

실습선 아라호의 선내소음에 대하여

강 창 남
제주대학교 실습선

The Noise Level in the Training Ship A-Ra

Chang-Nam Kang

Training ship, Cheju National University, Jeju-Do 690-756, Korea

We measured the noise level in the training ship A-Ra at underway and Berth and analyzed the frequency of noise

In the engine room causing the noise, the highest noise level was measured 107.6 dB near the main engine and the average noise level was 106.3 dB. In the accommodation space at underway, the highest noise level was measured 84.4 dB in the crew's room(c) on the 2nd deck floor the 2nd highest noise level was 84.3 dB in the CIE room on the 2nd deck floor, the noise level decreases on the upper floor.

In the accommodation space, the noise level on the upper deck floor and Navigation deck floor showed almost no change at underway and Berth.

Key words : noise level

서 론

선박에서의 소음은 크기와 특성이 매우 다양하다. 특히 가장 큰 소음원인 기관실내의 소음은 근래 상선 어선에 있어서 주기관 보조기관의 고마력화에 의하여 육상의 소음에서는 그다지 볼 수 없을 정도로 현저히 높은 소음레벨이 나타나고 있다. 특히 중속디젤기관 의 채용은 그 경향을 더 강화시키고 있다. 육상에서는 거주환경 규제가 엄격하게 되는 경향이지만 선박에 있어서 선내 소음은 특히 문제화하고 있는 소음 공해보다도 오히려 승무원의 환경개선이라는 견지에서 취급해야 된다고 생각한다. 이 소음문제는 국제적으로는 청력 보호를 위한 소음폭로 평가 방법 규격이 발행되었고(中野, 1976), 또 일본에서는 일본산업 위생학회에서 청력보호를 위한 소음 허용기준이 정해져

있다(日本産業衛生學會, 1999). 이것은 특히 선내소음에 관한 것은 아니지만 생활환경, 청력보호면에서 보면 선내소음에도 적용 가능하다. 여기에 호응하여 선주 및 조선계 전반의 중요과제로서 소음의 목표치가 나타나게 되어, 3,000톤 이상 선박의 선원거주실의 소음레벨 목표치를 70 dB(A), 20,000톤 이상의 선박에서는 65 dB(A), 65,000톤 이상의 선박에서는 60 dB로 하고 있다. 이것들은 어디까지나 소음대책을 생각하는 경우 목표가 되는 지침이다. 그러나 우리나라에서는 아직 뚜렷한 소음규제 기준이 없으며 각종 선박 특히 어선에 관한 환경소음레벨의 조사는 아직 충분치 않다(최, 1999). 물론 선체마다 선형 및 생활공간 또는 장비구축 등이 다르기 때문에 모델로 측정된 값을 적용하여 선박의 소음의 영향을 평가하는데는 다소 무리가 있다. 본 논문에서는 실습선 아라호를 이용하여 국내 승선실습중 항해중 소음과 정박중의 소

음을 분석하였다. 선내 소음의 개략을 파악하기 위해서 기관실 소음의 실태를 조사하고, 선내에 거주하는 승무원 및 승선 학생에 영향을 주는 환경 소음 또 고 소음하에서 작업하는 기관부 승무원들의 건강관리, 또는 청력보호의 입장에서 선내 소음을 조사하였다.

아라호는 선미식 트롤 및 선망 겸용선박으로 총톤수 990톤이다. 본선의 주요 사항은 다음과 같다.

- 총톤수 : 990톤
- 주기관 : 중속디젤기관
- 출력 : 2600 ps
- 회전수 : 775
- 가변피치프로펠러
- 발전기관 : 400 kW 1200회전 2대, 160 kW 1200회전 1대
- 항해속력 : 13노트

아라호의 거주환경은 기관실, Bottom, 2nd deck, Upper deck and navigation deck으로 나뉘어 측정하였다. 일상적인 항해중 선내 소음원은 주로 기관실이며 프로펠러축 회전수는 198이다. 입출항시나 해양관측중이거나 그 외 용도에서 bow스라스트를 필요로 할때는 전력부하에 따라 발전기관은 2대를 병렬사용한다. 소음측정은 본대학 해양산업전공 학생들의 연구해 실습 기간중에 외란 및 기타 내외부에서 소음 간섭이 가장 적은 시간을 이용하여 외 2005년 6월 20일 PM 11시경 거문도 부근에서 항해중(RPM :710) 측정하였으며 이

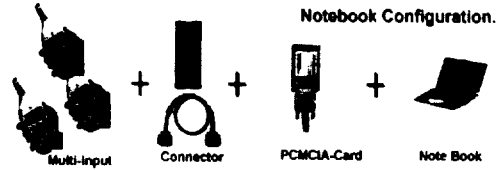


Fig. 1. Composition of measured and analyzed device.

때 풍속은 5-7 m/sec이고 파고는 약 1m였다. 정박중의 측정은 6월 23일 AM 02시에 하였다. 측정지점은 바닥에서 약 1m의 높이에서이다. 이번에 측정에 사용한 측정 기자재 시스템은 Fig. 1이고, 이 시스템은 협대역 주파수 분석(FFT Analysis) 및 1/3 옥타브 밴드 분석(Octave Band Analysis)이 가능한 주파수 분석기이다. 소음계는 NL-20 Type이며 주요 재원은 Table 1과 같다. 또한 측정 장소 및 포인트는 Fig. 2이다.

결과 및 고찰

항해중에는 주기관 분당회전수가 710이고, 발전기는 2호기를 가동중이었으며 해수온도가 27도로 선내 전체에 에어컨을 가동중이었다. 그때의 소음레벨의 전체 평균 측정치를 Table 2에 표시하였다. 선내에서의 소음근원은 기관실로 생각되어진다. 기관실내에서의 가장 높은 소음은 주기관 및 파급기 주변으로 평균소음이 각각 107.6, 106.9를 나타냈다. 또 2호기 발

Table 1. Specification of measurement system

Subject	Specification	Remark
Applicable Sound Level Meters	Any Sound Level Meter with AC Output	All RION Models
Adapted DAQ Board	N16051-PCMCIA or N16051-PCI	
Number of Channel	2	
Frequency Range	Up to 12,800Hz 25Hz ~ 10,000Hz	FFT 1/3 Octave Band
Dynamic Range	48dB (16bits)	
Input Range	-5V ~ +5V	
Analysis Modes	Narrow Band (FFT) 1/3 Octave Band (Lp, Leq) Lp Trend Analysis	
Adapted Regulation	ANSI S1.11	1/3 Octave Band
Record Length	10,000 points	1/3 Octave Band
Spectrum Update Rate	Every 0.25sec	1/3 Octave Band
Frequency Resolutions	400, 800, 1600, 3200	FFT
Average Mode	Linear or Exponential	

실습선 아라호의 선내소음에 대하여

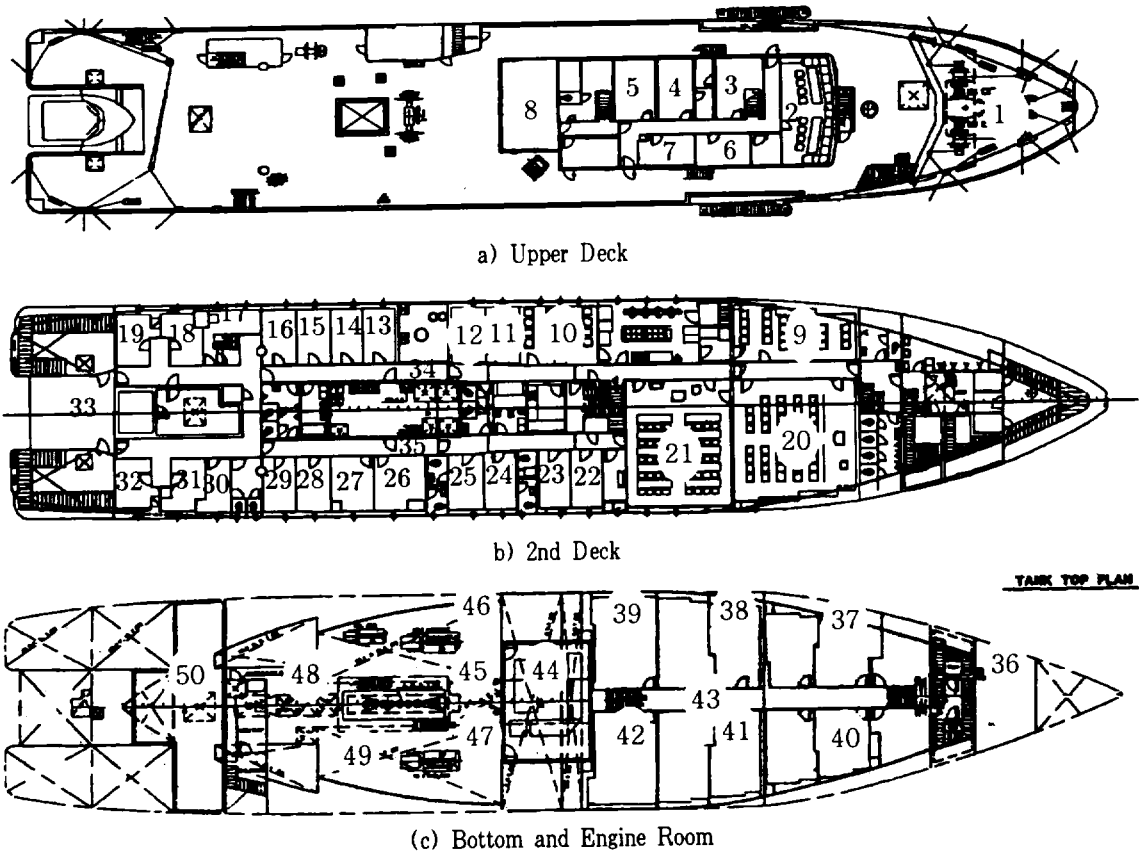


Fig. 2. The general arrangement and measurement point of training ship A-Ra.

전기 가동으로 인하여 부근의 소음은 106.2 dB를 나타냈다. 한편 가동정지중인 1호 발전기 부근도 105.3 dB를 나타내서 기관실내의 소음은 전체적으로 높게 나타났고 또한 공기압축기 가동 및 입출항시 발전기를 2대가동하였을 경우에는 기관실 가장자리에서 110 dB 이상의 소음을 나타냈다. 기관실내 평균은 105.2 dB이다. 20,000톤 미만의 디젤선박에서는 기관실내 소음이 87-111 dB, 평균 98.7 dB이라는 조사가 있지만(小黒, 1975) 본선의 경우에는 경우 기관실이 협소한 것과 소형 고효율인 증속 디젤기관이므로 평균치가 높게 나타났다고 생각된다. 기관실 상단에 위치하고 있는 기관제어실에서도 물론 공기정화장치를 구동중이었지만 91.6 dB이 되어 제어실 주위벽과 도아에 의한 방음 효과가 15 dB정도만 감쇠되는 아주 높은 소음이 나타나서 기관실에서 근무하는 승무원에 청력 보호 및 건강관리를 위하여 차단벽 및 방음 장치설치가 급선무

라 하겠다. 참고로 일본국 해상노동과학연구소의 神田씨의 보고에서는 증속기야드디젤기관을 주기로 하는 페리 및 소형어선에서는 101-111 db의 범위, 저속디젤기관을 주기로 하는 상선에서는 92-106 db의 범위이고 기관제어실은 74-80 db 범위이다(神田, 1974). 기관실 다음 소음원으로서 타기실이 있다. 기관실 내에 있는 제어실보다 높은 94.3 dB이었다. 더욱이 황천시는 타축의 움직이는 각도 및 모터 펌프에 의하여 순간적으로 117 dB에 도달하여 선미부근의 큰 소음원이 되었다.

생활 환경의 장에서 거주지역의 소음레벨을 보면 2nd deck의 승무원 거주지역에서는 Crew's Room(C)실이 가장 높은 84.4 dB이었다. 이는 기관실 중앙 우현부쪽에 위치하며 기관실 입구 문에 가장 가까워서 높은 값을 나타내며 특히 실 아래에 2호 발전기 가동시 또는 공기압축기 가동시에는 훨씬 더 높은 값을

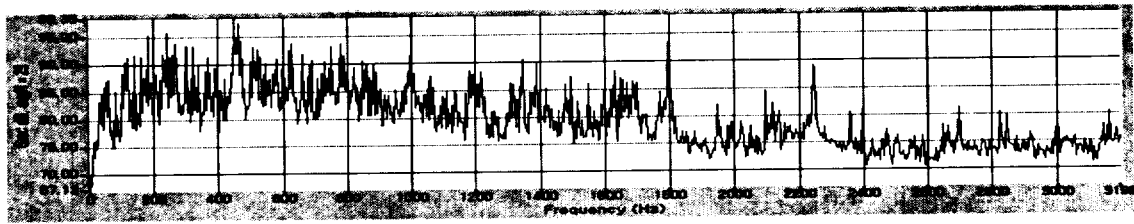
Table 2. The measurement results of the noise level at underway of A-Ra

Upper Deck and Navigation Deck								
Port			Center			Starboard		
No	Measurement	Leq	No	Measurement	Leq	No	Measurement	Leq
3	Captain Room	64.8	1	Bridge	65.1	6	1'st Off's Room	64.3
4	Professor Room	64.9	2	Saloon	63.7	7	R/o Room	65.2
5	Wireless Room	66.1	8	No.1 Lab	66.4			
2nd Deck								
9	Off's Mess Room	75.8	20	No.1 Lecture Room	74.5	22	3/o Room	75.6
10	Crew's Mess Room	81.3	21	No.2 Lecture Room	75.2	23	Professor Room	79.7
11	Crew's Room(A)	83.1	33	Steerin Room	94.3	24	2/o Room	81.3
12	Crew's Room(B)	84.1	34	Port Passage	85.1	25	Professor Room	83.7
13	Crew's Room(C)	84.4	35	Starboard Passage	84.9	26	C/E Room	84.3
14	Crew's Room(D)	83.6				27	1/E Room	84.2
15	Crew's Room(E)	83.4				28	2/E Room	83.9
16	Crew's Room(F)	82.9				29	3/E Room	83.6
17	Crew's Room(G)	83.0				30	Crew's Room(J)	81.0
18	Crew's Room(H)	83.9				31	Crew's Room(K)	83.9
19	Crew's Room(I)	84.1				32	Crew's Room(L)	84.0
Bottom								
37	Student Room(A)	82.4	36	Bow Thruster Room	79.0	40	Student Room(F)	82.4
38	Student Room(C)	82.9	43	Passage	81.9	41	Student Room(H)	82.7
39	Student Room(E)	83.2				42	Student Room(J)	83.1
Engine Room								
46	No.1 Generator	105.3	44	Control Room	91.6	47	No.2 Generator	106.2
			45	Main Engine	107.6	49	Air Compressor	106.2
			48	Turbo Charger	106.9			
			50	Profellor	105.9			

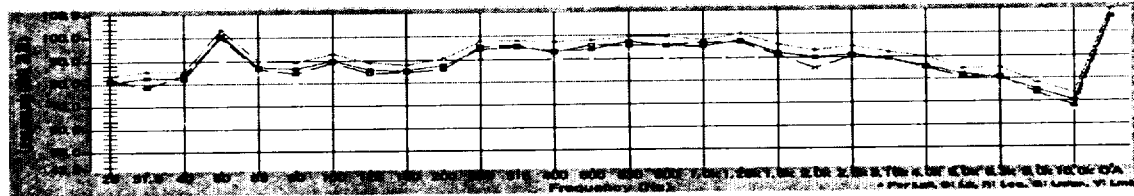
나타난다고 할 수 있다. 2nd deck에서 우현측에서 소음이 가장 적은 주거지역은 가장 기관실에서 떨어져 선수측에 위치한 3/o 실로 75.6 dB로 높게 나타나서 에어컨의 영향도 있지만 전체적인 방음벽에 소음 차단 효과가 적다고 사료된다. 2nd deck의 우현부 거주지역의 평균소음은 82.2 dB이었다. 반면에 좌현부의 평균소음은 82.6 dB로 좌현부가 조금 더 높게 나타난 이유는 좌현부쪽에 위치한 발전기를 가동중이기 때문이라 사료된다. 이 층의 통로는 좌우현부에 각각 85.1 dB, 84.9 dB로 아주 높았다. 승무원 및 사관의 식당을 포함한 2nd deck의 좌현부에서는 승무원실 C가 기관실에 가장 가까운 곳이라서 84.4 dB의 높은 음압을 나타냈으며 기관실에서는 멀리 떨어져 있지만 타기실에 가까운 곳인 승무원I 실에서도 84.1의 높은 음압을 나타나는 것을 알 수 있으며 특히 황천시 또한

타기의 움직이는 각도가 클 경우에는 모터 펌프작동에 의한 음압이 훨씬 크리라 사료된다. 2nd deck의 좌현부 주거지역 평균 음압은 82.6 dB이며 전체적으로 2nd deck에서 높은 음압의 원인은 무더운 여름철이라서 에어컨을 작동한 것도 음압이 상승요인이지만 기관실과 인접해 있고 기관실내의 소음은 주기 및 발전기관의 기진동원에서 진동이 다른 격벽구조 체증을 전달시켜서 이거실의 격벽을 진동시켜 음으로 되어 방사되는 일차고체음과 인접하거나 또는 상하구역내의 소음이 각각 격벽에 부딪쳐 진동을 일으키고 이구역내에 방사되는 이차고체음의 양방의 영향을 크게 받고 있기 때문이라 생각된다. 따라서 안락한 생활 환경을 만들기 위해서는 기관실과 주거지역에 대한 차단벽을 보강하고 도아도 방음이 효과가 양호한 문으로 바꿔야 한다.

실습선 아라호의 선내소음에 대하여

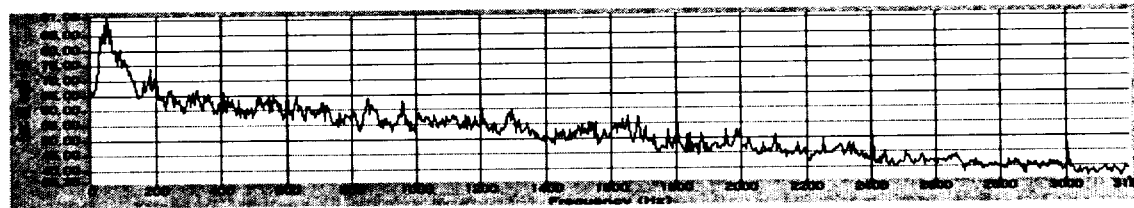


(a) FFT Analysis

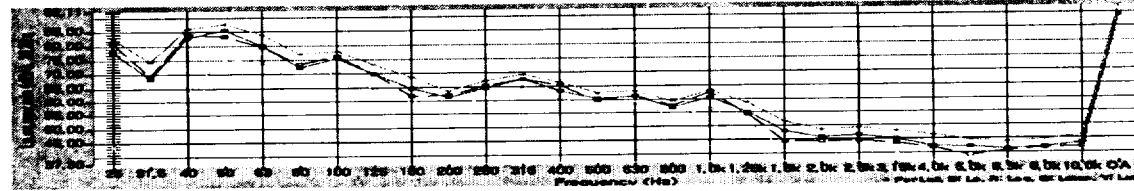


(b) 1/3 Octave Band Analysis

Fig. 3. The Results of frequency analysis in Engine Room (at underway).



(a) FFT Analysis



(b) 1/3 Octave Band Analysis

Fig. 4. Fig. 3 The Results of frequency analysis in C/E Room (at underway).

2nd deck의 한층위에 위치하고 있는 upper deck의 거주구역에서는 중앙에 위치한 싸롱에서 63.7dB로 가장 낮았으며 가장 큰 소음 발생원인 기관실에서 가까운 곳인 실험실에서는 66.4dB의 높은 소음레벨을 나타냈다. Upper deck거주구의 평균소음레벨은 약 65.0dB이었다. 기관실보다 한층 떨어져 있어서 소음이 다소 낮았다. 또 Upper deck의 윗계단에 위치하고 있는 선교에서는 65.1dB로 오히려 싸롱보다 기관실에서 멀리 떨어져 있고 에어컨도 작동 안하고 있어도 조금 높게 나타난건 각종 계측기기에 의한 작동 소음 및 외부에

소음 원으로 인한 영향이라 분석되며 특히 선교내의 항해기기류에서 발생하는 음이나 기기에 부착된 팬에 의한 음과 선교주위와 천정이 외계에 접하여 폭로감판의 소음인 엔진의 연돌에서 배기음이나 연돌주변 기관실 송풍장치에 의한 소음도 선교내에 투과되고 있기 때문이라 생각된다. 특히 선교외부 통로에서는 그 영향이 크게 나타나서 83dB의 소음레벨을 나타냈으며 선교후부로 갈수록 점점더 높아졌다. 특히 외부 통로에서는 풍속 및 조류에 의한 영향도 있으리라 사료된다. 이것은 선교내의 전부와 후부에서 소음이 차

강 창 남

이가 있는 것과 밑의 층이 upper deck 거주구에서 선미방향에 위치하고 있는 무선통신실의 소음치가 비교적 높은 것으로 관측할 수 있다. 여기서 선박 전체의 소음원인 기관실의 주기관 앞에서 그리고 기관실, 거주지역중 가장 소음레벨이 높은 C/E실에서 각주파수의 평균소음 스펙트럼을 협대역 주파수 분석(FFT Analysis) 및 1/3 옥타브 밴드분석기로 해석한 것이 Fig. 3, Fig. 4이다.

정박중에 측정은 2호 발전기를 가동중이었으며 해수온도가 27도로 선내 전체에 에어컨을 가동중이었다. 그때의 소음레벨의 전체 평균 측정치를 Table 3에 표시하였다. 정박중에도 마찬가지로 선내에서의 소음근원은 기관실로 생각되어진다

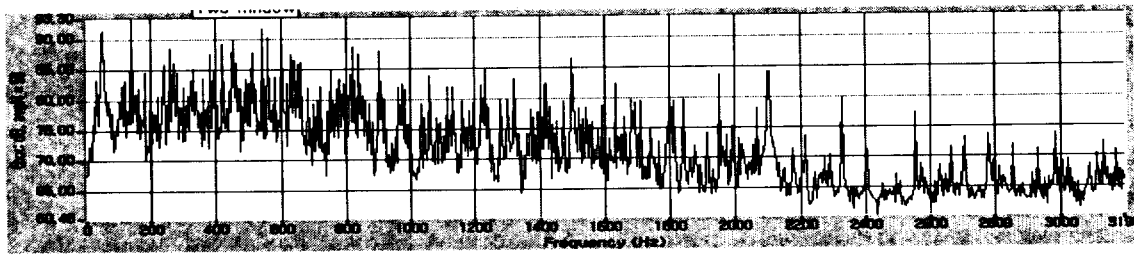
기관실내에서의 소음은 2호 발전기만 구동중이라서 2호 발전기 앞에서 가장 높은 97.9 dB의 평균소음레

벨이 나왔다. 한편 가동정지중인 1호 발전기 부근도 92.8 dB를 나타내서 기관실내의 소음은 전체적으로 높게 나타났고 또한 공기압축기 가동시는 더 많은 소음레벨이 예상된다. 기관실 상단에 위치하고 있는 기관 제어실에서도 물론 공기정화장치를 구동중이었지만 79.0 dB이 되어 제어실 주위벽과 도아에 의한 방음효과가 13-18 dB정도만 감쇠되는 아주 높은 소음이 나타났으며 기관실 전체의 평균 소음 레벨은 93.3 dB로 운항할 때 보다 12 dB정도 낮은 소음레벨이 나왔다.

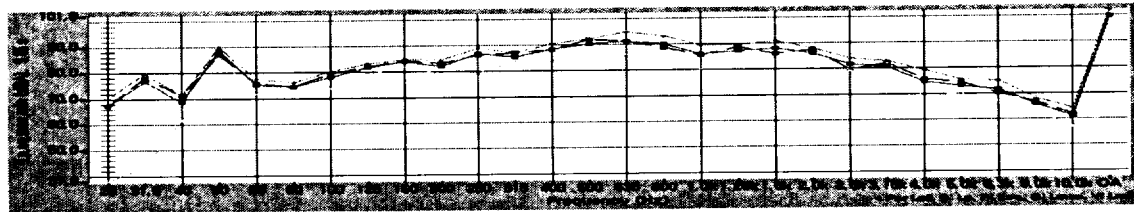
생활 환경의 장에서 거주지역의 소음레벨을 보면 2nd deck의 승무원 거주지역에서는 승무원(C)실이 가장높은 74.2 dB이었다. 이는 기관실 중앙 좌현부쪽에 위치하며 기관실 입구 문에 가장 가까워서 높은 값을 나타내며 특히 실 아래에 1호 발전기 가동으로 좌현부보다 높은 소음레벨을 나타냈다. 2nd deck에서

Table 3. The measurement results of the noise level at berth of A-Ra

Upper Deck and Navigation Deck								
Port			Center			Starboard		
No	Measurement	Leq	No	Measurement	Leq	No	Measurement	Leq
3	Captain Room	63.1	1	Bridge	63.6	6	1'st Off's Room	62.7
4	Professor Room	63.1	2	Saloon	62.6	7	R/o Room	62.9
5	Wireless Room	63.2	8	No.1 Lab	67.8			
2nd Deck								
9	Off's Mess Room	64.1	20	No.1 Lecture Room	67.2	22	3/o Room	72.7
10	Crew's Mess Room	71.2	21	No.2 Lecture Room	71.1	23	Professor Room	72.9
11	Crew's Room(A)	73.2	33	Steerin Room	62.0	24	2/o Room	73.1
12	Crew's Room(B)	74.1	34	Port Passage	76.3	25	Professor Room	73.1
13	Crew's Room(C)	74.2	35	Starboard Passage	75.9	26	C/E Room	73.4
14	Crew's Room(D)	71.9				27	1/E Room	72.9
15	Crew's Room(E)	68.7				28	2/E Room	72.1
16	Crew's Room(F)	68.2				29	3/E Room	69.0
17	Crew's Room(G)	64.8				30	Crew's Room(J)	68.3
18	Crew's Room(H)	64.2				31	Crew's Room(K)	64.2
19	Crew's Room(I)	64.1				32	Crew's Room(L)	64.3
Bottom								
37	Student Room(A)	66.5	36	Bow Thruster Room	68.2	40	Student Room(F)	66.9
38	Student Room(C)	67.4	43	Passage	68.8	41	Student Room(H)	67.3
39	Student Room(E)	71.1				42	Student Room(J)	71.1
Engine Room								
46	No.1 Generator	92.8	44	Control Room	79.0	47	No.2 Generator	97.9
			45	Main Engine	93.6	49	Air Compressor	91.9
			48	Turbo Charger	92.7			
			50	Profellor	91.1			

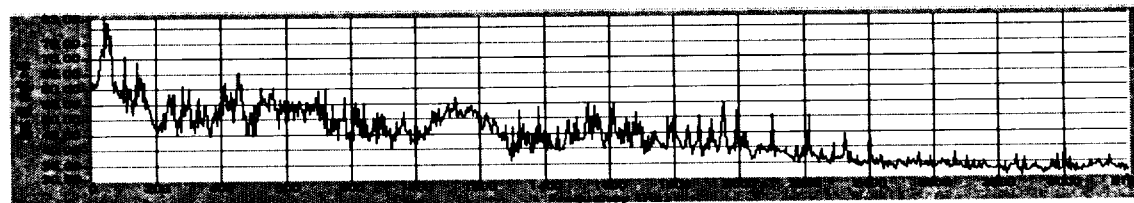


(a) FFT Analysis

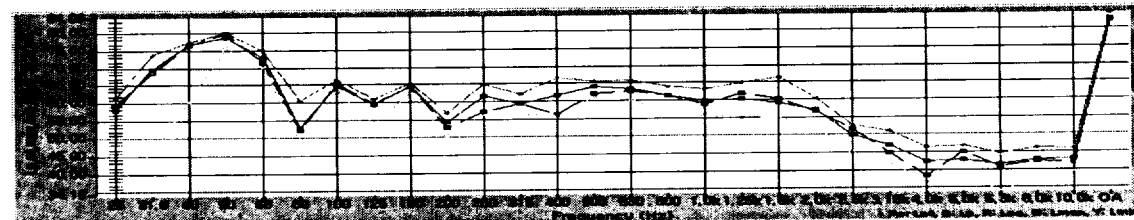


(b) 1/3 Octave Band Analysis

Fig. 5. The Results of frequency analysis in Engine Room (at Berth).



(a) FFT Analysis



(b) 1/3 Octave Band Analysis

Fig. 6. The Results of frequency analysis in Crew's Room(at Berth).

좌현쪽에서 소음이 가장 적은 주거지역은 가장 기관실에서 떨어지고 선미측에 위치한 승무원(I)실로 64.3 dB로 나타났다. 2nd deck의 좌현부 거주지역의 평균 소음은 69.2 dB이었다. 반면에 우현부의 거주지역에서는 기관실 문에 가까운 곳의 소음레벨이 다소 높으며 우현부의 평균소음은 70.5 Db이고, 우현부에서 최고 소음 발생지는 C/E실로서 73.4 dB이었다. 이 층의 통로는 좌우현부에 각각 76.3 dB, 75.9 dB였다. 전체

적으로 2nd deck에서 높은 음압의 원인은 발전기 가동 뿐만 아니라 무더운 여름철이라서 에어컨을 작동한 것도 음압이 상승요인이었다.

2nd deck의 한층 위에 위치하고 있는 upper deck의 거주구역에서는 중앙에 위치한 싸롱에서 62.6 dB로 가장 낮았으며 가장 큰 소음 발생원인 기관실에서 가까운 곳인 실험실에서는 67.8 dB의 높은 소음레벨을 나타냈다. Upper deck 거주구의 평균소음레벨은 약 63.0

dB이었다. 기관실보다 한층 떨어져 있어서 소음이 다소 낮았다. 또 Upper deck의 윗계단에 위치하고 있는 선교에서는 63.6 dB로 오히려 싸롱보다 기관실에서 멀리 떨어져 있고 에어컨도 작동 안하고 있어도 조금 높게 나타난건 각종 계측기에 의한 작동 소음 및 외부에 소음원으로 인한 영향이라 분석되며 특히 선교내의 항해기기류에서 발생하는 음이나 기기에 부착된 팬에 의한 음과 선교주위와 천정이 외계에 접하여 폭로갑판의 소음인 엔진의 연돌에서 배기음이나 연돌 주변 기관실 송풍장치에 의한 소음도 선교내에 투과되고 있기 때문이라 생각된다. 여기서 선박 전체의 소음원인 기관실의 주기관 앞에서 그리고 기관실, 거주지역중 가장 소음레벨이 높은 승무원(C)실에서 각주파수의 평균소음 스펙트럼을 협대역 주파수 분석(FFT Analysis) 및 1/3 옥타브 밴드분석기로 해석한 것이 Fig. 5, Fig. 6이다.

요 약

실습선 아라호를 이용하여 연근해 승선실습중(2005년 6월20일-6월29일) 항해중 소음과 정박중의 소음을 분석하였다. 선내 소음의 개락을 파악하기 위해서 기관실 소음의 실태를 조사하고, 선내에 거주하는 승무원 및 승선 학생에 영향을 주는 환경 소음 또 고소음 하에서 작업하는 기관부 승무원들의 건강관리, 또는 청력보호의 입장에서 선내 소음을 조사하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 항해중일때 선내에서의 소음근원은 기관실이며, 기관실내에서의 가장 높은 소음은 주기관 및 과급기 주변으로 평균소음이 각각 107.6, 106.9를 나타냈다. 또 2호기 발전기 가동으로 인하여 부근의 소음은 106.2 dB를 나타냈다.

2. 생활 환경의 장에서 거주지역의 소음레벨을 보면

2nd deck의 승무원 거주지역에서는 Crew's Room(C)실이 가장 높은 84.4 dB이었다. 이는 기관실 중앙 우현부쪽에 위치하며 기관실 입구 문에 가장 가까워서 높은 값을 나타내며 특히 실 아래에 2호 발전기 가동시 또는 공기압축기 가동시에는 훨씬 더 높은 값을 나타난다고 할 수 있다.

3. Bottom deck에서는 기관실과 가까이 있는 학생실(E), (J)에서 약 83 dB의 높은 소음 레벨을 나타냈다.

4. 정박중에는 발전기를 가동중인 기관실과 멀리 떨어져 있어도 높은 소음레벨이 나오는 것은 냉방기구의 가동도 레벨중가의 한 원인이라 하겠다.

가장 큰 소음원인 기관실과의 차단벽 또는 방음 도어장치가 필요하다고 사료되며 또한 입출항시 Bow트러스트를 쓰거나 관측을 할 경우 그리고 트롤작업시의 소음관계 또한 진동과의 관계는 차후과제로 남기겠다.

참고문헌

- 최한규. 1999. 소형어선의 소음에 관한 연구. 선박안전, 2: 40-43.
- 小黒秀夫. 1975. 船内騒音 統計的解析, 日本航海學會 論文集, 54: 107-115.
- 神田 寛. 1974. 機關室騒音 と機關部乗組員 の聽力障害, 日本船舶機關學會誌, 9: 1-58.
- 神田 寛. 1983. 騒音性難聽とその 防止對策, 船員災害 防止協會, pp. 1-109.
- 日本産業衛生學會. 1999. 許容濃度 の勸告, 日本産業 衛生學會誌, pp. 96-120.
- 中野有朋. 1976. 船と騒音(2), 船舶技術協會誌 [船の 科學], 29: 98-103.
- 中野有朋. 1976. 船と騒音(4), 船舶技術協會誌 [船の 科學], 30: 103-109.