

직무분석 기반의 해상승무원 정원 평가 프로그램 개발

† 김홍태, 이승현*, 장준혁**, 하옥현***

† *한국해양연구원 해양안전방제기술연구부

요 약 : 1970년대에는 일반적으로 상선에 30~40명의 선원이 탑승했었지만, 최근에는 선박의 자동화와 경제적 문제 때문에 점점 선원수를 줄이고 있는 실정이다. 그러나 최근 통계에 따르면 해양사고의 약 80% 정도가 human error에 의해 발생하고 있으며, 이러한 이유 중의 하나는 선원 1명당 부과되는 작업량 과다에 있기도 하다. 즉 선원수의 감소는 업무 또는 작업량의 증가를 가져왔고, 하루에 14-18시간 일하는 것은 특별한 일이 아니게 되었다. 따라서 사고의 증가를 유발하지 않는 범위 내에서 선원수의 감소 범위 산정은 경제적 문제로 인해 크게 대두되고 있다. 현재 안전성과 효율성을 고려한 선원수 산정에 대한 정확한 근거 및 산정자료는 없지만, 최근 IMO, 미해안경비대 (US Coast Guard ; 이하 USCG) 등에서 안전승무원정원(safe manning)에 관한 논의 및 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 선박의 안전승무원의 평가모델에 대한 최근 국내의 연구현황을 정리하고, 국내 수용을 위한 방안을 제시하고자 한다.

핵심용어 : Safe manning, Fatigue, Human element, Marine accident

연구 배경

- 연구 배경 및 필요성
 - 1998년 IMO는 해양사고에 있어 인적요인의 문제를 해결하기 위한 방안으로 ISM Code를 강제 시행하였으나, 10년이 지난 현재에도 인적요인에 의한 사고는 줄어들지 않고 있음.
 - ISM Code는 해운회사 및 선박의 안전관리체제를 일정 수준 이상으로 향상시키고, 해양사고 발생빈도를 감소시켰으나, 인적자원에 대한 지원이 없는 상태에서 선원의 업무는 과중되었음.
 - 특히, 선박이 대형화, 고속화, 자동화 및 전문화되고, ISM Code 및 ISPS Code의 채택 및 시행과 PSC, FSC 및 Oil Major 검사 등으로 선원의 업무가 과중되면서 해양사고 중 인적과실 비율은 여전히 70~80%를 차지하고 있음.
 - 우리나라 연안에서는 어선, 예부선 및 위험화물운반선 등의 해양사고 발생빈도가 높으며, 대부분 선장 또는 항해사 혼자서 항해당직을 수행하던 중 발생하고 있음.
 - 국제동향과 국내외 안전승무원기준을 검토하여, 국내 연안선 해양사고 예방을 위한 직무분석 기반의 승무원정원평가 시스템을 개발하고자 함.

관련 국제기준

- 선박의 안전승무원 관련 기준 검토
 - SOLAS협약 제5장(항해의 안전) 제14조(선박의 배승)와 STCW협약 제 I/14규칙
 - IMO A.890(21) : "안전승무원기준(Principles of Safe Manning)에 관한 결의서"
 - IMO A.955(23) : "선박의 안전승무원기준 설정 원칙 검토" A.890(21) 개정
 - IMO A.1047(27) : "최소안전승무원기준(Principles of Minimum Safe Manning)에 관한 결의서"
- IMO A.890(21) "안전승무원기준에 관한 결의서"
 - 1999년 1월 개최된 IMO 제21차 총회에서 채택
 - 선박, 선원, 여객, 화물의 안전과 해양환경 보호를 위해 자격/경험을 갖춘 선원의 승무
 - 해상안전/해양환경보호를 위한 IMO, ILO, ITU 및 WHO에서 채택한 협약 요건의 준수
 - 이 원칙의 준수하기 위한 선원의 해기능력은 교육훈련, 근무시간 또는 휴식시간, 산업안전보건위생 및 적절한 식량 등에 달려있음.
 - STCW협약 제1/14조(회사의 책임) 제1.2항에 의하여 주관청은 회사로 하여금 자국 선박에 주관청의 적용가능한 안전승무원요건에 적합하도록 승무할 것을 보장

연구 배경

- 최근 승무원기준 관련 이슈들
 - Widely interpretation of Resolution A.890(21), A.955(23) and A.1047(27)
 - Ship owner's assessment of manning levels considering commercial pressure
 - The difficulty for any inspection regime (such as PSC) to assess fatigue
 - Length of tours of duty served by seafarers;
 - Distortion of STCW work hour logs
 - Crew fatigue due to lack of delegation amongst key personnel
 - The excess strain that leads to fatigue on most vessels comes from the administrative burdens.

관련 국제협약 및 국내규정

- 관련 국제협약
 - ISM 코드
 - 제6장(자원 및 인원)에서는 적절한 자격과 증서를 소지하고 의학적 건강한 선원을 승무하고, 안전관리체제(Safety Management System)와 관련된 모든 인원들이 관련 법규, 규칙, 규약 및 지침을 적절히 이해할 것을 보장하도록 규정
 - IMO STCW 협약
 - STW 37-41차회의에서 개정 논의
 - 제38차 회의에서 제8장은 ① 보안 및 피로와 관련 규정을 포함하여 검토할 것, ② 휴식시간의 기록을 적절히 유지할 것, ③ ILO 2006년 해사노동협약의 관련 규정과 조화를 이루도록 검토할 것 등을 고려하여 개정안을 제안.
 - ILO 해사노동협약 (2006)
 - 최소휴식시간을 포함한 휴식시간에 관한 요건만을 반영
 - 당직해기사 및 당직부원은 임의의 24시간 중에 최소한 10시간과 임의의 7일 중에 77시간의 최소휴식시간을 부여하고, 휴식시간은 2회로 나눌 수 있으며, 그 중 하나는 적어도 6시간이어야 하고, 연속된 휴식시간의 간격은 14시간을 초과하여서는 안됨

† 교신저자 (정희원), kht@moeri.re.kr. * 정희원, shlee@moeri.re.kr. ** 정희원, jang@moeri.re.kr. *** 정희원 hawookhyun@moeri.re.kr

관련 국제협약 및 국내규정

□ 관련 국내규정

- 선원법 : 적용범위, 선장 책임/임무, 근로시간/휴식, 자격을 갖춘 선원, 승무정원
- 선박직원법 : 적용범위, 승무기준, 면허의 요건, 5급 해기사 단기양성과정
- 예인선, 어선 등 소형선의 안전승무기준

선박의 항행구역	선박의 구분	선박직원	승무자격
연안수역	여객선	선장 기관장	6급항해사 소형선박조종사
	여객선외의 선박	선장 및 기관장	소형선박조종사
원양수역	여객선	선장 기관장	6급항해사 6급기관사
	여객선 및 어선외의 선박	선장 기관장	6급항해사 소형선박조종사
	어선	선장 및 기관장	소형선박조종사

KORDI

5

국내외 관련 연구(2)

□ USCG, Crew Size Evaluation Method (1997~2000)

○ Simplified Crew Size Evaluation Model in 2000

Operating Factor	Definition	Levels
Route	Critical characteristics of trade route	Cross-gang or coastwise Lakes, bays, and sounds Great Lakes Rivers
Port Call Frequency	How often vessel typically visits a port	1 port in 14 days 2 ports in 14 days 7 ports in 14 days
Cargo Types	Typical cargo carried aboard vessel	Crude oil Refined oil products Other tank products
Shore-side Cargo Support	Typical use of shore-based cargo personnel when loading/unloading vessel	Shore-side cargo mate available No shore-side support
Shore Plant and Engine Room Automation	Engine room characteristics which affect maintenance requirements and enable unattended operations	Attended Unattended
Shore-side Maintenance Support	Typical use of shore-based maintenance personnel for preventive maintenance and/or repair	Mimimal to high shore-side support of maintenance and repair tasks

OPERATING CONDITIONS SUMMARY SHEET

Port Call Frequency

1 port in 14 days
 2 ports in 14 days
 7 ports in 14 days

Shore-side Cargo Support

Yes No

Engine Room Automation

Attended Unattended

Shore-side Maintenance Support

Minimal Moderate High

KORDI

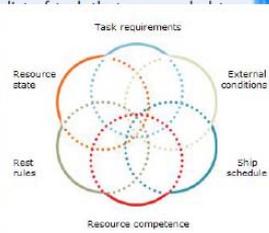
10

국내외 관련 연구(1)

□ Force Technology, Denmark (2010)

○ Safe Manning Assessment Tool - Concept

- Ship schedule - cycles of port calls and open sea transits between ports
- Task requirements - minimum crew needed to operate the ship
- Rest rules - pre-defined and dynamic
- Resource (crew) competence
- Resource state - each crew member's state relative to the rest rules
- Environment conditions - weather, sea state, etc.

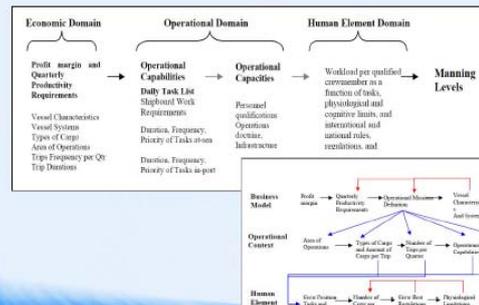


KORDI

6

국내외 관련 연구(3)

□ IMO - Manning System Framework (STCW 40/8/1, USA)



KORDI

11

국내외 관련 연구(2)

□ USCG, Crew Size Evaluation Method (1997~2000)

- Develop Crew Size Evaluation Model (CSEM) in 1997.
 - Task-based approach to determining crew size on commercial ships
 - Identify how operational factors affect crew needs'
- Measures
 - Hours worked and slept.
 - Time crew members are busy performing tasks.
 - Nonconformance with work/rest standards.
 - Task delays.
- Candidate variables
 - Port calls
 - Engine room automation
 - Shore-based support for maintenance
 - Analysis of emergencies & crew incapacitation

KORDI

8

해상 승무정원 평가 프로그램 (1)

□ 직무분석 기반의 해상 승무정원 평가 프로그램 개발

- 선박의 안전승무 관련 기준 검토
 - SOLAS협약 제5장(항해의 안전) 제14조(선박의 배승)와 STCW협약 제 1/14규칙
 - IMO A.890(21) "안전승무기준(Principles of Safe Manning)에 관한 결의서"
 - STW 38차 회의 : A.955(23) "선박의 안전승무기준 설정 원칙 검토"
 - ISM Code, STCW 협약 및 ILO 해사노동협약 상의 관련 규정 반영
- 승무정원 평가모델 관련 연구현황
 - Force Technology - Safe Manning Tool
 - USCG Crew - Size Evaluation Method
 - IMO - Manning System Framework

KORDI

12

해상 승무정원 평가 프로그램 (2)

직무분석 기반의 해상 승무정원 평가 프로그램 개발

- 프로그램 개요
 - ✓ 특정 선박의 필요 선원수 최적화
 - ✓ 선상 작업계획
- 입력사항
 - ✓ 선상 작업분류,
 - ✓ 단계(항구, 입출항, 항해)
 - ✓ 항해일정, 선원, 자격 등
- 출력사항
 - ✓ 개별 선원의 휴식시간
 - ✓ 작업부하
 - ✓ 상세 직무 리스트 등



KORDI

13

해상 승무정원 평가 프로그램 (6)

직무분석 기반의 해상 승무정원 평가 프로그램 개발

- ILO 2006년 해사노동협약 => 2013년 발효 예상
 - 선원의 근무 및 생활조건 특히 근무/휴식시간 요건이 강화됨
 - 선장 포함한 모든 선원에게 적용

최대근로시간	최소휴식시간
- 24시간의 기간 중 14시간	- 24시간의 기간 중 10시간
- 7일의 기간 중 72시간	- 7일의 기간 중 77시간

- IMO STCW 협약 전면개정
 - 2010년 6월 채택 => 목시적 개정절차에 따라 2012년 발효예정
 - 근무/휴식시간 요건 : 기존 권고규정 => 강제규정 (MLC 2006 상 휴식시간 요건 반영)
 - 최소휴식시간 예외규정
 - 임의의 24시간 중 10시간과 임의의 7일중 77시간이 최소 휴식시간을 보장하고, 휴식시간은 2회로 나눌 수 있으며, 그 중 한번은 최소 6시간 이상이 되어야 하며, 휴식시간의 간격은 최대 14시간 이상이 될 수 없음
 - 이에 대한 예외규정
 - 임의의 7일중 70시간으로 완화하되 연속된 2주 이상 적용 불가
 - 임의의 24시간은 3회까지 분할가능하나, 그 중 한번은 최소 6시간이상, 나머지 두 번은 1시간 이상 (식식시간은 휴식시간에서 제외)

KORDI

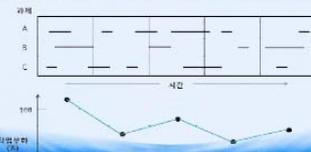
17

해상 승무정원 평가 프로그램 (4)

직무분석 기반의 해상 승무정원 평가 프로그램 개발

○ Task Analysis & Workload

항목	내용	종류	비고
1. 선장	선박의 안전, 승객의 안전, 선원의 안전을 책임지는 역할	관리	선박의 안전을 책임지는 역할
2. 선원	선박의 안전, 승객의 안전, 선원의 안전을 책임지는 역할	관리	선박의 안전을 책임지는 역할
3. 승무원	선박의 안전, 승객의 안전, 선원의 안전을 책임지는 역할	관리	선박의 안전을 책임지는 역할
4. 승무원	선박의 안전, 승객의 안전, 선원의 안전을 책임지는 역할	관리	선박의 안전을 책임지는 역할
5. 승무원	선박의 안전, 승객의 안전, 선원의 안전을 책임지는 역할	관리	선박의 안전을 책임지는 역할
6. 승무원	선박의 안전, 승객의 안전, 선원의 안전을 책임지는 역할	관리	선박의 안전을 책임지는 역할
7. 승무원	선박의 안전, 승객의 안전, 선원의 안전을 책임지는 역할	관리	선박의 안전을 책임지는 역할
8. 승무원	선박의 안전, 승객의 안전, 선원의 안전을 책임지는 역할	관리	선박의 안전을 책임지는 역할
9. 승무원	선박의 안전, 승객의 안전, 선원의 안전을 책임지는 역할	관리	선박의 안전을 책임지는 역할
10. 승무원	선박의 안전, 승객의 안전, 선원의 안전을 책임지는 역할	관리	선박의 안전을 책임지는 역할



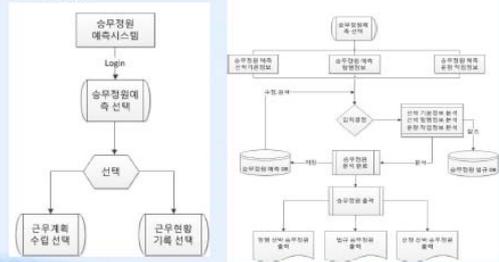
KORDI

15

해상 승무정원 평가 프로그램 (7)

직무분석 기반의 해상 승무정원 평가 프로그램 개발

○ 시스템 구성



KORDI

18

해상 승무정원 평가 프로그램 (5)

직무분석 기반의 해상 승무정원 평가 프로그램 개발

○ Hours of Rest

- MLC 2006과 STCW 2010 Manila 개정협약 간에 일부 일치하지 않는 부분 존재
- MSC에서 "2010 Manila Amend. 시행을 위한 지침" 개발 예정(2014년)
- Assembly 27에서 Res.A.1047(27)을 채택. 휴식시간과 관련된 주요내용은 아래와 같음
 - 근무시간과 휴식요건을 고려하여 최소안전승무정원이 정해져야 함
 - 최소안전승무정원 결정을 위하여 최대 업무부하 상황과 조건을 고려해야 함
 - 최소안전승무정원 결정시 Res.A.1047(27)을 적용. 당직/근무/휴식시간 만족하여야 함
 - 선사로부터 제출된 최소안전승무정원을 주관청이 평가
 - 주관청은 IMO, ILO, ITU 및 WHO의 근무 또는 휴식시간 관련 조정을 참조
 - 필요시 주관청은 선사에 최소안전승무정원을 수정토록 요구 또는 지속적 위반시 회수 가능
 - 최소안전승무정원 결정을 위해 측정된 내용들은 선원의 최소 근무/휴식시간기준을 넘지 않는지 확인하는 도구로 사용되어질 수 있음
- MLC 2006은 2012.01.16일 22개 ILO 회원국이 비준하였고, 전 세계 선복함의(G/T)의 58%를 차지하여 2013년에 협약 강제화 예상

KORDI

16

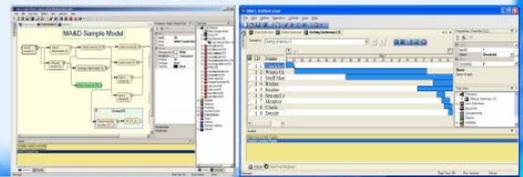
결론 및 향후 계획

연안선 선종별 규모별 해상직무조사

- 연안선 승무정원 실태조사
 - 연안유조선 / 예부선
- 해상직무 표준화
 - 직무정의, 작업시간 및 작업부하(workload) 분석

분석도구 도입 및 시스템 개발

- MAADs Micro Saint Sharp (DES-Discrete Event Simulation Tool)
 - 미 해군/해경 합정 Manning Plan에 적용



KORDI

19

- 후기 -

본 논문은 국토해양부의 '인적요인에 의한 해양사고 예방 및 관리기술 개발과제'의 연구결과임을 밝힌다.