

디젤전기기관차의 기관소음 특성

Noise Properties of Diesel Electric Locomotive

이덕희* 조준호** 정우성***

Lee, Duck-Hee Cho, Jun-Ho Jung, Woo-Sung

ABSTRACT

Diesel locomotive engine is the main source of train noise in these days but hard to reduce the level by barrier for it emitted from high location. For the passing high level noise properties of diesel locomotive engine, there are needs of changing the environmental railway limit to maximum level from equivalent. In this study we investigate the noise characteristics of the diesel electric locomotive according to the change of notch. From the result we found out the frequency of engine cycle noise and the shape of noise spectrum.

1. 서론

지속적인 레일장대화의 추진으로 이음매에서의 충격음에 의한 철도소음은 상당히 개선된 것으로 평가된다. 현재 국내 철도소음의 가장 주요한 소음원은 디젤전기기관차의 기관소음으로 여겨지고 있다. 그러나 전철화 구간의 확대로 자연스럽게 운행차량이 감소하리라는 전망과 주요 엔진기관을 외국에서 수입함으로써 국내에서의 연구개발에 대한 필요성이 적었다는 점은 전동음이나 공력소음에 비하여 디젤기관 소음에 대한 관심을 소홀하게 하였다. 디젤기관차는 엔진 출력이 좋고 급전 설비와 같은 부대 비용을 필요로 하지 않으므로 운영비용이 저렴하여, 철도 선진국에서도 광범위하게 사용되고 있으나 우리나라와 같이 도심통과가 잦고 철로연변에 주택지가 많은 경우는 소음피해로 인한 문제가 있다. 특히 서울-수원사이의 지하철 1호선과 경부선 철도노선이 공유하는 지역의 경우 디젤차량이 전철역사를 통과할 때 발생하는 굉음으로 인해 플랫폼에서 전철을 기다리는 승객들에 대한 소음피해가 매우 심각한 실정이다. 디젤기관소음은 다른 요인으로 인한 철도소음에 비하여 순간적으로 10dB이상 상회하는 높은 소음도를 내므로 철도소음 민원 발생지의 거의 대부분에서 주요한 피해의 원인이 되고 있으며, 평균소음도(L_{eq})를 평가하도록 규정하고 있는 국내 철도소음평가방법에 비하여 최고소음도(L_{max})를 적용하는 것이 옳다는 주장의 근거가 되기도 한다. 또한 디젤기관차의 기관소음은 주로 기관차의 배기연돌 높이에서 전파되므로 전동음에 비하여 방음벽에 의한 저감효과를 기대하기 어려운 문제가 있다. 따라서 디젤기관소음에 대한 특별한 대책이 마련되어야 할 것으로 판단되는데 이러한 작업들에 앞서 우선 디젤기관차의 기관소음의 특성을 명확하게 해야 할 것이다. 이 논문은 국내에서 현행 운행되고 있는 7100호대 디젤전기기관차의 기관소음 특성에 대하여 조사한 내용을 정리한 것이다.

* 한국철도기술연구원 주임연구원

** 한국철도기술연구원 선임연구원

*** 한국철도기술연구원 책임연구원

2. 전철과 디젤전인 열차의 통과소음도 비교

디젤기관차에 의해 전인되고 있는 차량과 전동차의 전형적인 통과소음 특성을 그림1에 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 전동차가 열차가 통과하는 동안 일정한 소음레벨을 유지하는 반면 디젤기관차 전인 열차는 디젤기관차가 통과하는 선두부의 통과소음이 후미부 통과 소음에 비하여 10dBA 이상 높게 나타나고 있다.

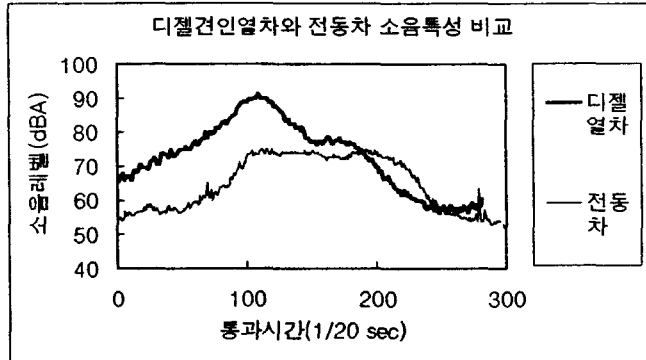


그림 1 디젤전인열차와 전동차의 통과소음 비교

그림2에는 전형적인 직선구간을 3개소 이상 선정하여 평가한 소음레벨을 이용하여 레이추적법으로 구축된 수도권 전동열차와 무궁화 열차의 80~90km/h 속도에서의 음향파워(dB/m) 비교 값을 나타내었다. 전동차에 비하여 무궁화 열차의 소음레벨이 전반적으로 상향되는 것을 확인할 수 있으며, 동일한 무궁화 열차의 경우라도 일반구간에서의 스펙트럼과 가속구간에서의 스펙트럼에서 차이가 보임을 알 수 있다. 특히 125Hz 부근에서 현저한 차이를 보이는데 이는 가속구간에서 디젤기관차가 고노치 운전을 하므로 디젤기관의 소음특성이 강하게 적용되는 차이라고 볼 수 있겠다. 전체 소음레벨은 전동차에 비하여 무궁화 일반 구간이 3dBA, 무궁화 가속구간이 9dBA 높게 형성되었다.

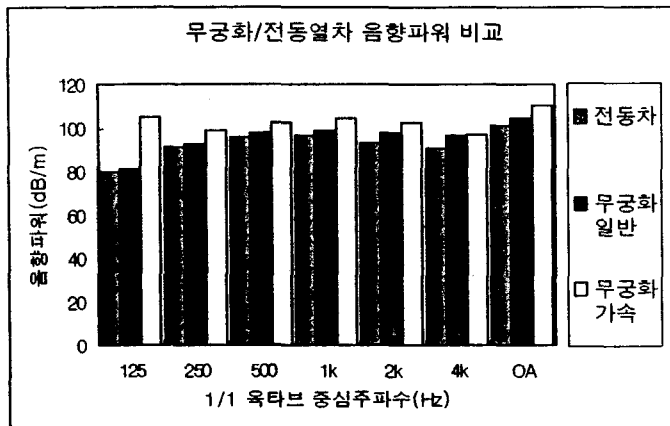


그림 2 전동열차와 무궁화 타력 및 가속운행 음향파워 비교

3. 노치별 기관소음 특성

앞 절에서는 대표적인 디젤기관차 견인시스템을 적용하고 있는 무궁화 열차의 운행 중 소음 스펙트럼을 살펴보았다. 여기에는 기관차의 소음뿐만 아니라 레일과의 사이에서 발생하는 전동음 등의 요인이 포함되어 있으므로 보다 정확한 디젤기관차의 소음특성을 확인하기 위하여 정지 상태에서의 노치별 소음특성을 조사하였다. 시험에 사용된 디젤기관차는 현재 국내 운행중인 디젤기관차 중 3000마력의 최고 출력을 가지고 있는 7100호대 디젤전기기관차이다. 그림3에는 디젤기관차의 소음측정 위치를 표시하였는데, 소음계는 디젤기관차의 측단에서 1m거리로 배기연돌과 나란한 위치에, 차량 측부 통로 기준으로 1.5m로 높이로 설치하였다.

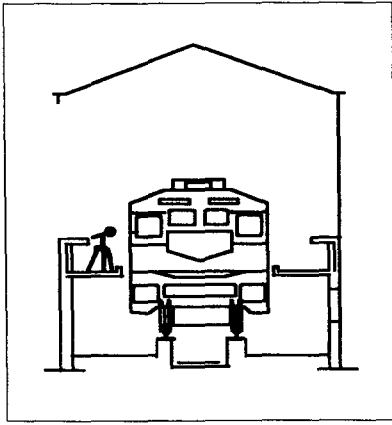


그림 3 디젤기관차 소음측정 위치

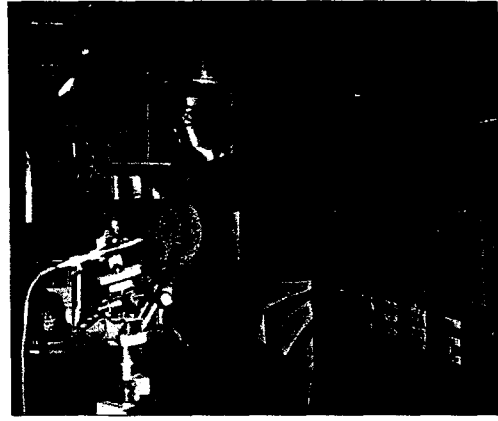


사진1 디젤기관차 소음특성 시험

측정 결과에 의하면 노치별로 현저하게 변화되는 디젤기관차의 기관행정에 배출소음은 1노치 40Hz대역에서 8노치 125Hz대역으로 이동하고 있음을 확인할 수 있다. 시험에 사용된 디젤기관차가 16실린더 2행정 방식으로 운용되고 노치별 표준 회전속도가 1노치 315rpm에서 8노치 900rpm이므로 약 3배의 회전속도 변화가 있다는 사실과 잘 일치하고 있음을 확인할 수 있었다. 디젤기관차의 소음은 기관행정에 따른 배출소음 이외에도 40Hz에서 4k 대역까지 폭넓은 영역에서 나타나고 있는데 스펙트럼 형상은 비교적 유지되면서 노치의 상승에 따라 소음레벨이 상승하는 것으로 나타나 표1과 같은 노치별 소음도 값을 나타내었다. 그림5에 노치별 스펙트럼을 나타내었다.

표 1 디젤기관차 노치별 소음도

구 분	소음레벨(dBA)
1노치	98.8
2노치	100.5
3노치	101.6
4노치	104.9
5노치	105.9
6노치	108.9
7노치	109.7
8노치	111.5

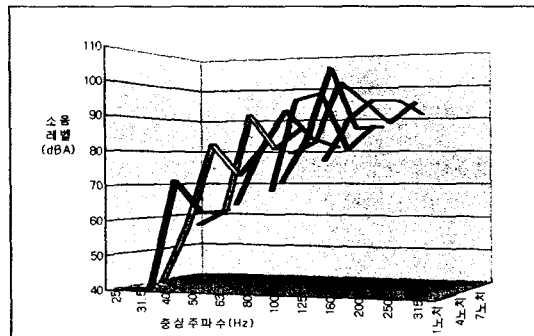


그림 4 노치별 배출소음 주파수 변화

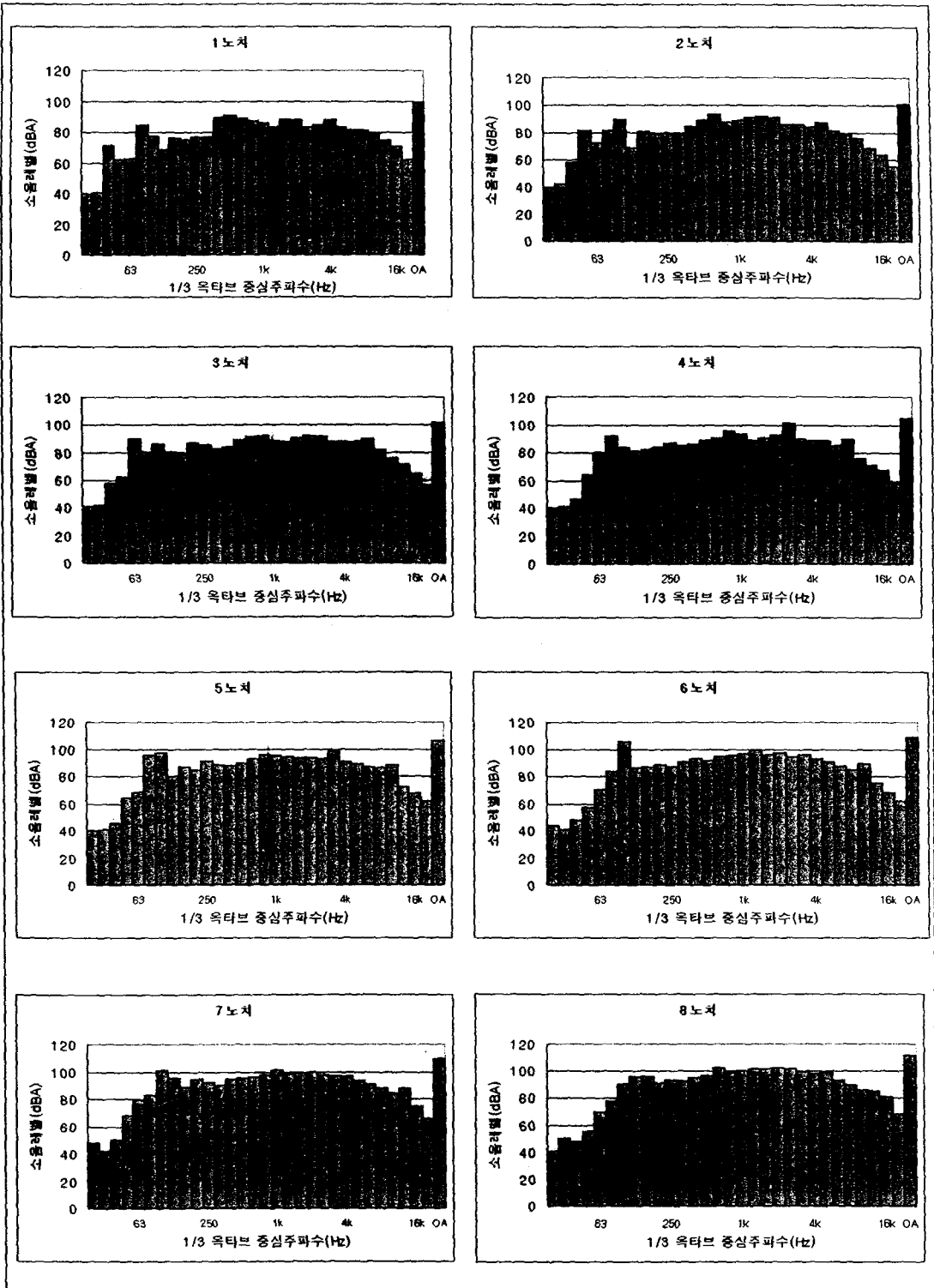


그림 5 디젤전기관차의 노치별 소음스펙트럼 분포

4. 결과 고찰

디젤기관차의 노치별 소음을 조사하고 운행 중 소음특성을 전동열차와 비교하였다. 디젤기관차의 소음에 의하여 전두부 통과시 10dBA 내외의 소음도 상승 특성이 나타났고 통과소음의 상승에 디젤기관차의 영향이 지배적인 것을 확인할 수 있었다. 소음 측정결과로 분석한 음향파워 값에서도 디젤기관차의 고노치 운전지역인 가속구간에서 일반구간에 비하여 6dB 높은 값을 보여주었다.

정지 상태에서의 노치별 소음특성 시험을 실시하고 주파수 분석한 결과를 수록하였다. 실린더 행정에 의한 배기가스 토출 소음은 1노치에서 40Hz 대역 8노치에서 125Hz 대역에서 나타나고 있었고 전체적으로는 40Hz에서 4000Hz에 이르는 광범위한 범위에서 높은 소음치를 나타냈다.

참고문헌

1. “철도 소음진동의 효율적 저감방안 연구” 한국철도기술연구원(2000) pp161~163
2. “디젤전기기관차 검수지침서(I)” 철도청(1996)pp1-17~1-19
3. “부하시험장 환기시스템 개선 및 내부소음 저감방안”한국철도기술연구원(2000)
4. “Noise abatement on diesel locomotives - Exhaust silencers on railed diesel vehicles” Utrecht, Interim report No. 1 (1967)
5. “Noise abatement on diesel locomotives - Investigation into the noise produced by various moving parts” Utrecht, Interim report No. 3 (1968)