韓國航海港灣學會 第26券 第2號, pp.75~80. 2002.

論 文

선박내의 소음 및 진동에 기초한 선상근무 환경의 평가

고창두* · 김상현**

*, ** 한국해양연구원 해양시스템안전연구소

Evaluation of Shipboard Working Environment based on Noise and Vibration in Ships

*C. D. Koh** · *S. H. Kim***

*, ** *Korea Research Institute of Ships & Ocean Eng. /KORDI, Taejeon, 303-606. Korea*

요 약 : 연안 선박의 선상근무 환경은 육상근무 환경에 비하여 매우 열악하여 선상근무 기피와 선원 고령화의 원인이 되고 있다. 특히 선박내 소음은 난청과 같은 직업병을 유발시키는 원인이 된다. 따라서 안락한 선상근무 환경 및 거주 환경의 확보를 통하여 선상근무 피로도를 경감시키는 것이 필요하다. 본 연구에서는 먼저 선박내 소음 및 진동의 실선 계측을 통하여 선상근무 환경을 체계적으로 평가한다. 그리고 선상근무 환경의 평가 결과에 기초하여 선상근무 피로도 경감대책을 제안한다.

핵심용어 : 선내 진동, 선내 소음, 선상근무 환경, 근무피로도 경감

ABSTRACT : *The shipboard working environment of coastal ship is very inferior to the ground working environment and it causes the avoidance of shipboard working and the aging of crew. Especially the noise in ships causes an occupational disease such as hardness of hearing. Hence to reduce the shipboard working fatigue is necessary by the security of the comfortable shipboard working environment and residence environment. In this paper, first we evaluate the shipboard working environment by using the measurement results of the shipboard noise and vibration in the sea. And we propose the reduction measures of shipboard working fatigue based on the evaluation results of the shipboard working environment.*

KEY WORDS : *noise in ship, vibration in ship, shipboard working environment, shipboard working fatigue reduction*

1. 서 론

해상활동을 수행하는데 있어서 선상근무 환경은 간과할 수 없는 매우 중요한 요소이다. 근무 환경으로서 기본적인 요건인 의식주뿐만 아니라 선박의 특수성에 기인하는 선내 소음 및 진동, 선내 공기오염 등도 선상 근무자의 업무 효율성 확보 및 거주 편리성(crew's habitability) 확보에 매우 중요한 요소이다.

선박내의 소음은 업무 능력 저하, 거주 편리성 저하는 물론, 난청 등 산업재해를 야기할 수 있으며 기준 이상의 소음수준에 장기간 노출될 경우 영구난청의 원인이 된다. 또한 선박내의 진동은 선체 일부에 국부적인 피로현상을 유발하여 심각한 손상을 입히기도 하고 때로는, 탑승한 승무원에게 심한 불쾌감을 주거나 일상의 선내 업무를 방해할 정도의 불편함을 주기도 한다.

국민 생활수준 향상에 따라 선상 근무환경 및 거주 환경에 대한 기대치는 상승되고 있음에도 불구하고 지금까지 국내 연안 선박의 경우에는 선박의 기능만을 강조하여 이들 환경에 대한 검토가 미비하였으며 또한 선상근무 피로도에 체계적인 조사도 이루어지지 않고 있는 현실이다.

본 연구에서는 많은 승무원이 선상 근무를 하고 있으며 근무환경 및 거주환경보다는 선박의 고유 기능이 가장 중요시 되고 있는 연안 경비함정을 대상으로 하여 선내 소음 및 진동의 실선 계측을 수행하고 허용기준과 비교한다. 또한 실선 계측 결과에 이용하여 선상 근무환경을 평가하고 그 결과를 기초하여 선상근무 피로도 경감 대책을 제안한다.

*비회원, cdkoh@kriso.re.kr 042)868 7212

**정회원, kimsh@kriso.re.kr 042)868 7232

2. 실선 계측의 개요

선내 소음 및 진동의 실선 계측은 25톤, 100톤, 250톤, 500톤, 1,000톤, 1,500톤까지의 6척의 경비 함정에 대하여 수행하였다 500톤, 250톤, 25톤은 2002년 2월 20일 오전 인천 근해를, 1500톤과 100톤은 2002년 3월 18일 오전 남해의 추자군도 주변 해역을, 1000톤은 2002년 5월 10일 오전 부산 근해를 항해하며 측정하였다.

선내 소음은 Sound Level Meter (B&K 2231)을 이용하여 1 octave band의 중심주파수에서 계측하였으며, 소음 측정은 함교, 침실, 엔진제어실, 기관실, 식당, 통신실 등 선내 주요 구역에서 실시하였다. 선내 소음이 측정되는 동안 선박은 순항속도로 직선 운항하였다.

진동은 침실 등의 승조원 거주구역과 조타실 등의 근무지역에서 계측되었다. 진동신호의 취득을 위해 노트북을 기본으로 National Instruments사의 A/D board와 Labview 소프트웨어로 구성된 계측시스템을 이용하였으며 취득된 시계열 진동신호의 분석을 위해 MatLab 5.3을 이용하였다. 또한 진동신호의 취득을 위한 샘플링 시간은 1/250 sec로 정하였고, 약 120 sec 동안 신호를 취득하였다.

3. 선내 소음 및 진동 허용기준

3.1 선내 소음 허용기준

선내 소음 허용기준으로는 Table 1과 같은 한국 해군의 선내 소음 허용기준을 이용하였다. 함정의 선실, 기관실, 엔진 제어실, 각종 작업공간, 침실 등은 요구되는 소음수준에 따라 Category A~F로 분류된다.

Table 1 소음 허용기준(dB re. 20 μPa)

주파수(Hz) / Category	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	SIL
A	90	84	79	76	SIL Value			69	68		64
B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	78(70)	
C	85	78	72	68	65	62	60	58	57	68(65)	
D	105	100	95	90	90	85	85	85	85	96(84)	
E	105	100	95	90	SIL Value			85	85		72
F	105	100	95	90	SIL Value			85	85		65

단,

Category A: 높은 소음수준의 공간으로 통상적인 대화가 요구되는 격실 (함교, 통신실, 엔진제어실 등)

Category B: 승조원의 안락함이 주로 요구되는 격실(침실, 사무실, 화장실, 식당 등)

Category C: 특히 정숙하여야 할 격실 (의무실 등)

Category D: 고소음 공간으로써 의사소통은 중요하지 않으나 청력 손상 방지가 주로 요구되는 격실 (보기실, 기관실 등)

Category E: 높은 소음수준의 공간으로써 큰 소리로 구두 대화가 요구되는 격실

Category F: 구두 대화가 필요한 노천 갑판상부에 위치한 지휘 장소

3.2 선내 진동 허용기준

선내 진동 허용기준으로 국제표준기구인 ISO (International Organization for Standardization)[2]의 진동기준인 ISO 6954:2000(E)과 ISO 2631:1997(E)을 이용하였다. Table 2에 ISO 6954:2000(E)의 진동기준, Fig. 1에 ISO 2631:1997(E)의 건강관점 진동기준, Table 3에 ISO 2631:1997(E)의 안락성 관점 진동기준을 각각 나타낸다.

ISO 6954:2000(E) 진동기준[2]은 상선 및 여객선의 거주구역에 대한 종합적인 진동 평가 기준으로 활용되고 있으며, 거주구역을 크게 A, B, C 세 등급으로 나누고 각각 진동허용치의 상한기준 및 하한기준을 제시하고 있다.

ISO 2631:1997(E) 진동기준[2]은 기계진동에 의한 인체노출의 평가 기준으로 활용되고 있으며, 인체의 건강(Health)과 안락감(Comfort)의 두 관점으로 나누어 평가한다. Fig.1에서 빗금 영역은 건강위험도가 경고 수준인 범위를 나타내며, 빗금 영역의 윗 부분은 건강위험도가 높은 수준인 범위를 나타내며, 빗금 영역의 아래 부분은 건강위험도가 없는 범위를 나타낸다.

Table 2 ISO 6954:2000(E)의 진동기준

	A 등급	B 등급	C 등급
기준 1 : 코멘트가 필요할 만큼 진동이 있는 상태	143 mm/s^2 이상	214 mm/s^2 이상	286 mm/s^2 이상
기준 2 : 코멘트가 필요없을 만큼 양호한 상태	71.5 mm/s^2 이하	107 mm/s^2 이하	143 mm/s^2 이하
주) A 등급 : 승객의 거주구역, B 등급 : 승무원의 거주구역, C 등급 : 작업구역			

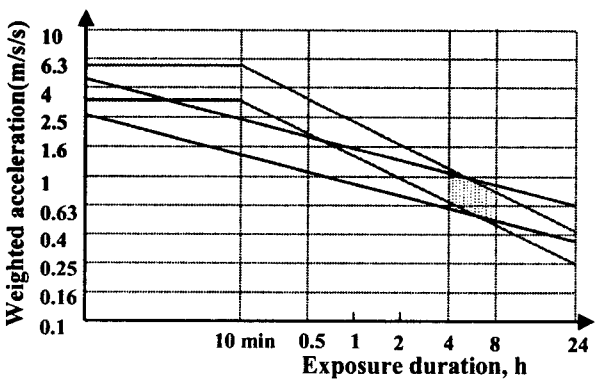


Fig. 1 ISO 2631:1997(E)의 건강관점 진동기준

Table 3 ISO 2631:1997(E)의 안락성 관점 진동기준

진동가속도 종합 a_v	안락감 관점에서의 평가기준
3.5 mm/s^2 이하	불쾌감을 느끼지 않는 정도(not uncomfortable)
315 mm/s^2~630 mm/s^2	약한 정도의 불쾌감을 느끼는 정도(a little uncomfortable)
500 mm/s^2~ 1000 mm/s^2	불쾌감을 조금 느끼는 정도(fairly uncomfortable)
800 mm/s^2~ 1600 mm/s^2	불쾌하다고 느끼는 정도(uncomfortable)
1250 mm/s^2~ 2500 mm/s^2	아주 심한 불쾌감을 느끼는 정도(very uncomfortable)
2000 mm/s^2 이상	극도의 불쾌감을 느끼는 정도(extremely uncomfortable)

4. 선내 소음 및 진동의 실선 계측 결과

4.1 선내 소음의 실선 계측 결과

25톤, 250톤, 500톤, 1,000톤, 1500톤급 함정의 선내 소음 계측 결과를 Table 4~8에 각각 나타낸다. 각 Table의 초과치는 소음 허용기준치를 초과하는 측정구역에서의 소음 초과레벨을 나타낸다. 또한 100톤급 함정을 제외한 모든 함정이 1~2m의 낮은 파고에서 측정된 점을 고려하면, 2m 이상의 파고에서는 측정 소음보다 3~5dB 큰 소음이 예상된다.

Table 4 25톤급 함정의 소음 측정결과

Room Name	주파수 (Hz)	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Overall dB(A)	SIL
함교	SPL	87	93	90	80	72	69	66	62	58	78	66
	Cat. A	90	84	79	75		SIL		69	68		64
	초과		9	11	5							2
침실	SPL	85	88	87	79	72	74	66	58	51	78	
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70	
	초과		4	8	3		3				8	
기관실	SPL	103	107	115	114	115	111	110	102	96	117	
	Cat. D	105	100	95	90	90	85	85	85	85	84	
	초과		7	20	24	25	26	25	17	11	33	

Table 5 250톤급 함정의 소음 측정결과

Room Name	주파수 (Hz)	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Overall dB(A)	SIL
엔진제어실	SPL	93	104	93	87	85	85	81	73	63	89	84
	Cat. A	90	84	79	75		SIL		69	68		64
	초과	3	20	14	12				4			20
함교	SPL	93	88	79	70	64	66	75	66	47	77	68
	Cat. A	90	84	79	75		SIL		69	68		64
	초과	3	4									4
후부침실		90	89	83	77	76	71	65	62	51	77	
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70	
	초과		5	4	1	3					7	
전부침실		81	81	74	66	60	52	46	44	43	64	
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70	
	초과											
휴게실		78	79	76	69	64	59	55	50	42	63	
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70	
	초과											
기관실		98	105	104	107	109	110	107	105	98	114	
	Cat. D	105	100	95	90	90	85	85	85	85	84	
	초과		5	9	17	19	25	22	20	13	30	

Table 6 500톤급 함정의 소음 측정결과

Room Name	주파수 (Hz)	31.5	63	125	500	1k	2k	4k	8k	Overall dB(A)	SIL
엔진제어실		86	91	85	78	78	78	73	70	84	78
	Cat. A	90	84	79		SIL		69	68		64
	초과		7	6				4	2		14
조타실		96	85	77	54	55	53	47	44	67	54
	Cat. A	90	84	79		SIL		69	68		64
	초과	6	1								
통신실		88	88	73	63	65	56	56	54	69	61
	Cat. A	90	84	79		SIL		69	68		64
	초과		4								
전경침실		88	78	73	58	57	53	64	60	68	
	Cat. B	90	84	79	73	71	70	69	68	70	
	초과										
제3직원침실	87		79	75	64	61	60	47	40	68	
	Cat. B	90	84	79	73	71	70	69	68	70	
	초과										
부장실		85	90	84	70	68	64	54	44	75	
	Cat. B	90	84	79	73	71	70	69	68	70	
	초과		6	5						5	
기관장실		81	86	83	71	68	64	54	48	74	
	Cat. B	90	84	79	73	71	70	69	68	70	
	초과		2	4						4	
후부침실		88	95	88	71	69	65	55	52	77	
	Cat. B	90	84	79	73	71	70	69	68	70	
	초과		11	9						7	
사관실		82	84	77	60	59	53	46	40	66	
	Cat. B	90	84	79	73	71	70	69	68	70	
	초과										
기관실		119	104	99	108	111	110	104	104	115	
	Cat. D	105	100	95	90	85	85	85	85	84	
	초과	14	4	4	18	26	25	19	19	31	

Table 7 1,000톤급 함정의 소음 측정결과

Room Name	주파수 (Hz)	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Overall dB(A)	SIL
함교		86	82	70	63	57	60	55	55	55	65	57
	Cat. A	90	84	79	75		SIL		69	68		64
	초과											
작전실		79	75	68	59	55	52	52	44	40	60	53
	Cat. A	90	84	79	75		SIL		69	68		64
	초과											
엔진제어실		88	85	82	76	75	78	77	72	73	83	77
	Cat. A	90	84	79	75		SIL		69	68		64
	초과		1	3	1				3	5		13
통신실		94	82	71	62	53	52	51	45	39	64	52
	Cat. A	90	84	79	75		SIL		69	68		64
	초과	4										
간부식당		81	87	76	59	57	48	47	42	34	64	
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70	
	초과		3									
합정실		84	84	69	60	53	48	45	42	39	61	
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70	
	초과											
기관장실		80	85	72	62	55	52	50	40	38	63	
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70	
	초과		1									
무장실		89	80	68	62	53	50	48	47	41	61	
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70	
	초과											
제1간부실		95	79	66	58	60	54	50	44	38	64	
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70	
	초과	5										
제4간부실		94	78	72	64	62	61	56	49	43	67	
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70	
	초과	4										
식당		94	86	79	72	69	68	65	57	51	73	
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70	
	초과	4	2								3	

Room Name	주파수 (Hz)	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Overall dB(A)	SIL
1직원침실		76	76	66	73	62	56	52	48	44	66	
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70	
	초과											
3직원침실		82	83	77	72	70	67	62	56	46	72	
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70	
	초과										2	
4직원실		90	95	84	77	74	70	65	59	54	77	
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70	
	초과		11	5	1	1					7	
상부에어콘실		87	80	73	60	54	52	49	45	42	62	
	Cat. D	105	100	95	90	90	85	85	85	85	84	
	초과											
기관실		100	106	101	103	106	105	102	101	101	110	
	Cat. D	105	100	95	90	90	85	85	85	85	84	
	초과		6	6	13	16	20	17	16	16	26	

Table 8 1,500톤급 함정의 소음 측정결과

Room Name	주파수 (Hz)	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Overall dB(A)
함교		82	78	71	68	77	49	50	46	45	74
	Cat. A	90	84	79	75	SIL			69	68	
	초과										
엔진제어실		82	87	73	67	66	67	69	58	48	73
	Cat. A	90	84	79	75	SIL			69	68	
	초과		3								
함정실		80	72	59	60	45	46	45	42	37	55
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70
	초과										
부장실		83	72	58	54	47	59	44	38	28	60
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70
	초과										
제3간부침실		76	83	68	64	60	57	53	47	48	64
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70
	초과										
직원침실		77	82	70	62	56	57	48	42	34	62
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70
	초과										
체육실		85	86	77	75	67	66	59	47	38	71
	Cat. B	90	84	79	76	73	71	70	69	68	70
	초과		2								1
보기실		89	95	101	98	96	97	100	94	84	104
	Cat. D	105	100	95	90	90	85	85	85	85	84
	초과			6	8	6	12	15	9		20
기관실		97	100	99	103	102	102	99	95	90	106
	Cat. D	105	100	95	90	90	85	85	85	85	84
	초과			4	13	12	17	14	10	5	22

4.2 선내 소음에 의한 근무 환경 평가

(1) 25톤급 함정

25톤급 함정의 경우 측정 대상인 함교, 침실 및 기관실에서 모두 기준 소음을 초과하고 있으며, 함교의 경우 SIL값도 2dB 초과하고 있어 의사소통에도 문제가 있음을 쉽게 예상할 수 있다. 특히 거주구역인 침실은 귀에 민감한 주파수 영역인 1 kHz를 포함한 4개의 주파수 영역에서 3 - 8dB의 소음이 과도하게 초과하고 있으므로 장기적으로 소음에 노출될 경우 영구적인 청력 손상이 예상된다.

(2) 250 톤급 함정

250 톤급 함정의 경우도 엔진제어실 소음이 상당히 심각하여 승무원간의 대화가 쉽지 않고, 저주파 영역의 소음이 기준을 크게 초과하고 있어 청력손상이 예상된다. 전부침실의 경우 소음 레벨이 기준을 만족하고 있으나 후부침실은 63 - 500Hz 밴드 레벨이 기준을 최대 5dB 초과하고 있다. 기관실의 경우 31.5Hz를 제외한 전주파수 영역에서 10 - 20dB 이상 소음을 크게 초과하고 있어 청력손상이 예상된다.

(3) 500 톤급 함정

500 톤급 함정의 경우도 엔진제어실 소음이 기준을 크게 초과하고, 기계실 상부에 위치한 부장실, 기관장실 등의 침실에서 63, 125 Hz 소음이 기준을 크게 초과하고 있어 청력손상이 예상된다.

(4) 1,000 톤급 함정

1,000톤급 함정의 경우 엔진제어실의 소음이 기준을 크게 초과하고 있다. 제3직원 침실의 각주파수 레벨은 기준을 만족하나 Overall레벨이 기준을 2 dB 초과하고, 기관실에 근접한 제4직원 침실의 경우 저주파수 영역에서 기준소음을 10 dB 이상 초과하고 있다. 특히, 기관실 소음의 경우 기준을 크게 초과하고 있어 청력손상 예방을 위한 대책이 절실하다.

(5) 1,500 톤급 함정

1,500 톤급 함정의 경우 Category A에 해당하는 함교 및 엔진제어실의 소음이 기준을 초과하고 있으며 보기실 및 기관실의 소음은 전주파수 영역에서 기준을 10 dB 이상 초과하고 있어 대책 마련이 필요하다

(6) 해군 함정과의 비교

Fig.2에 선내 소음 계측치를 해군 K00함의 소음 레벨과 비교한 결과를 나타낸다. 기관실의 경우 해군 함정과 가장 큰 차이를 보이고 있으며 침실과 함교도 해군함정에 비하여 상당히 높은 소음 수준을 보이고 있어 해양경비를 담당하는 연안 소형선박인 해양경찰청 함정의 선상 근무환경이 해군이나 일반상선에 비하여 더욱 더 열악한 것을 알 수 있다.

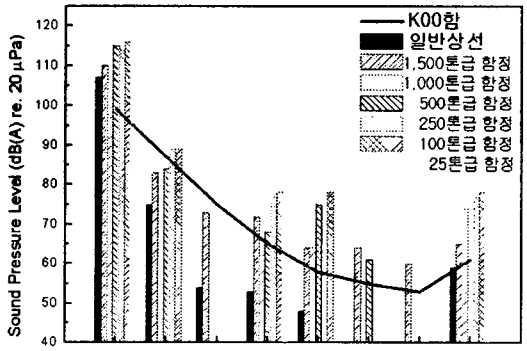


Fig. 2 선내소음 계측 결과와 해군 함정 선내소음과의 비교

4.3 선내 진동의 실선 계측 결과

(1) 진동기준 ISO 6954:2000(E)에 의한 평가

선내 진동의 실선 계측 결과를 진동기준 ISO 6954:2000(E)에 의하여 평가한 결과를 Table 9에 나타낸다. 함정의 진동평가를 위해 직원 4침실, 사관실, Crew Rm을 B등급인 승무원 거주구역으로 정하고, 조타실, 주갑판, 기관사무실, 제어실, MCR1 Rm, MCR2 Rm, Office3 Rm, Works Rm을 C등급인 작업구역으로 정하였다.

Table 9 ISO 6954:2000(E)에 따른 진동 평가

【단위 : mm/s^2】

등급	계측위치	250톤급 함정	25톤급 함정	1000톤급 함정	500톤급 함정	1500톤급 함정
B 등급 상한 : 214	직원 침실	-	-	393.93(상하)	-	-
	사관실	-	-	-	205.35(상하)	-
	Crew Rm	-	-	-	-	57.77(상하)
C 등급 상한 : 286	조타실	63.94(상하)	-	99.41(전후)	195.05(상하)	48.39(상하)
	주갑판	-	1073.5(상하)	-	-	-
	기관사무실	-	-	62.18(전후)	-	-
	제어실	-	-	387.09(상하)	359.56(상하)	-
	MCR1 Rm	-	-	-	-	46.13(상하)
	MCR2 Rm	-	-	-	-	75.90(상하)
	Office3 Rm	-	-	-	-	40.39(상하)
	Works Rm	-	-	-	-	1090.7(상하)

주) 기준을 초과하는 구역

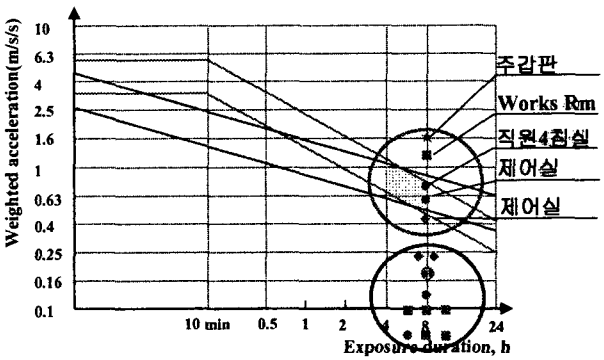
(2) 진동기준 ISO 2631:1997(E)에 의한 평가

① 건강관점의 선내진동 평가

건강 관점의 평가에서는 취득된 진동신호 데이터를 각 방향별로 각각 180 Hz의 주파수 범위에서 주파수별 가중치가 적용된 가속도인 a_w 로 나타내었다. 각 계측위치에서 가장 큰 가속도를 보이는 방향에 대한 a_w값을 이용하여 노출시간 4~8시간을 기준으로 평가를 수행하였다. 평가결과는 Fig. 3 와 같다.

② 안락성 관점의 선내진동 평가

안락감 관점의 평가에서는 취득된 진동신호 데이터를 각 방향의 진동가속도 총합인 a_v로 나타내었다. 인체의 일상적 활동 즉, 독서, 식사, 글쓰기 등의 활동에서 불쾌감을 느끼지 않는 수준의 진동가속도 총합 a_v값인 315 mm/s2 이하를 허용기준으로 결정하고 안락감 관점에서의 평가를 수행하였다. 평가결과는 Table 10 과 같다.



●(250톤급) ★(25톤급) ●(1000톤급) ◆(500톤급) ■(1500톤급)

Fig. 3 건강관점에 따른 함정 진동평가 결과

Table 10 안락성 관점에 따른 함정 진동평가 결과

【단위 : mm/s^2】

대상함(정) / 계측위치	250톤급 함정	25톤급 함정	1000톤급 함정	500톤급 함정	1500톤급 함정
직원 침실	-	-	588.4	-	-
사관실	-	-	-	242	-
Crew Rm	-	-	-	-	80.5
조타실	127	-	160.3	240.3	91.1
주갑판	-	1406.3	-	-	-
기관사무실	-	-	75.5	-	-
제어실	-	-	501.4	451.8	-
MCR1 Rm	-	-	-	-	68.8
MCR2 Rm	-	-	-	-	94.1
Office3 Rm	-	-	-	-	60.1
Works Rm	-	-	-	-	1186.8

주) 불쾌감을 느끼기 시작하는 구역

4.4 선내 진동에 의한 근무 환경 평가

(1) 진동기준 ISO 6954:2000(E)에 의한 평가

대상함정을 거주성 관점에서 진동 수준을 평가한 결과, 사관실, Crew Rm, Office3 Rm의 경우에는 상한기준 이하 또는 하한기준 이하의 양호한 수준을 보이고 있으나 직원침실의 경우 상한기준보다 약 1.8배 높은 수준으로 다소 심한 진동상태임을 알 수 있었다. 작업구역인 조타실, 기관사무실, MCR Rm의 경우에는 대체적으로 하한기준 이하의 양호한 수준이었으나 Works Rm과 주갑판의 경우 상한기준보다 약 3.8배 정도 높아서 아주 심한 진동 상태임이 확인되었다. 따라서 진동 허용기준을 초과하는 구역들에서는 업무 효율의 저하, 거주시의 불쾌감 등이 예상되며 육상근무 환경에 비하여 매우 거주환경이 매우 열악한 것으로 판단된다.

(2) 진동기준 ISO 2631:1997(E)에 의한 평가

① 건강관점의 선내진동 평가

대상함정의 건강 관점에서 진동수준을 평가한 결과, 주갑판, Works Rm 등에서 상한기준을 훨씬 초과하는 것을 확인되었다. 따라서 진동 허용기준을 초과하는 구역들은 건강 위험도가 경고 또는 높은 수준으로 장기간 근무시에는 건강을 해칠 근무환경으로 판단된다.

② 안락성 관점의 선내진동 평가

대상함정의 안락성 관점에서 진동수준을 평가한 결과 25톤급 함정의 주갑판, 500 톤급 함정의 제어실, 1000톤급 함정의 제어실과 직원 4침실, 1500톤급 함정의 작업실이 진동기준을 초과하는 것을 확인되었다. 따라서 진동 허용기준을 초과하는 구역들은 지속적인 진동에 의하여 거주 및 근무에 있어서 안락성을 확보하기 어려운 환경으로 판단된다.

5. 선상 근무피로도 경감 대책

5.1 소음에 의한 선상 근무피로도의 경감대책

① 소음 기준을 초과하는 선실의 경우 근무환경 개선, 승무원의 주기적 청력 검사 및 치료, 교대 근무의 확대가 필요하다.
② 90dB를 초과하는 선실의 경우 청력 보호 도구 착용의 의무화한다.
③ 신조시에 설계단계에서부터 함내 소음기준을 적용하고 허용기준 만족을 의무화한다.
④ 함정 탑재 장비 선정에 있어서 장비의 소음 기준이 허용 기준을 만족하는 것을 의무화한다.

5.2 진동에 의한 선상 근무피로도의 경감대책

① 진동이 심한 특정 엔진 회전수에서의 운항을 회피한다.
② 부유식 갑판(Floating deck)을 설치하여 전달되는 진동을 차단한다.
③ 함정을 건조할 경우 설계단계에서의 진동해석을 수행하여 저진동 설계 및 공진회피 설계를 통하여 건조 후 발생할 수 있는 진동문제를 최소화한다.

6. 결 론

본 연구에서는 선박내 소음 및 진동의 실선 계측을 수행하고 그 계측 결과에 기초하여 선상근무 환경을 평가하였다. 또한 평가 결과에 기초하여 선상근무 피로도 경감 대책을 제안하였다. 본 연구의 결론은 아래와 같다.

① 선박내의 소음 및 진동에 대한 실선 계측을 수행하여 선상근무의 물리적인 근무환경 실태를 체계적으로 분석하였다.
② 해양경찰청 함정의 경우, 선상근무 환경이 일반 상선 및 해군 함정의 근무환경, 육상근무 환경에 비하여 열악한 것을 실선의 선내 소음 및 진동 계측을 통하여 확인하였다.
③ 선내 소음 및 진동에 기인하는 선상 근무 피로도에 대한 경감 대책을 제안하였다.

참 고 문 헌

[1] 고창두, 김상현 외(2002): "함정근무 피로도 분석 연구", 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 연구보고서, 해양경찰청
[2] http://www.iso.ch/iso/en/ISOOnline.frontpage

원고접수일 : 200 년 월 일
원고채택일 : 200 년 월 일