

인적오류분석을 위한 수행영향인자 분류체계의 개발

박희준, 조영도, 박교식, 김진준
한국가스안전공사

Development of A Taxonomy of Performance Influencing Factors for Human Error Analysis

Heui-Joon Park, Young-Do Jo, Kyo-Shik Park, Jin-Jun Kim
Korea Gas Safety Corporation

1. 서론

화학공정산업에서의 전통적인 위험관리 및 평가는 현재까지도 주로 기기신뢰도와 사고영향에 초점을 맞추어 왔으며, 인적요인들은 중요하게 고려치 않고 있었던 것이 현실이다. 그러나 공정제어의 자동화 및 안전장치의 고도화에도 불구하고 산업사고의 50 - 80%는 인적오류가 주요한 원인이 되고 있다. 때문에 갈수록 치열해지는 국제경쟁사회에서 기업의 최대이윤을 확보하기 위한 안전관리활동의 중요성은 점점 더 확대되어지고 있으며, 위험에 대한 최적관리의 요체는 인적오류의 방지에 있다고 할 수 있다. 인적오류평가에서 인간오류는 고장수목의 한 요소로서 포함되어 시스템/부품과 같이 취급되며 관련 인간오류확률이 구하여질 수 있을 때까지 구분화 된다. 일반적으로 작업자의 인적오류 평가는 먼저 보수적인 값이 할당되어 시설물의 사고로부터 예상되는 위험도에 기여한 민감도를 분석하고, 위험도에 대하여 중요한 영향을 미치는 인적오류들에 대하여는 상세한 분석이 수행된다. 인적오류분석방법은 1960년대 초 기술적인 개념도입이 이루어진 이후 현재까지 많은 방법론이 개발되어져 왔으며, 방법들 나름대로 다양한 접근방법을 취하고 있는데, 크게 작업허용시간 등 시간을 기초로한 분석방법과 수행영향인자를 이용한 기법 등으로 나눌 수 있다.

인적오류 분석에서 수행영향인자는 각 방법론에 따라 기본 인간오류확률을 조정하는데 사용하는 경우가 있고, 인간오류확률의 계산에 직접 사용되는 경우가 있다. 또한 최근에 개발되고 있는 분석 방법들 중에는 단순히 인간 오류확률을 얻어내는데 수행영향인자를 활용하는 것 뿐만 아니라, 인간오류의 발생과 관련한

기술적인 요소, 환경적인 요소, 조직적인 요소 등을 포함하는 전반적인 작업상황을 평가하여 인간오류의 발생을 예측 분석하는 데에도 활용하고 있는 추세이다.

일반적으로 수행영향인자 분류체계는 그 특성상 적용분야 및 사용목적에 적합한 형태로 개발되어야 한다. 때문에 수행영향인자 분류체계 개발에 있어 중요하게 고려되어야 할 사항이 몇가지 있다. 첫째는 수행영향인자 분류체계의 특성상 적용분야에 적합한 형태로 개발되어야 하는 것이다. 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 감소방안이 누락될 수도 있기 때문이다. 또한, 둘째로는 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.

본 연구에서는 위에서 기술한 두가지 사항에 유의하여 화학플랜트의 비상직무 상황에서의 인적오류분석에 활용할 수 있는 새로운 수행영향인자 분류체계를 개발하기 위한 방향을 제시하고자 한다.

2. 기존 수행영향인자 분류체계의 수집 및 분석

일반적인 의미에서 볼 때 수행영향인자(PIF, Performance Influencing Factor)는 오류 가능성 또는 효율적인 인적 성능을 결정하는 요소들로 정의된다. 모든 인간의 행위는 주어진 상황 혹은 조건에서 수행되며, 인적성능은 이러한 주어진 상황의 영향을 받게 되어 있다. 인간오류분석방법들에서는 인적성능에 영향을 미치는 이러한 직무상황을 다 수의 수행영향인자들로써 표현하고 있다. 때문에 수행영향인자의 분류체계 개발은 인적오류분석의 중요한 부분이라 할 수 있으며, 그것은 크게 2개 부분에서 적용될 수 있다. 첫째는 플랜트의 안전성에 커다란 영향을 미칠 수 있는 인적오류들에 관한 정량적 예측이고, 둘째는 직무가 수행되는 작업조건의 평가이다.

기존의 인적오류분석 방법에서 사용되고 있는 수행영향인자 분류체계로는 THERP(Technique for Human Error Rate Prediction), HEART(Human Error Assessment and Reduction Technique), SLIM(Success Likelihood Index Method),

CORE-DATA(Computerized Operator Reliability and Error Database)등에서 사용한 분류체계 등 다수가 개발되어져 있으나, 현재까지 비상운전시의 인적오류평가방법으로 실제 현장적용하고 있는 모델은 원자력발전소에 적용한 THERP외에는 없다.

대표적인 인적오류분석 방법인 THERP의 분류체계는 총 67개의 PIFs를 2단계로 구분하여 1단계에선 External PSFs, Internal PSFs, Stressors PSFs로 구분하였으며, 2단계에선 External PSFs를 상황특성, 직무특성, 직무장치의 특성으로 분류하고, Stressors PSFs를 정신적 긴장상태, 생리적 긴장상태로 분류하였고, Internal PSFs는 조직적인 요인으로 분류해 놓고 있다. THERP를 포함하여 기존의 인적오류분석 방법에서 사용하고 있는 수행영향인자 분류체계에는 흔히 나타나는 몇 가지 중요한 문제점을 가지고 있다. 첫째는 인간오류에 영향을 주는 중요한 수행영향인자들을 누락한 채 제한된 수행영향인자들만을 고려하고 있는 점이며, 둘째는 수행영향인자들에 대한 구체적인 정의 및 평가내용이 결여되어 있거나 불분명하여서 각 인자들의 평가시 객관성을 잃을 수 있다는 점이다.

3. 수행영향인자 선정 기준의 설정

화학플랜트의 비상직무 상황에서의 인적오류분석을 위해 비상직무 상황의 특성을 기술하고 이것을 바탕으로 비상직무 상황에서 인적오류 및 인적성능에 영향을 주는 주요 수행영향인자를 선정하였다. 비상직무 상황 특성과 그 때 작업자에게 요구되는 직무의 특성을 간략히 기술하면 다음과 같다.

첫째, 비상직무시 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 할 것이다.

둘째, 비상직무시에 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, 비상직무시는 정상상태시와 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, 비상직무시는 열악한 작업환경 등의 발생이 가능하며 이러한 환경 특성

이 작업수행의 성공여부에 영향을 끼칠 수 있다.

한편 수행영향인자의 주요 선정요건으로 요구되는 사항은 다음과 같다.

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

둘째, 인자들간에 의미가 중복되지 않도록 선정한다.

셋째, 오류분석에 실제 반영가능하며 평가 가능한 인자들을 선정한다.

4. 수행영향인자 분류체계

상기와 같은 절차와 방법을 통하여 본 연구에서는 분류체계를 크게 4개의 그룹으로 나누었고 그에 따른 세부 수행영향인자를 분류했으며, 각 그룹의 이름과 그룹에서 다루고 있는 내용은 다음과 같다.

- 직무환경 : 물리적인 작업환경 및 작업유형 등에 관련된 인자들
- 직무특성 : 작업자에게 요구되는 직무의 특성과 관련된 인자들
- 작업자특성 : 작업자 개인의 특성 및 작업 능력 등과 관련된 인자들
- 조직 및 사회적 요소 : 팀워크 및 의사소통, 안전관리 정책 등과 관련된 인자들

수행영향인자 분류체계			
직무환경	직무특성	작업자특성	조직 및 사회적요소
공정환경 인적개입빈도 공정 사건의 복잡성 인지된 위험 시간 의존성 교육훈련정도 물리적 작업환경 소음, 조명, 열, 대기 조건 작업유형 작업 및 휴식 시간 근무교대 및 야간작업	직무지원 및 절차서 설명수준, 이용도, 주의/경고의 적절성, 오류진단지원 수준, 갱신빈도 직무성격 동시 지각 요구정도, 속도, 동시작업 유무, 익숙한 직무와의 상이 정도, 기억 요구정보 갯수, 의사소통 필요 여부, 상위 의사결정 필요 여부, 교육훈련과 실제의 불일치 등	인지능력 지능, 지식, 숙련도, 경험, 훈련여부 육체적, 정신적 요소 직무에 대한 자신감, 감정 상태, 작업에 대한 부담감, 결과에 대한 부담감, 위험 부담정도, 나이, 신체적 결합, 피로도, 책임감, 사회성, 가족과의 관계 등	팀워크 및 의사 소통 개인별 작업부하 업무분장, 권한 및 리더쉽 의사소통의 체계 지원조직의 유무 안전문화 관리공약 조직학습

5. 결론

화학플랜트의 비상직무 상황에서 발생할 수 있는 인적오류분석에 적용하기 위하여 본 연구에서 수행한 수행영향인자 분류는 다음과 같다.

첫째, 기존의 상세 수행영향인자 분류체계와 여러 문헌자료로부터 화학플랜트의 작업상황과 관련한 수행영향인자를 선정, 취합하여 총 수행영향인자 집합을 생성해 낸 후 수행영향인자들의 주요 특성 등을 분석하였다.

둘째, 화학플랜트의 비상운전 상황 특성을 분석하여 적절한 수준으로 수행영향인자가 선정되도록 선정기준을 설정하였다.

셋째, 선정된 수행영향인자를 평가할 수 있는 하부 평가인자를 구축하였다.

본 연구 수행의 결과로 얻은 수행영향인자 분류체계는 현재 우리공사에서 진행중인 인적오류분석 방법의 개발과 관련하여 지속적인 재검토 과정이 이루어질 것이며, 개발되는 인적오류분석 방법의 중요한 모듈로서 사용되어 인적오류에 영향을 주는 전반적인 직무 상황의 평가와 인적오류의 정성적인 예측과 정량적인 평가에 활용될 계획이다.

6. 참고문헌

- (1) A.D.Swain, H.E.Guttmann, "Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications", NURGE/CR-1277, June (1983)
- (2) Gavriel Salvendy, "Handbook of Human Factors", JOHN&SONS (1987)
- (3) 김재환, 정원대, 강대일, 하재주, "원자력발전소 사고관리 직무의 인간신뢰도분석을 위한 수행영향인자 분류체계의 개발과 적용", 한국원자력연구소, (1999)
- (4) 임차순, 류진환, 홍재훈, 고재욱, "인적오류분석기술 개발", 광운대 신기술연구소, (2001)
- (5) AIChE/CCPS "Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis" CCPS, American Institute of Chemical Engineer New York, (1989)
- (6) AIChE/CCPS "Guidelines for Preventing Human Error in Process Safety" CCPS, American Institute of Chemical Engineer New York, (1994)
- (7) D.K. Lorenzo, P.E, "A Manager's Guide to Reducing Human Errors (Improving Human Performance in the chemical Industry)", Chemical Manufacturers Association, Inc., July (1990)