

해사인간공학과 해양안전

† 김홍태

† *한국해양연구원 해양안전방제기술연구부 책임연구원

요 약 : 해사인간공학(Marime Human Factors)은 “선박 및 해양 관련 업무 종사자들의 신체적, 생리적, 심리적 특성을 바탕으로 하여, 선박 및 해양구조물의 설계, 운용 및 유지보수 과정을 개선하기 위한 학문이다”라고 정의할 수 있다. 본 논문에서는 해사인간공학의 정의와 역사를 중심으로 해사인간공학 관련 최근 기술동향을 살펴보고, 최근 국토해양부 해양안전기술개발사업으로 진행 중인 “인적 요인에 의한 해양사고 예방 및 관리기술 개발 과제”를 연구결과를 소개하고자 한다.

핵심용어 : 해사인간공학, 인적요인, 해양안전, 선박 및 해양구조물

1. 해사인간공학의 개요

인간공학이란 학문은 유럽에서 20세기 초 산업혁명과 더불어 작업자의 생리적 신체적 특성을 이해하기위해 작업관리 개념으로 시작되었으며, 미국에서는 2차 세계 대전 중 미 공군비행사의 안전과 전투효율을 증대시키기 위해 시작되었다. 국내에서는 1982년 대한인간공학회 발족을 계기로 본격적인 연구가 시작되었다.

인간공학에 대한 개요 및 정의를 바탕으로 해사인간공학(Marime Human Factors)을 정리하면, “선박 및 해양 관련 업무 종사자들의 신체적, 생리적, 심리적 특성을 바탕으로 하여, 선박 및 해양구조물의 설계, 운용 및 유지보수 과정을 개선하기 위한 학문이다”라고 정의할 수 있다.

해사인간공학은 선박설계의 관점에서 선원의 효율적 임무수행과 선원/승객의 안전하고 쾌적한 선상활동을 확보하기 위한 인간공학적 고려 측면과 선박운항의 관점에서 인적 요인에 의한 사고를 줄이기 위한 안전운항 측면으로 구분할 수 있다 (김홍태 외, 2001).

선박설계를 위한 “인간공학적 고려”는 피난 안전설계, 오작동 방지 설계 등 뿐만 아니라, “Design for Quality of Work Life”라는 측면에서 선박에서 활동하는 선원 및 승객의 쾌적한 활동을 확보하기 위한 편의성 및 거주성능(Habitability) 등에 관한 내용이며, 선박운항을 위한 “인간공학적 고려”는 작업 피로, 인간 과실 등과 같은 인적 요소 뿐만 아니라, 작업일정, 선원 규모 등과 같은 조직적 요소에 대한 고려를 포함하고 있다.

여기서의 “인간공학적 고려”는 선원 및 승객과 같은 선박사용자의 안전, 효율성, 건강 및 쾌적성에 도움이 될 수 있도록 작업 환경(선교, 기관실, 식당 및 거주공간, 작업 기준, 작업절차)을 설계하는 것이다.

해사인간공학에 대한 문제제기는 1930~1940년대에 무역관련 저널이나 잡지에 선교의 가시성이나 선내의 의사소통에 관련된 인간공학적 연구문헌이 매우 드물게 나타나면서 시작되었다.

그러나 1950년대부터 선교의 인간공학적 설계 등을 포함한 본격적인 논의가 시작되었다. 1959년에 영국 국방성의 위탁으로 선교의 시스템 및 배치 통합에 대한 연구가 최초로 수행되었으며, 10년 후에는 ESSO의 위탁에 의해 유조선의 선교에 대한 연구가 수행되었다. 상선에 대한 인간공학 측면에서의 실질적이고 본격적인 논의는 1971년 Wilkinson(1971)의 논문으로 시작되었으며, 이 논문에서는 선교 및 선교장비의 발전에서 따른 완전한 시야에 대한 정보를 제공한다.

한편 네덜란드에서는 1960년부터 선교의 인간공학적 검토 및 연구가 이루어졌으며, 1970년대에 상당한 많은 인간공학 관련 R&D가 수행하였다.

스웨덴 해사청에 의하면 당시 선주들은 양적으로 많고 매우 빨리 출현하는 새로운 규정들 때문에 정신이 없었다. 그러나 이러한 상황은 오래가지 못하고 1980년 쯤 잠시 소강상태가 이루졌는데, 그 이유는 유럽과는 대조적으로 주로 선박이 건조되는 아시아 지역에서의 몇 가지 다른 문제들의 발생 때문이었다.

하지만, 기술적 측면에서 선상에서의 인간공학적 고려의 필요성은 적어도 1990년대까지 35-40년간 꾸준하게 인간공학 연구자들에 의해 언급되어져 왔다. 해양사고의 원인으로서는 “인적 요인”의 비율은 65%-80%, 극단적으로는 96%를 차지한다고 보고되고 있고, 많은 시도와 연구들이 기술적 해결책으로 “인적요인”의 문제를 풀 수 있다고 언급하고 있으나, 이러한 기술적 해결책은 작업량이 적은 상황에서는 일부 유익한 점이 있으나, 작업량이 많은 상황에서는 거의 이득이 없는 것으로 나타났다.

2000년대 들어와서 많은 연구들이 새로운 기술에 초점을 맞추고 있으나, 대부분의 연구들이 전통적인 인간공학 프레임워크 기반으로 시뮬레이터에서 수행되었고, 실제 선박에서 이루어진 사례를 찾기는 힘들다.

최근 들어 다시 해사인간공학의 중요성이 부각되고 있으며, 기존의 전통적인 연구방법에 추가하여, 실제 선상에서 이루어지는 현장연구들이 많이 수행되고 있다. 한편 인적요인의 문제를 사회기술 시스템 모델(Sociotechnical System Model) 관점에서 접근하려는 노력도 이루어지고 있다.

2. 해사인간공학 관련 최근 기술동향

1.1 IMO의 관련 연구현황

IMO에서는 해양사고 원인의 80% 정도가 인간의 실수에 의해 발생하는 것으로 평가됨에 따라, 선박 운항시스템의 안전성 평가를 위해 고려해야 하는 가장 중요한 측면의 하나로서 인적요인을 언급하고 있다.

그리고 IMO는 인적요인에 대하여 “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 정의하고 있다.

따라서 인적요인은 인간과 시스템 사이의 상호작용에 영향을 미치는 모든 요인을 광범위하게 포함하고 있는 복합적이고 다차원적인 문제라고 할 수 있다. IMO에서는 Fig. 1과 같이 인적요인을 사회적 요소, 법률적 요소, 인간능력요소, 문화적 요소, 건강적인 요소, 설계적 요소 등과 관계를 가지는 광범위한 개념으로 표현하고 있다(Eriksson, 2003).

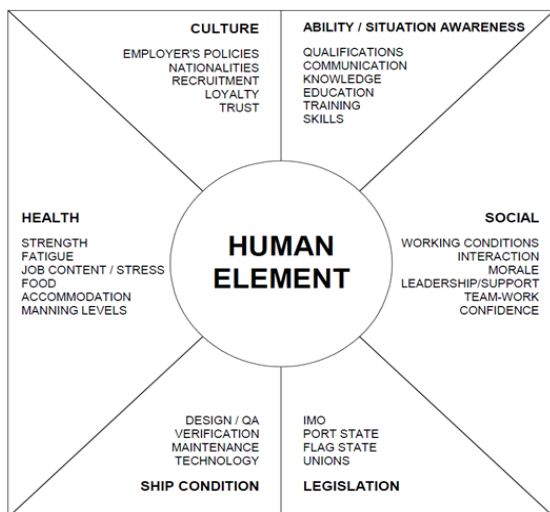


Fig. 1 인적요인의 복잡성

인적요인의 개념이 복합적이고 다차원적인 의미를 포함하기 때문에, 이에 대한 IMO의 대응도 포괄적이고, 광범위한 연구를 수반하며, 모든 이해 당사자(Stakeholders), 즉 IMO, ISO(국제표준기구), ILO(국제노동기구) 등 국제기구, 기국, 항만국, 선사, 선원, 조선사, 선급, 보험사, 그리고 훈련기관 등이 인적요인의 문제에 대하여 각자의 역할을 적극적으로 이행하고 상호 협력할 것을 요구하고 있다.

즉, 해사분야에서 인적요인이 갖는 의미는 인간 차체에 한정되는 개념이 아니라 인간과 관계를 가지는 하드웨어, 소프트웨어, 작업환경, 문화 등을 모두 포함하고 국제사회, 정부, 산업계, 해운회사, 조선회사, 선급, 항만당국, 보험사, 선원 등 많은 이해 당사자의 참여와 협조가 요구되는 포괄적이고 복합적인 개념이라고 할 수 있다(백진수, 2007).

IMO에서는 해상안전과 해양환경보호에 관한 규정을 제·개정 시 인적요인을 반드시 고려하도록 하고 있다. 즉, 기술적 검토와 함께, 정원, 훈련, 관리, 작업환경 등의 분야에 대한 검토를 하도록 규정하고 있다. 이를 위해 IMO에서는 인적요인의 체계적 정량화를 위하여 HEAP (Human Effect Analysing Process)를 제안하고 있는데, HEAP은 IMO에서 해상안전과 환경보호와 관련된 인적요인을 다루는 실용적인 방법으로서, 새로운 규칙을 제정/개정할 때 선박과 설비, 선장과 선원, 훈련, 육상 경영 및 작업환경 등과 관련된 인적요인을 적절하게 고려할 수 있도록 도와주는 방법이다. 또한 기술적 검토에는 설계, 인간공학, 제작, 시험, 승인, 관리 등의 사항이 포함되고, 정원 분야에는 자격, 승무원의 수, 승무원의 구성, 문화 등이, 훈련 분야에는 기초안전훈련, 숙련화, 훈련, 추가 훈련, 육상직원의 훈련 등이, 관리 분야에는 정책, 안전문화, 동기, 의사소통, 책임과 권한, 작업계획, 비상계획, 절차, 점검표, 교육과 훈련 그리고 작업환경 분야에는 인간기계인터페이스, 작업시간, 휴식시간, 피로, 생활환경 등을 고려하여 규정을 검토 제정하도록 하고 있다.

한편 해사안전위원회(Maritime Safety Committee ; MSC)의 통신작업반에서는 선원의 피로가 해상사고를 일으키는 인적과실 중에서 가장 중요한 요인으로 파악하고, Table 1과 같은 항목에 대한 검토를 진행하여 “Fatigue Guidance”를 계속 업데이트하고 있으며, 2001년 5월의 MSC 74차 회의에서 최종안을 제출했다. “Fatigue Guidance”에서는 Module 1에서 기본적인 피로에 대한 정의, 피로의 원인(선원 요소, 관리 요소, 선박 요소, 환경 요소), 피로의 이해 등에 대한 내용을 정리하고 있으며, Module 2에서 Module 9까지는 선박 운항에 관련된 직종별로 피로에 대한 원인 및 방지대책을 제시하고 있다.

1.2 EU의 관련 연구현황

중략

5. 결 론

해사인간공학에 대한 본격적인 연구를 위해서는 학제적 접근이 요구되나, 국내 대학의 여건상 이러한 시도조차 이루어지고 있지 못하고 있다. 산업계에서는 우선적으로 경제성 측면을 고려하기 때문에, 아직까지 인적안전에 관한 연구개발에 관심을 두지 못하고 있는 실정이다.

2008년부터 국토해양부의 지원을 받아 수행 중인 “인적요인에 의한 해양사고 예방 및 관리기술 개발”과제는 해사인간공학 분야의 연구기반을 마련할 수 있는 종합적 연구프로젝트로, 2011년 1단계를 마무리하고, 현재 2단계 과제를 수행하고 있다.

본 연구개발의 목적은 Fig. 5에서 보는 바와 같이, 선박 및 해양 관련 업무 종사자들의 인적 과실로 인한 해양사고를 분석, 관리, 예방하고, 안전한 작업환경 확보를 통한 선상 생활의 질 향상과 교육훈련시스템의 개선을 통한 해기 인력의 질 향상을 위한 제반 과학적 기술을 개발하는 것이다.

‘인적사고 분석 및 평가기술’은 선원 및 승객의 위험성 평가, 인적사고 예방 및 관리를 위한 소프트웨어 중심의 인적 안전 평가·관리기술로서, 궁극적으로 선박의 설계 및 운용과정에 요구되는 인적요인 관련 요구사항을 모두 반영하여, 항해자 요인에 의한 사고발생률이 줄이기 획기적으로 줄이기 위한 기술이다.

‘해기인력 생애관리 및 교육훈련기술’은 해양종사자에 대한 체계적인 안전교육 및 훈련, 관련 각종 지침과 평가 도구의 개발 및 선박운항·안전관리·교육훈련 시뮬레이터 개발기술을 포함하고 있으며, 궁극적으로 3D 시뮬레이션, VR(Virtual Reality) 기술 및 운동 재현시스템에 의하여 실선과 승산감이 거의 유사한 시뮬레이터를 통해, 숙련된 항해사 경험을 활용한 사고예방 교육훈련 시스템을 개발하기 위한 기술이다.

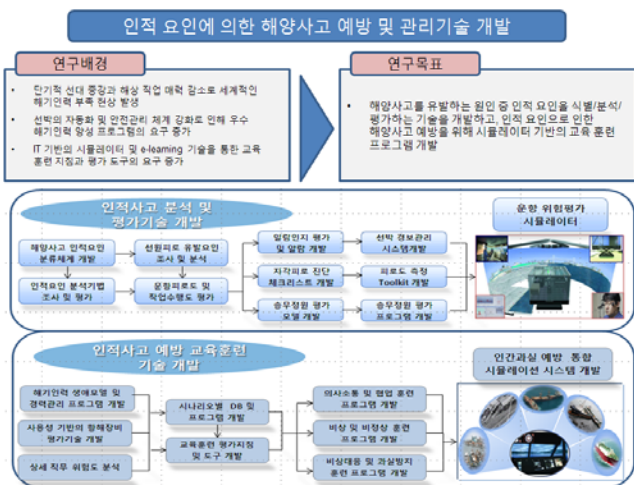


Fig. 5 인적요인에 의한 해양사고 예방 연구의 개요

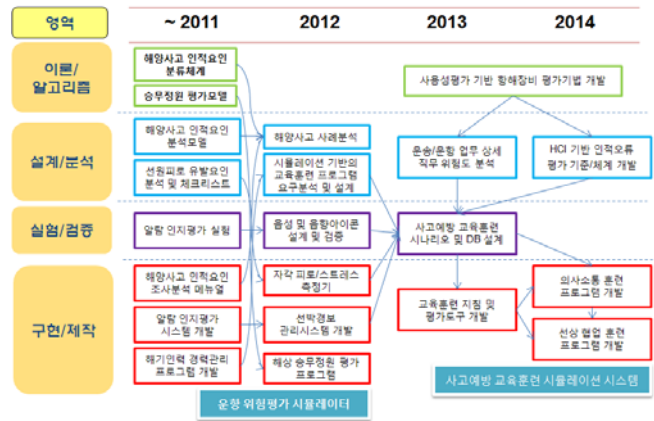


Fig. 6 인적요인에 의한 해양사고 예방 연구개발 로드맵

본 “해사인간공학” 특별세션에서는 현재 2단계 연구 중인 “인적요인에 의한 해양사고 예방 및 관리기술 개발”과제의 연구분야별 현재 진행상황을 정리하여 발표하고자 한다.

- 후 기 -

본 논문은 국토해양부의 ‘인적요인에 의한 해양사고 예방 및 관리기술 개발’과제의 연구결과임을 밝힌다.

참 고 문 헌

- [1] 김홍태 외, 2001, 선박해양공학분야에서 인간공학기술의 활용현황 및 전망, 대한인간공학회지, 제20권 제2호, pp. 99-111
- [2] 백진수, 2007, 해사안전에서의 인적요인, 해양한국, 401호.
- [3] Eriksson, P, 2003, IMO's Work on the Human Element in Maritime Safety, Lund University
- [4] Naniopoulos, A., 2000, THALASSES WA-97-SC-2108,
- [5] Rothblum, A. M. and Carvalhais, A. B., 1996, "Marine Applications of Human Factors of Human Factors Test & Evaluation", In T. G. O'Brien et.al.(Ed), Handbook of Human Factors Testing & Evaluation.
- [6] Sanquist, T. F., 1993, Human Factors Plan for Maritime Safety, US DO.