

체험식 안전교육 이수 근로자의 행동 변화 연구

Behavioral Change of Workers who completed Experiential Safety Training

조춘환^{1,2,3*}Choonhwan Cho^{1,2,3*}¹Executive officer, Housing, DL E&C, Seoul, Republic of Korea²Researcher, Disaster Punishment Law Major Course, Yonsei University Law School, Seoul, Republic of Korea³Ph.D, Construction Safety, Kyonggi University Graduate School, Suwon, Republic of Korea

*Corresponding author: Choonhwan Cho, cho@dlenc.co.kr

ABSTRACT

Safety education delivered to construction workers in a lecture manner has limitations in concentration and immersion, so delivery power and interest are low. In order to improve unstable behavior through education and prevent safety accidents, it is necessary to change the paradigm to hands-on education.

Purpose: Experiential safety education aims to contribute to preventing accidents for construction workers by quickly recognizing risks, improving emergency response skills, and verifying the effectiveness of pre- and post-learning. **Method:** Based on a survey of workers who experienced the same work environment as the actual construction site, an opinion survey on the pre- and post-safety experience education and a variable measurement tool were planned, and a research hypothesis was established.

Results: The Bayesian theory and MC simulation analysis were used to analyze the structural equation model, and the change in construction worker behavior was confirmed through the intended safety (A), non-experiential education in the sub-area of anxiety (B), average, standard deviation, and minimum and maximum values. **Conclusion:** The effect of education and industrial accidents are reduced only when construction workers are motivated to participate.

Keywords: Experiential Learning, Experiential Education, Virtual(VR·AR) Experience, Intended Safety, Safety Behavior, Learning Transfer, Safety Education

요약

건설근로자에게 강의식으로 전달하는 안전교육은 집중도와 몰입도에 한계가 있으므로 전달력과 흥미가 떨어진다. 교육을 통하여 불안정한 행동을 개선하고, 안전사고를 예방하기 위해서는 체험식 교육으로 패러다임을 전환할 필요가 있다. **연구목적:** 체험식 안전교육은 건설근로자가 위험을 더 빠르게 인지하고, 응급대처 능력향상과 사전·사후 학습전이 효과성을 검증하므로 건설근로자 사고 예방에 기여하고, 체험교육이 건설근로자 안전한 행동 유도에 미치는 영향 연구가 목적이다. **연구방법:** 실제 건설 현장과 동일 작업환경으로 구성된 체험시설을 경험한 중사자들의 설문으로 안전체험교육 사전·사후에 대한 의견조사와 학습전이 성과에 대해서 조작적 정의와 변수측정도구를 계획하고, 연구가설을 설정하였다. **연구결과:** 구조방정식 모형을 통하여 경로분석 하였으며, 베이지안 이론과 MC 시뮬레이션 분석법으로 척도목표 기술통계량 및 척도입력 기술통계량에서 의도된 안전(A), 불안전(B)의 하위영역 비(非) 체험교육, 체험식 교육의 평균, 표준편차, 최소·최대 값을 통해서 건설근로자 행동 변화를 확인하고 가설을 증명하였다. **결론:** 건설근로자들에게 참여동기가 유발되어야 교육의 효과와 산업재해가 감소된다.

핵심용어: 체험학습, 체험교육, 가상(VR)체험, 의도된 안전, 안전행동, 학습전이, 안전교육

Received | 30 January, 2023

Revised | 23 February, 2023

Accepted | 23 February, 2023

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 any medium, provided the original work is properly cited.

© Society of Disaster Information All rights reserved.

서론

건설 현장의 위험요인 및 근로자의 불안정한 행동으로서 발생하는 안전사고를 예방하기 위해서 정부와 기업체의 노력에도 불구하고 건설업 ‘중대재해’ 발생 현황은 Table 1과 같이 제조업 보다는 여전히 높고, 전년 대비 건설업 사망 감소율은 5.0%로 낮게 나타나고 있다. 그리고 안전사고 예방을 위해서 산업현장에서는 끊임없이 안전대책과 방침들을 만들고 있지만 여전히 사망사고는 줄어들지 않고 있으므로 정부와 기업 및 학계도 사망 재해감소에 부족한 답을 못 찾고 있다. 선행 연구자들은 건설 현장 안전교육의 패러다임 전환과 건설 현장의 안전교육 문화를 바꿔야 한다는 목소리가 오래전부터 나오고 있다. 그리고 현재 건설업에서 실시되는 법정 안전교육(기초안전, 신규, 정기, 특별)의 실효성(안전의식 변화)과 효과성(불안정한 행동 감소)에 대한 중요성은 이야기하면서도 여전히 근로자 교육의 몰입도와 집중도를 충족시키지 못하는 것이 현실이다. 지금의 주입식과 일방적 전달하는 강의식 안전교육으로는 건설근로자의 안전의식 전부를 바꾸기에는 분명 한계점이 있다고 볼 수밖에 없다.

Table 1. Major industrial accidents in 2022 (1.1.~12.31.)

(단위: 명)

구분	건설업	제조업	전체
사망자수	'21년	359	683
	'22년	341	644
증감	증감수	-18	-39
	증감률	-5.0%	-4.5%

본 연구에서 건설근로자의 불안정한 행동에 의한 사고를 예방하기 위해서는 지금의 교육방식에서 체험식 교육으로 패러다임을 전환할 필요성과 체험 안전교육 콘텐츠 및 프로그램을 건설 현장과 교육기관에 접목해야 한다는 의견을 제시하며, 산업현장에서는 법으로 정해진 의무 안전교육을 Fig. 1과 같이 안전교육을 일방적으로 전달하는 강의방식 안전교육은 그 교육의 효과를 기대하기가 매우 어렵기 때문에 건설근로자의 참여를 만들어 갈 수 있는 체험식 안전교육으로 건설근로자의 행동을 바꾸는 교육이 필요하다.



Fig. 1. Paradigm shift in safety education

체험식 안전교육은 건설근로자가 더 빠르게 위험을 인지하고 여기에 맞는 안전한 작업 수행과 위험 상황 발생 시 응급대처 능력을 증가시키며, 사전·사후 의도된 안전 행동을 유도할 수 있을 것이다. 반대로 경험하지 않은 근로자들은 의사결정에 시간의 차이가 발생하게 된다. 이러한 관점에서 안전사고를 예방하기 위해 본 연구는 안전교육의 체험학습 방법과 참여 방법, 그리고 교육콘텐츠 접근방법을 통하여 근로자의 안전한 행동 유도와 불안정한 행동 감소에 미치는 영향을 검증하고, 체험식 안전교육의 효과성을 분석하고 안전사고에 미치는 영향 및 향후 개선해야 할 사항을 찾는 것이 연구목적이다.

이론적 배경

체험 학습 이론

선행연구 Pine et al.(1998)의 체험 학습이론에 따르면 체험은 Fig. 2와 같이 오락적 체험(Entertainment Experience), 교육적 체험(Educational Experience), 일탈적 체험(Escapist Experience), 심미적 체험(Esthetic Experience)의 4가지 요소(4Es)이고, 가로축(x)은 참여 정도(적극적, 소극적)와 세로축(y) 수용 형태(흡수, 몰입)로 구성되어 있으며, 모든 체험을 동시에 경험하는 상황을 최적 지점(Sweet Spot)이라 하였고, 이 최적점에서 최고의 체험적 가치와 체험에 대한 만족도가 높아지는 지점이므로 체험학습의 효과를 얻기 위해서는 달성 여부가 확인되어야 한다.

① 오락적 체험은 즐거운 기분 전환의 상태를 자극하고 촉진하며 흥미로운 상태를 만들어내는 것이다. ② 일탈적 체험은 다른 체험요인보다 압도적으로 높은 몰입을 요구하는데, 이는 체험자가 체험에 완벽하게 몰입되어 적극적이고 능동적으로 체험에 참여되는 상태이다. ③ 교육적 체험은 새로운 정보를 제공하고 지식과 능력을 향상해 주는 것을 말하며, 단순히 제공되는 체험에 반응하는 것에서 벗어나 능동적으로 체험교육에 임하고자 하는 단계이다. ④ 심미적 체험은 체험자가 이벤트나 환경에는 아무런 변화나 영향을 받지 않고 현장에 머무는 것 자체로 인해 즐거움을 느껴야 한다고 했다. 이런 점이 체험학습에 반영이 되어야 한다.

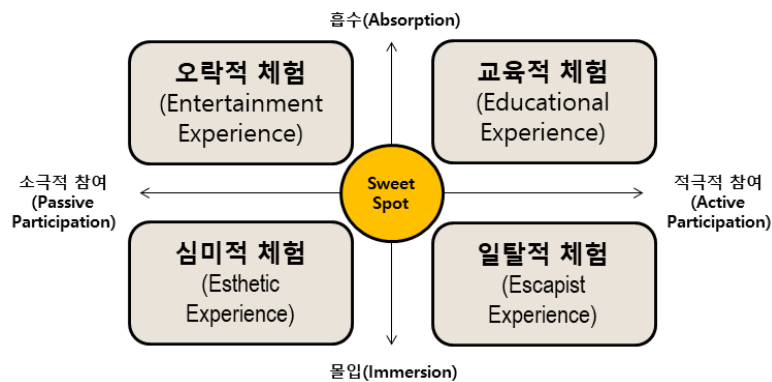


Fig. 2. Area analysis of the 4 elements of experiential learning (4Es)

체험 안전 교육

IT영상 기술을 기반한 체험형 VR·AR 교육 콘텐츠는 360°로 영상을 촬영하고 IT 기능을 융합하여 몰입감과 현실감을 최대한 안전교육 프로그램이다. 360° 영상을 제작을 위해서 여러 대의 카메라를 리그(Rig)에 부착해 촬영하고, 스티치

(Stitch) 작업을 통해서 영상 간의 이음매를 최소화로 제작하는 것이 체험 교육 효과를 높인다.

선행연구에서 스마트(ICT·IoT)콘텐츠를 활용한 체험학습 모델인 VR·AR이 현장 친화적이고 더 적극적인 방법일수록 안전교육의 효과는 더 높아지고 많은 양의 지식 습득으로 사고나 부상을 예방하거나 감소시킬 수 있다고 했다.

그리고 Fig. 3과 같이 실물 체험 방식으로 체험시설을 이용하는 교육 프로그램이 있다. 체험시설을 예를 들어보면 개구부 추락, 안전 보호구의 효과성 체험을 실제로 경험하면 보호구에 대한 신뢰가 더욱 높아지게 된다. 개인보호구 체험에는 낙하물의 충격을 이용하여 안전화, 안전모의 성능과 기능을 체험하고 올바른 착용방법 습득하게 되며, 개구부 추락 체험은 자유낙하 시스템을 이용하여 추락 상황을 재현하고, 체험자가 자신의 떨어지는 충격과 중량감을 느끼고 추락재해의 경각심과 위험성을 경험하므로 건설근로자 안전의식 고취와 불안정한 행동 예방에 효과가 높을 것으로 판단된다.



Fig. 3. Paradigm shift in experiential safety education

이러한 이론적 배경과 선행연구를 바탕으로 본 연구에서는 건설근로자의 행동 변화와 관련하여 다음과 같은 가설을 설정하였다.

가설 1. 체험식 안전교육 이수는 변수간 매개효과가 의도된 안전(A) · 의도된 불안전(B) 행동에 영향을 미친다.

① 안전 체험식 교육과 비(非)체험교육은 건설근로자의 행동 변화에 직접 효과가 있을 것이다.

연구 방법

연구 조사

본 연구는 건설 현장 종사자(근로자~관리자) 400명을 대상으로 체험식 안전교육과 비(非)체험식 안전교육에 대해서 설문 5문항에 대해 Likert의 5점 척도로 구글(Google) 프로그램과 직접 기입법을 활용하여 응답받았으며, 조사 기간은 2022년 9월 24일부터 10월 20일까지 주말 포함하여 약 26일 동안 조사가 진행되었다.

타당도 및 신뢰도

본 연구에서 사용한 설문 문항의 내용 타당도와 신뢰도를 파악하기 위해서 신뢰도(Reliability) 측정의 구성개념을 통하여 여러 번 확인했을 때도 비슷한 결과의 값이 나타났고, 변수와 요인을 구성하는 항목들 상호 간에 일관성(internal consistency)

이 있다는 것을 고려하였으며, 신뢰도를 높이기 위한 분석 방법으로 크론바하(Cronbach's) 알파(alpha)계수를 이용하였다. 그리고 신뢰성의 기준 계수는 0.7 이상의 값을 측정기준으로 선정하였다.

그리고 타당도 검사(validity test) 측정도구는 정확성을 확인하고자 실제로 무엇을 측정하였는가와 조사 분석자가 측정할 수 있는 추상적 개념이 제대로 측정도구에 의해서 적절하게 측정되었는가를 검증하기 위한 분석 방법으로 주성분 분석(PCA:principal component analysis)을 이용하였으며, 처음에 도출한 요인의 명확한 해석을 위해 요인 회전은 직각회전 방법인 Varimax방식을 활용하였다. 요인적재량(factor loading)은 일반적으로 단일분석 차원에 대한 요인의 경우에는 0.4 이상이면 유효한 것으로 기준을 선정하였다.

탐색적 요인

탐색적 요인은 선행연구에서 마련한 기준을 통해 확인한 결과 표본적합도의 기준이 KMO가 0.7 이상이면 적합하며 최소한 0.5 이상이면 받아들일 수 있다고 판단하는데 본 연구의 표본 적절성의 Kaiser-Meyer-Olkin 측도 KMO=0.932로 상당히 높은 것으로 확인되었으며, 유의확률 $p < 0.05$ 이하이면 적합하다고 판단하는데 Bartlett의 구형성 검정의 근사 카이제곱 $(\chi^2)=26862.064$, 자유도(df)=2775, 유의확률(p)<0.000로 확인되어 요인분석 모형의 적합성에서 유의확률이 적합하다고 판단할 수 있으며, 변인 상호 간에 독립적 조건임을 확인할 수 있었다.

연구 분석

체험 교육과 비(非)체험 교육의 확인적 요인 분석

본 연구의 요인 추출 방법은 주성분 분석, 회전 방법은 카이저 정규화가 있는 ‘베리맥스 방식’을 활용하여 a. 9 반복계산에서 요인회전이 수렴되었다. 선행 연구에 따라 회전된 성분행렬로 변인과 요인의 상관관계 정도를 나타내는 요인적재량(factor loading) 기준을 0.4 이상으로 정하였다. Table 2의 분석된 내용을 보면 전체 문항의 유효적재량은 기준에 만족하는 것을 확인하였고, 체험식 안전교육에 대한 회전된 성분행렬 값을 살펴보면 D3=0.805로 가장 높고, 가장 낮은 값은 D5=0.579로 체험 교육은 건설근로자의 행동 변화에 효과가 높고, 관리자들이 알아야 할 지식 전달 효과가 낮다는 것을 알 수 있고, 교육의 집중도와 몰입도를 높이기 위해서 오락적 효과와 심미적 효과를 고려할 필요가 있음을 알 수 있다.

Table 2. Rotated component matrix / Experiential safety education

요인	성분
D3 체험식 안전교육을 통하여 작업 수행 시 안전보건 행동이 결정된다고 생각한다.	0.805
D2 체험식 안전교육이 작업 수행 시 행동 의도를 바꿀 수 있다고 생각한다.	0.792
D1 체험식 안전교육이 사고 예방에 도움이 된다고 생각한다.	0.752
D4 안전교육이 모든 안전보건 관련된 책임지어야 할 작업에 대한 위험을 다루고 있다.	0.659
D5 안전교육을 통하여 안전보건 절차, 지침, 규정을 명확하게 인지할 수 있도록 일깨워 준다	0.579

그리고 Table 3에서는 비(非)체험식 교육에 대한 회전된 성분행렬^a 값을 살펴보면 E2=0.801이 가장 높고, 가장 낮은 값은 E5=0.542로 분석된 내용은 체험 교육을 경험하지 못한 건설근로자들은 현재의 강의식 전달 방법과 융통성이 발휘되는 안전

교육 시간을 만족하고 있으나, E2~E1의 값이 근소한 값 차이로 미이수 집단도 체험식 교육을 접하면 교육적 효과와 일탈적 효과가 있는 것을 기대할 수 있다.

Table 3. Rotated component matrix / Nonexperiential education

	요인	성분
E2	안전교육에 적극적으로 참여하고 있으며 현재 교육의 방법을 신뢰하고 있다	0.801
E3	나는 교육을 통해 위험을 인지할 수 있는 능력이 100% 향상된다고 생각한다.	0.801
E4	나는 안전교육에서 학습방법을 꼭 IOT 활용하지 않아도 참여도를 높일 수 있다고 생각한다.	0.788
E1	나는 교육과 관계없이 체험교육 통하여 동료의 안전 수준을 충분히 신뢰하고 있다.	0.787
E5	나는 IoT를 활용한 안전교육에 대해 이야기를 들어본 경험 있다.	0.542

체험 교육과 비(非)체험 교육의 판별 타당도 분석

본 연구의 판별 타당도(discriminant validity analysis) 분석은 선행연구 자료를 기준으로 볼 때 개념신뢰도(C.R) 값이 0.7 이상이면 양호한 수준이고, AVE(평균분산추출) 값은 0.5 이상이면 판별 타당도 분석내용이 양호한 수준인 것으로 확인된다. Table 4와 같이 체험식 안전교육에 대한 C.R값=0.925327 > 0.7로 충족되었고, AVE 값=0.716226 > 0.5로 수렴되는 것을 알 수 있다. 그리고 비(非)체험 안전교육에 대한 설문조사 자료 분석에서도 AVE 값=0.544917 > 0.5로 수렴되었으며, C.R 값=0.852810 > 0.7로 충족되었으므로 본 연구의 타당도와 신뢰도는 만족하는 것을 알 수 있다.

Table 4. Discriminant validity analysis of experiential safety education and non-experiential education

구분	AVE	C.R
체험식 안전교육	0.716226	0.925327
비(非)체험 교육	0.544917	0.852810

연구 결과

근로자 행동 변화의 '베이지안 모델' 분석 결과

본 연구는 체험안전교육과 비(非) 체험안전교육에 대한 건설근로자의 행동 변화를 베이지안 이론(Bayesian theory)을 통해 가설검증하고, Fig. 4과 같이 구조방정식 모형을 통하여 경로분석 하였으며, 체험교육 변인 외에도 여러 개의 잠재 변인들을 포함하고 있다.

체험식 안전교육이 건설근로자 행동 변화에 대한 영향을 미친다는 분석 결과를 찾기 위해서 활용한 베이지안 구조방정식의 계산식은 식 (1)과 같다.

$$\begin{aligned}
 y &= \nu_y + A_y \eta + \epsilon^y \\
 \chi &= \nu_x + A_x \xi + \delta^x
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

위의 계산식에서 y (의도된 안전한 행동= y_1 , 의도된 불안정한 행동= y_2), x (체험안전교육= x_1 , 비(非) 체험안전교육= x_2), 측정방정식의 절편 벡터는 ν_y 와 ν_x 이다. Λ_y 와 Λ_x 는 계수행렬, η 는 반응변수로부터 축소된 요인벡터이고 ξ 는 설명변수로부터 축소된 요인 벡터이고, ϵ_y 와 δ_x 은 각각 오차 벡터로 구성되었다. y_1 는 의도된 안전한 행동, y_2 는 의도된 불안정한 행동, x_1 는 체험안전교육, x_2 는 비(非) 체험안전교육 등으로 설정하였다. 측정오차벡터 ϵ_y 와 δ_x 는 독립된 정규분포를 따르고, $\epsilon_y \sim N(0, \Sigma_y)$, $x \sim N(0, \Sigma_x)$ 의 범위로 가정하였다. 그리고 잠재변수의 구조방정식을 나타내는 $\tau_1 \sim \tau_4$ 로 표현하였다.

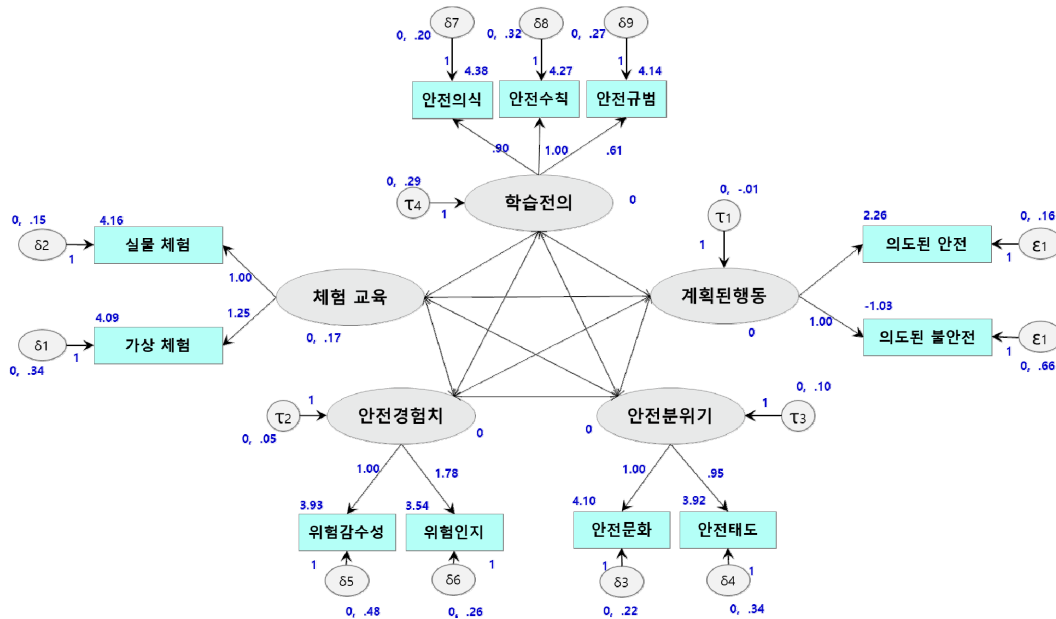


Fig. 4. Bayesian structural equation modeling

연구모형에서 다음의 경로분석모형을 나타내는 구조방정식의 계산식은 식 (2)와 같다.

$$\eta = \alpha + B_{\eta} + \Gamma\xi + \tau \tag{2}$$

위의 계산식에서 α 는 절편(intercepts)벡터이며, 잠재변수(Latent variable) η 간에 계수행렬이고 평균 및 절편추정을 위해 이들 각각의 항목은 모두 0값으로 설정하였다. Γ 는 ξ 가 η 에 미치는 회귀계수이고 τ 는 오차계수로 표현하였다.

잠재변수가 포함된 구조모형의 ‘우도함수(likelihood function)’의 계산식은 식 (3)과 같다.

$$L(y, x, \eta, \xi | \Theta) = \prod_i^n = 1 N(y_i | \nu_{y,i} + \Lambda_y \eta_i, \Sigma_y) N(x_i | \nu_{x,i} + \Lambda_x \xi_i + \Sigma_x) \times N(\eta_i | \alpha_i + B \eta_i + \Gamma \xi_i, Q \tau) N(\xi_i | \mu \xi, Q \xi), \tag{3}$$

여기서 절편 ν_x 와 ν_y 는 사전분포를 가정하였으며, 절편추정을 위해 α 는 0으로 고정하였다.

따라서 모수 공간은 $\Theta = (\beta, \gamma, \nu_x, \nu_y, \lambda_x, \lambda_y, \sigma_y^2, \sigma_x^2, w_r^2, \mu_\xi, w_\xi^2)$ 이고, β 는 잠재변인 각각의 구성요소이다. γ 는 Γ 의 원소이며 λ_x 와 λ_y 는 각각 Λ_x 와 Λ_y 의 변인을 의미한다.

본 연구의 회귀 가중치 및 분산에서 ‘우도함수’ 분석 결과는 Table 5와 같이 λ 의 부호가 양(+)수이므로 체험식 안전교육은 건설근로자의 계획된 행동과 안전수준의 효과가 증가된다는 것이며, 그리고 여기에 학습효과를 증가시키는 오락적 체험과 심미적 체험이 반영될 때 체험교육에 대한 만족도가 높아지게 된다. 경로계수를 나타내는 β 부호의 최소·최대값 모두 음(-)으로 된 수는 의도된 안전에 대한 음(-)의 방향으로 증가된다는 것을 의미한다. 즉 건설근로자의 체험식 교육을 경험하지 못하면 의도된 안전과 인지된 행동이 낮고, 낮아질수록 의도된 불안전 행동이 증가하게 되므로 가설 1의 근로자의 행동 변화에 영향을 미친다는 결과를 알 수 있다.

Table 5. The result of maximum likelihood method in Regression weights & Variances

Parameter	Mean	S.D.	95% Lower bound	95% Upper bound	Skewness	Kurtosis	Min	Max
λ_2	0.943	0.079	0.795	1.106	0.208	0.118	0.611	1.374
λ_3	2.901	1.945	0.997	8.52	1.738	2.885	0.328	11.842
λ_4	0.917	0.103	0.733	1.139	0.441	0.53	0.542	1.563
λ_5	0.619	0.08	0.472	0.785	0.287	0.254	0.316	1.036
λ_1	1.263	0.149	1.014	1.599	0.682	1.053	0.785	2.327
β_2	0.503	0.148	0.249	0.829	0.612	1.097	0.025	1.655
β_3	-0.589	0.081	-0.756	-0.439	-0.213	0.113	-1.022	-0.276
β_1	1.196	0.146	0.936	1.512	0.411	0.431	0.663	2.093
β_5	-1.027	0.104	-1.257	-0.847	-0.538	0.663	-1.692	-0.704
β_4	-0.402	0.086	-0.582	-0.244	-0.276	0.201	-0.907	-0.079

근로자 행동 변화의 ‘MC 시뮬레이션’ 분석 결과

본 연구에서는 선행연구 Monte Carlo¹⁾ 시뮬레이션의 장점 중 하나는 정량 분석과 의사결정에서 위험을 설명할 수 있다는 점을 활용하여 ‘적도 목표 기술통계량’을 Table 6과 같이 의도된 안전(A)과 의도된 불안전(B)에 대한 평균, 표준편차, 중위수 값과 95% 평균의 신뢰구간에 대한 구체적 MC 시뮬레이션 분석에서 의도된 안전(A)의 최소·최대 값이 높게 나타나는 결과를 확인할 수 있다.

Table 6. Descriptive statistics for scale targets

구분	평균	표준화 편차	중위수	최소값	최대값
의도된 안전(A)	4.309	0.526	4.354	2.66	5.81
의도된 불안전(B)	2.431	0.535	2.382	1.17	4.13

1) Monte Carlo(MC, 몬테카를로) simulation은 불확실한 상황에서 의사결정 확률적 시스템 이용한 모의실험을 말함.

다음으로 ‘척도 입력 기술통계량’은 Table 7과 같이 의도된 안전(A)과 의도된 불안전(B)의 하위영역으로 비(非) 체험교육, 체험식 교육의 평균, 표준편차, 최소·최대 값에 대한 MC 시뮬레이션 분석에서 2개 하위변인 모두 근사한 결과 값을 확인할 수 있었다.

Table 7. Descriptive statistics for scale input

구분	평균		표준화 편차		최소값		최대값	
	B	A	B	A	B	A	B	A
비(非)체험교육	3.522	3.531	0.782	0.795	0.96	1.22	6.71	6.71
체험식 교육	3.676	3.679	0.954	0.941	1.07	1.26	5.00	5.00

본 연구는 Fig. 5과 같이 의도된 안전(A)과 의도된 불안전(B)의 확률밀도 분포를 통해 분석된 결과를 표현하였으며, 분포도를 살펴보면 하위영역 간의 상관관계 계수를 다음과 같이 확인할 수 있다. 의도된 안전(A)과 하위영역 간의 상관관계는 양(+)의 관계가 있으며 상관관계의 강도 순서에 따라서 인지된 행동($r=0.83$), 처벌 규정($r=0.81$), 위험 감수성($r=0.75$), 안전 태도($r=0.71$), 주관적 규범($r=0.70$), 가설공법 체험($r=0.69$), 안전문화($r=0.64$), 체험식 안전교육($r=0.55$), 비(非) 체험교육($r=0.44$) 순으로 나타났고, 의도된 안전(A)은 체험 교육과 비(非)체험 교육뿐만 아니라 인지된 행동, 처벌 규정, 위험감수성 등의 수치에서도 상관관계가 높다는 것을 확인할 수 있으며, 이는 건설근로자의 행동 변화는 여러 가지 요인에 의해서 달라진다는 것을 알 수 있었다.

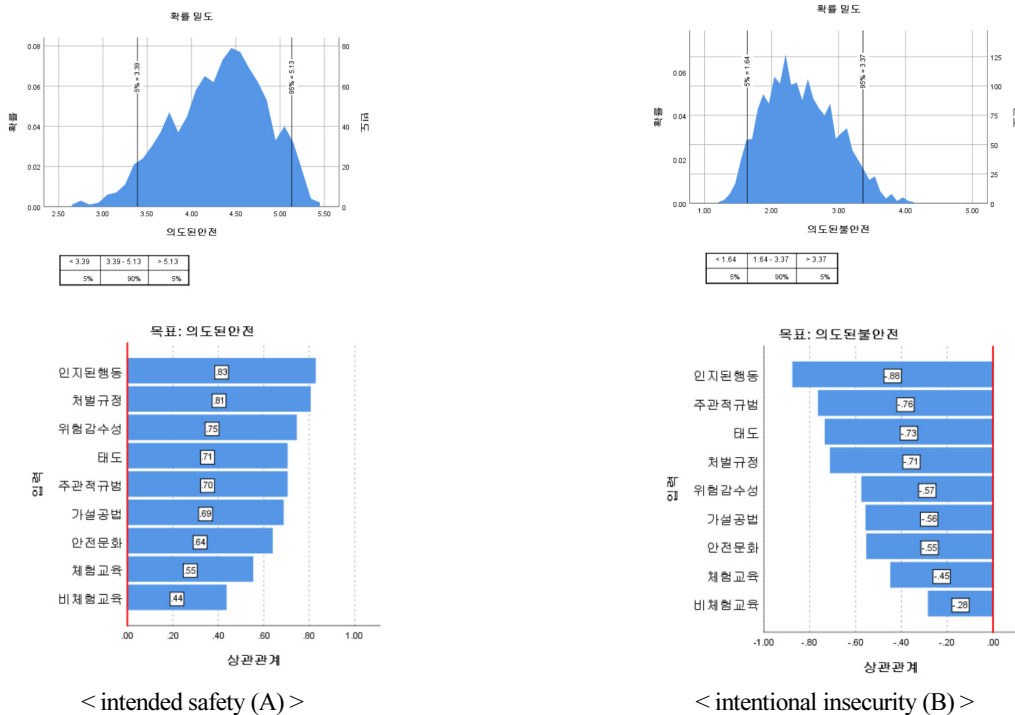


Fig. 5. Probability density distribution of intended safe and intended unsafe

그리고 본 연구 결과 Fig. 5에서 의도된 불안전(B)은 음(-)방향의 상관관계가 나타나고, 인지된 행동이 낮을수록, 주관적 규범이 낮을수록, 안전 태도가 낮을수록, 처벌 규정을 낮게 인식할수록, 위험감수성 및 안전문화 인식이 낮을수록, 가설비계 체험, 갯폼 체험, 가설 작업대 체험 등의 체험교육의 경험이 낮을수록 안전행동 < 불안전행동이 높고, 사고 위험이 증가하는 것을 볼 수 있다. 즉 안전체험교육을 받지 않을수록 건설근로자 행동은 음(-) 방향으로 증가하는 것이 확인된다. 그리고 비(非) 체험교육 집단일수록 의도된 불안전한 행동(B)이 나타나고, 안전 체험교육을 이수한 건설근로자는 의도된 안전 행동(A)이 나타나고 있는 결과를 시뮬레이션 통해 얻을 수 있었고, 가설이 검증되었다.

체험학교 교육관계자 면담 결과

산업재해 예방을 위해서 체험 교육시설을 운영하는 대전 ‘안전체험학교’를 방문하여 체험 시설과 운영 과정을 확인하고 체험학교에서 활용하고 있는 가상체험 VR 콘텐츠와 실물 체험시설 관련한 내용 그리고 기타 체험학교 운영과 관련된 사항에 대해서 안전교육을 담당하고 있는 학교장을 포함 강사 6명과 면담하였다. 체험학습 전의 효과와 체험시설물 운영에 관한 면담 결과 내용은 Table 8에 정리하였다.

Table 8. Descriptive statistics for scale targets

구분	체험 학교 교수진 면담 내용
체험 안전교육 및 가상현실(VR·AR) 교육 프로그램	<p>현재 안전체험학교의 체험교육에 대한 만족도가 매우 높았고, 실제로 경험하기 어려운 상황을 생생하게 보고 느낄 수 있어 교육적 효과, 오락적 효과, 심미적 효과가 흥미와 집중도에 도움이 되었다고 했다. 일탈적 효과와 오락적 효과를 높이기 위해서는 체험시설에 적합한 맞춤형 최신 시뮬레이터를 추가하고 최신 영상 체험장비를 확충할 필요가 있다고 했다.</p> <p>교육적 효과를 높이기 위해서 체험시설의 편리성은 이용자의 교육 만족도에 영향을 미친다고 했다. 심미적 효과에는 가상현실(VR·AR)에 이론교육을 더하면 교육 효과가 좋을 것이라고 답변했다.</p> <p>기타 체험관 안전교육 담당자가 가상현실 콘텐츠 제작이 어려운 만큼 체험자의 흥미와 관심을 불러일으킬 수 있는 가상현실(VR·AR) 콘텐츠 개발 및 제작 전문성을 갖춘 기업 구축이 필요하다.</p> <p>콘텐츠의 질은 VR·AR 교육에서 중요한 요소로 교육의 성패와 직결되는 것으로 여겨진다. 따라서 실제 사례를 바탕으로 체험자의 흥미와 흥미를 유발할 수 있는 가상현실 콘텐츠의 개발 및 제작이 필요하다.</p> <p>가상현실 체험교육 관련 콘텐츠의 질은 안전사고의 현실을 직접 보고 느끼는 것이 중요하므로 집중도 및 몰입감, 사용자의 사용 편리성, 편의성이 중요하다는 의견이다.</p>
안전체험 학교 시설운영	<p>체험학교의 시설은 1년 내내 지속적으로 이용하다 보니 시설과 체험장비가 노후화되고 자주 고장이 난다. 교육용 영상을 교체할 때가 되었는데도 4D 영상 제작에는 많은 예산이 소요되기 때문에 영상을 교체할 수 없습니다. 유지관리 예산확보와 정밀점검 및 관리를 전문업체에 위탁하여 관리체계를 바꿀 필요가 있다. 안전체험학교의 강사의 전문성 문제, 시설물 유지관리 문제, 표준 교과과정 편성 등 필요한 사항은 산업법 시행규칙에 별도로 규정하고 있으며, 자격 기준에 따라 인력을 선발·운영해야 한다.</p> <p>외주사원에 의한 안전교육의 질과 효과에는 한계가 있기 때문에 전문지식과 경험이 풍부한 교원에 의한 안전교육이 보다 효율적이다.</p>

결론 및 제언

건설근로자를 대상으로 한 체험형 안전교육이 산업재해 예방대책으로 매우 중요하다고 생각하여 막상 자료를 수집하고 찾아보니 관련된 연구 자료가 아직도 많이 부족한 것을 느꼈다. 그리고 건설 현장에서 안전교육에 많은 시간을 투자한 것의 성과를 거두기 위해서는 건설근로자들에게 교육의 동기가 유발되어야 하며, 현재 안전교육 방법에서 오락적, 일탈적, 심미적

요소가 더해진다면 학습의 효과가 분명히 나타나고, 중대재해는 현저히 감소하게 될 것이다.

본 연구의 가설 검증을 위해서 400부의 설문조사 외에도 대전 안전체험학교의 교육관계자 면담하였으며, 그 결과 ① 현재 안전체험학교의 체험교육에 대한 만족도가 매우 높았고, 실제로 경험하기 어려운 상황을 생생하게 보고 느낄 수 있어 교육적 효과, 오락적 효과, 심미적 효과가 흥미와 집중도에 도움이 되었다고 했다. ② 일탈적 효과와 오락적 효과를 높이기 위해서는 체험시설에 적합한 맞춤형 최신 시뮬레이터를 추가하고, 최신 영상 체험장비를 확충할 필요가 있다고 했다. ③ 교육적 효과를 높이기 위해서 체험시설의 편리성은 이용자의 교육 만족도에 영향을 미친다고 했다. ④ 심미적 효과에는 가상현실(VR·AR)에 이론교육을 더하면 교육 효과가 좋을 것이라는 답변을 통하여 가설설정이 제대로 되었음이 인정되었다.

본 연구의 결과를 도출하기 위해서 진행된 ‘베이지안(Bayesian) 구조방정식’과 건설근로자 행동 변화에 대한 ‘MC 시뮬레이션’ 분석 결과 의도된 안전(A)과 하위영역 간의 상관관계는 양(+)의 관계가 있으며 상관관계의 강도 순서에 따라서 인지된 행동($r=0.83$), 처벌 규정($r=0.81$), 위험 감수성($r=0.75$), 안전 태도($r=0.71$), 주관적 규범($r=0.70$), 가설공법 체험($r=0.69$), 안전문화($r=0.64$), 체험식 안전교육($r=0.55$), 비(非) 체험교육($r=0.44$) 순으로 나타났고, 의도된 안전(A)은 체험 교육과 비(非) 체험 교육뿐만 아니라 인지된 행동, 처벌 규정, 위험감수성 등의 수치에서도 상관관계가 높다는 것을 확인할 수 있으며, 이는 건설근로자의 행동 변화는 여러 가지 요인에 의해서 달라진다는 것을 알 수 있었다.

그리고 본 연구 결과 확률밀도 분포에서 표현되었던 의도된 불안전(B)은 음(-)방향의 상관관계가 나타나고, 인지된 행동이 낮을수록, 주관적 규범이 낮을수록, 안전 태도가 낮을수록, 처벌 규정을 낮게 인식할수록, 위험감수성 및 안전문화 인식이 낮을수록, 가설비계 체험, 갭폼 체험, 가설 작업대 체험 등의 체험교육의 경험이 낮을수록 안전행동 < 불안전행동이 높고, 사고 위험이 증가하는 것을 볼 수 있다. 즉 안전체험교육을 받지 않을수록 건설근로자 행동은 음(-) 방향으로 증가하는 것이 확인되었다. 안전 체험교육을 이수한 건설근로자는 의도된 안전 행동(A)이 나타나고 있는 결과를 얻을 수 있었고, 연구 결과에서 이미 가설은 검증되었다.

끝으로 어떤 안전교육이 실제로 체험교육 이수자들에게 도움이 되는지에 대한 후속 연구가 필요하다. 이론 강의 교육, 실습 교육, VR 교육, 워크숍 및 세미나 중 어떤 교육이 행동 변화에 가장 만족스럽고 효과적인지에 대한 연구가 필요하며, 다양한 안전교육 형태를 혼합하여 제공하는 방법에 대한 연구와 건설근로자 행동 변화 및 효과성에 대한 연구가 필요하다. 이런 점에서 행동 의도뿐만 아니라 실제 행동 변화에 대한 연구가 더 필요하고, 이를 위해서는 일부 교육경험(이수)자를 추적·조사하여 행동 변화에 실질적인 효과가 있는지, 어느 정도인지 검증할 필요가 있다는 것을 제언하면서 연구를 마친다.

References

- [1] Ban, H.-S. (2008). Comparative Analysis of Safety Experience Facilities. Master Thesis, Graduate School of Urban Sciences, University of Seoul.
- [2] Bang, Y.-S. (2022). A Study on Improvement Plans for Safety and Health Education at Construction Sites in the Post-COVID-19. Master Thesis, Incheon University Graduate School of Engineering.
- [3] Choi, H. (2019). A Study on Construction Site VR Experience Safety Education in the Era of the 4th Industrial Revolution. Master Thesis, Kyonggi University Graduate School of Engineering.
- [4] Chung, H.H. (2021). “A study on the effects of convergence learning using virtual reality on educational effectiveness in safety experience center activities among elementary school students.” The Korean Society of Science & Art, Vol. 39, No. 4, pp. 461-473.

- [5] Jang, Y.-H. (2022). A Study on the Improvement of Safety Experience Facility Planning Standards. Doctoral Dissertation, Seoul National University of Science and Technology.
- [6] Kim, J. (2019) An Empirical Study on the Effect of Construction Safety Education using Virtual Augmented Reality on Accident Prevention. Doctoral Dissertation, Myongji University Graduate School.
- [7] Kim, K. (2019). A Study on the Introduction of VR Education Methods to Increase Field Safety Education Effects. Master Thesis, Kyunghee University.
- [8] Kim, S.H., Leem, C.S. (2020). “Factors affecting the transfer intention of VR construction safety training: A task-technology fit perspective.” *Journal of Global Business*, Vol. 17, No. 3, pp. 300-318.
- [9] Kim, Y.-G. (2021). “[Project report] Iksan safety experience training center.” *Review of Architecture and Building Science*, Vol. 65, No. 9, pp. 70-73.
- [10] Lim, B.-S. (2017). A Study on the Activation of Safety Experience Education for Construction Site Workers. Master Thesis, Graduate School of Construction and Industry, Kyonggi University.
- [11] Moon, S.-I. (2019). A Study on Effectiveness Improvement Plans for Safety and Health Education. Master Thesis, Graduate School, University of Ulsan.
- [12] Moon, S.-I. (2022), A Study on the Effects of Safety Experience Education Using VR on Safety Accident Prevention and Safety Education Satisfaction. Doctoral Dissertation, Graduate School, University of Ulsan.