

학교주변 소음실태 분석에 관한 연구

—원주지역 학교를 중심으로—

A Study of Analysis on the Noise Aspect of School District

—A Case Study of Wonju City—

가 종 길* · 이 준 대**

Jong-Gil Ka · Jun-Dae Lee

(1998년 12월 24일 접수, 1999년 7월 28일 채택)

ABSTRACT

In this study, noise analyses were performed toward ten school and one library-building adjacent to road. In particular, noise levels measured in the case-study city were compared to those from environmental noise standard as well as to encouraged noise level.

In the analyses, the following conclusions are emphasized in order to make comfortable educational learning environment.

- 1) When windows were open, the measured noise level of 9 schools exceeded the encouraged noise level. In order to mitigate the exceeded level, it is necessary to plant trees or lawn and install soundproofing wall.
- 2) When windows were closed, the measured noise level of the most schools showed lower than that of encouraged level. For sound insulation, installing both double window and casement window are required.
- 3) Schoolhouse's vertical arrangement from the road in order to minimize the expected noise effect, and provision of green space by which visual hiding as well as psychological comfort are presumably achieved.

* 세명대학교 대학원

** 세명대학교 조교수

1. 서론

문명의 급격한 발달과 공업화의 가속으로 인한 인구집중 현상 및 교통량의 현저한 증가로 인하여 바람직하지 못한 소음이란 공해를 유발¹⁾ 하게 되었고, 이는 특정한 몇 사람에게 피해를 주는 것이 아니고 특정지역 사회에 거주하는 많은 사람들에게 영향을 미치어 난청, 두통, 정서장애, 학습방해, 작업능률저하 등의 생활 활동에 피해를 미친다.

도시의 소음은 각종 차륜에 의한 도로교통소음, 항공기소음, 철도소음²⁾, 공장배출소음, 건설소음³⁾ 등 다양하지만 도로교통소음⁴⁾은 도시소음의 주류를 이루고 있으며, 도시전체에 걸쳐 광역적이고 소음원의 이동성 및 소음 발생자의 불특정, 다발성 그리고 교통의 공익성 때문에 규제가 용이하지 않아 도시소음으로써 특히 문제가 된다.

따라서, 이 연구는 주변에서 환경소음이 발생되는 학교의 학생들과 교사들에게 보다 쾌적한 교육환경을 개선하기 위한 일환으로 비교적 교통량이 많은 도로와 근접한 학교⁵⁾를 연구 대상으로 선정해 소음도를 측정후 효율적인 대책 수립을 위한 기초자료 제시를 목적으로 한다.

2. 소음 현황

최근 3년간 원주지역 소음현황⁶⁾은 Table 1과 같이 대부분 소음기준치 이내이나, 일부지역은 기준치를 넘고 있으며, 측정된 소음도도 기준치

에 가깝게 측정되었다. 이 결과에 의하면 1995년과 1997년사이에 해마다 낮 시간대는 2.14dB(A), 밤시간대 1.15dB(A) 정도가 증가됨을 보여주고 있다.

또한, 1997년 2월 현재 원주지역 학교의 정은 시설은 83개교, 도서관 2개소이며, 소음·진동 규제지역 학교는 건설소음 83개교, 교통소음 1개교, 생활소음 83개교이고, 분기별 19개교 측정소음도는 대부분 소음기준치 이하이나 3개교는 소음기준치에 가깝게 측정되었으며, 2개교는 소음기준치를 넘는 것으로 측정되었다^{7,8)}.

3. 소음도 조사

소음측정 연구의 대상학교는 강원도 원주지역에 위치한 초·중·고등학교로서 예비조사를 실시하여 비교적 소음도가 높을 것으로 예상되는 10개 학교와 도서관 1개소에 대하여 소음을 측정하였다. 소음측정 방법은 소음으로 인해 학습에 가장 영향이 클 것으로 예상되는 대표지점을 측정점으로 선정하여 낮 시간대(06:00~22:00)에 옥외 소음측정점은 소음원 1점, 부지경계 1점, 운동장 1점을 선정하였으며, 교실 내는 창문 폐쇄 및 개방 후 1층과 최상층 각 1점을 선정하여 측정을 하였다. Fig. 1은 교실내의 소음도 측정 모습을 나타낸 것이다.

측정은 소음공정시험법⁹⁾에 따라 바닥 위 1.2m~1.5m 높이에 삼각대로 마이크로폰이 부착된 소음계를 지지 고정하고, 마이크로폰을 주 소음원의 방향으로 향한 다음 동특성 조절기(fast-

Table 1 The present condition of average noise level in Wonju(dB(A))

지역 구분	측음 대상 지역	환경 기준		'95년 평균		'96년 평균		'97년 평균		년간 증가량			
		낮	밤	낮	밤	낮	밤	낮	밤	'96-'95		'97-'96	
										낮	밤	낮	밤
일반 지역	가	50	40	48	47	53	47	58	53	△5	0	△5	△6
	나	55	45	51	43	54	46	58	51	△3	△3	△4	△5
	다	65	55	59	53	56	50	64	56	▽3	▽3	△8	△6
	라	70	65	64	59	65	59	63	54	△1	0	▽2	▽5
도로변 지역	가, 나	65	55	60	58	63	58	64	59	△3	0	△1	△1
	다	70	60	68	60	67	63	68	61	▽1	△3	△1	▽2
	라	75	70	62	58	69	64	67	59	△7	△6	▽2	▽5

slow switch)는 fast반응, 청감보정회로(weighting net work)는 A특성에 고정하여 매회 측정시 교정을 실시하였으며, 도로교통 측정소음도는 5분간 등가소음도[Leq(5)dB(A)]로 하였다.



Fig. 1 Noise level measurement

또한, 변동소음이 작은 평일(월요일부터 금요일사이)에 측정하였고 자료 분석 정리는 디지털 소음 자동 분석계를 사용하였으며, 샘플 주기는 5초 이내로 5분 이상 측정하여 자동연산 기록한 등가소음도를 그 지점의 측정 소음도¹⁰⁾로 하였다.

관설초등학교는 왕복 2차선 12m도로에 접한 학교로 교사동 배치상태는 도로와 수직으로 배치되었고 주 소음원은 차량통과에 의한 도로교통 소음으로 나타났다. 창문폐쇄시 가장 낮은 교실의 소음도는 1층 교실로 33.8dB(A)이었고, 창문개방시 가장 높은 교실은 3층의 52.1~52.7 dB(A)로 측정되어 창문을 열었을 때 청취에 어려움이 있다.

단구초등학교는 남측으로 12m 도로와 서측으로 25m 도로에 접하여 위치한 학교로 남측 도로 보다는 주로 서측 도로에 차량통행이 빈번하고, 학교 배치는 서측 25m 도로와 수직으로 2개동이 배치되었으며, 교실의 창문은 2중창을 설치하였고 담장은 반개방식으로 소음감쇠 효과는 미세하다. 창문폐쇄시 가장 낮은 교실의 소음도는 1층 교실로 36.0dB(A)이었고, 창문개방시 가장 높은 교실은 3층의 56.8~57.5dB(A)로 측정되었으며 창호 개방시 1층과 3층 교실의 평균소음도 차이는 7.2dB(A)로 상층으로 갈수록 소음도가 높게 나타났다.

반계초등학교는 북측으로 왕복 2차선 도로와 접하여 위치하였으며, 주변 건설공사로 인하여 대형 건설기계 차량 통행이 빈번하고 피서철에는 차량 통행이 현저하게 증가된다. 교사동은 도로측과 가깝게 평행 배치하였으며, 학교부지 주변도로와의 경계에서 소음도가 65dB(A)이하가 되어야 하나 73dB(A)로 높게 측정되어 적정하지 못하지만 경계에 폐쇄식 블록 담장을 설치하여 소음을 감쇠시키는 중요한 역할을 하고 있다. 창문폐쇄시 교실의 소음도는 49.2dB(A)이고 창문 개방시에는 56.2~58.3dB(A)로 측정되었다.

장양초등학교는 서측으로 원주-횡성간 왕복 4차선 도로와 약 200m정도 이격되어 교사동이 위치하고 있으며, 부지 경계와 도로와의 사이에는 주택이 들어서 있어 교통소음에 대하여 대단히 유효한 차음체가 되고 있다. 창문은 2중창을 설치하였으나 가까운 곳에 공군 비행장이 위치하여 운항시 높은 소음이 발생하고 있으며, 창문폐쇄시 가장 낮게 측정된 교실의 소음도는 1층 교실로 29.5dB(A)이었고 창문개방시 가장 높게 측정된 교실은 2층 교실로 48.4~49.2dB(A)로 측정되었다.

원주초등학교는 서측과 남측에 10m도로와 접하여 수직 및 평행하게 배치되었고 교사동은 도로와의 거리가 40~105m로 이격거리에 의한 감쇠효과가 높으며, 창문폐쇄시 가장 낮은 교실의 소음도는 1층교실로 37.4dB(A)이었고, 창문개방시 가장 높은 교실의 소음도는 2층교실로 47.5~48.1dB(A) 측정되었다. 1층과 2층의 소음도 차이는 0.6~0.8dB(A)으로 비교적 학습하는데 어려움이 없으며 창호 개폐에 따른 소음도는 9.8~9.6dB(A) 차이를 나타내고 있어 창문에 의한 감쇄 효과는 불량하다.

평원중학교는 동측 12m 도로와 접하여 교사동이 평행하게 배치되었으며, 운동장측 주변도로는 소방도로로서 소음발생이 적은 곳에 위치하였다. 창문폐쇄시 가장 낮은 교실의 소음도는 1층교실로 40.8dB(A)이었고 창문개방시 가장 높은 교실의 소음도는 4층교실로 56.4~56.5dB(A)로 측정되어 학습에 지장이 없는 권장치 보다 높아 바람직하지 못하다.

대성 중·고등학교는 원주-충주간 도로와 접

하였으며, 중앙고속도로를 진입하는 인터체인지 및 차량통행이 빈번한 고속도로가 북측에 위치하였다. 창문폐쇄시 가장 낮은 교실의 소음도는 1층교실로 49.3dB(A)이었으며, 창문개방시 가장 높은 실은 4층으로 57.5~58.5dB(A)이었다.

문막실업고등학교는 남측에 영동고속도로를 진입하는 인터체인지가 위치하고 있어 학교에 접한 왕복 2차선 도로는 고속도로 진입차량의 통행이 많을 뿐만 아니라, 소음발생이 큰 화물차량 통행이 빈번하다. 담장형태는 반개방식으로 도로와 떨어져 설치되어 소음감쇠 역할을 못하고 있으며, 3층 교실의 경우 창문을 열었을 때는 환경 기준치 보다 높은 평균 65.4dB(A)로 측정되었고 창문폐쇄시 가장 낮은 교실의 소음도는 49.4dB(A), 창문개방시 가장 높은 교실은 3층 교실로 65~65.7dB(A)이었다.

둔둔초등학교는 원주-횡성간 왕복 4차선 도로와 300m 정도 이격된 거리에 위치한 학교로 자동차의 속도는 80~100km/h로 통행되므로 소음에 현저히 노출되어 있다. 가까운 곳에 공군 비행장이 있어 운항시에는 교실내에서의 소음도가 평균 62.5~66.1dB(A)로 측정되어 청취 및 대화가 곤란하며, 가장 높은 교실의 소음도는 2층 교실로써 54.9~55.2dB(A)로 측정되어 도로 측에 방음벽을 설치하였으나 학교 입구에 개구부가 있어 이격거리에 비해 높게 측정되었다.

학성초등학교는 외부지역과 시내를 통하는 왕복 2차선에 근접하여 교사동이 배치되어 있으며, 서측에 철로가 있어 기차통과시 소음에 노출되어 있다. 철로교량구간은 소음으로 인하여 기차 통과시 청취와 대화가 곤란하나, 남측도로와 교사동 사이에 상가와 주택이 밀집되어 있어 소음감쇠의 중요한 역할을 하고 있다. 기차통과시에는 평균 70.3dB(A)로 측정되어 환경소음 기준을 상회하며 창문폐쇄시 가장 낮은 교실의 소음도는 1층교실로 34.5dB(A) 측정되었고 창문개방시 가장 높은 교실의 소음도는 3층의 교실로 58.1~58.9dB(A)이었으며 기차통과시 70.2~70.3dB(A)로 측정되었다.

원주도서관은 ㄷ자 형태로써 ㄱ자나 ㄷ자 형태의 건물은 4면 또는 3면의 각실이 소음을 받으며 공명현상이 발생되어 소음을 더욱 증가시

킨다. 창문폐쇄시 가장 낮은 실의 소음도는 43.1dB(A)이었고 창문개방시 가장 높은 실은 3층 열람실의 경우 61.2~61.5dB(A)이었으며 창문개폐에 따라 16.0~16.6dB(A)의 차이를 보이고 있다.

4. 소음도 분석

창문 개방시 층별 평균 소음도는 Fig. 2와 같이 계절적으로 또는 부득이 창문을 열어놓고 학습을 해야 하는 경우가 있는데 11개 학교의 소음측정결과 가장 높게 나타난 학교는 문막실업고등학교로 3층 교실에서 측정소음도는 평균 65.4dB(A)로 사람의 건강을 보호하고 쾌적한 생활환경을 보전하기 위한 환경기준을 상회하고 있어 바람직한 학교공간이라 할 수 없다.

또한, 정신작업의 능률을 방지하고 회화방해, 청취방해 등 학습의 영향을 방지하기 위한 교실 내 권장치를 모든 학교가 상회하여 대부분이 창문을 열고 학습을 할 경우에는 청취도, 명료도가 떨어질 것으로 예상된다.

그러므로 잔디나 식수 등으로 소음의 반사를 최대한 방지토록 하여야 하며, 반사형 방음벽은 풍하중 및 주변여건을 고려하여 높이를 6m로 도로변과 나란하게 설치하고 상층부의 소음을 저감시키기 위하여 기존 건물 외벽 발코니에 차단벽을 설치하며 학교부지 경계에는 블록을 이용한 방음 담장을 설치한다면 소음도를 크게 낮출 수 있을 것이다.

창문 폐쇄시 층별 측정소음도는 Fig. 3과 같이 대부분 학교는 학습에 필요한 50dB(A)보다 낮게 측정되어 쾌적한 학습공간을 유지할 수 있었으나, 대성중고등학교, 문막실업고등학교 및 학성초등학교는 소음 허용기준치 보다 높은 것으로 나타났다.

창문 개폐에 따른 소음도의 차이는 유리창에 의한 투과손실로써 이중창인 경우 대성고등학교가 8.0dB(A), 단일창인 경우 반계초등학교가 8.1dB(A)로 가장 낮게 나타나 창호의 개구부나 기밀성능이 낮은 것으로 판단되므로 5mm이상의 두꺼운 유리를 끼우고 창문짝과 프레임의 틈을 없애며 마감재료에 의한 음향계획이 이루어져야

할 것이다.



Fig. 2 Noise level under window open

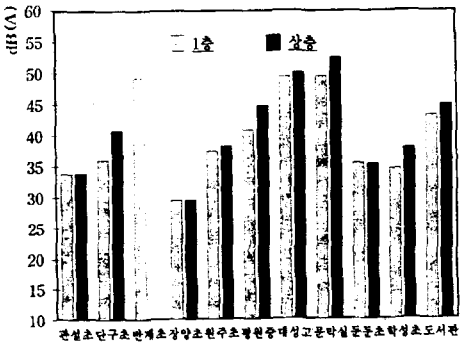


Fig. 3 Noise level under window close

운동장의 측정소음도는 대성고등학교가 일반 국도와 중앙고속도로 및 인터체인지에서 발생하는 소음에 전체적으로 노출이 되어 있어 62.7dB(A)로 가장 크게 나타났고, 반계초등학교는 운동장 전면에 교사동이 차음역할을 하고 있어 41.7dB(A)로 가장 낮게 측정되었다. 원주지역 학교의 운동장 소음도로 55dB(A) 이상인 학교로는 단구초등학교, 대성중고등학교, 문동초등학교로 나타났으나 체육활동에는 어려움이 없을 것으로 예상되며, 운동장 측정소음도는 Fig. 4와 같다.

학교부지의 소음레벨은 학교부지 주변도로와의 경계에서 65dB(A) 이하가 바람직하고 교통량이 많은 도로와 직접 면하지 않는 것이 이상적이나, 원주지역의 학교는 부지선택의 어려움

으로 인하여 그렇지 못한 경우도 있어 7개교가 부지경계에서 소음도가 높게 나타났음을 Fig. 5에서 보여주고 있으며, 도로교통 소음원의 측정 소음도는 평균 약 74dB(A)이고 중앙고속도로는 평균 80dB(A)로 측정되었으며 소음원 측정소음도는 Fig. 6과 같다.

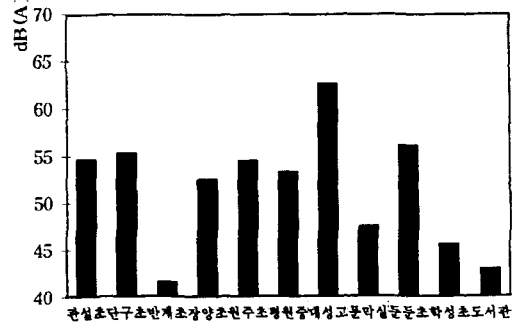


Fig. 4 Noise level of play ground

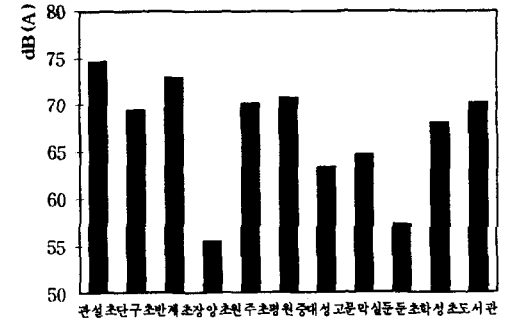


Fig. 5 Noise level of school boundary

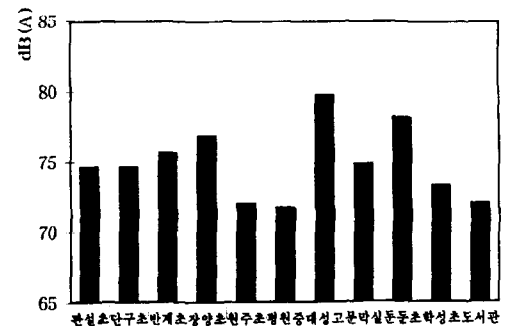


Fig. 6 Noise level of noise source

바람직한 학교환경을 조성하기 위하여 방음벽, 방음덕 설치 및 벽돌이나 블록 등으로 방음담장을 설치하여 소음을 저감시킬 수 있으며, 식수를 조성하거나 창문 및 개구부의 마감 등을 철저히 하는 것도 소음의 영향을 감소시키는 방법이 될 수 있을 것이다. 또한, 학교 주변에서 차량이 통과할 때 속도의 제한 및 경음기의 사용을 적극 억제하여 소음에 대한 영향을 감소시켜야 할 것이다.

5. 결 론

인구증가와 함께 주변공장의 소음, 건설현장의 소음 및 교통량의 증가로 인하여 도심지 학교 주변의 소음은 증가되고 있는 실정이며, 도로교통 소음은 가장 피해가 큰 소음원으로써 도로에 면하여 위치한 학교는 적절치 못한 수준에 까지 이르고 있으나 그 방지대책과 정책적인 지원이 미비한 실정이며 원주지역 10개교와 도서관 1개소에 대한 소음 측정결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 창문 개방시 평균 소음도가 가장 높게 나타난 학교는 문막실업고등학교로 3층 교실에서 측정소음도는 평균 65.4dB(A)로 환경기준을 상회하고 있으며, 창문 폐쇄시 측정소음도는 대성중고등학교, 문막실업고등학교 및 학성초등학교가 소음 허용기준치 보다 높은 것으로 나타났다. 창문 개폐에 따른 소음도의 차이는 유리창에 의한 투과손실로써 대성고등학교가 8.0dB(A), 반계초등학교가 8.1dB(A)로 나타나 창호의 기밀성능이 낮으므로 5mm이상의 두꺼운 유리를 끼운 기밀형 이중창을 설치하고 창문짝과 프레임의 틈을 없애며 마감재료에 의한 음향계획이 이루어져야 한다.

- 2) 운동장의 측정소음도는 대성고등학교가 62.7dB(A)로 가장 크게 측정되었고 반계초등학교는 41.7dB(A)로 가장 낮게 측정되었으며 운동장 소음도가 55dB(A) 이상인 학교로는 단구초등학교, 대성중고등학교, 둔둔초등학교로 나타났으나 체육활동에는 어려움이 없을 것이다.
- 3) 교사동 배치는 부지선정과 건축의 계획, 설계, 시공의 각 단계에서 충분한 검토와 종합적인 세부계획을 세워 적합하도록 설계하도록과 수직으로 배치하는 것이 소음의 영향을 적게 받으며, 소음 분포상황을 파악한 후 이에 대응하는 적정 높이의 경계 및 교사의 배치가 계획되어야 한다.

참 고 문 헌

- 1) 소음진동공학회, “소음·진동 편람”, 1995.
- 2) 서울특별시교육청, “철도 및 도로교통소음도가 학교시설에 미치는 영향에 대한 평가와 그 방지대책에 관한 연구”, 1992.
- 3) 강백룡, “건설현장의 소음 방지대책에 관한 연구”, 1995.
- 4) 소음진동공학회, “도로교통소음 저감방안”, Vol. 7, No. 2, 1997.
- 5) A., Elnnallawany, “Field Investigations of the sound Insulation in school Building and Environment”, 1983.
- 6) 원주시청, “원주지역 통계자료”, 1998.
- 7) 원주시청, “원주시청 민원자료”, 1997.
- 8) 원주지방환경청, “원주지역 연도별 평균소음도 현황”, 1998.
- 9) 정일록, “소음·진동 이론과 실무”, 1995.
- 10) 법제처, “대한민국 현행법령집”, 1998.