

다변량 분석기법을 이용한 재해통계 분석

고 병 인* · 임 현 교**

*충북대학교 대학원 · **충북대학교 안전공학과

I. 서 론

국내의 산업재해 통계 산출방법은 재해자가 제출한 요양신청서 중 업무상 재해로 인정된 재해만을 대상으로 통계를 산출하고 있고, 산업재해발생에 대한 원인분석도 재해발생형태, 기인물, 관리적 원인, 불안전행동, 불안전 상태 등의 단순 빈도에 대해서만 행해지고 있다. 이것은 재해건수 감소에 목표를 집중시킨 결과로서 효율적인 안전관리가 실시되지 않고 있는 이유이고 또 그 목적을 만족시키기에는 미흡하고, 근본적인 재해발생 원인 규명에도 한계가 있다.

따라서 본 연구에서는 산업재해 사례를 대상으로, 기존의 통계적 기법이 아닌 새로운 다변량 분석기법 중 한가지를 이용하여 재해를 분석하여 예방대책 수립 및 효율적인 안전관리 활동 방안 마련에 있어 효과적인 방향을 제시하고자 하였다.

II. 이론적 배경

수량화 분석기법은 질적인 자료를 분석할 목적으로 개발되었으며, 질적인 자료를 그대로 분석하는 것이 아니라 그 각 범주에 대하여 분석의 목적에 맞도록 조작적으로 최적인 수량 혹은 평점을 주어 양적인 변수로 변환한 다음 다변량적인 해석을 행한다^[1, 2].

이것은 크게 외적기준이 있는 경우와 외적기준이 없는 경우로 구분할 수 있는데, 여기에서 외적기준이란 설명하고 싶거나 혹은 예측하고 싶다고 생각하고 있는 것으로 회귀분석에 있어서 목적변수에 해당한다^[3].

외적기준이 있는 경우의 수량화법은, 각종의 정성적인 요인으로부터 외적기준(목적변수)을 예측하고 혹은 반대로 예측에 대하여 어느 요인이 기여하고 있는가하는 관점에서 요인분석을 행하는 방법이다. 하야시치키오(林知己夫)의 수량화 I 류, II 류 등이 이것에 속한다.

한편 외적기준이 없는 경우의 수량화법은 각종의 요인에 관한 정보에 의거하여 서로 닮은 것을 가깝게, 닮지 않은 것을 멀리 위치하도록, 공간적으로 배치하고 그것에 의하여 분류하고자 하는 방법이다^[4].

이 중 특히 수량화 I 류는 질적인 요인에 관한 정보에 의거하여 양

적으로 측정된 외적기준 (목적변수) 의 값을 설명 혹은 예측하기 위한 방법으로 다음과 같은 절차에 따라 분석된다.

먼저 각 개체 (표본) 에 관하여 외적기준의 값과 각종의 요인 아이템의 각 범주로 구분하고, 각 개체가 각각의 아이템의 어느 범주에 반응하는가를 나타내기 위하여 다음과 같은 가변수를 도입한다.

Table 1 Data Form of The 1st Quantification Method

개체	아이템 범주 외적기준	1		2		...	R	
		1 2 ... c ₁	1 2 ... C ₂	...	1 2 ... C _R			
1	y ₁	√	√				√	
2	y ₂	√	√			√		
3	y ₃			√	√		√	
.	
.	
n	y _n	√	√				√	

$$\delta_i(jk) = \begin{cases} 1 \dots \text{개체 } i \text{ 가 아이템 } j \text{ 의 범주 } k \text{ 에 대응될 때} & \dots\dots\dots (1) \\ 0 \dots \text{그밖의 경우} & \end{cases}$$

각 개체가 각각의 요인 아이템이 어느 범주에 반응하였는지를 알았을 때, 그 정보를 가지고 외적기준의 값을 예측하기 위해 각 개체에 대하여 위에서 정의한 가변수의 선형식

$$Y_i = a_{11}\delta_i(11) + a_{12}\delta_i(12) + \dots + a_{RC_R}(R_{C_R}) \dots\dots\dots (2)$$

를 구한다. 여기에서 y_i 를 예측하는 것이 목적이므로 각 범주에 부여하는 수량 $\{a_{jk}\}$ 는 Y_i 에 의하여 y_i 를 가장 잘 예측한다고 하는 사고 방식으로부터 오차 제곱합

$$Q = \sum_{i=1}^r (y_i - Y_i)^2 \dots\dots\dots (3)$$

이 최소가 되도록 수량 $\{a_{jk}\}$ 를 정한다. 회귀분석의 경우와 마찬가지로 Q 를 편미분하여 정규방정식을 구하면 예측치 Y_i 는

$$Y_i = a_{11}\delta_i(11) + a_{12}\delta_i(12) + \dots + a_{1c_1}\delta_i(1c_1) + \sum_{j=2}^r \sum_{k=2}^{C_j} a_{jk}\delta_i(jk) \dots\dots (4)$$

라 쓸 수 있다.

외적기준 Y_i 에 대한 각 요인 아이템의 영향의 크기는 아이템내의 범주에 대한 수량 a_{jk} 의 범위로 측정할 수 있다. 이 범위가 큰 요인일수록 그 가운데 어느 범주에 반응하는가에 의해 예측치가 크게 변하게 되고, 그만큼 외적기준에 대한 영향이 크다고 생각할 수 있기 때문

이다.

III. 분석결과 및 고찰

이상의 연구방법을 근거로 1997년 한 해 동안 충북지역에서 수집된 재해사고 2,377건을 분석하였다. 연구결과에 따르면 근로손실일수와 재해사고형태의 관계에서는 질식중독이 가장 많은 영향을 끼치고 있으며, 다음으로 질병기타, 감전, 교통재해의 순이었고 크게 영향을 미치지 않는 요인은 분류불능이나 기타를 제외한 진폐, 화재폭발 등의 순이었다.

여기에서 특히 주목할 만한 것은 Table 2에서와 같이 재해사고의 발생빈도가 높은 협착이나 추락 전도 등이 이에 비례하여 근로손실일수 즉 재해강도에 영향을 미치지 않고 있다는 것이다. 이것은 최근 안전문화정착이나 안전선진화 3개년 계획 등에 의해 재해사고를 줄이기 위해 노력함에 따라 재해사고는 감소하지만 사망재해나 중대재해가 늘고 있는 원인을 규명하는 자료가 된다. 재해사고를 줄이기 위해서는 건수 위주로 관리하지만 정작 작은 빈도로 중대재해가 발생하는 것에는 노력이 미흡하기 때문이다.

Table 2 Comparison of accident frequency and lost working days

순위	재해발생형태		근로손실일수에 미치는 요인
	발생빈도	빈도 (%)	
1	협착	261 (26 %)	질식중독 (1216.720)
2	추락	403 (17 %)	질병기타 (346.077)
3	전도붕괴	368 (15 %)	감 전 (313.034)
4	낙하비래	312 (13 %)	교통재해 (123.893)
5	기타	249 (10 %)	충 돌 (53.702)
6	교통재해	138 (6 %)	협 착 (50.963)

같은 방법에 의한 분석에 따르면, 근로손실일수와 관련한 기인물의 관계에서는 분류불능과 기타를 제외한 압력용기, 목가공기계 등이 많은 영향을 미치고 있으며, 나이의 관계에서는 55세 ~ 59세가 가장 많은 영향을 미치는 요인이었고, 재해발생월과의 관계에서는 5월과 6월, 요일은 화요일과 토요일순, 재해발생시간에서는 20시 ~ 22시전과 0시 ~ 2시전의 야간 작업 시간이 많은 영향을 미치고 있었다.

근로손실일수에 가장 많은 영향을 미치는 근무경력은 10년 ~ 20년 미만, 20년 이상의 근로자였는데 이는 고령의 작업자가 재해를 입을 시 재해강도가 클 수 있었다. 요양기간에서 영향을 미치는 요인은 4일 미만이거나 1년 이상의 요양기간이었으며 가장 적인 영향을

미치는 요인은 15 일 ~ 18 일, 4 일 ~ 7 일, 29 일 ~ 39 일의 순이었다.

이상의 결과를 종합하면 근로손실일수에 가장 많은 영향을 미치는 요인은 Table 3 과 같이 수량화된 값의 범위가 가장 큰 발생형태와 요양기간이었으며 근로손실일수를 예측한 예측값과 실제 발생한 근로손실일수와의 상관계수 값 (R) 은 0.7792 이고 설명력 (R^2) 값은 0.607 로 높은 상관 관계를 나타냈다.

Table 3 Comparison of ranges of each item

item	range	item	range
재해발생형태	1997.146	요 일	157.936
기인물	1044.638	시 간	571.529
년 령	356.151	경 력	433.523
월	358.974	요양기간	5714.504

IV 결 론

과거의 재해사고를 분석하는 방법과 달리 수량화 분석 기법을 이용하여 재해사고를 분석한 결과 기존의 단순 빈도분석이나 상관관계를 구해 얻은 결과와는 많은 차이가 있었다. 무엇보다도 재해사고의 발생빈도와 근로손실일수와는 대부분 일치하지 않았다는 것이며 이로서 중대재해와 사망재해의 효과적 예방을 위한 방향조정이 요구된다.

이러한 점에서 수량화 분석은 새로운 관점에서 재해요인의 원인을 분석하여 중대재해와 사망재해의 대책을 설정하는 데 매우 유용하게 활용될 수 있다.

참고문헌

- [1] 有馬哲, 石村貞夫, 多變量解析のはなし, 東京圖書柱式會社, 1997.
- [2] 渡部洋, 多變量解析法入門, 福寸出版, 1995.
- [3] Hayashi. C, "On the quantification of qualification data from the mathematic-statistical point of view", *Ann. Inst. Statist. Math. Vol.2*, pp.35-37, 1950.
- [4] 김정훈, 하야시의 수량화 제 3 방법에 있어서의 감도분석과 최적자료 변환에 대한 연구, 고려대학교 석사논문, 1989.