



위험을 보는 것이 안전의 시작입니다

# 비계 작업안전 기준과 발전방안

안전보건공단 사업관리실  
이현섭 차장 (구조기술사)



# 목 차

1. 재해 현황 및 통계
2. 비계 사고사례
3. 관련법령 입법예고(안)
4. 비계 작업안전 발정방안

# 재해 현황 및 통계 (비계)



## 2017년도 재해자 및 사망자 현황

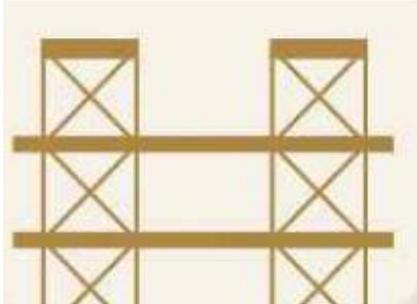
- 전업종 사고사망자수 : **964명**
- 발생형태별 사망현황
  - 건설업 사고사망자수 : **506명**
  - 전업종: 넘어짐(19%) > 끼임(5%) > 부딪힘(5%)
  - **건설업: 떨어짐(48%) > 부딪힘(8%) > 무너짐(7%)**
- 산업재해로 인한 경제적 손실: **약 22조원** (정부예산의 **약 5%**, 450조/년)
  - **인천국제공항 건설비용(8.5조원)의 약 2.6배**





## 2013~2017년도 떨어짐 사망사고현황 (건설업)

- 가설구조물에서 떨어짐 (30%)



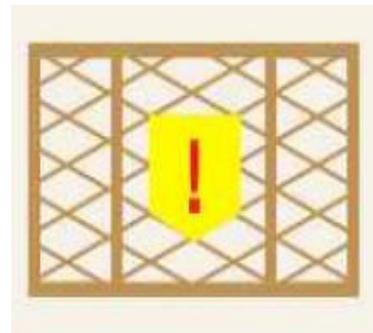
- 기타구조물에서 떨어짐 (24.8%)



- 지붕에서 떨어짐 (12.6%)

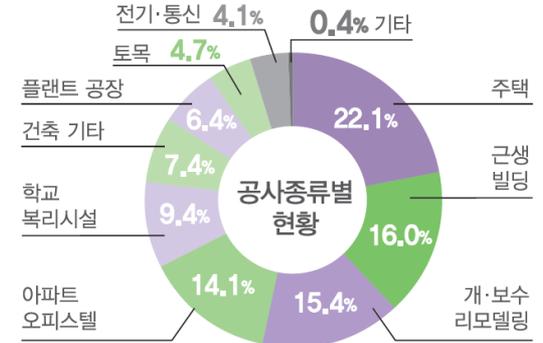
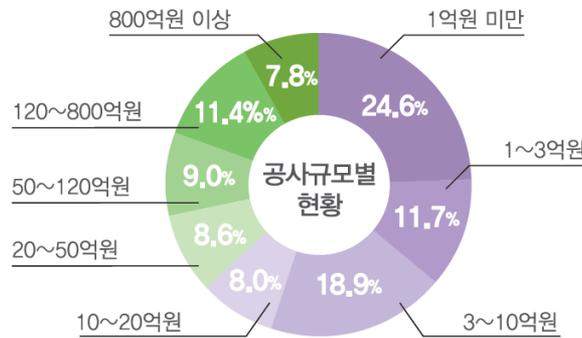
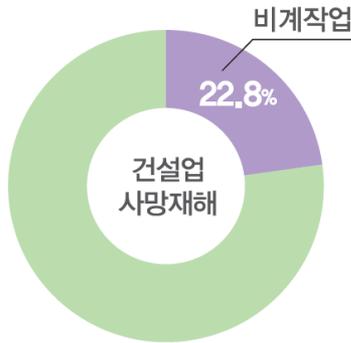


- 개구부에서 떨어짐 (9.8%)



## 2 최근 5년간 비계작업 사망재해 현황

**최근 5년간 비계작업 사망재해 현황 (488명, 건설업 전체사망자:2,134명)**



### 발생형태별 현황

총합계	떨어짐	불균형 동작	갈림	감전	무너짐	맞음	부딪힘	끼임	넘어짐	기타
488 (100%)	417 (85.5%)	21 (4.3%)	13 (2.7%)	9 (1.8%)	8 (1.7%)	7 (1.4%)	6 (1.2%)	4 (0.8%)	1 (0.2%)	2 (0.4%)

### 비계종류별 현황

총합계	강관비계	사다리*	달비계	이동식 비계	작업발판 일체형 비계**	말비계	시스템 비계	달대비계	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%)

## 2 비계의 정의 및 종류



### 비계란?

높은 곳을 작업할 수 있도록 **공사용 통로나 작업용 발판설치**를 위하여 구조물 주위에 조립, 설치되는 가설구조물

강관비계



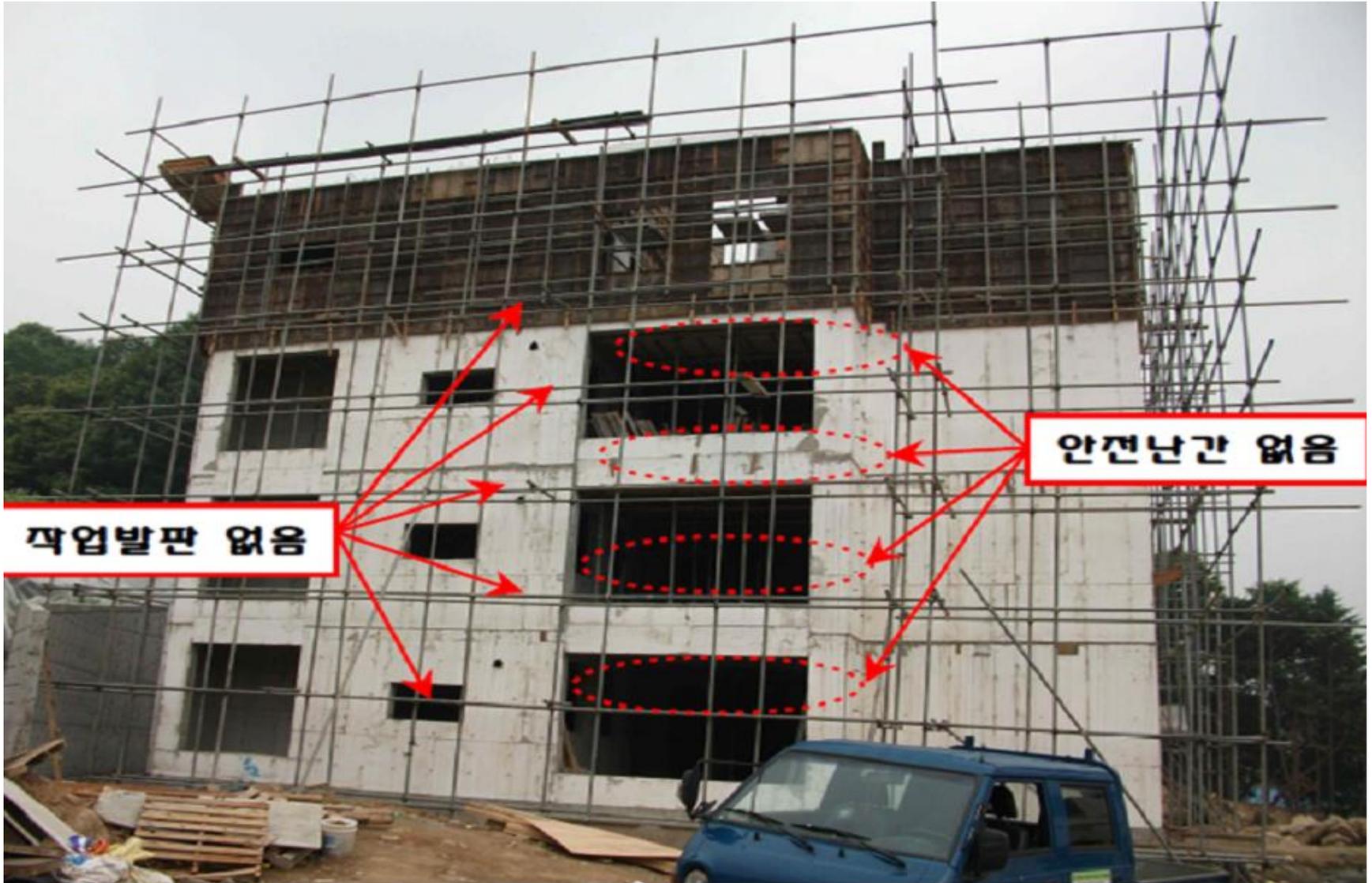
- 연결부 취약, 작업발판 별도 설치
- 비규격화로 설치 및 해체시 위험 증대
- 작업여건 불량으로 근로자 사고유발

시스템비계



- 작업발판 동시 설치로 시공성 양호
- 구조적 안전성 탁월 및 사고예방 우수
- 작업여건 개선으로 근로자 사고방지

# 과거 소규모 건설현장의 강관비계 설치 모습



# 소규모 건설현장 비계 설치 문화 변화 모습

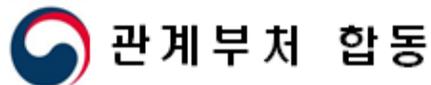


# 공공기관 작업장 안전강화 대책

(국조실 주관, 기재부, 노동부, 국토부, 산업부, 환경부, 농식품부, 해수부)

## 공공기관 작업장 안전강화 대책

2019. 3. 19.



### I. 추진배경 및 경과

#### □ 추진 배경

- 최근 공공기관의 작업장에서 산재사고가 반복되면서 노동자 안전 확보를 위한 근본적인 대책 마련 필요
  - 특히, 태안화력발전소의 하청노동자 사망사고 이후 공공기관 작업 환경에 대한 점검과 개선 요구 증대
- 공공기관 경영에서 안전 우선 원칙을 확립하고, 이 원칙을 현장에 정착시키기 위해 경영방식, 작업현장, 원·하청 구조, 안전의식 등 종합적인 대책 추진

### [환경] 안전한 작업환경 조성

#### □ 시설·설비 안전성 제고

- 분야별 산재 예방을 위한 핵심 시설·설비 개선 중점 추진

<산재 예방 핵심 시설·설비(예시)>

건설	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ 건설 사망사고 주요 요인인 추락사고 감축을 위해 안전성이 검증된 '시스템 작업대' 설치 의무화('19.7~)&lt;국토부&gt;</li><li>* 작업발판과 난간이 일체로 조립된 작업대로 분리형 구조물(감관비계) 보다 안전</li></ul>
----	--

# 공공기관 작업장 안전강화 대책

(보도자료: 국토부 & 노동부)

 국토교통부  고용노동부	<b>보도자료</b>		
	배포일시	2019. 4. 11.(목)	<b>포용적 노동시장, 사람중심 일자리</b>

## “안전 건설환경 조성, 발판부터 튼튼하게 만든다”

### 발판난간 일체화해 안전성 높아…정부, 건설 추락사고 방지대책 발표

- 「건설현장 추락사고 방지 종합대책」의 주요 내용은 다음과 같다.
  - 안전성이 검증된 **일체형 작업발판(시스템 비계)**의 **현장 사용도 획기적으로 확대**해 나갈 계획이다.
  - **공공공사**는 설계 및 계약에 일체형 작업발판이 **의무적으로 반영**되도록 하고, 향후 지방서 및 설계기준 등 국가건설기준 개정을 통해 민간도 원칙적 사용을 유도할 예정이다.

## [조선업] 재사용 가설기자재 자율등록제

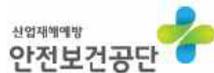
### □ 제도 개요

- 조선업(선박 블록업, 선박 및 보트건조업)에서 '11.12.31. 이전 구입하여 사용중인 미인증 제품을 대상으로 등록 허가제를 운영
  - (대상) 조립식 안전난간, 통로용 작업발판, 시스템비계, 해당업체에서 요청한 품목
  - (절차) 사업주가 사용중인 미인증 가설기자재를 안전공단에 등록 신청하여 인증기준의 80% 이상 성능이 확인 된 제품은 등록제품에 스티커를 부착 후 사용

국민의 나라 정의로운 대한민국

# 한국산업안전보건공단 부산지역본부

안전은 권리입니다



수신자      재사용 가설기자재 등록사업장(25개사)  
(경유)      안전보건담당 부서장  
제목      재사용 가설기자재 관리지침 전면폐지에 따른 관리철저 당부

---

1. 귀 사업장의 수주 물량 확대와 무사고를 기원합니다.
2. 조선업 사업장의 미인증 가설기자재 재사용 등록제도가 2017.6.1.부터 폐지되었으며, 재사용 가설재 관리지침이 2019.6.1.부터 전면 폐지됩니다.
  - ※ 실제 유효기간은 등록증 발급일로부터 2년 이내임
3. 이에 따라 사업장에서는 자체 폐기계획에 따른 조치가 철저히 이행되었는지 가설재 보관장소 및 작업현장을 재점검하여 법 위반 사항이 발생하지 않도록 유의하시기 바랍니다.
  - ※ 유효기간을 초과하여 사용 시 미인증품 사용으로 인해 산업안전보건법 제34조의4(안전인증대상 기계·기구 등의 제조·수입·사용 등의 금지 등)를 위반하게 됩니다. (3년 이하의 징역 또는 2,000만원 이하의 벌금)

◆ 안전인증 제품의 표시확인



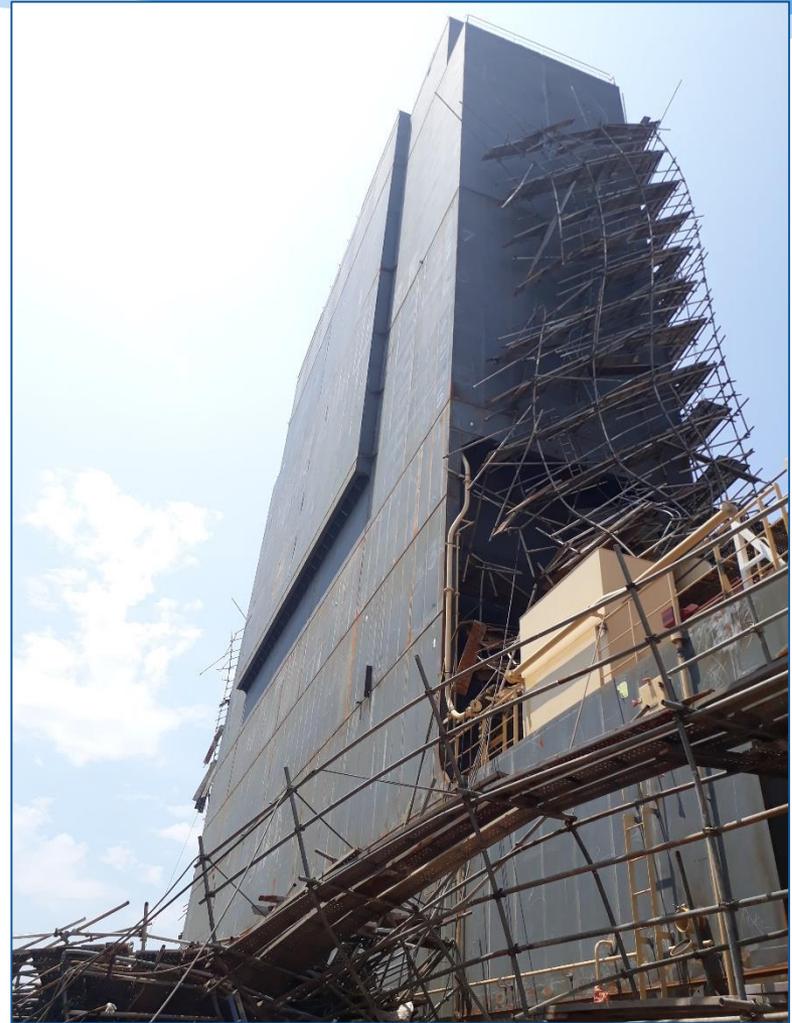
성능검정표시(예)



안전인증표시(예)

# 비계(시스템비계, 강관비계) 사고사례

# 진해 ○○조선소 현장 강관비계 붕괴 (19. 7. 22)



## ◆ 사고개요

- 사고일: 2019. 7. 22(월)
- 재해현황: 부상 5명
- 사고원인: 벽이음 설치개수 부족  
및 설치불량  
교차가새 미설치 등



- 비계규모: B x H ≒ 61.5m(38) x 36m(전후면), 9m x 36m(양측면)

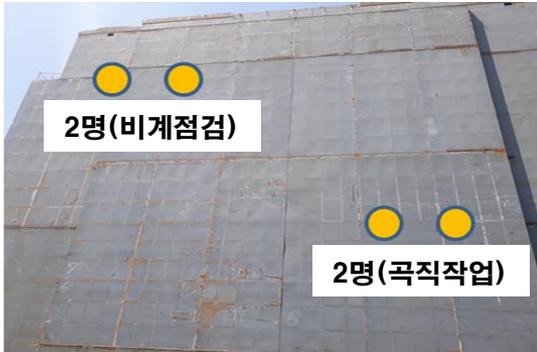
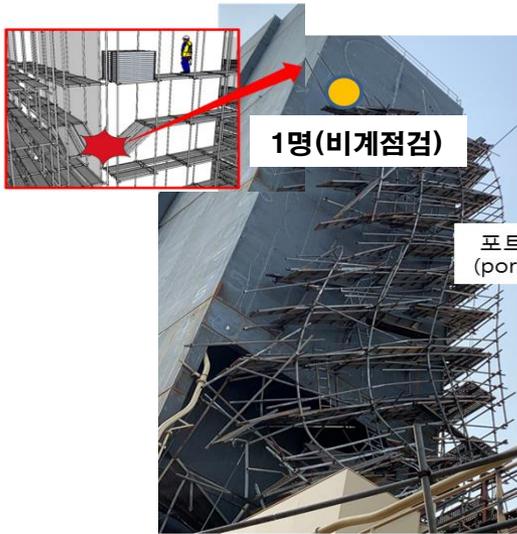
- 사고상황

: 장마와 태풍으로 중단된 비계설치작업 재개를 위해 강관비계를 점검하던 중 최상단 근처 모서리부에서 비계가 분리되면서 붕괴됨에 따라 비계점검 및 곡직작업자 5명이 부상을 당한 재해임

\* 곡직작업: 용접변형 교정방법 중의 하나로 변형된 부위를 교정하는 작업

## ◆ 사고당시 작업상황

- 사고 당시 비계의 높이는 총 42m 중 34m(작업발판 층수 약 17단) 설치
- 비계 점검작업(3명, 약 34m지점), 곡직작업(2명, 약 15m지점)



## ◆ 조사 및 확인 내용

- 사고발생일(7.22) 이전 강한 태풍(DANAS, 순간풍속 약 24m/s(86km/h)이 불었음

일시(KST) ▲	중심위치		중심기압 (hPa)	최대풍속		감풍반경 (km)	강도	크기	진행방향	이동속도 (km/h)
	위도(°N)	경도(°E)		초속 (m/s)	시속 (km/h)					
2019/07/19 03:00	27.5	123.9	990	24	86	240	-	소형	북	22
2019/07/19 09:00	29.0	124.0	990	24	86	250	-	소형	북	28
2019/07/19 12:00	29.6	124.0	990	24	86	250	-	소형	북	22
2019/07/19 15:00	30.0	124.2	990	24	86	250	-	소형	북북동	16
2019/07/19 18:00	30.8	124.2	990	24	86	250	-	소형	북	30
2019/07/19 21:00	31.5	124.7	990	24	86	230	-	소형	북동	30
2019/07/20 00:00	32.7	125.2	990	24	86	200	-	소형	북북동	47
2019/07/20 03:00	33.2	125.3	990	20	72	180	-	소형	북북동	19
2019/07/20 06:00	33.7	125.7	990	19	68	100	-	소형	북동	22
2019/07/20 09:00	34.1	125.7	990	19	68	70	-	소형	북	15

작업대

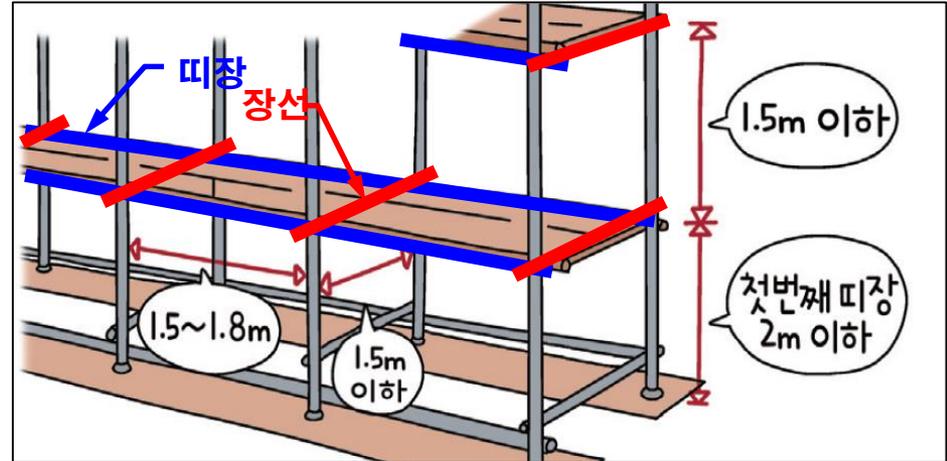
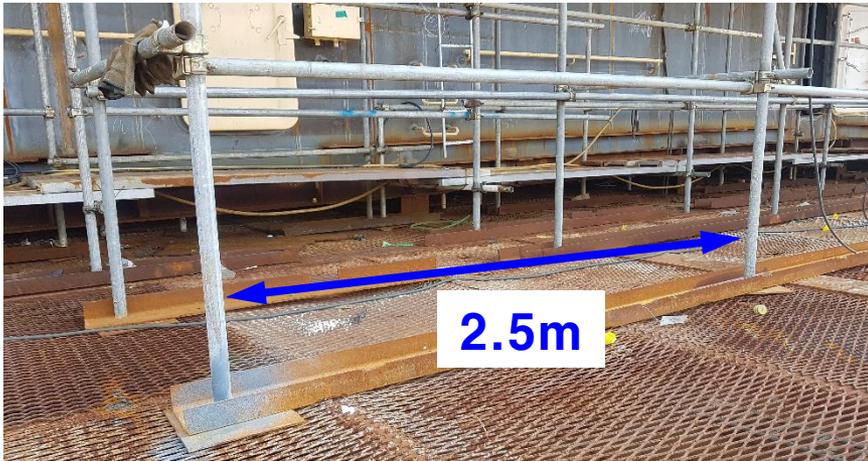


통로용  
작업발판



## ◆ 조사 및 확인 내용

· 비계기둥 간격 **띠장방향 약 2.5m**, 장선방향 약 1.0m [사진참조] → 구조검토 X, 조립도 X



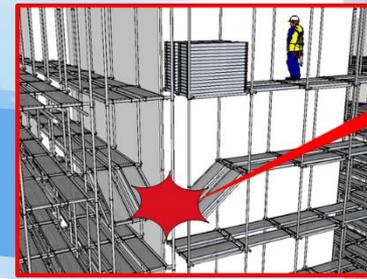
### 산업안전보건기준에 관한 규칙 제60조 (강관비계의 구조)

사업주는 강관을 사용하여 비계를 구성하는 경우 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

1. 비계기둥의 간격은 **띠장 방향에서는 1.5m이상 1.8미터 이하**, **장선 방향에서는 1.5미터 이하**로 할 것. 다만, 선박 및 보트 건조작업의 경우 안전성에 대한 구조검토를 실시하고 조립도를 작성하면 띠장 방향 및 장선 방향으로 각각 2.7m 이하로 할 수 있다.

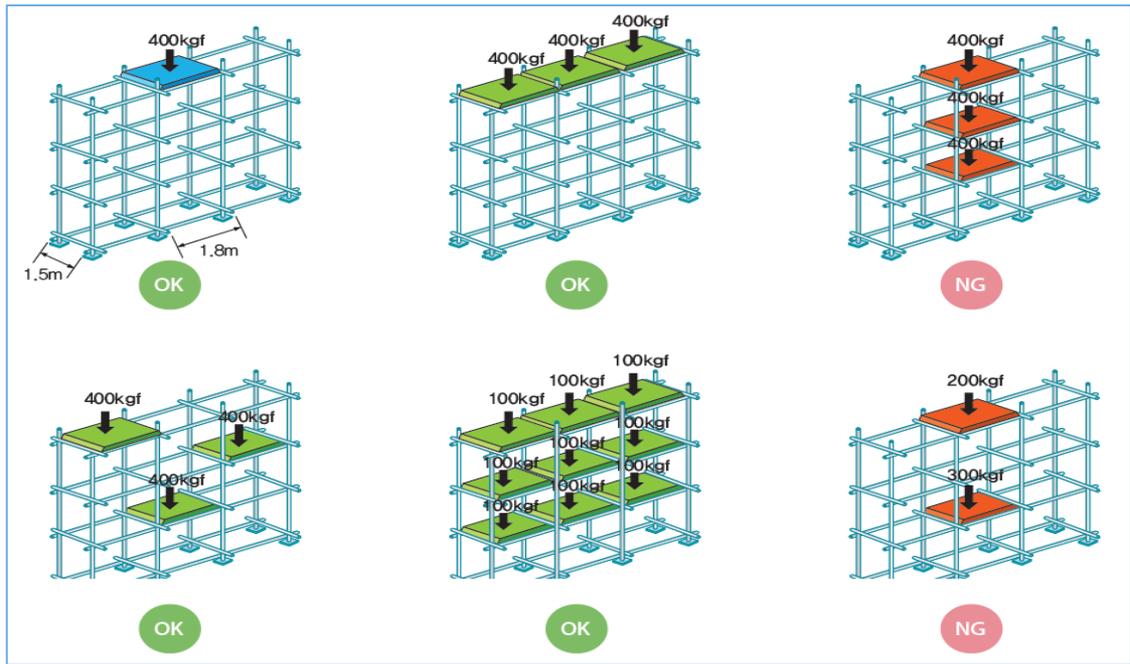
# ◆ 조사 및 확인 내용

- 최초 사고발생 부위(측면과 선수측이 만나는 모서리) 과적재  
: **작업발판 약 30장 적재(약 540kg)**



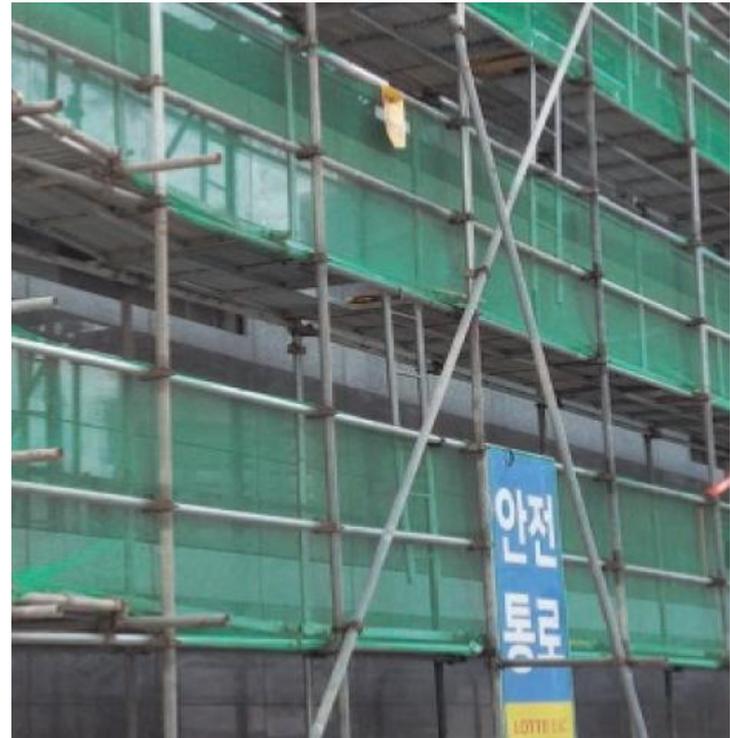
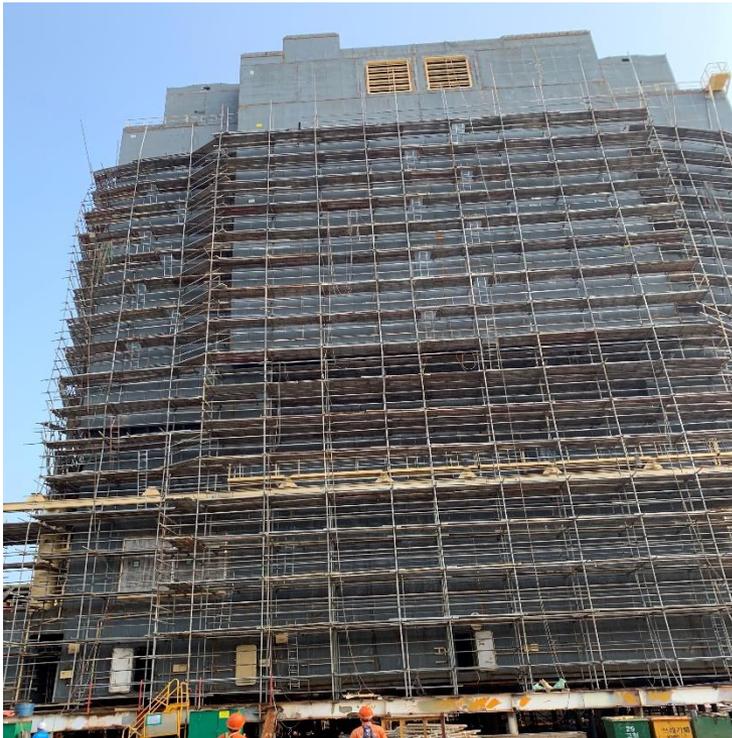
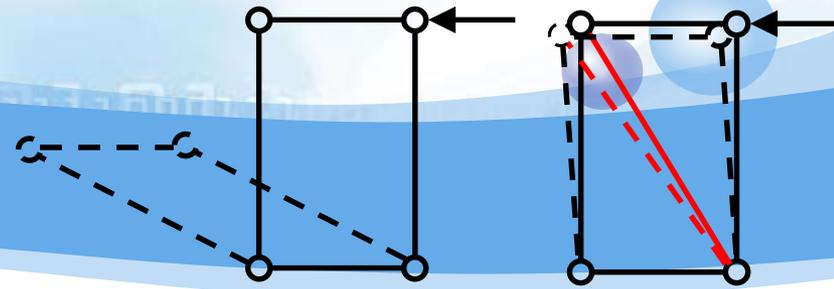
## 산업안전보건기준에 관한 규칙 제60조 (강관비계의 구조)

### 4. 비계기둥 간의 적재하중은 400kg을 초과하지 않도록 할 것



## ◆ 조사 및 확인 내용

### ▪ 교차가새 미설치



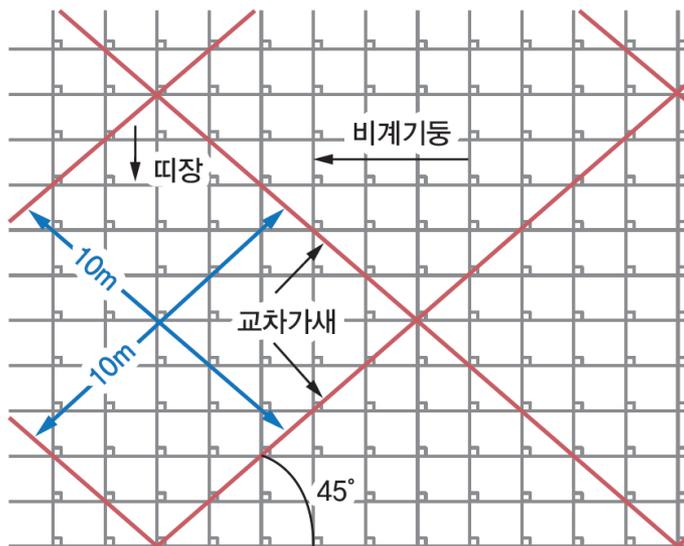
# ◆ 조사 및 확인 내용

## ▪ 교차가새 미설치

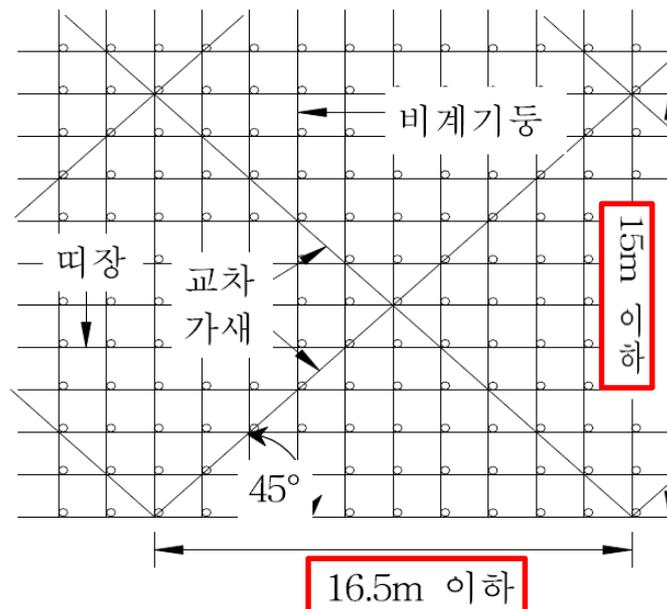
### 산업안전보건기준에 관한 규칙 제59조 (강관비계 조립 시의 준수사항)

#### 3. 교차 가새로 보강할 것

##### 가설공사 표준안전 작업지침 (노동부 고시)



##### KOSHA GUIDE C-30-2018 (공단지침)



## ◆ 조사 및 확인 내용

### ▪ 벽이음 설치개수 부족 및 설치불량



### 산업안전보건기준에 관한 규칙 제59조 (강관비계 조립 시의 준수사항)

#### 4. (생략)

가. 강관비계의 벽이음 조립간격은 수평방향 5m 이내, 수직방향 5m 이내로 설치할 것

## ◆ 조사 및 확인 내용

### ▪ 비계기둥 지지불량



### 산업안전보건기준에 관한 규칙 제59조 (강관비계 조립 시의 준수사항)

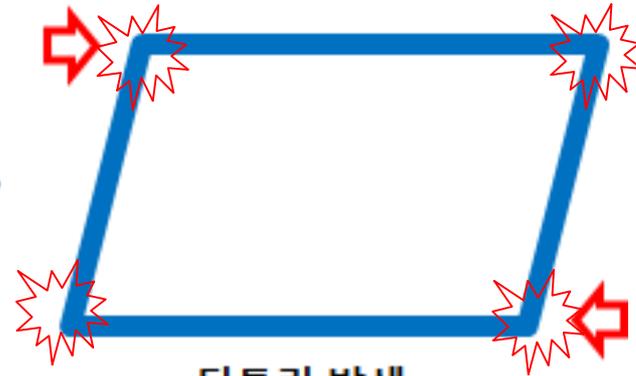
1. 비계기둥에는 미끄러지거나 침하하는 것을 방지하기 위하여 **밀받침철물을 사용하거나 깔판·깔목 등을 사용하여 밀등잡이를 설치하는 등의 조치를 할 것**

## ◆ 재해발생원인

☞ 교차가새 미설치, 벽이음 설치개수 부족 및 설치불량



정상상태



뒤틀림 발생

- ☞ 강관비계작업에 대한 작업절차서 부재 및 안전작업관리 부실
- ☞ 강관비계에 관한 구조검토 미 실시 및 조립도 미작성
- ☞ 과도한 자재 적재

# 청주 ○○ 대수선 공사현장 시스템비계 도괴 [19. 3. 18]



## ◆ 사고개요

- 사고일: 2019. 3. 18(월)
- 재해현황: 부상 4명
- 사고원인: 벽이음 임의 해체
- 비계규모: B x H ≒ 40m x 30m

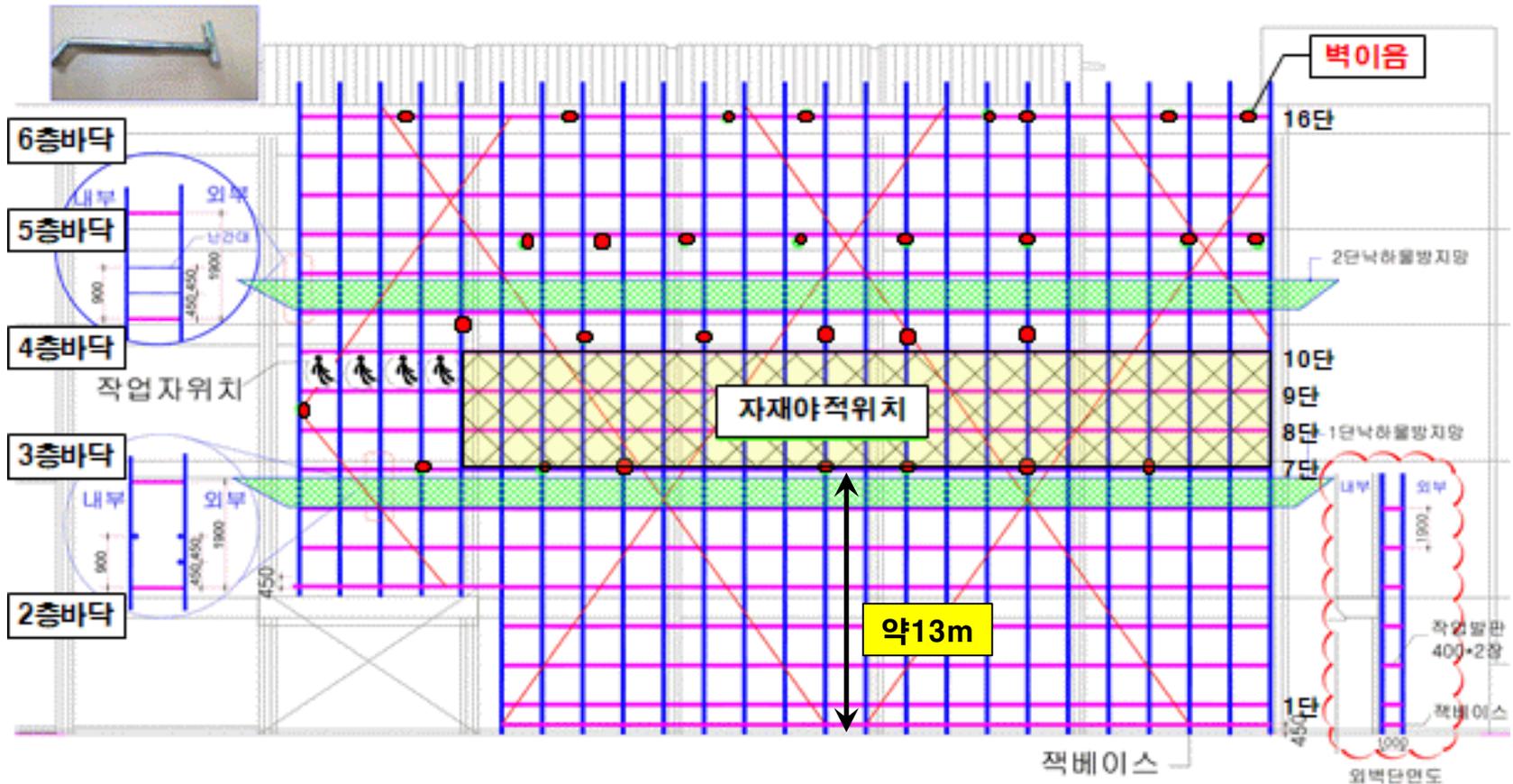


- 사고상황  
: 청주 ○○ 대수선공사 현장에서 외부 시스템비계 위에서 외벽 치장벽돌 샘플 시공 중 시스템비계가 도괴되면서 4명이 부상을 당한 재해임

## ◆ 조사 및 확인 내용

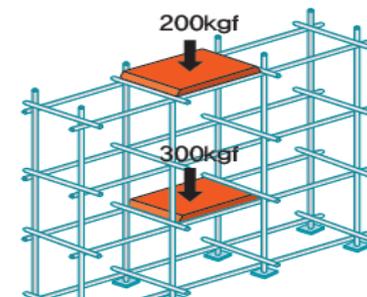
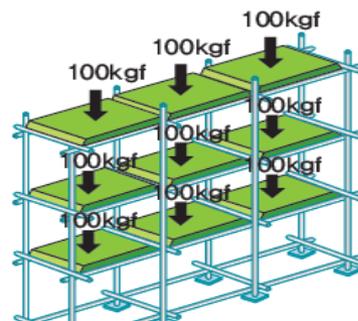
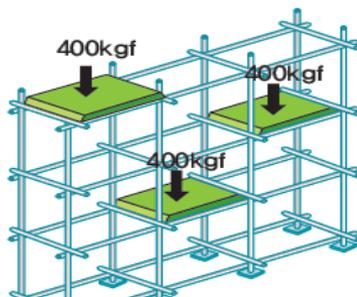
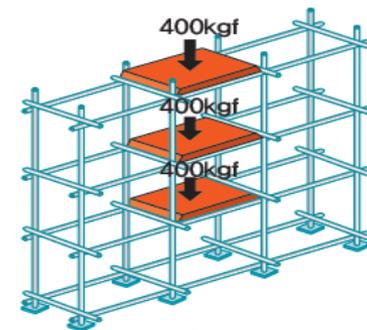
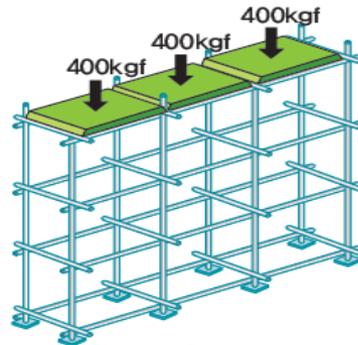
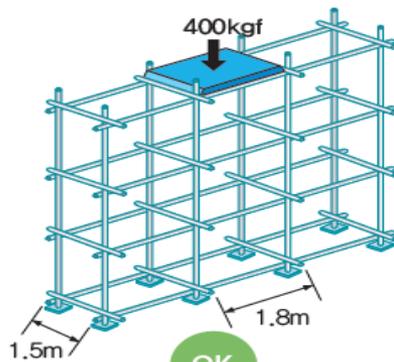
- 치장벽돌 적재위치: 작업발판 7~10단  
[전체중량: 약 4.65Ton, 비계기둥 간 적재하중: 약 233kg]
- 벽이음 : 존치 약 30개 (H=13~30m 사이에 설치)  
2층 바닥은 AL커튼월 작업을 위해 해체
- 안전난간 : 외측기둥 2줄(450, 900mm), 내측기둥 1줄(900mm)

### ■ 도괴 전 작업상황 및 시스템비계 설치현황



# 산업안전보건기준에 관한 규칙 제60조 (강판비계의구조)

## 4. 비계기둥 간의 적재하중은 400kg을 초과하지 않도록 할 것



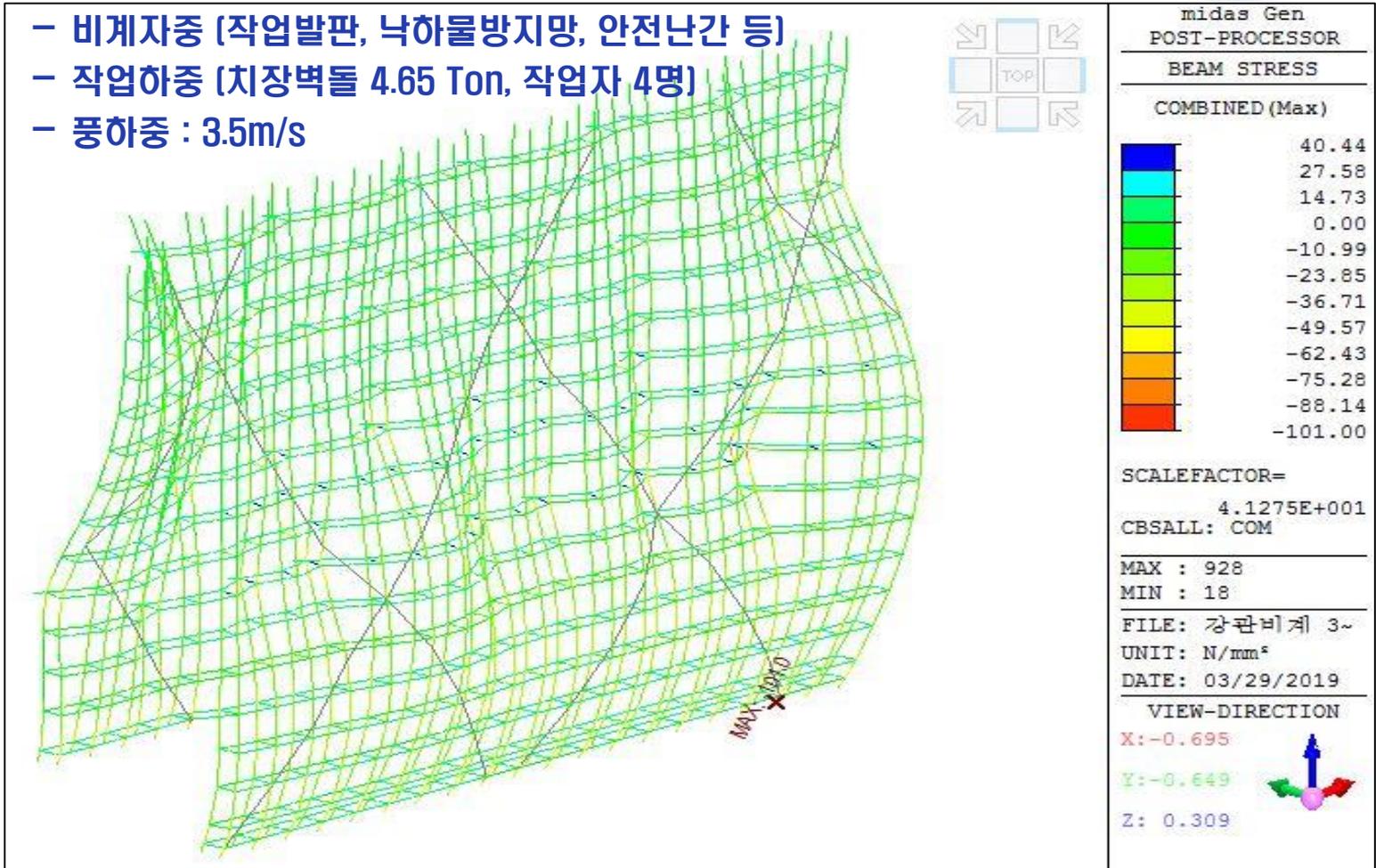


# ◆ 구조해석 결과

## ▪ 도과 당시 외력

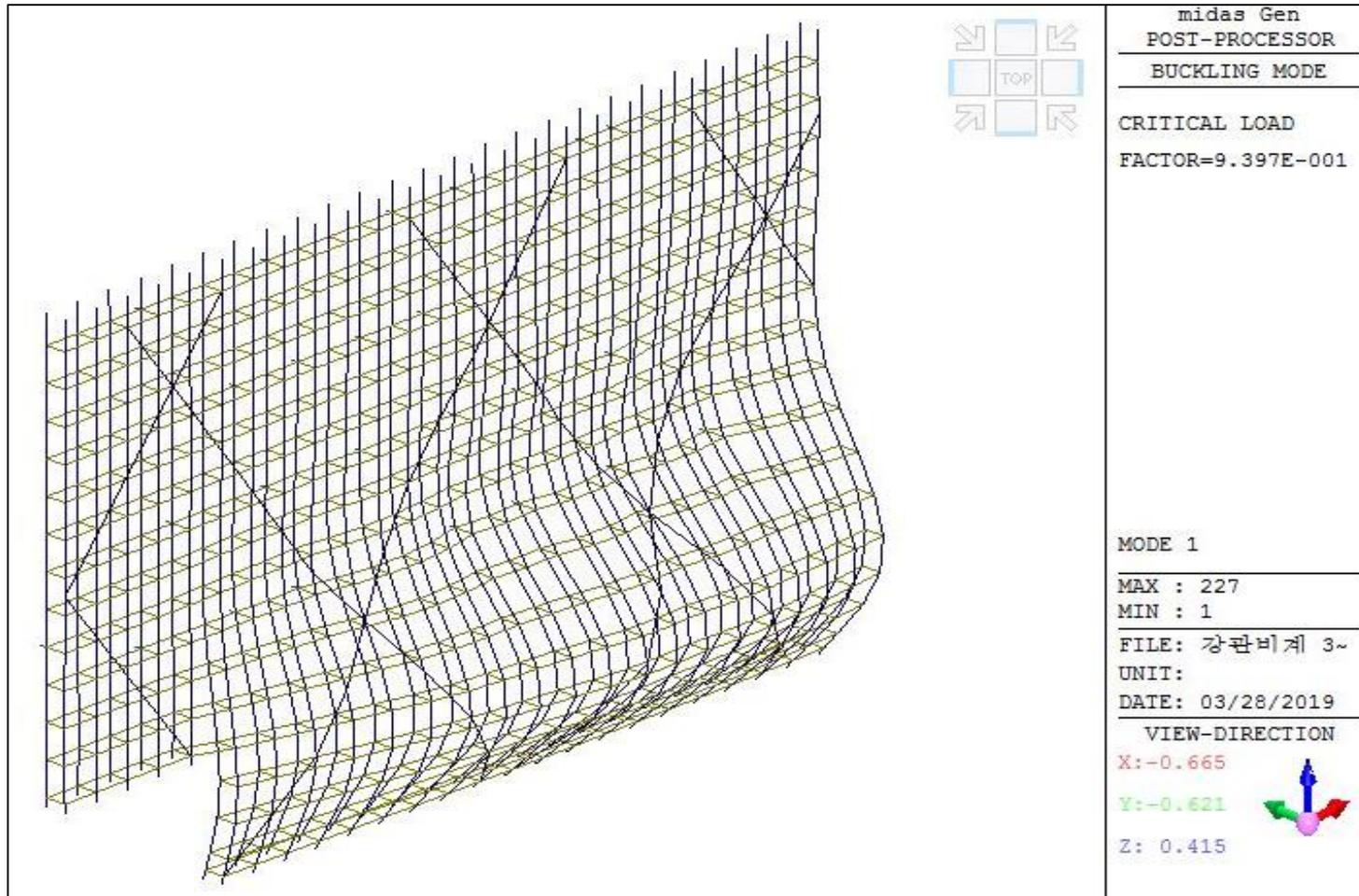
- 비계자중 (작업발판, 낙하물방지망, 안전난간 등)
- 작업하중 (치장벽돌 4.65 Ton, 작업자 4명)
- 풍하중 : 3.5m/s

구 분	축응력 Ratio	휨응력 Ratio	조합응력 Ratio (축력+휨모멘트)	전단응력 Ratio
수직재	0.161 → O.K	0.336 → O.K	0.502 → O.K	0.004 → O.K
수평재	0.013 → O.K	0.249 → O.K	0.262 → O.K	0.018 → O.K
가새재	0.848 → O.K	-	0.848 → O.K	-
벽이음	0.042 → O.K	-	0.043 → O.K	-



# ◆ 전체좌굴 해석결과

구 분	1 Mode	2 Mode
좌굴계수	0.94 → <b>N.G</b>	1.03 → <b>O.K</b>
구 분	3 Mode	4 Mode
좌굴계수	1.20 → <b>O.K</b>	1.44 → <b>O.K</b>



## ◆ 재해발생원인

### ☞ 벽 이음재가 미설치된 구간에서의 전체좌굴에 의한 도괴

- 현장관계자의 진술 및 현장조사를 토대로 사고 구간의 시스템비계를 구조해석 한 결과, 개별 부재(수직재, 수평재, 가새재, 벽이음)의 구조 안전성은 확보되나, 전체좌굴에 대해서는 안전성을 확보하지 못하는 것으로 검토됨.
- 이는 1~2층 구간에 AL커튼월 설치를 위해 2층 바닥의 벽이음이 해체된 상태에서 작업발판 7~10단(H=12.8~18.5m) 사이에 적재된 치장벽돌\*과 비계자중, 풍하중 등 외력을 견디지 못하고 **벽이음이 미설치된 구간(H=0~12.8m)에서 전체좌굴이 발생하여 도괴된 것으로 판단됨.**

\* 전체중량: 약 4.65Ton, 비계기둥 간 적재하중: 약 233kg

# 천안 ○○대학교 외식산업관 신축공사 비계 붕괴사고 (15. 7. 4)



# 천안 ○○대학교 외식산업관 신축공사 비계 붕괴사고 (15. 7. 4)



## ◆ 사고개요

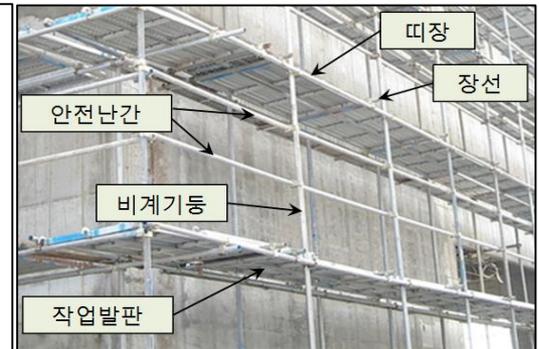
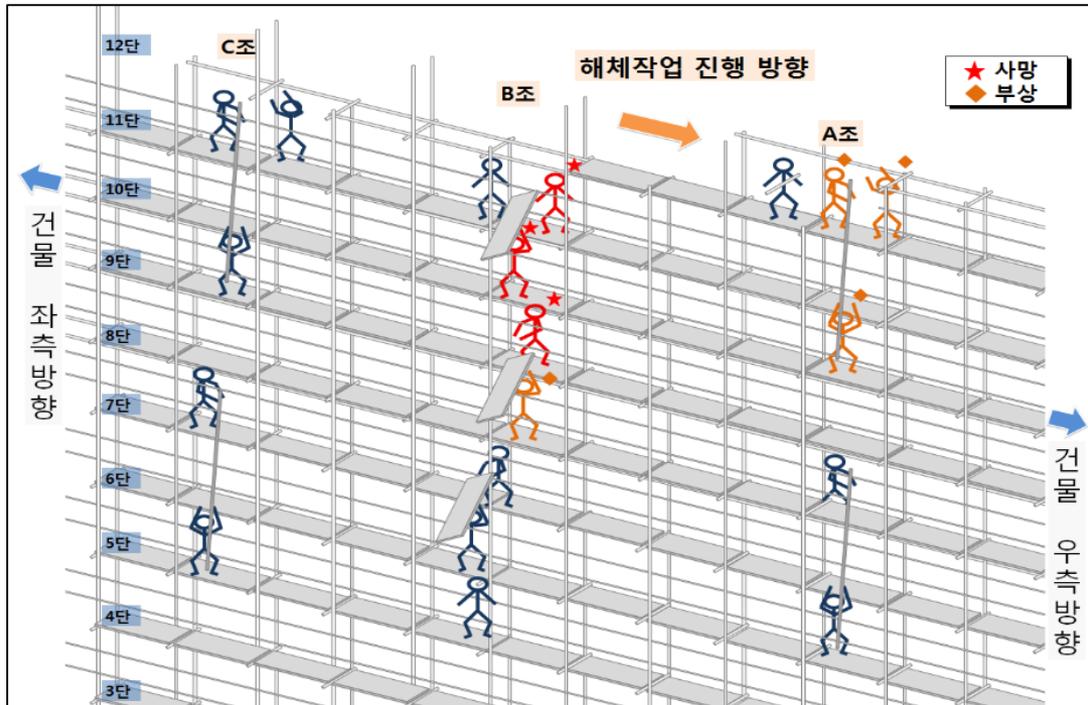
- 사고일: 2015. 7. 4(토)
- 재해현황: 사망 3명, 부상 4명
- 사고원인: 비계 벽이음 설치미흡  
벽이음 선해체  
비계기둥간 과적재



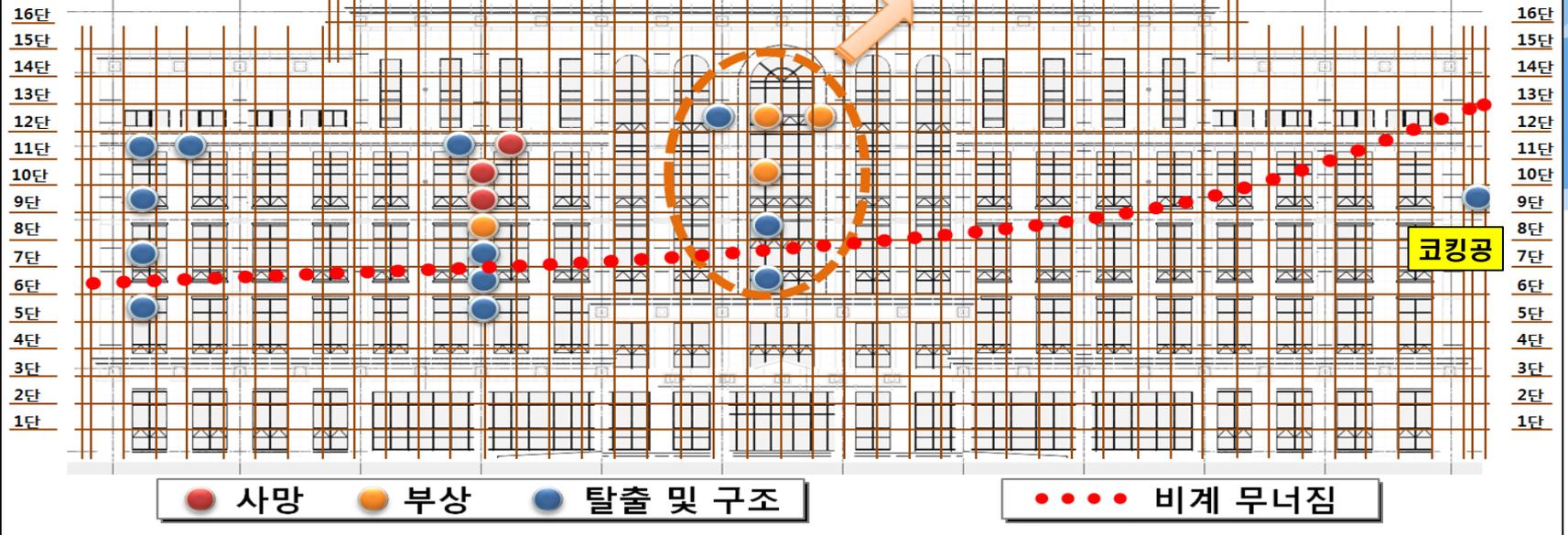
- 건물규모: 지하 1층, 지상 5층(H=28.5m)
- 사고상황  
: 천안 ○○대학교 외식산업관 신축현장에서 비계공 19명이 3개조로 나뉘어 건물 정면 외부비계 5~12단 작업발판 위에서 비계 해체작업을 하던 중 외부비계가 일부 무너지면서 약 20m 아래 지상으로 떨어져 발생한 재해임.

## ◆ 재해발생 과정

- 재해발생 전날(2015. 7. 3) 낙하물 방지망 및 수직 방망 해체 완료
- 재해 당일(2015. 7. 4) 11:00경 비계공(19명) 3개조로 나뉘어 A조(6명)는 비계기둥 및 안전난간을 해체, B조(8명)는 작업발판을 해체, C조(5명)는 띠장 · 장선을 해체하였음. 코킹공(1명)은 벽이음 해체 및 실리콘 코킹을 실시함



## 비계 무너짐 시작점

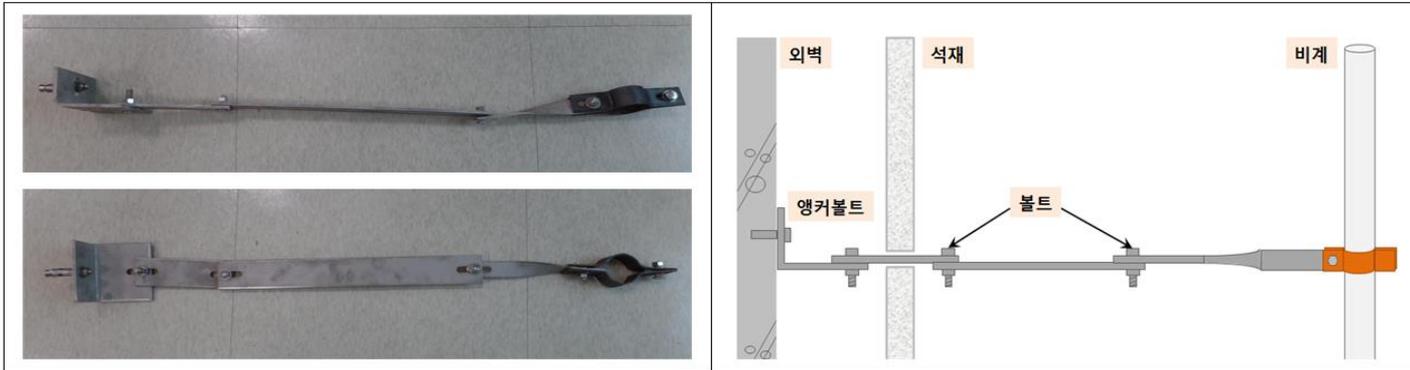




## ◆ 조사 및 확인 내용

- 비계 조립간격은 비계기둥 약 1.8m, 띠장 약 1.8m 간격으로 조립되어 있었고
- 안전난간은 2단으로 설치되어 있었으며, 매 띠장마다 작업발판이 1열로 설치
- 비계 벽이음은 폭 5cm, 두께 5mm의 연결철물이 불규칙하게 설치(그림 참조)

※ 당초 계획: 수평방향 약 5.4m(비계기둥 3개소마다), 수직방향 약 4.8m(띠장 3개소마다)



- 벽이음 해체 및 코킹(코킹공 1명) 작업은 비계 해체팀(A, B, C조)보다 선행

※ 벽이음 설치기준 및 사고 당시 설치현황

위 치 \ 벽이음	법적기준	사고 후 작성도면 (시공사)	사고 후 확인 (안전보건공단)	붕괴 직전 추정 (코킹공 진술)
건물 정면	49 개소	30 개소	16 개소	9 개소

## ◆ 조사 및 확인 내용

※ 사고 후 시공사 작성도면: 벽이음 30EA, 교차가새 미설치



● 벽이음

★ 벽이음 선해체

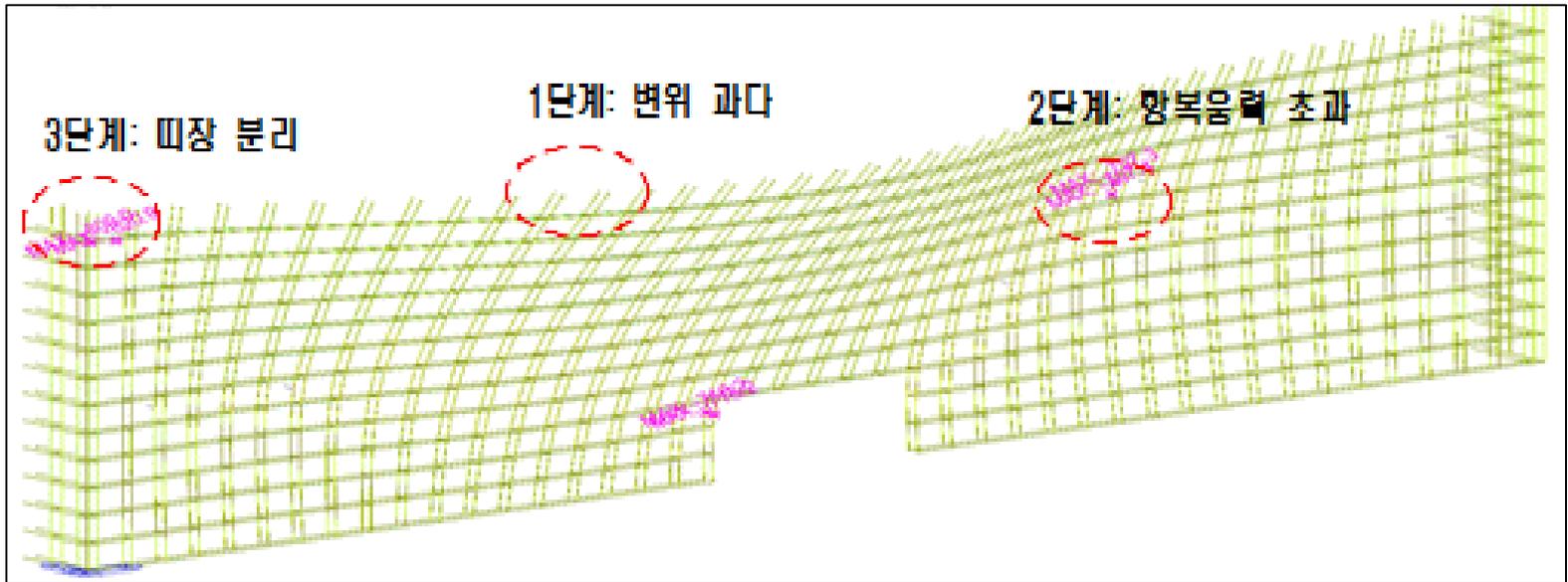


※ 사고 후 조사 및 진술내용: 벽이음 16EA, 16EA 중 붕괴 전 7EA 선해체 (코킹공 진술)

# ◆ 붕괴 원인 추정을 위한 구조해석

- 붕괴 당시 외력
  - 비계자중 (작업발판, 낙하물방지망 포함)
  - 작업하중 (작업자 20명)
  - 풍하중 : 사고발생 당시 풍속 적용

1 2



## ※ 붕괴 매커니즘



## ◆ 재해발생원인

### ☞ 비계 벽이음 설치 미흡

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제59조에 따르면 강관비계의 벽이음 설치간격은 수직 및 수평방향으로 5미터 이내마다 설치토록 되어 있으나, 이를 미준수

벽이음 위 치	법적기준	사고 후 작성도면 [시공사]	사고 후 확인 [안전보건공단]	붕괴 직전 추정 [코킹공 진술]
건물 정면	49 개소	30 개소	16 개소	9 개소

### ☞ 비계 벽이음 선해체

- 비계 해체순서는 1.비계기둥, 안전난간 → 2.작업발판 → 3.띠장 및 장선 → 4.벽이음 순으로 진행하여야 하나, 사고 현장은 코킹공(1명)이 **벽이음 해체를 가장 먼저 실시함**

### ☞ 비계 기둥간 적재하중(400kg) 초과

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제60조에 따르면 비계 기둥간 적재하중은 400kg을 초과하지 않도록 규정하고 있으나, 사고 현장은 이를 초과하여 작업함

※ 작업자 70kg/인 가정 : A조 6명(420kg), B조 8명(560kg), C조 5명(350kg)

# 관련법령 입법예고(안)

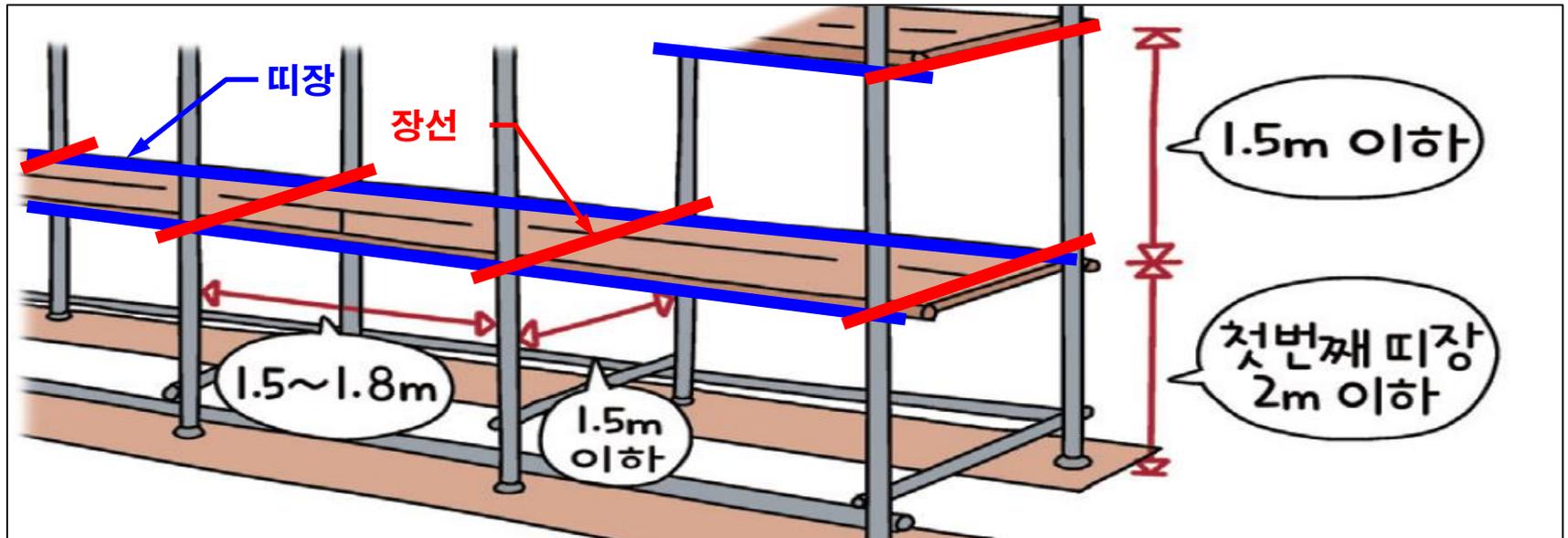
# 입법예고

(고용노동부 공고 제2019-186호, '19.4.22)



## 산업안전보건기준에 관한 규칙 제60조 (강관비계의 구조)

구분	현행	개정
비계기둥 설치간격	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>띠장방향</u> : 1.5m이상 1.8m 이하</li> <li>• 장선방향 : 1.5 이하</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>띠장방향</u> : 1.85m 이하</li> <li>• 장선방향 : 1.5m 이하</li> </ul>
<u>띠장</u> 설치간격 (수직방향)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 첫 단 : 2.0m 이하</li> <li>• 그 외: 1.5m 이하</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 첫 단 &amp; 그 외 : 2.0m 이하</li> </ul>



# 비계 작업안전 발전방안

# 비계작업안전 발전 방안

## ❖ 안전보건기준에 관한 규칙 개선 의견

- ✓ 작업발판 간 승강설비 설치 명문화(가설계단 등)
- ✓ 비계 설치·해체 시 안전난간 선행 공법 적용가능하도록 난간규정 완화 필요

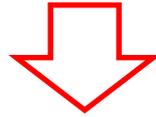
## ❖ 자격, 교육 관련 개선 의견

- ✓ 비계작업자의 자격 등 강화(유해·위험작업의 취업 제한에 관한 규칙 [별표 1])

구 분	변 경 전	변 경 후(안)
자 격	1) 「국가기술자격법」에 따른 비계기능사보 이상의 자격 2) 3개월 이상 해당 작업에 경험이 있는 사람(층높이가 10미터 미만인 작업에 한정한다) 3) 「근로자직업능력 개발법」에 따른 해당 분야 직업능력개발훈련 이수자 4) 이 규칙에서 정하는 해당 교육기관에서 교육을 이수한 사람	1) 좌동  2) 폐지 (이유) 유경험에 대해 정확한 확인 불가  3) 좌동  4) 좌동
교 육 시 간	4) 의 경우 8시간 교육	4) 의 경우 16시간 이상 (이유) 실기시간 확대, 실습(목재→강관) 현실화

## ❖ 비계관련 안전인증제도 개선

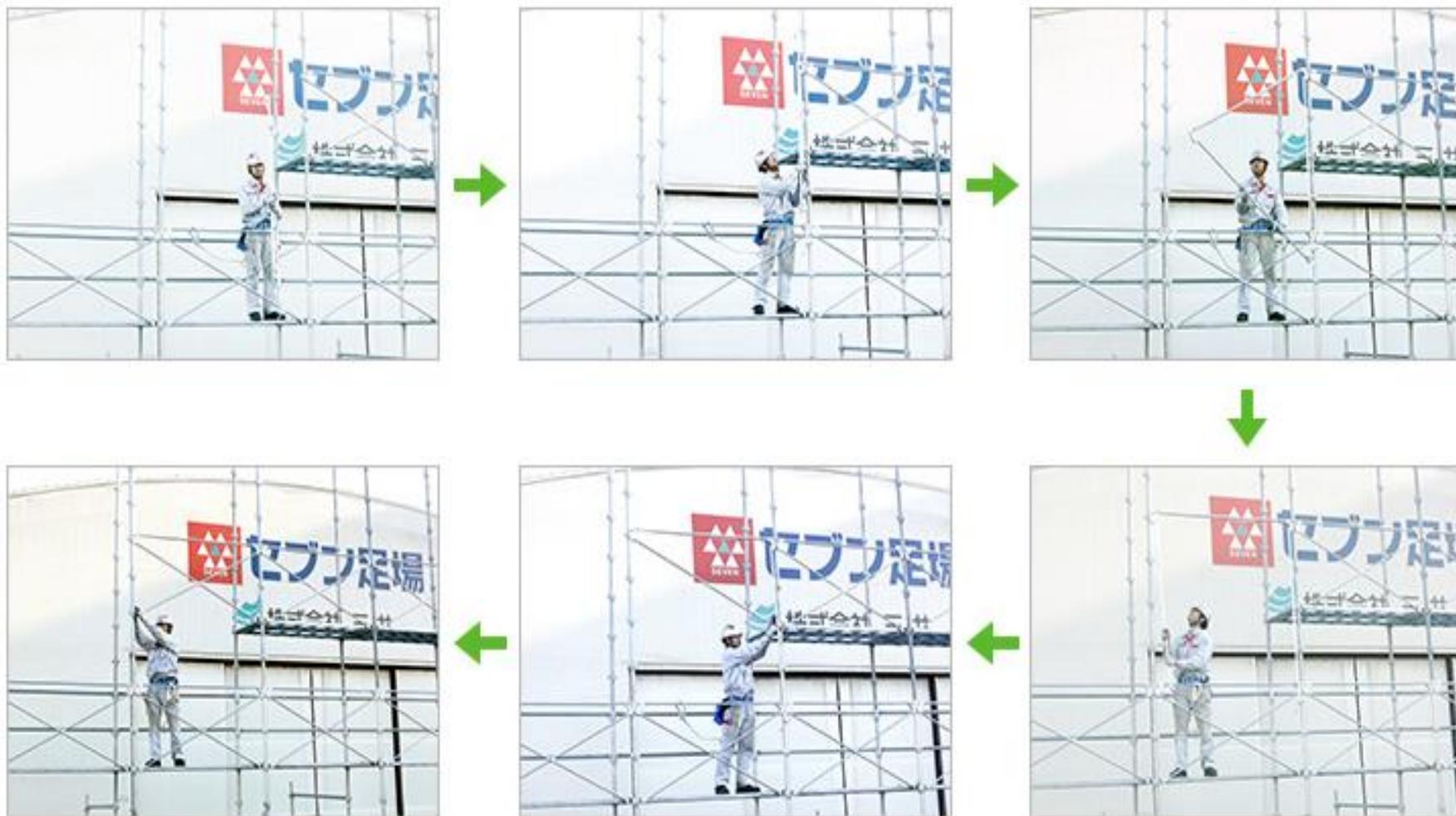
- (현행) 품목별, 부재별 안전인증 기준(구조와 성능) 준수
- ✓ 실제 조립된 상태에서의 안전성 확인 곤란
- ✓ 일정한 구조로 신제품 개발 등 가설재 시장 활성화에 한계



- (개선) 조립식인증→창의적인 제품 개발 가능토록 개선
- ✓ 조립된 상태의 안전인증/성능검정/성능승인 제도 도입
  - \* 제작사별 표준조립도, 설치·해체안전기준 등 안전매뉴얼 포함
- ✓ 성능중심으로 인증기준을 마련하여 안전성이 확보된 다양한 신제품 개발·보급으로 가설재 시장 활성화 유도

# 비계작업안전 발전 방안

## ※ 해외의 선형 안전난간 설치방법



**감 사 합 니 다 !**