

## 학교주변 도로교통 소음 및 그에 따른 학생 청감반응과의 상관관계 연구

김종수 · 최동훈 · 안철우 · 이철승 · 문추연 · 김장호  
동아대학교 환경공학과

### A Study on the correlation between the traffic noise around the school buildings and the students' response to it

Jong-Soo, Kim · Dong-Hoon, Choi · Chul-Woo, Ahn  
Chul-Sung, Lee · Cho-Yeon, Moon · Jang-Ho, Kim  
*Dept. of Environmental Engineering, Dong-A University*

#### Abstract

For my thesis I have analyzed the differences between the traffic noise level surrounding the schools and the perceived level of noise. I have used the ways of measurement and questionnaires to support my study.

According to the analysis, the measured noise level was higher than the expected noise level. The equivalent noise level was proven to be higher when the windows of the classrooms were open. The noise level was also higher on the third floor than the first floor.

The correlation between the measured noise level and the perceived level of noise was tested in each school. The school which had a higher expected noise level showed a high perceived level of noise. The measured noise level and the perceived level of noise became larger on the higher floors.

Through the questionnaires, the traffic noises were proven to be the largest noise-making source surrounding the schools. Most of the students replied on the questionnaires that they have been consistently bothered by the noise. It interfered with their studies and concentration. Also, the sound of their voices became louder because of the noise around their schools. Therefore, I have come to the conclusion that the traffic noises that surround the schools give the students negative influences.

#### I. 서 론

환경은 인간의 활동을 가능케 하는 모든 외부적인 조건을 말하며, 최근 들어 환경의 변화가 인간에게 미치는 영향에 대하여 많은 관심이 집중되고

있다. 이와 같이 관심을 갖게 되는 데는 인간과 환경이 서로 밀접한 관계에 있기 때문이다.

환경의 변화는 인간의 신체적, 심리적 측면에서 긍정적인 면보다 부정적인 면에서 더 많은 영향을 가져온다. 부정적인 면으로의 환경오염은 대기오

염, 수질오염, 토양오염, 폐기물, 방사선, 소음과 진동문제 등으로 분류될 수 있다.

특히, 소음은 인구의 증가와 더불어 도시계획, 생활양식의 변화 및 공업화의 실현 등으로 인간이 생활하는 곳이면 시간과 공간의 제약을 받지 않고 발생되고 있다. 이러한 소음은 신체적, 심리적으로 악영향을 미치며 정서적으로 불안감을 조성하고 대화방해, 주의집중력의 저하 등 그 피해가 날로 증가되고 있다.<sup>1), 2)</sup> 따라서 소음이 인체 및 일상생활에 미치는 영향을 연구함이 오늘날 이 분야 연구자들의 사명이라 하겠다.

소음은 가청적인 것으로서 인간이 감각적, 주관적, 심리적으로 원치 않는 음으로 모든 가청음은 소음이 될 가능성이 있으며, 소음·진동규제법에서는 소음에 대한 정의를 “기계, 기구, 시설, 기타 물체의 사용으로 인하여 발생하는 강한 소리를 말한다”로 규정범위를 정하고 있다.<sup>3), 4)</sup>

소음의 발생원은 매우 다양하여 공장, 사업장에서 나는 소음과 자동차 및 기타 교통수단으로 발생하는 소음, 소규모 작업장, 행사인과 행사객의 확성기 소리, 심야 유흥업소에서 발생하는 생활소음이 있으나, 인구의 도시 집중에 따른 교통기관의 소음이 가장 큰 원인이 되고 있다.<sup>5)</sup>

도로에 인접해 있거나 교통 왕래가 빈번한 곳에 위치한 학교는 학습능력 저하, 주의 집중력 저하, 정서불안, 대화방해 등의 피해가 발생하고 있으며, 이에 학교는 차츰 도심지 외곽으로의 이전 또는 방음벽을 설치하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 도로에 인접하고 방음벽이 설치되어 있지 않는 학교 중 3개교를 선정하여 수업 중에 발생하는 도로교통 소음과 학생들의 청각반응과의 상관관계를 파악하는데 목적이 있다.

## II. 측정방법

### 1. 도로교통소음의 측정<sup>6), 9)</sup>

#### 가. 소음계

학교 주변 지역의 소음 현황을 파악하기 위한 측정방법은 환경 오염 공정 시험법에 준하였으며, 본 측정에 사용된 소음계는 환경대상 측정용으로 Rion사의 NL-11을 사용하였다.

#### 나. 측정지점

측정지점은 선정된 학교의 부지경계선중 피해가 우려되는 장소와 운동장 그리고 교실안에서 소음도가 높을 것으로 예상되는 지점의 지면위 1.2~1.5m 높이에서 창문을 닫았을 때와 열었을 때의 소음도를 측정하였다.

본 도로교통의 소음은 3개의 학교를 임의로 선정하여 시간대별 등가소음도를 측정하였으며, 측정지점에 담, 건물 등 높이가 1.5m이상인 장애물이 있는 경우에는 장애물로부터 소음원 방향으로 5m 떨어진 지점으로 하였다. 다만, 그 장애물이 방음벽이거나 충분한 차음이 예상되는 경우에는 장애물밖의 5m 떨어진 지점 중 암영대(暗影帶)의 영향이 적은 지점에서 측정을 실시하였다.

#### 다. 측정조건

대상소음 측정시에는 소음계와 소음도 기록기를 연결하여 측정 기록하였고, 소음계 및 소음도 기록기의 전원과 기기의 동작을 점검하고 매회 교정을 실시하였으며 소음계의 레벨렌지 변환기는 측정소음도의 크기에 부응할 수 있도록 고정시켰다.

또한 소음계와 소음도 기록기를 연결하여 사용하였기 때문에 소음계의 과부하 출력이 소음 기록치에 미치는 영향에 주의하였으며, 소음도 기록기의 기록속도 등은 소음계의 동특성에 부응하여 조작하였다.

소음계의 청감보정회로는 A특성에 고정하여 측정하였고, 소음계의 동특성은 빠름(Fast)에 두고 측정하였다.

소음계의 마이크로폰을 측정위치에 삼각대를 설치하여 주소음원 방향으로 향하여 측정하였고, 측정하는 날의 풍속은 1.2~1.8m/sec로서 측정치에 영향을 줄 우려가 있어 방풍망을 부착하였고, 측정소음도는 도로교통소음이 지속되는 기간동안에 측정하였다.

#### 라. 설문지의 통계처리

설문지를 통해 수집된 자료는 편집과 부호화, 그리고 자료입력과정을 거쳐 SPSS-PC<sup>+</sup> 프로그램을 이용하여 통계 처리하였다<sup>7)</sup>.

조사자료는 표본에 대하여 각 변수별 빈도수 및

평균 그리고 표준편차를 측정하였으며 다음으로 변수 상호간의 관계에 의한 연구가설이 각 통계적 기법에 의해 분석되었고, 사용된 SPSS Subprogram은 빈도분석, 교차분석 등이었으며, 연구 단계 별로 통계 처리되었다.

### III. 결과 및 분석

#### 1. 소음도 측정 및 예측 결과

##### 가. H 중학교의 소음도 및 예측 결과

H 중학교는 왕복 6차선 도로변 지역으로서 학교 보건법 시행규칙(2001. 11. 7) <별표4> 소음기준인 교사내의 소음도 55dB(A)을 초과하는 소음이 발생하여 창문을 열고 수업을 할 때에는 교사와 학생간의 의사소통이 원활하지 못한 실정이고, 학생들의 수업집중도와 학업성취도에서도 많은 지장이 초래되는 것으로 등가소음도 측정결과 나타났다.

교실 창문은 이중창으로서 창문을 닫았을 때와 열었을 때의 dB 차이는 10~14dB(A) 정도의 차이를 보였으며, 1층과 3층간에는 5~8dB 정도의 차이로 3층이 더 높게 나타났다. Fig. 1은 H 중학교의 지점별, 시간대별 소음도를 나타낸 것이다.

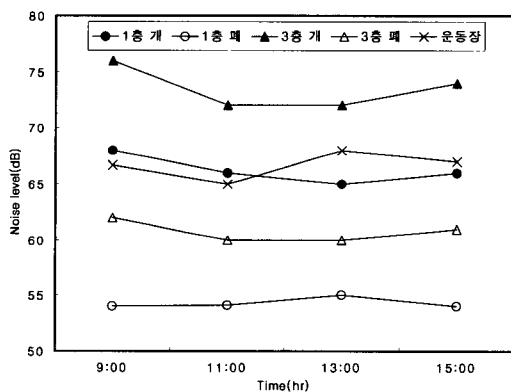


Fig. 1. Noise level of H middle school

대·소형차의 통과대수 및 평균차속, 그리고 도로단에서의 거리를 변인으로 예측한 예측소음도를 계산한 결과 77~78dB(A)로 학교 담벽에서 5m 떨어진 운동장에서의 측정소음치보다 8~10dB(A) 정도 더 높게 나타남을 알 수 있다. 이는 학교의 용

벽이 소음의 감소역할을 어느 정도 한 것으로 추정된다. Table. 1은 H 중학교의 예측소음도를, Fig. 2는 예측소음도와 측정소음도와의 상관관계를 나타낸 것이다.

Table. 1. Expected noise level of H middle school

Time	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	ℓ	L <sub>P</sub>	L <sub>B</sub>	Leq
09:00	1432	1153	60	55	8.5	69.64	75.57	76.55
11:00	1240	1005	61	58	8.5	69.23	75.66	76.55
13:00	1229	1237	63	61	8.5	69.61	77.22	77.92
15:00	1320	1164	59	57	8.5	69.07	76.07	76.86

N<sub>1</sub> : 1시간당 소형차 통과대수(대/h)

N<sub>2</sub> : 1시간당 대형차 통과대수(대/h)

V<sub>1</sub> : 소형차 평균시속(km/h)

V<sub>2</sub> : 대형차 평균시속(km/h)

ℓ : 가상주행중심선에서 도로단 지역까지의 거리(통상 10m 미만의 거리)

L<sub>P</sub> : 소형차 등가소음도(dB(A))

L<sub>B</sub> : 대형차 등가소음도(dB(A))

L<sub>eq</sub> : 등가소음도(dB(A))

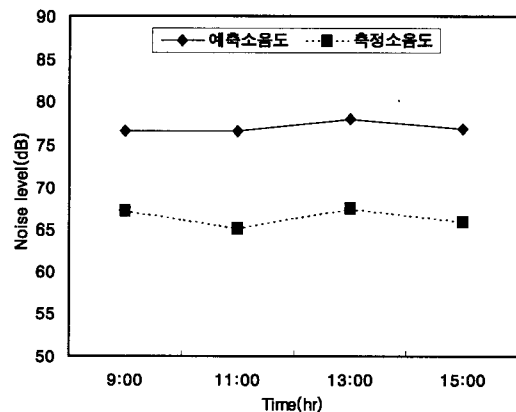


Fig. 2. Correlation between expected noise level and measured noise level of H middle school

##### 나. M 中學校의 騒音度 및 豫測 結果

M 중학교는 왕복 6차선 도로변 지역으로서 등가소음도 측정결과 학교소음 허용기준치인 65dB(A)을 초과하여 H 중학교와 마찬가지로 수업에

많은 지장을 초래할 것으로 나타났다.

교실 창문은 이중창으로서 창문을 닫았을 때와 열었을 때의 dB 차이는 12~16dB(A) 정도의 차이를 보였으며, 1층과 3층간에는 0~4dB(A) 정도의 차이로 3층이 더 높게 나타났으며, Fig. 3은 M 중학교의 지점별, 시간대별 소음도를 나타낸 것이다.

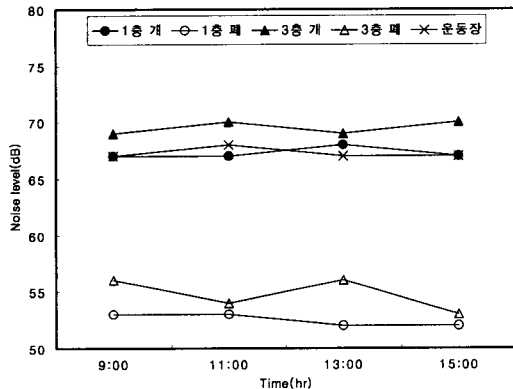


Fig. 3. Noise level of M middle school

대·소형차의 통과대수 및 평균차속, 그리고 도로단에서의 거리를 변인으로 예측한 예측소음도를 계산한 결과 74~75dB(A)로 학교 담벽에서 5m 떨어진 운동장에서의 측정소음치보다 7~8dB(A) 정도 더 높게 나타남을 알 수 있다. 이는 학교의 옹벽이 소음의 감소역할을 어느 정도 한 것으로 추정된다. 표 2.는 M 중학교의 예측소음도를, 그림 4는 예측소음도와 측정소음도와의 상관관계를 나타낸 것이다.

Table 2. Expected noise level of M middle school

Time	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	ℓ	L <sub>P</sub>	L <sub>B</sub>	Leq
09:00	1680	1104	52	49	10	67.76	73.17	74.27
11:00	1596	1209	54	51	10	68.03	74.08	75.05
13:00	1548	1224	55	50	10	68.14	73.88	74.90
15:00	1521	1231	54	49	10	67.82	73.64	74.65

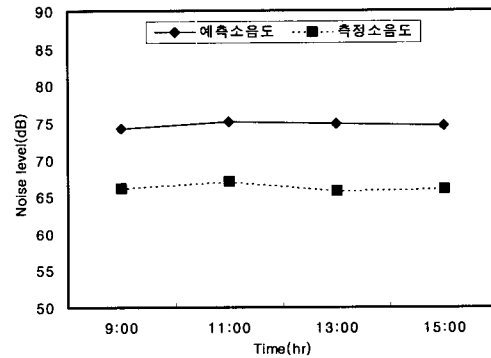


Fig. 4. Correlation between expected noise level and measured noise level of M middle school

다. Y 여중학교의 소음도 및 예측 결과

Y 여중학교의 경우 왕복 3차선 교차로변 지역에 위치함으로 인하여 등가소음도 측정결과 전술한 H, M 중학교와 마찬가지로 학교소음 허용기준치인 65dB(A)을 초과하여 수업집중도와 학업성취도에서도 많은 지장을 초래할 것이다.

교실 창문은 단일창으로서 창문을 닫았을 때와 열었을 때의 dB(A) 차이는 3~8dB(A) 정도의 차이를 보였으며, 1층과 3층간에는 0~3dB(A) 정도의 차이로 3층이 더 높게 나타났으며, fig. 5는 Y 여중학교의 지점별, 시간대별 소음도를 나타낸 것이다.

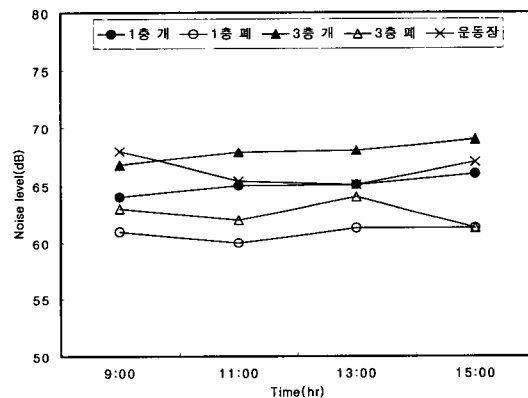


Fig. 5. Noise level of Y girls' middle school

대·소형차의 통과대수 및 평균차속, 그리고 도로단에서의 거리를 변인으로 예측한 예측소음도를

계산한 결과 69~70 dB(A)로 학교 담벽에서 5m떨어진 운동장에서의 측정소음치보다 2~4 dB(A) 정도 더 높게 나타남을 알 수 있다. 이는 학교의 담벽이 반개방형으로 되어있어 H, M 중학교보다 소음의 감소가 적게 나타나는 것으로 추정된다. Table. 3은 Y 여자중학교의 예측소음도를, Fig. 6은 예측소음도와 측정소음도와의 상관관계를 나타낸 것이다.

Table. 3. Expected noise level of Y girls' middle school

Time	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	ℓ	L <sub>P</sub>	L <sub>B</sub>	Leq
09:00	2143	898	31	31	6.5	63.95	68.18	69.57
11:00	1974	824	32	32	6.5	64.01	68.22	69.61
13:00	1917	817	31	31	6.5	63.47	67.76	69.14
15:00	2088	984	30	30	6.5	63.41	68.15	69.40

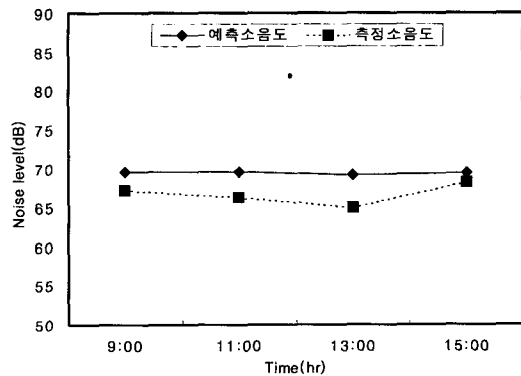


Fig. 6. Correlation between expected noise level and measured noise level of Y girls' middle school

## 2. 신뢰성 및 타당성 분석

### 가. 신뢰성 분석

학생들의 소음도 측정에 대한 신뢰성을 조사하기 위하여 양분신뢰성을 측정하였다.

신뢰도 측정 결과, 학생들의 평균 교실 소음도에 대한 신뢰성계수는 0.89로 나타나 매우 만족할만한 수준을 보여주었다.

### 나. 타당성 분석

학생들의 소음도 수준의 측정에 대한 타당성 조사는 일반적으로 측정된 소음의 정도, 예를 들면 벽시계 소리는 30dB(A), 조용한 공원 35dB(A), 냉장고 소리 40dB(A), 조용한 사무실 50dB(A), 백화점내 소음 60dB(A), 보통 음성 65dB(A), 전화벨 소리 70dB(A), 도로변 소음 75dB(A), 철도변 소음 80dB(A), 방직공장 소음 90dB(A), 자동차 경적음 100dB(A) 등 객관적으로 측정된 소음의 수치가 있기 때문에 이같은 수치를 보기로 주고 학생들이 사전에 느낀 소음감응정도를 기준으로 기술했기 때문에 조사의 타당성은 무리가 없다고 판단된다.

## 3. 설문 분석

### 가. 수업에 지장을 주는 소음원

학생들이 가장 심하게 느끼는 소음원의 종류에 대한 빈도분석 결과에 의하면 버스, 트럭 등의 교통 기관에 의한 소음이 86.2%, 건설 현장의 공사장 소음 4.7%, 행사인의 확성기 소음 2.2%, 공장 및 사업장의 작업 소음 0.9%, 이웃 주택에서 나는 생활 소음 0.5%, 기타 5.5%로 실제 학생들의 수업에 지장을 주는 가장 큰 소음원로서는 버스와 트럭 등의 교통기관 소음인 것으로 분석되었다.

### 나. 소음으로 인한 수업 방해 정도

학교 주변 소음으로 인한 수업 방해 정도를 빈도분석 결과로 살펴보면 매우 심하게 방해가 된다가 18.5%, 약간 방해가 된다 54.0%, 별로 방해가 되지 않는다 25%, 전혀 방해가 되지 않는다 2.5%로 수업에 방해가 된다가 72.5%로 학생들은 학교 주변 소음으로 인하여 수업에 방해를 받는 것으로 나타났다.

### 다. 소음으로 인한 주의집중력의 저하정도

평소 학교 생활을 하면서 학교 주변 소음으로 인하여 주의 집중력의 떨어짐을 빈도분석한 결과, 정말 그렇다 23.6%, 어느 정도 그렇다 43.8%, 별로 그렇지 않다 26.9%, 전혀 그렇지 않다 5.7%로 주의 집중력이 떨어진다가 67.4%로 학생들은 학교 주변 소음으로 인하여 주의 집중력이 떨어지는 것으로 나타났다.

라. 소음으로 인한 음성의 커짐 정도

평소 학교 생활을 하면서 학교 주변 소음으로 인하여 자신의 음성이 커짐을 빈도분석한 결과, 정말 그렇다 18.8%, 어느 정도 그렇다 35.8%, 별로 그렇지 않다 35.2%, 전혀 그렇지 않다 10.2%로 자신의 음성이 커진다가 54.6%로 학생들은 학교 주변 소음으로 인하여 자신의 음성이 커지는 것으로 나타났다.

4. 측정소음도와 청감소음도와의 상관관계

조사 대상으로 선정된 학교는 도로변 주변에 위치해 있어 이동하는 차량으로 인하여 학생들이 느끼는 청감소음도도 높게 나타날 것이라는 가정하에 각 학교별 측정소음도와 청감소음도와의 상관관계, 각 층별 측정소음도와 청감소음도와의 상관관계를 분석하였다.

가. 대상 학교별 소음도 분석

대상 학교별 측정소음도가 높을수록 학생들이 느끼는 청감소음도가 높게 나타날 것이라는 가정하에 학교별 측정소음도와 청감소음도와의 상관관계를 교차분석해 보면 측정소음도가 높은 학교일수록 학생들이 느끼는 청감소음도가 높게 나타나는 것을 볼 수 있다( $\chi^2=351.53835$ ,  $d \cdot f=110$ ,  $p=0.0000$ ). Fig. 7은 학교별 1층 측정소음도와 청감소음도와의 상관도를 나타내고 있고, Fig. 8은 학교별 3층 측정소음도와 청감소음도와의 상관도를 나타내고 있다.

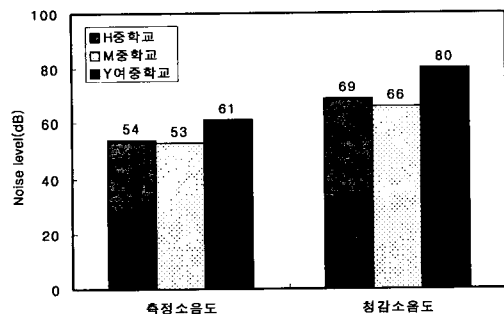


Fig. 7. Correlation between measured noise level and perceived noise level in closed first floor of each school

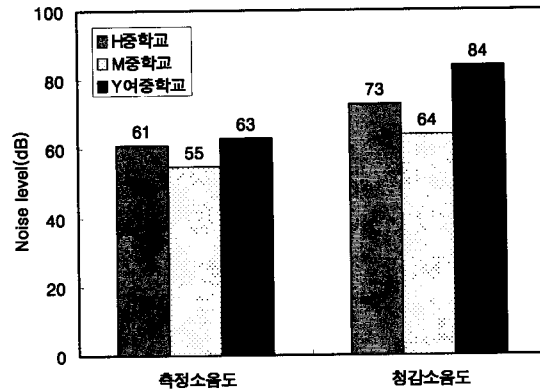


Fig. 8. Correlation between measured noise level and perceived noise level in closed third floor of each school

나. 층별 소음도 분석

소음도 측정에서 나타난 결과를 토대로 1층보다 3층의 소음도가 더 높게 나타났다. 이에 따라 학생들이 느끼는 청감소음도도 높게 나타날 것이라는 가정하에 층문제 기준으로 층별 측정소음도와 청감소음도와의 상관관계를 교차분석하였다.

이 결과 측정소음도가 높은 층일수록 학생들이 느끼는 청감소음도도 같이 높아지는 것으로 분석되었다( $\chi^2=351.53835$ ,  $d \cdot f=110$ ,  $p=0.0000$ ). Fig. 9는 층별 측정소음도와 청감소음도와의 상관도를 나타내고 있다.

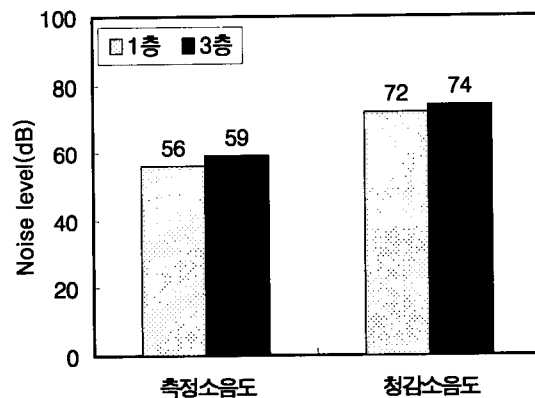


Fig. 9. Correlation between measured noise level and perceived noise level in each floor

## 5. 소음 저감 방안

### 가. H·M 중학교

각 학급 교실은 이중창이며, 차량통과대수가 2300~2800대/h 정도이고 차량속도가 약 50km/h 대인 왕복 6차선 도로변에 위치한 학교이다.

이 두 학교의 경우 경제적 효율성 측면에서 볼 때 가장 적절한 소음 저감 방안으로 도로교통소음 예측식 중에서 인자로서 작용된 차량속도를 줄이는 것으로 30%줄임으로 4.5dB(A) 정도, 50%줄임으로 9dB(A) 정도의 감소를 가져올 수 있으므로 차량속도를 줄이는 방안이 모색되어야 될 것이다. 이의 방안으로는 도로표지판의 설치, 요철 설치, 안전표식 페인트칠, 신호등 설치 등의 방법이 있다.

### 나. Y 여자중학교

각 학급 교실은 단일창이며, 차량통과대수가 2700~3000대/h 정도이고 차량속도가 약 30km/h 정도인 왕복 3차선 교차로변에 위치한 학교이다.

이 학교의 소음 저감 방안으로는

첫째, 소음측정치 결과에 의한 단일창과 이중창의 차이가 7~8dB(A) 정도이므로 단일창을 이중창으로의 교체작업이 빠른 시일내에 이루어져야 되겠다.

둘째, 부산광역시 1996년 환경백서에 의하면 방음벽의 설치로 평균 5.9dB의 소음저감효과가 있으므로 날씨가 덥거나 환기를 위해 창문을 열었을 때를 고려한 방음벽의 설치가 필요하다. 이의 설치시 학생의 정서함양과 도시미관을 위해 색상을 디자인하고, 일조권에 문제가 되지 않도록 투명방음벽의 설치가 필요하다.

## IV. 결 론

학교 주변 도로교통 소음과 예측 그리고 실제 학생들이 느끼는 소음 청감정도를 측정과 설문방법을 통하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 측정 등가소음도 분석결과 창문 개폐시 각 학교별 dB(A)은 H 중학교 10~16dB(A), M 중학교 12~16dB, Y 여자중학교 3~8dB(A) 정도의 차이가 있었고, 1·3층 간 각 학교별 dB(A) 차이는 H중학교 5~8dB(A), M 중학교 0~4dB(A), Y 여자중학교 0~3dB(A)의 차이로 1층보다 3층의 소음도가 더 높게 나타났다.
2. 학교 담벽에서 5m 떨어진 운동장을 기준으로 한 측정소음도와 예측소음도와의 dB(A) 차이는 H 중학교 8~10dB(A), M 중학교 7~8dB(A), Y 여자중학교 2~4dB(A)의 차이로 측정소음도보다 예측소음도가 높게 나타났다.
3. 학교별 측정소음도와 청감소음도와의 상관관계는 1층페 기준 H 중학교 54 : 69 (dB), M 중학교 53 : 66 (dB), Y 여자중학교 61 : 80 (dB)으로, 3층페 기준 H 중학교 61 : 73 (dB), M 중학교 55 : 64 (dB), Y 여자중학교 63 : 84 (dB)로 나타나 측정소음도가 높은 학교일수록 학생들이 느끼는 청감소음도가 더 높게 나타났다.
4. 층별 측정소음도와 청감소음도와의 상관관계는 1층페 56 : 72 (dB), 3층페 59:74 (dB)로 측정 분석되어 교실층이 높아질수록 측정소음도가 더 높게 나타나고, 학생들이 느끼는 청감소음도도 같이 높아지는 것으로 분석되었다.
5. 설문의 빈도분석 결과 학교 주변의 가장 심한 소음원으로 교통기관 소음이 86.2%로 가장 많은 것으로 나타났고, 학교 주변 소음으로 인해 72.5%의 학생들이 수업에 방해를 받고, 67.4%의 학생들이 주의 집중력이 떨어진다고 하였으며, 54.6%의 학생들이 자신의 음성이 커진다고 응답해 학교 주변 소음이 학습자에게 부정적인 영향을 많이 주고 있는 것으로 분석되었다.

## 참 고 문 헌

1. 김장호·장부규, “소음진동기사”, 지구문화사, 1996.
2. 권숙표, “국토보전을 위한 환경대책총람” 한국 환경교육협회, 1991.
3. Schultz, T.J., “Community Noise Rating”, Applied Science, 1982.
4. 김만호, “소음방지실무요령”, 동화기술, 1991.
5. 부산광역시, “환경백서”, 부산광역시 환경보호과, 1996.
6. 김희강·김인환·전병영·전성탁, “최신소음진동학”, 동화기술, 1992
7. 채서일·김범중·이성근, “SPSS/PC\*를 이용한 통계분석”, 학현사, 1996.
8. 일본건축학회, “소음평가법”, 장국사, 1980