Development of a Collaborative Industrial Safety Toolkit Using Nudge Design

Gahyun Son[1], Jaehee Chung[2*]

[1]Department of Service Design, Graduate School of Industrial Art, Master, Hongik University, Seoul, Korea

[2]Department of Service Design, Graduate School of Industrial Arts, Professor, Hongik University, Seoul, Korea

Abstract

Background Industrial safety is a critical issue that must be addressed in South Korean society. A significant portion of accidents in manufacturing settings stems from human error, and the existing regulation-centered management system has clear limitations in preventing industrial accidents. Recently, nudge design,— which encourages non-coercive and natural behavioral change,— has gained attention as a new alternative for industrial safety management. However, most existing nudge design efforts remain at the level of individual case examples, and a systematic, field-friendly toolkit that diverse stakeholders in industrial settings can independently utilize has yet to be developed. This study aims to develop an industrial safety nudge design toolkit that can be autonomously used by on-site workers and to conduct its formative evaluation.

Methods A review of previous studies was carried out to derive categories of human error and principles of nudge design. Ethnographic research was then conducted at two manufacturing plants located in Gyeonggi Province to analyze actual safety issues and worker behavior patterns. Based on these findings, an industrial safety nudge design toolkit was designed, comprising components for preliminary diagnosis, problem identification, idea exploration, and idea expansion. The toolkit was experimentally applied through three co-creation workshops involving three participant groups —(industrial field workers, plant safety managers, and designers) —and was refined using feedback collected during the workshops. Subsequently, a formative evaluation of the finalized toolkit was conducted with ten participants drawn from the same three stakeholder groups, using the honeycomb model.

Results This study developed a collaborative industrial safety toolkit that can be jointly used by various stakeholders in industrial settings and examined its practical applicability through co-creation workshops. The toolkit includes step-by-step guidelines and visualization tools that support the systematic identification of workplace hazards and the design of corresponding intervention strategies. According to the honeycomb model evaluation, the toolkit received high scores in usefulness (4.7), desirability (4.7), and value (4.6). Participants positively assessed the toolkit, noting that it structures the problem-definition and solution-development processes in a way that promotes systematic thinking, while its diverse visual elements effectively enhance engagement and immersion.

Conclusions This study holds both academic and practical significance by integrating design thinking with nudge design theory within the field of industrial safety, and by proposing a user-centered, autonomous safety management tool. The study demonstrates that safety management can move beyond regulation and surveillance to become a creative and innovative process driven by participation and collaboration. The industrial safety nudge design toolkit developed in this study is expected not only to meaningfully improve safety in industrial settings, but also to open new possibilities for how design can contribute to solving various social challenges.

Keywords Industrial Safety, Human Error, Nudge Design, Design Toolkit, Participatory Design

Received : Sep. 11. 2025 ; **Reviewed :** Jan. 18. 2026 ; **Accepted :** Feb. 06. 2026

pISSN 1226-8046

eISSN 2288-2987

This paper is based on a master's degree thesis in 2025.

*Corresponding author: : Jaehee Chung (jaehee.chung@gmail.com)

Citation: Son, G., & Chung, J. (2026). Development of a Collaborative Industrial Safety Toolkit Using Nudge Design. *Archives of Design Research, 39*(1), 285-303.

http://dx.doi.org/10.15187/adr.2026.02.39.1.285

1. 서론

1. 1. 연구의 배경 및 목적

산업 안전은 반복적으로 발생하는 사고와 잠재적 위험에 대응하는 핵심과제로 최근 들어 더욱 주목받고 있다(Lloyd's Register Foundation, 2024). 2024년 산업재해 통계에 따르면 연간 사망자 수는 총 2,098명으로 전년 대비 82명(4.1%) 증가하였다(고용노동부, 2025a). 또한, 지난 20년간 노동자 1만 명당 사망자 수는 1.23‰에서 0.43‰로 감소했지만, 여전히 OECD 회원국 중에서 높은 수준이다(고용노동부, 2025a). 제조업과 건설업 부문이 전체 산업재해에서 차지하는 비중은 70% 이상이며 상당수가 인적 오류(Human Error)에 기인한다(Noh et al., 2023). 정부는 이러한 고질적 산업재해 문제를 해결하기 위해 2022년 중대재해처벌법(Serious Accidents Punishment Act)을 실행하여 사업주·경영책임자의 형사책임 강화를 위한 법적 규제를 마련하였다(고용노동부, 2022). 또한 2025년 고위험 사업장을 대상으로 불시 점검 및 현장 밀착형 감독을 강화하는 '안전일터 프로젝트'를 추진하고 있다(고용노동부, 2025b). 이러한 산업재해 예방을 위한 정부의 노력에도 불구하고 우리나라의 산업 안전은 OECD 38개국 중 34위로(고용노동부, n.d.), 다른 선진국에 비해 낮은 수준에 머물러 있다.

산업재해 통계는 기존의 규제 중심 안전 관리 방식만으로는 산업 현장의 안전을 충분히 확보하기 어렵다는 한계를 보여준다(OECD, 2018). 기존의 안전 관리 접근은 규정 준수, 경고 표지, 안전 교육, 관리 감독과 같은 규범적·통제적 방식에 치중해 왔다. 그러나 이러한 방식은 작업 현장에서 예상하지 못하는 비정상 상태에 직면할 때 환경적 제약, 작업자의 인지적 부담, 과제 회피, 시간 부족 등으로 인해 현장에서 충분한 효과를 발휘하지 못하는 경우가 많다(Marsden, Perinet, & Pariès, 2024; U.S. Department of Labor, OSHA, 2017). 기존 안전 관리체계의 한계는 전 세계적으로 지적되고 있으며, 이에 따라 산업재해 예방을 위한 새로운 시스템과 정책적 전환의 필요성이 제기되고 있다(International Labour Organization, 2025).

최근 인지·행동·경험 등을 이해하는 디자인적 사고를 기반으로 한 작업자 중심의 접근이 강조되면서(Yoon, 2023), 행동경제학에서 제안된 넛지 개념이 새로운 대안으로 주목받고 있다(OECD, 2020; Mont, Lehner, and Heiskanen, 2014). 넛지는 개인의 선택 자유를 제한하지 않으면서도 특정 행동을 자연스럽게 유도하는 비강압적 설계 기법으로 교통, 환경, 보건 등 다양한 분야에서 이미 그 효과가 입증되었다(Thaler & Sunstein, 2008; Johnson et al., 2012). 특히 산업 안전 분야에서 넛지 디자인은 경고 표지의 가독성 개선, 안전 장비 사용 유도, 위험 구역 인식 강화 등 다양한 영역에 응용될 수 있는 잠재력을 가진다(OSHA, 2017). 예를 들어, 건설 현장 연구에서는 넛지가 개인보호구 착용을 촉진하는 효과가 확인되었으며(Namian, Zhao, & Behm, 2024), 시각적 넛지가 구체적 안전 행동을 유도한 것으로 나타났다(Costa, Duyck et al., 2024).

그러나 기존 연구는 넛지 개념을 활용한 개별 사례에 관한 연구로 한정된다. 이에 본 연구는 산업 안전 맥락에서 산업 현장 근로자, 공장 안전관리자, 디자이너 등 다양한 이해관계자를 대상으로 넛지 개념을 활용한 체계적 도구와 절차 설계를 구체화함으로써 기존 연구의 공백을 보완하고자 한다. 산업 현장 작업자의 실제 작업 맥락과 인지·행동 특성을 고려할 때, 산업 전반에 적용 가능한 넛지 디자인 기반 산업 안전 툴킷은 어떠한 설계 원칙과 구성 체계를 갖추어야 하는가? 이러한 연구 문제에 기초하여 본 연구는 산업 현장에서 빈번하게 발생하는 인적 오류를 예방하고 안전 행동을 촉진하기 위한 넛지 디자인 기반 툴킷을 개발하고, 현장 적용 프레임을 제안하고자 한다. 본 연구는 단순한 이론적 논의에 머물지 않고, 실제 산업 현장에서 활용 가능한 실천적 도구를 제안하는 데 그 의미가 있다. 이는 산업 안전을 규제 중심의 수동적 준수 체계에서 벗어나, 작업자가 스스로 참여하고 자율적으로 개선하는 인간 중심의 안전 문화로 확장하는 데 기여할 것이다.

1. 2. 연구범위와 방법

본 연구의 목적은 산업 현장에서 빈번히 발생하는 인적 오류 유형을 체계적으로 분석하고, 이를 넛지 디자인 원리와 연결하여 작업자가 직접 활용 가능한 산업 안전 툴킷을 개발하는 것이다. 이를 통해 안전 관리가 규범적·형식적 수준에 머무는 것을 넘어서서, 작업자가 스스로 참여하고 개선하는 자율적 안전 문화를 형성하고자 한다.

연구는 크게 세 단계로 진행되었다. 첫째, 선행연구 분석을 통해 인적 오류의 유형과 넛지 디자인 원리의 연관성을 체계화하였다. 둘째, 에스노그래피 연구를 통해 실제 현장에서 발생하는 안전 문제와 작업자의 행동 패턴을 분석하였다. 셋째, 도출된 오류 유형과 넛지 디자인 원리를 바탕으로 툴킷을 설계한 후, 산업 현장 근로자, 공장 안전관리자, 디자이너로 구성된 3인의 참여 집단을 대상으로 코크리에이션 워크숍을 3회 진행하였다. 참여자들은 툴킷을 활용하여 공장 내의 산업 안전 문제를 진단하고 해결 방안을 도출하였으며, 워크숍 과정의 피드백은 툴킷의 구성과 디자인 개선에 반영하였다. 이후 허니콤 모델을 활용한 평가를 통해 형성적 검증을 진행하였다. 본 연구는 산업 안전을 단순한 규제 준수 차원이 아닌, 사용자 중심의 참여적 디자인 접근으로 전환하는 실천적 가능성을 제시하고 있다.

2. 이론적 배경

2. 1. 산업 안전 디자인과 인적 오류 유형

산업 안전은 사업장에서 건설물, 장치, 기계, 재료 따위의 손상이나 파괴로 생길 수 있는 산업재해의 잠재 위험성을 배제하여 안전성을 확보하는 것을 의미한다(국립국어원, 2024). 안전 디자인은 사고 예방과 효율적인 안전 관리를 위해 디자인 기법과 프로세스를 적용하여 체계적 시스템을 구축하는 활동이다(Choi, 2023). 즉, 안전 디자인은 사전 예방적 설계와 통합적 관리를 통해 작업 환경의 위험 요인을 미리 차단하고 안정적 운영을 보장한다. 안전보건공단의 연구에 따르면 국내 중대 재해의 약 34%는 인적 오류(Human Error)에서 비롯된다(Park, 2013). 인적 오류는 작업자가 의도, 규정, 외부 기대와 다른 행동을 수행함으로써 시스템의 허용 범위를 벗어나거나(Senders & Moray, 1991), 요구된 정확도, 순서, 시점에 맞춰 행동을 수행하지 못해 바람직하지 않은 결과를 초래하는 것을 의미한다(Hollnagel, 1993). Swain & Guttmann(1983)은 인적 오류를 누락, 작위, 시간, 순서의 오류로 분류하였고, Reason(1990)은 인적 오류를 의도적 오류(착오, 위반)와 비의도적 오류(실수, 망각)로 분류하였다. Park(2013)은 2012년 중대 재해 조사보고서를 기준으로 351건의 인적 오류와 관련된 단어를 텍스트 분석한 결과, 실수, 착오, 착각, 위반, 오조작, 미숙, 무리, 부주의, 미착용 등의 대표적인 인적 오류 관련 어휘를 도출하였다. 앞선 연구자의 인적 오류 유형을 분류한 결과는 〈Table 1〉과 같다. 비의도적 오류에는 실수(누락 오류, 미착용, 미숙), 부주의(시간 오류, 망각, 오조작), 착각(순서 오류, 부적절)이 해당하며, 의도적 오류에는 위반(미착용, 무리)과 착오(작위 오류)가 해당한다.

Table 1 Types of Human Error

구분	유형	세부 유형	내용	연구자
비의도적 오류	실수	누락 오류	올바른 의도를 가지고 있었으나, 행동 수행 중 오류 발생	Reason(1990) Swain(1992) Park(2013)
		미착용		
		미숙		
	부주의	시간 오류	주의력·기억력의 결함으로 행동 누락	Park(2013)
		망각		
		오조작		
	착각	순서 오류	감각 정보 왜곡이나 인지 오류로 잘못된 인식 발생	Park(2013)
		부적절		
의도적 오류	위반	미착용	규정이나 절차를 인식하고도 고의로 미이행	Reason (1990) Park(2013)
		무리		
	착오	작위 오류	판단·계획 단계에서 잘못된 규칙이나 전략을 선택	Reason(1990) Park(2013)

2. 2. 산업 안전의 넛지 디자인 현황

넛지(Nudge)는 ‘팔꿈치로 슬쩍 찌르다’ 또는 ‘주의를 환기시키다’라는 의미로, 선택의 자유를 제한하지 않으면서도 부드럽게 특정 행동을 유도하는 설계 기법을 의미한다(Thaler & Sunstein, 2008). Lindhout &

Reniers(2017)는 보건, 에너지, 교통 등 다양한 분야의 문헌에서 넛지 사례를 수집하여 프레이밍(Framing), 기본값(Default), 사회적 규범(Social Norms), 피드백(Feedback), 현저성(Salience), 프라이밍(Priming), 감정(Affect), 약속(Commitment), 복잡한 선택 구조화(Structure Complex Choices)의 9개 핵심 유형으로 넛지 원리를 구분하였다. Costa 외 연구자(2024)는 산업 현장에서 시각적 넛지 개입이 자동적·직관적 사고 체계(System 1)에 미치는 영향을 검증한 후, 넛지 사례를 프라이밍, 기본값, 사회적 규범, 약속, 현저성, 피드백, 리마인더(Reminders)의 7개 핵심 유형으로 구분하였다. 두 연구에서 도출된 넛지 디자인 원리를 비교 정리하면 〈Table 2〉와 같다. 이 중 프라이밍, 기본값, 사회적 규범, 약속, 현저성, 피드백은 공통으로 제시된 핵심 원리로, 본 연구에서는 이를 넛지 디자인 원리로 채택하였다.

Table 2 Nudge Design Principles for Industrial Safety

유형	개념	Lindhout (2017)	Costa (2024)
프라이밍	단어, 이미지, 향기, 소리 등을 통해 외부의 미묘하고 강제되지 않는 인식을 활성화하는 방식	●	●
기본값	사용자가 기본으로 설정된 선택지를 거부 또는 변경하기보다 그대로 따르도록 유도하는 방식	●	●
사회적 규범	동료의 보편적인 행동 정보를 제시해 집단적 규범이나 모범 사례를 따르도록 유도하는 방식	●	●
약속	개인이 직접 약속 또는 서약 등을 하도록 하여 자신이 공언한 목표나 규칙을 준수하게끔 유도하는 방식	●	●
현저성	강조된 자극을 활용해 특정 위험 및 안전 행동을 상기시키는 방식	●	●
피드백	사용자의 행동을 알려서 수정 또는 개선을 유도하는 방식	●	●
리마인더	특정 행동을 상기시켜 사용자의 기억력 한계를 보완하고, 행동 실천율을 높이는 방식		●
프레이밍	표현 방식에 따라 다르게 제시하여 사람들의 해석과 선택을 유도하는 방식	●	
감정	정보를 감정적으로 느끼게 하여 직관적 판단과 행동 변화를 유도하는 방식	●	
복잡한 선택의 구조화	선택 항목이 복잡하거나 많을 때 구조화 및 단순화하여 쉽게 결정할 수 있도록 돕는 방식	●	

2. 3. 인적 오류와 넛지 디자인 원리

실제 산업 현장에서 넛지 디자인이 어떻게 구현되고 있는지를 살펴보기 위해 2022~2024년 나라장터와 안전보건공단 홈페이지에서 '산업 안전', '안전 개선 사례' 등을 키워드로 15건의 자료를 수집한 후, 총 1,019건의 사례를 분석하였다. 이 중 넛지 디자인 원리가 적용된 394(38.7%)건 사례에 대해 인적 오류 유형과 넛지 디자인 원리의 분류체계를 기반으로 〈Table 3〉과 같이 후행적 재분류(Post-categorization)를 진행하였다.

Table 3 Case Examples of Nudge Design Principle Applications by Human Error Type

넛지 디자인 원리	세부 내용	건수 (%)	인적 오류 유형					총합 (%)
			실수	부주의	착각	위반	착오	
프라이밍	시각적 단서 제공	17(4.3)	●		●		●	35 (8.9)
	지속적 인지 유도	18(4.6)	●		●		●	
기본값	위급 상황 대응 기본화	20(5.1)	●					102 (25.9)
	위험 장비에 대한 안전장치 설치	17(4.3)	●					
	행동 경로의 물리적 제한	8(2)	●					
	안전 시야 확보	4(1)	●	●				
	조작 오류 방지를 위한 방향 표시	3(0.8)	●					
	안전 보행 기본화	8(2)	●					
	물리적 위험 최소화	30(7.6)	●					
	속도 제어 유도	1(0.3)	●					
	안전 동선 설계	11(2.8)		●	●		●	
사회적 규범	안전 규범 강화 교육	43(10.9)				●		158 (40.1)
	안전 문화 캠페인	85(21.6)				●		
	안전 행동 모방 유도	30(7.6)				●		
약속	사전 약속 강화	13(3.3)				●		23 (5.8)
	자기 확인에 기반한 약속 준수 유도	10(2.5)				●	●	
현저성	위험 경고 시각화	19(4.8)	●		●			50 (12.7)
	안전 경계선 설정	5(1.3)	●		●	●		
	규칙 위반 경고 시각화	3(0.8)				●		
	작업 목적별 구역 구분	13(3.3)						
	보호구 착용 시각화	8(2)				●		
	허용 하중 가시화	2(0.5)			●	●		
피드백	위험 행동 교정 피드백	8(2)		●	●			26 (6.6)
	규칙 위반 교정 피드백	3(0.8)				●		
	모니터링에 기반한 위반 알림	15(3.8)				●		
총합		394(100)						

사례 분석 결과, 사회적 규범이 158건(40.1%)으로 가장 높은 비중을 차지하였고, 다음으로 기본값이 102건(25.9%)으로 높은 비중을 차지하였다. 그 외 피드백(6.6%)과 약속(5.8%)은 상대적으로 낮은 비중을 차지하였다. 산업 안전의 인적 오류는 넛지 디자인을 통해 예방 또는 완화할 수 있다. 실수는 올바른 의도를 지녔음에도 실행 단계에서 부적절한 동작이 이루어지는 오류로, 무의식적 행동 유도를 위한 프라이밍, 안전 선택을 기본값으로 하는 설정, 위험 요소의 시각적 강조를 통한 현저성의 방식이 유효하다. 부주의는 주의력 및 기억력 저하로 필수 행동이 누락되는 현상으로, 주의 환기를 위한 프라이밍, 작업 흐름을 구조화하는 기본값 개입, 수행 누락을 줄이는 피드백을 통해 완화할 수 있다. 착각은 왜곡된 감각 정보나 인지 과정 오류로 상황을 잘못 인식하는 것으로, 혼란 최소화를 위한 기본값 설정, 명확한 시각 정보 제공을 통한 현저성, 오인 교정을 지원하는 피드백 전략이 효과적이다. 위반은 규정을 인지하면서도 의도적으로 절차를 따르지 않는 행위로, 동료 압력 및 집단 준수를 활용하는 사회적 규범, 자기 일관성을 강화하는 약속, 규범적 행동을 강조하는 현저성, 위반 시 즉각적 인지를 돕는 피드백을 통해 규정 준수를 강화할 수 있다. 착오는 부적절한 계획이나 전략 수립으로 인한 판단 오류로, 올바른 판단을 돕는 프라이밍, 권장 행동을 사전 제시하는 기본값 설정, 계획 오류를 줄이는 약속을 통해 의사결정의 정확성을 높일 수 있다.

3. 에스노그래피 연구

산업 현장의 안전 디자인 현황을 파악하기 위해 2025년 4월 30일 경기 동부 토목 구조물 제작 공장과 2025년 5월 6일 경기 남부 섬유 관련 제품 제작 공장 두 곳을 방문하여, 약 2시간 동안 에스노그래피를 진행하였다〈Table 4〉. 산업 안전 넛지 디자인 툴킷의 보편적 적용 가능성을 탐색하기 위해 위험 유형과 작업 맥락이 상이한 두 제조업 공장을 사례 현장으로 선정하였다.

Table 4 Photographs of a Factory Site Visit

공장	경기 동부 토목 구조물 제작 공장	경기 남부 섬유 관련 제품 제작 공장
현장 방문 사진		

작업자의 실제 업무 흐름에 따라 쉐도우 트래킹 기법을 활용하여 작업의 순서, 행동 패턴, 위험 요인, 환경적 제약 등의 잠재적 위험 요인을 파악하였다. 또한 공장 안전관리자를 대상으로 현장 안전 실태, 인적 오류 요인, 작업자의 심리·행동 특성, 제도 및 관리 시스템을 파악하기 위한 맥락적 인터뷰를 진행하였다〈Table 5, 6 참조〉.

Table 5 Contextual Interview Questionnaire

구분	내용
현장 안전 실태	- 작업은 어떤 단계로 진행되나요?
	- 각 단계에서 고려해야 하는 위험 요소는 무엇인가요?
	- 현장에서 직접 경험했거나 인지하고 있는 사고 사례가 있나요?
	- 큰 사고로 이어지는 작은 실수가 반복되는 작업은 무엇인가요?
인적 오류 요인	- 단계별로 발생할 수 있는 인적 오류 유형은 무엇이 있나요?
	- 인적 오류가 발생할 가능성을 사전에 어떻게 예방하나요?
	- 인적 오류 발생에 영향을 미친 요인은 무엇인가요?
작업자의 심리·행동 특성	- 어떠한 상황에서 안전 수칙이 지켜지지 않나요?
	- 안전 수칙을 지키지 않는 이유는 무엇인가요?
	- 안전 행동을 유도하는 정보적(경고, 라벨, 소리 등) 또는 환경적 장치(동선, 공간, 안전 도구 등)에 대한 인식은 어떠한가요?
	- 경각심을 주었던 위험 상황이 있었나요?
	- 사고를 방지하는 데 효과적이었던 유도장치가 있었나요?
	- 동료의 말이나 행동이 나의 안전 행동에 영향을 준 적이 있나요?
	- 행동을 유도하는 장치가 있음에도 지켜지지 않는다면 어떤 변화가 필요하다고 생각하나요?
	- 스스로 안전을 지키겠다는 약속이나 다짐이 행동에 영향을 준 적이 있나요?
	- 조직의 안전 문화 개선을 위해 필수적으로 고려해야 하는 요소는 무엇인가요?
제도 및 관리 시스템	- 안전교육·매뉴얼·절차는 얼마나 도움이 되나요?
	- 개선되었으면 하는 제도 및 관리가 있다면 무엇인가요?

Table 6 Profiles of Factory Safety Managers

항목	경기 동부 토목 구조물 제작 공장	경기 남부 섬유 관련 제품 제작 공장
이름	박OO	공OO
나이	28	28
성별	남	남
경력	5년	9년
직급	대리	대표

경기 동부의 토목 구조물 제작 공장은 지게차를 이용한 중량 자재의 운반·적재가 빈번한 작업 환경이다. 이곳의 경우, 자재 운반, 용접, 적재, 장비 조작 등의 주요 작업 단계에서 낙하, 화상, 끼임 위험이 존재하였다. 작업 중 빈번하게 발생하는 인적 오류 유형은 실수, 부주의, 착각, 위반, 착오였으며, 특히 지게차 운행 시 충돌 위험과 보호구 미착용 위반 사례가 다수 관찰되었다. 또한 전담 안전관리자의 부재와 표준화되지 않은 작업 흐름으로 인해 체계적 관리가 어려웠다. 작업자는 안전 수칙을 경시하고 반복 노출된 시각 장치에 무감각해지는 경향을 보였으나, 동료의 구두 피드백에는 즉각적인 경각심을 보였다.

경기 남부의 섬유 제품 제작 공장은 협소한 공간에 여러 공정이 밀집되어 작업자의 동선이 복잡한 고밀도 작업 환경이다. 이곳의 경우, 원자재 입고, 가공, 조립, 열처리 등 수작업 비중이 높고, 작업 공간이 협소하여 손 끼임과 화상 사고의 위험이 컸다. 작업자의 인적 오류는 반복 작업으로 인한 부주의와 착각이 주된 원인이었으며, 후방 시야 제한으로 인한 경로 착오 사례도 확인되었다. 그러나 숙련도가 높은 장기근속 작업자의 비중이 높아 인적 오류 발생 가능성은 상대적으로 낮게 나타났다. 공식 매뉴얼과 체계적 교육 프로그램은 부재하였고, 프레스 사고 이후 장비 교체 및 동선 재설계를 통해 자율적 현장 개선 노력이 일부 실행되었다. 작업자는 효율을 우선시하며 시각 경고 표지에 둔감하게 반응하였으나, 동료 피드백에는 주의를 기울였다.

에스노그래피와 심층 인터뷰 결과를 경험맵으로 작성하고, 전체적인 작업 흐름 속에서 나타나는 환경적 제약, 행동 패턴, 사고 유형을 분석한 후, 인적 오류 유형과 넛지 디자인의 연관성을 고려하여 툴킷을 제작하였다. 에스노그래피와 심층 인터뷰 결과, 툴킷의 핵심 요구 사항은 다음과 같다. 첫째, 실무자는 작업 단계별로 빈번하게 발생하는 위험과 인적 오류 유형을 스스로 분석할 수 있어야 한다. 둘째, 해당 인적 오류를 개선하기 위해 넛지 디자인의 원리를 적용하여 실질적으로 활용 가능한 아이디어를 도출할 수 있어야 한다. 셋째, 실무자가 스스로 적용·실행할 수 있도록 이해하기 쉽고 사용이 편리해야 한다.

4. 산업 안전을 위한 넛지 디자인 툴킷 개발

실무자가 직접 활용 가능한 산업 안전을 위한 넛지 디자인 툴킷은 네 단계로 구성된다(Appendix 1 참조). 첫 번째 단계는 산업 현장 작업 과정을 기반으로 인적 오류 발생 가능 지점을 식별하고, 위험성을 진단하는 사전 진단 단계이다. 두 번째 단계는 안전 문제와 해당 문제의 원인인 인적 오류 유형을 파악하는 단계이다. 세 번째 단계는 아이데이션 단계로 넛지 디자인 원리를 활용하여 아이디어를 도출하는 단계이다. 아이데이션 카드는 2-3에서 살펴본 다양한 넛지 디자인 적용 사례 중, 산업 현장에서 폭넓게 적용될 수 있는 보편성과 범용성을 중심으로 구성하였다. 마지막 단계는 해결 방안을 구체화하는 아이디어 확장하기 단계이다.

5. 프로토타입 테스트

산업 안전을 위한 넛지 디자인 툴킷 프로토타입의 현장 적용 가능성을 탐색하기 위해 실무자를 대상으로 코크리에이션 워크숍을 2025년 5월 17~25일에 걸쳐 3회 진행하였다. 각 워크숍은 〈Table 7〉과 같이 산업 현장 근로자, 공장 안전관리자, 디자이너의 3인으로 구성되었다. 워크숍 참가자는 넛지 디자인 툴킷을 1단계에서 4단계까지 실제 사용하면서 툴킷의 현장 적용 가능성에 대해 논의하고 개선점을 도출하였다. 워크숍은 110분 정도 소요되었으며, 전체 진행 순서는 〈Table 8〉과 같다.

수집된 1~3차 워크숍 피드백 자료는 질적 분석 절차에 따라 역할군별 코딩을 수행하였다. 모든 발화 내용을 전사하여 핵심 표현을 중심으로 오픈 코딩을 실행하고, 유사 의미 단위를 통합하여 역할군별 하위 코드를 도출하였다. 각 역할군의 코드를 비교·분석하여, 직무별 관점에서 공통적으로 반복된 의미를 상위 테마로 범주화하였다. 분석의 신빙성을 확보하기 위해, 이중코딩을 수행하여 각 코딩 단계에서 발화 맥락을 재검토하고, 두 명의 연구 참여자 피드백이 동일 테마에 수렴하는 시점에서 이론적 포화를 확인하였다. 이러한 과정을 통해 도출된 테마들은 사용자들이 프로토타입을 경험하면서 인식한 사용성, 문제점, 개선사항의 영역으로 분류하였다.

Table 7 Profiles of Participants in a Co-creation Workshop

차수	구분	이름	업무	나이	성별	경력	직급
1차	P1	박**	산업 현장 근로자	42	여	12년	사원
	P2	김**	공장 안전관리자	55	남	16년	반장
	P3	이**	디자이너	30	여	5년	대리
2차	P4	김**	산업 현장 근로자	26	남	4년	사원
	P5	엄**	공장 안전관리자	36	남	6년	과장
	P6	고**	디자이너	29	남	2년	사원
3차	P7	박**	산업 현장 근로자	28	남	5년	대리
	P8	최**	공장 안전관리자	31	남	3년	대리
	P9	강**	디자이너	29	남	3년	주임

Table 8 Co-creation Workshop Overview

순서	내용	시간(분)
소개	워크숍 및 참가자 소개	10
	산업 안전을 위한 넛지 디자인 툴킷 소개	10
툴킷 활용	1단계 사전 진단	10
	2단계 문제 원인 파악	20
	3단계 아이디어 탐색	20
	4단계 아이디어 확장	20
툴킷 피드백	의견 수렴 및 개선점 도출	20

5. 1. 1차 코크리에이션 워크숍 결과

1차 코크리에이션 워크숍 결과, 참여자는 툴킷의 단계별 구성과 아이디어 카드 활용에 대해 긍정적으로 평가하였다. 문제를 찾고 아이디어를 도출하는 전체 과정이 체계적으로 설계되어 논리적 사고를 유도하고, 실제 사례 기반의 아이디어 카드가 현장에 적용 가능한 실질적인 아이디어를 도출하는 데 도움이 된다고 평가하였다. 그러나 문제를 분석하는 과정을 강화하고, 아이디어 카드에 인적 오류와 넛지 디자인 원리에 대한 설명을 추가할 것을 제안하였다. 또한 텍스트 중심의 작성이 아니라 다양한 시각적 표현 방법을 활용하고, 아이디어 카드의 색상을 구분하여 직관적으로 인지할 수 있기를 기대하였다. 그 외 적용 가능성 등 아이디어에 대한 평가 기준을 마련할 것을 제안하였다. 1차 코크리에이션 워크숍 내용에 대한 질적 내용분석 및 주제 분석 결과는 〈Table 9〉와 같다.

“막연히 해결책을 생각하라고 하면 어려운데, 아이디어 카드가 있으니까 쉽게 연상돼서 여러 아이디어가 떠올랐어요.” - P1
“카드가 다 비슷해 보여, 좀 더 구분이 잘 되면 좋을 것 같아요.” - P2
“아이디어는 잘 나오는데, 왜 이런 문제가 생겼는지 먼저 정리하는 단계가 조금 더 있었으면 좋겠어요.” - P3

Table 9 Results of the First Co-creation Workshop

단계	테마	문제점	개선사항
2	문제 원인 파악	- 구조적이고 분석적인 방법으로 문제를 파악하는 것이 필요함	- 문제 분석 절차 강화
	인적 오류 카드	- 인적 오류 유형과 넛지 원리와의 연관성을 직관적으로 인지하기 어려움	- 인적 오류의 유형과 넛지 디자인 원리 간의 연계성을 인적 오류 카드에 표기
3	아이디어 카드	- 아이디어 카드의 종류가 많아서 필요한 카드를 선택하기 어려움	- 넛지 디자인 원리별 아이디어 카드 색상 구분
4	아이디어 확장	- 텍스트 중심의 작성 방식 외에 다양한 표현 방식이 추가되면 효율적일 것 같음	- 스티커 추가
		- 실제 적용 가능성을 기반으로 아이디어 평가가 필요함	- 아이디어 평가항목 및 평가 스티커 추가

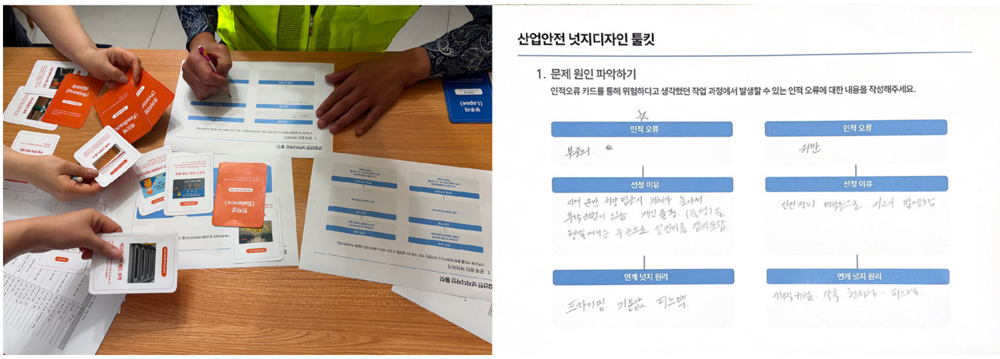


Figure 1 Photographs of the First Co-creation Workshop

1차 코크리에이션 워크숍의 결과를 반영하여 툴킷의 구성을 개선하였다. 두 번째 단계인 문제 원인 파악 단계를 ‘문제 발견’과 ‘문제 분석’으로 구분하여, 위험 요소를 체계적으로 탐색할 수 있도록 구성하였다. ‘문제 발견’ 단계에서는 참여자가 구체적인 작업 상황과 경험을 기록하고, 그 과정에 내재된 위험 요인을 파악하도록 하였다. 다음으로 ‘문제 분석’ 단계에서는 식별된 위험 요인의 근본 원인을 파악할 수 있도록 위험 요인을 환경적 요인(물리적 작업 조건)과 정보적 요인(주의 표지, 시각적 안내 등)으로 구분하여 체계적으로 분석할 수 있도록 하였다. 이러한 이중 구조는 참여자가 문제의 원인을 심층적으로 분석하여, 근거 기반의 실질적인 개선 방향을 도출할 수 있도록 유도한다. 그 외 인적 오류 카드에 〈Table 3〉의 내용을 근거로 사용 가능한 넛지 디자인의 원리를 표시하고, 넛지 디자인의 원리에 따라 아이디어 카드의 색상을 구분하였다. 또한 네 번째 단계인 아이디어 확장의 단계에서 스티커와 포스트 잇 등을 추가하여 아이디어의 시각적 표현을 강화하고, 워크숍 참여자들의 의견을 반영하여 인적 오류 해결의 효과성, 환경 및 정보 문제 해결의 효과성, 아이디어 적용 가능성의 평가항목을 추가하였다.

5. 2. 2차 코크리에이션 워크숍 결과

2차 코크리에이션 워크숍 결과, 참여자는 ‘문제 분석’ 단계에서 인적 오류의 원인을 탐색하는 과정이 안전사고의 맥락을 파악하는 데 효과적이라고 응답하였다. 특히 문제의 원인을 환경적 요인과 정보적 요인으로 구분하는 구성이 문제의 유형을 체계적으로 파악하는 데 도움이 된다고 긍정적으로 평가하였다. 또한 아이디어 카드의 색상 구분과 스티커 등의 시각 자료 활용이 참여자의 흥미를 높이고, 아이디어 도출을 촉진하는데

효과적이라고 응답하였다. 반면, 일부 시트에서는 기록 공간이 부족하다는 점이 한계로 지적되었다. 2차 코크리에이션 워크숍 내용에 대한 질적 내용분석 및 주제 분석 결과는 〈Table 10〉과 같다.

“워크숍이라고 해서 어렵게 생각했는데, 다양한 자료들이 많아서 재밌게 할 수 있었어요.” - P4
“얘기하다 보면 좋은 의견이 많이 나오는데, 적어둘 데가 부족해서 금방 잊어버리는 것 같아요. 남길 수 있는 공간이 더 있었으면 좋겠어요.” - P5
“문제 분석을 환경과 정보로 구분해서 구체적으로 살펴보니까 더 명확하게 원인을 알고 대처할 수 있게 되는 것 같아요.” - P6

Table 10 Results of the Second Co-creation Workshop

단계	테마	문제점	개선사항
전체	아이디어 기록	- 워크숍 과정에서 논의된 다양한 아이디어를 기록하고 보존하기 어려움	- 토의 내용을 기록 및 보관하여 활용할 수 있는 메모지 추가

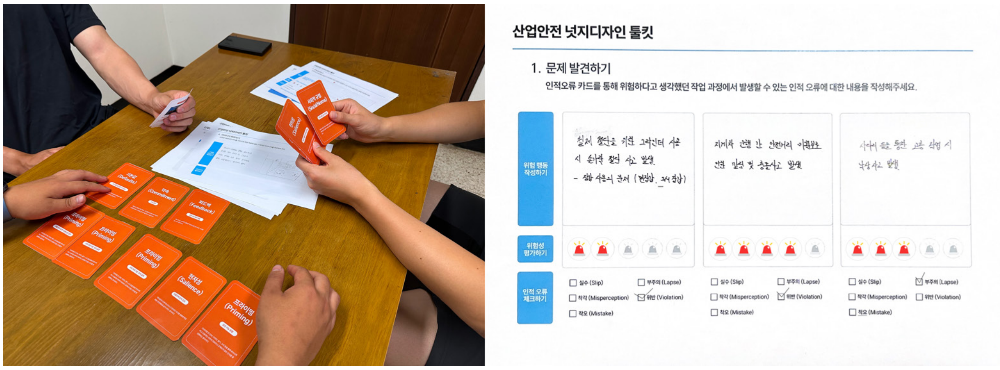


Figure 2 Photographs of the Second Co-creation Workshop

2차 코크리에이션 워크숍의 결과를 반영하여 워크숍 과정에서 휘발될 수 있는 다양한 아이디어를 메모할 수 있는 메모지를 추가하였다. 이를 통해 즉흥적 아이디어와 경험적 지식이 체계적으로 수집되어 전체 워크숍 단계에서 활용될 수 있도록 하였다.

5. 3. 3차 코크리에이션 워크숍

3차 워크숍 결과, 참여자는 툴킷이 인적 오류를 파악하고 넛지 디자인 원리를 적용한 아이디어를 도출하여 현장에서 안전 행동을 유도하는데 효과적이라고 응답하였다. 특히 안전 문제 파악부터 해결책 도출까지의 전 과정을 지원하는 툴킷이 매우 효율적이라고 긍정적으로 평가하였다. 다양한 시각적 자료는 추상적인 아이디어를 구체화하고 실행 가능한 방안으로 발전시키는 데 도움이 된다고 응답하였다. 그 외 비전문가가 전문가의 도움 없이 툴킷을 활용할 수 있도록 직관적 이해와 활용을 지원하는 가이드북의 필요성을 제안하였다. 3차 코크리에이션 워크숍 내용에 대한 질적 내용분석 및 주제 분석 결과는 〈Table 11〉과 같다.

“툴킷의 기본 사용법이 정리된 책이 있으면, 참여자가 많을 때 유용할 것 같고 혼자서도 시도 할 수 있을 것 같아요.” - P7
“직접 그리면서 정리하니 어떻게 실현할지 더 명확해지네요. 문제를 파악하고 해결까지 연결되는 방식이 매우 효율적이라고 생각돼요.” - P8
“툴킷이 좋긴 한데, 처음 쓰는 사람 입장에서는 어디에 무엇을 적어야 하는지 안내가 조금 더 있으면 좋겠어요.” - P9

Table 11 Results of the Third Co-creation Workshop

단계	테마	문제점	개선사항
0	사용법 안내	- 비전문가가 혼자서 툴킷을 사용하기 어려움	- 툴킷 가이드북 제작

Figure 3 Photographs of the Third Co-creation Workshop

3차 코크리에이션 워크숍의 결과를 반영하여 가이드북을 제작하였다. 그 외 아이디어 카드의 사례에 국한되어 발상이 제한되는 문제를 보완하기 위해 사례 제시 전 참여자가 스스로 창의적인 아이디어 도출할 수 있는 단계를 도입하였다. 해당 단계에서는 '육각형 질문 카드'를 활용해 핵심 질문을 기반으로 자유롭게 논의를 확장할 수 있도록 설계하였다.

5. 4. 역할군별 워크숍 결과 정리

수집된 1~3차 워크숍의 내용을 질적 분석 절차에 따라 역할군별 코딩을 수행한 결과는 〈Table 12〉와 같다. 산업 현장 근로자는 툴킷의 단계별 구성이 문제 인식과 아이디어 도출에 효과적이라고 긍정적으로 평가하였으나, 텍스트 중심의 작성 방법에 어려움을 느꼈다. 공장 안전관리자는 툴킷이 사고·실수의 원인을 구조적으로 파악하는 데 도움을 주며, 관리 점검 시 참고 자료로 활용 가능하다는 점을 높게 평가하였다. 그러나 툴킷이 조직별로 상이한 안전 관리 시스템과 구조적 차이가 있어, 현장 도입 과정에 추가 조정이 필요하다는 점을 한계로 인식하였다. 마지막으로 디자이너는 문제를 분석하고 이를 아이디어로 연계하는 시각화 방식과 참여자의 사고를 확장하는 툴킷의 구성을 긍정적으로 평가하였다. 그러나 실무자가 단독으로 사용할 경우, 전체 프로세스를 이해할 수 있는 가이드북을 제공할 것을 요청하였다.

Table 12 Qualitative Analysis Results of the Co-creation Workshop by Role Group

역할군	분류	테마
산업 현장 근로자	사용성	- 직관적이고 사용이 편리함 - 실질적 문제 해결에 활용이 용이함
	문제점	- 텍스트 중심의 작성이 어려움
	개선사항	- 다양한 시각적 표현 방법을 활용하면 좋을 것 같음
공장 안전 관리자	사용성	- 사고·실수의 원인 파악에 유용함 - 관리 점검 시 참고할 수 있음
	문제점	- 기존 안전 관리 체계와의 연계성이 낮음 - 아이디어 카드의 종류가 많아서 분별하기 어려움 - 기록할 수 있는 추가 공간이 필요함
	개선사항	- 환경과 정보 카드의 색상을 구분하면 좋을 것 같음
디자이너	사용성	- 문제 분석을 아이디어로 연결하는 툴킷의 구조가 효율적임 - 참여자의 사고를 확장하는 시각화 방식이 효과적임
	문제점	- 문제 원인 파악 단계를 세분화해야 할 것 같음 - 실무자가 단독으로 활용하는 데 한계가 있음
	개선사항	- 실무자의 단독 활용을 돕는 가이드북 제공이 필요함

6. 산업 안전을 위한 넛지 디자인 툴킷 최종 제안

3차에 걸친 코크리에이션 워크숍을 통해 산업 현장 근로자가 현장의 안전 문제를 스스로 진단하고, 넛지 이론에 기반한 개입 방안을 창의적으로 도출할 수 있는 툴킷의 최종 디자인을 〈Table 13〉과 같이 설계하였다. 최종 디자인은 사용자를 위한 가이드북과 단계별 툴킷으로 구성된다(Appendix 2 참조).

Table 13 Design of a Nudge Design Toolkit for Industrial Safety

구분	내용		
툴킷명	넛지 디자인 기반 산업 안전 개선 툴킷		
설계 목적	산업 현장에서 인적 오류 예방 및 안전 행동 유도를 위한 문제 정의와 분석 및 아이디어 도출을 지원		
사용 대상	산업 현장 근로자		
툴킷 구성	가이드북	툴킷 활용 안내	산업 현장 근로자의 툴킷 활용을 위한 설명서
	단계	사전 진단	산업 현장 근로자의 작업 여정 기반 작업 환경 및 위험 요인 파악
		문제 발견	현장 문제 파악
		문제 분석	환경 디자인과 정보 디자인 기반 문제 원인 분석
		아이디어 발상	핵심 질문 기반의 사용자 주도 아이디어 도출
		아이디어 탐색	넛지 디자인 사례 중심의 아이디어 도출
		아이디어 확장	아이디어의 실무 적용 가능성 고도화
		아이디어 평가	아이디어의 실행 가능성 평가
	카드	인적 오류 카드	인적 오류 유형의 시각화
		육각형 질문 카드	넛지 원리 기반 창의적 사고 유도 질문
		아이디어 카드	넛지 디자인 원리가 적용된 사례 중심의 카드
	스티커	비상등 스티커	문제 발견하기에서 실제 위험 사례에 대한 위험도 측정
		별 스티커	아이디어 평가하기에서 항목별 별점 평가
	부속 도구	메모지	사용자의 의견 작성용 용지

기존 안전 디자인은 안전보건 시각 경고, PPE(Promotion for Personal Equipment Use) 착용 점검, 위험 식별과 예방 조치를 점검하는 안전 체크리스트 등을 중점적으로 다루며 규범적·절차 중심 방식 의존해왔다(OECD, 2020; IOSH, 2012). 그러나 본 연구에서 제안하는 넛지 디자인을 활용한 협업형 산업 안전 툴킷은 기존의 관리자 중심의 일방적 전달체계와 이에 관한 규정 준수를 점검하는 방식에서 벗어나, 다양한 이해관계자가 협업하여 스스로 문제를 인식하고 해결책을 도출하는 예방적 설계를 지원한다. 본 연구에서 제안하는 산업 안전 툴킷과 기존 안전디자인과의 차별성을 다섯 가지 핵심 설계 원리를 중심으로 〈Table 14〉와 같이 정리하였다.

Table 14 Key Components and Differentiating Features of the Toolkit

핵심 원리	기존 안전 디자인 도구	협업형 산업 안전 툴킷
인적 오류와 넛지 매핑	– 오류 예방보다는 경고, 관리, 점검 중심	– 행동과학 기반의 설계 논리 – 행동 유도 중심의 예방적 설계
협업 설계	– 개인 관리자 중심	– 근로자 – 관리자 – 디자이너의 협업 프레임워크 – 다중 행위자의 공감대 형성 및 공동 해결책 도출
사용 대상	– 시각 경고 활용 – 표준 문서 활용 문제	– 직관적 이해를 돕는 시각화 – 참여와 몰입을 유도하는 다양한 시각적 도구 활용
다층 평가 지표	– 준수율, 사고 발생률 중심의 사후 평가 – 단층 평가 지표	– 효과성, 적용 방법, 적용 가능성 등을 고려한 사전 평가 – 다층 평가 지표
반복 개선	– 사후 개선 중심 – 반복적 피드백 구조 부족	– 현장 적용성 및 사용자 경험 기반 지속적 개선 – 설계 타당성 강화

7. 최종 툴킷 검증

본 연구에서는 넛지 기반 협업형 산업 안전 툴킷의 형성적 검증을 위해 Morville의 허니콤 모델(User Experience Honeycomb)을 활용하였다(Morville, 2004). 허니콤 모델은 사용자의 총체적 경험을 구성하는 유용성, 사용성, 접근성, 신뢰성, 매력성, 가치성, 탐색 가능성의 7가지 차원을 제시함으로써, 단순한 기능적 평가를 넘어 인지적·정서적·행동적 측면의 균형 잡힌 검증을 가능하게 한다. 특히 협업형 산업 안전 툴킷은 사용자의 인식 변화, 팀 간 상호작용, 현장 맥락 적합성 등 복합적 요소가 작동하므로, 허니콤 모델의 사용자 경험 평가가 툴킷의 경험적 완성도와 현장 수용성을 진단하기에 적합하다.

툴킷에 대한 형성적 검증은 2025년 6월 14~18일 총 10명을 대상으로 대면 및 비대면 방식으로 진행하였으며, 50분 정도 소요되었다. 참여자는 코크리에이션 워크숍 참여자 5명과 비참여자 5명으로 구성하였다. 일부 참여자는 툴킷 개발 과정에 참여한 경험이 있어 도구의 맥락과 설계 의도를 이해하고 있다는 점을 고려해 선정하였다. 동시에 신규 참여자를 포함하여 기존 참여자의 판단을 보완하고, 툴킷의 객관적 활용 가능성을 함께 검증하고자 하였다. 이러한 혼합 구성은 툴킷에 대한 이해 기반 피드백과 새로운 사용자 관점의 평가를 균형 있게 확보하기 위한 목적에서 이루어졌다.

검증 과정은 툴킷에 대한 설명을 진행한 후, 참여자가 5점 척도로 응답하고 자유롭게 의견을 개진하는 방식으로 진행되었다. 허니콤 모델 평가항목의 구체적인 문항은 〈Table 15〉와 같고, 검증 참여자의 프로파일은 〈Table 16〉과 같다.

Table 15 Evaluation Items Based on the Honeycomb Model

항목	설문 문항
유용성(Useful)	툴킷은 산업 안전 문제를 파악하고 개선 아이디어를 도출하는 데 도움이 되나요?
사용성(Usable)	툴킷의 구성과 사용 방식이 쉬운가요?
매력성(Desirable)	툴킷의 구성이 흥미를 유발하나요?
신뢰성(Credible)	툴킷의 정보와 구성 방식을 신뢰할 수 있나요?
접근성(Accessible)	툴킷이 사용자가 쉽게 이해하고 사용할 수 있도록 구성되었나요?
탐색가능성(Findable)	툴킷이 필요한 정보를 쉽게 탐색할 수 있도록 하나요?
가치성(Valuable)	툴킷은 산업 안전 개선을 위한 도구로서 충분한 가치가 있나요?

Table 16 Profiles of Final Toolkit Validation Participants

구분	이름	역할	나이	성별	경력	직급	워크숍 참여
P1	김**	산업 현장 근로자	26	남	4년	사원	○
P2	박**	산업 현장 근로자	28	남	5년	대리	○
P3	박**	산업 현장 근로자	42	여	12년	사원	○
P4	김**	산업 현장 근로자	55	남	16년	반장	○
P5	최**	공장 안전관리자	28	남	3년	주임	X
P6	박**	공장 안전관리자	31	남	3년	대리	X
P7	엄**	공장 안전관리자	36	남	6년	과장	○
P8	고**	디자이너	28	여	6년	대리	X
P9	김**	디자이너	30	여	2년	사원	X
P10	이**	디자이너	32	여	10년	책임	X

툴킷 검증 결과 모든 항목은 4점 이상의 점수를 받았다. 가장 높은 점수를 받은 항목은 유용성(4.7)과 매력성(4.7)이었다. 이는 툴킷이 실제 문제 해결에 도움이 되고, 툴킷의 시각적 형태와 카드 구성이 흥미와 몰입을 유발한다고 인식되었기 때문으로 여겨진다. 또한 툴킷의 실제 적용의 효과와 가치를 평가하는 가치성(4.6)도 높은 점수를 받았는데, 이는 해당 툴킷이 산업 현장에서 효율적으로 활용될 수 있음을 시사한다. 반면, 사용성(4.1)이 상대적으로 가장 낮은 점수를 받았다. 이는 인적 오류의 유형과 넛지 디자인의 원리가 사용자에게는 아직 낯선 개념이기 때문으로 판단된다. 〈Table 17〉은 세부 평가항목에 관한 평가 결과이다.

Table 17 Results of the Final Toolkit Validation

항목	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	평균
유용성	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4.7
사용성	4	4	4	5	3	4	5	4	4	4	4.1
매력성	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4.7
신뢰성	5	4	5	5	4	2	5	4	5	4	4.3
접근성	4	5	5	5	3	4	4	4	4	4	4.2
탐색가능성	3	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4.5
가치성	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	4.6

역할군별 참여자 의견에 대한 질적 분석 결과를 살펴보면, 산업 현장 근로자는 해당 툴킷이 안전 교육과 인식 제고에 효과적이라고 응답하였다. 특히 시각적 요소가 흥미와 몰입을 유도하고, 사례를 중심으로 한 툴킷의 구성이 실제 활용에 도움이 된다고 하였다. 그러나 워크숍 퍼실리테이터에 따라 참여와 몰입이 달라질 수 있기 때문에 퍼실리테이터를 위한 가이드라인이 제공되면 좋겠다는 의견을 주었다. 공장 안전관리자는 문제정의와 해결 과정이 구조화되어 체계적 사고를 촉진하고, 툴킷의 실용성과 적용 가능성이 높다는 점을 긍정적으로 평가하였다. 그러나 근로자를 대상으로 이러한 워크숍을 실행하기 위해서는 제도적 기반과 재정적 지원이 필요하다고 강조하였다. 디자이너는 사용자의 여정을 기반으로 위험 요소를 정의함으로써 문제를 명확히 인식하고 공감대를 형성하는 데 효과적이라고 응답하였다. 단, 아이디어의 구체화와 실행 가능성을 위해 산업 현장과 디자이너의 긴밀한 협력이 필요하다고 조언하였다. 검증에 참여한 참가자의 질적 분석 결과는 〈Table 18〉과 같다.

Table 18 Qualitative Analysis Results of Toolkit Validation by Role Group

<table>
<tr><th>역할군</th><th>분류</th><th>테마</th></tr>
<tr><td rowspan="3">산업 현장
근로자</td><td>사용성</td><td>- 사례 기반의 아이디어 도출이 용이함
- 시각적 요소가 흥미를 유발함
- 안전 교육과 인식 제고에 효과적임</td></tr>
<tr><td>문제점</td><td>- 퍼실리테이터에 따라 참여도와 몰입도가 달라질 수 있음</td></tr>
<tr><td>개선사항</td><td>- 퍼실리테이터를 위한 가이드라인이 제공되면 좋을 것 같음</td></tr>
<tr><td rowspan="3">공장 안전
관리자</td><td>사용성</td><td>- 구조화된 툴로 체계적 사고를 촉진함
- 전체적인 툴킷의 완성도가 높음</td></tr>
<tr><td>문제점</td><td>- 시간·인력·예산 부족으로 자체적인 실행이 어려움</td></tr>
<tr><td>개선사항</td><td>- 제도적 지원과 운영 자원이 필요함</td></tr>
<tr><td rowspan="3">디자이너</td><td>사용성</td><td>- 실제 경험을 바탕으로 위험을 인식하는 데 효과적임
- 공감에 기반하여 아이디어 확장에 효과적임</td></tr>
<tr><td>문제점</td><td>- 산업 현장과 디자이너의 연결 기회가 부족함</td></tr>
<tr><td>개선사항</td><td>- 현장 근로자와 디자이너의 협력 강화가 필요함</td></tr>
</table>

8. 결론 및 제언

본 연구는 산업 안전 분야에서 빈번하게 발생하는 인적 오류를 예방하고자, 넛지 디자인 원리를 적용한 산업 안전 툴킷을 개발하고 현장 적용 가능성을 탐색하였다. 먼저 문헌 연구를 통해 인적 오류를 유형화하고, 환경 및 정보 디자인 관점에서 넛지 디자인의 개입 전략을 구조화하는 이론적 토대를 확립하였다. 이를 바탕으로 제조업 현장에서 에스노그래피와 심층 인터뷰를 진행하고, 코크리에이션 워크숍을 통해 툴킷을 설계하고 검증하였다. 본 연구에서 제안하는 산업 안전 툴킷은 작업자가 안전 문제를 스스로 진단하고, 협력적으로 해결책을 도출하며, 나아가 안전 인식을 일상적 행동으로 내재화할 수 있도록 유도한다.

본 연구의 의의는 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 행정·규범 중심으로 운영되어 온 기존 안전 관리 방식의 한계를

보완할 수 있는 대안을 제시하였다는 데 그 의의가 있다. 기존의 규제적 안전장치는 종종 현장에서 무시되거나, 형식적으로 준수되는 경우가 많다. 그러나 본 연구에서 제안하는 산업 안전 툴킷은 작업자가 능동적으로 참여할 수 있도록 설계되어, 자율적이고 지속 가능한 안전 문화 조성에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 본 연구는 디자인적 사고와 행동경제학적 관점을 융합한 접근을 통해 산업 안전 연구에 새로운 방법론적 가능성을 제시하였다는 데 그 의의가 있다. 특히, 인적 오류 유형을 넛지 디자인 원리와 연결하여 구조화한 것은 산업 안전 문제를 정교하게 분류하여 대응할 수 있도록 하는 체계를 마련했다는 점에서 학문적 의의가 있다. 이러한 체계화는 향후 다른 영역의 안전·행동 개선 연구에도 확장되어 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

셋째, 본 연구에서 제시하는 산업 안전 툴킷은 현장 중심 실천 도구로서의 활용 가능성이 높다는 데 그 의의가 있다. 워크숍에 참여한 근로자와 관리자는 툴킷을 통해 문제를 구체적으로 인식하고 해결책을 탐색하는 경험을 긍정적으로 평가하였다. 특히, 툴킷은 단순히 결과물을 제시하는 수준을 넘어, 현장에서 반복적 학습과 개선 과정을 촉진하는 참여형 안전 교육 도구로서 유용성이 입증되었다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 툴킷을 활용한 검증이 단기간 제한된 현장에서 이루어졌다는 점에서, 장기적 효과성이나 다양한 산업군으로의 일반화에는 한계가 있다. 따라서 후속 연구에서는 다양한 산업 환경에서 다양한 경력의 사용자를 대상으로 반복적 적용 연구가 필요하다. 또한 툴킷을 활용하여 도출된 아이디어를 실제 현장에 시범 적용하여 정량적 성과를 평가하고 사용자 경험을 분석함으로써 본 툴킷의 실효성을 검증하는 것도 필요하다. 본 연구는 산업 안전의 영역에 디자인적 사고와 넛지 디자인 이론을 접목하여, 사용자 중심의 자율적 안전 관리 도구를 제안했다는 점에서 학문적 및 실무적 의의가 있다. 본 연구는 안전 관리가 규제와 감시에 머무는 것이 아니라, 참여와 협력을 통한 창의적 혁신 과정으로 확장될 수 있음을 보여주고 있다. 본 연구에서 개발한 산업 안전 넛지 디자인 툴킷은 향후 산업 현장의 안전을 실질적으로 향상시키는 동시에, 디자인이 다양한 사회적 문제 해결에 기여할 수 있음을 보여주는 새로운 가능성을 열어줄 것으로 기대된다.

References

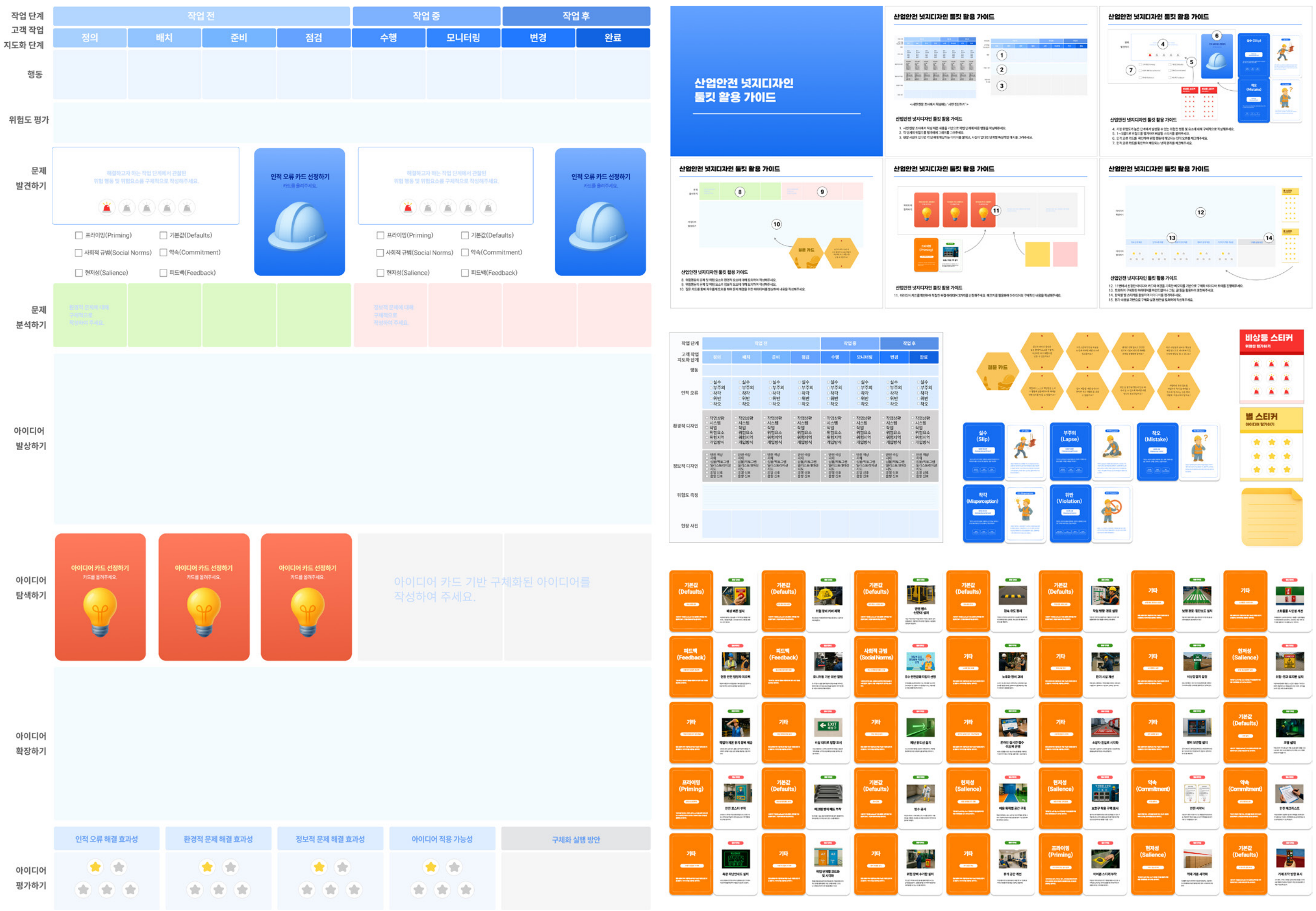
1. Choi, J. (2023). *Safety Design+: 안전을 디자인하라 [In Korean]*. Seowo Publishing.
2. Costa, S., Duyck, W., Van Wouwe, E., & Dirix, N. (2024). Nudging safety behavior in the steel industry: Evidence from two field studies. *Safety Science, 173*, Article 106444.
3. Hollnagel, E. (1993). *Human reliability analysis: Context and control.* San Diego, CA: Academic Press.
4. International Labour Organization. (2025, April). *Revolutionizing health and safety: The role of AI and digitalization at work*. International Labour Organization.
5. Lindhout, P., & Reniers, G. (2017). What about nudges in the process industry? Exploring a new safety management tool. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 50*, 243-256. https://doi.org/10.1016/j.jlp.2017.10.006
6. Lloyd's Register Foundation. (2024). *World Risk Poll 2024: Engineering safer workplaces - Global trends in occupational safety and health.* Lloyd's Register Foundation.
7. Marsden, E., Perinet, R., & Pariès, J. (2024, August). *Articulation between compliance and initiative in safety management*. Foundation for an Industrial Safety Culture (FonCSI). https://doi.org/10.57071/903aci
8. Ministry of Employment and Labor. (n.d.). *Occupational safety and health*. Ministry of Employment and Labor. Retrieved September 3, 2025, from https://www.moel.go.kr/english/policy/occupational.do

23. Ministry of Employment and Labor. (n.d.). *Occupational safety and health policy in Korea*. https://www.moel.go.kr/english/policy/occupational.do
24. Ministry of Employment and Labor. (2022, February 7). *Comprehensive plan for industrial safety and health supervision in 2022 following the enforcement of the Serious Accidents Punishment Act*. https://www.moel.go.kr/news/enews/report/enewsView.do?news_seq=13241
25. Ministry of Employment and Labor, Occupational Safety and Health Headquarters, Occupational Safety and Health Policy Division. (2025a). *Industrial accident statistics in 2024*.

26. Ministry of Employment and Labor. (2025b, July 23). *Launch of the "Safe Workplace Project" targeting high-risk workplaces*. https://www.moel.go.kr/news/enews/report/enewsView.do?news_seq=18094
9. Mont, O., Lehner, M., & Heiskanen, E. (2014). *Nudging: A tool for sustainable behaviour?* (Report 6643). Swedish Environmental Protection Agency.
10. Morville, P. (2004, June 21). User experience honeycomb. Semantic Studios. *Retrieved May 26*, 2025, from https://semanticstudios.com/user_experience_design/
11. Namian, M., Zhao, T., & Behm, M. (2024). Safety nudge in construction: Improving safety decision-making among construction workers. In *Proceedings of the Construction Research Congress 2024* (pp. 817-826). American Society of Civil Engineers. https://doi.org/10.1061/9780784485293.082
12. Noh, J., Lee, S., & Cho, H. C. (2023). The impact of corporate culture on industrial accidents in high-risk industries: A cross-sectional survey. *Industrial Health, 61*(2), 102-111. https://doi.org/10.2486/indhealth.2021-0252
27. National Institute of Korean Language. (2024). *Urimalsaem*. Retrieved August 22, 2024, from https://opendict.korean.go.kr/main
13. OECD. (2018). *Safety management systems: Summary and conclusions*. OECD Publishing.
14. OECD. (2020). *Behavioural Insights and Organisations: Fostering Safety Culture*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/e6ef217d-en
15. Park, J. (2013). *A study on industrial safety applications through human error prevention. Korea Occupational Safety and Health Agency* (KOSHA), Occupational Safety and Health Research Institute.
16. IOSH(Institution of Occupational Safety and Health). (2012). *Management of safety rules and procedures: Literature review*. IOSH.
17. Reason, J. (1990). *Human error*. Cambridge, Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139062367
18. Senders, J. W., & Moray, N. (1991). *Human error*. Lawrence Erlbaum Associates.
19. Swain, A. D., & Guttmann, H. E. (1983). *Handbook of human reliability analysis with emphasis on nuclear power plant applications*. U.S. Nuclear Regulatory Commission. https://doi.org/10.2172/5752058
20. Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2008). *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness*. Yale University Press.
21. U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration. (2017). *Using behavioral insights to help employers resolve OSHA citations: Final technical report*. U.S. Department of Labor.
22. Yoon, S. (2023). *Understanding industrial safety design in the era of digital transformation*. Korea Institute of Design Promotion ISC.

Appendix 1 Initial Prototype of a Nudge Design-Based Toolkit for Industrial Safety Improvement

Appendix 2. Industrial Safety Toolkit Based on Nudge Design



넛지 디자인을 활용한 협업형 산업 안전 툴킷 개발

손가현[1], 정재희[2*]

[1]홍익대학교 산업미술대학원 서비스디자인학과, 석사, 서울, 대한민국

[2]홍익대학교 산업미술대학원 서비스디자인학과, 교수, 서울, 대한민국

초록

연구배경 산업 안전은 한국 사회에서 해결해야 할 중요한 과제이다. 제조업 현장에서 발생하는 사고의 상당수는 작업자의 인적 오류에서 비롯되며, 기존의 규제 중심 관리체계만으로는 산업재해를 극복하는 데 한계가 있다. 최근 비강압적이고 자연스러운 행동 변화를 유도하는 넛지 디자인이 산업 안전 관리의 새로운 대안으로 주목받고 있다. 현재까지의 넛지 디자인은 대부분 개별 사례 수준에 머물러 있어, 산업 현장에서 다양한 이해관계자가 스스로 활용할 수 있는 체계적이고 현장 친화적인 도구는 아직 마련되지 못한 상황이다. 본 연구는 현장 근로자가 자율적으로 활용할 수 있는 산업 안전 넛지 디자인 툴킷을 개발하고 형성적 검증을 진행하는 것을 목적으로 한다.

연구방법 선행연구를 통해 인적 오류 유형과 넛지 디자인 원리를 도출하였다. 이후 경기도 소재 두 개의 제조업 공장에서 에스노그래피 연구를 진행하여 실제 안전 문제와 작업자 행동 패턴을 분석하였다. 이를 기반으로 사전 진단-문제 파악-아이디어 탐색-아이디어 확장으로 구성된 산업 안전 넛지 디자인 툴킷을 설계하였다. 툴킷은 산업 현장 근로자, 공장 안전관리자, 디자이너로 구성된 3인의 참여 집단을 대상으로 3회의 코크리에이션 워크숍을 통해 실험적으로 적용되었으며, 워크숍에서의 피드백을 토대로 개선 과정을 거쳤다. 이후 최종적으로 완성된 툴킷에 대해 산업 현장 근로자, 공장 안전관리자, 디자이너 총 10명을 대상으로 허니콤 모델을 활용하여 형성적 검증을 진행하였다.

연구결과 본 연구에서는 산업 현장의 다양한 이해관계자가 공동으로 활용할 수 있는 협업형 산업 안전 툴킷을 개발하였으며, 코크리에이션 워크숍을 통해 현장 적용 가능성을 검증하였다. 해당 툴킷은 작업 환경의 위험 요소를 체계적으로 식별하고, 대응 전략을 설계할 수 있도록 단계별 지침과 시각화 도구를 포함하고 있다. 허니콤 모델 평가 결과, 유용성(4.7), 매력성(4.7), 가치성(4.6)의 항목에서 높은 점수를 받았다. 참여자들은 해당 툴킷이 문제정의와 해결 과정을 구조화하여 체계적 사고를 촉진하고, 다양한 시각적 요소가 흥미와 몰입을 유도한다고 긍정적으로 평가하였다.

결론 본 연구는 산업 안전의 영역에서 디자인적 사고와 넛지 디자인 이론을 접목하여, 사용자 중심의 자율적 안전 관리 도구를 제안했다는 점에서 학문적 및 실무적 의의가 있다. 본 연구는 안전 관리가 규제와 감시에 머무는 것이 아니라, 참여와 협력을 통한 창의적 혁신 과정으로 확장될 수 있음을 보여주고 있다. 본 연구에서 개발한 산업 안전 넛지 디자인 툴킷은 향후 산업 현장의 안전을 실질적으로 향상시키는 동시에, 디자인이 다양한 사회적 문제 해결에 기여할 수 있음을 보여주는 새로운 가능성을 열어줄 것으로 기대된다.

주제어 산업 안전, 인적 오류, 넛지 디자인, 디자인 툴킷, 참여적 디자인

*교신저자 : 정재희 (jaehee.chung@gmail.com)