

사운드스케이프 방법론을 활용한 철도소음 평가

Evaluation of Railway Noise as a Concept of Soundscape

유효주* · 이평직* · 전진용†

Hyo Joo Yoo, Pyung Jik Lee and Jin Yong Jeon

1. 서론

최근 고속철도(KTX)가 보편적인 운송수단으로 자리잡음에 따라 철도 주행 시 발생하는 소음·진동이 새로운 환경문제로 부각되고 있으며, 철도소음과 관련한 민원은 특히 고속구간인 교외에서 빈번히 발생하고 있다. 대부분의 철도소음 위해성 평가는 철도소음과 지역 거주민들의 성가심 반응과의 관계를 설문조사를 통해 도출하는 것에 그치고 있으며, 주변 경관을 포함한 비음향적 요소들의 영향에 대한 검토는 미미한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 교외 지역에서의 고속철도에 대한 주관적 인식을 조사하기 위해 사운드스케이프(soundscape) 평가방법론을 도입하여 KTX 통과 지역의 경관(landscape) 요소를 분류하였으며, 이를 바탕으로 측정지점을 선정하였다. 또한 각 현장의 소음뿐만 아니라 주변 경관을 함께 평가하여 철도소음에 대한 비음향적 요소들의 영향을 규명하였다.

2. 본론

2.1 교외지역의 사운드스케이프

(1) 교외 지역

일반적으로 고속철도의 소음도는 철도의 진행 속도와 비례하기 때문에 현재 광명에서 대전 구간 등 도심을 벗어난 교외에서만 고속으로 운행된다. 교외 지역은 도심과 달리 건물이나 도로 등과 같은 인공적 요소들보다는 산과 호수 같은 자연적 요소들이 주류를 이루고 있기 때문에 경관과 소음전파양상 측면에서 분명한 차이를 보인다. 또한 동일한 소음도를 갖는다 할지라도 경관 요소의 조합에 따라 각 교외지역에 대한 인식은 상이할 것으로 예상된다.

(2) 교외 지역의 경관 요소

교외 지역의 경관요소가 사운드스케이프를 평가하

는데 미치는 영향을 조사하기 위해 교외 지역의 경관 요소들을 조사하고 표 1 과 같이 분류하였다.

Table 1 Rural landscape metrics

Code	Description
1	Traffic road (highway / state road)
2	Village (housing)
3	Industrial area
4	Undisturbed valley (mountain)
5	Woods
6	Patch / rice field
7	Water (lake, reservoir, river)
8	Tunnel
9	Elevated railway / barrier

3. 현장 측정

3.1 측정 지점 선정

분류된 경관 요소를 바탕으로 안산시 반월 저수지(A), 화성시 송라리(B), 화성시 숙곡리(C) 등 3 곳을 측정 지점으로 선정하였다. 3 개 지점 모두 KTX 가 통과하나 각 지점별 경관요소는 표 2 에 나 타난 바 와 같이 상이하다. 숙곡리(C)에는 마을 방면에만 방음벽이 설치되어 있어 음원 녹음은 철로를 기준으로 양쪽에서 각각 실시하였다.

Table 2 Rural landscape metrics of each site

Site	Artificial factors		Natural factors		
	Traffic road	Housing	Mountain	Patch/Rice field	Water
A	○		○		○
B	○		○	○	○
C		○	○	○	

3.2 음원 및 경관 측정

각 지점의 음원 녹음을 위해 바이노럴 마이크로폰 (Type 4101; B&K)을 사용하였으며, 측정자가 철로를 수직으로 바라보고 서있는 상태에서 측정이 이루어졌다. 또한 비음향적 요소의 영향을 규명하기 위해 캠코더(Samsung HMX-H106)를 이용하여 영상을 측정하였다. 각 지점에서의 측정은 주간(오전 11 시 ~오후 3 시)에 진행되었다.

† 교신저자; 한양대학교 건축공학부

E-mail : jyjeon@hanyang.ac.kr

Tel : (02) 2220-1795, Fax : (02) 2220-4794

* 한양대학교 건축환경공학과

3.2 철도 소음 음원 분석

(1) 음압레벨(Sound Pressure Level)

KTX 가 측정지점을 통과하는 20 초 동안의 음압레벨 특성은 그림 1 에 나타난 바와 같이 측정점에 진입함에 따라 음압레벨이 증가하였으며 이후 측정점으로부터 멀어짐에 따라 음압레벨이 감소하였다. 본 연구의 경우 철도로부터 측정점까지의 이격거리가 45~100m 로 상이하여 지점별로 소음도가 큰 편차를 보였다. C 지점의 경우에는 방음벽 설치 여부에 따라 최대 음압레벨이 약 15dB 정도 차이를 보이는 것으로 나타났다.

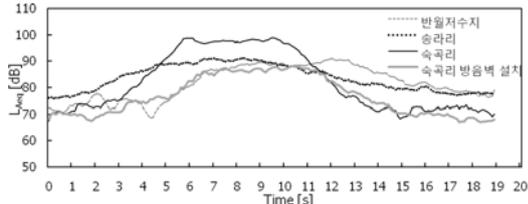
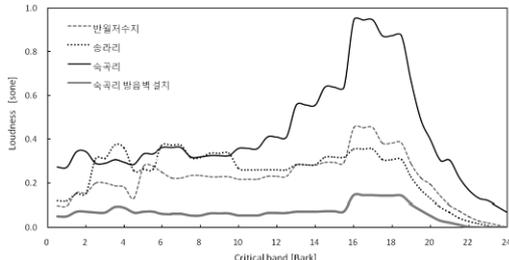


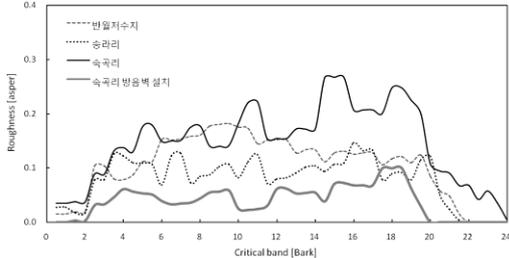
Fig. 1 Sound pressure level

(2) 음질 특성(Sound Quality Metrics)

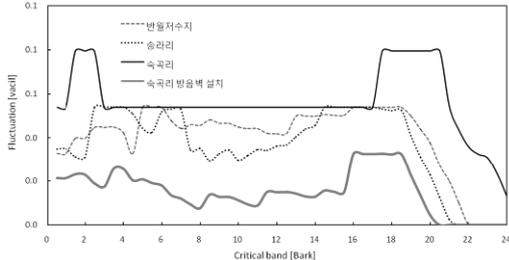
철도 소음의 loudness, roughness 및 fluctuation strength 의 특성은 그림 2 에 나타난 바와 같다. 고주파대역 음압레벨이 높은 고속철도 소음 특성에 따라 주요 음질 요소 역시 고주파 대역에서 높은 값을 나타냈다. 송라리와 속곡리에서 fluctuation strength



(a) Loudness



(b) Roughness



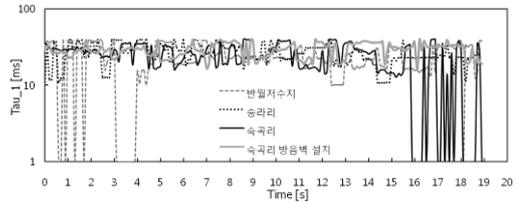
(c) Fluctuation strength

Fig. 2 Sound quality metrics

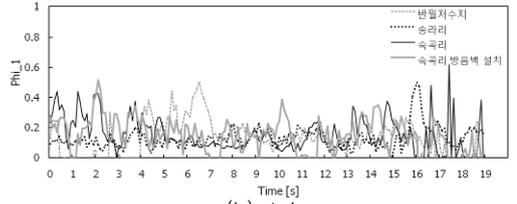
가 높은 값을 보이는 이유는 인근 철도가 지상부에 노출되어 엔진음이 두드러지고, 고속도로소음 유입에 의한 영향으로 사료된다. 또한 속곡리에 설치된 방음벽의 효과는 음압레벨보다 loudness 결과에서 보다 확연히 나타났다.

(3) ACF/IACF Parameters

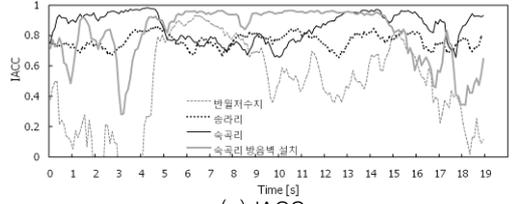
고속철도 음질 특성으로 ACF/IACF (Auto-Correlation Function / Inter-Aural Cross-correlation Function) 에서 도출된 τ_1 , Φ_1 , IACC 특성을 추가적으로 살펴보았으며 그 결과는 그림 3에 나타난 바와 같다. 소음의 음고(pitch) 및 강도를 설명하는 τ_1 과 Φ_1 은 측정지점별로 큰 차이를 보이지 않았지만, 소리의 확산도 및 공간감을 나타내는 IACC는 각 지점별로 큰 특성 차이를 보였다. 이는 고속철도가 통과하는 각 지점의 지형 및 경관 요인들의 차이에 따른 것으로 사료되며, IACC 차이는 외부 환경 소음으로서 고속철도에 대한 인식에 영향을 미칠 것으로 예상된다.



(a) τ_1



(b) Φ_1



(c) IACC

Fig. 3 ACF/IACF Parameters

4. 요약 및 향후 계획

교외 지역에서 고속철도에 대한 인식을 살펴보기 위하여 경관 요소를 분석하고, 경관 요소의 구성이 상이한 3 개 지점에서 소음과 경관을 측정하였다. 소음원 분석결과와 경관 요소 및 이격 거리에 따라 상이한 음질 특성을 갖는 것으로 나타났다. 향후 소음과 경관 요소를 고려한 현장 및 실험실 평가를 통해 고속철도가 통과하는 교외지역의 사운드스케이프 측면에 있어서의 분석을 진행할 예정이다.