

# 地下商街 및 地下鐵驛의 騒音 振動에 관한 調査研究

環境調査科

劉殿哲 · 韓尙敏 · 郭振 · 鄭茲激 · 金成林

## A study on NOISE&VIBRATION in the under- ground business centers and subway stations in Pusan.

Environmental Research Division

E. C. Yoo, S. M. Han, Jin. K, H. C. Jeong, S. R. Kim

### Abstract

This study was carried out to investigate noise and vibration level in the underground business center and subway stations during subway operation.

The results are summarized as fellows.

1. Max. average object noise level was 75dB(A) in the Nam-podong subway station and Min. average object noise level were 69-71dB(A) in the Pusan station and To-seongdong subway stations.

2. Day-Night sound level( $L_{dn}$ ) of underground business center was 89.9dB(A) and  $L_{dn}$  of subway station was 85.4dB(A)

3. To estimate noise level by Rating sound level, Seo-Myeon and Dae-Hyeon underground business center were shown 2-3dB(A) exceed the Min. average sound level so that these sites have a little social responce.

4. Average object vibration level of subway and underground business centers were shown 43~62dB(V), 43~57dB(V), respectively.

## I. 緒 論

여러가지 産業의 發達과 더불어 人口의 增加, 巨大 都市化등의 理由로 우리 生活周邊에 騒音, 振動에 의한 環境汚染은 대부분의 産業國家에서 國民의 生活의 質을 심각하게 할 뿐 만 아니라 가장 많은 民願을 惹起하는 汚染源으로 認識되고 있다.

우리나라도 그동안 經濟發展의 成功的인 遂行과 産業의 飛躍的인 發展으로 이러한 先進 國型 環境問題는 오늘날 심각한 社會問題로 대두되고 있으며, 특히 騒音, 振動이 심한 環境에서 생활하는 사람들은 聽感影響, 對話妨害, 시달림, 作業妨害, 關節의 變形, 血管運動神經系 障礙등의 많은 惡影響을 받는다.

따라서 本 調査研究에서는 여러가지 많은 騒音, 振動, 發生源중에서 地下鐵 運行에 의해 騒音 및 振動의 影響을 받는 地下鐵驛과 地下商街를 對象으로 騒音, 振動을 測定하여 地下 空間에서의 騒音, 振動 防止를 위한 對策樹立에 基礎資料를 提供하고자 한다.

## II. 調査地點 및 方法

### 1. 調査地點

地下商街-西面, 大賢, 롯데, 코오롱 地下商街  
地下鐵驛-西面驛, 釜山驛, 南浦洞驛, 土城洞驛

### 2. 調査期間: '91. 1~'92. 12(分期 1回)

### 3. 調査項目: 騒音 및 振動레벨

### 4. 調査方法: 騒音·振動 公定試驗方法

### III. 結果 및 考察

#### 1. 騒 音

##### 1) 平均 對象騒音度

騒音を 制御하기 위해서는 騒音發生源과 受音者사이의 關係, 騒音發生源의 騒音特性, 時間에 따른 Loudness의 變化, 騒音 發生時期, 騒音發生源의 位置등을 考慮하여야 하나, 本 研究에서는 낮시간(07:00~18:00)동안 騒音發生源인 地下鐵이 地下鐵驛 乘降場에 到着 또는 發着時, 地下商街를 通過할 때에 騒音 및 振動레벨을 測定하였다.

Table. 1에는 '91~'92年度 地點別 平均 對象 騒音/振動레벨을 나타내었다.

Table. 1 地點別 平均 對象騒音/振動레벨(91~92年度)

區 分		91年度		92年度	
		騒 音	振 動	騒 音	振 動
地 下 鐵 驛	西 面 驛	71	54	75	51
	釜 山 驛	69	51	69	51
	南 浦 洞 驛	75	53	75	51
	土 城 洞 驛	69	53	71	52
地 地 商 街	西 面	67	51	75	52
	大 賢	70	55	76	51
	롯데	68	45	68	51
	코오롱	68	49	65	44
生活騒音規制基準 (商業地域 工場 및 事業場)		早 夕	晝 間	深 夜	
		60以下		65以下	
				55以下	

\* 騒音測定値의 單位는 Leq dB(A), 振動測定値의 單位는 dB(V)임.

Table. 1에서 보듯이 地域別 平均 對象騒音도를 보면 地下鐵驛중에서는 '91年度 南浦洞 地點이 75dB(A)로서 最高이며, '92年度에는 西面驛, 南浦洞驛 地點이 各各 75dB(A)로 나타났으며, 地下商街중에서는 大賢 地下商街 地點이 '91, '92年度에 各各 70, 76dB(A)로서 最高 平均對象騒音도를 나타냈다. 生活騒音 規制基準(商業地域)중 工場 및 事業場의 騒音에 適用할 境遇 晝間이 65dB(A)를 超過하고 있다.

##### 2) Day-Night Sound Level(L<sub>dn</sub>)

鐵道運用に 따라 累積되는 騒音에 대한 最近의 調査에 L<sub>dn</sub>評價에 이들 관련 騒音影響을

豫測할 수 있다. 鐵道運用에 따라 發生되는 騒音은 機關車에서 發生하는 騒音과 客車에서 發生되는 騒音으로 2개의 主騒音源으로 構成된다. 現場測定 및 分析을 통해볼 때 機關車 騒音은 車速에 따라 거의 變動이 없으나 客車騒音은 車速과 通過時間에 直接的인 關係가 있다.

모든 騒音 發生源으로부터 地域社會의 騒音을 特定化하기 위해서 EPA에서 開發한 騒音 評價方法인 Day-Night Sound Level( $L_{dn}$ )를 利用한다. 鐵道騒音의 豫測方法으로 다음의 式을 利用한다.

$$L_{dn} = SEL + 10 \log N_1 - 49.4$$

SEL : 列車通過時 에너지 平均 Sound exposure level

$N_1$  : Equivalent number of operation per day ( $= N_{day} + 10N_{night}$ )

$N_{day}$  (AM 7:00~PM 10:00),  $N_{night}$  (PM 10:00~AM 7:00)

汽車에 대한 SEL을 決定하기 위해 通過時 Effect time duration (有效持續時間)을  $t_{eff} = 0.68 \times L/V$  (sec)를 이용하여 구한다.

L : 汽車의 길이(m), V : 車速(Km/hr)로서 L는 90m, V는 乘降場附近에 停車하기 위해 到着하는 車速로서 15Km/hr로 假定할 경우  $t_{eff} = 14.688$  (sec)이며 V=15km/hr로서 Fig. 1에서  $L_{dn}$ 를 구하면 약 70dB(A)이다.

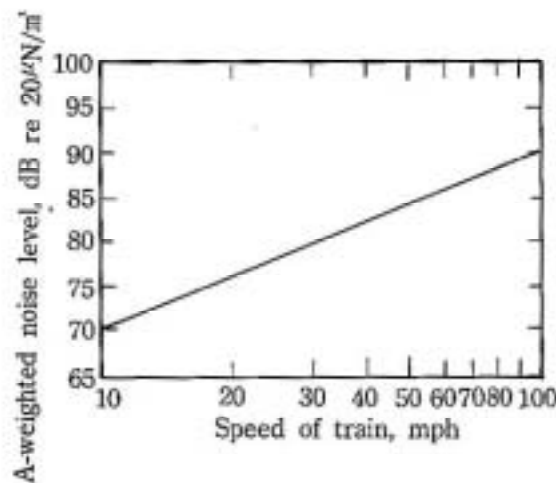


Fig. 1 Track에서 100ft 떨어진 곳에서의 機關車 騒音레벨

100ft 떨어진 곳에서의 機關車에 대한 SEL =  $70 + 10 \log 14.688 = 81.7$  dB(A)이다.

Table. 2 Track 特性에 따른 SEL에 대한 補正值

Track 特性	補正值, dB(A)
1. Mainline welded or jointed track	0
2. Low-speed classified jointed track	8
3. Presence of switching frogs or grade crossing	8
4. Tight radius curve	
a. Radius less than 600ft	8
b. Radius 600 to 900ft	2
c. Radius greater than 900ft	0
5. Presence of bridgework	
a. Light-steel trestle	20
b. Heavy-steel trestle	10
c. Concrete structure	0

Table. 2에서 Track correction을 하여야 하나, 本 調査地點에서는 위의 사항에 대해 補正해 줄 것이 없으므로 0이다. Fig. 2로부터 100ft 떨어진 地點에서의 客車의 SEL을 구하면 SEL=103dB(A)이며 全體 SEL은 다음과 같다.

$$SEL_{total} = 10 \log(10^{86.7/10} + 10^{103/10}) = 103.0 \text{ dB(A)}$$

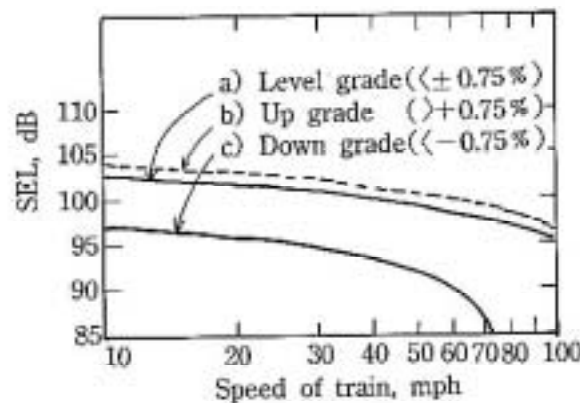


Fig. 2 Grade 條件에서 客車에 대한 track에서 100ft 떨어진 곳에서의 Engine SEL 分布

100ft에서  $L_{eq} = 103 + 10 \log N_t - 49.4 = 78.1 \text{ dB(A)}$ 을 實際 測定한 거리 5m에서의  $\Delta L_{eq}$ 을 補正해 주어야 한다.

$$\Delta L_{eq} = 15 \log(100/16.4) = 11.777 \text{ dB(A)}$$

따라서 地下鐵驛 乘降場 5m에서의 全體  $L_{eq} = 78.1 + 11.8 = 89.9\text{dB(A)}$ 이다. 또한 地下商街에서는 騒音發生源인 地下鐵이 地下商街만을 通過할 때 受音者와의 直下거리를 20m라고 假定하면  $\Delta L_{eq} = 15\text{Log}(100/32.8) = 7.3\text{dB(A)}$ 이며,  $L_{eq} = 85.4\text{dB(A)}$ 이다.

$L_{eq}$ 으로 計算된 값들은 實際 測定된 SPL,  $L_{eq}$ 보다도 높게 評價되었는데 이는 暗騒音의 補正, 반사, 遮音, 吸音등의 각종 影響을 考慮하지 않았기 때문에 判斷된다.

### 3) 評價騒音레벨(Rating sound level)

地下鐵驛 乘降場에서의 地下鐵 1回運行에 따른 騒音持續時間을 10秒로 假定하고 1日平均 運行횟수(往復)가 304回이므로 1日 騒音 總持續時間은 0.84hr/day이며, 1日 地下鐵 運行時間(06:00~24:00)인 18시간에 대한 關聯時間帶 持續時間率은 4.7%이며, 地下商街的 境遇는 地下商街의 길이와 通過速度에 깊은 關聯이 있다.

地下鐵의 通過速度를 60Km/hr로 假定하면 각 地下商街別 關聯時間帶 持續時間率은 Table. 3과 같다.

Table. 3 地下商街別 騒音 持續時間率

地下商街	길이(m)	1日 騒音持續時間(hr)	1日 騒音持續時間率(%)
西 面	412	2.087	11.6
大 賢	403	2.042	11.3
롯데	320	1.621	8.4
코오동	517.5	2.619	14.6

騒音 持續時間率은 地下鐵驛보다 地下商街가 더 높으며 騒音에 暴露되는 時間이 더 많다는 것을 보여준다.

Table. 4 騒音測定值( $L_{eq}$ )에 대한 補正量

區 分	補 正 量	
關聯時間帶에 대한 持續時間率	100~56%	0
	56~18	-5
	18~6	-10
	6~1.8	-15
	1.8~0.6	-20
	0.6~0.2	-25
	0.2이하	-30

騒音測定值를 Table. 4를 利用하여 關聯時間帶 持續時間率에 의한 補正을 한 評價騒音레벨을 Table. 5에 나타냈다.

Table. 5 補正 評價騒音레벨

조사지점		지속시간율 (%)	보정치	평가소음레벨		지·점별 최소평균소음레벨
				91년도	92년도	
지하철역	서면	4.7	-15	56	60	64
	부산역	◇	◇	54	54	62
	남포동	◇	◇	60	60	65
	토성동	◇	◇	54	56	58
지하상가	서면	11.6	-10	57	65	63
	대현	11.3	◇	60	66	63
	롯데	8.4	◇	58	58	58
	코오롱	14.6	◇	58	55	61

最少平均騒音레벨을 살펴보면, 地下鐵驛 地點이 58~65dB(A)이며 地下商街 地點이 58~63dB(A)로서 이 範圍의 騒音레벨을 調査地點에 대한 基準으로 假定하면, 基準値와 評價騒音레벨사이의 社會的 反應評價를 Table. 6를 參考로 하여 評價하면 地下鐵驛의 경우는 最少平均騒音레벨보다 낮게 나타나 社會的 反應이 없다고 評價되나, 地下商街의 境遇는 롯데, 코오롱 地下商街 地點을 除外하고는 評價騒音레벨이 基準으로 假定한 最少 平均騒音레벨을 2~3dB(A)정도 超過하고 있어 서면, 대현 地下商街 地點에서는 약간의 社會的 反應이 있을 것으로 判斷된다.

Table. 6 社會的 反應評價

評價騒音레벨이 補正된 基準値를 超過하는 量, dB(A)	社會的 反應	
	구 분	반 응
0	없 음	반 응 없 음
5	약 간	산 발 적 반 응
10	보 통	광 범 위 한 반 응
15	강 함	사회 행동으로 반 응
20	아 주 강 함	강 령 한 사회 적 행동

## 2. 振 動

發生源으로부터 생긴 振動은 地盤을 媒體로 하여 建築物에 전달되어 建物內에 있는 人間이나 器物에 전파된다. 이러한 振動이 人體에 가해졌을 때, 그 가해지는 쪽의 局部振動과 全身振動의 두가지 境遇가 있다. 局部振動의 경우는 鑛山勤勞者, 造船工, 道路工事者들의 空

氣해머, 글라인더등의 振動工具를 使用하는 境遇이며 이러한 勞動者들은 뼈와 關節의 變形, 血管運動神經系 強제를 誘發한다. 전신진동의 예로서는 飛行機, 汽車, 自動車등의 交通機關을 利用하는 境遇와 工場등의 事業場에서는 받는 振動이다.

本 研究에서는 地下鐵이 地下鐵驛乘降場에 到着과 出發時, 그리고 地下鐵이 地下商街를 通過할 때의 振動레벨(VLZ)을 측정하여 陪振動을 補正해 주었다.

Table. 1에서 보듯이 '91, 92年度 平均對象振動레벨은 地下鐵驛 地點중에서 西面驛 地點이 '91年度 54dB(V)로 最高値를 나타냈으며, 地下商街 地點중에서는 '91年度 大賢 地下商街 地點이 55dB(A)로 最高値를 보였다.

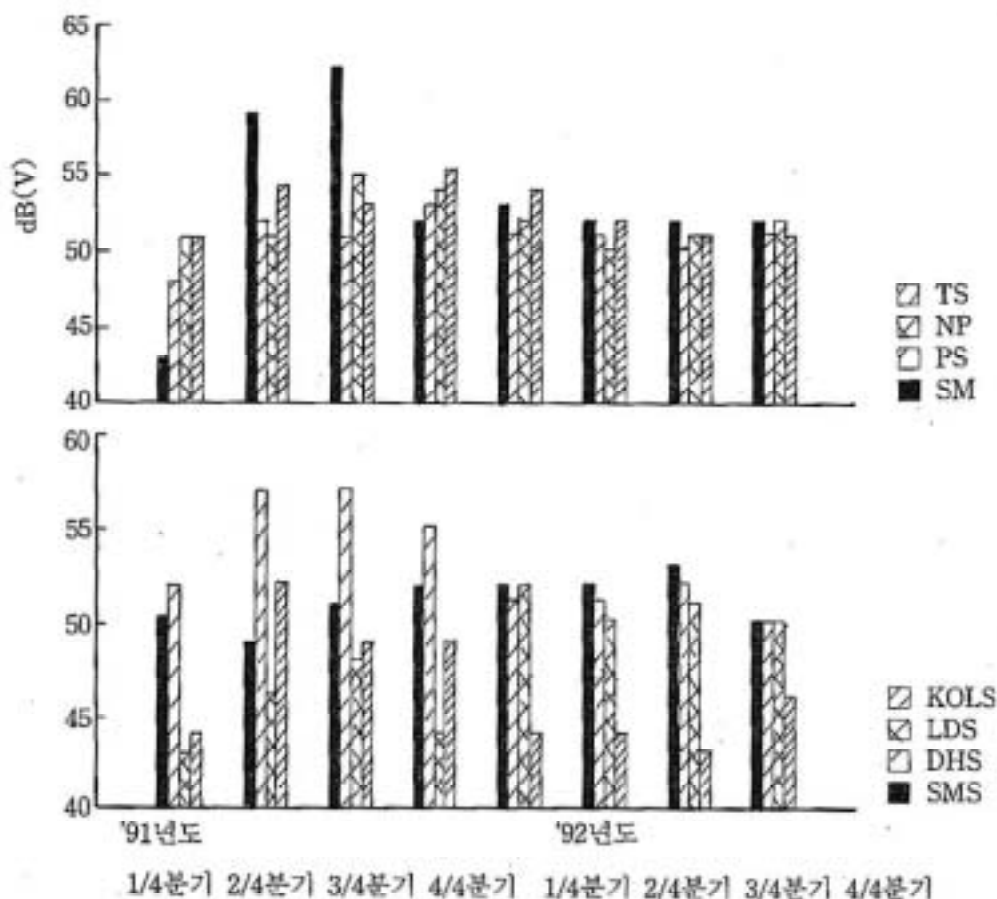


Fig. 3 地點別 分期別 評價振動레벨(上: 地下鐵驛, 下: 地下商街)



또한, 調査期間중 分期別 各 地點에 대한 平均對象振動레벨을 Fig.3 나타냈다. Fig. 3에서 調査地點別 振動레벨의 變化를 살펴보면 地下鐵驛 地點중에서 西面驛을 경우는 '91年度 1/4 分期 振動레벨보다 2, 3/4分期 振動레벨이 16~19dB(A) 정도 높게 나타났다. 이것은 振動測定時 通行人口數가 振動레벨 測定에 큰 影響을 미치는 主要因으로 作用했다고 判斷된다. 各 調査地點에서의 陪振動레벨을 살펴보면 지하철역은 30~46dB(A)이며, 地下商街는 32~47 dB(A)로 地下鐵驛보다 약간 높게 나타났으며, 陪振動 補正후, 對象振動레벨은 地下鐵驛이 43~62dB(A)의 振動레벨을 나타내며, 地下商街는 43~57dB(V)의 振動레벨을 나타내어 地下鐵 運行에 의해 直接的인 影響을 받는 地下鐵驛이 振動의 影響을 많이 받는 것으로 나타났다.

그러나, 日本의 調査資料에 의하면 平均振動 54dB(V) 정도이면 약 50%의 住民이 振動感覺을 약간 느끼거나, 生活 不便事項을 呼訴하는 경우는 없었다. 그러므로 위 全體調査地點에서 振動의 의한 地下 商駐人 및 通行人에게는 별 影響이 없는 것으로 思料된다.

#### IV. 結 論

'91~'92年度 地下鐵驛 4個所 및 地下商街 4個所에 대한 騒音, 振動레벨을 測定하여 各 評價方法에 따라 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 平均對象騒音度에 대한 各 地點別 騒音레벨을 살펴보면, 地下鐵驛의 境遇 調査期間 동안 南浦洞驛 地點이 75dB(A)로 最高値를 보이고 釜山驛, 土城洞驛 地點이 69~71dB(A)로 調査地點중 낮은 騒音레벨을 보였다. 또한, 地下商街의 境遇는 大賢 地下商街地點이 '91, '92年度에 걸쳐 각각 70, 76dB(A)로 最高値를 '91年度에는 西面 地下商街 地點이 67dB(A)로 最低値를 '92年度에는 코오릉 地下商街 地點이 65dB(A)로 最低値를 나타내었다. 이는 地下鐵에 의한 것보다 地下商街 通行人口가 많은 影響을 주는 것으로 判斷된다.
2. Day-Night Sound Level( $L_{dn}$ ) 評價에 의한 騒音레벨은 地下鐵驛에서는  $L_{dn}=89.9$ dB(A), 地下商街에서는  $L_{dn}=85.4$ dB(A)로서 調査地域에서 실제 評價 對象騒音測定値보다 높은 評價値를 보이는데 이것은 陪騒音의 補正, 反사, 吸音, 遮音등의 各種 影響을 評價하지 않았기 때문인 것으로 判斷된다.
3. 評價騒音레벨(Rating sound level)에서의 社會的 反應評價에서 地下鐵驛의 경우는 社會的 反應이 없다고 判斷되나, 地下商街의 경우는 서면, 대현 지하상가 지점이 最少平均騒音레벨을 2~3dB(A) 정도 超過하고 있어 약간의 社會的 反應이 있을 것으로 判斷된다.

4. 振動레벨을 地點別로 살펴보면, 暗振動 補正후 地下鐵驛의 平均對象振動은 43~62dB(V)을 보이고 地下商街는 43~57dB(V)로 거의 비슷한 水準을 보였으며, 地下鐵驛이 地下商街보다 地下鐵의 運行에 많은 影響을 받는 것으로 나타났다.

## V. 參考文獻

1. 騒音 振動 公定試驗法
2. Environmental Impact analysis handbook, RAU&WOOTEN
3. 環境影響評價의 實施方法, 新光出版社
4. 騒音振動學, 新光出版社
5. 衛生試驗法 註解, 日本藥學會編
6. 豫防醫學과 公衆保健, 계축문화사
7. 環境管理人 聯合會報
8. 騒音振動規制地域 設定指針, 環境處(91. 6)