도시철도 궤도 유형별 소음특성에 관한 고찰
A study on urban transit noise characteristics by track types

박수진† 이광도* 이우동** 김진호**
Park Sujin Lee, Kwang Do Lee, Woo Dong Kim, Jinho

ABSTRACT

The concrete track system on domestic urban transit has being constructed since 1974. Because a maintenance and repair of concrete track system is convenient, a construction is increased. The concrete track system on domestic urban transit is constructed 71.8% of total track system length and constructed variously, for example STEDEF, LVT, ALT and so on. Recently, railway noise is issued as environment problem. The method for mitigation of urban transit noise is required. In this study to study noise characteristics on concrete tracks we measured noise by concrete track types and analysis the result.

1. 서론

도시철도 구간의 콘크리트 궤도는 1974년 시청역 등 6개역 구내 약 3km를 시작으로 부설되기 시작하였다. 콘크리트 궤도는 자갈궤도에 비해 유지관리의 효율성 등 여러 이점 때문에, 도시철도 신설구간에 콘크리트 궤도구조를 적용하거나 기존의 자갈궤도 구간을 콘크리트 궤도로 갱환하고 있다. 현재 국내 도시철도 콘크리트 궤도의 비율은 궤도 총 연장(1,181km)의 71.8%로 STEDEF, LVT, ALT 등 여러 구조형식을 적용하여 부설하고 있는 실정이다. 그러나 최근 환경문제가 국민의 주요 관심사가 되고 있음에 따라 소음환경측면에서 불리한 콘크리트 궤도의 소음문제를 시급히 해결해야 하는 시점에 와있다. 소음을 저감하기 위한 다양한 방안이 도입되고 있으나 여전히 콘크리트궤도의 소음이 문제가 되는 것은 소음저감 효율성에 문제가 있음을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 도시철도 콘크리트 궤도 소음 저감기술에 기초가 되는 소음특성 파악을 위하여, 국내 도시철도구간에 부설되어 있는 콘크리트 궤도 구조별 소음 측정을 수행하고, 분석하여 그 결과를 도출하였다.

2. 측정 방법

2.1 측정 개요

콘크리트 궤도 유형별 소음을 측정하기 위해 도시철도 구간에 대해 직, 곡선을 구분하여 대상구간을 선정하였다. 도시철도가 같은 콘크리트 궤도를 통과하더라도 직, 곡선 구간에서 소음특성이 다르게 나타나기 때문에 직, 곡선구간에 대하여 구분을 하여 측정하였다. 직선구간은 토공구간에 부설되어 있는 콘크리트 포장궤도, 교량구간에 부설되어 있는 SKL12에 대해 소음특성을 파악하였다. 콘크리트 포장궤도는 기존의 콘크리트 궤도와는 달리 자갈도상궤도가 가지고 있는 유지보수 비용이 비싸다는 단점을 보완

† 정회원, 한국철도기술연구원, 도시철도표준화연구단, 연구원
E-mail : cy4554@krri.re.kr
TEL : (031)460-5718 FAX : (031)460-5749
* 정회원, 한국철도시설공단, 충청본부 건설처 궤도 PM, 팀장
** 정회원, 한국철도기술연구원, 도시철도표준화연구단, 책임연구원

하기 위해 개발된 궤도로써, 현재 남영-서울역 구간에 부설되어 있다.

곡선구간은 곡선반경별로 250, 300, 400구간을 선정하였고, 각 구간에 대해 영단형과 STEDEF 궤도에 대해 비교하였다.

소음은 열차가 통과할 때 측정을 하였고, 10회를 기준으로 측정을 실시하였다.

표 1. 직선구간 소음측정 대상 구간

구간	측정구간	궤도 유형	역구간	노선
직선	토공구간	콘크리트 포장궤도	남영-서울역	1호선
	교량구간	SKL12	건대-구의	2호선

표 2. 곡선구간 소음측정 대상 구간

구간	곡선반경	궤도 유형	역구간	노선
곡선	250	영단형	시청-을지로입구	2호선
		STEDEF	장승배기-신대방삼거리	7호선
	300	영단형	독립문-경복궁	3호선
		STEDEF	김포공항-송정	5호선
	400	영단형	시청-충정로	2호선
		STEDEF	영등포시장-신길	5호선

그림 1. 콘크리트 포장궤도

그림 2. SKL12 궤도

그림 3. 영단형 궤도

그림 4. STEDEF 궤도

본 과업에서 소음·진동 측정위치는 그림 5.와 같이 도시철도에서 실제 측정 가능한 위치를 고려하여 소음을 측정하였다. 이격거리는 궤도의 일관성 있는 측정을 위하여 공통으로 적용할 수 있는 궤간 중앙에서부터 2.2m로 하였고 측정위치는 레일답면 위에서 0.5m로 하였다.

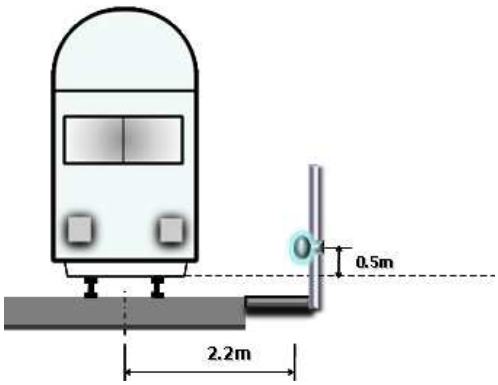

그림 5. 마이크로폰 설치 위치

2.2 측정 결과

2.2.1 직선구간에 부설되어 있는 콘크리트 궤도의 소음특성

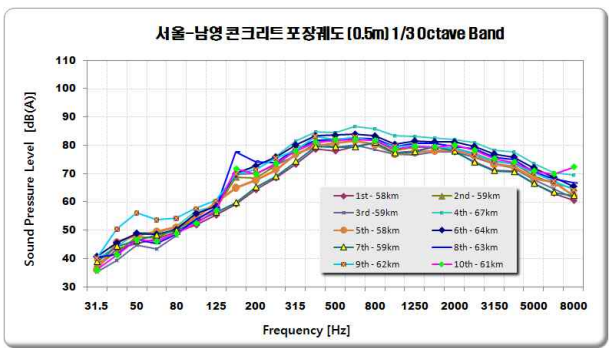

그림 6. 포장궤도 0.5m 1/3 옥타브 밴드 분석결과

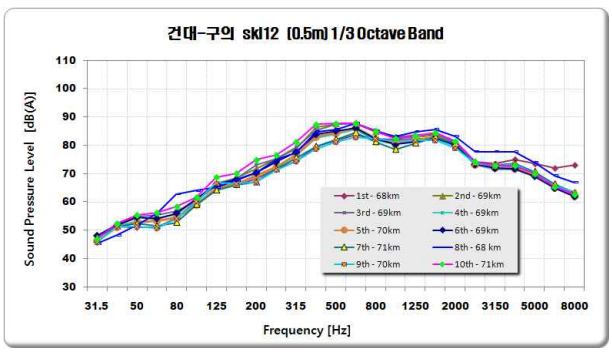

그림 7 SKL12 0.5m 1/3 옥타브 밴드 분석결과

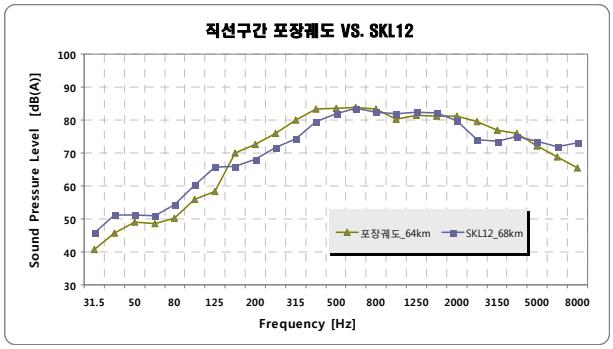

그림 8. 포장궤도와 SKL12의 소음특성

그림 6.과 그림 7.은 포장궤도와 SKL12궤도의 소음측정 분석결과이다. 궤도 구조별 소음 특성을 파악하기 위하여 대표성을 나타내는 주파수 대역별 결과를 선정하였고, 결과는 그림 8과 같다. 그림 8.은 직선구간에서의 포장궤도, SKL12의 주파수 대역별 특성을 보여주고 있다. 콘크리트 포장궤도와 skl12궤도의 overall값이 각각 94.2dB(A), 91.6dB(A)로 약3dB(A) 차이가 났다.

또한 포장궤도와 SKL12궤도는 주파수 대역별 소음도가 전대역에서 유사하지만 150Hz 이하에서 skl12 궤도보다 약 5dB(A) 낮게 나타났다.

2.2.2 곡선구간에 부설되어 있는 콘크리트 궤도의 소음특성

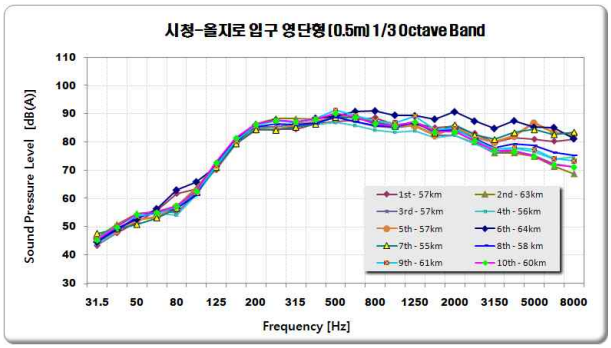

그림 9. R=250 영단형 1/3 옥타브 밴드 분석결과

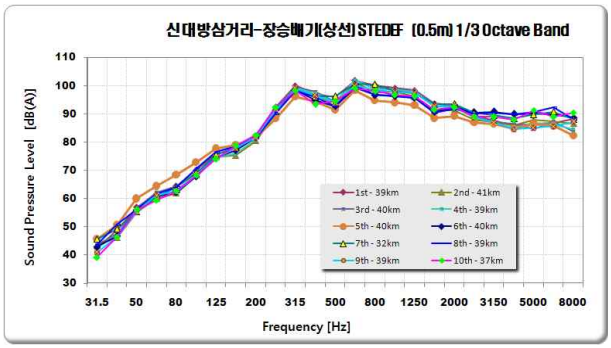

그림 10. R=250 STEDEF 1/3 옥타브 밴드 분석결과

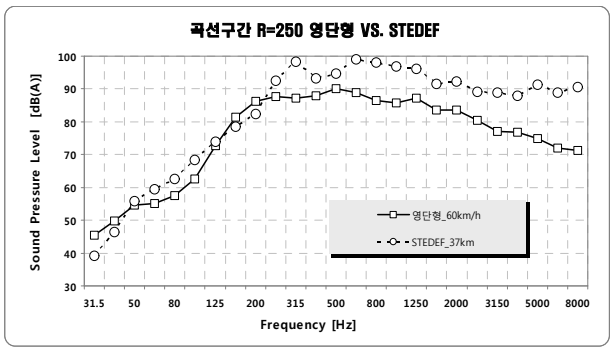

그림 11. 곡선반경 250에서의 영단형 궤도와 STEDEF의 소음특성

그림 9.와 그림 10.은 곡선반경 250구간에서의 영단형 궤도와 STEDEF궤도의 소음측정 분석결과이다. 궤도 구조별 대표성을 나타내는 주파수 대역별 결과는 그림 11.과 같다. 반경 250 영단형이 부설되어 있는 구간에서는 속도가 다른 구간에 비해 높음에도 불구하고 전 주파수 대역 소음도가 낮게 나타나지만

STEDEF가 부설되어 있는 구간에서는 속도가 낮음에도 중고주파수 대역에서 소음도가 크게 나타나고 있고 특히 315, 650Hz에서 소음도가 높게 나타남을 알 수 있다.

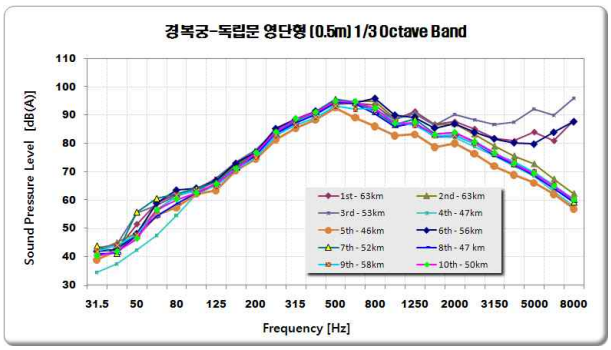

그림 12. R=300 영단형 1/3 옥타브 밴드 분석결과

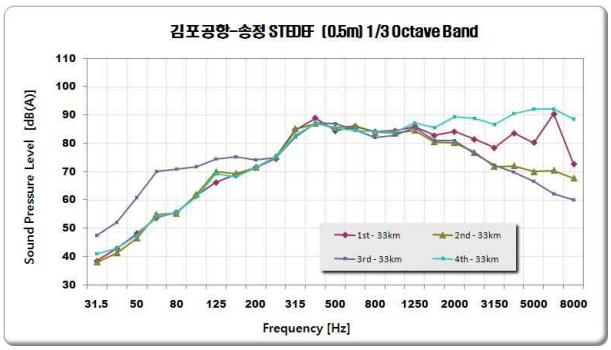

그림 13. R=300 STEDEF 1/3 옥타브 밴드 분석결과

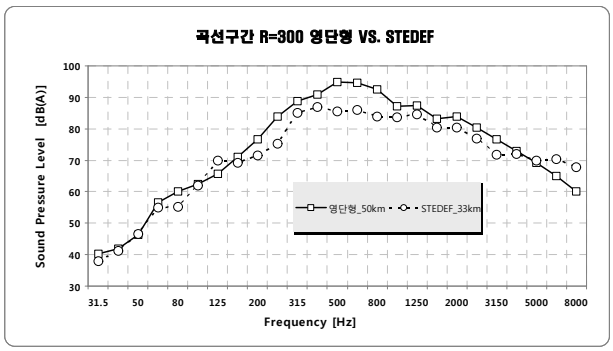

그림 14. 곡선반경 300에서의 영단형 궤도와 STEDEF의 소음특성

그림 12.와 그림 13.은 곡선반경 300구간에서의 영단형 궤도와 STEDEF궤도의 소음측정 분석결과이다. 궤도 구조별 대표성을 나타내는 주파수 대역별 결과는 그림 14.와 같다. 반경 250 구간과는 달리 STEDEF 궤도가 부설되어 있는 구간은 중고주파수 대역의 소음도가 대체적으로 낮아진 반면, 영단형 궤도는 중고주파수 대역(250Hz~1,250Hz)의 소음도가 높게 나타나고 있다.

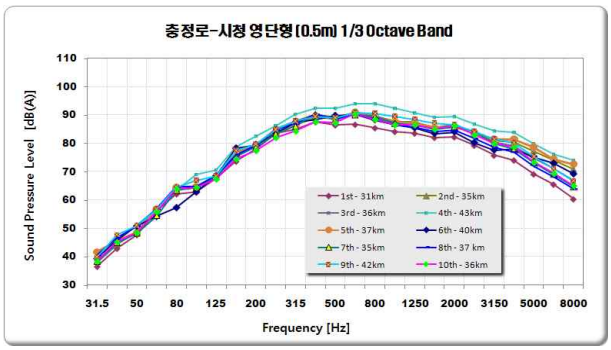

그림 15. R=400 영단형 1/3 옥타브 밴드 분석결과

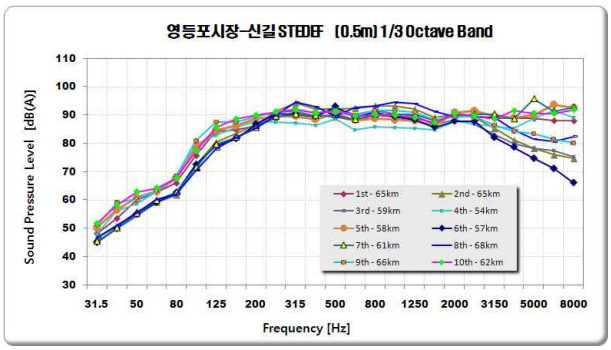

그림 16 R=400 STEDEF 1/3 옥타브 밴드 분석결과

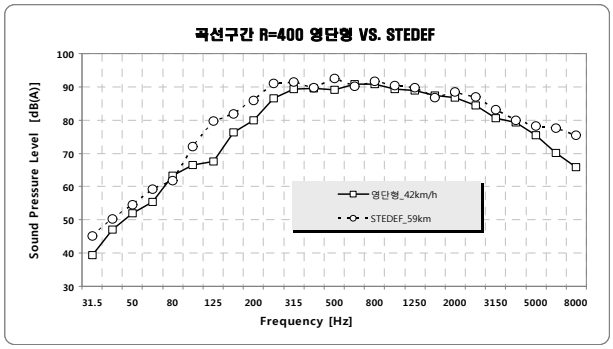

그림 17. 곡선반경 400에서의 영단형 궤도와
STEDEF의 소음특성

그림 15.와 그림 16.은 곡선반경 400구간에서의 영단형 궤도와 STEDEF궤도의 소음측정 분석결과이다. 궤도 구조별 대표성을 나타내는 주파수 대역별 결과는 그림 17.과 같다. 반경 400 구간의 소음특성은 곡선 반경 300 구간과 유사한 주파수별 소음도 경향을 나타내고 있지만 반경 300 구간의 영단형 궤도와 STEDEF 궤도에 비하여 중고주파수 대역(250Hz～1,250Hz)의 소음도가 다소 낮음을 확인할 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 도시철도 콘크리트 궤도 유형별 소음 특성을 분석하기 위하여 직선구간과 곡선구간을 구분하여 소음을 측정하였다. 콘크리트 궤도는 직선구간에 부설되어 있는 포장궤도, SKL12, 곡선구간에 부설되어 있는 영단형과 STEDEF궤도를 대상으로 하였다. 이로부터 다음을 확인할 수 있었다.

1) 직선구간에서 포장궤도와 SKL12궤도는 주파수 대역별 소음도가 전대역에서 유사한 형태를 나타내지만 포장궤도는 150Hz 이하에서 skl12 궤도보다 약 5dB(A) 낮게 나타나는 경향을 나타내었다.
2) 곡선반경 250구간에서 STEDEF 궤도가 영단형 궤도보다 속도가 낮지만, 300Hz 대역 이상에서 소음도가 3～20dB(A) 높게 나타났다.
3) 곡선반경 300구간에서 영단형 궤도가 250Hz～1,250Hz의 소음도가 높게 나타나고 있다.
4) 곡선반경 400구간에서 300 구간의 영단형 궤도와 STEDEF 궤도에 비하여 250Hz～1,250Hz의 소음도가 다소 낮음을 확인할 수 있다.

곡선구간에 부설되어 있는 영단형 궤도와 STEDEF궤도의 소음특성을 비교한 결과, 3～400구간에서는 속도변화에 의해 250Hz～1,250Hz대역의 소음이 변하는 것을 확인할 수 있었고, 곡선반경 250구간에서는 다른구간과 소음특성 경향이 달라 추후에 곡선구간에서의 소음특성에 대한 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 도시철도표준화2단계 연구개발사업의 “도시철도 시설물 표준화 연구” 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 이일화, 이희업, 이준석, 이진욱(2005), “기존선용 시멘트 모르터 충진형 포장궤도의 개발”, 2005년 한국철도학회 추계학술발표회 논문집
2. 김진호, 이광도, 한석윤, 이우동, 박수진(2008), “콘크리트 궤도 구간별 소음특성”, 2008년 한국철도학회 추계학술발표회 논문집