

## 건설안전교육이 불안정한 행동에 미치는 영향에 관한 연구

## A Study on the Influence of Construction Safety Education on Unstable Behavior

김영권<sup>1</sup> · 박종용<sup>2\*</sup> · 김성은<sup>3</sup>Young Kweon Kim<sup>1\*</sup>, Jong Young Park<sup>2</sup>, Sung Eun Kim<sup>1</sup><sup>1</sup>Ph.D. Candidate, Department of Construction Safety Engineering, Kyonggi University, Suwon, Republic of Korea<sup>2</sup>Visiting Professor, General Graduate School, Kyonggi University, Suwon, Republic of Korea<sup>3</sup>Ph.D. Candidate, Department of Construction Safety Engineering, Kyonggi University, Suwon, Republic of Korea

\*Corresponding author: Jong Young Park, jypicaso@hanmail.net

## ABSTRACT

**Purpose:** Ten years after basic safety and health education in the construction industry has been implemented, no more maintenance education has been provided, and those who have completed basic safety and health education are exempt from new employee education. As soon as possible, we will seek strategic measures to prevent unstable behavior and prevent safety accidents by legislating conservative education and new recruitment education. **Method:** In this study, basic safety and health education, which is construction safety education, and human error, which is unstable behavior of new employees, and structural relationship between violation behavior were conducted through survey. **Result:** The survey analyzed that basic safety and health education in the construction industry and new recruitment education had a significant impact on the human factors of the disaster, Human Error, and the reduction of violations, and confirmed that continuous safety education could increase safety awareness. **Conclusion:** The insolvency of safety education shall be prevented by the revision of the Act on the remuneration of basic safety and health education and the education of new employees.

**Keywords:** Basic Safety and Health Education, New Employee Education, Violation Behavior, Human Error

## 요약

**연구목적:** 건설업 기초안전보건교육이 실시된 지 10년이 지난 지금 더 이상의 보수교육이 실시되지 않고 있으며, 기초안전보건교육을 이수한 사람은 신규채용자교육도 면제되고 있어서 안전교육이 부실화되고 있다. 조속히 보수교육과 신규채용자교육의 법제화로 불안정한 행동의 유발을 방지하고 안전사고를 방지하기 위한 전략적 방안을 모색하고자 한다. **연구방법:** 본 연구에서는 건설안전교육인 기초안전보건교육과 신규채용자교육이 불안정한 행동인 Human Error와 위반 행동과의 구조적 관계를 설문 을 통한 회기분석을 실시하였다. **연구결과:** 설문조사는 건설업 기초안전보건교육과 신규채용자 교육이 재해의 인적 요소인 Human Error와 위반 행동 감소에 많은 영향이 있는 것으로 분석되었고 지속적인 안전교육이 안전의식을 높일 수 있음을 확인하였다. **결론:** 기초안전보건교육의 보수교육과 신규채용자 교육의 법 개정으로 안전교육의 부실화를 방지하여야 한다.

**핵심용어:** 기초안전보건교육, 신규채용자교육, 불안정한 행동, 휴먼 에러, 위반 행동

Received | 5 February, 2021

Revised | 15 March, 2021

Accepted | 24 March, 2021

OPEN ACCESS



This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in anymedium, provided the original work is properly cited.

## 서론

### 연구의 배경 및 목적

2020년 4월에 발생한 이천물류센터 공사현장에서 화재가 발생하여 38명의 사망자가 발생하였다. 최근 건설현장의 재해는 중형화, 대형화 되고 있으며, 타 산업에 비해 재해강도가 큰 건설산업 재해는 국가 경쟁력 강화에 커다란 걸림돌이 되고 있다. 2012년에 우리나라는 경제협력개발기구(OECD)국가 중에서 안전사고 사망자 수 1위를 하였고, 최근 4년간(2016년~2019년)에는 건설업의 사망자 수가 570명에서 517명 사이로 꾸준히 발생하고 있다. 이천물류센터 공사현장과 비슷한 사고는 계속 반복하여 발생하고 있으며, 그 때마다 강력한 대책을 수립하였지만 똑같은 사고가 반복하여 발생하고 있다. 국토교통부 변창흠 장관은 “건설현장이 안전한 일터로 자리매김할 수 있도록 건설주체들이 더욱 노력해 줄 것”을 당부하면서, “21년에도 분기별 사망사고가 발생한 기관에 대해서는 명단을 공개하고 특별점검을 꾸준히 실시하여 현장의 실질적인 안전개선이 이뤄지도록 할 것”이라고 밝혔다. 하지만 현재의 상태에서 실질적인 안전개선이 이루어 질수 있을까? 라는 의문이 생긴다. 하인리히(Heinrich)의 도미노 이론에 따르면, 사고는 직접원인인 불안정한 행동에 의한 사고가 88%를 차지하고 있다고 하였다(Heinrich, 1931). 이것은 아직도 건설 현장에서 근로자의 불안정한 행동이 수시로 발생되고 있고, 이런 행위로 인하여 수많은 앗차사고(Near Miss)가 발생되고 있으며, 어느 순간에 일반재해 및 중대재해로 연결되고 있는 것이다. 불안정한 행동의 종류에는 휴먼 에러(Human Error)와 위반 행동이 있으며, 배후요인에는 4M(Man, Machine, Media, Management)이 있다. 본 논문은 이 중에서 가장 기본적인 인적요인인 Man과 관련되어 연구를 하였다. 산업안전보건법에 여러 가지 안전교육이 있으나 실질적으로 근로자에게 교육의 효과를 발휘할 수 있는 교육은 고용노동부에서 지정한 전문교육기관에서 실시하는 기초안전보건교육이 있으며, 건설현장에 투입 즉시 실시하는 신규채용자 교육이 있다. 현재까지 기초안전보건교육이 건설업의 재해예방에 많은 기여를 하여 왔으나, 더 이상의 보수교육이 실시되지 않고 있으며, 기초안전보건교육을 받을 경우 신규채용자 교육을 면제해 주는 규정(산업안전보건법 제29조 2항)으로 인하여 안전교육이 부족한 현실이다. 본 연구에서는 강제성과 밀착성이 뛰어나고 교육의 효과가 우수한 건설업 기초안전보건교육과 신규채용자 교육을 바탕으로 불안정한 행동과의 연관 관계를 알아보고, 불안정한 행동을 줄이기 위한 전략적 방안 모색의 기초자료를 제공하고자 한다.

## 이론적 배경

### 불안정한 행동의 정의 및 구성요인

불안정한 행동이란 “사고를 초래하게 된 작업자 자신의 행동에 대한 불안정한 요소를 말한다.” 라고 언급하면서 일반적으로 불안정한 행동은 인적요인을 표시하는 것으로 하여 재해요인의 하나로 제시하고 있다(산업안전대사전, 2004. 5. 10., 최상복) “안전한 상태를 불안정한 상태로 변화시키는 습관적 행동이라고 할 수 있으며, 사고발상의 직접원인이 되는 행동을 의미한다”고 하였다.

리즌(J. Reason)은 불안정한 행동을 의도의 유무에 따라서 의도하지 않은 행동과 의도한 행동으로 나누었고, 의도하지 않은 행동에는 착오(slip), 망각(lapse), 등이 있고, 의도한 행동에는 착각(mistake)과 위반(violation)이 있다. 위 4개의 행위 중 착오(slip), 망각(lapse), 착각(mistake)은 휴먼 에러(Human Error)이고, 위반(violation)은 위반 행동으로 구분하였다. 착오(slip)이란, 의도하지 않은 잘못된 행위 중 아차 하는 사이에 부주의로 수행된 행위(의도와는 다른 행위)로 계획되지 않은 행

위가 표면화된 것이고, 망각(lapse)이란, 의도하지 않는 잘못된 행위가 숨겨진 형태로 발생하는 것으로, 단시간의 기억력의 부족으로 발생한다. 착각(mistake)이란, 계획과 행위가 정확하게 합치되지만, 부적절한 행위가 계획된 것이다. 즉 의도(계획)가 부적절한 것으로, 올바른 규칙을 잘못 적용한 것이다.

위반(violation)이란, 사용자가 의도적으로 부적절한 행동을 하는 것이다. 이것에는 일상적 위반, 낙관적 위반, 상황적 위반, 예외적 위반, 사보타지(sabotage:게으름 피움)가 있다.

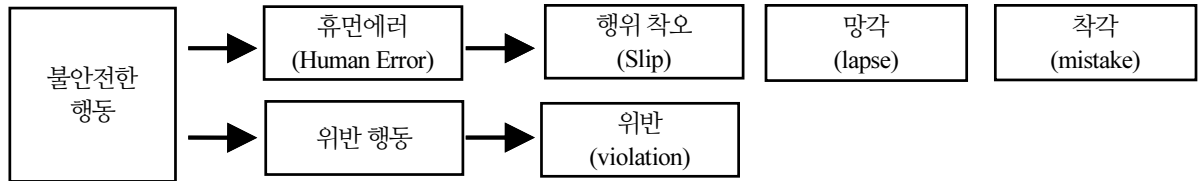


Fig. 1. J. Reason - Classification of unstable behavior

Fig. 1. 리즌(J. Reason)의 분류와 같이 불안정한 행동에는 휴먼 에러(Human Error)와 위반행동으로 분류한다. 휴먼 에러(Human Error)는 자신이 의도하지 않은 행위가 나쁜 행위나 나쁜 결과를 발생시키는 것으로 착오(Slip), 망각(lapse), 착각(mistake) 등이 있으며, 의도와 결과가 어긋난 것이다. 즉 최적의 행위(행동)를 하려고 하였지만, 결과적으로 적절하지 않은 행위가 되어 버린 것을 말한다.

리즌(J. Reason)은 위반 행동이란 법률, 규칙, 규정, 지침 그리고 사회적인 관습에 반하는 행동 중 본인 또는 타인의 안전을 저해할 가능성이 있는 행동을 의도적으로 하는 것이라고 정의하고 있다. 이것은 위험을 알면서 굳이 위험한 행동을 하는 것을 의미한다. 위반(violation)이란, 사용자가 의도적으로 부적절한 행동을 하는 것이다.

### 건설업 안전보건교육

건설업에서 근로자에 한하여 실시하는 안전보건교육에는 정기교육, 특별안전교육, 채용시교육(신규채용자교육), 작업내용 변경시교육, 건설업 기초안전보건교육이 있다. 본 연구에서는 과태료를 부과하는 등 정부의 강한 강제성이 있는 건설업 기초안전보건교육과 근로자와 밀착성이 뛰어난 신규채용자교육 2가지 안전교육만을 가지고 불안정한행동과의 관계를 연구하였다.

#### 건설업 기초안전보건교육

정부에서는 현장 이동이 많고 작업 기간이 한시적인 건설일용근로자의(신규채용자) 안전교육의 대체수단으로 ‘건설업 기초안전보건교육’ 이수제도를 도입하였다. 건설업 기초안전보건교육의 제도는 2009년~2011년간의 시범운영을 거쳐 2012년 6월 1일부터 공사금액 1,000억원이상 현장부터 단계적으로 확대 시행하여 2014년 12월 1일 부터는 국내 모든 건설현장에 적용되어 시행되고 있다. ‘기초안전보건교육 의무를 위반할 시 사업주에게 근로자 1인당 10만원의 과태료를 부과한다’와 같이 강제성을 갖춘 제도가 도입된 셈이다. 교육을 이수하고자 할 경우 등록된 재해예방전문기관에 신청하고, 방문하여 이수한 후 이수증을 발급받아서 안전보건공단 홈페이지에 전산등록을 하여야 한다. 그리고 건설현장에 취업할 때는 반드시 확인을 받아야만 취업을 할 수 있다. 현재 일용근로자가 건설업에 작업하기 위하여 건설업 기초안전보건교육을 이수하고 있으나, 1회성 교육으로 끝나는 것으로 인식 되어 지고 있으며, 그로 인하여 건설업 기초안전보건교육을 최초 받은 후 시간이

경과 함에 따라 일용근로자의 안전관련 지식 이해도가 저하되는 등 건설업 기초안전보건교육의 실효성에 대한 문제가 발생되고 있다.<sup>1)</sup> 외국 기초안전보건을 실시하고 있는 나라는 일본, 호주, 싱가포르가 있으며, 우리나라 보다 먼저 입법하여 운영하고 있다. 일본은 건설재해예방협회에서 6시간 안전교육을 실시하고, 이를 건설공사성적평가에 반영하고 있으며, 국토교통성에서는 전국에서 발주하는 공공공사를 1점에서 2점까지 가점을 부여하는 등 강력하게 추진하고 있다. 호주는 ‘White Card Training’ 이라는 제도를 운영하고 있는데, 건설현장에 관한 기초적인 지식을 함양하고 일반적인 위험을 컨트롤 할 수 있는 방법을 배우는 과정이다. White Card제도 도입으로 인하여 재해율이 02~03년13.6에서 07~08년 10.0으로 3.6줄어들었으며 건설산업의 경우 27.6에서 16으로 11.6이 감소하는 성과를 거두었다. 싱가포르는 교육시간이 8시간으로 우리보다 4시간이 많으며, 필기시험을 실시하여 합격자만 일할 수 있고, 2~4년마다(경력에 따라) 보수교육을 실시하고 있다.<sup>2)</sup>

### 신규채용자 교육(채용시 교육)

신규채용자에 대해서는 더욱 강화된 안전교육을 실시해야 하는 목적은 신규채용자가 현장에 적응이 되지 않은 상태에서 작업을 할 경우 위험요소, 위험장소 등을 즉시 파악하기 어렵고, 작업내용도 파악이 되지 않을 뿐 아니라, 위험 상황 발생시 대피로 등을 파악하지 못해서 사고로 연결될 확률이 높다. 또한, 다른 현장에서 작업을 마치고, 몇 일간 휴식 후 이동하는 과정에서 해이한 마음과 안전의욕이 저하된 상태에 있을 수 있기 때문에 신규채용자 교육은 반드시 필요하다. 하지만 산업안전보건법 제29조 2항에는 건설업 기초안전보건교육을 이수한 건설일용근로자를 채용하는 경우에는 채용시 교육을 받지 않아도 된다고 되어 있다. 이런 이유로, 소규모 건설현장에서는 신규채용자 교육의 완화로 인하여 전혀 신규채용자교육을 실시하고 있지 않다. 이는 소규모 건설현장에서 아직도 재해가 줄어들지 않는 이유 중 하나이다. 기초안전보건교육을 이수하였다고 하여 신규채용자 교육을 받지 않는다면, 안전교육의 효과가 떨어질 뿐만 아니라 안전교육의 부실로 인하여 안전의식 저하와 함께 불안전 행동의 유발이 많아지고 결국 재해가 증가할 것으로 판단했기 때문에 신규채용자교육을 실시해야 한다.<sup>3)</sup>

### 선행연구

근로자의 불안전한 행동에 대한 선행연구를 <Table 1>과 같이 실시하였다.

Table 1. A prior study of unstable behavior

논문 제목	연구자/ 연구대상/	연구방법/ 분석방법	내용 요약
성격특성 안전교육 환경과 불안정한 행동과의 연관성 연구	하준태/ 근로자	설문조사/ 계층적분석기법(AHP)	안전교육의 목표는 불안정한 행동을 저감시키는데 있으며, 행동에 높은 관심은 건설현장의 관계자에 대한 성격연구가 필요하다.
디스플레이 협력사 근로자의 안전의식이 불안전행동에 미치는 영향에 관한 연구	김수/ 근로자	설문조사/ 빈도분석, 회기분석	근로자의 안전의식은 불안전 행동에 영향을 미치는 중요한 요인이고 안전교육과 안전환경 요인은 안전의식에 유의적인 영향을 미치는 요소이다.

1) 국내 건설업 기초안전 보건교육 효과 지속에 따른 보수교육 시점 연구, Shin, 2017  
 2) 건설근로자 기초안전보건교육 교육효과 상관관계에 관한 연구, Kim, 2015  
 3) 건설업 기초안전보건교육 및 신규채용자교육 개선방안에 관한 제언, Park, 2017

**Table 1.** A prior study of unstable behavior (Continue)

논문 제목	연구자/ 연구대상	연구방법/ 분석방법	내용 요약
안전교육과 건설근로자 휴먼에러 상관관계 분석	안성훈/ 근로자	설문조사/ SPSS	건설근로자의 경우 안전교육의 실시횟수가 많을수록 휴먼에러가 감소하는 경향이 있으며, 효율적인 안전교육을 통해 휴먼에러를 감소시켜야 한다.
국내 화학사고의 휴먼에러 기반 분석에 관한 연구	박정철/	재해사례/ RISCAD	산업재해 발생원인 중에서 휴먼에러가 가장 중요한 원인의 하나로 나왔고, 휴먼에러의 특성을 파악하는 연구가 필요하다.
건설사고 예방을 위한 근로자의 불안정한 행동과 휴먼에러와의 관계 분석	민광호/ 근로자	설문조사/ 상관분석	불안정한 행동 10가지를 제거하거나 관리하기 위하여 근로자가 느끼는 만족과 불만족의 원인을 파악하여야 하며, 휴먼에러가 발생 상황과 안전상황을 비교 분석한다

건설업 기초안전보건교육에 관한 선행연구를 <Table 2>와 같이 실시하였다.

**Table 2.** A precedent study on basic safety and health education

논문 제목	연구자/ 연구대상	연구방법/ 분석방법	내용 요약
국내 건설업 기초안전 보건교육 효과 지속에 따른 보수교육 시점 연구	신재권/ 근로자	설문조사/ t-검정	기초안전보건교육 이수 후 안전관련 지식의 이해도 수준이 크게 낮아지는 시점이 교육 이수 후 2년 이내이므로, 보수교육을 실시하여 재해예방에 기여해야 한다.
건설근로자 안전보건 교육 이수제도 실효성평가 및 도입방안에 관한 연구	김성훈/ 근로자	설문조사/ t-검정	기초안전보건교육 이수 후 재해가 감소되는 것으로 나타났지만, 일정기간이 더 경과한 이후에는 재해가 증가되므로 재교육이 필요하다
건설업 기초안전보건 교육의 실태와 문제점 및 개선방안	최종국/ 근로자	설문조사/ t-검정	정부에서 재해를 예방하기 위하여 보수교육에 대한 기준이 필요하며, 근로자의 안전의식을 높이기 위해서는 정책의 연속성과 지속적인 투자가 함께 이루어져야 한다.
건설업 기초안전보건 교육 현황 및 개선에 관한 연구	신기남/ 관리자, 근로자	설문조사/ t-검정	건설업 기초안전보건교육 내용이 자신의 작업과 관련되는 교육내용이 없기 때문에, 교육 대상별로 내용을 차별화하는 재교육이 필요하다.
건설업 기초안전보건 교육의 운용적 문제점과 실태에 관한 연구	박현진/	설문조사	기초안전보건교육이 안전의식 제고와 안전보건 지식을 전달하는 역할을 잘 감당하여 왔으나, 신규채용자 교육을 대체하는 것은 부정적인 부분이다.
건설근로자 기초안전 교육 교육효과 상관관계에 관한 연구	김진환/ 전문가그룹	인터뷰/ 설문조사	기초안전보건교육 이수제도의 효과 유무 및 개선점을 지속적으로 찾아내어 개선방안을 수립할 IT기반 통합관리시스템이 필요하다.

## 연구 방법

### 연구가설

기초안전보건교육의 단절로 인한 안전교육의 부실과 안전의식의 저하로 인하여 불안정한 행동(휴먼 에러와 위반 행동)의 증가와의 연계성을 알아보고, 신규채용자 교육의 면제가 불안정한 행동(휴먼 에러와 위반 행동)의 증가 요인으로 작동되는



지 알아보기 위하여 아래와 같이 연구 가설을 설정하였다.

첫째, 건설안전교육인 건설업 기초안전보건교육이 휴먼 에러(Human Error)에 영향을 미칠 것이다.

둘째, 건설안전교육인 신규채용자교육이 휴먼 에러(Human Error)에 영향을 미칠 것이다.

셋째, 건설안전교육인 건설업 기초안전보건교육이 위반행동에 영향을 미칠 것이다.

넷째, 건설안전교육인 신규채용자교육이 위반 행동에 영향을 미칠 것이다.

건설 안전교육이 근로자의 안전의식을 높여서 안전사고 예방에 긍정적으로 기여하고 있다는 선행논문이 많이 발표되어 있다. 본 연구는 건설업 기초안전보건교육과 신규채용자교육이 불안정한 행동인 휴먼에러(Human Error)와 위반 행동에 어떤 영향을 미치고 있는지 알아보고 상관관계를 알아보고자 한다.

## 설문조사

본 연구의 대상은 건설현장에 근무하고 있는 관리감독자 41명(안전관리자 포함)과 근로자 59명을 대상으로 조사하였고, 공종은 크게 토목, 골조(형틀, 철근, 콘크리트), 전기와 설비, 기타 마감공종으로 4개로 분류하였고, 공사금액도 분류하여 알아보았다.

조사방법으로는 설문을 이용하여 안전교육에 대한 의식을 조사하였다.

첫째, 설문자에 대한 일반사항 7문항과 공통질문 20문항, 둘째, 기초안전보건교육에 관한 사항 17문항, 셋째, 신규채용자 교육에 관한 사항 18문항, 넷째, 휴먼 에러(Human Error)에 관한 사항 23문항, 위반 행동에 관한 사항 28문항 총 106문항의 설문을 조사하였다.

본 연구의 이론적 토대는 공사금액 800억원 이상의 대형 건설현장에 근무하고 있는 관리감독자와 근로자를 대상으로 설문조사를 실시하였고, 이를 분석하여 연구를 실시하였다. 연구 대상 문헌은 최근 한국에서 발표된 관련 연구논문들과 안전보건공단 산업안전보건연구원 수탁 연구 보고서들이 이용되었다.

설문결과 기초안전보건교육의 보수교육이 건설업의 재해예방에 필요함을 나타내었고, 신규채용자교육도 병행하여 실시해야 안전교육의 효과가 높아질 수 있다고 조사되었다. 현재의 안전교육이 충분한 교육의 효과를 나타내고 있지 못하고 있으며, 이것은 바로 건설업의 재해를 근본적으로 줄이지 못하는 원인의 하나이기도 하다.

따라서 건설업 기초안전보건교육의 보수교육 실시와 신규채용자교육을 지속적으로 실시하여야 하며, 안전교육 이수 현황을 전산화하여 근로자의 교육 이력을 손쉽게 파악할 수 있어야 함을 나타내었다.

## 분석 결과

### 빈도분석

연구대상에 대한 표본의 일반적 특성을 살펴보기 위하여 빈도분석을 실시하였다. 본 연구에 요인조사자는 10대 건설회사인 H건설, S건설, H산업개발에서 현재 근무하고 있는 100명의 조사자에 대하여 설문을 조사하였다. 설문참여자는 응답자의 41명이 관리감독자이고, 59명이 근로자로 나누었다. 응답자의 경력은 건설현장에서 10년 이상의 근무자가 41명으로 가장 많았으며 5년~10년 미만의 근무자도 23명이나 되었다. 근무하고 있는 건설현장의 공사규모는 최대 3,900억원 이상의 대형 공사현장에 근무하는 근로자가 10명 이었으며, 2,200억~3,900억원 미만에 41명으로 주로 중, 대형 현장의 근무자를 중심으로 조사하였다.

### 신뢰도 분석

연구대상에 대한 반복측정을 가정하였을 때 동일한 값을 얻어낼 수 있는 가능성을 확인하는 신뢰도 분석은 측정도구에 대한 타당성 검증(요인분석)한 후 실시한다. 신뢰도 분석은 요인분석기 결과를 어느 정도 신뢰할 수 있는가를 확인하는 과정이다. <Table 3> 신뢰도 분석결과 기초안전보건교육의 Cronbach's  $\alpha$  신뢰도 값은 0.904로 나타났으며, 신규채용자교육의 Cronbach's  $\alpha$  값은 0.899로 나타났으며, 휴먼에러의 Cronbach's  $\alpha$  값은 0.869로 나타났으며, 위반행동의 Cronbach's  $\alpha$  값은 0.893으로 나타나 0.7이상으로 신뢰도는 높다고 할 수 있다.

**Table 3.** Scale reliability statistics

구분	mean	sd	Cronbach's $\alpha$
기초안전보건교육	3.97	0.59	0.904
신규채용자교육	3.69	0.566	0.899
휴먼에러	3.66	0.423	0.869
위반행동	3.7	0.435	0.893

### 상관분석

상관이란 두 변인 간의 선형적인 관계를 설명하기 위한 통계적 방법으로 한 변인의 값이 증가 또는 감소할 때 다른 변인의 값이 증가 또는 감소하는 경향을 알아 봄으로서 두 변인간의 관계를 파악해 보고자 하는 것이다. 상관분석은 피어슨 상관계수를 이용하였다.

<Table 4> 상관분석 결과 기초안전보건교육과 신규채용자교육 상관관계 계수값이 0.627로 높았으며,  $p < 0.001$ 로 유의하고, 두 변인간의 관계는 정적 상관관계를 보여 기초안전보건교육과 신규채용자교육과의 관계가 높다는 것을 알 수 있다.

신규채용자교육과 위반행동과의 상관관계는  $p < 0.001$ 로 유의하고 두변인간의 관계가 0.672 정적 상관관계를 보여 신규채용자교육과 위반행동과의 관계가 높다는 것을 알 수 있다.

**Table 4.** Correlation matrix

	기초안전보건교육	신규채용자교육	휴먼에러	위반행동
기초안전보건교육	—			
신규채용자교육	0.627 ***	—		
휴먼에러	0.546 ***	0.288 **	—	
위반행동	0.668 ***	0.672 ***	0.538 ***	—

Note.\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$

### 가설검증

#### 건설안전교육과 휴먼에러와의 연관성 검증

‘건설현장에서 기초안전보건교육이 휴먼에러 예방에 영향을 미치는가?’를 검증하기 위하여 회귀분석을 실시하였다. 회기

분석은 독립변수와 종속변수간의 관계를 설명하기 위한 목적으로 종속변수와 독립변수간의 선형식을 구하여 독립변수값의 증가 또는 감소에 따라서 종속변수값의 변화정도를 예측하고 종속변수에 대한 독립변수의 영향정도를 분석하는 방법이다.

모형의 적합도 <Table 5>에서 R<sup>2</sup>값은 결정계수 값으로 설명력을 보여준다. 다중회귀분석에서는 독립변수가 많아질수록 R<sup>2</sup>값도 증가하여 1에 가까워지는 한계가 있어 수정된 R<sup>2</sup>값으로 설명력을 설명하는 것이 적합하다. 수정 결정계수 R<sup>2</sup> = 0.286로 종속변수 분산의 약 28%를 설명한다는 것을 보여준다. 회귀모형은 F=16.8, 유의확률 P < 0.001으로 통계적으로 유의한 것으로 나타난다.

**Table 5.** Model fit measures

Model	R	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	F	df1	df2	p
1	0.551	0.304	0.286	16.8	2	77	< .001

<Table 6>는 독립변수가 종속변수에 유의한 영향을 미치는가를 보여주는 표이다. B값은 비표준화계수로 회귀모형 계수 값이며 β 값은 표준화계수로 독립변수의 영향력을 의미한다. t값은 가설을 검증하기 위한 통계값으로 비표준화계수를 표준 오차로 나누어 구할 수 있으며, 이 값을 잔차 자유도에 대한 t-분포로 가설검증을 하게 된다. 다중공선성 확인은 공차한계 (Tolerance) 통계값이 0.1이상, VIF(variance inflation factor) 통계값이 10미만이면 다중공선성에 문제가 없다고 판단한다.

**Table 6.** Model coefficients-ya(human error)

Predictor	Estimate	SE	t	p	Stand. Estimate	VIF	Tolerance
Intercept	2.2588	0.2968	7.61	< .001			
기초안전보건교육교육	0.4541	0.0918	4.945	< .001	0.6093	1.68	0.595
신규채용자교육	-0.0714	0.0882	-0.81	0.421	-0.0998	1.68	0.595

다중회귀방정식  $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 \dots + \beta_n X_n$ 은 절편과 기울기 또는 회귀계수를 계산한다. 다중회귀분석 결과를 기초로 연구문제 회귀식을 제시하면 다음과 같다.

$$\text{불안정한 행동} = 2.2588 + 0.4541 \times (\text{기초안전보건교육}) + 0.0714 \times (\text{신규채용자교육})$$

다중공선성은 VIF값 < 10, 공차한계 값 > 0.1으로 문제가 없는 것으로 나타났으며, t-분포로 연구문제에 대한 연구가설 검증은 다음과 같다.

연구가설 1-1 ‘건설현장에서 기초안전보건교육이 휴먼에러에 영향을 미칠 것이다.’를 검증한 결과 기초안전보건교육 요인의 t통계값이 4.945, 유의확률 p < 0.05로 통계적으로 유의미한 것으로 나타나 대립가설을 채택하였다. 즉 기초안전보건교육이 휴먼에러에 60.9%의 영향을 주는 것으로 나타났다.

연구가설 1-2: ‘건설현장에서 신규채용자교육이 휴먼에러에 영향을 미칠 것이다.’를 검증한 결과 신규채용자교육의 t통계



값이 -0.81, 유의확률  $p > 0.05$ 로 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타나 대립가설을 기각하였다. 즉 신규채용자교육이 휴먼에러에 -9.98%의 영향을 주는 것으로 나타났다.

결과적으로 연구문제인 ‘기초안전보건교육과 신규채용자교육이 휴먼에러와 관련이 있는가?’를 검증하기 위하여 회귀분석을 실시한 결과 신규채용자교육은 거의 영향을 주지 않았으며, 기초안전보건교육이 많은 영향을 미치는 것으로 나타나 기초안전보건교육을 증가시켜 교육 효과가 높게 나올 수 있도록 많은 노력이 요구된다.

**건설안전교육과 위반행동과의 연관성 검증**

건설현장에서 건설안전교육이 위반행동 예방에 영향을 미치는가?를 검증하기 위하여 같은 방법으로 다중회귀분석을 실시하였다.

모형의 적합도 <Table 7>에서 R<sup>2</sup>값은 결정계수(coefficient of determination) 값으로 설명력을 보여준다. 다중회귀분석에서는 독립변수가 많아질수록 R<sup>2</sup>값도 증가하여 1에 가까워지는 한계가 있어 수정된 R<sup>2</sup>값으로 설명력을 설명하는 것이 적합하다. 수정 결정계수 R<sup>2</sup> = 0.541로 독립변수가 종속변수 분산의 약 54%를 설명한다는 것으로 나타났다. 회귀모형 검증은 F=48.1, 유의확률  $P < 0.001$ 으로 통계적으로 유의한 것으로 나타난다.

**Table 7.** Model fit measures

Model	R	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	F	df1	df2	p
1	0.743	0.552	0.541	48.1	2	78	< .001

연구가설 2-1 건설현장에서 ‘기초안전보건교육이 위반행동에 영향을 미칠 것이다.’를 검증한 결과 <Table 8>과 같이 기초안전보건교육 요인의 t통계값이 t통계값은 4.18, 유의확률  $p < 0.05$ 이므로 통계적으로 유의한 것으로 나타나 대립가설을 채택하였다. 즉 기초안전보건교육이 위반행동에 40.6%의 영향을 주는 것으로 나타났다.

연구가설 2-2: 건설현장에서 ‘신규채용자교육이 위반행동에 영향을 미칠 것이다.’를 검증한 결과 신규채용자교육 요인의 t통계값이 4.3, 유의확률  $p < 0.05$ 로 통계적으로 유의한 것으로 나타나 대립가설을 채택하였다. 즉 신규채용자교육이 위반행동에 41.8%의 영향을 주는 것으로 나타났다.

결과적으로 연구문제인 ‘기초안전보건교육과 신규채용자교육이 위반행동과 관련이 있는가?’를 검증하기 위하여 회귀분석을 실시한 결과 기초안전보건교육과 신규채용자교육이 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 이 2가지 교육의 보강이 요구되는 실정이다.

**Table 8.** Model coefficients-yb(violation behavior)

Predictor	Estimate	SE	t	p	Stand. Estimate	VIF	Tolerance
Intercept	1.323	0.2447	5.41	< .001			
기초안전보건교육	0.312	0.0748	4.18	< .001	0.406	1.65	0.607
신규채용자교육	0.308	0.0718	4.3	< .001	0.418	1.65	0.607

## 결론

본 연구는 건설업 기초안전교육과 신규채용자교육이 인간의 불안정한 행동인 휴먼에러와 위반행동에 대한 영향에 대하여 분석하였다. 분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 기초안전보건교육이 근로자의 휴먼에러에 영향이 있는 것으로 나타났으며, 신규채용자교육은 휴먼에러와 의미가 없는 것으로 검증되었다. 따라서 생애 처음 건설현장에서 일을 하기 원하는 사람은 반드시 기초안전보건교육을 받아야 하며, 건설현장에서 사용되는 공구와 건설기계 등에 관한 교육을 받게 된다. 최근 건설현장에서는 다양한 공법이 적용되고 있으며, 다양한 도구들이 사용되고 있으므로 인하여 실수나 착각이 유발 될 요소가 많아지고 있다. 안전한 공법적용과 사용법을 사전에 인지하지 못하게 되면 착각이나 실수를 유발하는 휴먼에러 발생도 많아지게 된다. 따라서 사고와 연결되는 휴먼에러인 착각이나 실수를 예방하도록 기초안전보건교육을 실시하는 것이 안전사고를 예방할 수 있을 것으로 판단 된다. 둘째, 기초안전보건교육이 근로자의 위반행동에 영향이 있는 것으로 나타났으며, 신규 채용자교육도 근로자의 위반행동에 대한 영향이 있는 것으로 검증되었다. 신규채용자교육이 휴먼에러와는 의미가 없지만, 위반행동과 영향이 있는 것으로 나타난 것은, 건설현장에서 직접 교육을 실시하기 때문에 위험장소와 위험요소를 상세하게 전달받을 수 있고, 그 현장에서 반드시 지켜야 하는 방침과 기준을 학습하기 때문에 현실적이고 피부로 바로 느낄 수 있는 안전교육의 효과가 있다고 볼 수 있다. 이런 교육적 효과로 인하여 위반행위를 줄이는 의미가 있다고 볼 수 있다. 기초안전보건교육이 휴먼에러와 위반행동을 줄이는 교육적 효과가 있다는 검증을 통해서, 재해예방을 위하여 기초안전보건교육의 중요성이 크다고 볼 수 있다, 그러나 기초안전보건교육이 일회성 교육으로 끝나기 때문에 교육 효과의 지속성이 유지되지 않고 있다. 보수교육을 주기적으로 실시하여 재해원인(직접적인)의 88%를 차지하는 불안정한 행동인 휴먼에러와 위반행동을 줄이기 위한 법의 제정이 필요하다. 그리고 기초안전보건교육을 이수하면 면제되고(산업안전보건법의 제29조 2항 단서조항) 있는 신규채용자교육에 대해서도 단서 조항을 삭제하여야 한다. 인간은 망각의 동물이기 때문에 의식의 끝까지 안전의식을 심어주기 위해서는 기초안전보건교육의 보수교육과 신규채용자교육 2가지 모두를 끊임없이 지속적으로 안전교육을 실시해야 한다. 다만 안전교육을 형식적으로 무의미하게 실시하게 될 경우 이런 교육적 효과는 없다고 볼 수 있다. 따라서 4차 산업혁명 시대에 맞는 안전교육을 실시함으로써 교육적 효과를 높이기 위한 방법을 강구해야 할 것이다. 그 방법 중 하나가 VR/AR를 활용한 교육방법이 될 수도 있을 것이다. 사실적이면서 현실감을 느낄 수 있어서 기초안전보건교육과 신규채용자교육을 VR/AR로 실시한다면 교육적 효과는 더 높게 나올 것이다.

## References

- [1] Choi, J.G. (2014). Status and Problems of Basic Safety and Health Education in the Construction Industry and Improvement Plan. M.A. Degree, Yonsei University, pp. 58-60.
- [2] Choi, J.G. (2014). Status and Problems of Basic Safety and Health Education in the Construction Industry and Improvement Plan. Ph.D. Dissertation, Yonsei University, p. 58.
- [3] Fox, J., Weisberg, S. (2020). Car: Companion to Applied Regression. [R package]. Retrieved fr <https://cran.r-project.org/package=car>.
- [4] Ha, J.T. (2019). A Study on the Relationship between Personality Characteristics, Safety Education Environment and Unstable Behavior. Ph.D. Dissertation, Kyonggi University, p. 100.
- [5] Jung, S.H. (2012). A Study on the Effectiveness Evaluation and Introduction of the Health and Safety Education

- Completion System for Construction Workers Plan. Ph.D. Dissertation, Myongji University, p. 24.
- [6] Jung, S.H. (2012). A Study on the Effectiveness Evaluation and Introduction of the Health and Safety Education Completion System for Construction Workers. Ph.D. Dissertation, Myongji University, pp. 24-37.
- [7] Kim, E.Y. (2008). Application Method of Safety Education Reflecting Personal Characteristics of Construction Workers Underpass. Ph.D. Dissertation, Ajou University, p. 142.
- [8] Kim, G.H. (2015). A Study on the Correlation of Educational Effects of Basic Safety and Health Education for Construction Workers. Ph. D.Dissertation, Hansung University, p. 95.
- [9] Kim, J.H. (2015). A Study on the Correlation of Educational Effects of Basic Safety and Health Education for Construction Workers. Hansung University Industry-Academic Cooperation Group, Korea Occupational Safety and Health Agency, p. 74-90.
- [10] Kim, S.E. (2014). The Study on the Effect of Workers' Safety Awareness on Unstable Behavior of Display Business Partners. Ph.D. Dissertation, Seoho University, pp. 22-24.
- [11] Lee, H.J. (2019). A Study on Realbilty for Crane Hander with Human Error. Ph.D. Dissertation, Korea Maritime University South Korea. p. 10.
- [12] Lee, H.J. (2019). Development of Anxiety Behavior Analysis System Using Operator Behavior and Bow-Tie Analysis Method. Ph.D. Dissertation, Kwangwoon University, pp. 127-129.
- [13] Lee, H.S. (2019). Factors Influencing Post-Learning Effects of Pre-Safety Education in Construction Sites. Ph.D. Dissertation, Kyonggi University, p. 74.
- [14] Park, S.W. (2017). Suggestions on the Improvement of Basic Safety and Health Education and Education for New Employees in the Construction Industry. M.A. Degree, Kyung Hee University, pp. 33-34.
- [15] Park, S.W. (2017). Basic Safety and Health Education in Construction Industry and New Suggestions on the of Recruiters' Education. Ph.D. Dissertation, Kyung Hee University, pp. 34, 35.
- [16] R Core Team (2019). R: A Language and environment for statistical computing. (Version 3.6) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org/>.
- [17] Revelle, W. (2019). Psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research. [R package]. Retrieved from <https://cran.r-project.org/package=psych>.
- [18] Shin, J.K. (2017). A Study on the Continuing Education Time according to the Basic Safety and Health Training Effect in Domestic Construction Industry. Ph.D. Dissertation, Kyonggi University, p. 153.
- [19] The Jamovi Project (2020). Jamovi. (Version 1.2) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.