



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

物流學碩士 學位論文

물류창고 재해발생경로 분석을 통한
안전관리 개선방안

*A Study on The Safety Management of Warehouse
through Accident Path Analysis*



2016年 2月

韓國海洋大學校 海事産業大學院

港灣物流學科

李宥和

本 論文을 李宥和의 物流學碩士 學位論文으로 認准함.

委員長 金 是 和



委 員 吳 聳 湜



委 員 張 明 熙



2015 년 12월 일

韓 國 海 洋 大 學 校 海 事 產 業 大 學 院

<목 차>

Abstract	iv
제1장 서 론	1
제1절 연구의 배경 및 목적	1
제2절 연구의 범위 및 구성	3
제2장 재해발생 원인에 대한 이론적 배경	5
제1절 재해연쇄성 이론	5
제2절 4M 위험성평가	22
제3장 물류창고에서 안전사고 사례	29
제1절 물류창고 안전관리 정의	29
제2절 물류창고 안전사고 사례	37
제3절 선행연구	49
제4장 물류창고 재해발생경로 분석	55
제1절 물류창고 재해발생경로 분석	55
제2절 안전관리 개선 방안	61
제5장 결 론	67
제1절 연구의 요약과 시사점	67
제2절 연구의 한계와 향후 연구방향	70
<참고문헌>	72

<표 목 차>

<표 2-1> 산업재해의 정의	6
<표 2-2> 재해의 종류와 체계	7
<표 2-3> 산업재해의 직접적 원인	17
<표 2-4> 산업재해의 기본적 원인	20
<표 2-5> 산업재해의 근본적 원인	21
<표 2-6> 하인리히의 사고예방대책의 기본원인 5단계	24
<표 3-1> 물류창고의 화재 현황	39
<표 3-2> 물류창고 화재 발생 요인	39
<표 3-3> 물류창고 사고 유형별 재해 현황	40
<표 3-4> 물류창고 재해연구 사례	54
<표 4-1> 최근 물류창고의 안전사고 현황	55



<그림 목차>

<그림 2-1>	위험성(risk)과 안전관리의 접근법	11
<그림 2-2>	재해의 원인 구조	13
<그림 2-3>	골짜기에 의한 사고발생의 연쇄과정	15
<그림 2-4>	불안정한 행동 및 상태의 제거	15
<그림 2-5>	하인리히의 사고 · 재해 피라미드	16
<그림 2-6>	버드의 신도미노 이론	19
<그림 2-7>	위험성평가 절차	23
<그림 2-8>	Harvey 3E의 직접원인과 간접원인의 상호관계	26
<그림 2-9>	재해의 발생 형태 (결합구조)	26
<그림 2-10>	4M의 기본원인과 간접원인의 상호관계	27
<그림 3-1>	물류창고의 안전관리	29
<그림 3-2>	창고와 공급망의 물류 흐름도	36
<그림 3-3>	이천 코리아2000 냉동창고 사고 평면도	47
<그림 3-4>	이천 GS리테일 물류센터 화재 사고	49
<그림 4-1>	재해의 발생 경로	58
<그림 4-2>	이천 냉동물류창고의 사고현장	59
<그림 4-3>	재해발생경로의 위험통제와 손실통제	62
<그림 4-4>	재해 통제 모델	63

Abstract

A Study on The Safety Management of Warehouse through Accident Path Analysis

LEE, Yu-hwa

Department of Port Logistics
Graduate School, Maritime Industrial Studies,
Korea Maritime University
(Directed by Professor Chang, Myung Hee)

Warehouses in logistics industry keep inventories, by which they sever as function of enhancing an effective value of time and place in supply chain. But most of them have vulnerability in Safety and Health Management, together with problems of small-scale operation and deteriorated structure. The unfortunate accidents that have repeatedly occurred in large warehouses over the last years caused loss of personnel and material, distribution disturbance of supply chain, and damage to national image and so on, which can be said to lead to a potentially astronomical amount of loss in the industry.

Korean government has adopted a one-size-fits-all Safety & Health Management System in all industries pursuant to state-directed precautionary accident prevention & safety

management policy. But this national policy, based on 'Accident Sequence Theory' by Heinrich H.W. and Frank Bird Jr. is highly likely to generate unforeseen risk factors in rapidly changing environment of industry.

Therefore, the purpose of this study is as follows. First, the nature of accidents and how to control them are to be figured out. Second, the present condition of safety control in warehouses and cases of negligent accidents that happened lately are to be examined, by which to figure out grave risk and control risk factors. And lastly, in order to cope with grave risk and control risk factors of domestic warehouses more effectively, various theories on which the existing safety management policy has been based are to be integrated to suggest a new model of accident occurrence path.

To serve the purpose of this study, analysis on accident path, based on various literature research and case study of accidents, are utilized to suggest effective safety management practices for warehouses. A scientific analysis on safety management practices is performed to directly control the causes of accidents that can clarify the cause-and-effect relationship thereof, and to heighten the degree of effectiveness. The safety management improvement method to be suggested in this study is as follows. First, 4M-Risk Assessment is utilized just as precautionary safety measures, although it is safety management method for system safety. It needs to be improved as a system appropriate for rapidly changing industrial environment. Second, there are plenty of unforeseen risk factors that can be caused by movement of freight and transfer or avoidance(terminate) of risk. So, dual safety management is

necessarily required, by which internal factors are controlled by precautionary measures, and any loss caused by unexpected variables is also controlled to enhance the resilience and restoration ability of work in logistics companies. Third, the existing precautionary measures already outruns the threshold of effectiveness for safety. So, it is required to build safety management system that can be more effectively coping with various on-the-job accidents.

Academic and practical points to be conducted in this study are as follows. First, theoretical background about accident-initiating cause and 4M-Risk Assessment System, recognized as the most effective safety management system, are considered from all sides. Second, the present condition of warehouses' safety management and case study of recent negligent accidents are examined, with literature research as precedent study, by which to identify grave risk and control risk factors of warehouses. Third, specific factors in time sequential cause-and-effect relationship, based on the accident path model, are controlled to analyze the changes of casualty loss scale, on the basis of which more effective and practical safety management improvement method is suggested.

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적

물류 산업은 경제 산업의 고도화와 대외 시장 개방, 기업의 글로벌화와 정보통신기술과의 융합으로, 전 세계적으로 차세대 성장 산업으로 발전하고 있다. 글로벌 경영 환경 속에서 기업들은 비용 절감과 고객 만족도 향상을 통한 경쟁력 제고와 효율성을 극대화하기 위한 방법으로 공급망관리(Supply Chain Management)을 구축하여 원자재 조달에서부터 제조, 보관, 배송에 이르기까지 전 부분을 통합 관리하고 있다.

산업 발전에 따른 소비자의 다양화·고도화된 욕구는 기업의 경영 환경을 생산자 중심에서 소비자 중심으로 변화시켰다. 제조자 생산기지의 공장과 영업창고가 아닌 대외무역의 거점인 항만과 공항의 배후지역에 위치한 대형 물류센터에서 그들의 화물은 집약적으로 관리·유통되고 있고, 이러한 공급사슬에서 참여하는 모든 유관업체의 기능을 한곳으로 응집시켜 소비자물류의 발전에 일목하고 있다. 반면, 물류창고에서는 화물의 취급과 운반 작업이 여러 단계의 경로에서 반복적으로 수행되는 만큼 작업자가 화물과 접촉하는 빈도가 높고, 작업되는 화물의 다양성과 감춰진 화물 이력과 정보로 인하여 안전사고의 위험에 크게 노출되어 있다.

우리나라는 글로벌 물류 기업의 육성과 네트워크 강화를 중심으로 글로벌 물류시장을 개척하기 위한 노력을 기울이고 있지만, 실상은 해운·항공 위주의 국제수송에 편중되어 물류 산업에 대한 표준화 체계도 미흡하고, 기본적인 통계 자료로 갖춰져 있지 않다. 최근 몇 년간 대형 물류 사고의 지속적인 발생으로 인적·물적 피해와 경제적 손실이 급증함에도 정부와 기업 경영인의 유감 표시만 반복될 뿐, 인명과 재화의 안전을 위협하는 물류 산업의 위험(risk)에 대한 위기 대응 여건은 미흡한 실정이다. 더욱이 물류창고는 정부기관과 공기업에서 관리 운영하고 항만·

공항·도로 등의 물류시설과 다르게 민간시설로 운영되고 있어 안전보건경영과 안전관리시스템 부분에서 취약한 환경에 놓여 있다. 그리고 창고영업 신고제를 악용한 불법 건축과 운영으로 물류창고 시설과 현황에 대한 정확한 실태 파악조차 어렵다. 2008년 서이천 GS리테일 물류창고의 화재사고로 12명의 사상자와 721억의 물적 피해가 발생한 사건은, 사회 전체에 팽배한 안전불감증과 안전관리에 대한 의식 수준의 후진성을 여실히 보여준다.

물류창고에서는 단순 부딪힘, 넘어짐과 같은 경미한 사고부터 화재와 같은 대형 재해를 일으킬 수 있는 잠재적 위험성을 내포한 사고까지 무한에 가까운 유해·위험변수들이 상존한다. 이러한 위험요인을 모두 통제하는 것은 사실상 불가능하며, 산업 환경이 변함에 따라 위험변수를 사전에 제거하여 사고를 미연에 방지하는 기존의 안전관리 방안은 이미 그 효과가 임계치에 도달하였다. 그렇기 때문에 안전관리의 실효성은 사고가 재해로 확산되는 경로상의 그 간극에서 얼마만큼의 손실통제(loss control)가 가능한가에 따라 판명된다 할 수 있다.

본 연구는 물류창고의 안전사고 사례를 조사하여 사고의 원인을 분석하고, 하인리히(1929)와 버드(1969)가 정립한 재해의 인과관계 메커니즘과 사고연쇄작용 대한 도미노이론을 바탕으로 재해발생경로를 도출하여, 궁극적으로 현행 안전관리를 개선할 수 있는 방안을 찾고자 한다.

따라서 본 연구의 목적은 다음과 같다.

첫째, 재해의 본질과 통제할 방안을 모색하고자 하였다.

둘째, 물류창고의 안전관리 현황과 최근에 발생한 안전사고 사례를 조사하고자 한다. 이를 통하여 물류창고의 중대 위험성과 통제 위험요인이 무엇인지 파악하고자 하였다.

마지막으로 국내 물류창고의 중대 위험성과 통제 위험요인들에 대처하기 위하여 기본의 안전관리정책에 기반이 된 여러 이론들을 통합하여 새로운 재해발생경로모델을 제안하고자 하였다.

제2절 연구의 범위 및 구성

재해와 안전사고에 관한 문헌 연구를 위하여, 고용노동부에서 발간한 산업재해현황분석 보고서와 안전보건공단의 산업재해 통계·분석 보고서, 업종별 안전관리 매뉴얼을 참고하였다. 그리고 2000년 이후로 발생한 국내 물류창고의 중대 재해 사건을 조사하여, 인과관계를 중심으로 재해발생경로 모델을 도출하였고, 중대 위험성과 통제해야 할 유해·위험요인이 무엇인지 파악하고자 하였다.

안전사고 원인이 다변화하고 있는 추세 속에서, 거대담론이 아닌 사고(event)를 중심으로 한 통제(control) 기능의 중요성을 강조하기 위하여, 기존의 안전관리정책에 기반이 된 여러 이론들과 물류창고업을 비롯한 전 산업에서 자율안전관리의 일환으로 추진 중인 4M 위험성평가 제도의 고찰을 통해 재해발생경로 모델을 제안하고자 하였다.

이를 통하여 물류창고의 중대 위험성을 통제하기 위하여 최우선적으로 제거해야 할 위험요인이 무엇인지 파악하였고, 기존의 안전관리정책이 실무적으로 한계를 나타내는 이유를 고찰함으로써, 물류창고가 자율적으로 안전관리체도를 수행할 수 있도록 개선 방안을 제시하고자 한다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 제 1장은 서론으로서 연구의 배경과 목적, 연구의 범위 및 구성을 기술하였다. 제 2장은 재해발생 원인에 대한 이론적 배경으로, 재해 발생원인의 메커니즘을 이해하고 개념을 정립하여, 사고의 실제와 원인을 파악함에 중점을 두었다. 제 3장은 국내 물류창고의 안전관리를 정의하고 실질적으로 안전관리의 운영에 있어 문제점과 한계점을 살펴보았다. 그리고 최근 발생된 물류창고의 안전사고 중에서 사고로 인한 재해 발생 규모와 손실이 큰 사건을 선별하여 이를 조사하였다. 그리고 제 4장에서 재해발생경로 모델을 기반으로 시계열적 인과관계의 특정 요인의 통제를 통해 재해 손실 규모 변화를 분석하고, 이를 바탕으로 실효성 있는 안전관리 방안을 제시하였다. 물류창고는 단일 공간이면서 공급망사슬의 모든 매체의 활동이 교차되는 장

소이기에, 불확실한 위험변수를 관리할 방법으로 통제의 개념에서 안전 관리를 확립이 필요하다. 그래서 사고에 대한 사전예방 개념의 위험통제 (risk control)와 심각한 재해를 차단하는 손실통제(loss control) 2가지 요소를 집중적으로 고려하였고, 불필요한 요식행위와 행동강령을 배제한 실효과적인 안전관리 방안을 제시코자 한다. 제 5장은 본 연구의 결론으로서, 연구의 내용을 요약·정리하고 시사점을 도출하였다. 그리고 본 연구의 한계점과 함께 물류 산업의 안전을 위한 정부의 실효적 제도 개선과 물류창고의 안전관리에 대한 지속적인 연구의 필요성을 기술하였다.



제2장 재해발생 원인에 대한 이론적 배경

제1절 재해연쇄성 이론

일반적으로 산업재해에 관한 연구 활동은 많이 진행되었지만, 물류산업에 관하여 업종별로 구체적인 물류작업 안전재해에 관한 선행연구가 미흡한 것이 현실이다. 따라서 재해에 관한 일반적인 이론과 개념을 간략하게 살펴본 후에 물류창고의 안전관리와 재해 발생 원인에 관하여 살펴보고자 한다.

1. 재해와 사고의 정의

1) 재해

산업안전보건법 제2조에 의하면 '산업재해(industrial losses)'란, 근로자가 업무에 관계되는 건설물·설비·원재료·가스·증기·분진 등에 의하거나 작업 또는 그 밖의 업무로 인하여 사망 또는 부상하거나 질병에 걸리는 것을 말한다.

김재호(2005)는 산업재해의 정의를 다음과 같이 정리하였다. Heinrich et. al.(1980)는 산업재해를 물체, 사람 혹은 방사선의 작용이나, 반작용에 의해 인간에게 상해를 입히거나 입힐 가능성을 야기 시키는 예기치 못하고 통제되지 않은 사건이라 정의했으며, Suchman(1961)은 산업재해는 3가지 요소 예측가능성(Expectability), 회피가능성(Avoidability), 사고를 일으키고자 하는 의도성(Intention to Cause the Accident)이 포함된다고 주장하였다. Haddon et. al.(1964)은 산업재해를 생물체 혹은 무생물체에 물리적, 화학적 손상을 주는 예기치 않은 사건이라 하였고, DREAMER(1958)는 활동이나 작용을 중단시키는 계획되지 않고, 통제되지 않는 바람직하지 못한 일을 산업재해라 하였다. 그리고 김재호

(2005)는 물류산업재해를 “물류 활동에 있어서 인력 또는 기계 및 설비의 작용이나, 반작용에 의해 작업원에게 상해를 입히거나 입힐 가능성을 야기 시키는 예기치 못한 활동 및 통제되지 않는 사건”이라 정의하였다.

<표 2-1> 산업재해의 정의

ILO (국제노동기구)	사고란 사람이 물체나 또는 타인과 접촉하였거나, 각종의 물체 및 작업조건에 놓여 짐으로써, 또는 사람의 동작으로 인하여 사람의 상해를 동반하는 사건이 일어나는 것으로 정의한다.
미국 NSC (국가안전협의회)	업무상의 상해라 함은(직업병 포함) 작업과 관련한 노동에서 발생한 것으로 정의하고 가정과 농장의 잡무 등에 관련된 사무는 제외한다.
미국 OSHAct (연방 산업안전보건법)	작업상의 상해란 작업으로 인한 상해 또는 작업환경에 노출된 결과에 의해 발생된 질상 · 골절 · 염좌 · 절단 등 모든 상해를 말한다.
Blake R.P.(1953)	관련하는 산업활동의 정상적인 진행을 저지하고 또는 방해할 사건이 일어나는 것이다.(광의)
Lippert F.G.	결함이 있는 작업조건 및 부적성의 작업방법에 의한 초래되지 계획되지 않은 사건이 일어나는 것이다.
Heinrich H.W.(1931)	물체, 물질, 사람, 또는 방사선의 작용 혹은 반작용 때문에 사람에게 상해를 가져오는 계획을 하지 않은 통제의 범위의 사건이 일어나는 것을 말한다.

자료원 : 양성환 등(2011), 안전관리시스템, 현문사, p.11.

김병석(2014)은, 재해(calamity)란 “사고의 최종 결과인 상해나 재산상의 손실을 말하는 것으로 ILO(국제노동기구, International Labour Organization)에서는 사람이 물질 또는 그 작업방법 등에 의해서 상해를

입는 것이다”라고 하였다.

재해의 발생은 여러 형태의 인적 상해와 물적 손실을 발생시키고, 범상의 재해는 직업병과 상해를 통칭하여 인위적 재해(injury)와 자연적 재해(disaster)로 구분할 수 있다.

<표 2-2>에서 재해를 천재인 ‘자연재해’와 인재인 ‘인위재해’로 나누어 구분하였다. 인위재해는 발생하는 장소에 따라 공장재해, 광산재해, 교통재해 등으로 분류하고, 사고의 최종결과인 인명의 상해나 재산상의 손해를 따라 상해, 손실, 무상해사고로 분류할 수 있다.¹⁾

<표 2-2> 재해의 종류와 체계

천 재 - 자연재해	인 재 - 인위재해
1. 지진	1. 공장재해
2. 태풍	① 근로상해 ② 공업중독 ③ 직업병
3. 홍수	④ 화재 및 폭발 ⑤ 공공재해
4. 번개	⑥ 기기·장치의 고장 또는 파괴
5. 기타	2. 광산재해
① 적설	3. 교통재해
② 동결	4. 항공재해
③ 이상건조	5. 선박재해
④ 갈수 등	6. 도시재해
	7. 학교재해
	8. 공공재해

자료원 : 김병석(2014), 산업안전관리론, 형설출판사, p.19.

가. 상해(injury) : 인명 피해만을 초래했을 때

나. 손실(loss) : 인명 피해 없이 물적 피해만을 가져올 때

다. 무상해사고(near miss, near accident, no-injury accident) : 아차

1) 미국안전협의회에서는 재해의 유형을 산업재해, 교통재해, 학교재해, 가정재해, 공공재해 등으로 분류하고 있으며, 이는 가장 널리 알려진 분류 법이다. 김병석(2014), 산업안전관리론, p.21.

사고로 표현 가능하며, 일체의 인적 및 물적 피해가 없이 아슬아슬할 정도로 불안정한 행동으로 재해에 포함시키지 않는 추세이다.

일상에서는 구분 없이 혼용되고 있지만, ‘산업사고’는 생산의 주체인 사람이 생산목적을 위해 생산 활동을 하고 있는 과정에서 돌발적으로 자기의 의사와는 달리 일시적 또는 영구적으로 생산 활동을 정지 당하는 사건을 말하는 것으로, 산업사고의 결과로 인명의 상해나 재산상의 손해가 포함된 의미인 ‘산업재해’와 구분하여 사용함이 옳다.

산업재해의 원인은 거의 대부분이 인위재해에 속하고 있으며, 물류 산업에서도 인재에 인한 재해가 대부분을 차지하고 있다. 천재는 자연의 예상치 못한 변동과 불가항력적 특성으로 사전 예방과 통제가 불가능하지만, 인재는 ‘모든 인재는 예방가능(preventable)하다’²⁾는 전제를 바탕으로 사고미연방지를 통한 안전보건활동을 원칙으로 한다. 그러나 최근의 재해의 양상이 천재와 같이 예기치 못한 변수와 원인 불명으로 인하여 통제의 불가항력적인 상황으로 나타나고 있다. 사회의 급변한 발전으로 변수에 대한 예측이 갈수록 어려워지고 있는 현실 때문이다. 사고는 예측 가능할 정도의 유형이 나타나지만, 재해는 복합적·혼합적으로 흩어져있는 여러 결함들이 우연적으로 결합하는 형태로 인하여 예측이 불가능하다. 그렇기 때문에 사고로부터 재해로 향하는 변형된 에너지³⁾를 효율적으로 통제하기 위하여 ‘재해발생경로’에 대한 심도 있는 분석이 필요하다.

2) 사고와 위험성

사고(event)는 뜻밖에 일어난 사건이나 탈, 또는 고의성이 없는 어떤 불안정한 행동이나 조건이 선행되어 일의 능률을 저하시키며 직접 또는 간접적으로 인명 및 재산의 손실인 재해를 가져다 오는 사건을 뜻한다.

2) Heinrich, H.W. (1929).

3) Frank Bird, Jr. (1969).

사고는 필연적으로 인적·물적 손실을 수반하나, 경우에 따라서는 인명과 재산 중 일방적 손실만을 수반할 수도 있고, 또는 아무런 손실을 수반하지 않는 경우도 있으므로, 사고와 재해는 상이한 개념이다. 사고는 재해의 방지를 위한 선결 조건이고, 사고는 불안정한 행동과 불안정한 상태 혹은 조건을 제거함으로써 사전 예방이 가능하다.

사고를 간단히 정의하면 다음과 같다.⁴⁾

첫째, 사고는 원하지 않는 사상(undesired event)이다.

둘째, 사고는 비효율적인 사상(inefficient event)이다.

셋째, 사고는 변경된 사상(strained event)이다. 즉 스트레스의 한계를 넘어선 변경된 사항은 모두 사고이다.

넷째, 사고는 비계획적인 사항(unplanned event)이다.

이러한 사고는 다음과 같은 본질적 특성을 가진다.⁵⁾

첫째, 「사고발생은 시간성」을 가진다. 사고발생의 시간성이란, 사고는 발생하는 것이 공간적인 개념이 아니며, 시간적인 개념을 가진다. 사고의 발생 시각을 정확히 인식하는 것을 불가능하며, 시계열적 변화를 분석하여 원인관계를 파악해야 한다.

둘째, 「우연성 중의 법칙성」이 존재한다. 우연성 중의 법칙성이란, 사고는 분명 우연하게 발생되기 마련임에도 불구하고, 어떠한 법칙을 내포하고 있다. 즉 과학적으로 아직도 그 한계조차 구명하지 못한 그런 성질을 가진 것 중에서도 어떤 법칙성을 띠고 나타나는 사건을 말한다. 예를 들어, 물류창고에 화재가 발생했을 때 비가 오고 있었다면 재해 피해는 극소화될 것이며, 보수작업 중인 냉동 빈(bin)의 밀폐로 인하여 가연성 가스가 배출되지 않아 작은 마찰 불티가 대형 화재로 확대될 수 있다.

셋째, 「필연성 중의 우연성」이 존재한다. 필연성 중의 우연성이란,

4) 양성환 등(2011), p.9.

5) 양성환 등(2011), pp.25-26.

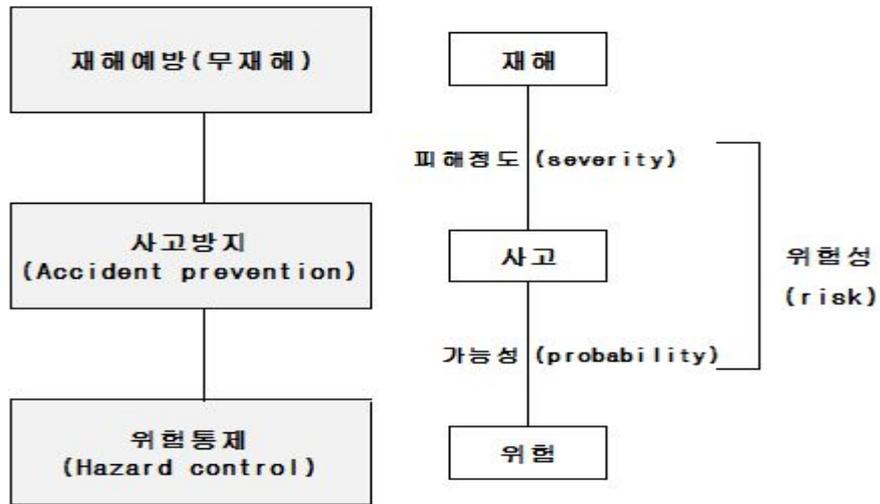
베일 속에 잠재되어 있는 우연성이 시간의 추이 혹은 사고의 경향이나 개연성 속에서, 또는 사고의 현상 가운데서 발견하게 된다는 것이다. 정리하면 사고와 재해와의 관계는 우연적이지만, 사고와 원인과의 관계는 필연적이다.

넷째, 「사고의 재현 불가능성」 이어야 한다. 사고의 재현 불가능성이란, 모든 사고는 시간의 추이 속에서 돌연히 인간의 의지에 반하여 발생하는 사건이므로 동일한 조건에서 동일한 상황을 원상태로 재현할 수 없음을 말한다. 이는, 우연성이 게재되기 때문이다.

사고가 발생할 확률(probability)과 사고에 의하여 나타나는 결과의 강도(severity)를 ‘위험성(risk)’이라고 정의한다.⁶⁾ 실제 산업 선진국에서는 안전이란 개념보다는 그 상대적 개념에 있는 위험에 집중하여 관리 체계를 마련하고 있다. 이는 합리적인 비용과 집중적 관리로 전체 산업 활동의 경제 효율을 높이기 위해서 이다. 그리고 우리나라의 안전 정책이 예방과 인센티브 정책을 표방한다면, 산업 선진국들은 위험의 규제와 책임에 대한 형벌을 강요하기에 특정 일부에 의한 보여주기 식의 대책이 아닌, 전체 모든 구성원이 사고에 대한 경각심을 갖고 예방에 적극 참여하게 된다.



6) risk는 사고가 발생할 확률(probability)과 사고에 의하여 나타나는 결과의 강도(severity)와 곱의 함수관계에 있다. Wilson. R. and E., A. C. Crouch(2001), pp.87-92. (박경진, 2011, 재인용)



자료원 : 양성환 등(2011), 안전관리시스템, 현문사, p.3.

<그림 2-1> 위험성(risk)와 안전관리의 접근방법

이제까지 안전의 기본원리는 사고방지 차원에서 산업재해 예방활동을 통해 무재해를 추구하는 것으로, 재해의 직접적 원인으로 작용하는 물적 '불안전한 상태'와 인적 '불안전한 행동'을 찾아 사전에 제거해주는 것이었다.

그러나 최근 들어 안전에 대한 보다 본질적인 접근을 추구하고 있어, 그 관점에서 보면 사고는 <그림 2-1>와 같이 위험(위해, hazard)⁷⁾으로부터 초래되는 것이기 때문에, 사고방지를 위해서는 현장에서 존재하는 위험을 찾아내어 이를 제거해 주거나, 위험성(risk)을 최소화하는 위험통제(hazard control) 개념의 적용을 필요로 한다.

7) Henson and Trail(1993)는, 위험(risk)은 어떠한 위험요소에 노출되어 부정적 효과를 미치는 확률을 의미하며, 위해(hazard)는 그 부정적 효과의 심각성을 의미한다고 구분하였다. (박경진, 2011, 재인용)

위험성(risk)에 대해서는, ISO/IEC Guide 51(1999.3.1)의 안전에 대한 정의로 그 개념을 알 수 있다. ISO/IEC는 안전을 'Freedom from unacceptable risk'로 정의하는데, 이것을 '수용 불가능한 위험성으로부터 자유가 되는 것' 직역할 수 있다. 수용 가능한 위험성은 재해의 정도가 낮은 정도의 위험으로, 금전적인 환산으로 표현하면 예방의 위한 비용보다 재해 피해가 미치지 못한 정도의 위험은 허용함으로써, 중대 위험에 집중적 관리를 하는 선진국들의 합리적 비용과 정책적 효용 추구가 보여지는 부분이다.

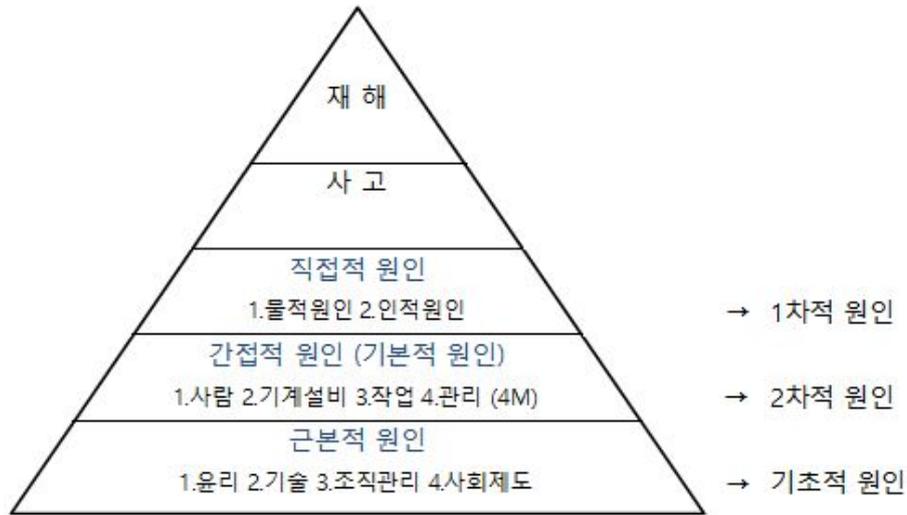
우리나라도 2013년부터 산업안전보건법 제41조 2에 따라 위험성평가 제도를 물류 산업을 포함한 전 사업장을 대상으로 확대 실시하고 있다. 도입 당시에는 처벌조항 없이 권고수준으로 머물렀지만 지금은 법 개정을 통한 처벌규정을 강화하고 사업주의 책임을 강조하여 정부의 적극적 홍보와 함께 기업의 관심이 고조되고 있다.

2. 재해 원인의 매커니즘

안전사고의 대책 방안을 모색하기 위해서는 산업재해의 발생 원인을 파악하는 것이 중요하다. 그렇기 때문에, 우선적으로 재해의 메커니즘을 분석해 볼 필요가 있다.

박원희(2012)는 산업재해의 원인구조를 기초원인, 2차원인, 1차원인, 사고, 재해 등 5단계로 나눴다. 기초원인은 가장 '근본적 원인'이며 2차원인의 또 그 원인이 되는 것이다. 2차원인은 '간접적 원인'이고, 1차원인은 '직접적 원인'이 된다.

하인리히의 도미노 이론 등의 재해 이론을 참조하여 아래 <그림 2-2>와 같이 재해의 원인구조를 나타내었다.



자료원(재가공) : 박원희(2012), “항만근로자의 안전사고 예방대책에 관한 연구”, p.6.

<그림 2-2> 재해의 원인 구조

산업재해는 기계·설비 등의 불안정한 상태와 작업자의 불안정한 행동이 단일 혹은 공동 원인으로 작용하여 발생한다고 분석한다. 이것을 일반적으로 사고를 발생시키는 “직접적 원인”이라고 부른다. 그리고 불안정한 상태와 불안정한 행동을 깊이 있게 분석하면, 4종류의 요인인 사람(Man), 기계·설비(Machin), 작업(Media), 관리(Management)이 원인이 되어 발생한다고 보고 있다. 이것을 일반적으로 사고의 “간접적 원인(기본적 원인)”이라고 부른다.

지금까지의 재해 예방은 사고의 직접적·간접적 원인인 불안정한 상태와 행동을 억제 혹은 제거하는 관리 방식을 통하여 산업재해의 재발을 방지코자 하였고, 이러한 이론은 하인리히와 머즈의 사고연쇄반응에 대한 “도미노 이론”을 기초로 한다.

1) 하인리히(Heinrich W.H.)의 도미노 이론

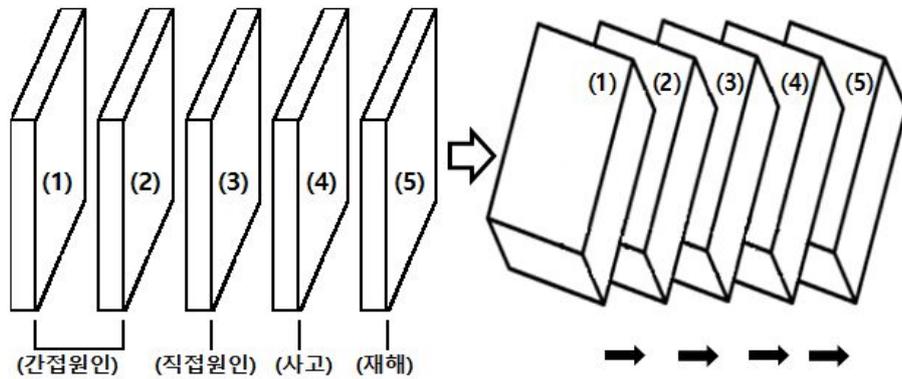
산업재해의 대책은 사고발생의 인과관계를 나타내는 사고의 상관성이 파악되어야 대책이 수립이 가능하다. 이러한 사고발생의 인과관계를 최초로 규정한 사람이 하인리히이다. 그는 재해의 원인에서 발생에 이르는 시계열적 경과를 5개의 도미노를 이용하여 사고의 연쇄반응을 정의하였다.

하인리히는 아래와 같이 5단계의 연쇄요인을 도미노에 개재하여, 이 다섯 개의 도미노 중 어느 한 개만이라도 제거하면 연쇄반응이 정지되어 그 후의 도미노는 쓰러지지 않듯이 상해 혹은 재산을 보호할 수 있다고 정의하였다.

- 가. 제1단계 : 사회적 환경 및 유전적 요소(사람의 가계)
- 나. 제2단계 : 사람(개인적인)의 결함
- 다. 제3단계 : 불안정한 행동 및 상태(인적 원인과 물적 원인)
- 라. 사고(접촉) : 사고
- 마. 상해(손실) : 재해

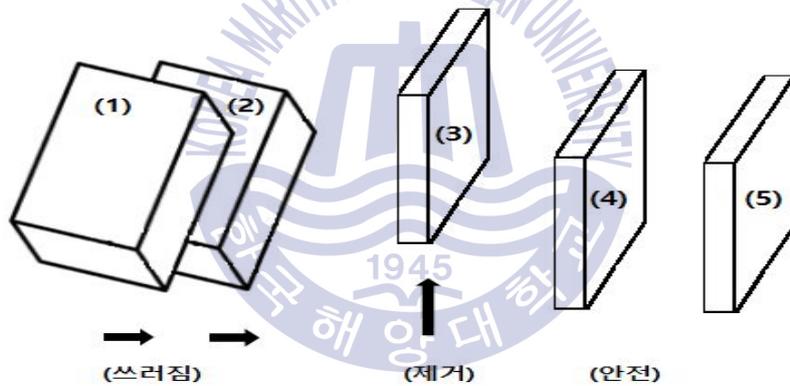
이상의 5단계를 골패로 비유하면 <그림 2-3>와 같이 각 요소는 상호 밀접한 관련을 가지고 일렬로 나란히 서기 때문에 한쪽에서 쓰러진다면 연속적으로 모두 쓰러지는 것과 같이 사고발생은 앞에서 차례로 발생되는 요인에 의해서 일어나고 이들 요인이 겹쳐서 연쇄적으로 생기는 것이다.

하인리히는 <그림 2-4>와 같이 사고예방의 중심 문제로서 제3의 요인인 불안정한 행동(unsafe act)과 불안정한 상태(unsafe condition)의 중추적 요인 배제에 중점을 주어야 한다고 강조하고 있다.



자료원 : 김병석(2014), 산업안전관리론, 형설출판사, p.27.

<그림 2-3> 골짜기에 의한 사고발생의 연쇄과정



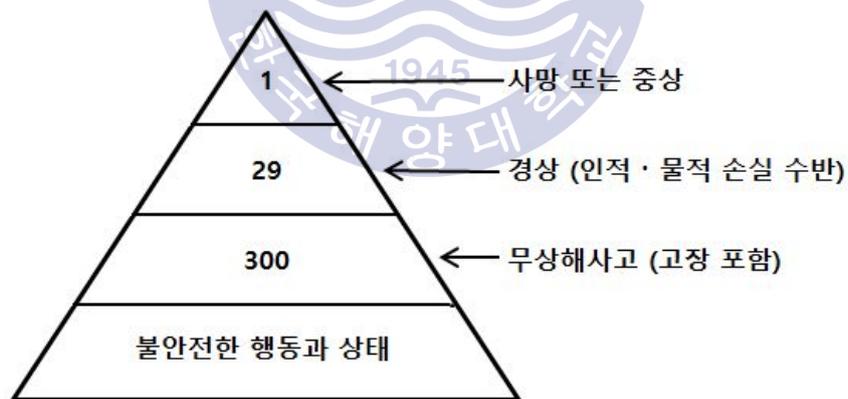
자료원 : 김병석(2014), 산업안전관리론, 형설출판사, p.27.

<그림 2-4> 불안정한 행동 및 상태의 제거

하인리히의 안전사고 발생 단계에 따르면 노동자의 유전적·가정 환경적 영향이 포함된 개인의 결함이 불안정한 행동, 즉 부주의로 이어지고, 부주의가 사고를 일으켜 재해를 발생시킨다고 한다. 즉, 사람의 결함(인적 결함)을 사고의 원인으로 보았다.

(1) 하인리히의 법칙

하인리히는 많은 사고 재해를 통계학적으로 조사 분석한 결과, 중한 재해가 1건 발생하였다면, 그 배후에는 29건의 경상 재해와 300건의 무상해 사고가 발생하고 있었다는 [1:29:300의 법칙, Heinrich' law]를 발견했다. 나아가, 300건의 무상해 사고의 배후에는 수천 건의 '불안전행동'과 '불안전상태'가 있고, 이 중 예방 가능한 것은 산업재해 전체의 98%이며, 불안전행동은 불안전상태의 약 9배의 빈도로 발생한다는 것을 약 75,000건의 분석을 통해 규명하였다. 이상의 설명을 아래 <그림 2-5>의 하인리히의 사고 재해 피라미드(Heinrich accident pyramid)로 표현되고 있다. 하인리히의 법칙을 이후로, 버드(1969)가 '중상(폐질)재해 1 : 경상재해 10 : 물적손실 30 : 무상해 및 아차사고 600'의 재해발생비율 성립을 발표하였고, 듀퐁(1995)사가 회사 내부통계를 토대로 '중대재해 1 : 휴업재해 30 : 경상재해 : 300 : 아차사고 3,000 : 불안전상태 · 행동 30,000'의 재해발생비율을 발표한 바 있다.



자료원 : 정진우(2015), 산업안전보건관리의 이론과 실제, 중앙경제, p.56.

<그림 2-5> 하인리히의 사고 · 재해 피라미드

아차사고(near miss)를 포함하여 사고를 일으키는 모든 ‘불안정한 상태와 행동’이 사고의 유해·위험요인이 된다. 불안정한 행동과 불안정한 환경은 <표 2-3>과 같이 인적 원인과 물적 원인으로 나타낼 수 있다.

(2) 재해의 원인

<표 2-3> 산업재해의 직접적 원인

물적 요인 (불안정한 상태)	인적 요인 (불안정한 행동)
1. 시설물 ① 기계 및 설비의 구조불량 ② 동력전달 장치의 불량 ③ 안전장치 및 안전기구의 불비 및 불량 ④ 작업장의 협소 ⑤ 기타 2. 공구 ① 공구의 부적절 ② 공구의 불량 ③ 운반구의 불비 및 불량 3. 재료 또는 취급품 ① 재료 또는 취급품의 부적당 ② 포장 불충분 ③ 발화성 및 폭발성 품목 ④ 중독성이 있는 재료 또는 취급품 4. 작업의 부정 ① 통로의 부정 ② 재료나 제품의 불정순 및 놓은 방향의 불량 ③ 운반용구의 불정순 및 놓는 방향 불량 ④ 공구의 불정순 및 놓은 방향의 불량 5. 복장	1. 관리상의 원인 ① 작업지식의 부족 ② 작업미숙 ③ 인원의 부족 및 과잉 ④ 작업진행의 혼란 ⑤ 연결 불충분 및 타인의 과실 ⑥ 작업방법 불량에 따른 피로 ⑦ 작업속도의 부적절 ⑧ 기타 우발사고 2. 심리적 원인 ① 정신적 부적절 ② 정신상 결여 ③ 근심걱정 (가정, 개인적 사정) ④ 규약 미 준수 ⑤ 작업상 부적절 ⑥ 작업동작의 부적절 ⑦ 행위의 부적절 3. 생리적 원인 ① 체력 부적절 ② 신체상 결여 ③ 피로 ④ 수면부족

① 복장의 불비 또는 불량 6. 기타	⑤ 월경 ⑥ 임신 ⑦ 음주(약물) ⑧ 질병 ⑨ 기타
-------------------------	--

자료원 : 김재호(2005), “물류산업의 재해예방관리 방안에 관한 연구”, p.6.

2) 버드(Frank Bird Jr.)의 신도미노 이론

하인리히의 도미노 연쇄반응이론은 프랭크 버드 주니어(1969)에 의하여 새롭게 수정 발전되었다. 첫 번째 골짜기 즉, 재해 원인을 통제(관리)에서 기인한다고 보고, 경영자의 역할인 계획(Planning) · 조직(Organizing) · 지휘(Leading) · 통제(Controlling)을 중요한 요인으로 보았다. 그의 이론은 재해의 직접적 원인을 해결하기보다는 오히려 근원이 되는 2단계의 기본적 원인을 찾아내어 가장 유효한 제어를 달성하는 것이다.

하인리히가 개인의 결함이 사고의 근원이라고 여겼다면, 버드는 시스템적 관점에서 안전관리계획의 부재와 이를 설계하고 통제하는 관리자의 역할 부재를 근원으로 여겼다. 손실통제(loss control)란 손실방지를 위한 규칙, 규제, 제한 또는 억제(억제)를 의미하는데, 손해보험 분야에서 손실통제는 손실의 빈도를 줄이는 손실예방(loss prevention)과 사고가 난 후의 손실의 심도를 줄이는 손실감소(loss reduction)를 포함하는 개념이다.

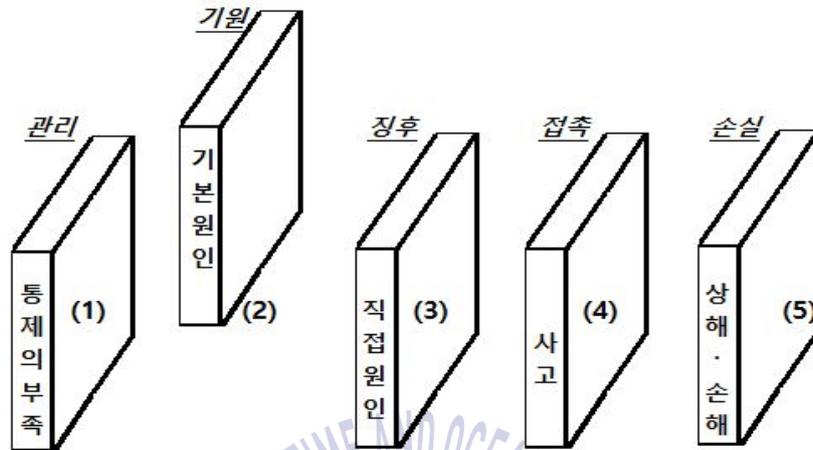
가. 1단계 : 통제(관리)의 부족

나. 2단계 : 기본적 원인(근원)

다. 3단계 : 직접적 원인(징후) : 불안정한 상태 또는 불안한 행동

라. 4단계 : 사고(접촉)

마. 5단계 : 상해(손실)



자료원 : 김병식(2014), 산업안전관리, 형설출판사, p.27

<그림 2-6> 버드의 신도미노 이론

버드의 이론은 4M 방식과 분류방식은 다르지만, 기본적으로 4가지 M으로 성립되어 있다. 4M은 미국 공군이 개발하고 미국 국가운수안전위원회(NTSB, National Transportation Safety Board)가 채용하고 있는 방식으로, 과학적으로 사고원인을 분석하기 위하여 재해라고 하는 최종 결과에 중대한 단서를 가지고 있는 사항 모두를 시계열적으로 적출하여 이들의 연쇄관계를 명확히 한 것이다. 세계에서 널리 활용되고 있는 재해분석의 방법에서 가장 유효하다고 평가 받으며, 우리나라의 위험성평가제도도 이 4M을 중심으로 설계되어 있다.

<표 2-4> 산업재해의 기본적 원인 “4M”

<p>Man (사람)</p>	<p>① 심리적 요인 : 장면행동, 망각, 주연적 동작, 걱정(고민) 거리, 무의식행동, 무딘 위험감각, 지름길반응, 생략행위, 억측판단, 착오 등</p> <p>② 생리적 요인 : 피로, 수면부족, 신체기능의 부족, 알콜, 질병, 고령 등</p> <p>③ 사회적 요인 : 사업장의 인간관계, 리더십, 팀워크, 커뮤니케이션 등의 문제</p>
<p>Machine (기계·설비)</p>	<p>① 기계·설비의 설계상의 결함</p> <p>② 위험방호의 불량</p> <p>③ 본질안전화의 부족(인간공학적 배려의 부족 포함)</p> <p>④ 점검·정비의 불량</p> <p>⑤ 작업발판·작업장 등의 구조 불량 등</p>
<p>Media (작업정보·방법·환경)</p>	<p>① 작업계획·작업절차의 부적절</p> <p>② 작업정보의 부적절</p> <p>③ 작업자세, 작업동작의 결함</p> <p>④ 작업방법의 부적절</p> <p>⑤ 작업공간의 불량</p> <p>⑥ 직업환경조건의 불량</p> <p>⑦ 보호구 사용의 부적절 등</p>
<p>Management (관리)</p>	<p>① 관리조직의 결함</p> <p>② 규정·매뉴얼의 불비·부철저</p> <p>③ 안전보건관리계획의 불량</p> <p>④ 안전보건교육의 부족</p> <p>⑤ 부하직원에 대한 지도·감독의 부족</p> <p>⑥ 배치의 불충분</p> <p>⑦ 건강관리의 불량</p> <p>⑧ 자율안전보건활동의 추진 불량 등</p>

자료원 : 정진우(2015), 산업안전보건관리의 이론과 실제, pp.112-113.

지금까지의 안전사고 예방의 기본적인 접근방법은 사고의 직접적 원인인 불안전한 상태와 행동을 관리하는 대책을 통하여 사고와 재해를 방지하는 것이었다. 이러한 접근방법은 물류창고 현장의 직접적인 마찰(접촉)을 일으키는 기인물과 가해물, 그리고 사람을 통제하기에, 높은 곳에서의 추락, 기계의 의한 끼임, 말뚝 등의 반복하여 발생하는 사고의 유형에는 예방 유효하다고 볼 수 있다. 그러나 이천 냉동물류창고 화재와 같이 많이 한 번에 많은 사상자를 야기하는 대형 재해에 대한 미연 방지의 효과로는 명백한 한계가 있다.

이 때문에 산업재해의 궁극적인 원인으로 <표 2-5>에서 제시하는 바와 같이 윤리, 기술, 조직관리, 사회제도라는 4가지 요인이 제안되고 있다. 정진우(2015)는 이와 같이 산업재해의 발생에 중대한 영향을 미치는 본질적 요인을 ‘근본적 원인’이라고 하였다.

<표 2-5> 산업재해의 근본적 원인

구분	의미	구체적 내용
윤리	경영자, 기술자, 관리·감독자의 안전보건에 대한 사고(思考)	- 안전보건에 대한 경영자의 자세 - 기술자 윤리 - 안전문화 등
기술	안전보건을 달성할 때에 이용하는 기술 전반, 좁은 의미의 기술만이 아니라 방법도 포함	- 본질적 안전설계방안 - 가드, 안전장치 - Fail safe, Fool proof 등의 제어기술 - (안전)작업절차서 등 구체적인 작업 방법 등
조직 관리	안전보건을 실현하기 위하여 필요한 조직의 관리체제, 운영방법	- 안전보건관리조직(체제) - 안전보건관리활동 등
사회 제도	안전보건을 실현하기 위하여 사회가 정비하는 제도	- 법령, 기준, 규격의 제정 - 인증제도 - 경제적 인센티브제도등

자료원 : 정진우(2015), 산업안전보건관리 이론과 실제, 중앙경제, pp.42-43.

안전관리의 많은 이론과 연구에서 직접적 → 간접적 → 근본적 방향으로 기원적 관점의 대책방안을 재정립하는 이유는, 사고, 그 접촉을 통제하려는 방법론에 있어서 보다 많은 추론을 자아내게 하므로 그 함축성에 있어 훨씬 원인학적이기 때문이다.⁸⁾ 급변하는 산업 환경에서 모든 사물과 현상의 경계는 모호해지고 한치 앞도 내다 볼 수 없기에 생겨난 두려움은 계속적으로 기원이란 거대담론을 통하여 답을 구하려고 한다. 그러나 급변하는 산업 생태계에서 안전관리제도의 실질적 효율을 가져오기 위해서는, 근원 제거의 한계를 인정하고 현실의 맞닥드린 사고의 손실을 통제할 수 있도록 새로운 방법의 안전관리제도와 기존의 안전관리정책의 개선이 필요하다.

제2절 4M 위험성평가 (4M-Risk Assessment)

1. 위험성평가 제도의 개념

2013년 세월호 침몰사건으로 물류산업을 비롯한 국민 생활 전체의 안전관리에 대하여 필요성이 부각되었다. 세월호 사건을 계기로 2014년 11월 국민안전처가 신설되었고, 안전보건경영시스템(KOSHA 18001)을 필두로 기업의 자율안전관리를 정착하기 위하여 산업안전보건법 제41조 2의 '위험성평가' 제도를 도입하여 시행 중에 있다.

위험성평가(risk assessment)는, 평가대상 공정(작업)에 있어 위험기계 또는 위험물질에 대한 유해·위험요인을 찾아내고 그 유해·위험요인이 사고로 발전할 수 있는 가능성을 최소화하기 위한 대책을 수립하는 것으로, 현재 시행되고 있는 안전관리제도 중에서 가장 합리적·효율적이라고 유럽이나 다른 나라에서도 이미 검증된 제도이다.

사업장에서 위험성평가를 실시하는 것을 무엇보다 비용과 시간에 대한

8) 김병석(2014), p.31.

합리적 경영에 있다. 사업장에 존재하는 무한의 모든 유해·위험요인을 찾아서 제거하는 것이 아니라, 그 중 부상 또는 질병의 발생 가능성(확률)과 중대성(강도)을 바탕으로 위험성이 허용될 수 있는 범위인지 평가하고, 우선순위를 정하여 위험성 감소조치를 체계적으로 실시하는 방법이다.

위험성평가는 사업주가 주체가 되어 안전보건 관리 책임자, 관리 감독자, 안전 관리자·보건 관리자, 대상 공정의 작업자가 전원 참여하여 각자의 역할을 분담하여, 4M 위험성평가 매뉴얼에 따라 다음의 단계별 절차로 수행한다.



자료원 : 한국산업안전보건공단(2010), 4M 위험성평가 매뉴얼, p.3.

<그림 2-7> 위험성평가 절차

1단계는 평가대상과 공정의 선정으로, 생산활동 또는 지원활동을 공정 또는 작업별로 분류하여, 산업재해나 아차사고를 활용하여 평가 대상 및 범위를 결정한다.

2단계는 위험요인 도출로, 1단계에서 결정된 평가대상 공정 및 작업에 대해 내재하고 있는 안전 및 보건상의 위험요인 여부를 확인한다. 그리고 위험요인을 Machine(기계적), Media(물적·환경적), Man(인적), Management(관리적) 등 4개 항목으로 구분 평가한다.

3단계는 위험도 계산으로, 2단계에서 파악된 안전과 보건 상의 모든 위험요인에 대하여 위험도를 결정한다. 여기서 위험도란, 사고가 발생할 확률(빈도)와 사고에 의하여 나타나는 결과의 강도와 곱의 함수관계에

있다.

4단계는 위험도 평가로, 3단계에서 위험도 계산 값에 따라 위험이 허용할 수 있는 범위인지를 판단한다.

5단계는 개선대책 수립으로, 위험성 결정 결과 허용 불가능한 위험성을 '합리적으로 실천 가능한 범위의 가능한 가장 낮은 수준 (ALARP : As low as reasonably practicable)' 으로 감소시키기 위한 대책을 수립하고 실행한다. 사고예방대책은 하인리히의 '사고예방대책의 기본원리 5단계'에 따라 과학적으로 선정하는 것을 권장한다.

개선대책은 사후관리를 통하여 개선여부를 확인하고, 잔여 유해·위험요인도 계속적으로 제거해 나가야 한다.

<표 2-6> 하인리히의 사고예방대책의 기본원리 5단계

1단계	조직 (안전관리 조직)	경영층의 참여, 안전관리자의 임명 및 라인 조직 구성, 안전 활동 방침 및 안전계획 수립, 조직을 통한 활동 등 안전관리에서 가장 기본적인 활동은 안전 기구의 조직.
2단계	사실의 발견 (현상파악)	각종 사고 및 안전 활동의 기록 검토, 작업 분석, 안전점검 및 안전진단, 사고조사, 안전회의 및 토의, 종업원의 건의 및 여론조사 등에 의하여 불완전 요소를 발견.
3단계	분석 평가	사고 보고서 및 현장 조사, 사고 기록, 인적 물적 조건의 분석, 작업조건의 분석, 교육과 훈련의 분석 등을 통하여 사고의 직접 및 간접원인을 규명.
4단계	시정방법의 선전 (대책의 선정)	기술의 개선, 인사 조정, 교육 및 훈련의 개선, 안정 행정의 개선, 규정 및 수칙의 개선, 확인 및 통제 체제 개선 등 효과적인 개선 방법을 선정.

5단계	시정책의 적용 (목표달성)	시정책은 3E, 기술(engineering), 교육(education), 규제·독려(enforcement)를 완성함으로서 이루어짐. 목표를 설정하여 시정책을 실시하고, 그 결과를 평가하여 재조정.
-----	-------------------	---

자료원 : 양성환 등(2011), 안전관리시스템, p.41.

2. 4M 위험성평가

우리나라의 표준위험성평가는 ‘4M 위험성평가(4M-Risk Assessment)’이다. 안전보건공단은 위험성평가를 사업장에서 쉽게 적용할 수 있도록, 4M을 활용하여 정성적인 평가⁹⁾로 위험요인 도출하고, 이를 발생빈도와 피해크기를 그룹화하는 위험성 평가 기법을 개발하였다. 4M의 위험성평가 기법은, 공정(작업)내 잠재하고 있는 위험요인을 Machine(기계적), Media(물적·환경적), Man(인적), Management(관리적) 등 4가지 분야로 위험성을 파악하여 위험통제 대책을 제시하는 방법을 말한다.

4M은 인간이 기계설비와 안전에 공존하면서 노동할 수 있는 시스템의 기본 조건인 동시에, 과학적으로 사고원인을 분석하기 위하여 재해라고 하는 최종결과에 중대한 단서를 가지고 있는 사항 모두를 시계열적으로 적출하여 이들의 연쇄관계를 명확히 한 것이다.

재해의 원인분석은 재해의 예방대책과 밀접한 관련이 있다. 따라서 많은 문헌에서 재해원인을 재해 예방대책으로 설명하기도 하고, 예방대책을 재해원인에서 설명하기도 한다. 즉, 사고예방대책의 시정책 3E는 재해의 예방대책 분류요소이기도 하고 재해 원인이기도 한다.¹⁰⁾

9) 위험성 평가 방법은, 크게 나누어 유해 위험요인을 도출하여 안전대책을 확인·수립하는 정성적 평가와 위험도 수치(사고 발생확률x사고 피해강도)를 수치로 계산하여 선순위에 따라 안전대책을 세우는 정량적 평가로 구분된다.

10) 박계순, 이한준(2008), p.276.

Harvey의 3E(Three E's of safety)에 의한 직접 원인과 간접 원인의 상호관계는 <그림 2-8>와 같이 같다.



<그림 2-8> Harvey, 3E의 직접원인과 간접원인과의 상호관계

3E는 미국에서 개발된 초기의 재해예방프로그램으로 오랫동안 재해예방프로그램의 기초가 되어 왔지만, 재해발생의 메커니즘을 간과하고 있는 결점으로 인하여¹¹⁾, 이것을 대신하여 미국 국가운수안전위원회(NTSB)에서 채용하고 있는 4M으로 대체하게 된다.



자료원 : 양성환 등(2011), 안전관리시스템, 현문사, p.36.

<그림 2-9> 재해의 발생 형태 (결합구조)

11) 정진우(2015), p.63.

4M은 기본적으로 버드의 신도미노이론의 ‘4가지 M’과 재해의 원인분석구조가 동일하다. 복잡한 재해의 발생원인을 정리하면, 재해 발생의 메커니즘은 <그림 2-9>과 같이 세 가지의 구조적 형태를 나타낸다.

현재의 대부분의 재해는 원인들이 복잡하게 결합되어 있는 복합형에 속하므로, 유해·위험원인들 중 하나만 제거하더라도 다른 원인들이 상존해있기에 재해가 일어나지 않는다는 보장을 할 수 없다. 그렇기 때문에 가능한 한 모든 요인들을 파악해야 하고, 버드의 이론은 기본적 원인인 ‘4가지 M’을 통제 대상으로 고려하기에, 재해의 연쇄형 뿐만 아니라 집중형 혹은 복합형의 어떠한 형태의 원인 결합구조를 갖더라도 재해의 모든 원인이 분명해지기 때문이다.

그렇기 때문에, 사고예방대책의 시정책은 원인분석과 동일하게 4M 혹은 버드의 이론으로 변경하여, 아래 <그림 2-10>과 같이 나타 낼 수 있다.



<그림 2-10> 4M의 기본원인과 간접원인과의 상호관계

물류창고의 위험을 관리하기 위해서는 중점관리대상인 지게차, 화재, 냉매가스의 질식·폭발·중독 등에 대한 사업장내의 유해·위험요인을 철저히 파악하고, 해당 유해·위험요인에 의한 위험성(risk)을 추정·결정하여 체계적인 감소대책을 수립·실행하는 위험성평가 제도를 조속히 정착시켜야 한다. 그러나 현재의 정형화된 위험성평가는 기업 내부의 요소 안전에만 치중되어 있고, 물류창고의 산업 특성과 현실 상황에 부합

되지 않는 프로그램도 존재한다. 물류창고의 특성상, 화물의 이동과 함께 외부로부터 위험이 이전 혹은 회피되는 현상이 발생하고, 수평적이지 못한 계약물류 체제에서 불평등한 정보 공유와 불확실한 화물 이력에 의하여 사전에 위험요인을 예측하기 어렵다. 더욱이 이를 적극적으로 통제할 수 있는 기술적·제도적 장치가 마련되어 있지 않아 위험성평가 제도가 형식적으로만 이루어질 가능성이 높다.

위험성평가는 사업주의 중심으로 전원이 참여하여 사업장의 자율안전관리 능력을 향상시키는 것을 목표로 한다. 그러나 현재 물류창고가 가지고 있는 구조적 문제를 해결하지 않을 경우, 자율안전보건관리의 악용 사례가 발생할 수도 있기에 관련 법령과 정책 및 제도의 개선을 통하여 올바른 정착에 관심을 기울여야 한다.



제 3장 물류창고에서 안전사고 사례

제1절 물류창고 안전관리 정의

김병석(2014)는 안전관리(safety management)를 생산성의 향상과 재해로부터의 손실을 최소화하기 위하여 행하는 것으로 재해의 원인 및 경과와 규명 및 재해방지에 필요한 과학과 기술에 관한 계통적인 지식 체계의 관리나 비능률적 요소인 재해가 발생하지 않는 상태를 유지하기 위한 활동, 즉 재해로부터 인간의 생명과 재산을 보호하기 위한 계획적이고 체계적인 제반활동이라 하였다. 물류창고에서의 안전관리는 이러한 안전관리의 정의를 포함하고 있으면서, 화물의 집적되어 미확정된 시간 동안 보관이 이루어지는 장소인 만큼, 기존의 안전이 사람 중심인 것에서 화물로 패러다임을 전환하여 화물에 대한 안전을 목적으로 한다.

이를 바탕으로 국토교통부의 물류창고 기본 안전관리 매뉴얼에서는, ‘물류창고 안전관리’를 화물을 취급하는 인력에 대한 안전관리, 물류창고 인프라(건축시설물, 물류 설비 및 장비 등)에 대한 안전관리와 법적사항에 대한 관리로 구분하였다. 여기에 화물관리를 포함하여 <그림 3-1>와 같이 나타내었다.



자료원(재가공) : 국토해양부 등(2009), 물류창고 안전관리 매뉴얼, p.7.

<그림 3-1> 물류창고의 안전관리

글로벌 공급망관리에서 물류창고(Distribution Center)는, 고객의 주문에 즉각적으로 서비스하기 위하여 재고를 보유하는 동시에, 하역·보관·운송은 물론 유통가공의 기능과 함께 시장의 수요와 공급을 시간과 공간적으로 조율하는 핵심적 역할을 수행하고 있다. 그리고 물류창고는 국제운송의 결절점이자 공급연쇄관리(SCM)의 중심 연결고리인 항만과 공항의 업무 효율성을 높이기 위한 배후시설이며, 글로벌 공급망의 안전관리의 조정자이기에, 화물 안전을 중심으로 한 안전시스템의 구축하여 전체 물류 네트워크 참여자들과 통섭할 수 있는 통합 안전관리시스템의 기틀을 마련해야 한다.

이와 같이 물류창고의 안전관리시스템의 중요성이 부각됨에 따라, 정부는 물류창고의 자율안전관리를 목표로 한 안전보건경영시스템의 정착하기 위한 시작 단계로, 물류창고에서의 불안전상태와 태도를 근절하는 안전설비기준(safety design standards)과 안전작업순서(safety job procedure)를 매뉴얼화하여, 물류창고 안전관리 표준화 체계를 점차적으로 구축해 나가는 중이다. 문제점은 제도와 절차가 마련되어도, 창고업은 일용직 근로자, 외국인 및 고령근로자의 비중이 상대적으로 높아 안전교육이 제대로 이루어지지 않고 있다.

국토교통부(2014)의 물류창고의 안전관리는 「물류창고 기본 안전관리 매뉴얼」에 의하여, 창고 관리자와 현장 근무자의 역할에 따른 ‘화재사고 안전관리’·‘물류작업 안전관리’·‘주요 설비 및 장비의 안전관리’ 3가지로 세분화되어 구분된다.

1. 화재사고 안전관리

1) 물류창고 관리자

관리자는 월간·일간 소방운영계획을 수립하여 방재관리, 시설관리 등의 소방안전을 종합적으로 점검해야 한다. 물류창고의 소방방재관리는

예방적인 측면과 재해 발생 시 피해를 최소화하는 측면으로 관리 체계를 수립하여 관리토록 한다. 예방점검에 있어서는 물류창고의 외부와 내부의 주기적으로 점검 및 순찰하여 화재 위험요소를 제거하고, 화재발생 시 피해를 최소화하도록 관리하고, 화재 발생 시는 피해를 최소화하기 위해서 신속한 상황전달 → 화재신고 → 침착한 피난 유도 → 초기점화 순서로 관리한다.

2) 물류창고 현장근무자

화재의 최초 발견자는 당황하지 말고 큰소리로 화재 사실을 알리거나 비상경보를 눌러 주변 사람에게 사고를 알린다. 현장근무자는 화재로부터 즉각적인 대피를 해야 하며, 이때도 화재재난요령을 사전에 익혀 상해가 발생하지 않도록 주의해야 한다.

물류창고 내의 화재사고는 그 가혹도가 크기 때문에, 잠재적인 화재사고의 위험을 사전에 예방을 철저히 해야 한다. 현장 사무실에서는 개인 전열 기구를 사용하지 않고, 과부하 차단기 기능의 멀티탭을 사용한다. 흡연은 지정된 흡연구역에서 하며, 흡연 후 담뱃불은 완전히 꺼져있는지 확인하여 재떨이에 버린다. 지게차 충전 시 충전기 송전선의 피복이 손상되어 있는지 수시로 확인하며, 이상 시는 즉시 교체한다. 물류창고 내의 불티를 발생 시킬 수 있는, 전기·온열 장비와 시설물은 파손되거나 노후가 발생되면 즉시 교체한다. 신원이 불분명한 사람이 보이는 경우는 신원을 확인 혹은 상부에 알리는 등의 적극적인 행동으로 방화에 대한 사전 대비토록 한다.

2. 물류작업 안전관리

1) 물류창고 관리자

운반 및 이동작업에 있어서 미끄러지거나 넘어지지 않도록 입·출고지역과 통로의 노면 및 청소 상태를 관리하고, 통로를 표시하는 테이프 등

을 수시로 교체 및 보수하여 운반장비와 작업자의 안전통로를 관리한다.

보관 · 적치작업에 있어서 파렛트 화물 등은 정해진 보관지역에 보관하고 적재상태를 수시 점검한다. 작업장의 불안전 상태를 제거하기 위해 기계 · 설비의 보수 및 청소를 관리하고, 조명과 환기 등의 근무환경을 쾌적하게 조성한다. 불안정한 태도를 제거하기 위해 작업자들의 복장을 단정하고 하고, 특히 안전모와 작업복을 착용에 관리를 기울인다. 그리고 외부인의 출입은 금하거나, 출입 시는 안전복장을 착용시키고 동행하여 안전관리를 한다.

2) 물류창고 현장근무자

물류창고의 주요 작업은 선입선출을 기준으로 입고 → 운반 → 적치 및 보관 → 부가가치활동 → 피킹 및 분배 → 출고 로 구분할 수 있다.

(1) 입고작업 안전관리

차량에서 화물을 내릴 장소의 바닥에 이물질 및 오염 부분 청소 상태를 확인하고, 입고지역의 조명상태를 점검한다. 차량의 접차를 위한 도크 설비, 출입문(오버헤드 도어) 등의 파손 및 작동 유무를 점검하고, 화물을 내리는 경우에 위에서부터 순서대로 하역하며, 화물 붕괴를 예방하기 위해 중간에 화물을 빼내지 않도록 주의한다. 지게차 등으로 화물을 내리는 경우에 차량이 도크에서 분리되지 않도록 차량 고정을 위한 안전장치의 작동유무를 점검한다.

(2) 운반작업 안전관리

지게차, 롤테이너, 운반대차, 핸드 파렛트, 트럭 등으로 화물을 운반하는 경우에 바닥에 이물질과 오염부분 청소 상태를 점검한다. 화물 운반시 지게차는 안전한 규정속도를 지키고, 작업자는 걷는 속도로 작업을 유지한다. 화물을 높이 적재하여 전방에 시야가 충분히 확보되지 않은 경우에는 지게차는 비상등을 켜고 후진으로 작업해야 한다. 롤테이너,

운반대차 등으로 높이 적재하여 운반하는 경우에는 2인 이상 조를 이루고, 창고 내 통로 바닥 및 벽면에 동석을 구획하여 지게차와 보행자의 충돌사고를 예방한다.

(3) 적치 및 보관작업 안전관리

파렛트 화물을 랙에 놓는 경우에는 파렛트 화물이 붕괴되거나, 랙에 지게차가 충돌하지 않도록 무리한 작업은 금지하며, 3단 이상의 화물 보관 시에는 파렛트 화물을 보관 위치에 정확하게 놓을 수 있도록 주의한다. 중량이 무거운 화물은 창고 바닥이나 랙의 1단에 보관되도록 작업한다. 파렛트 화물을 바닥에 평치 적재하는 경우에는 최대 3단 이하로 적재되도록 작업하며, 붕괴·도괴의 위험이 있는 화물을 랙에 적재하는 경우에는 편하중이 걸리지 않도록 무게 중심이 맞게 작업한다.

(4) 부가가치활동작업 안전관리

소분 및 포장작업을 위해 사용되는 도구들은 작업 후에 정리 정돈하고, 작업장의 바닥에 이물질이 없도록 수시로 점검한다. 포장화물 운반을 위해 지게차, 운반수레, 롤테이너를 사용하는 경우에 충돌, 붕괴 등의 안전사고가 없도록 작업한다.

(5) 피킹 및 분배작업 안전관리

화물의 피킹 및 분배를 위해 작업자들은 이동을 많이 하기 때문에 작업 전에 복장 상태를 점검하고, 운반수레 등의 사용의 미숙과 부주의로 다른 작업자와의 충돌과 화물 파손이 발생하지 않도록 주의한다. 무거운 화물은 낮은 곳에, 가벼운 화물은 높은 곳에 쌓아지도록 작업하며, 작업 공간의 청소 상태 및 조명의 작동유무 등의 근무 환경을 수시로 점검한다.

(6) 출고작업 안전관리

출고 상품을 놓거나 대기하는 장소의 바닥의 이물질 및 청소 상태와 조명 등의 설비 상태를 수시로 점검한다. 차량의 접차를 위한 도크 설비, 출입문, 그리고 차량 고정을 위한 안전장치 등의 파손 및 작동 유무를 항상 점검한다.

3. 주요 설비 및 장비의 안전관리

1) 물류창고 관리자

컨베이어 끼임 등의 기계·설비와 접촉되는 안전사고를 예방하기 위하여 작업자들의 복장을 수시로 점검한다. 창고 내 안전사고의 빈도가 높은 지게차 작업자들을 대상으로 주기적인 안전교육을 실시하여, 안전수칙의 준수와 작업계획 그리고 위험에 대한 대처방법 등을 숙지시킨다. 도크 시설에 대해서는 주기적으로 보수 및 교체를 하고, 파렛트 랙 및 보호대 등에 대해서도 비틀림, 파손, 부식 등을 수시로 점검하고 보수 및 교체 관리한다. 롤테이너, 대차 등의 운반 장비에 대해서는 적정한 높이로 적재하고 운반 가능한 중량을 적재할 수 있도록 철저히 관리한다. 그리고 창고 내부의 개·보수 작업 시 용접작업 등 화기를 사용할 경우 가연물 및 인화성물질을 제거하거나 격리되도록 하며, 샌드위치패널 등의 가연재에 직접적 열을 가하는 행위가 없도록 철저히 작업 관리한다.

2) 물류창고 현장근무자

(1) 컨베이어 작업 안전관리

컨베이어 끼임 등의 안전사고 방지에 주의하여 작업복의 단정한 상태를 유지하고, 컨베이어의 롤러 위나 바닥에 이물질이 없도록 작업 전·후로 점검한다. 컨베이어를 작동할 때는, 작업 라인이나 주변에 외부인

등의 사람이 없는지 확인 후에 작업을 하고, 긴급 상황 시 컨베이어 정지가 가능하도록 비상정지 버튼의 위치 및 작동방법을 사전 숙지해야 한다.

(2) 지게차 작업 안전관리

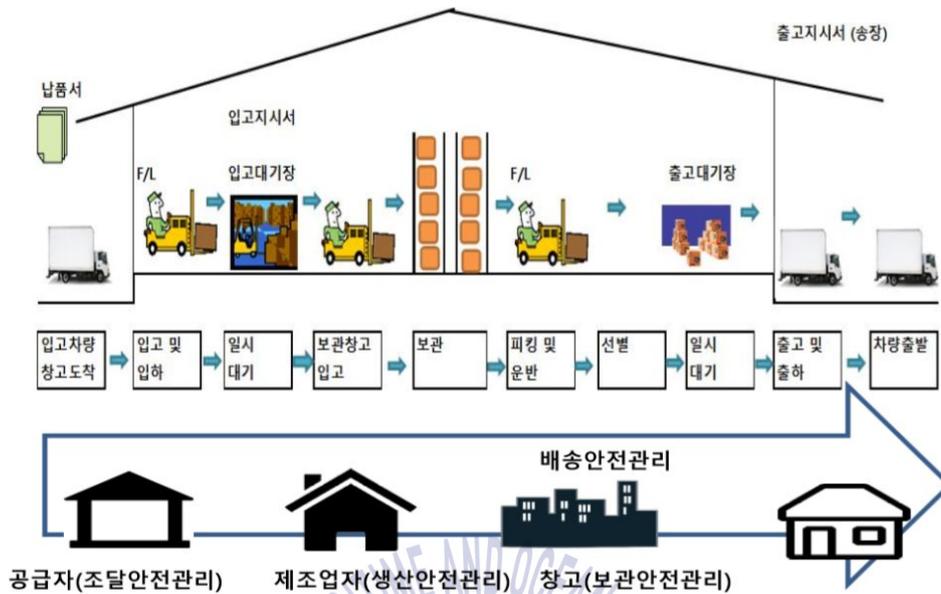
지게차 이동 통로를 테이프 등으로 구획을 표시하고, 지게차 운반 작업 시에 이동 통로에 사람이 통행하는지 수시로 확인하여야 한다. 지게차의 기본 안전수칙은 준수하며, 전방시야를 확보할 수 있도록 적정 부피로 화물을 적재하고, 시야가 미확보되면 즉시 비상등을 켜고 후진으로 작업한다. 지게차 담당자는 주기적인 안전교육을 받고, 지정된 담당자 외에는 조작 및 운행되지 않도록 점검한다.

(3) 도크설비 작업 안전관리

입출고 작업 시 지게차 및 작업자가 낙하하지 않도록 차량의 고정장치가 제대로 체결되어 있는지 수시로 점검한다. 도크 작업 시 차량의 시동은 반드시 꺼져 있는지 확인하고, 기어는 후진으로 넣고 시동을 끄도록 주의한다. 도크 설비의 안전장치의 오작동이 없도록 주기적으로 점검하며, 우천 시나 겨울철에 지게차가 미끄러지지 않도록 도크 바닥에 습기 및 물기를 제거토록 한다.

(4) 파렛트 랙 작업 안전관리

파렛트 랙의 밑부분과 작업통로에는 이물질 등이 없도록 작업 전·후에 점검한다. 파렛트 랙의 적재하중 및 높이에 맞게 적재하고, 적재하중을 초과하는 화물은 평치 적재가 되도록 작업한다. 랙의 기동이나 보호대가 훼손되지 않도록 주의하며, 파손 시 즉시 교체가 될 수 있도록 점검한다. 랙 설치에 충분한 작업 통로 폭을 확보하며, 작업 통로의 조명도 수시로 점검한다.



<그림 3-2> 창고와 공급망의 물류 흐름도

물류창고 안전관리 매뉴얼은 물류창고의 안전에 관한 관리지침을 수립·보급함으로써 물류창고와 관련된 소중한 인명과 재산을 보호하여 관련업계에 도움을 주고자 작성되었다. 이러한 안전관리 매뉴얼을 마련하고 위험성평가를 통해 유해·위험요인의 제거를 한다고 해도, 물류창고는 사람과 재화의 빈번한 입출과 다양한 물류 종사자들이 비좁은 공간을 공유하는 만큼 사물(사람의 포함)의 불확실성이 강하고, 우리나라는 물류기업의 지위가 고객의 입장인 화주 기업보다 낮게 위치하여 고객인 화주의 통제가 불가능한 업무 행태를 보이고 있다. 즉, 정부에서 지도하는 안전관리는 기업체의 내부요인에 대한 통제는 일정 수준 가능하지만, 물류산업과 같이 유해·위험요인이 외부에서 전이(transfer)되는 경우는 통제가 어려운 실정이다. 안전의 주체를 화물로 전환하여 물류창고의 안전관리를 재고해 볼 때, 원자재의 원초 공급자로부터 제조물책임을 바탕으로 단순 화물의 물질적 유통이 아닌, 화물 이력 등의 정보까지 공유 전달하

여 물류 네트워크의 어느 공간과 지점에서든 취급에 위험이 없도록 해야 한다.

일반 산업재해의 안전관리에서 프로젝트의 시작점이 되는 기계설비의 생산안전과 공장건설의 건축안전의 각 단계별 안전까지 중요하게 생각하는 최근의 거시적 안전관리활동에 따라, 물류산업도 화물의 유통이 시작되는 최초 시점부터 마지막 소비자에게 전달 될 때까지 각 단계별로 모든 단계에서의 안전을 생각하는 것을 고려해야 한다.¹²⁾ 부분의 최적이 전체의 최적을 지향하는 물류 최적화의 이상적 방향과 일맥상통하며, 이것을 공급망의 안전관리의 기본 원리이다.

물류창고의 물류 산업의 모든 기능이 축약된 공간으로, 물류 시스템의 메커니즘을 가장 잘 보여준다. 물류는 화물의 흐름을 중심으로 시간과 공간의 효율을 창출하기 위하여 다수의 기업들이 각각 자신의 부문을 담당하여 상호 의존관계로 결속된 시스템산업으로, 단순히 내부의 요소 안전만이 아닌 안전방호장치가 가동될 수 있게끔 시스템 안전도 구축되어야 한다.¹³⁾



제2절 물류창고 안전사고 사례

1. 물류창고 안전사고 현황

1) 물류창고 화재 현황

최근에 건설되어 운영되고 있는 물류창고들은 효율적인 물류활동을 위하여 점점 대형화되고, 다양한 부가가치 활동이 이뤄짐에 따라 시설의

12) 김병석(2014), p.121.

13) 유우연, 이병기, 강경식(2005), p.41.

규모, 취급물동량, 소요 인원도 증가하고 있다.

물류창고의 작업자와 화물, 그리고 창고 시설의 안전관리를 어디서부터 시작할지 고려해 볼 때, 최근 물류창고의 사고와 재해 형태의 추이를 분석해 볼 필요가 있다. 물류현장에서 아차사고를 포함한 인적 손실을 수반한 경상재해도 빈번하지만, 물류창고의 대형재해는 대부분이 화재 또는 붕괴 사고이다. 이는 물류창고의 특성에서 기인하는 것으로, 물품들이 집적해있는 특성을 가진 만큼 화재가 일어나면 불이 빠르게 번지거나, 보관물품에 인하여 화재하중이 높아져 건물의 붕괴로 번지거나 폭발로 이어지는 등 피해규모가 커질 가능성이 높다.

국토교통부의 정책브리핑에 따르면, 국내 물류시설 운영업의 경우 등록업체 수는 2012년 8월 기준으로 총 3,612개 인 것을 나타내고, 물류시설의 일부로 물류창고가 정의되고 있으며, 냉동 냉장창고 등도 그 일부를 차지하고 있다.¹⁴⁾ 그리고 2012년 동안 물류창고에서는 1,191건(전체의 2.8%)의 화재로 인해 사망 7명, 부상 35명, 재산피해액 278억 원 발생하였다.

원인은 부주의의 인적오류에 인한 화재가 485건으로 가장 많으며, 전기적·기계적 요인 등으로 기계·설비의 오류에 의한 화재가 그 다음 순위를 차지한다. 냉동창고는 저온시설로 인하여 근로자의 신체활동을 저하시키고 전기와 기계의 사용의 많기 때문에 화재에 취약함에도 화재발생이 적은 시설로 분류되어 화재의 위험성에 노출되어 있다.

14) 한국화재소방학회(2014), p.1.

<표 3-1> 물류창고 화재 현황

구분	2010년		2011년		2012년	
	전체	물류창고	전체	물류창고	전체	물류창고
사고건수(건수)	41,863	1,044	43,875	1,199	43,249	1,191
사망자(명)	304		263	0	267	7
부상자(명)	1,588	27	1,599	39	1,956	35
재산피해액(억원)	2,668	193	2,565	198	2,895	278

자료원 : 소방방재청 국가화재정보센터(2010년~2012년)

<표 3-2> 물류창고 화재 발생 요인

구분	실화							자연 요인	방화		미상	계
	전기적 요인	기계적 요인	화학적 요인	가스 누출	교통 사고	부주의	기타		방화	방화 의심		
건수	331	68	18	4	0	485	31	21	3	24	206	1,191
비율 (%)	27.79	5.71	1.51	0.34	0	40.72	2.6	1.76	0.25	2.02	17.3	100

자료원 : 소방방재청 국가화재정보센터(2012년)

2) 물류창고 산업재해 현황

고용노동부의 산업재해 현황분석의 2012년 자료에 의하며, 전체 산업 재해율은 0.59%이고, 창고업의 산업재해률은 0.73%를 차지한다.

물류창고의 업무상 사고 유형별 재해 현황은 떨어짐, 부딪힘, 넘어짐, 끼임의 순으로 나타난다.

<표 3-3> 물류창고 사고 유형별 재해 현황

구분	떨어짐	넘어짐	부딪힘	맞음	무너짐	끼임	절단, 베임, 찢림	감전	폭발, 파열	계
'12년	48	27	48	23	7	26	9	1	4	254

자료원 : 고용노동부 산업재해 현황분석(2012)

현재의 물류 산업 재해 분석은 업종과 재해 유형에 대한 발생현황을 기록해 놓은 수준이고, 구체적인 원인에 조사와 연구가 부족한 실정이다. 업종, 유형, 근로자 연령, 그리고 사업 규모를 바탕으로 물류 산업의 안전사고 유발 원인을 분석한다면, 기업의 영세성으로 근로조건이 열악하여 노동력의 비숙련·비전문가 혹은 고령화, 기계와 설비의 노후화와 노동집약적 경영 방식, 불공정한 하도급 관행에 의한 체질 개선 의지 부족 등을 고려할 수 있다. 현재 물류 업체는 5인 미만의 영세와 100인 이상의 규모 사업장이 증가되는 양극화 현상을 보이고 있다. 규모의 경제가 필요한 산업이면서, 중소기업과 개별소비자와의 거래 관계로 인해 중소기업의 비중이 높다. 특히, 창고의 하역업 등의 인력에 의한 노동 직무 또한 일용직 혹은 하도급 관행으로 체계적인 안전보건관리 체도에서 벗어나 있다.

김병석(2014)의 ILO의 통계방식에 의해 재해원인을 조사한 결과 '물건의 취급과 운반'에 관한 것이 가장 높았다고 한다. 이것은 전 재해의 약 1/3의 높은 점유율을 차지하고 있다. 그 이유를 요약하면, 물건취급·운반에 있어 작업자가 대상물에 많이 접촉하기에 인체에 직접적 충돌현상을 일으키고, 취급하는 화물의 형상·크기·중량이 모두 천차만별이기 때문에 작업자가 항상 동일하게 대응할 수 있는 숙련도를 갖기 어렵다. 예를 들어 중량물·대형물을 공동 작업 할 경우, 한 사람의 미숙련자의 자그마한 잘못이 전체 작업 공정에 위험을 끼칠 수가 있다. 그리고 ILO는 재해 발생 빈도는 물건의 취급, 운반의 '거리'와 '시간'에 비례하여 높아진다고 하였다.

물류는 재화(물건)을 공급자로부터 수요자에게 취급·운반하고, 그 '시간'과 '거리(장소)'의 효율 가치를 높이는 것으로, 위의 ILO의 통계는 물류의 모든 과정에서 높은 재해 발생 가능성과 위험이 상존함을 간접적으로 말해주며, 곧, 물류산업이 전 산업재해의 원인으로 높은 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다. 결국, 물류산업의 안전사고 예방이 전체 산업재해를 감소·방지 시킬 수 있는 대책이 될 수 있다.

현대의 산업재해는 단일의 원인에 의해 발생하는 것이 아니라, 사람과 기계 설비, 취급하고 있는 원재료 등의 많은 결합이 얽혀 발생하는 경우가 대부분이다. 물류 산업에서도 이와 마찬가지로 여러 복합적인 원인에 의하여 안전사고가 발생하고 있다.

물류는 SCM을 기반으로 하여, 글로벌 아웃소싱과 자유무역협정(FTA)의 확대와 함께 다양한 국경을 통과하며 산업 전반에 접점을 두고 있다. SCM의 특성상, 육상운송·해상운송·항공운송 등 화물이 운송되는 구간을 서로 유기적으로 연결하고 있고, 더욱이 주거 지역과 상업 지역, 그리고 사람과 화물을 이어주는 연결고리이기에 사람과 화물의 안전을 위해서는 이를 통섭할 수 있는 안전관리 제도와 규칙의 마련해야 한다.

우리나라는 산업 발전에 집중하여 비용절감, 효율성 제고, 생산성 향상 등에만 관심을 가졌고 안전과 안전의식 고취나 안전사고 예방을 위한 관심과 투자는 기업의 입장에서 단지 비용일 뿐이었다. 그렇기 때문에, 국가 경제력이나 인적자원의 수준에서 볼 때 산업안전 활동과 인식은 상당히 낙후되어 있는 것이 사실이다. 특히, 물류창고업은 산업 구조적 특성에 기인하여 안전사고의 위험에 많이 노출되어 있는데, 운송되는 물품의 다양성과 이동에 따른 작업현장(장소)의 변화와 구간별로 상이한 작업자와 작업 행태 등으로 인하여, 이를 제도적으로 포괄할 방법도 어렵고 특성에 맞춰 정책을 수립하는 것에도 한계가 있다. 더욱이 안전관리에 대한 실질적 주체와 조직을 갖추기 어렵기에, 안전관리에 필수적인 사전 예방 교육과 안전작업 절차, 지침 등의 관리규정이 미비한 실정이다.

2. 물류창고 안전사고 사례

1) 2015년, 김포 제일모직 물류센터 화재

(1) 화재개요

- 발생일시 : 2015년 5월 25일 오전 2:16분 경
- 발생장소 : 경기도 김포시 아라욱로 75, 제일모직 물류창고
- 건물구조 : 철골
- 화재원인 : 방화
- 화재개요 : 경비원 1명이 실종됐다가 의식이 없는 상태로 발견되어 사망

(2) 피해상황

- 인명피해 : 사망자 1명
- 재산피해 : 280억 원 추정
 - * 부동산 : 총 연면적 6만2518m² 중 3만m²가 소실
 - * 동 산 : 의류와 잡화 1600t

(3) 화재상황

협력사 직원에 의한 방화에 의한 화재.

2) 2013년, 안성 코리아냉동창고 화재¹⁵⁾

(1) 화재개요

- 발생일시 : 2013년 5월 5일(금) 01:10분경
 - * 화재완진 2013년 7월 4일(목) => 63일간 진화작업
- 발생장소 : 경기도 안성시 일죽면 방초리 221-5, (주)코리아냉장
- 건물구조 : PC(Precast Concrete) 구조 / 샌드위치패널(우레탄폼)

15) 문태웅(2014), pp.30-33.

- 화재원인 : 원인미상
- 화재개요 : 당일 창고근무자가 새벽 1시 5분경 화재로 인해 발생한 연기를 인지하고 소방서에 신고함

(2) 피해상황

- 인명피해 : 없음
- 재산피해 : 988억원(부동산 320억, 동산 668억) 추정
 - * 부동산 : 창고면적 50,465m² 전소
 - * 동 산 : 8개 업체의 육류, 식자재류, 식료품류 등

(3) 화재상황

지상2층 212호실 앞 중앙통로 부근에서 원인미상의 화원에 의하여 최초 발화되어 부근의 작업 출하장과 주변 방향으로 급격히 연소가 확대되어 건물 전체로 화재가 확산된 것을 추정된다.

(4) 건물 주요 구조부의 내부 단열재

화재가 발생한 코리아냉동창고 건물은 기둥, 보, 주계단, 중앙통로의 벽과 층간 바닥은 철근콘크리트 슬라브 구조이며 건물천장은 우레탄 폼(100mm)으로 발포 마감처리하였으며 벽체의 경우 외벽은 100mm, 내벽은 75mm 우레탄패널로 설치하는 등 건물 전체가 화재에 취약한 가연성 물질 등으로 내부 마감처리하였다.

(5) 방화 및 소비시설 현황

건물의 기둥·층간 바닥·계단·중앙통로의 벽은 철근콘크리트로 시공되어 있으나 건물 전체가 연소된 점과 자동소화설비인 스프링클러 설비가 설치되었음에도 불구하고 냉동창고 건물 전체가 전소된 점을 볼 때 초기 소화에 실패할 경우 화재하중이 높은 대형 물류창고의 특성으로 인하여 연소확대를 저지하기가 어렵다는 점을 보여주고 있다.

3) 2012년, 남양주 화도물류창고 화재¹⁶⁾

(1) 화재개요

- 발생일시 : 2012년 9월 27일(목) 23:34분경
- 발생장소 : 경기도 남양주시 화도읍 창현리 152-6외 4필지
화도물류센터(냉동·물류창고)
- 건물구조 : 철골철근콘크리트조 샌드위치패널 1동
지상3층 / 지하2층, 연면적 47,994.63m²
- 화재원인 : 지하1층 증발기의 연결 전설에서 단락 시 발생된 전기
적인 발열이나 불꽃에 의하여 발열된 것으로 추정

(2) 피해현황

- 인명피해 : 사망 1명(남양주소방서 소방공무원)
- 재산피해 : 33억 원(부동산 18억, 동산 15억)
 - * 부동산 : 샌드위치패널 47,994.63m² 중 9,460m² 소실
 - * 동산
 - a. 삼영물류(주) : 가공육 1,200박스, 재래김 6,667박스 등 소실
 - b. 홈플러스(주) : 건강식품, 과자류, 냉동식품 등 소실
 - c. 롯데로지스틱스(주) : 겨울모자, 골프용품류 등 소실

(3) 화재상황

화재는 지하1층 104호실의 2번 증발기 주변에서 최초 발화되어 103호실과 104호실 천장의 우레탄폼 등이 열분해되는 과정에서 생성된 열기가 냉동실 내부에 축적되고 발화온도에 이르게 되면서 103호실을 중심으로 폭발적인 연소가 진행되었거나 밀폐된 상태의 냉동실 내부 연소 특성으로 불 때 산소 부족으로 인하여 불완전 연소를 하면서 가연성과 가스화 열기로 103호실 내부 압력이 높아지면서 103호실과 인접한 샌드위치패널이 압력을 견디지 못하고 파손되면서 일시에 산소가 공급되어 폭발적인 연소가 진행된 경우로 추정되고 있다.

16) 문태웅(2014), pp.34-38.

(4) 건물 주요 구조부와 인·허가 사항

화도물류센터는 2007년 10월 건축허가를 거쳐 2011년 12월 소방시설 완공검사필증 등을 남양주시에 제출하여 2012년 1월 건축물 사용승인을 받은 지하2층, 지상3층의 건물로 지하층은 냉동·냉장물류창고로 사용되며 1층과 3층은 물류창고, 그리고 지상2층은 사무실 용도로 사용되었다. 전면을 기준으로 볼 때는 5개 층(지상3층 / 지하2층)이나 후면에서 보면 3개 층이며 외벽은 샌드위치패널 구조로 되어 있다.

(5) 소방시설 현황

화도물류센터의 경우 냉동창고 용도로 사용되는 지하층은 스프링클러 설치를 면제받을 수 있으나 사업자가 자진해서 냉동실에 헤드를 증설하는 등 소방시설을 추가로 설치하였다.

4) 2008년, 이천 코리아2000 냉동창고 화재¹⁷⁾

(1) 화재개요

- 발생일시 : 2008년 1월 7일(월) 10:45분 경 최초 발화 추정
- 발생장소 : 경기도 이천시 호법면 유산리 769-5번지
코리아2000 호법 제5호 냉동창고
- 건물구조 : PC(Precast Concrete) 구조 / 샌드위치패널(E.P.S)
지상2층 / 지하1층 1동, 연면적 29,519m²
(지하1층 22,338m² / 1층 5,636m² / 2층 1,545m²)
- 화재원인 : 우레탄폼의 유증기가 확산된 상태에서 벽체패널인 샌드위치패널과 문틀형강을 접합하기 위한 용접작업 중에 발생한 불티로 인해 벽체패널 내부의 스티로폼과 우레탄폼에 착화되어 화재가 발생한 것으로 추정

(2) 피해현황

- 인명피해 : 50명(사망 40명, 부상 10명)

17) 문태웅(2014), pp.38-42.

- 재산피해 : 71억 5천만 원(부동산 65억, 동산 6억 5천)

* 부동산 : 냉동창고 29,519m² 중 22,398m² 소실

(지하층 전소, 지상1층 60m² 소실)

* 동산 : 차량 20대, 테이블 리프트기 20대 등

(3) 화재상황

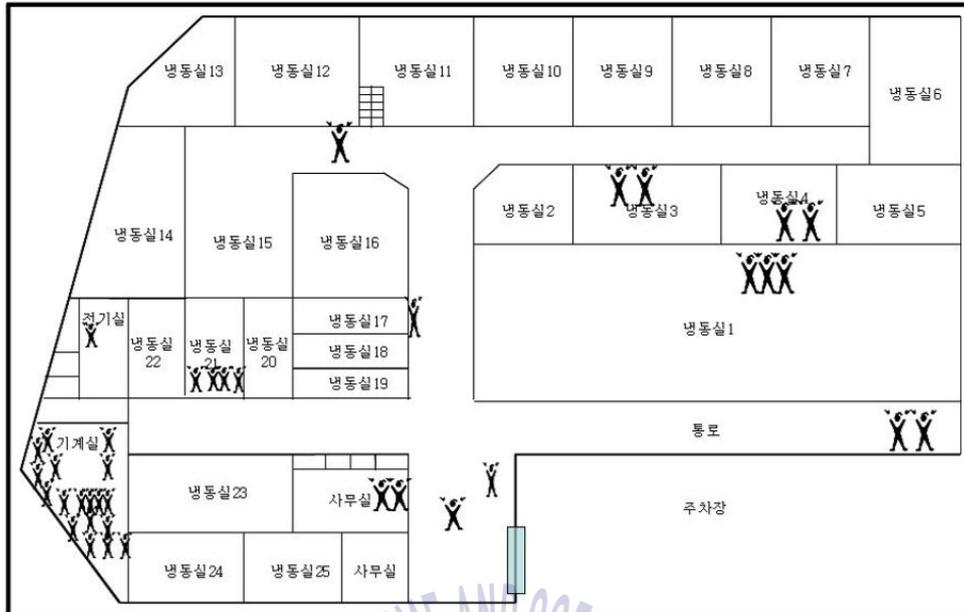
화재 당일 내부 칸막이와 단열재 설치 및 냉방공급시설과 조명시설 등을 설치하기 위해 설비와 전기공사를 진행하던 중 10시 45분경 지하 냉동창고 코너 끝 쪽에 있는 13호 냉동실에서 발생한 화재가 출입문을 통해 전면에 위치한 냉장실로 급속히 번지면서 반대편에 있는 냉동실 3개실, 기계실, 사무실로 삼시간에 확산되어 2만 4천여m² 면적의 냉동창고 지하층 전체로 연소가 확산되면서 벽체로 구성된 화물하역장(Loading Deck) 방향으로 화염이 분출되었다.

당시 냉동물류창고 안에는 모두 57명의 작업자가 있었으나 화재를 최초 목격한 작업인부와 화물하역장 출입구에 위치한 작업자만이 탈출에 성공하거나 구조되었으며 나머지 내부 작업자는 순식간에 퍼진 화염과 유독가스에 질식되어 빠져 나오지 못하고 사망하였다.

(4) 건물 주요 구조부 및 내부 단열재

화재건물은 주요구조부가 철골구조로 기둥과 보가 철골로 구성되어 있으며 보 상부에 철근콘크리트 슬라브가 위치한 구조이다. 건축법상 지하층의 외부벽체는 지표면에 묻히기 때문에 콘크리트와 같은 불연재 벽체로 건축하여야 하나 외벽이 조립식 샌드위치패널로 지어졌다.

또한, 내부마감재 보냉용 단열재는 우레탄폼을 샌드위치패널(E.P.S) 칸막이 벽체의 함석표면에 추가적으로 일정 두께를 덧대는 방법으로 시공되었다.



자료원 : 손문범(2011), “샌드위치패널 냉동창고의 화재 확산원인 및 개선방안에 대한 연구”, p.19.

<그림 3-3> 이천 코리아2000 냉동창고 사고 평면도

5) 2008년, 이천 GS리테일 서이천 물류창고 화재¹⁸⁾

(1) 화재개요

- 발생일시 : 2008년 12월 5일 12시경
- 발생장소 : 이천시 마장면 장암리 463
- 건물규모 : 지상2층 지하1층 2개동 40,968m²
- 구조형식 : PC구조 샌드위치패널
- 층별용도 : 지하1층 냉동창고 / 1,2층 물류창고

(2) 피해현황

- 인명피해 : 사망 8명, 부상 5명

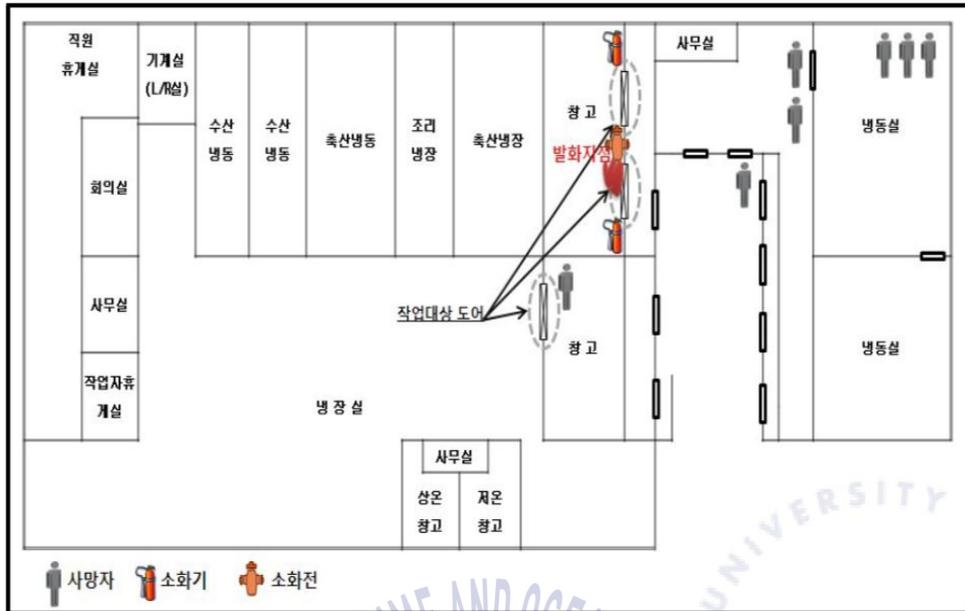
18) 손문범(2011), pp.24-28.

- 재산피해 : 721억 추정 (동산 600억, 부동산 121억)

(3) 화재상황

이천 로지스올 냉동창고 화재는 지하1층을 2개로 구획하여 우측은 냉동 및 냉장창고, 좌측은 냉동창고로 사용하였으며, 육류와 야채, 과일 등을 저장하였다. 사고 당시 전기용접 공사를 시공하던 판넬도어 업체가 도어프레임 고정작업을 수행하면서 가연성 물질인 우레탄폼으로 이루어져 있는 냉동실 벽체에 3KVA 인터버 전기용접기를 사용, 최고 4000°C의 용접열이 발생하였고, 불티가 내부 단열재로 발화하였다.

샌드위치패널은 외부를 야연도금 강판(두께 0.5mm)이 내부 단열재인 우레탄폼과 글라스울을 감싸고 있는 형태이다. 화재현장에서의 샌드위치패널은 일단 착화되면 철판이 열 방출을 대부분 차단하여 패널내부에 있는 가연물의 온도가 빠르게 상승하면서 연소가 급격하게 확산된다. 또한 외부의 소화 약제가 샌드위치패널 내부로 침투하기 어렵고, 외부의 공기 유입을 차단하더라도 우레탄폼(스티로폼) 내부에 다량의 공기층이 존재하여 샌드위치패널 내부로 화재전파가 지속되는 특징을 가지고 있다. 이로 인해, 샌드위치패널에 발포되어 있는 우레탄폼 및 가연성 샌드위치패널에 발화, 연소되면서 소화가 곤란하였고, 천장에 설치된 폴리우레탄폼에 의해 급격히 연소가 확대되어, 지하 1층 전체로 확산되었다.



자료원 : 손문범(2011), “샌드위치패널 냉동창고의 화재 확산원인 및 개선방안에 대한 연구”, p.26.

<그림 3-4> 이천 GS리테일 물류센터 화재 사고 - 지하1층 평면도

제3절 선행연구

물류창고의 안전관리 개선 방안을 도출하기 위해서 기존의 연구 논문과 통계 자료의 분석을 통하여 이론적으로 고찰할 필요가 있었다. 현재까지 물류창고업에 대한 연구 논문은 그 수가 적고, 최근의 연구 내용은 ERP, WMS를 구축으로 한 전사적자원관리의 필요성과 창고 선진화 방안들이 다수이다. 그리고 물류창고의 안전에 관련한 논문들은 물류창고의 중대형 화재를 예방하기 위한 건축·시설과 소방방재와 관련한 법적 제도의 개선 방안을 제시하는 연구가 주를 이루어 안전관리제도와 시스템에 대한 자료는 미흡한 편이다.

2013년 세월호 침몰사건을 기점으로 물류 산업의 사고 심각성이 크게 대두되었고, 안전보건관리의 필요성과 대한 우려와 사회적 관심이 높아졌다. 2014년 국민안전처의 설립으로 안전에 대한 관심이 한 차원 높아져 국가의 주요 정책 분야로 격상되었고, 정부의 주도 하에 항만과 하역, 그리고 택배를 포함한 운수업의 근로자를 대상으로 한 안전보건 매뉴얼의 제작·배포와 안전교육을 지원하고 있다. 이와 같이 안전에 대한 범국가적 관심과 개선 노력의 기간이 짧았던 만큼, 정부와 행정기관의 안전관리 매뉴얼과 각 소관부처의 행정자료를 제외하고는 물류창고에 대한 실증적 연구 자료는 매우 부족하다. 그렇기 때문에 물류창고업 뿐만 아니라 항만·철도·항공 등 다른 물류 산업의 연구와 통계 자료를 본 연구의 선행 자료로 참조하였다.

본 연구에서는 물류창고의 중대 위험성을 바탕으로 재해 사례를 분석하였기에, 물류창고업의 화재 사건에 관한 논문들과 부수적으로 물류 산업의 재해예방대책에 관한 논문들을 선행 연구하였다. 그리고 가능하면 최근 10년간의 연구 성과를 분석하기 위해 2005년 이후의 논문들로 선별하였다.

문태웅(2014)은 2008년~2013년 사이의 물류창고 화재 현황과 사례를 분석하였고, 화재 발생의 주된 원인은 사람의 부주의(인적오류, Human Error)이지만 대형화재로 확산되는 이유는 마감재인 샌드위치패널에 있다고 하였다. 물류창고는 시공의 편의성과 공사기간의 단축에 따른 건축 비용이 상대적으로 저렴하고 단열과 반응성능이 뛰어나기에 샌드위치패널을 사용하고 있다. 그러나 화재의 발생하여 초기에 화재진압과 비상 대피를 놓치는 경우, 엄청난 인적·물적 손실을 가져온다. 샌드위치패널의 표면재에는 소화용수가 침투하기 어렵고 중간 단열재가 다량을 공기층을 보유하고 있어 급속한 연소 확대에 따라 대형 화재로 이어진다. 더욱이 물류창고의 특성상 내부에 적재되어 있는 가연물로 인하여 화재 하중이 높아져 건물이 무너지는 현상으로 이어진다. 특히, 냉동창고가 화재에 취약한 원인은 첫째, 저온·항습 등 최적의 저장 환경유

지를 위한 대규모 전기설비와 기계류 사용으로 화재위험성이 높고, 둘째, 보냉을 위한 창문이 없는 밀폐구조와 단열성을 높이기 위하여 사용되는 마감재는 화재에 취약하고, 셋째, 저온창고는 법률상 화재 위험이 낮은 시설로 분류되어 소방설비의 강제 규정이 약하기 때문이다. 그는 대형 물류창고 화재안전 개선방안으로, 물류창고의 사용되는 건축재료의 불연성능을 개선하고, 물류창고 소방시설 적용 기능을 제도적으로 강화하고, 샌드위치패널 건축물에 특화된 화재진압장비의 개발 및 운영을 제시하였다.

손문범(2011)은 샌드위치패널의 냉동창고에 대한 화재 확산 원인을 사례 분석을 통해 조사하고, 화재예방을 위한 개선방안을 연구하였다. 창고 임대차에 인한 냉동창고 구획의 빈번한 분할로 구조·공간을 용이하기 변경하기 위하여 샌드위치패널을 사용하고, 단열 효과를 높이기 위하여 우레탄폼이 마감재로 많이 쓰이고 있다. 2000년 이후에 건설된 대형 냉동창고는 수도권과 부산지역에 80% 정도 집중되어 있고, 내륙지역의 물류창고는 지하는 냉동, 지상은 일반창고 형태의 복합물류센터로 이용 중에 있다. 신선물류를 위하여 냉동창고가 도시화로 진출함에 따라 창고로부터 파생된 대형재난은 국민의 생활을 직접적으로 위협하기에 냉동창고의 방호능력을 내부적으로 향상시켜야 필요가 있다. 손문범은 방화구획에 대한 필요성을 강조하고, 여러 번의 대형 화재사고로 위험성이 이미 인식하였지만 샌드위치패널을 난연재료로 인정하여 규제를 하지 않는 행정과 제도적 문제의 개선을 주장했다.

이의철(2012)은 화재 시뮬레이션을 이용하여 물류창고의 화재 사례를 분석하였다. 물류창고와 냉동창고의 건축과 설비의 구조적 문제가 기인되어, 창고 화재가 인명재해에 대한 중대 위험요인임을 실증적으로 분석하였다. 이천 냉동창고의 참사는 여러 가지 원인이 복합적으로 얽혀 있었지만, 그 중에서도 보수작업의 불편을 이유로 임의적으로 작동중지 시킨 소방시설과 스프링클러에 있다. 그는 화재 시뮬레이션 프로그램을 이용하여, 이천 냉동창고의 스프링클러와 방화문이 정상적으로 작동되었을

경우, 인명재해에 영향을 미치는 여부를 분석하였고, 분석을 통해 이러한 손실통제 기능의 부재가 대형 참사로 이어짐을 발표하였다.

물류창고와 직접적 관련은 적지만, 물류산업의 안전관리와 향상성을 제시한 논문으로 아래 3가지를 선행연구로 포함시켰다. 물류창고의 선진화 방안을 많이 연구하는 이유는, 그만큼 창고업이 물류산업 중에서도 영세성을 면치 못하고 있기 때문이다. 노동집약적인 비효율적 인력 구조와 기계·설비의 노후화와 영세화는 안전보건관리를 도입을 무색케 하는 환경 요건으로 작용하기에 서둘러 개선을 해야 하고, 육해공을 연계하여 통합하는 물류안전시스템을 제공하기 위하여 물류창고의 안전관리도 전혀 새로운 안전관리가 아니라 항만과 공항의 안전관리시스템과 융합할 수 있도록 벤치마킹하여 구성해야 한다.

김형근 등 3인(2012)은 재해에 의한 항만 기능 정지는 국부창출에 심각한 결과를 초래하기에, 재해 사후에도 항만 물류기능 회복과 항만서비스의 연속성 구현할 수 있는 시스템 '비즈니스 연속성 관리(BCN, Business Continuity Management)' 개념을 제시하였다. 국내외 항만 재난 및 재해 사례를 분석하여 그 시사점을 도출하고, 이미 BCN 도입한 사례의 분석하여 타당성의 검토하고, 효과적인 항만재난 대응 전략을 제시코자 하였다.

김재호(2005)는 기존의 재해 이론의 분석하여 물류 산업의 재해에 대한 개념을 정리코자 노력하였다. 물류 산업의 재해 발생 원인을 불안정한 상태와 행동이 기인한 인적 원인에 두었고, 근로자의 안전교육 훈련을 위하여 안전수칙 준수·절차에 따른 안전점검·적절한 안전관리 규정·기계 설비의 안전기준에 따른 관리 등의 안전관리 지침을 제시하였다. 그러나 현장의 근로자의 안전교육에 초점이 맞았기에 물류 산업 전체를 유기적으로 관리할 수 있는 통합적 재해 관리 대책이 미흡하다.

유우연, 이병기, 강경식(2005)는 물류 공급망 관리를 위한 효과적인 안전관리시스템을 구축하여 비용의 최소화를 얻고자 한다. 이 논문의 차별성은 기업의 이익과 비용의 합리성을 중점으로 하여 물류재해의 안전

주체는 산업재해와 같은 인간이 아닌 사물(운송물)로 개념의 전환이 필요하다. 이는 기업의 이익과 비용의 합리성을 우선하여 물류가 본연의 역할에 충실해야 함을 강조한다. 이를 위해 공급망 안전관리시스템의 도입 필요성을 제기하였다.



<표 3-4> 물류창고 재해연구 사례

저자	논문명(주제)	내용
문태웅 (2014)	대형 물류창고 화재안전 개선대책에 관한 연구	샌드위치패널에 의하여 대형화재가 발생하고 있는 물류창고의 사고 사례를 분석하여, 화재예 방을 위한 방안을 제시.
손문범 (2011)	샌드위치패널 냉동창고의 화재 확산원인 및 개선방 안에 대한 연구	냉동창고의 대형화, 다양화, 집중화로 재난발생 의 높아진 위협의 대책 방안을 마련하고자, 화재 사례와 전문가의 상담 조사를 통하여, 냉동창고 방화구획의 화재 확산 방지 방안을 제시.
이의철 (2012)	화재 시뮬레이션 프로그 램을 이용한 물류창고의 화재 사례 해석	냉동창고의 화재 취약성에 대한 점검과 이전 코리아2000 냉동창고 화재를 조사 분석하여, 전 산유체역학 모델을 사용한 화재 시뮬레이션 프 로그램을 통해 공학적 접근을 시도. 임의 불가동 시킨 스프링클러가 정상 작동했을 경우, 사상자 등의 화재 피해를 줄이는지 여부를 분석.
김형근 이종필 하태영 이주원 (2012)	항만에서의 재난 및 재해 영향과 대응방안 연구	재해에 의한 항만 물류 기능 마비·단절에 대 한 문제점을 제시하며, 선제적 예방과 사고방지 와 함께 사후적 관리 개념인 BCN(비즈니스 연 속성 관리) 도입 필요성 제기.
김재호 (2005)	물류산업의 재해예방관리 방안에 관한 연구	인재로 인한 재해를 사전 방지하기 위하여 물 류작업 현장의 안전 수칙 매뉴얼 작성과 준수, 안전교육 및 훈련의 필요성 강조.
유우연 이병기 강경식 (2005)	공급망의 안전관리 적용에 관한 연구	기업의 이익과 합리적 비용을 위해 화물의 안 전을 중심으로 하는 물류 공급망의 안전관리시 스템 구축의 필요성 제시.

제4장 물류창고 재해발생경로 분석

제1절 물류창고 재해발생경로 분석

<표 4-1> 최근 물류창고의 안전사고 현황

발생 년도	물류창고	사고 분류	발생 원인	재해 규모	재해 원인 및 특징
2015 (김포)	제일모직 물류센터	화재	방화	사상 1명, 280억원 손실	의류와 잡화 1600톤이 화재로 전손.
2013 (안성)	코리아 냉동창고	화재	원인 미상	사상 0명, 988억원 손실	샌드위치패널, 화재폐기물 피해 심각.
2012 (남양주)	화도물류 (냉동)창고	화재	전기 발열	사상 1명, 33억원 손실	냉동창고 전기 등의 열에너지 과다로 인한 폭발로 추정.
2008 (이천)	코리아2000 냉동창고	화재	용접 불티	사상 50명, 71.5억원 손실	샌드위치패널, 소방경보 임의 해지, 잘못된 용도 변경.
2008 (이천)	GS리테일 물류창고	화재	용접 불티	사상 8명, 721억 손실	샌드위치패널이 화재를 확산시킴.

최근에 발생한 물류창고의 재해사고 중에서 냉장 · 냉동창고의 화재 사고가 빈번히 발생하고 있다. 물류창고의 건축과 설계는, 경제적이란 이유로 철골 판넬구조 형식으로 구축하고, 마감재를 조립식 샌드위치패널 등을 사용해 화재에 취약하다. 특히, 냉장 · 냉동 물류창고의 경우 화재 시 재산피해와 인근 주민에 대한 2차적 환경 보건적 피해를 끼침에도 불구하고 현재 배관 동결과 저온창고라는 이유로 화재위험성이 낮은 시설로 분류되어, 방호를 위한 소방시설과 장치가 아직 제도화되지 않고 있다.

냉장 · 냉동창고들의 취급품목은 식품 비중이 높다. 온도에 민감한 수

산물을 비롯한 식품의 안전을 위하여 필요한 단열재와 도포 등은 화재를 확산시키는 요인을 작용하기에 결과적으로 막대한 재산피해가 발생하고 있다. 식품 저장창고는 화재로 인하여 전손시켜야 하기에 유통에도 막대한 지장을 끼친다.

재해의 원인에 대한 인식은 시대가 흐름에 따라 변해왔다. 1960년대는 인간이 원인의 중심이 되었고, 1970년 산업 혁명과 기계·설비의 발전과 더불어 중대 재해는 기계 결함과 고장에 의한 기계·기술적 원인이 중심이 되었다. 그렇기 때문에 재해의 고전적 이론은 물적 원인인 기계와 인적 원인인 사람으로 구분하여 이를 사고 방지를 위한 위험요인으로 여겼다. 1990년대에 들어서면서 안전에 대한 인식이 개인이 아닌 기업과 사회의 조직적, 환경적 요인에 의함으로 변하였다. 급속한 과학기술의 발전과 다양화된 산업 환경으로 인한 안전사고의 복잡 다양성은 개인이 아닌 기업과 큰 범위로 국가적 차원의 예방 노력이 필요해졌기 때문이다.

이처럼 시대에 변함에 따라 재해 원인에 대한 규정도 변화하고 있으나, 현재와 같이 복잡 다양화된 산업 환경 속에서는 재해 원인을 단일화하기가 어렵다. 더욱이 물류 산업의 경우는 물류의 업무영역이 조달, 판매, 조립가공 등 제조 및 유통의 영역으로 확장되면서 업역 구분이 모호해지고 있어, 산업과 업종을 구분할 뚜렷한 정체성을 갖기가 어렵다. 그렇기 때문에 산업현장에서 발생하는 재해와 사고에 대한 대책을 강구하기 위해서는, 사고에 대한 지속적인 조사를 통한 그 추세 파악을 하는 것이 무엇보다 중요하다. 이미 발생한 재해를 조사하여, 단순 재해유형이 아닌 그 발생 원인을 정확히 파악함으로써, 동종재해와 유사재해의 재발을 사전에 방지하는데 효과적이며 안전사고 대책을 개선하는데 큰 도움이 된다.

사고를 중심의 선제적 예방대책과 사후적 관리대응 방안에 대한 연구를 함에 있어, 기존의 원인을 찾기 위해 계속 이전의 근본, 근원이란 이름으로 본질을 벗어나고 있다. 사고는 불안정한 상태와 태도를 직접적

원인으로 기인하고, 단순 사고는 이를 통제하면 된다. 원인관계를 규명한 하인리히의 이론으로는 대형사고에 대한 예방 대책과 사후 관리 대책을 마련하는데 한계가 있다.

인재는 사전에 예방이 가능하다는 전제는, 시대의 변화에 따라 ‘우리가 통제할 수 없는 위험도 있다’로 바뀌어 가고 있다. 위기관리능력과 사고 대처능력의 낙제는 재해의 원인에 그에 따른 책임의 물류의 흐름 속에서 회피되어 왔기 때문이다. 사고는 재해를 동반하지만, 사고와 재해는 그 개념이 엄연히 구분되어 있고, 재해의 강도로 인한 피해의 규모 차이로 크기에 재해를 단순 결과로 치부하는 것이 아니라, 흐름 분석을 통제 손실을 통제할 수 있는 구간과 방법을 찾아야 한다. 그렇기 때문에 사고의 전후의 경로를 분석하여 중대 재해로 확산되는 심각해지는 것을 방지하기 위한 대책을 면밀히 강구해야 한다.

위험성평가는 중대 위험성에 대한 우선적 제거이고, 심각성이 높은 위험을 절대적으로 제거해야 하는 것이다. 현재는 사소한 모든 행위에 대한 점검과 시정을 요하고 있어, 실효성도 의문이지만 위험성평가의 기능이 퇴색되고 있다. 아차사고의 300번이 한 번의 중대 재해를 발생한다는 하인리히의 이론으로, 아차사고를 방지하는 데 급급한 나머지 막상 사고 발생 후의 손실을 통제하는 시스템의 부재로 대형 재난으로 이어지고 있다. 정진우(2015)는 “중대성(심각성)이 높은 것에 대해서는 확실히 조치를 강구한다”는 강조하며, 절대안전의 역설이란 말로 현행의 비효율적인 안전관리의 개선을 주장하였다.

현재의 표준위험성평가의 적용이 가장 용이한 물류 산업의 물류 센터와 창고업에서 버드의 근본적 사고원인인 관리의 결함을 제거하기 위해 인간적·설비적·작업적·관리적 4가지 대책을 통한 안전사고 예방 대책을 제시하고자 한다. 하비의 기술, 교육, 관리적 대책인 3E는 재해 원인의 매커니즘을 설명하지 못하는 한계를 가지고 있으나, 버드의 이론은 재해의 연쇄형 뿐만 아니라 집중형 혹은 복합형의 어떠한 형태의 원인 결합구조를 갖더라도 재해의 모든 원인이 분명해지기 때문이다. 더욱이

표준위험성평가가 작업공정에 따라 4M을 평가하는 방식이며, 인간이 개재(介在)하는 작업 모두에 적용이 가능한 현실적 상황을 반영함에 의의를 두었다. 본 연구의 재해의 발생원인 구조는 아래와 같다.



<그림 4-1> 재해의 발생 경로

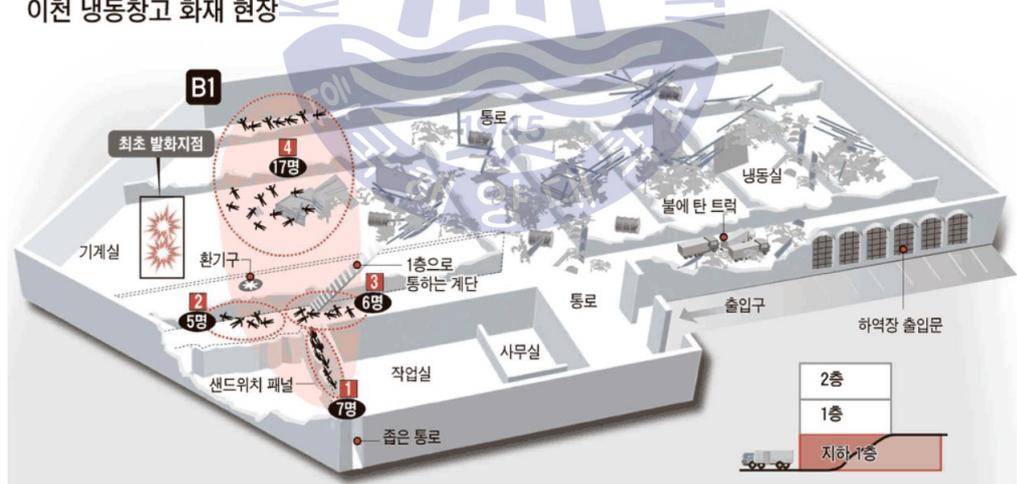
물류 산업의 현장에서 불안정한 환경과 태도를 사고의 직접적 원인으로 가정할 때, 고려해야할 유해위험요인은 전날 회식으로 인한 작업자의 숙취와 졸음, 타고난 짧은 팔다리, 헤어진 애인으로 인한 슬픈 감정, 신규 직원의 미숙함, 크레인 기사의 무단 결근 등 사소한 문제를 시작으로 무한에 가깝게 존재한다. 사실상 모든 사소한 위험을 포함하여 모든 위험성을 제거한다는 것을 불가능하기에 적절한 기준을 찾아야 한다. 이것이 위험성평가의 기본 원리이다. 수용 가능한 위험을 찾기 위하여 위험을 강도를 조사하고 사고의 중대성이 높은 위험부터 우선적으로 해결하는 것이다.

이제까지 산업재해에 대한 안전대책은 정부 주도하에 사람 중심의 선제적 예방대책으로 이루어졌다. 하인리히가 사고의 근본적 원인을 사람의 결함으로 보았을 18세기에는 노동자인 서민에 대한 교육은 없었고, 가정에서 모든 훈련이 이루어졌기에 가정에서 형성되는 사람의 유전적 요인과 환경적 요인을 사고의 근본적 원인이라 생각함이 당연할 수 있

다. 그만큼 사고의 예방대책에서 교육의 효과는 절대적 진리이기 때문이다. 버드의 관리적 통제도, 경영자가 관리 감독의 역할로써 근로자와 작업 환경을 개선시키는 활동을 하는 것으로, 이를 위하여 가정을 대신하여 기업이 자신의 규모와 조직, 산업 특성에 맞는 안전보건관리를 마련하여 이를 근로자에 안전교육을 통한 안전매뉴얼을 완벽하게 체득하도록 해야 한다.

물류센터마다 시설과 구조가 다르고, 취급하는 화물의 특성도 천차만별이다. 화재로 인한 인적 물적 피해도 크지만, 화재폐기물과 환경 오염 등 2차 피해가 심각하다. 특히, 냉동창고는 식품을 보관하기 화재로 인한 오염으로 상품의 가치를 급락하고 전손 처리가 된다. 재해는 손실 우연의 법칙에 의하여, 사고 발생 시의 대상 조건에 따라 손실이 달라지므로 환경적 요인을 고려할 때 냉동창고와 위험을 크기를 고려할 때 화재를 가장 중대 사고로 판단하여 2008년 이전 냉동창고의 사전 예방대책을 각색해 보았다.

이천 냉동창고 화재 현장



자료원 : 구글 이미지,

http://opds.joins.com/news/component/htmlphoto_mmdata/200801/htm_2008010906304230003300-001.GIF

<그림 4-2> 이천 냉동물류창고의 사고현장

<그림 4-3>은 이천 냉동물류창고의 화재 사고의 건물 구조와 사상자의 사고 지점을 나타낸 자료이다. 냉동창고 지하 1층의 1구역은 외부로 통하는 좁은 통로에서 화재 연기로 샌드위치 패널 벽면이 부풀어 올라 놀림에 사망자 7명, 2구역의 환기구 주변에서 연기와 유독가스를 피하다가 탈출하지 못한 것으로 추정되는 사망자 5명, 3구역은 1층으로 가는 비상통로 주변에서 어두운 연기를 뚫고 빛 찾아 탈출했으나 실패한 것으로 추정되는 사망자 6명, 4구역은 발화지점 근처와 창고 안쪽에서 사망자 17명이 집중 발생하였다. 인적측면에서는 노동자의 안전훈련 부족과, 기술적 측면에서는 방독면과 화재와 질식에 대비할 수 있는 구호품과 비상물품이 없었고 환경적 측면에서는 사고에 대한 정보 공유가 늦어져 초기 대비가 불가능하였고, 조직관리적 측면에서는 경영주의 창고 관리가 없었다.

물류창고는 경제적 이유로 조립식 샌드위치패널을 사용해 화재의 위험성에서 취약하다. 냉장·냉동창고의 경우 저온 특성상 습도도 낮고, 보냉 효과를 높이기 위해 가연성 단열재 사용과 밀폐로 인하여 창이 없고 냉동고마다 화물을 출입고하는 출입문 1개만 존재한다. 화재에 취약한 구조에도 불구하고 저온창고이기에 화재위험성에서 낮게 분류되는 것 또한 문제이다.

직접적 원인은 용접작업 실화에 의한 화재였지만, 화재확대요인은 화재에 취약한 스티로폼 및 우레탄폼 재질의 샌드위치패널 사용과 소방설비의 인위적 기능해제이다. 용접작업에 참여한 인부들이 화재초기에 화재발생을 인지하고 대피한 반면, 냉동창고 내부에서 물류분류 작업 중이던 직원들은 화재사실을 인지하지 못하고 고립되어 질식 소사하였다. 피난로와 피난구만 제대로 확보되어 있었어도 많은 사상 피해를 막을 수 있었다. 재해확대요인은 화재가 아닌 인재이며, 근본적 원인인 있는 것이다.

이러한 내부의 손실통제 기능 미흡과 상실과는 별개로, 물류에서는 외부요인에 의해 위험에 노출이 된다. 국가마다 화물 취급 방법과 주의표

시 등이 상이하여 숙련된 근로자들도 화물의 위험성을 정확히 인지하기 어렵고, 선하증권의 부지약관처럼 운송자가 수출입 화물에 대하여 내품 확인에 책임이 없는 상태에서 이력이 부정확한 화물의 유통과 보관으로 통제 불가능한 위험성을 가지는 것이기에, 사고에 대한 사전 예방도 어려울 뿐더러 재해로 인한 피해손실 규모는 가늠할 수가 없다.

제2절 안전관리 개선 방안

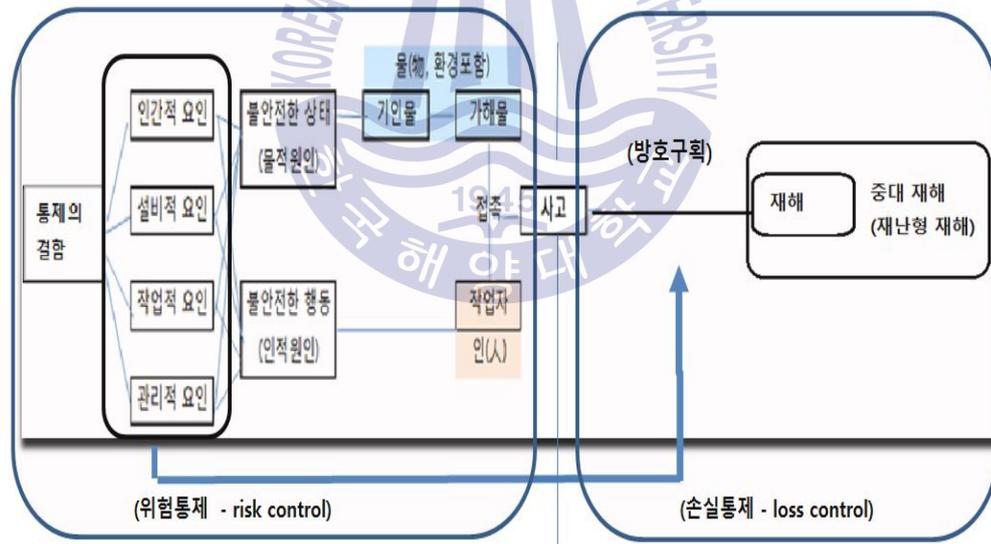
재해발생경로 분석을 통하여, 사고 후의 손실통제(loss control)의 중요성을 강조하였다. 손실통제는 보험론에 적용되는 경영 이론으로, 사고 연쇄이론을 설립한 하인리히와 버드 모두 보험업 종사자였고, 재해의 정도는 인적·물적 손실에 대한 금전적 보상으로 산출되었다. 손실통제란 개념은 시스템 안전을 표현하기에 적합한데, 물류창고는 시설산업으로 취급되지만 광의의 개념에서 물류는 시스템산업으로, 유우연 등(2005)에 의하면 ‘종래의 개개의 기계, 설비나 작업 등의 각 요소에 대한 안전을 ‘요소 안전’이라고 한다면 시스템 전체에 대하여 종합적으로 균형이 잡힌 안전성을 확보하는 것이 ‘시스템 안전’이다. 즉, 시스템 안전이란 어떤 시스템에서 비용, 노동력, 근로 시간, 작업환경 등의 제약 조건 하에 시스템의 기능을 수행하면서 생기는 인적 재해나 기계·설비의 손해를 최소화 하는 것’이라고 정의한다.

우리나라의 안전보건경영 시스템이 위험성평가를 중점으로 하고 있는 상황에서, 기업 내부의 요소안전과 부상과 질병에 대한 안전보건관리로 치우쳐 있음은 변화하는 산업 환경에 어울리지 않는다. 고전적 재해 이론인 하인리히의 1:29:300 법칙과 버드의 1:60:300의 법칙에 의하여, 단 1건의 중대 사고를 방지하기 위한 방법으로 아차사고 등의 경미 사고를 사전에 차단한다는 이론에 입각한다. 아차사고(near miss)와 같은 부주의에 의한 사고는 장소가 한정된 공간일 경우는 예방 효과를 나타낼지 몰라도, 오늘날의 공급망물류는 시스템 산업 환경 속에서 재화의 이

동에 따라 예측할 수 없는 위험요인이 국경을 넘어서 이전, 회피되고 있기에 물류 네트워크의 모든 관계자의 안전을 보장할 수 없다.

기존의 재해 이론들이 원인학적 이론에서 사고의 모든 발생 가능성을 관리하기 위한 거대담론적 안전 대책은 이미 그 효과에서 임계치를 도달했다. 하인리히의 위험요인 300이 아닌, 외부의 새로운 변수 1개가 중대 재해 1로 나타날 확률이 높아진 산업 환경 때문이다. 그렇기 때문에 작업현장 밀착형 안전관리의 필요성과 자율안전관리의 악용으로 피해를 입는 근로자의 발생을 생각하여 실무 중심의 안전개방 방안이 필요하다.

위험성평가의 4M은 사람과 기계설비의 안전에 공존하면서 노동할 수 있는 시스템의 기본 조건으로 착안된 것인데, 요소 안전에만 치중하는 모습을 보여줬다. 그렇기 때문에 재해발생경로에서 통제 구역을 이원화하여 시스템 간의 접촉이 발생한 사고를 기준으로, 사전은 위험통제(risk control), 사후는 손실통제(loss control)을 위한 4M의 관리가 필요하다.



<그림 4-3> 재해발생경로의 위험통제와 손실통제

<그림 4-4>는 Reason(1990)의 스위스치즈모델을 참고하여 사고가 대형사고로 발전되는 과정을 표현하였다. 개별적 원인에 의한 사고는 동

그런 구멍이고 경미한 사고라 할 때, 대형사고가 발생하기 전에 이미 여러 차례의 경고성 사고가 발전한다. 이러한 사고의 틈새로 사고는 대형화된다. 산업장의 모든 원인이 대형사고의 발생 원인이 된다. 버드의 이론은 어떠한 형태의 사고 발생이라고 수용 가능한 구조를 가지고 있으며, 4M은 시스템을 위한 요인 분류이기에 스위스치즈모델로 표현이 가능하다.



<그림 4-4> 재해 통제 모델

위험이 현실화 된 것이 사고이다. 화재의 발생은 사고이지 재해의 결과는 아니다. 무수한 사상자와 금전적 손실을 방호하기 위해서는 사고에서 재해로 확산되는 광란의 에너지를 여러 단계의 방호 작동으로 차단하여 업무 기능의 복원력과 탄력성을 잡을 수 있다. 사전 예방이 안전관리의 첫걸음이지만, 현재 우리에게 필요한 건 방호구획과 같은 손실통제 기능이라고 생각한다.

첫 번째 인간적 대책 방안으로, 개인역량의 제고를 위한 교육과 자율 안전체제를 도입하여 근로자 전원이 안전관리에 관심을 갖고 참여할 수 있도록 유도해야 한다. 용접에 의한 화재를 일으킨 근로자의 노동 기술

과 작업 관리는 물론 모든 근로자의 안전대비과 대응 훈련을 수시로 시행하여야 한다. 현장 근로자들의 겪는 질환에 대한 문헌 조사를 하였고, 그 중 냉동 창고에서의 하역작업 환경은 매우 열악하고 노동 시간 및 작업 방법 불규칙하여 근로자의 누적외상성 장애와 근골격계 질환이 많이 발생한다고 하였다. 예방 방법은 반복 작업 시에는 매 30분마다 5~10분 정도 휴식, 체조로 이러한 쉬운 방법이 안전사고의 예방 대책임도, 간과하기 쉽다. 그리고 직무에 적합한 인력을 수급하기 위해 정부에서 시행하는 직무능력평가(NSC)의 참고하여 기업의 규모와 산업에 맞는 인재를 적재적소에 배치해야 한다.

두 번째 설비적 대책 방안으로, 작업장의 안전구호물의 비치와 적절한 사용법을 훈련 시켜야 한다. 이천 냉동창고 사고에서 방독면의 사용과 구호물을 사용이 적절히 이루어졌다면 더 많은 수의 근로자가 생존이 가능했을 것이다. 그리고 물류센터의 구조도 출입문의 양방향으로 설계하거나 사고에 대비한 비상로, 비상구 혹은 방호시설을 갖추었다면 생존율을 더 높아졌을 것이다.

세 번째 작업적 대책 방안으로, 현장의 정보 공유를 원활히 유지해야 한다. 화재가 발생한 지역의 근로자는 사전에 대비하였지만, 지하에서 근무 중이던 근로자들은 화재 사실을 통지 받지 못하였고 이에 초기 대비가 늦어지면서 사망자가 발생했다. 경보 시스템의 작동이 정상적인지 수시로 점검하고, 근로자들의 위험에 대한 정보의 전달의 즉각적으로 송수신 가능토록 체계를 정비해야 한다.

네 번째 관리적 대책 방안으로, 현장 안전관리감독자의 자격 기준을 강화와 현장 중심의 안전보건의 시행이다. 안전관리감독자가 작업현장의 소장(리더)와 동일한 경우도 있고, 아닌 경우도 있다. 아닌 경우, 안전관리감독자의 지휘가 현장소장보다 낮아 안전에 대한 이행을 제대로 하지 못하는 경우도 발생 가능하기에, 안전보건 전담부서와 그의 권한을 높이는 방법도 있다. 안전관리감독자의 역할의 중요성을 크다. 전문성과 노하우를 갖춘 숙련자에게 지도를 받는 것이 최상이기에, 자격증 소지자를

갖다 놓는 사진과 파일 비치의 안전보건관리가 아닌, 회사 근로자를 중심으로 전문가 교육을 받게 하여 이를 회사에 체화시켜 전수하고, 현장 소장보다 낮은 직급으로 압력을 받지 못하게끔 전담부서 혹은 영향을 미치지 못하는 독립적 지위를 부여되어야 한다. 내부자에 의한 감독 이외에도 물류 안전전문가의 외부 감독 기능을 살려야 할 것이다.

물류 현장의 사고를 예방하기 위해서는 안전설비기준(safety design standards)로 불안전 상태를 제거하고, 안전작업순서(safety job procedure)를 마련하여 불안전 행위를 억제한다면 사고 발생의 수많은 변수를 안전이란 하나의 상수로 변화 가능할 것이다. 그러나 물류가 화물의 흐름을 중심으로 공정별 분석은 물류 설비와 작업자의 행동에 따라 공통된 위험 유형을 갖기가 어렵기 위험성평가제도를 표준화하기 위해서는 근본적 원인 4가지에 대한 대책 마련과 함께 그것들이 몸에 체득될 때까지 반복적인 교육과 훈련이 병행되어야 한다.

산업안전보건법의 제정과 민간 산업안전보건단체를 중심으로 재해예방 운동을 적극적으로 전개하여 왔으나, 민간주도의 산업재해예방사업은 소기의 목적을 충족시킬 수 없어 정부는 증가하는 산업재해를 효율적으로 예방하고자 1987년에 정부출연기관으로 한국산업안전공단을 발족시켰으며, 또한 산재예방정책을 수행하는 정부조직을 고용노동부에서 안전기획과, 산업안전과로 구성된 산업안전국을 신설하였다.

이러한 정부의 체계적인 노력으로 1989년도에는 산업재해가 감소 추세를 보였으나, 1990년대에 들어와서는 산업풍토가 인명을 존중하는 인본위주로 확산되고, 산업구조 또한 장치산업화에 따른 시설 및 장비의 대형화로 신중 화학물질의 개발, 사용 등으로 재해발생 요인도 증가하게 되면서, 정부는 산업재해를 체계적으로 예방하고자, 1999년 12월 제 1차 산업재해예방 5개년 계획(2000년~2004)을 수립하여 시행하였다.¹⁹⁾

2015년 기준으로 지금의 안전보건관리의 변화에 가장 큰 영향을 끼친 사건은 2013년 세월호 침몰 사건이다. 가장 큰 변화로 국민안전처가 설

19) 김재호(2005)

립되었으며, 독립 기관으로써 최근의 많은 안전정책을 실효적 변화를 가져왔다. 물류 산업에 대한 안전 매뉴얼도 안전보건공단에서 제작, 배포하고 있으며, 그동안 관심을 갖지 않았던 택배와 하역업의 종사자에 대한 안전교육 훈련을 시행하는 모습을 보이고 있다. 이러한 정부의 적극적 홍보에 힘입어, 기업들도 무재해운동과 위험성평가를 통한 자율안전관리를 선진적으로 정착해 나가고 있다. 그러나 이와 대조적으로, 이러한 제도의 어두운 면이 부각되고 있다.

우리나라의 산재 사고율은 안전 선진국인 일본과 독일에 비해 낮은데 사고율 대비 산재사망률이 높은 이유를 물류 산업에서 2가지로 설명 가능하다. 첫째는 물류 산업은 철도, 선박, 항공기와 같은 수송단위가 큰 공공교통수단과 항만, 공항, 도로 등의 규모의 시설 인프라를 포함하고 사고 발생 시, 사고의 대형화와 재해의 엄청난 손실을 가져올 수 있다. 둘째는 자율안전제도 하에서 기업의 제도를 악용하여, 안전을 위한 진정성 있는 안전보건활동이 아닌 관리적 활동의 문서절차에 맞춘 형식주의와 이러한 형식적 이행으로 정부의 승인을 얻어 기업의 이익을 얻고자 산재 발생을 은닉하고 공상처리를 방조하는 원인으로 작용하게 된다. 사업장의 보고에 전적으로 의존하고 있는 현재의 산업 재해 보고는 근로자, 더욱이 하도급 계약물류로 인한 하도급 노동구조의 근로자가 죽기 전에는 표면상에 나타나지 않는 모순을 발생시킨다.

상기의 재해 예방 원인에서 알 수 있듯이, 재해는 예방 가능한 대책이 반드시 존재한다. 사고를 발생시키는 직접적 원인을 제거하는 것은 상대적으로 쉬운 일일 수 있다. 그러나 이러한 대책들이 실효를 거두지 못하고 있는 이유는 물류 산업의 구조적 문제에 기인하는 근본적 원인을 제대로 제거하지 못하고 있기 때문이다.

제5장 결 론

제1절 연구의 요약과 시사점

본 연구는 우리나라 물류창고의 안전관리 현황과 재해의 원인을 분석하여 효과적인 안전관리 개선방안을 제시함에 목적이 있다. 물류창고업에 대한 선행 연구와 관련 자료가 부족하여 물류 산업의 전반적인 안전관리 실태를 파악하고 중대 재해 사례를 중심으로 자료를 수집·분석하였다. 무엇보다 재해에 대한 실재를 파악하기 위하여 대표적인 재해 이론과 그 배경을 심도 깊게 고찰하였다. 현대의 안전관리제도의 모태가 되는 하인리히와 버드의 도미노이론을 바탕으로, 재해의 연쇄작용과 인과관계를 경로화로 도출하여 물류창고의 중대 위험요인이 무엇인지 파악하고자 하였다. 급격히 변화하는 현대의 물류 산업의 특성과 상황을 반영코자 최근의 물류창고의 중대 재해 사건을 선별하여 중대 위험요인을 분석하였다. 그리고 물류창고의 재해로 인한 재고 수급 조정 능력 상실로 인한 물류 공급망의 재해 피해 글로벌 네트워크의 교란으로 이어져 엄청난 규모의 손실과 경제적 피해를 가져옴을 각인 시키며 이에 대한 대응책도 모색하였다.

물류의 본질적 역할이 화물의 운반이고 이를 수반하여 수송·하역·보관의 기능을 선박·철도·항공 등의 교통물류와 항만·공항·물류창고 등의 시설물류를 중심으로 이루어지고 있다. 현대사회에서 물류창고가 가지는 역할의 중요성에 비춰, 물류창고의 무재해가 가져올 영향은 국내외 전체 산업과 국가의 안전과 발전으로 이어지는 것이다. 그러기 위해서 물류창고의 효과적인 안전사고 대책 방안이 절실히 필요하며, 사고에 대한 원인 조사와 추세 파악을 통해 동종재해·유사재해 방지와 예상치 못한 재난에 대한 대응하는 면역력을 길러야 한다.

산업재해는 인위재해에 속하며, 발생 원인은 불안정한 상태와 태도에 기인한다. 물류창고 현장의 이러한 유해위험요인은 무한에 가깝기에, 이

를 모두 통제하고 제거한다는 것을 불가능한 행위이다. 보다 효율적인 해결하기 위해서는 통제(control)의 측면에서의 관리를 전제로, 경영자와 관리감독자의 역할을 강조하였고, 사고의 표면적 원인보다 근본적 원인을 분석하고 이를 계획·조직·지휘·감독의 필요성을 제기하였다.

물류재해 또한 산업재해의 일종으로, 이를 분리하여 생각할 필요 없이 우리나라 산업안전관리제도와 현행 문제점을 생각하면 정부 중심의 산업재해 정책으로 인한 경직성으로 기업 경영자와 노동자의 자발적 참여를 이끌지 못하고 있고, 법규에 의한 안전보건의무이행으로 기업적 책임만 강조하고 본질적 예방 활동을 방해하고 있다. 이러한 정부성과 중심의 제도는 전체 산재율은 낮았을지 모르나 근로자의 산재사망률은 높은 비이상적 결과로 나타났다.

물류의 안전사고의 특징은 물류 산업의 독특한 형태와 구조에서 살펴볼 수 있다. 물류 네트워크를 통한 시스템산업이기에, 안전사고가 글로벌 공급망의 교란을 야기시켜 그 피해 규모가 한정된 기업과 산업, 지역을 벗어나 전방위로 뻗어나간다. 항만과 공항을 거점으로 하는 거대도시 권역의 기틀이 되는 물류는 우리의 일상생활과 주거지역에 매우 가깝게 자리함에도 누구도 위험요인인지 모르고 생활하고 있다. 그리고 이러한 물류 산업의 운영과 안전관리를 포함한 정책을 정부가 주도하고 있지만, 교통안전공단, 소방방재청, 안전보건공단, 항공·철도사고조사위원회 등 물류산업 재해와 관련된 다수의 정부부처는 존재하나, 정책수립과 관리를 주도하는 선도부처는 부재하다.

이러한 문제점을 인식하고 안전관리 대책 방안에 대한 과학적인 분석을 통하여 재해와 인과관계를 충분히 설명할 수 있는 원인에 대한 직접적 통제로 그 실효성을 높이고자 하였다. 이러한 안전관리 개선방안은 다음과 같다.

첫째, 4M 위험성평가는 시스템 안전에 적합한 안전관리제도임에도 불구하고 요소안전에 대한 사전 예방책으로 활용되고 있는 실정인데, 변화하는 산업 환경에 적합한 제도로 개선시킬 필요가 있다.

둘째, 화물의 이동과 더불어 위험성이 이전 혹은 회피되기 때문에 예측할 수 없는 위험요인이 많다. 따라서 안전관리를 이원화하여 내부요인은 위험통제(risk control)로 사전 예방 대책을 통해 통제하고, 예기치 못한 변수는 손실통제(loss control)하여 기업의 업무 복원화 능력과 탄력성을 높여야 한다.

셋째, 기존의 사전 예방 대책은 이미 그 효과의 임계치를 넘어서고 있다. 따라서 현장에서 발생한 사고를 효과적으로 대응할 수 있는 안전관리시스템 체계를 구축해야 할 것이다.

일반적인 안전관리는 산업재해를 중심으로 인식되어 왔고, 산업재해란 근로자가 업무에 관계되는 건설물, 설비, 원자재, 가스, 증기, 분진 등에 의하거나 작업 기타 업무에 기인하여 사망 또는 부상, 질병에 걸리는 것을 의미한다. 이렇게 산업재해의 개념에서 물적 손실을 포함하지 않는 이유는, 안전과 재해 예방의 주체는 사람이었고 생산 현장중심으로 이루어졌기 때문이다. 이러한 안전관리의 개념이 물류 산업의 글로벌 공급망 관리에 적용될 때는, 안전에 대한 패러다임을 운송물(재화 또는 원자재)을 주체로 한 '제품 중심의 안전관리'로 전환이 필요하며, 물류 네트워크와 육상·해상·항공을 통섭할 수 있는 통합 안전관리시스템의 중요성을 더욱 강조될 것이다.

그리고 각종 테러로 위협받는 세계정세에서 항만과 공항을 중심으로 이동하는 사람과 물자에 대한 보안을 더욱 강력하게 통제받게 될 것이다. 이러한 화물의 보안 요구가 신보호무역주의의 수단으로 이용될 가능성도 배제할 수 없다. 결국 수출의존도도 높은 우리나라의 경제의 안정과 대외교역의 흐름을 위해서는 물류의 안전관리에 있어, 글로벌 보안시스템과 기능적 통합과 상호적 인증이 가능한 제도의 마련이 필요하다.

제2절 연구의 한계와 향후 연구방향

본 연구에서 물류창고의 안전관리와 사고에 대한 개념을 정확히 설명하고, 효과적인 안전사고 개선방안 제대로 제시하기 위하여 산업안전과 재해에 관한 학술적 이론과 연구 자료 등을 면밀히 고찰하였다. 안전사고 문제점과 원인인 위험요인에 대한 통제적 관리를 강조한 실효성 높은 대책 방안을 제시코자 하였지만, 이를 대응하기엔 안전에 대해 불감증과 인명경시의 사회 풍토가 가장 큰 벽이 되고 있다.

본 연구의 한계점은 첫째, 물류창고 안전사고 사례 분석과 재해발생경로 모델을 통해 제시된 안전사고 개선방안의 효과를 실증적으로 분석하지 못하였다.

둘째, 정부 주도의 경직적 안전관리제도에서 탈피하여 물류 기업의 자율안전관리를 이상적으로 제시하였지만, 잘못된 방향으로 자리 잡고 있는 자율안전관리의 문제점을 우려하여 폐기를 요구하는 목소리가 높아지고 있는 현실이다. 물류 산업의 안전관리제도는, 기업의 자율안전관리의 한계점과 정부 주도의 안전관리의 경직성을 사이에 두고 계속되는 딜레마가 될 것이다.

셋째, 정부가 우리나라 물류 산업의 구조적 문제를 먼저 해결하지 않는다면, 어떠한 물류창고의 안전사고 대책 방안을 마련해도 무용지물일 뿐이다. 특히, 계약물류로 인한 안전관리 책임의 회피와 관리감독 기능의 부재, 영세성과 노동집약성을 동반한 인력구조의 문제는 정부가 조속히 대책을 마련하여 이를 개선해야 할 것이다.

그리고 본 연구의 학문적, 실무적 시사점은 다음과 같다.

첫째, 재해발생 원인에 대한 이론적 배경과 현재 가장 효율적인 안전관리제도로 평가 받는 4M 위험성평가 제도를 고찰하였다.

둘째, 물류창고의 안전관리 현형과 최근에 발생한 안전사고 사례를 조사하고, 선행연구를 문헌 조사하여, 물류창고의 중대 위험성과 통제 위험요인이 무엇인지 파악하였다.

셋째, 안전사고 재해 사례를 재해발생경로 모델을 기반으로 시계열적 인과관계의 특정 요인의 통제를 통해 재해 손실 규모 변화를 분석하고, 이를 바탕으로 한 실효성 있는 안전관리 개선방안을 제시하였다.

불운한 안전사고의 뒤에는 이를 해결하기 위한 여러 노력이 존재했다. 2013년 세월호 사고는 우리나라 안전사고의 불감증을 크게 반성하는 계기가 되었다. 2014년 국민안전처가 이로 인해 설립되었고, 그 이후 안전관리정책을 홍보와 제도 개선이 급진적으로 변화하고 있다. 물류 산업의 운수와 택배, 창고, 하역업에 대한 안전매뉴얼에 안전보건공단에 의한 제작 배포되었고, 기업들의 자율안전관리를 정착시키면서 전문성을 갖춘 안전관리감독자와 위험물취급관리자를 사업장에 투입하고 있다. 아직 그 실효성을 검증되지 않았지만, 이러한 변화가 단발로 끝나지 않고 앞으로 지속적으로 유지되기를 바라며, 본 연구를 발전시켜 보다 효과적인 물류 산업의 안전사고 대책 방안이 마련될 수 있도록 계속적으로 연구가 시행되어야 한다.



참 고 문 헌

국내 문헌

- 고용노동부, <http://www.moel.go.kr>.
- 안전보건공단, <http://www.kosha.or.kr>.
- 국토교통부(2014), 「물류창고 기본 안전관리 매뉴얼」 과 보도자료.
- 국토해양부 등(2009), 「물류창고 안전관리 매뉴얼」 .
- 고용노동부(2013), 「산업재해현황분석 보고서」 .
- 해양수산부(2014), 「2014년 국가안전관리 집행계획」 .
- 한국산업안전보건공단(2010), 「4M 위험성평가 매뉴얼」 .
- 한국화재소방학회(2014), 「물류저장시설 등 소방시설 설치기준 개발」 .
- 정진우(2015), 산업안전보건관리의 이론과 실제, (주)중앙경제.
- 김병석(2014), 산업안전관리론, 형설출판사.
- 양성환 등(2011), 안전관리시스템, 현문사.
- 박계순, 이한준(2008), 뉴 패러다임 보건학, 대경북스.
- 김형근, 이종필, 하태영, 이주원(2012), “항만에서의 재난 및 재해 영향과 대응방안 연구”, 한국해양수산개발원.
- 김재호(2015), “물류산업의 재해예방관리 방안에 관한 연구”, 명지대학교 산업대학원 석사논문.
- 문태웅(2014), “대형 물류창고 화재안전 개선대책에 관한 연구”, 가천대학교 산업환경대학원 석사논문
- 손문범(2011), “샌드위치패널 냉동창고의 화재 확산원인 및 개선방안에 대한 연구”, 서울시립대학교 도시과학대학원 석사논문.
- 이의철(2012), “화재 시뮬레이션 프로그램을 이용한 물류창고의 화재 사례 해석”, 충북대학교 산업대학원 석사 논문.
- 박원희(2012), “항만근로자의 안전사고 예방대책에 관한 연구: 울산항 항만 하역 근로자를 중심으로”, 울산대학교 산업대학원 석사논문

문.

- 장형규(2014), “조선산업의 산업재해와 근로자의 안전의식에 관한 연구: 울산 S사 근로자의 안전의식 실태조사”, 울산대학교 산업대학원 석사논문.
- 유우연, 이병기, 강경식(2005), 「공급망의 안전관리 적용에 관한 연구」, 『대한안전경영과학회지』, 제7권 제4호, pp.39-48.
- 권기훈, 강재영(2012), 「항만물류안전의 확보를 위한 보안제도에 관한 고찰」, 『법학논총』, 제29권 4호, 한양대학교 법학연구소, pp.301-322.
- 박경진(2011), “국제물류의 보안규제 적정수준에 관한 연구 : 위험관리 측면 중심으로”, 성균관대학교 일반대학원 박사학위논문.
- 권영국, 박계형, 김찬오(2010), 「안전사고 분류체계에 관한 연구」, 『대한인간공학회』, 2010 춘계 학술대회 한·일 공동학술대회, pp.152-155.
- 유통정보사(2012), 「내년부터 물류 전사업장 자율안전관리 전면 시행: 물류업체 평가에 반영, 사고예방 정책 수립 계획」, 『물류매거진』, 통관241호, pp.56-58.
- 양병학(2007), 「한국 물류 산업에서 안전관리에 관한 연구 문헌 조사」, 『대한안전경영과학회지』, 제9권 제5호, pp.27-36.
- 김희규, 박상현, 정태호(2009), 「물류창고 화재분석을 통한 화재안전관리방안 연구」, 『한국화재소방학회 논문집』, 2009년 춘계학술 논문발표회, pp.598-605.

국외 문헌

Wilson, R. and E.A.C. Crouch(2001), *Risk-Benefit Analysis Second Edition*, MA: Harvard University Press pp.87-92.

Henson, S. and B. Trail(1993), "The Demand for Food Safety: Market Imperfections and the Role of Government", *Food Policy*, Vol.18, No.2, pp.152-162.

