

한국에서 산업재해율 예측에 의한 산업재해방지
전략에 관한 연구

The Study on Strategy for Industrial
Accident Prevention by the Industrial
Accident Rate Forecasting in Korea

강 영 식* · 김 태 구** · 안 광 혁* · 최 도 립* · 정 유 나*
이 승 호* · 박 민 아* · 이 슬* · 김 성 현*

Young-Sig Kang* · Tae-Gu Kim** · Kwang-Hyuk Ahn*
Do-Lim Choi* · U-Na Jung* · Seong-Ho Lee* · Min-Ah Park*
Seol Lee* · Seong-Hyun Kim*

Abstract

Korea has performed strategies for the third industrial accident prevention in order to minimize industrial accident. However, the occupational fatality rate and industrial accident rate appears to be stagnated for 11 years. Therefore, this paper forecasts the occupational fatality rate and industrial accident rate for 10 years. Also, this paper applies regression method (RA), exponential smoothing method (ESM), double exponential smoothing method (DESM), autoregressive integrated moving average (ARIMA) model and proposed analytical function method (PAFM) for trend of industrial accident.

Finally, this paper suggests fundamental strategies for industrial accident prevention by forecasting of industrial accident rate in the long term.

Keywords: Occupational Fatality Rate, Industrial Accident Rate, Industrial Accident Prevention, Forecasting

* 세명대학교 보건안전공학과

** 인제대학교 보건안전공학과

1. 서론

최근에 우리나라의 산업재해는 기존의 제조업 및 건설업 중심에서 서비스업인 기타 산업으로 그 비중이 급격히 변화되고 있다.

우리나라 산업재해율의 추세를 살펴보면, 산업재해율이 지속적으로 감소하다가 현재 11년 동안 0.7 수준에서 산업재해율의 추세가 정체상태를 보이고 있으며, 2010년에 산업재해율이 0.69로 다소 감소하였으나 업무상 사고에 대한 산업재해율은 다소 증가하였다.

그러므로 본 연구에서는 사회적·기술적인 사업 환경의 변화를 반영하여 장기적인 관점에서 향후 오차제곱합(sum of square errors: SSE)을 최소화하는 산업재해율 및 업무상사고 사망만인율을 체계적으로 예측하여 근원적 산업재해방지를 위한 전략이나 방안을 수립하는데 결정적인 정보를 제공하는 것이다.

2. 재해율 예측 모형

2.1 회귀분석법

회귀분석(Regression Analysis)은 관찰된 연속형 변수에 대해 독립변수와 종속변수의 선형 식을 구한다. 그리고 그 식을 이용하여 독립변수가 주어졌을 때 종속변수를 예측하는 분석방법이다. 회귀분석 기법을 본 연구에 도입하게 되면, 과거의 재해율이 독립변수가 된다. 그러면 그에 따라 앞으로의 재해율이 종속변수가 되는 것이다. 이 회귀분석을 통하여 과거재해율과 미래재해율의 상관관계를 파악 할 수 있다.

2.2 지수평활법

지수평활법은 과거의 자료보다 최근의 자료에 가중치를 두어 미래를 예측하는 방법이다. 이 기법은 중·단기예측에 아주 유용하다. 특히, 추세와 계절성을 가지는 시계열에 매우 효율적인 기법이다.

이중지수평활법(Double Exponential Smoothing Method: DESM)이란 정해진 기간 내에 상향이나 하향의 추세가 있는 자료에 지수평활을 두 번 적용하는 재해율 예측방법이다.

2.3 ARIMA Model

ARIMA(Autoregressive Integrated Moving Average) 모형은 회귀모형과 이동평균 모형을 더욱 더 세부적이고 정교하게 나타내어 주기 때문에 회귀모형, 단순평균, 단순

이동평균, 가중이동평균 모형을 사용할 필요가 없다. ARIMA 모형에 의한 예측방정식은 자동회귀 모형(Autoregressive Model: AR(p))과 이동평균 모형(Moving Average Model: MA(q))으로 구분된다.

AR(p) 모형은 그 시계열이 과거치의 선형결합으로 이루어진 시계열이며, MA(q) 모형은 예측오차의 선형결합으로 이루어진 시계열이다.

2.4 고안한 해석함수법

우연적이고 규칙성이 없는 산업재해 발생과정은 이산상태의 연속시간 모형 중에서 포아송 프로세스에 해당된다. 따라서 만일 무재해 시간과 무재해 목표시간을 위한 달성확률은 포아송 프로세스에 따라 산출 할 수 있다.

그러므로 재해율을 산정하기 위해 고안한 해석함수를 사용한다.

2.5 재해율 예측 및 무재해시간 추정을 위한 추진절차

재해율 예측에 가장 유용한 방법은 SSE가 가장 적게 산출되는 값을 찾아내는 것이다. 산업재해율 및 업무상사고 사망만인율 예측을 위한 프로그램의 추진절차는 다음과 같다.

1단계로 예측하고자하는 재해율을 선택한다.

2단계로 선택된 업종의 과거 재해율을 .rat 파일로 변환하여 메모장에 저장한다.

3단계로 예측 재해율을 위해 개발한 Zero Accident 프로그램을 시작한 후에 선택된 업종의 저장 파일을 열고 상단의 재해율 예측 버튼을 클릭한다.

4단계로 재해율 예측 방법을 변경해 가면서 SSE값이 가장 적게 산출되는 재해율 예측 기법을 결정한다.

5단계로 재해율이 1보다 작은 경우에는 역재해율을 클릭하여 계산한다.

마지막으로 선택된 재해율의 합리적이고 현실적인 재해율을 저장기능에 저장한다.

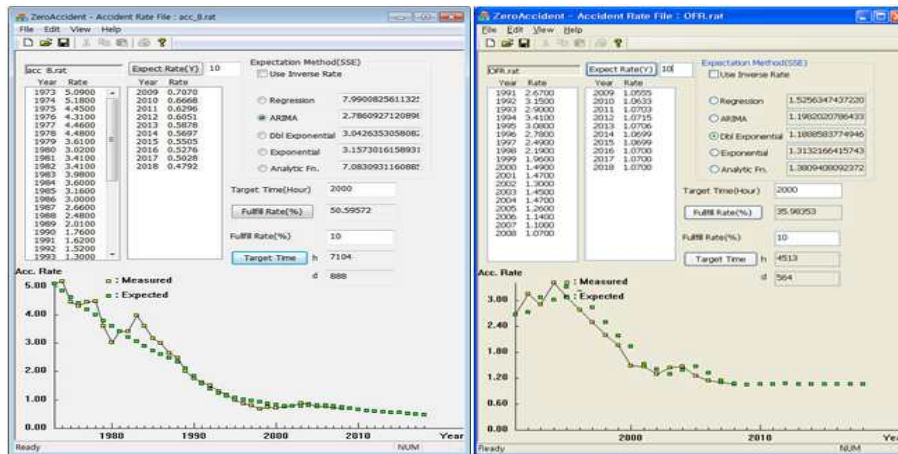
3. 사례연구

고용노동부의 산업재해 통계자료에서 36년간의 산업재해율을 가지고 SSE(Sum of Square Errors)를 최소로 하는 10년간 산업재해율에 대한 예측 결과는 <그림 1>과 같다. ARIMA Model의 SSE 값이 2.79로 나타났기 때문에 한국에서 산업재해율을 예측하는 경우에 ARIMA Model이 가장 바람직한 것으로 판명되었다. 따라서 기존의 산업재해예방 전략을 지속가능하게 하는 경우 미진하게 감소하는 형태를 보이고 있다.

기존의 18년간 업무상사고 사망만인율의 자료를 가지고 향후 10년간 예측 결과는 <그림 2>와 같다. 이중지수평활법에 의한 SSE 값이 1.19로 가장 낮게 산출되었기 때문에 한국에서 업무상사고 사망만인율을 예측하는 경우에 이중지수평활법이 가장 바

람직한 방법으로 판명되었다.

그러나 업무상사고 사망만인율에 대한 추세는 10년간 거의 변동이 없는 상태를 보여주고 있기 때문에 근원적이며, 획기적인 산업재해예방 전략을 수립하여 지속가능한 방향으로 실행되어야 만 한다.



<그림 1> 산업재해율 10년 예측 <그림 2> 업무상사고 사망만인율 10년 예측

4. 논의 및 결론

고용노동부의 산업재해 통계를 집계한 시점에서부터 사회적·기술적인 사업환경의 변화를 반영한 산업재해율과 업무상사고 사망만인율의 자료를 가지고 향후 10년간의 재해율의 추세를 예측한 결과 산업재해율은 미진하게 감소를 나타내며, 업무상사고 사망만인율은 수평적으로 거의 변동이 없는 것으로 예측되었다. 따라서 향후 우리나라의 산업재해방지 방안이나 전략은 근원적인 분석 하에 획기적인 산업재해방지 대책을 수립해야만 하는 시점에 와 있다.

다른 한편으로 비용적인 측면에서 보면, 2010년에 산업재해로 인한 직·간접비 손실액은 17조 2,000억 원으로 교통사고의 1.6배, 재난안전의 16배 수준으로 매우 높은 손실을 초래하고 있다. 또한, 하루에 산업현장에서 매일 최소한 6명이 사망하고 있으며, 하루에 300명씩 상해를 입고 있는 안타까운 실정에 와 있다.

다른 한편으로 발생빈도 면에서 보면, 재래성 사고에서는 선진안전보건국가에서는 똑같은 작업을 수행 했을 때 1명이 사망한다면 우리나라는 최소한 5명이 사망하는 매우 안타까운 실정에 와 있다.

현재 우리나라는 이러한 중대성을 심각하게 인식하고 인지하게 되어 제3차 산업재해예방 계획('2010-'2014)에 근원적인 산재예방 정책이나 전략을 가미한 정책이 실행되고 있다.

그러므로 구체적이며, 실행적인 관점에서 근원적인 산업재해방지 전략을 추가로 제

안하는 것이다. 따라서 현실 가능하고 지속가능한 산업재해방지 전략은 다음과 같다.

첫째, 우리나라의 산업재해는 50인 미만 사업장이 80%를 점유하고 있기 때문에 가장 시급한 문제로 대두되는 것이 50인 미만의 사업장에 대한 산업재해를 최소화 하는 것이다. 현재 근로감독관과 한국산업안전보건공단 및 안전관리 대행기관에서 실행하고 있는 안전보건전문가가 집중적으로 지도, 감독, 점검을 수행하고 있으나 150만 만개가 넘는 중소기업을 관리한다는 것은 인력의 한계가 있다.

그러므로 국고에서 지원하고 있는 50인 미만의 사업장 안전관리 대행 인원수를 획기적으로 증원하여 적극적이며, 지속적으로 관리를 수행 해야만 한다. 이러한 안전보건관리자는 안전공학과, 보건안전공학과, 산업보건학과, 산업안전보건학과와 졸업생들로 구성된 안전보건관리자들을 안전보건전문가와 2인 1조로 팀을 구성하여 체계적으로 안전관리 및 진단, 점검 및 지도를 지속가능한 방향으로 중·장기적 관점에서 실행되어야 만 한다. 이러한 안전보건관리자들이 어느 정도 경험이 축적되면 1인으로 지도, 진단, 점검이 가능하게 되므로 혼자서도 안전관리를 수행할 수 있도록 정부에서는 산재예방기금에서 지불하여 적극적으로 추진되어야만 한다.

우리나라와 같이 어릴 때부터 산업안전보건 교육을 받지 못한 50인 미만 사업장에 재직하고 있는 근로자들의 안전의식과 안전관리를 정착시키기 위해서는 산업안전보건을 전공한 안전보건관리자가 절대적으로 요구된다.

둘째, 산업재해를 근원적으로 근절하기 위해 설비에 대한 위험성 평가와 유해위험방지계획서와 더불어 더욱 더 중요한 근원적인 전략은 인적에러의 외적요인인 4M에 의한 위험성 평가 등과 같이 근로자의 실수를 유발하는 데에 초점을 맞춘 위험성 평가 기법을 각각의 사업장에 맞게 50인 미만은 안전보건전문가들이 개발하여 제공 해 주어 잠재위험(Hazard)을 근원적으로 제거시켜야 만 한다.

미국의 안전보건 사전이나 하인리히의 불안정한 행동에서 보면, 사고를 유발하는 비율이 안전사고의 84%는 직접 현장의 작업자나 관리자가 재해를 유발하는 것이며, 이러한 재해를 유발하는 근원적 원인은 모두 인간의 과실이나 잘못 설계된 주변환경이기 때문이다.

그러므로 50인 미만 사업장의 근로 작업환경은 매우 열악하고 사고를 유발 할 수 있는 잠재위험을 찾아내어 제거하는 위험성 평가 능력이 결여되어 있기 때문에 사전에 잠재위험을 찾아내어 근원적 위험을 사전에 제거 시켜 주어야만 한다.

잠재위험을 제거시키는 위험성 평가 절차는 무의식(사업장에서 잠재위험에 대해 의식이 없이 불안정한 행동(Unsafe Act)과 불안정한 상태(Unsafe Condition)나 자세를 취하는 것), 무시(생산을 방해하지 않는 범위 내에서 안전보건에 대한 규칙 및 절차를 생활화 하는 것), 무지(안전보건에 대한 지식이 부족한 상태에서 임의로 불안정한 행동을 유발하는 것), 무모(안전보건의 지식이 있는 상태인데도 불구하고 불안정한 자세나 불안정한 행동을 취하는 것)의 단계를 거쳐서 근원적으로 잠재위험을 제거 시켜 주어야만 한다.

셋째, 추락, 낙하, 비래, 전도, 협착의 재래형 사고를 근원적으로 예방하기위해서 안전관리 감독을 한층 더 강화시켜야하며, 현재 산업재해조사표를 살펴보면, 불안정한

행동과 불안정한 상태는 설비에 대해서만 자세히 언급되어 있으나 추가 란을 만들어 근로자가 사고가 났을 때의 정신 및 상태를 기재하게 하여 장기적인 관점에서 이 자료를 가지고 근원적인 통계분석 및 평가를 수행한 후에 근원적인 전략을 철저히 수립해야만이 근원적이고 반복적으로 발생하고 있는 재래형 사고를 근절시킬 수 있는 것이다. 사고성 요동이 작업관련성의 재해통계에 산정되는 것을 합한다면 아직도 추락 재해는 발생빈도가 1위로 산출되기 때문에 재래성 사고를 유발하는 근원적 재해 인자들을 추출 한 후에 통계분석에 의한 체계적이며 지속가능한 재해방지 방안이나 전략은 매우 중요한 것이다. 왜냐하면, 모든 사고는 근로자가 무의식, 무시, 무지, 무모한 상태와 더불어 사고가 유발할 때의 시점에서는 가장 극심한 스트레스를 갖고 있기 때문에 매우 심각한 불안정한 상태를 유지하고 있기 때문이다.

넷째, 근로자의 건강보호를 위해 화학물질 유해성 평가 구축 방안과 더불어 더욱 더 근로자의 건강을 확보하기 위해서는 근로자의 반복작업과 들기작업 등 인간의 신체에 무리를 요하는 50인 미만의 사업장 및 대기업이나 서비스 사업장에 근골격계질환 (Work-rated Musculoskeletal Disorders : WMSD_s)을 예방하기 위한 전문가를 확보하여 인간공학적 작업환경 개선에 의한 작업 설계를 제공 해 주어야만 한다. 독일은 50인 미만 사업장에 근무하고 있는 근로자의 건강을 보호하기 위하여 정부에서 국고대행으로 근골격계질환 전문가를 사업장에 투입하여 근원적인 건강보호를 체계적으로 실행하고 있다.

다섯째로 장기적인 관점으로는 안전의식을 활성화하여 안전문화를 뿌리 깊게 정착시키기 위해서 안전의식 고취 운동에 의한 안전문화 확산 전략에 최소한 현재보다 두 배 이상으로 산재예방기금에서 증액하여 근로자뿐만 아니라 전 국민이 산업안전의식이 뿌리 깊게 내재되어 생활 할 수 있게 안전문화 확산 운동을 장기적인 관점에서 지속적으로 전개시켜야 만 한다. 왜냐하면, 선진안전보건국가는 어릴 때부터 산업안전보건교육을 받아왔기 때문에 안전보건의식이 뿌리 깊게 자리 잡고 있다. 따라서 스스로 자기 자신의 안전과 건강을 예방 할 수 있는 안전보건 의식이 내재되어 있기 때문에 매우 쉽게 사고예방에 대처 할 수가 있다. 그러나 우리나라는 어릴 때부터 산업안전보건교육이 매우 미흡한 실정이다.

마지막으로 우리나라에서는 산업재해예방에 가장 결정적인 영향을 미치는 요인으로 기업주의 리더십으로 판명되었다.

그러므로 정부에서는 중소기업뿐만 아니라 대기업의 산업재해예방을 위한 안전의식 고취를 위해 정부 주도로 자주안전보건 운동 및 안전분임조 경진대회를 전국적으로 전개 시켜야만 한다. 왜냐하면, 현재 우리나라는 품질면에서 보면, 전국품질경영대회와 전국 품질분임조경진대회를 수십 년간 전개한 결과 오늘날 선진국과 어깨를 나란히 할 수 있는 품질 선진국이 되어 세계 1위의 전자제품이나 선진국과 어깨를 나란히 하거나 우위를 선점 할 수 있는 자동차 및 배 등을 생산 할 수 있는 능력을 갖게 되었다.

위에서 언급한 근원적인 산업재해방지 전략이 기존의 제3차 산업재해예방 전략과 함께 지속가능한 방향으로 전개된다면 안전하고 편안한 안심일터가 확보되어 공정일터, 신바람일터, 상생일터를 구축하는데 결정적인 역할을 하게 되며, 산업재해율은 제3차

산업재해예방이 끝나는 시점보다 더 빠른 연도에 30% 이상 감소 될 것이라 사려된다.

5. 참 고 문 헌

- [1] 강영식, 양성환외 6인, 인간공학, pp. 28, 형설, 2011.
- [2] 강영식, “수요예측 모형의 비교분석과 적용”, 공업경영학회지, 제20권 제44호, pp. 243-255, 1997.
- [3] 김태구, 강영식, “서비스산업의 재해율 예측에 관한 연구-창고업과 통신업을 중심으로-”, 대한설비관리학회지, 제15권 제2호, pp. 103-108, 2010.
- [4] 노동부, “산업재해현황분석”, 1991-2011.
- [5] Hunter, J. S., “The Exponentially Weighted Moving Average”, Journal of Quality Technology, 18, pp. 203-209, 1986.
- [6] Kang, Y. S., Kim, T. G., and Lee, H. W., “The Industrial Accident Rate Forecasting and Program Development of Estimated Zero Accident Time in Korea”, Proceedings of Asia Pacific Symposium on Safety(APSS 2009), pp. 227-230, 2009.
- [7] Netwon, H. J., “TIMESLAB - A Time Series Analysis Laboratory”, Wadsworth & Brook/Cole Publishing Co., pp. 230-240, 1988.
- [8] Kim T. G., Kang, Y. S., and Lee, H. W., “A Study on Industrial Accident Rate Forecasting and Program Development of Estimated Zero Accident Time in Korea”, Industrial Health, 49(1), pp. 56-62, 2011.