



## 화학공정산업의 공정안전문화 개선을 위한 측정도구

†백 종 배

충주대학교 안전공학과

(2006년 6월 13일 접수, 2006년 6월 23일 채택)

### A Measure for the Improvement Status of Process Safety Culture in the Chemical Process Industries

†Jong-Bae Baek

Department of Safety Engineering, Chungju National University

(Received 13 June 2006, Accepted 23 June 2006)

#### 요 약

중증 사고들의 직접적인 원인은 인적오류 또는 기술적인 결함이지만, Three Mile Island, Chernobyl 그리고 Kings Cross 사고와 같은 중대산업사고의 조사·분석결과에 따르면 직접적인 사고원인이 아닌 다른 원인과 관계가 있다는 것을 알 수 있다. 즉, 이들 사고들은 안전문화를 광범위하고 충분하게 고려하지 않아 발생하였으며 조직의 안전문화를 연구하는 것이 매우 복잡하고 어렵지만 안전문화를 조성하는 표준화에 대한 필요성을 심분 부각시켰다. 이 논문은 화학산업과 같은 위험성이 높은 산업에서 관리자와 근로자의 환경적 태도 및 행동과 관련한 안전문화 측정에 중점을 두었다. 아울러 문헌조사를 통해 화학공정 산업뿐만 아니라 위험성이 높은 산업의 안전문화 수준을 측정할 수 있는 공정안전문화 측정항목 및 점수화 도구를 개발하는 것을 목적으로 하고 있다.

**Abstract** – The immediate causes of accidents are often identified as human error or technical failure but the investigation and analysis of the circumstances surrounding major industrial accidents such as Three Mile Island, Chernobyl and Kings Cross have revealed issues beyond the immediate causes. These issues relate to wider considerations of the safety culture. The safety culture of an organization is very complex and hard to study, but it is possible to examine norms that make up the culture. This paper focuses on environmental attitudes and actions among managerial and non-managerial workers in high risk industry such as chemical industries. The main purpose is to get a better understanding of safety culture and to develop measuring tool by examining their nature and strength and by analysing underlying factors that offer explanations for attitudinal differences.

**Key words** : Process safety management, Safety culture, Safety climate, Chemical industry

#### I. 서 론

화학공정산업은 생산 공정의 안전성 향상을 위해 위험 기계 및 전기장비의 신뢰성 향상, 최적화설계, 보조 장비 및 예방시스템의 사용과 같은 공학적인 측면을 중심으로 접근하였다. 또한 공정자동화 및 컴퓨터를 이용한 공정제어를 통한 현장 근로자들의 업무가 생산을 위한 직접적인 현장작업에서 각종 설비 및 공정관리업무로 변경됨에 따라 사고발생의 원인 또한 진화·변경되고 있다. 공정시스템의 복잡화·자동화의 영향으로 사

업주를 비롯한 관리자와 근로자들은 생산 및 안전을 공정시스템에 많이 의존하고 있다. 그러나 안전의식이나 안전행동 수준과 관련한 안전문화에 대한 관심은 그다지 높지 않은 경향을 보이고 있다[1]. 이로 인해 최근에는 기술적·관리적 원인보다는 안전문화와 관련된 원인으로 인한 중대산업사고(MIA, Major Industrial Accident)의 발생률이 증가하고 있다. 더 나아가 기술 및 관리상의 문제로 인해 발생한 사고에 대해서도 근본원인을 조사해 보면 다양한 형태의 안전문화 관련된 원인이 존재하고 있는 것으로 나타났고 있다[2]. 하지만 사업주와 관리자들은 근로자들에게 경제성을 앞세워 생산성 위주의 작업을 요구하고 근로자들도 작업에

†주저자: jbbak@chungju.ac.kr

대한 지식이나 잠재된 위험요인에 대한 이해가 부족하여 안전문화를 조성하고 측정하는 것에 많은 어려움을 갖고 있다. 특히 안전문화의 특성상 사업장 구성원의 자발적이고 적극적인 참여가 필수적이지만, 이를 측정하고 관리하기 위한 방법론적 접근이 매우 어려운 실정이다. 따라서 사고발생의 주요한 원인이 되는 안전문화적 요소를 통한 사고예방은 접근방법상에 많은 어려움이 있겠지만 무엇보다도 전체 근로자의 안전의식 등 공정안전문화의 현재 수준을 측정한 후, 정량화된 근거를 기반으로 우선순위를 적용하여 개선하는 것이 필요하다.

이 연구에서는 문헌조사를 통해 화학공정산업뿐만 아니라 위험성이 높은 산업의 안전문화 수준을 측정할 수 있는 공정안전문화 측정항목 및 점수와 도구를 개발하는 것을 목적으로 하고 있다.

## II. 안전문화

### 2.1. 공정안전문화

공정안전문화는 일반적으로 안전문화라는 용어가 제조업뿐만 아니라 자연재해분야와 같은 대중적인 부분과 교통, 건설 및 서비스업 등과 같은 모든 산업부문에 걸쳐 광범위하게 사용되고 있는 의미와 구분하기 위해 사용하였다.

국제원자력에너지기구(IAEA)가 체르노빌사고의 사고원인을 규명하기 위해 처음으로 안전문화라는 용어를 사용한 이후 Kings Cross, Piper Alpha, Clapham에서의 사고들에서도 사용하였다. 이 사고들의 조사보고서는 공통적으로 조직의 안전문화 요소가 제대로 반영되지 않은 점을 주된 사고의 원인으로 지적하였다[2,3]. 또한 위험성평가회(SRA, Society of Risk Analysis)의 Zebroski는 “Lessons learned from Man-made Catastrophes”에서 Three Mile Island, Chernobyl, Challenger 우주선, Bhopal 화학공장 및 Piper Alpha 등의 사고조사를 통해 다음과 같은 공정안전문화와 관련된 공통된 특성을 발견하였다[3-5].

- 현장과 의사결정자의 관계가 멀고 의사소통체계가 편협하여 책임이 모호함
- 현존하는 심각한 위험요소를 무시해도 목표와 성과를 달성할 수 있다는 마음가짐
- 규정을 준수하고 있으며 안전하다고 확신하는 믿음
- 작업팀원이 위험은 존재하지 않는다고 주장함
- 체계적이지 못한 다른 공정 및 설비로부터의 경험을 적용함

- 사전주의사항을 무시하고 학습함
- 다른 성과목표보다 안전평가와 조치에 대한 우선순위가 낮음
- 중대산업사고(MIA)에 대한 비상질차, 계획, 교육훈련이 부족함
- 설계 및 운전 시, 잠재위험요소를 인지하고도 방치하는 특성이 있음
- 각종 기법 및 조사를 활용해서 위험관리활동을 수행하지 않음
- 사업장에 안전문제를 확인하고 조사하는 부서나 책임자가 정해지지 않음

따라서 사업주를 비롯한 관리자 및 근로자들의 안전의식과 안전태도는 물론 안전에 대한 책임감에 문제가 있는 것으로 공정안전문화수준이 낮기 때문에 발생하게 된다. 그러므로 공정안전문화는 사고발생의 원인이 직접적이거나 간접적인 문제든지 항상 그 배후의 원인이 되는 핵심요소라 할 수 있다.

### 2.2. 공정안전관리와 공정안전문화

중대산업사고의 발생가능성이 상대적으로 높은 화학공정산업의 공정안전수준은 해당 사업주의 의사결정과 조치에 의해 향상될 수 있다. 그러므로 공정안전관리가 효과적으로 수행되기 위해서 공정안전문화는 사업장의 믿음과 가치의 핵심부분이 되어야 하며 일상적인 모든 활동에 흡수되어야 한다. 또한 공정안전문화의 근본은 해당 사업장의 공정안전관리 방침과 관련된 모든 문서에서 찾아볼 수 있어야 한다.

영국의 안전보건청(HSE, Health and Safety Executive)에서는 이러한 안전문화(Safety Culture)와 안전분위기(Safety Climate)의 특성을 파악하고 안전문화와 안전성과의 연결방안을 모색하였다. 1998년 이후에 발표된 안전문화관련 연구문헌들을 살펴보면, ‘문화’는 조직 내에서 조직원의 태도와 행동에 영향을 미치는 공유된 가치를 설명하는 개념으로, ‘안전문화(Safety Culture)’는 조직문화의 한 부분으로써 안전성과에 대해 조직원의 태도와 믿음에 영향을 미치는 것으로, 그리고 ‘안전분위기(Safety Climate)’는 근로자의 태도와 인식에서부터 구별되는 안전문화의 현재 상태를 의미한다. 하지만 안전문화와 안전분위기는 명확히 구분되지 않고 혼용되어 사용되고 있다[5]. 그리고 조직에 대한 안전문화정책의 핵심이 되는 영향력은 사업주에게 있으며 관리계층별로 서로 다른 방법으로 안전보건에 영향을 미치게 된다.

따라서 사업주의 안전보건활동을 추진하기 위한 태

도와 행동은 노력의 성공, 사고 및 아차사고(Near Miss)의 보고, 근로자가 안전하게 작업하거나 작업상의 위험을 감수하는 행동, 생산압력, 안전하고 건강하게 행동하도록 하기 위한 개입조치의 실행 그리고 건강하게 작업하도록 하기 위한 개입조치의 실행 등과 같은 안전 측면에 큰 영향을 준다고 볼 수 있다.

### III. 공정안전문화 측정도구

#### 3.1. 공정안전문화의 측정체계

공정안전의식과 작업그룹내의 하부문화는 개개인이 갖고 있는 공정안전의 중요성에 대한 믿음, 책임감, 문제해결을 위해 노력하는 정도와 같은 공정안전에 대한 태도를 결정하게 된다. 이러한 태도는 자발적으로나 안전관리지원에 의해 안전한 행동에 영향을 미치게 된다. 중간 작업그룹에 권한을 위임하는 조직의 경우, 안전관리지원은 대개 리더쉽과 공정안전의식을 충분히 향상시킬 수 있도록 지원하는 것이며 마찬가지로 작업 그룹 내에서 개개인들의 공정안전에 대한 태도와 안전한 행동은 동료근로자, 현장관리자 및 선임 관리자 등의 공정안전에 대한 몰입정도에 의해서 영향을 받게 된다.

공정안전문화의 기본체계에서 수준별 분류는 개인수준, 조직수준, 외부수준으로 구분되며 조직수준은 중간 작업그룹과 회사로 재분류된다. Fig. 1은 공정안전문화의 기본체계를 나타낸 것이다.

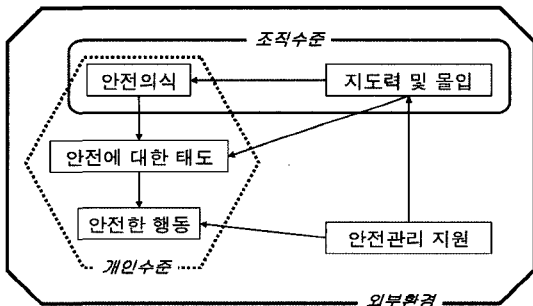


Fig. 1. System model of Process Safety Culture.

#### 3.2. 공정안전문화 측정도구 비교

영국의 안전보건청(HSE, Health and Safety Executive)은 1990년대 중반부터 학계 및 산업체와의 공동연구를 통해 공정안전문화측정도구들을 개발·적용하고 있다.

HSCST(Health and Safety Climate Survey Tool)는 1997년 12월에 HSE에서 독자적으로 개발한 공정안전문화측정도구로서 특정 산업에 국한되지 않은 일반도구이며, 2001년 1월 현재 500여개의 업체에서 사용되

고 있다. 이 도구는 기업체에서 안전보건의 핵심적인 측면에 대한 조직원들의 관점을 파악하여 안전보건에 대한 조직원의 참여를 향상시킴으로써 안전보건을 향상시키고 현존하는 안전보건문화 측면을 파악할 수 있는 것으로 우수한 부분과 개선이 필요한 부분을 확인할 수 있도록 하였다. 그리고 안전보건추진에 따른 영향을 파악할 수 있도록 시간에 따른 안전보건문화의 변화를 평가할 수 있도록 하였다[6].

1994년에 해양원유가스산업(Offshore oil & gas industry)에 국한하여 개발되었던 OSQ(Offshore Safety Questionnaire)는 1996년에 Aberdeen University에서 보완하여 육상 가스산업에서 발전소까지 적용될 수 있도록 개발되었다[6]. Offshore Risk Perception Questionnaire는 산업체에 현재의 안전문화에 대한 정보를 제공함으로써 우수한 부분과 취약한 부분을 강조하고 있으며 인간과 조직차원의 요소들에 대한 중요성을 집중적으로 반영하여 해양산업의 위험성에 대한 인식을 측정할 수 있도록 설계되었다. 그리고 정기적으로 평가할 경우 시간이 지남에 따른 안전문화향상 수준의 변화를 측정할 수 있는 특징을 갖고 있으며 153개의 질문사항과 12개의 일반정보, 11개의 개인별 사고경험조사항목으로 구성되어 있다.

OSCQ(Offshore Safety Climate Questionnaire)는 영국의 Aberdeen University에서 해양원유가스산업을 대상으로 'safety bench-marking programme' 수행을 위해 개발된 안전문화측정도구이다. 'safety benchmarking programme'이란 OSCQ이용업체가 기존의 OSQ이용업체 중 'best in class'에 속한 우수업체의 안전문화수준과 비교·분석할 수 있도록 하여 OSCQ이용업체의 안전문화수준을 향상시킬 수 있도록 하는 프로그램이다. 안전문화수준에 대한 비교·분석은 Internal business process(H&S management), Customer(workforce safety climate survey), Financial(loss costing), Learning and growth 등 4가지 측면에서 벤치마킹이 이루어질 수 있도록 분류되어 있다. 특히 업무형태와 사고경험 등의 10개의 일반정보 이외에 80개의 질문항목으로 구성되어 있으며 3점 척도와 5점 척도를 기준으로 작성하도록 되어 있다[6].

이 밖에 해양원유가스산업에서 교육훈련을 위해 개발되어 무료로 제공되고 있는 측정도구로서 CSCQ(Computerized Safety Climate Questionnaire)와 LSCAT(Loughborough University Safety Climate Assessment Toolkit)가 있는데 이들 모두 Likert형 5점 척도로 평가되며 각각 40여개의 질문사항으로 구성되어 있다. 그리고 HSE의 의뢰를 받아 영국의 Quest Evaluations and

**Table 1.** Detail item of classified estimation tools.

(단위: 개)

| 측정 도구 | 주요 항목 | 일반 정보항목 | 사고 이력항목 | 계   |
|-------|-------|---------|---------|-----|
| HSCST | 72    | 9       | 0       | 81  |
| OSQ   | 153   | 12      | 11      | 176 |
| OSCQ  | 80    | 10      | 0       | 90  |
| CSCQ  | 49    | 10      | 3       | 62  |
| LSCAT | 44    | 3       | 0       | 47  |
| QSCQ  | 319   | 1       | 0       | 320 |

HSCST: Health & Safety Climate Survey Tool  
 OSQ: Offshore Safety Questionnaire  
 OSCQ: Offshore Safety Climate Questionnaire  
 CSCQ: Computerised Safety Climate Questionnaire  
 LSCAT: Loughborough Safety Climate Assessment Toolkit  
 QSCQ: Quest Safety Climate Questionnaire

Databases Ltd.에서 개발한 도구인 QSCQ(Quest Safety Climate Questionnaire)는 전체 산업에서 사용할 수 있다. 12가지 분류에 319개의 질문항목이 있으며 각 질문에 대해서 7점 척도로 평가하도록 되어 있으며 '99년 이후 영국 및 미국의 업체에서 많이 사용되고 있다.

Table 1은 앞에서 열거한 6가지의 측정도구들에 대해 주요 세부항목, 일반정보 항목, 사고이력 항목별로 세

부항목의 수를 나타낸 것이며 Table 2는 측정도구들의 질문목적을 기준으로 세부항목들을 15가지 항목으로 재분류한 것이다.

**3.3. 공정안전문화 측정항목 설계**

**3.3.1. 측정항목의 범위 및 기준**

공정안전문화 측정도구들은 모두 외부의 감사나 감독기관의 평가를 목적으로 개발된 것이 아니라 개별 사업장에서 자체적으로 활용하도록 개발된 도구들이다. 그러나 사업장의 안전에 대한 몰입 및 지원수준, 신뢰문화, 책임의식 등의 공정안전문화요소들을 측정하고자 하는 궁극적인 목적은 동일하기 때문에 화학공정산업 평가에 적용하기 위한 목적이라도 측정항목 상에는 별 차이가 없을 것으로 판단된다.

따라서 HSCST(Health & Safety Climate Survey Tool) 등 6가지 공정안전문화 측정도구들을 비교 분석한 결과를 활용하여 측정항목의 범위, 점수화 측면 등의 특성을 도출하여 화학공정산업뿐만 아니라 위험성이 높은 산업에도 공정안전문화측정항목을 개발하는데 적용하였다. 또한 다소 추상적일 수 있는 기존의 공정안전문화 측정도구들의 측정항목에 대해 다음과 같은 기본적인 측정범위를 고려하였다. 특히 공정안전문화 측정항목의 객관성을 높이고자 개별적인 공정안전문화 측정항목들을 개발할 때 범위 및 기준을 위한 주요확

**Table 2.** Re-sorting of existing estimation items for major items.

| 분류 항목                 | HSCST | OSQ | OSCQ | CSCQ | LSCAT | OSCQ |
|-----------------------|-------|-----|------|------|-------|------|
| 교육 및 능력               | ●     | ●   | ◐    | ○    | ◐     | ●    |
| 업무안정성 및 만족도           | ●     | ◐   | ◐    | ◐    | ◐     | ●    |
| 생산압력                  | ◐     | ●   | ●    | ●    | ●     | ●    |
| 의사소통                  | ◐     | ●   | ●    | ◐    | ◐     | ●    |
| 안전보건에 대한 참여           | ◐     | ●   | ●    | ○    | ◐     | ●    |
| 사고 및 아차사고             | ●     | ●   | ◐    | ◐    | ○     | ◐    |
| 안전보건에 대한 사업주 및 조직의 인식 | ●     | ●   | ●    | ●    | ●     | ◐    |
| 안전보건절차서, 지침 및 규정      | ●     | ●   | ◐    | ●    | ◐     | ●    |
| 규정위반                  | ◐     | ●   | ●    | ●    | ◐     | ◐    |
| 안전상태 및 문화에 대한 근로자의 인식 | ●     | ●   | ●    | ●    | ●     | ◐    |
| 안전수준평가                | ○     | ●   | ●    | ○    | ○     | ○    |
| 기타                    | -     | -   | -    | -    | -     | -    |
| 자유작성(free response)   | ●     | ○   | ●    | ○    | ●     | ○    |
| 일반정보                  | ●     | ●   | ●    | ●    | ◐     | ◐    |
| 사고이력                  | ○     | ●   | ○    | ◐    | ○     | ○    |

- : 비중 높게 고려하고 있음
- ◐: 약간 고려하고 있음
- : 전혀 고려하지 않음

인 항목으로도 활용하였다.

- 안전을 위해 자율적(자발적)으로 행동하는가?
- 조직원간 신뢰하고 있는가?
- 안전보장 및 개선을 위한 회사 및 상사로부터의 지원(협조)이 있는가?
- 규정 등의 위반에 대해 공정하게 대우하고 있는가?
- 안전성을 확보하기 위해 조직원간 서로 단결(협력)하고 있는가?
- 안전에 악영향을 줄 수 있는 압력이 있는가?
- 안전관련 사항들에 대해 인지하고 있는가?
- 변화시키고자 하는 혁신의지가 있는가?

### 3.3.2. 측정항목의 구성 및 점수화

#### (1) 측정항목의 구성

비교·분석 결과들과 측정항목 개발기준을 고려하였으며 공정안전문화 측정요소들과 각각의 측정요소별 항목 수는 Fig. 2와 같다. 공정안전문화 측정항목은 크게 2개 부분으로 하여 관리자 및 근로자를 대상으로 하고 있으며 11개 요소로 구성하고 있다. 또한 안전에 관련된 논쟁점들을 세부적으로 파악하기 위해 전체 측정항목을 98개로 구성하였다.

#### ■ 공정안전관리에 대한 사업주의 몰입수준

사업주가 사업장의 공정안전관리에 대해 승인하고 실행을 위해 지원하는 정도를 파악하기 위하여 사업주가 공정안전관리에 대해 갖고 있는 인식정도와 태도, 그리고 공정안전성과향상을 위한 노력 및 각종 지원수단을 이용하는 정도를 확인할 수 있도록 하였다.

#### ■ 안전보건규정 및 안전운전절차서의 특성

안전보건규정 및 안전운전절차서가 사업장의 안전보



Fig. 2. Estimation factors of process safety culture.

건목적에 맞게 작성되어 있는지와 그 내용이 이해하기 쉽도록 작성되어 있는지를 확인할 수 있도록 하였다.

#### ■ 상해경험 및 사고원인의 특성

상해경험여부와 상해를 경험한 경우 사고의 원인이 무엇이었는지를 개인적인 차원의 원인과 조직수준에서의 원인으로 구분하여 파악할 수 있도록 하였다

#### ■ 공정안전교육

공정안전의식을 충분히 갖추고 있는지를 확인하기 위한 것으로써 공정안전교육의 효과성, 교육내용 및 범위를 측정하고자 하였으며 근로자를 대상으로 공정안전교육에 대한 인식수준을 확인할 수 있도록 하였다.

#### ■ 업무안정성 및 만족도

근로자들이 자신의 업무에 대해 충분히 만족감을 느끼고 있는지를 조사하기 위한 항목으로써 업무자체와 사업장의 복지지원으로 작업에 대해 동기부여를 받고 있는지와 안전하게 작업할 수 있도록 충분히 안전관리 지원을 받고 있는지를 확인할 수 있도록 하였다.

#### ■ 생산압력

조직문화가 생산에 치중하도록 강요하는 분위기인지 근로자의 안전보건을 보다 중시하는 문화인지를 파악하기 위해 사업주와 관리자에 대한 근로자들의 생각을 확인할 수 있도록 하였다.

#### ■ 의사소통

안전보건관련 사항들을 공유하거나 의사소통하고 있는지를 파악하기 위한 항목으로써 작업장에서의 의사소통, 근로자와 관리자와의 의사소통, 근로자들간의 의사소통, 근무교대시의 인수인계, 아차사고를 포함한 사고와 잠재 위험요소들에 대한 의사소통이 잘 이루어지고 있는지를 확인할 수 있도록 하였다.

#### ■ 공정안전관리에 대한 참여

근로자나 근로자대표가 작업장의 안전보전에 관련된 의사결정 및 작업계획 등에 참여하고 있는지를 확인하고 그 참여정도에 만족하고 있는지를 파악할 수 있도록 하였다.

#### ■ 상사의 공정안전관리에 대한 몰입수준

사업장의 중간 작업그룹 내에서 형성되는 하부문화에 관련된 항목으로써 근로자들이 직속상사 및 안전관련책임자의 안전보건 의식 및 태도에 대해서 어떻게 인

식하고 있는지를 파악하고자 하였다.

■ 규정위반

개인, 중간 작업그룹, 조직수준에서 안전보건규정을 잘 준수하고 있는지를 확인하는 항목으로써 근로자들의 안전보건의식 및 태도를 파악하기 위해 근로자들이 스스로 안전규정을 준수하는지와 중간 작업그룹을 포함한 조직수준에서 안전보건성과를 위해 지원함으로써 조직수준에서도 안전보건규정을 준수하도록 유도하고 있는지를 확인하고자 하였다.

■ 공정안전문화 상태에 대한 인식

근로자들이 공정안전을 중요한 요소로 인식하고 있

으며 공정안전의식이 작업환경에 충분히 반영되었는지와 공정안전문화 정착을 위해 매우 중요한 요소인 질책 없는 문화가 잘 형성되어 있는지를 확인하고자 하였다.

(2) 측정항목의 점수화

측정내용에 대해 인식하고 있는 정도차이에 따라 답변이 용이하고 최종적으로 점수화하기가 용이하다는 장점이 있기 때문에 개별 측정항목들에 대해 5점 척도(Likert-type scales)를 기준으로 점수화하도록 하였다.

즉, 평가 척도는 평가항목에 대한 강한 동의에서 부터 강한 부정까지의 응답을 5단계로 하였으며 각 항목별 점수는 강한부정은 5점, 부정은 4점, 보통은 3점, 긍

Table 3. Calculating dimension scores.

| Factors | Scoring   | Drive by | Multiply by | No. of Items |
|---------|---|----------|-------------|--------------|
| M1      | 96-(Item 1 + Item 2 + Item 3 + Item 4 + Item 5 + Item 6 + Item 7 + Item 8 + Item 9 + Item 10 + Item 11 + Item 12 + Item 13 + Item 14 + Item 15 + Item 16) | 80       | 10          | 16           |
| M2      | 30-(Item 3 + Item 4 + Item 6 + Item 7 + Item 8) + Item 1 + Item 2 + Item 5  | 40       | 10          | 8            |
| M3      | 54-(Item 1 + Item 2 + Item 3 + Item 4 + Item 5 + Item 6 + Item 7 + Item 9 + Item 10) + Item 8   | 50       | 10          | 10           |
| W1      | 54-(Item 1 + Item 3 + Item 5 + Item 6 + Item 7 + Item 8 + Item 9 + Item 10) + Item 4  | 50       | 10          | 10           |
| W2      | 36-(Item 1 + Item 3 + Item 4 + Item 5 + Item 7 + Item 8) + Item 2 + Item 6  | 40       | 10          | 8            |
| W3      | 12-(Item 2 + Item 3) + Item 1 + Item 4  | 20       | 10          | 4            |
| W4      | 72-(Item 1 + Item 2 + Item 3 + Item 4 + Item 5 + Item 6 + Item 7 + Item 8 + Item 9 + Item 10 + Item 11 + Item 12)   | 60       | 10          | 12           |
| W5      | 54-(Item 1 + Item 2 + Item 3 + Item 4 + Item 5 + Item 6 + Item 7 + Item 9 + Item 10) + Item 8   | 50       | 10          | 10           |
| W6      | 42-(Item 1 + Item 3 + Item 4 + Item 5 + Item 6 + Item 7 + Item 8 + Item 9 + Item 10) + Item 2   | 40       | 10          | 8            |
| W7      | (6 - Item 4) + Item 1 + Item 2 + Item 3 + Item 5 + Item 6 + Item 7 + Item 8   | 40       | 10          | 8            |
| W8      | 54-(Item 1 + Item 3 + Item 4 + Item 7 + Item 8 + Item 10 + Item 11 + Item 12 + Item 13) + Item 2 + Item 5 + Item 6 + Item 9                               | 65       | 10          | 13           |

M1: Management commitment to safety

M2: Merits of the H&S procedures, instructions, and rules

M3: Accidents & Near-misses

W1: Training & Competence

W2: Job security and Satisfaction

W3: Pressure for production

W4: Communications

W5: Perceptions of personal involvement in H&S

W6: Perceptions of organizational & management to H&S

W7: Rule breaking

W8: Workforce view on state of safety & culture

정은 2점, 강한 긍정은 1점으로 하였다. 또한 몇몇 부정적으로 설계된 질문항목은 코드화 할 때 전체 점수에서 역수를 취하도록 하였다. 그리고 항목점수의 평균은 요소의 점수를 계산하기 위해 사용되며 각각의 요소들의 점수는 1에서 10까지의 수로 변환된다. 각 요소에 대한 점수( $E_s$ , Element score)는 Table 3과 식 1을 통하여 계산할 수 있다. 다음의 식 1은 비가중 항목점수의 평균 값과 각 항목의 최대점수를 1로 정의 하였다.

$$E_s = \sum X_i / u \quad (1)$$

여기서  $X_i$ 는  $i$ 번째 항목의 점수이며  $u$ 는 각 요소에 해당되는 요소의 수이다. Table 3은 각 요소별 점수 및 항목을 나타낸 것이다.

#### IV. 공정안전문화 측정의 한계

안전은 복잡성과 다양성을 갖고 있으므로 단순한 개념으로 이야기하는 것은 다소 무의미할지도 모른다. 또한 안전에 대한 측정항목들로 부터 안전문화의 완벽한 수준까지 이끌어 내는 것은 매우 어려울 것이다. 그러나 오히려 안전과 관련된 태도 및 의식, 행동 및 작업 조건, 관련 업무문서 등으로 객관화된 항목들은 그들의 작업과 작업 환경, 안전한 작업 습관들에 대한 표현을 우리에게 제공할 수 있을 것이다. 그리고 안전문화의 여러 가지 요소들을 파악함으로써 안전하게 또는 안전하지 않게 일하는 범위를 알 수 있을 것이다.

공정안전문화를 측정하기 위해서는 해당 사업장이 기본적으로 생산설비나 공정 등에 대한 기술적 측면의 안전체제가 구축되어 있어야 한다. 즉 기술적 측면이 부족한 상태에서 공정안전문화를 측정하여 안전문화의 향상을 유도한다는 것은 최소한의 준비상태가 갖추어지지 않은 것이므로 그 효과를 기대하기가 어려울 것이다.

따라서 경제협력개발기구(OECD)에서는 공정안전문화를 효과적으로 측정하기 위한 선행조건으로 적합한 안전관리 시스템(safety management system)이 구축되어 있어야 하며 기존에 발생한 사고의 원인이 기술적인 결함이 없어야 한다고 제시하고 있다[11]. 그리고 안전보건 관련 법규를 잘 준수하여야 하며, 안전 활동의 목표를 법적 처벌을 회피하는데 수단으로 여기는 것이 아니라 사고를 예방하는데 두어야 한다는 것도 선행조건으로 하고 있다. 이러한 안전수준의 전제조건을 만족한다면 행동 및 문화적인 측면을 반영한 공정안전문화 측정도구의 적용이 가능할 것이다.

#### V. 결 론

본 연구에서는 문헌연구를 중심으로 화학공정산업의 공정안전 문화를 측정하기 위한 도구를 개발하여 최종적으로 도출된 측정항목과 점수화 방법을 제시하였다. 특히 항목 개발을 위해 국내·외 조직문화 및 공정안전문화관련 실태조사 연구자료와 HSCST 등 6가지 공정안전문화 측정도구의 측정항목들을 분석하여 국내 화학공정산업의 실정에 맞도록 하였다. 그리고 공정안전문화 실태를 측정하기 위하여 개발된 항목은 공정안전문화 분류체계에 따라 개인수준과 조직수준으로 구분되어 해당 분류별로 세부 측정항목들로 구성하였다. 또한 공정안전문화 측정요소들과 각각의 측정항목은 크게 2개 부분으로 하여 관리자 및 근로자를 대상으로 하고 있으며 안전에 관련된 논쟁점들을 세부적으로 파악하기 위해 11개 요소와 98개의 세부측정항목으로 구성하였다.

제시한 공정안전문화 측정항목은 충분한 실태조사 결과가 반영되지 않아 조직수준별 다양화가 미흡하다고 볼 수 있지만 예비 실태조사결과 통하여 현실적인 문제점 및 실태파악 결과를 적용한다면 측정도구의 미흡한 부분을 충분히 보완할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 원활한 기본 데이터의 수집과 공정안전문화 지수의 생성을 위해서는 응답결과를 데이터베이스화하여 웹에서 운영될 수 있는 전산화 측정도구의 개발이 필요하다고 판단된다.

#### 참고문헌

- [1] Joseph Fragola, "The Human Element in Operating Safety", OECD Workshop on Human Performance in Chemical Process Safety, 24-27, (1997)
- [2] Perrow, Chareless, Normal Accidents, Princeton University press, (1999)
- [3] Cullen WD, The Public Inquiry into the Piper Alpha Disaster, Department of Energy: H MSO, (1990)
- [4] Fennell, D., Investigation into Kings Cross Underground Fire. Department of Transport, HMSO, (1988)
- [5] HSE, Safety Climate Measurement User Guide and Toolkit, (1997)
- [6] G. Grote, C. Künzler, "Diagnosis of Safety Culture in Safety Management Audits", Safety Science, 34, 131-150, (2000)
- [7] HSE, Safety Culture Maturity Model, (2000)
- [8] US-DOL, OSHA, Process Safety Management, (2000)

백종배

- [9] M. D. Cooper, "Toward a Model of Safety culture", *Safety Science* **36**, 111-136, (2000)
- [10] HSE, Summary Guide to Safety Climate Tools, (1999)
- [11] OECD, Report of the OECD Workshop on Human Performance in Chemical Process Safety: Operating Safety in the Context of the Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response, (1999)
- [12] Dan Petersen, *Human Error Reduction and Safety Management*, (1996)
- [13] CCPS of the AIChE, *Guidelines for Preventing Human Error in Process Safety*, (1994)
- [14] Lee, T. and Harrison, K., "Assessing Safety Culture in Nuclear Power Stations", *Safety Science* **34**, 61-97, (2000)