



TECHNICAL INFORMATION

Protection/Isolation of Oil Fuel System



No. : 2003005/IMO

February 2003

Korean Register of Shipping



머리말

이 Technical Information은 2000 SOLAS Ch.II-2/Reg.4.2.2.5.2(또한, “고압연료유관의 현존 선 소급적용“에 관한 Technical Information No.:2002/012/IMO(2002.5.15) 참조하여야 함)에서 요구하고 있는 고압연료유관의 구조 및 Reg.4.2.2.5.3에서 요구하고 있는 연료유관의 기름의 비산 또는 누설에 대한 적절한 보호방법과 Reg.4.2.2.5.5에서 요구하고 있는 기관실의 발전기 엔진의 연료유공급관 및 회송관의 격리수단 등에 대한 이론적 배경 및 관련 요건에 대한 우리선급의 구체적인 해석요건을 상세히 정리한 것입니다.

이 Technical Information에서 설명하는 내용은 우리 선급의 **Tentative Guideline**으로서, 기관실의 연료유관 장치에 대한 IMO의 추가 Requirements 또는 Unified Interpretation이 정해 질 경우에는 이를 개정할 예정입니다.

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

담당자: 박선준 검사원

Tel : 042-869-9453
Fax. : 042-862-6016
E-mail : sjopark@krs.co.kr

이경우 검사원

Tel : 042-869-9450
Fax. : 042-862-6016
E-mail : kwolee@krs.co.kr



1. 일반사항

2000 SOLAS의 개정으로 선박의 방화, 화재탐지 및 소화에 관련된 사항을 기술하는 SOLAS Ch.II-2가 전면 개정되었다. SOLAS Ch.II-2의 2000년 개정의 목적은 Ch.II-2의 요건을 자체를 개정하기 위한 것이 아니라, Ch.II-2에 대한 통일해석인 MSC/Circ.847의 내용을 반영하여 재 편집하고, 화재안전장치 코우드(FSS Code)를 별도의 책자로 분류하였다. 물론, 고정식국부소화장치, CO₂ Room 환기장치의 용량, 비상탈출용 호흡보호구(EEBDs), 화물펌프실 안전 및 기관실의 연료유관에 대한 요건의 일부가 추가로 도입되었다.

이 기술정보에서는 2000 SOLAS Ch.II-2의 개정으로 추가로 도입된 기관실 발전기 엔진의 연료공급과 및 회송관의 격리(Isolation of Fuel Supply and Spill Piping)와 아직까지 명확한 해석이 정립되지 않아 논란이 되고 있는 고압연료유관의 구조 및 가연성 기름 누설 방지장치(Protection of Oil Spray and Oil Leakage)에 대한 내용을 다룬다.

화재는 가연성 물질과 발화원 및 산소가 한 장소에 동시에 존재할 때 발생한다. 선박의 기관실에는 여러 종류의 가연성 물질이 존재할 수 있는데, 가장 대표적인 것은 연료유 및 윤활유 등의 가연성 기름이라고 할 수 있다. 또한, 화재의 3요소 중에서 발화원으로서 선박의 기관실에는 보일러, 소각기, 증기관, 배기 메니폴드, 배기관 등의 뜨거운 표면 및 전기장치가 있으며 기관실에서 가연성 물질과 발화원은 서로 멀리 떨어져야 하며 가까이 배치할 수밖에 없는 경우에는 기름이 비산 또는 누설되지 않도록 차폐할 수 있는 수단이 갖추어져야 한다. 이와 관련하여 2000 SOLAS에서는 방열이 요구되는 고온의 설비들이 직상 또는 바로 근처에 위치하여서는 아니 되도록 요건을 규정하고 있으며 연료유 계통의 손상으로 인하여 영향을 받을 수 있는 220℃가 넘는 온도를 가지는 표면을 방열하도록 요구하고 펌프, 여과기 또는 가열기로부터 가압상태의 누설 기름이 가열된 표면에 접촉하지 않도록 주의하도록 요구하고 있다.

1.1. 기관실의 화재

기관실에 화재가 발생하려면 산소, 발화원, 가연성 물질이 공존하여야 하며, 이 세 가지를 화재의 3요소라고 한다. Fig. 1과 Table 1.은 화재의 3요소를 기관구역에 대하여 표현한 것이다.

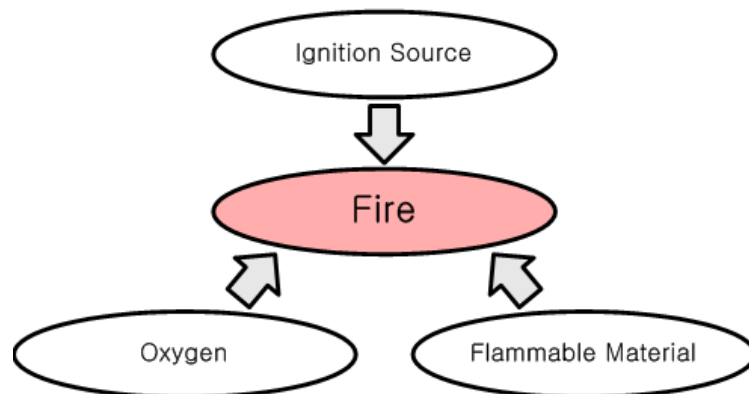


Fig. 1 화재의 3요소

Table 1. 기관구역의 화재의 요소

화재의 3요소	기관구역의 화재의 요소
Flammable Material	연료유(H.F.O & D.O) 및 윤활유 및 기타 등
Ignition Source	보일러, 소각기, 증기관, 배기 메니폴드, 배기관, 전기장치
Oxygen	기관구역의 대기 및 통풍장치

그리고 기관실에는 통상적으로 2~4대의 발전기 및 발전기 엔진이 설치되어 병렬 또는 단독으로 운전되고 이들 발전기 엔진들은 연료유탱크로부터 공통의 F.O/D.O Supply Line을 이용하여 연료유가 각 발전기 엔진에 공급된다. 운전되고 있는 발전기 엔진 중 하나에 화재가 발생했을 때, 화재가 발생한 발전기 엔진에 공급되는 연료유를 차단해야 하고 화재가 발생하지 않은 발전기 엔진은 계속 작동되어야 하며, 단독으로 운전되고 있는 경우에도 화재가 발생한 발전기 엔진에 상관없이 또 다른 발전기와 발전기 엔진을 기동할 수 있어야 하므로 발전기 엔진의 연료유공급관 및 회송관(Return Line)을 다른 발전기 엔진의 작동에 영향을 주지 않도록 상호 격리할 수 있는 수단이 있어야 한다.

상기의 상호 격리할 수 있는 수단은 다른 엔진의 화재로 인하여 접근할 수 없는 장소에 있어서는 아니 되므로, 이 문서에서는 격리 수단의 배치 및 적용에 대한 상세한 예를 제시하고자 한다.



1.2. 기관실의 연료유관장치 요건

Table 2는 기관실 연료유 관장치에 대한 요건의 적용과 특이사항에 대해 정리한 것이다.

Table 2. 기관실 연료유 관장치 요건의 적용

2000 SOLAS Ch.2	요건의 요점	적용 기준일	Inspection	형식승인
Reg.4.2.2.5.2*	외부고압 연료유관	-현존선(2003년 7월1일까지) -신선	현장검사	F.O Injection pipe shielding에 대하여 Flexible pipe에 대 하여만 요구함
Reg.4.2.2.5.3*	연료유관 비산방지	-현존선(2003년 7월1일까지) -신선	현장검사	-
Reg.4.2.2.5.5	연료유관의 격리	-신선(2002년 7월 1일 이후 Keel Laying)	도면검토에 의한 현장검사	-

* 이 요건들의 소급적용에 관한 사항은 2000 SOLAS에 나타나 있지 않고, 1998 SOLAS Reg.II-2/15.2.12에 근거하는 것이다. 상세하게 설명한다면, 2002년 7월 1일 이전에 건조된 선박은 1998 SOLAS를 적용받기 때문에, 건조시기에 상관없이 상기 요건을 적용하여야 한다.



2. 연료유 누설방지 장치

2.1. 일반사항

연료유를 비롯해서 기관실에서 사용되는 가연성 유체의 성상(Properties)중에서 가장 중요한 것은 인화점¹⁾(Flash Point)과 발화점(Auto-Ignition Point)이다. 인화점과 발화점은 같은 개념으로 오해할 수 있으나 그 정의가 다르다. 인화점은 어떤 물체가 불꽃(Spark) 또는 화염(Flame)과 접촉하였을 때 그 물체가 연소하게 되는 최저의 온도이고, 발화점은 외부의 어떤 발화원이 없을 때, 그 물체가 자연적으로 연소하는 물체의 온도를 의미하는 것이다.

연료유의 인화점과 발화점은 원유의 종류와 제조사 별로 약간씩은 차이가 있지만, Diesel Oil은 인화점이 55~65℃, 발화점이 250~260℃이고, Heavy Fuel Oil은 인화점이 60~70℃, 발화점이 255~265℃정도이나 통상 Heavy Fuel Oil은 가열 이송되므로, Diesel Oil과 Heavy Oil은 인화점과 발화점의 관점에서는 동일한 연료유로 보아도 무방하므로, 이 문서에서는 같은 종류의 Oil로 취급한다.

또한 윤활유와 가연성 기름은 용도에 적합한 첨가제가 첨가된 것으로 용도와 제조사에 따라 성상이 많이 달라지지만, 극히 드문 경우를 제외하고는 인화점이 200℃이상이고, 2003년 2월 3일 ~ 7일 사이에 런던의 IMO 본부에서 개최된 제47차 FP소위원회(Sub-committee on Fire Protection)에서도 윤활유와 기타 가연성 기름에 대해서는 2000 SOLAS II-2/4.2.2.5.3과 2000 SOLAS II-2/4.2.2.6의 요건을 적용하지 않기로 잠정 결정하였으므로 이 문서에서는 **연료유 관장치의 비산방지장치에 대해서만 설명한다.**

1) Oil 등의 인화점을 측정하는 방법은 크게 개방식과 밀폐식으로 나뉘게 된다. 인화점 측정방법의 상세에 대해서는 아래의 규격들을 참조하기 바란다.

- KS M 2010 “원유 및 석유제품 인화점 시험방법(Testing Methods for flash point of crude oil and petroleum products)”
- ISO1523:2002, “Determination of flash point – Closed cup equilibrium method”
- ISO 2719:2002, “Determination of flash point – Pensky–Martens closed cup method”
- ISO13736:1997, “Petroleum products and other liquids – Determination of flash point – Abel closed cup method”



2.2. Hot Surface & High Temperature Surface의 정의

MSC/Circ.647 Appendix 7에서는 Hot Surface의 온도를 연료유, 윤활유 및 가연성기름의 발화점 이하의 온도로 낮추기 위해 Hot Surface를 Insulation으로 보호하도록 하고 있다. 이에 따라 기존의 SOLAS에서는 Hot Surface의 개념만을 사용하였다. 하지만, 2000 SOLAS에서는 이 개념을 분리하여 Hot Surface와 High Temperature Surface의 개념을 사용하고 있다.

2000 SOLAS Reg.II-2/4.2.2.5.3과 4.2.2.6의 내용을 종합해 보면, High Temperature Surface와 Hot Surface를 아래와 같이 정의할 수 있다.

▶ High Temperature Surface

표면의 온도가 220℃를 초과하는 가열되거나 가연된 표면

▶ Hot Surface

High Temperature Surface를 포함하여 Insulation 여부와 상관없이 항상 가열되고 있거나 가열되어 있어서 가연성 기름이 접촉하였을 때 발화의 가능성이 있는 잠재적인 발화원.

2.3. 누설 방지장치 설치 관련 요건

2.3.1. 적용하여야 할 관의 종류

2.1에서 설명한 바와 같이 윤활유와 기타 가연성 기름의 인화점과 발화점이 연료유에 비해 상당히 높고, IMO의 제47차 FP회의에서도 윤활유와 기타 가연성 기름에 대해서는 IMO에서 별도의 요건이나 해석이 정해지지 않는 한 누설 방지장치 관련 요건을 적용하지 않는다.

2.3.2. 설치하여야 할 대상

연료유 관장치 중에서 누설 방지장치는 관 또는 관부착품의 연결이 단속되는 Flanged Joint, Flanged Bonnets 및 Flanged 혹은 Threaded Connections 등에 설치하여야 하고, Insulation

이 되어 있는 일반적인 연료유관은 적용에서 제외한다. 그리고 압력이 낮은 관에서는 누설이 발생한다고 해도 누설된 연료유가 주위의 고온부와 접촉할 확률이 낮으므로, 2000 SOLAS Reg.II-2/4.2.2.1에서 정하고 있는 바와 같이 관의 설계압력이 0.18MPa(1.8bar)을 초과하는 연료유 관장치에 대해서만 적용한다. 또한 연료유 관장치의 모든 이음부에 대해서 적용하는 것은 불합리하므로, 2000 SOLAS Reg.II-2/4.2.2.5.3에서 정하는 바와 같이 보일러, 소각기²⁾, 증기관, 배관가스 매니폴드, 소음기, 과급기 및 2000 SOLAS Reg.II-2/4.2.2.6에서 방열이 요구되는 High Temperature Surface의 직상 또는 가까운 위치에 위치하는 연결부에만 누설 방지장치를 설치하면 된다.

여기서 “가까운 위치”에 대한 정의가 필요한데, 연료유가 누설되었을 때, 액체의 형상을 유지한 채 Splashing 되는 경우에는 연료유의 밀도와 관내의 압력 등을 고려하여 자유낙하상태로서 연료유의 도달거리를 정의할 수 있겠지만, 누설된 연료유는 대부분 분무(Mist)상태가 되고, 이 Mist들의 이동 거리는 기관실의 통풍조건을 고려하여야 하므로, 일괄적으로 누설된 연료유의 도달거리를 정하기는 현실적으로 불가능하다. 그러므로 연료유 관장치에서 누설방지장치를 설치하여야 위치는 현장검사원과 협의하여야 한다.

2.4. 누설 방지장치의 설치 예

누설 방지장치에는 여러 가지가 있을 수 있지만, 일반적으로 연결부를 Taping하는 방법과 유리섬유(Glass Wool) 등을 사용하여 Insulation 하는 방법을 많이 사용하고 있다. Fig. 2는 Taping 방법의 예를 표시한 것으로, 이음부를 모두 Taping으로 보호하여야 한다.

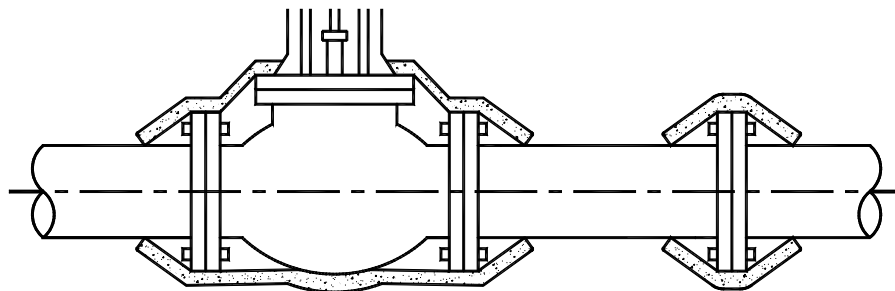


Fig. 2 Sample of protection taping

- 2) IMO형의 소각기는 Res. MEPC.76(40) "STANDARD SPECIFICATION FOR SHIPBOARD INCINERATORS"에서 정하는 바와 같이 연소실 외부 표면이 60~80℃를 유지하므로, Burner와 배기관에 대해서만 적용한다.



2.5. 고온표면의 보호(Protection of High Temperature Surfaces)

기관실의 각 고온표면에 연료유 및 윤활유용 각종 배관장치 및 기기로부터 기름이 누설되어 기관실의 화재가 발생하는 경우가 가장 일반적형태의 선박의 화재이며 보통 선박의 화재의 60%이상이 이런 종류의 화재에 해당한다. 2.1에서 설명한 바와 같이 연료유의 발화점은 250~270℃ 정도 이고, 발화점 이상의 온도로 가열된 표면에 연료유가 접촉하게 되면, 화재가 발생하게 된다.

그러므로 2000 SOLAS Reg.II-2/4.2.2.6 및 우리선급 규칙 5편 1장 103.7항에서는 연료유 계통의 손상으로 인하여 영향을 받을 수 있는 220℃를 초과하는 온도를 가진 모든 표면은 적절히 방열하도록 요구하고 있으며, 이 방열재는 불연성 재료이어야 한다.

2.6. F.O Injection Pipe Shielding의 형식승인

2000 SOLAS Ch.II-2/Reg.4.2.2.5.2에서는 고압연료펌프와 연료분사기 사이의 고압연료유관은 손상시 연료를 수납할 수 있는 피복관장치(예, F.O. Injection Pipe Shielding)로 보호하도록 요구하고 있으며, 이 피복관장치 중에서 Flexible Pipe로 되어 있는 F.O Injection Pipe Shielding은 우리선급 형식승인을 받도록 되어 있다. (우리 선급 기자재 검사지침 Part 5 Ch.2 19)참조)

이 피복관 장치의 형식승인 기준은 특수한 재료의 관장치(우리 선급 규칙 5편 6장 102의 4항) 및 특수한 관이음(우리 선급 규칙 5편 6장 104의 5항)으로 분류하여 설계압력 및 설계온도의 유체가 순환하고 있는 상태에서 시험관을 불에 달구어 표면온도가 800℃에서 30분간 유지시킨 다음 설계압력의 2배의 압력으로 내압시험을 시행(내열시험)하여 합격하여야 한다. 다만, 이 피복관장치의 설계압력에 대하여는 고압관의 누설로 인하여 어느 정도의 공간을 두고 이 고압관을 덮고 있으므로 현재 다소 이견이 있으나 제조자의 사양에 따라서 승인을 하고 있다.



2.7. 연료유관의 비산방지장치의 형식승인

연료유관의 비산방지장치의 형식승인은 요구하지 않는다. 다만, 제조자가 연료유관장치의 비산방지장치(예, Anti-splashing Tape & Sheet 등)에 대하여 형식승인을 요구할 경우에는 설계압력 15kg/cm², 설계온도 150℃의 기준으로 형식승인증서를 발급한 적이 있으며 이와 관련하여 승인기준은 UL(Underwriters Laboratories) 510 및 JIS B 7753이다.

우리선급에서 형식승인을 한 Anti-splashing Tape에 대하여 적용한 주요 시험요건은 다음과 같다.

- (1) Flame Test
- (2) Pressure Resistance Test
- (3) Anti-Splashing Confirmation Test
- (4) Oil Resistance Test
- (5) Heat Resistance Test
- (6) Weatherability Test



3. 연료 공급관과 회송관의 격리

3.1. 일반사항

2000 SOLAS Reg.II-2/4.2.2.5.5에서는 동일한 연료공급원을 사용하는 여러 대의 엔진은 각각의 엔진으로 통하는 연료 공급관과 회송관(Return Line)을 격리할 수 있어야 하고, 격리의 수단은 다른 엔진의 작동에 영향을 주지 않아야 하며, 다른 엔진의 화재에도 항상 접근할 수 있는 장소에 설치하도록 요구하고 있다. 이 요건은 2000 SOLAS의 개정으로 추가된 요건으로 화재 발생시에 화재가 발생한 엔진에 연료유의 공급을 차단하여 화재의 확산을 막겠다는 취지로 도입된 요건이다. 이 요건을 적용함에 있어서 먼저 **연료공급원**에 대한 **정의**가 필요하다. 요건의 취지가 화재가 발생한 엔진에 대해서만 연료의 공급을 차단하는 것이므로 이 문서에서는 **연료공급원을 2대 이상의 엔진으로 연료유를 공급하는 관장치의 최후단에 설치된 연료유펌프로 정의한다.**

그리고 이 문서에서는 발전기 엔진 위주로 설명하며, 주기관의 경우에는 거의 대부분의 선박이 1대의 주기관 만을 사용하고 있으므로, 2대 이상의 주기관을 가지는 선박에 대해서는 설명하지 않는다. 다만, 이 경우에는 발전기 엔진의 적용과 유사하다고 보아도 무방하다.

3.2. 독립된 연료 공급원

하나의 연료유 서비스탱크로부터 연료유를 공급하는 2대 이상의 엔진이 각각 독립적인 연료유 펌프(연료 공급원)를 사용하고 있고, 이 펌프들의 조작반이 엔진으로부터 충분히 멀리 떨어져 있거나 Engine Control Room과 같이 엔진의 화재로부터 영향을 받지 않는 장소에서 연료유 펌프들을 조작할 수 있다면, Isolation Arrangement로 인정할 수 있다. 하지만, 이러한 경우는 실제 선박의 상황을 고려해 볼 때 실현 불가능하므로, 이 문서에서는 독립된 연료공급원을 이용한 방법에 대해서는 고려하지 않는다.



3.3. Isolation Valve와 Engine의 이격거리를 이용한 방법

3.3.1. 일반사항

2000 SOLAS Reg.II-2/4.2.2.5.5에서 정하고 있듯이 격리의 수단은 엔진의 화재에도 항상 접근할 수 있는 장소이어야 한다. 이 문성서는 **엔진의 화재에도 항상 접근할 수 있는 장소를 “엔진의 화재와 직접적인 접촉을 피하고, 화재로부터 발산되는 복사열 등과 같은 간접적인 접촉을 최소화할 수 있는 장소로서 화재가 확산될 때 즉시 기관실 외부로 탈출할 수 있는 장소”**로 정의한다.

여기서, “엔진의 화재와 직접적인 접촉을 피하고, 화재로부터 발산되는 복사열 등과 같은 간접적인 접촉을 최소화할 수 있는 장소”란 연료유 공급관과 회송관을 격리하여야 하는 엔진들과 일정한 거리를 가지는 장소이며 또한, “화재가 확산될 때 즉시 기관실 외부로 탈출할 수 있는 장소”란 청정기실 등과 같은 폐위된 구역 이외의 기관실을 의미한다.

3.3.2. 이격(離隔)거리 산정

Isolation Valve와 엔진간의 이격거리는 위에서 이야기한 바와 같이 엔진의 화재와 직접적인 접촉을 피하고, 화재로부터 발산되는 복사열과의 접촉을 최소화할 수 거리이어야 한다. 먼저 화재와의 직접적인 접촉은 Isolation Valve의 위치가 엔진 바로 옆이 아니면 되므로, 간접적인 접촉거리만을 고려한다. 그러므로 Isolation Valve와 엔진과의 이격거리는 화재로부터 발산되는 복사열에 대한 사항을 고려하여 결정하며, 이 문서에서는 IMO의 FP44/INF.4에서 제시하고 있는 내용을 이용하여 화재로부터 발산되는 복사열량을 산정한다.

FP44/INF.4에서는 연료유관에서 누설이 발생하면, 관내를 유동하는 연료유의 20%가 누설된다고 가정하고 누설되는 양이 모두 연소하고, Spray 화재가 아니라 Pool 화재인 것으로 가정하였다. 실제 상황을 고려해 볼 때, 가정한 조건은 아주 가혹한 조건으로서 충분한 안전계수를 포함하고 있다고 판단된다.

이러한 가정 하에 화재를 Fig. 3와 같은 원통으로 가정하면 화재의 면적은 식(1)과 같이 된다.

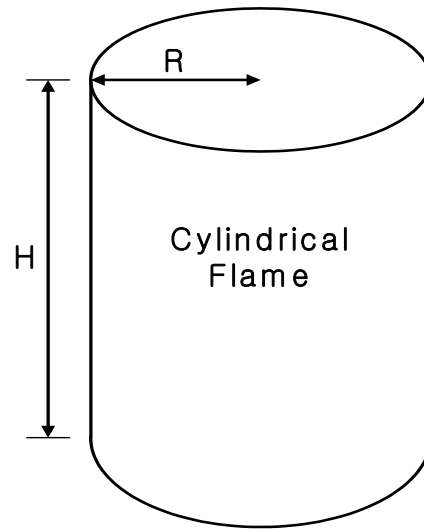


Fig. 3 Cylindrical flame

$$S = \pi R^2 = \frac{0.2^2 A V_0}{V_B} \quad (1)$$

여기서,

- S : 화염의 면적, m^2
 R : 화염의 반지름, m
 A : 관의 단면적, m^2
 V_0 : 누설속도, m/sec
 V_B : 연소속도, $0.28 \times 10^{-4} \text{ } m/sec$

그리고 누설속도는 누설부위를 Orifice로 가정하고, 이 Orifice의 방출계수를 0.6으로 하여 식 (2)로 계산할 수 있다.

$$V_0 = C_d \sqrt{\frac{2(P - P_a)}{\rho}} \quad (2)$$

여기서,

- C_d : 방출계수, 0.6
 P : 관의 압력, $bara$



P_a : 대기압, 1.013bara

ρ : 유체의 밀도, $950\text{kgm}^3/\text{m}^3$

식(1), (2)로 부터 화재의 규모가 계산되면, 화재로부터 일정거리 떨어진 장소에서 화재로부터 발산되는 복사열을 식(3)으로 계산할 수 있다.

$$E = \alpha R_f \quad (3)$$

여기서,

E : 화염 중심으로부터 거리 $L(m)$ 에서의 복사열, $\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}$

R_f : 복사열비, $20000\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}$

α : 식 (4)로 정해지는 형상계수

$$\alpha = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{a - 2n}{n\sqrt{ab}} \tan^{-1} \left(\sqrt{\frac{a(n-1)}{b(n+1)}} \right) - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left(\sqrt{\frac{n-1}{n+1}} \right) \right\} \quad (4)$$

여기서,

$$a = (1 + n)^2 + m^2$$

$$b = (1 - n)^2 + m^2$$

$$n = \frac{L}{R}$$

$$m = \frac{H}{R}$$

R : 화염의 반경, m

H : 화염의 높이, $3R$, m

L : 화염 중앙으로부터의 거리, m

식 (1)~(4)로부터 화염의 중심으로부터 거리에 따른 복사열의 양을 계산할 수 있다. 이 문서에서는 발전기 엔진에 대해서만 논의하기로 했으므로, 실제 선박에서 설치된 발전기 엔진의 예를 들어 엔진으로부터 거리에 따른 복사열 양을 계산한다.

먼저 발전기 엔진으로 연료를 공급하는 관의 크기는 25A Schedule 40으로 가정하고, 그 관의

압력을 8bar로 가정하면, 누설속도 $V_0 = 24.624m/sec$, 화염의 반경은 $R = 2.551m$ 로 계산된다. 그러므로 식(3)과 식(4)를 이용하면 화염의 중심으로부터 떨어진 거리에 따른 복사열의 양을 계산할 수 있다. 하지만 Fig. 4에서 보여지듯이 화재는 엔진에서 발생하는 것이고, 엔진에서 발생하는 화재의 크기는 그 최대의 크기가 엔진의 크기라고 가정할 수 있다. 그러므로 실제 선박에서는 화재의 중심이 아니라 화재의 가장자리(Edge)로부터의 거리에 따른 복사열의 양이 중요해진다.

Fig. 5는 화염의 가장자리로부터의 거리에 따른 복사열의 양을 나타낸 것이다. FP44/INF.4에서 언급한 바와 같이 일반적으로 인체에 대한 안전한 복사열의 양은 $2000kcal/m^2h$ 이고, 소화작업은 $5000kcal/m^2h$ 미만의 복사열이 가해지는 상황에서 가능하다고 이야기 하고 있다. Fig. 5에 나타난 바와 같이 $2000kcal/m^2h$ 은 약 7.7m, $5000kcal/m^2h$ 은 약 2.5m로 나타나게 된다. 그리고 엔진의 화재로 인해 Isolation Valve를 조작하기 위해 접근하는 것은 소화작업과 같은 비상상황으로 인정할 수 있으므로, 이 문서에서는 Isolation Valve와 엔진의 최소 이격거리를 3m로 정의하였다.

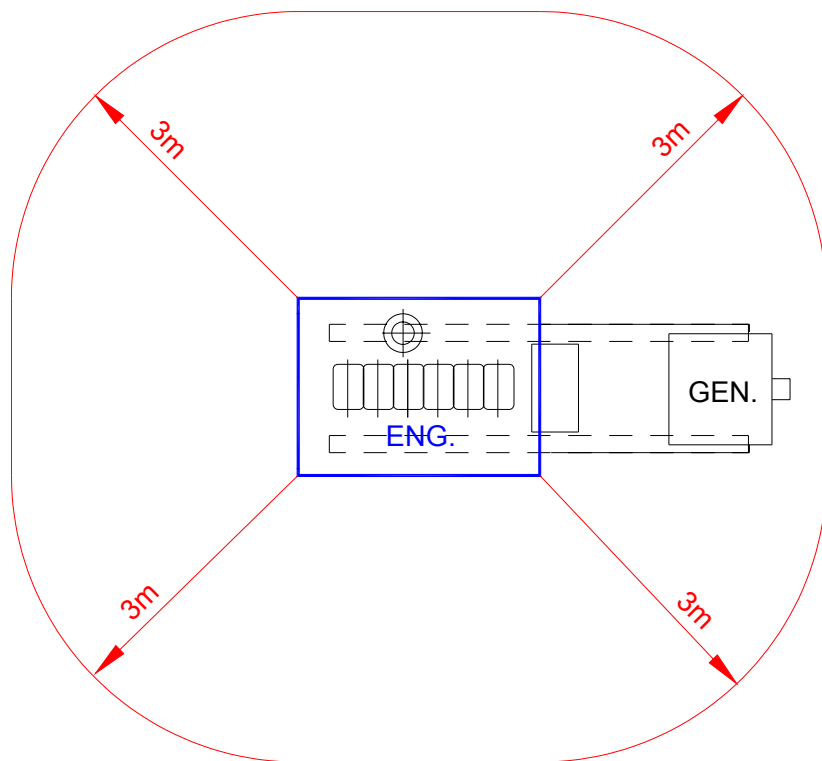


Fig. 4 Allowable distance form engine

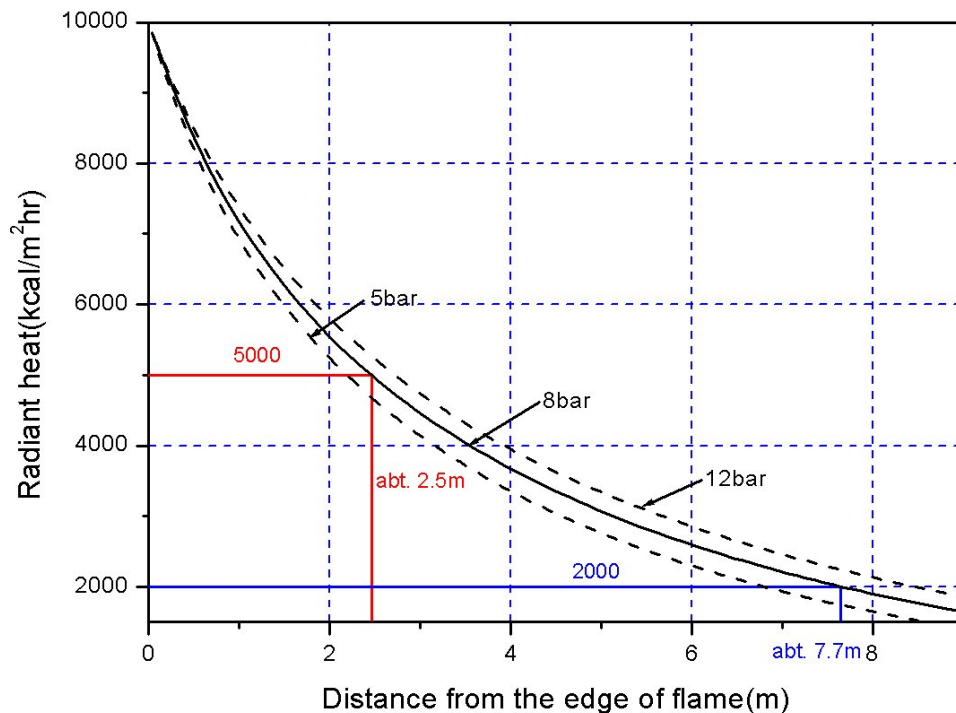


Fig. 5 Radiant heat versus distance from generator engine

3.3.3. 인정 가능한 Isolation Valve 설치 위치

3.3.1에서 정의한 바와 같이 Isolation Valve는 화재의 확산 시에도 쉽게 탈출할 수 장소이어야 하고, 발전기 엔진과의 거리가 3.3.2에서 정의한 이격거리인 3m이상 떨어진 곳이어야 한다. Fig. 6는 G/T 3,000톤급 선박의 기관실을 나타낸 것이고 Fig. 7은 G/T 20,000톤급 선박의 기관실을 나타낸 것이다. Fig. 6와 Fig. 7에서 “A”로 표시된 위치를 참고하여 실제 선박의 Isolation Valve의 설치위치를 결정할 수 있을 것이다.

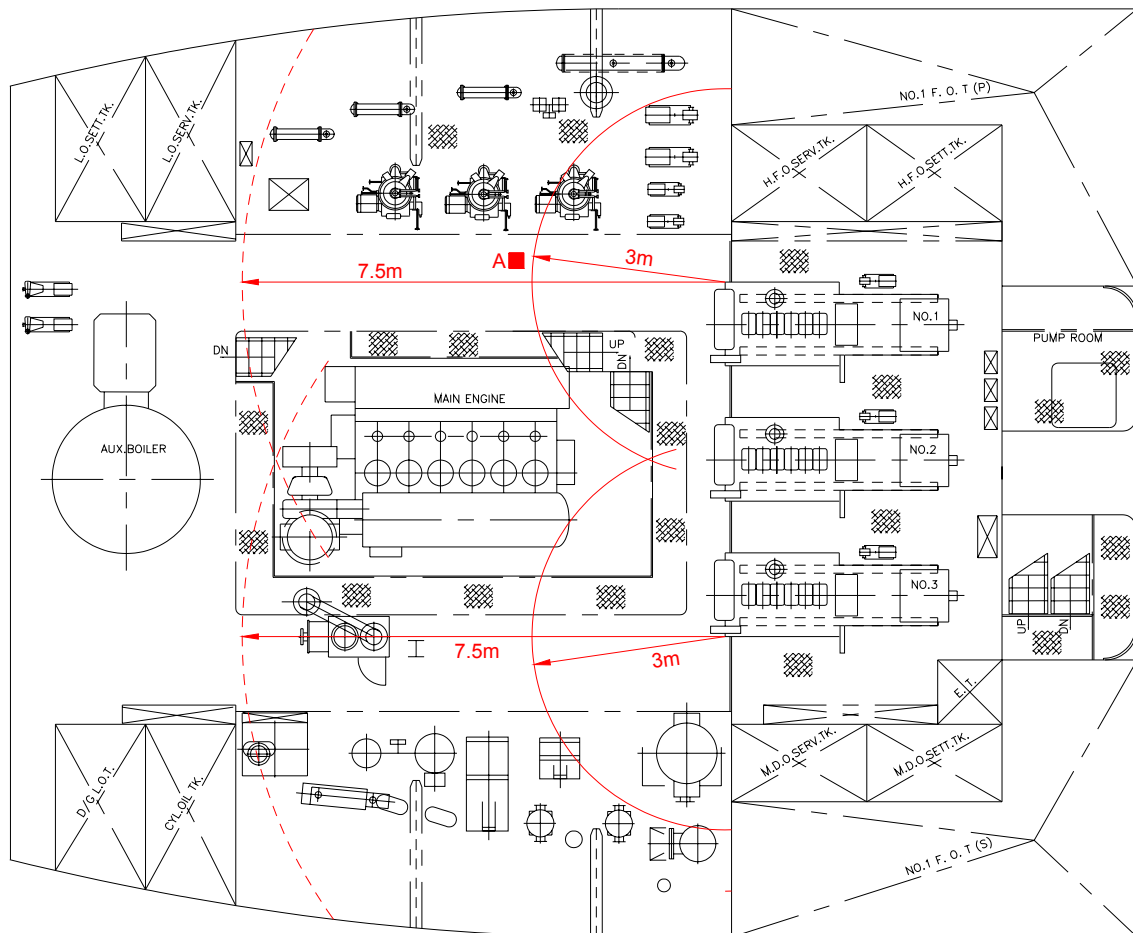


Fig. 6 Acceptable position of isolation valve

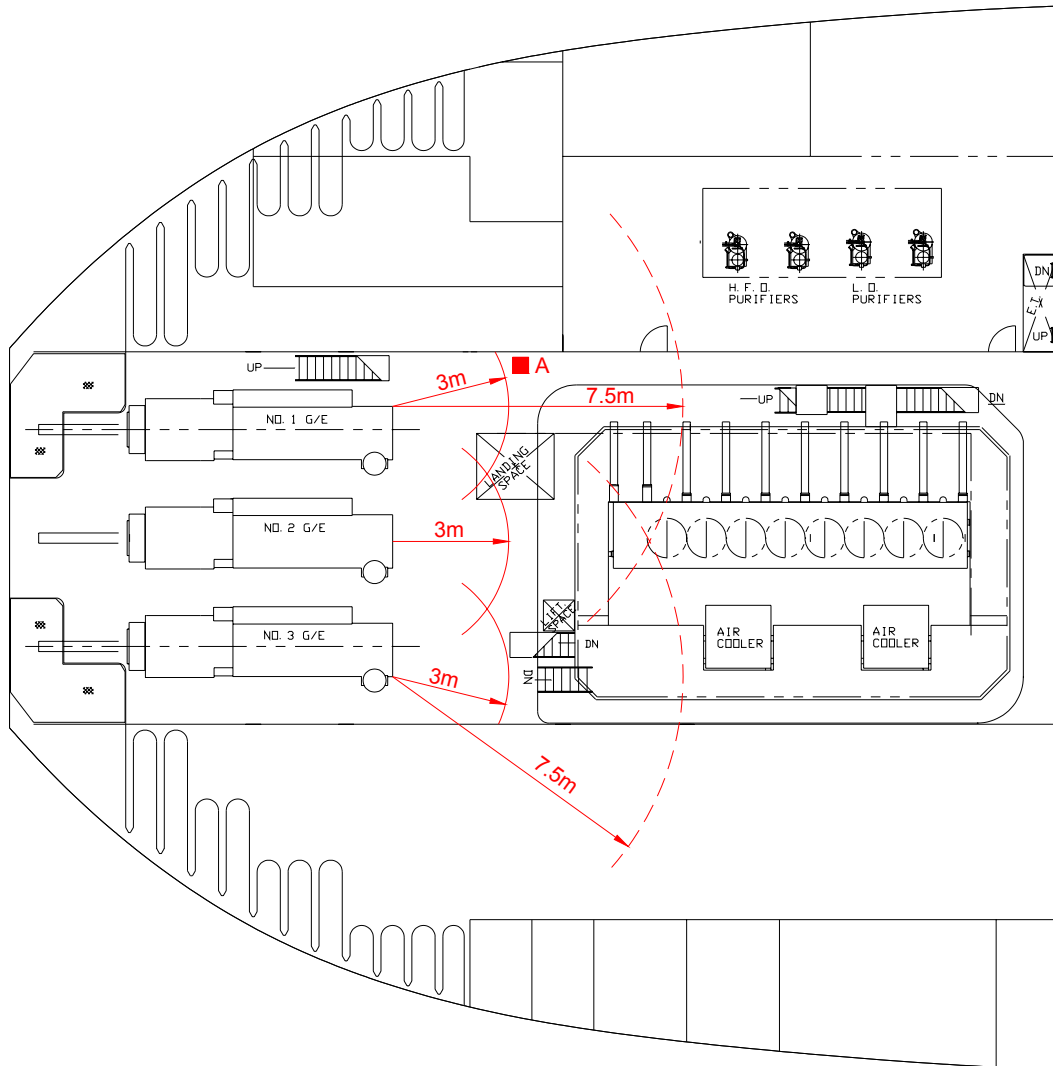


Fig. 7 Acceptable position of isolation valve

3.3.4. 회송관에 대한 적용

Fig. 8 및 Fig. 9은 회송관에 설치된 Isolation Valve의 종류에 따른 차이점을 나타낸 것이다. 회송관에 Check Valve가 설치되면 연료공급이 중단되더라도 회송관에 있는 연료가 역류하지 않으므로, 이격거리에 대한 제한이 없지만, Stop Valve인 경우에는 수두(Head)차이에 의한 역류의 가능성이 있으므로, 공급관과 동일하게 이격거리에 대한 제한을 두어야 한다. 그리고, 회송관에 설치되는 Valve는 화재로부터 직접적인 영향을 받지 않도록 바닥판 쪽에 설치할 것을 권고한다. 참고로, Fig. 8 및 Fig. 9에서 표시한 “L”은 최소 이격거리인 3m이다.

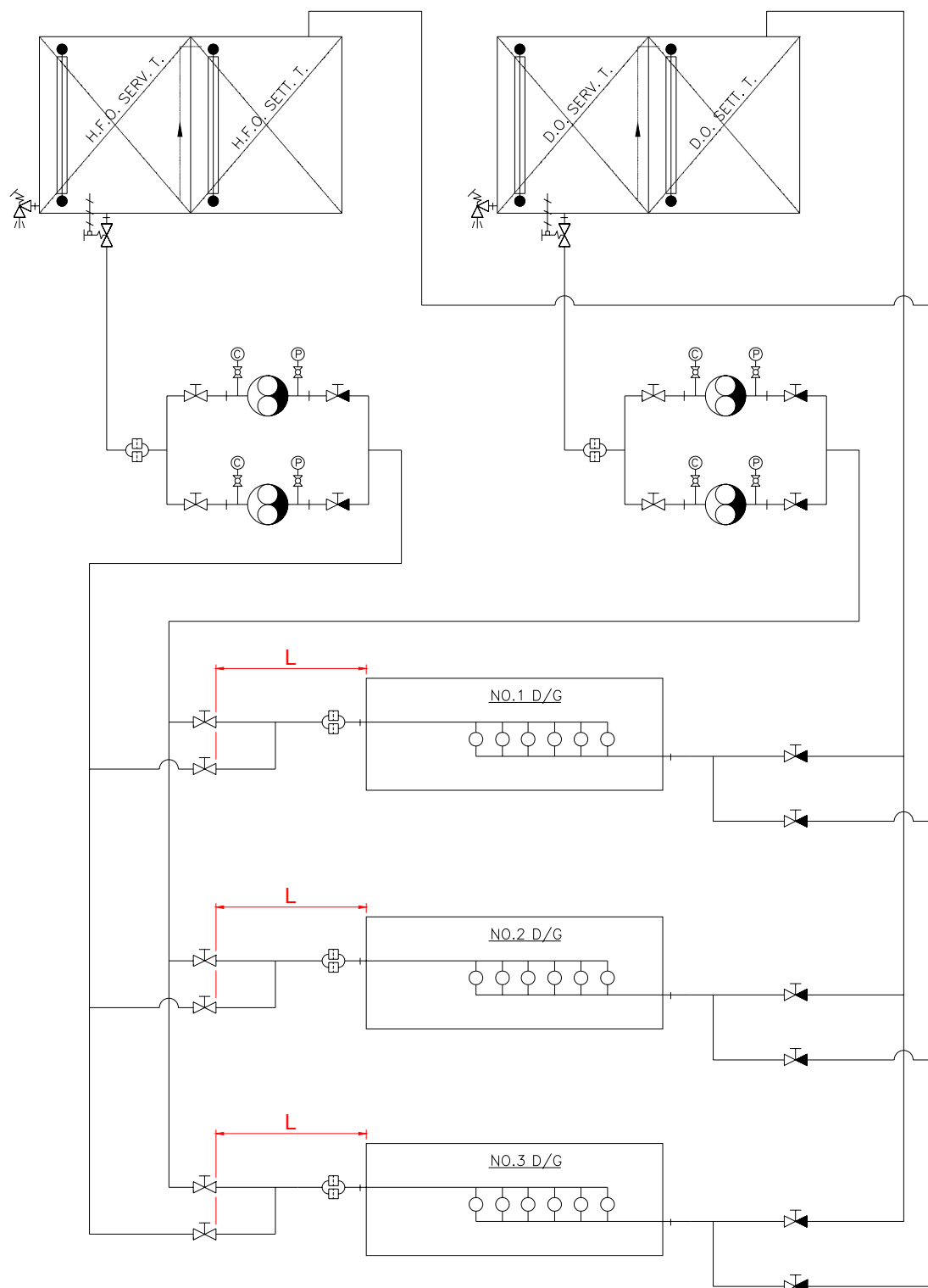


Fig. 8 The acceptable arrangement with check valve on spill line

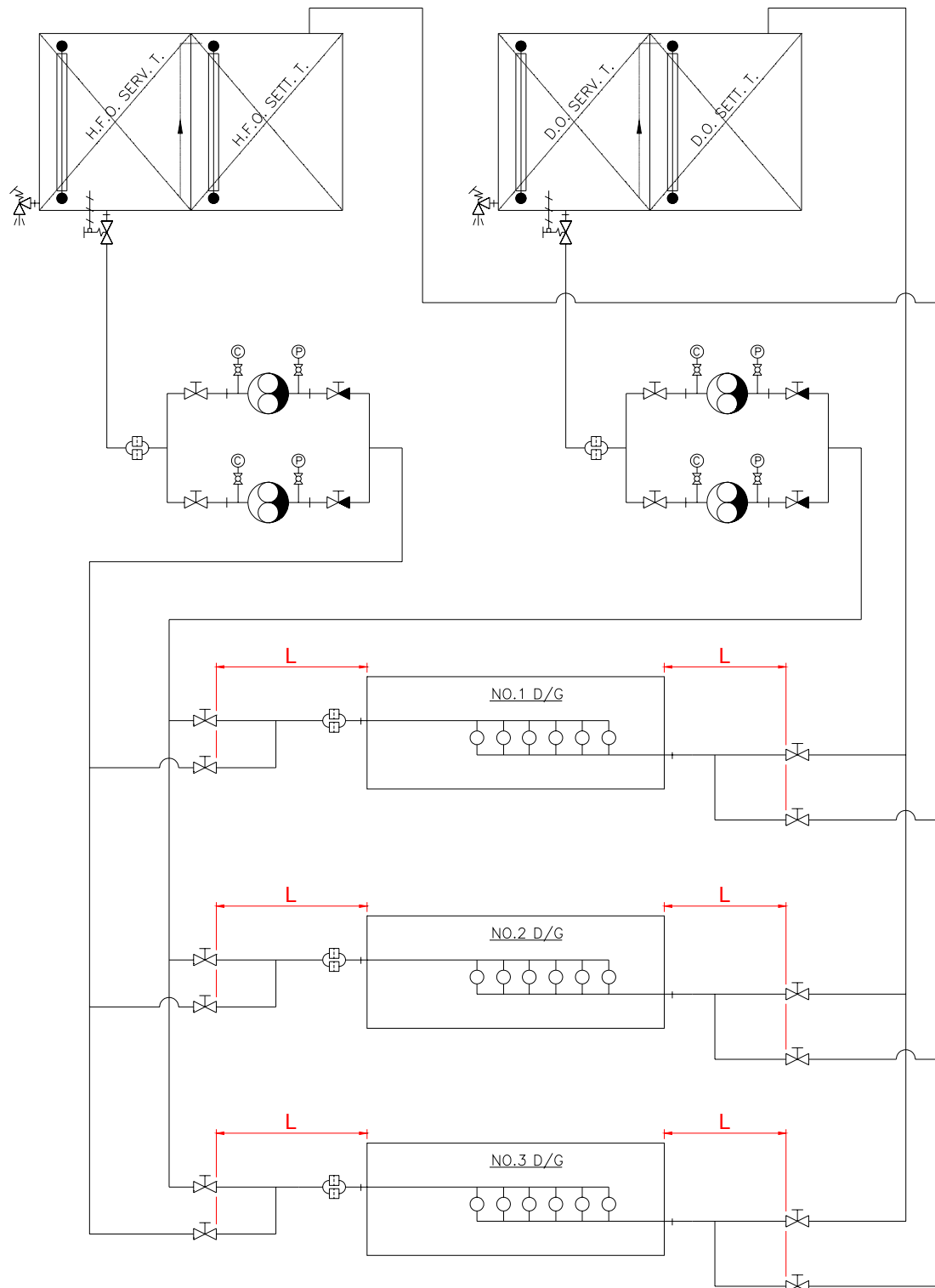


Fig. 9 The acceptable arrangement with stop valve on spill line

3.4. 차폐물을 이용한 방법

3.3에서 설명한 바와 같이 Isolation Valve는 화재로부터 직접적인 영향을 받지 않고 간접적인 영향을 최소화할 수 있는 장소에 설치하여야 한다. 3.3에서 설명한 이격거리에 만족하도록 Isolation Valve를 설치하기 곤란한 경우에는 화재로부터 발산되는 복사열을 차단할 수 있도록 차폐물 설치하여 화재로 발산되는 열량을 차폐할 수 있도록 하여야 한다. 차폐물을 사용하는 방법은 크게 두 가지가 있는데, 첫 번째는 발전기 엔진이 설치된 Deck 하방의 Deck에 Isolation Valve를 설치하는 것이다. 상방의 Deck는 엔진에서 화재가 발생했을 때, 화재로부터 발산되는 열량으로 연료유 공급관이 손상될 수 있으므로, 하방의 Deck에 설치되는 것만 인정한다. Fig. 10은 발전기 엔진의 하방에 Deck에 Isolation Valve를 설치할 때의 예이다. 다만, 이 방법은 Operation에 문제가 있어 권고대상은 아니며, 항상 조작자의 탈출로를 고려하여 배치하여야 한다. 또한 Isolation Valve를 손쉽게 조작할 수 있도록 Isolation Valve 근처에 Valve의 위치를 알리는 Warning Plate의 설치를 권고한다.

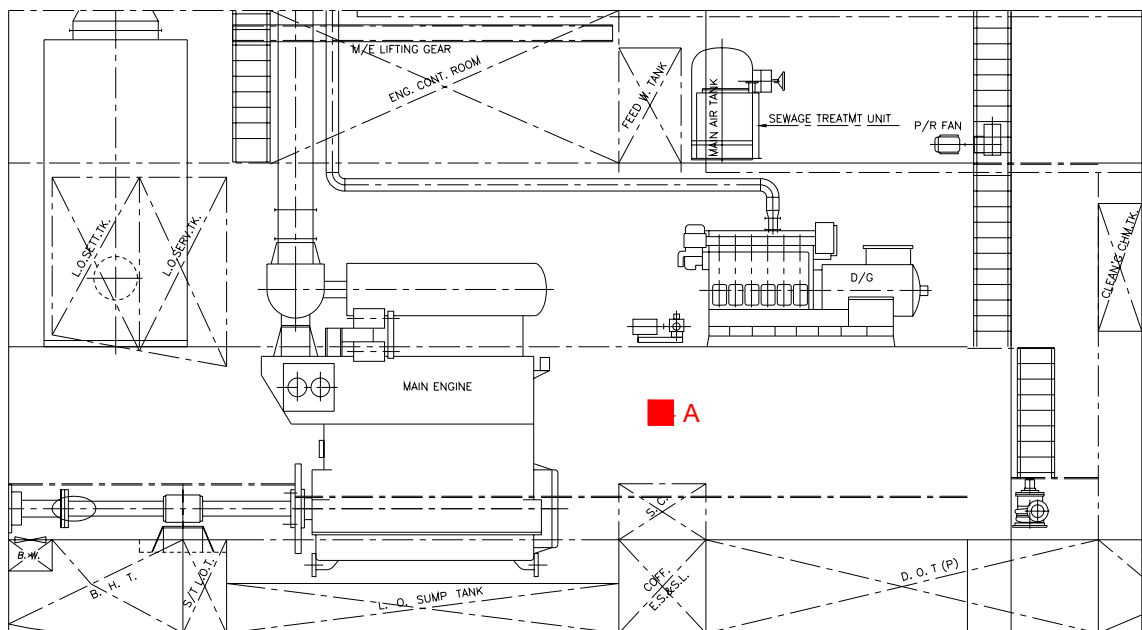


Fig. 10 The acceptable arrangement with obstruction

두 번째로 발전기 엔진이 설치된 Deck에 차폐물을 설치할 경우에는 엔진 및 엔진 주위 구조



물의 배치, 통풍조건, 화염전파 경로 및 각도 등을 고려하여, 화재로부터 발산되는 복사열로부터 충분히 보호되도록 차폐물의 설치하여야 하며, 차폐물의 크기 및 위치와 같은 자세한 사항은 현장검사원과 협의하여 결정하여야 한다.

3.5. Remote Control Valve를 이용한 방법

3.3의 이격거리, 3.4의 차폐물을 이용하는 방법이 모두 부적절할 경우에는 발전기 엔진의 연료유 공급관 입구에 Remote Control Valve를 설치하는 방법을 인정할 수 있다. 이 Remote Control Valve는 회송관에 설치된 Valve가 Stop Valve인 경우에는 회송관측에도 설치하여야 하는데, Fig. 11 및 Fig. 12는 이경우를 설명한 것이다. 그리고, Remote Control Valve의 설치 위치에 대해서는 별다른 요건이 없지만, Remote Control Valve와 회송관에 설치된 Check Valve는 화염으로부터 직접적인 영향을 받지 않도록 바닥판 쪽에 설치할 것을 권장한다.

3.6. 고정식국부소화장치와의 연계

MSC/Circ.913에서는 고정식국부소화장치의 조작장치를 기관실내에 설치하도록 요구하고 있으며, IMO FP46/5/9에서는 이 조작장치와 Isolation Valve를 서로 가까운 장소에 설치하도록 요구하고 있으며, 화재의 효과적인 진압을 위해서는 이것이 필요하다고 판단되므로, 우리 선급에서는 3.4에서 설명한 Isolation Valve를 다른 Deck에 설치하는 방법을 제외하고는 Isolation Valve 근처에 발전기 엔진용 고정식국부소화장치 조작장치를 설치하도록 요구하고 있다.

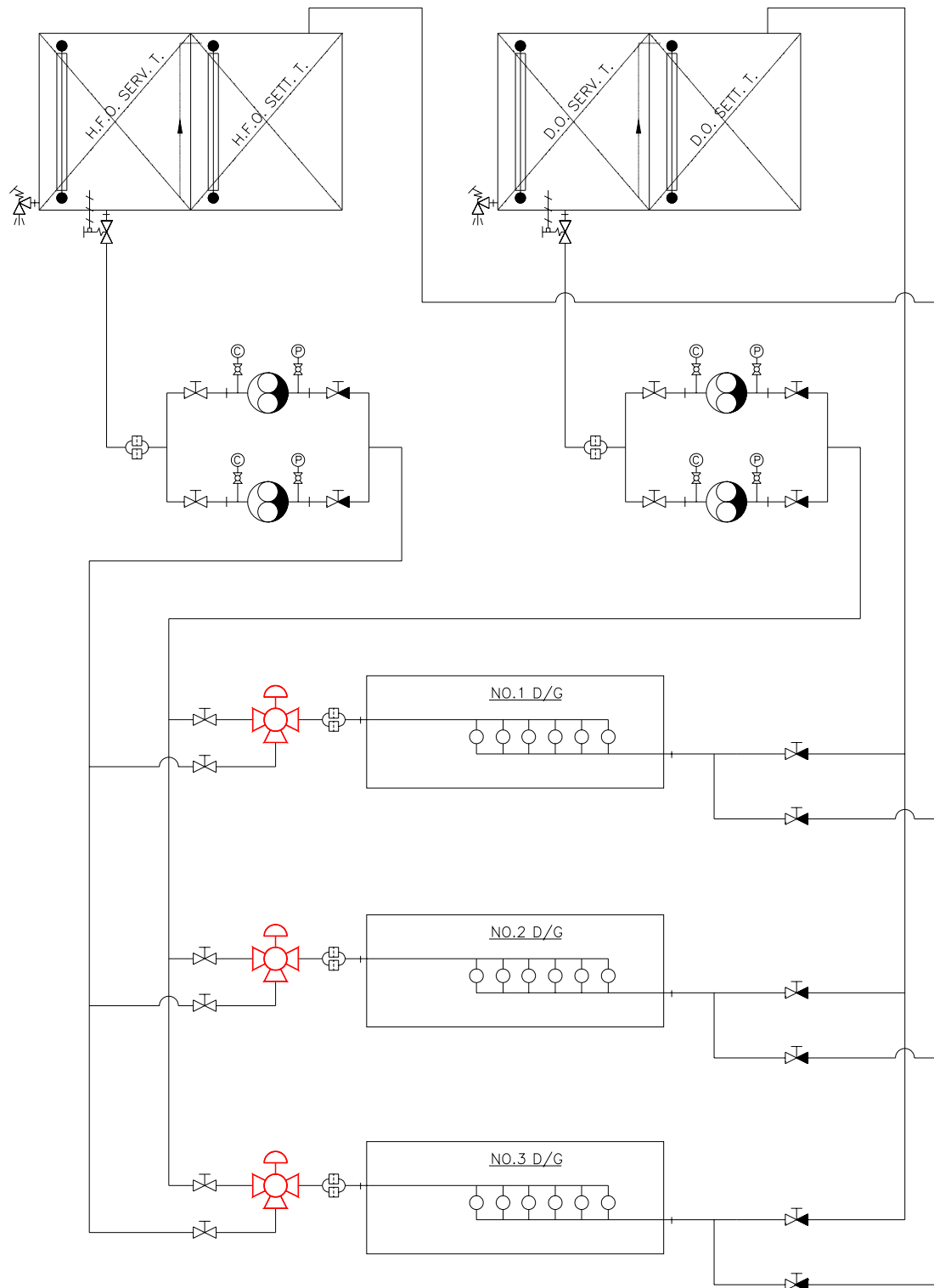


Fig. 11 The acceptable arrangement with remote control valve

