

# Risk Assessment Matrix for Occupational Cleaning Workers and Accidents Prevention

Chang Lyul Choi<sup>1</sup>, Jong Kuk Rhim<sup>1</sup>, Dong Kyung Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Korea National University of Transportation, Department of Industrial Safety Engineering, Chungbuk, 27469

<sup>2</sup>Woosong University, Department of Fire and Disaster Protection Engineering, Daejeon, 34606

## 건물청소원 직종의 위험성평가 매트릭스 도출 및 재해예방

최창률<sup>1</sup>, 임종국<sup>1</sup>, 이동경<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국교통대학교 산업안전공학과

<sup>2</sup>우송대학교 소방방재학과

### Corresponding Author

Dong Kyung Lee

Woosong University, Department of Fire and Disaster Protection Engineering, Daejeon, 34606

Mobile : +82-10-8736-0783

Email : dong0783@hanmail.net

Received : March 20, 2018

Revised : March 23, 2018

Accepted : April 05, 2018

**Objective:** The purpose of this study is to develop risk assessment matrices for building cleaning jobs and to suggest preventive measures against unacceptable risks with high risk of accidents to reflect them in accident prevention policy and to induce safety work of field workers.

**Background:** In order to prevent industrial accidents, the risk assessment for the occupation type should be preceded. Based on the results, it is necessary to establish and implement the accident prevention measures for the dangerous work that has a high possibility of accidents and large damages in case of occurrence.

**Method:** In this study, a risk assessment matrix was derived by analyzing 1,645 building cleaner accident data approved as a work related injuries in 2015. Based on the results of risk assessment, Measures for the prevention of accidents by risk work were suggested.

**Results:** The 16 risk factors were found during the building cleaners' working, the most dangerous hazards of them were slipping on the floor (or the stairs) and falling on the ladder.

**Conclusion and Application:** The results of the risk assessment matrix analysis using the accident data for occupational cleaning workers and the suggestion of the accident prevention measures for the high risk work can be useful for suggesting the safe working methods of the workers in the building cleaning workers concentrated on the aged female workers.

**Keywords:** Building cleaners, Risk assessment matrix, Accident prevention

Copyright©2018 by Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

### 1. Introduction

위험성평가는 위험요인을 파악하여 그 위험요인의 크기가 어느 정도인지 평가하여 수용할 수 없는 수준의 위험성에 대해서는 위험감소대책을 수립하여 시행함으로써 해당 위험요인이 사고로 이어져 재해가 발생하지 않도록 하는 일련의 과정을 말하며, 이러한

위험성평가는 유럽을 중심으로 1996년부터 시행되었고 우리나라에서는 산업안전보건법의 개정에 따라 2013년부터 본격 시행되고 있다.

위험성평가가 도입하게 된 배경은 업종, 직종, 작업에 따라 위험요인이 다양하며 또한 작업조건 및 환경 등에 따라서도 위험이 각기 달라지므로 작업 주체별 발생하는 위험요인을 파악하여 이를 관리하지 않으면 재해를 근본적으로 예방할 수 없는 현실을 감안하여 도입되었다(Jeong et al., 2012; Lee and Jeong, 2003).

위험성평가의 목적은 다양한 경로로 파악된 위험요인을 가능성(빈도)과 중대성(강도)의 2가지 요소로 정량적으로 크기를 산출하고 허용이 불가능한 위험성에 대해서는 사전에 재해를 예방하기 위해 지속적인 위험감소활동을 전개하여 위험성을 줄여나가는 활동이며, 위험성이 가지는 2가지 요소 중 중대성(강도)은 현실적으로 감소시키기 어려운 점을 감안하여 가능성(빈도)을 줄여나가는 예방활동을 중심으로 추진한다(Ahn et al., 2006; Kim and Jeong, 2013).

위험성평가의 특성상 작업현장을 중심으로 평가를 실시하는 것이 일반적인 추세이나 본 논문에서는 재해자료를 분석하여 위험성평가를 실시하고자 하며, 사업체별 다양한 작업조건 및 환경이 주어지 위험성이 달라지는 제조업 및 건설업과 달리 서비스업종의 경우 직종, 특히 건물청소원의 경우 작업범위와 작업조건 및 환경이 정형화되어 있어 발생하는 재해형태도 매우 제한적임을 감안하여 재해자료를 이용한 위험성평가 결과가 동 직종에서의 위험요인 파악과 위험요인별 위험성 분석 등 위험성평가에 매우 유익하게 활동할 수 있을 것으로 판단된다.

위험성평가 시 사용되는 용어는 다음과 같이 정의한다.

- (1) "위험성평가(risk assessment)"란 유해위험요인을 파악하고 해당 유해위험요인에 의한 부상 또는 질병의 발생 가능성(빈도)과 중대성(강도)을 추정·결정하고 감소대책을 수립하여 실행하는 일련의 과정을 말한다.
- (2) "위험성(risk)"이란 위험요인이 부상 또는 질병으로 이어질 수 있는 가능성(빈도)과 중대성(강도)을 조합한 것으로서 위험의 크기 또는 위험의 정도를 말한다.
- (3) "위험요인(hazard)"이란 위험을 일으킬 잠재적 가능성이 있는 것의 고유한 특성이나 속성을 말한다.
- (4) "위험요인 파악(hazard identification)"이란 위험요인을 찾아내는 과정을 말한다.
- (5) "위험성 추정(risk estimation)"이란 위험요인별로 부상 또는 질병으로 이어질 수 있는 가능성과 중대성의 크기를 각각 추정하여 위험성의 크기를 산출하는 것을 말한다.
- (6) "위험성 결정(risk evaluation)"이란 위험요인별로 추정한 위험성의 크기가 허용 가능한 범위인지 여부를 판단하는 것을 말한다.
- (7) "위험성 분석(risk analysis)"이란 위험요인을 파악하고 파악된 위험요인별 해당 위험요인이 사고로 발생할 가능성과 사고 발생시 피해의 크기(중대성)를 산출한 후 산출된 위험의 크기가 허용할 수 있는 것인지 아니면 허용할 수 없는 것인지를 판단하는 일련의 과정을 말한다.
- (8) "위험성 감소대책 수립 및 실행(risk control action & implementation)"이란 위험성 결정 결과 허용 불가능한 위험성을 합리적으로 실천 가능한 범위에서 가능한 한 낮은 수준으로 감소시키기 위한 대책을 수립하고 실행하는 것을 말한다(KOSHA, Risk assessment for Authorization manual, 2017).

위험성평가는 다음과 같은 절차에 의해 진행된다.

먼저 위험성평가를 실시하고자 하는 대상 작업을 먼저 선정하고 정해진 작업에 대해 안전보건상 정보를 파악한 후 위험요인을 파악한다. 위험요인에 따라 해당 위험요인이 사고로 발생할 가능성(빈도)의 크기와 사고가 발생시 근로자가 입게 되는 피해의 크기인 중대성(강도)의 크기를 추정한 후 이를 조합한다. 이때, 가능성과 중대성의 추정은 사전에 확정되는 기준을 참조한다. 가능성과 중대성을 조합한 수치, 즉 위험성 추정 결과를 기 확정된 위험성 결정기준에 대입하여 해당 위험요인이 허용 가능 또는 허용 불가로 판단한다(Jung et al., 2011). 위험성 결정의 결과 허용 가능한 위험요인에 대해서는 종결처리하고 허용 불가능한 위험요인에 대해서는 재해예방대책을 수립하여 시행한다(Kim and You, 2010).

따라서 본 논문에서 제시하고자 하는 위험성평가는 위의 일반적인 위험성평가 절차를 준용하되 작업현장 중심의 평가를 지양하고 국내 처음으로 재해통계 자료를 기초로 위험성평가를 실시하였으며, 분석대상은 2015년도 산업재해자로 승인된 건물청소원 재해자 1,645명

을 대상으로 발생빈도와 재해강도를 분석하였다.

## 2. Methods

### 2.1 Data collection

본 연구에서는 건물청소원에서 발생한 4일 이상 재해의 재해자를 대상으로 2015년도에 재해자로 승인된 1,645명의 건물청소원 재해자를 대상으로 하였다.

재해자의 발생형태별 빈도 분포는 Table 1에서 전체 재해자의 79.1%가 넘어짐 재해로 나타났으며, 떨어짐(8.3%), 부딪힘(6.3%), 무리한 동작(4.9%) 순으로 나타났다.

**Table 1.** Distribution of injured persons by accident types

Accident type	Male		Female		Total	
	N	%	N	%	N	%
Slip	96	42.1%	1,087	76.7%	1,183	71.9%
Fall	46	20.2%	90	6.4%	136	8.3%
Struck by	27	11.8%	77	5.4%	104	6.3%
Excessive action	16	7.0%	65	4.6%	81	4.9%
Cuts/amputations/punctures	25	11.0%	32	2.3%	57	3.5%
Illness	14	6.1%	33	2.3%	47	2.9%
Others	4	1.8%	33	2.3%	37	2.2%
Total	228	100.0%	1,417	100.0%	1,645	100.0%

재해자의 기인물별 빈도 분포는 Table 2에서 전체 재해자의 42.7%가 지면, 바닥에서 발생하였으며, 계단(25.5%), 수공구/설비(11.9%), 구조물(5.7%) 순으로 나타났다.

**Table 2.** Distribution of injured persons by original caused materials

Agency	Male		Female		Total	
	N	%	N	%	N	%
Ground	68	29.8%	635	44.8%	703	42.7%
Stair	22	9.6%	397	28.0%	419	25.5%
Tool/facility	42	18.4%	154	10.9%	196	11.9%
Structure	19	8.3%	75	5.3%	94	5.7%
Ladder	29	12.7%	38	2.7%	67	4.1%
Elevator	12	5.3%	25	1.8%	37	2.2%
Others	36	15.8%	93	6.6%	129	7.8%
Total	228	100.0%	1,417	100.0%	1,645	100.0%

재해 발생형태별 강도 분포는 Table 3에서 재해강도가 큰 장애자의 경우 넘어짐 재해에서 23.4%, 직업병(근골격계질환, 뇌심혈관계질환 등)이 22.8%, 떨어짐이 20.6%, 절단 19.1%, 부딪침 12.5% 등의 순으로 나타났다.

**Table 3.** Accident severity of injured persons by accident types

Accident types	Victims	Disabled	Dead	Total
Slip	906	277	0	1,183
	76.6%	23.4%	0.0%	100.0%
Fall	106	28	2	136
	77.9%	20.6%	1.5%	100.0%
Struck by	91	13	0	104
	87.5%	12.5%	0.0%	100.0%
Excessive action	73	8	0	81
	90.1%	9.9%	0.0%	100.0%
Cuts/amputations/punctures	37	9	1	47
	78.7%	19.1%	2.1%	100.0%
Illness	44	13	0	57
	77.2%	22.8%	0.0%	100.0%
Others	34	3	0	37
	91.9%	8.1%	0.0%	100.0%
Total	1,291	351	3	1,645
	78.5%	21.3%	0.2%	100.0%

재해발생 기인물별 강도 분포는 Table 4에서 재해강도가 큰 장애자의 경우 바닥에서 25.2%의 비율로 발생한 것으로 나타났고 구조물(22.3%), 계단(21%), 엘리베이터(18.9%), 사다리(14.9%), 수공구/설비(14.8%)의 순으로 나타났다.

**Table 4.** Accident severity of injured persons by original caused materials

Caused material	Victims	Disabled	Dead	Total
Ground	526	177	0	703
	74.8%	25.2%	0.0%	100.0%
Stair	331	88	0	419
	79.0%	21.0%	0.0%	100.0%
Tool/facility	166	29	1	196
	84.7%	14.8%	0.5%	100.0%
Structure	73	21	0	94
	77.7%	22.3%	0.0%	100.0%

**Table 4.** Accident severity of injured persons by original caused materials (Continued)

Caused material	Victims	Disabled	Dead	Total
Ladder	56	10	1	67
	83.6%	14.9%	1.5%	100.0%
Elevator	30	7	0	37
	81.1%	18.9%	0.0%	100.0%
Etc.	109	19	1	129
	84.5%	14.7%	0.8%	100.0%
Total	1,291	351	3	1,645
	78.5%	21.3%	0.2%	100.0%

## 2.2 Data analysis

본 연구에서는 재해통계 자료를 기초로 위험성평가를 실시하기 위해 재해자의 발생형태별 빈도와 강도, 재해자의 기인물별 빈도와 강도를 분석하였다. 빈도분석 위하여 2015년도에 재해자로 승인된 1,645명의 건물청소원의 재해자를 대상으로 재해자의 발생형태 및 기인물별 점유 분포를 통계처리 하였고 강도분석을 위하여 같은 방법으로 사고의 형태와 기인물에 따른 재해손실일수를 통계처리하여 우선순위를 찾아내었다.

## 3. Results

### 3.1 Finding a risk assessment matrix

#### 3.1.1 Principles of finding risk assessment matrix

위험성 매트릭스는 가능성(빈도)과 중대성(강도)을 등급화하고 이 2요소를 조합하여 위험의 크기인 위험성을 도출하여 위험성을 결정하는 것이다. 그러나 본 연구는 재해자료를 이용하여 평가를 하기 때문에 위험요인 도출은 재해발생 기인물과 발생형태를 이용하며, 가능성(빈도)은 재해발생빈도, 중대성(강도)는 재해강도를 활용한다.

먼저 재해발생빈도는 재해형태별 발생빈도와 전체 재해 대비 점유비율을 산정하여 빈도 등급을 3등급으로 구분하며, 재해강도는 사망사고 발생여부와 근로손실일수 평균을 이용하여 강도 등급을 3등급으로 구분한다. 위험성은 재해발생빈도와 재해강도의 조합, 즉 "위험성=재해발생빈도×재해강도"로 산출하며 위험성 수준 등급도 3등급으로 구분한다. 재해발생빈도와 재해강도 및 위험성 수준 구분은 Table 5와 같다.

위험성의 크기, 즉 위험성 추정이 끝나면 각 위험요인이 허용 가능한지 또는 허용 불가능한지를 판단하는 위험성 결정을 하게 되는데 일반적으로 빈도와 강도가 각각 3등급인 위험성평가 매트릭스인 경우에는 Table 5에서와 같이 위험성 결과( $C=F \times S$ ) 수준이 저(1)인 경우는 허용 가능으로 평가하고 중(2) 또는 고(3)인 경우는 허용 불가 위험요인으로 판단하여 위험감소대책을 수립하여 시행한다. 특히 위험성 추정 점수가 9인 경우, 즉 빈도와 강도가 각각 3인 경우에는 즉시 작업을 중단하고 대응해야 한다.

본 연구에서 재해자료를 이용하여 시도하는 위험성평가가 일반적인 근로자 기반 위험성평가와 다른 점을 장단점으로 비교하면 다음과 같다.

**Table 5.** Frequency of accident occurrence, accident severity and risk consequence

Frequency of accident occurrence			Accident severity			Risk consequence		
Accident frequency	Level		Death average of working lost day	Level		C=F×S	Level	
Less than 4%	Small	1	100 days or less	Small	1	3 or less	<b>Low</b>	1
4% ~ 20%	Medium	2	101~199 days	Medium	2	4	<b>Medium</b>	2
More than 20%	High	3	200 lost days or more Death	Large	3	6 or more	<b>High</b>	3

(The numerical criteria included in the table are determined by the subjective opinion of the researcher or the expert judgment)

일반적으로 시행되고 있는 근로자 기반 위험성평가는 평가자의 수준에 따라 위험요인의 파악 정도가 달라지는데, 특히 안전관리 기반 이 취약한 서비스업종의 특성상 평가에 필요한 각종 안전정보가 부족하고 근로자의 대부분이 젊은 임시직이나 고령근로자인 상태에서 전문가의 부재 등으로 위험요인 파악이 어렵고 파악된 위험요인에 대한 위험성 추정 및 결정을 위한 기준 마련이 어려운 반면 재해자료를 이용하는 본 방식은 재해발생 기인물과 발생형태를 위험요인으로 대체하기 때문에 실제 재해로 연결되는 위험요인의 파악 이 가능하며, 위험성을 결정하기 위한 판단자료인 빈도와 강도의 수준을 결정하는 근거도 재해발생 비율과 근로손실일수 평균치를 활용하기 때문에 과학적이다.

따라서 건물청소원을 포함한 서비스업종의 각 직종은 작업범위가 제한되어 있어 일정한 형태의 제한된 재해가 반복되는 특성과 전문가 부재 등을 감안하면 본 연구에서와 같이 재해자료에 기반한 위험성평가를 실시하여 그 결과를 공유함이 재해예방에 유용하게 활용될 수 있다.

### 3.1.2 Finding risk assessment matrix based on frequency and severity of accidents

재해자료에서 기인물별 위험요인에 따라 발생형태를 분류하고 기인물과 발생형태별 재해발생 빈도와 사망자 발생여부 및 근로손실일수 평균치를 활용한 재해강도를 산출하여 Table 5의 기준에 의해 등급을 부여한 후 이를 요약 정리하면 Table 6의 위험성평가 결과를 도출한다.

**Table 6.** Risk assessments

Caused materials	Risk factors	Accident types	Frequency of accidents			Severity of accidents			Risk assessment	
			N	%	Level	Death	Number of lost days	Level	Risk	Level
Ground	Slippery floor	Slip	687	42%	3		199.18	2	6	3
	Manual handling	Excessive action	15	1%	1		93.20	1	1	1
Stair	Slippery floor	Slip	377	23%	3		181.39	2	6	3
	Manual handling	Excessive action	39	2%	1		128.56	2	2	1
Tool/ Facility	Slippery floor	Slip	62	4%	2		193.15	2	4	2
	High place work	Fall	39	2%	1	1	379.38	3	3	1
	Impact hazard	Struck by	39	2%	1		92.97	1	1	1

**Table 6.** Risk assessments (Continued)

Caused materials	Risk factors	Accident types	Frequency of accidents			Severity of accidents			Risk assessment	
			N	%	Level	Death	Number of lost days	Level	Risk	Level
Tool/ Facility	Sharpness	Cut/fracture	19	1%	1		164.95	2	2	1
	Manual handling	Excessive action	18	1%	1		201.78	3	3	1
Structure	High place work	Fall	26	2%	1		321.38	3	3	1
	Impact hazard	Struck by	26	2%	1		140.81	2	2	1
	Sharpness	Cut/fracture	21	1%	1		128.00	2	2	1
	Slippery floor	Slip	18	1%	1		153.61	2	2	1
Ladder	High place work	Fall	62	4%	2	1	296.42	3	6	3
Elevator	Impact hazard	Struck by	13	1%	1		158.92	2	2	1
	Slippery floor	Slip	10	1%	1		150.00	2	2	1
Total			1,645	100%			197.40			

Table 6의 위험성평가 결과를 Table 5에서 부여한 등급에 따라 정리하면 Table 7의 위험성 매트릭스를 도출할 수 있으며, 위험성 결정을 위한 위험성 수준 및 관리기준은 Table 8과 같이 정하였다.

**Table 7.** Risk assessment matrix

Severity Frequency		Large	Medium	Small
		3	2	1
<b>High</b>	<b>3</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Floor cleaning work</li> <li>- Fall (slip)</li> <li>• Stair cleaning work</li> <li>- Fall</li> </ul>	
<b>Medium</b>	<b>2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ladder work</li> <li>- Falling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hand tools / Equipment work (floor)</li> <li>- Fall</li> </ul>	
<b>Low</b>	<b>1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hand tool / Facility complaint work</li> <li>- Falling</li> <li>• Complaints on structures</li> <li>- Falling</li> <li>• Handling of hand tools / Heavy equipment</li> <li>- Unreasonable behavior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual handling on stairs</li> <li>- Unreasonable behavior</li> <li>• Manual handling</li> <li>- Cutting</li> <li>• Structural work</li> <li>- Impact</li> <li>- Cutting</li> <li>- Fall</li> <li>• Elevator work</li> <li>- Impact (pinch)</li> <li>- Fall</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual handling on stairs</li> <li>- Unreasonable behavior</li> <li>• Hand tools / Equipment handling</li> <li>- Impact</li> </ul>

**Table 8.** Risk level and management criteria

Risk level	Management criteria	Allowed results
High (6~9)	Stop work until risk is reduced unacceptable	Unacceptable (immediate improvement)
Medium (4)	Reduce risk as you work	Conditional acceptance (improvement)
Low (1~3)	Current management status is maintained without further action	Allow (keep current)

Table 6에서와 같이 건물청소원이 작업 중 발생할 수 있는 위험요인은 16가지로 도출되며 가장 위험한 작업(위험성 추정 6 이상)은 바닥 및 계단에서의 청소(물청소) 중 넘어짐(미끄러짐)과 사다리 위 작업 중 떨어짐인 것으로 나타났다. 또한 수공구/설비를 사용 중 바닥에 넘어질 위험도 높은 것으로 나타났으며, 발생 가능성(빈도)은 낮지만 사고 발생 시 피해의 크기(강도)가 큰 수공구/설비를 사용한 고소작업 및 중량물 취급작업, 구조물위에서의 고소작업도 주의가 필요한 작업으로 분류되고 있다.

### 3.2 Accident prevention measures for building cleaning workers

건물청소원에 대한 산업재해 특성분석결과 고령근로자, 특히 고령여성근로자의 재해가 많이 발생하고 있는 것으로 나타났으며, 발생 형태로는 넘어짐(79.1%), 떨어짐(8.3%), 부딪힘(6.3%), 무리한 동작(4.9%) 등의 순이고 재해발생 기인물은 지면/바닥(42.7%), 계단(25.5%), 수공구/설비(11.9%), 구조물(5.7%) 등의 순으로 발생하였다.

또한 재해특성 분석에서 파악된 기인물과 발생형태를 근간으로 위험성평가를 실시한 결과 재해발생빈도가 높은 기인물은 미끄러운 바닥과 계단, 수공구/설비 및 사다리인 것으로 나타났고, 재해강도가 높은 발생형태는 떨어짐, 무리한 동작 및 넘어짐인 것으로 나타났다.

따라서 본 연구에서는 위험성평가 결과 위험성평가 매트릭스와 위험성 관리기준에서 개선이 필요하다고 확인된 주의(위험성 4점 이상) 이상 작업인 바닥 청소, 계단 청소, 사다리 작업, 수공구/설비 등 4대 위험작업과 떨어짐, 무리한 동작, 넘어짐 등 3대 다발 재해형태에 대해 예방대책을 제시하고자 하며, 건물청소원 직종의 근로자 대부분이 고령여성임을 감안하여 고령여성근로자 중심으로 재해 예방대책을 제시하고자 한다.

#### 3.2.1 Prevention of accidents on cleaning floors

바닥 청소는 건물청소원 직종의 대표적인 작업이며 재해형태는 미끄러운 바닥 청소 중 넘어짐이다.

작업내용은 건물의 복도, 바닥 및 화장실에서 쓰레기나 얼룩을 제거하거나 광택을 내는 작업이다. 쓰레기나 얼룩 제거작업은 일상적이나 바닥이 건조한 상태이기 때문에 넘어질 위험이 낮은 편이며, 주기적으로 실시하는 물청소 및 광택작업의 경우에는 건물 전체 바닥에 대해 물 또는 세정제를 사용하여 세척 후 광택작업을 실시하는 과정에서 물 또는 세정제에 의해 바닥면의 마찰계수가 감소하게 되고 세정제에 의한 미끄러움이 증가되어 넘어질 위험이 높아지게 되며 고령근로자의 장시간 작업에 의해 피로가 가중되면서 이때 미끄러지면서 넘어짐 사고가 주로 발생하게 되며, 청소 시 사용하는 청소용구나 자동 세정기 전선 등의 정리정돈 미비로 이들에 걸려서 넘어짐 사고가 발생하게 된다.

재해예방대책으로는 고령근로자임을 감안하여 작업장 조도를 가능한 밝게 하고 장시간 연속작업을 피하고 충분한 휴식을 취하도록 하며, 작업 전 넘어짐에 대한 충분한 안전교육이 선행되어야 하고 청소종인 바닥 여러 개소에 "미끄러짐 주의" 표지판을 바닥에 게시하여 근로자가 수시로 위험을 인식할 수 있도록 하여야 한다. 또한 바닥 마찰계수를 증가시키기 위해 미끄럼방지용 장화(nonslip형)를 지급하고 착용토록 하여야 하며, 최근 바닥 최초시공 또는 보수작업 시에는 미끄럼방지용 바닥재 시공이 활성화되고 있다.

### 3.2.2 Prevention of accidents on cleaning stairs

최근 빌딩이나 아파트 등이 초고층화 되면서 계단 청소에 대한 위험성도 높아지는 추세이다. 계단 청소에서 재해형태는 넘어짐이며 미끄러져 넘어지거나 계단 턱에 걸려 넘어지는 재해이다.

작업내용은 바닥 청소와 유사하나 각각의 계단을 오르내려야 하는 또 다른 위험이 가중되는 구조이다. 계단 청소 시 위험성을 감소시키기 위해 계단을 오르면서 청소하는 방향식이 바람직하나 대부분 고령여성근로자가 작업을 수행하면서 다리 근력약화 등의 신체적 여건 및 작업의 편리성과 물의 흐름 및 먼저 청소된 면의 재오염 방지를 위해 건물의 상층부에서 내려오면서 청소하는 하향식을 채택하고 있어 넘어질 경우 사망 등 중상해의 재해 발생 가능성이 높으며, 초고층 건물의 경우 장시간 연속작업과 계단의 불충분한 조도 등에 의해 바닥 청소보다 위험성이 크다.

재해예방대책으로는 계단 청소에 따라 발생할 수 있는 위험요인과 대처요령에 대한 안전교육을 실시하여 하며, 조도 불량에 의해 헛디딤 넘어지는 사고를 예방하기 위해 계단의 조도를 가능한 밝게 하고 부득이 한 경우를 제외하고는 계단을 하층부에서 상층부로 이동하면서 청소하는 방향식을 채택하도록 하며, 고층건물의 경우 장시간 연속작업을 피하고 충분한 휴식을 취하도록 하여야 한다.

계단에서의 미끄러짐을 감소시키기 위해서 계단 끝 단에 미끄럼방지제를 부착하여 마찰계수를 높이거나 근본적으로는 바닥재를 미끄럼방지제로 시공함을 적극 검토하여야 한다. 물이나 세정제를 이용한 물 청소 시에는 계단의 여러 개소에 "미끄러짐 주의" 표지판을 게시하여 미끄러짐에 대한 주의를 환기시키고 모든 근로자는 미끄럼방지용 장화(nonslip형)를 지급하고 착용토록 하여야 하며 작업 전/중에 안전점검을 실시하여 위험이 관리되고 있는지를 확인하여야 한다.

### 3.2.3 Prevention of accidents at ladder work

사다리 작업은 천장, 벽, 구조물, 유리창 등 고소작업에서 사용되며 사다리 작업 시 재해형태는 떨어짐이다.

사다리는 고소 작업장소에서의 건물청소 작업에서만 사용하므로 사용빈도는 높지 않으나 사용과정에서 위험성은 매우 큰 편이다. 사다리는 사용 및 이동의 편리성 때문에 가능한 작고 가벼운 일자형 또는 A자형 사다리를 많이 사용하게 되는데 주로 1인 1사다리를 이용하여 사다리 위에서 청소를 하게 되며 청소용구나 작업공구 등을 이용하여 작업 중 바닥에 떨어지는 사고가 발생하여 중상해를 입거나 사망에까지 이르게 된다. 실제로 2015년 재해특성 분석에서도 1명이 사망한 것으로 나타났다.

위험요인으로는 평편하지 않은 바닥에 사다리를 설치하거나 미끄러운 바닥에서 사다리의 하부 끝 단에 미끄럼방지조치 없이 사용 중 사다리가 미끄러지면서 넘어지는 위험이 있으며 청소용구 등을 소지한 상태에서 사다리를 오르내리는 중 몸의 균형을 잃고 떨어지거나 실내화 등을 착용한 상태에서 사다리를 오르내리는 중 발을 헛디딤 떨어질 위험이 있으며, 고령근로자가 장시간 사다리 위에서 상부작업 중 피로감 가중과 현기증 등에 의해 몸의 균형을 잃으면서 떨어지게 된다. 또한 통행이 빈번한 장소에서 사다리 작업 중 통행자가 사다리에 부딪히면서 사다리가 넘어지는 사고가 발생하게 된다.

재해예방대책은 사다리 작업은 건물청소원 직종 작업 중 재해강도가 가장 크므로 사전에 위험성과 대처요령에 대한 안전교육을 실시하여야 한다.

사다리를 오르내릴 때는 손·발·무릎 등 3점 이상이 사다리에 접촉되도록 하고 사다리가 미끄러져 넘어지는 위험과 청소용구 등을 소지하고 사다리를 오르내리게 됨에 따라 3점 접촉의 어려움을 해소하기 위해 1인 작업을 지양하고 2인 1조 작업(1인은 보조자)을 하도록 한다. 또한 사다리 자체 안전성을 높이는 차원에서 사다리는 평편한 바닥에 고정시키고 하부 끝 단은 고무판 등 미끄럼방지조치를 한다. 사다리 작업은 고소작업이므로 많은 에너지가 필요한 작업이며 장시간 작업 시에는 피로감 가중으로 몸의 균형을 잃는 경우가 발생하므로 주기적으로 충분한 휴식을 취하도록 한다.

통행이 빈번한 장소에서 사다리 작업 시에는 통행자와 사다리가 부딪히면서 사다리가 넘어지는 사고를 감소시키기 위해 작업장 주변

에 안전울을 설치하고 안내표지판을 게시하거나 유도자를 배치한다.

또한 반드시 떨어짐 방지용 보호구(안전모, 안전대)를 착용토록 하고 작업 전/중 위험이 관리되고 있는지를 수시 확인 점검하여야 한다.

### 3.2.4 Prevention of accidents from handling hand tools / equipments

건물청소원 직종에서 수공구/설비를 이용하는 작업 중 발생하는 재해형태는 넘어짐, 떨어짐 및 무리한 동작에 의한 근골격계질환이다.

위험요인은 고령인 근로자가 수공구나 설비 등을 취급하는 과정에서 발생되며, 넘어짐의 경우 수공구/설비를 취급하는 과정에서 미끄러지거나 돌출부에 걸려 넘어지거나 헛디딤 넘어지는 사고가 발생되며, 떨어짐은 높은 작업장소에서 안전조치가 미흡한 상태에서 작업 중 몸의 균형을 잃고 떨어지는 재해이다. 무리한 동작은 쓰레기, 부피가 큰 물건 등의 중량물을 취급, 부자연스러운 자세를 반복적으로 지속하는 작업, 바닥이 미끄럽거나 울퉁불퉁한 장소에서의 작업, 일시에 강한 힘을 필요로 하는 작업 등의 과정에서 근골격계질환이 발생되고 있다.

재해예방대책으로는 고령근로자임을 감안하여 작업속도를 능력에 맞게 조절하고 고소작업 시에는 충분한 휴식을 취하도록 하여야 한다. 위험한 작업장소에는 큰 글씨로 표지판을 게시하여 주의를 환기시키며 중량물을 인력으로 운반 시에는 취급 중량을 가능한 낮추고 작업 전 스트레칭 등을 실시하여야 한다.

## 4. Conclusion and Discussion

건물청소원은 서비스업종에서 차지하는 비율이 높으며, 특히 고령의 여성근로자 비율이 높은 것으로 인식되고 있다. 고령화 시대를 맞아 고령여성 서비스업종의 재해특성을 분석하는 것은 힘이 약한 여성고령근로자의 특성을 반영한 재해예방에 관한 기본 정책을 세우는데 기초자료가 될 수 있다.

본 연구에서는 건물청소원의 성별 유형과 재해강도별 유형에 따라 어떻게 재해 특성을 갖는가를 분석하였고 재해특성 분석자료를 기반으로 위험성평가를 실시하여 위험성 매트릭스를 도출하였으며 재해특성 분석과 위험성평가 결과를 근간으로 해서 건물청소원 직종의 재해예방대책을 제시하였으며 본 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 건물청소원 직종에서 발생한 재해자료를 이용한 위험성평가 결과 재해다발 기인물은 바닥, 계단, 수공구/설비, 구조물, 사다리, 엘리베이터 등 6종이며, 재해가 다발하는 발생형태는 넘어짐(5종), 떨어짐(3종), 무리한 동작(3종), 부딪힘(3종) 및 절단(2종) 등 16종인 것으로 나타났으며 재해로 인한 근로손실일수는 재해 1건당 평균 197.4일로 나타났다.

둘째, 재해발생빈도가 높은 기인물은 미끄러운 바닥 및 계단이며 재해강도가 높은 발생형태는 고소작업 시 떨어짐과 중량물 운반 시 무리한 동작인 것으로 나타났으며, 건물청소원 직종에 대한 위험성 매트릭스 도출결과 빈도와 강도가 높아 지속적으로 위험감소활동이 필요한 작업으로는 바닥 청소, 계단 청소 및 사다리 작업과 수공구/설비 작업인 것으로 나타났다.

셋째, 건물청소원 직종에 대한 재해예방대책은 위험성 매트릭스에서 고위험성으로 나타난 바닥 청소, 계단 청소, 사다리 작업, 수공구/설비 등 4대 위험작업과 떨어짐, 무리한 동작, 넘어짐 등 3대 다발 재해형태에 대해 예방대책을 제시하였다.

바닥 청소작업 시 재해형태는 넘어짐이며, 물이나 세정제를 사용하는 과정에서 바닥 마찰계수가 감소하고 미끄러움이 가중되어 넘어지는 재해가 발생되고 있는 것으로 나타났다. 따라서 예방대책은 미끄럼방지용 장화 착용, 장시간 작업에 따른 피로가중으로 주의력 산만에 의한 위험을 감소시키기 위한 주기적 휴식부여, 작업 중 미끄럼에 대한 주의력 환기차원에서 "미끄럼 주의 표지판" 게시 등의 방안을 제시하였으며, 근원적으로 마찰계수가 높은 미끄럼방지 바닥재 시공을 적극 권장하였다.

계단 청소작업 시 재해형태는 넘어짐이며, 계단 하향식 청소 중 넘어짐이 대부분인 것으로 나타났다. 따라서 물청소를 제외하고는 상향식 청소를 실시토록 하고, 계단의 마찰계수를 높이기 위해서 계단 끝 단에 미끄럼방지제(테이프 등)를 부착하도록 하고 조도 불량에 의한 헛디딤 넘어짐을 방지하기 위해 충분한 조도를 확보되도록 하였다. 계단 물청소 시에는 미끄럼방지용 장화 착용과 특히 고층건물의 경우 장시간 작업에 따른 피로가중과 주의력 산만 등에 의한 위험 가중을 완화시키기 위해 주기적으로 충분한 휴식과 "미끄러짐 주의 표지판"을 계단 여러 개소에 게시토록 하였다.

사다리 작업 시 재해형태는 떨어짐이며, 사다리를 오르내리거나 위에서 작업 중 사다리가 넘어지면서 떨어지는 재해가 대부분이므로 사다리가 넘어지지 않도록 하부에 미끄럼방지조치(고무판 등)와 함께 2인 1조 작업(보조자 1인)을 하도록 하며 사다리 오르내릴 때는 신체 3점(손, 발, 무릎 등) 이상 접촉하도록 하여 안정성을 확보토록 하고 고소작업은 에너지가 많이 소모되는 작업인 점을 감안하여 주기적으로 충분한 휴식을 취하도록 하였다.

수공구/설비 작업 시 재해형태는 넘어짐, 떨어짐 및 무리한 동작이며, 특히 수공구나 설비를 취급하는 상태에서 넘어짐 재해가 발생할 경우 제 2의 재해(절단, 부딪힘 등)가 발생할 수 있으므로 미끄러운 바닥, 돌출부, 턱 등의 위험장소에서 작업 시에는 작업속도 조절과 충분한 휴식 등 안전조치를 취하여야 하고 중량물 취급 시에는 중량을 낮추고 스트레칭 등을 실시하도록 하였다.

향후, 건물청소 작업 시 재해예방의 효과를 획기적으로 높이기 위하여 점차 비중이 높아져가고 있는 고령자와 여성 근로자의 인간공학 특성을 고려한 작업도구(사다리)의 개발과 작업환경 설계(넘어짐 예방)에 대한 추가 연구가 요구된다.

## Acknowledgements

This research is based on the support of 「2018 Woosong University Academic research Funding」.

## References

- Ahn, T.H., Kim, J.S. and Jeong, B.Y., Ergonomic Job Hazard Assessment of Hotel Chef, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 25(3), 105-111, 2006.
- Jeong, B.Y., Kim, W.J. and Jeong, Y.S., Risk Assessment in the Shipbuilding Industry: Present and the Future, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 31(1), 143-149, 2012.
- Jung, H.S., Kee, D.H., Lee, I.S. and Park, J.H., An in-depth Interview Study to Examine the Performance Status of the Legal Risk Assessment of Musculoskeletal Disorders, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 30(1), 275-283, 2011.
- Kim, H.S. and You, Y.Y., Risk Assessment in the Loaded Works of Muscular Skeletal Disorder for Mid-old Aged General Hospital Dining Workers, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(3), 375-382, 2010.
- Kim, W.J. and Jeong, B.Y., Case Studies of Risk Assessment in Analyzing Risks Associated with MSDS, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 32(1), 153-158, 2013.
- KOSHA, Risk assessment for Authorization manual, 2017.
- Lee, D.H. and Jeong, G.T., Application Cases of Risk Assessment for British Railtrack System, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 22(1), 81-94, 2003.

## Author listings

**Chang Lyul Choi:** chang9661@naver.com

**Highest degree:** PhD candidate, Department of industrial Safety Engineering, Korea National University of Transportation

**Position title:** Director, Dongbu Branch, Gyeongnam, KOSHA

**Areas of interest:** Safety and Health Management

**Jong Kuk Rhim:** jkrhim@ut.ac.kr

**Highest degree:** PhD, Department of industrial Safety, Chungbuk National University

**Position title:** Professor, Department of industrial Safety Engineering, Korea National University of Transportation

**Areas of interest:** Safety and Health Management

**Dong Kyung Lee:** dong0783@hanmail.net

**Highest degree:** PhD, Department of Industrial Engineering, Hansung University

**Position title:** Professor, Department of Fire and Disaster Protection Engineering, Woosong University

**Areas of interest:** Ergonomics, Safety and Health Management, Accident Investigation