

# 기계 설비를 대상으로 한 정량적 리스크 평가 방법에 관한 연구

Shimizu Shoken · Umeezaki Shigeo · 한우섭\*  
일본산업안전연구소 · \*TRC Korea(前일본산업안전연구소)

## 1. 서 론

최근의 산업재해 중에는 사회적으로 문제가 되는 큰 재해가 다발하고 있는데, 원인으로 인적 실수가 지적되고 있지만, 그 재해 배경에는 설비나 관리면의 문제가 잠재하고 있다. 또한, 안전기술에 관한 지식의 계승이 불충분하며, 재해의 발생에 대한 경제적 페널티가 적은 이유도 재해의 다발에 관여하고 있다.

그러므로, 이들 문제를 해결하기 위해서는, 각 현장단위에서의 리스크의 정량화와 보험료에의 반영, 근본원인의 추출과 근본적 안전방책의 제시가 가능한 안전설계 지원 시스템을 제안하고자 한다.

## 2. 리스크 정량화에 관한 평가

각 현장단위로 리스크를 평가하기 위해서는, 발생가능성이 있는 전형적 재해사례가  $n$ 종류 있다고 가정하고, 그림 1에 나타낸 각 사례에 있어서의 재해 발생율을  $\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ , 가중치를  $\{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ , 빈도계수를  $\{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ , 재해방지대책의 효과를  $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ , 기계의 대수를  $\{k_1, k_2, \dots, k_n\}$ , 보족계수를  $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ , 작업자수를  $H$ 로 하면, 리스크 산정방법은 다음 (1)식에 의해 리스크  $R$ 을 계산한다.

$$R = \sum_{j=1}^{n_0} G(p_j, f_j, s_j, a_j) \times k_j \times c_j / H \quad (1)$$

단,  $G(p_j, s_j, f_j, a_j)$ 는 각 변수의 함수로, 일반적으로는  $G(p_j, s_j, f_j, a_j) = p_j \times s_j \times f_j \times a_j$ 로 계산 가능하다. 다음에 (1)식에 나타낸 각 변수의 산정법을 설명한다.

(1) 재해 발생확률  $p_j = T_j / A_j$

$T_j$ 는 전형적 재해사례 또는 유사재해사례의 발생건수로,  $A_j$ 는 당해 설비에서 발

생한 재해의 총 건수이다.

(2) 가중치  $s_j$

전형적 재해사례 또는 유사재해사례의 평균 손실일수이며, 그림 2(a), (b)에 의해 결정된다.

(3) 빈도계수  $f_j$

$f_j$ 는, 작업자가 위험에 직면하는 빈도이며, 그림 3에 의해 결정된다.

(4) 재해방지대책의 효과  $a_j = a_{j1} \times a_{j2} \times a_{j3}$

$a_{j1}$ 는 작업의 관리구분과 안전 시스템의 카테고리에 따라 결정되는 수치이며,  $a_{j2}$ 는 교육훈련의 정도,  $a_{j3}$ 는 안전관리의 상황이며, 그림 4에 따라 결정된다. 그림 4의 관리구분 중, 관리 B는 기계의 출력이 작은 등의 이유 때문에 특별히 추가의 안전방책을 강구하지 않아도 작업자의 안전을 확보할 수 있는 작업이며, 관리 1은 선반이나 울타리 등의 설치에 의해 인간과 기계를 공간적으로 분리하여 작업자의 안전을 확보할 수 있는 작업이며, 관리 2는 기계를 긴급정지시킴으로써 작업자의 안전을 확보할 수 있는 작업이며, 관리 3은 기계를 정지하는 것이 곤란한 위험점 근접 작업을 말한다. 그리고, 관리 3a는 기계의 저속운전, 관리 3b은 기계의 통상운전에 대응하고 있다. 또한, 안전 시스템의 카테고리라는 것은 ISO 13849에 정해진 고장 대책의 수준으로, B,1,2,3,4의 순서대로 높아진다.

(5) 기계의 설치대수  $k_j$

당해 기계 설비의 설치대수이다.

(6) 보족 계수  $c_j$

평가지의 판단으로, 필요에 따라 주어지는 보족 계수이다. 예를 들면, 동등의 기계설비라도 최신의 설비와 오래된 설비는 열화 등에 의한 안전성이 다른 경우가 있으며, 이러한 경우를 보완한다.

(7) 작업자수  $H$

당해 작업에 종사하는 평균 작업자수이다.

### 3. 결론

산업 현장에서는 안전기술을 숙지하고 있는 베테랑이 줄어드는 현상이 있는데, 그들이 가지고 있는 지혜의 전승을 어떻게 유지, 발전시켜 나가야 될 지가 중요한 과제가

되고 있다. 종래에는 안전 지혜를 전승시키기 위해서는 확실한 정보수집과 오랜 시간을 걸쳐 학습 체험시키는 것이 중요시되어 되어 왔다. 그러나, 기업의 기본적 체력이 저하하고 있는 현재에는 그 만큼의 여유가 없는 것 또한 사실이다. 그러므로 안전 지혜를 전승하는 방법을 시스템화함으로써, 안전기술이나 재해사례 등에 관한 정보를 공유화하고, 이를 현장의 공통 재산으로서 후세에 전해 가는 것이 중요하다. 또한, 리스크를 정량적으로 추구하여 종래 업종별로 실시되고 있었던 보험 산정율을 현장단위로 정확하게 적산할 수 있게 되며, 종래에 비하여 안전 설비의 도입 및 실시가 용이해지기를 기대할 수 있다.

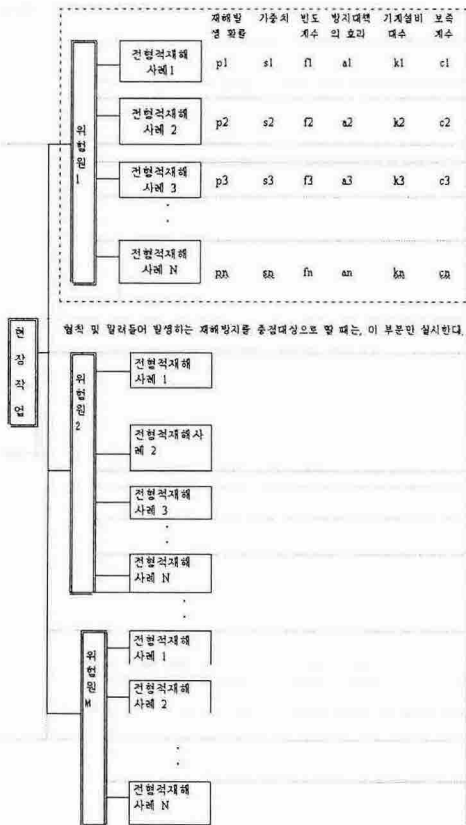


그림 1 현장단위에서의 리스크 정량평가 예

(a) 영향도를 고려한 예

재해의 크기	수치평가	
사 망	300	
상 해 있 음	1-3급	200
	4-7 급	150
	8-10 급	100
	11-14 급	50
	유연2개월 이상	50
상 해 없 음	유연2개월 미만 -2주간 이상	20
	유연 2주간 미만	10
	불용	1

(b) 노동손실일수를 고려한 예

구 분	노동손실일 수 (일)	
사망재해	7500	
신체 장애 를 중 단 하 는 재 해	1-3급	7500
	4급	5500
	5급	4000
	6급	3000
	7급	2200
	8급	1500
	9급	1000
	10급	600
	11급	400
	12급	200
	13급	100
	14급	50
	신체장애를 동반하지 않는 유업재해	작업일수 × 300 / 365

그림 2 영향도와 노동손실일수를 고려한

작업자가 위험에 직면하는 빈도	수치평가
연 1회	0.1
월 1회	0.2
주 1회	0.3
하루에 1회	0.5
1시간에 1회	0.8
항시	1.0

그림3. 작업자가 위험에 직면하는 빈도

aj1 에서는

작업관리 구분	안전시스템 카테고리	수치 평가
관리B	임 의	0.001
관리1		
관리2	B or 1	0.1
	2	0.01
	3	0.003
	4	0.001
관리3a	B or 1	0.3
	2 or 3 or 4	0.1
관리3b	임 의	1.0

aj2 에서는

교육훈련 정도	수치평가
고도	0.5
보통	0.7
저도	1.0

aj3 에서는

안전관리 체제	수치평가
양호	0.5
보통	0.7
열악	1.0

그림4. 재해방지대책효과