

지하철 역사 스크린 도어의 소음 저감효과 분석

Analysis of Noise Reduction Effect for Platform Screen Door in the Subway

*#김재철¹, 전승우¹, 구동희¹

*J. C. Kim¹(jckim@krii.re.kr), S. W. Jeon², D. H. Koo³

¹ 한국철도기술연구원 차륜궤도연구실

Key words : Railway Noise, Platform Screen Door, Insertion Loss

1. 서론

프랑스, 영국, 미국, 일본 등에서 최근 건설되는 각 지하철은 대부분 1인 운전을 시행하면서 역에서 승객이 승하차시 안전 확보가 커다란 과제가 되고 있다. 즉, 열차가 역에 진입하고 정차하기까지의 선로상의 안전 확인, 열차의 문이 열린 뒤 승객의 승하차를 확인하고 안전하게 문을 닫는 일, 문의 정상적인 작동여부 판정 및 이상시의 처리 그리고 출발 후 열차의 측면과 전방의 확인 등이 필요하다. 따라서 이러한 안전 확보를 위해서 역사 스크린 도어(platform screen door : PSD)가 설치되고 있다.

스크린 도어는 안전한 열차운행, 승객의 안전, 쾌적한 승차감 및 에너지 절감 등을 목적으로 국내외에서 급격히 증가하는 추세에 있다. 또한 이러한 목적외에도 스크린 도어는 열차 진출입 시 소음 및 바람 차단효과가 있다. 따라서, 본 연구에서는 지하철 역사에서 널리 사용되고 있는 스크린 도어의 역사 내 소음 차단효과를 파악하기 위해서 실차시험을 실시하여 분석하였다.

2. 스크린 도어의 종류 및 특징⁽¹⁾

스크린 도어는 지하철이나 경전철 승강장 위에 선로와 격리되는 고정벽(스크린)과 가동문을 설치해 차량의 출입문과 연동하여 개폐되도록 하는 승강장 안전 지원 장치 또는 그러한 시스템을 말한다. 전동차가 승강장 홈에 완전히 멈추어 서면 전동차 문과 함께 열려 승객의 안전 확보와 함께 전동차로 인한 소음·먼지·강풍 등을 줄이고, 승객이 고의나 실수로 선로에 빠지는 것을 막아주는 역할을 한다.

이러한 스크린 도어는 영국에서 처음으로 도입한 이래 프랑스·일본·홍콩 등의 지하철 역사에서도 적용되고 있다. 한국에서는 2004년 개통된 광주지하철 1호선에 최초로 설치되어 운영되었으며, 현재 서울 지하철 전 역사에서 설치 중에 있다.

스크린 도어의 종류는 선로부와 승강장을 고정벽으로 완전히 격리하는 완전밀폐형, 고정벽 및 가동문 위에 개구부(開口部) 또는 갭리리를 배치하는 반밀폐형, 차량의 문 위치에 맞추어 가동문을 설치하는 난간형 3종류로 나뉜다. 적용 대상은 지하철·경전철·고속전철·모노레일 등이다. 이러한 스크린 도어의 장단점은 다음과 같다.

- ① 승객의 추락 및 전동차 접촉 방지
- ② 역무원 인력의 절감
- ③ 열차의 무인 운전 가능
- ④ 승객 유동성 향상 및 고속통과 운전 가능
- ⑤ 차량 강풍 방지와 방음·방진(防塵) 효과를 통한 승강장의 쾌적성 유지
- ⑥ 열차 화재 시 방연(防煙) 효과
- ⑦ 역 환기탑 및 기계실의 축소 가능

그러나 초기 설치비가 많이 들고, 열차가 정위치를 초과해 정차하는 경우 승하차 속도가 지연될 우려가 있다는 것이 단점으로 지적된다.

3. 시험방법 및 결과

위와 같은 스크린도어의 장점 가운데 열차 진입 시 차음효과를 파악하기 위해서 밀폐형 스크린 도어가 설치되어있는 지하철 승강장과 없는 승강장 두 곳에서 역사내 소음을 측정하였다.

시험장소는 서울지하철 2호선과 4호선 승강장에서 실시하였으며, 측정위치는 Fig.1과 같이 스크린도어가 설치된 경우에는 스크린도어 내부 중앙과 4.7m떨어진 지점에 높이1.6m로 두 개의 마이크로폰을 설치하였다. 그리고 스크린도어가 없는 경우에도 동일한 위치와 높이에 두 개의 마이크로폰을 설치하였다.

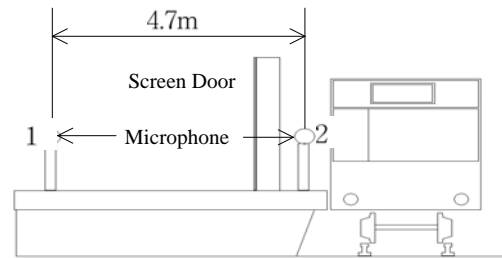
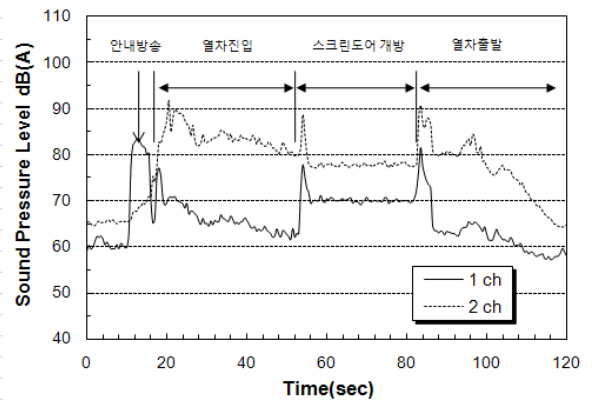
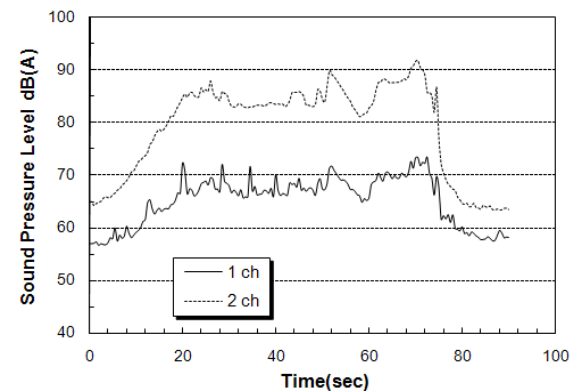


Fig. 1 Schematic of measuring points in subway platform



(a) inner line



(b) outer line

Fig. 2 Measurement results of noise in platform with PSD

Fig.2는 밀폐형 스크린 도어가 설치되어 있는 2호선 역사에서 내선과 외선에 열차 진입 시 측정된 결과이며, Fig.3은 스크린 도어가 없는 4호선 승강장에서 측정된 결과이다. Fig.2(a)는 측정장비가 있는 내선으로 열차 진입 시 스크린 도어 개방에 따른 소음레벨의 변화를 나타내고 있으며 Fig.2(b)는 측정장비가 있는

반대편 외선으로 지하철 진입 시 소음레벨의 변화를 나타내고 있다. 스크린도어가 설치된 경우 스크린도어가 개방되어도 역사 내 소음은 70dB(A)를 넘지 않지만, 스크린도어가 없으면 역사 내 소음은 열차 진출입시 80dB(A)를 넘는다.

Fig. 4은 스크린 도어가 설치된 역사에서 측정된 소음레벨의 차를 나타내고 있다. 열차 진입 시 스크린도어 내외부 소음차이는 약 16~18dB(A)정도로 나타났다. 따라서 스크린도어가 없는 경우 두 지점의 소음레벨 차이를 고려하여도 스크린도어의 차음효과는 약 15dB(A)정도인 것으로 판단된다.

Fig. 5은 Fig. 2의 스크린 도어가 설치된 역사에서 측정된 소음레벨의 주파수 분석한 결과를 나타내고 있다. 전체적으로 승강장의 소음은 약315Hz~2500Hz영역에서 가장 커다란 레벨을 나타내고 있다.

Fig. 6은 Fig. 5의 소음레벨의 차를 나타낸 결과로서 약315Hz이상의 주파수 영역에서 소음 차단효과가 크게 나타나고 있으나, 약2500Hz부근에서 소음레벨이 감소하는 것을 알 수 있다. 이러한 원인은 관유리에 대한 일치효과(Coincidence effect)에 의해서 차음성능이 떨어지는 것으로 판단된다⁽²⁾. 따라서 일치효과에 의한 이 주파수 영역을 더 높은 주파수 영역으로 이동시키면, 전체적인 차음성능을 개선할 수 있을 것으로 생각된다.

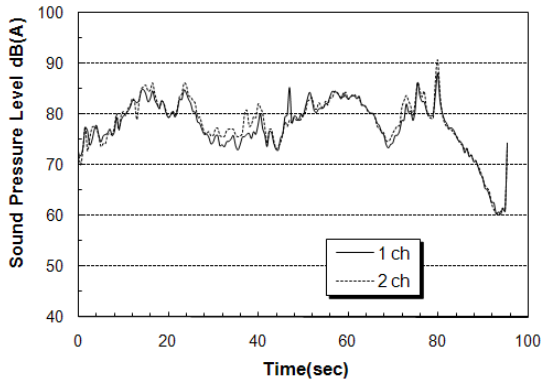


Fig. 3 Measurement results of noise in platform without PSD

4. 결론

지하철 역사에서 널리 사용되고 있는 스크린 도어의 역사 내 소음 차단효과를 파악하기 위해서 실차시험을 실시하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 스크린도어가 설치된 경우 스크린도어가 개방되어도 역사 내 소음은 70dB(A)를 넘지 않지만, 스크린도어가 없으면 역사 내 소음은 열차 진출입시 80dB(A)를 넘는다.
- (2) 열차 진입 시 스크린도어 내외부 소음차이는 약 16~18dB(A) 정도로 나타났다. 따라서 스크린도어가 없는 경우를 고려하여도 스크린도어의 차음효과는 약 15dB(A)정도인 것으로 판단된다.
- (3) 승강장의 소음의 주파수 분석결과 약315Hz~2500Hz영역에서 가장 커다란 레벨을 나타내고 있으며, 스크린 도어는 약 315Hz이상의 주파수 영역에서 소음 차단효과가 크게 나타나고 있다. 그러나 일치효과(Coincidence effect)에 의해서 약 2500Hz에서 차음효과가 떨어지는 것으로 나타났다.

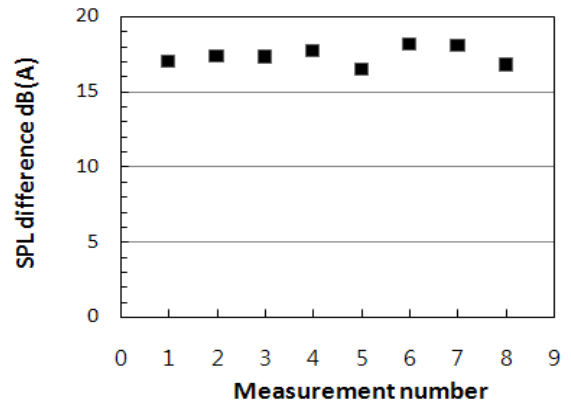


Fig. 4 Differences of sound pressure level between position 1 and 2 in platform with PSD

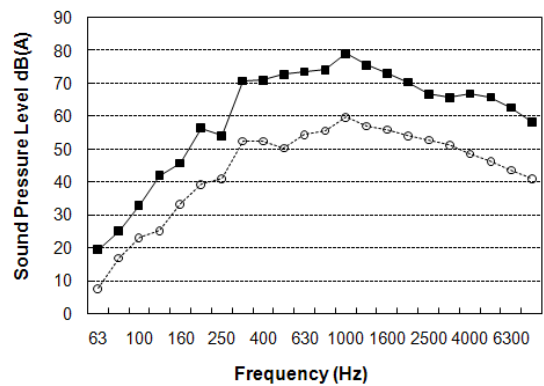


Fig. 5 Frequency analysis results of noise in platform with PSD

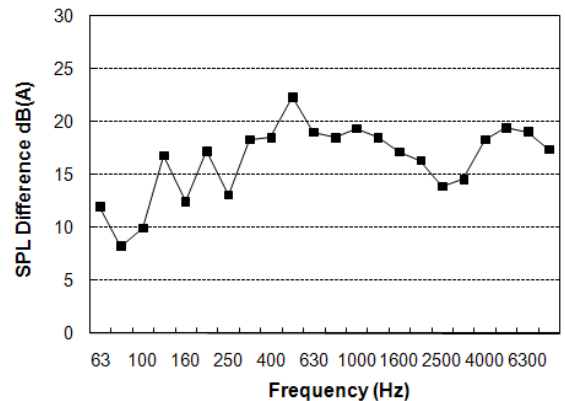


Fig. 6 Frequency analysis of sound pressure level difference between position 1 and 2 in platform with PSD

참고문헌

1. 조율연, “도시철도 기술자료집(8) 기계설L”, 이엔지북, 1-318.
2. 정일록, “소음 진동학”, 신광출판사, 1-344.