



# 안전보건 연구실용화 REPORT

Research  
to Practice



# Research to Practice

## 산업안전보건연구원은

1989년 설립 이후 일하는 사람의 생명과 건강 보호를 위해 산업 현장 사고 예방과 직업병 예방 연구를 수행하는 등 공공 연구기관으로서의 역할을 충실히 수행했을 뿐만 아니라, 실효성 있는 정책과 연구개발을 강화하여 산업안전보건 연구 및 전문 사업 수행결과가 기계·기구 및 설비, 작업환경 등 산업현장에 적용되거나 산업안전보건 정책에 반영될 수 있도록 노력하고 있습니다.

우리 연구원에서는 연구실용화(Research To Practice, R2P) 사례를 지속적으로 발굴·홍보하여 연구결과의 현장 적용성을 강화하기 위해 「안전보건 연구실용화 REPORT」를 연 2회 발간하고 있습니다.

## 안전보건 연구실용화 REPORT 2019 Vol.6 No.2(통권 12호)

- ▶ 2019년 10월 30일 발행
- ▶ 발행처: 산업안전보건연구원
- ▶ 발행인: 고재철
- ▶ 등 록 : 2019-연구원-1448
- ▶ 주 소 : 울산광역시 중구 중가로 400(북정동)
- ▶ 전 화 : 052-703-0813
- ▶ 홈페이지 : oshri.kosha.or.kr
  - 발간물 → 연구실용화 REPORT
- ▶ 인 쇄 : 디자인아이블
- ▶ ISSN 2671-759X(Print)  
ISSN 2671-7603(Online)

## 「안전보건 연구실용화 REPORT」는

연구원 홈페이지 oshri.kosha.or.kr에서 다운 받으실 수 있습니다.

# Contents

## REPORT

1

겨울철 한파로 인한 한랭질환 예방가이드 이행매뉴얼 개발 | 4

장공화 연구위원\* / 산업안전보건연구원 직업환경연구실

## REPORT

2

특수형태근로종사자 등에 대한 안전보건 조치의무 신설 | 12

나민오 연구위원\* / 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실

## REPORT

3

건설업 보건관리 위험성평가 모델 개발 | 20  
- 토목공사중심

김수근 교수 / 강북삼성병원  
박현희 연구위원\* / 산업안전보건연구원 직업환경연구실

## REPORT

4

톨루엔의 생물학적 노출평가지표 변경에 따른  
'소변 중 o-크레졸' 표준시료 개발 | 26

이미영 부장\* / 산업안전보건연구원 직업건강연구실

## REPORT

5

건설현장 비계작업안전 실무 안내서 개발 | 30

박주동 차장\* / 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실  
이현섭 차장 / 한국산업안전보건공단 본부 사업관리실

# 겨울철 한파로 인한 한랭질환 예방가이드 이행매뉴얼 개발

[ 집필자 ]

장공화 연구위원\* / 산업안전보건연구원 직업환경연구실

## 실용화 요약

기후변화에 따른 이상기온현상으로 인하여 겨울철에 빈번하게 나타나는 ‘한파’현상에 옥외작업자의 한랭질환을 예방하기 위한 사업주의 조치가 요구되고 있다. 하지만 산업안전보건법 등 관련 규정의 한랭질환 예방조치에 대한 구체적인 가이드 또는 매뉴얼이 없는 현실이었다. 이에 「옥외작업자 건강보호 방안(II)-한랭작업 중심으로」 연구를 진행하였고 이를 바탕으로 「겨울철 한파로 인한 한랭질환 예방가이드 이행매뉴얼」을 개발하였다.

매뉴얼은 관련된 용어를 정의하고, 한파기준, 한랭질환의 종류, 예방단계별 조치사항에 대한 정보를 포함하고 있다. 개발된 매뉴얼은 가이드 책자로 제작되어 안전보건공단, 고용노동부, 업무협약 기관 등을 통하여 배포되었고 사업장에서는 한랭 질환 예방활동의 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

\* 연락처 : TEL. 052-703-0886 / jun2ykr@kosha.or.kr

## 개요 및 배경

### 1. 배경



**기후변화, 지구온난화, 이상기온현상** 등과 더불어 매년 겨울 ‘한파’라는 단어를 자주 접하게 된다. 한파란 겨울철에 저온의 한랭 전선이 위도가 낮은 지역으로 이동하여, 갑자기 기온이 급격하게 하강하는 현상을 말하는 것으로 일반적으로 기상청이 관련된 정보를 제공해 주고 있다. 한파가 발생한다고 할지라도 많은 노동자들이 옥외 작업장에서 일하고 있는데 그렇다면 한파 수준의 기온에서 옥외에서 작업하는 노동자의 건강을 보호하려면 어떠한 조치를 취하여야 할까?

**산업안전보건법에서는** 기온을 하강시키는 현상을 표현하는 ‘한파’가 아니라 옥외작업자에게 저체온증과 동상 등의 건강장해를 유발할 수 있는 차가운 온도인 ‘한랭’이라는 표현을 사용하여 규정하고 있다. 이를 살펴보면 산업안전보건법 제24조(보건조치)에서 사업주는 저온 등에 의한 건강장해를 예방하기 위하여 필요한 조치를 하여야 하며, 시행령 제32조의8(유해·위험작업에 대한 근로시간 제한 등)에서 다량의 저온물체를 취급하는 작업과 현저히 춥고 차가운 장소에서 작업 시 작업과 휴식의 적정한 배분, 그 밖에 근로시간과 관련된 근로조건의 개선을 통하여 근로자의 건강보호를 위한 조치를 하여야 한다고 규정하고 있다. 또한, 산업안전보건 기준에 관한 규칙 제6장 온도습도에 의한 건강장해의 예방에서 한랭작업장의 설비기준과 성능, 작업관리(한랭질환 예방 조치, 휴식과 휴게시설의 설치, 출입의 금지), 보호구(방한모, 방한 장갑 및 방한복)지급 등을 규정하고 있다.



**그러나 이상의 규정에 따라** 사업주가 취해야 할 한랭작업에 대해 작업과 휴식의 적정 배분, 기타 근로시간과 관련된 근로조건의 개선 등과 관련된 구체적인 가이드 또는 매뉴얼이 없는 실정이었다. 기후변화로 인한 한파의 가능성이 증가하고 있어 장시간 옥외에서 작업하는 노동자에 대한 건강영향이 우려되고 저온환경에 노출되는 옥외 노동자에 대한 건강장해 예방조치 및 근로 조건 개선방안 마련이 필요하다고 판단하여 「**옥외작업자 건강보호 방안(II)-한랭작업 중심으로**」 연구를 진행하였으며, 연구를 바탕으로 사업주가 한파 시 노동자의 건강보호 조치를 상황별로 안내할 수 있는 「**겨울철 한파로 인한 한랭질환 예방가이드 이행 매뉴얼**」을 개발하였다.

### 2. 옥외 작업 자란?

**옥외작업자는** 주로 실외 작업공간에서 일하는 노동자를 말하며, 건설·조선업 종사 노동자, 항공·항만하역·운송업 종사 노동자, 도로정비 노동자, 환경미화원, 우편집배원, 전기통신 노동자 등 다양한 업종, 직종의 노동자가 있을 수 있다. 실내라 하더라도 창문 등을 열고 작업하는 등 실외의 환경과 차이가 없는 공간에서 작업하는 노동자도 옥외작업자로 포함될 수 있다.

## 실용화 내용

### 1. 겨울철 한파로 인한 한랭질환 예방가이드 이행매뉴얼 개발



「**옥외작업자 건강보호 방안(III)-한랭작업 중심으로**」 연구를 통하여 기상청 등에서 관리하고 있는 한파 관리정보, 겨울철 옥외 작업자에 대한 국내·외 건강보호제도를 살펴본 후 이를 바탕으로 「**겨울철 한파로 인한 한랭 질환 예방가이드 이행 매뉴얼**」을 개발하였다. 매뉴얼은 산업안전보건법 상의 사업주 의무뿐만 아니라 작업자 건강보호를 위한 권고사항을 모두 포함하였다. 매뉴얼에서는 관련된 용어 정의, 한파특보와 체감온도에 대한 정보 제시, 한랭질환의 종류 및 예방수칙에 대하여 설명하고 있다. 특히, 사업주가 취하여야 하는 조치사항을 예방단계별로 제시하고 있어 보다 쉽고 구체적으로 활용할 수 있도록 하였다.

#### 1 용어의 정의

**매뉴얼에 사용되는** 주요 용어에 대하여 정의가 필요하였다. 다음의 용어는 기상청, 고용부 등에서 공식적으로 사용되는 용어이며 관련 자료를 바탕으로 정의하였다. 그 밖에 매뉴얼에서 사용하는 용어는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법·시행령·시행규칙, 산업안전보건 기준에 관한 규칙 및 관련 고시에서 정하는 바에 따라 정의하였다.

한파	겨울철에 저온의 한랭 전선이 위도가 낮은 지역으로 이동하여, 갑자기 기온이 급격하게 하강을 일으키는 현상
한랭	옥외작업자에게 저체온증과 동상 등의 건강장해를 유발할 수 있는 차가운 온도
한랭질환	강한 추위에 노출되어 발생하는 건강장해로 중심체온이 35℃이하로 내려가는 저체온증, 손·발 등 국소 부위가 얼어붙는 동상, 동창, 참호족 등
체감온도	외부에 있는 사람이 바람과 한기에 노출된 피부로부터 열을 빼앗길 때 느끼는 추운 정도를 나타낸 지수로 옥외작업자가 실제 느끼는 온도

#### 2 한파특보와 체감온도 정보

##### 1) 한파특보 발령기준

**기상청에서는** 기온이 급격하게 하강하여 한파가 발생하였을 때 ‘한파특보’를 발령한다. 한파 특보는 특보를 발령하는 기준에 따라 **【표1】**과 같이 ‘한파 주의보’와 ‘한파 경보’로 나뉘게 된다. 한파 주의보나 경보는 별도로 해제하지 않고 다음날 아침이 지나면 자동으로 해제되게 된다. 기상청 날씨누리(<http://www.weather.go.kr>) 또는 스마트폰 ‘안전디딤돌’(행정안전부) 앱을 통하여 기온, 습도 및 특보발령 상황을 확인할 수 있다.

[표 1] 한파특보 발령기준

구분	특보발령 기준
한파 주의보	① 아침 최저기온이 전날보다 10℃이상 하강하여 3℃이하이고 평년값보다 3℃가 낮을 것으로 예상될 때 ② 아침 최저기온이 영하 12℃이하가 2일 이상 지속될 것이 예상될 때 ③ 급격한 저온현상으로 중대한 피해가 예상될 때
한파 경보	① 아침 최저기온이 전날보다 15℃이상 하강하여 3℃이하이고 평년값보다 3℃가 낮을 것으로 예상될 때 ② 아침 최저기온이 영하 15℃이하가 2일 이상 지속될 것이 예상될 때 ③ 급격한 저온현상으로 광범위한 지역에서 중대한 피해가 예상될 때

2) 체감온도



**체감온도란** 외부에 있는 사람이 바람과 한기에 노출된 피부로부터 열을 빼앗길 때 느끼는 추운 정도를 나타낸 지수를 말하며, 기온과 풍속의 조합에 따라 산출되는 지수로서 단순 기온이 아님에 유의하여 사용하여야 한다. [그림1]은 기온과 풍속정보를 이용하여 체감온도를 산출할 수 있는 표이다. 또한 체감온도는 관심, 주의, 경고, 위험 네 단계로 구분할 수 있으며, 매뉴얼에서는 각 단계별로 주의하여야 할 사항을 [표2]와 같이 제공하였다.

[ 체감온도 산출표 ]

■ 관심 ■ 주의 ■ 경고 ■ 위험

기온 (°C) 풍속 (m/sec)	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20
1.4	-1.6	-3.9	-6.1	-8.4	-10.7	-13	-15.2	-17.5	-19.8	-22	-24.3
2.8	-3.3	-5.7	-8.1	-10.5	-12.9	-15.3	-17.7	-20.1	-22.5	-24.9	-27.2
4.2	-4.4	-6.9	-9.4	-11.8	-14.3	-16.8	-19.2	-21.7	-24.2	-26.6	-29.1
5.6	-5.3	-7.8	-10.3	-12.8	-15.4	-17.9	-20.4	-22.9	-25.5	-28	-30.5
6.9	-5.9	-8.5	-11	-13.6	-16.2	-18.7	-21.3	-23.9	-26.4	-29	-31.6
8.3	-6.5	-9.1	-11.7	-14.3	-16.9	-19.5	-22.1	-24.7	-27.3	-29.9	-32.5
9.7	-7	-9.6	-12.2	-14.9	-17.5	-20.2	-22.8	-25.5	-28.1	-30.7	-33.4
11.1	-7.4	-10.1	-12.7	-15.4	-18.1	-20.8	-23.4	-26.1	-28.8	-31.5	-34.1
12.5	-7.8	-10.5	-13.2	-15.9	-18.6	-21.3	-24	-26.7	-29.4	-32.1	34.8
13.9	-8.1	-10.9	-13.6	-16.3	-19	-21.8	-24.5	-27.2	-30	-32.7	-35.4
15.3	-8.5	-11.2	-14	-16.7	-19.5	-22.2	-25	-27.7	-30.5	-33.2	-36
16.7	-8.8	-11.5	-14.3	-17.1	-19.9	-22.6	-25.4	-28.2	-30.9	-33.7	-36.5

※ 기상청에서 11월~이듬해 3월까지 매일 3시간 간격으로 8회, 전국 읍면동 단위로 제공합니다.

※ 기상청 날씨누리(<http://www.weather.go.kr>) → 생활과 산업 → 생활기상정보 → 체감온도

[그림 1] 체감온도 산출표

REPORT\_1

REPORT\_2

REPORT\_3

REPORT\_4

REPORT\_5

[표 2] 체감온도 지수범위별 단계 및 주의사항



단계	지수범위	주의사항
위험	-15.4℃미만	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장시간 옥외작업 시 저체온증과 더불어 동상의 위험이 있음</li> <li>- 실내에 머무르며, 옥외에 있을 경우 지속적으로 몸을 움직이도록 함</li> <li>- 피부가 바람에 직접 노출되지 않도록 함</li> <li>- 방풍기능이 있는 겉옷을 입고, 안에 겹겹이 옷을 입어야 함</li> <li>- 방한모, 장갑, 목도리, 마스크, 방수 신발 등을 착용 함</li> <li>- 옥외 작업 시 땀 흡수가 잘 되는 내복을 입도록 함</li> <li>- 옷이나 신발 등이 젖지 않도록 하고, 젖은 즉시 갈아입음</li> </ul>
경고	-15.4℃이상 -10.5℃미만	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 노출된 피부에는 매우 찬 기운이 느껴짐</li> <li>- 방한용품 없이 장기간 피부 노출 시 저체온증의 위험이 있음</li> <li>- 야외에 있을 경우 지속적으로 몸을 움직이도록 함</li> <li>- 방풍기능이 있는 겉옷을 입고, 안에 겹겹이 옷을 입어야 함</li> <li>- 방한모, 장갑, 목도리, 방수 신발 등을 착용함</li> <li>- 옥외 작업 시 땀 흡수가 잘 되는 내복을 입도록 함</li> <li>- 옷이나 신발 등이 젖지 않도록 하고, 젖은 경우 즉시 갈아입음</li> </ul>
주의	-10.5℃이상 -3.2℃미만	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 추위를 느끼는 정도가 증가함</li> <li>- 옷을 따뜻하게 입고 방한모, 장갑, 목도리 등을 착용함</li> <li>- 옷이나 신발 등이 젖지 않도록 함</li> </ul>
관심	-3.2℃이상	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 추위가 느껴지기 시작함</li> <li>- 옷을 따뜻하게 입음</li> <li>- 옷이나 신발 등이 젖지 않도록 함</li> </ul>

### 3 한랭질환의 개요

**한랭질환이란** 저온에 노출되어 발생하는 질병으로 대표적으로 저체온증(hypothermia), 동상(Frostbite), 참호족(Trench foot), 동창(Chilblains) 등이 있다. 인체는 온도 변화에 따라 영상 36.5℃의 체온을 유지할 수 있는 기능을 가지고 있으나 저온, 풍속, 습기, 찬물에 담금 및 찬 표면과의 접촉 등이 원인이 되어 이러한 기능이 제대로 작동하지 못하는 경우에 한랭질환이 발생할 수 있다. 특히, 겨울철 옥외작업자는 한랭 환경에 노출됨에 따라 한랭질환이 발생할 위험이 더욱 크다.

**저체온증이란** 몸의 중심체온이 영상 35℃이하로 내려간 것을 말하며 심장, 폐, 뇌 등 중요한 장기의 기능이 저하되게 된다. 한파 등 저온에 노출되어 우리 몸이 열을 잃어버리는 속도가 열을 만드는 속도보다 빠를 때 저체온증이 발생한다. 심한 떨림이 경고증상이다.



**동상이란** 심한 추위에 의해서 피부 및 피하조직이 얼어버린 것을 말한다. 피부의 빙점은 0℃~영상 2℃지만, 실제로는 영하 5℃~영하10℃ 또는 그 이하에서도 좀처럼 얼지 않는다. 일반적으로 수 시간동안 영하 2℃이하의 온도에 노출될 때 순환 혈액량이 감소되기 때문에 발생한다. 피부가 따끔거리고 저리며 가렵고, 피부색이 흰색 또는 파랗거나 칙칙한 노란색으로 보일 수 있다.

**참호족은** 발을 차가운 물속에 오래 담그고 있거나 낮은 온도에 장시간 노출되어 발생하는 손상으로 동상과 달리 조직이 동결된 상태가 아니다. 젖은 발은 건조한 발보다 열손실이 25~30배 빠르기 때문에 열 손실을 막기 위해 신체는 혈관을 수축시켜 발로 가는 혈류가 감소하게 되고, 피부조직은 산소, 영양소 부족과 노폐물질의 축적으로 손상되기 시작한다. 붉은 피부, 따끔거림, 저린 느낌이 들며 걸으면 통증이 있다. 동창은 한랭환경에 반복적으로 노출되어 사지 말단이나 귀, 코 등에 생기는 말초혈류장애에 의한 피부와 피하조직의 이상을 말하며 피부가 추위에 반복적으로 노출되면서 모세혈관이 손상되어 발생한다.

**매뉴얼에는** 한랭질환의 정의, 원인, 경고증상을 [표3]과 같이 정리하여 제시하였다.

[표 3] 한랭질환의 개요

한랭질환	정의	원인	경고증상 (Warning sign)
저체온증 (Hypothermia)	몸의 중심체온이 35℃이하로 내려간 상태	저온 노출	- 심한 떨림
동상 (Frostbite)	심한 추위에 의해 피부 및 피하조직이 얼어붙은 상태	영하 2℃이하의 온도에 장시간 노출	- 피부가 따끔거림 - 저린감 - 가려움
참호족 (Trench foot)	발을 차가운 물속에 오래 담그고 있거나 습하고 낮은 온도에 장기간 노출되어 발생한 손상	습하고 저온인 환경에 젖은 발이 노출	- 붉은 피부 - 따끔거림 - 저린감 - 무감각함
동창 (Chilblains)	빙점 이상의 한랭 환경에서 손과 발이나 귀, 코 등에 생기는 말초혈류장애에 의한 피부와 피하조직의 이상	추위로 인한 피부 모세혈관의 손상	- 빨갛게 된 피부



#### 4 예방단계별 사업주 조치사항



한랭질환을 예방하기 위한 조치사항을 예방단계별로 나누어 제공하고자 하였다. 이에 온도를 기준으로 「일상적 관리」, 「한파 관심」, 「한파 주의보」, 「한파 경보」의 네 가지 예방 단계로 구분하였고 해당 단계별 온도기준과 사업주가 조치하여야 할 사항에 대하여 [표4]와 같이 제시하였다.

매뉴얼에는 예방단계별 세부 조치사항을 부록을 통하여 자세하게 제공하고 있다. 또한 한랭질환별 응급조치사항, 건강관리 방법, 방한 장구에 대한 정보도 포함시켰다.

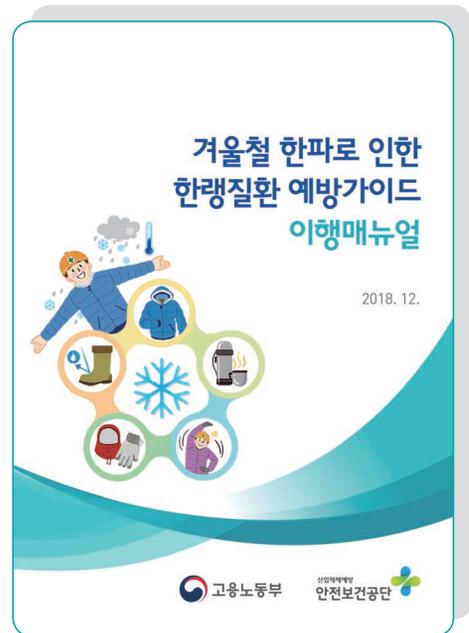
[표 4] 예방단계별 사업주 조치사항

단계	온도 기준	조치사항
일상적 관리	0℃이하	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 주·일간 작업계획 및 휴식시간 배분계획을 수립하세요.</li> <li>- 건강진단 결과에 따라 작업에 적합한 인력을 배치하세요.</li> <li>- 민감군*을 확인하세요.</li> <li>* 고혈압, 당뇨병, 갑상선 기능저하자, 뇌심혈관질환자, 고령자 등</li> <li>- 예방교육을 실시하세요.</li> <li>- 비상연락망을 구축하세요.</li> <li>- 휴게공간을 마련하세요.</li> </ul>
한파 관심	영하6℃ 이하	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기상상황 및 예방조치사항 정보를 제공하세요.</li> <li>- 추운시간대에 휴게시간을 배치하세요.</li> <li>- 따뜻하고 깨끗한 물을 제공하세요.</li> </ul>
한파 주의보	영하12℃ 이하	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기상상황 및 예방조치사항 정보를 제공하세요.</li> <li>- 특보상황 및 작업환경에 따른 적절한 휴게시간을 배정하세요.</li> <li>- 따뜻하고 깨끗한 물을 제공하세요.</li> <li>- 젖은 옷을 갈아입을 수 있는 장소와 휴식을 취할 수 있는 따뜻한 장소를 제공하세요.</li> <li>- 작업자들끼리 서로 짝을 지어 상대방의 한랭질환 경고증상을 관찰하고 조치할 수 있도록 하세요.</li> <li>- 한랭질환 경고증상을 호소하는 작업자 스스로 작업을 중지하고 쉴 수 있도록 조치하세요.</li> <li>* 징계나 처벌 등의 불이익이 없도록 하세요.</li> </ul>
한파 경보	영하15℃ 이하	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기상상황 및 예방조치사항 정보를 제공하세요.</li> <li>- 특보상황 및 작업환경에 따른 적절한 휴게시간을 추가로 배정하세요.</li> <li>- 민감군 및 중작업(重作業) 수행 작업자에 대한 작업관리를 실시하세요.</li> <li>- 따뜻하고 깨끗한 물을 제공하세요.</li> <li>- 젖은 옷을 갈아입을 수 있는 장소와 휴식을 취할 수 있는 따뜻한 장소를 제공하세요.</li> </ul>

단계	온도 기준	조치사항
한파 경보	영하15℃ 이하	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 필요 시 작업자에게 핫팩을 제공하세요.</li> <li>- 작업자들끼리 서로 짝을 지어 상대방의 한랭질환 경고증상을 관찰하고 조치할 수 있도록 하세요.</li> <li>- 한랭질환 경고증상을 호소하는 작업자 스스로 작업을 중지하고 쉴 수 있도록 조치하세요.</li> <li>* 징계나 처벌 등의 불이익이 없도록 하세요.</li> </ul>

## 2. 매뉴얼 제작 및 배포

「겨울철 한파로 인한 한랭 질환 예방가이드 이행매뉴얼」 개발과 동시에 45,000부를 제작하였으며 안전보건공단 지역본부 및 지사, 고용노동부 지방관서에 배포되었다. 더불어 옥외작업자가 많을 것으로 예상되는 우정사업본부, 인천국제공항공사 등 공단과 업무협약을 체결한 기관에도 제작된 매뉴얼을 배포하여 사업장의 한랭 질환 예방 활동의 기초자료로 활용될 것을 기대한다.



[그림 2] 제작된 매뉴얼 표지



참고문헌

1. 김원술 등, 옥외작업자 건강보호 방안(II)-한랭작업 중심으로, 2018, 산업안전보건연구원
2. 겨울철 한파로 인한 한랭질환 예방가이드 이행매뉴얼, 2018, 한국산업안전보건공단

# 특수형태근로종사자 등에 대한 안전보건 조치의무 신설

[ 집필자 ]

나민오 연구위원\* / 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실

## 실용화 요약

산업구조와 고용형태의 변화에 따라 플랫폼 노동자, 프리랜서 등 근로자와 자영업자의 성격을 동시에 가지는 특수형태근로종사자가 증가하고 있다. 산업안전보건법은 고용형태의 변화에 대응하여 근로자 외에도 노무를 제공하는 자도 보호대상으로 확대하고 종속성과 산업재해로부터 보호필요성이 높은 특수형태근로종사자(9개 직종)와 이동통신단말장치를 이용하여 이륜 자동차로 물건을 수거·배달하는 배달종사자에 대해 안전보건조치 의무를 부여하였다.

본 연구에서는 실태조사를 통해 특수형태근로종사자의 직종별 안전보건 위험요인과 보호방안에 대해 검토하고, 배달종사자의 취업형태와 안전보건 위험요인, 제도적 보호방안을 제언하였다. 연구결과는 개정 산업안전보건법(2019. 1. 15. 공포, 2020. 1. 16. 시행)과 산업안전보건법시행령 및 시행규칙(2019. 4. 22. 예고), 산업안전보건 기준에 관한 규칙(2019. 4. 22. 예고)에 반영되었다.

개정법은 특수형태근로종사자의 노무를 제공받는 자에게 직종별로 해당하는 안전보건조치와 안전보건교육을 실시토록 하고, 이동통신단말장치로 물건의 수거·배달 등을 중개하는 자에게 배달종사자에 대한 안전조치를 이행하도록 하였다.

산업안전보건법의 보호대상 확대를 통해 새롭게 발생하는 고용형태에 탄력적으로 대응하여 산재 취약집단을 효과적으로 보호하는데 기여할 것이다.

\* 연락처 : TEL. 052-703-0822 / mino05@kosha.or.kr

## 개요 및 배경

### 1. 배경



**산업구조와 고용형태의 변화**에 따라 플랫폼 노동자, 프리랜서 등 근로자와 자영업자의 성격을 동시에 가지는 특수형태근로종사자가 증가하고 있다. 이들은 사업주에 대하여 경제적 종속성을 가지고 있고, 타인을 이용하지 않고 자신이 직접 노무를 제공하며, 주로 특정한 1인의 사업주를 위하여 노무를 제공하지만, 근로기준법상 근로자와 달리 노무를 제공함에 있어 사업주의 특정한 지시나 지휘·감독에 구속되지 않기 때문에 근로기준법상 근로자와 자영업인의 중간적 위치에 있는 노무제공자로 분류된다.

**헌법재판소**는 특수형태근로종사자에 대해 “사용종속성이 없이 독립적 관계에서 노무를 제공하고 그 대가를 지급받는 노무제공자에 대해서는 원칙적으로 근로기준법이 적용되지 않는다(2015헌바413 결정)”고 하였으나, 산재보상보험법은 보호대상을 확장하는 특례조항을 두어 “계약의 형식에 관계없이 근로자와 유사하게 노무를 제공함에도 근로기준법 등이 적용되지 아니하여 업무상의 재해로부터 보호할 필요가 있는 자”를 보호하고 있다(산업재해보상보험법 제125조). 이처럼 노동관계법은 종래의 근로계약상의 근로자 외에도 법이 추구하는 목적에 따라 보호 필요성이 있는 경우 법의 보호범위 확대를 통해 적용대상으로 포섭해 나가고 있다.



**산업안전보건법** 역시 산업재해를 예방하려는 법의 목적을 달성하기 위해 산재취약계층을 보호하고 법의 사각지대를 해소하기 위한 법 개정을 추진하였다. 특히 법 적용대상을 종래의 근로기준법상 근로자에서 노무를 제공하는 자로 확장하고 사용종속성이 강하고 산업재해로부터 보호 필요성이 높은 택배·퀵서비스 배달원, 건설기계 운전자, 골프장 캐디 등의 특수형태근로종사자와 배달중개 앱 등을 통해 노무를 제공하는 배달종사자를 보호하기 위한 조항을 반영하였다.

**신설된 인적 적용대상의 공통점**은 산재취약계층으로 특별한 보호를 필요로 하는 집단이라는 점이다. 다만 특별한 보호가 필요한 집단이라도 특수고용관계, 플랫폼 노동자 등 각각 다른 형태의 법률관계에 기초하고 있어 계약의 특성과 실질적 영향력을 고려해 산재예방조치의 책임 주체와 내용을 결정할 필요가 있다.

**이에 2018년** 「특수형태근로종사자 등에 대한 산업재해 예방을 위한 의무 규정 마련 방안 연구」에서는 각 집단의 실태조사를 통한 보호대상과 위험요인 확인, 법률관계의 특성을 고려한 책임 주체와 내용 등에 대한 연구를 실시하였다.

## 2. 주요 관련 정보

**전 세계적으로** 근로자와 자영업자의 구별에 관한 법적 논의와 대응이 국가의 정책과제로 부각되고 있다. 특히 유럽연합(EU)과 국제노동기구(ILO)는 전통적인 고용관계가 아닌 근로자와 특수 고용관계에 있는 취업자(노무제공자)가 증가함에 따라 이들을 법적 보호대상으로 인정하기 위해 근로자 개념의 재구성을 위한 시도를 활발히 진행하고 있다. 크게 두 가지의 방법으로 접근하는데 기존의 근로자 개념을 확장(법해석론적 방법)하거나 개별 법률의 취지나 목적에 따라 특별한 보호가 필요한 자를 설정하여 노동법의 규범의 확장을 도모(입법론적 방법)하는 것이다.

**유럽연합은** 일반적으로 통용되는 최저기준을 설정하고 하위지침을 통해 구체화 시키는데 다양한 취업의 형태를 고려하여 인적 적용범위를 확장하는 방식을 사용한다. 산업안전보건에 관한 기본 지침(1989년 제정) 제3조는 “가내 근로자를 제외한 교육실습생과 직업훈련생을 포함하여 사용자에게 노무를 제공하는 모든 자”를 근로자 개념으로 포괄적으로 정의하고 있다.

**독일의 경우에는** 유사근로자 개념을 두어 취업자의 하위 범주로 분류하고 있다. 특수형태근로종사자가 산업안전보건법상 보호를 받기 위해서는 유사근로자에 해당하는지를 판단하고 있으며, 판단의 기준은

- ① 유사근로자가 사업장에서 노무를 일정기간 제공하고,
- ② 사업주가 계획한 조직적인 관계 하에서 노무가 제공되며(사업주 지배력),
- ③ 사업주는 유사근로자에 대한 보호의무 내지 안전배려의무를 부담하는지를 검토한다.

[표 1] 독일의 산업안전보건법의 보호대상

**독일 산업안전보건법의 보호대상**

**제1조 목적과 적용범위**  
이 법률은, 보호조치를 통해 근로제공 시 취업자의 안전 및 건강을 확보하고 개선하는데 그 목적이 있다.

**제2조 정의규정**  
(2) 이 법에서 말하는 취업자라 함은, 다음 각 호에 해당하는 자를 말한다.

1. 근로자
2. 직업교육을 받고 있는 자
3. 가내근로에 종사하는 자 및 그와 동등한 자를 제외한, 「노동법원법」제5조 제2항의 근로자와 유사한 자
4. 공무원 5. 법관 6. 군인 7. 장애인을 위한 공장에 취업중인 자



**우리나라의 경우** 개별 법률의 목적에 따라 특별한 보호가 필요한 집단을 설정하고 법에 보호대상을 추가하여 법의 적용 범위를 확대하는 입법론적 방법을 취하고 있다.

## 실용화 내용

**금년 1월 15일에 공포된** 산업안전보건법 전부개정법률(2020년 1월 16일 시행)은 특수형태근로종사자에 대한 안전조치 및 보건조치, 배달종사자에 대한 안전조치에 관한 규정을 두고 있으며, 4월 22일 입법예고 된 산업안전보건법시행령, 산업안전보건법시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙에는 ① 특수형태근로종사자로부터 노무를 제공받는 자에 대한 안전보건조치, 안전보건교육, 과태료 조항이 ② 배달을 중개하는 자에 대한 배달종사자에 대한 안전조치, 과태료 조항이 반영될 예정이다. 이하에서 세부 내용을 살펴보겠다.

### 1. 특수형태근로종사자에 대한 안전조치 및 보건조치



**개정법**은 특수형태근로종사자로부터 노무를 제공받는 자에게 산업재해예방을 위한 안전조치 및 보건조치 의무를 부여하였다. 산업안전보건법의 보호를 받는 특수형태근로종사자는 “계약의 형식에 관계없이 근로자와 유사하게 노무를 제공하여 업무상의 재해로부터 보호할 필요가 있음에도 근로기준법 등이 적용되지 아니하는 자로 다음의 요건을 모두 충족하는 사람”을 의미한다.

요건은 ① 대통령령으로 정하는 직종에 종사하며, ② 주로 하나의 사업에 노무를 상시적으로 제공하고 보수를 받아 생활하고, ③ 노무를 제공할 때 타인을 사용하지 아니해야 한다. (법 제77조)

**대통령령으로 정하는 직종**은 특수형태근로종사자 중 종속성, 위험성 등을 고려하여 업무상 재해로부터 보호할 필요성을 인정한 산업재해보상보험법 제125조의 9개 직종(보험설계사, 건설기계 운전사, 학습지 교사, 골프장 캐디, 택배원, 퀵서비스 기사, 대출모집인, 신용카드모집인, 대리운전기사)에 대해 법을 적용하였다.(법 시행령 제68조) 특수형태종사근로자에 대한 안전보건조치와 교육의 내용은 각 직종별로 노무제공의 방법이 다르고 업무의 특성과 위험을 고려할 필요가 있어 연구에서는 각 직종별 실태조사(설문 및 인터뷰)를 통해 직종별 5개 문항(계약관계와 업무수행 구조, 직무와 일의 특징, 산업안전, 산업보건, 기타 의견)에 대한 정보를 수집하여 분석하고 이를 토대로 직종별 안전 및 보건조치, 안전교육 대상 및 내용을 [표2]와 같이 제언 하였다.

**연구결과를 반영하여** 예고된 산업안전보건법시행령 제69조는 9개 직종 중 안전 및 보건 교육이 필요한 5개 직종(건설기계운전사, 골프장 캐디, 택배기사, 퀵서비스기사, 대리기사)에 대하여 최초 노무제공 시 2시간 이상(특별교육을 실시한 경우 면제), 유해·위험한 작업에 투입하는 경우 특별 교육 16시간 이상을 실시하도록 규정하였다. 이때 특별교육은 최초 작업에 종사하기 전 4시간 이상 실시하되 나머지 12시간은 3개월에 나누어 실시할 수 있다.(법 시행규칙 별표6)



**교육의 내용**은 교통안전 및 운전안전에 관한 사항, 보호구 착용에 대한 사항, 산업안전 및 사고 예방에 관한 사항 등 법 시행규칙 별표7에 제시된 12개 항목 중 직무에 적합한 내용을 교육하도록 하였다. 직종별 안전보건조치는 예고된 산업안전보건기준에 관한 규칙 제671조에 반영되었는데 반영 내용은 아래와 같다.

[표 2] 특수형태근로종사자의 직종별 안전보건조치 제언 및 반영 결과

직종	위험요인	제언	반영
보험설계사	교통사고, 과로 및 고객 응대 스트레스	건강장해 예방	
카드모집인	교통사고, 과다경쟁 스트레스	표준계약서 및 고용보험 도입, 건강장해 예방	(안전보건조치) 사무실의 공기질 등 청결관리, 장시간 컴퓨터 작업 시 건강장해 예방, 고객응대 근로자 대응 매뉴얼 제공 등
대출모집인	교통사고	고용보험 도입 건강장해 예방	
학습지교사	넘어짐, 교통사고, 건강 질환(후두염 등), 과로 및 고객응대 스트레스	건강장해 예방	
건설기계 운전사	차량 청소 시 추락 미끄러짐, 지반 붕괴, 차량전복, 후진충돌 등	차량 추락·미끄러짐·전도 방지 안전보건조치, 작업 시 끼임·충돌 등 위험방지 조치	(안전보건조치) 미끄러짐·추락·붕괴방지조치 등, 기계의 과부하 작업 제한·전도·접촉방지, 콘크리트·굴착작업 등 건설작업 시 위험방지조치 등 (안전보건교육) 최초 노무 제공 시 2시간, 특별교육 16시간 실시
골프장캐디	타구사고, 미끄러짐, 카트 등 작업도구 및 시설 불량, 고객폭언 등	근골질환 등 육체적 피로 회복 지원, 시설물 안전 확보, 감정노동 스트레스 관리	(안전보건조치) 미끄러짐 방지 확인, 휴게시설·수면 장소 등 설치, 카트 전도 방지 조치, 고객의 폭언 등으로 인한 재해를 예방하기 위한 보호조치 등 (안전보건교육) 최초 노무 제공 시 2시간, 특별교육 16시간 실시
택배기사	컨베이어 끼임, 적재 및 배송 시 중량물 취급, 교통사고, 고객독촉 및 폭언 등	분류·적재 작업 시 안전 보건 조치, 중량물 작업 건강장해 예방 조치, 감정노동 스트레스 관리, 안전수칙 안내 및 교육 지원	(안전보건조치) 컨베이어 사용 시 안전조치, 중량물 작업 시 건강장해 예방조치, 고객응대근로자 대응 매뉴얼 제공 등 (안전보건교육) 최초 노무 제공 시 2시간, 특별교육 16시간 실시

직 종	위험요인	제언	반 영
퀵서비스기사	교통사고, 건강질환(기관지 등), 근골격계 질환, 배송독촉 및 고객폭언	안전수칙 안내 및 교육 지원 보호구 지급, 교통법규 준수, 배송시간 연장 등의 제도적 조치, 건강검진 실시	(안전보건조치)이륜자동차 기사에 대해 보호구 착용 지시, 안전장치 작동여부 확인, 고객응대 근로자 대응 매뉴얼 제공 등 (안전보건교육) 최초 노무 제공 시 2시간, 특별교육 16시간 실시
대리운전기사	교통사고, 건강질환(기관지 등), 근골격계 질환, 배송독촉 및 고객폭언	감정노동 스트레스 관리, 안전수칙 안내 및 교육 지원, DB구축 사고원인 조사 필요	(안전보건조치)고객응대 근로자 대응 매뉴얼 제공 등 (안전보건교육) 최초 노무 제공 시 2시간, 특별교육 16시간 실시

특수형태근로종사자로부터 노무를 제공받는 자가 안전보건조치 의무를 위반하면 1,000만원 이하의 과태료를 안전보건교육 의무를 위반하면 500만원 이하의 과태료를 부과할 예정이다.



## 2. 배달종사자에 대한 안전조치

**이동통신 플랫폼(App 등)**을 이용하는 배달종사자의 경우 주로 지역 내 배달업체에 소속되어 업체가 사용하는 스마트폰 앱에 올라오는 음식 주문을 보고 자신이 배달 가능한 지역과 시간을 선택하여 노무를 제공한다는 점에서 근로자와 자영업자의 중간적 지위에 있는 특수형태근로종사자와 유사하게 볼 수 있다. 그러나 투잡 등의 아르바이트 형태로 배달업체에 전속되지 않거나 직접 플랫폼을 이용하여 비전속적으로 노무를 제공하는 형태의 배달종사자도 늘어나고 있다.<sup>1)</sup>

1) Grap, Uber 등 플랫폼을 이용한 배달서비스는 세계적으로 확산되는 추세이며 우리나라에서도 유사한 배달 플랫폼(배민 커넥트 등)이 증가하고 있어 플랫폼 고용형태는 빠르게 확산될 것으로 보인다.

**똑같이 이륜자동차를 이용**하여 음식을 배달함에도 음식점 소속 배달근로자와 배달전문업체 소속 특수고용형태근로자는 산재예방을 위한 보호를 받는 반면, 플랫폼을 이용한 배달종사자의 경우 전속성이 없다는 이유로 법의 보호대상에서 제외되는 것은 형평성에 맞지 않다.

**또한 이륜자동차 배달종사자**의 사고가 지속적으로 증가하고 있는 점과 생계를 위해 노무를 제공한다는 점에서 고용계약 방식에 관계없이 배달업을 사용하는 노무제공자에 대해서도 산재예방의 필요성이 있다.

**다만 배달을 중개하는 자**에 대한 배달종사자의 종속성이 낮다는 점을 고려하여 일반적인 산업 안전보건법상 사업주의 안전보건조치 의무를 부여하는 것은 적절치 않으며, 플랫폼 운영자가 이용자의 산재예방을 위해 부담해야 할 사회통념상 합리적 범위의 의무를 부여하고자 했다.

**이에 연구에서는** 푸드릭 배달기사들의 고용형태와 안전보건 실태를 조사하여 아래와 같은 위험 요인과 개선방안을 제안하였고 이는 개정법에 [표3]과 같이 반영되었다.

[표 3] 배달종사자에 대한 안전조치 제언 및 반영 결과

직종	위험점	제언	반영
(비전속적) 배달종사자	진입장벽 낮음, 안전의식 낮음 (무관심), 보호구 미소지, 보험보장성 낮음(산재미가입), 배달시간 제한, 고객불만 및 독촉	안전교육 의무화, 배달 기사 등록제 또는 자격제 (면허 및 보호구 확인), 배달시간 제한 금지, 산재보험 가입의무화	이륜차 운전면허 및 보호구 보유여부 확인, 안전운행 및 과속 배달 방지 조치

**개정법은** 이동통신단말장치로 물건의 수거·배달을 중개하는 자(플랫폼 운영자)는 이륜자동차로 물건을 수거·배달하는 자의 산업재해 예방을 위하여 필요한 안전보건조치를 하도록 규정하고 (법 제78조),

- ① 이륜자동차 운전면허와 안전모를 보유했는지 여부를 확인하고
- ② 배달수행 중 후속배달 요청이 수신되지 않도록 이동통신단말장치의 소프트웨어에 반영하고,
- ③ 수거·배달시간을 산업재해를 유발할 정도로 제한하지 못하게 하여 과속배달을 방지하고 안전운행을 유도할 의무를 부여하였다.(산업안전보건 기준에 관한 규칙 제672조)

**법 제78조를 위반**하여 배달을 중개하는 자가 배달종사자의 안전조치 의무를 위반하는 경우 1,000만원 이하의 과태료를 부과할 예정이다.



## 입법의 의의와 향후과제



**정보기술(IT) 기반**의 플랫폼 경제와 임시직 노동(Gig)의 활성화에 따른 고용형태의 다변화는 이미 세계적인 추세이며, 각국에서는 새롭게 발생하는 취업자(노무제공자)의 노동력을 어떻게 보호할 것인지에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있다.

**우리나라 역시** 산업안전보건법의 개정을 통해 근로자뿐 아니라 고용형태와 관계없이 노동력을 제공하여 생계를 유지하는 ‘노무를 제공하는 자’를 법의 보호대상으로 포함시킨 것은 국제적인 흐름에 부합하고 새롭게 발생하는 고용형태에 탄력적으로 대응하여 산재취약집단을 효과적으로 보호하는데 기여할 것으로 보인다.

**향후 산업안전보건법은** 법의 취지를 살려 산업재해의 위험이 높은 노무제공자를 보호하기 위한 시도를 해나갈 것이다. 그 과정에서 사업주, 노무를 제공받는 자와 같이 노무의 제공을 통해 직접적 이익을 얻는 자 외에도 플랫폼 운영자 등과 같이 직접적인 노무를 제공받지 않고 노무 제공자와의 관계에서 지휘·감독적 지위에 있지 않는 자에게도 안전보건조치의무를 부여할 가능성이 높다. 사업을 통해 이익을 향유하는 자와 실질적인 안전보건 조치 가능성을 가진 자에게 산재 예방의 책임을 부여하게 된다면 누구에게 어떤 책임을 부여해야 하며 책임을 부담하는 법적 근거에 대해서도 지속적인 연구가 필요할 것이다.



### 참고문헌

1. 오상호 외 5인, 특수형태근로종사자 등에 대한 산업재해 예방을 위한 의무 규정 마련 방안 연구, 산업안전보건연구원, 2018
2. 김태구 외 5인, 산업안전보건교육 실시의무 대상 확대를 위한 연구, 산업안전보건연구원, 2018
3. 고용노동부, 산업안전보건법 전부개정법률 주요내용 설명자료, 2019. 1.
4. 고용노동부, 산업안전보건법 하위법령 전부개정안 주요내용 설명자료, 2019. 4.

# 건설업 보건관리 위험성평가 모델 개발

- 토목공사중심 -

[ 집필자 ]

김수근 교수/ 강북삼성병원

박헌희 연구위원\* / 산업안전보건연구원 직업환경연구실

## 실용화 요약

토목공사는 중량물의 취급, 화학물질 사용의 증가 등 다양한 위험요소가 존재하고, 이로 인한 건강피해가 우려된다. 이를 예방하고자 위험성 평가의 도입과 공사금액 800억 원(토목 1,000억 원) 이상인 건설현장에 대한 보건관리자 선임 의무화가 시행되었으나 건설공사 현장의 특성을 고려한 보건관리 기법에 대한 이해의 부족 등으로 현장의 보건관리가 정착되지 못하고 있는 실정이다.

개발된 보건 분야 위험성평가 모델은 다양한 토목공사현장 위험성평가의 실무 지침으로 활용되어 건설보건 분야의 위험성평가를 쉽게 실시 할 수 있도록 건설업 보건관리자의 업무 수행을 지원한다. 이에 더해 보건관리 실무매뉴얼을 통해 현장의 유해요인을 파악하고 건강영향에 대한 교육자료, 보건관리업무의 가이드로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

\* 연락처 : TEL. 052-703-0883 / bioaerosol@kosha.or.kr

## 개요 및 배경



**토목공사**는 타 산업현장과 달리 근로자의 유동성이 심하고 중량물을 취급하는 작업이 많으며, 수차의 하도급 작업이 이루지는 형태를 갖추고 있다. 또한 옥외작업과 가변적인 일회성 작업이 주를 이루고 있기 때문에 다양한 위험요소가 존재하고 있다. 2015년 산업안전보건법 개정을 통해 공사금액 800억 원(토목 1,000억 원) 이상인 건설현장에 보건관리자 선임이 의무화되었으나, 건설현장의 특성을 고려한 보건관리 기법에 대한 이해 부족 등으로 현장의 보건관리가 정착 되지 못하고 있는 실정이다. 토목공사 현장에 대한 정부의 산업안전보건 정책의 실효성을 향상 시키기 위해서는 보다 실질적인 대안이 필요하다. 즉 토목공사 현장이 스스로 산업안전보건 관리에 대한 관심과 자발적으로 참여 할 수 있도록 해야 하며, 위험성평가 기법을 활용한 보건 관리 실무 매뉴얼을 개발하여 토목공사 현장이 스스로 위험요인을 도출하고 산업재해를 사전에 예방할 수 있도록 하는 것이 필요하다. 이에 본 연구에서는 토목공사 현장의 특성에 맞는 특화된 위험성평가 모델 및 보건관리 매뉴얼을 개발하여 실무 업무에 활용하는데 기여하고자 하였다.

## 실용화 내용

### 1. 토목공사 보건관리 위험성평가 모델 개발

**토목공사 종류별** 공사의 개요 및 주요공정별 유해·위험요인을 제시하여 위험성 평가 시에 활용할 수 있도록 하고, 위험성 평가의 실시시기, 평가팀 구성, 교육, 유해요인별 위험성 추정·결정 방법, 이행 및 이행확인 방법 등이 포함된 위험성평가 실시계획서 작성방법을 제시하였다.

[표 1] 토목공사 종류별 주요작업 및 유해·위험요인

공사종류	주요작업	유해위험요인
토공사	자연적인 지형에서 굴착, 적재, 운반, 성토, 다짐작업이 복합적으로 이루어지는 작업	<b>(소음)</b> 굴착기, 트럭 소음 및 발파 소음 <b>(분진)</b> 굴착, 적재 시 토사분진 및 발파 시 암석분진 <b>(디젤엔진배출물)</b> 굴착기, 트럭 등 건설장비 배기가스 <b>(산소결핍)</b> 굴착지 내부 작업 <b>(유해가스)</b> 굴착 중 하수, 유기물 부패 등으로 인한 메탄가스, 건설장비로 인한 일산화탄소 노출 <b>(인간공학적요인)</b> 인력굴착의 경우 허리굽힘 및 반복작업



공사종류	주요작업	유해위험요인
철근 콘크리트 공사	철근 조립, 거푸집 조립, 콘크리트 타설	<p>(시멘트) 시멘트 분진 노출, 젖은 시멘트 접촉</p> <p>(화학물질) 혼화제, 지연제, 촉진제, 피막양생제, 거푸집 박리제 등</p> <p>(산소결핍) 레미콘 저장용기, 호퍼 등 작업</p> <p>(인간공학적 요인) 철근가공에 따른 무리한 힘, 구부림 작업</p> <p>(소음) 레미콘 반입, 반출 및 콘크리트 타설 펌프카 소음, 레미콘 믹서 드럼 내부 굵은 시멘트 깨는 소음 등</p> <p>(디젤엔진배출물) 콘크리트 타설 펌프카 등 건설장비 배기가스</p> <p>(진동) 콘크리트 다지기에 사용되는 내부 진동기 (Vibrator)</p> <p>(유해가스) 건설장비로 인한 일산화탄소</p>
터널공사	천공, 발파, 환기, 버력처리, 락볼트, 방수, 콘크리트타설 등	<p>(소음, 진동) 천공, 발파 작업에 의한 소음, 진동</p> <p>(조도) 지하 터널 내부 어두움</p> <p>(유해가스) 발파 후 화약성분, 광물 발생 가스</p> <p>(피부손상) 숏크리트 작업 시 젖은 시멘트 노출</p> <p>(심리적 불안) 밀폐공간 발파작업 시 폭약 취급 등</p>
항만공사	기초지반 보강(보링, 몰탈 주입, 준설, 사석투입), 케이슨제작, 이동, 블록설치, 콘크리트 타설	<p>(소음, 진동) 보링, 케이슨 작업 시 소음</p> <p>(이상기압) 케이슨 인양 등 잠수작업 시 고기압환경</p>
교량공사	도로, 철도 등이 하천, 계곡, 해협 등의 자연 장애물이나 교차하는 다른 통로를 가로 지르기 위하여 만든 구조물 건설 공사	<p>(소음, 진동) 천공, 파일항타작업, 거푸집 해체 소음</p> <p>(시멘트) 시멘트 분진, 젖은 시멘트 접촉</p> <p>(인간공학적 요인) 철근배근, 거푸집 설치해체 작업 시 부적절한 자세, 중량물 취급, 무리한 힘 및 반복동작</p> <p>(화학물질) 거푸집박리제, 세그먼트 접합 시 에폭시 도로 등</p> <p>(산소결핍) 콘크리트 박스 거더 및 강 박스 내부작업</p> <p>(용접흡) 강재의 용접작업</p>
댐공사	유수전환, 기초처리, 댐체성토, 층별다짐, 댐채 시공완료, 부대시설 시공	<p>(소음, 분진, 진동) 다짐시공, 건설장비 취급에 의한 발생</p> <p>(시멘트) 시멘트 분진, 젖은 시멘트 접촉</p> <p>(디젤엔진배출물) 건설기계 장비 배기가스</p> <p>(화학물질) 혼화제, 지연제, 촉진제, 거푸집박리제, 피막양생제</p>
포장공사	보조기층, 프라이코팅, 아스팔트 기층 포설 및 다짐	<p>(아스팔트흄) 포설작업</p> <p>(고열, 폭염, 한랭 및 직사광선) 고온의 아스팔트 취급 및 옥외작업으로 인한 노출</p> <p>(소음, 진동) 포설장비</p>



공사종류	주요작업	유해위험요인
관로공사	상하수도공사, 가스공사, 전기 및 통신케이블 공사, 송유관 공사 등	(폭염, 한랭 및 직사광선) 옥외작업으로 인한 노출 (뜨뜨가무시병) 토양, 배관청소 등 작업 시 미생물 노출 (소음, 진동) 중장비 운전, 작업장 버력 등 이송처리 (용접흄, 자외선) 배관연결작업
철도공사	자갈궤도, 콘크리트 궤도, 분기기 공사, 레일이음공사, 레일용접공사, 장대레일 설정 및 재설정	(폭염, 한랭 및 직사광선) 옥외작업으로 인한 노출 (용접흄, 자외선) 레일연결작업 등 (분진) 자갈포설, 다짐작업 시 노출 (인간공학적 요인) 침묵, 레일 운반, 자갈 다짐작업 시 부적절한 자세, 무리한 힘 및 반복동작



[표 2] 유해요인별 가능성 및 중대성 분류기준

유해요인	가능성 내용	중대성 내용
화학 물질	<ul style="list-style-type: none"> <li>작업환경측정결과 각 해당물질의 노출 수준*을 내용으로 단계별로 분류(정량적)</li> <li>측정결과가 없을 시 1일 취급량, 비산성·휘발성을 조합하여 노출수준 결정하고 분류함(정성적)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>작업환경측정결과 각 해당물질의 노출 기준 및 발암성 유무 내용으로 단계별로 분류</li> <li>노출기준 미설정 및 측정결과가 없을 시 해당물질의 물질안전보건자료의 유해·위험문구(H-code) 또는 위험문구(R-phrase)에 따라서 단계별로 분류</li> </ul>
소음 진동	<ul style="list-style-type: none"> <li>측정결과가 있는 소음의 경우 노출수준을 내용으로 단계별로 분류</li> <li>측정결과가 없는 소음·진동의 경우 해당 유해인자 노출시간과 빈도를 내용으로 단계별로 분류</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>유해성 정도에 따라 단계별로 분류</li> </ul>
근골격계 부담작업	<ul style="list-style-type: none"> <li>작업조건 중의 하나인 작업시간(노출 시간) 및 빈도를 내용으로 단계별로 분류</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>건강영향의 정도를 부상 또는 통증수반 정도에서 사망에 이르기까지를 단계별로 분류</li> </ul>

※ 유해요인별 가능성 및 중대성 등급은 연구보고서 참조(참고문헌 1)

REPORT\_1  
REPORT\_2  
REPORT\_3  
REPORT\_4  
REPORT\_5

## 2. 토목공사 보건관리 실무매뉴얼 개발



토목공사 현장에서 공통적으로 이루어지는 토공사, 철근콘크리트 공사와 공사현장 특성에 따른 교량, 터널, 항만, 댐, 도로포장, 관로 및 철도공사를 선정하여 적용 가능한 위험성평가 모델을 제시하고, 보건관리 업무 매뉴얼을 개발하여 보건관리자 및 안전관리자, 재해예방기관종사자, 관리감독자 등 실무자가 토목공사 현장에서 활용할 수 있도록 보건관리 실무매뉴얼(보급용)을 개발하였다.

[표 3] 유해요인별 작성된 관리방안 목록

유해인자	관리방안
소음	① 작업환경측정 ② 특수건강진단 ③ 청력보호구 지급 ④ 청력보존 프로그램
진동	① 방진시설 설치 ② 전파하는 진동을 차단하는 방법 ③ 진동장해 예방대책
시멘트	① 젖은 시멘트에 노출된 경우의 관리 ② 시멘트 화상의 응급처치
화학물질	① 혼합제 관리 ② 지연제 관리 ③ 촉진제 관리 ④ 피막양생제 관리 ⑤ 거푸집 박리제 관리
도장작업	① 도료 관리 ② 스프레이 도장 시 주의 ③ 적절한 보호구 지급 ④ 피부 보호 ⑤ 밀폐공간에서 도장작업 시 관리 ⑥ 개인위생 점검 및 정리정돈 ⑦ 도장작업 예방대책 - 페인트 관리
용접작업	① 용접 흄 제거를 위한 환기대책 ② 개인보호구 지급 ③ 유해광선 관리대책 ④ 호흡기질환 관리 ⑤ 안질환 관리 ⑥ 피부질환 관리 ⑦ 고열, 불티에 의한 화상예방대책 ⑧ 용접작업 세트 선정 시 인간공학적인 설계 특징 고려
산소결핍	① 밀폐공간 작업관리 ② 밀폐공간작업 필수 3대 안전수칙 ③ 밀폐공간 작업 시 재해자 구조방법
인간공학적인 요인	① 근골격계질환 증상 파악 ② 근골격계질환 특성 이해 ③ 근골격계질환 예방 교육 ④ 근골격계질환 예방을 위한 작업방법
디젤엔진 배출물질	① 노출 방지 ② 노출감소위한 통제 조치 ③ 호흡보호구 지급

유해인자	관리방안
유해가스 (메탄, 일산화탄소)	① 메탄의 건강영향 관리 ② 일산화탄소의 건강영향 관리
조명	① 터널 길이별 조명 설치 ② 터널 조도 관리 ③ 조도 측정방법
심리적 불안	① 조직적 관리방법 ② 개인적 관리방법
수중작업	① 수중작업 관리 ② 개인용 잠수장비 확인 ③ 잠수작업 안전수칙
이상기압	① 고기압에 대한 특수건강진단 ② 감압병의 예방 ③ 감압병의 치료 ④ 잠수작업자의 질병관리

※ 세부관리방안 내용은 연구보고서 참조 (참고문헌 1)



참고문헌

1. 건설업 보건관리 위험성평가 모델 개발(Ⅱ)-토목공사, 산업안전보건연구원 보고서, 2018
2. 건설업 직종별 화학물질 노출 매트릭스 구축 연구(Ⅰ~Ⅳ), 산업안전보건연구원 보고서, 2014~2018

REPORT\_1

REPORT\_2

REPORT\_3

REPORT\_4

REPORT\_5

# 톨루엔의 생물학적 노출평가지표 변경에 따른 ‘소변 중 o-크레졸’ 표준시료 개발

[ 집필자 ]

이미영 부장\* / 산업안전보건연구원 직업건강연구실

## 실용화 요약

생물학적 노출평가 표준시료 개발 연속 연구로 「생물학적 노출평가 표준시료 개발(3):톨루엔의 생물학적 노출평가를 위한 소변 중 o-크레졸」 연구를 통해 특수건강진단 생물학적 노출평가 1차 항목으로 2020년 반영 예정인 소변 중 o-크레졸 표준시료의 균질성과 안정성을 확인하여 특수건강진단 분석정도관리 신규 항목을 개발하였다. 2018년의 연구 결과를 근거로 2019년에 분석정도관리 항목으로 추가한 “소변 중 o-크레졸”을 포함하여 총 12항목의 유기 분석 표준시료를 특수건강진단 분석정도관리 사업에 활용하고 있다.

\* 연락처 : TEL. 052-703-0855 / cookmom@kosha.or.kr

## 개요 및 배경

### 1. 배경

본 연구에서는 산업안전보건법 시행규칙 개정으로 2020년에 툴루엔의 생물학적 노출지표로 반영 예정인 소변 중 o-크레졸 표준시료를 자체 개발하였다. 소변에 o-크레졸을 첨가한 표준시료를 제조하고, 이 시료가 정도관리에 사용하기에 적합한 안정성과 균질성을 가지고 있음을 증명하는 것이 본 연구의 목적이다. 개발한 소변 중 o-크레졸 표준시료를 국내 특수건강진단기관 분석정도관리에 응용함으로써 이 항목에 대한 국내 산업보건 관련 분석실험실의 분석 숙련도를 향상시키는데 기여하고자 하였다.

### 2. 주요 관련 정보

**2015년부터 3년간** 한국산업안전보건공단에 등록된 특수건강진단 통계 자료 중 툴루엔의 생물학적 노출지표인 소변 중 마노산 자료는 총 563,369건으로, 특수건강진단 생물학적 노출평가 보고 사례 중 가장 보고 사례가 많은 항목이다. 2013년부터 2년간 집계한 31항목의 생물학적 노출평가 항목별 통계자료 중 소변 중 마노산은 전체 보고 자료의 20%를 차지하였다(이미영, 2016). 생물학적 노출 평가 통계 자료에서 소변 중 마노산의 국내 노출 기준인 2.5 g/g 크레아티닌을 초과하는 자료는 연간 0.2%, 국내 툴루엔 작업환경 노출기준인 50 ppm 노출에 해당하는 생물학적 노출기준인 1.6 g/g 크레아티닌을 초과하는 자료는 연간 1% 정도였다.

[표 1] 툴루엔의 생물학적 노출 평가 실적

(단위: 건수)

연도	소변 중 마노산	2.5 g/g 크레아티닌 초과 <sup>1)</sup>	1.6 g/g 크레아티닌 초과 <sup>2)</sup>
2015	179,390	434	1,810
2016	189,477	417	1,745
2017	194,502	383	1,717

**2017년 특수건강진단 개선 회의**에서 툴루엔의 생물학적 노출 지표인 소변 중 마노산이 노출지표로서 더 이상 의미가 없다고 본격적으로 논의되었으며 이후 소변 중 마노산의 대체 노출지표로 소변 중 o-크레졸이 제안되었다. 2019년 4월 산업안전보건법 시행규칙 개정안 입법예고에서 기존의 소변 중 마노산은 툴루엔의 생물학적 노출지표에서 제외되고, 소변 중 o-크레졸로 대체되어 2020년 7월부터 적용될 것이 예고됨에 따라, 표준시료 개발을 완료한 소변 중 o-크레졸의 표준시료 요구도가 높아졌다.

1) 툴루엔 작업환경 노출기준 100 ppm에 해당하는 생물학적 노출기준

2) 국내 툴루엔 작업환경 노출기준인 50 ppm (2007년 개정)에 해당하는 생물학적 노출기준

## 실용화 내용



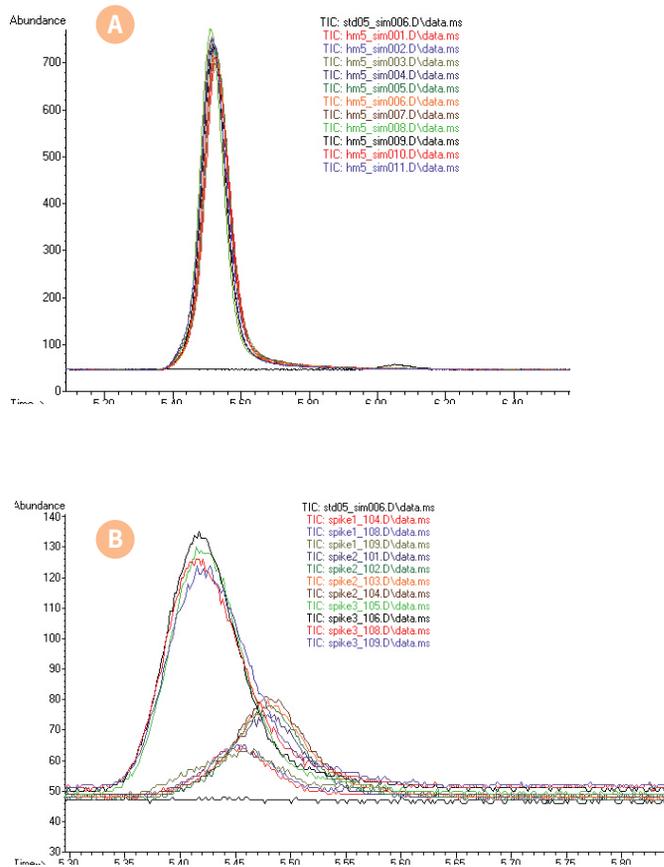
**특수건강진단 정도관리** 항목 개발과 생물학적 노출평가 실용성을 고려하여 특수건강진단 생물학적 노출 평가 1차 검사항목으로 반영 예정인 소변 중 o-크레졸을 본 연구의 표준시료 개발 대상으로 선정하였다. 정도관리 표준시료 제조용 소변에 o-크레졸 표준용액을 첨가하여 조제한 소변 중 o-크레졸을 가스크로마토그래프-질량분석기로 분석하여 표준시료가 균질하게 제조되었음을 확인하였고, 상온(25 °C)부터 초저온(-80 °C)에 이르는 여러 온도에서 1개월까지의 시료 안정성 또한 확인하였다. 시료 배송부터 정도관리 결과 제출까지 소요되는 1개월 동안의 시료 안정성을 확인하였으므로 정도관리 사업에 활용할 수 있도록 실용성을 확보하였다.



**이를 통해 2019년** 정기정도관리에 소변 중 o-크레졸 항목을 추가함으로써 정도관리 참가 기관의 유기용제 생물학적 노출 평가항목 선택의 폭을 넓히는데 기여하였다. 궁극적으로 2020년 7월 소변 중 o-크레졸이 생물학적 노출평가 1차 검사항목으로 변경됨에 따라 연구원에서는 소변 중 o-크레졸 분석 능력을 미리 파악하고자, 희망기관에 한해 소변 중 o-크레졸 표준 시료를 배포하고 그 분석결과를 수집하는 사전조사를 기획 및 실시하였다. 현재 이 조사에는 생물학적 노출평가를 수행하는 기관의 80% 이상인 70여개소의 특수건강진단기관이 참가 중이다.

**본 표준시료**는 산업안전보건법 시행규칙 개정에 앞서 선제적으로 수행한 연구의 결과물로 향후 톨루엔 노출 근로자의 생물학적 노출평가를 수행할 기관의 분석 능력 검증을 통한 분석 신뢰도 향상에 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.





[그림 7] o-크레졸 분석 크로마토그램 예시  
(A: 표준용액 중 o-크레졸, B: 소변 중 o-크레졸)



### 참고문헌

1. 한국산업안전보건공단 (2018). 근로자건강진단실무지침
2. 양정선, 이미영, 강성규, 노중 유기용제 대사 산물의 분석을 위한 표준시료의 제조방법, 10-0165621-0000, 1998
3. 이미영, 성정민, 최보화, 특수건강진단 생물학적 노출평가 분석 현황 연구, 산업안전보건연구원, 2016
4. 이미영, 이해지, 톨루엔의 생물학적 노출평가지표 변경에 따른 ‘소변 중 o-크레졸’ 표준시료 개발, 산업안전보건연구원, 2018

# 건설현장 비계작업안전 실무 안내서 개발

[ 집필자 ]

박주동 차장\* / 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실

이현섭 차장 / 한국산업안전보건공단 본부 사업관리실

## 실용화 요약

건설현장의 비계관련 작업에서 사망재해가 지속적으로 발생하고 있어, 건설현장 관계자가 쉽게 이해할 수 있도록 비계 종류별 개념도, 사망재해의 주요원인과 대책 및 안전기준 등의 내용으로 구성된 「**건설현장 비계작업안전 실무 안내서**」를 개발하였다. 이 안내서는 산업안전보건연구원과 부산도시공사가 협력하여 발간한 것으로 비계작업 안전점검 및 안전보건교육 등에 활용할 수 있으며, 양 기관의 홈페이지를 통해 안내서를 무료로 제공하고 있으므로 건설현장 관계자, 노동자 및 예비산업인력(대학생 등)의 교육 등에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

\* 연락처 : TEL. 052-703-0815 / likeaceo99@kosha.or.kr

## 개요 및 배경

### 1. 배경



**비계(Scaffold, Scaffolding)**란 작업장소가 높아서 작업자가 손이 닿지 않는 높은 곳을 작업할 수 있도록 공사용 통로나 작업용 발판 설치를 위하여 구조물의 주위에 조립, 설치되는 가설구조물을 말한다. 또한 비계는 부재의 설치·해체작업, 구조물작업, 조적작업, 미장작업, 도장작업, 볼팅작업, 용접 또는 용단 작업 등을 할 때 노동자가 작업장소에 접근하여 작업할 수 있도록 설치하는 가설작업대를 지지하는 구조물을 의미한다.

비계의 종류는 재료, 기능, 사용 목적에 따라 다양하고, 국가마다 다소 차이가 있으나, 일반적으로 ① 통나무비계 ② 강관비계 ③ 강관틀비계 ④ 시스템비계 ⑤ 이동식비계 ⑥ 말비계 ⑦ 달비계 ⑧ 달대비계 ⑨ 작업발판 일체형 비계 등으로 분류하고 있으며, 국내에서는 통나무비계를 거의 사용하고 있지 않음.

**비계의 작업**은 고소작업이 있는 건설현장에서 반드시 필요하나, 가설공사라는 이유로 설계도서 또는 안전기준에 의하여 작업하기 보다는 시공자가 현장에서 공사에 맞게 임의로 설치하거나, 작업의 편의를 위해 주요부재 누락 또는 안전시설을 생략하여 추락 및 붕괴 등의 재해가 지속적으로 발생하고 있다. 특히, 비계의 설치높이가 31m 이상이 되는 경우 비계의 자중에 의해 좌굴(Buckling)될 위험성이 높다.

**그리고 작업의 편의를 위해** 구조검토 결과와 안전기준을 준수하지 않아 비계 전체가 무너지거나 넘어지는 사고도 지속적으로 발생하고 있다. 따라서 비계작업은 공사의 성패를 결정하는 가장 중요한 작업으로 설계단계부터 철저히 관리되어야 한다. 설계단계에서는 안전한 비계공법 선정 후 설계도서를 작성하고, 시공단계에서는 현장여건을 고려하여 시공계획서 작성 및 작업 전 안전교육을 실시하여야 하며, 설계 도서 및 시공계획서에 따라 안전하게 작업될 수 있도록 관리 감독을 철저히 하여야 한다.

**또한, 비계공법 선정 시** 시공성, 경제성, 안전성을 모두 고려하여야 하며, 비계작업의 안전을 위해서는 작업발판, 가설계단, 벽이음, 가새(Bracing), 안전난간 선행 설치, 안전대 착용 등 안전 기준에 따라 작업 하여야 하고, 선진국 수준의 비계작업을 위해 시스템비계, 안전난간 선행공법 등 안전한 비계가 널리 보급 및 적용되어야 할 것이다.

**따라서, 건설현장의 비계작업 중** 재해예방을 위해 건설현장 관계자가 쉽게 이해할 수 있도록 비계 종류별 개념도, 사망재해의 주요원인과 대책 및 안전기준 등에 관해 실사례 중심의 사진, 도면 및 그림 등을 활용하여 『비계작업안전 실무 안내서』를 개발하였다.



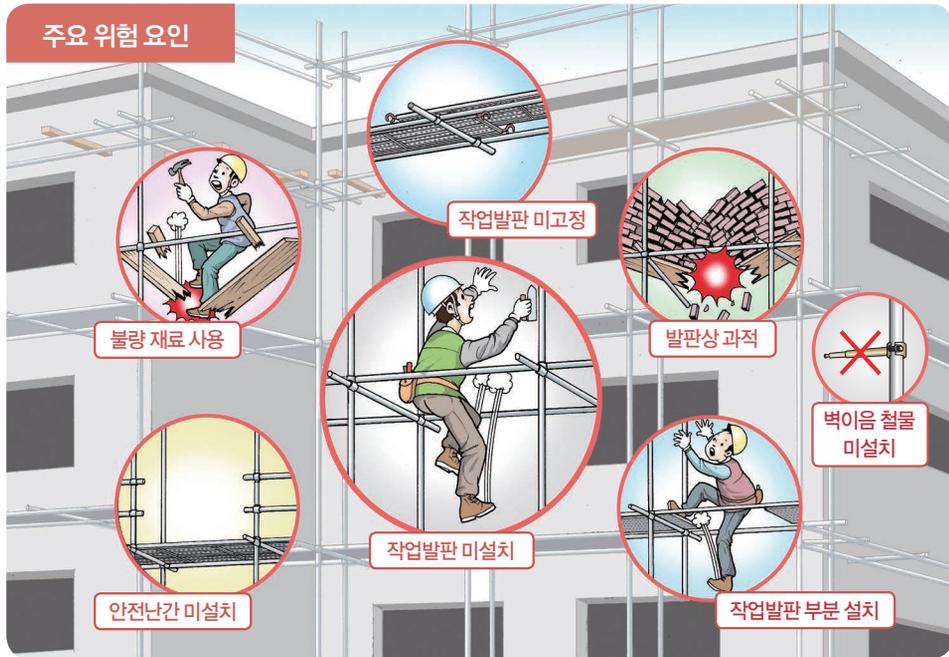
## 2. 비계작업의 위험요인과 안전요건

### 1 비계작업의 위험요인



**가설구조물인 비계**는 연결재가 적은 구조로 되기 쉽고, 부재 결합이 간략하여 불완전 결합이 많으며, 구조물이라는 통상의 개념이 확고하지 않아 조립의 정밀도가 낮다.

또한, 임시로 설치하는 가시설물로 작업의 편의를 위해 부재를 설치하지 않거나, 임의 해체하기 쉬우며, 반복 재사용되므로 결합이 있는 재료를 사용하는 경우가 있다. 건설현장에서는 작업의 편의를 위해 작업발판에 마감자재를 과적하거나 벽이음을 미설치할 경우 붕괴사고의 원인이 될 수 있으며, 작업발판, 안전난간대 등 안전시설 미설치 시 추락위험성이 높다.



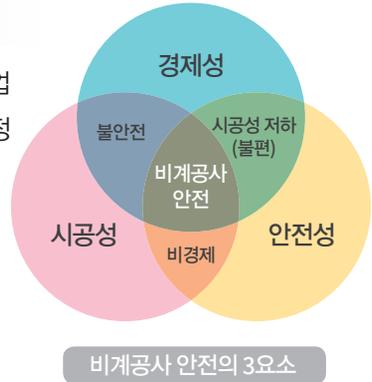
### 2 비계작업 안전요건

#### 1) 안전성 확보

- 붕괴에 대한 안전성** 구조검토, 침하방지 조치, 가새 및 벽이음 철물 설치 등
- 흔들림에 대한 안전성** 가새, 벽이음 철물 등 설치
- 추락에 대한 안전성** 작업발판, 안전난간대, 가설계단, 추락방호망 설치, 안전대 착용 및 선행 안전난간대 적용 등
- 자재의 낙하에 대한 안전성** 발끝막이판, 수직보호망, 낙하물방지망 등 낙하물 방지시설 설치 및 출입금지조치 등

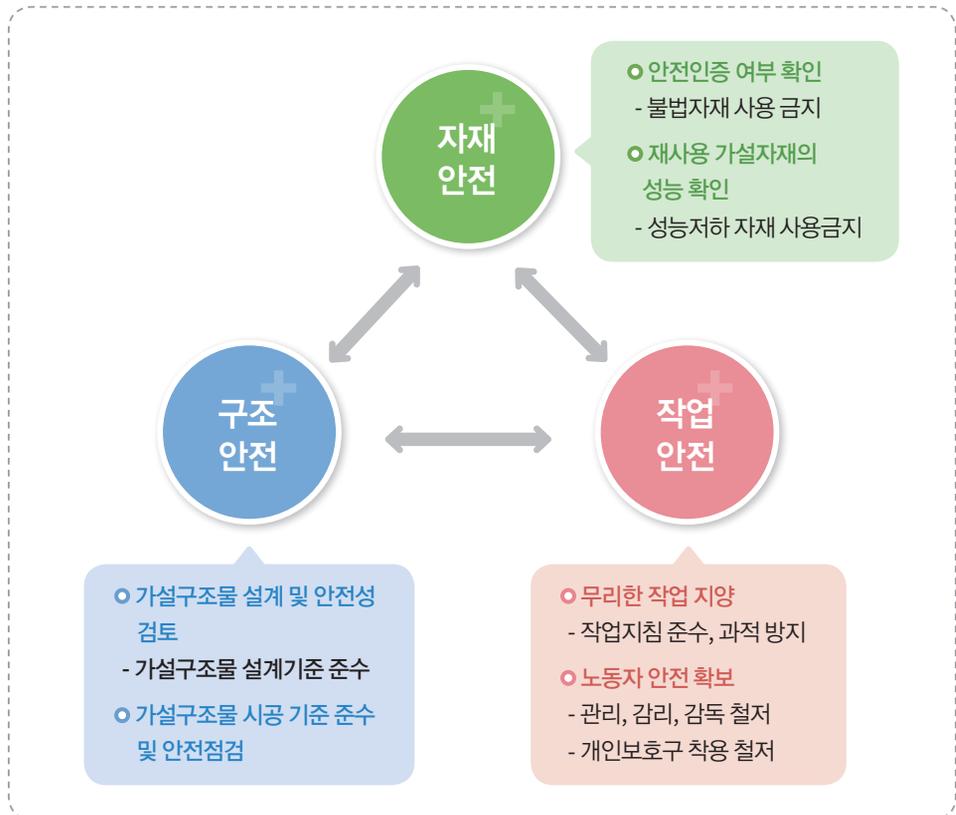
### 2) 시공성(작업성) 확보

구조안전성이 확보된 범위 내에서 경량화된 구조이고, 작업 및 통행을 방해하지 않으며, 무리한 자세가 되지 않도록 적정 위치에 비계를 설치하여야 한다.



### 3) 경제성 확보

설치와 해체가 신속하고, 용이해야 하며, 현장 가공이 불필요하도록 하고, 사용 연한이 높은 재료 사용으로 다양한 현장조건에 적용 가능하도록 하여 경제성을 확보하여야 한다.



[그림] 가설구조물의 안전성 확보

REPORT\_1  
REPORT\_2  
REPORT\_3  
REPORT\_4  
REPORT\_5

# 실용화 내용

## 1. 건설현장 비계작업안전 실무 안내서 개발



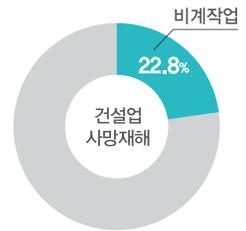
**최근 5년간(2013~2017)** 건설업 중대재해조사의 원인을 분석하고, 산업안전보건법령과 관련 고시, 지침, 시방서 및 KOSHA GUIDE(안전보건기술지침)와 관련 연구논문 등을 종합적으로 분석하여 건설현장 비계작업에 관한 실무 안내서를 개발하였다.

**동 안내서에는** 현장관계자와 예비산업인력 등 초보자도 쉽게 이해할 수 있도록 비계 종류별 개념도(사진 포함), 비계작업 사망재해 현황, 재해의 주요원인과 대책 및 안전기준 등의 내용으로 구성되어 있다. 특히, 최근 건설현장에서 발생한 비계작업 관련 재해사례를 상황에 맞도록 재구성한 재해 상황도와 현장사진이 다수 포함되어 있다.

### 1 비계작업 사망재해 현황('13~'17년)

**비계작업 사망재해 전체 현황(최근 5년간 중대재해 기준)**  
(단위: 명)

구분	건설업	비계작업
합계	2,134	488
점유율	100%	22.8%



최근 5년간 비계관련작업 중 발생한 사망자는 488명으로 전체(2,134명) 대비 22.8%를 점유함.

**비계종류별 현황**  
(단위: 명)

총합계	강관 비계	사다리*	달비계	이동식 비계	작업 발판 일체형 비계**	말비계	시스템 비계	달대 비계	강관틀 비계	기타
488 (100%)	213 (43.7%)	97 (19.9%)	63 (12.9%)	45 (9.2%)	37 (7.6%)	17 (3.5%)	9 (1.8%)	3 (0.6%)	2 (0.4%)	2 (0.4%)

강관비계에서 43.7%(213명)를 차지해 가장 많이 발생되었고, 다음으로 사다리\*, 달비계, 이동식 비계, 작업발판 일체형 비계\*\* 등의 순으로 발생함.

\* 사다리는 이동통로나 현황파악을 위해 작업발판으로 사용 중 발생한 재해를 포함함.

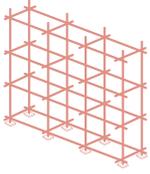
※ 사다리를 작업발판 용도로 사용 금지

\*\* 작업발판 일체형 비계 : 작업발판 또는 거푸집을 일체형으로 제작한 비계로 갱폼, 클라이밍 시스템(ACS, RCS 등) 등

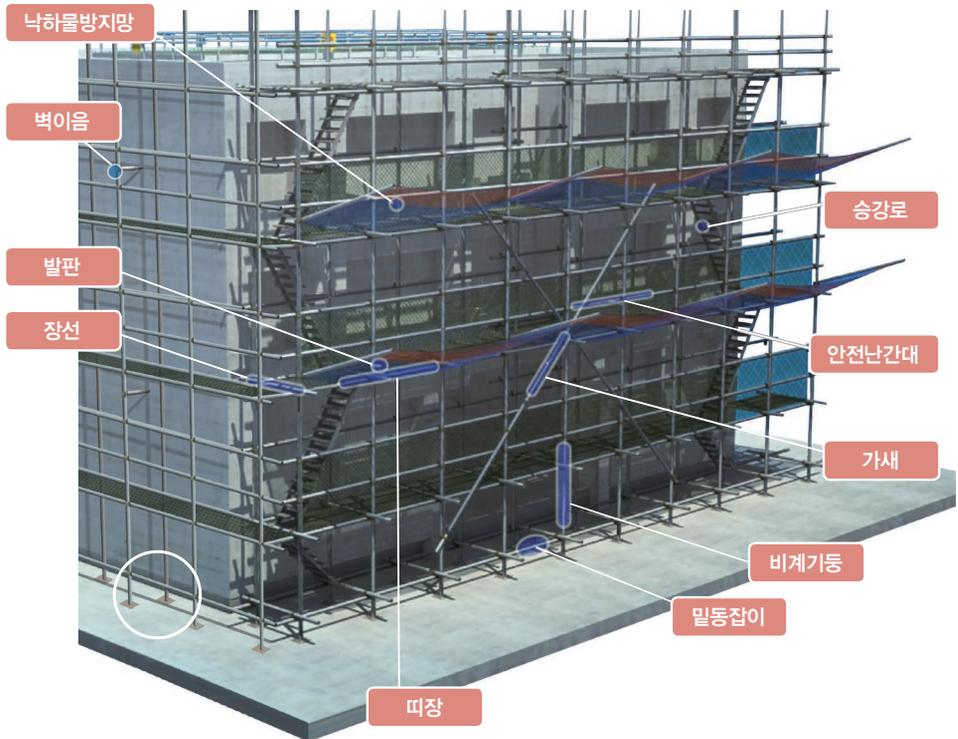


## 2 비계 종류별 개요

### 1) 강관비계

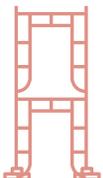


**강관비계(Steel pipe scaffold)**란 강관을 이음철물이나 연결철물(클램프)을 이용하여 조립한 비계로 단관비계라고도 하며, 일반적으로 건설현장에서 주로 설치하여 사용되고 있는 비계이다. 강관비계는 크게 쌍줄비계(본비계)와 외줄비계(외쪽비계)로 나뉘며, 쌍줄 비계는 비계기둥·띠장·장선·가새·작업발판·벽이음 철물(벽연결용 철물)·강관 조인트·클램프 및 받침 철물 등으로 구성되며, 연직하중(고정하중, 작업하중), 수평하중, 풍하중 및 특수하중 등에 의한 좌굴 및 변형 방지를 위해 최대높이는 45m 이하로 설치하는 것을 원칙으로 한다.



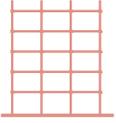
[그림] 강관비계 설치도와 부위별 명칭

### 2) 강관틀비계



**강관 틀비계**란 공장에서 미리 강관을 일정한 틀로 가공한 유닛(unit)을 현장에서 상하로 끼우거나, 결속하여 조립하는 비계를 말한다. 강관틀비계는 쌍줄 비계와 유사한 형태로 현장에서 사용되고 있다. 강관틀비계는 좌굴에 대한 저항성이 크고, 조립과 해체가 신속·용이하며, 안전성·경제성 및 작업성이 우수하다. 강관 틀비계는 주틀·교차가새·띠장·연결조인트·받침철물·벽이음 철물 등으로 구성된다. 연직하중(고정하중, 작업하중), 수평하중, 풍하중 및 특수하중 등에 의한 좌굴 및 변형 방지를 위해 최대높이는 45m 이하로 설치하는 것을 권장한다.

### 3) 시스템비계



**시스템비계**란 수직재, 수평재, 가새재 등 각각의 부재를 공장에서 제작하고 현장에서 조립하여 사용하는 조립형 비계로 강관비계에 비해 설치·해체가 용이하고, 조립 수준이 높으며, 안전성이 우수하여 최근에는 시스템비계를 설치하는 건설현장이 꾸준히 늘어나고 있는 추세이다. 시스템 비계는 강관비계에 비해 좌굴에 대한 저항성이 크고, 조립과 해체가 신속·용이하며, 안전성·경제성 및 작업성이 우수하다. 시스템비계는 수직재·수평재·연결조인트·받침철물·가새·벽연결 철물 등으로 구성된다. 시스템비계의 연직하중(고정하중, 작업하중), 수평하중, 풍하중 및 특수 하중 등에 의한 좌굴 및 변형 방지를 위해 가새재와 벽이음 설치를 철저히 하고, 구조안전성 검토 후 작성된 조립도에 따라 설치하여야 한다.



시스템비계



말비계

### 4) 말비계



**말비계**란 접이식 사다리 또는 우마(Saw horse, 지주부재)를 지주(支柱)로 이용하여 작업발판을 지지하도록 조립하여 사용하는 비계로 설치와 이동이 용이하여 주로 건축물의 천장과 벽면 등 높이가 낮은 작업에 주로 사용되고 있다. 사용재료에 따라 강재, 알루미늄재, 목재 등으로 구분되며, 이 중 강재와 알루미늄재 말비계는 기동재와 작업발판이 용접 등으로 일체화된 구조의 일체형과 기동재와 작업발판과의 접합부위가 힌지로 제작되어 기동재를 작업발판 길이 방향으로 접을 수 있는 접이식으로 구분된다. 최대 설치높이 1.5m를 원칙으로 하고 있으나, KOSHA GUIDE에서는 안전을 위해 1.2m 미만으로 규정하고 있다. 다만, 부득이하게 1.5m를 초과하여 설치 시에는 안전한 승강을 위해 손잡이와 전도 방지 장치(아웃트리거)를 설치하고, 작업발판 단부에 안전난간 설치 등 충분한 안전조치 후 사용하여야 한다.

### 5) 달비계

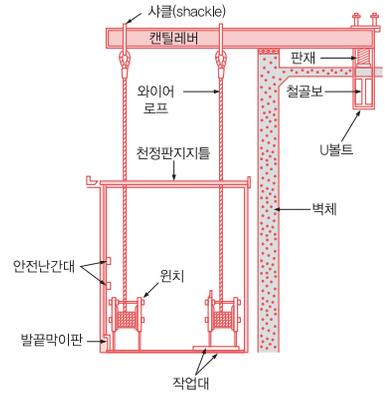


**달비계(hanging scaffold)**란 고소작업을 할 때 작업발판을 와이어로프, 달기 체인 등의 재료로 상부지점을 매다는 형식의 비계로 하부로 이동이 가능하며, 건물의 마감작업이나, 청소작업 등의 용도로 사용되고, 외줄(간이) 달비계와 쌍줄 달비계(곤돌라 형식)로 크게 나뉜다.

**건설현장에서** 건물의 도장 작업 등을 위해 설치하는 달비계는 대부분 외줄(간이) 달비계이다. 달비계의 로프를 고정하는 곳은 달비계 로프 고정 전용 고리(일명 청소용 고리)를 설치하고, 8자 매듭 등 견고히 결속한 후 풀리지 않도록 관리하여야 하며, 달비계 탑승 전 별도의 안전대 부착 설비(수직구명줄, 보조로프)를 설치하고 안전대를 부착 후 작업토록 관리하는 등 추락재해예방에 집중하여 관리하여야 한다.

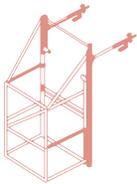


외줄(간이) 달비계

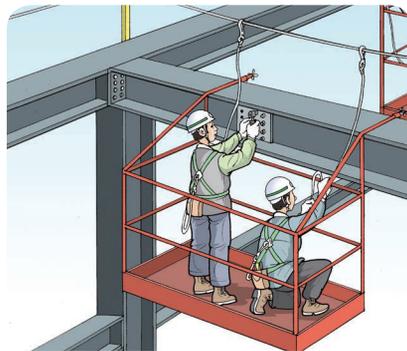


쌍줄 달비계

### 6) 달대비계



**달대비계란** 주로 철골 작업 등 고소작업을 할 때 작업대를 구조물에 직접 매다는 형식의 비계로 작업대의 하부 이동이 불가능하며, 철골의 리벳 치기, 볼트 체결 등의 용도로 많이 사용된다. 건설 현장 중 철골 조립작업, 강교 조립 작업 등을 위한 달대비계는 현장에서 직접 제작 또는 기성품을 사용하고 있다. 달대비계 사용 전 작업대 적재하중 등을 고려한 구조안전성 검토 후 작성된 조립 도에 따라 제작하여야 하며, 현장 반입 시 달대비계의 주요 구조부(지지대, 연결부 등)에 대해 점검을 철저히 하여야 하고, 달대비계를 이용한 작업 시 안전대 착용 및 작업대에 최대적재 하중을 준수하여야 한다.



달대비계

REPORT\_1  
REPORT\_2  
REPORT\_3  
REPORT\_4  
REPORT\_5

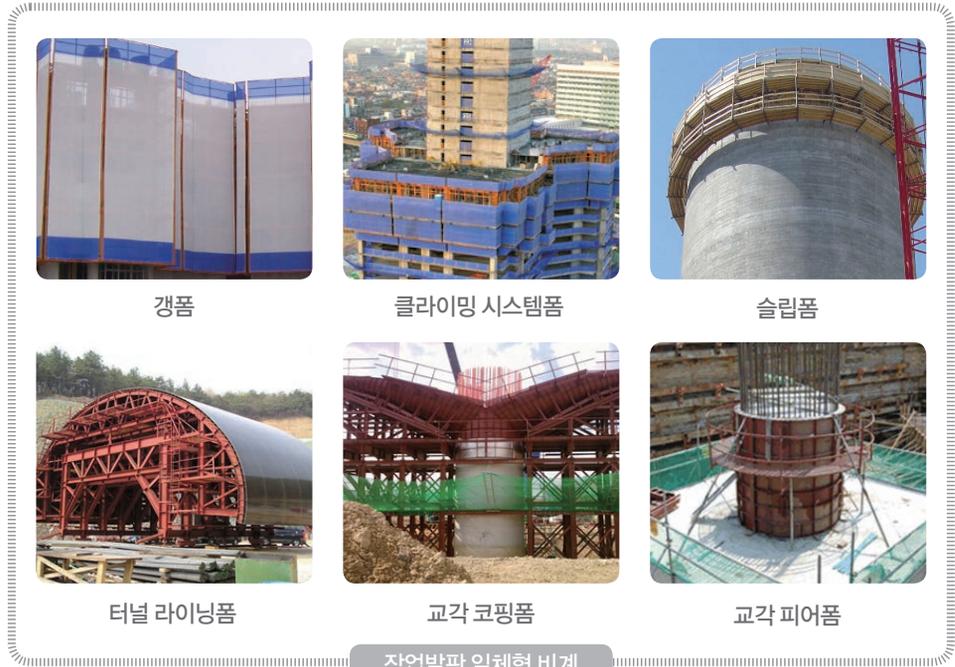
### 7) 이동식비계

**이동식비계(Rolling Tower, Mobile Scaffold)**란 타워형태인 틀조립 구조의 최상층에 작업발판과 안전난간을 설치하고 주틀 밑 부분에 발바퀴를 부착한 구조의 비계를 말한다. 이러한 이동식비계는 높이를 용이하게 변경시킬 수 있을 뿐만 아니라 적은 인원으로도 이동이 가능하며, 주로 실내의 천장, 벽 등의 마무리 작업에 사용된다. 이동식비계는 발바퀴, 주틀, 교차가새, 작업발판, 안전난간대 등으로 구성되며, 이동식비계의 전도 방지를 위해 비계의 최대 높이는 밑변 최소 폭의 4배 이내로 설치하여야 한다. 또한 노동자가 탑승한 상태로 이동하지 않도록 하고, 불시 이동 방지를 위해 바퀴구름방지장치(제동장치)를 설치하고 잠금상태를 확인하여야 한다. 아울러 노동자의 안전한 승강을 위해 가설계단이나, 승강용 사다리를 설치하고, 작업발판 단부에는 안전난간을 설치하여야 하며, 최대 적재하중(250kgf)은 노동자가 잘 보이는 곳에 표시하여야 한다.



### 8) 작업발판 일체형 비계

**작업발판 일체형 비계**란 고소의 작업을 위해 작업발판과 비계를 일체형으로 제작한 비계로 구조물 마감작업 등을 위한 작업발판 일체형 비계(작업대)와 콘크리트 타설 등 구조물 공사를 위해 거푸집과 비계 및 작업발판을 일체로 제작한 거푸집·작업발판 일체형 비계가 있다. 거푸집·작업발판 일체형 비계(작업발판 일체형 거푸집)에는 갱폼(Gang Form), 클라이밍 폼(Climbing Form), 슬라이딩 폼(Sliding Form), 슬립폼(Slip Form), 클라이밍 시스템폼(ACS폼, RCS폼 등), 터널 라이닝폼(Lining Form) 등이 있으며, 작업발판 일체형 비계에는 마감작업용 클라이밍 시스템 작업대(SWC, PCS-C 등), 교량 공사용 특수작업대, 터널공사용 작업대 등이 있다. 일정기간 구조물에 고정 설치되는 작업발판 일체형 비계는 고정되는 부위에 하중이 집중되므로 구조검토 결과에 따른 설계도서에 따라 폼타이볼트(전단볼트) 또는 클라이밍 콘·앵커(콘, 타이로드 및 앵커플레이트)의 규격, 정위치 및 볼트의 체결길이 확보, 콘크리트 강도 확보, 연결부 정밀시공 등 품질 확인을 철저히 하여야 한다. 작업발판 일체형 비계는 설계도서와 매뉴얼에 따라 연결부 정밀 작업, 전도방지 조치 및 올바른 작업순서 준수 등 검측, 안전점검 및 관리감독을 철저히 하여야 한다.



### 3 비계작업 검토사항



#### 1) 공사조건 확인

해당 공사에 주어지는 조건이 매우 다양하기 때문에 요구 조건을 확인하고 제 조건에 대해서 신중히 검토하여 조건에 맞는 시공계획을 세워야 한다. ① 작업의 규모와 특수성 ② 요구 품질 및 정도의 수준 ③ 공기, 공정의 제약 ④ 안전, 공해 대책 ⑤ 반입해야 할 재료, 자재의 종류 및 수량 ⑥ 인력 확보, 공사용 기계설비의 능력 ⑦ 공사비 등을 검토하여 반영한다.

#### 2) 작업현장 및 주변의 상황조사

부지 내 공지 상황과 재료 반입 여건을 확인하고, 안전한 비계 설치를 위해 인접건물과의 최소 이격거리(약 1.5m 이상)를 확보하여야 하며, 감전사고 예방을 위해 고압선의 최소안전거리는 3m 이상 확보하도록 하여야 한다.

#### 3) 설계도서 등의 검토

비계공법 선정, 안전인증 기준과 안전작업 기준 검토 및 설계도면과 시방서 등 설계도서를 면밀히 검토하여야 한다.

#### 4) 시공계획서

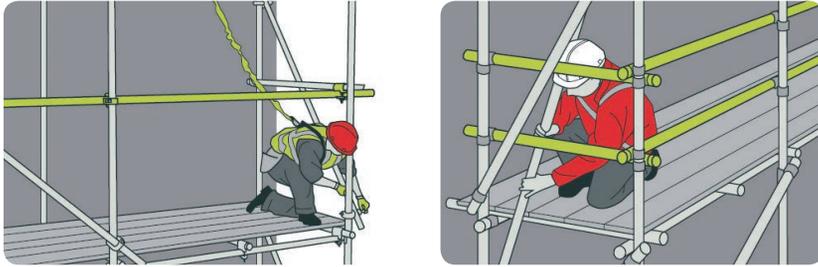


**비계의 조립·해체 계획**, 지반의 침하방지 조치 계획, 적재 하중에 대한 안전대책, 안전시설 설치 계획, 로프의 결속방법, 별도의 구명줄 설치 계획, 안전난간 설치 계획 등 현장 여건에 맞는 시공 계획을 수립하여야 한다.

**안전난간 설치 방법은** 아래와 같으며, 선진국에서는 비계 설치·해체 중 추락방지를 위해 선행 안전난간대 설치를 적용하고 있어, 국내에서도 선행 안전난간 설치공법 적용이 시급한 실정이다.

##### 1 강관비계 후행 안전난간 설치방법

출처: Scaffolding in New Zealand



강관비계 후행 안전난간 설치 방법(예시) : 강관비계용

##### 2 순차적 안전난간 설치 방법

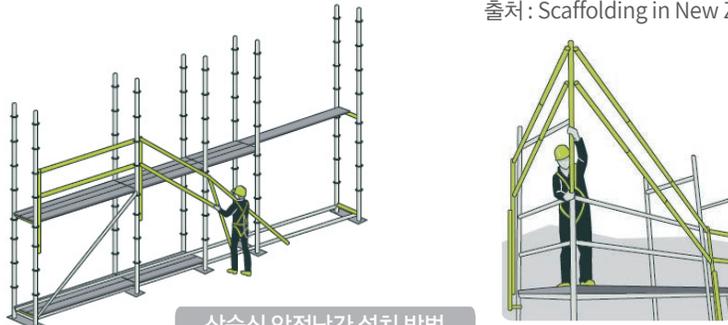
출처: Scaffolding in New Zealand



순차적 안전난간 설치 방법

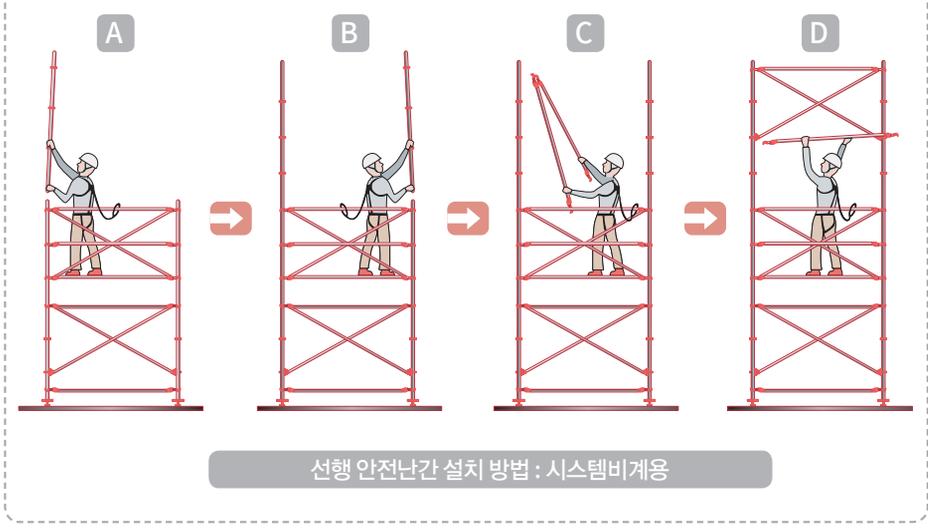
##### 3 상승식 안전난간 설치 방법

출처: Scaffolding in New Zealand



상승식 안전난간 설치 방법

4 선행 안전난간 설치 방법

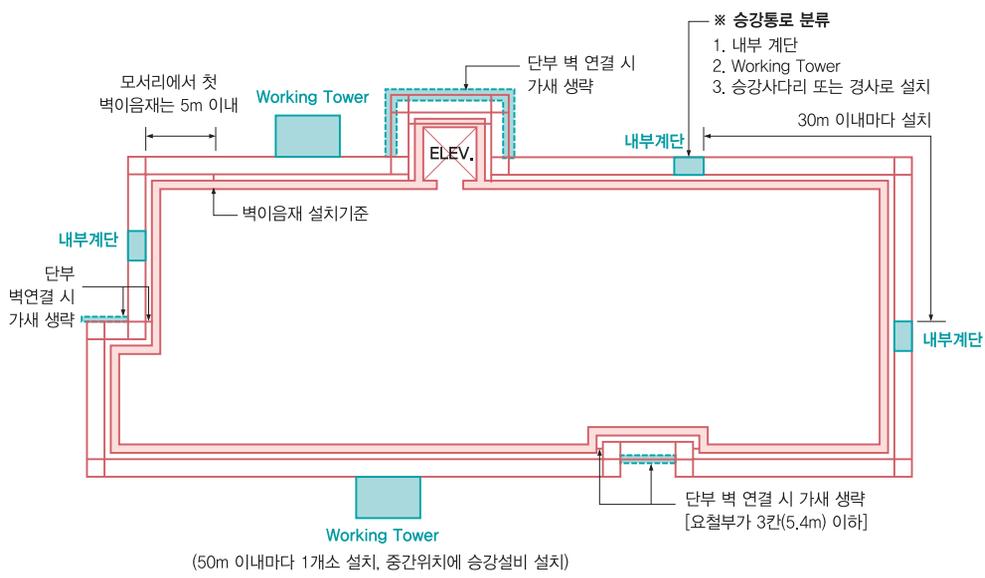


4 비계작업 안전기준 공통사항



1) 추락재해예방

작업구간 내 작업발판(폭 40cm 이상)을 견고하게 밀실히 설치하고, 작업발판, 가설경사로, 가설 계단 등 추락위험이 있는 단부에는 안전난간대 (상부난간대, 중간난간대)를 설치하여야 한다. 또한 상하 작업발판 간 이동을 위한 가설계단을 설치하는 등 안전관리를 철저히 하여야 하며, 고소 작업 시 안전대, 안전모 등 개인보호구 착용 및 안전대 부착 상태로 작업하여야 한다.



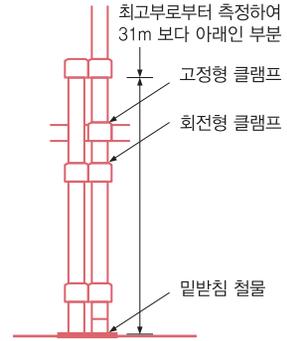
비계작업 시 승강설비 및 벽이음 계획(참고)

REPORT\_1  
REPORT\_2  
REPORT\_3  
REPORT\_4  
REPORT\_5

## 2) 비계전도 및 붕괴예방



**설계기준에 따른** 구조분야 전문 기술자의 구조검토 결과에 따라 조립도를 작성하여 정밀하게 시공하여야 하며, 비계의 좌굴 방지를 위해 강관비계 설치 높이가 31m 초과 시 비계기둥을 2분으로 보강(강관비계의 최대 설치 높이가 45m 이내 권장)하고, 비계의 흔들림, 좌굴, 전도 방지를 위해 벽이음(전용철물 사용 원칙) 설치·관리를 철저히 하여야 한다.



기둥 2분으로 보강

**비계의 벽이음 설치 간격**은 강관비계의 경우 가로 5m 이내, 세로 5m 이내 마다 설치하고, 강관 틀비계는 가로 8m 이내, 세로 6m 이내 마다 설치하여야 하며, 시스템비계는 제조사 기준(기준이 없을 경우 가로 5m 이내, 세로 5m 이내 마다)을 준수하여야 한다.

### 벽이음재의 역할

강관, 클램프, 앵커 및 벽연결용 철물 등의 부재를 사용하여 비계와 영구 구조체 사이를 연결함으로써 풍하중, 충격 등의 수평 및 수직하중에 대하여 안전하도록 설치하는 버팀대

- ① 비계의 흔들림 방지
- ② 비계의 전도 방지
- ③ 비계의 변형 및 좌굴 방지

### 벽이음재의 시험성능 기준

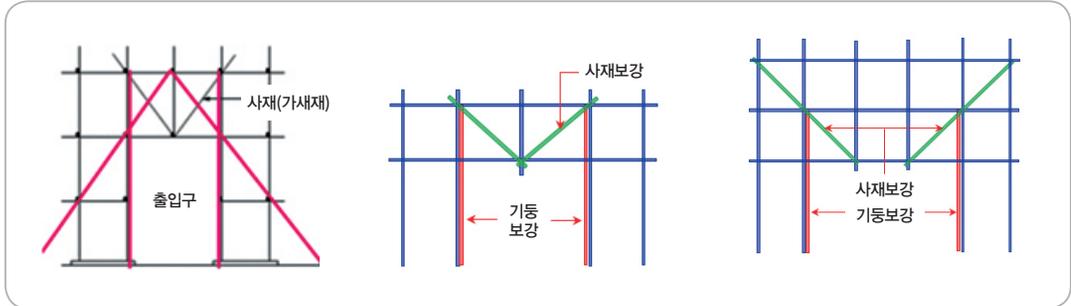
- ▶ 인장강도 : 9.8kN 이상 / ▶ 압축강도 : 9.8kN 이상

특히, 벽이음은 마감 작업과의 간섭 최소화를 위해 Block Out공법 적용을 권장한다.



석재 마감 벽이음 설치 구간 Block Out 적용

또한, 비계 작업발판 상부에 자재를 과적하지 않도록 하고, 비계의 수직재, 수평재, 가새재(브레이싱) 설치 간격을 준수하며, 최대 적재하중 표지를 부착하고, 주출입구의 수직재 단절 구간에는 브레이싱 등으로 보강하여야 한다.



수직재 단절 구간 가새 및 수직재 보강 방법

### 3) 낙하재해예방

근로자가 주로 이동하는 주출입구 상부에는 내민길이 2m 이상의 방호선반을 설치하고, 비계 작업발판 단부에는 수직보호망과 발끝막이판을 설치한다.



수직보호망

수직보호망 설치



발끝막이판 설치

또한, 비계 외측 낙하 위험구역에는 출입금지구역 설정하고, 비계 외측에는 10m 이내마다 낙하물 방지망을 설치한다.

### 4) 감전재해예방

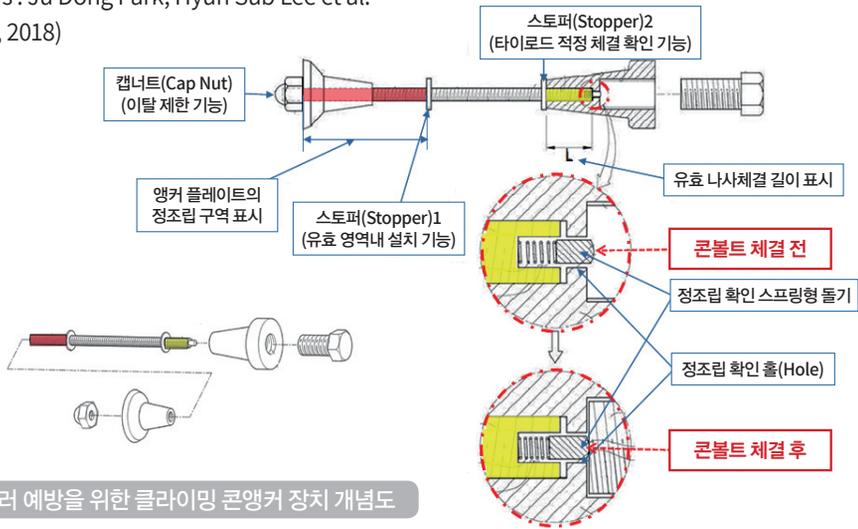
가공전로(架空電路)에 근접하여 비계를 설치·해체하는 경우 감전재해예방을 위해 작업자와 충전전로 간 최소이격거리(300cm 이상) 확보·유지하거나, 가공전로 이설(移設) 또는 절연용 방호구 설치 등 감전재해예방 조치를 철저히 하여야 한다.

## 2. 휴먼에러 예방을 위한 클라이밍 콘·앵커 장치 개발



지난해 부산 해운대구 소재 건설현장에서 발생한 외벽 마감용 특수작업대[클라이밍 시스템 (Climbing System)]의 사고사례분석 결과 사고의 근본원인(Root Cause)인 휴먼에러(Human Error)를 예방하기 위해 산업안전보건공단에서 “휴먼에러 예방 클라이밍 콘·앵커 장치”를 개발하여 특허 출원하였다. [특허출원: 10-2018-0058304(2018.05.23.), 한국산업안전보건공단]

Inventors : Ju Dong Park, Hyun Sub Lee et al.  
(KOSHA, 2018)



휴먼에러 예방을 위한 클라이밍 콘앵커 장치 개념도



**개발된 장치의 특징**은 클라이밍 콘과 타이로드의 체결길이 확보를 육안 등으로 확인이 용이하고, 콘크리트 타설 전에는 체결위치 확인부(스토퍼2)와 콘 밀착으로 쉽게 확인이 가능하며, 콘크리트 타설 후에는 콘 볼트 체결 전 스프링돌기 돌출 여부로 육안 확인이 가능하다. 또한, 휴먼에러 예방을 위해 앵커플레이트의 유효 영역을 설정하여, 앵커 플레이트 설치 후 철근 등 간섭 발생 시 위치를 미세하게 조정이 가능하도록 하였다.

**상기의 장치**는 초고층 건축물 공사 등 클라이밍 시스템 사용현장에서 클라이밍 콘과 타이로드 (앵커)의 정상 체결여부를 육안으로 확인 할 수 있어, 클라이밍 콘과 타이로드의 정상 체결 여부에 대한 관리감독이 용이하여, 클라이밍 시스템의 낙하 재해예방에 기여할 것으로 기대된다.

### 3. 비계작업안전 실무 안내서 제작 및 배포



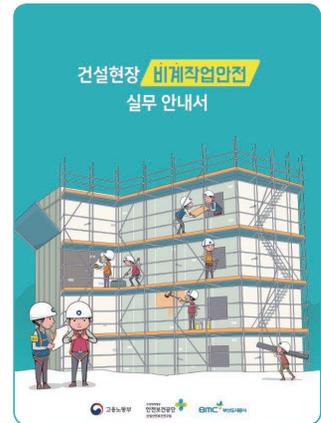
「건설현장 비계작업안전 실무 안내서」를 개발하여 산업안전보건연구원 및 부산도시공사 홈페이지에 게시하여 무료로 다운로드 받을 수 있도록 하였으며, 대한건설협회 등 유관기관에도 안내서를 활용할 수 있도록 홍보하였다.

#### 건설현장 비계작업안전 실무 안내서 다운로드 방법

- ▶ 산업안전보건연구원 홈페이지(<http://oshri.kosha.or.kr>)  
→ 발간자료 → 연구실용화리포트 → “건설현장 비계작업안전 실무 안내서” 다운로드  
<http://oshri.kosha.or.kr/oshri/publication/commercializationReport.do>
- ▶ 부산도시공사 홈페이지(<http://www.bmc.busan.kr>)  
→ 알림마당 → 홍보자료 → 홍보책자 → “건설현장 비계작업안전 실무 안내서” 다운로드

향후 건설현장 관계자, 노동자 및 예비산업인력(대학생 등)의 교육 등에 활용하여 건설현장 재해예방과 가설재 안전시장의 활성화에 기여할 것으로 기대된다. 또한, 우리 연구원에서는 비계 설치·해체 등 작업 또는 이동 중 추락재해예방을 위해 선형 안전난간 설치 공법의 국내 건설현장 적용 연구를 수행 중에 있으며, 모든 사업장에서 안전한 작업방법이 문화로 정착 될 수 있도록 안전보건 R&D를 강화하고, 산재예방 기술 홍보에 더욱 노력할 예정이다.

[그림] 건설현장 비계작업안전 실무 안내서 표지



#### 참고문헌

1. 박주동, 이현섭, 건설현장 비계작업안전 실무 안내서, 산업안전보건연구원·부산도시공사, 2019.
2. 박주동 등 2인, 비계 등 가설공사 안전보건실무 길잡이, 산업안전보건공단, 2018.
3. 정효석 등 2인, 설비 및 배관작업 안전보건실무 길잡이, 산업안전보건공단, 2018.
4. 정성춘 등 2인, 가설기자재 안전성 확보방안에 관한 연구, 산업안전보건연구원, 2015.
5. 김일수 등 4인, 초고층 건설공사 재해예방 세미나 자료, 산업안전보건공단, 2018.
6. 권준혁 등 3인, 말비계 안전기준 개정에 관한 연구, 산업안전보건연구원, 2014.
7. 건설업 공종별 위험성 평가 모델, 산업안전보건공단, 2006.
8. 가설공사 작업안전, 산업안전보건공단, 2008.
9. NewZealand Government, Scaffolding in New Zealand, 2016.
10. 안전작업표준지침, GS건설.
11. HSE기준집, 현대건설.

MEMO



MEMO



# 안전보건 연구실용화 REPORT

Research to Practice

Research to Practice

Research to Practice

Research to Practice

산업재해예방  
**안전보건공단**  
산업안전보건연구원



울산광역시 중구 증가로 400  
www.kosha.or.kr  
Tel. 052-7030-815  
Fax. 052-7030-331