[특별조사 2024-002]

# 해양사고 특별조사보고서

## - 유류 및 액체화학품산적운반선 코리아케미호 선원사망사고 -

사고일자 : 2024.01.20.

공표일자 : 2024.07.02.

중앙해양안전심판원 특별조사부

## 참고사항

이 보고서는「해양사고의 조사 및 심판에 관한 법률」제18조의3에 따라 해양사고의 원인을 규명하고 사고 교훈을 공유함으로써 향후 유사한 해양사고 발생을 방지하기 위하여 작성되었으므로, 해양사고에 대한 책임을 묻거나 비난하기 위한 근거로 활용될 수 없습니다.

이 보고서의 기술된 관련 법령 및 기관 명칭 등은 보고서 작성 당시 시점을 기준으로 작성되었음을 알려드립니다.

# Contents


**1. 사고 개요** ····· **3**

**2. 사실 정보** ····· **5**

2.1 선박제원 ····· 5

2.2 선박소유자 및 운항관계 ····· 6

2.3 승선원 구성 ····· 7

2.4 선박구조 ····· 8

2.5 사고 발생 화물탱크 ····· 8

2.6 밀폐구역 작업절차 ····· 10

**3. 사고 경위** ····· **12**

3.1 사고 전 운항 ····· 12

3.2 화물탱크 세정 작업 ····· 13

3.3 사고 발생 ····· 14

3.4 구조작업 ····· 14

**4. 사고 분석** ····· **17**

4.1 밀폐구역 작업절차 미이행 ····· 17

4.2 화물특성에 따른 가스농도 미확인 ····· 17

4.3 미승인 필터마스트 착용 및 임의출입 ····· 18

**5. 결론** ····· **21**

**6. 권고** ····· **23**

6.1 밀폐구역 작업절차 준수 철저 ····· 23

6.2 선사의 안전관리 강화 및 안전문화 조성 ····· 23

section

# 1 사고 개요

# 1. 사고 개요

1.1 코리아케미호는 2024년 1월 19일 07시 25분경 중국 장인항을 출항하여 대한민국 여수항으로 향하고 있었다. 항해중인 1월 20일 00시부터 02시까지 화물탱크에 대한 청수 세정작업을 실시하였으며, 같은 날 10시부터 계획하고 있는 화물탱크 내 모핑(Mopping)[1] 작업을 위해 화물탱크 가스프리(Gas free) 작업을 시행하고 있는 중이었다.

1.2 일등항해사는 예정된 화물탱크 모핑작업을 위해 10시 10분경 갑판부원 4명에게 작업에 필요한 밀대, 걸레를 갑판 상에 준비하도록 지시하였다.

1.3 일등항해사 지시에 따라 갑판장, 갑판수A, 갑판원A, 갑판원B는 갑판상에서 각자 작업 물품을 준비하였다. 물품 준비를 하던 중 갑판장은 10번 좌현 화물탱크 해치커버(Hatch cover)가 열려 있는 것을 확인하였고 안을 들여다보니 탱크 바닥에 작업하던 갑판원B가 쓰러져 있는 것을 발견하였다. 당시 시간은 20일 10시35분경으로 갑판원B는 필터식 마스크와 두건, 안전화를 착용한 상태였다.

1.4 갑판원B가 화물탱크에 쓰러져 있는 것을 확인한 갑판장은 선교에 상황을 보고하였고 선교 당직자 삼등항해사는 선내 방송으로 사고 발생을 알리고, 선장에게 보고하였다. 당시 선박의 위치는 이어도 남방 약 9해리(북위 31도 59분, 동경 125도 04분) 해상이었다.

1.5 갑판원B는 의식이 없는 상태로 갑판에 끌어올려져 심폐소생술 등 응급조치를 받았으나 의식을 회복하지 못하였고 병원으로 후송되었으나 사망 판정[2]을 받았다.

1.6 갑판원B의 사체는 2024년 1월 22일 부검한 결과[3] 두정부에 좌열창[4]을 비롯한 손상이 존재하며 탱크 바닥이 사다리를 통한 접근이 가능한 깊이에 위치하는 정황을 고려하고 심장혈에서 벤젠이 검출된 바, 사인은 벤젠 흡입 후 추락하는 과정에서 경추 골절로 인해 사망에 이른 것으로 판단되었다.

1.7 종합해 보면 갑판원B는 가스프리 작업 중 필터식 마스크를 착용한 채 임의로 화물탱크에 출입하였다가 벤젠가스를 흡입한 상태에서 바닥으로 추락 후 사망한 것으로 추정된다.

1) 탱크 세정 마지막 단계로 화물탱크의 바닥, 밸브 및 파이프의 잔여액체를 제거하는 드레이닝(Draining) 후 선원이 직접 화물탱크의 내부에 잔존하는 물기 등을 직접 닦아내는 작업(참고문헌: OIL&CHEMICAL TANKER 운용실무 박득진 등 5명)

2) 2024. 1.21. 00시39분 이전 추정(시체검안서, 제주특별자치도 서귀포의료원)

3) 2024. 2.22. 수트리모, 920727-5000000(부검감정서, 국립제주대학교 의과대학 법의학교실)

4) 둔기로 가격을 받거나 둔체에 부딪쳐 피부가 찢어지는 손상

section

2

# 사실 정보

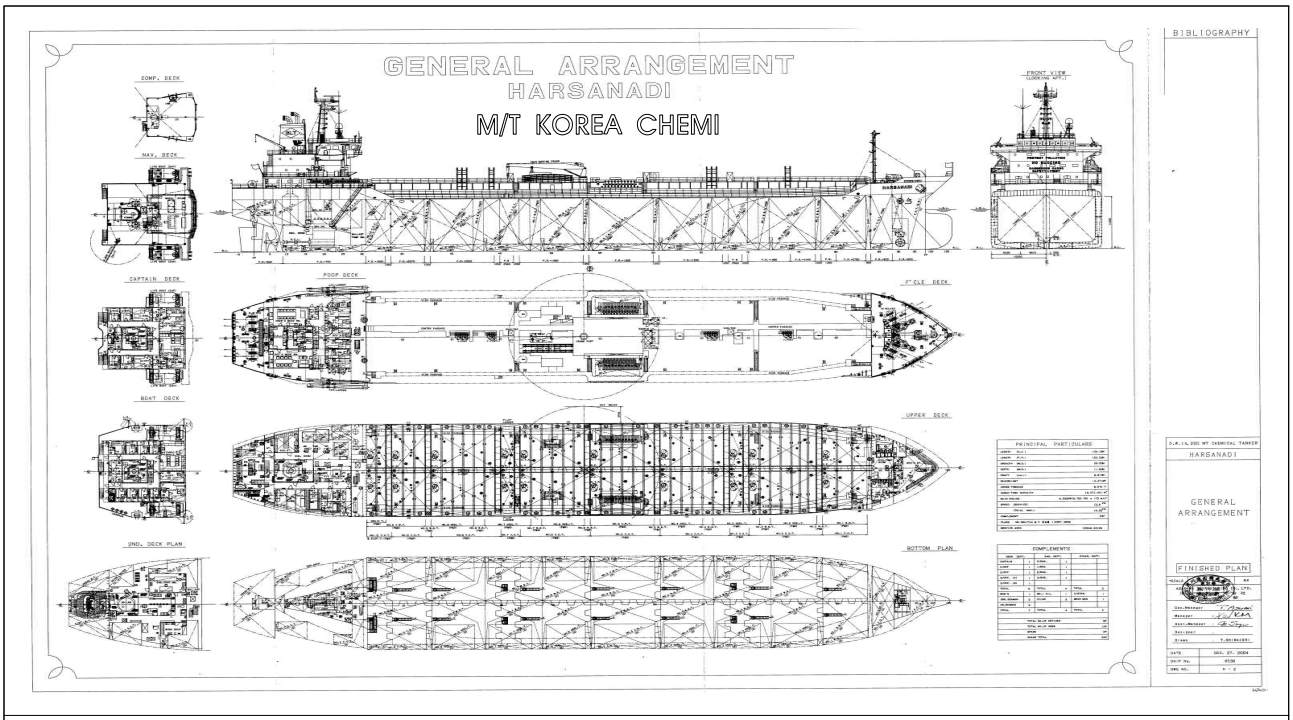
# 2. 사실 정보

## 2.1 선박제원

2.1.1 주요 명세

| | |
|---|---|
| 선 명 | 코리아 케미(KOREA CHEMI) |
| 국 적 | 대한민국 |
| 선 적 항 | 제주시 |
| IMO 번호 / 선박번호 | 9274276 / JJR-201003 |
| 선박용도 | 유조선(유류 및 액체화학품산적운반선) |
| 선박소유자 | ㈜타이쿤쉽핑 |
| 안전관리사 | ㈜타이쿤쉽핑 |
| 조 선 자 | ASAKAWA SHIPBUILDING CO., LTD. |
| 진수일 | 2004년 7월 22일 |
| 선박검사기관 | 사단법인 한국선급 |
| 총 톤 수(톤) | 8,270 |
| 길이(미터) | 125.00 |
| 너 비(미터) | 20.50 |
| 깊 이(미터) | 11.60 |
| 주 기 관 | 디젤엔진 1기 |
| 최대출력(킬로와트) | 4,200 |
| 추 진 기 | 나선추진기 1기 |

2.1.2 코리아케미호는 2004년 3월 2일 일본 아사카와 조선소(Asakawa Shipbuilding Co., Ltd. Japan)에서 건조된 선박으로 총톤수 8,270톤, 길이 125.00미터, 너비 20.50미터, 깊이 11.60미터이며 4,200 킬로와트의 디젤기관 1기를 장치하고 있는 제주시 선적의 유류 및 액체화학품산적운반선이다.



**<그림 1> 코리아케미호 일반배치도(상) 및 선박전경(하)**

## 2.2 선박소유자 및 운항관계

2.2.1 코리아케미호의 소유자는 ㈜타이쿤쉽핑(TAIKUN SHIPPING CO., LTD.)이며, 2021년 6월 29일 ㈜디엠쉬핑(DM Shipping Co., Ltd.)과 정기용선(Time Charter) 계약을 체결하였다. ㈜타이쿤쉽핑은 선주로서 런던 P&I Club(The London Steam-Ship Owners' Mutual Insurance Association Limited)과 보험계약을 체결하였다.

2.2.2 코리아케미호 선주사인 ㈜타이쿤쉽핑(TAIKUN SHIPPING CO.,LTD.)은 코리아케미호 1척을 소유하고 있으며 선사에서 직접 안전관리를 시행하고 있다. 용선자인 ㈜디엠쉬핑(DM Shipping Co., Ltd.)은 총 8척의 선박을 해운법에 따른 외항부정기화물운송사업에 등록하여 운항하고 있다. 용선계약에 따라 선박소유자는 보험, 선원비 등을 제공하고 용선자는 연료비 등 선박운항과 관련된 제반비용을 부담한다.

2.2.3 코리아케미호는 주로 사우디아라비아, 쿠웨이트, 오만 등 중동지역과 한국, 중국, 대만 등 극동아시아에서 화물을 적재하고 인도, 태국, 싱가폴, 말레이시아, 인도네시아 등 동남아시아에서 하역하였으며 벤젠, 부탄디올 등 액체화학품을 산적으로 운송하였다.

2.2.4 코리아케미호는 (사)한국선급으로부터 2021년 11월 30일 대한민국 울산에서 증서발급을 위한 정기검사를 완료하였다. 2023년 11월 22일 아랍에미레이트에서 중간검사를 완료하고 2024년 10월 12일까지 유효한 선박검사증서를 보유하고 있었다.

## 2.3 승선원 구성

2.3.1 사고 당시 코리아케미호에는 총 22명의 선원이 승선하고 있었다. 이중 한국인은 선장과 기관장 2명이다. 인도네사아인은 일등항해사, 이등항해사A, 삼등항해사, 일등기관사, 삼등기관사, 갑판원B 등 6명이고 이등항해사B, 이등기관사를 포함한 나머지 선원 14명은 미얀마 국적이다.

2.3.2 선장은 1급 항해사 면허를 소지하고 있으며, 총 승선경력은 35년이다. 2005년 9월부터 22척의 선박에 선장으로 승선하였고 선장 경력은 합산하여 약 19년이다. 코리아케미호는 2021년 6월 첫 번째 승선 이후 세 번째로 2023년 8월부터 승선하였다.

2.3.3 일등항해사는 36세(1988년생), 인도네시아인으로 2015년 1월부터 총 9척의 액체화학품산적운반선에서 삼등·이등항해사로 승선하였으며, 2018년 7월부터는 일등항해사로 5척에서 승선하였다. 코리아케미호에는 2023년 4월 22일 울산에서 승선하였으며 사고 당시 8개월이 지난 시점이었다.

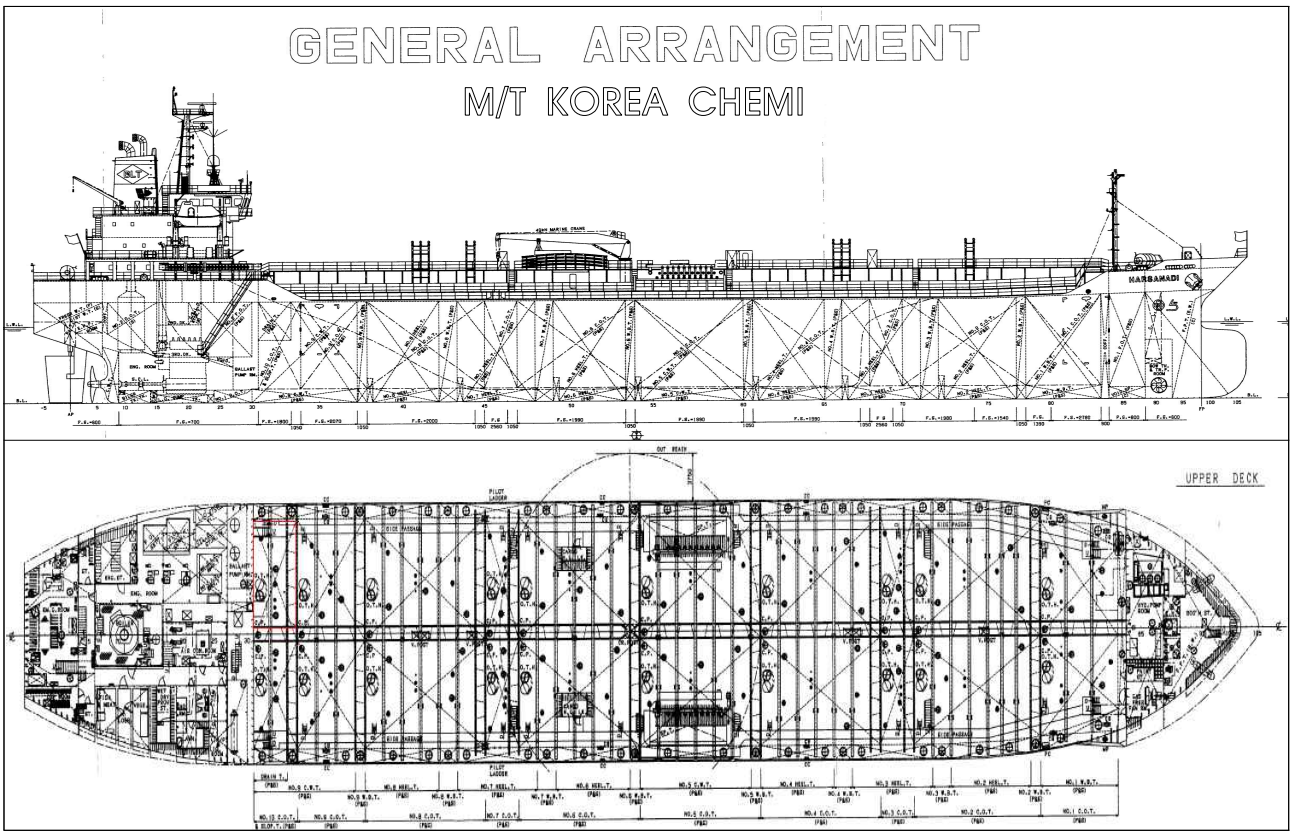
2.3.4 사망 선원인 갑판원B는 32세(1992년생), 인도네시아인으로 2010년부터 냉동운반선 등 5척에 갑판수로 승선하였고, 정양해운 소속의 액체화학품산적운반선 3척(KORYU 2번 승선, SUN QUEEN)에 갑판원으로 승선하였다. 2023년 4월 22일 울산에서 승선

하였으며, 사고 당시에는 선박에 승선한지 8개월이 지난 시점이었다.

2.3.5 10번 좌현 화물탱크 내에서 쓰러진 갑판원B를 최초로 발견한 갑판장은 45세(1979년생) 미얀마인으로 코리아케미호에 2023년 8월 3일 아랍에미레이트에서 승선하였으며, 사고 당시에는 선박에 승선한지 6개월이 지난 시점이었다.

## 2.4 선박구조

2.4.1 코리아케미호는 1번부터 10번까지 좌우로 나눠진 총 20개의 화물탱크가 있고, 평형수 탱크는 화물탱크 바깥쪽으로 1번부터 9번까지 총 18개, 횡경사 조절용 탱크(HEELING TANK)는 2번부터 4번, 6번부터 8번까지 총 12개가 좌우로 배치되어있다. 각 화물탱크에는 독립식 화물펌프가 있으며, 10번 화물탱크 뒤쪽에는 평형수펌프룸이 있다.



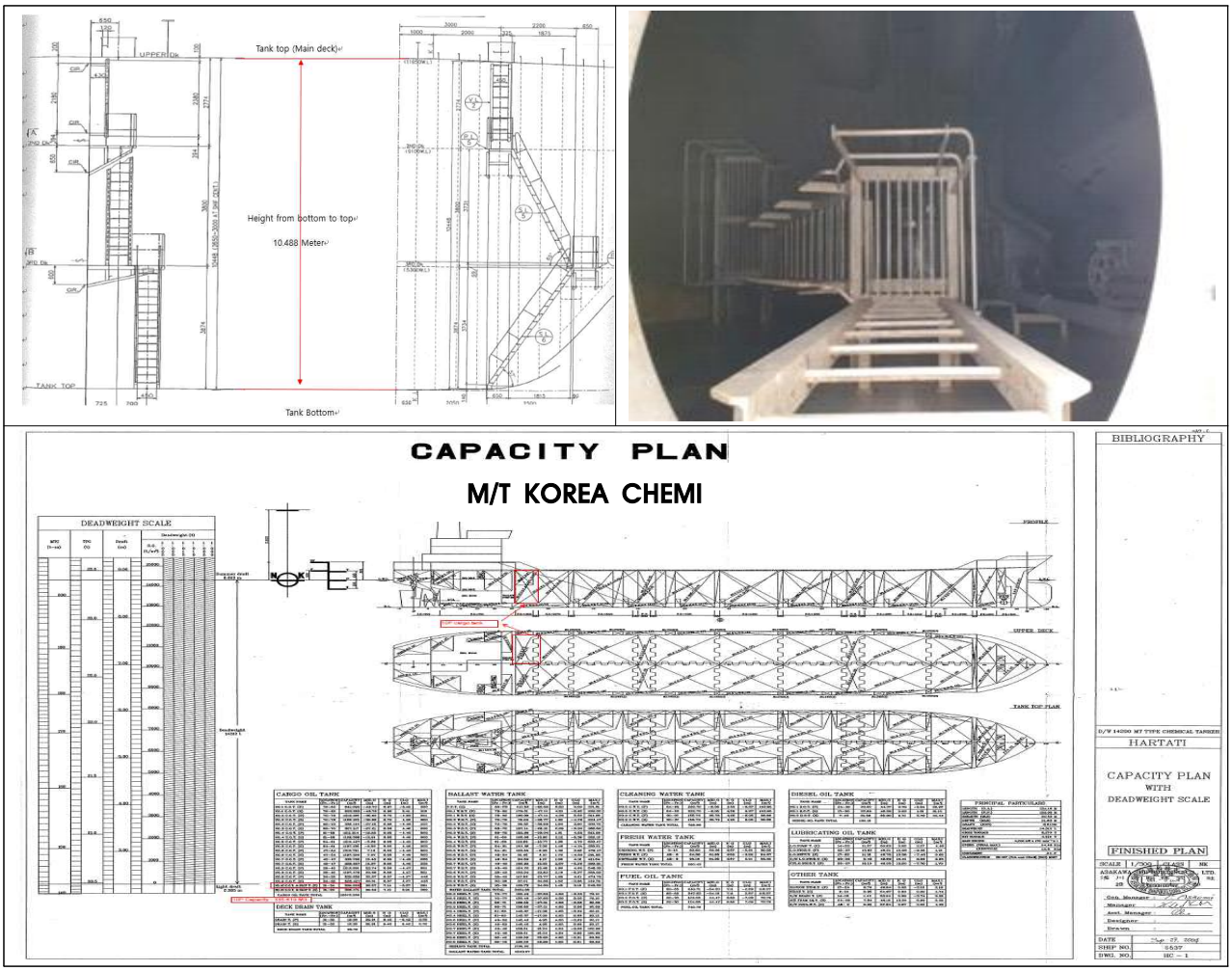

<그림 2> 코리아케미호 구조 및 화물탱크 배치

## 2.5 사고 발생 화물탱크

2.5.1 사고가 발생한 10번 좌현 화물탱크 용적은 약 336㎥, 길이는 약3.5미터이다. 화물탱크에는 1개의 해치(Hatch)가 설치되어 있고, 이 해치에는 사람이 탱크 바닥까지 내려갈 수 있도록 사다리가 설치되어 있다.

2.5.2 사망사고가 발생한 10번 좌현 화물탱크는 1월 8일 무아라(브루나이)에서 벤젠(Benzene)을 적재하고 1월 9일 장인항(중국)에서 화물 양하 후 비어있는 상태였으며, 1월 20일에 탱크 세정 작업 후 가스프리(Gas Free) 작업을 하던 중이었다.

2.5.3 전 항차 선적화물인 벤젠(Benzene)은 무색의 달콤한 냄새를 가지고 있는 휘발성 액체 탄화수소로 인체 발암 물질로 등록되어 있으며 고농도에 노출 시 호흡곤란, 현기증이 발생할 수 있고 호흡기로 유입되면 치명적인 것으로 확인[5]되어 화물탱크 세정작업 및 화물탱크 출입 시 잔존가스 존재 여부를 반드시 확인해야 하는 상황이었다.




**<그림 3> 10번 좌현 화물탱크 해치(Hatch) 사진 및 탱크위치**

5) MSDS(material safety data sheet, 물질안전보건자료)에 따름

## 2.6 밀폐구역 작업절차

2.6.1 코리아케미호 안전관리절차서 제4장 밀폐구역 작업 절차에는 진입 및 출구의 개구부가 제한된 구역, 자연통풍이 잘 되지 않는 구역, 작업자의 계속적인 점유를 허용하지 않는 구역 등을 밀폐구역으로 정의하고 있고 밀폐구역에서의 작업 절차를 기술하고 있다.

2.6.2 밀폐구역은 화물탱크, 평형수탱크, 펌프실 등을 포함하고 있다. 여러 화물탱크를 동시에 또는 차례로 출입할 때에는, 하나의 화물탱크 밀폐구역출입허가서를 이용하여 허가를 득해야한다. 하나의 허가서로 출입이 허가된 밀폐구역은 화물탱크의 출입이 안전하다는 것을 해치커버에 표시[6] 하도록 하고 있다.

2.6.3 밀폐구역 출입 전 일등항해사는 적재화물 종류에 따라 가연성 가스(부탄, 프로판과 같은 탄화수소 가스), 독성가스(황화수소, 일산화탄소) 및 독성함유물질(방향족 탄화수소, 벤젠, 톨루엔) 그리고 산소농도는 별도의 허용기준에 따라 교정된 검지기를 사용하여 기준에 적합한지 여부에 대해 측정하고 확인해야 한다.

2.6.4 선장은 밀폐구역 출입 승인을 요청 받은 경우 위험성 평가 목록표에 따른 밀폐구역 출입의 위험성 평가, 밀폐구역의 대기 상태 확인을 위한 가스 측정기록부, 작업 전 안전회의 실시 등 밀폐구역 출입 허가서의 요건을 만족하는지를 검토하고 승인해야 한다.

2.6.5 출입 인원은 개인 보호장구(안전장갑, 헬멧, 고글, 보호복, 내열장화)와 휴대용 가스검지기(대기중의 산소, 탄화수소 및 황화수소 등 농도를 계속적으로 측정할 수 있고 가청경보 기능이 있는 검지기)를 착용해야 하고 당직항해사에게 출입사실을 통보해야 한다.

2.6.6 또한 밀폐구역 입구에 승인된 자장식 호흡구 및 산소 소생기를 비치하고 인명구조를 위한 안전벨트 등 인명구조 장비와 승인된 안전등을 준비 해야한다. 책임사관에게 바로 연락 가능한 감시원을 배치하고 무전기 등 통신수단도 확보해야 한다.

2.6.7 인신보호 장비[7]는 보호장구, 안전장구, 비상장구(자장식 호흡구, 비상 탈출용 호흡구 등)가 있다. 비상 시 탈출을 위해 비상장구 및 호흡구를 사용하는데 필터 형식의 호흡보호구는 산소 결핍 장소에서는 사용자를 보호하지 못하므로 사용할 수 없다.

---

6) ISGOTT 10.7.3 및 TSG(Tanker Safety Guide, Chemical) 9.4.2에 근거

7) 선급 및 강선규칙 2021(7편 전용선박 제6장 위험화학품 산적운반선 제14절 인신보호)

section

# 3 사고 경위

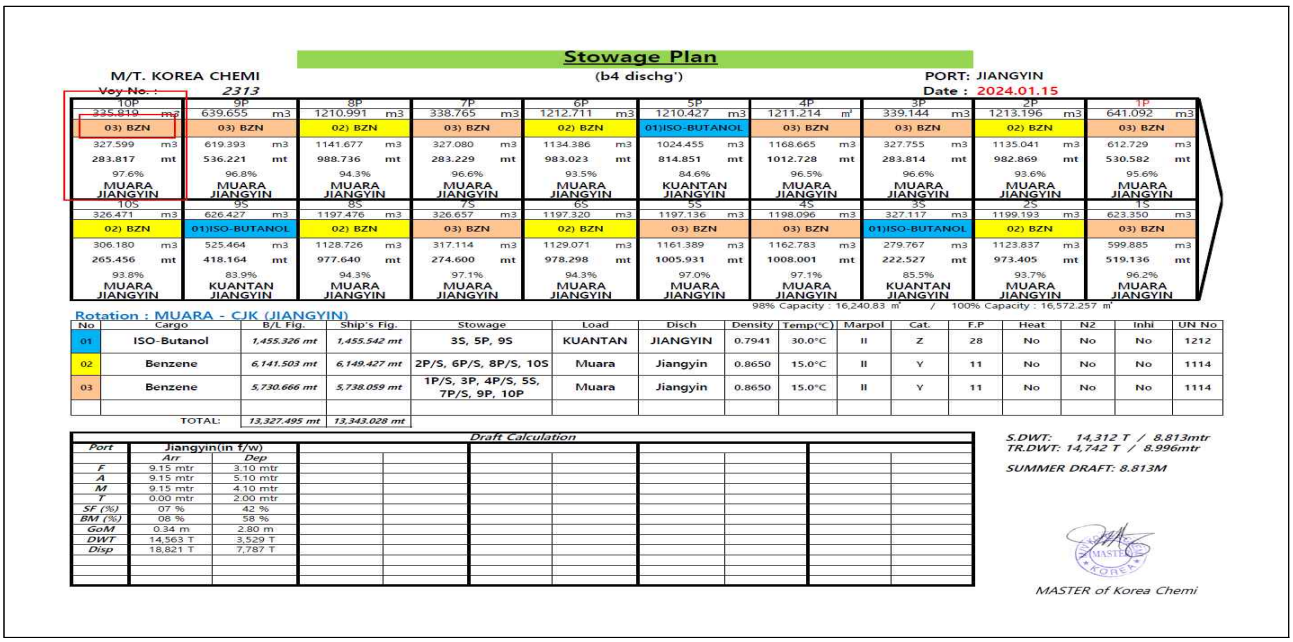
# 3. 사고 경위

## 3.1 사고 전 운항

3.1.1 코리아케미호는 주로 사우디아라비아, 쿠웨이트, 오만 등 중동지역과 한국, 중국, 대만 등 극동아시아에서 화물을 적재하고 인도, 태국, 싱가폴, 말레이시아, 인도네시아 등 동남아시아로 운항하며 벤젠, 부탄디올 등 액체화학품을 산적으로 운송하였다.

3.1.2 2024년 1월 3일 말레이시아 쿠안탄에서 부탄디올(ISO-Butanol) 약 1,455톤을 적재하고 1월 8일 브루나이 무아라에서 벤젠(Benzene) 약 11,887톤을 선적하였다. 이 화물은 2024년 1월 9일 02시경 중국 장인항에서 선적화물 전량을 양하하였다.

3.1.3. 코리아케미호는 화물 양하 후 2024년 1월 9일 07시 25분경 장인항에서 화물적재를 위해 대한민국 여수항으로 출항하였다. 여수항에서는 톨루엔을 적재할 예정이었고, 다음 기항지인 울산에서 베이스오일을 적재할 계획이었으나, 선적 계획은 유동적이었다.



Stowage Plan

(b4 dischg')

M/T. KOREA CHEMI — PORT: JIANGYIN

Voy No. : 2313 — Date : 2024.01.15

| 10P | 9P | 8P | 7P | 6P | 5P | 4P | 3P | 2P | 1P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 335.819 m3 | 639.655 m3 | 1210.991 m3 | 338.765 m3 | 1212.711 m3 | 1210.427 m3 | 1211.214 m³ | 339.144 m3 | 1213.196 m3 | 641.092 m3 |
| 03) BZN | 03) BZN | 02) BZN | 03) BZN | 02) BZN | 01)ISO-BUTANOL | 03) BZN | 03) BZN | 02) BZN | 03) BZN |
| 327.599 m3 | 619.393 m3 | 1141.677 m3 | 327.080 m3 | 1134.386 m3 | 1024.455 m3 | 1168.665 m3 | 327.755 m3 | 1135.041 m3 | 612.729 m3 |
| 283.817 mt | 536.221 mt | 988.736 mt | 283.229 mt | 983.023 mt | 814.851 mt | 1012.728 mt | 283.814 mt | 982.869 mt | 530.582 mt |
| 97.6% | 96.8% | 94.3% | 96.6% | 93.5% | 84.6% | 96.5% | 96.6% | 93.6% | 95.6% |
| MUARA JIANGYIN | MUARA JIANGYIN | MUARA JIANGYIN | MUARA JIANGYIN | MUARA JIANGYIN | KUANTAN JIANGYIN | MUARA JIANGYIN | MUARA JIANGYIN | MUARA JIANGYIN | MUARA JIANGYIN |

| 10S | 9S | 8S | 7S | 6S | 5S | 4S | 3S | 2S | 1S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 326.471 m3 | 626.427 m3 | 1197.476 m3 | 326.657 m3 | 1197.320 m3 | 1197.136 m3 | 1198.096 m3 | 327.117 m3 | 1199.193 m3 | 623.350 m3 |
| 02) BZN | 01)ISO-BUTANOL | 02) BZN | 03) BZN | 02) BZN | 03) BZN | 03) BZN | 01)ISO-BUTANOL | 02) BZN | 03) BZN |
| 306.180 m3 | 525.464 m3 | 1128.726 m3 | 317.114 m3 | 1129.071 m3 | 1161.389 m3 | 1162.783 m3 | 279.767 m3 | 1123.837 m3 | 599.885 m3 |
| 265.456 mt | 418.164 mt | 977.640 mt | 274.600 mt | 978.298 mt | 1005.931 mt | 1008.001 mt | 222.527 mt | 973.405 mt | 519.136 mt |
| 93.8% | 83.9% | 94.3% | 97.1% | 94.3% | 97.0% | 97.1% | 85.5% | 93.7% | 96.2% |
| MUARA JIANGYIN | KUANTAN JIANGYIN | MUARA JIANGYIN | MUARA JIANGYIN | MUARA JIANGYIN | MUARA JIANGYIN | MUARA JIANGYIN | KUANTAN JIANGYIN | MUARA JIANGYIN | MUARA JIANGYIN |

98% Capacity : 16,240.83 m³ / 100% Capacity : 16,572.257 m³

Rotation : MUARA - CJK (JIANGYIN)

| No | Cargo | B/L Fig. | Ship's Fig. | Stowage | Load | Disch | Density | Temp(℃) | Marpol | Cat. | F.P | Heat | N2 | Inhi | UN No |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | ISO-Butanol | 1,455.326 mt | 1,455.542 mt | 3S, 5P, 9S | KUANTAN | JIANGYIN | 0.7941 | 30.0°C | II | Z | 28 | No | No | No | 1212 |
| 02 | Benzene | 6,141.503 mt | 6,149.427 mt | 2P/S, 6P/S, 8P/S, 10S | Muara | Jiangyin | 0.8650 | 15.0°C | II | Y | 11 | No | No | No | 1114 |
| 03 | Benzene | 5,730.666 mt | 5,738.059 mt | 1P/S, 3P, 4P/S, 5S, 7P/S, 9P, 10P | Muara | Jiangyin | 0.8650 | 15.0°C | II | Y | 11 | No | No | No | 1114 |
| | TOTAL: | 13,327.495 mt | 13,343.028 mt | | | | | | | | | | | | |

Draft Calculation

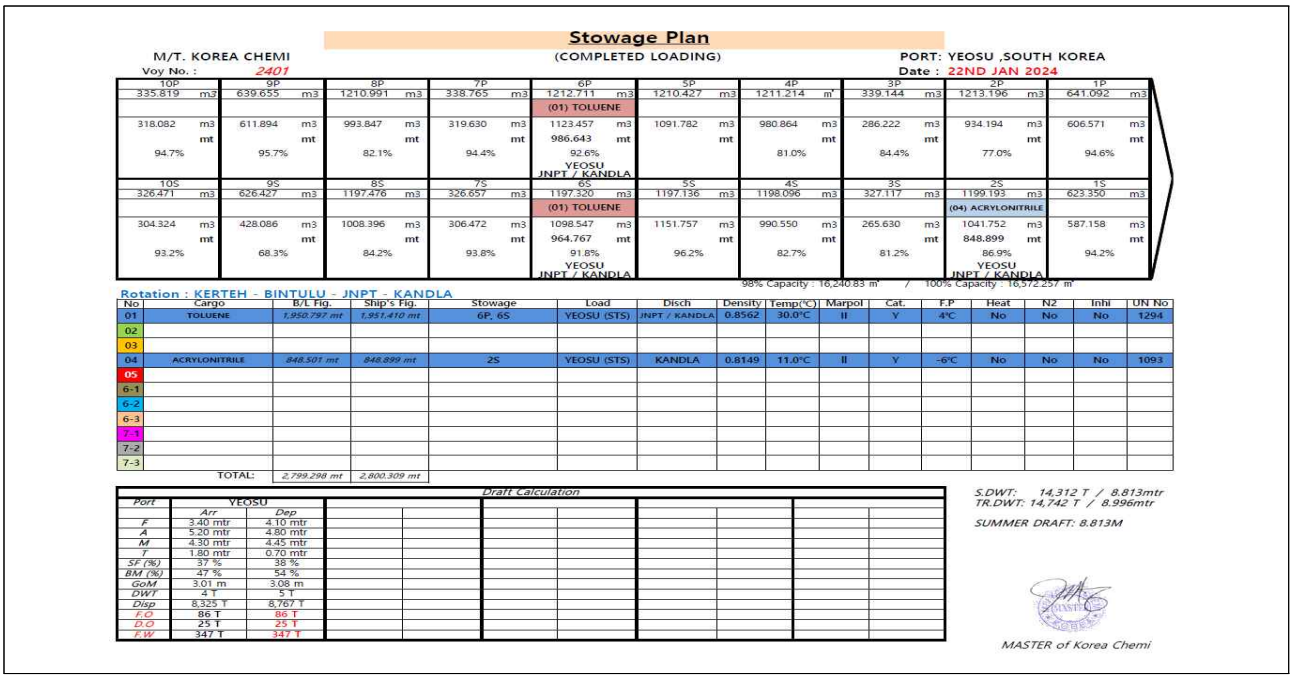
| Port | Jiangyin(in f/w) Arr | Dep |
|---|---|---|
| F | 9.15 mtr | 3.10 mtr |
| A | 9.15 mtr | 5.10 mtr |
| M | 9.15 mtr | 4.10 mtr |
| T | 0.00 mtr | 2.00 mtr |
| SF (%) | 07 % | 42 % |
| BM (%) | 08 % | 58 % |
| GoM | 0.34 m | 2.80 m |
| DWT | 14,563 T | 3,529 T |
| Disp | 18,821 T | 7,787 T |

S.DWT: 14,312 T / 8.813mtr
TR.DWT: 14,742 T / 8.996mtr

SUMMER DRAFT: 8.813M

MASTER of Korea Chemi

**<그림 4> 코리아케미호 화물적재현황(2313항차)**



Stowage Plan

M/T. KOREA CHEMI (COMPLETED LOADING) PORT: YEOSU ,SOUTH KOREA

Voy No. : 2401 Date : 22ND JAN 2024

| 10P | 9P | 8P | 7P | 6P | 5P | 4P | 3P | 2P | 1P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 335.819 m3 | 639.655 m3 | 1210.991 m3 | 338.765 m3 | 1212.711 m3 | 1210.427 m3 | 1211.214 m3 | 339.144 m3 | 1213.196 m3 | 641.092 m3 |
| | | | | (01) TOLUENE | | | | | |
| 318.082 m3 mt 94.7% | 611.894 m3 mt 95.7% | 993.847 m3 mt 82.1% | 319.630 m3 mt 94.4% | 1123.457 m3 986.643 mt 92.6% YEOSU JNPT / KANDLA | 1091.782 m3 mt | 980.864 m3 mt 81.0% | 286.222 m3 mt 84.4% | 934.194 m3 mt 77.0% | 606.571 m3 mt 94.6% |
| 10S | 9S | 8S | 7S | 6S | 5S | 4S | 3S | 2S | 1S |
| 326.471 m3 | 626.427 m3 | 1197.476 m3 | 326.657 m3 | 1197.320 m3 | 1197.136 m3 | 1198.096 m3 | 327.117 m3 | 1199.193 m3 | 623.350 m3 |
| | | | | (01) TOLUENE | | | | (04) ACRYLONITRILE | |
| 304.324 m3 mt 93.2% | 428.086 m3 mt 68.3% | 1008.396 m3 mt 84.2% | 306.472 m3 mt 93.8% | 1098.547 m3 964.767 mt 91.8% YEOSU JNPT / KANDLA | 1151.757 m3 mt 96.2% | 990.550 m3 mt 82.7% | 265.630 m3 mt 81.2% | 1041.752 m3 848.899 mt 86.9% YEOSU JNPT / KANDLA | 587.158 m3 mt 94.2% |

98% Capacity : 16,240.83 m³ / 100% Capacity : 16,572.257 m³

Rotation : KERTEH - BINTULU - JNPT - KANDLA

| No | Cargo | B/L Fig. | Ship's Fig. | Stowage | Load | Disch | Density | Temp(℃) | Marpol | Cat. | F.P | Heat | N2 | Inhi | UN No |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | TOLUENE | 1,958.797 mt | 1,951.410 mt | 6P, 6S | YEOSU (STS) | JNPT / KANDLA | 0.8562 | 30.0℃ | II | Y | 4℃ | No | No | No | 1294 |
| 02 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04 | ACRYLONITRILE | 848.501 mt | 848.899 mt | 2S | YEOSU (STS) | KANDLA | 0.8149 | 11.0℃ | II | Y | -6℃ | No | No | No | 1093 |
| 05 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6-1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6-2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6-3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7-1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7-2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7-3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | TOTAL: | 2,799.298 mt | 2,800.309 mt | | | | | | | | | | | | |

Draft Calculation

| Port | YEOSU Arr | YEOSU Dep |
|---|---|---|
| F | 3.40 mtr | 4.10 mtr |
| A | 5.20 mtr | 4.80 mtr |
| M | 4.30 mtr | 4.45 mtr |
| T | 1.80 mtr | 0.70 mtr |
| SF (%) | 37 % | 38 % |
| BM (%) | 47 % | 54 % |
| GoM | 3.01 m | 3.08 m |
| DWT | 4 T | 5 T |
| Disp | 8,325 T | 8,767 T |
| F.O | 86 T | 86 T |
| D.O | 25 T | 25 T |
| F.W | 347 T | 347 T |

S.DWT: 14,312 T / 8.813mtr
TR.DWT: 14,742 T / 8.996mtr

SUMMER DRAFT: 8.813M

MASTER of Korea Chemi

**<그림 5> 코리아케미호 화물적재계획(2401항차)**

## 3.2 화물탱크 세정 작업

3.2.1 코리아케미호의 유해액체물질 및 설비에 관한 지침서(Procedure And Arrangement Manual) 제4절에는 화물탱크의 세정, 잔유물의 배출, 평형수의 적재 및 배출에 관한 방법에 대하여 규정하고 있다. 동 지침서에 따라 일등항해사는 사고 당일 탱크 세정 전에 탱크세정계획서를 작성하여 선장의 승인을 받은 것으로 확인되었다.

3.2.2 일등항해사가 작성한 탱크 세정계획서에 따라 1월 19일 18시부터 22시까지 1번 좌현부터 10번 우현까지 총 20개의 화물탱크에 대해 가스프리 4시간(Gas Free)을 실시하였으며, 22시부터 자정까지 2시간 동안 탱크 내 가스 농도를 측정하였다. 이후 1월 20일 00시부터 2시간 동안 청수 세정(Washing with cold Fresh Water) 작업을 실시하였으며 08시까지 가스프리[8](Gas Free)를 이어서 진행하였다.

3.2.3 화물탱크 모핑작업을 위해서는 가스와 산소농도를 측정 해야한다. 가스프리를 마치고 10시부터 계획하고 있는 화물탱크 모핑작업을 위해 선장의 진술[9]에 따르면 08시경 탱크 내부 가스농도 측정이 처음 있었다. 당시 냄새가 많이 났고 09시경 다시 측정했을

8) 코리아케미호 선수창고에 설치된 고정식 가스프리팬을 이용하여 화물창 해치커버를 열어 놓은 상태에서 화물탱크 내부의 공기를 외부 공기와 치환한다.

9) 2024년 4월 24일 선장 진술에 따름

때도 계속 가스 냄새가 많이 나서 이 시간대의 가스 농도는 측정되지 않았다고 선장은 진술하였다. 탱크 대기상태 측정 기록부 상 기록되어 있는 09시 45분 가스측정 결과는 가연성 가스농도는 4~5%이고 산소 농도 기록은 없었다. 결국 탱크 출입을 위한 산소 농도 측정은 하지 않은 것으로 추정된다.

## 3.3 사고발생

3.3.1 코리아케미호는 2024년 1월 19일 07시 25분경 장인항을 출항하여 여수항으로 향하고 있었다. 20일 자정부터 2시간 동안 화물탱크에 대한 청수 세정작업을 마치고 오전 10시부터 계획하고 있는 화물탱크 모핑 작업을 위해 화물탱크 가스프리(Gas free)를 실시하던 중이었다.

3.3.2 일등항해사는 예정된 화물탱크 모핑작업을 위해 10시 10분경 갑판부원 4명에게 작업에 필요한 밀대, 걸레를 갑판 상에 준비하도록 지시하였다.

3.3.3 일등항해사의 지시에 따라 갑판장, 갑판수A, 갑판원A, 갑판원B는 각자 갑판상에서 작업 물품을 준비하였다. 이후 20일 10시 35분경 갑판장은 10번 좌현 화물탱크 해치커버(Hatch cover)가 열려 있는 것을 확인하였고 안을 들여다보니 탱크 바닥에 같이 작업하던 갑판원B가 쓰러져 있는 것을 발견하였다. 발견 당시 갑판원B는 필터식 마스크와 두건, 안전화를 착용한 상태였다.

## 3.4 구조작업

3.4.1 갑판원B가 화물탱크에 쓰러져 있는 것을 확인한 갑판장은 선교에 상황을 보고하였고 선교 당직자 삼등항해사는 선내 방송으로 사고 발생을 알리고, 선장에게 보고하였다.

3.4.2 선장은 선내 비상소집을 명령하였고 일등항해사와 이등항해사는 자장식 호흡구를 착용하고 탱크에 진입하여 갑판원B 구조작업을 실시하였다. 의식을 잃은 갑판원B에게 비상탈출용 호흡구를 착용시켰으며, 갑판장과 갑판수A가 추가로 화물탱크에 들어가 들것에 갑판원B를 고정하고 갑판으로 끌어낼 준비를 했다.

3.4.3 갑판원B는 의식이 없는 상태로 갑판에 끌어올려졌다. 선원들이 교대로 갑판원B에게 심폐소생술을 실시하고 응급조치하였으나 맥박과 호흡은 변화가 없었다. 11시10분

경 의식이 없는 갑판원B를 선내 병원으로 이동시켜 심폐소생술을 실시하고 산소소생기를 이용하여 산소를 지속적으로 공급하였다.

3.4.4 11시30분경 회사에 사고 발생 사실을 회사에 보고하였다. 같은 시각 제주해경 및 119 구조대에 연락하여 의료지원을 받으며 심폐소생술을 계속 시행하였다.

3.4.5 14시 10분경 제주해경의 지시에 따라 코리아케미호는 서귀포항으로 향하였고 20시 30분경 서귀포항에 도착하였으며 해경, 119 및 의사가 승선하였다. 갑판원B는 제주특별자치도 서귀포의료원으로 이송되었으나 사망하였다.

section

# 4 사고 분석

# 4. 사고 분석

## 4.1 밀폐구역 작업절차 미이행

4.1.1 코리아케미호 안전관리절차서 제4장 밀폐구역작업 절차에는 밀폐구역 출입 시에 준수해야 하는 절차가 기술되어 있다. 일등항해사는 밀폐구역에서 작업하기 위해 '밀폐구역 출입허가서'를 작성하는 과정에서 가스농도 확인, 보호장구 및 안전장구 준비 등 안전을 확보할 수 있는 조치를 해야한다.

4.1.2 작성한 밀폐구역 출입허가서는 최종적으로 선장의 승인을 받아야 하며 이후 밀폐구역에서의 작업은 가능하게 된다. 그러나 일등항해사는 밀폐구역에 대한 출입 허가 없이 화물탱크 가스프리 상태에서 화물탱크 모핑작업을 위해 10시 10분경 갑판부원 4명에게 작업에 필요한 밀대, 걸레를 갑판 상에 준비하도록 지시하였다.

4.1.3 사고 전일인 19일 자정 무렵 일등항해사는 갑판장, 갑판원A, 갑판원B와 탱크 세정 작업 전 안전회의를 실시한 기록은 있으나 그 당시에 화물탱크 출입을 위한 밀폐구역 출입허가서는 작성되지 않았다.

4.1.4 다만, 일등항해사는 2023년 4월 22일 울산에서 승선하였고, 사고 전 최근 3항차인 9월30일, 11월24일, 12월05일에 밀폐구역 출입허가서를 작성한 기록은 있었다.

4.1.5 사고 당일 아침 일등항해사는 가스프리 중 냄새 확인 결과 가스냄새가 많이 나서 밀폐구역 출입허가서를 작성하지 않았다고 진술하였다. 이는 선장에게도 보고되지 않았다. 결국, 갑판부원에게 화물탱크 모핑 준비 작업을 지시한 이후 약 30분도 경과되지 않은 시점에 벤젠가스가 원인이 되는 사망 선원이 탱크 내에서 발견되었다.

## 4.2 화물특성에 따른 가스농도 미확인

4.2.1 코리아케미호 안전관리절차서 4장에 따라 밀폐구역 출입 시에는 밀폐구역의 대기 상태에 대한 가연성 가스, 독성가스 및 독성함유물질 그리고 산소농도에 대해 교정된 검지기[10]를 사용하여 가스농도를 측정하고 가스농도 허용기준[11]에 적합한지 여부에 대하여 확인 후 밀폐구역에 출입해야 한다.

4.2.2 이에 따라 일등항해사는 화물탱크 청소 작업 전 탱크 내부의 대기상태에 대한 가스농도를 측정해야 하며, 화물탱크 내에서 가스농도를 지속적으로 확인하기 위해 화물탱크에 출입하는 인원은 휴대용 가스검지기를 소지해야 한다.

4.2.3 그러나 탱크 대기상태 가스 측정 기록 확인 결과 사고 당일인 19일 09시45분경 가스 측정 기록부 상에는 가연성 가스농도는 4~5%로 기록되어 있었으나, 벤젠가스와 산소 농도 기록은 없었다. 일등항해사는 가스프리 중 냄새 확인 결과 가스냄새가 많이 나서 측정하지 않았다고 진술하였으며, 결국 잔존 벤젠가스와 산소농도는 측정되지 않았을 것으로 판단된다.

4.2.4 갑판원B는 화물탱크에 출입 시 휴대용 가스검지기를 착용하고 출입했어야 하나일등항해사의 작업 지시 이후 30분이 경과한 시점에 10번 좌현 화물탱크에서 휴대용 가스검지기 착용 없이 갑판장에게 발견되었다. 따라서 갑판원B는 화물탱크 출입을 위한 가스 농도 확인 없이 화물탱크 내 작업을 위해 임의로 출입한 것으로 추정된다.

## 4.3 미승인 필터마스크 착용 및 임의출입

4.3.1 코리아케미호 안전관리절차서 제4장에 따르면 카트리지 또는 여과장치 안면마스크인 필터식 마스크는 탄화수소 및 독성가스가 노출되어 있거나, 산소 결핍 장소에서는 사용자를 보호하지 못하므로 밀폐구역에서 이러한 장비를 사용할 수 없다. 따라서 화물호스 연결 및 분리 시 그리고 탱크 압력 점검 시에만 사용할 수 있는 것으로 되어 있다.

4.3.2 그러나 갑판원B는 필터식 마스크를 착용하면 잔존가스가 있더라도 화물탱크에 진입할 수 있을 것으로 생각하고 임의로 탱크에 들어갔으며, 탱크 상부에서는 가스 냄새를 맡지 못하고 바닥으로 내려가던 중 잔존가스를 흡입한 후 쓰러진 것으로 추정된다.

4.3.3 선장은 갑판원B가 착용한 필터식 마스크는 인수 시 사용하던 물품으로 위생점검 당시 침실에 비치하고 있던 것에 대해 처분할 것을 지시한 적이 있었다고 진술하였다. 그러나 선장은 필터식 마스크의 폐기 확인 또는 사용제한을 위한 실질적인 관리는 하지 않았다. 또한 절차서에 따른 책임사관에 의한 매월 확인 및 점검도 이행되지 않았다.

10) 이동식 가스검지기 2개, 휴대식 가스검지기 4개(2023.11.05.검교정) 등 6개의 가스검지기가 비치되어 있음

11) IMO Resolution A.1050(27) 7.2 산소 농도 21%이상, 탄화수소 가스 농도 인화하한치(LFL)의 1%이하, 독성가스 노출기준 농도 50%이하(벤젠 가스 농도 1ppm이하, 황화수소 5ppm미만, 일산화탄소 25ppm 미만)

4.3.4 갑판원B가 코리아케미호를 포함하여 총 4척의 유류 및 액체화학품 운반선에서 총 3년 5개월 승선한 경력이 있음을 고려하면, 출입 허가를 받지 않은 상황에서 탱크에 임의로 출입할 경우에 대한 위험성을 충분히 알고 있었으리라 추정된다. 이에 사고 발생 당시 갑판원B가 탱크에 출입한 것은 일등항해사가 갑판원B를 포함한 작업자들에게 작업내용 및 절차에 대한 설명 또는 지시가 명확하지 않았던 것으로 유추된다.

section

# 5 결론

# 5. 결론

5.1 코리아케미호 갑판원B는 화물탱크 가스프리 작업 도중 일등항해사의 화물탱크 모핑 준비작업 지시 이후 승인되지 않은 필터식 마스크를 착용한 채 임의로 탱크 내부에 진입하였다가 잔존 벤젠가스를 흡입하고 탱크 바닥으로 추락하여 사망한 것으로 추정된다.

5.2 일등항해사는 밀폐구역에서 작업을 하기 위해서는 밀폐구역 출입허가서를 작성해야 하고 작성한 밀폐구역 출입허가서는 최종적으로 선장의 승인을 받아야 한다. 그러나 밀폐구역에 대한 출입허가 절차를 먼저 이행하지 않고 갑판부원 4명에게 화물탱크 청소 준비작업을 지시하였다.

5.3 화물탱크 청소 작업 전 일등항해사는 화물탱크 내 가스농도를 측정해야 하며, 화물탱크 내 가스농도를 지속적으로 확인하기 위해 화물탱크에 출입하는 인원은 휴대용 가스검지기를 소지해야 한다. 그러나 일등항해사는 잔존 벤젠가스와 산소농도를 측정하지 않았고 갑판원B는 휴대용 가스검지기 소지 없이 화물탱크에 임의로 진입하였다.

5.4 갑판원B는 선장의 지시를 위반하여 탄화수소 및 독성가스로부터 보호되지 못하는 필터식 마스크를 착용한 채로 화물탱크 내 청소 작업을 위해 진입한 것으로 추정된다. 선장은 필터식 마스크의 폐기 확인 또는 사용 제한을 위한 실질적인 관리를 하지 않았다.

5.5 선사는 안전관리절차서에 밀폐구역 작업절차를 명시한 반면, 선원들이 이를 준수하는지 여부를 관리·감독하지 않았다.

section

6

# 권고

# 6. 권고

## 6.1 밀폐구역 작업절차 준수 철저

6.1.1 일등항해사는 또는 담당사관은 화물탱크 내 청소 작업 전 안전관리절차서에 따른 밀폐구역 출입허가서를 작성해야 하고 선장은 밀폐구역 출입을 위한 가스농도 확인, 개인보호장구, 비상장구 준비 등 안전 확보에 대한 조치를 확인하고 이를 승인해야 한다.

6.1.2 일등항해사는 또는 담당사관은 화물탱크 내 청소 작업 전 화물 잔존가스 여부를 확인할 수 있는 가스검지기로 가스와 산소농도를 측정해야 한다. 화물탱크에 출입하는 작업자는 탱크 내 가스와 산소농도를 지속적으로 확인할 수 있는 휴대용 가스 검지기를 소지해야 한다.

6.1.3 위험물 안전담당자(선장 또는 일등항해사)는 위험물 취급 관련 선내 작업의 안전성을 확인하고 위험요소를 제거하거나 조치해야 한다. 따라서 화물탱크 청소작업 전 작업 참여자들에게 탱크 청소작업 시 위험요소에 대한 안전교육을 실시해야 한다. 또한 의사소통 오해로 인한 임의출입 등을 방지하기 위해 작업지시는 명료하게 해야 한다.

## 6.2 선사의 안전관리 강화 및 안전문화 조성

6.2.1 화물탱크 내 작업 시 가스중독과 질식사고가 발생할 개연성이 높은 만큼, 선사는 신규 승선자에 대하여 선박 안전관리 절차서에 따른 밀폐구역 식별과 밀폐구역 출입허가 등 작업 절차에 대한 교육을 철저히 실시 해야 한다.

6.2.2 선사는 선박 안전관리절차서에 따른 사전 안전회의, 작업수칙 준수, 현장 안전점검 등 안전관리 절차가 현장에서 이행이 잘되고 있는지 주기적으로 관리·감독해야 한다.

6.2.3 선사는 외국인 선원이 이해할 수 있도록 절차서와 작업지침서를 번역하여 제공하는 등 선원들 스스로 안전수칙을 지킬 수 있도록 지원하고, 선내 안전문화가 정착될 수 있도록 노력해야 할 것이다.

내일을 위한 정부혁신
보다 나은 해양수산부

해양수산부
중앙해양안전심판원