

# 재해원인조사 의견서

한국 산업 안전 보건공단

이 의견서는 「산업안전보건법」 제56조에 따라 중대재해 원인조사를 실시하고 재해 원인에 대한 의견을 작성한 것으로

「산업안전보건법」 제56조의 ‘중대재해 원인을 규명하여 산업재해의 예방 대책 수립’을 통한 안전 확보에 이바지함을 목적으로 하고 있다.

그러므로 이 의견서는 산업현장의 안전·보건을 증진시킬 목적 이외의 용도로 사용되어서는 아니 된다.

## 1. 재해발생 사업장 개요

|                    |                        |               |       |
|--------------------|------------------------|---------------|-------|
| 사업장명               | (주)가야안전공사              | 전화번호<br>(FAX) |       |
| 소재지                | 울산광역시 북구               | 대표자           | B     |
| 업 종<br>(표준산업분류)    | 비계 및 형틀 공사업<br>(42195) | 근로자수          | 18명   |
| 산재관리번호<br>(사업개시번호) |                        | 사업내용          | 비계공사업 |

## 2. 재해자 인적사항 및 상해정도

| 연번 | 성 명 | 출생년도 | 소 속       | 고용형태 | 상해정도 |
|----|-----|------|-----------|------|------|
| 1  | A   | 1952 | (주)가야안전공사 | 일용   | 사망   |

## 3. 재해발생 경위

| 발생형태                                                                                                                                                                                                                | 갈림 | 기인물 | 지게차 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-----|
| <p>○ 2024. 4. 2.(화) 09:48분경 울산광역시 북구 소재 (주)가야안전공사에서 지게차 운전원이 지게차로 작업발판 묶음(40개, 320kg)을 화물자동차에 적재 하던 중,</p> <p>○ 지게차 맞은편에서 이를 보조하던 재해자(남, 72세, 자재정리)가 작업발판 묶음의 위치를 조정하는 과정에서 지게차 포크 위에서 떨어지는 작업발판 묶음에 깔려 사망한 재해임</p> |    |     |     |

## 4. 재해조사 내용

### 가. 사고의 경위

#### ○ 재해발생 공정 : 화물 적재

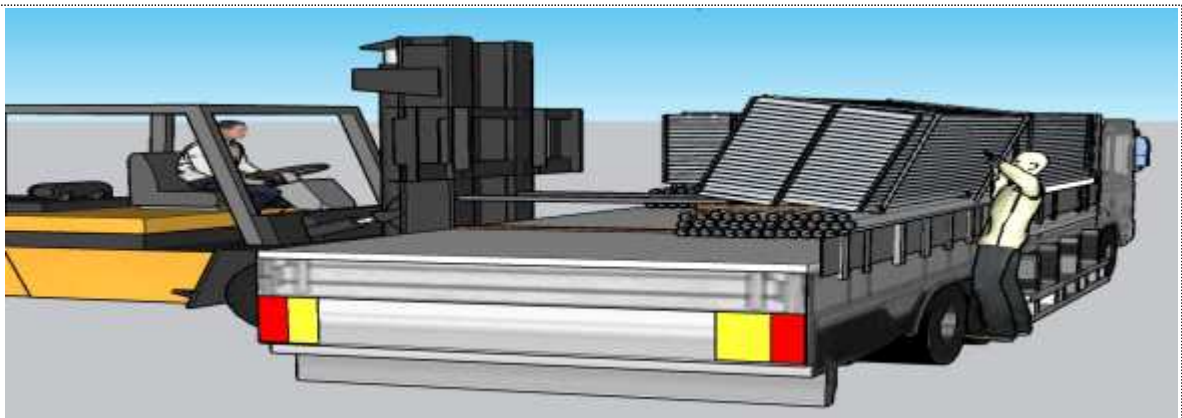
- 당 사업장은 비계 설치 및 해체공사업체이며, 지게차로 작업발판 및 강관 비계 등을 반출하기 위해 화물자동차에 적재하던 중 사고가 발생함

【표1】 공정작업순서

| 구 분       | 내 용                                   |
|-----------|---------------------------------------|
| ① 입 고     | 입고된 자재를 지게차로 하역하여 창고에 적치              |
| ② 소 분     | 필요시 요구수량에 따라 입고자재를 소분하여 pp로프로 묶음작업    |
| ③ 적재 및 반출 | 지게차로 자재를 화물자동차에 적재 후 현장으로 반출 (재해발생공정) |
| ④ 설 치     | 반출된 자재로 현장에서 비계 등 설치 공사               |
| ⑤ 해체 및 반환 | 가설공사가 끝난 이후 해체하여 다시 적재 후 사업장으로 반환     |

#### ○ 재해발생 과정

- 2024. 4. 2.(화) 【07:57경~】 지게차 운전원이 대표이사의 당일 작업지시 내용을 재해자에게 전달하고 지게차 운전을 시작함
- ※ 작업지시사항에 따라, 지게차 운전원과 재해자는 강관비계, 작업발판 등을 소분하고 pp로프로 묶는 작업 및 입고된 작업발판 하역작업을 함
- 【08:18경】 지게차 운전원은 지게차로 화물자동차에 강관비계, 작업발판의 적재작업을 시작하고 재해자는 이를 보조함
- 【08:48경】 지게차 운전원이 지게차로 화물자동차에 강관비계 묶음을 적재한 후 작업발판 묶음(250x1900mm. 40개)을 적재하기 위해 위치조정을 하던 중 지게차 포크 위에서 떨어지는 작업발판 묶음이 작업을 보조하던 재해자를 덮쳐 사망한 재해임



【그림1】 재해상황도

## 나. 기인물 및 가해물

### ○ 기인물 : 지게차



【사진1】 지게차(2.9톤)

|      |               |
|------|---------------|
| 제조사  |               |
| 제작년도 | 2023년         |
| 형식   |               |
| 전장   | 2,416(포크제외)mm |
| 전폭   | 1,229mm       |
| 포크길이 | 2,000mm       |
| 소유주  | (주)가야안전공사     |
| 구동방식 | 배터리 지게차       |

【표1】 제원표

### ○ 기인물 : 화물자동차



【사진2】 화물자동차(3.5톤)

|        |           |
|--------|-----------|
| 제조사    |           |
| 제작년도   | 2023년     |
| 차명     |           |
| 차명     | 화물자동차(중형) |
| 전장     | 7,670mm   |
| 전폭     | 2,400mm   |
| 전고     | 2,600mm   |
| 최대 적재량 | 3500kg    |
| 등록번호   |           |
| 소유주    | (주)가야안전공사 |

【표2】 제원표

### ○ 가해물 : 작업발판 (40개 묶음)



【사진3】 작업발판(40개)

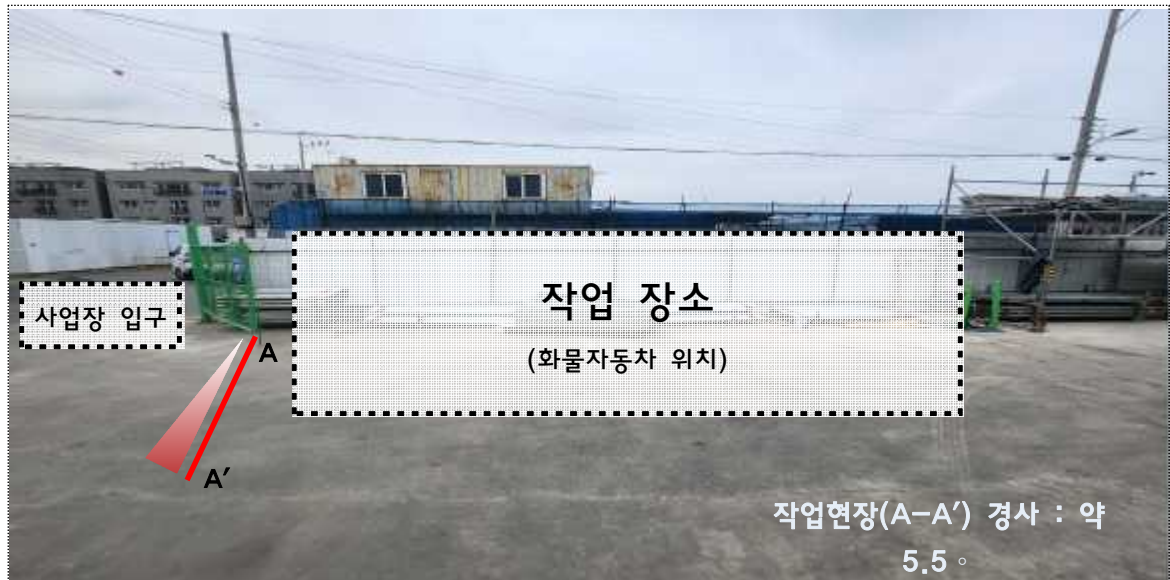
|                       |                                                                                                                                                            |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 제조사                   |                                                                                                                                                            |
| 길이(고리포함)              | 1,900mm                                                                                                                                                    |
| 폭                     | 250mm                                                                                                                                                      |
| 높이                    | 45mm                                                                                                                                                       |
| 무게                    | 약 8kg                                                                                                                                                      |
| 가해물의 제원<br>(작업발판 40개) | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 묶음형태 : 2열 20단</li> <li>· 길이 : 1,900mm</li> <li>· 폭 : 500mm</li> <li>· 높이 : 900mm</li> <li>· 무게 : 320kg</li> </ul> |

【표3】 제원표

## 다. 조사·확인내용

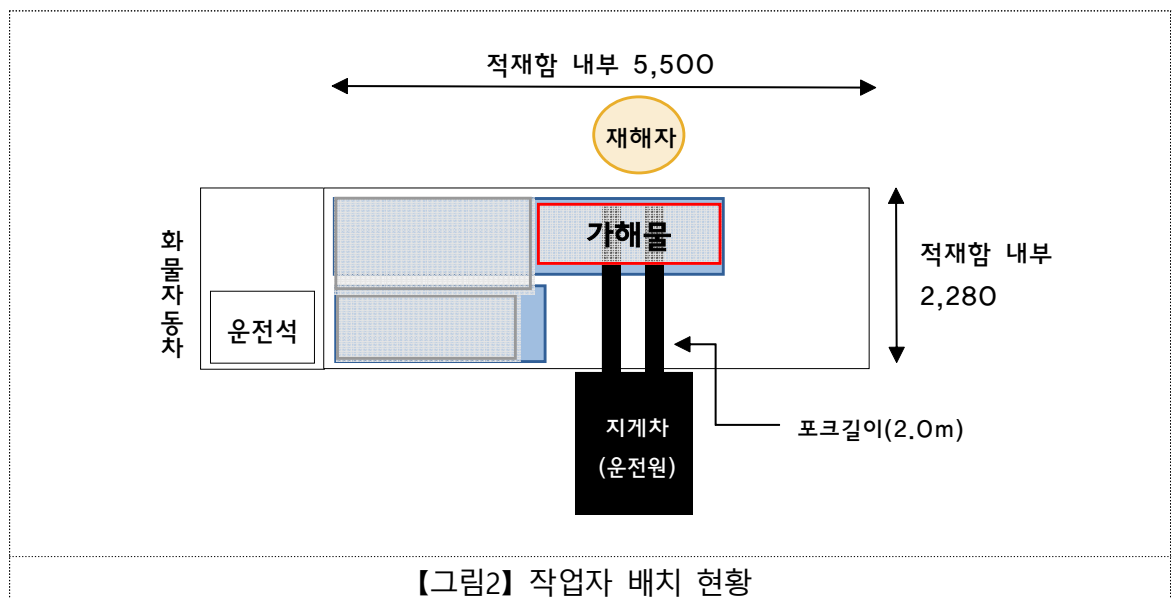
### 1) 작업 장소 및 작업자 배치상황

- (작업 장소) 해당 사업장의 창고 앞 야적장에서 상차 및 하차작업을 진행하며, 작업장소의 경사는 약 5.5° 임



【사진4】 작업현장 전경

- (작업자 위치) 평소 적재작업 시 지게차 운전원과 재해자가 2인1조로 작업하며, 사고 당시 재해자가 작업발판 묶음 아래에 받침목을 놓고 적재위치를 확인·조정하기 위해 지게차의 맞은편에 위치하여 작업한 것으로 확인

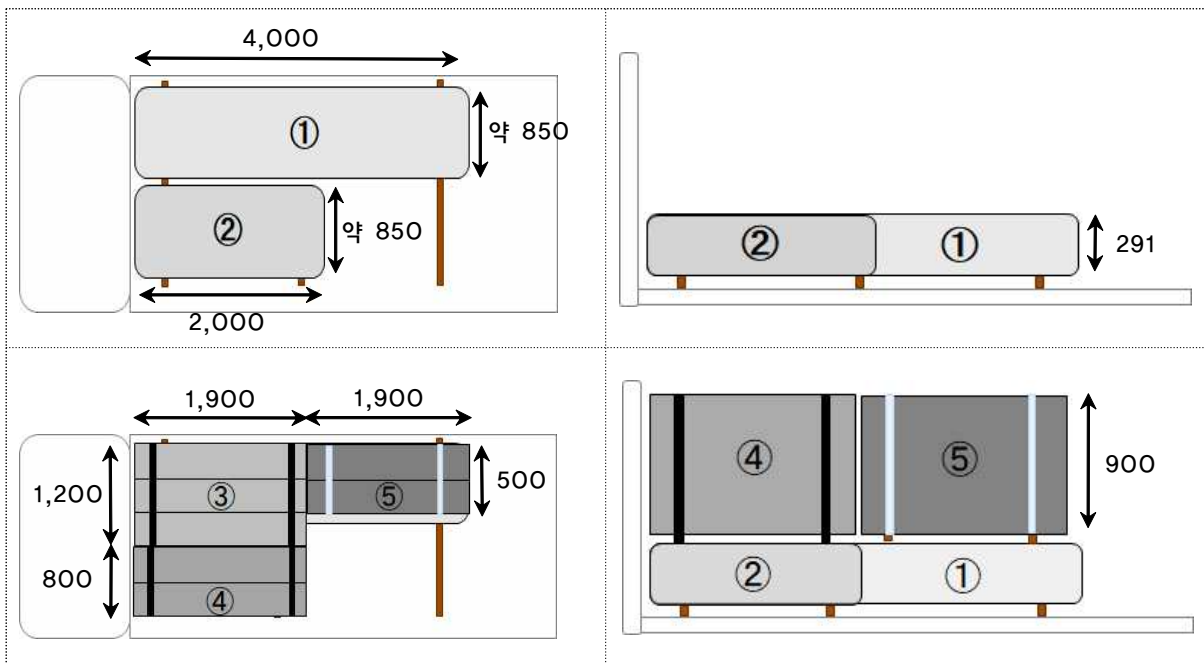


【그림2】 작업자 배치 현황

## 2) 화물 적재 및 결속상태

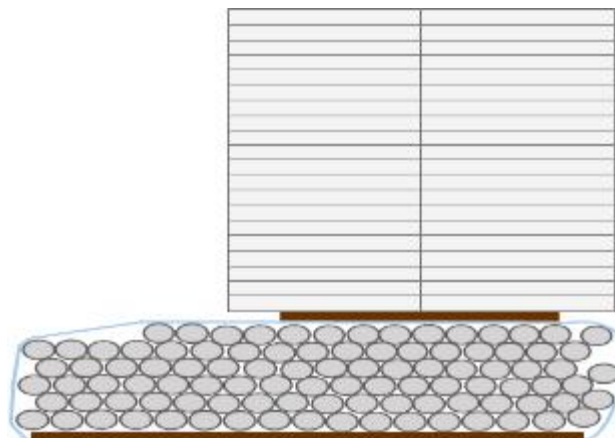
○ (적재함 내 적재상태) 사고 당시 화물자동차 적재함 내 적재순서는 아래 ①~⑤의 순서와 같으며, ①·②의 강관비계를 하단에 적재 후 상단에 ③·④·⑤ 작업발판을 【그림3~4】와 같이 적재함

- 1단 ① 강관비계  $\varnothing 48.6 \times 4\text{m}$  100ea
  - ② 강관비계  $\varnothing 48.6 \times 2\text{m}$  100ea
- 2단 ③ 작업발판 400x1900mm 60ea
  - ④ 작업발판 400x1900mm 40ea
  - ⑤ 작업발판 250x1900mm 40ea (가해물)



【그림3】 자재 적재도(평면)

【그림4】 자재 적재도(지게차 방향 정면)



【그림5】 가해물 적재상태(지게차 방향 우측면)

○ (화물 결속상태) 작업발판·강관비계는 철밴드로 받침목과 결속된 상태로 입고되나, ③~④작업발판을 제외한 ⑤작업발판(가해물) 및 강관비계는 요구수량에 따라 소분하여 pp로프(폴리프로펠렌 로프, 8mm)로 묶인 상태임

- 강관비계 : 요구수량에 따라 소분하여 6줄로 쌓아 pp로프로 묶인 상태이나 최상단의 강관이 적어 유격이 발생하여 상단에 화물을 적재할 시 무게로 인해 강관이 움직일 우려가 있음

- 작업발판(가해물) : pp로프로 묶여 있어 외력이 가해질 때, 【사진5】와 같이 철밴드 등을 이용한 결속 형태보다 더 쉽게 흐트러질 수 있으며 화물의 무게중심이 이동할 가능성이 있음



【사진5】 작업장 내 타 작업발판(철밴딩)



【사진6】 가해물(pp로프 묶음)

**[참고] 화물 쌓기 시 안전한 적재방법**

① 화물형태

| 형태              | 화물 쌓기                                                                                                                                                                                              |  |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 원형<br>(관, 코일 등) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 화물을 상호간 서로 맞물리게 쌓아 화물사이 최소 틈새 유지</li> <li>- 목재 등에 두 개 이상의 버팀목 사용</li> <li>- 단위 화물 고정 조치 및 전체 화물(집합 화물) 묶음 조치</li> </ul>                                   |  |
| 사각형             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 무게중심은 중간 높이 아래에 오도록 적재</li> <li>- 적재함을 초과하여 화물적재 금지</li> <li>- 상자들의 추락방지를 위해 파렛트 등 단위포장</li> <li>- 여러 묶음의 층층 적재인 경우 하단과 윗 단을 두 개 이상의 로프로 묶어 주기</li> </ul> |  |

[출처] 안전한 화물 적재방법 가이드(2022-산업안전본부-666)

② 적재형태 : 높이가 낮고 너비가 넓을수록 안정성이 증가하며, 무거운 물건을 아래에 배치하여 무게중심을 낮춰야 함

③ 결속상태 : 화물을 단단히 결속하여 외부 힘에 대한 저항력을 높임

### 3) 화물 전도 원인

① (결속 및 적재상태 미흡) 사고 당시 하단화물(강관비계) 및 상단화물(작업발판)은 아래와 같이 전도에 취약한 형태로 적재 및 결속되어 있어 재해자의 위치 조정 및 화물 전도의 원인이 됨

- 결속상태 : 결속상태(pp로프)로 인한 유격은 편하중을 발생시킬 수 있으며, 외력에 대한 저항력이 낮아져 무게중심이 흐트러질 수 있음
- 적재상태 : 일반적으로 전도모멘트보다 저항모멘트 값이 커야 전도에 안정적이며, 높이에 비해 폭이 좁을수록 전도 가능성이 높아짐

[참고] 저항모멘트 및 전도모멘트 식

$$W \times \frac{b}{2} > F \times d$$

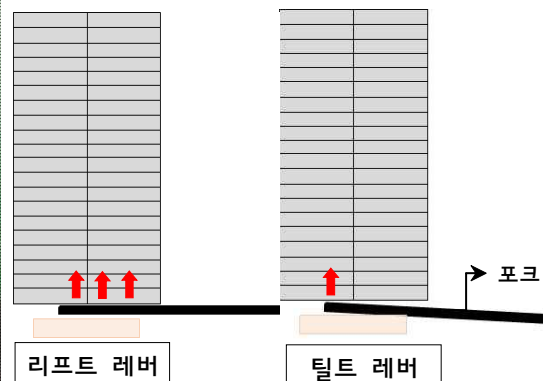
$W$  자중     $b$  밑변의 길이  
 $F$  외력     $d$  외력이 작용하는 높이

② (지게차 레버(lever)조작) 사고 당시 지게차 운전원이 작업발판 묶음을 실은 지게차 포크를 한번 내려놓았으나, 위치조정 등을 위해 다시 들어 올렸으며 리프트(상·하) 레버가 아닌 틸트(기울기) 레버를 사용하여 작업발판을 올림

- 포크 단부에 안정적으로 지지되어 있지 않은 상태로 틸트 레버를 작동하여 작업발판 묶음에 포크 끝으로 힘이 가해졌을 것으로 추정



【사진7】 지게차 레버의 종류



【그림6】 레버 조작 시 포크의 상승형태

③ (위치 조정) 재해자가 가해물의 위치를 조정하면서 작업발판이 균형을 잃고 재해자 방향으로 전도됨

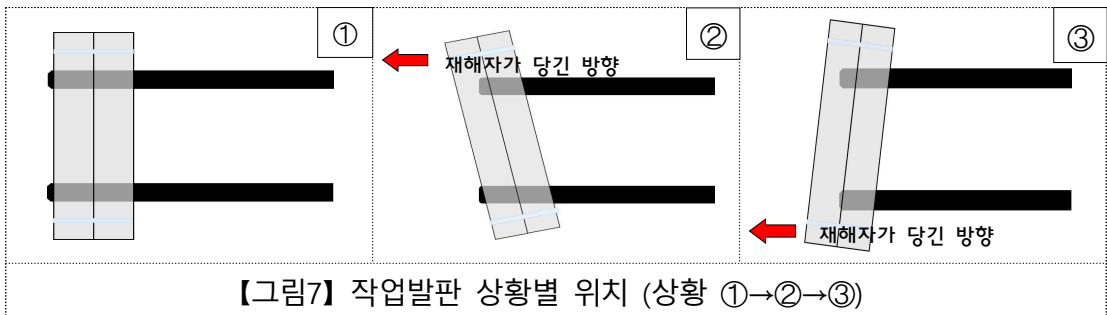
- 하단의 강관비계 묶음이 고르지 않은 상태에서 상부의 작업발판 묶음을 적재하던 중, 재해자가 안정적인 적재를 위해 하단화물 및 받침목의 상태에 맞추어 직접 위치 조정을 했을 것으로 추정됨

#### [위치 조정 순서]

(상황①) 받침목에 내려놓기 전 작업발판의 지지상태

(상황②) 받침목에 닿지 않은 상태에서 재해자가 작업발판을 당겨서 조정하였으며, 이로 인해 받침목에 내려 놓을 때, 아래 ②의 위치상태가 됨

(상황③) 작업발판을 포크(틸트 레버 상승)로 다시 들어 올렸고, 포크에만 지지되어 있는 상태에서 재해자가 우측으로 당기면서 전도됨



- ☞ 전도에 취약한 형태로 적재 및 결속된 작업발판 묶음에 가해지는 외력(①지게차의 틸트레버 상승으로 인한 하부충격, ②재해자에 의한 위치조정)에 의해 무게중심을 잃고 전도됨

#### 4) 작업계획서 작성, 작업지휘자 배치 여부

- 차량계 하역운반기계(지게차, 화물자동차 등) 작업을 하는 경우 근로자의 위험을 방지하기 위해 해당 작업에 대한 추락·낙하·전도·협착 및 붕괴 등의 위험 예방대책, 차량계 하역운반기계 등의 운행경로 및 작업방법에 대한 작업계획서를 작성하여야 하나 작성되지 않았으며, 작업지휘자 지정하지 않음

## 5) 지게차 운전자격 소유 여부

- 사용한 지게차는 「유해·위험작업의 취업제한의 규칙」에 따라 건설기계관리법 미적용 지게차에 해당하여, 지게차운전기능사 자격 또는 시·도지사가 지정한 교육기관에서 실시하는 소형 건설기계의 조종에 관한 교육 과정 이수가 확인되어야 함

- 지게차 운전자의 지게차운전기능사 자격 보유 확인

※ 건설기계관리법 미적용 지게차 : '① 전동식 ② 솔리드타이어 부착 ③ 도로교통법 제2조 제1호에 따른 도로가 아닌 장소에서만 운행'의 조건을 모두 만족하는 지게차

## 6) 안전모 착용 여부

- 화물 하역 작업 중 적재된 화물이 넘어질 위험이 있으나, 재해자는 안전모를 착용하지 않음

## 5. 조사자 의견

### 가. 작업장의 위험요인

#### ○ 화물의 결속 및 적재상태 불량

- pp로프로 결속할 시 유격이 발생하여 화물이 흐트러져 편하중이 발생하거나 외력에 의해 움직일 우려가 있으며, 화물 묶음의 높이가 높고 너비가 좁을수록 무게중심이 높아져 전도의 위험이 있음

#### ○ 경사면에서의 화물 적재작업

- 작업장의 기울기는 약 5.5°의 경사지이며, 화물자동차 위 작업면은 하부화물인 강관비계의 유격으로 인해 편하중이 발생할 수 있는 형태임

#### ○ 근로자와의 안전거리 미확보

- 근로자(재해자)는 화물 아래에 받침목을 놓고 적재위치를 확인·조정하기 위해 화물에 접촉될 우려가 있는 곳에 위치하여 작업하여 안전거리를 확보하지 못함

### 나. 재해발생원인

#### ○ 화물 전도 방지 조치 미흡

- 화물을 적절한 방법으로 결속하지 않을 시 화물이 흐트러져 편하중 발생 및 외력에 대한 저항력이 약해질 수 있으나, 이를 방지하기 위한 고르기 작업 또는 유격을 방지하기 위한 고정방법으로 조치하지 않은 상태에서 작업을 수행함

#### ○ 화물하역작업 중 출입통제 미실시

- 화물 하역 작업 시 해당 화물이 이탈되어 작업자에게 위험을 가할 우려가 있는 장소의 출입을 통제하여야 하나 이를 미실시

○ 작업계획서의 미작성 및 작업지휘자 미지정

- 차량계 하역운반기계 사용 시 작업과 지형 등에 따른 사전조사를 통해 운행경로 및 작업방법에 대한 작업계획서를 작성하고 그에 따른 작업 지휘자를 지정해야 하나, 실시하지 않음

○ 작업자의 개인보호구 미착용

- 물체가 전도되거나 떨어질 위험이 있는 경우 개인 보호구 착용 후 작업해야하나 하지 않음

다. 안전조치 권고

○ 작업 방법에 따른 전도 방지

- 하부 화물에 유격이 발생하여 상부화물에 편하중이 발생하지 않도록 철밴드 등으로 결속하거나 틈새 없이 맞물리게 적재해야 하며, 상부 화물 적재 시 팔레트 사용 또는 받침목이 화물과 결속되어 있는 형태 등으로 안정적으로 화물을 지지할 수 있어야 함
- 화물 적재 시 외력에 의한 전도위험을 방지하기 위해 철밴드 등으로 결속하고, 화물자동차 단부에 적재할 경우 적재함 내부에 지지대를 설치하여 차량 밖으로 전도하는 것을 방지해야 함

○ 화물하역작업 따른 작업지휘 및 출입통제 실시

- 화물 하역 작업 시 해당 화물이 이탈되어 작업자에게 위험을 가할 우려가 있는 장소의 출입을 통제하여야 하여야 함

○ 작업계획서의 작성 및 작업지휘자 지정

- 차량계 하역운반기계 사용 시 작업과 지형 등에 따른 사전조사를 통해 운행경로 및 작업방법에 대한 작업계획서를 작성하고 그에 따른 작업 지휘자를 지정

- 차량계 하역운반기계를 이용하여 100kg 이상의 하역작업을 하는 경우 작업지휘자가 작업순서 및 방법을 정하고 출입금지 등의 조치를 해야 하며, 작업지휘자는 지게차와 안전거리를 확보하고 지게차 운전자와 의사소통방법(신호체계)을 서로 통일하여 작업상황에 대해 수시로 공유해야 함

#### ○ 작업자의 개인보호구 착용

- 물체가 전도되거나 떨어질 위험이 있는 경우 개인 보호구 착용 등 작업자의 위험방지 조치를 해야 함