

서울시내 초등학교 주변의 소음실태 및 방음벽효과에 관한 연구

권태원, 은정환, 김경태, 황인철

환경보전협회 개발부

I. 서론

최근들어 서울시내의 도심 및 외곽 지역에 급속도로 늘어난 교통량은 초등학교 주변까지 무분별하게 파고들어 교통소음을 야기하여, 초등학교의 교육의 질을 악화시키는 요인으로 작용하고 있다.

도로교통소음은 많은 차량과 고속질주로 인하여 더 높게 증가하며 나타나고, 학교주변에서도 마찬가지로 교통소음한도기준을 초과하여 학교실내의 학생 및 교사들에게 공부방해, 회화방해 또는 정신적피로를 동반, 가중케 한다.

'90-'94년간의 환경부 통계에 따르면 서울시내의 초등학교 근처 및 주요 도로변의 측정소음도는 환경기준 일반지역 "가" 지역기준 50dB(A)를 10dB(A) 이상 초과하여 나타나고 있으며, 환경기준 도로변지역 "가", "나" 지역기준인 65dB(A)에도 8~11dB(A) 초과하여 나타나고 있다.

근래에 들어 이와같은 도로교통소음 피해를 감안하여, 서울시내 도로주변 초등학교를 대상으로 방음벽을 설치하여 운영하고 있으나, 과연 방음벽대책으로 교육적환경이 개선되었는가 하는 여부는 관리적인 측면에서 소홀함이 없지않아 있었다.

따라서 본 연구는 방음벽 설치후에 야기되는 소음 피해에 대하여 설문조사, 도로교통소음, 초등학교소음 실태, 방음벽 효과조사등 다각적인 종합분석을 통하여 문제점을 도출, 그에 대한 평가와 대책을 고찰하고, 향후 정온한 환경에서 초등교육이 이루어 질 수 있도록 관리적인 측면과 방향을 제시함으로써 본 연구자료를 활용코자 하였다.

II. 조사방법 및 내용

1. 조사기간

1994. 8 - 1995. 12(1년 5개월간)

2. 조사지역 및 횟수

서울시내의 도심인 영등포 지역과 외곽인 도봉구 지역을 대표 권역으로 설정하여 도로변과 인접한 방음벽이 설치된 9개의 초등학교를 <표 2-1>과 샘플로 선정하여 연간 조사하였다.

3. 측정 방법 및 조건

측정기기는 정밀소음계 및 기록계등으로 다음과 같



〈표 2 -1〉

조사지역 및 대상

권역	구 별	샘플번호	대상초등학교	주 소	비 고
도심	영등포구	P1 - 1	당산초등학교	양평동 323	
	"	P1 - 2	당서초등학교	당산동5가 7-1	
	"	P1 - 3	대길초등학교	신길6동 4515	
	"	P1 - 4	영등포초등학교	문래동1가 35-2	
	"	P1 - 5	여의도초등학교	여의도동 40-3	
외곽	도봉구	P2 - 1	백운초등학교	쌍문1동 422-2	
	"	P2 - 2	창일초등학교	창동 71-43	
	"	P2 - 3	선곡초등학교	월계동 470	
	"	P2 - 4	오현초등학교	번동 23-12	

으며 소음진동공정시험방법에 의하여 측정하였다.

- 정밀소음계: ONSOKU (OS-60), JAPAN
- 기록계: ONSOKU (ORL-22), JAPAN
- 외부 교정기: ONSOKU (OCS-65), JAPAN

4. 조사내용

가. 도로교통

조사대상은 방음벽이 설치된 초등학교인접 주변도로이며 조사내용은 시간당 교통량 조사와 도로교통 소음도를 측정, 병행하였다.

나. 방음벽효과

조사대상은 초등학교와 도로사이에 설치된 방음벽이며 조사내용은 방음벽의 재질, 모양, 높이, 길이 조사와 아울러 방음벽 전·후 소음도 측정을 병행하였다.

다. 초등학교의 소음실태

조사대상은 도로교통소음이 지속되고 상태의 방음

벽이 설치된 9개 초등학교 각 층별실내로 창문을 연 상태로 소음도를 측정하였다.

라. 설문조사

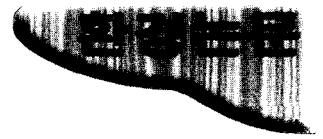
조사대상은 초등학교의 어린이, 교사로 조사내용은 설문지를 통하여나 질문으로 주변실태를 파악, 조사하였다.

마. 문헌조사

도로교통소음대책, 학교소음실태, 방음벽의 효과등 국내,외 문헌과 연구보고서등 유사자료를 조사하였다.

Ⅲ. 조사결과 및 분석

서울시내 도심지역의 5개 초등학교와 외곽지역의 4개 초등학교를 선정하여 이들 주변의 도로로 부터 교통량에 따른 도로교통소음, 방음벽 전후소음 및 초등학교 실내 소음도를 측정.조사한 결과는 <3-1>, [그림 31]과 같으며 분석한 내용은 다음과 같다.



1. 도로교통

가. 현황 : 학교주변의 도로교통소음도는 도심지역에서 76dB(A), 외곽지역에서 73dB(A)을 보여 도심지역이 3dB(A)높게 나타났으나 대개 평균 75dB(A)수준을 유지하는 것으로 나타났다.

나. 도로교통소음 실측치와 예측치의 상관도: 방음벽을 설치한 학교주변의 도로교통소음은 차선수에 따른 차량의 증감과 차속변화에 따라 민감하게 변화하였으며 측정소음도와 예측소음도와의 관계는 영등포지역 93%, 도봉구지역 98%의 상관성을 보여 전체93%의 높은 상관성을 보였다.

다. 환경현황과 법적기준의 비교: 학교주변의 도로교통소음도는 환경기준 (도로변지역"가","나") 65dB(A)보다 영등포지역 8~18dB(A), 도봉구지역 6~11dB(A) 높게 초과하여 나타났고, 도로교통소음한도 68dB(A)에도 영등포지역 5~15dB(A), 도봉구지역 3~8dB(A)등 모두 초과하여 나타났다.

2. 방음벽

가. 조사대상 방음벽현황 : 조사된 방음벽의 재질은 주로 AL재질의 방음벽 이었으며, 길이는 학교에 접하는 만큼의 길이를, 높이는 학교 2층이하의 높이를, 형태는 기억자형을 유지하는 공통점을 보였으며 재질 및 길이, 형태등은 모두 공통적으로 현장소음변화에 미미하였고, 높이의 경우는 높이변화에 따라 소음변화특성이 달라짐을 확인할 수 있었다.

나. 방음벽의 감쇠폭 변화: 도시지역의 방음벽의 높이는 3~5.5m로 다양하여 평균높이는 4m를, 방음벽의 전후 감쇠치는 도심지역 7~20dB(A), 외곽지역 11~15dB(A)을 보여 평균 13.8dB(A)의 감쇠폭을 나타냈으며, 방음벽높이가 5m 이상될시 15~19dB의 큰 감쇠폭(감음량)을 나타내었다.

다. 방음벽높이에 따른 감쇠폭의 상관성: 방음벽의 높이변화에 따른 소음실측치와의 상관성은 86.1%로 높게 나타났고 반면, 길이와의 소음실측치의 상관성은 29.3%로 낮게 나타났다.

라. 방음벽후단의 삽입손실치의 산정분석: 방음벽의 후단의 소음실측치와 삽입손실 예측치와 상관성을 알아 보기위하여 이론치인 회절감쇠치, 투과손실치, 직접음 감쇠치를 산정한 결과 삽입손실치는 11.3dB~15.5dB을 보여 실측치와의 상관성은 64.9%로 저조하게 나타났다.

마. 방음벽의 효율분석: 방음벽 효과분석을 위하여

$E = \{(10L/10-10 L'/10)/10L/10\} \times 100$, %
의 일반관계식을 적용

하였으며, 분석한결과 방음벽후단의 실측치와 예측치로부터 방음벽높이가 5m이상 일때는 대체적으로 94%~97%의 일정한 효율을 나타낸 반면, 3~4.5m 높이에서는 15.5%~89.5%의 불규칙한 효율을 나타내었다.

바. 방음벽 설치후 효율의 저해요인: 방음벽 설치후 방음벽 효율의 저해요인으로서 방음벽높이와 교통량, 차속의 불규칙, 인접한 주변교통량(교차로, 철도)등을 들 수 있었다.

3. 학교소음

가. 현황: 초등학교 1층~4층까지의 실내소음도는 평균적으로 영등포지역이 58~65dB(A), 도봉구지역이 57~61dB(A)의 변화폭을 보여, 도심지역이 다소 큰 변화폭을 보였으며, 3~4월(소음조사 2차시기)중에 소음도가 크게 나타났으며 이때의 4층의 소음도는 대부분 65dB(A)를 초과하는 것으로 나타났다.

환경논문

나. 방음벽 효과에 따른 학교의 소음도 분석: 방음벽 후단 소음도와 학교소음도를 비교분석한 결과 1,2층에서 58~63dB(A)를 얻어 방음벽뒤보다 낮아 방음벽 효과를 보고있는 반면, 3,4층의 소음도는 61~67dB(A)로 방음벽뒤보다 1~4dB(A)높아 방음벽 효과가 감소되는 경향을 나타내었으며 방음벽뒤의 평균소음도는 학교의 2,3,층의 평균소음도와 유사한 값을 나타내었다.

다. 학교에서의 예측치와 실측치의 상관성 분석: 도로 주행 중심선으로부터 방음벽이 없다고 가정한 예측치와 실측치의 관계를 적용, 학교벽면까지의 소음상관성을 분석한결과 30.2%의 낮은 상관도를 보였다.

라. 법적기준과 실측치의 비교: 도시지역의 학교실내

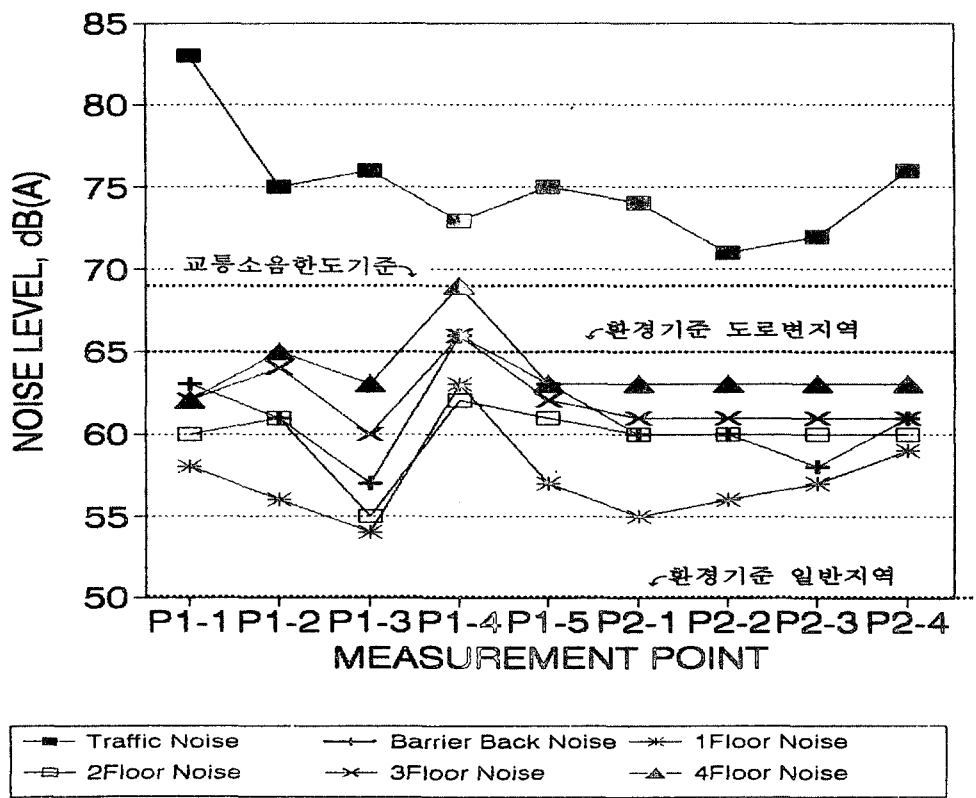
소음도는 환경기준 일반지역 "가"지역 50dB(A)을 적용할 경우 8~15dB(A)더 상회하여 나타났고 환경기준 도로변지역 기준"가" 지역 65dB(A)에 적용시는 영등포초등학교 65dB(A)를 제외하고는 모두 기준이내로 나타났다. 한편 학교주변을 도로교통소음한도기준인 68dB(A)에 적용할 경우는 모두 7-14dB(A) 하회하는 것으로 나타났다.

마. 학교실내 소음도와 PNC곡선값의 비교: 학교교실에서 PNC(Preferred Noise Criteria)곡선은 30-40수준이며, 이 수준에서 소음레벨은 38-47dB(A)이하를 유지하도록 권장되고 있으나 본 조사에서는 초등학교 교실의 실내 평균 소음실측치는 61dB(A)로서 PNC 판정치보다 14~23dB(A) 높은 수준으로 나타났다.

<표 3 - 1>

조사결과의 종합평가표

구 분 Site	샘플번호 Sample NO.	측정소음도 Leq dB(A)					비 고
		도로단	방음벽 후단	학 교 실 내			
				1층/ 2층/ 3층/ 4층	12층/34층 평균비교	전체 평균	
영등 포구	P1-1:당산초등학교	83	63	58/ 60/ 62/ -	59 / 62	60	*환경기준: -일반지역 "가"기준 50-도로변 지역"가" 기준65 *규제기준: -학교주변 지역 68dB(A)
	P1-2:당서초등학교	75	61	56/ 61/ 64/ 65	59 / 65	62	
	P1-3:대길초등학교	76	57	54/ 55/ 60/ 63/	55 / 61	58	
	P1-4:영등포초등학교	73	66	63/ 62/ 66/ 69	63 / 67	65	
	P1-5:여의도초등학교	75	63	57/ 61/ 62/ 63	59 / 63	61	
도봉구	P2-1:백운초등학교	74	60	55/ 60/ 61/ 63	59 / 63	61	
	P2-2:창일초등학교	71	60	56/ 60/ 61/ 63	58 / 62	60	
	P2-3:선곡초등학교	70	58	57/ 60/ 61/ 63	59 / 62	60	
	P2-4:오현초등학교	76	61	59/ 60/ 61/ 63	59 / 62	61	
최소 최대 범위		70-76	57-63	54-59/55-61/60-64/63-65	58-63/61-67	58-62	
총 평 균		75	61	57/ 60/ 62/ 63	59 / 63	61	



[그림 3 - 1] 측정 POINT별 소음흐름 분포도

4. 설문종합

도로인접 초등학교 어린이들은 공부방해 39.2%, 회화방해 19.0% 정신적피로 16.7%로 소음피해를 받고 있으며, 방음벽설치후의 소음도는 많이 조용해진것 같다가 58.0%를 차지하여 방음벽의 효과는 크지 않은 것으로 나타났고 어린이들은 조용한 학교로 만들기 위하여 차량소통 줄이기 41.9%, 차량의 소음방지 18.5%, 방음벽보강 18.5%순으로 응답해 교통문제에 큰 관심을 표명하였다. 또한 방음벽에 대한 공통적 느낌에 대하여 삭막하다, 더럽다, 그림을 그리거나 색깔을

칠했으면 좋겠다, 투명방음벽을 설치하면 좋겠다등으로 나타나 방음벽 설치시 교육적 측면과 환경적측면도 고려되어야 할것으로 분석되었다.

IV. 종합평가 및 대책

1. 초등학교 주변의 소음대책

가. 차선제한

차선의 최소화보는 교통량의 제한을 유도하므로 최



대 왕복 4차선이하로 조정할 필요가 있다. 그러나 이 경우 차속제한이 선행되어야 한다. 차선수가 많아지면 차량수가 많아짐으로 당연히 측정소음도는 높아지며 차선이 적을수록 차량이 적어지므로 소음도는 낮아질 것이다. 향후 학교설립시 학교주변에 도로가 꼭 필요하다면 학교관련 운행하는 차량으로 제한하고 왕복2차선 이하나 편도 2차선 이하로 설계하여 운용관리하는 것이 바람직 할 것이다.

나. 차속제한

같은 왕복4차선 차속비교에 따른 측정소음도는 차속이10-20km/hr 더 높으므로서 4-5dB(A)더 높아짐을 나타낸다. 따라서 차속을 최소40km/hr이하로 유지할시 소음저감목표를 달성할 수 있을것으로 사료된다.

다. 차량수제한

같은 왕복4차선 차량수비교에 따른 측정소음도는 차량이1,000대/hr이상일 경우 75dB(A)이상을 차량이 1,000대/hr이하일 경우 4dB(A)이 줄어든 71dB(A)이하를 나타냄으로서 차량수 제한에 따라 소음의 영향을 줄일수 있을 것으로 기대된다. 또한 트럭통행량이 반으로 줄어들 경우 55km/hr에서 2.5dB(A)의 저감효과를 보이고 있어 대형차의 제한도 저감방법으로 매우 유효할 것이다.

라. 환경시설대조성

도로신설시 차도 바깥쪽으로 폭 10m~20m의 토지를 환경시설대로 편입하여 경관을 조성하는등 심미적인 효과와 교통소음저감 효과를 도모한다.

마. 우회도로의 신설 및 도로이격

소음을 없애는 최적의 방법은 학교주변에 차량을 완전히 제거하는 방법이지만 실효성이 적다. 일반적으로 소음원은 전과경로를 차단하거나 멀리 함으로서 저감할 수 있다. 따라서 초등학교 주변에 방음벽설치

나 또는 도로자체를 멀리하는 것이 그 방법일 것이다. 초등학교 주변에 도로를 신설할 경우는 위에 제시한 것을 만족시키거나 또는 학교앞 운동장 건너편에 도로를 신설하여 저감시키는 방법이 매우 유효하다. 또한 방음벽 설치전 도로교통 예측식에 따라 소음환경기준(일반지역 "가"지역 적용기준 50dB(A))을 유지하기 위한 근접한 거리에 도로를 신설하는 것이 바람직 할 것이다.

바. 차량자체의 소음방지

보통의 자동차는 기계적 소음과 엔진소음으로 대별되는데 소형차의 경우 시속 90km이상에서, 대형차의 경우 시속 50-60km에서 엔진소음보다 타이어소음이 크다고 보고되고 있다. 따라서 저소음 엔진뿐 아니라 소음을 줄일 수 있는 路面과 타이어개발등도 한 과제라 할 수 있다. 또한 제작차의 엄격소음규제를 통한 기술개발을 유도함으로서 학교주변에서도 차량이 원활히 소통할 수 있도록 한다.

사. 법적교통규제

현재 소음진동규제법상에 정온한 환경을 유지하기 위한 곳은 시도지사의 권한위임이 언급되어 있드시 학교주변의 최고 교통속도를 40km/hr이하로 조정, 유지토록 하는 방법이 있으며, 다소 규제를 완화하여 학교창문을 열고 수업하는 시기(초여름에서 늦가을)만을 고려, 계절별로 속도제한운용를 시도하는 방법도 있으며, 학교수업시간(08:00~17:00)을 제외한 속도 완화 기준도 생각해볼 수 있다. 이는 교통흐름지연도 유발할 수 있으나 잠정적으로는 학교주변의 교통흐름의 제한과 정온한 장소의 필요성을 인식케 하는 교육적 효과도 있을 것으로 판단된다.

2. 초등학교 주변의 방음벽 연구

가. 방음벽 높이의 최소규격도입

초등학교의 건물높이는 4층인데 반하여 방음벽높이

는 일정하지 않아 그에 따른 소음의 감쇠폭도 변화하였다. 따라서 방음벽높이는 학교건물의 2층 높이 즉, 5m이상으로 최소 높이 규격화할 필요가 있다. 조사결과를 보면 9개지점의 도로변 평균소음도는 75dB(A)이었으며, 9개지점의 방음벽 평균높이 4.6m, 평균감쇠도는 13.8dB를 나타내어 방음벽후단의 평균소음도는 61.2dB(A)를 나타냈다. 여기서 방음벽높이를 5~5.5m이상으로 할 경우 더 큰 감쇠폭을 보여 평균 17dB이상의 감쇠도를 보였다. 따라서 방음벽을 설치할 경우 일정한 최소높이(5m)규격은 소음도를 일정한 수준으로 저감시킬 수 있으며 더 저감코자 한다면 교육환경을 위해 방음벽 위에 1m이상의 투명방음벽을 설치하는 등의 방법이 고려되어야 할것으로 보인다.

나. 방음벽은 도로와 인접하여 설치

학교건물과 인접하여 방음벽을 설치할 경우 소음감쇠효과는 다소 있을것이나 이는 교육환경이 나빠지므로 되도록이면 도로와 최소 인접하여 방음벽을 설치하고 학교는 도로와 가급적 멀리 이격하여 소음을 저감할 수 있도록 하여야 한다.

다. 방음벽설치시 주변환경고려

이미 설치된 방음벽은 주변환경을 고려하여 알맞은 대책을 세우고 새로 설치될 방음벽은 주변의 환경이나 공간의 묘를 살려 계획되어야 한다.

(1) 조경면

방음벽하단에 50cm 혹은 1m 높이 정도로 콘크리트기초를 하는데 마찬가지로 기초주변이나 기초부분을 이용하여 나무가 자라날 수 있는 조건을 유지하여 주변 나무등이 자라나 흡음율과 조경면에서 매우 유효하다.

① 방음벽면은 담쟁이 넝쿨이나 칙넝쿨이 자라나서 타고 올라가기에 좋은 조건이 되므로 방음벽길이 방

향으로 주변 50cm를 객토하여 담쟁이나 칙을 심는다. 늦가을까지 줄기가 방음벽면을 타고 올라가 성장하면서 그 푸프름이 시각적 효과를 더해 주며, 흡음도하여 소음저감측면에 유효하다. 이것은 방음벽 양방향에 해도 좋으며 한쪽면만 할 경우에는 도로방향으로 함으로서 운전시 피로감도 덜어 줄 수 있다.

② 마찬가지로 항상 고려될수 있는 요건으로 방음벽 주변에 80cm-1m정도 객토하여 2m 간격으로 잣나무나 소나무등을 식재하는데 도로의 보도가 대부분 넓지 않고 환경시설대가 존재치 않는다면 주로 학교쪽으로 방음벽 주위에 식재토록한다. 장기적으로 유효할수 있는 대책중에 하나이다.

(2) 컬러화

방음벽은 먼지로 인하여 더러워질 수 있고 또한 너무 높으면 답답한 감도 주어 주변환경을 악화시킬 수도 있다. 따라서 도시미관과 시각적인 미를 주기 위하여 방음판넬의 컬러화가 연구 중이며 실제 설치도 된바 있다. 그러나 대부분의 초등학교주변 방음벽들은 설문조사에서 나타났드시 너무 삭막하다, 밝은색을 칠했으면 좋겠다, 투명하였으면 좋겠다 등으로 응답되고 있다. 방음벽의 컬러화는 예술세계에 있어서는 무궁무진 할 것이다.

① 방음벽의 단순컬러화는 방음판넬에 그린색이나, 파란색 등의 각각 한가지색으로 구성된 요소를 설치시 일정형태의 모양으로 짜 맞추는데 있다. 보기에다 산뜻하고 페인트 제질에 따라 흡음율도 기대할 수 있다.

② 최근 벽돌이나 타일 등을 이용한 모자이크형식의 그림이 유행이다. 방음판넬 다양한 모양의 연구가 선행되면 전체그림을 모자이크화 할 수 있다. 또한미리 이미지화한 그림을 각 방음판넬에 그려넣어 짜 맞추는 시도도 한가지 방법일 수 있으며 설치후 단순한 색상과 지루함이 없는 그림을 그려 넣는 것도 교육

적인 측면과 심리적인 안정감을 제공할 수 있다.

(3) 개발화

① 투명 이중방음벽을 설치하되 2중 방음벽사이에 그 린type의 숲이나 도시 미관상징물 등의 그림 및 장치 물을 삽입하는 방법도 고려하여 볼 수 있다.

② 일반적으로 사용되는 방음벽인 AL, PC 방음벽의 외 학교주변에 어울리상단부 및 외관 등이 변화한 美觀방음벽의 개발과 방음판넬의 공명구조, 진공구조의 연구등도 이루어져 다양한 방음벽이 연구개발 보급되어야 할 것이다.

3. 기타 학교에서의 대책

방음벽설치와 주변의 철저한 관리에도 불구하고 소음은 초등학교 실내로 전파되어 교육효과를 떨어지게 한다. 교실의 창문을 항상 닫아 놓을 수도 없는 문제이다. 그러나 어떤 소음에 노출될지도 모르는 교육환경에 대비하기 위해서는 최소한의 학교 창문들은 2중 창으로 구조화 되어야 하고, 창문을 닫고 쾌적한 수업을 유지하기 위하여 실내공기 정화장치등도 필수적으로 비치되어야 할 것이다.

V. 향후방향 및 건의

建議 1. 초등학교의 주변환경개선을 위한 정책이 일관되어야 할것이다.

최상의 교육정책은 초등학교 주변의 교통소음을 완전히 제거해야 하는 것이나 이는 여건상 힘든일이다. 따라서 소음이 심한 학교등은 도로를 최대한 이격화 하는 우회도로신설과 학교주변의 도로신설을 엄격히 제한하는 등의 교통정책이 필요하며 환경부는 학교주

변에 소음제한을 시도지사에게 위임한만큼 엄격규제를 통하여 조용한 교육풍토를 가꾸기에 상호 일관적인 정책을 펴 나가야 할 것이다. 또한 학교등 정온한 환경을 유지하기 위한 지역등은 소음기준을 일관되게 적용하여 기준여부의 불분명에서 탈피하여야 할 것이다.

建議 2. 초등학교 설립시 주변의 환경성평가를 통하여 영향을 최소화 한다.

대부분의 학교가 먼저 설립된 이후 주변도로의 팽창으로 인하여 소음이 증가, 방음벽이 설치되는 사후 행정은 손실이 많아지게 된다. 학교의 입지선정은 도시계획과 교통계획, 규제여건등 주변의 모든요건을 고려한 부지입안계획을 근거로 작성 검토되어야 하겠지만 만일, 주변 환경변화에 대한 예측이 없이 설립된다면 근본적인 교육환경은 가꿀수 없을 것이다. 따라서 방음벽을 설치할 학교나 새로 건설될 학교에 대하여는 주변의 환경성검토를 통하여 장래 영향을 예측, 대안을 제시 함으로서 악영향을 최소화 할 수 있을 것이다.

建議 3. 효율적인 방음벽의 설치와 관리를 도모 하여야 한다.

방음벽이 설치된 대부분의 초등학교들은 도로와 근접하고 있으며, 방음벽은도시미관을 해칠뿐 아니라 학생들의 정서를 매마르게 하고 있다. 특히 자동차매연과 먼지등으로 검게된 방음벽은 더럽고 답답한 분위기를 자아낸다. 따라서 학생들이나 보도를 지나가는 주위 행인들을 위해서라도 심리적인 요소나 교육적인 효과를 배려하는 방음벽설치가 급선무이며 설치된 방음벽도 깨끗하고 주위에 어울리는 이미지쇄신 등의 관리에 힘을 써야 할 것이다. 이를 위하여 컬러화한 다양한 방음판넬 구조의 개발과 색상 및 그림 등을



시각화하여 설치하는 묘가 필요하며, 주변의 담쟁이 넝쿨, 잣나무등의 식재는 푸른도시를 가꾸는 데도 일조 할 수 있다. 또한 소음의 차음효과를 높이기 위하여 방음벽의 최소 높이규격을 마련(학교높이가 대부분 일정하므로 가능함)하고, 높이를 기준으로 하여 상단부논의 1m이상의 투명방음벽 설치나 변형을 통하여 시각적 안배도 고려하여야 한다. 이는 방음벽과 그 주변 등을 미적공간으로 가꾸기 위한 지속적인 관리와 다양하고 성능좋은 방음벽을 설치토록 하는 제도적 뒷받침도 선행되어야 할 것이다.

參 考 文 獻

- 1) 정일록 외 6인 (1989), 도로교통소음 저감을 위한 종합대책에 관한연구Ⅲ, 국립환경연구원
- 2) 이종우 외 6인 (1985), 소음방지시설의 성과와 구조기준에 관한 조사연구Ⅱ, 국립환경연구원
- 3) 김갑수의 1인(1991), 도로교통소음의 방음벽 효과, 환경과학
- 4) 조기호 (1994), 방음시설의 구조결정을 위한 차음 효과예측의 문제점과 해결방안, 한국소음진동학회지 제4권 4호
- 5) 환경부(1995), 환경통계연감
- 6) INDUSTRIAL NOISE AND VIBRATION CONTROL(1979), 미국
- 7) EPA(1977), A Manual for the Review of Highway Noise Impact, 미국

- 8) 壓司光 外 2人(1982), 衛生工學 핸드북 (騒音振動編), 일본
- 9) 환경보전협회(1995), 환경관계법규
- 10) 방음벽 Catalog, 예음산업(주)
- 11) 소음방지 시스템 Catalog, (주)유일산업
- 12) Sound Proof Wall Catalog, (주)동성진흥
- 13) 환경부(1989), 도로건설사업 환경영향평가서 작성 지침서
- 14) 전성택 (1990), 소음진동학, 동화기술
- 15) 이출재(1993), 작업환경 소음진동학, 동화기술
- 16) 경창호 외 3인(1985), 국민학교의 환경소음실태 조사연구, 한국음향학회지 4권 1호
- 17) 환경부(1995), 소음진동공정시험방법
- 18) 한국형 선진환경산업의 육성책 개발을 위한 기초조사(Ⅱ)(1993), 한국환경기술개발원
- 19) 보건환경연구원(1993), 서울특별시 보건환경연구원보