

2021년도 주요 해외 해양사고 교훈사례집





2021년도 주요 해외 해양사고 교훈사례집

01. 충돌	컨테이너선과 어선 두척의 충돌 및 선원 사망	06
02. 전복	유조선에 지원하던 예인선의 전복 · 침몰	08
03. 침몰	태풍에 조우한 로로화물선 침몰	13
04. 충돌	컨테이너선과 어선의 충돌로 인한 인명사고	16
05. 추락	갑판침입수에 의한 선원의 선외추락	18
06. 인명사고	이안 작업 중 육상작업자 인명사고	20
07. 추락	도선사다리 준비 중 선원의 선외추락	22
08. 인명사고	시추용 배관 이동작업중 인명사고	24

CONTENTS

09. 충돌 화물선 간 충돌	26
10. 부두접촉 도선계획 부적절로 인한 선박의 부두 접촉	28
11. 추락 갑판침입수에 의한 선원의 선외추락	30
12. 접촉 바지선과 선박의 접촉충격으로 인한 엔진 유지보수 장비 추락 및 작업자 사망	32
13. 전복 복원성 저하로 인한 가축운반선의 전복	34
14. 추락 컨테이너 고박해체 작업중 선원의 해상 추락	35
15. 화물유실 악천후 항해중 342개 컨테이너 유실	37





2021년도 주요 해외 해양사고 교훈사례집

01

충돌

컨테이너선과 어선 두척의 충돌 및 선원 사망

사건개요

컨테이너선 A호는 조업 중인 다른 선박 무리를 통과하는 동안 어구를 서로 당기며 와이어로 연결된 상태로 조업 중인 어선 두척을 피하지 못하고 충돌하였다. 이번 충돌사고로 두척의 어선은 침몰되었고 이로 인해 선원 두 명이 익사하였으며, 컨테이너선 A호는 선체 표면이 손상되었다.



Figure 1.1 Container ship 출처 Investigation Report (LIBERIA MARITIME AUTHORITY)

사고원인

- 사고발생 해역 주변 선박 통항량 등 교통상황이 좋지 않았다.
- 도선사와 컨테이너선 선장 간 의사 소통이 원활하지 않았다.(BRM* 요건 위반)
*선교자원관리(BRM, Bridge Resource Team Management)
- 컨테이너선과 어선들 간의 음향, 조명신호 등을 활용한 의사소통이 없었다.
- 국제해상충돌예방규칙(COLREG)을 준수하지 않았다.
 - 음향 및 발광신호를 미발신
 - 부적절한 경계태세



Figure 1.2 Fishing boat 출처 Investigation Report (LIBERIA MARITIME AUTHORITY)

사고를 통해 얻은 교훈

- 선장 등 선교당직팀과 도선사에게 인근해역 어선들의 조업활동 정보를 사전에 제공하여 해당해역 항해시 발생할 수 있는 위험에 대한 인식을 높여야 한다.
- 양선박 간 근접상황 또는 충돌을 회피하기 위해서는 충분한 시간적 여유를 두고 미리 결정해야 한다.
- 도선사도 BRM을 이행해야 하며 선교당직팀과는 정보공유 등 긴밀한 협력이 필요하다.
- 공동으로 조업하는 어선 선원들은 공동조업 및 단독 항해시의 항해중 차이점 및 영향을 잘 이해하고 있어야 한다.
- 공동 조업 어선 간에는 신뢰할 수 있는 의사소통 수단이 있어야 한다.
- 한 명의 선원만 당직근무를 하는 경우 발생할 수 있는 위험요소에 대해 인지하고 있어야 한다.
- 당직 중인 항해사가 항해와 무관한 다른 업무를 수행해야 하는 부담을 가질 때, 이러한 업무부담으로 발생할 수 있는 위험을 알고 있어야 한다.
- 날씨가 온화하고 가시성이 좋은 경우, 당직 선원들은 오히려 경계를 늦출 수 있다.



Figure 1.3 충돌 후 사진 출처 Investigation Report (LIBERIA MARITIME AUTHORITY)

교훈 대상

선박관리자, 선장, 항해사, 도선사, 도선사협회, 어업종사자

사건개요

이른 아침 천둥이 치고 돌풍이 부는 악천후 속, 85,000GT 유조선은 에스비엠(SBM, Single Buoy Mooring)에 접안하여 원유를 선적하는 동안 번개와 거센 바람에 직면하였다. 당시 함께 있던 500GT 예인선은 길이 31.5m 직경 46mm의 강철 와이어 예인줄로 유조선 선미에 고정되어 있었다.

무어링마스터(MM)는 유조선이 SBM과 접촉하지 않도록 예인선에 유조선을 선미에서 당길 것을 지시하였다. 얼마 후 기상이 더욱 악화되어 터미널에서는 선적작업을 중단하고, 유조선은 주기관을 작동 시키도록 하였다.

악화된 기상과 예인선의 당김으로 인해 유조선을 SBM에 연결하고 있던 선수체인이 끊어졌고 유조선은 SBM에서 떨어지며 표류하기 시작했다. 이로 인해 SBM과 유조선에 연결된 화물호스가 손상되었다.

화물호스를 손상시키지 않도록 유조선은 우현전타로 변경한 후 주기관과 횡추진기를 각각 극미속전진, 우현으로 돌렸다. 그 후 악천후에 대응하기 위해 점진적으로 미속전진과 반속전진으로 증속하였고 타는 우현전타를 유지하였다.

그 후 예인선은 VHF를 통해 선내 비상상황을 알렸다. 예인선 갑판 위에는 해수가 유입되어 있었고 큰 파도가 두 차례 연속 예인선을 강타하자 심하게 횡요하다 전복되었으며 이후 빠르게 침몰하기 시작했다. 이를 목격한 나머지 또 다른 무어링마스터가 즉각적인 지원을 요청하여 또 다른 예선이 바로 도착하였으며, 즉시 생존자 수색작업을 시작하였다.

예인선 선원 12명 중 10명이 사망하였고 1명은 실종되었으며 1명은 전복된 선체 속에서 3일 동안 생존하였다. 부상자는 없었으며 오염도 발생되지 않았다.



Figure 2.1 Oil tanker · Tug boat 출처 Investigation Report (LIBERIA MARITIME AUTHORITY)

사고원인

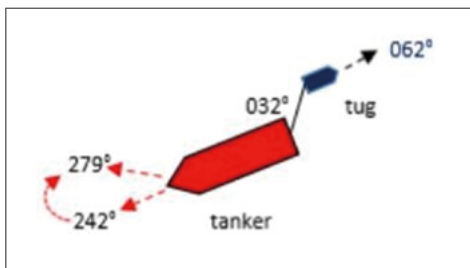
심한 악천후 상황속 유조선과 SBM의 접촉을 방지하기 위해 유조선과 연결된 예인선이 예인줄(tow line)을 당겼고, 그로 인해 SBM과 유조선을 연결하던 선수체인이 끊어졌다.

유조선은 화물호스의 손상위험을 낮추고 정박된 위치를 유지하며 SBM으로부터 멀어지지 않도록 하기위해 우현전타한 상태에서 횡추진기를 우현으로, 주기관은 반속전진(HALF AHEAD) 까지 점진적으로 증속시켰다.

예인선은 예인패넌트(Towing pennant)가 유조선 선미에 고정되도록 하였다. 예인패넌트는 예인선의 예인원치로 이어진 예인줄에 직접 고정되어 있었다. 거팅현상*(girting)을 막기 위한 곱 와이어(Gob wire)나 예인핀(Towing pin) 모두 사용되지 않았다. 예인선은 전복되기 전 큰 파도가 연속으로 예인선의 청형방향을 강타하여 우현으로 기울어졌고, 예인선 와이어(Towing wire)는 거널**(Gunwale)에서 갑판실까지 미끄러 졌다.

* 예인선의 선수미선이 예인줄의 방향과 직각이 되면 갑판 상부 예인줄을 잡은 비트에 피예인선박이 끌어당기는 강한 힘을 받음과 동시에 수면하부에는 조류 유압이 반대방향으로 작용하여 예인선은 대각조 횡경사 하며 동요하게 되는데 이를 거팅(girting)현상이라고 한다.

** 선박의 측면과 갑판이 만나는 부위



[그림 1] 예인줄과 유조선의 각도는 032°(유조선 선수방위 기준 5시 방향)로 예인선의 중심선은 유조선 중심선과 평행하였으며, 예인선 와이어는 거널에서 갑판실까지 미끄러졌고 첫 번째 파도에 부딪혔을 때 예인선은 우현으로 기울었다.

사고를 통해 얻은 교훈

● 작업해역의 환경조건에 대비해야 한다.

- 본 사고는 해당 해역에서 거센 뇌우와 최대풍속 60kn의 바람, 심한 돌풍이 주기적으로 나타나는 우기에서 건기로 바뀌는 시기에 일어났다. 당초에는 16kn의 남남동풍이 불며 안정적이었으나, 폭우와 함께 기후가 빠르게 악화되었으며, 번개와 최대풍속 50kn의 돌풍 및 높이 1.5~2m의 예측 불가능한 파도가 발생하였다. 이러한 기상악화 패턴은 해당 해역에서 주기적으로 발생하는 것으로 이미 알려진 위험요인이었으며, METAREA 기상예보에서도 사고당일 해당 해역의 기상악화를 예보하였다.

- 사고 예방을 위해서는 장비가 적절하게 활용되어야 한다.
 - 사고당시 유조선 선미에서 근무 중이던 선원 한 명은 예인패넌트가 예인선 와이어에서 예인원치로 직접 연결되어 있었으며 곱 와이어나 예인핀 모두 사용되지 않은 것으로 증언하였다.
 - 또 다른 선원은 예인선에 연결된 와이어가 거널에서 갑판실로 미끄러졌으며 예인선은 첫 번째 파도를 맞았을 때 우현으로 기울어졌다고 증언하였다. 예인핀(장치된 경우)과 곱 와이어가 사용되었더라면 와이어는 거널에서 미끄러지지 않았을 것이다.
 - 이번 사고에서 1열 마모방지 체인(single length chafing chain)이 끊어졌으며, 원인 조사결과, 이 체인의 안전하중(SWL, 230~458톤)은 권장 안전하중 보다 낮았다. 체인의 권장 안전하중과 최대파괴하중은 각각 482톤과 612톤이다.

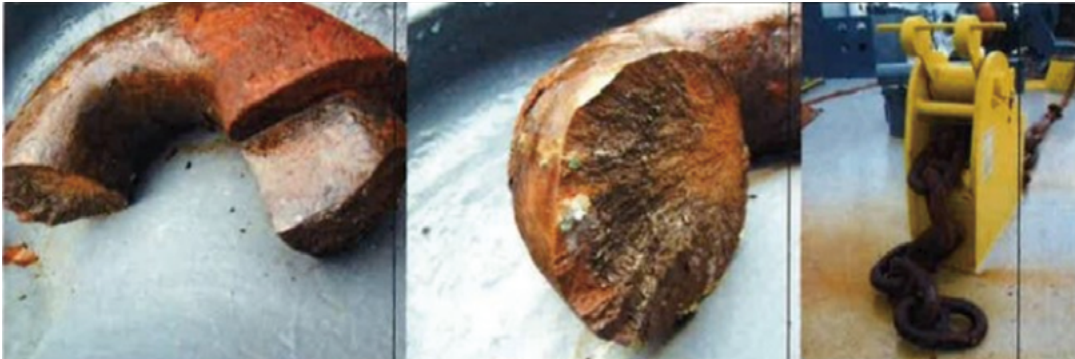


Figure 2.2 Defective chafe chain 출처 Investigation Report (LIBERIA MARITIME AUTHORITY)

교훈대상

선원, 선주, 선박 운영회사, 기국

참고자료

- 1 선수방향에서 ASD(Azimuth stern drive) 예인선으로 예인하는 편이 더욱 안전하고 효율적이며 예인선의 거팅현상을 막는데에도 도움이 된다. 선미예인(pull-back)하는 예인선을 신중하게 선택해야 하며 해양예인지원선(Anchor Handling Tug Supply vessel, AHTS) 역시 이 경우에는 적절하지 않을 것이다. 적절한 예인선을 선택하지 못하면 터미널과 예인선, 유조선 간 (준)해양사고가 발생할 위험성이 고조된다. 선미 예인하는 예인선이 예인작업(static tow)에 참여할 때 예인핀과 곱 와이어 장치가 있었다면 예인선 갑판에서 예인줄이나 와이어의 움직임을 통제하거나 줄이는 것이 효과적이었을 것이다.

이를 통해 다음의 목적을 달성할 수 있다.

1. 거팅이나 선박의 전복위험을 차단하여 예인선의 안전성을 높인다.
2. 필요한 경우 선원들이 예인작업 중 후갑판에서 필요한 작업을 안전하게 수행할 수 있다.
3. 예인 또는 예인선을 조타 및 조종할 수 있게 한다.

예인작업에 참여하는 모든 사람들은 예인갑판의 수밀 건전성을 침해하는 요인과 거팅현상의 위험성에 대해 반드시 인지하고 있어야 한다.

거팅현상은 장력이 가해진 예인줄이 예인선을 옆에서 당길 때 상황을 통제하지 못하는 경우 발생된다. 예인선은 계획된 운항기간 동안 IMO의 선박 비손상 복원성 기준을 만족하여야 하며, 수밀건전성을 유지하여야 한다.

만약 거팅현상이 발생하게 되면 예인줄에 과도한 장력이 발생되며, 이를 대비한 비상용 순간이탈장치(quick release)가 필요할 수 있다. 원치 작동 담당자는 해당 장비 작동법에 대해 분명하게 알고 있어야 한다. 이 장비는 팽팽했던 예인줄을 느슨하게 하고, 이는 예인선을 다시 정위치로 돌아오게하여 한다. 예인선의 예인 강도를 확인하기 위해서는 로드셀(load cell)이 선미예인하는 예인선의 예인줄과 원치장치에 포함되어야 한다.

다음의 상황에서는 비상 시 예인줄을 분리하는 것이 적절할 수 있다.

1. 유조선의 선수방위 변경으로 예인선이 상황을 통제할 수 없는 경우
2. 예인선의 이탈장치(release gear)가 고장나거나 오작동 하는 경우
3. 인적 과실 등으로 예인선을 잘못 조종한 경우
4. 거팅, 선외추락(MOB) 등 예인선에 비상상황이 발생한 경우

비상용 분리장치를 사용하기 위해서는 위험평가를 철저하게 실시해야 하며 모든 인력 및 자산에 대한 안전성 및 위험요소를 고려해야 한다.

예인선 선장은 무어링마스터와 함께 연계된 시뮬레이터에서 무어링시뮬레이션 훈련에 참여해야 하며, 이로 인해 작업 및 핵심인력은 작업에 대한 자신감과 이해도를 높여야 한다.

예인선이 선수예인 하도록 설계되었고 선원들이 해당 방식에 더 많은 경험을 가지고 있다면 선수예인 방식이 선호될 것이다. 예인선 선장과 무어링마스터는 예인선 거팅현상이 발생할 수 있는 상황과 거팅현상 발생시 위험정도를 파악하고 관리하는 방법에 대해 분명하게 이해하고 있어야 한다. 예인장치의 모든 구성요소는 시간이 지나면 쇠모되어 손상된다. 예인선박회사는 항상 예인장치가 목적에 적합하게 사용될 수 있도록 다음이 포함된 예인장치 관리계획을 세워야 한다.

1. 모든 핵심적인 구성요소 확인
2. 스플라이싱(splicing)과 같은 유지보수 작업의 훈련 및 숙련도
3. 점검과 유지보수를 위한 계획 및 지침
4. 예인일지와 같이 사용시간과 하중 모니터링 등이 포함된 예인기록 관리
5. 중요한 모든 구성요소에 대한 분명한 폐기처리 기준 확립
6. 제조사의 권장사항에 따른 관련장치의 구성요소 보관지침

- 2** 마모방지 체인(Chafe chain)은 8미터 또는 그 이상 길이로 된 1줄 체인으로, 76mm 스톨드 링크로 되어 있다. 마모방지 체인은 합성섬유 줄이 터미널이나 오프테이크 탱커(Offtake Tanker)의 페어리드에 마모되는 것을 방지할 수 있을 정도로 충분히 길어야 한다. (오프테이크 탱커에서 계류용 호저 끝에) 체인을 끼운 부표가 사용된다면 마모방지 체인길이는 해당 부표의 길이 만큼 더 길어야 한다. 마모방지 체인을 계류줄에 연결할 때 다음의 샤클을 사용해야 한다.

- o Bow shackle: Material BS EN10083-1:2006 605M 36 T급 또는 동급의 SWL 42T PR load 59T BR Load 84T; 그리고
- o Shackle Pin: Material BS EN10083-1:2006 826M 40 U급 또는 동급의 제품

터미널운영사는 SPM의 설계 시 계류사양, 최소파괴하중(MBL)과 체인등급의 특성을 고려하여 적절한 체인을 선택해야 한다. 또한, 터미널운영사는 체인의 MBL은 선형 인장력에 기초하므로, 사용할 마모방지 체인이 체인의 선도각과 이를 고정하기 위해 사용된 설계방식에 따라 더 낮은 파괴하중을 받을 수 있다는 점도 알고 있어야 한다. 마모방지 체인의 자재는 계류시스템의 MBL 요건에 부합하는 것으로 선택되어야 한다. 평가된 강도는 최소 직경 76mm의 IACS W22 R3등급이나 R4등급(최소요건), 또는 이와 동급으로 강화된 SAE8630(Society of Automotive Engineers)에 맞춰 제작된 스톨드 링크 체인이어야 한다. 공인된 체인검사소에서 스톨드 링크의 재료에 대한 자재에 대한 인증서를 받아야 한다. 계류시스템 설계 시 계류시스템 중 아래 부분이 취약해지지 않도록 주의해야 한다.

1. 오프테이크 유조선(Offtake tanker) 계류장치
2. 터미널 체인 고정지점

계류시스템에 대한 위험평가를 통해 강도가 약한 링크 사용여부 등을 식별하여야 한다.

사건개요

1975년 건조된 30,000GT 로로화물선은 출항 당시 열대기후로 형성된 강력한 허리케인에 직면하게 되었다. 선장은 항로를 변경하였지만 항로변경으로 선박이 허리케인의 눈(허리케인 중심부)에 위치하게 되어 거센 파도와 바람을 맞게 되었다.

해수는 개방된 현장을 통해 화물창으로 유입되기 시작했고, 이로 인해 선박은 계속 우현으로 기울게 되었다. 종경사 및 횡경사로 인해 더이상 윤활유 섬프탱크 저수위로 추진기관의 작동을 유지할 수 없었으며, 이로 인해 선박은 표류하며 현측에서 강한 바람과 파도를 맞았다.

이후 침수는 점점 더 심해졌고 선박은 침몰하였다. 선박은 침몰되기 10분 전 조난경보를 보냈지만 생존자 위치를 파악할 수 없었다.



Figure 3.1 Container Ship 출처 Investigation Report (UNITED STATES COAST GUARD)

사고원인

- 선장은 강해지는 허리케인의 영향에 대한 항해사의 조언에 귀를 기울이기보다는 최신식도 아닌 부정확한 기후 데이터를 과신하며 항로를 변경하였다. 잘못된 BRM 운용으로 선장은 위험상황을 정확하게 인식하지 못했다.
- 선박이 처음 기울어지기 시작한 것은 허리케인으로 인해 점점 더 거센 바람이 현측에서 불기 시작하면서 부터였다. 화물창으로 이어지는 현창이 열려있는 상황을 알려주는 원격시스템은 없었다. 열려있던 현창으로 해수가 화물창으로 유입되었으며, 이로 인해 선박의 수밀성이 훼손되었다.

- 유지보수가 잘 되지 않은 선내구조와 통풍 댐퍼(ventilation damper)는 선박의 수밀성을 약화시켰다. 선박개조로 인해 만재흘수선(load line draft)이 높아 복원성이 낮아지고 악천후에 대해서는 취약해 졌다.
- 하역인부에 대한 관리감독 부족으로 선내 화물은 화물고박매뉴얼에 따라 튼튼하게 고박되지 않아 외력을 받을 때 화물이 이동하며 흘수선 아래의 선체 일부가 손상되었다.
- 기관사들에게 횡경사로 인한 엔진의 운영한계 및 악천후를 대비 필수 준비사항에대하여 충분히 알려주지 않았다. 그 결과 선박은 섬프탱크 내 윤활유 수위가 권장 수위보다 더 낮은 상태에서 출항하였고, 그 결과 주기관 추진장치 작동을 위한 윤활유 석션(suction)을 할 수 없었다.
- 선박의 복원성 소프트웨어로는 침수부위를 파악할 수 없었으며, 그 결과 침수지점을 파악할 수 없었던 선원들은 통풍구 입구를 닫을 수 없었다. 또한 승인받은 손상제어계획(damage control plan)이 있었다면 선원들은 선박 상태의 심각성을 인지하고 비상상황에 대응할 수 있었을 것이다. 그러나 이 역시 필수요건이 아니었기 때문에 본선에는 구비되어 있지 않았다.
- 선사 또한 안전한 항해, 수밀성, 악천후 대비, 악천후 상황 속 비상대응, 항해사의 수행실적을 평가하는 절차와 관련한 안전관리체제(SMS)의 효과에 대해 적절히 관리 감독하지 않았다.
- 선원훈련에 손상제어, 복원성 회복 수단, 기상학 및 선박조종은 포함되지 않았으며 RRDA(Rapid Risk Damage Assessment) 서비스에 가입했음에도 불구하고 해당 서비스에 대한 훈련도 없었다.
- 선박에 있는 개방형 구멍정이나 구멍뿔목을 적시에 사용했다 가정하더라도, 극심한 악천후 속에서 선원들을 제대로 보호할 수 없었을 것이다.

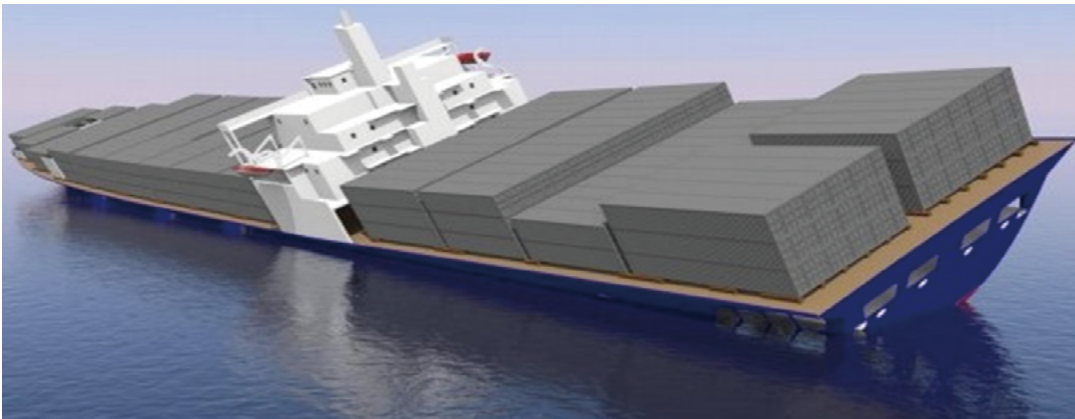


Figure 3.2 Simulation before sinking 출처 Investigation Report (UNITED STATES COAST GUARD)

사고를 통해 얻은 교훈

조사보고서에서는 다음 사항의 중요성을 강조하였다.

- 약천후 시 적시에 정확한 조안을 구하는 것을 포함, 모든 상황을 고려하여 적절한 항해계획을 세워야 한다.
- 선박과 선원의 안전성을 보장하기 위해 BRM을 효과적으로 이행해야 한다.
- 관련된 모든 위험요소를 파악하고, 적시에 회사의 적절한 지원을 요청해야 한다. 여기에는 핵심적인 선박운용 및 비상대응을 위한 선원훈련이 포함되며, 이에 제한되지 않는다.

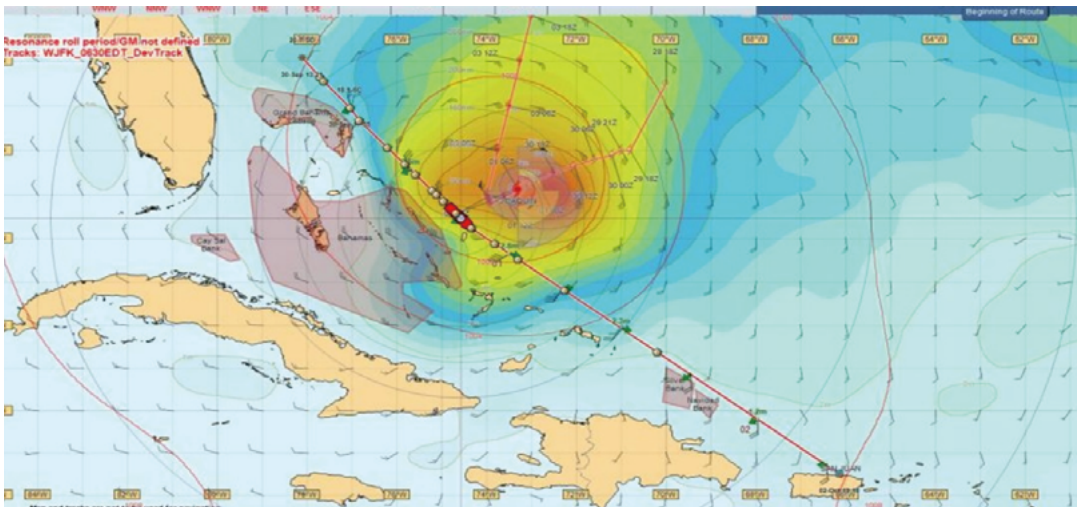


Figure 3.3 Course line 출처 Investigation Report (UNITED STATES COAST GUARD)

교훈대상

선원, 선주와 선박 운영회사, 기국

사건개요

이른 아침 컨테이너선 한 척이 입항을 위해 VTS 관제 해역으로 들어서고 있었다. 당직사관(OOW)은 선박 위치와 함께 도착예정시간(ETA)을 VTS에 보고하였다. 최초 보고지점에 도착할 당시 컨테이너선 선교에는 당직사관이 아닌 또 다른 사관과 갑판수(AB)가 있었다.

항구로 더 접근한 후 다시 VTS로 보고하였고, VTS는 컨테이너선이 정박할 위치를 결정하였다.

컨테이너선은 해당 위치로 선속 15.3kn로 이동하던 중 어선과 충돌하였으며 그로 인해 어선이 전복되었다. 어선 정장(coxswain)은 전복된 선박의 조타실 안쪽에 갇혔고 이후 익사하였다. 그 외 선원들은 바다에 빠져 실종되었다.



Figure 4.1 4.2 Container ship · Fishing boat 출처 Investigation Report(HONGKONG Special Administrative Region Marine Department)

사고원인

- 1972년 국제해상충돌예방규칙(COLREG)을 준수하지 않았다.
 - 두 선박 모두 적절한 경계태세를 유지하지 않았다. 6해리 이상의 거리에서 컨테이너선 레이더에 어선의 표적반향 신호(target echo)가 나타났지만 충돌위험을 판단하기 위해 위치를 표시하거나 확인하지 않았다.
 - 피항선이었던 어선은 규정 16(Rule 16)을 따르지 않고, 컨테이너선의 항로를 피하지 않았다.
 - 컨테이너선은 유지선으로서 횡단상황에서 항로와 속도를 유지하되, 필요시 피항을 돕는 최선의 조치를 취하라는 규정 17(Rule 17)을 준수하지 않았다.

- 컨테이너선은 고밀도 통행지역에서의 운항(Navigating in High-Density Traffic Areas)과 관련하여 선내 안전관리매뉴얼 상 필수요건을 지키지 않았다.
 - 충돌사고 전 컨테이너선은 주니어 사관의 지휘 아래 고밀도 통행구간인 항만구역으로 15kn 속도로 접근하고 있었다. 그러나 주기관은 선박조종을 위한 준비가 되어있지 않았으며, 충돌 후 컨테이너선이 입구에 설치된 부표까지 약 7해리 남았을 때 조종할 수 있는 준비가 되었다.
- 컨테이너선은 적절한 항해계획을 세우거나 이행하지 않았다.
 - 관련 차트를 포함, 항해계획에는 조종을 위해 기관을 어디에서 준비시켜야 하는지 나와있지 않았다. 게다가 당직사관에게 “경계를 높이고 지나가는 모든 선박과 충분한 간격을 둘 것”과 “모든 어선에 1해리 간격을 둘 것”을 요구하는 선장의 지시사항(Master's order for the passage)도 지켜지지 않았다.
- BRM과 컨테이너 선박 선교팀의 협력은 미약했고 효과적이지 않았다.
 - VDR에 따르면, 컨테이너선의 제1레이더 스크린은 6해리 범위로 설정되었으며 RM 모드에서 중심지점에서 벗어난 곳을 표시하고 있었다. 충돌이 진행되는 동안 어선의 위치도 표시되지 않았고 레이더의 어떠한 조작도 하지 않았다. EBL을 사용해 어선의 방위변화를 확인하려는 시도도 하지 않았으며, 어선에게 경고하기 위한 기적도 울리지도 않았다.

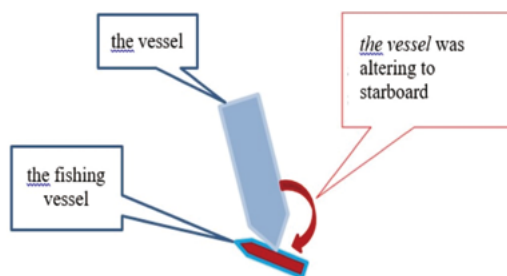


Figure 4.3 충돌상황도 출처 Investigation Report(HONG KONG S.A.R.M.D)

사고를 통해 얻은 교훈

- COLREG를 준수해야 한다.
- 적절한 항해계획을 세우고 이행해야 한다.
- 고밀도 통행지역 항해 시, 선사의 선내 안전관리 매뉴얼을 따른다.
- 효과적인 BRM의 중요성을 인식한다.

선내 SMS를 효과적으로 이행하기 위해서는 내부감사를 실시하고 BRM에 대한 추가 훈련을 제공하는 것이 중요하다.

교훈대상

선원, 선주와 선박 운영회사, 기국

사건개요

적하된 유조선이 태풍으로 발생한 악천후 속에서 항해하고 있었다. 사고 당일 아침 당직 중이던 일항사는 선수에 설치된 구멍뿔목의 승정용 사다리가 부러진 것을 확인하였다. 선장이 선교로 나왔을 때 일항사를 포함, 4명으로 된 팀을 선수로 보내 사다리를 고정시키고 선수루를 점검하기로 결정하고, 작업에 대한 위험평가를 실시하였다.

선장이 선속을 낮추고 갑판 위로 닥칠 파도를 줄이기 위해 변침을 하였다. 이들은 앵커 와이어 래싱(anchor wire lashing)이 떨어진 것을 포함, 다른 문제를 발견하였고 창고문제를 해결하고 선수루 창고를 점검하기로 결정하였다. 이러한 임무를 하는 동안 이들 중 한명은 우현 양묘기를 확인하기 위해 창고를 떠났고, 다른 3명은 창고 안에 남아 있었다. 떠났던 선원 한 명이 창고로 다시 돌아올때 큰 파도가 선수루를 지나 좌현에서 우현으로 덮쳤고 그는 파도에 휩쓸려 선외로 추락했다. 선장은 수색을 시작하였고, 다른 선박 두 척과 구조헬기도 수색에 동참하였다. 그러나 해당 선원을 찾지 못하였고 선원은 사망한 것으로 추정되었다.

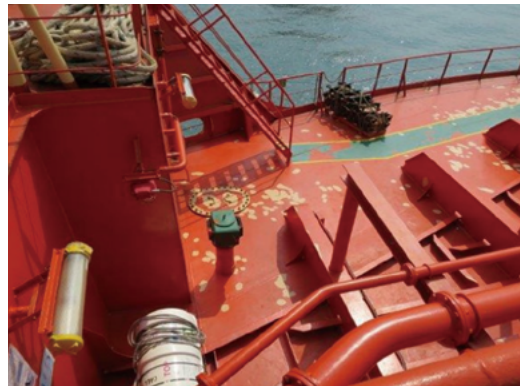


Figure 5.1 5.2 Tanker · Foreward deck 출처 Investigation Report (Republic of the Marshall Islands Maritime Administrator)

사고원인

- 선원은 큰 파도가 선수루를 덮쳤을 때, 파도에 바로 노출되는 위치에 있었다.
- 위험평가는 기후조건에 적합하지 않게 실시되었으며, 이로 인해 갑판에 있던 선장과 선원은 안전문제에 있어서 잘못된 판단을 하였다.
- 선박의 충분히 크게 변침하지 않았고, 안전장비 및 벨트를 사용하지 않는 등 주의사항을 적절하게 지키지 않았다.
- 점검 시 추가 문제가 발견되었을 경우에 대한 대비책이 없었다.
- 열대성 태풍이 발생하는 악천후 예방대책은 부적절했다.



Figure 5.3 5.4 사고당시 기상도 · 익수자 구명동의 출처 Investigation Report(Republic of the Marshall Islands Maritime Administrator)

사고를 통해 얻은 교훈

- 악천후 시 해상에 선박이 제대로 고정되어 있고 악천후로 진입하기 전 추가 사고 예방대책을 이행하는 것이 중요하다.
- 악천후 시 갑판작업은 위험하여, 선박 및 선원들이 더위험한 상황이 발생하는 경우가 아니라면, 해당 작업을 해서는 안된다.
- 악천후 시 갑판작업을 해야 한다면 반드시 완전하고 실질적인 위험평가를 먼저 실시하고 필요한 모든 사고 예방조치를 취한 이후에 하여야 한다.
- 악천후 시 갑판작업을 하기 전에 침로 및/또는 속도를 적절하게 변경하는 것은 매우 중요하다.
- 악천후 시 갑판작업을 하기 위해서는 기타 개인보호장비(PPE)에 추가하여 갑판작업중 안전을 추가 확보할 수 있는 안전장비와 벨트를 항상 반드시 착용해야 한다.

교훈대상

선원, 선주와 선박 운영회사

06

인명사고

이안 작업 중 육상작업자 인명사고

사건개요

조선소에서 액화천연가스운반선의 이안작업 중, 조선소 근로자 2명이 계선용으로 사용된 계류식 테일로프에서 풀린 밧줄의 중간부분(bight)에 맞았다. 그들 중 한 명은 치명상을 입었다.



Figure 6.1 LNG Carrier 출처 Investigation Report (Transport Safety Investigation Bureau (TSIB) Ministry of Transport Singapore)

사고원인

- 테일로프는 보관되기 전(2개월전)에는 상태가 좋았던 것으로 기록되었다. 보관되는 동안 상태가 악화되었을 수 있다.
- 계선작업에 참여한 조선소 근로자들에게 선박의 접·이안 관련 직무능력표준에 따라 구조화된 훈련 프로그램을 이수하는 것이 의무사항이 아니었다.
- 계선줄에 대한 점검 및 평가기준에 특히 메인로프와 유사한 운항 및 환경조건에 있는 시징 트와인(seizing twine)에 대한 점검은 포함되지 않았다.

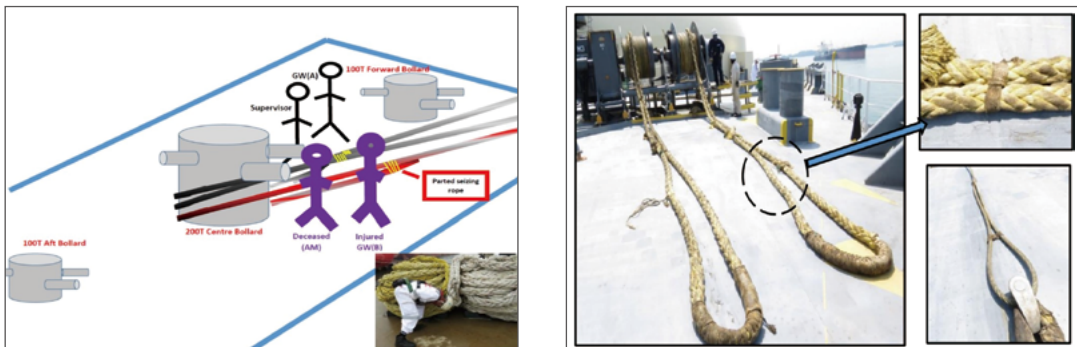


Figure 6.2 Worker's Position · Mooring Line 출처 Investigation Report (Transport Safety Investigation Bureau (TSIB) Ministry of Transport Singapore)

사고를 통해 얻은 교훈

- 조선소는 접·이안 작업을 위한 위험성 평가를 검토하고, 안전작업절차를 확립하여야 한다.
- 테일러프 상태를 점검하고, 점검할 때에는 시징 트와인의 상태도 확인하여야 한다.

교훈대상

선박관리자, 조선소, 육상근로자, 항만관리사, 작업, 보건 및 안전 관련 정부기관



사건개요

도선사 사다리를 준비하는 동안 갑판장은 동료선원에게 창고에 있는 필요한 물건을 가져오도록 요청하였다. 동료선원이 물건을 가지고 돌아왔을 때 사다리를 준비하던 갑판장과 도선사 사다리가 사라졌다. 갑판장을 수색하기 위해 경보를 울렸다. 갑판장이 발견되었으나 병원에서 사망하였다. 현장에서는 안전장비가 발견되었고, 갑판장은 구명조끼를 “착용”한 것으로 목격되었으나, 구조될 당시에는 구명조끼를 착용하고 있지 않았다.



Figure 7.1 Container ship 출처 Investigation Report (LIBERIA MARITIME AUTHORITY)

사고원인

- 갑판장은 선측 가까이에서 작업할 당시 선박에 고정되어 있지 않은 상태였다. PPE(구명조끼와 안전장비)를 착용하지 않았다.
- 선박 SMS 상에는 해당 작업에 대한 공식 절차가 없었다. 안전장비를 착용하는 관행은 있었지만 이번 사건의 경우, 갑판장은 착용하지 않았다.
- 사고발생 당시 그는 혼자 작업하고 있었다.

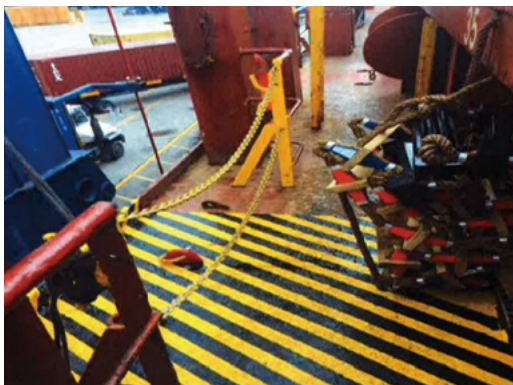


Figure 7.2 7.3 Pilot ladder · Man overboard 출처 Investigation Report(LIBERIA MARITIME AUTHORITY)

사고를 통해 얻은 교훈

- 단순히 일상적인 작업이 위험성이 낮아 SMS에서 고려하지 않아도 되는 것을 의미하진 않는다. 정기적으로 SMS를 검토하여 선내 모든 작업을 분명하게 이해하고 적절한 위험 완화조치를 취해야 한다.
- 모든 선원에게는 자신과 동료선원의 안전을 살펴야 할 의무가 있다.
- 선원에게 제공된 PPE를 제대로 착용했더라면 사고를 막을 수 있었을 것이다.
- 혼자 작업하는 경우 위험성은 증대된다.

교훈대상

모든 선주와 선박 운영회사, 선원

사건개요

시추용 배관을 보관장소에서 굴착장소로 이동할 때 채굴인부(floor hand) 한 명이 배관 하단에 머리를 맞아 사망하였다.

선박은 배관관리 자동화 시스템을 갖추고 있었다. 시추용 배관은 세트백(setback) 공간에 수직으로 보관되며 데릭(derrick) 안에 핑거보드(fingerboard)라고 부르는 시스템으로 고정된다. 배관은 이 곳에 수직으로 보관되며 예상치 못한 이동을 오 인한 위험발생으로부터 보호된다. 세트백 공간은 출입금지 구역으로 간주되며 배관처리시스템이 배관을 이동시킨다.

제32섹션 배관을 제거하는 동안 배관 걸쇠가 제대로 열리지 않았고 처리장비 하중으로 인해 배관이 구부러졌다. 채굴인부가 세트백 공간에 들어서는 순간 걸쇠가 풀어졌으며, 배관 하단이 튀어 오르면서 인부의 머리를 강타하였다.

사고일은 그가 해당 직무를 맡은 첫 근무일이었다.



Figure 8.1 Drill ship 출처 Investigation Report (LIBERIA MARITIME AUTHORITY)

사고원인

- 해당 인부는 관련 위험성에 대한 훈련을 충분히 받지 못했다.
- 배관관리 담당자 및 그 안에서 작업하던 사람들은 배관 보관구역을 보지 못했고 시야가 좁았다.
- 직무 첫 날이었던 채굴인부를 적절하게 관리감독하지 않았다.
- 사고는 해당 작업이 32번째 완료되었을 때 발생되었다. 즉, 여러 차례 작업으로 작업의 위험성에 대한 인식이 부족했거나 둔감해져 출입금지 구역에 들어간 것으로 추정된다.



Figure 8.2 Drill Pipes · Latches 출처 Investigation Report (LIBERIA MARITIME AUTHORITY)

사고를 통해 얻은 교훈

- 작업에 대한 위험성을 제대로 평가해야 하며, 그 결과에 따라 적절한 위험 완화조치가 취해져야 하며, 사고가 일어나지 않았다는 것이 안전하다는 의미가 아니다.
- 새로운 직무를 맡은 근로자는 올바른 훈련과 적절한 관리감독을 받아야 한다.
- 장비 운전자가 해당 작업구역을 명확히 볼 수 없는 경우, 해당 구역에 접근하기 전 사각지대를 안전하게 만들기 위한 명확한 장비작동 절차와 작업자 간 의사소통 절차가 필요하다.
- 관련 근로자들에게 수리작업의 위험성을 정기적으로 반복해서 알릴 필요가 있다.

교훈대상

장비 운전자, 갑판원, 갑판사관

사건개요

화물선 선장은 240도로 항해중 침로의 270도 방향으로 6해리 떨어진 거리에서 본선 좌현 선미방향으로 접근하는 상대선박을 확인하였다. 30분 후 화물선 이항사는 상대선박이 침로를 변경하여 상대선박과의 최근접점(CPA)이 0.8해리로 좁혀졌다는 사실을 인지하였다. 상대 선박이 화물선 쪽으로 우선회는 상황에서 화물선 이항사는 VHF를 통해 상대선박에 연락하였으나 응답이 없었다. 이항사는 충돌을 피하기 위해 우현전타하였지만 두 선박 간 충돌을 피할 수 없었다.



Figure 9.1 General cargo ship 출처 Investigation Report (PANAMA MARITIME AUTHORITY)

사고원인

- 두 선박의 선교팀 모두 효과적인 견시를 하지 않았다.
- 통항상황을 고려한 안전속도가 유지되지 않았다.
- 충돌을 피할 수 있는 가능한 모든 수단을 사용하지 않았다.

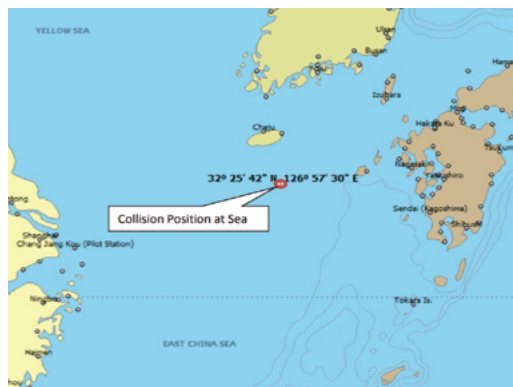
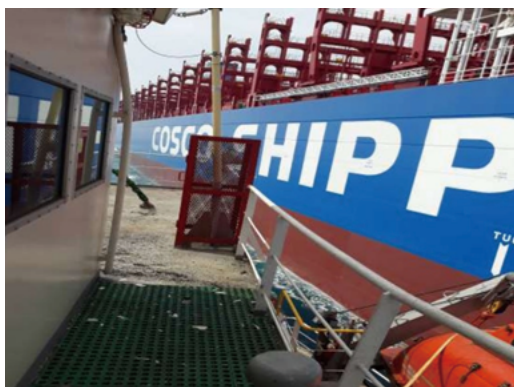


Figure 9.2 9.3 Collision · Position 출처 Investigation Report (PANAMA MARITIME AUTHORITY)

사고를 통해 얻은 교훈

- COLREG와 선원의 상무를 준수하는 것은 중요하다.
- 위험 상황에 대처하기 위해서는 모든 항해설비를 적절하게 사용해야 한다.
- 공해 상에서 상황을 확인하고 이해하며 충돌을 피하기 위해서는 일찍 VHF로 상대선박과 의사소통을 하여야 한다.
- AIS는 ARPA와 같은 다른 수단과 함께 견시를 돕는 수단으로 사용해야 한다.

교훈대상

선박관리자, 선장 및 항해사

사건개요

맑은 날 오후 도선사는 화물 양하작업을 위해 다목적 선박을 도선하고 있었고, 선교에는 선장과 갑판수(AB)가 당직을 수행하고 있었다. 도선사는 선박을 좌현 접안시키기 위해 묘박지 내에서 선박을 먼저 선회하기로 계획하였다. 두 예인선이 선박의 선회를 돕기 위해 접근하였으며, 도선사는 예인선 한 척은 우현선미 앞에서 선박을 밀고, 다른 한 척은 우현선미에서 밀도록 지시하였다. 그러나 도선사와 선장 모두 선박에 횡추진기가 있으므로 예인줄의 연결은 불필요하다고 판단하여 예인줄은 연결되지 않은 상황이었다. 선박은 부두에서 110m 떨어진 곳에 2.6kn 속도로 접근하였고, 두 예인선은 모두 선박을 밀고 있었다. 도선사는 횡 추진기와 주기관, 그리고 조타명령을 내렸고 이행되었다.

선장은 도선사에게 선박이 너무 빠르게(2.4kn) 움직이고 있다고 알리며, 반속 후진과 전속 후진 명령을 내리며 감속을 시도했지만 선박의 속력은 줄지 않았고, 3분 뒤 선박은 부두와 강하게 접촉하였다.



Figure 10.1 10.2 Heavy contact with quay 출처 www.porttechnology.org/news

사고원인

- 구체적이고 적절한 도선계획을 사전에 준비하지 않았으며, 선박 선회해역을 선정할 때 현장여건을 충분히 고려하지 않았다.
- 두 예인선이 연결되지 않아 선속 감소 시 도움을 줄 수 없었다.
- 선장은 도선사를 지나치게 신뢰하였고, 도선계획에 대해 구체적으로 의견을 교환하지 않아 도선의 지원과 관리감독이라는 자신의 역할을 온전히 이행할 수 없었다.
- 접안작업 위험평가에서 확인된 주의사항을 온전히 이행하지 않았고, 앵커를 내리는 등 충분한 비상조치도 취하지 않았다.
- 회사에서는 도선작업과 관련한 충분한 지원과 지침을 선박에 제공하지 않았다.

사고를 통해 얻은 교훈

- 선박 및 항만관련 정보가 포함된 상세하고 적절한 도선 계획을 수립하고 활용해야 한다.
- 선교팀과 도선사는 도선 계획에 대해 상호이해를 기반으로 합의하고, 도선 계획에 따른 이행여부를 모니터링해야 한다.
- 선교팀은 항해를 제대로 하기 위해 선교팀에 도선사를 포함시키는 등 BRM 개념을 적극적으로 권장 및 활용해야 한다.

교훈대상

선원, 도선사, 선주 및 선박 운영회사

사건개요

길이 210m의 28,000GT 컨테이너선은 악천후 속에서 항해 중 좌현 앵커가 느슨하다는 사실을 알게 되었다. 선장은 앵커를 다시 고정하기 위해 선박이 풍하측에 위치하도록 선회하였다. 하지만 거대한 파도가 선수루를 덮쳤고 선수에서 앵커를 고정하기 위해 작업중이던 선원 3명 중 1인인 1등항해사는 파도에 선외로 쓸려 나갔고, 갑판수(AB)는 심한 부상을 입었다.

사고 발생 직후 비상대응 조치를 이행하였고, 인근 항만당국에 연락하였다. 약 2시간 30분 뒤 일항사가 발견되었고, 구조헬기로 구조하였다. 부상자 2명은 치료를 위해 육상으로 옮겨졌다. 불행히도 일항사는 3시간 넘게 물 속에 있었고 선외로 쓸려가는 동안 입은 부상으로 인해 사망하였다.



Figure 11.1 Container ship 출처 Investigation Report (Republic of the Marshall Islands Maritime Administrator)

사고원인

위험평가가 포함된 업무계획으로는 악천후 속 갑판위 작업에 따른 위험을 제대로 평가할 수 없었다. 그리고 작업에 참여한 선원들은 악천후 속 갑판작업 중 PPE를 제대로 착용하지 않는 등 SMS를 준수하지 않았으며, 구명조끼와 안전장비 및 벨트를 착용하지 않았다.

또한, 사고 이후 선박을 조종하여 풍하측 위치를 확보하였으나, 그러한 조치로는 거친 해상에서 선수에 있는 선원들을 효과적으로 보호할 수 없었다.

추가로 1년 전 유사한 사고가 발생된 후 개선된 안전조치가 효과적으로 이행되지 않았다.



Figure 11.2 Container ship Fore castle deck 출처 Investigation Report (Republic of the Marshall Islands Maritime Administrator)

사고를 통해 얻은 교훈

- 악천후 중 갑판작업과 관련된 모든 위험요소는 신중하고 완전하게 평가되고 관리되어야 한다. 여기에는 악천후 중 갑판작업으로 발생할 수 있는 위험에 충분히 대비할 수 있도록 선박을 풍하측에 위치시키는 것도 포함된다.
- 선원훈련은 위험관리에 대해 강조하고, 변화하는 환경조건을 설명할 필요성을 강조하며, 위험통제의 온전한 이행의 중요성이 포함되어야 한다. 여기에는 PPE 사용지침의 엄격한 준수도 포함되어야 한다.
- 이전 유사한 사고에서 얻은 교훈을 통해 안전절차 개정 등의 조치를 효과적으로 이행하고 검증하는 것이 중요하다.

교훈대상

선원과 선박관리 및 선주

사건개요

크레인이 설치되어 있는 길이 120m의 7,000GT 일반화물선은 먼 묘박지에서 바지선으로 싣고온 목재를 선적하고 있었다. 정박하는 동안 예정되어 있던 주기관 실린더와 피스톤을 정비하였으며, 정비 후 재조립하는 동안 기관실 크레인에 매달려 있는 피스톤과 로드 부속품이 주기관 방향으로 내려왔다. 일기사는 문제를 해결하기 위해 크랭크실로 들어가 크로스헤드 위로 올라갔다.

하지만 그 순간, 하역작업 중인 화물 바지선이 본선과 심하게 부딪히며 선박 전체에 큰 진동이 일어났다. 충돌로 발생된 갑작스러운 선박의 움직임으로 피스톤 리프팅 장비 속 고정볼트가 풀리며 피스톤로드 등 부속품이 기관실 바닥으로 떨어졌다. 일기사는 피스톤로드 푸트(piston rod foot)와 크로스헤드 어셈블리 사이에 끼이게 되었다.



Figure 12.1 General cargo ship 출처 Investigation Report (PANAMA MARITIME AUTHORITY)

사고원인

업무계획과 잠재적 위험을 확인할 때 기관실에서 유지보수 작업 중 선박이 움직일 경우 발생할 수 있는 위험상황을 고려하지 않았다. 또한, 선원들은 사용 중이던 인양장치 및 도구에 대한 정보를 완전히 이해하지 못하였고, 장치 및 도구는 적절하게 관리되지 못하였다. 그 결과 바지선과 선박의 접촉으로 발생한 충격으로 인양장치는 고장났으며, 이로 인해 피스톤과 로드 어셈블리가 추락하며 기관사는 치명적인 부상을 입었다. 본선 유지보수팀(선원)은 해당 작업에 익숙하지 않았고, 따라서 다음과 같은 위험요소를 적절하게 고려하지 않았다.

- 인양장치 및 장비의 사용법
- 선원들은 각자 다른 위치에서 작업 진행 중 상호간 효율적·효과적인 의사소통이 이루어지지 않아 관리감독 및 통제에 어려움이 있었다.
- 작업 중 발생할 수 있는 위험을 재평가하고 대응 전략을 다시 수립할 필요가 있다.

당시 항구에 동 떨어진 정박지의 위치로 인해, 부상당한 선원은 적시에 치료를 받을 수 없었다.

이는 하역작업 시작 전 위험요인으로 고려되지 않았으며, 그 결과 부상을 입은 선원은 병원에서 치료를 받기위해 오랜시간동안 이동할 수 밖에 없었다.



Figure 12.2 갑판작업 중 · 기관실 추락현장 출처 Investigation Report (PANAMA MARITIME AUTHORITY)

사고를 통해 얻은 교훈

- 기관실 유지보수 작업의 위험성 평가시 반드시 갑판과 화물작업을 포함한 모든 선내 작업이 고려되어야 한다.
- 기관실 내 유지보수 작업, 특히 중량물 인양작업 시 사용할 수 있는 모든 장비, 장치의 상태는 정기적으로 점검되고 확인되어야 하고, 그 기록 및 이력은 관리되어야 한다.
- 모든 선내작업을 평가하고 계획할 때에는 의료지원의 접근성을 고려해야 한다.
- 중량물이 매달려 있는 장치 아래로 지나가거나 위치해 있어서는 안된다.

교훈대상

선원, 선박관리, 선주

사건개요

약 15,000마리의 양을 적재한 총톤수 4,000GT 가축운반선은 도선사와 예인선 두 척의 도움을 받으며 출항하였다. 출항 중 예인선이 본선과 연결된 예인줄을 당기는 동안 본선은 3~4도 기울어졌으며, 예인이 끝난 뒤에도 선박의 기울어짐은 계속되며 결국 복원성을 잃고 전복되었다. 선원들은 모두 전복이 완료되기 전 미리 퇴선하여 구조되었다.



Figure 13 Live stock carrier carrying almost 15,000 sheep 출처 www.tradewindsnews.com (by google)

사고원인

- 출항 전 다량의 큰 가방(1m)을 선박의 위쪽에 위치한 일광갑판(Sun Deck)과 선교 선수갑판에 적재하였다.
- 복원성 책자(Stability booklet)가 존재하지 않았고, 복원성이 평가되지 않았다.

사고를 통해 얻은 교훈

- 선박 복원성은 항상 고려되어야 한다.

교훈대상

선원과 선주

사건개요

30,000GT 컨테이너선이 입항했을 때 하역근로자가 작업을 할 수 없을 가능성이 있어, 선원들은 직접 화물을 해체할 준비를 시작했다. 추락방지 장치와 부유 장치를 착용하지 않은 선원이 선체 바깥쪽 컨테이너를 해체를 위해 길고 무거운 래싱로드(lashing rod)를 제거하던 중 중심을 잃고 해상으로 추락하였다.



Figure 14.1 Container ship 출처 Investigation Report (Portuguese Maritime Accident Investigation and Aeronautical Meteorology Authority Office(GAMA))

사고원인

- 선원이 직접 현장에서 수행하는 고박과 해체작업에 대한 위험성 평가가 이루어지지 않았다.
- 조사결과 확인된 안전관리조치가 이행되지 않았기에 해체작업을 위한 위험평가 검토는 효과적이지 않은 것으로 나타났다. 게다가, 선사의 SMS에서도 선측 가까이에서 작업 시 부유장비 착용을 의무화하지 않았다.



Figure 14.2 14.3 Container lashing · Platform 출처 Investigation Report (Portuguese Maritime Accident Investigation and Aeronautical Meteorology Authority Office(GAMA))

사고를 통해 얻은 교훈

- 여러 작업에 포함된 위험요소를 분명하게 확인하고 그에 따라 어떤 유형의 PPE를 착용해야 하는지에 대한 분명한 안내를 제공하기 위해 SMS 절차를 검토했다면 사고를 예방할 수 있었을 것이다.
- 작업 전 위험성 평가를 효과적으로 이행하였다면 사고 예방을 위한 필요한 조치를 확인할 수 있었을 것이다.

교훈대상

선원, 선박회사



사건개요

190,000GT 컨테이너선이 통항분리수역(TTS)인 테르스헬링섬(Terschelling) - 저먼 바이트(German Bight)를 통과하던 중 342개의 컨테이너가 유실되었다.



Figure 15 Loss of 342 container in storm 출처 <http://maritimepost.com>

사고원인

악천후 속에서 선박과 선적된 화물은 심한 횡요로 화물에 대한 가속을 겪었다.

사고를 통해 얻은 교훈

컨테이너 유실

조사결과 TTS 테르스헬링섬 - 저먼 바이트를 통과하는 동안 선박은 4가지 개별 또는 혼합적 유체역학적 현상을 겪으며, 컨테이너를 유실하였다.

- 극심한 움직임과 가속
- 해저와의 접촉 또는 근접촉(near contact)
- 월파*(Green water) 현상
 - ✧ 선박이 악천후 중 항해할 때 갑판상에 올라와서 갑판위를 휩쓸고 지나가는 파도
- 슬래밍(Slamming)

높은 복원성을 가진 선박이 위 4가지 상황 속에 천수 해역을 횡파를 받으며 항해하게 된 것이 컨테이너 유실의 주 원인이었다. 이러한 상황에서 선박의 횡방향 롤링에 따른 가속도는 설계한계(design limit)에 도달하였으며, 이로 인해 컨테이너 구조물 및 고박 장치가 고장나며 컨테이너가 유실되었다.

높은 복원성

해당 선박의 실제 GM값은 운항 중인 같은 크기 선박과 비교하였을 때 일반적인 수준이었다. 크고 넓은 초대형 컨테이너선박이 높은 복원성을 지니면 이보다 낮은 복원성을 지닌 소형선박에 비해 고유 횡동요주기(natural roll period)가 더 짧아진다. 이로 인해 고유 횡동요주기는 파도주기와 가깝게 된다.

사고가 발생하는 동안 바덴섬(Wadden Islands) 위에 있었던 파도주기는 횡파에서 더 크게 공명하는 횡동요운동을 일으켰으며, 주기가 더 짧으면 가속도가 더 높아진다. 큰 만곡부 용골*(Bilge keels)은 가속을 줄이는 한 가지 방법이지만, 본 사건의 컨테이너선의 횡요는 복원성이 높은 상황에서 충분히 줄어들지 않는다.

✧ 횡동요를 경감시킬 목적으로 만곡부 외판에 직각으로 붙인 판재를 말한다.

높은 복원성은 IMO의 비손상복원성 규정(Intact Stability Code)과 복원성 책자(Stability Booklet)에서 공식화되지 않은 위험요소이다. 현재 규정상 요구사항은 최소 GM값으로 설정되었을 뿐이다.

높은 GM이 미치는 영향이 과소평가되었다.

횡요에 따른 힘과 가속에 대한 인식

사고 후 기계경사계는 약 30도를 가리켰다. 선원은 이 각도를 선박의 실제 횡경사각으로 해석하여 사고 후 진술에서 횡경사각이 30도라고 진술하였다. 조사결과 최대 횡요각은 약 16도로 판명되었다.

기계경사계는 횡요에 따른 가속에 민감하여 선박이 겪은 실제 횡요각을 판단하는데 좋은 수단이 아니다. 실제 선박, 컨테이너 및 컨테이너 고박설비에서 선원들이 작업을 할 경우 실제 횡요에 따른 힘과 가속에 대한 인식(통찰력)이 있어야 한다. 선원들은 횡요각과 힘, 가속 간 상관관계에 대한 지표가 없었으며, 일반적으로 기계경사계의 설계는 선박이 겪는 역동적 횡요각에 대한 정보를 도출 하는데 충분하지 않다. 장비(횡요각과 기간을 측정하는 전자경사계나 그와 유사한 (관성) 측정장치, 중요한 위치에서 가속을 측정하는 센서 등)를 갖출 수 있다면 이와 같은 중요한 상황에서 선장과 선원들에게 유용한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

래싱과 선적

초대형 컨테이너선에 있는 고박장치와 컨테이너 구조는 다른 모든 유형의 컨테이너선과 유사하다. 화물적재고박안전규칙(Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing, CSS Code)은 이와 같은 선박의 설계가속 계산시에 활용될 수 없다. 초대형 컨테이너선의 경우 고박장치의 설계한계치는 복잡한 소프트웨어 계산을 통해 확인될 수 있으며 명확하지 않다. 따라서 컨테이너선이 CSM에 따라 선적되었고 고박되었는지, 그리고 관련 규정과 지침이 준수되었는지 확인할 수 없다.

향로

모든 법적 필수요건에 따라 본 선박(초대형 컨테이너선)은 해당 조건 하에서 항해하도록 허가를 받았다. TTS인 테르스헬링섬 - 저먼 바이트는 바덴해 인근이며, 이는 특별민감해역(Particularly Sensitive Sea Area, PSSA)과 유네스코 세계유산으로 지정되어 있다. 본 사고는 해당 지역의 심각한 오염을 초래하였다. 사고 해역은 PSSA 지위로 인해 IMO 하에서 해상운송을 위한 추가 보호조치를 이행할 수 있으나, 현재 해당 향로의 (대형) 컨테이너선에 대해 요구하는 특별 필수요건이나 별도의 제약은 없다.

유실된 컨테이너로 인한 바덴해 오염은 바람직하지 않은 결과이다. 관련 연안국은 IMO에 해상운송을 위한 추가 관련 보호조치를 제안하여 PSSA를 보호해야 한다.

규제범위를 넘어서는 규모의 증가

일반적으로 컨테이너선의 화물적재능력은 지난 15년 간 두 배로 늘어났다. 그로 인해 컨테이너선은 갑판에 더 많은 컨테이너를 싣고 수송할 수 있게 되었다. 초대형 컨테이너선의 길이 및 운영, GM은 대부분의 국제규정 및 가속도 계산을 위한 표준의 유효범위를 넘어선다.

선원이 컨테이너의 최초 유실을 알아차리지 못했다는 사실은 바람직하지 않다. 만약 선원이 처음 발생한 컨테이너 유실을 알았다면 추가 유실 예방을 위한 필수조치를 취했을 것이고 추가 유실을 막을 수 있었을 것이다.

컨테이너선 크기가 계속 증가함에 따라 선사가 운용하는 선대에서 대형 선박의 비중도 늘어나고 있다. 이번 조사결과 이렇게 크고 넓은 선박의 갑판에 컨테이너를 고박하는 개념은 재검토되어야 하며 필요한 경우 '국제기술 및 운영표준'을 개정하거나, 별도로 개발되어야 할 것이다.

교훈대상

선원, 선주, 연안국, P&I, 보험회사, 일반 대중 등



2021 LESSONS LEARNED FROM MARINE SAFETY INVESTIGATION REPORTS

01. COLLISION	Two crew members drowned	44
02. CAPSIZE	Capsize and sinking of a tugboat and loss of lives while assisting a tanker	46
03. SINKING	Sinking of vessel resulting in loss of multiple lives	51
04. COLLISION	Collision between a container ship and a fishing vessel resulting in loss of lives	54
05. PERSON OVERBOARD	Fatality crewmember washed overboard	56
06. FATAL INJURY	Fatality and injury of two shore workers during unmooring operations	58
07. OCCUPATIONAL ACCIDENT	Fatal fall overboard	60
08. OCCUPATIONAL ACCIDENT	Fatality struck by a length of drill pipe under tension	62



CONTENTS

09. COLLISION	Collision of two cargo vessels in open sea	64
10. CONTACT WITH QUAY	Multi-purpose ship heavy contact with quay	66
11. CREWMEMBER WASHED OVERBOARD	Fatality falling overboard	68
12. BARGE CONTACT WITH VESSEL	Fatality during engine maintenance	70
13. CAPSIZING	Vessel capsizing and foundering	72
14. MAN OVERBOARD	Man overboard resulting in loss of life	73
15. LOSS OF CARGO	Loss of 342 containers in storm	75





**2021
LESSONS LEARNED
FROM MARINE SAFETY
INVESTIGATION
REPORTS**

01

COLLISION

Very serious marine casualty :
Two crew members drowned

What happened?

A container ship collided with two fishing vessels that were fishing in parallel, connected by wires, pulling one set of fishing gear. Both fishing vessels foundered causing the drowning of two crew members. The container ship sustained only superficially hull damage. The container ship collided with the paired fishing vessels while passing through multiple groups of other vessels engaged in fishing when it failed to take action to avoid collision.



Figure 1.1 Container ship SOURCES Investigation Report (LIBERIA MARITIME AUTHORITY)

Why did it happen?

- Traffic situation.
- Communication and information exchange between pilot and master on board the container ship was not as required in the sense of Bridge Resource Management.
- There was no communication between the vessels including sound or light signals.
- Non-adherence to the COLREGS (by all vessels?):
 - with respect to failure to display light, day and sound signals.
 - Failure to maintain a proper lookout.



Figure 1.2 Fishing boat SOURCES Investigation Report (LIBERIA MARITIME AUTHORITY)

What can we learn?

- Awareness of local dangers to navigation is to be increased by informing vessels and also pilots of fishing activities.
- Decisions in relation to avoiding close quarter situations or collision should be made well in advance and with time to spare.
- Bridge Resource Management should be implemented including the pilot; information should be shared and close cooperation is required.
- Fishing vessels fishing in cooperation should be made aware of the changed manoeuvring effects and difference in handling.
- Ensure that reliable means of communication is established between the cooperating vessels.
- Dangers of one person watch standing.
- Dangers of management pressure for navigational officers to conduct other duties on watch not associated with maintaining proper navigation.
- Dangers of fair weather and clear visibility resulting in lax navigational watch standing.



Figure 1.3 Post-collision photographs SOURCES Investigation Report (LIBERIA MARITIME AUTHORITY)

Who may benefit?

Ship managers, ships masters and navigational officers, pilots and pilot associations, fishing industry.

What happened?

Early in the morning, an 85,000 GT crude oil tanker encountered lightnings in thundery squally weather and strong wind gusts whilst loading cargo moored to a Single Buoy Mooring (SBM). A 500 GT tug vessel was in attendance, fastened at the stern of the tanker by a 31.5-metres long, 46 mm diameter steel wire towing pennant.

The Mooring Master 2 (MM2) ordered the tug to pull back the tanker from contacting the SBM. Shortly afterwards, the Terminal stopped loading and notice was given to the tanker to start its main engine.

Due to the combination of severe weather condition and the pulling by the tug, the bow chain connecting the tanker to the SBM parted and the tanker began drifting away from the SBM, risking damage to the cargo hoses.

To avoid damaging the cargo hoses, the tanker put its rudder hard to starboard, its engine at dead slow ahead and thruster to starboard. The engine was then progressively increased to slow and half ahead, with the rudder put hard to starboard.

Then the tug declared via VHF that it had an emergency on board. The tug was seen shipping seas on deck and rolling heavily when it took two successive large swells on her beam. The tug then capsized and quickly began to sink. The other mooring master (MM1) sent out Mayday, requesting immediate assistance. Another tug arrived shortly and immediately commenced search operation for any survivors.

Ten of the tug's twelve crew perished, one was lost, and one crew survived for three days in the overturned hull of the tug. There were no other injuries sustained anywhere and there was no pollution.



Figure 2.1 Oil tanker · Tug boat SOURCES Investigation Report (LIBERIA MARITIME AUTHORITY)

Why did it happen?

The bow chain connecting the tanker to the SBM parted due to the combined effects of the severe environmental condition and pull-back by the tug to prevent the tanker from contacting the SBM.

To mitigate the risk of damaging the cargo hoses and to keep the tanker in position and from drifting away from the SBM, the tanker had put its rudder hard to starboard, its bow thruster to starboard, and progressively increased its speed to slow and half ahead. The tug had its tow pennant fastened at the stern of the tanker. The tow pennant was directly shackled to the tug's tow line to the tug's towing winch. Neither gob wire nor towing pins to prevent girting were used. The tug wire had slipped on the gunwale to the deck house when the tug listed to starboard when it took two successive large waves on her beam before capsizing.

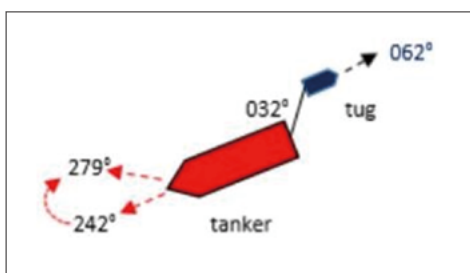


Figure 1. Tug-line was leading 032° (5 o'clock relative to the tanker's heading). Tug's centreline was parallel with tanker's centreline. Tug-wire slipped on gunwale to the deckhouse and the tug listed to starboard when the first wave hit her.

What can we learn?

- Be prepared for the environmental conditions in the area of operation.

The incident occurred during the periods of changeover between wet and dry seasons where severe squalls with violent thunderstorms and winds of up to 60 knots are regularly experienced. Weather conditions before was stable with south-south east winds of 16 knots. The weather deteriorated rapidly with heavy rain, lightning, squalls up to 50 knots wind and unpredictable swell of 1.5–2.0 metres height were encountered. These conditions were consistent with known weather patterns and matched the METAREA forecast for the day in question.

- Importance of proper use of equipment.

- One crew member, stationed aft of the tanker, reported that the towing pennant was connected directly to the tug's tow wire to the towing winch, neither gob wire nor towing pins were deployed. Another crew recalled that the wire to the tug was slipping on the gunwale to the deckhouse and the tug listed to starboard side when the first wave hit her. Had the tow pins (if fitted) and the gob wire been used, the tow wire would not have slipped on the gunwale.
- The single length chafing chain parted. The investigation shows that the chain had a Safe Working Load (SWL) of between 230–458 tonnes.
Recommendations for such chains is a proof load of 482 tonnes and a maximum breaking load of 612 tonnes.

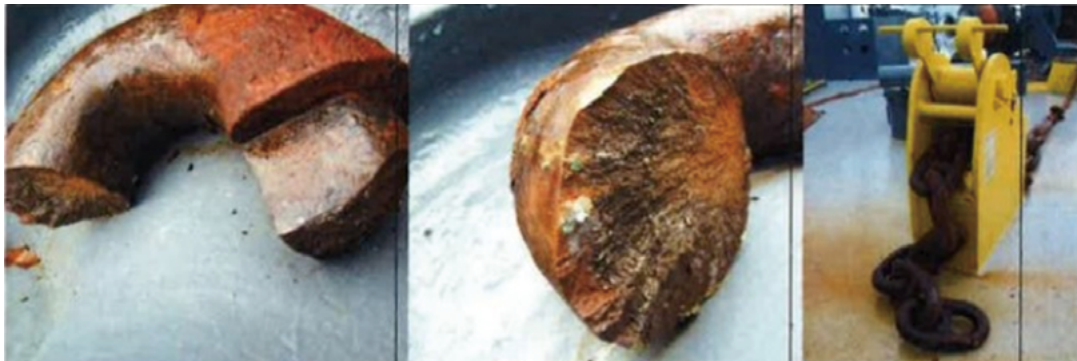


Figure 2.2 Defective chafe chain SOURCES Investigation Report (LIBERIA MARITIME AUTHORITY)

Who may benefit?

Seafarers, shipowners and operators, flag administrators.

Appendix

- 1 Towing over-the-bow with azimuth stern drive tugs is much safer, more efficient and helps prevent tug girting. Pull-back tug selection should be carefully considered and an Anchor Handling Tug Supply vessel (AHTS) is not likely to be found suitable for the task. Failure to select suitable tugs may result in increased risk of an incident/accident between the terminal, the tug and the conventional tanker.

Tugs towing over the stern engaged in static towing that both towing pins and a gob wire assembly serve the purpose of controlling and reducing the movement of a towline or wire across the deck of a tug.

The control serves several purposes:

1. tug safety, eliminating the risk of girting or capsizing;
2. crew safety, enabling necessary work on aft deck during a tow or similar operations, if required; and
3. steering and manoeuvring of tow or tug.

It is essential that all persons involved in controlling the tow operation are aware of the girting risks and causal factors, including a failure to maintain towing deck watertight integrity.

Girting occurs when a tug is towed broadside by a towline under tension and is unable to manoeuvre out of that situation.

Tug meets the IMO intact vessel stability criteria over the period of the intended operation and watertight integrity will be maintained at all times.

If a situation occurs which results in excessive tension on the towline, emergency quick release may be necessary. Winch operators should have a clear understanding of how to activate this equipment. Activation of this equipment will release tension in the towline and allow the tug to return upright and regain control.

To confirm the tow force being exerted by the tug, a transmitting load cell should be incorporated within the pull-back tug towline and the winch system.

Emergency disconnection of the towline may be appropriate in the following circumstances:

1. the tug is unable to maintain station due to the rate of change of the tanker's heading;
2. emergency release gear fails or is accidentally activated;
3. the tug is manoeuvring incorrectly, e.g. towing incorrectly due to human error; or
4. there is an emergency situation on the tug, e.g. girting, man overboard, etc.

Use of any emergency disconnection equipment should be thoroughly risk assessed and safety aspects and risks to all personnel and assets should be addressed.

Tug masters should participate in mooring simulation training exercises, together with mooring masters, in linked simulators to build confidence and understanding in the operation and between these key personnel.

crew are experienced in this method.

Tug masters and mooring masters should have a clear understanding of the conditions that could lead to girting of the tug and methods to identify and manage the risk.

All towing assembly components will degrade over time due to wear and tear. To ensure that the assembly is always fit for purpose, the tug operator should develop a towing assembly management plan which should include:

1. identification of all critical components;
2. training and competence for maintenance tasks such as splicing;
3. schedules and instructions for inspections and maintenance;
4. record-keeping including hours of use and load monitoring such as a towing log;
5. establishment of clear retirement criteria for all critical components; and
6. storage instructions for components in line with manufacturers' recommendations.

- 2 Chafe chains form a single chain of eight metres, or longer, that is composed of 76 millimetre stud links. The chafe chain should be long enough to prevent the synthetic hawser chafing on the fairleads of either the terminal or the offtake tanker. If chain-through support buoys are used (at the offtake tanker end of the mooring hawser) the chafe chain length may have to be increased to compensate for the buoy length.

Shackles used for connection of chafe chains to the hawser should be:

- o bow shackles: Material BS EN10083-1:2006 605M 36 Grade T or equivalent
SWL 42T PR load 59T BR Load 84T; and
- o shackle pin: Material BS EN10083-1:2006 826M 40 Grade U or equivalent.

Terminal operators should select the appropriate chain, taking into account the designed SPM mooring configuration, required minimum breaking load (MBL) and the properties of the selected chain grade. Terminal operators should be aware that the MBL of a chain is based on a linear tensile force, so chafe chains in service may be subject to a lesser breaking load depending on the chain lead angle and the design method used to secure it.

The material of the chafe chains should be selected to match the required MBL of the mooring system. The rated strength should be at least equal to the 76 millimetre diameter IACS W22 Grade R3 or R4 (as a minimum), or equivalent stud link chain manufactured to the Society of anti-abrasive wear characteristics. Certificates for the material forming the links should be obtained from recognized proving houses.

The weakest point in the mooring system should not be the offtake tanker mooring fittings. Design of the mooring system weak link should ensure that the weakest point of a mooring system is never:

1. the offtake tanker mooring fittings; or
2. the terminal chain securing point.

The use of, and specification for, a weak link should be determined as a result of a risk assessment of the mooring system.

What happened?

A 30,000 GT roll-on/roll-off (ro-ro) cargo ship built in 1975 was en route from a port when she encountered a strengthening hurricane that had formed as a result of a tropical weather system. The Master diverted the vessel's passage, but the deviated passage took the vessel into the eye of the hurricane where she encountered heavy seas and winds.

Seawater started to enter the cargo hold through an open scuttle which caused the vessel to develop a prolonged starboard list. Due to the trim and list, the low lube oil sump tank levels could not maintain the propulsion causing the vessel to drift with its beam to the hurricane force winds and seas.

The vessel subsequently experienced progressive flooding and sank. Although a distress alert was sent 10 minutes prior to the sinking, the search and rescue efforts did not locate any survivors.



Figure 3.1 Container Ship **SOURCES** Investigation Report (UNITED STATES COAST GUARD)

Why did it happen?

- The Master placed over-reliance on the weather data package, which was not up to date and was inaccurate, rather than heeding the advice of the navigating officers about the increasing intensity of the hurricane and proposed course changes. Inadequacies in the Bridge Resource Management techniques adopted on board affected the Master's situational awareness.
- The vessel suffered an initial list by an increasing wind on the vessel's beam generated by the hurricane. A scuttle which led to the cargo hold did not have any remote indications of it being open. This opening allowed unintended ingress of seawater into the cargo hold and affected the vessel's watertight integrity.

- The vessel's poorly maintained structures and ventilation dampers further compromised the watertight integrity of the vessel. The vessel's increased load line drafts due to her conversion had subsequently reduced her stability margin and thus increased her vulnerability in heavy weather.
- Lack of oversight of the stevedores and longshoremen resulted in the ro-ro cargo not being secured in accordance with the cargo securing manual, causing the cargo to break free and cause damage below the waterline.
- There was insufficient guidance for the engineers about the list-induced operational limitations of the engine as well as levels to be maintained in preparation for heavy weather. As a result, the vessel departed the port with a lower than recommended lube oil sump level which reduced the crew's ability to maintain lube oil suction for the main propulsion plant.
- The vessel's stability software did not identify the vessel's downflooding points which could have alerted the crew to close the ventilation openings. An approved damage control plan that would have assisted the crew in recognizing the severity of the vessel's condition and in responding to the emergency was not a requirement and thus not available.
- The company's oversight of the effectiveness of the safety management system relating to procedures for ensuring a safe passage, watertight integrity, heavy-weather preparations, emergency response during heavy-weather conditions and evaluating the performance of its officers was inadequate
- The training for the crew did not cover damage control, stability instrument, advanced meteorology and advanced ship handling, Rapid Response Damage Assessment service, despite subscribing to such a service.
- The vessel's open lifeboats or the liferafts could not have provided adequate protection to the crew from the severe weather, even if they had been launched timely.



Figure 3.2 Simulation before sinking SOURCES Investigation Report (UNITED STATES COAST GUARD)

What can we learn?

The investigation report highlighted the importance of:

- Proper voyage planning taking into account all available sources, including seeking timely and accurate heavy weather advice.
- Effective implementation of Bridge Resource Management for ensuring the safety of the vessel and its crew.
- Proper and timely shore office support by identification of all associated risks including but not limited to training of crew for critical operations and emergency response.

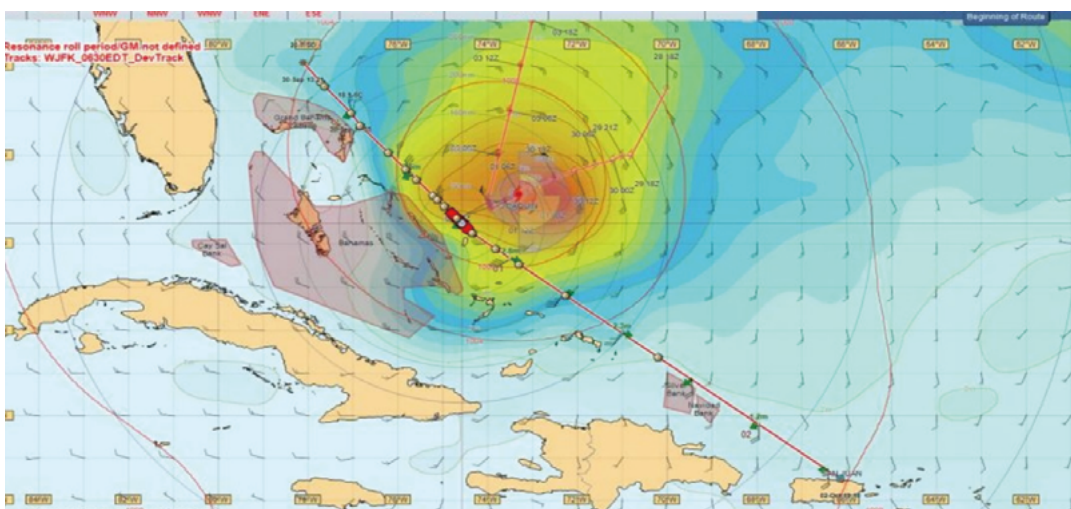


Figure 3.3 Course line SOURCES Investigation Report (UNITED STATES COAST GUARD)

Who may benefit?

Seafarers, shipowners and operators, flag administrators.

04

COLLISION

Very serious marine casualty:
Collision between a container ship and
a fishing vessel resulting in loss of lives

What happened?

A container ship was early in the morning entering a Vessel Traffic System (VTS) coverage area on her way to the arrival port. The Officer of the watch (OOW) reported its position and gave an Estimated Time of Arrival (ETA). At the time of arrival at the first reporting point, the Bridge of the container ship was manned by yet another officer and one duty able-bodied seaman (AB).

When coming closer to the port, another report was made to the VTS. The VTS then assigned a position for the container ship to anchor.

En route to that position, while at a speed of 15.3 knots, the container ship collided with a fishing vessel, causing the latter to capsize. The coxswain of the fishing vessel was trapped inside the wheelhouse where he subsequently drowned. The other fisherman fell into the sea and was lost.



Figure 4.1 4.2 Container ship · Fishing boat SOURCES Investigation Report(HONGKONG Special Administrative Region Marine Department)

Why did it happen?

- Non-compliance with the International Regulations for Preventing Collisions at Sea 1972 (COLREGs).
 - None of the vessels maintained a proper look-out. The target echo of the fishing vessel had appeared on the container ship's radar at a distance of more than 6 nautical miles, but the target was not plotted or checked in order to determine the risk of collision.
 - The fishing vessel, being the give-way vessel, did not comply with Rule 16 by not taking any action to keep well clear of the container ship.

- The container ship, being the stand-on vessel in a crossing situation, did not comply with Rule 17 to keep her course and speed, or to take actions as will best aid to avoid collision.
- The container ship did not adhere to the requirements of its shipboard safety management manual relating to Navigating in High-Density Traffic Areas.
 - Before the collision, the container ship was proceeding at a speed of about 15 knots under the conn of a junior officer approaching a port area of high traffic density, without making its main engine ready for manoeuvring. The main engine was only put on stand-by and ready for manoeuvring after the collision, when the container ship was about 7 nautical miles to the entrance buoy.
- The container ship had no planned or executed proper voyage plan.
 - The voyage plan, including the relevant charts, had not been marked where the engine should be made ready for manoeuvring. In addition, the "master's orders for the passage" which required the duty officer to "keep sharp look-out, give wide berth to all passing vessels", and "to keep 1 nautical mile clear of all fishing vessels", was not followed.
- Weak and ineffective Bridge Resource Management and Teamwork on the Bridge of the container ship.
 - According to the Voyage Data Recorder (VDR), the screen display of the container ship's No. 1 radar was fixed on the 6 nautical miles range and displayed off-centre in the relative motion (RM) mode. Neither manual plotting of the fishing vessel, nor change of range or motion mode had been made during the period preceding the collision. No action was taken to check the bearing change of the fishing vessel by using the Electronic Bearing Line (EBL). The whistle was also not sounded to warn the fishing vessel.

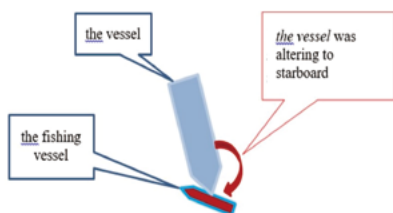


Figure 4.3 Collision Situation Diagram
SOURCES Investigation Report(HONG KONG S.A.R.M.D)

What can we learn?

The investigation report highlighted the importance of:

- complying with COLREGs;
- proper planning and execution of the voyage plan;
- adherence to the Company's shipboard safety management manual with respect to navigating in areas of high traffic density; and
- the importance of effective Bridge resource management.

In order to ensure effective implementation of the shipboard Safety Management System (SMS), it is important to conduct internal audits and to provide additional training on Bridge resource management.

Who may benefit?

Seafarers, shipowners and operators, flag administrators.

What happened?

A laden tanker was en route in heavy weather with force 6–7 winds generated by a tropical storm. At first light on the morning of the accident, the chief mate on watch saw that the forward liferaft embarkation ladder had broken free of its lashings. When the master came to the bridge, the chief mate discussed securing the ladder. They decided to send a four-man team, including the chief mate, forward to secure the ladder and inspect the forecastle. A risk assessment for the task was conducted, in which all four team members participated.

After the master had reduced the ship's speed and altered course to decrease any waves coming on deck, the four-man team went forward. They identified other issues, including parted anchor wire lashings, so it was decided to address the store issues and inspect the forecastle store. While attending these tasks, one of them exited the store to check the starboard windlass while the other three remained inside. As the man was returning to the store, a large wave washed across the forecastle from port to starboard and washed him overboard. The master initiated a search in which two other ships and a rescue helicopter also joined. However, the man was not located and was presumed dead.

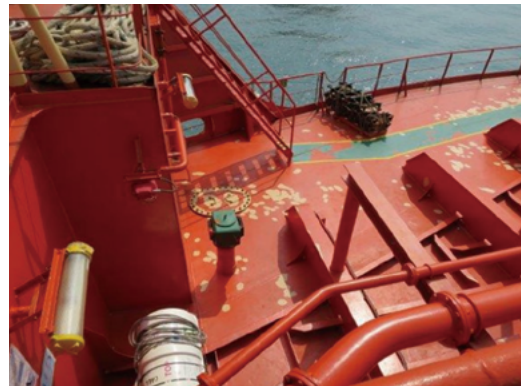


Figure 5.1 5.2 Tanker · Foreward deck **SOURCES** Investigation Report (Republic of the Marshall Islands Maritime Administrator)

Why did it happen?

- The crewmember was in a very exposed location when the large wave washed across the forecastle.
- The risk assessment was inadequate for the weather conditions and resulted in the master and crew on deck developing a false sense of security.
- Identified precautions were not properly taken, including not making a sufficiently large course alteration and not using safety harnesses and lifelines.
- There was no contingency plan in case the inspection identified additional problems.
- Heavy weather precautions for encountering the tropical storm were inadequate.



Figure 5.3 5.4 사고당시 기상도 · 익수자 구명동의 SOURCES Investigation Report(Republic of the Marshall Islands Maritime Administrator)

What can we learn?

- It is critically important to ensure that a ship is properly secured for sea and that additional precautions are taken before encountering heavy weather.
- It is very hazardous to work on deck in heavy weather and should be avoided unless not doing so will expose the crew and ship to greater risk.
- If it is necessary to work on deck in heavy weather, a complete and realistic risk assessment must first be done followed by taking all necessary precautions.
- Appropriate alterations of course and/or speed are very important precautions before working on deck in heavy weather.
- Safety harnesses and lifelines must always be used in addition to other personal protective equipment identified for working on deck in heavy weather.

Who may benefit?

Seafarers, shipowners and operators.

What happened?

During unmooring operation in a shipyard, two shipyard workers were struck by the opened bight from a mooring line tail rope, which was used for the mooring of a liquefied natural gas tanker. One worker was fatally injured.



Figure 6.1 LNG Carrier SOURCES Investigation Report (Transport Safety Investigation Bureau (TSIB) Ministry of Transport Singapore)

Why did it happen?

- The set of tail ropes used was recorded to be in good condition prior to being stored for 2 months. This could possibly have affected their condition.
- Shipyard personnel involved with mooring operations was not required to undergo a structured training programme as per competency standards for mooring/unmooring of ships.
- The inspection and appraisal criteria for mooring ropes did not specially include the inspection of the seizing twine, which like the main rope are subjected to similar operational and environmental conditions

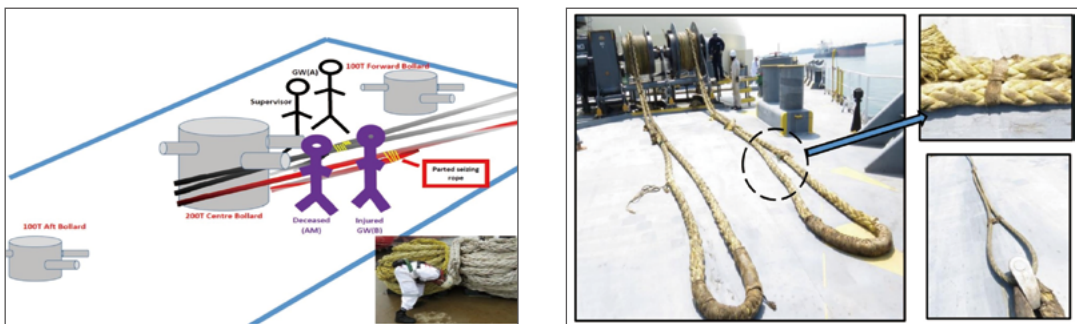


Figure 6.2 Worker's Position · Mooring Line SOURCES Investigation Report (Transport Safety Investigation Bureau (TSIB) Ministry of Transport Singapore)

What can we learn?

- The shipyard reviewed its risk assessment and formulated new procedures (safe work procedures) for mooring/unmooring operations.
- When inspecting and appraising the condition of the tail rope, the condition of the seizing twine should be taken into account.

Who may benefit?

Ship managers, shipyards, shore workers, port management, government agency for work, health and safety.



What happened?

While preparing the pilot ladder the bosun sent his co-workers for more materials. On their return the bosun and the pilot ladder were missing. Having searched they raised the alarm. The bosun's body was recovered from the water sometime later and he died in hospital. His safety harness was found at the scene. When recovered he was not wearing a lifejacket though he had been seen "wearing" one earlier.



Figure 7.1 Container ship **SOURCES** Investigation Report (LIBERIA MARITIME AUTHORITY)

Why did it happen?

- Bosun was not secured to the vessel when working close to the side.
- PPE (lifejacket and safety harness) was not worn.
- Lack of formal procedures in vessel's SMS for this operation though it was established practice to wear a safety harness on this occasion the bosun did not.
- Solo working at the time of the accident.



Figure 7.2 7.3 Pilot ladder · Man overboard SOURCES Investigation Report(LIBERIA MARITIME AUTHORITY)

What can we learn?

- Just because an operation is routine does not mean it is of low risk (and thus not being considered in the SMS). It is important to regularly review the SMS to ensure that all operations are correctly considered and appropriate risk mitigation is put in place.
- It is the responsibility of all crew members to look after their own and co-workers' safety.
- In this instance correct wearing and used of provided PPE may have prevented the fatality.
- When solo working, the risks are heightened.

Who may benefit?

All shipowners and operators and vessel crews.

What happened?

A floor hand died when he was struck in the head by the bottom end of drill pipe as it was being moved from its storage location to the drill centre.

The vessel is equipped with an automated system for handling pipes. Drill pipes are stored vertically in the setback area and secured in a racking system, called a fingerboard, in the derrick which maintains the pipes vertically and prevents unintentional movement. The setback area is considered a no-entry zone while the pipe handling system is moving pipes.

While removing the 32nd section of pipe, a pipe latch failed to open properly, causing the pipe to bend under load of the handling equipment. As the floor hand stepped into the setback area, the latch released. The end of the pipe sprang out and the floor hand was fatally struck on the head.

It was his first day in the role of floor hand.



Figure 8.1 Drill ship SOURCES Investigation Report (LIBERIA MARITIME AUTHORITY)

Why did it happen?

- Lack of formal training of the floor hand as to the risks involved.
- Poor visibility (situational awareness) of the pipe handling operator who couldn't see the pipe storage area or those working in it.
- Lack of adequate supervision of the floor hand in the first day on the job.
- The incident occurred the 32nd time the operation had been completed that day, leading to a desensitisation / lack of risk perception of the operation, leading to the casualty stepping into a no-go area.



Figure 8.2 Drill Pipes · Latches SOURCES Investigation Report (LIBERIA MARITIME AUTHORITY)

What can we learn?

- Risks of operations need to be properly assessed and adequate mitigation measures put in place, the lack of accidents is not an indicator of safety.
- Staff new in roles need correct training and adequate supervision.
- Where operators of equipment do not have clear sight of the operating area, clear operational and communication protocol need to be stabled to make unseen areas safe before access.
- The risks of reparative jobs need to be regularly repeated to those involved.

Who may benefit?

Equipment operators, deck hands, deck officers.

What happened?

A cargo vessel was navigating heading 240 degrees when the master noticed a target on radar approaching on the aft port quarter with a course of 270 degrees and a distance about 6 nautical miles. About half an hour later, the second officer noticed that the closest point of approach (CPA) had closed to 0.8 nm indicating that the vessel had changed course. The other vessel was turning to starboard toward own vessel which prevailed the second officer to immediately call the other vessel via VHF. As no answer was received, the second officer gave the command to alter the course to hard starboard but a collision between the two vessels could not be avoided.



Figure 9.1 General cargo ship SOURCES Investigation Report (PANAMA MARITIME AUTHORITY)

Why did it happen?

- Both vessels' bridge teams did not maintain a proper or effective lookout to determine if a risk of collision exists.
- Safe speed was not kept related to the traffic situation.
- Not all available means to prevent risk of collision were used.



Figure 9.2 9.3 Collision · Position SOURCES Investigation Report (PANAMA MARITIME AUTHORITY)

What can we learn?

- It is important to observe COLREG and good seamanship.
- All available navigational equipment to be adequately used in relation to the prevailing circumstances.
- The use of VHF communications at an early stage to avoid collision is important in the open sea in order to create awareness and a common understanding.
- AIS is to be used as a means to aid the lookout in combination with other means like ARPA.

Who may benefit?

Ship managers, ships masters and navigational officers.

10

CONTACT WITH QUAY

Serious marine casualty:
Multi-purpose ship
heavy contact with quay

What happened?

At a fair-weather afternoon, a pilot was navigating a multi-purpose ship to berth for cargo discharge. On bridge were also master and AB. A turn of the vessel within the inner basin was intended before getting alongside berth with port side. As two tugs arrived, one was asked to push at starboard mid-aft, the other to push at starboard stern to assist turning, but neither was asked to connect with a line because both pilot and master did not think it was necessary since the vessel had a bow thruster. The vessel arrived 110 metres away from quay at 2.6 knot, and the two tugs were pushing. A series of bow thruster, main engine and helm orders were given by pilot and were executed. The master reminded the pilot that the ship was moving too fast (2.4 knots), but 3 minutes later the vessel got heavy contact with the quay after the master tried to reduce speed by giving orders half astern and full astern.



Figure 10.1 10.2 Heavy contact with quay SOURCES www.porttechnology.org/news

Why did it happen?

- A detailed and appropriate pilotage plan was not prepared beforehand and the chosen position for turning in basin did not take the conditions at scene fully into consideration.
- The two tugs were not connected, so they could not be used to help reduce the vessel's speed.
- The master was not able to fully fulfil his role of assistance and supervision, as a result of his over trust in pilot and the absence of a detailed, fully communicated pilotage plan.
- Precautionary measures identified from risk assessment about the berthing operation were not fully implemented and no sufficient emergency actions were taken, i.e. let go both anchors.
- The company's shore base did not provide sufficient instruction and support to ship regarding the pilotage operation.

What can we learn?

- A detailed and appropriate pilotage plan, with all available ship and port information taken into consideration should be used.
- An agreement and shared understanding between the bridge team and pilot as to the pilotage plan and monitoring against the plan should be in place.
- The bridge team should actively promote and use the concept of bridge resource management, including the incorporation of pilots into the bridge teams, to manage voyages properly.

Who may benefit?

Seafarers, pilots, shipowners and operators.

CREWMEMBER WASHED OVERBOARD

Very serious marine casualty:
Fatality falling overboard

What happened?

The 210 metre-long, 28,000 GT container ship was underway in heavy weather when it was noted that the port anchor was loose. Preparations were made to secure the anchor and the ship was turned to create a lee. Three crewmembers, including the chief officer, were on the forecastle attempting to secure the anchor when a large wave swamped the forecastle. The chief officer was washed overboard and an able seaman was seriously injured. Emergency procedures were conducted and shore authorities notified. About 2.5 hours later the chief officer was sighted by ship's crew and then retrieved by a rescue helicopter. The two injured persons were evacuated ashore for further treatment. Unfortunately, the chief officer did not survive the injuries sustained during being washed overboard and from more than three hours in the water.



Figure 11.1 Container ship SOURCES Investigation Report (Republic of the Marshall Islands Maritime Administrator)

Why did it happen?

The task planning, including a risk assessment, did not adequately assess the hazards posed by the deck work in heavy weather. Furthermore, the planning did not ensure that the crewmembers involved used the personal protective equipment prescribed in the safety management system for work on deck during heavy weather. Lifejackets, safety harnesses and lifelines were not used.

Subsequently, the lee created by manoeuvring the ship, did not effectively shield the crewmembers on the forecastle from the heavy seas.

In addition to these factors, revised safety procedures resulting from a similar incident the previous year had not been effectively implemented.



Figure 11.2 Container ship Fore castle deck SOURCES Investigation Report (Republic of the Marshall Islands Maritime Administrator)

What can we learn?

- All risks involved with any task being undertaken during heavy weather and/or on deck must be carefully and fully assessed and addressed. This includes the need to provide a lee for sufficient protection against the weather.
- Seafarer training should include regular emphasis on risk management, relevant techniques and emphasising the need to account for changing conditions and the importance of fully implementing risk controls. This should include strictly following guidance on the use of personal protective equipment.
- It is important that lessons learned from previous incidents result in full, effective and verified implementation of safety actions such as revised procedures

Who may benefit?

Seafarers, management, shipowners.

What happened?

A 120 metre-long, 7,000 GT geared general cargo ship was loading timber logs from barges at a remote anchorage. During the stay, the opportunity was taken to complete the scheduled overhaul of a main engine cylinder and piston. During reassembly, the piston and rod assembly was being lowered into the engine while suspended from the engine room crane. The first engineer entered the crankcase and climbed on top of the crosshead in an attempt to clear an obstruction.

At this time, a cargo barge made heavy contact with the ship causing severe vibrations throughout. The sudden movement caused the securing bolt of the piston lifting tool to fail and the piston and rod to fall. The first engineer was trapped and crushed between the piston rod foot and the crosshead assembly.



Figure 12.1 General cargo ship SOURCES Investigation Report (PANAMA MARITIME AUTHORITY)

Why did it happen?

Task planning and identification of potential hazards did not fully consider the effects of vessel movement while conducting maintenance in the engine room. Furthermore, the lifting appliances and tools being used were not fully understood or adequately maintained. As a consequence, when contact between the cargo barge and the ship caused sudden movement, the lifting tool was stressed to failure. This allowed the piston and rod assembly to fall, trapping and fatally injuring the engineer.

The maintenance team were unfamiliar with the task and did not, therefore, effectively consider the risks associated with:

- The lifting tools, appliances and equipment being used and how to use them;
- Personnel working in different positions on the engine and the difficulties in maintaining efficient and effective communication, supervision and direction between them; and
- The need to reassess risks and strategies during the work.

The remote location of the anchorage then limited access to timely medical assistance. This was inadequately considered when the decision was made to undertake this work. As a result, it was many hours before the severely injured person reached a hospital and professional medical assistance.



Figure 12.2 갑판작업 중 · 기관실 추락현장 SOURCES Investigation Report (PANAMA MARITIME AUTHORITY)

What can we learn?

- All vessel operations, including deck and cargo work, should be considered as part of risk assessments for any engine room maintenance tasks.
- The condition of all tools, equipment and fittings available for and used during maintenance tasks, especially for lifting, should be regularly checked and verified. Records of inspection and equipment histories should be maintained and referred to.
- Access to medical assistance should be considered when assessing and planning for any work done on board ship.
- Personnel should not, for any reason, pass or position themselves under a suspended load.

Who may benefit?

Seafarers, management, shipowners.

What happened?

A live stock carrier of almost 4,000 GT, carrying almost 15,000 sheep, was outbound from a port, assisted by a pilot and two tugs. While pulled by the tugboats the vessel developed a list of 3–4 degrees. After the tugs let go, the list continued and the vessel lost stability and capsized. The crew abandoned the vessel before and was rescued



Figure 13 Live stock carrier carrying almost 15,000 sheep SOURCES www.tradewindsnews.com (by google)

Why did it happen?

- Before departure a large quantity of big bags (1 metre) was loaded on sun deck and bridge fore deck.
- The Stability booklet was not complied with and the stability was not assessed.

What can we learn?

- The vessel's stability has to be considered at all times.

Who may benefit?

Seafarers, ship owners.

What happened?

Due to the possibility that stevedores were not available at arrival of the 30,000 GT fully cellular container vessel, the crew started to prepare by un-lashing the cargo while still at sea. A crew member, who did not wear a fall arrestor, nor a floatation device while unlashing the outboard container, could not balance himself after removing the long and heavy lashing rod and fell overboard into the sea.



Figure 14.1 Container ship **SOURCES** Investigation Report (Portuguese Maritime Accident Investigation and Aeronautical Meteorology Authority Office(GAMA))

Why did it happen?

- The risk assessment was not updated for lashing and unlashing tasks to be done on site.
- Personal floatation device when performing unlashing task at outboard rows near ship side where there was a potential risk of drowning for a person falling in the water was not included in the vessels procedures.
- The investigation revealed that the review of the risk assessment for the unlashing task was ineffective as the safety control measures identified were not implemented. In addition, the Company's SMS did not require the wearing of floatation device when working near the ship side.



Figure 14.2 14.3 Container lashing · Platform SOURCES Investigation Report (Portuguese Maritime Accident Investigation and Aeronautical Meteorology Authority Office(GAMA))

What can we learn?

- A review of the SMS procedures to clearly identify risks involved in different tasks and provide clear guidance what type of PPE should be worn accordingly could have prevented the accident.
- An effective risk assessment prior to a task is commencing would have identified the safety precautions necessary.

Who may benefit?

Seafarers, shipping companies.

What happened?

A 190,000 GT fully cellular container vessel lost 342 containers during the passage of the TSS Terschelling–German Bight.



Figure 15 Loss of 342 container in storm SOURCES <http://maritimepost.com>

Why did it happen?

Owing to the severe weather, the vessel experienced heavy rolling and large accelerations on the cargo.

What can we learn?

Container loss

The investigation has revealed that during the passage through the TSS Terschelling German Bight, the vessel experienced four different hydrodynamic phenomena, either individual or in combination, that played a role in the loss of containers.

- Extreme motions and accelerations;
- Contact or near contact with the sea bottom;
- Green water; and
- Slamming.

The main cause of the loss of containers was the high stability at which the ship was sailing in a beam sea scenario in shallow water conditions where it encountered combination of the four hydrodynamic phenomena. The encountered transversal accelerations were at the design limits, leading to failure of the container structure and/or the lashing equipment and subsequent container loss.

High stability

The actual GM of the vessel was typical for vessels of that size in operation. The high stability of large and wide Ultra Large Container Ships leads to shorter natural roll periods than smaller ships with lower stability. This brings the natural roll period closer to the wave periods that were present above the Wadden Islands during the accident, resulting in larger resonant roll motions in the beam seas. The shorter periods also result in higher accelerations. Large bilge keels are a way to reduce accelerations. Container ships like this one have insufficient roll damping in situations with large stability.

High stability is a safety risk that has not been recognised and formalised in the IMO Intact Stability Code and documents as the Stability Booklet. Current limits are only set for a minimum GM. The effects of high GM are underestimated.

Insight in accelerations

After the accident, the mechanical inclinometer indicated a deflection of about 30°. The crew interpreted this deflection as the actual heel angle of the ship and referenced in their statements following the accident to a 30° heel angle. The investigation determined that the maximum roll angle of the ship was in the order of 16°. The mechanical inclinometer is not a good instrument to determine the real roll angles a ship experienced, as the instrument is sensitive to accelerations. For the crew to act, it is essential to have insight in the actual forces and accelerations acting on the ship, containers and lashing system. The crew of the vessel had no indication on the bridge of occurring roll angles, forces and accelerations. The design of the mechanical inclinometers is generally insufficient for drawing conclusions as to the dynamic roll angle a ship experiences. Equipment (such as electronic inclinometers or similar (inertia) systems that measure rolling angle and period, sensors on critical locations that measures accelerations), if fitted, can provide valuable information to the master and crew in such critical situations.

Lashing and loading

The lashing equipment and container structures present on Ultra Large Container Ships are the similar on all other types of container ships. The Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing (CSS code) cannot be used to calculate design accelerations for vessels like the this one. The design limits for lashing systems on an Ultra Large Container Ship are determined by complicated software calculations and are not transparent. Therefore, it cannot be checked whether the containers are loaded and secured in accordance with the regulations of the Cargo Securing Manual (CSM) and if the rules and guidelines regarding lashing have been complied with.

Routeing

According to all legal requirements the vessel was allowed to sail under the condition it sailed. The TSS Terschelling German Bight is in the vicinity of the Wadden Sea, which is designated as a Particularly Sensitive Sea Area and a UNESCO World Heritage. The accident led to severe pollution of the area. The status of PSSA allows to implement additional protective measures for shipping under IMO. There are currently no specific requirements or restrictions for (large) container ships for the routes.

The pollution of the Wadden Sea by lost containers is an undesirable event. Interested coastal states need to propose to IMO additional associative protective measures for shipping to protect the PSSA.

Increase in scale beyond regulatory ranges

In general, the capacity of individual container ships doubled over the last 15 years. The growth resulted in container ships carrying more containers on deck. The length and operational GM of ultra large container vessels exceed the valid ranges of most international technical regulations and standards for calculation of accelerations.

The fact that the first losses of containers was not noticed by the crew is an undesirable event. If the crew had noticed the first loss, the necessary mitigating actions could have been taken and further container losses possibly avoided.

The size of the container ships continues to increase, as well as the share of the large ships in the fleet. This investigation revealed that the concept of the lashing of containers on deck of these large and wide ships needs to be reviewed and international technical and operational standards to be amended or developed where necessary.

Who may benefit?

All container vessels, seafarers, ship owners, coastal states, P&I, insurance companies, general public, the marine environment etc.



〈2021년도 주요 해외 해양사고 교훈사례집〉의 저작물은 '공공누리' 출처표시·상업용금지·변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다. 공공누리는 공공기관의 저작물을 자유롭게 활용할 수 있도록 표준화된 공공저작물 자유이용허락 표시제도입니다.
www.kogil.or.kr

2021년도 주요 해외 해양사고 교훈사례집

발 간 등 록 2021. 11.

발 행 일 2021. 11.

디자인·인쇄 선도기획

중앙해양안전심판원(www.kmst.go.kr) 홈페이지의 〈자료실/교육자료〉에서 전자파일(PDF)로도 볼 수 있습니다.