

건설현장 소음저감을 위한 건설장비용 방음덮개 개발

A Development of Sound Encloser for Breaker to reduce Construction Noise

○ 장 재 희* 정 재 국**

Jang, Jae-Hee Jeong, Jae-Kuk

Keywords : Sound Encloser(방음덮개), Construction Noise(건설소음), Sound Isolation(차음),
Insertion Loss(삽입손실)

ABSTRACT

This study aims to provide an effective method to reduce construction noise generated by breakers. To reduce the breaker's noise level, a sound encloser was developed ; the sound insulation's performance was tested in the field. From the field test, the following results were obtained.

The sound insertion loss was about 6.5dB(A), even though part of the sound encloser for the breaker was left unclosed. This is equal to the reduction value which can be obtained by using more expensive low noise breakers, proving that there are more effective measures for sound insulation at lower cost. The characteristic of frequency was evaluated to show an even reduction through all frequency bands, except 630Hz.

1. 서 론

건설현장에서 발생하는 소음으로 인한 민원이 점차 증가하고 있으며 해결방안도 집단행동으로 이어지는 추세를 보이고 있다. 환경부 산하 중앙환경분쟁조정위원회에서 발간된 보고서⁽¹⁾에 따르면 91년부터 99년까지 처리된 환경분쟁 334건 중 소음진동과 관련된 분쟁이 254건으로 전체의 76%였으며 이중 건설과 관련된 소음진동은 219건으로 전체 소음진동분쟁의 86%를 차지한다. 연

도별 증가추세를 보면 94년 10건으로 전체 처리 건의 67%를 차지하였던 것이 95년 18건(60%), 96년 41건(82%), 97년 36건(77%), 98년 56건(91%), 99년 82건(87%)으로 나타나 해를 거듭할 수록 소음진동으로 인한 분쟁이 증가하고 있는 것으로 나타났다.

이처럼 소음진동과 관련된 분쟁이 대기, 수질, 해양오염으로 인한 분쟁보다 월등히 많은 것은 수질이나 대기오염에 비하여 피해 당사자들이 직접적인 피해를 보고 있기 때문이다.

소음민원이 발생하였을 경우 현장에서 대처하는 대표적인 방법은 방음벽 설치와 작업시간 조

* 정희원, SK건설 연구소, 선임연구원, 공학박사
** 관동대 건축공학과 교수, 공학박사

정과 같은 방안이지만 작업시간의 조정은 공사기간과 관련되어 있어 대부분의 현장에서 기피하고 있으며 아울러 근본적인 해결방안으로는 적합하지 않다.

방음벽 시공의 경우 감쇠량에 한계가 있고, 고소음형 건설장비를 주변 대지경계선과 인접권 곳에서 사용할 경우에는, 방음벽에서 일정량을 감쇠시킨다고 하더라도 전체적인 소음레벨을 기준치 이하로 유지시키기에는 역부족인 실정이다.

따라서 현재 진행되고 있는 각종 건설공사에 대해 공정에 따라 효과적으로 활용될 수 있는 소음저감방안의 개발이 시급히 요구되고 있는 상황이다.

건설현장에서 발생하는 소음의 주요 원인은 파일 항타기, 브레이커, 굴삭기, 로더 등 다양하며 이중 소음도가 가장 높은 것으로 파일 항타기와 브레이커를 들 수 있으며⁽²⁾ 이 두가지 소음이 건설현장소음 문제의 대부분을 차지한다고 할 수 있다.

본 연구는 이와 같이 건설현장에서 빈번하게 제기되는 소음문제를 해결하기 위해 소음도가 높으면서도 사용빈도가 비교적 많은 브레이커의 작업소음을 효과적으로 줄이기 위한 방안을 마련하고자 수행되었으며, 그 결과 브레이커에서 발생하는 소음을 우선적으로 차단할 수 있는 부착식 방음덮개를 개발하였다. 동시에 개발된 방음덮개의 성능검증을 위해 현장에서의 차음성능 실측을 실시하였다.

2. 브레이커 작업 소음특성

2.1 건설현장 소음기준

국내 건설현장에 적용될 수 있는 소음진동 관련 기준은 소음진동 규제법 제 23조, 시행규칙 제 29조의 2, 별표 7의 2에 따라 주거지역에서 주간에 건설공사시 70dB(A)를 넘지 못하도록 되어 있다.

2.2 브레이커 작업 소음특성

건설현장에서 발생하는 소음은 투입되는 건설장비의 종류, 지반의 유형, 대지의 형태 등에 따라 각기 다른 주파수 특성을 지니고 있다. 비록

동일한 장비를 사용한다고 하더라도 여러 가지 원인에 의해 음의 스펙트럼이 변화하며, 다종 다양한 음원이 복잡하게 얽혀 전체 음원을 형성하는 경우가 많다.

또한 실외작업에 의해 발생하는 소음인 관계로 기온, 습도, 풍향, 풍속에 의한 영향도 무시할 수 없으며, 전반 경로상에 위치한 각종 장애물에서의 회절, 반사 등의 영향으로 복잡한 감쇠특성을 지닌다.

일반적으로 건설현장에서 사용되는 브레이커의 음향파워레벨은 대부분 120dB(A)를 상회하며 파일항타소음과 함께 현장에서 발생하는 소음 민원의 주요인으로 작용하고 있다.

3. 브레이커 소음 저감 관련 기존 연구

브레이커 소음을 줄이기 위한 기존의 노력들은 크게 세가지로 구분된다. 소음의 조절에 대한 가장 기본적인 방법이기도 한 이 세가지 방법은 첫째, 소음원에 대한 대책, 둘째, 전파경로에 대한 대책, 셋째, 수음점에 대한 대책이다. 이들 방법에 따라 분류된 기존 연구내용을 정리하면 다음과 같다.

첫째 소음원에 대한 대책으로는 브레이커 내부의 피스톤이 치즐(착암을 위한 쇠못치)을 타격할 때 발생하는 소음과 진동을 줄이기 위한 것으로 브레이커 내에 소음기를 부착하는 방법⁽³⁾, 외부에 노출된 치즐부위에 커버를 씌우는 방법⁽⁴⁾, 브라켓을 일체형으로 제작하여 차음성능을 높이는 방법⁽⁵⁾, 브레이커와 브레이커 고정용 브라켓에 방진 및 차음재를 덧붙이는 방법⁽⁶⁾ 등이 연구되었다.

이러한 방법 중 일부는 선진국 및 국내에서 저소음형 브레이커라는 명칭으로 이미 제작되어 활용되고 있으며 기존 브레이커에 비하여 6~8dB(A)정도의 저감효과⁽⁷⁾를 지니는 것으로 평가되고 있다.

둘째 전파경로에 대한 대책으로는 소음원의 유형 및 거리에 따른 감쇠특성을 파악함으로써 방음벽 설치 및 전파경로 상의 대책 마련을 위한 기초자료로서 활용하고자 하는 연구⁽²⁾⁽⁸⁾, 방음벽 시공에 따른 소음저감효과 분석에 관한 연구⁽⁹⁾ 등이 있다.

방음벽 설치에 따른 저감효과는 일반 도로교통 소음에서와 마찬가지로 주로 고주파수대역에 대하여 효과가 있으며 통상 10dB(A)전후의 효과를 지니고 최대 20dB(A)를 넘을 수 없는 것으로 밝혀졌다.

셋째 수음점에 대한 대책은 작업자의 피로도와 관련한 연구 및 귀마개의 차음성능과 관련된 연구들로서 민원인을 대상으로 한 건설현장소음대책으로 활용되기에는 한계가 있다.

4. 방음덮개 개발 및 제작

4.1 개발 개요

소음을 줄이는 가장 효과적인 방법은 소음원 자체의 크기를 줄이는 것이다. 앞절에서 고찰한 바와 같이 브레이크에서 발생되는 소음을 줄이기 위해 사용되는 대다수의 방법들은 피스톤과 치줄의 충돌에 따른 소음과 진동을 줄이고자 한 것으로 저소음형 브레이크 개발을 중심으로 이루어졌다.

하지만 저소음형 브레이크라고 하더라도 음향 파워레벨은 110dB(A)이상으로 여전히 높은 소음도를 내고 있어 현장에서의 부차적인 저감 대책이 요구되며 이와 같은 필요에 따라 대지 경계선을 따라 방음벽을 설치하거나 브레이크 작업공간에 인접하여 이동식 방음벽을 설치함으로써 소음 저감효과를 높이고자 하는 방안들이 활용되고 있다.

본 연구에서는 효과적인 차음을 위해 기존에 활용되는 방음벽과는 별도로 브레이크에 방음덮개를 씌우는 방안을 설계하였고 이를 통해 브레이크에서 발생되는 소음을 10dB(A)이상 차단할 수 있도록 고안하였다.



a. before intallation b. after intallation
Fig. 1 Comparison between before and after intallation of the sound enclosure

소음원을 차단하는 대표적인 방법 중 하나는 방음실과 같이 음원을 중심으로 주변을 완전히 밀폐하는 것이다. 이러한 방음실(혹은 방음덮개) 설계시 고려해야하는 사항들로써 방음실 벽체의 차음성능, 방음실 내부의 흡음력, 방음실 구조의 틈새, 구조체의 진동절연여부 등이다.

브레이크의 피스톤과 치줄의 충돌에 의한 고주파수 대역의 소음을 줄이기 위해 브레이크 주변을 완전 밀폐한다면 10mm두께의 컨베이어 벨트 고무를 사용하였을 경우 1kHz대역에서 30dB정도의 투과손실이 예측되지만 이러한 값은 브레이크와 외부 덮개가 이상적으로 분리되어 있을 때 가능한 수치이다. 현실적으로 브레이크를 완전히 밀봉하기에는 어려움이 있으며 이러한 문제를 감안하여 상부회전부위를 제외한 나머지 부분을 모두 밀폐하였을 때 확보할 수 있는 차음성능을 검토한 결과 10dB(A)정도로 예상되었다.

4.2 방음덮개 제작

방음덮개 제작에 활용된 브레이크는 수산중공업에서 생산한 SB130기종이며 적용 굴삭기는 현대 REMEX 2800(28ton)기종이다. SB130의 제원은 Table 1 및 Fig. 2와 같으며 개략적인 크기는 0.6m(W)×1.5m(H)×1.9m(D)로 국내에서 생산되는 브레이크 중 최대용량의 기종이다.

Table 1 Specification of the breaker

모델명	SB130	타격수	280~450bpm
제작사	수산중공업	치줄규격	Φ 155
중량	3000kg	타격력	10,100J
유량	170~250l/min	적용굴삭기	28~40ton

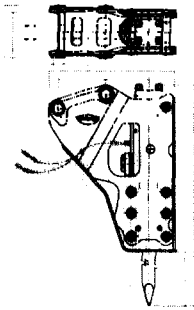


Fig. 2 Outlook of the breaker

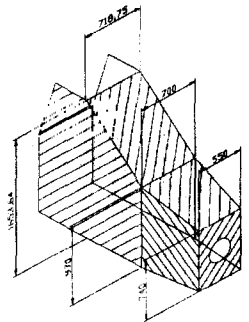


Fig. 3 Outlook of the sound enclosure

적용대상 브레이커에 대해 제작된 방음덮개는 철재로 골조를 형성하고 10mm두께의 콘베이어 벨트 고무를 철재 골조에 부착하는 방식으로 제작되었다. 방음덮개 제작도는 Fig. 3와 같으며 완성된 모습은 Fig. 4와 같다.



Fig. 4 Scene of the finished product

5. 차음성능측정 및 분석

5.1 측정방법 및 내용

개발된 방음덮개에 대한 성능 검증은 제작 후 현장 적용하여 이루어졌다.

성능 측정방법은 측정대상 소음원의 중심으로부터 7.5m를 이격한 후 지면으로부터 1.2m 높이에 마이크로 폰을 설치하였고, 방음덮개 설치 전후에 따른 음압레벨의 차이를 1/3옥타브밴드 주파수 분석을 통하여 측정하였다. 측정에 사용된 장비는 다음과 같으며 측정장면은 Fig. 5와 같다.

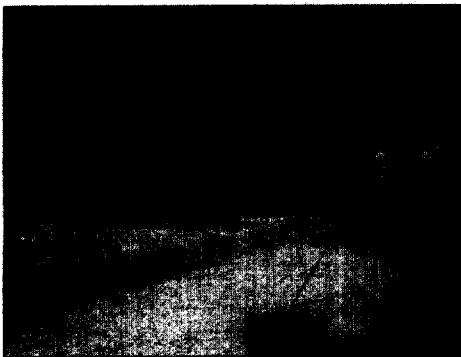


Fig. 5 Scene for performance evaluation

- Real Time Frequency Analyzer, Type 2144, B&K
- Microphone, Type 4189, B&K
- Pre-amplifier, Type 2669, B&K
- 기타 부속장비

5.2 측정결과

측정결과 방음덮개 설치 전에는 Fig. 6와 같이 평균101.0dB(A)(표준편차:0.60)이었던 값이 설치 후에는 평균94.5dB(A)(표준편차:0.99)로 측정되어 방음덮개 설치 전후에 따라 전체 평균 6.5dB(A)의 저감효과가 나타나는 것으로 평가되었다. 이는 방음덮개를 구성하는 고무자체의 차음성능과 틈새에 대한 영향을 고려하였을 때 예상치 10dB(A)를 못미치는 것이지만 브레이커를 밀폐하는 방법을 보완한다면 4~5dB(A)정도 방음덮개의 차음성능이 개선될 수 있을 것으로 예상된다.

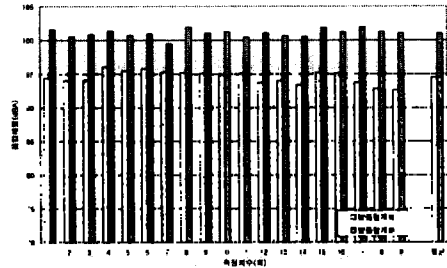


Fig. 6 Comparison of the sound pressure level between before and after installation of the sound enclosure

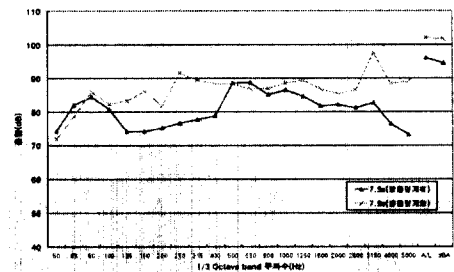


Fig. 7 Sound pressure level classified by frequency between before and after installation of the sound enclosure

현재 방음덮개 설치에 의해 감소된 6.5dB(A)는 저소음형 브레이커를 사용할 때 얻을 수 있는 저감효과와 대등한 것으로 저가의 비용으로 효과적인 대책을 수립할 수 있음을 보여준 것이다. 주파수별 특성은 암반의 진동에 의한 630Hz대역의 소음을 제외하고는 대부분의 주파수 대역에서 감소현상을 보이는 것으로 평가되었으며 특히 고주파수 대역에서 그 효과가 두드러진 것으로 나타났다.

6. 결 론

본 연구는 건설현장에서 빈번하게 제기되는 소음민원 중 빈도가 높은 브레이커 소음을 효과적으로 줄이기 위한 방안을 마련하기 위해 이루어졌다.

본 연구에서는 이러한 목적에 따라 기본적인 방음벽 외에 소음원을 우선적으로 차단할 수 있는 부착식 방음덮개를 제작하였으며 현장에 실제 적용한 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

현재 브레이커 상부 공간을 완전 밀폐하지 않은 상태에서 측정된 소음레벨은 방음덮개 설치전과 비교하여 평균 6.5dB(A) 감소하는 것으로 나타났다. 이는 방음덮개를 구성하는 고무자체의 차음성능과 틈새에 대한 영향을 고려하였을 때 예상치 10dB(A)를 못미치는 것이지만 브레이커를 밀폐하는 방법을 보완한다면 4~5dB(A)정도 차음성능이 추가로 개선될 수 있을 것으로 예상된다.

이상의 연구결과를 토대로 향후 보다 많은 실험이 이루어진다면 브레이커 소음을 효과적으로 줄여줄 수 있는 방음덮개의 제작이 가능하리라고 판단되며, 본 연구결과는 차후 건설장비에 대한 효과적인 방음대책 수립을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- (1) 환경부, 환경분쟁조정사례집(8집), 1999.12
- (2) 정일록, 사업장 소음방지 대책에 관한 연구, 국립환경연구원, 1992, p78

- (3) 한철호 외, 굴삭기용 브레이커의 소음제거장치, 공개특허공보, 1995.5
- (4) 전오성 외, 건설중장비 브레이커용 로드커버, 공개특허공보, 1995.9
- (5) 서재균, 착암기의 방음방진 장치, 공개실용신안공보, 1997.9
- (6) 이승현, 소음저감형 유압브레이커, 공개실용신안공보, 1998.3
- (7) Low noise hydraulic breakers, Technical review, Kent demolition tools Co., 1997
- (8) 김재수, 건설현장에서 발생하는 건설기계소음의 전달 및 감쇠특성에 관한 실험적 연구, 대한건축학회 논문집, 13권6호, 1997.6
- (9) 사원희, 건설현장 소음진동 방지대책에 관한 연구(I, II, III), 삼호건설기술, 1996
- (10) K.B.Ginn, Architectural acoustics, Bruel & Kjaer, 1978.
- (11) G.Porges, Applied acoustics, Edward arnold Ltd., 1977.
- (12) P.Rasmussen, Sound power measurements by different operators, Report, Bruel and Kjaer, Naerum, Denmark, 1988, pp102-5.

