

국내 해양선박사고의 인적 오류의 요인 평가

김 동 진 · 꺾 수 용

부산대학교 국제전문대학원

Evaluation of Human Factors in Ship Accidents in the Domestic Sea

Dong Jin Kim, Su Yong Kwak

Graduate School of International Studies, Pusan National University

ABSTRACT

In this study, we investigated and identified criterial human factors(errors), most of which lead to terrible ship accidents such as collisions, sinking, fire and explosions resulting both in human lives and physical damages to ships as well as surrounding environments. To this end, we went through the accident reports of 413 cases over 2005~2009 period and classified the human factors into 6 major factors with 19 sub ones which were constructed in hierarchical order. The relative importance of major factors was calculated and among others the lack of awareness turned out to be the most important factor with the weight of 0.391. The contributions of the results in the research are two fold: it will help (i) identify the root causes of ship accidents and prevent further potential ship related incidents, (ii) analyze the degree of the risk associated with the ship accidents, when risk analysis is performed.

Keywords: Ship accident, Human factors, Risk analysis, Human error, Classification

1. Introduction

지난 수십 년간 선박은 규모의 경제를 실현하기 위한 대형화, 서비스 수준의 향상을 지향하는 고속화, 연료비 절감을 위한 고효율화, 그리고 승선감 제고를 위한 고성능화로 발전되었다. 하지만 선박의 대형화와 고속화는 해양선박사고 발생 시 큰 피해를 야기하므로 위험 요인을 규명하고 저감 방안을 모색하여야 한다.

유럽에서는 오래 전부터 정량적 위험도 분석 등을 통한 선박사고의 영향에 대한 연구가 진행되어 왔다. 특히 영국은 1950년대 원자력공사에서 핵 발전 시설에서 발생하는 사고

에 대한 주변지역의 위험을 평가하기 위한 위험도 평가 기준을 제정하였고, 1970년대 영국, 홍콩, 네덜란드, 미국 등에서 이러한 기준을 해운(LNG 운송)에 적용하였다. 그 후, 1990년대에 이르러 다양한 분야로 위험 평가 기준이 발전되어 적용되고 있다.

Ronza 등(2006)은 위험 물질을 취급하는 항구에서의 위험도 연구를 수행하였다. Rao 등(1996)은 화학 물질의 유출 시 발생하는 위험단계를 분류하고 그 영향을 분석하였다. Trbojecvic 등(2000)은 위험요소를 구분하고, 위험도 분석에 대한 연구를 하였다. Svensson(2008)은 선박이 해안주변에 설치된 설비와의 충돌사고에 대한 요인들에 대해 조사하였다.

장명희(2009)는 해운 항만 기업에 대한 정보시스템의 위험 요인들을 구분하고 이들간의 상대적 중요도를 평가하였다. 백인흠(2007)은 환적항만 선정을 위해 주요 요인들을 이용하여 항만들에 대한 선호도를 계산하였고, 이창호 등(2010)은 우리나라 선박관리 리기업의 경쟁력을 위한 요인들에 대한 우선 순위를 도출하였다.

인적 오류에 관한 연구는 Geijerstam 등(2008)이 선박과 해양 구조물의 충돌에 대한 인적 오류의 종류 및 중요성에 대해서 연구하였다. 또한 인적 오류 분석 및 저감 방안에 대한 최근 연구는 다음과 같다.

김동산 등(2010)은 인적 오류 분석을 위한 보완된 모형을 제안하고 이를 이용하여 철도사고 사례를 적용하였다. 신민주 등(2008)은 철도사고 발생에 관련된 인적 오류 분석을 위한 정보시스템을 개발하였다. 김사길 등(2009)은 원자력 발전소에서 발생하는 인적 오류를 줄이기 위한 교육훈련 체계(CRM: Crew Resource Management)를 개발하였다.

국내의 해양선박사고는 연평균 812건(2005~2009년, 해양안전심판원)이며 그로 인해 연평균 135명의 사망 또는 실종자가 발생한다. 이러한 국내의 해양선박사고는 경우 크게 두 가지의 특징을 나타내고 있다. 첫째, 미연에 방지할 수 있는 사고임에도 불구하고 대형 피해가 발생한다. 사고 사례를 보면 인적 오류로 인한 사고가 다수를 차지하고 있다. 둘째, 사고의 전개 과정에서 중대한 사고로 이어지지 않도록 대처할 수 있는 방안이 있음에도 불구하고 인적 오류로 인하여 대형 사고로 이어지게 된다. 그러나 선박의 사고에 대한 위험도 분석 및 이들 사고가 발생하는 주요 요인들에 대한 체계적인 분류 및 특성 등에 대해서는 구체적으로 진행되고 있지 않다. 따라서, 본 연구에서는 지난 5년간의 해양선박사고 기록을 분석하여 선박사고의 원인이 되는 주요 인적 오류 요인들의 유형을 도출하고 이러한 요인들간의 상대적 중요도 및 우선 순위를 계산하였다.

이를 위하여, 2005년~2009년간의 국내 해양선박사고 사례를 바탕으로 선박의 종류 및 특성, 항로, 해양 상태, 운항의 조건 등을 고려하여 사고의 형태, 전개 과정, 특징 등을 분석하였다. 또한 각 인적 오류의 중요도(비중)를 도출하기 위하여 국내의 선박 관련 전문가들을 대상으로 설문 실시하였다.

2. Definition and Analysis of Ship Accident

2.1 Definition of ship accident

해양선박사고의 정의는 해양사고의 조사 및 심판에 관한 법률(법률 제5809호) 제2조에 정의된 선박의 운용과 관련

하여 발생한 선박, 인명, 시설피해 및 오염사고 등이 해당되며, 국제 기준과 동일하다. 국제적으로 표준화된 해양사고에 대한 정의는 다음과 같다(IMO 기준).

- 선박의 운용과 관련하여 사람이 사망하거나 중상을 입은 경우
- 선박의 운용과 관련하여 사람이 행방불명된 경우
- 선박의 멸실, 추정 멸실 또는 구조 포기한 경우
- 선박에 손상이 발생한 경우
- 선박의 좌초, 운항불능 및 충돌
- 선박의 운용과 관련하여 시설에 손상이 발생한 경우
- 선박의 운용과 관련하여 환경피해가 발생한 경우

본 연구에서는 위와 같이 해양선박사고를 심판한 해양안전심판원의 재결서를 바탕으로 하여 선박사고의 위험을 발생시키는 주요 요인을 밝히도록 한다. 해양안전심판원의 재결서에는 해양사고 관련자의 행위에 대한 상세한 진술과 조사내용이 포함되어 있으며 선박의 특성, 항로, 사고 장소, 외부적인 상황, 내부적인 상황, 사고의 전개 과정, 원인에 대한 고찰을 바탕으로 사고 발생 원인의 종합적인 분석이 이루어져 있다. 특히 해양사고 관련자의 책임 조정과 그에 따르는 처벌을 하기 때문에 인적 과실의 유무 및 과실이 있을 경우 그러한 과실에 대한 조사가 이루어져 있어 해양선박사고의 분석에 큰 도움이 된다.

해양선박사고를 분석하는 과정에서 해양안전심판원, IMO, 관련 법규 등을 바탕으로 다음과 같은 9가지 유형의 사고를 정의하였다.

2.1.1 Collision(충돌)

선박간의 물리적 충돌, 선박과 해양 구조물과의 접촉 등 외부적인 접촉의 모든 유형을 충돌로 정의한다.

2.1.2 Sinking/Foundering(침몰)

선박이 수면 아래로 완전히 가라앉은 상태(침수제외)를 나타낸다.

2.1.3 Oil spill(기름유출)

해양선박사고에 있어 기름유출은 선박이 운송을 위해 적재한 원유, 석유제품, 해양생태에 위해를 가할 수 있는 유해물질과 선박의 운항에 필요한 연료유를 해상에 유출시키는 상태를 나타낸다.

2.1.4 Capsized(전복)

선박이 정상적으로 수면 상에 직립되지 않은 상태를 나타낸다.

2.1.5 Grounding(좌초)

좌초는 선박이 해저의 지형 및 구조물에 얽혀 지는 것을 나타낸다.

2.1.6 Fire(화재)

선상에서 작업 과정 중 일어나는 화재 혹은 기관의 화재, 선박의 주거 구에서 발생하는 화재 등이 있다.

2.1.7 Explosion(폭발)

폭발은 가연성 연료가 팽창하거나 불이 붙어 급격한 화학 반응을 보이는 상태를 나타낸다.

2.1.8 Malfunction(기관고장)

운항 시 또는 선박의 정상적인 작동에 문제가 될 수 있는 전자적/기계적 손상이 있는 경우를 나타낸다.

2.1.9 Human casualty(인명사고)

인명사고는 상위의 사고를 제외한 작업 혹은 선상에서의 생활 중 선원 또는 승객의 피해를 나타낸다.

2.2 Classification of ship accident

해양선박사고는 어선-어선, 어선-비어선, 비어선-비어선간의 사고 유형으로 볼 수 있다. 어선의 경우는 순수 어업용 어선, 복합 용도 어선이 어업을 하는 경우 등이 있으며, 정박하여 작업을 하거나 작업을 위해 지정된 항로 외에 유동적인 운항을 하는 경우가 많아 어선의 사고율이 높은 편이다. 또한 어선의 경우는 대체적으로 100톤 미만의 선박이 주를 이루고 있다.

아래의 Table 1은 해양수산청에 등록된 선박의 현황을 나타낸다.

Table 1. Registered ships(including barges) in the Regional Maritime Affairs and Fisheries

VAL		Level 1					
항구명	구분	여객선	화물선	유조선	예선	부선	기타선
□합계	척	203	818	729	1,243	1,998	3,828
□합계	톤	150,708	9,311,560	2,579,635	118,914	1,949,730	192,366
□전월말	척	202	814	729	1,242	1,993	3,776
□전월말	톤	150,308	9,277,789	2,575,582	118,403	1,957,100	186,688
□증감수	척	1	4	0	1	5	52
□증감수	톤	400	33,771	4,053	511	-7,380	5,678

Korean Maritime Safety Tribunal, 200

비어선은 여객선, 화물선, 유조선, 예인선, 부선, 기타 선

으로 나누어져 있다. 여객선은 선박 안전법상 13명 이상의 여객을 수송하는 선박이며 여객뿐만 아니라 화물까지 운반하는 여객선의 종류도 있다. 또한 여객선은 정기적인 항로를 운항하기도 하고 크루즈선과 같은 출발지와 도착지가 같은 관광 목적의 여객선도 있다. 여객선의 경우 사고 발생 시 많은 인명피해가 생길 수 있기 때문에 운항상 각별한 주의가 요구된다.

화물선의 종류는 크게 일반 화물선과 특수 화물선으로 나눌 수 있다. 일반 화물선은 여러 화물을 같이 운반할 수 있으며 특수 화물선은 하나의 특수 화물을 운반하는 것이다. 일반 화물선의 경우는 선박이 대형화 되지 않고 있으나 특수 화물선의 경우는 대형화가 이루어지고 있다.

유조선은 원유나 정제유를 수송하는 선박으로 오일 탱커라고도 한다. LNG, LPG 선도 탱커 선에 속하며 한 번에 많은 양의 원유나 정제유를 수송하기 때문에 선박이 대형화되어 있다. 또한 이러한 유조선의 경우는 기름유출 사고나 폭발, 화재사고가 발생하면 인명의 피해가 크고 환경적인 피해 역시 심각한 결과를 초래하기에 각별한 주의가 요구된다. 또한 선박이 대형화되어 급선회나 정지가 힘들기 때문에 충돌의 위험이 있고 LNG, LPG의 경우는 하역 과정이나 선상 작업 과정에서 폭발이 위험성이 크기에 많은 주의가 필요하다.

예인선은 다른 선박의 예인 및 압항을 하는 선박이며 부선은 동력 장치가 없어 자체적으로 운항이 불가능한 선박이다. 최근에는 이러한 예인선, 부선의 운항 중 사고가 증가하고 있는 추세를 보이고 있다. 사고 비중이 가장 큰 어선사고의 경우 어선 간 사고뿐 아니라 어선-비어선간 사고도 해당하기에 어선이 타 선박의 안전에 영향을 미칠 가능성이 가장 크다. 다음으로 화물선의 사고수가 많은 것은 화물선의 운항율이 높으며 여객선, 유조선보다 선박수가 많기 때문으로 해석된다.

Figure 1은 해양안전심판원의 자료를 재구성한 자료이며

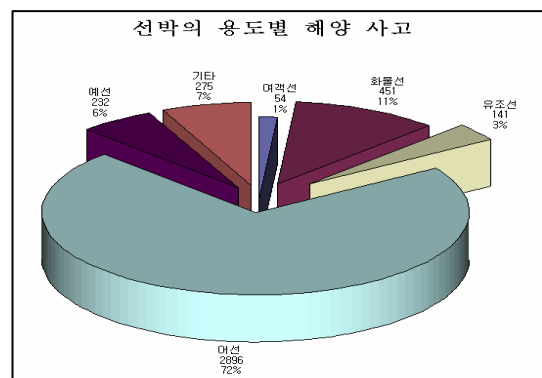


Figure 1. Maritime accidents by classified ships

선박의 용도별 해양사고를 나타낸다.

전체 해양사고 중 어선이 72%의 비중을 차지하고 있고 다음으로 화물선이 11%로 이들 2종류의 선박이 전체 사고의 83%를 차지하고 있음을 알 수 있다.

3. Analysis of Ship Accidents Over the Years of 2005~2009 Period

2005년부터 2009년 사이의 해양선박사고의 사례를 분석하기 위해 해양안전심판원의 재결서를 전수 조사하였으며, 미결된 사건을 제외한 총 413건의 해양선박사고를 분석하였다. 분석 시 어선-어선간 사고는 제외하고 정기적인 운항을 하는 선박을 대상으로 하였다. 해양안전심판원은 어선간 사고를 포함하여 사고의 유형이 복잡하고 중복되는 부분이 있다.

3.1 Definition of human error

2005년~2009년 사이에 일어난 해양안전심판원 재결서 413건을 분석한 결과로 인적 오류가 있는 사건의 경우는 409건이며 불가항력적인 사건은 4건이다.

해양선박사고의 경우 인적 오류가 차지하는 비율은 다음과 같다.

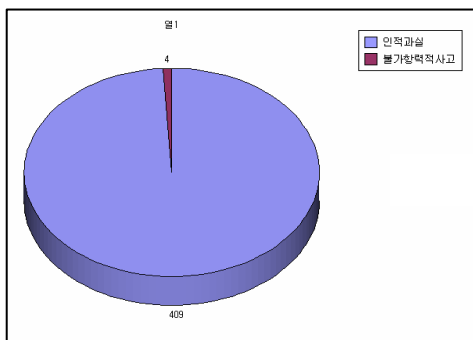


Figure 2. Percentage of human error

불가항력적인 상황하에 일어난 4건의 사고는 다음과 같다. 선체의 트림과 같이 선박이 제어의 범위를 벗어나는 경우와 미확인 물체(고래추정)의 접촉에 의한 운항상의 장애가 있다. 그 외에도 본 재결서에 분석되지 않은 사고의 경우는 철저한 정비하에서 생기는 기관 손상, 악천후에 대비해 적절한 피항을 하였음에도 생기는 충돌, 표류전복 등이 있다.

해양선박사고는 각 국가가 가지고 있는 해양환경 요인, 산업 구조의 형태, 해양의 의존 정도 등의 요인에 따라 다른 특성을 가지고 있다. 또한 그 이외의 요인에 의해 인적 오류는 국가마다 차이날 수 있다. 따라서 국내의 해양선박 사고 역시 특징을 가진다는 가설을 설정하여 실제로 발생한 최근 5년간 사고의 자료(해양안전심판원의 재결서)를 바탕으로 인적 오류의 유형을 분류한 결과 6가지의 대분류로 인적 오류를 분류하였다. 그러한 인적 오류의 분류 기준은 다음과 같다.

① 본 연구는 해양선박사고가 일어나기 이전에 인적 오류의 상황이 유지되고 있었는지와 사고가 일어나는 순간에 인적 오류가 있었는지를 판단하여 인적 오류의 원인 및 속성을 파악하였다. 또한 사고 관련자의 관련성을 고려하여 인적 오류의 요인을 선정하였다. 그 내용은 다음과 같다.

4) 선박의 운항 중 기초 준수 요인, 2) 항법 요인 중 항로의 선정, 5) 선원의 위법행위는 해양선박사고 발생 이전에 인적 오류가 영향을 주었거나 지속된 상태이다. 또한 모든 선원에게 상위의 인적 오류가 발생할 수 있다.

1) 경계, 2) 항법 요인 중 운항법 준수, 3) 운항상 요인은 항해의 업무를 가진 선원에게 해당하는 인적 오류다. 또한 선박 운항 중 모든 순간에 필수적으로 지켜져야 할 요인이다.

6) 후행적 선박 운항 안전은 모든 선원에게 발생할 수 있는 인적 오류며 사고의 순간에 직접적인 연관성을 가지고 있다.

② 해양선박사고에 있어서 경계의 인적 오류가 가장 많은 부분을 차지하였다. 따라서 경계를 1) 대분류로 선정하였다.

③ 하위 항목 간의 연관성을 고려(Table 2참조)하여 분류하였다. 따라서 세부 항목을 명확히 구분하면서 같은 상위 항목 아래에서의 이질성을 줄일 수 있었다.

기존의 국내 연구는 해양안전심판원의 분류를 인용하였다. 하지만 해양안전심판원의 경우 해양선박사고의 원인에 대하여 크게 운항 과실(이하 13개 요인), 취급불량 및 결함(이하 3개 요인), 기타(이하 6개 요인) 등으로 분류를 하였다. 이러한 분류법은 인적 과실, 기계적 결함, 외부적 요인으로만 분류한 것이며 해양선박사고에 있어 인적 오류를 분석하기에는 부적합하다. 취급불량 및 결함의 경우 해양선박사고에서 차지하는 비율은 매우 낮은 것과 같다. 운항 과실의 경우 13가지 세부 요인이 모든 운항 과실을 포함하고 있지 않고 요인간 중복되는 부분이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 해양안전심판원의 2005~2009년 재결서(어선-어선간 사고 제외)를 기존의 인적 오류의 분류 방식에 적용하지 않고 적합한 사고를 전수 조사하여 인적 오류의 요인을 선

정하였다. 또한 용어의 채택을 위해 평균 10년 이상을 종사한 전문가에게 자문을 받았으며 재결서 및 관련 법률을 바탕으로 하였다. 하지만 지난 5년간의 재결서를 분석한 결과임을 밝히며 지난 수십년의 사고 사례를 대표하지 못했다는 단점이 있으므로 추후 인적 오류의 요인의 보완이 필요하다.

3.1.1 경계

경계는 선박의 운항에 있어 가장 필수적인 부분이다. 해양 선박사고의 경우 가장 많은 부분을 차지하는 사고는 충돌 및 접촉사고이다. 선박은 자/수동 항해를 통하여 선박의 운항 목적 하에 선장의 항로 결정과 조타로 운항을 한다. 따라서 충돌은 불가항력적인 상황을 제외하고 거의 모든 행위가 인위적인 결정에 의하여 상호간 혹은 자체적으로 발생하는 것이다. 이러한 사고는 운항 중 경계의 부족으로 인해 발생한다.

선박의 운항에 있어 경계는 두 가지가 있다. 시야 경계와 레이더 경계가 있으며 보편적으로 운항자나 경계자(선박의 유형에 따라 경계의 업무를 따로 하는 경우가 있음)는 두 경계를 모두 하여야 한다. 하지만 시계가 제한된 상황(기상 악화의 상태이거나 연무로 인한 시계제한, 야간)일 경우는 레이더 경계에 최선을 다하여야 한다. 경계는 시각적인 경계뿐만 아니라 상호간의 경적신호, 무전기 신호등을 적절히 수행하는 것도 경계의 임무에 속한다. 또한 선박이 이동을 하지 않는 경우에도 적절한 묘박지에 정박하여 당직자를 배치한 상황 이외에는 항상 경계를 하여야 한다. 경계는 해상교통안전법 제 25조 '경계'에도 적시되어 있다. 그 외에도 개항 질서법, 국제해상충돌예방규칙 등의 법률에도 그 중요성이 법적으로 명시되어 있다.

3.1.2 항법적 요인

항법적 요인은 선박을 운항함에 있어 항로상의 법률과 항로의 선정이다. 해상에서의 선박은 각종 항법의 적용을 받는다. 항법은 운항자 혹은 상호 간의 안전을 보장하기 위한 법률적 장치이며 항법의 미준수는 인적 오류라고 할 수 있다. 하지만 해양선박사고의 사례를 살펴보면 항법을 준수하지 않아 사고가 발생하는 경우가 있다. 또한 항로 선정의 적절성은 항로에 대한 충분한 정보가 있는 상황에서 적절한 항로를 선정하였는지의 여부이다. 이러한 인적 오류에 영향을 미치는 국내 해양의 환경적 요인은 다음과 같다.

국내의 경우 해안이 복잡하고 도서가 많이 발달해 있다. 또한 서해는 조석간만의 영향을 받아 항로가 제한을 받으며 양식장이 많아 항로가 협소한 특징을 가진다. 해양선박사고의 경우 어선-비어선의 충돌이 많은 이유는 어장과 항로가 만나는 지역이 많고 좁은 어장에 비해 많은 어선이 있어 항로상의 불법적인 조업이 이루어 지고 있기 때문이다. 항

법은 항로와 긴밀한 관련이 있으며 항로의 선정을 하는 것은 항로상의 특징을 운항자가 미리 파악해야 하기 때문이다. 또한 항로상의 특징을 파악해야 적절한 항법의 적용이 가능하며 그에 따른 대처가 가능하다.

3.1.3 운항상의 요인

운항상의 요인에는 부적절한 조타, 무리한 운항, 안전거리 미확보, 의사합의 불이행이 있다. 운항상의 요인판 항법상의 요인은 정확히 구분을 하여야 한다. 항법상의 요인의 경우 항해를 함에 있어 항로의 특징을 파악하여 항로에 적용되는 항법을 의미한다. 하지만 운항상의 요인은 해양선박사고의 발생 순간에 생긴 운항자의 조타상의 일반적인 오류를 의미한다.

부적절한 조타는 운항자가 조타를 미숙하게 이행하였거나 자신의 조타 능력을 과신하여 선박을 정상적이지 않게 운항하는 경우이다. 그러한 예로는 안전거리를 확보하지 않고 선박사이를 무리하게 추월하기 위하여 운항하는 경우, 해상 구조물에 근접해서 항해하는 경우, 과고항해수칙(너울성 파도가 있는 경우 선박을 전/후방으로 넘어야 함)을 준수하지 않은 경우 등이 있다. 부적절한 조타의 경우 해양선박사고가 빠르게 전개되는 특징이 있다. 사고가 발생한 후 대처할 시간이 부족한 경우가 많아 피해가 크다.

무리한 운항의 경우 부적절한 조타와 깊은 연관성을 가진다. 또한 무리한 운항은 안전 수칙에도 포함되는 부분이다. 안전거리 미확보의 경우도 부적절한 조타이며 무리한 운항이다. 의사합의 불이행 경우 상호간의 의사합의를 한 선박이 불이행하여 생기는 경우가 다수이다. 이것은 재결서 분석에서 합의 불이행이라는 항목으로 그 책임을 규정하고 있다.

3.1.4 선박 운항상의 기초(필수) 준수 요인

해양선박사고는 선박 상호간의 물리적 영향을 주고 받는 사고와 단일 선박이 스스로 사고의 주체가 되는 사고가 있다. 이 두 사고의 경우 인적 오류는 시계열상으로 사고 전에 있을 수 있고 사고와 함께 요인이 동반될 수 있다. 선박 운항상의 기초 요인은 선박이 정상적인 운항을 위해 필요로 하는 기본적인 요구 사항을 충족 시키지 못한 경우이다.

선박 운항상의 기초 준수 요인에는 선행적 안전관리, 선박 운항 전 선박의 점검, 선박의 관리, 필수 선원의 충족, 선원 간의 직무 배정과 같은 운항에 필요한 요소가 있다. 이것은 출항 전 꼭 점검을 해야 하는 부분이며 출항 후에는 이러한 요인에 의해 다양한 형태의 사고로 나타난다. 선박이 출항하기 전에 필요한 다른 요소로는 기상에 대한 숙지, 항로상의 해수면 및 조석간만의 차이에 대한 숙지, 암초대 파악, 선적 적하상의 선박 수심에 대한 파악이 필요하다. 이것은 항해를 하기 전에 항해사나 선장이 해야할 주요 업무이다.

Table 2. Summary of human factors

상위 항목	하위 항목	설 명
경계	시야 경계	선박 운항자 혹은 운항을 보조하는 경계보조자가 직접 관측하는 것
	레이더 경계	선박 운항자 혹은 운항을 보조하는 경계보조자가 레이더(장비)로서 관측하는 것
항법 요인	항로 계획 및 선정의 적절성	항로의 계획과 선정이 적절 한지에 대한 여부
	운항법의 준수	법에 의거한 운항의 여부
운항상 요인	조타의 적절성	무리한 조타에 의한 적절성의 여부
	무리한 운항여부	기타 여건에 의해 무리한 운항을 하였는지에 대한 여부
	안전거리 준수	상호 선박 간 안전거리 준수에 대한 여부
	선박상호간 의사합의 불이행	정해진 법에 따라 정해진 선박상호간의 의사 합의 불이행 여부
선박 운항 중 기초준수 요인	안전관리 및 점검	출항 전 안전관리 및 점검의 여부
	필수사항 충족	출항 전 선박에 필요한 모든 물품이나 여건이 구비 되었는지에 대한 여부
선원의 위법행위	음주	출항 전 혹은 출항 후 선원의 음주 여부
	졸음	임무 수행 중 졸음으로 인한 과실의 여부
	과속	정해진 규정 속도에 따라 운행하였는지에 대한 여부
	과적	정해진 규정에서 벗어난 과적의 여부
	무면허	선원 혹은 관리자가 규정된 면허 없이 운행 하였을 때의 문제
후행적 선박 운행 안전	정박/운항 시 등화	정박하거나 운항 시의 등화 여부
	충돌위험 시 경적	선박의 충돌 위험 시에 경적을 울렸는가에 대한 여부
	직무별 과실	직무별 실수로 인한 과실
	안전수칙 준수	운행 중 안전 수칙 준수에 관한 여부

선박 운항상의 기초 준수 요인은 선박이 운항하기 전에 필요로 하는 선행적 안전관리의 개념이다.

3.1.5 선원의 위법

해양선박사고에 있어 법적으로 정확한 처벌이 가능한 부분은 음주, 무면허, 과적이 있다. 음주의 경우 혈중 알코올 농도 0.08 이상은 법적으로 처벌을 받는다. 무면허의 경우 선박의 운항이 불가하다. 하지만 직무와 관련이 있는 자격 조건을 갖추지 못한 위법 상황 하에 해양선박사고는 빈번히 일어나고 있다.

3.1.6 후행적 선박 운행 안전

해양선박사고에 있어 주요한 사고 요인으로 선박이 출항 후, 업무 중 등화를 적절하게 이행하지 않는 경우가 있다. 이는 해상교통안전법 제43조(항행중인 예인선의 등화와 형상물), 그 이외에도 작업중인 어선의 등화, 닛 정박중인 선박도 운항중인 선박이 충돌을 하지 않도록 정확한 등화의 필요성이 법적으로 명시되어 있다. 이것은 항법적 요인에 포함되지만 등화와 경적의 경우 충돌에 영향을 미치는 개별적 요인으로 분류한다. 정박중인 선박이 등화를 하지 않고 상대 선박이 레이더 경계를 소홀한다면 항로상에서 충돌을 하게 된다. 이러한 경우 정박중인 선박의 규모가 작을 경우 충돌

각도에 따라 인명사고의 피해 정도가 커지게 된다. 또한 출항 후 직무별 과실과 안전 수칙의 미준수는 선박이 출항 후 운항 중에 발생하는 직접적인 인적 오류다.

다음의 Table 2는 인적 오류 요인의 요약을 나타낸 것이다.

Table 2의 내용을 바탕으로 각 지난 5년간 해양선박사고에 있어서 각 인적 오류의 요인을 조사하였다. 총 409건의 인적 오류가 존재하는 사고 중 인적 오류의 요인이 단독적으로 작용한 사고는 83건이며 326건은 요인이 2개 이상 작용한 사건이다. 따라서 409건의 사고에 적용되는 요인은 총 888개(아래 Figure 3 참조)이며 한 사건에 최대 5개의 요인이 작용한 경우도 있다. 다음은 409건의 사고에 원인이 되는 인적 오류의 요인별 통계 수치를 나타낸 그림이다.

지난 5년간 국내의 해양선박사고의 인적 오류의 요인을 분석한 결과 인적 오류가 복합적인 형태를 보인 구성은 총 38개였다. 가장 많은 복합 구성을 보인 것은 경계와 항법적 요인의 조합이었으며 58건의 사건이 해당되었다. 또한 가장 복잡한 인적 오류의 구성을 보인 유형은 경계, 항법적 요인, 운항상 요인, 선원의 위법행위, 후행적 선박 운행 안전 등이 있으며 2건의 사건이 해당되었다. 하위 항목을 바탕으로 분석하면 100여 개의 복합적인 구성을 나타낸다.

국내의 해양선박사고의 인적 오류의 요인을 선정하고 사

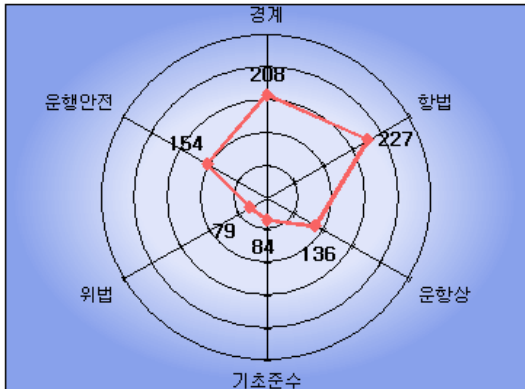


Figure 3. The number of ship accidents by human factors (2005~2009)

고를 분석하는 과정 IMO code를 바탕으로 다음과 같은 재결서 분석을 위한 틀을 구성하였다.

본 연구에서 도출한 6가지 인적 오류 요인과 IMO resolution A.884 (21)을 비교하면 다음과 같다.

현재 적용되는 IMO의 기준은 해양선박사고의 일반적인 요인을 규정하고 있다. 하지만 본 연구는 원인을 분석하기 위해 인적 오류에 중점을 두었다. 또한 국내의 선박사고에 직접적으로 영향을 준 인적 오류의 요인을 선정하였다.

다음은 IMO와 본연구의 사고분석기준을 비교한 표이다.

Table 3. Comparison of human factors with IMO

Human factors	IMO
경계	인적 요인
항법적 요인	선내조직
운항상 요인	작업/생활 환경
선박 운항상의 기초(필수)준수 요인	선박의 요인
선원의 위법 행위	접안시 관리
후행적 선박 운행 안전	외부적 영향/환경

다음 Table 4은 해양안전심판원의 2005~2009년간 해양선박사고의 재결서 중 2009년 재결서 분석 자료의 일부이다.

- 1) 사고의 사건 번호는 그 사고의 시계열상의 순서를 나타내고 있다. 예를 들어 충돌간에 1이라는 숫자는 충돌이 첫 번째로 일어난 사고라는 것을 나타낸다.
- 2) 재침으로 인한 사고의 중복을 피하기 위해 재결 번호를 표기하였다.
- 3) 사고의 시기별 분석을 위해 사고 일시를 표기하였다.

Table 4. The example of classified ship accidents(2009)

재결번호	선박 종류	사고 일시	인명 손실	충돌	전복	좌초	침몰	기름 유출	폭발	화재	인명 사상	인명 피해	기관 손상	사고 시 행위	인적 과실 유형
목10-6	어-화물	09.11.14	4사망 3실종	1			2어선							회피결여	경계소홀, 1안전(무면허자), 운항(조타)
인09-19	예인	09.3.1					침수								안전(점검, 무리한 항해)
인09-23	일반화물-자동차운반	09.3.30		1											운항부적절(조타)
인09-24	유람	09.4.11				암초									운항부적절(무리한 조선)
인09-36	석유제품 운반-어	09.5.15		1								어선측 3		회피결여	운항부적절(항), 경계소홀, 안전(거리)
인10-2	어획물 운반	09.10.19	1		해수, 과적										안전(기상, 조치, 과적, 무리항해)
인10-3	유람	09.12.18				암초						3		선박위치 확인미흡	운항부적절(항로선정)
인10-6	피예인부	09.2.28				조류, 암초								조석간만차 확인미흡	운항부적절(항로선정), 안전
인10-7	폐기물 운반-화물	09.12.31	1	1			2화물 침수								운항(추월위법, 항법), 2경계소홀
인10-10	피예인부	09.1.15				1해심	2								안전(점검, 정보), 운항(항로선정)
인10-14	어획물 운반	09.11.21					1과공 침수								안전(기상, 무리한 항해)
인10-17	부-어선4척	09.12.5		1부 선발			2								안전(기상), 직무과실(뺏)

4) 사망/실종의 결과(인명손실로 표기)만으로 부족한 점을 보완하기 위해 사망/실종 이 외 인명의 부상(인명피해로 표기)상황을 표기하였다.

5) 인명사상은 해양선박사고의 분류 중 인명사고(Human casualty)를 나타낸다.

6) 재결서 분석 중 사용이 빈번한 인적 오류의 용어를 선택하여 각 사건 별 인적 오류를 기입하였다.

예를 들어 41번의 사건은 다음과 같다. 재결 번호는 목해심 2010-06호이며 어선과 화물선간 사고이다. 2009년 11월 14일 발생하였고 사고로 인해 4명이 사망하고 3명은 실종되었다. 사고는 최초 충돌(1)로 시작되었으며 그 후, 어선이 침몰(2어선)하였다. 상호간 충돌을 피하기 위한 협력행위가 결여되었으며 인적 과실은 경계소홀, 운항 부주의, 안전 수칙 미준수, 위법이다.

5년간의 사고 재결서 분석 결과 사고별 사망자 수는 Figure 4와 같다. 충돌이 145건으로 전체의 62%를 차지하고 있다.

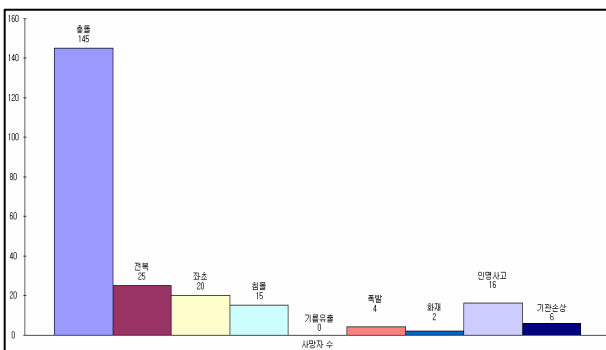


Figure 4. The number of fatalities by maritime ship accidents (2005~2009)

충돌이 가장 큰 비중을 차지하고 있는 이유는 국내 항해 선박의 수가 많고 항로가 한정적으로 지정되어 있어 선박간 충돌로 인한 사망사고가 가장 많은 것으로 해석된다. 충돌과 연관되는 사고는 충돌 후 재 충돌, 접촉(선박간의 충돌이 아닌 항만, 부유물, 그 외의 해양 시설물 등), 전복, 침몰, 기름유출, 희박하게 좌초가 있다. 좌초의 경우는 접촉과 유사하기는 하나 단독으로 운항상의 과실 혹은 정박간의 문제로 인하여 암초, 저수심대, 해저 구조물 등에 좌초되는 경우가 주를 이룬다. 화재, 폭발의 경우는 사고의 진행 후 침몰되는 경우가 있을 수 있다. 조난, 행방불명, 인명사상, 기타의 경우는 단독적으로 일어나는 사고이다. 하지만 기관손상으로 인해 충돌, 침몰과 같은 사고가 연계될 수 있다.

3.2 Major accidents

재결서를 분석한 결과 해양선박사고를 대표할 수 있는 사고는 다음과 같은 세 가지 종류의 사고이다. 인명손실이 큰 충돌사고, 기름유출 사고, 인명사고이다. 충돌은 해양선박사고에 있어서 가장 많은 사고율을 나타낸다. 또한 기름유출 사고는 선박의 대형화에 따르는 이익이 있는 반면에 인적 오류로 인해 사고로 이어질 경우 환경적으로 많은 피해를 줄 수 있다는 점을 보여주는 사례이다. 또한 인명사고는 인적 오류와 연관된 사고가 90퍼센트(타 사고 통계 자료를 바탕한 평균치) 이상을 차지(Figure 5 참조)하고 있기에 인적 오류 선정의 중요성을 보여주는 사례이다.

3.2.1 충돌로 시작된 복합사고

해양선박사고에 있어서 충돌이 사고의 시작이 되는 경우가 60퍼센트 이상을 차지한다. 충돌로 시작하여 2~4가지의 사고가 복합적으로 진행되는 경우 인명피해 및 재산피해의 규모가 커지게 된다. 다음의 사건은 2005년 3월 8일 발생하였으며, 충돌로 시작하고 각각의 선박은 화재와 침몰로 이어진다. 본 사고의 인적 오류를 나타내는 재결서의 주문 중 일부이다.

'이 충돌사건은 리크머스 제노아 측이 ① 시계가 제한되었음에도 ② 안전한 속력으로 감속하지 아니하였을 뿐만 아니라 시계제한상태에 있어서의 ③ 음향 신호를 울리지 아니하고 상대선이 정형 전방에 있음에도 ④ 침로를 좌현으로 변경한 것으로 인하여 발생한 것이나, 썬 크로스호 측이 시계가 제한되었음에도 안전한 속력으로 감속하지 아니하였을 뿐만 아니라 시계제한상태에 있어서의 음향 신호를 울리지 아니하고, ⑤ 충돌의 위험성 확인을 소홀히 한 까닭에 충분히 여유 있는 시기에 ⑥ 충돌을 피하기 위한 동작을 취하지 아니한 것도 일인이 된다.'

사고 재결서의 주문 내용의 해석은 다음과 같다.

① 사고에서의 시계제한의 상황은 안개로 인한 것이며 이러한 상황에서는 레이더 경계와 경계 인원을 추가적으로 배치하여 안전에 최선을 다하여야 한다.

② 항법상으로 시계가 제한된 상황에서는 안전 속력으로 감속하여 운항하여야 한다.

③ 시계가 제한된 상황에 레이더 상으로 위험물이 인지되면 음향 및 각종 신호를 보내어 본 선의 위치를 상대선에게 알려야 한다.

④ 선박의 통항에 있어서 상호간에 교차 시에는 좌현대 좌현을 기본 원칙으로 한다.

⑤ 선박 운항자에게 있어서 충돌의 위험성은 항상 인지하여야 한다.

⑥ 해양선박사고 중 충돌에 있어서 충돌을 줄일 수 있는 가장 효율적인 방법은 상호간 회피 협력의 자세이다.

이 사고로 인하여 일반 화물선은 충돌 직후 침몰하여 3명이 실종 및 사망하였고 2명은 부상을 입고 구조되었다. 반면 컨테이너선은 화재가 발생하였고 한 명이 실종되는 피해를 입었다.

3.2.2 기름유출

기름유출은 최근 환경적인 문제로 크게 부각되고 있다. 국내 유조선의 운항이 5년 전 보다 2배로 많아졌고 유조선의 크기와 속력이 커지고 향상되었다. 유조선의 기름유출 사고는 해양생태계의 파괴 및 어업 종사자에게 매우 큰 영향을 미치고 있다. 다음은 태안 기름유출 사고의 재결서를 요약한 것이다.

이 사건의 원인으로는 예인선단이 기상급변에 적절히 대응하지 못하여 부선의 통제력을 상실하여 표류하던 부선에 대한 위험을 경고하지 않고 결국 정박 중이던 유조선에 충돌, 파공이 발생하여 생긴 사고이다. 이로 인해 유조선에 적재중이던 원유 약 12,547kl가 해상으로 유출되었다. 유조선측 역시 경계를 소홀히 하였고 기름유출 상황을 적절히 대응하지 못해 피해가 더 커지게 되었다.

사고의 진행 과정 중 중요한 점은 예인선단의 부적절한 항해, 무리한 운항이 있었다는 점이다. 또한 유조선의 정박 중 경계를 하지 않았다는 점도 있다. 다음으로 사고 후 대처에 있어서 적절하지 못했다는 점이다.

3.2.3 안전사고

안전사고는 선박이 정박 중이거나 운항 중 작업 과정에서 생기는 사고를 나타내며 이러한 사고의 특징은 인적 오류에 의한 사고라는 점이다. 사고 사례는 다음과 같다.

'선박은 총톤수 132톤이며 준설토 작업을 목적으로 한 강조 예인선이다. 이 선박은 부적절하게 닻 꼬임 해제 작업을 하던 중 ① 작업자에게 안전교육을 실시한 후 작업계획에 따라 안전하게 고박한 후 수행, ② 별도의 작업용 부선을 준설토선에 접안시켜 그 위에서 작업을 수행, ③ 닻사슬을 완전히 감아 올려 준설토선 위에서 해제작업을 수행하도록 하는 세 가지의 안전 수칙을 준수하지 아니하였다. 그로 인해 작업 중이던 선원 2명을 달치는 사고가 발생하였다. 결국 선원 한 명은 중상을 입고 한 명은 후송 중 사망하였다.'

해양선박사고에 있어서 작업 중 안전 수칙을 준수하지 않아 생기는 사고는 매년 발생하고 있다. 안전에 대한 교육을 충실히 시행하고 있는 반면 사고가 줄지 않는 원인은 선원들의 안전에 대한 인식이 낮고 업무가 힘들고 위험하다는

이유를 들 수 있다. 이러한 사고들의 공통적인 특징은 불가항력적인 사고가 아닌 인적 오류에 의한 사고라는 점이다. 그것은 적절한 대안이 모색이 되어 실행 된다면 충분히 예방하고 사고가 커지는 것을 막을 수 있다는 것이다. 그러한 점에서 본 연구의 중요성이 있다.

3.3 Characteristics of the accidents (2005~2009)

5년간의 재결서를 바탕으로 각 사고마다 유사한 인적 오류를 가지고 있다는 것을 알 수 있었다. 따라서 유사한 인적 오류를 가진 사고의 특징은 다음과 같다.

① 충돌의 경우 사고 사례를 분석하여 보면 상대 선박이 근접한 상황에서 두 가지의 유형이 있다. 사고가 발생할 때까지 인식을 하지 못한 경우와 최근접 상황에서 위험을 인지한 경우이다. 전자의 경우는 사고로 이어질 가능성이 크다. 또한 사고의 피해도 큰 것이 당연하다. 상호 선박간에 경계가 부족한 상황이기 때문에 양쪽 과실이 분명해 진다.

이와 달리 사고 관련자 중 한쪽이 인식을 하였다면 다음과 같다. 본 선박은 인지를 하였으나 인지를 못한 선박이 피할 것이라고 판단을 한 경우가 있다. 인지를 한 선박이 급하게 음성, 점등, 무전 신호를 보내는 경우도 있으나 상대 선박에서 대처할 시간이 부족하여 사고로 이어지는 경우도 있다.

만약 경계가 부족한 상황에서 사고의 시점에 가까워 졌다면 인식을 한 쪽에서 충분한 경적 신호(단타 3회 연속)를 보내야 한다. 그리고 야간의 경우 점등 신호도 보내야 하며 동시에 무전 신호로 상황을 전달해야 한다. 또한 충돌 회피를 위한 기본 운항 수칙을 이행하여야 한다.

접촉, 좌초의 경우 충돌과 같이 경계가 중요하지만 자체적인 사고라는 점은 차이가 있다.

② 화재, 폭발의 경우는 선박의 노동자가 작업 중 안전 수칙을 이행하지 않아 생기는 사고가 대부분을 이루고 있다. 사고의 책임에 있어서도 작업자의 과실 뿐 아니라 작업 감독자의 과실도 연계되어 있다. 선상에서의 작업은 그 위험성이 선박 전체에 이어질 수 있기 때문에 작업 시 많은 주의가 요구된다. 하지만 사고 사례를 보면 충분한 감독이 이루어 지지 않거나 작업자가 임의로 작업을 하는 경우를 볼 수 있다. 선박의 경우 폭발과 화재는 연계되어 일어날 가능성이 많다. 폭발, 화재사고의 경우 사고 발생 후 연료를 잠그거나 폭발, 화재 가능 물질을 분리해야 한다. 하지만 인위적인 대처가 불가하다면 구조 요청 후 대피가 우선이라 할 수 있다.

③ 인명사고 및 기관 손상은 선상에서 작업 중 일어나는 사고로 인한 인적 피해의 종류를 포괄한 것을 인명피해라고

한다. 즉, 인명사고는 안전 수칙을 이행 한다면 불가항력적인 상황을 제외하고는 충분히 예방할 수 있다.

기관 손상은 사전적인 점검이 없어서 일어나는 경우 외, 예측하지 못한 부분의 손상이 있는 경우이다. 기관 손상이 자력 운항을 하지 못할 정도라면 구조를 요청하고 손상된 기관을 수리할 수 있는 방법(예인, 손상 기관 부품 보급 및 기술자의 협력)을 파악하여 대처하여야 한다. 또한 기관 손상에 대비하여 선박에 필요한 대체재를 충분히 보유하여야 한다.

3.4 Summary of the Analysis

상기절 3.1~3.3의 내용을 요약하면 다음과 같다.

① 전복과 침몰이 발생할 경우 사망자가 많다. 특히 해양 선박사고의 유형 중 침몰의 경우는 사망률이 높은 것을 나타냈다. 침몰은 사고의 진행이 매우 빠르며 구조도 매우 힘들다. 또한 어떠한 사고의 전개 과정이라 해도 선박간 물리적 사고의 경우 상대적으로 작은 선박의 피해가 크다는 특징을 가지고 있다. 그러한 점은 어선의 사망/실종자가 많은 것으로 알 수 있으며 선박의 과실이 어선이 아닌 타 선박에 있더라도 그 피해는 어선이 많았다.

② 복합적 사고의 경우 특정한 사고의 전개 과정의 형태를 가지고 있다. 예를 들어 1) 충돌-전복-침몰의 경우 충돌 후 선체의 복원력을 상실하여 선체가 전복되고 침수의 작용에 의해 결국 침몰하는 사고 전개 과정이다. 선박은 대형화 되어 있기 때문에 사고의 진행을 막기 매우 어렵다. 또한 해상 상태마저 나쁘면 충돌 후 전복을 막기가 매우 힘들다. 2) 충돌-침몰의 경우 사망률이 매우 높다. 충돌 후 매우 불과 몇 분내로 선박이 침몰할 경우 선원들의 대피가 어렵고 구명정 및 구명외의 준비 시간이 부족해 구조전에 사망/실종 되는 사례가 많다. 3) 충돌-전복의 경우도 역시 충돌 후 빠른 시간 내에 전복이 이루어지기 때문에 선원들의 대피가 어렵다. 하지만 2) 충돌-침몰의 경우보다는 낮은 사망률을 보인다. 4) 전복-침몰의 경우는 충돌로 사고가 시작되지 않는다. 전복의 경우 좌초 혹은 해수 침수, 파공 침수, 복원력 상실 등의 이유로 전복이 된다. 그 후 침수 상태가 심해지면 침몰의 상황까지 발생한다. 이러한 시나리오도 사고에 있어서 많은 비율을 차지한다.

③ 특정사고의 확률이 높은 사고의 유형은 연도마다 비슷한 추세를 보인다. 연도별 사고의 분석은 재결서의 내용이 아닌 통계청의 사고 분석에서도 알 수 있다. 충돌의 경우 연도별로 약 60퍼센트 내외의 수치를 보이고 있다. 이것은 특정 해양선박사고의 유형이 매년 비슷하게 발생한다는 것을 뜻하며 그러한 사고의 유형에 대한 위험 감소 방안이 모색

되어야 한다.

④ 인적 오류가 사고의 가장 큰 요인으로 분석되었다. 인적 오류의 분석에서 나타난 것을 바탕으로 거의 모든 사고에 인적 오류가 연관이 있다는 것을 알 수 있다. 충돌의 주요 오류는 경계부족이 큰 비중을 차지하고 있다. 화재, 폭발, 인명피해는 안전에 대한 불이행, 불감증이 큰 요인으로 지적되고 있다. 이것은 사고의 전개 과정마다 연관되는 주요 인적 오류가 있다는 것이다.

⑤ 해양선박사고는 상호 간에 일어나는 사고가 대부분이다. 사고가 발생하는 시점에 상호 간에 적절한 협력이 있다면 사고를 피할 수 있다. 충돌사고 시 사고의 관여자가 서로 충돌을 피하기 위한 적절한 행위가 결여된 경우는 다음과 같다.

- 1) 충돌에 대한 대비를 하지 못한 경우
- 2) 충돌의 가능성에 대한 인지는 하고 있으나 책임을 회피한 경우
- 3) 충돌에 대한 인식이 결여되어 있거나 사고에 대한 위험성을 고려하지 않은 경우

4. Calculation of Weights and Priority of Human Factors

전절의 Figure 3과 같이 인적 오류는 복합적인 형태로 나타나고 있으며 선박사고로 이어짐을 알 수 있다. 따라서 본절에서는 이러한 6가지 주요 인적 오류들 간의 중요도를 비교하였다. 이를 위하여 선박 관련 전문가들을 대상으로 설문을 실시하였고 총 72부 중 분석에 적합한 35부를 채택하여 계층분석법으로 각 요인의 중요도를 계산하였다.

해양선박사고 인적 오류의 6개 주요 요인에 대한 중요도는 Figure 5와 같다.

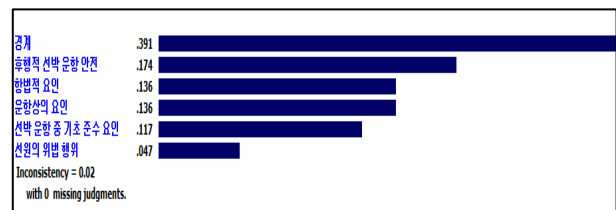


Figure 5. The weights for major human factors

경계(0.391), 후행적 선박 안전(0.174), 항법적 요인(0.136), 운항상의 요인(0.136), 선박 운항 중 기초 준수

요인(0.117), 선원의 위법행위(0.047)의 순서를 나타냈다. 경계의 경우 해양선박사고에 있어서 가장 많은 빈도를 차지하는 충돌과 연관성이 높다는 것을 나타낸다.

5. Conclusion and Further Researches

국제적으로 해양수송의 의존률이 높아지면서 선박을 이용한 수송의 효율성을 높이기 추세이다. 이러한 기류속에서 국내에서도 해양선박사고를 줄이고 국가적 경쟁력 강화를 위한 노력을 하여야 한다.

본 연구에서는 해양안전심판원의 재결서 413건을 분석하여 해양선박사고의 특징, 인적 오류의 요인들을 도출하였고 요인에 대한 중요도 및 우선 순위를 계산하였다.

국내의 해양선박사고의 특징은 어선-비어선간의 사고가 많다는 점이다. 또한 운항 중 안전에 대한 불감증이 사고로 이어지는 경우가 많이 발생한다. 사고의 분석 결과에서 나타나듯이 인명피해는 인적 오류로 인한 사고가 가장 큰 요인을 차지하고 있다. 인적 오류는 해양선박사고의 유형 중 가장 많은 빈도를 나타내는 충돌에 높은 연관성을 가지고 있다. 단순 충돌은 매년 전체 사고 중 60퍼센트를 차지하였다. 또한 충돌로 시작되는 사고를 포함하면 그 비중은 더욱 크다. 이렇듯 충돌이 해양선박사고에 있어 가장 큰 비중을 차지하고 있기에 충돌의 위험성을 줄이면 국내 해양선박사고의 위험성을 줄일 수 있게 된다.

본 연구에서는 충돌에 있어서 가장 큰 요인이 경계의 부족과 항법적 요인이라는 점을 확인하였다. 경계의 경우 효율적인 시야 경계를 할 수 있도록 선박의 접등, 신호 장치의 점검을 필요하고 충돌을 회피할 수 있는 상호 협력행위의 요인인 등화, 경적, 항법의 준수 등 다른 요인 역시 지켜져야 한다.

해양선박사고에서 가장 높은 위험성을 보이는 유형은 침몰이다. 선박이 침몰을 당할 경우 선원의 신속한 대피와 대처가 어렵다. 따라서 침몰이 일어날 경우 인명의 피해가 크다. 침몰의 경우 단순 침몰이 매년 5퍼센트 정도 발생한다. 하지만 다른 사고 유형의 마지막으로 침몰이 일어나는 경우가 더욱 많다. 따라서 국내 선박 안전에 있어서 침몰의 위험성을 줄이고 상황이 발생할 경우 대처할 수 있는 방안인 안전 수칙의 준수, 직무 태만과 같은 요인을 줄여야 한다.

해양선박사고의 발생 중 90퍼센트 이상은 인적 오류와 연관이 있다. 본 연구에서는 인적 오류 요인을 6개의 대분류와 그 이하 19개의 소분류로 구분하였으며 IMO casualty investigation code를 참고하여 분석의 틀을 마련하였다. 해양안전심판원의 발생 원인 분류와 비교해 요인의 선정 기

준을 인적 오류에 맞추었다. 또한 실제적으로 사고에 유효한 원인을 분석하기 위해 5년간의 실제적 사고를 바탕으로 요인을 추출하였으므로 추후 추가적인 표본을 바탕으로 보완을 하여야 하겠다. 또한 세계적인 추세에 맞추어 IMO의 기준을 고려하여 기준의 보완이 필요하다. 그러한 과정을 통하여 국내의 환경에 적합한 기준을 설립할 수 있을 것이다.

또한 본 연구를 바탕으로 해양선박사고를 실질적으로 분석하여 국내의 해양 안전에 대한 정량적 위험도 분석 및 수치화된 해양 안전의 기준을 마련하고자 한다. 이러한 연구는 세계적으로 해양 강국으로의 위상을 나타내고 경쟁력을 제고한다는 점에서 그 필요성이 있다. 또한 국내의 해양환경에 적합한 정량적 위험도 분석이 이루어 지게 되면 선박 사고 위험도를 예측하고 사전 대책 수립에 도움이 될 것이다.

Acknowledgements

This research is supported by Center for International Exchange & Cooperation on Shipping, Port and International Logistics founded by Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs.

References

- Baek, I. H., Transshipment Port Selection using ISM&AHP, *The Journal Shipping and Logistics*, Vol.53, 2007.
- Boom, H. C., Numerical simulation of a metro train fire, Canter very University, 2005.
- Chang, M. H., The Analysis of probability and Impact and Evaluation of Relative Information Systems Risk Factor in Maritime and Port Corporations, *The Journal of Shipping and Logistics*, Vol.25, No.1, 2009.
- Ruffin, E., et al., "Numerical simulation of locomotive fires in the Lyonturin tunnel", *International conference*, 1999.
- Geijerstam, K. and Svensson, H., Ship collision risk, Report 5275, Lund, 2008.
- Kim, D. S., et al., A proposition of Accidents Causation Model for the Analysis of Human Error Accidents in Railway operation, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol.29, No.2, pp.241-248, 2010.
- Kim, S. K., et al., Crew resource management, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol.28, No.1 pp.37-51, 2009.
- Kim, Y. C. and Chang S. R., A study of implementation of the ergonomics program in a ship building company, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol.29, No.4 pp.487-493, 2010.
- Lee, C. H., et al., A Study on Drawing Priority of Competitiveness Factors of Ship Management Company in Korea Using AHP, *Journal of*

- Navigation and Port Research*, Vol.34, No.3., pp.243-249, 2010.
- Rausand, M., Some basic risk concepts, Norwegian University., 2005.
- Park, J. Y and Cho, A., A safety evaluation method for a product design planning stage, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol.27, No.2 pp15-24, 2008.
- Rao, P. G. and Raghavan, K. V., Hazard and risk potential of chemical handling at ports, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 9, NO3, pp.199-204, 1996.
- Ronza, A., et al., A quantitative risk analysis approach to port hydrocarbon logistics, *Journal of Hazardous Materials*, Vol.A128, pp.10-24, 2006.
- Sin, M. J., et al., A framework for computerized human error analysis system, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol.27, No.3, pp.43-52, 2008.
- Jomkman, S. N., Evaluation of tunnel safety and cost effectiveness of measures, *Safety and Reliability*, 2003.
- Trbojevic., et al., Risk based methodology for safety improvements in ports, *Journal of Hazardous Materials*, VOL.71, pp.467-480, 2000.
- Winston, E. L., "Simulation modeling using @RISK", Duxbury, 2001.



곽수용: ddappi2@naver.com

현 재: 부산대 국제전문대학원, 석사과정
관심분야: 위험도, 해양안전

Date Received : 2011-01-31

Date Revised : 2011-02-09

Date Accepted : 2011-02-09

저자 소개



김동진: ssskdj@yahoo.com

뉴욕주립대학교 OR(경영과학)학과 이학박사
현 재: 부산대 국제전문대학원, 부교수
관심분야: 위험도, 인적 오류 분석,
수송 시스템