

투명방음벽 : 설계, 분석 및 효과예측

김연수·조문재·서상준

(한국표준과학연구원 음향진동연구실)

1. 머리말

우리의 경제발전은 급속한 도시화와 인구의 밀집현상을 초래하여 공해문제에 관한 한 이미 선진국에 도달 되었다고 해도 과언은 아니다. 특히 좁은 국토에 많은 인구가 밀집되어 있는 우리의 현실에서 공해와 관련된 각종 사회적 문제가 대두되고 있으며, 따라서 이에 대한 적절한 대책이 강구되어야 함이 절실히 요구되고 있다.

각종 공해중에서 소음공해는 인체에 직접 해를 끼치는 정도가 다른 공해에 비해 비교적 심각하지 않기 때문에 자칫 간과되기 쉬우나 장기간 소음에 노출되어 나타나는 후유증은 다른 공해에 못지 않다.

도시 주거지의 소음은 주로 자동차와 철도 등에 의한 교통소음이 주류를 이룬다. 저소음 차량 개발 등 국가적 차원의 노력은 차량소음을 줄이는 원천적이고 장기적 대책이 되겠지만 방음벽의 설치가 현실적으로는 최선의 방법이 될 수 있다.

이러한 제반 여건을 감안하여 대전시 중촌동 일원에 새로 건설되는 고가도로 구간의 인근에 거주하는 사람들의 소음대책을 위해 도로교통 소음 및 철도소음에 대한 영향을 컴퓨터 시뮬레이션 기법을 이용

하여 예측하였으며, 이 결과에 따라 방음벽을 설치하였다⁽¹⁾.

또한 방음벽 설치시 지역 주민의 여론을 수렴하여 방음벽은 투명방음판과 흡음형 방음판을 조합하여 설치하였다.

교통소음에 대한 컴퓨터 예측결과에 따라 설치된 방음벽에 대한 효과는 방음벽이 설치된 후 실측을 통하여 상호 비교하고 주민의 반응에 대해서도 알아보았다.

2. 투명방음벽의 필요성과 특징

투명방음벽은 일반적인 재래식 방음벽에 비해 몇가지 비교우위를 가지고 있다.

투명방음벽이 가지고 있는 장점을 기술하면 다음과 같다.

○ 도시미관 : 불투명 방음벽 설치시 도심시 미관 및 지역 주민의 주변경관 투시에 대한 저해요인으로 작용한다

○ 사고예방 : 차량 운행상태를 육안으로 식별할 수 있어 착란현상을 방지하고 운전자의 불안감을 해소시킨다.

○ 빙판 현상 감소 : 동절기 태양열 차단에 의한 램프(ramp)구간에서의 빙판을 최소로 감소시켜 사고를 미연에 방지할 수 있다.

○ 일조권 : 인근 주택가에 미치는 일조권 침해를 최소화한다.

○ 경관 : 운전자와 승객(관광버스 등)들의 시야를 가리지 않으며, 도로변에 위치한 상가의 상권형성에도 도움을 준다.

○ 전파방해 : 전파방해에 의한 난시, 난청지역이 생기는 것을 방지할 수 있다.

○ 기타 : 방음벽의 형태를 적절히 곡면처리하여 방음벽의 효과를 증대시켜 소음감소 효과가 커지도록 한다.

투명방음판은 최근에 설치하기 시작하는 방음벽의 구조로서 몇가지 특성을 지니고 있다. 방음벽을 설치하는 지역이 주택 밀집지역이거나 고층아파트 지역의 경우에는 저층에 거주하는 주민들의 민원에 영향을 받고 선명한 시계를 보장하는 특성 때문에 점차 설치 장소가 확대되고 있는 실정이지만 공사비가 다소 비싼 것이 단점이다.

사용하는 투명방음판은 가능하면 국내에서 생산되는 재료를 이용하고자 몇가지 재료에 대한 특성조사 및 실험을 실시하였다. 이 결과가 표 1에 나타나 있다.

표 2는 이러한 목적에 의해 투명방음판으로 적용 가능성이 있는 재질에 대한 투과손실의 측정 결과이다.

한편 투명방음판의 특징으로는 표 1에서도 나타나 있듯이 투명성과 안전성(내 충격성), 내후성 및

표 1 투명방음판의 가능성이 있는 재료의 일반적인 특성

조사된 일반특성	TLO-Sheet 6 mm	ACRYL 20 mm	Temp glass 6 mm
비 중	1.2	1.18	2.5
실중량(kg/m ²)	7.3	23.6	15.0
내 충 격 도	250ft. lbs	5ft. lbs 30ft. lbs(보충재)	2ft. lbs
열 팽 창 울 In/IN/F	0.000037	0.000041	0.000005
내 후 성 - 황 변 취 성	10년 보증 불변	5년 보증 약해짐	무한 불변
빛 투 과 율	89%	80%	89%
난 연 도	자기 소화성	인화성	난연
작 업 성	-좋은 -현장에서 휘어 쓸 수 있음	-무게가 TLO-sheet 의 3배로 취급시 어렵다 -깨질 우려가 있음	-무게가 TLO-sheet 의 2배로 취급이 어렵다. -깨질 우려가 있음

표 2 각종 재료의 투과손실 측정 결과

주 파 수 (Hz)	투과손실 (dB)			
	TLO-sheet 6 mm	일체 투명판 5 mm	아크릴 5 mm	강화 유리 6 mm
125	12.3	12.1	12.1	14.6
160	11.1	11.3	11.6	14.7
200	17.7	16.4	16.9	19.2
250	17.6	15.2	16.4	18.8
315	16.8	17.0	17.1	18.7
400	20.2	19.4	19.7	22.5
500	22.5	21.7	20.8	24.3
630	24.1	23.1	22.5	25.7
800	27.1	25.3	25.3	28.4
1.0k	28.5	27.1	27.4	29.4
1.25k	29.7	27.2	28.6	30.4
1.6k	31.8	29.3	30.1	31.9
2.0k	33.6	30.6	32.3	30.8
2.5k	34.6	32.7	32.7	25.0
3.15k	37.1	34.4	34.3	24.8
4.0k	37.8	35.8	35.0	29.1

자기 소화성을 들 수 있다.

표 1과 표 2의 특성을 감안하고 이들의 가격을 비교한 후 최종적으로 TLO-sheet 6 mm를 사용하기로 하였다.

3. 투명방음판의 시공방법

방음판을 설계할 때 전반적으로 곡면처리를 하게 된다. 방음벽을 설

치할 때 곡면처리 방법으로 설치할 경우 다음에 열거하는 몇가지 장점을 가질 수 있다. 또한 방음벽 시공시 하단에는 바닥에서 1m까지는 흡음형 방음판을 사용한다.

흡음형 방음판을 바닥쪽에 시공하는 경우 타이어 소음을 줄이는데 크게 기여하게 된다.

○ 교통정체 감소: 방음벽 시공에 따라 도로 내부의 용적은 증가하게 된다. 따라서 트럭과 같은 화물차가 짐을 실으면 차폭이 전면보다 후면이 넓은 경우가 종종 있다. 이러한 차종은 주행시 다른 차선을 침범하여 교통소통에 방해를 주거나 사고를 유발하게 되므로 방음벽의 곡면처리에 의해서 고가도로와 같이 좁은 구간에서는 이에 적절히 대처할 수 있다.

○ 소음피해 감소: 방음벽 설치시 적절히 곡면 처리하면 도로에서 발생하는 자동차의 주행소음을 도로의 내부에서 감소시키는 양이 증가될 수 있다. 이 방법을 이용하는 경우 약간의 흡음처리를 추가하여 보완하면 효과가 크게 나타나므로 방음벽 하단에 흡음형 방음판을 사용하였다.

○ 회절효과 감소: 교통소음은 저주파 성분이 많은 소음인 관계로 방음벽의 효과가 제대로 발휘되지 못한다⁽²⁾. 방음벽을 곡면처리하면 방음벽의 두께가 증가되는 것과 같은 효과가 있다. 따라서 이 효과에 의해 회절 효과를 어느 정도는 감소시킬 수 있다.

○ 타이어 소음 감소: 차량의 속도가 65 km/hr를 넘으면 타이어 소음이 주 소음원으로 작용하고 있는 것은 익히 알고 있는 사실이다. 이 도로에서의 차량 주행속도는 75 km/hr로 예상하고 있다. 따라서 타이어에서 발생하는 소음에 적절히 대처하기 위해서 방음벽 설치시 바닥으로부터 1m 정도는 흡음형

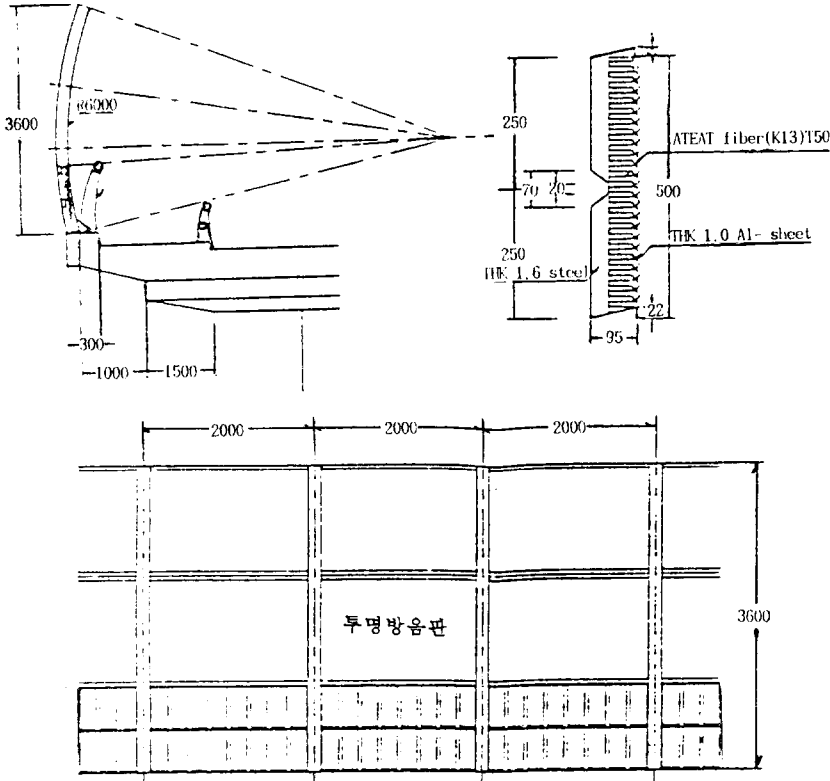


그림 1 방음벽의 설치형태

방음판을 사용하였다³⁾.

방음벽의 설치형태는 그림 1과 같이 투명방음판과 흡음형 방음판을 조합하여 사용 하였으며, 곡률 반경의 결정은 소음이 가능하면 외부로 방사하는 것을 방지하는 각도를 참고로 하여 설치하였다.

4. 컴퓨터 프로그램을 이용한 소음예측

4.1 교통량 조사

대상지역을 통과하는 교통량을 예측하여 자료로서 활용하게 되며, 교통량 예측이 컴퓨터 계산결과에 미치는 영향은 지대하다. 따라서 교통량을 측정하여 고가도로 건설 시 예측한 예상 교통량과 개통후의 실제 교통량을 비교하였다⁴⁾.

4.2 컴퓨터 분석 : 수평분포

그림 2는 대전시 중촌동 우회도로 인근지역과 방음벽 설치 위치를

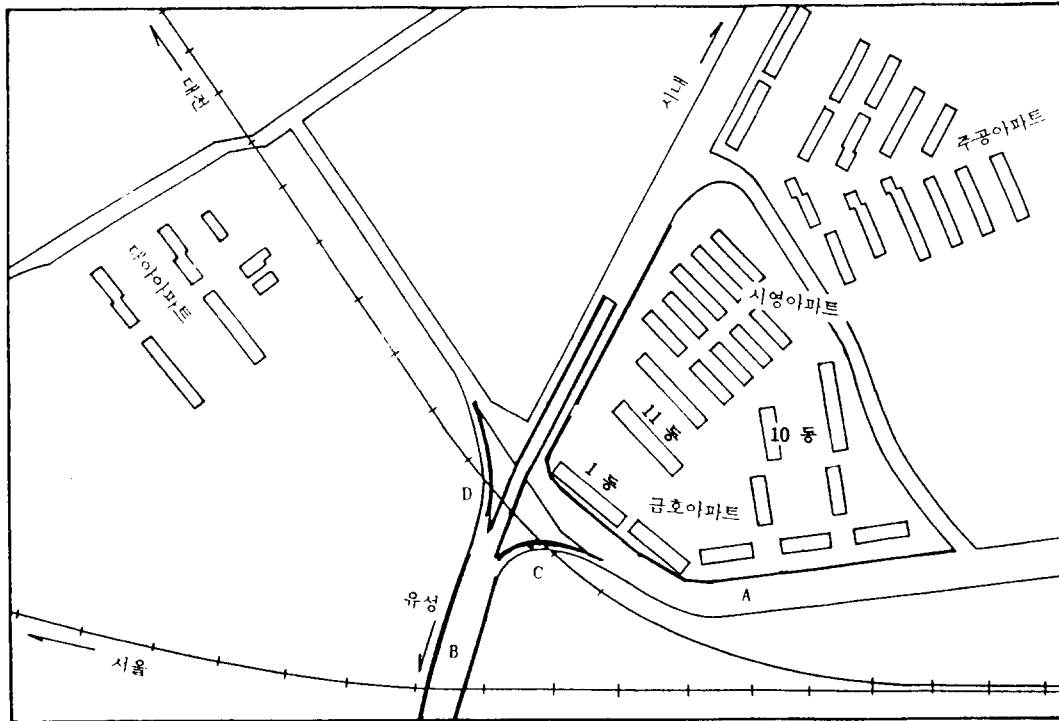


그림 2 신설도로 인근지역 및 방음벽 설치위치

개괄적으로 보여준다.

특정지역의 컴퓨터 분석에 의한 전반적인 소음분포를 알기 위해서

는 가능하면 여러개의 구역으로 방음벽 설치 위치를 구분하는 것이 컴퓨터 기법에 의한 평가시 도움이

된다⁽⁵⁾.

그림 3은 기차가 통과하지 않을 때 도로교통 소음에 의한 소음분포

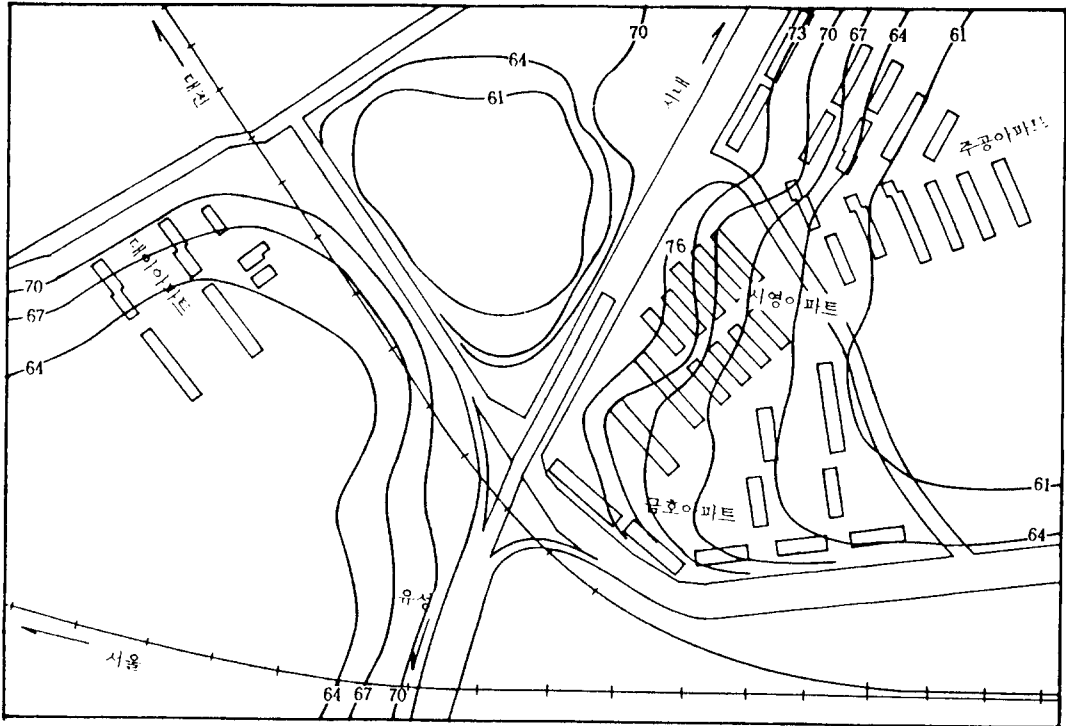


그림 3 철도와 방음벽이 없을 때의 소음분포

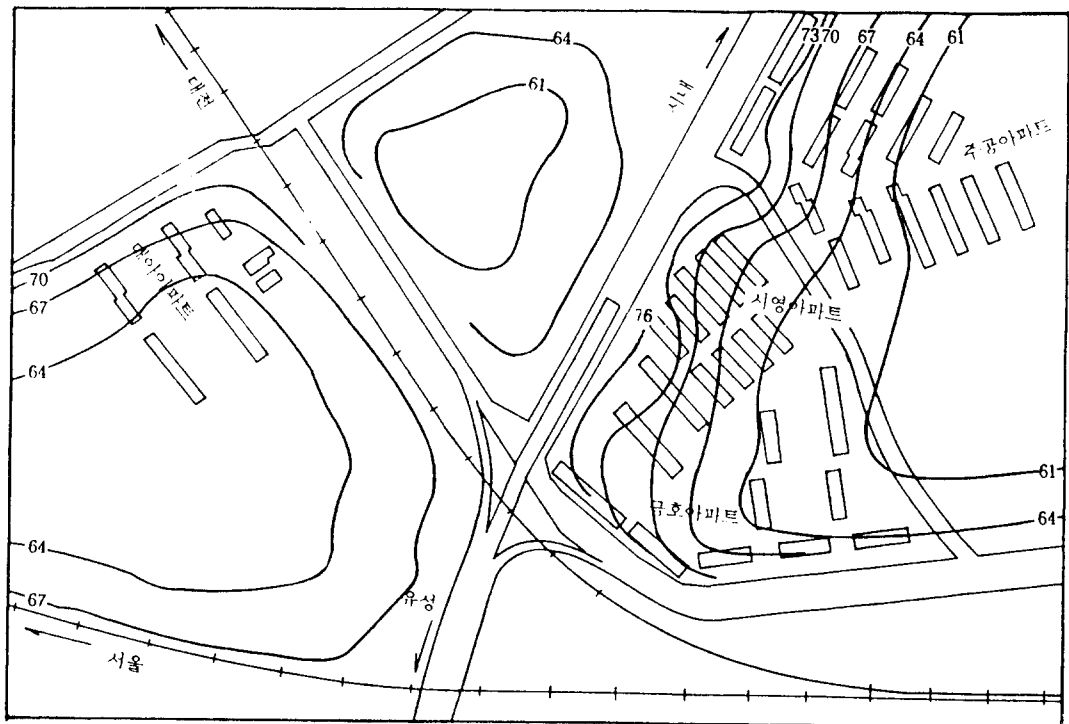


그림 4 방음벽이 없고 기차 및 차량 통과시의 소음분포

를 보여주고 있다. 이때 방음벽은 설치하지 않은 경우이다. 전반적으로 소음도가 환경기준인 65 dB를

넘고 있는 것을 볼 수 있다. 특히 금호아파트가 있는 지역은 단지의 대부분이 기준치를 넘고 있어 심각

한 국면을 보여주고 있음을 알 수 있다.

다음으로 방음벽을 설치하기 전

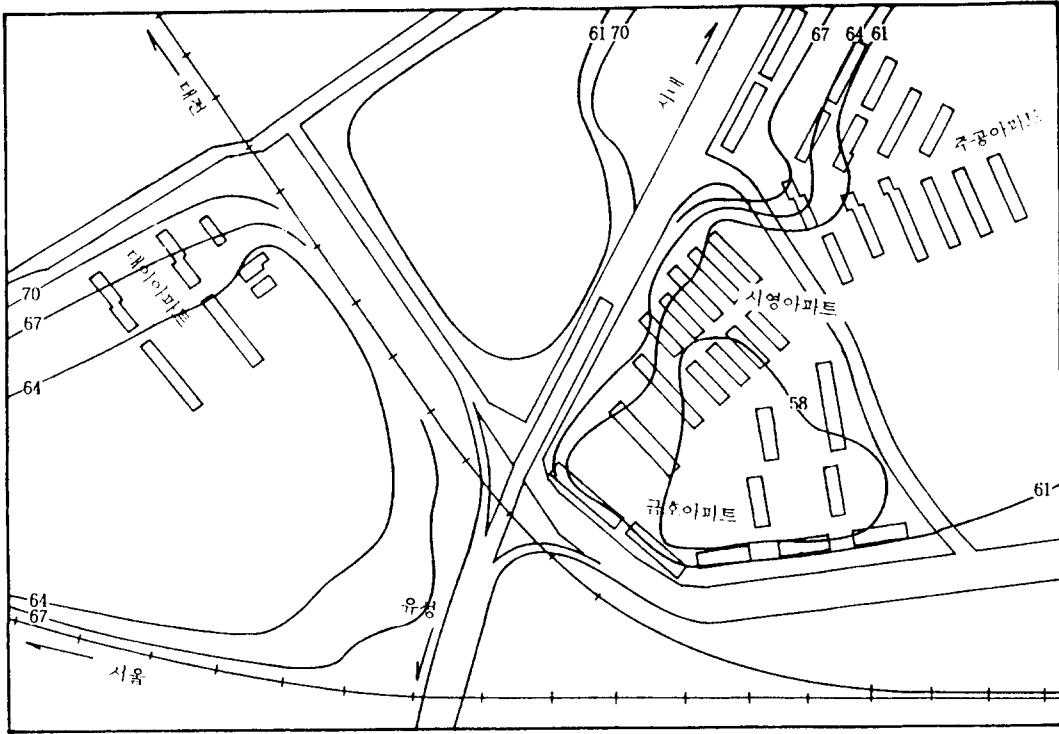


그림 5 기차와 차량 통과시 AB에 3.0m의 방음벽 설치시 소음분포

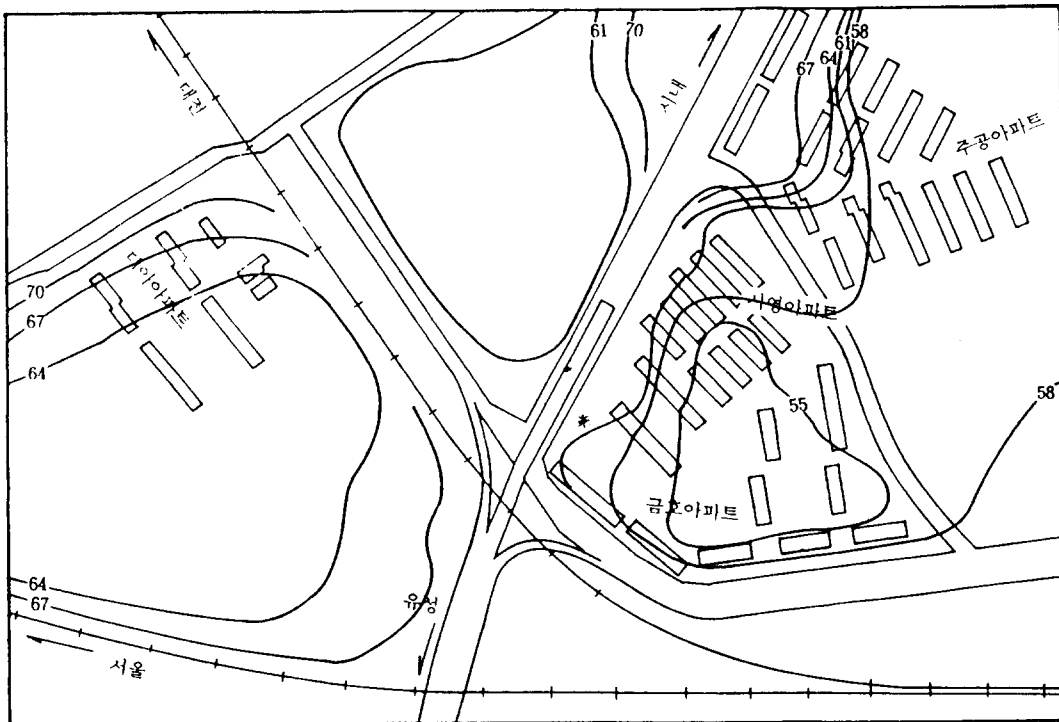


그림 6 기차와 차량 통과시 A 4.5m, 다른 구간에는 3.5m의 방음벽 설치시 소음분포

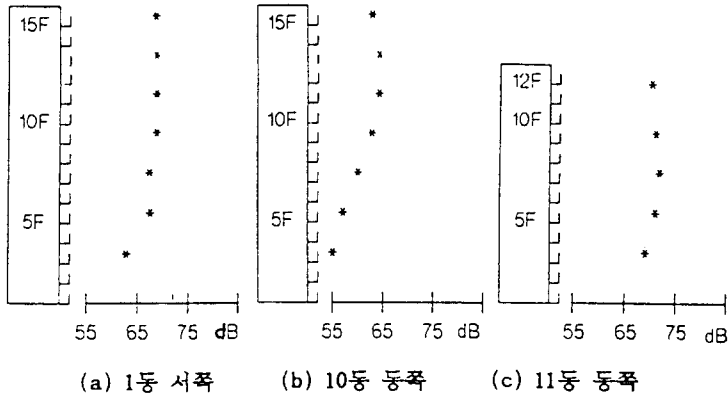


그림 7 방음벽 설치시(그림 6의 조건) 베란다 위치에서의 소음분포

에 철도와 도로에서 교통소음이 발생하고 있을 때의 소음분포를 알아 보기로 하였다.

그림 4는 철도에는 기차가 도로에는 차량이 통과하고 있을 때 방음벽 설치전의 소음분포를 보여준다. 이 그림에도 나타나고 있듯이 금호아파트 단지내의 대부분 지역이 소음도 65 dB을 넘고 있다. 이 정도의 소음이면 소음진동 규제법에서 정한 소음 환경 기준을 초과하는 것이다. 따라서 이 지역은 새로 도로가 개설됨에 따라 방음벽의 설치가 필요한 지역임을 입증하고 있다.

그림 5는 기차가 통과하고 있을 때 금호아파트 부지경계 지역과 고가도로 구간에 3.0 m 높이의 방음벽을 설치했을 경우의 소음분포를 보여주고 있다. 이 그림에 의하면 교통소음에 의한 영향이 비교적 커서 쾌적한 주거생활을 하기에는 부적합한 것으로 나타나고 있다.

그림 6은 기차가 운행되고 있을 때 도로에는 자동차가 통과하고 있을 때 금호아파트 부지경계 지역은 4.5 m, 고가도로와 램프구간에는 3.5 m의 방음벽을 설치했을 때의 소음분포 곡선이다. 이 그림에 의하면 소음도가 금호아파트 부지내에서 전반적으로 65 dB이내로 나타나고 있다. 설치된 방음벽의 형

태는 그림 1과 같으며, 방음벽의 높이는 그림 6의 조건과 동일하게 설치가 되었다.

4.3 컴퓨터 분석 : 수직 분포

그림 7은 금호아파트 베란다 위치에서의 높이에 따른 소음분포 상태를 보여준다. 이 그림을 보면 5~6층 이하보다 7층 이상에서 높게 나타나고 있다. 이것은 방음벽의 효과가 제한된 높이에만 작용하고 있음을 보여주는 예이다.

5. 실측치와의 비교 평가

본 글에서는 금호아파트 부지내에서 컴퓨터 분석결과와 실측에 의한 비교평가를 실시하였다. 그림에서 *표시는 도로가 개통된 뒤에 소음도를 측정한 위치이다. 이 위

치에서 측정된 도로교통 소음도는 60.1 dB(A)이었다. 이 소음도는 순수한 도로교통 소음은 아니고 주거 지역에서 흔히 볼 수 있는 생활 환경 소음으로 분류할 수 있다.

그림 8은 측정위치에서의 도로교통 소음에 대한 주파수 특성을 보여준다. 전형적인 도로교통 소음과 대동소이하나 일부 주파수 대역에서 소음이 높은 것은 주변에서 들어오는 생활소음이 합해진 결과로 보아야 할 것이다. 또한 그림에 의하면 실측에 의한 소음도와 예측 소음도는 약 4 dB의 차이가 있었다. 소음도 측정과 동시에 수행된 교통량 조사에 의하면 이 지역에는 대형차량이 시간당 100여대, 소형차량이 1,000여대 통과하고 있는 것으로 조사되었다. 이는 컴퓨터 예측시에 감안한 시간당 예상 교통량 3,400여대와는 크게 차이가 있다. 이와같은 교통량의 차이는 이 도로의 개통이 최근에 이루어졌기 때문에 널리 알려져 있지 않은 탓이며 대전시내의 다른 도로의 교통량에 비추어 볼 때 머지않아 예상 교통량과 같아질 것이다. 이러한 교통량의 차이를 소음도로 계산하면 5.5 dB이 되며, 이것을 감안하더라도 예측결과와 실측에 의한 결과 사이에는 약 1.5 dB~2 dB를 가지게 되지만 이 오차는 컴퓨터에

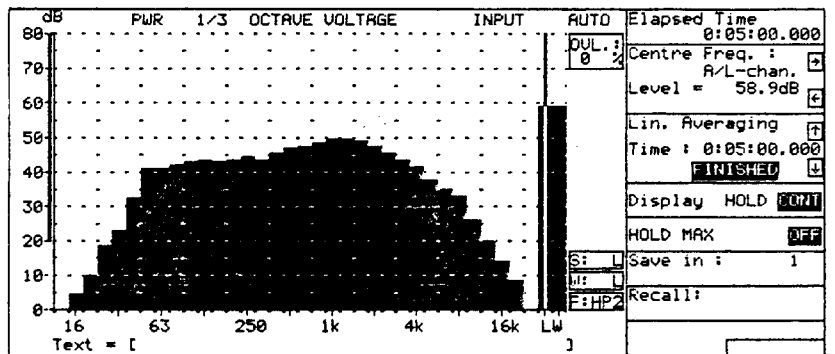


그림 8 도로교통 소음의 주파수 특성

의한 예측결과로는 아주 양호한 것으로 판단된다.

컴퓨터 분석에 의한 소음도와 실측에 의한 도로교통 소음은 대체적으로 약 4dB 정도 작게 나타났다. 이는 예상교통량과 실제 교통량의 차이에 의한 소음도가 약 5.5 dB이므로 소음도가 낮은 것은 교통량의 영향으로 판단된다. 또한 예측 평가결과와 실측결과를 비교할 때 약 1.5~2dB의 오차가 발생하고 있으며 이는 아주 좋은 평가로 판단된다.

방음벽 공사 후 이 지역 주민들의 소음에 대한 의견은 다음과 같다.

① 고가도로 공사전의 도로교통 소음보다 대체적으로 조용하다.

② 투명방음벽을 설치하니 갑갑한 것을 느끼지 못한다.

③ 4~5층 이하의 아파트에서는 고가도로 위를 통과하는 차량소음은 잘 느끼지 못한다.

④ 7층 이상에서는 방음벽 설치 후 더 시끄러운것 같다.

위의 세가지 항은 전반적으로 저층에 거주하는 세대원 및 수위실

근무자에게 나타나는 의견이며, 네 번째 항은 7층 이상의 고층에 거주하는 주민의 반응으로 볼 수 있다.

6. 맺음말

컴퓨터 분석에 의한 소음평가 예측은 방음시설을 적절히 수집하여 지역주민들의 소음에 대한 종합적인 평가를 수행하는 데 많이 이용되고 있다. 특히 대형 건축물이나 구조물이 건설되기 이전에 적절한 대책을 강구하면 주민들의 민원을 해결하는 데도 큰 도움을 주고 있는 것이 사실이다.

본 연구에서는 전국에서 처음으로 대전지역에 투명방음관을 계획 단계에서부터 예측 및 실측을 통하여 그 효과를 평가하였으며, 예측결과와 실측에 의한 평가결과 및 주민들의 반응 또한 대체적으로 긍정적이어서 앞으로 이와 유사한 업무에 대해서 효율적으로 대처할 수 있는 계기가 되었다.

앞으로도 이와 같은 컴퓨터 예측에 의한 기법을 활용하여 적절한 방음대책을 수립하여 계획된 도로

의 교통소음에 적절히 대처함으로써 주민들의 민원을 없애거나 줄일 수 있는 여건을 조성하며, 평가결과에 의한 방음벽의 설치에 따라 소음에 이해를 바탕으로 민·관이 서로 신뢰할 수 있는 결과를 얻을 수 있다.

참고문헌

- (1) 서상준 외, 중촌동 우회도로 방음벽 시공에 따른 소음감소 효과 예측 연구, KRISS-92-077-IR, 1992.
- (2) Kinsler, L. E., Fundamentals of Acoustics, John Wiley & Sons Inc., New York, 1962.
- (3) 은희준 외, 음향 및 소음, 정밀측정교재 86-012, 공업진흥청, 1986.
- (4) 대한주택공사, 소음기준연구, 건설부, 대한주택공사, 1985.
- (5) 은희준 외, 도로환경 평가 및 보전시설에 대한 조사, 건설부, 1988.