

# 무인기관실의 효과적인 자동소화장치 개발 연구

## A Study on the Development of Fire Extinguishing System for Machinery Spaces of Small craft

강대선\* · 이찬재\* · 김동석\*\* · 곽지현\*\*  
D. S. Kang · C. J. Lee · D. S. Kim · J. H. Kwark

**Key Words:** Unattended Engine Room(무인기관실), Automatic Fire Extinguishing System(자동소화장치), Fire(화재), Fire test(화재시험)

### ABSTRACT

A study developing the dry powder fire extinguishing system inside the simulated machinery spaces of small boats was performed. Fire tests were conducted inside the compartments having volumes 2.9, 4.5, 8m<sup>3</sup> respectively. The openings and fans were established on the walls of the compartments. Diesel oil was used for the test fuel, In addition fire extinguishing nozzles using dry powder were installed downward at ceiling and horizontally at the wall or conner. All fires in the test were extinguished under system activation and there was no reignition.

### 1. 서 론

국내 연안을 항행하는 선박의 무인기관실에는 당해 기관실 용적에 충분한 용량의 자동확산형소화기를 설치토록 규정하고 있으나 현실적으로는

분사각도등 설치상의 문제점이 있었다. 특히, FRP어선등의 화재사고 발생시는 FRP재질의 화재취약성으로 인하여 선박이 전소하는 등의 대형 사고 사례가 빈발하고 있어 무인기관실에 효과적인 자동소화장치개발의 필요성이 부각 되었다.

\* 선박검사기술협회 기술연구소

\*\* 방재시험연구원 소화연소팀

본 연구에서는 선박의 종류 및 규모별로 화재발생 요건을 최소화 할 수 있는 기관실 조건을 규명하고 선박의 화재원인분석, 해양사고 통계자료 및 화재시나리오를 구성하여 현 국내규정상 문제를 도출하여 제도개선방향을 제안하고 무인기관실에 실제로 활용 가능한 효과적인 소화장치 개발하여 개발한 소화장치는 실험적으로 실증하고 형식승인시험 및 검정기준 설정을 목적으로 하였다.

## 2. 무인기관실의 화재위험성

### 2.1. 소형선박의 화재위험성

선박의 화재사고는 사소한 부주의로 인한 사고가 대부분이며 이러한 사고는 인명과 재산을 앗아가는 중대한 결과를 초래하게 된다. 그 중에서도 기관실은 고온, 고열에 접하는 부분이 많고 화재의 원인이 되기 쉬운 전기장치, 타기 쉬운 연료, 기름이 포함된 빌지류 등이 많으므로 화재가 발생하기 쉬운 환경을 가지고 있다.

기관실을 중심으로 한 화재위험성을 살펴보면, 기관실은 주기관, 발전기, 보일러, 유압기기, 온수기 등에서 대량의 연료유, 윤활유, 유압유 등이 사용되므로 화재발생의 가능성이 높다. 또한 기관실에 설치된 배기관, 과급기, 보일러, 폐유소각기 등의 고온의 표면은 발화의 원인이 되기도 하며, 선박의 정비에 필요한 용접작업 과정 중에도 화재 발생의 위험이 있다.

화재사고가 발생한 경우 선체, 기기의 손상은 물론 인명피해의 가능성이 높으며, 선박의 조종성 상실 등과 같은 위험한 상황을 유발시키기도 한다. 특히 주기 과급기의 폭발, 주기 연료관의 누설, 발전기 연료관의 누설, 배전반의 불꽃 등으로

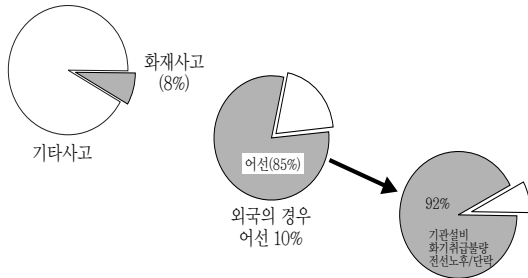
인한 사고는 항해 불능을 초래할 가능성이 높다. 따라서 선박은 그 설계부터 운항과정에 이르기까지 각종 규정을 적용하여 화재예방을 위한 안전장치들을 마련해 두고 있다.

화재안전의 기본은 ‘발화하지 않을 것’, ‘발화한 화재가 확대되지 않을 것’, ‘안전한 피난수단을 확보할 것’, ‘화재에 의한 피해를 최소한으로 막을 것’ 인데 이들을 선박에 적용하면 다음과 같은 구체적인 기본요건을 얻을 수 있다.

- 발화방지 : 가연물의 제한, 가연물로의 차단방지
- 조기 화재발견 : 화재발생 구획에서의 화재 조기 발견 및 통보
- 화재확대 방지 : 방화칸막이 구획, 발화장소에서 소화, 소화설비의 정비
- 안전피난수단 : 안전한 피난경로 및 소화를 위한 접근로 확보
- 피해의 억제 : 화재위험구역과 거주구역의 분리

선박의 주요 소방설비는 소화펌프, 고정식가스 소화장치, 휴대식·이동식·고정식 소화기, 기관구역의 고정식 가압수 분무장치, 고팽창포소화장치, 자동스프링클러장치, 화재탐지 및 화재경보장치, 통풍장치, 소방원장구, 전선·관·트렁크의 보호조치, 탈출설비 등이다.

2000년~2004년 해양안전심판원의 통계자료에 의하면 전체 해양사고의 8%가 화재사고이며 이중 어선에 차지하는 비중은 약 85%에 달한다. 사고의 원인으로 기관설비, 전기계통 및 화기 취급의 부주의가 차지하는 비중이 약 92%로 거의 대부분이어서 상대적으로 어선이 화재에 매우 취약한 실정이다.



[그림-1] 국내 소형 어선의 화재사고 현황 (해난심판원, 2000-2004)

우리나라에서는 매년 수백여건의 크고 작은 해양사고가 발생하고 있다. 여기서는 해양심판원에서 발간한 “해양사고 통계”와 해양 경찰청에서 발간한 “해난사고 통계 연보”를 기반으로 최근 10년간의 우리나라의 사고 현황을 분석하고 그 중 화재 사고에 대한 현황과 그 심각성을 분석해 보았으며 마지막 그래프는 일본의 소형선박의 화재원인을 분석한 자료를 첨부하였다.

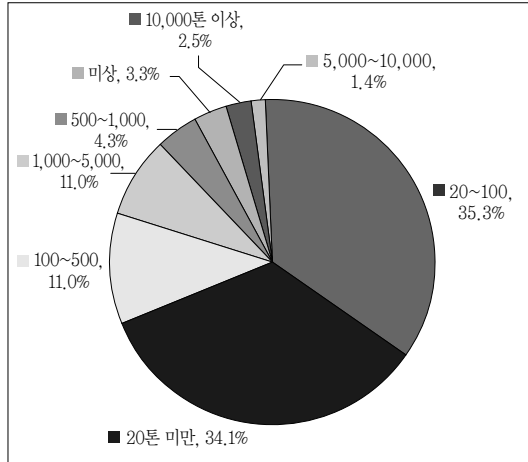


그림-2 톤수별 해양사고 발생현황

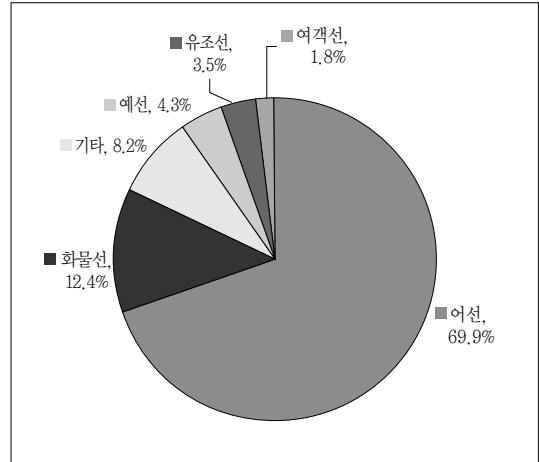


그림-3 용도별 해양사고 발생현황

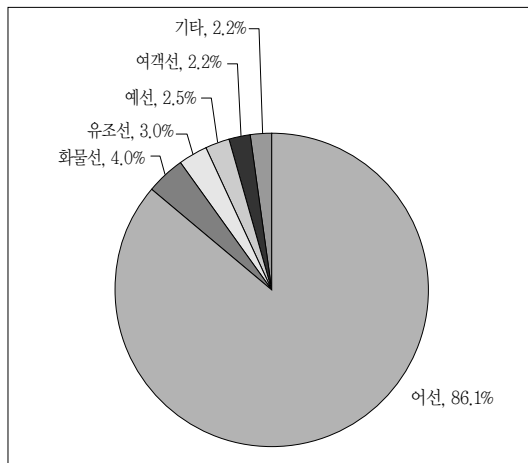


그림-4 용도별 화재사고 발생현황

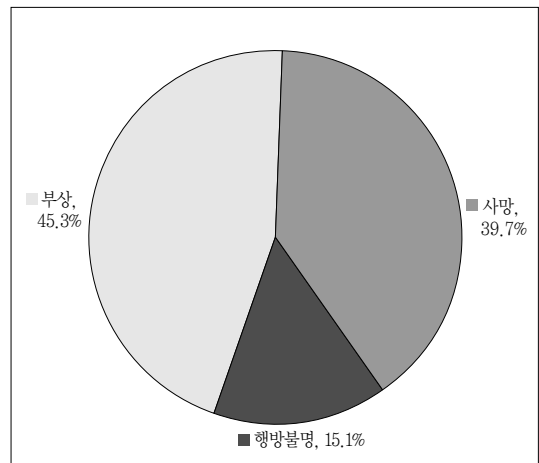


그림-5 화재사고로 인한 인명피해 현황

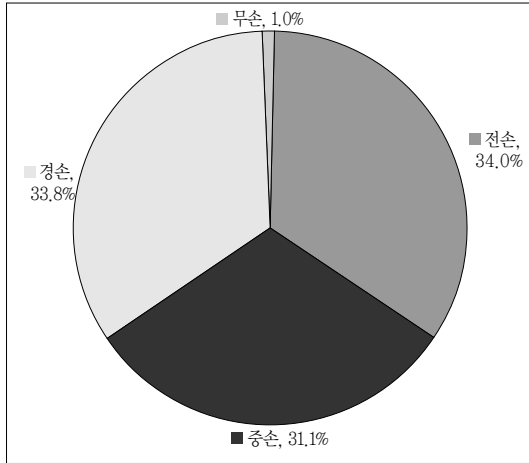


그림-6 화재사고로 인한 선박손상 현황

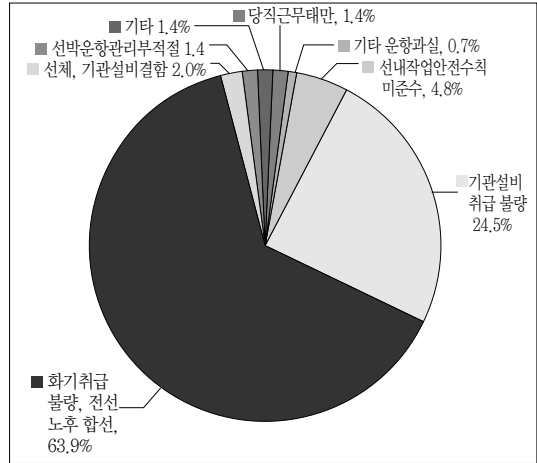


그림-7 화재/폭발 사고의 원인

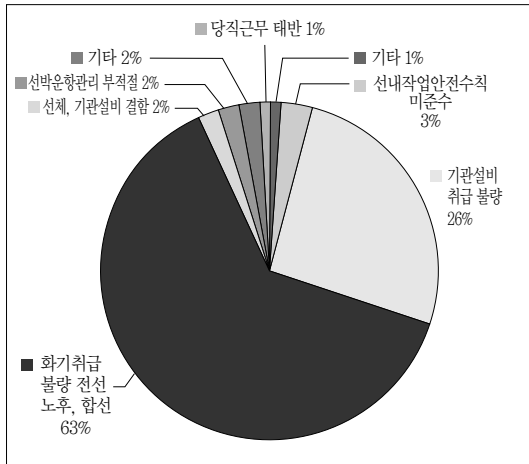


그림-8 어선의 화재/폭발 사고원인

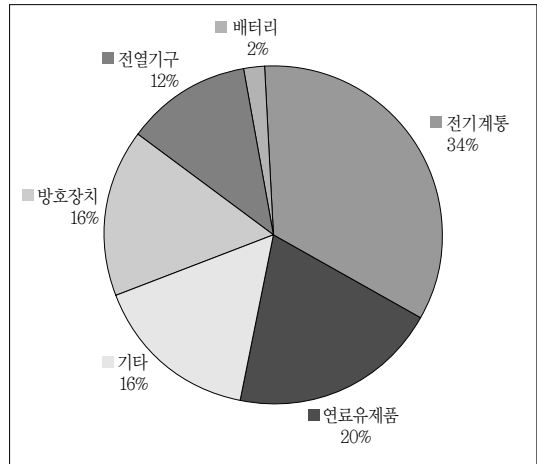


그림-9 일본 소형어선의 화재/폭발 원인

## 2.2. 무인기관실의 현황과 용적조사

기관당직을 서는 중·대형선박과는 달리 기관실의 구조와 소화설비가 비교적 취약한 소형선박의 무인기관실의 현황을 살펴보았다.

국내 연안을 항해하는 선박의 대부분이 직·간접적으로 무인기관실의 형태를 취하고 있다. 선박안전법 적용을 받는 톤급별 및 선종별 선박의 현황을 선박검사기술협회의 검사대상 선박을 중심으로 살펴보면 아래와 같다.

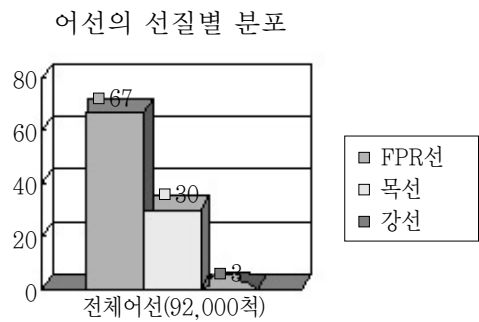
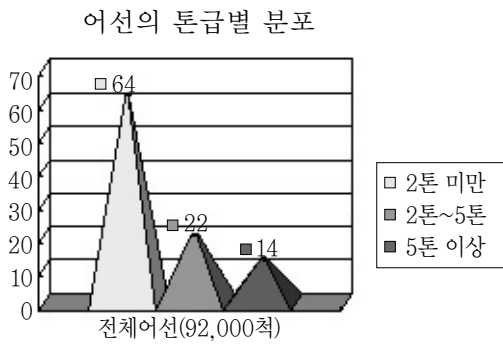
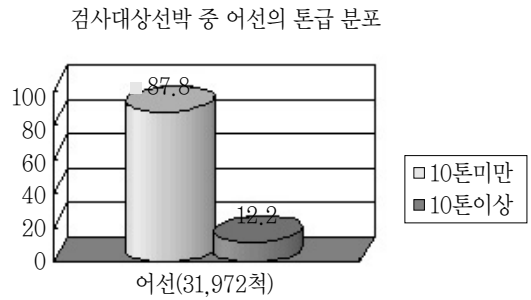
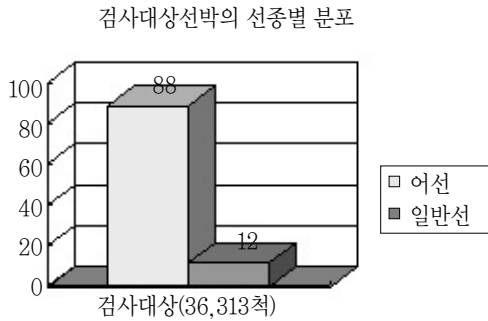


그림-10 선박검사기술협회 등록 선박에 관한 분석

표-1 무인기관실 용적조사 선박척수

선 질	어 선		여객선(유람선)		기타일반선	합 계
	2~5톤급	5~10톤급	29톤급 유람선	29톤초과 여객선		
FRP	45	50	22	2	6	125
강	1	1	6	7	3	18
알미늄	-	-	-	1	-	1
목	-	1	-	-	1	2
합계	46	52	28	10	10	146

표-2 무인기관실 용적조사 결과분석

항 목	구 분	어 선		여객선(유람선)		기타일반선
		2~5톤	5~10톤	29톤급 유람선	29톤초과 여객선	
톤 수	최대	4.99	9.77	29	325	19
	최소	2.21	5.49	11	37	5.56
	평균	4.08	8.41	26	107	11
기관마력	최대	470	720	800	2028	720
	최소	144	150	316	322	125
	평균	266	430	512	993	330
L	최대	3.68	4.8	4.52	8.4	4.5
	최소	1.5	1.9	2.3	3.5	2
	평균	2.56	3.20	3.38	5.6	3.63
B	최대	3.5	4.3	4.7	11.4	3.88
	최소	1.3	1.7	2.4	4.2	2
	평균	2.58	3.21	3.88	6.4	3.07
D	최대	1.52	1.7	2	4.55	1.92
	최소	0.6	0.8	1.16	1.4	1.07
	평균	1.02	1.18	1.62	2.5	1.37
용 적	최대	13.44	21.9	47.3	282.2	25.2
	최소	1.9	3.7	9.98	32.6	7.5
	평균	6.68	12.25	21.78	104.89	15.22

무인기관실에 해당하는 선박 146척의 용적을 조사하여 톤급별, 선종별로 용적을 조사한 결과 2~5톤급 어선은 6.68㎡, 5~10톤 12.25㎡, 29톤급 유람선은 21.78㎡등의 결과가 나와 이들 용적을 토대로 소화약제량을 추정하였다.

### 3. 소화장치개발

#### 3.1. 소화장치의 선정

화재는 통상 일반화재(A급), 유류화재(B급), 전기화재(C급), 금속화재(D급)로 구분된다. 선박의 무인기관실에는 일반적으로 일반화재 외에도 유

류를 사용하는 기관의 화재위험성이 상존하고 있어 무인기관실의 소화장치(설비)는 일반화재와 유류화재에 모두 적응성이 있어야 한다. 현재 개발되어 사용되고 있는 소화설비는 가스계소화설비, 분말소화설비, 수계소화설비로 구분할 수 있으며 이중 일반화재와 유류화재에 동시에 적용할 수 있는 것은 가스계소화설비와 분말소화설비, 그리고 수계소화설비 중 분무상의 강화액(K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>수용액)소화설비와 포소화설비, 미분무수소화설비이다.

무인기관실에 효과적인 소화장치의 선정은 소화 성능, 설치 및 유지관리의 용이성, 경제성 등을 종합적으로 검토하여 선정할 필요가 있으며, 이를 위해 먼저 각 소화장치의 장단점을 비교 분석하였다.

### 3.1.1. 현재 소화장치의 장단점

#### 가. 가스계 소화장치

##### (1) CO<sub>2</sub> 소화설비

###### (가) 장 점

- ① 방사 후 약제의 잔존물이 없다.
- ② 기화잠열이 크므로 열 흡수에 따른 냉각작용이 크다.
- ③ 전기에 대해 비전도성으로 C급 화재에 효과적이다.
- ④ 공기보다 비중이 크며(1.53) 가스상태로 물질의 심부까지 침투가 용이하다.
- ⑤ 약제수명이 반영구적이며 가격이 저렴하다.
- ⑥ 약 100여 년간 소화약제로서 전 세계적으로 사용되어 소화방법 및 소화성능이 검증되었다.
- ⑦ 소화약제의 국내생산이 가능하다.

###### (나) 단 점

- ① 질식 및 동상의 위험이 있어 인명에 위해하여 용도에 따라 제한된다.
- ② 시스템에 사용하는 배관 및 밸브 등이 고압설비이다.
- ③ 기화시 온도가 급냉하여 동결의 위험이 있어 정밀기기에 손상을 준다.
- ④ 방사시 소음이 매우 심하며 드라이아이스 생성으로 시야를 가리게 된다.
- ⑤ 전역식 소화설비로 사용할 경우 개구부가 있으면 약제량이 많이 소요된다.
- ⑥ 약제 저장용기가 많이 필요하며 약제용기는 방호구역외의 장소에 온도가 40℃이하이고 온도변화가 작으며 직

사광선 및 빗물침투가 없는 곳에 설치하여야 한다.

##### (2) 할로겐화합물 소화설비

###### (가) 장 점

- ① 저농도로써 소화가 가능하므로 질식의 우려가 없다.
- ② 전기에 대해 비전도성으로 C급 화재에 효과적이다.
- ③ 약제와 관련한 독성이나 부식성의 우려가 낮다.
- ④ 방사 후 잔존물이 없으며 물질의 내부까지 침투가 가능하다.
- ⑤ 약 60여 년간 소화약제로서 세계적으로 사용되어 소화방법 및 소화성능이 검증되었다.
- ⑥ 소화약제의 국내생산이 가능하다.

###### (나) 단 점

- ① CFC 계열의 물질로서 오존층파괴의 원인물질이다.
- ② 약제생산 및 공급이 제한되어 장래의 안정적인 수급이 불가하다.  
(국내의 경우 2010년 이후 기준년도 생산량의 15%만 생산가능)
- ③ 가격이 CO<sub>2</sub>에 비해 고가이다.
- ④ 전역식 소화설비로 사용시 개구부가 있으면 약제량이 많이 소요된다.

##### (3) 청정소화약제 소화설비

현재 국내에서는 소방방재청의 화재안전기준에서 총 13종의 청정소화약제가 인정되어 설치되고 있으나, 상품명 기준으로 NAF S-Ⅲ, Inergen, FE-13, FM-200이 주로 설치되고 있으며 장단점은 다음과 같다.

(가) 장 점

- ① 전기에 대해 비전도성으로 전기화재(C급)에 효과적이다.
- ② 약제와 관련한 독성이나 부식성의 우려가 낮다.
- ③ 오존파괴지수, 지구온난화지수, 대기권 잔존수명이 평가되어 사용되므로 친환경적이다.

(나) 단 점

- ① 소화약제를 전량 수입해야 한다.
- ② 1990년대부터 사용되어 현장 적용 검증기간이 짧고 설계시 제조사 사양에 의존한다.
- ③ 약제저장용기가 많이 필요하며 약제용기는 방호구역외의 장소에 온도가 55℃이하이고 온도변화가 작으며 직사광선 및 빗물침투가 없는 곳에 설치하여야 한다.
- ④ 개구부가 있는 방호실의 경우 약제량이 많이 소요된다.

나. 분말소화장치

분말소화설비의 경우 소화약제는 4종이 있으며 본 연구에서는 일반화재 및 유류화재에 적응성이 있는 인산염을 주성분으로 한 제3종 분말로 한정하여 살펴본다.

(1) 장 점

- (가) 질식, 연쇄반응억제, 냉각효과에 의해 소화능력이 우수하며 독성이 없다.
- (나) 포약제와 같은 타약제를 첨가한 후 병용하여 사용할 수 있다.
- (다) 전기에 대해 비전도성이며 C급 화재

에 효과적이다.

- (라) 소화약제의 수명이 반영구적이며 약제가격이 저렴하다.
- (마) 약 60년간 전 세계적으로 사용되어 소화약제로서 소화방법 및 소화성능이 검증되었다.

(2) 단 점

- (가) 소화약제 방사 후 소화약제가 잔존하여 청소의 문제가 발생한다.
- (나) 분말약제의 특성상 가압원이 필요하다.

다. 수계소화장치

수계소화설비 중 일반화재와 유류화재에 적용 가능성이 있는 설비는 포소화 설비, 미분무수소화 설비, 분무상 강화액 소화설비로서 그 장단점은 다음과 같다.

(1) 포소화설비

(가) 장 점

- ① 인화성 액체화재시 절대적인 소화위력을 나타낸다.
- ② 옥내 이외에 옥외에서도 충분한 소화효과를 발휘한다.
- ③ 약제는 인체에 무해하며 화재시 열분해에 의한 독성가스의 발생이 없다.
- ④ 전 세계적으로 오랜 기간 사용되어온 소화약제로서 소화방법 및 소화성능이 검증되었다.

(나) 단 점

- ① 소화약제 방사 후 소화약제가 잔존하여 2차 피해가 발생한다.
- ② 동절기에는 포의 유동성이 저하되어 옥외의 경우 사용이 제한된다.



- ③ 물을 사용하므로 소화약제의 보온조  
치나 부동액을 사용하여야 한다.
- ④ 단백포약제의 경우 변질 및 부패 등  
으로 정기적으로 재충전이 필요하다.
- ⑤ 질소 등의 가압원을 이용하여 패키지  
화하지 않으면 소화수조, 펌프 등의  
가압송수장치, 포혼합장치, 밸브, 배  
관, 자동화재탐지장치 등 설비규모가  
대형화 된다.
- ⑥ 자동식으로 운영할 경우 전기적 화재  
감지설비가 필요하다.

(2) 미분무수 소화설비

(가) 장 점

- ① 독성이 없고 환경에 무해하다.
- ② 물을 미립자 형태로 방사하여 유류화  
재를 소화할 수 있다.
- ③ 기존 스프링클러설비에 비해 물로 인  
한 피해가 감소한다.
- ④ 전역방출가스설비와 같은 기능을 발  
휘할 수 있다.

(나) 단 점

- ① 최근에 개발되어 설치되는 소화설비  
로 현장 적용 이력이 짧다.
- ② 물을 사용하므로 소화약제의 보온조  
치나 부동액을 사용하여야 한다.
- ③ 질소 등의 가압원을 이용하여 패키  
지화하지 않으면 소화수조, 펌프 등  
의 가압송수장치, 밸브, 배관, 자동  
화재 탐지장치 등 설비규모가 대형  
화된다.
- ④ 자동식으로 운영할 경우 전기적 화재  
감지설비가 필요하다.

(3) 강화액 소화설비

(가) 장 점

- ① A급 일반화재에 적응성이 높고 재연  
(再燃)방지 효과가 높다.

(나) 단 점

- ① 냉각이 주 소화효과이고 보통 A급 일  
반화재에 적용한다.
- ② 무상(霧狀)방사의 경우에만 유류 및  
전기화재에 적응성이 있다.
- ③ 사용온도범위가 -20℃에서 40℃로  
한정된다.
- ④ 소화약제의 부식성이 강하다.

3.1.2. 소화장치별 무인기관실 적용의 적합성 분석

가. 소화성능 측면

가스계소화장치는 주로 질식작용에 의해 화재를 소화하는 특성이 있으므로 선박의 기관실과 같이 환기구나 해치 등이 개방되어 개구부가 큰 조건에서는 소화효과가 크게 떨어지는 경향이 있어 효과적이지 못하다. 수계소화장치 중 포소화설비는 급격한 포의 팽창에 의해 개구부가 커도 짧은 시간에 화재를 덮어 소화시키는 성능이 있으며, 미분무수소화설비도 미립화된 물입자의 질식작용이나, 기화열로 화원을 냉각시켜 소화에 효과적이므로 대형선박에 많이 사용되고 있다. 그러나 기관실 내 전기배선 등의 합선에 의한 전기화재에는 적용이 곤란하다.

반면 분말소화장치는 화학반응 억제 및 흡열반응에 의한 냉각작용, 산소차단의 질식작용 등이 조합되어 모든 화재종류에 대해 우수한 소화성능을 가진다.

소화 약제		CO <sub>2</sub>	청정소화약제	분 말	포	미분무수	강화액
소화원리	주효과	질식	억제, 질식	억제	질식	질식, 냉각	냉각
	보조효과	냉각	냉각	질식, 냉각	냉각	.	질식, 억제
적용 화재		ABC급	BC급	ABC급	AB급	AB급	A급
개구부 영향		큼	큼	비교적 적음	적음	중간	중간

#### 나. 설치 및 유지관리 측면

선박은 추운 겨울철에도 운항을 계속하여야 하므로 기온에 크게 영향을 받는 수계소화장치는 동파방지 등 유지관리에 어려움이 크다. 가스계소화장치도 약제 저장용기가 직사광선이나 빗물로부터 보호되어야 하므로 기관실 밖에 별도의 저장시설을 갖추어야 한다.

반면에 분말소화장치는 기관실내에 직접 설치하거나 또는 부피가 작은 수동식 소화기를 조타실 등에 비치할 수 있어 유지관리가 용이하다.

#### 다. 경제적 측면

가스계소화장치는 약제 자체의 가격이 워낙 고가라 비용이 많이 들고, 수계소화장치는 설치에 필요한 부수장치들의 종류가 많고 필수적이므로 설비에 많은 비용이 들어간다.

반면에 분말소화장치는 약제 충전 및 설치에 필요한 비용이 저렴하여 무인기관실에 적용시 경제적으로 가장 적합하다.

### 3.2 화재모형실

화재모형실은 2.9m<sup>3</sup>, 4.5m<sup>3</sup>, 8m<sup>3</sup>로 실시하였으며

다양한 통풍조건을 모사하기 위해 2.9m<sup>3</sup>, 4.5m<sup>3</sup>에는 9m<sup>3</sup>/min의 급기팬과 30cmx30cm의 배기구 2개를 측벽에 설치 하였고 8m<sup>3</sup>의 모형기관실에는 20 m<sup>3</sup>/min의 급기팬과 100cmx100cm의 배기구 1개를 측벽에 설치 하였다.

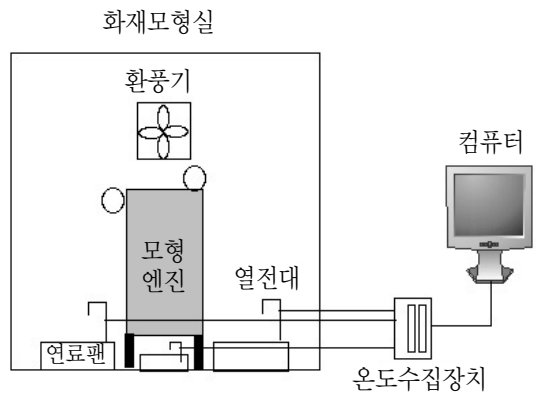


그림-11 화재시험장치 개략도

### 3.2 모형엔진

일반적으로 소형선박에서 주로 사용하는 주기관엔진의 엔진마력인 250~500마력의 엔진을 모사하여 0.4m(W)×0.7m(L)×0.6m(H)의 크기로 2개를 제작하였다.

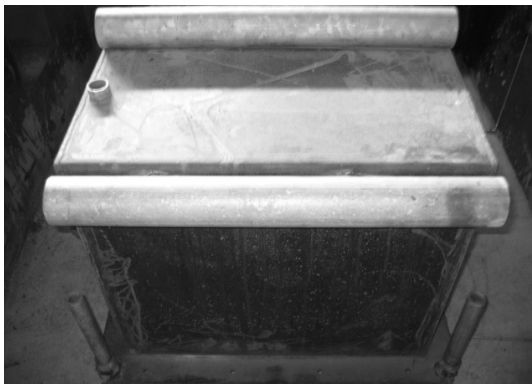
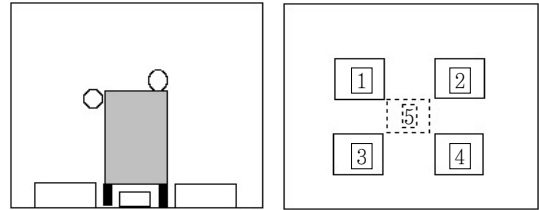


그림-12 모형엔진(Engine mock-up)

### 3.3 화재모형

유류화재 시나리오를 따라 화재형은 연료팬 에는 경유를 사용하였다. 소화시험은 각 연료팬 에 물을 절반정도 채운 후 5분 이상 충분히 연

소할 경유를 붓고 경유의 원활한 점화를 위해 약간의 휘발유를 첨가 하였다. 연료팬은 각 화재모형실의 화재시나리오에 따라 모형엔진의 주위바닥에 4개를, 모형엔진 하부에 1개를 배치 하였다.



(a) 정면도

(b) 평면도

그림-13 모형엔진 및 연료팬의 배치

### 3.4 측정장치

주요 측정요소는 소화여부와 재발화 여부다. 이를 판단하기 위해 K형 열전대를 각 연료팬과 화재모형실 상부에 총 5개소 이상 설치하고 온도 수집장치를 이용하여 화염의 온도를 초당 2회 측정하였다. 또한 소화시간과 약제방출시간을 측정 하였다.

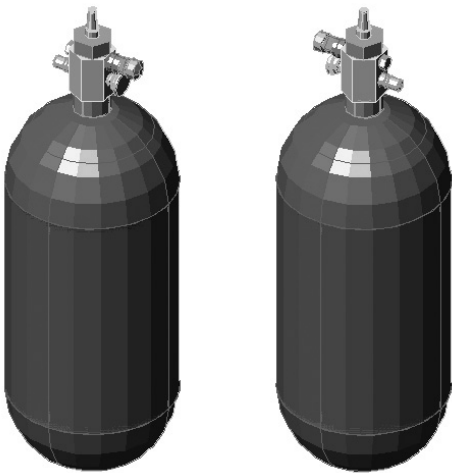
### 3.5 소화장치 시작품

소형선박에 설치 적합성을 고려하여 분말소화 약제를 선정 하였으며 분말소화약제를 효과적 으로 분사하여 소화를 달성할 수 있도록 총 7가 지 형태의 소화설비를 설계하여 시작품을 제작 하였고 표-3에 시작품의 종류와 특성을 나타내 었다.

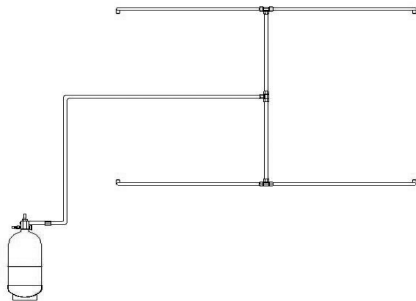
표-3 시작품의 종류와 특징

번호	종 류	특 징
1	측벽설치형 자동식 분말소화장치 A	자체분사
2	측벽설치형 자동식 분말소화장치 B	토너먼트 배관
3	천장설치형 자동식 분말소화장치	토너먼트 배관
4	외부주입형 수동식 분말소화장치 A	천장중앙분사
5	외부주입형 수동식 분말소화장치 B	상부테두리 분사
6	측벽설치형 자수동겸용 분말소화장치	자체분사
7	자수동 조합 분말소화장치	자동+수동식

가. 고정식 자동 분말소화기(측벽설치형 직 접분사식)



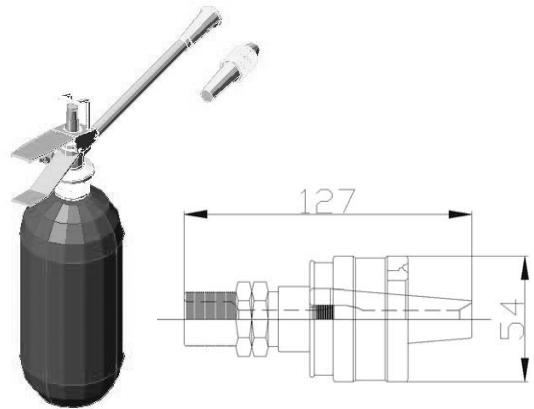
나. 고정식 자동 분말소화기(측벽설치형 토 너먼트배관식)



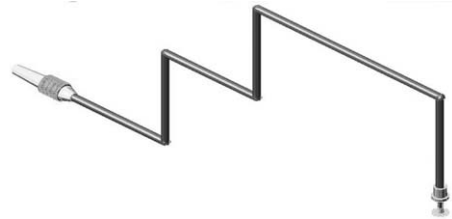
다. 고정식 자동 분말소화기(천장설치형 토 너먼트배관식)



라. 수동식소화기 접속용 외부주입구 및 약 제배관(천장중앙분사관, 테두리관)



(a) 수동식소화기 접속용 외부주입구

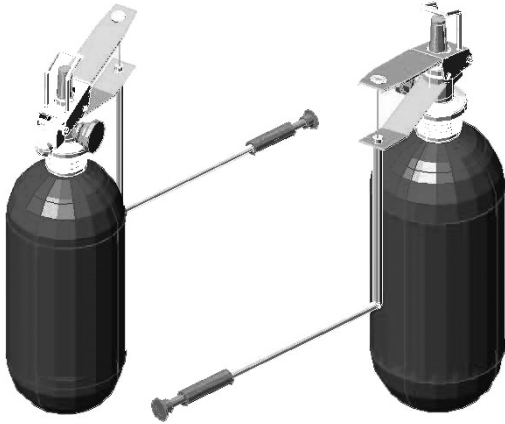


(b) 천장중앙분사관

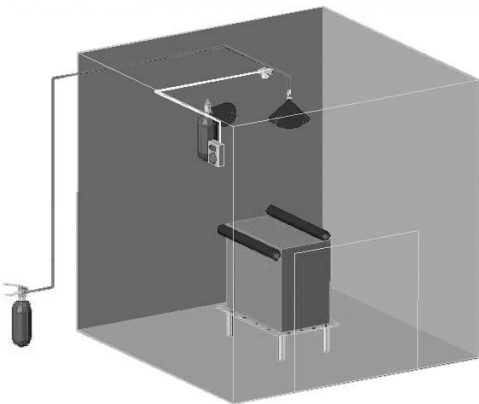


(c) 테두리관

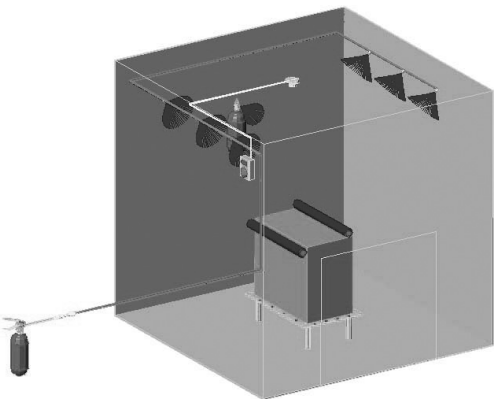
#### 마. 고정식 수·자동 분말소화기



#### 바. 조합형 분말소화장치(자동식+수동식)



(a) 측벽설치형 직접분사식(자동)+외부주입형 천장중앙분사식(수동)



(b) 측벽설치형 직접분사식(자동)+외부주입형 테두리관 다중노즐분사식(수동)

## 4. 시험결과 및 고찰

7가지 개발시작품 모두 설정한 화재모형을 모두 소화하였다.

### 4.1 자동식 분말소화장치

측벽 및 모서리에 설치하여 95℃ 공칭작동온도를 갖는 감열체가 열에 의해 동작하면 소화약제가 자동으로 방출토록 제작한 자동식 분말소화장치의 경우 엔진모형 상부 어느 위치에서나 최대 50초 이내에 화재모형을 소화하였다. 자동식 분말소화장치는 방출시간이 짧을 수록 소화효과가 증대되는 현상을 보였다.

### 4.2 수동식 분말소화장치

기관실 밖에서 기관실내에 고정하여 설치된 동관을 이용한 소화배관에 수동식 분말소화기로 소화약제를 주입하여 화재를 소화하도록 구성하였다. 소화배관은 구경, 꺾임수, 배관의 길이를 변경시키면서 소화시험을 수행하였으며 분사위치와 분사형태도 여러 가지로 변형하여 소화시험을 실시한 결과 모두 15초 이내에 소화하였다. 10~15A 동관이 적용 가능하였으며 꺾임수는 5개소를 기준으로 길이 약 8m까지 적용이 가능하였다.

### 4.3 자·수동 겸용 분말소화장치

상기 4.1의 자동식 분말소화장치에 와이어를 연결, 기관실 외부에서 당김으로써 소화약제를 방출 시키도록 시작품을 설치하여 소화시험을 행

한 결과 자동소화장치와 유사한 소화성능을 확인하였고 설치 높이가 높을 수록 소화효과가 증대하였다.

#### 4.4 자·수동 조합 분말소화장치

4.1, 4.2의 소화성능이 있는 자동소화장치와 수동소화장치를 조합하여 설치하는 것으로 모든 자동식 소화설비는 통상 수동작동이 가능하여야 그 효용성이 증대되므로 화재위험도가 크거나 화재시 인명피해가 클 것으로 예상되는 기관실은 이러한 자·수동 조합설비가 유용한 것으로 판단되었다.

### 5. 결 론

개발된 자동식 분말소화장치 시작품은 소형모형실의 하부에 설치하는 것 보다 상부에 설치하는 것이 소화효과가 더 높았으며 소화약제의 방출시간을 빠르게 분사하여 일시에 화재를 덮는 것이 소화효과를 크게 향상 시키는 방법임을 확인 하였다.

수동식 분말소화장치의 경우 동관의 구경은 주입하는 소화기의 용량에 따라 그 한계가 있었으며 5회 꺾임조건에서 동관길이 약 7m는 여유를 약 20% 조건으로 유용한 제한 조건임을 도출 하였다.

엔진 하부 은폐된 빌지 부분의 소화여부를 확인 하기 위해 모형엔진 하부에 연료팬을 설치한 후 가림판으로 하부를 가린 조건에서 화재시험을 실시한 결과 모두 소화됨에 따라 시작품의 은폐부분 소화성능도 확인 할 수 있었다.

### 참 고 문 헌

1. 1974년 해상인명안전협약-1999/2000 개정사항(추록)-, 한국선급, 2001.4.5
2. 국제 화재안전장치 코드(FSS Code), MSC.98(73), 2000.12.5
3. 화재시험절차의 적용을 위한 국제코드(FTP Code), 해인출판사, 2003.1.23
4. 77/93년 어선안전협약, 한국어선협회, 1994. 9.10
5. 선원의 훈련·자격증명 및 당직근무의 기준에 관한 국제협약(The International Convention on Standards of Training Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978)
6. 강화플라스틱(FRP)선의선체구조기준, 해양수산부고시 제2001-86호, 2001.10.17
7. 고속선기준, 해양수산부고시 제2004-64호, 2004.10.6
8. 선박기관기준, 해양수산부고시 제2001-85호, 2001.10.17
9. 선박방화구조기준, 해양수산부고시 제2002-89호, 2002.11.14
10. 선박소방설비기준, 해양수산부고시 제2004-61호, 2004.9.21
11. 소형선박의 구조 및 설비기준, 해양수산부고시 제2004-45호
12. 선박용 물건의 형식시험 기준 및 검정기준, 해양수산부고시 제2002-94호, 2002. 11.23
13. 고정식 자동화산분말소화기의 형식승인 시험 기준(1988) 해양항만청 고시 제88-46호
14. 선박법(1999), 해양수산부

15. 일본 국토교통성, 선박소방설비규칙, 2005 개정
16. 일본 국토교통성, 소형선박안전규칙, 2004 개정
17. 일본 국토교통성, 소형어선안전규칙, 2003 개정
18. 일본 소형선박 법정비품 일람표(2004), 일본 소형선박검사기구
19. 미국 Coast Guard DHS, The Code of Federal Regulation 46 Subchapter H,T,C
20. 영국 Maritime and Coastguard Agency, The Code of Safe Working Practice for The Construction and Use of 15 Metre Length Overall to Less than 24 Metre Registered Length Fishing Vessels(MSN 1770)
21. 해양사고통계, 해난 심판원, 2000~2004
22. 해난사고 통계 연보, 해양경찰청, 2001~2003
23. 선박의 확률론적 안전평가방법에 관한 조사연구, 일본조선연구협회, 1997
24. 소형선박 기관실화재의 방지에 관한 조사연구위원회 보고서, JCI, 1994년
25. 일본 자동확산형 분말소화기의 형식승인시험 기준(2002), 국토교통성 고시
26. 화재시험개론 박형주 지인당
27. 선박의 화재안전도 평가에 관한 연구, 이정훈, 1999.2
28. 방재와 보험, 한국화재보험협회 Vol. 90~109
29. 방재기술 제39호, 방재시험연구원, 2005
30. 선박기관실의 화재탐지기 배치에 관한 연구, 세니치 사사키, JIME저널 Vol.37
31. 화재위치에 따른 CO2 소화제 전달특성, 박찬수, 최주석, 한국화재소방학회 논문지 제17권 제4호, 2003
32. MSC Circ. 1002-Guidelines on Alternative Design and Arrangements for Fire Safety, 2001.6.26
33. "Fire Hazard Assessment", Bukowski, R.W., the NFPA Fire Protection Handbook, 18th Edition, Section 11/7, NFPA, Quincy, MA, 1996.
34. "Compartment Fire Modeling", Cox, G., Combustion Fundamentals of Fire, Chapter 6, Academic Press, London, 1995.
35. "Fire Fighting on Ships", EDWARD WEBSTER REANNEY, BROWN, SON & FERGUSON, LIMITED
36. Fire hazards and maritime scene, Bjorn Sunstrom, SP
37. "Analyzing and Exploiting Numerical Characteristics of Zone Models", Forney, G.P., Moss, W.F., Fire Science & Technology, Vol. 14, No. 1 & No. 2, pp 49-62, 1994.
38. The Evolution of HAZARD, the Fire Hazard Assessment Methodology, Jones, W. W., Fire Technology, 1997, 33(2), 167-182.
39. "State of Art in Zone Modeling of Fires", Jones, W.W., Reprinted from 9th International Fire Protection Seminar, Proceedings of Engineering Methods for Fire Safety, pp. A. 4/89-126, Munich,

- 
- Germany, May 25–26, 2001
40. Maritime fire safety standards – Some insight from an AHJ, LT Andrew, T.Grenien et al, USCG
  41. “Compartment Fire Modeling”, Quintiere, J.G., the SFPE Handbook of Fire Protection Engineers, 2nd Edition, Section 3–5, NFPA, Quincy, MA, 1995.
  42. Standard Guide for Evaluating the Predictive Capacity of Deterministic Fire Models, ASTM E 1355–97, American Society for Testing and Materials, 1997.
  43. “Using Field Modeling to Simulate Enclosure Fires”, Stroup, D.W., the SFPE Handbook of Fire Protection Engineers, 2nd Edition, Section 3–8, NFPA, Quincy, MA, 1995.
  44. The SFPE Handbook of fire protection engineering (Chapter 5, Data for engineering analysis), 2nd ed., Society of Fire Protection Engineers.
  45. “Zone Computer Fire Models for Enclosure”, Walton, W.D., the SFPE Handbook of Fire Protection Engineers, 2nd Edition, Section 3–7, NFPA, Quincy, MA, 1995.
  46. IMO MSC/Circ.913, Guidelines for the Approval of Fixed Water–Based Local Application Fire–Fighting Systems for Use in Category a Machinery Spaces, 1999
  47. IMO Msc/Circ.668, Alternative Arrangements for Halon–Extinguishing System in MaChinery Spaces and Pump–Rooms

이 논문은 해양수산부의 해양수산개발사업 연구비 지원으로 이루어진 것임을 밝힙니다.