

실습선 새해림호의 선내 소음도에 대한 평가

황보규 · 김민선*

군산대학교 해양생산시스템전공 교수

Evaluation of noise level in the training ship, Saehaerim

Bo-Kyu HWANG and Min-Son KIM*

Professor, Marine Production System Major, Kunsan National University, Jeonbuk 54150, Korea

The noise environment was evaluated using the ISO recommended NR evaluation curve and PSIL (Preferred Sound Interference Level) in order to investigate the onboard educational environment according to the noise in the Motor Vessel Saehaerim, a fishing training ship under making way. As a result, NRNs were measured at 37-61 dB in accommodation areas, 44-56 dB in work areas, 37-57 dB in educational and conference areas, 83-103 dB in engine areas and 65.3 dB and 51.2 dB in the work and education areas respectively based on PSIL. The NRNs, which evaluated the cabin of the experimental ship according to the purpose, exceeded all of the indoor standard noise recommended by the ISO, and the PSIL had a generally short conversational distance within 0.25-2.3 m and 0.75-1.3 m for teaching and work areas.

Keywords: Ship noise, NR, PSIL, Boarding Environment

서론

소음은 청취방해, 대화방해, 수면장애, 인간의 정서 및 신체적인 건강에 영향을 주며 집중력 및 업무능력 저하에도 큰 영향을 주게 된다. 특히, 선박은 시끄럽고 성가신 소음에 그대로 노출되어 생활하여야 하는 불편한 공간으로 인식되었지만, 건조 기술의 발달 및 생활 수준의 향상으로 최근 새롭게 건조되는 선박들은 소음 진동의 저감을 통한 보다 안락하고 쾌적한 승선환경을 구현하는데 많은 노력을 기울이고 있다.

실습선은 많은 학생들이 장기간 승선하여 거주하면서 강의와 실습이 이루어지는 공간이므로 선내의 승선감은 다른 어떤 선박보다도 중요도가 높다. 승선감 향상을 위하여 국제 해사 기구(International Maritime Organization;

IMO)에서는 2012년에 선원들 간의 원활한 의사소통, 경보음 청취 등 선원들에게 적절한 작업환경제공과 청력보호를 위하여 각 선실에 대한 소음레벨과 폭로시간의 관계 및 직업성 소음폭로에 대한 기준 등 선박 소음 규정을 강화하였다(IMO, 2012). 또한, 장시간 승조원이 거주하여야 하는 부유식 원유 생산, 저장 및 하역 선박(floating production, storage and offloading; FPSO)의 경우는 선내 소음 기준을 일반 상선의 소음기준인 60 dB (A)에 비해 15 dB 낮은 45 dB (A)로 규정하여 엄격하게 관리하고 있다(Joo and Lee, 2009; Han 2012). 실습선은 학생들에게 강의와 실습 및 자기 학습이 수반되고 있는 교육시설이라고 할 수 있으나, 교육환경적인 차원에서의 소음 기준은 마련되어 있지 않다. 교육시설에 대한 소음규정

*Corresponding author: hanmurang@kunsan.ac.kr, Tel: +82-63-469-1816, Fax: +82-63-469-7445

을 보다 더 엄격하게 규제할 것을 권장하고 있는 세계보건기구(World Health Organization; WHO)에서는 교실 내에서 수업 중 말명료도(speech intelligibility), 정보추출장애(disturbance of information extraction) 및 의사전달(message communication)과 관련하여 기준소음 35dB(A) 이하를 만족할 수 있는 소음저감 대책수립을 권장하고 있다(WHO, 1999).

실습선에서의 학생들은 매일 듣게 되는 기관, 보기관, 추진기 및 송풍 장치들로부터 발생하는 소음에 의하여 지속적인 대화 방해, 높은 불쾌감과 청력장애 등의 위험에 노출된 교육환경에 놓여 있다. 이러한 환경이 장시간 지속되면 승선 실습 중인 학생들은 스트레스가 증가하게 되고 심리적으로 불안을 느끼게 되며 짜증이 동반되고 집중력이 저하되어 학습활동 및 선박업무활동에 영향을 받게 된다(Park, 1975). 따라서 학생들이 장기간 상주하면서 승선실습에 따른 교육활동을 하는 실습선에서도 이와 같은 소음 저감으로 학습에 방해받지 않는 교육공간을 구축할 필요가 있다. 실습 선박의 소음에 관한 연구는 찾아보기 어려우나, 실습선 부산 403호의 진동과 소음에 관한 연구(Park, 1987) 및 실습선 아라호의 선내소음 분석 연구(Kang, 2005)에서는 선박 각 위치별 소음레벨을 크기를 평가하였고, Kim (2008)은 IMO와 ISO기준으로 실습선 새유달호의 소음과 진동에 의한 거주환경을 평가하였으며, Kim et al. (2010)은 항해 중인 실습선의 선내 소음을 ISO에서 제시한 실내 소음 평가방법인 NR곡선을 이용하여 실습선의 교육환경을 평가하고 방음대책을 제시한 바 있다.

이 연구에서는 2012년 IMO에서 선박 소음 규정을 채택한 이후에 건조된 선박인 어업실습선 새해림호를 대상으로 각 선실에 대한 소음 수준을 평가하고 실습생들에 대한 강의 및 실습이 이루어지는 공간들에 대한 소음 수준을 좀 더 엄격하게 제어할 기준을 마련할 기초 자료를 수집하기 위하여 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

평가대상 선박 및 측정위치의 선정

평가대상 선박은 군산대학교 실습선 새해림호로서 제원은 Table 1과 같다. 이 선박은 해상에서 항해 및 어로 실습, 기관 실습교육 등 다양한 어선교육 활동을 하는 어업 실습선으로서, 첨단 항해실습 장비뿐만 아니라, 해

양환경 관측장비 및 수중 계측장비 등도 보유하고 있어서 학생들에게 다양한 실무교육이 가능하다.

선내 실습환경평가를 위하여 총 28개소에 대하여 선내소음을 측정하였는데, 각 측정 위치는 Fig. 1과 같다. 실험선박은 실습을 위해 격실과 구역의 용도가 다양하게 구분되어 활용되는데, 항해하는 선박 내에서 발생하는 소음 계측에 대한 기술조건을 규정하고 있는 한국산업표준 KS I ISO 2923:1996 (2010)에 명시된 선박구역을 참조하여 Fig. 1의 측정 위치를 구역별로 구분하면 Table 2와 같다. 거주구역은 총 5개소로 선장갑판의 교수침실 1개소, 선수루갑판 1개소, 상갑판 1개소, 2층 갑판 1개소였고, 작업구역은 총 10개소로 선교 3개소, 학생주방 및 주방 3개소, 엔진제어실 1개소, 공작실 2개소였으며, 기관구역의 측정점은 총 8개소로 보조 기관실 선수 좌·우측, 선미 좌·우측 4개소, 주기판의 전후좌우 4개소였다. 학생들의 실습이 이루어지는 교육구역은 총 6개소로 항해실습구역 1개소, 제1 강의실 전, 후(2개소), 제2 강의실 전, 후(2개소), 기관 실습실 1개소였으며, 회의·휴게구역은 회의실 1개소와 휴게공간으로 사관식당 1개소 및 선원식당 1개소로 총 3개소였다.

본 실험을 위한 소음레벨 및 주파수 측정은 실습활동으로 인한 선내소음이 거의 없는 시간대를 선정하여 2019년 7월 16일 09시부터 16시 사이 포항 앞바다와 울릉도 그리고 울릉도에서 블라디보스톡을 잇는 직선항로상에서 실시하였다. 측정 시간동안 학생들의 이동을 자제시키고 주방 등 승무원들의 업무활동이 거의 없는 시간 인 09시부터 11시 사이, 14시부터 16시 사이에 실

Table 1. Specification of training ship Saehaerim

Ship name	Training ship Saehaerim
Gross tonnage	2,996 tons
Length (OA)	96.45 m
Breadth	15.0 m
Depth	7.60 m
Main engine	HHI HIMSEN 7H32/40P 3,500 kW × 750 rpm
Propeller	C.P.P × 4-blades × 3.3 m
Speed (Combination mode)	Maximum 16.7 knots, Service-15.4 knots
Max. boarding	110 persons
Type of ship	Fishing trawler
Launching date	Feb. 28, 2018

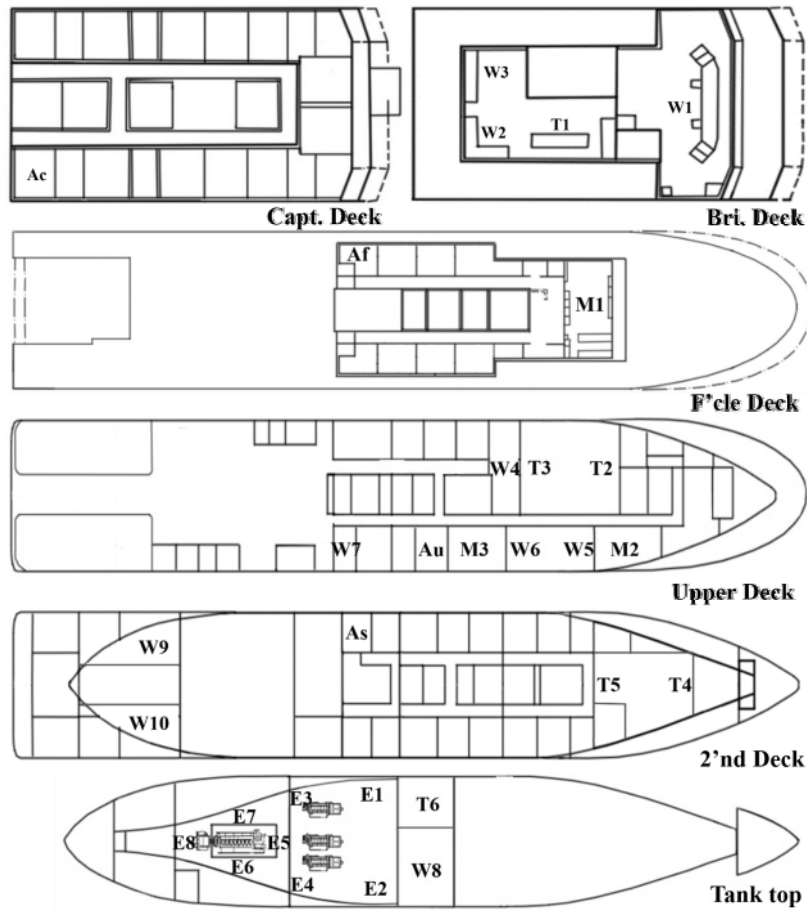


Fig. 1. Measurement area of the noise level in training ship SAEHAERIM. Accommodation area (Cd, Fd, Ud, Sd), Working area (W1-W10), Training area (T1-T6), Engine space (E1-E8), Meeting and dining room.

Table 2. Classification of measurement points by area characteristics

Name of area	Position (Measurement code in Fig. 1)
Accommodation area (A)	Professor's room (Ac), Fc'le deck Crew's room (Af) Upper deck hospital (Au), 2 nd Student's room (As)
Working space (W)	Navigation bridge (W1), Trawl winch control consol area (starboard and port, W2, W3), Student's Galley (W4), Crew's Galley (fore and aft, W5, W6), Research room (W7), Engine control room (W8), Machine workshop (W9, W10),
Engine space (E)	Auxiliary engine room (E1 ~E4), Main engine area (E5 ~E8)
Teaching area (T)	Navigation training room (T1), No.1 Lecture room (fore (T2) and aft (T3)), No.2 Lecture room (fore (T4) and aft (T5)), Engine training room (T6)
Meeting and dining room (M)	Saloon (M1), Officer's mess room (M2), Crew's mess room (M3)

시하였다. 측정당시의 실험선의 속도 및 측정환경은 Table 3에 나타내었다. 측정실험은 한국산업표준 KS I ISO 2923:1996 (2010)의 지침에 따라 실시하였으며, 측정 당시의 조건은 Table 3에 나타내었다. 선내 소음의 측정

은 적분형 소음계(NL-42, Rion Co., Japan)를 사용하여 측정하였는데, raw data의 기록은 확장 소프트웨어 (NL-42RT, Rion Co., Japan)를 통해 내부에 수록하였다. 측정 데이터의 분석은 소음분석 전용 소프트웨어(AS-70,

Table 3. Ship condition during the noise level measurement

Weather & Sea condition	Wind direction	NE
	Wind Scale	1
	Wave height	0.5~1.2 m
	Water depth	1,000 m more
Ship condition	Heading	045°/000°
	Speed	14.2 Kts
	RPM	680
	Pitch	100%

Rion Co., Japan)를 이용하였다.

선내소음의 평가방법

소음은 인체에 생리적·심리적 영향을 줄 뿐만 아니라, 작업능률의 저하를 가져온다. 실습선 내의 소음은 실습선에 승선하고 있는 선박직원 및 실습생들의 숙면에 영향을 줄 뿐만 아니라, 업무시의 명령 전달에 지장을 주게 된다. 또한, 수업에 있어서도 교수의 강의 내용 전달과 학생들의 청취에 있어 방해로 줄 수밖에 없기 때문에 학습능률의 저하를 유발하게 된다.

실내소음 평가에는 여러 가지 평가 지표들이 있으나,

Table 4. Compensation value for the noise rating number (NRN)

Factor	Condition	Compensation value
Spectrum characteristics	Broad band	0
Peak value	None impulsive noise	0
Repetitiveness	Continuity	0
Habituation	None familiar	0
Time	Day	-5
Season	Summer	0
Background noise	Suburban	0

Table 5. Noise Criteria by the Noise Rating Number

Compensated NRN	Application
20~30	Bedroom, patient's room, television studio, living room, theater, lecture room, meeting room
30~40	Large offices, shops, department stores, quiet restaurants, 40: average limits required for intelligent work
40~50	A fairly large restaurants, type in the secretariat, gym
50~60	A fairly large type room, 60:limits of the normal average office
60~70	Workplace

Table 6. SIL and speakable distance ISO/TR 3352:1974 (1974)

SIL (dB)	The maximum distance for the satisfied appreciation (m)*	
	Normal voice	Loud voice
35	7.5	15
40	4.2	8.4
45	2.3	4.6
50	1.3	2.6
55	0.75	1.5
60	0.42	0.85
65	0.25	0.5
70	0.13	0.26

*The distance of appreciation more than 95%.

이 연구에서는 NRN (Noise Rating Number) 및 PSIL (Preferred Sound Interference Level)을 이용하였다. NR 방법은 옥타브 분석한 소음의 밴드레벨을 소음의 원인, 특성 및 조건에 따라 보정한 후(Table 4) NR곡선을 기준으로 최대치로 판정하는 방법으로서 실습선 각 구역에 대한 소음도 평가에 사용하였다. NRN에 따른 잡음 평가 기준은 Table 5에 나타내었다. 그리고, PSIL은 대화의 명료도를 평가하는 방법으로 500 Hz, 1000 Hz, 2,000 Hz의 중심 주파수를 갖는 옥타브 대역에서의 음압레벨을 산술평균한 값으로부터 Table 6에 나타낸 기준에 따라 충분한 회화가 가능한 거리를 추정할 수 있는데, PSIL을 이용한 분석은 대화가 중요시되는 선내 구역에 대하여 실시하였다.

결과 및 고찰

IMO 소음 수준규정에 의한 평가

선박구역별 소음레벨(dB (A))은 Fig. 2와 같다. 각 구역별 소음레벨을 비교해 보면, 기관구역(E)이 평균 99.5 dB로 가장 높았고, 그 다음이 업무구역(W), 교육구역(T), 거주구역(A) 순으로 나타났으며, 휴게구역(M)은 평균 48.9 dB로 가장 낮은 값을 보였다. 특히, 거주구역과 업무구역은 장소에 따라 큰 차이를 나타내었는데, 거주구역의 경우 장소에 따른 최대값과 최소값의 차이가 19.6 dB이었고, 업무구역은 27.9 dB이었다.

각 구역의 소음레벨을 IMO에서 규정하고 있는 각 구역별 소음(dB(A)) 기준(IMO, 2012)에 맞추어 세부적으로 살펴보면 거주구역은 선장갑판의 1개실(Ac)이 60 dB (A)의 기준을 초과하였으나 나머지 장소는 기준을 만족

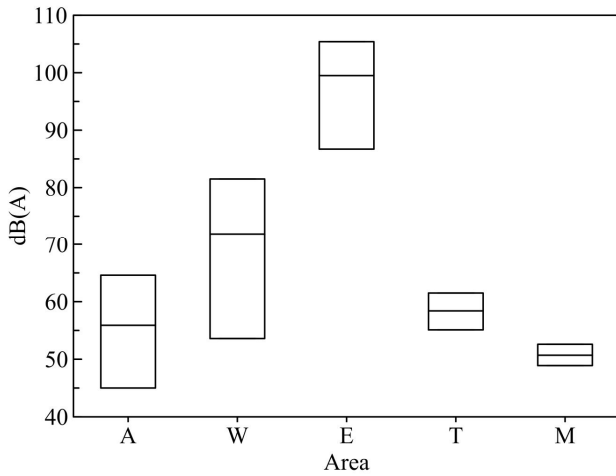


Fig. 2. Comparison of noise level (dB (A)) by classified area (A: Accommodation area, W: Working area, E: Engine space, T: Teaching area, M: Rest and meeting room).

하였고, 작업구역은 1개소 기관공작실(W9)을 제외하고 65 dB (A)의 기준을 만족하였다. 그리고 기관구역은 8개소 중 3개소(E1, E2, E4)만이 110 dB (A)의 기준을 만족하는 것으로 나타났다.

NRN에 의한 선박구역의 소음평가

실습선의 거주구역에서 항주 중 발생하는 소음에 대하여 청력장애, 회화방해, 시끄러움의 3가지 관점에서 평가하기 위하여 NR곡선(Noise Rating Curves)에 1/1 Octave 대역별 중심주파수의 각 소음 수준을 기입하여 구한 NR값의 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 거주구역은 여러 구역에 대해 측정하였으나, 각 층에서 가장 높은 음압레벨을 보이는 격실만을 선정하여 그 결과를 나타내었다. 선장 갑판의 (Cd), 선수루 갑판의 (Fd), 상갑판의 병원(Ud) 및 학생거주구역인 2층 갑판의 (Sd)에 NR값 및 NRN을 결정하는 주파수(frequency for NRN; FNRN)는 각각 66 (2,000 Hz), 44 (500 Hz), 42 (2,000 Hz) 및 43 (1,000 Hz)이었다.

이 실험에서 얻은 실습선의 거주구역의 NR값에 보정치를 보정한 후 실내 소음 기준표에 적용하면 NR-61, 39, 37 및 38로서 선장갑판의 선미에 설비된 침실은 침실기준 NR-20~30을 훨씬 초과하여 작업장의 소음기준과 동일함을 나타내고 있으며 나머지 침실들은 대형 사무실, 백화점, 조용한 식당의 소음기준과 동일하고 침실 소음기준을

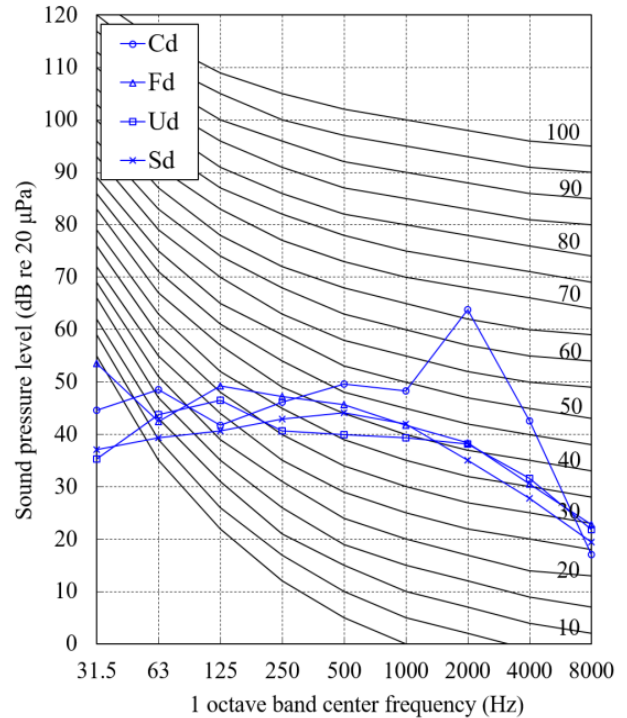


Fig. 3. Evaluation of the accommodation area by NR curves (Cd: Captain deck, Fd: F/cle deck, Ud: Upper deck, Sd: Second deck).

상회하고 있음을 알 수 있다. 선장 갑판의 침실(Ac)이 소음수준이 높은 것은 연돌과 인접해 있고 천정 상부 갑판에 소음원인 송풍기가 설비되어 있어서 소음이 가중되어 나타나는 것으로 판단되며, 이런 경우 초기 설계 시에 침실보다는 장시간 체류하지 않는 다용도실 또는 세탁실로 용도를 달리하거나 배치하여 승선자가 장시간동안 소음에 노출되지 않도록 고려할 필요가 있다.

실습선의 업무구역(W)에 대한 NR값의 추정 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 선교(W1)와 선교 내의 트롤원치 제어구역(W2) 및 (W3)의 NR 및 FNRN값은 51 (1,000 Hz), 54 (2,000 Hz) 및 44 (500 Hz)였다. 그리고, 학생용 주방(W4), 선원용 주방 앞(W5) 및 뒤(W6)의 경우는 각각 56 (500 Hz), 59 (2,000 Hz) 및 63 (2,000 Hz)였다. 그리고, 연구실(W7)의 NR값은 46 (1,000 Hz), 기관제어실(W8), 좌현기계공작실(W9) 및 우현공작실(W10)의 NR값은 54, 77 및 63이었고, FNRN은 모두 2,000 Hz였다. 이 실험에서 얻은 업무구역의 NR값에 보정치를 보정한 후 실내 소음 기준표에 적용하면, 선교의 업무구역은 NR-46, 49 및 39로서 지적인 작업에 필요한 평균적인

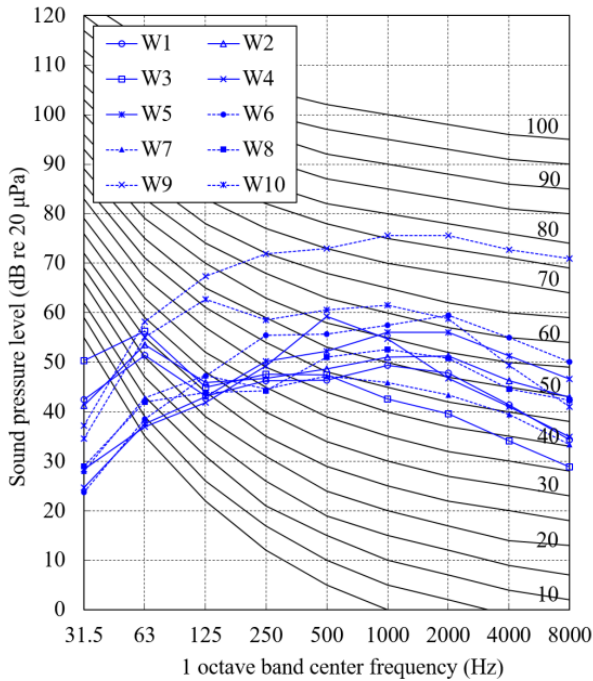


Fig. 4. Evaluation of the working area by NR curves (W1: Navigation, W2 and W3: Trawl winch control consol areal, W4: Student's Galley, W5: Crew's Galley (f), W6: Crew's Galley (a), W7: Research room, W8: Engine control room, W9: Machine workshop (port), W10: Machine workshop (starboard)).

계인 NR-40보다 높았으며 NR곡선을 결정하는 주파수는 1,000~2,000 Hz로 주로 고주파 대역에 노출되고 있는 것으로 확인되었다. 그리고, 주방작업 구역은 NR-51, 54 및 58로서 통상적인 사무실의 평균적 한계인 60을 하회하였으나, 기관제어실은 NR-49로 지적작업의 한계를 상회하여, 근무자의 기관감시 업무와 실습생들의 학습활동에 미치는 소음에 대한 방음대책이 필요할 것으로 판단된다. 기관 공작실의 경우 좌현공작실은 NR-72로 작업장의 소음한계를 상회하였으나 우현 공작실은 NR-58로 소음한계와 유사하였다.

실험선의 교육구역(T)에 대한 NR곡선을 Fig. 5에 나타내었다. 항해실습실(T1), 제1 강의실 선수측(T2), 제1 강의실 선미측(T3), 제2강의 실 선수측(T4), 제2강의실(T5) 및 기관실습실(T6)의 NR값은 49, 48, 48, 57, 56 및 49, NRN을 결정하는 주파수(frequency for NRN; FNRN)는 측정점 모두 1,000 Hz로 나타났다. 이 실험에서 얻은 교육구역의 NR값에 보정치를 보정한 후 실내

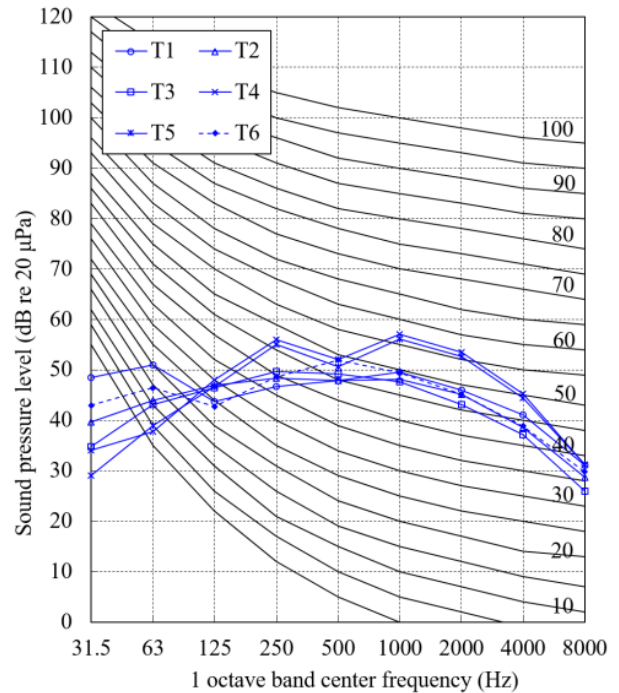


Fig. 5. Evaluation of the teaching area by NR curves (T1: Navigation training area, T2 and T3: No.1 lecture room, T4 and T5: No2 lecture room, T6: Engine training room).

소음 기준표에 적용하면 교육구역은 NR-44, 43, 43, 52, 51 및 45로서 강의실 소음 기준인 20~30을 크게 초과하고 있을 뿐만 아니라 지적인 작업에 필요한 평균적한계인 NR-40을 상회하고 있어 실습생들의 학습에 미치는 소음에 영향이 클 것으로 판단된다. 또한, 제2 강의실의 경우는 체육관 수준의 소음수준으로 기관실 내에 있는 기관실습실보다 높은 NR값을 보이고 있어 실습생들의 학습 활동에 큰 장애를 줄 것으로 판단된다.

실험선의 회의구역(M)에 대한 NR곡선(Noise Rating Curves)을 Fig. 6에 나타내었다. 사관회의실(M1), 사관 식당(M2) 및 승무원식당(M3)의 NR값은 47 (2,000 Hz), 42 (1,000 Hz) 및 44 (2,000 Hz)였다. 이 값을 후 실내 소음 기준표에 적용하면 NR-42, 37 및 44로서 회의실 소음수준인 NR-20~30을 현저하게 상회할 뿐만 아니라, 사관회의실의 경우 지적인 작업에 필요한 평균적한계인 NR-40도 상회하는 것으로 나타났다.

실험선의 기관구역(E)에 대한 NR값의 추정 결과를 Fig. 7에 나타내었다. 보조기관실의 선수 좌현측점(E1),

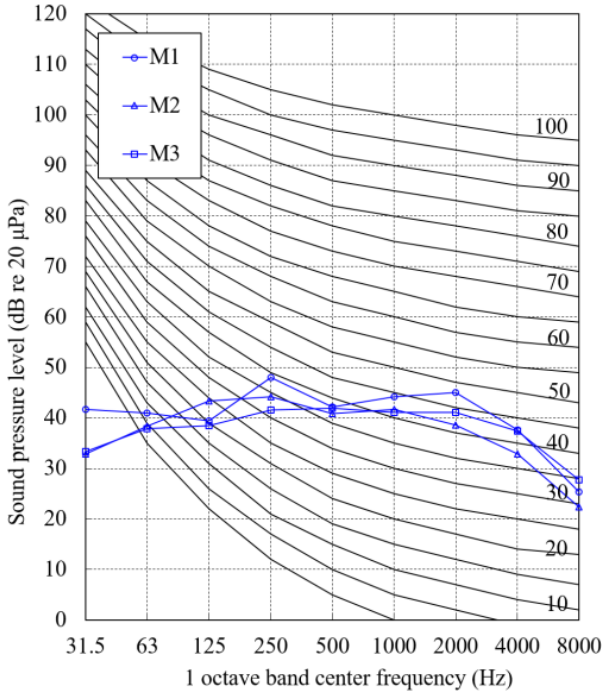


Fig. 6. Evaluation of the meeting area by NR curves (M1: Officer's meeting room M2: Officer's mess room, M3: Crew's mass room).

선수 우현 측점(E2), 선미 좌현측점(E3) 및 선미 우현측점(E4)의 NR값은 86 (1,000 Hz), 83 (1,000 Hz), 88 (1,000 Hz) 및 86 (1,000 Hz)였다. 그리고 주기관의 선수 측점(E5), 우현측점(E6), 좌현측점(E7) 및 선미측점(E8)의 NR값은 97 (1,000 Hz), 103 (1,000 Hz), 99 (1,000 Hz) 및 93 (1,000 Hz)였다. 이 실험에서 얻은 보조기관실 및 주기관실의 NR값에 보정치를 보정한 후 실내 소음 기준표에 적용하면 NR-92, 98, 94 및 88로서 제철 및 중공업 작업장의 수준이 70을 크게 상회하고 있다. 2012년에 채택한 IMO 선상소음수준에 관한 규정(IMO, 2012)에 따르면 보조기관실의 경우는 높은 수준의 소음 구역으로 청력보호 장비를 착용하도록 경고계시판을 게시하고 보조기관실을 출입할 경우에는 청각보호기를 착용하도록 하여 한다. 또한 주기관실은 위험 소음 구역으로 출입 시에는 강제적으로 청각보호기를 착용하여야 하며 오래 머물지 않도록 하여야 한다.

PSIL에 의한 작업 및 교육구역의 소음 평가

선박 직원들의 업무시의 명령 전달 및 선내 실습수업을

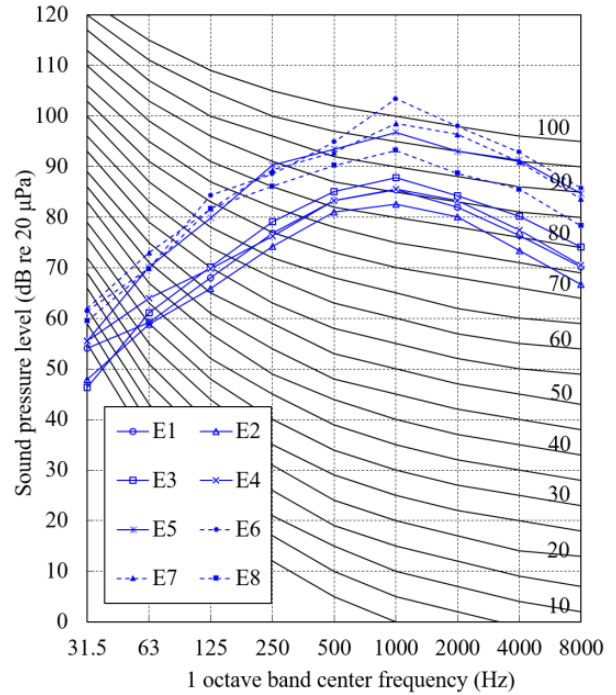


Fig. 7. Evaluation of the engine area by NR curves (Auxiliary engine room(E1 ~E4), Main engine area (E5 ~E8)).

위한 강의에서 학생 청취 방해 정도 등 대화 수준을 파악하기 위하여 분석한 회화방해레벨은 Table 8과 같다.

작업구역의 PSIL값은 평균 65.3 dB로 보통 크기의 목소리로 대화할 경우 회화 가능거리가 0.25 m 정도로 나타났는데, 이 가운데 선원 조리실(W9)은 74.9 dB로 기준 범위를 초과하여 회화가능거리가 매우 짧은 것으로 추정되었다. 반면 트롤윈치 컨트롤 구역(W3)은 44.4 dB로 회화가능거리가 2.3 m로 추정되었다. 이와 같이 작업구역은 회화가능거리가 매우 짧게 추정되었기 때문에 정확한 업무전달을 위해서는 매우 큰 목소리로 대화할 필요가 있을 것으로 판단된다.

교육구역은 평균 51.2 dB로 보통 크기의 목소리의 경우 회화가능거리가 1.3 m 정도였고, 최대값은 54.7 dB로 제 1강의실의 T4였으며 대화가능거리는 0.75 m 정도인 것으로 추정되었다. 교육구역은 학생들의 학습 성과를 달성하기 위한 교육이 이루어지는 곳으로 원활한 대화가 매우 중요한 구역이다. 강의실은 교육을 위한 마이크 설비가 갖추어져 있기 때문에 넓은 공간에서 다수의 학생들을 대상으로 강의하는 것이 가능하지만, 이

Table 8. Results of PSIL analysis to area

No. of Area	Area	PSIL (dB)
W1	Navigation bridge	48
W2	Trawl winch consol area (s)	50.5
W3	Trawl winch consol area (s)	44.4
W4	Engine control room	56
W5	Machine workshop (s)	55.1
W6	Machine workshop (p)	57.9
W7	Student's Galley	45.7
W8	Crew's Galley (f)	51.6
W9	Crew's Galley (a)	74.9
W10	Research room	60.4
T1	Navigation training room	48
T2	Engine training room	47.3
T3	No.1 Lecture room (f)	47.3
T4	No.1 Lecture room (a)	54.7
T5	No.2 Lecture room (f)	53.8
T6	No.2 Lecture room (a)	49.7
M1	Saloon	43.9
M2	Officer's mess room	40.5
M3	Crew's mess room	41.4

외의 구역에서 원활한 교육이 이루어지기 위해서는 교수의 경우는 휴대용 마이크 장비를 사용하거나 소규모 그룹 실습을 진행하여, 학생들과 보다 원활한 회화가 가능하도록 할 필요가 있는 것으로 판단된다. 마지막으로, 휴게구역은 평균 42.2 dB로 보통 크기의 목소리의 경우 2.3 m 정도인 것으로 추정됨으로서 휴게 및 소규모 회의 진행에는 문제가 없을 것으로 판단되지만, NR 분석에서 언급한 바와 같이 지적인 작업에는 장애가 따를 것으로 판단된다.

결론

항해중인 트롤어업실습선 새해림호의 선내소음에 따른 승선환경을 조사하기 위하여 ISO가 권장하는 NR평가곡선과 PSIL (Preferred Sound Interference Level) 평가방법으로 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

거주구역의 NRN은 NR-37~61로 대부분의 침실들이 대형 사무실, 백화점, 조용한 식당의 소음기준과 동일하게 나타났고, 선장갑판의 선미에 설비된 침실은 침실기준 NR-20~30을 훨씬 초과하여 작업장의 소음기준과 동일한 수준을 나타내어 숙면에 영향이 클 것으로 판단된다.

업무구역의 NRN은 선교의 경우는 NR-44~54로 지적인 작업에 필요한 평균적한계인 NR-40을 상회하였고

주방의 경우는 NR-56~63로 대형 레스토랑 또는 체육관의 수준인 50을 초과하였으며, 연구실 및 기관제어실은 NR-46 및 NR-49로 지적인 작업에 필요한 평균적한계인 NR-40을 상회하고 있는 것으로 확인되었다. 그리고, 교육구역 및 회의 구역은 NR-48~57, NR-37~44로 강의실 및 회의실 소음 기준인 NR-20~30을 크게 초과하는 것으로 나타났다.

또한, 기관 공작실에서 좌현측의 경우 NR-72로 공장 소음한계를 상회하였으며, 기관구역에서 보조기관실의 경우는 NR-83~88, 주기관실은 NR-93~103으로 제철 및 중공업 작업장의 수준인 NR-70을 크게 초과함으로써 청력손상을 예방하기 위해서는 기관실 내에서 30분 이상 머무르지 않도록 주의해야 할 것으로 판단된다.

실습교육과 업무를 위하여 장시간 체류가 필요한 거주, 업무, 교육구역 및 회의구역에 대한 NR등급을 결정하는 주파수는 대부분 1,000~2,000 Hz이었다.

실습선은 다양한 형태의 학습활동이 이루어지는 교육 시설이기 때문에 학생들의 학습 및 실습 공간에 대해서는 소음 레벨을 미리 예측하고 설계 단계에서부터 보다 엄격한 소음 기준을 적용할 필요가 있다고 판단된다. 또한, 격실을 소음원과 거리, 종류 및 크기에 따라서 배치 위치를 결정하고 탁월주파수에 대한 흡음 및 차음 대책을 설계 초기에 강구하여 건조한다면 소음에 대한 승무원의 근무 환경 및 학생들의 쾌적한 교육환경을 조성하는데 긍정적인 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대된다.

사 사

이 논문은 2020년 군산대학교 수산과학연구소 학술연구비 지원에 의하여 연구되었습니다. 여러 가지 업무 수행으로 바쁘신 중임에도 불구하고 선내 소음측정에 적극적으로 협력해주신 새해림호 직원 여러분께 감사드립니다.

References

- Han HS. 2012. Psycho-acoustic evaluation and analysis of the indoor noise in cabins of a naval vessel to specify its allowable limit. *Inter J Nav Archit Oc Engng* 4, 374-385. <https://doi.org/110.2478/IJNAOE-2013-0104>.
- IMO. 2012. The code on noise levels on board ships. IMO Publishing. International Organization for Standardization.

- 1-36.
- ISO/TR 3352. 1974. Acoustics - Assessment of noise with respect to its effect on the intelligibility of speech, 1-3.
- Joo WH and Lee TK. 2009. Noise estimation and control for FPSO. *Trans Korean Soc Noise Vib Eng* 19, 9-16.
- Kang CN. 2005. The Noise Level in the Training Ship A-Ra. *Bull. Mar. Environ. Res. Inst* 29, 55-62.
- Kim DB. 2008. A study on the evaluation of habitability for the noise and vibration of Training Ship SAEYUDAL. Ph.D. Thesis, Mokpo National Maritime University. 1-31.
- Kim MS, Shin HO, Kim MS and Hwang BK. 2010. Boarding Environment of Training ship KAYA to the Noise during the Voyage. *Jour Fish Mar Sci Edu* 22, 218-230.
- Korean Agency for Technology and Standards. 2010. Acoustics-Measurement of noise on board vessel, KS I ISO 2923:1996, 1-6.
- Park JH. 1975. Effect of the ship noise on the intelligence ability of man. *Bull Korean Fish Soc* 8, 127-132.
- Park JH. 1987. Vibration and noise level on the training ship Pusan 403. *Bull Korean Fish Soc* 23, 8-14.
- WHO (World Health Organization). 1999. Guidelines for community noise, 16.
-
2021. 01. 10 Received
 2021. 01. 27 Revised
 2021. 02. 04 Accepted