

실습선 아라호의 환경소음레벨

정용진 · 최관문 · 안영화 · 이창현

제주대학교 해양과학대학 해양산업공학전공

The Environmental Noise Level of the fishing Training Ship A-RA.

Yong-Jin Chung, Chan-Moon Choi, Young-Hwa Ahn and Chang-Heon Lee

Major of Marine Industrial Engineering, Ocean Science, Cheju National University, Jeju Special
Self-Governing Province 690-756, Korea

The measurements of environmental noise level in the fishing training ship A-RA were carried out to catch hold of the outline of that with equivalent continuous A-weighted sound pressure level by a sound level meter at underway.

The highest environmental noise level was measured over 100 dB near the main engine room and in the bow thruster room, 87 dB. The lowest level was 49 dB in the capt. room. The crew's quarter, the highest noise level in the accommodation space, was 65~68 dB. The lecture rooms and student rooms were 56~67 dB, 56~62 dB, respectively including about 53 dB at bridge.

Key words : environmental noise, crew's quarter, noise level, fishing training ship

서 론

육상에서 각종기계의 사용에 의한 소음은 일상 생활에서 두통, 수면방해, 불쾌감에 따른 정서불안, 대화 방해 및 청력장해의 요인으로 나타나며, 수중에서의 선박 소음도 어군을 유집하기 위한 음향어법의 한 요소로서 사용이 가능하지만, 육상과 같이 선박내의 생활에 있어서 불쾌감의 원인이 된다.

선박에서 발생하는 소음, 특히 선내의 주거공간, 집무실, 기관실, 기관 제어실 등에 있어서 선박소음은 선원 및 승객의 청력보호, 정신 신

경적 안정 및 작업능률 향상을 위한 쾌적 환경의 조성 관점에서 중요성이 점차 증가되고 있다. 이러한 선박소음은 선박에 승선한 후 하선시까지 인체에 노출되므로 그 영향은 육상에서의 영향보다 클 것으로 판단되며, 실습선과 같이 실습생을 대상으로 운항되는 선박에 있어서는 실습생의 학습 능률 향상 측면에서도 선박소음은 큰 장애요소가 된다. 선박에서 발생하는 소음에 관한 연구는 최(2003)의 소형 선박의 진동과 소음 특성에 관한 연구, 松野등(1992)의 가고시마 마루의 환경 소음레벨, Kim(1976)의 선박소음에 관한 연구, 양 등(1992)의 소형선박의

소음에 관한 연구, 유(2000)의 IMO의 선내 소음 규제와 실습선의 기관실 및 선실소음 등 다수 발표되어 있다. 그러나 선박마다 선형이 다르고 생활공간이 각기 다르며, 선형이 같은 선박이라도 선령이 다르기 때문에 일부 선박의 측정값을 그대로 사용하여 타 선박의 소음의 영향을 평가하기에는 다소 무리가 있는 것으로 보인다.

따라서 이 연구에서는 실습선 아라호의 선내 소음의 개략을 파악하여, 선체에서 발생하는 소음의 기초적 자료를 축적하고 특히, 선내에서 생활하는 직원 뿐 아니라 실습생들에게 영향을 미치는 환경소음에 관한 기본 자료를 제공하는 것을 목적으로 하였다.

재료 및 방법

제주대학교 실습선 아라호(990T)가 항주 중 (720RPM), 기관실, 직원거주 구역, 학생거주 구역 및 이것에 준하는 구역등에서 출입문을 폐쇄한 후 JISC 1502 규격에 의한 보통 소음계 (Rion 적분 소음계 NL-01A)를 사용하여 등가 연속 A특성 음압 level(Equivalent continuous A-weighted sound pressure level, $L_{Aeq, T}$)을 측정하였다. 이때 소음계의 위치는 측정 장소 중앙 지점의 바닥에서 1m의 높이로 하였다.

$L_{Aeq, T}$ 는 다음과 같이 정의하였다.

$$L_{Aeq, T} = 10 \text{Log} \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P_A(t)}{P_0^2} dt \right] \dots\dots(1)$$

여기서,

T : 측정시간 (적분시간), $T = t_2 - t_1$

P_0 : 기준음압 $20 \mu Pa (2 \times 10^{-5} N/m^2)$

$P_A(t)$: 그 순간순간에 있어서의 A특성음압

이 측정은 (1)식에 대하여 T를 1분으로 하여, 소음계로 측정함과 동시에 녹음기(MZ-R90,

SONY)로 녹음하여 주파수 분석기(SA-74A, RION)로 해석을 행하였다.

측정에 사용한 측정기기의 특성은 다음과 같다.

적분 소음계: NL-01A

측정 범위: 26~142 dB

주파수 범위: 20~8000 Hz

녹음기: MZ-R90

주파수 범위: 20~20,000 Hz±3 dB

주파수 분석기: SA-74A

주파수 범위: 1Hz - 100kHz

주파수 분해능: 주파수 범위의 1/25~1/3,200

환경소음 측정은 2001년 7월 17일부터 19일까지였으며, 측정당시 풍속은 7.0~9.5m/s, 파고 1.5~2.0m이었다.

결과 및 고찰

항주중의 소음 측정 장소 및 결과를 각각의 측정 장소별로 구분하여 Fig. 1과 Table 1에 나타내었으며, Table 1은 선박의 좌현, 중앙, 우현을 선수에서부터 선미쪽으로 나타내었다. 여기에서 학생 수업 및 직원생활이 이루어지는 2nd Deck의 No1. Lecture Room(No.25) 및 No2. Lecture Room(No.26)의 소음은 각각 56.0 dB 및 66.7 dB로 No2. Lecture Room(No.26)에 설치된 air conditioner 가동에 따른 영향이 나타나며, 기관실 앞쪽에 위치하고 있는 No.3 Lab(No.27), Toilet(No.29)의 소음 레벨은 각각 62.9 dB 및 75.3 dB, 그리고 기관실 뒤쪽에 위치한 Bath Rm(No.30)은 79.4 dB, Freezing Rm(No.31)은 71.4 dB로 각기 기관실을 중심으로 기관실과의 거리차에 의한 영향이 나타나고 있는 것으로 보였다. Steer gear Rm.(No.16)은 84 dB로 기관실과의 거리가 떨어져 있음에도 불구하고 조타기,

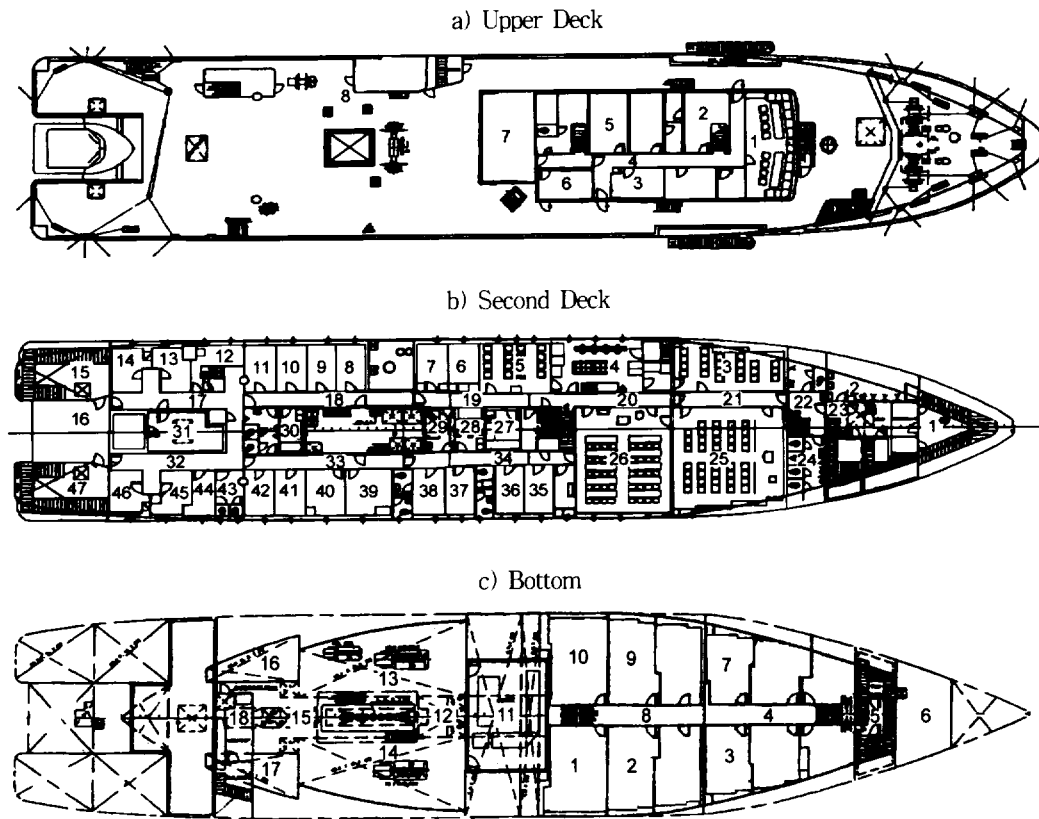


Fig. 1. The general arrangement of the fishing training ship A-Ra.

추진기 등이 소음원이 직접적인 원인으로 나타나고 있으며, 선수에 있는 Bosun. st.(No.1)도 비록 기관실과 멀리 떨어져 있지만 Bottom에 있는 Bow Room.(No.6)에 설치되어 있는 여러 pump에 의한 영향을 받고 있는 것으로 추정되었다. 2nd Deck.의 우현측을 비교한 결과 학생 강의실 No.1. Lecture Room.(No.25)을 제외하고는 Prof. Room.(No.35, 36, 37)이 61.8~66.1 dB로 상대적으로 적게 나타났으며, 기관실 우측통로가 76.1 dB로 가장 크게 나타나 기관실과의 거리차 및 출입구 폐쇄에 따른 소음저하의 영향이 나타났다. 그러나 우현 선미측에 있는 Crew Room.(No.44, 45, 46) C, D, E는 기관실과 떨어짐에도 불구하고 65.3 dB에서 68.4 dB로 상승한 것은 Bottom에 설치된 sea pump 및 fresh pump에 의한 영향인 것으로 보여진다. 2nd

Deck.의 좌현측은 우현측의 No.1. Lecture Room.(No.26)과 비슷한 Off's Mess Rm(No.3)의 54.3 dB를 최저값으로 하여 기관실과 가까울수록 큰 값을 나타내었다. 그러나 선미에 있는 Crew Room A.(No.13), B.(No.14)는 기관실과 가장 멀리 떨어져 있음에도 불구하고 다소 높게 나타나 Bottom에 위치한 boiler 냉각수 pump 및 청수 pump의 소음 영향을 받은 것으로 추측된다. 좌우현 모두 Fish. gear. Rm.(No.15, 47)은 기관실보다 조타실등의 영향으로 73.2~75.3 dB 사이의 높은 소음을 나타내고 있었고, 한편 선수쪽으로 갈수록 기관실 영향이 적어짐에 따라 소음이 줄어들고 있었으나 선수부근에서의 측정값은 Bow Room, 냉동기, air conditioner, 해수 pump등의 영향으로 다소 높아지는 경향이 있었다.

Table 1. The measurement results of the environmental noise level at underway of A-Ra.

Upper Deck								
Port			Center			Starboard		
No.	Measurement point	Leq.	No.	Measurement point	Leq.	No.	Measurement point	Leq.
2	Capt. Room(**)	48.6	1	Saloon(***)	52.8	3	Oper. Room(*)	50.5
5	Wireless Room(**)	54.6	4	Passage	54.5	6	No2. Lab(*)	66.6
8	Funnel Around	85.8	7	No1. Lab(**)	66.1			
				Bridge	52.9			
Second Deck								
2	Comon Bath Rm	62.7	1	Bosun St.	62.6	24	Toilet (Student)	63.8
3	Off's Mess Rm	54.3	16	Steer gear Rm	84.0	25	No.1 Lecture Room	56.0
5	Crew's Mess Rm	69.5	27	No3. Lab.(*)	62.9	26	No.2 Lecture Room (*****)	66.7
6	2,3 Off. Rm	64.5	28	Bath Rm	72.5	32	Passage	70.4
7	Science Rm	68.4	29	Toilet	75.3	33	Passage	76.1
8	Science Rm(*)	70.0	30	Bath Rm	79.4	34	Passage	70.6
9	Science Rm	68.5	31	Freezing Rm	71.4	35	Prof.(A) Room(*)	61.8
10	Bosun Rm	68.9				36	Prof.(B) Room(*)	66.1
11	C/stwd Rm	67.1				37	Prof.(C) Room(*)	66.0
12	Hospital	66.2				38	Medical off's Room(*)	72.5
13	Crew (A) Rm	64.6				39	C/Eng. Room(**)	70.6
14	Crew (B) Rm	66.5				40	1/Eng. Room(**)	68.1
15	Fish gear Rm.	75.3				41	2,3/Eng.Room(*)	69.8
17	Passage	69.2				42	Ref/Eng. Room(*)	65.8
18	Passage	76.3				43	Common Toilet	75.2
19	Passage	67.7				44	Crew(C) Room(*)	65.3
20	Passage	59.9				45	Crew(D) Room(*)	66.4
21	Passage	57.3				46	Crew(E) Room(*)	68.4
22	Lobby	55.1				47	Fishing Gear Room	73.2
23	Lobby	70.1						
Bottom								
7	Student(B) Room	56.8	8	Passage	61.6	1	Student(J) Room(**)	61.8
9	Student(D) Room(**)	61.0	4	Passage	62.4	2	Student(1) Room(**)	59.8
10	Student(E) Room(**)	61.8	6	Bow Thruster Room	87.0	3	Student(G) Room	55.9
13	Eng. Room	101.0	11	Engine Control Room(*)	73.1	5	Passage	80.3
16	Refri. Around Compressor	97.2	12	Eng. Room	104.1	14	Eng. Room	104.1
			15	Eng. Room	102.3	17	Working Space	94.2
			18	Stern Tube	96.6			

* : The number of air conditioner

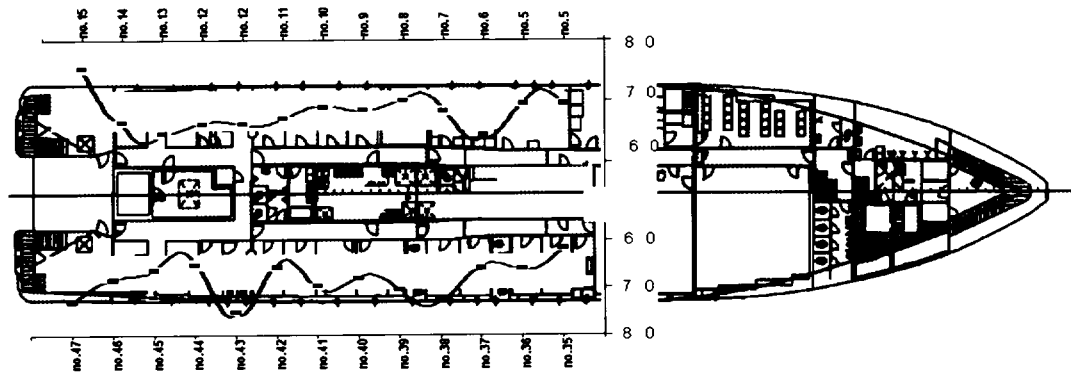


Fig. 2. The environmental noise level under way at 2nd Deck (Unit : dB)

Fig. 2에 거주 구역을 중심으로 2nd Deck의 소음분포를 나타내었다. 그 결과 2nd Deck인 거주구역에서 좌현 우현을 비교한 결과, 좌현 보다는 우현에서의 소음이 각 방에 따라 다소 높게 나타나고 있는데, Bottom에 위치한 기관실 내부의 소음원의 영향을 받고 있는 것으로 보여진다.

Upper Deck에서의 소음 분포는 Capt, Room.(No.2)이 48.6 dB로 가장 적고 상대적으로 기관실 위쪽에 위치하고 있는 No.1 Lab.(No.7), No.2 Lab.(No.6)이 각각 66.1 dB, 66.6 dB로 높게 나타났다. 기관실에 가장 멀리 떨어져 있는 Saloon

(No.1)의 경우 52.8 dB로 Capt, Room보다 높게 나타났으나 Saloon에 설치되어 있는 창문 및 air conditioner의 영향으로 Capt, Room보다 방음효과가 떨어진 것으로 보이며, 주로 항해사 및 학생의 당직 장소인 Nav. Deck의 선교의 소음은 52.9~53.5 dB로 분포하고 있었다.

학생들이 휴식을 취하는 Bottom의 학생실에서는 소음이 최소 55.9 dB에서 최대 61.8 dB로 분포하고 있었지만 좌우현 모두 기관실에서 멀리 위치할수록 소음이 낮아지는 경향이 있었고, 통로는 기관실쪽이 61.6 dB, 선수쪽이 62.4 dB로 기관실쪽보다는 다소 선수쪽에 위치한

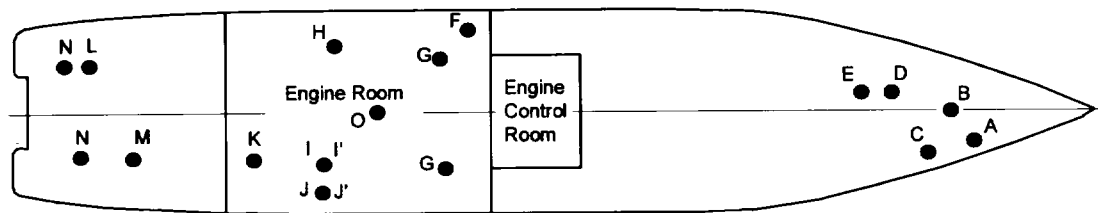


Fig. 3. Distribution of the noise generator at underway of A-Ra.

- | | |
|--|--|
| A : Sewage treatment | B : Sea water pump for Ref' machine |
| C : No.1 Ref' machine | D : Air conditioner(No.1) |
| E : No.2 Ref' machine | F : Sea water pump for ECR air conditioner |
| G : Generator | H : Sewage treatment |
| I, I' : Lub oil purifier and Fuel oil purifier | J, J' : Air compressor |
| K : Sea water service pump | L : Boiler drain cooler pump |
| M : Sea water pump for air conditioner | N : Fresh water service pump |
| O : Main Engine | |

air conditioner실, 냉동기 소음등의 영향으로 높게 나타난 것이 보여진다.

기관실은 항주중 전체의 소음이 대략 100 dB 이상으로 나타나고 있으며, 특히 제어실 앞쪽의 기관실 소음은 104.1 dB이었다. 기관제어실내의 소음은 약 73.1 dB로 약 30 dB정도의 방음효과가 나타났다.

아라호의 항주중 Bottom에서의 주요 소음 발생원을 Fig. 3에 나타내었다. 선수에서 선미까지 전반적으로 우현에 소음원이 많이 분포하고 있었으며, 특히 기관실을 포함한 선미쪽에는 좌현에 비하여 우현에 소음원이 많이 분포하고 있었다. 이러한 소음원을 기준으로 각 구역의 소음 레벨 및 주파수 분석을 비교한 결과 이들 소음원이 직·간접적인 영향을 미치고 있는 것을 추측할 수 있었으나 가장 크게 영향을 미치고 있는 것은 main engine의 소음으로 판단된다. Nav. Deck에서는 선교 뒤쪽에 위치하고 있는 air conditioner실이 소음원으로서 작용하고 있었으며, 각 구역에 설치되어 작동하고 있는 air

conditioner도 소음원으로서 작용하고 있는 것으로 판단되었다.

항주중의 소음 측정결과를 기관 회전수별로 구분하여 측정점의 일부를 Table 2에 나타낸 결과 각 측정점의 레벨은 기관의 회전수에 따라 차이는 크지 않지만 다소 줄어드는 경향을 보이고 있었다.

실습선 아라호의 환경소음의 특성을 알아보기 위하여 직원 및 실습생의 거주구역을 중심으로 소음레벨이 다소 높은 곳을 선정하여 주파수 분석을 행하여 Fig. 4에 나타내었다. 청각능력에 주로 영향을 미치는 1KHz 이하의 저주파 역에서 높은 값을 나타내면서 주파수가 높을수록 음압이 낮아지고 있었으며 이러한 측정점에서의 측정값은 기관실의 위쪽에 있는 연돌부근을 제외한 소음 레벨의 하강 경향이 현저하였고 기관실 부근에 있어서는 격벽의 존재에 따라 소음 level은 계단모양으로 낮아지는 경향이 있었다. 이것은 고체음에 비하여 공기음의 감소가 현저하기 때문이라고 추정된다. 즉 기관실에서 공기

Table 2. The measurement results of the environmental noise level by the change of RPM at underway of A-Ra.

No	Measurement Point	L _{Aeq} (dB)		
		Full engine 720RPM	Half engine 630RPM	Slow engine 550RPM
1	Crew's Mess Room	69.5	69.5	69.2
2	No.1 Lecture Room	56.0	62.4	61.5
3	No.2 Lecture Room	66.7	63.9	64.6
4	Medicall off's Room	72.5	69.8	69.6
5	C/Engineer Room	70.6	68.0	67.7
6	Student(E) Room	61.8	62.7	62.8
7	Engine control Room	73.1	71.4	71.0
8	Engine Room (Fore)	104.1	101.9	102.2
9	Engine Room (Port)	101.0	102.7	102.4
10	Engine Room (STBD)	104.1	101.7	101.0
11	Engine Room (After)	102.3	99.9	99.3

음이 크게 나타나는 연돌 부근의 Upper Deck에서 85.8dB의 높은 소음 레벨로 되었다는 것에서도 추정이 가능하다. Fig. 4에 아라호에서 측정된 소음을 일본 산업위생학회의 소음기준(1969)중 가장 낮은 기준을 적용하는 480분을 근거로 소음의 영향을 나타낸 결과 일부 기관실을 제외한 대부분의 장소에서 허용 기준 이하의 값을 나타내었다. 특히 기관실은 허용레벨을 넘고 있어 기관실에 장시간 노출시 신체에 영향을 줄 수 있는 것으로 판단되며, 기관 조종실인 경우 허용범위를 넘고 있지는 않지만 1000Hz 부근에서 허용레벨에 가깝게 분포하고 있어 작업시 다소의 주의가 필요한 것으로 보인다. 실습생들의 수업이 이루어지는 No. 1 Lecture Room은 air conditioner의 작동여부에 따라 다소의 차이가 발생할 수 있지만, 다른 구역에 비하여 소음의 정도가 다소 낮게 나타났는데, 강의실 소음 레벨이 56 dB인 경우 일본 산업위생학회의 소음의 허용기준 이하에 포함되는 것으로 나타났다. 그러나 Park(1975)의 연구보고와 같이 계산 성적의 저하 등을 유발하고 또한 침실의 소음레벨 약 60 dB 이상은 수면방해를 일으키는 것으로 나타나고 있으며, 또한 인간 인지능력 감소에 따른 수업 능력의 저하를 가져온다고 보고하고 있다. 또 강(2004)은 아라호의 진동 특성은 주변환경 즉 조류 또는 풍속등의 영향에 의하여 진동의 크기가 높게 나타났다고 보고하고 있어 소음뿐만 아니라 진동도 또한 선내 생활 및 선박 실습에 영향이 있는 것으로 판단된다. 해상에서 생활하는 직원 및 실습생은 그 본래의 거주지인 육지로부터 격리된 선박에 승선하여 선박을 생활의 장으로 하기 때문에 인간의 근본적인 사회성을 억제당할 수 있고, 정서적으로 불안정한 생활을 하게 되는 경우가 흔히 있으며, 해상 생활은 위험성이 상존하고 단조로운 선내생활의 반복으로 말미암아 야기되는 스트레스가 육상보다 복잡할 것이다. 조(1994)의 연구

에서 실습생들의 승선실습에 따른 심리적 긴장의 정도가 높고 또한 승선기간이 장기간 계속될 수록 그 정도가 높아진다고 보고함에 따라 차후, 실습생 승선시 승선교육의 효과를 높이기 위해서는 수업패턴의 변화도 고려할 필요가 있는 것으로 판단된다.

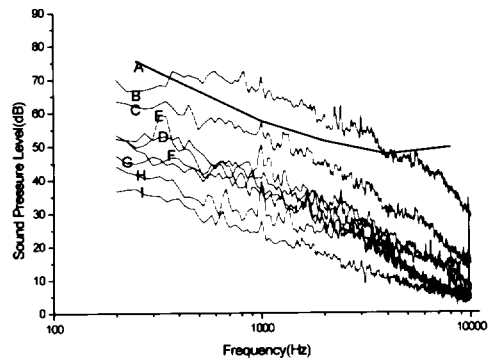


Fig. 4. The results of frequency analysis of crew's and student's rooms.

- A : Permissible noise level
- B : Engine Room
- C : Engine control Room
- D : Student Room(J)
- E : Medical Off's Room
- F : Science Room
- G : No.2 Lecture Room
- H : Wheel House
- I : No.1 Lecture Room

이상의 결과 실습선의 환경 소음레벨은 기관실을 중심으로 하여 기관실의 음원에서 떨어짐에 따라서 적어지고, 그 하강 경향은 선미측보다 선수측이 크게 나타났다. 또한 주파수 분석 결과 일부 측정지점에서 기관실과의 거리에 따른 분포와 다소 차이를 나타내고 있었다. 이것은 기관실의 소음과는 별도로, 선미부근에 있는 소음원인 조타기실, pump유, 추진기 등의 영향에 의한 것이라고 추정되고, 선수측에서도 Bow Room, 오수처리 장치, pump유, 냉동실, air conditioner등의 영향이 있다고 추정되었지만, 소음 발생원 각각의 영향이 어느 정도 미치는 정도에 관한 검토는 차후 필요한 것으로 판단된다.

요 약

이 연구에서는, 선체에서 발생하는 소음의 기초적 자료를 축적하고 특히, 선내에서 생활하는 직원 뿐 아니라 실습생들에게 영향을 미치는 환경 소음 실태를 조사하는 것을 목적으로 하여 실습선 아라호의 선내소음의 개략을 파악한 결과, 학생 수업 및 직원생활이 이루어지는 2nd Deck의 No1. Lecture Room 및 No2. Lecture Room의 소음은 대략 56.0 dB~67 dB이었으며, 선원거주구역의 소음 레벨은 65 dB~68 dB이었다.

Upper Deck에서의 소음 분포는 Capt. Room이 49 dB부터 67 dB까지 분포하고 있었고, 항해사 및 학생의 당직 장소인 Nav. Deck의 선교의 소음은 52.9~53.5 dB로 나타났다.

Bottom의 학생실에서는 소음이 최소 55.9 dB에서 최대 61.8 dB이었으며, 기관실은 항주중 전체의 소음이 대략 100 dB이상으로 나타나고 있으며, 특히 제어실 앞쪽의 기관실 소음은 104.1 dB이었다. 기관제어실내의 소음은 약 73.1 dB로 약 30 dB정도의 방음효과가 나타났다.

참고문헌

강창남. 2004. 아라호의 진동 특성. 제주대학교 해양연구소 논문집, 28(1): 69~74.

松野保久, 關岡幹尙, 田中久雄, 山中有一, 藤枝繁, 上田耕平, 中山 博, 矢崎宗徳. 1992. かがしま丸の環境騒音レベル. 鹿兒島大學水産學部紀要, 41: 45~52.

유영훈. 2000. IMO의 선내 소음 규제와 실습선(새유달호)의 기관실 및 선실 소음. 목포해양대학교 논문집, 8(1): 123~132.

조성채. 1994. 장기간 승선생활이 스트레스에 미치는 영향. 목포해양대학교 논문집, 2(1): 69~85.

崔漢圭. 2003. 小型船舶의 振動과 騒音特性에 관한 研究. 釜慶大學校, 博士學位論文, pp 131.

許容濃度等委員會騒音班. 1969. 日本産業衛生協會, 許容濃度等委員會勸告の騒音の許容基準について. 産業醫學, 11(10): 533~538.

Kim, S. H. 1976. Noise in the Vessel Sae-Ba-Da-Ho. Bull. Nat. Fish. Univ. Busan, 35(2), 156~160 (in Korean). A filed study of hearing in the cod, *Gadus morhua* L. J. com. Phys., 85: 147~167.

Park, J. H. 1975. Effect of the ship noise on the intelligence ability of man. Bull. Korean Fish. Soc., 8(3): 127~132.

Yang, Y.S., K. H. JUNG and D. O. SEO. 1992. A study on the airborne noise of the small fishing boats. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 28(4): 412~417.