안전관리 성과측정 시스템 개발

이영순 · 김용수 · 박교식* · 김형석**
서울산업대학교 안전공학과 · *한국가스안전공사 · **서울산업대학교 안전과학연구소
(2000. 11. 10. 접수 / 2000. 12. 12. 채택)

A Development of the Performance Measurement System for Safety Management

Young-Soon Lee · Yong-Soo Kim · Kyo-Shik Park* · Hyong-Shuk Kim**
Department of Safety Engineering, Seoul National University of Technology · *Korea Gas Safety Corporation
**Safety Science Research Institute
(Received November 10, 2000 / Accepted December 12, 2000)

Abstract : A performance measurement system for safety management was suggested with which performance of a company's safety activities can be expressed rationally, and analysis of impact with performance improvement. A key of the measurement system is performance index of the safety management activities, which consists of 3 perspectives; an external perspective, an internal perspective, and a innovation & learning perspective. Every perspective consists of 18 performance indices and each indices consist of activity unit a such planning, support, implementation, evaluation and review.
Key Words : performance measurement of safety management, performance index of the safety management activities

1. 서 론

안전관리를 성공적으로 추진하기 위해서는 모든 구성원이 안전을 중요하게 생각하며 안전을 지키겠다는 적극적인 노력과 더불어 개선 지향적인 자세를 갖추어야 한다. 이를 위해서는 구성원들에게 여러 가지 안전활동을 전개하여 안전의식을 고취시키고, 기업의 역량을 집중시킬 수 있는 전사적인 안전시스템을 구축하여 체계적이고 적절한 안전관리 활동은 그 활동의 성과가 측정되어 성과가 크다고 인정될 때 소기의 목표에 도달되었다고 할 수 있다.

최근의 안전관리활동은 사고방지 뿐만 아니라 회사의 공정개선이나 대내외 신뢰증가 등 새로운 부가가치 창출에도 관심을 가진다. 따라서 이제 안전관리는 기업의 성과향상에 기여하는 안전관리로의 전환이 필요하다. 이를 위해서는 안전관리에 필요한 여러 요소를 측정 가능한 지표로 만들어 회사 비전과 경영 전략에 관련된 안전경영실적이 평가되어야 한다.

본 연구는 복수의 기준이 존재하는 각종 안전관리 성과를 객관화할 수 있는 지표를 개발하고, 이의 활용 예를 제시하여 기업의 안전관리 성과향상에 기여하는 측정 시스템을 개발하는데 그 목적이 있다.

2. 안전관리 성과측정기술 개발의 설계 주안점

안전관리 성과측정기술을 개발하는데 있어서 주요 설계 주안점은 다음과 같다.

(1) 안전관리 성과측정 시스템의 평가체계 : 기존의 각종 안전관리평가 체계와는 다른 차원의 성과측정 시스템 개발에 역점을 두었다. 여기에서 안전관리 성과는 안전관리활동에 투자한 노력과 경

† To whom correspondence should be addressed.
lyswn@duck.snut.ac.kr

비에 대한 안전관리 활동에 의하여 얻어진 성과물의 비로 정의하여 이를 계량화 하였다. 이는 기존의 각종 측정시스템과 상호 호환성을 유지하는 보다 진일보한 접근 방법이다.

(2) 시스템 자체의 유연성 부여 : 기업 환경은 급격하게 변화하고 있고, 그 변화폭도 커져 모든 시스템에 유연성이 없으면 실패할 위험성이 있다. 기존의 평가 기법은 대부분 일정한 가중치를 고정시켜 적용하고 있다. 이러한 고정 가중치는 시간의 경과에 따라 그 실효성이 떨어지기 쉽다. 성과지표의 항목과 항목별 가중치 역시 회사의 경영전략과 여건에 따라 선정할 수 있어야 한다. 본 연구는 이와 같은 점을 고려하여 평가 시스템이 유연성을 가지도록 하였다.

(3) 자율 안전관리 체계에 적합한 측정 척도모색 : 현재의 안전관리는 타율에 의해 주도되는 것이 아니라 회사 자체의 자율안전관리 체제로 이루어지고 있다. 이러한 틀에서 크게 벗어나는 측정시스템은 새로운 시대에 능동적으로 접근할 수 없기 때문에 본 성과측정시스템은 이러한 개념을 충분히 고려하여 개발하였다.

(4) 과정성과지표를 중시한 시스템 : 결과성과지표는 각 성과에 대한 결과만을 기술한다. 이는 의사결정권자에 대한 의사결정에 필요한 자료로만 사용될 뿐이다. 그러나 과정성과지표는 어떤 성과지표에 대해 성과 결과가 나왔다면 이들 성과 결과를 이루기 위해 어떻게, 혹은 어떤 과정으로 이들 성과가 달성되었는지에 대해 알 수 있다. 본 성과측정은 과정성과지표로 개발하였기 때문에 사업장에서 활용하기가 훨씬 더 유익할 것으로 사료되나, 그 과정이 복잡하다는 문제점이 있다.

3. 안전관리성과측정 접근방법

3.1. 안전관리 성과의 정의

사고나 재해는 복합적인 요소에 의해 발생되기 때문에 안전관리 성과측정을 수행하기 위해서는 많은 요소를 고려하게 된다. 여기서 대두 될 수 있는 문제는 "안전관리 성과란 무엇이고 어떻게 계량화해야 하는가?"하는 것이다. 안전관리를 위해 어떤 시간이나 노력의 투입이 있으면 그로 인해 얻어지는 산출물이 있기 마련이다[4,7]. 이러한 투입자원과 산출물의 관계로부터 안전관리성과를 식(1)과 같이 정의할 수 있다.

$$\text{안전관리 성과} = \frac{\text{안전관리자원을 이용한 산출물}}{\text{안전관리활동에 필요한 투입 자원(시간과 노력, 비용)}} \quad (1)$$

3.2. 성과 측정의 기반구조(framework)

성과측정에서 중요한 사항은 과연 어떤 관리요소를 측정할 것인가 하는 것이다. 이것은 성공적인 성과측정이 되기 위해 반드시 집고 넘어가야 할 문제이기도 하다. 이에 필요한 주요 측정의 주안점은 다음과 같이 정할 수 있다.

① 안전에 필요한 모든 활동이 모든 위험을 감소시키거나 줄일 수 있도록 의도한대로 되어가고 있는가?

② 목적에 맞게 되어가고 있는가?

이에 필요한 전체적인 성과측정의 기반구조를 나타내면 Fig. 1과 같다.

Fig. 2는 안전관리 성과측정의 정의와 같이 크게

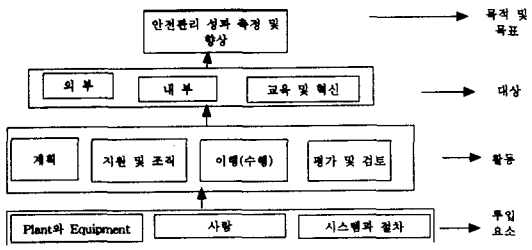

Fig. 1. Framework for safety management performance measurement system

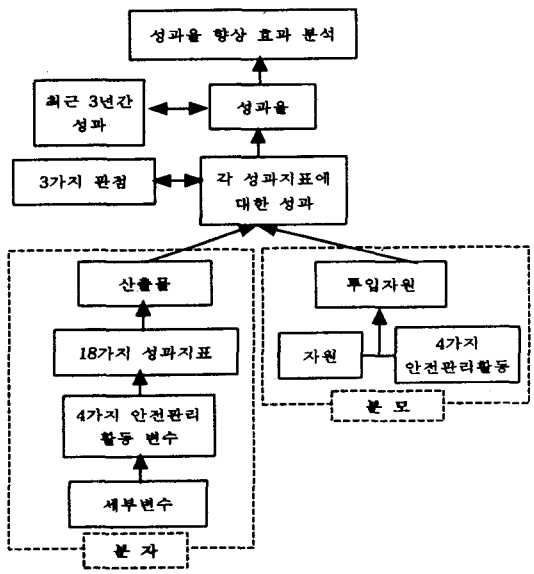

Fig. 2. A Model of evaluation system

분자에 필요한 항목과 분모에 필요한 항목으로 구분하여 분자(산출물)는 점수로 표현하고, 분모(투입된 자원)는 화폐단위로 표현하였다. 이렇게 측정된 것을 성과, 재해율 및 강도율 등의 지수로 표현한 것을 성과율, 그리고 성과율을 전년도 대비 올해년도 백분율을 성과향상율이라 하였다. 안전활동 및 생산활동에 대한 성과를 각 부문으로 나누어 산출하면 성과율 향상을 구할 수 있다.

4. 안전관리 성과측정지표 개발

4.1. 성과지표

안전관리 성과를 측정하기 어려운 이유는 안전관리가 복합적인 요소로 구성되어 있기 때문이다. 예컨대 안전과 생산 그리고 작업환경 등의 경계가 명확하지 않다. 어떤 요소는 안전성 향상에 도움이 될 뿐만 아니라 생산활동에도 도움이 되고 작업환경 개선에도 도움이 많다. 이러한 이유로 최근에 이들 요소를 모두 통합하는 경영기법이 대두되고 있다. 따라서 안전관리 성과측정은 이러한 요소들이 반드시 고려해야 한다는 것이다.[4)]

Fig. 1에서 제시한 측정대상이 되는 3가지 관점은 안전관리 성과측정을 위한 핵심사항이다. 이 3가지 관점은 기업의 균형발전과 성장 그리고 안전경영을 위한 필수요건이기 때문이다.

본 논문에서는 표 1과 같이 3가지 관점을 중심으로 성과측정 지표를 분류하여 각 지표마다 계획, 지원 및 조직, 이행, 평가로 나누어 지수화하였다. 기업의 안전비전, 안전 목표, 기업의 외부적인 환경, 재무상태, 인지도에 따라 안전관리 성과측정지표가 다를 수 있고, 여기에 핵심 지표(기업의 역량을 집중하여 반드시 측정 및 개선하고자 하는 지표들) 또한 다를 수 있다.[2,3,6)]

4.2. 안전관리성과 계산

식 1에서 정의한대로 안전관리성과는 분모부분과 분자부분이 계산되어야 한다. 분자부분은 안전관리활동 계획, 지원 및 조직, 수행(이행), 평가 및 검토의 4단계의 활동을 대상으로 점수화하여 산출하고, 분모부분에는 안전관리활동에 필요한 투입된 자원(시간과 노력, 비용)으로 표현된다.

4.2.1. 안전관리 결과 산출물의 계산

Table 1에서 제시한 각 지표는 4가지 활동에 대

Table 1. Three Perspectives for Performance Indices

관 점	성 과 측 정 지 표
a. 외부적인 관점	a.1. 고객 및 안전관련 기관 성과지표
	a.2. 법률준수지표
	a.3. 타공사 등의 관리(도시가스업종에 적용)
b. 내부 안전관리 프로세스 관점	b.1. 공정안전정보
	b.2. 안전작업
	b.3. 설비유지관리
	b.4. 변경관리
	b.5. 협력업체 안전관리
	b.6. 사고조사 보고/전달
	b.7. 비상조치계획
	b.8. 화재예방
	b.9. 근로자안전
	b.10. 산업위생
	b.11. 공정위험성평가
c. 교육 및 혁신의 관점	c.1. 안전경영 · 지도력
	c.2. 안전의식
	c.3. 혁신
	c.4. 안전교육 및 훈련

한 측정 변수가 있고, 측정변수를 측정하기 위한 세부변수가 있다. 각 세부 변수에는 각 세부 변수에 대한 측정기준이 존재한다. 그리고 4가지 활동 하나하나는 이를 지수화하기 위해 유형, 정도, 점수, 변수점수, 활동성과, 지표성과로 나누어진다. 각 성과지표를 측정하기 위한 필요한 양식은 Fig. 3과 같다.

이들에 대한 계산식 및 계산절차는 다음과 같다.

- 점수 = 유형 × 정도 (2)
- 변수점수 = ∑점수 (3)
- 성과활동점수 = ∑변수점수 (4)
- 해당 지표성과 = ∑성과활동점수 (5)

(1) 유형 : 중요도에 따라 A, B, C, D, E 등급으로

성과 활동	측정변수	세부변수	측정기준	유형	정도	점수	변수 점수
계획, 지원 및 조직, 수행(이행), 평가 및 검토							

Fig 3. Safety Performance Index for a Key of Four Activities

Table 2. Calculation of Score for Each Class

등급	점수	상세내용
A	45~36	Fig. 3의 유형이라는 항목에 1 넣고 정도와 곱한다.
B	35~27	Fig. 3의 유형이라는 항목에 0.8 넣고 정도와 곱한다.
C	26~18	Fig. 3의 유형이라는 항목에 0.6 넣고 정도와 곱한다.
D	17~9	Fig. 3의 유형이라는 항목에 0.4 넣고 정도와 곱한다.
E	8이하	Fig. 3의 유형이라는 항목에 0.2 넣고 정도와 곱한다.

구분된다. 각 등급을 결정하기 위한 구체적인 선정 요소는 ① 재해 위험성 감소 효과, ② 공정 위험성 감소 효과, ③ 사고빈도감소 효과, ④ 안전관리 역량집중, ⑤ 지속성, ⑥ 팀조직의 적합성, ⑦ 파급효과 등 7가지 주요항목에 의해 평가된다. 각 등급별 점수 계산방법은Table 2와 같다. 여기서 A등급은 해당 성과 지표에서 가장 중요한 세부변수 값을 갖는 것을 의미한다. 즉, 취득한 점수를 100% 반영한다는 의미를 갖는다.

(2) 정도 : 정도 산출은 정성적인 요소를 구간척으로 변환하는 가장 보편적인 방법인 양극법(Bipolar method)이 잘 쓰인다. 예를 들면 10개의 점을 갖는 척도를 구성한 후 10번째 점을 실제적으로 얻을 수 있는 최대 값으로, 0을 최소 값으로 한다. 중간 점은 변환의 기준으로 하여 이를 중심으로 바람직한 값과 바람직하지 못한 값에 대한 기수(Cardinal number)를 지정한다. 이런 식의 구간척은 다음과 같은 가정을 전제로 한다. 클수록 좋은 요소(즉, 이윤 요소)에서 "9"는 "3"보다 3배 더 바람직하고, "적음"과 "많음"의 차이는 "매우 적음", "평균"의 차이와 같아야 한다.[5]

4.2.2. 안전관리 활동에 투입된 노력 및 자원계산

노력 및 자원의 산출은 중요한 핵심 활동 단위인 계획, 수행, 지원, 평가 및 검토의 4가지 활동을 중심으로 한 활동기준비용으로 투입된 자원을 평가한다. 그러나 투입된 노력 및 자원, 비용 등은 회사의 문화적인 차이 및 투자에 대한 효과의 상이로 인해 투입된 정도가 같다고 하여 그 효과가 동일하다고 생각할 수 없다. 예를 들어 100원의 가치가 있는 회사에서 10원을 사용하는 것과 1000원의 가치가 있는 회사에서 10원을 사용하는 것은 같은 비용을 투입하였지만, 이에 대한 성과는 각기 다르게 생각될 수 있다. 더구나 회사자체의 결정에 따라 투자를 결정하는 것과 법적 구속력에 의해 투자하는 것에 대한 효과는 다르게 나타날 수 있다.

이러한 문제점으로 최대치 및 최소치를 각각 1~0까지의 효용성 계수를 도입할 필요가 있다. 여기서 0.8이란 개념은 0.9보다는 낮고 0.7보다는 높은 의미이다. 앞에서 제시한 성과의 정의와 같이 성과가 커지기 위해서는 분모부분가 작아야 한다. 따라서 투입된 요소의 가치가 커지기 위해서 값을 낮게 책정해야 한다. Table 3에서 분모부분의 투입된 자원을 산출하기 위한 표를 제시하였다.

4.3. 성과율 계산

기업의 안전관리 성과측정 시스템을 통해 얻을 수 있는 최종결과는 중대재해건수, 경미한 사고건수, 아차 사고건수, 공정 error건수, 근로손실, 시간손실, 가동중인 장비의 고장횟수, 시험시 Alarm의 고장횟수, 안전장치 오동작 횟수, 공장 / 지역 대피횟수, 유해물질누출 횟수 및 유해물질 누출량, 기존에 제어되지 않은 위험요소의 발견 및 교정횟수, 과태료, 보험료 인하 등에 대한 구체적인 성과율이다. 최종결과는 재해율, 도수율, 강도율과 같은 지수로 표현될 수 있는데 성과율을 표현하는 몇 가지의 예를 제시하면 Table 4와 같다. Table 4의 성과율은 크게 직접성과율와 간접성과율의 2가지로 나눌 수 있고, 이들 성과율의 향상은 식 6과 같이 구할 수 있다.

Table 3. Calculation of source is entered into safety management activity

관점	지표	활동	자원	효용성 계수	투입된 요소 (화폐단위)
· 외부적인 관점	· a.1~a.3	· 계획 · 지원 · 수행 · 평가 및 검토	· 인력 · 정보 · 조직 · 기술 · 설비 · 시간 · 기타		
· 내부 프로세스 관점	· b.1~b.11				
· 혁신 및 교육의 관점	· c.1~c.4				

Table 4. The example of safety management performance rate

직접 성과율	재해율, 도수율, 강도율			
	재해손실비용비율	=	총재해손실비용[9] / 매출액	× 1,000
	유해·위험물질 누출률	=	평균누출량×누출횟수 / 전체위험물질취급량	× 1,000
간접 성과율	아차사고율	=	불안전한상태발견건수+불안전한행동발견건수 / 연평균근로자수	× 1,000
	가동중인 설비 고장율	=	평균고장건수 / 연평균가동시간	× 1,000,000
	안전설비 고장률	=	비정상작동횟수 / 작동요규횟수	× 1,000

$$\text{성과율 향상} \quad \frac{\text{올해년도성과율} - \text{전년도 성과율}}{\text{전년도 성과율}} \times 100 \qquad (6)$$

4.4. 성과향상을 위한 안전관리 역량 집중

성과측정의 궁극적인 목적은 성과를 향상시키는 데에 있다. 안전관리성과를 측정하고 이에 걸맞은 대안을 제시하여 안전관리 성과를 향상시키고자 하여도 모든 성과지표에 대한 성과를 향상시키기는 어렵다.

더구나 기업이 가진 자원은 한정되어 있고, 한정된 자원으로 최대 효과를 올리려면 반드시 몇 가지 주요 성과지표로 한정하여 향상시키려고 노력해야 하며 여기에 기업의 역량을 집중해야 한다.

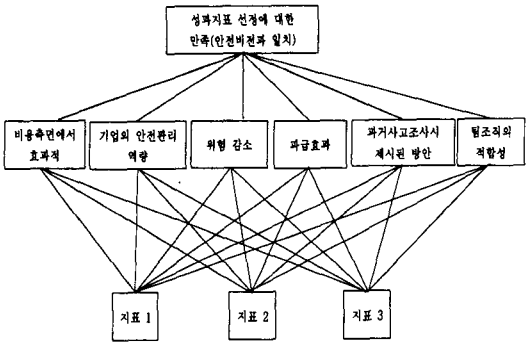

Fig. 4. System diagram for calculating importance of performance indices

이를 위해 각 지표는 ① 얼마나 비용측면에서 효과적인가? ② 기업의 안전관리역량을 발휘할 수 있는가? ③ 각 성과지표는 위험감소에 얼마만큼 기여할 수 있는가? ④ 해당 성과지표를 실시하는데 파급효과가 얼마큼 클 것인가? ⑤ 과거사고조사나 감사조직에서 제시한 방안과 얼마나 일치하는가? ⑥ 해당 성과지표는 팀조직에 적합한가? 하는 요소에 대하여 서로 비교하여 산출하여야 한다.

기업의 안전관리 성과측정을 위한 가중치 및 중요도 산출을 위한 모형은 Fig. 4와 같다[1]. 각 지표는 관련요소 값을 상대비교치 행렬로 나타내어 고유치(Eigenvalue)의 해석에 의해 산출할 수 있다[8].

4.5. 안전관리성과향상의 효과 산출

안전관리 향상은 비단 안전과 관련된 활동에 대해서만 그 효과가 미치는 것이 아니라 생산활동에도 큰 영향을 미친다는 것이 여러 전문가의 공통된 의견이다. 따라서 성과향상에 대한 기준을 정립하고, 성과검증을 쉽게 할 수 있도록 성과향상에 대한 효과를 산출해야 한다. 성과향상의 효과는 Table 5에서 보는 바와 같이 안전관리활동에 대한 효과, 생산활동에 대한 효과로 크게 2가지 영역에 대해서 분석할 수 있다.

Table 5. Effectiveness for calculating safety and production activity

대 상		개 선 내 용
안전관리 활동	보험료 절 감	- 보험료
	사고비용 절 감	- 중대재해비용, 경미한 사고비용, 근로손실, 시간손실, 공장/지역 대피, 유해물질 누출손실, 정전사고 등
	법적비용 절 감	- 벌금, 과태료
	기 타	- 기타 안전활동에 대한 효과 비용
생산활동	생산성 향 상	- 수율향상, 불량율감소, 가동율향상, 공수절감, 공정개선, 정지시간 감소
	품 질 향 상	- 외관품질 향상
	원 가 절 감	- 원부자재절감, 에너지절감, 수선소모품비절감, 물류비절감, 일반경비절감, 리드타임 단축, 품질코스트절감, 인건비절감
	설 비 개 선	- 설비수명 연장, 시설비투자대체
	기 타	- 생산활동에 대한 효과 비용

5. 결 론

안전관리활동에 대한 성과를 객관화하고 성과율 향상에 따른 효과 분석에 필요한 적정한 안전관리성과 측정 시스템을 개발・제시하였다. 이 시스템은 새롭게 개발한 안전활동 성과지표를 주축으로 한 측정도구를 활용하였다. 안전관리활동 성과지표는 안전관리활동을 내부, 외부, 혁신 등 3가지 관점으로 나누고 각 관점을 다시 18개의 성과지표로 나누어 구성하였다. 또한 각 지표는 3가지 관점의 각 지표마다 계획, 지원, 수행(이행), 평가 및 검토의 4개의 활동단위로 구분하여 각 활동단위별 변수, 세부변수, 측정기준으로 나누어 각 성과지표를 지수화 하였다.

개발된 성과지표들에 대해 구체적인 평가기준을 제시하였고, 안전관리성과향상 효과를 산출하는 절차를 제시하였고, 구체적인 예를 들어 활용절차도 제시하였다.

연구결과를 일부 사업장에 적용하여 검증을 실시하여 활용성을 입증하였으나 지표를 계량화하는 절차가 복잡하고 난해하여 비전문가가 활용하기에는 어려움이 있었다.

지표 계량화의 간략화 및 사업장 적용사례를 확대하는 등의 연구가 지속되어 실질적인 자료가 뒷받침된다면 그 활용가치가 커질 것으로 사료된다.

감사의 글 : 본 연구는 한국가스안전공사 지원에 의하여 수행되었으므로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1) 김형석., "정량적 위험성 평가를 기반으로 하는 안전의사결정 모델 개발", 서울산업대학원 공학석사학위논문, pp. 33～35, 1998,
2) 한국산업안전공단., "안전경영평가", 전문과정 2-001-A0-310, 1999.
3) 한국가스안전공사., "SMS 세부시행지침", 1996. 3.
4) 캐플런과 노턴., "성과측정", 21세기북스, 1999. 3.
5) 김성회 외 3., "의사결정분석 및 응용", 영지문화사, pp. 297～307, 1997.
6) "Guide to Occupational Health and Safety Management Systems, BS8800", BSI, 1996.
7) T. E. Mcsween., "The Values-Based Safety Process", VNR, 1995.
8) Saaty, T. L., "A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures", J. of Mathematical Psychology, Vol. 15, No. 3, pp. 234～281, 1977.
9) 한국산업안전공단., "산업재해로 인한 업종별 직・간접 손실액 산출액 산출기준에 관한 연구", 1999.