

지게차 사망재해의 인적오류에 대한 대안

강현수* · 박범*

*이주대학교 산업공학과

Alternative Prevention on Human Error of Fatal Injuries by the Folk Lifts

Hyun-Su Kang* · Peom-Park*

*Department of Industrial Engineering, Ajou University

Abstract

According to the statistics, occupational fatal injuries by the fork lifts were about 30 per year in whole industrial. Fork lifts are widely used in various parts of industries to improve the efficiency of the work. In this study, the current regulations to be adequate in industrial site have to be renew in order to prevent the fatal injuries by the fork lifts.

Fatal injury analysis were conducted with several accident cases by the fork lifts. For each accident, the causes of the injuries were examined and proper safety measures were proposed.

In this study, the fork lift showed a high fatality rate in industrial accidents and no detailed cause analysis of fatal accidents was conducted in terms of unsafe acts or conditions.

First, fork lifts were the highest of the machines caused the accidents. In order to prevent fatal injuries by the fork lifts, the tarket was manufacturing industry. Second, the order of the cause of cognitive engineering agenda in the manufacture industrial was visibility, responsibility and affordance, and revision of acts was proposed. Third, there was not a lots of different points of human error between occurrence types and business sizes. Forth, number of fatalities by the attacker was more than by the inducer.

Key words : Fork lift, Human error, Visibility, Procedure, Prevention, Standard

1. 서론

우리나라의 산업재해 현황을 나타내는 방법으로 여러 가지 지표가 있으며, 그 중에 사망만인율은 세계 OECD국가 중에서 하위를 나타내고 있다[1]. 2014년 사망사고 중에서 우리나라의 업무상사고의 사망만인율은 0.58으로서, EU 15개국 평균 사망만인율인 0.17보다 약 3.4배나 높은 실정이다. 따라서 사망재해예방을 위해서 더욱 노력을 경주하여야 한다. 2014년 우리나라

의 사망자는 업종별로 보면 제조업은 260명, 건설업은 434명으로 각각 나타났으며, 제조업의 경우 주요 사망 기인물로 보면 지게차가 가장 많았다[2]. 지게차는 단거리에서 중량물을 이동하는 경우에 매우 유용한 장비로서 사업장에서 범용적으로 사용하고 있는 설비이다. 산업안전보건 기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제2편 제1장 제10절(차량계 하역운반기계등)에 지게차와 관련된 재해예방의 조문이 기술되어 있다[3]. 안전보건규칙 제1관(총칙) 제171조부터

†Corresponding Author: Peom, Park, E-mail : ppark@ajou.ac.kr

Dept. of Industrial Engineering, Ajou University, 206, Worldcup-ro Youngtong-gu, Suwoon-city, 443-749, Republic of Korea

Received January 20, 2016; Revision Received March 11, 2016; Accepted March 21, 2016.

제178조까지는 다양한 차량계하역운반기계 전반에 대한 안전조치 내용으로 조문이 구성되었으며, 제2관(지게차) 제179조부터 제183조까지는 지게차 관련 특성의 조문으로 구성되어 있으나, 이들 조문에서는 인적오류에 대한 재해예방의 구체성을 갖은 내용이 없었다. 또한, 지게차는 사용범위가 넓어 많이 사용됨에 따라 재해를 빈번하게 발생시키는 장비이기도 하다. 사망사고 예방을 위하여 인적오류에 의한 재해원인을 분석하고 그 대안을 찾는 것은 매우 필요하다. 사고는 기계와 인간의 접점에서 발생되므로 재해예방을 위해서는 안전보건규칙에 인적오류에 대한 대안의 내용을 포함시키는 방안이 필요하다.

국내에서의 인적오류와 관련된 선행 연구는 화학, 철도, 원자력 분야가 주를 이루어 왔다. 반면에, 제조업 또는 일반산업 분야의 인적오류에 대한 연구는 미미한 편이다. 2013년 박재희[4] 등은 인적오류를 포함한 불안정 행동을 산업재해의 주요 원인으로 지적하고, 사고에서의 인적오류를 분석하는 체계를 제안한 바 있다. 이에 사고에서의 인적오류를 기준으로 사고의 원인을 찾고 대안을 제시하여 재해예방 정책에 반영하는 것이 필요하다. 특히, 중대재해를 대상으로 인적오류를 찾고 예방대책을 강구하는 것은 사망재해 예방에 더욱 필요한 것이다. 또한, 2007년 고종현[5] 등은 인적오류유형에서 철도 사고와 관련한 오류 모드별 작업 오류와 확인오류를 분석하였으며, 박재희[6] 등은 크레인의 설계부터 운전까지의 생애 주기에 따른 재해분석을 이용하여 인적오류의 원인을 찾고자 하였다. 2006년 서은홍[7] 등은 크레인과 관련된 수명주기에 따른 재해원인을 찾고자 했으나, 작업절차에 대해서는 상세한 작업의 난이성으로 인해 구체적인 내용은 거론하지 않았다. 2003년 정병용[8]은 사고에 따른 인적오류를 수치화하기 위하여 분석 프로그램을 제시하고 보고서 형식을 제안하였다. 오류를 수치화한 것은 의미가 있으나 정형화된 자료입력의 한계로 재해예방 개선에 필요한 구체적인 원인을 찾는 데에는 한계가 있었다. 2008년 함동한[9]은 설계요건에 따라 인간과 시스템 사이에서의 인터페이스를 어떻게 정보화 할 것인지에 대해 전산을 이용한 프로그램을 개발하였다. 그러나 재해예방을 위한 방안으로 인적오류의 대안을 제시하지는 않았다. 2005년 기도형[10] 등은 “크레인 사망재해 실태와 안전대책” 연구에서 사고 유발요인이 설비 자체보다는 인적 요인이 더 큰 요인인 것으로 분석하였으나 구체적인 인지적 요인에 대한 언급은 없었다. 한편, 이동하[11] 등은 중대재해 조사 항목에서 인적오류 분석으로 제일 먼저 수행하여야 할 내용으로 사고 유발자의 현황을 조사하여야 할 항목에 필요하다고 주장하였는바,

이 논문에서도 사고 유발자에 대한 현황을 포함하였다. Sen[12] 등은 천장크레인과 관련하여 운전조작방법이나 형태 등이 기계별로 다르면 운전자의 실수에 의하여 사고 유발이 있음을 지적하였으나, 인간공학적 문제 중에서 양립성에 대한 내용만을 언급하였으며, 박재희[13]도 천장크레인의 펜던트에서의 양립성에 대한 논고를 일부만 거론하였다. 국내에서는 안전보건규칙에서 지게차에 의한 산업재해 발생을 예방하기 위한 인적오류의 구체적인 조문이 명시되지 않은 상황이며, 대부분의 재해가 인간 접점[4]의 가시성과 같은 문제에 의하여 기인되는 바 효과적인 산업재해예방을 위한 인간공학적 접목이 필요하다. 지게차와 관련하여 2003년 박윤규[14] 등은 논문에서 재해분석을 통해 제도 개선점을 제안하였는 바, 현행 안전보건규칙에는 개선 제안 내용이 모두 포함되어 있다. 2013년 신운철[15] 등은 지게차의 재해예방 대책을 제시하였으나 인적오류 내용은 거론되지 않았다. 2013년 채종민[16]도 지게차의 안정성 향상에 대한 논문에서 지게차의 헤드 가드 등의 개선을 통한 재해예방을 제안하였으나 인적오류 내용은 다루지 않았으며, 2013년 Lambert[17] 등도 지게차 안정성에 대한 논문을 발표하였으나 인적오류 내용은 없었다.

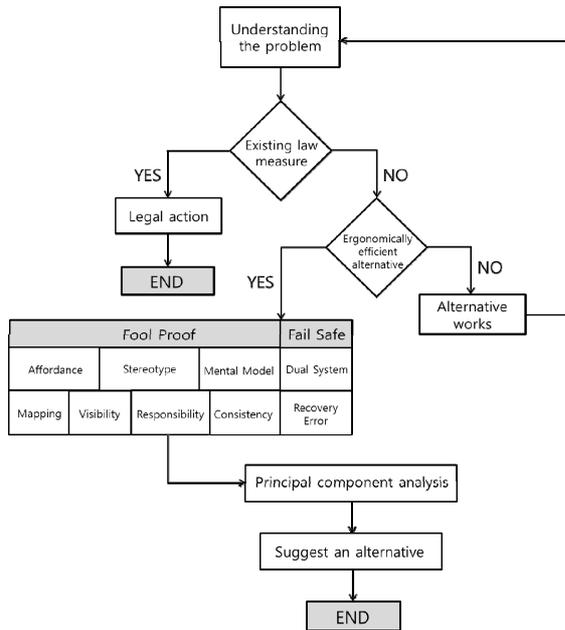
따라서, 이 연구에서는 지게차에 대한 사망재해를 양립성 등과 같은 인적오류에 의한 결과적 관점에서 분석하여 주요 요인을 파악한 후, 효과적인 재해 예방을 위한 방안으로 안전보건규칙의 개정안을 제시코자 한다.

2. 연구 방법

지게차에 대한 사망재해를 인적오류의 결과 요인을 찾기 위한 방안으로 2016년 강현수[18] 등이 제안한 [Fig. 1]과 같은 절차로 대안을 찾기 위한 방법을 사용하였다.

이 절차는 사고와 관련하여 문제점을 파악한 후, 파악된 문제점의 법적조치 대상 유무를 판단하여 법적조치 대상은 법적 대안 조치를 취하고, 법적조치 비대상은 인지공학적 내용으로 분류하여 Fool proof와 Fail safe로 대안을 분석하고 있다. 인지공학적 대안이 없는 경우는 대체 작업방안을 강구하여 문제를 초기화하여 재분석하고, 대안분석은 사고 사례 분석을 통해 사고별로 주요 특성을 분석한 후, 적정 관리수준으로 조치하게 된다. 문제점 파악을 위한 대상으로 지게차의 사망재해를 분석하기 위하여 2012년에서 2014년까지의 산업재해 현황분석 자료로서 총 98건을 대상으로 하여 활용하였다[19].

또한, 작업 시 발생형태, 가해자 현황, 인적오류결과
 의 대안 항목 등의 구체적인 내용을 분석하기 위해 근
 로복지공단의 산재 요양 신청서의 내용을 참조하여 심
 층 분석하였다. 인적오류 재해예방 대안 항목으로는 가
 시성 등 대표적인 Fool proof 개념의 7개 항목으로 구
 성되어 있다.

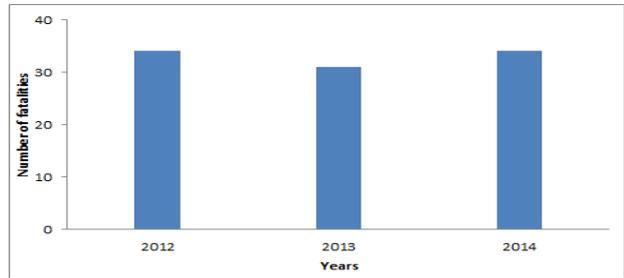


[Figure 1] Procedure of human error analysis

지게차의 사망사고와 관련된 인적오류 대안 항목별
 의 분석방법은 빈도분석으로 평균과 표준편차는 Likert
 7점 척도로 사용하여 분석하였다.

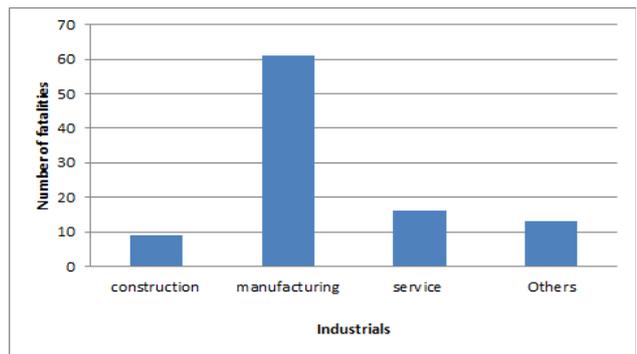
3. 지게차에 의한 사망재해의 인적 오류 분석

2012년부터 2014년까지의 산업재해 현황분석에서
 보면 [Fig. 2]와 같이 지게차에 대한 사망사고는 매년
 30 여건 이상 발생되고 있다. 이는 기존의 재해예방
 대책이 재해 감소에 크게 기여하지 못하였다는 것으로
 볼 수 있다. 기존의 지게차에 대한 재해예방 방안에서
 는 산업안전보건법측면에서 인적오류 내용이 미미하므
 로, 효과적인 재해예방을 위해서는 인적오류 대안의 접
 근을 높이는 방안이 필요함을 나타내고 있다.



[Figure 2] Number of fatalities in the years(2012 ~2014)

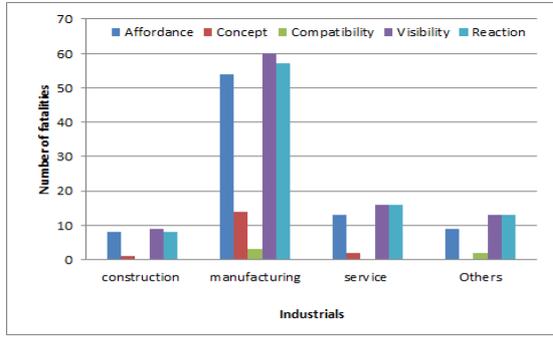
주요 업종별 사망사고 분포를 보면 [Fig 3]과 같이
 제조업이 가장 많았으며, 다음으로 운수, 창고 및 통신
 업을 포함한 서비스업이었다.



[Figure 3] Number of fatalities in the major industrials

이 분포에서 서비스업이나 건설업은 낮은 점유율을
 보인 반면에 제조업은 높은 점유율을 보이고 있는바,
 재해예방의 효율적 추진을 위해서는 제조업에 치중하
 여야 함을 나타내고 있다. 또한, 제조업의 주요 중업종
 별 순으로는 비금속 광물제품 및 금속제품 또는 금속
 가공업 16.0%, 화학제품 8.6%, 수송용 기계기구업
 8.2%, 기계기구업 6.1%로 나타났는바, 이는 선택과
 집중을 하기 위한 업종을 선정할 때 활용할 수 있다.

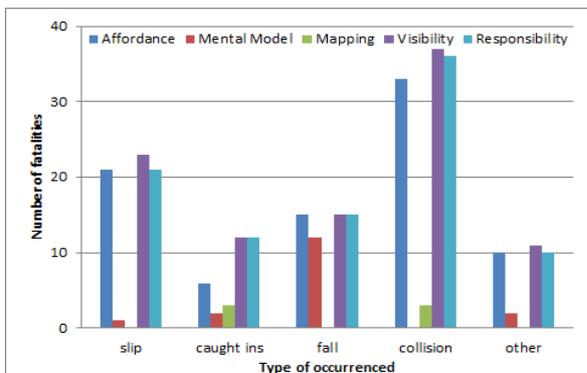
인적요인[20]으로는 사건에 대한 감각에 의한 인지
 로 시각적 가시성이 있으며, 각종 인간의 행동을 한 후
 의 응답이 나타나는 응답성 등이 있다. 또한, 방향과
 관련된 인지로는 방향에 대한 유도성 등이 있고, 인간
 의 행동에 따른 양립성이나 제약성 등이 있다. 주요 업
 종별 인적 요인을 분석해 본 결과 [Fig 4]와 같이 재
 해발생 현황 순으로는 가시성, 응답성, 유도성인 것으
 로 나타났다.



[Figure 4] Number of fatalities of human error in the major industrials

재해발생 주요 원인의 작업 유형은 운반과 하적 작업이었다. 운반작업에서는 전진과 후진 시 시야 미확보가 가장 높은 원인으로 분석되었으며, 다음원인으로는 지게차를 운전 조작한 후의 주변 상황 파악 미비로 나타났다. 한편, 하적 작업에서는 가시성의 미확보 및 지게차 하물 적재 조작 후의 무너짐 등에 의한 사고가 많았다. 업종별 인적요인 재해 발생 현황에서도, 지게차에서 가시성과 응답성이 가장 확보되어야 하는 것으로 분석되었는 바, 안전보건규칙을 개정하여 반영하는 것이 효과적인 재해예방에 필요한 것으로 사료된다. 유도성과 관련하여서는 안전보건규칙 제177조에 작업순서 및 그 순서마다의 작업방법을 정하고 작업을 지휘하도록 규정되어 있음에도 불구하고 별도의 지휘자가 없는 상태에서 작업을 수행 중 재해가 발생하고 있으므로, 재해예방을 위하여는 해당 사항 준수를 위한 감독의 강화가 필히 요구되는 실정이다.

발생 형태별 인적요인의 분석 현황은 [Fig 5]와 같이 나타났다.

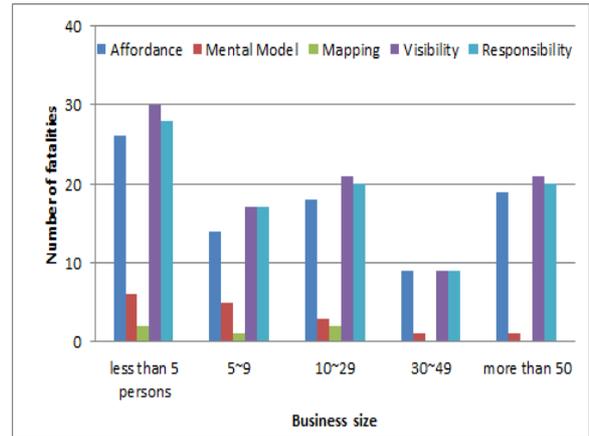


[Figure 5] Number of fatalities of human error in the occurrence types

주요 발생 형태 순으로는 부딪힘, 깔림 등으로 나타났다. 인적 요인으로는 발생 형태별로 차이가 크게 나타나지 않았으며, 가시성, 응답성 및 유도성이 주요한

요인으로만 나타났다. 이는 특정한 발생 형태별의 문제라기 보다는 지게차의 인적 요인의 문제에 의해 재해가 발생되고 있음을 나타내는 것이다. 즉 인적오류 대안이 재해예방에 직결됨을 나타내는 것이라고 볼 수 있다.

규모별의 인적요인의 분석 현황은 [Fig 6]와 같이 나타났다. 규모별에서는 5인 미만이 사망사고가 가장 많았고, 다음은 10~29인과 50인 이상이 많은 것으로 분석되었다.



[Figure 6] Number of fatalities of human error in the business sizes

전체적으로 보아서 30인 미만에서 약 70%의 사망사고가 발생되었다. 규모별로도 발생 형태별과 같이 인적으로는 가시성, 응답성, 유도성의 순으로 나타났다. 이러한 현황으로 보아 재해예방을 위해서는 가시성, 응답성, 유도성은 안전보건 규칙 개정에 우선적으로 반영함이 필요한 것으로 사료된다.

2012년도의 지게차에 의한 사고사망자의 불안정한 행동측면에서의 발생원인을 분석한 결과 <Table 1>과 같이 나타났다.

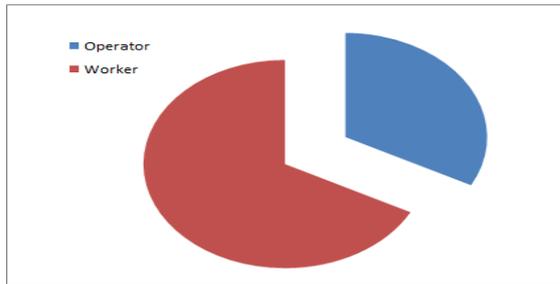
<Table 1> Number of fatalities of unsafe behavior in 2012

Unsafe behavior	Number of fatalities
Abuse or no managements of equipments, machines and matters	6
Un-confirmation of risks of structures	2
Un-observance of the process or procedures of working	26
Abuse in the wearing or performance of PPE.	2
Others	2

<Table 1>에서 가장 많이 나타난 것은 “절차 미 준수” 이었으며, 두 번째는 “설비의 부적절한 사용 및 관리” 인 것으로 나타났다. 작업 절차상의 문제로 인하여 야기된 재해가 전체의 68.4%를 차지하고 있다.

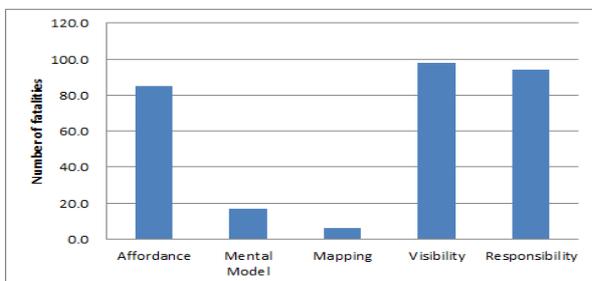
인적 측면에서 이러한 불안정한 행동에 의한 재해를 예방하기 위한 근원적 대안으로는 현행 안전보건규칙에서 불안전 행동에 의한 분석에서 나타난 작업절차에 대한 사항이 충분히 포함되어 있지 않으나, 불안전 행동에 의한 분석에서 절차가 준수되도록 절차성의 개념이 포함되는 것이 바람직하다. 이에 대해 <Table 2>에 개정안을 제시하였다.

[Fig. 7]는 이동하[11]가 제시하는 방법에 따라 지게차에 대한 사망사고와 관련된 재해를 일으킨 유발자의 현황이다.



[Figure 7] Number of fatalities by the inducer

[Fig. 7]에서 보면 사고발생을 일으킨 유발자가 운전자 본인인 경우는 31.7 %였으며, 유발자에 의하여 타인 근로자가 재해를 당한 경우는 68.3 %로, 전체 사고의 2/3 이상이 자신보다도 타인에 의해 재해가 발생된 것으로 나타났다. 이러한 결과는 지게차에 의한 재해가 발생할 수 있는 상황을 가해자가 인지하지 못한 상태에서 지게차를 오조작한다는 것을 의미하는 것이다. 따라서 재해예방의 첫 걸음은 유발자가 사고 발생을 예측할 수 있도록, 사고 예방의 인적오류 대안을 확행하는 것이다. 지게차에 대한 인적 사고예방의 대안측면으로 분석하여 보면 [Fig. 8]과 같이 나타났다. 빈도가 가장 많은 대안의 항목으로는 가시성인 것으로 나타났고, 다음으로 응답성, 유도성의 순서로 나타났다.

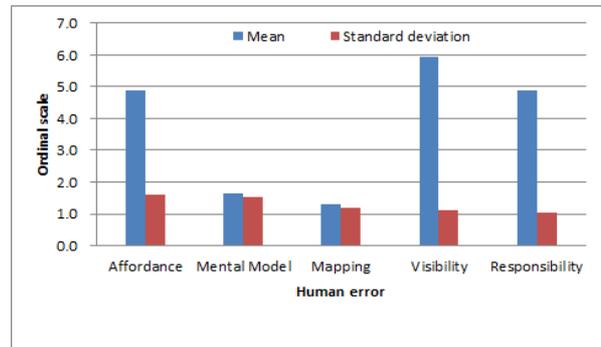


[Figure 8] Number of fatalities to alternative measures of human error

[Fig. 8]에서 가장 빈도가 많이 나타났던 가시성에 따른 재해를 예방하기 위해서는 작업에 대한 모든 상황을 가시화할 수 있도록 하여 긴급한 상황에 따른 대처를 가능하게 하는 것이 필요하다.

사고예방 관점에서 보면 근로자가 작업을 하는 때 순간 순간의 동작 결과가 근로자에게 나타나야 다음 작업 절차에서 올바른 행위를 할 수 있을 것이다. 연속되는 작업에서 근로자가 한 행동의 결과를 주변에서 서로 모른 채 다음의 단위 작업이 진행된다면 사고로 이어질 수 있기 때문에, 사고예방의 대안으로 응답성이 또한 중요한 요인이 되는 것이다.

인적오류의 대안별 사고와 연관성에 대한 분석으로, 평균과 표준편차는 [Fig. 9]와 같이 나타났다.



[Figure 9] Average and standard deviation to alternative measures of human error

[Fig. 9]에서 가장 높은 평균값을 갖는 것은 가시성으로, 7점 척도에서 평균값 5.9를 나타내었다, 다음으로 응답성이 평균 4.9, 유도성이 평균 4.9를 나타내어 주요 대안으로 분석되었다. 이는 지게차에 있어서 재해 예방을 위한 인적 대안으로 “가시성, 응답성, 유도성” 이 주요 요인이라는 것을 의미하는 것이다.

또한, [Fig. 9]에서 표준편차의 값이 작은 순서로는 응답성, 가시성, 유도성으로 나타났다. 편차가 적을수록 평균값의 신뢰성을 나타낸다.

4. 산업 안전보건기준에 관한 규칙 개정(안)

지게차에 대한 안전기준은 안전보건규칙 제2편 제1장 제10절 제1관 제171조부터 제178조, 제2관 제179조에서 제183조에 규정되어 있다. 제1관은 차량계 하역 운반기계 등의 차량 자체의 전도, 이송, 수리, 과하중의 제한에 대한 내용과 근로자에 대한 접촉의 방지, 화물 적재시의 조치, 화물의 실거나 내리는 작업 등에 관해 규정되어 있다. 제1관에서의 인적오류 관점의 내

용으로는 제173조(화물 적재시의 조치) 제1항 제3호와 제177조(싣거나 내리는 작업) 제1호에 내용이 나와 있다. 이 두 조문에서는 운전자의 시야 확보와 작업 순서 및 방법을 정하도록만 규정되어 있으며, 구체적인 내용은 누락되어 있다. 인적오류의 재해예방 측면으로 접근하기 위해서는 우리나라의 죄형법정주의에 맞게 좀 더 포괄적인 내용이 필요함과 동시에, 절차나 방법을 구체화할 필요가 있다. 이에 대한 내용으로 [Fig.

1]에서 제시하는 절차나 방법이 인적오류의 재해예방의 방안이 될 것이다. 따라서 [Fig. 1]을 안전보건규칙에 넣어야 더욱 효과적인 재해예방에 기여하게 될 것으로 판단되어 이 내용을 제173조와 연계하여 <Table 2>와 같이 지게차의 작업전 인적오류 측면의 재해예방 대책으로 휴먼 에러를 방지하기 위한 일부 조문을 신설하는 개정을 제안하고자 한다.

<Table 2> Proposed revision of standard on article 173.

In force	Proposed revision																
<p>Article 173(measures related to cargo loading)</p> <p>① In case of loading cargo onto a unloading and transporting machinery of vehicle type, etc, an employer shall observe the matters in the following sub-paragraphs :</p> <p>1. ~ 2.(omission)</p> <p>3. <u>Cargo shall be loaded without blocking operator's view.</u></p> <p>② <u>Cargo loaded under paragraph (1) shall not maximum load allowed.</u></p>	<p>Article 173(measures related to cargo loading)</p> <p>① In case of loading cargo onto a unloading and transporting machinery of vehicle type, etc, an employer shall observe the matters in the following sub-paragraphs :</p> <p>1. ~ 2.(omission) (new establishment)</p> <p>② <u>An employer shall ensure visibility, responsibility, affordance, etc. for the safety in accordance with the concept of fool proof measures, or fail safe measures.</u></p> <p>1. <u>Cargo shall be loaded without blocking operator's view.</u> 2. <u>Operating results were indicated in the monitor.</u></p> <p>③ <u>An employer shall observe the procedure as the following figure 1.</u></p> <div data-bbox="858 1116 1393 1640" data-label="Diagram"> <table border="1" data-bbox="858 1381 1189 1479"> <tr> <th colspan="2">Fool Proof</th> <th colspan="2">Fail Safe</th> </tr> <tr> <td>Affordance</td> <td>Stereotype</td> <td>Mental Model</td> <td>Dual System</td> </tr> <tr> <td>Mapping</td> <td>Visibility</td> <td>Responsibility</td> <td>Consistency</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Recovery Error</td> </tr> </table> </div> <p>[Figure 1] Procedure of human error analysis</p> <p>④ <u>Cargo loaded under paragraph ① and ② shall not maximum load allowed.</u></p>	Fool Proof		Fail Safe		Affordance	Stereotype	Mental Model	Dual System	Mapping	Visibility	Responsibility	Consistency				Recovery Error
Fool Proof		Fail Safe															
Affordance	Stereotype	Mental Model	Dual System														
Mapping	Visibility	Responsibility	Consistency														
			Recovery Error														

<Table 2>에서 절차의 내용을 넣은 것은 법적 요건으로 절차가 있어야 하며, 산업안전보건법 제41조의 2에 의한 최근의 국내 사업장에서 실시하고 있는 위험성 평가의 틀이 지속하여 재해를 감소시키도록 하는

방법으로서 이번에 제시된 틀과 비슷하므로 위험성 평가 제도와의 일맥상통할 수 있다. 기계별로 위험성 평가의 평가 항목에서 인적오류의 결과에 대한 평가를 할 수 있도록 평가항목을 넣었으며, 그 절차를 제시함

으로써 인적 위험성 평가가 이루어져 재해예방의 효과적인 방안으로 활용될 수 있다. 아울러 사고예방을 위해 향후에는 사고 건별로 실용화를 위한 구체적인 대책제시가 필요하다.

5. 결론

지게차는 사망사고가 많은 기계이다. 안전보건규칙에서 인적오류의 결과에 대한 재해예방 대안이 구체적으로 언급되지 않았기에 이 연구에서 검토하였다. 이 연구는 사망재해에 대한 심층 분석을 통하여 재해예방 방안으로 실용적인 예방대책과 기준의 개정안을 제시하였다.

첫째, 지게차는 업무상 사고 기인물로 보았을 때 기계기구 중 가장 높은 사고 점유율을 보이는 기인물로서, 선택과 집중적인 재해예방을 위해서는 제조업종을 재해예방의 주 타겟으로 하여야 한다.

둘째, 지게차에서 업종별 인적 요인의 재해발생이 가장 많은 항목순으로는 가시성, 응답성, 유도성인 것으로 나타났고, 지게차에 대한 재해예방을 위해서는 안전보건규칙에 인적 항목이 반영되어야 한다.

셋째, 사고 발생 형태별의 인적오류의 내용이나 사업장 규모별의 인적오류 분석 내용이 비슷한 결과로 인적 요인에서는 큰 차이점이 없었다.

넷째, 지게차에 대한 업무상 사고 사망자는 유발자가 운전자 본인인 경우보다 유발자에 의하여 타인 근로자가 재해를 당한 경우가 더 많았다.

다섯째, 지게차에 대한 인적 평가 절차를 안전보건규칙의 개정안에 제시하였다.

6. References

- [1] Shin, W-C., Kim, J-H. and Hong, Y-S.(2013), "Case studies on the Practical Ways of Preventing Injuries in Small Manufacturing Industries.", the Korean Safety Management Science, 15(2): 39-45
- [2] Ministry of Employment and Labor(2013), "Analysis of Industrial Accidents in 2012", Report of Ministry of Employment and Labor. pp8-403
- [3] Local rule on occupational safety and health standard. Part 2. from Article 171 to Article 183.
- [4] Park, J-H., Hong, Y-S., Kim, E-H., Kim, S-H. and Jo, S-P.(2013), "Application Case Study of Human Error Prevention in Industrial Safety.", Report of OSHRI, pp1-73
- [5] Ko, J-H., Jung, W-D. and Kim, J-W.(2007), "An Analysis of Human Error Mode and Type in the Railway Accidents and Incidents", Journal of KOSOS, 22(4):66-71
- [6] Park, J-H., Park, T-J., Im, H-K. and Seo, E-H.(2007), "Analysis of Crane Accidents by Using a Man-machine system model", Journal of the KOSOS, 22(2):59-66
- [7] Seo, E-H., Bae, G-S., Lim, H-K., Chang, S-R. and Park, J-H.(2006) "Research for the Improvement of Ergonomics of Man-Machine Work Systems.", Report of OSHRI, pp14-75
- [8] Jeong, B-Y., Lee, J-D. and Yang, S-T.(2003), "Development of Accident Analysis System for Human Error Prevention.", Journal of the Korean Safety Management Science, 5(3): 1-10
- [9] Ham, D.H.(2008), "Design Requirements-Driven Process for Developing Human-System Interfaces.", Journal of the Korean Safety Management Science, 10(1): 83-90
- [10] Ki, D-H. and Kim, W-K.(2005), "Crane fatalities Condition and safety measures", Journal of the KOSOS, 20(1):137-142
- [11] Lee, D-H. and Na, Y-K.(1998), "Improvement of Investigation Items of Fatal Industrial", Journal of the KIIS, 13(4):279-285
- [12] Sen, R.N. and Das, S.(2000), "An ergonomics study on compatibility of controls of overhead cranes in a heavy engineering factory in West Bengal", Applied Ergonomics, 31:179-184
- [13] Park, J-H.(2015), "Compatibility of the Direction Sign on the Pendant Switch of Overhead Cranes", Journal of the Ergonomics Society of Korea, 34(1):75-83
- [14] Park, Y-K.(2003), "A study on the Analysis and Prevention of Industrial Accident for Forklift", Myongji University Graduate School, Ph.D. Thesis
- [15] Shin, W-C., R, H-S. and Park, J-H.(2013), "Proposed revision of standard on articles for forklift trucks in manufacturing

- industries studies on the practical Ways of preventing injuries in small manufacturing Industries.", Journal of the Korean Society of Safety. 28(4): 33-37
- [16] Chae, J-M.(2013), " A Study on Safety Improvement of Forklift truck", Conference of the Korean Safety Management & Science in spring : 41-52
- [17] J. Lambert, et al.(2013), "Forklift stability and other technical safety issues", Accident Research Centre Report, Monash University, Australia, 2013.4
- [18] Kang, H-S. and Park, Peom(2016), " Alternative Prevention on Human Error of Fatal Injuries by the Mobile Cranes", Journal of the Korean Safety Management & Science, 17(4): 135-141
- [19] Department of Employment and Labor(2012~2014), "Site Analysis of Industrial accidents"
- [20] Jung, B-Y. and Ree, D-G(2014), " Ergonomics", Minyoung Co. Ltd, 3:58-138

저 자 소 개

강 현 수



명지대학교 전기공학과 학사,
서울과학기술대학교 전기공학과 석사, 아주대학교 산업공학과 박사과정 중, 현재 안전보건공단 재직 중,

관심분야 : Ergonomics, HCI, 미끄럼재해예방 기법, 전기안전 등

박 범



Iowa State Univ 박사,
현재 아주대학교 산업공학과 교수

관심분야 : Ergonomics,
HCI/uX, System Informatics,
산업안전보건시스템 등