

# 船舶運航시스템에 있어서 人的要素(Human Factors)의 概念에 관한 考察

황 병 호\* · 이 종 인\*\*

A Study on the Concept of Human Factors in Ship Operating System

*Byeong-Ho Hwang\* · Jong-In Lee\*\**

〈목 차〉	
I. 서론	4.1 해운분야에 있어서 인적요소에 관한 연구
II. 인적요소(Human Factors)에 관한 용어	4.2 해상안전에 관한 인적요소 연구개발계획
III. 인적요소에 관한 연구의 목적과 개념	4.3 선박운항시스템에서의 인적요소의 개념
3.1 인적요소에 관한 연구의 목적	
3.2 다른 산업에서의 인적요소에 관한 연구	V. 결론
3.3 인적요소의 개념	
IV. 선박운항시스템에서의 인적요소의 개념	

## Abstract

In the recent past, maritime safety research has been applied primarily to technological requirements and progression of regulations on standards of safety from which the ISM Code has resulted. Despite the engineering and technological innovations, significant marine casualties continue to occur, which indicates that human factors are an area requiring more focused attention. This paper aims to study the clear concept and its details of human factors in ship operating system through the investigation of researches presented so far. The purpose of studying human factors is to identify how the crew, the owners, the classification societies, and the regulatory bodies can work together to sever the chain of errors which are associated with every marine casualty. The human factors in ship operating system may be defined as the study and analysis of the interaction between the operator and system variables composing the system, most importantly the procedures and the crew and management follow.

\* 정회원, 한국해양수산연수원 항해학과 교수

\*\* 한국해양대학교 교수

## 1. 서론

산업혁명 이후 수많은 과학기술의 발달로 인간의 생활은 과학의 산물인 각종 기기와 설비 및 시스템을 이용하여 현대 사회를 살아가고 있다. 특히 20세기 후반에 들어서서는 전자 기기 및 이를 이용한 시스템의 급격한 발달로 각종 산업 현장에는 이러한 기기와 장비 및 시스템을 이용한 운영과 관리가 광범위하게 이루어지고 있다. 그러한 결과로 사회가 필요로 하는 각종 기능과 업무들의 수행이 기기와 시스템에 의존하는 경향은 날로 높아지고 있을 뿐만 아니라, 기계와 인간이 하나의 연속적인 고리 시스템에 결합되어 어떠한 직무나 기능을 수행하게 되는 분야도 점차 늘어나게 되었다.

그러나 인간과 기계는 그 본원적 특성의 차이로 인하여 하나의 연속된 직무수행의 고리에서 효율적이고 안전한 기능을 수행하는 데에는 많은 문제점들을 내재할 수밖에 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 있으며, 각 산업분야에서는 이러한 인간의 실수를 예방하기 위하여 인적요소(Human Factors)에 관한 연구가 활발하게 이루어져 오고 있다. 그 대표적인 산업분야로서는 사고의 위험도와 그로 인한 결과의 심각성이 타 분야보다 상대적으로 높은 원자력 산업, 우주 항공 및 항공기 운항, 의학 분야 등을 들 수 있다.

해운산업 분야에서는 2차 세계대전 이후 국제 해상 물동량이 꾸준히 증가하면서 선박량에 대한 수요가 늘어나게 되었고, 그러한 수요는 선박의 건조 기술의 발달을 가져와 선박의 대형화와 고속화가 이루어지게 되었다. 그러나 항만의 개발과 확충은 선박의 공급량 확대보다는 그 특성상 상대적으로 그 진척이 늦을 수밖에 없고, 이로 인하여 선박

의 안전한 해상 통항조건은 더욱 열악해지면서 선박간의 충돌과 좌초 등의 해난사고는 매년 증가하여 오고 있다. 더욱이 이러한 선박운항에 따른 해난사고 원인의 절대적 부분(전체 해난사고의 80%이 직접 또는 간접적으로 인적 과실에 기인)이 인적 과실에 기인하는 것으로 밝혀지고 있다.<sup>1)</sup> 따라서 해운분야에서도 90년대 초에 들어서 이러한 인적 과실에 기인하는 사고의 원인을 줄이기 위하여 국제적인 차원에서 국제해사기구(IMO)와 해운 관련 단체 및 각국의 연구기관 등에서 이 분야에 대한 관심과 연구, 조사가 이루어져 오고 있다.

그러나 인적요소의 개념 및 인적 과실에 대한 원인 규명과 분석방법 및 적용 범위 등이 각 산업분야의 특성과 기능에 따라서 그 내용을 다소 달리하고 있기 때문에<sup>2)</sup> 인적요소라는 용어의 사용과 적용에 있어서 보다 명확한 개념의 정의가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 먼저 다른 산업분야에서 연구되어 온 문헌을 통하여 인적요소 연구의 목적과 개념을 조사하고, 해운산업 분야 중에서 선박운항 시스템에 있어서 인적요소의 개념은 어떻게 정의될 수 있으며, 구체적인 관련 요소들은 무엇인가에 대하여 고찰하여 보고자 한다.

## II. 인적요소에 관한 용어

인적요소에 관한 정의는 여러 가지로 표현되고 있을 뿐만 아니라 용어의 사용에 있어서도 목적에 따라서 영어로서는 'Human Factors', 'Human Element' 또는 'Human Aspects'라고 표현하는 경우도 있다. 우리말의 용어에서도 '인간요소' 또는 '인적요소'로 표현하고 있다. 학문적 연구분야에서는 '인간공학, 인간요소공학, 작업 경제학 :Human Factors, Human Factors Engineering, Ergonomics' 등으로 표현하고 있다. 인간공학이라는 용어로 널리 사용되고 있는 'Ergonomics'란 단어는 두 개의 희랍어가 복합된 것으로서 "ergon" (작업, 노동:

1) IMO/MS 65/15/1, *Role of the Human Element in Maritime Casualties*, 10 February, 1995

2) Alphonse Chapanis, *Human Factors in Systems Engineering*, John Wiley & Sons, Inc. N.Y. p.13-15(1996)

work)”을 의미하며, “nomos” (법칙, laws of)을 의미하는 것이다. 이 용어는 영국에서 사용하기 시작하였으며 유럽과 아시아에서 널리 사용되고 있다. 반면에 거의 동시에 미국에서 사용하기 시작한 'Human Factors'는 북미 지역에서 대부분 사용되어 오고 있다.

'Ergonomics'와 'Human Factor'라는 이들 두 단어는 영어와 우리말에서도 그 표현을 달리하고 있으나 학문적 전문분야에서는 동일한 개념으로 사용되고 있으며, 그 동일성에 대해서는 1993년 인간 공학회(The Human Factors Society)에서 그 명칭을 공식적으로 'The Human Factors and Ergonomics Society'라고 변경하면서 확인하였다.<sup>3)</sup>

그러나 영어권에서조차도 이 분야를 지칭하는 용어에 대해서 이견이 있다. 일부는 인간 요소를 고려하는 것이 이 분야를 가장 적절히 묘사한다고 느껴서 'Human Factors' 혹은 'Human Factors Engineering'이라는 용어를 선호하고 있다. 한편 또 다른 일부는 자기들의 연구분야를 묘사하는데 Bioengineering, Biomechanics, Human Engineering, 혹은 Engineering Psychology라는 용어들을 사용하고 있다. Ergonomics란 단어가 현재에도 유럽에서는 더 널리 사용되고 있지만, Human Factors는 10년 전까지만 하여도 미국에서 공통적으로 사용되는 언어였다. 그러나, 지금은 산업계에서 일어나는 노력을 묘사하는 데는 Ergonomics를 사용하고, 교통이나 국방 관계 연구들은 Human Factors라고 사용하고 있다.<sup>4)</sup> 따라서 본 연구에서는 선박운항시스템에서의 사람 및 사람과 관련한 요소 즉, 인적요소(Human Factors 또는 Human Element)는 무엇인가를 설명하고자 하는 것이므로 '인적요소(Human Factors)'라는 용어로서 표현하고자 한다.

### III. 인적요소에 관한 연구의 목적과 개념

#### 3.1 인적요소에 관한 연구의 목적

인적요소를 연구하는 목적에는 여러 가지가 있을 수 있다. 그 배경에는 크게 다음과 같은 두 가지의 기준으로 생각하여 볼 수 있을 것이다. 즉, 첫째는 분야별 직무의 전문성으로 인한 배경을 들 수 있다. 어떠한 장소에서 인적요소 전문가들이 어떠한 일을 하는가에 따라 그 목적이 달라진다. 예를 들어서 부엌 기구 또는 가정용 컴퓨터와 같은 소비재를 다루는 사람은 주로 안전, 사용의 편리성을 높이고 소비자의 만족도를 증가하는 것에 관심을 가지게 될 것이다. 사무실 환경의 설계에 관련하는 사람은 작업환경을 개선하고 피로와 심리적 부담을 줄이는 것과 지루함을 줄이고, 제품의 신뢰성과 유지관리의 편리함에 관심을 가지게 된다. 그리고 군사적 시스템에 관련하는 사람은 실수, 안전, 시스템 수행, 신뢰성, 유지관리의 편리성, 그리고 인적 자격 및 훈련기준에 관심을 가지게 된다.

둘째로 각 분야별 목적들간에는 상관성이 존재한다는 점이다. 다양한 목적들간에는 상호 관련성을 가진다. 인간 공학적으로 잘 만들어진 기계나 시스템은 여러 개의 목적들을 동시에 만족하게 된다. 예를 들면 잘 설계된 컴퓨터 프로그램은 배우기도 쉽고 사용하기에도 쉬우며 결과적으로 실수를 거의 하지 않게 되고 보다 나은 과업을 수행하게 되는 것이다. 이러한 인적요소에 관한 목적의 배경에서 연구의 가치를 기준할 때 구체적으로 다음과 같은 4가지로 구분할 수 있다고 하였다.<sup>5)</sup>

- 1) 기본적인 운용에 목적을 두는 경우
  - 실수를 감소
  - 안전을 증대
  - 시스템 성능을 향상

3) Alphonse Chapanis, 전계서

4) 朴景洙, 人間工學, 영지문화사, p.4 (1997)

5) Alphonse Cahpanis, 전계서

- 2) 신뢰성, 보전성 및 이용 가능성 및 통합된 논리적 지원체계를 목적
  - 신뢰성 증대
  - 보전성 증대
  - 인적요건을 감소
  - 훈련요건의 감소
- 3) 사용자 및 운용자에 영향을 미치는 것을 목적으로 하는 경우
  - 작업환경 개선
  - 피로와 육체적 스트레스 감소
  - 인간의 편안함을 증대
  - 사용의 편리성 향상
  - 사용자의 수용도를 향상
  - 미적 외형의 개선
- 4) 기타의 목적
  - 시간과 장비의 손실을 감소
  - 생산 경제성의 증대

### 3.2 다른 산업에서의 인적요소에 관한 연구

인적요소에 관한 학문은 가끔 대재앙 또는 어떠한 분야에 있어서 국민적 관심사에 해당하는 연속적인 사고가 있을 때에 그 중요성이 높아지게 된다. 이러한 현상은 Exxon Valdez호의 사고에서 확인하였으며, 인간의 실수는 Three Mile Islands 원자력 발전소 사고를 포함하여 대형여객기에서 조종사가 이륙하는 과정에서 보조 날개를 낮추는 것을 실수하여 치명적인 참사로 연결된 것 등, 사회적으로 큰 문제가 된 여러 사고들에서 관련되었다. 특히 원자력과 항공산업에서의 인적요소에 관한 보다 높은 관심의 결과로서 미국의 원자력규제위원회(Nuclear Regulatory Commission, 1982)와 연방항공국(Federal Aviation Administration, 1990)에서는 모든 시스템의 수행과 안전을 향상시키기 위하여 요구되는 인적요소 관점에서의 작업들을 명확히 하기 위하여 상당히 긍정적인 노력을 기울여 왔다. 따라서 여기에서는 다른 산업분야 중에서 시스템의 기능과 수행 면에서 선박운항시스템과

유사성이 많은 항공산업을 중심으로 인적요소에 관한 고찰을 통하여, 그 목적과 개념을 살펴보고자 한다.

먼저 원자력 산업의 경우는 미국의 Three Miles Is. 원자력 발전소 사고로 인하여, 국가조사위원회(National Research Council :NRC)에서는 원자력산업에 있어서 인적요소에 관한 장기적인 조사계획에 대한 조언을 하도록 인간공학회(Human Factors Society)가 결성되었다. 이 프로젝트에서는 주제의 범위와 연구 필요성을 정의하기 위하여 원자력 기초분야의 지도 교수급에 해당하는 전문가들과 NRC 및 산업체에서 근무한 경력이 있는 사람들로 구성하였다. 이 조사연구 그룹의 일차적인 조사 결과에서 Three Mile Islands 사고 이전에는 원자력산업분야에서 인적요소에 관한 분석은 전혀 없었다는 것이었다.<sup>6)</sup> 따라서 NRC내에 인적요소에 관한 연구활동이 있어야 한다는 권고가 상당 부분 있었다. NRC 계획은 10년간의 기간 동안 여러 분야에 관하여 언급하고 있으며, 호출표시기 및 경보장치, 훈련, 자격부여와 면허, 직무교대 절차와 피로의 영향 및 안전척도 표시시스템 등 여러 분야에 관한 우선 순위를 지정하였다. 인적요소에 관한 연구는 NRC의 지원을 받아 실행되었다. 그 계획에 대한 초기의 비평에는 과장되어 표현되었다는 것과 이용 가능한 자료를 확보하는데 또한 시간이 너무 많이 소요된다는 점이였다. 보다 우선적으로 고려되어야 하는 분야의 대부분은 그 이전보다 관심을 더욱 가지게 되었으며, 그 이후 이러한 내용들이 산업체에서 안전과 운영을 위한 규정으로 만들어졌다.

20세기 후반의 지난 십년 동안에 예상되었던 항공교통량의 증가 및 장비의 신뢰성 개선을 목적으로 항공교통에서 보다 높은 안전도를 증가하기 위한 하나의 방법으로 인적요소에 대한 관심을 집중하게 되었다. 미국에서는 1988년에 제정된 항공안전법(Aviation Safety Act)에 의하여 인적요소 및 안전의 향상을 위하여 매년 2500만 달러를 지출할 수 있도록 하였다. 1988년 후반에 FAA (Federal

6) Thomas F. Sanquist, John D. Lee, "Human Factors Plan for Maritime Safety", USCG, (February, 1993)

Aviation Agency:연방항공국)에서는 인적요소에 관한 과학기술 수석 자문관을 두도록 하였으며 이곳에서 행한 첫 번째 활동이 항공산업에서 인적요소에 관한 장기적 계획을 개발하는 것이었다.

연방항공국에서 사용하였던 방법은 원자력규제 위원회에서 사용한 것과는 다소 달랐다. 즉, 인적요소에 관한 핵심 전문가 그룹을 사용하는 것보다는 탁월한 과학적 직무그룹(scientific task group)을 만들었다. 이 그룹은 인적요소 전문가와 항공통제 또는 정비 등과 같은 특정 분야에 관한 전문적인 사람들로 구성되었다. 계획수립그룹에서는 항공운송협의회에서 개발한 고도의 인적요소에 관한 계획을 바탕으로 하여 항공기 안전운항에 요구되는 직무를 조사하는 데에 활용하였다. 결과를 도출하기 위한 계획에서는 다음과 같은 특징의 적용 분야에 대하여 집중하였다. 즉,

- 1) 조종사의 환경
- 2) 항공관제, 조종사-항공교통의 일체화
- 3) 항공기 정비
- 4) 항공로 시설유지 등과 같은 것이었다.

이들 각 분야는 다음과 같은 요소에 대해서는 공통적인 사항으로 초점을 맞추었다. 즉,

- 1) 자동화
- 2) 시스템 감시
- 3) 기초적인 인간성능에 관한 지식
- 4) 인간 성능의 측정
- 5) 정보의 전달
- 6) 제어 및 표시장치
- 7) 훈련 및 선택
- 8) 자격부여와 유효성 기준 등이었다.

항공기의 인적요소계획이 비교적 새로운 것이었기 때문에 그것의 성공 여부는 매우 어려운 문제였다. 연방항공국의 고위 공직자들은 그 계획이 여러 연구분야에 걸쳐 관심을 갖도록 하는데 도움을 주었다는 것으로 보고한 적이 있다.

### 3.3 인적요소의 개념

인간공학은 사회의 여러 전문분야와 관련하는 학문으로서 대부분의 미국에 있는 인간공학 전문가들은 산업공학(Industrial Engineering) 또는 심리학 측면에서 이 분야에 접근하고 있다. 미국의 51개 대학에 있는 58개의 인간공학 학위 교육 프로그램 중에서 약 43%가 산업공학 또는 시스템 공학을 결합한 산업공학부에 해당하는 것이며, 39%는 심리학과 관련하는 독자적 분야에 해당하고 나머지 18%는 기계공학, OR(Operations Research), 또는 경영과학 등과 같은 분야에 관한 것들이다.<sup>7)</sup> 인간공학과 관련되는 분야에 대해서는 크게 나누어 심리학, 인체계측학, 응용심리학, 환경의학, 엔지니어링, 통계학, OR, 산업디자인 등의 8개 분야가 있다는 견해도 있으며, 그 학문적 연구분야를 실험심리학, 의학 및 생리학, 광의의 작업연구, 환경공학, 제어공학, 산업디자인 등의 6가지로 보는 견해도 있다. 그러나 각 분야별 전문가들은 디자이너와 경영자 사이에 차이점이 있는 것과 같이 이들 간에는 차이가 있을 수밖에 없으며, 따라서 연구에 접근하는 방법과 목적이 달라질 수 있다는 것이 일반적인 견해이다.<sup>8)</sup> 본 연구에서는 인적요소에 대한 각 분야별 공통적인 관점과 개념을 중심으로 살펴보고, 이러한 공통적인 개념을 기준할 경우 해운산업의 선박운항시스템에서의 인적요소 개념에는 구체적으로 어떠한 요소들이 포함될 수 있는가를 찾아보고자 한다.

A. Chapanis는 인간공학의 정의 및 연구 목적을 다음과 같이 설명하고 있다. 즉, 인간공학이란 “인간이 안전하고 편안하게 그리고 효과적으로 사용할 수 있도록 인간이 사용하는 연장, 기계, 시스템, 과업, 일 및 환경 등에 관한 설계에 인적요소들의 정보를 적용하는 것”, 또는 “작업상 안전성의 향상과 사고방지, 기계조작의 능률성과 생산성 향상, 쾌적성을 연구하는 학문” 등으로 정의하였다.

7) Alphonse Chapanis, 전계서

8) Alphonse Chapanis, 전계서

반면에 M.S. Sanders & E.J. McCormick은 인간공학의 개념을 그것의 초점, 목적 및 접근방법을 통하여 개념을 정의할 수 있다고 하였다.<sup>9)</sup> 즉, 인간공학의 초점은 인간과 인간이 일과 일상생활에서 사용하고 있는 제품, 장비, 설비, 절차 및 환경 등과의 상호작용에 관한 것이다. 엄격한 공학적 기술에 관한 것을 초점으로 하는 공학과 달리 인간 자체에 관한 것과 사물의 설계가 어떻게 인간에게 영향을 끼치는가에 관한 것이 그 주요 대상이다. 그래서 인간공학은 인간이 사용하는 물건들과 이러한 물건들을 사용하고 있는 환경을 인간의 능력과 한계 및 필요에 보다 더 적합하도록 이들을 변경하는 것을 찾고자 하는 것이다. 그리고 인간공학의 목적에는 두 가지의 주요한 것이 있다.

첫째는 작업과 행동이 효과적으로 그리고 효율적으로 집행이 되도록 하고자 하는 것이다. 여기에는 보다 개선된 사용의 편리성, 실수의 감소 및 생산성의 향상이 포함된다. 둘째로 바람직한 인간의 가치 기준을 실현하는 것이다. 여기에는 안전의 향상, 피로 및 스트레스의 감소, 편안함의 증진, 사용자 수용도의 향상, 직무 만족 및 보다 개선된 삶의 질을 포함하는 것이다.

이러한 목적을 달성하는 것은 너무 높은 것으로 보이나 A. Chapanis(1983)가 지적한 것처럼 다음과 같은 두 가지 관점에서 우리들에게 도움을 줄 수 있다고 하였다. 즉,

- 1) 일반적으로 특정의 분야에 적용하는데 있어서 단지 하나의 세부 항목이 매우 중요하며,
- 2) 이들 목적들간에는 일반적으로 상관관계를 가지고 있다.

예를 들어서 인적요소를 고려한 기계나 제품은 일반적으로 안전할 뿐만 아니라 사용하기에도 쉬우며, 그 결과 보다 덜 피로하게 되고 사용자에게도 보다 더 큰 만족감을 주게 되는 것이다. 인간공학의 접근방법은 인간이 만들어 사용하는 물건, 기구,

혹은 환경을 설계하는데 인간의 특성이나 행동에 관한 적절한 정보를 체계적으로 적용하는 것이다.

따라서 인간공학의 정의를 “인간의 행동, 능력, 한계 및 기타 인간의 특성들에 관한 정보를 인간이 사용하는 도구, 기계, 과업, 직무 및 환경 등이 생산적이고 안전하며 효과적인 것이 되도록 하는 설계에 관한 것을 찾아내고 그것을 적용하는 것”이라고 하였다.

한편, 선박의 운항시스템과 유사한 분야인 항공기 운항 분야에서는 인적요소에 관한 개념과 정의를 다음과 같이 표현하고 있다. 즉, 광의의 인적요소란 인체기관이나 생리 및 심리 등 인간본질에 대한 능력과 그 한계 및 변화 등 인간 과학적 재요소들을 인지하고, 그 주변의 모든 요소와 상호작용시 그 관계를 최적화 하여 인간행동의 능률성과 효율성 그리고 안전성을 도모하기 위한 것이라고 할 수 있으며, 인간공학과 함께 하는 주변 모든 요소와의 관계에서 발생하는 현상을 총칭하는 의미를 포함하고 있어, 그 영역과 깊이는 매우 광범위하며, 부분별로는 고도의 전문성을 띠고 있다.<sup>10)</sup> 미국의 심리학 교수인 Elwyn Edwards는 1972년에 인적요소에 관한 개념 모델(SHEL Model: 4가지 구성 요소의 첫 글자를 따서 칭하는 것으로서 Software, Hardware, Environment, Liveware를 말함)을 처음 개발하였으며,<sup>11)</sup> 인적요소는 학문 지향적이기보다는 문제해결 지향적이라는 의견을 피력하면서, 인간의 인체기관 능력 및 한계에 대한 인식과 함께 인간과 기기시스템 및 주변환경과의 부조화를 해소하는 것이 필수적이라는 점을 강조하였으나, 그의 이론은 크게 인정받지 못하였다.

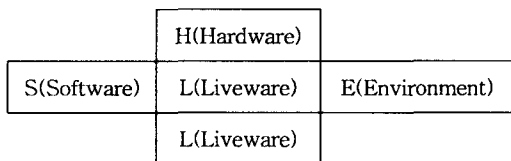
그 후 1975년 네델란드 KLM항공의 기장 출신인 Frank H. Hawkins는 E. Edwards의 SHEL모형을 수정하여 새로운 SHEL모형을 제시하였으며, 이것이 항공기 사고의 원인을 뒷받침하는 이론적 근거가 됨으로써 국제민간항공기구(ICAO)에서 추진하

9) Marks S. Sanders & Ernest J. McCormick, *Human Factors in Engineering & Designing*, McGraw-Hill, Inc. (1992)

10) 강현철 외, *항공과 人的要素*, (사)한국항공진흥협회, p.18-22 (1996)

11) *항공과 人的要素*, 전계서

고 있는 인적요소 이론의 모태가 되고 있다. 이 모델의 각 구성요소들은 하나의 블록으로서 상호 결합된 형태를 취하는 것으로서 그 중심은 인간이라고 하였으며, 이들 각 요소는 상관관계를 가지고 있고 L-L관계를 가장 중요시하고 있다(그림1 참조). 그 이유는 항공기의 운항을 위한 승무원들의 업무가 팀워크로 이루어지는 업무이므로 승무원간의 상호 협력하는 가운데 이루어지는 것이 조종실 업무의 효율성을 높일 수 있고 또한 안전운항에도 기여할 수 있기 때문이다. 이에 따라 세계 각국에서는 인적요소분야에서 운항승무원들간의 인간-인간 관계를 가장 중요시하고 있으며, 이를 강화하기 위한 방법으로 승무원 자원관리(CRM:Crew Resources Management) 및 비행현장 적응훈련(LOFT:Line Oriented Flight Training)의 프로그램을 개발하여 운항승무원들을 교육,훈련에 활용하고 있다.



〈그림 1〉 F.H. Hawkins의 SHELL Model

- L(중앙) - 인간(운항승무원: 항공관제사, 항공정비사 등 각종 부문에서 업무를 주도적으로 수행하는 사람)
- L(아래) - 운항업무에 직접 관련되는 사람(운항승무원)
- H - 운항 관련 승무원이 조작하는 모든 기기
- E - 주변 환경 및 실내 조명, 습도, 온도, 기압, 산소농도, 소음 등

이상에서와 같은 인적요소에 관한 연구의 목적과 개념의 설명에서 인적요소에 관한 공통적인 개념으로서 인간과 인간을 중심으로 하는 주변 요소들간의 문제라는 점과 인간과 이들 각 요소들간에는 상관관계를 가지며, 이들 관계에서 인간의 능

력, 한계, 특성을 고려한 상관관계가 되어야 한다는 점이라고 할 수 있을 것이다. 또한 선박운항시스템의 경우에는 항공기운항과 마찬가지로 인간 개인의 능력과 한계 등도 중요하지만 팀워크에 의한 업무수행이 강조되는 분야이므로 인간-인간의 상관관계 요소도 중요시되어야 할 것이다. 또한 인간이 속하고 있는 직업의 특성과 전문성, 환경 등이 각 산업분야별로 다르다는 점에서 인적요소와 상관관계를 가지는 각 요소들의 종류와 상관관계는 달라지게 될 것이다.

#### IV. 선박운항시스템에서의 인적요소의 개념

##### 4.1 해운분야에 있어서 인적요소에 관한 연구

해운분야에서 인적요소와 관련하는 연구는 미국의 국가조사위원회(National Research Council: NRC)가 주도하여 1976년부터 시작된 “인적요소 연구계획(Human Factors Plan)”과 유조선 ‘Exxon Valdez’호 사고를 계기로 인적요소 연구개발의 종합적인 계획의 최초 과제로서 인적요소에 관한 프로그램이 시작된 것으로서 “해상안전에 관한 인적요소 연구개발계획(Human Factors Research and Development Plan for Maritime Safety)”을 들 수 있다.<sup>12)</sup>

“인적요소 연구계획”에 의하여 지금까지 1976년, 1981년 및 1990년에 연구보고서가 발표된 바가 있다. 이들 보고서에는 상업적인 해운업에 있어서 인적요소의 문제점에 대한 관점과 연구프로그램의 개발에 관한 것들이었다. 또한 이들 연구보고서에서는 문제분석에 관한 보다 상세한 내용과 인적요소 문제해결을 위하여 개발해야 하는 기술적 사항에 관한 것들이었다. 특히 이러한 연구의 결과들은 미국 해안경비대의 해상안전에 관한 임무를 수행하는 것과 서로 연결되도록 하는 것이었다. 이 장에서는 이러한 연구의 결과들을 통하여 선박운항시스템에서의 인적요소에 대한 개념을 살펴보고자 한다.

12) Thomas F. Sanquist, John D. Lee, 전계서

4.1.1 상선의 안전에 있어서 인적과실(1976년 보고서)

이 1976년의 연구는 NRC에 의한 상선의 해난사고의 가장 빈번한 원인이 인적과실이라는 1970년 프로젝트의 결과에 이어 나온 것이다. 이 보고서에서는 서면조사와 인터뷰(대답)를 이용하여 상선의 인적자료를 모으는데 초점을 맞추었다. 이 결과는 사고 원인규명을 위한 기술적인 내용을 담고 있는 것으로서 인적과실의 근원을 규명하고자 하였다. 결과로 나타난 자료에서는 인적과실과 관련하는 여러 요인들을 제시하고 있다. 즉, (1) 부주의, (2) 도선사와 선장간의 애매모호한 관계, (3) 비효율적인 선교의 설계, (4) 빈약한 운영지침, (5) 신체적 부적합성, (6) 좋지 않은 전망구조, (7) 과로, (8) 과음, (9) 지나친 이직율, (10) 높은 수준의 예측되는 위험, (11) 적절하지 못한 등화 및 항로표지, (12) 레이더의 잘못 사용, (13) 무중신호의 불명확한 사용 및 (14) 충돌예방규칙의 비적합성 등이었다. 이 보고서에는 사고 흐름도(casualty flow diagram) 및 당직업무와 같은 많은 직무들과 적절하지 못한 운영과 같은 사고요인들로 구성된 직무기능의 분석에 관한 추가 자료들을 제공하고 있다. 이 조사가 시행된 후에 레이더의 ARPA, 직무규정의 적합성 및 근로시간에 관한 규정 등과 같은 사고원인에 영향을 주는 몇몇 기술적인 측면과 규정에 있어서 부분적인 변화를 가져왔다.

4.1.2 해상에서의 충돌, 접촉 및 좌초사고의 감소를 위한 조사의 필요성(1981년 보고서)

특수한 형태의 사고에 대한 조사의 필요성을 평가하기 위하여 해상운송 사회공학시스템 연구위원회(Commission on Sociotechnical Systems of the Maritime Transportation Research Board)가 계속적으로 소집되었다. 이 위원회에서는 충돌, 접촉 및 좌초사고를 일어나게 하는 사고의 연속성을 묘사하기 위하여 기능의 흐름도(Functional Flow Block Diagram: FFBDD)를 사용하였다. 이 보고서에는 인적요소에 관한 모든 이용 가능한 정보들을 조사하였으며, 다음과 같은 결론을 내렸다. 즉, 이용 가능한 기본적인 데이터가 풍부함에도 불구하고

고 해운분야에는 적용될 수 있는 것은 거의 없다는 것이었다. 이 보고서에서 해난사고에 있어서 인적과실의 근본적인 원인을 찾기 위한 통합된 프로그램의 개발을 요구하였다. 또한 선교와 기관실의 제어장비의 설계 및 표시를 위한 산업체의 지침을 설정하기 위한 인적요소연구 프로그램을 건의하였다. 위원회에서 인적요소와 해상안전과 관련하는 상황이 아주 빈약한 상태에 있으며, 그 이유는 해운분야의 조사를 조정하는 설득력 있는 계획이 없기 때문이라는 것을 발견하였다.

4.1.3 주요 해상충돌사고와 예방적인 권고의 효과(1981년 보고서)

미국의 교통안전위원회(NTSB)에 의한 이 연구는 1970년부터 1980년까지의 기간 동안에 일어났던 82건의 해난사고들을 평가하였다. 그 결과 충돌사고의 66%가 인적과실에 기인한 것이었으며, 주로 적합하지 않은 항해에 기인하는 것으로 나타났다. 해안경비대와 산업체들에게 요청한 권고사항들도 검토되었다. NTSB에서 이행한 권고내용들은 개인적인 사고환경에 기초를 두는 매우 특수한 권고들인 반면에 개선 조치사항들은 교육훈련, 면허 부여 및 승무정원에 관한 것들이 일반적인 주제였던 것으로 나타났다. 이 보고서에서는 해상충돌의 주요 원인에 관하여 시스템적으로 언급하는 것의 중요성에 대하여 즉, 인적과실의 중요성에 관하여 반복하여 말하고 있다.

4.1.4 선박 승무원의 피로, 안전 및 축소된 승무정원(1990년 보고서)

미국의 볼프 국립운송시스템센터(Volpe National Transportation Systems Center)가 시행한 이 연구에서는 승무정원의 수준과 선내작업의 피로도의 상관관계에 대하여 보다 명확한 정의를 내리는 것을 목적으로 하였다. 이 연구의 기본적인 연구방법으로서 유조선과 화물선을 포함하여 다섯 가지의 서로 다른 선박에 직접 승무하면서 방문하는 방법을 사용하였다. 표준화된 피로도를 적용하고, 작업부하 및 활동에 관한 조사를 시도하였으나 승무원들로부터 거부를 당하기도 하였으며, 이 연구에서 계량적



데이터는 거의 획득하지 못했다. 소수의 협조적인 사람들로 부터 얻은 그들 스스로 나타낸 보고를 기초로 한 제한적인 표현들로서 결론의 기초로 삼고 있다. 이 보고서는 대개 다음과 같이 보고하고 있다. 즉, 조직과 관련하는 변수(예를 들어 회사의 정책)들이 피로도 수준을 결정하는 근본적인 요소들이었다는 것이었으며, 이들은 거의 개선이 가능한 것들이었다(기타 항해계획, 선박의 설계 및 물질적인 환경 등도 포함됨). 승무정원에 관한 주제는 평가되지 않았다. 이 연구에서 새로운 작업 규칙에 대한 산업체의 대응과 작업 구조와 피로에 대하여 엄청나게 줄어든 승무정원(예로서 11명 또는 그 이하)의 영향을 평가하기 위해서는 보다 상세한 자료가 수집되어야 한다고 권고하였다.

#### 4.1.5 승무정원의 규모와 해상안전(1990년 보고서)

1990년에 NRC에서 조사한 이 보고서에서는 감소된 승무정원의 경향과 안전에 관한 추세, 자동화의 가능성, 미국적 선박들이 운항하는 것에 관한 법률적인 구조 및 승무정원의 인적요소 관점 등을 검토하였다. 이 마지막 부분이 인적요소와 가장 많이 관련이 되는 것이며, 여기에는 선박의 개념을 하나의 복합적인 사회과학시스템(complex sociotechnical system)이라고 명확한 개념을 규정하고 있으며, 시스템 공학적 접근이 필요한 분야라고 규명하고 있다. 주요 관점은 승무원의 정원을 결정하는 데에는 합리적인 기초 또는 승무정원모델이 필요하다는 점이었다. 그와 같은 모델을 개발하기 위하여 직무분석에 관하여 언급하고 있으며, 선박 내의 활동에 관한 높은 수준의 직무분석을 시행하였다. 이 보고서에는 두 개의 해운회사로부터 전문가들의 판단에 의하여 입력이 된 모델을 개발하였으며, 이를 실제적인 작업과 비상시의 시나리오에 적용하였다고 기술하고 있다. 결론적으로 모델을 기초로 하였을 때 안전에 부정적인 영향을 미치지 않고 기존 선박의 승무원 정원을 실질적으로 감소할 수 있다고 하였다.

NRC보고서에서는 공식적인 분석방법, 예를 들면 승무정원에 대한 결정을 하기 위하여 필요한 직무분석과 같은 분석방법과 몇 가지의 권고들을 포함하여 다음과 같이 결론을 내리고 있다. 즉, 어떤

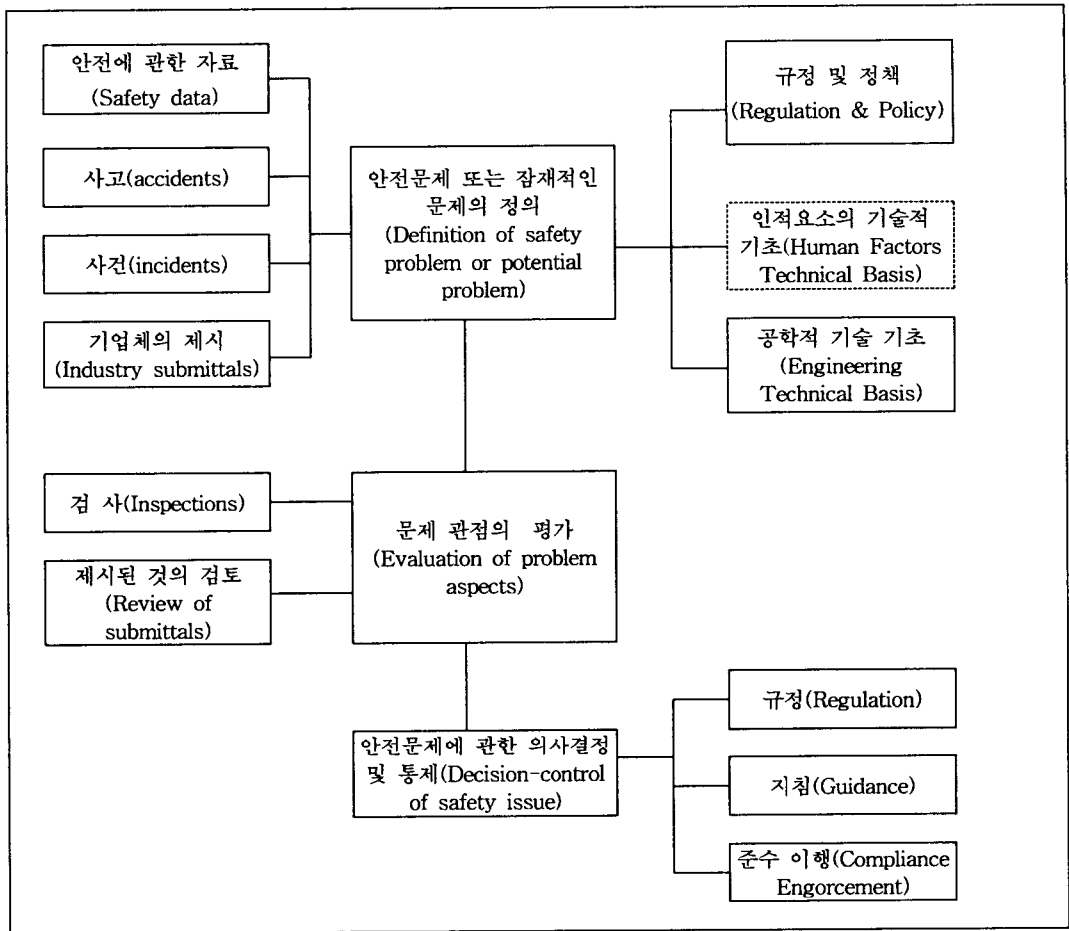
한 모델의 기초가 되는 충분한 데이터가 있는 것을 전제로 의사결정을 할 수가 있으나 과학적 문헌을 통해서 본 경우는 아니다. 그래서 이 모델은 의사결정을 내리기 위한 공식적인 인적요소 방법으로서 사용하는 것이 개념적으로는 가능하나 현존하는 인적요소들을 해상 환경적인 것으로 전환하고, 지식이 부족한 상황에서 데이터를 획득하기 위해서는 상당한 양의 작업이 이루어져야 한다는 것이다.

이 프로젝트에서 수행된 하나의 부분적 작업으로서 해상 환경과 관련하는 인적요소에 관한 정보가 어느 정도까지 존재하는가를 평가하기 위하여 인적요소에 관한 과학적 문헌의 평가작업이 수행되었다. 문헌의 조사에서 해운분야에 관한 많은 주제들 중에서 일부는 직접 또는 간접적으로 인적요소들에 관하여 다루고 있었다는 것을 보여주고 있다. 즉, 선박의 승무정원, 자동화 및 전자시스템 및 피로와 설계의 표준 등이 이러한 것에 포함되어 있다. 승무정원에 관한 자료에서는 비록 특정한 선박의 승무정원에 대한 의문점에 대해서는 보다 많은 연구가 이루어져야 한다는 일반적 원칙을 제시하고는 있지만 여러 가지의 접근을 시도하였다. 이와 비슷하게 상당수의 항목에서 선박의 자동화에 대하여 새로운 접근이 이루어져야 한다고 기술하고 있으나 새로운 장비에 대한 인간의 조작행위에 관한 평가는 하지 않고 있다.

#### 4.2. 해상안전에 관한 인적요소 연구개발계획

해운산업에 있어서는 인적요소라는 개념의 용어는 상대적으로 거의 관심을 가지지 않았다. 그러나 Exxon Valdez호 사고를 포함하는 몇몇의 사고들은 해상수송시스템에서 인적 과실의 최악의 잠재성을 시현하는 것이었다.

Exxon Valdez호의 사고 결과로서 미국해안경비대에서는 인적요소 연구개발의 종합적인 계획이 되는 최초의 과제로서 인적요소에 관한 프로그램이 시작되었다. 이 자료에서 제시하는 계획은 자동항법기술의 개발에 있어서 그 중요성이 더해가고 있는 분야인 인식 인간공학(cognitive ergonomics)과



〈그림 2〉 선박운항에 있어서 안전과 관련하는 요소

관련하는 주제에 그 초점을 맞추고 있다. 연구의 분야는 크게 다섯 개의 영역으로 되어 있다. 즉,<sup>13)</sup>

- (1) 승무원, 자격 및 면허의 부여,
- (2) 자동화 설계,
- (3) 안전에 관한 절차 및 데이터,
- (4) 의사소통,
- (5) 조직의 운영 등이다.

이 연구보고서의 목적은 미국해안경비대와 해운 업체 및 국제해사기구에서 인적요소들에 관한 것을 효과적으로 집행하기 위한 연구개발의 종합적인 계획에 대하여 기술하고자 하는 것이다. 이 계

획을 통하여 인적요소의 중요한 문제영역과 해결 방안을 명확히 하여 정부와 산업체가 해난사고의 최대 원인을 감소시키기 위한 기초와 전략을 수립하기 위한 것이었다. 이 연구의 주된 목적은 궁극적으로는 규정과 산업체의 지침의 기술적인 기초로 나타나게 되는 인적요소 연구개발을 위한 상세한 계획을 제공함으로써 해상안전을 도모하고자 하는 것이었다.

과거의 미국해안경비대 NRC의 연구에서는 해운 산업에서 인적요소들과 결부되는 근본적인 어려움은 직무를 안내하기 위한 이해하기 쉬운 계획의 결

13) E.L Wiener & D.C Nagel. *Human Factors in Aviation*. p.263-303, Academic Press, San Diego (1988)

필이었다고 지적하고 있다. 이 연구보고서의 초점은 해운업에 있어서 인적요소들과 관련하여 현존하고 있는 것과 잠재적인 것으로서 안전에 관한 사항들을 문서화하는 것이며, 이러한 문제점들을 해결하기 위한 방안을 제시하고자 하는 것이었다.

이 연구작업의 범위는 기본적으로 상선에 한정하고 일부 부분적으로 육상의 작업에 관한 것들도 포함하였다. 안전에 관한 평가를 위한 기술적인 기초로서의 인적요소들은 그것을 평가하는 기준을 마련해야 하고 점검 및 감사하는 도구를 제공하게 되며, <그림 2>에서와 같은 안전과 관련하는 데이터들을 보다 더 개발하는 것에 영향을 미치게 될 것이라고 하였다.

#### 4.3 선박운항시스템에 있어서의 인적요소의 개념

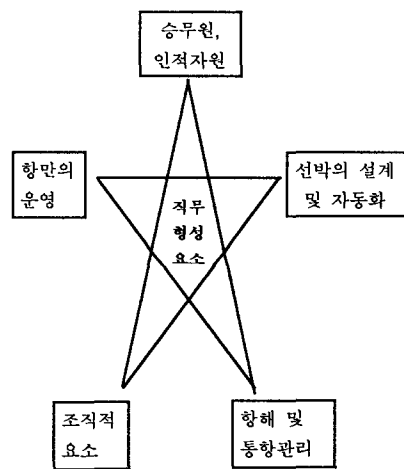
‘해상안전에 관한 인적요소 연구개발계획’의 최종 보고서(1993년)에서는 해운분야에 있어서 인적요소의 개념을 다음과 같은 다섯 가지 영역으로서 개념화할 수 있다고 하였다 (STAR model: Shipping Technologies And Resources Model:그림3 참조).<sup>14)</sup> 즉,

- (1) 승무원 및 인적 자원
- (2) 선박의 설계 및 자동화
- (3) 항만의 운영
- (4) 항해 및 통항관리
- (5) 조직적 요소

이러한 다섯 가지 요소들은 상호 의존적이며 해운업의 복합적인 특성을 모두 지니고 있다. 이러한 모든 요소들은 각종의 인적요소들에 의한 실행요소들에 의하여 영향을 받게 된다. 인적 실행요소들에는 작업의 노동강도의 수준, 피로 및 지식의 수준 등이 포함된다.

이러한 시스템 영역에서 해운환경 속에서 인간의 직무수행에 영향을 주는 여러 가지의 요소들을 고려하기 위한 구조를 제시하고 있다. 이 구조에는 시스템 변수, 예를 들어서 기술(표시, 통제, 선박

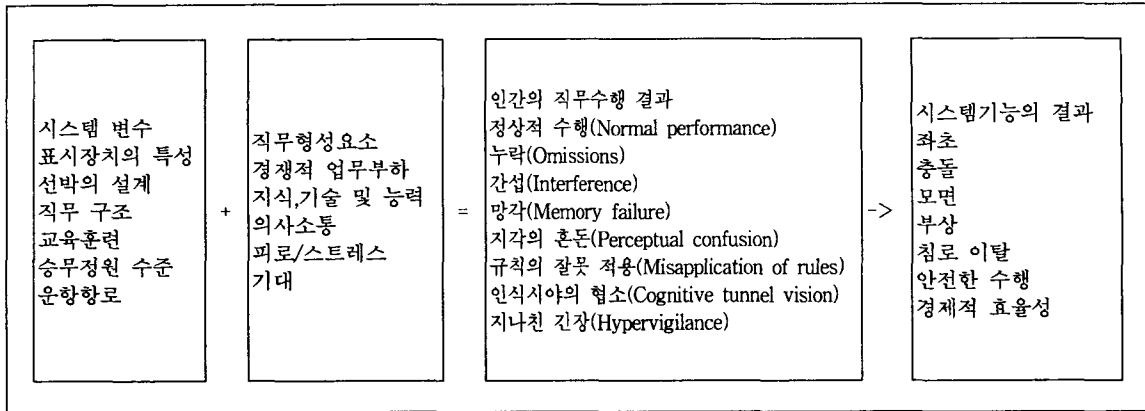
설계 등) 및 내부적 변수(internal variables), 즉 업무부하, 피로 및 주의력 등과 같은 것들이 있다는 것을 암시하고 있다. 후자의 변수들을 ‘직무형성요소(PSF:performance shaping factors)’라고 언급하고 있다. 시스템 변수와 직무형성요소는 운영되고 있는 해운환경에서 결합되어 인간의 직무수행 결과와 시스템 기능의 결과를 가져오게 하며, <그림 4>에서는 이러한 변수들의 종류들간의 상관관계와 잠재적인 안전의 결과를 설명하고 있다.



<그림 3> STAR Model

또한 인적요소의 역할은 직무를 수행하고 있는 동안 어떻게 직무형성요소가 표명되는가에 영향을 주는 것이며, 그렇게 하여 인간의 직무수행 결과가 실수가 없도록 또는 실수 유발작용을 가져오도록 하는 것이다. 이것은 장비의 설계를 변경하든가 사람에게 대한 교육훈련을 개선하든 직무구조 또는 직무설계를 변경하는 등을 포함하여 여러 가지 방법을 통하여 얻을 수가 있다. 인적요소를 해운환경에 적용하려는 도전은 정부와 기업체에게 시스템 변수와 직무형성요소들이 결합되어 효과적인 인간의 직무수행 및 안전하고 경제적인 시스템의 결과를 가져올 수 있다는 사실을 확실히 하기 위한 자료, 방법 및 절차를 제공하는 것이라고 할 수 있다.

14) Thomas F. Sanquist, John D. Lee, 전게서



(그림 4) 시스템 변수와 직무수행 요소들간의 상관관계, 인간의 직무수행 및 선박운항 안전

STAR Model의 각 구성 영역에 관한 세부적인 요소들은 다음과 같다.

#### 4.3.1 승무원 시스템/인적자원

인적요소가 포함되는 것 중에서 가장 명확한 것은 선박의 승무원들이다. 승무원들은 각자 개별적으로 업무를 수행하기도 하지만 또한 여러 사람들이 함께 하는 팀으로 구성되어 작업을 수행하기도 한다. 선내조직의 개념은 '조직적 요소'(그림 3)와 상관성이 존재한다. 인적자원시스템에 있어서 주요한 관점에는 다음의 내용들이 포함된다.

- 승무정원 및 승무정원 결정 방법
- 교육훈련, 자격취득 및 면허부여
- 비상대응 및 오염방지
- 직무에 대한 적합성
- 선교팀 자원관리

인적자원시스템과 관련하는 두 가지의 인적요소로서 교육훈련의 전수와 피로가 포함된다. 교육훈련의 전수라는 것은 어떠한 한 척의 선박과 그 선박의 시스템에 관하여 고도로 훈련된 사람이 다른 종류의 선박에 쉽게 적용할 수 있는 능력을 말한다.

#### 4.3.2 선박의 설계 및 자동화

이 분야는 주로 선박 내에서 사용되고 있는 기술과 관련하는 것이며, 자동화에 대한 이해, 훈련 및 안전에 관한 기술의 사용과 관련하는 인적요소 문제들이다. 다음과 같은 분류들이 인적요소들의 각

특성을 구분하는 데 기초가 될 수 있다.

- 선형 : 화물, 여객, 어선, 탱커, 경비정
  - 자동화시스템 : 조타장치, 통합된 선교(integrated bridge), 계류장치, 투묘, 전자항해장비, 통신, 기관실, 화물취급
  - 선원의 거주공간 : 생활, 작업, 휴식
- 선박의 설계와 관련한 인적요소의 문제는 선박의 승무원들이 자동화시스템에 대한 이해에 관한 것이다. 예를 들어서 각종 전자항해장비들이 어떻게 작동되는가의 운전부분에 관한 불확실성 때문에 제대로 활용되지 못할 수 있으며, 보다 더 위험한 상황은 장비를 사용하는 사람이 자동화 여부에 관련하는 장비 모드를 잘못 조작하여 조작실수를 하게 된다는 점이다.

#### 4.3.3 항만의 운영

이 분야는 상선의 운항과 관련하여 가장 광범위한 면의 하나를 그 대상으로 한다는 것으로서, 여기에는 다음과 같은 부분들이 포함된다. 즉,

- 화물작업에 관한 대체적인 수단의 지원시스템
- 입항 및 출항
- 항만 입출항의 빈도
- 육상의 지원시스템 및 장비

항만의 운영과 관련하여 자주 거론되는 인적요소 문제는 선박의 핵심적인 사람들, 예를 들어 일 등항해사와 같은 사람에 대한 육체적이고 정신적인 작업부하에 관한 것이다(새로이 제정된 Oil

Pollution Act '90의 작업기준에는 이러한 작업에 소모하는 시간에 대하여 그리고 인적과실을 유발할 수 있는 잠재적인 불연속성 및 기회를 가져올 수 있는 사람들의 작업시간에 대하여 규제를 하고 있다).

#### 4.3.4 항해 및 통항관리

넓은 바다에서 그리고 복잡한 해역에서의 선박 운전; 이 분야는 이들 두 분야 모두에 관련한다. 항해 및 통항관리의 요소들은 다음과 같다:

- 선박통항시스템 : 통항방향지시의 역할, VTS 워크스테이션의 설계, 인간-기계의 조화
- 전자해도시스템 : 유용성, 상황파악의 역할, 인간-기계의 조화
- 수로의 설계 : 환경의 영향, 제작자의 형식과 배치, 물리적인 규모
- 도선 업무 : 도선사/선장간의 상호작용, 예인 선과의 통신, 선박에 관한 친숙정도
- 선박들간의 통신
- 충돌예방규칙

일반적인 항해 및 전자항해장비 관련 인적요소의 문제에는 전자장비로부터 얻게되는 정보를 인간이 지각하고 사용할 수 있는 능력에 관한 것이다. VTS나 ECDIS 시스템 둘 다 모두 사용자에게 전자영상을 제공하는 것이며, 여기에서 얻는 정보를 기초로 하여 사용자가 지속적으로 의사결정을 하여야 한다는 것이다. 적절하지 못하게 설계된 영상장치는 정보의 의미를 혼돈하게 할 수 있게 만들며, 장비의 비활용성 및 해석상의 오류를 범하게 만들 수 있다.

#### 4.3.5 조직적 요소

이 분야는 해운산업과 해안경비대의 두 부문에 있어서 정책 및 절차에 관한 인적요소를 말하며, 이러한 것들은 선박의 승무원들에게 영향을 주게 된다.

- 승무정원정책 및 조합과의 관계
- 계획수립과 작업지침
- 인적자원에게 요구되는 행정적인 요구사항들
- 안전을 위한 훈련 프로그램

- 유지정비에 관한 정책
  - 규칙
  - 선박/육상의 책임 및 보고에 관한 상호관계
- 조직의 변수들에 의하여 영향을 받는 인적요소에 관한 문제에는 좌초 또는 충돌의 경우에 긴급상황에 대처하는 기술의 개발에 관한 것들이다. 현재의 조직과 관련하는 정책은 예방에 그 역점을 두고 있다. 긴급상황에 대처하는 훈련과 오염을 완화하는 활동에 대하여 보다 많은 역점을 두는 것이 가능하다.

## V. 결 론

선박운항시스템에 있어서 인적요소에 관한 개념을 명확히 하기 위해서는 다른 산업분야에서 논의되고 있는 인적요소에 관한 개념과 그 목적에서 공통적인 개념이 무엇인가와 선박운항이라는 특수한 환경과 조건을 기준으로 할 때 고려되어야 하는 구체적 요소들로 나누어 볼 필요가 있다.

먼저 선박운항시스템에서 인적요소에 관한 연구를 하는 목적도 두 가지의 배경을 기준으로 설명할 수 있다. 즉, 첫째로 분야별 직무의 전문성으로 인한 배경과, 둘째로 각 분야별 목적들간에는 상관성이 존재한다는 관점에서 A. Chapanis가 주장한 것처럼 기본적인 운용에 목적을 두는 경우, 신뢰성, 보전성 및 이용 가능성 및 통합된 논리적 지원체계를 목적으로 하는 경우, 사용자 및 운용자에 영향을 미치는 것을 목적 및 기타의 목적(시간과 장비의 손실을 감소, 생산의 경제성 증대) 등으로 나누어 볼 수 있다.

그러나 원자력 산업과 항공 산업 등과 같이 분야별 전문성의 차이로 인하여 이러한 각 분야별 목적들 중에서 현실적으로 보다 많은 비중을 두고 있는 그 우선 순위는 차이가 날 수 있다. 모든 분야별 목적이 가지는 공통점은 안전, 즉 사고의 예방이라는 관점이며, 특히 이들 분야에서는 이러한 점이 가장 중요시되고 있는 것이다. 오늘날 선박운항에서 인적요소가 크게 관심이 증대되고 있는 배경에도 바로 이러한 점이라는 시각에서 공통적인 개념

을 찾을 수가 있을 것이며, 특히 선박운항은 항공기 운항의 측면과 승무원 자원관리에 유사성을 많이 가지고 있어 인간을 중심으로 하는 주위의 개별적 요소들의 상관관계의 개념 정립에 있어서도 유익할 수 있을 것이다.

따라서 “해상안전에 관한 인적요소 연구개발계획”에서 개념화하고 있는 해운분야에서의 인적요소 개념과 이러한 요소별 상관관계를 비교 검토하여 선박운항시스템에 있어서의 인적요소에 관한 개념은 다음과 같이 정리할 수 있을 것이다. 즉,

선박운항시스템에 있어서 선박 운항자와 시스템 변수들이 결합되어 효과적인 인간의 직무수행과 안전하고 경제적인 시스템의 결과를 가져올 수 있도록 하기 위하여 선박운항시스템을 구성하는 운항자 및 시스템 변수간의 상호작용을 분석하고 연구하는 것이라고 할 수 있을 것이다.

이러한 시스템을 구성하는 주요 요소로서는 선박의 승무원과 선박운항과 관련하는 시스템 변수로서 나누어 볼 수 있으며, 여기에는 선박의 설계 및 자동화, 항만의 운영과 관련하는 요소, 선박의 항해와 통항과 관련하는 요소, 선박운항과 관련하는 조직적 요소 등으로 구분할 수 있다.

#### 참고문헌

박경수, “인간공학”(1997)  
 이순요, “미래지향적 인간공학”(1995)  
 허성관, 장영균, 이종권, 이우은, 주홍록, “인간공학 및 시스템 공학”(1998)  
 교통안전진흥공단, “인적요인 자가관리”(1994)  
 한국항공진흥협회, “항공과 인적요소”(1995)  
 Alastair Couper, “Understanding Some of More Difficult Research Problem in Maritime Human Factor Research” (1996)

Alphonse Chapanis, “Human Factors in System Engineering” (1996)  
 Anita M.Rothblum, Antonio B. Carvalhais, “Maritime Applications of Human Factors Test and Evaluation” (1996)  
 Frank H. Hawkins, “Human Factors in Flight” (1993)  
 Maritime Safety Committee(IMO), “Role of the Human Element in Maritime Casualties”, MSC 65/15/1(1995)  
 Maritime Transportation Research Board(US DOC), “Human Error in Merchant Marine Safety”(June, 1976)  
 Mark S. Sanders, Ernest J. McCormick, “Human Factors in Engineering and Design” (1992)  
 S.E. Cooper, A.M. Ramey-Smith, J. Wreathall, G.W. Parry, D.C. Bley, W.J. Lickas, J.H. Taylor, M.T. Barriere, “A Technique for Human Error Analysis” (1996), US NRC  
 Thomas F. Sanquist, John D. Lee, “Human Factors Plan for Maritime Safety”(1993), US DOT  
 Thomas F. Sanquist, Mirelle Raby, Alice Melaney, “Fatigue and Alertness in Merchant Marine Personnel”(1996), US DOT  
 UK DOT, “The Human Element in Shipping Casualties”(1991)  
 US Coast Guard Research and Development Center, “Human Factors Evaluation of Electronic Chart Display and Information Systems”(1995), US DOT