

# AHP기법을 활용한 통한 물류센터 내 지게차사고 예방에 관한 연구

정병현\* · 김기홍\*\*

\*우송대학교 교수

\*\*우송대학교 겸임교수

## A Study on the Prevention of Forklift Accidents in Distribution Center by Using AHP Techniques

Byung Hyun Chung\* · Ki Hong Kim\*\*

\*Woosong University Professor

\*\*Woosong University Adjunct Professor

### Abstract

The forklift carry cargo and move to various places. When a forklift moves to various places, a forklift accident occurs due to a number of factors, such as speed, safe distance. Forklift accidents occur at the logistic site and there are many studies on the causes of accident such as jamming, falling, collisions, etc.

However, safety operation for accident prevention is necessary before operating a forklift. Pre-accident safety precautions may prevent accidents. In this study, precautionary factors for safe operation were analyzed to prevent forklift safety accidents through the AHP technique. As a result of the study showed that safety management was the priority in the terminal group and the logistics warehouse group.

**Keywords :** Forklift safety accidents, Loading and unloading, Cargo, Driver's safety, Distance

### 1. 서론

산업이 고도화될수록 산업현장에서는 기계화 이용률이 높아진다. 기계를 이용하여 화물을 이동하거나 올리고 내리는 작업활동을 통해 작업의 생산성을 향상시킬 수 있다. 하지만 기계장치에 의존한 산업은 산업재해가 발생되고 산업재해는 해를 거듭할수록 증가하게 된다.

물류센터에서 기계장치를 활용하여 작업 활동을 하므로 산업재해가 발생할 수 있는 영역을 살펴보면, 랙에서 화물을 지게차로 옮길 때 화물이 낙하하는 경우, 컨베이어에서 작업자들이 화물을 분류할 때 신체가 깔 수 있는 경우, 마지막으로 화물을 하차장까지 이동하는 과정에서 지게차에 작업자가 부딪히거나 지게차끼리 충돌하는 경우 등이 있다. 이 모든 현상이 언제, 얼마만큼의 사고가 발생하는지 또는 가벼운 사고에서 중대 재해로 커질지는 누구도 예측할 수 없다.

물류센터 내 중량물을 이동하거나, 화물을 여러 번 이동하게 되어도 화물을 찍거나, 화물이 낙하하거나, 지게차끼리 또는 작업자들과 부딪혀도 중대재해 요건이 되지 않으면 재해사고로 인식하지 않고 신고도 하지 않을 수 있다. 지게차 관련 산업재해는 2021년에서 2022년 간 총 2,559명의 재해자가 발생되었고, 2021년에는 21명과 2022년에는 11명의 사망사고로 중대재해수가 발생되었다. [1] 지게차 사고로 인한 사망재해자가 지속적으로 발생된다면 지게차 사고 예방은 필수적으로 관리 관리되어야 할 분야가 된다. 기계장치 즉 지게차와 관련하여 사고 원인에 관한 조사는 상당부분 이루어졌으나, 지게차 운영 측면에서 안전운영에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 물류센터 내 지게차 사고 예방을 위한 요인을 찾고 요인에 따른 우선순위를 분석하려고 한다.

지게차 사고 예방을 위한 전체적인 운영측면에서 안전을 위한 우선적인 요인이 사고를 예방하는데 큰 영향이 있

<sup>†</sup>본 논문은 2024년 우송대학교 교내 학술연구조성비 지원을 받아 수행된 연구임

<sup>†</sup>Corresponding Author : Kihong Kim, Department of Logistics System, Woosong University, 171 Dongdaeseon-no, Daejeon 300-712, Korea, E-mail: akk72@korea.com

Received July 28, 2024; Revision September 17, 2024; Accepted September 23, 2024

을 것으로 기대한다. 본 연구는 1장 서론, 2장 선행연구, 3장 연구모형 및 결과 4장 결론으로 구성되어 있다.

## 2. 선행연구

지게차 안전에 관한 연구는 각 분야에서 지속적으로 진행되어 왔다. 특히 사고의 원인과 분석에 따른 개선연구는 활발하게 진행되어 왔다.

김희근(2018)은 지게차 작업 위험 요인을 전복, 충돌, 접촉, 끼워 붙이기(끼임), 붕괴, 도괴, 추락, 낙하 및 비래, 감전으로 분류하고 중대재해를 사망사고, 발행형태, 근로자수, 공정, 기인 물, 지게차 불안정한 상태, 작업자 불안정한 행동으로 분석하여 지게차 관리적, 기술적, 교육적, 정신적, 신체적으로 복합적인 원인이 되어 사고가 발생한 것으로 연구되었다.

김용진(2020) 후방카메라를 기반으로 인공지능의 학습을 통한 객체 탐지를 할 수 있는 학습용 영상 데이터를 수집하여 객체가 스스로 인식 할 수 있는 안전거리를 산정하는 연구를 하였다. 지게차사고로 매년 1,000명이 넘는 피해자가 발생되고, 사망자 수도 평균 2.9%에 해당된다, 주로 지게차 재해 발생요인은 충돌사고가 34%이다, 지게차와 작업자 및 지게차와 지게차 충돌, 협착, 전도 비율이 68%로 대부분의 재해를 차지하기 때문이다.[3] 충돌은 지게차 운행 시 사각지대에서 충돌 대상을 발견하지 못했기 때문이다. 사각지대에서 안전거리 확보가 되면 충돌사고는 발생되지 않을 수 있다. 또한, 사각지대뿐만 아니라 지게차의 운행방법에 따라 충돌사고가 발생한다. 예를 들면, 속도를 높여 운행하거나, 지게차의 노후로 인한 운행의 제약으로 지게차 간 충돌이 발생할 수 있다.

김상수(2020)는 지게차 운전자의 사고위험성에 대한 경각심 누락과 안전장치의 부재 및 귀찮음으로 사망사고나 중대재해가 빈번히 발생되어 안전운행 개선방안으로 작업시간 전 점검을 실시하며, 법적준수사항을 지키고, 점검·정비가 전혀 지켜지고 있지 않다는, 마지막으로 규정 속도, 신호, 안전수칙을 게시하자는 대안을 제시하였다.[4] 현장에서 속도를 높여 지게차 운행하며 안전수칙이 지켜지지 않는 것은 사실이다. 사고가 나지 않는다면 속도와 안전수칙을 지켜지지 않는 것이 관습처럼 되어 있다, 일반 자동차 운전에서도 비슷한 경우는 있다.

송재홍외 2명(2023)은 지게차 사고의 주된 원인을 해소하기 위해서 CCTV 영상의 객체(지게차) 인식을 통하여 지게차와 사람 사이의 거리를 측정하고 이를 그래픽화하여 지게차와 운전자에게 전달하고, 경고할 수 있는 작업장 사고 예방을 위한 지게차 안전 시스템을 개발하였다.

선행연구를 위한 지게차 안전사고 예방에 대한 연구들 중 지게차 운영적 측면에서 연구는 찾을 수가 없었고 사고발생에 대한 원인분석과 개선방안에 대한 연구는 여러 방향으로 연구되었다. 기계장치를 장착하여 모니터링 하여 사고를 예방하는 기술들에 대한 개선방안과 실험 연구를 통한 모니터링에 관한 연구는 조금 있었다. 앞으로 이런 유사한 연구는 지속될 것 같다. 따라서 본 연구에서는 사고 예방을 위한 여러 가지 측면 중 안전운영적인 요인으로 사고를 예방할 수 있는 연구를 하려고 한다.

## 3. 지게차사고 예방 연구

### 3.1 연구모형 현황

대한건설기계협회 2024년 3월 기준 신고된 지게차 현황을 보면 자가용 172,272대이고 영업용은 43,108대의 지게차가 신고되어 있다.[6] 건설기계는 동력을 이용하여 지게차를 운전하는 장치를 많이 이용한다, 지게차 구동방식은 원동기식(engine type)과 전동식(battery type)으로 구분된다[7]. 대한건설기계협회에 신고된 지게차는 대부분이 원동기식이 많다. 현장의 무거운 물건을 이동하는데 사용된다. 원동기식은 영업용으로 사용되므로 도로에서도 이동하기 때문에 신고를 해야지 도로에서 이동할 수 있다. 반면에 전동식 지게차는 도로로 나갈 수 없어 신고의 무가 없다. 전동식 지게차는 대부분이 물류센터 내에서 화물을 이동하거나 또는 공장 내에서 부품을 이동하는데 사용되므로 신고된 자료가 없는 것이 현실이다. 참고문헌에서처럼 사고발생 원인은 건설현장에서 발생되거나, 항만과 같은 대형 현장에서 원동기식 지게차로 인한 사고발생이 대부분일 것이다. 전동식 지게차는 신고대상이 아니고 같은 유형의 사고가 발생 되어도 신고가 되어 있지 않아 인사사고가 아니면, 중대재해로 이어지지 않아 신고를 하지 않고 자체적으로 문제를 해결하기에 사고발생 원인을 알기 어렵다.

### 3.2 연구모형 설계

지게차는 차체의 앞에 화물 적재용 포크와 승강용 마스트를 갖추고 포크 위에 화물을 적재하여 운반함과 동시에 포크의 승강작용을 이용하여 적재 또는 하역작업에 사용되는 운반기계이다[6] 파렛트 적재제품, 컨테이너 적재제품, 포장박스 등에 담겨 있는 화물을 포크에 적재하여 상하로 이동시켜 보관될 적재제품 또는 차량 적재공간에 넣고, 빼고, 올리고, 내리는 하역작업을 하게 된다.

대한산업안전협회에서는 지게차 위험요인 및 안전작업 방법을 제시하고 있다. 다음은 지게차 안전 작업 방법이다.

- 지게차 안전 작업 방법
- 첫째, 작업계획서 작성
- 둘째, 작업 지휘자는 안전 작업 지휘
- 셋째, 지게차 작업장소의 안전 운행경로 확보 및 전도 등의 방지 조치
- 넷째, 하역, 운반 등의 작업 장소 근로자 출입 금지
- 다섯째, 지게차를 사용한 작업(하역, 운 반등)시 안전조치
- 여섯째, 정기점검 기준

대한산업안전협회에서처럼 안전 작업 방법, 작업계획서 작성, 안전관리 지휘, 안전조치, 정기점검의 요인이 지게차 사고 예방을 위한 핵심 포인트라고 설명할 수 있다. 첫 번째, 작업계획서를 통한 작업량을 예측하고, 작업량에 따른 작업방법을 모색하며, 안전작업이 계획과 방법에 따라 진행되는지 지휘한다, 뿐만 아니라, 지게차 안전작업을 위해 안전장치를 장착하고, 지게차에 대한 정기점검을 통해 안전운영이 이루어지게 하도록 하는 것이다.

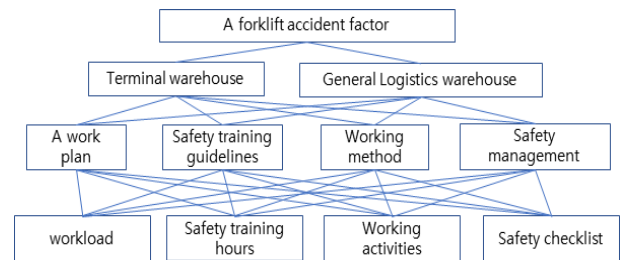
물류센터 내 사고예방을 위해 아이모브 솔루션[8]에서는 다음과 같은 통합관제시스템을 제시 하였다.

- 첫째, 지게차 운행승인 시스템,
- 두 번째, 안전작업계획서 시스템,
- 세 번째, 교육기수관리 시스템.
- 네 번째, 지게차 업무전용 메신저 시스템
- 다섯 번째, 지게차 관리시스템
- 여섯 번째, AI 카메라 기반 시스템

시스템을 통해 운전자가 지게차 운전을 할 수 있는 작업자인지를 인지하고 지게차를 운행할 수 있도록 검수한다. 사전안전작업계획을 지게차 작업자에게 현장에서 직접 인지할 수 있도록 하므로 사고를 예방할 수 있다고 기대한다. 생산성을 위해 지게차 추가운행을 하지 못하도록 하고 업무내용을 실시간 전달하여 안전을 예방할 수 있도록 작업자와 소통을 실시간 실시한다, 지게차 상태, 작업능력 등을 관리하여 안전운영이 이루어질 수 있게 한다. 과거의 감지기를 이용하여 위험성을 인지하는 것 보다 비주얼로 위험성의 인지를 정확하게 모니터링 하는 방법이다. 이 모든 것이 사고를 예방할 수 있는 개선 요인이 된다면 전체적인 모니터링을 실시간 하는 것도 사고를 예방할 수 있는 방법이 될 수 있다.

### 3.3 연구모형

지게차 작업의 위험 요인 원인[2] [4]을 보면 전복, 충돌, 접촉, 끼워 붙이기(끼임), 붕괴, 도괴, 추락, 낙하, 감전 등의 사고이유로 발생되었다. 이런 사고의 원인은 사고가 발생한 결과에 따른 원인으로 볼 수 있다. 본 연구에서는 사고가 발생되기 전 사전예방을 위한 요인을 찾고 그 요인들 중 사고에 미칠 큰 요인부터 분석하려고 한다. 사고가 발생하고 사고발생요인을 찾고 사고요인을 예방하는 것도 중요하지만 사고 발생을 미리 방지하기 위해 사전 준비를 하는 것도 더 큰 재해를 막기 위해서이다. [Figure 1]은 대한산업 안전협회 안전교육내용과 아이모브 통합관제시스템에서 제시된 사고안전예방 관리시스템의 공통요인을 찾아 지게차사고 예방을 위한 연구모형으로 재구성하였다.



[Figure 1] research of Model

#### 3.3.1 연구모형 자료

[Figure 1]처럼 터미널센터(terminal Warehouse)와 물류창고(General Logistics warehouse)로 구분하였다. 터미널센터는 화물을 보관하지 않고 크로스도킹을 중심으로 화물이 입고되었다가 배송시간에 맞추어 화물이 출고되는 시스템으로 택배사에서 많이 이용되는 물류센터이다. 반면에 물류창고는 일반적으로 기업에서 운영하고 있는 물류센터로 공장창고 또는 유통창고를 설명할 수 있다. 터미널센터에서는 일반물류센터 보다 화물의 이동이 더 많을 것이다, 즉시 출고의 운영방식을 통해 지게차 운영시간이 단기간에 많은 화물을 이동해야 하므로 지게차 성능 감소, 장시간 이용 등으로 사고가 자주 발생될 수 있다. 일반물류센터는 터미널센터보다는 물량과 시간에 따라 다르겠지만 장시간 운영되지 않아 이동 횟수가 적을 수 있다. 그래서 연구대상을 터미널센터와 일반물류센터 각각의 그룹 7명에게 설문을 진행하고 분석하였다.

#### 3.3.2 연구모형의 계층분석

계층 분석적 의사결정방법(AHP: Analysis Hierarchy

Process)의 기법을 적용하였다. Thomas L. Sanity가 개발한 평가방법으로 계층화한 후 평가항목 간 상대적 중요도를 측정하여 우선순위를 판단하는 의사결정 기법으로 의사결정자의 논리성과 일관성 여부를 확인하기 위해 쌍대비교 결과를 통합하는 과정을 통해 논리성과 합리성을 보장하는 기법이다[9] 본 연구에서 연구모형의 계층은 다음과 같다.

계층1

- 작업계획서 : 물동량 따른 지게차 운영계획
- 안전교육 : 지게차 운전자 안전교육 지침
- 작업방법 : 안전작업방법 지휘관리
- 안전관리 : 안전점검

주어진 의사결정 문제를 계층적 네트워크 구조로 표현하기 위하여 먼저 종합적 목표 마디를 최상위 계층에 둔다 [10]. 연구모형에서 계층1이 종합적 목표 마디가 계층1에 속한다, 일일 물동량을 분석하여 지게차 운영계획을 수립한다, 가동할 지게차 수량과 대기 지게차 수량을 결정해야지 사고가 발생하여도 대처할 수 있다, 안전에 대한 중요성이 전달되고 지침을 정해두어야 작업자가 안전에 대해 인지를 할 수 있다. 작업방법은 아무리 교육을 이수하고 지침을 인지해도 지휘 통제가 되지 않으면 사고는 언제나 발생한다, 안전관리 점검을 통하여 지게차 운영가동 상태 및 작업자의 안전에 대한 검정을 확인할 수 있는 방법이며, 안전에 대한 사전 준비가 되어 있다는 것을 인지할 수 있는 방법이다.

계층2

- 작업량 : 지게차 운영계획에 따른 작업량 할당
- 안전교육시간 : 안전교육에 대한 이수시간
- 작업 활동 : 운행방식, 운영경로의 방법
- 안전점검표 : 안전점검표 작성

계층2는 종합적은 목표를 달성하기 위해 고려해야 할 주요 기준마디들을 둘째 계층에 둔 뒤 목표마디와 가지로 연결한다[[10]. 연구모형에서는 계층2와 계층1을 연결하여 네트워크 구조를 구성하고 운영적인 측면에서 사고예방 요인을 분석하는 모형을 구축하고 있다.

물동량 분석결과에 따라 지게차가 운영되어야 할 작업 표준시간에 지게차 작업량을 할당해야 한다, 계획에 따르지 않으면 작업량에 따라 과부하 현상이 발생하는 지게차와 그렇지 않은 지게차로 구분되어 사고가 많이 발생하는 지게차와 그렇지 않은 지게차를 운영하게 된다. 교육시간은 최소 교육 이수시간을 이수해야만 안전사고를 예방할 수 있기에 최소 이수시간이 안전에 영향을 미

치는지를 알아보려고 한다. 계층1에서 안전작업방법 지휘 통제에 구체적인 방법에서 교육을 통한 운행방식과 운행경로 준수를 잘 지키고 있으므로 안전을 예방할 수 있는가를 확인하게 된다. 마지막으로 실시간 안전점검은 현재 안전운행 중인 것으로 피드백하는 결과로 볼 수 있어 실시간 안전하게 운행 중임을 알 수 있는 결과라고 할 수 있다.

3.4 연구 분석

연구 분석은 다기준의사결정 (AHP)기법의 기준과 대안들의 상대적 가중치 결정을 위한 프로세스에 맞추어 분석한다.

3.4.1 쌍비교

종합적 목표를 달성하기 위한 기준들의 상대적 가중치를 평가하기 위하여 두 기준씩 쌍비교(airwise comparison)를 한다[10]. 쌍비교 결과는 <Table 1>의 계층 1의 쌍비교 결과인데, 행인 작업계획서와 열의 안전교육지침을 비교하여 작업계획서가 안전 교육 지침보다 더 중요하고 3 만큼 더 중요한 것으로 응답했다, 또한 작업계획서와 안전관리는 양쪽 모두 중요하므로 똑같이 선호하며 1이라고 응답했다. 각 행과 열의 원소에 1에서 9까지 값을 준수 있다.

<Table 1> Level 1 of relative importance

| teminal                    | work a plan | safety training guidelines | work process | safety management |
|----------------------------|-------------|----------------------------|--------------|-------------------|
| work a plan                | 1           | 3                          | 5            | 1                 |
| safety training guidelines | 0.33        | 1                          | 1            | 0.33              |
| work process               | 0.2         | 1                          | 1            | 0.33              |
| safety management          | 1           | 3                          | 3            | 1                 |

3.4.2 상대적 가중치 결정

대안들의 상대적 가중치를 결정하기 위해서는 이들을 쌍비교하여 얻은 행렬의 합성(synthesis)하여 벡터로 표현해야 한다[10]. <Table 2>가 행렬의 합성(synthesis)의 결과이다. 가중치의 근사값으로 합성절차를 적용하여 표준화된 합성절차의 결과의 합이 1이 되도록 한다, 즉, 열의 합은 1이 되고 행의 평균을 구하고 상대적 가중치 벡터가 대안의 상대적 가중치가 되는 것이다.

<Table 2> Relative normalization matrix

| teminal                    | work a plan | safety training guidelines | work process | safety management | importance |
|----------------------------|-------------|----------------------------|--------------|-------------------|------------|
| work a plan                | 0.30        | 0.29                       | 0.26         | 0.36              | 0.30       |
| safety training guidelines | 0.20        | 0.19                       | 0.24         | 0.16              | 0.20       |
| work process               | 0.24        | 0.16                       | 0.20         | 0.20              | 0.20       |
| safety management          | 0.25        | 0.36                       | 0.30         | 0.29              | 0.30       |

각 대안들의 기준을 쌍비교한 행렬들의 합이 1이 되도록 표준행렬로 계산하고 각 값들의 평균을 구하면 상대적 가중치 벡터를 도출한 결과가 <Table 3>이다.

<Table 3> weight vector

| teminal            | workload | a training session | working activities | safety checklist |
|--------------------|----------|--------------------|--------------------|------------------|
| workload           | 0.29     | 0.27               | 0.27               | 0.32             |
| a training session | 0.17     | 0.16               | 0.18               | 0.14             |
| working activities | 0.31     | 0.26               | 0.29               | 0.29             |
| safety checklist   | 0.23     | 0.30               | 0.25               | 0.25             |

### 3.4.3 쌍비교 일관성 검사

모든 분석 자료에는 일관성이 있어야 한다. 다기준의사

<Table 4> consistency ratio

| level1                     | teminalCR | logstics warehouse CR | level2             | teminalCR | logstics warehouse CR |
|----------------------------|-----------|-----------------------|--------------------|-----------|-----------------------|
| work a plan                | 0.01      | 0.01                  | workload           | 0.005     | 0.006                 |
| safety training guidelines |           |                       | a training session | 0.010     | 0.004                 |
| work process               |           |                       | working activities | 0.001     | 0.002                 |
| safety management          |           |                       | safety checklist   | 0.007     | 0.013                 |

<Table 5> analysis result of terminal group

| teminal                    | importance | workload | a training session | working activities | safety checklist | value |
|----------------------------|------------|----------|--------------------|--------------------|------------------|-------|
| work a plan                | 0.150      | 0.197    | 0.163              | 0.225              | 0.415            | 0.292 |
| safety training guidelines | 0.172      | 0.220    | 0.168              | 0.277              | 0.335            | 0.275 |
| work process               | 0.249      | 0.342    | 0.158              | 0.180              | 0.321            | 0.261 |
| safety management          | 0.429      | 0.234    | 0.133              | 0.254              | 0.379            | 0.284 |

결정(AHP)에서는 일관성 비율(consistency ratio)의 척도를 사용하여 정규화 행렬의 값이 일관성 비율이 0.1이하이면 일관성이 있는 것으로 판단하여 분석의 타당성을 있는 것으로 판단한다. 일관성 비율은 <Formula 1>처럼 계산한다.

$$PW = P \times W$$

$$\lambda = (PW_i \div W_i) \text{의 평균값}$$

$$CI = (\lambda - n) \div (n - 1)$$

$$CR = CI \div RI(n) \quad \dots \text{<Formula 1>}$$

<Table 4>는 각 기준들의 일관성 검사 결과로 모두 0.01이하로 일관성이 있는 것으로 판단되어 분석이 타당한 것으로 간주된다.

### 3.4 연구결과

터미널 그룹의 분석결과는 <Table 5>처럼 작업계획서 매우 우선순위로 결정되었다, 작업계획서는 일정한 작업의 할당으로 지게차에 과부하가 발생되지 않도록 운영을 해야지 작업에 영향을 미치지 않고 안전에도 영향을 미치지 않는다, 1대의 지게차에 많은 작업을 할당하게 되면 그만큼 지게차 운행의 속도가 빨라지고 속도가 빨라질수록 사고의 위험성은 높아지게 된다고 판단된다. 또한 안전관리도 작업계획서 못지않은 우선순위라고 볼 수 있다, 지게차의 과부하 작업으로 지게차가 고장 나면 작업에 영향을 미칠 수 있다. 작업의 할당량이 넘게 작업을 하게 되면, 많은 시간 동안 지게차를 운행하게 된다, 평균시간 보다 많은 지게차를 운행하게 되면 지게차의 노후는 빠르게 진

〈Table 6〉 analysis result of logistics warehouse group

| logistics warehouse        | importance | workload | a training session | working activities | safety checklist | value |
|----------------------------|------------|----------|--------------------|--------------------|------------------|-------|
| work a plan                | 0.301      | 0.300    | 0.164              | 0.323              | 0.213            | 0.252 |
| safety training guidelines | 0.198      | 0.251    | 0.215              | 0.267              | 0.267            | 0.252 |
| work process               | 0.202      | 0.235    | 0.183              | 0.198              | 0.384            | 0.262 |
| safety management          | 0.300      | 0.278    | 0.099              | 0.218              | 0.405            | 0.269 |

행될 것이다, 지게차의 노후로 인한 운행 중 작동이 멈추거나 속도가 늦어지면 사고로 이어질 수 있는 현상이 발생되므로 안전관리가 현장 중심에서는 우선순위가 될 수 있다고 판단된다.

〈Table 6〉은 터미널센터보다는 점수가 낮은 결과를 보인다, 하지만 안전관리가 우선순위로 결정되었다. 지게차 운행횟수나 시간은 터미널센터보다는 적게지만 지게차의 고장이나 노후로 인해 지게차의 운행이 어려워지면 나머지 지게차로 작업을 수행해야 하므로 지게차 안전관리가 매우 중요할 수 있고 특히, 미숙련자의 지게차 운행은 안전관리가 되지 않은 지게차를 운행할 때 사고 발생률이 높아질 것이다.

#### 4. 결론

산업재해를 감소시키기 위해 정부와 기업은 많은 노력을 기울였다. 특히 생산공장에서 산업재해는 매년 화재, 폭발 등으로 많은 산업재해가 발생되고 있다, 특히 중소기업에서 사전에 산업재해방지를 하지 못해 큰 사고로 이어지는 경우가 있다, 하지만 2013년 1월1일부터 모든 사업장에 위험성평가를 시행하기 위해 법을 개정하여 산업재해율이 감소되었다고 할 수 있다[11] 하지만 현재까지도 화재 및 폭발 같은 사고는 매년 발생되고 지게차와 같은 사고는 인사사고가 아니면 사각지대에서 숨어져 있다고 할 수 있다.

본 연구 결과에서 처럼, 터미널센터와 물류센터에서처럼 작업계획과 안전점검을 통해 사고를 사전에 예방지시하기 위해 각 그룹에서 최우선순위 요인들을 결정하였다, 뿐만 아니라, 지게차에 적합한 작업을 할당하므로 지게차의 운행에 과부하가 발생되지 않게 해야 한다. 특히 터미널 센터에서는 화물을 보관하지 않고 즉시 출고로 이어지기 때문에 보관을 중점으로 하는 물류센터는 한번 입고되면 일정기간 보관 후 출고되는 과정으로 작업량이 터미널센터 보다 적을 수 있다, 물류센터에서 안전점검을 최우선으로 결정한 이유는 지게차의 노후로 인한 작동이 부자연스러울 때 미숙련자가 지게차를 운행하면 사고가 발생할 확률이 높아 안전점검에

신경을 쓰고 있는 것으로 판단된다.

사전 작업계획과 안전점검을 일일, 주기, 월별 기준으로 예측하고 정기적인 점검을 할 수 있는 계획을 통해 사고를 사전에 예방 할 수 있다고 기대된다, 또한 같은 방법으로 안전점검을 통해 지게차 노후를 연장시킬 수 있다면 안정적인 운행을 할 수 있어 사고를 예방할 수 있다는 기대를 하게 된다.

본 연구에서는 지게차 운영 중인 터미널센터와 물류센터에 대한 그룹으로 사고예방을 위한 요인을 찾아 연구되었지만 지속적으로 공장창고, 유통창고에서도 사고 예방을 위한 요인을 찾을 수 있는 연구가 되어야 할 것이다.

#### 5. References

- [1] Safety first dot news(2023), A forklift accident that cripples the local economic. <https://www.safety1st.news>
- [2] H. G. Kim(2018), A Study on the Analsys of causes of forklift accient and improvement safety. Master's degree, Department of Mechanical Engineering Graduate School Jeju National University.
- [3] Y. J. Kim(2020), A Study on the Collection of Image Data for the Object-Detection System for the Prevention of Forklift Collision. Master's degree, Department of Production Engineering and Safety Engineering, Graduate School of Industrial Engineering, Chungbuk National University.
- [4] S. S. Kim(2022), A study on the cause of serious forklift accidents and safety improvement measures. Master's degree, Major of Safety and -Environmental System Engineering Graduate School of Education Incheon National University.
- [5] J. H. Song, P. S. Gwak, E. J. Park(2023), A Study on the design of forklift safety system to prevent workplace accidents. Korea Academia-Industrial cooperation Society a Collection of Academic Papers

- for the Spring Festival.
- [6] Construction Machinery Status of Statistical Data Room of Korea Construction Machinery Association <http://www.kcea.or.kr/Source/ke/ke0101.htm>
- [7] Ministry of Employment and Labor (2011), Forklift Safety Work. <http://www.moel.go.kr/common>
- [8] A logistics newspaper (<http://www.klnews.co.kr>)
- [9] H. S. Lee, H. C. Kim, G. W. Lee(2017), "A Study on Priority Determination of the local Logistics Policies in Chungcheongnam-do Province." Journal of Korea Planning Association, 52(7):109-120.

- [10] K. S. Kim(2008), Management science using Excel. Hakhyunsa.
- [11] S. B. Kim(2020), Legal Study on Risk Assessment System in Workspace for Preventing Industrial Disaster. Doctor's degree, Dept. of International Law Affairs Graduate School, Dong-A University Busan, Korea.

## 저자 소개



### 정병현

한양대학교 도시공학 학사 및 석사  
일본 關西大學 박사  
관심분야 : 철도물류, 철도안전, 화물운송



### 김기홍

고려대학교 경영학사  
SNHU 경영석사,  
명지대학교 박사  
관심분야 : SCM, 레이아웃, 시뮬레이션, 보관  
하역, 운송경로