

TECHNICAL INFORMATION

KOREAN REGISTER OF SHIPPING



54 Sinseongro, 23-7 Jang-dong
Yuseong-gu Daejeon, Republic of Korea

Phone : 82-42-869-9114(Rep)
Fax : 82-42-862-6016
Web site : <http://www.krs.co.kr>

No.:2004005/IMO
Date: 18 May 2004

Contact person: Kyoung-Woo Lee Phone No.: 82-42-869-9450 E-mail: kwolee@krs.co.kr

Subject: 선박용 고정식소화장치(Onboard Fixed Fire Extinguishing System)

1. 이 Technical Information은 선박에 설치되는 각종 고정식소화장치와 관련된 기본적인 사항들을 정리한 것입니다.

2. 고정식소화장치는 소화작업의 최종 단계에서 사용되는 소화장치로서 높은 신뢰도와 안전성이 요구되는 설비입니다. 하지만 소화장치와 관련된 전문적인 지식을 얻기가 어려워 선사 및 조선소 담당자가 어려움을 겪는 경우가 많습니다.

3. 선사 및 조선소의 담당자들에게 도움을 드리기 위해 이 Technical Information을 발행하게 되었으며, 이 Technical Information은 선박에 설치되는 각종 소화장치의 소화원리, 설계시의 유의사항, 중요한 요건의 해석 및 검사 시의 유의사항 등에 대해 정리한 것입니다.

4. 여러 가지 사정상, 첨부물을 1부씩만 송부해 드립니다. 필요하신 분들께서는 저희 회사 홈페이지(<http://www.krs.co.kr>)의 “Technical Information”에 등재되어 있는 파일(PDF format)을 이용하시기 바랍니다.

5. 이 Technical Information에서 설명하고 있는 내용에 대한 의문이나 수정 또는 개선되어야 할 부분이 있을 경우에는 담당자에게 연락주시기 바랍니다.

첨부: 선박용 고정식소화장치 1부.


기술본부장 민 경 수

TECHNICAL INFORMATION

선박용 고정식소화장치

Onboard Fixed Fire Extinguishing System



No. : 2004005/IMO

May 2004

Korean Register of Shipping

머리말

이 **Technical Information**은 선박에 설치되는 각종 고정식소화장치와 관련된 기본적인 사항들을 정리한 것입니다.

고정식소화장치는 소화작업의 최종 단계에서 사용되는 소화장치로서 높은 신뢰도와 안전성이 요구되는 설비입니다. 하지만 소화장치와 관련된 전문적인 지식을 얻기가 어려워 선사 및 조선소 담당자가 많은 애로사항을 겪고 있으며, 선급 검사원 또한 어려움을 겪는 경우가 많습니다.

이 **Technical Information**은 선박에 설치되는 각종 소화장치의 소화원리, 설계시의 유의사항, 중요한 요건의 해석 및 검사 시의 유의사항 등에 대해 정리한 것이므로, 선사 및 조선소의 담당자와 선급 검사원에게 도움이 될 것으로 판단됩니다.

마지막으로 도면 및 관련 자료를 제공해 주신 (주)씨플러스 관계자 여러분께 감사드립니다.

(사)한국선급 기관기술부장

이 문서에서 설명하고 있는 내용에 대한 의문이나 수정 또는 개선되어야 할 부분이 있을 경우에는 아래의 담당자에게 연락바랍니다.

담당자: 김만응 배관팀장

Tel : 042-869-9442

Fax. : 042-862-6016

E-mail : mekim@krs.co.kr

이경우 검사원

Tel : 042-869-9450

Fax. : 042-862-6016

E-mail : kwolee@krs.co.kr

Contents

제 1 장 개요

1. 일반사항	1
2. 소화장치의 종류	2
3. 적용 범위 및 목적	2

제 2 장 소화의 기본원리

1. 화재의 발생	3
2. 화재의 분류	3
3. 소화원리	4
4. 선박용 소화장치의 원칙	6

제 3 장 고정식소화장치의 종류

1. 소화제의 종류에 따른 분류	8
2. 사용목적에 따른 분류	9

제 4 장 Fire Pumps

1. 일반사항	10
2. 주소화펌프의 요구 유량	10
3. 주소화펌프의 요구 수두	11
4. 비상소화펌프의 요구 유량과 요구 수두	12
5. 소화펌프 선정 예	12
6. 차단밸브(isolating valve)	14

제 5 장 CO₂ System

1. 일반사항 및 소화원리	16
2. 시스템의 구성	16
3. 소화장치 및 구성부품의 특징	18
4. 주요요건	23

제 6 장 High Expansion Foam System

1. 일반사항 및 소화원리	26
2. 고팡창 포말소화장치의 변천	26
3. 시스템의 구성	28
4. 소화장치 및 구성부품의 특징	29
5. 주요요건	31
6. 누적물의 계산	31

제 7 장 Deck Foam System

1. 일반사항 및 소화원리	34
2. 시스템의 구성	34
3. 소화장치 및 구성부품의 특징	35
4. 관장치 관련 요건	36

5. 요구되는 포말용액 공급율	37
6. 설계 예	37
제 8 장 Water Spray System	
1. 일반사항 및 소화원리	42
2. 시스템의 구성	42
3. 주요요건	43
4. 설계 예	44
5. 도료창고용 가압수분무소화장치	47
제 9 장 Automatic Sprinkler System	
1. 일반사항 및 소화원리	48
2. 소화장치의 구성	48
3. 주요요건	48
4. 스프링클러헤드의 종류	49
5. 자동스프링클러장치의 종류	50
6. 설계 예	52
제 10 장 Water Mist System	
1. 일반사항	55
2. 고정식국부소화장치	56
3. 미분무수소화장치의 소화원리	56
4. 고정식국부소화장치의 적용(SOLAS Reg.II-2/10.5.6)	57
5. 시스템의 구성	58
6. 고정식국부소화사장치의 형식승인 시험	59
7. 소화장치 구성품의 특징	62
8. 주요요건	63
9. 고정식국부소화장치의 설계	66
제 11 장 Dry Powder System	
1. 일반사항 및 소화원리	68
2. 시스템의 구성	68
3. 주요요건	68
제 12 장 최근 국제 동향 및 관심부문	
1. 최근 국제 동향 및 관심부문	70
2. 미분무수소화장치(water mist fire extinguishing system)	70
3. 에어로졸 소화장치(aerosol fire extinguishing system)	70
4. 고팡창 포말소화장치(high expansion foam system)	70
5. 우리나라의 현황	71

제 1 장 개요

1. 일반사항

1.1 화재는 선박의 안전을 위협하는 가장 위험한 요소 중의 하나이므로, 선박에 설치되는 안전 장치 중에서 소화장치는 가장 중요한 안전장치 중의 하나이다. 따라서 SOLAS*를 비롯한 각종 국제협약 및 법령에서는 선박용 소화장치에 대한 많은 요건들을 제정하여 시행하고 있다.

1.2 참고로, SOLAS는 모두 13개의 장으로 구성되어 있으며, 이 중에서 II-2장은 방화 및 소화와 관련된 사항을 집중적으로 다루고 있다. 또한, 선박의 방화 및 소화와 관련된 전 세계 거의 대부분의 법령들이 이 SOLAS II-2장의 내용을 근간으로 하고 있다.

1.3 SOLAS II-2장은 화재로 인한 피해를 최소화하여야 한다는 기본개념 하에 아래와 같은 순서로 구성되어 있다.

.1 일반사항: II-2장의 요건을 어떠한 선박에 적용하는지를 정의하고, 사용되는 용어의 정의를 규정하고 있다.

.2 화재 및 폭발의 방지: 화재로 인한 피해를 최소화하는 가장 좋은 방법은 화재 또는 폭발이 발생하지 않도록 하는 것이며, 화재가 발생하더라도 쉽게 확산되지 않도록 하는 것이다. 따라서 화재의 발생을 최소화 할 수 있는 방법과 발생한 화재가 확산되지 않도록 하는 여러 가지 방법에 대해 요건을 정하고 있다.

.3 화재의 진압: 화재가 발생했을 때 화재로 인한 피해를 최소화하기 위해서는 가장 빠른 시간 안에 가장 확실하게 화재를 진압하는 것이 무엇보다 중요하다. 따라서 선박의 각 부분에서 발생할 수 있는 화재를 진압하는데 필요한 장치와 도구에 대한 요건을 정하고 있다.

.4 탈출: 화재로 인한 피해는 크게 인명과 재화의 손실이라 할 수 있다. 재화는 화재시의 열 또는 연소에 의해 피해를 입지만, 인명은 화재로 인한 유독성 가스에 의해 피해를 입게 된다. 그리고 화재로 인한 재화의 손실은 어쩔 수 없다고 하더라도, 인명의 피해만큼은 반드시 피해야 한다. 따라서 화재가 발생하였을 때, 적절한 화재 진압조치가 이뤄진 이후 또는 이전에 화재가 발생한 구역에 있는 인원이 확실하게 탈출할 수 있는 탈출수단에 대한 요건을 정하고 있다.

.5 기타요건: 방화 및 소화 등에 대한 평상시의 교육 및 훈련 등에 관한 요건, 특정한 대체

* SOLAS(International Convention of Safety Of Life At Sea)는 1912년 4월에 발생한 "M/V TITANIC"의 침몰사고를 계기로 해상에서의 인명안전을 위해 1914년에 제정된 국제협약이다. 그 이후에 1929년, 1948년, 1960년, 1974년에 대폭적인 개정이 이루어졌으며, SOLAS가 현재의 형태로 발전한 것은 1974년에 개정된 SOLAS이다.

설계 및 대체장치에 대한 요건, 특수한 장치 또는 화물에 대한 요건 등이 제정되어 있다.

2. 소화장치의 종류

2.1 사전적인 의미로 이야기 한다면, 화재를 진압하기 위해 사용되는 모든 도구 및 물질을 소화장치라고 할 수 있다. 예를 들어, 소형 화재 시에 사용할 수 있는 담요를 들 수 있다. 일반적으로 소화장치는 소화제의 종류와 사용방법에 따라 분류된다.

2.2 소화제에 따른 분류

화재의 종류에 따라 유효하게 사용할 수 있는 소화제를 기준으로 소화장치를 구분하는 방법으로서 수계(water based), 가스계 및 분말 소화장치로 구분할 수 있다.

2.3 사용방법에 따른 분류

소화장치는 사용방법에 따라 크게 휴대식(이동식 포함)과 고정식으로 구분된다. 휴대식 소화장치는 일반적으로 휴대식 소화기라고 부르는 것으로서, 쉽게 사용할 수 있다는 장점과 사용자가 필요로 하는 곳에만 방출하여 비열비해*가 적다는 장점이 있지만, 고정식 소화장치에 비해 소화능력이 떨어진다는 단점이 있다.

3. 적용 범위 및 목적

3.1 이 자료에서는 선박에 설치되는 고정식소화장치만을 다룬다. 휴대식 소화기는 그 종류가 다양할 뿐만 아니라 관련된 기술요건들도 간단하고 대부분의 내용이 각종 산업규격에 수용되어 있기 때문이다.

3.2 또한, 이 Technical Information의 목적은 고정식소화장치와 관련된 사항을 알기 쉽게 설명하는 것이므로, 각종 소화장치의 소화원리, 고정식소화장치의 구성, 각 구성품의 특성, 관련요건, 설계시의 주의사항, 사용방법 등을 위주로 설명한다.

3.3 마지막으로, 최근에 활발하게 연구·개발되고 있는 미분무수소화장치(water mist system)를 비롯하여 현재 국내외에서 이뤄지고 있는 고정식소화장치 관련 연구·개발 및 관련 협약의 개정 추이에 대해 소개하고자 한다.

* 비열피해(non-thermal damage)는 화재로 인한 피해 중에 화재로 인한 직접적인 피해가 아니라 소화작업에 사용되는 소화장치로 인해 발생하는 피해를 의미한다.

제 2 장 소화의 기본원리

1. 화재의 발생

- 1.1** 화재는 가연성물질과 산소가 열과 빛을 발산하며 급격하게 반응하는 반응현상이라고 정의할 수 있다. 그리고 화재가 발생하기 위해서는 그림 2-1에서 나타낸 바와 같이 가연성 물질(fuel), 산소(oxygen), 열(heat)이 필요하며 이들을 화재의 3요소(three elements of fire)라고 부른다.

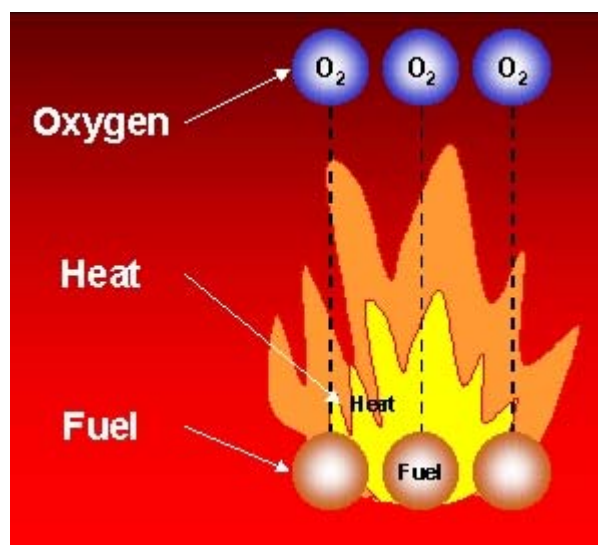


그림 2-1 Three elements of fire

- 1.2** 그림 2-1에서 알 수 있듯이 가연성 물질, 산소 및 발화원(열, naked flame, spark 등)이 동일한 시간, 동일한 장소에 존재할 때 발생한다. 또한 화재가 발생하게 되면 스스로 방출하는 열이 화재의 3요소를 만족시켜주게 되어 가연성 물질과 산소가 존재하는 한 화재가 지속되게 된다. 따라서 화재의 발생을 방지하거나 발생한 화재를 진압하기 위해서는 화재의 3요소 중 하나를 제거하거나 3요소간의 연쇄 반응이 발생하지 않도록 차단시키면 된다.
- 1.3** 따라서 방화, 방폭 및 소화에 사용되는 수단은 화재의 3요소 중 하나를 제어하기 위한 수단이라 할 수 있다.

2. 화재의 분류

화재는 가연성 물질의 종류에 따라 A, B, C 및 D급 화재로 분류할 수 있다.(표 2-1참조) 가연성 물질의 종류에 따라 화재를 구분하는 이유는 화재를 진압할 때 가연성 물질의 종류에 따라 소화방법이 달라져야 하기 때문이다.

표 2-1 가연성 물질의 종류에 따른 화재의 분류

	A급 화재 - 일반화재 목재, 종이, 천, 고무 및 플라스틱과 같은 일상적인 가연성 물질 또는 섬유질의 물질에서 발생하는 화재.
	B급 화재 - 유류화재 휘발유, 등유, 페인트, 프로판 등과 같은 가연성의 액체(증발가스)에서 발생하는 화재.
	C급 화재 - 전기화재 가전제품, 스위치 패널, 전력도구 등과 같은 전력이 공급되는 전기제품에서 발생하는 화재.
	D급 화재 - 금속화재 마그네슘, 티타늄, 칼륨 및 나트륨과 같이 금속에서 발생하는 화재. 이러한 금속들은 고온에서 연소되며 연소를 지속하는데 충분한 산소를 방출한다. 또한 이 물질들은 물 또는 다른 화확물질과 격렬하게 반응하므로 취급 시에 특별히 주의하여야 한다.

3. 소화원리

3.1 화재를 진압하기 위해서는 연소반응을 멈추도록 화재의 3요소 중 하나 이상을 제거하거나 화재의 3요소간의 연쇄반응을 중단시키면 된다. 이러한 방법으로는 여러 가지가 있을 수 있지만 대부분의 소화장치는 질식효과, 냉각효과 및 억제효과를 이용하여 화재를 진압한다.

3.2 질식효과(smothering effect, inerting effect)

- .1** 화재가 지속적으로 유지되기 위해서는 연소에 필요한 산소가 지속적으로 공급되어야 하며, 이때 최소 산소농도는 물질에 따라 차이가 있지만 일반적인 연료유의 경우에는 약 15%~16%정도로 알려져 있다.
- .2** 따라서 화재가 발생한 장소의 주위 산소농도가 최소 산소농도 이하로 떨어지도록 하거나 화재와 대기와의 접촉을 차단한다면 화재는 자연적으로 진압되게 된다.
- .3** 질식효과에는 크게 두 가지 방법이 있을 수 있다. 먼저 화재가 발생한 구역에 산소 이외의 질소, 이산화탄소, 할론 등과 같은 불활성가스를 집중적으로 공급해서 화재 발생

구역의 산소농도를 상대적으로 떨어뜨리는 방법이 있다. 두 번째로 화재를 포말, 분말 등과 같은 비가연성의 물질로 덮어씌워 화재와 대기와의 접촉을 차단하는 방법이 있다. 표 2-2는 물질별로 연소에 필요한 산소의 최저한계 체적농도를 나타낸 것이다.

표 2-2 연소에 필요한 산소의 최저한계 체적농도

물질	산소(V%)	물질명	산소(V%)
아세톤(acetone)	15	에틸렌(ethylene)	11.7
벤젠(benzene)	13.9	헥산(hexane)	15
이황화탄소(carbon disulfide)	8	수소	5.9
일산화탄소(carbon monoxide)	5.9	메탄(methane)	14.5
아세틸렌(acetylene)	9.4	이소부탄(iso-butane)	15
부탄(butane)	15	메틸알콜(methylalcohol)	16
에탄(ethane)	13.4	펜탄(pentane)	15
에테르(ether)	13	프로판(propane)	15
에틸알콜(ethylalcohol)	15	프로필렌(propylene)	15
석탄	14.5	가솔린(gasoline)	15.5
고무	13		

3.3 냉각효과(cooling effect)

- 1 지구상에 존재하는 모든 물질은 온도가 가연성의 정도가 온도에 따라 달라진다. 따라서 화재 주위의 온도를 떨어뜨려 화재 주위의 물질의 온도를 떨어뜨린다면, 화재 주위에 있는 물질들은 좀 더 비가연성 물질에 가까워지게 된다. 이렇게 화재 주위의 물질이 비가연성 물질이 되게 되면, 화재는 더 이상 진전되지 못하고 진압되게 된다.
- 2 또한 화재는 화재의 3요소간의 연쇄반응으로 인해 열을 발산하게 되는데 이 열이 화재 3요소의 하나인 발화원의 역할을 하여 화재가 지속되게 된다. 화재가 발생한 장소 또는 구역을 냉각하게 되면 화재의 3요소 중 발화원(열)을 제거하는 것과 같은 효과를 나타내게 된다.
- 3 이러한 냉각효과는 주로 소화제로 사용되는 물질의 증발잠열을 이용하는데, 냉각효과를 위해 사용되는 소화제로는 물, CO₂ 등이 대표적이다.

3.4 억제효과(suppression effect)

- 1 앞에서 설명하였듯이 화재는 화재 3요소간의 연쇄반응에 의해 지속되는 것이므로 그 반응을 늦추거나 중단하는 방법으로 화재를 진압할 수 있으며, 이것을 억제효과라고 한다.
- 2 억제효과는 소화제로 사용되는 물질을 연소의 연쇄반응기구에서의 활성물질에 작용시키면 그 활성이 상실되어 연소반응을 멈추도록 하는 원리이다. 대표적인 소화제로는

Halogenated Hydrocarbon Gas가 있다.

4. 선박용 소화장치의 원칙

선박에 설치되는 소화장치는 “언제든지 누구나 쉽게 사용할 수 있어야 하며, 확실한 소화성능을 발휘해야 한다.”는 원칙에 따라 많은 요건이 정해져 있다. 이러한 요건들의 원칙 및 공통점을 정리하면 아래와 같다.

4.1 지침 및 훈련

선박에 설치되는 모든 소화장치는 언제든지 누구나 쉽게 사용할 수 있도록 작동과 관련된 지침 및 주의사항을 소화장치를 조작하는 장소에 게시하도록 요구하고 있으며, 평상시에 적절한 훈련을 실시하도록 요구하고 있다.

4.2 소화장치의 신뢰성

- .1 소화장치는 화재로 인해 작동불능이 되거나 작동 중의 의도하지 않은 상황으로 인해 작동불능이 되어서는 안 된다.
- .2 따라서 소화장치에 의해 보호되는 구역 내에서 발생한 화재로 인해 소화장치 관련 기기 및 관장치가 손상되는 일이 없도록 소화장치와 관련된 모든 기기와 관련 관장치는 그 소화장치에 의해 보호되는 구역 내에 설치되거나 보호구역을 통과하지 않는 것이 원칙이다.
- .3 또한, 소화장치는 매우 높은 안전계수를 가지도록 설계하여, 소화장치 작동 시에 발생하는 의도하지 않은 상황에서도 항상 사용할 수 있어야 한다. 이러한 요건에는 관장치에 발생하는 과도한 압력으로 관장치가 손상되거나 관장치에서 소화제가 누설되는 것을 금지하는 요건, 화재의 확실한 진압을 위해 충분한 양의 소화제를 언제든지 사용할 수 있도록 선박 내에 비치하여야 하는 요건, 통상 인원이 배치되는 구역에서 소화장치 작동에 관련된 기기로의 원활한 접근을 위한 요건 등이 있다.

4.3 인명피해의 최소화

- .1 소화장치를 작동시켜 소화제가 보호구역에 방출되었을 때, 그 구역 내에 있는 인원이 그 구역 외부로 탈출할 수 있도록 탈출설비가 요구된다.
- .2 대부분의 소화제는 질식효과와 냉각효과를 사용하며, 이러한 소화제는 독성을 가진 경우가 많다. 따라서 인명의 안전을 위해서는 소화제가 방출되는 것을 알리는 경보장치, 경보장치에 따른 대응조치에 대한 교육 및 훈련, 안전한 탈출을 위해 화재로부터 사람을 보호할 수 있는 탈출경로, 비상호흡구와 같이 탈출 시에 인원의 생명유지를 위해 필요한 설비 등에 대한 요건이 있다.

4.4 비상수단

- .1 소화장치의 원활한 작동을 위해 많은 요건들이 정해져 있지만, 자체적인 원인 또는 외부적인 요인으로 인해 소화장치를 작동시킬 수 없는 경우가 있을 수 있다.

- .2 또한, 선박은 해양이라는 매우 특수한 환경에 처해 있어 외부로부터의 도움이나 원조가 불가능하기 때문에 모든 것을 선박 내에서 자체적으로 해결할 수 있어야 한다.
- .3 따라서 소화장치를 작동시킬 수 없는 상황이 되었을 때 사용할 수 있는 비상수단의 설치 및 비치가 요구된다.
- .4 예를 들어 소화펌프의 경우에는 별도의 비상 소화펌프를 설치하여야 하며, 원격으로 조작되는 탄산가스 소화장치의 경우에는 원격조작설비가 작동불능이 되었을 때, 사람이 직접 소화장치를 작동시킬 수 있는 비상(수동) 작동수단이 요구된다.*

* SOLAS II-2장에서 소화장치와 관련되어 사용되는 많은 용어 중에 확실하게 개념을 알아두어야 할 용어가 자동, 수동에 대한 개념이다. 소화장치의 작동여부를 사람이 판단하는 경우에는 수동 소화장치이고, 사람의 판단여부에 관계없이 작동되는 소화장치는 자동 소화장치이다. 기관실 CO₂ 소화장치의 예를 들면, 소화장치 작동여부를 사람이 판단해서 파일럿 실린더(pilot cylinder)만 조작하면 관련 CO₂ 실린더(CO₂ cylinder)의 개방, 관련 밸브의 개방, 경보장치의 작동이 자동으로 이뤄지지만, 이 소화장치는 작동여부를 사람이 판단하므로, 수동 소화장치이다. 반대로 여객선 거주구역에 설치되는 스프링클러장치의 경우에는 사람의 판단이 필요 없이 관련된 기기가 자동으로 조작되어 화재가 발생한 구역에 소화수를 방출한다. 따라서 스프링클러장치는 자동 소화장치이다.

제 3 장 고정식소화장치의 종류

1. 소화제의 종류에 따른 분류

1.1 고정식소화장치는 주로 소화제의 종류에 따라 분류한다. SOLAS 및 관련 Code에서 정하고 있는 소화장치를 크게 두 가지로 분류하면, 가스 소화장치(gas fire extinguishing system)와 수계 소화장치(water based fire extinguishing system)로 구분할 수 있으며, SOLAS 및 관련 Code에서 정하고 있는 소화제를 기준으로 분류하여 정리하면 그림 3-1과 같다. 참고로 이 Technical Information에서 사용하고 있는 SOLAS 규칙 번호는 모두 2000년 개정 SOLAS의 것이며 2000년 개정 SOLAS이외의 SOLAS 규칙 번호를 인용할 경우에는 그 연도를 앞에 표기하였다.

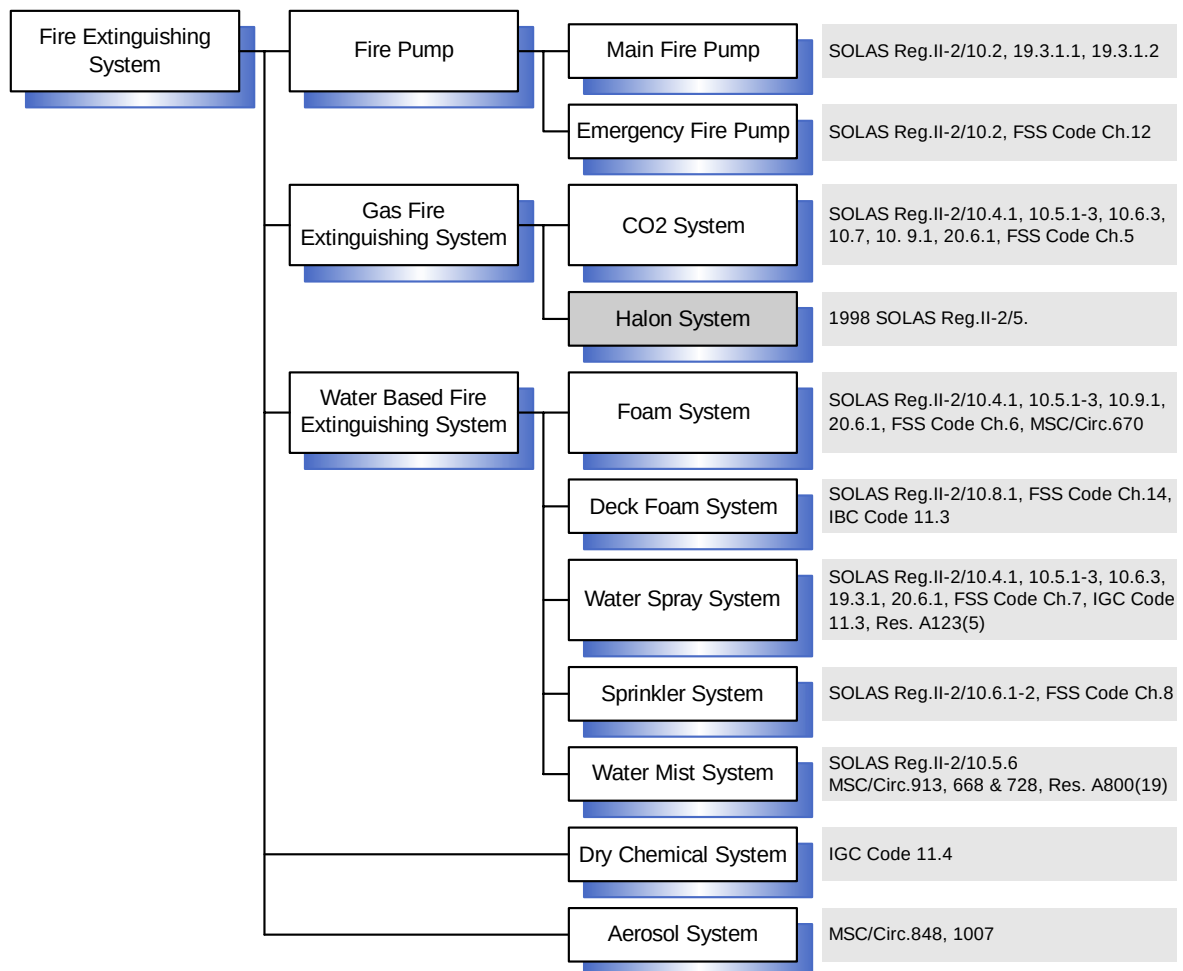


그림 3-1 Fixed Fire Extinguishing Systems

1.2 이 Technical Information에서는 그림 3-1에서 소개되고 있는 각각의 소화장치에 대해 설명한다. 다만, 할론소화장치(halon fire extinguishing system)는 1987년 서명된 몬트리올

협약(Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layers)에 의해 전 세계적으로 CFC(chlorofluorocarbon)를 사용하는 화학물질의 제조가 1994년부터 금지됨에 따라, 선박에서는 SOLAS 협약에 의하여 1992년 7월 1일 이후 신설되는 Halon 1211, Halon 1301 및 Halon 2402 소화장치의 사용이 금지되었기 때문에 제외한다.

- 1.3** 또한, 할론소화장치의 대체소화장치로 제안된 미분무수소화설비(water mist system)에 대해 자세히 소개한다.

2. 사용목적에 따른 분류

- 2.1** 고정식소화장치는 사용목적에 따라 전역방출장치(total flooding system)와 국부방출장치(local application system)로 구분된다. 그림 3-2는 전역방출장치와 국부방출장치의 개념 차이를 나타낸 것이다.

- 2.2** 그림 3-2에서 알 수 있듯이 전역방출설비는 보호구역(protected space)에서 어느 부분에서 화재가 발생하더라도 보호구역 전체에 대해 소화제를 분출하는 설비를 말한다.

- 2.3** 국부방출설비는 그동안 선박에서는 도입되어 있지 않던 개념이다. 국부방출이란 보호구역 내에 존재하는 여러 가지 화재위험요소(fire hazards) 중에서 특별히 화재위험이 높은 기기 또는 장소에만 소화제를 방출하도록 설치된 고정식소화장치이다. 국부방출설비는 SOLAS의 2000년 개정과 함께 신설된 요건으로서 선박의 기관실 중에서 특히 화재위험이 높은 기기에 대해 설치하도록 요구하고 있다.

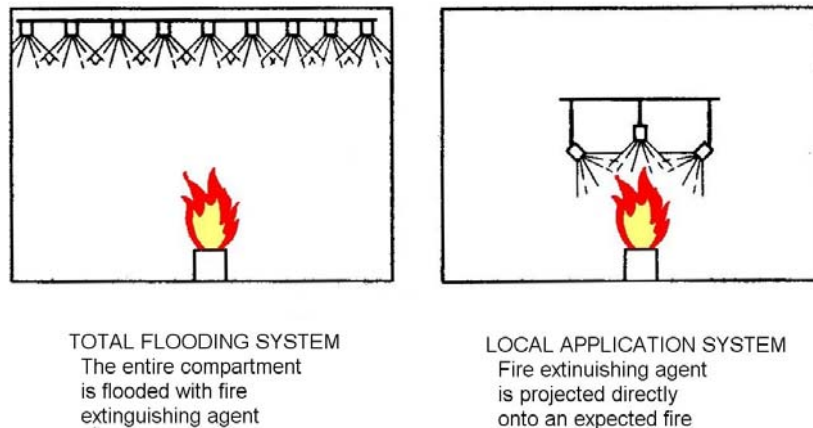


그림 3-2 The concept of total flooding system and local application system

제 4 장 Fire Pumps

1. 일반사항

- 1.1** 소화펌프(fire pump)는 선박의 가장 기본적인 소화장치이고, 소화제로는 해수(sea water)를 사용한다. 해수는 냉각 성능이 뛰어나고, 선박에서 언제든지 무제한으로 사용할 수 있는 유일한 물질이기 때문이다.
- 1.2** 선박에 설치되는 소화펌프는 주소화펌프(main fire pump)와 비상소화펌프(emergency fire pump)가 있다. 주소화펌프는 기관실 및 기관실 외부에서 발생한 화재를 진압하기 위해 설치된 기본 소화장치이며, 비상소화펌프는 주소화펌프를 사용할 수 없을 때, 사용하기 위해 설치되는 소화장치이다. 따라서 비상소화펌프는 주소화펌프가 설치되어 있는 기관실 외부의 구역에 설치되어야 하며, 해수 흡입구, 흡입관, 송출관 등도 기관실 외부에 위치해야 하는 것이 원칙이다. 다만, 안정적인 해수흡입을 위하여 비상소화펌프용 해수 흡입구를 기관실내에 위치시킬 경우에는 특별한 조치를 하여야 한다.
- 1.3** 소화펌프는 해수를 소화제로 사용하는 소화장치이다. 그러므로 일정한 양을 물을 일정한 압력으로 공급할 수 있어야 한다. 그리고 소화펌프의 요구 성능은 유량과 수두가 별도로 제정되어 있다. 그러므로 요구되는 유량과 수두를 모두 고려하여 두 가지 요건에 모두 만족될 수 있는 용량을 가진 펌프를 선정해야 한다. 특히 소화펌프는 일반적으로 원심펌프를 사용하기 때문에 원심펌프의 유량과 수두간의 관계를 유의하여야 한다.

2. 주소화펌프의 요구 유량

- 2.1** 주소화펌프의 요구 유량은 빌지*펌프(bilge pump)의 요구 유량으로부터 구한다. 물론, 주소화펌프의 유량이 크면 클수록 좋겠지만, 무한정 큰 유량을 요구할 수 없으며 선박에 사용되는 해수펌프의 종류가 다양하므로 동시 사용목적이 아닌 해수펌프의 겸용사용을 허용하고 있으므로 기본적으로 설치되는 빌지펌프의 유량으로부터 주소화펌프의 유량을 결정하게 된다.
- 2.2** 빌지펌프는 선내에 침입한 해수를 선외로 배출하는 것이 주된 목적이므로 펌프의 흡입 측에 대해서만 규정하고 있다. 즉, 펌프의 유량에 대해서만 규정할 뿐, 펌프의 토출수두에 대해서는 규정하지 않는다. 또한 빌지펌프는 통상 흡수선 하방에 배치되므로 유효흡입수두(NPSH, Net Positive Suction Head)에 대해서도 고려하지 않는 것이 보통이다.
- 2.3** 빌지펌프의 요구 유량은 아래의 식으로부터 구하며, L 은 선박의 길이, B 는 선박의 나비,

* 빌지(bilge)는 SOLAS 빌지(SOLAS bilge)와 MARPOL 빌지(MARPOL OILY bilge)로 크게 구분된다. SOLAS 빌지는 선박의 국부적인 손상으로 인한 복원력 상실을 막기 위해서 유입된 해수를 선외로 배출하는 개념이고, MARPOL 빌지는 해양환경의 보호를 위해 선박 특히 기관실 내에 존재하는 유성혼합물을 선외로 배출할 때 15ppm 이하로 정화하여 선외로 배출해야 한다는 개념이다. 이 Technical Information에서 빌지는 SOLAS 빌지를 의미한다.

D 는 선박의 깊이이다.

$$Q(m^3/h) = A \times V = 2(m/s) \times \pi \times d^2/4 \times 3600/1000 \approx 5.66 \times d^2 \times 10^{-3} \quad (4-1)$$

$$d(mm) = 1.68 \sqrt{L(B+D)} + 25 \quad (4-2)$$

2.4 식(4-1)에 표현되어 있듯이, 발지펌프의 요구 유량과 관련해서 SOLAS에서는 발지를 흡입하는 관에서의 유속을 2m/s 이상이 되도록 요구하고 있다. 식(4-1)의 마지막부분에 나타낸 식은 대부분의 선급에서 사용하고 있는 식이다. 그리고 선박에는 2대의 발지펌프가 요구되는데, 각각의 펌프는 식(4-1)로 구해지는 요구 유량을 만족하는 것이어야 하며, 자기흡수형(self priming)이어야 한다.

2.5 주소화펌프의 요구 유량은 선박의 종류 및 총톤수(G/T)에 따라 달라지며 아래 표와 같다.

	passenger ship		cargo ship	
	G/T 4000 이상	G/T 4000미만	G/T 1000 이상	G/T 1000미만
No. of Fire P/P	3대	2대	2대	2대*
Q'ty of Fire P/P	각 펌프의 유량은 발지펌프 요구용량의 2/3 이상		소화펌프의 합계유량은 발지펌프 요구유량의 4/3 이상 (최대 180m ³ /h)	

*2대의 동력구동 펌프로서 1대는 독립동력으로 구동되는 것이어야 한다.

2.6 여기서 주의하여야 할 것은 어떠한 경우에도 주소화펌프의 유량은 최소 25m³/h 이상이어야 한다는 것이다. 이는 선박의 크기에 따라 정해지는 주소화펌프의 유량이 작은 선박에서 현저하게 작아지는 것을 방지하기 위한 것이다.

2.7 또한 화물선의 경우에, 각각의 주소화펌프의 토출유량은 요구되는 소화펌프의 합계유량을 요구되는 주소화펌프수로 나눈 값의 80% 이상이어야 한다. 이는 주소화펌프를 2대 이상 설치하도록 요구하면서 하나의 펌프에 대한 의존도가 너무 크게 되어 그 펌프의 고장 시에 대체할 수 있는 펌프가 없어지는 것을 방지하기 위한 것이다.

3. 주소화펌프의 요구 수두

3.1 위에서 설명한 바와 같이 발지펌프는 펌프의 흡입량에 대한 요건으로서 펌프의 토출수두에 대해서는 고려하지 않는다. 하지만, 주소화펌프는 선박내의 어느 곳이나 원하는 장소에 소화제(해수)를 공급할 수 있어야 하므로 충분한 토출수두를 갖추어야 하고 이를 요건으로 정하고 있다.

3.2 주소화펌프에게 요구되는 토출수두는 소화전의 높이와 위치 및 배관에서의 유동손실을 고려해야 하기 때문에 소화전에서의 압력으로 정해져 있으며 아래의 표와 같다.

		소화전에서의 압력		
여객선	G/T 4000 이상	0.4MPa	4bar	4.08kgf/cm ²
	G/T 4000 미만	0.3MPa	3bar	3.06kgf/cm ²
화물선	G/T 6000 이상	0.27MPa	2.7bar	2.75kgf/cm ²
	G/T 6000 미만	0.25MPa	2.5bar	2.55kgf/cm ²

3.3 각 주소화펌프는 두 줄기 사수를 방출할 수 있어야 한다. 즉, 선내에 위치하는 두 개의 소화전에서의 압력이 모두 상기 표에서 요구되는 압력 이상이어야 한다는 것이다.

3.4 SOLAS II-2/10.2.1.5.1에서는 동일한 소화전에서 방출되지 아니하는 최소한 두 줄기의 사수 (그 중 하나는 단일호스로부터 방출되어야 함)가 선박이 모든 부분에 공급되어야 한다고 정하고 있다. 그리고 로로구역 및 차량구역에 대해서는 두 줄기 사수 모두 단일호스에 의한 것으로 요구하고 있다. 또한 위험물(dangerous goods)을 운송하는 선박에서는 SOLAS Reg.II-2/19.3.1.2에 의해 네 줄기(두 줄기는 단일호스로부터 방출되어야 함) 사수가 요구된다.

4. 비상소화펌프의 요구 유량과 요구 수두

4.1 비상소화펌프는 주소화펌프를 사용할 수 없을 때 사용하기 위한 펌프이다. 그러므로 주소화펌프를 대신할 수 있을 정도의 충분한 유량과 수두를 가지고 있어야 한다. 또한 기관실에 설치되는 주소화펌프를 대신하는 소화펌프이므로 반드시 기관실 외부에 설치되어야 한다.

4.2 SOLAS에서 요구하고 있는 비상소화펌프의 요구 유량은 주소화펌프 합계용량의 40% 이상이며, 어떠한 경우에도 25m³/h 이상이어야 한다. 다만, G/T 2000 미만의 화물선은 15m³/h 이상이어야 한다.

4.3 비상소화펌프는 소화전에서의 압력이 주소화펌프와 동일하게 되도록 하는데 충분한 수두를 가진 것이어야 한다.

4.4 참고로 1998 SOLAS Reg.II-2/4.3.3.3에서는 총톤수 1000톤 미만의 여객선과 총톤수 2000톤 미만의 화물선에 대해 주관청이 인정하는 비상소화펌프를 설치할 수 있도록 하고 있으며, 대한민국 선박소방설비기준에서는 휴대식 또는 이동식 비상소화펌프를 인정하였었다. 하지만, SOLAS의 2000년 개정으로 인해 신설된 FSS Code 제12장 2.1항에 의해 2002년 7월 1일 이후에 건조되는 SOLAS를 적용받는 모든 선박의 비상소화펌프는 고정식이어야 한다.

5. 소화펌프 선정 예

5.1 실제 선박에 사용되는 소화펌프를 선정하는 방법에 대해 실제 예를 통해 알아보자. 아래의 표는 소화펌프를 선정할 선박의 제원과 실제 설치되어 있는 주소화펌프의 제원을 나타낸 것이다.

Kind of Ship	General Cargo Ship
Navigation Area	Ocean Going
Gross Tonnage	4,061.00
Overall Length(m)	103.39
L X B X D(m)	96.4 × 17 × 8.9
Fire & Bilge Pump	150/50(m ³ /h) × 20/60(m)
G/S & Fire Pump	150/50(m ³ /h) × 20/60(m)

5.2 먼저 빌지펌프의 요구 유량을 계산하면 아래와 같다.

$$d(mm) = 1.68 \sqrt{L(B+D)} + 25 = 1.68 \sqrt{96.4(17+8.9)} + 25 = 108.95mm$$

$$Q(m^3/h) = 5.66 \times d^2 \times 10^{-3} = 5.66 \times 108.95^2 \times 10^{-3} = 67.18m^3/h \quad (4-3)$$

5.3 주소화펌프의 요구 유량은 빌지펌프 요구 유량의 4/3이므로 요구되는 주소화펌프의 요구 유량은 89.57m³/h이다. 설치된 두 개의 주소화펌프의 용량이 동일하기 때문에 각각의 펌프에 요구되는 유량은 44.79m³/h이다.

5.4 그림 4-1은 상기의 선박에서 빌지펌프와 주소화펌프의 요구 유량을 표시한 것이다. 소화펌프로 사용될 때의 수두는 60.99m인데, 이 수두와 소화전에서 요구되는 수두인 27m(1bar를 10m로 가정했을 때)와의 관계를 자세히 살펴봐야 한다. 상기의 선박에서 송출 수두가 가장 낮을 것으로 예상되는 소화전 두 군데에서 동시에 소화수를 방출한다고 가정했을 때, 각 소화전에서의 송출수두가 27m를 넘는지 고려해야 한다는 것이다.

5.5 일반적으로 선박에서 송출수두가 가장 낮은 소화전은 선교(bridge)와 같이 선박에서 가장 높은 곳에 있는 장소에 위치하는 소화전이다. 따라서 가장 높은 곳에 위치하는 소화전과 주소화펌프간의 높이차를 구하고 또 유동손실 수두를 산정해 이 두 값과 27m를 더한 값이 소화펌프의 토출수두를 만족하는지를 고려해야 한다.

5.6 유동손실수두를 정확하게 계산하는 것은 매우 어려운 일이지만, 일반적으로 소화전에서 요구되는 수두와 위치수두를 더한 값의 20%(±α)정도로 고려해 준다. 물론 소화전에서의 송출수두는 실제 시험으로 검증하여야 한다.

5.7 소화전에서의 송출수두는 소화펌프를 작동시킨 상태에서 그림 4-2와 같이 선박에서 가장 높은 곳에 위치한 소화전(그림 4-2의 "A")와 선수부 최선단에 위치한 소화전(그림 4-2의 "B")을 동시에 개방하고 각 소화전에서의 송출수두를 계측하는 것이 일반적인 시험방법이다.

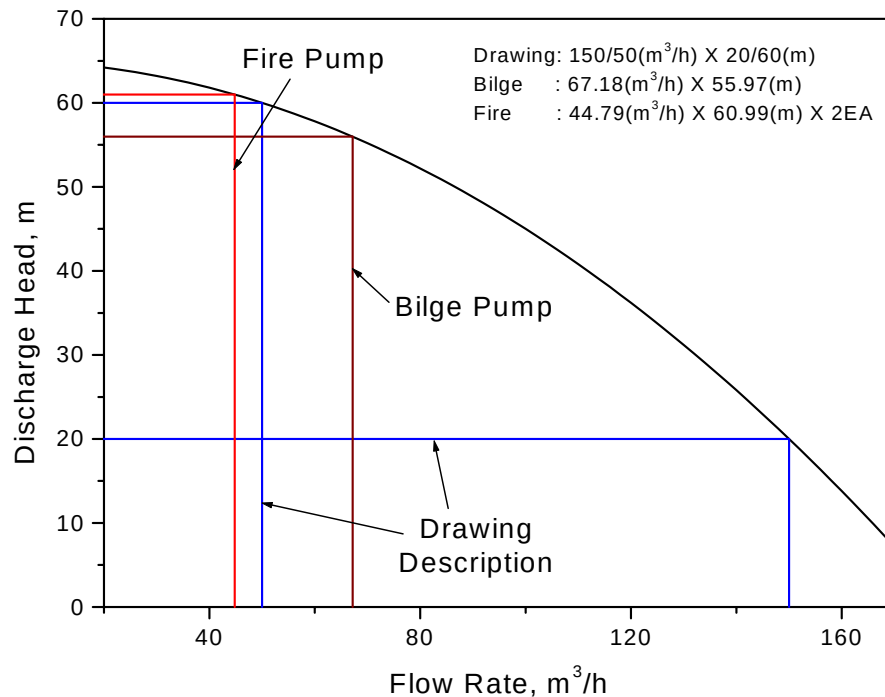


그림 4-1 Performance curve of pump

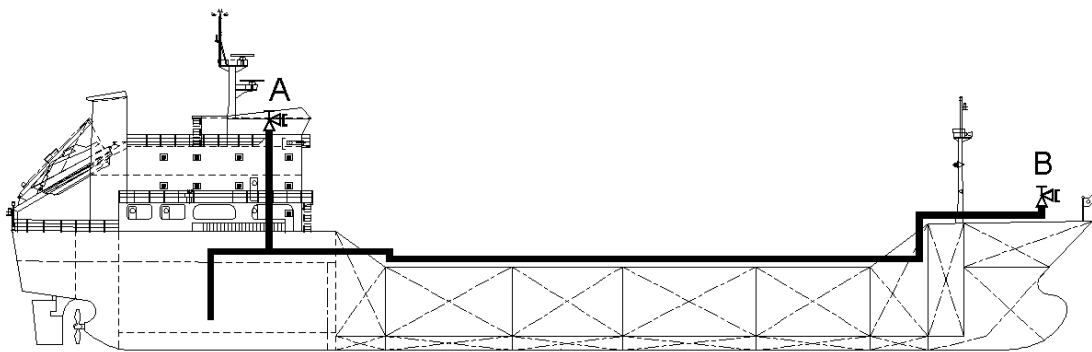


그림 4-2 Test of pressure at hydrant

6. 차단밸브(isolating valve)

- 6.1** 소화펌프를 비롯한 소화주관(fire main)을 선박에 설치할 때에 주의하여야 할 사항 중의 하나가 바로 차단밸브이다.
- 6.2** 차단밸브는 비상소화펌프를 사용할 때, 비상소화펌프로부터 소화전으로 유도되는 해수가 제대로 전달시키기 위해서 설치된다. 그림 4-3에서 알 수 있듯이 차단밸브는 주소화펌프부터 유도되는 관과 비상소화펌프로부터 유도되는 관이 만나는 지점 이전에 차단밸브를 설치한다. 또한 이 차단밸브는 반드시 기관실 외부에 설치하여야 한다.
- 6.3** 비상소화펌프는 기관실의 화재, 관장치의 파손 등으로 인해 주소화펌프를 사용할 수 없을 때 사용한다. 만약 차단밸브가 설치되어 있지 않다면 비상소화펌프에서 송출하는 해수가

기관실로 유입되어 해수의 공급이 필요한 소화전에 충분한 유량과 압력으로 해수를 공급하지 못하는 상황이 발생할 수 있다. 또한 차단밸브는 반드시 기관실 외부에 설치되어야 하는데 주소화펌프를 사용할 수 없는 상황이라는 것은 대부분 기관실 내부로 접근하기가 불가능한 상황일 가능성이 매우 높기 때문이다.

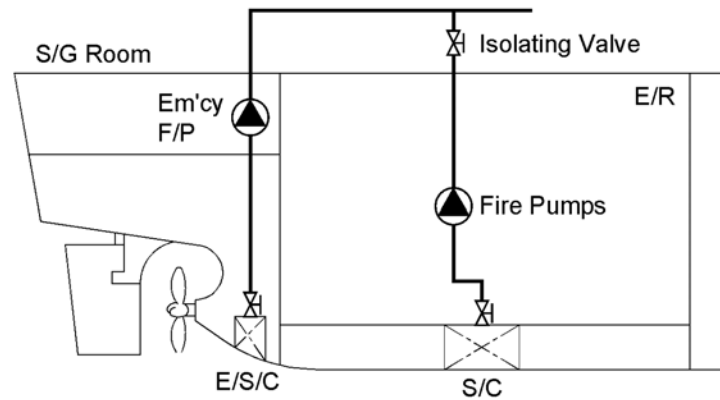


그림 4-3 Position of isolating valve

제 5 장 CO₂ System

1. 일반사항 및 소화원리

1.1 CO₂ 소화장치는 고압식(high pressure system)과 저압식(low pressure system)으로 구분한다. NFPA Code 12*의 정의에 따르면, 고압식은 21℃에서 57.6bar의 압력으로 가압하여 액화된 CO₂를 사용하는 소화장치이고, 저압식은 -18℃에서 19.68bar의 압력으로 가압하여 액화된 CO₂를 사용하는 소화장치이다.

1.2 실제 선박에서는 대부분 고압식을 채택하고 있으며, 대량의 CO₂가 요구되는 자동차 운반선에서만 고압식을 사용할 경우 CO₂ 용기의 저장 공간이 비정상적으로 커지는 것을 막기 위해, 통상적으로 저압식을 사용한다.

1.3 CO₂ 소화장치는 다음의 두 가지 작용에 의하여 화재가 발생한 구역을 소화하게 된다.

- .1** 산소 농도의 조절 - 밀폐할 수 있는 공간 속으로 불활성가스(inert gas)인 이산화탄소(carbon dioxide) 가스를 공급하여, 공간 속의 산소 농도를 떨어뜨림으로써 화재가 지속되는 것을 차단한다.
- .2** 냉각효과 - 가압되어 액상으로 보관되어 있던 CO₂가 용기에서 방출되면 기화하게 되며, 이때 576kJ/kg(137.47kcal/kg)의 열량을 흡수하여 CO₂가 배출되는 구역을 냉각시키게 된다.

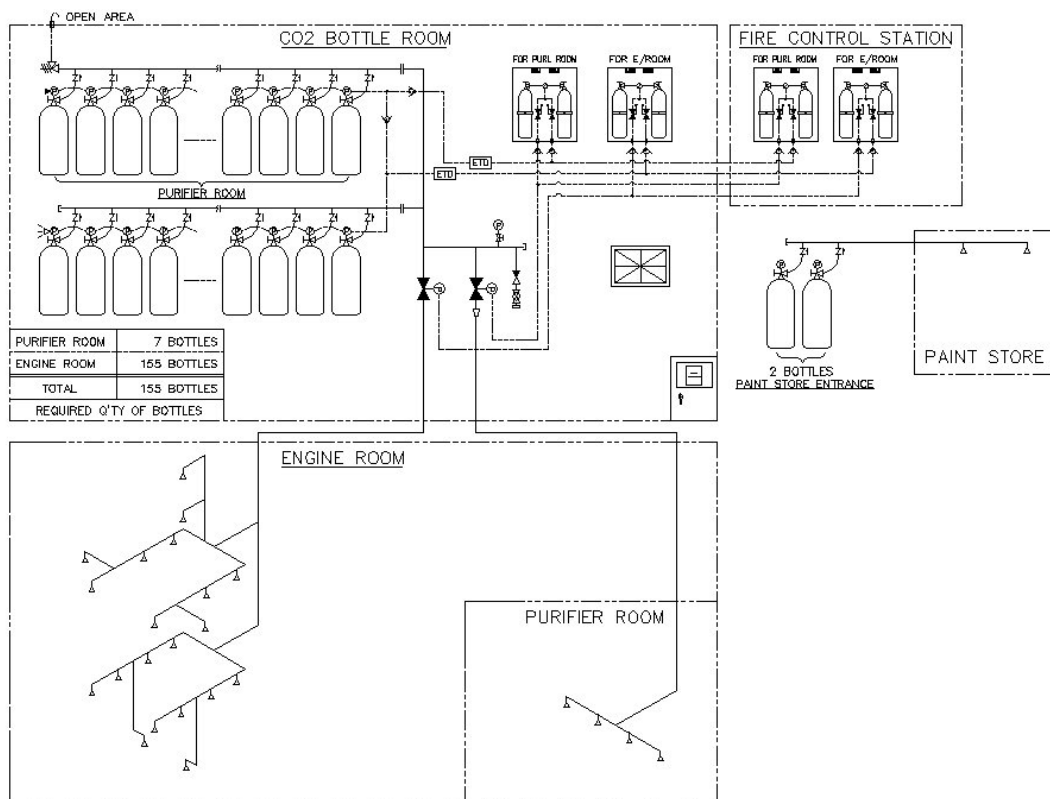
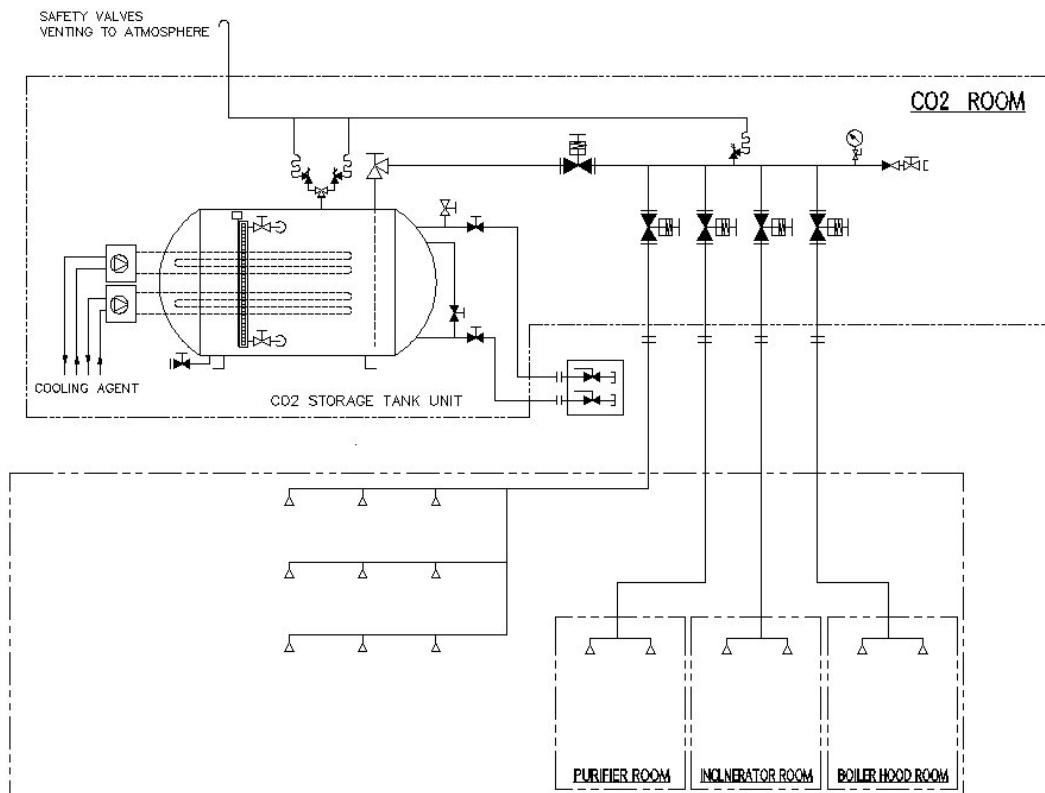
2. 시스템의 구성

2.1 고압식 소화장치와 저압식 소화장치의 구성은 각각 그림 5-1, 그림 5-2와 같다.

2.2 그림에서와 같이 고압식 소화장치와 저압식 소화장치는 보관방법에서 차이가 있음을 알 수 있다. 고압식 소화장치는 21℃에서 57.6bar의 압력으로 가압되어 보관하므로, 저압식 소화장치에 비하여 상대적으로 큰 보관장소(storage room)가 필요하게 되며, 저압식 소화장치는 -18℃에서 19.68bar의 압력을 유지하여야 하므로, CO₂를 냉각할 수 있는 설비가 갖추어져야 한다.

2.3 CO₂를 보호구역에 방출하기 위해서는 두 개의 독립된 수단에 의해 방출이 제어되어야 한다. 첫 번째 수단은 CO₂ 저장용기에서 CO₂의 방출을 제어하는 것이고, 두 번째 수단은 CO₂가 방출되어야 할 구역으로 인도하는 관에 부착된 밸브를 제어하는 것이다. 이 제어수단들은 일반적으로 파일럿 실린더(pilot cylinder)에 저장된 고압의 CO₂ 가스를 이용하여 제어된다.

* NFPA(National Fire Protection Association, 미국방화협회): 소화 및 방화에 대한 단체 중 가장 규모가 크고 가장 공신력이 있는 단체로서 소화 및 방화와 관련된 거의 전 분야를 다루고 있는 약 300여종의 Code를 제정하고 있다.

그림 5-1 High Pressure CO₂ Fire Extinguishing System그림 5-2 Low Pressure CO₂ Fire Extinguishing System

3. 소화장치 및 구성부품의 특징

3.1 CO₂ 보관장치 - 고압식 소화장치

3.1.1 21℃에서 57.6bar의 고압으로 CO₂를 보관하는 용기로서 KS B 6210 "이음매 없는 강재 고압가스 용기(seamless steel gas cylinders)"의 규격에 따라 제조되어 250bar의 수압시험(hydrostatic pressure test)* 및 150bar의 기밀시험을 시행한 용기를 사용하며, 통상 용기의 용적은 68ℓ이고 충전되는 CO₂의 양은 45kg이다. 그림 5-3은 일반적으로 사용되는 68ℓ CO₂ 실린더를 나타낸 것이다.

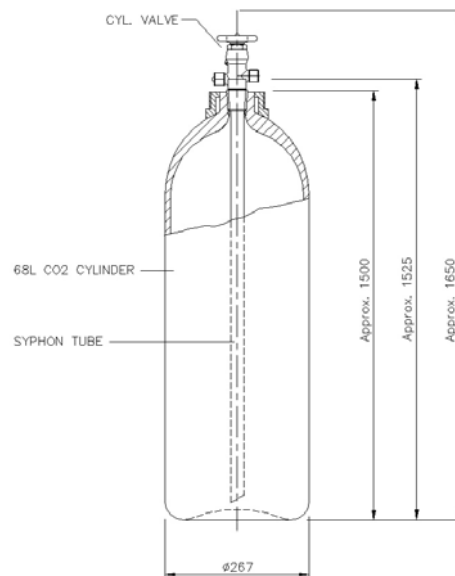


그림 5-3 68 liters CO₂ Cylinder

3.1.2 CO₂용기에 CO₂를 충전할 때 용기의 체적과 CO₂의 질량비를 규정하고 있는 것은 충전한도(filling limit)[†]의 개념 때문이다. CO₂와 같이 상온에서 기체 상태로 존재하는 물질은 운송 또는 보관을 위해 액상상태로 만들어야 하는데 고압식 소화장치에서는 압력을 이용하여 액화하고, 저압식 소화장치에서는 비교적 낮은 압력과 냉각설비를 이용하여 액화한다.

3.1.3 저압식 소화장치는 냉각설비를 갖추어서 CO₂ 용기 내부의 온도가 일정하게 유지되므로, 충전비에 대해 별도로 고려하지 않지만, 고압식 소화장치는 냉각설비를 설치하지 않기 때문에 CO₂ 실린더 내부의 온도변화에 대한 고려가 필요하므로 충전비를 규정하고 있다.

3.1.4 그림 5-4는 온도에 따른 액상 CO₂의 밀도 변화를 나타내고 있다. 그림 5-4에서 알 수 있듯이 액상 CO₂의 밀도는 온도가 상승할수록 낮아진다는 것을 알 수 있으며, 밀도가 낮아진다는 것은 동일한 질량에 대해 체적이 늘어난다는 것을 의미한다. 21℃에서의 밀도를 기준으로 할 때, 45℃에서는 체적이 1.472배, 55℃에서는 1.85배로 증가한다.

* 수압시험(hydrostatic pressure test) - 압력을 받는 부재에 대하여 최종 검증의 방법으로 수압시험을 시행한다. 수압시험시의 압력은 통상 설계압력의 1.5배 압력으로 시행한다.

†IGC Code Ch.15(우리 선급 규칙 7편 5장 15절)참조

3.1.5 이러한 현상을 일반적으로 사용하는 68ℓ-45kg CO₂ 용기에 적용하면 그림 5-5와 같은 결과를 얻을 수 있다. 그림 5-5를 보면, CO₂용기 내부의 온도가 31.72℃에 이르면 그 체적이 68ℓ가 되어 CO₂용기가 액상의 CO₂로 충만하게 된다. 이 이후에 온도가 상승하게 되면, 체적이 계속적으로 팽창하여야 하지만, CO₂용기에 의해 구속되므로 체적이 팽창하려는 힘이 CO₂용기에 압력으로 가해지게 된다.

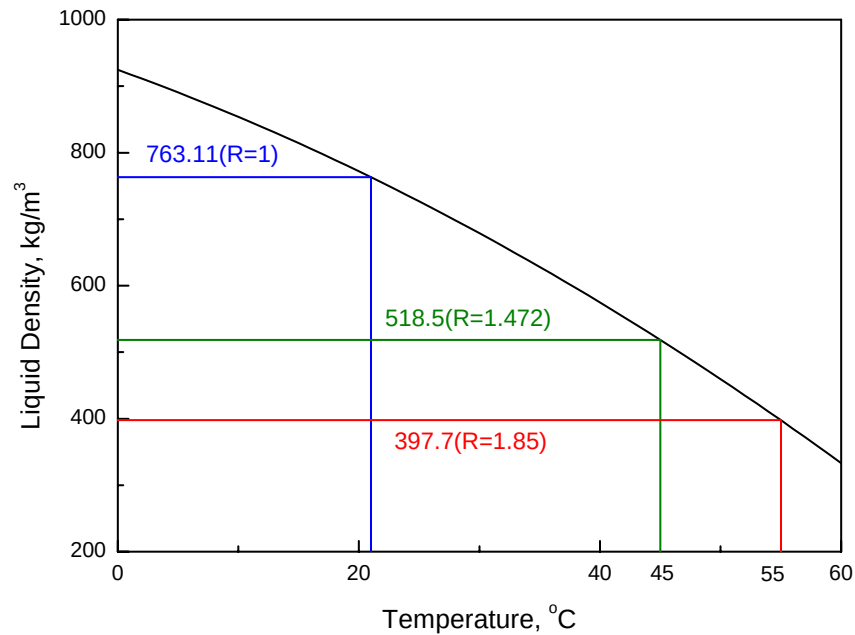


그림 5-4 Liquid density of CO₂ versus temperature

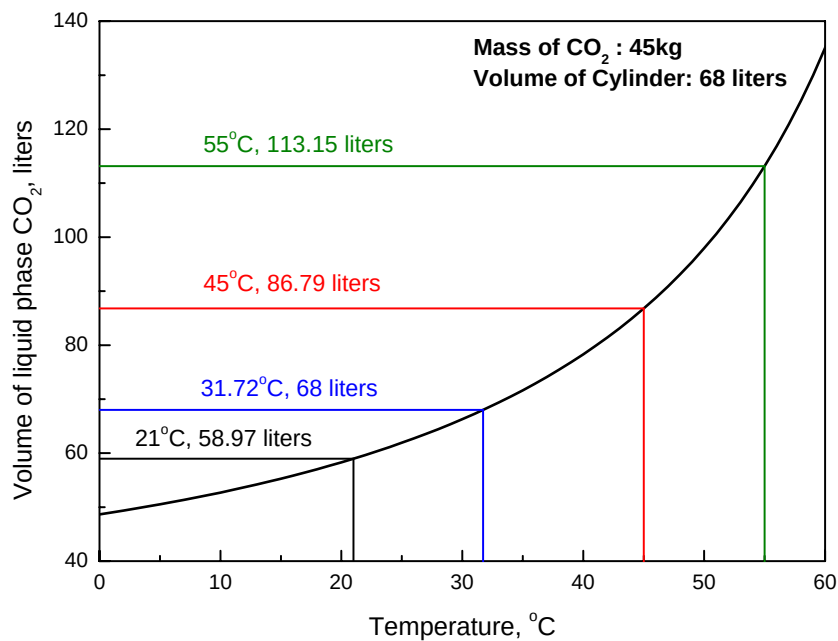


그림 5-5 Liquid density of CO₂ versus temperature

3.1.6 CO₂용기에는 180~200bar에서 파열되는 안전판(safety disk)이 부착되는데, CO₂용기내의 압력이 180~200bar에 이르는 온도는 약 63℃~68℃정도인 것으로 알려져 있다. 따라서 CO₂용기를 보관하는 장소는 63℃이하로 유지되도록 하여야 하며, 선박소방설비기준과 NFPA Code 12 1-8.5.5에서는 CO₂용기 보관장소의 온도를 54℃ ~ -18℃로 유지하도록 요구하고 있다.

3.2 CO₂ 보관장치 - 저압식 소화장치

3.2.1 -18℃에서 19.68bar의 압력으로 CO₂를 보관하기 위하여 설계압력*을 23~24bar로 하여 압력용기(pressure vessel)를 설계하고, 제조 후에 설계압력의 1.5배 압력으로 수압시험을 시행한다. 용기의 재료는 저온의 환경에서도 충분한 강도와 인성을 가질 수 있는 재료를 사용한다.

3.3 실린더 밸브(cylinder valve)

3.3.1 실린더 밸브는 CO₂ 실린더로부터의 CO₂ 방출을 제어하는 밸브이다. 이 밸브는 파일럿 실린더에 저장된 고압의 CO₂ 가스를 이용하여 제어하나 수동으로도 밸브를 개방·폐쇄 할 수 있도록 설계되어 있다. 그림 5-6 및 그림 5-7은 일반적으로 사용되는 실린더 밸브를 나타낸 것이다.

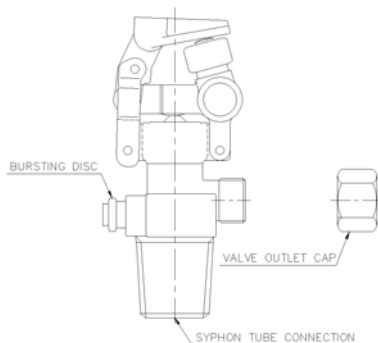


그림 5-6 Cylinder Valve



그림 5-7 Cylinder Valve

3.4 P.O.D밸브(pressure operated distribution valve, main valve)

3.4.1 P.O.D 밸브는 CO₂ 가스가 방출되어야 하는 구역으로 유도되는 관장치에 설치되어 CO₂의 공급을 제어하게 된다. CO₂ 관장치는 보호구역별로 독립적으로 구성하여야 하며, 이 밸브는 파일럿 실린더에 저장된 고압의 CO₂ 가스를 이용하여 제어하나 수동으로도 밸브를 개방 할 수 있도록 설계되어 있다. P.O.D 밸브는 주밸브(main valve)라고도 부르며, 그 형태는 그림 5-8, 그림 5-9 및 그림 5-10과 같다.

* 설계압력(design pressure) - 일반적으로 "압력을 받는 부재의 설계에 사용되는 압력으로 허용 최고사용압력"으로 정의한다. 다만, 설계압력은 안전밸브(safety valve)의 설정압력 미만이어서는 아니 된다.

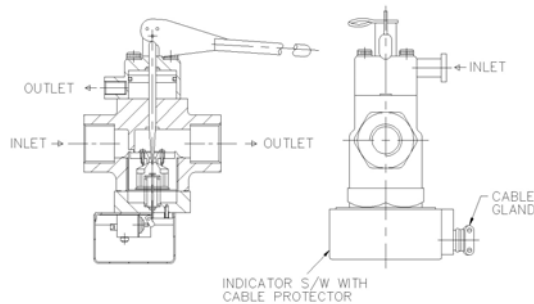


그림 5-8 P.O.D Valve

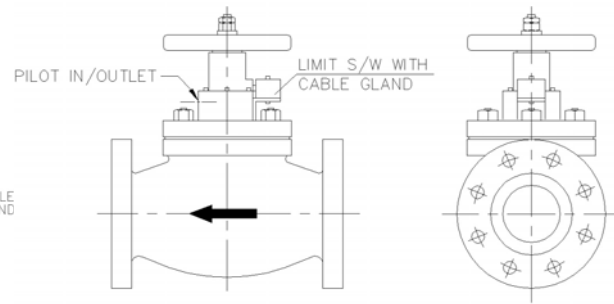


그림 5-9 P.O.D Valve



그림 5-10 P.O.D Valve

3.5 CO₂ 노즐(CO₂ nozzle)

3.5.1 CO₂ 노즐은 보호구역에서 최종적으로 CO₂를 구역 내에 균일하게 분산하여 방출하는 역할을 하므로, 그 크기가 설계에서 중요한 인자가 된다. 그림 5-11, 그림 5-12 및 그림 5-3은 일반적으로 사용되는 CO₂ 노즐을 나타낸 것이다. 그림 5-11와 그림 5-12에서 “D”는 오리피스(orifice)의 크기를 나타낸 것이다.

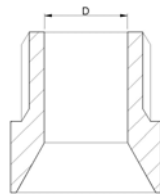


그림 5-11 Axial type nozzle

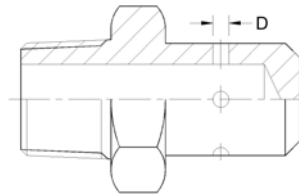


그림 5-12 Lateral type nozzle



Fig. 5-13 Lateral type nozzle

3.5.2 CO₂의 균일한 분배를 위해 적절한 크기의 배관을 설계했다고 하더라도, 적절한 크기의 오리피스를 가지는 노즐을 선정하지 못하는 경우에는 균일한 분포를 확보할 수 없다. 따라서

각 소화장치 제조자마다 유량에 따라 적절한 크기의 오리피스의 크기를 정하여 사용하고 있으며, 표 5-1은 NFPA Code 12에서 정하고 있는 압력에 따른 오리피스의 단위 면적당 CO₂ 방출량을 나타낸 것이다. 다만, 실제 제조자들이 사용하는 값과 표 5-1의 값은 차이를 나타내게 되는데, 이는 표 5-1에서 주어진 값들은 오리피스에서의 분출손실을 고려하지 않은 것이고, 실제 노즐은 분출손실을 가지게 되므로 이를 고려하여 값을 정하기 때문이다.

표 5-1 압력에 따른 Orifice의 단위 면적당 CO₂ 방출량

노즐에서의 압력(<i>psia</i>)	방출량 (<i>lb/min/in²</i>)	노즐에서의 압력(<i>psia</i>)	방출량 (<i>lb/min/in²</i>)
750	4630	500	1860
725	3845	475	1740
700	3415	450	1620
675	3090	425	1510
650	2835	400	1400
625	2615	375	1290
600	2425	350	1180
575	2260	325	1080
550	2115	300	980
525	1985		

3.6 제어장치(control system)

3.6.1 CO₂ 소화장치의 제어장치는 P.O.D 밸브를 조작하기 위한 것과 CO₂ 실린더 밸브를 개방하기 위한 것이 독립적으로 설치되어야 한다. 그림 5-1에 나타난 것처럼 고압식 소화장치에서는 두 개의 파일럿 실린더를 이용하여 각각 제어한다.

3.6.2 파일럿 실린더는 캐비닛(cabinet) 내에 설치하고 파일럿 실린더가 설치된 캐비닛에는 부주의한 사용을 방지하기 위해 자물쇠가 부착되어 있다. 이러한 캐비닛을 마스터 캐비닛(master control cabinet)이라고 부르며 일반적인 형태는 그림 5-14 및 그림 5-15와 같다.

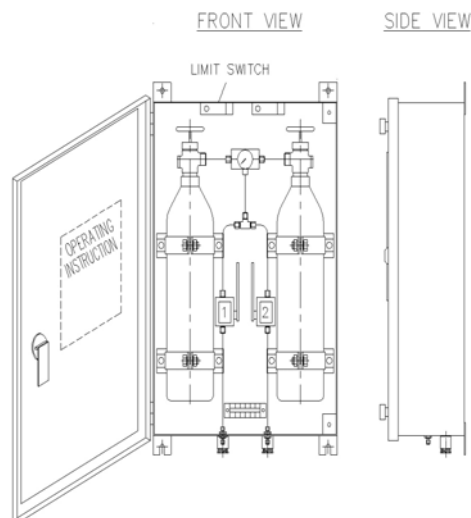


그림 5-14 Master Control Cabinet



그림 5-15 Mater Control Cabinet

3.6.3 그림 5-14 및 그림 5-15에서 알 수 있듯이 마스터 캐비닛에는 마스터 캐비닛을 열었을 때 자동적으로 경보를 울리기 위해 리미트스위치(limit switch)를 설치한다.

4. 주요요건

4.1 SOLAS 협약, 선박안전법 등에서 정하고 있는 CO₂ 소화장치의 요건은 크게 CO₂의 양, 방출시간, 설비의 안전장치로 구분할 수 있다.

4.2 CO₂의 양

4.2.1 요구되는 CO₂의 양은 보호구역의 산소 농도를 화재가 지속되지 않는 수준까지 떨어뜨릴 수 있어야 하며, 이 양은 보호구역에 존재하는 가연성 물질의 종류에 따라 달라진다. 선박의 기관실은 연료유에 대한 소화설비의 개념으로 요건이 정해지기 때문에 산소의 농도를 체적비율로 약 15%까지 떨어뜨릴 수 있도록 분출해야 할 CO₂의 양을 정하고 있다.

4.2.2 SOLAS와 선박안전법 등에서는 NFPA Code처럼 가연성 물질별로 구분하지 않고, 보호구역의 용도에 따라 구분하고 있으며, 구역별로 요구되는 CO₂의 양은 표 5-2와 같다. 그리고 표 5-3은 NFPA Code 12에서 정하고 있는 가연성 물질 종류에 따라 요구되는 CO₂의 농도를 나타낸 것이다.

표 5-2 구역별 요구되는 CO₂의 양 및 방출시간

구역의 용적		요구되는 CO ₂ 농도	요구되는 방출시간
기관실	케이싱 미포함	40%	두 값 중 큰 것의 85%를 2분 이내에
	케이싱 포함	35%	
화물펌프실	Chemical Tanker, Gas Carrier	45%	85%를 2분 이내에
	Chemical Tanker, Gas Carrier 이외	40%	85%를 2분 이내에

차량구역(Ro-Ro Space)	45%	2/3를 10분 이내에
화물창(Cargo Hold)	30%	-
도료창고(Paint Store)	40%	-

표 5-3 CO₂의 최소 소화농도

Material	CO ₂ 최소 이론농도(%)	CO ₂ 최소 설계농도(%)
Acetylene	55	66
Acetone	27	34
Aviation Gas Grade 115/145	30	36
Benzol, Benzene	31	37
Butdien	34	41
Butane	28	34
Butane - I	31	37
Carbon Disulfide	60	72
Carbon Monoxide	53	64
Coal or Natural Gas	31	37
Cyclopropane	31	37
Diethyl Ether	33	40
Dimethyl Ether	33	40
Dowtherm	38	46
Ethane	33	40
Ethyl Alcohol	36	43
Ethyl Ether	38	46
Ethylene	41	49
Ethylene Dichloride	21	34
Ethylene Oxide	44	53
Gasoline	28	34
Hexane	29	35
Higher Paraffin Hydrocarbons	28	34
Hydrogen	62	75
Hydrogen Sulfide	30	36
Isobutane	30	36
Isobutylene	26	34
Isobutyl Formate	26	34
JP-4	30	36
Kerosene	28	34
Methane	25	34
Methyl Acetate	29	35
Methyl Alcohol	33	40
Methyl Butane - I	30	36
Methyl Ethyl Ketone	33	40
Methyl Formate	32	39
Pentane	29	35

Material	CO ₂ 최소 이론농도 (%)	CO ₂ 최소 설계농도 (%)
Propane	30	36
Propylene	30	36
Quench, Lube Oil	28	34

4.3 방출시간

4.3.1 방출시간에 대한 요건은 표 5-2에서 정해진 CO₂의 양을 정해진 시간 안에 방출할 수 있도록 관의 크기 및 노즐의 오리피스 크기를 결정하도록 하는 요건이다.

4.3.2 CO₂ 소화장치에서 요구되는 방출시간 안에 CO₂를 방출할 수 있도록 설계하는 방법은 크게 두 가지로 나뉜다. 첫 번째 방법은 방출하는 CO₂의 양에 따라 표준으로 정해진 관의 크기 및 노즐을 사용하는 방법이고, 두 번째 방법은 각 선박의 실제 배치에 따라 컴퓨터 프로그램을 이용하여 압력 손실 계산을 수행하고 요구되는 방출시간을 만족시킬 수 있는 배관의 크기 및 필요한 노즐의 크기를 결정하는 것이다.

4.4 안전장치

4.4.1 고압식 소화장치는 대기압의 약 58배, 저압식 소화장치는 대기압의 약 20배로 CO₂를 보관하고 있으므로 안전을 위하여 안전밸브(safety valve)가 설치되어야 한다.

4.4.2 고압식 소화장치의 경우에는 CO₂ 저장용기에 180bar~200bar의 압력에서 파괴되는 안전판을 주로 사용하며, 매니폴드(manifold)에는 약 130bar의 설정압력을 가지는 안전밸브를 설치한다.

4.4.3 저압식 소화장치의 경우에는 CO₂ 저장용기에 설계압력 이하로 설정된 2개의 안전밸브를 설치하고, 매니폴드에 약 30bar로 설정된 안전밸브를 설치한다.

제 6 장 High Expansion Foam System

1. 일반사항 및 소화원리

1.1 포말소화장치(foam system)은 포말원액(foam concentrate)을 물과 혼합하여 공기를 포함한 포말(foam)로 만들어 화재가 발생한 지역에 방출함으로써 화염을 덮어 씌워, 산소와 가연성 물질과 접촉하는 것을 차단하여 화재를 소화하는 소화장치이다.

1.2 포말소화장치는 고팡창, 중팽창 및 저팽창 포말소화장치로 구분되는데 여기서 팡창(expansion)은 최종적으로 생성되는 포말(foam)과 포말용액(foam solution)의 팡창비율을 의미하는 것으로서, NFPA Code 11에서는 저팽창은 20배 이하, 중팽창은 20~200배, 고팡창은 200~1000배로 정의하고 있다. 선박에서는 기관실, 펌프룸 등에 고팡창 포말소화장치를 사용하고, 유조선(oil tanker) 및 위험화학품 산적운반선(chemical tanker)의 화물 구역에는 저팽창 포말소화장치에 속하는 갑판 포말소화장치를 사용한다.

1.3 포말을 생성 시키는 데에는 화학적인 방법과 기계적인 방법이 있는데 통상 부분 가수분해한 단백질 또는 계면활성제를 발포제로 한 수용액에 기계적으로 물을 혼합하여 포말을 생성하는 방법을 사용한다. 포말은 석유류의 화재시에 사용하는 천연단백질계의 원액을 주원료로 한 표준형 포말과 수용성의 액체 화재용으로 개발된 내알콜 포말이 있다. 다음의 경우에는 포말을 사용하여서는 안 된다.

- .1** 상온보다 낮은 비점을 갖는 액화가스화재에 부적절하다.
- .2** 물과 격렬하게 반응하는 물질의 화재에 부적절하다.
- .3** 포말이 전도체 이므로 전기화재에는 부적합하다.
- .4** 물의 비점 보다 높게 가열된 화물의 경우에는 비교적 수분이 낮은 포말을 낮은 속도로 공급하는 것은 냉각효과에 도움을 준다.
- .5** 포말을 부적합한 액(예를 들어 해수에 잘 용해하지 않는 포말원액의 경우에는 청수만을 사용하여야 하는 등), 또는 분말소화제와 함께 사용하지 않아야 한다.

1.4 물의 비정보다 높게 가열된 화물의 경우에는 비교적 수분의 함량이 낮은 포말을 낮은 속도로 공급하는 것이 냉각 효과에 도움을 주며, 포말과 혼합하기에 부적합한 액 또는 분말소화제와는 함께 사용하지 않아야 한다.

2. 고팡창 포말소화장치의 변천

2.1 고팡창 포말소화장치는 오래 전부터 사용되어 오던 고정식소화장치이다. 고팡창 포말소화장치는 크게 외부급기형(outside air system)과 내부급기형(inside air system)으로 구분되는데, 각각 그림 6-1과 그림 6-2와 같다.

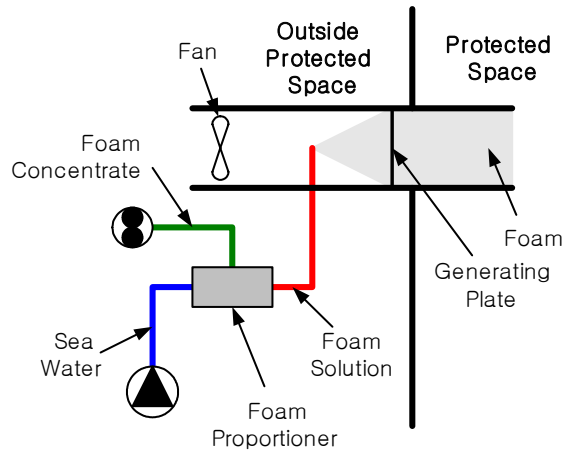


그림 6-1 Outside Air High Expansion Foam System

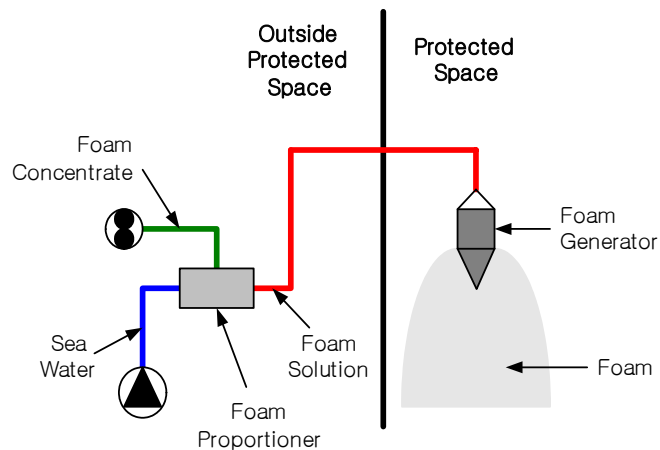


그림 6-2 Inside Air High Expansion Foam System

- 2.2** 그림 6-1과 그림 6-2에서 알 수 있듯이 외부급기형과 내부급기형의 차이는 포말을 생성시키는 장소가 보호구역(protected space)내부인지 외부인지로 구분된다.
- 2.3** 처음에 고팡창 포말소화장치가 개발되었을 당시에는 그림 6-1에서처럼 보호구역 외부에서 포말을 생성시키고 생성된 포말을 덕트를 통해 보호구역 내부로 공급하는 형식이였다. 하지만 이 형식은 포말의 생성과 이송을 위한 팬(fan) 또는 송풍기(blower)를 별도로 설치해야 하고, 포말의 이송 시에 공기가 동시에 공급되어 보호구역의 화재 진압에 좋지 않은 영향을 미칠 수 있는 형식이였다.
- 2.4** 이러한 문제점을 해결하여 덕트와 별도의 팬 또는 송풍기를 설치하지 않고도 포말을 생성시킬 수 있는 포말 발생기가 개발되었으며, 이러한 포말 발생기를 사용하는 것이 내부급기형이다. 여기서 “내부급기”란 보호구역 내에 있는 공기를 이용해서 포말을 생성시킨다는 의미이다. 내부급기형은 외부급기형에 비해 그 시스템 구성이 간단하고, 덕트와 팬 또는 송풍기를 설치하지 않아도 되는 많은 장점을 가지고 있다.
- 2.5** 따라서 현재 사용되는 거의 대부분의 고팡창 포말소화장치는 내부급기형을 사용하고 있다.

다만, 보호구역이 아주 커지는 로로구역은 외부급기형을 주로 사용한다. 왜냐하면, 내부급기형은 그 팽창율이 약 600배 정도이지만, 외부급기형은 일정한 압력을 가진 공기를 사용하기 때문에 팽창율이 약 900배 정도로 증가한다. 따라서 보호구역이 매우 커지는 로로구역에 대해서는 일반적으로 외부급기형을 사용한다. 또한, 고폽창 포말소화장치는 공기와 포말용액이 결합하여 포말을 생성시키는데, 생성된 포말이 바닥으로부터 누적되어 포말 발생기를 덮게 되면 그 포말발생기는 더 이상 포말을 생성시킬 수 없게 된다. 하지만, 외부급기형은 포말이 바닥으로부터 누적되는 양에 상관없이 지속적으로 포말을 공급할 수 있기 때문에 내부급기형에 비해 상대적으로 적은 포말 공급구를 설치하여도 된다.

- 2.6** 결론적으로 별도의 덕트와 팬 또는 송풍기를 설치하는 비용과 보호구역이 커짐에 따라 늘어나는 포말발생기의 숫자에 대한 비용의 상관관계에 따라서 외부급기형과 내부급기형을 결정하게 된다.

3. 시스템의 구성

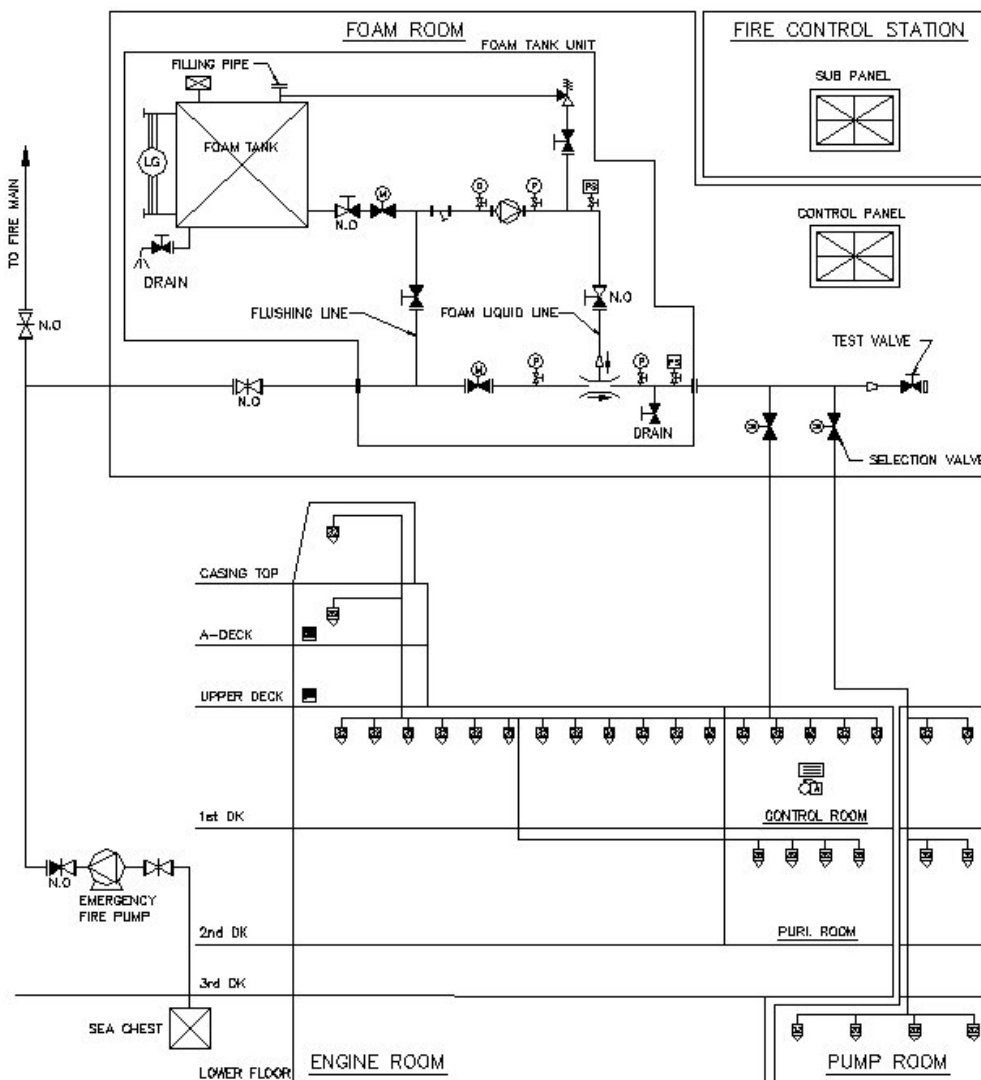


그림 6-3 High Expansion Foam Fire Extinguishing System

3.1 그림 6-3은 기관실에 설치된 고폽창 포말소화장치의 예를 나타낸 것이다. 고폽창 포말소화장치에 해수를 공급하는 펌프는 보호구역 외부에 위치하여야 하며, 기관실의 경우에는 주로 비상소화펌프를 이용한다.

3.2 이때 비상소화펌프의 용량은 SOLAS에서 비상소화펌프에 요구하는 용량과 고폽창 포말소화장치를 작동시키는데 필요한 용량을 각각 만족하면 된다. 즉 주소화펌프를 소화펌프로서의 요건과 빌지펌프로서의 요건을 동시에 만족하도록 선정하는 것과 마찬가지로, 비상소화펌프는 비상소화펌프로서의 요건과 고폽창 포말소화장치용 펌프로서의 요건을 동시에 만족하면 된다.

4. 소화장치 및 구성부품의 특징

4.1 소화제

4.1.1 포말소화제는 그 상태에 따라 다음과 같이 세 가지 상태로 구분된다.

4.1.2 포말원액(foam concentrate)

물과 적절한 농도로 혼합되어 포말용액을 만드는 액체(the liquid which , when mixed with water in the appropriate concentration, gives a foam solution.)

4.1.3 포말용액(foam solution)

포말원액과 물이 혼합된 용액(a solution of foam concentrate and water.)

4.1.4 포말(foam)

적합한 포말원액의 수용액으로부터 형성된 공기가 포함된 거품 덩어리(an aggregate of air filled bubbles formed from an aqueous solution of a suitable foam concentrate.)

4.2 포말배출기(foam proportioner)

4.2.1 포말배출기는 포말원액과 물을 일정한 비율로 혼합하는 장치이다. 선내에 비치하는 포말원액은 일정한 양을 비치하므로 포말배출기에서의 혼합 비율이 설계시의 값보다 작게 되면 화재에 유효한 포말을 만들 수 없는 상황이 발생할 수 있고, 설계시의 값보다 혼합비율이 크게 되면 요구되는 시간동안 포말원액을 공급하지 못하는 상황이 발생할 수 있으므로 포말배출기는 시험에 의하여 성능이 검증되어야 한다.

4.2.2 일반적으로 고폽창 포말소화장치의 포말원액과 해수의 혼합비율은 2:98이다. 하지만, 선박소방설비기준에서는 3:97을 요구하고 있으므로, 한국적 선박에 대해서는 각별히 유의하여야 한다. 다만, 우리 선급에서는 혼합비율을 2:98로 했을 때의 소화성능을 검증할 수 있는 실험결과 등의 증명자료를 제출할 경우 2:98의 혼합비율을 인정하고 있다. 그림 6-4 및 그림 6-5는 포말배출기의 형태를 나타낸 것이다.

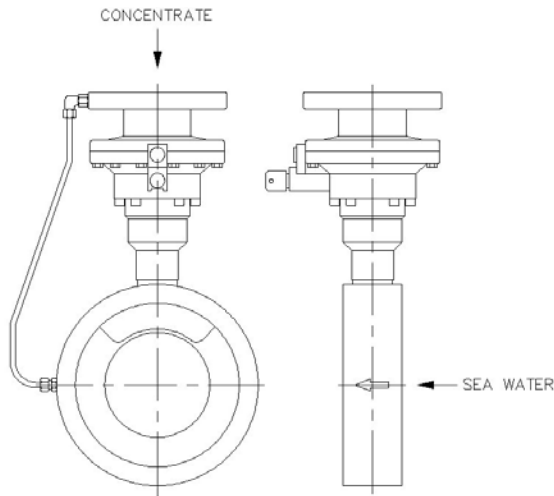


그림 6-4 Foam Proportioner



그림 6-5 Foam Proportioner

4.3 포말발생기(foam generator)

4.3.1 내부급기형에서 사용되는 포말발생기는 포말용액을 포말발생기에 설치되어 있는 노즐에서 분사하고 분사된 포말용액은 포말발생기에 설치되어 있는 작은 구멍이 많이 뚫려 있는 포말발생판(foam generating plate) 통과하면서 포말을 생성하게 된다. 그림 6-6 및 그림 6-7은 포말발생기의 형상과 포말발생기에서 포말이 생성되는 것을 나타낸 것이다.

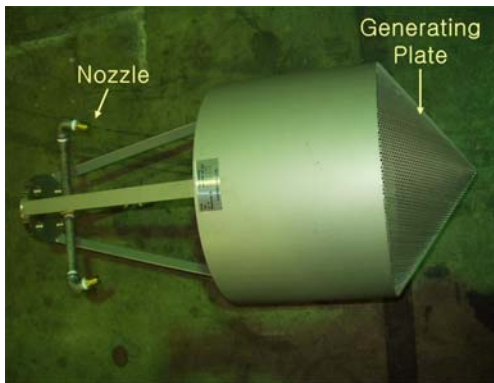


그림 6-6 Foam Generator



그림 6-7 Foam Generator with Foam

4.3.2 포말발생기에서 가장 중요한 것은 팽창율이다. 하지만, 고폽창 포말소화장치의 관점에서는 포말발생기에 설치되어 있는 노즐에서의 압력이 매우 중요하다. 노즐에서 요구되는 압력과 유량(압력과 유량은 항상 일정한 상관관계*를 가진다)이 커지게 되면 해수를 공급하는 펌프의 유량과 압력 및 요구되는 포말원액의 양이 커지게 되어 비경제적인 설계가 될 수 있기 때문이다. 일반적으로 노즐에서의 압력이 4bar이하가 되도록 하면, 비상소화펌프의 유량과 압력을 SOLAS에서 요구되는 것과 고폽창 포말소화장치에서 요구되는 것을 하나의 펌프로

* 노즐에서 유량과 압력관계는 $Q(\ell/\min) = K\sqrt{P(\text{bar})}$ 의 관계를 가진다. 여기서 K 는 오리피스 손실계수의 개념으로 생각하면 된다.

만족시킬 수 있는 것으로 알려져 있다.

5. 주요요건

5.1 누적율(filling rate)

5.1.1 앞에서 설명한 바와 같이 포말소화장치는 포말로 화재를 덮어 씌워 화재를 진압하게 된다. FSS Code Ch.6 2.2.1.2에 따르면, 기관구역에 사용하는 고팡창 포말소화장치의 요건은 보호장소에 매분 1m 이상의 두께로 포말을 방출할 수 있는 포말공급능력을 요구하고 있다.

5.1.2 다만 FSS Code에서 정하고 있는 고팡창 포말소화장치에 대한 요건은 모두 외부급기형 고팡창 포말소화장치에 대한 요건들이다. 현재 IMO의 FP소위원회에서는 내부급기형 고팡창 포말소화장치에 대한 요건을 개발하기 위한 작업반을 구성하였다.

5.2 포말원액

5.2.1 포말원액은 화재를 유효하게 진압할 수 있다는 것을 검증하기위해 MSC/Circ.670의 요건에 따라 승인되어야 한다. MSC/Circ.670에서는 포말원액의 화학적 특성, 팽창율 및 소화성능에 대한 시험을 요구하고 있다. 여기서, 소화성능에 대한 시험은 간단한 Pan Fire Test로서 향후 IMO FP소위원회에서 개정될 예정이다.

5.2.2 FSS Code Ch.6 2.2.1.2에서는 고팡창 포말소화장치에 의하여 보호되는 구역 중 최대 구역 체적에 요구되는 포말원액 양의 5배에 해당하는 양을 선내에 보관하도록 요구하고 있다.

6. 누적율의 계산

6.1 그림 6-8은 실제 기관실에 설치된 고팡창 포말소화장치의 배치를 나타낸 것이다. Fig 6-8에 나타낸 포말발생기의 용량은 $30\text{m}^3/\text{min}$ 이고, 노즐에서 요구되는 압력은 4bar, 팽창율은 600배, 포말원액의 혼합비율은 2%이다. 참고로 여기서는 누적율의 계산방법을 보여주는 것이 목적이므로, 실제 선박과는 조금 다를 수 있다.

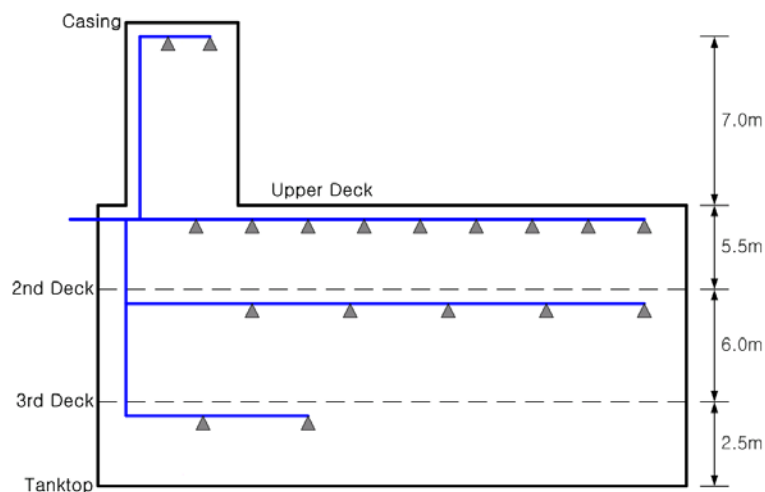


그림 6-8 Engine Room for Sample Calculation

- 6.2** 고팡창 포말소화장치의 설계시에는 누적율이 1m/min을 만족하도록 포말발생기를 배치하여야 한다. 고팡창 포말소화장치의 누적율은 보호구역으로 방출되는 포말의 분당 방출량(m^3/min)을 바닥면적(m^2)으로 나누면 간단하게 구할 수 있다.
- 6.3** 하지만, 기관실은 통상 선박의 선미측에 배치되고, 선형의 변화로 인하여 기관실의 바닥면적은 높이에 따라 변화하여 바닥면적을 이용하여 계산하는 것이 매우 어렵고 불합리한 계산이 될 가능성이 높다.
- 6.4** 따라서 보호구역의 체적과 높이를 이용하여 누적율을 계산한다. 포말이 방출되는 보호구역의 체적(m^3)을 포말의 분당 방출량(m^3/min)으로 나누면 그 구역을 포말로 충만시키는데 소요되는 시간(min)을 계산할 수 있고, 이 시간이 그 구역의 높이보다 작은 값을 가지면 FSS Code에서 요구하는 누적율에 만족하는 것이다. 예를 들어 어느 한 구역의 체적이 $1000m^3$ 이고, 방출되는 포말의 양이 $200m^3/min$ 이면 그 구역을 포말로 충만 시키는데 소요되는 시간은 5분이다. 이때 구역의 높이가 6m라면, 누적율은 1.2m/min이 되는 것이다.
- 6.5** 아래의 표는 그림 6-8에 나타난 고팡창 포말소화장치의 누적율 계산 결과를 나타낸 것이다.

	Volume	Elev.	No. of Gen.	Qty. of Foam	Time
Tanktop ~ 3rd Deck	$1200m^3$	2.5m	18	$540m^3/min$	2.22min
3rd Deck ~ 2nd Deck	$2000m^3$	6.0m	16	$480m^3/min$	4.17min
2nd Deck ~ Upper Deck	$2200m^3$	5.5m	11	$330m^3/min$	6.67min
Upper Deck ~ Casing	$400m^3$	7.0m	2	$60m^3/min$	6.67min

- 6.6** 따라서 기관실 전체를 포말로 충만 하는데 필요한 시간은 19.73min이고, 기관실 전체의 높이는 21m이므로, 누적율은 1.0644m/min이 되어, FSS Code에서 요구하는 누적율인 1m/min을 만족하게 된다.
- 6.7** 상기의 표에서 일부 갑판에서는 누적율이 1m/min 미만인 경우가 있지만, FSS Code에서는 “구역(space)”에 대해 누적율을 요구하고 있으므로, 기관실 전체를 대상으로 누적율을 계산하는 것이 타당하다.
- 6.8** 기관실의 전체 체적은 $5800m^3$ 이고 폼의 팽창율은 600배, 혼합비율이 2%(한국적선박은 3%, 4.2.2항 참조)이므로, 요구되는 포말용액의 양은 아래와 같다.

$$5800m^3 \times 1/600 \times 2\% \times 5times = 0.967m^3 = 967\ell$$

- 6.9** 또한 해수펌프의 요구유량은 모든 포말발생기가 포말을 방출할 때를 기준으로 계산해야 한다. 따라서 포말의 방출량이 $540m^3/min$ 일 때를 기준으로 계산하면 아래와 같다.(한국적선박은 해수 비율이 97%, 4.2.2항 참조)

$$540m^3/min \times 1/600 \times 98\% \times 60 = 52.92m^3/h$$

- 6.10** 마지막으로 포말발생기의 노즐에서 요구되는 압력이 4bar 이므로 펌프의 수두를 고려하여야 한다. 펌프의 수두는 해수펌프(일반적으로 비상소화펌프)로부터 포말발생기까지의 유동손실을 계산해서 가장 압력이 낮은 포말발생기에서도 요구되는 압력(여기서는 4bar)이 될 수 있도록 하여야 한다.

제 7 장 Deck Foam System

1. 일반사항 및 소화원리

- 1.1** 갑판 포말소화장치는 고팡창 포말소화장치와 동일한 방법으로 화재가 발생한 지역에 포말을 방출함으로써 화재를 덮어 씌워 진압하는 소화장치이고, 팡창비율에 따라 분류하면 저팽창 포말소화장치에 해당된다.
- 1.2** 갑판 포말소화장치는 유조선 또는 위험화학품 산적운반선의 화물구역 화재를 진압하기 위해 화물탱크 갑판 상에 설치되므로 갑판 포말소화장치라고 부른다. 갑판 포말소화장치에서 고팡창 포말소화장치와 동일한 내용에 대해서는 설명을 생략한다.
- 1.3** 인화점 60℃ 이하의 화물을 운송하는 총톤수 500톤 이상의 유조선 및 인화점이 60℃를 넘는 화물을 운송하는 총톤수 2,000톤 이상의 유조선은 FSS Code Ch. 14의 규정에 적합한 갑판 포말소화장치를 설치하여야 한다. 위험화학품 산적운반선의 경우에는 총톤수와는 상관없이 화물구역 소화장치를 갖추어야 하며 거의 대부분 갑판 포말소화장치를 설치한다. 하지만 위험화학품 산적운반선은 다양한 화물을 적재하고 화물의 종류에 따라 소화방법이 달라지므로 소화장치 또한 달라진다.
- 1.4** IBC Code 17절 표("the summary of minimum requirements")에서 "L"란인 방화(fire protection)에는 A, B, C 및 D 중의 하나가 기재되거나 두 개 이상이 병렬기재 되거나 또는 No로 표기되어 있다. A는 내알콜포말(alcohol-resistance foam) 또는 다목적포말(multi-purpose foam), B는 표준포말(regular foam), C는 물분무 소화장치(water spray system) 및 D는 분말소화장치(dry chemical powder system)를 의미한다. 이중에 병렬로 표기된 화물에 대하여는 A, B 혹은 A, B, C로 표기된 경우에는 A로, B 단독으로 표기된 경우에도 A로 사용할 수 있으나, C 혹은 D 단독으로 되어있는 경우에는 해당 설비를 갖추어야 한다.

2. 시스템의 구성

- 2.1** 그림 7-1은 유조선 또는 위험화학품 산적운반선의 화물구역에 설치된 갑판 포말소화장치를 나타낸 것이다.
- 2.2** 그림 7-1에서 차단밸브(foam main isolating valve)의 핸들(handle)을 길게 표현한 것은 포말모니터를 조작하는 장소에서 차단밸브를 조작할 수 있도록 배치되어야 한다는 것을 강조하기 위한 것이다.

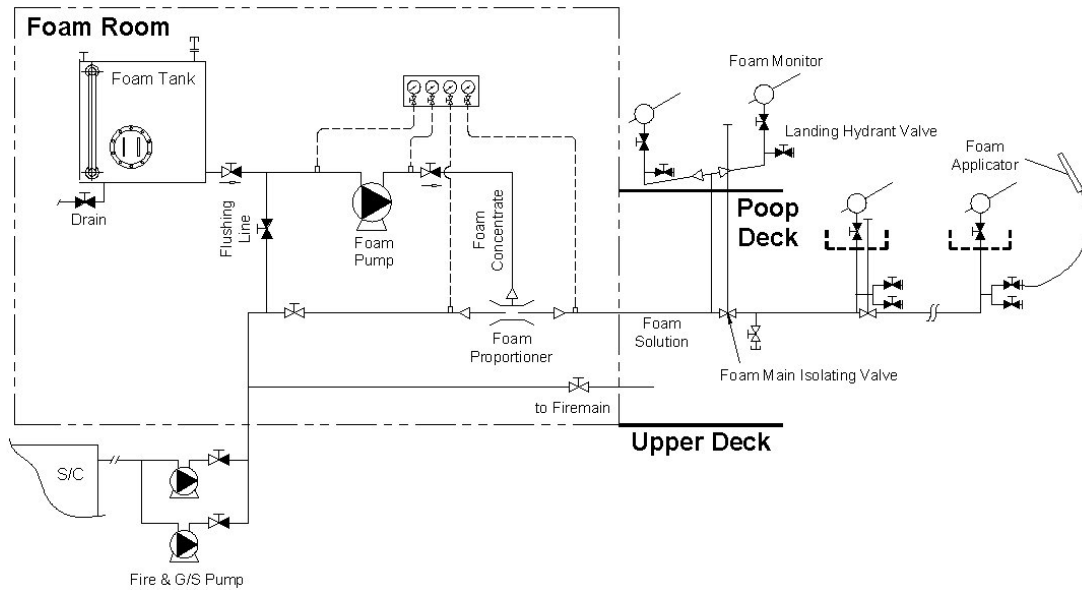


그림 7-1 Deck Foam Fire Extinguishing System

3. 소화장치 및 구성부품의 특징

3.1 소화제

3.1.1 소화제의 명칭은 고팡창 포말소화장치와 동일하게 포말원액, 포말용액 및 포말로 부른다. 포말원액은 일반적으로 유조선에 적용하는 플루오르게 단백질 및 수막형성 포말을 포함한 표준형 포말과 위험화학품 산적운반선에 적용하는 내알콜포말(또는 다목적포말)로 구분된다.

3.1.2 유조선과 위험화학품 산적운반선은 30분간 포말을 생성시킬 수 있는 충분한 양의 포말원액을 선내에 보유하고 있어야 한다. 다만, 유조선 중에서 G/T 2000미만이며 항행구역이 국내 연해 이하인 선박 또는 불활성가스장치(inert gas system)를 설치한 선박은 20분간 포말을 생성시킬 수 있는 포말원액을 선내에 비치하면 된다.

3.2 포말배출기

3.2.1 포말배출기의 형상과 기능은 고팡창 포말소화장치와 동일하지만, 갑판 포말소화장치에서는 포말원액에 따라 해수와의 혼합비율이 달라진다. 즉, 유조선에 사용되는 표준형 포말원액의 해수와의 혼합비율은 일반적으로 3%이지만, 위험화학품 산적운반선에서와 같이 적재되는 다양한 화물에 적합한 내알콜성 포말원액의 경우에는 해수와의 혼합비율이 일반적으로 6%이다.

3.3 포말모니터(foam monitor)

3.3.1 포말모니터는 고팡창 포말소화장치의 포말발생기와 동일한 역할을 하는 기기로서, 갑판 상에 고정되어 설치되고, 상하 및 좌우로 포말의 분출방향을 조정할 수 있도록 설계되어 있다. 포말모니터는 포말용액과 공기를 혼합하여 포말을 만들 수 있도록 내부에 고팡창 포말

소화장치의 포말방생기에 설치되는 포말발생판과 동일한 기능을 하는 노즐이 내부에 설치되어 있다.

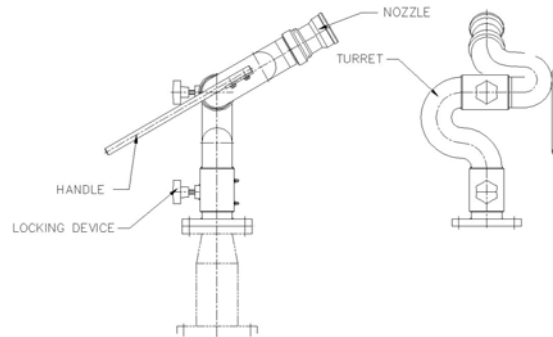


그림 7-2 Foam Monitor

3.3.2 포말모니터의 성능은 방출용량과 방출거리로 표현된다. 방출용량과 방출거리는 갑판 포말 소화장치를 설계할 때 필요한 인자이기 때문이다. 선박에 설치되는 각 포말모니터의 용량은 요구되는 전체 포말 공급율의 최소한 50%에 상당하는 공급율로 포말을 방출할 수 있는 것을 선정하여야 한다.

3.3.3 또한 포말모니터의 방출거리는 무풍상태(still air condition)에서 계측한 값을 사용하는데, 실제 설계에서는 무풍상태에서 계측한 값의 75%를 방출거리로 사용한다. 이는 선박에서 바람, 선박의 운동 등을 고려하여 안전계수를 적용한 것이다.

3.3.4 다만 재화중량톤수(dead weight tonnage)가 4,000톤 미만의 유조선의 경우에는 포말모니터의 설치를 생략할 수 있다. 즉, 포말모니터 대신에 포말방사기(foam applicator)만을 사용하여 갑판 포말소화장치를 구성할 수 있다.

3.4 포말방사기(foam applicator)

3.4.1 포말방사기는 포말모니터의 사각지대를 보호하고 소화작업의 용이성을 확보하기 위하여 소화전과 같이 연결구에 호스로 연결하여 수동으로 포말을 방출하기 위한 장치이다.

3.4.2 매분 400ℓ의 포말방출율(포말모니터를 설치하지 않는 재화중량 4,000톤 미만의 유조선의 경우에는 요구되는 전체 포말용액 공급율의 25%의 방출율 또는 매분 400ℓ중 큰 것)이상으로 포말을 방출할 수 있어야 한다.

3.4.3 포말방사기의 수는 4개 이상이어야 하며, 방출구의 수 및 배치는 최소한 2개의 포말방사기로 화물탱크 갑판의 어떠한 부분에도 포말을 방출할 수 있어야 하며, 무풍상태에서 포말의 방출거리는 15m 이상이어야 한다.

4. 관장치 관련 요건

4.1 각 포말모니터가 설치된 위치 전방에 설치된 관장치가 손상되는 경우 손상부위로 포말용액이 공급되어 누설되는 것을 방지 할 수 있도록 손상부분을 차단하기 위한 차단밸브

(isolating valve)가 설치되어야 한다.

- 4.2** 포말모니터 및 포말방사기에서 유효한 방출용량과 방출거리를 얻을 수 있는 최소한의 압력 (제조자별로 약간씩 상이하지만 일반적으로 5bar)을 얻을 수 있어야 한다. 또한 일반적으로 갑판 포말소화장치에 해수를 공급하는데에는 주소화펌프가 사용되는데, 이때 주소화펌프는 갑판포말소화장치를 작동하는데 필요한 용량과 SOLAS에서 요구되는 두줄기 사수를 위해 필요한 용량을 합한 것 이상의 용량을 가지도록 선정하여야 한다.
- 4.3** 관, 밸브(밸브디스크 및 시트를 제외한다) 및 관부착품은 Deck 상에 설치되어 항상 해수의 영향을 받으며, 화물에 의해 부식될 가능성이 높으므로 내·외부 모두 아연도금 (galvanizing) 등의 내식처리가 되어야 한다.
- 4.4** 갑판 포말소화장치의 관장치에 포말용액(94%~97%가 해수)이 충만해 있는 경우에는 동결로 인해 관장치가 손상될 수 있으므로, 적당한 장소에 드레인 밸브 또는 콕이 설치되어야 한다.

5. 요구되는 포말용액 공급율

- 5.1** 포말용액 공급율은 다음 중 가장 큰 값 이상이어야 한다.

- 5.1.1** 화물갑판면적(선박의 최대 너비에 화물탱크갑판구역의 선수미 방향의 합계길이를 곱한 것을 말한다. 이하 같다) 1m²당 매분 0.6ℓ(위험화학품 산적운반선의 경우에는 1m²당 매분 2ℓ)
- 5.1.2** 최대의 수평단면적을 가지는 화물탱크의 수평면적 1m²당 매분 6ℓ(위험화학품 산적운반선의 경우에는 1m²당 매분 20ℓ)
- 5.1.3** 포말 방출율이 최대인 모니터의 전방에 있는 포말이 방출되는 장소의 갑판면적 1m²당 매분 3ℓ, 다만, 당해 장소에 방출되는 포말의 양이 매분 1,250ℓ 미만인 경우에는 매분 1,250ℓ로 한다.(위험화학품 산적운반선의 경우에는 1m²당 매분 10ℓ)

6. 설계 예

- 6.1** 실질적인 이해를 돕기 위해 실제 유조선에 설치되는 갑판포말 소화장치의 설계방법을 상세하게 설명한다. 그림 7-3은 계산에 사용되는 선박의 화물구역을 나타낸 것이다.

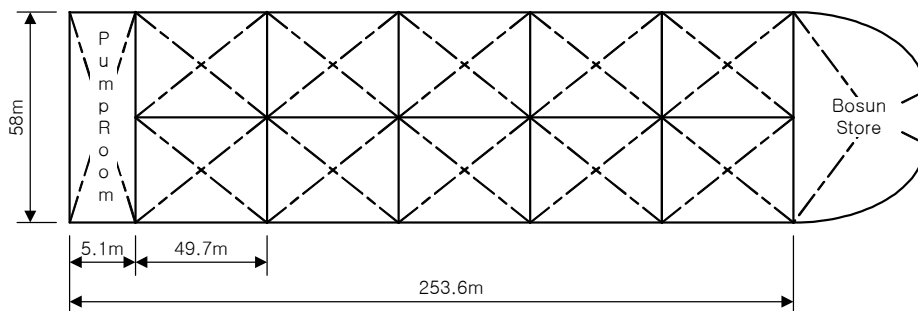


그림 7-3 Arrangement of Oil Tanker Cargo Area for Sample Calculation

6.2 선박 요목

- .1 나비(B)= $58m$
- .2 화물탱크 갑판구역의 전체길이(L_1)= $253.6m$
- .3 가장 큰 화물탱크에서의 수평단면의 나비(B_S)= $29m$
- .4 가장 큰 화물탱크에서의 수평단면의 길이(L_2)= $49.7m$
- .5 화물탱크 갑판구역의 면적(A_1)= $B \times L_1 = 58m \times 253.6m = 14,708.8m^2$
- .6 가장 큰 화물탱크의 수평 단면적(A_2)= $B_S \times L_2 = 29m \times 49.7m = 1,441.3m^2$

6.3 포말용액의 공급을 결정**6.3.1 전 화물탱크 갑판구역에 대한 포말용액 공급율(Q_1)**

$$Q_1 = q_1 \times A_1 = 0.6\ell/m^2/\min \times 14,708.8m^2 = 8,825.28\ell/\min$$

6.3.2 최대 수평 단면적을 가지는 화물탱크의 수평 단면적에 대한 포말용액 공급율(Q_2)

$$Q_2 = q_2 \times A_2 = 6\ell/m^2/\min \times 1,441.3m^2 = 8,647.8\ell/\min$$

6.3.3 포말모니터로 보호되는 화물탱크 갑판 면적에 대해 $1m^2$ 당 매분 $3\ell/m^2/\min$ 또는 $1,250\ell/\min$ 중 큰 값 이상이어야 하고, 포말모니터 하나의 방출량은 6.3에서 정해지는 포말용액 공급율의 50%이상이어야 한다. 그러므로 6.3.1, 6.3.2에서 정해지는 값이 $1,250\ell/\min$ 이하 일 경우에는 $1,250\ell/\min$ 를 포말용액 공급율로 결정하고, 6.3.1, 6.3.2로 정해지는 값이 $1,250\ell/\min$ 를 초과할 경우에는 그 중에서 큰 값을 포말용액 공급율로 하고, 포말모니터로 보호되는 갑판구역에 대한 포말용액 공급율($1m^2$ 당 매분 $3\ell/m^2/\min$ 이상)은 포말모니터 간의 거리를 결정하는 계산과정에서 검증하는 것이 일반적인 설계 방법이다.

6.3.4 포말용액 공급율(Q_S)= $8,825.28\ell/\min \approx 8,826\ell/\min$ **6.4 요구되는 포말원액의 양(Q_R) 결정****6.4.1 포말용액 공급율인 $8,826\ell/\min$ 를 30분간 공급할 수 있어야 하므로,**

$$Q_R = Q_S \times 30\min \times \eta = 8,826 \times 30 \times \eta = 264,780\ell \times \eta$$

6.4.2 η 는 포말 원액이 포말용액에서 차지하는 비율로서, 일반적으로 사용되는 포말 원액과 해수의 비율은 각각 3%, 97%이므로, η 는 0.03이 된다. 따라서

$$Q_R = 264,780\ell \times 0.03 = 7,943.4\ell$$

6.5 사용되는 포말모니터의 사양

.1 포말모니터의 용량(Q_M) = 6000ℓ/min

.2 포말모니터의 무풍상태에서의 방출거리(L_M) = 60m

6.6 포말모니터간의 거리 결정

6.6.1 모든 포말모니터는 포말모니터 전방에 위치하는 화물탱크 갑판에 1m²당 매분 3ℓ를 공급할 수 있는 것이어야 한다. 그러므로 각 포말모니터가 보호하는 구역의 면적과 포말모니터의 방출량(Q_M)으로부터 포말모니터간의 거리를 결정할 수 있으며, 포말모니터간의 거리는 포말모니터의 무풍상태에서의 방출거리(L_M)의 75% 이하가 되도록 하여야 한다. 그러므로, 포말모니터간의 거리는 포말모니터의 방출량으로 정해지는 거리(D_Q)와 포말모니터의 방출거리로 정해지는 거리(D_D)중 작은 값으로 결정하여야 한다.

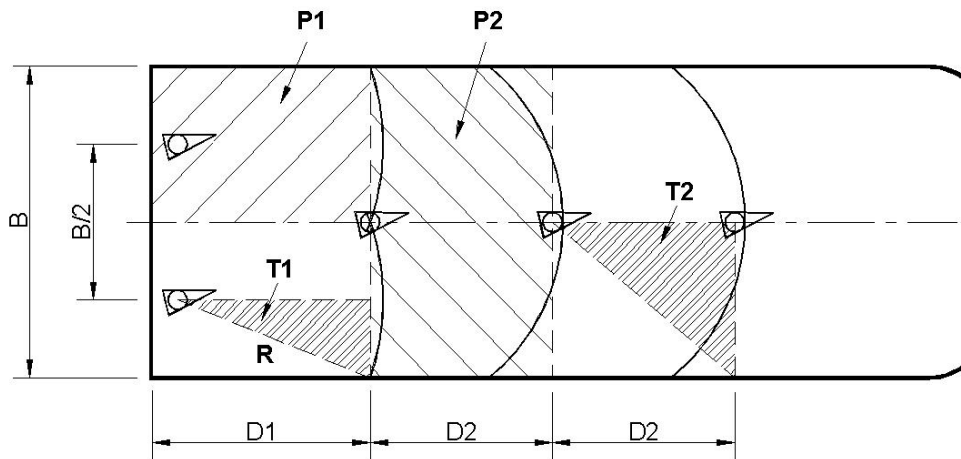


그림 7-4 포말모니터사이의 거리 결정

6.7 포말모니터의 방출량에 따른 거리(D_Q)

6.7.1 거주구역 전방에 위치한 포말모니터가 보호하는 구역과 화물탱크 갑판에 위치한 포말모니터가 보호하는 구역은 각각 그림 7-4에서 P_1 과 P_2 로 표시된 구역이다. 그러므로, FSS Code Ch.14의 요건에 의해 아래의 식과 같이 계산된다.

.1 거주구역 전방에 위치한 포말모니터

$$\frac{Q_M}{P_1} = \frac{Q_M}{D_1 \times B/2} \geq 3\ell/m^2/\min \rightarrow D_1 \leq \frac{Q_M}{3 \times B/2} = \frac{6000}{3 \times 29} = 68.97m$$

.2 화물탱크 갑판에 위치한 포말모니터

$$\frac{Q_M}{P_2} = \frac{Q_M}{D_2 \times B} \geq 3\ell/m^2/\min \rightarrow D_2 \leq \frac{Q_M}{3 \times B} = \frac{6000}{3 \times 58} = 34.48m$$

6.8 포말모니터의 방출거리에 따른 거리(D_D)

6.9 그림 7-4에서 알 수 있듯이 갑판상의 모든 곳을 보호하기 위해서는 후방에 위치한 포말모니터가 전방에 위치한 포말모니터의 선측까지 보호할 수 있어야 한다. 그러므로 포말모니터간의 거리(D)와 포말모니터의 방출거리(L_M)의 75%로 정해지는 설계방출거리(R)는 그림 7-4에서 T_1 및 T_2 로 표시된 삼각형과 같은 관계를 가지게 된다. 그러므로 포말모니터간의 거리는 아래와 같이 계산된다.

.1 거주구역 전방에 위치한 포말모니터

$$D_1 = \sqrt{(0.75L_M)^2 - \left(\frac{B}{4}\right)^2} = \sqrt{R^2 - \left(\frac{B}{4}\right)^2} = \sqrt{45^2 - \left(\frac{58}{4}\right)^2} = 42.60m$$

.2 화물탱크 갑판에 위치한 포말모니터

$$D_2 = \sqrt{(0.75L_M)^2 - \left(\frac{B}{2}\right)^2} = \sqrt{R^2 - \left(\frac{B}{2}\right)^2} = \sqrt{45^2 - \left(\frac{58}{2}\right)^2} = 34.41m$$

6.10 포말모니터간의 거리 결정

6.10.1 6.8 및 6.9에서 계산한 포말모니터간의 거리에서 작은 값을 선택하면, 화물탱크 갑판상의 모든 장소를 포말모니터로서 보호할 수 있다. 그러므로 아래와 같이 결정된다.

.1 거주구역 전방에 위치한 포말모니터 : 42.60m

.2 화물탱크 갑판에 위치한 포말모니터 : 34.41m

6.11 설치되어야 하는 포말모니터의 수

6.11.1 FSS Code Ch.14의 요건에 따라, 포말모니터는 선미루전단의 좌우양측 또는 화물탱크 갑판에 면하는 거주구역의 좌우양측에 설치하여야 하고, 화물탱크 갑판에 설치되는 포말모니터는 6.10에서 정해지는 포말모니터간의 거리로 설치되어야 한다. 그러므로 설치되어야 하는 포말모니터의 수는 아래와 같이 계산된다.

$$N = \frac{L_1 - D_1}{D_2} + 2 = \frac{253.6 - 42.6}{34.41} + 2 = 8.13 \rightarrow 9$$

6.12 소화펌프의 용량

6.12.1 고정식 갑판 포말 소화장치는 주소화펌프로부터 해수를 공급받게 되는데, 이때 주소화펌프의 용량은 SOLAS에서 두줄기 사수에 필요한 용량과 고정식 갑판 포말 소화장치에 요구되는 용량을 합한 것 이상이어야 한다.

6.12.2 주소화펌프의 용량은 원칙적으로 배관망해석(pipe network analysis)을 이용하여 SOLAS에서 요구되는 소화전에서의 압력이 유지되는지를 고려하여 설계되어야 하지만, 많은 시간이 필요하므로 일반적으로는 아래의 식을 이용하여 소화펌프의 토출유량을 결정하고, 펌프의 수두는 선박의 깊이와 거주구역의 높이를 고려하여 충분한 여유값을 가지도록 선정한다.

$$Q_{F1} = n \times 0.653 D^2 \sqrt{P} \times \frac{60}{1000}$$

여기서,

Q_F : 소화펌프의 토출유량(m^3/h)

n : SOLAS에서 요구되는 물줄기의 수, 2

D : 소화노즐의 안지름(mm)

P : SOLAS에서 요구하는 소화전에서의 압력, $2.7bar(=2.75kgf/cm^2)$

6.12.3 선박에서 사용되는 소화노즐의 안지름(D)을 $19mm$ 로 가정하면, 아래와 같이 계산된다.

$$Q_{F1} = 2 \times 0.653 \times 19^2 \sqrt{2.75} \times \frac{60}{1000} = 46.91 m^3/h$$

6.12.4 그리고 고정식 갑판 포말 소화장치에 필요한 소화펌프의 용량은 6.3에서 정해진 포말용액 공급율(Q_S)로부터 계산된다. 6.3에서 포말원액과 해수의 비율을 각각 0.03과 0.97로 가정 하였으므로, 아래와 같이 계산된다.

$$Q_{F2} = Q_S \times \eta' \times \frac{60}{1000} = 8826(\ell/min) \times 0.97 \times \frac{60}{1000} = 513.7 m^3/h$$

6.12.5 그러므로 선박에 설치되는 소화펌프의 요구되는 합계용량(Q_F)은 아래와 같다.

$$Q_F = Q_{F1} + Q_{F2} = 513.7 + 46.91 = 560.61 m^3/h$$

제 8 장 Water Spray System

1. 일반사항 및 소화원리

1.1 가압수분무소화장치(water spray system)는 물방울을 분사하여 화재를 진압하는 소화장치로서, 가압수분무소화장치의 소화원리는 다음과 같이 크게 두 가지로 구분할 수 있다.

.1 냉각 효과: 화재가 발생한 지역에 방출하여 온도를 떨어뜨리는 효과

.2 산소 차폐: 방출되는 물이 화재를 계속적으로 덮어 씌워 산소가 가연성 물질과 접촉하는 것을 방지하는 효과

1.2 가압수분무소화장치는 기관실, 차량구역 등, 도료창고(paint store) 및 액화가스 산적운반선(gas carrier)의 화물구역 소화장치에 주로 사용되며, 그 적용 대상에 따라 요건이 조금씩은 달라지지만, 단위 면적당 살수율로 최소한의 소화성능을 요구하는 전체적인 요건은 동일하다. 기관실과 차량구역 등에 설치되는 가압수분무소화장치는 바닥면적 $1m^2$ 에 $5\ell/min$ 의 살수율로 물을 방출할 수 있어야 하며, 액화가스 산적운반선의 화물구역에 설치되는 가압수분무소화장치는 냉각, 방화 및 선원 보호를 위한 목적으로 다른 가압수분무소화장치와는 구별되며, 수평면에 대해서는 $1m^2$ 의 면적당 $10\ell/min$, 수직면에 대해서는 $1m^2$ 의 면적당 $4\ell/min$ 의 살수율로 물을 방출할 수 있어야 한다.

1.3 비록 SOLAS에서는 기관실에 가압수분무소화장치를 설치할 수 있도록 허용하고 있지만, 기관실에 가압수분무소화장치를 설치한 예가 거의 없으므로 여기서는 논의하지 않는다. 또한 액화가스 산적운반선에 설치되는 가압수분무소화장치는 소화장치로서의 성격보다는 화물탱크의 냉각수단 및 누출된 액화가스를 씻어내리기 위한 수단으로서의 의미가 크기 때문에, 여기서는 다루지 않는다.*

1.4 SOLAS Reg.II-2/20.6.1.2에서는 밀폐할 수 없는 로로구역, 차량구역 및 특수분류구역에 가압수분무소화장치를 설치하도록 요구하고 있다. 여기서는 차량구역 등에 설치되는 가압수분무소화장치를 위주로 설명하고, 도료창고에 설치되는 가압수분무소화장치에 대해서도 설명한다.

2. 시스템의 구성

2.1 그림 8-1은 차량구역에 설치되는 가압수분무소화장치를 나타낸 것이다.

* 액화가스 산적운반선에 설치되는 가압수분무소화장치에 대한 상세한 설명은 우리 선급이 발행한 “액화가스운반선의 기자재에 관한 지침(Guideline For Equipment and Fittings of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk)”의 제14장 “water spray system”을 참고하기 바란다.

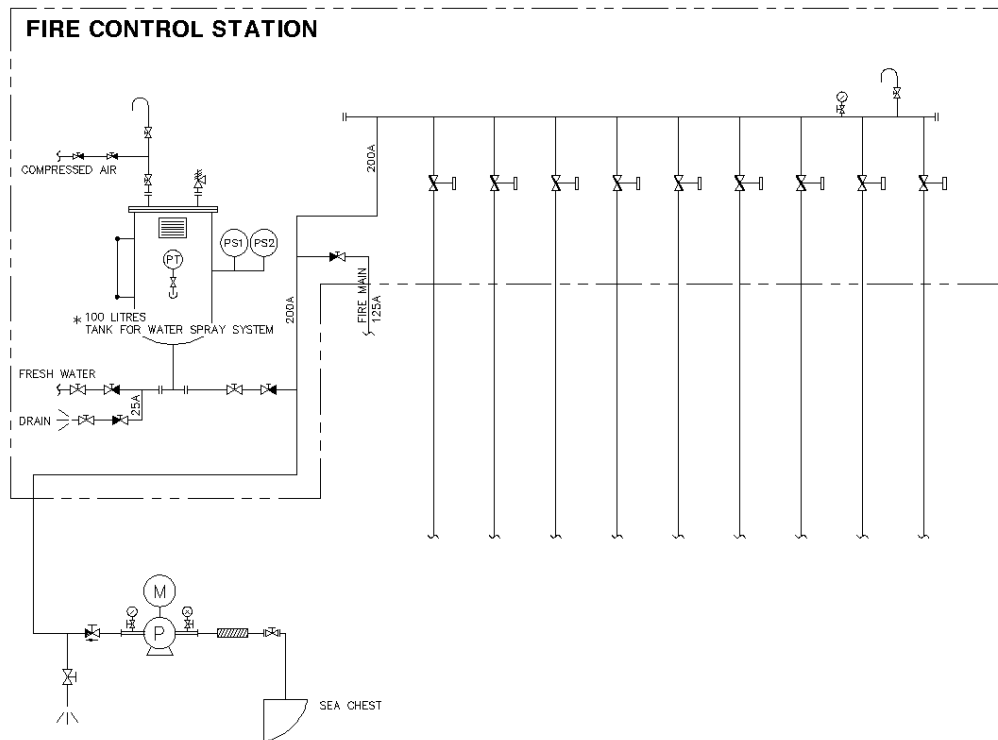


그림 8-1 Water Spray Fire Extinguishing System

3. 주요요건

- 3.1** 차량구역 가압수분무소화장치에 사용되는 노즐은 주관청의 승인을 받아야 한다. 노즐의 재료는 청동, 스테인레스강 또는 내·외부에 내식처리가 된 것이어야 한다. 또한 방출압력에서의 유효 분사지름 및 방수량*이 확인 된 것이어야 한다. 또한 소방설비기준에서는 노즐 선단의 안지름을 6mm이상으로, 분무각도는 120°이하가 되도록 요구하고 있다.
- 3.2** 가압수분무소화장치의 단위면적(m^2)당 방수율은 갑판 높이에 따라 달라지는데, IMO Res.A.123(5)에서는 갑판의 높이가 2.5m미만인 경우에는 $3.5\ell/\text{min}$ 이상, 갑판 높이가 2.5m이상인 경우에는 $5\ell/\text{min}$ 이상으로 요구하고 있다.
- 3.3** 그림 8-1에서 알 수 있듯이 가압수분무소화장치는 분배밸브를 조작하여 분무범위를 결정한다. 이 분무범위는 길이방향으로는 20m이상, 너비방향으로는 차량구역 등이 계단 등의 경계를 형성하는 종방향의 A급으로 구획되어 있는 경우를 제외하고는 최대 너비에 대해 한 번에 분무할 수 있어야 한다.
- 3.4** 가압수분무소화장치의 분무범위를 정하는 이유는 분무범위를 너무 작게 나눌 경우에는 펌프의 용량이 작아질 수 있기 때문이다. 또한 펌프의 용량은 결정할 때에는 분배밸브로 구분

* 노즐의 방수량은 일반적으로 K값으로 나타내는데, 이는 오리피스의 손실계수로 이해하면 된다. K값은 $Q(\ell/\text{min}) = K \times \sqrt{p(\text{bar})}$ 로 정의되는데, 일반적으로 압력에 따른 노즐의 유량을 계측하면 K값의 정의와 비슷한 경향을 가지므로, 노즐에 대해서는 K값을 주로 사용한다.

되어있는 분무범위에서 최소한 인접한 두 개의 분무범위 중 최대의 범위에 동시에 분무할 수 있는 용량이어야 한다. 예를 들어, 그림 8-2와 같이 배치되어 있는 가압수분무소화장치의 펌프는 2구역(zone 2)과 3구역(zone 3)에 동시에 분무할 수 있는 용량이어야 한다.

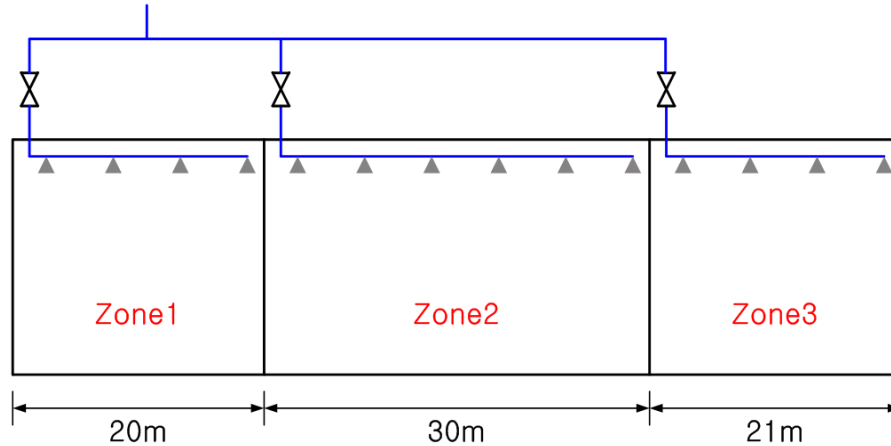


그림 8-2 Section of Water Spray System

- 3.5** 가압수분무소화장치에 사용되는 펌프는 소화펌프와는 별도의 것이어야 하며, 분배밸브를 조작하는 장소에서 원격 조작할 수 있어야 한다. 또한, 가압수분무소화장치에는 소화주관으로부터 해수를 공급받을 수 있도록 잠금쇠 볼이 체크밸브를 설치하여야 한다.
- 3.6** 분배밸브를 조작하는 장소는 가압수분무소화장치로 보호되는 구역의 화재시에도 쉽게 접근할 수 있는 장소이어야 하며, 가압수분무소화장치로 보호되는 구역 내부 및 외부로 직접 통하는 출입구가 설치되어야 한다. 분배밸브 조작장소는 일반적으로 차량구역 상방에 설치되므로, 차량구역에서 직접 통하는 출입구를 설치하기 위해 일반적으로 A-60 방열 시공된 트렁크(trunk)를 설치한다.
- 3.7** 가압수분무소화장치에는 최소 100ℓ의 압력탱크가 설치되어야 한다. 압력탱크는 압축공기(일반적으로 7bar의 제어용 공기)를 이용하여 가압하고, 분배밸브를 개방하면 내부 공기압력의 변화를 이용하여 펌프를 기동시키도록 설치되어 있다.
- 3.8** 압력탱크의 설치로 인해 펌프부터 분배밸브까지는 청수로 충만해 있기 때문에, 펌프로부터 분배밸브까지의 배관은 가압수분무소화장치로 보호되는 구역을 통과하여서는 안된다. 이 배관이 차량구역 등을 통과할 경우에는 차량구역의 화재로 인해 관 속의 물이 가열되게 되고, 이로 인해 관내의 압력이 상승하면 관이 손상될 수 있기 때문이다.
- 4. 설계 예**
- 4.1** 가압수분무소화장치는 여러 구역의 관장치가 복잡하게 연결되어 있으므로, 최악조건(worst scenario)의 개념을 도입하여 가압수분무소화장치가 작동하였을 때 유동손실이 가장 큰 구역에서도 최소 살수율 이상으로 물을 공급할 수 있도록 펌프의 용량이 결정되어야 한다. 따라서 펌프의 용량을 결정하기 위해서는 수리계산을 통해 펌프의 요구용량을 계산할 수 있는 능력이 필수적으로 요구된다.

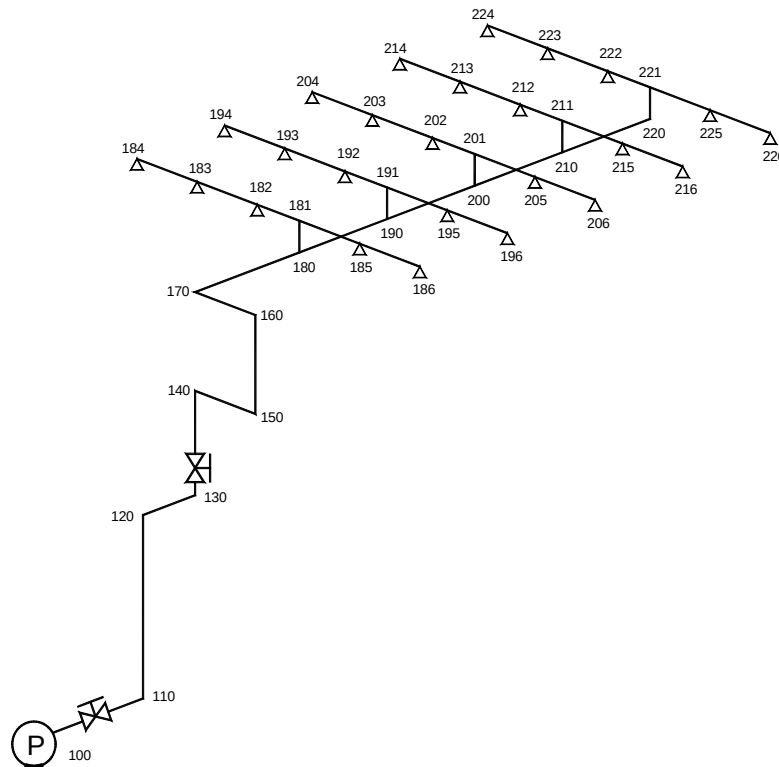


그림 8-3 Isometric diagram of water spray system

- 4.2** 그림 8-3은 수리계산에 사용된 가압수분무소화장치를 나타낸 것이다. 그림 8-3에서 각 노즐의 배치를 이용하여 각 노즐의 설계면적(design area)을 알 수 있다. 이렇게 각 노즐의 설계면적이 정해지면 각 노즐이 단위시간당 분출해야 할 유량을 결정할 수 있다. 설계면적이 $14m^2$ 이고 요구되는 단위면적 당 살수율이 $5\ell/min$ 라면 각 노즐에서는 $70\ell/min$ 을 방출할 수 있어야 한다. 아래의 표는 그림 8-3에 나타난 가압수분무소화장치의 제원을 나타낸 것이다.

표 8-1 Specification of Water Spray System

Pump Performance(Q : m^3/h , P : bar)	$Q = 162 + 11.78P - 3.73P^2$
Kind of Pipe	Galvanized Steel Pipe
Hazen-Williams Coefficient	120
Roughness of Pipe Wall	0.5mm
K-Factor of Nozzle	80

- 4.3** 표 8-2는 Darcy-Weisbach식과 Hazen-Williams식으로 계산한 결과를 각각 나타낸 것이다. Hazen-Williams식으로 계산한 결과에는 성능요건인 $70\ell/min$ 을 만족하는 것으로 나타나지만, Darcy-Weisbach식으로 계산한 결과에는 223, 224, 226 노드(node)에서는 성능요건

을 만족하지 못하는 것으로 나타났다.*

표 8-2 Calculation result of sample calculation

Node	Darcy-Weisbach		Hazen-Williams	
	$Q(\ell/\text{min})$	$P(\text{bar})$	$Q(\ell/\text{min})$	$P(\text{bar})$
100	2009.03	5.27	2161.60	4.92
222	86.70	1.17	89.09	1.24
223	69.48	0.75	76.66	0.92
224	61.91	0.60	71.35	0.80
225	83.77	1.10	87.84	1.21
226	65.89	0.68	75.22	0.88

4.4 표 8-2에서 나타났듯이 Darcy-Weisbach식과 Hazen-Williams식에 의한 계산결과는 상당한 차이를 나타낸다. 하지만 IMO의 SOLAS 및 각종 MSC Circular에서는 Darcy-Weisbach식과 Hazen-Williams식의 사용을 모두 인정하고 있으므로 도면 승인시에 두 가지 산식 모두 인정이 가능하다. 다만 우리 선급에서는 좀 더 정확한 수리계산을 위하여 Darcy-Weisbach식의 사용을 권고한다.

4.5 참고로 노즐의 배치로부터 각 노즐의 설계면적을 정하는 방법은 그림 8-4와 같다. 가압수분무소화장치의 노즐은 일반적으로 정렬격자(uniform grid)로 배치되게 되는데, 이때 각 노즐 간의 간격이 일정하게 되므로 그림 8-4와 같이 각 한 노즐의 설계면적을 정한다.

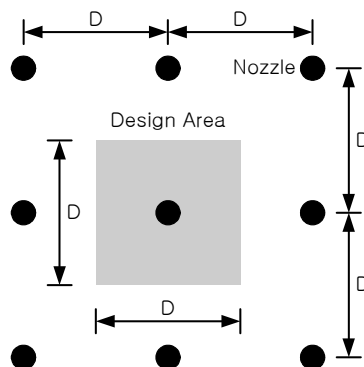


그림 8-4 Design Area of Nozzle

4.6 추가적으로 노즐의 유효분사지름은 압력뿐만 아니라, 그림 8-5에 보이는 바와 같이 노즐의 설치높이에 따라서도 달라진다. 이는 노즐에서 방출된 물이 처음에는 중력에 비해 압력에 의한 관성력에 의한 영향을 더 많이 받지만, 그 이후에 공기저항 등에 의해 관성력 보다 중

* Darcy-Weisbach식과 Hazen-Williams식의 차이점과 그 평가에 대해서는 대한민국이 제48차 FP 회의에 제출한 FP 48/5/2와 한국박용기관학회 2004년 춘계학술대회 논문집의 “수계소화장치용 수리계산 기준에 대한 고찰(A Study for the Hydraulic Calculation Standard used to Water Based Fire Extinguishing System)”를 참고하기 바란다.

력에 의한 영향을 더 많이 받기 때문이다. 따라서 그림 8-4에서 보여지는 정렬격자를 이용하여 노즐의 설계면적을 정할 때에는 노즐의 설치 높이를 같이 고려하여야 한다.

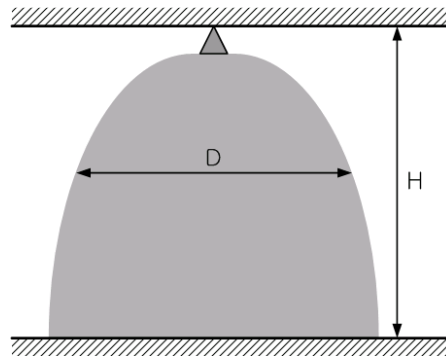


그림 8-5 Discharge Pattern of Nozzle

5. 도료창고용 가압수분무소화장치

5.1 바닥면적이 $4m^2$ 이상인 도료창구에는 고정식소화장치를 갖추어야 하며, CO₂ 소화장치, 분말소화장치 또는 가압수분무소화장치를 설치하여야 한다. 가압수분무소화장치를 설치할 경우에는 단위면적(m^2)당 살수율이 5ℓ/min이 되도록 설치하여야 한다.

5.2 SOLAS Reg.II-2/10.6.3.1.3에서 정하고 있는 살수율 5ℓ/min은 바닥면적에 대한 것으로 해석된다. 하지만, 그림 8-6 및 그림 8-7에서 알 수 있듯이 도료창고에는 도료를 적재하기 위해 여러 층의 선반이 설치되고 바닥면적에 대한 살수율만을 고려하여 노즐을 설치할 경우에는 그림 8-5에서 처럼 제일 높은 곳에 위치한 선반을 보호할 수 없는 경우가 발생할 수 있다.

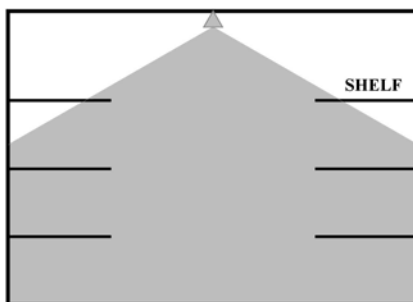


그림 8-6 Not Recommended Arr't

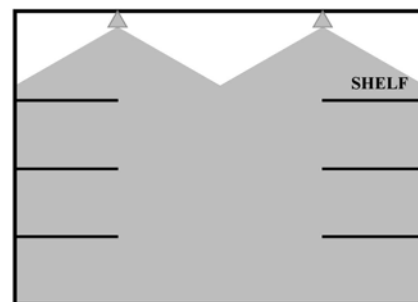


그림 8-7 Recommended Arr't

5.3 따라서 그림 8-6에서 보여지는 것처럼 가장 높은 선반까지 보호할 수 있도록 노즐을 배치할 것을 권고한다.

제 9 장 Automatic Sprinkler System

1. 일반사항 및 소화원리

1.1 자동스프링클러장치의 소화원리는 가압수분무소화장치의 소화원리와 동일하다.

1.2 36인을 초과하는 여객을 운송하는 여객선의 통로 및 계단을 포함하여 모든 제어장소, 거주 구역 및 업무구역에는 자동스프링클러장치, 화재탐지장치 및 화재경보장치가 설치되어야 한다. 또한, 36인 이하의 여객을 운송하는 여객선은 SOLAS Reg.II-2/7.5.3의 요건에 따라 자동스프링클러장치와 화재탐지장치 및 화재경보장치의 설치가 완화된다.

2. 소화장치의 구성

2.1 그림 9-1은 36인을 초과하는 여객을 운송하는 여객선에 설치되는 자동스프링클러장치의 예를 나타낸 것이다.

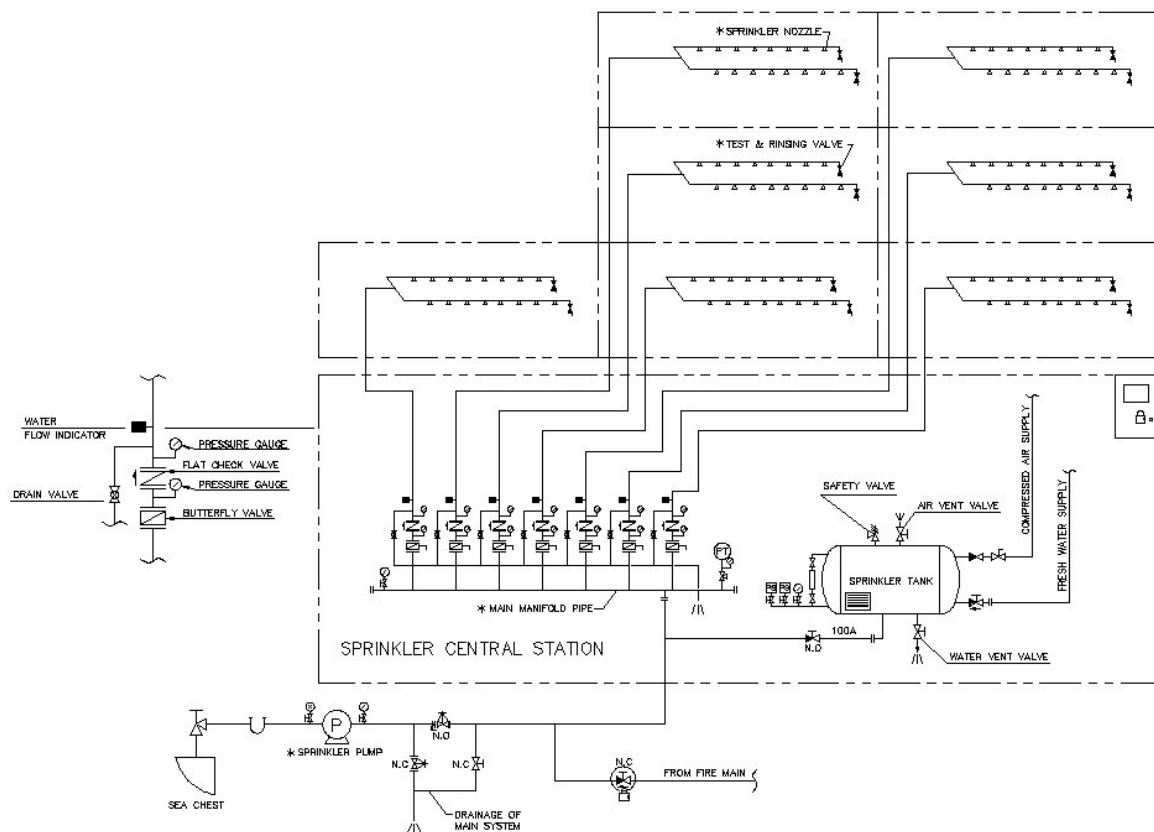


그림 9-1 Automatic Sprinkler System

3. 주요요건

3.1 거주구역에 설치되는 자동스프링클러장치는 습관식(wet pipe system)의 것이어야 하며, 결빙 등의 특별한 경우와 보호대상을 고려하여 건관식(dry pipe system), 준비작동식

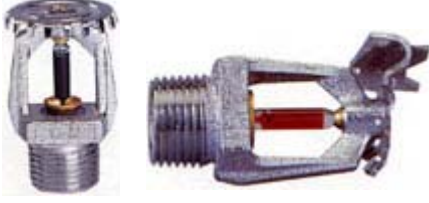
(pre-action system) 또는 일제살수식(deluge system)을 사용할 수 있다. 습관식, 건관식, 준비작동식 및 일제살수식에 대한 자세한 설명은 이 장의 뒷부분을 참고하기 바란다.

- 3.2** 자동스프링클러장치는 단위 면적(m^2) 당 $5\ell/min$ 의 살수율을 유지할 수 있도록 스프링클러 헤드(sprinkler head)를 배치하고 적절한 용량의 펌프를 구비하여야 한다. 자동스프링클러 장치의 펌프는 전용의 독립동력 펌프이어야 하며, 단위 면적(m^2) 당 $5\ell/min$ 의 살수율을 최소 $280m^2$ 의 면적에서 유지하는데 충분한 용량이어야 한다. 따라서 펌프의 용량은 수리 계산(hydraulic calculation)을 통해 결정되어야 한다. 또한, 소화주관으로부터 해수를 공급받을 수 있어야 하며, 소화주관과 연결되는 부분에는 잠금쇠볼이 체크밸브(lockable check valve)가 설치되어야 한다.(그림 9-1 참조)
- 3.3** 그림 9-1에 표시되어 있는 것처럼 습관식 자동스프링클러장치에는 청수 압력탱크가 설치된다. 이 청수 압력탱크는 3.2에서 정한 펌프가 1분 동안 공급하는 유량의 2배에 해당하는 용적을 가지는 것이어야 한다.
- 3.4** 탱크 내에 청수를 50%채우고 제어공기계통(control air line)으로부터 압축공기를 공급하여 탱크내의 청수를 가압하게 된다. 습관식의 경우에는 분배밸브는 항상 열려 있으므로, 펌프의 출구측부터 스프링클러헤드까지가 압축공기로 가압된 청수로 채워지게 된다. 이때 스프링클러헤드의 감열부가 작동하여 개방되면 즉시 청수가 방출되게 되고, 이때 압력탱크의 압력저하를 감지하여 펌프를 기동하게 된다.
- 3.5** 스프링클러헤드는 천정에 부착되어야 하며, 거주구역 및 업무구역에 설치되는 스프링클러헤드는 $68^{\circ}C \sim 79^{\circ}C$ 에서 작동하는 것이어야 한다. 다만, 건조실 등과 같이 그 내부의 온도가 높은 장소에 설치되는 것은 천정의 최고온도에 $30^{\circ}C$ 를 더한 온도 이내에서 작동하는 것으로 설치할 수 있다. 따라서 건조실, 조리실(galley), 사우나(sauna) 등과 같이 내부의 온도가 높은 장소에는 일반적으로 $140^{\circ}C$ 에서 작동하는 스프링클러헤드를 설치한다.
- 3.6** 그림 9-1에서 알 수 있듯이 자동스프링클러장치는 분배밸브를 이용하여 여러 계통으로 분리되어야 하며, 하나의 계통에 설치되는 스프링클러헤드는 200개를 초과해서는 안된다. 또한 분배밸브가 있는 장소는 자동스프링클러장치로 보호되는 구역 외부의 쉽게 접근할 수 있는 장소에 설치되어야 하며, 관계자 외의 사람이 조작할 수 없도록 조치가 강구되어야 한다. 따라서 일반적으로 그림 9-1처럼, 분배밸브가 있는 장소의 출입구에 자물쇠를 설치한다.

4. 스프링클러헤드의 종류

- 4.1** 스프링클러헤드는 일반적으로 헤드(head), 펜던트(pendent) 등의 이름으로 불리는데, 모두 스프링클러헤드를 의미하는 것이다. 물론 스프링클러헤드 전문 제조자에서는 각 형태별로 다양한 명칭을 사용하지만 여기서는 다루지 않는다. 표 9-1은 스프링클러헤드의 종류를 나타낸 것이다.

표 9-1 Kind of Sprinkler

Automatic Sprinkler Head	Glass Bulb Type	
	Fusible Element Type	
Open Type Sprinkler Head		

4.2 표 9-1에서 알 수 있듯이 스프링클러헤드는 자동스프링클러헤드(automatic sprinkler head)와 개방형스프링클러헤드(open type sprinkler head)로 구분할 수 있고, 자동스프링클러헤드는 유리벌브형(glass bulb type)과 가용성엘레먼트형(fusible element type)으로 구분된다.

4.3 유리벌브형은 온도가 상승함에 따라 유리벌브 내에 있는 유체의 체적이 팽창하여 유리벌브를 깨뜨리면 막혀있던 유로가 개방되며 소화수가 방출되는 형식이다. 유리벌브 유체의 색깔은 작동온도에 따라 달라진다. 이는 작동온도를 쉽게 구분하기 위한 것이며 ISO에서 정하고 있는 색깔을 주로 사용한다.

4.4 가용성엘레먼트형은 정해진 온도에서 녹거나 기계적인 강도를 잃게되는 물질을 사용하여 정해진 온도가 되면 막혀있던 유로가 개방되어 소화수가 방출되는 형식이다.

4.5 개방형스프링클러헤드는 항상 유로가 개방되어 있는 형식이다.

5. 자동스프링클러장치의 종류

5.1 습관식(wet pipe system)

5.1.1 습관식 자동스프링클러장치는 일반적으로 가장 많이 사용하는 것으로 그림 9-2에 나타난 것과 같이 가압된 물이 배관 내를 채우고 있다. 설치된 자동스프링클러헤드 중 하나가 개방되면 가압되어 있던 물이 방출되며 자동적으로 제어밸브(control valve)와 펌프가 작동되는 시스템이다.

- 5.1.2** 습관식은 구조가 간단하고 작동 반응시간이 짧다는 장점이 있지만, 동결의 위험이 있는 장소에는 부적절하다는 단점이 있다.

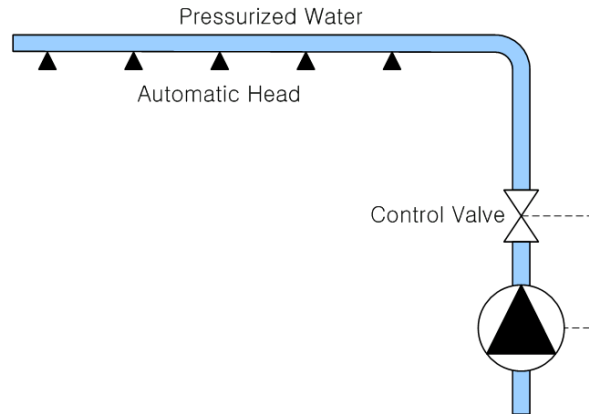


그림 9-2 Wet Pipe System

5.2 건관식(dry pipe system)

- 5.2.1** 그림 9-3에서 알 수 있듯이 건관식은 가압된 공기 또는 가스가 배관 내에 충전되어 있다. 설치된 자동스프링클러헤드 중 하나가 개방되면 배관 내의 공기 또는 가스의 압력이 떨어지게 되고 제어밸브가 이를 감지하여 개방되면서 펌프를 작동시키는 형식이다.
- 5.2.2** 동결의 우려가 있는 장소 등에 설치하며 화재시 작동 반응시간이 습관식에 비해 길어지는 단점과 습관식에 비해 설비가 고가라는 단점이 있다.

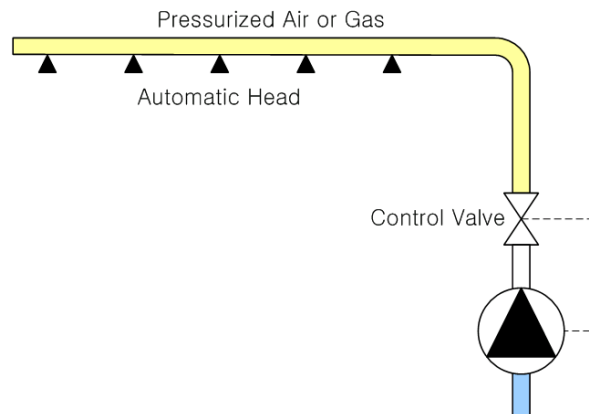


그림 9-3 Dry Pipe System

5.3 준비작동식(pre-action system)

- 5.3.1** 준비작동식은 화재탐지기(fire detector)를 이용하는 장치이다. 그림 9-4에서 보여지듯이 화재탐지기에서 화재를 감지하면 제어밸브를 개방하고 펌프가 기동된다. 펌프에서 송출된 물은 자동스프링클러헤드까지의 배관에 충만되고, 설치된 자동스프링클러헤드가 개방되면 소화수를 방출하는 형식이다.

5.3.2 동결의 우려가 있는 장소에 주로 설치한다. 별도의 화재감지기를 설치하여야 하기 때문에 가격이 비싸다는 단점이 있다.

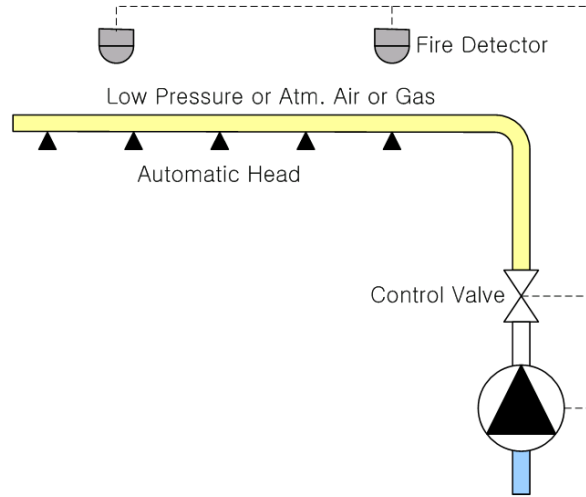


그림 9-4 Pre-Action System

5.4 일제살수식(deluge system)

5.4.1 일제살수식 또한 화재탐지기를 사용하는 장치이다. 그림 9-5에서 알 수 있듯이 화재탐지기에서 화재를 감지하면 제어밸브를 개방하고 펌프를 기동시켜 소화수를 방출하는 형식이다.

5.4.2 천정이 매우 높은 장소에는 화재로 인한 열이 제대로 전달되지 않아 화재를 유효하게 진압하지 못할 가능성이 있으므로 화재탐지기를 이용한 일제살수식을 사용한다.

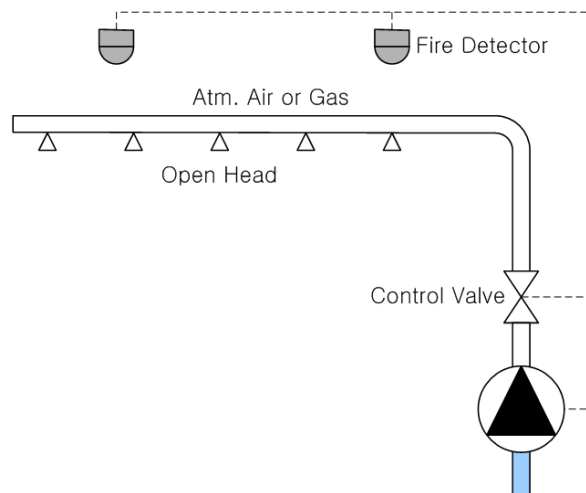


그림 9-5 Deluge System

6. 설계 예

6.1 자동스프링클러장치는 280m²의 면적에 단위면적(m²)당 살수율이 5ℓ/min 이상이 되도록 노즐을 배치하고 펌프의 용량을 선정하여야 한다. 이러한 설계작업은 수리계산(hydraulic

calculation)을 통해서 이뤄져야 한다. 수리계산에 대해서는 “제8장 Water Spray System”을 참고하기 바란다.

- 6.2** 자동스프링클러장치의 수리계산이 가압수분무소화장치와 다른 점은 설계면적(design area)을 어떻게 설정하느냐 하는 것이다.

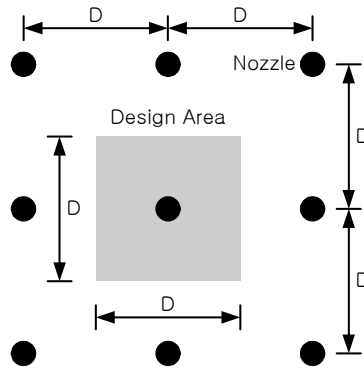


그림 9-6 Design Area of Sprinkler Head

- 6.3** 자동스프링클러장치에서도 가압수분무소화장치와 동일하게 그림 9-6의 정렬격자의 개념을 사용한다. 하지만, 차량구역 등에 설치되는 가압수분무소화장치는 그림 9-6과 같이 정렬격자가 가능하지만, 식당(restaurant), 홀(hall) 등과 같이 일부분의 넓은 구역을 제외하고는 각 객실별로 스프링클러헤드가 설치되므로, 그림 9-6과 같은 정렬격자의 개념을 직접적으로 사용할 수가 없다. 따라서 자동스프링클러장치에서는 그림 9-6과 같은 정렬격자를 가상하여 설계면적을 정한다.

- 6.4** 스프링클러헤드에서의 압력을 일정한 값으로 가정하면 노즐의 설치높이와 정렬격자의 간격을 계산할 수 있다. 예를 들어 K값이 80인 스프링클러헤드에서 압력은 1bar이고, 설치높이 3m에서 유효분사지름(d)이 6m인 스프링클러헤드가 있다고 가정하자. 정렬격자에서의 간격(D)은 아래와 같이 계산할 수 있다.

$$Q_R = 80 \ell / \min = 5 \ell / \min / m^2 \times A \rightarrow A = 16 m^2 \rightarrow D = 4 m$$

- 6.5** 그림 9-7에서 보여지는 것처럼 계산된 정렬격자 간격(D)이 유효분사지름(d)보다 작은 값이면 이 설계는 최소살수율($5 \ell / \min / m^2$)을 만족할 수 있도록 설계된 것이다. 따라서 예를 든 계산에서는 유효분사지름이 6m로서 살수율로 정렬격자 간격인 4m보다 크다. 따라서 이 설계는 최소살수율을 만족하는 설계이다.

- 6.6** 이러한 과정을 통해 스프링클러헤드의 설계면적, 설치높이 및 스프링클러헤드에서의 압력이 정해지면, 수리계산을 통해 펌프의 용량을 결정할 수 있다. FSS Code Ch.8 2.3.3.2의 요건에 따라 자동스프링클러장치에 사용되는 펌프는 $280 m^2$ 의 면적에 대해 최소살수율($5 \ell / \min$)을 유지할 수 있는 용량이어야 한다.

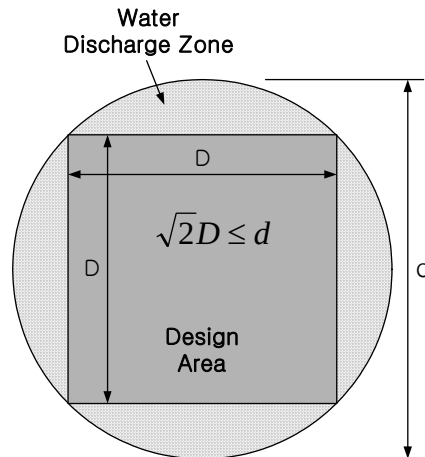


그림 9-7 Correlation of Water Discharge Zone between Design Area of Sprinkler

- 6.7** 따라서 수리계산에서는 280m^2 의 면적에 동시에 물을 방수할 때를 가정하여 계산을 실시한다. 이때 동시에 작동하는 스프링클러헤드의 수는 280m^2 을 설계면적으로 나누어서 나온 값을 올림 처리한 정수로 한다. 예를 들어 스프링클러헤드의 설계면적이 25m^2 라면 280m^2 에 동시에 물을 방출하기 위해서는 11.2개의 스프링클러헤드가 개방되어야 한다. 따라서 수리계산에서는 12개의 스프링클러헤드가 개방된 것으로 가정하고 계산을 수행한다.
- 6.8** 또한 수리계산은 펌프로부터 가장 먼 곳에 위치한 스프링클러헤드(remote sprinkler head)로부터 차례대로 계산되어야 할 스프링클러헤드 수만큼의 스프링클러헤드가 개방된 것으로 가정하고 계산을 한다. 일반적으로 선박에서 펌프로부터 가장 먼 곳에 위치한 스프링클러헤드는 선교에 설치된 것이다.
- 6.9** 자동스프링클러장치의 수리계산에서는 펌프가 작동했을 때, 펌프에서 가장 멀리 떨어진 스프링클러헤드에서의 압력이 설계면적을 정할 때 사용한 압력 이상이 되는지 여부를 판정기준으로 한다.
- 6.10** 마지막으로 청수 압력탱크는 수리계산에서 얻어진 펌프의 유량을 기준으로 그 용적을 결정한다. 예를 들어 수리계산에서 확인된 스프링클러펌프의 유량과 압력이 $108\text{m}^3/\text{h} \times 70\text{m}$ 라면 청수압력탱크의 용적은 3600l 이상이어야 하며, 탱크 용적의 50%에 해당하는 청수를 저장하고 있어야 한다.

제 10 장 Water Mist System

1. 일반사항

- 1.1** 미분무수소화장치(water mist system)는 할론 소화장치의 대체소화장치로 제안되어 사용되는 소화장치이다. 미분무수 소화장치는 1950년대에 최초로 제안되었으나 기술적인 어려움 등으로 인해 상용화 되지 못하였다. 하지만 할론 소화장치의 사용이 금지된 이후에 1990년대 초반부터 활발한 연구·개발이 이루어져 1990년대 중반부터 할론 소화장치의 대체소화장치로서 폭넓게 사용되고 있다.
- 1.2** 미분무수소화장치는 선박 기관실의 고정식국부소화장치(fixed water based local application system)로 사용되며, 기관실 및 펌프실의 전역방출설비(total flooding system), 선박 거주구역 자동스프링클러장치의 대체소화장치 및 특수분류구역*(special category spaces)의 대체소화장치로 사용될 수 있다. 아래의 표는 미분무수소화장치를 사용할 수 있는 각종 소화장치의 승인요건을 나타낸 것이다.

표 10-1 Applied Requirements for each Water Mist System

	Head	System (fire test)	Kind*
fixed water based local application system (고정식국부소화장치)	MSC/Circ.668 App.A	MSC/Circ.913	M
total flooding system for engine rooms and pump rooms	MSC/Circ.668 App.A	MSC/Circ.668 App.B	○
alternative means of automatic sprinkler system for accomm. spaces	Res.A.800(19) App.A	Res.A.800(19) App.B	○
alternative means of water spray system for special category spaces	MSC/Circ.668 App.A	MSC/Circ.914	○

* M: Required as Mandatory, O: Required as Optional

- 1.3** 여기서 소개하는 내용은 미분무수소화장치의 소화장치로서의 특징에 대해 설명하고, 우리 선급이 고정식국부소화장치와 관련해 발행한 Technical Information 2003003/IMO(2003년 1월) “Fixed Water-Based Local Application Fire-Fighting System”의 내용을 위주로 그동안 개정되었거나 새롭게 해석된 사항에 대해 소개한다.
- 1.4** 고정식국부소화장치를 제외한 다른 용도로 사용되는 미분무수소화장치에 대하여는 IMO FP소위원회에서 논의를 진행 중이고 국내에서 개발된 사례도 없을 뿐만 아니라 선박에 실제로 적용하는 사례도 희박하기 때문에 이 Technical Information에서는 자세한 설명을

* 특수분류구역(special category spaces): 격벽갑판 상의 상방 또는 하방의 폐워된 장소로서 자동차를 운전해서 출입할 수 있으며 여객이 출입할 수 있는 구역을 말한다.(SOLAS Reg.II-2/3.46)

생각한다.

2. 고정식국부소화장치(fixed water based local application fire-fighting system)

2.1 일반사항

2.1.1 고정식국부소화장치는 A류 기관구역의 국부적인 화재를 초기에 진압하기 위하여 채택된 소화장치이다. 기존에 선박의 기관실에는 휴대식 또는 이동식 소화기와 전역방출 고정식소화장치의 설치가 요구되었다. 소화기는 이용이 쉽고 소화작업 후의 손상이 적은 장점이 있지만 소화능력이 떨어진다는 단점이 있고, 고정식소화장치는 소화능력은 뛰어나지만 사용이 불편하고 소화작업 후의 손상이 크다는 단점을 가지고 있다.

2.1.2 이러한 이유로 전역방출 고정식소화장치를 사용하기 이전에 기관실 내의 화재 발생 빈도가 높은 장소에 국부적으로 발생한 화재를 진압할 수 있는 국부방출(local application) 고정식소화장치의 필요성이 대두되었으며, 이에 따라 IMO FP소위원회의 제43차 회의에서 고정식국부소화장치에 대한 요건을 추가하여 SOLAS Ch.II-2를 개정하고, 이에 따른 시험절차 및 요건을 수록하고 있는 MSC/Circ.913을 확정하였다.

2.1.3 고정식국부소화장치로 사용될 수 있는 소화장치는 여러 가지가 있을 수 있지만, MSC/Circ.913의 각종 요건을 고려해 볼 때 현재까지 개발되어 있는 소화장치 중에서는 미분무소화장치가 적합하다.

3. 미분무소화장치의 소화원리

3.1 미분무소화장치의 소화원리는 아래와 같다.

- .1** 미분무수(water mist)가 증발하면서 주위의 열을 흡수하는 증발잠열로 인한 냉각효과
- .2** 미분무수의 증발에 의한 수증기의 생성과 체적의 팽창으로 인한 가연성 물질 주위의 산소 농도가 낮아지는 효과
- .3** 화염주위의 미분무수들에 의하여 화염으로부터 주위 가연성 물질로 방출되는 복사열 차폐효과

3.2 위의 세 가지 소화원리에서 알 수 있듯이 미분무소화장치의 소화성능은 미분무수의 증발 속도에 의존한다는 것을 알 수 있다. 미분무수는 미분무수의 표면적을 통해 열을 흡수하여 증발하게 되는데, 동일한 물을 사용하여 동일한 열전달계수를 가지는 경우에는 전열면적으로 간주되는 표면적이 넓을수록 증발속도가 빨라지게 된다. 그러므로 더 작은 지름의 미분무수를 사용할수록 미분무소화장치의 소화성능이 향상된다고 할 수 있다. 예를 들어, 반지름이 r 인 구의 체적과 표면적은 각각 아래의 식과 같다. 아래의 식을 이용하여 동일한 체적 V 의 물로 N 개의 미분무수를 만든다고 할 때, 미분무수들의 표면적의 합은 그림 10-1에서 알 수 있듯이 미분무수 숫자(N)의 증가에 따라 증가한다. 이는 더 작은 직경을 가지는 미분무수를 만들게 되면 더 많은 표면적 즉, 전열면적을 가지게 되어 더 좋은 소화성능을 가지게 된다는 것을 의미한다.

구의 체적 : $\frac{4}{3}\pi r^3$, 구의 표면적 : $4\pi r^2$

- 3.3** 다만, 미분무수의 크기가 미분무수소화장치의 소화능을 판별하는 중요한 인자일 수는 있지만, 동일한 직경을 가지는 미분무수라 하더라도, 미분무수간의 평균자유거리(mean free path), 미분무수의 관성력, 미분무수와 미분무수 사이에서의 공기 유동 등에 따라서 소화 성능이 달라질 수 있으므로 이를 유의하여야 한다.

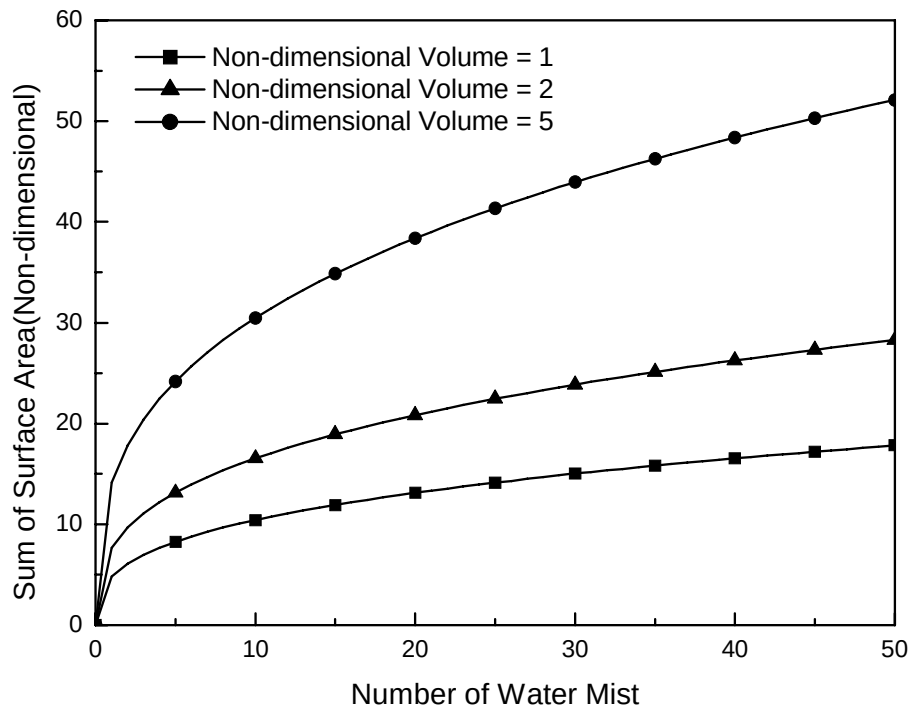


그림 10-1 Relation of number of water mist versus total surface area

4. 고정식국부소화장치의 적용(SOLAS Reg.II-2/10.5.6)

- 4.1** 고정식국부소화장치는 표 10-2의 세 가지 조건에 모두 해당되는 선박에 적용되며, 이러한 선박의 화재 발생빈도가 높은 기기에 대해 설치하여야 한다. 예를 들어 G/T 2000톤 이상인 화물선의 기관실이 500m³미만의 용적을 가진다면 고정식국부소화장치를 설치할 필요가 없다는 것이다.
- 4.2** 실제로 건조되는 대부분의 선박 기관실의 크기를 고려해 보면, 2002년 7월 1일 이후에 용골이 거치(keel laying)되는 화물선은 모두 고정식국부소화장치를 설치하여야 하고, 여객선의 경우에는 G/T 500 ~ 1000인 여객선의 경우에는 기관실의 용적에 따라 적용여부가 가려질 수 있다.
- 4.3** 참고로 LNG선, VLCC 등과 같이 대형선박의 경우에는 비상발전기실이 A류 기관구역인 경우 많은데, 만약 비상발전기실의 용적이 500m³ 이상이라면 비상발전기용 내연기관에도 고정식국부소화장치를 설치하여야 한다.

표 10-2. Application of Local Application System

		여객선		화물선
조건1	Keel Laying	2002. 7. 1. 이후	2002. 7. 1. 이전*	2002. 7. 1. 이후
조건2	G/T	500이상	2,000이상	
조건3	Space	500m3 이상인 Category A Machinery Space		

* 2002. 7. 1. 이전에 Keel Laying 된 여객선은 2005. 10. 1. 까지 고정식국부소화장치를 설치하여야 함.(2000 SOLAS Reg.II-2/1.2.2.4)

4.4 기관실에서 고정식국부소화장치를 설치하여야 하는 기기는 아래와 같다.

- .1 주추진 및 동력발생용으로 사용되는 내연기관에서 화재의 위험이 있는 부분
- .2 보일러, 소각기, 열매체유 설비 및 불활성가스 발생장치(I.G.G)의 버너부위
- .3 가열되는 연료유용 청정기
- .4 기타 동등한 화재의 위험이 있다고 선급이 인정하는 기기 또는 부위

5. 시스템의 구성

5.1 그림 10-2는 기관실에 설치되는 고정식국부소화장치를 나타낸 것이다. 그림 10-2에서 알 수 있듯이 고정식국부소화장치로 보호되는 각 화재위험개소(fire hazards)마다 분배밸브를 통해 구분되어 있다. 고정식국부소화장치는 정기적으로 인원이 배치되지 않는 기관실(periodically unattended machinery spaces)에 대해서는 자동기동 및 수동기동, 계속하여 당직자가 배치되는 기관실(continuously manned machinery spaces)에 대해서는 수동기동이 요구된다.

5.2 앞에서 설명한 여러 가지 소화장치와는 달리 기관실 내의 기기를 보호하고 있는 소화장치 이면서도 소화장치를 구성하는 구성품들이 기관실 내에 위치한다. 이는 고정식국부소화장치가 CO₂ 소화장치, 고팽창 포말소화장치 등과 같은 주고정식소화장치(primary fixed fire extinguishing system)의 보조소화장치로서 설치되는 개념이기 때문이다.

5.3 또한, 고정식국부소화장치는 소화제로 청수를 사용하기 때문에 선박 내에 언제든지 사용할 수 있는 청수를 보관하고 있어야 한다.

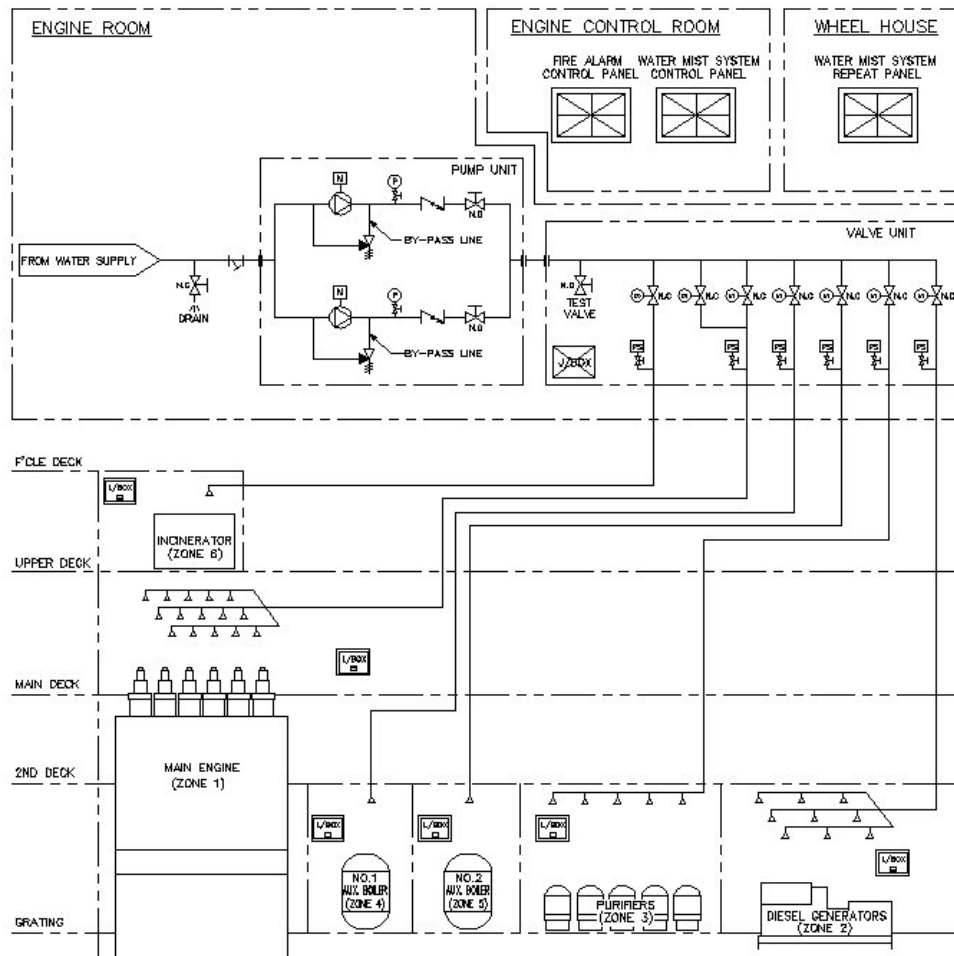


그림 10-2 Water Mist Fire Extinguishing System

6. 고정식국부소화장치의 형식승인 시험

6.1 미분무수노즐의 배치

6.1.1 미분무수소화장치는 앞에서 설명한 바와 같이 여러 가지 요소가 복합적으로 작용하여 소화를 하게 되고, 제조자마다 그 성능에 많은 차이를 가지므로, 소화성능은 화재시험(fire test)을 통하여 검증되어야 한다. 고정식국부소화장치로 사용되는 미분무수소화장치의 화재시험 절차(fire test procedure)는 MSC/Circ.913에서 정하고 있다.

6.1.2 그림 10-3은 MSC/Circ.913에 제시하고 있는 고정식국부소화장치에 대한 승인조건의 개념을 나타낸 것이다. MSC/Circ.913에서는 연료유 분사 노즐(fuel oil spray nozzle)을 이용하여 표 10-3의 조건으로 1MW와 6MW의 화재를 만들고 이 화재들을 5분 안에 소화할 수 있는지 여부를 시험한다.

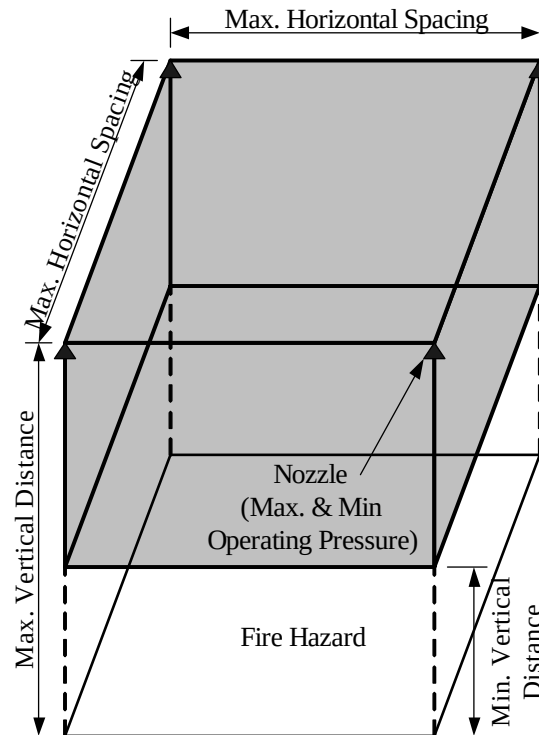


그림 10-3 Concept of design criteria for local application system for ship's machinery spaces

6.1.3 이러한 시험을 통해 시험된 고정식국부소화장치의 성능인자인 미분무수노즐간의 최대수평 간격(maximum horizontal spacing), 미분무수노즐과 화재와의 최대 및 최소 수직이격거리(maximum and minimum vertical distance) 및 미분무수노즐의 최대 및 최소 작동압력(maximum and minimum operating pressure) 등을 결정한다. MSC/Circ.913에 따른 시험에서 결정되는 성능인자가 형식승인의 대상이다.

표 10-3 Fire Scenario Parameter

Spray Nozzle	Wide Spray Nozzle(120°to 125°) full cone type	Wide Spray Nozzle(80°) full cone type
Nominal Pressure	8 bar	8.5 bar
Oil Flow	0.16 ± 0.01 kg/s	0.03 ± 0.005 kg/s
Oil Temperature	20 ± 5℃	20 ± 5℃
Nominal Heat Release Rate	6MW	1MW

6.1.4 결론적으로, MSC/Circ.913에서는 화재시험을 통해 성능인자를 결정하고 이 성능인자를 최대한으로 하는 공간상의 직육면체(그림 10-3에서 회색으로 채워진 부분) 내에 Water Mist Nozzle을 배치하고 충분한 압력을 가질 수 있도록 배관장치를 구성하면 화재를 진압할 수

있다고 가정하는 것이다.

6.2 화재시험절차

6.2.1 MSC/Circ.913에서 정하고 있는 고정식국부소화장치의 화재시험방안 중에 중요한 사항은 아래와 같다.

6.2.2 화재 시나리오

- .1 연료유 분사노즐로 LDO(light diesel oil)을 분사시켜 1MW와 6MW의 화재를 발생시켜 사용한다. 이를 위해 MSC/Circ.913에서는 1MW와 6MW 화재 시나리오 별로 연료유 분사 노즐의 분사각도, 유량 및 압력을 정하고 있다. 그리고 연료유 분사 노즐은 바닥으로 1m 이상, 벽으로부터 4m 이상 떨어지게 배치하여야 한다.

6.2.3 산소농도

- .1 화재시험시에는 연료유 분사 노즐의 100mm 직하방에 산소농도계를 설치하여 화재가 점화되고 고정식국부소화장치가 기동되기 이전까지의 시간(최대 15초)에 산소농도를 계측하여야 하며, 이때 산소농도는 20%이상이어야 한다. 이는 화재시험이 실시되는 시험동 내에서 미리 산소를 제거하여 화재진압에 유리한 조건을 만들도록 하는 것을 방지하기 위해서다.
- .2 하지만 2004년 1월에 개최된 제48차 FP소위원회에서는 실제 선박에서 고정식국부소화장치가 작동된 상태에서도 기관실 내로 공기가 지속적으로 공급되는 경우가 있을 수 있으므로, 산소농도를 화재시험 기간 전체에 대해 측정하도록 하였고, 산소농도 측정위치도 기존의 위치에 추가하여 연료유 분사 노즐의 후방 500mm에서도 산소농도를 측정하도록 논의하였다. 이러한 사항은 향후 개최되는 FP소위원회에서 최종적으로 결정될 예정이며, 그 이후에 개최되는 MSC에서 채택되면 시행되게 된다.

6.2.4 미분무수노즐과 연료유 분사 노즐의 배치

- .1 그림 10-4, 그림 10-5 및 그림 10-6은 화재시험시에 미분무수노즐과 연료유 분사 노즐의 배치방법을 나타낸 것이다. 그림에 나타낸 세 가지 배치 중 하나의 방법으로 화재시험을 실시하여야 하며, 연료유 분사 노즐은 3개 모두에 화재를 발생시킨 상태에서 화재시험을 하는 것이 아니라 세 개의 노즐 위치에 대하여 각각 화재시험을 실시한다는 것에 주의하여야 한다.
- .2 그리고 그림 10-4의 배치로 시험된 미분무수소화장치와 그림 10-5 및 그림 10-6의 배치로 시험된 미분무수소화장치의 유효 소화 면적 즉, 보호장소(protected area)가 달라지는데, 그림 10-4의 배치로 시험된 미분무수소화장치는 보호하여야 할 면적 보다 모든 방향으로 0.25D만큼 더 확장된 면적까지 미분무수노즐을 배치하여야 한다.

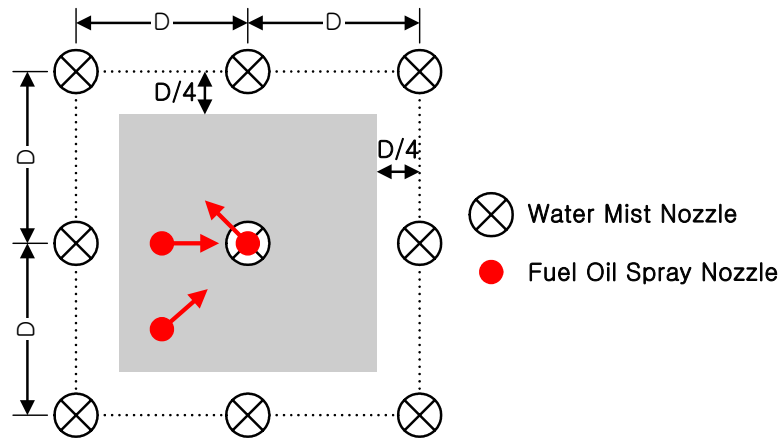


그림 10-4

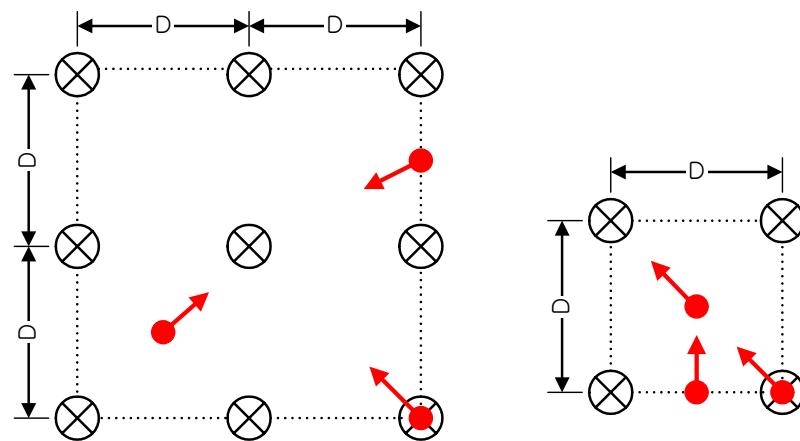


그림 10-5

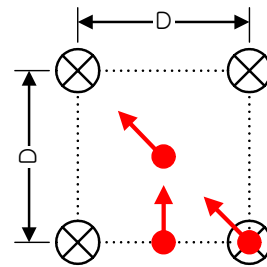


그림 10-6

6.2.5 시험의 종류

화재시험시에는 미분무수노즐간의 최대수평간격(1종류), 미분무수노즐과 화재와의 최대 및 최소 수직이격거리(2종류) 및 최대 및 최소 작동압력(2종류)를 1MW와 6MW의 화재 시나리오(2종류)와 연료유 분사 노즐의 위치(3종류)에 대해 시험하여야 하므로 하나의 미분무수소화장치에 대해 모두 24종류($=1 \times 2 \times 2 \times 3$)의 시험을 하여야 한다.

7. 소화장치 구성품의 특징

7.1 미분무수노즐(water mist nozzle)

7.1.1 고정식국부소화장치에 사용되는 구성품 중 가장 중요한 것은 미분무수노즐이다. MSC/Circ.913에서는 미분무수노즐에 대해 MSC/Circ.668 Appendix A에서 정하고 있는 시험을 실시하도록 요구하고 있다.

7.1.2 고정식국부소화장치에 사용되는 미분무수노즐은 개방형 노즐(open type nozzle)이고, MSC/Circ.668 Appendix A에서 정하고 있는 시험들은 폐쇄형 노즐(자동형 노즐,

Automatic Nozzle)에 대한 사항이 많아 개방형 노즐에 적용하기에 부적절한 것이 많으며, 미분무수 크기 측정(water droplet size measurement)와 같이 소화성능의 검증에 대한 판정기준이 마련되어 있지 않아 그저 참고자료로만 이용이 가능하지만, 시험이 매우 어려운 항목들도 있다.

7.1.3 따라서 제48차 FP소위원회에서는 MSC/Circ.668 Appendix A의 시험 중에서 개방형 노즐에 적용하여야 할 시험을 결정하였으며 표 10-4와 같다.

표 10-4 Requirements for Open Type Water Mist Nozzle

MSC/Circ. 668 App. A paragraph no.	Modifications
3.1 Dimensions	
3.4.1 Flow constant	
3.11.1 Stress corrosion	
3.11.2 Sulphur dioxide corrosion	Open nozzles should be subject to post test visual examination. The requirements of 3.14.2 are not applicable
3.11.3 Salt spray corrosion	The NaCl concentration used for the test should be 20%. Following exposure, open nozzles should meet the flow constant requirements of 3.4.1. The requirements of 3.14.2 are not applicable
3.12 Integrity of nozzle coating	Applicable only if the nozzles have wax or bitumen coatings
3.15 Resistance to heat	
3.16 Resistance to vibration	Open nozzles shall be subject to post test visual examination. The requirements of 3.5 and 3.8 are not applicable
3.17 Impact test	
3.22 Clogging test	

8. 주요요건

8.1 고정식국부소화장치는 개정된 SOLAS Reg.II-2/10.5.6 및 MSC/Circ.913의 요건에 적합하여야 한다. SOLAS Reg.II-2/10.5.6 및 MSC/Circ.913의 요건 중 중요한 사항을 정리하면 아래와 같다. 또한 여기에서는 제77차 MSC에서 채택한 MSC/Circ.1082에 대한 내용과 그동안 IACS등에서 논의되어 새롭게 정립된 해석사항들도 같이 설명한다.

8.2 보호구역(protected space)

- .1 보호구역은 고정식국부소화장치가 설치되어야 하는 기기들이 설치되는 구역을 의미하며, 용적이 $500m^3$ 이상인 A류 기관구역이다.
- .2 MSC/Circ.1082에서는 “protected space is a machinery space where a local application fire-fighting system is installed.”로 정의하고 있다.

8.3 보호장소(protected area)

- .1 보호장소는 고정식국부소화장치가 설치되어야 하는 기기들에 고정식국부소화장치를 설치할 때, 고정식국부소화장치가 보호하여야 하는 유효 소화면적을 말한다.
- .2 MSC/Circ.1082에서는 “protected area is an area (an installation or a part of installation) within a protected space which is required to be protected by the system.”로 정의하고 있다.

8.4 MSC/Circ.913 Annex 1.에서는, 고정식국부소화장치는 기관의 정지, 인원의 탈출, 동력통풍 팬의 정지 및 구역의 밀폐가 이뤄지지 않은 상태에서도 소화를 할 수 있어야 하며, 고정식국부소화장치의 여러 가지 기능을 고려해 볼 때 동력통풍 팬의 정지가 요구되는 경우에는 동력통풍 팬을 자동적으로 정지시킬 수 있는 수단이 제공되어야 한다고 정하고 있다. 하지만 제48차 FP소위원회에서는 동력통풍 팬을 정지시켰을 경우에는 감항성(manoeuvrability)에 영향을 줄 수 있다는 의견이 제시되었으며, 반대의견으로 고정식국부소화장치는 20분간의 작동을 요구하고 있고, SOLAS Reg.II-1/43.3.4에서는 블랙아웃(blackout)된 이후에 데드쉽(dead ship) 상태에서 30분 안에 추진력을 복원할 수 있도록 요구하고 있으므로 고정식국부소화장치가 작동하는 20분간 동력통풍 팬이 정지되는 것은 감항성에 전혀 지장을 주지 않는다는 주장도 제기되었다. 다양한 의견에 대해 논의를 통해 기관실 동력통풍 팬의 정지에 의한 영향은 매우 다양한 형태로 나타날 수 있고 선박마다 어떠한 양상으로 나타날지를 예상하기 어려우므로, 기관실 동력통풍 팬의 정지 여부는 선박을 책임지고 있는 선장이 결정할 사항으로 합의하고, MSC/Circ.913 Annex 3.4항을 삭제하기로 하였다.(FP 48/WP.4/Rev.1 참조)

8.5 MSC/Circ.913 Annex 3.2항에서는 고정식국부소화장치의 작동으로 인해 전기동력의 상실 또는 감항성의 저하가 발생해서는 안된다고 요구하고 있다. 이와 관련하여 MSC/Circ.1082에서는 이 요건이 전기동력의 상실 또는 감항성의 저하에 영향을 줄 수 있는 주기관의 정지, 연료유탱크 출구밸브의 폐쇄, 인원의 탈출 및 구역의 밀폐를 요구해서는 안된다는 의미이지, 전기설비의 성능에 대한 요건이 아니라고 밝히고 있다. 이는 기관실내에 설치되는 전기설비의 IP등급 등에 대한 잘못된 해석을 방지하기 위한 것이다. 또한 8.4항에서 설명했듯이 MSC/Circ.913 Annex 3.4항을 삭제하였으므로, 제48차 FP소위원회에서는 기존 3.4항의 내용과 MSC/Circ.1082의 내용을 반영하여 3.2항의 개정안을 작성하였으며 다음과 같다.

“3.2 The activation of the system should not require engine shutdown, closing fuel oil tank outlet valves, evacuation of personnel or sealing of the space,

which could lead to loss of electrical power or reduction of maneuverability. This is not intended to place requirements on the electrical equipment in the protected area when the system is discharging fresh water."

8.6 MSC/Circ.913에서는 수직하향(vertically downward)으로 노즐이 설치된 고정식국부소화장치에 대해서만 승인기준을 제시하고 있다. 하지만 거의 대부분의 선박에서 수직하향으로 노즐을 설치하기 매우 어려운 상황이 많이 발생한다. 이에 MSC/Circ.1082에서는 수직하향이 아닌 형태로 설치된 노즐에 대해서는 소화성능을 확인할 수 있는 시험을 실시하도록 요구하고 있다. 이에 따라 제48차 FP소위원회에서는 측면분사(side shooting)에 대한 시험절차를 MSC/Circ.913의 개정안에 추가하였다. 자세한 화재시험 절차에 대해서는 FP 48/WP.4/Rev.1을 참고하기 바란다.

8.7 MSC/Circ. 913 Annex 3.9항에서 요구하고 있는 전기설비의 IP등급(IP54)은 그동안 많은 논란을 야기시켜 왔다. 또한 MSC/Circ.1082에서는 3.9항에서 요구하고 있는 IP등급을 보호구역 내에 설치되는 전기설비에 대해서만 적용한다고 규정하고 있다. 3.9항은 고정식국부소화장치의 압력원(펌프 등)에 사용되는 전기설비의 IP등급에 정의한 것이며, MSC/Circ.1082에서는 고정식국부소화장치의 압력원이 보호구역의 외부(예를 들어 조타기실 등)에 설치되는 경우에는 3.9항을 적용하지 않는다는 것이다. 제48차 FP소위원회에서는 3.9항의 최소요구 IP등급을 "IP54"에서 "IPX4"로 개정하였다. 이는 IP등급의 두 번째 문자가 물에 대한 보호등급을 나타내는 것이기 때문에 개정된 것으로 첫 번째 문자인 "X"는 어떠한 등급을 사용하여도 무방하다는 의미이다.

8.8 수동조작장치(operation controls)는 보호구역의 내부와 외부에 각각 위치하여야 하며, 보호구역 내부에 위치하는 수동조작장치는 보호장소 외부에 위치하여야 하며 화재시에도 안전하게 접근할 수 있는 것이어야 한다. 이 요건에 대해서 기관제어실(engine control room)을 보호구역의 외부로 인정하여야 한다는 의견이 있지만, 이는 기관제어실을 완전히 격리하는 수단(예를 들어, A-60 방열(insulation) 및 독립된 탈출로 등)이 제공되지 않은 한 인정되지 않는다.

8.9 제48차 FP소위원회에서는 MSC/Circ.913 Annex 3.16항에서 요구하고 있는 고정식국부소화장치의 자동기동 요건에 대해 화재탐지기(fire detector) 관련 요건을 추가하기로 결정하였다. 추가된 요건은 자동기동이 요구되는 고정식국부소화장치는 화염탐지기(flame detector) 및 연기 탐지기(smoke detector)의 조합으로 제어되어야 하며, 처음 화재를 감지한 탐지기는 경보를 울리고 두 번째 탐지기가 작동하면 고정식국부소화장치가 작동되도록 요구하고 있다. 제48차 FP소위원회에서 추가된 요건의 원문은 아래와 같으며 자세한 사항은 FP 48/WP.4/Rev.1을 참고하기 바란다.

"The system release should be controlled by a combination of flame and smoke detectors. The detection system should provide an alarm upon activation of any single detector and discharge if two or more detectors activate. The detection system zones should correspond to the extinguishing system zones."

8.10 SOLAS Reg.II-2/10.5.6.4에서는 어느 국부소화장치의 작동은 보호되는 구역 및 계속적으

로 당직자가 배치되는 장소에 가시 및 구분되는 가청경보를 발하도록 요구하고 있다. 이 요건에서 “계속적으로 당직자가 배치되는 장소”와 “구분되는 가청경보(distinct audible alarm)”에 대한 해석이 필요하다.

8.10.1 이와 관련하여 IACS UI(unified interpretation) SC 176에서는 “grouped visual and audible alarms, as well as indication of the activated zone, should be provided in each protected space, in the engine control room and in the wheelhouse.”로 규정하고 있다. 그동안 우리 선급에서는 보호구역 외부에 설치되는 고정식국부소화장치의 작동을 알리는 경보장치를 선교(wheel house)에만 요구하였지만, IACS UI SC 176에서는 보호구역 내부, 선교 및 기관제어실에 경보장치를 설치하도록 요구하고 있다. 원칙적으로 기관제어실은 보호구역의 내부에 위치하기는 하지만 기관구역에 무인화설비를 갖추었는지 여부와 관계없이 항상 또는 많은 시간동안 당직자가 근무를 하며 기관실의 상황을 가장 잘 파악할 수 있는 장소라는 점을 고려하여 경보장치를 요구하는 것으로 판단된다.

8.10.2 구분되는 가청경보(distinct audible alarm)는 아래의 두 가지로 해석이 가능하다.

- .1** 고정식소화장치 중에 작동하는 계통마다 서로 다른 음량과 패턴으로 작동 여부를 구분할 수 있는 가청경보를 발하여야 한다. 예를 들어, 주기관과 발전기관에 설치된 고정식국부소화장치가 작동하였을 때, 주기관의 고정식국부소화장치와 발전기관의 고정식국부소화장치가 작동했을 때 서로 다른 음량 또는 패턴의 가청경보를 발하여야 한다는 것이다.
- .2** 고정식국부소화장치의 경보장치가 설치되는 장소에는 매우 많은 경보장치가 설치되므로, 고정식국부소화장치 이외의 장치 및 설비에 사용되는 경보와 구분되는 음량과 패턴으로 가청경보를 발하여 고정식국부소화장치의 작동을 구분할 수 있도록 하여야 한다.

8.10.3 현재 우리 선급에서는 두 번째 해석을 적용하고 있다. 고정식국부소화장치의 경보장치는 각 계통의 작동을 표시할 수 있는 가시경보가 설치되어 가청경보가 발하였을 때, 가시경보를 통해 작동된 고정식국부소화장치의 계통을 확인할 수 있기 때문이다. 또한 첫 번째 해석을 적용할 경우 너무 복잡하고 다양한 가청경보로 인해 오히려 혼선을 일으킬 가능성이 있기 때문이다.

9. 고정식국부소화장치의 설계

9.1 고정식국부소화장치는 MSC/Circ.913에 따라 실시한 형식승인 시험에서 확인된 성능인자인 미분무수노즐간의 최대수평간격, 미분무수노즐과 화재간의 최대 및 최소 수직이격거리 및 미분무수노즐에서의 최대 및 최소 작동압력에 적합하도록 미분무수노즐을 배치하고 배관 및 펌프를 설계하여야 한다.

9.2 미분무수노즐의 배치와 관련된 사항은 고정식국부소화장치가 설치되는 장소에서의 배치와 관련된 문제이기 때문에 그렇게 어려운 문제가 아니지만, 실제 설치된 미분무수노즐에서의 압력이 최대 및 최소 작동압력의 범위 안에 있는지는 수리계산(hydraulic calculation)을 통해 확인되어야 한다.

- 9.3** 고정식국부소화장치의 수리계산에 대해서는 대한민국이 제48차 FP소위원회에 제출한 FP 48/5/1, FP 48/5/2 및 FP48/5/5를 참고하면 자세한 사항을 알 수 있다.

제 11 장 Dry Powder System

1. 일반사항 및 소화원리

1.1 분말소화장치(dry powder system)는 액화가스 산적운반선(liquefied gas carrier)와 분말소화장치가 요구되는 특정한 화학품을 위험화학품 산적운반선의 화물구역에 요구되는 소화장치이다.

1.2 분말소화장치의 소화원리는 화재가 발생한 장소에 방출되는 분말소화제(dry chemical powder)의 급격한 흡열 반응에 의해 화재로부터 열을 흡수하고 비가연성 물질의 성질을 가지는 분말의 부피가 팽창하여 결과적으로 화재를 덮어 씌워 산소가 공급되는 것을 차단함으로써 화재를 진압하는 것이다.

2. 시스템의 구성

2.1 그림 11-1은 액화가스 산적운반선에 설치되는 분말소화장치의 한 예를 나타낸 것이다.

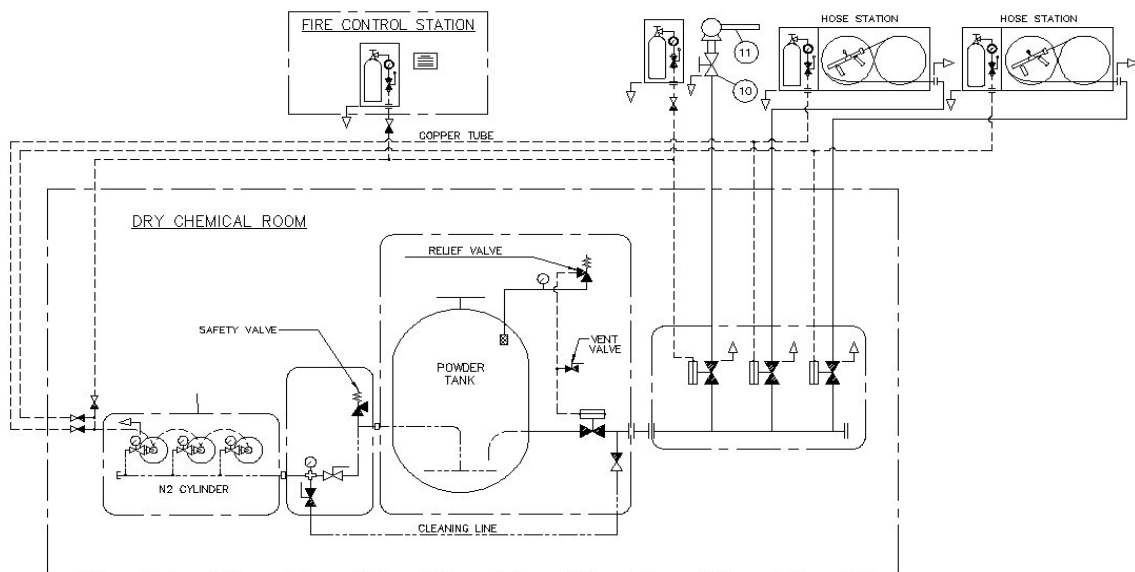


그림 11-1 Dry Powder Fire Extinguishing System

2.2 그림 11-1에서 알 수 있듯이 분말소화장치는 파일럿실린더(pilot cylinder)를 이용하여 N₂ 실린더를 개방하고 N₂ 실린더에서 N₂는 분말탱크(powder tank)로 유입되어 분말탱크 내에 있는 소화제를 밀어내어 화물구역에 설치되어 있는 모니터(monitor) 및 분말방출기(powder gun)으로 소화제를 공급한다.

3. 주요요건

3.1 분말소화장치는 IGC Code 11.4의 요건에 적합하여야 하며, 주요 요건은 아래와 같다.

- 3.2** 장치는 적어도 2개의 수동호스 또는 모니터와 수동호스의 조합에 의하여 화물구역 갑판 상의 화물용 관장치를 포함한 모든 노출구역에 소화제를 공급할 수 있는 것으로 2조의 독립된 자기 내장형으로 구성되어야 한다.
- 3.3** 분말소화장치의 용량은 연결된 모든 모니터와 수동 호스에 최소한 45초간의 방출에 충분한 것이어야 한다.
- 3.4** 분말소화장치의 작동에 사용되는 구동가스는 질소와 같은 불활성 가스이어야 한다.
- 3.5** 모니터는 $10kg/sec$ 이상, 수동 호스는 $3.5kg/sec$ 이상의 비율로 분말을 방출할 수 있는 것이어야 한다. 모니터 및 수동호스에서의 요구되는 분말의 양은 관에서의 손실계산을 통해 검증되어야 한다.

제 12 장 최근 국제 동향 및 관심부문

1. 최근 국제 동향 및 관심부문

1.1 할론 소화장치는 오존층 파괴와 관련된 환경파괴 물질로 규정되어 각 국가마다 그 시한은 조금씩 다르지만, 그 사용이 전면 중단되어 있거나 중단될 예정이다. 또한 가장 널리 사용되고 있는 CO₂ 소화장치 또한 인간의 생명에 영향을 위협을 주고 지구 온난화 물질이기 때문에 점차적으로 그 사용을 자제하는 분위기이며 멀지 않은 미래에 사용이 금지 될 것으로 예상된다. 따라서 할론 소화장치와 CO₂ 소화장치를 대체할 수 있는 소화장치에 대한 연구·개발이 활발하게 이뤄지고 있다.

1.2 현재 선박용 소화장치에 대한 연구·개발은 크게 미분무수소화장치(water mist fire extinguishing system), 에어로졸소화장치(aerosol fire extinguishing system) 및 고폭창 포말소화장치의 세 가지로 나뉜다.

2. 미분무수소화장치(water mist fire extinguishing system)

2.1 할론 소화장치의 대체소화장치로 제안되어 가장 널리 사용되는 소화장치이다. 미분무수 소화장치는 1950년대에 최초로 제안되었으나 기술적인 어려움 등으로 인해 상용화 되지 못하였다. 하지만 할론 소화장치의 사용이 금지된 이후에 1990년대 초반부터 활발한 연구·개발이 이루어져 1990년대 중반부터 할론 소화장치의 대체소화장치로서 폭넓게 사용되고 있다.

2.2 미분무수 소화장치는 선박에서 기관실 및 펌프실의 전역방출설비(total flooding system) 및 기관실의 국부방출설비(local application system)로 사용할 수 있다. IMO에서 이와 관련된 많은 요건 및 성능시험 요건이 제정되어 있다.

2.3 미분무수 소화장치에 대한 현재의 연구·개발 방향은 미분무수소화장치의 소화성능을 좀 더 확실하게 검증할 수 있는 성능 시험 방안의 개발, 전기설비에 대한 안전성 향상, 간단한 구조의 미분무수노즐 개발 등이 주를 이루고 있으며, IMO FP소위원회에서는 새로운 성능시험 방안의 개발을 주도하고 있다.

3. 에어로졸 소화장치(aerosol fire extinguishing system)

3.1 에어로졸 소화장치 또한 할론 소화장치의 대체 소화장치로 제안된 소화장치이다. 에어로졸 소화장치는 구조가 간단하고 설치가 용이한 장점이 있지만, IMO FP소위원회에서는 에어로졸의 독성 관련 사항에 대한 논의를 하고 있으며, 독성과 관련된 논의가 마무리 되고 검증이 끝나면 폭넓게 사용될 것으로 판단된다.

3.2 아직 국내에는 에어로졸을 개발한 제조자가 없는 실정이며, 미국, 영국, 이탈리아 등의 제조자가 생산과 공급을 주도하고 있다.

4. 고팽창 포말소화장치(high expansion foam system)

- 4.1** 제6장에서 설명한 바와 같이 고팽창 포말소화장치는 외부급기형과 내부급기형으로 구분되고 현재 SOLAS 및 FSS Code의 요건은 외부급기형을 근간으로 제정된 요건들이다.
- 4.2** 내부급기형에 적합한 규정과 화재시험절차를 개발하기 위한 논의가 IMO FP소위원회에서 이뤄지고 있으며, 이 작업은 2005년 초에 개최되는 제49차 FP 소위원회에서 결정될 예정이다.

5. 우리나라의 현황

- 5.1** 선박용 소화장치는 선박에 설치되는 여러 가지 기자재 중에서 중요한 것임에도 불구하고 제조자들의 영세성 등으로 인해 연구·개발이 활발하게 이뤄지고 있지 못하고 있다.
- 5.2** 최근에 미분무수소화장치, 고팽창 포말소화장치 등에 대한 일부 국내 제조자의 개발노력이 있었고 상당한 결과를 얻고 있지만, 아직은 유럽 및 일본 제조자의 기술력과는 약간의 차이를 보이고 있다.
- 5.3** 소화장치 관련 연구·개발은 이론적으로 해결할 수 있는 부분이 적기 때문에, 거의 대부분 실험에 의해 이뤄진다. 하지만 실험을 통한 연구·개발은 매우 많은 경제적 및 시간적 투자가 필요하다. 또한 세계 1위의 조선국가인 우리나라에서는 조선소, 선사 및 제조자 모두의 이익을 위해 선박에 설치되는 국산기자재를 늘려야 한다. 따라서 소화장치 관련 연구·개발에 대한 조선소, 선사, 제조자 및 우리 선급간의 전략적이고 조직적인 노력이 필요할 것으로 판단된다.