

# 중소 화학제품 제조업의 인적오류 분석 지원시스템 개발

정광태 · 정병용\* · 김두환\*\*

한국기술교육대학교 · \*한성대학교 산업공학과 · \*\*한국산업안전공단

## 1. 서론

화학제품 제조업에서 발생하는 사고는 인체에 치명적인 영향을 줄 수 있기 때문에 다른 어떤 작업장에서보다 높은 안전성과 신뢰도가 요구된다. 이전의 화학 제품 제조업에서 발생한 사고의 분석으로부터 작업자들의 인적오류가 사고의 주요 원인이라는 것이 입증되어 왔다.

인간은 그 특성상 완벽할 수는 없고, 또 상황에 따라 그 행태가 변화적이기 때문에, 언제 어디서나 오류를 범할 가능성을 가지고 있다. 모든 작업상황에서 인적오류의 발생 가능성을 완전히 제거한다는 것은 사실상 불가능하다. 단지, 작업자에게 적합하게 설계된 작업상황에서의 오류 발생 가능성은 그렇지 못한 경우보다 작아질 것이기 때문에, 오류의 분석을 통하여 그 발생원인을 밝히고 그에 대한 대응방안을 수립함으로써 오류의 발생 가능성을 줄이도록 노력하는 것이 최선의 방법이다. 인적오류의 예방을 위해서는 기존에 발생되었던 인적오류들에 대한 분석이 필요하고, 또한 향후 작업의 수행에 있어 발생가능한 인적오류를 예방하기 위하여 어떻게 대처해야 하는지 등에 대한 분석이 필요하다.

그러한 필요성에 의하여, 본 연구는 화학제품 제조업에서 발생된 사고에 대한 분석과 각 사고에 개입된 인적오류를 분석하고, 해당 인적오류의 궁극적 기여요인까지 분석할 수 있는 인적오류분석 지원시스템 개발을 목적으로 하고 있다. 그러한 분석을 상세히 수행하기 위하여 수행도 영향 요인 (Performance Influencing Factors; 이하 PIFs)의 개념을 도입하였고, 따라서 인적오류의 최종적인 기여 요인까지 분석할 수 있도록 하는 시스템을 개발하였다.

## 2. 화학제품 제조업에서의 PIFs

PIFs는 작업자의 작업수행에 영향을 미치는 요인들을 지칭하는 것으로, 화학제품

제조업에서 작업자의 오류에 영향을 주는 요인들을 지칭한다. 원자력 산업에서 통용되어 왔던 PSF(performance shaping factors)와 유사한 개념으로 PSF가 주로 인적오류 확률의 정량화에서 적용되어 온 반면, PIF는 주로 인적오류의 발생가능성을 저감하기 위하여 조절되어야 하는 정성적 의미로서 주로 사용된다. 원자력 산업에서 PSFs가 인간의 오기능에 대한 주요 요인으로 작용하고 있다는 분석결과처럼, PIFs는 화학제품 제조업에서 인간의 오류에 영향을 미치는 주요요인들이다. 따라서, 화학 제품 제조업에서 발생가능한 인적오류를 저감하기 위해서는 인적오류에 영향을 주는 PIFs를 찾아 그들을 작업수행에 가장 적합하게 설계하여 주는 것이 필요하다. 즉, 작업수행에 영향을 주는 모든 PIFs를 최적화할 때 오류의 발생가능성은 최소화될 수 있다. 따라서, 화학제품 제조업에서 인적오류의 최소화를 위해서 최우선적으로 수행되어야 할 것은 작업자의 작업수행이 적절하게 이루어질 수 있도록 작업에 영향을 주는 PIFs를 찾아 적절한 작업수행에 알맞도록 설계하여 주는 것이 필요하다.

PIFs가 인적 오류의 발생 가능성에 중요한 영향을 준다는 것은 여러 연구자에 의하여 입증되어 왔다. Swain & Guttman은 PIFs가 인적오류의 주요한 결정자들이기 때문에, 인적오류 분석에서 반드시 고려되어야 한다고 주장하였다. 그리고, Dhillon은 인적오류 발생의 몇가지 이유들은 산업 분야에서의 부적당한 조명, 관련된 인력의 부적당한 훈련이나 기술, 잘못된 장비설계, 작업장에서의 높은 소음수준, 부적당한 작업 배치, 동기결여, 부적절한 도구, 작업복잡성 등 부적절하게 설계된 PIFs들이 인적오류의 주요원인들이라고 하였다. 또한, Whalley는 인적오류 발생의 배경에는 부적절하게 설계된 PIFs가 존재한다고 하였다.

화학제품 제조업에서 작업자의 수행도에 영향을 주는 요인들을 크게 작업자특성요인, 작업특성요인, 작업환경요인, 조직 및 사회적 요인의 네가지로 구분하였다. 작업특성요인은 작업을 수행하는 작업자의 정신적, 육체적, 심리적 특성과 관련된 요인들을 말하고, 작업특성요인은 수행되는 작업에서 사용하는 장비의 특성 및 직무에 관련된 특성들을 포함한다. 그리고, 작업환경요인은 작업이 수행되는 작업장의 화학적, 물리적 환경과 관련된 요인들을 말하고, 조직 및 환경요인은 작업을 수행하는 작업자가 속한 제조업체의 조직과 관련된 여러가지 요인들을 말한다.

### 3. 오류분석 지원 시스템 개발

화학제품 제조업에서의 인적오류에 기인한 사고를 분석하고, 그로부터 적절한 대책을 수립하는데 도움을 주기 위한 시스템이 개발되었다. 시스템은 화학제품 제조업에서

의 사고로부터 개입된 인적오류를 분석하고, 해당 인적오류 발생에 영향을 준 PIFs를 규명하는 단계까지 체계적으로 분석된다. 본 시스템은 그림 1에서 볼 수 있는 것처럼 크게 세 개의 모듈로 구성되어 있다.

1) 사고 추적 모듈 (Tracking Module)

화학제품 제조업에서 발생한 사고들을 기록하고 검색할 수 있는 기능이다. 이모듈을 지원하기 위하여 사고에 대한 데이터 베이스를 구축하여야 한다. 이 모듈에서는 사고 등록 및 삭제, 사고검색, 사고 편집 등의 기능이 제공된다.

2) 사고 및 인적오류 분석 모듈 (Analysis Module)

분석 모듈에서는 화학제품 제조업에서의 사고에 대한 분석을 가능하게 하는 모듈이다. 이 모듈에서는 사고원인 및 경위분석, 사고 통계분석, 인적오류 및 상황분석 등의 기능을 제공한다.

3) 평가 모듈 (Evaluation Module)

평가 모듈에서는 수행도 영향 요인들의 중요도를 평가하는 기능이다. 특정 작업의 수행에 있어, 또는 인적오류의 분석에 있어 중요한 영향을 주는 요인들을 규명하기 위한 목적으로 수행된다

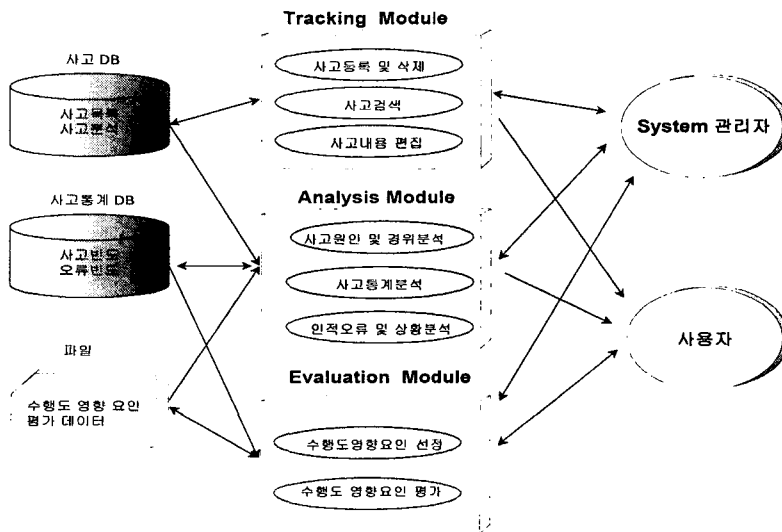


Fig. 1. Structure of Human Error Analysis Supporting System

### 3. PIFs 분석

인적오류 분석의 지원 시스템에서 작업자의 작업수행에 영향을 주는 요인들의 상대적 중요도 평가를 위하여 분석계층과정(Analytic Hierarchy Process; 이하 AHP)을 적용하였다. 이방법의 적용을 통하여 특정 작업수행에 대한 PIFs의 상대적 중요도를 체계적으로 평가할 수 있다. PIFs의 중요도 평가는 작업장에서의 인적오류 저감을 위한 인적오류 분석에서 가장 기본적이고 중요한 것이다. 이 정보는 작업장 설계의 단계에서, 그리고 인적오류 분석의 단계에서 모두 중요한 자료로 활용된다.

작업장 설계의 입장에서 본다면, 작업자의 작업수행에 막대한 영향을 주는 요인들을 규명하여 우선적으로 작업수행에 적합하게 설계하는 것이 필요하다. 예를들어 특정 작업의 수행에 중요한 요인이 부적절하게 설계된다면 시스템에서의 인적오류 확률은 증가할 것이다. 따라서, 해당 작업의 수행에 중요한 요인들 부터 작업장 설계단계에서 최적화하도록 노력한다면 작업장의 성능은 높아질 것이다. 다음은 이 기법을 활용하여 각 요인들의 상대적 중요도를 평가하는 절차이다.

#### 적용 절차

단계 1 : 분석하고자 하는 작업 (또는 분석대상 사고)을 선정한다.

단계 2 : 분석에 사용할 PIFs를 선정한다.

단계 3 : PIFs의 상대적 중요도 가중치를 구한다.

단계 4 : 요인의 가중치의 해석

### 4. 결론

여러 분야에서의 사고 및 사건들에 대한 분석결과로 부터 인적오류가 사고의 주요 원인이라는 사실이 밝혀지면서 작업장의 안전성을 개선하기 위한 목적으로 인적오류를 줄이기 위한 노력이 여러 방향으로 계속되고 있다. 이러한 현상은 중소 화학제품 제조업에서도 마찬가지로 발생되는데, 특히 한번 사고가 발생하는 심각한 재해를 초래할 수 있는 작업의 특성상 작업장의 안전성은 더욱 더 중요하다고 할 수 있고, 그러한 측면에서 해당 작업장에서 인적오류를 줄이기 위한 지속적인 노력이 있어야 한다.

그러한 측면에서, 본 연구에서는 화학제품 제조업에서의 사고 및 인적오류를 분석하기 위한 기능과 작업자의 작업수행에 영향을 주는 요인들을 평가할 수 있는 오류분석 지원시스템을 개발하였다.

본 연구에서 개발된 지원시스템은 두가지 측면에서 이용될 수 있는데, 첫째는 해당 작업장을 설계하는 단계에서 작업장의 안전성을 향상시키기 위하여 작업자의 작업 수행에 영향을 주는 요인들을 최적의 방향으로 관리하기 위한 목적으로 사용될 수 있다. 즉, 설계자는 설계하고자 하는 작업장에서 각각의 수행작업에 대해 어떠한 요인들이 중요한 영향을 주는지 알아야 하고, 중요한 영향을 주는 요인들을 가능한 한 작업의 수행에 유리하도록 설계하여 준다면 작업수행에 있어서의 인적오확률은 줄어들 것이다.

둘째는 화학제품 제조업에서 실제로 발생한 사고의 분석을 위한 목적으로 활용될 수 있다. 사고에 개입된 인적오류를 찾고, 그 인적오류의 근본 원인을 찾아나가는 정성적 오류분석에서 본 연구의 결과는 분석자의 의사결정에 도움을 줄 수 있다.

## 감사의 글

본 연구는 2000년도 한국산업안전공단 산업안전보건연구원의 연구비에 의하여 지원되었음

## 참고문헌

- 1) Carnino,A., Nicolet,J.L. and Wanner,J.C. , *Man and Risk: Technological and Human Risk Prevention*, Marcel Dekker Inc., New York and Basel, 1990.
- 2) Gawron, V.J., A taxonomy of independent variables affecting human performance, *I.J. Man-Machine Studies*, 31, 643-672, 1989.
- 3) Rasmussen,J., *Classification System for Reporting Events Involving Human Malfunctions*, RISO-M-2240, RISO, Denmark, 1981.
- 4) Swain, A.D. and Guttman, H.E., *Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Applications*, NUREG/CR-1278, Sandia National Laboratories, August, 1983.
- 5) 원자력 발전소 인적행위 개선시스템 (K-HPES) 개발 (I), 한국전력공사 기술연구원, 1993.
- 6) 원전작업의 인적오류특성 분석: 최종보고서, 한국과학기술원-한국원자력연구소, 1994.
- 7) 정광태, 이용희, 울진 3,4호기 CFMS 화면설계의 인간공학적 검토, 대한인간공학회 96 추계학술발표회 논문집, 1996.