

RLS-90 및 CRTN 모델에 의한 도로 인접건물에서의 도로소음 영향 예측 및 고찰

Prediction and Evaluation of the Road Traffic Noise according to the Conditions of Road-side Building Using RLS-90 and CRTN Model

이 장 욱*·김 명 준†

Jang-wook Lee and Myung-jun Kim

(2009년 3월 3일 접수 ; 2009년 3월 30일 심사완료)

Key Words : Road Traffic Noise Prediction(도로소음 예측), RLS-90(Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen), CRTN(Calculation of Road Traffic Noise), Propagation Factors(전달요소), Alignment Angle(배치각도), Facade Reflection(입면반사)

ABSTRACT

Recently, reduction of road traffic noise in residential buildings has become one of the most important subjects. To reduce the road traffic noise, noise impact assessment by the road traffic prediction model is required before building construction. For reasonable road traffic noise prediction, it is required to analysis of various factors in road traffic prediction models. This paper was studied the road traffic noise propagation factors such as distance from road to building, receiver height, alignment angle of building and reflection coefficient of the building facade by two calculation models, RLS-90 and CRTN. The result showed that noise reduction was generally higher at bottom stories by ground absorption effect. The reflection coefficient of the building facade was affect of additional sound pressure level by facade reflecting. And alignment angle of building at 90° was performed effective noise reduction better than 0°.

1. 서 론

도시의 과밀화 영향으로 한정된 공간을 최대한 활용하기 위해 주거공간을 도로에 인접하여 계획하는 경우가 발생하면서 주거공간이 도로소음에 노출되는 경우가 증가하고 있다. 이러한 도로소음은 주거공간의 정온함을 저해하는 요소로 작용하고 있다. 유럽에서는 항공기소음, 도로소음, 철도소음에 대하여 불쾌감의 정도를 조사한 결과 항공기소음과 함께 도로소음이 불쾌감을 유발하는 주요 소음원으로 지적되었다⁽¹⁾. 항공기소음은 공항주변의 특정 지역

을 중심으로 발생하는 소음인 반면, 도로소음은 도로가 정온함을 요구하는 주거공간과 인접되는 경우가 많기 때문에 소음노출 측면에서 피해가 큰 소음원으로 볼 수 있다.

우리나라에서는 도로소음의 피해를 경감하기 위하여 2007년 12월 공동주택을 대상으로 한 『공동주택의 소음측정 기준』을 고시하였고 공동주택의 건설 전 단계에서 도로소음을 예측하도록 규정하고 있다. 이에 따라 소음예측을 위한 프로그램의 활용이 증가할 것으로 예상되며, 프로그램에서 운용되고 있는 예측모델에 대한 이해와 검증이 필요하다. 이때 예측모델에 따라 고려하는 변수나 예측식들이 조금씩 다르므로 정확하고 신뢰성 있는 예측을 위해 우선적으로 예측모델 및 예측모델에서 고려하고 있는 주요 변수들의 특성에 대한 분석 및 고찰이

† 교신저자; 정회원, 서울시립대학교 건축학부
E-mail : mjunkim@uos.ac.kr
Tel : (02) 2210-5639, Fax : (02) 2248-0382
* 서울시립대학교 대학원 건축공학과

선행되어야 한다. 따라서 이 연구에서는 유럽의 대표적인 예측모델인 RLS-90과 CRTN을 활용하여 도로와 인접한 단일건물을 대상으로 도로소음을 예측하고 도로 및 건물 조건에 따른 소음의 특성을 평가·고찰하였다.

2. 기존 연구 및 도로소음 예측모델

2.1 기존 연구

도로소음 전달과정에서의 변수에 대한 연구는 도로로부터 건물의 이격거리와 교통량을 고려한 단순한 식에서 시작되었다⁽²⁾. 이후 L. J. M. Jacobs⁽³⁾는 도로소음의 전달을 건물의 영향을 크게 받는 도심지에 적용하였다. 이후 컴퓨터를 이용한 넓은 지역의 빠르고 정확한 예측이 이루어졌으며, 건물 외벽 반사음에 대한 연구가 진행되었다. Hothersall and Simpson⁽⁴⁾은 도심지 건물의 외벽 반사를 고려한 보정식을 제안하였고, Tang and Kuok⁽⁵⁾은 건물 높이별 도로소음 실측을 통해 도로 표면과 건물 외벽에 의해 반사되는 음을 평가하였다. K. P. Lee and H. G. Davies⁽⁶⁾는 점음원의 전달 특성을 도심지에 적용시켜 이격거리, 건물 외벽의 반사, 지면의 반사 등을 종합하여 nomogram으로 정리하였다. 이상의 연구 외에도 도로소음과 전달경로상의 영향인자에 대한 연구가 진행 중이며 각국에서 다양한 예측모델이 개발되어 사용되고 있다. 국내에서는 정우홍⁽⁷⁾과 고준희⁽⁸⁾에 의해 국의 도로소음 예측모델의 예측의 정확성 고찰과 공동주택에서의 예측 방법에 관한 기초 연구가 일부 진행되었다.

2.2 도로소음 예측모델

도로소음 예측모델은 유럽을 중심으로 여러 모델이 개발되었다. 이 연구에서 사용된 RLS-90은 독일에서 개발되었고, CRTN은 영국에서 개발되었다. 현재 유럽에서는 EU Environmental Noise Directive를 중심으로 소음지도 작성에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있으며 도로소음 예측의 경우, 도로소음 예측모델을 가지고 있지 않은 국가나 예측모델을 변경하고자 하는 국가에서는 프랑스에서 개발된 XPS31-133(舊 NMPB)을 사용하도록 권고하고 있다⁽⁹⁾. 정우홍의 연구에 따르면 XPS31-133과 RLS-90으로 예측한 소음을 비교한 결과 평균 오차

Table 1 Characteristics of RLS-90 and CRTN⁽¹⁰⁾

Model	RLS-90	CRTN
Country	Germany	United Kingdom
Noise indicator	$L_{A,eq}$	$L_{A10,1h}$ $L_{A10,18h}$
Source position	Centre of road lane	Nearside carriageway edge
Source height	0.5 m	0.5 m
Speed range[km/h]	Light : 30~130 Heavy : 30~80	50-108
Slope	Yes	No
Atmospheric attenuation	Yes	No
Ground absorption	Yes	Yes

가 0.03 dB(A)로 나타나 거의 일치하는 것으로 평가되었다⁽⁷⁾. 이 연구에서는 RLS-90과 CRTN을 대상으로 연구를 진행하였으며, RLS-90과 CRTN의 특징을 정리하면 Table 1과 같다.

(1) RLS-90

RLS-90(Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen)은 음원모델과 전달모델로 구성되어 음의 확산, 지면효과, 장애물의 영향 등을 고려하여 예측한다⁽¹¹⁾. 음원모델(L_{mE})은 소형차 100 km/h, 대형차 80 km/h의 속도로 직선의 아스팔트 도로를 달릴 때의 소음도인 기본모델의 소음도에 차량주행속도와 노면종류, 노면경사, 다중반사에 의한 보정을 하며, 예측이 가능한 속도구간은 소형차 기준 30 km/h ~ 130 km/h이다. 전달모델은 음원모델에 대하여 예측지점까지 음이 전파될 때 이와 관계되는 전달경로상의 영향인자인 도로구간의 길이(C_{Sl}), 음의 확산(C_S), 지면흡음의 영향(C_{Ga}), 장애물 및 방음벽(C_{Sc})등을 보정한 소음도로 평가단위는 L_{eq} 이며 그 식은 다음과 같다.

$$L_M = L_{mE} + C_S + C_S + C_{Ga} + C_{Sc} \quad (1)$$

(2) CRTN

CRTN(Calculation of Road Traffic Noise)은 경험적인 데이터를 바탕으로 계산을 크게 단순화한 특징이 있다⁽¹²⁾. CRTN은 교통량으로부터 L_{10} 을 산정하여 이를 이격거리, 반사와 장애물에 의해 일련

의 절차에 따라 감쇠량을 계산한다. 발생 소음 ($L_{10,source}$)은 주행속도, 대형차 혼입률, 경사도, 도로면 조건을 보정치로 더하여 산정하며, 이를 이격거리(C_{Di}), 지면흡음(C_{Gr}), 도로의 관측각(C_{An}), 장애물 및 방음벽(C_{Sc}), 반사효과(C_{Ref}) 등의 보정을 통해 최종 소음을 산정한다.

$$L_{10} = L_{10,source} + C_{Di} + C_{Gr} + C_{An} + C_{Sc} + C_{Ref} \quad (2)$$

두 예측모델의 결과값을 비교하기 위하여 CRTN의 평가단위인 L_{10} 을 RLS-90의 평가단위인 L_{eq} 로 변환해야 한다. 선행연구에서는 L_{10} 과 L_{eq} 의 관계를 식 (3)으로 정리하였으며⁽¹³⁾, 이 연구에서는 식 (3)을 이용하여 두 예측모델의 평가단위를 통일하였다.

$$L_{eq} = 0.94 \times L_{10} + 0.77 \quad (3)$$

3. RLS-90 및 CRTN 모델을 이용한 예측치와 실측치의 비교

이 연구에서 수행하는 소음 예측에 대한 신뢰성 검토를 위해 기존에 연구된⁽¹⁴⁾ 아파트 단지의 도로 소음 실측치를 토대로 시뮬레이션 예측치와 비교하였다. 대상 아파트 단지는 주요국도 및 간선도로와 130 m 이격된 K 아파트 단지과 7 m 이격된 S 아파트 단지로 도로로부터 단지로 유입되는 소음도가 환경기준을 초과하는 지역이다. 대상 아파트 단지와 인접도로의 특징은 Fig. 1 및 Table 2와 같다.

Table 3, 4는 Table 2를 바탕으로 예측한 결과와 실측치와의 오차 범위를 비교한 것이다. 실측치와 RLS-90으로 예측한 값의 편차는 각각 0.2 dB(A), 1.2 dB(A)로 나타났고 실측치와 CRTN으로 예측한 값의 오차는 각각 4.6 dB(A), 3.6 dB(A)로 나타나 CRTN보다 RLS-90의 예측치가 실측치와 더 유사한 것으로 나타났다. 즉, RLS-90으로 예측한 경우 실측치와의 오차가 사람의 청력을 통해 소음의 크기를 감지할 수 있는 최소범위인 3 dB(A) 이내로 CRTN보다 실측치와 유사한 경향이 나타났다. 따라서 RLS-90을 이용한 도로소음 예측은 신뢰성이 있는 것으로 판단되며 CRTN은 실측치와 약 4.1 dB(A)의 오차가 발생하기 때문에 예측 시 오차범위에 대한 주의가 필요할 것으로 판단된다.



(a) K apartment (b) S apartment

Fig. 1 Subject apartment buildings

Table 2 Traffic conditions of apartment buildings

Apartment	Mean traffic flow(veh/hr)			Mean velocity(km/hr)		
	Light	Heavy	Total	Light	Heavy	Mean
K	9,493	405	9,899	56.6	49.2	52.9
S	4,964	178	5,142	43.3	37.1	40.2

Table 3 An average error of K apartment buildings

[Unit : dB(A)]

Model	Road	5F	15F	25F	Mean
RLS-90	1.7	0.5	0.4	0.6	0.2
CRTN	5.4	4.5	5.0	3.7	4.6

Table 4 An average error of S apartment buildings

[Unit : dB(A)]

Model	Road	13F	22F	Mean
RLS-90	1.5	0.6	1.5	1.2
CRTN	3.7	3.2	3.8	3.6

4. 도로소음 전달 특성 예측 입력 조건

도시지의 도로소음 전달에 영향을 미치는 주요 인자는 교통량, 주행속도, 대형차 혼입률, 도로구배 등의 도로조건과 도로와의 이격거리 및 건물 외벽 주변에서 발생하는 음의 확산과 반사, 지표면 효과 등 전달경로상의 조건이 있다⁽¹⁵⁾. 이 연구에서는 전달경로상 조건인 도로와 직접 인접한 건물에 초점을 맞춰 도로와 건물의 이격거리, 건물의 높이, 건물의 배치각도, 건물 외벽에 의한 반사를 중심으로 고찰하였다. 이때 회절 및 스크린 효과와 상대적으로 영향이 적은 기상조건, 기타 소음 등의 인자는 제외하였다. 또한 같은 조건이라도 예측모델에 따라 예측소음도에 차이가 있을 수 있기 때문에 도로 앞

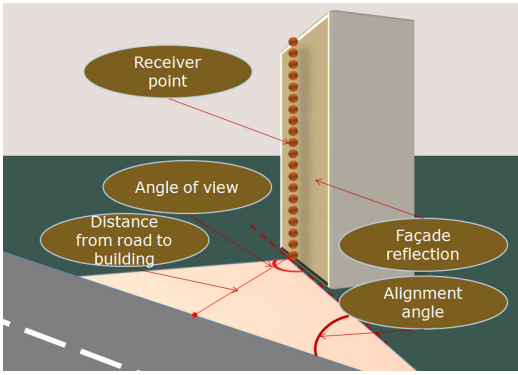


Fig. 2 Basic modeling of predicting

Table 5 Contents of basic input factors

Input factors	Contents
Traffic flow	50,000 veh/24hr
Percentage of heavy vehicles	20 %
Road width	22.5 m
Road surface	Asphalt
Road gradient	0 %
Reference receiver position	1 m away from edge of nearside carriage
Reference receiver height	2.5 m
Receiver position	1 m away from building facade
Building height	53 m (20F)

Table 6 Contents of propagation factors

Input factors	Contents
Distance from road edge to building	1m 5m 10m 20m 30m 40m 50m 60m 70m 80m 90m 100m
Receiver height	1F ~ 20F
Alignment angle of building	0° 15° 30° 45° 60° 75° 90°
Reflection coefficient of building facade	0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

1 m 지점에서 예측된 소음도를 기준으로 예측 대상 지점에 도달하는 소음도의 상대적 크기로 비교 하였다. 이 연구에서 설정한 영향인자에 대하여 변수를 다양하게 적용하고 조건 변화에 따라 나타나는 결과를 고찰하기 위해 범용 소음예측 프로그램 중 하나인 CadnaA(ver 3.6, DataKustik 社)를 사용하였다.

(1) 모델링

전달과정의 변수 조건에 따른 소음도 고찰을 위

해 Fig. 2와 같은 단순모델을 구성하였다. 기본적으로 설정해야할 도로조건 및 건물규모는 선행연구⁽¹⁶⁾를 참고하여 다음과 같은 단계를 거쳐 설정하였고 입력조건을 정리하면 Table 5와 같다.

- i) 지형 및 건물 모델링
- ii) 도로 설정 (길이, 폭, 상태 등)
- iii) 교통량 설정
- iv) 건물 설정 (위치, 높이 등)
- v) 수음점 위치 설정
- vi) 기타 설정 (온도, 습도, 풍속, 풍향 등)

(2) 전달과정의 영향인자 설정

이 연구에서는 도로와 건물의 이격거리, 수음점의 높이, 건물의 배치각도, 건물 외벽에 의한 반사 등 4가지의 영향인자를 중점대상으로 하였으며, 각각의 변수설정 조건을 정리하면 Table 6과 같다.

5. 도로소음의 전달특성 평가 및 고찰

5.1 도로와 건물의 이격거리에 따른 예측 소음 특성

도로단으로부터 건물의 이격거리를 1 m~100 m까지 변화시켰을 때, 도로단 1 m 이격지점을 기준으로 예측된 소음과 건물 각층 수음점에서 예측된 소음과의 상대적인 저감량을 나타내면 Fig. 3과 같다. 두 예측모델 모두 1층에서 저감량이 크게 나타나며, 특히 이격거리가 가까운 지점에서 급격히 증가하다가 이격거리가 증가할수록 점차 둔화되는 로그스케일의 형태가 나타났다. 이에 비해 5층 이상의 높이에서는 이격거리가 증가할수록 비교적 일정한 폭으로 저감량이 증가하였다. 저층부에서 저감량의 변화가 다른층에 비해 다르게 나타나는 이유는 기하학적 확산 효과와 동시에 지면 감쇠 효과(A_{gr})에 의한 저감이 동시에 이루어지기 때문으로 사료된다. RLS-90의 지면 보정식은 이격거리와 지면으로부터의 높이가 반비례 관계로 설정된 ISO 9613-2의 지면 감쇠 효과식과 같으며 CRTN의 지면보정식 역시 이격거리와 지면으로부터의 높이가 반비례 관계로 설정되어 두 예측모델 모두 소음도의 패턴이 유사하게 나타나고 있다. Fig. 4는 RLS-90과 CRTN의 지면 보정식을 이용하여 1층과 10층의 이격거리별

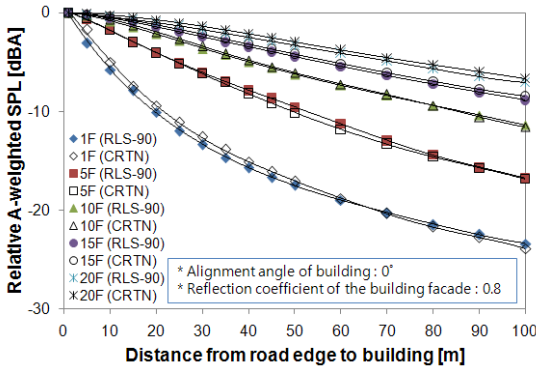


Fig. 3 Relative A-weighted SPL by distance from road edge to building

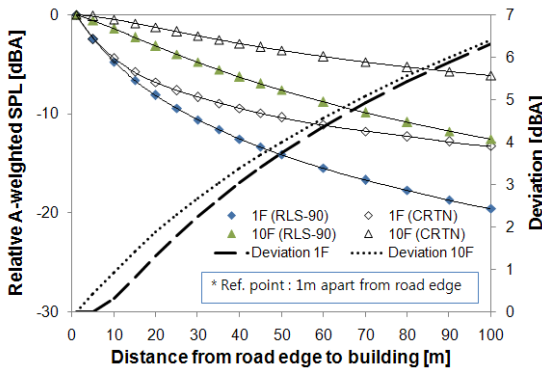
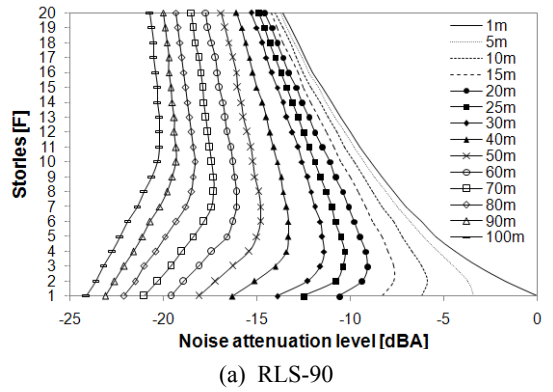


Fig. 4 Comparison of ground attenuation by RLS-90 and CRTN

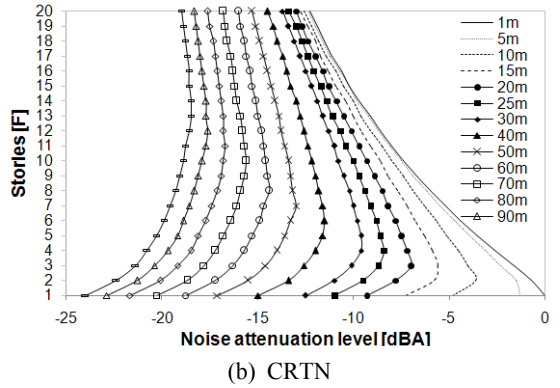
저감량을 나타낸 예로써, 두 예측모델은 1층의 경우 이격거리가 10 m 이내의 구간에서 저감량이 거의 유사하게 나타났다. 하지만 10 m 이후의 구간에서는 RLS-90의 저감량이 더 큰 것으로 나타났고 10층의 경우에도 RLS-90의 저감량이 크게 나타나, RLS-90은 CRTN에 비해 지면효과에 의한 보정이 크게 작용하는 것으로 나타났다.

5.2 건물 높이에 따른 소음 특성

Fig. 5는 도로와의 이격거리가 1 m인 지점에 위치한 건물의 1층을 기준으로 전 지점의 소음 저감특성을 나타낸 것이다. 두 예측모델 모두 이격거리 5 m 이내의 구간에서는 1층의 소음 저감량이 전 층에서 가장 적어 소음도가 가장 큰 것으로 나타났다. 이격거리가 증가 할수록 1층의 저감량이 상대적으로 크게 증가해 RLS-90은 이격거리 10 m 부근에서 5층과 같은 저감량을 가지며 CRTN은 이격거리 5 m



(a) RLS-90



(b) CRTN

Fig. 5 Sound attenuation for building stories

이상에서 5층과 같은 저감량이 나타났다. 이는 이격거리가 가까운 지점에서는 지면감쇠효과 보다 거리감쇠에 의한 영향이 지배적으로 작용해 저층일수록 저감량이 작게 나타났지만 이격거리가 증가할수록 지면감쇠효과가 작용하여 저층부에서 추가적인 저감이 이루어진 것으로 사료된다. RLS-90과 CRTN 모두 10 m~40 m 구간에서는 5층 지점의 소음저감량이 가장 적어 예측소음도가 가장 큰 것으로 나타났다. 즉, 이격거리가 10 m 이내로 가까울 경우 저층부의 소음도가 크게 나타나고 이후 이격거리가 증가할수록 저층부에 비하여 중층, 고층부의 소음이 크게 나타나므로, 실제 공동주택 계획 시 도로와 건물의 이격거리에 따라 소음 평가 대상층의 선정에 유의할 필요가 있다고 판단된다.

5.3 건물 배치각도에 따른 소음 특성

도로와 건물의 배치각도에 따른 소음 특성을 분석하기 위해 도로와 건물이 평행한 경우를 0°로 설정하고 도로와 건물이 수직관계인 90°로 설정하여

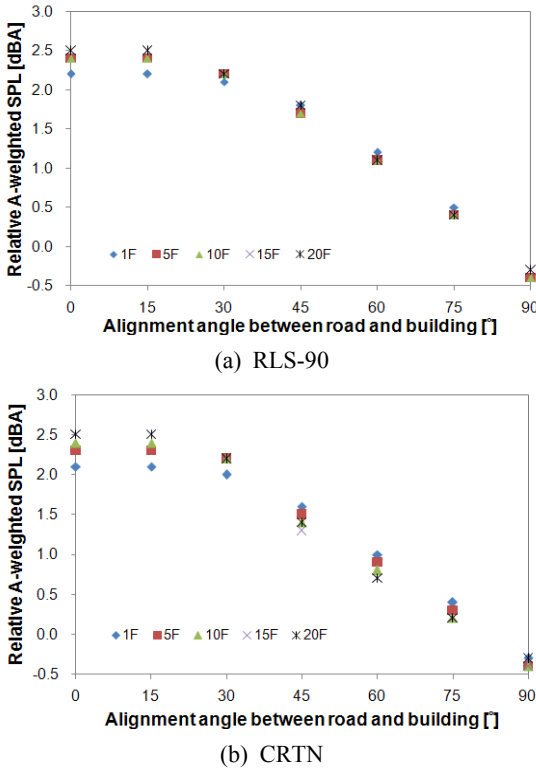


Fig. 6 Sound attenuation characteristics of building alignment angle

15°씩 변화를 주어 소음 특성을 고찰하였다. 이때 도로와 건물의 배치각도 0°를 기준으로 배치각도 변화에 따른 소음 변화는 Fig. 6과 같으며 두 예측모델의 결과값은 유사한 것으로 나타났다. 두 예측모델 모두 배치각도 변화에 따른 각 층별 소음도는 큰 차이가 없으며, 건물이 도로와 평행할 때 약 2.2~2.5 dB(A)의 건물 반사음이 추가적으로 발생하며 이후 건물의 각도 변화에 따라 건물 반사음의 영향이 적어지는 것으로 나타났다. D. C. Hothersall and S. Simpson은 건물의 배치각도와 반사음의 관계에 대해 도로와 건물의 이격거리 변수를 추가하여 식 (4)로 정리하였다⁽⁴⁾.

$$C_{Ref} = 10 \text{Log} \left\{ 1 + \frac{0.8 \times \theta_R}{\theta_S} \left(\frac{2 \times D_S}{D_R} + 1 \right)^{1.52} \right\} \quad (4)$$

식 (4)에서 도로를 통해 직접 전달되는 직접음의 입사각도(θ_S)에 대하여 건물에 의해 반사되는 각도

(θ_R)가 증가할수록 반사음의 크기는 증가하며 이때, 도로와 예측지점의 이격거리(D_S)에 대하여 예측지점과 건물 외벽의 이격거리(D_R)가 클 경우 반사음의 크기는 작아진다. 도로와 건물이 배치각도가 0°일 경우 θ_S 와 θ_R 의 크기는 같아지므로 상쇄된다. 이때는 D_S 와 D_R 의 크기에 의해 반사음의 크기가 결정되며 도로와 건물의 배치각도가 90°에 가까워질수록 θ_S 에 대하여 θ_R 이 감소하므로 반사음의 크기가 작아져 건물의 수직배치가 반사음의 저감 측면에 유리한 것을 확인하였다. 따라서 도로와 인접한 단일건물에 대해 건물배치각도의 측면만 고려하면 수직배치가 평행배치에 비해 소음이 약 2.8 dB(A) 낮은 것으로 평가되었다.

5.4 건물 외벽의 반사 계수에 따른 소음 특성

RLS-90은 반사음에 대한 보정식이 없으며, CRTN은 반사음에 대한 보정이 규정되어 있으나 선택항목으로, 결과값에 단순히 2.5 dB(A)를 더해주도록 규정하고 있다. 따라서 외벽 부재의 반사계수에 따른 정확한 고찰이 필요하며 예측지점과 건물 외벽간의 이격거리를 변화시켜 반사로 인한 소음의 증가량을 Fig. 7로 정리하였다. 예측지점이 건물 외벽으로부터 1 m 이격된 지점으로 가정하면 예측모델 모두 건물 외벽의 반사효과로 2.2~2.5 dB(A)의 소음도 증가가 나타나며 이후 거리가 증가할수록 반사음의 크기는 줄어드는 것으로 나타났다. KS F 2869 공동주택 외부 교통소음 현장 측정 방법⁽¹⁷⁾에서는 측정위치를 외벽으로부터 1 m 이격된 지점으로 규정하고 있다. 따라서 예측 수행 시에도 예측지점을 외벽으로부터 1 m 이격시켜 건물 외벽의 반사음을 고려해야 할 것으로 사료된다.

도로와 건물의 이격거리가 10 m일 때, 건물의 음향 반사 계수에 따른 반사음 크기를 Fig. 8로 정리한 결과 두 예측모델의 결과 값이 거의 일치하는 것으로 나타났고 ISO 9613-2⁽¹⁸⁾에서 다루는 반사음원($L_{w,im}$)식의 패턴과 유사하게 나타났다. 이와 같은 결과는 두 예측모델에서 건물의 음향 반사 계수에 따른 보정식이 없기 때문에 프로그램 상에서 ISO 9613-2의 반사음원($L_{w,im}$)식이 적용되었기 때문으로 사료된다. ISO 9613-2에서는 빌딩, 벽, 창문의 음향 반사 계수를 0.8로 규정하고 있으며 Fig. 8의 결과에서 볼 때, 전 층에서 약 2.2~2.5 dB(A)의 건물 반

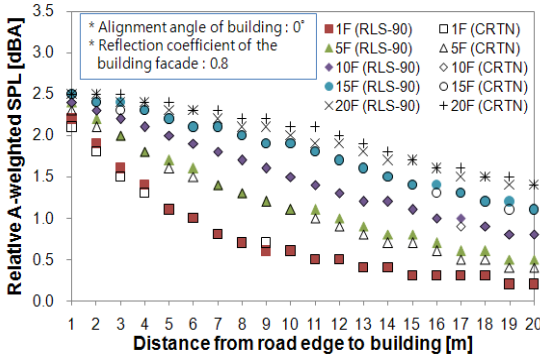


Fig. 7 Reflection effect of facade

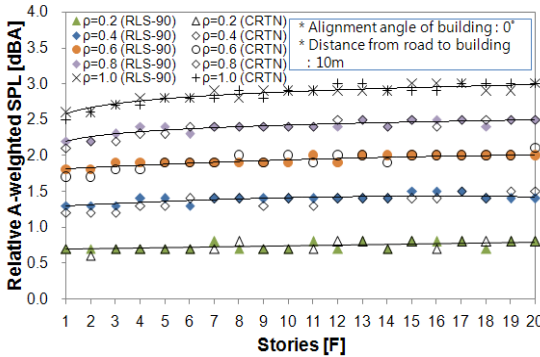


Fig. 8 Sound attenuation characteristics according to reflection coefficient of the building facade(ρ)

Table 7 Comparison of Distance from road to building and Reflection coefficient [Unit : dB(A)]

Reflection coefficient	RLS-90			CRTN		
	10m	50m	Δ	10m	50m	Δ
0.2	0.8	0.8	0.0	0.7	0.8	0.1
0.4	1.4	1.4	0.0	1.3	1.4	0.1
0.6	1.9	2.0	0.1	1.9	1.9	0.0
0.8	2.4	2.4	0.0	2.3	2.4	0.1
1.0	2.8	2.9	0.1	2.8	2.9	0.1

* Receiver height : 5F

* Alignment angle of building : 0°

사음이 보정되는 것으로 나타났다. 이는 CRTN에서 제시하는 2.5 dB(A) 보정과 거의 일치하는 것으로 건물의 반사음 보정시 건물의 높이에 관계없이 2.5 dB(A)의 적용이 가능하다고 판단된다.

도로와 건물의 이격거리를 50 m로 변화시켜 이때의 반사음을 Fig. 8의 값과 비교하여 Table 7로 정리하였다. 도로와 건물의 이격거리가 10 m에서 50 m로

증가하여도 반사음의 차이는 0.0~0.1 dB(A)로 나타나 이격거리가 변하여도 건물 외벽의 반사음은 일정한 것으로 나타났다. 따라서 건물 외벽의 반사음은 건물 반사 계수의 영향을 받으며 도로와 건물의 이격거리 변화와는 관계없는 것으로 나타났다. 현장에서 외부 도로소음을 측정할 때 현장 여건에 따라 창문을 열어놓고 측정하는 경우 반사음의 영향이 발생하지 않아 소음도가 낮게 측정될 수가 있다. 이러한 경우 실측된 소음도에 2.5 dB(A)의 반사음 보정을 고려하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

6. 결론

이 연구는 합리적인 도로소음 예측을 위한 기초 연구로서 유럽에서 사용하고 있는 주요 예측모델 중 RLS-90과 CRTN을 이용하여 도로 및 인접한 단일건물조건에 따른 소음의 전달특성을 고찰하였다. 이 연구의 주요 결과를 정리하면 다음과 같다.

(1) 실제 2개 아파트단지의 도로소음 실측값과 예측값을 비교한 결과, RLS-90으로 예측할 경우 최대 1.2 dB(A), CRTN으로 예측할 경우 4.6 dB(A)의 오차가 나타나 RLS-90이 CRTN에 비해 실측값과 더 유사한 것으로 평가되었다.

(2) 도로와 건물의 이격거리 변화에 따른 소음저감량 고찰 결과, 저층부는 거리감쇠 효과와 지면감쇠 효과가 동시에 나타나 중층부, 상층부보다 상대적으로 저감량이 크게 나타났다. 이격거리와 수음점 높이에 따라 지면감쇠와 거리감쇠의 영향이 다르게 나타나기 때문에 공동주택의 소음 평가방법 수립시 취약층을 중심으로 이격거리와 수음점 높이에 따른 소음 저감특성을 고려할 필요가 있다고 판단된다.

(3) 지면감쇠효과에 대한 영향은 두 예측모델 모두 이격거리와 수음점의 높이에 의존한다. 이때 지면감쇠효과의 보정값의 크기는 RLS-90이 CRTN에 비해 상대적으로 크게 나타나는 경향을 보였다.

(4) 도로와 인접한 단일건물의 배치각도 변화에 따라 수음점에서 도로를 바라보는 관측각의 크기가 변하기 때문에 상대적으로 관측각의 크기가 작은 수직배치가 평행배치보다 약 2.8 dB(A) 낮게 예측되었다.

(5) 건물 외벽으로부터 1 m 이격된 지점에서 예측된 소음은 반사음의 영향으로 건물이 없을 때보다 2.5 dB(A) 높게 예측되는 것으로 나타났다. 실제 공동주택에서 외부 도로소음을 측정할 때 외부에 면한 창(발코니창)을 열어 놓는 등 반사음의 발생조건이 충분하지 않은 경우 이에 대한 영향을 고려할 필요가 있다고 판단된다.

참 고 문 헌

- (1) WG-SHEA, 2002, "Position Paper on Dose-Response Relationships between Transportation Noise and Annoyance," European Commission, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.
- (2) Anon, 1952, "Handbook of Acoustic Noise Control WADC Technical Report," Wright Air Development Center, pp. 55~204.
- (3) Jacobs, L. J. M., Nijs, L. and van Willigenburg, J. J., 1980, "A Computer Model to Predict Traffic Noise in Urban Situations Under Free Flow and Traffic Light Conditions," J. Sound Vib., Vol. 72, No. 4, pp. 523~537.
- (4) Hothersall, D. C. and Simpson, S., 1983, "The Reflection of Road Traffic Noise," J. Sound Vib., Vol. 90, No. 3, pp.399~405.
- (5) Tang, S. N. and Kuok, M. H., 1985, "Vertical Distribution of L10 Traffic Noise Levels along Roads Flanked by High-rise Structures," J. Sound Vib., Vol. 100, No. 1, pp. 146~148.
- (6) Lee, K. P. and Davies, H. G., 1975, "Nomogram for Estimating Noise Propagation in Urban Areas," J. Acoust. Soc. Am., Vol. 57, No. 6, pp. 1477~1480.
- (7) Jung, W. H., Park, I. S., Kim, J. Y., Park, S. K. and Kang, D. J., 2007, "A Comparative Study of Noise Prediction Method of Road Traffic Noise Map", Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference 2007, KSNVE07S25-04.
- (8) Ko, J. H., Kim, D. J., Park, S. J., Chang, S. I. and Cho, M. H., 2008, "Study on the Efficient Noise Prediction for an Apartment House," Proceedings of the KSNVE Annual Autumn Conference 2008, KSNVE08S20-04.
- (9) Environmental Noise Directive, 2002, "Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 Relating to the Assessment and Management of Environmental Noise," Official Journal of the European Communities.
- (10) Margreet Beuving, 2004, "Improved Methods for the Assessment of the Generic Impact of Noise in the Environment - State of the Art", IMAGINE Working Group.
- (11) Park, I. S., Park, C. Y., Song, M. H., Jung, W. H., Park, S. K. and Kang, D. J., 2008, "Analysis of Predicted Noise Level by Using Integrated Noise Map of Road Traffic and Railway Noise," Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 18, No. 7, pp. 741~745.
- (12) Campbell Steele, 2001, "A Critical Review of Some Traffic Noise Prediction Models," Applied Acoustics, Vol. 62, pp. 271~287.
- (13) Abbott, P. G. and Nelson, P. M., 2002, "Converting the UK Traffic Noise Index LA10,18h to EU noise Indices for Noise Mapping," TRL Project Report.
- (14) Samsung Engineering and Construction., 2004, "Report of Outdoor Noise Effect in Apartment Area".
- (15) Attenborough, K., Li, K. M. and Horoshenkov, K., 2007, "Predicting Outdoor Sound," Taylor & Francis.
- (16) Lee, J. W. and Kim, M. J., 2008, "Characteristics of the Predicted Road Noise According to Traffic Conditions in RLS-90 and CRTN Prediction Models," Proceedings of the KIAEBS Annual Spring Conference.
- (17) KS F 2869, 2006, "Field Measurements of Apartment Exterior Noise".
- (18) ISO 9613-2, 1996, "Acoustics-attenuation of Sound During Propagation Outdoors-part 2: General Method of Calculation".