

서울시립대학교 도시과학연구원
도시과학논총 제29권 2003년 12월
The Journal of Urban Sciences
The University of Seoul
Vol. 29, No.1, December 2003

도로교통소음 음향파워레벨 산정에 관한 연구

장 서 일 김 득 성 홍 세 화

(서울시립대학교 환경공학부, 서울시립대학교 대학원 환경공학과)

Study on the Sound Power Level of Road Traffic Noise

Seo Il Chang Deuk Sung Kim Se Hwa Hong

ABSTRACT

According to increase of mobile population and vehicle, road traffic noises are tended to upwards and have a problem with a quiet life environment. Prediction equations of road traffic noise used up to now are only predicted of sound pressure level (SPL) during 1hr and accuracy decrease in prediction of complex model such as absorption, reflection, diffraction. For supplement of such defaults and prediction of more accurate road traffic noise, this study review a several of the prediction equation that have been used to predict road traffic noise and apply to conception of sound power level (PWL) that was computed from SPL, and then PWL have been applied to computer simulation. Commercial program in used study based on Ray tracing method(RTM) and mirror image source method(MISM).

Procedure of study is the following.

Select renewal region measurable road traffic noise. PWL is predicted that apply prediction equation to measured data. And then It can compare PWL of measurement value with PWL computed by equation applied point source, semi-free field. After selected proper prediction equation, computer simulation predicts road traffic noise using predicted PWL after renewal. Advantages of usage PWL can see whole region, can grasp previously the point that will happen to problem by noise and can select sound absorption counterplan as occasion demands, also can use basic data of noisemap and noise exposure population computation.

- Key Words: road traffic noise, prediction equation, sound power level, RTM/MISM

1. 서론

현재 인구의 수도권 집중현상과 생활수준의 향상 및 일일 생활권 확대에 의한 유동인구 증가와 그에 따른 자동차 수요가 증가하는 추세이며 그에 따라 도로교통소음도 증가하고 있는 추세이다. 생활소음 중 생활에 가장 밀접하고 영향이 큰 소음이 도로교통소음이라는 연구 결과¹⁾에서 보는 바와 같이 도로교통소음은 우리 주변의 생활소음에 큰 몫을 담당하고 있다. 그러나 현재 사용되고 있는 도로교통소음을 예측식들은 흡음, 반사, 회절 등과 같은 복잡한 형상을 갖는 지역에서 직접 적용하기 어려우며, 대부분 일정거리에서의 음압레벨만을 예측하고 있는 실정이다.

본 논문에서는 이러한 단점을 보완하고자 음향파워레벨을 적용시켜 보았으며, 이를 컴퓨터 시뮬레이션에 적용시켜 보다 정확한 소음예측을 해보고자 하였다. 국내외에서 사용되고 있는 이론식들(NIER식, ASJ-Model식 등)로 예측한 값을 이용하여 반자유공간의 점음원 이론 공식으로 음향파워레벨을 구해 보고 실제 측정한 1시간 Leq값으로 구한 음향파워레벨과 비교하여 레벨값의 일치성을 살펴보고 이를 이용하여 어떤 지역이 개발되어 차량과 속도가 증가하였을 경우에 대한 소음분포도를 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 예측해 보고자 한다.

본 논문에서 Ray Tracing Method(RTM, 음선추적법)와 Mirror Image Source Method(MISM, 거울형상음원법)를 사용하는 상용프로그램을 사용하였다.

2. 측정 및 실측값의 음향파워레벨 산정

실측값의 음향파워레벨을 구하기 위해 측정지점에 장애물이 없는 지역을 선택하여 측정하였다.

재개발 예정지역인 이촌역 부근에서 현재의 도로교통소음을 측정하였다. 측정지역의 도

로는 7차선 불침투성 아스팔트 도로이며, 대형차량이 총 차량의 약 10%정도를 차지하였으며, 재개발 지역의 반대편은 이미 주거지로 사용되고 있다. 그림 2.1과 그림 2.2는 도로교통소음의 측정위치와 도로의 가상주행선을 나타낸다.



그림 2.1 측정지점

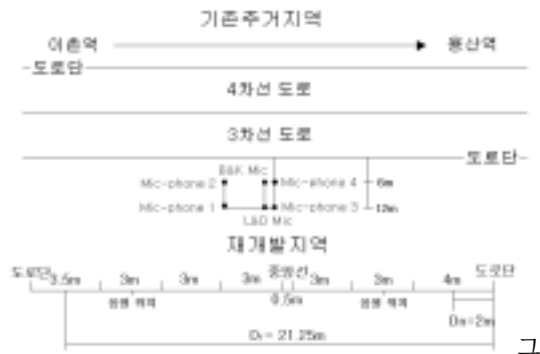


그림 2.2 도로교통소음의 측정위치

또한 교통제어시스템의 주기는 105초로 60초 동안 차량이 통행하고, 45초 동안 사람이 통행하였다. 또한, 측정 날씨 조건은 온도는 22.5°C, 습도 74.5%, 풍속 0.9m/s 인 조건에서 측정하였으며, 1시간 도로교통소음 측정시, 암소음은 48.8dBA였고, 차량의 평균주행속도(V)는 소형차량의 경우 50.4km/hr, 대형차량의 경우는 45.1km/hr였으며, 차량대수는 소형차량은 2,991대/hr, 대형차량은 278대/hr로 총 차량대수는 3,269대/hr였으며, 대형차량의 혼입률은 8.5%였다. 그림 2.2를 이용하여 가상주행선 길이를 구해보면 6.52m였다.

다음 그림 2.3은 1시간 동안 5m지점과 10m지점을 측정한 Leq값이다.

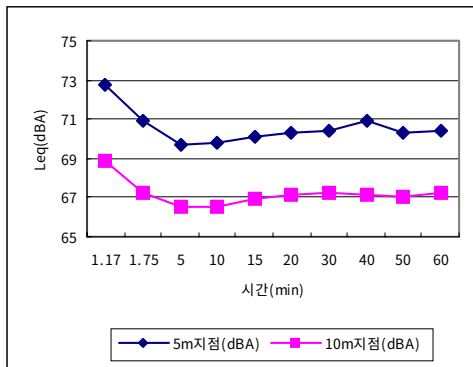


그림 2.3 1hr 동안의 Leq값(5m, 10m지점)

그림 2.3의 결과를 살펴보면, 1시간 Leq값은 5m지점의 경우 70.4dBA, 10m지점은 67.2dBA이며, 5m지점과 10m 지점간의 음압레벨 차이는 대략 3dBA로 도로교통소음의 음원특징은 거리가 2배 될 때 3dB감소하는 선음원의 특징을 나타내었다.

측정값을 이용하여 음향파워레벨을 산정하기 위해 본 논문에서는 반자유공간, 점음원⁴⁾ 공식을 사용하였다.

일반적으로 음원에 따라 점음원과 선음원으로 나뉘며, 공간에 따라 자유공간(freefield)와 반자유공간(semi-freefield)로 나뉜다. 본 논문에 사용되는 도로교통소음의 경우 한면이 도로로 막힌 반자유공간에 해당하므로 이에 해당하는 식을 표현하면 다음과 같다.

$$L_W = L_P + 10\log(S) = L_P + 10\log(2\pi r^2) \text{ dBA} \quad (1)$$

여기서,

L_W : 음향파워레벨(dBA)

L_P : 거리 r 지점의 음압레벨(dBA)

S : 반구의 표면적, r : 이격거리(m)

그림 2.3의 1시간 Leq값을 음향파워레벨 식 (1)를 이용하여 계산하면 그림 2.4와 같고, 주파수별 기여도는 그림 2.5와 같다. 주파수별 기여도는 dBA값으로 비교하는 것이 아니라 dBA를 Watt로 바꾸어 비교하였고, 음향파워레벨의 계산에 사용되는 거리는 중앙선을 중심으로 측정지점까지의 거리로 15.25m(도로단으로부터 측정지점까지의 거리 5m와 도로단으로부터 중앙선까지의 거리 10m, 그리고 중앙선의 중심부분인 0.25m)를 사용하였다.

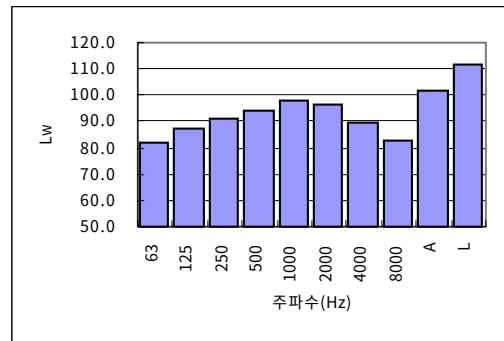


그림 2.4 1hr Leq로부터 계산된 음향파워레벨

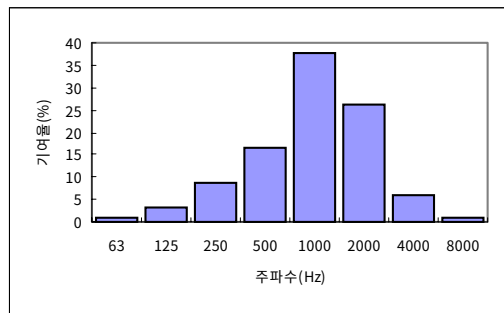


그림 2.5 주파수별 기여도

그림 2.4의 결과에서 총음향파워레벨은 102.0dBA였다.

3. 이론식의 음향파워레벨 산정

3.1 음원 길이 산정

도로교통소음도 연속 음원에 속하기 때문에 음원의 길이 산정은 중요하다. 본 논문에서는 점음원을 이용하여 음원의 길이를 구하였고, 다음과 같은 방법을 사용하였다.

우선, 식 (1)을 이용하여 도로단으로부터 소음의 차가 10dB이상 차이가 나는 지점까지의 거리를 음원의 길이로 간주하였다. 두 음원간 10dB 이상의 차이가 나는 경우 그 영향은 무시할 정도의 값을 가지기 때문이다.

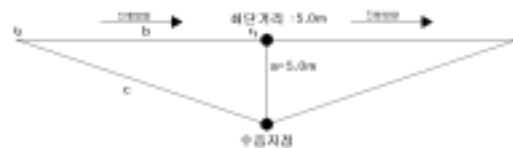


그림 3.1 점음원을 이용한 음원의 길이 산정

거리에 따른 소음 감쇠량을 이용하여 다음 아래와 같이 이론적인 거리를 산출한다. 여

기서 r_1 은 $a=5m$, $b=0$ 인 최단 거리 $5m$ 이다.

$$L_{P1} - L_{P2} = 20 \log(r_2/r_1) < 10 \text{ dBA} \quad \text{--- (2)}$$

마지막으로, 식 (2)를 이용하여 r_2 의 거리를 구해보면, $r_2 = r_1 \times 10^{0.5} = 15.8m$ 이며, $r_2 = (a^2 + b^2)^{0.5}$ 를 이용하여 거리 b 를 구하면, $b = (15.81^2 - 5^2)^{0.5} = 15.0m$ 가 된다.

결과적으로, 점음원을 이용한 음원의 길이는 $-15 \sim 15m$ 인 총 $30m$ 를 도로교통소음의 길이로 잡았다.

3.2 NIER식을 이용한 음향파워레벨

국내에서는 주로 국립환경연구원(NIER) 식²⁾ 중 간선도로식을 많이 사용하고 있으며, 사용되는 1시간 등가소음레벨 예측식은 다음과 같이 $10m$ 를 기준으로 $10m$ 이상과 $10m$ 이내의 2개의 식으로 나뉜다.

우선, 도로단으로부터 $10m$ 이상인 지역의 공식을 살펴보면 식 (3)과 같다.

$$Leq = 8.55 \log(QV/L) + 36.3 - 14.1 \log[ra] + CdBA \quad \text{--- (3)}$$

여기서,

Q : 1시간 동안의 등가교통량(소형차 통행량 + $10 \times$ 대형차 통행량), 대/h

V : 평균차속, km/h

L : 가상주행 중심선에서 도로단까지의 거리($l = (Dn \times Df)^{0.5}$) + 도로단에서 기준 $10m$ 지점까지의 거리(m)

Dn : 도로단으로부터 가장 가까운 차선의 중심선까지의 거리(m)

Df : 도로단으로부터 가장 먼 차선의 중심선까지의 거리(m)

ra : 거리비(기준 $10m$ 거리에 대한 도로단에서 $10m$ 이상 떨어진 예측지점까지의 거리비)

C : 상수

$15,000 < Q$ 이면, $C = -2.0$

$10,000 < Q \leq 15,000$ 이면, $C = -1.5$

$5,000 < Q \leq 10,000$ 이면, $C = -1.0$

$2,000 < Q \leq 5,000$ 이면, $C = -0.5$

$Q \leq 2,000$ 이면, $C = 0$

다음은 도로단으로부터 $10m$ 이내인 지역의 예측식을 살펴보면 식 (4)와 같다.

$$Leq = 10 \log(10^{0.1Lp} + 10^{0.1Lb}) \text{ dBA} \quad \text{--- (4)}$$

$$Lp = 45 + 10 \log(N_1/L) + 30 \log(V_1/50) \text{ dBA} \quad \text{--- (5)}$$

$$Lb = 53 + 10 \log(N_2/L) + 30 \log(V_2/50) \text{ dBA} \quad \text{--- (6)}$$

여기서,

N_1, N_2 : 소형 및 대형차 통행량(대/h)

V_1, V_2 : 소형 및 대형차 평균속도(km/h)

l : 가상주행 중심선에서 도로변 지역까지의 거리(m), 식 (3) 참조

NIER식에 사용되는 가상주행선(l)은 $6.52m$ 이며, 소형차량은 $2,991$ 대/hr, 대형차량은 278 대/hr 이므로, 1시간동안의 등가교통량 Q 는 $2,991 + 278 \times 10 = 5,771$ 대/hr가 되며, ra 는 1 , 상수 C 는 차량대수가 $5000 < Q \leq 10000$ 에 속하므로, -1 을 갖으며, 평균 속도 V 는 47.75 km/hr였다.

위의 자료를 이용하여 $10m$ 이상의 지점에 대한 Leq 식(3)에 대입하여 $10m$ 지점의 Leq 를 구하면, $Leq = 71.3$ dBA가 되며, $10m$ 이내의 지점에 대한 Leq 식(4)에 대입하여 $5m$ 지점의 Leq 를 구하면, $Lp = 69.2$ dBA가 되고, $Lb = 65.5$ dBA가 되며, $Leq = 70.8$ dBA가 된다. 이를 표 3.1에 $5m$, $10m$ 실측값과 국립환경연구원식에 의해 계산된 값을 비교해 놓았다.

표 3.1 NIER식과 실측값의 음압레벨 비교

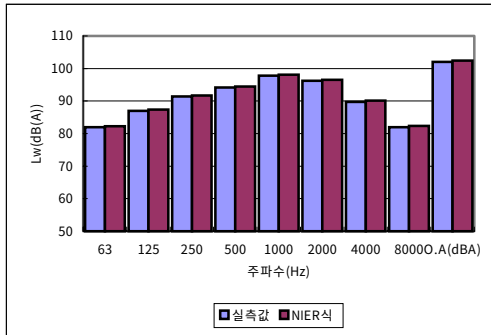
거 리	NIER식	실측값	Δ
5m	70.7	70.4	0.3
10m	71.3	67.2	4.1

표 3.2 음향파워레벨(L_{WA}) 계산식

$5m$ 이내의 소음도는 실측값과 상당히 일치했으나 $10m$ 이상의 지점에서는 4 dBA 이상의 차이를 보였다. 이는 차량대수와 차량속도의 관계가 반비례한다는 이론적인 배경과 비교해 볼 때, 국립환경연구원식 중 $8.55 \log(QV/L)$ 에서 사용하는 차량대수와 속도의 관계를 고려하여 차량 대수에 따른 보정 상수 C 의 값이 실제 값과 비교하여 과소 평가되어 있는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 $5m$ 지점의 소음도를 사용하여 음원의 파워를 산정하였다. 주파수별 기여도는 실측값의 기여도를 적용하였다.

식 (1)을 이용하여 구한 실측값과 이론식의 음향파워레벨의 계산된 결과는 102.0 dBA와 102.4 dBA로 실측값의 음향파워레벨보다 0.4 dBA 과대평가 되는 것으로 나타났다.

그림 3.2 NIER식과 실측값의 L_w 값 비교

3.3 ASJ-Model을 이용한 음향파워레벨

일본음향학회(ASJ)³⁾에서 1998년 발표한 식으로 이는 음압레벨을 예측하는 것이 아니라 도로교통소음의 음향파워레벨을 직접 구하는 식으로 다른 식들과는 다른 큰 특징을 가지고 있다. 이 식에서는 음원을 반자유공간의 무지향성 점음원으로 간주하고 있다.

ASJ-Model에서 사용되는 차종별 기본 음향파워레벨 계산식은 표 3.2에 제시해 놓았다.

다음은 파워레벨 스펙트럼을 계산하는데 사용되는 식을 나타낸 것이다.

$$L_{WA,i} = L_{WA} + \Delta L(f_i) + \Delta L_{A-weight,i} + \Delta L_{adj} \text{ dBA} \quad (7)$$

여기서,

$\Delta L(f_i)$: 옥타브 밴드별 보정치(dBA)

$\Delta L_{A-weight,i}$: 밴드별 A-가중치 보정계수(dBA)

$\Delta L_{adj} = -10 \log[\Sigma 10^{(\Delta L(f_i) + \Delta L_{A-weight,i})/10}]$ (dBA)

옥타브 밴드별 보정치($\Delta L(f_i)$, dBA)

속도구분이 없는 경우

$$\Delta L(f_i) = -10 \log[1 + (f_i/2000)]$$

80km/h 이하일 경우

$$\Delta L(f_i) = -10 \log[1 + (f_i/2000)] - 2.5 \log[f_i/1000]$$

80km/h 이상일 경우

$$\Delta L(f_i) = -10 \log[1 + (f_i/2000)] + 2.5 \log[f_i/1000]$$

마지막으로, 차량의 등급별 등가음향파워레벨을 계산하는 식을 나타낸 것이다.

$$(L_{WAT})_i = L_{WA} + 10 \log[(3.6 \Delta l \times N)/(3600V)] \quad (8)$$

여기서,

L_{WA} : 차량 1대당 음향파워레벨(dB/1car)

Δl : 도로의 길이

V : 해당 차종의 평균 주행속도(km/h)

N : 시간당 차량 통과 대수(대/hr)

위의 식을 이용하여 모든 차종에 대한 음향파워레벨을 산정한 후 이를 대수인 log를 이용하여 합하면 해당 도로의 등가 음향파워레벨 L_{WAeq} 를 산정할 수 있다.

모든 차종에 대한 도로교통소음의 음향파워레벨 L_{WAeq} 는 다음과 같다.

$$L_{WAeq} = 10 \log[\Sigma 10^{(L_{WAT})_i/10}] \text{ dBA} \quad (9)$$

ASJ-Model식은 표 3.2에 있는 기본 음향파워레벨 식을 이용하여 소형 차량과 대형 차량 한대에 대한 음향파워레벨을 계산한 후 $L_{WA,i}$ 식을 이용하여 주파수별 음향파워레벨로 구한 다음, 마지막으로 차종별 파워레벨을 합하는 식을 이용하여 1시간 동안의 차량에 대한 파워 L_{WAeq} 를 산출한다.

표 3.2에 의해서, 소형차량의 음향파워레벨은 97.8dBA이고, 대형차량은 102.8dBA이다. 또한, 식 (7)을 이용하여 주파수 스펙트럼으로 계산하기 위해, 표 3.3에 필요인자들을 계산해 놓았고, 표 3.3을 이용하여 총음향파워레벨을 구한 것은 표 3.4에 정리해 놓

Classification (Vehicle)	정상 상태(dBA) (자동차전용도로, 일반도로)
	2 vehicle types
속도 V	40km/h ≤ V ≤ 140km/h
Heavy	53.2 + 30logV
Light	46.7 + 30logV

았다. 여기서, $\Delta L(f_i)$ 는 80km/hr 이하일 경우의 식을 사용하였고, Δl 은 선음원 길이 산정에서 계산된 30m를, 차량자료는 3장 1절에 제시한 자료를 사용하였다.

표 3.3 ASJ - Model의 계산된 인자들

주파수 (Hz)	인자들		
	$\Delta L(f_i)$	$\Delta L_{A-weight,i}$	ΔL_{adj}
63	2.87	-26.2	-3.58
125	2.00	-16.1	
250	1.00	-8.6	
500	-0.22	-3.2	
1000	-1.76	0.0	
2000	-3.76	1.2	
4000	-6.28	1.0	
8000	-9.25	-1.1	

표 3.4 ASJ - Model로 계산된 음향파워레벨

주파수 (Hz)	대형차량		대형차량		ΔL_{WAeq} (dBA)
	L_{WAI}	L_{WAT}	L_{WAI}	L_{WAT}	
63	70.9	73.4	75.9	68.6	74.6
125	80.1	82.6	85.1	77.8	83.8
250	86.6	89.1	91.6	84.3	90.3
500	90.8	93.3	95.8	88.5	94.5
1000	92.4	94.9	97.5	90.2	96.2
2000	91.6	94.1	96.7	89.3	95.4
4000	88.9	91.4	94.0	86.6	92.7
8000	83.8	88.3	88.9	81.6	88.7
O.A	97.8	100.3	102.8	95.5	101.5

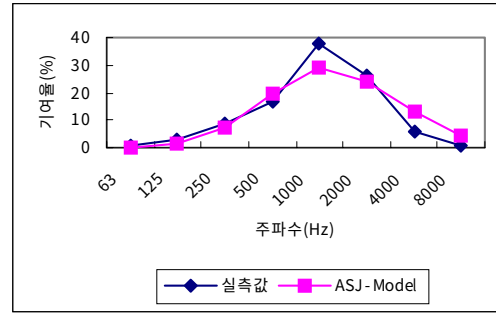


그림 3.4 실측값과 이론식의 기여도 비교

3.4 실측값과 이론식의 음향파워레벨 및 주파수별 기여도 비교

실측값을 이용하여 구한 음향파워레벨과 NIER식 및 ASJ-Model식을 이용하여 구한 음향파워레벨을 서로 비교해 보았다. 이는 그림 3.3에 제시해 놓았으며, 주파수별 기여도는 그림 3.4에 제시해 놓았다. 결론적으로 보면, 사용될 식은 실측값의 음향파워레벨보다는 과소평가되지 않아야 하며, 그 레벨차가 적어야 한다. 여기서 ASJ-Model의 경우 레벨차는 거의 1dBA미만으로 작았지만 실측값에 의한 음향파워레벨의 값보다 250Hz 이하의 저주파수 대역과 2,000Hz이상의 고주파수 대역에서 과소평가되고, 주파수별 기여율에서는 가장 중요한 1000Hz의 값 또한 과소평가되어 전체적으로 거의 모든 주파수별 음향파워레벨 값이 과소평가되어 있기 때문에 개발이후에 적용될 식은 레벨차가 적고, 0.4dBA 과대평가된 NIER(국립환경연구원), 10m이내 지점에 적용되는 식을 선택하였다. 그러나, 레벨차가 1dBA보다 적기때문에실제적으로 ASJ-Model식을 사용해도 큰 무리는 없을 것으로 판단된다.

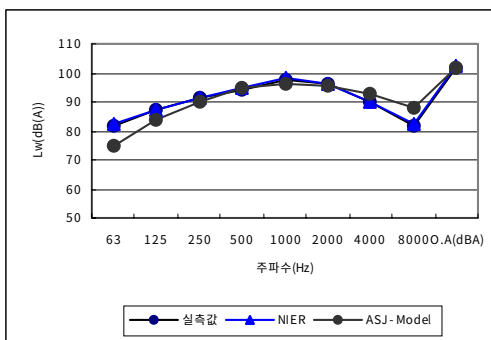


그림 3.3 실측값과 이론식의 L_w 의 비교

4. 음향파워레벨의 적용

본 장에서는 시뮬레이션을 이용하여 현재 계산된 파워를 사용하여 현재의 소음도를 알아보고, 재개발이 된 후의 차량의 변화에 따른 소음도를 예측해 보고자 한다. 본 컴퓨터 시뮬레이션은 거울형상음원법(Mirror Image Source Method, MISM)과 음선추적법(Ray Tracing Method, RTM)을 사용하는 상용 프로그램을 사용하였다.

4.1 음향파워레벨의 결정

위에서 구한 음향파워레벨을 이용하여 실제 상황을 모델링하여 소음분포도를 살펴보고, 실측과 비교한 후 이 방식을 이용하여 재개발지역의 소음분포도를 예측해 보고자 한다. 그림 4.1은 현 상황을 모델링한 것으로 실측값은 70.4 Leq(dBA)로 모델링에서는 71.1~71.4dBA로 나타났다. 음압레벨차는 약 1dBA 미만으로 정확했다.

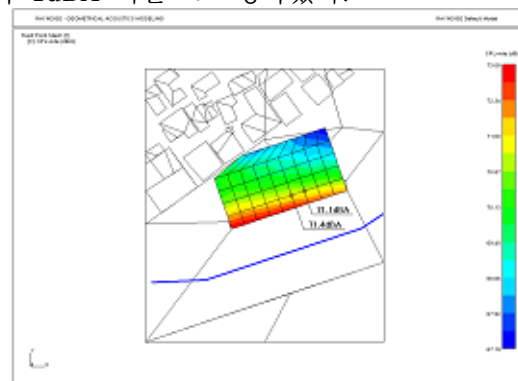


그림 4.1 음향파워레벨의 검증을 위한 모델링

위의 결과를 기초로 현재 개발 이전의 지역 소음 분포도를 모델링하여 살펴보았다.

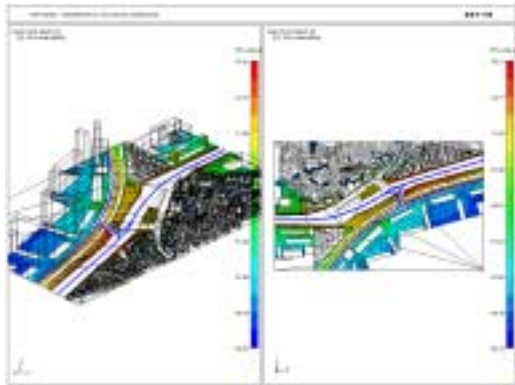


그림 4.2 현 지역의 소음분포도

소음분포도를 살펴보면, 현주거지역 소음은 일부분에서 주거지역 주간 환경기준인 65dBA를 초과하고 있어 방음대책이 필요한 것으로 나타났다.

4.2 음향파워레벨을 이용한 소음예측

개발 이후의 도로교통소음을 예측하기 위해 차량의 증가 대수를 예측해야 하는데, 본 연구에서는 개발 전과 개발 후의 세대수의 증가율을 기준으로 삼았다. 현 세대수는 712세대, 개발 이후의 세대수는 930세대로 약 30.62%의 증가율을 보이며, 이는 소형차량은 2,991대에서 3,907대로, 대형차량은 278대에서 364대로 증가시켜 음향파워레벨을 NIER식(식 (4))으로 음압레벨을 구한 후 식 (1)을 이용하여 구한 예측된 음향파워레벨은 Fig 4.3에 나타내었으며, 음원의 길이는 30m 적용하였고, 1시간을 기준으로 한 것이다.

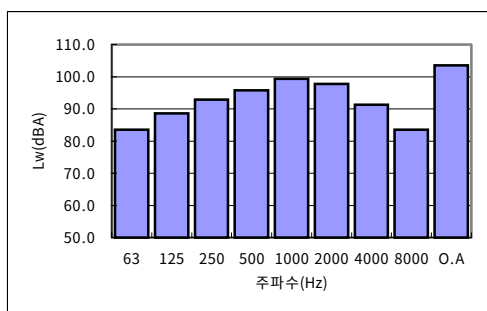


그림 4.3 예측된 음향파워레벨

개발후 예측된 이론적인 음향파워레벨은 103.6dBA로 개발전 예측된 음향파워레벨보다 1.2dBA 증가하였다.

다음은 위에서 구한 음향파워레벨을 이용하여 개발지역의 개발 후의 소음분포도를 예측

해 보았다. 음향파워레벨은 그림 4.3을 100%로 30m 내의 11개 점음원으로 이루어진 음원을 기준으로 삼았으며, 샛길 도로와 연결된 도로의 경우, 주도로의 차량에서 약 10%정도가 이동하는 것으로 측정되어 샛길 도로와 연결된 도로의 파워는 10%를 적용하였으며, 샛길 도로에서는 20%의 파워를 사용하여 시뮬레이션을 사용하였다.

그림 4.4는 위에서 설명한 음원들의 %와 사용 위치를 나타낸 것이고, 그림 4.5는 개발 이후 예측된 소음분포도이다.

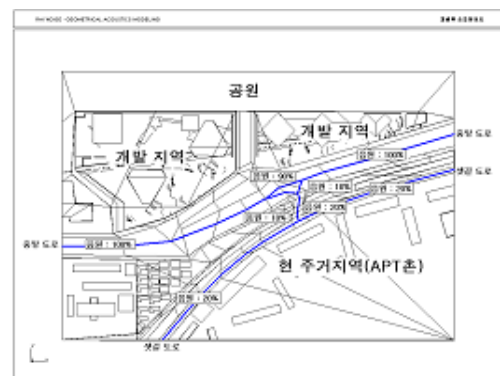


그림 4.4 음원의 위치 및 지형도

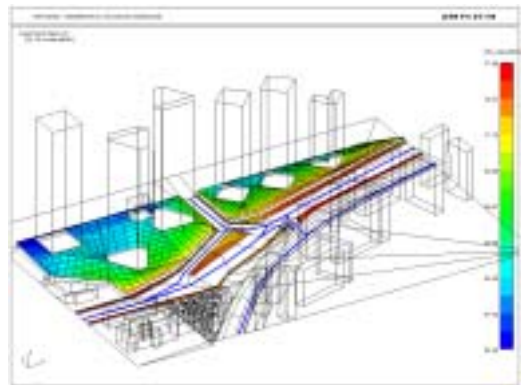


그림 4.5 예측 소음분포도

또한, 음향파워레벨을 이용하여 기존의 주거지역까지 확대시켜 적용시킬 경우에는 현재 소음분야에서 주요 관심대상인 Noisemap형식에 준한 형태의 자료로 실제 Noisemap과 비교할 수 있는 기초 자료로 사용할 수 있으며, 건물의 수직 소음 분포와 평면 소음 분포를 예측함으로써, 소음노출인구를 예측할 수 있는 자료로 사용될 수 있고, 또한 Noisemap을 이용하여 소음으로 인해 문제시 될 수 있는 부분을 선택하여 방음대책의 유무를 판단할 수 있는 근거자료로 사용될 수도 있으며, 방음대책 설치시의 부분

또는 전체적인 효과를 살펴볼 수 있는 자료로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

다음 그림 4.6은 Noisemap 형식에 음향파워레벨을 적용시킨 것이다.

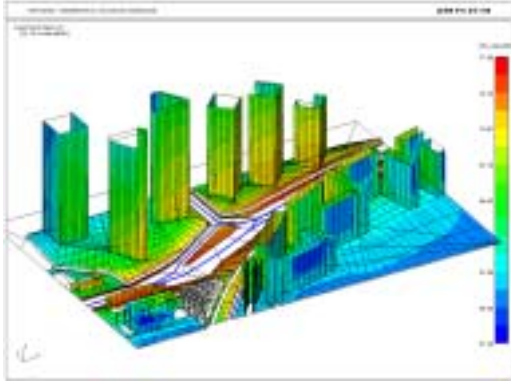


그림 4.6 음향파워레벨의 Noisemap 적용

그림 4.6의 결과를 살펴보면, 개발예정 거주지역의 부지경계선에서 주거지역 주간 환경기준인 65dBA와 소음진동규제법의 교통소음진동 한도인 68dBA를 초과하고 있는 지역이 부분적으로 예측되어 방음대책이 필요한 것으로 나타났다.

다음 그림 4.7은 위의 결과를 토대로 5~9m(3m 투명방음벽, 2~6m 흡음형 알루미늄 방음벽) 높이의 방음벽을 설치하여 소음저감 효과를 알아보았다.



그림 4.7 방음벽 설치 후의 소음분포도

그림 4.7을 살펴보면, 지반 소음의 경우 평균 15dBA이상 저감되는 것으로 나타났으며, 1~4층에서는 약 5~10dBA 저감되었고, 5층의 경우 평균 3dBA저감되었지만, 23층 건물에서는 5층이상에서는 방음벽의 효과가 나타나지 않았으며, 나머지 건물에서는 10층 이상에서 방음벽의 효과가 나타나지 않았다. 즉, 방음벽의 효과가 나타나지 않는 층에 대

한 방음대책은 방음벽이 아닌 다른 방음대책이 필요한 것으로 나타났다.

또한, 기존의 아파트촌의 방음벽을 7m에서 9m로 변경한 경우에 있어서도 5층을 기준으로 평균 3~5dBA저감하는 것으로 나타나 개발 이후의 주거지역에는 방음대책이 반드시 필요할 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구에서는 일반적으로 사용되고 있는 도로교통소음 예측식을 이용하여 개발 이전의 음향파워레벨을 계산해 보고 이를 이용하여 소음분포를 살펴보았고, 또한, 동일한 과정을 통해 개발 이후의 소음분포를 예측해 보았고, 음향파워레벨을 이용한 응용분야에 적용해 보았다.

우선 이론식을 살펴본 결과 NIER식의 경우 10m이상 떨어진 지점을 예측하는 식에 사용되는 보정인자에 대한 재검토가 필요할 것으로 판단되며, ASJ-Model의 경우 음향파워레벨을 직접적으로 구할 수 있고, 주파수별 기여도를 직접 구할 수 있지만 실측값의 음향파워레벨에 비해 과소평가되고 있어 이를 보완할 상수인자 연구가 필요할 것으로 판단되며, 비교적 실측값의 음향파워레벨과 비슷하게 계산되는 식은 NIER식의 10m이내의 지점을 예측하는 식이었다.

또한, 앞의 이론식을 통해 구한 음향파워레벨을 컴퓨터 시뮬레이션에 적용시킨 결과 보다 정확하고 모델 형상에 제한받지 않고 소음을 예측할 수 있었다.

음향파워레벨을 사용할 경우에는 다소 복잡한 과정을 실행하여야 하지만, 그에 반해, 그 지역의 전체적인 소음분포를 살펴볼 수 있으며, 특히, 소음이 문제시 되는 지점을 예측하여 그 지역에 대한 효율적인 방음 대책을 수립할 수 있으며, 또한, 소음분포를 살펴보는 것에서 더 나아가 소음노출인구를 계산하는데 참조할 수 있는 기초자료로 사용 가능하며, 현재 관심대상이 증가하고 있는 Noisemap의 소음 데이터 비교 자료로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

참고 문헌

- 1) 이효수 외 3인, 서울시민의 소음공해 인식에 대한 연구-도로교통소음을 중심으로, 소음진동공학회 제7권 제3호(1997)

- 2) 강대준 외 4인, 도로교통소음(I), 국립환경연구원(1999)
- 3) 한국도로공사, 소음예측기법 및 방음시설 설계기준 연구(2001), pp. 66-70.
- 4) J.D. Irwin, Industrial noise and vibration control, PERNTICE-HALL, INC.(1979)
- 5) P.M. Nelson, Transportation Noise Reference Book, Butterworths(1987)