

중소규모 건설현장의 거푸집 공사 안전사고 예방을 위한 체크리스트 개발

Checklist Development for Prevention of Safety Accidents in Form Work in Small and Medium Sized Construction Sites

조 예 립¹

신 윤 석^{2*}

신 재 권¹

Cho, Ye-Rim¹

Shin, Yoon-Seok^{2*}

Shin, Jae-Kwon¹

Department of Architectural Engineering, Graduate School, Kyonggi University, Gyeonggi-Do, 16227, Korea ¹
Department of Plant&Architectural Engineering, Kyonggi University, Gyeonggi-Do, 16227, Korea ²

Abstract

The construction industry generates the greatest number of disasters. Laborer injury at construction sites is mostly reported by small and mid-sized construction sites. Moreover, of the injuries, the greatest number is related to formwork. The objective of this study is to propose a checklist of the risk factors of formwork, in which industrial injuries occur most frequently in small and mid-sized construction sites, with which safety management can be done thoroughly. Risk factors and preventive measures are derived by analyzing 9,396 industrial disasters occurring at construction sites in Korea. The checklist drawn in this study was reviewed by five specialists in safety management, and applied to construction sites to verify its applicability. In a result, applying the checklist to the site showed that the safety management system of small and medium-sized construction sites were insufficient. It is expected to contribute to the effective safety management of small and mid-sized construction sites.

Keywords : small and medium sized construction site, formwork, construction safety accidents, checklist

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설업은 재해자가 많이 발생하고 중대재해가 발생할 가능성이 매우 높은 산업이다. 고용노동부에 의하면[1], 지난해 발생한 전체 산업재해자 수 90,656명 중 기타의 사업재해자 수가 29,692명(32.8%)으로 가장 많았고 건설업이 26,570명(29.3%)으로 전체 산업 중 두 번째인 것으로 나타났다. 지난해 건설업의 재해 사망자 수는 554명으로 전체 산업 중 홀로 증가하였으며 가장 많은 숫자를 기록하였다.

건설업의 사고부상자를 공사금액별로 구분하였을 때 50억 원 미만의 중소기업이 전체의 77.8%로 거의 대부분을 차지하고 있다[2]. 그 원인 중 하나로 중소기업 현장에서 미흡한 안전점검을 꼽을 수 있다. 산업안전보건법에는 정부와 사업주의 사업장에 대한 역할에 대해 명시되어 있다 [3]. 제3장 제29조에 의하면, 사업주는 작업장의 점검 등 안전·보건관리를 하여야 하며, 그가 사용하는 근로자와 그의 수급인 및 그의 수급인이 사용하는 근로자와 정기적으로 또는 수시로 사업장에 대한 안전·보건점검을 하여야 한다. 또한, 제4장 41조의 2에 의거하여 사업주는 위험성평가를 실시하여야 한다. 그러나 현재 중소기업 사업장을 포함한 한국의 건설현장에서는 재해 발생률이 건설업 평균 재해율보다 높은 사업장이나 중대 재해가 발생한 사업장에 한해서 안전진단을 실시하거나, 구색을 갖추기 위한 내용으로 형식적인 점검을 하는 데에 그치는 경우가 많다[4]. 위험성 평가의

Received : October 20, 2017

Revision received : November 8, 2017

Accepted : November 23, 2017

* Corresponding author : Shin, Yoon-Seok

[Tel: 82-31-249-9721, E-mail: shinys@kyonggi.ac.kr]

©2017 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

경우도 안전관리자 및 근로자들이 작업 전 위험요인을 파악하는 과정이 필요하기 때문에 중소기업에서는 물론 대규모 사업장에서도 제대로 이행하기 어려운 실정이다.

건설공사 중 거푸집 공사는 전체공사기간에서 약 25%를 차지하고 있다. 일반적으로 거푸집 공사비 비율이 전체 공사비의 10%, 철근콘크리트 공사비의 20~30%를 차지하고 있기 때문에 구조물의 작업성, 경제성 및 안전성에서 중요한 역할을 차지하고 있다[5]. 그러나 전체 공중 중 거푸집 공사 에서 가장 많은 재해자가 발생하고 있어 전체 공사에 많은 영향을 주고 있다. 한국산업안전보건공단에서 건설업의 재해현황을 작업공종별로 분석한 것을 보면 18,891명의 재해자 중 거푸집작업 중 발생한 재해자 수가 4,529건(24%)으로 가장 많았고 기타 2,021건(10.7%), 전기설비작업 1,458건(7.7%), 기계설비작업 1,306건(7%), 조적, 미장 및 견출작업 1,273건(6.7%) 순서로 많은 것으로 나타났다[6].

상대적으로 재해에 취약한 중소기업 건설현장의 거푸집 공사에 대하여 안전점검사항을 제시하고 어떤 항목을 중점적으로 관리해야하는지에 대한 의사결정을 지원할 수 있는 연구가 시급하다. 따라서 본 연구에서는 안전의식이 상대적으로 낮은 중소기업에 대하여 국내 건설현장의 안전 사고 중 가장 많은 재해가 발생하는 거푸집 공사의 위험요소에 대한 점검사항을 명확히 제시하고 중점적으로 안전관리를 할 수 있는 체크리스트를 제안하고자 한다. 본 연구의 결과가 중소기업 건설현장에 대한 효율적인 안전관리를 수행하는데 기여할 수 있기를 기대한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 국내 건설업의 사고부상자가 대부분 발생하는 공사금액이 50억 원 미만인 중소기업 사업장에서, 건설재해를 작업공종별로 나눴을 때 재해자가 가장 많이 발생하는 거푸집작업 중 재해유형별 발생비율이 높은 순서로 떨어짐(1,375명, 30.4%), 물체에 맞음(942명, 20.8%), 넘어짐(867명, 19.1%), 부딪힘(592명, 13.1%), 끼임(378명, 8.3%)의 5가지 유형을 선택하여 연구의 범위로 제한하였다[6].

본 연구에서는 국내 건설 현장에서 발생했던 재해 현황과 기존에 연구되었던 문헌 및 한국산업안전보건공단의 체크리스트 등을 조사하였다. 위험 요인을 도출하고 점검 항목을 선정하기 위하여 실제로 2012년에서 2014년까지 3년간 국내 건설현장에서 발생했던 재해 사례 70,618건 중 공사금액이 50억 원 미만인 중소기업 현장에서 기인물이 거푸집 및

동바리인 재해를 포함하여 거푸집 공사 중에 발생했던 재해 사례 9,396건을 분석하여 위험 요인 및 사고 예방 대책을 도출하였다. 도출된 점검 항목을 안전관리전문가 5명에게 검토 받은 후 50억 원 미만 규모의 건설현장 2곳에 직접 적용해봄으로써 현장에서의 활용 가능성을 확인하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 국내 건설 재해 현황

고용노동부가 분석한 산업재해 발생현황에 의하면 2016년 한해 건설업체에서 발생한 재해자 수는 26,570명으로 전년 대비 5.72% 증가하였고, 사망자 수는 554명으로 12.37% 증가한 것으로 나타났다. 재해율은 0.84%, 사망만인율은 1.76‰이며, 전년도 재해율 0.75%, 사망만인율 1.47‰에 비하여 각각 0.09%p, 0.29‰p 높아졌다[1]. 보다 정확한 재해 현황의 분석을 위해 2007년부터 2016년까지 최근 10년 간 발생한 건설업 재해 현황을 살펴보았다. 우리나라 건설 현장에서 10년 동안 발생한 재해에 따른 재해자 수는 총 228,127명이며, 2007년 19,050명에서 2016년 26,570명으로 매년 꾸준히 증가한 것을 알 수 있었다. 또한 건설업의 재해율은 전체 산업에 비해 높은 수치를 보이고 있다. 전체 산업에서는 재해가 점점 감소하는 추세인 반면 건설업의 재해율은 점점 증가하다가 2014년에 감소하는 듯 하였으나 다시 증가하고 있는 실정이다. 2007년부터 2016년까지의 연도별 건설업의 근로자 수와 재해자 수, 연천인율, 사망자 수, 사망만인율을 Table 1과 같이 정리하였다 [1,7,8,9,10,11,12].

Table 1. Current status of construction accident by each year

Year	Number of workers	Number of victim	Number of accident per year in thousands (%)	Number of deaths	Mortality rate (‰)
2007	2,887,634	19,050	6.60	630	2.2
2008	3,248,508	20,473	6.30	669	2.1
2009	3,206,526	20,998	6.55	606	1.9
2010	3,200,645	22,504	7.03	611	1.9
2011	3,087,131	22,782	7.38	621	2.0
2012	2,786,587	23,349	8.38	496	1.76
2013	2,566,832	23,600	9.19	567	2.21
2014	3,249,687	23,669	7.28	486	1.50
2015	3,358,813	25,132	7.48	493	1.47
2016	3,152,859	26,570	8.40	554	1.76
Total	-	228,127	-	5,733	-

2.2 국내 건설재해 예방활동

현재 한국 건설현장에서는 산업안전보건법에 의하여 사업주가 사업장에 안전보건관리책임자를 두어 산업재해 예방에 대한 업무를 총괄관리 하도록 되어 있다. 따라서 대통령령에 명시된 기준에 의해 공사금액이 120억 원 이상이거나 상시 근로자 300명 이상을 사용하는 대규모 사업장에서는 안전관리자를 선임하여 안전관리를 하고 있다. 그러나 50인 미만의 소규모 사업장의 경우 안전 관리자의 선임 의무가 없으며 중규모 사업장의 경우도 사업의 규모 등의 이유로 안전 관리자의 고용이 어렵기 때문에 직접적인 안전관리가 어려운 실정이다[13]. 그렇기 때문에 소규모 사업장의 안전보건관리를 지원하기 위한 국고 지원 사업, 중규모 사업장의 안전관리를 지도하기 위한 재해예방 전문지도 기관을 운영하고 있다. 또한 대규모 사업장에는 사전재해예방의 노력을 촉진시키기 위하여 유해위험방지계획서 심사 제도를 운영하는 등 다양한 제도를 운영하고 있음에도 불구하고 건설재해는 감소되지 않고 있다[14].

2.3 기존 연구 고찰

중소규모 건설현장과 거푸집 공사의 안전관리를 위하여 기존의 선행된 연구는 Table 2와 같다.

Table 2. Advance research

Division	Author	Year	Research content
Safety management of small and medium sized construction sites	Ahn[15]	2008	Analysis of the effect of corporate effort to critical causes and causes of educational accidents in the major cause of construction site on the safety of workers
	Shin et al.[16]	2014	Deduction of guidance, supervision, and safety education methods to prevent fire and explosion accidents caused by chemical substances in small scale construction sites
Safety management of form work	Moon and Yang[17]	2012	Analyze the measured data in real time by storing the measured data in real time in concrete form, and integrated management of existing structures with existing structural instruments provides effective management of the construction site
	An and Song[18]	2012	Provides a methodology for assessing the risk of safety accidents during the phase of construction by using FMECA techniques

Ahn[15]은 중소기업 사업장의 안전관리를 위하여 건설 현장재해의 주요한 원인인 교육적 원인과 관리적 원인에 대한 기업의 노력이 근로자의 안전순응에 미치는 효과에 대하여 분석하였다. 하지만 이 연구는 재해 주요 원인의 근로자 안전순응에 대한 역할만을 규명하는 데에 그쳤다. Shin et al.[16]은 재해예방을 위한 안전교육 방안을 도출하기 위하여 사례연구를 하였다. 하지만 이 연구의 범위는 화학물질로 인한 화재폭발 재해에 한정되어 있다. Moon and Yang[17]은 콘크리트 타설 시 불안정한 상태가 되기 쉬운 가설 구조물의 안전관리를 위하여 실시간 모니터링 시스템을 개발하기 위한 연구를 하였다. 그러나 안전관리 시스템이 실제로 건설 현장에서 활용될 수 있는지에 대한 실효성은 아직 확인되지 않았다. An and Song[18]의 연구에서는 FMECA(Failure Modes Effects and Criticality Analysis) 기법을 적용하여 착공 이전 단계의 거푸집작업에 대한 안전위험성을 평가하고 대응방안 마련을 위한 연구를 하였으나 연구에서 제시된 방법론에 의한 재해 예방의 개선효과에 대한 내용은 검증되지 않았다.

건설현장의 안전사고를 감소시키기 위해서는 국내 건설업의 사고부상자가 거의 대부분 발생하는 중소기업 건설현장과 전체 공중 중 가장 많은 재해자가 발생하고 있는 거푸집 공사에 대한 안전관리를 중점적으로 하기 위한 연구가 필요하다.

3. 거푸집 공사의 안전 점검 및 중점 관리 항목 선정

3.1 항목 선정을 위한 위험 요인 도출

중소규모 건설현장 거푸집 공사의 안전 점검 체크리스트의 항목을 선정하기 위하여 국내 건설현장에서 발생했던 재해 사례를 분석하였다. 재해 사례는 2012년에서 2014년까지 3년 동안 국내 건설현장에서 발생했던 재해 사례 중 공사금액이 50억 원 미만인 현장에서 발생했으며 기인물이 거푸집 및 동바리인 재해를 포함하여 거푸집 공사 중에 발생했던 재해 9,396건으로 한다. 또한, 거푸집 공사에서 발생하는 비율이 높은 순서로 떨어짐(30.4%), 물체에 맞음(20.8%), 넘어짐(19.1%), 부딪힘(13.1%), 끼임(8.3%)의 5가지 재해 유형을 선택하였다. 재해 사례를 통하여 도출한 위험 요인을 재해 유형별로 정리한 내용은 Table 3과 같다.

Table 3. Risk factors by types of disasters

Types of disasters	Risk factors
Fall	- A worker fell because he lost his control, resulting from the separation of the platform while doing the form work.
	- A worker fell during lifting of materials because a form work was lifted during a miscommunication between the crane driver and the chief workman.
	- A worker fell because the support at the lower part of the platform was separated and collapsed during work.
	- Fell because the scaffold was leaning to one side, which was caused by a detached euroform falling from the wheel of the scaffold while doing the form work.
	- A worker fell because the ladder fell while a worker was climbing down.
Hit / Crash	- A worker fell because the safety pin was missing from the safety belt while working.
	- A worker fell to the opening while working with form works.
	- A form work fell while it was being disassembled.
Wipeout	- Fell because the wire rope came loose at a height of 10m from the ground while lifting materials to add to a form work.
	- A form work fell on a worker who was working at the lower part because it was detached by the material lifted by a crane.
	- A nearby form work fell during work pulling a formwork from a stack of form works.
Narrowness	- Tripped over stacked materials such as waste on a platform.
	- Slipped on oil on the floor during the installation of form works.
	- Tripped over a form while moving.
	- Tripped over the lower part of a double scaffold during the assembly of form works for the wall.
	- Slipped on ice melting on the platform while working with form works.
Narrowness	- Part of index finger cut because it was stuck between form works while disassembling form works.
	- Lifted while a worker's hand was stuck because the signal between the crane driver and the worker was not clear.
	- Worker's finger became stuck because he threw a form work to the working site without noticing that it had a peg on it; the peg caught his glove and he was dragged by the weight of the form work and his own throwing power.

3.2 체크리스트 개발

재해유형별 위험 요인을 통하여 그에 따른 예방 대책을 도출하였다. 도출된 예방 대책은 건설안전기술사를 포함한 10년 이상 경력의 건설안전전문가 5명에게 위험도 평가를 조사하였다. 평가 방식은 크론 바흐알파계수(Cronbach Alpha Coefficient)를 통하여 리커트 척도(Likert scale) 기법의 5점 척도를 적용하여 1점 전혀 위험하지 않음, 2점

위험하지 않음, 3점 보통, 4점 위험함, 5점 매우 위험함으로 평가하였다. 위험도 정도 수치는 체크리스트 항목들 중 어떤 항목을 중점적으로 관리해야하는지에 대한 의사 결정하는 데에 활용될 수 있다. IBM SPSS Statistics 24 프로그램을 이용하여 위험도 결과값에 대한 신뢰도 분석을 한 결과 크론 바흐알파계수가 0.816으로 신뢰도가 높은 것으로 나타났다. 위험도가 4 이상인 항목은 60개 항목 중 12개 항목으로 떨어짐 재해에 대한 예방 항목의 위험도가 다른 재해유형보다 더 높은 항목이 많은 것으로 나타났다. 예방 대책과 위험도 평가 결과를 바탕으로 체크리스트를 만들었으며 그 내용은 Table 4와 같다.

4. 체크리스트 사례 적용

4.1 사례 개요

본 연구에서 개발된 체크리스트의 현장 활용 가능성을 확인하기 위하여 경기도에 위치해 있는 50억 원 미만 규모의 근린생활시설과 공동주택 건설현장 2곳에 적용시켜보았다. 건설현장의 개요는 Table 5와 같다.

4.2 체크리스트 적용 결과 및 분석

중소규모 건설현장의 거푸집 공사 안전사고 예방을 위한 체크리스트를 경기도에 위치한 2개의 50억 원 미만 규모의 신축공사 현장에 적용하였다. 체크리스트의 적용은 건설안전기술사를 포함하여 10년 이상 경력을 가진 전문가를 통해 위험성 평가를 한 내용 60가지 항목으로 점검해보았다. 점검한 결과 Figure 1, 2와 같이 문제점을 확인할 수 있었다.

현장 A의 문제점을 살펴보면 Figure 1과 같다. (a)에서는 [A-1], [A-7], [A-18], [C-3] 등 4개의 항목에서 점검 상태가 불량한 것으로 나타났다. 안전난간이 설치되어 있지 않고 작업 시 하중을 버틸 수 있을지 알 수 없는 합판을 고정도 하지 않은 채 올려두었다. 지지물 역시 각목 두 개로 지지되어 있어 작업자가 이동하다가 떨어질 위험이 있다. 합판 위에 있는 고정되어 있지 않은 각목의 경우도 작업 발판으로 설치된 것이다. (b)에서는 [A-5], [A-9] 항목에서 지적을 받았다. 개구부 위에 거푸집을 고정하지 않은 상태로 올려두어 근로자나 자재 등이 떨어질 위험이 있다. (c)는 육안으로는 문제가 없어 보일 수 있지만 작업발판이 지지되어 있지 않은 상태로 작업자가 떨어질 위험이 있다. (d)의 이동식 틀비계의 발판은 올바르게 고정되어 있지 않았으며 (g)는

Table 4. Checklist

Types of disasters	Checklist	Degree of danger
A. Fall	[A-1] Is the safety handrail installed at places where there is the risk of falling?	5
	[A-2] Is the safety handrail installed in case that the work is done at the top of the scaffold?	4.6
	[A-3] Is the work done after the buckles of the safety belt are fastened firmly?	4.6
	[A-4] Is the safety belt used for the work done at a higher place?	4.2
	[A-5] Is the opening to which something or someone might fall covered and marked?	4.2
	[A-6] Is the safety handrail installed at places where there is the risk of falling?	4
	[A-7] Is the platform installed and fixed in a stable structure that can endure the weight of workers and materials?	4
	[A-8] Is the pipe support not be used because more than three are needed?	4
	[A-9] Are any materials that can be turned over or fall such as formwork or ply wood not around the opening?	3.8
	[A-10] Is the support dented or puckered, if a new one is not used?	3.8
	[A-11] Is it checked whether the joints at the higher part are connected firmly using fixing pins before the ladder work is done?	3.8
	[A-12] Is the platform installed at the lower part of the portable pipe scaffold?	3.8
	[A-13] Is the standard formwork support used?	3.6
	[A-14] Is the form support tightly connected with the clamps for the support?	3.4
	[A-15] Is the support connected using the materials with the same size and quality?	3.4
	[A-16] Is the ladder made randomly using other materials?	3.4
	[A-17] Is the ladder work done by two people or fixed with outrigger at the lower part?	3.4
	[A-18] Is the support of the platform sufficient enough to not be damaged by the weight on it?	3.4
	[A-19] Is the width of the platform greater than 40cm?	3.4
	[A-20] Is the work done after two or more people send the same signal?	3.2
	[A-21] Is the work done by connecting the safety belt with the attaching device installed at the top of the formwork?	3.2
	[A-22] Which does the support have a butt joint or a tenon joint?	3
	[A-23] Is the width of the ladder more than 30cm?	3
	[A-24] Is it checked whether the gradient where the ladder is installed is appropriate?	3
	[A-25] Is it checked whether the wheels of the pipe scaffold are fixed well?	2.8
	[A-26] Is a supervisor deployed when the materials are carried in?	2.4
B. Hit / Crash	[B-1] Is the work not done right down the opening where any material can fall?	4.2
	[B-2] Is the approved wire rope and sling belt used?	4
	[B-3] Is the connection of wire rope or sling belt checked?	3.8
	[B-4] Is it checked whether the wire rope and sling belt is strong and not damaged?	3.8
	[B-5] Is a toe board or a safety net installed at the place where an object may fall?	3.6
	[B-6] Are any materials not stacked around any place that poses a danger where something may fall like an opening?	3.4
	[B-7] Is a supervisor or control facility deployed at the lower place of the disassembling work such as formworks and scaffold?	3.4
	[B-8] Is the assembling work of formworks done after it is supported by a support?	3.4
	[B-9] Is a signalman and cageway used during the lifting work such as crane?	3.4
	[B-10] Is the materials fixed firmly when they are stacked or leaned?	3.2
	[B-11] Is the heavy equipment driven by well-trained licensed drivers only?	3.2
	[B-12] Is the falling prevention net and safety shelves maintained or repaired?	3
	[B-13] Is the worked done after an enough working space is secured?	3
	[B-14] Is heavy materials carried by more than two people?	2.8
C. Wipeout	[C-1] Is the workspace always arranged neatly and cleanly?	4
	[C-2] Is any safety against overturning in the passage?	3.8
	[C-3] Is the distance between the platforms installed closely?	3.6
	[C-4] Is any action taken to prevent slippery floor such as removal of water or oil?	3.4
	[C-5] Is any action taken not to neglect any waste and tool on the platform or on the floor?	3.2
	[C-6] Are the supporting structure and the connecting parts installed firmly?	3.2
	[C-7] Is any action taken to prevent any obstacles including uneven part of the passage or materials?	3
	[C-8] Is any education on falling while raining or during the winter provided?	2.6
	[C-9] Is the work done in consideration of the external environment including a weather condition?	2.4
D. Narrowness	[D-1] Is the work not done when the signal is vague?	3.8
	[D-2] Is any support or buttress used while doing formwork?	3.2
	[D-3] Is the signal system between the signalman and the driver matched?	3.2
	[D-4] Is it checked whether anything such as a peg is protruded?	3.2
	[D-5] Are skilled workers deployed?	3
	[D-6] Is any material not thrown while carrying it?	3
	[D-7] Is it checked whether the walky-talky is communicated smoothly?	2.4
E. Common matters	[E-1] Is Staff Only Area designated?	4
	[E-2] Are the standard personal protective devices worn?	3.8
	[E-3] Is the qualification of the crane driver and the folk-lift driver checked?	3.4
	[E-4] Are the standard personal protective devices worn?	2.8

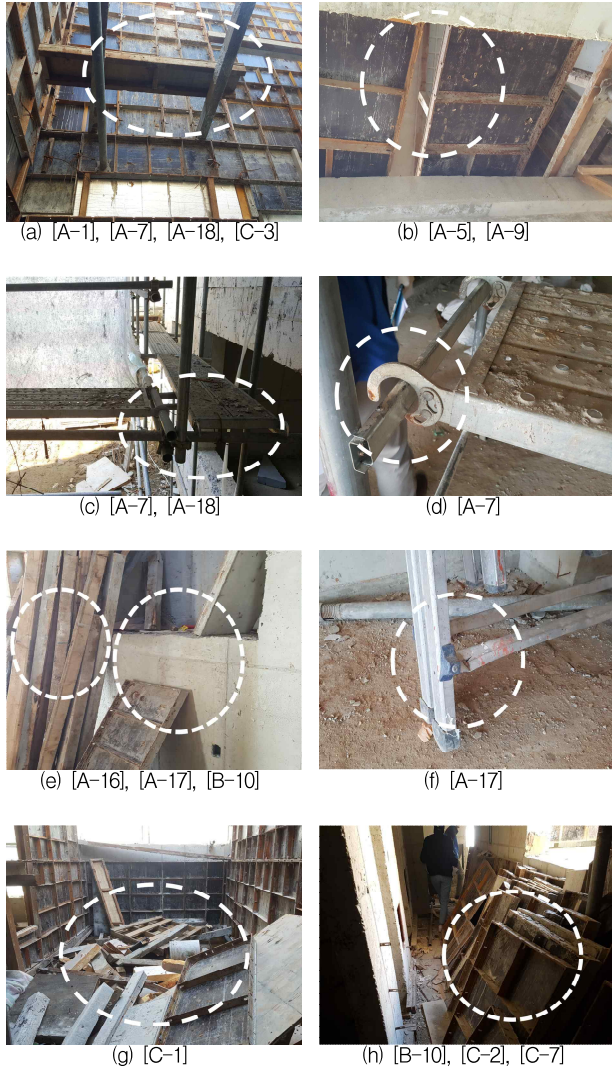


Figure 1. The result of a checklist application (Site A)

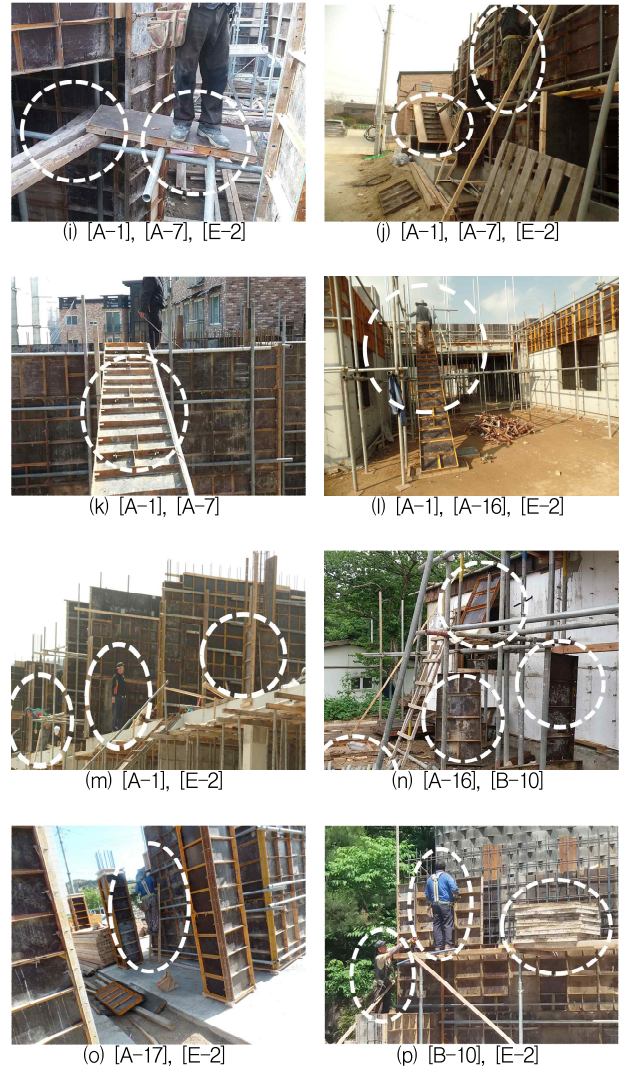


Figure 2. The result of a checklist application (Site B)

Table 5. Summary of case project

Description	Project A	Project B
Purpose of building	Accommodations (Neighbourhood living facility)	An apartment house (Multiplex housing)
Building area	157.3m ²	262.53m ²
Building size	Ground 8th floor	Ground 4th floor
Total floor area	904.58m ²	659.46m ²
Construction period	2017.05.10. ~ 2018.02.09	2017.07.05. ~ 2017.11.04
Construction cost	2,000,000,000KRW	400,000,000KRW

작업장에 자재들이 떨어져 있고 정리정돈 되지 않은 상태로 이동 시 넘어질 위험이 있다. (h)의 경우는 이동 통로에 거푸집들이 적재되어 있어 이동 시 부딪히거나 넘어질 위험이

있는 상태이다.

현장 B의 문제점은 Figure 2와 같다. 사진 (i)와 (j)의 경우 안전난간이 설치되어 있지 않고 거푸집, 각목 등을 올려 놓고 고정하지 않은 채 작업발판으로 사용하고 있어 근로자가 떨어질 위험이 있으며 안전모, 안전화 등 보호구를 착용하지 않은 상태로 재해위험에 노출된 상태이다. (k)에서는 거푸집으로 다리를 만들어 두 동을 이어 작업자들이 이동하기 용이하도록 하였으나 안전난간이 없어 떨어지기 쉬운 상태로 매우 위험한 경우이다. (i)는 거푸집을 연결하여 사다리로 만들었으며 안전난간이 없고 작업자는 보호구를 착용하지 않은 상태이다. (m)의 경우도 역시 안전난간이 없었으며 작업자들이 보호구를 착용하지 않았다. (n)에서도 거푸집을 이용하여 사다리를 만들었고 자재들을 결속하지

않은 상태로 쌓아두었다. (o)에서는 작업자가 사다리를 이용한 작업을 하고 있는데 2인 작업을 하거나 아우트리거로 하부를 지지하지 않았으며 보호구 미착용 상태이다. (p)는 거푸집을 결속하지 않은 상태로 쌓아두었고 근로자들은 보호구를 착용하지 않고 작업 중인 사진이다.

이처럼 중소기업 건설현장에서의 거푸집 공사에서는 재해에 대한 위험요인이 다양한 것으로 나타났다. 체크리스트 현장에 적용 결과 전체적으로 위험도가 가장 높은 [A-1]의 안전난간 설치 상태와 [A-7]의 작업발판 구조 및 고정 상태, [E-2]의 개인 보호구 착용이 각 6건으로 가장 미흡한 것을 확인할 수 있었다. 그 다음으로 [A-17] 3건, [A-16], [A-18], [B-10] 각 2건, [A-5], [A-9], [C-1], [C-2], [C-3], [C-7]은 각 1건 씩 발견하였다. 특이사항은 거푸집 공사 시 거푸집을 이용하여 사다리나 다리로 사용하는 경우를 자주 발견할 수 있었다.

체크리스트를 적용한 두 현장은 안전 조치가 잘 되어있는 편에 속하는 현장이었음에도 불구하고 많은 문제점들이 나타났다. 현장 A는 점검자의 눈을 속이기 위하여 보여주기 식의 조치를 하고 있었으며 현장 B는 거푸집을 이용하여 다리, 사다리, 작업발판 등으로 다양하고 편리한 수단으로 이용하며 안전수칙을 지키지 않고 있었다. 이러한 문제점으로 보았을 때 중소기업 현장의 안전관리가 소홀하고 체계가 미흡하다는 것을 알 수 있었으며 이에 대한 관리 체계 강화가 필요하다고 판단된다. 실제로 발생했던 재해 사례를 통하여 재해 예방 대책을 도출하여 작성된 체크리스트를 이용하여 현장 안전 점검을 해보니 작업자에게 잘못된 점을 명확하게 지도하고 시정하는 것이 가능했다. 본 연구에서 제시한 체크리스트를 건설현장에서 보다 효율적으로 활용할 수 있도록 새롭게 발생하거나 자주 발생하는 재해 사례를 연구하여 항목을 추가하는 개선이 필요할 것으로 사료된다.

5. 결 론

본 연구에서는 50억 원 미만의 중소기업 건설현장의 거푸집 공사 중 일어날 수 있는 안전사고를 감소시키고자 위험도에 따라 중점적으로 안전관리를 할 수 있는 체크리스트를 제안하였다. 작업에 대한 위험 요인을 도출하고 점검 항목을 선정하기 위해 2012년에서 2014년까지 3년 동안 국내 건설현장에서 발생했던 재해 사례 70,618건을 조사하였다. 그

중 공사금액이 50억 원 미만인 현장에서 거푸집 공사 중 일어난 재해 사례 9,396건을 분석하였으며 발생비율이 높은 재해유형을 순서대로 떨어짐, 물체에 맞음, 넘어짐, 부딪힘, 끼임의 5가지의 유형을 선택하여 나누어 사고 예방을 위한 점검 항목을 도출하였다. 도출된 점검 항목을 안전관리자 5명에게 위험성 평가를 조사하였다. 그 결과 60가지 항목 중 12가지의 항목이 위험도가 높았으며 떨어짐 재해의 항목이 다른 재해 유형들의 항목보다 많은 위험도가 있는 것으로 나타났다. 체크리스트를 경기도에 위치한 50억 원 미만 규모의 신축공사 현장에 적용해보았다. 체크리스트를 적용한 결과는 실제 재해 사례 데이터를 통하여 도출된 항목들로 이루어졌기 때문에 현장의 작업자들에게 잘못된 점을 명확히 지시하여 시정시킬 수 있었다. 본 연구에서는 체크리스트 개발 단계에서 위험도 평가 시 통계적으로 유의한 집단 수인 30명 이상에게 설문을 하지 않은 것에 대한 한계점이 있다. 또한 제안된 체크리스트의 활용성을 더욱 향상시키기 위하여 새로운 재해와 자주 발생하는 재해들에 대해 추가 연구를 통한 개선이 필요할 것으로 판단된다.

요 약

건설 산업은 전체산업분야들 중에서 가장 많은 재해사망자를 발생시키는 산업분야이다. 국내 건설업의 사고부상자는 중소기업 사업장에서 거의 대부분 발생한다. 또한 전체 공중 중 거푸집 공사에서 가장 많은 재해자가 발생하고 있다. 상대적으로 재해에 취약한 중소기업 건설현장의 거푸집 공사에 대하여 안전점검사항을 제시하고 어떤 항목을 중점적으로 관리해야하는지에 대한 의사결정을 지원할 수 있는 연구가 시급하다. 따라서 본 연구에서는 안전의식이 상대적으로 낮은 중소기업 사업장에 대하여 국내 건설현장의 안전사고 중 가장 많은 재해가 발생하는 거푸집 공사의 위험요소에 대한 점검사항을 명확히 제시하고 중점적으로 안전관리를 할 수 있는 체크리스트를 제안하였다. 연구 방법은 국내 건설현장에서 발생했던 재해 사례 70,618건을 분석하여 위험요인 및 사고 예방 대책을 도출하였다. 도출된 점검 항목을 안전관리전문가 5명에게 검토 받은 후 현장에 직접 적용함으로써 현장에서의 활용 가능성을 확인하였다. 연구의 결과는 실제로 발생했던 재해의 위험 요인을 도출하여 만든 체크리스트이기 때문에 현장의 작업자들에게 잘못된 점을 명확히

지시하여 시정하는 것이 가능했다. 본 연구의 결과가 중소기업 건설현장에 대한 효율적인 안전관리를 수행하고 재해율을 감소시키는데 기여할 수 있기를 기대한다.

키워드 : 중소기업건설현장, 거푸집공사, 건설안전사고, 체크리스트

Acknowledgement

This work was supported by Kyonggi University's Graduate Research Assistantship 2016.

References

1. Ministry of Employment and Labor, 2016 Status of industrial accident occurrence, Sejong-si (Korea): Ministry of Employment and Labor; 2017, 27 p.
2. Korea Institute for Occupational Safety and Health of Korea Occupational Safety & Health Agency, 2014 Investigate Industrial Accident Cause(occupational diseases), Ulsan-si (Korea): Korea Institute for Occupational Safety and Health of Korea Occupational Safety & Health Agency; 2015, 776 p.
3. Ministry of Employment and Labor, www.law.go.kr, <http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=141168#0000>.
4. Jung GM, A study on the proposing an efficiency action plan based on analyzing current status of safety management in construction site [master's thesis], [Seoul (Korea)]: Seoul National University of Science and Technology; 2016, 63 p.
5. Park SH, A Study on Suggestions Safety Management Checklist by the System Form [master's thesis], [Gyeongsan-si (Korea)]: Yeungnam University; 2009, 64 p.
6. Korea Occupational Safety & Health Agency, Risk Assessment Model for Construction Industry, Ulsan-si (Korea): Korea Institute for Occupational Safety and Health of Korea Occupational Safety & Health Agency; 2011, 535 p.
7. Ministry of Employment and Labor, 2015 Industrial accident analysis of current situation, Sejong-si (Korea): Ministry of Employment and Labor; 2016, 761 p.
8. Ministry of Employment and Labor, 2014 Industrial accident analysis of current situation, Sejong-si (Korea): Ministry of Employment and Labor; 2015, 751 p.
9. Ministry of Employment and Labor, 2013 Industrial accident analysis of current situation, Sejong-si (Korea): Ministry of Employment and Labor; 2014, 529 p.
10. Ministry of Employment and Labor, 2011 Industrial accident analysis of current situation, Sejong-si (Korea): Ministry of Employment and Labor; 2012, 439 p.
11. Ministry of Employment and Labor, 2010 Industrial accident analysis of current situation, Sejong-si (Korea): Ministry of Employment and Labor; 2011, 454 p.
12. Ministry of Employment and Labor, 2008 Industrial accident analysis of current situation, Sejong-si (Korea): Ministry of Employment and Labor; 2009, 1093 p.
13. Roh TW, Kang KS, A study on problems and improvement of disaster prevention technology guidance(Focused on construction disaster), Journal of the Korea Safety Management & Science, 2016 Dec;18(4):47-55.
14. Ahn KY, Kang KS, Research on construction safety assessment topic areas : Focusing on domestic construction site, Journal of the Korea Safety Management & Science, 2015 Dec;17(4): 1-12.
15. Ahn KY, The relationship between safety education/management and safety appliance in small and medium size enterprises, Journal of the Korea Safety Management & Science, 2008 Mar;10(1):33-40.
16. Shin WC, Kwon JH, Lee YS, Case study on prevention of Fire/Explosion Accidents caused by chemical substances in small/medium sized construction sites, Journal of the Korea Safety Management & Science, 2014 Sep;16(3):63-70.
17. Moon SW, Yang BS, USN-based Real-Time Monitoring System for a Temporary Structure of Concrete Formwork, Journal of the Korean Society of Civil Engineers D, 2012 Mar;32(2D): 159-66.
18. An SJ, Song SH, Integrated safety risk assessment and response preparation on construction site formwork using FMECA method, Journal of the Korea Safety Management & Science, 2012 Sep;14(3):39-48.