

# 선박해양공학 분야에서 인간공학기술의 활용현황 및 전망\*

## State of the Art of Human Factors Technologies for Ships and Ocean Engineering

김홍태\*\* · 이종갑\*\* · 이동곤\*\* · 박진형\*\*

### ABSTRACT

Human factors is a key issue in the maritime industry including ship design and navigation safety. Human factors for ship design is to optimize safety and convenience of crews and passengers. And human factors for navigation safety is to minimize marine accident occurrence by human and organizational error. There are several technical requirements to incorporate human factors and marine system. Risk analysis, human behaviour analysis and human M&S(modeling and simulation) are examples of technical requirements. This paper provides the key issues and technologies of human factors for ship design and navigation safety.

Keywords: Ship Design, Navigation Safety, Human Error, Marine Ergonomics

\* 본 논문은 '2000 과학기술부의 기본연구사업(인적요소를 고려한 해상사고 저감기술 개발)으로 수행되었음

\*\* 한국해양연구원 해양시스템안전연구소

주 소 : 305-600 대전시 유성우체국 사서함 23호

전 화 : 042-868-7236

E-mail: kht@kriso.re.kr

## 1. 서 론

오늘날 전자기기 및 이를 이용한 시스템의 급격한 발달로 사회가 필요로 하는 각종 기능과 업무들의 수행이 기기와 시스템에 의존하는 경향은 날로 높아지고 있을 뿐 아니라 기계와 인간이 하나의 연속적인 고리 시스템에 결합되어 어떠한 직무나 기능을 수행하게 되는 분야도 점차 늘어나게 되었다.

그러나 인간과 기계는 그 본원적인 특성의 차이로 인하여 하나의 연속된 직무수행의 고리에서 효율적이고 안전한 기능을 수행하는 데에는 많은 문제점들을 내재할 수 밖에 없었고, 그러한 문제점들의 결과로 우리가 요구하는 기능이 제대로 발휘되지 못하여 각종 사고로 이어지기도 한다. 특히 이러한 사고의 원인에 있어서는 기계의 결합보다는 인간의 실수 또는 인적요소가 포함된 실수로 인한 것이 다수를 차지하고 있다.

항공기, 원자력 발전소와 같이, 인간실수에 의한 결과의 심각성이 큰 대형 시스템의 개발에 있어서는 일찍부터 인간과 기계 혹은 인간과 시스템 사이의 인터페이스를 효율적으로 설계하고자 하는 연구가 활발하게 진행되어 왔다.

선박해양공학 분야에 있어서도 선박운항에 따른 해양사고의 80% 내외가 직접 또는 간접적으로 인적과실에 기인한 것으로 밝혀지고 있다. 따라서 1990년대 초반에 들어서 이러한 인적과실에 기인하는 사고의 원인을 줄이기 위하여 국제적인 차원에서 국제해사기구(International Maritime Organization :

IMO)와 해운관련 단체 및 세계 각국의 연구기관 등에서 이 분야에 대한 관심과 연구, 조사가 이루어지고 있다. 최근 국내에서도 여객선, 함정, 잠수함 등의 고부가가치 선박의 개발 과정에서 인간공학적 고려를 위한 다각적인 관심이 모아지고 있다.

인간공학 기술에 대한 이러한 관심은, 선박의 운항사고를 줄이기 위한 설계안전 및 운항안전의 관점에서 뿐만 아니라, 선원들의 쾌적하고 편리한 선상활동을 확보하기 위한 측면에서 매우 중요하다. 본 논문에서는 선박해양공학 분야에서 인간공학 기술의 활용에 대한 연구현황을 살펴보고, 관련 기술의 개요 및 활용방안에 대하여 기술하였다.

## 2. 선박해양공학 분야에서의 인간공학 관련 연구동향

### 2.1 IMO의 관련 연구

IMO에서는 해난사고 원인의 80% 정도가 인간의 실수에 의해 발생하는 것으로 평가됨에 따라(그림 1 참조), 선박 운항시스템의 안전성 평가를 위해 고려해야 하는 가장 중요한 측면의 하나로서 인적 요소(human factors)를 언급하고 있다.

현재 IMO에서는 확률론적 안전성 평가(Probabilistic Safety Analysis : PSA)를 해양분야에 적용한 공식 안전성 평가(Formal Safety Analysis : FSA)를 도입하여 안전성 평가에 활용하고 있으며, 주요 검토 사항으로는 인간 실수(human error)

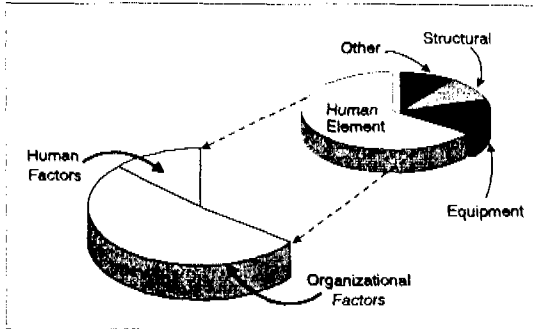


그림 1. 해난사고의 원인요소

에 대한 모델링 및 예측 기법, 인간 실수의 확률과 원인의 정량화, 인간 실수로 기인한 위험의 감소방안 등이 있다.

IMO에서는 인적 요인에 관하여 해사안전 위원회(Maritime Safety Committee : MSC)를 중심으로 선원의 피로에 관한 통신 작업반이 활동 중이며, 인적 요소의 체계적 정량화를 위하여 HEAP(Human Effect Analysing Process)에 작업이 이루어지고 있다(공인영, 1999).

MSC의 통신작업반에서는 선원의 피로가 해상사고를 일으키는 인적 과실 중에서 가장 중요한 요인으로 파악하고, 표 1과 같은 항목에 대한 검토가 진행하여 "Fatigue Guidance"를 계속 업데이트하고 있으며, 2001년 5월의 MSC 74차 회의에서 최종안을 제출하였다.

"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.

표 1. 선원의 피로에 대한 검토 항목

Module	Item
1	Fatigue
2	Fatigue and the Ratings
3	Fatigue and the Ships Officers
4	Fatigue and the Masters
5	Fatigue and the Training Institutions & Management Personnel in charge of Training
6	Shipboard Fatigue & the Owners/Operators /Managers
7	Shipboard Fatigue and the Naval Architects
8	Fatigue and the Maritime Pilot
9	Fatigue and Tugboat Personnel

## 2.2 미 해군의 관련 연구

선박개발 분야에서의 인간공학 관련 연구는 미 해군을 중심으로 함정개발 과정에서의 적용이 이루어지고 있다. 최근에는 상선분야에서도 운항 효율성 제고를 통한 경쟁력 향상, 안전향해 및 사고방지 등을 위해 인간공학 개념을 도입하는 사례가 증대하고 있다.

함정은 상선에 비하여 매우 많은 인력이 승선하고 해상에서 작전기간이 길기 때문에 설비와 장비에 대한 고려 뿐만 아니라 시스템은 물론이고 긴급시의 탈출분석 등에 관한 인간공학적 접근이 절실하다.

미국 해군에서는 이러한 필요성을 일찍 인식하여 1983년부터 함정의 설계에 있어서 인간공학적인 접근의 시도가 있었고, 이를 위한 조직을 구성하였다.

미국 해군은 그림 2와 같이 기존의 3개 부

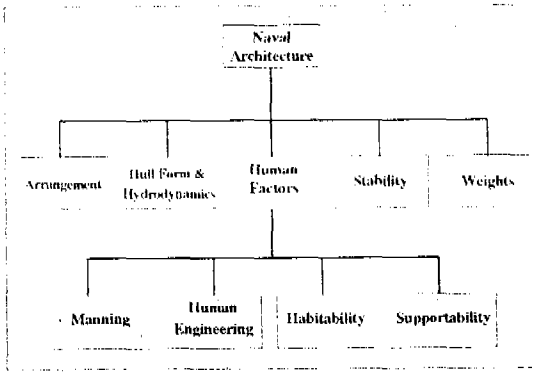


그림 2. 미해군의 함정개발 관련 부서

서(Manning, Habitability, Supportability)에 Human Engineering 전담팀을 추가하여 새로운 조직인 "Human Factors Division"을 신설하였다(Stein et. al., 1983).

새로운 조직된 Human Factors Division에서는 함정의 모든 시스템과 장비의 통합, 기계적 전기적 시스템과 장비 및 선체설계에 있어서 인적요소의 고려를 전담한다. 또한 효과적인 업무를 위하여 미 해군의 연구/개발 센터에서 인간공학에 관한 전문가들이 파견되어 관련기술의 이전, 연구결과의 피드 백, 설계자와의 공동 업무를 수행하고 있다.

한편 미 해군은 인간공학 설계의 질 향상을 위하여 산업계과 협조관계를 유지하고 있으며, 전투 및 무기체계에 설계에 대한 인적요소의 고려는 전투 시스템에 관한 부서에서 담당하고 있다.

## 2.3 EU의 관련 연구

EU의 BriteEuram Programme으로

"Mustering and Evacuation of Passengers: Scientific Basis for Design-MEPdesign" 프로젝트가 네덜란드의 TNO Human Factors Research Institute 주관으로 1998년 1월에 시작되었다. 컨소시엄 형태로 유럽의 7개 조직이 참여하고 있는 MEPdesign 프로젝트는 손상된 Ro-Ro Passenger 선에서 선박의 동적 효과를 고려한 인명의 집합(mustering)과 탈출(evacuation) 과정을 시뮬레이션할 수 있는 컴퓨터 시스템을 개발하는 것을 목표로 하고 있다. 또한 탈출장비인 life boat, life raft, davit, sliding system 등의 성능 향상을 위한 연구도 포함하고 있다(Rutgersson et. al., 1999, Bles et. al., 2001)

역시 EU의 연구자금으로 수행되고 있는 "Design for safety-Safer EURORO" 프로젝트에서도 탈출분석에 관한 연구를 수행하고 있다(Vassalos, 1977). Safer EURORO 프로젝트는 Ro-Ro Passenger 선의 안전성을 향상시키기 위하여 그림 3과 같이 5개 분야의 연구를 집중적으로 수행하고 있으며, 그 중의 하나가 인명(여객)안전분야이다.

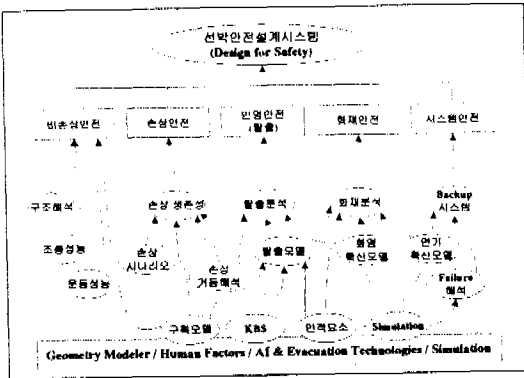


그림 3. EU의 Safer EURORO 프로젝트

MEPdesign 프로젝트와 Safer EURORO 프로젝트는 연구기관이 부분적으로 중복되고, 일부 위탁연구가 수행되고 있으므로, 근본적인 연구 목표는 유사하며, 크게 집합, 탈출, 의사결정 지원시스템, 인적 요소, 탈출 장비 등에 관한 연구로 구성되어 있다.

즉, Safer EURORO의 Ro-Ro Passenger선에 대한 집합 및 탈출에 관한 결과들은 선박의 설계단계에서 사고시의 안전성에 대한 고려를 위해 사용되어지며, 실제 긴급상황에서는 대피를 위한 의사결정 지원도구로서 역할이 가능하다.

## 2.4 NRC의 Human Factors Plan

“Human Factors Plan”은 미국의 국가조사위원회(National Research Council : NRC)에서 1976년부터 주도적으로 진행한 프로젝트로서, 인적요소에 관련된 최초의 종합적인 연구개발 프로젝트이다. 이 프로젝트에서는 상업적인 해운업에 있어서 인적 요소의 문제점과 인적 요소 문제의 해결을 위해 개발해야 할 기술적 사항들에 대한 검토가 이

루어졌다. (Sanquist, 1993)

“상선의 안전에 있어서의 인적과실(1976)”에서는 인적 과실과 관련된 여러 원인들을 제시하고, 사고 흐름도(casualty flow diagram) 및 직무기능 분석에 관한 내용들을 포함하고 있다.

“해상에서의 충돌, 접촉 및 좌초사고 감소를 위한 조사(1981)”에서는 기능 흐름도(functional block diagram)을 이용하여 충돌, 접촉 및 좌초사고를 일어나게 하는 사고의 연속성을 표현하였다.

“주요 해상충돌사고와 예방적인 권고의 효과(1981)”에서는 해상 충돌의 주요 원인에 관하여 시스템적 접근 방법과 인적 요소의 중요성에 대한 내용을 포함하고 있다.

“선박 승무원의 피로, 안전 및 축소된 승무원 정원(1990)”에서는 승무원 정원의 수준과 선내 작업 피로도의 상관관계에 대한 내용을 포함하고 있다.

“승무원 규모와 해상안전(1990)”에서는 승무원의 정원을 결정하는데 있어서 합리적인 기초 또는 승무원 정원 모델(Crew Size Evaluation Model : CSEM)이 필요함을 강조하고 있다.

## 2.5 USCG의 PTP 프로그램

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 개

표 2. 인적요소에 대한 위험분석 절차

Step	Contents
1	Known Input과 Desired Output정의
2	Functional Flow Block Diagram의 생성
3	높은 위험요소를 갖는 활동(Activities) 확인
4	확인된 활동에 대한 시나리오들을 작성
5	각 시나리오에 대한 주원인들을 중요도에 따라 분류
6	모든 시나리오에 대해서 잠정적인 예방 활동 리스트
7	각 예방활동들에 대한 전체 비용 산정
8	위험요소의 통제 가능성에 대한 평가
9	평가된 결과를 토대로 예방활동에 대한 권고
10	권고한 예방활동에 대한 승인
11	실천계획에 대한 수립 및 실행
12	실행결과에 대한 효과분석

말하게 되었다(Hill et. al., 1994, Rothblum and Carvalhais, 1996). 그러나 인간의 활동과 조직적인 관리를 통한 시스템의 향상을 꾀하기 위한 연구를 위한 기반이 조성되지 않은 상태이었다.

따라서 인간의 거동(behavior)에 대한 장기적인 계획의 수행을 위해서 QAT(Quality Action Team)가 조직되었으며, 1995년 7월 15일 Coast Guard's QAT 보고서가 발간되었고, 1996년 4월 1일 PTP Implementation Plan이 수립되었다.

이들 보고서는 인적 및 조직적 요소에 대한 향후 연구의 기초가 되며, 비전, 원리 및 목표의 제시, 현재와 미래에 대한 목표, 목표를 달성하기 위한 활동들로 구성되어 있다. USCG에서는 인적 요소에 대한 위험분석을 위해 표 2와 같이 12단계의 절차를 제시하고 있다.

## 2.6 국내의 연구현황

우리나라는 현재 선박생산 세계 제1위이며, 상선보유에 있어서도 세계 제8위를 차지하는 선박해양 선진국임에도 불구하고, 선박해양공학분야에 인적 요소의 고려를 포함한 인간공학 기술의 적용사례는 극히 미미하다. 국내의 선박해양공학 분야에서의 인간공학 관련 연구를 선박개발분야와 운항안전분야로 나누어 정리하면 다음과 같다.

선박개발분야에서는 함정을 포함한 무기체계의 인간공학적 설계기준에 대한 연구가 포항공대(정의승, 1994)와 해양시스템안전연구소(김홍태, 2000)에서 수행되었으며, 인적 요소를 고려한 탈출시물레이션 시스템의 개발이 해양시스템안전연구소를 중심으로 이루어지고 있다(김홍태 외(a), 2001).

운항안전분야에서는 유조선 사고의 원인분석에 있어서 인적 요소를 정량화하기 위한 연구가 수행된 바 있다(정재용 외, 1998).

## 3. 연구개발 분야 및 기술현황

### 3.1 연구개발 분야

선박해양공학 분야에서 인적요소와 관련된 분야로는 설계안전과 운항안전으로 나누어 생각할 수 있다(Kuo, 1993). 설계안전 분야에서 인간공학 분야는 다른 설계 고려사항(비용, 신뢰도, 에너지 소비, 데이터 처리)에 비해 소홀히 취급되었으며, 선원에 의한 시스템

의 운용 및 유지보수 가능성에 대한 고려가 미흡했다. 또한, 운항안전 분야에서는 운용 및 유지보수의 절차, 의사결정 및 작업의 용이성 확보를 위한 시스템 관점에서의 설계가 미흡했으며, 시스템 운용에 대한 기술, 지식, 이해정도의 부족으로 할당된 작업을 안전하고 명확하게 수행 못하는 경우가 발생하고 있다.

결국 설계 및 운항의 전 과정에서 인간공학 분야에 대한 충분한 고려가 필요한 것이다. 본 논문에서는 해양안전을 위한 인간공학적 고려와 관련하여, 설계안전분야, 운항안전분야의 연구개발분야에 대해 정리하였고, 합성 설계 및 운용을 위한 인간공학적 평가에 대해 언급하였다.

### 3.1.1 설계안전 분야

선박의 설계단계에서의 안전은 비손상안전, 손상안전, 여객안전, 화재안전 및 시스템안전 분야로 구분할 수 있으며, 이러한 분야 중에서 인간공학 분야와 직접으로 관련된 것은 인명탈출분석과 관련된 여객안전 및 화재안전 분야이다. 선박에서의 인명 탈출분석을 위해서는 탈출분석에 필요한 형상 모델, 탈출분석 알고리즘, 위기시 인명의 거동해석, 선박의 동요 및 경사효과 등이 고려되어야 한다. 이 가운데서 위기시 인명의 거동해석과 선박의 동요 및 경사효과는 인간공학과 직접적인 관계가 있다(이동곤, 2000).

위기시 인명의 거동해석은 사람을 대상으로 하고 있기 때문에 실험이나 분석을 필요로 하는 분야로서, 집단이 속해 있는 문화적인 차이, 성별과 나이에 따른 거동의 제한, 심리적인 공황상태 등을 고려해야 하며, 선박의 동

요와 경사효과는 육상 건축물에서는 크게 영향을 주지 않으나 선박의 경우에는 지배인차로서 취급하여야 하는 부분으로, 인명의 거동에 직접적인 제한을 주게 된다.

현재 선박에서 인명 탈출분석에 관한 요구로는 IMO의 MSC/Circ. 909인 "Interim Guidelines for a Simplified Evacuation Analysis on Ro-Ro Passenger Ships"이 유일하며, 탈출분석에 관한 정도를 향상시키기 위한 후속 조치로서 Ro-Ro Passenger 선박만 아니라 대형여객선과 고속 여객선에 적용할 수 있는 단일 지침 개발을 계속하고 있다.

그 외에도 세계 각국의 연구기관에서 탈출분석을 위한 시뮬레이션 시스템의 개발을 진행하고 있다. 이와 같은 탈출분석 관련 연구의 핵심은 사고상황에서의 예측하기 힘든 인명의 거동을 시뮬레이션 시스템에 반영하는 것이며, 이를 위해서는 에이전트(agent), 인공생명(artificial life) 등의 인공지능 기법이 활용되고 있다.

또한 인적 요소와 관련된 주요 인자들의 통계자료의 수집 및 분석과 더불어 실선 탈출실험 등을 통하여 얻어진 결과를 탈출분석 결과와 비교하여 개선하는 작업을 수행되고 있다.

### 3.1.2 운항안전 분야

선박의 운항안전분야는 크게 항해를 지원하 는 각종 시스템(자동항해 시스템, 충돌방비 시스템)과 같은 기술적인 시스템의 기능을 개선하는 면과, 선박을 조종하는 선원들과 관련된 면으로 구분할 수 있다(황병호 외, 1999). 이 중에서 인간공학 분야와 직접적인

관련이 있는 부분은 선박을 조종하는 선원과 관련된 면이다. 선박운항과 관련된 인간공학 적 요소로는 선원들의 교육, 훈련, 자격 및 면허 취득방법, 비상대응, 직부분석 등의 개별적 요소와 선원들에 대한 정책, 업무지시, 훈련 프로그램, 승선 일정계획 등의 조직적 요소가 있다.

선박운항과 관련된 개별적인 요인에 대해서는 해상생활에 따른 선박 승무원의 부담요인을 파악하고, 인간공학적 고려를 통해 개선하는 것이 필요하다. 이러한 해상생활의 부담요인으로는 자연환경의 변화, 소음, 기관운전 및 선박조정과 관련된 정보처리 등이 있다.

선박운항과 관련된 조직적인 요인은 해운산업과 관련된 정책 및 절차에 관련된 사항으로서, 이러한 것들은 선박의 승무원들에 직간접적인 영향을 주게 된다.

### 3.1.3 함정설계 및 운용분야

함정의 인간공학적 설계란 함정을 운용하는 승조원이 임무 수행시는 물론 평상시에도 보다 쾌적하고 안락하며 효율이고 안전한 업무 수행이 가능하도록, 함정에 탑재되는 설비/장비/시스템 등의 설계/선정/배치/운용에 있어서 인간공학적 요소를 고려하여 표준화하는 기술로 정의할 수 있다(김홍태 외(a), 2001).

이러한 인간공학적 고려는 최근 선박의 설계 및 생산, 안전 항해, 사고 방지, 운용의 효율성 제고 등과 같은 분야에서 관심이 증대되고 있는 중요한 분야로서, 설계 오류방지, 설계기간 단축 등과 같은 획득과정 뿐만 아니라 각종 장비의 효율적 배치, 승조원의 최적 근무환경 제공 등과 같은 인간공학적 개념의

도입으로 함정의 불확실성과 위험 요소를 감소시키고 운용성을 증진시키는데 많은 도움을 줄 수 있다는 것이 외국의 사례에서 검증된바 있다.

함정설계 및 운용 분야에서 인간공학 기술의 적용은 크게 "Human Engineering Element", "Biomedical Element", "Manpower and Personnel Requirement", "Training Element", "Technical Manual", "Test & Evaluation" 분야로 구성되며, 이러한 분야를 바탕으로 실제 함정의 개발에 적용할 수 있는 항목으로는 정보 입출력, 제어장치, 차량 조종장치, 작업공간, 공간 배치, 환경, 설비 및 장비, 소프트웨어 인터페이스 등이 있다.

인간공학적 평가를 위해 현재 주로 사용되는 방법은 통계적 처리를 통한 표준화, 인체 실험에 의한 자료의 취득, 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 거동 해석 등이 사용되고 있다.

## 3.2 관련기술 현황

앞서 언급한 바와 같이 인간공학과 관련된 학문 분야가 다양하듯이 관련된 기술의 영역도 상당히 광범위하다. 설계안전 및 운항안전에 인간공학 기술을 활용하기 위해서는 제품 모델링 기술, 최적화 기술, 시뮬레이션 기술 및 인공지능 기술 등의 일반적인 기반기술이 필요하다.

본 논문에서는 이러한 일반적인 기반 기술 외에 설계안전 및 운항안전 분야에 적용을 위한 핵심기술인 위험요소 분석기법, 인체 측정 기술, 인간 의사결정 모델, Human Mode-



ling & Simulation 기술 등에 대해 개략적으로 살펴보았다.

### 3.2.1 위험요소 분석

일반적으로 위험요소란 심각한 부상, 병과 재산피해 등의 잠재성을 가지고 있는 변수들의 조합에서 야기될 수 있거나 존재하는 작업 상태를 말한다. 이러한 위험 요소의 규명을 위하여 사용되는 기법에는 창조적 기법 및 해석적 기법이 모두 사용되며, 관련된 위험요소를 가능한 한 많이 규명하는 것이 목적이다.

창조적 기법은 과거에 구체화된 위험요소에만 국한하지 않고 장차 발생할 수 있는 위험요소까지 규명하기 위한 것으로, 사고의 원인, 결과 그리고 관련 위험요소를 규명하기 위한 구조적인 그룹 검토(structured group review)로 이루어진다. 이러한 그룹에는 선박 설계, 운영 등의 전문가와 위험요소 규명 작업 및 인적 요소의 고려를 도와 줄 전문가가 포함되어야 한다.

해석적 기법은 기존의 경험이나 정보를 적절하게 고려하게 되는데, 적용되는 규정이나 코드, 사고 유형별 통계자료, 위험요소 목록, 위험물질, 발화원 등을 이용한다.

사고 유형별로 가능한 원인 및 그 결과에 대한 초기 분석은, 초기위험분석(Preliminary Hazard Analysis ; PHA), 고장단계 및 영향분석(Failure Model & Effect Analysis ; FEMA), 위험요소 및 운전성 검토(Hazard & Operability Review ; HAZOP), 결함트리분석(Fault Tree Analysis ; FTA), Event Tree Analysis (ETA), THERP (Technique for Human

Error Rate Prediction) 등의 기법을 사용하여 수행되어야 한다(Nielsen, 1995).

### 3.2.2 인체측정 기술

인체측정학(anthropometry)이란, 공학적 설계표준을 개발하는데 있어서 인체의 모양이나 치수, 기능 등을 과학적으로 측정하여 적용하는 학문이다. 인체측정학은 1880년대부터 효율적 경영관리의 일환으로 대두되기 시작하여, 시간연구 및 동작연구 등 작업자의 행동에 관한 연구를 중심으로 시행되어졌으며, 상업적·의학적·군사적 용도로 그 이용범위가 확대되었다. 제 2차 세계대전 이후, 제품설계 시에 인체 측정의 필요성에 대한 인식이 점차 확대되면서, 군과 기업체의 연구소가 많이 설립되었으며, 그 결과 효율적인 작업 영역의 설계 등이 이루어졌다.

이와 같은 인체측정학이 실제 제품설계에 응용된 사례를 보면, 군대 장비의 설계 및 표준화된 제품 등의 제작을 들 수 있으며, 최근에는 효율적인 인간-기계 시스템(man-machine system)의 설계에 활용되고 있다.

인체측정학 자료를 측정하기 위해서는 기본적으로 생리학, 해부학, 고체역학에 관한 지식이 필요하며, 그 중에서도 특히 해부학적인 지식이 많이 요구된다. 또한 측정한 치수를 실제 제품설계에 이용하기 위해서는 회귀분석·상관분석 등 통계학적 기법을 사용하여 인체간의 연관성을 파악해야 한다.

인체측정치를 적용한 제품/작업장 설계를 위해서는 실험이 필요한데, 이의 목적으로는 인체를 고려하여 제품을 설계하는 것이다. 일반적으로 인체측정을 위한 실험기기로는

Martin식 인체측정기, Probe Matrix식 Contour Measurement 등이 있다.

### 3.2.3 인간 의사결정 모델

인간공학의 개념을 선박의 설계나 운용모델에 반영하기 위해서는 인간의 거동(human behavior)이 결정되는 방식이 모델링 되어야 한다. 여태까지 발표된 인간의 거동에 대한 모델링 방법은 "No Behaviour Rules", "Functional Analogy Behaviour", "Implicit Behaviour", "Rule Based Behavioral System", "Artificial Intelligence Based Behavioral System" 등의 5가지 기법으로 대표될 수 있다(Gwynne et. al., 1999).

"No Behaviour Rules" 기법은 의사결정 요소를 사용하지 않고 물리적인 요소만을 이용하는 방법이다. 모델링 되는 사람들의 신체적인 움직임과 Geometry 등 물리적인 요소들에 의해서만 인간의 움직임이 결정된다.

"Functional Analogy Behavior" 기법은 기능적 분석에 표현방법으로, 수식이나 수식의 집합을 전체 표현대상 인간에 적용시키는 기법이며, 적용된 수식이 전체의 거동방식을 일괄적으로 결정하게 된다. 주로 실생활에서의 움직임을 수식으로 표현해서 이용하게 된다.

"Implicit Behavior" 기법은 암시적 기법의 모델링이다. 이 방법은 거동방식 결정 기법을 직접 모델링하지는 않는 대신, 다른 복잡한 물리 식 등을 사용해서 각 개체의 움직임을 우회적으로 모델링 하는 방법이다.

"Rule Based Behavioral System" 기법

은 규칙 기반의 거동방식 결정 모델이 사용된다. 이 방법은 예상 가능한 모든 상황에 대한 거동방식을 규칙 기반(rule-base)에 표현해 두고, 그것에 따라 개체의 거동방식이 결정 되도록 한다.

마지막으로 "Artificial Intelligence Based Behavioral System" 기법은 최근에 많이 적용되는 기법이 인공지능을 이용한 모델링이다. 이 기법에서 각각의 개체는 인공지능의 여러 기법들을 이용해서 인간의 행동을 흉내 내도록 모델링 되고, 이들을 인간 대체물의 개념으로써 실험에 이용하는 방법이다.

### 3.2.4 Human Modeling 및 Simulation

선박설계 및 운항시스템에 적용을 위한 인간공학적 고려를 위해서는 인간동작에 다양한 기초 데이터가 필요하다. 그러나 이러한 데이터를 모두 실제 실험을 통하여 얻기는 비용과 시간적인 면에서 매우 힘들다. 이를 위해서는 "Ergonomics Human Model"의 활용이 필요하다. "Ergonomic Human Model"이란 CAD 시스템 내에 사용자를 형상화시켜 제품 설계 시 필요한 인간공학적 평가과정을 수행하고자 개발된 전산화된 인체 모형을 의미한다(박석준 외, 1998).

지금까지의 "Ergonomic Human Model"에 대한 연구는 주로 모델의 개발을 중심으로 이루어져 왔으나, 최근에는 보다 향상된 기능을 보유한 인간 모델(human model)의 개발과 더불어 효과적 사용을 위한 운용방법에 대한 연구에 관심이 모아지고 있다.

이러한 "Ergonomics Human Model"을 이용할 경우, 작업공간에서 인체모델의 움직

임을 통한 충돌해석, 수리 및 유지를 위한 적정 공간 확보, 거주구역의 설계 등을 비롯하여, 최근에는 항공기, 자동차, 선박과 같은 운송장비들의 조종실 설계 및 배치에 시뮬레이션 기반 설계기법과 결합하여 인적 요소를 평가할 수 있다.

“Ergonomic Human Model”을 위한 범용 도구들로는 Delmia/ERGO, SafeWork, Virtual Man, ERGOPlan, JACK, ErgoSPACE 등이 있으며(Feyen et. al., 2000), 이러한 범용 도구들은 인간공학적 평가기능과 함께 그래픽 기능이 향상된 인체모형을 제공하고 있다.

#### 4. 결 론

본 논문에서는 선박설계 및 운항안전을 중심으로 선박해양공학 분야에서 인간공학적 고려를 위한 관련 연구현황 및 기술에 대해서 기술하였다.

선박해양공학 분야에서의 인간공학적 고려는 운항안전의 관점에서 인적 요인에 의한 사고를 줄이기 위한 측면과 선박설계의 관점에서 선원 및 승객의 안전하고 쾌적한 선상활동을 확보하기 위한 측면으로 구분할 수 있다.

운항안전을 위한 인간공학적 고려는 작업 피로, 인간 과실 등과 같은 인적 요소 뿐만 아니라, 작업일정, 선원 규모 등과 같은 조직적 요소에 대한 고려가 이루어져야 할 것이다. 선박설계를 위한 인간공학적 고려는 탈출 시뮬레이션에서의 인간 거동에 대한 고려 뿐만 아니라, “Design for Quality of Work

Life”라는 측면에서 선박에서 활동하는 선원 및 승객의 쾌적한 활동을 확보하기 위한 설계의 고려가 이루어져야 할 것이다.

선박해양공학 분야에서 인간공학 관련 연구는 전 세계적으로도 초기 단계에 있으며, 국내에서는 사례를 찾아보기 힘든 실정이다. 앞으로 여객선, 신형 함정, 잠수함 등과 같은 고부가가치선의 개발에 대한 요구가 증대되고 있는 우리나라의 입장에서는 조속히 관련 핵심 기술 및 인력의 확보를 위한 노력과 관심이 이루어져야 할 것이다.

#### 참고 문헌

공인영, FSA 기법의 선박운항 안전성 평가에의 적용 연구(I)(II), 한국해양연구소 보고서, 1999 12.

김홍태, “Ship Design & Operation을 위한 인적요소의 개요”, SBD연구회 8차세미나 자료집, pp. 1-20, 2000.

김홍태, 임재민, 이동곤, 박진형, “선박설계 및 운항안전을 위한 Human Factors 기술의 현황 및 전망”, 선박해양기술, 제31호, pp. 39-48, 2001.

김홍태, 이동곤, 박진형, “인적 요소를 고려한 선상 탈출 시뮬레이션 기술”, 한국시뮬레이션학회 2001 춘계학술대회 논문집, pp. 135-140, 2001.

박석준 외, “Ergonomic Human Model을 이용한 인간공학적 차량설계”, 산업공학지, 제 11권 제2호, pp. 125-137, 1998.

이동곤, “안전설계 기술현황 및 전망”, 선박해양



### 저자 소개

#### ◆ 김홍태

고려대학교 산업시스템정보공학과에서 학사, 석사학위를 취득하고, 동대학원에서 박사 과정을 수료하였으며, 한국기계연구원 조선시스템연구부 선임연구원을 거쳐 현재 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 선임연구원으로 재직중이다. 주요 관심분야는 해양안전공학, 인간공학, 모델링 및 시뮬레이션 등이다.

#### ◆ 이종갑

부산대학교 조선공학과를 졸업하고, 충남대학교에서 석사, 박사학위를 취득하였으며, 대우조선을 거쳐 현재 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 책임연구원으로 재직중이다. 주요 관심분야는 시뮬레이션 기반 설계, 조선해양 CALS, 모델링 및 시뮬레이션 등이다.

#### ◆ 이동근

부산대학교 조선공학과에서 학사, 석사, 박사학위를 취득하였으며, 현재 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 책임연구원으로 재직중

이다. 주요 관심분야는 인공지능, 선박안전공학, 모델링 및 시뮬레이션 등이다.

#### ◆ 박진형

경북대학교 컴퓨터공학과에서 학사, 석사를 취득하였으며, 현재 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 연구원으로 재직중이다. 주요 관심분야는 인공지능, 컴퓨터 알고리즘이다.

---

논문접수일 (Date Received): 2001/6/12

논문게재승인일(Date Accepted): 2001/7/5