

글로벌 해양안전!

# 선장 비상대응 매뉴얼

Emergency  
Response Manual  
for Masters





# 인사말

문성혁 해양수산부 장관



선박을 이용한 해상 수송은 국가 경제는 물론 국민생활에서 중요한 역할을 담당하고 있습니다. 2018년을 기준으로 선박을 통한 항만 물동량은 16억 톤, 여객 수송 인원은 1천 7백만 명 이상으로, 지금 이 순간에도 150여 척의 여객선, 6천여 척의 화물선과 1만 척 이상의 어선이 우리 바다를 누비고 있습니다.

해상 수송이 활발해짐에 따라 선박 사고의 위험성도 높아지고 있습니다. 아울러, 선박 사고의 예방과 사고 발생시 인명 구조에서 선장의 역할은 절대적이라고 할 수 있습니다. 과거의 사례를 살펴보면, 사고의 위험 속에서도 선장이 어떻게 행동하느냐에 따라 승객과 승무원의 안전이 달려 있음을 알 수 있습니다.

2009년 11월 일본 화객선 아리아케호(7,910톤)는 도쿄에서 가고시마로 항해 중 파도와 화물이동으로 인해 선박이 우현으로 40도까지 기울어지는 사고가 발생하였습니다. 그러나 선장의 신속한 구조 요청과 퇴선조치 등으로 승객 7명과 승무원 21명 모두 무사히 구조되었습니다.

너무나도 유명한 타이타닉호 사고는 선박이 침몰하는 상황 속에서도 선장이 어린이, 여성, 남성 순으로 탈출하도록 질서를 유지시켜 구명정이 부족한 가운데서도 710명의 생명을 구할 수 있었습니다.

그러나 선장의 위기대응 능력은 한순간 생기는 것이 아니며 평상시 사고를 대비한 꾸준한 준비를 통해서만 갖출 수 있는 것입니다.



해양수산부는 선장의 위기대응 능력 향상에 도움을 주고자 선장 비상대응 매뉴얼을 개발 하였습니다. 매뉴얼은 승객과 선원의 생명 보호를 최우선으로 사고에 대처토록 하고 있습니다.

앞으로 매뉴얼을 바탕으로 다양한 교육과 활발한 토론이 이루어져 우리 국민들의 소중한 생명을 보호하는데 큰 역할을 할 수 있기를 바랍니다.

또한, 배에서 안전을 책임지는 선장뿐만 아니라 우리 해양수산 가족 모두가 항상 “Safety First, Safety Last”를 모토로 각자의 위치에서 안전에 소홀함이 없는지 끊임없이 확인하고 보완함으로써 더 이상 해양사고가 발생되지 않기를 함께 기대해 봅니다.

지금 이 시간에도 전 세계 바다를 누비는 해양수산가족 여러분들의 건강과 안전을 기원 합니다.

2019년 6월 26일

해양수산부 장관 문 성 혁



# Contents

선장 비상대응 매뉴얼

<b>제1장 일반사항</b>	<b>1</b>
1.1 매뉴얼 제정 배경	1
1.2 매뉴얼 적용 일반	1
<b>제2장 선장·선사의 의무</b>	<b>3</b>
2.1 선장의 일반적 의무	3
2.2 선사의 일반적 의무	4
<b>제3장 선장의 기본적인 직무지식</b>	<b>5</b>
3.1 직무지식 기본	5
3.2 선박의 복원성 일반	5
<b>제4장 해양사고 주요사례</b>	<b>7</b>
4.1 주요 해양사고 발생원인	7
4.2 대형 인명피해 발생원인	7
4.3 사고사례 유형별 분석	8
<b>제5장 상황판단</b>	<b>12</b>
5.1 상황판단의 일반원칙	12
5.2 상황판단 시 고려사항	14
<b>제6장 단계별 상황판단 절차</b>	<b>18</b>
6.1 일반사항	18
6.2 통제가능 상황(주의, YELLOW단계)	19
6.3 심각한 상황(퇴선고려, RED단계)	20
6.4 즉시 퇴선(퇴선실시, BLACK단계)	24
<b>제7장 퇴선 시 고려사항</b>	<b>28</b>
7.1 퇴선결정의 일반원칙	28
7.2 퇴선결정 시 고려사항	28
<b>【참고 1】 해양사고 사례</b>	<b>32</b>
<b>【참고 2】 선박의 복원성 일반지식</b>	<b>81</b>
<b>【참고 3】 비상시 여객대피방법 및 관련정보 제공</b>	<b>99</b>
<b>【참고 4】 벌크선 선체손상 및 퇴선 필요성 조기판단 기준</b>	<b>105</b>
<b>【참고 5】 단계별 판단기준 및 조치사항 요약</b>	<b>113</b>



## 제1장 일반사항

### 1.1 매뉴얼 제정 배경

- 1.1.1 해양사고가 발생할 경우 선장의 신속한 상황판단 및 대처방법에 따라 인명피해가 확대되거나 감소될 수 있기 때문에 선장의 위기대응 역량은 인명피해를 최소화하는데 필요한 가장 중요한 요소이다.
- 1.1.2 매뉴얼은 해양사고 발생 시 선장이 비상상황의 심각성과 급박성을 정확히 평가하고 신속히 그리고 적시에 상황에 맞는 대처를 할 수 있도록 지원함으로써 승객 및 선원들의 소중한 생명을 보호할 목적으로 제정되었다.
- 1.1.3 평소에 해양사고 관련 전문지식 및 정보를 습득해 놓지 않으면 비상상황 발생 시 당황하여 적절한 판단 및 대처를 하지 못할 가능성이 매우 높기 때문에 선장은 평상시에 매뉴얼을 참고하여 비상상황에 대한 판단과 대처방법에 대한 전문적인 지식과 정보를 습득하여야 한다.

### 1.2 매뉴얼 적용 일반

- 1.2.1 매뉴얼은 선박의 긴급상황 시 절대적인 기준이 되는 것은 아니며, 기상상황, 선박의 종류 및 규모, 선박의 사고 당시 위치, 화물의 종류 및 적재량, 선령 등에 따라서 그 적용이 달라질 수 있으므로 실제 적용은 선박상황에 맞게 적절히 응용하여 적용하여야 한다.
- 1.2.2 매뉴얼은 중·대형선박을 기준으로 작성되었다. 그러나 소형선박의 선장도 필요한 부분을 참고하면 사고예방 및 사고발생 시 인명피해를 줄이는데 도움이 될 것이다.
- 1.2.3 매뉴얼은 모든 선박사고의 유형을 감안하여 작성된 것이 아니다. 선장은 사고의 종류나 유형에 따라 매뉴얼을 참고하여 실제 상황에 맞는 판단과 대처를 하여야 한다.

- 1.2.4 각 선사는 필요시 매뉴얼을 참고하여 비상상황의 심각성과 급박성 판단 및 대처방법에 대하여 별도의 매뉴얼을 작성하고 선원들에게 교육할 수 있다.
- 1.2.5 매뉴얼에서 특별한 규정 또는 설명이 없다 하더라도 관련 법령 및 국제적인 협약 또는 규약 등에 의한 선장 또는 선사의 의무와 책임이 면제되지 않는다.



## 제2장 선장·선사의 의무

### 2.1 선장의 일반적 의무

- 2.1.1 선장은 국제협약 및 관련 법령, 선사별 비상대응절차서 등에 제시된 직무와 권한을 숙지하고 이를 이행하여야 한다.
- 2.1.2 선장은 출항 전에 선체의 상태, 화물의 적재상황, 평형수, 항해장비 작동여부, 인원, 연료 등 안전항해와 관련된 모든 요인을 철저히 점검하여야 한다.
- 2.1.3 선장은 기상 상황을 확인하여 사고의 위험성이 있을 경우에는 출항하지 않아야 한다. 불가피하게 항해하고자 할 때에는 기상악화 지역을 피해 항해하도록 하여야 한다.
- 2.1.4 선장은 자신이 승선하고 있는 선박과 유사한 종류의 선박이 관련된 해양사고의 특징과 사고유형 등을 미리 파악하고 선박 복원성에 심각한 영향을 미칠 수 있는 부분 또는 요인을 사전에 파악하고 있어야 한다.
- 2.1.5 선장은 자신이 운항하는 선박의 복원성 확보에 문제가 있다고 판단되면 사안의 심각성을 검토하고 선사의 지원이 필요한 사항은 신속히 선사에 알려 조기에 문제를 해소할 수 있도록 노력하여야 한다.
- 2.1.6 선장은 비상상황 시 인명피해 최소화를 최우선으로 하여 상황을 판단하고 대처하여야 한다. 퇴선 시에는 모든 승객 및 선원의 안전한 대피를 조치하고 승객 또는 선원을 보호하기 위하여 특별히 필요한 경우가 아니면 가장 마지막으로 퇴선하여야 한다.
- 2.1.7 특히 여객선의 경우 다수의 승객이 승선하고 있으므로 비상상황에 대한 판단 및 대처 기준은 자신이 아니라 승객의 생명보호라는 것을 명심하여야 한다.
- 2.1.8 선장 및 선원은 승객의 생명보호를 위해 필요한 조치를 다하지 않으면 처벌됨을 유념하여야 한다.
- 2.1.9 선장은 사고발생시 현재의 상황, 상황의 지속성 및 악화 가능성, 악화시 대처 여부 등을

고려하여 비상상황의 심각성과 급박성을 판단하고 대처방안을 결정하여 시행하여야 한다.

2.1.10 선장은 비상상황에 대한 판단이 지연되어 대처시기를 놓치지 않도록 정확하고 신속하게 상황을 판단하여야 한다.

## 2.2 선사의 일반적 의무

2.2.1 선사는 당해 선박의 특징 및 유사 선박의 사고유형 등의 정보를 선장에게 제공하여 해양사고를 미연에 방지하고 비상상황 시 적절하게 대처할 수 있도록 하여야 한다.

2.2.2 선사가 선장에게 제공하여야 하는 선박의 특징에는 당해 선박의 감항성에 심각한 영향을 미칠 수 있는 취약부분 또는 취약요인을 포함한다.

2.2.3 선사는 선장으로부터 정기적 및 수시로 해당 선박의 선체상태, 운항 중 위험요소, 점검 및 보수가 필요한 내용 등을 보고토록 하여야 하고 이를 빠른 시일 내에 조치하여 안전운항이 되도록 하여야 한다.

2.2.4 선사는 비상상황 발생 시 승객 및 선원의 생명을 구하고자 내린 선장의 판단을 존중하여야 하며 신속히 적절한 지원을 하여야 하고 사고수습 후 재산상의 손해 등을 이유로 선장의 결정을 비난하거나 책임을 물어서도 안 된다.

## 제3장 선장의 기본적인 직무지식

### 3.1 직무지식 기본

- 3.1.1 선장은 국제협약 및 규약, 관련 법령 등에서 정하는 항법 및 항해술을 숙지하고 있어야 한다.
- 3.1.2 선장은 적재하고 있는 화물의 특성, 적·양하 방법 등 화물을 안전하게 운송, 관리할 수 있는 화물관리방법을 숙지하고 있어야 한다.
- 3.1.3 선장은 항해장비, 구명설비, 화재설비 등 안전설비의 작동 및 운용방법에 대해 자세히 알고 있어야 한다.
- 3.1.4 선장은 선원들을 지휘하고, 여객을 통제할 수 있는 인력의 배치 및 운용에 관한 사항을 파악하고 있어야 한다.
- 3.1.5 선장은 화재, 충돌, 좌초, 침몰 등 비상 상황 시 신속하게 대응할 수 있도록 상황별 비상대응절차를 이해하고 있어야 한다.
- 3.1.6 선장은 [참고 1. 해양사고 사례]에 제시된 주요 사례를 숙지하여야 하며 이에 더해 다양한 사고사례를 파악하고 있어야 한다.
- 3.1.7 선장은 국제협약(ISM Code) 또는 해사안전법에 따라 회사에서 수립·시행 중인 안전관리매뉴얼을 숙지하고 있어야 한다.

### 3.2 선박의 복원성 일반

- 3.2.1 인명피해가 발생하는 다수의 비상상황은 선박의 복원성과 연관되어 있으므로 선장은 선박의 복원성에 대해 이해하고 있어야 한다.
- 3.2.2 선박의 복원성 악화로 인한 사고는 다음과 같이 분류할 수 있다.

- 1) 선박의 충돌, 좌초, 노후화, 황천항해 등으로 인한 선체 손상(균열, 파공, 등)으로 침수가 발생하여 선박의 복원성이 악화되어 사고 발생 (손상 복원성 손실)
  - 2) 선체에 직접적인 손상이 발생하지 않았는데도 황천 항해, 부적합한 화물적재, 화물 과적, 부적절한 조선 등으로 선박의 복원성이 악화되어 사고 발생 (비손상 복원성 손실)
- 3.2.3 선장은 [참고 2. 선박의 복원성 일반지식]에서 제시된 선박의 복원성과 관련된 일반적인 지식을 이해하여야 한다.
- 3.2.4 선장은 매뉴얼에서 제시하지 않았더라도 복원성과 관련하여 필요한 지식이나 정보를 지속적인 교육과 자기 학습 등을 통해 습득하고 숙지하여야 한다.



## 제4장 해양사고 주요사례

### 4.1 주요 해양사고 발생원인

- 4.1.1 출항 전 화물·승객의 과적·정원초과 및 선박의 복원성·감항성 미확인은 사고의 원인이 되고 있다.
- 4.1.2 최신의 기상정보를 활용하여 항로를 설정하지 못하여 황천항해에 직면하게 되어 사고가 발생하는 경우가 있다.
- 4.1.3 해양사고를 방지하기 위하여 설치된 항해장비를 적절히 활용하지 못하거나 주위 경계업무를 소홀히 하여 충돌사고가 다수 발생하고 있다.
- 4.1.4 화물고박 불량, 불균등한 화물적재 등으로 선체 특정부분에 과도한 응력이 반복적으로 작용하여 물리적 충격 등의 외관상 선체 손상이 없음에도 선체의 피로파괴로 인하여 갑작스럽게 침몰하는 사고가 발생하는 경우가 있다.
- 4.1.5 물리적 충격으로 인한 선체 손상이 없이도 복원성이 기준 이하이거나 황천 시 과도한 횡경사 발생 또는 개구부 관리 소홀로 인한 침수 발생 등으로 복원성이 손실되어 전복, 침몰하는 사고가 종종 발생하고 있다.

### 4.2 대형 인명피해 발생원인

- 4.2.1 퇴선 조치할 시간이 없을 정도로 급박하게 상황이 악화되는 경우 대형 인명피해가 발생한다. 급박하게 사고가 악화되는 경우는 여러 가지가 있지만 다음의 경우를 참고한다.
  - 1) 선체에 피로가 발생하게 되면 특별한 외력이 가해지지 않아도 급작스럽게 선체 손상이 발생하게 되며 피로파괴는 상황이 매우 빠르게 악화될 가능성이 높다.
  - 2) 특히 중량화물을 수송하는 선박은 피로발생 가능성이 매우 높으며, 손상 시 매우 빠르게 상황이 악화되는 경우가 많다.

- 3) 황천항해 시 상갑판 개구부 관리 소홀, 선체 외판 균열 등으로 침수가 발생하게 되면 상황이 더욱 빨리 악화되고 선체의 횡경사가 심해져 구명정을 내릴 수 없는 상황이 되어 대형 인명피해가 발생하고 있다.

4.2.2 선장이 비상상황을 오판하여 퇴선시기를 놓치는 경우에도 대형 인명피해가 발생하고 있다.

- 1) 사고상황의 심각성을 실제보다 가볍게 인식하거나 급박하게 악화될 것을 예상치 못했을 경우 퇴선시기를 놓치게 된다.
- 2) 비상상황에 대한 심각성은 인식하였지만 조기퇴선 등의 과감한 결정을 하지 못하고 당황하여 망설이다가 퇴선시기를 놓치는 경우가 있다.

4.2.3 선장 및 선원들이 기본적인 책임과 의무를 회피하는 경우도 많은 인명피해가 발생하게 된다. 특히 여객선에서 선장과 선원이 승객안전에 대한 조치 없이 자신의 안위를 위해 승객을 버리고 먼저 퇴선하는 것이 대표적이다.

- 1) 여객의 경우 선박의 비상상황에 대한 교육·훈련을 받지 않고, 선박의 구조에 대해서도 친숙하지 않아 비상상황에서 선장과 선원의 도움 없이는 적절한 퇴선을 하는 것이 매우 어렵다.
- 2) 국내에서 발생한 여객선 세월호 전복사고와 국외에서 발생한 여객선 코스타 콩코르디아호 좌초사건에서 선장과 선원이 승객에 대한 적절한 퇴선조치 없이 먼저 퇴선을 하여 대형 인명피해를 발생케 하였다.

4.2.4 비상상황에 대한 선원들의 교육·훈련이 부족하면 사고상황에 대한 심각성과 급박성을 제대로 파악할 수 없고 적절한 대처를 하지 못할 가능성이 높아 대형 인명피해가 발생할 수 있다.

## 4.3 사고사례 유형별 분석

4.3.1 좌초, 충돌 등 외부충격으로 인한 사고(손상 복원성 손실)

- 1) 선박 간 충돌로 인한 선체 손상은 충돌 당시의 속도에 따라 다르나 충돌 선박 간의 규모 차이, 양 선박의 충돌자세 등에 따라서도 다르다. 손상 규모가 커 인명피해가 예상될 때에는 손상이 적은 선박의 선장은 즉시 인명구조 조치를 하여야 한다.
- 2) 좌초는 충격 당시의 속도 등에 따라 다르지만 선체 파공 또는 균열을 발생시켜 침수가 진행되면서 상황에 따라 선박의 횡경사 발생 또는 침몰 등의 상황으로 악화된다. 좌초는 비상상황이 급격하게 확대되는 경우는 드물지만 여객선의 경우 승객이 잘 통제되지 않으면 다수의 인명피해가 발생할 수 있음을 유념해야 한다.
- 3) 특히 선장은 선박이 충돌 또는 좌초되어 대각도의 횡경사가 발생되면 승선원이 선실 내 이동이 어려워 대피가 곤란하거나 불가능할 수가 있다는 것을 염두에 두고 대처하여야 한다. 여객선의 경우 어떤 이유이든 선박의 대각도 횡경사 및 침수 발생 시 승객들의 생명이 큰 위협을 받을 수 있다는 것을 명심하여야 한다.
- 4) 이탈리아 여객선 코스타 콩코르디아호(2012년 발생, 32명 사망)는 연안항해 중 좌초되어 손상이 발생하고 복원성을 상실한 상태에서 선장이 승객보다 먼저 하선하여 인명피해를 키운 사고로 승객구조에 대한 선장의 책임 및 의무 불이행이 인명피해를 키운 사례라고 할 수 있다.
- 5) 화물선 엘레니호(2015년 발생)는 연안수로 경계표시 부표에 근접 항해 중 고정용 부표 닻줄이 프로펠러에 감기면서 조종성능을 상실하고 마주오던 컨테이너 홍아드래건호와 충돌한 사고로, 화물창이 파공되고 해수가 유입되면서 횡경사가 가중되자 즉시 퇴선 명령을 내려 모두 구조된 사례이다. 신속한 퇴선결정이 없었더라면 인명피해가 발생할 수 있었던 사례라고 할 수 있다.

#### 4.3.2 외부충격 없이 파공, 균열 등 자체손상 사고(손상 복원성 손실)

- 1) 외부충격이 없는 손상 복원성 손실로 인한 사고는 선체의 부식이나 피로(fatigue)로 인하여 선체에 균열 또는 파공이 발생하고 침수가 일어나는 경우이다.
- 2) 이 같은 사고유형은 평소 화물을 불균등하게 적재하거나 황천항해가 잦은 선박, 선령이 오래된 선박, 선체에 대한 유지관리 및 수리가 적기에 실시되지 않은 선박, 중량화물

수송선박 등에서 주로 발생한다. 이 같은 선박이 황천항해를 하게 되면 더욱 악조건이 된다는 것을 인식하고 선장은 특별히 주의하여야 한다.

- 3) 자체 손상으로 인한 사고는 예측이 곤란하고 비상상황이 급박하게 일어나기 때문에 사고발생시 당황하지 말고 신속히 대처해야 함을 염두에 두어야 한다.
- 4) 파이오니아나야호(2005년 발생, 15명 사망·실종), 오키드선호(2007년 발생, 13명 사망·실종), 스텔라데이지호(2017년 발생, 22명 실종) 사고 등은 중량화물을 적재하고 항해 중 선체손상으로 급격히 침몰된 사고로 퇴선시기를 놓쳐 인명피해가 더 커졌다고 할 수 있다. 다른 선박과는 달리 황천항해가 아니었음에도 스텔라데이지호의 경우 침수보고가 되고 빠른 시간에 침몰하였다.

#### 4.3.3 선체 손상이 없는 사고(비손상 복원성 손실)

- 1) 선체 손상이 없음에도 사고가 발생하는 경우는 승인된 복원성 자료와 달리 화물을 많이 적재하거나 평형수를 적게 적재하고 복원성 계산을 하지 않거나, 황천 시 부적절한 조선으로 과도한 횡경사 발생 또는 개구부 관리 소홀로 인한 침수 발생 등으로 선박이 전복 또는 침몰되는 경우이다.
- 2) 황천항해 시 사고는 전복 또는 침몰이 급격히 진행되는 경우가 많아 대처하는데 필요한 시간이 극히 짧으므로 사전에 이런 사고가 발생하지 않도록 하는 것이 특히 중요하다.
- 3) 501오룡호 침몰사고는 파고가 갑판으로 올라올 정도로 기상이 악화된 상황에서 갑판장의 반대에도 불구하고 선장이 피쉬병커 덮개를 열어 어획물을 넣도록 지시하여 다량의 해수가 어획물과 함께 피쉬병커로 유입되어 발생하였으나 선원들에게 조기에 퇴선명령을 내리지 않아 선원들이 겨울철임에도 방수복을 입지도 않은 채 구명동의만을 착용하고 퇴선명령 없이 뒤늦게 퇴선함으로써 선원 59명 중 53명이 사망·실종된 사고이다.
- 4) RO-RO 컨테이너선 SS 엘파로호 침몰사고는 최신 기상정보를 활용하지 않아 허리케인의 영향에 들게 되었고 황천항해 중 열려있었던 화물창의 개구부를 통하여 화물창이 침수되어 과도한 횡경사가 발생하여 침몰된 사고로 33명의 전 승무원이 사망한 사고이다.



- 5) SS 엘파로호의 사고원인은 허리케인을 피하기 위한 선장의 부적절한 대응, 최신의 기상정보 활용 실패이고, 또한 수밀개구부와 화물창 내 설비(배관 및 밸브)의 부적절한 관리도 한 요인으로 조사되었으며, 사고 이후 인명손실은 선장의 늦은 퇴선 결정으로 인해 승무원이 탈출시기를 놓친 데 기인한 것으로 조사되었다.
- 6) 세월호 전복사고의 경우는 현재 조사가 진행 중이지만, 선박의 개조로 인한 복원성 약화 및 화물의 부적절한 적재와 고박, 부족한 평형수, 타기 펌프 슬레노이드 밸브 고착, 선장과 선원들의 책임과 의무 불이행, 수익성에 급급한 선사의 안전 무감각 및 기본적인 안전의무 미준수 등 사고를 발생시킬 수 있는 많은 요소들이 복합적으로 작용하였다. 특히, 세월호 선장과 선원들은 대각도의 선체 횡경사 및 침수가 진행되고 있음에도 조기에 비상소집 장소로 승객을 유도하지도 않아 선박의 과도한 횡경사로 선실에 대기 중이던 승객들이 외부도움 없이는 탈출이 사실상 불가능하게 되었고 탈출에 대한 안내 방송도 하지 않은 채 선장과 선원들이 먼저 탈출하는 등 세월호 사고는 비상상황에 대한 대처와 관련해서도 총체적인 문제점을 보여주었다.

#### 4.3.4 화재·폭발로 인한 사고사례

- 1) 화재·폭발이란 불로 발생하는 사고를 의미하며, 특히 폭발은 물질이 급격한 화학 변화나 물리 변화를 일으켜 부피가 몹시 커져 선체가 손상되는 현상을 의미한다.
- 2) 여객선의 경우 화재 또는 폭발 시 선실 및 여객구역 등에 다수의 인명이 연기로 인해 질식 위험이 발생하고 훈련되지 않은 다수의 여객이 혼돈상태가 되어 탈출 시 부상이나 성급한 해상 투신 등으로 큰 인명피해가 발생할 수 있다.
- 3) 유람선 충주호 화재(1994년 발생, 30명 사망·실종), 위험물운반선 두라3호 폭발(2012년 발생, 6명 사망·실종)의 경우 갑작스런 선박의 화재·폭발로 인하여 신속한 대응을 하지 못하고 인명피해가 확산된 사고이다.
- 4) 반면, 여객선 현대설봉호 화재(2011년 발생)의 경우 화재발생 즉시 인명피해 가능성을 예상하고 조기에 적극적인 퇴선 결정과 승무원의 효과적인 퇴선절차 이행 등으로 선체 손상은 심각하였지만 인명피해는 최소화(여객 21명 경상)할 수 있었다.

## 제5장 상황판단

### 5.1 상황판단 일반원칙

5.1.1 선장은 비상상황이 발생하면 신속하게 사고의 심각성 및 급박성을 판단해야 한다.

5.1.2 심각성이란 충돌, 좌초 등 사고의 발생 유무와 관계없이 선체 침수발생, 선체 횡·종경사 발생, 건현이 줄어드는 현상 및 화재·폭발 시 안전한 대피장소의 제한 등과 같이 발생된 비상상황이 현재 또는 일정시간이 지나면서 생명을 위협하거나 선박의 침몰 또는 전복을 발생시킬 가능성이 있는 상황의 정도를 말한다.

5.1.3 심각성의 단계는 3단계로 나뉘며 각 단계에 대한 구분은 다음과 같다.

- 1) 1단계: 비상상황의 정도가 경미한 단계로 선박의 복원성에 제한적으로 영향을 주는 단계이다.
- 2) 2단계: 비상상황의 정도가 심각한 단계로 선박의 복원성에 상당한 영향을 미치거나 어려움이 예상되는 단계이다.
- 3) 3단계: 비상상황의 정도가 매우 심각한 단계로 선박의 복원성 확보가 어려운 단계이다.

5.1.4 급박성이란 현재 발생된 비상상황으로 인하여 선박의 복원성, 또는 승객과 선원의 생명에 미치는 영향이 시간적으로 빠르게 진행 또는 악화되는 정도를 말한다.

5.1.5 급박성의 단계는 3단계로 나뉘며 각 단계에 대한 구분은 다음과 같다.

- 1) 1단계: 상황전개가 유지 또는 점진적으로 진행되는 단계이다.
- 2) 2단계: 상황전개가 비교적 빨리 진행되어 적시에 대응하지 않으면 상황이 악화될 수 있는 단계이다.
- 3) 3단계: 상황전개가 매우 빨리 전개되어 즉시 대응하지 않으면 급격히 상황이 악화될 수 있는 단계이다.

5.1.6 비상상황에 대한 조사가 필요한 경우에는 신속히 현장조사를 지시하고 상황의 심각성 및 급박성을 판단하여야 하며, 상황의 심각성 및 급박성이 의심되면 조사와 함께 만일의 사태에 대비한 인명피해대책(비상대피장소 이동, 퇴선준비 등)을 동시에 진행하여야 한다.

5.1.7 선장은 사고의 심각성이 의심되고 다음의 사항에 해당되는 경우에는 현재 상황이 악화될 것으로 예측하고 비상소집장소로 이동, 퇴선고려 또는 퇴선 준비 등 적절하다고 판단되는 인명피해 대책을 적극적으로 시행하여야 한다.

- 1) 현장을 조사할 시간적인 여유가 없거나 여러 가지 상황(이동 시의 위험, 현장 이동 곤란 등)으로 조사를 할 수 없는 경우
- 2) 조사를 하였지만 정확한 원인 또는 손상 위치·규모를 파악할 수 없는 경우
- 3) 상황의 진행을 예측하기 곤란한 경우
- 4) 기타 선장이 판단할 때 인명피해 대책을 적극 시행하는 것이 적절하다고 판단되는 경우

5.1.8 선장은 급격히 상황이 악화될 수 있다고 판단되면 신속히 승객 또는 선원을 퇴선시켜야 한다. 퇴선 전이라도 순식간에 침몰되는 상황에 대비하여 승객 또는 선원들을 실내가 아닌 실외 등 안전한 장소로 대피시켜야 한다.

5.1.9 대형 인명피해 사고의 대부분은 기상악화 상황 또는 침수나 전복이 예측보다 빨리 진행되어 퇴선을 할 수 없는 상황(선체의 대각도 경사, 구명정 작동 불가 등) 또는 순식간에 선박이 침몰이나 전복되어 퇴선할 시간적 여유도 없는 상황에서 발생하고 있다는 것을 인식하고 비상상황에 대처하여야 한다.

5.1.10 여객선은 훈련되지 않은 많은 승객들이 승선하고 있어 다수의 인명피해가 발생할 가능성이 매우 높으므로 인명안전을 위한 선장 및 승무원의 신속하고 올바른 판단이 필요하다.

5.1.11 선장은 구명설비의 작동 가능한 여건과 작동 불가능한 여건에 대해 평소에 파악하고 비상상황 시 퇴선시기 결정 등에 이를 고려하여야 한다.

5.1.12 선장은 비상상황에 대한 신속한 판단을 위해 지속적으로 사고사례를 파악하고 숙지하여야 한다.

5.1.13 여객선의 여객대비 방법은 [참고3 비상시 여객대피방법 및 관련정보 제공]을 참고한다.

5.1.14 벌크선의 비상상황 판단과 퇴선조치 등의 대처방안에 대해서는 [참고4 벌크선 선체 손상 및 퇴선 필요성 조기판단 기준]을 참고한다.

## 5.2 상황판단 시 고려사항

### 5.2.1 기상 요건

1) 황천항해는 해양사고 및 대형 인명피해 발생 가능성이 매우 높은 핵심 요인이며 비상시 퇴선 여건(높은 파도, 선체 경사 등)도 까다로움을 인식하고 사고의 심각성과 급박성을 미리 예측하여 조기에 대처하는 것이 중요하다.

2) 황천항해 중 높은 파도에 의한 충격 또는 상갑판 개구부로의 해수유입으로 다음과 같은 사고가 다수 발생하고 있다는 것을 인식하고 상황을 판단하여야 한다. 아래의 현상은 심각성과 급박성이 아주 높은 상황으로 연결되는 빈도가 높은 경우이다.

- 일반 개구부 또는 수밀개구부, 풍우밀개구부로 해수 유입
- 충격으로 인한 화물창 덮개(해치 커버) 탈락 또는 파손으로 침수
- 선박(특히, 유지관리 부실 및 노후 선박)의 균열 등 손상발생으로 침수
- 중량화물 이동(종·횡방향)으로 인한 선체 손상으로 침수
- 황천항해 중 항해술(Heave to 항법<sup>1)</sup> 등) 미준수로 인한 전복

3) 황천항해 시 침수가 발생한 경우는 선체의 횡·종요와 높은 파도 등으로 손상에 대한 직

1) 선수를 풍랑 쪽으로 향하게 하여 조타가 가능한 최소의 속력으로 전진하는 방법으로 일반적으로 풍랑을 선수로부터 좌·우현으로 25-35° 방향에서 받은 것이 좋음



접적인 조사를 할 수 없는 경우가 많지만, 높은 파도와 함께 침수가 확대되어 급격한 선박 침몰이 다수 발생하고 있으므로 현장을 확인하지 못했다고 비상상황을 과소평가하여서는 안 된다.

### 5.2.2 화물 요건

- 1) 침몰사고의 절반 이상이 철광석, 철재 등 중량화물을 적재한 선박이 차지하고 있으므로 특히 중량화물을 운송하는 선박은 급격한 침몰 가능성에 대해 특별히 주의를 기울여야 한다.
- 2) 선박에 중량화물을 적재할 경우 선체의 종강도 또는 국부응력 등이 다른 화물을 적재할 때 보다 크게 작용하여 급격한 선체손상으로 침몰 가능성이 높다고 할 수 있으므로 상황판단 시에는 이를 감안하여야 한다.
- 3) 기상악화 등 기타 여러 이유로 일정 기울기 이상의 횡경사가 발생하면 화물의 종류 및 고박정도 등에 따라 적재된 화물이 이동될 가능성이 있으며, 이는 종종 예상보다 더 빠르게 이동되어 선체의 경사에 악영향을 줄 수 있음을 고려하여야 한다.
- 4) 중량화물을 적재할 경우 화물창 내에 빈 공간이 많아 손상 등으로 침수가 발생할 경우 유입되는 해수가 많을 수 있으므로 침몰사고에 취약함을 유의하여야 한다.
- 5) IMSBC Code에 따라 A그룹의 고체산적화물(철광석 등)을 적재한 경우 적재된 화물의 수분함량이 기준치를 초과하지 않더라도 화물이 보유한 자체 수분으로 인한 액상화 가능성에 항상 유의하여야 하며, 액상화된 철광석은 선체 경사 및 전복 등의 원인이 되고 있음을 명심하여야 한다.
- 6) 벌크선에 대한 비상상황 판단과 관련된 내용은 [참고4 벌크선 선체손상 및 퇴선 필요성 조기판단 기준]을 참고하도록 한다.

### 5.2.3 선령 요건

- 1) 선령 20년 이상의 선박이 침몰사고의 대부분을 차지하고 있으므로 선령이 오래된 선박을 운항하는 선장은 항상 주의 깊게 선체의 움직임 등을 관찰하고 이상이 있을 시에는 적극적으로 선사에 검사 또는 수리 등을 요구하고 적절한 대책을 세워야 한다.

- 2) 선박은 적절한 유지보수와 정기적인 검사를 실시하여도 선령이 오래될수록 선체의 두께 감소, 부식 및 재질의 피로 누적 등으로 선체 주요부재의 강도가 크게 감소될 수 있다.
- 3) 선령이 오래된 선박에서 선체 파공이나 균열 등으로 손상이 발생할 경우 주요부재의 강도 약화로 침수확대 등과 같이 상황이 급격히 악화될 수 있음을 고려하여야 한다.

#### 5.2.4 침몰시간 요건

- 1) 선박침몰은 선체 손상이나 갑판 개구부 등을 통해 선체 침수가 발생하고 추가로 해수가 유입되어 부력이 상실되어야 하며 부력상실까지는 일정 시간이 소요되는 것이 일반적이다.
- 2) 침몰에 이르는 시간은 해수의 유입량에 따라 결정되며, 해수의 유입량은 손상된 선체 부위의 크기나 수밀성이 손상된 갑판 개구부의 크기, 내부격벽의 수밀성 및 연쇄적 파손 여부에 따라 달라질 수 있다.
- 3) 침몰사태에 따르면 사고 유형에 따라 침수에서 침몰에 이르기까지 일정 시간이 소요되거나 초기 침수가 발생한 후 내부격벽이 구조적으로 취약해 추가로 손상이 발생하거나, 선체가 연쇄적으로 손상을 입게 되어 급격히 침몰 되는 사례도 있음을 고려하여야 한다.
- 4) 선체에 원인을 알 수 없는 경사가 발생한 경우에는 다음 사항을 참고하여 침몰시기를 예측하고 즉각적인 퇴선여부를 결정하는 것이 매우 중요하다.

- 기상상태: 높은 파도에 의한 선체 충격이 지속되고 있다면 상황이 악화될 가능성이 매우 높음
- 적재화물: 중량화물일수록 급격하게 상황이 악화될 가능성이 매우 높으며, 고박이 부실하거나 고박을 하였더라도 선체의 횡경사 정도에 따라 화물이동이 발생할 가능성이 높음
- 선령: 선령이 오래될수록 일반적인 점검을 하더라도 보이지 않는 결함 또는 피로가 있을 수 있기 때문에 비상상황이 악화될 가능성이 높음
- 선체에 대한 유지관리 및 수리의 적정성: 평소 선박에 대한 유지관리와 수리를 철저히 하지 않았다면 보이지 않는 결함으로 상황이 악화될 가능성이 있음

- 평상시 선체의 복원성 및 운항 시의 상태: 평소 운항 시 원인을 알 수 없는 소리나 비정상적인 트림(Trim), 힐링(Heeling) 등이 발생하는 등 평상시 선박 상태가 정상적이지 않았다면 비상상황이 악화될 가능성이 높음
- 개구부 관리 상태: 평상시 개구부 관리 및 점검, 수리 등이 제대로 되어 있지 않아 외부충격에 약한 상태이거나 개구부를 폐쇄된 상태로 운항하는 것이 확실하지 않다면 침수가 확대될 가능성이 매우 높음

## 제6장 단계별 상황판단 절차

### 6.1 일반사항

6.1.1 해양사고가 발생하면 다음의 절차를 참고하여 비상상황에 대한 판단을 하고 상황에 맞는 대처를 하여야 한다.

1) 비상상황의 심각성 및 급박성을 판단하고 평가한다.

- 상황판단 시에는 현장 확인이 가능하면 즉시 현장을 확인하고 상황의 심각성 및 급박성을 평가한다.
- 문제 발생 위치 확인 전이라도 상황이 급박하게 악화되고 있고 인명피해 가능성이 높다고 판단될 경우에는 즉시 퇴선 조치 등 그 상황에 맞는 비상대책을 시행하고 필요시 문제발생 위치를 확인·점검하여야 한다.
- 현장 확인이 여러 이유로 곤란하면 매뉴얼의 내용을 참고하여 발생한 현상 및 상황으로 사고의 심각성 및 급박성을 판단한다.

2) 사고의 심각성 및 급박성이 통제 가능한 수준이고 선박의 감항성이 확보되며 인명피해 발생 가능성이 없으면 상황 회복 또는 상황유지 절차를 시행하고 계속 모니터링을 한다.

3) 사고의 심각성 및 급박성이 높으면 비상소집 장소 이동(예상치 못하는 사태에 대비) 또는 퇴선고려, 퇴선준비, 즉시 퇴선 등의 조치를 현장 상황에 따라 시행한다. 또한, 상황에 따라 긴급조난신호 또는 구조요청 신호를 송신하여야 한다.

4) 사고의 심각성 및 급박성의 정도를 판단하기 곤란하고 상황이 확실하게 통제 가능한 수준이라고 확신할 수 없을 때에는 비상소집을 시행하고 이후 상황 변화에 따라 퇴선고려, 퇴선준비, 즉시 퇴선의 조치를 시행한다.

6.1.2 실제 선박사고 유형 및 발생 상황은 매우 다양하므로 현장상황과 여건, 매뉴얼에서 제시하는 주요 사고사례, 상황판단 기준 등의 내용을 참고하여 선장이 합리적으로 결정하여야 한다.

6.1.3 선사나 선장이 별도의 상황판단 기준 또는 상황판단 방법을 운용할 경우에는 그 기준 또는 방법을 따른다.

## 6.2 통제가능 상황 (주의, YELLOW단계)

### 6.2.1 적용상황

- 1) YELLOW단계는 사고의 심각성 및 급박성이 낮은 상황이다.
- 2) 현재의 상황이 인명피해를 야기할 정도로 심각하지 않으며, 대응이 가능하거나 대응하지 않더라도 상황이 확대될 가능성이 없지만 상당한 주의를 기울여야 하는 상황이다.
- 3) 현 사고의 원인과 손상 정도를 파악했거나 어떤 이유로 정확한 원인과 손상 정도를 알 수 없지만 선체 침몰이 발생할 정도의 손상이 아닌 상황이다.
- 4) 통제 가능한 범위 내에서 횡경사가 발생했거나, 그 원인과 손상 정도를 파악한 결과 감항성에 문제가 없고, 추가 확대 가능성이 없는 상황이다.
- 5) 적하지침기기, 손상복원자료(Damage stability booklet) 또는 손상제어자료(Damage control booklet) 상 동일 또는 유사손상 사례에서 손상복원성을 만족하지 못할 것으로 예상되는 상황이다.

### 6.2.2 조치 및 대처

- 1) 선장은 선사의 비상대응절차서에 따라 당해 상황에 맞는 필요한 조치를 시행하고 대처하여야 한다.
- 2) 이 상황에서는 손상 부위를 회복시키는 작업을 시행하여야 하며 지속적인 손상 부위 모니터링을 통하여 혹시 발생할 수 있는 추가 손상 확대에 대비하여야 한다.
- 3) 특히 여객선과 중량화물을 수송하는 선박은 이 단계에서도 방심하지 말고 매뉴얼의 관련 내용을 참고하여 계속 상황을 판단하고 모니터링을 철저히 시행하여야 한다.
- 4) 사고내용의 경중에 따라 다르겠지만 가능하다면 상황이 완전히 통제될 때까지 비상소

집장소 집결 등과 같이 선사의 비상대응절차서에 따라 인명안전을 위한 조치를 시행하는 등의 적극적인 대처를 하는 것이 바람직하다.

- 5) 필요시, 선박검사기관에 긴급응답서비스(ERS : Emergency Response Service) 요청 및 결과를 검토하여 상황 판단에 참고한다.

## 6.3 심각한 상황(퇴선고려, RED단계)

### 6.3.1 일반기준

- 1) RED단계는 사고의 심각성과 급박성이 상당하거나 높을 것으로 예상되는 상황이다.
- 2) RED단계는 현재 상황이 심각하여 인명피해가 우려되는 상황이며, 즉시 퇴선해야 될 정도의 급박한 상황은 아니나 상황의 악화 가능성을 배제할 수 없어 만일의 사태에 신속히 대비할 필요성이 있는 상황이다.
- 3) YELLOW단계로 판단되지만 확신이 없거나 YELLOW단계 보다 더 심각할 수 있을 가능성을 배제할 수 없는 경우도 RED단계로 간주하는 것이 바람직하다.
- 4) 여객선의 경우 RED단계로 판단되더라도 선체경사 등으로 승객의 이동제한 및 상황악화시의 퇴선 소요시간 등을 고려하여 퇴선 여부 및 퇴선시기를 결정해야 한다.
- 5) RED단계 판단 후 상황에 따라 필요시에는 즉시 퇴선을 실시하여야 한다.

### 6.3.2 침수 상황

- 1) 침수가 계속 확대되고 있거나 침수확대 가능성을 배제할 수 없는 상황
  - 선체의 균열 또는 파공 등을 통한 해수 유입 등 침수가 발생하는 원인은 파악하였더라도 상황의 악화(침수 확대 등) 가능성을 완전 배제할 수 없으면 비상대응 조치를 취하는 것이 바람직하다.
  - 침수가 발생하였으나 본선에서 대응이 곤란한 상황(침수확대 등)이면 RED단계 상황으로 보는 것이 더 나은 결과를 낼 수 있다.



## 2) 침수로 인해 선박의 경사 발생 등과 같이 선체에 영향을 주는 상황

- 침수가 발생하고 선박의 횡·종경사 발생 등으로 선박의 정상적 항해에 문제가 있는 상황이라면 RED단계로 판단할 필요가 있다.
- 기타 원인(비정상적 트림, 기관실 침수, 조타기 이상 등)으로 정상적인 항해에 문제가 되는 상황이 발생하면 RED단계로 판단할 필요가 있다.

## 3) 황천항해 시 선체 내부로 해수가 유입되는 상황

- 황천항해 시 상갑판으로 해수가 올라오고 화물창의 덮개 등 선박의 수밀성을 유지하는 설비가 충격으로 파손되어 선체 내부로 해수가 유입되는 경우는 RED단계로 판단할 필요가 있다.
- 대형파도가 상갑판에 지속적으로 충격을 주고 선수건현이 감소되는 등 비정상적인 선박경사가 발생되면 RED단계로 선제 대응하는 것이 필요하다.

## 4) 광탄선 등 중량화물 운송 중 침수가 발생하는 상황

- 중량화물 운송선박은 침몰사고가 순식간에 매우 급격하게 발생하는 경우가 많으므로 침수확대 여부에 상관없이 급격한 침몰에 대비하여 RED단계로 판단하는 것이 바람직하다.

### 6.3.3 선체의 경사 발생

#### 1) 비정상적인 선박의 횡·종경사가 정상적인 시간 내에 회복되지 않는 상황

- 선체의 경사는 무게중심이 변화하여 발생하는 현상으로, 침수가 발생하는 경우, 화물의 쏠림현상이 발생하는 경우, 평형수를 부적절하게 적재하는 경우, 균등하게 연료유를 사용하지 않는 경우, 기상악화로 인해 파도의 영향을 받는 경우 등 여러 가지 원인으로 일어날 수 있다.
- 어떤 원인이든 비정상적 선박의 경사는 침몰 등의 심각한 사고로 진전되는 전조현상으로 인식하고 대응하여야 한다.

- 여객선의 경우 다수의 승객들이 승선하고 있어 대피시간이 소요되고 선체경사시 이동이 곤란하므로 상황을 보다 심각하고 급박한 것으로 인식하여 선제적으로 대응하는 것이 필요하다.
- 세월호의 경우 비정상적으로 급격한 횡경사가 발생되고 복원성이 매우 나빠 선체의 경사가 회복되지 못한 상태에서 침수가 확대되어 발생하였다는 것을 인식하여야 한다.
- 특히 평소 복원성이 좋지 않거나 복원성은 문제가 없더라도 화물을 선체 상부에 과도하게 적재한 경우, 또는 평형수의 부적절한 적재 등 여러 가지 이유로 복원성이 정상적이지 않은 선박의 경우에는 급박하게 상황이 악화될 가능성이 높으므로 신속히 RED단계 조치를 시행하여야 한다.

#### 2) 침수로 인해 선체의 횡경사가 영향을 받는 상황

- 침수로 인해 선체의 횡경사가 발생하고 정상적인 시간 내에 회복하더라도 반복적으로 횡경사에 영향을 줄 경우에는 생각보다 침수상황이 심각한 경우라고 할 수 있으므로 RED단계로 판단할 필요가 있다.

#### 3) 황천항해 시 대각도 횡경사가 반복되어 전복의 위험성이 높은 상황

- 황천항해 시 대각도 횡경사가 반복되는 경우에는 잘못된 조선으로 인한 전복 사고 발생 또는 화물의 이동 발생, 노후 또는 피로로 인한 선체 파손 등 여러 가지 이유로 전복 또는 침몰의 가능성이 매우 높으므로 RED단계로 판단할 필요가 있다.

#### 4) 광탄선 등 중량화물 운송선박에서 알 수 없는 횡경사가 발생하는 상황

- 선체의 횡경사가 설명되거나 확인된 이유로 발생하였고 상황의 악화 가능성이 없다는 것이 확실한 경우 외에는 RED단계로 선제 대응하는 것이 바람직하다.
- 선체의 횡경사가 침수로 인한 것이라면 침수발생의 원인을 설명하고 확인할 수 있더라도 신속히 RED단계로 대응하는 것이 필요하다.

### 6.3.4 기타 상황

- 1) 선박이 비정상적인 트림이나 힐링이 있을 경우 또는 선체의 움직임이 비정상적으로 변

할 경우에는 선체의 침수 등을 의심하여야 하며, 그 정도에 따라 RED단계로 판단할 필요가 있다.

- 2) 적하지침기기, 손상복원자료(Damage stability booklet) 또는 손상제어자료(Damage control booklet) 상 동일 또는 유사손상 사례에서 손상복원성을 만족하지 못할 것으로 예상되는 상황이다.

#### 6.3.5 RED단계의 조치 및 대처

- 1) RED단계에서 선장은 승객 및 선원들을 신속히 비상소집장소로 이동 조치시키는 등 비상대응조치를 시행하여야 한다.
  - RED단계 시 선장은 상황이 악화될 경우 즉시 퇴선 할 수 있도록 우선적으로 승객 및 선원들을 비상소집장소로 이동 조치하여 비상탈출 준비를 완료하여야 한다.
  - 선장은 선원들로 하여금 비상탈출장비 작동준비를 하도록 하여야 한다.
  - 선장은 선사의 비상대응절차서의 해당 내용에 따라 구명조끼 착용 등과 같이 당해 상황에 맞는 비상대응절차를 이행하여야 한다.
  - 여객선의 경우 승객들의 비상대피 장소 이동에 상당한 시간이 걸리며, 선체경사 발생 시에는 이동이 쉽지 않다는 것을 감안하여야 한다.
  - 여객선의 경우에는 선내 방송을 하고 승객들을 안전하게 비상소집 장소로 이동시켜야 하며 세부내용은 [참고3 비상시 여객대피방법 및 관련정보 제공]에 따른다.
  - 비상소집장소는 실외로 하는 것이 안전하나, 부득이 실내로 한다면 즉시 탈출이 가능한 위치로 하는 것이 바람직하다. 특히, 중량화물을 수송하는 선박은 급박하게 침몰하는 경우가 많으며 이런 경우 실내에서는 탈출하기가 어렵다는 것을 유념해야 한다.
- 2) 비상소집과 동시에 사고상황을 점검하고 필요시 원상회복 또는 상황유지를 위해 대응하며 지속적으로 모니터링을 하여야 한다.
  - 시간이 있고 점검이 가능한 여건이라면 손상부위 점검 및 규모의 확대(침수의 경우 침수 확대 포함) 가능성과 상황회복을 위한 대응 여부를 확인한다.

- 손상부위 점검은 사고의 유형과 손상 위치, 기상상태, 선박의 동요상태 등에 따라 최소 2인 1조로 하되 가능한 최소인원으로 시행하고 점검자의 안전이 보장되는 범위 내에서 시행한다.
  - 손상부위 점검 후 대응이 가능하다고 판단되면 침수의 경우 배출작업 등과 같이 필요한 회복조치를 시행한다.
  - 선장은 상황을 지속적으로 모니터링하여 필요시 즉시 퇴선조치가 될 수 있도록 하여 퇴선시기를 놓치지 않도록 하는 것이 매우 중요하다.
- 3) 선장은 선사 및 주변 선박 등에 비상상황을 조기에 통보하여야 한다. 또한, 긴급구조 신호를 송신할 필요성이 있으면 주저하지 말고 신속히 구조요청을 하여야 한다.
- 신속한 상황 통보는 사전에 구조절차가 진행될 수 있도록 하여 시간을 줄이거나 상황의 심각성 및 급박성에 따라 필요시 즉각적인 구조조치가 가능하게 할 수 있다.
  - 선장은 비상상황 통보 또는 긴급구조신호 송신을 하였으나 추후 상황이 호전되거나 심각하지 않을 경우 상황통보 또는 구조신호 송신이 선부른 판단에 따른 과도한 대응이라고 비난받을 수 있지 않을까라고 염려하여서는 안 된다.
- 4) 필요시, 선박검사기관에 긴급응답서비스(ERS) 요청 및 결과를 검토하여 상황 판단에 참고한다.
- 5) RED단계는 유사시 퇴선을 전제로 하고 있으므로 선장은 필요시 즉시 퇴선할 수 있도록 퇴선에 필요한 모든 조치를 완료하도록 지시하여야 한다.

## 6.4 즉시 퇴선상황(퇴선실시, BLACK단계)

### 6.4.1 일반기준

- 1) BLACK단계는 사고의 심각성과 급박성이 매우 높은 상황이다.
- 2) BLACK단계는 승객 및 선원들의 생명이 매우 위태로워지는 상황으로 즉시 퇴선을 해야 하는 상황이다.

- 3) RED단계에서도 상황이 보다 악화되거나 악화될 것으로 예상되면 BLACK단계로 보아 즉각적인 퇴선을 시행하여야 한다.
- 4) RED단계라고 판단되더라도 현장 상황 및 여건, 선박의 유지관리 및 수리 상태, 선령, 화물의 종류 및 적재상태, 선박의 종류, 승선 인원수 등 사고의 심각성과 급박성에 영향을 주는 여러 요인을 종합적으로 검토하여 필요시에는 선제적으로 BLACK단계로 결정하여야 한다.
- 5) 퇴선을 할 수밖에 없는 상황에 도달할 때까지 고민하고 주저하다가 퇴선시기를 놓칠 수 있으므로 가능한 한 선장은 선제적인 대처를 하여야 한다.
- 6) 선장이 급박하다고 판단하여 퇴선을 실시하였는데 결과적으로 선박이 침몰 또는 전복되지 않는 상황이 발생하더라도 이것은 선장이 인명보호를 적극적으로 수행한 결과이지 잘못된 판단이라고 할 수 없다. 대형 인명피해는 대부분 퇴선시기를 놓쳐서 발생하였으며, 퇴선을 실시하여 발생한 경우는 매우 드물다는 것을 이해하고 있어야 한다.
- 7) 여객선의 경우 다수의 승객이 있으므로 퇴선 후 여건(해상상태, 주변 선박 유무, 구조선 도착시간 등)이 양호하면 선제적으로 BLACK단계로 결정할 필요가 있다.

#### 6.4.2 적용상황

- 1) 침수량이 급격하게 증가되고 흘수변화 또는 비정상적 선체경사가 빠르게 진행되는 상황
  - 침수량이 증가하고 건현이 급격히 줄어들면 선박의 침몰 또는 전복의 가능성이 매우 높다는 것을 인식하고 있어야 한다.
  - 비정상적 선체경사가 빠르게 진행되는 경우 매우 짧은 시간 내에 선박의 부력 또는 복원성 상실로 선박이 침몰 또는 전복이 될 수밖에 없다.
  - 제한된 구역에서 침수가 진행되는 것과 달리 다수 구역이 침수되고 계속 진행된다면 BLACK단계로 판단하여야 한다. 침수가 어느 정도 진전된 후에는 선박이 급격하게 침몰될 수 있음을 인식하고 있어야 한다.

- 2) 특별한 원인을 알 수 없더라도 무시할 수 없는 비정상적 선체 횡경사가 발생되고 회복되지 않는 상황
  - 무시할 수 없는 상당한 비정상적 선체의 경사가 발생되고 회복이 되지 않는다면 침수 발생 및 선체 복원성 상실 가능성이 높으므로 퇴선하는 것이 바람직하다.
- 3) 선장은 매뉴얼의 내용에 불구하고 현재 상황을 고려할 때 선박에 머무는 것보다 퇴선을 하는 것이 인명피해 최소화에 유리하다고 판단되면 퇴선을 시행하여야 한다.
- 4) 적하지침기기, 손상복원자료(Damage stability booklet) 또는 손상제어자료(Damage control booklet) 상 동일 또는 유사손상 사례에서 손상복원성을 만족하지 못하는 상황이다.

#### 6.4.3 BLACK단계 조치 및 대처

- 1) 선장은 즉시 퇴선 지시를 해야 한다.
- 2) 선장은 선사의 비상대응절차서의 해당 내용에 따라 퇴선에 필요한 조치를 하여야 한다.
- 3) 선장은 퇴선 전 긴급구조신호를 송신하는 등 승객 및 선원들의 안전한 구조를 위해 필요한 다음과 같은 조치를 취하여야 한다.
  - 조난신호 송신 및 회사 또는 해상구조협력센터(MRCC)에 긴급구조 요청(VHF, MF/HF, INMARSAT-C, EPIRB 등)
  - 구명조끼 및 두꺼운 옷 착용(필요시 방수복 착용)
  - 구명정에 승객·선원 탑승 및 구명정 하강
  - 선박 횡경사 등으로 구명정 작동 불가시 구명뗏목 등으로 대체 활용
  - 기타 승객 및 선원들의 안전구조를 위해 필요한 조치
- 4) 선장은 극도의 공포감으로 퇴선시 발생할 수 있는 선원 또는 승객들의 무질서와 혼잡 상황을 적절히 통제하여야 한다.



- 5) 여객선의 경우 어린이와 노약자, 부상자, 장애인 등 위급상황에 적절히 대처하는 데 어려움이 있는 승객을 우선적으로 퇴선시켜야 한다.
- 6) 선장은 승객 및 선원이 안전하게 퇴선한 것을 확인하고 가장 마지막에 퇴선하여야 한다.
- 7) 퇴선 후 선장은 리더십을 통해 선원(승객)의 정신력을 독려하고 구조를 대기하여야 한다.

## 제7장 퇴선 시 고려사항

### 7.1 퇴선결정의 일반원칙

- 7.1.1 퇴선은 전적으로 선장이 현장 상황판단에 기초하여 결정하며, 그 결정은 존중되어야 한다. 선장은 선사나 기타 외부인에게 조언을 구할 수는 있으나 현장에 있는 본인이 적극적으로 퇴선여부를 판단하여야 한다.
- 7.1.2 퇴선결정은 시기를 놓쳐서는 안 된다. 선장은 심각한 상황에서 망설이다가 퇴선시기가 지연될 경우 인명피해가 커질 수 있음을 고려하여야 한다.
- 7.1.3 퇴선이 필요할 것 같지만 확신이 서지 않는 경우에는 가능한 한 퇴선을 하는 것이 바람직하다.
- 7.1.5 여객선의 퇴선에는 많은 시간이 걸리므로 평소 선장은 승객의 탈출에 소요되는 시간을 파악하고 있어야 하며, 퇴선결정 때에는 탈출 소요시간을 감안하여야 한다.
- 7.1.4 퇴선이 결정되면 선사의 비상대응절차서에 따라 신속히 퇴선을 시행한다. 다만, 상황이 긴박하여 여유가 없다고 판단되면 탈출시간을 지체할 수 있는 절차를 생략하여야 한다.
- 7.1.6 퇴선은 탈출완료 요구시간 이내에 완료되어야 한다.
- 7.1.7 필요시 선장은 보다 냉정을 유지하고 있다고 볼 수 있는 육상의 선박 안전·운항관리 담당자의 조언을 참조하는 것도 필요하다. 다만, 현장 상황을 가장 정확히 판단할 수 있는 사람은 선장이라는 것을 반드시 인식하고 있어야 한다.

### 7.2 퇴선결정 시 고려사항

#### 7.2.1 침몰·전복 등에 소요되는 시간

- 1) 침몰·전복 등까지 걸리는 시간은 사고 당시 선박 내부 수밀문 등의 폐쇄여부 및 관리상

황, 선박의 구조, 적재화물의 종류 및 고박 상태 등에 따라 달라지므로 선장은 이를 감안하여야 한다.

- 2) 비정상적 선체경사가 발생하더라도 수밀문, 통풍구, 램프 등 침수가 발생할 수 있는 부분이 잘 관리되고 있다면 침몰을 상당히 지연시키거나 침몰이 일어나지 않을 수도 있다. 그러나 많은 경우 예상치 못한 부분으로 침수가 발생하여 빠르게 침몰되는 사례가 다수 있다는 것도 감안하여야 한다.
- 3) 상황이 급박함에도 퇴선에 상당한 시간이 걸려 모든 승객들이 탈출하기 전에 선박이 급격하게 경사 또는 침몰되어 탈출이 불가능할 수도 있다는 것을 감안하여야 한다.

### 7.2.2 구명설비 작동 조건

- 1) 비상소집 또는 퇴선을 고려할 때에는 구명정·구명뗏목 등 구명설비 작동 가능성 여부 및 작동준비 시간 등을 감안하여야 하고 선체 기울기에 따라서 구명설비 작동이 어렵거나 접근할 수 없다는 사실을 인식하여야 한다.
- 2) 선체가 침수되고 기울어지고 있어 퇴선준비를 하였지만 퇴선시점을 결정하지 못하고 머뭇거리다가 선체가 급격히 기울어져 구명정 또는 구명뗏목을 이용할 수 없어 인명피해가 발생하는 경우도 있음을 감안하여야 한다.
- 3) 폭풍과 같이 해상날씨가 좋지 않아 파도가 높을 경우에는 구명정 또는 구명뗏목이 견디지 못할 수 있으므로 선장은 이를 고려하여야 한다.
- 4) 일반적으로 구명정이 구명뗏목보다 해상에서 생존확률을 높일 수 있으나 선체경사 등으로 구명정을 진수하기 어려울 것으로 예상되는 경우 신속히 구명뗏목을 활용한다.
- 5) 구명정을 진수하여 퇴선하는 경우에도 만약의 경우를 대비하여 구명뗏목을 해상에 투하해 둔다.

### 7.2.3 해상날씨 등 기상여건

- 1) 퇴선 후 탈출 승객 및 선원들의 안전과 관련된 기온, 파도 등의 기상상황을 고려하여야 한다.

- 2) 겨울철과 같이 해수온도가 낮은 바닷물 속에서 구명조끼로 견디어야 한다면 짧은 시간 내에 저체온증으로 사망할 수 있음을 고려하여야 한다. 저체온증에 노출되지 않도록 구명정 또는 구명뗏목을 사용하도록 조치하여야 한다.
- 3) 불가피하게 구명조끼를 착용하고 겨울철에 바다로 탈출해야 한다면 구조될 수 있는 시간을 감안하여야 하고 가능한 한 마지막까지 선박에 머무르는 것이 필요하다. 이 경우에도 유사시 즉각 탈출할 수 있는 장소에서 방수복을 입거나 옷을 여러 겹 입고 대기하여야 한다.
- 4) 황천시에는 비상탈출에 이용할 구명설비가 퇴선 후 선원과 승객들을 안전하게 보호할 수 있는지 여부를 고려하여야 한다.
- 5) 어두운 야간에 퇴선을 해야 하는 경우에는 퇴선과정에서 인명피해가 발생할 수 있으므로 주의하여야 한다.

#### 7.2.4 구조가능 시간 및 당해 선박의 위치(원양 또는 연안)

- 1) 구조에 도움이 될 수 있는 선박 유무(인근에 항해 중인 선박 등) 및 구조선박이 도착하는데 걸리는 시간 등을 고려하여야 한다.
- 2) 인근에 항해 중인 선박 또는 어로작업 중인 선박 등이 있을 경우 상황의 급박성을 감안하여 보다 적극적으로 퇴선을 실시하는 것도 인명피해를 줄일 수 있는 방법이다.
- 3) 태풍, 높은 파도 등 해상날씨가 구조선박이 운항할 수 없는 악조건인 경우에는 수 시간 이내에 구조선박이 도착할 수 없는 상황이라는 것을 감안하여야 한다.
- 4) 연안지역의 경우에는 주변에 선박이 없더라도 폭풍 등으로 구조선박이 운항할 수 없는 악조건이 아니라면 육지에서 신속히 구조선이 도착할 수 있는 여건이므로 상황이 급박함에도 구조선박을 기다린다고 퇴선을 미룰 필요는 없다.
- 5) 일반적으로 구조선박보다는 구조헬기가 먼저 현장에 도착하나 헬기로는 구조할 수 있는 인원에 한정이 있으므로 육상과의 거리 등 현장여건을 감안하여 필요하다면 헬기로 구조한 승객 및 선원들을 인근 선박으로 이송하여 최대한 많은 인원이 구조될 수 있도록 하여야 한다.

7.2.5 선장은 현장 상황에 따라 퇴선 여부를 판단하는 데 다음의 매트릭스 내용을 참고할 수 있다.

급박성 \ 심각성	심각성	1단계	2단계	3단계
1단계		Yellow	Yellow	Red
2단계		Red	Red	Black
3단계		Red	Black	Black

\* Yellow는 주의 단계, Red는 퇴선 고려 단계, Black은 즉시 퇴선 단계이다.

## 참고 1 ▶ 해양사고 사례

### 1. 코스타 콩코르디아호 좌초사고(2012.1.13)

#### 1) 사고개요

- 선종 : 여객선
- 선적항 : 이탈리아
- 총톤수 : 114,137톤
- 기관종류·출력 : 디젤기관(Max. speed : 21kts)



[그림 1] 코스타 콩코르디아호 전경

- 2012년 1월 13일 이탈리아의 크루즈선인 코스타 콩코르디아호가 4,229명(승객 3,206명, 승무원 1023명)이 탑승한 상태에서 이탈리아 서해안 토스카나 인근 질리오 섬 앞바다에서 연안에 너무 인접하여 16노트로 야간에 항해하던 중 선박 위치의 모니터링 실패로 인하여 인근 암초에 걸려 좌초됨



- 좌초 후 추진용 변압기 등이 있는 5번 방수구획과 3개의 선미 주 디젤발전기가 있는 6번 방수구획이 침수되고 추진력을 잃고 비상발전기가 운전되었음
- 이후 공기압축기, 쓰러스터(Thruster) 장치가 있는 4번 방수구획과 3개의 선수 주발전기가 있는 7번 방수구획 그리고 평형수와 빌지 펌프가 있는 8번 방수구획이 순차적으로 침수됨
- 선장은 SAR당국에 조난신호를 보내지도 않았으며 심각한 선체 횡경사로 위험한 상황임에도 불구하고 외부기관에 큰 문제가 없고 이초 증으로 보고하여 신속한 구조작업이 되지 않았음
- 선장은 적절하지 못한 지시와 비상대응으로 선내 큰 혼란을 야기하였고, 선체와 승객의 구조작업을 지휘하지 않고 하버마스터(harbor master)의 비상대응 요청을 무시한 채 승무원과 함께 탈출하였음
- 선박은 사고발생 2시간 이내 우현 상당 부분이 해안에 좌초되고 다수의 승객이 사망 또는 부상을 입음

## 2) 손상

- 심각한 선체 손상(70미터~100미터)으로 침몰하였으며, 승객 32명이 숨지고, 157명 부상



[그림 2] 우현선체가 침몰되어 있는 코스타 콩코르디아호

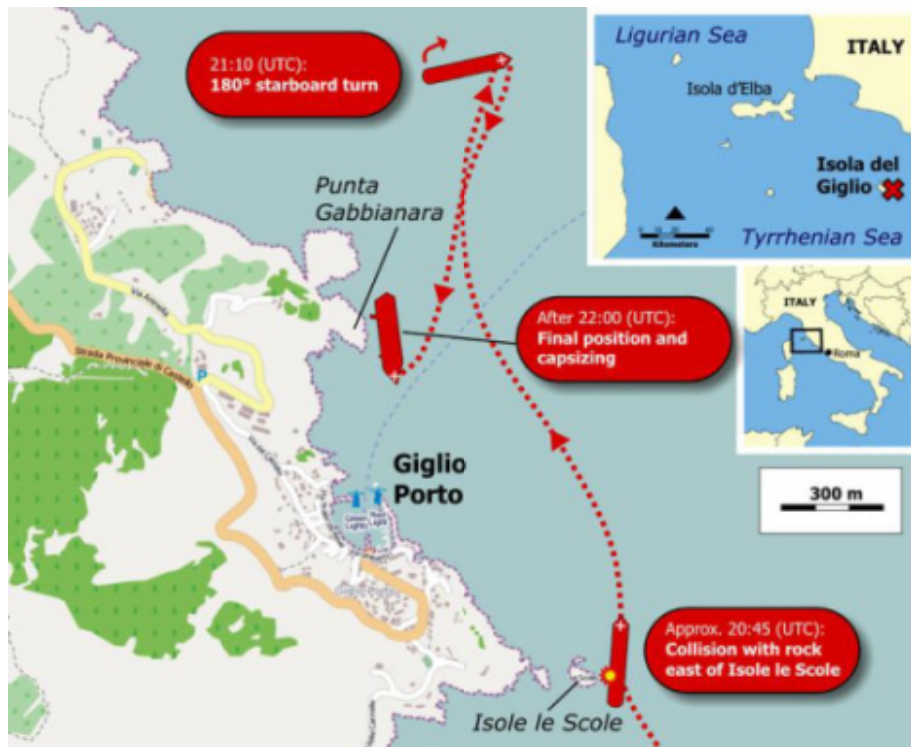
### 3) 사고원인 및 선장의 책임

#### (1) 연안 및 암초와 근접한 항로 설정

- 항해계획 수립 시 해안에서 0.5마일 정도로 근접한 항로의 설정은 매우 부적절하였고, 충분한 주의를 기울여 항해하지 않았음. 전통적으로 질리오 섬을 지날 때마다 해안가에 배를 가까이 붙이고 인사하는 전통이 있었으며, 사고발생 당일 섬과 너무 근접하여 항해를 하였고, 야간임에도 16노트의 속력으로 운항하였음
- 연안 및 암초에 근접하여 항해를 하였으나 사용하는 해도는 1/100,000 축척으로 적절하지 못한 소축척 해도를 사용하였음



[그림 3] 코스타 콩코르디아호 좌초 시 해도



[그림 4] 코스타 콩코르디아호 좌초 트랙

## (2) 선교 근무기강 문제

- 선장과 수석항해사가 인수인계를 적절히 이행하지 않았고 선교에 다수의 사람이 출입하여 주위가 산만한 환경이 되었으며, 이상 징후에 대한 보고체제도 미흡하여 전반적인 선교 팀워크와 역할 등이 부적절하였음

## (3) 침수 비상대응 절차

- 좌초로 인한 선체의 손상과 위험 상황에서 즉시 비상신호를 울리지 않아 비상 시 즉시 대응으로 인명과 선체손상을 최소화할 수 있는 기회를 잃게 되었음
- 특히, 좌초로 인하여 급격히 해수가 유입된 수밀구역을 적절하게 차단하지 못했으며, 사고 직후 2개의 인접 수밀구역인 5, 6번 수밀구역이 범람하였고, 곧이어 4, 7, 8번 수밀구역이 침수되며 심각한 침몰상황이 발생함

#### (4) 선장의 부적절한 비상대응

- 좌초로 인한 선박 비상상황에서 외부기관에 큰 문제 없이 이초 중으로 보고하였고, 신속한 퇴선 명령, 예인선 수배 등 적극적인 지원요청을 하지 않았음. 침몰 이후 승객과 승무원의 안전을 위한 비상대응 지휘를 하지 않고 구명보트에 탑승하여 탈출함
- 하버마스터의 귀선 종용과 비상대응 지휘요구에 불응하고 탈출 후 질리아 섬에 도착하여 몰래 택시를 타고 도망가는 등 선장으로서 책임과 의무를 이행하지 않음

#### (5) 회사의 비상대응 지휘

- 선장의 통솔력 부재로 선박의 비상상황 시 신속한 퇴선 등의 조치가 미흡하였고, 선박의 비상대응 훈련 등에 대한 체계적인 모니터링 소홀

### 4) 사고예방 대책

#### (1) 안전항해를 위한 항해당직 절차의 준수 및 모니터링(STCW Code A-II/1 항해계획과 수행 및 선위 결정)

- 선교 운항 절차(충돌, 좌초 예방 등)의 준수를 위한 선장과 회사의 모니터링이 필요함
- 항해계획의 중요성을 인식하고 안전한 항로 설정을 위한 기본 지침을 준수하도록 하고, 연안 항해에서 위험물표와의 안전거리 유지, 각종 피험선<sup>2)</sup> 설정 및 규칙적이고 정확한 선위 확인 등이 요구됨

#### (2) 비상대응 시스템(STCW Code A-II/2 항해상의 비상사태에 대한 대응)

- 비상대응 절차의 제공뿐만 아니라 절차에 따른 선박운용이 필요함
- 사고 예방을 위한 다양한 업무의 준수와 함께 비상상황 발생 시 절차에 따른 역할을 원활하게 수행하기 위한 지속적인 비상대응훈련 유지 및 이를 관리 감독하는 내·외부 검증 시스템 확립이 필요함

2) 입출항 또는 협수로 통과 시에 위험물을 피하고자 표시한 위험 예방선

- 특히 선장 부재 또는 역할 부족으로 현장 비상상황에 대한 대응이 부족할 경우 이를 보완할 수 있는 육상의 지원 및 의사결정 시스템 확립이 필요함

### (3) 선장 역량(STCW Code A-II/2 비상과 손상제어 계획의 개발과 비상상황의 취급)

- 비상상황 발생 시 상황을 올바르게 인식할 수 있는 직무지식의 습득 및 적절한 대응을 위한 책임감 있는 리더십의 함양과 이를 위한 동기부여, 교육 기회 제공 등의 육상 지원이 필요함
- 충돌, 화재/폭발 및 침수 등으로 인하여 퇴선을 고려해야 할 경우 손상복원성의 이해와 손상복원성 책자의 활용 등으로 올바른 상황판단이 가능할 수 있도록 전문적인 직무지식 습득에 개인뿐만 아니라 회사의 적극적인 노력이 필요함

\* 출처: MIT Cruise Ship COSTA CONCORDIA Marine casualty on January 13, 2012.  
Report on the safety technical investigation

## 2. SS 엘파로호 침몰사고(2015.10.1.)

### 1) 사고개요

- 선종 : 컨테이너선
- 선적항 : 프에르토 리코
- 총톤수 : 31,515톤
- 기관종류·출력 : 스팀 터빈, 3만 마력



[그림 1] SS El Faro호 전경

- 2015년 10월 1일 허리케인 호아킨으로 인하여 미국 국적의 RO-RO 컨테이너선 SS 엘파로호가 대서양 바클라스 인근 크루키드 아일랜드 북동쪽 40마일 해상에서 침몰됨
- 승선 중이던 전 승무원 33명이 사망했으며, 침몰로 인한 피해는 3,600만 달러로 추산됨
- SS 엘파로호는 허리케인의 진행방향을 실시간으로 예측하지 않고, 오류가 있었던 이전 정보만을 근거로 항로를 설정하였고, 이로 인하여 허리케인의 영향권에 들며 황천항해를 하였음
- 황천 조우 중 열려 있었던 3번 화물창의 개구부를 통하여 화물창이 침수되었으며, 침



수된 화물창과 횡경사로 인해 추진기시스템에 윤활유가 유입되지 않아 추진력을 상실하였고, 이로 인하여 횡경사가 더욱 가중되어 침몰하였음

- 미국 국가교통안전위원회(NTSB)는 SS 엘파로호의 침몰 원인과 그 이후의 인명 손실이 허리케인 호아킨을 피하기 위한 선장의 부적절한 행동, 최신 기상정보 사용 실패 및 늦은 퇴선결정으로 인한 승무원의 퇴선시기 실기 등으로 발생하였고, 수밀개구부 및 화물창 내 설비(배관 및 밸브)의 부적절한 관리도 한 요인인 된 것으로 분석하였음

## 2) 손상

- 이 사고로 SS 엘파로호는 침몰되었고, 총 33명의 선원 모두가 사망하였으며, 재산 손실이 3,600만 달러에 이름

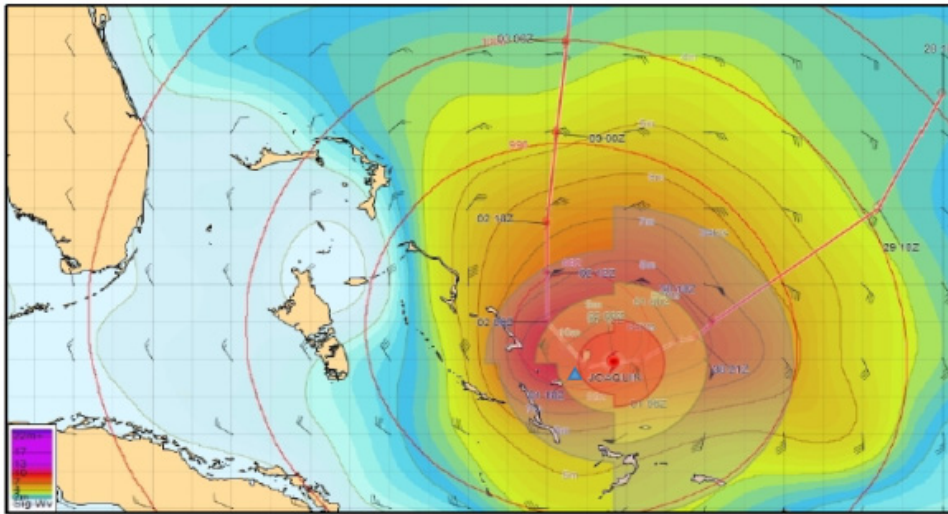


[그림 2] SS 엘파로호의 침몰지점

### 3) 사고원인 및 선장의 책임

#### (1) 기상 악화(허리케인) 및 최신 기상정보 미사용

- 2015년 9월 30일 오전 5시 SS 엘파로호에 이메일로 수신된 태풍의 정보는 기상정보제공 시스템상 문제로 12시간 지연된 정보가 전송되었으며, 이후 SS 엘파로호는 최신 기상 정보를 수신하고도 활용하지 않아 허리케인 호아킨에 매우 근접한 위험지역에 위치함



[그림 3] SS 엘파로호(파란삼각형) 인근의 Hurricane Joaquin 10월 1일 0800 예상도

#### (2) 수밀(풍우밀) 개구부의 부적절한 관리와 화물창 침수

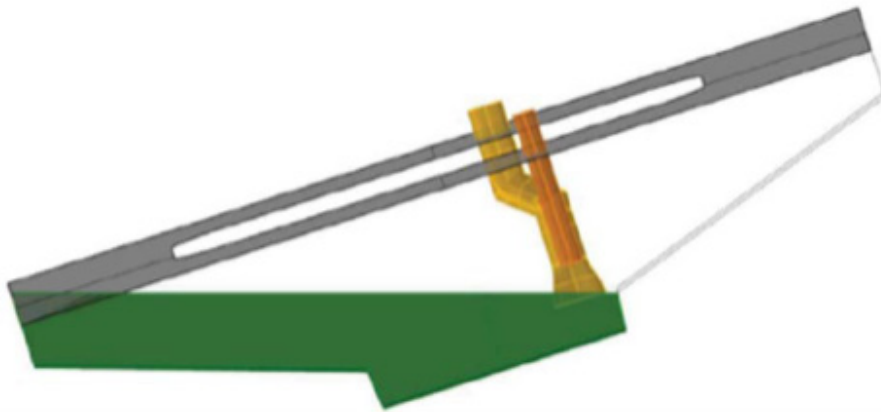
- 2층 갑판의 3번 화물창의 풍우밀 스커틀이 열려있어 해수가 유입되어 침수됨. 만약 2층 갑판의 출입용 해치의 개폐센서가 선교와 연결되어 있었다면 당직사관이 식별할 수 있었으나 이 선박은 1975년에 건조되어 화물구역에 요구되는 설비규정이 적용되지 않음
- 화물창의 범람으로 인하여 고박에서 풀려난 자동차가 이동되어 비상 소화펌프의 배관을 손상시켰을 가능성이 있으며, 빌지 펌프의 용량을 초과하는 해수의 침입으로 인하여 선박의 안전성을 심각하게 손상시킴



[그림 4] 15도 경사 시 3번 화물창 침수 스케치 및 Second deck 스커틀

### (3) 공기의 유입으로 인한 윤활유의 압력저하로 추진기 정지

- 횡경사로 인하여 윤활유 서비스 펌프관의 벨마우스로 공기가 흡입되어 추진 시스템의 윤활유 압력손실이 발생하여 추진기가 정지됨. 이로 인하여 심각한 횡경사가 계속되었으며, 상당수의 화물창 공기관(Air vent) 등으로 추가 해수의 유입이 발생함



[그림 5] 18도 경사 시 SS 엘파로호의 윤활유 벨마우스 상황도

### (4) 부적절한 황천대응 조선

- 위험 횡요각 또는 추진기의 작동에 문제가 될 수 있는 정적 횡경사각에 대한 충분한 지식이 부족하여 적극적인 조선개입으로 인한 추진기 손실 방지 노력이 필요하였으나 해당 직무지식을 식별하지 못하였을 가능성이 높음



[그림 6] 추진기 정지 후 18도 경사 시 SS 엘파로호의 횡경사 상황도

#### (5) 비상대응 및 손상복원성 정보 활용 미흡

- 비상 시 손상 통제 계획을 활용할 수 있고 적절한 승무원의 훈련이 있었다면 신속한 비상대응이 시행될 수 있었으나 선장 이하 전 승무원의 비상대응 역량이 부족했을 수 있음
- SS 엘파로호에는 CargoMax 프로그램이라는 손상복원성 평가프로그램이 있었으나 승무원이 활용할 수 있는 교육기회가 제공되지 않았음

#### (6) 선장의 리더십 부재와 선교 자원관리 실패

- 허리케인이 내습하는 위험한 상황임에도 불구하고 최신 기상정보의 수신을 하지 않고 항로의 변경을 고려하지 않음. 또한 허리케인이 근접하여 과도한 횡경사가 발생하였으나 적절한 조선술로 황천조선을 시행하지 않았으며, 황천이 예상되는 상황에서도 개구부 및 화물 고박 등의 기본적인 지침이 수행되지 않고 선박을 지휘함
- 이러한 선장의 지휘능력 및 상황인식 부재 시에도 항해사의 적절한 이의 제기가 이루어지지 않았고, 허리케인과의 조우를 회피할 수 있는 충분한 조치가 취해지지 않음

#### (7) 선장의 조기 퇴선 및 의사결정 문제점

- 추진기의 정지와 함께 다수의 화물창이 해수에 침수되는 상황에서 조속한 퇴선 결정이 이루어지지 않는 등 선장의 의사결정 상 문제점이 발견됨

- 손상복원성에 대한 이해와 침몰의 기준 등에 대한 명확한 지식의 부재로 퇴선 결정이 늦어지고 급격한 횡요로 인하여 개방형 구명정의 사용이 불가해져 승무원의 생존확률이 감소되는 결정적인 역할을 하였음

#### (8) 회사의 안전관리시스템 문제

- 회사 차원에서 선원들의 적절한 비상대응 및 손상복원성, 비상정보 활용 등의 교육회가 제공되지 않았으며, 허리케인이 근접하는 위험상황에서 선박의 동정 및 허리케인 내습 피항 모니터링을 하지 않는 등 회사의 안전관리시스템에 문제가 있었음

### 4) 사고예방 대책(국제해사기구에 관련규정 개선방안 제안)

#### (1) 황천 시 위험 횡요각 개선 및 수밀개구부의 관리 강화(STCW Code A-II/1 화물 구역, 해치 커버 및 밸러스트 탱크의 결함과 손상 검사 및 보고)

- 선박의 추진기 정지 등이 발생할 수 있는 치명적인 횡경사각을 높이는 규정의 개정과 함께 수밀(풍우밀)개구부 및 해수유입이 가능한 출입구 등에 선교에서 모니터링할 수 있는 개방·폐쇄 지시기의 설치를 요구함

#### (2) 해수면 아래 구획의 안전성 확보 및 승인된 손상복원성 정보 제공(STCW Code A-II/1 선박의 감항성 유지, A-II/2 트림, 복원성, 응력의 관리)

- 신규 및 기존 선박에 대하여 해수면 아래 있는 각종 공급 배관을 충격으로부터 보호할 수 있도록 국제해사기구에 제안·요청하였으며, 보다 높은 수준의 화물창 빌지 경보장치 설치를 요구함
- 이와 함께 SOLAS 협약에 따른 모든 화물선에 승인된 손상복원성 계획 및 손상복원성 책자의 제공을 제안함

#### (3) 선교자원관리 및 선교 의사결정을 위한 교육의 강화(STCW Code A-II/2 승무원의 조직과 관리)

- 응집력 있는 팀 환경을 구축하고 황천대응 시나리오를 포함한 의사결정 프로세스를 향상시킬 수 있도록 해상교육 과정의 개선이 요구되고 반복된 선교자원관리 교육이 필요함

#### (4) 구명정 개선

- 모든 개방형 구명정을 자유낙하 구명정 규정요건을 충족시키는 폐쇄형 구명정으로 교체할 것을 요구함(자유낙하식이 중력강하식보다 황천 시 효과적인 퇴선이 이루어질 수 있는 것으로 판단)

#### (5) 선장의 리더십 향상을 위한 적극적인 정책과 지원

- 비상 시 선박과 승무원을 안전하게 보호할 수 있는 다양하고 깊이 있는 직무지식과 책임감 있는 태도 등이 선장으로서 필수적으로 갖추어야 할 핵심소양이며, 선박의 감항성 상실 여부에 대한 실질적이고 올바른 판단 및 적극적인 대응이 될 수 있도록 전 방위적인 정책 지원과 제도적인 뒷받침이 필요함

\* 출처: NTS Marine Accident Report Sinking of US Cargo Vessel SS El Faro Atlantic Ocean, Northeast of Acklins and Crooked Island, Bahamas October 1, 2015

### 3. 피아프론티어호 침몰사고(2002.9.7.)

#### 1) 사고개요

- 선종 : 일반화물선
- 선적항 : 제주시
- 선령 : 19년
- 톤수 : 3,916톤
- 총 톤수 3,900톤급 화물선으로 태풍의 영향권 내로 항해하여 2번 화물창의 덮개가 손상되고 해수가 유입되어 초기 5도 우현 경사에서 2시간 30분 후 우현 30도 경사까지 진전되었으나 20분 후 침몰에 이르렀다. 퇴선명령이 조기에 이루어지지 않아 승무원 15명 중 7명만이 구조되었고 8명이 실종됨

#### 2) 손상

- 사망 또는 실종 8명 및 선체 침몰

#### 3) 사고원인

- 태풍 진로 전방으로 침로를 설정하여 심한 황천에 조우하였으며, 2번 화물창 덮개(캔버스) 손상으로 다량의 해수가 유입되어 침몰

#### 4) 승무원의 안전과 조기 퇴선

- 적극적인 피항이나 회항 또는 인근 연안에 묘박 등의 적절한 조치를 취하지 않은 채 태풍의 진로방향으로 침로를 설정하여 위험한 상황을 야기함
- 태풍 중심권에 위치한 상태에서 화물창의 캔퍼스가 심각한 손상을 입어 감항성 확보가 어려움에도 퇴선 등을 대비한 지시를 내리지 않았음



- 특히, 태풍의 눈에 있는 동안 잔잔한 해면상태가 유지되어 적절한 퇴선 준비시간이 있었으나 아무런 조치를 하지 않음

## 5) 사고예방 대책

- 선체가 노후 되고 잦은 손상부 수리 등이 이루어지는 경우 항로 안전성 확보를 위하여 적극적인 노력을 해야 함. 특히, 태풍이나 저기압권역을 지나는 경우 충분히 떨어져서 항해를 해야 하며, 필요시 육상의 구조나 피항을 원활하게 하기 위하여 육지 인근 항로를 선택해야 함
- 선체 점검을 철저히 하고 손상부는 완전하게 수리될 수 있도록 해야 하며, 손상부의 확대, 침수구역의 증가 및 급격한 흘수의 변화 등이 감지될 경우 퇴선 등 적극적인 비상대응 준비를 해야 함

\* 출처: 재결서 인천해심 2003-012 화물선 피아프론티어호 침몰사건

## 4. 제1아시아호 침몰사고(2002.11.4.)

### 1) 사고개요

- 선종 : 케미칼 운반선
- 선적항 : 부산광역시
- 선령 : 27년
- 톤수 : 891톤
- 선체 노후로 발생된 평형수탱크 구역의 손상을 수리하지 않은 채 항해 중 황천을 조우하여 평형수탱크 침수가 진행됨. 배출작업의 진행에도 불구하고 침수량이 증가하여 침몰 상황이 예견되었으나 조속한 퇴선을 결정하지 못한 채 침몰 직전에 퇴선함. 승무원 2명이 실종되고 2명이 심각한 부상을 입었음

### 2) 손상

- 2명 실종, 2명 심각한 부상(총 8명 구조) 및 선체 침몰

### 3) 사고원인

- 회사의 무리한 운항지시에 따른 황천운항으로 노후된 선체외판 손상이 발생하였고, 사고발생 이전에 선체 부식 및 손상에 대한 수리를 소홀히 하였으며, 사고 당시 선장의 올바른 비상대응 부재로 상황을 악화시킴

### 4) 승무원의 안전과 조기 퇴선

- 비상훈련을 단 한 번도 시행하지 않았으며, 선체 손상에 의한 침수가 진행되는 상황에서 효과적인 방수·배수 조치 및 선원들에 대한 안전조치를 취하지 못한 채 조타실에서 우왕좌왕하고 있다가 심한 선체경사로 침몰 직전에 주위 선박들에게 구조를 요청하면서 육성으로 퇴선을 명령함

## 5) 사고예방 대책

- 손상복원성을 숙지하고 선체 손상 시 선박의 안전성과 감항능력을 확인해야 함
- 선박 점검 및 관리를 철저히 해야 하고, 선체 손상으로 인한 침수 확대, 감항성 소실 등에 관한 사항을 집중적으로 모니터링해야 하며, 필요시 적극적인 퇴선 등의 인명보호 조치가 필요함

\* 출처: 재결서 중앙해심 2004-008호 유조선 제1아시아호 침몰사건

## 5. 아시안노블호 침몰사고(2004.2.26)

### 1) 사고개요

- 선종 : 일반화물선
- 화적항 : 제주시
- 선령 : 20년
- 톤수 : 7,170톤
- 황천 시 조기 피항 및 황천 조선 등을 시행하지 않고 무리하게 항해 중 해치커버가 유실되어 화물창이 침수되었으며, 감항성 상실을 예상한 선장은 구조신호 송신 및 우선 퇴선조치를 함. 총 20명의 승무원 중 18명이 구명정에 탑승하고 1명은 구명뗏목에 탑승하여 구조되었으며, 퇴선 중 갑판장 1명은 해상에 추락하여 실종됨

### 2) 손상

- 1명 실종(19명 구조) 및 선체 침몰

### 3) 사고원인

- 황천을 고려하지 않은 무리한 항로 설정, 황천 시 화물창 덮개의 이탈로 다량의 해수가 유입되어 침몰됨

### 4) 승무원의 안전과 조기 퇴선

- 악화된 기상을 충분히 고려하지 않고 통상적인 침로와 기관 회전수를 유지하여 저기압의 직접적인 영향권에 진입하게 되었으나 위기상황을 인식하고 조난신호 송신, 적극적인 퇴선 지시를 하였음

## 5) 사고예방 대책

- 중·소형 화물선의 경우 황천 시 해치커버를 통해 해수 유입이 빈번하게 발생하므로 평소 해치커버의 고박 및 관리에 유념해야 하며, 황천이 예상될 경우 적극적인 피항을 해야 함
- 황천으로 인한 해치커버의 손상, 해수의 침수는 복원성과 감항성에 심각한 영향을 미치므로 조난신호 준비, 조기에 퇴선을 위한 비상소집 등의 적극적인 대응을 해야 함

\* 출처: 재결서 인천해심 2004-016 일반화물선 아시안노블호 침몰사건

## 6. 파이오니아나야호 침몰사고(2005.1.20.)

### 1) 사고개요

- 선종 : 일반화물선
- 선적항 : 제주시
- 선령 : 22년
- 톤수 : 2,494톤
- 냉연강판 등 중량물을 싣고 항해 중 조우한 황천으로 인하여 2번 화물창의 해치코밍까지 해수면에 잠길 정도의 급격한 침수가 발생하면서 침몰하였으며, 조기 퇴선을 하지 못한 채 구명조끼를 입고 선교에서 대기한 채로 침몰되어 18명의 승무원 중 4명이 구조되고 1명 사망, 13명이 실종됨

### 2) 손상

- 1명 사망, 13명 실종(4명 구조) 및 선체 침몰

### 3) 사고원인

- 노후로 인해 약해진 선체 외판에 황천으로 인한 파랑의 충격이 균열 또는 파공을 유발, 화물창 해수 유입으로 인한 침수로 침몰 추정

### 4) 승무원의 안전과 조기 퇴선

- 선수부의 심각한 침수상황에서도 퇴선을 시행하지 않았으며(조난신호는 송신), 선교까지 파도가 들어오는 상황에서 승무원들이 개별적으로 퇴선함

## 5) 사고예방 대책

- 중량물을 선적하는 노후선의 경우 선체에 걸리는 종강력에 따라서 급격한 선체 침몰의 위험이 상존함
- 평소 철저한 선체 점검과 손상부 수리 등으로 선체의 감항능력을 유지해야 하고, 선체 외판이나 상갑판의 심각한 균열, 예상치 못한 침수나 흘수의 변화 등의 징후가 보일 경우 조속한 퇴선 등의 조치를 준비하면서 상황을 파악하고 손상부 점검을 시행해야 함

\* 출처: 재결서 중앙해심 2006-004호 화물선 파이오니아나야호 침몰사건



## 7. 제니스라이트호 침몰사고(2007.2.14.)

### 1) 사고개요

- 선종 : 일반화물선
- 선적항 : 제주도
- 선령 : 18년
- 톤수 : 1,616톤
- 철판 등 철재를 싣고 항해 중 황천으로 높은 파도를 조우한 상태에서 급격한 선수 침하가 발생하여 좌현 구명뗏목의 하강을 준비하였고, 일본해상보안청에 구조요청을 하였음. 계속된 심한 횡요와 중요 등 선체 운동이 심해지며, 선수 절반이 해수면에 잠긴 상태에서 구명뗏목을 이용한 퇴선을 시행함. 총 11명의 승무원 중 2명은 구조되었으나 3명은 사망, 6명이 실종되었음

### 2) 손상

- 3명 사망, 6명 실종(2명 구조) 및 선체 침몰

### 3) 사고원인

- 화물이동으로 인한 선수부 선체 손상 또는 화물창의 수밀성 손상으로 인한 해수 유입 추정

### 4) 승무원의 안전과 조기 퇴선

- 황천을 피하기 위한 적극적인 노력이 부재하였으며, 황천을 대비하기 위한 충분한 관리(개구부 수밀상태 점검, 피항지 설정 등)를 하지 못하였음
- 침몰 또는 조난의 위험성으로 인하여 미리 일본해상보안청에 구조를 요청하고 구명뗏목 등의 하강을 지시하는 등 적극적인 모습을 보였으나, 선박의 선수부가 거의 침수되

고 침몰 직전단계까지 진전되는 동안 급격한 침몰을 예상하지 못하여 조기에 퇴선을 하지 못하여 피해가 크게 발생함

## 5) 사고예방 대책

- 선체가 노후되고 잦은 손상부 수리 등이 이루어지는 경우 항해의 안전성 확보를 위하여 노력해야 함. 특히, 태풍이나 저기압권역을 항해하는 경우 충분히 떨어져서 항해를 해야 하며, 필요시 육상의 구조나 피항을 원활하게 하기 위하여 육지 인근항로를 선택해야 함
- 선체 점검을 철저히 하고 손상부는 완전하게 수리될 수 있도록 해야 하며, 손상부의 확대, 침수구역의 증가 및 급격한 흘수의 변화 등이 감지될 경우 퇴선 등 적극적인 비상대응 준비를 해야 함

\* 출처: 재결서 부산해심 2008-025 화물선 제니스 라이트호 침몰사건

## 8. 오키드선호 침몰사고(2007.7.12)

### 1) 사고개요

- 선종 : 일반화물선
- 선적항 : 제주시
- 선령 : 23년
- 톤수 : 26,046톤
- 1985년 건조된 노후 화물선으로 중량물인 철근 및 와이어로드를 싣고 황천항해 중 선수 화물창 침수사실을 확인하였으나 심각성을 인지하지 못하였음
- 이후 지속적인 선수 화물창 침수로 선수부가 심각하게 침하되었으나 침몰위험에 대한 인식을 하지 못한 채 구난선 등을 기다리며 퇴선시기를 실기하여 급격한 선체 침몰로 구명정이나 구명뗏목을 사용하지 못한 채 전 승무원 23명이 입수하여 10명은 구조되었으나 1명 사망, 12명 실종됨

### 2) 손상

- 1명 사망, 12명 실종 및 선체 침몰

### 3) 사고원인

- 노후 및 황천 조우로 인한 선체외판 손상

### 4) 승무원의 안전과 조기 퇴선

- 선수 화물창의 심각한 침수로 선수탱크(FPT)와 1번 평형수 탱크의 측심조차 불가할 상황이었으며, 선장은 일등항해사의 퇴선 조언에도 구명정을 준비만 시켜놓고 구난선을 기다려보자는 소극적인 태도를 취하였음

- 핑음을 발생하는 선체의 심각한 손상과 함께 급격히 침몰하는 순간까지 퇴선지시가 내려지지 않았음
- 선체 손상, 수밀문의 기능 상실 등에 의하여 해수 유입 등이 추가로 고려되어야 함에도 계산상으로 종강력이 유지됨을 과신하여 퇴선시점을 실기하였음

## 5) 사고예방 대책

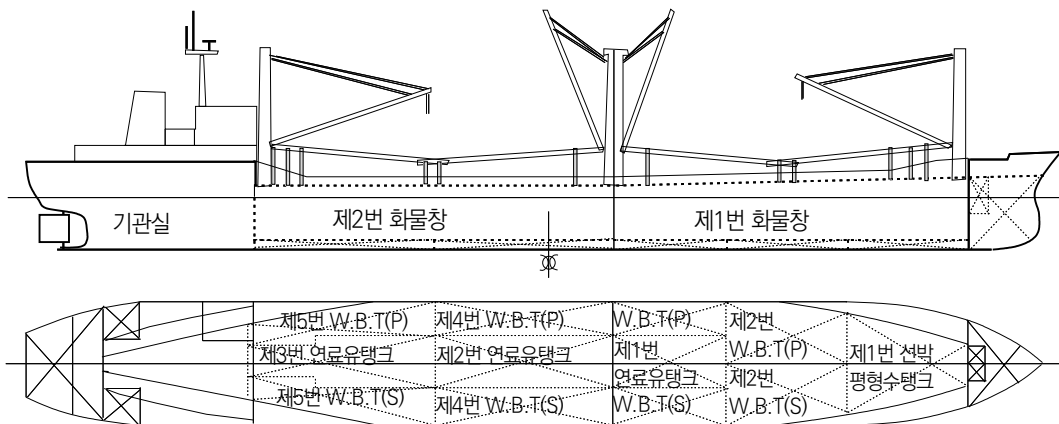
- 중량물을 선적하는 노후선의 경우 선체에 걸리는 종강력에 따라서 급격한 선체 침몰의 위험이 상존함
- 평소 철저한 선체 점검과 손상부 수리 등으로 선체의 감항능력을 유지해야 하며, 선체 외판이나 상갑판의 심각한 균열, 예상치 못한 침수나 흘수의 변화 등의 징후가 보일 때는 조속한 퇴선 등의 조치를 준비하면서 상황을 파악하고 손상부 점검을 시행해야 함

\* 출처: 재결서 인천해심 2008-025 화물선 오키드선호 침몰사건

## 9. 헤라호 침몰사고(2009.9.7.)

### 1) 사고개요

- 선종 : 일반화물선
- 선적항 : 파나마
- 총톤수 : 4,189톤
- 기관종류·출력 : 디젤기관 2,691킬로와트(kW) 1기



[그림 1] 헤라호 전경

- 노후한 선체 외판이 부식으로 균열·파괴되어 화물창에 다량의 해수가 유입되었으며, 배수설비가 정상적으로 작동되지 못하여 필리핀 사마르섬 바탕등대로부터 약 50마일 해상에서 침몰하였음
- 승무원 전원은 침몰 전일 조기 퇴선하여 전원 구조됨

### 2) 손상

- 헤라호는 5,000미터 수심지역에 침몰하였으며, 승무원 19명(한국 4명, 필리핀 15명)은 퇴선 다음날 필리핀 해안구조대에 전원 구조됨

### 3) 사고원인

#### (1) 선체 노후

- 제1번 화물창의 우측 선체 외판에 부착된 제144번 늑골의 용접선을 따라 수직방향으로 균열이 생겨 해수가 유입되었고, 이후 펌프를 작동하여 배수조치를 하였음. 그러나 원목의 나무껍질, 흙 및 뿔 등에 의해 빌지웰이 막히면서 적절한 배수가 되지 아니한 상태에서 균열부위가 커져 다량의 해수가 제1번 화물창으로 유입되면서 부력을 상실하여 침몰하였음

#### (2) 잠수 펌프 작동 문제

- 화물창의 후부 격벽(좌·우)에 빌지웰이 있어 화물창 내 선저폐수는 펌프를 이용하여 배수될 수 있음
- 원목을 적재한 상태에서 선체 외판의 파공 등으로 다량의 해수가 화물창으로 유입될 경우 원목의 껍질과 원목과 함께 적재되는 흙이나 뿔 등으로 인하여 빌지웰이 막히게 되어 펌프를 이용한 배출이 불가능하게 됨
- 응급 배수조치를 할 수 있도록 휴대용 잠수펌프를 비치하고 있으며, 이 펌프는 항상 정상적으로 작동될 수 있도록 점검·관리되어야 함. 그러나 4대 중 1대만이 정상 작동하였으며, 오랜 작동으로 1대도 고장이 나서 화물창 배수가 불가능하게 됨

#### (3) 선체 충격피로의 가능성

- 화물창 내 원목의 적재 및 평활작업(Trimming) 중 원목의 이동으로 창 내 외판이나 기타 강재들에 충격을 주어 선체재질의 피로가 발생할 가능성이 있었으며 이로 인한 파공이 발생할 수 있었음

### 4) 승무원의 안전과 조기 퇴선

- 선장은 화물창 침수가 발생한 이후 야간 배수 작업의 위험성을 고려하여 작업 시간을

조정하였으며, 침수 및 수리를 위한 상갑판 원목 해상 투기 작업은 위험성을 고려하여 진행시키지 않음

- 또한, 화물창 배수작업이 불가하여 선박의 안전에 심각한 문제가 발생할 것으로 판단(상갑판 침수는 11.8도, 화물창 해수 유입은 30.5도의 횡경사 시에 발생)하여 12도 경사진 선체 상황 및 야간 퇴선의 위험성을 고려하여 침몰 전일 퇴선 결정을 하였음. 퇴선 1시간 전 조난신호 및 구조신호를 송출하여 전 승무원이 구조될 수 있도록 지휘하였음
- 그러나 사고 발생 시 조기에 가까운 해안가에 임의 좌주를 고려하였다면 선체가 전손 상태의 침몰까지 이르지 않을 수도 있었음

## 5) 사고예방 대책

### (1) 노후 선박의 선체 외판 등 점검·정비 강화

- 해라호는 선령이 20년을 초과하며, 관계법령에 따른 모든 선박검사에 합격하였음에도 보퍼트 풍력계급 4 정도의 해상상태에서 선체 외판이 균열·파괴되어 결국 침몰사고로 이어졌음
- 선박의 상태는 선박에 승무하고 있는 선원과 이 선박을 관리·감독하는 선박운항자 또는 선박관리자가 가장 잘 알고 있으며, 관계법령에 의한 검사는 최소 요건만을 요구하므로 노후선박의 안전운항을 위해서는 선체 외판 등 선체구조에 대한 자발적인 점검·정비를 강화하여 사전에 입거계획을 수립하거나 기타 구체적인 대안을 마련이 필요함

### (2) 화물창 배수 설비 및 휴대용 잠수펌프의 점검·정비 철저

- 원목선은 비록 화물창 내 빌지웰이 있어도 침수될 경우 원목의 껍질, 흙·땀 등으로 인해 막혀 다목적·소화펌프(GS & Fire Pump) 및 선박평형수 펌프(Water Ballast Pump) 등에 의한 배수작업이 원활하지 못하므로 이에 대비하여 휴대용 잠수펌프는 마지막 순간까지 배수작업을 위해 이용이 가능하므로 항상 점검·정비를 철저히 하고, 충분한 여유 부속(Spare Part)을 보유하도록 하여야 함



### (3) 선장의 비상 시 대응 역량 및 의사결정( STCW Code A-II/2 비상과 손상제어 계획의 개발과 비상상황의 취급)

- 헤라의 필리핀 선원들은 화물창이 침수되면서 우현 쪽으로 약 12도 경사되자 심하게 동요하여 선장이 선박 지휘에 큰 어려움을 겪었으나 선장은 선박의 운항 중 발생할 수 있는 비상상황을 올바르게 식별하고 신속한 상황판단과 의사결정을 통하여 비상상황을 지휘하였음
- 또한 선원들에게 보다 구체적이고 실질적인 교육과 훈련을 반복하며 비상 시 대응능력을 향상시킨다면, 특히 다국적 선원이 승무하고 있는 선박의 경우, 위급한 상황에서 의사소통으로 인한 문제점 해결에도 크게 도움이 될 것으로 판단됨

\* 출처: 재결서 부산해심 2010-006 일반화물선 헤라호 침몰사건

## 10. 현대설봉호 화재사고(2011.9.6)

### 1) 사고개요

- 선종 : 화객선
- 선적항 : 제주시
- 총톤수 : 4,166톤
- 기관종류·출력 : 디젤기관 3,530킬로와트(kW) 2기



[그림 1] 현대설봉호 전경

- 부산항과 제주항을 운항하던 현대설봉호는 2011년 9월 6일 00시 57분경 활어 운반차량에 설치된 전기설비 등에 대한 점검·정비를 소홀히 하여 축전지에서 송풍기(Blower)로 연결된 전선이 단락되어 발생한 단락열과 불꽃이 주위의 가연성 물질에 옮겨붙어 화재가 발생하였음
- 초기에 적절한 화재대응을 하지 못하여 화재가 확산되었으나 선장의 조기 퇴선 결정과 해경의 적극적인 구조로 인해 여객과 승무원 총 130명 전원이 안전하게 구조되었음

## 2) 손상

- 이 사고로 현대설봉호는 화물갑판, 차량갑판 및 여객갑판이 중앙부에서 선미부까지 전소되었고 적재된 화물차 및 일반화물이 거의 전소되었으며 여객 21명이 가벼운 부상을 입음



[그림 2] 화재 발생 후 현대설봉호 전경

## 3) 사고원인

### (1) 탑재한 활어 화물차량의 화재

- 활어 운반차량은 해수에 항상 노출되어 차량 철판의 부식이 잦으며, 이에 따라 운반차량의 축전기 전원과 송풍기의 스위치 차단기까지 연결된 전선에는 화재의 위험성이 존재함
- 사고 당일 1층 화물갑판(Main Deck)에 적재된 활어차량에서 최초 발화되어 환기구 및 덕트 등을 통하여 2층 화물선적 부분, 3층 객실, 4층 객실 및 상부 갑판 부분 등으로 화염이 상승 전파되어 소화 진행시까지 지속적으로 심하게 연소됨

### (2) 화재 비상대응능력 부족

- 여객선에서 발생하는 화재사고는 때로는 치명적인 대형 참사를 야기할 수 있으므로 화

재예방을 위한 조치를 우선적으로 이행하여야 하며, 화재확산을 방지하기 위하여 모든 승무원은 화재진압을 위한 충분한 훈련 및 교육 내용을 숙지하고 있어야 함

- 현대설봉호는 비상대응 훈련·교육과 관련하여, 소화와 퇴선 훈련, 인명구조 훈련 등은 매주 화요일 제주항 정박 중 객실화재를 가상하여 실시해 왔고, 화물창 화재에 대비한 훈련은 월 1회 실시하였으나 다음과 같은 문제점이 식별됨

- ① 수동 스프링클러장치에 대한 이해와 조작방법에 대해 선장 이하 선원들이 숙지하지 못함
- ② 현장 확인을 위한 절차 미숙 및 화재 초기 대응을 실기함
- ③ 화재현장을 확인 시 통신수단(트랜시버)을 확보하지 못함
- ④ 선장은 당직타수로부터 폭발과 유독가스 분출로 접근이 어렵다는 보고만을 근거로 진화작업을 포기함
- ⑤ 정확한 상황인식을 하지 못하는 등 화재 시 비상대응능력이 부족하였음

#### 4) 여객의 안전 대피

- 화재발생을 감지한 후 적절한 비상대응을 하지 못한 부분의 문제점은 있으나 선원들이 여객들을 안전하게 유도하여 여객과 승무원 등 총 130명 전원이 구조된 것은 조속한 퇴선 의사결정과 함께 승무원의 적극적인 여객안전 의식이 반영된 결과로 보임
- 평소에 화재, 침몰 등 비상 시 실효성 있는 훈련과 교육이 되도록 지속적인 노력이 필요함

#### 5) 사고예방 대책

##### (1) 인화성 물질 및 활어 운반차량의 관리 철저

- 선박에 탑재된 인화성 물질 및 활어 운반차량을 철저히 관리하여 발화원인을 제거하거나 다른 가연성 물질과 격리시켜 관리할 필요가 있음

(2) 화재 시 비상대응 능력 향상 및 고정식 소화설비 작동법 숙지(STCW Code A-II/1 선내방화, 화재제어 및 소화)

- 화재발생 시 즉각적이고 효과적인 진화가 이루어질 수 있도록 초기화재 진압 및 스프링클러 등 고정식 소화장치의 운용 능력을 갖추어야 하며, 소화장비는 항상 정상작동 상태로 유지해야 함
- 비상 시 즉각적이고 효과적인 초기 비상대응을 할 수 있도록 주기적이고 실효성 있는 훈련을 실시하여야 함

(3) 선장의 비상 시 대응역량 및 의사결정(STCW Code A-II/2 비상과 손상제어 계획의 개발과 비상상황의 취급)

- 비상 시 선박의 안전을 결정하는 가장 중요한 역할을 하는 자는 선장이며, 항상 여객을 포함하여 인명을 최우선으로 상황을 판단하고 결정하는 태도를 유지해야 함

\* 출처: 재결서 목포해심 제2012-35호 여객선 현대설봉호 화재사건

## 11. 씨케이스타호 화재사고(2012.6.28)

### 1) 사고개요

- 선종 : 화객선
- 선적항 : 제주시
- 선령 : 23년
- 톤수 : 8,577톤
- 서격렬비도를 항해하던 중 기관실에서 주기관의 손상과 함께 화재가 발생하여 초기 화재진압을 시행하였으나 실패하였음
- 선장은 즉시 기관실을 폐쇄하고 고정식 이산화탄소 소화기를 사용하여 화재 진압과 동시에 모든 승객들에게 구명조끼를 착용하게 한 후 상갑판의 비상소집장소에 대기시켰으며, 해양경찰에 화재사실을 통보하고 구조요청을 하였음
- 고정식 이산화탄소 소화기로 화재가 진압되고 인명피해는 발생하지 않았음

### 2) 손상

- 인명피해는 없었으며, 화재로 인해 기관실 손상 발생

### 3) 사고원인

- 기관실 메인엔진 제7번 실린더 양쪽 블록이 깨어지며 파공이 발생하였고, 그 파공을 통해 유증기와 함께 고열의 연소가스가 분출되면서 주변의 인화성물질인 각종 플라스틱 제품과 배전반, 실내등 덮개 및 윤활유 펌프 등이 연소되며 화재가 발생하였으며, 동시에 자동으로 우측 주기관이 정지됨

### 4) 승무원의 안전과 조기 퇴선

- 선장은 화재 보고를 받고 소화작업을 지휘하였으며, 초기 화재 진압이 불가하다 판단

후 화재확산을 방지하는 조치와 함께 신속하게 고정식 이산화탄소 소화기를 사용하여 화재진압을 시행함

- 이와 동시에 모든 승객에게 구명조끼를 착용시킨 후 상갑판에 집합시켜 비상탈출을 대비함

## 5) 사고예방 대책

- 화재현장 밀폐 후 고정식 소화설비의 신속한 사용 검토가 필요함
- 비상시를 대비한 여객 비상소집 및 퇴선 등의 적극적인 훈련이 필요함

\* 출처: 재결서 인천해심 2012-044호 화객선 씨케이스타호 화재사건



## 12. 첩루15호 방파제 접촉사고(201310.15)

### 1) 사고개요

- 선종 : 일반화물선
- 선적항 : 파나마
- 총톤수 : 8,461톤
- 기관종류·출력 : 디젤기관 2,970킬로와트(kW)



[그림 1] 첩루 15호 선체 전경

- 첩루15호는 포항항에서 화물을 모두 양하한 후 2013년 10월 14일 16시 30분경 공선상 태로 일본 무로란(Muroran)항을 향하여 출항할 예정이었음. 그러나 일본 열도를 따라 26호 태풍 ‘위파’가 북상 중임을 확인하고 일본으로 항해할 경우 태풍과 만날 가능성을 우려하여 18시 00분경 포항 영일만항 M19 정박지 북쪽 방향에 우현 닻을 투묘하고 정박하였음
- 2013년 10월 15일 13시 18분경 해상교통관제센터에서는 첩루15호의 주요사실을 인지하고 항계 밖으로 이동할 것을 권고하였으나, 첩루15호는 이를 따르지 않고 계속 정

박지에 머무르다가 기상악화로 계속 주묘되어 같은 날 17시 45분경 포항 영일만항 북방파제에 좌현 선미부가 접촉하였음

- 첩루15호는 방파제 접촉 직후 좌현 선미부에 생긴 파공으로 침수되어 선원들은 선교 위 컴퍼스테크의 레이더 마스트로 대피하였으나, 본선 선교 앞에 위치한 3번 카고 크레인의 카고 블록 고박용 와이어가 기상악화로 절단되어 카고 블록이 크게 회전하면서 레이더 마스트 하부를 강타하였고, 이로 인한 충격으로 여기에 대피해 있던 선원들이 해상에 추락하였음
- 이 사고로 첩루15호는 좌현 선미부에 파공이 발생하여 침몰되었고, 선원 19명 중 8명이 구조되었고 11명(중국인 10명, 베트남인 1명)이 사망하였으며, 영일만항 북방파제 총 10개의 케이슨 중 7개가 파손되었음

## 2) 손상

- 이 사고로 첩루15호는 좌현선미에 생긴 파공으로 침수되어 침몰하였으며, 총 19명의 선원 중 8명은 구조되었으나 11명이 사망하였음



[그림 2] 방파제 접촉되어 침몰 중인 첩루15호

### 3) 사고원인 및 선장의 책임

#### (1) 기상 악화

- 사고 당일 사고 해역은 09시에 풍랑주의보가 발효되었고 바람은 북북동풍이 초속 12~16미터, 파고는 2~4미터로 예보되었음. 13시에 풍랑주의보는 풍랑경보로 대체되었고 바람은 북북동풍이 초속 14~20미터, 파고는 3~6미터로 예보되었음
- 포항 기상관측 부이의 실측 유의파고와 평균풍속은 기상특보와 유사하였으나, 최대파고는 2배 이상(12.1미터), 최대풍속은 1.3배 이상(초속 25.7미터)으로 실제 기상은 특보보다 악화됨

#### (2) 태풍 영향권에서 피항을 위한 묘박지의 부적절한 선정

- 사고가 발생한 포항항에는 총 19개(검역묘지 3개 제외)의 정박지 중 M19번 정박지는 외해로 바로 열려있고 모래, 자갈 등 저질(모래, 자갈 등) 문제로 주묘가 되기 쉬운 정박지임

#### (3) 관제센터의 피항 권고 무시

- 포항관제센터는 청루15호가 주묘되기 전인 10시 18분경 청루15호를 호출하여 오후부터 기상이 악화될 예정이니 기관사용을 준비하도록 권고하였음. 첫 주묘를 인지한 13시 18분경부터 14시 36분경까지 청루15호에 주묘사실을 통보하면서 항계 밖에 나가 드리프팅(Drift) 하는 등 적절한 조치를 취하도록 권고하였으나 선장은 이를 수용하지 않음
- 이후 기상악화로 청루15호는 계속 주묘되어 15일 17시 45분경 포항영일만항 북방파제에 좌현 선미부가 접촉하였고 계속 방파제와 부딪쳐 좌현 선미부에 생긴 파공으로 침수되었음
- 인근 묘박지에 투묘하였던 10척의 선박은 관제센터의 피항 권고에 타묘박지에 투묘 또는 드리프팅 하였음

#### (4) 선장의 직무지식 부재 및 상황판단 능력 문제

- 사고 당시 파주력보다 풍압력·유압력 등에 의한 외력이 컸으며, 공선 상태와 높은 파도 등의 영향으로 주기관을 사용하였으나 프로펠러가 거의 수면상에 노출되어 있어 공회전함으로써 주요되었음. 우현묘가 주요되자 양묘하여 2묘박을 실시하였으나 선체 회두 등으로 묘쇄가 심하게 꼬였고, 이는 묘와 묘쇄에 의한 파주력을 심하게 감소시키게 한 원인이 되었음
- 선장은 선장경력이 약 5개월 정도로 기상악화 시 피항지 선정, 피항 조치, 풍압력 등에 따른 주요 시 대응조치 등 선장으로서 필요한 조선술과 전문성 등을 충분히 갖추지 못한 것으로 판단됨



[그림 3] 청류15호 방파제 접촉도

#### 4) 사고예방 대책

##### (1) 항해계획 검토(STCW Code A-II/1 항해계획과 수행 및 선위 결정)

- 기상악화 시 선장 및 항해사 등은 기존 항해계획을 재검토해야 하며, 특히 선장의 경우 선박의 안전을 최대한 고려하여 안전한 항로와 피항지를 선정할 수 있는 역량을 갖추어야 함

## (2) 비상대응 시스템(STCW Code / A-II/2 항해상의 비상사태에 대한 대응)

- 선장 및 항해사에 대하여 선박의 특성을 고려한 정박에 관한 안전지침, 잠재위험, 주요 중 비상대응 방안 등에 대한 절차가 수립되어 있는지를 확인하고 이에 대하여 숙달될 수 있도록 안전관리시스템을 검토해야 하며, 본선의 실정에 맞도록 제공된 정보 및 절차를 활용해야 함

## (3) 선장 역량(STCW Code A-II/2 비상과 손상제어 계획의 개발과 비상상황의 취급)

- 선장으로 첫 직무를 맡는 직원(특히, 통신장 출신 선장 등)은 직무에 익숙해지도록 보장되어야 하며, 특히 선장으로 승진하기 전에 선장이 갖추어야 할 조선술, 비상시 조치 사항, 조직 운영방법, 위기관리방법 등 리더십과 전문성 강화에 대한 전반적인 교육을 실시하고 업무숙련도를 평가하여 검증해야 함

\* 출처: 해양안전심판원 특별조사부 일반화물선 ‘청루15호’ 방파제 접촉사고 특별조사 보고서

### 13. 아세안 엠파이어호 화재사고(2014.6.5)

#### 1) 사고개요

- 선종 : 자동차 운반선(PCTC)
- 선적항 : 제주시
- 선령 : 19년
- 톤수 : 45,906톤
- 아세안엠파이어호는 태평양을 항해 중 7번 화물창에서 화재가 발생하였으나 초기 진화에 실패하였고, 소화부서 배치 후 휴대용 소화기와 소화전을 이용하여 화재진압을 시도하였으나 역시 실패함
- 이후 고정식 이산화탄소 소화기를 사용하여 1차 화재를 진압하였음. 그러나 며칠 후 2차 화재가 발생하여 다시 소화작업을 실시하였으나 실패하여 조난신호를 발신하고 구명정에 이용해 퇴선 후 구조됨

#### 2) 손상

- 조기 퇴선으로 인명 손상은 없으나 화물창 내 화재로 인한 손상 발생

#### 3) 사고원인

- 1차, 2차 모두 화물창에 적재된 자동차에서 발화 추정

#### 4) 승무원의 안전과 조기 퇴선

- 1차 화재 시 적절한 화재대응을 하지 못하였으나 운항이 재개되도록 최대한의 노력을 하였으며, 2차 화재 시 화재대응 보다는 조기 퇴선을 결정하여 인명 안전을 우선으로 하였음

## 5) 사고예방 대책

- 초기 화재대응, 수(水)소화 화재작업, 고정식 소화설비의 효과적인 운용방법을 숙지하여 상황별 신속하고 올바른 비상대응이 될 수 있도록 해야 함
- 고정식 소화 설비의 사용 후 발생할 수 있는 2차 화재를 대비하기 위하여 인근 항만에 지원을 받을 수 있도록 해야 함
- 소화작업이 충분한 효과를 보여주지 못하는 경우 및 화재가 확산되는 경우에는 승무원 및 여객의 안전을 위하여 조난신호 송출 준비, 퇴선 준비 및 조기 퇴선 여부를 고려해야 함

\* 출처: 재결서 중앙해심 제2017호-004호

## 14. 제501오룡호 침몰사고(2014.12.1)

### 1) 사고개요

- 선종 : 원양어선
- 선적항 : 부산광역시
- 총톤수 : 1,753톤
- 기관종류·출력 : 디젤기관 1,619킬로와트(kW) 2기



[그림 1] 제501오룡호 선체 전경

- 제501오룡호는 러시아 베링해에서 12월 1일(월) 05시 00분경 명태를 어획하기 위하여 투망하였음. 이후 투망을 완료하고 예망<sup>3)</sup> 중 같은 날 10시 30분경부터 기상이 악화되어 선체가 매우 요동하였고, 기상이 악화된 상황에서 선장이 피쉬병커와 해치커버를 개방하여 양망된 자루그물에 든 고기를 피쉬병커로 투하하도록 지시하였음
- 해치커버를 개방함에 따라, 어획된 고기와 함께 다량의 해수가 피쉬병커로 유입되었고 선박에서는 즉시 해치커버를 닫았으나 해치커버와 갑판 사이에 그물이 걸려 그 틈으로 해수가 계속 유입되었음. 피쉬병커에 투하된 어획물과 해수의 압력으로 피쉬병커와 처리실 사이를 구획하고 있는 나무 칸막이가 터져 처리실로 어획물과 해수가 유입되었고, 이로 인하여 선체가 우현으로 30도 가량 경사되었음

3) 조업을 위해 그물을 투망 후 물에 잠긴 그물을 끄는 과정



- 기관실의 빌지 펌프를 사용하여 처리실로 유입된 해수를 배출하려고 하였으나, 유입된 어획물 등의 오물이 빌지웰을 막아 기관실의 빌지 펌프를 이용한 배출이 불가하였음. 우현측 통로를 통하여 타기실로 해수가 유입되어 타기가 좌현전타 상태에서 멈추면서 바람과 파도를 우현으로 받게 되며 선체가 좌·우현으로 급격히 요동친 후 선미부터 수면하로 가라앉으며 침몰하였음

## 2) 손상

- 이 사고로 제501오룡호는 침몰되었으며, 선원 59명 중 필리핀 선원 3명과 인도네시아 선원 3명 및 러시아 감독관 1명 등 7명은 인근 어선에 의해 구조되었으나, 나머지 선원 53명은 사망(27명) 및 실종(26명)됨

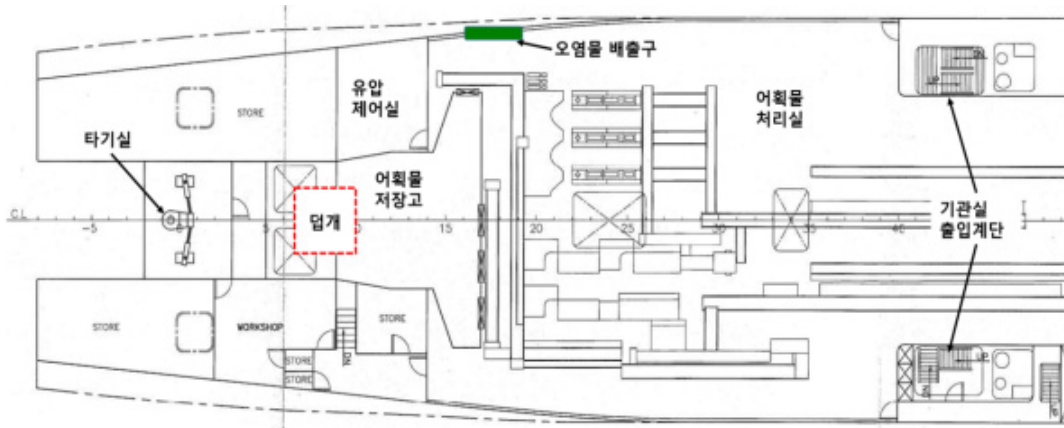
## 3) 사고원인 및 선장의 책임

### (1) 해상 및 기상상태

- 조업하고 있던 베링해 수역은 사고 당일 10시 00분경부터 중심기압 978헥토파스칼의 저기압이 접근하면서 동풍이 초속 15미터로 불고 파도가 약 2.5미터 높이로 일었음. 같은 날 정오가 지나자 저기압 중심부에 가까워지며 동풍이 초속 24~28미터로 불고, 파고는 4~5미터 정도로 높아졌고, 파랑의 합성으로 생기는 6~7미터 정도 크기의 높은 파도도 약 5분 간격으로 지나가는 황천 상황이었음

### (2) 예비부력 미확보

- 선박의 오물배출구가 상갑판으로부터 약 2미터 아래에 위치하고 있고 선외밸브가 9월 중순에 탈락되어 오물배출구의 크기만큼 파공이 생긴 것과 동일한 상황이었으나 수리하지 아니하였음. 이후 이 선박의 예비부력은 확보되지 않아 감항성이 매우 열악한 상황이었음



[그림 2] 피쉬병커, 어획물처리실, 타기실 및 유압제어실의 위치도

### (3) 무리한 조업 및 어획물 처리작업

- 이 선박은 어획량이 증가하면서 만재배수량을 약 131톤 초과하여 적재한 상태였고, 갑판장은 선장에게 이 상황에서 피쉬병커 덮개를 여는 것이 매우 위험하니 열지 말자고 건의하였으나 선장은 갑판장의 건의를 무시한 채 피쉬병커 덮개를 열어 어획물을 피쉬병커에 넣도록 지시하였음. 이후 작업을 약 30분 동안 수행하였으며, 이때 다량의 해수가 어획물과 함께 피쉬병커로 유입된 것이 침몰사고의 주된 원인이 됨

### (4) 선장의 부적절한 황천 대비 및 비상대응

- 오물배출구의 선외밸브가 탈락되어 있었고, 어획물 처리실 좌우현의 유압제어실과 타기실 출입문이 개방되어 있었으며, 큰 파도를 이 선박의 좌·우현 쪽에서 받도록 부적절하게 조선했음

### (5) 부적절한 선원·안전관리

- 선박소유자가 선원·안전관리를 소홀히 함으로써 이 선박에 「선원법」 및 「선박직원법」 상 자격을 갖춘 최소승무정원을 승무시키지 아니하는 등 자격미달의 선원이 선박을 운항토록 하였음. 특히 선장은 이 선박이 필요로 하는 2급 항해사 면허가 아닌 3급 항해사 면허만을 취득하여 비상상황에서의 판단능력 등이 부족하였음

- 또한, 비상훈련이 선박안전관리 매뉴얼에 따라서 실시되지 않았고, 비상배치표에 따른 말은 바 직무가 수행되지 않았음

#### (6) 선장의 부적절한 퇴선 결정 및 지시

- 기상상태가 더욱 나빠지고 있었으며, 보침성 없이 선수부가 침몰하고 좌현 쪽에 설치된 구멍뿔목 3개가 자동 이탈되고 있는 상황에서도 선원들에게 퇴선 명령을 내리지 않았음
- 본선에 방수복 70벌이 비치되어 있었으나, 러시아 감독관 등 2명만 착용하고 나머지 승무원은 이를 착용하지 아니하였음. 대부분 구명동의만을 착용한 채 선장의 퇴선명령 없이 뒤늦게 퇴선하였으며, 그 결과 큰 인명피해가 발생하였음

### 4) 사고예방 대책

#### (1) 선원법 및 선박직원법 준수

- 선박소유자와 선장은 「선원법」 및 「선박직원법」상 승무기준 및 교육훈련에 관한 규정이 선박을 운항함에 있어 선원에 대한 최소한의 기준임을 명심하고 이를 반드시 준수해야 함

#### (2) 선장의 책무

- 선장은 선박운항 시 인명과 재산을 보호할 수 있도록 주의 깊게 항행하여야 함. 특히 겨울철 북태평양에서 조업하는 경우에는 사람이 바다에 빠질 경우 짧은 시간에 저체온증으로 사망에 이르게 될 수 있으므로 퇴선 시 방수복을 착용토록 하는 등 최우선적으로 인명 안전에 필요한 조치를 다해야 함

#### (3) 선체구조 및 설비

- 원양어선의 선측 외판에 설치된 오물배출구는 건현갑판 하부에 위치하고 있기 때문에 이 오물배출구의 선외밸브가 탈락될 경우 해수가 선내로 유입되어 예비부력을 확보하

지 못하게 되므로 선박검사원은 오물배출구에 대해 철저히 점검·시험하여 정상적인 상태를 유지하도록 하고, 그 기록을 보관해야 하며, 선박소유자 및 선장은 선박의 운항 중 항상 정상 작동상태를 유지하도록 하여야 함

#### (4) 교육 및 훈련

- 다국적 선원이 승무하는 원양어선에서는 선원에 대한 비상대비 교육훈련을 보다 철저히 하여야 함
- 회사는 선박에서 항해 및 조업 중에도 비상교육훈련이 문서 보고만 아니라 실질적으로 실시하고 있는지 관리·감독을 철저히 해야 함

#### (5) 안전관리체제 도입

- 원양어선에 대규모 인원이 승선하는 실정을 감안하여 원양어선에도 「해사안전법」에 따른 안전관리체제(SMS : Safety Management System)의 도입을 검토할 필요가 있음

\* 출처 : 해양안전심판원 특별조사부 원양어선 제501오룡호 침몰사고 특별조사 보고서

## 15. 환경1호 전복사고(200910.18)

### 1) 사고개요

- 선종 : 해양폐기물 수거선
- 선적항 : 포항시
- 선령 : 28년
- 톤수 : 118톤
- 환경1호는 총톤수 118톤, 길이 32미터의 폐기물 전용선으로 항해 중 황천을 조우하였으나 상부의 화물고박을 시행하지 않아 화물이 한쪽으로 쏠리며, 심각한 횡경사와 함께 복원성 상실로 침몰된 것으로 추정됨. 이 사고로 총 5명의 승무원 중 선장은 실종되었고 나머지 승무원 4명은 사망함

### 2) 손상

- 1명 실종, 4명 사망 및 선체 침몰

### 3) 사고원인

- 갑판에 적재된 폐어망이 쏠리면서 선체가 대각도 경사되고 이로 인한 복원성 상실로 침몰 추정

### 4) 승무원의 안전과 조기 퇴선

- 승무원들이 선박에 승선한 후 처음으로 근해구역을 항해하여 화물의 고박 등 황천항해 준비를 소홀히 함
- 기상악화에 대한 충분한 정보와 주의를 기울이지 못하였으며, 기상악화에 대비한 적절한 준비가 부족하였음

## 5) 사고예방 대책

- 지정된 항해구역을 준수하고, 소형선 등은 항로의 안전성 확보를 위하여 노력해야 함.  
특히, 사전에 기상정보를 확인하여 기상악화 시 출항 연기 등을 검토하고 부득이 항해하는 경우 육지 인근 항로로 운항해야 함
- 황천 시 갑판 및 화물구역에 적재된 화물의 이동은 선박의 복원성 등 감항능력을 현저히 저하시키고 상황에 따라서 전복이나 침몰의 원인이 됨. 반드시 철저한 화물고박으로 화물의 이동이 발생되지 않도록 해야 함

\* 출처: 재결선 동해해심 2010-009호 해양폐기물 전용 수거선 환경1호 침몰사건

## 참고 2 선박의 복원성 일반지식

### 1. 복원력 정의

선박은 물에 떠 있는 상태에서 화물 등을 적재하여 운항하는 운송 수단이다. 그러므로 바다와 바람 등의 외력이나 화물중량의 배치 등의 원인에 의하여 한쪽으로 기울어질 수 있고, 기울어진 경사각이 클 경우 전복하여 침몰하는 사고가 일어날 수도 있다.

복원력은 직립하여 물 위에 떠 있는 선박이 바람이나 파도 등의 외부 힘에 의하여 어떤 방향으로 기울어지려고 할 때 또는 기울어졌을 때, 그 외부의 힘에 대항하여 기울어지지 않으려고 하거나 기울어지게 한 원인을 제거했을 경우에 원래의 위치 상태로 되돌아가려는 힘(moment: 우력)을 말한다.

흘수나 중심 높이에 따라 복원력이 어떻게 변하는가, 어느 정도의 횡경사까지 견딜 수 있는가에 대한 성능을 나타내는 것이 복원성이며, 선박 안정성의 핵심이라고 할 수 있다. 선박은 구조적으로 폭에 비하여 길이가 길어 세로방향(종방향)으로 전복되는 경우가 거의 없다. 그러므로 주로 가로 방향(횡방향)의 복원성에 대해서만 생각한다.

선박이 충돌이나 좌초에 의한 선체 손상에 의해 선내로 해수가 유입될 수도 있지만, 비손상 시에도 황천에 조우되어 선내로 해수가 유입될 수 있다. 해수의 유입이 지속적으로 진행되면 선체가 수면 아래로 침몰될 수 있는데, 이를 방지하기 위하여 SOLAS협약, MARPOL협약, ICLL협약, IBC코드 및 IGC코드에는 구획에 대한 복원성 요건이 정해져 있다. 선박은 어떠한 경우에도 기울어져 전복되거나 해수의 유입으로 인한 침몰이 되어서는 안되므로, 복원력은 선박의 안정 상태를 판단하는 중요한 기준이 된다.

이러한 복원력이 부족하면 선박이 전복되거나 침몰될 위험성이 있고 복원력이 과대하면 선박의 동요가 너무 빠르게 일어나 적재 중량물의 고박에 문제가 생기거나 화물 등이 이동할 위험성 및 선체나 기관 등에 손상을 입을 수도 있다. 그러므로 선박은 적절한 복원력을 확보하고 있어야 하고, 안전한 운항을 위하여 선장과 항해사는 최적의 복원력을 유지할 수 있는 충분한 지식을 가지고 있어야 한다.

## 2. 기초이론과 용어

### 1) 중량과 중심

지구상의 모든 물체는 무게를 가지고 있다. 이것은 지구가 지구상의 물체를 잡아당기고 있기 때문이며, 지구가 물체를 당기는 힘을 중력이라고 한다. 중량(무게)이란, 이러한 중력의 크기를 말한다.

또한, 물체는 작은 부분이 무수하게 모여서 이루어진 것이므로, 물체의 중량이란 무수히 많은 분자의 중량을 각각 합한 것이다. 이들 무수한 분자의 중량은 모두 지구 중심을 향하는 평행한 힘이므로, 이들을 합한 물체의 중량은, 이들 평행한 힘(평행력)을 합한 힘(합력)이며, 이 합력의 작용점을 그 물체의 중심(center of gravity, G)이라 한다.

물에 떠 있는 선박에 작용하는 중력의 성질을 요약하면 다음과 같다.

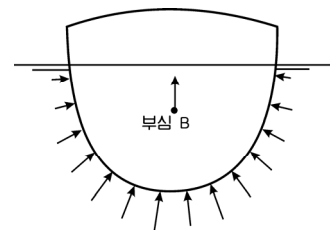
- ① 중력의 크기 = 선박의 전체중량(=배수량)
- ② 중력의 작용방향 = 연직하방
- ③ 중력의 작용점 = 선박의 무게중심(G)

### 2) 부력 및 부심

선박과 같이 액체에 떠 있는 물체는 물에 잠겨 있는 부분의 체적에 상당하는 액체의 무게(선박이 배제한 액체의 무게)와 동등한, 연직 상방향(수면에 수직이며 위로 향하는 방향)의 힘을 받는다. 이것이 아르키메데스의 원리이며, 수압에 의하여 생기는 연직 상방향의 힘을 부력(buoyancy)이라고 한다. 부력의 작용점은 선체의 물에 잠긴 부분의 용적 중심이며, 이것을 부심(부력 중심; center of buoyancy, B)이라 한다.

선박이 액체에 떠 있다는 것은 선박의 중량과 부력이 같다는 것을 의미한다. 선박이 배제한 액체의 중량(배수량)은 선박의 수면 밑의 체적(배수용적)과 액체의 비중을 곱한 값이다. 물에 떠 있는 선박에 작용하는 부력의 성질을 요약하면 다음과 같다.

- ① 부력의 크기 = 선체의 수면하 체적(배수용적) × 물의 비중 = 선박의 중량



[그림 1] 수압과 부력



- ② 부력의 방향은 연직 상방향이고, 그 작용점 즉 부심은 선체의 수면하 체적의 중심이며, 선박이 경사하면 경사한 방향으로 이동한다.

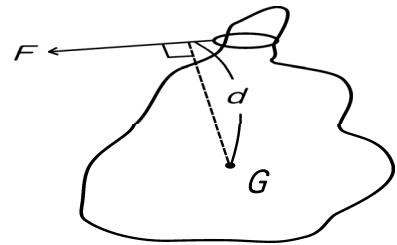
### 3) 힘의 모멘트

힘의 모멘트(moment)란 회전의 효과를 나타내는 것이다. 예를 들면 회전축을 중심으로 자유롭게 회전할 수 있는 물체에 힘을 가할 때, 그 물체는 회전을 시작하며, 그 용이함은 힘의 크기와 힘의 작용점, 힘의 방향에 의하여 결정된다.

즉, 문을 여닫을 때, 문의 경첩으로부터 멀리 떨어진 부분에 힘을 작용할수록, 또는 같은 장소라도 문에 직각으로 힘을 작용할수록, 또는 같은 장소, 같은 방향의 힘을 작용시키더라도 힘이 클수록 문을 여닫기가 쉽다.

따라서 회전의 효과(모멘트)는 힘의 크기와 회전축으로부터 힘의 작용선까지의 수직거리를 곱하여 표현한다.

[그림 2]에서, 어떤 물체의 중심을 G라 하고, 물체의 한 쪽 끝에 로프를 걸어서 F라는 크기의 힘으로 화살표방향으로 잡아당길 때, 이 물체를 회전시키려는 효과, 즉 모멘트는 중심 G로부터 힘의 작용선(화살표 실선)에 내린 수선(힘의 작용선에 직각이 되는 직선)의 길이 d와 힘의 크기 F를 곱한 것이 된다.

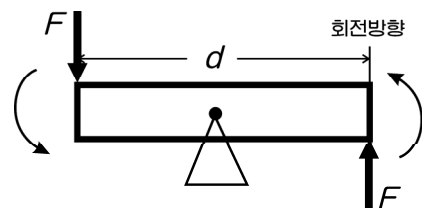


[그림 2] 물체의 모멘트

$$\begin{aligned}\text{모멘트} &= F \times d \\ &= \text{힘의 크기} \times \text{암(arm, 정)}\end{aligned}$$

### 4) 우력과 우력 모멘트

우력(couple of force)이란 동일한 직선상에서 크기는 같고 방향이 반대인 한 쌍의 평행한 힘을 말한다. 우력 모멘트는 우력에 의하여 임의의 점에 작용하는 모멘트로 그 크기는 우력의 크기와 우력 간 거리와의 곱이 된다.



[그림 3] 우력 모멘트

## 5) 상갑판

강선의 구조기준에 의한 상갑판(목선에 있어서는 선체의 주요부를 구성하는 갑판, 강화플라스틱선에 있어서는 강화플라스틱(FRP)선의 구조기준에 의한 강력갑판)을 말한다.

## 6) 선루

상부에 갑판을 가지는 상갑판상의 구조물로서 그 측벽이 한쪽 선측에서 다른 쪽 선측에 이르는 것 또는 선측 외판에서 내측으로 향하여 배의 너비의 4퍼센트를 넘지 아니하는 위치에 있는 것을 말한다.

## 7) 해수유입각

선박이 직립상태에서 강도 및 풍우밀성에 있어서 다음 각 목의 요건에 적합한 폐쇄장치를 가지지 아니하는 개구(이하 "해수유입개구"라 한다)의 아래 가장자리가 수면에 달할 때까지의 선박의 횡경사각을 말한다. 다만, 점진적인 침수를 일으키지 아니하는 작은 해수유입개구는 해수유입개구로 보지 아니한다.

가. 출입구의 폐쇄장치는 다음 요건에 적합한 것일 것

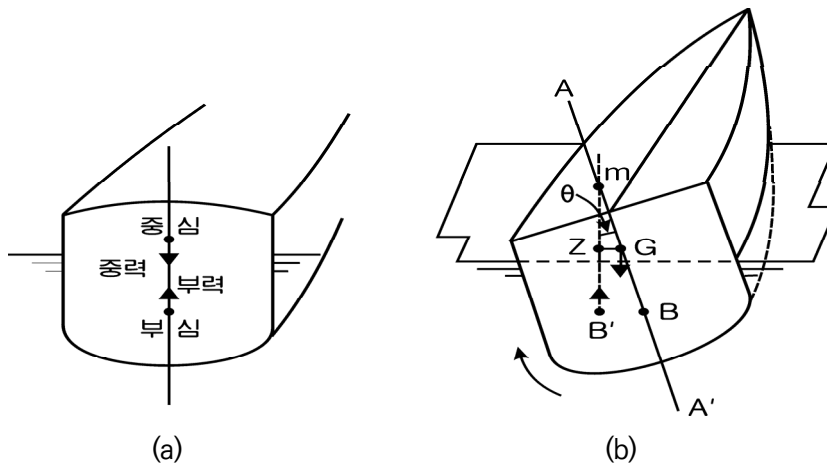
- (1) 격벽 또는 위벽에 상설적으로 견고하게 취부되어 있는 것일 것
- (2) 구조가 격벽 또는 위벽과 동등한 강도의 것이고 이를 폐쇄하는 경우 풍우밀이 되는 것일 것
- (3) 격벽, 위벽 또는 문에는 개스킷 및 잠금장치 기타 이와 동등한 장치를 갖추고 격벽 또는 위벽의 양측 혹은 상방의 갑판에서 조작할 수 있는 것일 것

나. 현창은 힌지식 안덮개가 부착된 것일 것

### 3. 선박의 복원력

선박이 [그림 4]의 (a)에서와 같이 정수면에 떠 있을 때, 선박에 작용하는 중력과 부력은 크기가 같고, 각각 중심과 작용선은 동일 연직선상에 있다. 대개 선박의 중심은 흘수선 부근 또는 이보다 다소 높은 곳에 있다. 부심은 흘수의 절반보다 약간 높은 곳에 있다. 따라서 중력과 부력은 일직선상에서 서로 반대방향으로 같은 크기의 힘으로 작용하여 횡경사 없이 평형상태를 유지한다.

[그림 4]의 (b)와 같이 선박이 배수량의 변화 없이 너울 등의 외력 영향을 받거나 선회운동을 하면서 횡경사하면, 무게중심( $G$ )은 변화가 없으나(유동수의 영향은 미미하여 배제) 부심은 선체의 수몰부분의 체적 중심이므로, 원래의 부심  $B$ 에서 경사한 방향으로 이동하여 새로운 부심  $B'$ 가 된다.



[그림 4] 선체에 작용하는 중력과 부력 1

따라서 부심  $B'$ 로부터 연직 상방향의 부력과 중심  $G$ 로부터 연직 아래방향으로 작용하는 중력은 동일 직선상에 있지 않고 우력을 형성한다. 이때의 우력 모멘트는 부심  $B'$ 가 중심  $G$ 보다 더 경사된 현 쪽에 있으므로 부심을 중심으로 상부로 향하는 부력은 선박을 일으켜 세우도록 작용하고 중력의 중심은 하부로 향하게 되며 선박을 역시 일으켜 세우도록 작용한다. 즉, 경사 전에는 상부로 향하는 부력과 하부로 향하는 중력이 서로 일직선상에 있어 서로 간에 힘의 작용을 막고 평형상태를 유지하다가 횡경사 이후 일직선상에 있던 각각의 힘이 경사진 방향으로의 부심 이동으로 인해 서로 간 막아섬이 없이 작용하여 선체를 일으키게 된다.

따라서 이러한 우력의 모멘트를 복원력이라고 하며 다음 식으로 표시된다.

$$\begin{aligned}\text{복원력(우력의 모멘트)} &= \text{배수량} \times \text{두 힘(중력과 부력) 간의 수직거리} \\ &= W \times GZ\end{aligned}$$

여기서  $GZ$  는 복원정(righting arm)이라고 한다.

## 4. 선박의 안정성

### 1) 메타센터(경심)와 GM

직립으로 정지하여 떠 있는 선박은 중심  $G$ 로부터의 중력과 부심  $B$ 로부터의 부력이 그 크기가 같고, 위아래 서로 반대방향으로 또한 동일 수직선상에서 작용하여 평형상태를 유지한다.

지금, 선체가 어떤 각도  $\theta$ (세타) 만큼 경사하면 부심  $B$ 는  $B'$ 로 이동하게 된다. 이때의 부력  $W$ 는  $B'$ 로부터  $W'L'$ 에 직각으로 작용한다. 따라서 직립상태에서  $G$ 와  $B$ 를 통과하는 직선과 경사후의 새로운 부심  $B'$ 로부터 부력의 작용선이 만나는 점을 경심 또는 메타센터(metacenter)라 하며, 보통  $M$ 으로 표시한다. 일반적으로 경사각  $\theta$ 가 15도까지는 변하지 않고 일정하다고 볼 수 있으며, 부력의 중심은 항상 경심과 일직선상(하부)에 존재한다.

횡경사시의 메타센터를 (횡)메타센터(transverse metacenter)라 하고, 선체중심  $G$ 로부터 (횡)메타센터  $M$ 까지의 높이를 (횡)메타센터높이 즉,  $GM$ (transverse metacentric height)이라 한다.



[그림 5] 경사의 중심과 선체에 작용하는 힘

## 2) 선박의 안정성

선박의 상태는 아래의 세 종류가 있으며, 이것은 선박이 정지 상태에서 떠 있을 때 상하방향으로 작용하는 중력의 작용선과 부력의 작용선으로부터 생기는 우력의 모멘트에 관한 것이므로, 일반적으로 M점에 대한 G점의 위치 즉 GM의 부호와 크기에 의해 판별한다.

### (1) 안정 상태 ( $GM > 0$ )

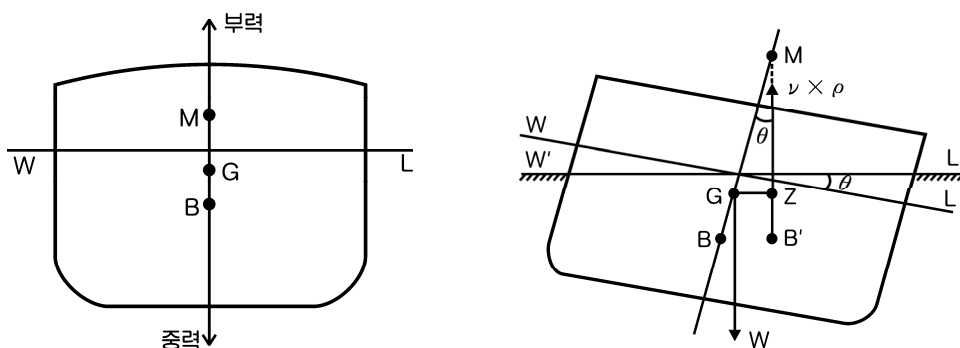
중력, 부력은 크기가 같고 반대방향으로써, G에 작용하는 중력과 B'에 작용하는 부력이 우력이 되어, 경사방향과 반대방향으로, 복원력으로서 작용하여 원위치로 선박을 되돌린다.

### (2) 불안정 상태 ( $GM < 0$ )

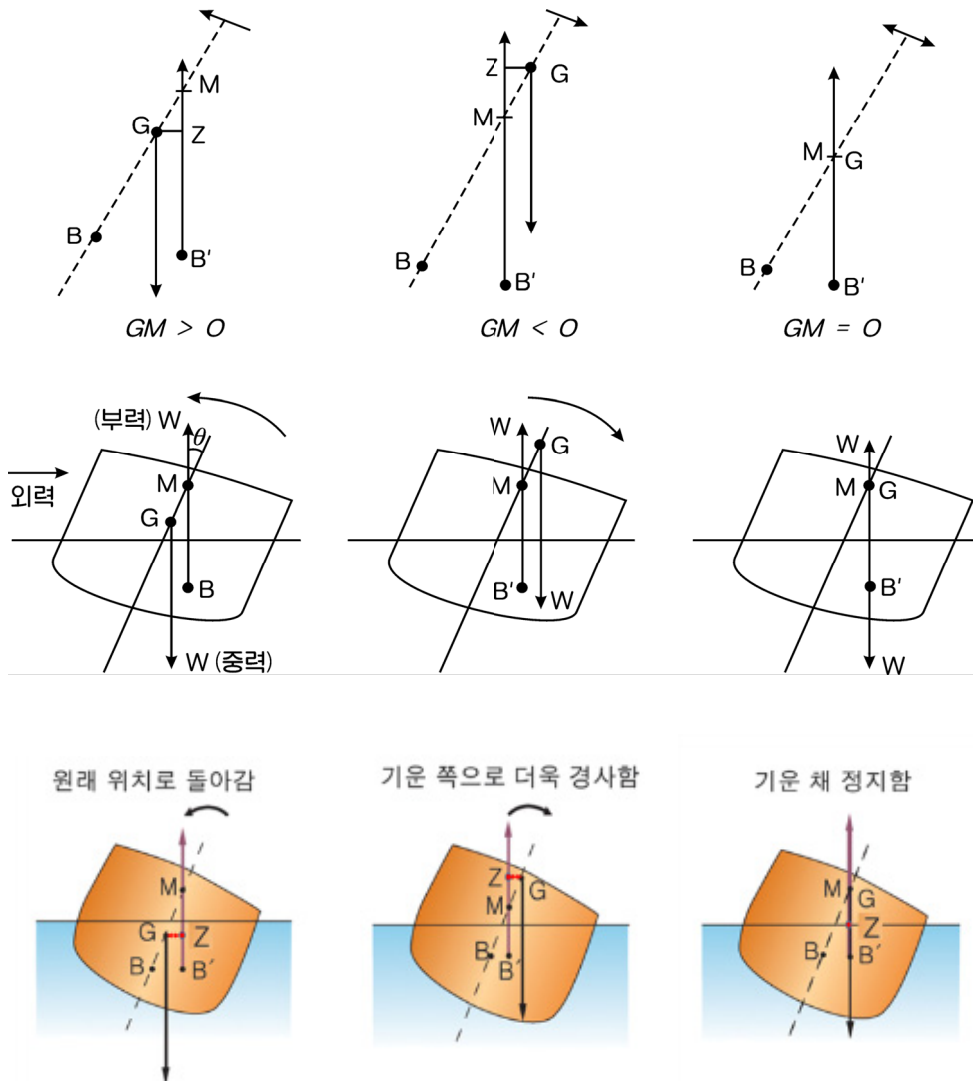
외력의 영향으로 경사하면, 점점 더 경사하려는 경우로써, G가 M보다 위쪽에 있고, 중력과 부력은 우력이 되어 선박의 경사를 더욱 크게 한다.

### (3) 중립 상태 ( $GM = 0$ )

이 경우에는 선박이 외력 또는 선회운동으로 인한 횡경사가 발생을 해도 경사진 상태가 유지되는 경우로써 G와 M은 동일 위치에 있고, 중력과 부력이 평형 상태이다.



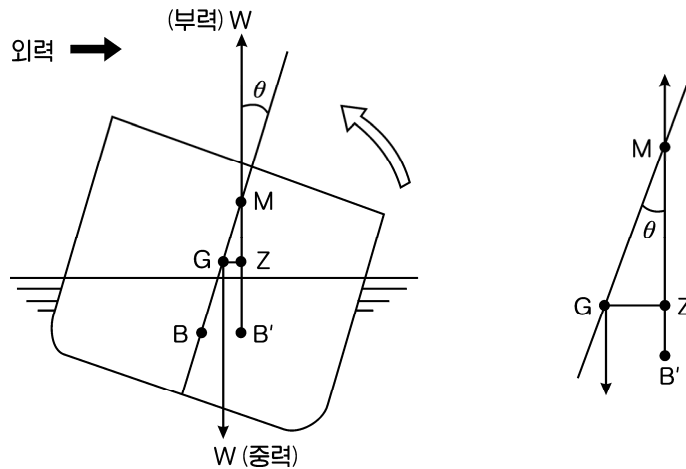
[그림 6] 부력과 중력의 평형(좌)과 횡경사( $\theta$ ) 시 힘의 작용



[그림 7] GM의 크기에 의한 선박의 상태 안정(좌), 불안정(중), 중립(우)

## 5. 복원력의 종류 및 적정 복원력

### 1) 초기복원력



[그림 8] 초기복원력

배수량  $W$ , 중심  $G$ , 부심  $B$ 인 선박이 직립상태로부터  $\theta$ 도 경사했을 경우, 복원력 =  $W \times GZ$ 가 된다. 이때 경사각  $\theta$ 가 약  $10^\circ \sim 15^\circ$ 보다 작을 경우, 메타센터  $M$ 은 변화 없이 일정한 위치에 있다. 따라서 이러한 경사상태에서의 복원력을 초기복원력이라 한다.

[그림 8]의 직각 삼각형  $MGZ$ 에서

$$\sin \theta = \frac{GZ}{GM}$$

이다. 여기서,

$$GZ = GM \times \sin \theta \text{ 이므로,}$$

$$\text{초기복원력} = W \times GM \sin \theta \text{가 된다.}$$

복원력의 크기는 배수량과 복원정에 의하여 결정되지만 이는 선박이 경사된 각도에 따라 복원력은 달라진다. 그러나 무게중심( $G$ )과 경사의 중심( $M$ ) 간의 거리인  $GM$ 을 안다면 선박이 어느 정도의 복원력을 가지는지를 알 수가 있고 복원력그래프 상에서는 정적복원력곡선의 좌표점 (0.0)에서 그은 접선의 기울기가 곧  $GM^4$ 임을 알 수 있다.  $GM$  값이 크다면  $GZ$ 도 큰 값

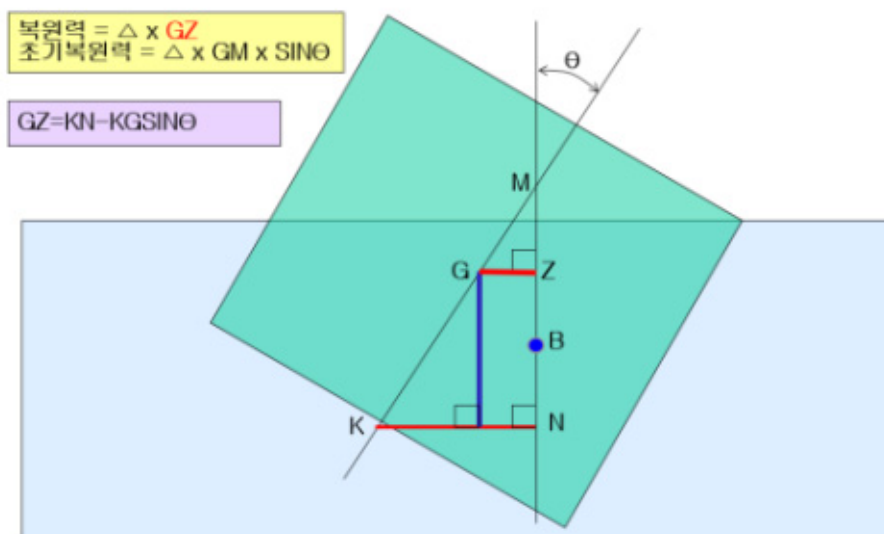
을 가지며, 높은 복원력을 가짐을 알 수 있다. 초기복원력은 동일 선박에서 배수량이 클수록, GM이 클수록 커진다.

그러나 동일 선박에서 배수량이 같은 경우라도 GM에 따라 복원력이 달라지므로 중요한 것은 GM 즉 메타센터 높이이다. 그러므로 초기복원력의 크기는 보통 GM의 크기에 의하여 판단한다. 중심이 낮아지면(선박의 하부가 무거운 bottom heavy 상태) 복원력이 크게 된다.

## 2) 정적 복원력

선박의 복원력은 같은 선박이라 하더라도 배수량 상태와 선내 중량의 배치에 따라 달라지므로, 그 때의 적화 상태에 따라 복원력을 확인해야 할 필요가 있다. 그러므로 선박을 건조하는 조선소에서는 선박에 화물을 적재하는 많은 경하 상태와 화물을 만재한 상태 및 그 밖의 적화 상태를 가정하여 모든 경사각에 대한 복원정(GZ)을 계산한 정적 복원력 곡선도(statical stability curves)를 작성하여 본선에 제공한다.

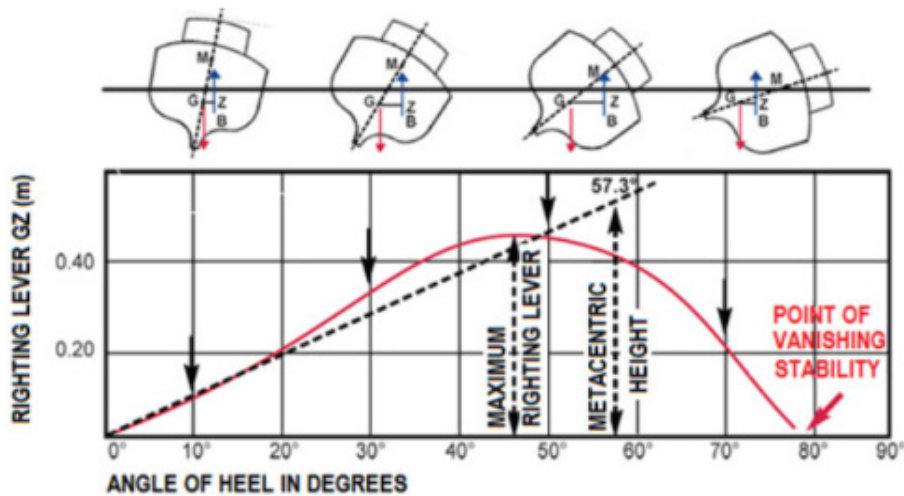
GZ는  $KN - KG' \sin \theta$ 이며 KN 값은 T/S BOOK에서 해당 배수량 값을 이용하여 구한다.



[그림 9] 복원력의 계산을 위한 선체 기준점과 공식

4) 좌표점 (0.0)과 1 RADIAN값인 57.5도에서의 GM값을 연결한 그래프가 초기복원력인 GM 그래프이다.



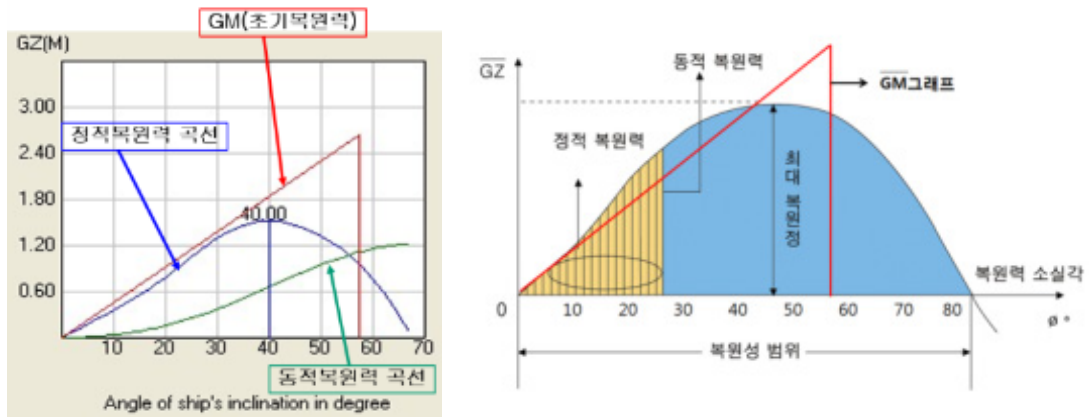


[그림 10] 복원정(GZ) 길이를 이용한 정적 복원력 곡선도

### 3) 동적 복원력

동적복원력은 어떤 위치에서 어느 각도까지 경사하는데 필요한 일의 양(量)을 의미하며 경사로 인한 위치에너지의 증대량이다. 그러므로 선박을 경사시켜 에너지가 증대되면 증대된 에너지의 정도가 선박을 경사시키는 데 필요로 하는 일이 되어야 한다. 선체는 중심이 상승하거나 부심이 하강하게 되면 위치에너지가 증가하게 되며 선체의 위치에너지 증가량은 중심의 상승량과 부심의 하강량과의 합에 배수량을 곱한 값이 된다. 이것을 동적 복원력이라고 한다.

그러나 동적 복원력을 복잡한 위치에너지로 생각하지 말고 평형상태에서 특정 경사각까지의 모든 순간 복원력의 합 즉, 정적복원력 곡선에서 특정 경사각까지의 면적으로 이해를 한다면 보다 쉽게 이해할 수 있다.



[그림 11] 복원력의 종류와 그래프

선박을 경사시키는 데 필요로 하는 일의 양은 복원정과 배수량의 곱인 복원모멘트와 경사된 각의 호각(radian)과의 곱으로 주어지며 이는 정적복원력 곡선도에서 특정 경사각까지의 면적을 의미한다. 면적은 밑변 X GZ의 평균높이로 간단히 구할 수 있으며, 면적을 구하는 방법은 Simpson 공식으로 계산을 하며 0°에서 30°까지의 면적은  $3/8 \times 10^\circ \times F(A) / 57.3$ 으로 계산을 하며 0°에서 40°까지의 면적은  $4/12 \times 10^\circ \times F(A) / 57.3$ 으로 계산을 하고 단위는 meter-radian이다.

ANGLE OF HEEL( $\theta^\circ$ )	G'Z VALUE	S.M.	F(A)
0°	0	1	0
10°	0.950	4	3.800
20°	1.913	2	3.826
30°	2.328	4	9.312
40°	2.423	1	2.423
F(A) = 19.361			

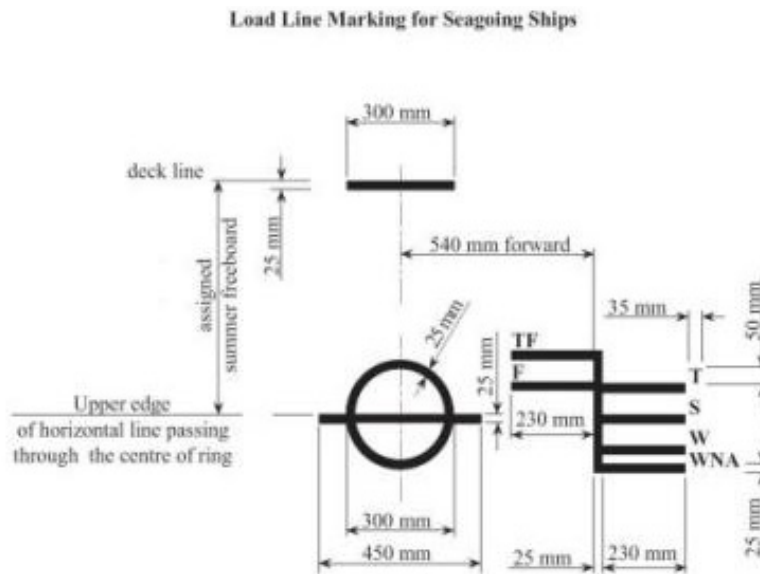
$$\text{AREA} = 1/3 \times 10^\circ \times F(A) / 57.3 = 1.126 \text{ METRE-RAD.}$$

[그림 12] 0°에서 40°까지의 동적복원력을 구하는 예시

## 6. 개구부와 해수유입각

### 1) 건현의 이해

건현(Freeboard)은 선체 중앙부의 상갑판 선측 상면에서 만재흘수선까지의 수직거리이며, 선박이 완성되면 만재흘수선 규정에 의하여 선형, 구조 등에 따라서 결정된다.



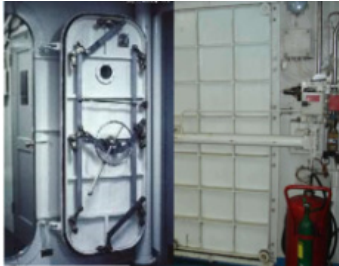
[그림 13] 만재흘수선과 건현

건현은 상갑판으로의 해수침입을 방지하고 예비부력을 확보할 목적으로 지정되며, 선박 복원성의 핵심 요소이다.

### 2) 선내개구부의 이해

선내개구부는 수밀개구부(Water Tight Opening), 풍우밀개구부(Weathertight Opening) 및 해수유입개구부(Un-protected Opening)로 구분될 수 있으며, 이 중 선체 구획으로의 침수를 예방하기 위하여 침수가 될 수 있는 개구부는 수밀개구부, 풍우밀개구부를 설치한다. 수밀개구부는 수압이 형성되어도 침수가 되지 않는 조임쇠나 압력장치가 있는 개구부이며, 풍우밀개구부는 수압이 형성되면 미세한 침수는 될 수 있으나 일순간의 해수나 비바람에 대하

여 수밀을 형성할 수 있는 개구부를 말하고 적합한 해수유입 폐쇄장치를 가지지 아니하는 개구부를 해수유입 개구부라고 한다.



① 수밀개구부



② 풍우밀개구부

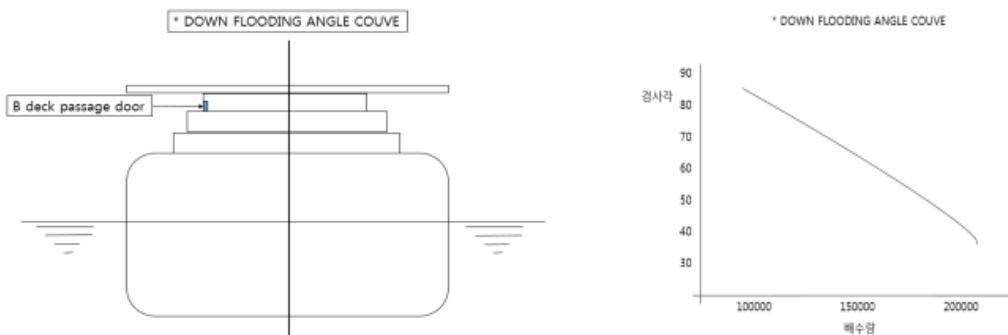


③ 해수유입개구부

[그림 14] 선내개구부의 종류

### 3) 해수유입각(Down Flooding Angle)

복원력하면 통상적으로 무게중심이 상방에 위치(경사의 중심보다 높은 곳)하여 선체가 전복되는 경우만을 생각하는 경우가 많다. 그러나 복원력은 이러한 전복의 경우만이 아닌 침몰의 경우도 함께 고려해야 한다.



[그림 15] 해수유입각(일반개구부가 선체의 경사에 의해 해수면에 잠기는 각)

해수유입각이란 선체가 경사질 경우 해수면이 해수유입개구부(Un-protected opening)에 도달하는 경사각을 의미하며, 해수유입개구부가 해수면에 접하는 순간 선체는 더욱 경사지고 침하되어 결국에는 침몰하게 된다. 따라서 해수유입개구부가 해수면에 닿을 경우를 침몰의 기준으로 본다.

Static Stability		
Transverse Metacenter KMT	14.56 M	
Vertical Center of Gravity KG	11.90 M	
Metacentric Height GM	2.66 M	
Free Surface Correction GG	0.03 M	
Corr. Metacentt Height GoM	2.63 M	
Down Flooding Angle (deg)	60.49	

[그림 16] 특정 상황에서의 해수유입각 예

## 7. 복원력의 확보와 소실시점

### 1) 복원력의 확보

IMO에서는 비손상복원성의 확보를 위하여 IS Code(Code on Intact Stability 2008)를 제정하고 아래와 같이 기준(Criteria)을 제시하고 있다.

	Actual	IMO Criteria
MIN GoM	2.63 M	0.150 M
0 to 30	0.313	0.055 m-rad
0 to 40 (or FA)	0.592	0.090 m-rad
30 to 40 (or FA)	0.279	0.030 m-rad
GZ at 30	1.297	0.20 M
Angle of max GZ	40.00	25.0 deg

[그림 17] 비손상복원성 IMO 기준

동 코드 A편 제2장에 따르면 복원정곡선(GZ curve) 아래의 면적은 횡경사각 30도까지는 0.055m-rad 이상이어야 하며, 횡경사각 40도까지 또는 해수유입각이 40도 미만인 경우 해수유입각까지는 0.090m-rad 이상이어야 한다. 이에 추가하여, 횡경사각 30도와 40도 사이 또는 해수유입각이 40도 미만인 경우에는 횡경사각 30도와 해수유입각 사이의 복원정곡선(GZ curve) 아래의 면적은 0.030m-rad 이상이어야 한다.

또한 30도 이상의 횡경사각에서 복원정은 0.2m 이상이어야 하고, 최대복원정은 25도 이상의 횡경사각에서 나타나야 하며, 기본적으로 선박의 초기 메타센터높이(GM)는 0.15m 이상이어야 한다.

복원력에서  $GZ_{max}$ 가 가지는 의미는 선박이 낼 수 있는 순간 최대 복원력이며, 이 힘을 이겨내는 외력이 작용한다면 선체는 즉시 전복되지는 않으나 위험상황에 직면한 경우로 판단되며 이를 다른 용어로 위험횡요각이라고 한다.

선박이 위험횡요각 이상으로 동요를 한다면 심각한 상황으로 인식하여 침로나 선속에 변화를 주는 등 적극적인 조선 개입 등의 조치가 필요하다.

중심위치가 지나치게 낮으면 외력에 의한 전복 위험은 없으나, 횡요의 주기가 짧기 때문에 높은 위치의 중량물일수록 격렬하게 흔들리게 하고 화물 등의 이동을 야기하여 선박이나 화물에 손상을 주기 쉽고 또 승선감도 나쁘다. 특히 선박의 주기와 파의 주기가 같아질 때는 횡요각이 극도로 커지므로 피해도 커지게 된다. 이러한 상태의 선박을 스티프쉽(stiff ship)이라고 한다.

반대로 중심이 높으면(선박의 상부가 무겁다: top heavy) 복원력이 작아지고, 지나치게 적은 경우에는, 횡요 주기가 길어지며, GM이 과대한 경우의 문제점은 없으나, 파랑 등 외력의 영향이나 대각도 조타의 경우는 전복의 우려가 있다. 특히 파주기와 같게 되거나, 선내에 이동물이나 유동수(free water)가 있을 때는 위험성이 매우 증대한다. 이러한 상태의 선박을 텐더쉽(tender ship)이라고 된다.

선박은 적당한 초기복원력 즉 적당한 GM을 가져야 한다.

그런데, 어느 정도의 GM이 적당한가에 관하여는, 선박의 크기, 종류, 형상, 흘수에 따라 다르다. 그러나 오랜 경험을 통하여 통계적으로 얻은 값을 보면, 여객선에서는 선폭의 약 2%, 일반 화물선에서는 선폭의 약 5%, 유조선에서는 선폭의 약 8% 정도가 적당한 GM값이다.

한편, 복원성과 관련하여 특히 주의하여야 할 선박이 많다. 어선의 경우에는, 어로 작업 또는 갑판에서의 어획물 이동에 따르는 복원력 상실로 전복 사고가 가끔 발생되고 있다. 그리고 목재 운반선의 경우에는 상갑판상에 상당량의 원목을 적재하게 되므로, 항해 중 갑판적 화물의 이동 및 해수유입에 의한 원목의 비중 증가에 따르는 복원력 상실로 전복 사고가 자주 발생되고 있다.

적당한 복원력을 확보, 유지하기 위하여 다음 사항을 고려하여야 한다.

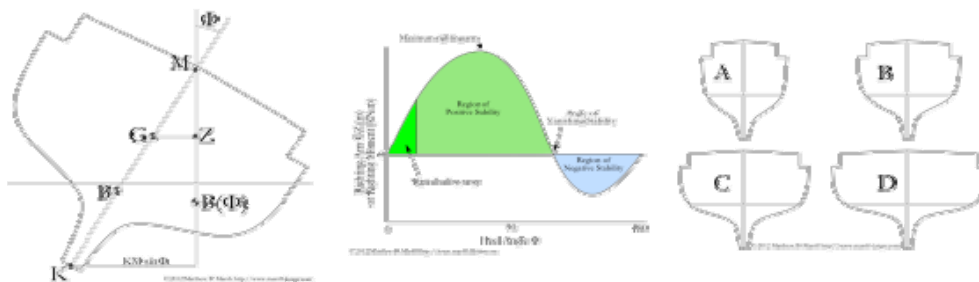
- ① 적하 시에 좌우상하의 중량 분포를 고려하여, 화물을 적재한다.

- ② 선체의 동요에 의해 화물의 이동이 없도록, 충분한 던니지(dunnage)와 고박(lashing)을 실시한다.
- ③ 적하 상태에 따라 적절한 평형수 관리를 행한다.
- ④ 출항 시에 각 개구부의 폐쇄장치를 점검한다.
- ⑤ 항해 중 소비되는 연료, 청수 등에 의하여 발생하는 유동수에 의한 복원력 감소를 고려한다.
- ⑥ 갑판적 화물을 실었을 때는 보통 복원력이 작게 되므로 주의한다.
- ⑦ 상갑판의 배수 장치는 항해 중 배수가 잘되도록 점검하여야 한다.

## 2) 복원성 소실 시점

### (1) 복원정(GZ) 기준 - 전복

복원정이 음의 수를 가지는 경우(무게중심이 경사의 중심보다 상부에 위치하여 부력의 중심이 무게중심 축 기준 경사진 반대방향에 위치하는 경우) 선박은 전복되며 이는 전복의 기준이 된다.



[그림 18] 복원성 곡선과 침몰

### (2) 해수유입각(Down flooding angle)기준 - 침몰

해수유입각이란 선체가 경사질 경우 해수면이 일반개구부(Un-protected opening)에 도달하는 경사각을 의미하며 이는 침몰의 기준이 된다.

Static Stability	
Transverse Metacenter KMT	14.56 M
Vertical Center of Gravity KG	11.90 M
Metacentric Height GM	2.66 M
Free Surface Correction GG	0.03 M
Corr. Metacentt Height GoM	2.63 M
Down Flooding Angle (deg)	60.49

[그림 19] 해수유입각 예



### 참고 3 ▶ 비상시 여객대피방법 및 관련정보 제공

#### 1. 일반사항

- 1.1 여객선은 화재, 침몰 및 전복 사고 발생 시 훈련되지 않고 선박에 친숙하지 않은 많은 승객들이 승선하고 있어 다수의 인명피해가 발생할 가능성이 매우 높으므로 인명안전을 위한 선장 및 승무원의 신속하고 올바른 판단이 필수적인 사항이다.
- 1.2 선장은 여객선에서 비상사태가 발생할 경우 승무원들을 지휘하여 여객을 안전하게 대피시키기 위한 비상사태 지휘체계를 이해하고 있어야 한다.
- 1.3 비상상황 발생 시 잘못된 상황인식과 부적절한 대응을 하지 않도록 침착함을 유지해야 하며, 여객의 비상소집이 고민된다면 지체 없이 비상소집을 결정하고 이행해야 한다.
- 1.4 여객선에서는 여객들을 적절하게 퇴선장소로 유도하기 위하여 각 구역별로 여객들이 대피하기 용이하도록 비상구나 탈출 경로를 정해두고 있다. 선장은 비상대피통로에 대해 충분히 이해하고 있어야 한다.
- 1.5 비상표지판은 국제적으로나 국내법으로 표준화되어 있다. 선장과 승무원들은 비상표지판에 대해 충분히 이해하고 그 위치의 적절성 등에 대해 평소에 확인하고 비상시 여객들을 대피시켜야 한다.



1.구명정



2.구조정



3.구명뗏목

4.대빛진수장치용  
구명뗏목

5.탑승용사다리



6.강하식 탑승장치



7.구명부환



8.구명줄붙이  
구명부환



9.자기점화등 붙이  
구명부환



10.자기점화 및  
자기발연신호 붙임  
구명부환



11.구명조끼



12.어린이용  
구명조끼



13.방수복



14.생존정용  
휴대식무선장치



15.위성비상위치지  
사용 무선표지설비



16.레이더  
트랜스폰더



17.생존정용  
신호홍염



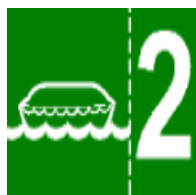
18.로켓낙하산신호



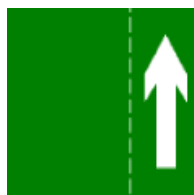
19.구명줄발사기



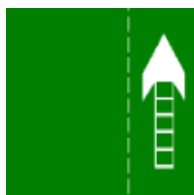
20.소집장소



21.승정장소



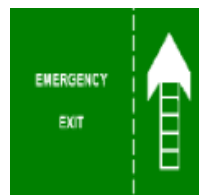
22.방향표시



23.비상구표시



24.출입구



25.비상출입구

[표 1] 구명설비 보관장소 표지판

## 2. 승객 비상소집

2.1 여객선에서 화재, 침수 등 비상상황 발생 시 실내는 대단히 위험한 장소가 되며, 안전하고 효과적인 통제가 가능한 실외 비상소집장소를 적극 활용해야 한다.

2.2 비상상황 발생 시 선장은 사무장 및 승무원에게 다음을 참고하여 정해진 비상대응방법에 따라 비상소집장소로 승객들을 안전하고 신속하게 유도하도록 하여야 한다.

- 1) 안내방송 이행
- 2) 여객들에게 비상 시 행동지침 전달
- 3) 여객 유도요원 배치

### 3. 비상상황 발생시 제공 정보

3.1 비상상황 발생시 선장은 여객에게 정보를 제공하여야 하며, 제공 정보는 다음을 참고한다.

- 1) 사고상황 알림: 승객들에게 사고발생 사실을 알리고 적당한 간격으로 진행되어가는 상황을 반복해서 알림으로써 여객들이 불안해하지 않도록 함
- 2) 의복 및 구명동의 착용 지시: 선장은 대피의 불가피성을 알림과 동시에 모든 여객이 체온보호에 적당한 의복을 착용한 다음 구명동의를 착용할 것을 지시
- 3) 비상소집 이동: 비상소집이 필요하면 만일의 경우를 위하여 안전한 갑판(사전에 정해진 비상소집 장소)으로 대피가 불가피한 상황임을 알림
- 4) 피난요령 알림: 비상시 여객들의 행동요령(피난요령)에 대해 방송을 통해 주지시킴

3.2 여객들에게 비상소집 시 전달해야 할 피난요령(행동요령)은 다음과 같다.

- 1) 독단적으로 행동하지 말고 승무원의 지시에 따라 비상소집 장소로 이동할 것
- 2) 침착하고 질서있게 행동하고 비명 등 혼돈을 야기할 수 있는 행위는 삼갈 것
- 3) 가급적 뛰지 말 것
- 4) 화재 또는 연기발생 시 물수건으로 코와 입을 막고 자세를 낮추어서 대피할 것

- 5) 선체동요, 정전 등을 수반하는 비상상황 시는 가능한 자세를 낮추고, 벽면을 따라서 이동할 것
  - 6) 긴 소매 상의와 긴 바지를 입고, 구명동의를 착용토록 할 것
- 3.3 여객에게 방송 또는 핸드마이크 등에 의해 사고관련 정보를 제공할 때는 다음과 같은 주의가 필요하다.
- 1) 승무원들은 목소리에 자신감을 실어서 상황 설명
  - 2) 현재의 상황을 알기 쉽게 설명
  - 3) 승무원들이 현재 어떠한 조치를 취하고 있으며, 향후 어떤 조치를 취할 예정인지를 알림
  - 4) 여객들은 무엇을 어떻게 하여야 하는지를 분명히 알려줌
  - 5) 구조기관에 통보한 사실과 반드시 구조될 수 있음을 알게 함
  - 6) 승무원의 침착한 태도 : 비상시 승무원의 태도는 매우 중요

#### 4. 군중관리 및 비상상황 대응 인성

- 4.1 군중관리는 “비상상황에서 여객들을 도와주는 능력”이라고 할 수 있으며, 이 능력에는 다음과 같은 것들이 포함된다.
- 1) 여객실, 통로, 퇴선갑판 등에서 여객들을 통제
  - 2) 여객들의 공포감이나 비이성적인 행동을 예방
  - 3) 여객들과 의사소통을 하고, 필요한 정보를 제공하고, 필요시 지시
  - 4) 여객들이 승무원들의 비상조치를 도울 수 있도록 동기 부여
  - 5) 비상상황이 종료되었을 때 여객 진정
- 4.2 선장은 다음과 같은 여객의 군중심리를 적절히 이해하고 비상상황시 이를 감안하여야 한다.

- 1) 군중심리란 사람들이 무비판적으로 다른 사람들(군중)의 행동에 이끌려 어떤 행동을 하게 되는 심리현상을 말함
  - 2) 여객선과 같이 여러 사람들이 모여 있는 곳에서 사고가 발생할 경우 여객이 일으킬 수 있는 심리현상은 다음과 같은 것이 있음
    - ① 불안감의 신속한 전파성: 사고가 발생하면 여객들의 불안심리는 순식간에 주위의 다른 여객들에게 전파되어 많은 여객이 공포감에 휩싸이게 됨
    - ② 추종성: 강한 리더가 나타나 분명한 공동목표를 제시하고 따르도록 강력히 유도하면 서로 연대감을 가지고 리더의 유도에 따라 행동
    - ③ 경쟁심리: 남보다 먼저 탈출하려는 심리, 먼저 탑승하려는 심리 등이 작용하는 경향
  - 3) 군중심리에 대한 대책: 군중심리로 인한 통제 어려움을 방지하기 위하여 선장이 취할 수 있는 조치는 다음과 같은 것이 있음
    - ① 불필요한 정보를 여객들이 먼저 퍼뜨리기 전에 본선에서 알림
    - ② 승무원은 침착한 태도로 분명한 공동목표를 제시
    - ③ 승무원이 강력하게 목표달성으로 유도
- 4.3 비상상황에서 중요시될 수 있는 주요 인성요소는 다음과 같다.
- 1) 자신감: 스스로에 대한 자부심이 있고 매사에 당당하므로, 어려운 문제에 직면해도 굽히지 않고 자신 있게 대처
  - 2) 책임감: 맡은 일은 끝까지 책임지며, 자신이 맡은 일을 다른 사람에게 미루지 않음
  - 3) 추진성: 생각한 바를 실천으로 옮기며, 어느 정도 저항이 있더라도 적극적으로 밀고 나감
  - 4) 이타성(利他性): 타인을 동정하고 배려하는 마음으로, 상대방의 입장과 견해를 중시하고 상대방의 입장에서 생각하고 행동
  - 5) 도전정신: 새로운 것에 도전하거나 낯선 상황에 처하는 것을 두려워하지 않음
  - 6) 도덕성: 사회적 규범과 절차에 따라 원리·원칙적으로 행동하며 매사에 정직

## 참고 4 ▶ 벌크선 선체손상 및 퇴선 필요성 조기판단 기준<sup>5)</sup>

### 1. 일반사항

- 1.1 벌크선 침몰사고는 과거 사례를 분석해보면 많은 경우 선장이 급박한 선박의 위험상황에 대해 정확하게 인지를 못하고 대처하여 많은 인명피해가 발생하고 있다는 사실을 숙지하고 있어야 한다.
- 1.2 특히, 고비중화물을 적재하고 있는 벌크선 침몰사고는 조난신호를 보낼 시간조차 없을 정도로 빠르게 발생하는 경우가 많은 것으로 알려져 있어 비상상황 발생시에는 신속히 퇴선하는 것을 우선적으로 고려해야 한다.
- 1.3 따라서, 선장은 해상구조협력센터(MRCC, Maritime Rescue Coordination Centre)에 경보를 발령하고 승무원들에게 퇴선 준비를 시행해야 하는 상황에 대한 조기판단이 매우 중요하다. 특히, 화물창의 침수를 견디는 능력이 없는 단일선체 벌크선의 경우 특별히 더욱 중요하다는 사실을 인지하고 있어야 한다.

### 2. 벌크선의 주요 손상 요인

- 2.1 벌크선 손상의 중요한 요인은 선체 또는 주요부재의 부식, 피로(fatigue) 및 손상으로 인한 구조물의 강도 저하이다. 이러한 강도 저하를 식별하지 못했을 시는 갑작스럽고 예측 불가능한 사고를 부를 수 있고 특히 고비중 화물 운송선박은 결함발생시 매우 빠른 속도로 침몰이 진행된다.
- 2.2 선체 등 선박의 주요부재의 부식은 일반적으로 선령이 오래되었거나 평상시의 선박 관리 및 정비·점검의 부실, 취약요소에 대한 신속한 보수·보강 미 실시 등으로 인하여 발

5) IMO의 Guideline on Early Assessment of Hull Damage and Possible Need for Abandonment of Bulk Carrier(2004)를 참고하여 재작성하였음

생된다. 선박은 해상에서 운항하기 때문에 부식에 취약하다는 것을 항상 염두에 두어야 한다.

- 2.3 벌크선박의 주요부재의 피로는 파괴하중보다 낮은 하중이라도 특정한 부재 등에 하중이 지속적으로 반복 작용하는 경우에 발생하여 임계치 이하의 하중에도 피로현상으로 인하여 어느 순간 부재의 파괴가 발생하게 된다. 특히, 설계시 화물 및 선체 거동에 대한 하중이 정확히 고려되지 않거나 피로파괴에 민감한 부재의 보강이 미흡한 경우 또는 선체 제작시 부재의 용접 결함 또는 허용오차가 크게 생긴 경우에는 피로가 매우 중대하고 치명적인 문제가 된다.
- 2.4 특정부재에 대한 피로균열은 주로 부재 내부에서 발생하며 부재 외부는 주로 페인트로 마감되어 있기 때문에 초기에는 육안으로는 확인할 수가 없다. 일반적으로 고비중화물을 불균등하게 적재하거나 파도가 높은 해역을 자주 운항하는 경우에는 부재의 두께가 설계기준을 만족하더라도 선체의 진동 또는 비틀림 하중이 반복적으로 작용하여 피로 현상이 발생하며 이러한 반복적으로 작용하는 작은 하중에 선체에 균열이 생기고 균열이 일정크기 이상으로 진전되면 선체가 파손되거나 주요부재의 파공이 발생하여 순식간에 침몰하는 확률이 크게 높아진다.
- 2.5 선장은 선체 및 내부 주요부재에 반복되는 하중에 의한 피로균열이 발생되지 않도록 선박을 운항하여야 하고 선사는 필요시 선체 및 주요 부재에 대한 피로도를 예측 또는 추정하고 발생한 균열을 보수하는 등 피로로 인한 미세균열 발생 및 선체파손 현상이 발생되지 않도록 하여야 한다.
- 2.6 선체의 피로는 특히 선령이 오래되거나 개조한 선박에서 일어나는 경우가 대부분이므로 이런 선박의 선장은 피로에 대한 높은 경각심을 가지고 선박을 운항하여야 한다.
- 2.7 피로 또는 부식 등의 이유로 주요부재의 일부를 교체하는 등 신·구부재가 연결될 경우에는 신·구부재의 부재력과 내구력의 차이 또는 구부재의 용접열로 인한 부재의 취성 현상이 또 다른 취약요인이 될 수 있다. 이 같은 경우에는 부식과 피로 측면에서 선장의 지속적인 점검이 필요하다.

### 3. 벌크선의 침수 시 상황판단 기준

- 3.1 침수가 발생하였을 경우 선장은 시기를 놓치지 않고 신속하게 선박의 손상에 대한 상황을 판단하고 평가를 하여야 한다.
- 3.2 벌크선의 선수 방수 격벽의 앞쪽 공간이 침수되었을 때에는 다음의 사항을 고려하여 상황을 판단하고 평가하여야 한다.
  - 1) 선박의 트림에 상당한 영향을 미치고 선수 건현을 감소
  - 2) 악천후 시 대형 파도에 의해 화물창 덮개(Hatch Cover)나 선박의 수밀성을 지켜주는 설비에 충격을 가하기 때문에 더욱 선박 위험
  - 3) 선수 외판은 선수창탱크(FPT) 및 공기관(Air Pipe)과 통풍장치(Vent.)와 같은 공간을 보호
- 3.3 선박이 비정상적인 움직임이나 상태를 보이면 다음의 사항을 고려하여 상황을 판단한다.
  - 1) 선박이 비정상적인 트림(Trim)이나 힐링(Heeling)이 있을 경우 또는 선체의 움직임이 변할 경우는 즉시 선체의 파공을 의심해야 함
  - 2) 갑판상 비정상적으로 물이 고여 있는 것은 갑판상 좌굴로 인한 변형 또는 비정상적인 트림(Trim)이나 힐링(Heeling)이 있음을 의심해야 해야 함
  - 3) 트림(Trim)이나 힐링(Heeling)의 갑작스러운 변화는 침수 또는 화물이 이동되었음을 의심해야 함
  - 4) 선체의 갑작스런 측면으로의 움직임은 화물창이 침수되었을 시 대규모의 진동현상이 있음을 의미함
  - 5) 소형선의 경우, 횡요주기가 늦어지는 것은 복원성에 심각한 위협이 되는 다량의 해수가 유입되었음을 의미함. 메타센터높이자료(GM Meter)가 비치된 선박은 예상치 못한 GM의 변화도 식별할 수 있도록 하여야 함
  - 6) 선수갑판으로 올라오는 해수가 증가하는 경우 선수 구획이 침수되었음을 의심해야 함.



트림(Trim)과 건현의 변화를 후미 선교에서 판단하는 것은 매우 어려운 일이라는 인식 하에 적극적으로 확인할 수 있어야 함

#### 3.4 선박 본선의 상태를 확인할 때에는 다음을 고려한다.

- 1) 선측(Side Shell)이나 격벽(Bulkhead)을 통한 침수가 발생할 경우는 내부 압력 또는 화물창(Hold) 내부로부터의 움직임 진동(Sloshing) 효과로 인해 화물창 덮개(Hatch Cover)가 이탈될 수 있음
- 2) 손상되거나 침수된 곳에 인접한 구획이 갑작스럽게 압력을 받는 것은 내부 압력이 분산되지 않는, 특히 격벽(Bulkhead)의 손상을 의미함
- 3) 측심장치(Gauge)를 이용하거나 빌지 알람(Bilge Alarm)을 이용하여 구획의 침수여부를 감시할 수 있으며, 선수 창고는 설치되어 있는 '비상 전화(Talkback)'를 이용하여 청각적으로 감시할 수도 있음
- 4) 선체응력 감시 장치가 설치되었다면 예상하지 못한 종강재의 굽힘 응력을 측정할 수 있음. 비틀림 응력(Torsional Stress) 역시 양현 변형 게이지(Strain Gauge)의 서로 다른 변화를 통하여 측정할 수 있음
- 5) 쌍안경을 이용하여 선교에서의 시각 감시, CCTV 등을 통하여 갑판상의 비정상적인 해수나 국부적 손상을 인지할 수 있음
- 6) 확실히 침수가 있는 상황에서는 시각 확인이 가능하다면 트림변화에 대한 판단으로 선수 마스트(MAST)의 알고 있는 참고 포인트에 대비하여 수평선 높이의 변화를 인지하는 것에 의해 판단할 수 있음
- 7) 흘수(Draft)와 트림(Trim)은 흘수 게이지(Draft Gauge)를 통하여 판단할 수 있음. 트림 변화는 갑판 위에서 시각적인 방법보다 이 방법을 이용하는 것이 훨씬 더 잘 식별할 수 있음

## 4. 상황 확인시 주의사항

4.1 선장은 침수상황에서 다른 조치보다도 퇴선을 위한 준비를 우선해야 한다. 상황을 확인하기 위한 방법은 다음과 같다.

- 1) 먼 거리에서 원격 관측이 사람을 갑판 위로 보내는 것보다 좋으며 특히, 악천후나 야간에는 더욱 그러함
- 2) 비정상적인 상황에 대한 조사를 시행하면서 필요하다면 갑판 조명을 사용함

4.2 대형파도가 덮칠 수도 있는 갑판상에 꼭 승무원을 보내야 한다면 적어도 두 사람이 가야 하며, 이러한 경우 다음의 조치를 취하여야 한다.

- 1) 구명줄(Life Line)이 부착되어 서로 연결된 안전벨트(Harness)를 착용하여야 하고 선교와 통신(무선)을 유지하여야 함
  - 2) 각 안전벨트(Harness)에는 착용자가 다른 사람에게 연결된 구명줄(Life Line)이나 구조물을 가로질러 지나갈 때에도 착용자가 항상 선체 구조물에 연결될 수 있도록 두 개의 쉽게 작동되는 클립(Clip)이 있어야 함
  - 3) 갑판 양현의 구명줄(Life Line)은 항상 묶여 있어야 하며 갑판을 따라 이동하는 경우 항상 풍하측 또는 보호된 측을 통해 진행하여야 함
  - 4) 그럼에도 기상이 악화되고 있을 때는 이러한 방법으로 줄 설치를 시작하지 말아야 함
  - 5) 안전벨트(Harness)에 의해 연결되지 않는 한 울타리(Fencing)나 선측 레일(Rail)에만 의지해서는 안 됨
- 4.3 선체의 완전한 손상이 발생하는 상황을 인지하거나 예상될 때는 주기적으로 물에 잠기고 큰 파도를 덮어쓰고 있는 갑판 위로 승무원을 보내서는 안 된다. 이러한 상황에서는 선박이 급박한 위험이 있는 것으로 간주하여야 하며 탈출을 위한 준비가 우선되어야 한다.

## 5. 벌크선 충돌의 경우 추가 고려사항

- 5.1 선박 충돌 시 선장은 선박의 파손규모 등에 따라 다르지만 상대선박의 규모와 충돌 당시의 속력을 감안하여 선박을 탈출할 수 있는 준비에 중점을 두고 승무원을 비상소집 장소에 집합시켜야 한다.
- 5.2 특히, 선박이 고밀도 산적화물을 선적하였을 경우에는 퇴선을 위한 이러한 조치는 매우 중요하며 빠르게 조치해야 한다.
- 5.3 특히, 선수쪽 강화격벽 앞쪽으로 손상이 발생할 경우 구형 벌크선과 소형선은 특별히 갑작스런 침수가 진행될 소지가 있다는 것을 명심해야 한다.

## 6. 퇴선을 위한 사전 준비

- 6.1 선장은 선박이 손상을 입었다는 것을 확인하거나 손상이 발생할 수 있다는 것이 예상 되면 승무원을 즉시 비상소집장소로 집합시켜야 한다.
- 6.2 가장 우선적으로 탈출을 위한 설비를 배치시켜야 하고, 최종 퇴선 명령은 상황 판단 및 위험을 평가한 이후 선장에 의해 구두로 발효되어야 한다.
- 6.3 선장은 선박이 손상되었다는 의심이 생기면 해상구조협력센터(MRCC) 또는 선주에게 조기에 통보하여 사전에 구조 절차가 진행될 수 있도록 하여 구조시간을 줄이도록 하거나 상황의 심각성에 따라 필요시 즉각적인 구조조치가 될 수 있도록 하여야 한다.
- 6.4 선장은 평상시 전 선원들이 보호복과 구명조끼(Life Jacket) 착용, 구명정 진수, EPIRB, SART 작동에 친숙하도록 퇴선 훈련에 특히 중점을 두어야 한다.

## 7. 퇴선시의 안전 및 생존에 대한 사항

- 7.1 벌크선에서 침수나 충돌이 발생한 경우에는 특별히 조기 탈출을 위한 준비나 퇴선을 최우선으로 고려해야 한다. 특히, 고비중화물을 운송하는 선박에게는 더욱 중요하다.

7.2 퇴선을 고려하는 경우에는 다음 사항들을 참조하여 의사결정을 해야 한다. 기본적으로 비상시 인명이 자산보다 중요하다는 중요한 원칙을 명심해야 한다.

- 1) 퇴선이 최악의 선택이 될 수 있으며 벌크선 좌초시에 더욱 그러할 수 있다는 것을 염두에 두어야 함
- 2) 연안에 가까운 곳에서, 특히 악천 시 선박에서 구명뗏목(Life Raft)을 진수하는 것은 악천후 시 연안이 가지고 있는 위험에서 승정원을 구하기 어려울 수 있음
- 3) 또한 선박에 남아 있는 것보다 구명뗏목(Life Raft)을 진수하고 승정하는 절차가 훨씬 더 위험함

7.3 조기에 MRCC에 통보하는 것이 중요하며 선장은 긴급 또는 조난 신호를 송신하는 것을 주저해서는 안 된다.

7.4 선박이 좌초되어 심각한 손상을 입거나 2개로 절단될지라도 거주구역은 기상이 호전되었을 때 MRCC에 의해 조직되거나 운영되는 헬리콥터에 의해 구조될 때까지 오랫동안 충분히 견딜 수 있다는 것을 인지하고 있어야 한다.

7.5 선사는 선장이 퇴선을 할지 말아야 할지 결정할 수 있는 유일한 사람임을 명심하여야 한다.

## 8. 상황판단을 위한 참조 사항

8.1 선측(Side Shell)에 대한 손상[외부적으로는 부둣가(Dockside)나 예인선(Tug)]와의 접촉을 통하여, 내부적으로는 하역 중 하역기기에 의한 충격으로)은 균열의 발생 또는 구조물을 약화시키는 결과를 가져올 수 있다.

8.2 단일 선체 벌크선의 경우, 구조물의 변화가 발생하는 지점 (예를 들면 종강재와 횡강재가 만나는 지점)인 격벽(Bulkhead), 트렁크(Trunk) 및 발라스트탱크(Ballast Tank)의 가장자리는 힘이 집중되는 이른바 ‘하드스팟(Hard Spot)’을 만들 수 있고, 이것은 발견되지 않는 균열을 야기할 수 있다.

- 8.3 부식을 통한 내부 강도의 약화는 특정한 화물로부터의 화학적인 반응을 통하여 촉진될 수도 있다.
- 8.4 특히, 용접으로 변환된 자재는 이러한 부분이 접하고 있는 철판에 비해 빠른 속도로 발청이 되는 이른바 ‘(홈)Grooving’ 발청이 발생할 수 있다.
- 8.5 피로 저하는 철판 접합부의 횡단면 손상으로 인하여 발생할 수 있다.
- 8.6 발라스트 홀드(ballast Hold)의 경우, 탱크(Tank) 내 불충분하게 채워진[환경적인 이유로 평형수(Ballast Water) 교환 중일 때 발생할 수 있는 것과 같이] 평형수(Ballast Water)로 인한 진동(Sloshing)은 구조물 손상과 같은 결과를 발생시킬 수 있다.
- 8.7 진동(Sloshing)은 또한 탱크(Tank)가 침수된 후 2차 손상의 원인으로 알려져 있다.
- 8.8 앵커(Anchor)의 횡요 또는 느슨한 격납으로 인한 충격을 통하여 선수플레이팅(Bow Plating)의 손상이 발생할 수 있고, 이것이 선수 외판의 약화 및 연이어 침수를 야기하는 균열 및 피로를 발생시키는 원인일 수 있다.
- 8.9 따라서, 선수 공간[보통 평형수 탱크(Ballast Tank)나 창고(Store)로 사용]의 내부 완전성은 매우 중요하다.
- 8.10 발청으로 인한 강도 저하는 상기 열거한 상황에 대응하여 철판의 접합 또는 강화시키는 능력을 심각하게 감소시킨다.
- 8.11 대형선의 경우, 선수창탱크(FPT)에 완전히 채워지지 않는 해수는 탱크(Tank) 구조가 그렇게 설계된 경우를 제외하고는 파괴적인 진동(Sloshing)을 발생시킬 수 있다.
- 8.12 수평 또는 수직의 외부적인 힘은 화물창덮개(Hatch Cover)를 이탈시키는 원인이 될 수 있다. 이러한 보호 설비가 손상되었다면 화물 출입로(Cargo Hatchway)는 해수 유입의 중요 통로가 되며 선박의 안전성에 심각한 해를 가할 수 있다.

## 참고 5 ▶ 단계별 판단기준 및 조치사항 요약

### □ 통제가능 상황(주의, YELLOW단계)

구분	YELLOW(주의)
판단 기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사고의 심각성 · 급박성이 낮음</li> <li>- 인명피해가 예상되지 않으나 상당한 주의가 필요한 상황</li> <li>- 손상 원인 및 규모를 파악했거나 알 수 없지만 침몰/전복되지는 않을 상황</li> <li>- 통제 범위 내 환경사 발생 또는 손상 정도가 감항성에 문제가 없고 추가 확대 가능성이 없는 상황</li> </ul>
조치 사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 선사의 비상대응 절차서에 따라 상황에 맞는 조치 시행</li> <li>- 손상 부위를 회복시키는 작업을 시행하면서 손상 부위 지속 모니터링</li> <li>- 특히, 여객선과 중량화물 적재선박은 손상확대 가능성에 대비해서 모니터링 철저 시행</li> <li>- 상황이 완전 통제될 때까지 필요시 비상소집장소 집결 등과 같은 인명안전 조치 선제적 시행</li> </ul>

## □ 심각한 상황(퇴선고려, RED단계)

구분	RED(퇴선 고려)
판단 기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사고의 심각성과 급박성이 상당하거나 높을 것으로 예상되는 상황</li> <li>- 인명피해가 우려되며, 퇴선할 정도는 아니나 악화 가능성이 있는 상황</li> <li>- 비정상적 트림이나 힐링이 발생할 경우 선체 침수를 의심되는 상황</li> <li>- YELLOW단계보다 심각하게 될 수 있는 가능성을 배제할 수 없는 상황</li> </ul> <p>(침수상황)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 침수가 계속 확대되거나 침수확대 가능성을 배제할 수 없는 상황</li> <li>- 침수로 인해 경사발생 등과 같이 선체에 영향을 주는 상황</li> <li>- 황천 운항 시 선체 내부로 해수가 유입되는 상황</li> <li>- 광탄선 등 중량화물 운송 중 침수가 발생하는 상황</li> </ul> <p>(선체경사)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 비정상적 선박의 횡·종경사가 정상적인 시간 내에 회복되지 않는 상황</li> <li>- 침수로 인해 선체의 횡경사가 영향을 받는 상황</li> <li>- 황천운항시 대각도 횡경사가 반복되어 전복의 위험성이 높은 상황</li> <li>- 광탄선 등 중량화물 운송 중 알 수 없는 횡경사가 발생하는 상황</li> </ul>
조치 사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 신속히 비상소집장소로 승객 및 선원 이동토록 조치</li> <li>- 구명조끼 착용 및 구명정/구명뗏목 작동 준비 등 비상대응절차 이행</li> <li>- 여객선은 승객의 이동시간 및 경사발생시 이동의 어려움 등 고려</li> <li>- 여객선은 RED단계로 판단되어도 선체경사로 인한 승객 이동제한 및 퇴선시간을 고려하여 퇴선 여부 및 시기 결정</li> <li>- 비상소집장소를 부득이 실내로 하는 경우 즉시 탈출이 가능한 위치로 선정</li> <li>* 특히, 중량화물 적재선박은 급격히 침몰하는 경우가 많이 발생하고, 이 경우 실내에서 탈출이 어려움을 유념</li> <li>- 시간이 있고, 점검이 가능하면 상황회복을 위한 대응을 동시 시행</li> <li>- 손상부위 등 점검은 2인1조로 하되, 안전이 확보된 범위 내에서 시행</li> <li>- 선장은 상황을 지속적으로 모니터링 하여 퇴선시기를 놓치지 않도록 주의</li> <li>- 선사 및 주변선박에 비상상황 조기 통보 및 긴급신호 송신 필요성이 있으면 주저하지 말고 신속히 구조요청</li> <li>- 선박검사기관에 ERS 요청</li> <li>- RED단계는 퇴선을 전제로 하므로 즉시 퇴선할 수 있는 조치 완료</li> </ul>

## □ 즉시 퇴선(퇴선실시, BLACK단계)

구분	BLACK(즉시 퇴선)
판단 기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사고의 심각성과 급박성이 매우 높음</li> <li>- 승객 및 선원의 생명이 매우 위태로워 즉시 퇴선해야 하는 상황</li> <li>- 퇴선하는 것이 인명피해를 최소화할 수 있다고 판단되는 상황</li> <li>- RED단계에서 상황이 악화되거나 악화될 것으로 예상되는 상황</li> </ul> <p>* 퇴선을 할 수 없는 상황까지 주저하다 퇴선시기를 놓칠 수 있으므로 가능한 선제적으로 대응 필요 (퇴선시기 실기는 대형 인명피해 발생의 주요 원인)</p> <p>** 여객선의 경우 다수의 승객을 감안하여 퇴선 후 여건(해상상태, 주변선박 등)이 양호하면 선제적 대응 필요</p> <p>(침수상황)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 침수량이 급격히 증가하고 흡수변화 또는 선체경사가 빠르게 진행되는 상황</li> </ul> <p>(선체경사)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원인을 알 수 없으나 무시할 수 없는 선체경사가 발생하여 회복되지 않는 상황</li> </ul>
조치 사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 선장은 즉시 퇴선 지시</li> <li>- 선사의 비상대응 절차에 따라 퇴선 실시</li> <li>- 조난신호 송신 및 회사 또는 MRCC에 긴급 구조 요청</li> <li>- 구명조끼, 방수복 착용, 구명정, 구명뗏목 하강</li> <li>- 극도의 공포감으로 발생할 수 있는 승객, 선원의 무질서 통제</li> <li>- 선장은 승객, 선원이 안전하게 퇴선하는 것을 확인하고 마지막에 퇴선</li> <li>- 선장은 퇴선 후 리더십을 통해 승객, 선원 독려 및 구조 대기</li> </ul>



『선장 비상대응 매뉴얼』에 대한 의견이 있으시면, 아래의 연락처로 연락바랍니다.

- 주소 (30121) 세종특별자치시 가림로 232, A동 510호  
중앙해양안전심판원
- 전화/팩스 044-200-6124 / 044-200-6139
- 이메일 kmst\_special@korea.kr

### 선장 비상대응 매뉴얼

- | 편찬참여기관 해양수산부 중앙해양안전심판원  
한국해양수산연수원  
(사)한국해양안전진흥협회  
(사)한국해기사협회  
(사)한국선급  
(특)한국선박관리산업협회  
한국선장포럼
- | 발행처 해양수산부 중앙해양안전심판원
- | 발행일 2019년 6월 26일