

선원피로도 와 해양사고와의 인과관계 연구동향 분석

† 양원재* · 임정빈*

*목포해대 해사대학 해상운송시스템학부 교수

요 약 : 지금까지 해양사고 관련 조사보고서와 연구결과를 살펴보면 선박승무원의 피로가 업무수행능력에 밀접하게 영향을 미쳐서 인간과실을 유발하게하고 결국 각종 해양사고가 발생한다는 사실을 확인할 수 있다. 본 논문에서는 해양사고와 선박승무원의 피로도와 인과관계를 파악하고 분석하기위한 국내외 관련 연구동향 및 그 결과들에 대한 고찰을 하고자 하였다. 이를 기반으로 향후 선박승무원의 피로도를 관리하고 완화할 수 있는 체계적이고 합리적인 방안을 마련하고 최종적으로 충돌, 좌초 등과 같은 각종 해양사고를 예방하는데 기여하고자 한다.

핵심용어 : 피로도, 해양사고, 업무수행능력, 인간과실, 관리방안



인간과실과 해양사고

- ❖ **국내의 통계**
 - 인적 요인(Human Element)에 의한 해양사고- 전체 해양사고의 60~80%
 - IMO 보고서 - 해양사고의 80% 이상이 인적 오류와 조직의 문제에 의해 발생
- ❖ **해양안전심판원 2006~2010년 통계**
 - 운항과실이 전체의 71.6% - 운항과실 항목 중 당직근무 태만 등 인적요소 비율이 90%에 가까운 것으로 나타남
- ❖ **최근 해양사고 관련 자료나 조사 결과**
 - 선박승무원의 피로 - 인간과실 유발 - 해양사고 발생

피로도와 해양사고

- ❖ **미국연안경비대 연구개발센터**
 - 1996년 보고서 : 충돌, 좌초 등을 포함한 중대 해양사고 중 - 승무원의 피로가 원인이 된 사고가 전체의 약 16%
- ❖ **최근 영국을 포함한 해양사고 조사보고서의 특징**
 - 선원의 피로가 사고의 원인인지 여부를 밝히고 있음
 - Exxon Valdez호 사건, Shen Neng 1호 좌초사건 등 - 피로에 의한 항해당직자의 졸음을 사고원인으로 보고
- ❖ **MAIB의 2004년 조사보고에 의하면 1994~2003년 10년간 전체 해양사고의 1/3에서 선원의 피로가 사고원인으로 기여하였음**

피로도와 해양사고와의 인과관계

- ❖ **피로도 개념 (IMO, "Guidelines on Fatigue", 2001)**
 - 육체적/정신적/감정적 활동으로 기인한 신체 각 기능의 점진적인 저하
 - 관련 기능 : 힘, 신속성, 반응시간, 의사결정, 기능의 조화, 마음의 안정 등
- ❖ **증상(피로에 기인한 인간과실 유형)**
 - 집중력감소, 인지능력변화, 기억력감소, 의사결정능력 감소, 반응시간의 변화, 기분 및 태도변화
 - : 착오, 실수, 오류, 잘못된 반응 등

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

피로도과 해양사고와의 인과관계

❖ 선원피로의 효과

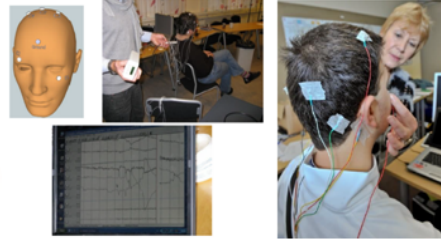
- 다음 현상을 포함

- 깨어있기 거의 불가능한 상태로의 진입
- 위험을 감수하겠다는 심리상태의 초래
- 거리, 속력 및 시간 개념의 둔화
- 상황판단의 실수
- 비정상적이거나 급박한 위험상태에서 반응이 느려지거나 아예 반응하지 않는 상태의 초래
- 집중력의 둔화

선원피로에 관한 기존연구들의 검토

Project Horizon, 2011

The measurement of sleepiness through changes in brain activity(EEG)



선원피로에 관한 기존연구들의 검토

The Cardiff Research Program, 2006

- 선원의 피로는 해상에서 현실적으로 심각한 문제임
- 설문에 응한 1,856명 중 25%는 당직 중에 잠이 든 경험
- 거의 50%는 일주일에 85시간 이상 업무에 종사
- 거의 50%의 선원은 지난 10년간 그들의 업무량이 증가하였다고 응답
- 거의 50%의 선원은 과도한 근무시간이 안전에 위협이 된다고 판단
- 37%의 선원은 과도한 근무시간이 선박의 안전운항에 위협이 된다고 판단

선원피로에 관한 기존연구들의 검토

Project Horizon, 2011



선원피로에 관한 기존연구들의 검토

Project Horizon, 2011

- EU에서 주관
- 378만 유로의 연구비가 투입
- 11개의 연구기관과 해운단체가 참여
- 2011년 11월 30일까지 30개월 동안의 실험과 연구
- 선원의 피로가 당직자에게 미치는 영향을 확인



선원피로에 관한 기존연구들의 검토

Project Horizon, 2011

- 4/8 또는 6/6 당직 체계 등 모든 실험 형태에서 당직 중 완전히 잠에 빠지는 경우가 발견됨
- 6/6 당직 체계에서의 00시~06시 당직에서 45%, 4/8 당직 체계에서 00시~04시 당직 중 40%의 당직사관 이 적어도 한번 이상 잠에 빠짐. 특히 이런 현상은 당직 말기와 주말에 높은 수치를 나타냄
- 6/6 당직 체계가 4/8 당직 체계에 비해 높은 피로지수를 보임
- 당직 시작 전 휴식시간에 수면에 방해를 받은 경우 당직 중 졸리는 정도가 심해짐

해양사고 조사를 위한 USCG 피로도지수 계산식

$$\text{Fatigue Index Score} = \{(S \ 21.4) + (wh \ 6.1)\} - (sh \ 4.5)$$

S : 사고발생 전 당직근무 중 경험한 총 피로증세횟수(0-7)

◆ 피로증세

- ✓ 정신적 피로(3개 항목) - 부주의/자주 잊어버림, 마음이 산란하고 집중이 되지 않음, 의욕이 저하됨
- ✓ 육체적 피로(4개 항목) - 근육이 이완/육신육신 기림, 앉거나 누고 싶음, 눈을 뜨고 있기가 어려움, 장비 조작이 어려움

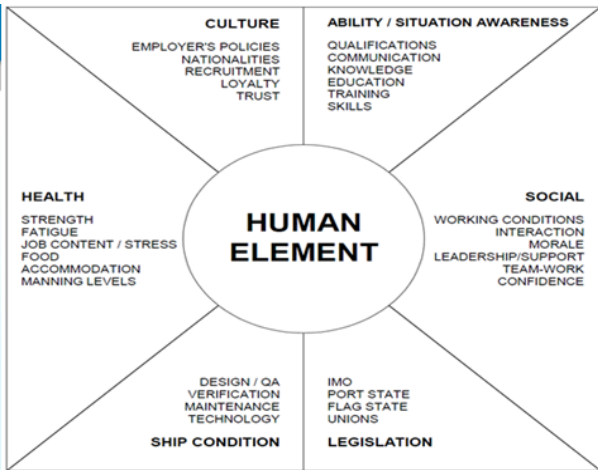
wh : 사고발생 24시간이내 총 작업시간(0.1단위까지 계산)

sh : 사고발생 24시간이내 총 수면시간(0.1단위까지 계산)

※ 계산 결과 "Fatigue Index Score" 가 50이상이면 Fatigue가 사고원인으로 기여한 것으로 판정함(USCG 조사결과 80%정도가 정확한 것으로 조사됨)

IMO 연구현황

- ✓ 해양사고 원인의 80% 정도가 인간의 실수에 의해 발생하는 것으로 평가됨에 따라, 선박 운항시스템의 안전성 평가를 위해 고려해야 하는 가장 중요한 측면의 하나로서 인적요인을 언급
- ✓ "인적요인은 해양안전, 보안, 그리고 해양환경보호에 영향을 주는 복합적이고 다차원적인 문제이며, 선박의 승무원, 육상의 관리자, 감독기관, 선급, 조선소, 입법기관 등에 의해 수행되는 모든 인간 활동을 포함한다. 효과적으로 인적요인에 대한 문제를 다루기 위해서는 이러한 모든 이해 당사자들이 협조해야 되는 문제" 라고 정의
- ✓ 따라서 인적요인은 인간과 시스템 사이의 상호작용에 영향을 미치는 모든 요인을 광범위하게 포함하고 있는 복합적이고 다차원적인 문제
- ✓ IMO에서는 인적요인을 사회적 요소, 법률적 요소, 인간능력요소, 문화적 요소, 건강적인 요소, 설계적 요소 등과 관계를 가지는 광범위한 개념으로 표현(Eriksson, 2003).



미국 연구현황

- > 선박운항 시스템 분야에서 인적요인과 관련된 연구는 미국의 NRC(National Research Council)에서 1976년부터 주도적으로 진행한 "Human Factors Plan" 과 인적요인에 관련된 최초의 종합적인 연구 개발 프로젝트인 해상안전에 관한 인적요인 연구개발계획(Human Factors Research and Development Plan for Maritime Safety)이 있다(Sanquist, 1993).
- > 미국해안경비대(United State Coast Guard : USCG)에서는 해양사고의 감소와 안전의 확보를 위해 사람의 역할(조직적인 관리와 regulation을 포함)에 대한 중요성을 인식하게 되었으며, 이에 PTP(Prevention Through People Program) 프로그램을 개발하게 되었다(Rothblum and Carvalhais, 1996). 그러나 인간의 활동과 조직적인 관리를 통한 시스템의 향상을 꾀하기 위한 연구를 위한 기반이 조성되지 않은 상태였다.

국내 관련 연구현황



EU 연구현황

- ✓ ATOMOS 프로젝트(1992~2005)는 EU가 주도한 통합선박제어(Integrated Ship Control ; ISC)에 관한 연구로서, 유럽의 연구소, 선급, 대학 등 10여개 기관이 참가하여 첨단 IT기술을 효과적으로 선박에 적용하기 위한 다양한 연구를 수행. 이를 통해 항해자의 안전을 향상하고, 인간중심 설계(Human Centered Design)의 개념을 도입
- ✓ THALASSES(1998~1999 , New Technology in Maritime Transport Interacting with the Human Element : Assessment of Impacts) 프로젝트는 그리스의 Aristotle University of Thessaloniki를 비롯한 5개국에서 참여한 EU 4th Framework Programme으로서, 해상운송시스템에서 새로운 기술의 경제사회적인 영향을 인적요인 측면에서 평가해 보고자 하는 것을 목표.(Naniopoulos, 2000). 즉, 해상운송 분야에서 발생하는 주요한 기술적 변화의 발생에 따른 인적요인 고려사항을 도출하고, 새로운 기술 및 장비의 도입에 따른 영향 평가와 HMI(Human Machine-Interface) 분석이 수행.