

[특별조사 2023-004]



해양사고 특별조사보고서

- 일반화물선 삼성1호 침몰사고 -

사고일자 : 2021.01.29.

공표일자 : 2023.11.01.



중앙해양안전심판원 특별조사부

참고사항

이 조사보고서는 「해양사고의 조사 및 심판에 관한 법률」 제18조의3에 따라 해양 사고의 원인을 밝히고 사고 교훈을 공유함으로써 향후 유사한 해양사고의 발생을 예방하기 위하여 작성되었으므로, 해양사고에 대한 책임을 묻거나 비난하기 위한 근거로 활용될 수 없습니다.

이 조사보고서에 기술된 관련 법령 및 기관 명칭 등은 보고서 작성 시점을 기준으로 작성되었습니다.

Contents

1. 사고 요약	2
2. 사실 정보	3
2.1 삼성1호 주요 명세	4
2.2 선박 소유자와 안전관리	6
2.3 화물창 구조변경	6
2.4 화물창 덮개	8
2.5 선박검사	10
2.6 선원 구성과 항해 당직	10
2.7 운항형태와 화물운송 용기	11
2.8 화물고박	12
3. 사고 경위	14
3.1 화물의 선적	15
3.2 선박의 출항	17
3.3 선박 횡경사 발생	18
3.4 사고 발생	19
3.5 수색 및 구조활동	20
4. 사고 분석	22
4.1 선박의 출항상태	23
4.2 선박운항 기상여건	25

4.3 해상파랑 중 선박동요 정도	27
4.4 화물 적재	29
4.5 화물창 덮개 밀폐 여부	32
4.6 초기 우현 횡경사 발생	34
4.7 2번 화물창 침수	36
4.8 1번 화물창 침수	38
4.9 침몰 과정의 분석	40
4.10 화물 고박	42
4.11 안전관리체제의 이행	44
5. 결론	46
6. 권고	48

section

1

사고 요약

1. 사고 요약

- 1.1 삼성1호는 1984년 6월 1일 일본에서 건조된 총톤수 3,582톤, 재화중량톤수 6,185톤, 길이 98.61미터, 너비 16.00미터, 깊이 8.40미터에 디젤기관 1기를 장착한 제주 선적의 이중저 일반화물선이며, 두 개의 화물창이 있다.
- 1.2 삼성1호는 제주 성산포항과 전라남도 고흥 녹동항 간을 왕복 운항하며, 제주도 특산품 및 생수와 내륙의 잡화물을 주로 운송하였으며, 사고 당시 한국인 선원 6명, 미얀마 선원 3명인 총 9명의 선원이 승선하고 있었다.
- 1.3 2021년 1월 29일 02시경 삼성1호는 철재상자(컨테이너 형태의 비규격 용기) 총 318개를 싣고서 제주 성산포항을 출항하였다. 이때 1번 화물창의 덮개는 덮여두었으나, 고박은 하지 않았으며, 2번 화물창의 덮개는 개방된 상태였다.
- 1.4 출항 당시 제주도 동부앞바다, 남해 서부동쪽먼바다 및 남해 서부서쪽먼바다 해상에는 풍랑경보가 발효 중이었다.
- 1.5 삼성1호가 출항한 후 두 시간여가 지난 04시부터 04시 30분경 사이에 선박이 우현으로 약 20~30도 경사로 기울기 시작하였다.
- 1.6 삼성1호는 경사를 바로 잡고자 평형수를 배출하는 등 조치를 하였으나, 여의치 않았다. 이후 삼성1호는 좌현경사 및 우현경사를 반복하면서 선회하다가 08시 13분경 선체가 급격히 기울어지기 시작하였다.
- 1.7 삼성1호 선장은 08시 22분경 퇴선결정을 하고 퇴선하였고, 삼성1호는 08시 32분경 전라남도 완도군 청산도 남동방 약 4.5마일 해상에서 완전히 침몰하였다.
- 1.8 이 사고로 선박은 침몰하였고, 탈출하던 일등항해사가 실종되었다. 또한, 적재된 철재상자는 유실되었고, 연료유의 일부가 해상에 유출되었다.

section

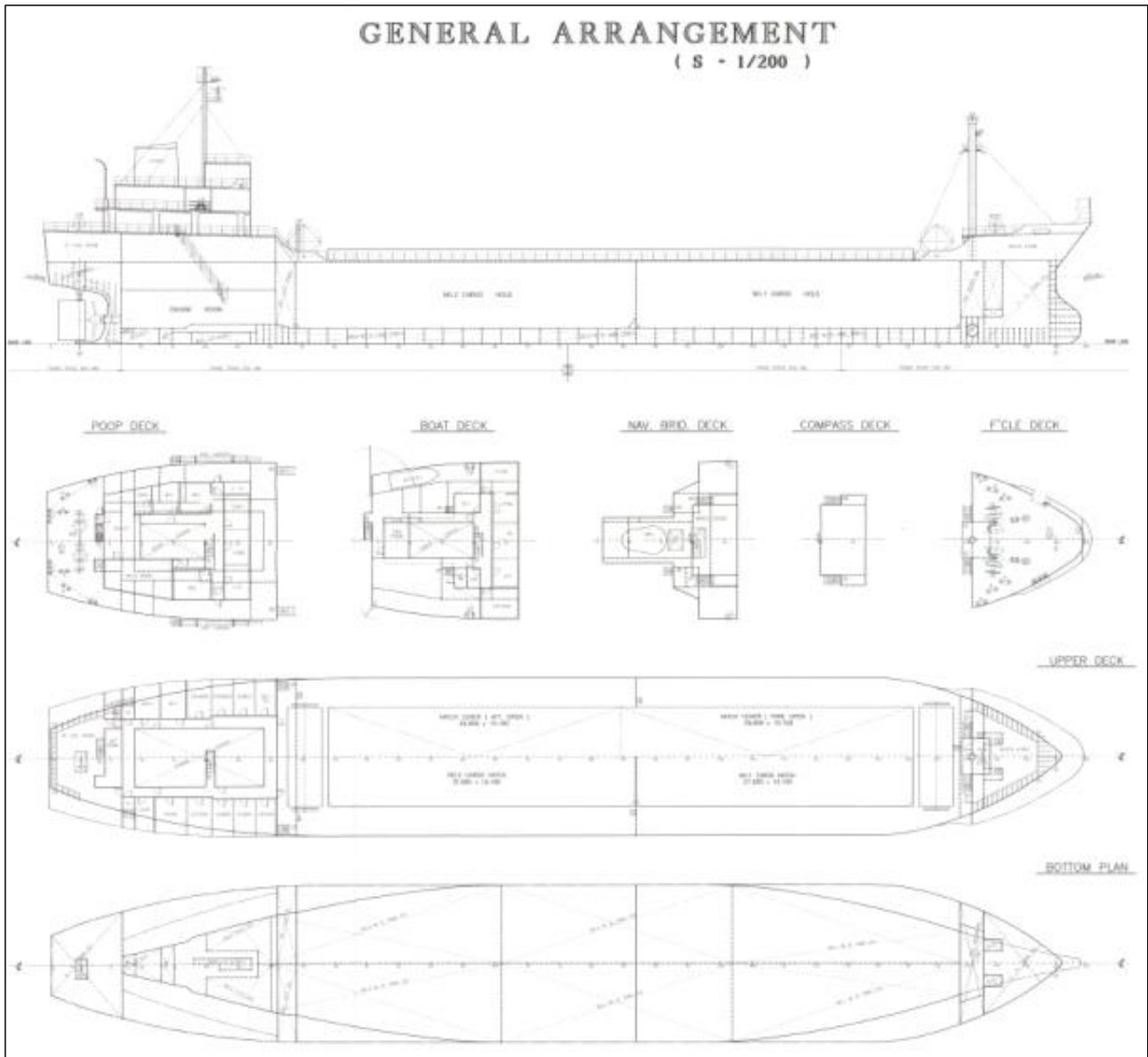
2

사실 정보

2. 사실 정보

2.1 삼성1호 주요 명세

선명	삼성1호
국적	대한민국
선적항	제주(JEJU)
선박번호	JJR-951579
IMO NO.	8405945
선박 종류	일반화물선(General Cargo Ship)
선박소유자/선박운항자	삼성해운(주)
최대승선인원(명)	10
조선소	히가끼 조선소 (HIGAKI SHIPBUILDING CO., LTD.)
진수일	1984년 6월 1일
선박검사단체	한국해양교통안전공단
길이(미터)	98.61
너비(미터)	16.00
깊이(미터)	8.40
총톤수(톤)	3,582
재화중량톤수(DWT, 톤)	6,185.759
하기만재흘수(미터)	6.77
주기관	Hansin Diesel (6EL-38RG) 1기
최대 출력	2,800PS × 240RPM
추진기	나선식 1개
타(Rudder)	1
설계속력(노트)	12.0



<그림 1> 삼성1호 일반배치도



<사진 1> 삼성1호 전경

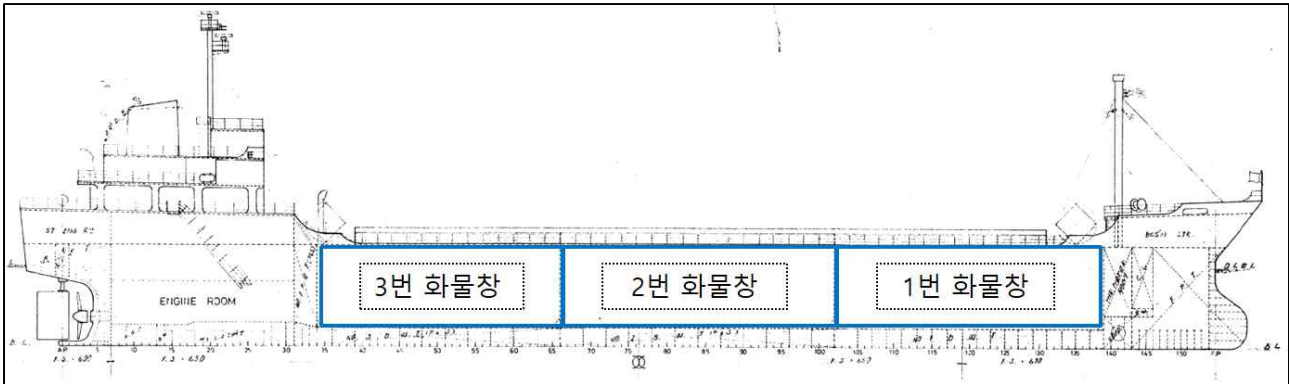
2.2 선박 소유자와 안전관리

- 2.2.1 삼성1호는 1984년 6월 1일 일본 히가끼 조선소(HIGAKI SHIPBUILDING CO.)에서 건조된 총톤수 3,582톤, 길이 98.61미터, 너비 16.00미터, 깊이 8.40미터에 2,800PS 디젤기관 1기를 장치한 이중저 일반화물선이다.
- 2.2.2 이 선박은 1995년 11월 29일 대한민국 국적을 최초 취득하였고, 2014년 8월 18일 삼성해운(주)이 소유권을 취득한 후 선명을 '삼성1호'로 변경하였다.
- 2.2.3 삼성해운(주)은 2018년 8월 14일 비엠마린(주)과 선박·선원 안전관리 계약을 체결하였고, 비엠마린(주)은 선원관리, 선박정비 및 수리, 검사 및 조사, 급유·소모품 및 속구 보급, 보험, 안전관리 및 심사 등의 업무를 담당하였다.
- 2.2.4 비엠마린(주)은 안전관리회사로 2024년 3월 3일까지 유효한 안전관리적합증서를 소지하고 있었으며, 삼성1호는 2024년 3월 24일까지 유효한 선박안전관리증서를 소지하고 있었다.

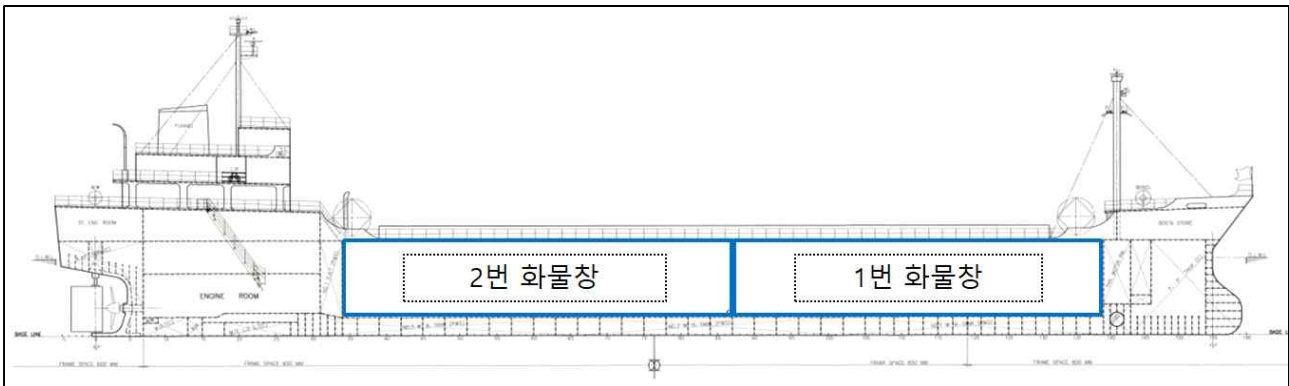
2.3 화물창 구조변경

- 2.3.1 삼성1호는 처음 건조 당시에 세 개의 화물창이 있었으나, 삼성해운(주)이 선박을 취득 후 중국에서 두 개의 화물창으로 개조하였고, 2014년 11월 17일 선박톤수 등 변경 등록을 완료하였다.
- 2.3.2 당시 구조변경된 사항은 기존 66번 및 102번 프레임에 위치한 화물창 격벽을 제거하고, 87번 프레임 위치에 새로운 횡격벽을 신설하였으며, 화물창 코밍(Hatch coaming)의 폭을 넓히고, 화물창 덮개(Hatch cover)의 넓이를 9.6미터에서 10.1미터로 개조하였다.¹⁾

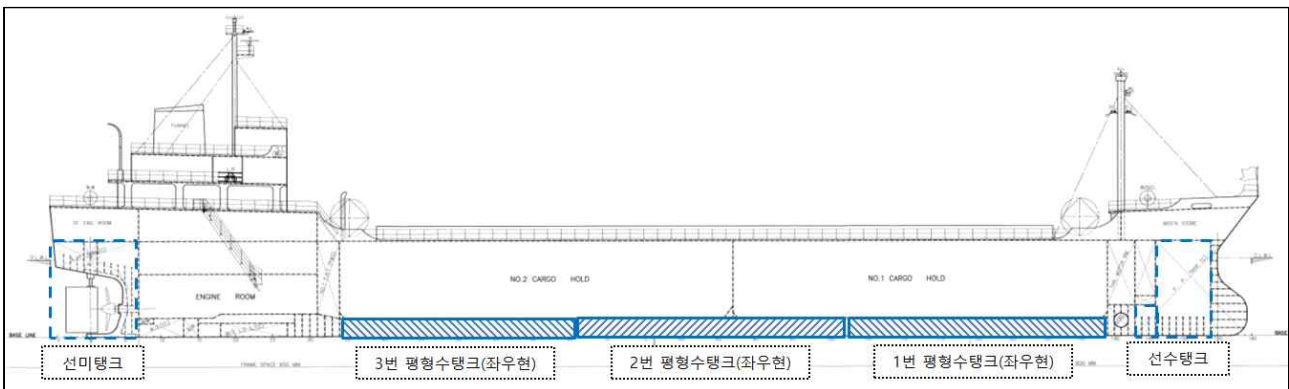
1) 2014년 9월 3일에 선박안전기술공단(현 한국해양교통안전공단) 부산지부에 승인한 개조사양서에 따르면 화물창 코밍 넓이가 확대됨에 따라 기존 화물창 덮개를 500mm 연장 후에 재사용한 것으로 확인됨



<그림 2> 삼성1호 화물창 개조 전 도면



<그림 3> 삼성1호 화물창 개조 후 도면

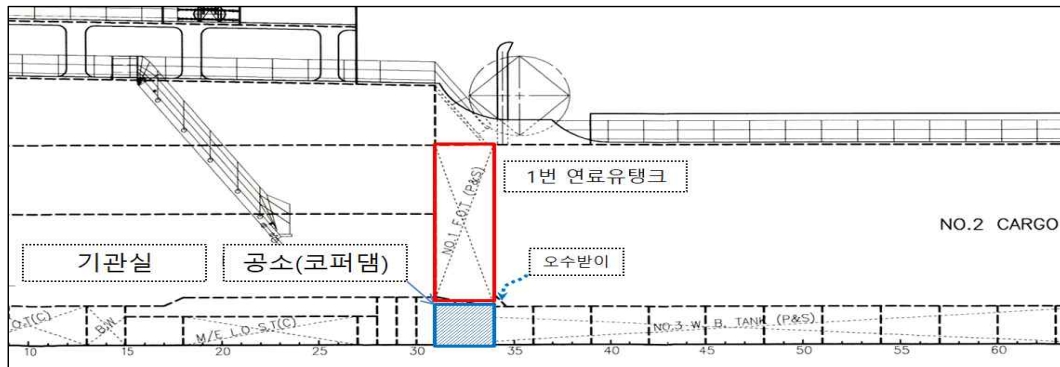


<그림 4> 삼성1호 평형수탱크 위치

2.3.3 또한, 기존 3번 평형수 탱크 상부에 1번 연료유 탱크가 위치한 관계로 선체부식 시 기름오염 사고발생 등이 우려되어 3번 평형수탱크를 34번 프레임까지 줄이고, 1번 연료유 탱크 하부인 뒤쪽 공간을 공소(空所, Cofferdam)로 비워두었다.²⁾

2) 31번과 34번 프레임 사이 공간이다.

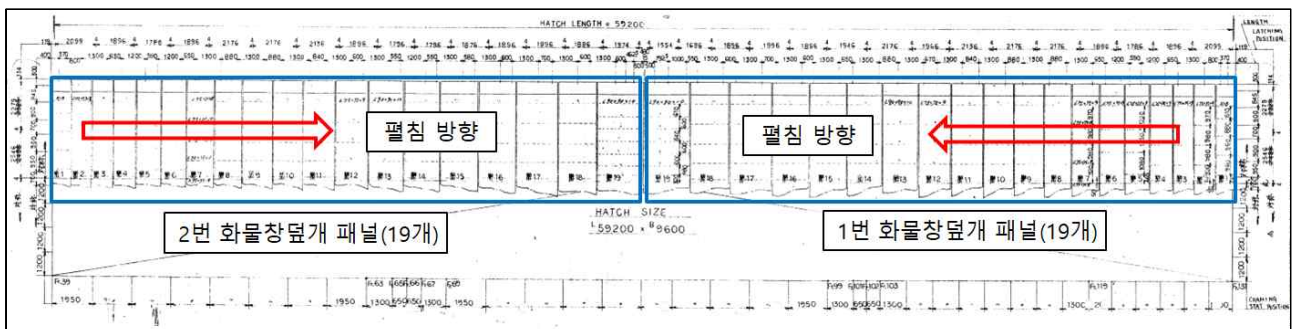
2.3.4 아울러, 2번 화물창의 뒤쪽 오수받이(Bilge Well)를 새로 만든 공소와 배관으로 연결하여 하역작업 중에 비가 오거나 하여 화물창에 고인 물이 공소로 흘러가면 펌프를 이용하여 선외로 배출할 수 있도록 변경하였다. 그러나, 이렇게 개조된 사항은 삼성1호의 일반배치도, 강재배치도 등에 표시되어 있지 않다.



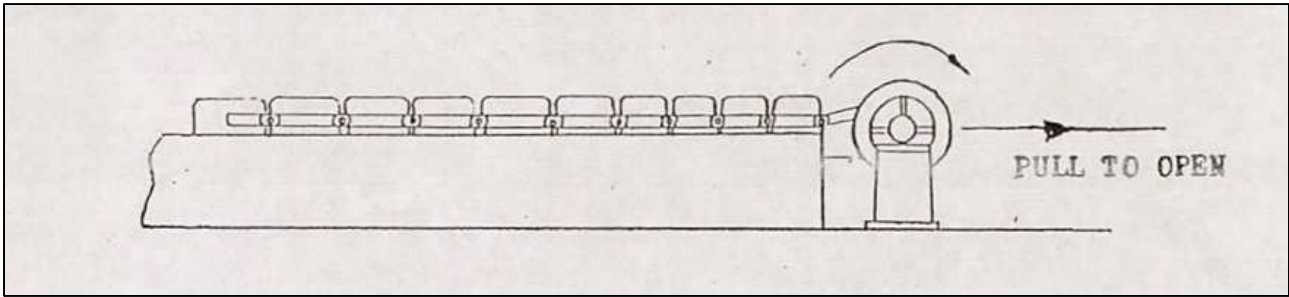
<그림 5> 삼성1호 공소 위치

2.4 화물창 덮개

2.4.1 삼성1호의 화물창 덮개는 감기식 형태(Winding Hatch Cover)로 덮개를 작동시키는 드럼이 1번 화물창 앞쪽과 2번 화물창 뒤쪽에 하나씩 설치되어있다. 각 드럼에는 19개의 패널이 감겨있으며, 감겨진 패널을 펼쳐서 각각의 화물창을 덮은 후 1번과 2번 화물창의 중간에서 양쪽 끝단을 볼트로 고정하여 체결한다.

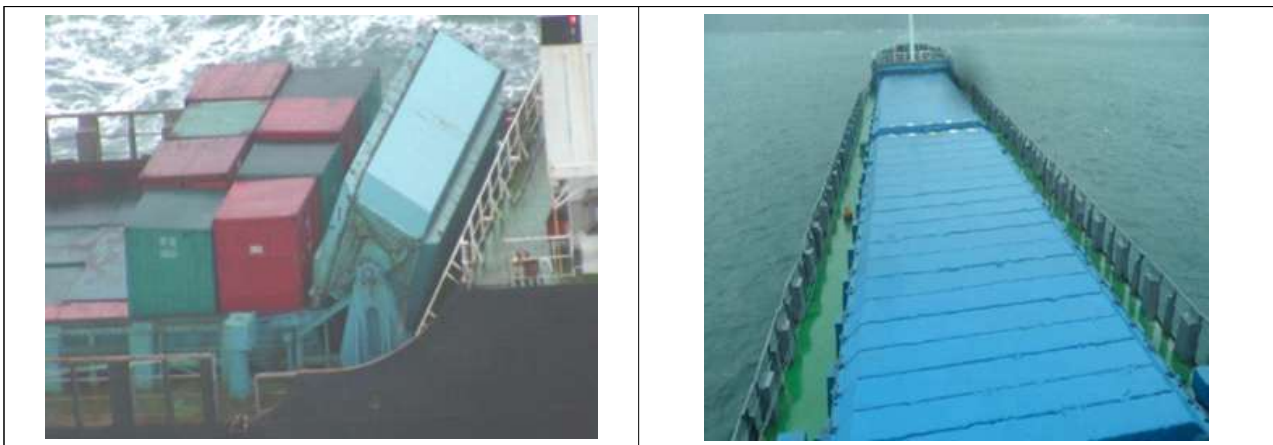


<그림 6> 삼성1호 화물창 덮개 패널 도면



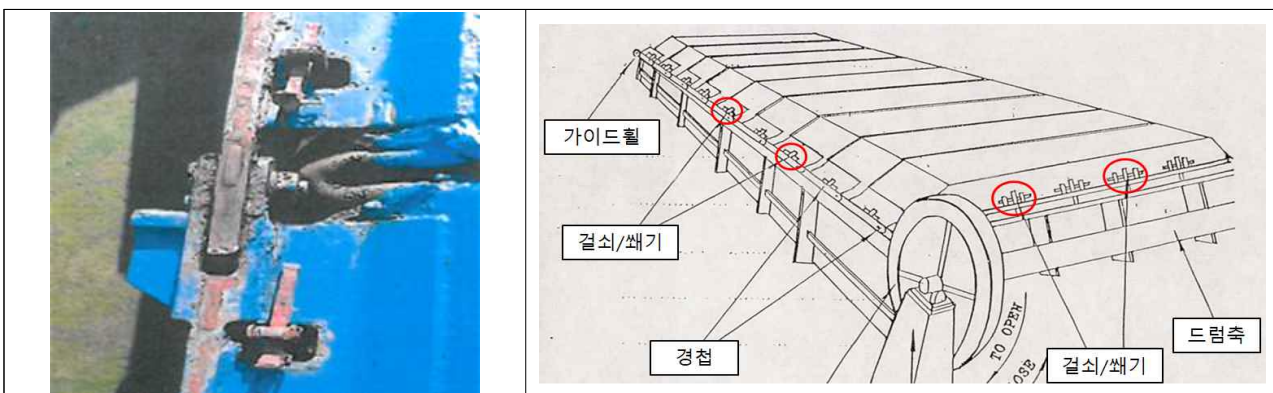
<그림 7> 삼성1호 화물창 덮개 열림 작동 시 도식

2.4.2 덮개의 패널은 드럼이 한 번 돌 때 4개씩 감기며, 화물창 양쪽 끝단에서 중앙으로 갈수록 폭은 점점 넓어진다. 전체적으로 펼쳐진 덮개의 길이는 59.2미터이다.



<사진 2> 화물창 덮개가 드럼에 감긴 모습(좌), 덮개가 펼쳐진 모습(우)

2.4.3 삼성1호 화물창의 풍우밀 유지를 위해서는 화물창 코밍과 접한 덮개의 좌우 측 끝단에 일정한 간격으로 난 홈에 걸쇠(latches)를 끼우고, 썰기(wedges)를 박아서 화물창 덮개와 코밍을 밀착시켜서 풍우밀이 되도록 고정해야 한다.



<사진 3> 화물창 덮개 걸쇠/썰기 모습(좌), <그림 8> 화물창 덮개 도면(우)

2.5 선박 검사

- 2.5.1 이 선박은 2019년 10월 30일부터 11월 11일 기간에 한국해양교통안전공단으로부터 정기검사를 수검하고 2019년 11월 18일부터 2024년 11월 17일까지 유효한 선박검사증서를 교부받았다.
- 2.5.2 또한 이듬해인 2020년 11월에는 부산광역시 사하구 소재 (주)JY 중공업에서 상가 수리 후 2020년 11월 26일부터 12월 1일까지 제1종 중간검사를 수검하였다.
- 2.5.3 상기 정기검사 및 제1종 중간검사 시 선체외판 및 갑판 등의 부식·손상·변형 유무와 선체 두께측정을 실시하였고, 갑판 상 풍우밀폐쇄장치 및 화물창 격벽 및 덮개 등에 대한 안전성을 확인하였다.

2.6 선원 구성과 항해 당직

- 2.6.1 사고 당시 삼성1호의 승선 인원은 9명으로 아래 표와 같다. 한편, 삼성1호의 최소 승무정원증서상 최소 승무정원은 6명이고, 선박검사증서상 최대승무정원은 10명으로 승선원 구성은 규정에 부합하였다.

부서	직책(직무)	면허	최소승무정원	승선 인원	국적
갑판부	선장	3급 항해사	1	1	한국
	1등 항해사	4급 항해사	1	1	한국
	2등 항해사	5급 항해사	1	1	한국
	갑판장	-	-	1	미얀마
	갑판부원	-	1	1	미얀마
기관부	기관장	4급 기관사	1	1	한국
	1등 기관사	5급 기관사	1	1	한국
	조기장	-	-	1	미얀마
사주부	조리장	-	-	1	한국
총 승선인원			6명	9명	한국 6명, 미얀마 3명

<표 1> 삼성1호 승선선원 현황

- 2.6.2 삼성1호가 운항하는 제주 성산포항과 전남 고흥 녹동항 간 항해거리는 약 65마일

이며, 삼성1호의 평균 항해속력이 12노트임을 감안하면 항해시간은 대략 6시간 정도가 소요된다. 항해당직은 성산포항 출항시부터 우도 통과시까지의 선장이 조선하고, 우도부터는 2시간 씩 일등항해사와 이등항해사가 황제도까지 나눠서 수행한다. 이후 나머지 황제도에서 녹동항 입항까지의 구간은 선장이 항해당직과 조선을 한다. 한편, 기관당직은 일등기관사가 미얀마 기관부원과 함께 교대로 담당한다.



<그림 9> 삼성1호 평소 운항 항적

2.7 운항 형태와 화물운송 용기

2.7.1 삼성1호는 성산포항에서 무, 당근 등 농산물과 감귤, 삼다수 등 제주 특산품을 철재상자에 담아서 선적하여 녹동항에 양하하였고, 다시 녹동항에서 생필품 및 잡화를 선적하여 성산포항에 양하하였다. 통상적으로 제주 성산포에서 육지로 운송하는 화물량이 많은 편이나, 녹동항에서도 화물 외에 회수용 빈 철재상자를 선적하면서 양쪽 항에서의 하역시간은 대략 5~6시간으로 비슷하게 소요된다.

2.7.2 삼성1호는 제주지역 특산품인 감귤이 출하되기 시작하는 9월말부터 이듬해 4월말까지는 매주 금요일을 제외하고는 성산포항과 녹동항간 1일 1항차 왕복운항(월 평균 26항차)하였으며, 5월초부터 9월까지는 2일에 1항차를 운항

하였다.

- 2.7.3 삼성1호의 화물 운송에 사용된 철재상자는 길이 8피트의 양문형 철재상자로 ISO 규격의 일반화물 컨테이너와 유사한 형태지만 치수가 규격화되지 않은 비규격 용기이다. 또한, 바닥면적이 7m² 미만으로 「선박안전법」 제23조(컨테이너의 형식승인 및 점검 등) 및 제24조(컨테이너의 안전점검) 규정에 따른 형식승인과 안전점검을 받지 않으므로 규격 컨테이너와는 차이가 있다.

구분	길이(m)	너비(m)	높이(m)	무게(kg)
8피트형	2.44	2.54	2.59	1500~1700 ³⁾

<표2> 삼성1호 비규격 철재상자의 치수와 중량

- 2.7.4 이 철재상자는 제주도를 기점으로 일반화물선을 통해서 국내의 주요항만으로 운송되고 있으며, 선박 및 하역현장에서는 이 철재상자를 통상적으로 ‘컨테이너’라 칭하고 있다. 그러나, 일반 컨테이너와는 명백히 다른 규격과 형태이므로 본 보고서에서는 ‘철재상자’로 칭한다.

2.8 화물 고박

- 2.8.1 삼성1호는 일반화물선으로 컨테이너 전용선과 같이 화물창 내 선적된 철재상자의 전후좌우 움직임을 방지하는 셀 가이드(Cell Guide) 구조물 등이 설치되어 있지 않다.
- 2.8.2 삼성1호의 경우 컨테이너전용선과 같은 구조물은 없었으므로 평상시 철재상자의 이동을 방지하기 위한 조치가 필요하였다. 그러나, 삼성1호는 2번 화물창의 선미쪽 격벽과 철재상자 간의 공간을 채우기 위하여 빈 철재상자를 네 개씩 2단으로 적재해 두었을 뿐 1번 화물창 선수쪽 격벽과 화물사이의 공간 또는 선측과 화물사이의 공간을 채우기 위한 별도 조치는 취하지 않았다.
- 2.8.3 한편, 삼성1호에는 2017년 12월 15일에 선박안전기술공단(현 한국해양교통안전

3) 주문자의 요청(치수, 재질, 구조강도 등) 또는 제조사별로 규격과 중량이 조금씩 상이함

공단)에서 승인한 화물적재와 고박에 관한 화물고박지침서(Cargo Securing Manual)가 있었으며, 승인 이후 개정된 사항은 없었다.

section

3

사고 경위

3. 사고 경위

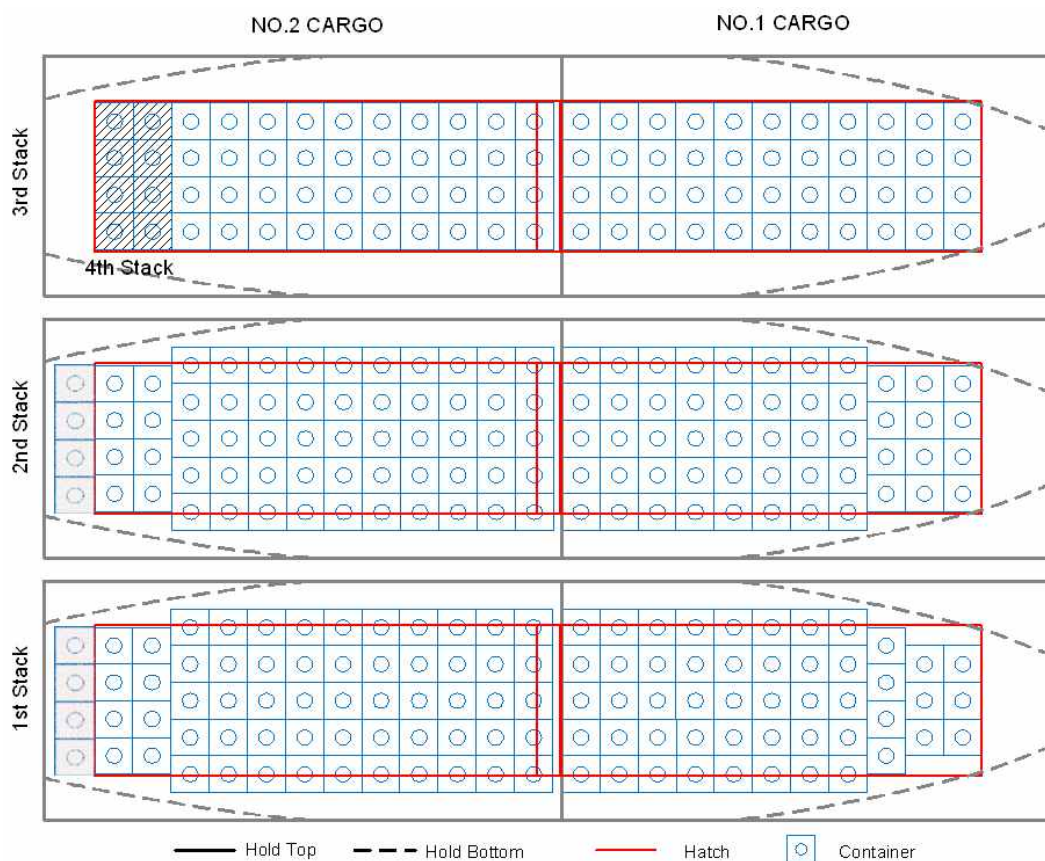
3.1 화물의 선적

- 3.1.1 삼성1호는 2021년 1월 28일 15시 20분경 제주 성산포항에 입항하여, 같은 날 17시 20분경 녹동항에서 선적해 온 철재상자 207개에 대한 하역작업을 완료하였다. 이후 녹동항으로 운송할 철재상자 선적작업을 시작하였다. 당일 삼성1호가 제주 성산포항에서 선적할 철재상자는 총 310개였다. 이는 화물창에 지게차 사용없이 육상크레인만으로 적재가능한 최대수량⁴⁾이다.
- 3.1.2 화물의 준비와 선적절차를 살펴보면 삼성해운(주) 본사가 영업을 통해 감귤 등 화물을 적재한 철재상자를 성산포항 내 집하장으로 보내면, 삼성해운(주) 성산대리점(이하 “성산대리점”)은 당일 선적할 철재상자의 총 개수를 집계하여 항운노조 성산지부(이하 “항운노조”)에 통보한다.
- 3.1.3 항운노조는 통보받은 화물개수를 경험에 따라서 크레인을 이용하여 선적하는데, 보통 선미쪽부터 선수방향으로 철재상자를 적재한다. 이때, 철재상자 무게를 감안하여 적재구획을 지정하여 선적하지는 않았으며, 화물의 무게를 계측하는 과정도 없었다.
- 3.1.4 2021년 1월 29일 01시 20분경 항운노조는 통보받은 총 310개의 철재상자 선적을 완료하였다. 그러나, 선적을 마치고 출항을 앞두고 있을 때 선주인 삼성해운(주) 대표이사는 감귤을 적재한 철재상자 7개를 화물트럭에 싣고 와서 추가로 선적할 것을 지시하였다.
- 3.1.5 지시를 받은 삼성1호의 선장은 당시 풍랑경보가 발효된 상황으로 기상이 좋지 않으며, 철재상자를 상부에 추가 적재할 경우 화물창의 덮개를 닫을

4) 화물창 내에 지게차를 투입하여 철재상자 간 간격 및 철재상자와 선체 사이의 공간을 최소화하면서 선적 가능한 철재상자의 최대 수량은 총 330개이다. 그러나 이 선박은 2015년 이후로 화물창내 지게차를 투입한 선적작업을 시행하지 않았다.

수 없으므로 신기 곤란함을 알렸으나, 대표이사는 “내가 책임질테니 추가 철재상자를 선적하라”며 재차 지시하였다.⁵⁾

3.1.6 삼성1호 선장은 대표이사의 지시를 더 이상 거부하지 못하고, 지시대로 대표이사가 가져온 철재상자 7개와 이동방지를 위해서 1개의 빈 철재상자를 더해서 총 8개의 철재상자를 2번 화물창 선미쪽 상단에 적재하였다. 이로써 삼성1호에 적재된 철재상자는 총 318개가 되었으며, 각 화물창별 철재상자의 적부상태는 다음 그림 10과 표 3과 같다.



<그림 10> 삼성1호에 실린 철재상자 적부도

화물창	1단	2단	3단	4단	계	비 고
1번 화물창	50	52	44	-	146	화물 이동 방지용 빈 철재상자 8개 제외
2번 화물창	58	58	48	8	172	
계					318	

<표 3> 화물창별 철재상자 적재 현황

5) 선장의 증언

3.1.7 삼성1호에 선적된 화물의 총중량은 철재상자의 무게를 포함하여 총 1,341톤이다. 삼성해운(주)의 발송화물명세서에 따른 화물중량의 세부내용은 다음과 같다.

구분	개수	총중량 (ton)	평균 화물 중량 (ton)	평균 철재상자 중량 (ton)
동진	17	55.483	3.2637	4.7637
상록	21	77.940	3.7114	5.2114
하나유통	49	238.340	4.8641	6.3641
삼성	12	41.933	3.4944	4.9944
삼성해운	115	408.652	3.5535	5.0535
삼성(야채)	104	519.318	4.9934	6.4934
계	318	1,341.666		

<표 4> 사고 당시 적재한 철재상자 중량 집계

3.1.8 한편, 삼성1호의 2번 화물창의 선미쪽 공간에는 1단과 2단으로 4개씩 총 8개의 빈 철재상자를 상시 적재해두고 있었다.⁶⁾ 이는 화물창의 빈 공간을 채워서 화물의 이동방지를 위한 용도였다. 그러나, 이외 다른 구역에는 별다른 이동방지 조치를 하진 않았다.

3.2 선박의 출항

3.2.1 삼성1호는 출항할 때 2번 화물창 상부에 추가로 선적한 8개의 철재상자 때문에 2번 화물창의 덮개를 폐쇄할 수 없었다. 또한, 1번 화물창도 덮개를 단순히 펼쳐서 덮었을 뿐 걸쇠와 썰기를 이용하여 고박하는 풍우밀 조치를 하지 않았다.

3.2.2 삼성1호의 선장은 풍랑경보 상황으로 기상이 다소 호전될 것으로 예상되었던 03시경에 출항하고자 하였으나, 삼성해운의 대표이사는 즉시 출항을 종용하였다.⁷⁾ 그리하여 삼성1호는 2021년 1월 29일 01시 57분경 2번 화물창 덮개를 개방한 채 출항하여 녹동항으로 향해하였다.⁸⁾

6) 그림 10 적부도 상 2번 화물창 선미쪽 1단과 2단의 음영부분

7) 완도해양경찰서 수사자료(선장 신문조서, 1회)

8) 선박출항통제기준(해사안전법 시행규칙 별표10)에 따르면 풍랑경보 발효시 총톤수 1천톤 미만으로서 길이 63미터 미만의 국제항해에 종사하지 않는 선박은 출항통제 대상이다. 삼성1호는 총톤수 3,582톤으로 통제대상에 해당하지 않는다.



<사진 4> 성산포항 출항 당시 CCTV 화면

3.2.3 같은 날 02시 32분경 삼성1호는 우도를 우현 약 0.79마일 거리로 통과하였다. 이후 삼성1호 선장은 일등항해사에게 당직을 인계하고 조타실을 떠났다.

3.3 선박 횡경사 발생

3.3.1 같은 날 04시경부터 04시 30분경 사이에 당직 중이던 일등항해사는 삼성1호가 우현으로 기울고 있는 것을 인지하였다. 일등항해사는 기관장에게 연락하여 배가 우현으로 기울고 있으니 우현 쪽 평형수를 배출해달라고 요청하였다. 요청을 받은 기관장은 기관실로 내려가서 펌프를 가동하여 우현 2번, 3번 및 1번 평형수탱크 순서로 배출하였다.

3.3.2 같은 날 05시 30분경 삼성1호의 선장은 선박이 우현으로 기울어 가는 느낌을 받고서 선교로 올라가 보니, 배가 우현으로 약 20~30도 경사가 되었고, 10시 방향에서 파도가 넘어오는 것을 보았다. 일등항해사는 선장에게 배가 기울어서 한 시간째 평형수를 배출하고 있다고 하였다.

3.3.3 삼성1호 선장은 파도를 정선수로 받으면서 선박을 바로 세우고자 05시 32분경 침로를 북북서(340도)로 변침하였다. 약 10분이 경과한 후에 선박의 경사가 우현 10도 정도로 완화되자 평형수의 배출을 중지시켰다.

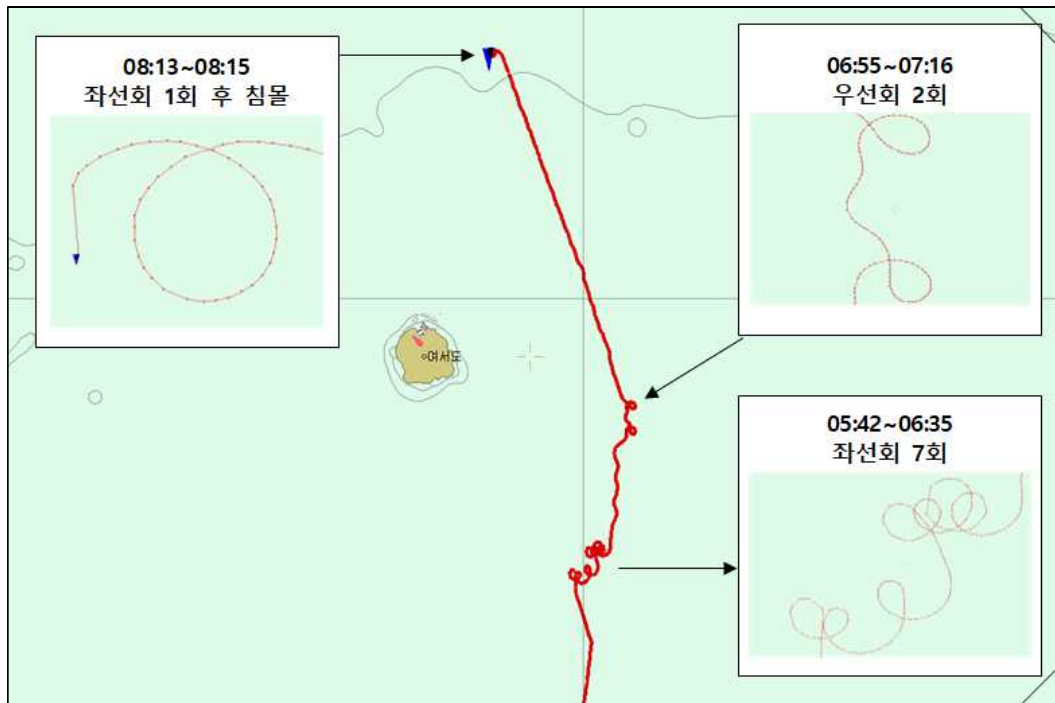
- 3.3.4 그러나, 05시 44분경 선체가 갑자기 반대쪽인 좌현으로 급경사되었다. 삼성1호 선장은 외방경사를 이용하여 선체의 균형을 바로 잡고자 극좌전타하여 좌선회를 시작하였다. 이에 따라 삼성1호는 06시 35분경까지 총 7회의 좌선회를 하였다. 선박이 좌선회를 하는 중에 선장은 좌현 평형수를 배출함과 동시에 우현 평형수를 주입하는 방법으로 균형을 잡고자 하였다.
- 3.3.5 같은 날 06시 35분경 삼성1호의 경사가 좌현 15도 정도가 되자 선장은 평형수 조정을 중지하였다. 그러나, 06시 56분경 삼성1호의 선체가 다시 우현으로 경사되었다. 선장은 이번에는 반대로 극우전타를 하였고, 선박은 07시 16분까지 총 2회의 우선회를 하였다. 선장은 선회를 하면서 우현 평형수는 배출하고, 좌현 평형수는 주입하면서 균형을 조절하고자 하였다.
- 3.3.6 같은 날 07시 16분경 삼성1호는 우현 10도 정도로 경사가 완화되었다. 삼성1호 선장은 평형수 조작을 중지하고, 청산도 남동방 부근에 표박을 하기 위해서 북서쪽 방향으로 약 한 시간 정도 항해를 하였다.

3.4 사고 발생

- 3.4.1 같은 날 08시 13분경 청산도로 향하던 삼성1호는 선수가 가라앉은 상태에서 선수로부터 약 10시~11시 방향에서 파도를 맞은 후 좌현으로 경사되었다. 선장은 재차 좌전타를 시도하며 기울어진 배를 세우고자 하였다. 그러나, 삼성1호는 한 차례 제 자리에서 좌선회하면서 좌현 선수부터 가라앉기 시작하였다.
- 3.4.2 삼성1호의 선체가 가라앉기 시작하자 08시 22분경 선장은 퇴선명령을 내렸고, 선원들은 퇴선을 시작하였다. 삼성1호는 퇴선명령 후 10여분이 지난 08시 32분경 전라남도 완도군 청산도 남동방 약 4.5해리 해상⁹⁾에서 침몰하였다.
- 3.4.3 이 사고로 삼성1호가 침몰하였고, 일등항해사가 퇴선 중에 실종되었다. 또

9) 북위 34도 05분 20초, 동경 126도 57분 16초 해상

한, 선박연료유 약 93.8 킬로리터가 해상으로 유출되었다.



<그림 11> 삼성1호 침몰 전 선회 항적

3.5 수색 및 구조활동

- 3.5.1 삼성1호가 침몰하기 약 2시간여 전인 06시 07분경 서해지방해양경찰청 소속 여수연안 해상교통관제센터에서는 삼성1호의 이상거동을 인지하고, 삼성1호와 교신하여 지원이 필요한지 문의하였다. 이에 삼성1호 선장이 지원을 요청함에 따라서 관할 해경서에 지원요청 사항이 통보되었다.
- 3.5.2 같은 날 07시 02분경 해경 323함이 여서도 남동방 해역에 도착하여 삼성1호 선장과 교신을 하였고, 근접 거리에서 항해하면서 비상지원 태세 및 구조지원 상황을 유지하였다.
- 3.5.3 같은 날 08시 13분경 삼성1호의 선체가 갑자기 좌현으로 기울면서 침몰하기 시작하였다. 해경은 즉시 대기하던 구조정을 보내어 퇴선하는 선원들에 대한 구조작업을 실시하였고, 총승선인원 9명 중 8명을 구조하였다. 이후 해경은 실종된 일등항해사의 수색과 해상오염 방제작업을 실시하였다.



<사진 5> 삼성1호 좌현 침몰장면(좌), 삼성1호 침몰장면(우)-완도해양경찰서 제공 영상 갈무리

section

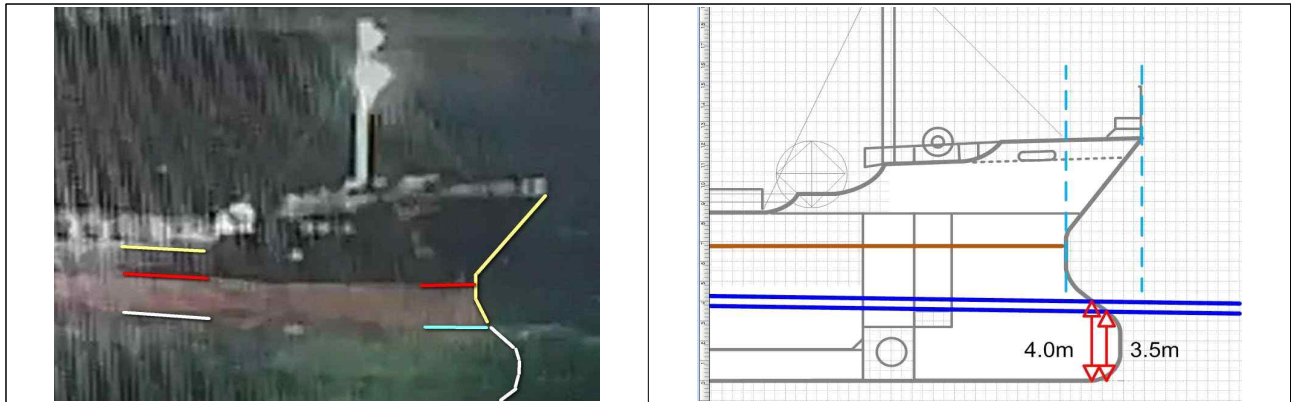
4

사고 분석

4. 사고 분석

4.1 선박의 출항상태

- 4.1.1 삼성1호가 성산포항을 출항할 당시 정확한 출항상태를 알기 위해서는 선적한 화물량(3.1절 참고)에 더하여 평형수량, 연료량 및 청수량을 산정하는 것이 필요하다.
- 4.1.2 선장의 진술에 따르면 평상시 평형수는 90퍼센트 이상 채웠으며, 제주 성산포항에서 출항 전에 좌우 기울기를 맞추기 위해 평형수를 조정하는 정도로 운용하였다고 한다. 그러나, 삼성1호의 평형수탱크에는 레벨게이지가 없기 때문에 이는 선장의 운항 경험상의 수치로 정확한 양은 아니다.
- 4.1.3 한편, 삼성1호의 출항흘수에 대해서 선장은 선수 3.5미터, 선미 5.0미터로 진술했지만, 선원은 선수 3.5미터, 선미 5.5미터로 진술하여 서로 상이하였다. 아울러, 삼성1호의 화물적하계획 및 점검표 상에는 기록된 흘수는 없었다.
- 4.1.4 이에 따라 사고 당일 성산포항을 출항하는 삼성1호의 폐회로텔레비전(CCTV)영상을 입수하여 분석한 결과, 다음 그림 12와 같이 삼성1호가 출항할 때 앞쪽 구상선수(Bulbous Bow)가 보이지 않는 상태인 것을 확인하였다. 이러한 상태를 선박도면과 대조한 결과, 선수흘수가 3.5미터가 아닌 4.0미터에 가깝다는 것을 확인하였다.



<그림 12> 삼성1호 출항 당시 CCTV 영상(좌), 도면대조(우)

4.1.5 이렇게 확인한 사실을 근거로 최종적으로 산출한 삼성1호의 출항 당시 적재량과 세부 계산값은 아래의 표와 같다. 구체적으로 출항 당시 흘수는 선수 3.94미터, 중앙 4.71미터, 선미 5.47미터이며, 평형수는 약 80퍼센트(1,082.7톤)¹⁰⁾, 연료량은 좌우 연료유탱크에 균등하게 70~80 kl(69.2톤)를 적재하였고¹¹⁾, 청수량은 약 50%(101.9톤) 적재¹²⁾되어 선박무게는 총 5,219톤으로 산정되었다.

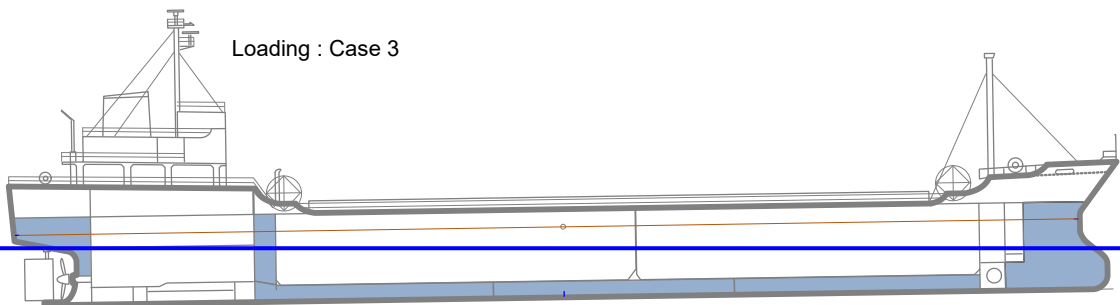
구분	무게	LCG	VCG	LCG-M	VCG-M	Free Surface
Light Weight	1865.811	-7.278	6.025	-13579.372	11241.511	
Constant	44.072	-30.183	7.338	-1330.225	323.400	
Fuel	69.284	-28.509	4.75	-1975.218	329.099	158.6
Ballast	1082.771	-	-	0.000	0.000	
FPT(S.W.)	236.525	45.177	4.680	10685.490	1106.937	
APT(F.W.)	101.915	-47.728	6.818	-4864.199	694.856	205.99
Cargo No.1	834.974	20.296	5.379	16946.632	4491.325	
Cargo No.2	983.668	-8.935	5.575	-8789.074	5483.949	
Sum	5219.02	0.21736	4.67159			
Displacement : 5091.73 m ³ , Center of Gravity (xg= 0.21736, yg=0.0, zg=4.67159) Draft Mean = 4.71011m, Trim 1.5232m (Pitch=-0.88502deg), (df=3.9485, da=5.4717) GM = 2.391347m GoM = 1.554079m						

<표 5> 삼성1호 출항당시 상태

10) 평형수탱크 적재량은 시행착오법(Trial and Error) 으로 도출하였다.

11) 기관장의 진술에 따름. 사고 후 침몰해역에서 실제 회수한 잔존유량은 벙커A 72.8톤이었으며, 경유는 없었다.(침몰선박(삼성1호) 잔존유 회수작업 보고서. 2021.3. (주)태평양해양산업. 70쪽). 상기 계산량과 회수된 량에 큰 차이가 없다.

12) 기관장은 청수는 거의 만재상태(약 90~95톤)라고 진술하였으나, 계산결과 약 50퍼센트 수준으로 판단된다.



〈그림 13〉 삼성1호 출항상태 도식

4.2 선박운항 기상여건

4.2.1 기상청 데이터에 따르면 이 선박이 제주 성산포항을 출항하여 고흥 녹동항으로 향해 시 경유하게 되는 제주도 동부 앞바다와 남해 서부동쪽 먼바다에는 사고 전날인 1월 28일 19:00부터, 남해 서부서쪽 먼바다에는 1월 28일 17:00부터 풍랑경보¹³⁾가 발효 중이었다.

4.2.2 한편, 삼성1호의 운항경로에서 참고할 수 있는 기상관측 위치는 제주해협에 있는 해양관측부이¹⁴⁾와 거문도 부근의 해양기상부이가 있다.



<그림 14> 남해안 기상관측 부이 위치

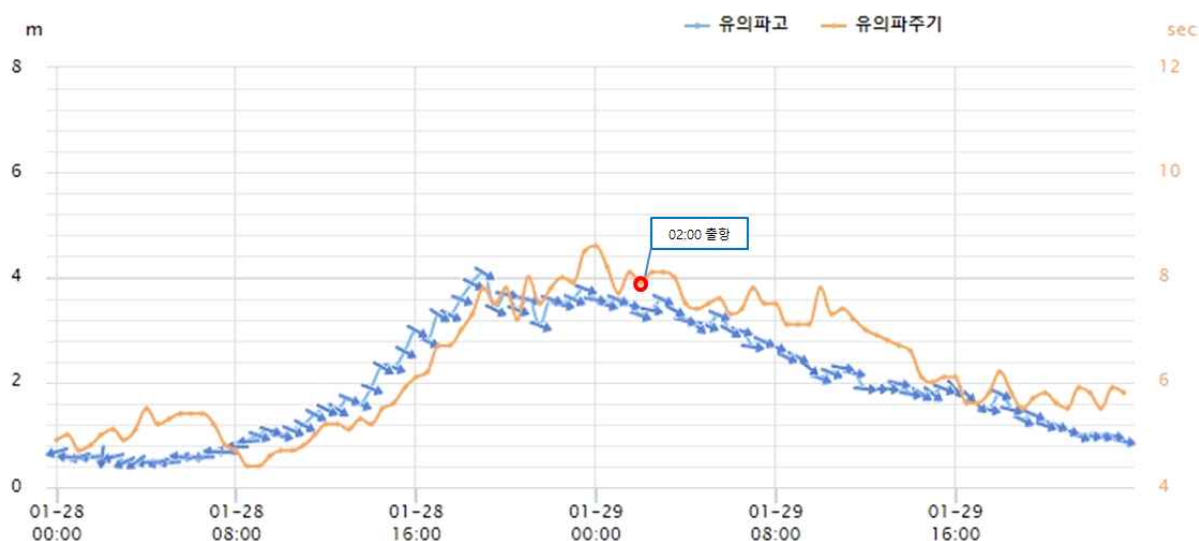
13) 풍랑경보는 해상에서 풍속 75.6km/h(21m/s) 이상이 3시간 이상 지속되거나 유의파고가 5m 이상이 예상될 때 발효된다.(기상천후령 제1078호 예보업무규정 제17조(특보기준) 별표 6)

14) 국립해양조사원에서 운영하는 '제주해협 해양관측부이'로 제주항 북방 약 20km 지점에 있다.

4.2.3 사고 당시의 보다 정확한 해상상태와 수치값을 산출하기 위하여 이들 관측부
이에서 삼성1호의 출항시점인 2021년 1월 29일 02시경부터 사고시점인 08시
30분경까지 양측에서 측정된 해양기상 관측값은 다음과 같다.

관측시간	유의파고 (MOSE.HF) (m)	유의파주기 (MOSE.HF) (sec)	최대파고 (MOSE.HF) (m)	최대파주기 (MOSE.HF) (sec)	파향 (deg)
2021-01-29 0:00	3.60	8.6	5.37	8.0	280
2021-01-29 0:30	3.52	8.2	8.10	8.5	286
2021-01-29 1:00	3.65	7.7	6.47	8.5	292
2021-01-29 1:30	3.51	8.1	6.08	10.0	283
2021-01-29 2:00	3.34	7.9	4.78	9.0	291
2021-01-29 2:30	3.41	8.1	6.61	8.5	280
2021-01-29 3:00	3.61	8.1	5.39	8.5	295
2021-01-29 3:30	3.41	8.0	4.98	10.0	298
2021-01-29 4:00	3.23	7.5	4.57	8.0	283
2021-01-29 4:30	3.15	7.4	5.06	6.5	310
2021-01-29 5:00	3.07	7.5	4.82	9.0	291
2021-01-29 5:30	3.25	7.6	4.82	7.5	293
2021-01-29 6:00	2.99	7.3	4.95	6.5	299
2021-01-29 6:30	3.03	7.4	4.83	8.0	287
2021-01-29 7:00	2.70	7.8	4.84	6.5	279
2021-01-29 7:30	2.75	7.5	4.81	7.0	294
2021-01-29 8:00	2.71	7.5	4.01	10.0	291
2021-01-29 8:30	2.49	7.1	4.46	7.5	295
2021-01-29 9:00	2.49	7.1	3.85	8.0	297

<표 6> 제주해협 해양관측부이 자료(국립해양조사원 바다누리 해양정보서비스)



<표 7> 제주해협 관측부이 자료(국립해양조사원 바다누리 해양정보서비스)

시간	풍속 (m/s)	풍향 (deg)	GUST 풍속 (m/s)	최대 파고 (m)	유의 파고 (m)	평균 파고 (m)	파주기 (s)	파향 (deg)
2021-01-29 00:00	16.2	319	20.3	4.0	2.2	1.6	5.3	287
2021-01-29 01:00	16.5	329	20.7	3.8	2.6	1.8	5.3	297
2021-01-29 02:00	15.2	326	21.4	4.0	2.4	1.7	4.9	299
2021-01-29 03:00	15.7	318	20.7	3.9	2.3	1.7	4.9	306
2021-01-29 04:00	15.6	320	19.4	3.8	2.2	1.6	4.9	294
2021-01-29 05:00	13.6	331	17.6	3.9	2.0	1.4	5.3	325
2021-01-29 06:00	15.3	335	20.3	3.6	2.1	1.5	4.9	313
2021-01-29 07:00	13.2	332	17.9	3.3	2.2	1.5	5.3	298
2021-01-29 08:00	13.3	331	18.5	3.5	2.1	1.5	5.3	316
2021-01-29 09:00	13.3	320	17.8	3.0	2.0	1.5	5.3	320

〈표 8〉 거문도 해양기상부이 자료(기상청 기상자료개방포털)

4.2.4 한편, 구조를 위해 해역에 출동했던 해경함정의 보고에 따르면 당시 해상에는 북서풍이 약 18m/s로 불고 있었고, 파고는 약 3미터 정도였다. 이때 시점은 사고 당일 아침 8시경으로 삼성1호가 조우했던 해역과 시간에 있어 차이는 있으나 참고할 만한 수치로 판단된다.

4.2.5 이와 같이 당시 선원들의 진술 및 해경에서 측정한 기상정보 등을 견주어 봤을 때 삼성1호가 제주를 출항하여 항해 중 조우했던 파고와 파향 등 해상상태는 제주해협 해양관측부이에서 측정된 관측값과 가까웠다.

4.2.6 이를 토대로 삼성1호가 성산포항을 출항하여 약 3시간 30분 동안 항해한 해상상태는 풍속 약 20m/s의 바람이 풍향 320도 정도에서 불고 있었으며, 파도는 유의파고¹⁵⁾가 약 3.4미터, 유의파주기는 약 8초, 그리고, 파향은 300도 정도에서 이뤄지고 있었다고 판단된다.¹⁶⁾

4.3 해상파랑 중 선박동요 정도

15) 파랑에서는 10~20분 동안 관측한 파의 파고를 높은 값에서부터 순서대로 나열하여 그 1/3까지의 파를 선택하고, 그 파들의 평균파고와 평균주기를 구하는데, 이것을 유의파 또는 1/3최대파라고 한다. 통상 파랑예보 등에서 파고라 함은 이 유의파고를 말한다.(설동일, 2017. 해양기상예보·최적항로. 다솜출판사, 131쪽)

16) 선박해양플랜트연구소, 2021.11. 삼성1호 전복, 침수 해양사고 원인분석 보고서, 27쪽

- 4.3.1 선체의 운동 중 각 축의 왕복회전운동(Rolling, Pitching, Yawing 등)은 선박의 조선과 밀접한 관계가 있다. 그 중에서 횡동요(Rolling)는 선박의 복원력과 관계가 있으며 횡동요로 인하여 적재된 화물이 무너지는 등의 경우에는 선박이 전복되기도 한다.¹⁷⁾
- 4.3.2 앞서 4.2절에서 도출한 해상상태를 기준으로 삼성1호의 고유주기를 계산하면 횡동요(Rolling)는 11.267초, 종동요(Pitching)는 6.044초, 상하동요(Heave)는 5.833초로 나타났다. 이때, 4.2절의 표 6에서 해상상태의 최대파주기가 삼성1호의 고유주기 횡동요와 비슷한 약 10초가 되는 파도와 만날 경우¹⁸⁾ 공진 횡동요의 영향이 있을 수 있으며¹⁹⁾ 이 경우 선박의 횡동요 운동이 급격히 커질 수 있는 위험성이 있다.
- 4.3.3 다음 아래의 왼쪽 그림은 유의파고에 따른 삼성1호의 횡동요를 나타내고 있다. 앞서 4.2절에서 살펴본 바와 같이 삼성1호가 조우한 유의파고 약 3.4미터 정도의 해상상태에서 횡동요는 8도 정도로 계산이 되었다. 이 수치는 유의값으로 실제 횡동요의 최대값은 약 2배인 16도까지 발생할 수 있다.²⁰⁾ 앞서 4.2절의 표 6에서 삼성1호가 출항한 02시경부터 06시 30분경까지 측정된 유의파고는 3미터 수준으로 계속 일어나고 있었는데, 이 경우 산출된 횡동요 수치는 5 이상이므로 최대값은 모두 10도를 넘었던 것을 알 수 있다.²¹⁾

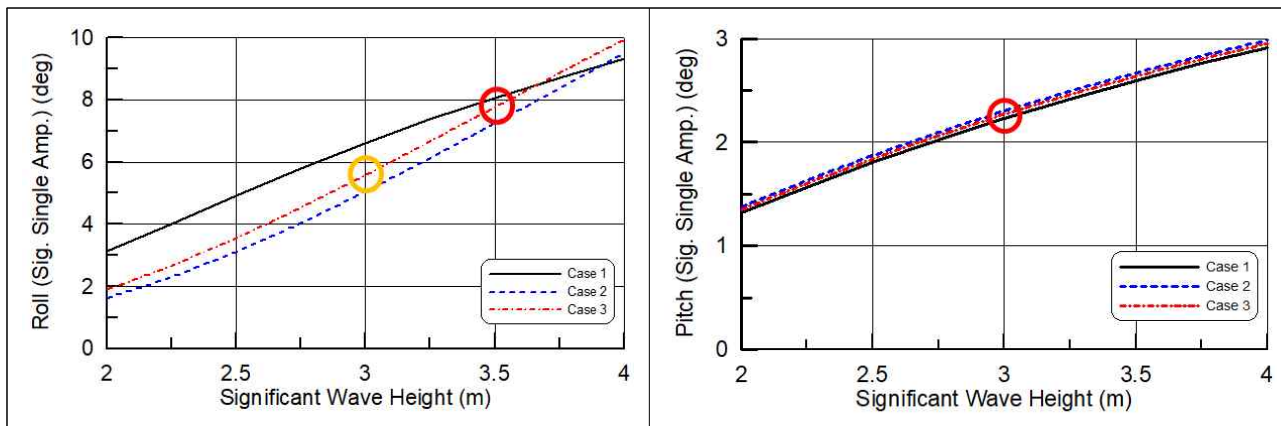
17) 선박조종, 2013, 해인편집위원회, 343쪽

18) 해당 표에서는 03시 30분에 최대파주기값 10.0초가 관측되었다.

19) 공진 횡동요는 선박의 고유횡동요 주기와 파도의 주기가 일치하면 발생하며 횡동요는 급격하게 커진다. 이때 복원력 소실각보다 크게 횡동요를 하면 선박은 전복한다.(선박구조교과서, 아케다 요시호, 보누스, 162쪽)

20) 이론적으로 최대파는 유의파고의 2배 가깝게 나타날 수 있다.(설동일, 앞의 책, 132쪽)

21) 4.1절에서 도출한 삼성1호의 출항상태 조건은 Case 3인 빨간점선 그래프에 해당한다.(선박해양플랜트연구소, 2021.11. 삼성1호 전복, 침수 해양사고 원인분석 보고서, 31쪽)

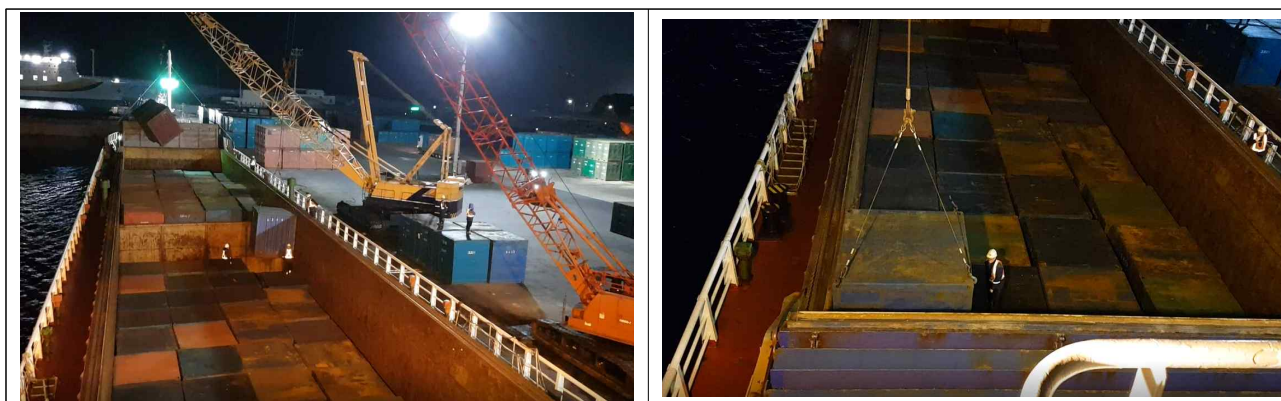


<그림 15> 유의파고에 따른 삼성1호의 횡동요 산출그래프(좌), 종동요 산출그래프(우)

4.3.2 또한, 위 그림 15 오른쪽의 유의파고에 따른 삼성1호의 종동요 그래프에서 보듯이 유의파고가 3미터 정도일 때는 삼성1호의 종동요 최대값이 2.3 수준이므로 이때 종동요의 최대값도 4도 이상임을 알 수 있다. 즉, 삼성1호가 출항하여 침수가 발생하는 3시간 반 동안의 항해 중 해상파랑으로 인한 선박의 동요는 상당히 컸다는 것을 의미한다.

4.4 화물 적재

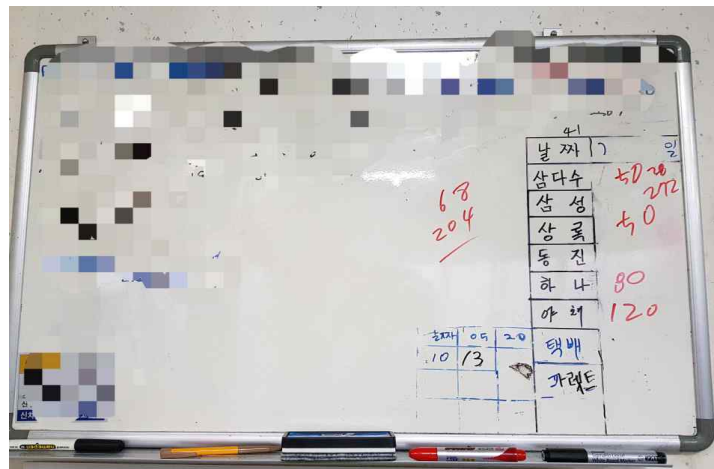
4.4.1 제주 성산포항에서 육상화물인 철재상자의 적재는 육상크레인을 이용하여 이뤄진다. 작업방식은 각 크레인에 연결된 네 가닥의 쇠줄을 철재상자의 상단 네 모서리의 홈에 고리로 걸어서 육상에서 선박으로 이동하여 적재한다.²²⁾



<사진 6> 성산포항에서 동종선박 육상크레인 작업장면(좌), 철재상자를 선적하는 장면(우)

22) 선원의 증언에 따르면 화물창 적재 시 지게차는 사용하지 않고 육상크레인만 사용한다고 한다.

- 4.4.2 삼성해운 성산대리점은 화물선적 및 양하에 관한 감독 등 하역관련 업무를 수행한다. 화물선적 과정은 성산대리점에서 화물을 수배하여 당일 선적할 화물량 개수를 구두로 성산포항의 항운노조에 알려주면 항운노조가 자체적으로 판단하여 적재하고, 화물선적을 위한 적재계획서를 작성하지는 않는다.
- 4.4.3 또한, 철재상자의 개수는 따로 문서 등에 기록하지 않고, 단순히 성산대리점 사무실 내의 화이트보드에 품목과 개수를 기재할 뿐이다. 화물무게 역시 따로 계측하여 기록하지 않으며 대략적으로 밀감과 야채류 등은 철재상자 당 5톤, 생수는 4톤으로 간주하여 무게를 산정을 한다.



<사진 7> 성산대리점 사무실에 게재된 화물품목 및 수량

- 4.4.4 한편, 삼성1호의 안전관리절차서에는 화물 양하계획 및 점검표²³⁾가 있다. 이 점검표는 일등항해사가 작성 후 선장에게 보고하도록 규정되어있다. 사고 당일인 2021년 1월 29일에 일등항해사가 작성한 해당 점검표 상에는 1번과 2번 화물창 양쪽에 균등하게 159개씩 총 318개를 적재한 것으로 표기되어있다. 그러나, 실제로는 1번 화물창에 146개, 2번 화물창에 172개가 적재되었다.

23) 비엠마린(주) 선사안전관리절차서 서식 BMW-06-F-06/R.00

화물 적하 계획 및 점검(일반화물선) Loading plan and check (General Cargo Ship)

NO.1 CARGO HOLD 10FT 본데어나 15B EA 선적 NO.2 CARGO HOLD 10FT 본데어나 15B EA 선적		선명 : 삼성 1호 ship's name : Samsung 1	작성일 : 2021.01.29 Date : 2021.01.29
		항명 : 성산포 Name of port : Seongsanpo	F : 실제 M : 예상 A : y draft
점검사항 check items		점검확인 check	
1. 본선과 육상간 하역작업 절차, 통신수단 및 하역 비상정지 절차는 합의하고 선원에게 관련 교육은 시켰는가? Cargo handling procedures between ship and shore, means of communication and cargo handling emergency stop procedure talk over fully and educated?		7. 적재 담당자는 안전복장을 착용하고 있는가? (안전모, 안전장, 면장갑, 손전등) Had the stevedore take safety clothes Loading cargo work?	
2. 적하 계획서는 작성되었는가? Are you provide about loading plan?		8. 소화장비, 방재약품소재 및 안전설비는 적절히 비치관리 되고 있는가? (휴대식소화기, 연결된 소화호스 및 노즐) Is there fire extinguisher equipment, prevention chemical, materials and safety equipment appropriate provided and maintained?	
3. 본선의 계류상태 및 현문 시달리는 안전한가? Is it safety for mooring condition and gangway ladder?		9. 선외변 밸브는 폐쇄되어 있으며 끈으로 묶어 있는가? Is it closed overboard valves and tied by lines?	
4. 비상 예민을 및 신호기 또는 등화물 적절히 설치하였는가? Had you installed properly about emergency towing line, signal flags and lights?		10. 본선은 비상시 자력으로 이동할 준비가 되어 있는가? Is the ship ready to move on herself in emergency case?	
5. 본선과 육상 간에 통신수단은 잘 작동되고 있는가? Is it good work for communication system between Ship and Shore?		11. 보이드 스페이스에 침수 유입이 있는지 확인하였는가? Have you confirmed the inflow of sea water in the void space?	
6. 육상과 협의한 적재속도 또는 압력으로 하역하고 있는가? Is it loading as promise speed or pressure with shore side?			
비고(Remark): 점검사항 양호 "✓" 로 표시하고 부적절한 경우 표시하지 아니한다. As check list, it is represented by well "✓", if inappropriate will not be displayed.		작업 시작 시간(Work start time) : 작업 마감 시간(Time Finished) : 예상 적재량(Expected maximum payload) : 작업 기계 속도(Working machine speed) :	
작성자 : drawer :		선장 : captain :	

(BMM-06-F-06/R.00) 상기 선박 그림에 선박특성에 수성펜으로 선형 및 발라스트 탱크 등 기입 후 작성한다.
It is written after filled in above drawn characteristics of the ship by aqueous pen for hold and ballast tanks.
필항사는 상기 계획 및 점검표 작성 후 선장에게 보고한다.
after created the above plan and checklist by c/o. to be report captain.

<사진 8> 삼성1호 화물적하계획 및 점검표(성산포 선적)

4.4.5 이와 같이 삼성1호의 화물적재계획은 수립되지 않았으며, 점검표 작성도 단순히 형식적으로 이뤄진 것을 알 수 있다. 또한, 점검표에 함께 기재하는 선박홀수도 생략되어있으며, 선장의 확인서명 역시 누락되어있다. 이처럼, 삼성1호의 화물적재에 대해서 삼성1호 선원, 선사, 항운노조 간 명확한 작업계획 수립 및 그에 따른 체계적인 적부 지시를 위한 의사소통체계가 갖춰져 있지 않음을 알 수 있다. 즉, 삼성1호의 출항 전 선박의 화물적재 안전성을 확인하는 절차가 적절하게 준수되지 않았음이 확인되었다.

4.4.6 삼성1호는 330개 이상까지 철재상자를 선적할 수 있는 화물창 용적을 가지고 있다.²⁴⁾ 다만, 최대한의 선적을 위해서는 화물창 내에서 지게차를 이용하여 빈 공간 없이 적재해야 가능하다. 조사에 따르면 삼성1호의 선장은 출항 직전에 7개의 철재상자를 추가로 선적해야 한다는 선주의 지시를 받았다. 그러나, 이때는 이미 총 310개의 철재상자가 화물창의 3단 적재까지 완료된 상태로 빈 공간이 없었다.

4.4.7 만일, 삼성1호가 선적 작업 시작 전에 화물선적을 위한 적재 계획을 체계적으로 수립하고, 총 317개의 화물을 반드시 선적해야 했다면 지게차 등을 이용하여 여유공간을 확보하면서 화물 적부를 할 수 있었을 것으로 사료되며, 계획된 수량을

24) 삼성1호 선장의 따르면 지게차를 이용하면 360개 정도의 철재상자도 모두 선적할 수 있다고 진술하였다. 한편, 비엠마린 선사 관계자는 최대 적재개수는 330개라고 언급한 바 있다.

모두 적재한 후 2번 화물창의 덮개를 닫고서 출항할 수 있었을 것으로 판단된다.

4.5 화물창 덮개 밀폐 여부

4.5.1 앞서 4.4절에서 살펴본 바와 같이 삼성1호의 2번 화물창 덮개는 개방되어있었으며, 1번 화물창에는 덮개가 씌워져 있었다. 그러나, 삼성1호는 덮개를 닫은 후 썰기를 막아서 단단히 덮개를 밀폐하였어야 함에도 불구하고 이를 이행하지 않았다.

4.5.2 한편, 삼성1호 침몰사고가 발생한 같은 달인 2021년 1월 3일과 1월 10일의 출항 당시 촬영된 다른 영상을 확인한 결과, 이때도 역시 삼성1호는 화물창을 규정대로 폐쇄하지 않고서 일부 구역을 열어둔 채 출항한 것으로 확인되었다.



<사진 9> '21.1.3. 삼성1호 출항 영상



<사진 10> '21.1.10. 삼성1호 출항 영상

4.5.3 아울러, 사고 발생 2년 전에 부산지방해양수산청 제주해양수산관리단에서 삼성1호를 점검한 후 발부한 개선명령서에 따르면 삼성1호가 화물창 덮개를 개방한 채로 철재상자를 4단으로 적재하여 운항한 것에 대하여 지적하면서 화물창 덮개를 닫고서 운항하도록 개선명령을 내린 바 있다.

개 선 명 령 서		감독 분야	여객선 <input type="checkbox"/> 원양어선 <input type="checkbox"/>
감독일자	2019-3-18	감독장소	삼정항
감독대상명	삼성1호	선박번호	951579
수집자 직위/성명	선장 김원배	선박 항행경지	여 <input type="checkbox"/> / 아나오 <input checked="" type="checkbox"/> / 해당없음 <input type="checkbox"/>
결함사항	항행경지건수	즉시(출항전)시정 건수	기한후시정 건수
번호	분류코드	결함내용	처분내용
1	0C005	해치커버 개방한 채로 운항(4단적재)	즉시시정

<사진 11> 삼성1호 점검 후 개선명령서('19.3.18.)

- 4.5.4 그러나, 삼성해운은 이러한 정부기관의 점검과 개선이행 명령에도 불구하고 이를 미봉책으로 시정할 뿐이었으며, 사고가 발생한 당해 월의 항차까지도 화물창 덮개를 닫지 않고서 운항한 것을 확인할 수 있었다.
- 4.5.5 법적으로 선박안전법 제2조 제6항에는 선박이 일정한 기상이나 항해조건에서 안전하게 항해할 수 있는 능력으로 감항성을 정의하고 있다. 이는 선체나 기관 등 선박자체, 항해에 필요한 선박의장 및 선원 등이 통상의 해상위험을 감내할 수 있는 상태에서 갖추진다.²⁵⁾ 선장은 선원법 제7조에 따라서 출항 전에 이러한 선박의 감항성을 점검해야 한다. 또한, 선사안전관리절차서 13.4에는 화물창 닫힘 상태를 점검하도록 하고 있다.
- 4.5.6 그러나, 삼성1호가 화물의 적재를 마친 후 화물창 덮개를 닫고 풍우밀 조치를 하여 항해 중 해수가 유입되지 않도록 안전조치를 하여야 함에도 불구하고, 화물창의 덮개를 개방한 채 출항한 것은 선박의 감항성 유지 및 점검이 이뤄지지 않았다는 것을 의미한다.
- 4.5.7 이처럼 삼성1호는 출항 전에 화물창 덮개를 닫고, 풍우밀을 유지해야 함에도 불구하고, 사고 발생 전까지 덮개를 개방한 채로 빈번하게 운항하며 감항성을 유지하지 않았고, 결과적으로 사고 발생의 위험성을 항시 안고서 운항한 것으로 판단된다.

25) 대법원 2014. 5. 29., 선고, 2013다1754, 판결

4.6 초기 우현 횡경사 발생

- 4.6.1 삼성1호 선장에 따르면 사고 당일 출항 후 02시 32분경 일등항해사에게 당직을 인계한 후 방에서 휴식을 취하던 중 05시 30분경 배가 우현으로 기울어 가는 느낌을 받아서 조타실로 가보니 삼성1호가 우현으로 약 20에서 30도 정도 경사되어 있었다고 하였다.
- 4.6.2 당시 일등항해사는 선장에게 배가 기울어 한 시간 전부터 평형수를 배출하고 있다고 하였다. 또한 기관장에 따르면 출항 후 30분 정도 조타실에 있다가 기관실로 내려와 약 10분 정도 순찰을 한 후 선실에서 휴식을 취하던 중에 배가 우현으로 기울고 있으니 우현 쪽 평형수를 배출해달라는 일등항해사의 연락을 받았다고 하였다. 이러한 정황을 보면 삼성1호는 02시경 출항한 후 약 두 시간이 경과한 시점인 04시경부터 04시 30분경 사이에 우현 경사가 발생한 것으로 판단된다.
- 4.6.3 삼성1호의 일등항해사는 경사된 배를 복원시키고자 우현 평형수 배출을 시도하였고, 이어서 선장 역시 평형수 조절과 외방경사력을 얻기 위한 급선회 등을 시도하였다. 그러나, 삼성1호는 균형을 회복하지 못하였고, 오히려 05시 44분경 반대편인 좌현 쪽으로 급경사가 발생하였으며, 06시 52분경에는 다시 우현으로 10도 경사가 발생하였다.²⁶⁾ 그리고, 07시 14분경에는 또다시 좌현으로 10도 정도의 경사가 되는 등 반복적인 좌우 운동을 보였다.
- 4.6.4 삼성1호에서 초기 우현 횡경사가 발생한 이후 보여준 이러한 좌우 경사의 변화는 선박의 초기 복원력²⁷⁾이 불안정할 때 발생하는 대표적인 양상이다.²⁸⁾ 통상 이러한 현상은 선박의 메타센터 높이(GM)가 0 부근에 가깝거나 음의 영역(-GM)으로 되면 발생하는 것으로 알려져 있다.²⁹⁾ 이때 선박의 정적복원력 곡선은 다음 그림 16과 같은 형태를 가지며, 복원성의 범위는 줄어들게 된다.³⁰⁾

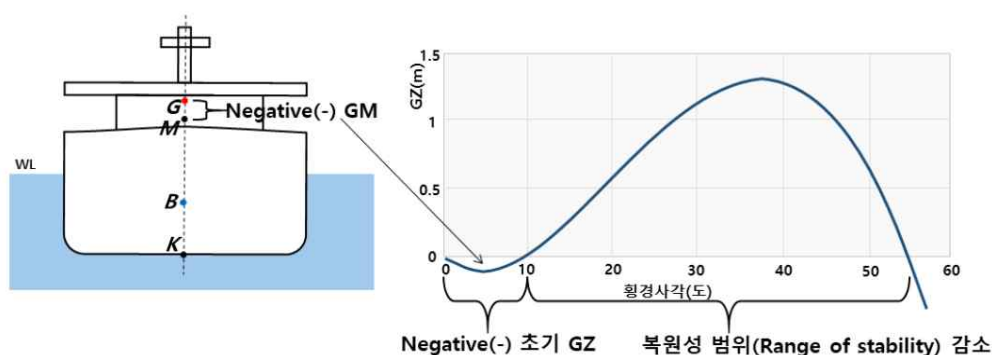
26) 해양경찰 상황보고서에 따름

27) 선박경사각도가 15도 이내일 경우 경심(메타센터)은 일정한 위치에 있으며 이 상태의 복원력을 초기 복원력이라고 함

28) 선박해양플랜트연구소. 2021.11. 삼성1호 전복, 침수 해양사고 원인분석 보고서. 6쪽

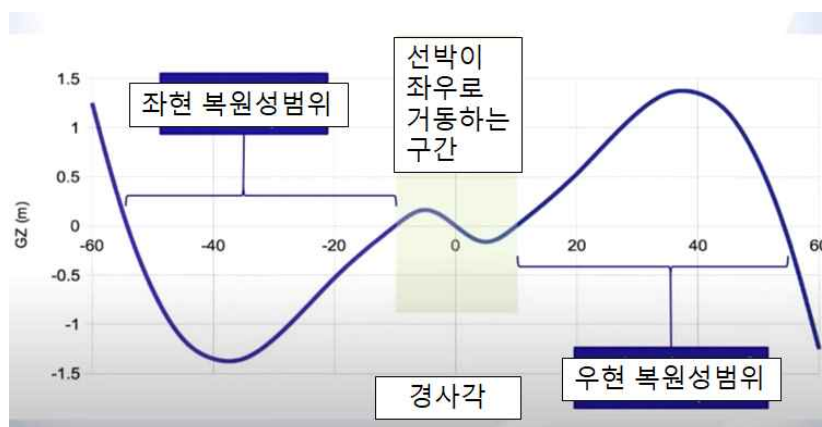
29) 목포해양대학교 산학협력단. 2022. 일반화물선 삼성1호 침몰사고에 따른 복원성 분석용역. 50쪽

30) 중앙해양안전심판원. 선박복원성 실무. 14쪽



<그림 16> 초기 -GM의 정적복원력 곡선

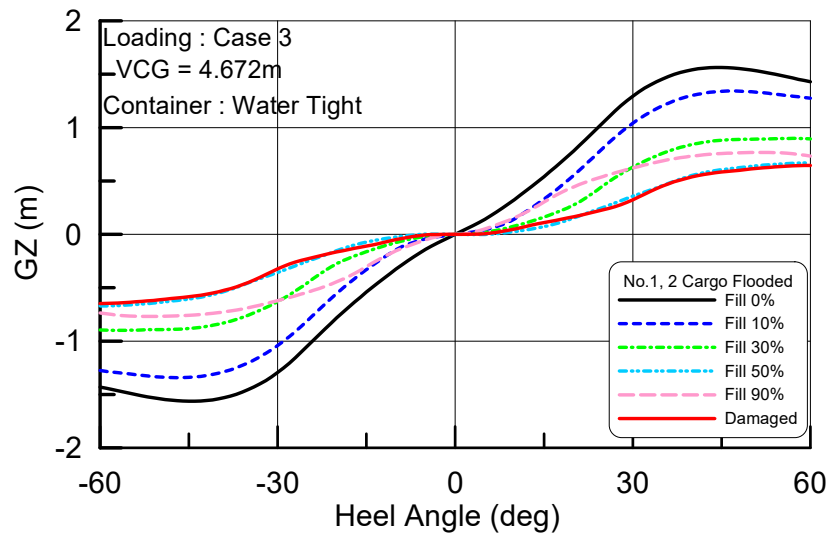
또한, 선박은 다음 그림17과 같이 외력에 따라서 좌우 횡경사각 중 어느 쪽으로든 기울어지게 되는 상태를 갖게 되는데,³¹⁾ 바로 삼성1호에서 나타난 초기 우현 횡경사에 이어서 반복되는 좌우 선박거동과 유사한 형태였음을 알 수 있다.



<그림 17> 초기 -GM의 좌우현 경사각과 복원성 범위

4.6.5 한편, 사고 원인분석을 위해 실시한 시뮬레이션의 정역학적인 분석에서도 이와 유사한 초기 불안정한 형태의 정적 복원력 곡선이 다음 그림 18과 같이 계산으로도출되었다. 곡선의 형태 중 1번 및 2번 화물창이 손상되어 해수가 찼을 때의 곡선(적색)이 제일 유사한 형태를 보인다. 단, 이때 화물창에 적재된 철재상자는 침수되지 않은 것으로 설정하였는데, 이 경우에는 침몰까지 이르지 않았다. 즉, 적재된 철재상자도 함께 침수가 되어야 침몰이 발생한다는 사실이 도출되었다.

31) NEECvideos. (2014.5.10.). *Intact Stability*[Video]. YouTube. <http://bit.ly/3ZQ1vEq>



<그림 18> 화물창 침수 상태에 따른 정적 복원력 곡선

4.6.6 이러한 초기 횡경사가 발생하는 원인으로서는 상층부의 화물로 무게중심이 상승하거나, 적재된 화물이 움직여 이동하거나 또는 화물창으로 침수된 유동수의 자유표면 효과로 초기 복원력이 악화되는 경우를 들 수 있다. 이중 자유표면효과는 음의 복원력에 의한 횡경사를 유발하는 일반적인 원인으로 언급된다.³²⁾

4.6.7 삼성1호의 경우 2번 화물창 상단에 8개의 철재상자가 적재되어있었으나, 무게중심을 변화시킬 정도는 아니었으며, 철재상자와 현측 간에 간격은 있었으나, 화물의 움직임을 좌우로 크게 발생시킬 정도는 아니었다. 따라서 삼성1호는 화물의 배치와 이동 때문이 아니라 화물창의 침수로 인한 자유표면 효과 때문에 초기 횡경사가 발생했을 가능성이 더 높은 것으로 판단된다.

4.6.8 이와 같이 삼성1호는 화물창으로 유입된 해수로 인하여 초기 복원력이 약화되었고, 추가적으로 외력이나 화물창 내 해수의 자유표면효과로 인하여 과다한 횡경사가 발생하면서 침몰까지 이르게 된 것으로 판단되는바, 화물창에 침수가 발생하게 된 원인과 과정을 살펴볼 필요성이 있다.

4.7 2번 화물창 침수

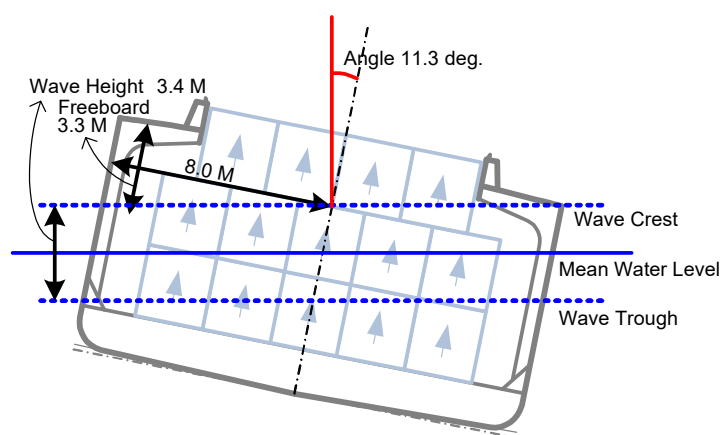
4.7.1 일반적인 선박의 침몰은 선체 손상 등을 통해 침수가 발생한 후에 유입된 해수로

32) Marine Insight. (2021. Jan. 3). *Ship Stability - Understanding Curves of Static Stability*. <http://bit.ly/3ZOgeja>

인해 부력이 상실되기까지 일정한 시간이 소요되며, 이 시간은 해수의 유입량에 따라서 결정된다.³³⁾ 삼성1호 침몰사고의 경우도 같은 양상으로 두 개의 화물창에 모두 침수가 발생하였을 가능성이 있으며, 이로 인해 최초 우현경사가 발생한 시점으로부터 약 4시간 후에 침몰하였다.

4.7.2 먼저, 삼성1호의 2번 화물창은 열려 있었으므로 항천 항해 중 해수 유입이 일어났을 가능성이 매우 높다. 출항 당시 삼성1호의 건현은 약 3.3미터에서 3.5미터였다. 앞서 4.2절에서 분석한 바와 같이 항해 중에 조우한 유의파고가 3.4미터 정도였고, 이 경우 횡동요는 8도 정도로 측정이 되며, 최대값은 16도까지 일어날 수가 있다.

4.7.3 삼성1호의 경우 횡경사 값이 약 11.30도에서 12.68도 정도일 경우 상갑판이 수면에 닿게 된다.³⁴⁾ 또한, 최대파고는 유의파고의 두 배인 약 6.8미터 정도로 일어날 수 있으며, 이 경우에는 횡경사가 없어도 상갑판이 수면에 닿게 된다. 다음 그림은 건현이 3.3미터 때 11.3도의 횡경사가 발생하였을 경우 파정(파도의 봉우리, Wave Crest)이 현단에 닿는 것을 도식한 것으로 사고 당시 해상상태를 감안하였을 때 삼성1호에 이러한 상황이 지속적으로 발생하였을 것으로 판단된다.



<그림 19> 건현 3.3미터, 횡경사 11.3도에서의 도식

4.7.4 결과적으로 삼성1호가 항해하는 중에 상갑판까지 해수가 올라오는 환경이 계속 발생하였고, 넘어온 해수는 화물창 코밍을 넘거나 부딪치면서 2번 화물창에 지속적으로 해수가 유입이 된 것으로 판단된다.

33) 중앙해양안전심판원. 2019. 선장비상대응매뉴얼. 16쪽

34) 선박해양플랜트연구소. 2021.11. 삼성1호 전복, 침수 해양사고 원인분석 보고서. 24쪽

4.7.5 이때 2번 화물창으로 들이치는 파도의 평균주기는 약 8초 정도였다. 화물창으로 유입되는 양이 실제로 어느 정도였는지는 정확히 산정하기는 어려우나,³⁵⁾ 유입된 해수로 인하여 화물창에 자유표면 효과가 발생하면서 복원성이 나빠졌을 것으로 판단된다.

4.8 1번 화물창 침수

4.8.1 삼성1호의 1번 화물창에 침수가 발생하였다는 사실은 사고해역에 출동한 해양경찰의 헬기에서 촬영된 영상자료로 확인할 수 있다. 당시 영상에는 선수부에 있는 1번 화물창 개구에서 해수가 분출되는 장면이 식별된다. 이는 당시 1번 화물창에 해수가 거의 가득차 있었으며, 선수미 방향의 종동요 운동에 의해서 화물창 내 해수가 선수방향으로 쏠리면서 화물창 개구로 솟구쳐 오르는 상태였음을 의미한다. 그렇다면 1번 화물창에 해수가 어떻게 유입이 된 것인지 몇 가지 유추 가능한 경로를 추론할 필요성이 있다.



<사진 12> 삼성1호 1번 화물창 개구에서 해수분출 장면(해경 동영상)

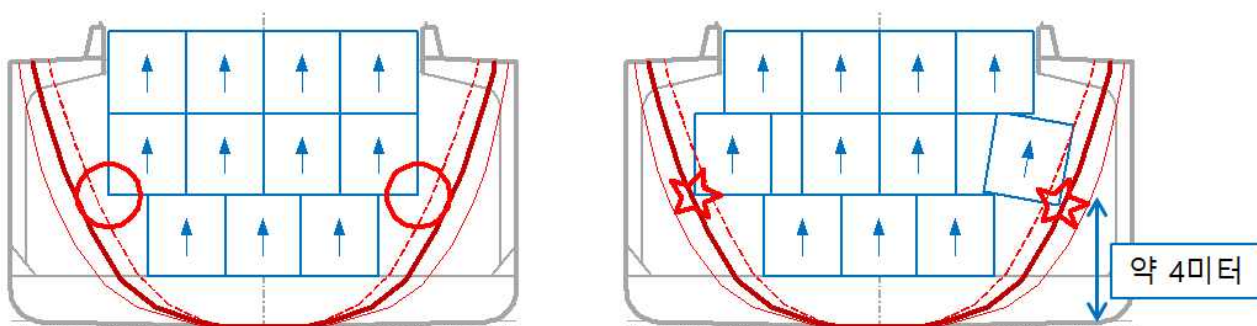
4.8.2 먼저, 삼성1호의 1번 화물창은 덮개가 닫혀있었다. 그러나, 앞서 2.3절에서 살펴본 방식으로 화물창 덮개를 걸쇠와 켄기 등으로 풍우밀 조치를 한 상태는 아니었다. 삼성1호 선장에 따르면 침몰 전 약 70에서 80미터 정도의 파장을 가진 너울이

35) 사고 당시 화물창에 유입된 침수량은 4.9절에서 살펴보고자 한다.

일어나면서 삼성1호의 선수가 침하되었고, 그때 1번 화물창의 덮개가 크게 들리면서 그 사이로 대량의 해수가 유입되는 것을 목격하였다고 한다.³⁶⁾

4.8.3 즉, 삼성1호는 기상이 좋지 않은 상태에서 출항을 한 이래로 계속되는 악천후 항해로 인해 고박하지 않은 1번 화물창이 계속 들려지게 되었고, 그 틈 사이로 해수가 지속적으로 유입되었을 가능성이 있으며, 이는 외부에서 해수가 유입되는 일차적인 경로로 추론할 수 있을 것으로 판단된다.

4.8.4 한편, 1번 화물창에 적재된 철재상자가 움직임으로 인하여 선박외판에 파공이 발생되면서 침수가 발생했을 가능성이 있다. 즉, 항해를 시작하면서 좌현 70도에서 약 3.6미터의 유의파고가 들이치는 상태에서 횡동요가 발생하였으며, 선수 쪽에서 종동요의 영향도 있었을 것으로 판단된다. 이런 해상상태에서 적재된 철재상자가 옆으로 밀리면서 모서리가 선체에 충격을 가하면서 파공이 생겼을 가능성이 있다.³⁷⁾ 이때, 발생할 수 있는 파공부위의 높이는 선저로부터 화물창 바닥까지 높이 약 1.5미터에 철재상자의 높이 약 2.5미터를 더한 약 4미터 정도의 높이로 선수 홀수선과 닿는다.



<그림 20> 1번 화물창 적재상태(좌), 1번 화물창 항해 중 파공발생 상태(우)

4.8.5 삼성1호 선장에 따르면 철재상자의 모서리 부분이 예리하여 선적 작업 시에 종종 화물창 바닥을 충격하면서 파공이 생기면서 평형수가 누수되는 사고가 있었다고 한다. 또한, 이단 적재된 철재상자가 좌우 횡요에 의해서 이동하면서 밀리는 경우가 있었으며, 이때 철재상자가 하중에 의해서 들어지는 경우에는 철재상자

36) 삼성1호의 선장은 야간 항해 중에는 이러한 사실을 인지하지 못하였고, 동이 뜬 후에 식별하였다고 하였다.

37) 이단 적재 철재상자의 양현 측에는 약 0.5미터 정도의 공간이 있었다. 선체에 가해지는 충격은 여러 항차동안 누적되었을 가능성이 있다.

의 문이 열리면서 화물이 쏟아지는 경우가 종종 있었다고 한 바 있다.

- 4.8.6 삼성1호가 평상시 항해 중 발생하였던 철재상자의 좌우 움직임과 화물창 바닥에 파공이 생기는 사고 등 선장의 진술을 미루어볼 때 당시 해상에 약 3.6미터의 유의 파고가 일고 있었으며, 파공이 발생할 경우 파공부위의 높이가 약 4미터인 점, 그리고, 4.1절에서 살펴본 바와 같이 출항 당시 선수흘수가 약 4미터인 점 등을 감안하면 1번 화물창 선측 외판에 철재상자의 모서리의 충격으로 인하여 파공이 발생하였고, 발생한 파공부위로 해수가 지속적으로 유입되었을 가능성이 있다고 판단된다.
- 4.8.7 한편, 삼성1호는 1번 화물창과 2번 화물창은 각각 서로 분리되어있으며, 화물창의 밑지 배출라인도 상호 연결되어있지 않다.³⁸⁾ 그러므로, 양쪽 화물창에 유입된 해수는 다른 화물창으로 이동하지 않았으며, 1번 화물창과 2번 화물창은 각각 개별적인 원인에 의해서 침수되었다고 판단된다.

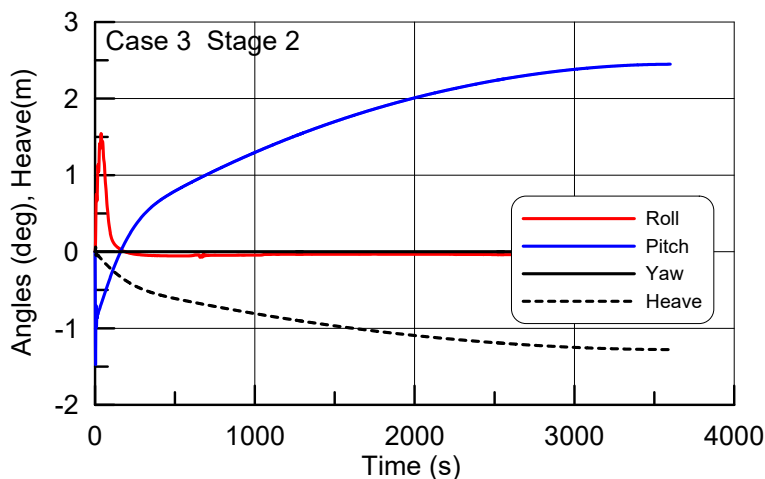
4.9 침몰 과정의 분석

- 4.9.1 삼성1호의 1번 화물창과 2번 화물창에 유입된 침수량이 어느 정도였으며, 어떤 상태에서 침몰이 진행되었는지 분석할 필요성이 있다. 단계적으로 먼저, 1번 화물창이 침수되는 상황에서 2번 화물창에 해수가 유입되는 상황 순으로 구성하여 분석하고자 한다.³⁹⁾
- 4.9.2 먼저, 1번 화물창에 침수가 발생하였을 경우 침몰 가능성이다. 앞서 4.8절에서 살펴본 바와 같이 1번 화물창에는 흘수선까지 해수가 가득 차 있었다. 이를 토대로 이에 따라 4.8절에서 분석한 바와 같이 1번 화물창에 파공 손상이 발생한 것으로 설정한 후 시간의 경과에 따라서 화물창에 해수가 점차 유입되고, 철재상자가 침수되는 것으로 시뮬레이션을 실시하였다.
- 4.9.3 실험 결과 다음 그림 21과 같이 횡요(Roll)와 종요(Pitch)에서 선박의 침몰로 이어지는 특징적인 선체운동 현상은 나타나지 않았다. 즉, 계산 결과 1번 화물창만 침

38) 삼성1호와 동종선박인 삼성2호의 경우에는 1번 화물창과 2번 화물창이 격벽에 설치된 문으로 상호 연결되어있다.

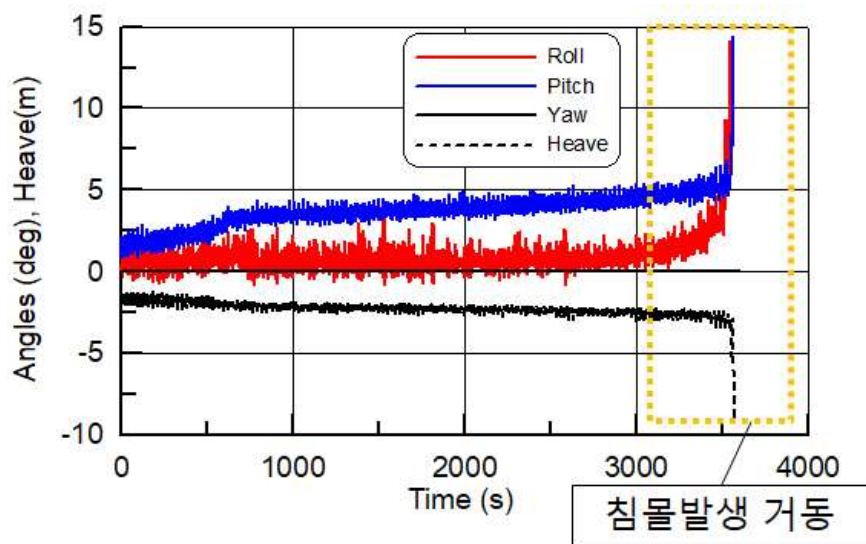
39) 실제 침수가 발생한 순서가 아니라 침몰 시뮬레이션의 분석 순서이다.

수가 되는 경우에는 삼성1호는 침몰하지 않는다는 것을 알 수 있다.



<그림 21> 삼성1호의 1번 화물창만 침수된 경우 거동분석

4.9.4 다음으로 상기 1번 화물창이 침수된 상황에서 2번 화물창에 해수를 적재한 후 시뮬레이션을 하였다. 2번 화물창의 침수량이 어느 정도였는지는 확실하지 않다. 다만, 침몰 전 촬영된 삼성1호의 사진 및 영상자료를 분석한 결과 1번 화물창의 화물창 개구에서 해수가 뿔어져 올라오는 것과는 대조적으로 2번 화물창에서는 해수가 움직이거나 요동치는 현상은 관찰되지 않았다. 이를 감안하면 2번 화물창의 침수량은 크지 않은 것으로 판단되어 해수의 유입량을 점차적으로 늘려갔다. 그 결과 약 20퍼센트 정도의 해수가 유입된 상황에서 일정시간 경과 후 횡요(Roll) 및 종요(Pitch) 값 등이 극대화되는 양상을 보였으며, 이는 선박의 거동이 침몰하는 것을 의미한다.



<그림 22> 1번 화물창 침수 후 2번 화물창 20% 침수된 경우 거동분석

4.9.5 결론적으로 삼성1호는 출항 후 조우한 높은 파도에 의하여 선박의 동요가 커졌으며, 2번 화물창 안으로 넘어 들어오는 해수로 인하여 2번 화물창의 약 20퍼센트⁴⁰⁾ 정도가 침수되는 상황이 발생하였다. 이와 더불어 1번 화물창에 발생한 파공 또는 파도에 의하여 화물창 덮개 사이로 해수가 유입되면서 화물창이 흘수선까지 침수가 되면서 침몰하게 된 것으로 판단된다.⁴¹⁾

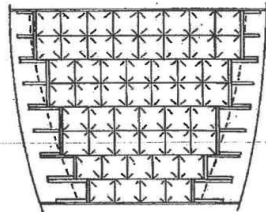
4.9.6 한편, 앞서 4.1절에서 살펴본 바와 같이 출항 당시 평형수는 약 80퍼센트가 적재된 1,082.7톤 정도였고, 기관장의 진술에 따르면 사고 당시 배출한 평형수량은 20퍼센트 미만인 약 200톤 정도였으나, 삼성1호의 화물창에 유입된 해수량을 감안하면 배출한 평형수량은 시뮬레이션 결과에는 큰 영향을 주지 않는 수치였다.

4.10 화물 고박

4.10.1 「선박안전법」 제39조에 따르면 선박소유자는 화물의 적재와 고박 방법을 정한 화물적재고박지침서를 마련하고, 승인을 받아야 한다. 삼성1호에는 2017년 12월 15일 선박안전기술공단(현 한국해양교통안전공단)으로부터 승인받은 화물적재고박지침서가 비치되어 있었다.

40) 무게로는 약 806톤이다.

41) 1번 화물창과 2번 화물창 중 어느 화물창에 먼저 침수가 발생했는지는 확실하지 않다.

<h1 style="text-align: center;">CARGO SECURING MANUAL</h1> <div style="text-align: center;"> <p>승인판(APPROVED)</p> <p>지적사항 등록 (인)</p> <p>Date: 2017. 12. 15</p> <p>선박안전기술개발본부</p> <p>KRMA SHIP SAFETY TECHNICAL CENTER</p> <p>이 도면을 승인 증명하여 주물사에 의해 승인됨</p> <p>(This document was approved in accordance with the related provisions)</p> </div>		<p>삼성1호</p> <p>CARGO SECURING MANUAL</p> <p>Annex 8 SAFE STORAGE AND SECURING OF UNIT LOADS</p> <p>1st ED. : 2017. 10. 2nd ED. : Rev. No. : Rev. Date :</p>
<p>NAME OF SHIP : "M/V 삼성1호"</p> <p>OFFICIAL NUMBER : JIR951579</p> <p>PORT OF REGISTRY : JETU</p> <p>GROSS TONNAGE : abt. 3,600 TON</p> <p>TYPE OF SHIP : GENERAL CARGO SHIP</p> <p>OWNER : ㈜삼성해운</p> <p>BUILDER : HIGAKI SHIPBUILDING CO., LTD.</p> <p>DESIGNER : GREEN-SHIP TECH. CO.</p>	<p>4 Stowage</p> <p>적재</p> <p>4.1 The unit loads should be stowed in such a way that securing, if needed, can be performed on all sides of the stow. 규격 화물은 필요한 경우 적재물의 사방을 고정할 수 있도록 적재되어야 한다.</p>  <p>Figure 1 Stowage and chocking of unit loads in a tapered stowage area (view from top) 사다리꼴 모양의 적재 구역내의 규격 화물의 적재 및 고정작 (위에서 본 그림)</p> <p>4.2 The unit loads should be stowed without any void space between the loads and the ship's sides to prevent the unit loads from racking. 규격 화물은 옆으로 켜그러지지 아니하도록 화물과 선측 구조사이에 공간이 없도록 적재되어야 한다.</p> <p>4.3 When unit loads have to be stowed on top of each other, attention should be paid to the strength of pallets and the shape and the condition of the unit loads. 화물을 겹칠 적재하여야 하는 경우에는 팔레트의 강도 및 규격 화물의 모양 및 상태에 주의하여</p>	

〈사진 13〉 삼성1호 화물적재고박지침서

4.10.2 삼성1호에 사용하는 철재상자는 컨테이너의 형태이나, 바닥면적이 7제곱미터 이하로 「선박안전법」 제23조에 따른 컨테이너의 형식승인 및 검정기준을 적용 받는 컨테이너에 해당하지 않는다. 이러한, 컨테이너가 아닌 비표준 철재상자를 운송함에 있어서 화물창 내에 별도의 고박장치를 해야하는지, 그리고, 화물쏠림 현상을 방지하기 위해서 빈틈없는 적재가 가능한지 등에 대해 이번 삼성1호 사고 전부터 의견 논의가 있었다.⁴²⁾

4.10.3 이를 해결하고자 2017년 해양수산부는 제주특별자치도로 하여금 관계기관, 업체와 함께 관련 용역⁴³⁾을 실시하도록 하고, 특별팀(TF)을 통해 함께 해결방안을 검토한 후 2019년 2월 안전한 화물적재 및 고박방식을 정하고 삼성해운을 포함한 선사를 대상으로 안내를 한 바 있다.

4.10.4 당시 해양수산부의 안내에 따르면 “화물창을 빈 철재상자를 이용하여 꼭 채우고, 췌기 등으로 선측 또는 화물과의 사이에 공간이 생기지 않도록 고정하며, 선박의 구조에 따라 필요시 선측 및 선수부 등 곡면 부분의 화물이동 방지 등을 위해

42) 전영우 외. 2019. 내항선 화물적재·고박 등에 관한 기준 개선에 대한 연구 - 제주도항로의 비표준 철재상자를 중심으로-. 해사법연구, 31(1), 279-316

43) 화물적재 고박 등에 관한 기준 및 선박안전법상 임시 승선자에 관한 제도개선 연구용역(한국해양대학교 산학협력단, 2018)

직각으로 철재 구조물을 보강할 것”이라고 명시하였다.⁴⁴⁾

4.10.5 그러나, 이러한 정부의 명시적인 고박지침 적용 안내에도 불구하고 삼성해운은 삼성1호의 2번 화물창 선미 쪽에 8개의 빈 철재상자를 4개씩 2단으로 배치해 둔 것 외에 추가적인 화물 이동방지재를 보강하는 등의 다른 조치는 취하지 않았다. 또한, 관련 화물적재고박지침서 역시 개정하지 않았다.

4.10.6 결국, 이러한 미온적인 조치는 사고 전까지 시정되지 않았고, 삼성1호는 여전히 선측 및 화물 간 이격공간이 남아있는 상태로 항해를 계속하였으며, 사고 당시 같은 황천항해 중 발생하는 선박의 횡동요로 인한 충격 등이 장기간 누적되면서 파공이 발생할 가능성이 있는 상태가 되었던 것으로 판단된다.

4.11 안전관리체제의 이행

4.11.1 해사안전법 제45조 제1항에는 선장의 권한에 대해서 “누구든지 선박의 안전을 위한 선장의 전문적인 판단을 방해하거나 간섭해서는 아니된다.”라고 규정하고 있다. 같은 취지로 삼성1호의 선사안전관리절차서 4.1.3에는 선장의 최우선적인 결정 권한 및 책임을 명시하면서 선장은 인명, 선박 및 화물보호 등을 위한 최우선적인 결정 권한과 책임이 있고, 법률상 선장의 직무와 규정에 위배되는 선주 등의 지시에 거부권을 행사할 수 있도록 규정하고 있다.

4.11.2 그러나, 삼성1호의 선장이 선주의 지시에 따라서 추가 화물을 적재하면 화물창 덮개를 닫지 못하여 선박의 안전을 확보할 수 없음을 알았고, 이에 관한 문제점을 제기하며 곤란하다는 의사를 표명하였지만 선주는 이를 무시하였다. 또한, 삼성1호가 출항 당시에는 풍랑경보가 내려진 상태였기에 삼성1호의 선장은 기상상황을 감안하여 출항시간을 조금 늦추고자 하였으나, 삼성1호의 선주는 역시 받아들이지 않고 즉시 출항을 종용하였다.

4.11.3 이처럼 삼성1호의 선장은 관련 법과 선사안전관리절차서에 규정되어 있는 선장의 권한을 보호받아야 했음에도 불구하고, 선주는 우월한 고용인의 지위에서 부

44) 기준이 되는 규정은「화물적재 고박 등에 관한 기준」별표 2 비표준화화물 적재 및 고박기준의 12절(XII) “규격화물의 고박기준” 다. 항목으로 “규격화물은 선측 또는 화물과의 사이에 공간이 생기지 아니하도록 적재되어야 한다.” 규정되어있다.

당한 지시를 내렸다. 선장은 피고용인의 입장에서 고용인인 선주의 지시를 거절할 수 없는 입장이었다. 결국 삼성1호의 출항시간의 결정 및 화물적재 후 화물창 폐쇄조치 등 항해 안전성을 위한 선장의 전문적인 판단과 선장의 최우선적인 권한은 보장되지 못하였다.

4.11.4 한편, 앞서 4.5절에서 살펴본 바와 같이 이전 항차들에서도 화물창을 폐쇄하지 않고서 출항한 사례들이 조사결과 확인된 바 있다. 이는 곧 평상시에도 삼성1호의 안전관리 인식이 전반적으로 부재하였으며, 항시 사고위험이 내재하였음을 의미한다.

4.11.5 이러한 안전의식의 부재 속에서 안전관리 및 감독의 한계점 또한 식별되었다. 삼성1호의 안전관리회사인 비엠마린은 삼성해운과 안전관리계약을 체결하고, 선주를 대신하여 공무, 수리, 선원교육 등을 담당하고 있다. 선사의 안전관리절차서 3.5에 따르면 안전관리자는 매월 1회 방선하여 안전관리 대상선박을 방선하여 점검하도록 하고 있다. 비엠마린은 매월 방선을 실시하고, 안전관리를 실시하였다.

4.11.6 그러나, 방선점검 시 갑판하역장비, 기관실 등 설비점검과 선원교육 및 비상대응 훈련 등을 실시하였을 뿐 화물관리와 화물선적에 대해서는 점검이 제대로 이뤄지지 않았다. 비엠마린에 따르면 화물관리는 일등항해사의 소관으로 선박복원성 계산은 본선에서 자체적으로 실시하며, 화물선적도 삼성해운의 성산대리점에서 전적으로 책임지고 있다고 하였다.

4.11.7 그러나, 선사안전관리절차서 13.4에 따르면 일등항해사는 매일 화물의 안전 등을 점검하여 이상 발견 시 선장에게 보고하고 선장은 회사에 보고하게 되어있으며, 화물창 덮개의 닫힘상태를 철저히 점검하도록 규정하고 있다. 그럼에도 불구하고 삼성1호에는 이러한 절차가 준수되지 않았다.

4.11.8 또한, 앞서 4.10절에서 살펴본 바와 같이 정부에서 실시하도록 한 화물이동방지를 위한 구조물 또는 이동방지재의 보강 조치와 화물창 덮개를 개방하고 항해하는 위반사항에 대한 시정조치를 안전관리회사로서 적극적으로 시행하고 시정하였어야 함에도 불구하고 이를 이행하지 않았다고 판단된다.

section

5

결론

5. 결론

- 5.1 이 사고는 삼성1호가 풍랑경보가 내려진 기상 상황에서 1번 화물창의 덮개는 풍우밀을 유지하지 않고, 2번 화물창의 덮개는 개방한 채 출항하였다가 황천항 해 중 화물창으로 해수가 유입되면서 발생하였다. 화물창 침수로 인해 삼성1호의 초기 복원력이 악화되었고, 횡경사가 발생하게 되었다. 이후 삼성1호는 계속되는 침수로 인하여 결국 복원력을 상실하며 침몰하였다.
- 5.2 사고 당시 선박의 적재상태 및 운항해역의 해상상태와 관련 조사자료를 토대로 선박 침몰 시뮬레이션을 수행한 결과, 삼성1호의 1번 화물창은 홀수선까지 침수되었고, 2번 화물창도 20퍼센트 이상 침수된 것으로 분석되었다.
- 5.3 침수의 원인으로는 1번 화물창은 풍우밀이 되지 않은 화물창 덮개 사이로 해수가 침입하였거나 철재상자의 움직임으로 인한 파공 가능성이 있으며, 2번 화물창은 열려 있었기에 황천 항해 중 조우한 높은 파고로 인하여 해수가 유입된 것으로 분석되었다.
- 5.4 이 사고는 기본적으로 화물적재계획을 마련하지 않아 체계적인 화물적재와 고박이 이뤄지지 못한 상태에서 출항 직전에 추가화물을 화물창 상부에 선적하고 덮개를 닫지 않은 것과 함께 화물적재 후 화물고박 및 이동방지 조치를 실시하지 않은 것에서 기인한 것으로 판단된다.
- 5.5 아울러, 선주와 선사가 관련 법 및 선사안전관리체계에 따른 선박의 안전을 위한 선장의 최우선적 권한을 제대로 보장하지 못한 것과 안전관리 회사의 안전관리 및 감독이 철저하게 이뤄지지 않은 점도 사고 발생에 기여하였다고 판단된다.

section

6

권고

6. 권고

6.1 체계적인 화물적재 계획의 수립 및 시행

- 6.1.1 선사안전관리절차서 제13장에 따르면 선사는 선장에게 화물적재에 필요한 모든 정보를 제공하여야 하며 일등항해사는 선박의 복원성 및 감항성 등을 고려한 적하계획서를 작성하여 선장에게 보고하도록 규정하고 있다.
- 6.1.2 이번 사고는 삼성1호가 절차에 따른 화물적재 계획을 마련하지 않은 채 화물선적을 전적으로 육상에서 화물개수만으로 계획없이 적재하도록 하면서 사고발생에 일차적으로 기인하였다고 판단된다.
- 6.1.3 그러므로, 사고방지를 위해서 선사와 선장은 체계적인 화물적재 계획을 사전에 수립하도록 하여야 하며, 화물작업 전 육상 하역사 측과 협의하여 화물을 계획대로 안전하게 적재할 수 있도록 개선하여야 한다.

6.2 올바른 화물창 덮개 폐쇄 및 화물고박 실시

- 6.2.1 황천항해 시 화물창 덮개를 통해서 해수가 유입되는 경우 유동수의 영향으로 선박의 복원력이 감소되며, 대규모 침수가 발생 시 선박의 복원성과 감항성이 악화되면서 이번 사고와 같이 선박이 침몰하게 되는 사고가 종종 발생한다.
- 6.2.2 사고 방지를 위해서는 출항 전에 화물창 덮개를 반드시 폐쇄한 후 고박장치와 썰기 등으로 단단히 고정하여 화물창 덮개가 이탈되지 않도록 하여야 하며 항해 중에는 항상 풍우밀 상태가 되도록 조치하여야 한다.
- 6.2.3 또한, 화물적재를 함에 있어서 선측 또는 화물과의 사이에 공간이 남아서 움직이지 않게 고정하고, 화물이동 방지를 위한 구조물 보강 등을 실시하여야 한다.

6.3 철저한 안전관리절차 준수

- 6.3.1 선사는 해사안전법과 선사안전관리절차서에 규정된 바와 선박의 안전을 위한 선장의 전문적인 판단과 인명, 선박 및 화물보호 등을 위한 선장의 최우선적인 권한이 보장되도록 하여야 한다.
- 6.3.2 그러나, 출항 직전 삼성1호의 선주는 선장의 반대의견에도 불구하고 추가화물의 선적을 지시하였고, 풍랑경보가 내려진 상황에서 즉시 출항하도록 종용하였다.
- 6.3.3 사고예방을 위해서 선주와 선사는 선장의 최우선적인 권한을 보장하여야 한다. 또한, 선박안전관리회사는 안전관리절차서에 따라서 매 항차 화물의 안전 및 화물창 덮개의 닫힘상태를 점검하여야 하며 위반사항이 식별되었을 경우 즉시 시정하도록 안전관리 및 감독을 철저히 이행하여야 한다.



해양수산부

중앙해양안전심판원