

노원구 소재 도심공원의 소음실태 조사

A Research on the Actual Noise Condition of a City Park in Nowon gu

홍병국* · 송화영* · 양수영** · 제현수** · 주경민*** · 이동훈****

Byung-Kuk Hong, Hwa-Young Song, Soo-Young Yang, Hyun-Su Je, Kyung-Min Ju and Dong-Hoon Lee

Key Words : City Park(도심공원), Directivity(지향성), Road traffic noise(도로교통소음), Sound Power Level(음향파워레벨), Traffic flow(교통흐름), Vehicle Speed(차량속도)

ABSTRACT

In the Well-being age, many people use a city park for rest, deeply think and constitutional walk. The city park is located at near side by traffic road in urban. Citizens are not satisfied with it's fuction as a haven of peace due to road traffic noise. Thus, this study is for a research on the actual noise condition of a city park in Nowon gu. This study uses a prediction method called ASJ-model in order to calculate PWLs of road traffic noise. Using calculated PWLs, noise levels in a park are predicted and compared with measured values.

1. 서 론

복잡하고 빠른 생활 패턴 속에서 살고 있는 도심지의 주민들은 휴식과 여유를 찾기 위해 공원을 많이 이용하고 있다. 특히 도심지에 가장 많이 위치하고 있는 것이 근린공원이며 도시공원법에 따르면 공원은 다음과 같이 세분한다.⁽¹⁾

어린이의 보건 및 정서생활의 향상을 목적으로 설치된 공원을 어린이 공원이라 한다. 근린거주자의 보건·휴양 및 정서생활의 향상을 목적으로 설치된 공원을 근린공원이라 하며, 자연경관지를 보호하고, 시민의 보건·휴양 및 정서생활의 향상을 목적으로 설치된 공원이 도시자연공원이다. 주로 운동경기나 야외활동 등 체육활동을 통하여 건전한 신체와 정신을 배양함을 목적으로 설치된 공원이 체육공원이다. 이러한 공원들이 노원구에 72개소가 있으며 주민들이 많이 이용하는 근린공원은 24개소이다. 이 중 비교적 규모가 큰 근린공원 12개소는 주로 도로변에 설치된 경우가 많아 공원에서 휴식과 여유를 찾기 보다는 교통소음으로 인해 오히려 불편감을 가중시키고 있다. 현재 공원의 소음에 관한 법적 규제치는 마련되어 있지 않다. 공원의 목적은 휴식과 사색의 공간으로 환경정책 기본법에 분류되어 있는 녹지지역, 관광휴

양지역으로 간주할 때 매우 정온한 소음레벨이 요구되어진다.

따라서 본 연구에서는 노원구 주민들이 많이 이용하고 있는 규모가 6000 m² 이상인 도로변에 인접한 12개의 근린공원 중 노원구를 대표하는 3개의 근린공원에 대해서 소음실태를 조사하고자 한다. 또한 소음도 실측을 통하여 구한 음향파워레벨과 예측식을 이용하여 구한 음향파워레벨을 비교 검증하고, 측정을 통하여 전체 소음도를 파악하고자 한다.

2. 소음원의 음향파워레벨(PWL) 결정

2.1 ASJ-Model식을 이용한 음향파워레벨

음향파워레벨의 음원에서 1초동안 방출된 총 음에너지를 말하며, 이를 레벨로 표현한 값을 음향파워레벨(PWL)이라 한다. PWL은 계측기로 직접 계측할 수 없다. 따라서 음압레벨(SPL)이나 음의세기레벨(SIL)을 측정하고 이들과 PWL과의 관계식을 이용하여 PWL을 산출하여 음의 크기를 결정한다.

PWL을 예측하기 위해 일본음향학회(ASJ)에서 제시한 ASJ-Model은 음원을 반자유공간의 무지향성 점음원으로 간주하고 있으며, 음압레벨을 예측하는 것이 아니라 도로교통소음의 음향파워레벨을 직접 구하는 특징을 가지고 있다. 차종 분류는 4차종 분류법(대형차, 중형차, 소형화물차, 승용차)과 2차종 분류법(대형차+중형차, 소형화물차+승용차)의 2

* 서울산업대학교 에너지환경대학원
E-mail : bkhong@snut.ac.kr
Tel : (02)970-6331, Fax : (02)979-7331

** 서울산업대학교 산업대학원

*** 서울산업대학교 소음진동연구센터

**** 서울산업대학교 기계공학과 / 에너지환경대학원

가지를 혼용하며, 본 연구에서는 2차종 분류법을 사용하였다.

ASJ-Model의 계산과정은 다음 6가지의 과정을 거친다. 본 연구에서는 ④항의 보정값은 국내에서는 시공사례가 많지 않은 관계로 제외하기로 하였다.

- ① 차종별 기본 음향파워레벨(L_{WA} , dB(A))계산
- ② 주행속도에 따른 옥타브밴드별 보정치($\Delta L(f_i)$)적용
- ③ 파워레벨 스펙트럼($L_{WA,i}$, dB(A))계산
- ④ 포장 종류(L_{WAd} , dB(A))에 따른 보정 계산
- ⑤ 차량 등급별 등가음향파워레벨($L_{WAT,i}$)계산
- ⑥ 모든 차종의 음향파워레벨(L_{WAeq})

파워레벨 스펙트럼 $L_{WA,i}$

$$L_{WA,i} = L_{WA} + \Delta L_i + \Delta L_{adj} + dB(A) \text{ 보정값} \quad - (1)$$

차량의 종류에 따른 속도별 소음도는 Table 1과 같다.

Table 1 Relationship between traffic types and sound power levels

| Traffic types | Sound Power Level (Highway, Motor Way) | |
|----------------|---|-----------------|
| | 4 vehicle types | 2 vehicle types |
| Large Vehicle | $54.4+30\log V$ | $53.2+30\log V$ |
| Medium Vehicle | $51.5+60\log V$ | |
| Light Truck | $47.6+30\log V$ | |
| Automobile | $46.4+30\log V$ | |

* V: traffic speed (km/h)

2차종 분류에 따른 음향파워 산정식은 대형차와 중형차의 혼입비율은 같고, 승용차에 대한 소형트럭의 혼입비율은 0.25로 설정되어 유도된 식이다. 제시된 식은 차량속도 V가 40km/h ~ 140km/h이고, 교통흐름이 일정한 경우에 대해 적용할 수 있다.

차량의 제한 속도에 따른 중심주파수 대역에서의 소음도는 아래에 제시된 ΔL_i 의 식으로 주어진다. 본 연구에서는 제한속도가 80km/h 이하인 식 (3)을 이용하였다. 식 (1)의 기본 계산 결과는 Table 2와 같다.

제한속도가 없는 도로의 경우,

$$\Delta L_i = -10 \log \left[1 + \left(\frac{f_i}{2000} \right)^2 \right] \quad - (2)$$

제한속도가 80km/h 이하인 도로,

$$\Delta L_i = -10 \log \left[1 + \left(\frac{f_i}{2000} \right)^2 \right] - 2.5 \log \left(\frac{f_i}{1000} \right) \quad - (3)$$

제한속도가 80km/h 이상인 도로,

$$\Delta L_i = -10 \log \left[1 + \left(\frac{f_i}{2000} \right)^2 \right] + 2.5 \log \left(\frac{f_i}{1000} \right) \quad - (4)$$

도로의 등가음향파워레벨의 차량 등급별 적분 음향 출력은 다음과 같이 산정한다.

$$L_{WAT,i} = L_{WA} + 10 \log \left(\frac{3.6 \cdot \Delta l}{V} \cdot \frac{N}{3600} \right) \quad - (5)$$

여기서 L_{WA} 는 차량 1대당 음향파워레벨(dB), Δl 은 도로의 길이(m), V 는 해당 차종의 평균주행속도(km/h)이며, N 은 시간당 차량 통과 대수를 의미한다.

모든 차종에 의한 도로 교통소음의 등가음향파워레벨 L_{WAeq} 은 다음과 같이 산정한다.

$$L_{WAeq} = 10 \log \sum_i 10^{(L_{WAT,i})/10} \quad - (6)$$

Table 2 Basic data for calculating PWLs in ASJ-Model

| 주파수(Hz) | ΔL_i (eq.3) | dB(A) 보정값 | ΔL_{adj} |
|---------|---------------------|-----------|------------------|
| 63 | 3.00 | -26.2 | -3.58 |
| 125 | 2.24 | -16.1 | |
| 250 | 1.44 | -8.6 | |
| 500 | -1.02 | -3.2 | |
| 1000 | -0.97 | 0.0 | |
| 2000 | -2.26 | 1.2 | |
| 4000 | -5.48 | 1.0 | |
| 8000 | -10.1 | -1.1 | |

2.2 ASJ-Model과 소음도 측정을 통해 산출한 PWL의 비교

ASJ-Model은 도로 교통소음의 등가음향파워레벨을 구하기 위해서는 도로의 차종별 평균속도, 시간당 통행량이 필요하다. 각 공원별 PWL을 예측하기 위해서는 필요한 제원은 다음과 같다.

A 공원은 7차선 도로가 공원의 동서방향과 북남방향에 위치하고 차량 통과대수는 소형차량의 경우 2581 대/h, 대형차량의 경우 495 대/h 로 총 차량 대수는 3076 대/h 로 조사되었다. 평균속도(V)는 소형차량이 25.4 km/h, 대형차량은 21.2 km/h로 총 차량 통과대수에 대한 평균속도(V)는 24.7 km/h 로 조사 되었으며, 대형차의 혼입율은 16.1 %였다. 또한 B 공원과 C 공원은 6차선 도로를 사이에 마주보고

있으며, 차량 통과대수는 소형차량이 경우 4446 대/h, 대형 차량이 경우 560 대/h로서 총 차량 통과대수는 5006 대/h로 조사되었다. 평균속도(V)는 소형차량이 16.3 km/h, 대형 차량은 19 km/h로 총 차량 대수에 대한 평균속도(V)는 16.6 km/h로 조사되었으며 대형차의 혼입율은 11.2%였다.

소음도 측정을 통하여 PWL을 산출하기 위해서는 음원의 종류와 전파형상 등과 같은 음원의 정보가 필요하다. 본 연구에서는 측정 도로의 음원을 ASJ-Model에서 간주한 무지향성 점음원으로 고려하지 않고, 무수히 많은 점음원이 모여 이루어진 선음원으로 간주하여 선음원의 SPL과 PWL 관계식을 이용하여 PWL을 산출하였다. 마이크로폰의 위치가 5, 10 m일 때 선음원의 거리감쇠 특성인 3dB(A)의 감쇠 특성이 잘 나타났다. Table 3 ~ Table 6은 측정과 예측이론을 통하여 산출한 각 공원별 음향 파워레벨을 나타낸 것이다.

Table 3 Measured PWLs for A park

| Frequency | 5 m | 10 m | 20 m | 평균 L_{Weq} |
|-----------|------|------|------|--------------|
| 63 | 59.6 | 61.2 | 63.5 | 61.7 |
| 125 | 66.1 | 66.0 | 67.2 | 66.5 |
| 250 | 72.7 | 72.2 | 71.4 | 72.1 |
| 500 | 76.2 | 75.7 | 72.8 | 75.1 |
| 1k | 80.1 | 79.6 | 74.6 | 78.7 |
| 2k | 78.3 | 77.3 | 72.8 | 76.7 |
| 4k | 69.5 | 70.6 | 67.7 | 69.4 |
| 8k | 52.9 | 55.6 | 58.6 | 56.3 |
| OverAll | 83.9 | 83.3 | 79.8 | 82.7 |

Table 4 Calculated L_W using ASJ-Model for A parks

| 주파수 (Hz) | 소형차량 | | 대형차량 | | L_{Weq} dB(A) |
|----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------------|
| | $L_{WA,i}$ | L_{WAT} | $L_{WA,i}$ | L_{WAT} | |
| 63 | 68.5 | 54.9 | 59.7 | 38.9 | 55.0 |
| 125 | 77.9 | 64.2 | 69.1 | 48.2 | 64.3 |
| 250 | 84.6 | 70.9 | 75.8 | 54.9 | 71.0 |
| 500 | 89.0 | 75.3 | 80.2 | 59.4 | 75.5 |
| 1k | 90.8 | 77.1 | 82.0 | 61.1 | 77.2 |
| 2k | 89.2 | 75.5 | 80.4 | 59.5 | 75.6 |
| 4k | 84.2 | 70.6 | 75.4 | 54.6 | 70.7 |
| 8k | 76.1 | 62.4 | 67.3 | 46.4 | 62.5 |
| OverAll | 95.4 | 81.7 | 86.6 | 65.8 | 81.8 |

Table 5 Measured PWLs for B and C park

| Frequency | 5 m | 10 m | 20 m | 평균 L_{Weq} |
|-----------|------|------|------|--------------|
| 63 | 58.1 | 56.6 | 59.1 | 58.1 |
| 125 | 63.7 | 61.2 | 63.4 | 62.9 |
| 250 | 67.4 | 66.4 | 66.2 | 66.7 |
| 500 | 70.8 | 68.8 | 68.8 | 63.6 |
| 1k | 76.4 | 72.5 | 72.1 | 74.1 |
| 2k | 73.4 | 69.9 | 70.0 | 71.4 |
| 4k | 65.9 | 64.4 | 65.1 | 65.2 |
| 8k | 52.8 | 52.2 | 52.9 | 52.6 |
| OverAll | 79.5 | 76.5 | 76.5 | 77.8 |

Table 6 Calculated L_W using ASJ-Model for B and C parks

| 주파수 (Hz) | 소형차량 | | 대형차량 | | L_{Weq} dB(A) |
|----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------------|
| | $L_{WA,i}$ | L_{WAT} | $L_{WA,i}$ | L_{WAT} | |
| 63 | 62.8 | 51.5 | 58.3 | 38.0 | 51.7 |
| 125 | 72.2 | 60.9 | 67.7 | 47.4 | 61.0 |
| 250 | 78.9 | 67.6 | 74.4 | 54.1 | 67.7 |
| 500 | 83.3 | 72.0 | 78.8 | 58.5 | 72.2 |
| 1k | 85.1 | 73.7 | 80.6 | 60.3 | 73.9 |
| 2k | 83.5 | 72.2 | 79.0 | 58.7 | 72.3 |
| 4k | 78.5 | 67.2 | 74.0 | 53.7 | 67.4 |
| 8k | 70.4 | 59.1 | 65.9 | 45.6 | 59.2 |
| OverAll | 89.7 | 78.4 | 85.2 | 64.9 | 78.6 |

ASJ-Model의 계산결과 A공원의 소형차량(N=2,581 대/h, V=25.4 km/h)의 기본 음향파워레벨은 95.4 dB(A), 대형차량(N=495대/h, V=21.2 km/h)의 기본 음향파워레벨은 86.6 dB(A)였다. Fig. 1에 옥타브 밴드별 결과를 도시하였다. B, C 공원은 소형차량(N=4,446대/h, V=16.3 km/h)의 기본 음향파워레벨은 89.7 dB(A), 대형차량(N=560대/h, V=19.0 km/h)의 기본 음향파워레벨은 85.2 dB(A)였다. 옥타브 밴드별 비교결과가 Fig. 2에 도시되어 있다.

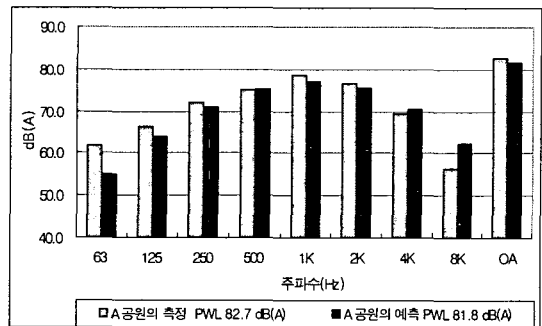


Fig. 1 Comparison between measured and calculated octave band PWLs for A park

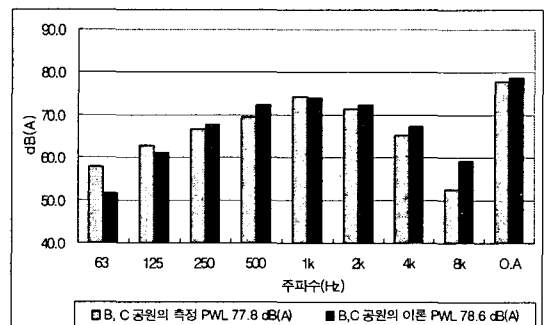


Fig. 2 Comparison between measured and calculated octave band PWLs for B and C parks

3. A, B, C 공원별 소음도 측정 결과

Fig. 3은 각 공원별 측정 지점을 간략히 도시한 것이다. A 공원은 상가지역과 공동주택단지 입구에 위치한 공원이다. 공원의 동서방향으로 7차선의 도로가 있고, 북남방향으로는 6차선의 도로가 있고 인근 상가와 주변 공동주택의 입주자들이 많이 이용하는 공원이다. B공원과 C공원은 북남방향으로 6차선의 도로를 마주보고 위치하고 있다. 이 두 공원은 설치 면적과 설치 형상이 같은 공원이며, 노원구의 중심부에 위치한 공원으로서 많은 사람들이 이용하는 공원중의 하나다.

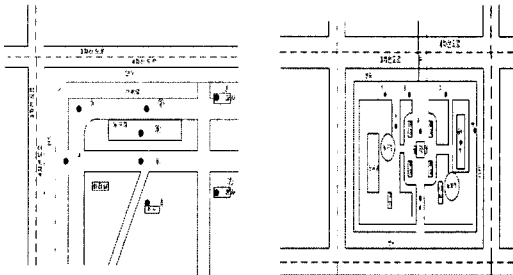


Fig. 3 Measured points for A, B and C parks.

Table 7 ~ Table 9은 각 공원에 대하여 도로단에서부터 이격거리별 8개 지점에서 10분간 등가소음도(L_{eq})를 측정된 결과다.

Table 7 Measured L_{eq} s for A park.

| 측정 지점 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 이격거리(m) | 20 | 16.6 | 14.6 | 9 | 39.5 | 33.5 | 58.7 | 40.6 |
| $L_{eq, 10min}$ dB(A) | 65.6 | 64 | 65.9 | 66.9 | 60.5 | 60.2 | 58.7 | 60 |

Table 8 Measured L_{eq} s for B park.

| 측정 지점 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ |
|-----------------------|------|------|------|----|------|------|------|------|
| 이격거리(m) | 24 | 14.4 | 14.4 | 42 | 36 | 80.5 | 50 | 30 |
| $L_{eq, 10min}$ dB(A) | 63.8 | 63.4 | 65.8 | 63 | 63.6 | 59.8 | 59.1 | 63.9 |

Table 9 Measured L_{eq} s for C park.

| 측정 지점 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ |
|-----------------------|------|------|------|------|----|------|----|------|
| 이격거리(m) | 24 | 14.4 | 14.4 | 42 | 36 | 80.5 | 50 | 30 |
| $L_{eq, 10min}$ dB(A) | 63.8 | 63.4 | 65.6 | 61.4 | 63 | 60 | 59 | 63.6 |

A공원은 최고 66.9dB(A)과 최저 58.7dB(A)의 소음도가 측정되었고, B공원은 최고 65.8dB(A)와 최저 59.1dB(A)가 측정되었다. C공원은 최고 65.6dB(A), 최저 59dB(A)

가 측정 되었다. 도로변에 가까운 산책로에서는 65dB(A) 이상의 소음도가 측정 되었고, 도로변에서 다소 멀리 떨어진 공원 중심부는 60dB(A)미만의 낮은 소음도가 측정 되었다. 공원 중심부에서는 거리감쇠, 구릉지, 장애물 등에 의한 영향으로 인한 소음저감 효과가 나타났다.

4. 결과

측정과 ASJ-Model을 이용하여 도로의 음향파워레벨을 산출하고, 공원별 소음측정에서 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 측정과 예측을 통한 총 음향파워레벨 산출결과 A공원은 예측을 통한 총 음향파워레벨 값이 측정을 통한 값보다 0.9dB(A)의 작게 평가 되었다. B공원과 C공원의 경우는 예측을 통한 총 음향파워레벨 값이 측정을 통한 값보다 0.8dB(A) 크게 평가 되었다. 음원의 정보가 서로 다르지만, ASJ-Model과 측정을 통한 음향파워레벨의 산출값은 오차가 ± 1 dB(A) 이내의 신뢰성을 얻었다.

2. 공원의 목적은 휴식과 사색의 공간이다. 따라서 환경정책 기본법에 분류되어 있는 녹지지역, 관광휴양지역으로 간주할 때 매우 정온한 소음레벨이 요구되어지지만, 측정결과 공원별 소음측정 결과 공원 3개 모두 최고 소음도가 모두 환경기준치인 65dB(A)를 초과하는 값이 측정되었고, 최저 소음도는 약 59dB(A)의 소음도가 측정되었다. 공원의 목적을 위해서 방음대책이 필요한 실정이다. 따라서 관할 자치구는 공원의 목적을 위하여 공원에 미관과 방음성능이 고려된 대책을 정책에 반영할 필요가 있는 것으로 사료된다.

참고 문헌

- (1) 건설교통부, 2002, 도시공원법
- (2) 강대준 외 2인, 2000, "도로교통소음 현황과 예측", 추계 한국소음진동공학회 논문집, pp.512 ~ 517
- (3) 한국도로공사, 2001, 소음예측기법 및 방음시설 설계 기준 연구, p.52 ~ 84
- (4) 조대승 외 7인, 2001, "고속도로 교통소음의 음향파워레벨 평가", 추계 한국소음진동공학회 논문집, pp. 1273 ~ 1279
- (5) 조대승 외 4인, 2001, "고속도로 교통소음 예측", 추계 한국소음진동공학회 논문집, pp. 1280 ~ 1285
- (6) 김득성 외 4인, 2004, "도로교통소음 음향파워레벨 산정과 응용에 관한 연구", 춘계 한국소음진동공학회 논문집, pp. 527 ~ 534
- (7) 박진규 외 4인, 2004, "합성수지 방음벽의 성능예측 및 평가", 춘계 한국소음진동공학회 논문집, pp. 718 ~ 723