

해양사고 예방을 위한 분석과 평가 기법 조사 연구

정보영* · 양원재** · † 임정빈**

*목포해대 해사대학 해상운송시스템학부 학부생, † 목포해대 해사대학 해상운송시스템학부 교수

요 약 : 해양사고 예방을 위해서는 과학적이고 체계적인 해양사고 분석과 평가 및 예측이 우선 필요하다. 이 논문에서는 기존에 연구 개발된 다양한 해양사고 분석과 평가 방법을 검토하였다. 연구결과, 구체적이고 실행 가능한 연구접근 방법과 다양한 분석과 평가기법이 개발되어 있음을 알았다. 특히, IMO의 공식안전성평가(FSA) 절차가 세계적으로 표준화된 기준으로 자리매김하고 있다. 특히, 미국의 유명한 선급 ABS와 노르웨이의 선급 DNV에서 다양한 분석과 평가기법을 보고하였다. 특히, 불확실성이 배제된 위기허용기준(Risk Acceptance Criteria)의 개발이 가장 중요한 요소임을 확인하였다. 향후 해양사고 예방에 적용할 수 있는 고도의 분석과 평가 기법 실용화를 지속 연구할 예정이다.

핵심용어 : 해양사고 예방, 분석기법, 평가기법, 공식안전성 평가, 위기허용기준



해양 발생 동향

해양사고 예방과 방지를 위한 신념

해양사고 예방과 방지를 위해서는 다음과 같은 신념이 필요하다.

1. 해양사고는 사고 발생 이전에 예방하는 것이 최선이다.
2. 해양사고는 사고 발생 도중에 개입하여 확산을 방지할 수 있다.
3. 해양사고는 사고 발생 이후에 최적 초등 대응조치로 확산을 경감시킬 수 있다.
4. 해양사고는 사고 확산 이후에 피해가 예상되는 지역을 보호하여 사회적인 영향을 감소시킬 수 있다.

Mokpo National Maritime University, KOREA

해양사고 발생 동향

2012년 여객선 좌초 사고 - 코스타 콘코디아 선장 도망 사고 -

Fig. 1 - Costa Concordia

Fig. 2 - Rocks "Le Scaie", near Giglio Island, Italy

Costa Concordia (2013). Anatomy of an organisational accident . Capt. Antonio Di Lieto , PhD candidate at the Australian Maritime College, University of Tasmania
<http://www.enav-international.com/wosmedia/273/costaconcordiaanatomyofanorganisationalaccident.pdf>

Mokpo National Maritime University, KOREA

해양 발생 동향

해양사고의 속성

해양사고의 속성은 다음과 같이 정의할 수 있다.

1. 해양사고 발생의 지속성 : 수 천년 전 인간이 선박을 발명한 이래 오늘날도 해양사고는 발생하고 있다.
2. 해양사고 영향의 막대함 : 현대 선박의 거대화, 위험화물 운송의 증가 등으로 해양사고 발생시 핵폭탄에 버금가는 사고 발생 가능성이 증대하고 있다.
3. 새로운 해양사고의 출현 : 기술의 발전과 인간 삶 방식 변화, 기상이변 발생 등으로 과거 경험하지 못한 사고가 발생하고 있다.
4. 첨단 위기관리 기법의 등장 : 이에 대응하기 위한 첨단 이론, 모델, 방법 등으로 무장한 위기관리 기법이 연구 개발되고 있다.

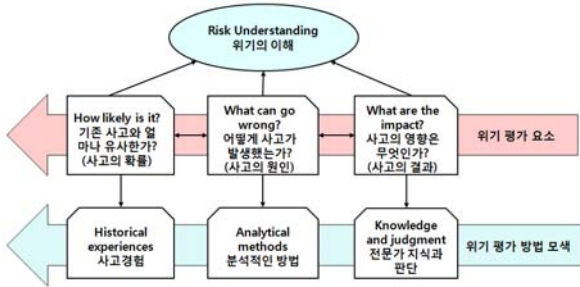
Mokpo National Maritime University, KOREA

† 교신저자(중심회원) jbyim@mmu.ac.kr **중심회원 wjyang@mmu.ac.kr

접근 개념과 절차

ABS의 위기에 대해 3가지 질문 - 답을 할 수 있을 때 위기 이해 -

> ABS에서 제안한 위기 이해 방법



Mokpo National Maritime University, KOREA

분석과 평가 기법의 종류

위기 분석방법 요약

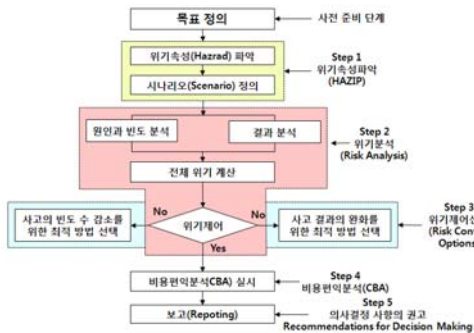
Classifications 구분	Applicability to Various Levels of Hazard/Risk Analysis 위기 측정 또는 위기 분석의 다양한 적용분야			
	Hazard Identification 위기 측정 식별	Hazard/Risk Screening 위기 측정/위기 검증	Broadly Focused, Detailed Analysis 범위가 보편적 또는 세부하게 분석	Narrowly Focused, Detailed Analysis 협소한 범위를 상세하게 분석할 수 있는지의 여부
Hazard/Risk Analysis Method 위기 측정/위기 분석 방법				
Preliminary Hazard Analysis(PHA) 사전 위기 측정 분석	○	○		
Preliminary Risk Analysis(PRA) 사전 위기 분석		○		
What-if-Check List Analysis WI 또는 점검표에 의한 분석	○	○	○	○
Failure Modes and Effects Analysis(FMEA) 실패 모드와 영향 분석			○	○
Hazard and Operability Analysis(HAZOP) 위험 가능성의 적용가능 분석			○	
Fault Tree Analysis (FTA) 원래 가지 분석			○	○
Event Tree Analysis (ETA) 사건 가지 분석		○	○	
Relative Ranking 인용 순위		○	○	
Coarse Risk Analysis (CRA) 고사실 위기 분석		○	○	
Fault Analysis 원인-이행-영향 분석		○		
Change Analysis 변형 분석	○	○	○	○
Common Cause Failure Analysis (CCFA) 공통 원인 실패 분석			○	○
Human Error Analysis (HEA) 인적 오류 분석			○	○

Mokpo National Maritime University, KOREA

접근 개념과 절차

공식안전성 평가(FSA)의 5단계 평가 절차

> 공식안전성 평가(FSA)의 5단계 평가 절차



Mokpo National Maritime University, KOREA

분석과 평가 기법의 종류

위기 평가 방법 요약

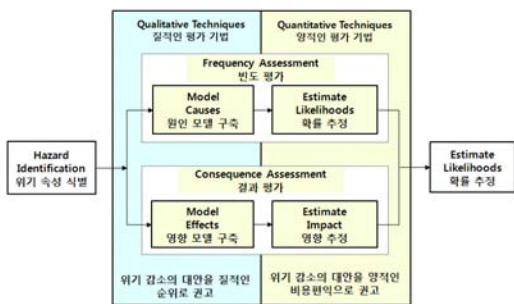
Hazard Identification Method 위기 측정 식별 방법	Frequency Assessment Methods 빈도 평가 방법	Consequence Assessment Methods 결과 평가 방법	Risk Evaluation Methods 위기 평가 방법
• Literature Search (문서 내용 검색)	• Historical Method (과거 기록 사용)	• Source Term Models (원천 모델)	• Risk Matrix (위험 매트릭스)
• What if Review (가정에 의한 방법)	• Fault Tree Analysis (고장-가지 분석)	• Atmospheric Dispersion Models (환경 확산 모델)	• F-N Curves (사망자와 사망자 수 대비 커브)
• Safety Audit (안전한 검사)	• Event Tree Analysis (사건-가지 분석)	• Blast and Thermal Radiation Models (폭발 열 방사 모델)	• Risk Profiles (위기의 근거)
• Walk-Through (리허설)	• Human Reliability Analysis (인적 신뢰성 분석)	• Aquatic Transport Models (수리력 수송 모델)	• Risk Isopleth (대응 값으로 대개)
• Check List (점검표 이용)	• Common Cause Failure Analysis (공통 원인 실패 분석)	• Effect Models (영향 모델)	• Risk Density Curve (위기 밀도 곡선)
• Brainstorming (전문가 집단 회의)	• HAZID (허용 가능한 위기 측정 식별)	• Mitigation Models (지감 모델)	• Risk Index (위기 지수)
• FMEA (실패와 영향 분석)			
• HAZID (위험 측정 식별)			

Mokpo National Maritime University, KOREA

분석과 평가 기법의 종류

분석과 평가 방법의 구분 - ABS의 위기 평가 방법 개론 -

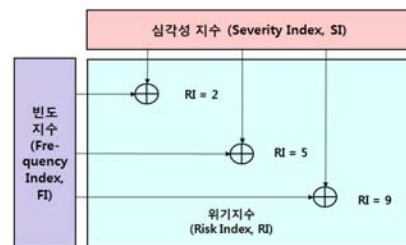
> ABS에서 제안한 위기 분석과 평가 기법 구분 개념



Mokpo National Maritime University, KOREA

위기 확률 계산방법

위리수준 계산 방법 - 빈도지수, 심각성 지수, 위리지수 -



Mokpo National Maritime University, KOREA

위기 확률 계산방법

위기 지수
Risk Index

RI (Risk Index) = FI (Frequency Index) + SI (Severity Index)

SI(심각성 지수) FI(빈도 지수)	Minor 미약	Significant 유의	Severe 심각	Catastrophic 대단히 심각
	1	2	3	4
Frequent 자주발생	7	8	9	10
	6	7	8	9
Reasonably probable 일상적으로 발생	5	6	7	8
	4	5	6	7
Remote 때로 발생	3	4	5	6
	2	3	4	5
Extremely remote 간혹 발생	1	2	3	4

Mokpo National Maritime University, KOREA

결론

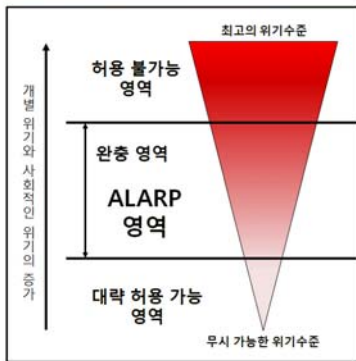
이 연구에서는 현재까지 연구 개발된 다양한 해양사고 분석과 평가기법을 고찰하였다. 연구 결과는 다음과 같다.

1. 해양사고는 시대 변화에 따라 사고의 종류와 형태, 규모 등이 변하고 있음을 알았다.
2. 이에 따라 해양사고를 예방하기 위한 다양한 분석과 평가 개념 및 기법들이 시대 상황에 적합한 형태로 발전되고 있다.
3. 해양사고에 대한 사고연계고리, 조건부 확률 개념, 사고 분석과 평가 기법 등이 과거 수십년간의 연구를 기반으로 상당한 수준까지 확립되어 있다.
4. 대표적인 해양사고 분석과 평가를 위한 절차는 IMO에서 제안한 5단계 공식안전성 평가(FSA) 절차가 널리 적용되고 있다.
5. 향후, 전문적인 해양사고 예방/분석/예측에 관한 기존 이론과 기법들은 시스템으로 구축되어 실제 현장에 적용될 것으로 기대된다.
6. 이를 통해 궁극적인 해양사고 예방이 가능할 것으로 전망된다.

Mokpo National Maritime University, KOREA

위기 확률 계산방법

위기허용수준 설정 방법
- ALARP의 원리 -



Mokpo National Maritime University, KOREA

후기

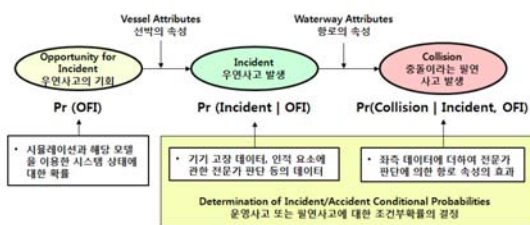
이 논문은 2013년도 해양수산부지정 호남지역 씨그랜트 센터의 연구개발사업 과제지원에 의해 수행된 연구임.

참고문헌

- [1] ABS (2000), *Guidance Notes on Risk Assessment Application for the Marine and Offshore Oil and Gas Industries*, American Bureau of Shipping, pp.1-144
- [2] ABS (2001), *GUIDE FOR CREW HABITABILITY ON SHIPS*, DECEMBER 2001, American Bureau of Shipping Incorporated by Act of Legislature of the State of New York 1862
- [3] DECC (2012a), Department of Energy & Climate Change, (Web : http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/meeting_energy/wind/offshore/planning, access dated : 2012.12.15)
- [4] DECC (2012b), *Routing measures for adoption by the International Maritime Organisation - guidance for navigation stake-holders and round 2 developers*, Department of Energy & Climate Change, UK, (Web: http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/meeting_energy/wind/offshore/planning/, access dated : 2012.12.15)
- [5] DNV (2002a), *Formal Safety Assessment - Large Passenger Ships*, Proposals by DNV, pp.1-11
- [6] DNV (2002b), *Marine Risk Assessment*, Offshore Technology Report 2001/063, Det Norske Veritas, pp.1-72
- [7] IMO (2002), *GUIDELINES FOR FORMAL SAFETY ASSESSMENT (FSA) FOR USE IN THE IMO RULE-MAKING PROCESS*, MSC/Circ. 1023, MEPC/Circ.392, 5 April 2002
- [8] YIM J. B.(2013), *Marine Accident Analysis and Prevention*, Temporary Text Book, Mokpo Maritime University, 2013

위기 확률 계산방법

중률위험분석 모델링
- 조건부 확률 개념 -



Mokpo National Maritime University, KOREA