

설계 안전성 검토에 의해 선정된 공법의 공기와 공사비 영향 분석 - 외벽 바탕 구조물 공법 사례를 중심으로 -

Effect Analysis of Duration and Costs According to Construction Method Selected by Design for Safety - Focused on Structural Frame for Exterior Wall Cladding -

김민규¹

김진동²

이영도³

김광희^{4*}

Kim, Min-Kyu¹

Kim, Jin-Dong²

Lee, Young-Do³

Kim, Gwang-Hee^{4*}

Master's Course, Graduate School of Kyonggi University, Suwon-Si, Yeongtong-Gu, 16227, Korea ¹

Professor, Department of Architecture, Yeonsung University, Manan-Gu, Anyang-Si, 14011 Korea ²

Professor, Department of Architectural Engineering, Kyungdong University, Goseong-gun, Gangwon-do, 24764, Korea ³

Professor, Department of Architectural Engineering, Kyonggi University, Suwon-Si, Yeongtong-Gu, 16227, Korea ⁴

Abstract

Design for Safety(DfS) at the design stage is introduced and executed in order to fundamentally reduce the occurrence of construction safety accidents in Korea. Therefore, in this study, the construction method selected by Design for Safety can reduce safety accidents, but the effects on construction duration and costs were examined to confirm the effectiveness of various aspects. The construction method of the structural frame for the exterior wall cladding of the building, which have the factors for the fall accident, was selected for construction safety and compared and analyzed in terms of construction duration and costs. As a result, it was found to be effective not only in terms of safety, but also in terms of construction duration and costs. Therefore, it is considered that the construction method selected by the Design for Safety at the design stage will have a positive effect on the entire construction project.

Keywords : design for safety, safety accidents, structural frame for exterior wall cladding, duration and costs

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설재해는 산업재해 발생의 30% 이상을 차지하고 있는 대표적인 재해다발 산업이다[1]. 한국산업안전보건공단에 따르면 작년 한 해 산업재해자 수 102,305명 중 건설업의

재해자 수는 27,686명(27%)을 차지하여 다른 산업대비 가장 많았다. 건설산업의 사망자수는 전년대비 1.6% 감소하였지만 재해자수는 전년대비 7.9% 증가하고, 사망자 수도 570명으로 여러 산업 중 가장 많이 발생하였다[2].

건설현장에서 안전사고의 발생 원인과 안전사고 유형은 다양하다. 건설안전정보시스템의 2017~2018년 사고원인 별 통계에 의하면 주요 사고원인은 설계 부적정, 시공계획 부적정, 시공 부적정, 작업자 과실, 그리고 관리부실 등이다. 이 중 가장 많은 발생건수를 보인 것은 작업자 과실로 전체 발생재해의 37.5%를 차지하고 있다. 다음으로 시공계획부적정과 시공부적정이 차지하고 있다. 사고유형별은 여러 가지가 있으나 이 중 가장 많은 발생건수를 보인 것은 추락으

Received : April 13, 2020

Revision received : June 3, 2020

Accepted : June 9, 2020

* Corresponding author : Kim, Gwang-Hee

[Tel: 82-31-249-9757, E-mail: ghkim@kyonggi.ac.kr]

©2020 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

로 전체 발생재해의 27.5%를 차지하고 있다. 그 다음으로 무너짐, 넘어짐이다[3].

안전사고 저감을 위한 다양한 연구가 꾸준히 수행되었는데 건설 근로자의 안전의식 향상에 관한 연구, 현장 안전관리 실태 분석 및 방안 제시, 그리고 재해요인 분석 등의 연구가 주를 이루고 있다[4]. 건설근로자의 안전의식을 향상[5-7], 건설현장의 안전관리 실태를 체계적으로 분석하고 안전사고 방안에 대한 연구[8-9], 그리고 기존 재해의 요인들을 분석하여 현장의 안전관리체계를 구축할 수 있는 자료를 제시[10-11] 등이 안전사고 저감을 위한 연구들 중 일부 예이다. 이처럼 안전사고 저감을 위한 다양한 연구들이 수십 년 동안 지속됐으나 안전사고는 줄지 않고 있다.

따라서 안전사고를 줄이기 위하여 우리나라도 2016년 5월 설계자가 설계단계부터 사전에 위험성 평가 및 저감 대책을 세우는 설계 안전성 검토를 도입하였고, 일정 규모 이상의 설계는 설계단계에서 설계 안전성 검토를 시행하고 있다. 따라서 본 연구에서 설계단계에 타 공법 대비 사고발생 요인을 최소화할 수 있는 공법을 선택할 경우 원가나 공기 측면에서 어떤 영향을 미치는지에 대해 검토하고자 한다. 이러한 연구를 통해 향후 안전사고 요인이 적은 공법을 선택하여도 공기추가나 원가상승 등의 영향이 없다는 것을 확인하여 안전을 고려한 공법 선택이 활성화될 수 있을 것이다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서 설계단계에서 안전을 고려한 공법을 선정할 경우 공기나 원가에 미치는 영향을 분석하였다. 공법이 공사에 미치는 영향은 다양하게 있지만 본 연구에서는 원가와 공정에 한정하여 분석하고자 한다. 공사에 미치는 다른 영향요소인 시공성이나 품질 등은 본 연구범위에서 제외하고자 한다. 왜냐하면 안전성이 확보된다면 작업자들이 수행하는 작업의 시공성이나 품질 등이 향상될 가능성이 높기 때문이다.

본 연구의 사례연구 대상은 외부 마감재 부착에 필수적으로 시공되는 하부 프레임공법을 선택하였다. 특히 외부 작업에서 발생하는 안전사고 발생요인인 추락재해가 27.5%로 가장 많기 때문이다. 외부 하부 프레임공법의 사례분석을 위해 문헌고찰을 통하여 설계 안전성 검토와 하부 프레임 공법에 대해 알아보고, 실제 적용된 사례 또는 실적용을 위해 검토한 자료를 분석하였다. 연구는 Figure 1과 같이 진행하였고 상세한 순서는 다음과 같다.

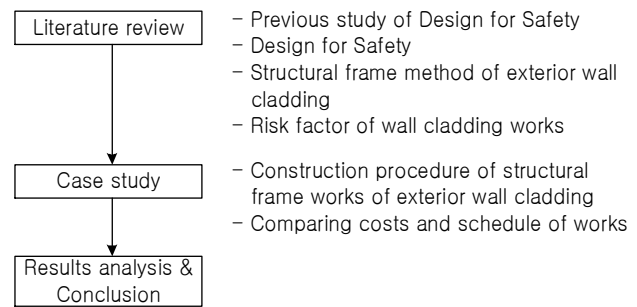


Figure 1. Research processes

첫째, 설계 안전성 검토에 대한 기존 연구고찰과 설계 안전성 검토의 개념 등에 대하여 고찰하고, 외부 마감용 프레임공법과 외부마감 작업시 안전과 품질에 영향을 미치는 요인 등에 대하여 설문조사를 통하여 알아보았다.

둘째, 외부 마감용 바탕 구조프레임 공법별 작업순서, 공법별 공정, 그리고 원가에 대하여 사례분석을 통하여 조사 분석하였다.

셋째, 사례분석을 통하여 도출된 자료를 통하여 설계 안전성 검토에서 안전을 우선으로 검토할 경우 공정과 원가에 미치는 영향을 알아보았다.

2. 이론적 고찰

2.1 기존연구고찰

설계 안전성 검토와 관련된 국내 연구들은 다수가 수행되었는데, 주요 연구에 대하여 알아보면 설계 안전성 검토에 관한 최초 국내연구라고 할 수 있는 Hong[12]의 연구는 건설프로젝트 초기단계부터 안전성 확보를 위한 설계 안전성 검토제도의 도입을 위해 필요한 안전정보를 발굴, 활용, 공유가 가능한 안전관리정보모형을 제시하였다. Ji et al.[13]은 설계 안전성 검토 및 사용자 안전 관련 연구를 고찰하고 사용자의 안전까지 확장 적용 가능하도록 고려해야 할 요소들을 도출하였다. Kim and Kim[14]은 건설현장에서 발생하는 재해에 대한 위험성을 파악하기 위해 공동주택 단위작업별 재해발생 빈도, 재해 심각성, 신체피해 정도를 종합 평가하였다. Lee et al.[4]은 설계단계의 설계 안전성 검토와 시공단계의 안전관리계획을 연계하여 실적정보를 통한 계획대비 실적 평가를 가능하게 하고 위험성 요소 및 평가에 활용 가능한 분류체계, 정보모델, 연계모델, 위험성평가모델을 포함하는 프레임워크를 제시하였다. Shin and Son[15]은 설계 안전성 검토 업무

의 대책수립의 선행과정으로 설계 안전성 검토 업무수행의 발주자 및 설계자의 설계 안전성 검토에 대한 인식 분석을 실시하고, 설계 안전성 검토 수행 시 발생하는 문제점을 도출하여 이를 최소화 할 수 있는 개선사항을 제시하였다.

설계 안전성 검토와 관련된 국외 연구들을 살펴보면 매우 많은 연구가 있으나 건설현장과 관련된 연구는 다음과 같다. Szymberski[16]의 연구에서 건설프로젝트 일정과 안전에 영향을 미치는 정도로 프로젝트 설계단계가 안전에 대한 영향을 가장 많이 미치는 것으로 나타났다. Behm[17]은 건설현장 사망자 조사 보고서를 검토를 통하여 건설 안전에 대한 개념과 설계를 연계하는 방안을 제시하였다. Brace et al.[18]은 설문조사를 통하여 영국 설계자들의 건설현장 안전 및 보건에 관한 인식을 분석하였다. Gangoells et al.[19]은 설계단계에서 안전에 대한 위험요소를 해결하기 위해 중요도 순위를 제시하는 정량적 방법론을 제시하였고, Larsen and Whyte[20]은 사례 연구를 통해 현장관리자의 건축물 설계 안전성에 대한 인식 분석 및 관리방법을 제시하였다.

국내외에서 설계 안전성 검토에 대한 많은 연구가 이루어졌지만, 설계 안전성 검토 단계에서 공법 선정에 따른 공정과 원가에 미치는 영향과 관련된 연구는 미흡하다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서 설계단계에서 안전을 고려한 공법을 선정할 경우 공사에 미치는 원가, 공정에 대해 분석하여 설계 안전성 검토가 안전 외에 공기나 원가에 미치는 영향을 검토하고자 한다.

2.2 설계 안전성 검토

우리나라는 2016년 5월「건설기술 진흥법 시행령」제75조의 2에 따라 설계 안전성 검토 제도를 도입하였다. 설계 안전성 검토는 “시공단계에서 발생할 수 있는 위험요소를 설계단계에서 사전에 차단하고 저감대책을 세워 시공단계의 안전성을 확보하는 것”이라고 정의할 수 있다[4]. 설계 안전성 검토의 적용범위는「건설기술 진흥법 시행령」제98조 1항에 따르면 원자력 시설공사를 제외한 안전관리계획을 수립하여야 하는 건설공사의 실시설계를 하는 경우에 적용된다[21].

설계단계의 설계 안전성 검토 수행 절차는 설계 안전성 검토 대상 건물 확인 및 목표설정, 검토팀 구성 및 발주자 협의, 사고사례 수집, 워크숍, 위험요소 인식, 위험성 추정,

위험성 평가, 위험성 저감대책 수립, 기록 검토 및 수정 순으로 이루어진다.

설계 안전성 검토의 승인은 설계자를 통해 작성된 설계 안전성 검토 보고서를 발주청에게 제출하면 자체 기술자문위원회(건설안전 전문가 포함)를 구성하여 적절성에 대하여 검토한다. 만약, 건설안전 전문가가 부족할 경우 발주청은 한국시설안전공단에 설계 안전성 검토 적정성 여부를 의뢰할 수 있다. 설계 안전성 검토 보고서의 검토를 의뢰 받은 기술자문위원회 또는 한국시설안전공단은 발주청에게 15일 이내에 검토 결과를 통보하여야 한다. 통보 받은 발주자는 설계 안전성 검토 보고서의 검토 결과를 다음과 같이 판정할 수 있다.

- 1) 승인 : 기술자문위원회 또는 한국시설안전공단에서 적정 판단을 받은 경우
- 2) 조건부 승인 : 기술자문위원회 또는 한국시설안전공단에서 조건부 적정 판단을 받았거나 적정 판단을 받았더라도 보완이 필요하다고 발주청이 판단한 경우
- 3) 보완 후 재심사 : 기술자문위원회 또는 한국시설안전공단에서 부적정 판단을 받았거나 절차 등에 문제가 있다고 발주청이 판단한 경우

발주청은 조건부 승인 판정을 받은 설계 안전성 검토 보고서에 대해 설계자에게 보완을 지시하여 재 제출하게 해야 하며, 기술자문위원회에 재심사 또는 한국시설안전공단에 재검토를 의뢰하여 재 제출된 설계 안전성 검토 보고서의 적정성을 판단 받거나 발주자 자체 검토로 판단하여야 한다. 이후 승인 된 설계 안전성 검토 보고서는 국토교통부에 제출하게 된다[21].

2.3 외부 마감재 바탕 구조물

건물 외부 마감재 바탕 구조물이란 외장재를 건축물 골조에 설치하기 위한 연결재의 역할을 하는 것을 말한다[22]. 바탕 구조물은 수직부재와 수평부재로 이루어져 있으며 여기에 석재, 복합판넬, 시멘트보드 등의 마감재를 설치한다 (Figure 2 참조).

바탕 구조물은 기존에 주로 사용하는 용접식 공법과 최근 개발된 무용접 공법 등이 있다. 용접식 공법은 바탕 구조물 작업 시 수직부재와 수평부재를 용접으로 접합하는 방법이다. 무용접 공법은 바탕 구조물 작업 시 수직부재와 수평부재를 용접하지 않고 볼트, 너트, 브리켓을 이용하여 조립하는 방법이다.

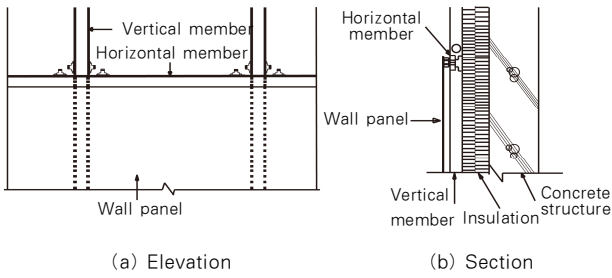


Figure 2. Structural frame for exterior wall cladding

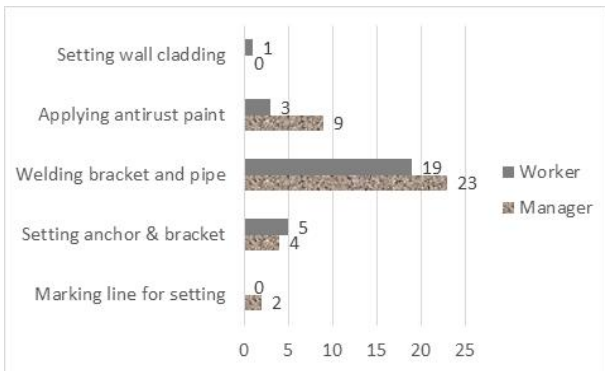


Figure 3. Work with high frequency of quality problems in structural frame work

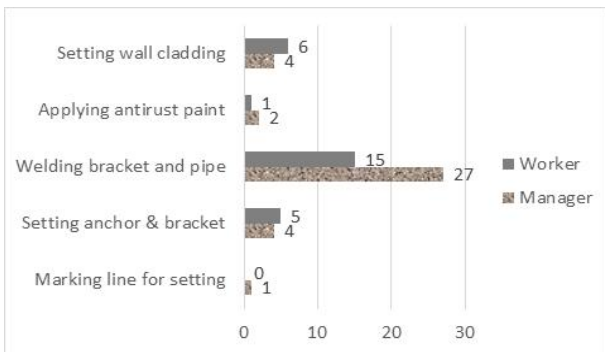


Figure 4. Work with high frequency of safety accidents in structural frame work

2.4 용접식 바탕 구조물 공법의 문제점

용접으로 외부 마감재 바탕 구조물을 설치할 경우 품질, 안전상의 문제점을 확인하기 위해 관련 관리자와 작업자를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문 응답자는 관리자(시공관리자, 건설사업관리자, 안전관리자 등) 38명, 외장재 작업자(석재, 판넬, 목재, 커튼월 등) 29명이다.

설문결과 바탕 구조물 작업 시 품질문제 발생 빈도가 높은 작업은 용접 작업이라고 관리자 23명(60.5%), 작업자 19명(67.9%)이 응답하여 용접작업이 바탕 구조물 작업에서

가장 중요한 것으로 나타났다(Figure 3 참조). 그리고 바탕 구조물 작업에서 안전사고 발생 빈도가 가장 높은 작업은 용접 작업이라고 관리자 27명(71.1%), 작업자 15명(53.6%)이 응답하여 바탕 구조물 작업에서도 용접작업이 가장 많은 안전사고를 유발할 수 있다고 할 수 있다 (Figure 4 참조).

따라서 외부 마감재용 바탕 구조물 작업의 품질과 안전 문제를 해결하기 위해 용접작업을 최소화할 필요가 있다는 것을 확인할 수 있었으며, 용접작업을 대체할 수 있는 다른 공법이 필요하다고 할 수 있다.

3. 하부 프레임 공법 비교

3.1 시공순서 및 절차

외벽 마감재 바탕 구조물은 용접에 의해 구조물 프레임을 구성하는 방법(용접식 공법)과 볼트와 너트를 이용하여 프레임을 구성하는 방법(볼트식 공법)으로 크게 구분할 수 있고, 시공과정은 각 공법별로 Table 1에 제시된 순서대로 공법별 특징을 반영하여 진행하게 된다.

Table 1. Working processes of structural frame for exterior wall cladding

Work processes	Welding method	Bolting method	Remarks
Marking the line for setting the anchor & bracket			same
Setting anchor bolt and fastening bracket			Only the bracket is different.
Welding vertical and horizontal rectangle pipe for frame		-	Only welding method
Fastening vertical and horizontal rectangle pipe by bolting for frame	-		Only bracket method
Welding the bracket and frame		-	Only welding method
Fastening the bracket and frame by bolting	-		Only bracket method
Painting antirust		-	Only welding method

용접식 공법의 가장 큰 특징은 세트 앵커를 골조에 설치하고, 세트 앵커에 브라켓을 고정한 후 용접으로 만든 프레임 브라켓에 용접을 통하여 골조에 설치한다(Table 1 참조). 볼트식 공법의 경우는 용접식 공법과 가장 큰 차이점은 수직재와 수평재의 결합을 수직재와 수평재에 맞게 고안된 전용 철물을 이용하여 한다. 그리고 골조에 설치된 브라켓에 구조물 프레임을 용접 하지 않고 브라켓과 볼트와 너트를 이용하여 설치한다(Table 1 참조).

3.2 바탕 구조물 설치 공법별 소요일수(공기)

외벽 마감재 바탕 구조물 시공방법 별로 소요일수를 파악하기 위해 사례연구를 실시하였다. 사례현장은 인천시에 있는 현장으로 당초 설계에는 용접식 구조물로 설계되었으나 이를 볼트식 구조물로 변경하기 위해 검토한 자료를 바탕으로 하였다. 바탕 구조물 설치 작업 시 먹매김과 셋트앵커와 브라켓 설치 작업의 소요일수는 두 공법 모두 동일하기 때문에 비교대상에서 제외하였고, 그 외 작업의 소요일수만을 비교 하였다. 현장개요는 Table 2와 같다.

Table 2. Case description

Location	Incheon City
Usage	Business building
Floors	4 floors
Exterior wall finishing area	3,333m ²
Finishing material	Aluminum panel

외부 마감면적 3,333m²로 바탕 구조물 설치용 용접식 공법으로 진행되었고 3인 1팀을 기준으로 45일 소요되었다. 바탕 구조물 설치 시 각 작업의 소요일수는 작업책임자와 작업자들의 면담을 통해 확인하였다. 프레임 제작 작업은 약 70%, 프레임을 브라켓에 고정하는 작업은 약 20%, 프레임 중간고정 작업은 약 10%의 기간이 소요된 것으로 확인하였다.

프레임 설치 작업 시 소요된 45일을 각 작업 비율로 산정하면 프레임 제작을 위한 용접이 31일, 프레임을 브라켓에 고정하는 작업에 9일, 프레임 중간고정 작업에 5일 소요되었다. 이를 볼트식 공법을 적용하여 소요일수를 산정하면, 프레임 제작과정에서 용접 기능공이 아닌 일반 작업자가 작업을 하여도 약 10%의 시간을 단축할 수 있다. 또한 프레임을 벽면에 설치하는 작업도 용접이 필요하지 않기 때문에 단축이 가능한 것으로 검토되었다. Table 3은 용접식 바탕

구조물과 무용접식 바탕 구조물을 사례건물 외벽에 설치할 때 소요되는 일수를 비교한 것으로 볼트식 공법의 경우 약 4.5일 단축이 가능한 것으로 사료된다. 또한, 볼트식 공법에서는 용접 공법에서 진행되는 용접 부위 샌딩 및 녹막이 칠 작업을 하지 않기 때문에 추가적인 공사기간 단축이 가능할 것이다.

Table 3. Comparison of two structural frame work methods

Working processes (Rate)	Duration(Days)		Remarks
	Welding method	Bolting method	
Fabricating frame (70%)	Welding (70%)	31	Shortened by 3 days
	Fastening bolt and nut	-	
Installing the frame on the bracket (20%)	Welding frame on bracket	9	Shortened by 1 days
	Fix the frame to the bracket with bolts and nuts	-	
Fix the middle point of the frame to bracket (10%)	Welding frame on bracket	5	Shortened by 0.5 days
	Fix the frame to the bracket with bolts and nuts	-	
Sum	45	40.5	Shortened by 4.5 days

3.3 바탕 구조물 설치 공법별 공사비

용접식 바탕 구조물과 볼트식 바탕 구조물의 공사비를 비교하기 위해 일위대가를 비교하였다. 일위대가에서 재료비는 일위대가표에서 의해 산정하였으나 노무비의 경우 Table 2에 제시된 사례의 실제 Data를 이용하여 산정하였다.

용접식 바탕 구조물의 경우 12,759원/m²이고, 볼트식 바탕 구조물의 경우 14,721원/m²로 볼트식 구조물이 1,962원/m² 더 비싼 것으로 분석되었다. 그러나 노무비의 경우 볼트식 바탕 구조물은 용접공이 필요 없고 보통인부로 가능하기 때문에 용접식 구조물은 7,948원/m²이고, 볼트식 구조물은 4,515원/m²로 볼트식 구조물이 3,433원/m² 더 저렴한 것으로 분석되었다. 따라서 재료비와 노무비를

합한 금액은 용접식 구조물이 20,707원/m²이고, 볼트식 구조물은 19,236원/m²으로 볼트식 구조물이 1,471원/m² 더 저렴한 것으로 분석되었다(Table 4와 5 참조).

Table 4. Unit costs of welding type structural frame for exterior wall cladding(Won/m²)

	Items	Unit	Qty.	Price	Amount
Material cost	Rectangle pipe	m	2.5	3,594	8,985
	Bracket	EA	1.3	605	787
	Set anchor	EA	1.3	454	590
	Welding rod	kg	1.0	2,000	2,000
	Tool loss	%	5.0	7948	397
	Subtotal				12,759
Labor cost	Welder	ONP R	0.04	198,711	7,948
Total					20,707

Table 5. Unit costs of bolt type structural frame for exterior wall cladding(Won/m²)

	Item	Unit	Qty.	Price	Amount
Material cost	Steel profile	m	2.5	4,067	10,168
	Sus-bracket	EA	3.0	429	1,287
	Fastener	EA	1.3	649	844
	T-bolt	SET	7.0	220	1,540
	Set anchor	EA	1.3	454	590
	Screw bolt	EA	2.0	33	66
	Tool loss	%	5.0	4,515	226
	Sub total				14,721
Labor cost	Ordinary worker	ONPR	0.036	125,427	4,515
Total					19,236

4. 결과 분석

설계단계에 설계자가 안전사고를 예방하기 위하여 안전 측면에서 유리한 공법을 선택한 경우 이에 부수적으로 전체 공사에 영향을 미칠 수 있는 공기와 공사비 측면에서 동시에 검토를 하였다.

외부 마감공사를 위한 바탕 구조물 공사에서 품질과 안전에 가장 영향을 많이 미친다고 생각하는 작업에 대하여 현장관리자와 작업자를 대상으로 설문조사를 실시한 결과 용접작업이 외벽마감 바탕 구조물의 품질과 작업시 안전사고에 가장 많은 영향을 미친다고 응답하였다. 따라서 품질

과 안전측면에서 이러한 문제를 해소하는 방법은 용접작업 없이도 바탕 구조물을 설치할 수 있는 공법을 선정하는 것이다. 설계단계에 안전을 고려한 적정 공법을 선정하는 것이 시공시 발생할 수 있는 위험요인을 근본적으로 제거할 수 있다고 할 수 있다. 즉, 외부 바탕 프레임 설치 작업 시 설문조사에서 품질과 안전에 영향을 미치는 작업 자체를 없애 추락과 화재 등의 위험요인을 축소할 수 있을 것이다.

설계단계에서 안전을 고려하여 선정된 공법이 프로젝트 전체 공기나 공사비에 영향을 미친다면 공법선정에 적극적이 될 수 있을 것이다. 공기와 공사비 측면에서 영향을 검토한 결과 공기는 10%정도 단축이 가능하고 공사비는 7.1% 정도 절감이 가능한 것으로 나타났다. 따라서 설계단계에 안전을 고려한 공법을 선정할 때 공기와 공사비를 고려하여 선정한다면 프로젝트 전체에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

5. 결 론

설계단계 안전을 고려한 설계, 즉 공법선정 등을 통하여 근본적인 안전사고 요인을 제거할 경우 이에 따라 부수적으로 공기와 공사비에 미치는 영향을 검토하였다. 이러한 검토를 위해 가장 많은 재해건수를 차지하고 있는 추락재해가 발생할 수 있는 외부마감재 바탕 구조물 작업사례를 선정하여 사례분석을 실시하였다.

외부 마감재 바탕 구조물 공사에서 품질과 안전에 가장 영향을 많이 미치는 공정은 용접공정이라고 관리자와 작업자가 설문조사에서 응답을 하였다. 그러므로 품질과 안전문제를 해결할 수 있는 방안은 용접공정이 없는 공법을 적용하면 문제를 해결할 수 있을 것이다.

그렇지만 품질과 안전문제 해결을 위해 선정된 공법이 공기나 공사비에 영향을 미친다면 설계단계에 안전을 위한 공법을 반영하는데 어려움이 있을 것이다. 그러나 사례분석을 통해 분석한 결과 안전을 위한 선정한 공법이 공기나 공사비 측면에서도 효과가 있는 것으로 나타났다. 따라서 설계단계에 안전을 고려하여 위험요소를 근본적으로 제거하여 건설안전재해 감소라는 목표를 달성한다는 것이 여러 측면에서 많은 효과가 있을 것으로 사료된다.

그렇지만 본 연구는 외벽 마감재 바탕 구조물 사례만을 분석한 결과라는 한계가 있다. 따라서 향후 여러 공종에 대하여 여러 공법을 대상으로 분석을 통하여 데이터를 축적한

다면 설계단계에 안전을 고려한 설계가 좀 더 활성화되고, 건설안전사고 발생도 효과적으로 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

건설안전사고 발생을 근본적으로 축소하기 위해 설계단계 설계안전성 검토를 도입해 시행하고 있다. 따라서 본 연구에서 안전을 고려한 설계를 위해 선정된 공법이 안전사고를 줄일 수 있으나 공기와 공사비에 미치는 영향을 검토하여 여러 측면의 효과를 확인하고자 하였다. 추락재해 요인을 내포하고 있는 건물외벽 마감재 바탕 구조물 시공공법을 안전을 고려해 선정된 후 공기와 공사비 측면에서 비교분석하였다. 그 결과 안전뿐만 아니라 공기나 공사비 측면에서도 효과가 있는 것으로 나타났다. 따라서 설계단계 설계안전성 검토에 의해 선정된 공법이 프로젝트 전체에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료된다.

키워드 : 설계 안전성 검토, 안전사고, 외벽마감 바탕 구조물, 공기와 공사비

Funding

Not Applicable

ORCID

Min-Kyu Kim, <https://orcid.org/0000-0003-3317-515X>

Jin-Dong Kim, <http://orcid/0000-0001-7531-8126>

Young-Do Lee, <https://orcid.org/0000-0003-1439-2693>

Gwang-Hee Kim, <https://orcid.org/0000-0002-7715-9469>

References

1. Cho JW. A study on causal effects of safety training and safety awareness of construction industry workers, affecting industrial incidents [dissertation]. [Seoul (Korea)]: Dongguk University; 2009. 116 P.
2. Korea Occupational Safety Health Agency [Internet]. Seoul: Korea Occupational Safety Health Agency. 2018 - [cited 2019 Sep 27]. Available from: <http://www.kosha.or.kr/kosha/data/industryAccidentStatus.do>
3. Construction Safety Management Information System(COSMIS) [Internet]. Seoul: Construction Safety Management Information System(COSMIS). 2017 - [cited 2019 Oct 2]. Available from: https://www.cosmis.or.kr/statistics/sta10.do?method=sta01004_list
4. Lee GJ, Min YG, Chung KH. Application of design for safety to improve safety environment on construction site. Korea Institute of Ecological Architecture and Environment. 2018 Oct;18(5): 113-20. <http://dx.doi.org/10.12813/kieae.2018.18.5.113>
5. Kim DH, Ko BI, Lim HK. Effective safety education schemes at construction sites for enhancing safety consciousness of workers and engineers. Journal of Korean Institute of Industrial Safety. 1999 Jun;14(2):163-9.
6. Lee CJ. A study on the safety consciousness and improvement policy in construction works field [master's thesis]. [Gwangju (Korea)]: Chosun University; 2007. 70 p.
7. Zhang Z, An SH. Improving the safety awareness of construction workers. Journal of the Korea Institute of Building Construction. 2014 Oct;14(5):451-7. <http://dx.doi.org/10.5345/JKIBC.2014.14.5.451>
8. Jung JW, Kim TY, Kim HS, CHO YJ. A study on the improvement of current construction safety management system. Proceeding of Construction Engineering and Management; 2007 Nov 8; Busan Korea. Seoul Korea Institute of Construction Engineering and Management; 2007. p. 691-4.
9. Jung KM, 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.
10. Na SY, KIM SJ. A study of analyzing disaster factors and prevention ways to decrease construction disaster. Proceeding of Construction Engineering and Management; 2016 Nov 11; Incheon Korea. Seoul Korea Institute of Construction Engineering and Management; 2007. p. 57-9.
11. Shin WS, Son CB. An analysis on the relationship between occurrence type and influence factor of construction safety accident using SNA method. Journal of the Architecture Institute of Korea Structure & Construction. 2017 Apr;33(4):47-54. https://doi.org/10.5659/JAIK_SC.2017.33.4.47
12. Hong SH. The development of a construction safety management information model using the concept of design for safety [dissertation]. [Seoul (Korea)]: Chung-Ang University; 2004. 171 p.
13. Ji DH, Lee HS, Park MS. A concept of design for safety of user safety. Spring Annual Conference of Architectural Institute of Korea; 2015 Apr; Myongji University, Yonin, Korea. Seoul(Korea): Architectural Institute of Korea; 2015. 9. 495-6.

14. Kim JW, Kim JJ. Disaster risk assessment by work unit of construction work for improve the efficiency of design for safety task. *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*. 2018 Jun;34(6):45-53. https://doi.org/10.5659/JAIK_SC.2018.34.6.45
15. Shin WS, Son CB. An awareness analysis on the design for safety of construction project and its improvement measures. *Journal of the Korea Institute of Building Construction*. 2019 Aug;19(4):351-9. <https://doi.org/10.5345/JKIBC.2019.19.4.351>
16. Szymberski R. Construction project safety planning. *TAPPI Journal*. 1997 Nov;80(11):69-74.
17. Behm M. Linking construction fatalities to the design for construction safety concept. *Safety Science*. 2005 Oct;43(8):589-611.
18. Brace C, Gibb A, Pendlebury M, Bust P. Health and safety in the construction industry: underlying causes of construction fatal accident, secretary of state for work and pensions [dissertation]. [Leicestershire (England)]: Loughborough University; 2009. 215 p.
19. Gangolells M, Casals M, Forcada N, Roca X, Fuertes A. Mitigating construction safety risk using prevention through design. *Journal of Safety Research*. 2010 Apr;41(2):107-223. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2009.10.007>
20. Larsen GD, Whyte J. Safe construction through design : Perspectives from the site team. *Journal of Construction Management and Economics*. 2013 Jun;31(6):675-90. <https://doi.org/10.1080/01446193.2013.798424>
21. Ministry of Land, Infrastructure and Transport. Manual for Design for Safety in Construction. Ministry of Land, Infrastructure and Transport; 2017. 223 p.
22. Lee DW, Kim KS, Kwak ES, Lee SJ, Shon SD. The evaluation of building hardware following the structure's horizontal displacement. Fall Annual Conference of Architectural Institute of Korea; 2016 Oct; Bexco, Busan, Korea. Seoul (Korea): Architectural Institute of Korea; 2016. p. 649-50.