

브레이커 소음측정시스템을 활용한 소음의 측정 및 평가

Measurement of Breaker Noise by Using Breaker Noise Measurement System

이재원†·강대준*·구진회*·박형규*

Jaewon Lee, Daejoon Kang, J. H. Gu and H. K. Park

Key Words : Breaker Noise(브레이커 소음), Breaker Noise Measurement System(브레이커 소음측정시스템)

ABSTRACT

The breaker noise is one of the main noise sources of construction site. It is very important to assess and measure the breaker noise accurately, because the noise labelling will be in effect January 2008 in Korea. Therefore, it is necessary to measure the sound power level of breakers and use an appropriate test method in accordance with international standard. In this study, we measure the sound power level of breakers by using the breaker noise measurement system. This system makes it possible to measure the breaker noise more accurately than to measure the noise of that attached with excavator, because this system can control main factors affecting breaker noise such as hydraulic input power, hydraulic supply pressure, breaker inlet oil flow and so on.

1. 서 론

환경 소음으로 인한 민원은 매년 증가하고 있으며, 이 중 생활소음 민원의 주요 원인인 공사장 소음으로 인한 민원은 전체 소음 민원 중 약 65%를 차지하고 있다(06년 현재).⁽¹⁾ 이에 환경부에서는 공사장 소음을 대처하기 위한 여러 가지 정책 중 하나로 건설기계류에 대한 소음표시를 의무화하는 소음표시제⁽²⁾를 2008년부터 시행할 예정이다. 이는 공사장 소음의 직접적인 소음원인 건설기계류에 대한 저소음화를 유도하고, 건설기계류에 대한 정확한 소음정보를 제공하여 환경영향평가에서도 유용하게 활용이 가능하도록 할 계획이다. 앞에서 언급한 소음표시제의 목적을 달성하기 위하여 각 건설기계의 음향파워레벨을 정확하게 측정·평가하는 것이 무엇보다 중요하다. 현재 소음표시제의 대상이 되는 건설기계류는 굴착기, 다짐기계, 로우더, 발전기, 브레이커, 공기압 축기, 콘크리트 절단기, 천공기, 향타 및 향발기 총 9종으로 정하고 있다. 이 중 브레이커는 충격음 성분이 강한 소음을 발생시키고 소음민원의 주요 원인이 되는 건설기계류의 하

나이다. 브레이커 소음의 크기를 결정하는 주요 인자로는 유입유량, 작동유압, 타격력, 타격수 등 여러 가지⁽³⁾가 있지만 굴착기에 부착하여 소음을 측정하게 되면 이러한 인자들을 임의로 조정하거나 타격시 정확하게 파악하기 힘들어 측정환경이나 측정조건에 따라 브레이커 소음의 평가가 달라질 가능성이 있다. 여기서는 굴착기 대신 브레이커 소음측정시스템을 활용하여 위의 인자들을 임의로 조정하거나 타격시에 고정하여 브레이커 소음을 정확하게 측정하고 평가하는 것을 시도하였다. 따라서 이 논문에서는 굴착기에 부착하여 브레이커 소음을 측정할 때와 브레이커 소음측정시스템을 활용하여 그 소음을 측정할 때를 비교하여 적절한 브레이커 소음의 측정 및 평가방법을 알아보려고 한다.

2. 시험방법

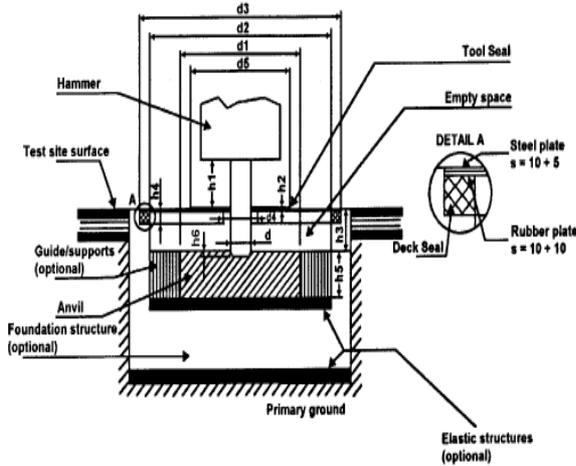
2.1 브레이커 소음의 측정

브레이커는 자체적인 동력을 가지고 있지 않기 때문에 굴착기 또는 고정 장치에 부착하고 특수시험 블록구조물이 사용되어야 한다. 여기서 굴착기 또는 고정 장치는 특히 중량범위, 유압 출력, 공급 오일유량 및 왕복선의 후압에 있어서 시험브레이커의 기술적인 사양의 여러 조건을 충족시킬 수 있어야 한다. 또한 시험브레이커에 사용되는 치질의 끝은 평평해야 한다. 그리고 브레이커가 타격하게 되는 시험 시편은 Fig. 1과 같이 유럽의 Directive 2000/14/EC⁽³⁾에서 규정하고 있는 규격을 충족시키도록 하여야 한다. Fig. 1에서는 주요 기호의 정의만을 나타내

† 국립환경과학원 교통환경연구소
E-mail : jlee@me.go.kr
Tel : (032) 560-7673, Fax : (032) 560-7678

* 국립환경과학원 교통환경연구소

고 있다.



- d1 : 모루 직경, 1,200 ± 100 mm
- d2 : 모루지지구조물의 내경, ≤ 1,800 mm
- d3 : 시험 블럭 바닥면의 직경, ≤ 2,200 mm
- h5 : 모루 두께, 350 ± 50 mm

Fig. 1. Diagram of the anvil⁽³⁾

Fig. 1에서처럼 시험브레이커를 시편 위에 고정시킨 후 가동조건을 맞추어 가동시의 소음을 측정한다. 소음의 측정은 Fig. 2와 같이 타격 지점을 중심으로 가상반구 면의 6개 지점의 음압레벨을 측정하고 그에 따른 음향파워레벨을 산출하여 평가하게 된다.

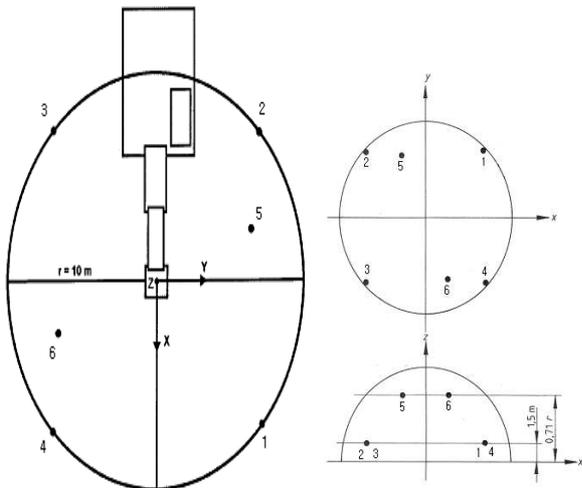


Fig. 2. Schematic diagram of break noise test⁽³⁾

음향파워레벨은 다음 식에 의하여 구한다.

$$L_w = \overline{L}_{eq} - K_1 - K_2 + 10 \log(S/S_0) \text{ dBA}^{(4)}$$

여기서, \overline{L}_{eq} : 6지점의 평균등가소음도 (dBA)

K_1 : 배경소음 보정치

K_2 : 환경 보정치

S : 측정면의 면적 (m^2), $2\pi r^2$

S_0 : 기준면적, $1 m^2$

시험브레이커는 최대 유압입력파워와 최대 오일유량의 90% 이상의 가동조건으로 가동되어야 한다. 일반적으로 최대 유압입력파워와 음향파워의 관계는 선형적인 상관관계를 가지는 것으로 가정한다. 따라서 최대 유압입력파워를 결정하는 주요 인자인 유압공급 정밀압력의 값과 유입 오일 유량의 값을 정확하게 측정하고 유지하는 것이 브레이커의 음향파워를 결정하는데 가장 중요한 인자라고 생각할 수 있다. 그 외에도 오일온도, 브레이커 축압기내 기체압력 등이 함께 측정되고 평가서에 표기되어야 한다.

2.2 브레이커 소음측정시스템

브레이커 소음측정시스템은 브레이커를 시험시편에 적정하게 고정시키고, 유압 및 동력을 제공하여 브레이커가 다양한 시험조건으로 운전될 수 있도록 고안된 시스템⁽⁵⁾이다. 브레이커 소음측정시스템을 Fig. 3에 나타내고 있다.

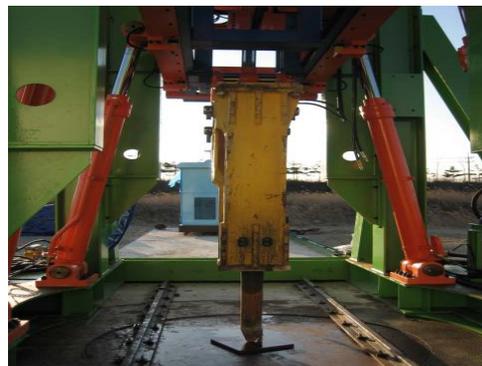


Fig. 3 Break noise measurement system

브레이커를 굴착기에 부착하여 소음을 측정하게 되면 굴착기의 용량, 즉 엔진의 동력을 크게하거나 작게하여 브레이커의 부하를 조절하게 된다. 이렇게 되면 앞에서 언급한 유압압력과 파워 등의 인자를 시험 중 또는 시험 후에 측정하여 브레이커의 가동조건이 적정했는지를 알 수 있고 이에 따라 소음측정결과의 적정성 여부를 판단할 수 있다. 그러나 브레이커 소음측정시스템을 사용할 경우 Fig. 4에서와 같이 위의 인자들을 조절하거나 고정하는 것이 가능하여 이러한 인자들의 변화에 따른 소음 변화 양상이나 여러번 측정시에도 매우 정확도가 높은 측정결과를 얻을 수 있다.



Fig. 4. Control of operation elements of breaker⁵⁾

또한 굴착기를 사용하면 브레이커의 용량 및 크기에 따라 알맞은 용량의 굴착기가 필요하고, 굴착기의 성능에 따라 소음도에 영향을 미칠 수도 있다. 그러나, 위의 시스템은 브레이커의 크기에 맞는 장착 클램프(clamp)를 조절하는 것이 가능하고 각 브레이커에 적정한 운전조건으로 운전할 수 있다.

3. 연구결과 및 고찰

3.1 브레이커 음향파워레벨 비교

시험 브레이커의 사양은 Table 1과 같다.

Table 1. Specification of the test breaker

Model	Weight (kg)	Required oil flow (lpm)	Operation pressure (bar)	Blow frequency (bpm)	Impact energy (joule)
A	1,500	100~150	160~180	350~650	4,745

먼저 시험브레이커를 굴착기에 장착한 후 굴착기 엔진을 1,600 rpm, 1,800 rpm으로 변화시켜서 브레이커의 음향파워레벨을 측정하고, 다음으로 브레이커를 브레이커 소음측정시스템에 고정시킨 후 Table 1의 사양의 90% 수준으로 시험조건을 설정하여 측정한다. 측정 결과는 Fig. 5와 Table 2에 나타내고 있다.

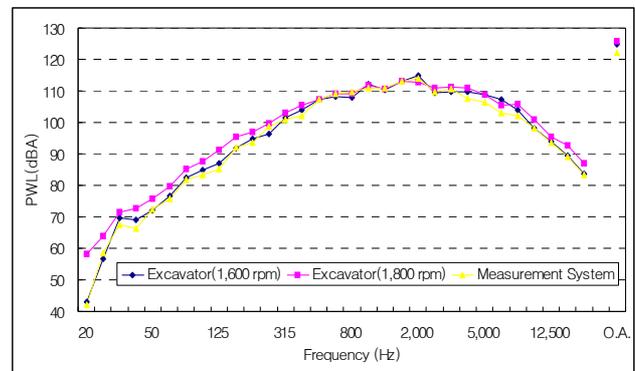


Fig. 5. Comparison of the breaker noise with different test conditions

Table 2. Result of the noise level of breaker

Classification	Noise level(dBA)		
	Excavator engine 1600 rpm	Excavator engine 1800 rpm	Noise measurement system
Mic. 1	97.7	99.2	93.5
Mic. 2	97.2	98.5	93.8
Mic. 3	96.7	96.8	92.9
Mic. 4	94.2	95.2	93.1
Mic. 5	99.4	100.3	97.4
Mic. 6	98.3	98.2	95.9
PWL	124.8	125.8	122.2

Fig. 5를 살펴보면 굴착기에 브레이커를 장착하여 시험할 때 굴착기의 엔진 회전수를 크게 한 경우 브레이커의 음향파워레벨이 1.0 dB 증가하고, 브레이커 소음측정시스템에 고정시켜 측정할 때와 비교하면 2.6~3.6 dB의 차이를 보이고 있다. 즉, 굴착기의 엔진 동력을 크게 함에 따라 브레이커에 가해지는 부하가 커져 소음이 증가하는 것을 알 수 있으며 브레이커 소음측정시스템에서 사양서에 상응하는 조건으로 조정하여 측정할 결과와는 차이가 날 수도 있음을 보이고 있다. 다음으로 크기와 용량이 다른 두 가지 브레이커 모델을 브레이커 소음측정시스템에 장착하여 음향파워레벨을 측정한다. 두가지 모델의 사양 및 측정결과를 Table 3과 Fig. 6에 보이고 있다.

Table 3. Specification of other breakers

Model	Weight (kg)	Required oil flow (lpm)	Operation pressure (bar)	Blow frequency (bpm)	Impact energy (joule)
B	2,632	180~240	160~180	300~450	10,845
C	2,492	170~240	165~185	400~680	6,100

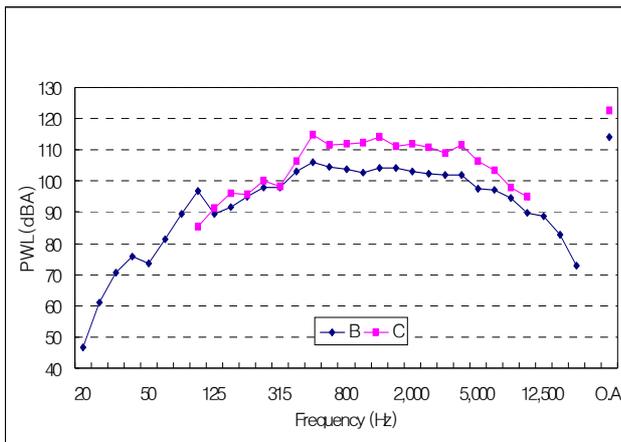


Fig. 6. PWL of breakers with breaker noise measurement system

Fig. 6의 결과를 살펴보면 브레이커 B의 음향파워레벨은 114.2 dBA, 브레이커 C는 122.6 dBA이다. B와 C의 경우 사양은 비슷하지만 타격수와 충격력에 차이가 있다. 또한 B는 저소음제품으로 생산되어 음향파워레벨이 다른 시험 브레이커에 비하여 낮다. Table 1의 브레이커 A의 경우 다른 시험브레이커와 비교하여 중량도 작고 타격력도 제일 작지만 시험용으로 제작되어 브레이커 C와 유사한 정도의 큰 소음을 발생시키는 것으로 나타나고 있다.

4. 결론

2008년 1월부터 새로 시행될 예정인 소음표시제에 대비하여 건설기계류 중 브레이커의 음향파워레벨을 측정하기 위해 고안된 브레이커 소음측정시스템을 이용하여 브레이커의 소음을 평가하고 굴착기에 장착하여 실험한 결과와 비교해 보았다. 브레이커 소음측정시스템을 이용하면 브레이커의 적절한 작동조건 및 영향인자들을 조정하고 고정시키는 것이 가능하여 다양한 사양을 가진 브레이커들의 규격화된 측정이 가능하고 측정오차를 줄일 수 있는 것으로 나타났다. 또한 브레이커 타격에 영향을 주는 인자들을 변화시키면서 측정이 가능하여 저소음 브레이커의 개발 및 평가시 좀 더 정확한 측정결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다. 마지막으로 다양한 크기의 브레이커를 연결 클램프(clamp)만 바꾸어 장착 할 수 있어 다양한 용량의 굴착기를 준비해야하는 문제도 해결 할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- (1) 환경부, (2007), 2006년 소음·진동관리시책 시도별 추진실적 평가
- (2) 환경부, (2006), 소음진동규제법
- (3) Directive 2000/14/EC, (2000), Mobile construction equipment legislation guide.
- (4) 환경부, (2007), 소음발생건설기계 소음도검사방법(환경부 고시 제2007-113호)
- (5) 한국기계연구원, (2006), 브레이커 소음측정시스템 구축 최종보고서