

[특별조사 2026-002]



해양사고 특별조사보고서

- 어선 제2066재성호 전복사고 -

사고일자 : 2025.02.12.

공표일자 : 2026.06.10.



중앙해양안전심판원 특별조사부

참고사항

이 보고서는 「해양사고의 조사 및 심판에 관한 법률」 제18조의3에 따라 해양사고의 원인을 분석하고 사고 교훈을 공유함으로써 향후 유사한 해양사고 발생을 방지하기 위하여 작성되었습니다.

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

Contents

1. 사고 개요	2
2. 사실 정보	4
2.1 선박제원	4
2.2 선박관리 및 조업	6
2.3 승선원 구성	7
2.4 근해연승어업 방식	7
2.5 해상 기상상태	9
2.6 선박 적재상태	10
2.7 선박의 동요	12
3. 사고 경위	14
3.1 출항 및 해상 조업	14
3.2 성산포항 이동 및 사고 발생	16
3.3 수색 및 구조	17
3.4 피해 사항	18
4. 사고 분석	20
4.1 항적 분석	20
4.2 전복 사고 발생원인 검토	21
4.3 선체 복원성 분석	23
4.4 선체 운동상태 분석	25
4.5 연료유 등 적재 및 관련 설비 운용 부적절	29
4.6 항해 기본 수칙 미준수	30
4.7 선체 경사 중 조타기 사용 부적절	31

5. 결론	34
6. 교훈사항	36
6.1 승인받지 않은 구획에 연료유 등 적재 금지	36
6.2 항해 기본수칙 준수 철저	36
6.3 침로 변경 등 조타기 사용 시 외방경사 발생 숙지	37
7. 권고	39
7.1 연료유 등 적재 및 운용 실태 관리·감독 강화	39
7.2 항해 기본수칙 및 조타기 사용 시 주의사항 교육 강화	39

section

1

사고 개요

1. 사고 개요

- 1.1 제2066재성호는 총톤수 32톤의 근해연승어선으로 2025년 2월 10일 09시 54분경 제주도 서귀포항에서 선장을 포함한 10명의 선원이 승선하고 갈치 조업을 위해 제주도 남쪽 앞바다 해상으로 출항하였다.
- 1.2 출항 당시 선체는 우현 측으로 약 4 내지 5도 기울어져 있었으나, 선장은 항해 중 연료유 이동 등의 방법으로 기울기를 맞출 수 있을 것으로 생각하고 항해를 계속하였다.
- 1.3 이 선박은 출항 후 계속 남쪽으로 항해하여 2월 11일부터 12일 오후까지 조업하고 휴식을 취하다가 어획량이 적고 레이더 작동 상태도 좋지 않아 수리를 위해 성산포항으로 입항하기로 하고 2025년 2월 12일 18시 22분경 물뚫¹⁾을 올리고 항해를 시작하였다.
- 1.4 이 선박은 침로 약 064도, 속력은 약 5 내지 7노트로 항해하였으며, 약 1시간 30분 정도 지난 2월 12일 19시 52분경 선장은 선체가 우현 측으로 기울어진 것을 느끼고 우현 갑판 통로를 확인해 보니 해수가 갑판 난간(불워크)의 약 절반 정도 차 있는 것을 발견하였다.
- 1.5 선장은 우현 갑판 통로의 해수를 내보내기 위한 목적으로 침로 방향을 약 060도에서 좌현으로 약 300도까지 급격하게 변경하였으나, 해수는 빠지지 않고 선체는 우현 측으로 더 기울어졌고 구조 신호를 발신한 이후 선체는 순식간에 우현 측으로 전복되었다.
- 1.6 전복사고 당시 해상에는 풍랑주의보가 발효 중이었고, 사고 발생 시간은 2025년 2월 12일 19시 55분경으로 추정²⁾되며, 사고 위치는 서귀포시 남원읍 태흥2리항 동방파제로부터 약 145도 방향, 약 3.5해리 해상이다.
- 1.7 사고 발생 후 해경 등의 신속한 수색 및 구조 작업이 진행되었다. 이 사고로 총 10명의 선원 중 선장 등 5명의 선원이 생존하였고, 기관장 등 2명이 사망하였으며, 3명은 실종되었다. 전복된 선체는 2월 14일 15시 18분경 예인되어 2월 16일 18시 10분경 서귀포항에 인양되었다.

1) 물뚫(Sea anchor, 해묘) : 어선이 주기관을 끄고 표류할 때 해수의 저항을 이용하여 선체가 바람에 떠밀려 가는 속도를 낮추고 선수 방향을 일정하게 유지하기 위해 사용, 줄과 나일론 등의 천을 이용하여 낙하산 모양으로 만들어짐

2) AIS 신호가 소실된 2025년 2월 12일 19시 55분을 선체가 전복된 시간으로 추정

section

2

사실 정보

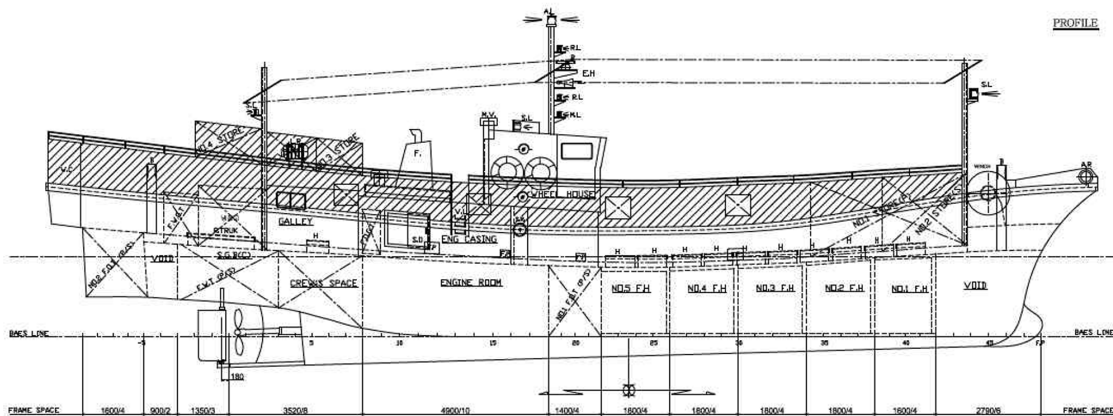
2. 사실 정보

2.1 선박제원

2.1.1 제2066재성호는 전라남도 목포시 소재 현진조선소에서 2006년 9월 11일 진수된 근해연승어선이다. 선박의 제원은 총톤수 32톤, 길이 21.59미터, 너비 4.86미터, 깊이 1.86미터이며, 최대출력 583킬로와트의 선박용 디젤기관 1기가 장치되어 있다.

선 명	제2066재성호
국 적	대한민국
선 적 항	서귀포항
선박종류	어선(근해연승어업)
주포획·어획물의 종류	갈치 등
조업구역	근해
선박소유자	문○○
최대승선인원(명)	12
조 선 자	현진조선소
진 수 일	2006년 9월 11일
선박검사기관	한국해양교통안전공단
총 톤 수(톤)	32
길 이(미터)	21.59
너 비(미터)	4.86
깊 이(미터)	1.86
주 기 관	선박용 디젤기관
최대출력(kW)	583
추 진 기	나선일체식 1기
타	1

<표 1> 제2066재성호 주요 명세



<그림 1> 제2066재성호 전경(상) 및 일반배치도(하)

2.1.2 제2066재성호는 근해연승어업에 종사하는 강화플라스틱(FRP) 재질의 중양선교형 어선이다. 이 선박은 <그림 1>과 같이 선수로부터 선수 갑판 아래에는 공소(Void Space), 어획물 보관을 위한 어창(1~5번), 연료유 탱크(No.1), 기관실이 배치되어 있고, 그 뒤로 선원실, 타기실, 청수 탱크(F.W.T.), 선미 공소 및 연료유 탱크(No.2)로 구획되어 있다.

2.1.3 이 선박의 조타실에는 주요 항해 및 통신장비로 자동충돌예방보조장치(ARPA) 기능이 있는 항해용 레이더(RADAR) 2대, 위성항법장치 2대(GPS Plotter), 선박자동식별장치(AIS), 초단파대 무선설비(VHF), 어군탐지기 등이 설치되어 있다.

2.2 선박관리 및 조업

2.2.1 제2066재성호는 「수산업법」에 따른 근해연승어업³⁾에 종사하는 어선으로, 한국해양교통안전공단으로부터 2024년 9월 20일 제1종 중간검사를 수검하였고, 2025년 2월 3일 임시검사를 받았으며 증서는 2026년 5월 25일까지 유효하였다.

2.2.2 이 선박은 제주도 서귀포항을 모항으로 화순항, 한림항 등을 입출항하며 제주도 인근 해역에서 조업하였다. 출항 후 어장으로 이동하여 투승과 양승을 반복하며 며칠간 조업한 뒤 귀항하는 방식으로 운항하였으며 주로 포획하는 어종은 갈치, 옥돔 등이었다.



<그림 2> 근해연승어선 모식도(국립수산물과학원 자료 활용)

2.2.3 근해연승 어선은 <그림 2>와 같이 어로 작업구역으로 불어오는 바람과 유입되는 파도를 막기 위하여 선수와 선미 갑판에 차양(어닝, Awning)을 설치한다. 차양은 FRP 재질로 선수 갑판의 측면과 지붕을 차단하는 덮개 형태이며 선수 쪽으로 출입문이 있다⁴⁾.

2.2.4 이 선박의 갑판에는 연승 어구를 투승 및 양승하기 위한 작업 공간과 설비가 마련되어 있으며, 조타실에는 어군 탐지 및 수심 측정 등을 위한 어군탐지기가 설치되어 있다.

3) 근해연승어업: 1척의 동력어선으로 주낙을 사용하여 수산동물을 포획하는 어업(「수산업법」 시행령 제21조(근해어업의 종류)제1항제18호)

4) 우리나라 연근해 어선도감, 국립수산물과학원, 2018년, 123쪽

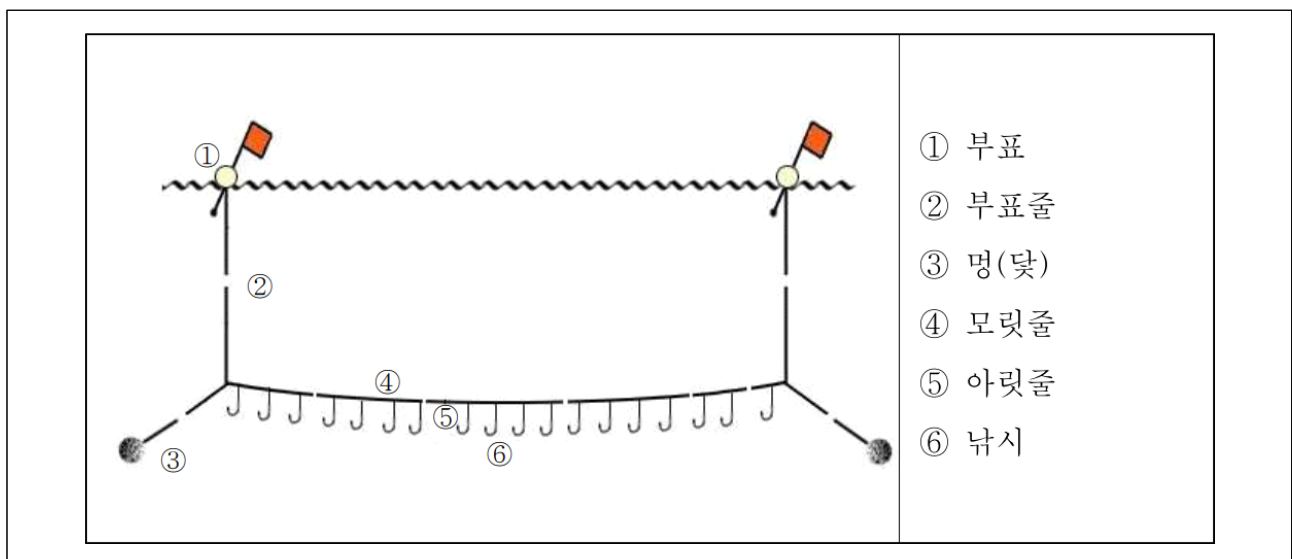
2.3 승선원 구성

2.3.1 제2066재성호에는 사고 당시 총 10명의 선원이 승선하고 있었다. 선장 등 한국인은 총 6명이었고, 나머지 4명의 선원 중 3명은 베트남 국적, 1명은 인도네시아 국적이었다.

2.3.2 이 선박의 선장은 6급 항해사 면허를 소지하고 있었고 총 승선 경력은 약 34년이며, 연근해 어선에서 선장으로 약 20년을 승선하였다. 이 선박에는 사고가 발생하기 약 9일 전인 2025년 2월 3일 승선하였다.

2.4 근해연승어업 방식

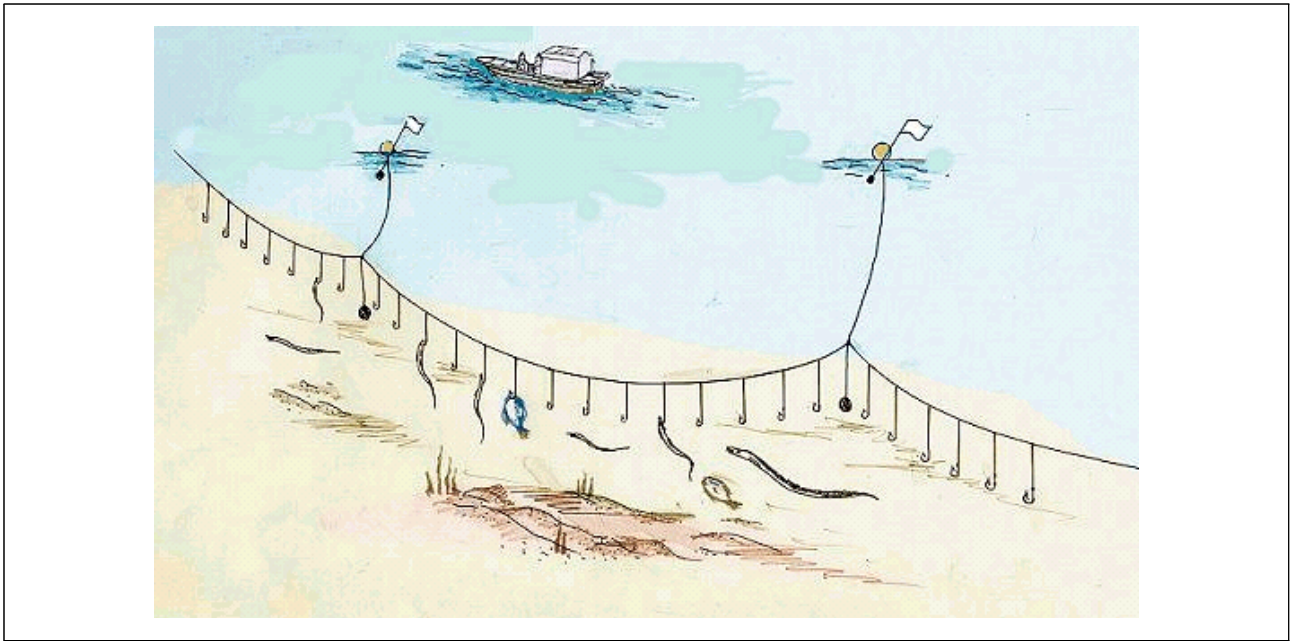
2.4.1 근해연승어업은 제주도 및 동중국해 어장의 조업구역에서 모릿줄에 여러 개의 아릿줄을 달고 아릿줄 끝에 낚시를 단 어구를 이용하여 수산동물을 낚아서 잡는 것을 말한다.



<그림 3> 근해연승 어구 겨냥도(수산업법 시행령 별표2 부도 러-1)

2.4.2 어업 방식은 <그림 3>과 같이 여러 개의 낚시를 모릿줄에 일정한 간격으로 달아 부설한다. 그리고 부표, 명(돛), 낚시가 달린 모릿줄, 명(돛), 부표 순서로 투승한다. 이후 어구를 일정 시간 동안 잠기게 한 후 양승한다.

2.4.3 수산동물의 분포 수층(水層)에 따라 모릿줄에 뜸을 일정한 간격으로 달아 부표줄의 길이로 어구의 부설 수층을 조절할 수 있다.



<그림 4> 근해연승 조업모식도(수산업법 시행령 별표2 부도 러-3)

- 2.4.4 조업의 첫 단계는 어구 및 미끼 준비이다. 투승하기 전, 선원들은 어구가 가라앉을 수 있도록 돌을 묶는 작업을 하고 수많은 낚싯바늘에 미끼를 끼우는 작업을 수행한다.
- 2.4.5 조업지에 도착하면 어선은 일정한 속력으로 항해하며 준비된 모릿줄과 미끼가 달린 낚싯줄(아릿줄)을 해상에 연속적으로 풀어 넣는 투승 작업을 실시한다. 이때 어구의 위치를 표시하고, 낚싯줄이 잠기는 깊이 조절 등을 위한 부표를 일정한 간격으로 띄운다.
- 2.4.6 투승된 낚싯줄은 <그림 4>와 같이 길게 뻗은 채 수중에 전개되어 있으며 이 상태에서 갈치와 같이 바다에 널리 퍼져 있는 어종을 유인한다. 이후 어선에서는 해상 및 조업 진행 상황에 따라 물뚫을 해상에 투하하고, 표류하며 대기하게 된다.
- 2.4.7 대기 시간이 지나면 부표를 찾아 양승 작업을 시작한다. 이때 갑판 현측에 설치된 양승기를 사용하여 길게 늘어진 모릿줄을 일정한 속도로 당겨 갑판 위로 걷어 올리게 된다.
- 2.4.8 선원들은 낚싯줄을 끌어 올리는 동시에 바늘에 걸린 어획물을 떼어내어 포획하고, 낚싯줄과 빈 바늘을 다음 투승 시 엉키지 않도록 주낙통 등에 다시 정리하는 작업을 병행한다.
- 2.4.9 어획물은 선내에서 상자 단위(약 10kg)로 선별 및 포장되며, 선도 유지를 위해 신고 온 얼음과 함께 어창(냉동창고)에 적재한다. 한 번의 투승과 양승이 완료되면, 어획량과 기상 상태에 따라 휴식을 취하거나 조업지를 바꿔 동일한 과정을 며칠간 반복한다.

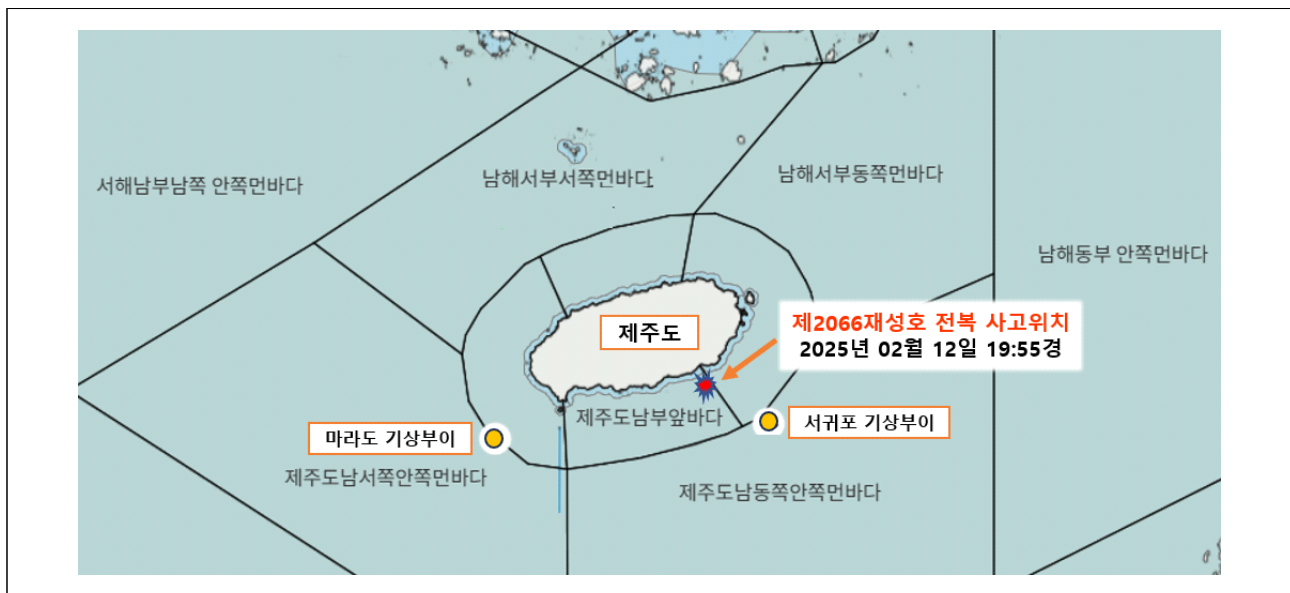
2.5 해상 기상상태

2.5.1 제2066재성호는 2025년 2월 12일 19시 55분경 제주도 서귀포시 남원읍 태흥2리항 동방과 제로부터 약 3.5해리 떨어진 곳에서 전복되었으며, 사고 당시 해상에는 풍랑주의보⁵⁾가 2025년 2월 12일 14시부로 발효⁶⁾되어 있었다.

2.5.2 이 선박의 사고 발생 지점 인근에 있던 기상청의 서귀포, 마라도 해양기상부이 관측값⁷⁾은 아래의 <표 2>와 같고, 해양기상부이의 위치는 <그림 5>와 같다.

	풍향	파향	풍속	파고
서귀포	북북서	서북서	12.9~14.4m/s, 최대순간풍속 18.6m/s	유의파고 2.6~2.8m, 최대파고 4.4m
마라도	북북서	서북서북서	12.8~13.7m/s, 최대순간풍속 18.3m/s	유의파고 2.1~2.3m, 최대파고 3.9m

<표 2> 해양기상부이 관측자료(2025년 2월 12일 19시에서 20시 기준)



<그림 5> 사고 발생 지점 인근 해양기상부이 위치

2.5.3 2025년 2월 12일 19시부터 20시까지의 사고 인근 해양기상부이 관측값 중 사고 위치와 가장 가까운 서귀포 기상부이의 관측값을 살펴보면 당시 해상에는 12.9 내지 14.4m/s의 북서풍이 불었던 것으로 확인된다.

5) 해상에서 풍속 14m/s(27노트, Beaufort scale 7) 이상이 3시간 이상 지속되거나 유의파고가 3m 이상 예상될 때

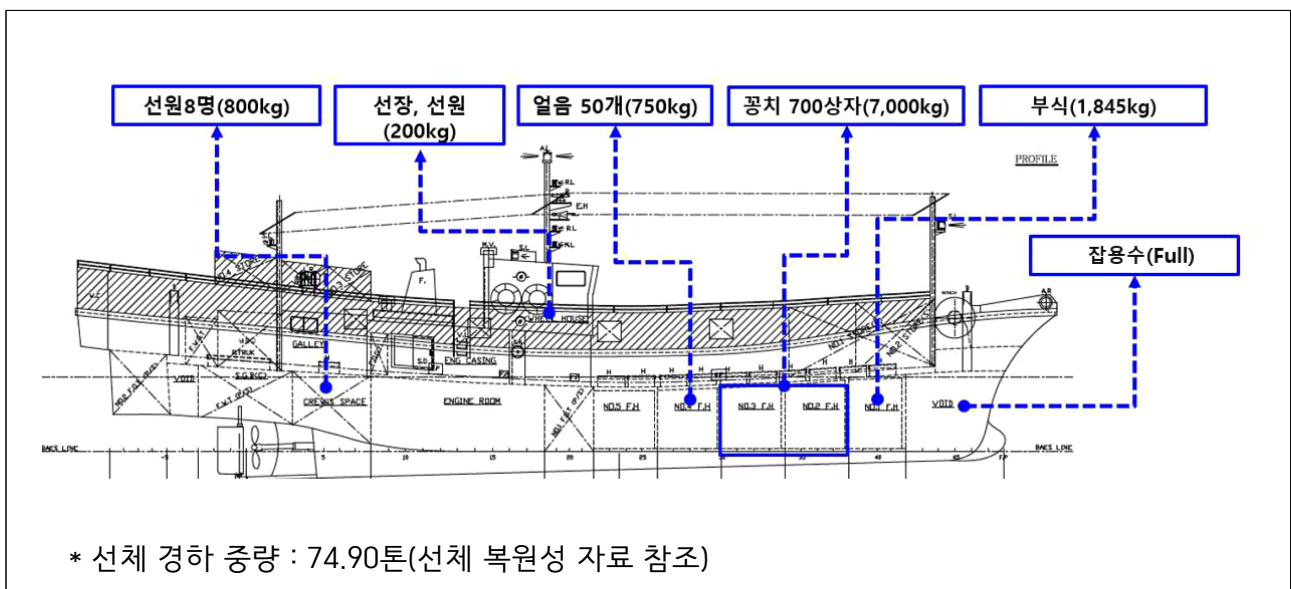
6) 제주도남부앞바다 풍랑주의보 발효 2025년 2월 12일 14시 / 해제 2025년 2월 13일 9시

7) 기상청 날씨누리(www.weather.go.kr), 해양기상정보포털, 기상자료개방포털, 해경수사자료 등 참조

2.5.4 또한 순간풍속은 최대 18.6m/s까지 불었으며, 유의파고는 2.6 내지 2.8미터, 파향은 서북서였으며 최대파고는 4.4미터로 추정된다. 사고 당시 해양경찰 경비정이 확인한 현지 해상 기상은 북서풍 약 14 내지 16m/s, 파고 약 2미터, 시정 약 1해리의 흐린 날씨⁸⁾였다.

2.6 선박 적재상태

2.6.1 이 선박은 출항 당시 선원 10명이 승선하였고, 얼음 50포대, 미끼로 사용할 쏜치 700상자와 약 30일 분량의 각종 부식 등이 실려있었던 것으로 추정⁹⁾된다.



<그림 6> 제2066재성호 출항 시 적재 상태

2.6.2 청수는 선수 공소(Void)에 약 7.6톤이 적재되어 있었던 것으로 추정¹⁰⁾하여 복원성 계산 시 참고하였으며 출항 시 적재 상태는 <그림 6>과 같다.

2.6.3 이 선박에는 No.1 F.O.T.¹¹⁾(P&S), No.2 F.O.T.(P&S) 총 4개의 연료유 탱크가 존재하며, 주기관에 연료유를 공급하기 위한 F.O.G.T.¹²⁾(C)가 존재한다. 하지만 실제로는 <그림 7>과 같이 No.1 F.O.T.(P&S)와 No.2 F.O.T.(P&S)는 좌·우현이 합쳐져 사용되고 있었다.

8) 해경 상황보고서 참조

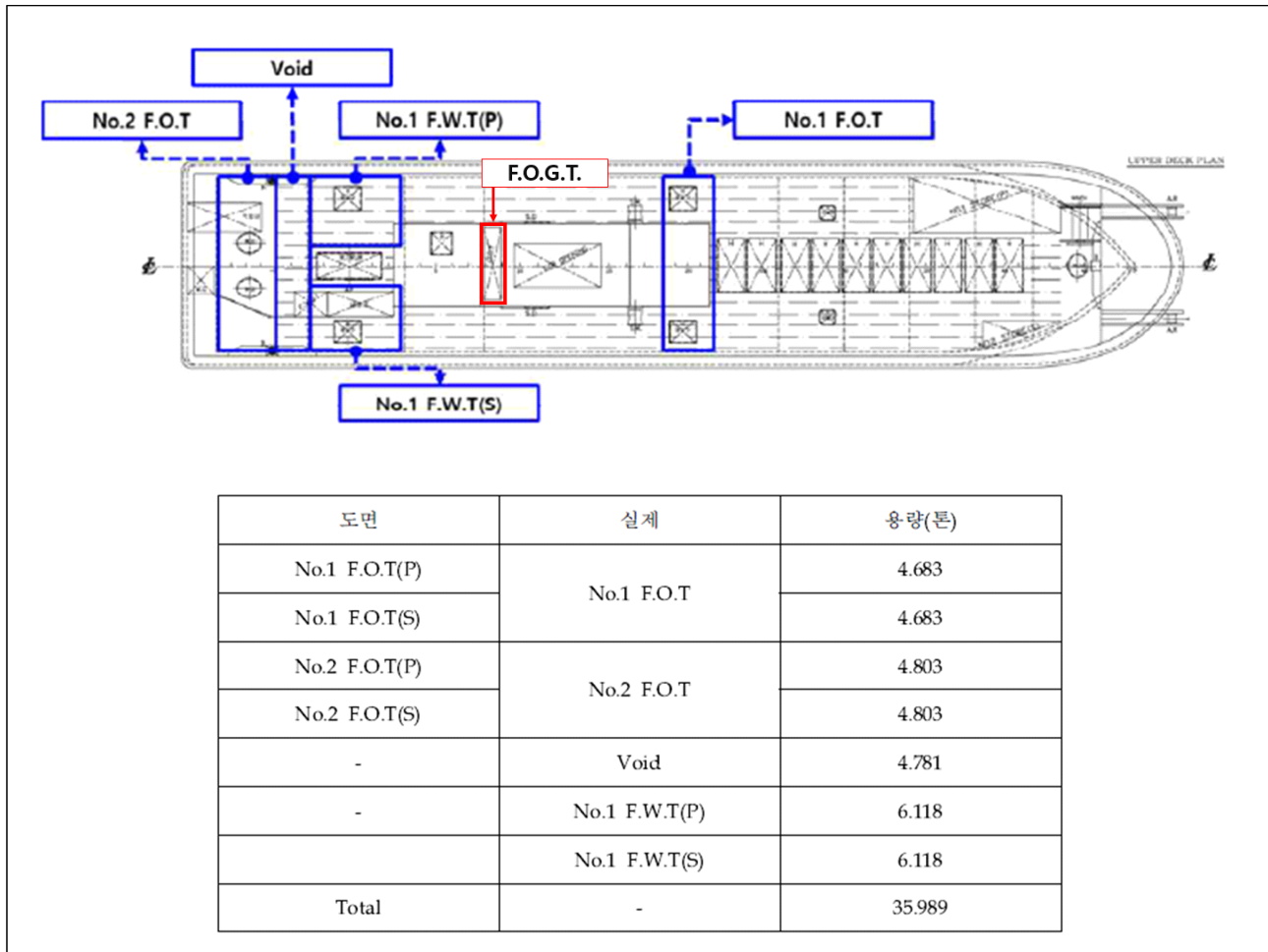
9) 생존선원 진술자료 참조

10) 복원성계산서상 청수의 최대 적재가능 용량

11) F.O.T. : Fuel oil Tank(연료유 탱크)

12) F.O.G.T. : Fuel Oil Gravity Tank(연료유 중력 탱크), 중력을 이용해 주기관 등에 연료유를 밀어내어 공급하는 탱크

2.6.4 또한, 선미에 위치한 공소와 청수 탱크(No.1 F.W.T.(P&S))를 연료유 탱크로 사용하고 있었으며, 실제 연료유 탱크로 사용된 각 구획의 용량을 모두 더하면 약 36톤이 된다.



<그림 7> 제2066재성호 연료유 탱크 용량 및 사용 현황

2.6.5 한편, 이 선박의 전복 사고 후 해상에서 회수된 연료유 양은 12.68톤이며, 육상으로 인양되어 회수된 양은 12.1톤이다. 또한 해상에 유출된 양은 0.55톤으로 사고 당시 이 선박에 적재되어 있던 연료유 양은 약 25.33톤으로 추정된다.

2.6.6 아울러, 이 선박이 2월 10일 09시 50분경 출항하여 전복 사고가 발생할 때까지 항해, 투승, 양승 등 선박의 운항 상태를 구분하여 연료유 소모량을 계산¹³⁾한 결과 약 1.25톤이었다.

2.6.7 사고 발생 당시 연료유 적재량 약 25.33톤과 출항 시부터 사고 발생 시까지 연료유 소모량 약 1.25톤을 합한 값은 약 26.58톤이며, 이 값은 이 선박이 출항할 당시 싣고 있었던 연료유

13) 어선 제2066재성호 전복 시뮬레이션 용역 참조

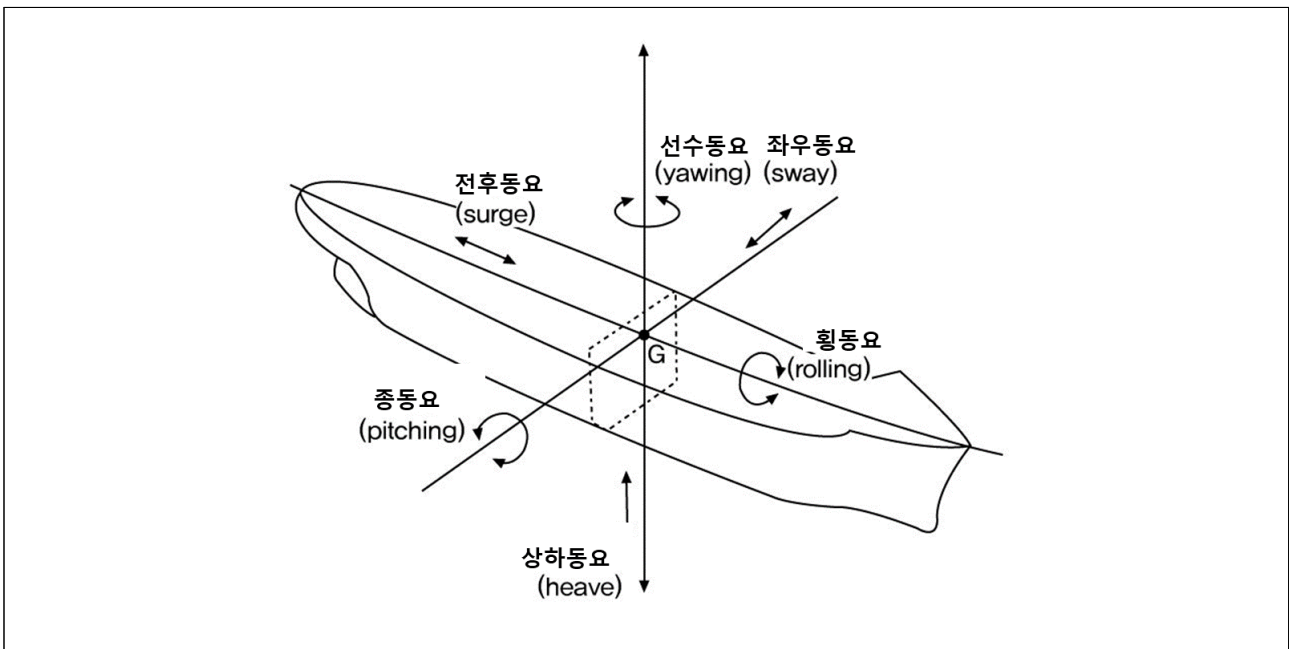
양으로 추정해 볼 수 있을 것이다. 다만 탱크별로 얼마만큼의 연료유가 실려있었는지는 알 수 없는 상황이다.

2.7 선박의 동요

2.7.1 선박은 항해 시 바람과 파도 등의 환경외력 때문에 아래 <그림 8>과 같이 6 자유도(전후동요, 좌우동요, 상하동요, 횡동요, 종동요, 선수동요) 운동을 하게 된다¹⁴⁾.

2.7.2 선박의 6 자유도 운동 중 횡동요와 종동요는 선박의 내항 성능을 나타내는 중요한 지표로 통상 선박의 폭이 길이에 비해 짧은 특성으로 인해 선박의 길이 방향 축을 중심으로 회전하는 횡동요가 종동요에 비해 상대적으로 중요하며, 과도한 횡동요의 경우 복원력이 나쁜 상태에서 선박의 전복을 발생시킬 수 있다.

2.7.3 종동요의 경우 선박의 폭 방향 축을 중심으로 회전하는 운동으로, 선수와 선미가 위아래로 흔들리는 선체 운동이다. 종동요가 심할 경우 선박의 선수로 물이 넘어오는 청파(Green water)로 인해 선박이 파손 혹은 침몰될 수 있다.



<그림 8> 선박의 6 자유도 운동 예시

14) 대한조선학회, 조선기술-배만들기의 모든 것, 2011

section

3

사고 경위

3. 사고 경위

3.1 출항 및 해상 조업

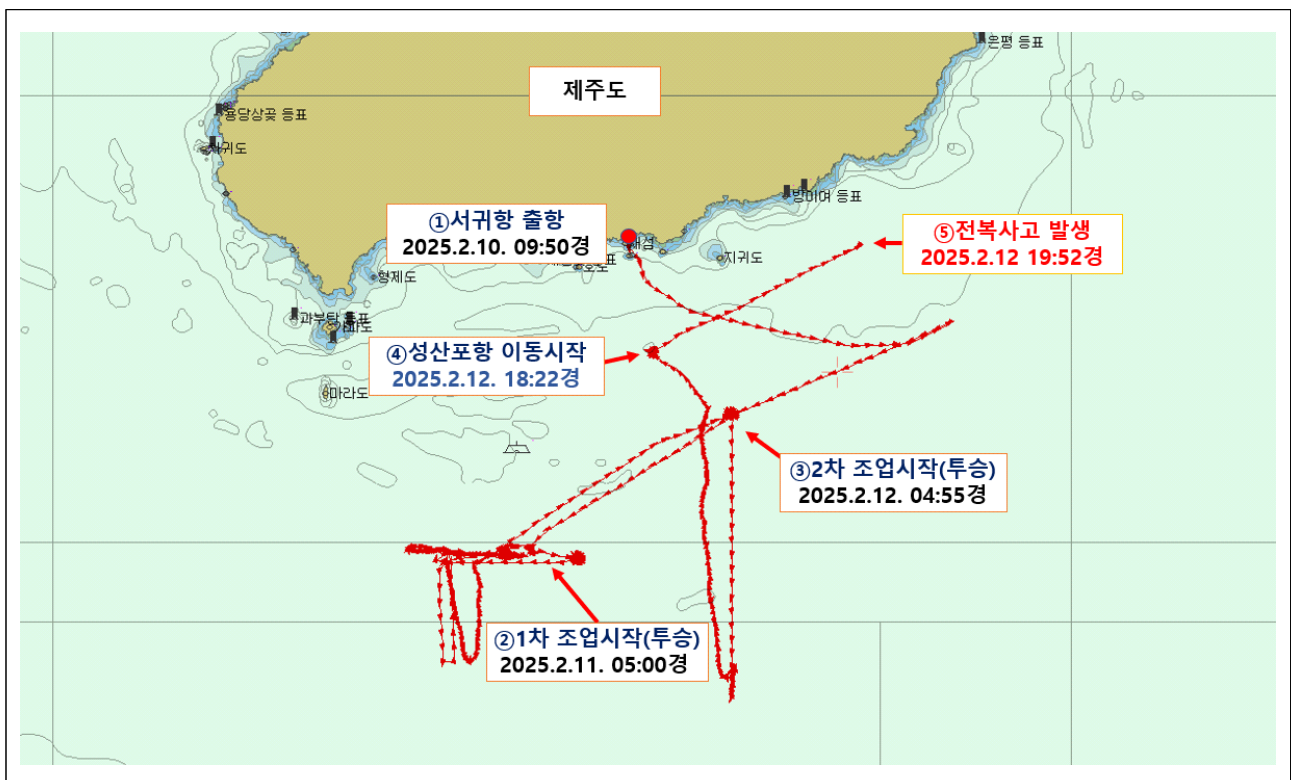
3.1.1 제2066재성호는 2025년 2월 10일 09시 54분경 제주도 서귀포항에서 선장을 포함한 10명의 선원이 승선하고 갈치 조업을 위해 제주도 남쪽 앞바다 해상으로 출항하였다.

3.1.2 출항 당시 선체는 우현 측으로 약 4 내지 5도 기울어져 있었던 것으로 <그림 9>와 같이 CCTV 화면을 통해 확인되고 선장도 이를 인지하고 있었으나, 선장은 항해 중 연료유를 이동시키는 등의 방법을 통해 기울기를 맞출 수 있을 것으로 생각하고 출항하였다.



<그림 9> 제2066재성호 출항 당시 모습(CCTV 화면 갈무리)

- 3.1.3 이 선박은 출항 후 계속 남쪽으로 항해하였으며, 북위 32도 59분, 동경 126도 31분 해상에서 조업을 위해 물뚫을 놓은 후 정박하고 휴식을 취하였다.
- 3.1.4 휴식 후 다음날인 2월 11일 05시경 약 1시간 동안 투승하였으며 같은 날 08시부터 양승 작업을 시작하여 12시경 작업을 마쳤다. 당시 어획량은 약 3kg 정도였다.
- 3.1.5 이후 이 선박은 조업 장소 변경을 위해 이동하였으며 북위 33도 07분, 동경 126도 40분 해상에 도착하여 표류하며 휴식을 취했다.
- 3.1.6 다음날인 2월 12일 04시 55분경 전날 작업 일정과 마찬가지로 05시경부터 약 1시간 동안 투승하였으며, 08시경부터 양승 작업을 시작하여 같은 날 14시 12분경 작업을 마쳤다.
- 3.1.7 이번 조업에서의 어획량은 갈치 약 10kg 정도였으며, 이 선박은 이후 북서쪽으로 약 5해리 이동한 북위 33도 09분, 동경 126도 35분 해상에서 물뚫을 놓고 휴식을 취하였다. 이 선박의 출항 시부터 사고가 발생할 때까지의 항적은 <그림 10>과 같다.



<그림 10> 출항 시부터 조업 및 사고 발생 시까지의 항적

3.2 성산포항 이동 및 사고 발생

- 3.2.1 이 선박은 어획량이 적고 레이더 상태¹⁵⁾도 좋지 않아 수리를 위해 성산포항으로 입항하기로 하였으며, 2025년 2월 12일 18시 22분경 물뚫을 양묘¹⁶⁾한 후 항해를 시작하였다.
- 3.2.2 이 선박은 침로 약 064도, 속력은 약 5 내지 7노트로 항해를 계속하였다. 항해 시작 약 1시간 30분이 지난 2월 12일 19시 52분경 선장은 선체가 우현 측으로 기울어진 것을 느끼고 우현 갑판 통로를 확인한 결과 통로에 해수가 난간(불워크)의 절반(약 35cm) 정도 차 있는 것을 발견하였다.
- 3.2.3 선장은 조타실에서 자고 있던 기관장을 깨워 상황을 확인하게 하고, 우현 갑판 통로의 해수를 내보내기 위한 목적으로 침로 방향을 약 060도에서 좌현으로 약 300도까지 크게 변경하였으나, 해수는 빠지지 않고 선체는 우현 측으로 더 기울어졌다.
- 3.2.4 이후 선장은 위험 상황을 인지하고 옆에 있던 인도네시아 선원을 깨웠고, 기관장에게 “선원들을 다 깨워라.”라고 지시하였다. 선체는 해수가 조타실 우현 측으로 바로 들어올 정도로 더 기울어졌다.
- 3.2.5 선장은 당시 VHF 16번 채널을 통해 “파랑새, 파랑새, 여기는 2066재성호, 지금 배 침수 중, 급합니다.”라고 해양경찰(경비함정)에게 신고하였고 해양경찰(경비함정)에서 응답하였으나 내용은 알아듣지 못했다고 진술하였다.
- 3.2.6 곧이어 이 선박은 주기관 및 발전기가 정지되며 선내 전원이 차단되었고 조타실까지 해수가 들어오면서 선체는 순식간에 우현 측으로 전복되었다.
- 3.2.7 전복 사고가 발생한 시간은 2025년 2월 12일 19시 55분경으로 추정¹⁷⁾되며, 사고 위치는 서귀포시 남원읍 태흥2리항 동방파제로부터 약 145도 방향, 약 3.5해리 해상(북위 33도 14분 06초, 동경 126도 47분 30초)이다.
- 3.2.8 사고 당시 해상에는 풍랑주의보가 발효 중이었고, 바람은 북서 방향에서 14 내지 16m/s로 불고 있었으며, 파고는 약 2미터, 시정은 약 1해리의 흐린 날씨였다.

15) 레이더의 마그네틱 수명이 오래되어 물표가 잘 찍히지 않는 상태

16) 선장이 조타실에서 물뚫을 조작하여 자동으로 양묘

17) AIS 신호가 소실된 2025년 2월 12일 19시 55분을 선체가 전복된 시간으로 추정

3.3 수색 및 구조

3.3.1 이 선박의 긴급 구조 신호를 2025년 2월 12일 19시 55분경 접수¹⁸⁾한 서귀포해양경찰서는 경비함정과 구조대를 현장으로 출동시키고 비상 대응을 시작하였다.

3.3.2 해양경찰 경비함정은 2월 12일 20시 04분경 현장에 도착하여 전복된 제2066재성호를 발견하였으며, 같은 날 20시 29분경 해상에 표류 중이던 선장을 구조하였으며, 같은 날 20시 35분경 구명벌에 탑승해 있던 베트남 선원 3명과 전복된 선체 위에 있던 인도네시아 선원 1명을 추가로 구조하였다.



<그림 11> 제2066재성호 사고 발생 당시 모습

3.3.3 이후 선실 등에 고립되었을 가능성이 있는 나머지 선원들의 구조를 위해 해경 및 해군 함정, 항공기, 관공선과 민간 선박 등이 동원된 해상 및 수중 수색구조 작업이 진행되었다.

3.3.4 사고 발생일로부터 계속된 수색 및 선내 진입을 통해 기관장 등 한국인 선원 2명은 사망한 채 수습되었고, 갑판장 등 한국인 선원 3명은 발견하지 못하였다.

18) 접수경로 : 제2066재성호 → 해경 경비함정 → 서귀포해양경찰서

3.4 피해사항

3.4.1 이 사고로 총 10명의 선원 중 선장 등 5명(한국인 선장, 베트남 3명, 인도네시아 1명)의 선원이 생존하였고, 기관장 등 2명의 한국인 선원이 사망하였으며, 갑판장 등 3명의 한국인 선원이 실종되었다.

3.4.2 전복된 선체는 2025년 2월 14일 15시 18분경 예인선 덕천 101호에 의해 예인되어 2월 16일 18시 10분경 서귀포항 3부두에서 인양 완료¹⁹⁾되었다.

3.4.3 제2066재성호에 승선했던 선원들의 구조 현황은 <표 3>과 같다.

No.	성명	직책	국적	비고
1	김 ○ ○	선장	대한민국	생존(5명)
2	팜 ○ ○	선원	베트남	
3	레 ○ ○	선원	베트남	
4	황 ○ ○	선원	베트남	
5	라흐만 ○ ○	선원	인도네시아	
6	고 ○ ○	갑판장	대한민국	실종(3명)
7	정 ○ ○	선원	대한민국	
8	조 ○ ○	선원	대한민국	
9	김 ○ ○	기관장	대한민국	사망(2명)
10	유 ○ ○	선원	대한민국	

<표 3> 제2066재성호 승선 선원 및 구조 현황

19) 해양경찰 상황보고서 참조

section

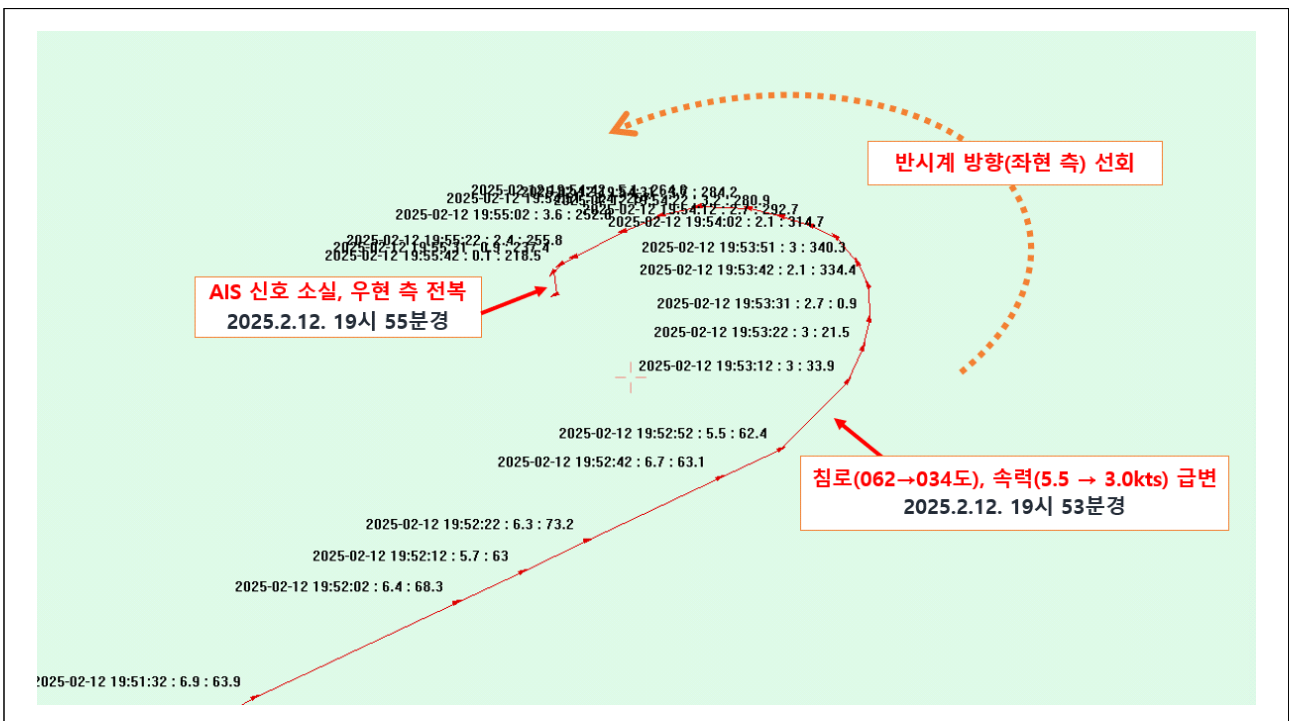
4

사고 분석

4. 사고 분석

4.1 항적 분석

- 4.1.1 어선 제2066재성호는 2025년 2월 12일 18시 22분경 조업지에서 성산포항으로 항해를 시작한 후 불과 약 1시간 30분 뒤인 19시 55분경 전복되었다.
- 4.1.2 전복 사고 발생 전 선장은 선체의 우현 측 갑판 통로에 현측 불워크의 절반 정도인 약 35cm 정도의 해수가 차 있는 것을 발견하고 이 해수를 선외로 배출하려는 목적으로 좌현으로 급격히 변침하였다.
- 4.1.3 선장이 선체를 좌현 측으로 돌린 2월 12일 19시 53분경 이 선박의 침로는 약 062도에서 034도로 급변하였고, 속력도 약 5.5노트에서 약 3노트로 떨어졌으며, 선체는 반시계 방향으로 선회하였음을 <그림 12>와 <그림 13>의 AIS 항적 자료를 통해 확인할 수 있다.



<그림 12> 사고 발생 당시 선체 항적

선박명	수신시간	속력	침로	위도_도	위도_분	위도_초	경도_도	경도_분	경도_초	비고
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:52:02	6.4	68.3	33	14	1.5288	126	47	28.824	
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:52:12	5.7	63	33	14	1.9752	126	47	30.012	
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:52:22	6.3	73.2	33	14	2.4252	126	47	31.182	
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:52:42	6.7	63.1	33	14	3.336	126	47	33.5688	
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:52:52	5.5	62.4	33	14	3.7608	126	47	34.6848	
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:53:12	3	33.9	33	14	4.74	126	47	35.898	침로 변경, 속력 저하
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:53:22	3	21.5	33	14	5.2332	126	47	36.186	
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:53:31	2.7	0.9	33	14	5.6472	126	47	36.312	
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:53:42	2.1	334.4	33	14	6.1368	126	47	36.2868	
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:53:51	3	340.3	33	14	6.4788	126	47	36.1032	
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:54:02	2.1	314.7	33	14	6.8388	126	47	35.718	
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:54:12	2.7	292.7	33	14	7.0188	126	47	35.2608	
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:54:22	3.2	280.9	33	14	7.1592	126	47	34.7388	
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:54:31	3.7	284.2	33	14	7.278	126	47	34.1412	
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:54:42	5.1	264.6	33	14	7.3032	126	47	33.2448	
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:54:51	3.4	257	33	14	7.188	126	47	32.568	
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:55:02	3.6	252.8	33	14	6.9468	126	47	31.8768	
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:55:22	2.4	255.8	33	14	6.5832	126	47	30.9912	
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:55:31	0.9	237.4	33	14	6.4752	126	47	30.7428	
2066 JAE SEONG	2025-02-12 19:55:42	0.1	218.5	33	14	6.3528	126	47	30.5952	AIS신호 소실

<그림 13> 사고 발생 당시 AIS 자료

4.2 전복 사고 발생원인 검토

4.2.1 이 선박은 앞서 살펴본 것처럼 2025년 2월 10일 09시 50분경 서귀포항을 출항할 당시 선체 균형이 맞지 않아 약 4 내지 5도 우현으로 기울어진 상태로 출항하였다.

4.2.2 이 선박의 선장은 연료이송펌프 수리 과정에서 좌현 청수 탱크에 실려있던 연료유를 연료유 중력탱크로 옮겼고, 이러한 과정에서 우현 측으로 선체가 기울어졌으며, 출항 당시 우현 경사 사실을 알고 있었다고 진술한 바 있다.

4.2.3 이 선박은 항해 중 통상 선수 측 연료유 탱크(No.1 F.O.T)의 연료유를 먼저 사용하고 선수 측 연료유가 소진되면, 선미 측 연료유 탱크(No.2 F.O.T)의 밸브를 열어 연료유를 선수 측 탱크로 보낸 뒤 다시 밸브를 잠그는 방식으로 연료유를 사용했던 것으로 확인된다.

4.2.4 또한 이 선박은 선체 선미 쪽 좌·우현에 위치한 청수 탱크(No.1 F.W.T. P&S)에도 지속적으로 연료유를 실어 사용하였고, 좌현 또는 우현 탱크에 있는 연료유 사용 등을 통해 선체의 균형을 맞추는 데 사용하였던 것으로 확인된다.

- 4.2.5 아울러, 우현 청수 탱크와 연료유 중력 탱크를 연결하는 미승인된 2차 밸브는 손상되어 연료유가 우현 청수 탱크로 유입되는 상황이 발생하고 있었으며, 연료유가 유입되어 우현 경사가 발생하면 계속 연료유가 이동하고, 경사는 더 심해지게 되는 구조²⁰⁾였다.
- 4.2.6 선체는 우현으로 기울어진 상태에서 출항하였고, 선장은 이러한 기울기를 향해 중 바로 잡을 수 있을 것으로 생각하였으나 이러한 우현 경사 상태는 사고 당일인 2월 12일 18시 22분경 성산포항으로 이동을 시작할 때에도 존재하고 있었던 것으로 추정²¹⁾된다.
- 4.2.7 또한, 출항 시부터 사고 발생 때까지 연료유를 모두 우현 청수 탱크에서 사용하였다 하더라도 소모량은 약 1.25톤으로 선체의 경사는 본선 배수량이 약 120톤인 상태에서 약 1.2도 정도만 바로 잡을 수 있는 것으로 계산되었다.
- 4.2.8 아울러, 앞서 언급한 것처럼 2차 밸브 손상 및 부적절한 연료유 운용으로 인해 우현 청수 탱크로 연료유가 유입되어 우현 경사의 원인으로 작용했을 가능성도 배제할 수는 없을 것이다.
- 4.2.9 이와 같이 선체의 우현 경사된 상황에서, 사고 당일인 2월 12일 18시 22분경 항해를 시작했을 때 이 선박의 침로는 약 064도이며 북서풍이 약 14 내지 16m/s로 불고 있었다. 이에, 선체 좌현 측에서 불어오는 바람으로 인해 우현 측으로의 경사는 가중되었을 것으로 유추해 볼 수 있다.
- 4.2.10 이러한 상황들로 인해 선체가 우현 측으로 약 9도 이상 기울어질 경우 방수구가 침수될 수 있으며²²⁾ 이를 통해 선내로 해수가 유입되어, 해수가 배출되지 않고 갑판 상에 차 있다면²³⁾ 우현 측으로의 경사는 더 심해지게 될 것이다.
- 4.2.11 선체가 우현 측으로 계속 기울어지는 것에 위험을 느낀 선장은 조타기를 좌현 측으로 급격하게 변침하였다고 진술한 바 있으며, 이는 외방경사²⁴⁾를 발생시켜 선체를 더 우현 측으로 기울게 작용하였고 얼마 뒤 선체는 복원성을 상실하고 전복되었다.

20) 제2066재성호는 선미 측 2차 밸브 중 우현 청수 탱크와 연결되는 밸브가 새고 있었기 때문에 1차 밸브들을 모두 잠그지 않으면 연료유가 새고 있는 2차 밸브를 통해 우현 청수 탱크로 흘러 들어가게 되어 우현 청수 탱크에 연료유가 집중되는 현상이 발생하고 있었음

21) 생존 선원 진술 참조

22) 어선 제2066재성호 전복 시뮬레이션 용역(중소조선연구원, 2025.11.)

23) 우현 경사를 느끼고 우현 측 갑판 통로를 확인하니 약 35cm 해수가 차 있는 것을 확인(선장 진술)

24) 외방경사 : 선박이 선회할 때 선회 원의 바깥쪽으로 선체가 기울어지는 현상, 선회 운동 시 발생하는 원심력이 선체의 무게중심에 작용하고, 해수의 저항력이 선체의 측면 저항 중심에 작용하면서 만들어지는 우력에 의해 발생

4.2.12 이와 같이 사실 관계 및 관계자 진술 등을 토대로 전복 사고의 원인을 추정해 볼 수 있으며, 사고 당시 선박의 정적 복원성 및 외력으로 인한 동적 복원성 분석 등을 통해 선체의 복원성 상실 및 사고 발생 과정 등을 보다 상세히 검토해 볼 수 있을 것이다.

4.3 선체 복원성 분석

4.3.1 어선 제2066재성호의 사고 당시 복원성을 분석하기 위해 선체를 3차원 모델링하였으며, <그림 14>와 같이 선박의 적재 상태를 4가지 사례(Case)로 가정하여 복원성 분석을 수행²⁵⁾하였다.

4.3.2 우선 사례 1의 경우는 '2.6 선내 적재 상태' 절에서 추정된 적재량을 기초로 No.1 F.O.T., No.2 F.O.T., No.1 F.W.T.(P), No.1 F.W.T.(S) 및 선미 공소에 연료유가 약 70% 수준으로 균등하게 적재²⁶⁾되어 있다는 것을 가정하였다.

4.3.3 사례 2의 경우는 사례 1의 가정에서 No.2 F.O.T.의 연료유 적재량을 약 5% 줄여 65%만 채우고, 줄인 양만큼을 No.1 F.W.T.(S)에 추가 적재하여 선체가 출항 시 이미 우현 측으로 약 4 내지 5도 기울어져 있었다는 사실을 반영할 수 있도록 하였다.

4.3.4 사례 3은 사례 2의 조건에서 우현 측에 해수 10톤을 적재하고, No.1 F.O.T.에서 연료유 소모량을 제외하여 사고 당시 우현 갑판 통로 측에 불워크의 절반 정도 해수가 차 있었다는 사실을 반영하는 등 사고 발생 당시 적재 상태를 가정하였다.

4.3.5 사례 4는 사례 3과 같이 우현 측에 해수 10톤을 적재하여 사고 당시 우현 갑판 통로 측에 해수가 차 있었다는 것을 반영하고, 연료유는 No.1 F.W.T.(S)에서 사용되었다는 것을 가정하였다.

25) 어선 제2066재성호 전복 시뮬레이션 용역(중소조선연구원, 2025.11.), 복원성 해석을 위해 필요한 화물 탱크, 평형수 탱크, 청수 탱크 등의 구획 설정은 일반배치도 참조, 외판의 손상을 고려하지 않은 비손상 복원성 계산 수행

26) 26.732톤(해경 회수 연료유량 25.33톤 + 연료유 소모량 1.25톤)

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
	경하중량, 선원, 부식, 미끼, 얼음, 어구 등(90.695톤)			
선수 Void	○ (7.642톤, 청수)	○ (7.642톤, 청수)	○ (7.642톤, 청수)	○ (7.642톤, 청수)
No.1 F.O.T	○ (6.624톤, 기름)	○ (8.383톤, 기름)	○ (6.981ton, 기름)	○ (8.383ton, 기름)
No.2 F.O.T	○ (6.284톤, 기름)	○ (7.953톤, 기름)	○ (7.953ton, 기름)	○ (7.953ton, 기름)
No.1 F.W.T(P)	○ (4.326톤, 기름)	X	X	X
No.1 F.W.T(S)	○ (6.118톤, 기름)	○ (6.118톤, 기름)	○ (6.118톤, 기름)	○ (4.716톤, 기름)
선미 Void	○ (3.380톤, 기름)	○ (4.278톤, 기름)	○ (4.278톤, 기름)	○ (4.278ton, 기름)
해수	-	-	○ (10톤)	○ (10톤)

<그림 14> 사례(Case)별 적재 상태 가정

4.3.6 <그림 14>는 4가지 사례별 선박의 적재 상태이며, 이에 따른 사례별 정적 복원성과 경사우력정의 계산 결과는 <그림 15>와 같다.

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Displacement (ton)	125.1	125.1	133.7	133.7
Draft at Amidship(m)	1.480	1.485	1.569	1.577
Draft at LCF(m)	1.542	1.542	1.615	1.615
Trim(m)	0.472	0.431	0.353	0.296
Heeling(deg.)	1.1	3.9	11.1	10.2
KB(m)	0.896	0.898	0.966	0.959
KG(m)	1.408	1.416	1.459	1.452
G ₀ M(m)	1.119	1.123	1.098	1.114
G ₀ M(m) 기준값	0.433	0.433	0.503	0.503
Judgment	만족	만족	만족	만족
경사우력정(m)	0.096	0.041	-0.123	-0.105
경사우력정(m) 기준값	0.071	0.071	0.066	0.065
Judgment	만족	불만족	불만족	불만족

<그림 15> 사례(Case)별 정적 복원성 계산 결과

4.3.7 사례별 정적 복원성을 계산한 결과, 초기 복원성을 판단하는 메타센터 높이(G₀M)의 경

우, 모든 경우에서 1.0미터 이상으로 계산되어 표준어선형 안전기준의 초기 복원성(G_0M) 기준값을 만족하는 것으로 나타났다.

4.3.8 다만, 표준어선형 안전기준의 경사우력정²⁷⁾ 기준에 있어서는 사례 1을 제외한 모든 사례에서 기준을 만족하지 못해 선박의 경사가 발생했을 때 원래 상태로 돌아오려는 복원력은 부족한 것으로 계산되었다.

4.3.9 특히 사고 발생 시 조건으로 가정된 사례 3과 4의 경우에는 선체가 이미 10도 이상의 경사가 발생한 상태이기 때문에 경사우력정 계산값이 음수가 나온 것을 확인할 수 있다.

4.3.10 사례 3과 4의 조건에서는 약 1톤의 해수가 적재될 때마다 약 1도씩 선체는 경사지는 것으로 계산되며, 이에 불워크 상단이 잠기는 경사 각도가 약 22도임을 고려할 때 약 22톤의 해수가 우현 측에 차 있게 된다면 우현 현단이 잠기게 되는 것으로 분석되었다.

4.4 선체 운동상태 분석

4.4.1 이 선박의 사고 당시 해상에는 풍랑주의보가 발효 중이었고 바람은 북서 방향에서 14 내지 16m/s로 불고 있었으며 유의파고는 2 내지 3미터로 추정된다. 또한, 이 선박은 침로 약 60도 내지 70도, 속력은 약 5 내지 6노트로 항해하고 있었다.

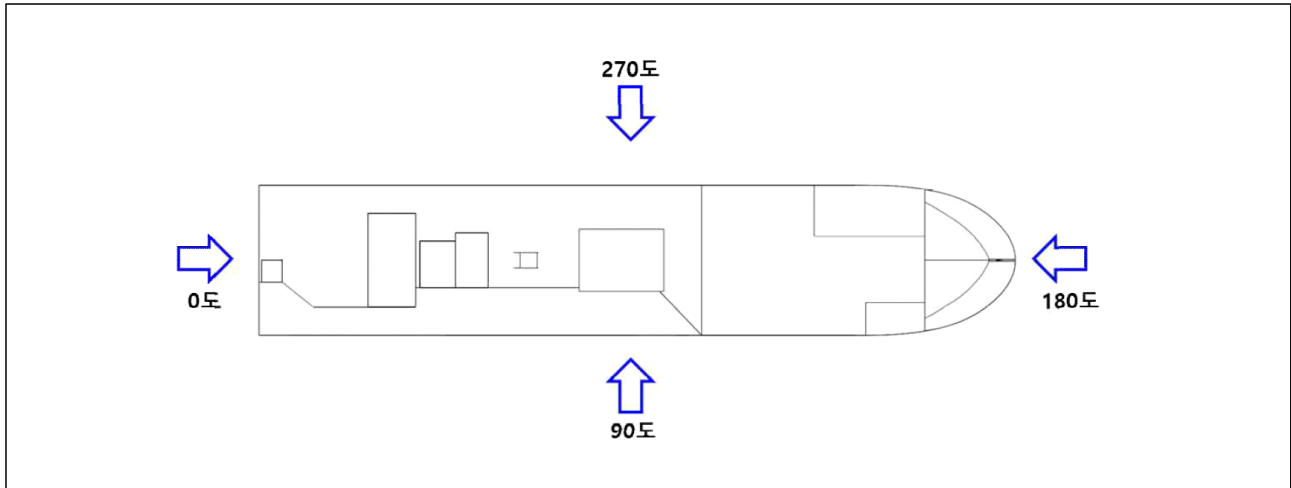
4.4.2 이 상황에서 사례 2의 적재상태를 적용한 선체 운동상태 분석 결과는 <그림 16>과 같으며 이때 선체에 작용하는 파향은 <그림 17>과 같다.

Wave direction (deg.)	유의파고 2m			유의파고 3m		
	Roll	Pitch	Heave	Roll	Pitch	Heave
0	8.82	2.15	0.25	13.23	3.23	0.37
330	10.11	2.21	0.28	15.17	3.32	0.41
300	11.11	1.77	0.32	16.67	2.65	0.48
270	11.19	0.68	0.39	16.80	1.03	0.59
240	6.77	1.62	0.37	10.16	2.44	0.56
210	8.35	2.12	0.31	12.54	3.18	0.47
180	9.60	2.17	0.28	14.41	3.26	0.43

<그림 16> 사례 2 조건에서의 선체 운동 분석 결과

27) 경사우력정(복원정, Righting arm, GZ)은 선체가 기울어졌을 때 무게중심(G)을 수직으로 내린선과 경심(M)과의 거리를 말하여 GZ가 길면 복원력이 좋고, GZ가 짧으면 복원력이 나쁘다.(한국선장포럼, 선박복원성실무, 2020, 4면)

4.4.3 사례 2 상황에서 선체는 우현 측으로 경사진 상태에서 좌현 측으로 파도를 맞는 상황으로 측면파(270도)와 선미사파(300도)를 받을 경우 횡동요(Roll)가 크게 나타났으며, 유의파고 2미터에서는 약 11도, 유의파고 3미터는 약 17도의 경사가 발생할 것으로 계산되었다.



<그림 17> 선체에 작용하는 파향(선미 000도, 선수 180도)

4.4.4 사례 2의 경우 정적 복원성 계산 시 우현 측으로 약 3.9도 기울어진 것으로 추정되었으며, 운동 해석 결과를 더하면 최대 약 21도까지 횡경사가 발생할 수 있을 것으로 계산된다.

4.4.5 방수구는 충분히 잠길 수 있는 9도 이상의 경사가 발생하여 선측 방수구를 통한 해수 유입이 발생되었을 것으로 유추된다.

4.4.6 방수구로 유입된 해수가 다시 방수구를 통해 모두 빠져나가지 못했다면 갑판에 고여 추가적인 횡경사를 발생시키는 요인으로 작용할 수 있으며, 이에 선측이 완전히 잠기는 22도 이상의 우현 경사도 발생할 수 있을 것으로 추정된다.

4.4.7 다음으로 사례 3에서의 운동상태 분석이다. 이 상황은 사고 발생 직전 선수가 약 220도 방향을 향하고 있을 때의 상황을 고려하였다.

4.4.8 이때 선체에 작용하였을 것으로 예상되는 파향의 범위는 0도 내지 60도이며, 당시 횡동요는 유의 파고 2미터에서 약 4 내지 7도, 유의파고 3미터에서 약 7도 내지 10도 발생하는 것으로 계산되었다.

4.4.9 사례 3 상황에서의 운동 상태를 분석한 결과는 다음 쪽의 <그림 18>과 같다.

Wave direction (deg.)	유의파고 2m			유의파고 3m		
	Roll	Pitch	Heave	Roll	Pitch	Heave
0	6.64	2.06	0.32	9.96	3.09	0.47
30	5.00	1.86	0.32	7.49	2.79	0.48
60	4.38	1.39	0.35	6.57	2.08	0.52
90	7.84	0.48	0.36	11.76	0.72	0.55
120	9.27	1.13	0.35	13.91	1.69	0.52
150	8.35	1.78	0.32	12.53	2.67	0.48
180	7.22	1.98	0.31	10.83	2.97	0.47

〈그림 18〉 사례 3 조건에서의 선체 운동 분석 결과

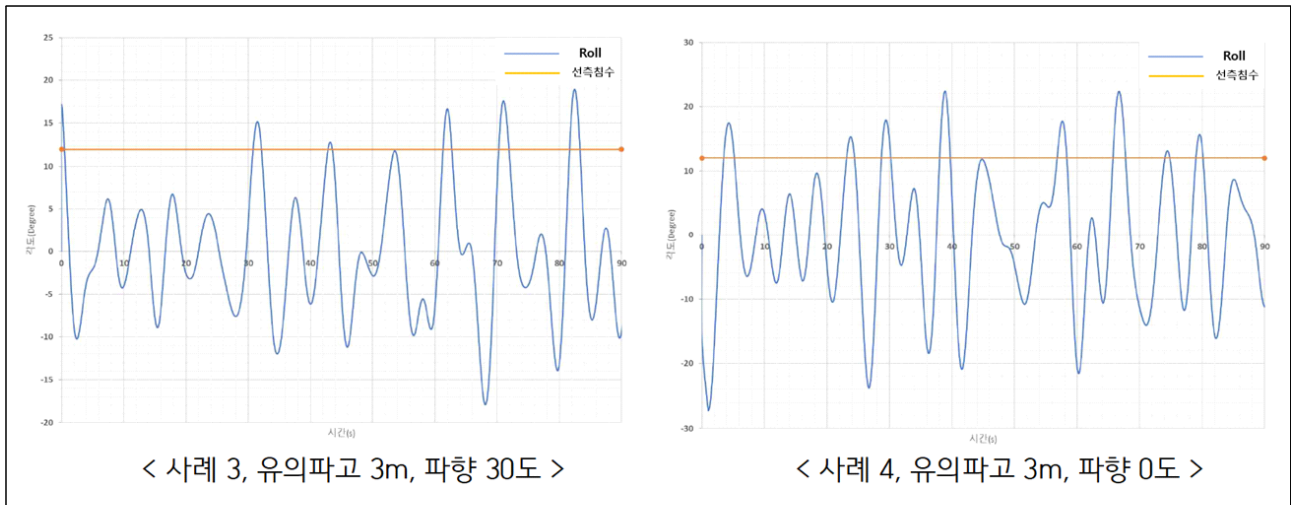
4.4.10 사례 3과 같은 사고 직전 상황에서 사례 4의 조건일 경우, <그림 19>와 같이 유의파고 2미터일 때 0도 내지 60도 파향에서 횡동요가 약 4도 내지 7도가 발생하였고, 유의파고 3미터에서는 약 6도 내지 10도가 발생하여 사례 3에서와 유사하게 나타났다.

4.4.11 선장이 선체 우현 통로에 해수가 차 있는 것을 발견한 2월 12일 19시 52분경 횡경사가 약 10도 내지 11도 생긴 상황에서, 사례 3과 사례 4의 운동 해석을 고려하면 선체의 횡경사는 최대 10도 이상이 더해져 선측 현단까지 해수면 아래로 잠기는 상황이 발생하며, 이에 선체는 침수되어 복원성을 잃으며 전복 상황에 이르렀을 것으로 추정된다.

Wave direction (deg.)	유의파고 2m			유의파고 3m		
	Roll	Pitch	Heave	Roll	Pitch	Heave
0	6.73	2.07	0.31	10.10	3.11	0.46
30	5.04	1.86	0.31	7.56	2.79	0.47
60	4.14	1.38	0.33	6.20	2.07	0.51
90	7.60	0.51	0.36	11.39	0.76	0.53
120	9.20	1.12	0.34	13.79	1.69	0.51
150	8.42	1.79	0.31	12.63	2.68	0.47
180	7.40	2.00	0.30	11.10	3.00	0.46

〈그림 19〉 사례 4 조건에서의 선체 운동 분석 결과

4.4.12 선체 횡경사를 시간 영역에 따라 해석한 <그림 20>을 살펴보면 유의파고 및 파향에 따라 선측이 완전히 침수되는 각도 이상의 횡동요가 빈번히 발생하는 것을 확인할 수 있다.



<그림 20> 사례 4 조건에서의 선체 운동 분석 결과

- 4.4.13 한편, 선장은 선체가 전복하기 약 2분 전 우현 측의 해수를 선외로 배출하려는 목적으로 급격히 좌현 전타하였으며 이에 선체는 좌현 측으로 반시계 방향으로 선회하게 된다.
- 4.4.14 선박이 항해 중 좌현 측으로 전타를 하게 되면 초기에는 좌현 측으로 선체가 기울어지는 내방경사가 발생하고 이후 원심력이 작용하면서 선회 방향의 반대편인 우현 측으로 기울어지는 외방경사가 발생하게 된다.
- 4.4.15 사고 당시 해상 상황 및 선체의 우현 경사를 고려하지 않은 정상적인 상황에서도 이 선박은 좌현으로 전타할 경우 약 1도 내외의 외방경사가 발생하며, 사고 당시 적재 상태 및 해상 기상 등을 고려할 경우 좌현 전타 시 우현 측으로 최대 약 5도의 외방경사가 발생할 수 있는 것으로 분석된다.
- 4.4.16 종합해 보면 이 선박은 출항 당시부터 우현 측으로 기울어진 상태로 정적 복원성이 좋지 않은 상태였고 이러한 상태는 해소되지 않았으며, 풍랑주의보가 내려진 악천후 해역을 항해하는 중 좌현 측에서 오는 바람과 파도를 맞아 우현 측으로 더 기울어지고 이에 우현 갑판 통로로 해수가 유입되었으며 우현 경사는 가중되었을 것으로 추정된다.
- 4.4.17 해수가 우현 측으로 계속 유입되는 상황에서 선장은 우현 측 해수를 내보내기 위해 조타기를 좌현 측으로 전타하였고 이로 인해 선체는 좌현 측으로 급격히 선회하였으며, 선회 반대편으로 발생한 외방경사는 우현 측으로의 경사를 더욱 악화시켜 선체는 침수되며 복원성을 상실하고 전복에 이른 것으로 분석된다.

4.5 연료유 등 적재 및 관련 설비 운용 부적절

- 4.5.1 이 선박은 통상 좌현과 우현에 위치한 청수 탱크와 선미에 있는 공소 등을 연료유 탱크처럼 사용²⁸⁾하였고, 선수 공소에는 청수를 싣고 계속 운항하였던 것으로 추정된다.
- 4.5.2 어선의 복원성을 확보하기 위해 「어선법」 제3조의2에서는 길이 24미터 이상의 어선의 경우 ‘어선복원성 및 만재흡수선 기준’에 따라 복원성 기준에 적합한지에 대하여 복원성 승인을 받도록 규정하고 있다.
- 4.5.3 ‘어선복원성 및 만재흡수선 기준’에서는 어선의 표준 재화상태와 그 밖에 필요한 상태에서의 중량·중심 및 트림과 횡요 주기, 액체의 자유표면 영향 등에 대하여 계산²⁹⁾하도록 하고 있으며, 이를 통해 선내 어느 구획에 연료유 또는 청수 등을 얼마나 실을 수 있는지와 실었을 때의 복원성이 계산되며, 이러한 값들은 복원성 계산서에 상세히 나와 있다.
- 4.5.4 그러나 이 선박에서는 승인되지 않은 구획에 연료유를 적재하여 선체의 복원성에 악영향을 주었고, 선체의 복원성 확보가 되지 않은 상태로 계속 운항했던 것으로 추정된다.
- 4.5.5 또한, 「어선법」 제21조에서 어선의 소유자는 어선의 설비 및 복원성 승인·유지 등에 관하여 정기검사 등을 받도록 하고 있고, 「같은 법」 제23조에서는 어선의 검사를 받은 이후에는 해당 어선의 선체·기관·설비 등을 임의로 변경하거나 설치하여서는 아니 되며, 정상적으로 작동·운영되도록 상태를 유지하도록 규정하고 있다.
- 4.5.6 그러나 이 선박은 청수 탱크에 연료유를 적재하여 운항하였고, 이 연료유를 주기관에 공급하기 위하여 승인받지 않은 밸브를 설치하였으며, 이 밸브는 관리가 되지 않아 누유가 발생하는 상태로 계속 운항하였던 것으로 유추된다.
- 4.5.7 또한 이 선박은 비어 있어야 할 선수 공소에는 청수를 싣고 선미 공소에는 연료유를 적재하였다. 선수와 선미의 공소는 좌·우현으로 구획된 탱크가 아니라 하나의 구획으로 이루어져 있는 등 상대적으로 큰 자유표면효과를 발생³⁰⁾시켜 복원성에 악영향을 주게 된다.

28) 선미 공소와 청수 탱크를 원래 연료유를 싣고 다니는 구획으로 생각하여 계속 연료유를 싣고 사용해 왔다고 관련 선원 및 관계자 진술

29) ‘어선복원성 및 만재흡수선 기준’ 제2장 복원성 시험 및 계산

30) 선체의 초기 복원력을 약 0.12미터 감소시키는 것으로 계산

4.5.8 이와 같이 승인되지 않은 곳에 연료유 및 청수를 신고, 부적절한 운용 설비를 설치하고 선박을 운항하는 것은 그 자체로 선체 복원성 및 안전을 심각하게 저해하는 행위이며, 이번 사고의 경우 선체의 우현 경사를 유발하여 전복사고의 근본적인 원인으로 작용하였다.

4.6 항해 기본 수칙 미준수

4.6.1 선박이 항해 중 기상 정보를 확인하는 것은 항해의 편의 및 효율 증진뿐만 아니라, 바람이나 파도와 같은 외력이 선체에 미칠 수 있는 영향을 미리 확인하고 대처하여 해상에서 선원과 선박의 안전을 지킬 수 있는 중요한 사항이다.

4.6.2 특히 어선은 크기가 작고 복원 성능이 기상 변화에 민감하게 반응하므로 풍랑주의보 발효 여부 및 악천후 등 해상 상태를 미리 확인하여야 피항지와 피항법을 확인하고, 선내 유동 물체를 고정하는 등 안전 항해에 대비³¹⁾할 수 있다.

4.6.3 해상 기상정보 확인의 중요성을 반영하여 「선원법」 제7조 및 「같은 법」 시행령 제4조에서는 출항 전 항해와 관련한 기상 및 해상 정보를 선장이 점검하도록 규정하고 있다.

4.6.4 이 선박이 성산포항으로 회항을 결정하고 이동했을 때는 2025년 2월 12일 18시 22분경이었으며, 당시 항해가 예상되는 제주도남부앞바다에는 2025년 2월 12일 14시를 기해 이미 풍랑주의보가 발효되어 있던 상태였다.

4.6.5 그러나 이 선박은 항해를 시작하기 전 해상 기상정보 확인을 소홀히 하여 항해가 예정된 해상에 풍랑주의보가 내려진 사실을 인지하지 못하였다³²⁾.

4.6.6 한편, 이 선박은 앞서 살펴본 것처럼 서귀포항을 출항할 때부터 우현 경사가 존재하고 있었고, 어로 작업 후 성산포항으로 회항을 결정하고 항해를 시작했을 시에도 우현 경사가 존재하였을 것으로 추정되며, 이후 항해 중에도 좌현 측에서 오는 강한 바람과 파도를 지속적으로 맞고 항해하였기에 우현 경사는 가중되었을 것으로 유추된다.

4.6.7 또한 우현 갑판 통로에 현측 불워크의 절반 정도의 해수가 찼다는 것은 이미 방수구가 잠기는 9도 이상의 기울기가 상당 시간 계속되었으며, 선장이 우현 통로에 해수가 차 있는

31) 스스로 지키는 어업인 안전조업수칙(해양수산부, 수산업협동조합 중앙회)

32) 관련 선원 진술

것을 확인하고 바로 좌현 측으로 전타했다는 점에서 선체의 기울기는 이미 위험을 느낄 정도로 큰 상태였을 것으로 추정된다.

4.6.8 선장은 선원과 선박의 안전 확보를 위해 출항 전 선체의 기울기 여부 등 복원성 및 선체의 감항성에 문제가 없는지를 관련 규정³³⁾에 따라 확인하여야 한다.

4.6.9 또한, 항해 중에도 선체로의 해수 유입 및 이로 인한 기울기 변화 여부 등 선박의 복원성 및 안전 확보³⁴⁾를 위해 필수적인 경계를 소홀히 해서는 안 될 것이다.

4.6.10 그러나, 선장은 출항 전 선체가 기울었다는 사실을 인지하고도 이를 시정하지 않고 출항하였고, 항해 중 선체가 우현으로 충분히 기울어져 있을 것으로 추정되는 상황에서도 선체의 기울기가 크게 문제가 없다고 스스로 판단³⁵⁾하였으며, 우현 갑판 통로에 해수가 불워크의 절반 정도 차 있는 것도 사고 직전에 가서야 인지하였다.

4.6.11 이 선박은 이와 같이 선체의 복원성 확보를 위한 시정 조치 미 실시 및 기초적인 경계 소홀로 인해 선체의 우현 경사를 바로 잡지 못했고, 비상 조치 및 대응을 통해 전복 사고를 막을 수 있는 시간적 여유를 확보하지 못했던 것으로 유추된다.

4.7 선체 경사 중 조타기 사용 부적절

4.7.1 이 선박은 2025년 2월 12일 19시 50분경 선체 우현에 유입된 해수를 선외로 배출하기 위해 침로 방향을 약 060도에서 좌현 측으로 약 300도까지 변침하였다.

4.7.2 통상 선박이 침로 변경 및 방향 전환 등 선회를 위해 조타기의 방향을 돌리면 조타기 지시 방향대로 선체가 잠시 기울어지는 내방경사가 발생하고, 이후 선체가 선회를 시작하면 조타기 지시 방향의 반대로 기울어지는 외방경사가 발생하게 된다.

4.7.3 이번 사고에서 선박이 전복하기 전 선체는 우현 측으로 약 20도 이상 기울어진 상태인 것으로 추정되며, 이 상태에서 갑작스러운 좌현 변침은 최대 5도까지의 외방경사를 유발하여 선체의 우현 경사를 가중시키는 것으로 계산³⁶⁾된다.

33) 선원법 제7조(출항 전의 검사·보고의무 등)제1항

34) 어선법 제3조의2(복원성 승인 및 유지)제3항, 승인받은 복원성 기준에 따라 복원성을 유지하여야 하도록 규정

35) 선체의 경사 유무를 항해 경험 등을 통해 스스로 판단하였다고 선장 진술

36) 어선 제2066재성호 전복 시뮬레이션 용역(중소조선연구원, 2025.11.)

- 4.7.4 부적절한 조타기 사용으로 외방경사를 유발하여 발생한 전복 사고는 종종 발생하고 있다. 지난 2020년 발생한 A 어선 사고의 경우를 살펴보면, 이 어선은 조업을 마치고 약 9노트의 속력으로 항해 중이었고 갑판 상 그물을 우현 측에 편중되어 실어 선체가 우현 측으로 경사된 상태였다.
- 4.7.5 당시 이 어선의 선장은 선체가 우현 측으로 기울어진 것을 바로 잡고자 좌현 측으로 변침을 시도하였고, 이는 외방경사를 발생시켜 우현 경사를 심화시키는 결과를 초래하여 선체는 복원력을 상실하고 우현 측으로 전복되었다.
- 4.7.6 이번 사고의 경우에도 이 선박의 선장은 우현 경사가 있는 상태에서 좌현으로 변침할 경우 외방경사로 인해 선체가 우현 측으로 더 경사되는 것을 인지하지 못한 상태에서 좌현 측으로 전타하였다.
- 4.7.7 이러한 조타기의 부적절한 조작으로 발생한 외방경사는 이미 우현 측으로 많이 기울어져 있는 선체를 우현 측으로 더 기울어지게 하였고, 이는 전복 사고의 간접적인 원인으로 작용하였다.

section

5

결론

5. 결론

- 5.1 이번 사고는 제2066재성호가 우현 측으로 기울어져 선체의 복원성이 저하된 상태에서 좌현 측에서 바람과 파도를 맞으며 악천후 해역을 항해 중 우현 측으로 해수가 유입되어 경사가 심화되었고, 조타기를 급작스럽게 좌현으로 전타하여 발생한 외방경사가 우현 경사를 가중시키는 영향 등이 복합적으로 작용하여 발생한 것으로 추정된다.
- 5.2 선체 운동상태 분석 결과, 사고 발생 당시 이 선박은 우현 측 갑판 통로에 해수가 불워크의 약 절반 정도 차 있어 약 10도 내지 11도의 횡경사가 발생한 상황에서, 파도 등 외력의 영향으로 경사가 더해져 약 16도 내지 21도로 기울어진 상태가 되는 것으로 나타났다.
- 5.3 아울러 선체의 우현 경사가 심화되며 우현 측 방수구가 해수면에 잠기는 상태가 되는 것으로 분석되며, 유의파고 및 파향에 따라 선측이 완전히 침수되는 각도 이상의 횡동요가 빈번히 발생하는 것으로 확인되었다.
- 5.4 이 선박은 청수 탱크 등 승인받지 않은 구획에 연료유를 적재하여 복원성에 악영향을 주었고, 우현 청수 탱크를 연결하는 밸브는 누유가 발생하여 우현 청수 탱크로 연료유가 유입될 수 있는 상태였던 것으로 추정된다. 이러한 부적절한 연료유 적재 및 운용은 선체의 우현 경사를 발생시켜 전복 사고가 발생하는 근본적인 원인으로 작용하였다.
- 5.5 이 선박은 항해가 예정된 해상에 풍랑주의보가 내려진 사실을 확인하지 못했고, 선체가 기울어진 상태에서 출항하였으며, 선체가 우현 측으로 기울어져 갑판 통로에 해수가 절반 정도 찰 때까지 인지하지 못하는 등 항해의 기본적인 수칙 준수에 소홀하였다.
- 5.6 또한, 이 선박은 우현 측으로 경사가 심해진 상황에서 조타기를 좌현 측으로 전타하여 사용할 경우 선체를 우현 측으로 더 기울어지게 하는 외방경사가 발생함을 인지하고 조타기를 조작하여 선체 안전을 확보해야 했으나 그렇게 하지 못했다.

section

6

교훈사항

6. 교훈사항

6.1 승인받지 않은 구획에 연료유 등 적재 금지

- 6.1.1 선장 및 기관장은 청수 탱크 등 승인받지 않은 구획에 연료유를 싣고 사용하는 행위는 단순한 관리 소홀이 아니라 선박의 감항성을 손상시키고 선체 전복 사고의 원인이 될 수 있다는 것을 인식하고 승인받은 연료유 탱크에만 연료유를 적재하고 운용해야 할 것이다.
- 6.1.2 아울러, 청수 탱크 및 공소 등을 다른 목적으로 사용하거나 구조를 변경하고자 할 경우에는 관련 절차에 따른 승인을 받아야 할 것이며, 이에 따른 밸브 등 관련 장비를 설치한 후에는 철저히 관리하여 누유 등이 발생하지 않도록 조치해야 할 것이다.
- 6.1.3 어선소유자는 승인받지 않은 구획에 연료유를 싣는 행위가 발생하지 않도록 선장 및 기관장 등 관련 선원을 주기적으로 교육하고, 각 구획이 승인받은 대로 운용되고 있는지 선내 방선 시 철저히 점검하여 어선의 안전을 확보해야 할 것이다.

6.2 항해 기본수칙 준수 철저

- 6.2.1 선장은 항해가 예정된 해역의 풍랑주의보 발효 현황 등 기상정보를 미리 확인하지 않을 경우, 악천후 대비를 할 수 있는 시간적 여유를 확보하지 못하게 되어 자칫 대형 사고로 이어질 수 있음을 인식하고 반드시 해상 기상정보를 확인해야 할 것이다.
- 6.2.2 선장은 출항 전 선체의 기울기 여부 등 복원성 및 선체의 감항성에 문제가 없는지 확인하고 항해 중에도 선체로의 해수 유입 확인 및 기울기 변화 등 선박의 복원성을 지속적으로 확인하여 선박의 안전한 운항을 위한 경계를 늦추지 말아야 할 것이다.
- 6.2.3 아울러, 항해 중 선체의 경사가 발생하였을 때는 무리하게 항해를 계속하지 말고, 정선 또는 저속으로 조심히 항해하면서 경사가 발생한 원인을 찾아 이를 해결하고 항해를 재개해야 할 것이다.

6.2.4 어선소유자 및 관련 교육기관에서는 항해가 예정된 해역의 해상 기상정보 확인, 선체 기울기 및 갑판 상으로의 해수 침입 여부 점검 등과 같은 항해의 기본적인 수칙들이 지켜지지 않을 경우, 이번 사고와 같은 전복 사고로 이어질 수 있다는 점을 인식하고, 항해 기본 수칙 준수 중요성에 대한 교육을 강화해야 할 것이다.

6.3 침로 변경 등 조타기 사용 시 외방경사 발생 숙지

6.3.1 선장과 항해사는 선박이 침로를 변경하는 등 타를 사용할 경우 일반적으로 내방경사 후 외방경사가 발생하고 내방경사보다는 외방경사가 더욱 크게 발생함을 인지하고 타를 사용함에 있어 주의해야 할 것이다.

6.3.2 아울러, 선박이 조종 성능을 유지할 수 있는 속력까지 감속하고, 급격한 전타보다는 타각을 조금씩 사용하는 것이 외방경사를 줄이는³⁷⁾ 방법임을 유념하여 선박을 조선했어야 할 것이다.

6.3.3 어선소유자 및 관련 교육기관에서는 선체가 우현 측으로 기울어진 상태에서, 좌현 측으로 전타할 경우 이번 사고와 같이 외방경사의 작용으로 우현 측으로 더욱 기울어져 전복 위험성이 높아짐을 인식하고, 선장과 항해사에게 선체 경사 시 조타술에 대한 교육을 지속적으로 실시하는 등 사고 재발 방지를 위해 노력해야 할 것이다.

37) 외방경사는 선속의 제곱에 비례하고 선회 반경에 반비례하여 발생

section

7

권고

7. 권고

7.1 연료유 등 적재 및 운용 실태 관리 · 감독 강화

7.1.1 해양수산부는 어선들이 반드시 승인된 연료유 탱크에만 연료유를 적재하고 운용할 수 있도록 이번 사고 교훈을 어선 소유자와 선장들에게 교육시키는 한편, 어선들이 선체 구획을 해당 용도에 맞게 사용하고 있는지 적재 상태를 현장 점검하는 등 재발 방지를 위한 조치를 시행할 필요가 있다.

7.1.2 선박검사를 수행하는 기관에서는 승인받지 않은 구획에 연료유가 적재되는 일이 없도록 어선 검사 시 청수 탱크, 공소 등 선내 구획의 적정 사용 여부를 확인하고 검사 항목에 반영하는 등 재발 방지 방안을 검토하여 시행할 필요가 있다.

7.2 항해 기본수칙 및 조타기 사용 시 주의사항 교육 강화

7.2.1 해양수산부는 출항 전 항해 예정 해역에 대한 기상정보의 확인, 선체 기울기 및 해수 유입 여부 점검 등 선원과 선박의 안전을 위한 항해 기본수칙 교육을 실시하고, 이와 관련한 안내 자료를 제작하여 배포하는 등 재발 방지 조치를 시행할 필요가 있다.

7.2.2 또한, 조타기 사용 시 외방경사 발생으로 인한 선체 경사 발생 등의 주의사항을 일선 어선 선장과 항해사에게 교육하여 숙지하도록 하고 이와 관련한 안내 자료를 제작하여 배포하는 등 재발 방지 조치를 시행할 필요가 있다.



해양수산부

중앙해양안전심판원