

고소음 건설기계 굴삭기의 소음도 현황 분석

박형규^{1*}, 정준식²

¹국립환경과학원 생활환경연구과, ²낙동강유역환경청 측정분석과

Analysis of sound power level of high-noise construction machinery excavator

Hyung-Kyu Park^{1*}, Joon Sig Jung²

¹Indoor Environment & Noise Research Division, National Institute of Environmental Research

²Nakdong River Basin Environmental Office

요약 공사장에서 운용하는 건설기계에서 발생하는 소음은 인근 주민들과 환경 분쟁의 주요 원인이 된다. 공사장 소음 저감을 위해 저소음 건설기계의 사용과 저소음 공법을 우선적으로 사용하도록 하고 있다. 아울러 발생 가능한 소음을 예측하고 소음원에 맞는 예방책을 세우도록 하고 있다. 공사 전 과정에서 다양하게 사용되는 건설기계의 소음도 수준을 정확하게 파악하는 것은 소음 예측 및 저감 대책을 세우는데 가장 먼저 선행되어야 할 과제이다. 이에 본 연구에서는 공사장에서 사용빈도가 가장 높은 굴삭기 소음도 현황을 분석하였다. 그 방법으로 2008년 이후 국내 판매되는 굴삭기 297기의 소음도 현황 분석하였고, 측정 자료를 기초로 굴삭기 엔진의 형식과 출력(kW) 그리고 생산지에 따라 소음도 수준을 구분해 보았다. 그 결과 엔진의 형식 변화에 따라 소음도는 1 dB(A) 씩 감소하였고, 엔진의 출력이 2배 증가하면 소음도는 약 3 dB(A) 정도 증가하는 것을 확인하였다. 또한 엔진 출력에 따라 국외 제품은 55 kW 미만의 소형급, 국내 제품은 55 이상 ~ 104 미만 kW 중 · 소형급 제품에서 소음도 수준이 낮은 것으로 나타났다.

Abstract The noise generated by construction machinery operating at construction sites is a major cause of environmental disputes with nearby residents. To reduce construction site noise, low noise construction machinery and low noise methods are recommended to be used first. In addition, the possible noise should be predicted and preventive measures suitable for the noise source should be taken. This study analyzed the sound power level of an excavator, which is used most frequently at construction sites. The sound power level of 297 excavators sold in Korea after 2008 were analyzed and the sound power level was classified according to the type, output (kW), and production site of the excavator engine based on the measured data. As a result, the sound power level decreased by 1 dBA depending on the change in engine type and the sound power level increased by approximately 3 dB (A) when the engine output was doubled. In addition, the sound power level was low in small-sized products of less than 55 kW for overseas products and medium and small-sized products of 55 to 104 kW for domestic products.

Keywords : Excavator, Construction Machine, Sound Power Level, Noise, ANOVA.

*Corresponding Author : Hyung-Kyu Park(National Institute of Environmental Research)
email: mossad61@korea.kr

Received June 21, 2019

Accepted September 6, 2019

Revised August 23, 2019

Published September 30, 2019

1. 서론

공사현장에서 건설기계의 운용으로 발생하는 소음은 인근 주변의 주민들과 환경 분쟁을 일으키는 대표적인 요인이다. 건설기계의 소음 관리를 위해 환경부는 2008년부터 "소음발생건설기계 소음도검사"를 통해 굴삭기, 로더, 다짐기계, 발전기, 브레이커, 공기압축기, 콘크리트 절단기, 천공기, 향타 및 항발기등 9종류의 건설기계에 대한 소음도 검사를 하고 그 측정값을 제품 겉면에 표시하도록 하고 있으며, 이중 굴삭기, 다짐기계, 로더, 공기압축기에 대해서는 2014년부터 관리기준 값을 초과하는 제품은 판매를 금지시키고 있다. 공사장 소음 저감을 위해 서울시의 경우는 '공사장 및 사업장 소음저감 대책'(2011)을 조례안으로 제정하고 저소음 공사 기법 사용과 저소음 건설기계 의무 사용으로 정하고 있다. 공사현장 전반에 걸쳐 사용되는 건설기계의 특성상 각 기기가 방출하는 소음도 수준의 현황을 파악하는 것은 공사현장의 소음도 예측 및 저감 대책의 수립을 위한 중요한 기초자료라고 할 수 있다. 현재 공사장 소음 예측에 인용되는 건설기계의 소음도 값은 2003년 국립환경과학원에서 발간한 '건설기계 소음 특성'보고서에 수록된 소음 값을 기초 자료로 예측하고 있다. 그러나 현재 공사현장에서 사용되는 건설기계와는 엔진의 형식 및 저감 기술의 발전 등에 따른 소음도 차이가 예상되며, 또한 공사 현장에서 음압레벨(Sound pressure level)을 측정할 소음 값은 기기 고유의 소음도 값으로 사용하기에는 미흡한 부분이 있다. 이에 본 연구에서는 건설기계중 사용빈도가 높고 공사 과정 전반에 걸쳐 사용되는 굴삭기 297기의 음향파워레벨을 측정하였다. 그 결과 값을 배기가스 규제 강화(Tier2, Tier 3, Tier 4f)로 인해 변경된 엔진 형식에 따른 소음도 현황, 엔진 출력(kW)과 소음도의 관계, 국내·외 생산 제품에 따른 소음도 비교, 기존에 사용 중인 소음도 현황과 비교를 통해 2008년 이후 국내에 판매되고 있는 굴삭기 소음도의 수준을 파악해보았다. 또한 본 연구에서 얻어지는 굴삭기 음향파워레벨은 건설기계에서 발생하는 소음 예측을 위해 활용하고 있는 음압레벨 값보다 기기에서 방출하는 고유의 소음도 값으로 굴삭기 운용으로 인해 발생하는 소음 예측시 활용을 한다면 예측 값의 정확성이 높아 질것으로 기대한다.

2. 연구방법

2.1 굴삭기 소음 측정 현황

건설기계 굴삭기의 소음도 측정은 2008년 이후 현재 까지 국내에 제작·수입되어 판매되는 굴삭기(297기) 전량에 대한 음향파워레벨(PWL)을 측정하였다. 제작 시기 별 엔진형식 및 엔진 출력(kW)의 소음도 측정 대수는 아래 Table 1.에 나타내었다.

Table 1. Number of measurements (Excavator Number).

Model year	Engine Grade	Excavator (P = Engine Power (kW))		N (ea)
		19≤P≤225	225< P<500	
2008	Tier 2	84	20	104
2009	Tier 2	24	3	27
2010	Tier 3	25	3	28
2011	Tier 3	20	4	24
2012	Tier 3	12	1	13
2013	Tier 3	13	0	13
2014	Tier 3	16	2	18
2015	Tier 3	11	0	11
	Tier 4f	31	8	39
2016~	Tier 4f	16	4	20
ALL				297

2.2 음향파워레벨 측정방법

2.2.1 소음측정을 위한 굴삭기 가동조건

건설기계 음향파워레벨 측정은 '소음발생 건설기계 소음도 검사 방법'(환경부고시 제2016-219호)에 명시된 기계가동의 조건에 따라 기기의 가동을 한다. 굴삭기는 기기 작업동작의 특성을 나타내는 굴삭작업과 선체 선회, 가상의 상·하차 작업을 반복적으로 수행하며 엔진 및 유압계통에서 발생하는 소음을 측정한다. 측정 당시 엔진 출력은 엔진 팬(Fan)의 형식에 따라 최고 출력 70% 이상의 가동조건에서 소음을 측정한다.

2.2.2 건설기계 음향파워레벨 측정

굴삭기의 음향파워레벨 측정은 '소음 발생 건설기계 소음도 검사 방법(환경부 고시2016-219호)과 '음향-음압법에 의한 소음원의 음향파워레벨 측정 방법-반사면상 준자유음장에서의 실용측정방법(KS I ISO3744:2002)에 따라 측정을 실시하였다. 측정장소는 국립환경과학원 건설기계 소음도 검사장에서 측정을 하였으며, 분석기기는 B&K社의 PULSE Program을 이용하여 측정하였다. 소음도 검사장은 측정 소음도 값에 영향을 미칠 수 있는

배경소음(Background noise)이 낮으며, 주변 50m 이내에 반사물이 존재하지 않는 장소이다. Fig 2.는 굴삭기 소음도 측정 사진이다.



Fig 2. Measurement of the sound power level (Excavator).

측정된 음압레벨은 다음 식 (1)을 이용하여 대상기기의 평균음압레벨로 산정하게 된다.

$$\bar{L}_{eq} = 10 \cdot \log\left(\frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 10^{0.1L_{eqi}}\right) dB \quad (1)$$

산정된 기기의 평균음압레벨을 배경소음 보정(K₁)과 측정환경 보정(K₂)하여 식(2)와 같이 굴삭기의 음향파위레벨을 산출한다.

$$L_w = L_{eq} - K_1 - K_2 + 10 \log\left(\frac{S}{S_0}\right) dBA \quad (2)$$

- 여기서, \bar{L}_{eq} : 평균음압레벨 (dB(A))
- L_{eqi} : i 번째 마이크로폰 등가소음도(dB(A))
- L_w : 음향파위레벨 (dB(A))
- K_1 : 배경소음 보정값
- K_2 : 환경보정값
- S : 측정면의 면적(m²) , $2\pi r^2$
- S_0 : 기준 면적 (1m²)

여기에서 반구면 r (m)은 일반적으로 대상 기기의 길이(L)를 기준으로 결정되며 다음과 같다.

- 반구면 r은 L < 1.5 m r= 4 m
- 1.5 m ≤ L < 4m r= 10 m
- 4 m ≤ L r= 16 m

3. 결론

3.1 굴삭기 소음도 비교

2003년 엔진 출력(kW)별로 4개 그룹으로 나누어 조사된 굴삭기 소음도와 비교를 위해 2008년 이후 생산되는 굴삭기 297기를 같은 출력구간으로 나누어 비교해 보았다. 2003년에 조사된 굴삭기 소음도 현재까지 환경영향평가 및 공사장 소음예측에 사용되는 기초 자료로 활용을 하고 있다. 조사 후 현재까지 건설기계의 배기가스 규제를 위해 엔진 형식(Tier 4f) 변화와 저소음 기술의 발전등 변화에 따른 굴삭기 소음도 변화를 살펴보았다. 그 결과는 Table 2 에 나타내었다.

Table 2. Comparison of sound pressure level (2003 vs 2008~)

Engine Power (P=kW)	year	Sound Pressure Level (dB(A))			
		7.5 m		15 m	
		¹ Range	² L.M.	¹ Range	² L.M.
P< 55	~ 03	69.5/76.8	74.5		
	08~18	58.7/75.0	69.2 (-5.3)	-	-
55 ≤ P<104	~ 03	68.5/81.9	76.3		
	08~18	63.0/85.1	73.7 (-2.6)	-	-
104 ≤ P< 208	~ 03	71.1/82.5	78.2	65.8/77.4	73.4
	08~18	66.9/73.8	71.6 (-6.6)	64.6/76.0	71.4 (-2.0)
208 ≤ P	~ 03	-	-	82.9/84.4	76.5
	08~18	-	-	64.9/82.0	74.4 (-2.1)

¹Range: minimum and maximum, ²L.M.: Logarithmic Mean

2008년 이후 생산되는 굴삭기를 기준으로 2003년 이전 조사된 굴삭기의 소음도(Sound pressure Level)를 비교해보면 출력 55 kW미만의 그룹의 소음도 수준은 5.3 dB(A), 55~104 kW 그룹은 2.6 dB(A), 104~208 kW 그룹에서 선회체 4 m 미만의 굴삭기는 6.6 dB(A), 선회체 4 m 이상의 굴삭기는 2 dB(A) 낮아진 것으로 나타났으며, 굴삭기의 소음도 수준이 2~6.6 dB(A) 저감된 것으로 나타났다. 특히 크기가 작아서 시내 도심지, 골목 등 주거지 지역과 인접한 현장에서 많이 사용하는 소형 굴삭기(208 kW 이하)의 그룹에서의 소음 저감량이 많은 것으로 나타났다.

3.2 굴삭기 소음도 현황

굴삭기에서 발생하는 주요 소음원은 엔진 자체의 소음과 냉각팬(Fan) 소음, 유압계통(Hydraulics)의 소음으로 나눌 수 있다. 굴삭기 소음수준과 부품의 기여도는 선행된 연구^[3]를 통해 알 수 있었으며, 본 연구에서는 소음도

기여도가 부품들과 굴삭기 소음 수준의 변화를 알아보았다.

Table 3.는 2008년 이후 판매되는 굴삭기의 소음도 연도별 음향파워레벨값을 정리한 것이다.

Table 3. Status of sound power level by production year.

Year(N)	Excavator Sound power Level (dB(A))			
	¹ Range	Mean± ² SD	³ GM	50th
2008(104)	92.0-114.0	101.42±4.80	101.30	101.5
2009(27)	87.0-106.0	100.03±4.16	99.95	100.0
2010(28)	93.0-106.0	100.14±4.05	100.06	100.5
2011(24)	92.0-109.0	99.67±4.90	99.55	100.0
2012(13)	92.0-113.0	100.92±5.96	100.76	101.0
2013(13)	94.0-105.0	99.30±3.68	99.24	100.0
2014(18)	90.0-105.0	98.22±4.81	98.11	98.5
2015(50)	91.0-109.0	99.4±3.78	99.33	98.0
2016~(20)	95.0-107.0	99.25±3.71	99.18	99.0

¹Range: minimum and maximum, ²SD: standard deviation, ³GM: Geometric mean.

연도별 제작된 굴삭기의 소음도 평균을 살펴본 결과, 2008년 제작된 굴삭기는 101.3 dB(A)가 가장 높았으며, 2014년 제작된 굴삭기는 98.2 dB(A)로 가장 낮은 소음도를 나타냈다.

2008년 이후 판매되는 굴삭기 소음도 수준은 음향파워레벨 100±1 dB(A) 정도로 나타났다. 소음도 수준의 변화는 2014년 건설기계 배기가스 규제기준이 Tier 3 → Tier 4f 단계 강화되면서 엔진 배기 계열에 후처리 장치(DPF)의 설치가 되는 엔진을 사용하는 굴삭기가 생산되는 시점과 맞물려 소음도가 전반적으로 낮아지는 경향으로 나타났다.

3.2.1 엔진형식에 따른 소음도 현황

건설기계 엔진의 형식은 배출가스 기준에 맞춰 Tier 2(2008)와 Tier 3(2010)를 거쳐 Tier 4f(2014)로 시행하고 있다. 배기가스 규제를 위해 엔진의 구동 방식 변화

가 굴삭기 소음도 수준에 미친 영향을 살펴보았다. 세 그룹 소음도 평균값을 분산분석(ANOVA)을 통해 엔진의 형식과 소음도간의 차이를 확인하고, 추가적으로 각 개체간 사후 분석(post. hoc)을 실시하였다. 그 결과는 Table 4.에 나타내었다.

세 그룹간 ANOVA 분석결과 p값은 0.01 이하에서 유의성을 갖게 분석되었으며, 엔진의 형식에 따라 소음도 값이 유의하게 변화했다는 것을 확인하였다. Tier 2 엔진을 사용하는 굴삭기(131기) 그룹의 소음도 평균은 101 dB(A)로 나타났으며, 가장 높은 소음도 값을 나타냈다. 2010년 이후 Tier3 계열의 엔진을 사용하는 굴삭기(107기) 그룹의 경우 사용하는 평균 소음도는 99.3 dB(A)의 소음도이며, Tier 2 계열의 엔진을 사용하는 굴삭기보다 약 2 dB(A) 정도 소음도 수준이 낮아진 것으로 조사되었다.

2014년 이후 Tier 4f 엔진을 사용하는 굴삭기(59기)의 소음도 평균 소음도는 99.6 dB(A)로 나타났으며, 세 그룹 상위 50 %의 소음도 값을 보면 Tier 2에서 Tier 4f 단계로 변화면 소음도는 1 dB(A) 낮아진 것을 확인하였다. 엔진의 형식에 따라 소음도가 저감 되는 원인을 명확하게 판단하기 위해서는 추가적인 연구가 필요 할 것이다. [3]

3.2.2 출력에 따른 소음도 현황

기기가 작동하면서 엔진 계열에서 발생하는 소음은 건설기계 소음의 주요 원인이다. 굴삭기의 경우 공사 전 과정 걸쳐 사용 빈도가 가장 높은 제품이며, 다양한 수요에 맞게 굴삭기의 엔진 출력이 15~ 412 kW의 다양한 출력을 가지는 제품들이 생산되고 있다. 엔진의 출력에 따른 굴삭기의 소음도 수준을 관계를 알기 위해 엔진의 출력을 2003년 조사 때와 같이 굴삭기의 작업능력이 비슷한 4개 그룹으로 나누어 분석을 해보았다. Table 5는 출력에 따른 소음도 비교 결과이다.

Table 4. Status of excavator sound power level depending on engine type.

Engine Grade(N)	Excavator Sound power Level (dB(A))									
	¹ Range	Mean± ² SD	³ GM	p-value	post-hoc	5th	25th	50th	75th	95th
Tier2 (131)	87.0-114.0	101.14±4.69	101.01	p<0.01 (F=4.735, P=0.009)	T3	92.6	98.0	101.0	105.0	108.0
Tier3 (107)	90.0-113.0	99.42±4.58	99.31		T2	92.4	95.0	100.0	103.0	106.0
Tier4f (59)	94.0-109.0	99.73±3.69	99.66		-	95.0	97.0	99.0	103.0	106.0

¹Range: minimum and maximum, ²SD: standard deviation, ³GM: Geometric mean,

Table 5. Status of excavator sound power level depending on engine output.

Engine Power (kW)	Excavator Sound power Level (dB(A))			
	¹ Range	² GM	p-value	post-hoc
P< 55	87.0-101.0	96.28		2,3,4
55 ≤ P<104	91.0-113.0	99.23	p<0.01 (F=179.219, p=0.000)	1,3,4
104 ≤ P< 208	95.0-108.0	102.13		1,2,4
208 ≤ P	97.0-114.0	105.77		1,2,3

¹Range: minimum and maximum, ²GM: Geometric mean,

굴삭기를 엔진 출력에 따라 나눈 소음도 값을 살펴보면 엔진 출력과 소음도의 관계는 p값 0.01이하에서 유의성을 나타냈으며, 소음도 값은 55 kW 미만의 소형 굴삭기의 경우 평균 96.3 dB(A), 55~104미만 kW 굴삭기는 평균 99.2 dB(A), 104~208 kW와 208 kW 이상 두 그룹의 평균 소음도는 각 102.1 dB(A)와 105.8로 나타났다. 각 굴삭기의 엔진 출력이 약 2배 정도 증가하면, 그룹간 소음도 평균이 약 3 dB(A) 이상 증가한 것으로 분석되었다.

3.2.4 생산지에 따른 소음도 현황

2008년 이후 국내에 판매되는 굴삭기 297기의 생산지별 구분을 해보면 국내생산 190기, 국외수입 107기이며, 이 중 약 66 %정도가 국내에 생산시설을 기반으로 두고 생산되는 제품이다. 생산지별 소음도 현황 비교를 통해 국내 생산 제품의 소음도 수준을 평가해보았다. Fig 2. 각 생산지별 소음도 현황이다.

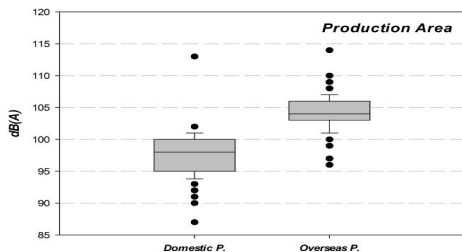


Fig. 2. Status of sound power level depending on the area of production (domestic · overseas)

전체 조사된 굴삭기를 생산지 구별로 두 그룹으로 나누어 소음도를 비교한 결과 국내 생산제품의 평균 소음도는 101.1 dB(A)로 나타났으며, 국외 생산제품은 98.4

dB(A)로 나타났다. 국내 생산품이 국외 생산제품보다 평균 약 3 dB(A) 이상 높게 나타났다. 상위 5%의 소음도 수준은 국외 생산 제품이 소음도가 높게 나타났지만, 상위 50%의 소음도 국산제품의 소음도가 4 dB(A) 이상 높게 분석되었다. 소음도 차이가 발생하는 원인을 살펴보고자 생산지에 따른 국내 · 외 판매 제품의 출력별 판매 비율과 소음도 수준을 분석하였으며, 그 결과는 Table 6. 에 나타내었다.

Table 6. Sales ratio and sound power level by output depending on the area of production
unit: dB(A)

Engine Power (kW)	Origin			
	Domestic		oversea	
	¹ L.M. dB(A)	Ratio (%)	¹ L.M. dB(A)	Ratio (%)
<55	98.2	29.5	95.9	56.1
55 ≤ P < 104	99.6	14.2	104.5	8.4
104 ≤ P < 208	102.9	36.3	102.6	16.8
208 ≤ P	106.3	20.0	106.8	18.7

¹L.M.: Logarithmic Mean

국의 제품의 경우 소음도가 비교적 낮은 출력 55 kW 이하의 굴삭기 판매 비율이 56.1 % 으로 조사 되었다. 국내 제품은 소음도가 높게 나타나는 104 kW 이상의 출력을 사용하는 굴삭기의 생산 비율 56.3 %로 조사되었다. 국내 · 외 제품 모두 엔진 출력 104 kW 이상의 구간에서는 평균 소음도 수준 차이가 1 dB(A)이내로 비슷하지만, 국내에서 생산되는 55 kW ~ 104 kW 구간의 제품은 국외 제품보다 평균 소음도가 약 6 dB(A) 낮은 수준이고, 55 kW 미만의 굴삭기는 국외에서 수입되는 제품의 평균 소음도가 약 2.3 dB(A) 정도 소음도 수준이 낮은 것으로 분석되었다.

굴삭기의 엔진 출력차이는 결국 굴삭기의 작업 능력을 결정하는 것으로 공사장에서 굴삭기 선택 시 사용 목적 및 용도에 맞게 구간별 소음도가 작은 제품을 선택하면 공사장 현장에서 소음을 줄이는데 도움이 될 것으로 생각된다.

3. 결론

2008년 이후 국내에 판매되는 굴삭기 297기의 소음

도 측정 자료로 국내 공사 현장에서 운용중인 굴삭기 소음도 수준을 파악해보았다. 분석을 통해 얻어진 결론은 굴삭기 소음의 수준을 평가하는 기초자료로 활용이 기대하고 또한 환경영향 평가에 사용하는 굴삭기 소음도의 기초자료로 활용을 기대한다. 굴삭기 소음에 현황은 엔진 형식의 변화에 따른 소음도, 엔진 출력 · 생산지(국내 · 외)에 따른 소음도 수준을 분석해보았다.

1) 2008년 이후 국내 판매되는 굴삭기 297종의 소음도 수준은 2003년 조사된 소음도 값과 비교시 굴삭기 엔진출력 기준 55 kW 미만 그룹은 5.3 dB(A), 55~104 kW 그룹 2.6 dB(A), 104 ~ 208 kW 그룹에서는 선회체 길이 4 m 미만 굴삭기는 6.6 dB(A), 선회체 4m 이상 굴삭기는 2.0 dB(A) 굴삭기 소음 수준이 낮아 졌다. 전체적으로 2003년 이전 생산된 굴삭기와 소음도 수준을 비교시 2.0 ~ 6.6 dB(A) 낮아진 것을 확인할 수 있었다. 이는 굴삭기에서 발생하는 소음도가 전체적으로 낮아지는 경향을 나타낸다는 것을 객관적인 수치로 나타낸 것으로 공사현장에서 소음을 줄이는 방법으로 같은 작업능력을 가진 기계라면 2008년 이후 제작된 제품을 선택하는데 기초자료로 활용을 기대한다.

2) 굴삭기 엔진은 배기가스 규제 단계에 맞게 조사기간 동안 3단계에 거쳐 변경되었으며 엔진 형식에 따른 소음도는 Tier 2 엔진 그룹은 101 dB(A), Tier 3 엔진 그룹은 100 dB(A), Tier 4f 그룹은 99 dB(A) 로 약 1 dB(A) 씩 감소하는 것으로 나타났다. 배기가스 규제로 인해 엔진에 설치되는 DPF의 설치소음 저감이라는 부수적인 효과를 가지고 온다는 것을 확인하였다.

3) 굴삭기 소음과 엔진 출력에 따른 소음도 관계 분석 결과 엔진의 출력에 따라 55 kW 미만, 55 ~ 104 kW 미만, 104 ~ 208 kW 미만, 208 kW 이상 4그룹으로 구분하여 각 그룹간 소음도 수준을 비교하였다. 그 결과 엔진 출력이 2배 정도 증가하면, 그룹간 소음도 차이는 약 3 dB(A)씩 증가하는 것으로 분석되었다. 굴삭기의 선택은 공사현장에서 요구되는 작업능력에 따라 결정된다. 그룹간 능력의 차이가 크지 않다면 출력이 낮은 굴삭기의 선택은 공사 현장에서 발생하는 소음을 저감하는 방법으로 사용가능한 것을 소음도 현황 분석을 통해 보여 주었다.

4) 생산지별 소음도 비교 결과 국내 · 외 제품 출력 104 kW 이상 제품군에서는 소음도 수준 102 dB(A) 정

도로 비슷하였다. 그러나 55 kW 미만 굴삭기의 소음도는 국내 제품은 98.2 dB(A) 국외 수입 제품은 95.9 dB(A)로 평균 소음도가 2.3 dB(A), 55 kW 이상 ~ 104 kW 미만 제품의 구간에서는 국내 생산은 99.6 dB(A) 국외 생산 제품은 104.5 dB(A)로 소음도 차이가 6.0 dB(A) 나는 것으로 나타났다. 즉, 골목길 및 작은 공간에서 사용하는 소형 굴삭기의 경우 국외 생산제품들의 소음도가 낮고, 도로공사 및 건설현장에서 사용하는 중형 굴삭기의 경우 국내 생산 제품의 소음도 수준이 낮은 것으로 나타났다. 국내 제품의 경우 전반적으로 수입제품보다는 소음도가 낮은 것으로 분석되었지만, 초소형 제품의 경우 수입제품보다 전반적인 소음도가 높게 나타났으며, 소음저감 기술의 개발이 필요한 것으로 판단된다.

References

- [1] D. J. Kang, W. S. Lee, J. W. Lee, S. J. Lee, S. K. Jang, J. K. Hong, B. H. Lee, "Characteristics of Construction Machinery Noise", *National Institute of Environmental Research*, KOREA, 2003
- [2] Lee, Dong-Wook M. "Noise Fighting in Construction Equipments", *Korean Society for Noise and Vibration Engineering(KSNVE)*, p.109-112, 2005.05
DOI: <https://dx.doi.org/10.5050/KSNVN/N.2005.15.6.645>
- [3] Seunghwan Choi, Namyong Kim, Hyuk Jung, Jungki Lee, Haebooung Kwon, Yongsung Park, "A Study on the Validity of using DPF for Construction Machine", *The Korean Society of Automotive engines*, p341-346, 2012.05.
- [4] J. Kang, H. Lee and W. Yook, "Development of a low noise hydraulic excavator", p. 1916~1923, Jeju, Korea, *Inter-noise* 2003
DOI: <https://dx.doi.org/10.5050/KSNVN/N.2006.16.12.1185>
- [5] KS I ISO 3744:2015 "acoustics-Determination of sound power levels and sound energy levels of noise source using sound pressure-Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane"
- [6] Sangil Kwon, "The Domestic Regulations on Construction Equipment Noise Standards", *National Institute of Environmental Research, Auto Journal* 2018,12

박 형 규(Hyung-Kyu Park)

[정회원]



- 2004년 2월 : 대전대학교 (환경공학 학사)
- 2007년 8월 : 한양대학교 공학대학원 (환경공학 석사)
- 2004년 1월 ~ 현재 : 국립환경과학원

〈관심분야〉

소음진동, 빛 공해, 건설기계

정 준 식(Joon-Sig Jung)

[정회원]



- 2014년 2월 : 한양대학교 일반대학원 보건학과 (보건학박사)
- 2014년 3월 ~ 2017년 3월 : 국립환경과학원 생활환경연구과 Post. Doc Researcher
- 2017년 8월 ~ 2019년 2월 : 국립환경과학원 생활환경연구과 연구사
- 2019년 2월 ~ 현재 : 낙동강유역환경청 측정분석과 환경연구사

〈관심분야〉

환경 보건학, 산업 보건학, 인체노출평가