

철도소음 예측 시 영향인자 분석 및 적정성 검토

Analysis of Main Factors for Prediction of Railway Noise

이재원†·서충열*·장성기*·구진회*·박형규*·윤희경*

J. W. Lee, C. Y. Seo, S. K. Jang, J. H. Gu, H. K. Park, and H. K. Youn

1. 서 론

대규모 신도시 및 산업화 단지 등이 개발됨에 따라 도로와 철도 또한 함께 신설되고 있다. 도로와 철도는 소음을 지속적으로 발생시키는 주요 소음원이며 건설 이전에 대한 사전 영향 예측을 통하여 완공 후 발생할 수 있는 소음의 영향을 최소화하고 그에 따른 최적의 저감대책 수립을 하여야 한다. 이에 정확한 소음을 예측할 수 있는 여러 가지 예측식들이 연구되고 있으며, 최근에는 현재 및 장래의 소음을 가시화할 수 있는 소음 예측식을 이용한 소음지도프로그램의 활용이 증가하고 있다. 이 논문에서는 소음지도프로그램에서 활용되고 있는 철도소음 예측식 중 Schall 03, CRN, RMR을 대상으로 철도소음 예측 시 예측 소음도에 변화를 줄 수 있는 주요 인자들에 대하여 분석하였다. 철도소음 예측 시 주요 예측인자는 무엇인지, 예측 소음도의 변화 경향은 어떻게 나타나는지, 혹은 실제 현장 조건에 가장 부합되도록 하려면 어떠한 예측인자들을 설정하여야 하는지 등을 살펴봄으로써 좀 더 정확한 철도소음 예측을 하도록 하였다. 이를 위하여 주요 예측인자 변화에 따른 위의 예측식별 예측 소음도의 변화 경향을 살펴보고, 다양한 현장에서 측정된 철도소음 측정값과 예측인자 설정 변화에 따른 예측 소음도를 비교해보았다.

2. 철도소음의 주요 예측인자

2.1 철도소음 예측식별 예측 특성

철도소음 예측식을 살펴보면 열차의 종류별 통과 소음도를 기초로 예측시간 동안의 통행량과 열차의 속도, 열차의 길이에 따른 소음방출량을 계산하고, 그 외에 브레이크의

† 국립환경과학원
E-mail : jlee933@korea.kr
Tel : (032) 560-7374, Fax : (032) 561-7013

* 국립환경과학원

**

종류, 궤도의 종류, 도상 및 침목에 따른 보정량을 산정하게 된다.

예측식별 특성 및 주요 인자 변화에 따른 예측 소음도의 변화량을 Table 1.과 Table 2.에 나타내고 있다.

Table 1. Characteristics of Prediction Model for Attenuation by Distance of Railway Noise (unit: $L_{eq,1h}$, dBA)

Classification	NIER	Attn. (dB)	Schall 03	Attn. (dB)	CRN	Attn. (dB)	RMR	Attn. (dB)
7.5 m	69.1		67.6		68.2		47.6	
15 m	66.0	-3.1	64.6	-3.0	66.6	-2.0	43.8	-3.8
30 m	62.9	-3.1	61.4	-3.2	63.1	-3.5	39.9	-3.9
60 m	59.8	-3.1	58.2	-3.2	58.9	-4.2	35.9	-4.0
120 m	56.7	-3.1	54.7	-3.5	54.5	-4.4	31.7	-4.2

※ Attn. denotes attenuation

Table 1. 은 거리감쇠 경향으로 과학원식(NIER)은 거리가 멀어짐에 따라 소음도가 일정하게 3 dB 정도 감소하는데 반하여, 외국의 식에서는 거리가 멀어짐에 따라 소음도의 감소량이 더 커지는 것을 알 수 있다. 또한 각 예측식별로 예측인자 변화에 따른 예측 소음도의 변화량에 대하여 비교해 보았다. 기본 예측조건(무궁화호, 120 km/h, 20 대/h)에서 통행량 30%, 속도 30%, 열차길이 50% 그리고, 브레이크 흡수율, 침목 종류, 곡률반경을 변화시키며 나타난 예측 소음도의 변화는 Table 2. 와 같다.

Table 2. Result of Variation of Prediction Factors (unit : dB)

Classification	NIER	Schall 03	CRN	RMR
No. of Train during 1 hour (No./h), 20 → 14	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4
Train Speed (km/h), 120 → 94	-2.4	-3.1	-3.1	-3.2
Length of Train(m), 212 → 106	-	-3.0	-3.0	-3.0
Absorption Rate of Brake(%), 0 → 100		-7	-7	-
Condition of Ballast and Railway		-2~+5	-2~+4	-4~+4
Radius of Rail(m) 500 이상 → 500 이하		+3~+8	+3~+8	+3~+8

2.2 예측 조건의 설정

이 연구에서 비교한 철도소음 예측식은 NIER(국립환경과학원식), CRN(영국), Schall 03(독일), 그리고 RMR(네덜란드)이며, 예측프로그램으로는 SoundPLAN을 사용하였다. 예측식별 열차의 구분은 시행착오법을 사용하여 국내 열차의 측정 통과소음도와 외국 예측식의 열차 종류별 예측 통과소음도를 비교하여 Table 3.과 같이 선정하였다.

Table 3. Selection of the Category of Railway Vehicles

NIER	Schall 03	RMR	CRN
KTX	ICE	Category 9a	Eurostar
Saemaul Train	Nahverkenhrszug (2002)	Category 3b	Class 466 EMU
Mugungwha Train	Nahverkenhrszug (1998)	Category 3a	Class 465 EMU
Freight Train	Erzug(Nahv)	Category 4	Merry go coal hopper HA
Subway	U-bahn	Category 7	Underground stock

예측 시 공통 입력 값으로 Table 4.와 같이 조사된 결과와 열차종류별 실제 길이(고속전철: 388 m, 새마을: 212 m, 무궁화: 212 m, 화물열차: 400 m), 브레이크 흡수율은 0, 자갈도상, 그리고 콘크리트 침목을 적용하였다.

Table 4. Status of Railway at Sites

Classification		High Speed Train (KTX)		Conventional Train						Subway	
		No. (No./h)	speed (km/h)	Mugungwha		Saemaul		Cargo Train		No. (No./h)	speed (km/h)
				No. (No./h)	speed (km/h)	No. (No./h)	speed (km/h)	No. (No./h)	speed (km/h)		
A	Up	3	160	2	120	1	120	1	40		
	Down	4	160	1	120	1	120	1	40		
B	Up	0	-	0	-	0	-	2	40	4	80
	Down	0	-	0	-	0	-	2	40	4	80
C	Up	3	280								
	Down	4	280								
D	Up	-	-	4	90	0	-	2	40	5	80
	Down	-	-	5	90	1	120	1	40	5	80
E	Up	0	-	2	120	0	-	1	40	10	80
	Down	0	-	4	120	3	120	1	40	4	80

3. 결과 및 고찰

3.1 철도소음 인자변화에 따른 예측소음도 비교

측정지역을 달리하며 예측인자가 변화됨에 따라 예측 소음도와 측정값이 어떠한 차이를 나타내는지 비교하였다. A 지점은 철도주변 공동주택의 층별 소음도를 측정하여 비교한 것이고, B 지점은 도심지 철도로 철도 양쪽에 방음벽이

둘러져있는 지점, C 지점은 교량구간, D 지점은 도로와 철도가 함께 영향을 주는 지점, 그리고 E 지점은 곡선반경이 300 이하인 지점 이다.

Table 5. Comparison of Predicted with Measured Noise Level at Sites (unit : L_{eq,1h} dBA)

Floor	Measured Data	Predicted Data					
		NIER	Schall 03	Error	CRN	Error	
A	1 st	50.7	47.0	48.4	41.4	49.1	-
	6 th	59.8	56.3	59.7	52.7	60.8	-
	12 th	63.1	55.6	60.2	53.2	60.8	-
	15 th	63.2	55.1	61.2	56.2	61.8	-
B	1 st	70.2	63.5	69.2	66.5	70.4	66.2
	2 nd	65.0	59.3	64.6	64.9	66.5	66.9
	3 rd	66.0	59.3	65.4	65.7	68.0	68.4
C	1 st	57.2	64.8	56.7	-	58.2	-
	2 nd	59.1	58.2	60.9	-	62.1	-
	3 rd	58.7	54.7	60.8	-	59.2	-
	4 th	52.6	53.5	53.2	-	53.7	-
D	1 st	67.0	63.7	65.6	58.2	57.4	57.4
	2 nd	68.4	60.9	68.1	54.4	54.3	54.3
E	1 st	55.6	53.6	56.0	53.0	56.3	53.3
	2 nd	64.0	60.0	64.4	61.4	64.7	61.7

A 지점은 예측조건 중 열차의 구분, 통행량, 속력은 같게 적용하고, 브레이크의 흡수율은 100%로, 열차의 길이는 70% 작게, 건물에서의 반사음을 계산에 포함시키지 않도록 변화시켜 적용하였을 때의 오차이고, B지점은 방음벽으로 둘러싸여 다중반사 보정 값이 필요한 경우, C 지점은 측정점 1 이 교량의 영향을 받는 지점, D 지점은 도로와 철도가 함께 영향을 주는 지점, E 지점은 곡선 보정 값의 적용에 따른 오차를 함께 보이고 있다.

4. 결론

소음지도 프로그램에서 선택하여 사용할 수 있는 철도소음 예측식 중 Schall 03, CRN, RMR 및 NIER의 예측 특성과 예측인자 변화 및 적용에 대하여 분석한 결과는 아래와 같다.

철도소음예측의 주요인자로 열차 종류별 통과소음도, 통행량, 속력과 브레이크의 종류, 궤도의 종류, 도상 및 침목에 따른 보정량 등이 있다.

열차의 통과 소음도 값을 기초로 국외 예측식별 열차 구분에 상응하는 국내 열차구분을 선정 할 수 있었다.

현장조건에 맞는 교량 보정, 다중반사 보정, 곡선 보정 등을 적용하면 측정값과 유사한 예측결과를 얻을 수 있다.