

# 산업현장 사다리 관련 사망재해 분석 및 추락재해 예방대책에 관한 연구

심현황\* · 강경식\*  
\*명지대학교 산업경영공학과

## A Study on the Death Accident Analysis of Ladder and Prevention Measures for Fall Accidents

Hyuon-Hwang Sim\* · Kyung-Sik Kang\*

\*Department of Industrial Engineering Management, MyungGi University

### Abstract

Among the industrial disasters caused by drop, ladder related drop disasters are occurred the mostly. The victims are occurred continuously. This study analyzed current situation of industrial disasters for recent 10 years(2005~2014) and compared · analyzed statistics of death disasters of ladder by workplace scale, age, occupation, employment type, working content, scarred area, etc. in detail. This study suggested direction of safety standard modification for ladder that is an original cause material of many drops, direction of safety training strengthening of small-scaled workplace, and safety model based on disaster statistics and should contribute to reduction of disaster rate for ladder working.

**Keywords :** ladder, Industrial disaster, Death injury, Fall disaster, Safety standard, safety education

### 1. 서론

국내 산업현장에서 발생하는 산업재해 중 추락재해로 인한 사망자는 부딪힘·접촉, 끼임 재해와 더불어 상위 3대 유형에 포함되고 있으며, 2014년 건설업 재해통계를 보면 추락으로 인한 사망자 현황은 전체 829명 중 324명으로 전체 사망자의 39.1%의 가장 높은 점유율을 차지하고 있다. 사다리로 인한 추락재해 부상자는 2014년 전체 추락재해 부상자 1,164명 중 349명(30.0%)으로 가장 높게 나타나고 있으며, 2014년 사다리로 인한 추락재해 사망자는 전체 추락재해 사망자의 9.6%를 차지하고 있다.[1]

이와 같이 사다리 관련 추락재해가 높은 점유율을 나타내는 이유는 이동을 위해 만들어진 사다리를 작업

발판 대응으로 무리하게 사용하면서도 이에 대한 적절한 예방책이나 안전조치가 이루어지지 않은 상태로 작업이 진행되기 때문이다.

사다리 작업이 타 작업과 구별되는 특성으로는 작업 발판 설치가 곤란한 장소나 상대적으로 저렴한 가격으로 신속하게 작업을 진행하기 위해 사다리를 사용하다 보니 작업발판의 기본인 공간적인 안전성도 확보가 되지 않을 뿐 아니라 사다리 고정이 힘들고, 대부분의 안전시설물이 철거되거나 생략된 상태에서의 작업진행 등 많은 부분이 일반 작업과 다른 특수성을 띠고 있다.

따라서 다른 작업과는 다른 안전에 대한 대책이 마련되지 않으면 사다리 작업에서 발생하는 추락재해가 감소되기를 기대하기는 어려울 것으로 판단된다.

†Corresponding Author : Kyung-Sik Kang, Industrial and Engineering, Myongji University, Yongin 449-728, Korea

Received October 20, 2017; Revision Received November 11, 2017; Accepted December 11, 2017.

이에 본 연구는 사다리에서 발생한 사망재해를 분석하고 추락 다발 기인물인 사다리에 대한 안전모형을 제시함으로써 추락재해 예방을 위한 기초자료 제공과 사다리 작업 추락재해 방지대책을 제시하고자 한다.

## 2. 연구방법

최근 10년간(2005년~2014년)의 연도별 사망재해 현황 자료를 바탕으로 산업현장 사다리에 대한 사망재해를 분석하였다.

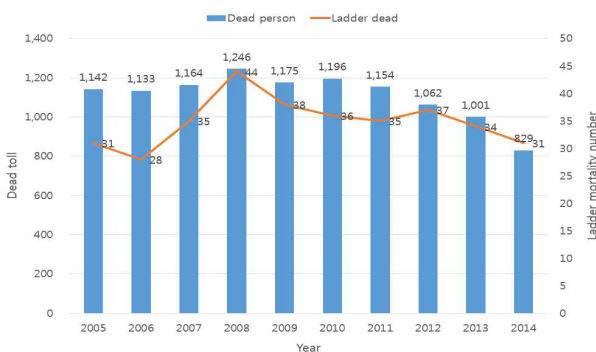
사다리 관련 사망재해 현황은 사업장 규모별, 연령별, 직업별, 고용형태별, 작업내용별, 상해부위별, 추락 높이별로 분석하여 재해특성을 파악하였다.

본 연구는 산업현장 사다리에 의한 최근 10년간 사망재해 발생현황을 분석하였고, 분석결과를 토대로 안전관리 대책을 마련하는 것을 연구의 범위로 한다.

## 3. 사다리 관련 사망재해 분석

### 3.1 산업현장 사망재해 발생현황

한국산업안전보건공단에서 발표한 최근 10년간(2005년~2014년) 산업현장 사망재해현황은 다음 [Figure 1]과 같다.



[Figure 1] Status of all industrial death accidents and ladder death accidents

[Figure 1]에서 최근 10년간 산업현장 사망재해 발생현황을 살펴보면, 2009년 이후에는 크게 줄어들지 않고 비슷한 수준으로 매년 발생하는 것을 알 수 있다. 사다리에서의 사망재해자 수는 산업현장 전체 사망재해자 중 2.5%~3.7%를 차지하고 있지만, 사망재해자는 지속적으로 발생하고 있는 실정이다.

산업현장 사망재해자 중 사다리에서 발생하는 사망재해자 현황을 살펴보면 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Status of all industrial death accidents and ladder death accidents

classification	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Industrial site accident	1,142 (100%)	1,133 (100%)	1,164 (100%)	1,246 (100%)	1,175 (100%)	1,196 (100%)	1,154 (100%)	1,062 (100%)	1,001 (100%)	829 (100%)
Ladder death accident	31 (2.7%)	28 (2.5%)	35 (3.0%)	44 (3.5%)	38 (3.2%)	36 (3.0%)	35 (3.0%)	37 (3.5%)	34 (3.4%)	31 (3.7%)

산업현장 전체 사망재해자 중 약 2.5%~3.7% 정도를 차지하고 있으며 사다리에서의 사망자수는 평균 35명으로 전체 사망재해자 중 3.2%를 차지하였다. 따라서 사다리에서의 사망재해 현황 분석을 통해 재해 발생 특성을 파악하여 그 특성에 맞는 안전관리 대책 마련이 필요하다.[11]

### 3.2 사다리 관련 사망재해 현황 분석

사다리 관련 사망재해 현황을 파악하고, 그 특성을 분석하기 위해 최근 10년간(2005년~2014년) 발생한 전체 사망재해자 11,102명 중 사다리와 관련된 사망재해자 349명을 대상으로 유형별로 사망재해 현황을 분석하였다.

#### 3.2.1 사업장 규모별

사업장 규모별 사다리 사망재해 현황을 <Table 2>에서 살펴보면 전체 사다리 사망재해 중 30인 미만 사업장이 244명(69.9%), 30인~50인 미만 사업장 20명(5.7%), 50인~300인 미만 사업장 60명(5.7%), 300인 이상 사업장에서 25명으로 나타났다. 중규모 및 대규모 사업장에 비해 30인 미만 소규모 사업장에서 사망재해자수가 현저히 많음을 확인할 수 있다. 따라서 사다리에서의 사망재해자수를 줄이기 위해서는 소규모 사업장에 대한 집중적인 안전관리 방안을 마련해야 한다.

<Table 2> Status of death of ladder by industry scale

classification	Less than 30 persons	Less than 30 to 50 persons	Less than 50 to 100 persons	Less than 100 to 300 persons	Over 300	total
deaths	244	20	32	28	25	349
	69.9%	5.7%	9.2%	8.0%	7.2%	100%

### 3.2.2 연령별

사업장 규모별 사다리 사망재해 현황을 <Table 3>에서 살펴보면 50세~59세에서 138명(39.5%), 60세 이상에서 103명(29.5%)이 발생하여 50세 이상 고령자의 사망자수가 241명(69%)으로 가장 높게 나타났다. 이와 같은 결과 분석은 대부분의 산업현장 근로인력이 50대 이상으로 구성되어 있기 때문인 것으로 분석된다. 따라서 전체 사다리 사망재해의 약 91% 정도를 차지하고 있는 40대~70대를 대상으로 집중적인 안전관리가 필요하다.

<Table 3> Status of death of ladder by age

classification	20 to 29 years old	30 to 39 years old	40 to 49 years old	50 to 59 years old	Over 60 years old	total
deaths	7	25	76	138	103	349
	2.0%	7.2%	21.8%	39.5%	29.5%	100%

### 3.2.3 직업별

직업별 사다리 사망재해 현황을 <Table 4>에서 살펴보면 기능원관련기능종사자의 사망자가 228명(65.3%)으로 가장 많았고 다음으로 단순노무자의 사망자가 67건(19.2%), 장치기계조립종사자의 사망자가 28명(8.0%) 등의 순으로 발생하였다. 따라서 사다리 사망자의 92.5%를 차지하는 건설업 및 제조업 분야 기능 종사자에 대한 안전관리를 집중적으로 실시하여야 한다.

<Table 4> Status of death of ladder by occupation

classification	Manager, Expert	Office, Market	Agriculturist, Fishing worker	Functional worker	Machiner	Simple worker	total
deaths	11	11	4	228	28	67	349
	3.2%	3.2%	1.1%	65.3%	8.0%	19.2%	100%

### 3.2.4 고용형태별

고용형태별 사다리 사망재해 현황을 <Table 5>에서 살펴보면 상용근로자의 사망재해자가 137명(39.3%)을 차지하였고 일용근로자의 사망재해자가 130명(37.2%)을 차지하였다. 반면 임시근로자와 시간제 근로자의 사망재해자 비율이 15%, 6.3%로 적게 나타났다. 따라서 상용직과 일용근로자에 대한 집중적인 안전관리가 필요하다.

<Table 5> Status of death of ladder by type of employment

classification	A regular employee	A temporary worker	Daily worker	Part-time worker	Guitar	total
deaths	137	54	130	22	6	349
	39.3%	15.5%	37.2%	6.3%	1.7%	100%

### 3.2.5 작업내용별

사업장 규모별 사다리 사망재해 현황을 <Table 6>에서 기계기구,설비설치작업의 사망자가 103명(29.5%)로 가장 많았고 다음으로 그밖의건설관련작업이 76명(21.8%), 물체연결,조립,설치,해체작업이 73명(20.9%) 등의 순서로 발생하였다. 이와 같은 결과는 작업발판 설치가 곤란한 장소에서 이루어지는 작업이나 단기간 작업에서 효율성을 고려한 무리한 사다리 작업에서 발생하는 것으로 사료된다. 따라서 단기간 작업에 대한 안전한 작업발판 설치와 사다리 작업에 대한 안전수칙 준수 및 안전대 걸이시설 설치 등 추가적인 안전관리를 실시하여야 한다.

<Table 6> Status of death of ladder by work content

classification	Installation of machinery and equipment	Object connection, Assembly, installation, disassembly	Other construction	Cargo unloading, handling	Cleaning, additional work	Guitar	total
deaths	103	73	76	41	22	34	349
	29.5%	20.9%	21.8%	11.8%	6.3%	9.7%	100%

3.2.6 상해부위별

상해부위별 사다리 사망재해 현황을 <Table 7>에서 살펴보면 머리 상해로 인한 사망자가 286명(81.9%)으로 사다리 사망재해의 대부분을 차지하는 것으로 나타났다. 이는 추락사고의 특성상 머리부터 바닥에 부딪칠 가능성이 높기 때문으로 판단되며 신체구조상 신체부위 중 머리가 상해에 대해서 취약하기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 사다리 작업시 머리가 바닥에 직접적으로 부딪치지 않도록 작업방법 및 안전시설 개선에 대한 대책이 필요하며 안전모에 대한 착용관리 및 안전성 확보에 대한 안전관리를 집중적으로 관리하여야 한다.

<Table 7> Status of death of ladder by injury area

classification	Head	Body	Multiple body parts	Whole body	Neck	Arm, Leg	total
deaths	286	29	20	9	3	2	349
	81.9%	8.3%	5.7%	2.6%	0.9%	0.6%	100%

3.2.7 추락높이별

추락높이별 사다리 사망재해 현황을 <Table 8>에서 살펴보면 3m이상~5m미만 추락재해 사망자가 109명(31.2%)으로 가장 많았고 다음으로 2m이상~3m미만 추락재해 사망자가 81명(23.2%), 2m미만 추락재해 사망자가 63명(18.1%)등의 순으로 발생하였다. 사다리 추락재해 사망자 중 253명(72.5%)이 5m미만에서 발생하였다. 따라서 5m미만의 사다리 작업에 대한 안전관리를 집중적으로 실시해야 하며 고소작업이 아닌 2m 미만 작업에서의 사망자수도 위험도와 무관하게 높은 비중을 차지하므로 이에대한 안전관리도 병행하

여 실시하여야 한다.

<Table 8> Status of death of ladder by fall height

classification	Less than 2m	Less than 2m~3m	Less than 3m~5m	Less than 5m~10m	More than 10m	not classify	total
deaths	63	81	109	49	34	13	349
	18.1%	23.2%	31.2%	14.1%	9.7%	3.7%	100%

이상과 같이 사다리에서의 사망재해 현황을 각 유형별로 재해발생비율이 높게 나타나는 상위 구간을 분석한 결과를 살펴보면 <Table 9>와 같다.

<Table 9> Status of death of ladder top part by type

classification	occurrence frequency (total : 349 persons)
Business scale	Less than 30 persons (244 persons ; 69.9%)
Age-specific	50 to 59 years old (138 persons ; 39.5%)
By occupation	Functional worker (228 persons ; 65.3%)
Employment classification	A regular employee (137 persons ; 39.3%)
Work content classification	Installation of machinery and equipment (103 persons ; 29.5%)
Injury area	Head (286 persons ; 81.9%)
Fall height	Less than 3m~5m (109 persons ; 31.2%)

사업장 규모에서는 30인 미만, 연령 50세~59세, 직업은 기능원관련기능종사자, 고용형태는 상용근로자, 작업내용으로는 기계기구,설비설치작업, 상해부위로는 머리, 추락높이로는 3m이상~5m미만의 높이에서 추락하여 사망한 재해자가 가장 많았다.

따라서 사다리 관련 사망재해를 줄이기 위해서는 30인 미만의 소규모 사업장을 대상으로 높이 5m 미만에서 기계기구,설비를 설치하는 50~60대의 중고령 기능종사자를 중심으로 집중적인 안전관리를 실시하여야 하며, 사다리에 대한 안전교육 및 안전시설 점검 등 대책을 마련하여야 한다. 특히, 사다리 재해의 주요 원인은 추락에 의한 것이기 때문에 사다리(A형 사다리)를

이용한 작업발판 사용을 금지하고 전도방지 시설이 부착되고 담단이 있고 상부에는 안전난간이 있는 구조의 사다리를 사용하는 등의 안전기준을 강화해야 할 필요가 있다고 사료된다.

#### 4. 사다리 관련 추락재해예방 대책

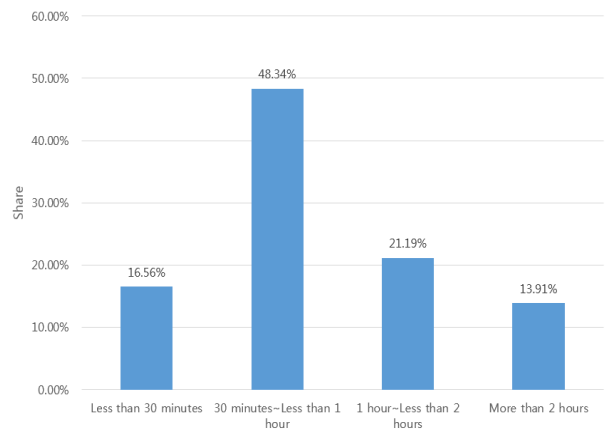
##### 4.1 사다리 안전기준 보완 및 강화 방안

국내외 사다리 안전기준을 <Table 10>을 통해 비교해보면 미국의 CFR 1926 Subpart X의 사다리 안전기준은 사다리 지지하중이나 발판 간격에 대해서 수치적으로 명확하게 규정하고 있으며, 사다리 미끄럼 방지, 계단식 사다리 잠금장치, 전기위험 부근 안전조치, 사다리 오르는 방법 및 사용방법, 검사, 사용중지에 대해 자세하게 규정하고 있음을 알 수 있다. 영국의 WHR 2005 부칙 6의 사다리 안전기준은 위험성평가 결과 짧은 작업시간 및 작업장 상태 때문에 더 나은 장비의 사용이 정당하지 않다고 나왔을 경우에만 한정하여 사용하도록 규정하고 있으며, 연장식 사다리 잠금장치, 사다리 오르는 방법 및 사용방법, 검사, 사용중지에 대해 자세하게 규정하고 있음을 알 수 있다. 또한 미국과 영국은 사다리의 검사를 유자격자에 의하여 주기적으로 하도록 규정하고 있어 사다리의 유지 관리에 대한 안전성 확보가 가능하도록 되어 있다. 반면에 한국의 사다리 관련 안전기준은 구조, 하중, 사용조건 및 방법 등에 관한 내용이 거의 없거나 구체적이지 못하다. 사다리 구조 등에 관한 부문은 KS 또는 자율안전인증기준에 규정되어 있으나, 사용방법에 관한 내용은 거의 없기 때문에 사다리 관련 안전기준의 보완이 필요하다.[12]

##### 4.2 소규모 사업장 안전교육 강화 방안

소규모 사업장의 월평균 안전교육시간을 [Figure 2]에서 살펴보면 안전교육 시간이 30분~1시간 미만인 근로자가 48.3%로 가장 높았고, 매월 2시간 이상의 법적 안전교육 시간을 준수하는 비율은 13.9%에 불과한 것으로 나타났다. 또한 [Figure 3]에서 60세 이상 고령 근로자에 대한 법적 안전교육을 준수하는 비율은

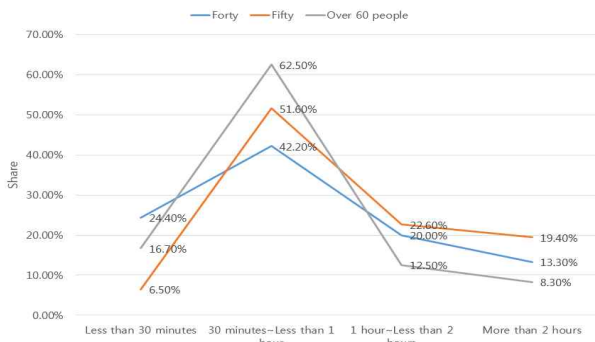
8.30%로 가장 낮게 나타났다. 이것은 소규모 사업장의 안전교육 시간이 절대적으로 부족하다는 것과 특히 60세 이상 고령 근로자에 대해서 이러한 현상은 심화된다는 것을 의미한다. 소규모 건설현장에는 전담 안전관리자가 없으므로 대부분 현장소장, 관리감독자 등 안전교육 비전문가가 안전교육을 담당하고 있으며, 안전교육은 전문 강사가 교안을 작성하여 실시해야 교육 효과를 높일수 있으나, 비전문가가 단순히 당일 작업상황, 위험요인, 보호구 착용 등에 대한 약식 교육을 하는 것만으로 안전교육의 효과를 기대하기 어려운 실정이며, 소규모 건설현장은 대부분 안전교육장을 갖추고 있지 않아 열악한 환경으로 안전교육이 이루어지지 않거나 교육효과가 감소되는 것은 피할 수 없는 현실인 것으로 파악된다.



[Figure 2] Small-scale industrial field Monthly average safety education time

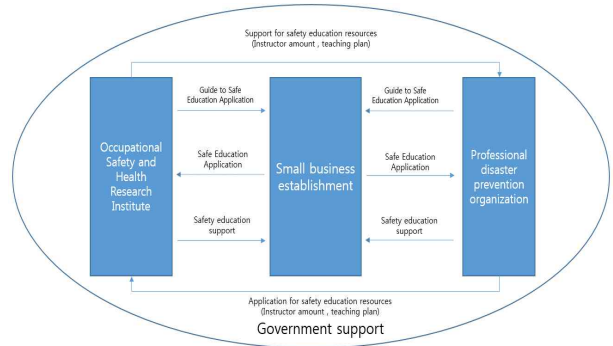
<Table 10> Comparison of ladder safety standards

Division	Industrial safety & health law	American 29 CFR 1926 Subpart	Supplementary provision 6 of British WHR 2005
The whole items of ladder using			As a result of danger evaluation, it's used in only case when using of better device is not proper because of short time and workplace status.
Supporting floor		Minimum 4 times of the expected load, 3.3 times of extra-heavy-duty type metal or plastic ladder	
Space of ladder foothold	The estimate of foothold must be same.	Even space of 10 inch(25cm) ~ 14 inch(36cm)	
Prevention of sliding of ladder foothold		It must have non-sliding type without oil, grease, or other sliding danger.	
Locking device of stair ladder		Establishment of metal spreader or locking device	
Status of ladder using	Area for safe working must be maintained.	Flat floor, non-sliding floor, place without person or vehicle, prevention of the front of doors, fixed using at the place accidental movement is expected	Floor must be stable and strong, horizontality of ladder foothold must be maintained, sufficient strength and proper components must support ladder safely.
Vicinity of electric danger		Using of ladder pillar made of nonconductive material	
Locking device of extension ladder			In case of interlocking or extension ladder, it cannot be used if sections are not fixed for each during the using.
Method to climb up a ladder		When using a ladder, user must not turn the back on it. When using a ladder, a hand must hold the ladder. A worker must not carry good or baggage by losing the balance.	User always must hold a ladder certainly and it must support user safely.
Method to use ladder		When there is a person on a ladder, it must not be moving. User must not go up the highest place of stair ladder.	A ladder must not be moving before going up a moving ladder.
Inspection		A qualified person must inspect a ladder after the accident that makes an effect on safe using of ladder periodically.	A qualified person must inspect a ladder after the accident that makes an effect on safe using of ladder periodically.
Stop of using		Damaged ladder must be stopped to use.	



[Figure 3] Monthly average safety education time by age

소규모 사업장의 안전교육시간 부족, 전문강사 미배치, 교안 부재에 대한 문제는 소규모 건설현장 자체적으로 해결하기에는 여러 가지 문제점이 있으므로 한국 산업안전보건공단, 재해예방전문지도기관 등 정부 안전기관 및 산업재해예방기관의 지원이 필요한 실정이다. 현재 산업재해예방기관에서는 기술지원 중심의 사업에 중점을 두고 추진하고 있기 때문에 소규모 건설현장의 안전교육 문제를 해결하기에는 한계가 있다. [Figure 4] 소규모 사업장 안전교육 모델을 통하여 해결책을 알아보면, 기존에 산업재해예방기관에서 수행하고 있는 소규모 건설현장에 대한 기술지원 중심의 사업을 안전교육 중심의 사업으로 전환하거나 기술지원과 안전교육을 동시에 수행하는 사업으로 전환하여 근로자의 안전의식을 제고함으로써 추락재해 등의 산업재해를 예방하기 위한 것이다. 단순한 기술지원 만으로 근로자의 안전의식을 제고하는 것은 어려운 일이기 때문이다. 안전교육 모델의 적용순서는 재해예방전문지도기관의 소규모 건설현장에 대한 기술지원 사업을 추진하면서 안전교육을 체계적으로 지원하는 것이다. 그리고 한국산업안전보건공단이 재해예방전문지도기관에 대하여 교안, 강사료 등의 안전교육 자원을 지원해주고, 정부에서는 별도의 정책 시행 및 소규모 사업장에 대한 추락재해예방 관련 안전교육에 소요되는 재정 지원을 해주는 시스템을 갖추어야 할 것이다.



[Figure 4] Small-scale industrial field safety education Model

### 4.3 사다리 안전 모델 연구

#### 4.3.1 사다리 안전 모델

사다리는 주로 작업장소를 상하부로 이동하기 위하여 사용하지만 무리한 작업으로 인해 추락사고가 발생하는 경향이 나타나고 있다. 국외에서는 사다리 작업에 대한 명확한 안전기준이 정해져 있으나 국내 산업안전보건법 안전기준은 불명확한 내용이 많아 사다리의 안전한 사용방법에 대한 안전 모델을 다음과 같이 제시하고자 한다.

- 1) 사다리는 상하부로 이동하기 위하여 사용하고 위험성평가를 통하여 부득이한 경우 제한적으로 간단한 작업에 한하여 사용 할 수 있다.
- 2) 사다리 발판의 수직간격은 25~35cm 사이, 사다리 폭은 30cm 이상인 사다리를 사용하여야 한다.
- 3) 사다리는 보행자 통행로, 차량 도로, 문이 열리는 곳 등 사다리와 충돌 가능성이 있는 장소에 설치하여서는 아니 된다. 부득이한 경우에는 사다리 주위에 방호울을 설치하거나 감시자를 배치하여야 한다.
- 4) 사다리 주위에 전선, 전기설비 등의 유무 및 상태를 점검하고 감전 위험이 있는 경우에는 부도체 재질의 사다리를 사용하여야 한다.
- 5) 사다리는 등지지 말고 마주 본 상태에서 사용하고, 몸의 중심이 사다리 기둥을 벗어나지 말아야 한다.
- 6) 계단식 사다리 사용시 사다리 기둥이 불시에 벌어지지 않도록 잠금장치를 설치하여야 한다.
- 7) 사다리에서는 3점 접촉 상태를 유지하여야 한다.
- 8) 사다리에서의 작업시간은 30분 이하로 하고, 자재, 설비 등 10kg이상의 중량물을 취급하거나 운반해서는 아니된다.

### 4.3.2 안전 사다리 연구·개발

기존 사다리의 안전성 및 편리성을 증가시키기 위해 안전사다리에 대한 다양한 연구 및 개발이 이루어지고 있으며, 이에 대한 몇 가지를 소개하고자 한다.

#### 1) 계단식(A형) 사다리

정격하중을 선진 외국의 기준을 참고하여 120kg으로 설계하였고, 사다리의 중량은 알루미늄 재질로 최소화 하여 16kg으로 제작하였으며, 사다리 발판의 표면은 미끄러짐방지를 위하여 요철 가공된 재질을 사용하였다. 또한 사다리의 폭은 30~47cm, 사다리 발판의 간격은 33cm 설계하여 사다리의 전체 높이는 213cm로 제작하였고 하부에서 4번째 발판 높이인 132cm까지 승강할 수 있도록 개발하였다. 그리고 전도방지용 아웃리거는 최대 20cm까지 높이 조절이 가능하도록 설계하였는데, 높이 조절 방식은 캠과 아이들을 장착하여 간편한 윈터치 형식을 적용하였다. 또한 아웃리거의 설치각도는 바닥 조건에 따라 17도, 34도 등 2가지로 조절이 가능하도록 설계함으로써 작업장 특성에 탄력적으로 적용할 수 있도록 개발하였다. 사다리 발판의 폭은 기존 사다리 발판의 폭 5cm전후 인 것을 11cm로 2배 이상 넓힘으로써 사다리 발판의 안전성을 크게 증진하였으며, 사다리 상부 2개 발판은 원형으로 설치하고 안전판 등을 설치하여 근로자가 발을 디딜수 없도록 설계하였다.



[Figure 5] Staircase safety ladder

#### 2) 상부 거치장치

윗부분에 거치된 장치는 영구적 또는 반영구적으로 사다리 구조의 꼭대기에 부착되고, 일반적으로 stand-off, storage, wheeled access 등의 기능을 수행한다. stand-off 기능은 흙통과 같은 돌출물에 기대는 대신 수직벽면에 더 확실하게 맞물리도록 해주며,

몇몇 stand-off 장치는 수직파이프 또는 기타 수직구조물에 맞도록 모양을 가지는데, 사다리와 stand-off 사이의 공간을 플드된 트레이 형태로 제작하여 자재, 공구 등의 보관목적으로도 사용 한다.



[Figure 6] Upper mounting device

#### 3) 하부 거치장치

하부 거치장치는 영구적 또는 일시적으로 사다리 바닥 부근에 설치되는데 이 장치는 클램프, 볼트 또는 기타 방식으로 부착되거나 사다리가 그 장치에 접촉되어 안착되는 곳에 느슨하게 고정될 수 있다. 많은 장치는 사다리와 대지 사이의 마찰을 증가시키는 목적과 같이 연속적인 역할을 하도록 만들어졌다.



[Figure 7] Lower mounting device

#### 4) 대형 삼각대

삼각대는 사다리 안전장치 중 독특한 한 범주인데, 사다리의 안정성을 위해 견고한 수직구조물에 의존하는 장치에서 대지에 스스로 서는 변화된 장치이다. 사다리는 앞부분에 보조 프레임을 추가하여 만들어지고, 사용자는 이제 사다리를 자유롭게 오를 수 있다. 이 안전장치는 사다리가 수직벽에 기대어 사용될 경우 2차 안전장치로 사용될 수 있고 삼각대는 바닥거치 장치의



역할을 하게 된다.



[Figure 8] Large tripod

#### 5) 발판과 작업대

발판과 작업대는 사용성 및 편리성을 증진시키기 위해 임시적으로 사다리에 부착되는 일반적인 장치이나 일부는 영구적으로 부착된다. 이 장치의 대부분은 접혀지는 형식으로 이 발판을 넘어 오르내릴 수 있게 되어 있다.



[Figure 9] Scaffolding and workbenches

위의 사다리 연구사례를 적용시 사다리 사용지침에 위배되지 않도록 사용하여야 한다는 것은 명심해야 하며, 사다리는 작업장 바닥이 불규칙하고 요철이 많은 곳에서 사용하기에 불안정하다고 할 수 있고, 작업높이가 상승할수록 사다리의 전도위험은 더욱 증가하게 되기 때문에 바닥 특성에 적합하고 사용하기에 편리한 계속적인 안전사다리의 연구·개발이 필요하다. [12]

## 5. 결론

본 연구는 산업현장 재해 중 사다리에서 발생한 사

망재해를 대상으로 유형별로 분석하였고, 재해의 특성을 파악하여 추락재해 예방에 대한 안전관리방안을 제시하였다. 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 최근 10년간(2005년~2014년) 사다리 관련 사망재해를 분석한 결과, 산업현장 전체 사망재해 중 약 2.5%~3.7% 정도를 차지하고 있으며, 사망재해는 지속적으로 발생되고 있는 실정으로 사다리 관련 재해 예방 및 대책이 필요하다.

둘째, 사다리 관련 사망재해를 유형별로 분석한 결과, 사업장 규모 30인 미만(244명, 69.9%), 연령 50세~59세(138명, 39.5%), 기능원관련 기능종사자(228명, 65.3%), 상용근로자(137명, 39.3%), 기계기구, 설비 설치작업(103명, 29.5%), 머리 상해(286명, 81.9%), 추락높이 3m이상~5m미만(109명, 31.2%)에서 사망재해가 가장 높게 발생하였다. 이를 토대로 30인 미만의 소규모 사업장을 중심으로 제도적 안전관리 방안 및 안전교육 강화 방안, 사다리 안전모델 연구가 필요한 실정이다.

셋째, 사다리 추락재해예방은 일시적인 캠페인이나 기술지원만으로는 한계가 있기 때문에 관련 법, 안전기준에 대한 검토가 필요하다. 미국에서는 안전기준이 수치화되어 명확하게 규정하고 있으며, 안전시설, 안전장치, 사다리 등에 대한 구체적인 내용 및 작업시 주의사항을 강조하고 있다. 영국에서는 위험성평가, 안전장치, 작업방법을 자세하게 규정하고 있다. 그러나 국내 사다리 관련 안전기준은 위험성평가에 대한 접근이 미흡하고, 불명확한 내용에 따른 법해석상의 오류 발생 우려 등이 있기 때문에 이에 대한 검토 및 보완이 필요하다.

넷째, 소규모 사업장에 대한 안전교육 시스템을 구축해야 한다. 소규모 사업장은 안전조직의 부재, 열악한 교육환경으로 안전교육을 제대로 실시하지 못하는 실정이다. 소규모 건설현장의 86.1%가 법정 안전교육을 실시하지 못하고 있으며, 이를 해결하기 위해서는 기존의 소규모 건설현장에 대한 기술지원 중심의 사업을 안전교육 중심으로 전환하여 근로자의 안전의식을 제고시킬수 있는 시스템적 접근이 필요한 실정이다. 소규모 사업장 안전교육모델이 정착되기 위해서는 정부의 재정지원이 뒷받침되어야 하고, 산업재해예방기관의 기인물, 공중별 안전교육자료 개발 및 건설안전분야 전문강사 육성이 병행되어야 할 것이다.

다섯째, 사다리 관련 지속적인 연구, 개발이 수행되어야 하고, 사다리 안전모델을 홍보하고 교육해야 한다. 소규모 건설현장 추락재해 원인분석 결과 사다리가

추락재해의 주요 기인물로 나타났는데, 작업장 실정에 적합하고 실용적인 안전사다리를 연구 개발하여 사용하면 추락재해를 감소시킬 수 있을 것이다.

## 6. Reference

- [1] Occupational Safety & Health Research Institute.(2015), “Investigate Industrial Accident Cause of 2014 (work accident)”
- [2] Occupational Safety & Health Research Institute.(2014), “Analysis of cause of death of work accidents by 2013”
- [3] Occupational Safety & Health Research Institute.(2013), “Investigate Industrial Accident Cause of 2012 (work accident)”
- [4] Occupational Safety & Health Research Institute.(2012), “Analysis of cause of death in 2011 (work accident)”
- [5] Occupational Safety & Health Research Institute.(2011), “Investigate Industrial Accident Cause of 2010 (work accident)”
- [6] Occupational Safety & Health Research Institute.(2010), “Analysis of cause of death in 2009 (work accident)”
- [7] Occupational Safety & Health Research Institute.(2009), “Investigate Industrial Accident Cause of 2008 (work accident)”
- [8] Occupational Safety & Health Research Institute.(2008), “Investigate Industrial Accident Cause of 2007 (work accident)”
- [9] Occupational Safety & Health Research Institute.(2007), “Investigate Industrial Accident Cause of 2006 (work accident)”
- [10] Occupational Safety & Health Research Institute.(2006), “Investigate Industrial Accident Cause of 2005 (work accident)”
- [11] Seong-Chun Jeong(2016). "A study on characteristics of accidents involving horse scaffolds at construction sites", J. Korea Saf. Manag. Sci. Vol. 18 No. 1:17-24
- [12] Occupational Safety & Health Research Institute.(2008). “A study on the safety model for prevention of fall injuries in small-sized construction sites-Focused on the safety standard, education and ladder-”

## 저자소개

### 심현황



현재 명지대학교 일반대학원 산업경영공학과 박사과정 중. 현재 (주)태영건설 재직 중.

관심분야 : 건설안전관리, 보건 위생관리, 안전보건경영시스템 등

### 강경식



인하대학교 산업공학과에서 학사석사박사와 연세대학교·경희대학교에서 경영학 석사박사 취득. North Dakota State Univ.에서 Post-Doc과 Adjunct Professor 역임. 현재 명지대학교 산업경영공학과 교수로 재직 중.

관심분야 : 생산관리, 물류관리,

안전경영 등