pISSN 1598-2033
eISSN 2233-5706

J. Korea Inst. Build. Constr. Vol. 21, No. 2 : 157-163 / Apr, 2021
https://doi.org/10.5345/JKIBC.2021.21.2.157

www.jkibc.org

공사유형별 건설수주액을 고려한 건설재해수준 평가기법

Assessment of Accident Level Based on Contract Amount by Type of Construction

이 규 진*

Yi, Kyoo-Jin*

Professor, School of Social Safety System Engineering, Hankyong National University, Anseong, Gyeonggi-do, 17579, Korea

Abstract

The accident rate is obtained by dividing the number of accidents by the number of regular workers. In the case off construction work, however, the accident rates are not accurately figured out, because they use the approximate number of regular workers, which is estimated based on the amount of construction work and the labor ratio. In addition, the current accident rate estimation method does not reflect the characteristics of construction types, such as building, civil, plant, etc. This study is conducted with the aim of presenting a supplementary method of accident rate assessment that incorporates the characteristics of type of construction. For the purpose of this, correlation and regression analysis are executed to verify the relationships between number of accidents and the amount of construction contract, and several equations are derived which shows the relationship between the number of accidents by accident types and amount of constract by construction types. The result shows that the non-residential work amount and the number of accidents showed a proportional relationship, while the civil work amount and the number of accidents showed an inversely proportional relationship. The results of this research are expected to calibrate the construction accident rates and to be used as an auxiliary indicator to determine the trend of annual accident rates by comparing the values with usual years.

Keywords : construction accident, construction safety, safety management, regression analysis, accident rate

1. 서 론

1.1 연구의 목적

일반 산업현장에서는 재해자수를 상시근로자수로 나눈 값으로 재해율을 산정하지만, 건설공사의 경우 상시근로자수가 일정하지 않아 공사실적과 노무비율을 기준으로 하여 상시근로자수를 추정하고 이를 이용하여 재해율을 산정한다[1]. 이러한 방식으로 추정된 상시근로자를 기준으로 건설업의 재해율을 산정하게 되면 몇 가지 문제점이 발생할 수 있다. 대표적으로 추정된 상시근로자수가 정확하지 않을 경우 이를 기준으로 산정된 재해율의 정확도가 낮아질 수 있다. 건설공사는 공사유형에 따라 노무비율에 많은 차이가 있는데, 공사유형을 고려하지 않고 일률적으로 노무비율을 정함에 따라 정확도가 낮은 상시근로자수가 산정될 수 있다. 예를 들어 같은 공사금액이더라도 건축공사, 토목공사, 플랜트공사 등 공사유형에 따라 노무비율은 차이가 있다. 아파트 공사와 교량공사를 비교할 때, 교량공사는 아파트공사에 비해 상대적으로 기계화시공이 많으므로 노무비율이 낮은 경우가 많다. 플랜트공사처럼 고가의 설비를 설치하는 경우에는 인건비보다 설비비의 비중이 높아 상대적으로 건축공사에 비해 노무비율이 낮을 것이다. 현행 재해율 산정기준의 가장 큰 문제점 중의 하나는 이러한 공사유형간의 특성을 반영하고 있지 않다는 점이다.

Received : February 23, 2021
Revision received : March 24, 2021
Accepted : March 31, 2021
* Corresponding author : Yi, Kyoo-Jin
[Tel: 82-31-670-5285, E-mail: helden@hknu.ac.kr]
ⓒ2021 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

재해율 산정방식의 문제점을 조사하고 개선방안을 제시한 연구의 유형을 분류하면 제도 자체의 한계점을 제시하는 연구와 통계적 방식을 이용하는 연구의 두 종류로 구분할 수 있다. 제도 자체의 한계점을 분석한 연구로는 신인도 점수 및 가중치 부여하는 방식이 제시된 바 있다[2]. 한국조달연구원과 고용노동부에서는 현행 환산재해율이 관리적 측면에서 효율성이 낮다고 주장하였고, 건설재해율 평가지표를 일원화하는 방안을 제시한 연구를 발표하였다[3]. Lee et al.[4]는 환산재해율이 건설업PQ심사에 미치는 영향에 대해 조사하였으며, 그 영향은 크지 않고 경각심 유발 정도의 효과가 있다고 결론지었다. Lee et al.[5]는 또한 산재보험수지율로 환산재해율을 대체하는 방법에 대해 연구하였으나 가능하지 않다는 결론을 제시하였다. Kim and Shin[6]은 건설현장에서 추락재해가 가장 많이 발생한다는 특성에 따라 추락재해발생에 영향을 주는 요인에 대해 설문조사 방식으로 분석하였다[6].

통계자료를 바탕으로 재해율을 산정방식을 개선하고자 하는 연구로서 Park and Han[7]는 통계자료를 바탕으로 하여 위험도 평가지수를 산정하는 방식을 제시하였다. Hola는 근로자 대비 재해자를 기반으로 재해수준을 산정하는 방식은 정적인 방식에 불과하며, 시간을 고려한 동적 방식의 필요하다고 주장하고, 시간에 따른 변화를 바탕으로 수식화된 재해수준 산정방식을 제시하였다[8]. 이와 더불어 Hola는 건설재해율에 영향을 주는 요소를 규명하기 위해 상관분석기법을 이용한 바 있다[9]. 기존 연구는 재해율 산정방식에 문제를 지적하고, 통계적 개념의 도입을 시도하고 있다. 그러나 기존 연구에서는 공사유형의 분포가 재해율 미치는 영향에 대해서는 다루고 있지 않다.

본 연구는 공사유형을 고려하지 않고 일률적으로 노무비율을 정함에 따라 발생할 수 있는 현행 건설재해율 산정기준의 문제점을 개선하여 공사유형간의 특성을 반영한 재해율 산정방법을 제시하는 것을 목적으로 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 공사실적 및 재해건수와 관련되는 통계자료를 바탕으로 공사종류별 특성을 고려한 재해율 보완방식을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구는 다음과 같은 방법에 의해 수행한다.

1) 지난 2001~2018년간의 공사유형별 건설수주액을 조사하고 공사비지수를 이용하여 불변값으로 변환한다.
2) 같은기간 재해건수 조사한다.
3) 재해건수는 재해유형별로만 분류되어 있고 공사유형별로 분류가 되어있지 않으므로 상관분석 실시하여 양자간의 상관관계를 도출한다.
4) 상관분석 결과에 의거하여 선형회귀 및 중회귀분석 실시하고 재해율 보조지표로서의 회귀식을 제시한다.

본 연구에서는 상관분석 및 회귀분석에서 재해건수만을 대상으로 실시하며, 사망재해에 대해서는 표본수가 작아 별도의 분석은 하지 않는다.

2. 재해건수와 건설수주액

2.1 건설업의 산업재해율 계산

건설업의 산업재해율은 산업안전보건법 시행규칙 제4조 제7호 및 별표1에 의해 사고 또는 사망자수를 상시근로자수로 나눈 값으로 산정한다[1]. 이 경우 건설공사에서 정확하게 상시근로자수를 산정하는 것이 어려워 다음과 같이 공사실적액과 노무비율, 월평균임금을 기준으로 하여 산정하도록 규정하고 있다.

$$\text{상시근로자수} = \frac{\text{연간국내공사실적액} \times \text{노무비율}}{\text{건설업월평균임금} \times 12}$$

이와 같은 방식에 의해 상시근로자를 산정할 경우 건설임금과 노무비율이 동일할 경우 상시근로자수는 건설공사실적에 비례한다. 만약 노무비율이 동일하다면 건설공사실적이 증가할 경우 이에 비례하여 상시근로자수도 증가할 것이며, 공사실적이 같더라도 노무비율이 증가하면 상시근로자수가 증가할 것이다.

2.2 공사실적와 건설재해

지난 2001년~2018년사이의 공사실적을 추정하기 위해 본 연구에서는 건설수주 통계를 이용하였다. 명목상(nominal)의 건설수주는 증사추세에 있다[10]. 그러나 동시에 건설임금도 증가하였으므로 실질적인 건설근로자수가 증가했다고 볼 수는 없을 것이다. 공사비지수(construction deflator)[11]를 고려한 실질(constant) 건설수주를 계산하면(Table 1) 해당 기간 동안 별다른 증가가 없었다고 볼 수 있다(Figure 1). 2018년은 2017년에 비해 건설수주는 다소 감소하였다.

Figure 1에서 명목 건설수주는 2018년은 2001년에 비

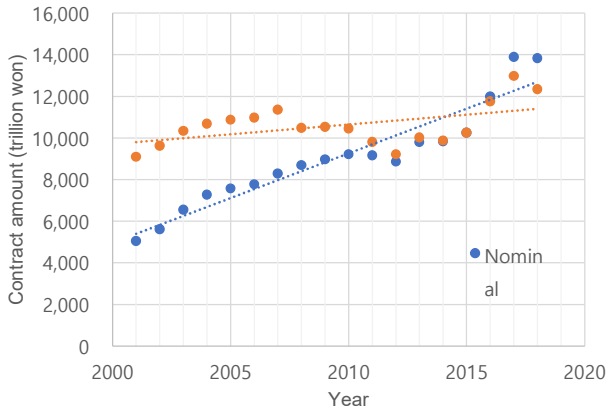

Figure 1. Construction contract by year

해 약 274% 가량 증가하였지만, 실질 건설수주는 35% 증가에 불과했다. 해당 기간동안 Table 1에서 건축건설의 경우 약 72%의 실질 증가한 것으로 나타나지만, 일반토목의 경우 45% 실질 감소하였다.

Table 1. Construction contract - constant value (trillion won)

Year	All construction	Building construction			Infrastructure & industrial			
		All	Residential	Non-residential	All	General civil	Elec/Mech	Plant
2001	9,105	5,414	3,595	1,790	3,704	2,932	110	714
2002	9,632	6,069	3,919	2,118	3,554	2,783	121	697
2003	10,348	6,630	4,175	2,413	3,705	2,982	139	608
2004	10,695	7,070	4,540	2,492	3,607	2,728	131	752
2005	10,887	7,174	4,826	2,324	3,698	2,739	153	812
2006	10,982	7,217	4,902	2,307	3,760	2,755	127	900
2007	11,364	7,473	4,983	2,481	3,890	2,788	172	941
2008	10,489	6,719	4,416	2,299	3,770	2,599	152	1,013
2009	10,544	6,204	3,924	2,283	4,332	2,919	208	1,205
2010	10,456	5,916	3,506	2,412	4,523	2,920	337	1,247
2011	9,817	5,507	2,853	2,651	4,290	2,779	322	1,172
2012	9,218	5,076	2,600	2,472	4,125	2,460	411	1,187
2013	10,028	5,759	3,165	2,594	4,256	2,255	601	1,282
2014	9,888	6,159	3,464	2,692	3,726	2,038	582	1,044
2015	10,261	6,543	3,956	2,587	3,719	2,109	515	1,029
2016	11,770	8,163	5,118	3,043	3,606	2,059	395	1,078
2017	12,988	9,672	6,128	3,537	3,319	1,801	299	1,161
2018	12,356	9,331	6,140	3,182	3,029	1,618	308	1,050

안전관리수준이 동일할 경우 공사실적이 증가하면 건설재해도 이에 비례해서 증가할 것이다. Table 2에 나타낸 바와 같이 지난 2001년~2018년사이의 건설재해는 62% 가량 증가하였다[12]. 특히 추락재해의 경우 91%나 증가하였다. 같은 기간 동안 실질 건설수주의 증가가 35%에 불과함을 감안할 때 건설재해의 증가율은 건설수주의 증가율보다 거의 2배 가량 높음을 알 수 있다. 재해유형별로도 감전을 제외한 추락, 전도, 절단/베임/찔림 등 모두 증가추세이다.

Table 2. Number of accidents from 2001 to 2018

Year	All accidents	Falls from height	Slips	Cut · sever · stab	Electrocute
2001	17,127	4,818	3,279	351	286
2002	20,224	5,996	3,546	666	279
2003	23,071	7,210	3,989	595	293
2004	19,232	6,228	3,252	617	247
2005	16,248	5,322	2,564	503	239
2006	18,300	5,942	2,910	602	220
2007	19,385	6,018	3,103	688	232
2008	20,835	7,067	3,693	1,463	207
2009	20,998	6,742	3,619	1,466	215
2010	22,504	7,322	3,378	1,891	207
2011	22,782	7,489	3,282	1,912	176
2012	23,349	7,734	3,239	2,145	188
2013	23,600	7,682	3,583	2,106	176
2014	23,669	7,908	3,385	2,218	144
2015	25,132	8,259	3,594	2,625	138
2016	26,570	8,699	3,995	2,675	159
2017	25,649	8,608	3,785	2,687	164
2018	27,686	9,191	4,083	2,849	176

기존 방식에 의해 건설재해율을 계산할 경우 재해건수의 기울기에 비해 재해율의 기울기가 완만해보이는 문제점이 있다. 예를 들어 재해건수의 경우 지난 18년간 17,127건에서 27,686으로 약 62% 증가했는데, 재해율의 증가는 0.70에서 0.94로 34%밖에 증가하지 않았다. Figure 2의 추세선을 보면 재해율의 증가가 재해건수에 비해 보다 완만함을 알 수 있다. 이는 근로자수의 증가로 인한 결과로 해석할 수 있으나, 기존의 건설공사 재해율 산정에서 사용되는 상시근로자수는 공사실적과 월평균임금에 의한 추정값이므로 정확한 값으로 보기 어렵다.

기존 방식에 의한 건설재해율 산정방식은 공사실적에 상시근로자수가 비례한다는 전제하에 만들어진 것이므로, 이러한 전제가 성립하기 위해서는 건설재해율은 공사유형에 관계없이 상시근로자수에 반비례하고 공사실적에 비례하여야 한다.

재해율과 공사실적간의 관계를 알아보기 위해 재해건수와 건설수주간의 상관분석을 실시하였으며, 그 결과는 Table 3

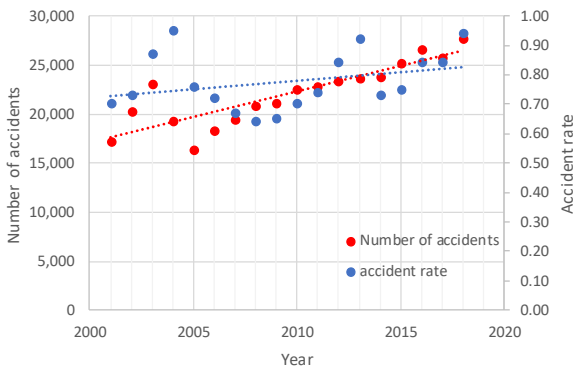

Figure 2.. Number of accidents and accident rates

과 같다. 상관계수가 비교적 높은 경우는 비주거건축공사와 추락재해, 일반토목과 추락재해, 전기·기계공사와 감전재해 등이며, 나머지 조합에서는 상관계수가 유의미한 결과를 보이지 않았다. 이를 통해 공사유형간의 비율에 따라 상시근로자수와 재해율이 달라질 수 있음을 추론할 수 있다.

Table 3. Correlation: contract amount vs number of accidents

Type of construction	Type of accident				
	All accidents	Falls from height	Slips	Electrocute	Cut/sever/ stab
All construction	0.39	0.44	0.32	-0.30	0.36
Architectural	0.38	0.41	0.35	-0.24	0.31
Residential	0.17	0.19	0.25	-0.04	0.09
Non-residential	**0.79**	**0.83**	0.49	-0.68	0.77
Infrastructure & Industrial	-0.20	-0.18	-0.31	-0.03	-0.07
General civil	**-0.77**	**-0.80**	-0.48	**0.76**	**-0.82**
Elec/Mech	0.66	0.68	0.24	**-0.82**	**0.78**
Plant	0.53	0.60	0.16	**-0.78**	**0.75**

3. 회귀분석

3.1 선형회귀분석

재해건수와 공사실적간의 상관계수만으로 공사유형과 상시근로자, 재해율 등의 관계를 설명하는데는 한계가 있다. 따라서 본 절에서는 서로의 관계를 수식을 이용하여 나타내기 위해 회귀분석을 실시하였다. 1차적으로 건설수주를 독립변수로하고 재해건수를 종속변수로 하여 선형회귀분석을 하였으며, 그 결과는 Table 4와 같다.Table 4에서 독립변수 X는 공사종류별 건설수주이며, 종속변수 Y는 재해유형별 재해건수이다. 비주거건축건설공사와 추락재해간의 결정계수(0.69)가 가장 높음을 알 수 있다.

Table 4. Linear regression results

Type of construction (contract) *X*	Type of accident (Number of accident) *Y*	Slope *a*	Y-intercept *b*	R^2	*F stastics*
Non-residential	All accidents	6.35	5899	0.62	26
	Falls from height	2.53	701	0.69	36
General civil	All accidents	-5.82	36649	0.59	23
	Falls from height	-2.28	12862	0.64	28
	Electrocute	0.08	-4.59	0.57	22
	Cut/sever/ stab	-1.72	5891	0.68	34
Elec/Mech	Electrocute	-0.24	275	0.67	33
	Cut/sever/ stab	4.26	356	0.61	25
Plant	Electrocute	-0.18	387	0.61	25
	Cut/sever/ stab	3.26	-1682	0.57	21

회귀분석 결과를 바탕으로 비주거건물과 일반토목의 건설수주와 재해와의 관계를 그래프로 나타내면 각각 Figure 3과 Figure 4와 같다. 비주거건축의 경우 수주와 재해건수는 비례관계를 보여주는 반면, 일반토목의 경우 반비례의 모습을 보여주고 있다. 비주거건축은 기존의 건설재해율 산정식에서의 재해건수와 공사실적이 비례한다는 전제에 부합한다. 그러나 일반토목의 경우 공사실적과 재해건수가 비례하지 않으므로 기존의 건설재해율 산정식에서의 전제가 적절하지 않음을 추론할 수 있다.

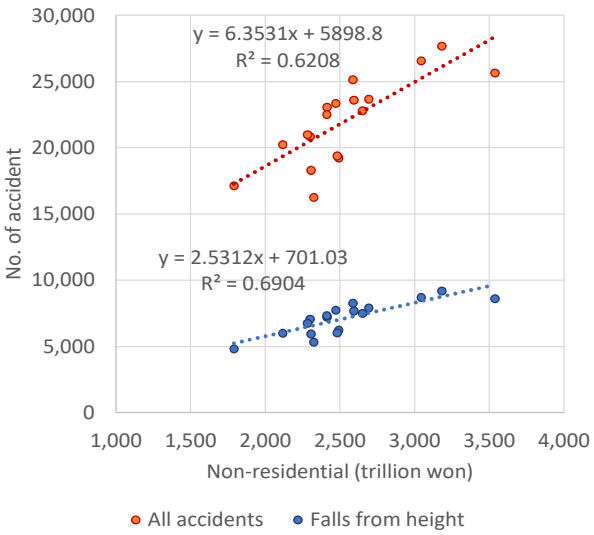

Figure 3. Linear regression results (non-residential)

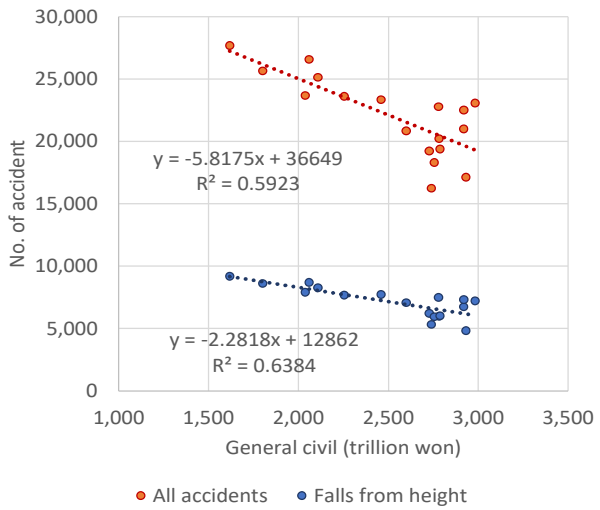

Figure 4. Linear regression results (general civil)

3.2 중회귀분석

전 절에서의 선형회귀분석을 실시한 결과 일부 유의미한 값이 나왔다. 이번 절에서는 중회귀분석을 실시하여 재해건수에 영향을 주는 다수의 독립변수의 영향을 분석하였다. 선형회귀분석은 단일 독립변수라는 한계가 있다. 건설재해는 특정 공사유형에 의해서만 영향을 받지 않지 않고 모든 공사유형로부터 영향을 받게 되므로 가능한 많은 공사유형을 독립변수로 할 경우 보다 유의미한 결과를 얻을 수 있을 것이다.

이에 본 절에서는 주거, 비주거, 일반토목, 전기/기계, 플랜트 등의 건설수주 모두를 독립변수로 하고 재해건수를 종속변수로 하여 중회귀분석을 실시하였으며, 그 결과는 Table 5와 같다. 전체재해건수, 추락, 절단/베임/찔림, 감전 등 총 4가지 종류의 중회귀식을 도출하였다.

3.3 회귀식을 이용한 건설재해의 분석

기존의 건설재해율 산정방법은 건설공사유형별 수주액과는 무관하게 전체 공사실적만을 기준으로 재해율을 계산한다. 그러나 공사유형별로 재해발생 위험도가 다르기 때문에 공사유형별 수주액의 다소가 재해율에 영향을 줄 수 있다. 예를 들어 건축공사의 경우 토목공사에 비해 상대적으로 고소작업이 많이 재해율이 높은 경향이 있다.

이와 같은 배경에 따라 각 공사유형별 건설수주를 독립변수로 하고 재해율을 종속변수로 하여 중회귀분석을 실시하였으며 그 결과는 Table 5와 같다. 네가지 재해유형을 종속변수로 하여 각각에 대해 별도의 중회귀분석을 하였으며 이에 따라 모두 4가지 회귀식이 도출되었다. 중회귀분석에 의한 계산값과 실제값을 비교하여 그래프로 나타내면 Figure 5~7과 같다.

회귀식을 이용하면 건설재해와 관련하여 몇 가지 추론을 할 수 있는데 그 중 대표적인 두 가지를 제시하면 다음과 같다.

1) 재해의 증감추세

2) 특정년도의 예년대비 재해의 많고적음

첫 번째로 1)의 경우 그래프 기울기의 방향으로부터 추론할 수 있다. 즉 재해율 곡선의 기울기 우상향이면 재해율이 증가하는 것으로 볼 수 있으며, 우하향이면 감소하는 것으로 볼 수 있다.

건설수주와 재해건수를 비교할 때 건설수주가 증가함에 따라 전체재해건수는 증가하는 추세를 보이고 있다. 재해유형별로 볼 때 추락재해와 절단/베임/찔림은 증가하지만, 유일하게도 감전재해는 감소하는 것으로 나타나 건설수주에 반비례하는 예외적인 특성을 보인다.

두 번째로 2)의 경우 회귀식에 의한 계산값과 실제값과의 비교를 통해 추론할 수 있다. 실제값이 계산값보다 더 크면 해당년도에는 예년보다 사고가 많은 것으로 판단할 수 있다. 예를 들어 2002, 2003, 2008, 2009, 2010, 2015, 2016, 2018년의 경우 전체 재해에 대해 계산값보다 실제값이 높아 예년보다 재해율이 높은 것으로 볼 수 있다. 또한 나머지 연도에서는 예년보다 낮은 것으로 볼 수 있다. 재해율 곡선이 연도별로 다른 이유는 공사유형별 공사실적이 연도별로 다르기

Table 5. Multiple regression results

Type of accident	Slope					Y-intercept	R^2	*F stastics*
	Residential	Non-residential	General civil	Elec/Mech	Plant			
Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	*b*		
All accidents	-1.097	5.647	-2.395	1.207	-0.454	18470	0.76	8
Falls from height	-0.364	2.095	-0.892	0.260	0.445	5078	0.83	12
Cut · sever · stab	-0.232	0.625	-1.217	-0.183	1.577	2499	0.92	26
Electrocute	-0.004	-0.004	0.033	-0.109	-0.093	277	0.87	17

때문이다.

추락재해의 경우도 전반적으로 재해건수가 증가추세이며, 2003, 2008, 2018년 등에는 예년보다 재해율이 높았고, 2005년에는 예년보다 낮은 것으로 나타났다(Figure 6). 절단/베임/찔림의 경우도 전반적으로 재해건수가 증가추세이다. 반면 감전재해의 경우(Figure 7), 재해건수와 재해율 모두 감소추세를 보이고 있다.

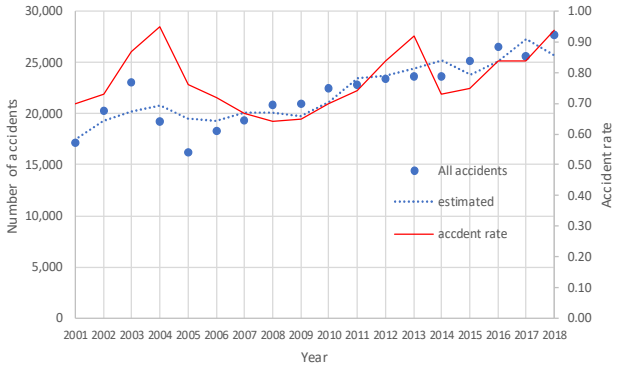

Figure 5. Multiple regression curve (real vs estimated)

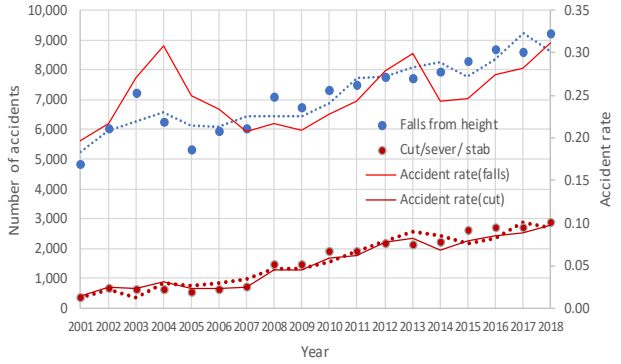

Figure 6. Real vs estimated (falls, cuts)

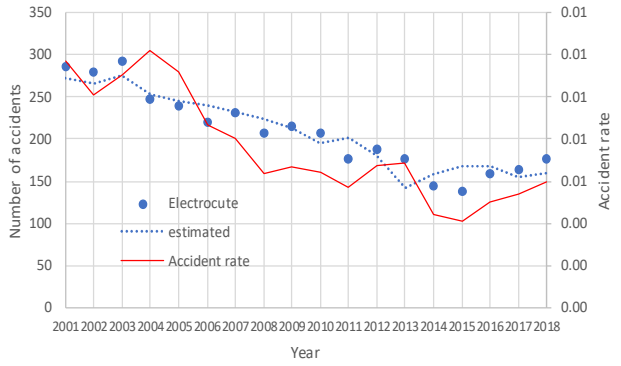

Figure 7. Real vs estimated (electrocute)

4. 결 론

지난 건설수주와 재해건수와의 관계를 분석하고 현행 건설재해율 산정방식을 보완하는 기법을 제시하기 위해 본 연구에서는 지난 18년간의 데이터를 대상으로 상관분석과 선형회귀분석, 중회귀분석 등을 실시하였으며 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1) 상관분석결과, ① 비주거건축 및 일반토목 공사실적 대비 총재해 및 추락재해건수, ② 일반토목, 전기·기계, 플랜트 등의 공사실적 대비 감전 및 절단/베임/찔림재해건수 등에서 ±0.7 이상의 상관계수가 도출되었다.
2) 양의 상관계수가 나타나 비례관계를 보인 경우는 ① 총재해건수 및 추락재해건수 대비 비주거건축공사실적, ② 플랜트공사 및 전기·기계공사실적 대비 절단/베임/찔림 등의 재해건수이다.
3) 반면 ① 일반토목공사실적 대비 총재해건수, 추락재해건수, 절단/베임/찔림 재해건수, ② 플랜트공사 및 전기·기계공사실적 대비 감전재해건수 등은 음의 상관계수가 나타나 반비례관계를 보였다.
4) 이러한 상관분석결과를 바탕으로 주거건축, 비주거건축, 일반토목, 전기·기계, 플랜트 등을 독립변수로 하고 총재해, 추락, 절단/베임/찔림, 감전 등을 종속변수로 하여 선형회귀분석 및 중회귀분석을 하여 각각 4개씩의 선형회귀식 및 중회귀식을 도출하였다. 중회귀식에 의한 곡선과 실제 재해건수와 비교한 결과, 2004~2007년, 2012~2014년, 2017년 등에서는 계산값 대비 재해건수가 작았으며, 2003년, 2009~2010년, 2015~2016년, 2018년 등에서는 계산값 대비 재해건수가 많은 것으로 나타났다. 또한 감전재해만 감소추세이며, 총재해, 추락, 절단/베임/찔림 등은 증가추세로 나타났다.

본 연구에서 제시한 수식은 기존의 건설공사 재해율의 단점을 보완하여 재해의 증감 및 예년대비 재해율의 높고낮음을 판단하는 보조지표로서의 활용이 가능할 것으로 기대된다.

요 약

재해자수를 상시근로자수로 나눈 값이 재해율이다. 건설공사의 경우 공사실적과 노무비율을 기준으로 하여 상시근로자수를 추정하고 이를 이용하여 재해율을 산정하므로 재해율의

정확도가 낮아질 수 있다. 또한 현행 재해율 산정기준은 공사유형간의 특성을 반영하고 있지 않다. 본 연구는 공사종류별 특성을 고려한 재해율 보완방식을 제시하는 것으로 목적으로 진행하였으며, 지난 18년간의 공사실적 및 재해건수 통계자료를 바탕으로 상관분석과 선형회귀분석, 중회귀분석 등을 실시하여 공사유형과 재해유형간의 관계를 나타내는 회귀식을 도출하였다. 본 연구에서 제시한 수식은 기존의 건설공사 재해율의 단점을 보완하여 재해의 증감 및 예년대비 재해율의 높고낮음을 판단하는 보조지표로서의 활용이 가능할 것으로 기대된다.

키워드 : 건설재해, 건설안전, 안전관리, 회귀분석, 재해율

Funding

Not applicable

ORCID

Kyoo-Jin Yi, https://orcid.org/0000-0002-7520-0045

References

1. Ministry of Labor and Employment. Enforcement Rules of the Occupational Safety and Health Act [Internet]. Sejong (Korea): Ministry of Labor and Employment; 2021 Jan. Available from: https://www.law.go.kr/
2. Ahn HS, Shin JH. The enhancement of the injury ratio assessment for general contractors. Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction. 2005 Jun;21(6):89-96.
3. Lee MY, Oh SW, Lim SJ. A study of improvement on accident rate index of construction industry. Korean Journal of Construction Engineering and Management. 2016 Sep;17(5):108-19. https://doi.org/10.6106/KJCEM.2016.17.5.108
4. Lee MG, Jeong MJ, Kim KD, Choi EJ, Park SK. The effect of the converted accident ratio on the PQ process of construction. Journal of the Korean Society of Safety. 2008 Jan;23(6):138-43.
5. Lee MG, Jeong MJ, Kim KD, Choi EJ, Park SK. Review the possibility of replacing the converted accident ratio with the industrial accident compensation insurance balance ratio. Journal of the Korean Society of Safety. 2010 Dec;26(6):137-45.
6. Kim DS, Shin YS. A study on the risk factors according to the frequency of falling accidents in construction sites. Journal of the Korea Institute of Building Construction. 2019 Apr;19(2):185-92. https://doi.org/10.5345/JKIBC.2019.19.2.185
7. Park HP, Han JG. Development of risk assesment index for construction safety using statistical data. Journal of the Korea Institute of Building Construction. 2019 Jun;19(4):361-71. https://doi.org/10.5345/JKIBC.2019.19.4.361
8. Hola B. General model of accident rate growth in the construction industry. Journal of Civil Engineering and Management. 2007 Oct;13(4):255-64.
9. Hola B, Nowobilski T, Szer I, Szer J. Identification of factors affecting the accident rate in the construction industry. Procedia Engineering. 2017 Apr;208:35-42. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.11.018
10. Statistics Korea. Domestic Construction Contract Trend Survey 2001-2018 [Internet]. Seoul (Korea): Construction Association of Korea. Available from: http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=365&tblId=TX_36505_A000&conn_path=I3
11. Statistics Korea. Construction Deflator(As of 2015) [Internet]. GoYang (Korea): Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology. Available from:http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=397&tblId=DT_39701_A002&conn_path=I3
12. Statistics Korea. Total Accident Status and Analysis by Industry(Intermediate Classification by Industry) [Internet]. Sejong (Korea): Ministry of Employment and Labor. Available from:http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=118&tblId=DT_11806_N000&conn_path=I3