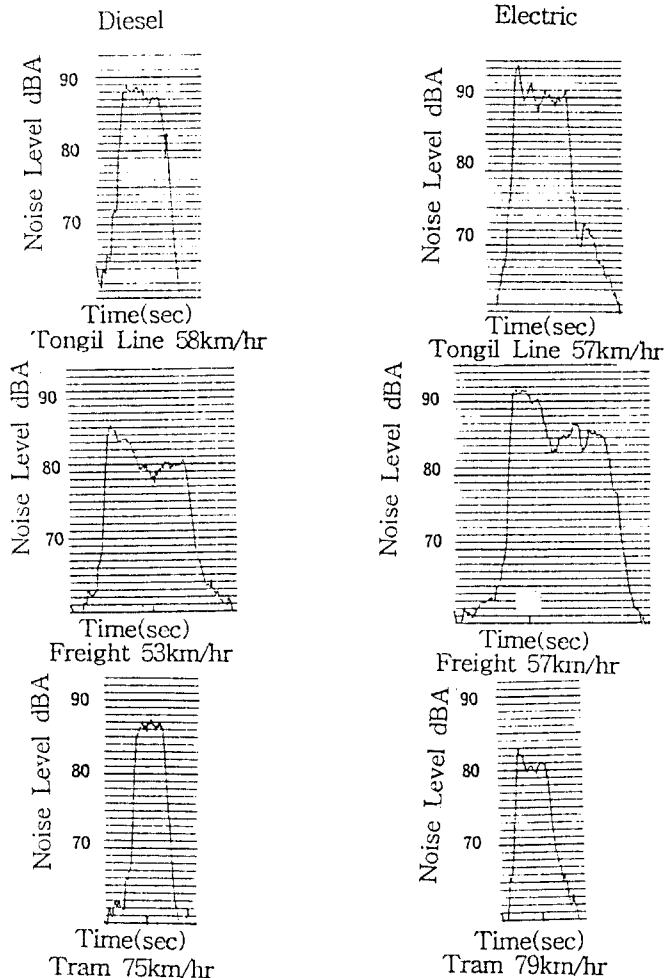


Figure 1. Time evolution of noise level during pass-by of a locomotive-hauled train at 7.5m from the track center line.

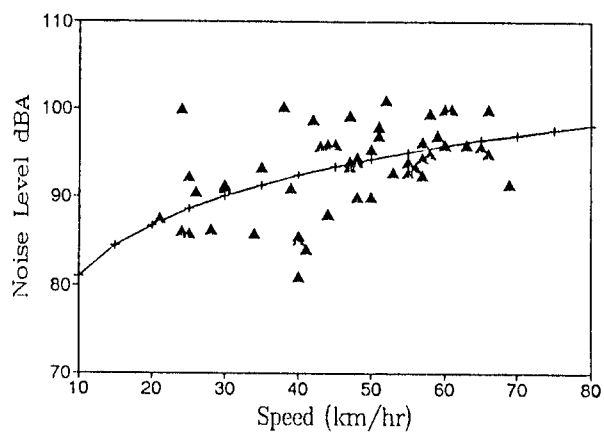
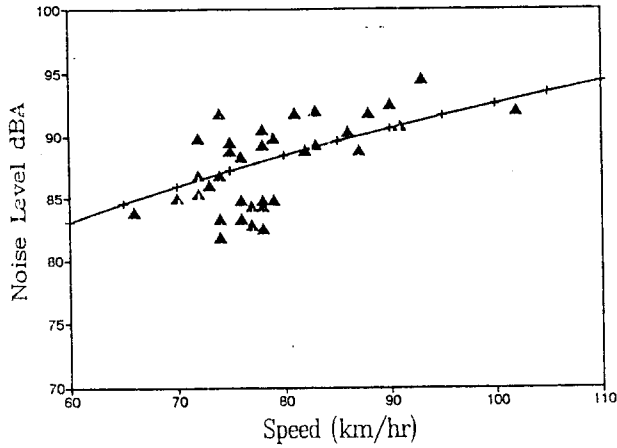
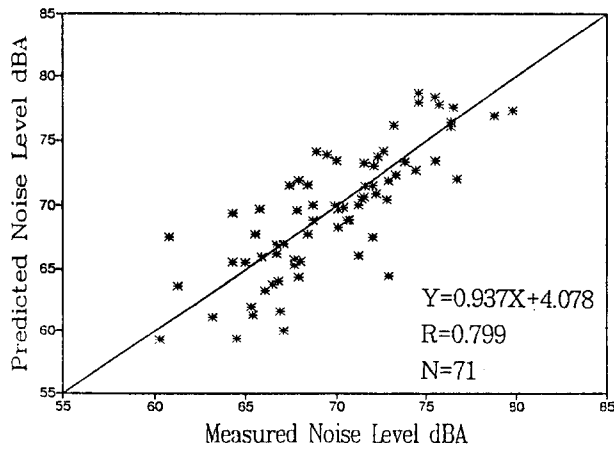


Figure 2. Noise level of electric freight train as a function of speed at 7.5m

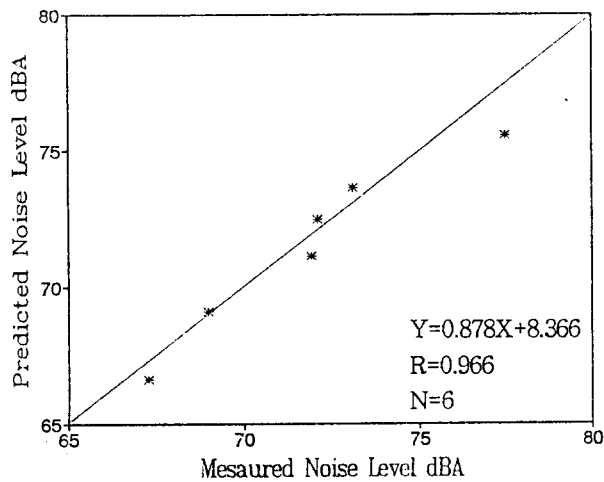




**Figure 3.** Noise level of tram as a function of speed at 7.5m



**Figure 4.** Correlation between measured and predicted noise level of Jungang, Youngdong and Taebak line.



**Figure 5.** Correlation between measured and predicted noise level at 4 lines of Kyungboo line.

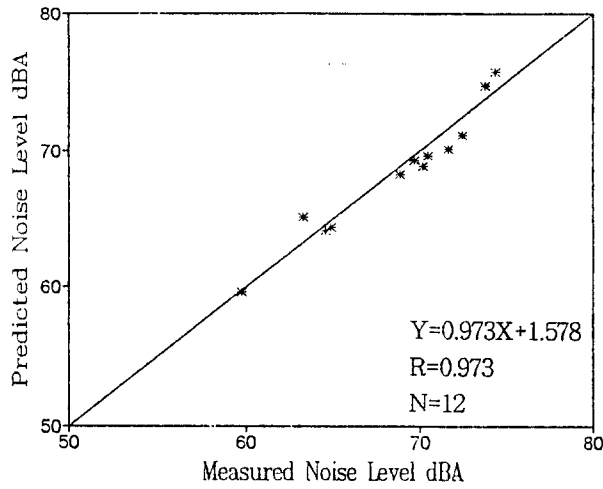


Figure 6. Correlation between measured and predicted noise level of tram

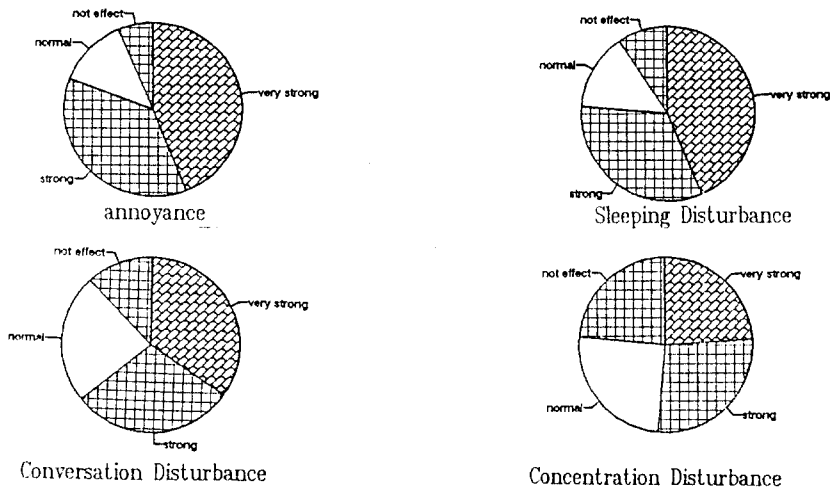


Figure 7. Impact of railroad noise at the wayside