

# 건설현장 위험요소의 관측비율분석에 의한 작업공간의 안전성 확보방안

## Method to Acquire Safety of Work Spaces by Ensuring Proper Ratio of Visibility of Unsafe Factors in Building Construction Sites

최 희 복

장 명 훈\*

Choi, Heebok

Jang, Myung-Houn\*

Department of Architectural Engineering, Jeju National University, Jeju, 690-756, Korea

### Abstract

Unsafe and dangerous factors or environments on building construction sites often cause safety accidents. Sometimes, accidents happen despite the existence of warning and caution signs. Such warning signs are likely to be hidden by stacked materials or temporary facilities on site. If workers cannot see the signs when moving or working, they could be injured, sometimes fatally. Many studies have focused on each worker's position, and various systems have been developed using GPS signals and sensors. This paper suggests a method for identifying the problem of worker inability to see the unsafe factors, to manage the problem in the construction planning phase by considering things from the worker's perspective. The method uses CAD software to investigate the relation between the height of stacked materials and the visible ratio of the unsafe factor. The results of a sample project show that the changes in the height and location of stacked materials make the site safer.

Keywords : safety analysis, work space, stockyard, construction safety

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설현장에는 추락, 전도, 충돌의 안전사고를 유발할 수 있는 위험요소가 산재하고 있다. 안전한 작업환경을 유지하기 위해 위험요소에 대한 경고나 주의 표지를 설치하고 있지만 사소한 부주의 등으로 때때로 사고가 발생한다. 현장 내외부에 설치될 자재나 작업을 위해 임시 설치된 가설시설물에 의해서 경고나 주의 표지가 가려지는 경우도 있으며, 작업자가 이동함에 따라 가려진 표지를 파악할 수 없는 위

험도 존재한다.

내부 벽체공사나 마감공사를 하는 과정에서 실내에 많은 자재들이 적재되는데 이는 엘리베이터 코어나 자재의 인양하기 위해 사용되는 슬래브의 개구부를 작업자의 시야로부터 가릴 수 있는 위험이 있다. 특히 엘리베이터 코어는 수직으로 뚫려 있기 때문에 추락할 경우 심각한 상해를 입을 수밖에 없다. 엘리베이터 입구를 안전막이나 안전난간으로 추락 위험을 방지하고 있지만 높이 적재된 자재 등에 의해 보이지 않을 수 있다. 따라서 적재된 자재의 위치나 높이, 폭 등을 적절히 조절하여 위험요소를 파악할 수 있도록 작업자의 시야를 확보하는 것이 안전사고 예방에 도움을 줄 수 있다.

현장에 적재된 자재는 직접적으로 추락사고를 유발한다고는 할 수 없으나 추락위험요소를 작업자가 인지하게 어렵게 만들 수 있으므로 안전사고가 발생할 수 있는 확률을 높일 수 있다. 따라서 안전사고를 방지하기 위해 작업자의 시야를 확보하는 것이 중요하므로, 본 연구에서는 공사 계획과

Received : July 31, 2013

Revision received : October 22, 2013

Accepted : November 7, 2013

\* Corresponding author : Jang, Myung-Houn

[Tel: 82-64-754-3704, E-mail: jangmh@jejunu.ac.kr]

©2013 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

정이나 공사 중에 CAD를 이용하여 위험요소를 관측할 수 있는 비율을 분석하여 자재의 적재높이 및 위치를 조정하는 방법을 제안하고자 한다.

### 1.2 연구의 방법 및 범위

건설현장 내부에 적재된 자재가 위험요소에 대한 작업자의 시야를 방해하지 않기 위한 방법을 제안하기 위한 연구 내용은 다음과 같다.

- 1) 건설공사에서 발생하는 안전사고와 안전사고를 예방하고 관리하는 방법에 대해 고찰한다.
- 2) 안전사고 관리를 위한 기존 방법과 연구에 대해 고찰하고 건설현장에서 공사계획 단계에 적용할 수 있는 방법을 비교분석한다.
- 3) 적재 자재의 위치, 높이 등을 고려하기 위하여 일반적으로 사용되는 CAD의 투시도 기능을 이용하여 작업자의 시야 확보방법을 제안한다.

건설현장 내부에 존재하는 위험요소를 관리하는 방법은 다양하지만, 본 연구는 적재된 자재나 장비, 가설시설물에 의해 위험요소가 보이지 않는 경우에 대해 작업자의 시야를 확보하는 것에 초점을 두고 있다. 연구의 주요 대상은 이동이 가능하고 크기, 높이 등이 조절이 가능한 적재 자재 및 공간이다. 작업자가 작업 중이거나 이동하는 동안 위험요소를 인지할 수 있도록 공사계획 단계에서 적재 자재의 높이와 위치에 대한 분석이 연구의 범위이다.

## 2. 건설현장의 안전 관리

### 2.1 안전사고 현황

한국산업안전관리공단의 산업재해현황분석 자료[1]에 의하면 2011년 산업별 근로자수와 사망자수, 사망만인율(근로자 10,000명당 발생하는 사망자수의 비율)은 Table 1과 같다. 건설업 분야에서 안전사고로 인한 사망자는 621명으로 전체 산업재해 사망자 중에서 29.38%를 차지하고 있으며 석탄광업(335명, 15.85%)보다도 상당히 많다. 사망만인율은 2.01로 산업 전체의 만인율(1.47)과 제조업(1.64)보다 높다.

Table 2는 건설업 분야에서 발생한 안전사고로 인한 재해자와 사망자수이다. 다양한 재해유형에 의해 사고가 발생하고 있으며 추락(7,489명)이 가장 많이 발생하며 전도

(4,191명), 낙하비레(3,123명) 등의 순으로 조사되었다. 사망자의 경우에는 업무상 질병을 제외하면 추락(311명), 붕괴도괴(50명), 낙하비레(33명) 등의 순서로 많이 발생하고 있다. 추락 사고의 경우 사망자가 발생하는 안전사고 유형의 50%를 초과할 정도로 주요 원인이라고 할 수 있다.

Table 1. Fatalities in 2011

Industry	No of workers	No of fatalities	FR*	Ratio (%)
<b>Total</b>	<b>14,362,372</b>	<b>2114</b>	<b>1.47</b>	<b>100.0%</b>
Construction	3,087,131	621	2.01	29.38%
Mining	12,088	375	310.23	17.74%
Manufacturing	3,333,131	548	1.64	25.92%
Electricity, Gas & Water supply	54,759	4	0.73	0.19%
Transportation, storage, & communication	719,488	134	1.86	6.34%
Forestry	93,815	20	2.13	0.95%
Fishing	3,378	4	11.84	0.19%
Agriculture	40,017	9	2.25	0.43%
Financing & Insurance	624,816	18	0.29	0.85%
Etc	6,393,750	381	0.6	18.02%

\* FR: No. of Fatal Rate per 10,000 workers in a year

Table 2. Injuries/Fatalities and accident types in 2011

Type	Injuries (persons)	Ratio (%)	Fatalities (persons)	Ratio (%)
<b>Total</b>	<b>22,782</b>		<b>621</b>	
Falls & Drops	7,489	32.9%	311	50.1%
Slips & Trips	4,191	18.4%	32	5.2%
Collision	1,971	8.7%	22	3.5%
Flying objects	3,123	13.7%	33	5.3%
Crushes	452	2.0%	50	8.1%
Impacted fracture	1,856	8.1%	23	3.7%
Cut, Puncture	1,912	8.4%	1	0.2%
Electric shocks	176	0.8%	22	3.5%
Explosions	49	0.2%	7	1.1%
Traffic accidents	222	1.0%	37	6.0%
Illness	595	2.6%	44	7.1%
Improper action	444	1.9%	0	0.0%
Etc	302	1.3%	39	6.3%

## 2.2 안전관리 방법

### 2.2.1 현장의 안전관리

건설현장에서는 산업안전보건법과 안전관리비 계상 및 사용기준에 의해 조직을 구성하고 안전시설을 설치하여 안전사고를 예방하고 있다. 대부분의 위험요소에는 안전난간, 낙하물방지망, 안전막 등을 설치함으로써 시공사와 협력업체(전문공사업체)는 법적 규정에 맞도록 안전관리를 수행하고 있다. 산업안전보건법(법률 제10968호, 2011.7.25. 개정)에 의하면 건설현장의 안전을 유지하기 위해서는 안전활동을 추진하기 위한 관리조직이 두어야 한다. 안전관리조직은 안전보건관리책임자(법 제13조), 안전보건총괄책임자(법 제18조), 관리감독자(법 제14조), 안전관리자(법 제15조) 등을 두어야 하고, 사업장 규모나 공사금액에 따라 필요한 안전관리 인원수도 규정하고 있다.

건설현장에서 안전관리에 필요한 안전시설이나 장비 등은 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준(고용노동부 고시 제2012-126호, 2012.11.23. 개정)에 의해 규정하고 있다. 산업안전보건관리비는 공사종류와 공사금액에 따라 대상액이 결정된다. 산업안전보건관리비는 안전관리자 등의 인건비 및 각종 업무 수당, 안전시설비, 개인보호구 및 안전장구 구입비, 사업장의 안전진단비, 안전보건교육비 및 행사비, 근로자의 건강관리비, 기술지도비, 본사 사용비로 구분하여 사용하여야 한다. 공사진척에 따라 산업안전보건관리비를 일정 비율 이상을 사용하도록 하여 적절한 안전관리가 이루어지도록 법령으로 규정하고 있다.

### 2.2.2 안전관리 관련 연구

건설현장에서 발생하는 안전사고 중에서 추락이 차지하는 비중은 매우 크기 때문에 추락재해의 현황을 분석하고 원인을 도출하여 제거하려는 노력이 많이 이루어지고 있다. 비계유형에 따른 재해유형을 분석한 연구[2]는 추락사고가 가장 많이 발생한다는 것을 보여주고 있다. 이러한 추락재해를 저감하기 위해 안전망을 설치하고 전도방지용 벽이음 설치, 비계발판 이탈방지 등의 방안을 제시하고 있다. 가설공사의 추락 중대재해 사례를 분석한 연구[3]에서는 이러한 재해가 가설공사에 대한 안전관리 활동이 미흡하고 관리시스템이 없다고 지적하였다. 또한 가설안전시설물의 설치불량 및 기능저하, 가설공사의 공법개선 필요, 공사계약체계에 따른 문제점 등이 있다고 하였고 이를 개선하여야 한다고

제시하고 있다. 비계 및 가설구조물의 추락사고 요인분석[4]에서는 고용형태, 근속기간, 작업시간대, 작업내용, 불안정한 행동, 불안정한 상태를 재해의 요인으로 도출하였으나 재해방지를 위한 구체적인 대책은 제시하지 않고 있다. 영향연결망이라는 새로운 기법으로 추락재해의 원인을 분석하는 연구[5]도 있다. 이 연구에서는 추락재해 발생이 미치는 다양한 요인을 분석하고 이들 인자 사이의 영향경로를 파악하여 재해를 줄이는 방법을 제시하고 있다.

최근에는 정보기술을 활용하여 건설현장의 안전사고를 방지하려는 노력도 있다. 실시간 위치추적을 통해 작업자가 위험지역에 접근할 경우 경보를 울리는 시스템[6,7]도 개발되고 있다. 개발된 시스템을 현장에서 검증하기는 하였으나 실제 적용하기 위해서는 위치측정의 정확도를 높여야 할 필요가 있다. RFID(Radio Frequency Identification)를 이용하여 실시간 위치추적을 위한 안전관리시스템[8]에서는 현장적용을 통해 안전수준을 향상시킬 수 있을 것으로 보고 있다. 다만, 현장 내부에 전파 전달을 방해할 요소가 많이 있어 정확한 위치 확인에는 다소 문제가 있을 수 있다. 위험요소에 센서를 설치하여 작업자가 접근할 경우 경보를 울리는 시스템[9]도 개발되고 있다. 위험요소에 설치된 센서는 작업자가 가지고 있는 신호발생장치의 거리를 감지하여 추락위험을 방지한다. 이 시스템은 작업자가 위험요소에 접근하지 못하도록 하는 효과는 높으나 모든 위험요소에 설치하기에는 비용이 많이 소요된다. 공사현장의 실내에 무선 AP(access point)를 설치하여 현 사용자의 위치정보를 통해 안전관리를 수행하는 연구[10]도 진행되고 있다. 이 연구는 USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술을 이용하여 노무자가 위험지역에 있는지 확인하는 방법과 시스템 구성 및 흐름을 제시하였다.

기존의 연구나 개발된 시스템은 작업자의 위치추적을 위한 시스템을 구축하거나 위험요소에 접근하는 것을 판단하기 위한 센서 등을 부착해야 하므로 비용이 많이 소요된다. 공사가 진행됨에 따라 위험요소의 수나 위치가 변경되므로 각각의 경우 추가 설치하거나 시스템을 변경해야 하는 문제가 발생한다. 따라서 비용이 적게 들고 쉽게 위험요소를 파악하고 관리할 수 있는 방법이 필요하다.

## 3. 자재적재위치에 따른 안전성 분석

### 3.1 건설현장의 자재 적재

건설공사가 진행되는 동안 다양한 자재가 공사중인 건물  
의 내외부에 적재된다. 길이가 긴 철근은 건물 외부에 적재  
되었다가 양중되어 설치되거나 선조립 후 설치되기도 한다.  
갱폼과 같은 대형거푸집은 최초 설치 후에는 양중장비에 의  
해 상승하므로 적재장소가 필요하지 않다. 내부공간에 사용  
되는 유로폼이나 여러 시스템 폼은 설치와 해체를 반복하는  
동안 건물 내부에 적재되고 개구부를 통해 상부로 이동된다.

내벽 공사를 위해 사용되는 벽돌, 블록, 석고보드 등의 재  
료는 실내에 적재된다. 석재나 타일 등과 같은 자재는 파레  
트로 운반되므로 위치를 쉽게 변경하기 어렵거나 높이가 매  
우 높은 경우도 있다. 창호를 위한 문틀, 문, 창문틀, 창문  
도 필요한 각 층에 적재되었다가 설치된다. 석고보드나 문  
틀은 부피가 크지만 무겁지 않아 작업자의 시야를 가릴 정  
도로 높이 적재되기도 한다.

작업 통로와 작업 공간을 제외한 실내 공간이 모두 적재  
장소가 될 수 있으며 이로 인하여 작업 동선이 간섭이 될 수  
있고 위험요소를 볼 수 없게 하는 문제도 유발한다. 작업자  
가 위험요소를 파악하기 어려운 위치에는 자재를 적재하지  
않도록 자재의 부피와 적재위치를 공사계획 과정에서 조정  
이 필요하다.

### 3.2 분석 방법

#### 3.2.1 위험요소 관측비율

적재된 자재와 작업자의 위치에 따라 위험요소는 일부가  
보이지 않을 수도 있다. Figure 1은 적재된 자재가 엘리베  
이터 입구를 가리는 모습이다. 본 연구는 위험요소가 일부  
보이지 않는 문제점을 해결하기 위해서 CAD를 이용한 분석  
방법을 제안한다. 도면 위에 자재를 적재할 위치와 높이, 폭  
을 표시하고 작업자의 동선을 설정한 후, 작업자 시점의 투  
시도를 작성하면 위험요소가 어느 정도 보이는지 확인이 가  
능하다.

자재 적재로 인하여 위험요소를 볼 수 없는 상황을 분석  
하기 위해 작업자의 이동에 따른 엘리베이터 입구의 관측비  
율을 분석하였다. 여기서 관측비율(V)이란 식 (1)과 같이 가  
려진 부분이 없이 작업자가 보게 되는 위험요소의 전체 면  
적(S)에 대한 적재된 자재에 의해 위험요소가 가려졌을 때  
작업자가 볼 수 있는 부분의 면적(A) 비율을 의미한다. 투시  
도에서는 거리가 멀어질수록 사물의 크기는 줄어들기 때문  
에 작업자가 볼 수 있는 위험요소의 면적을 자재에 의해 가

려지는 부분이 없는 원래 면적의 비율로 계산되어야 한다.

$$V = \frac{A}{S} \times 100 \text{-----} (1)$$

V = 관측비율(Ratio of Visibility, %)

S = 위험요소의 원래 면적

A = 적재된 자재에 의해 일부만 보이는 부분의 면적

관측비율(V)은 CAD로 작성된 투시도에서 보여지는 위험  
요소의 전체면적에 대한 작업자가 볼 수 있는 부분면적에  
대한 상대값이다. 즉 전체에 대한 부분으로 0.0~1.0의 값  
을 가지며 백분율(%)로 표시하였다. 따라서 관측비율이 높  
으면 작업자가 위험요소를 보다 정확히 파악할 수 있다는  
것이므로 안전성이 높다고 할 수 있다.

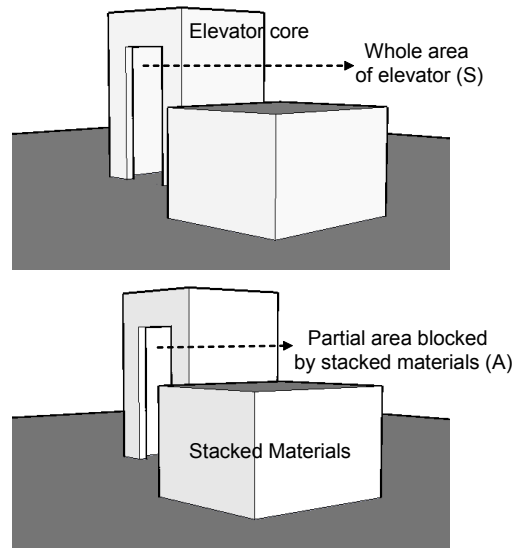


Figure 1. Worker's view on sites

#### 3.2.2 안전성 분석

위험요소 관측비율은 위험요소의 위치, 적재자재의 위치  
와 높이, 폭, 그리고 작업자의 위치에 의해 결정된다. 이 요  
소들 중 한 가지만 변경하더라도 관측비율이 달라진다. 자  
재 수직운반을 위한 개구부는 위치 조정이 어느 정도 가능  
하지만 엘리베이터 코어와 같은 위험요소는 변경이 불가능  
하다. 작업자의 위치는 통로와 작업공간에 의해 결정되므로  
다소 조정하기 어렵다. 하지만 자재의 위치나 높이, 폭은 자  
재의 종류나 작업순서에 의해 조정이 가능하다.

관측비율을 높이고 위험요소에 대해 보다 잘 파악하기 위해서는 적재자재의 위치나 높이 등을 조정하여 관측비율을 높일 필요가 있다. 실내에 적재되는 자재 중 크기가 큰 것으로는 건식벽체를 구성하는 석고보드 종류나 커튼월이나 문틀, 문, 창틀, 창문 등이 있다. 이러한 자재들은 공사 중인 건물 내에 상당한 공간을 차지하며 적재된다. 일단 적재되면 다 설치되어 사용될 때까지 적재위치를 변경하기 쉽지 않다. 따라서 자재를 현장에 반입하기 전에 공사계획 과정에서 적재위치를 결정하고 안전성을 분석하여 보다 안전한 현장환경을 확보하여야 한다.

### 3.3 안전성 분석 사례

#### 3.3.1 관측비율 분석

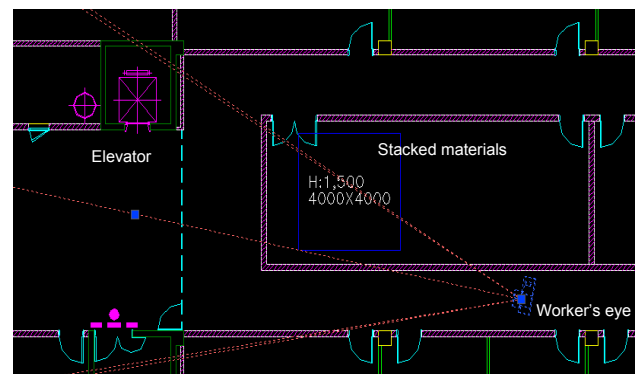
관측비율 분석을 위해 Figure 2와 같이 철근콘크리트 구조인 공공기관 건물의 평면도를 활용하였다. 5층 건물의 기준 평면도(층고 3.5m)에는 코어 부분에 엘리베이터와 계단이 있다. 외벽의 일부는 콘크리트 외벽에 돌로 마감을 하고, 일부 벽은 유리커튼월이 설치된다. 외벽공사가 완료되면 내부공사가 진행되며 각 실을 구분하는 내벽과 창호가 설치된다. 각 실을 구성하는 내벽은 건식벽과 조적벽으로 이루어지므로 건식벽체 자재나 벽돌, 문틀 등이 실내에 적재된다. 안전성 분석에는 방화문 문틀을 적재하는 규모와 위치를 활용하였다. 방화문 문틀의 크기는 약 가로 2m, 높이 2m로 단순화하고 1.5m 높이로 적재하는 것으로 가정하였다. Figure 2(a)는 4×4×1.5m로 적재한 모습이고, Figure 2(b)는 8×2×1.5m로 적재하면서 작업자의 통로에서 조금 더 멀리 위치시킨 모습이다.

Figure 3은 A 형식으로 적재된 자재 옆으로 작업자가 통로를 따라 이동할 때 보이는 엘리베이터 입구의 모습이다. 자재가 통로 주변에 적재되어 있을 때 엘리베이터 입구 전체가 보이지 않고 일부만 보이게 된다. 적재된 자재의 높이, 폭, 위치, 종류 등에 따라 보이는 부분이 달라지지만 본 논문에서는 자재의 적재 높이만을 변화시켜 분석하였다.

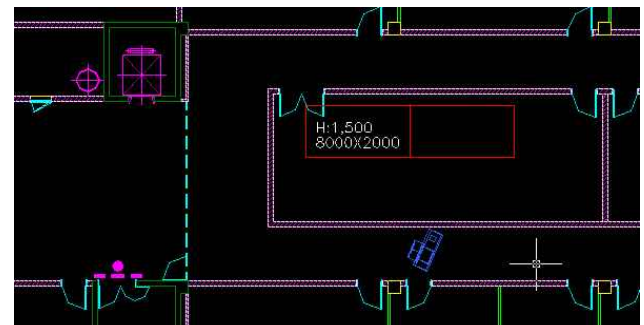
작업자의 시선의 높이는 174cm[11]로 정할 경우 평면에서 위치한 위험요소(엘리베이터 입구)의 관측비율은 Figure 4와 같이 나타난다. 적재 높이가 작업자의 시선보다 높은 2.0m일 때 작업자의 위치가 엘리베이터 입구에서 15m 떨어진 경우 관측비율은 약 29%이다. 15m보다 근접할 경우에는 위험요소가 거의 보이지 않는다고 볼 수 있다. 적재 높

이가 작업자의 시선보다 낮은 1.0m나 1.5m의 경우에는 관측비율이 각각 80%, 70% 정도이며, 위험요소에 가까울수록 더 많이 보이는 것으로 나타났다.

적재된 자재의 높이를 1.0m, 1.5m, 2.0m로 변경하여 관측비율을 계산한 결과 높이가 낮을 때 위험요소의 더 많은 부분이 보이는 것으로 나타났다. 또한 위험요소와 거리가 더 멀어질수록 관측비율은 하락하였다. 먼 거리일 때 위험요소는 아주 작게 보이므로 적재 높이와 관측비율의 관계는 작아진다.

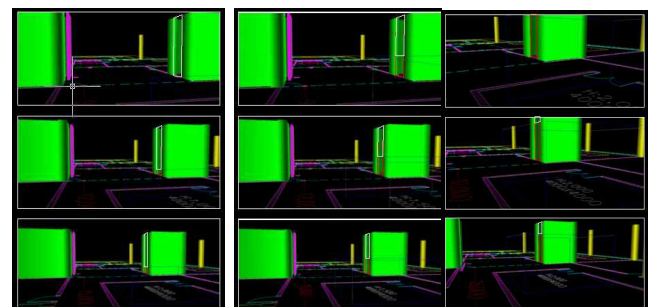


(a) Type A (4×4×1.5m)



(b) Type B (5×4×1.5m)

Figure 2. Locations and scales of stacked materials



(a) Height=1.0m (b) Height=1.5m (c) Height=2.0m

Figure 3. Views blocks by the type A material

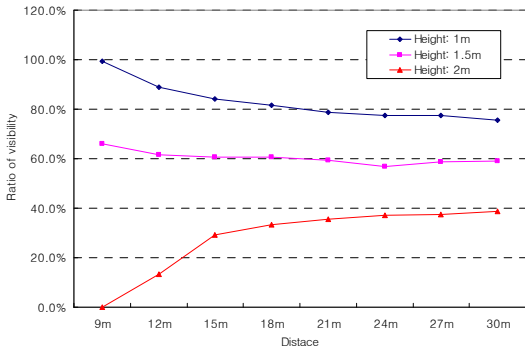


Figure 4. Ratio of visibility - type A

3.3.2 적재위치와 규모변경에 의한 관측비율 비교

Figure 5는 B 형식으로 적재된 자재를 동일한 작업자의 위치에서 본 시점이다. A 형식의 적재자재보다 통로에서 멀리 때문에 15m 지점에서는 관측비율이 100%로 엘리베이터 입구 전체가 보인다. 점점 멀어질수록 관측비율을 떨어진다. A 형식과 B 형식의 관측비율의 변화는 Figure 6과 같다.

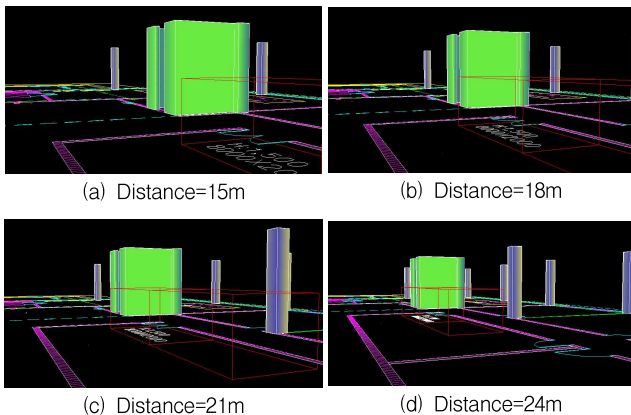


Figure 5. Worker's views in distances of type B

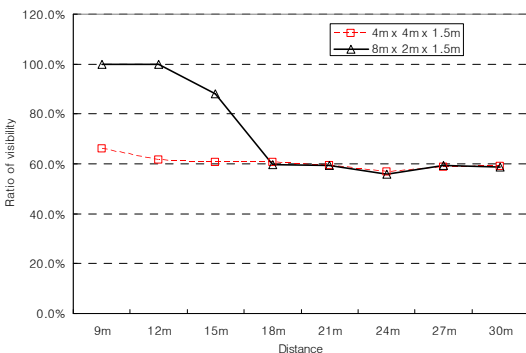


Figure 6. Comparison of type A and B

18m 지점을 기준으로 그보다 가까울 때는 B 형식으로 자재를 적재한 경우가 관측비율이 훨씬 높다. 18m보다 거리가 멀어지면 두 형식의 관측비율이 거의 유사하다.

3.3.3 사례연구 분석

적재 위치에 따라 관측비율이 달라지므로 작업자의 시선을 가리지 않는 곳에 자재를 적재하는 것이 가장 좋다. 하지만 제한된 작업공간 속에서 자재를 적재할 수 있는 장소도 한정되어 있어서 자재를 높게 적재하는 경향이 있다.

자재의 적재 높이만을 변경시킬 경우와 자재의 규모와 위치를 변경하는 경우를 분석한 본 연구의 결과에 의하면 관측비율을 높여 안전성을 확보하기 위해서는 자재의 적재 위치를 조정하는 것이 유리하다는 것을 확인하였다. 또한 공사가 진행됨에 따라 반입되는 자재와 적재 위치가 달라지므로 자재가 반입될 때마다 본 연구에서 제안한 방법으로 현장 CAD 도면에 자재의 규모를 표시하면 쉽게 관측비율을 계산하고 자재의 위치나 높이를 조정할 수 있다.

적재 위치를 조정하여 관측비율을 높이는 것은 가능하지만 사례 분석에서는 한 방향의 작업 통로(작업자 동선)와 하나의 자재, 한 개의 위험요소에 대해서만 분석하였다. 건설 현장에 여러 통로가 있으며 다수의 적재자재, 많은 위험요소가 있으므로 실제 활용하기 위해서는 보다 다각적인 분석이 필요하다. 이러한 분석이 이루어진다면 더욱 향상된 안전한 환경을 조성할 수 있을 것이다.

4. 결론

추락, 전도, 낙하비래 등 건설현장에서 안전사고를 예방하려는 노력은 다양한 방면에서 이루어지고 있다. 안전시설을 설치하거나 안전교육을 하는 것도 재해를 예방하고 물적, 인도적 피해를 막기 위한 방법이다. 본 연구는 공사 중에 적재된 자재로 인해 작업자가 위험요소를 볼 수 없는 문제가 발생할 수 있음을 확인하고 이를 공사계획 과정에서 검토하는 방법을 제시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 작업자의 시야를 방해하는 요소로는 적재된 자재, 가설시설물 등이 있다. 본 연구에서는 적재된 자재의 높이와 위치가 작업자가 이동하거나 작업하는 동안 시야 확보에 영향을 주는 것으로 파악되었다.
- 2) 작업자의 시각에서 어느 정도로 위험요소를 관측할 수

있는지 파악하기 위하여 CAD의 투시도 기법을 활용하였다. 투시도를 통해 적재된 자재로 인하여 위험요소가 가려지는 비율을 확인할 수 있었다.

3) 작업자는 작업공간에 따라 이동하므로 통로에서 작업자와 위험요소의 거리에 따른 관측비율도 분석하였다. 관측비율을 높이기 위해서는 자재의 높이를 낮추거나 자재의 적재위치를 조정하여야 한다. 이를 통해 위험요소에 대한 지속적인 인식으로 안전사고를 방지할 수 있고, 안전한 작업자 동선을 확보할 수 있다.

관측비율을 이용하는 방법은 현장의 안전수준을 평가하기 위해 활용될 수 있으며, 신규 현장의 배치계획에도 사용할 수 있다. 다만, 적절한 관측비율을 결정하는 것은 추가 연구를 통해 보완해야 할 것이다. 또한, 적재된 자재에 의해 가려지는 위험요소를 현장에서 실시간을 파악하는 방법도 요구된다. 작업자의 시선으로 작업위치나 이동경로를 따라 영상을 촬영하고 위험요소를 실시간으로 인식하여 관측비율을 높일 수 있는 방법에 대한 추가 연구가 필요하다.

## 요 약

건설현장의 불안전하거나 위험한 요소는 안전사고를 유발한다. 안전한 작업환경을 유지하기 위해 위험요소에 대한 경고나 주의 표지를 설치하고 있지만 사소한 부주의 등으로 때때로 사고가 발생한다. 현장에 적재된 자재나 작업을 위해 임시 설치된 가설시설물에 의해서 경고나 주의 표지가 가려지는 경우도 있으며, 작업자가 이동함에 따라 가려진 표지를 파악할 수 없는 위험도 존재한다. 안전사고를 방지하기 위해 GPS나 센서를 이용하여 작업자의 위치추적방법이 연구되고 있지만 본 연구에서는 작업자의 시야를 방해하는 요소를 제거하는 것에 초점을 두고 있다. 본 연구는 적재된 자재로 인해 작업자가 위험요소를 볼 수 없는 문제가 발생할 수 있음을 확인하고, CAD를 이용하여 이를 공사계획 과정에서 작업자의 시선에서 관리하는 방법을 제시한다.

**키워드** : 안전성 분석, 작업공간, 야적장, 건설안전

## Acknowledgement

This research was supported by the 2013 scientific promotion program funded by Jeju National University.

## References

1. KOSHA (Korea Occupational Safety and Health Agency) [Internet]. Seoul, Korea: KOSHA [Updated 2012 Feb 28]. Occupational injuries and illness status in 2011; [about 1 screen]. Available from: <http://english.kosha.or.kr/english/cmsFiles.do?url=/cms/board/board/Board.jsp?communityKey=B0925&menuId=5924&searchType=ALL&searchWord=&pageNum=1&pageSize=&boardId=6&act=VIEW#>.
2. Kim JH, A study on Reducing Plans of Accident through Case Study of Construction Accident in Scaffolding Work, Journal of the Regional Association of Architectural Institute of Korea, 2009 Jun 30;11(2):275-84.
3. Park JM, Kim OK, Kwak SS, Song KH, Park SJ, A Study on Alternative Plan to Prevent the Serious Falling Accident at Temporary Construction, Proceedings of AIK Conference; 2010 Oct 23; Cheongju University, Cheongju, Korea, Seoul: AIK; 2010. p. 215-6.
4. Cho SR, Song CH, Park SM, Lim CW, Kim CD, A study of factor analysis about construction falls accident of scaffolding and temporary facilities, Proceedings of KICEM Under-Graduate Students' Conference; 2008 Nov 7-8; Korea University, Seoul, Korea, Seoul: KICEM; 2008. p. 143-6.
5. Kim EJ, Ahn HS, A Study on the Reduction Plan of Construction Falling Accidents Using Influence Network, Journal of the Regional Association of Architectural Institute of Korea, 2010 Sep 30;12(3):317-24.
6. Lee HS, Lee KP, Park MS, Kim HS, Lee SB, A Construction Safety Management System Based on Building Information Modeling and Real-time Locating System, Journal of Korea Institute of Construction Engineering and Management, 2009 Nov 30;10(6):135-45.
7. Lee KP, Lee HS, Park M, Kim HS, Baek Y, Development of Real-time Locating System for Construction Safety Management, Journal of Korea Institute of Construction Engineering and Management, 2010 Mar 31;11(2):106-15.
8. Lee HS, Lee KP, Park M, Baek Y, Lee SH, RFID-Based Real-Time Locating System for Construction Safety Management, Journal of Computing in Civil Engineering, 2012 May/Jun;26(3):366-77.
9. Lee UK, Kim JH, Cho H, Kang KI, Development of a mobile safety monitoring system for construction sites, Automation in Construction, 2009 May 31;108(3):258-64.

10. Kim KT. A Study on the Implementation of USN Technologies for Safety Management Monitoring of Architectural Construction Site. Journal of the Korea Institute of Building Construction, 2009 Aug 31;9(4):103-9.
11. KATS (Korea Agency for Technology and Standards) [Internet]. Gwacheon, Korea: KATS [Updated 2010 Dec 16]. Summary of the results of the 6th Size-Korea; [about 2 screens]. Available from: [http://www.kats.go.kr/htm/news/report\\_view.asp?idx\\_tbl\\_Gongji=7417](http://www.kats.go.kr/htm/news/report_view.asp?idx_tbl_Gongji=7417).