

건설업 산업재해 발생의 경기적 요인 분석 연구

김명중* · 박선영*

Analysis of Business Cycle Factors and Occupational Accidents in Construction Industry

Myungjoong Kim* · Sunyoung Park*†

†Corresponding Author

Sunyoung Park

Tel : +82-52-703-0824

E-mail : psy0906@kosha.or.kr

Received : August 17, 2022

Revised : September 26, 2022

Accepted : October 6, 2022

Abstract : This study analyzed the relationship between occupational accidents in the construction industry and business cycle factors. Multiple regression analyses were conducted to achieve the research purpose; additionally, time-varying parameter estimations were performed to interpret the results. The results obtained for the construction industry revealed a statistically significant relationship between occupational accidents and wage increase rate, unemployment, construction starts, and other factors. The wage increase rate plays a role in reducing occupational accidents because efforts are made to prevent accidents owing to the increase in income loss due to accidents and the demand for increased safety levels. The number of construction starts affects occupational accidents with a time lag of 1 to 2 or 4 months; therefore, it is likely to be used as a leading indicator for estimating fatal accidents in the construction industry. This study highlighted the importance of monitoring socioeconomic changes that could affect the working conditions of workers and workplaces, and production activities in the workplace for the effective prevention of occupational accidents. This study also reveals the necessity of developing a method to operate prevention projects flexibly and the seasonality of industrial characteristics, particularly those of the construction industry where the highest number of fatal occupational injuries occur.

Copyright©2022 by The Korean Society of Safety All right reserved.

Key Words : construction industry, occupational accidents, fatal occupational injuries, non-fatal occupational injuries, multiple regression analysis

1. 서론

산업재해는 근로자 개인에게는 신체 손상으로 인한 치료비용 발생, 노동 소득 감소 등의 원인이 되고 기업 및 국가에는 생산 차질 등으로 인한 상당한 손실을 발생시킨다. 한국의 경우는 2021년 산업재해로 인한 사망자는 2,080명, 부상 및 질병 재해자를 더한 총 산업재해자 규모는 108,379명이다. 또한 산업재해는 2020년 기준 약 30조 원의 경제적 손실을 발생시켰으며, 장기적으로 산업생산성을 악화시키는 요인으로 작용하고 있어¹⁾ 산재 예방은 국가가 해결해야 할 우선 과제이다.

따라서 산업재해의 원인을 규명하는 것은 정책 집행의 효과와 밀접한 관련이 있다. Kossoris²⁾ 등 다양한 문

헌에 따르면 경제 발전으로 인한 제품공급에 대한 수요증가는 노동자들의 작업속도를 변화시키거나 미숙련 노동자들의 투입을 증가시켜 산업재해의 가능성을 증가시킨다고 지적하였으며, 후속 연구들 역시 일관적으로 수요 변화와 밀접한 관계를 갖는 경기적 요인들이 직·간접적으로 산재 발생과 관련이 있음을 밝혔다. 본 연구에서는 이와 같은 관점에서 한국의 건설업에서 발생하는 산재 발생 추이를 분석하고 이에 영향을 주는 경기적 요인들을 확인하고자 한다.

경기적 요인과 산업재해의 연관성을 분석하는 최초의 연구인 Kossoris를 시작으로 이와 관련한 문헌에 관한 연구가 지속해서 진행되고 있다. Fabiano et al.³⁾에서는 이탈리아의 경기 순환과 사고율 간의 연관성에 대해 경기

*산업안전보건연구원 정책제도연구부 연구위원(Safety & Health Policy Research Department, Occupational Safety and Health Research Institute)

팽창과 침체에 따라 산업생산의 주기가 생기면서 사고율도 함께 움직이는 현상이 나타났다고 보고하였다. Fairris⁴⁾에서는 1946년~1970년 기간의 미국 제조업 사고 재해율은 실업률과 음(-)의 관계가 있음을 발표하였다. Boone et al.⁵⁾에서는 1976~2001년 기간 동안 OECD 16개국의 자료를 활용하여 실업률과 산업재해율은 음(-)의 관계가 있다고 분석하였고 근로시간과 고용률 변화와는 관련성이 없다고 실증분석 결과를 제시하였다. 또한, 사고사망률의 경우에는 실업률과 연관성이 있지 않으며 제조업과 건설업 고용 비율과는 통계적으로 유의미한 관계가 있다고 연구결과를 발표하였다.

Davies et al.⁶⁾에서 고용상태의 변화, 노동력 구성조건의 변동, 경제적 인센티브(economic incentive) 구조 등이 산업재해의 주기적 변동(cyclical fluctuation)을 유발함을 지적하였다. Asfaw et al.⁷⁾에서는 국내총생산(GDP) 및 산업생산지수가 증가하는 경제 확장 시기에는 산업재해가 증가하고 반대인 침체기에는 산업재해가 감소한다는 연구결과를 제시하였다.

Boone et al.⁸⁾에서는 2000~2006년 동안 오스트리아 남성 노동자들을 대상으로 구축된 자료를 바탕으로 경제적인 인센티브가 어떻게 산업재해에 대한 보고에 영향을 미치는지를 이론적 모형과 실증적 분석결과를 제시하였다. 해당 논문에서는 사고에 대해서 보고한 근로자가 추후 해고될 가능성이 커 이러한 보고의 행태 때문에 경기적 요인들이 산업재해에 영향을 줄 수 있다고 언급했다.

Dong et al.⁹⁾은 미국 건설업의 산재 사고사망률 분석을 통해 경기변동과 추락사고가 밀접히 관계되어 있음을 나타냈으며, Chang and Tsai¹⁰⁾는 대만에서 경기회복이 빠르게 진행되면서 실업률이 급격히 줄고 신규 미숙련 근로자들이 대거 노동시장에 참여해 산업재해가 늘어났다고 분석하였다. Fernández-Muñiz, B. et al.¹¹⁾에서는 1994년~2012년 기간 동안 스페인의 경우 GDP 성장률과 산업재해율의 양의 상관관계가 산업별로 다르게 나타날 수 있다고 지적하였으며, 이를 토대로 산업별 정책 설계가 필요하다고 주장하였다. E. Farina et al.¹²⁾에서는 1994~2012년 동안 제조업에서 산업재해율은 2008년 경기침체 이후 감소세가 급격해졌으며, 전체 사고율과 심각한 사고재해율은 실업률과 음의 관계가 있고 실질 GDP 성장률과는 양의 관계가 있다고 통계적 분석결과를 제시하였다. 이처럼 실업률, 경기 순환 등 경기적 요인과 산업재해율 간의 연관성은 다수의 해외 연구사례에서 확인된 바가 있다. 한국의 산업재해 발생 원인에 대해 재해조사서를 텍스트마이닝 기법으로 위험기계기구에서 찾아보려는 미시적인 접근¹³⁾

과 함께 본 연구와 같이 거시적으로 경기적 변동요인과 분석하려는 시도가 늘어나고 있다. Kim and Park¹⁴⁾에서 매월 발생하는 산업재해가 경기 변화와 연관성이 있음을 연구결과로 제시하였는데, 월별 발생하는 산업재해자 수는 제조업 가동률, 건축부문 착공현황, 고용률 등과 통계적으로 유의미한 관계가 있다고 제시하였고, 김동구·박선영¹⁵⁾에서는 분기별 발생하는 산업재해자 수는 경제성장률, 전산업 생산지수, 고용률, 근로자 중 남성 비율 등과 관련이 있다고 분석하였다.

이처럼 산업재해 발생이 경기적 변화와 관련성이 높다는 점은 여러 연구사례에서도 발견되나, 산업별 특성을 반영한 연구는 많지 않았다. 본 연구에서는 경기변동을 나타내는 주요 경제지표들이 건설업 산업재해 발생과 어떠한 관계가 있는지 계량 경제학적 기법을 활용하여 객관적이고 정량적으로 살펴보고자 한다.

2. 분석자료 및 기초 통계량

2.1 분석자료

본 연구에서는 활용한 자료는 2002년 3월부터 2019년 12월까지 건설업에서 발생하는 월별 사고재해자(사고사망자, 비사망 사고재해자) 수와 건설업 관련한 수집 가능한 경기변동 관련 변수이다.

산업재해는 크게 사고재해와 질병재해로 구분할 수 있는데 본 연구에서는 사고재해에 집중하여 분석하며, 산업재해 공표기준인 ‘요양 승인일’ 기준의 자료를

Table 1. Monthly data and sources

	Variable	Unit	Source	
Dependent variable	Fatal occupational injuries	number of person	KOSHA	
	Non-fatal occupational injuries			
	Number of workplaces	thousand EA		
	Number of workers	million		
	Male ratio in Workers	%		
	Part time worker ratio	%		
	Average work time per month	hour		
	Average income per month	million won		Statistics Korea
	Production index	2015=100		
Independent variable	Coincident Composite Index	2015=100		
	Unemployment rate	%		
	Value of domestic building orders received	trillion won	Bank of Korea	
	Value of construction completed			
	Construction Start Area	billion m ²	Ministry of Land, Infrastructure and Transport	
	Commencement of housing construction	1,000 EA		
	Dummy1(Since 2009)	0, 1		
	Dummy2(Since 2014 March)			

‘발생일’ 기준으로 재정리하여 활용한다. 이유는 사고 재해 발생 후 요양 승인까지 소요되는 시간은 경기변동과는 별개의 문제이기 때문이다. 한편, 산업재해의 수준을 가늠하는 데는 상기 두 변수를 만인율(‰)과 백분율(%)로 변환하여 사용하는 것이 일반적이지만, 본 연구에서는 모수가 되는 근로자 수의 변화로 인한 재해를 변화보다는 산업재해에 해당하는 근로자 수를 직접 관측하여 연구를 진행하기 위해 이러한 기준을 적용하였다. 다만, ‘사고사망자 수’와 ‘비사망 사고재해자 수’ 변수를 직접 사용하는 경우 근로자 수 변화에 따라 자연적(혹은 기술적)으로 증감할 수 있는 가능성을 반영하지 못하는 바, 근로자 수는 독립변수로 활용한다.

다음으로 독립변수로 고려될 경기변동 요인들은 그간 선행연구들에서 유의미하게 고려되었던 변수들을 참고하고, 월별·산업별로 수집 가능한 변수들로 선정하였다. 사업장 수와 근로자 수는 월별·산업별 사업장 수와 근로자 수로 한국산업안전보건공단에서 생산하는 자료를 활용하였으며, 해당 월 중 조업을 수행한 건설업 사업장 수와 근로자의 수를 나타낸다. 남성 근로자 비중은 건설업 취업자 중 남성 근로자가 차지하는 비중을 나타내며, 초단시간 근로자 비중은 전체 취업자 중 초단시간(17시간 미만)을 일하는 근로자의 비중으로 통계청 「경제활동인구조사」로부터 수집 및 가공하였다.

월 평균 근로시간은 전체 근로자(상용근로자+임시일용근로자)들의 월간 근로시간 평균값을 나타내며, 월 평균 임금총액은 건설업 근로자들이 월 평균 수령한 임금의 총액이다. 소비자물가지수로 물가를 조정할 실질 임금총액을 사용하였으며, 고용노동부 『사업체노동력조사』로부터 수집하였다.

생산지수는 건설업 생산한 재화와 용역에 대한 생산활동의 흐름과 변화를 불변지수로 나타낸 것으로 통계청 「전산업생산지수」로부터 수집하였다.

경기변동의 지표로서 가장 대표적인 변수는 국내총생산이나, 분기 단위로 보고되는 특성으로 대리변수로 경기종합지수 중 경기동행지수 순환변동치를 사용하였으며, 이 자료는 통계청 「경기종합지수」로부터 수집하였다. 실업률은 경제활동인구 중에서 실업자가 차지하는 비중을 나타내며 통계청 「경제활동인구조사」로부터 수집하였다.

건설수주액(단위: 조원)은 국내에서 건설업체가 발주자와 계약한 공사계약금액(경상가격)을, 건설 기성액은 국내 건설업체의 공사 현장별 시공실적을 금액 단위(경상가격)로 조사하여 집계한 통계로, 조사대상 해당 월에 실행된 건설투자를 의미하게 된다. 두 자료는 모두

한국은행으로부터 수집하였으며, 물가변동분이 포함되어있는 경상(명목) 금액으로 조사되었기 때문에 실질 가격으로 변환하기 위해 건설디플레이터(혹은 건설물가지수)로 물가 조정을 실시하여 분석에 포함하였다. 건축착공면적(단위: 십억 m²)과 건축동수(단위: 1,000동) 자료는 국토교통부 『건축허가 및 착공통계』로부터 수집하였다. 건축착공면적은 신축하는 건축물에 대해 건축자재별, 용도별로 총면적 등을 조사 기간별로 나타낸 것이며, 건축동수는 건축 부문에 시공이 진행하기 시작한 시점의 수량을 나타낸다.

본 연구에서는 2개의 더미 변수를 활용하는데, 첫 번째 더미변수는 2008년의 금융위기 발생 전후를 구분하기 위함이며, 두 번째 더미변수로는 2014년 3월 이후 시행된 위험성 평가제도 전후를 구분한다.

2.2 기초통계량

사고사망자 수가 가장 적게 발생한 달에는 14명, 가장 많이 발생한 달에는 80명이 발생하였으며 평균 약 42명가량으로 나타났다. 비사망 사고재해자 수의 경우에는 최소 615명, 최대 2,658명이 발생하여 최소값과 최대값 간 약 4.3배의 차이를 보였고, 평균 1,779명의 재해자가 발생하였다.

사업장 수의 경우, 계절성을 갖고 등락을 반복하며 상승 추세를 보였다. 근로자 수는 평균 280만 명 수준이며, 남성 근로자 비중은 91.07%로 남성이 압도적인

Table 2. Descriptive statistics of variables

Variable	Unit	Min.	Average	Max.	S.D
Fatal occupational injuries	number of person	14	41.93	80	10.14
Non-fatal occupational injuries	number of person	615	1,779.36	2,658	411.26
Number of workplaces	1,000 EA	88.26	229.65	449.64	77.79
Number of workers	million pepole	1.96	2.80	3.80	0.37
Male ratio in Workers	%	89.04	91.07	92.49	0.76
Part time worker ratio	%	1.49	3.49	9.40	1.20
Average work time per month	hour	119.00	159.50	203.00	20.10
Average income per month	million won	1.84	2.52	3.82	0.32
Production index	'15=100	65.43	104.14	161.30	17.91
Coincident Composite Index	'15=100	97.60	100.40	102.40	0.98
Unemployment rate	%	2.60	3.51	5.00	0.46
Value of domestic building orders received	trillion won	3.58	9.89	25.45	3.84
Value of construction completed	trillion won	5.60	8.91	13.79	1.53
Construction Start Area	billionm ²	3.05	8.48	18.13	2.52
Commencement of housing construction	1,000 EA	5.41	15.17	22.84	3.95

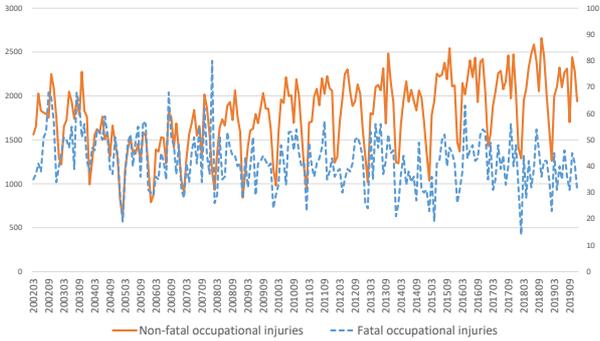


Fig. 1. The occupational accidents in construction industry.

비율을 차지하고 있다. 초단시간 근로자 비중은 최소 1.49%, 최대 9.40%, 평균 3.49%를 기록하였다.

월평균 근로시간은 평균 159시간 수준이며, 월평균 1인당 임금총액 평균은 약 252만원으로, 금융위기 전후로 월평균 임금총액이 한 차례 급격히 하락하였다.

건축부문의 착공 면적은 작게는 30억 5천 m^2 에서 많게는 181억 3천 m^2 까지 상당한 편차를 보였고, 건축동수 역시 최소 5,410동에서 최대 22,840동까지 상당히 큰 편차를 보였다. 면적과 수량을 나타내는 두 변수 역시 건설업 특성상 계절적 영향을 뚜렷하게 나타냈다.

마지막으로 국내 산업과 노동시장의 경기상황을

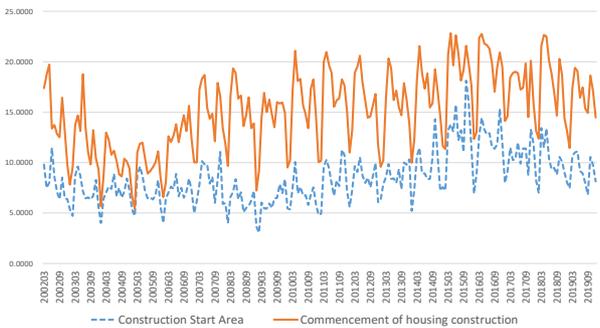


Fig. 2. Construction start area and commencement of housing construction.

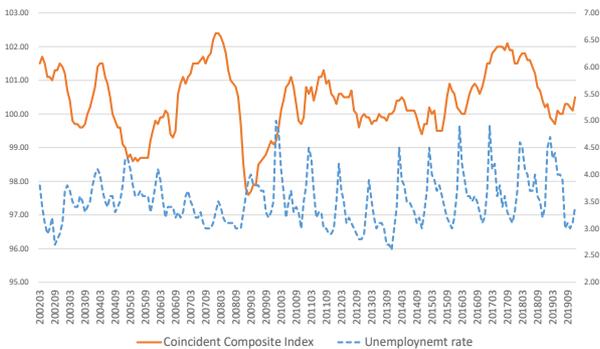


Fig. 3. Coincident composite index and unemployment rate.

반영하는 경기동행지수와 실업률 추이를 살펴보면, 경기동행지수의 경우 금융위기 기간 급격한 경기침체 이후 2019년까지 2차례의 경기호황 국면이 존재했으며, 실업률의 경우 겨울에 높아지는 계절성을 띠며 분석대상 기간 소폭 상승하는 추세를 보였다.

3. 분석방법 및 모형

본 연구에서는 건설업 산업재해와 경기변동 요인들 간 관계를 살펴보기 위해 선형회귀모형을 설정하고 최소제곱추정량을 활용한다. 이를 위해 시계열 자료의 안정화 및 모형설정 기준 등 자료의 전처리와 변수 선정 과정, 추정량, 모형 선택 방법 등에 대해 살펴본다.

3.1 단위근 검정 및 시계열의 안정화

본 연구에서는 장기 시계열 자료를 활용하기 때문에 변수들이 안정적 시계열(stationary time-series)인지 아닌지를 판단해볼 필요가 있다. 만약, 시계열 y_t 가 안정적 시계열이라면 아래와 같은 조건을 만족하게 된다.

- 조건 1. $E(y_t) = \mu (< \infty)$: 시계열의 평균이 시간의 흐름에 따라 변화하지 않고 일정하다.
- 조건 2. $Var(y_t) = \sigma^2 (< \infty)$: 시계열의 분산이 시간의 흐름에 따라 변화하지 않고 일정하다.
- 조건 3. $Cov(y_t, y_{t-s}) = \delta_s$: 두 시점의 공분산은 시간(t)에 의존하지 않고 단지 시점 간 차이(s)에만 의존한다.

따라서 위의 3가지 조건을 모두 만족하면 안정적(정상적) 시계열 또는 공분산-정상적(covariance stationary) 시계열이라고 하며, 만약 불안정한(비정상) 시계열 자료를 활용하여 선형회귀모형을 추정하는 경우 가성 회귀(spurious regression) 문제가 발생할 수 있다.

시계열의 안정성 여부를 판단하는데 여러 가지 방법론들이 활용될 수 있지만, 일반적으로 활용되는 방법은 Dickey와 Fuller(1979)¹⁶⁾에 의해 제시된 DF 검정 방법과 확장된 Augmented Dickey Fuller(ADF) 검정이다. 특히 ADF 방법은 1차 누적에 의한 확률적 추세를 뿐 아니라 2차 항으로 나타나는 결정론적 추세를 포함하는 시계열에 대해 단위근 검정을 수행할 수 있도록 DF 검정을 일반화한 것으로 단위근 검정 시 가장 널리 활용된다. ADF 검정은 아래의 식을 추정한 뒤,

$$\Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$H_0: \delta \equiv (\phi_1 - 1) = 0$ 인지 혹은 $H_1: \delta < 0$ 인지를 검정하여 귀무가설이 기각될 수 없는 경우 불안정 시계열로, 기각되는 경우 안정 시계열로 판단한다. 종속변수의 ADF검정 결과는 아래와 같다.

Table 4. Unit root test results of dependent variables

Variable	Lag	Type	t-value
Number of fatal occupational injuries	3	A	-6.77*
Number of non-fatal occupational injuries	6	A	-3.56*

주) 타입 A=절편항 포함, B=절편+추세 포함, * Statistical Significance: 5%

검정결과를 구체적으로 살펴보면 사고사망자와 비사망 사고재해자 변수 모두 5% 유의수준에서 단위근이 존재한다는 귀무가설을 기각하여 안정적 시계열로 판정되었다. ADF 모형에서 최적 시차는 AIC 기준에 의해 선정되었으며, 시계열에 선형 추세가 존재하는 경우 추세 항이 포함된 B를, 그렇지 않으면 절편항만 포함된 A를 적용하였다.

Table 5. Unit root test results of independent variables

Variable	Lag	Type	t-value
Number of workplaces	6	B	-5.37*
Number of workers	6	A	-3.39*
Male ratio in Workers	3	B	-1.70
(Difference of)Male ratio in Workers	2	B	-11.49*
Part time worker ratio in workers	4	A	-3.20*
Average work time per month	5	B	-1.68
(Difference of)Average work time per month	4	B	-11.65*
Average income per month	5	B	-1.61
(Difference of)Average income per month	4	B	-10.22*
Index of construction production	6	A	-1.61
(Difference of)Index of construction production	6	A	-9.32*
Coincident Composite Index	6	A	-3.40*
Unemployment rate	3	A	-6.09*
Value of domestic building orders received	6	A	-2.94*
Value of construction completed	4	B	-3.49*
Construction Start Area	4	B	-3.68*
Commencement of housing construction	1	B	-9.41*

주) A=절편항 포함, B=절편+추세 포함, * Statistical Significance: 5%

독립변수의 ADF 검정 결과, 불안정 시계열로 판단된 변수는 로그 차분 안정화하여 활용하였다.

3.2 최종 분석 모형 선택

시계열 변수들을 활용하여 선형회귀모형을 구축하는 경우, t기의 독립변수 변화만이 t기 종속변수에 영향을

Table 7. Variable and definition

Variable	Definition
death	Number of fatal occupational injuries
accident	Number of non-fatal occupational injuries
workers	Number of workers
male_prop	Male ratio in workers
short_prop	Part time worker ratio in workers
ncomp	Number of workplaces
worktime	Average work time per month
income	Average income per month
prodindex	Index of construction production
cci_cycle	Coincident Composite Index
unemrate	Unemployment rate
dm09	since 2009
dm14	since 2014 March
suju	Value of domestic building orders received
kisung	Value of construction completed
const_sqmt	Construction Start Area
const_dong	Commencement of housing construction

준다는 가정은 비현실적일 수 있으며, 여러 시차에 걸쳐 지속적으로 영향을 줄 수 있다는 가정이 더욱 타당할 수 있다. 따라서 독립변수에 시차 지연을 적용하여 시차분포 모형을 구축하되, 최적 시차의 선택은 시차를 적용한 일반모형에서 통계적으로 유의하지 않은 변수를 하나씩 순차적으로 제거하는 방식(*general to specific method*)을 적용하여 Table 7에 언급된 변수가 최종 모형에 포함되지 않은 경우, 모형의 설명력을 낮추는 방향으로 작용한 것이며, AIC, BIC 등의 정보 기준을 복합적으로 활용한다.

최종 회귀모형의 선택은 (1) 모형에 포함된 독립변수와 종속변수 간 관계에 대한 이론적 정합성 판단, (2) 상대적으로 낮은 정보기준(AIC 혹은 BIC) 값을 갖는 모형, (3) 상대적으로 높은 조정결정계수(*adjusted R²*)를 갖는 모형, (4) F-검정결과 상대적으로 가장 높은 통계적 유의성을 갖는 모형을 순차적으로 검토하여 최종 모형을 다음과 같이 확정하였다.

$$death_t = \beta_1 \Delta income_t + \beta_2 \Delta worktime_{t-1} + \beta_3 male_prop_{t-1} + \beta_4 unemrate_t + \beta_5 \Delta prodindex_t + \beta_6 const_sqmt_t + \beta_7 kisung_{t-1} + \beta_8 const_dong_{t-2} + \beta_9 const_dong_{t-4} + \beta_{10} dm14_t + \beta_{11} t + \beta_0 + \epsilon_t \quad (2)$$

$$accident_t = \beta_1 \Delta income_t + \beta_2 \Delta worktime_t + \beta_3 unemrate_t + \beta_4 kisung_t + \beta_5 const_dong_t + \beta_6 const_dong_{t-3} + \beta_7 ncomp_t + \beta_8 dm09 + \beta_9 t + \beta_0 + \epsilon_t \quad (3)$$

4. 실증분석결과

건설업에서 월별 발생한 사고사망재해자 수와 통계적으로 유의미한 연관성이 있는 경기적 요인 변수는 임금총액 증가율, 실업률, 생산지수 증가율, 착공면적, 기성액, 착공동수 등으로 나타났다.

Table 8. Analysis result of economic indicators and fatal occupational injuries

Variable	Coefficient	p-value
d_income	-0.3603	0.0000 ***
d_worktime_1	0.0620	0.4427
d_male_prop_1	1.7823	0.2261
unemrate	-4.4421	0.0042 ***
d_proindex	0.2462	0.0000 ***
const_sqmt	0.8855	0.0089 ***
kisung_1	2.6191	0.0000 ***
const_dong_2	0.3966	0.0549 *
const_dong_4	0.6500	0.0005 ***
dm14	-3.0161	0.2430
(Intercept)	23.8430	0.0210 ***
t	-0.0979	0.0000 ***
Adjusted R-squared		0.3618
F-statistic: 11.98 on 11 and 202 DF, p-value: < 2.2e-16		

Statistical Significance: *** 1%, ** 5%, * 10%

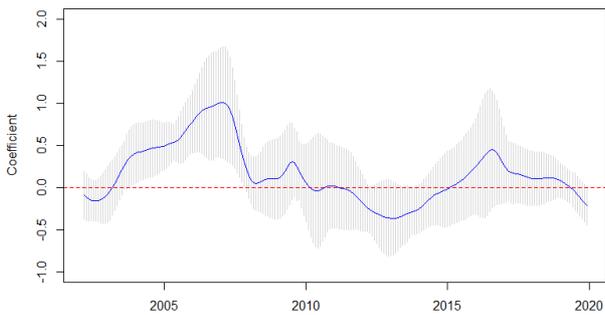


Fig. 4. The time varying parameter estimations of average work time.

사고사망자 수와 음(-)의 연관성을 가진 변수를 살펴보면, 월평균 실질임금 총액 증가율이 1%p 증가하면 사고사망자 수는 약 0.36명이 감소하는 것으로 분석되었다. 임금 증가율이 높아진다는 것은, 사고로 인한 근로 소득 손실 또한 증가하는 것으로 해석할 수 있어 근로자들의 사고방지 노력 등이 높아질 수 있으며, 임금 수준 향상으로 사업장 안전수준에 대한 요구가 높아지면서 사업주가 사고방지를 위한 조치가 향상되어 이러한 분석결과가 도출되었을 것으로 판단된다.

한편, 월평균 근로시간과 남성 근로자 비중의 계수

추정치는 사고사망자 수를 증가시키는 것으로 계산되었지만 통계적인 유의성을 확보하지는 않았는데, 이를 시간변동 파라미터 추정결과로 자세히 살펴보면 시간의 흐름에 따라 양상이 달라졌다.

특히 건설업의 경우 2000년대 초반에는 월평균 근로시간 증가가 상당한 수준의 산재증가 효과를 유발하는 것으로 나타났으나, 2009년 이후 기간부터는 두 효과가 상쇄하는 모습을 보이고 95% 신뢰구간도 매우 넓어져 근로시간 증가가 산재증가에 미치는 영향이 모호해졌는데, 추가 연구가 필요하겠으나, 2008년 금융위기 이후 건설업 임시/일용근로자 비중의 지속적인 증가로 물리적인 근로시간 증가에 의한 산재증가 영향이 점차 희석되는 것으로 판단된다. 한편, 남성 근로자 비중의 경우에는 건설업 근로자 중 남성이 대부분을 차지(90%)하기 때문에 남성 근로자 증감이 산업재해에 미치는 영향을 설명하기는 어려울 것으로 판단된다.

실업률은 선행연구에서 언급되었던 대로 1%p 증가하게 되면 약 4.44명의 사고사망자 수가 감소하는 음(-)의 연관성이 있는 것으로 추정되었다. 실업률이 높아지면서 상대적으로 미숙련된 근로자의 고용이 줄어들면서 숙련된 근로자 중심의 노동시장 구조가 사고사망자 수 발생을 줄이는 것으로 해석될 수 있다.

건설업 사고사망자 수와 양(+)의 연관성이 있다고 분석된 변수는 호황 및 불황을 나타낼 수 있는 변수들로 나타났는데, 해당 기간 건설업의 생산 동향을 나타내는 생산지수와 건설착공면적 등으로 나타났다. 또한, 시공실적을 의미하는 건설 기성액은 1개월 시차를 두고, 건축부문 착공현황을 나타내는 건설착공동수는 2개월, 4개월 시차를 두고 사고사망재해자 발생에 영향을 주는 것으로 나타났다.

생산지수 증가율이 1% 증가하면 약 0.24명, 건축착공면적이 10억㎡ 증가하면 약 0.88명의 사고사망자가 증가하는 것으로 나타난다. 건설 기성액이 1조 원 증가하면 다음 달 사고사망자는 약 2.6명이 증가하며 건축부문 착공이 1,000동 증가하면 2개월 후에는 0.40명이, 4개월 후에는 약 1.05명이 증가하는 것으로 분석된다. 건설업의 사고사망재해자 수는 건설기성액과 건축부문 착공현황 및 건설착공 면적 변화가 영향을 미치는 시차 등을 고려한 산업재해 예방 노력이 필요한 것으로 보인다.

다음으로는 건설업 비사망사고재해자 수와 통계적으로 유의미한 연관성이 있다고 분석된 경기적 요인은 건설업 월평균 임금총액 증가율, 실업률, 건설 기성액, 건설착공동수, 건설업 사업장 수 등으로 나타났다. 근로시간의 경우 사고사망재해자 분석결과와 마찬가지로 분석모형의 설명력은 증가시키지만, 종속변수인 재해

Table 9. Analysis result of economic indicators and non-fatal occupational injuries

Variable	Coefficient	p-value
d_income	-4.611	0.008 ***
d_worktime	1.424	0.502
unemrate	-247.003	0.000 ***
kisung	74.006	0.000 ***
const_dong	56.189	0.000 ***
const_dong_3	15.676	0.001 ***
ncomp	0.779	0.040 **
dm09	163.577	0.014 **
(Intercept)	809.245	0.008 ***
t	-1.567	0.000 ***
Adjusted R-squared	0.7613	
F-statistic:	76.5 on 9 and 204 DF, p-value: < 2.2e-16	

Statistical Significance: *** 1%, ** 5%, * 10%

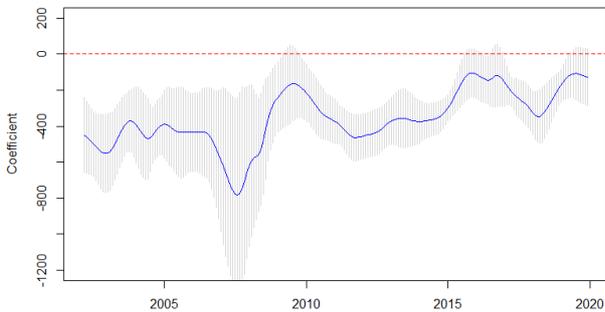


Fig. 5. The time varying parameter estimations of unemployment rate.

자 수와는 통계적 유의성을 확보할 수 없는 것으로 판단되었다.

월평균 임금총액 증가율과 실업률의 경우, 사고사망 재해자 분석 모형과 유사하게 비사망사고재해자 수와 음(-)의 연관성이 있는 것으로 분석되었다. 추정된 계수 값을 해석해 보면 임금 증가율이 1%p 증가하면 비사망재해자는 약 4.6명이 감소하는 것으로 나타났으며, 시간변동 파라미터 추정 결과를 보면 임금 상승의 감소 영향은 사고사망자 수 분석과 유사하게 2014년 이후 기간이 타 기간에 비해 강하게 나타나는 것으로 보인다. 또한, 실업률의 경우 1%p 증가하면 약 247명이 비사망 재해자가 감소할 가능성이 있는 것으로 보이며, 시간변동 파라미터 추정 결과를 보면 실업률 증가에 대한 비사망 사고재해자 수 감소 강도는 2002년 이후 지속적으로 감소하고 있는 추세를 보여주고 있다.

건설 기성액과 건설착공동수 증가는 비사망재해자 발생을 증가시키는 요인으로 분석되었으며, 사고사망자 모형과는 달리 사업장 수 1,000개 증가가 비사망 사고재해 0.78명 증가에 미치는 영향이 관측되었다. 건설

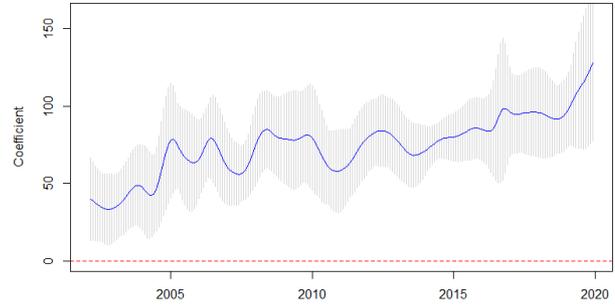


Fig. 6. The time varying parameter estimations of Commencement of housing construction.

기성액과 건설착공동수는 그 시차가 조금 차이가 있지만, 사고재해자뿐만 아니라 비사망사고재해까지 건설업 사고재해에 영향을 주는 요인을 분석되었으며, 특히 시간변동 파라미터 추정 결과 건축동수의 경우 그 영향력이 2002년 이후 지속적으로 증가하고 있어 건설업 산재 예방사업 수행 시 중요하게 살펴봐야 할 요인으로 판단된다.

건설업에서 발생하는 사고사망재해자 및 비사망사고재해자와 경기적 요인과의 분석한 결과를 비교하여 보면 우선 각각의 재해자 발생을 설명하는 경기적 요인에서는 큰 차이를 발견하기는 어려웠다. 실질임금 증가율, 실업률 등과 음(-)의 연관성을 나타냈고, 건설업의 생산활동을 나타내는 건설 기성액, 건축 착공면적, 건축부문 착공 동수 등에 대해서는 양(+)의 연관성이 있는 것으로 나타났다. 근로시간의 경우에 비사망 사고재해자 수와 통계적으로 유의미한 분석결과를 도출하진 못했다. 일용직 근로자가 많은 건설업 근로자 특성상 정확한 근로시간을 파악하는데 한계가 있고, 건설현장에서의 근로시간이 날씨 등인 외부 요인에 의하거나 팀 단위 작업으로 인해 결정되어 개별 근로자의 근로시간에 대한 선택권이 상대적으로 적어지면서 장시간 근로 등으로 인한 사고재해 위험과는 연관성이 떨어지는 것으로 추측된다.

5. 결론

본 연구는 건설업 산업재해와 경기적 요인과의 연관성에 대해 분석하였다. 월별 발생한 사고사망자 수와 통계적으로 유의미한 연관성이 있는 경기적 요인 변수는 임금총액 증가율, 실업률, 생산지수 증가율, 건설착공면적, 건설기성액, 건설착공동수 등으로 나타났다. 임금 증가율 증가가 사고사망자를 감소시키는 요인이라는 것은 사고로 인한 소득 손실 증가로 사고방지 노력 등과 임금수준 향상으로 사업장 안전수준에 대한 요구가 높아지면서 이러한 분석결과가 도출되었을 것

으로 판단된다. 실업률에 대한 분석결과는 상대적으로 미숙련된 근로자의 고용이 줄어들면서 숙련된 근로자 중심의 노동시장 구조가 사고사망자 수 발생을 줄이는 것으로 해석될 수 있다. 건설기성액과 건축부문 착공 현황을 나타내는 건설착공동수 등은 사고사망자 수에 1~2,4개월 시차를 두고 영향을 주는 것으로 나타나 건설업 사고사망자 수 추정의 선행지표로 활용 가능성이 있다고 판단된다.

본 연구가 사업주와 근로자의 이해관계로 산재처리를 하지 않은 사례까지 포함시켜 분석할 수는 없었지만, 연구결과를 통해 효과적인 산재 예방을 위해서는 노동자 및 사업장의 근로조건 및 사업장 생산활동에 영향을 줄 수 있는 단기 또는 중장기적인 경제·사회적 변화에 대한 모니터링이 필요하다는 시사점을 도출하였다. 특히 가장 많은 사고사망자가 발생하는 건설업에서는 계절성을 갖는 업종 특성을 반영하여 예방사업 등을 탄력적으로 운영하는 방법도 고려해야 할 것으로 판단된다.

Acknowledgement: This research was supported by Occupational Safety and Health Research Institute Research Fund, 2021.

※ 본 연구는 2021년 산업안전보건연구원 자체연구 과제 ‘한국의 산업별 산업재해 발생 추이와 경기적 영향요인 연구’의 일부를 수정·보완한 것임

References

- 1) J. Lee, J. S. Lim and J. Park, “An Influence of Industrial Accident on Industrial Productivity in Korea”, *J. Korean Soc. Saf.*, Vol. 36, No. 1, pp. 50-55, 2021.
- 2) M. D. Kossoris, “Industrial Injuries and the Business Cycle”, *Monthly Lab.*, Vol. 46, No. 3, pp. 579-594, 1938.
- 3) B. Fabiano, I. Parentini, A. Ferraiolo and R. Pastorino, “A Century of Accidents in the Italian Industry: Relationship with the Production Cycle”, *Safety Science*, Vol. 21, Issue 1, pp. 65-74, 1995.
- 4) D. Fairris, “Institutional Change in Shop floor Governance and the Trajectory of Postwar Injury Rates in U.S. Manufacturing, 1946-1970”, *Industrial and Labor Relations Review*, Vol. 51, Issue 2, pp. 187-203, 1998.
- 5) J. Boone and J. C. Van Ours, “Are Recessions Good for Workplace Safety”, *J. of Health Economics*, Vol. 25, Issue 6, pp. 1069-1093, 2006.
- 6) R. Davies, P. Jones and I. Nunez, “The Impact of the Business Cycle on Occupational Injuries in the UK”,

- Social Science & Medicine*, Vol. 69, No. 2, pp. 178-182, 2009.
- 7) A. Asfaw, R. Pana-Cryan and R. Rosa, “The Business Cycle and the Incidence of Workplace Injuries: Evidence from the U.S.A”, *J. of Safety Research*, Vol. 42, Issue 1, pp. 1-8, 2011.
- 8) J. Boone, J. C. van Ours, J. P. Wuellrich and J. Zweimüller, “Recessions are Bad for Workplace Safety”, *J. of Health Economics*, Vol. 30, Issue 4, pp. 764-773, 2011.
- 9) X. S. Dong, S. D. Choi, J. G. Borchardt, X. Wang and J. A. Largay, “Fatal Falls from Roofs among US Construction Workers”, *J. of Safety Research*, Vol. 44, pp. 17-24, 2013.
- 10) D. S. Chang and Y. C. Tsai, “Investigating the Long-term Change of Injury Pattern on Severity, Accident Types and Sources of Injury in Taiwan’s Manufacturing Sector between 1996 and 2012”, *Safety Science*, Vol. 68, pp. 231-242, 2014.
- 11) B. Fernández-Muñiz, J. Manuel Montes-Peón and C. José Vázquez-Ordás, “Occupational accidents and the Economic Cycle in Spain 1994-2014”, *Safety Science*, Vol. 106, pp. 273-284, 2018.
- 12) E. Farina, M. Giraud, G. Costa and A. Bena, “Injury Rates and Economic Cycles in the Italian Manufacturing Sector”, *Occupational Medicine*, Vol. 68, Issue 7, pp. 459-463, 2018.
- 13) G. H. Choi, “Text-mining based Cause Analysis of Accidents at Workplaces in Korea”, *J. Korean Soc. Saf.*, Vol. 37, No. 3, pp. 9-15, 2022.
- 14) D. K. Kim and S. Park, “Business Cycle and Occupational Accidents in Korea”, *Saf. and Health at Work*, Vol. 11, Issue 3, pp. 314-321, 2020.
- 15) D. K. Kim and S. Park, “Analysis of Business Cycle Influencing the Quarterly Occupational Accidents in Korea”, *J. of CEO and Management Studies*, Vol. 24, No. 1, pp. 269-287, 2021.
- 16) D. A. Dickey, W. A. Fuller, “Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root”, *J. of the American Statistical Association*, Vol. 74, No. 366, pp. 427-431, 1979.
- 17) Statistics Korea, accessed July, 29, 2021, <https://kostat.go.kr/>
- 18) Bank of Korea, accessed July, 29, 2021, <https://ecos.bok.or.kr/>
- 19) Ministry of Land, Infrastructure and Transport, accessed July, 29, 2021, <https://stat.molit.go.kr/portal/main/portalMain.do>