건설공사장 이동식 방음시설물의 음향특성

Site mitigation plan for Different types of Construction noises

이성찬† · 정진연* · 임정빈*
Sung Chan Lee, Jin Yun Chung and Jung Bin Im

Key Words : "Construction noise(공사장소음)", "Mitigation plan(소음저감)"

ABSTRACT

There are a lot of different types of noise from construction site and it depends on construction stage, equipment type and number of operating equipments. The problem is almost noise from construction site is high level and some kinds of noise levels are over 100dB. In addition, if construction site is located in downtown, there are a few options to reduce noise level. Therefore several site mitigation plans are developed to reduce different types of construction noises and it is applied in site and evaluated noise reduction performance in this study.

1. 서 론

도심지에 위치해 있는 건설공사장의 경우 인접건물과의 거리가 가까운 것이 특징이다. 따라서 발생시키는 소음레벨의 크기가 큰 건설장비를 투입하는 경우 주변에 전달되는 소음의 크기 또한 커지게 된다. 이와 같이 건설공사장 소음은 도심지내에서 많은 영향을 미치지만 다른 환경소음과는 다르게 공사가 진행되는 기간이 끝나면 소음원이 사라지는 특징이 있기 때문에 적극적으로 소음을 줄이기 위한 노력이 부족한 실정이다. 또한 건설공사장 소음은 공사에 투입된 장비 및 작업종류 투입대수에 따라 천차만별이라 소음을 객관적으로 평가하기도 어렵다. 건설공사장 소음의 측정을 위한 방법에 대한 연구는[1~2] 있으나 쉽게 현장에 적용하고 비교가 가능한 측정방법은 개발이 되어 있지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 건설공사장 현장에 적용가능한 소음저감장치들을 개발하고 이를 현장에 적용하여 소음저감 효과를 평가하였다.

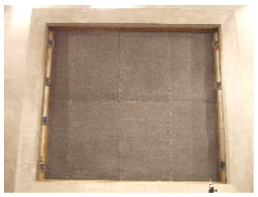
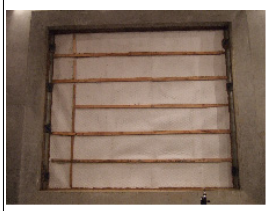
† Corresponding Author ; Member, Daewoo Institute of Construction Technology
E-mail : sungchan.lee@daewooenc.com
Tel : +82-31-250-1222, Fax : +82-31-250-1263
* Member, Daewoo Institute of Construction Technology

2. 브레이커 소음저감

2.1 이동식방음벽 흡차음성능

건설현장에 투입되는 건설장비중에서 성가심을 가장 많이 유발하는 장비인 브레이커의 작업[3~4] 중 발생하는 소음을 저감시키기 위한 이동식 방음벽을 개발하였다. 이동식방음벽은 금속재 가설방음판(Type A)과 2종류의 흡차음 복합시트(Type B, Type C)를 사용하였다. Type A는 현장에서 주로 사용하는 이동식 방음벽이나 자중 때문에 현장에 이동시키기가 어려워 브레이커 작업 효율이 많이 떨어지는 단점이 있다. Type B와 Type C는 흡차음 복합시트를 사용함으로써 흡차음 재료의 무게를 40~50% 정도 경량화 하였다. 특히 전면에는 흡음재, 후면에는 차음시트(또는 차음시트와 흡음재)로 복합시트를 구성하여 흡음면이 소음원 방향으로 전면 노출시킴으로써 흡음효과를 최대화하고 반사음을 줄일 수 있도록 제작하였다.

Table 1 Mitigation plans for breaker work

	Type	Properties
A		Thickness: 20 mm Weight: 10 kg/m^2 Components: Galvanized steel 0.6 mm Plastic 10 mm Galvanized steel 0.6 mm
B		Thickness: 7 mm Weight: 4.6 kg/m^2 Components: Acoustic sheet 2 mm Superfine fibers 5 mm
C		Thickness: 24 mm Weight: 6.3 kg/m^2 Components: Plastic 18 mm Acoustic sheet 2 mm Plastic 4 mm

3가지 이동식 방음벽의 기본적인 흡차음 성능을 잔향실에서 측정하였으며 흡음성능의 경우 Type A의 경우 NRC 값이 0.51로 복합시트로 구성된 다른 2종류보다 높았으며 차음성능의 경우 Rw값이 22~24dB로 비슷한 수준이었다.

2.2 이동식방음벽 현장 삽입손실 평가

위에서 개발한 3가지 흡차음 구조를 가지고 현장에서 브레이커 작업시 소음저감을 위한 이동식방음벽을 제작하였다. 브레이커 작업의 특성상 파손되기 쉬운 방음판의 교체를 쉽게 할 수 있는 구조로 제작하였다. 이를 위해 가설방음판을 H빔 사이에 상부에서 삽입하는 방법으로 제작하였다. 방음시설물(이동식 방음벽) 시작품에 대한 현장 삽입손실을 측정하기 위해 Figure 1과 같이 브레이커를 중심으로 반경 10m 떨어진 위치에 45도 각도로 마이크로폰을 지면 위 1.2m 높이에 설치하였다. 브레이커로 암을 파쇄할 때 발생하는 소음은 계속 변동하기 때문에 각각의 측정마다 전면 4m 높이에 기준 마이크로폰(Ref. Mic.)을 설치하여 변동소음의 크기에 대한 보정 자료로 이용하였다.

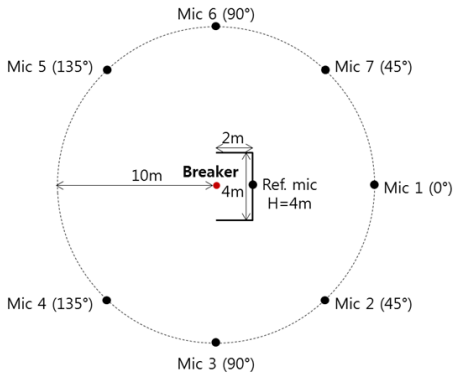


Figure 1 Measurement position for breaker work

브레이커 작업시 이동식 방음시설물의 설치 전후의 소음레벨을 측정하였으며 현장 삽입손실 평가모습은 Figure 2와 같다.

(a) Before installation

(a) After installation

Figure 2 Mitigation plan for breaker

기준 마이크로폰의 측정결과를 이용하여 보정한 측정방향별 삽입손실을 다음의 Figure 3에 표시하였다. 측정결과 금속제 방음판을 사용한 시작품(Type A)의 삽입손실이 대체로 전 방향에서 높게 나타났다. 극세사 흡음재 흡차음 복합시트를 사용한 시작품(Type B) 및 플라스틱 흡음재 흡차음 복합시트를 사용한 시작품(Type C)의 삽입손실은 Type A시작품에 비해 낮으나 비교적 양호한 결과를 나타내었다. 복합시트를 사용한 이동식 방음벽의 삽입손실은 10dB 내외이지만 복합시트의 연결부 틈새를 보완할 경우 삽입손실은 증가할 것으로 예상된다.

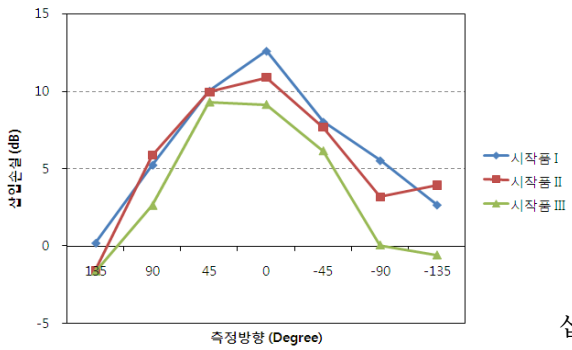


Figure 3 Test result of insertion loss for breaker

2.3 엔진소음 저감

브레이커의 엔진 또한 작업 중 소음을 유발시키는 원인이 되므로 엔진소음을 저감시키기 위한 탈부착식 방음시설물을 제작하였다. 시작품 제작을 위한 흡차음 재료는 Table 1의 Type B 흡차음 복합시트를 사용하였고 굴삭기 작업의 특성상 발생된 열이 배출되도록 측면의 복합시트 소재를 조각으로 만들었다.

(a) Before installation

(b) After installation

Figure 4 Mitigation plan for engine noise

방음시설물(이동식 방음벽) 시작품에 대한 현장 삽입손실을 측정하기 위해 브레이커를 중심으로 반경 7.5m 떨어진 위치에 마이크로폰을 지면 위 1.5m 높이에 설치하였다. Figure 4는 브레이커 엔진가동 시 방음시설물 유무에 따른 삽입손실을 측정하는 모습이며 다음의 Figure 5는 측정결과이다. 복합시트를 사용한 이동식 방음벽의 삽입손실은 약 4dB로 이는 발생되는 열의 배출을 위해 만들어진 틈새 때문으로, 연결부 틈새를 보완할 경우 삽입손실은 증가할 것으로 예상된다.

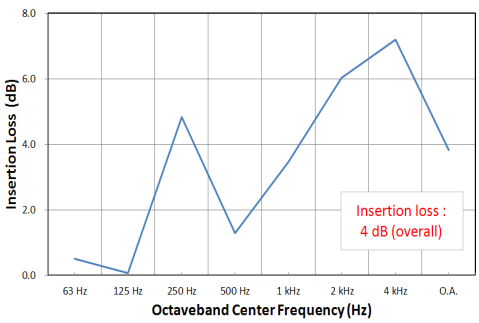


Figure 5 Test result of insertion loss for engine noise

3. 거푸집 해체작업 소음저감

거푸집 해체작업 중 발생하는 철재 낙하물의 충격성 소음으로 인해 공사 현장 주변지역에서 소음민원이 끊이지 않고 있는 실정이다. 창호 등의 개구부를 통해 외부로 전파되는 이러한 충격성 소음을 저감하기 위해서 개구부에 흡차음 복합소재를 방음커튼 형태로 구성하여 소음의 전파경로를 차단하고자 하였다. 이를 위해 공사가 진행중인 현장에서 방음커튼의 음향삽입손실을 측정하였다.

3.1 거푸집 해체시 방음커튼 효과

거푸집 해체작업을 진행하면서 현장 내부 및 인접동 내부에서 소음계를 이용하여 1분 동안의 등가소음(Leq, 1min)을 측정하였다. 측정위치 사이의 거리는 28m 이며, 방음커튼을 설치하기 전과 방음커튼을 설치한 경우에 대해 측정을 수행하였다. Figure 6은 실내에서 거푸집을 해체하면서 방음커튼의 음향삽입손실을 측정하는 전경을 나타낸 것이다.

Figure 6 Demolition of gangform at construction site

측정 결과 거푸집 해체작업 중 발생하는 충격성 소음의 크기는 실내에서 평균 105dB(A) 내외이며, 최대 120dB(A)를 초과하는 경우도 나타났다. 방음커튼 시공 전후의 소음저감량 차이는 평균 8.4dB로 나타났으며 최대 등가소음도로 평가할 경우, 평균 10.7dB 로 나타났다. 따라서 거푸집 해체작업시 방음커튼을 활용할 경우 최대 약 10dB 정도의 소음을 저감할 수 있을 것으로 사료된다.

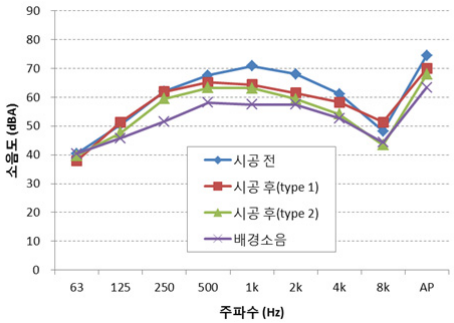


Figure 8 Test result of demolition work

3.2 현장 삽입손실 측정결과

거푸집 해체작업 중 발생하는 소음은 단발성의 충격성 소음이므로 방음커튼 설치 유무 및 방음커튼의 종류에 따른 정확한 성능비교가 곤란하므로 스피커를 이용한 정상상태(steady state)의 측정을 수행하였다. 아파트 내부에 설치된 스피커에서 백색잡음(white noise)을 발생시키면서 내부와 외부에서 소음계를 이용하여 1분 동안의 등가소음(Leq, 1min)을 측정하였다. 이 때 외부에서의 측정위치는 외벽으로부터 각각 28m 이격되어 있는 3곳을 정하였다.

Figure 7 Adverse effect of construction site noise

측정 결과 방음커튼 시공 전후의 소음저감량 차이는 평균 23.4 dB 로 나타났다. 거푸집 해체작업시에 비해 스피커 실험의 경우, 방음커튼의 소음저감 효과가 매우 높게 나타났으며 특히 1kHz이상의 주파수 대역에서 효과가 좋은 것으로 나타났다.

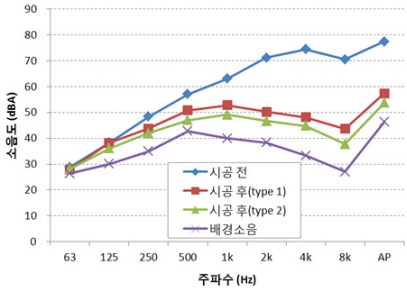


Figure 8 Test result of insertion loss for demolition work by white noise

4. 아스팔트 컷팅기 소음저감

Figure 9 (a)와 같은 아스팔트 컷팅기는 건설현장에서 자주 사용하는 고소음 장비로서 약 90 dB 이상의 소음을 발생함으로써 도심지 이면도로 작업시 많은 소음민원을 유발하고 있다. 본 연구에서는 아스팔트 컷팅기와 함께 이동하면서 소음전파를 차단할 수 있도록 Figure 9 (b) 와 같이 흡차음 복합시트를 이용한 터널형 이동식 방음벽을 개발하였다.

(a) Before installation

(b) After installation

Figure 9 Mitigation plant for asphalt cutting machine

Figure 10은 터널형 이동식 방음벽 적용 전후의 소음도를 비교한 것으로서 5 m 측면과 후면에서 측정한 결과이다. 측면에서는 4.4 dB, 후면에서는 5.5 dB의 소음저감효과가 있음을 알 수 있다. 이동식 방음벽의 길이가 제한되어 있고 전면과 후면이 밀폐되어 있지 않은 점을 고려할 때 5 dB의 소음저감효과는 양호한 것으로 판단되며, 도심지에서 유용하게 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

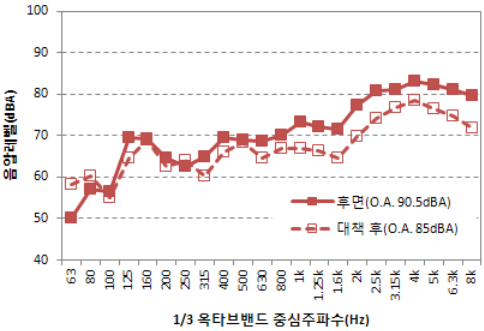


Figure 10 Test result of insertion loss for asphalt cutting machine

5. 결 론

본 연구에서는 건설공사장에서 발생하는 소음을 저감할 수 있는 대책들을 개발하였으며 현장에 적용하여 소음저감 효과를 알아보았다. 브레이커 작업소음, 엔진소음, 거푸집 철거소음, 아스팔트 컷팅소음에 대하여 저감대책을 개발하였으며 현장 삽입손실 기준으로 4~10dB 정도의 저감효과를 확인하였다.

참 고 문 헌

(1) E.K. Manatakis, 2000, A new methodological trial on statistical analysis of construction equipment noise, Applied Acoustics Vol. 59, No. 1, p.67-76.

(2) H. Yoshinaga, et al, 2006, Analysis of individual machine noise in construction (2), internoise2006.