

論 文

# 선박내의 공기오염도 및 전자파에 기초한 선상근무 환경의 평가

조 효 제\* · 도 근 영\* · 김 동 일\* · 고 창 두\*\* · 김 상 현\*\*

\*한국해양대학교 교수, \*\*한국해양연구원 해양시스템안전연구소

## Evaluation of Shipboard Working Environment based on Air Pollution and Electromagnetic Wave in ships

H. J. Jo\* · G. Y. Doe\* · D. I. Kim\* · C. D. Koh\*\* · S. H. Kim\*\*

\* National Korea Maritime University, Pusan 606-791, Korea

\*\* 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 공기오염과 전자파는 직업병을 유발시키는 원인이 된다. 따라서 안락한 선상근무 환경 및 거주 환경의 확보를 통하여 선상근무 피로도를 경감시키는 것이 필요하다. 본 연구에서는 먼저 선박내의 공기오염과 전자파의 실선 계측을 통하여 선상근무 환경을 체계적으로 평가한다. 그리고 선상근무 환경의 평가 결과에 기초하여 선상근무 피로도 경감대책을 제안한다.

핵심용어 : 선내 공기오염, 선내 전자파, 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 air pollution and electromagnetic wave in ships causes an occupational disease. 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 air pollution and electromagnetic wave 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 : air pollution in ship, electromagnetic wave 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 밀폐된 공간인 선박의 특수성에 기인하는 선내 공기오염 및 전자파 강도, 선내 소음 등도 선상 근무자의 업무 효율성 확보 및 거주 편리성(crew's habitability) 확보에 매우 중요한 요소이다.

국내에서는 1980년대 후반부터 실내 공기오염에 대한 연구가 시작되었으며 전자파의 경우도 1980년대 중반에 들어서 본격적인 연구와 더불어 이들을 규제하기 위한 규정이 제정되기 시작하였다. 선박의 실내는 일반 건축물에 비해 폐쇄성이 강하고 선박의 출항부터 귀항까지 승무원들이 몇 일 혹은 수주일 동안 생활을 해야만하기 때문에 일반 건축물보다 실내환경의 쾌적성, 실내의 공기오염, 전자파에 더욱 유의해야 함에도 불구하고 지금까지 선박의 기능성이 우선되어 이에 대한 검토가 미비해 왔다. 또한 선박내의 공기오염 및 전자파에 의하여 탑승한 승무원이 심한 불편감을 느끼거나 선상 생활에 불편함을 주고 있는 실정이다.

본 연구에서는 많은 승무원이 선상 근무를 하고 있으며 근무 환경 및 거주환경보다는 선박의 고유 기능이 가장 중요시 되고

\* 정희원, hjjo@kmaritime.ac.kr 051)410 4302

\*\* 정희원, kimsh@kriso.re.kr 042)868 7232

있는 연안 경비합정을 대상으로 하여 선내 공기오염 및 전자파의 실선 계측을 수행하고 허용기준과 비교한다. 또한 실선 계측 결과에 이용하여 선상 근무환경을 평가하고 그 결과를 기초하여 선상근무 피로도 경감 대책을 제안한다.

## 2. 실선 계측의 개요

실내 공기오염 및 전자파의 실선 계측은 25톤, 100톤, 250톤, 500톤, 1,000톤, 1,500톤까지의 6척의 경비 합정에 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 향해하며 측정하였다.

선내의 온도와 습도는 온·습도계(SATO SK-L200 TH)를 이용하여 500톤을 제외한 5척에서 실측하였으며 측정 대상실에서 분진량을 측정하는 시간동안 1분 간격으로 측정하여 그 평균값을 취하였다.

선내의 분진량, 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 일산화탄소(CO), 이산화황(SO<sub>2</sub>), 포름알데히드(HCHO) 등의 5종류 가스량은 멀티가스모니터를 사용하여 계측하였다. 선내의 분진량은 승무원들이 많은 시간을 보내는 침실 및 식당, 조타실, 통신실과 오염정도가 높을 것으로 예상되는 기관실 및 기관제어실을 대상으로 하였다. 또한 선내의 이산화탄소, 일산화탄소, 이산화황, 포름알데히드의 농도에 대해서는 조타실, 침실, 기관실, 기관제어실 등 선박당 5~6개 장소에서 측정하였다.

또한 선내의 전자파는 전계 1 V/m~199 kV/m, 자계 0.1 mG~20 G의 범위에서 측정 가능한 휴대용 장비를 이용하여 계측하였다. 전자파는 전자 및 전기 장비가 많이 존재하는 레이더실, 조타실, 통신실, 제어실 등의 작업 구역과 침실 등의 거주 구역을 중심으로 측정되었다.

## 3. 선내 공기오염 및 전자파 허용기준

### 3.1 선내 공기오염 허용기준

선내 공기오염 허용기준으로는 Table 1<sup>1)</sup>과 같은 기준치를 이용하였다. Table 1은 건축법 시행규칙 제22조의 건축물 설비기준 등에 관한 규칙 및 공중위생보건법에서 중앙관리방식의 공기조화설비를 갖추고 있는 건물을 대상으로한 온도, 습도, 일산화탄소, 이산화탄소, 분진 등의 오염물질에 대한 허용 기준치이다. 그 외에 환경부에서 1996년 12월에 제정한 지하생활공간 공기질 관리법에서 일부의 실내공기 오염물질에 허용 기준치를 제시하고 있다.

Table 1 Criteria for Air Pollution of Korea<sup>1)</sup>

항 목	실내환경기준 (건축법시행규칙/ 보사부 공중위생법)	지하생활공간 공기질 관리법 (환경부, 1996)	작업환경 (노동부 산업안전 보건법, 1977)**
온도(DBT)	17 ~ 28 °C	-	-
습도(RH)	40 ~ 70 %	-	-
부유분진 (TSP)	150 μg/m <sup>3</sup>	150 μg/m <sup>3</sup> * (일평균)	오염물질의 종류별로 기준치 설정
일산화탄소 (CO)	10 ppm	25 ppm (8시간 평균)	50 ppm(TWA)
이산화탄소 (CO <sub>2</sub> )	1000 ppm	1000 ppm (1시간 평균)	5000 ppm(TWA)
이산화황 (SO <sub>2</sub> )	-	0.15 ppm (1시간평균)	2 ppm(TWA)
포름알데히드 (HCHO)	-	0.1 ppm (일평균)	1 ppm(TWA)

### 3.2 선내 전자파 허용기준

선내 전자파 허용기준으로는 Table 2와 같은 전자파 규제를 이용하였다. Table 2는 스웨덴의 MPR(Measure and Proof Radiation Board)에서 제안하고 있는 MPR-II(90. 10 ~ 현재) 규격이며 MPR-II에서 규정하는 Band I은 5Hz~2kHz, Band II는 2kHz~400kHz의 전자파 성분을 말한다. 국내에서도 전파법에 의거하여 2001년부터 전자파 규제치를 고시하고 있지만 주파수 대역별로 제안하고 있어 현실적으로 적용이 어렵다.

Table 2 A Criterion for Electro-magnetic Waves

직류정전계	교류자계		교류전계	
	Band I	Band II	Band I	Band II
+ 500V 이하	2.5mG 이하	0.25mG 이하	25V/m 이하	2.5V/m 이하

## 4. 선내 공기오염 및 전자파의 실선 계측 결과

### 4.1 선내 공기오염의 실선 계측 결과

25톤, 250톤, 500톤, 1,000톤, 1500톤급 함정의 선내 공기오염 계측 결과를 Fig.1~8에 각각 나타낸다. 실내의 온·습도, 분진량, 이산화탄소, 일산화탄소, 이산화황 및 포름알데히드는 각 측정 구역에서 3회 측정된 결과의 평균값을 나타낸 것이다.

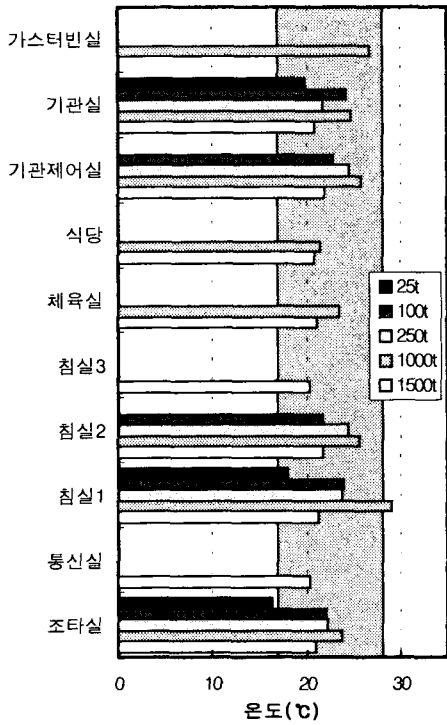


Fig. 1 Measured Results of Temperature

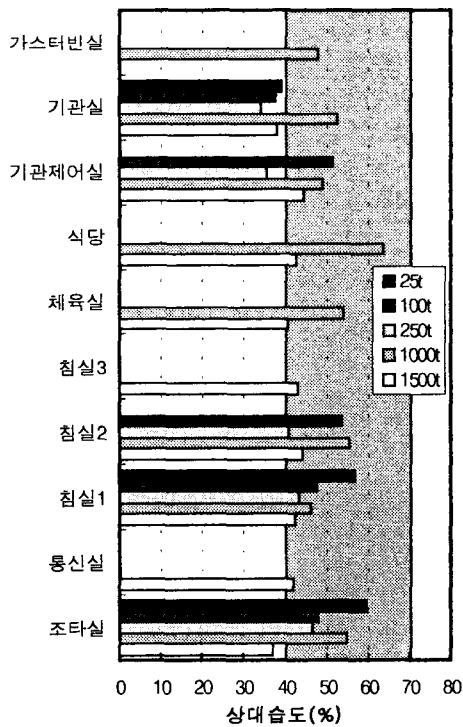


Fig. 2 Measured Results of Humidity

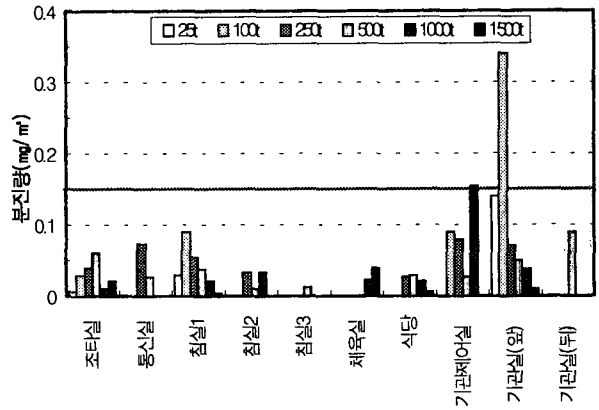


Fig.3 Measured Results of Floating Dust

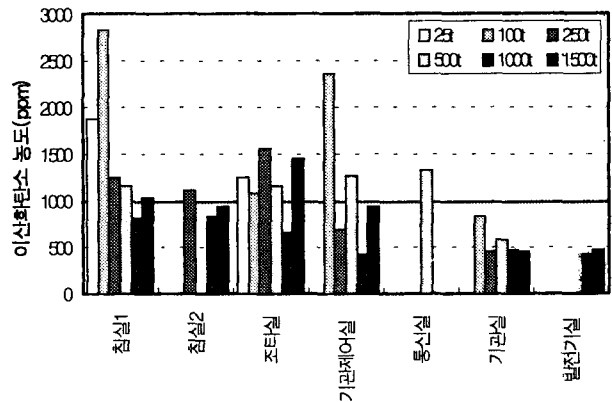


Fig.4 Measured Results of CO<sub>2</sub>

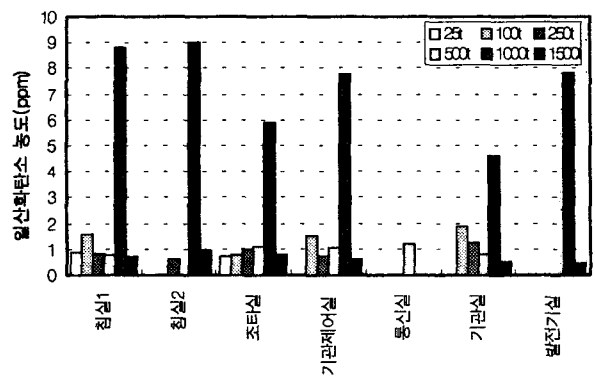


Fig.5 Measured Results of CO

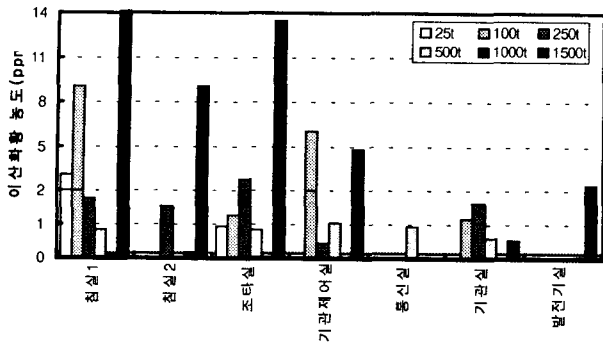


Fig.6 Measured Results of SO<sub>2</sub>

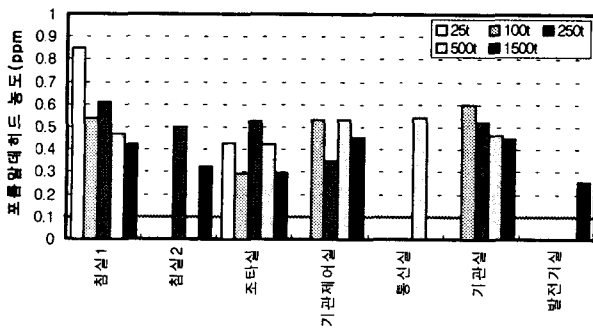


Fig.7 Measured Results of Formaldehyde

4.2 선내 공기오염에 의한 근무 환경 평가

(1) 온도 및 습도

거주공간의 온도는 인간의 쾌적성 뿐만 아니라 작업능률, 학습능률에 영향을 미치고 있으며 온도가 일정 범위보다 높아지거나 낮아질수록 작업능률, 학습능률이 저하하게 된다. 온도가 18~21℃ 일 때 사고율이 가장 낮으며 온도조건이 그보다 높거나 낮아질 때 사고율이 현격하게 증가한다. Boukaki(坊垣 1986)의 연구<sup>29)</sup>에 의하면 습도의 변화는 고온이 되면 땀의 증발을 방해하여 사람의 불쾌감에 영향을 미치며 곰팡이나 진드기의 생육 등의 다른 요인에도 직접 관계한다고 보고하고 있다.

1500톤의 경우, 실내온도는 20~22℃, 실내 상대습도는 37~44%의 범위에 있어 선박 실내의 온·습도 조건에 큰 차이가 없었다. 또한 250톤 및 100톤은 대상실의 실내온도에 1500톤과 거의 같은 2℃ 정도의 차이를 보이나 상대습도는 15%정도의 차이를 나타내고 있다. 이에 비해 25톤의 경우는 실내온도가 16~20℃, 실내 상대습도가 40~60%로 타 선박에 비해 실내 온·습도 조건에 큰 차이가 있었다. 한편, 1000톤의 경우 온·습도가 타 선박에 비해 높게 나타났으나 실측시기가 5월이었기 때문으로 생각된다.

모든 선박의 대부분 구역에서 실온이 20℃ 이상을 유지

하고 있지만 25톤의 경우는 승무원이 거주하는 조타실(통신실도 겸함)이 16℃로 기준보다 낮았으며 침실(주방 및 식당으로도 이용)도 18℃로 비교적 낮게 나타났으며 기계발열이 많은 기관실만이 20℃ 정도를 유지하고 있었다. 이는 선박이 소형이기 때문에 각 구역이 외기와 직접 접하고 있는 반면 선박의 노후로 기밀·단열성이 떨어지기 때문으로 생각된다. 또한 1000톤의 경우에는 5월에 난방을 하고 있었다고는 하지만 일반적인 오피스의 난방시 실내 설정온도가 23~25℃인 점을 고려하면 침실 1의 29℃는 매우 높은 것이라 판단된다.

한편, 실내의 상대습도가 40% 이하인 구역은 1000톤을 제외한 4척의 기관실로 승무원이 상주하지 않기 때문에 큰 문제는 되지 않으리라 생각되나 1500톤의 조타실, 250톤의 기관제어실이 40% 이하였으며 250톤의 침실 1과 침실 2, 1500톤의 모든 구역이 45% 이하의 상대습도를 유지하고 있어 비록 기준 이상이기도 하지만 구강점막 건조한 계가 20℃일 때 50%인 점을 감안하면 실내가 조금 건조하다고 할 수 있다.

(2) 분진량

100톤의 기관실과 1000톤의 기관제어실을 제외하면 실측대상 선박의 대상 구역 모두가 난방 중에도 분진량은 기준 이하인 것으로 나타났다. 각 선박의 대상 구역별로 보면 승무원들이 상주하지 않는 기관실이 엔진가동 등 기계류의 가동이 많아 분진량이 비교적 높은 것으로 나타났다. 또한 대부분 구역에서 난방 전에 비해 난방 후의 분진량이 증가하고 있으며 이는 선박의 운항 개시 이후 덕트를 청소하지 않아 덕트 내에 분진이 쌓여 있다가 난방시 공기의 이동과 함께 실내로 분진이 유입되기 때문이라 생각된다.

(3) 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)

건강한 사람이 농도 1.5%의 이산화탄소에 폭로되면 가벼운 대사 장애를 일으키며 7~10%에서는 수 분 이내에 혼절한다. 이산화탄소의 주요 발생원은 실내의 거주자와 그곳에서 사용하는 석유나 가스 스토브, 난로 등의 개방형 연소기구이다.

대부분의 대상실에서 이산화탄소 농도가 건축법 시행규칙에 정해진 실내공기 환경기준인 1000 ppm을 넘고 있으며 특히 100톤의 침실1은 기준치의 3배에 가까운 농도인 2823 ppm을 나타내고 있다. 선박의 실내 이산화탄소 발생원은 승무원들로 추정할 수 있으며 승무원들의 주로 거주하는 공간에 신선한 외기의 도입량이 부족하다는 것을 알 수 있다.

(4) 일산화탄소(CO)

일산화탄소는 화학적으로는 질식성 가스이며 적혈구의 헤모글로빈과의 친화력은 산소의 200~250배이기 때문에 혈액의 산소보지(保持)능력을 현저하게 저하시킨다. 일산화탄소는 탄소의 불완전연소에 의해 발생하기 때문에 실내에 있어서 주요 발생원으로서 각종 개방형의 연소기구, 담배 등을 생각할 수 있다.

이산화탄소 농도의 경우와는 달리 대다수 구역의 일산화탄소

농도가 건축법 시행규칙에 일산화탄소 농도기준으로 정하고 있는 10 ppm 이하이며 1000톤을 제외한 5척의 경우에는 2 ppm 이하로 일산화탄소에 의한 큰 문제는 없을 것으로 생각된다.

(5) 이산화황(SO<sub>2</sub>)

이산화황(SO<sub>2</sub>)은 수용성이 강하며 황산이 되어 점막을 자극하여 기침, 재채기, 눈의 통증 등의 증상을 일으킨다. 이산화황(SO<sub>2</sub>)은 무색의 기체로 유황을 함유하는 연료의 연소 등에 의해 발생된다.

이산화황(SO<sub>2</sub>)농도는 모든 함정의 대부분 구역에서 지하생활공간 공기질관리법의 이산화황 농도기준인 0.15 ppm(1시간 평균)을 초과하고 있다. 특히, 1500톤 조타실의 15 ppm, 1500톤 침실 2 및 100톤 침실 1의 9 ppm은 기준농도의 60~100배에 달하는 농도로 매우 열악한 실내 환경임을 확인할 수 있다. 이산화황은 수용성이 강한 기체로 물과 결합하여 황산이 되어 점막을 자극하여 가래, 기침, 눈의 통증을 야기하는 기체로 농도가 3 ppm에서 자극성 냄새가 즉시 지각되며 6~12 ppm에서 코와 목에 자극을 가지는 점을 고려하면 이산화황 농도에 대한 연속측정 등의 좀더 정밀한 조사가 필요하리라 생각된다.

(6) 포름알데히드(HCHO)

포름알데히드는 10~20 ppm의 농도가 되면 기침이 난다거나 가슴이 답답해지며 머리가 무겁게 되거나, 심장의 고동이 격하게 되기도 한다. 50~100 ppm 이상의 폭로에서는 폐로의 체액의 집적(배수종), 폐의 염증(폐포격염), 사망 등이 치명적인 상해를 일으킨다<sup>3)</sup>. 한편, 포름알데히드는 발암성도 갖고 있으며 1980년 12월 NIOSH와 OSHA(산업안전국)은 포름알데히드는 노동위생상의 발암물질로서 취급되어야 된다는 권고를 내었다<sup>4)</sup>.

포름알데히드 농도 모든 함정의 대부분 구역에서 포름알데히드의 실내공기환경 농도기준인 0.1 ppm(일평균)의 3~9배에 달하는 높은 농도가 측정되어 매우 열악한 실내 환경임을 확인할 수 있다.

4.3 선내 전자파의 실선 계측 결과

25톤, 250톤, 500톤, 1,000톤, 1500톤급 함정의 선내 전자파의 계측 결과를 Table 3~5에 각각 나타낸다. 각 Table에서 색깔이 있는 구역은 전자파 허용 기준 초과 구역을 나타낸다. 또한 전자파 허용 기준 초과 구역을 Table 6에 나타낸다.

Table 3 Measured Results of Electromagnetic Waves (1)

		통신실	공기조화기실	합장실	조타실	간부실	간부원실	서무실	기관장실	부원장실
1500 ton	전계 (V/m)	19.1	6.4	8.1	6.8	8.4	5.4	10.6	5.9	9.2
	자기 (mG)	1.28	0.13	0.12	0.78	0.18	0.19	0.29	0.25	0.12
1000 ton	전계 (V/m)	24.6	5.8	6.5	27.5	-	-	-	-	2.9
	자기 (mG)	6.96	2.7	0.53	0.51	-	-	-	-	0.71
500 ton	전계 (V/m)	11.8	-	-	11.8	-	9.5	-	5.3	11.7
	자기 (mG)	11.8	-	-	2.8	-	0.16	-	0.42	0.54
250 ton	전계 (V/m)	25.5	-	15.2	10.7	-	-	-	25.5	17.73
	자기 (mG)	9.36	-	0.23	0.31	-	-	-	0.12	0.44
100 ton	전계 (V/m)	16.7	-	18.3	7.6	-	16.7	-	9.52	18.2
	자기 (mG)	1.86	-	0.31	0.6	-	1.01	-	0.49	0.15
25 ton	전계 (V/m)	22.4	-	-	-	-	11.9	-	-	-
	자기 (mG)	7.8	-	-	-	-	2.64	-	-	-

Table 4 Measured Results of Electromagnetic Waves (2)

		침실	전원침실	전기원장실	연선조정실	냉방실	레이더실	모수관제실	편람실
1500 ton	전계 (V/m)	47.7	8.8	5.8	18	19.6	21.4	11.8	17.2
	자기 (mG)	0.35	0.26	0.77	3.45	1.03	8.33	4.28	1.16
1000 ton	전계 (V/m)	8.3	7.2	-	22.3	-	-	-	-
	자기 (mG)	0.21	0.62	-	8.93	-	-	-	-
500 ton	전계 (V/m)	15.4	14.36	-	0.57	-	-	-	-
	자기 (mG)	0.24	0.13	-	0.15	-	-	-	-
250 ton	전계 (V/m)	17.4	17.51	-	-	10.93	-	-	-
	자기 (mG)	0.31	0.43	-	-	1.55	-	-	-
100 ton	전계 (V/m)	5.8	-	-	14.4	-	-	-	-
	자기 (mG)	0.2	-	-	3.44	-	-	-	-
25 ton	전계 (V/m)	-	-	-	-	-	-	-	-
	자기 (mG)	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 5 Measured Results of Electromagnetic Waves (3)

		회외실	식당	다발기실	계스타미실	차이로실	방송실	세탁실	요수처리실
1500 ton	전계 (V/m)	-	-	4.7	-	-	-	-	-
	자기 (mG)	-	-	4.68	-	-	-	-	-
1000 ton	전계 (V/m)	6.3	11.7	14.7	27.2	8.6	17.1	6.5	6.5
	자기 (mG)	0.83	0.86	3.98	2.03	0.79	5.58	0.19	2.55
500 ton	전계 (V/m)	-	-	9.1	-	-	-	-	-
	자기 (mG)	-	-	8.74	-	-	-	-	-
250 ton	전계 (V/m)	-	7.5	17.2	-	-	-	-	-
	자기 (mG)	-	0.125	1.47	-	-	-	-	-
100 ton	전계 (V/m)	-	8.4	15.4	-	-	-	-	-
	자기 (mG)	-	0.14	4.21	-	-	-	-	-
25 ton	전계 (V/m)	-	-	8.6	-	-	-	-	-
	자기 (mG)	-	-	3.2	-	-	-	-	-

Table 6 Measured Results of Electromagnetic Waves(4)

		기관실	통신실	기타1	기타2	기타3	기타4
25 ton	전계 (V/m)						
	자계 (mG)	3.2	7.8		침실 2.64		
100 ton	전계 (V/m)				간부침실 38.7		
	자계 (mG)	4.21				제어실 3.44	
250 ton	전계 (V/m)		28.5		함장실 50.8	기관장실 25.3	침실 36.4
	자계 (mG)		9.36		발전기실 8.71		
500 ton	전계 (V/m)	38.6			간부침실 45.6	기관장실 53.8	
	자계 (mG)	8.74	11.8				
1000 ton	전계 (V/m)			조타실 27.6	개스터빈 37.3		
	자계 (mG)	3.98	6.96	오수처리 2.55	공기조화 2.7	제어실 8.93	방송실 5.58
1500 ton	전계 (V/m)	57		침실 47.7	레이다실 31.4		
	자계 (mG)	4.68		제어실 3.45	레이다실 8.33	보수공작 4.28	

#### 4.4 선내 전자파에 의한 근무 환경 평가

전자파란 전계와 자계로 나누어지는데 전계는 전압의 세기에, 자계는 전류의 크기에 비례하여 발생하며 이를 합해 전자계라 부른다. 전계와 자계는 서로 성질은 다르지만 따로 있는 것이 아니라 서로 결합되어 있으며 생체에 미치는 영향은 전계보다는 자계가 더 큰 것으로 알려져 있다. 전계는 모든 전도성 물체에 의해 쉽게 차폐되지만 자계는 거의 모든 물체를 쉽게 통과하고, 자성이 매우 강한 특수 합금에 의해서만 차단가능하고, 자계 차단은 쉽게 않다. 전자파가 일으킬 수 있는 증상으로는 나른함, 불면증, 신경예민, 두통, 숙면에 관여하는 멜라토닌 호르몬 감소, 맥박의 감소 등이 있으며, 질병으로서는 백혈병, 임파암, 뇌암, 중추신경계암, 유방암, 치매, 유산 및 기형아 출산 등이 있다. 전자파의 피해를 줄이는 방법으로는 전자파 발생원으로부터 일정 거리 이상 떨어져 사용하거나, 일정시간 사용후에는 반드시 휴식을 취할 필요가 있지만 근본적으로 전자파 저방출 제품을 사용해야 한다.

전자파의 측정결과에 의하면 대부분 함정의 통신실과 기관실에서 전자기파 기준을 초과하고 있는 것을 확인하였다. 특히 1000톤급의 경우 조타실, 가스터빈실, 오수처리실 및 공기조화실에서 기준치를 초과하였으며 엔진제어실과 방송실의 경우는 전자기파 기준을 상당히 초과하였다. 25톤급의 경우는 침실구역, 100톤급의 경우는 간부 침실 및 제어실, 250톤급의 경우는 함장실, 기관장실, 침실 및 발전기실, 500톤급의 경우는 간부침실 및 기관장실에서도 전자기파 기준을 초과하였다. 1500톤급의 경우는 침실, 레이다실 및 보수공작실에서 전자기파 기준을 초과하였다. 이들 결과로부터 통신장비 및 전자장비가 많이 사용되는 구역과 전기제품의 사용량이 많은 침실 등에서 전자기파 기준을 초과하여 전자파에 노출되어져 있는 환경임을 알 수 있다. 따라서 이들 구

역에 대해서는 전자파 차폐를 위한 조치, 근무시간의 적절한 조절 등을 통하여 승무원의 전자파의 피해를 최소화하는 것이 필요하다고 판단된다. 이번 측정에서는 보통 운항 상태에서 수행되었지만 통신실의 경우에는 통신장비의 사용 유무에 따른 전자파의 발생량을 비교 측정할 필요가 있다.

## 5. 선상 근무피로도 경감 대책

### 5.1 공기오염에 의한 선상 근무피로도의 경감대책

- ① 선박의 신조시 공기 순환 시뮬레이션을 통한 적절한 덕트 배치 설계가 필요하며 충분한 거주공간을 확보하는 설계가 필요하다.
- ② 선박의 신조시 덕트 청소 및 유지관리 용이성을 고려하며 정기적인 덕트 청소 및 주기적인 환기를 실시한다.
- ③ 선박의 하부공간에 위치한 선원 침실의 공기 순환을 증진한 선박설계를 수행한다.
- ④ 동절기 열손실과 공기오염을 동시에 제어 가능한 환기 시스템을 설치하며 특별한 환기기능을 부여한 별도의 흡연실을 설치한다.
- ⑤ 기존 선박의 공기 오염 방지를 위한 공기 강제 순환장치를 설치한다.

### 5.2 전자파에 의한 선상 근무피로도의 경감대책

- ① 선박의 신조시 전자기파 차폐장치 설치를 의무화하며 전자기파 차폐를 고려한 구획 배치 설계를 수행한다.
- ② 통신실의 경우 탑재 장비의 전자기파 발생량에 대한 예측을 실시하여 전자기파 기준을 만족시키는 장비 배치 설계를 실시하고 전자기파를 적게 발생하는 통신장비의 사용을 의무화한다.
- ③ 컴퓨터나 전자제품을 사용하지 않을 경우에는 전원 코드를 빼놓으며 전자기파의 피해를 최소화하기 위해서는 근무시간의 적절한 조절이 필요하다.
- ④ 근무시간의 적절한 조절을 통하여 장시간의 전자파 노출을 방지하여 승무원의 전자파의 피해를 최소화한다.

## 6. 결 론

본 연구에서는 선박내 공기오염 및 전자파의 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 공기오염 및 전자파에 대한 실선 계측을 수행하여 선상근무의 물리적인 근무환경 실태를 체계적으로 분석하였다.
- ② 온도 및 일산화탄소는 대부분의 구역에서 기준내에 들어 있지만 다른 공기오염 물질들은 많은 구역에서 농도기준을 초과하고 있었으며 전자 및 전기제품의 사용이 많은 구역에서는 전자파가 기준을 상당량 초과하는 것을 확인하였다.
- ③ 해양경찰청 함정의 경우, 선상근무 환경이 일반 상선 및 해군 함정의 근무환경, 육상근무 환경에 비하여 열악한 것을 실선의 공기오염 및 전자파 계측을 통하여 확인하였다.
- ④ 선내 공기오염 및 전자파에 기인하는 선상 근무 피로도에 대한 경감 대책을 제안하였다.

참 고 문 헌

- [1] 이윤규 : 최근 실내공기환경 기준의 국제적 연구동향, 21세기 실내공기환경의 질 세미나 발표집, pp. 9~50, 1998.
- [2] 坊垣和明 : 湿度と快適感, IBEC '86, 第5號, pp. 18~20, 1986
- [3] NAS : Formaldehyde and Other Aldehydes, NAS Report, 1981
- [4] NIOSH : Formaldehyde ; Evidenced of Carcinogenicity, Joint NIOSH and OSHA Bulletin, No. 34, 1980
- [5] 池田耕一 : 空氣環境と人體, 建築設計資料集成 1, 環境, 丸善, pp.140~141, 1978
- [6] 池田耕一 : 室内空氣汚染の原因と對策, 日刊工業新聞社, 1998.

---

원고접수일 : 200 년 월 일  
 원고채택일 : 200 년 월 일