

[특별조사 2023-001]



해양사고 특별조사보고서

- LNG운반선 현대테크노피아호 선원사망사고 -

사고일자 : 2021.06.16.

공표일자 : 2023.03.23.



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 작성되었습니다. 따라서, 해양사고에 대한 책임을 묻거나 비난하기 위한 근거로 활용될 수 없습니다.

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

목차

1. 사고 개요	3
2. 사실 정보	7
2.1 선박제원	7
2.2 선박소유자 및 운항	9
2.3 선박검사	9
2.4 선원구성	10
2.5 선박구조	11
2.6 보행자 이동통로 및 케이블 트레이	12
2.7 기상상태	13
2.8 피해사항	15
3. 사고 경위	19
3.1 사고 전 운항	19
3.2 사고 발생	19
3.3 사고 후 조치	23
4. 사고 분석	27
4.1 갑판원의 사망원인	27
4.2 사고위치의 선체구조	27
4.3 체인난간의 안전성	30
4.4 공구보관함의 안전성	31
4.5 신규승선자 교육의 적절성	31

4.6 작업 안전 관리	32
4.7 응급조치 및 구조시간	33
5. 결론	37
6. 권고	41
6.1 고소작업 안전성 평가 및 감독 강화	41
6.2 신규선원의 안전교육 강화	41
6.3 케이블트레이의 난간 안전성 검토 및 보완	42
6.4 공구 등 작업용품의 적절한 보관 및 사용	42

표 목차

<표 1> 현대테크노피아호 직책별 선원구성	11
<표 2> 현대테크노피아호 항해일지에 기록된 기상정보	13

그림 목차

<그림 1> 현대테크노피아호 일반배치도 및 전경	8
<그림 2> 현대테크노피아호 주요 운항 항로	9
<그림 3> 모스형태의 화물탱크(파랑색)	12
<그림 4> 현대테크노피아호 화물탱크 상부 보행자 이동통로(Catwalk)	12
<그림 5> 보행자 이동통로(녹색) 및 케이블트레이(아이보리색)	13
<그림 6> 현대테크노피아호 항해일지(발췌)	13
<그림 7> 사고 당일 인근 파고부이의 기록(기상청, 잠도)	14
<그림 8> 사고 당일 해황예보도(국립해양조사원)	14
<그림 9> 현대테크노피아호 항적 및 사고발생 위치	15
<그림 10> 공구보관함이 열려진 모습(같은 회사의 다른 선박에 설치된 모습)	20
<그림 11> 사고당시 상황(조감도)	21
<그림 12> 케이블트레이(상부)	22
<그림 13> 체인난간	22
<그림 14> 사고당일 사진	22
<그림 15> 추락위치	22
<그림 16> 추락사고 직후 촬영된 사진	28

<그림 17> 철제난간 체인 연결구간	28
<그림 18> 체인 길이	28
<그림 19> 난간의 높이 비교	29
<그림 20> 체인의 높이	29
<그림 21> 케이블트레이 바닥	29
<그림 22> 케이블트레이 측면(캐워크에서 바라봄)	29
<그림 23> 공구보관함 위치 및 이동거리	30
<그림 24> 사고 장소	30

section

1

사고 개요

1. 사고 개요

- 1.1 현대테크노피아호는 2021년 5월 24일 경상남도 통영시에 위치한 조선소에 입거하고 선체 정비 및 점검을 마친 후 6월 16일 15시 06분경 출거하여 출항하였다.
- 1.2 같은 날 16시 30분경 수석항해사는 갑판장, 갑판수, 갑판원 A와 갑판원 B를 소집하여 안전회의(TBM: Tool Box Meeting)를 실시하고 기상예보에 따른 악천후에 대비하기 위하여 선미갑판에 적재한 드럼통들이 움직이지 않도록 고박을 지시하였다.
- 1.3 같은 날 16시 40분경 수석항해사는 화물탱크 위 보행자 이동통로(Catwalk)를 걸으며 갑판 정비 상태 등을 확인 중 케이블트레이(Elec. Cable Tray)에 놓여진 공구보관함도 고박해야겠다고 판단하고 갑판장에게 공구보관함을 고박하도록 지시를 한 후 서류 등을 정리하고자 사무실로 들어갔다.
- 1.4 지시를 받은 갑판장은 갑판수에게 로프를 주면서 공구보관함을 고박하도록 지시하고 순찰을 위해 선수부로 이동하였으며, 갑판수는 갑판원 A 및 갑판원 B와 함께 공구보관함 안에 있던 일부 공구들을 빼낸 후 공구보관함을 들어 옮기고자 하였다.
- 1.5 같은 날 16시 52분경 갑판수와 갑판원 A, 갑판원 B는 서로 마주보는 형태로 공구보관함을 들어올리는 도중 갑판원 B가 체인난간 쪽으로 중심을 잃고 넘어지면서 약 18미터 아래인 상갑판으로 추락하였다.
- 1.6 사고가 발생하자 수석항해사 등은 갑판원 B의 기도를 확보하고 상처부위를 봉합하는 등 응급처치를 실시하였고 같은 날 17시 25분경 긴급 출동한 예인선으로 옮겨진 후 부두에서 구급차로 이송되어 같은 날 18시 35분경 병원에 도착하였으나, 결국 사망에 이르렀다.

section

2

사실 정보

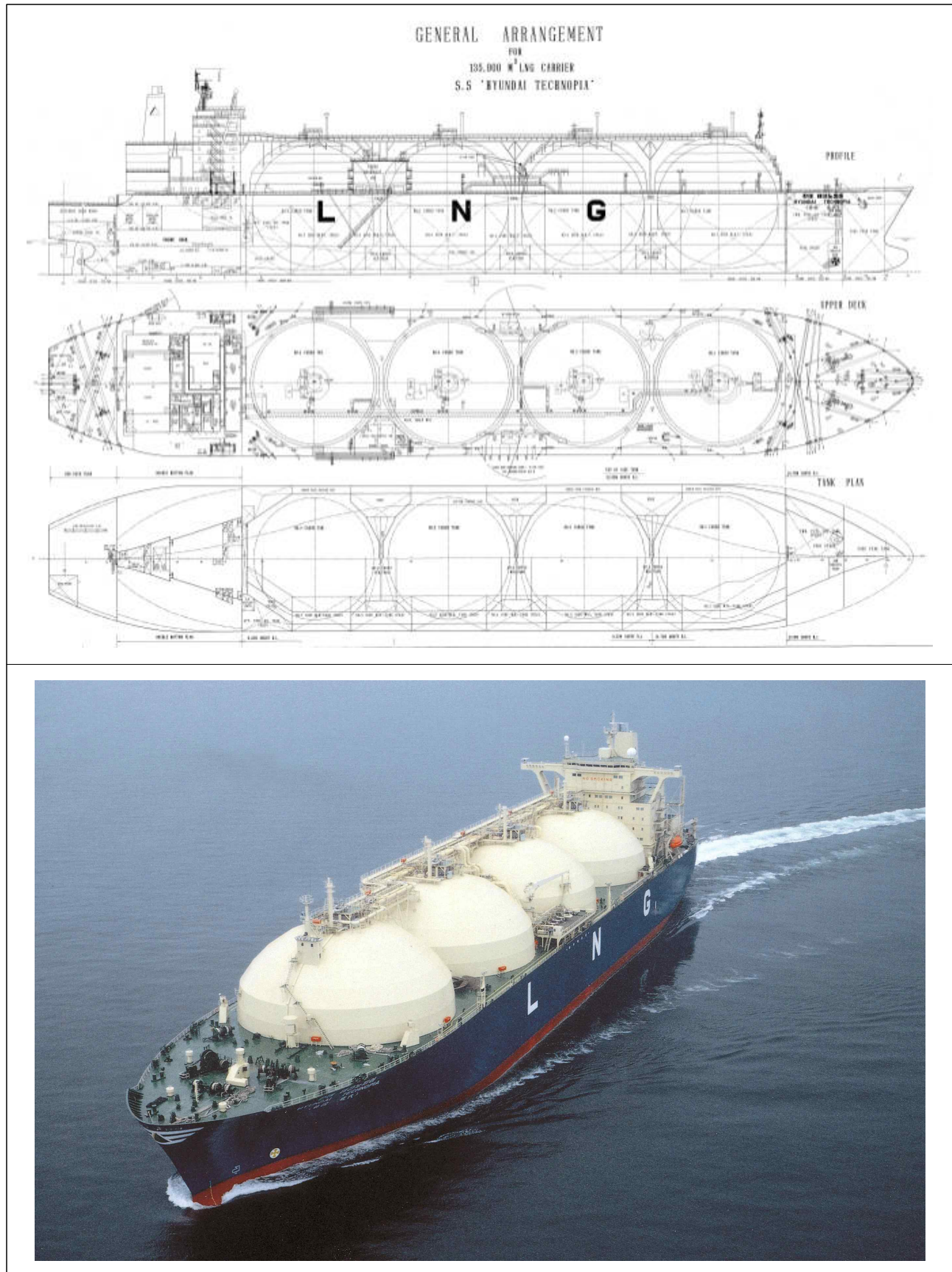
2. 사실 정보

2.1 선박제원

2.1.1 현대테크노피아호 주요 명세

선 명	현대테크노피아(HYUNDAI TECHNOPIA)
국 적	대한민국
선 적 항	제주시
IMO 번호	9155145
선박종류	LNG운반선(LNG Tanker)
선박소유자	현대엘엔지해운(주)
안전관리사	현대엘엔지해운(주)
최대승선인원(명)	46명
조 선 자	현대중공업(주)
용골거치일	1997년 10월 13일
진 수 일	1998년 4월 4일
선박검사기관	(사)한국선급
총 톤 수(톤)	113,998
전 장(미터)	278.33
너 비(미터)	48.20
깊 이(미터)	22.85
재화중량톤수(톤)	77,584
주 기 관	스팀터빈(Steam Turbine)
최 대 출 력	39,000 마력(BHP) × 86 RPM
추 진 기	1(나선일체식)
타(Rudder)	1
운항속력(Service Speed)	18.9 kts(공선)

2.1.2 현대테크노피아호(HYUNDAI TECHNOPIA)는 대한민국 울산 소재의 현대중공업(주)에서 건조된 선박으로 총톤수 113,998톤, 길이 278.33미터, 너비 48.20미터, 깊이 22.85미터, 4개의 모스(Moss)형태 화물창 구조를 가진 LNG운반선이다.

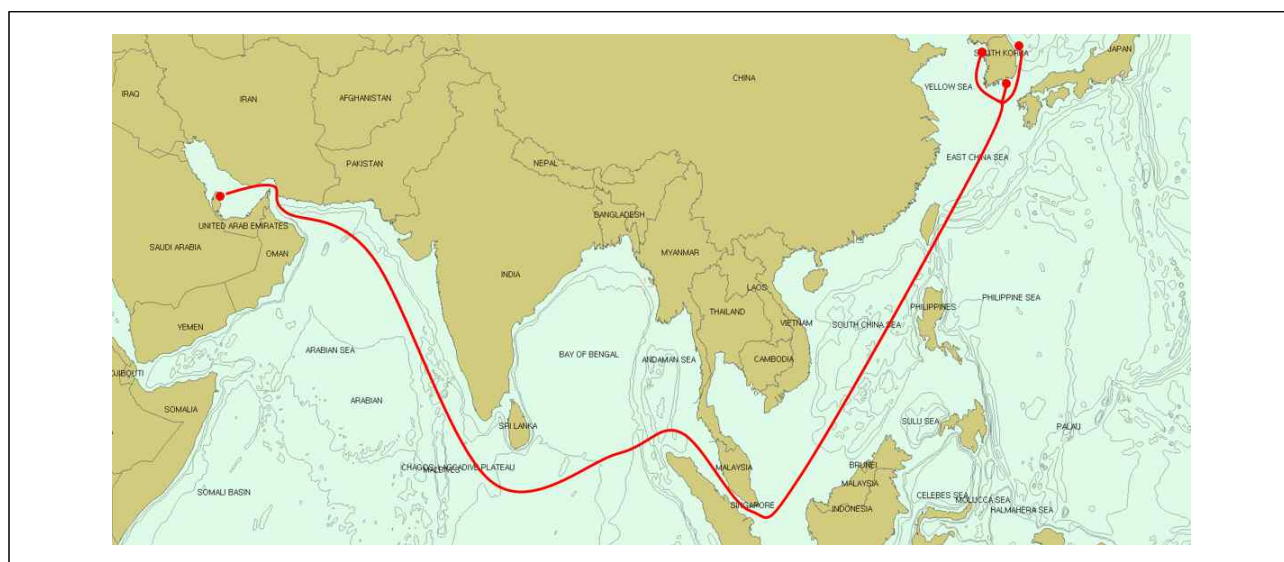


<그림 1> 현대테크노피아호 일반배치도 및 전경

2.2 선박소유자 및 운항

2.2.1 1998년 4월 4일 진수된 이 선박의 사고 당시 소유자는 현대엘엔지해운(주)(Hyundai LNG Shipping Co., Ltd.)이며 선박의 안전관리도 직접 수행 하고 있었다. 이 선박은 1999년 7월 30일부터 현대테크노피아호(HYUNDAI TECHONOPIA)라는 선명으로 운항되었다.

2.2.2 이 선박은 LNG를 전용으로 운반하는 선박으로, 국내에 안정적인 LNG 공급을 위해 한국가스공사와 20년 장기운송계약을 맺고 주로 중동의 카타르(라스라판항)와 동아시아의 한국(인천항, 통영항, 호산항)을 왕복하며 운항 중이었다.



<그림 2> 현대테크노피아호 주요 운항 항로

2.3 선박검사

2.3.1 현대테크노피아호는 사단법인 한국선급에 발급된 선박으로 사고 당시 2023년 7월 29일 까지 유효한 선박검사증서¹⁾를 보유하고 있었다.

2.3.2 이 선박은 2018년 7월 29일 싱가포르에서 정기검사(Special Survey)를 수검 및 합격하였고 2020년 8월 28일 대한민국 인천에서 제2종 중간검사(Annual Survey)를 수검하여 합격하였으며, 2021년 6월 15일 대한민국 통영에서 제1종 중간검사(Intermediate Survey)를 수검하여 합격하였다.

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

2.4 선원구성

- 2.4.1 사고 당시 현대테크노피아호에는 29명의 한국인 선원이 승선하고 있었다. 갑판사관은 선장, 수석항해사(Chief Officer, C/O)²⁾, 1등항해사(1/O), 2등항해사(2/O), 3등항해사(3/O), 항통사(R/O)가 각각 승선 중이었고, 갑판부원은 갑판장 1명, 갑판수 4명, 갑판원 2명이 승선 중이었다.
- 2.4.2 선장은 약 1년 8개월의 선장경력을 가지고 있었다. 과거 해상경력(항해사)에서 주로 LNG운반선을 승선하였다.
- 2.4.3 수석항해사는 약 6년 3개월의 수석항해사 및 1등항해사 경력을 가지고 있었다. 주로 LNG운반선에 승선하였으며, 과거 현대테크노피아호에는 두 번 승선한 경험(2011년, 2018년)이 있었다.
- 2.4.4 갑판장은 약 26년 6개월의 승선경력을 가지고 있었고, 이 중 8년 3개월의 갑판장 경력을 가지고 있었다. 갑판장은 과거 현대테크노피아호에 여섯 번 승선한 경험이 있었다.
- 2.4.5 사고 당시 현장에 있었던 갑판수³⁾는 약 26년 3개월의 승선경력을 가지고 있었고, 이 중 14년 8개월의 갑판수 경력을 가지고 있었다. 주로 원유운반선 및 LNG운반선에 승선하였고, 이 갑판수는 과거 현대테크노피아호에 두 번 승선한 경험(2011년, 2015년)이 있었다.
- 2.4.6 갑판원 A는 총 3척의 선박에서 약 1년 9개월의 갑판원 승선경력을 가지고 있었고 모두 LNG운반선에만 승선한 경험이 있었다.
- 2.4.7 이번 사고로 사망한 갑판원 B는 이 선박이 선원으로서 승선한 첫 선박이다. 갑판원 B는 승선 전 2021년 1월부터 3월까지 한국해양수산연수원에서 기초안전교육, 유조선 및 케미칼탱커기초교육, 액화가스탱커 기초교육 등을 이수하였다. 이후 2021년 6월 현대LNG 해운에 입사하였고, 2021년 6월 14일 현대테크노피아호에 처음으로 승선하였다. 사고 일은 갑판원B가 신규승선 후 3일째 되는 날이었다.

2) 수석항해사는 화물의 적양하 및 관리, 갑판정비작업 등을 담당하고 있고, 항해당직은 1등항해사, 2등항해사, 3등항해사가 수행하고 있으나, 해협 등과 같은 위험해역에서는 항해안전을 위해 수석항해사가 추가적으로 다른 항해사와 함께 항해당직 업무를 수행함

3) 조사 중 이 갑판수는 선내에서 견습갑판장(견갑장)으로 불렸던 것으로 확인하였으나, 선원명부에 기재된 정식 직책은 아니기 때문에 갑판수로 기술

<표 1> 현대테크노피아호 직책별 선원구성

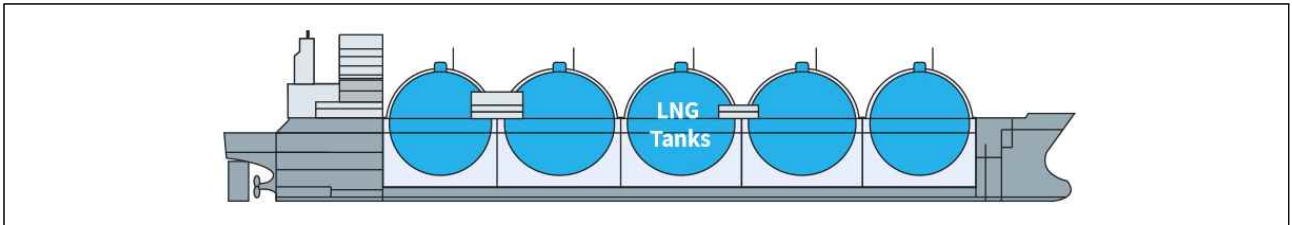
부서	직책		승선인원
갑판부	사관	선장(Master)	1명
		수석항해사(Chief Officer)	1명
		1등항해사(1 st Officer)	1명
		2등항해사(2 nd Officer)	1명
		3등항해사(3 rd Officer)	1명
		항통사(Radio Officer)	1명
	부원	갑판장(Bosun)	1명
		갑판수(Able Seaman)	4명
		갑판원(Ordinary Seaman)	2명
		조리장(Chief Steward)	1명
		조리수(Cook)	1명
		조리원(Messman)	1명
	기타	실습항해사(Deck Cadet)	1명
기관부	사관	기관장(Chief Engineer)	1명
		1등기관사(1 st Engineer)	1명
		화물기관사(Gas Engineer)	1명
		2등기관사(2 nd Engineer)	2명
		3등기관사(3 rd Engineer)	2명
	부원	조기장(No.1 Oiler)	1명
		기관수(Oiler)	2명
		기관원(Wiper)	1명
	기타	실습기관사(Engine Cadet)	1명
총원			29명

2.5 선박구조

2.5.1 현대테크노피아호는 선미에 선교가 있는 선미선교형 선박이다. 선교 앞쪽으로 4개의 모스(MOSS)형태의 화물탱크가 있으며, 하기재화중량톤수(Summer Deadweight Tonnage)⁴⁾는 77,584톤이다.

4) 선박에 실릴 수 있는 화물, 청수, 부식 등의 무게

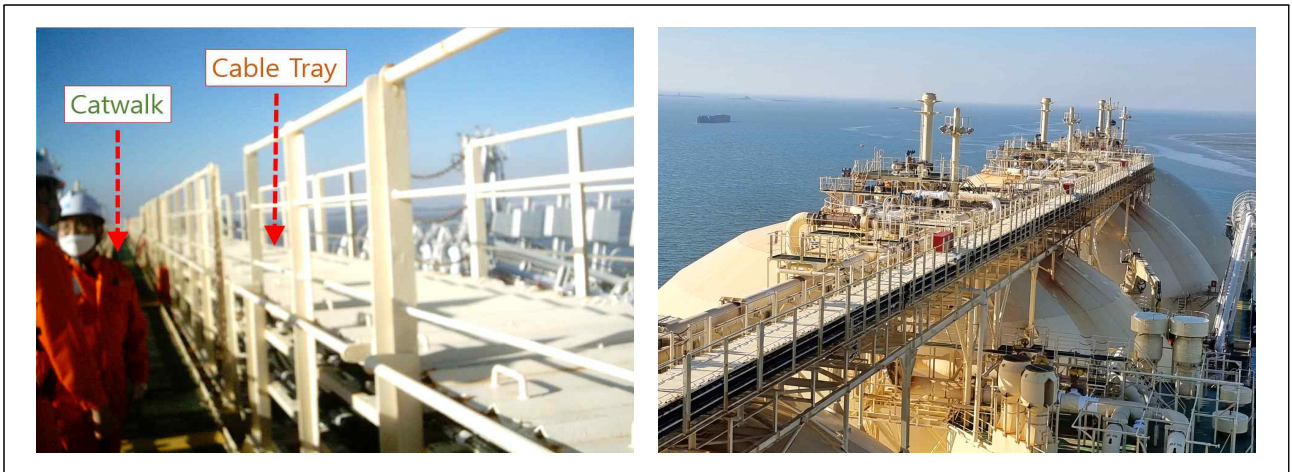
2.5.2 모스형태의 탱크는 구형의 화물탱크가 선체에 올려져있는 형태로, 액화된 LNG 화물을 운송하기 위한 저장소이다. 모스 화물탱크의 상부에는 선수미 방향으로 이동할 수 있는 보행자 이동통로(Catwalk)가 있으며, 화물탱크 간을 이동하며 갑판작업 및 정비 등을 할 수 있다.



<그림 3> 모스형태의 화물탱크(파랑색)

2.6 보행자 이동통로 및 케이블 트레이(Catwalk & Elec. Cable Tray)

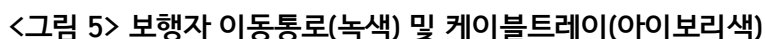
2.6.1 보행자 이동통로(Catwalk)는 케미컬운반선 또는 LNG운반선 등 탱크에 화물을 저장하여 운송하는 선박에서 자주 사용되는 철제 다리 발판으로 파이프 또는 탱크 상부에 설치하여 선교 및 거주구역에서부터 선수구역까지 연결되는 통로이다.



<그림 4> 현대테크노피아호 화물탱크 상부 보행자 이동통로(Catwalk)

2.6.2 케이블트레이(Elec. Cable Tray)는 화물탱크 위에 설치된 전선, 케이블 등을 보호하도록 설치된 철제 구조물로, 보행자 이동통로의 바로 옆(우현측)쪽, 약간 상부(약 96센티미터 높이)에 설치되어 있다. 이 케이블트레이는 본래 평상시에 선원이 이동하는 목적으로 사용되는 구조물은 아니다.⁵⁾

5) 다만, 케이블트레이에 소화호스상자(Fire hose box) 등이 비치되어 있어 화재발생 등 비상시에 선원들이 소화 작업 등을 위한 이동통로로 사용될 수 있음



2.7.1 사고 당일 현대테크노피아호의 항해일지 기록 및 기상청,국립해양조사원 자료에 따른 기상상태는 아래와 같다.

일시(LT)	바람 및 파도					기상	
	풍향	풍력 계급	풍속 (m/s)	파도 상태	파고(m)	천후	기온
2021.6.16. 12:00	SW	3	3.4 ~ 5.4	2	0.2 ~ 0.3	Cloudy	23
2021.6.16. 16:00	SW	3	3.4 ~ 5.4	2	0.2 ~ 0.3	Overcast	25
2021.6.16. 20:00	E	4	5.5 ~ 7.9	2	0.2 ~ 0.3	Overcast	24

<그림 6> 현대테크노피아호 항해일지(발췌)

| 13

지점	시간	최대파고(m)	유의파고(m)	평균파고(m)	파주기(sec)
잠도(22484)	2021-06-16 13:00	0.3	0.2	0.2	5
잠도(22484)	2021-06-16 14:00	0.2	0.2	0.1	4.1
잠도(22484)	2021-06-16 15:00	0.2	0.1	0.1	4.5
잠도(22484)	2021-06-16 16:00	0.4	0.2	0.1	3.9
잠도(22484)	2021-06-16 17:00	0.3	0.2	0.1	4.2
잠도(22484)	2021-06-16 18:00	0.3	0.2	0.1	4.3
잠도(22484)	2021-06-16 19:00	0.2	0.2	0.1	5.2
잠도(22484)	2021-06-16 20:00	0.1	0.1	0.1	5.1

<그림 7> 사고 당일 인근 파고부이의 기록(기상청, 잠도)

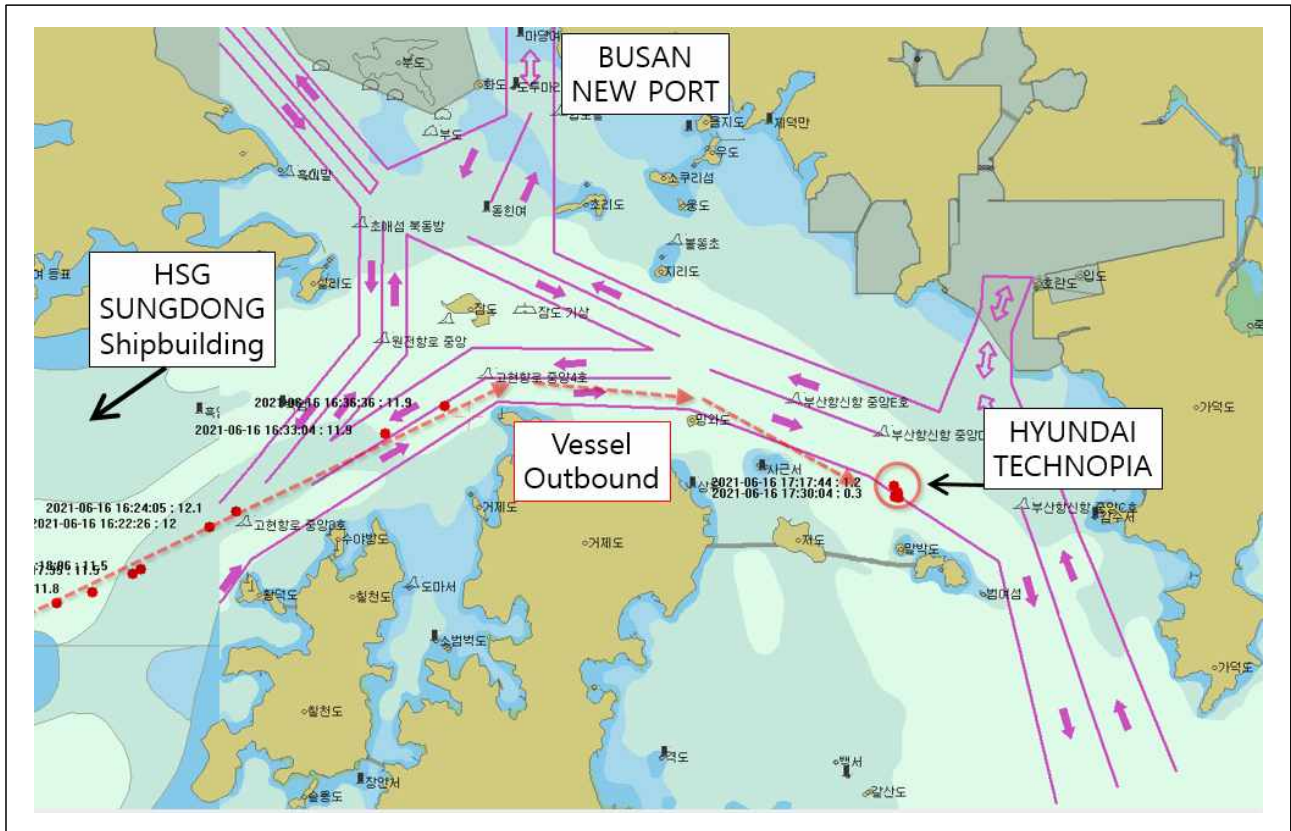


<그림 8> 사고 당일 해황예보도(국립해양조사원)

2.7.2 사고 위치는 섬 등으로 둘러싸인 해역으로 외파의 영향이 적으며, 사고 당시 기상상태는 선체의 큰 동요없이 비교적 안정적인 운항 및 작업이 가능한 날씨상태였다고 볼 수 있다.

2.8 피해사항

2.8.1 갑판원이 화물탱크 위 케이블트레이 상부에서 추락하여 사망하였다.



<그림 9> 현대테크노피아호 항적 및 사고발생 위치

section

3

사고 경위

3. 사고 경위

3.1 사고 전 운항

- 3.1.1 현대테크노피아호는 2021년 5월 17일 평택항에서 LNG화물을 전량 양하하고 선체 정비 및 점검을 위하여 2021년 5월 24일 경상남도 통영시에 위치한 HSG성동조선(HSG Sungdong Shipbuilding Co., Ltd.)에 입거하였다.
- 3.1.2 이 선박은 약 3주간의 선체정비 등 작업을 마치고, 6월 16일 15시 06분경 성동조선소에서 출거하여 출항하였다.

3.2 사고 발생

- 3.2.1 같은 날 15시 21분경 이 선박의 출항 지원을 마친 예인선이 선박으로부터 떨어지고, 도크마스터⁷⁾가 하선하자 같은 날 15시 39분경 선교에서 출항업무 보조를 하고 있던 수석항해사는 선미갑판으로 내려왔다.
- 3.2.2 선미갑판에는 같은 날 오전 수급받은 윤활유 드럼통 15개 가량이 비치되어 있었다. 수석항해사는 기상업체 등으로부터 수신한 기상정보를 통해 현대테크노피아호가 대양을 항해하는 동안 다소 센 바람과 파도를 만날 것을 예상하였기 때문에 이 드럼통들을 움직이지 않게끔 고박하기로 결정하였다.
- 3.2.3 같은 날 16시 30분경 수석항해사는 갑판장, 갑판수, 갑판원 A와 갑판원 B를 소집하여 작업 중 미끄러짐 주의 내용 등으로 안전회의(TBM)를 실시하고 선원들과 함께 줄 등을 이용하여 고박작업을 완료하였다.
- 3.2.4 같은 날 16시 40분경 수석항해사는 보행자 이동통로(Catwalk)를 걸으며 순찰 중, 3번 화물탱크 상부의 케이블트레이(Elec. Cable Tray) 위에 놓여있던 공구보관함⁸⁾의 위치가

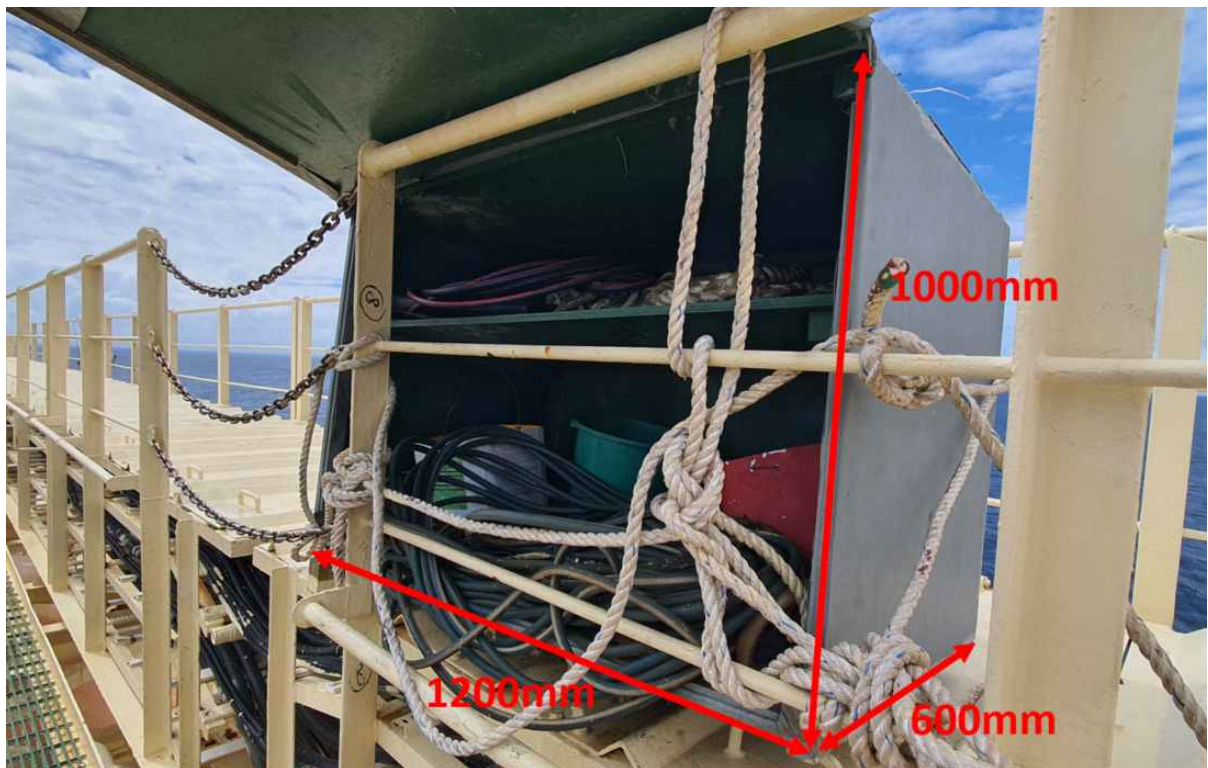
7) 조선소에 입거 및 출거를 하는 선박의 운항을 위하여 승선하는 사람

약간 변경된 것을 확인하였는데, 이는 케이블트레이의 철판 및 부재(Supporter)들을 조선소에서 수리하면서 조선소 작업자들이 공구보관함을 이동시킨 것으로 생각하였고, 날씨가 나빠지는 경우 움직여 떨어질 수가 있다고 판단하여 고박시키고자 하였다.

3.2.5 이에, 수석항해사는 갑판장에게 해당 공구보관함을 고박하도록 지시하였으나,⁹⁾ 구체적인 작업 방법에 대해서는 설명하지 않았다. 이후 수석항해사는 입거관련 서류 등을 정리하기 위하여 거주구역의 사무실로 돌아왔다.

3.2.6 갑판장은 다시 갑판수에게 로프를 주면서 공구보관함의 고박을 지시하였으나 공구보관함의 이동에 대해서는 언급하지 않았다. 그리고 갑판장은 순찰을 위해 선수부로 이동하였다.

3.2.7 갑판수는 갑판원 A와 갑판원 B와 함께 공구보관함이 있는 케이블트레이에 도착하여 고박을 준비하던 중, 공구보관함의 덮개가 인근 핸드레일에 걸려 닫히지 않자, 공구보관함을 선수방향으로 약 1미터 정도 이동시켜 고박하여야겠다고 판단하였다.

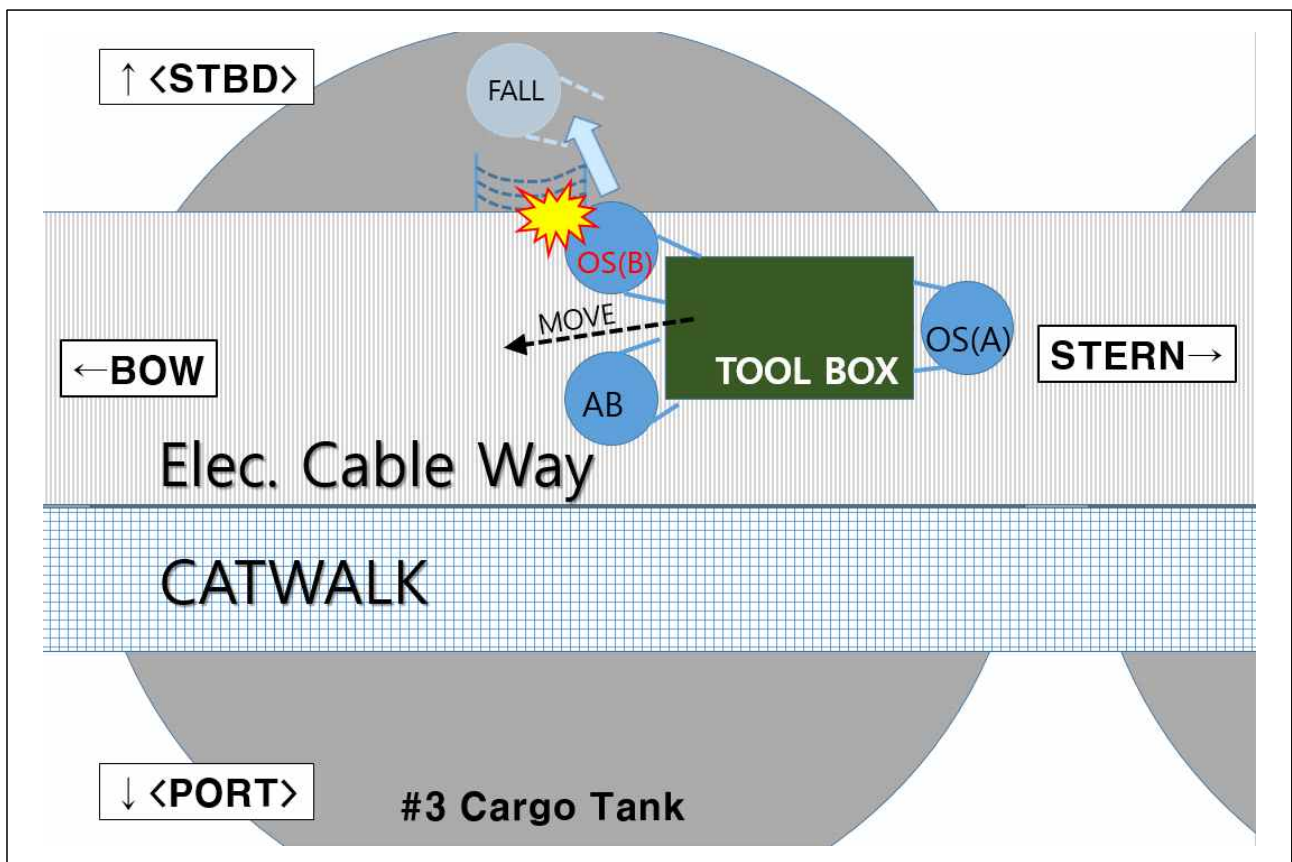


<그림 10> 공구보관함이 열려진 모습(같은 회사의 다른 선박에 설치된 모습)

8) 이 공구보관함은 캔버스 천으로 둘러진 나무재질의 상자 형태로, 선박에서 만든 것이 아닌 육상에서 제작되어 선박에 공급된 것이며, 현대LNG해운에 소속된 다른 선박에도 유사한 형태의 제품이 보급되어 사용되고 있었음

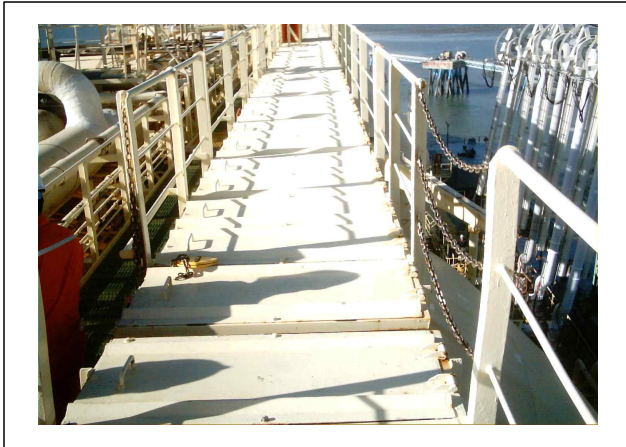
9) 당시 수석항해사는 갑판장에게 '갑판장이 라싱을 지시해주세요'라고 말했다고 진술

- 3.2.8 공구보관함 내부에는 체인블록, 스패너, 볼트 및 너트, 에어호스, 각종 로프 등이 담겨 있었고, 이들의 무게는 약 30~40킬로그램¹⁰⁾ 정도 되었기 때문에 갑판수는 내부의 일부 무거운 공구들을 빼낸 후 공구보관함을 이동시켜야겠다고 판단하고, 같은 날 16시 45분 경 작업을 시작하였다.
- 3.2.9 갑판원 A는 갑판원 B에게 신규승선자임을 고려하여 ‘형은 올라오지 말고 있으라’고 말하였으나, 갑판원 B는 첫 승선이지만 작업에 함께하기 위하여 자발적으로 보행자 이동 통로에서 케이블트레이의 상부로 올라왔고, 공구들을 공구보관함 밖으로 빼내는 작업 등을 함께하였다.
- 3.2.10 갑판수, 갑판원 A 및 갑판원 B는 공구들을 빼낸 공구보관함을 선수방향으로 이동시키기 위하여 공구보관함의 선수 우현측에 갑판원 B, 선수 좌현측에 갑판수, 그리고 공구보관함의 선미 중앙측에 갑판원 A가 각각 위치하여, 3명이 마주보는 상태로 들기로 하였다.

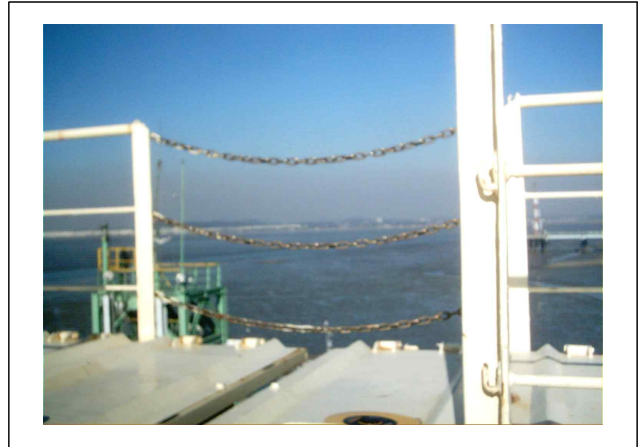


〈그림 11〉 사고당시 상황(조감도)

10) 선원 진술

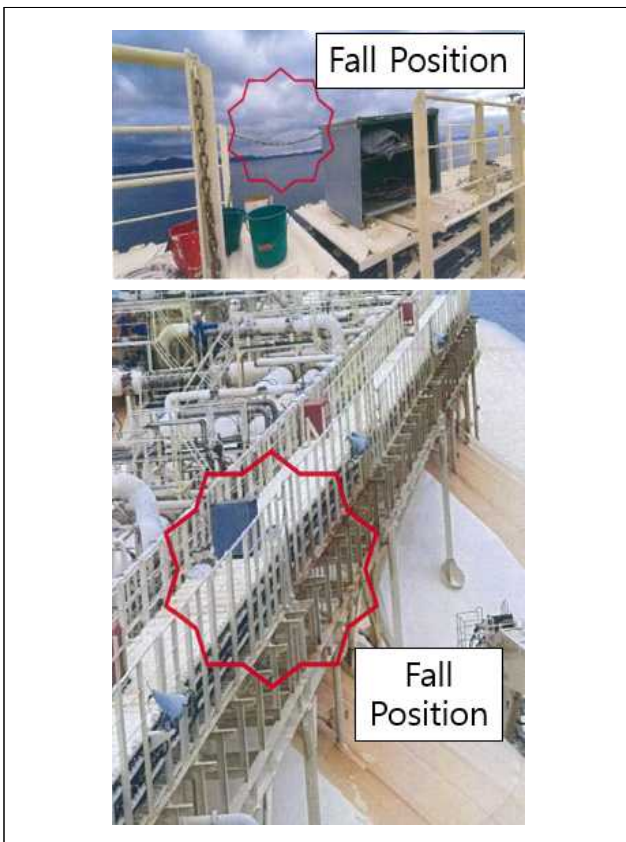


<그림 12> 케이블트레이(상부)

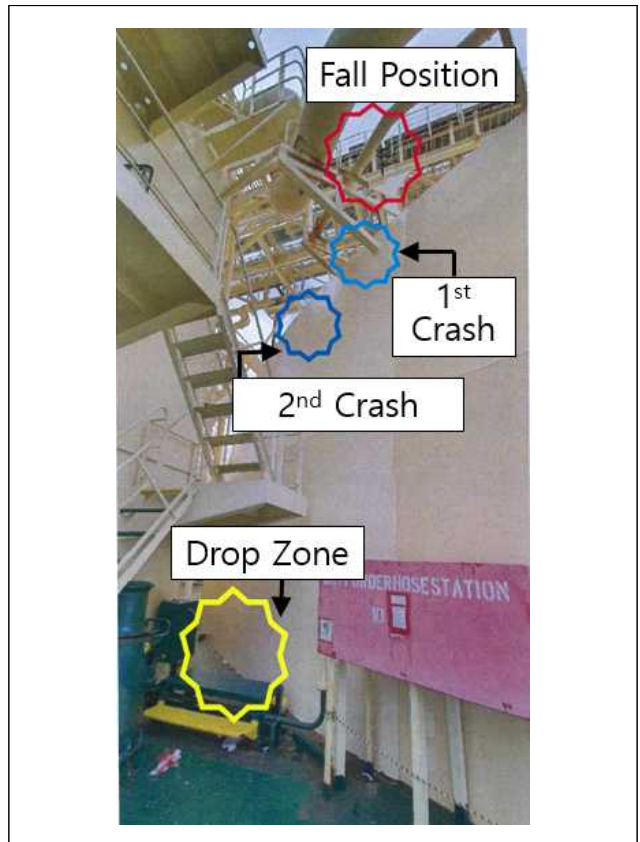


<그림 13> 체인난간

3.2.11 작업을 하던 선원 세 명은 공구보관함을 동시에 들어올려서 이동을 하려던 중, 갑판원 B가 중심을 잃으면서 갑판원 B의 왼쪽¹¹⁾에 걸려있던 체인난간에 몸이 걸쳐졌고, 이와 동시에 세 개의 체인난간 중 중간과 맨아래 두 개의 체인난간이 결이에서 탈락되면서 생긴 공간사이로 갑판원 B가 추락하게 되었다. 사고당시 시각은 16시 52분 경이었다.



<그림 14> 사고당일 사진



<그림 15> 추락위치

11) 선수에서 선미로 보는 방향 기준(갑판원 B의 시점 기준)

3.3 사고 후 조치

- 3.3.1 한편, 같은 시각 수석항해사는 거주구역에 있는 사무실에서 조선소로부터 받았던 각종 수리 및 정비 관련 서류를 들고서 선교로 가고자 엘리베이터를 타러 가는 도중, 갑판수로부터 ‘사람이 떨어졌다’는 다급한 무전을 듣고서 사고현장으로 뛰어나갔다.
- 3.3.2 같은 날 16시 54분경 선교에서 같은 무전연락을 들은, 도선사는 초단파무선장비(VHF)와 휴대전화를 사용하여 해양경찰에 신고하고 응급지원을 요청하였다.
- 3.3.3 현장에 도착한 수석항해사가 갑판원 B의 상태를 보니 머리 뒤쪽에 출혈이 있고, 왼쪽 이마 위로 약 7센티미터의 자상(찢어짐)이 있으며, 혀가 말려들어가 호흡이 곤란한 상태를 확인하였다.
- 3.3.4 수석항해사는 선교에 있던 3등항해사에게 기도유지기, 산소호흡기, 심장제세동기(AED) 등 응급의료장비를 가져올 것을 지시하였고, 의료장비를 받은 수석항해사는 직접 기도유지기를 갑판원 B의 기도에 집어넣어 호흡을 할 수 있도록 조치하였다. 그리고 의료용 봉합기(스테플러)를 이용하여 후두부를 봉합하고 지혈을 시도하였다.
- 3.3.5 응급조치 후 갑판원 B는 의식을 회복하였으나, ‘아프다, 살려달라’는 말만 반복하였고 이성적인 질문과 응답이 가능한 수준은 아니었다.
- 3.3.6 같은 날 17시 07분경 창원해양경찰서 소속 127정 및 신항구조정이 현대테크노피아호 인근에 도착하였고, 선원들은 들것(Stretcher)에 갑판원 B를 고정한 후 합판과 그물(Net)로 감싸서 크레인을 이용하여 함정에 내리고자 시도하였으나, 환자를 이송하기가 여의치 않았다.¹²⁾
- 3.3.7 이에 현대테크노피아호에 승선 중인 도선사가 인근에 있던 예인선 601백룡호에 연락하여 현대테크노피아호의 구조 지원을 요청하였고, 같은 날 17시 25분경 예인선이 현대테크노피아호에 도착하여 갑판원 B를 이송하였다.
- 3.3.8 같은 날 17시 59분경 601백룡호는 부산신항 관공선 부두에 도착하여 갑판원 B를 부두에 대기하고 있던 119구급대에 인계하였으며, 같은 날 18시 11분경 119 구급대는 갑판원 B를 싣고서 삼성창원병원으로 출발하였다.
- 3.3.9 같은 날 18시 35분경 갑판원 B는 병원에 도착하여 응급치료를 받았으나 같은 날 20시 14분경 사망하였다.

12) 당시 현대테크노피아호 선체 주변의 물살로 인해 함정이 흔들렸고, 함정의 형태가 선폭이 좁은 날렵한 선형으로 되어 있어, 함정 위에 부상선원을 내리기가 어려웠다는 예인선 측의 진술

section

4

사고 분석

4. 사고 분석

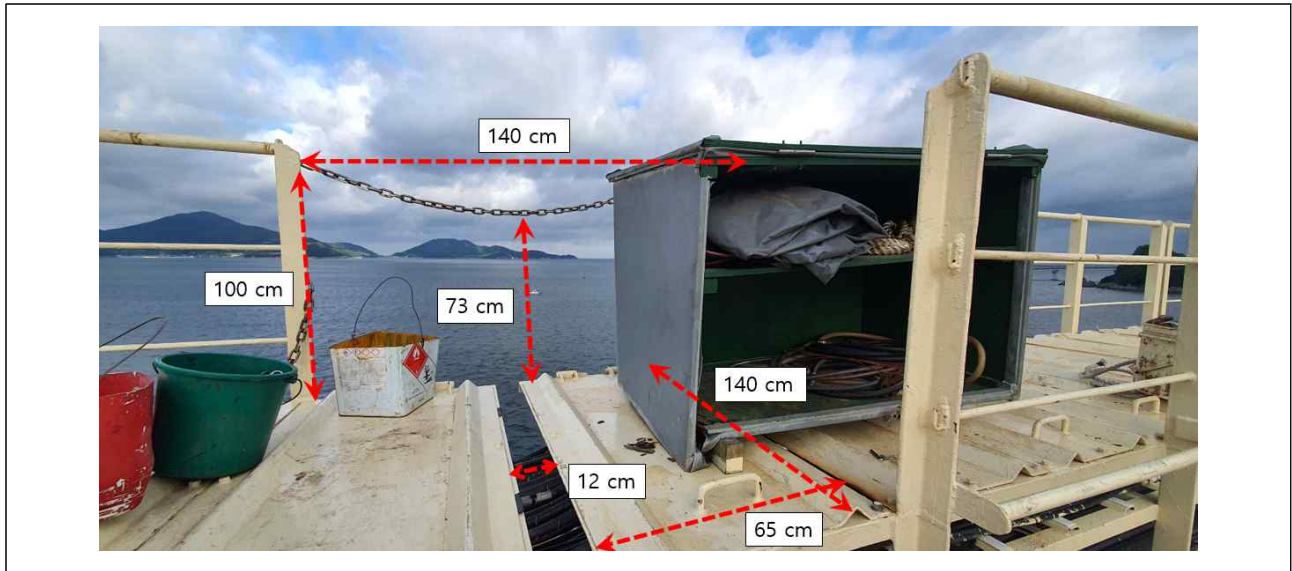
4.1 갑판원의 사망원인

- 4.1.1 사고 당시 케이블트레이(Elec. Cable Tray) 위에서 작업 중이던 선원들은 각자 앞을 보며 공구보관함을 들어올리는데 집중을 하였기 때문에, 갑판원 B가 중심을 잃고 추락하는 순간을 목격한 선원은 없다.¹³⁾
- 4.1.2 다만, 사고 조사 중 특별조사부는 사고 위치의 난간이 철제난간이 아닌 점과, 케이블트레이의 상부가 삼각꼴 형태로 돌출되어 있어 불안정한 발디딤으로 인해 작업자의 안전이 저해될 수 있는 점을 사고 위험요소로 식별하였다.
- 4.1.3 한편, 추락사고 후 후송되었던 병원에서 갑판원 B를 검안한 결과 머리쪽 열창, 대퇴골 골절 및 무릎 타박상 등을 식별하였으며, 이 선원의 직접적 사인을 추락으로 인한 중증 두부손상으로 판단하였다.
- 4.1.4 따라서, 갑판원 B는 공구보관함을 들어올리는 중 과도하게 힘을 주면서 중심을 잃었거나 뒷걸음으로 이동하려는 중 발이 케이블트레이 바닥 구조물에 걸려 넘어지면서 몸이 체인난간에 걸려진 후 체인이 연결걸이에 빠지면서 생긴 공간사이로 추락하여 사망한 것으로 판단된다.

4.2 사고위치의 선체구조

- 4.2.1 추락사고가 발생한 위치는 현대테크노피아호의 화물탱크 위에 설치된 케이블트레이의 상부로 상갑판에서 약 18미터의 높이에 위치하고 있다.
- 4.2.2 이 케이블트레이는 사람의 보행 및 이동을 목적으로 만들어진 구조물은 아니나, 케이블트레이 위 양쪽 가장자리에 철제난간이 설치되어 있다. 다만 이 난간은 케이블트레이를 따라 연속적으로 설치되어 있지는 않고 부분적으로 철제난간과 철제난간 사이에 체인난간으로 연결된 구간이 있었다.¹⁴⁾

13) 다만, 같이 작업 중이던 한 선원의 진술에 따르면 갑판원 B가 공구보관함을 들어올리는 과정에서 상자의 무게를 과도하게 예상하고 큰 힘을 줘서 들다가 중심이 무너지면서 체인 난간 위로 넘어졌고, 이때 난간의 체인걸이가 빠지면서 추락했을 가능성을 언급

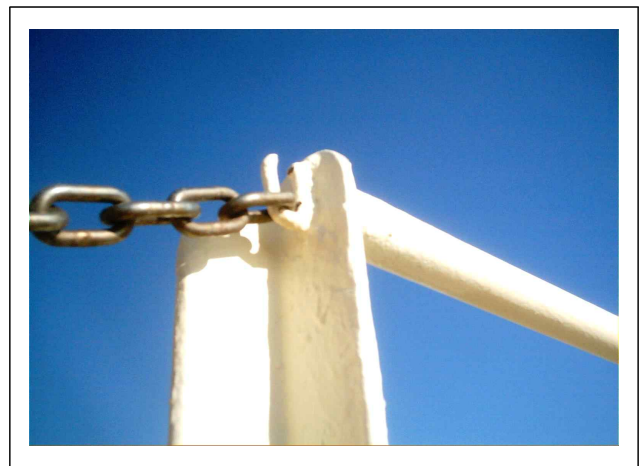


<그림 16> 추락사고 직후 촬영된 사진

4.2.3 이번 추락사고가 발생한 위치에 설치된 체인난간은 약 1.4미터(140센티미터)의 폭이었고, 철제 체인 세 개가 가로방향으로 양쪽 “U”자형 걸이(상부가 개방된 형태)에 걸려져 있었다.



<그림 17> 철제난간 체인 연결구간



<그림 18> 체인 걸이

4.2.4 한편, 케이블트레이의 상부에 설치된 철제난간의 높이는 약 1미터로, 이는 국제만재흡수선협약(1966, LL)¹⁵⁾과 국내규정인 선박설비기준¹⁶⁾에서 선원의 추락을 방지하기 위하여 상갑판 및 선루갑판 등 노출부에 설치하도록 요구하는 난간의 최소 높이(1미터)에 부합하고 있었다.

14) 선사측에서는 이를 선박의 운항 중 발생할 수 있는 호깅(Hogging) 및 새깅(Sagging) 등 굽힘응력으로부터 선체를 보호하기 위함이라고 설명

15) 부속서 I, 제2장, 제25규칙: 선원의 보호(ICLL, 1966, ANNEX I, Ch.2, Article 25)

16) 「선박설비기준」 제36조

4.2.5 다만, 사고 지점인 난간과 난간 사이에 걸린 체인의 높이는 1미터에 미치지 못하는 0.73미터(73센티미터)였다.

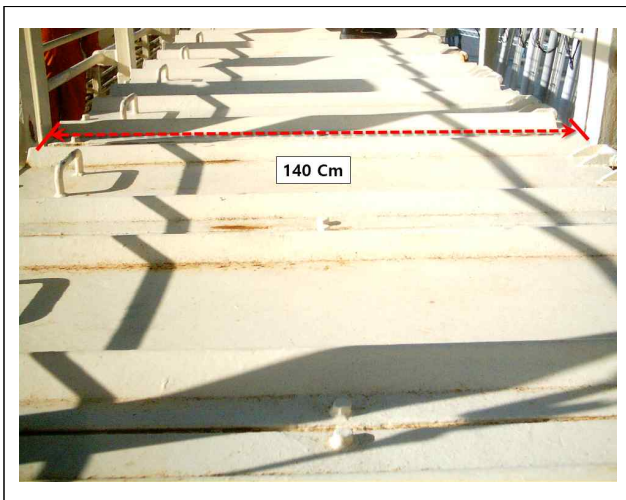


<그림 19> 난간의 높이 비교

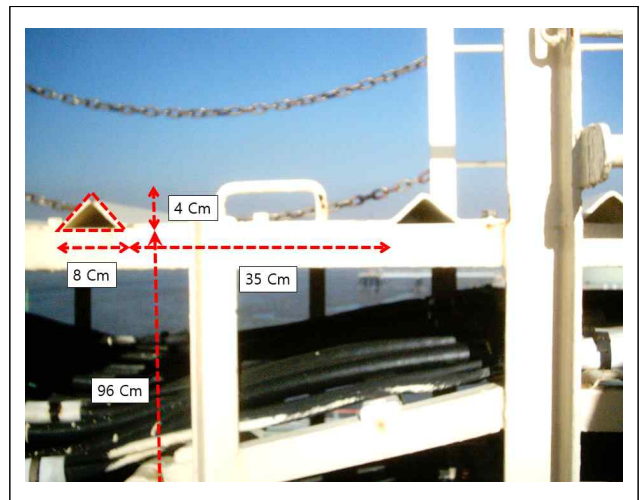


<그림 20> 체인의 높이

4.2.6 또한 케이블트레이 바닥은 화물탱크 상부에 설치된 케이블 위쪽으로 철판 판¹⁷⁾들을 연속적으로 붙여서 만들어진 것으로, 운항 중 굽힘응력 등을 감안하여 철판 사이 간격이 약 12센티미터 정도 띄워져 있었다. 그리고 이 철판 위에는 응력을 분산시키기 위하여 삼각꼴 형태(높이 약 4센티미터)로 돌출된 부분이 있었다.



<그림 21> 케이블트레이 바닥



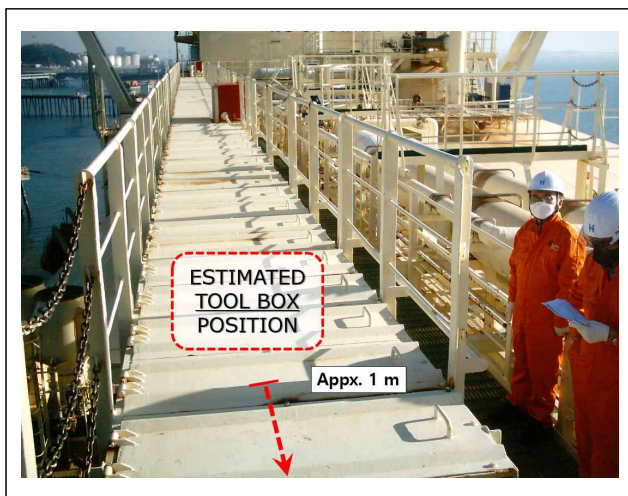
<그림 22> 케이블트레이 측면(켓워크에서 바라봄)

17) 철판의 길이는 약 140센티미터, 폭은 약 35센티미터임

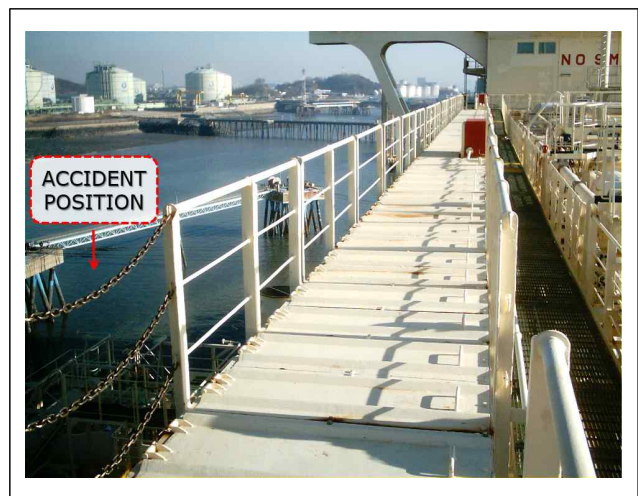
4.3 체인난간의 안전성

4.3.1 사고 전 케이블트레이의 체인난간에는 3개의 체인이 걸려있었고¹⁸⁾, 사고 당시에는 이중 가운데와 맨 아래의 2개가 벗겨지면서 갑판원 B가 추락하게 되었다.

4.3.2 체인난간의 폭은 약 1.4미터이고, 체인 길이는 약 1.5미터로 체인을 난간에 걸었을 때 체인이 약간 쳐지는 정도이다. 3개의 체인 중 가장 위쪽에 걸린 체인의 저점 높이는 약 0.73미터이고, 두 번째 체인의 저점 높이는 약 0.50미터로 무릎 정도의 높이이며, 세 번째 체인의 저점 높이는 약 0.27미터로 발목 정도의 높이이다.



<그림 23> 공구보관함 위치 및 이동거리



<그림 24> 사고 장소

4.3.3 체인 걸이는 위에서 아래로 걸게 되어 있는 상부가 개방된 “U”자형 걸이 형태로, 체인을 걸이 위쪽으로 당겨 들어올리거나, 체인걸이 위쪽으로 작용하는 힘이 있는 경우 체인이 빠질 수 있다.

4.3.4 이러한 체인걸이 형태를 감안하면 사고 당시 갑판원 B가 중심을 잃고 왼손으로 두 번째 체인을 잡아 밀면서 들어올리는 경우에 체인이 걸이에서 빠질 수 있으며 동시에 발목 등 신체의 일부가 세 번째 체인에 걸쳐지면서 체인걸이 위쪽으로 힘이 작용하면 체인이 빠질 수 있을 것으로 보인다.

4.3.5 이처럼 체인으로 걸어놓은 난간은 통행자의 이동 중 체인에 가해지는 자세에 따라 쉽게 이탈될 수도 있는 불완전한 난간 구조인 것으로 판단된다.

18) 면담조사 중, 3개의 체인은 모두 걸려있었다는 선원들의 공통적인 진술을 확보하였고, 수사기관 등에서도 작업 전 체인이 풀려있었을 가능성에 대해서는 배제하고 조사한 바 있음

4.4 공구보관함의 안전성

- 4.4.1 현대테크노피아호는 체인블록, 스패너, 볼트 및 너트, 에어호스, 각종 로프 등 작업 편의상 필요한 일부 공구들을 케이블트레이 상부의 공구보관함에 보관하여 사용하고 있었다.
- 4.4.2 케이블트레이는 상갑판으로부터 높이가 약 18미터에 달하는 고소구역으로 공구보관함으로부터 보관된 공구 등이 떨어질 경우 LNG 화물탱크를 가격하거나 상갑판에서 통행 중인 사람을 다치게 하는 등 안전사고 발생의 위험이 존재한다.
- 4.4.3 또한 케이블트레이 상부에 놓인 공구보관함으로 인하여 화재발생 등 비상시 통행 이동성을 저해¹⁹⁾할 우려가 있다.
- 4.4.4 따라서, 케이블트레이 상부에 설치된 보관함 안 공구의 낙하를 방지하고 통행 이동성을 저해하지 않도록 안전성을 보완하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

4.5 신규승선자 교육의 적절성

- 4.5.1 신규승선자는 「선원의 훈련, 자격증명 및 당직근무의 기준에 관한 국제협약(STCW)²⁰⁾」에 따라 선원의 임무 수임 전 안전작업 등에 대한 친숙훈련을 이수하여야 한다.
- 4.5.2 또한 「국제안전경영코드(ISM Code)²¹⁾」에 따라 사업장은 신규직원이 해당 직무에 익숙해지도록 절차를 수립하고 출항 전 필수지침 등을 문서화하여 배포하도록 하고 있다.
- 4.5.3 갑판원 B는 현대테크노피아호에 승선하여 선원의 직무 및 개인안전 등에 대한 승무원 선상 친숙화 숙지지침(Crew Shipboard Familiarization)을 제공받았으나 갑판원 B 본인, 검토자 및 승인자 등의 서명을 득하지는 못하였다.
- 4.5.4 다만, 이 선박이 출항 직후이고 도선사가 하선 전이었던 점을 고려하면, 선상숙지지침에 서명을 받기에 다소 촉박한 시간이었을 수 있는 점은 감안될 수 있으나, 선원의 임무 숙지와 선박 친숙화 상태 여부를 상급자가 확인하지 못한 채 곧바로 업무에 투입되었던 점은 작업의 안전성에 있어 우려될 수 있는 요소였다.

19) 케이블트레이의 폭은 140센티미터이고 공구보관함의 폭은 60센티미터로 통행가능한 폭은 80센티미터임

20) 제A-6장: 비상, 직업적안전, 의료관리 및 생존 기능(STCW, Chapter VI(A-6))

21) A-6편 : 자원 및 인원 (ISM Code, Part A-Implementation, Article 6)

- 4.5.5 아울러, 갑판원 B 등 신규승선자들은 수석항해사의 주도 하에 신규승선자 안전교육을 실시²²⁾하여 비상시 임무 및 배치, 해양오염·방제교육, 보안교육 등 내용에 대하여 숙지하도록 하였으나, 선체의 구조 및 안전에 관련한 교육은 항목에 없었다.
- 4.5.6 이와 같이, 이 선박은 국제협약에서 규정된 갑판원 B에 대한 신규승선자 교육을 이행하였지만, LNG선박 구조의 특성상 케이블트레이 상부 및 보행자 이동통로 등에서 안전한 작업과 이동을 위해서는 필수적이라고 할 수 있는 고소(高所) 장소에서의 보행 또는 작업의 위험성 등에 대해 교육·숙지가 부족하였던 점은 다소 아쉬움이 남는 부분이라고 판단된다.

4.6 작업 안전 관리

- 4.6.1 현대테크노피아호의 안전관리절차서(ISM Manual)²³⁾에 따르면, 선장은 승무원이 작업 시작전 또는 작업 재개시, 작업현장책임자(작업현장 인원 중 최상급자)로 하여금 작업에 참여할 전 작업원과 함께 안전회의(TBM)를 시행하게 하고, 작업에서 예상되는 불완전한 행동 및 상태 등을 인지시켜 재해가 발생하지 않도록 해야한다고 규정되어 있다.
- 4.6.2 또한 2미터 이상의 높은 곳에서 작업²⁴⁾과 같은 위험한 선내 작업의 경우 위험요소를 식별하고 제거하기 위하여 작업허가제도를 운영하고 있다.
- 4.6.3 따라서 2미터 이상의 높은 곳에서 작업을 실시하는 경우, 안전모·안전화·보호장갑을 착용하여야 하고, 안전벨트(Safety Harness)를 착용하고 구명줄(Lifeline)을 연결하여야 한다.
- 4.6.4 그러나 사고 당시 수석항해사 등 작업현장책임자는 작업허가서(Permit to Work) 및 점검표(Checklist)를 작성하지 않았고, 현장에서 작업자는 안전벨트를 착용하지 않았으며 구명줄도 연결하지 않았다.
- 4.6.5 또한, 수석항해사와 갑판장은 작업 지시 후 자리를 떠남으로써 해당 작업이 제대로 수행되고 있는지의 여부를 현장에서 확인하거나 감독하지 않았다.

22) 2021.6.14. 16:45 ~ 17:30(현지시각), 2등항해사 등 9명

23) 선사의 안전관리절차서 : 작업안전(Safe Working Practices) PS-204

24) 다만, 안전관리절차서에 따르면, 고소작업에서의 작업허가제도 적용범위는 바닥에서 2미터 이상인 장소에서 '보조장비'를 사용하는 경우임에 따라, 해석에 따라 높은 곳일지라도 보조장비를 사용하지 않는 '들고 나르기'와 같은 단순한 작업에서는 작업허가서가 필요하지 않을 것으로 보일 수 있는 여지가 있음

- 4.6.6 이는 해당 작업의 난이도가 다소 쉽다고 판단하여 지시를 내리고 현장을 떠난 것이나²⁵⁾ 실제로는 선원들의 작업이 단순 고박이 아니라 공구보관함내 공구를 빼내고 공구보관함을 이동시키는 등 지시사항과는 다른 형태의 작업을 하고 있었다.
- 4.6.7 따라서 해당 작업에 대한 위험예측, 사고로 이어질 수 있는 개연성의 판단 및 작업안전 감독이 다소 미흡했다고 판단된다.

4.7 응급조치 및 구조시간

- 4.7.1 현대테크노피아호에서 추락이 발생한 시각은 16시 52분경이고, 육상의 119 구급대에 인계를 완료하고 구급차가 출발한 시각은 18시 11분경이며, 사고 선원이 병원에 도착한 시각은 18시 35분경이다.
- 4.7.2 사고 발생 후 승무원들은 빠른 초기대응으로 사고 선원의 기도를 확보하고 의료용 봉합기(스테플러)를 사용하여 상처부위를 봉합하는 등의 조치를 취하였으나, 이송 중 출혈이 과다하게 발생하였고, 병원에 도착 후 응급의료처치를 실시하였음도 불구하고 결국 사망에 이르렀다.
- 4.7.3 당시 구조 관할 해경서에서는 고속정을 통한 환자 이송이 적합하다고 판단하였다. 그러나 구조에 투입된 구조정은 현대테크노피아호에 접근하여 환자를 이송하기가 곤란하였고 결국, 추가로 투입된 예인선에 의해 구조가 이뤄졌다.
- 4.7.4 동 사고에 있어 구조의 시도는 비교적 신속하게 이루어졌으나, 사고 당시 선박의 크기 및 견현높이, 선박 크레인을 이용한 부상선원 이송시 함정의 선체동요 및 갑판 공간의 협소함 등은 미처 예측하지 못하여 구조에 일부 지체된 점이 있다.
- 4.7.5 다만, 향후 구조 과정에서 선박에 대한 상황 및 특성에 대하여 사전검토가 이뤄지게 된다면 더욱 신속한 구조활동이 가능할 것으로 판단된다.

25) 선원 진술

section

5

결론

5. 결론

- 5.1 이 사고는 현대테크노피아호의 화물탱크 위 케이블트레이(Elec. Cable Tray) 위에서 공구 보관함을 이동시키던 갑판원 B가 중심을 잃고 넘어지면서 상갑판으로 추락하여 사망하게 된 사고이다.
- 5.2 사고 당시 갑판원 B가 추락했던 장소에는 체인난간이 설치되어 있었는데, 이 난간은 철제난간과 철제난간 사이를 체인으로 걸어놓은 상태였다.
- 5.3 이러한 상태에서 케이블트레이 위에 있던 갑판수, 갑판원 A, 갑판원 B가 같이 공구보관함을 들어 옮기려고 하였다. 이 때 갑판원 B가 뒷걸음으로 이동하던 중 중심을 잃고 넘어지면서 체인난간에 몸이 걸쳐졌고, 이 때 걸려있던 체인이 난간에서 빠지면서 추락하게 되었을 것으로 판단된다.
- 5.4 이 사고는 안전성이 취약한 고소작업 구역인 체인난간에서 발생한 사고로, 작업 전 안전관리절차서에 따른 고소작업 안전성평가를 수행하지 않은 점과, 작업 중 안전감독 수행 및 안전장구 착용 등 적절한 절차를 준수하지 않은 점, 그리고 선박구조 및 작업에 익숙하지 않은 선원의 실수와 부주의함 등이 더불어 사고발생에 기여하였다고 판단된다.

section

6

권고

6. 권고

6.1 고소작업 안전성 평가 및 감독 강화

- 6.1.1 현대테크노피아호의 안전관리절차서(ISM Manual)에 따르면 2미터 이상의 높이에서 작업시 위험요소를 식별 및 제거하기 위하여 작업허가를 받아야 하고, 안전벨트(Safety Belt)를 착용하고 구명줄(Lifeline)을 연결하여야 한다.
- 6.1.2 그러나 사고 당시 고소 작업에 대한 위험성 검토 및 작업허가서(Permit to Work)와 점검표(Checklist)를 작성하지 않았고, 작업 현장에서도 안전벨트 및 구명줄을 사용하지 않았다.
- 6.1.3 따라서, 선장 및 수석항해사 등 현장감독책임자는 고소작업에 해당하는 경우 안전관리 절차서에 따라 안전회의(TBM) 등을 통해 위험요소에 대한 사전 식별, 작업허가서 및 점검표를 작성하고 안전벨트와 구명줄 등 개인보호장구를 착용하여야 한다. 또한 해당 장소에서 적절하게 작업이 진행되고 있는지 철저히 감독하여야 한다.
- 6.1.4 아울러, ‘2미터 이상의 장소에서 중량물 이동작업 등을 하는 경우’에 추가하여 ‘추락위험장소에서 작업을 하는 경우’ 등의 작업도 고소작업에 해당함을 명시하여 이 선박의 안전관리절차서의 개정을 검토하여야 한다.²⁶⁾
- 6.1.5 또한 회사는 선원들이 자신의 경험과 관행, 작업 효율성 등을 이유로 안전위험도를 확인하지 않고 성급하게 작업을 수행하지 않도록 안전교육을 지속적으로 실시하여야 한다.

6.2 신규승선자의 안전교육 강화

- 6.2.1 사고가 발생한 위치는 상갑판에서 18미터의 높이인 고소구역이며, 특히 체인난간의 체인은 걸이에서 빠질 수 있어 이 부근에서 작업하는 경우 작업 전 위험성을 인지하도록 안전교육을 실시하는 등 각별히 주의하여야 한다.

26) PS-204 작업안전(Safe Working Practices) : “1.4.2.4 바닥에서 2미터 이상인 장소에서 보조장비를 사용하여 하는 작업”에서 ‘보조장비 사용’의 단어 삭제, ‘추락위험장소에서 작업을 하는 경우’의 추가 등에 대한 검토

- 6.2.2 사고 선원은 과거 승선경험이 없는 관계로 선박의 구조 및 작업환경 등에 익숙하지 않아 고소작업 위험성 및 케이블트레이(Elec. Cable Tray) 상부의 구조적 특성 및 안전취약성 등을 충분히 인지하지 못하였을 가능성이 있다.
- 6.2.3 따라서 선장 등 선내 담당자는 신규승선자 교육시 이러한 안전취약성을 고려한 안전교육을 실시하여야 하며, 승선경험이 없는 신규선원이 위험작업에 종사하는 경우, 작업강도 및 안전관리를 강화하도록 조치하여야 한다.

6.3 케이블트레이의 난간 안전성 검토 및 보완

- 6.3.1 현대테크노피아호 케이블트레이의 난간은 기본적으로 철제난간으로 설치되어 있으나, 일부 철제난간과 철제난간 사이가 체인으로 연결되어 있고 그 높이가 충분하지 않아 추락사고가 발생할 수 있다.
- 6.3.2 따라서 회사는 추락의 위험을 방지하기 위하여 체인난간의 높이를 안전한 높이(1미터 이상)로 유지하여야 하고, 걸어둔 체인이 걸이에서 빠지지 않도록 카라비너(Carabiner)²⁷⁾의 형태 등으로 설치하여야 하며, 걸이는 폐쇄형(Closed) 아이(Eye) 형태로 만드는 등 체인이탈방지의 안전성을 갖추도록 보완을 검토하여야 한다.

6.4 공구 등 작업용품의 적절한 보관 및 사용

- 6.4.1 현대테크노피아호의 케이블트레이에 설치된 공구보관함에는 갑판작업에 사용하는 공구 등이 비치되어 있었다.
- 6.4.2 케이블트레이는 LNG 화물탱크 상부에 설치된 고소구역으로 공구 등의 낙하로 인한 안전사고가 발생할 우려가 있으므로 상갑판 또는 창고 등 지정된 장소에 정리정돈하여 보관 및 관리하여야 한다.

27) 철제로 만든 둥근 테의 형태로 스프링이 달려 있어 걸 수 있는 형태이며, O형과 D형 등이 있음



해양수산부

중앙해양안전심판원