

선박 무인기관실에 적합한 소화장치 개발

김동석, 손봉세*, 박지현

방재시험연구원, 경원전문대학소방 시스템과

Development of Fire Extinguishing System Suitable for Unmanned Engine Room of a Small Ship

Dong-Suk Kim, Bong-Se Son*, Ji-Hyun Kwark

Fire Insurers Laboratories of Korea,

1. 서론

해양심판원에서 발간한 “해양사고통계”에 의하면 우리나라 선박의 화재 및 폭발 건수는 지난 10년간 (1995년~2004년) 547건이 발생하여 전체 해양사고의 8%를 차지하는 것으로 조사되었다. 동 기간 중의 선박에서의 화재로 인한 인명피해는 사망 71명을 포함 총 179명으로 그 추세는 계속 증가하는 것으로 나타났다. 국내의 경우 총톤수 10톤 미만의 선박을 소형선박으로 분류하며 약 9만 여척이 있는 것으로 조사되었다. 이러한 선박의 기관실은 대부분 기관 운전 중 선원이 계속적으로 배치되지 않는 무인 기관실로서 인명피해가 야기되는 선박화재의 대부분이 이곳에서 발생하는 것으로 조사되었다. 대다수의 소형선박은 선체 등 주요 구조부가 화재에 취약성이 있는 FRP로 제조되어 무인기관실 화재발생시 유류화재에 의한 빠른 연소확대로 인해 초기소화가 이루어지지 않으면 선박이 전소거나 인명사망의 참사가 발생한다. 본 연구에서는 이러한 소형선박 무인기관실의 화재를 초기에 진압할 수 있는 소화장치를 개발하기 위해 모형엔진 설치한 3개 체적의 화재모형실에서 자동 또는 수동으로 동작하는 분말소화장치 6종을 제작·설치하여 실제와 유사한 화재시나리오에 따라 다양한 소화실험을 통해 소형선박의 무인기관실에 적합한 소화장치를 개발하고자 하였다.

2. 실험장치 및 실험방법

2.1 실험장치

2.1.1 화재모형실

화재모형실은 체적이 2.9m³, 4.5m³, 8m³ 3종류였으며 다양한 통풍조건을 모사하기 위해 2.9m³과 4.5m³의 화재모형실에는 9m³/min의 급기팬과 30cm×30cm의 배기구 2개를 측벽에 설치하였고, 8m³의 모형 기관실에는 20m³/min의 배기팬과 100cm×100cm 급기구를 설치하였다. 화재모형실은 철판으로 제작하였으며 내부는 내화 시멘트보드로 마감하였다.

2.1.2 모형엔진(Engine mock-up)

250~500마력의 일반적인 소형선박용 엔진을 모사하여 두께 5mm의 철판으로 0.4m(W)×0.7m(L)×0.6m(H)의 크기로 모형 2개를 제작하였다. 모형엔진 상부는 배기관과 연료배관을 모사하여 NS70 크기의 파이프를 각각 2개 설치하였다. 모형엔진 하부는 약 0.2m의 공간을 설치하여 엔진하부에 고임유류화재(Pool fire)에 대한 소화성능을 확인할 수 있도록 하였다.

2.1.3 화재모형

유류화재 시나리오에 따라 화재모형은 연료팬 내의 경유를 사용하였으며 연료팬의 크기는 0.5m(L)×0.5m(W)×0.1m(H) 과 0.3m(L)×0.3m(W)×0.06m(H)를 사용하였다. 소화실험은 각 연료팬에 물을 절반 채운 후 5분 이상 충분히 연소할 만큼의 경유를 붓고 경유의 원활한 점화를 위해 약간의 휘발유를 첨가하였다. 연료팬은 각 화재모형실의 화재 시나리오에 따라 모형엔진의 주위바닥에 4개를, 모형엔진 하부에 1개를 배치하였다.

2.1.4 측정장치

본 연구에 필요한 주요 측정요소는 소화 여부와 재발화 여부이다. 이를 판단하기 위해 K형 열전대를 각 연료팬과 화재모형실 상부에 총 5개소 이상 설치하고 온도수집장치를 이용하여 화염의 온도를 초당 2회 측정하였다. 또한 1/100초의 분해능을 갖는 초시계를 이용하여 소화시간과 약제방출시간을 측정하였다. Fig. 1.에 화재실험장치 개략도를 나타내었다.

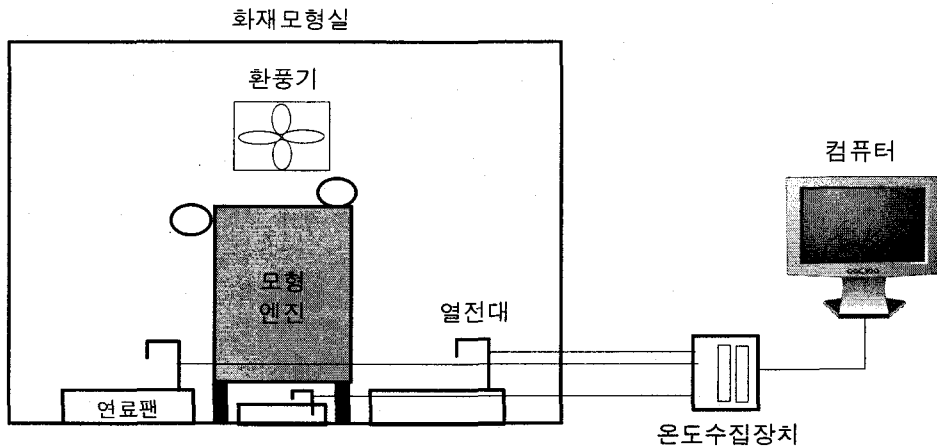


Fig. 1. 화재실험장치 개략도

2.1.5 소화장치 시제품

검토된 소화약제는 분말, CO₂, 청정소화약제, 미분무수, 강화액 등 이었으며 예비실험과 설치 적합성 등을 검토하여 인산암모늄이 주성분인 3종분말 소화약제를 선정하였으며 분말소화약제를 효과적으로 기관실에 분사하여 소화를 달성할 수 있도록 총 6가지 형태의 소화장치를 설계하여 시제품을 제작하였다. Fig. 2.에 대표적 시제품으로 제작된 자동분말소화기와 이를 소화모형실에 설치한 단면도를 나타내었다.

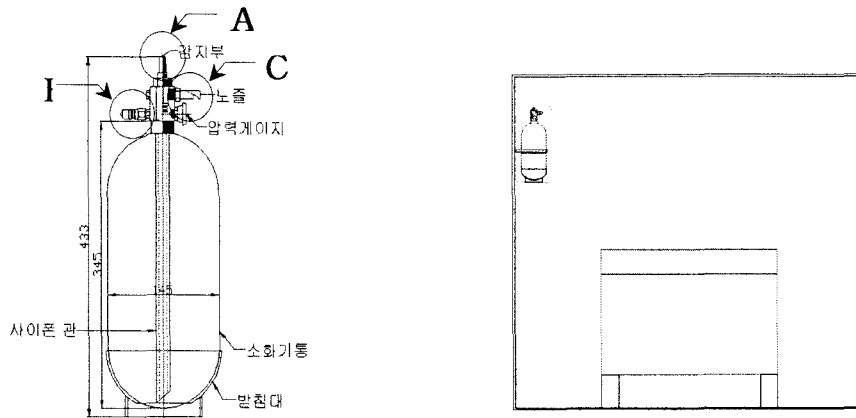


Fig. 2. 고정식 자동분말소화장치(측벽설치형 직접분사식)

2.2 실험방법

시제품과 모형엔진을 설치한 각 체적별 화재모형실에 연료팬을 배치하고 소화여부와 화재모형실의 온도를 측정하기 위한 열전대를 설치하였다. 그리고 연료팬에 물과 경유를 채우고 점화용 휘발유를 첨가하였다. 자동식 소화장치의 경우는 연료를 점화한 후 소화장치 작동시간을 계측하고 소화여부와 재발화 여부를 확인하였다. 수동식 소화장치의 경우 점화 후 30초의 자유연소 후에 소화약제를 분사하여 소화시간과 재 발화 여부를 확인하였다. 실험 중 급기 또는 배기용 팬을 동작시켰으며 여러 개구조건에서 소화실험을 수행하였다. 또한 모형엔진과 시제품의 상대적 위치가 소화성능에 미치는 영향을 파악하기 위해 시제품의 위치를 모형엔진의 상단을 기준으로 여러 높이로 변경하면서 소화실험을 수행하였다.

3. 실험결과 및 고찰

2.9m³ 체적의 경우 1.5kg, 4.5m³ 체적의 경우 2.5kg, 8m³의 경우 3.3kg의 ABC급 분말소화약제로 설정한 소화모형의 화재를 소화한 시제품은 Table 1.과 같다.

Table 1. 개발된 분말소화장치

종 류	분말소화장치 명칭
자동식	고정식 자동 분말소화장치(측벽설치형 직접분사식)
	고정식 자동 분말소화장치(측벽설치형 토너먼트배관식)
	고정식 자동 분말소화장치(천장설치형 토너먼트배관식)
수동식	고정식 수동 분말소화장치(외부주입형 천장중앙분사식)
	고정식 수동 분말소화장치(외부주입형 테두리관 다중노즐분사식)
수·자동 겸용식	고정식 수·자동 분말소화장치(측벽설치형 직접분사식)

각 개발된 소화장치별 실험결과 및 분석내용은 다음과 같다.

3.1 자동식 분말소화장치

측벽 또는 모서리에 설치하여 95℃ 공칭작동온도를 갖는 감열체가 열에 의해 동작하면 소화약제가 자동으로 방출되도록 제작한 자동식 분말소화장치의 경우 엔진모형 상부 어느 위치에서나 최대 50초 이내에 자동 동작하여 화재모형을 소화하였으며, 설치높이가 높을수록 소화효과가 증대되었다. 분말소화약제를 토너먼트 배관으로 하여 기존의 고정식 분말 자동확산소화용구 보다 포용반경을 확장한 천장 및 측벽설치형 자동소화장치의 경우 엔진상부로 부터 25cm 높은 위치에서 노즐을 통해 소화약제를 분사시켰을 때 소화를 실패하였으며 분사노즐을 엔진상단과 30cm 수평 이격시킬 경우 소화에 성공하였다. 자동식 분말소화장치는 방출시간이 짧을수록 소화효과가 증대되는 현상을 보였다.

3.2 수동식 분말소화장치

수동식 분말소화장치는 기관실 밖에서 기관실내에 고정하여 설치된 동관을 이용한 소화약제 도입관에 수동식 분말소화기로 소화약제를 주입하여 화재를 소화하도록 구성하였다. 소화약제의 분사는 소화모형실 상부의 테두리 배관에 설치된 다중의 노즐로 분사시키거나 스프링클러헤드를 이용한 반사판형 노즐로 천장 중앙의 1개 지점에서 분사하였다. 소화배관은 구경, 꺾임수, 배관길이를 변경시키면서 소화실험을 수행하였으며 분사위치와 분사형태도 여러 가지로 변형하여 소화실험을 실시한 결과 2.9m³, 4.5m³, 8m³의 화재모형실내의 화재모형을 모두 15초 이내에 소화하였다. 15A이하 10A이상의 고압용 동관이 적용 가능하였으며, 압력손실한계를 확인하는 꺾임수(최대 90°)는 5개소를 기준으로 길이 약8m 까지 적용이 가능하였다. 모형엔진상단보다 방출노즐 설치높이가 높을수록 소화효과가 높았으며 엔진상부로 부터 60cm이상에서 화재모형을 모두 소화하였으나 50cm 미만 에서는 소화에 실패하는 경우가 있었다.

3.3 수·자동 겸용 분말소화장치

상기 3.1의 자동식 분말소화장치에 와이어를 연결하여 기관실 외부에서 와이어를 당김으로서 소화약제를 방출시키도록 시제품을 제작·설치하여 소화실험을 수행한 결과 자동소화장치와 유사한 소화성능을 확인할 수 있었다. 설치높이가 높을수록 소화효과가 증대하였으며 모서리부분에서도 양호한 소화성능을 보였다.

4. 결론

각종 소화실험을 통해 6종의 분말소화장치를 개발하였으며 본 연구를 통해 도출된 주요 결론은 다음과 같다.

1. 자동식 분말소화장치 시제품은 소화모형실의 하부에 설치하는 것 보다 상부에 설치하는 것이 소화효과가 더 높았으며, 소화약제의 방출시간을 빠르게 분사하여 일시에 화재를 덮는 것이 B급 화재에 대한 소화효과를 크게 향상시키는 방법임을 확인하였다.
2. 수동식 분말소화장치의 경우 동관의 구경, 길이 그리고 꺾임수는 주입하는 소화기의 약제량에 따라 그 소화성능에 한계가 있었으며, 3.3kg의 분말약제량 일 때 15A 약제도입 동관의 경우 5회 꺾임 조건에서 동관 길이 7m는 여유율이 약 20 % 조건으로 8m³의 무인기관실 소화를 위한 유용한 제한 조건임을 도출하였다.

3. 엔진 하부 은폐된 발지 부분의 소화여부를 확인하기 위해 모형엔진 하부에 연료팬을 설치한 후 가림판으로 하부를 가린 조건에서 화재실험을 실시한 결과 모두 소화가 됨에 따라 시제품의 은폐부분의 소화성능도 확인할 수 있었다.
4. 소형선박의 무인기관실 화재를 효과적으로 소화하기 위해서는 소화약제 용기의 기밀유지, 감열부의 조기 반응성, 소화약제의 방호공간 포용성능, 소화약제의 순간적 분사(고분사율)성능이 중요 요소임을 확인하였다.

참고문헌

1. 소형선박 기관실화재의 방지에 관한 조사연구위원회 보고서, 일본소형선박검사기구, 1994
2. 일본 자동확산형 분말소화기의 형식승인시험기준, 일본 국토교통성 고시, 2002.
3. 분말소화설비의 화재안전기준(NFSC 108), 소방방재청고시 제2004-16호(2004.6.4)