

[특별조사 2021-004]



해양사고 특별조사보고서

- 케미컬운반선 온산케미호 선원사망사고 -

사고일자 : 2020.11.23.

공표일자 : 2021.11.10.



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 작성되었으며, 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	2
2. 사실 정보	5
2.1 선박제원	5
2.2 선박소유자 및 운항	7
2.3 선박검사 및 안전관리	8
2.4 선원구성 및 당직체계	8
2.5 선박구조	10
2.6 사고 발생 화물탱크	10
2.7 케미컬운반선의 화물탱크 세정절차	12
2.8 온산케미호의 화물탱크 가스프리(Gas Free) 및 건조(Drying) 작업	13
2.9 기상상태	13
2.10 피해사항	14
3. 사고 경위	16
3.1 사고 전 운항	16
3.2 사고발생	17
3.3 구조작업	20
4. 사고 분석	23
4.1 1등항해사 사망원인	23
4.2 밀폐구역 출입 절차	24
4.3 화물탱크 공기상태 안전성 확인	24

4.4 위험상황에 대한 대비·대응	26
4.5 선장의 안전관리 감독	27
5. 결론	30
6. 교훈사항	32
6.1 밀폐구역 출입절차 이행 철저	32
6.2 선내 안전작업에 대한 감독 강화	32
6.3 구조자에 대한 안전 확보	32
6.4 작업안전절차 준수 등 안전문화 조성	33

section

1

사고 개요

1. 사고 개요

- 1.1 온산케미호는 2020년 11월 6일 울산항에서 4번 화물탱크에 선적되어 있던 화물 전량을 양하한 후 11월 7일 이 탱크에 대한 세정작업을 완료하였다. 그리고 해당 화물탱크에 대해서는 세정 작업을 하고 남은 잔여 물기 등을 제거한 후, 사고 당시까지 빈 탱크 상태로 운항하였다.
- 1.2 이 선박은 울산항을 출항 후 같은 해 11월 11일부터 11월 20일까지 중국과 대만에서 4번 탱크 이외의 다른 탱크에 인산, 부탄디올, 염화에틸렌 등의 화물을 선적하였다. 11월 21일 대만 마일리아오항에서 출항하여 선원교대를 위해 필리핀 마닐라항으로 항해하였다.
- 1.3 1등항해사는 항해 중 차항지(태국 방콕)에서의 화물 선적에 앞서 비어있는 화물탱크에 대한 청결 상태를 점검하였다. 이때, 4번 좌현 화물탱크에 습기 및 잔류물을 발견하고, 이를 제거하기로 결정하였다.
- 1.4 11월 23일 08시 30분경(이하 한국시간) 1등항해사는 습기 및 잔류물을 걸레로 닦아내는 작업(모핑작업)을 하기 위해 갑판장, 갑판원 A 및 갑판원 B에게 작업 개요와 절차를 설명하였다. 같은 날 09시 00분경 1등항해사의 지시에 따라 갑판원 A와 갑판원 B는 4번 좌현 화물탱크에 대한 모핑작업을 시작하였다. 작업 전 이 화물탱크에 대해 가스프리를 실시하지 않았고, 산소 및 가연성 가스농도도 확인하지 않은 상태였다. 갑판원 A와 B는 휴대식 가스검정기, 안전장구 등도 착용하지 않고 작업에 착수하였다.
- 1.5 모핑작업 중 갑판원 A는 졸리고 어지러운 기분을 느껴 10시 00분경 바깥공기를 쐬러 탱크 밖으로 나왔고, 2~3분 후 다시 작업에 복귀하기 위해 화물탱크 바닥을 보던 중 갑판원 B가 쓰러져있는 것을 목격하였다.
- 1.6 갑판원 A는 10번 화물탱크 인근에서 작업 중인 갑판장에게 이 사실을 알렸고, 갑판장은 1등항해사에게 보고했다. 이후 갑판장과 갑판원 A는 자장식 호흡구를 가지러 선미로 갔다.

- 1.7 같은 시각 1등항해사는 사고가 발생한 4번 좌현 화물탱크로 이동했고, 안전장구를 착용하지 않고 감시원도 없이 단독으로 화물탱크에 진입하여 갑판원 B를 구조 중 자신도 탱크 안에서 쓰러졌다.
- 1.8 자장식 호흡구를 가지러 간 갑판장은 선교에서 항해 당직 중인 3등항해사 B에게 사고 사실을 알렸다. 같은 날 10시 30분경 3등항해사 B는 선장에게 사고 사실을 보고했고, 선장 지시에 따라 선내 비상소집을 했다.
- 1.9 선장의 지휘에 따라 3등항해사 A, 갑판장, 갑판수 B는 자장식 호흡구를 착용하고 쓰러진 선원들을 구조하기 위하여 4번 좌현 화물탱크에 진입하였고, 1등항해사와 갑판원 B에게 자장식 호흡구 마스크를 씌워주었다. 갑판원 B는 의식을 회복하였으나, 1등항해사는 의식을 회복하지 못하였다. 선장은 1등항해사를 4번 좌현 화물탱크 밖 상갑판으로 끌어올린 후, 응급조치를 하였으나, 1등항해사의 의식이 돌아오지 않았다.
- 1.10 같은 날 12시 20분경 선장은 필리핀 해안경비대에 지원을 요청한 후 15시 20분경 의사가 승선하였고, 의사는 1등항해사가 사망하였음을 확인하였다.

section

2

사실 정보

2. 사실 정보

2.1 선박제원

2.1.1 온산케미호 주요 명세

선명	온산케미호(ONSAN CHEMI)
국적	대한민국
선적항	제주시
IMO 번호	9244386
선박종류	유조선(유류 및 액체화학품산적운반선)
선박소유자	선우탱커(주)
안전관리사	(주)이스턴탱커
최대승선인원(명)	23
조선자	후쿠오카 조선소(주)
용골거치일	2001년 2월 10일
진수일	2001년 4월 25일
인도일	2001년 8월 1일
선박검사기관	(사)한국선급
총톤수(톤)	6,823
전장(미터)	123.18
너비(미터)	20.00
깊이(미터)	11.20
재화중량톤수(톤)	12,498.86
주기관	디젤기관
최대출력	3,640kW × 210RPM
추진기(Inward)	1(나선일체식)
타(Rudder)	1
선수 횡추진기(Thruster)	480kW × 1기

2.2 선박소유자 및 운항

- 2.2.1 온산케미호(Onsan Chemi)는 2001년 4월 25일 일본 후쿠오카조선소(주)(Fukuoka Shipbuilding Co., Ltd.)에서 진수된 선박으로 총톤수 6,823톤, 길이(LOA) 123.18미터, 너비 20.00미터, 깊이 11.20미터의 유류 및 액체화물을 산적 운반하는 케미컬운반선이다.
- 2.2.2 이 선박은 진수 후 파나마 국적으로 운항되다가 2012년 2월 21일 대한민국 국적을 취득하였다. 이후 2017년 7월 27일에 선우탱커(주)(Sunwoo Tanker Co., Ltd.)에 매각되었고, 같은 해 10월 10일 온산케미호로 선명이 변경¹⁾되었다. 선우탱커(주)는 사고발생 전까지 약 3년 4개월간 이 선박을 운항하였다.
- 2.2.3 이 선박의 소유자인 선우탱커(주)는 유류, 케미컬화물을 운송하는 탱커선단을 운영하고 있으며, 온산케미호를 비롯한 6,000톤급에서 7,000톤급의 케미컬운반선 3척, 5,000톤급에서 6,000톤급의 케미컬운반선 5척 등을 운항하고 있다.
- 2.2.4 이들 선박은 주로 한·중·일을 포함한 극동아시아, 싱가포르, 말레이시아, 인도네시아 등 동남아시아 지역을 주로 운항하며, 벤젠, 톨루엔, 암모니아, 가성소다 등 액체화학품을 주로 산적 운송한다.



<그림 2> 선우탱커(주) 소속 선단선의 운항지역

1) 변경 전 선명은 오리엔탈 위스테리아호임

2.3 선박검사 및 안전관리

- 2.3.1 온산케미호는 2012년 2월부터 사단법인 한국선급(이하 한국선급)에 입급되었고, 사고 당시에는 2021년 7월 31일까지 유효한 선박검사증서²⁾를 보유하고 있었다.
- 2.3.2 이 선박은 2016년부터 2020년까지 한국선급으로부터 6번의 임시검사를 받았는데 모두 발전기 등 기관실 기기에 관한 사항이었고, 화물탱크 결함 또는 화물탱크 세정과 관련된 결함은 없었다.
- 2.3.3 선박소유자인 선우탱커(주)는 2019년 5월 13일 (주)이스턴탱커(Eastern Tanker Co., Ltd.)와 계약을 체결하고, 이 회사에 해사안전법과 국제안전관리규약(ISM Code)에 따라 부여되는 안전관리 업무를 위탁하였다. 위탁된 안전관리 업무는 선원관리, 공무관리, 선박검사 관리 및 안전관리시스템 관리 등이다.
- 2.3.4 2017년부터 2018년까지 온산케미호는 필리핀, 중국과 베트남에서 5차례 항만국통제(PSC) 점검을 받았고, 구명설비 결함, 갑판창고 환기구 불량, 국제육상시설연결구(ISC) 부재 등이 식별되었다. 또한 2019년부터 2020년에는 태국과 인도네시아에서 5차례 항만국통제 점검을 받았으나 식별된 결함사항은 없었다.

2.4 선원구성 및 당직체계

- 2.4.1 온산케미호의 선박검사증서상 최대승선인원은 23명, 승무정원증서에 따른 최소승무정원은 13명이다.
- 2.4.2 사고 당시 이 선박에는 20명의 선원이 승선 중이었다. 이 중 선장, 기관장, 1등항해사 등 3명은 한국인, 1등기관사는 인도네시아인, 2등항해사 등 그 외 사관 및 선원들은 필리핀인이다.
- 2.4.3 선장은 약 6년간의 선장 경력이 있었고, 항해사 시절부터 계속 케미컬운반선에 승선하였다. 선우탱커(주)에서는 온산케미호가 첫 선박으로 사고 당시는 승선 후 약 5개월 가량이 지난 시점이었다. 사고 당시 나이는 63세였다.

2) 화물선안전구조증서(SC: Cargo Ship Safety Construction Certificate), 화물선안전설비증서(SE: Cargo Ship Safety Equipment Certificate), 화물선안전무선증서(SR: Cargo Ship Safety Radio Certificate) 등

- 2.4.4 1등항해사는 약 19년³⁾의 1등항해사 경력을 가지고 있었고, 주로 케미컬운반선에 승선하였다. 선우탱커(주)에서는 온산케미호가 첫 선박으로 사고 당시 약 9개월 가량 승선 중이었다. 사고 당시 나이는 55세였다.
- 2.4.5 이 선박의 항해당직근무시간은 2등항해사가 04시~08시와 16시~20시, 3등항해사 A가 00시~04시와 12시~16시, 3등항해사 B가 08시~12시와 20시~24시까지였고, 각 항해사들은 조타수 1명과 함께 당직근무를 수행하고 있었다.
- 2.4.6 1등항해사는 항해 중 갑판정비 및 화물관리 등의 작업을 관리·감독하며 보통 입출항 등과 같은 상황이 아닌 경우, 평일 08시~17시까지 주간근무(Daywork)를 한다. 일반적으로 화물탱크 세정작업도 주간근무시간에 수행하고 있었다.

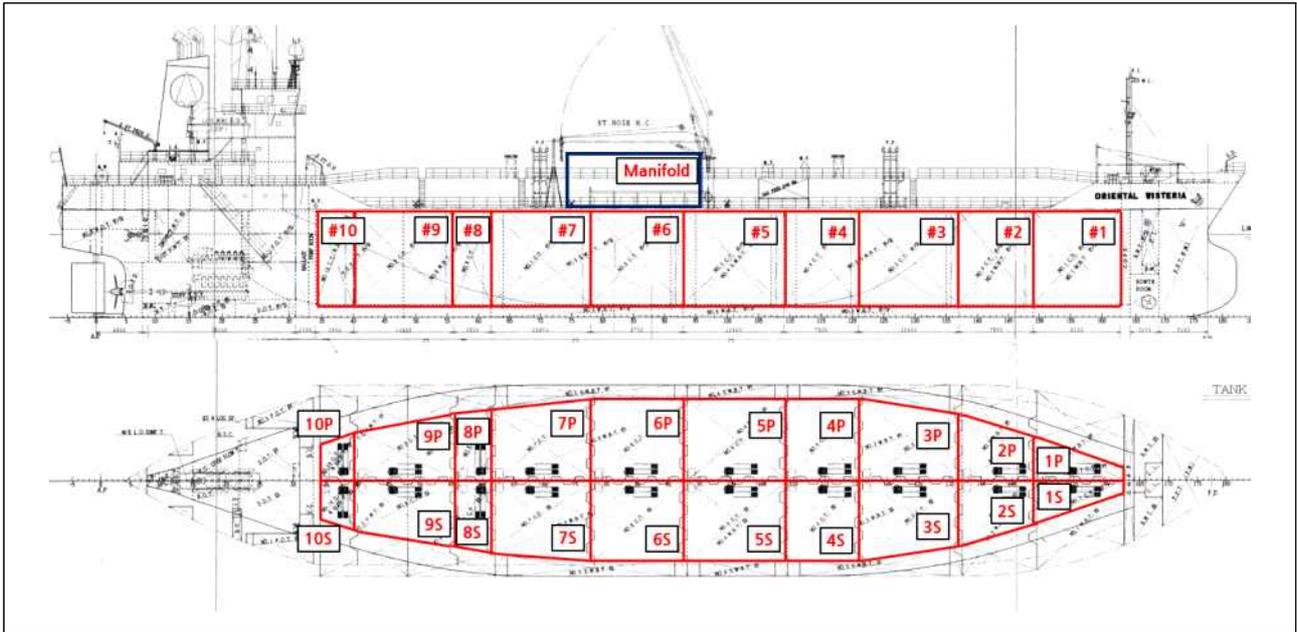
〈표 1〉 온산케미호 직책별 선원구성

부서	직책		승선인원(국적)	최소승무정원
갑판부	사관	선장(Master)	1명(한국)	1명
		1등항해사(Chief Off.)	1명(한국)	1명
		2등항해사(2 nd Off.)	1명(필리핀)	1명
		3등항해사(3 rd Off.)	2명(필리핀)	1명
	부원	갑판장(Bosun)	1명(필리핀)	3명
		갑판수(Able Seaman)	2명(필리핀)	
		갑판원(Ordinary Seaman)	2명(필리핀)	
		조리장(Chief Steward)	1명(필리핀)	1명
		조리수(Cook)	1명(필리핀)	
기관부	사관	기관장(Chief Eng.)	1명(한국)	1명
		1등기관사(1 st Eng.)	1명(인도네시아)	1명
		2등기관사(2 nd Eng.)	1명(필리핀)	1명
		3등기관사(3 rd Eng.)	1명(필리핀)	1명
	부원	조기장(No.1 Oiler)	1명(필리핀)	1명
		기관수(Oiler)	3명(필리핀)	
		총원	20명	13명

3) 2002년부터 약 27척의 선박에서 1등항해사로 승선함

2.5 선박구조

2.5.1 온산케미호는 선미에 선교가 위치해 있는 선미선교형 선박으로 선교에서 선수방향에 화물탱크가 배치되어 있다. 화물탱크는 좌우현 각각 10개이며 선수부터 선미방향으로 1번부터 10번까지로 구분되어 있다.



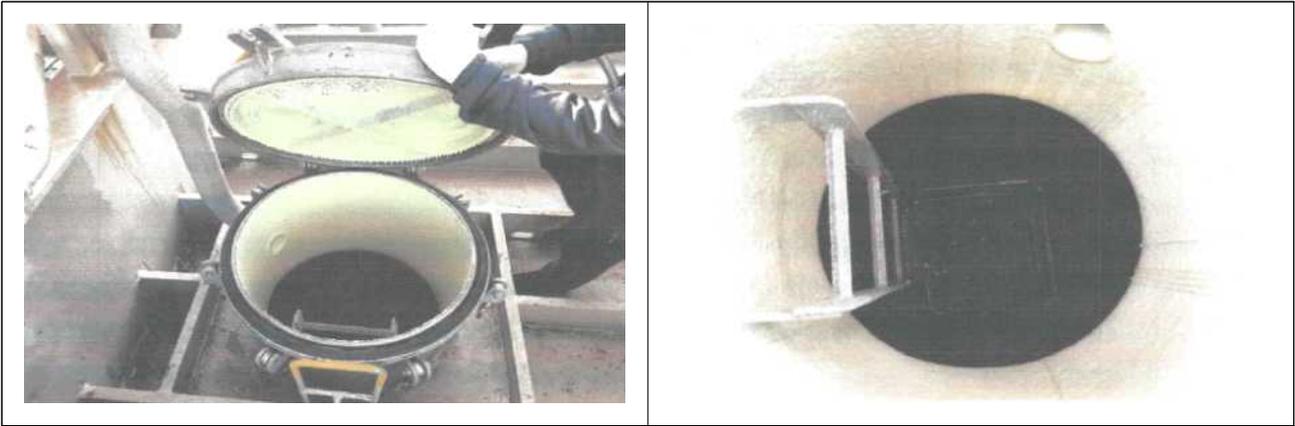
〈그림 3〉 온산케미호 구조 및 화물탱크 배치

2.5.2 선미부에는 선교(Bridge)가 있고, 그 아래 보트갑판(Boat Deck)과 선미갑판(Poop Deck)에는 선원실 및 식당, 사무실 겸 화물제어실(Cargo Control Room) 등이 위치하고 있다. 선미부 상갑판 아래는 기관구역이다.

2.6 사고 발생 화물탱크

2.6.1 사고가 발생한 4번 좌현 화물탱크는 용적 약 675m³, 길이는 약 7.8미터이다. 내부 재질은 몰디브덴(Mo)이 첨가된 저탄소 스테인리스강(SUS-316L)으로써 내산성 및 내식성이 양호하고 고온화물에 대한 강도가 강한 성질을 가지고 있다.

2.6.2 이 화물탱크에는 탱크내부 출입을 위해 1개의 화물탱크 해치(Hatch)가 설치되어 있고, 이 해치에는 사람이 내려갈 수 있도록 사다리가 설치되어 있다.



<그림 4> 4번 좌현 화물탱크 해치

- 2.6.3 이 화물탱크에는 가스프리팬을 이용하여 외부공기를 탱크내부로 불어넣어 환기를 시키는 기계식 환기시스템이 설치되어 있다. 가스프리팬은 4번과 5번 화물탱크의 상갑판 위에 있는 가스프리팬 룸에 설치되어 있다.
- 2.6.4 가스프리팬을 작동하기 위해서는 선수 갑판창고(Bosun store)에 위치한 일종의 유압 동력 장치인 파워팩을 가동⁴⁾한 후 4번 화물탱크 상갑판에 있는 작동레버를 작동시켜야 한다.
- 2.6.5 한편, 4번 좌현 화물탱크에는 제16항차⁵⁾에 방콕에서 UCO(Unconverted Oil)화물을 적재하였고, 울산항에서 이 화물을 전량 양하함에 따라 사고 당시까지 해당 화물탱크는 빈 상태로 운항되었다. 이후 제16항차의 마지막 항구인 군산항을 출항 후, 이 화물탱크에 대해 모핑작업을 포함한 세정이 완료되었다.
- 2.6.6 UCO화물은 원유 정제 과정에서 다른 제품으로 전환되지 않은 미전환 잔사유로서 유회유의 원료로 사용되는 기름이다. 온산케미호에서 보유한 물질안전보건자료에 따르면 이 화물의 인화점은 섭씨 120도 이상⁶⁾이며, 불꽃 등에 직접 노출되지 않도록 주의해야 하나 취급과 저장에 있어 높은 위험성을 가진 화물은 아니다.

4) 파워팩 작동 버튼은 거주구역의 화물제어실(Cargo Control Room)에 있음

5) 한 항차는 선박이 화물을 선적하고 양하하는 하나의 주기(Cycle)를 말함

6) 선박검사증서상 이 선박은 인화점 섭씨 60도 이하 또는 60도를 초과하는 기름을 운송할 수 있으며, IBC(International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulks)에 등재된 케미컬화물을 운송할 수 있음

2.6.7 물질안전보건자료에 따르면 UCO화물에서 발생한 가스는 코와 목에 약간의 가려움, 두통, 졸림 및 울렁거림을 일으킬 수 있다. 만약 사람이 가스를 흡입하는 경우, 가스가 있는 장소를 벗어나 오염되지 않은 공기를 마시되 호흡이 곤란한 상황이 발생하면 인공호흡을 실시하도록 하는 등 응급조치를 취하여야 한다.

2.7 케미컬운반선의 화물탱크 세정절차

2.7.1 벤젠, 가성소다 등 액체화학품을 운반하는 케미컬운반선은 화물탱크가 여러 구획으로 구분되어 있어 소량 다품종 운송에 적합하며, 하역작업 시에는 화물탱크의 파이프라인과 이어진 매니폴드와 육상 파이프를 연결하여 적·양하 작업을 한다.

2.7.2 다품종의 화물이 교차로 선적되기 때문에 기존 선적·양하된 화물의 잔류물과 차항지에서 선적예정인 다음 화물과 섞이는 등 오염을 막기 위하여 양하작업 후에는 빈 화물탱크에 있는 잔류물을 제거하는 세정작업이 실시된다.

2.7.3 화물탱크 세정작업은 양하 전 실었던 화물의 성분 및 특성에 따라 달라지지만 기본적으로 ① 예비세정(Pre-cleaning), ② 화학약품세정(Chemical Washing), ③ 해수세정(Main Wash with Sea Water), ④ 청수헹굼(Rinse with Fresh Water), ⑤ 증기세정(Steaming), ⑥ 가스프리(Gas Free), ⑦ 건조(Drying), ⑧ 모핑(Mopping) 작업 순으로 진행된다.

2.7.4 예비세정은 통상적으로 화물을 양하한 직후, 해수 또는 청수로 화물탱크 내에 남아있는 잔류물을 제거하는 작업이다. 화학약품세정은 예비세정을 마친 화물탱크에 화학약품을 이용하여 세정시키는 작업을 말한다.

2.7.5 해수세정 및 청수헹굼, 증기세정은 화학약품 세정 후, 남아있는 화학약품 성분을 제거하고 염분과 냄새를 제거하기 위한 세정작업이다. 가스프리는 화물 또는 약품 가스를 통풍을 이용하여 제거해주는 작업을 말하며, 건조는 일련의 세정작업 완료 후 화물탱크 내부를 건조시키는 작업이다.

2.7.6 모핑은 화물탱크 내 상당부분이 건조된 경우, 선원 등이 화물탱크로 직접 들어가서 먼 걸레 등을 이용하여 화물탱크의 내부에 잔존하는 물기 등을 직접 닦아내는 작업으로 화물탱크 세정의 마지막 단계이다.

2.7.7 세정이 완료된 화물탱크는 해치(Hatch) 및 맨홀(Manhole) 등을 폐쇄하여 불순물이나 해수가 침입하지 않도록 하며, 온도변화 등으로 인해 다시 습기가 차는 것을 방지하기 위하여 강제통풍 등을 통해 환기를 한다.

2.8 온산케미호의 화물탱크 가스프리(Gas Free) 및 건조(Drying) 작업

2.8.1 온산케미호의 가스프리 및 건조 작업 등 화물탱크 세정절차는 회사에서 수립하여 선박에서 운용하고 있는 화물관리 절차서 “제9장 탱크의 세정 및 크리닝”에서 규정되어 있다.

2.8.2 이 선박은 화물탱크를 세정할 때 통상적으로 이동식 버터워스머신(Portable Butterworth Machine)이라는 세정기기를 세정용 화물탱크 맨홀에 매달아 넣고 뜨거운 해수를 이용하여 세정한 후 청수로 행구고, 가스프리팬을 이용하여 건조를 한다.

2.8.3 이 선박의 가스프리 및 건조 작업은 가스프리팬을 작동시켜 화물탱크 천장 측에 연결된 송풍관을 통해 바깥 공기를 화물탱크 안으로 불어넣음으로써 내부공기를 순환시키는 방식으로 이루어진다.

2.8.4 가스프리 및 건조 작업을 마치면, 화물탱크 세정작업 책임자(1등항해사)는 세정을 마친 화물탱크의 하층부, 중층부, 상층부 등 3군데에서 공기상태를 측정한다. 그 결과 화물탱크 내부공기에 산소가 충분하고 가연성 가스 또는 독성 가스가 없다고 판단되면, 선원들이 화물탱크에 들어가 모핑작업을 한다.

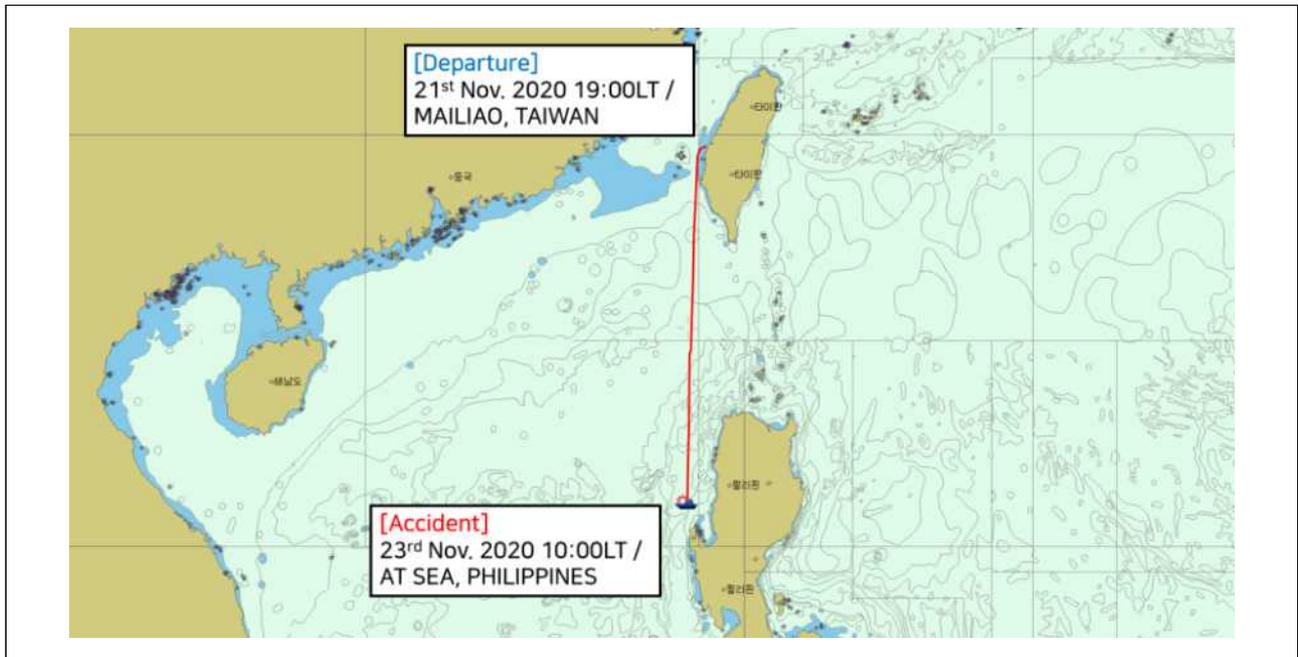
2.9 기상상태

2.9.1 이 사고 발생 전 온산케미호는 대만 마일리아오항에서 필리핀 마닐라항을 향해 출항하였고, 사고 당시에는 필리핀 연안을 향해 중이었다.

2.9.2 항해일지에 기록된 기상상태는 아래와 같으며, 바람과 파도는 대체로 양호한 상태였다.

<표 2> 선박 기상정보

일시(LT)	바람 및 파도						기상	
	풍향	풍력 계급	풍속 (m/s)	파도 방향	파도 상태	파고(m)	천후	기온
2020.11.22. 04:00	N	2	1.6 ~ 3.3	S	3	1	Overcast	23
2020.11.22. 08:00	SE	3	3.4 ~ 5.4	NW	3	1	Overcast	25
2020.11.22. 12:00	NE	3	3.4 ~ 5.4	SW	3	1	Blue sky	29
2020.11.22. 16:00	NE	4	5.5 ~ 7.9	SW	4	1.5	Cloudy	31
2020.11.22. 20:00	NE	3	3.4 ~ 5.4	SW	4	1.5	Overcast	26
2020.11.22. 24:00	NE	4	5.5 ~ 7.9	SW	4	1.5	Overcast	25
2020.11.23. 04:00	NE	4	5.5 ~ 7.9	SW	4	1.5	Overcast	26
2020.11.23. 08:00	NE	3	3.4 ~ 5.4	SW	4	1.5	Overcast	26
2020.11.23. 12:00	NE	3	3.4 ~ 5.4	SW	3	1	Blue sky	30



<그림 5> 온산케미호 항적 및 사고발생 위치

2.10 피해사항

2.10.1 이 사고로 인하여 갑판원 B와 1등항해사가 화물탱크 내에서 의식을 잃고 쓰러진 후 갑판원 B는 의식을 되찾았으나, 1등항해사는 응급조치를 실시하였음에도 의식을 회복하지 못하고 사망하였다.

section

3

사고 경위

3. 사고 경위

3.1 사고 전 운항

- 3.1.1 온산케미호는 유류 및 액체화학품을 산적 운반하는 유조선(케미컬운반선)으로서 태국, 대만 등에서 페놀, 염화에틸렌 등 케미컬 화물을 선적하여 한국, 중국, 베트남 등으로 운송하였다.
- 3.1.2 이 선박은 제16항차인 2020년 10월 25일에 태국 방콕에서 2번·4번·5번·7번·9번 좌우현 화물탱크에 약 6,061톤의 UCO화물을 선적하였다. 2020년 10월 26일에는 태국 맏타퓏항에서 3번·6번·10번 좌우현 화물탱크에 페놀 약 3,996톤을 선적하였다.
- 3.1.3 선적된 화물은 모두 한국으로 운송되었으며, UCO화물은 2020년 11월 6일 울산항에서 전량 양하하였고, 페놀은 2020년 11월 10일 군산항에서 전량 양하함으로써 제16항차가 종료되었다.

AFTER Loading		Stowage Plan																	
												Voyage No. : 20016							
												Date : 26. OCT. 2020							
Ship's Name : <u>ONSAN CHEMI</u>																			
Rotation:																			
TC TK		WBT 6		WBT 5		WBT 4		WBT 3		WBT 2		WBT 1							
10P	265.268	9P	861.621	8P	338.579	7P	904.366	6P	846.977	5P	903.559	4P	676.580	3P	888.761	2P	588.163	1P	483.410
	PHENOL		UCO				UCO		PHENOL		UCO		UCO		PHENOL		UCO		
	251.999		823.488				877.481		784.323		874.828		666.586		862.482		574.582		
	263.415	MT	651.373	MT			694.824	MT	819.853	MT	691.989	MT	527.296	MT	981.469	MT	454.494	MT	
	95.00%	%	95.57%	%			97.82%	%	92.68%	%	96.82%	%	98.51%	%	97.83%	%	97.69%	%	
L	MAPTAPHUT	L	BANGKOK			L	BANGKOK	L	MAPTAPHUT	L	BANGKOK	L	BANGKOK	L	MAPTAPHUT	L	BANGKOK		
D	KUSAN	D	ULSAN			D	ULSAN	D	KUSAN	D	ULSAN	D	ULSAN	D	KUSAN	D	ULSAN		
	PHENOL		UCO				UCO		PHENOL		UCO		UCO		PHENOL		UCO		
	252.531		833.838				883.118		888.848		881.283		667.388		863.225		581.866		
	263.971	MT	658.927	MT			698.546	MT	845.498	MT	697.895	MT	527.984	MT	982.329	MT	459.623	MT	
	95.31%	%	95.75%	%			96.88%	%	94.64%	%	96.64%	%	97.42%	%	96.25%	%	97.44%	%	

<그림 6> 온산케미호 선적계획서(제16항차)

- 3.1.4 이 선박은 제17항차를 시작하기 전 2020년 11월 7일 UCO화물을 실었던 2번·4번·5번·7번·9번 좌우현 화물탱크에 대한 세정작업을 실시하였다. 이 때 이동식 세정기기를 이용하여 약 10분간 뜨거운 해수로 세정작업을 한 후 가스프리팬을 작동시켜 가스프리 및 건조

작업이 수행되었다. 이후 남은 물기와 잔류물 등을 제거하기 위해 선원들이 탱크에 직접 들어가 물기 등을 닦아내는 모핑작업이 실시하였다.

3.1.5 이후 이 선박은 2020년 제17항차의 일환으로 2020년 11월 11일 중국 친황다오항에서 2번 좌·우현 화물탱크 및 7번 좌·우현 화물탱크에 인산 약 3,890톤을 선적하였다. 2020년 11월 19일 대만 카오슝항에서 3번 좌·우현 화물탱크 및 10번 좌·우현 화물탱크에 부탄디올을 약 1,927톤을 실었다. 2020년 11월 20일에는 대만 마일리아오항에서 5번 9번 좌·우현 화물탱크에 염화에틸렌을 약 5,214톤을 선적하였다.

3.1.6 4번 좌현 화물탱크(사고 탱크)는 2020년 11월 6일 울산항에서 UCO화물을 양하한 이후 계속 비어있는 상태로 운항되었다.

Ship's Name : ONSAN CHEMI		AFTER Loading Stowage Plan		Voyage No. : 20017		
Rotation:		(Delete as applicable)		Date : 21. NOV. 2020		
To be submitted as completed & when required						
TC TK	WBT 6	WBT 5	WBT 4	WBT 3	WBT 2	WBT 1
10P 265.268	8P 861.621	7P 904.366	6P 846.977	5P 903.559	4P 676.580	3P 888.761
246.692	814.094	718.538		848.562	718.517	464.046
246.766	1012.000	1169.390		1055.781	710.738	763.727
93.88%	94.48%	78.57%		93.91%	79.94%	78.98%
L KAOHSIUNG	L MAILIAO	L QINHUANGDAO		L MAILIAO	L KAOHSIUNG	L QINHUANGDAO
D DONGNAI	D MAPTAPHUT	D PHUMY		D MAPTAPHUT	D DONGNAI	D PHUMY
1.4 BDO	EDC	P ACID		EDC	1.4 BDO	P ACID
246.327	822.407	718.416		853.945	723.322	471.935
246.481	1022.178	1182.369		1062.478	723.539	775.229
92.97%	94.53%	78.74%		93.64%	80.65%	78.99%
L KAOHSIUNG	L MAILIAO	L QINHUANGDAO		L MAILIAO	L KAOHSIUNG	L QINHUANGDAO
D DONGNAI	D MAPTAPHUT	D PHUMY		D MAPTAPHUT	D DONGNAI	D PHUMY
10S 264.966	8S 869.987	7S 912.347	6S 854.685	5S 911.934	4S 688.086	3S 896.874
Total capacity in 100% volume : 13,571.275m3		98% : 13,299.85m3		DSG: 1.30		

<그림 7> 사고 당시 온산케미호 화물적재현황(제17항차)

3.1.7 대만 마일리아오항에서 화물 선적작업을 마친 이 선박은 2020년 11월 21일 출항하여 선원교대를 위해 필리핀 마닐라항으로 향해하였다.

3.2 사고발생

3.2.1 온산케미호 1등항해사는 필리핀 마닐라항으로 향해 중, 차항지(태국 방콕)에서의 화물 선적에 대비하여 화물탱크 청결상태를 점검하였다. 1등항해사는 이때 4번 좌현 화물탱크에 습기와 잔류물이 있음을 발견하고, 이를 제거하기 위하여 모핑작업을 다시 하기로 결정하였다.

- 3.2.2 2020년 11월 23일 08시 30분경 1등항해사는 선내 사무실에서 갑판장, 갑판원 A 및 갑판원 B와 함께 당일 실시할 모핑작업 등에 대한 개요와 작업절차에 대하여 설명하였다.
- 3.2.3 그러나 당일 작업과 관련된 안전수칙, 위험요인 등에 대한 별도의 설명은 없었다. 또한 모핑작업에 대한 계획은 선장에게 보고되지 않았고, 밀폐구역 출입허가서⁷⁾도 작성되지 않았다.
- 3.2.4 한편, 기관장은 아침 식사 후 1등항해사에게 갑판 선수창고에 있는 파워팩 냉각장치(가스프리팬 가동용)를 소제⁸⁾하고자 하는데 작업을 해도 되느냐고 물어보았고, 1등항해사는 이에 작업하여도 상관없다고 대답하였다.
- 3.2.5 1등항해사는 모핑작업 전 화물탱크의 산소 및 가스농도를 확인하지 아니한 채로 갑판원들에게 작업을 지시하였다. 이에 갑판장이 가스프리 작업을 하자고 제안하였으나, 1등항해사는 굳이 하지 않아도 된다고 응답⁹⁾하였다.
- 3.2.6 같은 날 09시 00분경 갑판원 A와 갑판원 B는 안전장구를 착용하지 아니한 상태로 감시원도 없이 4번 좌현 화물탱크에 모핑작업을 위해 함께 들어갔고, 이때 1등항해사와 갑판장은 10번 좌현 화물탱크의 스트리핑 파이프에 차 있는 화물의 찌꺼기를 제거해주는 작업을 하였다.
- 3.2.7 갑판원 A와 갑판원 B는 화물탱크에 일부 남아있던 잔류물을 얼룩제거제(RSR, Rust Stain Remover)를 이용하여 닦아내면서 작업하였다.
- 3.2.8 한편, 같은 시각 선수 갑판창고에서는 기관장과 1등기관사, 2등기관사, 3등기관사, 기관수 등이 본선 선수창고에 설치된 파워팩 냉각장치의 커버를 뜯어내고 브러시로 소제작업을 하고 있었다.
- 3.2.9 10시 00분경 갑판원 A는 모핑작업 중 졸리고 어지러운 기분이 들어 바깥 공기를 쐬기 위하여 화물탱크에서 나왔다. 약 2~3분 후, 갑판원 A는 바람을 쐬고 작업에 복귀하기

7) 온산케미호의 안전관리매뉴얼 PR-13(안전관리) 제4장(각종 위험작업) 4.3에 따르면, 밀폐구역은 진입 및 출구의 개구부가 제한되고 자연 통풍이 잘 되지 않고 작업자의 지속적인 이용을 허용하지 않는 구역으로, 화물탱크 등이 포함됨

8) 온산케미호에는 유압펌프와 유압모터를 구동시키기 위한 파워팩이 설치되어 있었는데, 이 유압모터의 과열을 방지하기 위해 냉각장치의 이물질 제거하는 작업이며, 통상 3개월에 1회 정도 실시되고 이 작업에는 약 4시간 가량이 소요됨. 파워팩 냉각장치 소제작업을 하는 경우, 가스프리팬을 비롯한 윈드라스, 윈치, 크레인 등 유압을 이용하여 작동되는 갑판기들은 사용할 수 없음

9) 갑판장 진술

위하여 4번 좌현 화물탱크 바닥을 내려다보던 중 갑판원 B가 얼굴을 위로 향한 채 쓰러져 있는 것을 목격하였다.

- 3.2.10 갑판원 A는 10번 좌현 화물탱크 인근에서 작업하던 갑판장에게 갑판원 B가 쓰러진 사실을 즉시 보고하였고, 갑판장은 인근에 있는 1등항해사에게 이를 보고하였다.
- 3.2.11 보고 후 갑판장은 갑판원 A와 함께 선미에 보관 중인 자장식 호흡구(SCBA, Self-Contained Breathing Apparatus)를 가지러 갔다. 갑판장은 선미에서 갑판원 A에게 자장식 호흡구를 4번 좌현 화물탱크 인근까지 옮기도록 지시하고, 자신은 선교에서 항해당직 중인 3등항해사 B에게 사고 사실을 보고하였다.
- 3.2.12 갑판원 A로부터 사고보고를 받은 1등항해사는 갑판장과 갑판원 A가 선미로 간 사이에 4번 좌현 화물탱크로 이동하였다. 이후 갑판원 B를 구조하기 위해 혼자서 화물탱크에 진입하였고, 갑판원 B에 대한 구조작업 중에 자신도 쓰러졌다.
- 3.2.13 자장식 호흡구를 들고 4번 좌현 화물탱크로 돌아온 갑판원 A는 1등항해사가 화물탱크 내부에 쓰러져있는 것을 발견하였다
- 3.2.14 한편, 갑판장으로부터 사고 사실을 보고받은 3등항해사 B는 10시 30분경 선장실에 있는 선장에게 전화로 사고사실을 보고하였고, 선장은 선교로 올라와 선내 비상소집을 하도록 했다. 그리고 선장은 현장지휘를 위해 사고 장소로 이동하였다.



<그림 8> 1등항해사와 갑판원 B가 쓰러진 모습 재연(부산해경제공)

3.3 구조작업

- 3.3.1 2020년 11월 23일 10시 30분경 1등항해사가 탱크 내부에 쓰러져 있는 것을 발견한 갑판원 A는 선수 갑판창고에서 파워팩 냉각장치를 소제 중인 기관장 등 기관부 선원들에게 이 사실을 알렸다.¹⁰⁾
- 3.3.2 선장, 3등항해사 A, 갑판장은 자장식 호흡구 2개를 추가로 들고 사고현장에 도착하였고, 선장은 현장에 도착한 다른 선원들에게 들것(Stretcher), 하네스(Harness), 자동심장충격기(AED, Automated External Defibrillator)를 가져올 것을 지시하였으며, 1등항해사와 갑판원 B를 화물탱크 밖으로 들어올리기 위해 크레인도 준비하도록 하였다.
- 3.3.3 선장은 4번 좌현 화물탱크 내 공기를 환기하기 위하여 가스프리팬의 작동을 지시하였고, 선장은 3등항해사 A, 갑판장, 갑판수 B에게 자장식 호흡구를 착용하도록 하고 구조를 위해 화물탱크 진입을 지시하였다.
- 3.3.4 선장의 지시를 받은 3명의 구조요원이 사고 탱크로 진입한 후 갑판 위에 대기하던 선원들은 쓰러진 선원들에게 썸을 자장식 호흡구를 로프에 매달아서 화물탱크 바닥에 내려주었다.
- 3.3.5 사고 탱크로 진입한 선원들은 갑판원 B와 1등항해사에게 자장식 호흡구의 안면마스크를 씌우고 공기를 공급해주었다. 구조 작업 중 갑판원 B는 화물탱크 내에서 의식을 되찾았으나, 1등항해사는 의식을 되찾지 못하고 있었다.
- 3.3.6 선장은 갑판원 B와 1등항해사를 화물탱크 밖으로 구조하기 위해 크레인 사용을 지시하였다. 의식을 회복한 갑판원 B는 스스로 사다리를 타고 화물탱크 위로 올라왔으나, 의식이 없는 1등항해사는 선원들이 몸에 하네스를 연결하여 상갑판으로 끌어올렸다.
- 3.3.7 의식을 잃은 1등항해사에게 심폐소생술이 실시되었고, 자동심장충격기(AED)도 사용되었다. 1등항해사는 입에 하얀 거품을 물고 있는 상태였다.
- 3.3.8 이러한 응급조치에도 불구하고 1등항해사가 의식을 되찾지 못하자 선장은 선교로 올라와 위성전화를 이용하여 119 해상응급서비스에 연락하여 응급처치방법을 문의하였으나, 본 선의 여건에서는 추가적인 응급처치가 곤란하다는 응답¹¹⁾을 받았다.

10) 사고 사실을 알게 된 기관장 및 기관부 선원들은 파워팩 냉각장치를 다시 조립함

- 3.3.9 12시 20분경 선장은 필리핀 VHF를 통해 해안경비대에 연락하여 의료지원을 요청하였고, 필리핀 해안경비대는 선장에게 필리핀 링가옌(Lingayen)만의 시라키섬(Siraqui Island) 근처에서 대기하라는 응답을 받았다. 이에 선장은 해당위치를 향해 전속 항해하였다.
- 3.3.10 12시 32분경 선장은 위성전화를 이용하여 (주)이스턴탱커의 안전관리책임자(DP, Designated Person)에게 사고 사실을 보고하였고, 안전관리책임자는 필리핀 현지 대리점을 통해 의료지원을 요청하였다. 안전관리책임자는 선장과 전화통화를 하면서 1등항해사의 상태를 확인하였다.
- 3.3.11 13시 25분경 선장은 필리핀 해안경비대로부터 헬기 지원은 곤란하고, 선박을 이용하여 의사와 응급구조대를 보내겠다는 무선통신 연락을 받았다.
- 3.3.12 13시 30분경 온산케미호는 필리핀 해안경비대와 만나기로 한 위치에 도착하였으나 코로나19로 인한 승선허가절차의 지연, 의사 수배문제로 인해 의사 등의 승선이 지연되었다.
- 3.3.13 15시 00분경 필리핀 해안경비대 소속 선박이 도착하였고, 15시 20분경 의사가 온산케미호에 승선하였다. 의사는 같은 날 15시 30분경 1등항해사가 사망하였음을 확인하였다.

section

4

사고 분석

4. 사고 분석

4.1 1등항해사 사망원인

- 4.1.1 2020년 11월 23일 1등항해사는 4번 좌현 화물탱크에서 모핑작업 중 탱크 바닥에서 쓰러진 갑판원 B를 구조하고자 탱크에 진입한 뒤 의식을 잃고 쓰러졌다.
- 4.1.2 갑판원 B는 다른 선원들에 의해 구조된 후 의식을 되찾았지만, 1등항해사는 본선 선원들로부터 심폐소생술 등 응급조치를 받았음에도 불구하고 결국 사망하게 되었다.
- 4.1.3 사고가 발생한 4번 좌현 화물탱크는 2020년 11월 7일 마지막 탱크 세정작업 이후 사고 당일까지 약 15일간 밀폐된 상태로 운항되었다. 사고 당일 모핑작업 전에 해당 화물탱크에 대한 가스프리는 실시되지 않았다. 사고 당시 산소 및 가스농도는 측정하지 않았기 때문에 그 수치를 알 수 없다.
- 4.1.4 물질안전보건자료에 따르면 UCO화물은 위험성이 높은 편은 아니다. 또한, UCO화물이 선적되었던 탱크는 화물을 양하한 이후 세정작업까지 완료된 상태였다. 그러나 세정이 완료되었다고 하더라도 눈에 잘 띄지 않는 약간의 잔존물이 남아 있을 수 있고 이로 인해 다소의 가스가 발생할 수 있다.
- 4.1.5 이 선박 화물탱크는 공기가 순환되지 않는 밀폐된 구조이기 때문에 발생된 가스는 인위적으로 제거하지 않으면 화물탱크 내에 남아있게 된다. 또한 환기가 되지 않기 때문에 운항 과정에서 여러 가지 이유로 산소농도의 감소 가능성도 배제할 수 없다.
- 4.1.6 국립과학수사연구원에서도 1등항해사의 사인에 대해 산소결핍성 질식 또는/및 가스(휘발성 유기화합물) 중독으로 추정했다.
- 4.1.7 이와 같은 사실을 고려할 때, 1등항해사는 잔류물에서 발생한 유해가스와 산소가 부족한 상태에 있는 화물탱크에 진입함으로써 가스중독 또는/및 산소결핍으로 인해 사망하였을 것으로 추정된다.

4.2 밀폐구역 출입 절차

- 4.2.1 온산케미호의 안전관리절차서 제4장(각종 위험작업)에 따르면 밀폐구역은 ‘진입 및 출구의 개구부가 제한되고 자연 통풍이 잘 되지 않으며 작업자의 지속적인 점유를 허용하지 않는다는 특성을 가진 구역’을 말한다. 대표적인 밀폐구역은 화물탱크, 이중저, 연료유탱크, 평형수탱크, 펌프실 등이 있다. 이번 사고가 발생한 4번 좌현 화물탱크는 이 절차서에 따른 밀폐구역에 해당된다.
- 4.2.2 안전관리절차서에는 밀폐구역 출입 시에 준수해야 하는 절차가 상세히 기술되어 있다. 작업자의 안전을 위해 작업 구역의 통풍실시, 산소농도 및 가스 검사, 작업구역 내 조명 설치, 밀폐구역 출입자의 휴대식 가스검정기 소지 등을 점검해야 한다. 만일의 상황에 대비하기 위해 밀폐구역 입구에 자장식 호흡구와 산소소생기, 구명줄 및 구조안전벨트 비치, 밀폐구역 입구에 감시원 배치 등을 해야 한다.
- 4.2.3 이러한 절차의 이행여부는 밀폐구역 진입 전 작업책임자(1등항해사)가 작업 전 ‘밀폐구역 출입허가서’를 작성하는 과정에서 확인하게 된다. 작성된 출입허가서는 최종적으로 선장의 승인을 득해야 하며, 선장의 승인 이후에 밀폐구역에서의 작업이 허용된다.
- 4.2.4 그러나 사고 당시 수행된 모핑작업은 밀폐구역으로 지정된 화물탱크에 출입하는 작업임에도 불구하고 출입허가서가 작성되지 않았다. 이는 해당 작업에 대한 출입허가서를 보고받지 못했다는 선장의 진술을 통해 확인할 수 있었다.
- 4.2.5 또한, 조사과정에서 선장의 승인을 받은 밀폐구역 출입허가서는 2020년 10월 28일이 마지막¹²⁾이며, 그 이후부터 사고 당일(2020년 11월 23일)까지 작성된 밀폐구역 출입허가서는 확인할 수 없었다.

4.3 화물탱크 공기상태 안전성 확인

- 4.3.1 화물탱크 내부는 밀폐된 구역으로써 환기가 되지 않기 때문에 공기 중에 산소가 부족하거나 유독성이나 가연성 가스가 존재할 수 있다. 따라서 화물탱크 내부에서 작업을 하는 경우에는 산소부족에 의한 질식, 가스중독 및 폭발 위험성에 대한 대비가 항상 필요하다.

12) 선장은 2020년 10월 28일 이후에도 3~4회 정도 밀폐구역 허가서를 결재하였다고 하였으나 관련 서류를 제시하지 못함

- 4.3.2 이러한 이유로 밀폐구역에 출입하기 전에는 산소농도 계측기 및 가스검정기¹³⁾를 사용하여 내부공기 상태를 확인하고, 공기상태가 안전하지 않은 경우¹⁴⁾에는 내부공기를 외부공기와 치환하는 등 환기가 필요하다. 환기는 작업 중 지속적으로 시행되어야 하고, 작업에 종사하는 인원은 산소, 탄화수소 및 황화수소 등 가스 농도를 지속적으로 측정할 수 있는 휴대식 가스검정기도 소지해야 한다.
- 4.3.3 그러나, 선원들의 진술에 따르면 1등항해사는 사고 당일 4번 좌현 화물탱크 진입 전 산소농도와 가스농도를 확인하지 않았고, 화물탱크 내부공기에 대한 통풍(가스프리)도 실시되지 않았다.
- 4.3.4 사고 당일 아침 기관장이 1등항해사에게 선수 갑판창고에 위치한 파워팩 냉각장치를 교체해도 되는지 물었을 때, 1등항해사는 작업을 해도 상관없다고 대답하였다. 파워팩은 유압으로 작동하는 선내 기기들을 가동시킬 수 있는 장비로서 파워팩이 가동되지 않으면 가스프리팬을 작동할 수 없다. 이를 볼 때 1등항해사는 화물탱크 내 작업과 관련하여 내부공기에 대한 환기 의사가 없었음을 알 수 있다.
- 4.3.5 갑판장의 진술에 따르면 작업하려는 4번 좌현 화물탱크에 대해 가스프리를 하자고 건의하였으나 1등항해사는 굳이 하지 않아도 된다고 하며 이를 받아들이지 않았다.
- 4.3.6 또한, 화물탱크의 내부공기에 대한 안전성이 확인되지 않은 상태임에도 불구하고 작업자인 갑판원들은 휴대식 가스검정기를 소지하지 않은 채 작업에 투입되었다. 이로 인해 작업에 투입된 갑판원들은 화물탱크 내 공기상태의 위험성을 확인할 수 없었다. 1등항해사도 갑판원 B를 구조하기 위해 화물탱크에 진입시 휴대식 가스검정기를 휴대하지 않고 진입하였다.
- 4.3.7 일부 선원은 1등항해사가 평소 관행적으로 화물탱크 진입 전 산소농도 및 가스를 측정하지 않은 적이 있었다고 진술했다. 선원들은 과거에 화물탱크에 들어가기 전 안전조치 요청했으나, 당시에 1등항해사가 선원들의 의견을 받아들이지 않았던 적도 있었다¹⁵⁾고 진

13) 온산케미호에는 작업자가 작업 시 착용하는 휴대식 가스검정기 3개, 이동식 가스검정기 2개 등 5개의 가스검정기가 비치되어 있음

14) 안전관리절차서상 밀폐구역 공기상태가 산소농도: 21%(±0.5%), 탄화수소가스: 폭발하한점 1% 미만, 황화수소: 2ppm 미만, 일산화탄소: 25ppm미만을 만족하여야 출입이 가능함

15) 선원들은 선원관리회사로부터 1등항해사의 지시에 잘 따르라는 별도 지시를 받은 경험이 있어, 지시에 거부할 경우 승선계약을 해지당할 수 있다는 불안감이 있었다고 진술했다

술했다.

- 4.3.8 한편, 선장은 진술에서 선원들이 ‘UCO화물은 안전하다’는 인식¹⁶⁾을 가지고 있었을 것이라고 말했다. 선장 본인도 UCO화물에는 독성이 없기 때문에 탱크 내부를 세정한 세정제의 독성에 의해 질식이 발생되었을 것으로 생각한다고 말했다. 1등항해사가 사망하였으므로 어떤 이유로 밀폐구역에 대한 안전조치 없이 진입하였는지에 대하여 확인할 수 있는 진술은 없지만, 1등항해사도 밀폐구역의 위험성을 간과한 채 UCO화물의 특성만을 고려하여 위험성이 낮다고 여기고 별도의 안전조치를 이행하지 않았을 가능성도 있다고 판단된다.
- 4.3.9 1등항해사는 화물탱크 안에서 수행되는 작업을 함에 있어서 환기의 필요성을 인식하지 못했고, 이로 인해 밀폐구역 진입 시 이행하여야 하는 산소·가스농도 확인, 통풍, 휴대식 가스검정기 소지 등 안전조치를 이행하지 않았다.

4.4 위험상황에 대한 대비·대응

- 4.4.1 온산케미호의 안전관리절차서 제4장(각종 위험작업)에는 밀폐구역 입구에는 자장식 호흡구 및 산소소생기 등이 비치되어야 하고 작업자를 제외한 추가 감시원이 배치되어야 한다. 이는 내부 작업자의 안전을 지속적으로 확인하고, 위험한 상황이 발생하였을 경우 신속하게 대응하기 위함이다.
- 4.4.2 그러나 사고 당시 밀폐구역인 4번 좌현 화물탱크 입구에는 자장식 호흡구, 산소소생기 등이 비치되지 않았다. 구조장비도 없는 상황에서 1등항해사는 4번 좌현 화물탱크 내에 의식을 잃고 쓰러진 갑판원 B를 구조하려고 진입하다가 자신도 탱크에 쓰러지게 되었다. 이때 감시원도 배치되지 않았다.
- 4.4.3 갑판원 B가 쓰러진 것을 최초 발견한 시각은 약 10시 정각에서 2~3분경 지난 시점이고, 선장 등 선원이 자장식 호흡구를 들고 현장에 도착한 시각은 10시 30분경이다. 1등항해사가 원래 작업 중이던 10번 화물탱크와 사고가 발생한 4번 화물탱크 간에 거리가 약 50미터인 점을 감안하면 대략 10시 10~20분경에 1등항해사가 화물탱크에 진입하였을 것으로 추정된다.

16) 선원은 4번 좌현 화물탱크에 선적되었던 화물(사고 전 선적 및 하역)이 독성이 없는 UCO화물이었기 때문에 자장식 호흡구를 준비하지 않았다고 진술함

- 4.4.4 4번 좌현 화물탱크 인근에 자장식 호흡구 또는 산소소생기가 비치되지 않았고, 추가 감시 원도 배치되지 않는 등 위험상황에 대해 대비하지 않았기 때문에, 1등항해사도 이러한 안전장구없이 화물창으로 진입하였다.
- 4.4.5 안전관리절차서¹⁷⁾에는 밀폐구역과 관련한 구조작업에 있어서 조급하거나 완전히 준비되지 않은 상태에서의 구조는 구조팀 역시 위험에 빠지게 할 수 있으므로 필요한 조건이 충족될 때까지 구조를 시도해서는 안 된다고 기술하고 있다.
- 4.4.6 그러나 1등항해사가 쓰러진 이후의 구조활동에 있어서도 안전관리절차서에 따른 구조절차는 준수되지 않았다. 선장 또한 구조 작업 전 화물탱크 내 가스농도를 확인하는 등의 구조작업의 위험성을 확인하지 않았던 것으로 판단된다.

4.5. 선장의 안전관리 감독

- 4.5.1 온산케미호의 선장은 선박 안전관리의 총책임자로서 해상에서의 안전 및 환경보호와 관련된 최종적인 결정을 내리고 회사의 지원을 요청할 수 있는 최우선적인 책임과 권한을 가지고 있다.
- 4.5.2 선박안전운항, 선원 및 선박관리, 각종검사 등에 대한 지휘감독, 선내 질서유지, 선적된 화물의 안전운송 및 하역관련 업무의 감독, 승무원 교육 훈련, 선내 안전점검업무 주관 등이 이에 해당된다.
- 4.5.3 화물의 적·양하 작업계획 수립 및 관리, 화물운송 및 관리, 화물탱크의 세정작업 등은 일차적으로 1등항해사의 업무이나 선장에게는 1등항해사가 안전하게 작업을 이행하는지 여부를 지속적으로 지도·감독해야할 의무가 부여되어 있다.
- 4.5.4 액체화학품을 운반하는 케미컬운반선은 다양한 화물을 교차로 싣는 경우가 많기 때문에 화물 양하 후에는 당연히 화물탱크 세정작업이 수행된다. 따라서 선장은 이러한 세정작업이 언제 수행되고, 1등항해사가 언제쯤 밀폐구역 출입허가서를 받아야 하는지 등을 예상할 수 있다.
- 4.5.5 이 선박의 1등항해사는 2020년 10월 28일부터 사고 당일인 같은 해 11월 23일까지 화물

17) PR-13(안전관리) 제4장(각종 위험작업) 4.3.10(화물탱크 및 다른 밀폐구역으로부터 구조)에는 밀폐구역으로부터의 구조작업 시 따라야 하는 절차 등이 기술되어 있음

탱크 세정작업 및 모핑작업을 위한 밀폐구역 작업허가서를 선장에게 승인받지 않았다. 그 기간 중 이루어진 화물작업을 고려할 때, 화물탱크에 대한 세정작업이 수행되었음을 선장은 알 수 있었을 것으로 판단된다. 그럼에도 불구하고 선장은 밀폐구역 작업허가서가 작성되지 않는 이유를 확인하지 않았다.

section

5

결론

5. 결론

- 5.1 장시간 밀폐되어 있던 화물탱크에 화물 잔류물, 세정제 등으로 인해 산소농도 감소, 유해가스 등이 존재하고 있었으나 사전에 이를 확인하지 않고 작업에 투입된 갑판원은 화물탱크 내에서 산소결핍 및/또는 가스중독으로 쓰러졌다.
- 5.2 화물탱크에 쓰러진 갑판원을 구조하기 위해 1등항해사는 안전조치 없이 화물탱크에 들어간 후 갑판원과 마찬가지로 산소결핍 및/또는 가스중독으로 쓰러졌고, 결국 사망하였다.
- 5.3 회사의 안전관리절차서에 따른 안전수칙을 철저히 준수하지 않았던 관행과 이러한 관행에도 별다른 사고없이 안전했었다는 개인적 경험을 과신하여 밀폐구역 출입에 따른 안전절차를 준수하지 않은 1등항해사의 안전의식 결여가 이 사고 발생의 주된 원인이 되었다.
- 5.4 상당 기간 승인 받지 않은 밀폐구역 작업이 수행되었음에도 선장이 안전수칙 준수여부를 적극적으로 확인·감독하지 않아 1등항해사의 잘못된 관행은 바로잡히지 못했다.
- 5.5 아울러, 구조활동 착수 전 안전 확보여부를 확인하지 않고 아무런 안전조치 없이 구조활동에 임한 성급함도 사고 위험을 가중시켰다.

section

6

교훈사항

6. 교훈사항

6.1 밀폐구역 출입절차 이행 철저

- 6.1.1 밀폐구역 작업책임자는 화물탱크 등을 포함한 밀폐구역 출입 시 선박의 안전관리절차서에 따라 밀폐구역 출입허가서를 작성하여 선장으로부터 승인을 받고, 안전수칙을 철저히 준수하여 작업을 수행해야 한다.
- 6.1.2 밀폐구역에서의 작업은 작업자의 질식, 가스중독뿐만 아니라 화물탱크 내 폭발성 가스로 인한 폭발의 위험성도 있으므로 밀폐구역 작업 전, 작업 중 항상 환기를 시키고, 산소 및 가스농도를 확인하는 등 안전한 공기상태 확보에 특히 유의하여야 한다.
- 6.1.3 작업자는 밀폐구역에서 작업 중 위험상황을 신속하게 인지하고, 조치할 수 있도록 휴대식 가스검정기 등을 항상 소지하고 가스와 산소농도를 주기적으로 측정하면서 작업에 참여해야 한다.
- 6.1.4 아울러, 유사시에 대비하여 밀폐구역 입구에 자장식 호흡구, 산소소생기 등 구조장비를 비치하고, 책임사관에게 즉시 연락이 가능한 감시원을 항상 배치하여야 한다.

6.2 선내 안전작업에 대한 감독 강화

- 6.2.1 선장은 선박 안전관리의 총책임자로서 위험성이 높은 작업을 수행함에 있어 선원들이 안전절차를 철저하게 준수하고 있는지에 대해 지속적으로 관리·감독해야 한다.
- 6.2.2 또한 선장은 위험작업 수행 전에 작업책임자로 하여금 사전에 위험예지훈련 또는 회의를 실시하도록 하여 선원들이 작업의 위험성을 검토하고 사고를 예방할 수 있도록 하여야 한다.

6.3 구조자에 대한 안전 확보

- 6.3.1 밀폐구역 구조작업에 있어서 성급한 구조는 구조자까지 위험에 빠뜨릴 수 있으므로 구조 착수 전에 안전을 확보한 다음 구조작업을 수행하여야 한다.

6.4 작업안전절차 준수 등 안전문화 조성

- 6.4.1 회사는 선원들이 자신의 경험과 관행, 작업 효율성 등을 이유로 성급하게 밀폐구역의 안전성을 확신하지 않도록 지속적으로 교육을 실시하고, 내부감사를 통해 철저히 지도·감독하여야 한다.
- 6.4.2 회사는 작업에 종사하는 선원들이 상급자에게 안전절차 준수 등 정당한 요구를 하는 경우에 해당 요구가 무시되거나, 의견 제시로 인해 불이익을 받지 않도록 보장해야 한다.

표 목차

<표 1> 온산케미호 직책별 선원구성	9
<표 2> 선박 기상정보	14

그림 목차

<그림 1> 온산케미호(前오리엔탈 위스테리아) 일반배치도 및 전경	6
<그림 2> 선우탱커(주) 소속 선단선의 운항지역	7
<그림 3> 온산케미호 구조 및 화물탱크 배치	10
<그림 4> 4번 좌현 화물탱크 해치	11
<그림 5> 온산케미호 항적 및 사고발생 위치	14
<그림 6> 온산케미호 선적계획서(제16항차)	16
<그림 7> 사고 당시 온산케미호 화물적재현황(제17항차)	17
<그림 8> 1등항해사와 갑판원 B가 쓰러진 모습 재연(부산해경제공)	19

내일을 위한 정부혁신
보다 나은 해양수산부



해양수산부
중앙해양안전심판원