

Research Paper

m-SHEL 모델에 의한 건설 중대 사고재해의 휴먼에러 배후 요인 분석

Analysis of Factors Behind Human Error in Fatal Construction Accidents using the m-SHEL Model

안성훈*

An, Sung-Hoon*

Professor, Department of Architectural Engineering, Daegu University, Jillyang-Eup, Gyeongsan-Si, Gyeongsangbuk-Do, 38453, Korea

*Corresponding author

An, Sung-Hoon
Tel : 82-53-850-6518
E-mail : shan@daegu.ac.kr

Received : June 28, 2022

Revised : July 27, 2022

Accepted : August 8, 2022

ABSTRACT

As human factors are the most important cause of construction accidents, it is important to reduce human error in construction work to reduce accidents. However, the error forcing context in organizational situations acts as a factor behind human error. Therefore, fatal construction accidents were analyzed using the m-SHEL model, which can identify the factors behind human errors. Through such analysis, it was found that there are differences in the detailed factors behind human errors according to the type of fatal accidents in construction. This study is meaningful in that it confirmed through accident cases that it is important to understand and respond to organizational situations in order to reduce human error in construction work.

Keywords : human error, organization management, accident, m-SHEL model

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설프로젝트가 점점 대형화되면서 건설업의 사고재해도 점점 대형화되고 있다. 고용노동부가 2022년 3월 발표한 “2021년 산업재해 현황”에 의하면 건설업의 사고재해 재해자 수는 기타의 사업 다음으로 가장 많으며, 사고재해 사망자 수는 모든 산업에서 가장 많다는 것을 알 수 있다. 특히 사망자는 전체의 50.4%가 건설업에서 발생하고 있는 것으로 나타났다[1]. 또한 정부에서는 2022년 1월부터 ‘중대재해처벌법’을 시행하여, 중대 재해를 낮추기 위한 강력한 의지를 나타내고 있다. 이러한 상황에서 사망자 수가 가장 많은 건설업에서 사고재해를 줄이기 위한 노력을 더 기울여야 한다는 것을 알 수 있다.

학계에서는 건설 사고재해의 심각성을 인지하여 건설 사고재해를 감소시키기 위한 연구를 다양하게 진행하였으며, 건설 사고재해의 가장 중요한 원인이 인적요인이라는 것을 파악하였다[2]. 이러한 인적요인의 중요성을 인지하여 최근 건설 분야에서는 휴먼에러(human error)를 감소시켜 사고재해를 감소시키는 연구가 진행되었다[3-8]. 그러나, 휴먼에러는 인간이 혼자서 저지르는 것보다는 다른 많은 요인과 상호작용을 하면서 발생하는 경향이 있다. 즉, 휴먼에러를 유발하는 상황의 연속적인 흐름이 배후 요인으로 작용하여 에러가 발생하고 사고재해가 발생하게 된다는 것이다[9].

이처럼 건설 중대 사고재해를 방지하기 위해서는 건설 중대 사고재해의 휴먼에러를 일으키는 배후 요인을 파악하고 분석하는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다. 그러나, 지금까지 건설 분야에서 이루어진 휴먼에러에 관련된 연구는 대부분 원자력 발전소와 같은 원전 시설을 대상으로 하거나[3-7], 불안정한 행동과의 관계[8] 및 안전교육과의 관계[10]에 대해 수행되었으



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 non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

며, 휴먼에러를 일으키는 배후 요인과 관련된 연구는 수행된 적이 없다. 이런 상황에서 실제 발생한 사고재해에 대한 인적 요소 분석을 위해 개발된 기법인 m-SHEL 방법을 적용한다면[9], 건설 중대 사고재해의 배후 요인을 파악하는 데 도움이 될 것이다.

따라서, 본연구는 휴먼에러를 일으키는 배후 요인을 파악할 수 있는 m-SHEL 모델을 사용하여 건설 중대 사고재해의 휴먼에러 배후 요인을 분석하는 것을 목적으로 한다. 본연구의 결과는 건설공사에서 휴먼에러를 유발하는 조직적 상황을 파악하여 근로자의 휴먼에러와 불안정한 행동을 감소시켜 최종적으로는 건설업의 사고재해를 감소하는데 기여할 수 있을 것이다.

1.2 연구의 범위 및 방법

m-SHEL 모델을 사용하여 건설 중대 사고재해의 휴먼에러 배후 요인을 파악하기 위해서는 건설 중대 사고재해의 사례가 필요하다. 본연구에서는 한국산업안전보건공단 웹사이트(web site)에서 게시하고 있는 국내 건설업 재해 사례 중 2018년 1월부터 2022년 5월까지 게시된 64건의 사례를 분석 대상으로 하였다.

또한, 국내에서 건설 사고재해를 대상으로 m-SHEL 모델을 적용한 연구가 아직 없으므로, 건설 사고재해에 적합한 m-SHEL 모델을 구축할 필요가 있다. 본연구에서는 타 분야의 사고재해에서 적용한 m-SHEL 모델[11]을 토대로 관련된 기존 문헌을 고찰한 후 건설 사고재해에 적용할 수 있도록 m-SHEL 모델을 구축하였다. 구축된 m-SHEL 모델을 사용하여 64건의 건설 중대 사고재해에 대해 휴먼에러를 일으키는 배후 요인을 분석하였다.

2. 이론 고찰

2.1 휴먼에러

사고재해 발생 메커니즘에서 사고 발생의 가장 중요한 원인 중 하나는 인간의 불안정한 행동(인적요인)이라고 할 수 있다 [12]. 휴먼에러란 인간이 불안정한 행동을 하는 근본적인 원인 중 하나로써[13], 인간이 특정한 목표를 달성하기 위하여 인지, 판단, 의사결정 및 행동하는 중, 본인의 의지와 관계없이 목표를 달성하지 못할 때의 인지, 판단, 의사결정 및 행동을 통틀어 말하고 있다[14].

안전관리 분야에서 휴먼에러에 관한 관심은 현장에서 사고재해를 예방하기 위한 관리 대상으로 인간의 불안정한 행동을 일으키게 하는 요인이 무엇인지 파악하는 것에 초점을 맞추어 두고 있다[15]. 이처럼 사고재해를 예방하기 위해서는 인간의 휴먼에러를 줄이는 것이 매우 중요하다는 것을 알 수 있다. 그러나, 휴먼에러는 인간이 혼자서 저지르는 것보다는 다른 많은 배후 요인에 의해서 발생하는 경향이 있다. 즉, Figure 1과 같이 휴먼에러를 유발하는 조직적 상황의 연속적인 흐름(EFC, Error Forcing Context)이 배후 요인으로 작용하여 휴먼에러가 발생하고 사고가 발생하게 된다는 것을 알 수 있다[10].

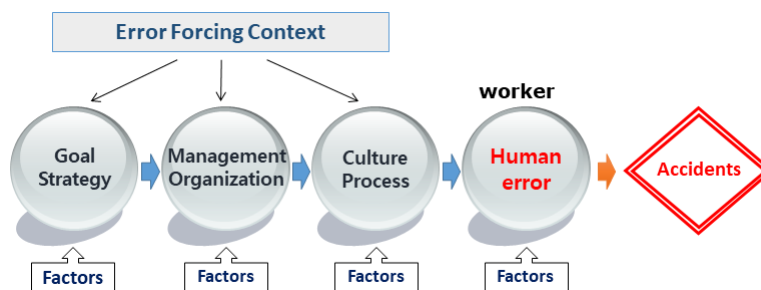


Figure 1. Error Forcing Context[10]

2.2 m-SHEL 모델

m-SHEL 모델은 원래 항공기 조종사의 휴먼에러를 설명하기 위해서 사용되던 SHEL 모델에 관리(management)의 역할을 강조하여 확장한 것이다[16]. Figure 2에서 볼 수 있듯이 m-SHEL 모델의 중심에 있는 L은 작업자 본인(liveware)을 나타내며, 이 L은 S, H, E, L에 둘러싸여 있으며, 이를 m이 돌고 있는 형태이다. 여기서, S는 소프트웨어(software)를 말하며 작업 순서, 작업지시내용 등과 같은 규정과 절차에 관한 사항이며, 교육 훈련에 관한 사항도 포함하고 있다. H는 하드웨어(hardware)이며 작업에 사용되는 도구, 기기, 설비 등을 포함하고 있다. E는 환경(environment)을 의미하며 날씨, 조명, 정리 정돈, 작업공간 등 작업환경과 관련된 요소를 포함하고 있다. 모델의 밑에 있는 L은 주변 사람(liveware)이며 상사, 동료 등 작업자 이외의 인간에 관한 요소를 말하고 있다. m은 관리(management)를 말하며 여기서 m은 L과 SHEL 사이에서 조화를 이루기 위해 전체를 바라보고 균형을 잡는 역할을 하는 것이다.

m-SHEL 모델에서 각 요소의 경계가 물결 모양인 것은 매우 중요한 의미가 있다. 중심에 있는 L과 주변의 S, H, E, L 및 m의 상태는 항상 같지 않고 변화가 이루어지고 있으며, 휴먼에러는 작업자 본인(L)의 문제를 넘어 주변의 모든 요소와의 접점과 관계에서 인식되고 다루어져야 한다는 것을 의미하기 위해서 경계를 물결 모양으로 하고 있다. 따라서 m-SHEL 모델에서는 휴먼에러의 배후 요인을 표현할 때 중심의 L(작업자)을 제외한 나머지 요소는 중심에 있는 L과의 관련성을 나타내기 위해서 L-m, L-S, L-H, L-E, L-L로 표현한다.

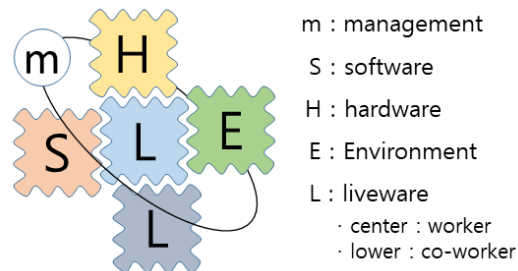


Figure 2. m-SHEL model[16]

3. 건설 중대 사고재해에 대한 m-SHEL 모델 구축

본연구에서는 건설 중대 사고재해를 대상으로 휴먼에러를 일으키는 배후 요인을 파악하기 위해서 m-SHEL 모델을 적용하려고 하였다. 그러나, 지금까지 국내에서 건설 분야의 사고재해에 m-SHEL 모델이 적용된 사례가 없었으며, SHEL 모델이 적용된 사례도 없었다. 따라서, 본연구에서는 건설 사고재해에 적합한 m-SHEL 모델을 새로 구축하기로 하였다. 이를 위해 먼저 국내에서 타 분야의 사고재해에 적용한 m-SHEL 모델 및 SHEL 모델을 조사하였다. 조사 결과 해양 교통 관련 사고를 대상으로 m-SHEL 모델을 적용한 연구[11]가 있었으며, SHEL 모델은 항공사의 승객 충격방지 자세 정보 연구[17] 및 철도 사고 연구[18,19]에서 적용한 적이 있는 것으로 파악되었다. 기존 연구를 고찰한 결과 해양 교통 관련 사고를 대상으로 적용한 m-SHEL 모델[11]이 본연구에 더 적합한 것으로 판단되어, 이를 건설 사고재해에 적합하도록 수정 및 보완하여 적용하기로 하였다.

해양 교통 관련 사고를 대상으로 적용한 m-SHEL 모델을 건설 사고재해에 적합하도록 수정 및 보완하기 위해서 먼저 건설 분야의 휴먼에러의 배후 요인과 관련된 연구를 조사, 고찰하였다. 고찰 결과 Kim[2]의 건설 재해 발생 원인 연구, Park[4]과 Na[7]의 원자력 발전소 사고에 관한 휴먼에러 연구, Min et al.[8]의 불안정한 행동과 휴먼에러의 관계 연구가 건설 분야의 휴먼에러 배후 요인과 관계가 있는 연구로 파악되었다. 따라서 본연구에서는 해양 교통 관련 사고를 대상으로 하는 휴먼에러 배후 세부 요인 47개[11]를 건설 사고재해에 적합하게 다시 m-SHEL 모델의 5개 요인(L, L-m, L-S, L-H, L-E, L-L)로

재분류하고, 건설 사고재해와 관련이 없는 것은 제외하였다. 또한, 건설 사고재해 발생 인적요인 16개[2], 원자력 발전소 정비원의 휴먼에러 유발 요인 12개[4], 원자력 발전소 사고의 휴먼에러 요인 18개[7] 및 건설 재해의 휴먼에러와 불안정한 행동 21개[11]를 m-SHEL 모델의 5개 요인에 맞게 재분류하였다. 이후, 중복되거나 의미가 유사한 세부 요인들은 통합하여 정리하였다. 정리된 내용은 건설안전 분야 전문가에게 최종적으로 검토받아 확정하였다.

이러한 과정을 통해서 본연구에서는 Table 1과 같이 건설 사고재해의 휴먼에러를 일으키는 배후 세부 요인 34개를 도출하였다. 세부적으로 살펴보면, 작업자 자신에 관한 요인(L)은 8개이며, 작업자와 작업자를 포함하는 조직 및 관리체계에 관한 요인(L-m)은 6개, 작업자와 교육/훈련, 절차 및 규정/지침 등 소프트웨어에 관한 요인(L-S)은 4개, 작업자와 안전 시설물, 각종 기기와 보호장구 등 하드웨어에 관한 요인(L-H)은 5개, 작업자와 작업 주변 환경에 관한 요인(L-E)은 6개, 건설 작업에서 작업자와 주변의 동료 작업자나 상사(지휘자)의 관계에 의한 요인(L-L)은 5개로 정리하였다.

Table 1. Elements of factors behind human error according to the m-SHEL mode

Factors behind human error	Elements
L	L-1 Physical decline(drowsiness, drinking)
	L-2 Mental fatigue(stress)
	L-3 Fear or anxiety
	L-4 Mistake
	L-5 Misunderstanding
	L-6 Violation(non-compliance)
	L-7 Excessive certainty(unreasonable conviction)
	L-8 Lack of concentration(concerns or distractions)
L-m	Lm-1 Understaffed(work division error)
	Lm-2 Participate in other work
	Lm-3 Insufficient or absent work plan
	Lm-4 Lack of supervision
	Lm-5 Safety staff not deployed or insufficient
	Lm-6 Insufficient management system
L-S	LS-1 Lack of education(Insufficient knowledge)
	LS-2 Lack of training(Insufficient experience)
	LS-3 Insufficient proficiency
	LS-4 Insufficient or absent policies, regulations and procedures
L-H	LH-1 Safety facilities not installed or defective
	LH-2 Safety gear not worn or defective
	LH-3 Improper operation of equipment(failure or faulty)
	LH-4 Not using appropriate equipment(use of unsuitable equipment)
	LH-5 Inadequate handling of hazardous materials
L-E	LE-1 Bad weather(strong wind, heavy rain, heavy snow, fog)
	LE-2 Night work(poor vision)
	LE-3 Insufficient tidying up
	LE-4 Information signs not installed or defective
	LE-5 Inappropriate work space(ex: simultaneous work of painting and welding, etc.)
	LE-6 Delayed work with external factors(ex: civil complaints, traffic jams, etc.)
L-L	LL-1 Lack of cooperation with co-worker
	LL-2 Unsafe behavior of co-worker's
	LL-3 Degradation of the organization's atmosphere
	LL-4 Insufficient communication
	LL-5 Provide incorrect information

4. 건설 중대재해의 휴먼에러 배후 요인 분석

4.1 휴먼에러 배후 요인 분석 결과

건설 사고재해에 적합한 m-SHEL 모델을 구축한 후, m-SHEL 모델을 사용하여 건설 중대 사고재해의 휴먼에러 배후 요인을 분석하였다. 본연구에서는 1.2절에서 언급한 것처럼 한국산업안전보건공단 웹사이트에서 게시하고 있는 국내 건설업 재해 사례 중 2018년 1월부터 2022년 5월까지 게시된 64건의 사례를 분석 대상으로 하였다. 또한, 본연구에서는 재해 발생 원인에 대한 저자의 주관적인 판단을 배제하기 위하여, 한국산업안전보건공단의 재해 사례에서 제시하고 있는 재해 발생원인 또는 안전대책만을 기준으로 휴먼에러를 일으키는 배후 요인을 파악하였다. 재해 사례를 토대로 분석한 결과 사고재해마다 최소 1개에서 최대 5개의 휴먼에러 배후 요인이 복합적으로 작용하여 사고재해를 일으킨 것으로 파악되었으며(사례별 평균 2.3개), 총 146개의 휴먼에러 배후 요인을 m-SHEL 모델에 적용하였다.

사고재해 유형에 따라 휴먼에러 배후 요인이 차이가 있는지 확인하기 위해서 먼저 64건의 건설 중대 사고재해 사례를 사고재해 유형별로 정리하였다. Table 2에서 사고재해 유형을 살펴보면, 가장 큰 비중을 차지하고 있는 것은 떨어짐으로 40.6%이며, 그다음으로는 넘어짐과 무너짐이 동일하게 15.6%를 차지하고 있으며, 깔림이 9.4%, 물체에 맞음이 4.7%, 기타(끼임, 화재 등)가 14.1%를 차지하고 있다.

Table 2. Number and ratio of factors behind human error by accident type

Accident type	Fall (No (%))	Overturn (No (%))	Collapse (No (%))	Crush (No (%))	Hit (No (%))	Etc. (No (%))	Total (No (%))	
Case	26 (40.6%)	10 (15.6%)	10 (15.6%)	6 (9.4%)	3 (4.7%)	9 (14.1%)	64 (100%)	
factors behind human error	L	5 (7.9%)	0 (0.0%)	3 (14.3%)	1 (7.7%)	3 (14.3%)	13 (8.9%)	
	L-m	26 (41.3%)	14 (63.6%)	10 (47.6%)	10 (76.9%)	3 (50.0%)	9 (42.9%)	72 (49.3%)
	L-S	3 (4.8%)	1 (4.5%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	4 (2.7%)
	L-H	29 (46.0%)	5 (22.7%)	8 (38.1%)	2 (15.4%)	2 (33.3%)	6 (28.6%)	52 (35.6%)
	L-E	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	3 (14.3%)	3 (2.1%)
	L-L	0 (0.0%)	2 (9.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	2 (1.4%)
	Total	63 (100%)	22 (100%)	21 (100%)	13 (100%)	6 (100%)	21 (100%)	146 (100%)

m-SHEL 모델을 사용하여 사고재해 유형에 따라 휴먼에러 배후 요인을 분석한 결과, Table 2와 같이 사고재해 유형에 따라서 휴먼에러를 일으키는 배후 요인이 차이가 있다는 것을 확인하였다. 떨어짐 사고재해의 경우 하드웨어에 관한 요인(L-H)이 46.0%로 가장 크게 나타나고 있고 다음으로 조직 및 관리체계에 관한 요인(L-m)이 41.3%로 나타났다. 반면에, 떨어짐을 제외한 나머지 사고재해에서는 L-m 요인이 가장 크게 나타나고 있으며 다음이 L-H 요인임을 알 수 있다. 전체적으로 볼 때는 L-m 요인이 49.3%로 가장 큰 비율을 나타내고 있으며, 두 번째는 L-H 요인이 35.6%, 세 번째로 작업자 자신에 관한 요인(L)이 8.9%의 비율을 나타내고 있는 것을 알 수 있다.

건설 중대 사고재해 64건의 사례를 휴먼에러 배후 세부 요인 34개를 기준으로 적용한 분석 결과를 Table 3에서 정리하였다. L 요인의 세부 요인을 살펴보면, 위반(규정 미준수)(L-6)이 11건으로 L 요인의 대부분을 차지하고 있다는 것을 볼 수 있다. L-m 요인의 세부 요인에서는 관리계획 미흡/부재(Lm-3), 관리감독 미흡(Lm-4)와 관리체계 미흡(Lm-7)이 비슷한 비율로 대부분을 차지하고 있으며, L-H 요인에서는 안전시설물 미설치/불량(LH-1)이 가장 많았으며, 적절한 장비 미사용(부적합 장비 사용)(LH-4)이 그다음으로 많았으며, 안전보호구 미착용/불량(LH-2)이 세 번째로 많은 것을 알 수 있다. 또한, 교육/훈련, 절차 및 규정/지침 등 소프트웨어에 관한 요인(L-S), 작업 주변 환경에 관한 요인(L-E) 및 주변의 동료 작업자나 상사

Table 3. Number of behind human error by accident type

Factors	Elements	Fall	Overturn	Collapse	Crush	Hit	Etc.	Total
L	L-1 Physical decline(drowsiness, drinking)	-	-	-	-	-	1	1
	L-2 Mental fatigue(stress)	-	-	-	-	-	-	-
	L-3 Fear or anxiety	-	-	-	-	-	-	-
	L-4 Mistake	-	-	-	1	-	-	1
	L-5 Misunderstanding	-	-	-	-	-	-	-
	L-6 Violation(non-compliance)	5	-	3	-	1	2	11
	L-7 Excessive certainty(unreasonable conviction)	-	-	-	-	-	-	-
	L-8 Lack of concentration(concerns or distractions)	-	-	-	-	-	-	-
	Sub total	5	-	3	1	1	3	13
L-m	Lm-1 Understaffed(work division error)	-	-	-	-	-	-	-
	Lm-2 Participate in other work	-	-	-	-	-	-	-
	Lm-3 Insufficient or absent work plan	11	6	5	3	-	-	25
	Lm-4 Lack of supervision	8	5	2	4	1	4	24
	Lm-5 Safety staff not deployed or insufficient	-	1	-	2	-	-	3
	Lm-7 Insufficient management system	7	2	3	1	2	5	20
		Sub total	26	14	1-	1-	3	9
L-S	LS-1 Lack of education(Insufficient knowledge)	1	1	-	-	-	-	2
	LS-2 Lack of training(Insufficient experience)	-	-	-	-	-	-	-
	LS-3 Insufficient proficiency	-	-	-	-	-	-	-
	LS-4 Insufficient or absent policies, regulations and procedures	2	-	-	-	-	-	2
	Sub total	3	1	-	-	-	-	4
L-H	LH-1 Safety facilities not installed or defective	19	4	3	2	2	2	32
	LH-2 Safety gear not worn or defective	6	-	-	-	-	1	7
	LH-3 Improper operation of equipment(failure or faulty)	-	-	-	-	-	1	1
	LH-4 Not using appropriate equipment(use of unsuitable equipment)	4	1	5	-	-	1	11
	LH-5 Inadequate handling of hazardous materials	-	-	-	-	-	1	1
	Sub total	29	5	8	2	2	6	52
L-E	LE-1 Bad weather(strong wind, heavy rain, heavy snow, fog)	-	-	-	-	-	2	2
	LE-2 Night work(poor vision)	-	-	-	-	-	-	-
	LE-3 Insufficient tidying up	-	-	-	-	-	-	-
	LE-4 Information signs not installed or defective	-	-	-	-	-	-	-
	LE-5 Inappropriate work space (ex: simultaneous work of painting and welding, etc.)	-	-	-	-	-	1	1
	LE-6 Delayed work with external factors (ex: civil complaints, traffic jams, etc.)	-	-	-	-	-	-	-
	Sub total	-	-	-	-	-	3	3
L-L	LL-1 Lack of cooperation with co-worker	-	-	-	-	-	-	-
	LL-2 Unsafe behavior of co-worker's	-	-	-	-	-	-	-
	LL-3 Degradation of the organization's atmosphere	-	-	-	-	-	-	-
	LL-4 Insufficient communication	-	2	-	-	-	-	2
	LL-5 Provide incorrect information	-	-	-	-	-	-	-
	Sub total	-	2	-	-	-	-	2
	Total	63	22	21	13	6	21	146

(지휘자)의 관계에 의한 요인(L-L)은 상대적으로 적은 것으로 나타났다.

4.2 결과 분석 및 고찰

건설 중대 사고재해의 휴먼에러 배후 요인 분석 결과를 살펴보면 L-m 요인이 49.3%를 차지하는 것을 볼 수 있다. 즉, 건설 중대 사고재해 중 거의 절반이 조직 및 관리체계와 관련하여 발생한 휴먼에러에 의해서 발생한다는 것이다. 또한, 건설공사에서 인간(개인)은 조직의 구성원이기 때문에 조직 내부의 여러 가지 요인(기업 경영 전략, 지휘 감독, 조직문화 및 절차 등)에 대해 영향을 받지 않을 수 없다. 따라서 건설공사의 휴먼에러를 감소시키기 위해서는 개인에게 영향을 주는 조직적 상황의 요인(조직 내부 요인, 조직과 개인 간의 요인)을 파악한 후 이를 감소시킬 수 있는 대응 방안을 수립하는 것이 필요하다.

Table 3에서, 건설 중대 사고재해 유형에 따라서 휴먼에러 배후 세부 요인 간의 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 특히, LH 요인에서 사고재해 유형에 따라 세부 요인 간의 차이가 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 떨어짐 사고재해에서는 안전보호구 미착용/불량(LH-2)이 휴먼에러 배후 세부 요인으로 나타나고 있으나, 나머지 사고재해에서는 휴먼에러 배후 세부 요인으로 나타나지 않고 있다. 또한 무너짐 사고재해에서는 적절한 장비 미사용(부적합 장비사용)(LH-4)이 다른 세부 요인보다 상대적으로 빈도수가 많다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 공중에 따라 주로 발생하는 사고재해 유형이 다르기 때문으로 사료된다. 예를 들면, 떨어짐 사고재해는 지붕공사나 철골공사와 같이 높은 곳에서 작업하는 경우에 주로 발생하고, 무너짐 사고재해는 거푸집공사나 흙파기공사처럼 물체를 세우거나 지지하는 자재를 사용할 때 주로 발생기 때문이다. 즉, 공종 별로 시공 방법이 다르므로 설치하는 안전시설물, 착용하는 안전보호구 및 사용하는 장비와 자재가 다르기 때문이다. 따라서 건설공사에서 휴먼에러 방지 대책을 수립할 때는 공종(시공 방법)에 따라 적합한 대책을 구분하여 수립하는 것이 필요하다.

또한, 건설 중대 사고재해의 휴먼에러 배후 요인 중 L 요인의 대부분(13건 중 11건(85%))이 위반(규정 미준수)(L-6)이라는 것을 볼 수 있다. 따라서 건설 중대 사고재해를 줄이기 위해서는 안전교육을 통해 작업자의 안전의식을 향상시켜 작업자가 규정을 준수하면서 작업할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

5. 결론

건설 중대 사고재해의 휴먼에러를 일으키는 배후 요인을 파악하기 위하여 m-SHEL 모델을 구축하고 이를 적용하여 휴먼에러 배후 요인을 분석하였다. m-SHEL 모델을 적용한 결과, 휴먼에러 배후 요인 중 L-m 요인이 가장 많이 차지하고 있으며, L-H 요인, L 요인 순으로 차지하고 있는 것을 알 수 있었다. 건설 중대 사고재해 중 절반 이상이 휴먼에러 배후 요인으로 조직 및 관리체계와 관련이 있으므로, 건설공사의 휴먼에러를 감소시키기 위해서는 개인에게 영향을 주는 조직적 상황의 현황을 파악한 후 이를 체계적으로 관리할 수 있는 방안을 수립하는 것이 필요하다.

건설 중대 사고재해 유형에 따라 휴먼에러를 일으키는 배후 세부 요인이 차이가 있다는 것을 파악하였으며, LH 요인의 경우 사고재해 유형에 따라 세부 요인 간에 차이가 상대적으로 크게 나타나는 것을 알 수 있었다. 따라서 건설공사에서 휴먼에러 방지 대책을 수립할 때에는 공종 별로 적합한 대책을 구분하여 수립하는 것이 필요하다. 또한, L 요인에서는 규정 위반이 대부분을 차지하고 있으므로, 건설 중대 사고재해를 줄이기 위해서는 안전교육을 통해 작업자의 안전의식을 향상시켜 작업자가 규정을 준수하면서 작업할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

본연구는 건설공사에서 사고재해를 감소시키기 위하여 휴먼에러를 유발하는 조직적 상황을 파악하는 것이 중요하다는 것을 확인하였다는 점에서 의의가 있다. 그러나, 본연구에서는 건설 중대 사고재해를 일으키는 휴먼에러 배후 요인만을 파악하였기 때문에, 휴먼에러를 유발하는 조직적 상황의 현황을 파악하고 대응할 수 있는 구체적인 방안이 부족하다. 따라서, 향후에는 건설공사에서 휴먼에러를 유발하는 조직적 상황에 대응할 수 있는 구체적인 방안을 모색할 필요가 있다.

요약


건설 사고재해의 가장 큰 원인은 인적요인이므로, 건설공사에서 휴먼에러를 감소시켜 사고재해를 감소시키는 것이 중요하다. 그러나, 휴먼에러는 조직적 상황의 연속적인 흐름이 배후 요인으로 작용한다. 따라서, 휴먼에러의 배후 요인을 파악할 수 있는 m-SHEL 모델을 사용하여 건설 중대 사고재해를 분석하였다. 분석 결과, 건설 중대 사고재해 유형에 따라 휴먼에러를 일으키는 배후 세부 요인이 차이가 있다는 것을 파악하였으며, 휴먼에러 배후 요인 중 L-m 요인, L-H 요인, L 요인 순으로 많이 차지하고 있는 것을 알 수 있었다. 본연구는 건설공사에서 휴먼에러를 줄이기 위해서는 조직적 상황을 파악하고 대응하는 것이 중요하다는 것을 사례를 통해서 확인하였다는 점에 의의가 있다.

키워드 : 휴먼에러, 조직관리, 사고, m-SHEL 모델

Funding

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government (MSIT)(NRF-2022R1A2C1004565).

ORCID

Sung-Hoon An,  <http://orcid.org/0000-0002-0906-3302>

References

1. State of industrial disaster at 2021 [Internet]. Sejong (Korea): Ministry of Employment and Labor. 2021 - [updated 2022 May 16]. Available from: https://www.moel.go.kr/policy/policydata/view.do?bbs_seq=20220300882
2. Kim NU. Producing indirect accident causes related to direct causes in construction sites. [master's thesis]. [Seoul (Korea)]: Seoul National University of Science and Technology; 2017. 56 p.
3. Kim JH, Park JK, Jung WD, Kim JT. Characteristics of test and maintenance human errors leading to unplanned reactor trips in nuclear power plants. *Nuclear Engineering and Design*. 2009 Nov;239(11):2530-6. <https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2009.06.010>
4. Park YK. The effect of the factors to induce human error on safety perceived by maintenance men - focusing on nuclear power plants -. [master's thesis]. [Seoul (Korea)]: Soongsil University; 2011. 55 p.
5. Kim JH, Park JK. Reduction of test and maintenance human errors by analyzing task characteristics and work conditions. *Progress in Nuclear Energy*. 2012 Jul;58:89-99. <https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2012.02.002>
6. Kim DG. Identification and prevention of human errors based on risk assessment in nuclear facility decommissioning process. [master's thesis]. [Cheongju (Korea)]: Chungbuk National University; 2012. 97 p.
7. Na DW. A study of an applicable methodology to examine the relationship between human error based accidents and organizational root cause. [dissertation]. [Gumi (Korea)]: Kumoh National Institute of Technology; 2013. 105 p.
8. Min KH, Cha YW, Han SW, Hyun CT. An analysis of relationship between unsafe acts and human errors of workers for construction accident prevention. *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*. 2019 May;35(5): 161-8. https://doi.org/10.5659/JAIK_SC.2019.35.5.161
9. Ishibashi A. *Safety Korea 7: Why is the accident repeated?* (Korean Edition). Seoul (Korea): Talent NO; 2015. 205 p.

10. An SH. Correlation analysis between safety education and human error by construction workers. *Journal of the Korea Institute of Building Construction*. 2014 Aug;14(4):343-9. <http://dx.doi.org/10.5345/JKIBC.2014.14.4.343>
11. Keum JS, Yoon DG. Analysis of human factors behind maritime traffic-related accidents using the m-SHEL model. *Journal of the Korean Society of Marine Environment and Safety*. 2018 Aug;24(5):511-8. <https://doi.org/10.7837/kosomes.2018.24.5.511>
12. Architectural Institute of Korea. *Building construction management*. Seoul (Korea): Kimoon dang; 2010. 585 p.
13. Occupational Safety and Health Research Institute. *Unsafe behavior and comprehensive human error prevention technology*. Incheon (Korea): Korea Occupational Safety and Health Agency. 2002. 120 p.
14. Lee GS, Lim HG, Shin SH, Jang SR, Kim YC, Lee DG, Lee GW. *Human errors prevention and management*. Seoul (Korea): Hanson Academy; 2011. 204 p.
15. Nakata T. *Safety Korea 4: Wisdom to prevent human error*. (Korean Edition). Seoul (Korea): Talent NO; 2015. 236 p.
16. Komatsubara A. *Human error*. 2nd ed. (Korean Edition) Seoul (Korea): Sejin sa; 2016. 158 p.
17. Yoo KI, Kim MG. A study of SHEL model application to passenger brace position information of korean air carriers. *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*. 2015 Dec;23(4):125-32. <http://dx.doi.org/10.12985/ksaa.2015.23.4.125>
18. Chung IB. *Reduction measures for railway accident risks using factor analysis based on the SHEL model*. [dissertation]. [Seoul (Korea)]: Seoul National University of Science and Technology; 2019. 182 p.
19. Kim CY. *A study on reduction of railway accident due to human error by operating workers and systematic compensation*. [master's thesis]. [Chungju (Korea)]: Korea National University of Transportation; 2020. 57 p.