

## 함정의 격실 소음도에 관한 통계적 조사 연구

### Statistical Investigation on Airborne Noise Levels of Navy Shipboard Compartments

김 중 철<sup>†</sup> · 박 일 권\* · 조 대 승\*\*

Jong Chul Kim, Il Kwon Park and Dae Seung Cho

(2003년 4월 28일 접수 : 2003년 7월 2일 심사완료)

**Key Words** : Airborne Noise(공기음), Navy Ship(함정), Measurement(측정), Noise Criteria(소음기준치), Hearing Damage(청각손상), Speech Interference(대화방해)

#### ABSTRACT

Airborne noise is one of the considerable environmental factors for navy ship personnel who should accomplish their tasks in restricted ship spaces against adverse health effect of noise. However, it is difficult to find studies on actual condition of airborne noise for navy ships. In this study, we measured airborne noise levels at 379 compartments of 33 Korean navy ships. Using the measured data, we presented mean values and their standard deviations of measured noise levels with factors of ship type, compartment category, and operation mode. Additionally, we evaluated the mean value and cumulative probability of airborne noise levels of compartments with those of the US navy ships. These results can be rationally used in making the proper airborne noise criteria of the navy ship for the future.

#### 약어 설명

AOE : Combat support ship  
 BV : Construction regulation for navy ships (Germany)  
 CV : Aircraft carrier  
 DD : Destroyer  
 DDG : Destroyer guided missile  
 DDH : Destroyer helicopter  
 DoDHCP : Department of defense, hearing conservation program  
 EPA : Environmental protection agency  
 FF : Frigate  
 IMO : International maritime organization

LST : Landing ship tank  
 NAVSHIPS : Naval ship systems command, USA  
 NIOSH : National institute for occupational safety and health  
 OPNAV : Operational navy, USA  
 OSHA : Occupational safety and health administration, code of federal regulations title 29-labor  
 PCC : Patrol combat corvette  
 SNAME : Society of naval architects and marine engineers

#### 1. 서론

함정은 고속 추진을 위한 고회전 기계류 장비 탑재와 함께 함내 공간이 협소하여 쾌적한 근무 환경을 구현하기가 용이하지 않다. 또한, 함정 승조원은 장기간 항해에 따른 소음 노출시간의 증가로 충분한 청력 회복 기회를 가질 수 없는 경우가 많아 청각 손상 위험이 높은 실정이다. 아울러, 고소음으로 인한 승조원

<sup>†</sup> 책임저자, 정회원, 국방과학연구소 제2체계개발본부

E-mail : jckim@add.re.kr

Tel : (055) 540-6821, Fax : (055) 542-3737

\* 국방과학연구소 제2체계개발본부

\*\* 정회원, 부산대학교 조선해양공학과

의 의사소통방해는 합정의 임무수행과 직결되는 주요한 인자에 해당한다.

이와 같은 이유로 약 60년전 미국에서 상륙정 건조시에 소음규정을 적용한 이후 합정 승조원에 대한 소음의 영향을 수치적으로 가장 잘 표시할 수 있는 방법과 기준에 대한 연구가 많이 진행되어 왔다. 이들 중 Herstein<sup>(1)</sup>은 합정 격실의 기능에 따라 옥타브 대역별로 제시되던 소음수준을 A-청감보정 소음수준(dB(A))으로 제시하였으며, Andrulis<sup>(2)</sup> 등은 합정에서 측정된 자료를 이용하여 dB(A)로 제시된 기준과 옥타브 대역별 기준에 따른 만족도를 비교하였다. 또한 Lambert<sup>(3,4)</sup>는 합정 소음 수준의 통계처리 자료와 승조원에 대한 설문조사를 통한 소음의 영향을 분석하여 수정된 소음기준을 제시한 바 있다.

국내의 경우 합정 소음규정을 초기에는 옥타브 대역별 소음수준으로 표시하는 미해군 일반사양서의 기준을 적용하다가 근래에는 옥타브 대역별 수준과 dB(A)수준을 병행하여 적용하고 있으나 실제 합정의 측정자료를 토대로 한 기준 검토 연구사례는 미흡한 실정이다.<sup>(5,6)</sup>

이에 본 연구에서는 합정 격실의 용도와 기능에 따라 기 제시된 소음규정을 고찰하고, 1980년도 이후 국내에서 건조된 총 33척의 초계함(PCC), 군수 지원함(AOE), 대형 상륙함(LST) 및 구축함(DDH)을 대상으로 기관실, 보기실 등과 같이 승조원의 근무환경에 많은 영향을 미치나 격실 수가 적어 통계처리하기에는 부적절한 고소음 구역을 제외한 379개의 거주 및 근무 구역 격실 소음 측정 결과를 이용해서 함형, 운항모드 및 구역별 합정 격실 평균 소음도를 평가하고, 미해군 합정의 순항모드시 조사 결과와 비교·평가하였다. 또한, 합정 구역별 측정 소음도의 누적 분포도를 마련하여 향후 합정 소음기준 설정에 필요한 자료로 활용될 수 있도록 하였다.<sup>(7)</sup>

## 2. 합정 격실 관련 소음 기준치

### 2.1 청각 보호를 위한 소음 기준치

과도한 소음으로부터 청각을 보호하기 위하여 세계보건기구(WHO), 미국의 환경보호국(EPA), 산업안전보호국(NIOSH), 국제해사기구(IMO), 국방성(US DoD) 및 미해군 등에서 소음 기준치를 제시하고 있으며, 우리나라 노동부도 작업자의 건강 보호를 위해

서 소음 기준치를 법제화하여 적용하고 있다. 이들 기관에서 제시하고 있는 A 청감보정회로를 사용한 8시간 등가소음도에 대한 기관별 허용치와 노출시간에 따른 허용치를 Table 1과 Fig. 1에 각각 나타내었다. 상기 기관별 소음 기준치로부터 미국 환경보호국의 경우 인간 청각보호 측면에서 이상적인 소음 수준인 75 dB(A)를 제시하고 있는 반면에 미 헌법(OSHA)과 우리나라 노동부의 산업안전 보건법에서는 90 dB(A)를 제시하고 있는 등 기관별 기준치가 최대 15 dB까지 차이가 있음을 확인할 수 있다. 한편, 선박 관련 기관인 미국방성, 미해군 및 국제해사기구 등에서는 8시간 노출 기준으로 85 dB(A)를 제시하고 있으며, 소음 기준치를 초과하는 경우에는 청각보호조치 프로그램에 따라 작업자(승조원)를 관리하고, 기준 초과구역의 작업자는 반드시 청력보호구를 착용하도록 규정하고 있다.<sup>(6,8)</sup>

### 2.2 근무 구역 소음 기준치

국제해사기구, 미국조선학회(SNAME) 등에서는

Table 1 Summary of noise criteria for hearing conservation

Basic criteria	Noise level dB(A)*	Level change per time halving(dB)
OSHA	90	5
NIOSH	85	3
EPA	75	3
US DoD	85	4
US Navy	84	-
IMO	85	3
Korean ministry of labor	90	5

\* Based on 8 hour exposure per day

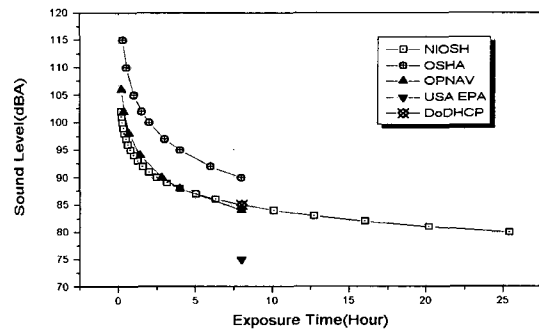


Fig. 1 Noise level .vs. exposure time for various hearing conservation criteria

선박 근무구역에 대한 소음도를 dB(A)값으로 평가하고 있으며, 미 해군에서는 의사소통이 중요한 구역에 대한 소음기준치를 대화방해수준(SIL)과 dB(A)값을 병행하여 Table 2에 보인 바와 같이 기준치를 제시하고 있다.<sup>(6)</sup> 미해군 일반사양서에서 제시한 대화방해수준인 64~72 SIL 범위는 국제표준기구(ISO)의 의사소통 관련 규정의 '명료하고 정상적인 대화를 가능하게 하는 소음수준' 보다는 다소 큰 값이다.

또한, 국제해사기구, 독일해군규정(BV) 등에서는 근무구역에 대한 기준치로 60~70 dB(A) 수준으로 제시하고 있는데, 이는 미국 군사 표준규격서에 제시된 수준보다는 약 5 dB(A) 정도 낮은 엄격한 수준이다.

### 2.3 거주 구역 소음 기준치

거주구역은 고소음에 노출된 승조원의 청력이 정상상태로 회복되고, 충분한 휴식공간이 될 수 있도록 정숙한 상태가 유지되어야 한다. 거주구역 소음에 대

Table 2 Summary of noise criteria for working area

Criteria	Conditions	Noise level
ISO	Speech interference distance 1.3 m	50 SIL
	Speech interference distance 0.75 m	55 SIL
IMO	Navigation spaces	60~70 dBA
SNAME	Wheel house, Radio room	60~65 dBA
General Spec.073	Where intelligible speech communication is necessary	64~72 SIL
MIL-STD -1474	Occasional communication at distance up to 1.5 m	75 dBA/ 67 SIL
	Frequent communication at distance up to 1.5 m	65 dBA/ 57 SIL
NAVSHIPS	Category A-3, Chart room	70 dBA
	Category A-12, Pilot house	60 dBA
BV045	Operation center, Offices	60~70 dBA

Table 3 Summary of noise criteria for living area

Criteria	Area	Noise level
WHO	Bedroom	30~45 dB(A)
IMO	Cabin, mess room	60~65 dB(A)
SNAME	Cabin, office	60 dB(A)
General Spec.073	Category B, living area	1/1 Octave level
NAVSHIPS	Surface ship, category B, living area	75 dB(A)
	Submarine, category B, living area	70 dB(A)
BV045	Living room	60~65 dB(A)

한 함정 관련 기준치와 국제기관에서 제시하고 있는 소음 기준치를 Table 3에 나타내었다.

세계보건기구는 육상의 취침 조건에 따른 이상적인 소음수준인 30~45 dB(A)를 제시하고 있으나, 미해군 일반사양서를 제외한 대부분의 규정들은 60~70 dB(A) 수준을 제시하고 있다. 미해군 사양서는 옥타브 대역별 허용 수준을 제시하고 있는데, 대역별 수준을 합산한 총합 소음도는 약 78 dB(A)로서 모든 옥타브 대역에서 기준치를 만족해야 되기 때문에 타 기준치 대비 총합 소음도 기준치가 높은 것으로 판단된다. 미해군 NAVSHIPS는 수상함의 경우에는 75 dB(A), 잠수함인 경우에는 70 dB(A)를 제시하고 있다.<sup>(11)</sup>

Tamura 등이<sup>(9)</sup> 일반 상선을 대상으로 조사한 연구결과에 의하면, 3000톤급 이상 선박에 있어서 거주 구역 소음도는 50~75 dB(A) 수준이며, 50 dB(A) 수준은 정숙한 상태, 55 dB(A) 수준은 비교적 조용한 상태, 62 dB(A) 수준은 보통인 상태, 65 dB(A) 수준은 약간 소음이 있는 상태, 70 dB(A) 수준은 높은 소음 상태로 분류하고 있다.

각 규정별 소음수준을 분석한 결과, 함정 내에서 유일하게 휴식을 취할 수 있는 거주구역의 소음수준은 최소한 60~65 dB(A)가 유지되어야 소음으로 피로해진 청각 및 신체를 회복할 수 있는 공간으로서의 기능을 가질 수 있을 것이라 판단된다.

## 3. 한국함정의 격실 소음 수준

### 3.1 조사 대상함정

1980년대 이후 건조된 함정 중에서 초계함(PCC), 군수지원함(AOE), 대형 상륙함(LST) 및 구축함(DDH)으로 구성된 33척에 대한 379개 격실에 대한 소음도를 계측하였다. 조사 함정 격실의 소음도는 순항(cruising) 및 최대(maximum) 운항 상태에서 각 격실의 중앙부에 마이크로폰을 설치하여 3분간 녹음하여 분석·평가하였다.

측정 대상 격실은 미해군의 일반사양서에서 소음 환경 기준으로 A에서 F로 분류되는 격실 중 "임무수행을 위한 명료한 대화가 필요한 공간"으로서 주로 조타실, 기관조종실 등의 근무구역 A와 "승조원의 안락함이 고려되어야 하는 공간"으로서 승조원 침실, 사관실, 휴게실 등의 거주구역 B로 선정하였다. 계측

을 수행한 함형 및 구역별 격실수는 Table 4에 나타내었다.

소음 평가 물리량은 근무구역 A에 대해서는 순항 및 최대 운항 상태에서의 dB(A)값과 대화방해소음수준인 SIL값을, 거주구역 B에 대해서는 순항 및 최대 운항상태에서의 dB(A)값으로 설정하였다.

한편, 국내 함정과 외국 함정의 격실 소음수준 비교는 1978년 NOSC(naval ocean system center)가 미해군 7개 함정의 순항운항 모드에서 측정된 193개 격실 소음자료를 활용하였다. 이들 측정 대상 함정의 대부분은 1970년대 이전에 건조된 것이다. 미해군 함정별 격실 소음 측정수는 Table 5에 보인 바와 같다<sup>(4, 10)</sup>

### 3.2 구역별 격실 소음도

국내에서 건조한 초계함, 군수지원함, 대형 상륙함 및 구축함의 4개 함형과 초계함을 제외한 90년대 이후에 건조된 3개 함형에 대한 구역별 격실 소음도 분포는 미해군 함정에 대한 조사 결과와 함께 Fig. 2~Fig. 6에 나타내었다. 또한, 격실의 평균 소음도와 이의 표준편차 및 최대·최소 소음도를 구역 A에 대해

Table 4 Analyzed spaces of Korean navy ships

Ship type	No. of ships	Number of spaces		
		Category A	Category B	Total
PCC	23	105	126	231
AOE	3	16	16	32
LST	4	15	26	41
DDH	3	27	48	75
Total	33	163	216	379

- 'Category A': Spaces, where intelligible speech communication is necessary
- 'Category B': Spaces where comfort of personnel in their quarters is normally considered to be an important factor

Table 5 Analyzed spaces of US navy ships

Ship class name	NO. of ships	Number of spaces		
		Category A	Category B	Total
CV	2	32	41	73
DD	2	32	31	63
DDG	1	7	8	15
FF	1	9	13	22
LST	1	6	14	20
Total	7	86	107	193

서는 dB(A)와 대화방해수준(SIL), 구역 B에 대해서는 dB(A)로 평가한 결과를 Table 6~Table 8에 나타내었다. 이때, 4개 함형 중에서 초계함의 구역 A에 대한 대화방해수준에 대한 자료는 확보되지 않아 비교 대상으로 활용하지 못하였다. Table 9에는 미해군 함정의 순항모드에서의 구역별 측정치를 통계 처리한 결과를 나타내었다.

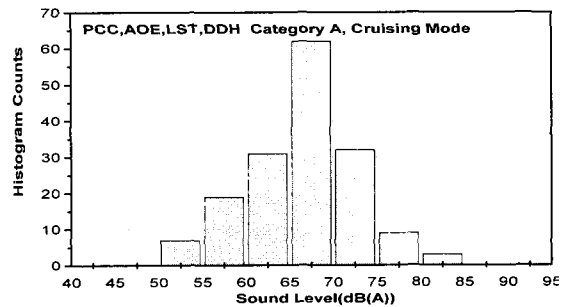


Fig. 2 Distribution of noise levels of 'category A' spaces at cruising mode on Korean four class ships

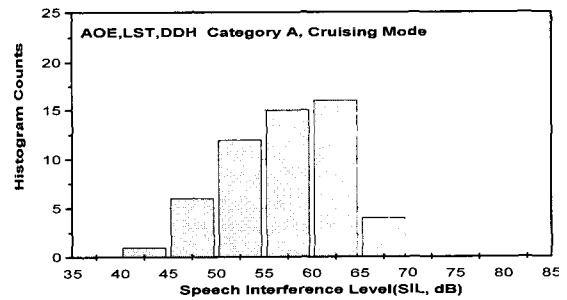


Fig. 3 Distribution of SIL levels of 'category A' spaces at cruising mode on Korean three class ships

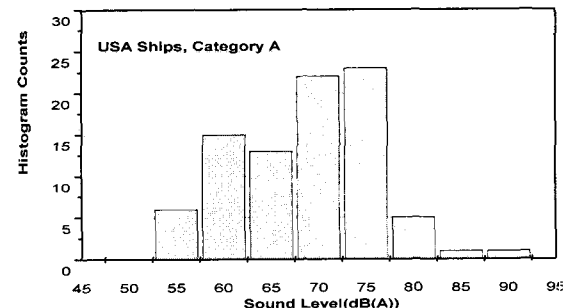


Fig. 4 Distribution of noise levels of 'category A' spaces at cruising mode on US navy ships

(1) 근부구역 A

4개 함형의 구역 A에서의 평균 소음도는 Table 6에 나타낸 바와 같이 순항 운항모드에서 68.4 dB(A), 최대 운항모드에서 71.8 dB(A)이다. 90년대 이후에 건조한 3개 함형에 대한 평균 소음도는 순항, 최대 운항모드에서 각각 65.5 dB(A), 67.9 dB(A)로서 초계함을 포함한 4개 함형의 평균 소음수준 보다는 약 2~4dB 낮은 수준을 나타내었다. 또한 3개 함형의 SIL치는 순항, 최대 운항모드에서 각각 57.3 dB, 59.5 dB로서 미해군 일반사양서의 기준치인 64 dB를 만족함을 확인할 수 있다. 그러나, 상기 SIL치는 ISO에서 제시하는 통상적인 대화가 가능한 최대거리가 약 0.42

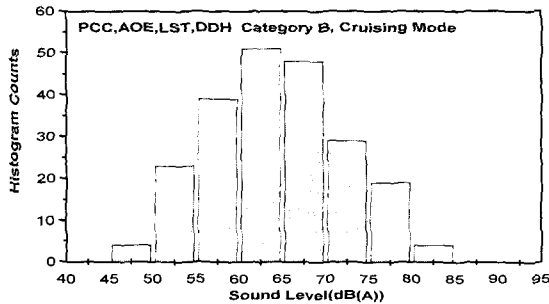


Fig. 5 Distribution of noise levels of 'category B' spaces at cruising mode on Korean four class ships

Table 6 Noise level of 'category A' spaces on four class ships

Descriptions	dB(A)	
	Cruising mode	Maximum mode
Average level	68.4	71.8
Standard deviation	5.06	5.21
Minimum level	50.3	57.1
Maximum level	83	87
No. of data	163	163

Table 7 Noise level of 'category A' spaces on three class ships

Descriptions	dB(A)		SIL, dB	
	Cruising mode	Maximum mode	Cruising mode	Maximum mode
Average level	65.5	67.9	57.3	59.5
Standard deviation	4.20	4.39	6.05	5.15
Minimum level	50.3	57.1	43.7	47.5
Maximum level	74.7	78.7	69.1	73.4
No. of data	54	54	54	54

m로서 비교적 높은 수준의 소음에 해당한다. 한편, Table 8에 나타낸 1978년도에 측정된 미해군 함정 적실의 평균 소음도는 순항모드에서 72.4 dB(A) 수준으로 국내 4개 함형의 평균 소음수준 보다 약 4dB 정도 높았다.

(2) 거주구역 B

4개 함형의 구역 B에 대한 평균 소음도는 Table 7에 나타낸 바와 같이 순항모드에서 67.4 dB(A), 최대 모드에서 72.9 dB(A)이고, 초계함을 제외한 3개 함형의 평균 소음수준은 순항, 최대 모드에서 각각 63.6 dB(A), 70.7 dB(A) 수준으로 4개 함형의 평균 소음

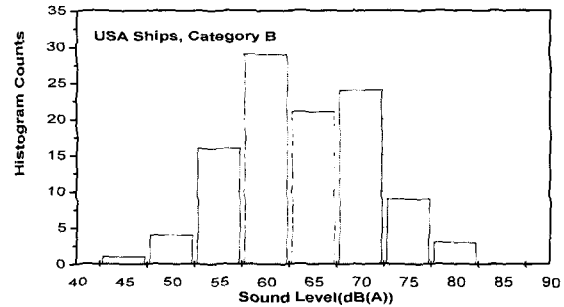


Fig. 6 Distribution of noise levels of 'category B' spaces at cruising mode on US navy ships

Table 8 Noise level of 'category B' spaces on three and four class ships

Descriptions	4 class ships		3 class ships	
	Cruising mode	Maximum mode	Cruising mode	Maximum mode
Average level	67.4	72.9	63.6	70.7
Standard deviation	5.69	6.64	5.41	8.25
Minimum level	45.0	51.5	46.0	51.5
Maximum level	81.0	90.8	78.9	90.8
No. of data	216	216	90	90

Table 9 Noise level of 'category A and B' spaces at cruising mode on US navy ships

Descriptions	Noise level (dB(A)), Cruising mode	
	Category A	Category B
Average level	72.4	66.4
Standard deviation	6.03	5.43
Minimum level	56.0	46.0
Maximum level	90.0	80.0
No. of data	86	107

수준 보다 약 3~4 dB 낮은 수준이다. 미해군 함정의 평균 소음수준은 순항모드에서 66.4 dB(A)로 국내 함정의 4개 함형 보다 1 dB 정도 낮은 수준이며, 90년대 이후에 건조한 3개 함형의 63.6 dB(A) 수준보다는 약 2.8 dB 높은 수준이다.

### 3.3 함정 유형별 격실 소음도

초계함(PCC), 군수지원함(AOE), 대형 상륙함(LST) 및 구축함(DDH)에 대한 격실의 평균 소음도와 이의 표준 편차는 각각 Fig. 7과 Fig. 8에 나타내었다. 함정 유형별 추진기관 운용 방법과 격실 소음도는 다음과 같다.

#### (1) 초계함

초계함은 순항 운항모드에서 디젤엔진, 최대 운항 모드에서는 가스터빈을 주 추진기관으로 운용한다. 초계함 격실의 평균 소음도는 순항 운항모드에서 구역 B의 소음수준이 69.4 dB(A), 최대 운항모드에서 구

역 A의 소음수준이 73.4 dB(A)로 조사대상 4개의 함형 중에서 소음이 가장 높게 나타났다. 이는 초지함의 경우 고속으로 기동하기 위한 고출력의 기기 소음을 다수 탑재하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

#### (2) 군수지원함

군수지원함은 함교가 선체 중앙 후부에 위치하고 있으며 순항 및 최대 운항모드에서 디젤엔진을 사용하고 있다. 구역 B의 소음도는 순항 운항모드에서 61.5 dB(A)로 상대적으로 가장 낮은 수준이지만 구역 A는 최대 운항모드에서 70.5 dB(A)로 높은 소음도를 나타내었다. 이는 함정의 대형화로 인한 고출력 추진기관 사용과 함께 구역 A에 해당하는 격실이 주로 있는 상부구조가 기관실과 근접하게 배치되어 있기 때문인 것으로 판단한다

#### (3) 대형 상륙함

대형 상륙함은 디젤엔진으로 추진되며, 선형 특성상 기관실 출입 통로가 좌·우현 분리되어 있다. 순항 운항모드시 구역 B의 평균 소음도는 62.2 dB(A)으로 상대적으로 낮은 수준이고, 최대 운항모드시 구

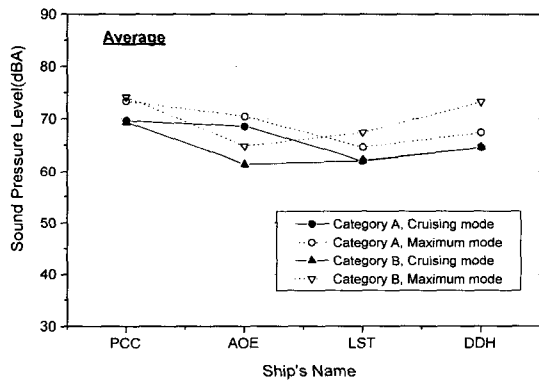


Fig. 7 Average noise levels of Korean navy ships

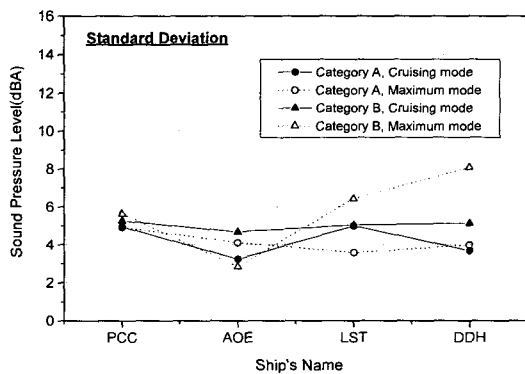


Fig. 8 Standard deviation of noise levels in Korean navy ships

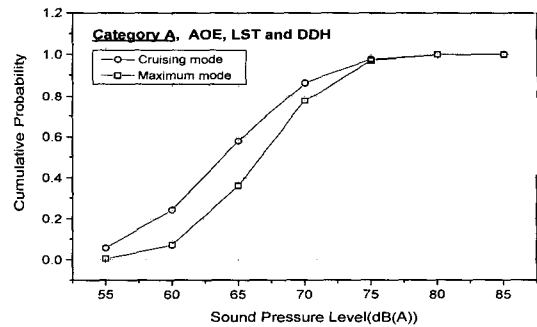


Fig. 9 Cumulative probability of noise levels of 'category A' spaces on Korean navy ships

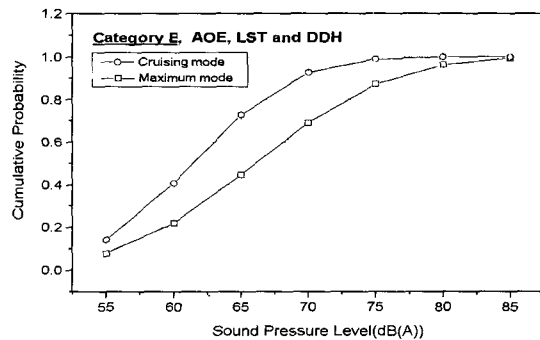


Fig. 10 Cumulative probability of noise levels of 'category E' spaces on Korean navy ships

역 A의 평균 소음도는 64.6 dB(A)로서 4개 함형 중 가장 낮은 소음수준이다.

대형상륙함은 동일 소음 구역 내에서 소음도가 큰 편차를 보이고 있다. 특히, 순항 운항모드에서 다른 함형과 비교하여 소음도 편차가 큼을 확인할 수 있는데, 이는 함형 특성상 거주 격실이 많고, 고소음원의 기관실과 조사대상 격실 간의 거리 편차가 높는데 기인된 것으로 판단된다.

(4) 구축함

가장 최근에 건조한 구축함의 경우 함정의 고속화·대형화로 고소음원 장비를 가장 많이 탑재한 전투함정이지만 전체적인 소음수준은, 구역 A가 최대운항 모드에서 67.4 dB(A), 구역 B가 순항운항 모드에서 64.6 dB(A)로서 비교적 낮은 소음도를 나타내었다. 이는 함정 건조시 주요 소음원인 추진기관의 차폐, 주요 기진원에 대한 방진 마운트 설계적용 등의 함정 정숙화 설계가 반영된 결과인 것으로 판단된다.

3.4 구역별 소음수준 만족도

임의 소음도를 만족하는 함정 격실의 확률 분포도를 파악하고자 90년대 이후 건조된 한국 함정의 구역 A, B에서의 운항모드별 소음도 누적분포를 Fig. 9와 Fig. 10에 나타내었다. 또한, Fig. 11에는 미해군 함정 격실에 대한 소음도 누적분포를 나타내었다.

(1) 근무구역 A

구역 A의 경우 미해군 NAVSHIPS에서 제시한 구역 A3의 소음 기준치에 해당하는 70 dB(A)를 목표 수준이라고 할 때 현재 운항중인 3개 함형의 소음 수준 만족도는 최대운항 모드에서 약 77.6%로서 미해군 함정의 65.1%과 비교하여 상대적으로 기준치를

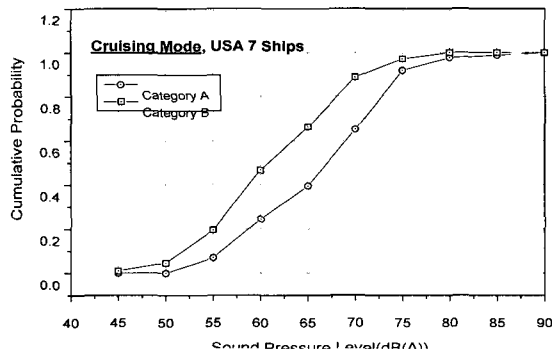


Fig. 11 Cumulative probability of noise levels on US navy ships

만족하는 비율이 높음을 확인할 수 있다. 한편, 미국의 NOSC에서 A구역을 지휘통제·통신 구역과 사무실 구역으로 분류하여 80% 만족 수준을 추정한 연구결과는 각각 81 dB(A)와 71 dB(A)에 해당한다.<sup>(4)</sup>

(2) 거주구역 B

구역 B에 대한 과거의 평가기준은 미해군의 일반 사양서에서 인용된 옥타브 대역별 소음수준만 제시되었으나 현재는 dB(A)값을 병행하여 평가하도록 하고 있다. 이는 구역 A와 같이 옥타브 대역별로 소음도를 평가할 경우 특정주파수 대역의 소음도가 과도한 것을 방지할 수 있으나 전체적인 허용 소음도는 높아지기 때문이다.

미해군의 NAVSHIP에서 제시한 소음구역 B의 소음 기준치에 해당하는 70 dB(A)를 목표 소음수준이라고 할 때 3개 한국 함형의 소음수준 만족도는 순항 운항 모드에서 약 92%이며, 미해군 함정의 경우에는 약 88.8%이다. 한편, 미국의 NOSC에서 순항운항 모드시 B구역을 거주, 취침, 휴식 및 식당 구역 등으로 분류하여 80% 만족 수준을 추정한 연구결과는 71~78 dB(A)이다.<sup>(4)</sup>

4. 결 론

본 연구에서는 국내에서 건조한 33척의 함정을 대상으로 총 379개의 근무 및 거주 구역 격실의 소음수준을 측정하고, 함형, 격실 용도 및 운항모드별 평균 소음도와 이의 표준 편차 및 격실 소음도의 누적분포도를 조사하여 미해군 함정에 대한 결과와 비교·평가한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

(1) 90년대 이후 국내에서 건조한 군수지원함, 대형상륙함 및 구축함의 격실 평균 소음도는 근무구역의 경우 순항모드에서 65.5 dB(A), 최대 운항모드에서 67.9 dB(A)이며, 거주구역의 경우 순항모드에서 63.6 dB(A), 최대 운항모드에서 70.7 dB(A)이었다. 이는 1990년대 이전에 건조한 한국 함정 및 1970년 이전에 건조된 미해군 함정과 비교하여 소음 환경이 개선된 것으로 함정 건조에 음향 정숙화 설계를 반영한 결과인 것으로 판단된다.

(2) 90년대 이후 국내에서 건조한 함정은 순항 운항모드에서 근무구역의 86%, 거주구역의 92%, 최대 운항모드에서는 근무구역의 78%, 거주구역의 69%가 70 dB(A) 이하의 소음도를 나타내었다.

(3) 본 연구에서 제시한 함정의 격실 소음도 조사 결과는 함정 격실에 대한 설계 목표 소음도 설정과 함정에 대한 소음 기준치 설정 등에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

### 참고 문헌

(1) Herstein, L. A., 1970, "Steady State Airborne Noise Criteria for Shipboard Spaces," of NAVSHIPS 0907-004-4010.  
(2) Andrulis, M. W. and Magrab, E. B., 1973, "A Study of Shipboard Noise Criteria," AD761669.  
(3) Lambert, D. R., 1980, "Sleep, Solving Problems, and Speech Communication in Shipboard Compartments," NOSC Technical Document 559.  
(4) Lambert, D. R. 1981, "Setting Airborne Noise Limits for Navy Shipboard Compartments,"

NOSC Technical Document 712.

(5) 전재진, 2000, "함정 함내소음 규정 분석," 제 3회 해상무기체계 발전세미나 논문집, pp. 53~58.  
(6) 김종철, 김경용, 2001, "공기중 소음규정 분석 연구," 국방과학연구소보고서, NSDC-513-011326.  
(7) 전재진, 2002, "함정 음향 스틸스 설계를 위한 소음진동 기술," 한국소음진동공학회논문집, 제 12 권, 제 6 호, pp. 423~428.  
(8) US Navy, 1999, "Hearing Conservation and Noise Abatement," OPNAVINST 5100.23E, pp. 18-1~18-10.  
(9) Tamura, Y. Kwada T. and Sasazawa, Y. 1997, "Effect of Ship Noise on Sleep," Journal of Sound and Vibration, Vol. 205, No. 4, pp. 417~425.  
(10) Lambert, D. R., 1980, "Airborne Noise Levels on US NAVY Ships," NOSC Technical Document 317.