

무재해 목표기간 재설정의 수리적 근거

임현교[†] · 김영진* · 장성록**

충북대학교 공과대학 안전공학과 · *부경대학교 공과대학 시스템경영공학과

**부경대학교 공과대학 안전공학부

(2009. 9. 26. 접수 / 2010. 6. 18. 채택)

Mathematical Basis for Establishing Reasonable Objective Periods in Zero Accident Campaign

Hyeon-Kyo Lim[†] · Young-Jin Kim* · Seong Rok Chang**

Department of Safety Engineering, Chungbuk National University

*Department of Systems Management & Engineering, Pukyong National University

**Division of Safety Engineering, Pukyong Natinoal University

(Received September 26, 2009 / Accepted June 18, 2010)

Abstract : Though “Zero Accident Campaign” is a desirable campaign for industrial accident prevention and reducing victims, the number of industrial enterprises has been decreasing abruptly in recent years. One of the reasons for this phenomenon may be attributed to irrationality of ‘target accident-free time periods’ established by related organizations. This study was carried out to develop a new rational scheme for the campaign. Therefore, for a numerical basis, Poisson process was introduced, and problems induced by current target periods were analyzed mathematically one by one. As a result, it was verified that current target periods were uneven since the probability that manufacturing plants get them would be different from industry to industry. To develop countermeasures, a brand new method were suggested in this research. The first characteristic was that group classification should be based upon average accident rates resulted from past several years, and the second was that adjustment probability which can make the target acquisition probability even. About the suggested method, a questionnaire survey was conducted. To make a conclusion, most manufacturing plants agreed with the suggested method such high affirmative portion that the suggested method would be expected to help promote the campaign again.

Key Words : poisson process, accident-free periods, acquisition probability, box plot analysis, statistical analysis

1. 서론

무재해운동은 사업장의 자율적 안전보건활동의 활성화를 통하여 산업재해예방운동을 추진함으로써, 안전의식을 고취하고 인간중심의 밝고 안전한 사업장을 조성하기 위한 캠페인이다. 이 캠페인의 활성화를 위하여 산업안전보건법 4조(정부의 책무)와 산업안전보건법 시행령 제3조의 4(무재해운동의 추진)에 의거, 한국산업안전공단은 일정 수준의 무재해 실적을 달성한 사업장에 무재해 목표달성 인증을 수여하고 유공자를 표창하고 있다. 이와 같은 노력에도 불구하고 2001년에는 5147개의 사업장이

참여하던 것이 2004년에는 2,570개소, 2005년에는 2,658개소, 2006년에는 2,623개소로 불과 5년만에 참여 사업장의 수가 절반으로 감소하는 등 현장의 관심도가 급격히 저하되고 있다. 이와 같은 현상에 대한 이유로는 다음과 같은 것들을 들 수 있다^{1,2)}.

- 산업환경의 변화에도 불구하고 목표설정 기준에 변화가 없어 현실과 맞지 않는다.
- 건설업종과 같이 1회성으로 사업이 종료되는 사업장에서는 무재해 1배 달성도 곤란하다.
- 업종별, 규모별로 제시된 목표기간이 사업장 특성에 따라 성취 난이도가 다르다.
- 업종별, 규모별 군분류의 타당성이 불분명하다.

[†] To whom correspondence should be addressed.
hklm@chungbuk.ac.kr

본 연구는 이와 같은 문제를 해결하기 위한 하나

의 방안으로 산업 환경의 변화를 반영하는 합리적인 목표기간 설정 방법을 제시함으로써 무재해운동의 활성화에 기여하고자 수행되었다.

2. 수리적 모델 개발의 기본 가정

2.1. 기본 가정

연구 분석 및 추진을 위한 기본 가정은 다음과 같다.

가정 1. 각 업종의 재해 발생은 안정적 상태에 있다. 즉, 해당 업종에 근무하는 근로자 1인의 단위 시간당 재해 발생률 λ (건/시간)는 상수이다.

가정 2. Δt 라는 짧은 시간에 한 건의 재해가 더 발생할 확률은 $\lambda \Delta t$ 이다.

가정 3. 시기적으로 앞서 발생한 재해와 나중에 발생하는 재해는 서로 아무런 의존 관계를 갖지 않는다.

가정 4. 시간 간격 Δt 사이에 2건 이상의 재해가 발생할 전이 확률은 무시할 수 있어, 수학적으로 0이라 할 수 있다.

이상과 같은 가정은 재해발생 현상뿐만 아니라, 고장의 발생, 서비스 산업에서의 고객의 도착 및 대응 등의 과정을 설명하는 데 있어서 매우 현실적인 가정들이다. 이러한 가정들이 만족되는 확률 과정(probabilistic process)을 포아송 과정(Poisson process)이라고 하며, 이들의 수학적 특성에 대해서는 이미 충분히 알려져 있다. 따라서, 본 연구에서도 이상의 가정들을 도입함으로써, 포아송 과정의 특성들을 활용하기로 하였다. 그 주요 특성을 재해발생과정에 맞추어 설명하면 다음과 같다^{3,4)}.

2.2. 재해율과 1인당 사고발생률과의 관계

업종별 년 평균 재해율은 근로자 1인이 1년간 일할 때 재해를 당할 백분율을 나타낸다.

$$\text{년평균 재해율}(\%) = \frac{\text{재해자수}}{\text{년평균근로자수}} \times 100 \quad (1)$$

그러므로, 1일 평균 작업시간을 8시간이라 하면, 근로자 1인이 1시간당 재해를 당할 확률은 다음 식으로 표현될 수 있다.

$$q_h = \frac{\text{년평균 재해율}}{300 \times 8} \times \frac{1}{100} \quad (2)$$

$$= \frac{\text{재해자수}}{\text{년평균근로자수}} \times \frac{1}{300 \times 8}$$

또한, 앞서의 가정 사항이 인정된다면, 재해 발생 간격은 재해발생률 λ 를 대개변수로 갖는 지수분포를 따르게 되며, 그 고장밀도함수는

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \quad t \geq 0 \quad (3)$$

이며, 이 때 평균 재해발생 간격은 $1/\lambda$ 이다. 이때, 주어진 시간 간격 t 동안 발생하는 재해건수 X 는 다음과 같은 포아송(Poisson) 분포를 따른다.

$$\Pr\{X=x\} = (\lambda t)^x \frac{e^{-\lambda t}}{x!}, \quad x=0,1,2,\dots \quad (4)$$

또한, $t = 1$ 시간 동안 무재해가 달성되어 $x = 0$ 이라면

$$\Pr\{X=0\} = (\lambda t)^0 \frac{e^{-\lambda t}}{0!} = e^{-\lambda} = 1 - q_h \quad (5)$$

이라고 표현될 수 있다.

만약 재해율로부터 직접적인 계산을 하려면,

$$\lambda = \ln \frac{1}{1 - q_h} \quad (6)$$

$$\cong q_h = \frac{\text{재해율}}{300 \times 8} \times \frac{1}{100}$$

과 같이 된다⁵⁾.

2.3. 1인당 사고발생률과 사업장의 사고발생률

어떤 사업장의 근로자 1명이 시간당 재해를 당할 사고율을 λ (건/인·시간)이라 하고, n 명이 t 시간 근무한다고 할 때, 그들의 사고 발생이 모두 독립이라면 t 시간 동안의 재해발생률은 λnt 가 되며, 재해 건수 X 는 역시 다음과 같은 포아송(Poisson) 확률 분포를 따른다.

$$\Pr\{X=r\} = (\lambda nt)^r \frac{e^{-\lambda nt}}{r!}, \quad r=0,1,2,\dots \quad (7)$$

따라서, 무재해의 경우에는

$$\Pr\{X=0\} = (\lambda nt)^0 \frac{e^{-\lambda nt}}{0!} = e^{-\lambda nt} \quad (8)$$

가 된다.

2.4. 목표 기간 달성확률의 계산

무재해 개시 시점부터 사고 발생까지의 경과 시간을 T 라고 하면, 이 확률변수는 매개변수가 λnt 인 지수분포를 갖는다. 즉 고장밀도 함수는

$$f(t) = (\lambda nt)e^{-\lambda nt}, \quad t \geq 0 \tag{9}$$

이며, 이 때 평균 재해발생 간격은 $1/\lambda nt$ 이 된다. 따라서, t 시간 이상 재해가 발생하지 않을 확률은 다음과 같이 구해진다.

$$\begin{aligned} \Pr\{T \geq t\} &= R(t) \\ &= \int_t^\infty (\lambda nt) \cdot e^{-\lambda nt} dt \\ &= e^{-\lambda nt} = \alpha, \quad t \geq 0 \end{aligned} \tag{10}$$

이 때 α 는 해당 시간 t^* 동안 사고가 발생하지 않을 확률을 나타낸다.

3. 기존 무재해 목표기간의 적절성 분석

본 연구에서는 위와 같은 포아송 과정을 근거로, 2003년에서 2007년까지 5년간 산업재해조사를 통하여 노동부가 발표한 업종 및 규모별 재해율 자료와, 1996년도부터 2008년도 사이에 무재해인증을 받은 사업장 15,194개소의 실적 자료를 분석하였다.

그 결과, 비건설업 인증사업장의 분포를 보면 1~3업종의 인증 사업장은 거의 전무하였고, 규모별로는 300인 미만의 중소기업이 차지하는 비율이 전체의 93.6%를 차지하였다. 그러나, 건설업(8업종)의 인증사업장들은 소규모부터 대규모까지 대체로 골고루 분포되었다.

3.1. 업종 구분의 타당성

기존 업종군의 재해율을 살펴보면, 1업종군에서 7업종군으로 갈수록 업종군의 평균 재해율이 낮게 나타나며, 이에 따라 목표기간 또한 길게 설정되어 있다. 그러나, 동일 업종군 내에서도 업종별 재해율에는 큰 차이를 보이고 있어, 업종별 목표 달성 난이도에는 큰 차이가 있었다.

업종별 재해율에 따른 평균 재해발생 간격을 계산하여 이를 목표기간과 비교해도, 목표달성 난이도에 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 예를 들어 10인 이상 30인 미만 규모의 5업종군에 해당하는 사업장의 최근 5년간(2003~2007)의 평균재해율은 최고 3.78, 최저 0.50에 평균 1.62(±표준편차 0.83)을 기록하였다. 즉, 평균 재해율이 7배 이상 차이나는

업종이 동일 그룹에 포함되어 같은 목표 기간을 달성하도록 설정되어 있었다.

3.2. 규모 구분의 타당성

기존 무재해 목표기간의 규모 구분 방법은 산업재해조사에서 사용하는 규모 구분 방법과 달라 통계 분석 자료의 입수에서부터 사실상 불가능하였다. 또한, 동일 업종 내에서도 규모에 따라 목표 시간에는 차이가 있었다. 그러나, 목표 기간을 총 시간 단위로 통일하여 재해율과의 상관관계를 분석한 결과 상관관계수 $r = -0.226$ 으로 나타나, 기존 무재해 목표시간이 재해율을 제대로 반영하지 못하고 있음을 알 수 있었다.

3.3. 목표 기간의 타당성

Fig. 1은 기존 7업종군에 포함되는 업종들을 대상으로 규모별 목표달성 확률을 계산하여 비교한 그림이다. 이 그림에 따르면 다음과 같은 사실을 알 수 있었다.

즉, 업종별 재해율과 사업장의 규모에 따른 무재해 목표달성확률에는 큰 차이가 있음에도 불구하고, 동일한 업종군에 속하는 업종에 대해서는 동일한 목표기간이 설정되어 있는 것이다. 따라서, 전반적으로 동일 업종 내에서는 기업의 규모가 클수록 목표달성확률이 낮아지는 경향이 있었으나, 신문·화폐발행, 금융·보험업, 통신업, 농업 등에서는 기업의 규모가 증가할수록 목표달성확률이 낮아지다가 300인 이상 규모에서 목표달성확률이 다소 높아지는 경향이 나타났다. 이러한 경향은 다른 업종군에서도 마찬가지로 나타났다.

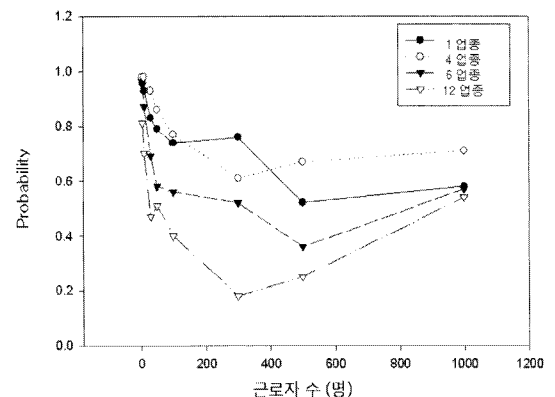


Fig. 1. Variation of Target Acquisition Probability(7th Manufacturing Group).

규모별 달성성과를 분석한 결과에 따르면, 전체 인증사업장의 70%를 차지하는 100인 미만 중소기업의 달성성과는 그 이상 규모의 사업장과 비교할 때 현저히 낮게 나타났다. 그러나, 건설업의 공사규모별 달성성과는 전체적으로 1.40~1.72배 사이로 공사규모와 관계없이 고른 분포를 나타냈으며, 공사규모와 목표달성배수 사이의 상관계수는 0.071로 둘 사이의 상관관계는 없는 것으로 나타났다.

한편, 교차분석(Cross Tabulation) 결과에 따르면 재해율이 상대적으로 낮은 업종군 및 규모구분에서의 달성배수가 크게 나타나는 경향이 있었다. 즉, 평균 재해율이 가장 낮은 7업종의 달성성과(3.75배)가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 5업종(3.04배), 4업종(2.80배), 6업종(2.59배) 등의 순이었다. 이것은 목표 기간이 재해율에 관계없이 설정되어 있다는 의미로 해석될 수 있다.

이 이외에도 업종, 근로자 수, 보험료율, 재해율 등의 변수를 이용한 군집분석(Cluster Analysis), 그리고 재해율, 근로자 수, 업종 및 달성배수의 변수를 가지고 실시한 요인분석(Factor Analysis)의 경우에도 목표 설정의 일관성을 찾을 수 없었다.

4. 무재해 목표기간의 재설정 방안

이상의 여러 가지 분석을 통해 확인된 결과에 근거하여, 목표기간을 설정하는 데에는 다음과 같은 원칙을 적용하는 것이 바람직하다고 판단되었다.

- 같은 업종의 사업장들을 규모에 따라 다른 그룹으로 구분하는 것은 곤란하므로, 업종 구분은 불가피하다.
- 중소기업의 기업과 대규모 기업은 안전보건관리상 차이점이 많으므로 어떤 형태로든 구분이 필요하다.
- 규모 변화에 따른 상대적 불이익을 해소하려면, 업종 및 규모에 따른 재해율을 개인당 재해율로 환산하고, 이 값에 근거하여 목표기간을 설정하는 것이 합리적이다.

4.1. 업종의 구분

업종을 구분하는 데에는 큰 변동이 없는 평균 재해율을 기초로 하는 것이 바람직하다.

1단계 : 이상치의 제외

우선, 업종별 년평균 재해율을 큰 쪽에서 작은 쪽으로 나열하고, 업종별 평균 재해율에 대한 Box Plot

분석을 통하여 이상치를 찾는다. 여기서 사분위수(quartile)은 25백분위수(percentile)을 가리킨다.

$$\begin{aligned} \text{하한계} &= \text{제1사분위 수} - 1.5 \times \text{사분위 범위} \\ \text{상한계} &= \text{제3사분위 수} + 1.5 \times \text{사분위 범위} \end{aligned}$$

이 범위를 벗어난 데이터는 다른 데이터와 동일한 특성을 갖는다고 볼 수 없으므로, 별도 관리할 필요가 있다⁶⁾. 만약 이상치가 없거나 극소수일 경우에는 두 번째 그룹과 통합하여 관리하도록 한다. 그러나, 하한계를 밑도는 수치는 재해율이 낮다는 의미이므로 특별히 구분할 필요는 없다. 단, 이 방법에 따르면 한 번에 하나의 이상치를 판별할 수밖에 없으므로, 필요하면 이 과정을 수 차례 반복하여야 한다.

본 연구 결과에 따르면, 평균 재해율이 상한계를 넘는 석탄광업, 금속 및 비금속 광업, 채석업, 벌목업, 연탄 및 응집고체연료업 등 5개 업종은 다른 업종에 비하여 재해율이 현저하게 높으므로, 별도 관리를 하는 것이 바람직하다고 결론지었다.

2단계 : 업종군 구분

이상치를 모두 제거한 후 사분위수를 다시 계산한다. 상한계보다 큰 업종은 상위 첫 번째 그룹으로 간주하여 하나의 그룹으로 관리한다. 만약 여기에 해당되는 값들이 없거나 극소수일 경우에는 두 번째 그룹과 통합하여 관리하도록 한다.

나머지는 각 사분위수를 기준으로 하나의 그룹으로 관리하도록 한다.

3단계 : 구분 기준의 조정

만약 필요하다면 사분위수에 근거한 분류 기준을 적절히 조정한다.

이상의 결과를 종합하면 5개 업종군으로 구분하는 것이 바람직하며, 그 결과는 Table 1에 표시되어 있다. 결과적으로 기존 업종군보다 그룹 수는 줄어들지만 업종군내의 업종 다양성은 증가하게 된다.

4.3. 목표 기간의 설정

목표 기간은 해당 업종과 규모에 대응하는 재해율을 기준으로 설정하는 것이 바람직하다. 이 때, 각각의 업종과 규모에 따라 재해율이 상당히 다르기 때문에 목표 기간에도 차등을 두는 원칙은 유지하는 것이 바람직하다.

Table 1. Suggested Classification Groups by Industry for Establishing Zero-Accident Target Periods

업종군	해당업종	재해율
I	석탄광업 금속 및 비금속광업 채석업 벌목업 연탄 및 응집고체연료생산업 어업 제재 및 베니어판제조업 선박 건조 및 수리업 석회석광업 기타광업	115.28 ~2.96
II	플프장 및 경마장 운영업 코크스 및 석탄 가스 제조업 건설기계관리사업 농·수산물위탁판매업 금속재료제조업 비금속광물제품제조 및 금속제품제조업 또는 금속가공업 수송용 기계기구제조업(을) 제염업 유리제조업 목재제품제조업 수상운수업, 항만하역 및 화물취급사업 요업 또는 토석제품제조업	2.77 ~1.83
III	화물자동차운수업 고무제품제조업 위생 및 유사서비스업 금속제련업 기타제조업 기타의 일업 필프, 지류제조업 및 제본 또는 인쇄물가공업 기계기구제조업 식료품제조업 수송용 기계기구제조업(갑) 도금업	1.68 ~1.28
IV	농업 창고업 도자기제품제조업 화학제품제조업 건설업 섬유 또는 섬유제품제조업(을) 시멘트제조업 건물등의 종합관리사업 인쇄업 철도·궤도 및 사도운수업 자동차여객운수업 전기기계기구제조업 수제품제조업 담배제조업 의약품 및 화장품향료제조업	1.23 ~0.63
V	계량기·광학기계·기타정밀기구제조업 통신업 주한미군 전기·가스 및 상수도업 섬유 또는 섬유제품제조업(갑) 기타의 각종사업 운수관련서비스업 교육서비스업 보건 및 사회복지사업 항공운수업 전자제품제조업 신문·화폐발행, 출판업 및 경인쇄업 금융·보험업 해외파견자 터운용 및 법무회계 관련서비스업	0.50 ~0.13

다만, 기존 구분체계는 지나치게 세분되어 있을 뿐더러, 그에 해당하는 적절한 통계자료도 제공되

지 못하고 있으므로 의미가 없다. 구체적인 목표 기간의 설정 전략은 다음과 같다.

전략 1 : 원칙적으로 업종과 규모에 관계없이 목표 달성 확률은 같게 설정하도록 한다.

업종과 규모에 따라 재해율이 다를뿐더러, 같은 업종군 및 규모군이라고 하더라도 재해율이 7배 이상 차이 나는 경우도 있으므로, 단일 수치를 가지고 목표 기간으로 삼는 것은 불합리하다. 따라서, 각 업종군과 규모군의 목표기간의 차이는 인정하되 목표 달성 확률을 비슷하도록 만들 필요가 있다.

전략 2 : 목표 기간은 동일 업종 사업장들의 무재해 실적 상위 수준을 기준으로 설정한다.

기존의 무재해 인증 사업장들의 무재해 기록 시간 1배수 소요시간을 1인당 근로시간으로 환산한 결과에 따르면, 업종에 관계없이 평균 3,000시간 정도의 소요시간이 요구됨을 확인할 수 있었다. 따라서, 신규 목표기간의 경우에도 평균적으로 이 수준을 유지하고자 하였다.

전략 3 : 기존의 목표기간 달성확률과 비슷한 수준에서 목표 달성 확률을 설정한다.

각 업종별 규모별 목표 달성확률의 결정은 기본적으로 정책의 문제이지 수리상의 문제가 아니다. 다만 현재로서는, 기존 목표 달성 확률의 경향을 유지하는 것이 바람직하므로 목표 달성 확률 α (가칭) '확률조정계수'에 기초로 목표 기간을 조정하는 것이 합리적이다.

전략 4 : 개별사업장의 목표시간은 해당사업장에 고유한 값을 갖도록 한다.

식 (10)을 뒤집어 목표시간에 대하여 정리하면

$$t^* = \frac{1}{\lambda n} \times \ln \frac{1}{\alpha} \quad (11)$$

$$= \frac{240,000}{\text{재해율}} \times \frac{1}{\text{근로자수}} \times \ln \frac{1}{\alpha}$$

로 정리된다. 즉, 주어진 기간 동안 사고가 발생하지 않을 확률 α 가 주어지면, 무재해 기간 t^* 를 결정할 수 있다.

전략 5 : 업종군별 안전관리 수준 향상에 따라 확률조정계수를 지속적으로 상향조정해 나간다.

위에서 제시된 안은 이상적인 안이 아니라, 현실

적인 제약을 고려한 안이다. 더욱이 업종별, 규모별 재해율도 일정한 것이 아니기 때문에 시간이 갈수록 따라 변화할 것이다. 그러므로, 사업장의 안전관리 수준이 향상됨에 따라 적절한 시기에 업종군의 분류도 조정하고, 목표 기간도 점차 정책적으로 상향 조정하는 것이 바람직하다. 이때에는 ‘확률조정계수’를 상향 조정하는 것만으로도 가능하다.

5. 고찰

이상과 같은 접근 방법을 이용하게 되면, 업종군별 재해율의 변화 폭은 대폭 감소한다. 또한, 재해율의 절대 수치를 가지고 구분하는 것에 비하여, 상황이 바뀌더라도 지속적으로 적용할 수 있는 일관성있는 원칙을 제시한다는 점에서 장점이 있다.

다만, 본 연구에서 제시된 개선안에 대하여 관련된 현실적인 문제점과 해결책을 검토하면 다음과 같다.

5.1. 목표의 기준 단위

재해 발생 과정에 대한 수학적 이론과, 과거 일(日)수와 시간으로 제시된 목표 기간의 형평성을 검토하면, 목표 단위가 혼용될 이유를 찾을 수 없었다. 따라서, 목표기간의 단위는 시간으로 통일하는 것이 바람직하다.

물론 일(日)수로 표현하는 방법도 있지만, 통상 하루 8시간, 혹은 잔업을 포함하는 2교대제의 경우 하루 10시간, 혹은 3교대나 연속생산의 경우 24시간 등 시간의 변화가 심할 수 있기 때문에 시간으로 표현하는 것이 더 용이하다고 할 수 있다.

5.2. 건설업에 대한 논의

건설업의 경우에는 공사규모나 공사종류의 특이성 때문에 근로자수에 대한 자료가 정확하지 못하므로,

$$\text{근로자수} = \frac{\text{총공사금액(원)} \times \text{노무비율}}{\text{평균인건비(원/인월)} \times \text{기간(월)}} \quad (12)$$

또는

$$\text{근로자수} = 17.9509 + 0.0055325 \times \text{공사금액(백만원)} \quad (13)$$

를 이용하도록 한다. 이 회귀식의 경우에도 설명력(Adjusted R²)은 0.984 정도로 높았으며, 또한, 평균

값만으로 회귀분석을 하는 경우에도 평균 근로자수와 평균 총공사금액 사이의 설명력이 0.964로 나타나 두 변수 사이에는 밀접한 관련성이 있음이 확인되었다.

따라서, 소규모 기업과 최대 규모의 공사를 제외하고는 회귀분석에 의한 추정 근로자수로 공사규모를 대신하는 데 큰 문제가 없다고 판단되었다.

다만, 평균치를 사용한 값이라 개별 사업장 단위에서는 정확도가 떨어지며, 소규모 사업장에 대해서는 적합치가 실제 평균치와 차이가 크다는 단점이 있으므로, 이러한 점에 유의하여 해석을 하여야 한다.

한편, 기존 기준에는 토목공사와 건설공사 등 공사종류에 따라서도 목표기간을 구분하고 있으나, 공개적으로 입수할 수 있는 통계자료도 없이 규정만 운영하고 있을 뿐이므로 공사 종류를 구분하는 것도 의미가 없다고 판단되었다.

5.3. 기인증 사업장의 인증 재취득율

이상의 기준이 과거의 기준에 비하여 어느 정도 차이가 있는가를 확인해 보기 위하여, 기인증사업장 15,069개소를 대상으로 신규 목표기간에 근거해서도 인증을 받을 수 있는지 실적자료를 분석하였다. 그 결과는 Table 2와 같다.

목표달성확률의 급격한 변화를 피하고자 한 연구 의도대로 재인증 비율은 대체로 비슷하였으며, 전체적으로는 앞서의 논리 때문에 소규모 사업장 보다는 300인 이상의 대규모 사업장의 재인증 가능성이 높았다.

Table 2. Target Acquisition Probability by Industry and Enterprise Scale

제조업	50인 미만			50~300			300인 이상		
	기인증 사업장 수	신규 목표 달성률 (%)	백분율	기인증 사업장 수	신규 목표 달성률 (%)	백분율	기인증 사업장 수	신규 목표 달성률 (%)	백분율
I	43	40	93	43	16	37	1	1	100
II	878	773	88	701	680	97	47	45	96
III	983	865	88	1,093	1,047	96	103	99	96
IV	852	738	87	1,033	906	88	131	126	96
V	893	745	83	1,888	1,327	70	292	274	94

건설업	50인 미만			50~300			300인 이상		
	기인증 사업장 수	신규 목표 달성률 (%)	백분율	기인증 사업장 수	신규 목표 달성률 (%)	백분율	기인증 사업장 수	신규 목표 달성률 (%)	백분율
	883	851	96	3,926	3,629	92	1,346	1,221	91

5.4. 기인증 사업장의 의견

이상과 같은 개선안에 대하여 현장에서는 어떻게 생각하는지 파악하기 위하여, 과거 무재해 인증을 받은 사업장 507개소를 대상으로 설문 및 면담을 실시하였다.

무재해 목표기간을 '시간'으로 통일하는 것에 대하여 적합한가를 묻는 질문에 대하여 '적합하다'고 응답한 비율은 56%, '부적합하다'고 응답한 비율은 43.4%에 이르러 긍정적인 응답이 우세하였다. 그러나, 이는 응답자들이 기존 목표기간의 '시간' 단위를 연상한 점이 없지 않다고 판단되어, 신규 목표 기간의 '시간' 단위가 기존 목표 기간의 '시간' 단위와 다르다는 점을 충분히 홍보하여 혼동이 없도록 할 필요성이 있다고 판단되었다.

근로자 1인이 하루 평균 8시간 작업한다고 할 때, 1인당 무재해 목표기간을 설정하면 얼마쯤이 적당할 것인가를 묻는 질문에는 '2,000시간'이라고 응답한 응답자가 48.7%, '3,000'시간이라고 응답한 응답자가 44.6%를 기록한 반면, '4,000'시간이라고 응답한 응답자는 한 명도 없었다. 이는 응답자 모두 무재해운동의 목표기간이 지나치게 길어지는 것을 원치 않는다는 의미로 해석되며, 대체로 목표기간의 한계는 2년 정도인 것으로 판단되었다.

업종별 평균 재해율에 따라 제시된 신규 업종 분류 체계에 대해서는 82.8%의 응답자가 '적합하다'고 응답하여 높은 호응도를 보였다.

또한, 신규 제시된 기준에 따라 무재해운동을 실시한다면 참여할 의향이 있는가를 묻는 질문에는 93.9%의 응답자가 '참여할 의향이 있다'고 응답하여, 신규 기준에 대한 기대가 작지 않음을 반증하였다.

6. 결론

본 연구에서 기존의 무재해운동 목표기간 설정 방법을 통계적 기법으로 다각도에서 분석한 결과

업종 구분, 규모 구분, 목표 기간의 설정 방법 등 모두 타당하다고 볼 수 없었다. 또한, 목표 기간을 설정함에 있어서 일(日)과 시간을 혼용하는 이유, 건설업의 경우 공사종류와 공사금액을 기준으로 목표기간을 설정하는 이유 등도 불분명하였다.

이 문제점을 해결하고자 한 가지 대안으로 본 연구에서는 재해율을 근거로 하는 업종별, 규모별 구분 방법을 제시하였다. 또한, 사업장 평균 근로자수와 재해율 및 확률조정계수를 근간으로 하는 간편한 목표기간 산정식을 개발, 제시하였다.

이 결과에 대하여 기인증 사업장 15,069개소를 대상으로 분석한 결과, 인증 확률은 대체로 비슷하였으며, 인증 경험에 관계없이 사업장을 대상으로 수행된 설문에서는 긍정적인 응답이 높아, 앞으로 무재해운동의 활성화에 본 연구결과가 기여할 수 있음을 암시하였다.

감사의 글 : 이 논문은 2008년도 한국산업안전보건공단 학술용역에 의거하여 수행된 연구이므로, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 1) 최승일, 임현교, "재해율 예측에 근거한 사업장별 무재해 목표시간의 설정", 한국산업안전학회지, 제7권, 제2호, pp. 5~13, 1992.
- 2) 사업장 무재해운동 매뉴얼, 한국산업안전공단, 2006.
- 3) E. Parzen, Stochastic Processes, Holden-Day Inc., p. 29, 1962.
- 4) D. Kannan, An Introduction to Stochastic Processes, Elsevier North Holland Inc., p. 87, 1979.
- 5) I. S. Gradshteyn, and I. M. Ryzhik, Table of Integrals, Series, and Products, Academic Press, p. 44, 1980.
- 6) Engineering Statistics Handbook, <http://www.nist.gov/stat.handbook>, NIST.