

해양레저용 발전기 방음케이싱 개발을 위한 소음 진동 측정 분석 Noise and Vibration Measurements for Development Leisure Generator Soundproof

김용휘[‡] · 이종명* · 하정민* · 장용호* · 최병근[†]

Yong-Hwe Kim, Yong-Myeong Lee, Joung-Min Ha, Yong-Ho Jang, Byeong-Keun Choi

Key Words : Noise(소음), vibration(진동), Diesel Engine(디젤엔진)

ABSTRACT

Recently, all the generators needed of the boats are being imported, so our objective is to make a national production of soundproof generators. We have already built a marine soundproof generator and it has also been through an endurance test for its commercialization. This paper has the noise vibration measurements needed for maintaining its durability and performance. We concluded that the difference of the noise values with and without the case was of 11.4dB.

1. 서 론

현재 국내소득이 2만 달러를 넘어서면서 해양레저 산업이 급속도로 성장하고 있다. 그러나 보트나 요트의 수요가 늘어나고 있지만 이러한 성장에도 불구하고 해양레저용 발전기는 전량 수입하고 있는 실정이다. 이에 해양레저용 방음형 발전기를 국산화를 위해서 제작을 완성하였고 내구성시험을 완료하였다. 본 논문에서는 상용화를 목표로 저소음과 방음으로 인한 환경조건상에서도 20kW 성능 및 내구성을 유지 할 수 있는지 소음진동 측정을 하였다. 이러한 측정결과를 가지고 좀 더 나은 최적의 방음형 발전기를 개발하는 것을 목표로 한다.

2. 방음케이싱 미설치 시 소음진동 측정

2.1 소음측정 방법

소음측정은 Pulse 3560c를 사용하였고 16~20kHz 범위로 60초 동안 저장하였다. Fig.2.1과 같이 무부하상태와 부하상태(25%, 50%, 75%, 100%)에서 마이크로폰은 발전기와 이격거리 1m로 잡았다.

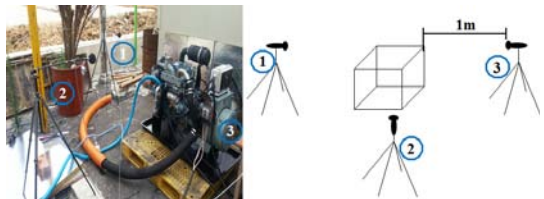


Fig.2.1 noise measurement position

2.2 진동측정 방법

진동측정은 Pulse 3560c를 사용하였고 가속도센서를 사용하여 속도로 변환 하였다. Table 2.2는 Pulse 3560c의 사양을 나타낸다. 측정범위는 1~400Hz로 하였다. Fig. 2.2 는 측정위치와 방향을 나타낸다. 소음측정은 Pulse 3560c를 사용하였고 16~20kHz 범위로 60초 동안 저장하였다. 무부하상태와 부하상태(50%, 100%)에서 측정하였고 방진 고무가 미치는 영향을 보았다.

[†] 최병근; 정회원, 경상대학교
E-mail : bgchoi@gnu.ac.kr
Tel : 055-772-0014, Fax : 055-772-9119
[‡] 김용휘; 경상대학교
* 경상대학교

Table 2.2 measurement equipment specifications

Type	Product Name	range	Input Type
3560C	Generator. 4/2-ch. Input/output Module	0 ~ 25	Direct/CCLD/ Mic. Preamp. 1 Tacho Conditioning
	5/1-ch. Input/output Controller Module	6 k H z	Direct/CCLD 1 Tacho conditioning



Fig. 2.2 measurement point and the direction

2.1 소음 특성

(1) 환경소음(발전기 미 운전 상태)

마이크로폰 2,3번 부근에 Load Bank가 운전 중에 있어 그 부근에 다소 높은 소음이 측정 된 값이다. 측정 data는 RMS(Root Mean Square)값을 취하였으며 Fig.2.3은 환경소음 측정 결과값을 보여준다.

Lo	Eironmental Noise	Note
①	<p>79.6</p>	- Load Bank conditions at Microphone
②	<p>80.3</p>	②,③ location
③	<p>84.0</p>	- Not operating condition

Fig. 2.3 The results of the environmental noise

(2) 무부하, 부하 운전 시 소음특성

무부하 상태와 부하상태의 소음을 측정 분석하였다. 앞서 언급한 Load Bank의 소음도와 합산된 값이며, 음압의 합산공식에 의해서 산출된 결과 측정값의 최소 3.2dB(A)의 소음 저감이 있을 것으로 판단된다. (Load Bank와 각각의 Microphone 위치가 일정하지 않고, 측정 주변 환경의 영향으로 측정값에 대한 신뢰도 다소 하락)

(단위: dB(A)/20.0u Pa)

Po	n o load	current load											
		25%	Inc	50%	Inc	75%	Inc	100%	Inc				
①		91.9	93.2	1.3		94.2	2.3		94.7	2.8		95.6	3.7
②		87.6	88.8	1.2		89.7	2.1		90.3	2.7		91.4	3.8
③		87.8	88.9	1.1		89.6	1.8		89.9	2.1		89.9	2.1
Av		89.1	90.3	1.2	91.1	2.0	91.6	2.5	92.3	3.2			

2.1 진동 특성

(2) 무부하, 부하 시의 진동 비교

발전기는 60Hz의 운전 주파수, 1800rpm으로 운전한다. 실험 데이터를 스펙트럼선도와 FFT를 통하여 분석하였다. 그래프의 x축은 주파수이고 y축은 진동 진폭이다.⁽¹⁾

loca	no load	current load	
		50%	100%
①	 6.76mm/s	 6.77mm/s	 6.63mm/s
②	 13.0mm/s	 13.2mm/s	 13.1mm/s
③	 5.38mm/s	 7.38mm/s	 9.25mm/s

3. 방음케이싱 설치 시 소음진동 측정

3.1 소음측정 방법

그림 4.9와 같이 4개의 Microphone을 하였으며, 발전기와 1m의 이격거리를 설정하였다.

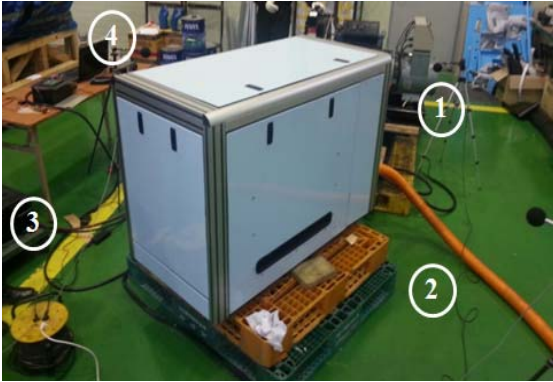


Fig 3.1 Noise measurement locations

3.2 환경소음측정 (Load Bank소음포함) 결과값

측정 data는 RMS(Root Mean Square)값을 취한 것이며, Microphone ②의 위치에서 약1m 이격된 곳에 Load Bank의 소음이 존재 할 시의 측정 된 값이다.

lo.	environmental noise	note
②	<p>74.2dB</p>	

3.3 무부하, 부하 운전 시 소음특성

무부하상태와 부하상태에서의 소음측정을 하였다. 측정당시 Load Bank의 소음과 실내환경으로 인한 반사음(반향의 일종으로 불규칙한 충격음의 자극에 의해 생겨나는 음)으로 소음이 다소 높게 측정되었다. 음압의 합산공식과 실내거리에 따른 음의 감쇠(참고문헌: Stereo sound image extension using precedence effect and reflected sounds. 한국

콘텐츠학회논문지. 01 Vol.1, No.1)를 적용하여 역으로 산출한 결과, 측정값에서 약 4.9dB(A)의 감소가 있을 것으로 판단되어진다. 아래의 결과는 소음도의 감소를 적용시킨 결과이다.

Lo	no	current load			
	current load	50%	Inc	100%	Inc
①	<p>70.3</p>	<p>71.7</p>	<p>↑1 4</p>	<p>72.0</p>	<p>↑1 7</p>
②	<p>67.3</p>	<p>70.6</p>	<p>↑3 3</p>	<p>70.9</p>	<p>↑3 6</p>
③	<p>64.5</p>	<p>65.8</p>	<p>↑1 3</p>	<p>65.9</p>	<p>↑1 4</p>
④	<p>65.7</p>	<p>66.9</p>	<p>↑1 2</p>	<p>66.8</p>	<p>↑1 1</p>
Av	66.9	68.7	<p>↑1 8</p>	68.9	<p>↑2 0</p>

3.3 케이싱 탈거 상태 운전 시 소음특성

케이싱 유무에 따른 소음특성을 비교하기위하여 케이싱을 탈거한 후 측정하였다. 소음 측정시에는 Fig.3.3과 같이 측정위치 ①의 방음케이싱을 제외하고 탈거시켰으며, 운전 시 부하는 50%를 가하였다. 케이싱 설치 시 ①의 위치에서 71.7dB의 가장 높은 소음도가 측정되었으며, 케이싱 미설치시 ④의 위치에서 82.4dB의 가장 높은 소음도가 측정되었다. 이는 케이싱 유무에 따라 약 11.4dB의 소음 저감 효과가 있는 것으로 판단된다. 그림 3.3 은 케이싱 유무에 따른 대역별 소음 저감을 나타내는 그래프이고, 200Hz~16Hz대역에서 소음저감 효과가 있는 것을 확인할 수 있다.⁽²⁾

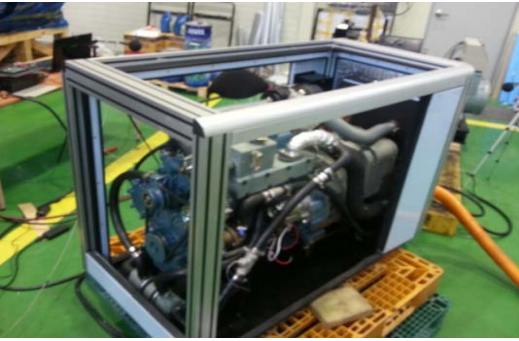
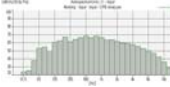
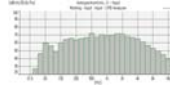
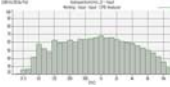
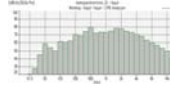
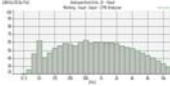
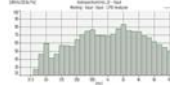
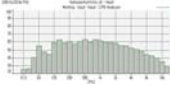
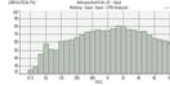


Fig.3.3 condition without a soundproof case

Lo.	Casing+ Load50%	Without casing+ Load50%	Inc.
①	 71.7	 75.3	↑3.6
②	 70.6	 81.1	↑10.5
③	 65.8	 81.9	↑16.1
④	 66.9	 82.4	↑15.5
Av.	68.7	80.1	↑11.4

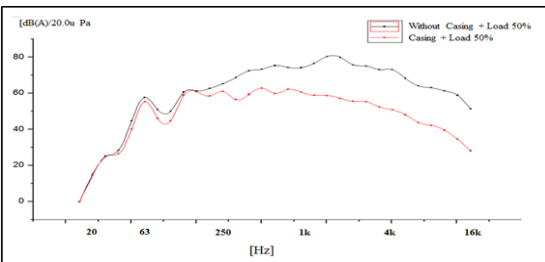


Fig.3.3.1 comparison of the without casing and casing

3. 결 론

측정 Data는 RMS(Root Mean Square)값을 취하였다. 또한 Load Bank의 소음도와 반사음으로 인해 약 4.9dB(A)의 감소가 있을 것으로 판단되어진다. 케이싱유무에 따른 소음특성을 비교하기 위하여 케이싱 탈거상태(부하 50%)에서 소음을 측정된 결과, 케이싱 유무에 따라 약 11.4dB이상의 소음저감 효과가 있는 것으로 판단된다. 추후에는 실외의 환경에서 반사음과 Load Bank의 소음을 최소화하여 정확한 측정이 이루어지도록 할 것이며 측정 데이터를 기초로 하여 방음재와 방진고무를 개선하고자 한다.

후 기

본 연구는 효성굿스프링스(주) (과제번호:2014-0642) 및 경상대학교 산학협력단의 지원으로 수행 되었으며, 관계자 여러분께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- (1) Zhang, X. Z., Wang, L. M., and Zhai, D. H., 2010 Measurement and analysis of vibration and noise signals of rotating machines by non-invasive method, international congress on sound & vibration volume 3, PP. 1870~1874.
- (2) Philippe Brux, Geotges Kouroussis, Olivier Verlinden and Vincent Colard, 2011 Noise and vibration of heat pump : measurement for an efficient design, international congress on sound & vibration volume 4, PP. 2706~2712.