

# 인적오류 관리를 위한 수행영향인자 분류에 관한 연구 The study of Taxonomy of Performance Shaping Factors for Human Error Management

정경희 · 조재립

경희대학교 산업경영공학과

Kyung-Hee Jung · Jai-Rip Cho

Dept. of Industrial & Management System Engineering, KyungHee University

## Abstract

Almost all companies have paid much attention to the safety management ranging from maintenance to operation even at the stage of designing in order to prevent accidents, but fatal accidents continue to increase throughout the world. In particular, it is essential to systematically prevent such fatal accidents as fire, explosion or leakage of toxic gas at factories in order to not only protect the workers and neighbors but also prevent economic losses and environmental pollution.

In addition, HRA may be used to detect the human errors which may cause accidents or trace back to any mistake on the part of workers.

This work focuses on the coincidence of human error and mechanical failure for management of human error, and on some important performance shaping factors to propose a method for improving safety effectively of the process industries.

## 1. 연구배경 및 필요성

산업구조가 복잡해지고 설비가 대형화되고 있는 현대사회는 Man-Machine 시스템으로 작업을 하는 수행능력과 신뢰도가 급속하게 발전하고 있다. 이렇게 산업 시스템이 복잡해지고 발전 속도가 빨라지는 반면 작업자의 정보처리 능력이 따라가지 못하고 있어 대형재해가 끊임없이 발생되고 있다. 이러한 대형재해 발생의 원인을 보면 인적오류로 판명되는 경우가 증가추세에 있다.

Chernobyl 원자력 발전소의 참사(1985년, 소련), Bhopal시의 가스누출(1985년, 인도), 점보제트기의 추락(1985년, 일본), Challenger호 폭발(1986년, 미국) 사고와 같은 대형 사고의 원인이 인적오류(Human Errors)로 지적되면서 위험도가 높은 시스템 전체의 안전요소에 대한 평가와 인적오류에 대한 평가가 관심의 대상이 되고 있다.

비록, 시스템 전체에서 인적오류의 결과가 바로 드러나지 않는다 하더라도 시간이 경과되면서 다른 조건이나 사상(Event)과 결합되어 시스템에 부정적 영향을 줌으로써, 잘못된 행위나 의사결정으로 막대한 물적, 인적, 경제적 손실을 가져올 수 있다.

과거에는 안전에 대한 관심과 노력이 시설 및 기술 관리에 집중되어 작업장의 위험요소 파악을 통한 제거하여 주요 위험성이 감소시켰다. 하지만 안전에서 고려할 대상이 시설에서 작업자로 점차 변화되고 있다.

오늘날 사고의 80~90%가 인간의 행동과 관련되어 있다고 한다. 모든 작업장에서 수년 동안 인간의 행동관리를 분석해 왔으나 대부분이 상식, 직감 및 인간의 본능 등 비과학적인 방법에 의존하여 위험 행동을 파악, 측정 및 시정해 왔다. 따라서 효과적이고 과학적인 수행으로 안전관리를 실시하여야 한다. 즉 인간 신뢰도를 적정하게 고려하지 않고 시스템을 설계하거나 분석하는 것은 불완전할 수밖에 없는 것이다(Dhillon, 1987).

인적오류 분석방법은 1960년대 초 기술적인 개념도입이 이루어진 이후 현재까지 많은 방법론이 개발되어져 왔으며, 방법들 나름대로 다양한 접근방법을 취하고 있다.

그 중에서 작업허용시간 등 시간을 기초로 한 분석방법과 수행영향인자를 이용한 기법 등으로 나눌 수 있다.

인적오류 분석에서 수행영향인자는 각 방법론에 따라 기본적인 인간오류확률 조정과 인간오류확률의 계산에 직접 사용되고 있다. 인간오류의 발생과 관련한 기술적인 요소, 환경적인 요소, 조직적인 요소 등을 포함하는 전반적인 작업상황을 평가하여 인간오류의 발생을 예측 분석하는 데에도 활용하고 있다.

일반적으로 수행영향인자 분류체계는 그 특성상 적용분야 및 사용목적에 적합한 형태로 개발되어야 한다. 때문에 수행영향인자 분류체계 개발에 있어 중요하게 고려되어야 할 사항이 몇 가지가 있다. 첫째는 수행영향인자 분류체계의 특성상 적용분야에 적합한 형태로 개발되어야 한다. 이는 수행영향인자 분류체계를 타 업종이나 상황에 맞지 않는 사업장에 적용할 경우, 공정상에 발생할 수 있는 중요한 인적오류의 누락을 초래하게 되어 인간신뢰도가 부적절하게 평가될 수 있으며, 중요한 인간오류 감소 방안이 누락될 수도 있기 때문이다. 둘째는 수행영향인자들에 대한 정의와 평가내용이 분명하여야 한다는 것이다. 이는 수행영향인자들의 모호한 정의와 불분명한 평가내용이 평가자들로 하여금 객관성을 유지하기 어렵게 하여 평가 내용과 결과에 있어서 평가자들간에 비일관성을 유발할 수 있기 때문이다.

따라서 본 연구에서는 원자력산업의 안전을 향상시키기 위한 방법을 제시하기 위하여 위험상황에서의 인적오류분석에 활용할 수 있는 수행영향인자 분류체계를 고찰하여 중요한 수행영향인자 개발을 위한 방안을 제시하고자 한다.

## 2. 기존 수행영향인자 분류체계

인간의 행위는 일반적으로 많은 요인들, 예를 들어 육체적, 심리적, 생리적, 환경적 요인 등에 의하여 영향을 받는데, 이들 요인들을 PSF(performance shaping factor)라 부른다.

PSF는 Swain & Guttman(1983)에 의하여 처음으로 구체화되고 체계적으로 분류되었는데, Gertman & Blackman(1994)는 작업수행의 성공여부에 영향을 주는 요인들과 그들의 적합성 여부를 평가할 수 있는 구분하여 PSF가 인적오류의 발생에 중요한 영향을 준다는 사실을 주장하였다.

특히, Swain & Guttman(1983)은 PSF가 HEP의 주요한 결정자들이기 때문에 인적오류 분석에서 반드시 고려되어야 한다고 주장하였다. 그리고 Dhillon(1987)은 인적오류 발생의 몇 가지 이유로서 작업분야에서의 부적당한 조명, 관련된 인력의 부적당한 훈련이나 기술, 잘못된 장비설계, 작업장에서의 높은 소음수준, 부적당한 작업배치, 동기결여, 부적절한 도구, 작업복잡성 등 부적절하게 설계된 PSF들을 언급하였다.

### 2.1 THERP의 분류체계

PSF단계를 2단계로 분류하여 1단계에서는 Exteranal PSFs, Internal PSFs, Stressor PSFs로 구분하였으며, External PSFs는 상황 특성, 직무특성, 직무장치의 특성으로 분류하고, Stressor PSFs는 정신적 스트레스, 생리적 스트레스로 분류하였고, Internal PSFs는 조직적인 요인으로 분류해 놓고 있다.

### 2.2 CREAM의 분류체계

PSF 분류를 조직의 적절성, 작업 환경, 절차의 가용성/계획, 인간-시스템 인터페이스의 적절성 및 운영 지원, 가용시간, 시뮬레이션 목표의 수, 하루(주기리듬), 훈련과 경험의 적절성, 작업자의 협업품질로 구분하고 있다(Hollnagel, 1998).

### 2.3 SPAR-H의 분류체계

PFS 분류를 가용시간, 복잡성, 절차, 적성, 스트레스/스트레스들, 체험/훈련, 인체공학적/인간-시스템 인터페이스, 작업과정으로 구분하고 있다(Boring & Blackman, 2007).

### 2.4 IDAC의 분류체계

PSF 분류를 인지모드와 경향, 감정적인 각성, 긴장감과 감정, 인식과 평가, 기억된 정보, 본질적인 특성, 환경요인, 조건부여 사건, 조직요인, 팀 관련요인으로 구분하고 있다(Chang & Mosleh, 2007).

### 2.5 Maintenance의 분류체계

PFS 분류를 판단부담, 표시 및 대화, 신체부담, 기계 또는 도구, 심적부담, 환경, 정보 그리고 확인부담, 작업공간으로 구분하고 있다(Toriizuka, 2001).

### 2.6 수행영향인자 분류체계의 문제점

기존의 인적오류분석 방법에서 사용하고 있는 수행영향인자 분류체계에는 흔히 나타나는 몇가지 중요한 문제점을 가지고 있다. 첫째는 인간오류에 영향을 주는 중요한 수행영향인자들을 누락한채 제한된 수행영향인자들만을 고려하고 있으며, 둘째는 수행영향인자들에 대한 구체적인 정의 및 평가내용이 결여되어 있거나 불분명하여서 각 인자들의 평가시 객관성을 잃을 수 있다는 점이다.

## 3. 수행영향인자 선정 기준의 설정

### 3.1 위험 상황 특성과 작업자의 직무 특성

위험 상황 특성과 그 때 작업자에게 요구되는 직무의 특성을 살펴보려고 한다.

첫째, 위험시에 작업자의 직무는 관찰, 정보수집 등과 같이 단순한 행위 수준이 아닌 인지적인 기능을 요구하는 직무들로 구성된다.

때문에 이러한 직무들에는 운전원의 훈련과 경험에 바탕을 둔 지식과 기술이 중요한 요소가 되며, 적절한 정보의 제공과 절차서 등이 직무수행의 성공에 중요한 기여를 하게 된다.

둘째, 위험시에 현장은 시간에 따라 시스템의 특성이 변하는 유동적인 상황이 발생할 수 있으며, 여러 사건들이 동시 다발하는 복잡한 상황이 전개될 수 있다. 그러므로 유동적인 상황에서 작업자에게 요구되는 시간의 특성 등이 인적성능에 중요한 영향을 미친다.

셋째, 위험시에는 정상상태와 같은 단순한 작업자 개인의 직무수행을 넘어서 팀내외부간의 협력과 조직의 정책 및 빠른 의사결정이 요구된다. 때문에 의사결정의 체계, 조직의 정책, 안전문화 등이 중요한 영향을 미칠 것이다.

넷째, 위험시에는 열악한 작업환경 등의 발생이 가능하며 이러한 환경 특성이 작업수행의 성공여부에 영향을 끼칠 수 있다(박희준 외 3, 2002).

### 3.2 수행영향인자 선정 요구사항

수행영향인자의 주요 선정 요건으로 요구되는 사항을 살펴보고자 한다.

첫째, 위험 상황에 발생할 수 있는 인적오류에 영향을 미치는 모든 중요한 상황인자들을 누락시키지 않도록 선정한다.

둘째, 인자들간에 의미가 중복되지 않도록 선정한다.

셋째, 오류분석에 실제 반영하여 평가 가능한 인자들을 선정한다.

## 4. 수행영향인자 분류체계

수행영향인자들은 직무환경, 직무특성, 작업자 특성, 조직 및 사회적 요소로 크게 4가지의 그룹으로 나눌 수 있다.

첫째, 직무환경은 물리적인 작업환경 및 작업유형 등과 관련된 인자들을 말한다.

둘째, 직무특성은 절차서 및 작업자에게 요구되는 직무의 특성과 관련된 인자들을 말한다.

셋째, 작업자특성은 작업자 개인의 특성 및 작업능력 등과 관련된 인자들을 말한다.

넷째, 조직 및 사회적 요소는 팀워크 및 의사소통, 안전문화 등과 관련된 인자들을 말한다.

그에 따른 최종 수행도 인자들을 분류해보면 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> 최종 수행영향인자

PSFs	stress level(스트레스 수준) action type(작업 유형) experience(경험) time constraints(시간제약) places where operator action taken (작업 공간) procedures(절차) training(훈련) HSI(인간-시스템 인터페이스) team work(팀워크)
------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 5. 결론

본 연구에서는 국내 원자력 분야에서 발생한 원자력 사고의 근본원인을 도출하여 위험분석에 활용할 수 있는 수행영향인자 분류체계를 살펴보는 것이었다. 분류체계는 인적오류분석에 활용할 수 있도록 각 인자별로 세부적인 사항들을 나열하였다. 사고기반(Event based)기법을 활용하여 분석자가 특정 인적오류를 분석하고자 할 때 인적오류를 저감하기 위한 예방 및 예측 대책 마련에도 도움이 될 것으로 판단된다.

## 참고문헌

1. 박희준, 조영도, 박교식, 김진준, 인적오류분석을 위한 수행영향인자 분류체계의 개발, 한국가스학회 2002년도 추계학술발표회 논문집, 5호, pp. 69-73, 2002.
2. Boring R.L., Blackman H.S., The Origins of the SPAR-H Method's Performance Shaping Factor Multipliers, Joint 8th IEEE HFPP/13th HPRCT, 2007.
3. Chang Y.H.J., Mosleh A., Cognitive modeling and dynamic Probabilistic simulation of operating crew response to complex system accidents, Part 2: IDAC performance influencing factors model, Reliability Engineering and System Safety, pp. 1014-1040, 2007.
4. Dhillon B.S., Human Reliability with Human Factors, Pergamon Press, 1987.
5. Gertman D.I., Blackman H.S., Human Reliability and Safety Analysis Data Handbook, John Wiley & Sons, INC., New York, 1994.
6. Hollnagel E., Cognitive Reliability and Error Analysis Method, Elsevier Science, Oxford, UK, 1998.
7. Swain A.D., Guttman H.E., Hand book of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant

Applications, NUREG/CR-1278, US Nuclear Regulatory Commission, Washington, D.C., 1983.

8. Toriizuka T., Application of Performance Shaping Factor for Work Improvement in Industrial Plant Maintenance Tasks, Int. J. of Industrial Ergonomics, pp. 225-236, 2001.