

사고를 통해 배우는 해양안전

—
2019년 주요 해외 해양사고 교훈사례집

LESSONS
LEARNED FROM
MARINE SAFETY
INVESTIGATION
REPORTS



해양수산부
중앙해양안전심판원

과거를 통해 현재를 바꿉니다

크고 작은 해양사고는 매년 발생합니다.

우리가 조금만 주의를 기울이면

해양에서 일어나는 사고를 줄일 수 있습니다.

2019년도 주요 해외 해양사고 교훈사례집은

부주의로 인해 일어난 해양사고를 모았습니다.

사고 없는 안전하고 깨끗한 바다, 함께 만들어 갑시다



사고를 통해 배우는 해양안전

LESSONS LEARNED
FROM MARINE SAFETY
INVESTIGATION
REPORTS

CONTENTS

[1. 폭발]	화학제품운반선 용접 작업중 폭발로 선원 사상	12
[2. 충돌]	유조선과 벌크선 충돌로 유조선 화재·침몰 및 전원 사망	14
[3. 화재]	화물선 화물창에 화재 발생하여 선박 전손	16
[4. 좌초]	화물선이 태풍으로 인해 방파제에 좌초·전손	18
[5. 침수 및 좌초]	일반화물선 기관실 침수로 침몰	20
[6. 전복 및 침몰]	시멘트운반선 기상악화로 전복	23
[7. 화재]	준설선 수리 작업 중 화재발생하여 선원 사망	26
[8. 추락]	병커유 호스 분리작업 중 선원 추락	28
[9. 전복]	선박 접근 시 발생하는 너울과 흡인력 등으로 라인보트 전복	30
[10. 추락]	갑판원이 부두로 추락	32
[11. 추락]	고공추락으로 선원 사망	34
[12. 충돌]	상선과 어선 충돌 후 좌초 및 인명피해 발생한 사고	36



[1. EXPLOSION]	Explosion in tank, causing fatality	40
[2. COLLISION]	Collision resulting in fire, sinking and multiple fatalities	42
[3. FIRE]	Fire in a cargo hold and total loss	44
[4. GROUNDING]	Grounding and total loss	46
[5. FLOODING AND FOUNDERING]	Engine-room flooding and foundering	48
[6. CAPSIZE AND SINKING]	Capsize and sinking with loss of lives	51
[7. FIRE]	Engine-room fire resulting in one fatality	54
[8. FALL OVERBOARD]	Crew member dies when falling overboard onto bunker barge	56
[9. CAPSIZE]	Capsizing due to hull-to-hull interaction	58
[10. FATALITY]	Crew member falling overboard onto wharf below	60
[11. FALL FROM HEIGHT]	Very serious marine casualty	62
[12. COLLISION WITH FISHING VESSELS]	Collision between merchant ships and fishing vessels resulting foundering and fatalities	64

[제작 배경]

국제해사기구(IMO)는
해상안전과 해양환경보호를 위하여
IMO협약과 관련법규의 실질적인 시행을 확보하고자
매년 협약이행전문위원회 (Sub-Committee on
Implementation of IMO Instruments)를 개최

해양안전심판원은
협약이행전문위원회에 정부대표단으로 참가하여
IMO에 제출된 사고 조사보고서에 대한
분석 작업반으로 활동
작업반에서 선정된 주요 해외 해양사고 교훈사례(12건)을
책자로 제작·배포하여 유사사고를 예방하고
경각심을 제고하고자 함

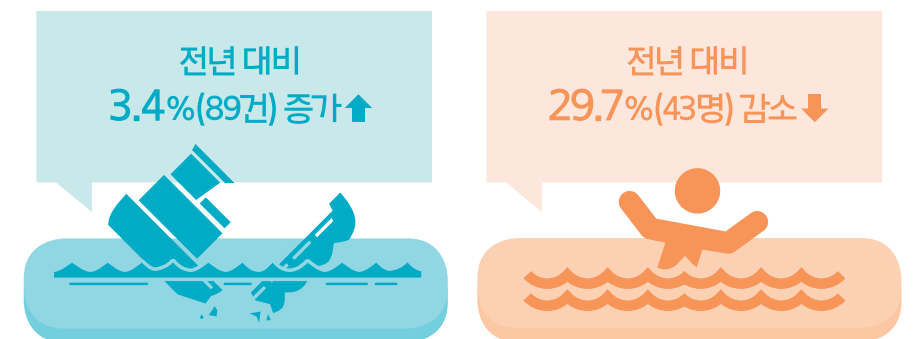


해양사고 통계

[총괄]

2018년 해양사고
총 **2,671**건

사망·실종 인명피해
102명



☑ 수년간 급증하던 해양사고 발생 추세가 약화되어 2018년 사고증가율(3.4%)은 2013~2017년 연평균증가율(24%) 대비 감소

* 지난 5년 사고증가율(연평균 24%) : 2013년 1,093건 → 2014년 1,330건(21.7%)
→ 2015년 2,101건(58.0%) → 2016년 2,307건(9.8%) → 2017년 2,582건(11.9%)

☑ 2015년 이후 지속적으로 증가한 인명피해(사망·실종)는 3년 만에 감소

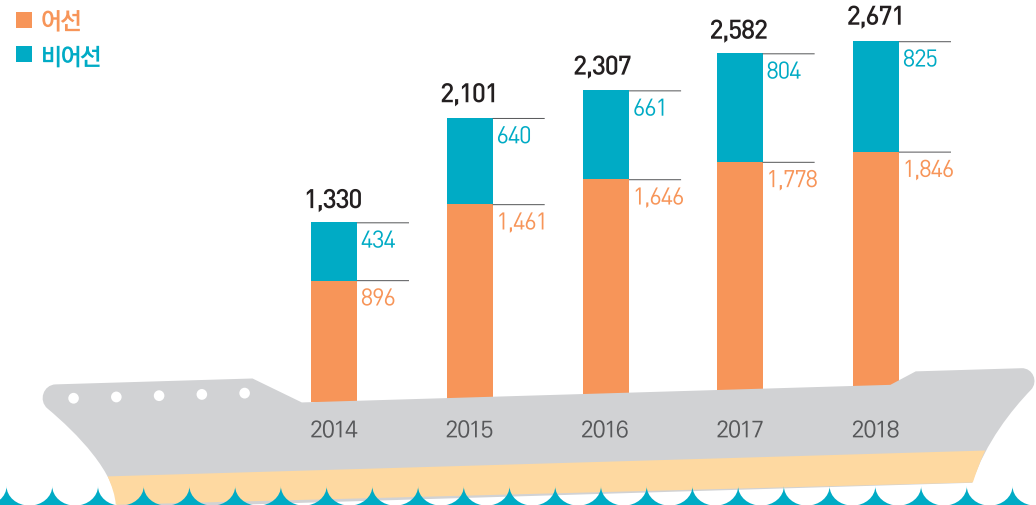
* 인명피해 추이 : (2015)100명 → (2016)118명 → (2017)145명 → (2018)102명

☑ [어선] 총 1,846건(전체의 69.1%)으로 전년 대비 3.8%(68건) 증가, 인명피해(사망·실종)는 89명으로 11.0%(11명) 감소

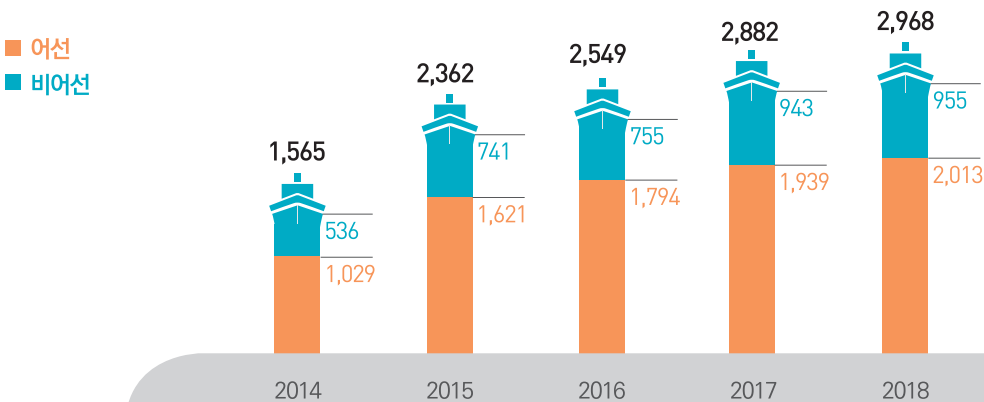
☑ [비어선] 총 825건(전체의 30.9%)으로 전년 대비 2.6%(21건) 증가, 인명피해(사망·실종)는 13명으로 71.1%(32명) 감소

[최근 5년간 해양사고 발생 현황]

해양사고 건수
(단위 : 건)

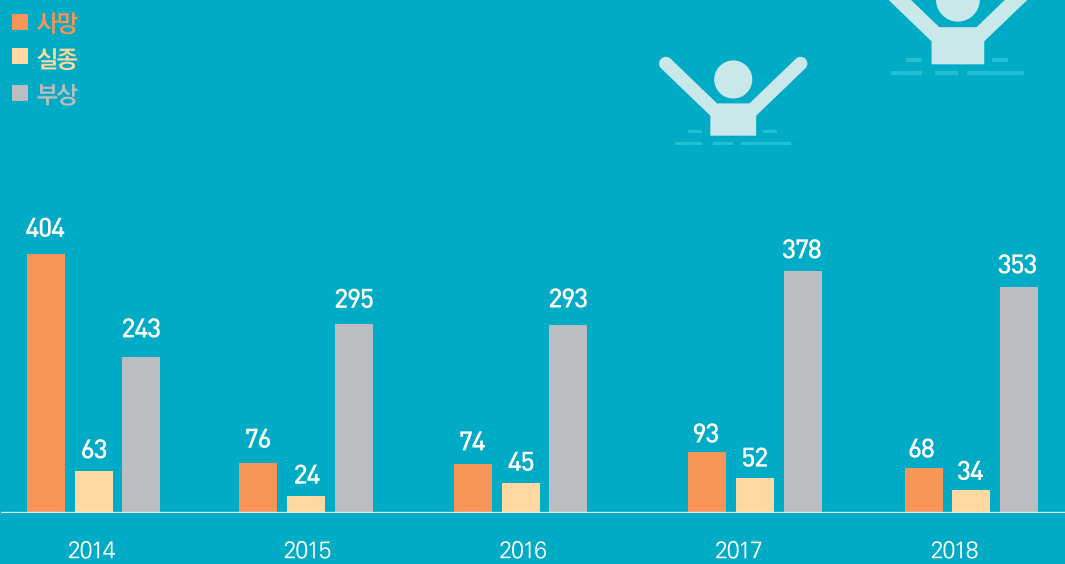


해양사고 척수
(단위 : 척)

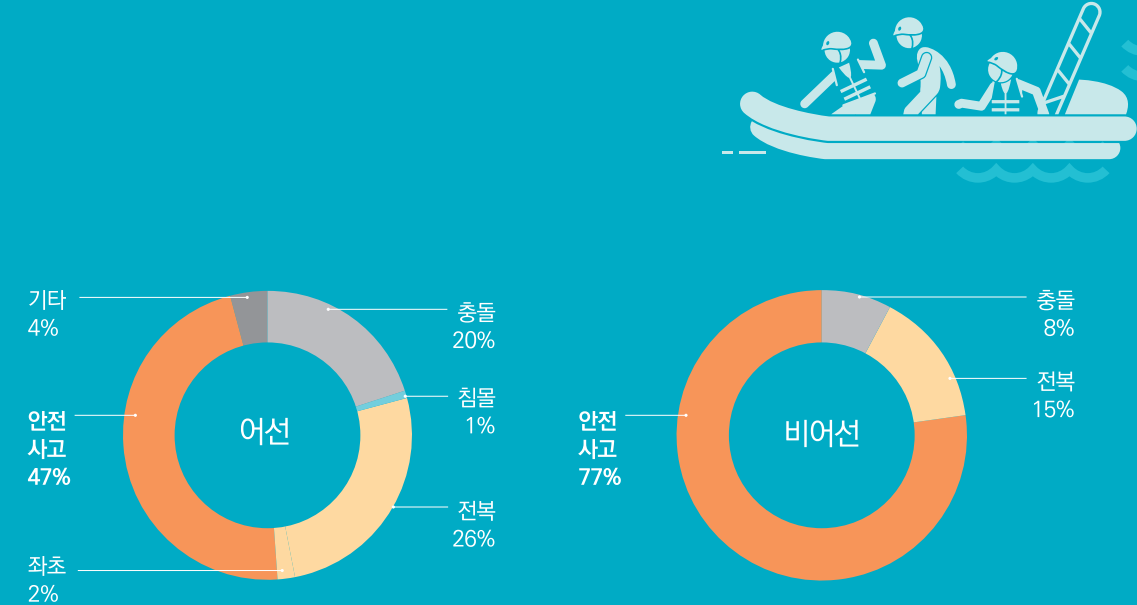


[최근 5년간 인명피해 현황]

(단위 : 명)



[2018년 사고유형별 인명피해 현황]



사고를 통해 배우는 해양안전



2019년
주요 해외
해양사고
교훈사례집

—
LESSONS LEARNED
FROM MARINE SAFETY
INVESTIGATION
REPORTS





[1. 폭발]

화학제품운반선 용접 작업 중
폭발로 선원 사상



사고 개요

700GT급 화학제품운반선이 기유 화물을 하역했다. 선박은 다음 항구로 이동 중 탱크 청소 작업을 하고 있었다. 탱크 청소 전 화물 탱크와 펌프에 대해 플러싱(flushing) 작업을 실시하지 않았고, 기관장은 탱크 청소와 동시에 화물 탱크 중 하나의 송풍관을 용접했다. 용접으로 인해 송풍관의 화물 증기에서 발화가 일어났고 화물 탱크에서는 폭발이 발생했다. 기관장을 포함해 근처에서 작업 중이던 선원 세 명이 부상을 입었고, 기관장은 폭발로 인해 사망했다.

사고 원인

- 탱크 청소를 시작하기 전 선원들은 화물 탱크와 펌프에 대한 플러싱 작업을 실시하지 않았다. 탱크 청소 중에 화물 펌프에 남아있던 기유가 화물 탱크로 분사된 것으로 보이며 송풍관의 공기 중에 떠다니다 증발했다. 이어 송풍관에 대한 용접이 진행될 때 이 유증기가 발화하여 폭발을 일으켰다.
- 회사의 안전관리시스템에 탱크 청소를 하기 전 먼저 실려 있던 화물을 제거하기 위해 플러싱 작업을 하도록 하는 절차가 없었다.
- 회사의 안전관리시스템에 따른 고열 작업 절차를 준수하지 않았다. 기유의 발화점이 높고 용접 지점이 크지 않으며 작업을 신속하게 마칠 수 있다는 판단에 따라, 탱크 청소 작업 중 용접하는 것이 위험하다는 2등기관사의 조언을 무시했다. 탱크 청소 작업을 고려할 때의 위험에도 불구하고 선상의 어떤 선원도 해당 작업을 중단시키지 않았다.

사고를 통해
얻은 교훈



- ✓ 탱크 청소 전 화물 탱크 등의 플러싱 작업은 석유화학 제품 하역 후 탱크를 청소할 때 작업 절차의 일부로 진행되어야 한다.
- ✓ 화물 펌프를 환기하는 환기 라인을 준비한 후에는 가스 배출 작업을 진행하도록 선원들에게 지침을 내려야 한다.
- ✓ 고열 작업 절차는 선박과 선원들의 안전을 위해 반드시 준수해야 한다.
- ✓ 위험을 최소화하기 위한 위험 평가를 제대로 실시하지 않은 경우 어떠한 작업도 진행되어서는 안 된다.
- ✓ 위험한 상태, 행동, 실수, 누락 또는 바람직하지 못한 결과를 초래할 수 있다는 사실에 대한 이해 부족에 대해 인식한 선원이 있는 경우, 그 선원은 시간이 있는 경우에는 선장 및 안전 관리 항해사와 함께, 시간이 없다면 혼자서라도 해당 작업을 중단시키기 위한 조치를 취해야 한다.

교훈 대상 ① 선원 ② 선주 및 선박운항자



[2. 충돌]

유조선과 벌크선 충돌로 유조선 화재 · 침몰 및 전원 사망



사고 개요

85,000GT급 유조선과 40,000GT급 벌크선이 늦은 저녁 시간 충돌했다. 유조선은 100,000MT 콘덴세이트를 싣고 북쪽으로 항해 중이었고, 벌크선은 유조선 우현 선수 쪽에서 남서쪽 항로로 항해하고 있었다. 벌크선에 선수 부분이 유조선 2번과 3번 밸러스트 탱크 우현 선체와 충돌해 화물탱크가 파손됐다. 그로 인해 콘덴세이트에 불이 붙어 선상에서 폭발이 생겼다. 유조선은 침몰하고 선원 32명 전원 사망했다. 불타는 유조선에 끼어 벌크선은 선실과 구조체가 광범위하게 손상됐다. 두 선박 모두 3등항해사가 숙련 갑판원의 도움을 받아 견시하며 항해 중이었다. 벌크선 3등항해사는 충돌 전 1등항해사에게 견시 역할을 막 인계 받았고, 유조선 항해사는 상황을 잘못 인식한 것으로 보인다.

사고 원인

- 유조선의 견시 항해사는 벌크선이 작은 배라고 생각했고 크기가 더 작은 쪽의 배가 유조선 같은 큰 선박에게 길을 내주어야 한다고 판단한 것으로 보인다. 유조선의 항해사는 견시 항해사의 조언에도 불구하고 아무런 조치를 취하지 않았다.
- 벌크선의 견시팀은 충돌 순간까지 유조선의 존재를 인식하지 못했고 유조선이 보낸 플래시 신호도 보지 못했다. 그들은 충돌 방지 수단으로 AIS에만 의존했다. 벌크선의 선교 견시 인수인계 절차가 적절하지 못했다.
- 두 선박 모두 시각 및 청각뿐만 아니라 적절한 모든 수단을 이용해 적절한 견시를 유지해야 한다는 COLREGS 5조의 요건을 준수하지 않았으며, 상황과 충돌 위험에 대해 충분히 평가하지 않았다. 두 선박 모두 충돌 위험이 존재하는지 판단하기 위해 주어진 상황에 적절한 모든 수단을 사용해야 한다는 COLREGS 7조의 요건을 준수하지 않았다.
- 또한 두 선박이 서로 교차하는 상황에서 COLREGS 16조(양보 선박의 조치 - 유조선)와 17조(대기 선박의 조치)도 준수하지 않았다.

사고를 통해 얻은 교훈



- ✓ 모든 선박은 충돌 위험을 평가하기 위해 이용 가능한 모든 수단을 사용하고 COLREGS에서 요구하는 **적절한 충돌 방지 조치**를 취해야 한다.
- ✓ AIS만을 사용해 충돌 위험을 평가해서는 **안된다**. 추측과 부족한 정보를 근거로 의사 결정을 하지 않도록 조직적인 감시를 위한 **레이더 장치**를 사용하는 것이 중요하다.
- ✓ 항해의 안전은 선박의 안전을 위해 견시 항해사의 가장 중요한 책임이 되어야 하며, 주위 선박들의 이동 상태를 고려해야 한다.
- ✓ 회사들은 상급 항해사들이 정보나 의견을 무시할 때 선원들이 자유롭게 의견을 말하고 우려 사항을 제기할 수 있도록 장려해야 한다.



교훈 대상

① 선원 ② 선주 및 선박운항자



[3. 화재]

화물선 화물창에 화재 발생하여 선박 전손



사고 개요

선장과 10명의 선원이 타고 있는 2,000GT급 화물선이 폐금속과 기타 고철을 정박지에 하역하려고 기다리고 있는데 화물창에서 화재가 발생했다. 진화 작업 중 선박이 좌초해 전손되었다. 기름이 유출됐으나 사망자나 부상자는 없었다.

사고 원인

- 물 분사를 이용한 진화 작업이 효과가 없었고 선박의 이산화탄소 소화 시스템을 사용한 적절한 진화 방법을 사용하지 않았기 때문에 화물창에 선적되어 있던 고철에서 발생한 화재가 확산되었다.
- 선장은 이산화탄소 소화 시스템 사용을 고려하지 않았다. 선장은 화물창 화재 발생에 대비한 소방 훈련 경험이 없었고, 효과적인 진화 방법에 관해 선박과 선주 간에 정보 공유가 이루어지지 않았다.
- 분사된 물은 고철의 표면에 막혀 화재의 진원지까지 이르지 않았다. 금속 물체, 배터리 또는 유사한 물건 사이의 접촉으로 발생한 불꽃에서 화재가 발생했고 인화성 물질을 발화시켰을 가능성이 상당히 크다.

사고를 통해 얻은 교훈

- ✓ 선장은 사전에 화물의 특성에 따라 적절한 진화 방법을 고려, 결정하고 이 정보를 항만 작업 회사에 전달하여 항만 작업 회사와의 논의를 통해 **적절하고 효율적인 진화 시스템**을 철저하게 도입해야 한다.
- ✓ 선장은 고철 더미 내에서 발생한 화재 진화 방법에 관해 다음 사항을 충분히 고려해야 한다.
 - 물 분사를 통한 진화 작업은 분사된 물이 고철 표면에 막혀 화재 진원지까지 닿지 않을 수 있기 때문에 효과가 없을 수 있다.
 - 절연 물질과 그 밖에 비중이 낮은 인화성 물질은 지속적인 물 분사로 화물창의 수위가 높아져도 불에 타고 있는 상태로 떠 있으면서 수면에서 계속 탈 수 있다.
 - 이산화탄소 소화 시스템을 이용한 진화 작업이 효과적이다.
 - 선박에 화물창이 여러 개 있는 경우, 화재가 발생한 곳 이외의 다른 화물창의 해치 커버를 즉시 닫고 폐쇄하는 등의 조치를 취해 불이 번지는 것을 막아야 한다.
- ✓ 선장은 진화 담당 조직에게 선박에 설치되어 있는 **소방 장비**에 대한 정확한 정보를 제공해야 한다.
- ✓ 선주는 상기 설명한 조치를 확실하게 시행하도록 선장들에게 철저한 지침을 제공해야 하며 해당 조치에 따라 교육을 실시해야 한다.
- ✓ 선주는 또한 선박에 설치되어 있는 진화 장비를 확인하고 적절한 진화 방법을 이해하여 선박에 **적절하고 효율적인 진화 시스템**을 도입해야 한다.
- ✓ 진화 담당 조직은 고철 운반 선박에서의 화재의 특징을 고려해 보다 효과적인 진화 방법을 연구해야 한다.
- ✓ 선장과 선주는 기름 유출의 위험이 있을 때마다 **환기구 폐쇄 및 오일 펜스 설치 등 기름 확산 방지**를 위해 가능한 신속하게 조치를 취해야 한다.
- ✓ 선박에서 기름 유출의 위험이 있을 때마다 항만 관리 기관에서는 선장과 선주가 취한 기름 확산 방지 조치를 고려하고, 필요한 경우 오일 펜스 설치 등의 조치를 가능한 빨리 시행해야 한다.

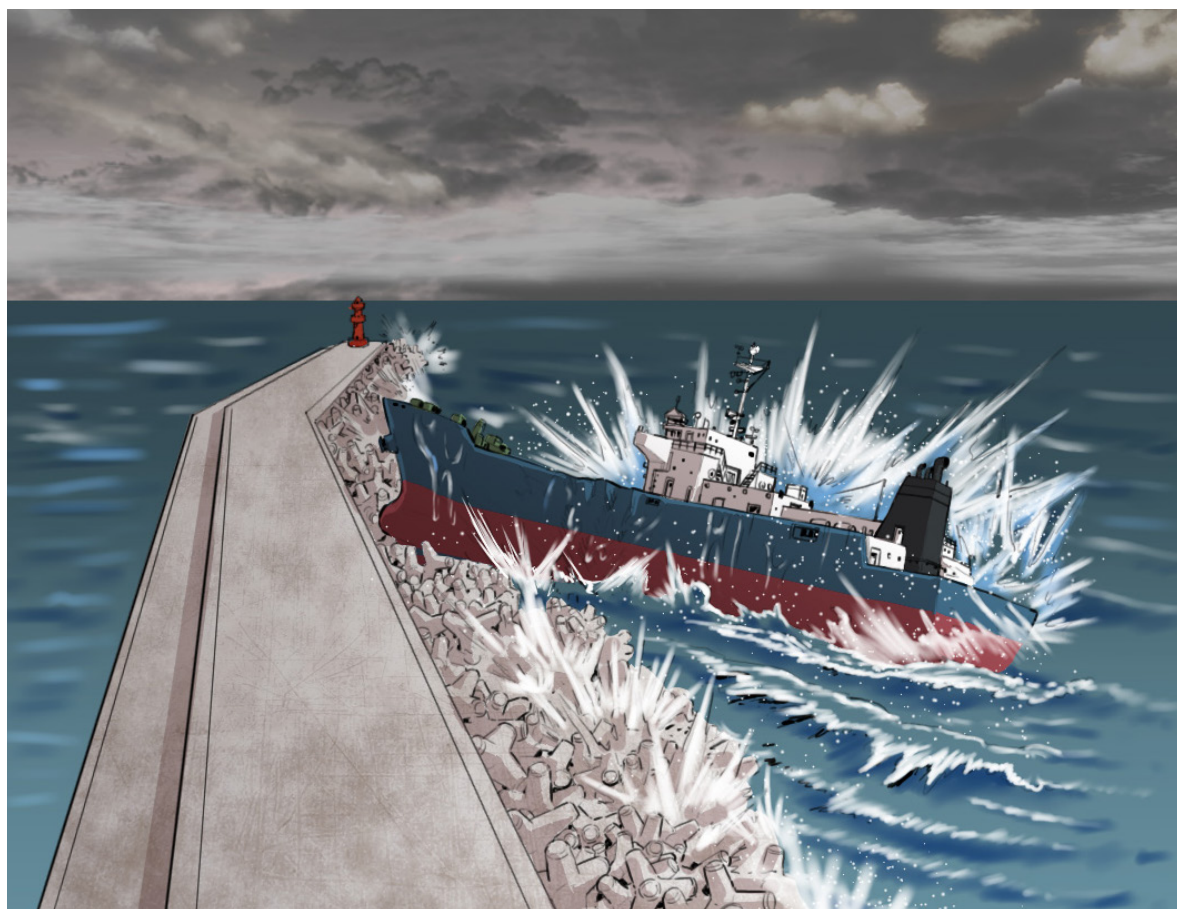


교훈 대상 ① 선원 ② 선주 ③ 소방당국 ④ 항만 관리자



[4. 좌초]

화물선이 태풍으로 인해 방파제에 좌초·전손



사고 개요

1,800GT급 화물선이 정박지에 있는 동안 태풍이 접근하면서 발생한 바람과 파도를 맞아 계류선이 끊어졌고 선박은 항만 내에서 표류했다. 선박은 이어 엔진을 이용해 항만 밖으로 빠져나가려고 했지만, 선박 조종이 어려워졌고, 정박지 반대편 둑 방파제의 소파 콘크리트 블록에 좌초했다. 기관실을 비롯한 여러 구역이 침수돼 전손됐다. 하지만 선원 중 사망자나 부상자는 없었다.

사고 원인

- 선박은 계류선이 끊어져서 항만 내에서 표류했고, 엔진을 이용해 항만에서 빠져나가려 했지만 바람과 파도를 맞아 조종이 어렵게 되었으며 소파 콘크리트 블록에 좌초했다.
- 선박이 사용한 계류선은 피로와 노후화로 인해 강도가 약해져 있었고, 바람과 파도를 맞아 선체의 움직임이 빨라지면서 계류선에 가해진 하중이 계류선의 힘을 넘어섰다.
- 선장은 계류선을 추가했지만 직경이 다른 계류선 여러 개를 같이 사용했고 느슨해진 밧줄로 선박을 정박시키면서 계류선이 끊어지게 되었다.

사고를 통해 얻은 교훈

- ✓ 계류선 사용에 대해 선장은 **적절한 유지보수 검사**를 시행해야 하고, 품질 저하로 인해 강도가 약해진 계류선을 사용해서는 안 된다. 또한 직경이 다른 밧줄을 함께 사용하면 안 된다.
- ✓ 악천후 시의 정박 방법에 관해 선장은 **계류선을 적절하게 추가**하여 하중이 고르게 분산되도록 해야 한다.
- ✓ 태풍이나 기타 기상 현상으로 인한 악천후가 예상되는 경우, **선장은**
 - 기상 및 해상 상태를 가능한 정확하게 확인하고 **예측**해야 하며
 - 항만의 특징을 정확하게 **확인**하고
 - 대피를 포함해 악천후 시의 필요한 **대응책**을 신속하게 **실시**해야 한다.
- ✓ 선장은 입항, 출항의 경험이 많은 항구에서도 자신의 능력과 경험을 과신하고 습관에서 나온 가정을 근거로 상황을 너무 쉽게 긍정적으로 판단하지 않도록 늘 경계해야 한다.
- ✓ **관리 회사**는 관리하는 선박의 선장과 선원들에게 과거에 발생했던 사고의 예시를 들어 위에 언급한 사항에 대해 충분히 공지해야 한다.
- ✓ 관리 회사는 느슨한 계류선 등 부적절한 계류 방법을 사용하는 문제를 해결하기 위해 **전문적인 교육**을 제공하고 선장과 선원들이 그에 따라 행동하도록 해야 한다.



교훈 대상 ① 선원 ② 선박운항자



[5. 침수 및 좌초]

일반화물선 기관실 침수로 침몰



사고 개요

양호한 기상 상태에서 카보타지 항해로 고철을 운반하고 있던 1,200GT급 일반 화물선이 16번 채널로 국제조난신호를 보내 기관실이 침수되고 서서히 침몰하고 있다고 전했다. 이후 선장은 선원들에게 구명정을 출발하도록 하고 침몰하는 선박에서 퇴선하라고 지시했다. 부근 항해하던 컨테이너선이 조난 신호에 대응해 구명정에 타고 있던 선원 10명을 모두 안전하게 구조했다. 이후 선원들은 해안경비대 경비정으로 이동했다. 침수로 인해 화물선은 침몰했고 전손 선고를 받았다. 기름 유출이나 부상자 또는 사망자는 없었다.

사고 원인

- 1984년에 건조된 이 일반 화물선은 입거 시 기관실의 해수 파이프(파이프, 밸브, 마개, 개스킷) 유지보수와 수리를 주기적으로 받았다.
- 또한 흡수선 아래의 선체 부분은 청소와 도색 작업을 했고, 양극 24개를 교체했다.
- 수중 플레이트 두께 검사 결과 강판 두께가 눈에 띄는 얇아진 부분은 없었다. 그에 따라 바닥 강판 교체는 진행하지 않았다. 그러나 선령을 고려할 때 부식과 부패, 해수 파이프 고장 등이 침수에 영향을 주었을 것으로 추측된다.
- 기관장은 근무 시 기관실의 발지 경보가 사전 설정된 수준에 이르면서 작동했다는 것을 알고 발지를 배출했다. 또 당직 기관사에게 교대 후 근무를 시작할 때 발지 수준을 확인하라고 지시했다.
- 당직 기관사가 기관실 작업장에서 근무하고 있을 때 발지 경보가 울렸다. 그는 경보를 인지했지만 경보음이 어디서 나는지 바로 조사하지 않았다. 나중에 발지 경보등이 계속 깜빡이는 것을 깨닫고 기관장과 함께 기관실 발지를 확인하기 위해 내려갔다.
- 그러나 수위가 엔진 바닥 판 위로 올라가서 침수가 발생한 곳을 알 수 없었다. 이 수위에서 발지 펌프를 작동시키는 것도 불가능했다. 기관장은 피해를 막기 위해 주 기관을 멈추고 선교로 올라가 선장에게 기관실 상황을 보고했다.
- 이후 선장은 16번 채널을 통해 조난 신호를 보냈고, 선원들에게 6인용 구명정을 출발시켜 선박에서 퇴선하라고 지시했다. 일반 경보는 울리지 않았고 퇴선하기 전 선원들에게 모든 수밀 구획을 폐쇄하라는 지시도 내려지지 않았다.
- 구명정을 출발시켰고 선원 10명 전원이 모여 6인용 구명정에 탑승했다. 선원 한 명은 구명조끼를 입지 않은 상태로 퇴선했다.

사고를 통해 얻은 교훈

- ✓ 선령으로 인한 기계적, 구조적 또는 소재 상의 문제를 주의 깊게 살핀다. 오래된 선박의 해수 파이프의 경우 부식, 부패 등 침수를 일으킬 수 있는 문제가 발생할 위험이 크기 때문에 특히 주의를 기울인다.
- ✓ 기관실을 효과적으로 감시, 제어한다. 당직 기관사는 주 기관 제어 임무에 집중해야 한다. 이 사고의 당직 기관사는 경보를 처음 들었을 때 기관실 작업장에 있었다. 침수 발생지를 파악하는데 있어 경보가 처음 울렸을 때 즉각적으로 신속하게 조치를 취했다면 문제를 완화하기 위한 조치를 취할 수 있는 충분한 시간을 확보할 수 있었을 것이다.
- ✓ 교육과 훈련을 주기적으로 실시하는 것이 중요하다. 정기적인 선상 교육이 이루어졌더라면 선장은 일반 경보를 울리고 수밀 구획을 폐쇄하기 위한 지침을 내릴 수 있었을 것이다. 선장은 또한 퇴선을 위해 10명의 선원들에게 6인용 구명정 대신 16인용 구명뗏목을 출발시키라고 지시했을 수도 있다. 선원들 또한 수밀 구획을 폐쇄하고 구명 조끼를 제대로 입은 상태로 집합 지점에 모였을 것이다. 일반 경보를 울렸다면 선원들이 상황을 보다 정확하게 인식할 수 있고 수밀 구획 폐쇄로 침몰 속도를 늦췄을 것이다.

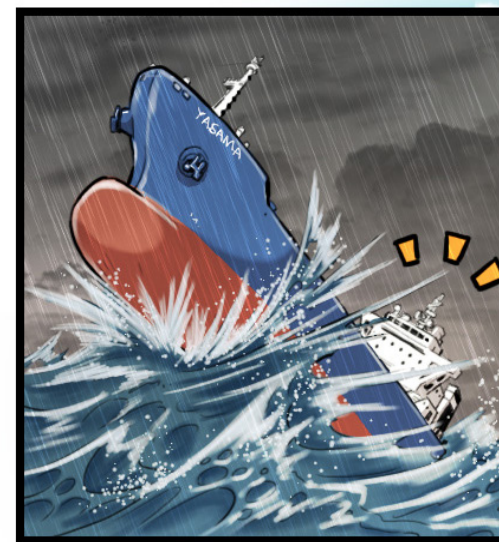


교훈 대상 ① 선원 ② 선주 및 선박운항자 ③ 기국



[6. 전복 및 침몰]

시멘트운반선 기상악화로 전복

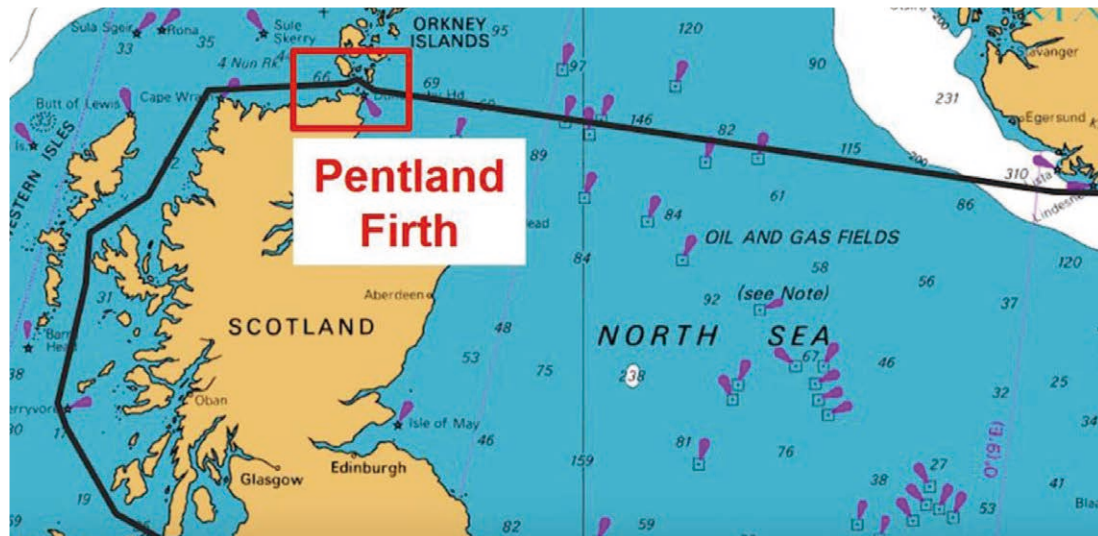


사고 개요

약 2,100톤의 시멘트를 실은 시멘트 운반선이 펜틀랜드 해협을 통해 스코틀랜드 북쪽으로 가기 위해 출항했다. 선박이 북해를 건너는 동안 기상 상태가 매우 악화돼 항해 속도가 떨어지고 예상 도착 시간도 지연됐다. 펜틀랜드 해협에 들어가자마자, 지나가던 연락선이 시멘트가 뒤집힌 상태로 있는 것을 발견하고 천천히 전진했고 큰 파도에 심하게 흔들렸다. 만선 상태의 시멘트 운반선은 펜틀랜드 해협을 건너는 동안 극도로 거친 해상 상태에서 전복됐다. 선박의 전복은 매우 빠르게 진행됐기 때문에 선원들은 조난 신호를 보내거나 질서 있게 퇴선하지 못했다. 25시간 후, 로로선이 뒤집어진 선체를 발견하고 경보를 울렸다. 뒤이어 광범위한 수색 작업 진행되었지만 안타깝게도 선원 8명이 전원 실종됐고, 사망한 것으로 추정된다.

사고 원인

- 전복 당시 시멘트 운반선의 정확한 안정성 상태를 판단하기에는 증거가 부족하지만 안정성 관리에 있어 결함이 있었다. 선박은 시멘트 화물 선적 절차에 부합하지 않게 선적하여 전복 취약성이 커진 것으로 파악되었다.
- 선박이 강한 파도와 선박의 진행 방향과 역으로 부는 강풍으로 인해 발생한 거친 폭풍우를 맞아 전복된 것으로 조사 결과 밝혀졌다. 이와 같은 여러 요소가 복합적으로 작용하여 소형 선박으로서는 지나가기 어려운 험한 해상 상태가 형성되었다. 선박은 거친 바다에서 흔들림의 영향을 줄이기 위해 속도를 줄였으나 이로 인해 조타 제어력을 상실하게 되고 좌현으로 전복된 것으로 보인다.
- 선박이 30도 이상 기울면서 시멘트 화물이 흔들려 더 쉽게 전복되었을 가능성이 있다.
- 이와 같이 극도로 거친 폭풍 상태는 예측 가능했고 통상적으로 만날 수 있는 것이다. 펜틀랜드 해협에 진입하기로 한 결정은 불충분한 항해 계획과 해상 상태를 과소 평가한 결과이다.
- 펜틀랜드 해협을 통과하기로 한 선장의 결정은 실질적 또는 선장 스스로 느낀 압박감과 선장 개인의 성공 의지의 영향을 받았을 가능성이 있다.
- 시멘트 운반선은 구명정 출발 준비 및 시멘트 화물창 아래 빈 공간의 빌지 펌프 시스템과 관련해 선상 안전 규정이 매우 미비한 상태에서 항해에 나섰다.
- 급속하게 진행되는 선박 전복의 특성상 선원들이 조난 신호를 전송하거나 질서 있게 퇴선할 수 있는 기회가 없었다. 비상용위치표시무선장치(EPIRB)가 설치된 곳에서 신호를 전송했겠지만 뒤집힌 선체에 막혀 수면으로 떠오르거나 실제로 신호를 보내지 못했다.



사고를 통해 얻은 교훈

- ✓ 짧은 연안 화물선에서 6시간 교대 견시 일정은 고도의 피로를 유발할 수 있다. 통상적인 작업 이외에 다른 문제가 발생할 경우 업무 시간이 거의 확연히 늘어나 정상적인 근무 일정을 망가뜨릴 것이다. 해상 상태가 악화되면서 수면의 질에 악영향을 미쳤을 것이다. 그에 따라 선원들이 피로를 느끼고 의사결정 결과에도 영향이 있었을 가능성이 크다.
- ✓ 선원 8명 중 6명이 신입 선원이었다. 그에 따라 선원들의 경험이 부족했고 이로 인해 선장의 부담이 커지고 선장이 받을 수 있는 지원의 폭이 줄었을 것이다. 결국 신입 선원들이 선박 운영에 관한 선장의 결정에 이의를 제기하기는 어려웠다.
- ✓ 조사 결과, 해당 선박에 대해 모든 관리 및 감독 차원에서 가해진 산업 및 영업상의 압박이 선박 운영에 영향을 미쳤다. 이러한 요인들은 분명히 선장의 의사결정에 영향을 주고 자신의 목표 달성을 위해 더 큰 위험도 기꺼이 감수하게 만들었을 것으로 보인다.
- ✓ 선주와 선장은 선원들 사이에서 탄탄한 안전 문화를 뿌리내리고 장려하는 핵심적인 역할을 한다. 이들이 안전 관리에 대해 긍정적으로 접근하지 않으면 선원들 역시 유사한 태도를 취하고 건전하지 못한 안전 문화가 생길 수 있다. 덜 심각한 해양 사고나 위기 일발 상황에서 얻은 교훈을 통해 안전 인식을 크게 개선하고 안전 문화를 장려해야 한다.
- ✓ 항해를 계획하기 위해서는 모든 위험 요소를 고려하고 그것을 피해야 한다. 이례적으로 거칠고 위험한 해상 상태는 예측 가능하고 해양 관련 서적에 잘 정리되어 있어 대비책을 마련할 수 있을 것이다.



교훈 대상 ① 선원 ② 선주 및 선박운항자 ③ 기국



[7. 화재]

준설선 수리 작업 중 화재발생하여 선원 사망



사고 개요

펌프 준설선이 해안에서 약 12마일 떨어진 곳에서 모래 화물을 준설하고 있을 때 기관실에서 화재가 발생했다. 기관실에서 혼자 있던 견시 기관사는 엔진이 작동하고 있는 상태에서 주 기관 연료시스템의 저압 연료 Return Line의 누출을 수리하고자 앵글 그라인더를 사용하고 있었다. 앵글그라인더의 고에너지 불꽃으로 누출된 원자화 연료와 기관사가 입고 있던 디젤유에 젖은 작업복에 불이 붙으면서 화재가 발생했다. 기관사는 기관실에서 가까스로 대피했고 헬리콥터로 병원에 후송됐지만 중화상으로 결국 사망했다. 선원들이 기관실에 설치된 이산화탄소 소화 시스템을 작동시키고 Boundary Cooling을 실시해 화재는 진화했지만, 화재로 인한 강연 열기와 짙은 연기로 인해 진화 작업을 바로 실시하기는 어려웠다.

사고 원인

- 저압 연료 라인을 고정하는 받침대가 부식과 진동으로 헐거워지면서 프레팅(fretting)이 발생하고 연료 라인에 구멍이 생겼다.
- 기국의 규제 기관에서는 6개월마다 저압 연료 라인을 검사하도록 권장하는 MO 회보를 발표하지 않았다. 선박 운영회사에서 계획한 유지보수 시스템에서는 저압 연료 라인에 대한 검사를 필수로 요구하지 않았으며, 전반적으로 낮은 저압 연료 시스템의 상태 역시 선급협회 검사를 통해 발견되지 않았다.
- 앵글 그라인더 사용에 관한 사항이 선박 운영회사의 고열 작업 목록에 포함되지 않았고, 그 결과 휴대용 그라인더를 사용할 때 작업 허가 발행 절차를 밟지 않았다.
- 원자화된 연료가 공기 중에 존재하고 기관사의 작업복이 디젤유로 젖어 있어서 기관사의 옷은 앵글 그라인더의 불꽃으로 인한 발화에 취약한, 인화성이 극도로 높은 옷이 되었다.
- 기관사의 부상 정도가 너무 심해 선원들이 어떤 조치를 취하더라도 그의 목숨을 구했을 가능성은 낮지만 선원들이 취한 조치는 최선의 의학적 조언과는 일치하지 않았다.

사고를 통해 얻은 교훈

- ✓ 선박 감정사와 선박 운영회사 및 선원들은 MO의 지침에 따라 **저압 연료 시스템**을 정기적으로 **검사**하여 항상 용도에 맞게 최적의 상태를 유지하도록 해야 한다.
- ✓ 연마 및 절단 작업 중(휴대용 앵글 그라인더 포함) 연마 스톨에 의해 발생하는 고에너지 불꽃은 인화성 물질을 발화시킬 정도의 충분한 에너지를 가지고 있기 때문에 고열 작업으로 인식하고 그에 맞게 다뤄져야 한다.
- ✓ **위험한 작업 공간**에서 혼자 작업하는 것은 피하는 것이 바람직하나, 해당 작업자의 안전을 위해 최소한 **효과적인 통신 시스템**을 통해 관리해야 한다.
- ✓ 연기관실을 비롯해 화재 위험이 있는 곳에서 입는 **작업복은 인화성이 낮은 섬유로 제작**해야 한다. 그러나 사용한 섬유에 관계없이, 인화성이 낮은 섬유로 제작했다고 해서 발화나 불길 확산으로부터 안전한 것은 아니며, 특히 인화성 물질에 오염되었을 때는 더욱 그렇다.
- ✓ 부상자는 적절한 의료 기준에 맞추어 교육을 받은 사람의 처치를 받고 최선의 의학적 조언을 따르는 것이 중요하다.
- ✓ 저체온증의 위험을 관리하면서도 광범위한 화상을 식히는 절차를 지체 없이, 특히 30분 이내에 실시해야 한다. 화재를 비롯한 **비상 상황**에 대한 **대응**은 올바른 업계 **표준과 선상 절차**에 따라 충분한 **조율** 하에 진행되어야 한다.
- ✓ 고정된 이산화탄소 소화 시스템이 일단 작동되면 플랜트가 위치한 방에 들어갈 때는 반드시 내부 공기의 안전성을 먼저 확인해야 한다.

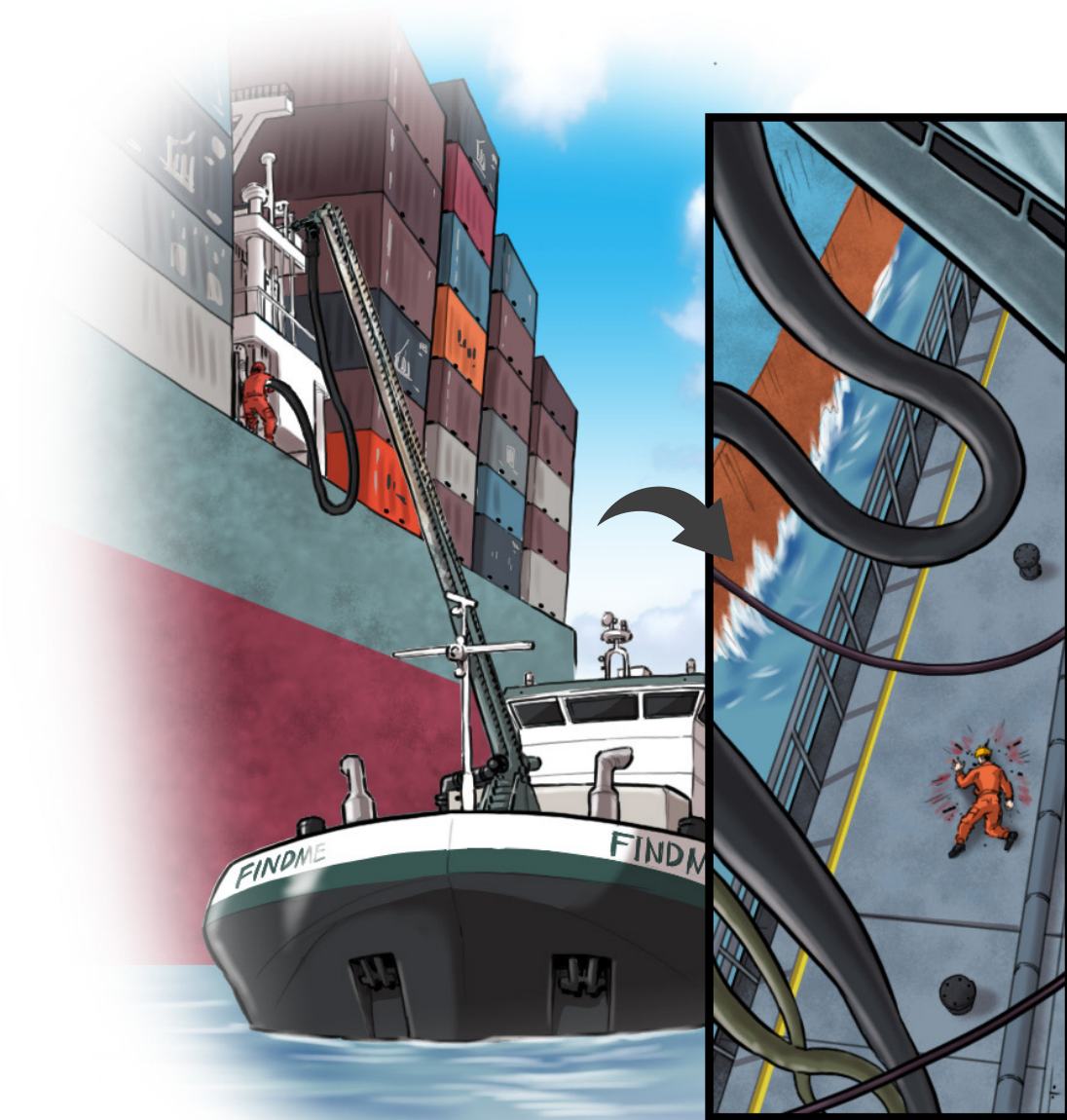


교훈 대상 ① 선원 ② 선주 및 선박운항자 ③ 선박검사관 ④ 기국



[8. 추락]

벙커유 호스 분리작업 중 선원 추락



사고 개요

비바람이 들이치지 않는 항구에서 컨테이너선이 컨테이너를 교환하고 있었다. 벙커유 바지선이 컨테이너선과 나란히 정박해 있으면서 약 700미터 톤의 연료유를 직경 6인치 벙커유 호스를 통해 흘려보내고 있었다. 벙커유 호스는 선박의 크레인을 이용해 선박 위로 들어올려져 있었으며, 선박의 bunker manifold에 연결돼 있었다. 기상 상태는 가벼운 바람이 불면서 양호했다. 선박은 정박지에 안정적으로 정박해 있고, bunker manifold 구역의 갑판은 마른 상태로 오염물질은 없었다. 벙커유 호스는 선박의 레일을 통해 지나갔고 레일의 위쪽 바는 제거할 수 있었다. 그렇게 해 벙커유 호스를 마찰과 꼬임 없이 둥근 바에 놓을 수 있었다. 연료를 공급하는 동안에는 선박 크레인에 연결된 고리줄을 이용해 호스를 위에서부터 잡아주었다. 연료 공급이 완료된 후 기관실 청소 담당자와 설비 기술자가 벙커유 호스를 bunker manifold로 부터 분리하는 역할을 맡았다. 그들은 벙커유 호스 플랜지를 선박의 manifold에 고정하는 볼트 8개 중 7개를 풀었다. 그 후 설비 기술자가 오른팔 아래로 호스를 잡고 있는 상태에서 청소 담당자가 마지막 볼트를 풀었고, 플랜지가 마지막 볼트와 선박 레일 방향으로 끌려당기면서 바다 쪽으로 휩 날아갔다. 균형을 잃은 설비 기술자는 벙커 호스가 레일을 통해 통과한 구멍을 통해 쓰러졌다. 기술자는 벙커유 바지선 갑판으로 몇 미터나 떨어졌고, 치명상을 입었다.

사고 원인

- 벙커유 호스가 매달려 있던 크레인의 윗부분이 bunker manifold 바로 위가 아니라 선박의 레일을 향해 바깥쪽으로 위치해 있었다. 이로 인해 벙커유 호스가 분리되자 설비기술자는 선박의 레일을 향해 바깥쪽으로 휩 나아가게 되었다.

사고를 통해 얻은 교훈

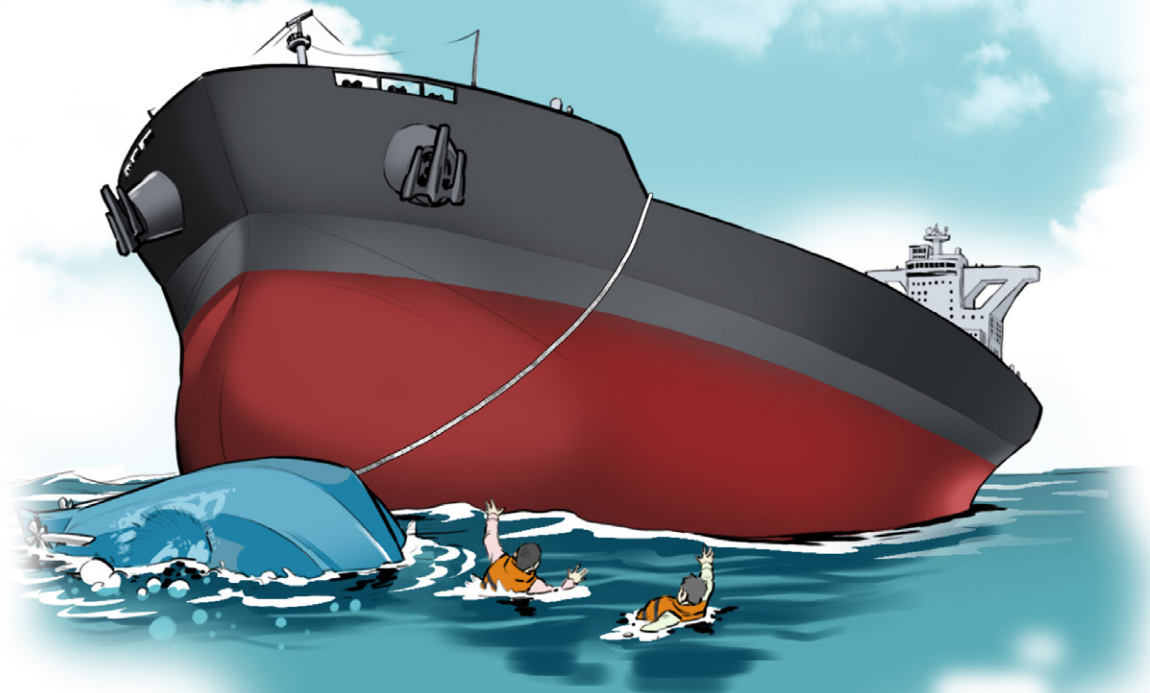
- ✓ 매달린 물건을 작업할 때는 그 물건을 이동시킬 수 있는 요인들에 대해 지속적으로 경계하고 있어야 한다.
- ✓ 안전 라인은 예상치 않게 움직일 수 있는 매달린 물건을 제어하는 효과적인 방법이다.

교훈 대상 ① 선원



[9. 전복]

선박 접근 시 발생하는 너울과 흡인력 등으로 라인보트 전복



사고 개요

길이 11m의 라인보트가 길이 68m, 1,000GT급 모터 유조선의 정박을 돕는 라인보트 역할을 하고 있었다. 유조선이 움직이는 상태에서 라인보트가 계류선을 회수하고자 유조선의 선수 부분으로 접근했는데 이 위치에서 선체 간 상호 작용력으로 인해 라인보트가 선박의 선수 앞 부분을 가로질러 가게 되었다. 그로 인해 충돌이 발생하면서 라인보트가 전복됐다. 두 명의 탑승자는 안전하게 빠져나왔고 가벼운 부상을 입었다.

사고 원인

- 라인보트가 계류선을 회수하고자 움직이는 선박에 매우 가까이 갔다. 선박의 선체와 가까운 위치에서 라인보트의 선장은 두 선박 사이에 작용하는 상호 작용력을 과소평가했다.

사고를 통해 얻은 교훈



- 움직이는 두 선박 사이의 **상호 작용력**은 한쪽이든 양쪽 모두이든 선박의 조종 능력에 큰 영향을 줄 수 있다. 특히 상호 작용력으로 인해 위험한 상황이 갑자기 발생할 수 있기 때문에 이는 큰 선박 가까이서 조종하는 작은 선박은 특히 **주의**를 기해야 한다.
- 항만 서비스 선박 및 라인보트를 포함한 모든 선박의 선장들은 선체 간 상호 작용력과 관련된 위험에 대해 충분히 인지하고 그에 대한 **교육**을 받아야 한다.

교훈 대상 ① 항만 서비스 제공자를 포함한 모든 선원



[10. 추락]

갑판원이 부두로 추락



사고 개요

길이 123m, 5,300GT급 화학제품/석유제품 운반선에서 숙련 갑판원이 선박의 2층 갑판에서 8m 아래 부두에 있는 컨테이너에 쓰레기를 버리던 중 치명상을 입었다. 숙련 갑판원이 구멍뚫목 보관 및 출발 구역에 있었는데, 이 곳의 보호 장치는 난간의 뚫린 곳을 가로질러 사슬 2개 뿐이었다. 갑판원은 균형을 잃었고, 체인은 그가 떨어지는 것을 막기에 충분하지 않아 아래 쪽 부두로 떨어졌다.

사고 원인

- 숙련갑판원의 작업에 수반되는 위험에 대해 충분한 평가가 이루어지지 않았고 추락을 막기 위한 예방 조치가 시행되지 않았다.
- 난간의 뚫린 곳을 막기 위해 설치된 사슬은 기대거나 쓰러질 경우 보호 장치가 되기에 충분하지 않았다. 난간의 뚫린 공간은 2m 이상으로 기준보다 길었고, 선박이 건조된 이후 제대로 점검을 받지 않았다.

사고를 통해 얻은 교훈

- ✓ 선상의 모든 활동은 **위험 관리** 측면에서 고려해야 한다.
- ✓ 선박의 측면 가까이에서 이루어지는 모든 작업은 **추락의 위험**과 관련하여 **평가**가 이루어져야 한다. 이 사고는 사슬과 같이 잘 구부러지는 장벽이 추락을 예방하거나 막기에 얼마나 충분하지 않은지 잘 보여준다.
- ✓ 일상적으로 보이는 작업에 수반되는 위험은 해당 작업을 어느 정도의 자율성과 선택의 자유를 가지고 수행할 경우 실제보다 크지 않다고 인식될 수 있으며 작업자가 그 위험을 통제할 수 있다고 생각할 수 있다. 위험을 과소평가할 경우 그것을 통제한다고 착각할 수 있으며, 그에 따라 위험을 필요 이상으로 가까이 수용하게 된다.



교훈 대상 ① 선원 전원 ② 선주 및 선박운항자 ③ 선박검사관



[11. 추락]

고공추락으로 선원 사망



사고 개요

이 사례는 고공 추락으로 발생한 심각한 사고 6건을 분석한 결과에 기초한다. 고공 작업은 반드시 제대로 관리해야 하는 위험도 높은 활동이다. 선원은 고공 작업을 하는 동안 공식 위험 평가와 알맞은 개인 보호장비를 반드시 사용해 위험을 줄여야 한다.

사고 원인

- 분석한 사례 6건 중 5건은 산적화물선에서 발생했고 나머지 한 건은 건화물선에서 발생했다. 4건은 화물창 청소 중 발생했고 1건은 크레인 그랩에서 와이어 로프로 작업하는 중에 발생했으며, 나머지 1건은 크레인 트럭 아래로 추락한 사고였다. 1건에서는 고공작업 허가가 있었지만 다른 1건에서는 허가가 없었고 또 다른 사례에서는 위험 평가가 없었다.
- 3건의 경우, 보고서에 따르면 선원은 사고 당시 화물창을 청소하고 있었다. 3건 모두 선원이 다른 곳으로 이동할 때 안전장구나 안전선을 해제한 뒤 미끄러지거나 균형을 잃었다. 그리고 이 3건 모두 비교적 낮은 고도였던 탓에 선원이 안전장구나 안전선을 해제했을 때 느낀 위험인식 수준이 낮았고 스스로 통제 가능하다고 느낀 것으로 나타났다. 고도 범위는 4m부터 1m까지 낮은 수준으로 해당한다. 3건 모두 선원이 이동식 사다리를 사용했으며 안전장구를 해제한 후 사다리에서 다른 사다리로 이동한 사례가 2건 있었다.

사고를 통해 얻은 교훈



- ✓ 고공 작업 시 이동식 사다리는 가능하면 사용을 자제하는 것이 좋으며, 다른 접근 수단을 고려해야 한다.
- ✓ 선원은 비교적 낮은 고도에서 작업할 때 그 위험이 자신이 감당할 수 있다고 인식하는 위험이 있다.
- ✓ 선원은 지상에 안전하게 돌아온 후 안전장구와 안전선을 해제해야 한다.
- ✓ 만약 다른 곳으로 이동해 안전장구를 풀어야 하는 경우 안전장구 더블 랜야드는 고공 추락 위험을 경감할 수 있는 효과적인 수단이다.



교훈 대상

① 선원 ② 선주 및 선박운항자



[12. 충돌]

상선과 어선 충돌 후 좌초 및 인명피해 발생한 사고



사고 개요

상선과 어선이 충돌 후 어선이 좌초해 여러 인명 피해로 이어진 충돌사고는 2010년부터 2016년까지 6건 발생했다. 이들 사례 중 한 가지 공통점은 항해 당직자가 충돌이 발생할 수 있다고 의심했음에도 충돌 발생 가능성을 확인하지 않고 항해를 계속했다는 점이다.

사고 원인

- 2건에서 상선의 항해 당직자는 어선과 충돌할 수 있는 항로에 있다는 것을 확인하지 않았고, 다른 4건의 사례에서는 레이더나 AIS를 사용해 시각적으로 확인했지만 충돌을 막을 수 있는 충분한 조치를 취하지 않았다. 사례 중 절반은 악천후와 어둠이 사고발생 요인이었다. 또한, 일부 사례에서는 전자 항법보조장비의 부적절한 사용이 확인됐다.

사고를 통해 얻은 교훈



- ✓ 항해 당직자는 다른 선박을 확인해 충돌 항로에 있는지 판단하기 위해 가능한 모든 수단을 사용해 제대로 감시해야 한다.
- ✓ 다른 선박을 발견했을 때 해당 선박이 피항선인 경우 **충분한 조기 조치**를 취해야 한다. **유지선**이 되기로 결정했다면 해당 당직자는 반드시 국제해상충돌 예방규칙(COLREGS)에 따라 **충돌을 예방**하기 위한 **조치**를 준비해야 한다. 만약 판단하기 어렵다면 주저하지 말고 선장을 불러야 한다.
- ✓ 만약 항해 당직자가 충돌 발생 가능성을 의심한다면 모든 선박이 안전하도록 필요한 모든 지원을 제공해야 한다.

 **교훈 대상** ① 선원 ② 선주 및 선박운항자

LESSONS LEARNED FROM MARINE SAFETY INVESTIGATION REPORTS





[1. EXPLOSION]

Explosion in tank, causing fatality



What happened?

A 700 GT chemical tanker had discharged a cargo of base oil. En route to the next port, the vessel was performing tank cleaning operations. Prior to tank cleaning, there was no flushing of cargo tanks and pumps carried out by the crew. Concurrently with the tank cleaning, the Chief Engineer performed a welding operation on the ventilation duct of one of the cargo tanks. The welding caused ignition of the cargo vapours in the ventilation duct, which caused an explosion in the cargo tank. Three crew members working in the vicinity suffered injuries, including the Chief Engineer. The Chief Engineer succumbed to his injuries as a result of the explosion.

Why did it happen?

- Prior to the commencement of tank cleaning operations, the ship's crew did not flush the cargo tanks and pumps. During the tank cleaning operations, the base oil remaining in the cargo pumps likely sprayed onto the cargo tanks, became airborne in the ventilation duct, and vaporized. This vapour subsequently ignited when welding was conducted on the duct, causing the explosion.
- There was no procedure in the company's safety management system (SMS) to ensure that tanks were flushed to remove previous cargo contents prior to tank cleaning.
- The hot work procedures as per the company's SMS were not complied with. The advice of the second Engineer on the dangers of welding during tank cleaning operations was disregarded, due to the belief that the base oil was a high flash point cargo, that the area to be welded was small and that the job would be over quickly. None of the crew on board stopped the task, although it was deemed to be dangerous considering the tank cleaning operations.

What can we learn?



- ✓ Flushing of cargo tanks, etc., prior to tank cleaning should be part of the work procedure when cleaning tanks after unloading petroleum products.
- ✓ Crew members should be instructed to conduct gas-free operations after preparing ventilation lines through which cargo pumps will be ventilated.
- ✓ Hot work procedures must be properly followed to ensure the safety of the ship and its crew.
- ✓ No task should be allowed to continue if Risk Assessments have not been properly conducted with a view to minimise the risk.
- ✓ When a crew member becomes cognizant of an unsafe condition, act, error, or omission or a lack of understanding that could result in an undesired result, the crew member must take measures to stop work together with the master and safety officer, if time is available, or independently if time is unavailable.

Who may benefit? 1 Seafarers 2 shipowners and operators.



[2. COLLISION]

Collision resulting in fire, sinking and multiple fatalities



What happened?

An 85,000 GT oil tanker and a 40,000 GT bulk carrier were involved in a collision during the dark hours of the evening. The oil tanker was carrying 100,000 MT of condensate. The oil tanker was on a northerly course while the bulk carrier was on its starboard bow proceeding on a south-westerly course. Prior to the collision, each vessel was aware of the presence of the other. The bow of the bulk carrier collided with the starboard hull of No.2 and No.3 ballast tanks of the oil tanker, breaching the cargo tanks. The collision resulted in the cargo of condensate catching fire, which then led to explosions on board and subsequently resulted in the sinking of the oil tanker and the loss of all of its 32 crew. The bulk carrier suffered extensive damage to the bow as well as to the accommodation and structure as the result of being stuck to the burning oil tanker before it separated. Both vessels were being navigated under the charge of their respective Third Officers assisted by an able seafarer (deck) as the lookout. The Third Officer of the bulk carrier had just taken over the watch from the Chief Officer prior to the collision. The officer of the oil tanker seems to have influenced the lookout's knowledge with his own erroneous perception of the situation.

Why did it happen?

- The oil tanker's watchkeeping officer perceived the bulk carrier as a small vessel and appears to have believed that smaller vessels were to give way to big vessels like the oil tanker. The officer did not take action when the lookout advised him to do so.
- The bulk carrier's watchkeeping personnel had not noticed the oil tanker's presence up until the time of collision, nor the flashing signals given by the oil tanker, and they relied on the AIS as the sole means of collision avoidance. There were inadequacies in the bridge watch handover procedures on the bulk carrier.
- Neither vessel complied with the requirements of Rule 5 of the COLREGS to maintain a proper look-out by sight and hearing as well as by all available means appropriate in the prevailing circumstances and conditions and did not make a full appraisal of the situation and of the risk of collision. Both vessels failed to comply with the requirements of Rule 7 of the COLREGS to use all available means appropriate to the prevailing circumstances and conditions to determine if risk of collision exists.
- Alteration of bulk carrier's course to starboard, which started 15 minutes prior to the collision, developed the situation into a collision, which would have otherwise been clear. There was also a non-compliance with other COLREGS, i.e. Rule 16 (Actions by give-way vessel – by the oil tanker), Rule 17 (Actions by Stand-on vessel) when the two vessels were in a crossing situation.

What can we learn?

- ✓ All vessels must use all available means to assess risk of collision and take appropriate collision avoidance actions as required by COLREGS.
- ✓ AIS alone should not be used for assessing risk of collision. Proper use of radar equipment for systematic observation is important to avoid decision-making based on assumptions and scanty information.
- ✓ Safety of navigation should be the primary responsibility of watchkeeping officers to ensure the safety of vessels under their charge while taking into account surrounding traffic conditions.
- ✓ Companies should encourage a lower authority gradient to allow crew to speak up and raise concerns when information or advice is disregarded by higherranking officers.



Who may benefit? ① Seafarers ② shipowners and operators.



[3. FIRE]

Fire in a cargo hold and total loss



What happened?

As the 2,000 GT cargo ship, with a master and ten other crew members aboard, was waiting to begin loading of waste metal and other miscellaneous scrap at a berth, a fire broke out in the aft cargo hold. The vessel foundered during fire-fighting operations and became a total loss. An oil spill occurred, but there were no fatalities or injuries.

Why did it happen?

- A fire that broke out in the scrap loaded into the aft cargo hold spread because fire-fighting by water-spraying was ineffective and appropriate fire-fighting methods using the vessel's carbon dioxide fire-extinguishing system were not employed.
- The master did not think of using the carbon dioxide fire-extinguishing system. He did not have experience of fire drills for a fire in the vessel's cargo holds and information was not shared between the vessel and the shipowner regarding effective fire-fighting methods.
- The sprayed water was blocked by the scrap's surface layer and did not reach the fire's origin. It is fairly likely that a spark created by contact between metal objects, a battery, or similar was the source of the fire, and that the source ignited combustible material.

What can we learn?

- ✓ Masters shall build a thorough system for appropriate and efficient fire-fighting in case of fire in consultation with the stevedoring company by considering and determining appropriate fire-fighting methods in accordance with the cargo's characteristics beforehand and by conveying this information to the stevedoring company.
- ✓ Masters shall pay full attention to the following points regarding fire-fighting methods for fires within piled scrap:
 - Fire-fighting by water-spraying may not be effective because the sprayed water can be blocked by the scrap surface layer and not reach the fire's origin.
 - Insulation material and other combustible items with low specific gravity may float in a burning state even when the water level in the cargo holds rises from continuous water-spraying and continue to burn on the water's surface.
 - Firefighting using carbon dioxide fire-extinguishing system is effective.
 - When a vessel has multiple cargo holds, measures such as immediately closing and sealing the hatch covers of cargo holds other
- ✓ Masters shall provide reliable information on fire-fighting equipment aboard their vessel to the fire-fighting organization.
- ✓ Shipowners shall provide thorough instruction to masters of their vessels to unflinching execute the measures described above and shall also implement training in accordance with the measures.
- ✓ Shipowners shall fully understand cargo characteristics and communicate information on those characteristics to vessels scheduled for cargo-handling. Shipowners shall also build a thorough system for appropriate and efficient fire-fighting on board vessels by checking the fire-fighting equipment on those vessels and comprehending the appropriate fire-fighting methods.
- ✓ Fire-fighting organizations shall study more effective fire-fighting by taking into account the specific nature of fires on scrap-carrying vessels.
- ✓ Masters and shipowners shall implement measures as soon as possible to control oil, such as closing air vents and setting up oil fences, whenever the danger of an oil spill from a vessel arises.
- ✓ Whenever there is a danger of an oil spill from a vessel, the port management body shall consider the measures to control the oil taken by the master and owner of the vessel and, as necessary, implement measures to control the oil, such as setting up an oil fence, as soon as possible.

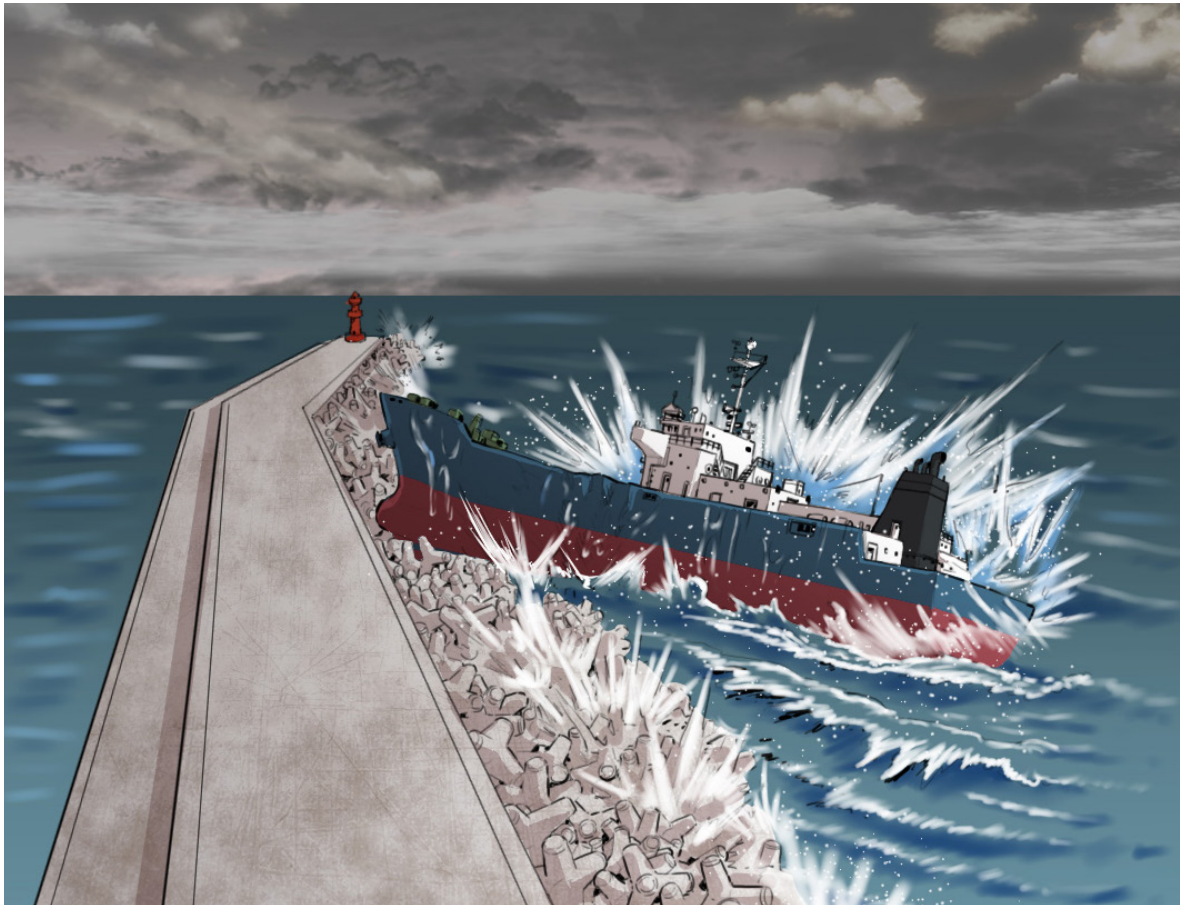


Who may benefit? ① Seafarers ② shipowners ③ fire-fighting organizations ④ port managers



[4. GROUNDING]

Grounding and total loss



What happened?

While moored at a berth, the 1,800 GT cargo ship was subjected to wind and waves occurring with the approach of a typhoon. Her mooring ropes broke and she drifted within the port. She subsequently attempted to move out of the port using her engine; however, ship manoeuvring became difficult and she ran aground on wave dissipating blocks of the breakwater on the opposite bank of the berth. The ship's engine-room and other areas flooded and she became a total loss. However, there were no fatalities or injuries among her crew.

Why did it happen?

- The vessel drifted within the port because her mooring ropes broke and, although she attempted to head out of the port using her engine, she was subsequently subjected to wind and waves, ship manoeuvring became difficult, and she drifted and ran aground on wave dissipating blocks.
- She was subjected to wind and waves that expedited the hull's motion, as she was using mooring ropes with reduced strength due to fatigue degradation and age degradation, and consequently the load applied to the mooring ropes exceeded their strength.
- Although he added mooring ropes, the master's use of multiple mooring ropes of different diameters together and mooring of the ship with ropes made slack contributed to the breaking of the mooring ropes.

What can we learn?

- ✓ For the use of mooring ropes, masters must conduct appropriate maintenance inspections, must not use ropes that have lost strength from degradation, and must not use ropes of different diameters together.
- ✓ Regarding the berth mooring method in heavy weather, masters must appropriately add mooring ropes so that load is distributed evenly.
- ✓ When heavy weather attributable to a typhoon or other phenomenon is predicted, masters must:
 - Strive to accurately ascertain and predict weather and sea conditions.
 - Accurately ascertain port characteristics.
 - Quickly execute necessary heavy-weather countermeasures, including considering evacuation.
- ✓ Masters must be wary of becoming overconfident in their own abilities and experience and of easily adopting an optimistic view based on assumptions resulting from habit, even in ports where they have extensive experience entering and leaving.
- ✓ Management companies must fully provide notification concerning the points mentioned above to masters and crew members on the ships they manage, using examples of past accidents that have occurred in the port for illustration.
- ✓ Management companies must provide further professional training that addresses the use of inappropriate mooring methods — namely, mooring with slack mooring ropes — and have their masters and crew members act accordingly.



Who may benefit? 1 Seafarers 2 ship managers.



[5. FLOODING AND FOUNDERING]

Engine-room flooding and foundering



What happened?

A 1,200 GT general cargo ship, which was carrying iron slag on a cabotage voyage in good weather conditions, raised a Mayday call through VHF Channel 16, stating that its engine-room was flooding and that the ship gradually sinking. The Master then ordered his crew to launch the rescue boat to abandon the sinking ship. A containership navigating in the vicinity responded to the Mayday call and successfully rescued all 10 crew members from the rescue boat. The 10 crew members were later transferred to a Coast Guard boat. As a result of the flooding, the general cargo ship sank and was declared a total loss. There was no oil pollution, crew injury or death arising from the incident.

Why did it happen?

- The 1984-built general cargo ship had carried out periodic maintenance and repair of the sea water pipelines (pipe, valve, seal, gasket) in the engine-room during dry-docking.
- Hull areas below the waterline were also blasted and painted, and 42 anodes were renewed.
- The result of the underwater plate thickness measurement had showed no appreciable diminution in the thickness of the steel plate; hence, no bottom plate steel renewal was made.
- However, considering the age of the vessel, it was postulated that corrosion, decay and failure in the sea water pipelines may have been contributory to the flooding.
- The Chief Engineer had noted during his shift that the bilge alarm in the engine-room had been activated when it reached the set level, and he had pumped out the bilges. He had also given instructions to the Duty Engineer to check the bilge level at the beginning of each shift.
- The Duty Engineer was working in the engine-room workshop when he received the bilge water alarm. He acknowledged the alarm, but he did not immediately investigate the source of the bilge water alarm. Later, when realising that the bilge alarm light had kept blinking, he went down to check the engine-room bilges, joined by the Chief Engineer.
- They were however not able to identify the source of the flooding, as the water level had risen above the engine floor plate. At this level, it was also impossible to start the bilge pump. To prevent damage, the Chief Engineer stopped the main engine, went up to the bridge, and apprised the Master of the situation in the engine-room.
- The Master subsequently raised a Mayday call through VHF Channel 16, and ordered his crew to launch the six-person capacity rescue boat for abandoning the ship. The general alarm was not rung, and he also did not give instructions to his crew to close all water-tight compartments before abandoning the ship.
- The rescue boat was launched, and all 10 crew were mustered and they boarded the six-person capacity rescue boat. One crew member abandoned the ship without wearing his life jacket.

What can we learn?

- ✓ Pay particular attention to mechanical, structural or material failure due to the ship's age. Particular attention should be given to the seawater pipelines in older ships due to the higher probability of developing corrosion, decay and failure which could contribute to flooding.
- ✓ Keep effective engine-room watch and control. The Duty Engineer should not be distracted from performing his main engine watchkeeping duty. When he first received the alarm, the Duty Engineer was in the engine-room workshop. Immediate and prompt action at the first instance in identifying the source of the flooding would have provided sufficient time for mitigation actions to be taken.
- ✓ The importance of conducting regular and periodic training and drills. Had regular and periodic training and drills been done on board, the Master would have rung the general alarm and would have given instruction to close the water-tight compartments. The Master would also have ordered the launching of the 16-person life raft instead of the six-person rescue boat for the 10 crew members to abandon ship. The crew too would have been drilled to close the water-tight compartments, and to assemble at the Muster Point with their life jackets appropriately worn. Ringing the general alarm would also have made the crew more aware of the situation and the closing of the water-tight compartments would have slowed down the rate of sinking.



Who may benefit? 1 Seafarers 2 shipowners and operators 3 flag Administrators



[6. CAPSIZE AND SINKING]

Capsize and sinking with loss of lives

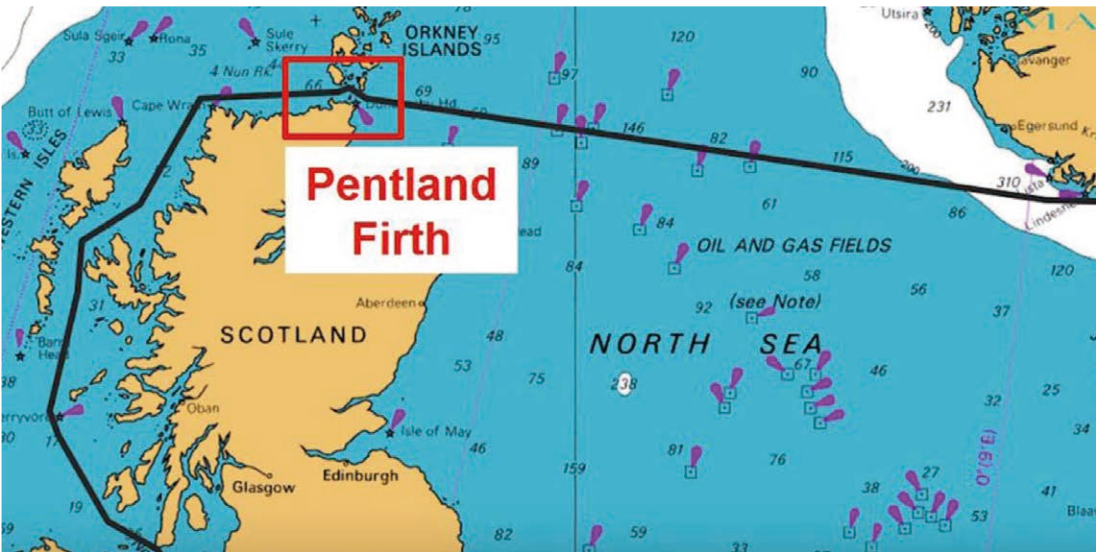


What happened?

A cement carrier, loaded with about 2,100 tonnes of cement in bulk, departed with the intention to take the ship north around Scotland through the Pentland Firth. As the ship crossed the North Sea, the weather deteriorated significantly, reducing the ship's speed and delaying its anticipated time of arrival. Once inside the Pentland Firth, a crossing ferry sighted the cement carrier upright, making slow headway and pitching heavily into the large waves. The fully laden cement carrier capsized in extremely violent sea conditions while transiting the Pentland Firth. The rapid nature of the capsize had denied the crew any opportunity to raise a distress call or to abandon the ship in a controlled manner. Twenty-five hours later, a roll-on roll-off passenger ferry sighted its upturned hull and raised the alarm. An extensive search followed but regrettably none of the eight crew was found, presumably all had perished.

Why did it happen?

- Although there is insufficient evidence to determine the cement carrier's exact stability condition at the time of the capsizing, there were shortcomings in its stability management. The ship was found to have been loaded improperly, not in accordance with procedures for loading cement cargoes, potentially increasing its vulnerability to capsize.
- The investigation found that the ship capsized when it encountered violent storm conditions created by a strong tidal stream and opposing gale force winds. This combination of factors created treacherous sea conditions that were impassable to small vessels. The ship had slowed down to reduce the effect of pitching and pounding in the heavy seas, but this had led to the loss of steerage control and probable capsize to port.
- The capsizing itself was likely exacerbated by a shift in the cement cargo when the ship heeled beyond 30°.
- Such extremely violent storm conditions were predictable and are commonly experienced. The onboard decision to enter the Pentland Firth was a result of insufficient passage planning and underestimation of the sea conditions.
- The master's decision to transit the Pentland Firth at that time was probably influenced by actual or perceived commercial pressures and his personal determination to succeed.
- The cement carrier was put to sea with significant shipboard safety deficiencies relating to its rescue boat launching arrangements and bilge pumping system in the void spaces beneath the cement cargo holds.
- The rapid nature of the capsizing denied the crew the opportunity to broadcast a distress message or the chance of a controlled abandonment. The emergency position indicating radio beacon (EPIRB) was probably released from its housing but then became trapped in the upturned hull and therefore did not float free to the surface or transmit.



What can we learn?

- ✓ Six hours on/six hours off watchkeeping routine in short coastal trading cargo vessels can generate high levels of fatigue. Additional problems will almost certainly increase the hours of work and disrupt normal working routines. Deteriorating sea conditions will adversely affect the quality of sleep. Thus, there was a significant risk of crew suffering the effects of fatigue, affecting the outcome of decisions.
- ✓ Six of the eight crew members were serving on board the ship on their first contract. As a result, the crew had limited collective experience, and this would have increased the master's operational burden and reduced the level of support available to him, and made it more difficult for the crew on their first contracts to challenge the master's decisions regarding the operational conduct of the vessel.
- ✓ The investigation has identified that industry and commercial pressures at all levels of management and oversight of this ship had an impact on the ship's operations. These factors would inevitably have had an effect on the master's decision-making and on his willingness to accept higher levels of risk to achieve his goals.
- ✓ Owners and masters have the pivotal role of embedding and promoting a strong safety culture among their crews. If they do not take a positive approach to safety management, then it is likely their crew will adopt similar attitudes, and a poor safety culture will result. Learning lessons from less serious marine incidents or near misses can significantly improve safety awareness and help promote safety culture.
- ✓ Passage planning requires that all hazards are taken into account and avoided; the extraordinarily violent and fatal sea conditions were predictable, well-documented in nautical publications, and could have been avoided.



Who may benefit? 1 Seafarers 2 shipowners and operators 3 flag Administrators



[7. FIRE]

Engine-room fire resulting in one fatality



What happened?

A suction dredger was dredging for a cargo of sand approximately 12 miles off the coast when a fire occurred in the engine-room. The watchkeeping engineer, who was the sole occupant in the engine-room, was using an angle grinder to attempt to repair a leak in a low-pressure fuel return line on the main engine fuel system while the engine was running. The fire started when high-energy sparks from the angle grinder ignited the atomised fuel from the leak and the diesel-soaked overalls he was wearing. The engineer managed to escape the engine-room and was evacuated by helicopter to a hospital, where he later died because of serious burn injuries. The intensity of heat and smoke prevented the crew from making a direct attack on the fire, so they activated the fixed CO2 fixed fire-fighting system in the engine-room and provided boundary cooling, which was successful in extinguishing the fire.

Why did it happen?

- The brackets securing the low-pressure fuel lines had loosened in service due to corrosion and vibration, allowing fretting to occur and a hole to develop in a fuel line.
- The flag regulator had not promulgated the IMO circular, which recommends six-monthly inspections of low-pressure fuel lines. The operator's planned maintenance system did not require inspection of low-pressure fuel lines, nor had the generally poor condition of the low-pressure fuel system been detected through the Classification Society surveys.
- The use of an angle grinder was not included in the operator's list of hot-work activity, and consequently a work permit was not routinely issued for any time a portable grinder was used.
- The presence of atomised fuel coupled with the wicking effect of the engineer's diesel-saturated coveralls resulted in an extremely flammable garment susceptible to ignition by sparks from the angle grinder.
- Although the severity of the engineer's injuries was such that any action taken by the crew was unlikely to have saved his life, the crew's actions were not consistent with best medical advice.

What can we learn?

- ✓ It is important that surveyors, ship operators and ships' crew routinely inspect low-pressure fuel systems in accordance with IMO guidance to ensure that the systems remain fit for purpose at all times.
- ✓ The high-energy sparks generated by abrasive wheels during grinding and cutting operations (including portable angle grinders) contain sufficient energy to ignite flammable substances, and this should therefore be recognized and treated as hot work activities.
- ✓ Working alone in hazardous workspaces should ideally be avoided, but at least be managed by an effective communication system that ensures the safety of the worker.
- ✓ Coveralls worn in engine-rooms or any area where there is a risk of fire should be made from fabric of low flammability, but regardless of the fabric used, this does not provide assurance against ignition and flame-spread, particularly when contaminated by flammable substances.
- ✓ It is important that injured persons be treated by persons trained to the appropriate medical standards and that the best medical advice is followed.
- ✓ At the same time as managing the risk of hypothermia, it is important that cooling of extensive burns be undertaken without delay, particularly within the first 30 minutes. Any response to a fire or other emergency must be fully coordinated in accordance with good industry practice and shipboard procedures.
- ✓ Once a fixed CO2 fire-extinguishing system has been activated, the room in which the plant is located should not be entered without first checking that the atmosphere inside the room is safe.



Who may benefit? 1 Seafarers 2 shipowners and operators 3 surveyors 4 flag Administrators



[8. FALL OVERBOARD]

Crew member dies when falling overboard onto bunker barge



What happened?

A containership was exchanging containers in a sheltered port. A bunker barge was moored alongside the ship transferring about 700 metric tonnes of fuel oil on board the ship via a six-inch-diameter bunker hose. The bunker hose had been lifted on board using the ship's stores crane and connected to the ship's bunker manifold. The weather was fine with light winds. The ship was stable at the berth and the deck in the area of the bunker manifold was dry and free from contaminants. The bunker hose passed through a section of the ship's rail where the top bar of the rail could be removed, allowing the bunker hose to rest on a round bar to prevent chaffing and kinking. During bunkering, the hose was further supported from above by a strop connected to the ship's stores crane. Once bunkering was complete, an engine-room wiper and a fitter were tasked with disconnecting the bunker hose from the bunker manifold. The wiper and the fitter together removed seven of the eight bolts securing the bunker hose flange to the ship's manifold. The fitter then grabbed the bunker hose under his right arm while the wiper removed the last bolt. As soon as the flange disengaged from the last bolt, the hose swung outboard pulling the fitter towards the ship's rail, whereupon he lost his balance and toppled through the opening where the bunker hose had passed through the rail. The fitter fell several meters to the deck of the bunker barge below, and was fatally injured.

Why did it happen?

- The head of the ship's stores crane, from which the bunker hose was suspended, was positioned out towards the ship's rail instead of directly above the bunker manifold, which resulted in the bunker hose swinging out towards the ship's rail once it had been disconnected.

What can we learn?

- ✓ It is important when working with suspended loads to remain vigilant to the factors that will cause the load to shift.
- ✓ A safety line is an effective way of controlling suspended loads that may be liable to shifting unexpectedly.

Who may benefit? 1 Seafarers



[9. CAPSIZE]

Capsizing due to hull-to hull interaction



What happened?

An 11 m work boat was acting as the lines boat assisting the berthing of a 68 m, 1,000 GT motor tanker. With the ship underway, the work boat was manoeuvred close in to the ship's bow in order to retrieve a mooring line. In this position, the hull-to-hull interaction forces caused the work boat to turn across in front of the ship's bow. The resulting collision capsized the work boat. Both occupants made it safely clear and suffered only minor injuries.

Why did it happen?

- The work boat was manoeuvred in very close to the moving ship to aid the retrieval of the mooring line. In this position, close to the ship's hull, the coxswain of the work boat underestimated the interaction forces acting between the two vessels.

What can we learn?

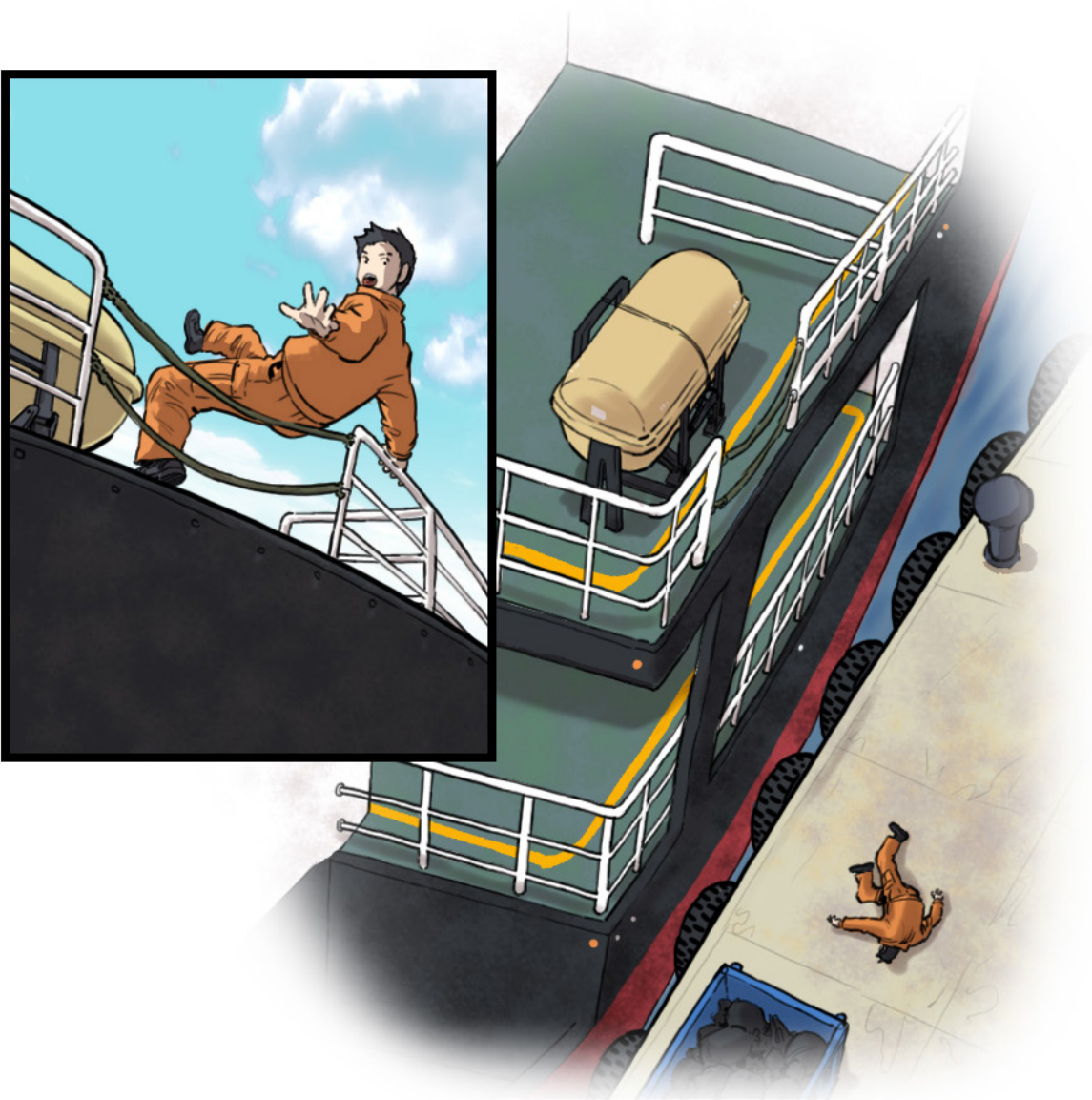
- ✓ Interaction forces between two moving vessels can be sufficiently large to seriously affect the manoeuvrability of either or both vessels. This is particularly important for small vessels when manoeuvring close to a larger vessel, as the forces can quickly cause a dangerous situation to arise.
- ✓ Masters and coxswains of all vessels, including port service vessels and work boats, should be fully aware of and trained in the dangers associated with hull-to-hull interaction.

Who may benefit? ① All vessel crew members including port service providers.



[10. FATALITY]

Crew member falling overboard onto wharf below



What happened?

On a 123 m long, 5,300 GT chemical/oil tanker, an able seaman was fatally injured while throwing rubbish from the ship's second deck into a rubbish container on the wharf 8 m below. The able seaman was in the area reserved for life-raft stowage and launching, protected only by two chains strung across the opening in the handrails. He lost his balance, and as the chains were insufficient to restrain him, he fell over the side onto the wharf below.

Why did it happen?

- The risks associated with the task had not been sufficiently well assessed and preventative measures to guard against a fall from height were not implemented.
- The chains in place protecting a gap in the handrails were insufficient to provide protection if leant or fallen against. The gap was more than two metres longer than it should have been. This had escaped notice since the ship was built.

What can we learn?



- ✓ All shipboard activities should be considered from a risk management perspective.
- ✓ All work near the ship's side needs to be assessed in regard to the dangers of falling from height. This accident highlights how flexible barriers such as chains may be insufficient to prevent or arrest a fall.
- ✓ The risks involved in seemingly routine tasks can be perceived to be lower when the tasks are undertaken with a degree of autonomy, freedom of choice and are thought to be within one's own control. A positive illusion of control is established where the risk is underestimated and a person is therefore more willing to accept the risk and exposure to hazards.



Who may benefit? ① All seafarers ② shipowners and operators ③ surveyors



[11. FALL FROM HEIGHT]

Very serious marine casualty



What happened?

• These lessons learned are based on the analysis of the findings made from six cases of serious accidents as a result of a fall from height. Working at height is a high-risk activity that must be properly managed. A formal risk assessment and suitable personal protection equipment must be used to ensure the hazards are mitigated for the entire duration that the crew member is working at height.

Why did it happen?

- Of the six cases that were examined, five cases occurred on dry bulk carriers and one on a dry cargo vessel. Four cases occurred whilst cleaning a cargo hold, one occurred whilst work was done with a wire rope on a crane grab and one was a fall down a crane trunk. In one case, a permit to work aloft was issued, in one case it was not, and in another there was no risk assessment made.
- In three cases, the report concluded that the crew member was cleaning the cargo hold at the time of the accident. In all three cases, the crew member either slipped or lost their balance and fell after releasing the safety harness or safety line as they transferred from one point to another. There is also evidence that in all three cases, the crew member's perception of risk was low and they felt in control when they released their safety harness or safety lines at relatively low height. Heights ranged from 4 metres down to as low as 1 metre. In all three cases, the crew were using portable ladders and in 2 of the 3 cases they were transferring from one ladder to another when they released their safety harness.

What can we learn?



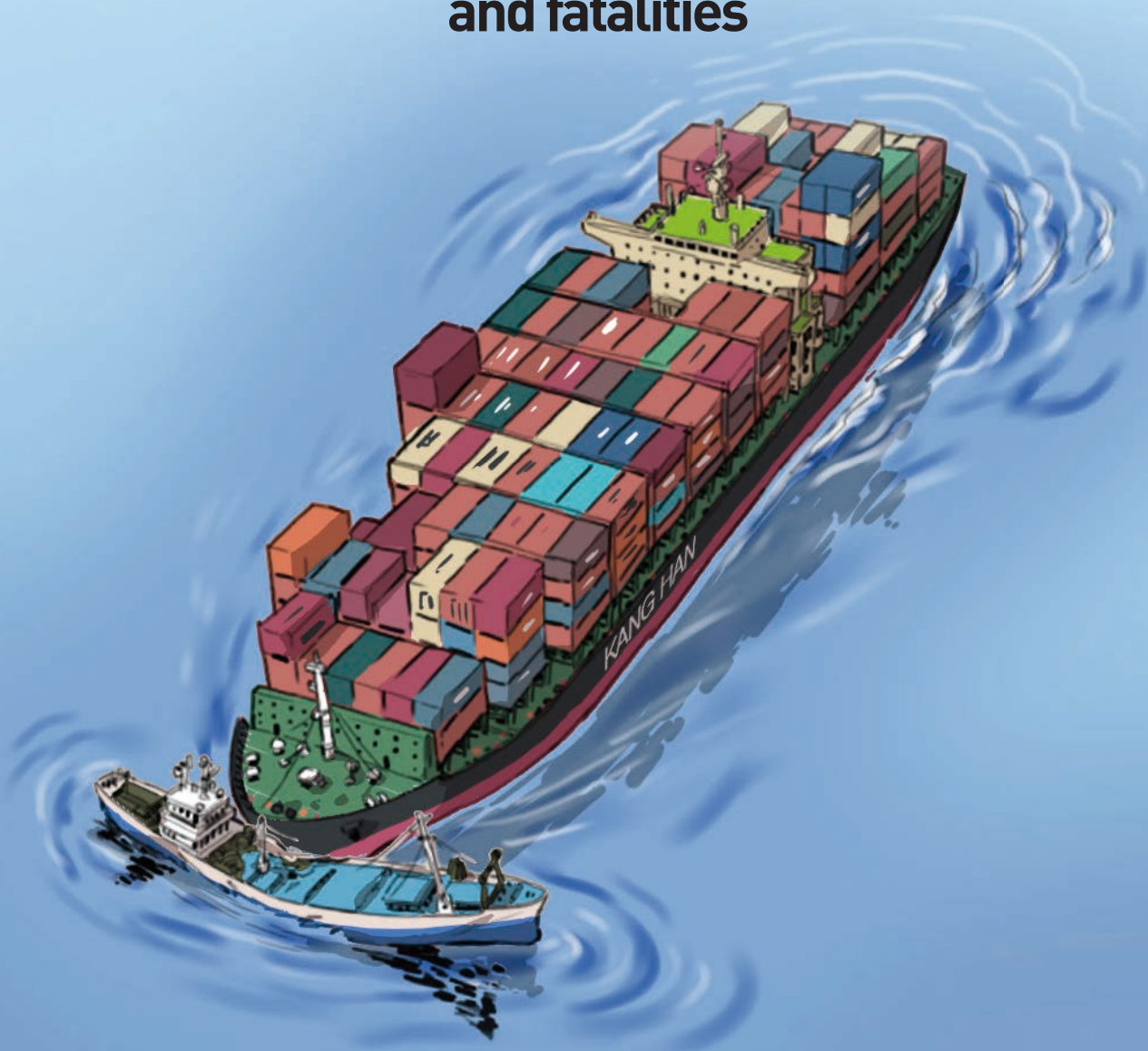
- ✓ The use of portable ladders when working at height should where possible be avoided and other means of access be considered.
- ✓ There is a risk that crew members working at relatively low height can perceive the risk to be acceptable.
- ✓ Safety harnesses and safety lines should be released only after crewmembers are safely on the ground.
- ✓ Two lanyard harness is an effective tool to mitigate the risk of a fall from height if there is a need to unclip a safety harness when moving from one point to another.

Who may benefit? 1 Seafarers 2 shipowners and operators



[12. COLLISION WITH FISHING VESSELS]

Collision between merchant ships and fishing vessels resulting foundering and fatalities



What happened?

- In six cases between 2010 and 2016 collisions occurred between merchant ships and fishing vessels following which the fishing vessel subsequently foundered, resulting in multiple fatalities. One common theme in these cases was that the officer of the watch although suspected a collision might have occurred, did not positively establish that a collision had taken place and continued the voyage.

Why did it happen?

- In two cases, the officer of the watch of the merchant ship did not identify they were on a collision course with the fishing vessel while in the other four cases vessels were identified visually, by radar or using AIS, but sufficient action was not taken to avoid a collision. Bad weather and darkness were contributing factors in half of the cases. Inadequate use of electronic navigation aids was also evident in some cases.

What can we learn?

- ✓ It is vital officers of the watch maintain a proper lookout using all available means to identify other vessels and determine if they may be on a collision course. Officers must be familiar with their bridge equipment and employ sensible CPA limits.
- ✓ Where a vessel is detected, sufficient early action should be taken when the vessel is the give way vessel. If determined to be the stand-on vessel officers of the watch must remain ready to take avoiding action to prevent a collision as required under the COLREGS. If in doubt, never hesitate to call the master.
- ✓ If an officer of the watch suspects a collision may have occurred, every effort must be made to establish all vessels are safe and render any assistance that may be required.



 Who may benefit? ① Seafarers and ship operators.

사고를 통해 배우는 해양안전

발 행 일 2019. 10

발 행 처 중앙해양안전심판원
편집위원 조사관 김 병 곤
편집총괄 사무관 이 삼 준
편집실무 주무관 유 정 임

디자인 · 인쇄 디자인크레파스
Tel. 02-2267-0663

* 중앙해양안전심판원 홈페이지(www.kmst.go.kr)의
[정보포털]-[간행물]에서 전자파일(PDF)로도 볼 수 있습니다.