

물류창고 화재안전을 위한 건축기준 개선방안

How to Improve Building Standards for Fire Safety in Logistics Warehouses

이주경 Lee, Jookyung
남성우 Nam, Seongwoo

(a u r

정책연구보고서 2023-1

물류창고 화재안전을 위한 건축기준 개선방안

How to Improve Building Standards for Fire Safety in Logistics Warehouses

지은이	이주경, 남성우
펴낸곳	건축공간연구원
출판등록	제2015-41호 (등록일 '08. 02. 18.)
발행	2023년 11월 11일
주소	세종특별자치시 가림로 143, 8층
전화	044-417-9600
팩스	044-417-9608

<http://www.auri.re.kr>

가격: 12,000원, ISBN: 979-11-5659-428-4

이 연구보고서의 내용은 건축공간연구원의 자체 연구물로서
정부의 정책이나 견해와 다를 수 있습니다.

연구진

연구책임	이주경 부연구위원
연구진	남성우 부연구위원
연구보조원	조수현 조사원

연구심의위원	염철호 선임연구위원 이여경 연구위원 조영진 연구위원 배재현 국회입법조사처 입법조사관 권영진 호서대학교 교수
연구자문위원	김정엽 한국건설기술연구원 선임위원 김희성 (주)킬리 안전보건환경 부사장 민흥기 (주)해안종합건축사사무소 소장 박재성 숭실사이버대학교 교수 손석중 경기도소방재난본부 소방장 유진혁 (주)제이에이에스건축사사무소 소장 윤혁경 에이앤유디자인그룹건축사사무소(주) 사장 이광환 (주)해안종합건축사사무소 소장 이중연 (주)제이에이에스건축사사무소 대표이사 전영철 (주)열린모임참건축사사무소 대표 최찬환 서울시립대학교 명예교수

물류창고란 많은 양의 물품을 보관하고 처리하는 시설로서 건축법상 창고시설로 분류된다. 최근에는 대규모 물류창고 건설이 활발해지고 있으며, 이러한 창고들은 구조와 기능 면에서 큰 변화를 겪고 있다. 창고의 구조는 점차 대형화, 다층화되는 추세이며, 내부는 대공간화, 고천장화되고 있다. 이와 함께 창고 내부 공간은 물건 보관뿐 아니라 분류, 포장, 가공 등 복잡한 업무를 수행하는 곳으로 전환되고 있으며, 물류시스템은 점차 무인 자동화되는 방향으로 발전하는 등, 전반적인 건축 및 방재 환경이 과거와 크게 달라지고 있다.

이러한 창고시설의 발전 동향을 고려할 때 현행 화재안전 규정들이 효과적이고 합리적으로 적용되고 있는지 의문이 제기된다. 특히 물류창고는 넓은 공간 안에 많은 양의 물건들이 쌓여 있고, 전기 사용량도 높아 화재에 취약한 편이다. 이 연구에서는 현행 화재안전 규정이 물류창고의 변화된 환경과 특성에 얼마나 적합한지 검토하고 필요한 조치와 기준을 제안하는 것을 목표로 한다.

물류창고의 화재안전 규정은 건축법, 소방법, 물류시설법에서 다루고 있다. 건축법은 건축물의 재료, 형태, 구조 등을 통해 피난 및 연소 확대 방지와 같은 안전기준을 정하며, 피난계단, 비상용 승강기, 방화구역 등의 설치를 요구한다. 소방법에서는 창고시설에 소방설비, 경보설비, 피난구조설비 등을 설치하도록 하며, 큰 창고시설의 경우에는 성능위주설계를 의무화하고 있다. 물류시설법에서는 화재안전 관리계획서 작성과 유지를 요구하고 있다. 한편 적용 랙의 경우 건축법의 여러 안전시설 설치 대상에서 제외되지만, 소방법에 따라 스프링클러와 같은 소방설비 설치 규정은 강화되는 추세다.

건축법이나 소방법에서 다루는 대부분의 화재안전 건축기준들은 면적과 층수에 비

례하여 정해지는 사양 중심의 규정으로서, 과거의 작고 단순했던 창고시설에 적용되던 것과 크게 달라지지 않았다. 또 현행 건축법은 창고시설의 다양한 사용 목적을 감안하지 않고 단일 용도로만 분류하고 있으며, 소방법에 따른 성능위주설계는 건축법 규정과 연계가 부족하다는 한계가 있다.

대규모 물류창고 설계 사례를 조사한 결과, 몇 가지 문제점들을 발견하였다. 첫째, 화재 안전장치의 설치 기준은 고정된 기준에 따라 이루어지지만, 실제 사람들의 행동에 대한 고려는 충분하지 않았다. 화재 안전장치는 획일적인 설치 기준으로 인해 과다 설치되거나 과소 설치될 우려도 있었다. 둘째, 창고 내부의 높은 층고와 복잡한 구조 때문에 화재 시 안전장치의 효과가 떨어질 수 있다는 우려가 있었다. 셋째, 물류창고의 사용 목적에 따라 화재의 위험도가 다를 수 있는데, 이를 충분히 반영하지 못하고 있었다.

법령 자체 뿐 아니라 법을 해석하고 적용하는 기준은 점점 더 엄격해지고 있다. 하지만 이런 강화는 단순히 기존의 규정을 더 엄격하게 만드는 것에 그치며, 실제로 성능을 향상시키는 방향으로 발전하고 있지는 못하다. 이와 대조적으로, 다른 나라들은 화재안전에 대한 성능 관련 기술의 연구·개발에 더 많은 투자를 하며 성장하고 있다. 이러한 국제적인 추세를 반영하여, 물류창고 화재안전 건축기준에 대한 개선 방향을 설정하는 것이 중요하다.

관계 전문가들의 논의를 바탕으로 제시된 주요 개선방안은 다음과 같다. 첫째, 대형화되는 물류창고의 특성에 맞게 규정을 유연화하고 합리화하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 건축법 시행령 개정을 통해 초대형 물류창고에 한하여 건축위원회 심의를 받아 일부 규정의 완화 및 대체설계를 가능하게 할 것을 제안한다. 또, 건축물방화구조규칙을 개정하여 소방관 진입창 높이에 관한 기준을 합리화할 것을 제안한다. 둘째, 창고 내부 복잡도가 상승함에 따라 안전 설비에 대한 기준을 강화해야 한다. 이와 관련하여, 건축법 시행령 개정을 통해 창고시설의 배연창 규정과 적층 랙의 설치 면적 제한 규정 마련을 제안한다. 마지막으로, 다양한 화재 하중을 고려하여 공간의 용도를 세분화하고 그에 적합한 화재안전 기준 마련이 필요하다. 이 연구에서는 물류창고의 화재안전 기준이 재실자 수와 저장물의 화재 하중에 따라 다르게 적용되어야 할 필요성을 인식하였으며, 장기적인 관점에서 창고시설 용도를 세분화하고 그에 적합한 화재안전 기준을 설정하는 방향을 제안한다.

결론적으로, 물류창고의 화재안전 규정은 지속적인 변화하고 발전하는 현실을 반영하여 유연하게 개정되어야 한다. 이를 통해 물류창고의 다양한 특성과 환경에 맞는 맞춤형 안전 조치를 취할 수 있도록 하여, 화재 사고를 최소화하고 더 안전한 물류 환

경을 조성할 수 있을 것이다. 본 연구는 물류창고의 특성별 화재위험도에 대한 실험적 접근과 통계 및 데이터 기반의 구체적 기준 설정에 한계를 가지고 있다. 따라서 향후에는 물류창고의 사용 실태와 화재 위험도 심층적 분석을 통해 더 정교한 화재안전 기준을 개발하는 데 중점을 둘 필요가 있다. 이를 통해 물류창고의 안전성 강화와 효율적인 운영을 지원할 수 있을 것으로 기대한다.

주제어

물류창고, 창고시설, 화재안전, 건축기준, 건축법, 소방법, 적층 랙

차례 CONTENTS

제1장 서론

1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 선행 연구 검토 및 차별성	4
3. 연구의 범위 및 방법	7

제2장 물류창고 건축 발전 동향 및 현행 법령의 한계

1. 물류창고 건축 발전 동향	9
2. 물류창고 화재안전 법령 검토	30
3. 대규모 물류창고의 화재안전 건축기준 적용 사례	43

제3장 국외 물류창고 화재안전 건축기준 조사

1. 조사 개요	65
2. 미국 물류창고 화재안전 건축기준	66
3. 일본 물류창고 화재안전 건축기준	74
4. 사례 종합 및 시사점 도출	80

제4장 물류창고 화재안전 건축기준 현안 및 개선방안

1. 검토 개요	83
2. 건물 규모 확장에 대응한 화재안전 기준 합리화	85
3. 내부 공간 복잡도 상승에 대응한 건축기준 강화	89
4. 화재 하중 다양화에 대응한 건축기준 세분화	91

제5장 결론

1. 정책 제언 및 법령 개정안	93
2. 연구의 한계 및 후속과제	99
참고문헌	100
SUMMARY	105

표차례 LIST OF TABLES

[표 1-1] 주요 선행연구	5
[표 2-1] 지역별 물류창고업 등록 현황	9
[표 2-2] 창고시설 면적별 분포 현황	10
[표 2-3] 창고시설 개발 규모와 관련된 주요 규제	10
[표 2-4] 2023년 물류센터 개발 현황	11
[표 2-5] 최신 대규모 물류창고 개발 사례	15
[표 2-6] 랙의 각 부 명칭	21
[표 2-7] D 물류창고 적층 랙 설치 사례	23
[표 2-8] 자동화 창고 시스템의 주요 설비	25
[표 2-9] 규모별 ㎡당 사업장 종업원 수 분석 결과	27
[표 2-10] 2020년~2021년 경기도 대형화재 중 창고시설(운영 중) 발생현황	29
[표 2-11] 주요 화재발생 물류창고의 연소 확대 사유 및 문제점	30
[표 2-12] 경기도 물류창고 소방 점검 결과	31
[표 2-13] 화성시 창고시설 개발행위 기준 주요내용	33
[표 2-14] 건축법의 물류창고(창고시설) 안전 관련 건축 기준	35
[표 2-15] 소방시설법에 따른 창고시설의 소방시설 기준	38
[표 2-16] 물류창고업 화재안전 관리계획서 작성구조	43
[표 2-17] 조사 대상 및 방법	46
[표 2-18] 피난층 비상용승강기로부터 출구에 이르는 거리 기준	65
[표 2-19] 방화셔터 규격 및 방화문 설치 규정 강화	66
[표 3-1] 방화구획 면적 기준 part1	73
[표 3-2] 방화구획 면적 기준 part2	73
[표 3-3] 방화벽 내화 등급	74
[표 3-4] 출구까지의 보행거리	75
[표 3-5] 창고시설에 대한 내화 기준	78
[표 3-6] 창고시설의 방화구획 면적	79
[표 3-7] 보행거리 제한	80
[표 3-8] 일본 창고시설에 대한 소방법령 규제	80

표차례

LIST OF TABLES

[표 4-1] 분야별 전문가 구성	86
[표 4-2] 검토 내용	87
[표 5-1] 건축법 시행령 제6조(적용의 완화) 개정안	98
[표 5-2] 건축물의 파난 방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제18조의2(소방관 진입창의 기준) 개정안	99
[표 5-3] 건축법 시행령 제51조(거실의 채광 등) 개정안	100
[표 5-4] 건축법 시행령 제119조(면적 등의 산정방법) 개정안	101

그림차례 LIST OF FIGURES

[그림 1-1] 연도별 물류창고업 신규 등록 건수	1
[그림 1-2] 연도별 연면적 50,000㎡ 이상 창고업 등록업체 수	2
[그림 1-3] 연구의 흐름	8
[그림 2-1] 증소형 물류창고 지상 층수 현황	13
[그림 2-2] 증소형 물류창고 지하 층수 현황	13
[그림 2-3] 대규모(대형·초대형) 물류창고 지상 층수 현황	14
[그림 2-4] 대규모(대형·초대형) 물류창고 지하 층수 현황	14
[그림 2-5] A 물류창고 지상1층 평면도	16
[그림 2-6] A 물류창고 지상2층 평면도	17
[그림 2-7] A 물류창고 종단면도	17
[그림 2-8] 파렛트 랙 설치 사례	22
[그림 2-9] D 물류창고 적층 랙 설치 사례	23
[그림 2-10] D 물류창고 적층 랙 상부	24
[그림 2-11] 적층 랙 및 파렛트 랙 설치 사례	24
[그림 2-12] 자동창고 및 컨베이어 시스템 설치 사례	26
[그림 2-13] 컨베이어 시스템 설치 사례	26
[그림 2-14] 물류창고 건축 발전 동향 종합	32
[그림 2-15] 서울시 성능위주설계 신청 및 신고 절차도	41
[그림 2-16] 건축법 안전기준 특징	44
[그림 2-17] 소방법 안전기준 특징	45
[그림 2-18] 조사 내용	47
[그림 2-19] A 물류창고 직통계단 설계반영 사항	48
[그림 2-20] B 물류창고 직통계단 설계반영 사항	49
[그림 2-21] C 물류창고 직통계단 설계반영 사항	50
[그림 2-22] D 물류창고 적층 랙의 계단 설치 사례	50
[그림 2-23] D 물류창고 사다리 설치 사례	51
[그림 2-24] D 물류창고 컨베이어 시스템의 브릿지 설치 사례	51
[그림 2-25] D 물류창고 유도등	52

그림차례 LIST OF FIGURES

[그림 2-26] D 물류창고 기동식 유도등	52
[그림 2-27] A 물류창고 비상용 승강기 설계반영 사항	53
[그림 2-28] B 물류창고 비상용 승강기 설계반영 사항	54
[그림 2-29] C 물류창고 비상용 승강기 설계 사례	55
[그림 2-30] B 물류창고 소방관 진입창 설계반영 사항	56
[그림 2-31] C 물류창고 소방관 진입창 설계반영 사항	56
[그림 2-32] A 물류창고 상온창고 방화구획 설계반영 사항	57
[그림 2-33] A 물류창고 방화구획 설치 사례	58
[그림 2-34] A 물류창고 방화구획 설치 사례	58
[그림 2-35] A 물류창고 상온창고와 하역장(주차장) 간 방화구획 설치 사례	59
[그림 2-36] A 물류창고 상온창고와 하역장(주차장) 간 방화구획 설치 사례	59
[그림 2-37] B 물류창고 방화구획 설계반영 사항	60
[그림 2-38] B 물류창고 창고와 하역장(주차장) 간 방화구획 설치 사례	61
[그림 2-39] C 물류창고 방화구획 설계반영 사항	61
[그림 2-40] 방화셔터가 통과할 수 있는 적층 랙 및 컨베이어 벨트 시스템 사례	62
[그림 2-41] A 물류창고 적층 랙 및 창문 설치 사례	63
[그림 3-1] 일본 사이타마현 창고 1층 방화구획 및 면적(회색 선: 컨베이어 설치 라인)	79
[그림 3-2] 방화셔터 강하 시 컨베이어벨트 작동 예시도	82

제1장 서론

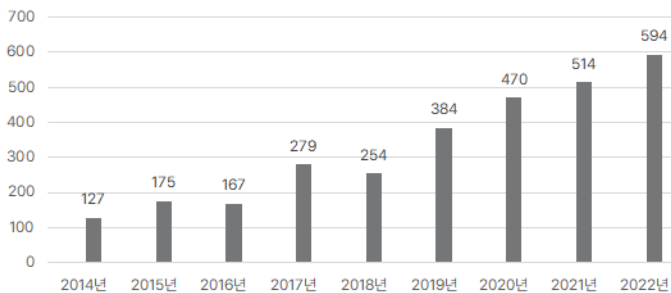
1. 연구의 배경 및 목적
2. 선행 연구 검토 및 차별성
3. 연구의 범위 및 방법

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구의 배경 및 필요성

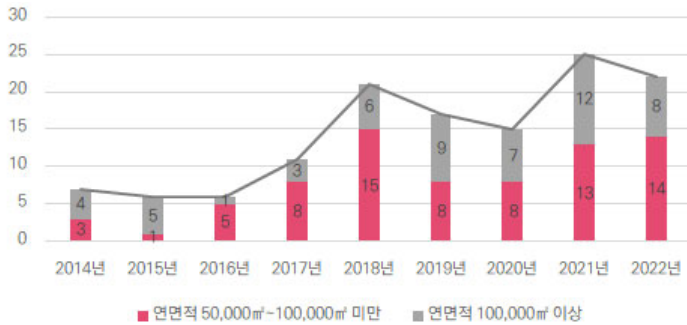
□ 전자상거래 산업 성장, 물류시스템 자동화 기술 발전, 노후 시설 대체수요 증가 등 여러 요인으로 인해 물류창고 개발이 활발한 현황임

- 2023년 6월 현재 국가물류통합정보센터에 등록된 물류창고업은 총 4,812개이며, 지난 5년간(2018~2022년) 신규 등록된 물류창고업이 전국 등록 건수의 47%를 차지하고 있음
- 50,000 m² 이상 대규모 물류창고의 등록건수도 증가하는 추세임



[그림 1-1] 연도별 물류창고업 신규 등록 건수

출처: 국가물류통합정보센터(2023, <https://nlic.go.kr/nlic/WhsInfoWarehouse>
Sch.action, 검색일: 2023.6.26.)를 참고하여 연구진 작성



[그림 1-2] 연도별 연면적 50,000㎡ 이상 창고업 등록업체 수

출처: 국가물류통합정보센터(2023, <https://nlic.go.kr/nlic/WhsInfoWarehouse>
Sch.action, 검색일: 2023.6.26.)를 참고하여 연구진 작성

□ 물류창고란 물품을 보관하고 처리하는 시설로서 건축물 용도는 창고시설임

- 물류창고란 많은 양의 물품을 보관하고 처리하는 시설로서, 건축물 대장에 표기되는 용도는 창고시설임. 창고시설에는 창고(일반창고, 냉장 및 냉동창고), 하역장, 물류터미널, 집배송 시설이 포함됨
 - “물류창고”란 화물의 저장·관리·집화·배송 및 수급조정 등을 위한 보관시설·보관장소 또는 이와 관련된 하역·분류·포장·상표부착 등에 필요한 기능을 갖춘 시설을 말함(물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률 제2조 제5의2호)
 - 보관시설 바닥면적의 합계가 1,000㎡ 이상이거나 보관 장소 전체면적의 합계가 4,500㎡ 이상인 경우 물류창고업 등록이 의무이며, 물류창고업 등록을 위해서는 해당 건축물이 「건축법 시행령」 별표 1 제18호 창고시설이어야 함(물류창고업 등록에 관한 규칙 제3조 제4항 제3호)

□ 물류산업의 성장에 따라 핵심시설인 물류창고의 중요성이 부각되고 있으며, 창고 시설은 점차 대형화, 자동화되고 복잡한 업무를 수행하는 공간으로 진화하고 있음

- 물류산업이 새로운 경제 발전의 원동력이 됨에 따라 이 산업의 핵심시설인 물류창고의 중요성도 강조되고 있음
- 창고의 구조는 점차 대형화되고 무인 자동화되는 경향이 있으며, 내부 공간은 단순히 물품을 보관하는 장소를 넘어서 분류, 포장, 가공 등 복잡한 업무를 수행하는 공간으로 전환되고 있음. 최근에는 무인자동화 설비 시스템이나 랙 설비를 설치하여 공간 복잡도가 더욱 높아지는 추세임

□ 물류창고 발전 동향을 고려한 화재안전 건축기준의 재검토가 필요함

- 현행 화재안전 건축기준은 주로 건물의 용도, 바닥면적, 층수 등에 근거하여 안전시설을 정량적으로 설치하도록 하는 사양 중심 규정임. 사양 중심의 접근법은 간단하고 명확한 속성을 제시하며 비교적 적용하기 편리하다는 장점이 있음
- 하지만 사양 중심 기준은 단순하고 획일적이라 성능이나 경제적인 면에서 비효율을 초래할 수 있음(민병렬 외, 2014, p.9). 특히 이러한 기준은 과거 소규모 전통적인 창고 건물 설계에는 큰 문제가 되지 않았지만, 최신 대형자동차 물류창고에 기존 규정을 그대로 적용하면 불합리한 설계가 될 수 있고 기능적 측면에서도 제약이 생길 수 있음
- 새롭게 대두되는 물류창고의 특징과 요구사항을 고려할 때 현재 안전 관련 건축 기준이 효과적이고 합리적으로 적용되고 있는지 검토가 필요함

□ 물류창고의 화재 취약성을 감안한 건축 기준 개정의 당위성 및 대안 제시 필요

- 한편 물류창고는 넓은 공간 안에 물건들이 쌓여 있고, 물건 보관을 위한 전기 사용량도 높아 화재에 취약한 편임
- 최근 5년 간 물류창고 개발이 활발해짐과 동시에 화재사고 건수도 증가하였음
- 화재안전 관련 건축 기준 개정을 위해서는 당위성을 확보하고 안전 문제 해결을 위한 대안 제시가 필요함

2) 연구의 목적

□ 물류창고 화재 안전을 위한 건축 기준 개선 방안 제안

- 이에 본 연구는 물류창고 화재안전 건축기준의 개선 방향을 모색하되,
- 안전과 효율성을 동시에 고려하는 방향으로 건축물의 규모나 무인화 수준 등에 따라 유동적인 안전 기준을 적용할 수 있는 방안을 제시하고자 함

주요 연구 질문

- 최근 물류창고 건축 발전 동향은?
- 물류창고 화재 안전 관련 건축기준의 문제점 및 개선 필요성은?
- 물류창고 화재 안전 관련 건축 기준의 개선 방안은?

2. 선행 연구 검토 및 차별성

1) 관련 선행 연구

□ 물류창고 공간 변화에 대한 연구

- 김수빈 외(2023)는 최근 등장한 도심형 소형 물류센터의 입지와 공간 특성에 대해 연구하였음
- 조용현 외(2020)는 쿠팡, 이마트, 아마존 물류센터 사례 고찰을 통해 자동화, 대형화에 따른 공간적 변화와 방향을 제시한 연구를 수행하였음

□ 화재 사례, 요인 및 안전 기준에 대한 연구

- 김종모(2021)는 물류센터 건설 및 운영단계에서의 화재 사례 및 위험 요인 분석 연구를 수행함. 권영진 외(2020)는 물류창고 화재사례조사 및 위험요소 분석을 통해 건축방화대책 개선 및 종합적 인명안전기준을 제시함
- 이유식 외(2018a)는 랙크식 창고 관련 국내외 규정과 화재사례 분석을 통해 안전 법규 개선 방안을 제시함. 이유식 외(2018b)는 랙크식 창고 스프링클러 설비의 배관설계방식 검토를 통한 최적설계방안을 제안함. 황금숙 외(2018)는 랙식 창고 및 판매시설의 소방 및 방재시설 적용 사례 연구를 수행함. 김운형 외(2014)는 랙크식 자동 물류창고의 소방시설 기준 개선안과 저온창고의 소방시설 설치기준을 제안함

□ 소방설비 및 피난방화기준에 대한 연구

- 김운성 외(2022)는 국내외 물류창고 배연설비 설치규정 비교를 통한 설치기준 기초 연구를 수행함
- 최기욱 외(2019)는 스프링클러설비 제도 검토 및 소화유효성 고찰을 통해 랙 구조물에 적합한 스프링클러 설비를 제안함
- 이샘이 외(2007)는 국내외 피난·방화계획 비교를 통한 우리나라 실정에 적합한 피난·방화규정 개선안을 제안함
- 배재현 외(2021)는 물류창고 건축 특성 변화에 적합한 화재안전기준 보완 방안을 제시하였음

□ 성능기반 설계 도입에 대한 연구

- 한국건설기술연구원 외(2020)는 건축물의 성능위주 설계기준 및 통합 가이드라인 개발 연구를 수행함
- 이종민 외(2021)는 건축물의 화재 안전 성능설계 도입 및 제도화 방안 마련 연구를 수행하였음

2) 선행연구와의 차별성

□ 건축물 규모와 무인화 수준 등에 따라 관련 건축 기준에 대한 합리적인 제도 개선 방안을 제시

- 본 연구는 최근 급격하게 증가하고 있는 물류창고 건축물의 조성 및 운영 실태를 파악하고, 안전 관련 건축기준의 문제점 고찰 과정을 통해 현행 안전 문제 해결점을 찾고,
- 건축물 규모와 무인화 수준 등에 따라 관련 건축 기준에 대한 합리적인 제도 개선 방안을 제시하는 데 차별성을 가짐

[표 1-1] 주요 선행연구

구 분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구	-과제명: 최근의 물류창고 화재사 레조사·분석을 통한 건축방화대 책의 개선 및 인명안전기준의 필 요성 -연구자(년도): 권영진 외(2020) -연구목적: 물류창고관련 및 현장 시공시의 한국형 인명안전코드의 개발 필요성 검토	-문헌 및 법령 조사 -사례 분석	-물류창고 화재사례조사 -화재위험요소 분석(피난로, 재료·시공, 공사현장, 방화 구획 및 내화구조, 방재설 비, 안전관리)
	-과제명: 자동화, 대형화로 인한 물류센터의 건축적 변화에 대한 고찰(쿠팡, 이마트, Amazon 물 류센터의 사례를 중심으로) -연구자(년도): 조용현 외(2020) -연구목적: 물류센터의 자동화, 대형화에 따른 공간적 변화와 방 향제시	-문헌 조사 -사례 분석	-물류센터 관련 이론 고찰 -물류센터 구현방식 -자동화 방향과 공간 변화

구 분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
	-과제명: 건축물의 성능위주 설계 기준 및 통합가이드라인 개발 -연구자(년도): 한국건설기술연구원 외(2020) -연구목적: 성능위주 화재안전 설계기준 개발 및 화재안전 성능유지관리 기법 개발	-문헌 및 법령 조사 -프로그램 개발 -사례 분석 -사용자경험(UX)조사	-건축물 화재안전 설계기준 및 가이드라인 개발 -화재위험도 평가 및 보수·보강 기술 개발
	-과제명: 물류창고 화재사고와 소방안전 강화방안 -연구자(년도): 배재현 외(2021) -연구목적: 물류창고 건축물 특성 변화에 따른 기존 화재안전기준의 보완 방안 마련	-문헌 및 법령 조사 -사례 분석 -설문조사	-물류창고 소방안전 관련 법·제도 현황 검토 -물류창고 화재현황 및 특성 조사 -미국 물류창고 설계 기준 조사
	-과제명: 물류센터 건설 및 운영 단계 화재 재난에 대한 위험요인 분석 -연구자(년도): 김종모(2021) -연구목적: 물류센터의 화재 재해의 주요 요인 분석	-문헌 및 법령 조사 -사례 분석 -설문조사	-물류센터 개발 현황 및 건축적 특성, 개발 방향 -법규 검토 -화재 사례 유형분석 및 위험요인 도출 -화재 재난 요인의 위험성 평가
	-과제명: 건축물의 화재안전 성능 설계 도입 및 제도화 연구 -연구자(년도): 이종민 외(2021) -연구목적: 화재안전의 목표성능 확보를 위한 성능설계 제도 도입 및 제도화 방안 마련	-문헌 및 관계 법령 조사 -화재안전 전문가 TF 운영 -전문가 인식조사 및 자문	-화재안전 성능설계 도입 타당성 검토 -화재안전 성능설계 기준 및 세부 운영기준 마련 -화재안전 성능설계 도입을 위한 법령 정비방안 제시
본 연구	-물류창고 안전 관련 건축기준 합리화 방안 -연구목적: 건축물의 규모나 무인화 수준 등에 따라 유동적인 안전 기준을 적용할 수 있는 방안 제시	-문헌 및 법령 조사 -국내외 물류창고 건축 사례조사 -관계 공무원 및 전문가 면담조사	-물류창고 현황 및 발전동향 -관련 법제도 분석 -국내외 건축기준 적용 사례 분석 -법령 개정안 제시

3. 연구의 범위 및 방법

1) 문헌조사

- 국내외 창고시설 화재안전 법제도 조사
 - 최근 개정 및 시행 중인 「건축법」과 관계법령, 「소방시설 설치 및 관리에 관한 법률」과 관계법령 등
 - 미국 ICC(International Code Council)와 NFPA(National Fire Protection Association)의 코드, 일본 건축기준법(建築基準法) 및 소방법(消防法) 등
- 국가물류통합정보센터 자료 분석
 - 등록현황, 종사자수, 설비현황 등: 국가물류통합정보센터 물류창고업 현황 (2023년 6월 26일 기준)
- 창고시설 건축현황 분석
 - 규모 및 층수 현황: 국토교통부 건축물대장 표제부(2023년 5월 31일 기준)
- 화재발생통계자료 및 화재조사보고서 조사
 - 화재발생현황: 경기도 화재발생 현황 분석(2021년~2023년)
 - 최근 5년 이내 발생한 대형화재 중 운영 중인 물류창고 화재조사보고서

2) 사례조사 및 현장조사

- 물류창고 3개소 설계도면 분석
 - 피난 안전성 기준, 소방 접근성 기준, 방화 및 연기 제어 기준의 적용 사례 조사
- 물류창고 2개소 현장조사
 - 일반적인 창고시설과 자동화 설비가 설치된 창고시설 현장조사

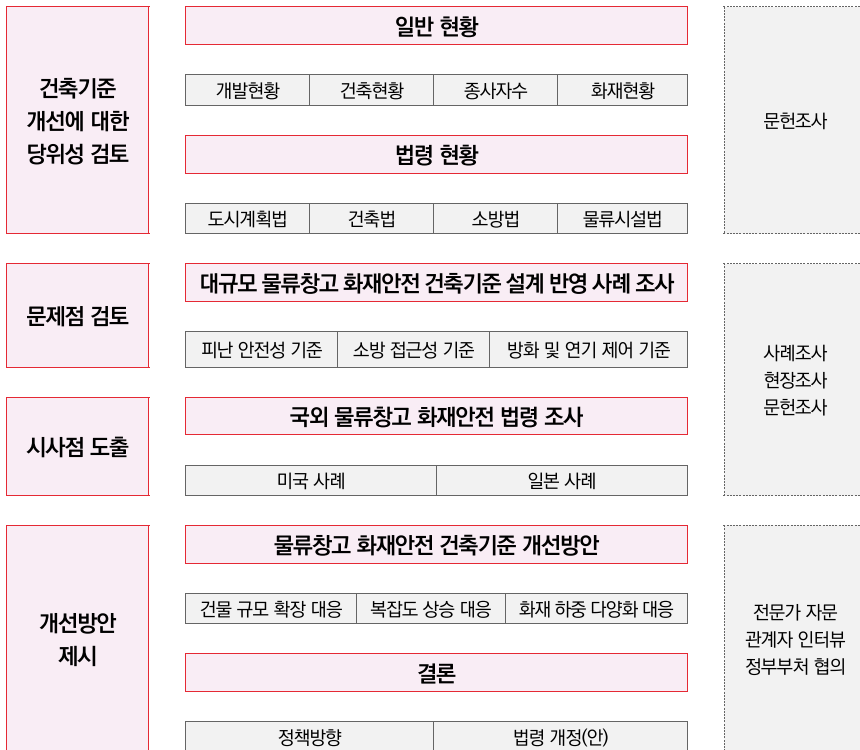
3) 전문가 자문 및 관계자 인터뷰

- 소방안전전문가, 건축법 등 법률전문가, 물류창고 전문 설계사로 구성된 자문단 운영
- 물류창고 현장 직원 및 관리자들을 대상으로 인터뷰 진행

4) 연구의 대상

- 본 연구에서는 물류시설법에 의거하여 등록된, 연면적 1,000㎡ 이상의 창고 시설들을 대상으로 현황 조사를 수행함
- 연구 조사는 운영 중인 물류창고의 화재안전성에 중점을 둬, 건설 중인 창고 시설의 화재 안전 현황은 본 연구의 범위에 포함하지 않음
- 설계도면 분석 및 현장조사 대상은 자료를 확보할 수 있고, 현장 방문이 가능한 시설로서, 복잡하고 다양한 화재 예방 및 대응 시스템을 갖춘 연면적 50,000㎡ 이상 대규모 물류창고로 선정함

5) 연구의 흐름도



[그림 1-3] 연구의 흐름

제2장 물류창고 건축 발전 동향 및 현행 법령의 한계

- 1. 물류창고 건축 발전 동향
- 2. 물류창고 화재안전 법령 검토
- 3. 대규모 물류창고의 화재안전 건축기준 적용 사례

1. 물류창고 건축 발전 동향

1) 개발 입지 현황

- 경기, 경남, 부산 지역의 물류창고업 등록 건수가 전체의 절반 이상을 차지함
- 지역별 등록 현황을 살펴보면, 경기도가 37%로 가장 많고 경상남도 12%, 부산광역시 8% 순으로 세 지역의 물류창고 등록 수 전체의 절반 이상을 차지함
 - 경기도 내에서는 용인시(353개소), 이천시(283개소), 평택시(221개소)에 밀집되어 있음

[표 2-1] 지역별 물류창고업 등록 현황

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기
개소(개)	113	388	59	370	99	38	106	37	1,764
비율(%)	2	8	1	8	2	1	2	1	37
구분	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	합계
개소(개)	139	177	214	168	259	254	560	67	4,812
비율(%)	3	4	4	3	5	5	12	1	100

출처: 국가물류통합정보센터(2023, <https://nlic.go.kr/nlic/WhsInfoWarehouseSch.action>, 검색일: 2023.6.26.)를 참고하여 연구진 작성

2) 개발 규모 현황

□ 소형 창고시설이 전체 수량의 대부분을 차지하지만, 대형 및 초대형 창고시설이 면적 비율에서는 상당한 비중을 차지하고 있음

- 창고시설 면적별 분포 현황은 다음 표와 같음. 연면적 1,000㎡ 이상 15,000㎡ 미만 소형 창고시설이 9,232개소로 전체의 92.24%를 차지함. 연면적 15,000㎡ 이상 50,000㎡ 미만 중형 창고시설은 631개로 전체의 6.30%를 차지함. 연면적 50,000㎡ 이상 100,000㎡ 미만 대형 창고시설은 102개로 1.02%, 연면적 100,000㎡ 이상 초대형 창고시설은 44개로 0.44%를 차지함
- 면적 비율을 살펴보면 대형 창고시설이 11.28%를 차지하며, 초대형 창고시설은 14.11%를 차지하고 있음

[표 2-2] 창고시설 면적별 분포 현황

구분	연면적	개소(개)	면적(㎡)
소형	1,000㎡ 이상, 15,000㎡ 미만	9,232	92.24%
중형	15,000㎡ 이상, 50,000㎡ 미만	631	6.30%
대형	50,000㎡ 이상 100,000㎡ 미만	102	1.02%
초대형	100,000㎡ 이상	44	0.44%
계		10,009	100%

출처: 국토교통부(2023)를 참고하여 연구진 작성

- 창고시설 면적 구분은 창고시설 개발 규모와 관련된 주요 규제(표2-3)들을 참고로 하여 연구진이 정함
 - 물류창고업 등록대상은 바닥면적의 합계가 1,000㎡ 이상임
 - 화재안전 관리계획서의 특급 물류창고 구분 기준은 연면적 15,000㎡ 이상임
 - 교통영향평가 실시대상은 연면적 55,000㎡ 이상임
 - 안전영향평가 대상 및 성능위주설계 대상은 연면적 100,000㎡ 이상임

[표 2-3] 창고시설 개발 규모와 관련된 주요 규제

구분	내용	법령
물류창고업 등록대상	-전체 바닥면적의 합계가 1,000㎡ 이상인 보관시설	-「물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률」 제21조의2제1항

구분	내용	법령
화재안전 관리계획서 특급 물류창고 구분 기준 1급 소방안전관리 대상물	-연면적 15,000㎡ 이상	-「화재의 예방 및 안전관리에 관한 법률」 제24조제1항 전단 및 「화재의 예방 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 별표 4
교통영향평가 실시대상	-도시교통정비지역 내 연면적 55,000㎡ 이상, 교통권역 내 연면적 82,500㎡ 이상	-「도시교통정비 촉진법」 제15조, 같은 법 시행령 제13조의2 제1항 및 제3항, 별표1
안전영향평가 대상	-연면적 100,000㎡ 이상	-「건축법」 제13조의2, 같은 법 시행령 제10조의3제1항
성능위주설계 특정소방대상물	-연면적 100,000㎡ 이상인 것 또는 지하층의 층수가 2개 층 이상이고 지하층의 바닥면 적의 합계가 30,000㎡ 이상	-「소방시설 설치 및 관리에 관한 법률」 제8조, 같은 법 시행령 제9조

출처: 연구진 작성

□ 2023년에 준공 완료 또는 예정인 물류창고 중 60.47%가 연면적 50,000㎡ 이상 대형 및 초대형 창고로, 이들이 물류산업에 큰 영향을 미칠 것으로 보임

- 2023년 준공 완료되었거나 준공예정인 43개 물류창고의 규모를 살펴보면 연면적 50,000㎡ 이상이 26개로 60.47%를 차지함. 대형·초대형 창고시설이 물류산업에 미치는 영향이 상당할 것으로 예상함

[표 2-4] 2023년 물류센터 개발 현황

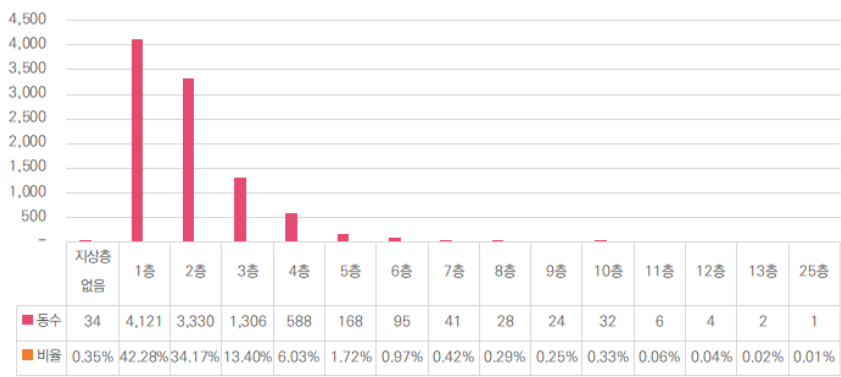
준공시기	번호	물류센터	도시	권역	연면적(㎡)
2023 1분기 (준공완료)	1	풍농 오산물류센터	오산	중부	98,519
	2	안성 성은 물류센터	안성	남부	38,756
	3	JW중외제약 화성 물류센터	화성	남부	125,331
	4	화성 제기리 물류센터	화성	남부	107,871
	5	로지스포인트평택	평택	남부	199,762
	6	이천시 다코넷 물류센터	이천	남동부	62,195
	7	송온리 물류센터	이천	남동부	54,925
	8	장호원읍 이황리 물류센터	이천	남동부	54,173
	9	자석리 물류센터2	이천	남동부	50,865
	10	대포동 838-4 창고시설	이천	남동부	47,018
	11	이치리 신성물류센터	이천	남동부	39,874
	12	더네이처홀딩스 이천물류센터	이천	남동부	39,057

준공시기	번호	물류센터	도시	권역	연면적(㎡)
2023 2분기 (준공예정)	13	이천 군량리 물류센터	이천	남동부	38,233
	14	로지포커스 물류센터	이천	남동부	37,742
	15	이천 안평리 물류센터	이천	남동부	35,524
	16	신원리 물류센터	이천	남동부	34,759
	17	로지스허브 여주 물류센터	여주	남동부	156,504
	18	케이투코리아 여주물류센터 2차	여주	남동부	49,989
	19	케이투코리아 여주물류센터 1차	여주	남동부	39,847
	20	CJ 남사 스마트 물류센터	용인	남동부	132,002
	21	로지스포트 인천 물류센터	인천	서부	197,182
	22	켄달스퀘어 검단로지스틱스파크	인천	서부	149,650
	23	인천 남동공단 물류센터	인천	서부	82,471
	24	포천창고	포천	북부	47,437
	25	안성 일죽면 물류센터	안성	남부	77,234
	26	HS협신 물류센터	안성	남부	53,325
	27	공간세라믹 안성물류센터	안성	남부	50,466
	28	안성 코스모스로지스 물류센터	안성	남부	35,182
	29	포승 물류센터	평택	남부	187,496
	30	이천 도지2 물류센터	이천	남동부	64,584
	31	백사 물류센터	이천	남동부	58,276
	32	HIVE 군량	이천	남동부	54,258
	33	브릭 동이천 물류센터	이천	남동부	46,041
	34	행죽리 물류센터	이천	남동부	41,149
	35	이천 도립리 물류센터	이천	남동부	40,278
	36	로지스포인트 여주 물류센터	여주	남동부	130,931
	37	TS 여주 물류센터	여주	남동부	42,409
	38	남사면 복리 31-8 물류센터	용인	남동부	34,994
	39	브랜치포인트 물류센터	안산	서부	54,833
	40	석남 혁신물류센터	인천	서부	299,247
	41	드림물류센터	인천	서부	133,327
	42	원창동 물류센터	인천	서부	125,428
	43	정왕동 1292-5 물류센터	시흥	서부	87,301

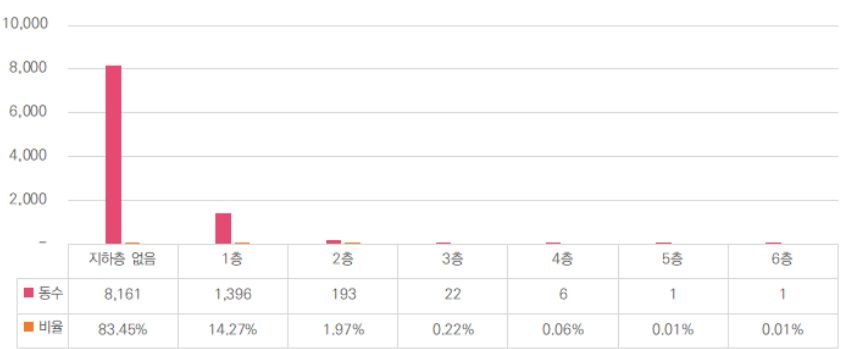
출처: JLL. (2023, p.7)

□ 중소형 창고는 주로 지상 1~2층으로 개발하며 대부분 지하층이 없는 반면, 대규모 창고는 4층이 가장 많고 상당수가 지하층을 개발하고 있음

- 중소형(연면적 1,000㎡ 이상 50,000㎡미만) 창고를 층수별로 살펴보면 1층이 42.14%로 가장 많으며, 그 다음으로는 2층이 34.05%, 3층이 13.35%, 4층이 6.01%를 차지하고 있음(그림2-1)
- 대다수 중소형 창고에서(83.45%) 지하층은 없었음(그림 2-2)

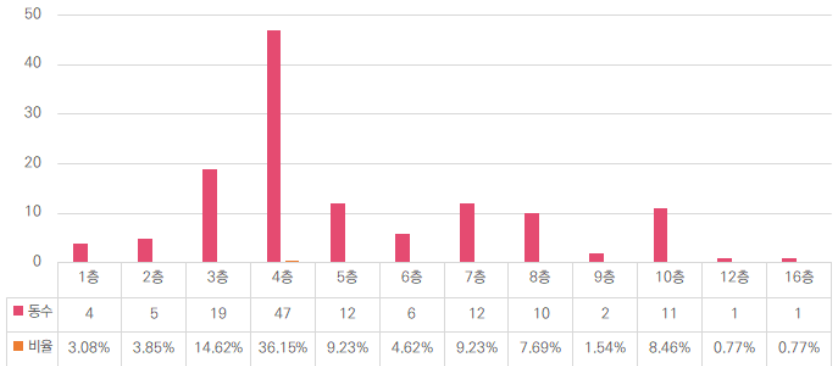


[그림 2-1] 중소형 물류창고 지상 층수 현황
출처: 국토교통부(2022)를 참고하여 연구진 작성



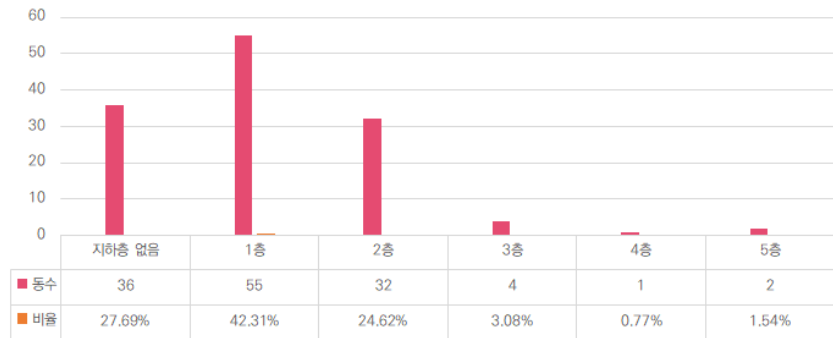
[그림 2-2] 중소형 물류창고 지하 층수 현황
출처: 국토교통부(2022)를 참고하여 연구진 작성

- 대규모(연면적 50,000㎡ 이상) 창고시설의 층수는 4층이 가장 많으며 그 다음으로는 3층, 5층, 7층, 10층 순으로 개발되고 있음(그림 2-3)
- 대규모 창고시설의 상당수(72.31%)는 지하층을 개발하고 있으며 지하 1층이 42.31%, 지하2층까지 개발한 경우가 24.62%임(그림2-4)



[그림 2-3] 대규모(대형·초대형) 물류창고 지상 층수 현황

출처: 국토교통부(2022)를 참고하여 연구진 작성



[그림 2-4] 대규모(대형·초대형) 물류창고 지하 층수 현황

출처: 국토교통부(2022)를 참고하여 연구진 작성

[표 2-5] 최신 대규모 물류창고 개발 사례

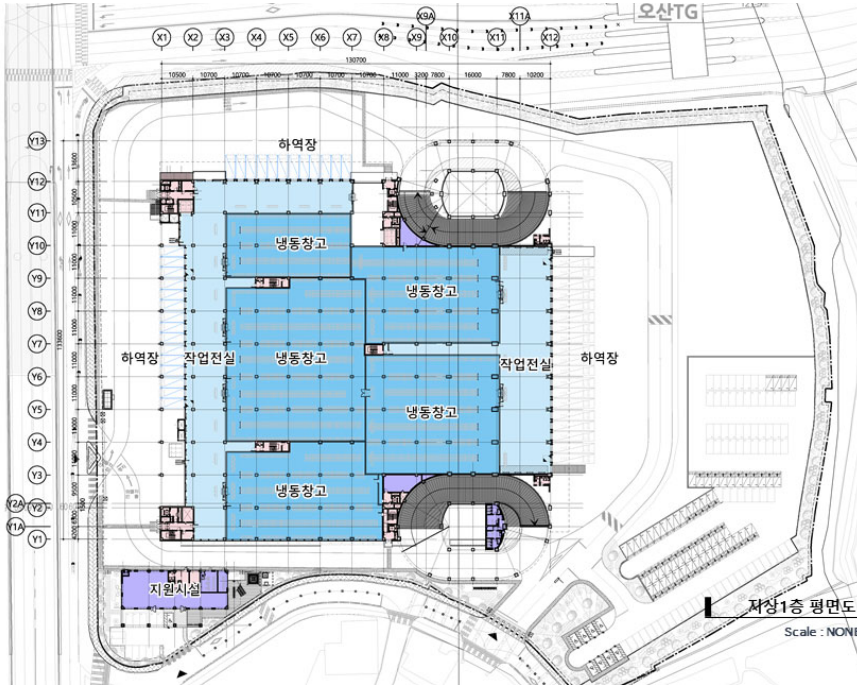
구분	건축개요	사진
<ul style="list-style-type: none"> 롯데글로벌로지스(주) 진천메가허브 	<ul style="list-style-type: none"> 주소: 충청북도 진천군 초평면 은암리 대지면적: 144,437.50제곱미터 건폐율: 48.49% 용적률: 79.16% 연면적: 167,402.12㎡ 규모: 지상 4층 	
<ul style="list-style-type: none"> 쿠팡 안성5센터 	<ul style="list-style-type: none"> 주소: 경기도 안성시 원곡면 철곡리 대지면적: 90,583.00㎡ 건폐율: 59.38% 용적률: 155.95% 연면적: 154,990.20㎡ 규모: 지하 1층 / 지상 5층 	
<ul style="list-style-type: none"> 켄달스퀘어 	<ul style="list-style-type: none"> 주소: 경기도 안성시 죽산면 장능리 대지면적: 73,972.00㎡ 건폐율: 50.88% 용적률: 82.97% 연면적: 95,265.44㎡ 규모: 지하 1층 / 지상 3층 	
<ul style="list-style-type: none"> 쿠팡이천2센터 	<ul style="list-style-type: none"> 주소: 경기도 이천시 마장면 장암리 대지면적: 52,315.00㎡ 건폐율: 39.97% 용적률: 99.54% 연면적: 78,175.40㎡ 규모: 지하 1층 / 지상 4층 	
<ul style="list-style-type: none"> 송악냉동창고 	<ul style="list-style-type: none"> 주소: 충청남도 당진시 송악읍 부곡리 대지면적: 57,588.00㎡ 건폐율: 39.69% 용적률: 73.02% 연면적: 77,737.98㎡ 규모: 지하 1층 / 지상 2층 	
<ul style="list-style-type: none"> 시화 MTV 물류센터 	<ul style="list-style-type: none"> 주소: 경기도 안산시 단원구 성곡동 대지면적: 56,320.20㎡ 건폐율: 69.84% 용적률: 273.83% 연면적: 238,945.84㎡ 규모: 지상 7층 	

출처: 롯데글로벌로지스(주) 진천메가허브(<https://www.lottelogis.com/home/company/info/overview>, 검색일: 2023.7.11.); 쿠팡안성5센터(<https://ans5coupang.modoo.at/?link=84n7dr6q>, 검색일: 2023.7.11.); 켄달스퀘어(<https://www.esr-ks.com/>, 검색일: 2023.7.11.); 쿠팡이천2센터(<https://m.place.naver.com/place/1259357660/home?entry=ple>, 검색일: 2023.7.11.); 송악냉동창고(<https://songak.kr/category/group/outline.html>, 2023.7.11.); 시화 MTV 물류센터 (http://www.narogroup.co.kr/gnuboard5/bbs/board.php?bo_table=project&wr_id=3, 검색일: 2023.7.11.)

3) 건축 계획 현황

□ 공간구성은 창고와 작업 전실, 하역장 등으로 이루어짐

- 물류창고는 창고(냉동창고 또는 상온창고), 작업 전실, 하역장(주차장), 진입 램프, 기계·전기실과 지원시설, 일반 차량 주차장 등으로 구성됨

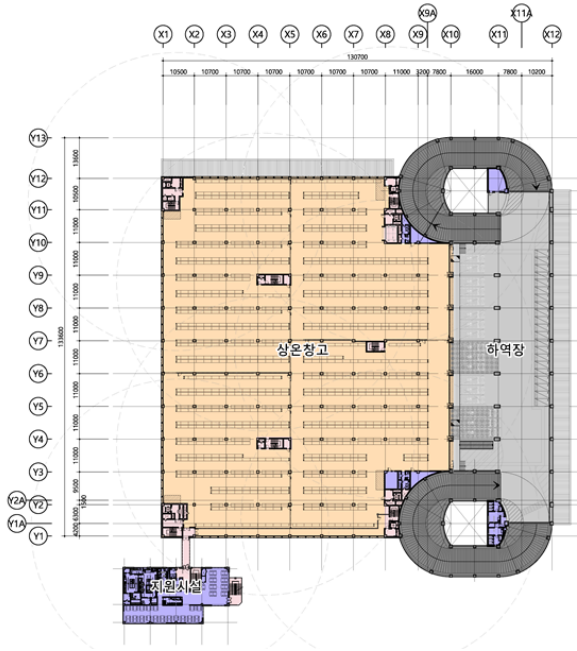


[그림 2-5] A 물류창고 지상1층 평면도

출처: JAS 건축사사무소(2023a, p.17)

□ 평면구성은 주로 11m×11m 모듈로 계획되며, 층고는 대략 약 9~11m로 설계됨

- 현재 국내 물류창고의 주된 계획 모듈은 11미터×11미터임
 - 상온창고는 주로 하나의 대 공간으로 계획함. 냉동창고의 경우 냉동기 효율, 소화설비, 방화구획 등을 고려하여 약 8개 모듈(약 1,000제곱미터)이내로 구획하기도 함
- 층고는 약 9~11미터로 계획. 그림 2-13의 창고 전체 높이는 약 51m(5층)임

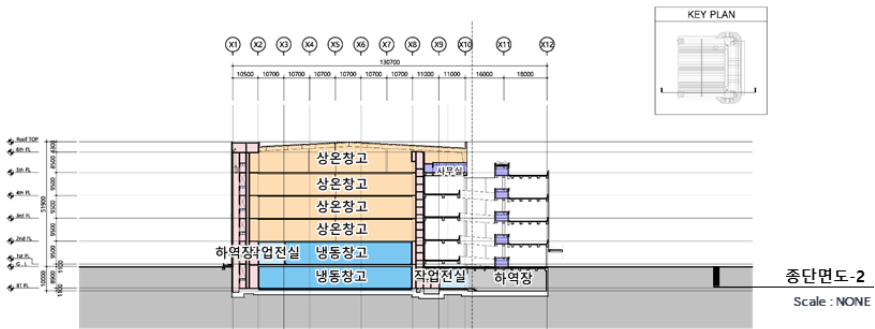


지상2층 평면도

Scale : NONE

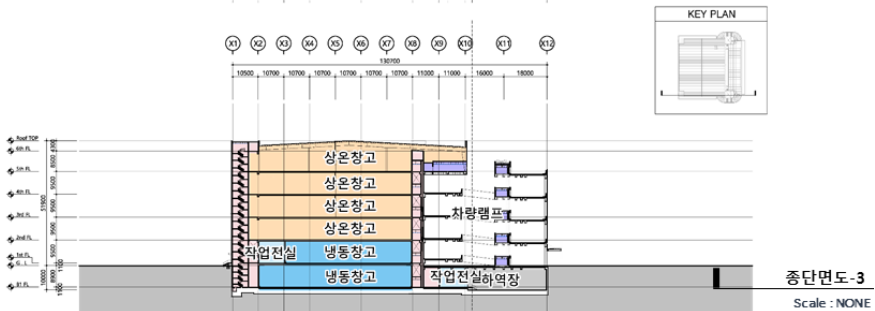
[그림 2-6] A 물류창고 지상2층 평면도

출처: JAS건축사사무소(2023a, p.18)



종단면도-2

Scale : NONE



종단면도-3

Scale : NONE

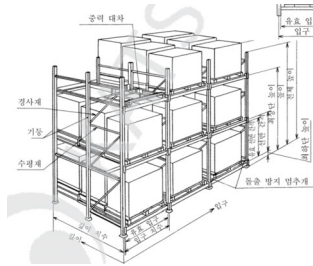
[그림 2-7] A 물류창고 종단면도

출처: JAS건축사사무소(2023a, p.27)

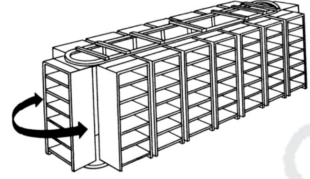
구분

예시도

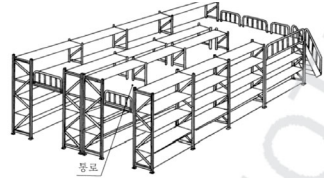
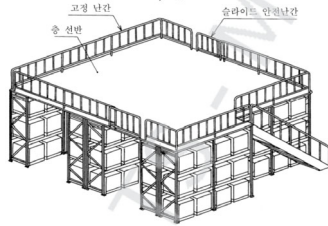
유동 랙(좌)
회전 랙(우)



수평형



적층 랙



출처: 한국산업표준 KS T 2027(2022, pp.1-7)



[그림 2-8] 파렛트 랙 설치 사례

출처: 연구진 촬영

- 일부 공간에는 적층 랙을 활용하여 중이층을 설치하기도 함
 - D 물류창고의 경우 총 7개 층 중 3개 층에 적층 랙을 설치하였으며, 각 층별 바닥면적 대비 적층 랙 면적 비율은 약 11.74%~16.30%임
 - 물류창고의 층고는 10.5m이며, 적층 랙 하부 높이는 약 4m로 설치됨

[표 2-7] D 물류창고 적층 랙 설치 사례

구분	바닥면적(㎡)	적층 랙 면적(㎡)	적층 랙 설치 비율(%)
1층	27,000	4,400	16.30
2층	33,000	3,873	11.74
3층	33,000	0	0.00
4층	33,000	0	0.00
5층	33,000	4,092	12.40
6층	33,000	0	0.00
7층	33,000	0	0.00

출처: 연구진 작성



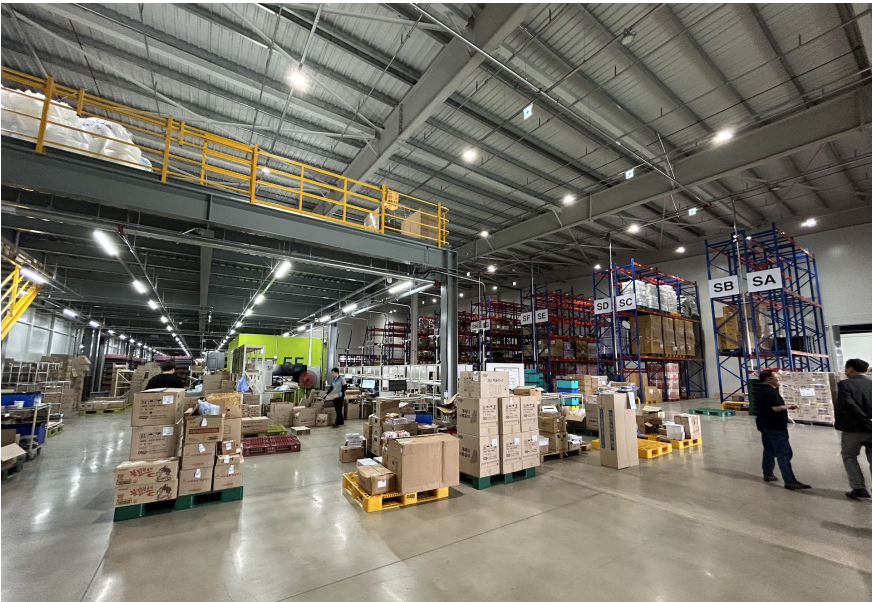
[그림 2-9] D 물류창고 적층 랙 설치 사례

출처: 연구진 촬영



[그림 2-10] D 물류창고 적층 랙 상부

출처: 연구진 촬영



[그림 2-11] 적층 랙 및 팔레트 랙 설치 사례

출처: 연구진 촬영

□ 화물의 입·출고·보관 등 물류처리 작업 전반에 자동화 설비 수요 증가

- 물류창고 자동화 설비의 주요 기술 및 장비로는 자동창고시스템, 자동 분류 시스템, 컨베이어 시스템, 무인 운송 차량 및 자율 주행 운송 로봇 (AGV/AMR) 등이 있음

[표 2-8] 자동화 창고 시스템의 주요 설비

구분	특징	예시 사진
-자동창고(AS/RS)	-높이가 높은 창고에서 상품을 효율적으로 저장하거나 검색하기 위한 장비. 로봇이 레일을 따라 움직여서 상품을 빠르게 위치시키거나 회수할 수 있음	
-자동 선별장치 (미니로드, 소터 등)	-물품을 효율적으로 분류하거나 이동시키기 위한 시스템이나 장비임. 미니로드는 작은물품을 자동으로 저장하거나 검색하는 시스템. 소터는 물품을 특정 기준에 따라 분류하는 장비임	
-컨베이어 시스템	-상품을 효율적으로 이동시키기 위한 전송 시스템	
-무인운송차량, 자율주행운송로봇 (AGV/AMR)	-AGV는 미리 지정한 경로를 따라 랙을 운반할 수 있는 운송 차량임. AMR은 다양한 환경에서 독립적으로 움직일 수 있는 운송 로봇임	

출처: 파스토(2023, <https://www.fassto.ai/content/page/centerInfo>); 이미지(2023, 1월 17일 기사)



[그림 2-12] 자동창고 및 컨베이어 시스템 설치 사례

출처: 연구진 촬영



[그림 2-13] 컨베이어 시스템 설치 사례

출처: 연구진 촬영

5) 종업원 수 현황

□ 물류창고업 종업원 수 분석 결과 한 업체 당 평균 64.7명 근무

- 물류시설법이 적용된 1,725개 물류창고업을 대상으로 종업원 수를 분석하였음. 분석 결과 업체 당 평균 종업원 수는 64.7명임²⁾

□ 물류창고 m^2 당 종업원 수는 약 0.0075명으로서, 법적 재실자 밀도 기준과 큰 차이가 있어, 면적만으로 재실인원을 추정하는 것은 부정확함

- 전체 물류창고의 m^2 당 종업원 수는 0.0075명임. 법으로 정하고 있는 창고의 재실자 밀도는 약 0.33명에서 46.5명 사이로, 상당히 큰 범위로 규정함
 - 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 별표1의2에서는 피난안전구역 설치 대상 건축물의 용도에 따른 사용 형태별 재실자 밀도를 계산하고 있는데, 저장(창고)의 재실자 밀도를 46.5명/ m^2 으로 규정함
 - 「소방시설 설치 및 관리에 관한 법률 시행령」 별표7에서는 수용인원의 산정 방법을 정하고 있으며, 숙박시설이 없는 그 밖의 특정소방대상물의 경우 약 0.33명/ m^2 으로 규정(수용인원=바닥면적의 합계를 3 m^2 로 나누어 얻은 수)
 - 「초고층 및 지하연계 복합건물 재난관리에 관한 특별법 시행령」 별표1에서는 용도별 거주밀도를 정하고 있으며, 2. 상업용도 중 창고 및 배송공간의 거주밀도는 0.37명/ m^2 로 규정함
- 같은 창고 시설 용도라 할지라도 재실자 밀도는 사용 목적에 따라 달라 질 수 있다는 것을 시사하며, 단순히 면적 기준만으로 창고의 재실인원을 추정하는 것은 정확하지 않을 수 있으며 그에 따른 한계를 인식하는 것이 중요함

[표 2-9] 규모별 m^2 당 사업장 종업원 수 분석 결과

전체 물류창고 수(개)	전체 면적 합계(m^2)	전체 종업원수(인)	m^2 당 종업원(인)
1,725	14,885,235	111,538	0.0075

출처: 국가물류통합정보센터(2023, <https://nlic.go.kr/nlic/WhsInfoWarehouseSch.action>, 검색일: 2023.6.26.)를 참고하여 연구진 작성

2) 국가물류통합정보센터(2023, <https://nlic.go.kr/nlic/WhsInfoWarehouseSch.action>, 검색일: 2023.6.26.)를 참고하여 연구진 작성

6) 화재발생 현황

□ 경기도 내 창고시설의 화재발생 건수는 전체의 약 4.14%를 차지하고 있음

- 최근 3년간(2020~2022년) 경기도내 화재발생 현황을 분석한 결과, 연평균 8,564건의 화재가 발생하였으며, 이 중 창고시설에서 연평균 354건(4.14%) 화재가 발생하였음(경기도소방재난본부 소방행정통계, 2022, p.5)

□ 경기도에서 지난 3년간 발생한 대형화재 23건 중 7건이 운영 중인 물류창고에서 발생했음

- 3년 동안 경기도에서 발생한 대형화재는 총 23건이며, 이 중 7건이 운영 중인 물류창고에서 발생하였음. 화재조사 및 보고규정 제45조에 따라 인명피해는 사망 5명 이상 또는 사상자 10명 이상, 재산피해는 50억원 이상을 대형화재로 분류함. 신축 공사 중인 물류창고 화재발생은 2건으로 보고서 분석 대상에서는 제외하였음³⁾. 이는 화재안전 건축기준의 주요 목적이 운영 중인 건축물의 피난과 방화에 중점을 두고 있기 때문임

□ 물류창고 화재 시 재산 피해가 크게 발생하고 있음

- 3년 간 대형화재로 인한 인명 피해는 사망 63인, 부상 173인이며, 재산피해는 총 831,196,000천원인데, 이 중 창고시설에서 발생한 인명 피해는 사망 6인(9.52%), 부상 11인(6.36%), 재산피해 626,803,000천원(75.41%)임. 운영 중인 물류창고에서 화재가 발생한 경우 재산피해 금액이 커 대형화재로 분류되고 있음

□ 대형 물류창고 화재 사고의 경우 적재물로 인해 화재 진압소요시간이 길고 연기가 다량 발생하며, 랙 설비로 인해 소화 및 소방 활동이 어려운 특징이 있음

- 대형 물류창고의 경우 내부 적재물이 많고 랙 설비로 인해 직접 소화가 곤란하여 화재가 장시간 계속되는 특징이 있음(문충락, 2023, 2월 20일 기사)
 - 이천 마장면 덕평리 쿠팡 덕평물류센터의 경우 완전소요시간이 5일 이상이었음. 창고 내부가 넓고 적층식 랙이 설치되어 있어 소방대원의 화재 진압이 어려

3) 2020년 4월 29일에 발생한 이천 모가면 한익스프레스 물류창고 화재는 신축공사 중 일어난 대형화재로 사망 38인, 부상 12인, 재산피해 7,650,000억 원 발생함. 2022년 1월 5일에 발생한 평택 청북읍 고령리 팜스물류창고 화재도 신축공사 중 발생하였으며, 사망 3인, 부상 2인, 재산피해 16,516,382천원이 발생함

왔다는 지적이 있었음

- 높은 화재하중으로 인해 화재 초기 진압에 실패 시 화염 및 연기가 급속도로 확대되는 경향도 있음(김윤성 외, 2022, p.1)
- 용인 양지면 양지 SLC 물류센터 화재사고에서는 유독가스를 포함한 다량의 연기가 발생하여 인명 피해가 컸음

[표 2-10] 2020년~2021년 경기도 대형화재 중 창고시설(운영 중) 발생현황

연도	장소 (연면적)	인명피해(명)		재산피해 (천원)	화재 특성
		사망	부상		
2020	군포 부곡동 한국복합물류센터 (3만8천936㎡)	0	0	23,700,000	-완진 소요시간: 26시간 -대응 3단계 -창고 내부가 복잡하여 최종 진압까 지 많은 시간이 걸림
	용인 양지면 양지 SLC 물류센터 (11만5085㎡)	5	8	36800000	-완진소요시간: 3시간 30분 -대응 2단계 -유독가스를 포함한 다량 연기 발생
2020	용인 기흥구 공세동 미림물산 창고	0	0	6,800,000	-초기진압시간: 1시간 40분 -대응 1단계
2021	포천 소흘읍 무봉리 LD 물류창고	0	0	6,548,228	-완진소요시간: 6시간 -대응 1단계
	시흥 정왕동 블루초이스 물류창고	0	1	14,571,586	-완진소요시간: 9시간 -대응 1단계
	이천 마장면 덕평리 쿠팡 덕평물류센터	1	1	474,323,264	-완진소요시간: 5일 10시간 36분 -대응 2단계 -내부가 넓고 적층 랙(메자닌) 선반 구조로 구조대원이나 진압대원이 화점을 찾기가 어려움
	이천 마장면 크리스F&C 물류창고	0	1	64,059,648	-완진소요시간: 21시간 -대응 1단계 -의류가 많아 완전까지 시간이 걸림

출처: 경기도소방재난본부 2021년 경기도 화재발생 현황 분석(2021); 경기도소방재난본부 2022년 경기도 화재발생 현황 분석(2022); 경기도소방재난본부 2023년 경기도 화재발생 현황 분석(2023); 문총rak (2023, 2월 20일 기사, 검색일: 2023.9.12.); 이정하(2020, 7월 21일 기사, 검색일: 2023.9.21.); 임명수 (2020, 7월 21일 기사, 검색일: 2023.9.21.); 노호근, 정종일(2020, 7월 23일 기사, 검색일: 2023.9.12.); 뉴스1(2020, 8월 11일 기사, 검색일: 2023.6.22.); 양효원(2021, 5월 20일 기사, 검색일: 2023.9.12.); 김태희(2022, 5월 24일 기사, 검색일: 2023.9.12.)를 참고하여 작성

- 주요 물류창고 화재사고의 연소확대 사유를 검토해 본 결과, 첫째, 가연물질 문제, 둘째, 방화구획의 불완전 구획 문제, 셋째, 소방시설 작동 관리 문제 등이 지적됨
- 첫째, 배관 보온재의 난연 성능 불충분, 샌드위치 패널 등 가연성 재료 사용, 화재하중이 높은 가연물 적치 등 가연물질 문제가 지적됨
 - 둘째, 방화구획 및 방화셔터 부분의 불완전한 구획, 적층식 랙 구조의 층별, 컨베이어 벨트 사용으로 인한 구역별 방화구획 미흡 등 방화구획 관련 문제가 지적됨
 - 셋째, 스프링클러 등 소방시설 작동 관리 미흡 문제가 지적됨

[표 2-11] 주요 화재발생 물류창고의 연소 확대 사유 및 문제점

대상	연소 확대 사유 및 문제점	대책
양지SLC 물류센터 (2020. 7. 21. 화재발생)	-화재안전기준 상 배관 보온재는 난연성재료를 사용하도록 하고 있으나, 난연성능은 각 재료 (PE, PP 등)별 KS 기준을 따름. 이 기준은 소 화염에 의한 난연성능을 측정하도록 한 것으로 실제 화재에 대해서는 성능 부족 -방화구획 및 방화셔터 부분이 불완전하게 구획 되어 있고, 내장재(우레탄 폼)로 인한 화재가 폭발적으로 확대	-배관 보온재에 대한 난연 성능 확보 -소방시설 작동 관리 -방화구획 및 방화셔터 부분에 대한 완전 구획 필요
쿠팡 덕평 물류센터 (2021. 6. 17. 화재발생)	-메자닌 구조 층별로 개방되어 있고 컨베이어 벨트가 설치된 개구부로 연소확대 진행	-메자닌(적층 랙) 구조 층별, 구역별 방화구획이 이루어져야 함 -화재 조기 발견을 위한 특수감지기 설치 의무화 및 초기 스프링클러설 비 대량 방수를 위한 시설 기준 강화 등 필요
청주시 서원고 창고시설 (2022. 7. 5. 화재발생)	-창고 내 목재 가구 등 화재하중이 높은 가연물 이 다량 적치 -창고 3개동과 비닐하우스의 이격거리가 협소 -창고의 샌드위치패널 내장재 등 가연성 물질로 인해 연소 확대된 것으로 추정	-가연성 물질 규제 -인접 건물과 이격거리 확보

출처: 소방청(2023)을 참고하여 연구진 작성

□ 경기도 물류창고 소방 점검 결과 화재 안전시설에 대한 관리 부실 문제가 지적됨

- 2022년 9~11월 경기도소방재난본부가 경기지역 물류창고 293개소를 대상으로 소방 기획 단속을 벌인 결과 소방시설 관리가 불량한 창고시설 21개소(7%)를 적발함(경기도소방재난본부, 2022. 12월 15일, 보도자료, p.1)
- 2022년 경기도 소방재난본부가 대형물류창고와 공사장 등 437곳을 대상으로 소방 불법행위를 일제 단속을 실시한 결과 몇몇 창고시설에서 소방시설 관리 미흡 문제를 발견함(이우성, 2022, 7월 7일 기사)

[표 2-12] 경기도 물류창고 소방 점검 결과

대상	단속 내용	비고
A물류창고	-스프링클러 설비가 면제된 냉동창고로 허가를 받은 뒤 스프링클러 설비를 갖추지 않고 상온창고로 사용	소방시설 관리 미흡
B물류창고	-방화셔터 아래 물건과 장애물 적치	소방시설 관리 미흡
C물류창고	-소화펌프 동력제어반을 수동 상태로 방치	소방시설 관리 미흡
D물류창고	-다수층에서 스프링클러 설비 밸브 폐쇄, 소화 펌프 동력제어반 등 소방시설 차단	소방시설 관리 미흡
E물류창고	-비상구 앞 장애물 적치	피난통로 관리 미흡
F물류창고	-방화셔터 폐쇄 장애	소방시설 관리 미흡

출처: 경기도소방재난본부(2022, 12월 15일, 보도자료, p.1); 이우성(2022, 7월 7일 기사, 검색일:2023.9.25.)을 참고하여 연구진 작성

7) 물류창고 건축 발전 동향 종합

□ 건물 규모가 확장되는 추세임

- 물류 수요의 증가로 대형 물류창고 개발이 활발해짐
- 더 많은 재고를 보관하기 위해 바닥면적이 확장되고 층고가 높아지는 추세
- 대규모 물류창고의 경우 3층 이상 다층으로 개발하는 경우가 많음

□ 내부 공간의 복잡도는 상승하고 있음

- 대다수 창고에는 상품을 분류하고 보관할 수 있는 랙 설비를 설치함
- 최근 건설되는 자동화 창고에서는 자동 저장 및 검색 시스템, 컨베이어 시스템 등 자동화 물류 시스템 장치가 설치되기도 하여 내부가 더 복잡해짐

□ 사용 목적에 따라 화재 위험도의 차이가 존재함

- 해당 창고의 사용 목적, 규모, 작업 시간 등에 따라 방재환경이 변동될 수 있음. 유통창고, 보관창고에 따라 근무 인원이 달라질 수 있으며, 자동화 물류 창고의 경우 재실인원수가 줄어들 수 있음
- 창고에 보관하는 물품의 종류에 따라 화재 위험도가 크게 달라질 수 있음. 적재물의 종류에 따른 화재 하중 변동됨

건물 규모 확장	내부 시설 복잡·다양화	화재 위험도 차이 발생
-넓은 공간 -높은 천장	-랙 설비 설치 -자동화 물류 시스템 도입	-다양한 재실 인원 -적재물 종류·규모 다양

[그림 2-14] 물류창고 건축 발전 동향 종합

출처: 연구진 작성

2. 물류창고 화재안전 법령 검토

1) 도시계획법 제도 현황

- 도시계획법제에서는 용도 지역에서의 개발 규모, 개발행위허가 내용의 제한 등이 규정되고 있어 광역적인 관점에서 화재 방지를 도모하고 있음
 - 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 및 도시계획 조례에 따라 창고시설의 입지, 종류, 층수, 기반시설, 건축물의 높이 및 길이 등을 제한하고 있음
 - 창고시설은 일반주거·준주거·상업·공업지역에 건축 가능하며, 녹지·보전관리·생산관리·농림지역에는 농업용 창고만 건축 가능. 계획관리지역에서는 조례에 따라 4층 이하 창고시설만 건축 가능(국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령 별표2~별표25)
 - 계획관리지역 내 창고시설은 지역 여건 등을 고려하여 도시·군계획조례로 정함. 단, 농업·임업·축산업·수산업용 창고는 건축 가능. 모든 건축물은 4층을 초과할 수 없음
 - 용인시의 경우 용인시 도시계획조례 별표 19에 따라 계획관리지역 내 4층 이하 창고시설 건축 가능
 - 지자체에서는 개발행위허가 운영을 통해 물류창고의 입지조건, 기반시설, 건축물의 규모를 제한
 - 화성시, 용인시 등 지자체에서는 도시계획조례에 '창고시설 개발행위허가 기준'을 수립하여 입지(기존 창고 및 공장의 집단화 지역 여부), 교통(진입도로의 폭, 회전반경), 주거지역과 떨어진 거리, 건축물의 규모(높이 및 길이) 등을 제한

[표 2-13] 화성시 창고시설 개발행위 기준 주요내용

구분	내용
적용대상	-부지면적의 합계가 4,500제곱미터 이상인 창고시설의 개발 행위허가(농업·어업·임업용 창고시설인 경우 제외)
입지조건	-주택지, 도서관, 학교 등의 경계로부터 200미터 이상 이격
기반시설	-너비 15미터 이상의 도로에 연결
건축계획	-높이 50미터 이내, 길이 150미터 이내

출처: 화성시 창고시설 개발행위 기준 시행 공고(2021. 10월 5일 공고)를 참고하여 연구진 작성

2) 건축법 제도 현황

□ 건축법상 안전 관련 건축 기준은 피난, 소화, 방화, 재료와 관련되어 있으며, 주로 창고시설의 규모(바닥면적, 층수)를 기준으로 안전시설 설치를 규정함

- 「건축법」에서 정하는 용도는 창고시설임. 같은 법의 화재안전 규정은 모두 창고시설 용도를 따름. 창고시설 세부 용도로는 가. 창고(물품저장시설로서 「물류정책기본법」에 따른 일반창고와 냉장 및 냉동 창고를 포함), 나. 하역장, 다. 「물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률」에 따른 물류터미널, 라. 집배송 시설이 있으나, 건축법령에서 세부 용도에 따라 달리 적용하는 것은 없음
위험물 저장 및 처리 시설 또는 그 부속용도에 해당하는 것은 창고시설 용도에서 제외됨(건축법 시행령 별표1)
- 「건축법」 제49조제1항에 따르면 창고시설에는 피난과 소화를 위한 직통계단을 설치하여야 하는데, 거실의 각 부분으로부터 계단에 이르는 보행거리가 30미터(주요 구조부가 내화구조 또는 불연재료일 경우 50미터)이하가 되어야 함
- 창고시설에서 피난안전구역 및 특별피난계단은 의무 적용이 아님
 - 「건축법 시행령」 제34조제3항에 따라 초고층 건축물과 준초층 건축물에는 피난안전구역을 설치하여야 함. 고층건축물은 층수가 30층 이상이거나 높이가 120m 이상인 건축물이며, 이 중 초고층 건축물이란 층수가 50층 이상이거나 높이가 200m 이상인 건축물임
 - 「건축법 시행령」 제35조제2항에 따라 11층 이상인 층 또는 지하 3층 이하인 층으로부터 피난층 또는 지상으로 통하는 직통계단은 특별피난계단으로 설치하여야 함
- 「건축법」 제49조제2항에 따르면 창고시설 바닥면적 1,000제곱미터(스프링클러 설치 시 3,000제곱미터)마다 방화구획을 정하여야 함
 - 대규모 창고시설 등 대통령령으로 정하는 용도 및 규모의 건축물에 대해서는 설비를 추가하여 방화구획을 적용하지 않거나 완화하여 적용할 수 있음. 단, 여기서 말하는 대규모 창고시설은 '물품의 제조·가공 및 운반 등(보관은 제외한다)에 필요한 고정식 대형 기기(器械) 또는 설비의 설치를 위하여 불가피한 부분'을 말하고 있어 일반적인 물류창고는 적용할 수 없음(건축법 시행령 제46조 제7항)

- 방화구획은 매 층마다 구획하여야 하며, 주차장으로 사용하는 경우 그 부분은 건축물의 다른 부분과 구획하여야 함
- 방화구획으로 사용하는 60+방화문 또는 60분방화문은 닫힌 상태를 유지하거나 화재 시 자동적으로 닫히는 구조여야 함
- 자동방화셔터의 크기는 가로(폭) 8미터 이하 × 세로(높이) 4미터 이하로 설치하여야 하며, 체육시설, 강당, 공연장 등 대형공간의 경우 구조기술사의 검토 및 운영위원회 심의를 통해 설치 크기를 조정할 수 있음(건축자재등 품질인정 및 관리 세부운영지침 별표2: 한국산업표준 KS F 4510:2021. 1 적용범위)
- 「건축법」 제52조에 따르면 창고시설의 벽, 반자, 지붕 등 내부의 마감재료(복합자재의 경우 심재(心材) 포함)는 방화에 지장이 없는 재료로 하여야 함
- 「건축법」 제49조제3항에 따르면 창고시설의 2층 이상 11층 이하의 층에는 소방관이 진입할 수 있는 창을 설치하여야 함
 - 소방관 진입창의 가운데에서 벽면 끝까지의 수평거리가 40미터 이상인 경우에는 40미터 이내마다 추가로 창을 설치하여야 함(건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제18조의2)
- 「건축법」 제50조제1항에 따르면 바닥면적의 합계가 500제곱미터 이상인 창고시설의 경우 주요구조부와 지붕은 내화구조로 해야 함
- 「건축법」 제49조제2항에 따른 배연설비와 같은 법 제50조제2항에 따른 방화벽 규정은 창고시설에 적용하지 아니함. 피난안전구역 설치 대상도 아님

[표 2-14] 건축법의 물류창고(창고시설) 안전 관련 건축 기준

구분	조항	내용	적용 기준
피난	-건축법 제49조제1항, -건축법 시행령 제34조, -건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제8조제8조 의2제9조	-피난과 소화에 필요한 통로(직 통계단, 외부출 구)	-거실의 각 부분으로부터 계단에 이르는 보행거리가 30미터 이하(주요구조부가 내화구조 또는 불연재료인 경우 50미터) -피난층에서 외부출구로의 거리기준은 각 거실 100미터, 피난계단 50미터, 비상용승강기 30미터 이하
	-건축법 시행령 제35조	-특별피난계단	-해당 없음 -건축물(갯복도식 공동주택은 제외)의 11층(공동주택의 경우에는 16층) 이상인 층 또는 지하 3층 이하인 층으로

구분	조항	내용	적용 기준
			부터 피난층 또는 지상으로 통하는 직통계단은 특별피난계단으로 설치
	-건축법 시행령 제34조	-피난안전구역	-해당 없음
방화	-건축법 제49조제2항	-방화구획	-바닥면적 1천제곱미터(스프링클러 설치 시 3천제곱미터)마다 방화구획
	-건축법 시행령 제46조	-방화문 및 자동 방화셔터	-방화셔터 3미터 이내 방화문 설치
	-건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제14조, 제21조		-방화셔터 크기 8미터×4미터
	-건축자재등 품질인정 및 관리 기준 제33조, 제34조		
	-건축자재등 품질인정 및 관리 세부운영지침 별표2		
	-KS F 4510		
	-건축법 제52조	-건축물의 마감 재료 중 복합자재의 심재(心材) 재료	-모든 참고시설
소방	-건축법 제49조제3항	-소방관 진입창	-2층 이상 11층 이하 층별 1개소 이상
	-건축법 시행령 제51조제4항		-벽면 수평거리 40미터 이상일 경우 40미터마다 추가 설치
	-건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제18조의2		
	-건축법 시행령 제90조	-비상용승강기	-높이 31미터를 넘는 각 층의 바닥면적 중 최대 바닥면적이 1천500제곱미터 이하: 1대 이상 -높이 31미터를 넘는 각 층의 바닥면적 중 최대 바닥면적이 1천500제곱미터 초과: 1대에 1천500제곱미터를 넘는 3천제곱미터 이내마다 1대씩 더한 대수 이상
내화	-건축법 제50조 제1항 -건축법 시행령 제56조	-건축물(주요구조부와지붕)의내화(耐火)구조	-바닥면적 합계가 500제곱미터 이상
배연	-건축법 제49조 제2항	-배연설비	-해당 없음

출처: 건축법, 법률 제18935호, 제49조 제50조; 건축법 시행령, 대통령령 제33717호, 제34조, 제51조, 제56조; 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙, 국토교통부령 제882호, 제14조; 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙, 국토교통부령 제1247호, 제18조의2를 참고하여 연구진 작성

□ 물품의 제조·가공 및 운반에 필요한 고정식 대형 기기(器械) 또는 설비의 설치를 위하여 불가피한 부분은 방화구획을 완화함

- 대규모 창고시설 등 대통령령으로 정하는 용도 및 규모의 건축물에 대해서는 방화구획 등 화재 안전에 필요한 사항을 국토교통부령으로 별도로 정할 수 있음(2021년 10월 19일 개정)

- 여기서 말하는 대규모 창고시설이란 물품의 제조·가공 및 운반 등(보관은 제외한다)에 필요한 고정식 대형 기기(器械) 또는 설비의 설치를 위하여 불가피한 부분에 해당하여 방화구획 등을 적용하지 않거나 완화하여 적용하는 부분이 포함된 창고시설을 말함

- 천장용 크레인 또는 컨베이어 벨트가 설치되는 물류창고의 경우 방화구획을 면제 받을 수 있음

- 2021년 시행령 개정 당시에는 보관에 필요한 설비 설치를 위한 부분에도 방화구획 면제가 가능했으나, 2022년 규정이 강화되어 보관 목적의 설비 설치 부분은 제외되었음

- 개구부의 경우 수막설비 또는 그 외 부분은 스프링클러를 추가로 설치하고 방화구획을 적용하지 않거나 완화하여 적용할 수 있음

□ 적층 랙을 활용하여 중이층으로 사용하더라도 상층부 바닥은 바닥면적 산입에서 제외되며, 이에 따라 건축법에 따른 화재안전 건축기준 적용 대상에서도 제외됨

- 적층 랙은 건축물의 바닥면적의 산입 대상에서 제외됨

- 국토교통부에서는 적층 랙(KS T 2027)은 구조적으로 기존 건축물과 일체화되는 구조물이 아니며, 필요에 따라 건축물에 구조적 영향 없이 설치·해체·이전 등이 가능함에 따라 건축물의 바닥면적의 산입에서 제외하는 것으로 유권해석하고 있음(부산광역시건축사회, 2022, p.190)

- 적층 랙의 설치 가능 면적이나 높이 등에 대한 명확한 규정은 없음

- 적층 랙을 설치하여 중이층 형태로 사용하더라도 직통계단 설치, 방화구획 설치, 소방관진입장 설치 등 각종 화재안전 규정은 적용하지 아니함

3) 소방법 제도 현황

□ 창고시설은 「소방시설 설치 및 관리에 관한 법률」로 정하는 특정소방대상물로서, 소방시설 설치가 의무

- 「소방시설 설치 및 관리에 관한 법률」(이하 소방시설법)에 따른 창고시설은 특정소방대상물로서, 소방설비, 경보설비, 피난구조설비, 소화용수설비 등 소방시설과 비상구(非常口) 등을 다음 표의 적용 기준에 따라 설치하여야 함 (소방시설 설치 및 관리에 관한 법률 제2조 제1항 제1호, 제2호, 제3호)
 - 창고시설은 위험물 저장 및 처리 시설 또는 그 부속용도에 해당되는 것은 제외 하며, 가. 창고(물품저장시설로서 냉장 및 냉동 창고를 포함), 나. 하역장, 다. 「물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률」에 따른 물류터미널, 라. 「유통산업발전 법」 제2조제15호에 따른 집배송시설이 있음

[표 2-15] 소방시설법에 따른 창고시설의 소방시설 기준

구분	내용	적용 기준
소방설비	-소화기구 설치	-연면적 33㎡ 이상
	-옥내소화전설비	-연면적 1천5백㎡ 이상 -지하층·무창층으로서 바닥면적이 600㎡ 이상 -층수가 4층 이상인 것 중 바닥면적이 600㎡ 이상 -「화재의 예방 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 별표2에서 정하는 수량의 750배 이상의 특수가연물을 저장·취급
	-스프링클러설비	-(물류터미널로 한정)바닥면적의 합계가 5천㎡ 이상이거나 수용인원이 500명 이상(지붕 또는 외벽이 불연재료가 아니거나 내화구조가 아닌 경우 바닥면적의 합계가 2천5백㎡ 이상이거나 수용인원이 250명 이상) -(물류터미널은 제외)바닥면적 합계가 5천㎡ 이상(지붕 또는 외벽이 불연재료가 아니거나 내화구조가 아닌 경우 바닥면적의 합계가 2천5백㎡ 이상) -지하층·무창층 또는 층수가 4층 이상인 층으로서 바닥면적이 1천㎡ 이상(지붕 또는 외벽이 불연재료가 아니거나 내화구조가 아닌 경우 바닥면적이 500㎡ 이상) -랙을 갖춘 것으로서 천장 또는 반자의 높이가 10m를 초과하고, 랙이 설치된 층의 바닥면적의 합계가 1천5백㎡ 이상(지붕 또는 외벽이 불연재료가 아니거나 내화구조가 아닌 경우 바닥면적이 750㎡ 이상) -「화재의 예방 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 별표 2에서

구분	내용	적용 기준
		정하는 수량의 1천 배 이상의 특수가연물을 저장·취급하는 시설(지붕 또는 외벽이 불연재료가 아니거나 내화구조가 아닌 경우 500배 이상) -중·저준위방사성폐기물의 저장시설 중 소화수를 수집·처리하는 설비가 있는 저장시설
	-옥외소화전 설비	-지상 1층 및 2층의 바닥면적의 합계가 9천㎡ 이상 -「화재의 예방 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 별표 2에서 정하는 수량의 750배 이상의 특수가연물을 저장·취급
경보설비	-비상경보설비	-불연재료 창고시설 제외 -연면적 400㎡ 이상 -지하층 또는 무창층의 바닥면적이 150㎡(공연장의 경우 100㎡) 이상
	-자동화재탐지설비	-층수가 6층 이상 -「화재의 예방 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 별표 2에서 정하는 수량의 500배 이상의 특수가연물을 저장·취급
	-시각경보기	-창고시설 중 물류터미널
	-비상방송설비	-연면적 3천5백㎡ 이상 -층수가 11층 이상 -지하층의 층수가 3층 이상
	-누전경보기	-계약전류용량이 100암페어를 초과하는 특정소방대상물
	-가스누설경보기	-창고시설 중 물류터미널
피난구조설비	-피난기구	-모든 창고시설
	-유도등	-모든 창고시설
	-비상조명등	-창고시설 중 창고 및 하역장 제외 -지하층을 포함하는 층수가 5층 이상인 건축물로서 연면적 3천㎡ 이상 -지하층 또는 무창층의 바닥면적이 450㎡ 이상
소화용수설비	-상수도소화용수설비	-연면적 5천㎡ 이상
소화활동설비	-연결수관설비	-층수가 5층 이상으로서 연면적 6천㎡ 이상 -지하층을 포함하는 층수가 7층 이상 -특정소방대상물로서 지하층의 층수가 3층 이상이고 지하층의 바닥면적의 합계가 1천㎡ 이상
	-연결살수설비	-창고시설 중 물류터미널로서 해당 용도로 사용되는 부분의 바닥면적의 합계가 1천㎡ 이상 -지하층(피난층으로 주된 출입구가 도로와 접한 경우는 제외)으로서 바닥면적의 합계가 150㎡ 이상
	-비상콘센트설비	-층수가 11층 이상인 특정소방대상물의 경우에는 11층 이상의 층

구분	내용	적용 기준
		-지하층의 층수가 3층 이상이고 지하층의 바닥면적의 합계가 1천㎡ 이상
	-무선통신보조설비	-지하층의 바닥면적의 합계가 3천㎡ 이상인 것 또는 지하층의 층수가 3층 이상이고 지하층의 바닥면적의 합계가 1천㎡ 이상인 것은 지하층의 모든 층

출처: 소방시설 설치 및 관리에 관한 법률 시행령, 대통령령 제33321호, 별표4를 참고하여 연구진 작성

□ 창고시설 중 연면적 10만㎡ 이상인 것 또는 지하층의 층수가 2개 층 이상이고 지하층의 바닥면적의 합계가 3만㎡ 이상인 것은 성능위주설계가 의무임⁴⁾

- 소방시설법에 따라 창고시설 중 연면적 100,000㎡ 이상인 것 또는 지하층의 층수가 2개 층 이상이고 지하층의 바닥면적의 합계가 30,000㎡ 이상인 것은 성능위주설계를 하여야 함⁵⁾
 - “성능위주설계”란 건축물 등의 재료, 공간, 이용자, 화재 특성 등을 종합적으로 고려하여 공학적 방법으로 화재 위험성을 평가하고 그 결과에 따라 화재안전 성능이 확보될 수 있도록 특정소방대상물을 설계하는 것을 말함(소방시설 설치 및 관리에 관한 법률 제2조제1항제5호)
 - 성능위주설계는 소방시설법, 같은 법 시행령·시행규칙 및 화재안전기준 등에 따라 제도화된 설계를 대체하여 설계하는 경우를 말함. 이 경우 성능위주설계 대상이 되는 건축물에 대하여는 화재안전기준 등 법규에 따라 설계된 화재안전 성능보다 동등 이상의 화재안전성능을 확보하도록 설계하여야 함(소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준 제2조)
- 성능위주설계 기준은 아래와 같음(소방시설 설치 및 관리에 관한 법률 시행규칙 제9조)
 - 1. 소방자동차 진입(통로) 동선 및 소방관 진입 경로 확보
 - 2. 화재·피난 모의실험을 통한 화재위험성 및 피난안전성 검증
 - 3. 건축물의 규모와 특성을 고려한 최적의 소방시설 설치
 - 4. 소화수 공급시스템 최적화를 통한 화재피해 최소화 방안 마련
 - 5. 특별피난계단을 포함한 피난경로의 안전성 확보

4) 소방시설 설치 및 관리에 관한 법률, 법률 제19160호, 제8조.; 소방시설 설치 및 관리에 관한 법률 시행령, 대통령령 제33321호, 제9조제5호

5) 2022년 2월 1일 개정을 통해 창고시설이 추가됨

□ 최근 창고시설의 개별특성을 반영한 「창고시설의 화재안전기준(NFSC 609)」을 제정하였음

• 높은 층고, 대공간, 가연물이 많은 창고시설의 특성을 반영하여 통합적인 화재안전기준을 신설함. 주요 내용은 아래와 같음

- 가. 창고시설과 관련된 다양한 용어를 정의함(제3조)
- 나. 배전반과 분전반마다 소공간용 소화용구 설치(제5조)
- 다. 옥내소화전 및 소화수조 수원 기준 상향(제6조 및 제11조)
- 라. 스프링클러설비는 습식으로 하는 등 창고시설의 특성이 맞는 설치기준 마련(제7조)
- 마. 비상방송설비 및 자동화재탐지설비는 전층경보방식을 적용하고 비화재보 예방 및 조기감지를 위하여 감지기 종류를 정함(제8조 및 제9조)
- 바. 피난구유도등 및 거실통로유도등은 대형으로 적용(제10조)

• 특히 랙식 창고의 화재안전기준이 강화되었음. 랙식 창고의 경우 천장에는 라지드롭형 스프링클러헤드를 설치하고 랙마다 인랙헤드를 설치해야 함

- 랙식 창고의 경우에는 제1호에 따라 설치하는 것 외에 라지드롭형 스프링클러헤드를 랙 높이 3미터 이하마다 설치할 것. 이 경우 수평거리 15센티미터 이상의 송기공간이 있는 랙식 창고에는 랙 높이 3미터 이하마다 설치하는 스프링클러헤드를 송기공간에 설치할 수 있음
- 창고시설에 적층식 랙을 설치하는 경우 적층식 랙의 각 단 바닥면적을 방호구역 면적으로 포함할 것

4) 물류시설법 중 화재안전 관리 제도 현황

□ 물류시설법에 따른 물류창고는 ‘물류창고업 화재안전 관리계획서’를 작성, 유지·관리해야 함

- 물류시설법 및 「물류창고업 등록에 관한 규칙」 제3조에 따라 물류시설법에 따른 물류창고업 등록자는 ‘물류창고업 화재안전 관리계획서’(2022년 8월 9일 제정)를 작성하고 유지·관리해야 함
- 관리계획서 내용 중에는 물류창고물류보관 적재형태, 보관시설, 적층식 랙(메자닌), 보관자재 및 포장자재, 근무자 인원, 지하층 등 화재안전을 위한 기

반자료가 포함됨

- 본 화재안전 관리계획에서는 물류창고 연면적 15,000㎡ 이상인 경우를 특급 물류창고로 구분하여 폐쇄회로 텔레비전 설치 등 몇몇 항목을 추가 작성하도록 함

[표 2-16] 물류창고업 화재안전 관리계획서 작성구조

구분	작성 목차
일반사항	1.1 표지 1.2 목차
화재예방	2.1 발화원 제거·감소 및 가연물과의 분리 2.2 위험물 보관 금지 2.3 가연성 폐기물 관리 2.4 저압 전기설비 안전관리 2.5 이송장비 안전관리 2.6 화기취급 준수 2.7 냉장·냉동 시스템 안전관리 2.8 폐쇄회로 텔레비전 설치 및 안전관리 활용(특급창고 대상)
화재대응	3.1 화재발생시 즉시 통보 3.2 자동화재속보설비 면제시 상응대응 관리 3.3 소방시설 위치표시 3.4 방화문 관리 3.5 방화셔터 및 방화스크린셔터 관리 3.6 물건적치 방지 관리 3.7 피난안내도와 피난유도선 설치(특급창고 대상) 3.8 소방시설 현황안내도 설치(특급창고 대상)
화재대비	4.1 피난 안내교육 실시 4.2 작업내용 변경시 안전교육 실시 4.3 방문자 안전교육 실시 4.4 화재위험 제거 및 감소 작업의 기록 4.5 출퇴근 관리 시스템 설치(특급창고 대상) 4.6 다수 업체의 협력과 조정 체계 구축(특급창고 대상)
기반자료	5.0 화재시 정보 제공 5.1 물류보관 적재형태 정보 작성 5.2 보관시설 정보 작성 5.3 적층식 랙(메자닌) 정보 작성 5.4 보관자재 및 포장자재 정보 작성 5.5 근무자 인원 정보 작성 5.6 지하층 정보 작성

출처: 물류창고업 화재안전 관리계획서(2022, pp. 4-8)

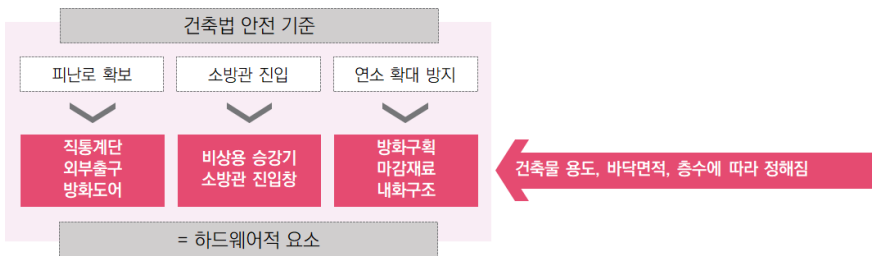
5) 물류창고 화재안전 법령 종합 및 한계

□ 도시계획법에서는 물류창고 건축물의 높이와 길이 등 규모를 규율함

- 개발행위허가 운영을 통해 대규모 물류창고의 건축을 제어함

□ 건축법에서는 피난, 소화, 방화, 재료 등 건물의 하드웨어적인 요소를 사양기준 방식으로 규율함

- 건축법은 주로 피난로 확보, 소방관 진입, 연소 확대 방지 등을 목적으로 한 안전 규정을 다루고 있음. 이러한 것들은 건물을 설계하고 지을 때 고려해야 하는 하드웨어적인 요소임
 - 건축법 체계에서 건축물과 관련된 소방방재기준으로는 「건축법」, 「건축법 시행령」, 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」, 「건축물의 피난방화기준 등의 기준에 관한 규칙」 등임

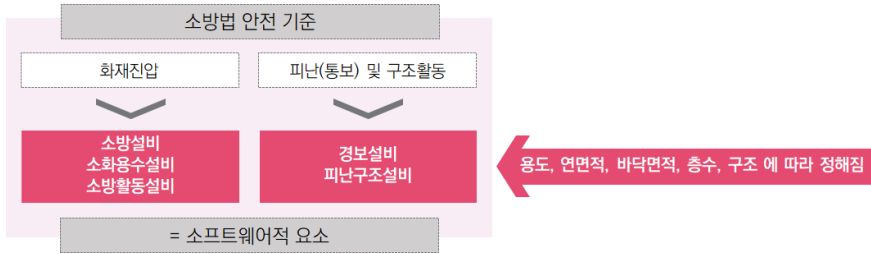


[그림 2-16] 건축법 안전기준 특징

출처: 연구진 작성

□ 소방법에서는 기계적 시스템을 이용한 감지, 통보, 소화활동에 필요한 시설물 설치에 대해 규율하며, 초대형 창고시설은 성능위주설계를 의무 적용함

- 소방법은 기계적 시스템을 이용한 감지, 통보, 소화활동에 중점을 두고 있음. 주로 소방관련 관리 업무와 소방시설물 설치 등에 대한 규정으로서 소프트웨어적인 요소를 다룸
 - 소방관계법에서 건축물과 관련된 소방방재기준은 「소방기본법」, 「소방시설 공사법」, 「소방시설 설치 및 관리에 관한 법률」, 「위험물 안전관리법」 등임



[그림 2-17] 소방법 안전기준 특징

출처: 연구진 작성

- 건축 및 소방법 상의 획일적인 사양기준은 물류창고의 대형화 및 복잡성을 반영하지 못하고 있음
 - 건축법과 소방법은 건축물의 다양한 특성을 반영하는 데 있어 융통성이 부족하며, 이로 인해 대형화되고 있고 복잡한 내부 시설을 가진 물류창고의 경우 화재안전시설의 과대설계 또는 과소설계가 발생할 가능성이 있음
 - 예를 들어 적층 랙을 설치하여 중이층으로 사용하는 창고시설의 경우 화재 발생 시 상층 부 연기 축적을 방지할 수 있는 배연 기능이 중요하나, 현행법에서는 배연창 기준이 미 적용됨
 - 또, 수용인원이나 실제 보행거리를 고려한 피난경로 설계개념이 부족하며 피난안전구역 규정이 미흡함
- 건축법과 소방법은 이원화되어 있으며, 특히 소방법에 따른 성능위주설계는 건축법의 규정과 연계가 부족함
 - 소방법에서 정하는 성능위주설계는 화재 위험성을 평가하고 그에 따른 안전 성능을 설계하는 방식임. 이는 소방시설법, 관련 시행령 및 규칙, 화재안전기준 등에 의거하여 전통적인 설계를 대체할 수 있음. 그러나 성능위주설계를 진행하더라도 건축법에 따른 규정을 완화 받을 수 없음
- 이 연구에서는 건축물의 변화에 따라 고려가 필요한 화재안전 장치 및 건축법에서 다루고 있는 것 중 소방설비와 연계가 필요한 장치에 대해 중점적으로 검토함
 - 피난 안전 기준, 소방 접근 기준, 방화 및 연기 제어 기준이 현실에서 어떻게 적용되고 있는지 살펴볼 필요가 있음
 - 또, 랙이나 자동화 물류 시스템 등 설비 설치로 인해 영향 받을 수 있는 소방 시설을 조사하고 관련 규정의 문제점을 검토할 필요가 있음

3. 대규모 물류창고의 화재안전 건축기준 적용 사례

1) 사례 조사 개요

① 조사 대상

- 최근 3년 이내에 준공되었거나 현재 개발 진행 중인 창고시설로서, 연면적 50,000㎡ 이상 대형 및 초대형 물류창고 중 자료 확보 또는 현장 조사가 가능한 4가지 사례를 대상으로 함

② 조사 방법

- A, B, C 물류창고는 도면 분석을 통해 현행 화재안전 건축기준의 설계반영 사항을 검토함. A 물류창고의 경우 현장조사를 병행함
- D 물류창고는 현장조사만 수행함

[표 2-17] 조사 대상 및 방법

구분	대형	초대형		
	A 물류창고	B 물류창고	C 물류창고	D 물류창고
준공연도	2023년	미 준공	미 준공	2022년
대지위치	경기도 오산시 원동	충남 천안시 서북구	인천광역시 서구	경기도 평택시
대지면적	4,315,100 ㎡	60,648.93 ㎡	99,499.80 ㎡	50,980.30㎡
연면적	98,519.06 ㎡	196,081.16 ㎡	430,252.92 ㎡	199,879.28㎡
건축면적	17,168.43 ㎡	29,430.08 ㎡	68,865.06 ㎡	-
너비×폭	130.70×133.60 m	209.00×65.00 m	419.70×174.00 m	-
층수	지하1층, 지상6층	지상 7층	지하1층, 지상 10층	지하1층, 지상7층
최고높이	51.90 m	72.45 m	67.70 m	-
층고	약 9.5 m	약 10 m	약 10 m	약 10.5m
조감도				
조사 방법	도면 검토·현장 조사	도면 검토	도면 검토	현장 조사

출처: JAS건축사사무소(2023a, p.28); JAS건축사사무소(2023b, p.7); 해안건축(2019, <http://www.haeahn.com/ko/about/newsDetail.do?noticeSeq=1040>, 검색일: 2023.10.1.); 연구진 촬영

③ 조사 내용

- 건축물의 변화에 따라 고려가 필요한 화재안전 장치 및 건축법에서 다루는 '피난 안전 기준', '소방 접근 기준', '방화 및 연기 제어 기준'의 설계 반영 사항 및 현장 적용 사례를 중점적으로 조사함
 - 피난 안전 기준: 직통계단, 보행거리, 외부출구, 유도등 설치 기준
 - 소방 접근 기준: 비상용승강기, 소방관 진입창 설치 기준 등
 - 방화 및 연기 제어 기준: 방화구획, 배연창 설치 기준 등
- D 물류창고의 경우 적층 랙 및 자동화 설비 설치 등 내부 복잡도 상승으로 인해 피난 안전 기준과 방화 및 연기 제어 기준이 어떻게 지켜지고 있는지 현장조사를 통해 검토함



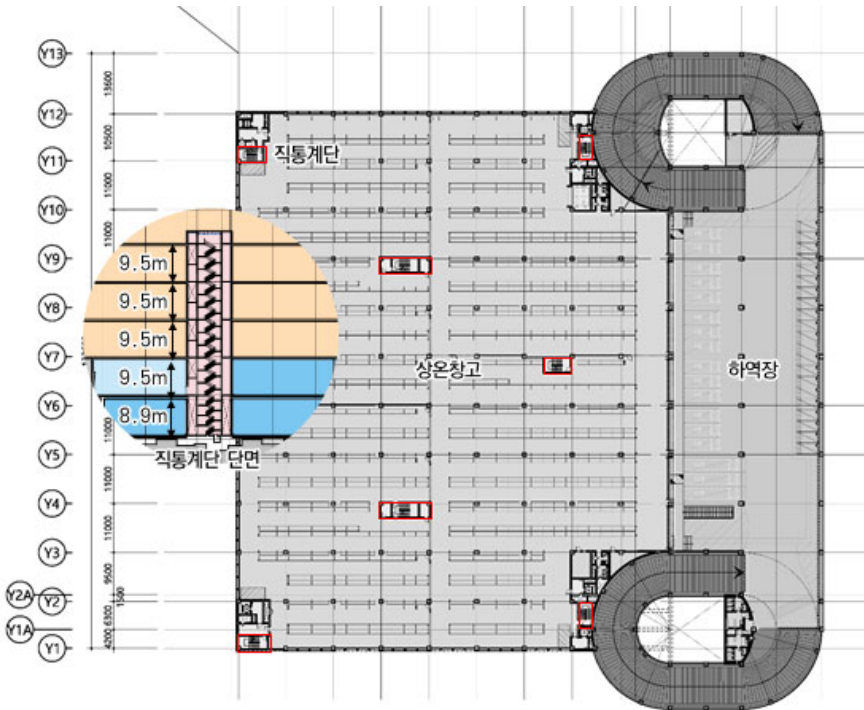
[그림 2-18] 조사 내용

출처: 연구진 작성

2) 피난 안전 기준 적용 사례

① A 물류창고 피난 안전 기준 적용 사례

- 창고 내 가상의 랙을 배치하여 거실의 각 부분에서 직통계단 간 보행거리가 50m 이하, 피난층에서 직통계단과 외부출구 간 거리 50m 이하가 되도록 직통계단을 설계함. 차량 램프는 직통계단으로 인정하지 않음
- 한 층에 직통계단은 총 7개소로 바닥면적 약 2,494.50㎡ 당 1개소 설치
- 층고는 8.9~9.5m이며, 한 층당 계단참수가 5개 포함됨



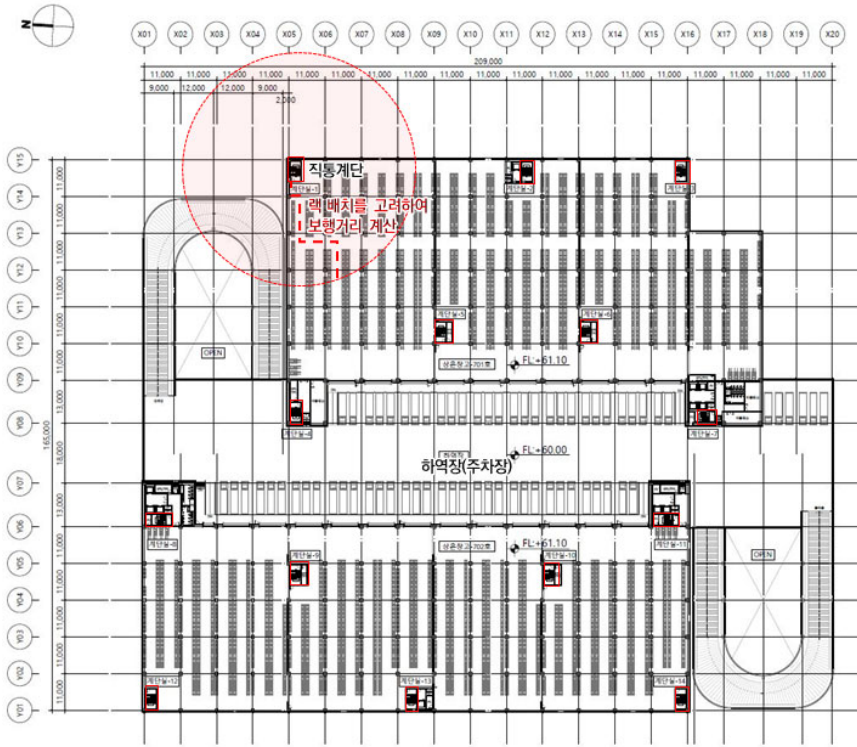
[그림 2-19] A 물류창고 직통계단 설계반영 사항

출처: JAS건축사사무소(2023a, p.20)를 참고하여 연구진 작성

② B 물류창고 피난 안전 기준 적용 사례

- 창고 내 가상의 랙 설비를 배치하여 거실의 각 부분에서 직통계단에 이르는 보행거리가 50미터 이하가 되도록 설계함
- 차량 램프는 직통계단으로 인정받지 못하였음

- 피난층에서 직통계단에서 외부출구로의 거리를 50미터 이하로 배치
- 건물 중앙부에 위치한 하역장(주차장)은 건축물의 외부로 인정받지 못하였음
- 한 층에 직통계단은 총 14개 설치됨. 바닥면적 약 2,463.21㎡ 당 1개소임

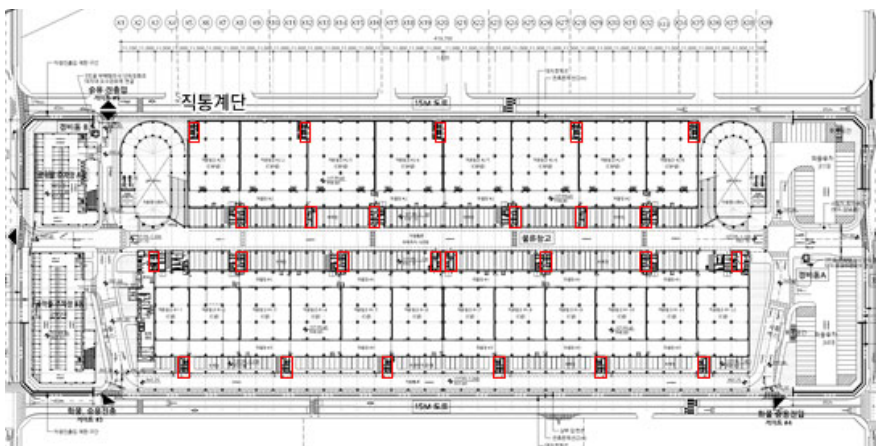


[그림 2-20] B 물류창고 직통계단 설계반영 사항

출처: JAS건축사사무소(2023b, p.3)를 참고하여 연구진 작성

③ C 물류창고 피난 안전 기준 적용 사례

- 거실의 각 부분에서 직통계단에 이르는 보행거리(직선거리)가 50미터 이하가 되도록 설계함. 랙 설비 배치는 고려하지 않았음. 차량 램프는 직통계단으로 인정받지 못하였음
- 피난층에서 직통계단에서 외부출구로의 거리를 50미터 이하로 설계함. C 물류창고의 경우 A 물류창고 및 B 물류창고와는 달리 건물 중앙부에 위치한 하역장(주차장)을 건축물의 외부로 인정받았음
- 한 층에 직통계단은 총 25개소로 바닥면적 약 2,921.11㎡ 당 1개씩 설치됨



[그림 2-21] C 물류창고 직통계단 설계반영 사항

출처: 해안건축(2023a, p.3)을 참고하여 연구진 작성

④ D 물류창고 피난 안전 기준 적용 사례

- D 물류창고는 건축 인허가를 받은 후에 랙 및 자동화 설비를 설치하였음. 이러한 설비 설치로 인해 발생하는 피난 거리 증가를 최소화하기 위해 보행거리가 40m 이내가 되도록 계단이나 사다리, 브릿지를 추가로 설치함



[그림 2-22] D 물류창고 적층 랙의 계단 설치 사례

출처: 연구진 촬영



[그림 2-23] D 물류창고 사다리 설치 사례

출처: 연구진 촬영



[그림 2-24] D 물류창고 컨베이어 시스템의 브릿지 설치 사례

출처: 연구진 촬영

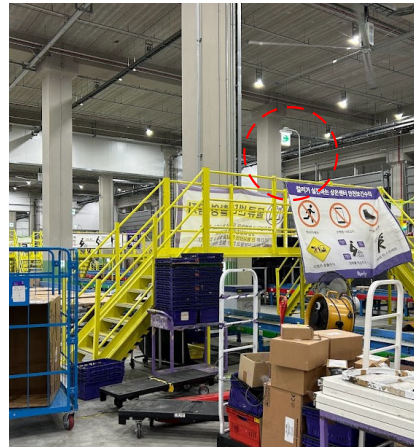
① D 물류창고 피난 안전(피난구 유도등) 기준 적용 사례

- 피난구유도등은 피난구 또는 피난경로로 사용되는 출입구를 표시하여 피난을 유도하는 등을 말함(유도등 및 유도표지의 화재안전성능기준(NFPC 303) 제3조제2호). 출입구, 계단 복도, 등 사람들이 피난 경로를 찾아야 하는 장소에 설치하며, 일반적인 사람들의 눈높이에 맞추어 설치하도록 함
- 유도등 및 유도표지의 화재안전성능기준(NFPC 303) 제5조에 따르면 피난구 유도등은 바닥으로부터 높이 1.5미터 이상에 설치하도록 함
- 실제 현장에서는 최저 기준에만 맞추어 유도등이 설치되었고, 물건 적치로 인해 유도등이 가려지는 문제가 발생함. 또, 전체 층고가 10.5m에 달해 사람들의 눈높이보다 상향하여 설치하는 것이 필요함
- D 물류창고에서는 컨베이어벨트에 기동식 피난구 유도등을 추가 설치하였음



[그림 2-25] D 물류창고 유도등

출처: 연구진 촬영



[그림 2-26] D 물류창고 기동식 유도등

출처: 연구진 촬영

3) 소방관 접근 기준 적용 사례

① A 물류창고 비상용 승강기 기준 적용 사례

- 비상용 승강기는 1대에 바닥면적(건축면적) 1,500㎡를 넘는 3,000㎡ 이내마다 1대씩 더한 대수 이상 설치하도록 설계(건축법 시행령 제90조)
- 피난층에서 비상용 승강기와 외부출구 간 거리가 30m 이하가 되도록 설계(건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제10조, 제11조)
- A 물류창고의 경우 총 6대 설계됨. 동측에는 2대가 서로 인접하여 설계됨
 - 비상용승강기 산정식: $\{(17,168.43 - 1,500.00) / 3,000.00\} + 1 = 6.22$ 대

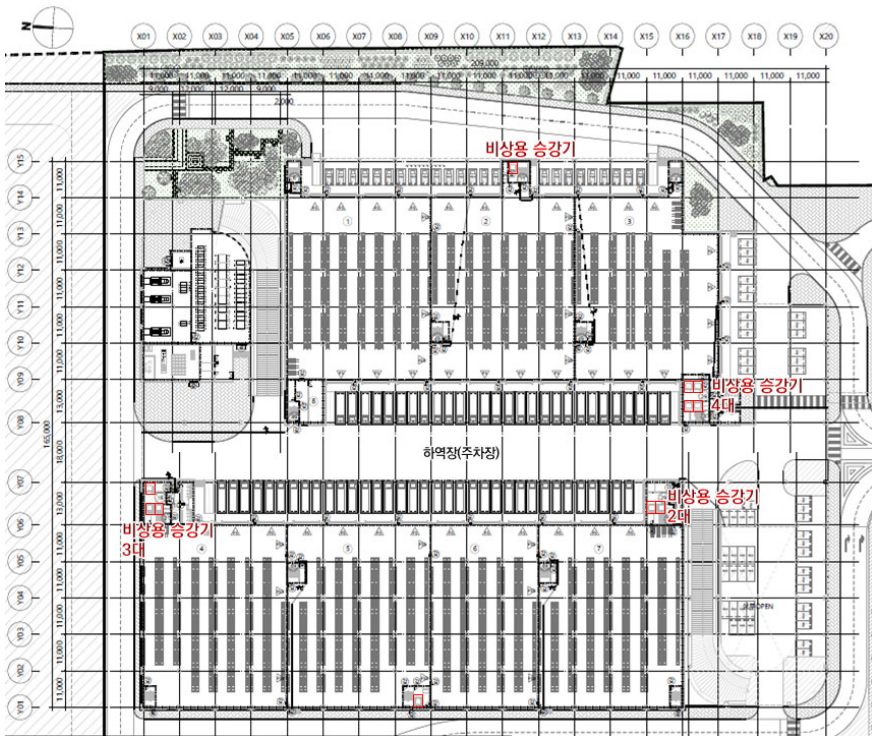


[그림 2-27] A 물류창고 비상용 승강기 설계반영 사항

출처: JAS건축사사무소(2023a, p.20)를 참고하여 연구진 작성

② B 물류창고 비상용 승강기 기준 적용 사례

- 비상용 승강기를 총 11대 설치함
 - 비상용승강기 산정식: $\{(29,430.08 - 1,500.00) / 3,000.00\} + 1 = 10.31$ 대
- 피난층에서 비상용 승강기와 외부출구 간 거리가 30m 이하가 되도록 설계함
(건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙, 제10조, 제11조)
- 비상용 승강기 설치 대수 규정과 외부출구로부터 거리 기준을 동시에 적용함에 따라 2~4대의 비상용 승강기가 외벽에 편중되어 위치
- 건물 중앙부에 위치한 하역장(주차장)은 건축물의 외부로 인정받지 못하였음



[그림 2-28] B 물류창고 비상용 승강기 설계반영 사항

출처: JAS건축사사무소(2023b, p.20)를 참고하여 연구진 작성

③ C 물류창고 비상용 승강기 기준 적용 사례

- 비상용 승강기 총 24대(승용 승강기 겸용) 설치
 - 비상용승강기 산정식: $\{(68,865.06 - 1,500.00) / 3,000.00\} + 1 = 23.46$ 대
- 피난층에서 비상용 승강기와 외부출구 간 거리가 30m 이하가 되도록 설계 (건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙, 제10조, 제11조)
- 비상용 승강기 설치 대수 규정과 외부출구로부터 거리 기준을 동시에 적용함에 따라 2대의 비상용 승강기가 인접한 경우도 있음
- C 물류창고의 경우 A 물류창고 및 B 물류창고와는 달리 건물 중앙부에 위치한 하역장(주차장)을 건축물의 외부로 인정받았음

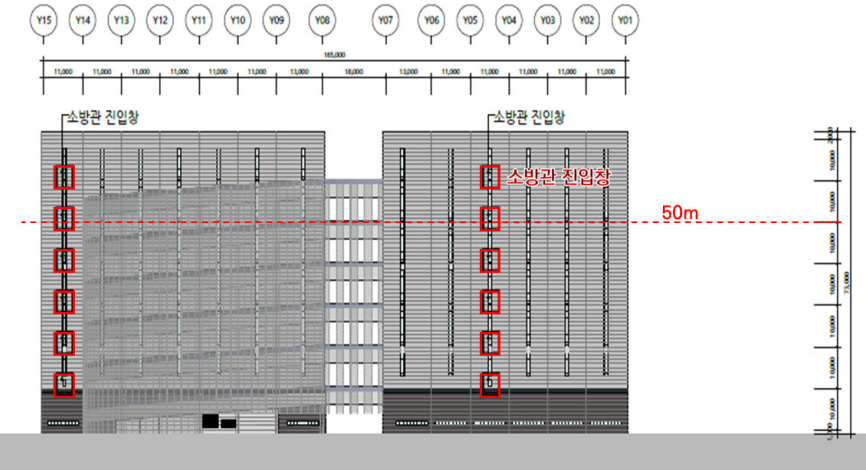


[그림 2-29] C 물류창고 비상용 승강기 설계 사례

출처: 해안건축(2023a, p.3)을 참고하여 연구진 작성

④ B 물류창고 소방관 진입창 기준 적용 사례

- 2층부터 7층까지 소방관 진입창을 설계함
- B 물류창고 6층과 7층에 위치한 소방관 진입창의 높이는 50m를 초과함

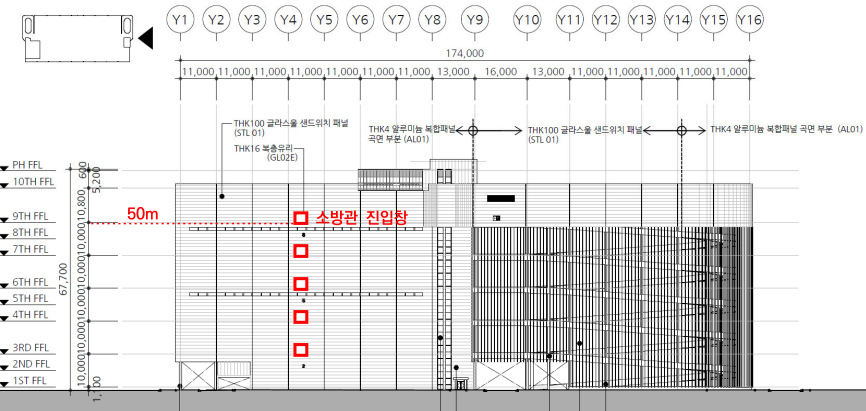


[그림 2-30] B 물류창고 소방관 진입창 설계반영 사항

출처: JAS건축사사무소(2023b, p.7)를 참고하여 연구진 작성

⑤ C 물류창고 소방관 진입창 기준 적용 사례

- C 물류창고의 2층~6층까지 각 층마다 소방관 진입창을 설계하였음
- C 물류창고 6층에 설계된 소방관 진입창의 높이는 50m를 초과함



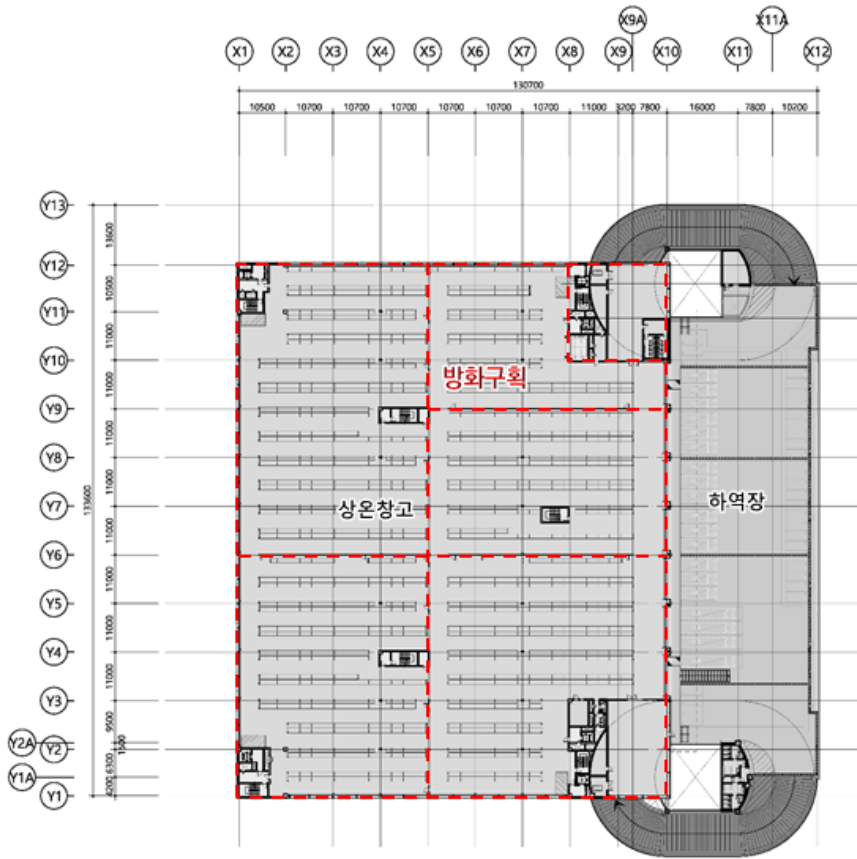
[그림 2-31] C 물류창고 소방관 진입창 설계반영 사항

출처: 해안건축(2023a, p.19)을 참고하여 연구진 작성

4) 방화 및 연기 제어 기준 적용 사례

① A 물류창고 방화구획 기준 적용 사례

- 스프링클러를 설치하고 바닥면적 3,000㎡ 이내마다 방화구획을 설계함
- 하역장은 주차장 시설로서 방화구획 면제 대상임. 이에 상온창고와 하역장 사이에도 방화구획을 설치함



[그림 2-32] A 물류창고 상온창고 방화구획 설계반영 사항

출처: JAS건축사사무소(2023a, p.17)를 참고하여 연구진 작성



[그림 2-33] A 물류창고 방화구획 설치 사례

출처: 연구진 촬영



[그림 2-34] A 물류창고 방화구획 설치 사례

출처: 연구진 촬영



[그림 2-35] A 물류창고 상온창고와 하역장(주차장) 간 방화구획 설치 사례

출처: 연구진 촬영

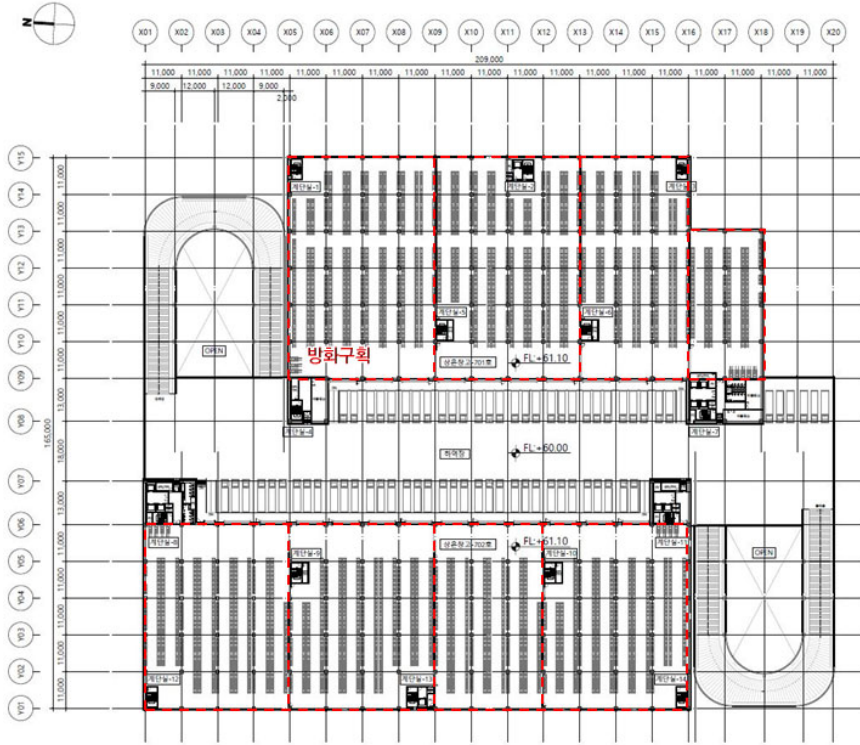


[그림 2-36] A 물류창고 상온창고와 하역장(주차장) 간 방화구획 설치 사례

출처: 연구진 촬영

② B 물류창고 방화구획 기준 적용 사례

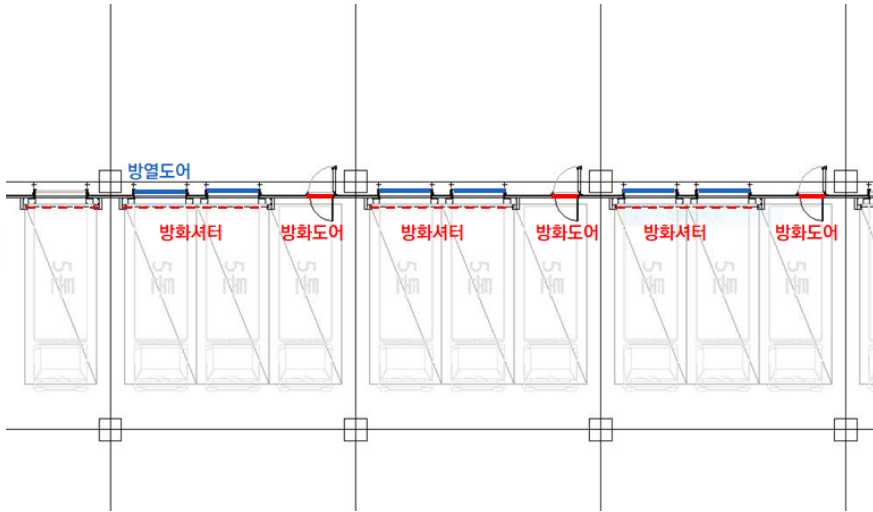
- 스프링클러를 설치하고 바닥면적 3,000㎡ 이내 마다 방화구획을 설계함
- 스크린 셔터 크기는 가로(폭) 8미터×세로(높이) 4미터 이하로 설치함



[그림 2-37] B 물류창고 방화구획 설계반영 사항

출처: JAS건축사사무소(2023b, p.11)를 참고하여 연구진 작성

- 창고와 하역장(주차장) 사이에도 방화구획을 설치해야 함. 방화셔터는 8미터 이하 × 4미터 이하 크기로 설치하고, 방화셔터로부터 3미터 이내에 방화도어를 설치해야 함
- 이전 규정에서는 화물차의 주차 위치별로 방열도어를 설치하여 바로 하역 작업을 시작할 수 있었으나, 규정이 개정된 후 방화도어 설치 요건이 추가되어 기존에 사용하던 모듈과 맞지 않게 됨

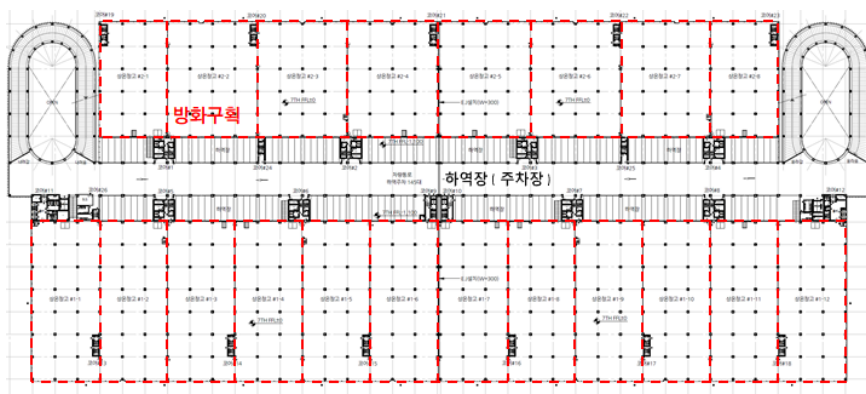


[그림 2-38] B 물류창고 창고와 하역장(주차장) 간 방화구획 설치 사례

출처: JAS건축사사무소(2023b, p.9)를 참고하여 연구진 작성

③ C 물류창고 방화구획 기준 적용 사례

- 스프링클러를 설치하고 바닥면적 3,000㎡ 이내 마다 방화구획을 설계함
- 스크린 셔터 크기는 가로(폭) 8미터×세로(높이) 4미터 이하로 설치함
- 창고와 하역장(주차장) 사이에도 방화구획, 방화셔터 (8미터 이하 × 4미터 이하)를 설치하고, 방화셔터 설치 3미터 이내에 방화도어를 설치함



[그림 2-39] C 물류창고 방화구획 설계반영 사항

출처: 해안건축(2023a, p.15)를 참고하여 연구진 작성

④ D 물류창고 방화구획 기준 적용 사례

- D 물류창고의 경우 방화셔터가 적층랙 하단 바닥면까지 내려갈 수 있도록 함. 화재 시에 셔터가 하강할 때 적층랙 상층부의 바닥과 컨베이어 벨트가 열릴 수 있게 됨
- 자동화설비 설치 시 방화구획 면제가 될 수 있으나, 이 경우에는 방화구획이 최초 인허가에서 확정되어 자동화 설비 설치 시점에서 구획 변경이 허용되지 않기 때문임



[그림 2-40] 방화셔터가 통과할 수 있는 적층 랙 및 컨베이어 벨트 시스템 사례

출처: 연구진 촬영

⑤ A 물류창고 배연창 기준 적용 사례

- 배연창은 현재 건축법 규정 상 창고시설에 적용하지 않음
- A 물류창고 현장 조사 결과, 적층랙이 설치될 경우 상층부에서 작업이 이루어 질 수 있음. 중이층을 작업공간으로 사용할 경우 상층부 연기 축적으로 인한 인명 피해가 우려되나 현장에서 연기 배출을 위한 배연창 설치는 미흡



[그림 2-41] A 물류창고 적층 랙 및 창문 설치 사례

출처: 연구진 촬영

5) 사례 분석 종합 및 문제점

① 피난 안전 기준 분석 결과

□ 높은 천장고를 가진 창고시설에 대한 피난 규정이 미흡함

- 층고가 높은 물류창고에서는 피난계단을 통한 대피 동선이 길어질 수 있지만, 현재 이에 대한 명확한 규정이 부족함
- 일반적인 층수의 창고시설은 높이가 높음에도 불구하고 11층 미만으로 건축되는 경우 특별피난계단을 의무 설치하지 아니함

□ 랙 설치에 따라 피난 거리가 증가할 수 있으나 관련 기준이 모호함

- 랙 배치에 따라 보행거리가 길어질 수 있기 때문에 피난계단 필요 수량이 달라질 수 있음. 구체적인 설치 기준은 명확하지 않고 주로 인허가권자의 판단에 맡겨져 있음
- 중이층으로 사용하는 적층 랙의 계단 설치 및 컨베이어 시스템의 브릿지 설치 등도 구체적인 규정이 부재함. 이러한 시설들은 일부 물류창고에서 자율적으로 설치하고 있음

□ 현장 상황에 맞는 피난 통로나 피난 공간에 대한 설계가 부족함

- 차량 램프가 피난 통로 역할을 하거나, 외기에 면한 하역장이 피난 공간으로서 역할 할 수 있는 잠재력이 있으나 이를 위한 명확한 규정이나 지침이 없음

□ 피난구 유도등 설치 높이가 낮아 식별하기 어려움

- 피난구 유도등이 낮게 설치되어 물건 적치 등으로 인해 식별하기 어려운 경우가 있음. 물류창고 층고를 고려해 더 높은 위치에 유도등을 설치하는 등 개선이 요구됨

② 소방 접근 기준 분석 결과

□ 초대형 물류창고에서 비상용승강기 설계 기준은 중앙 하역장을 외부로 인정하는지 여부에 따라 복잡해질 수 있음

- 초대형 물류창고 설계 시, 하역장의 위치가 중요한 변수로 작용하여 비상용

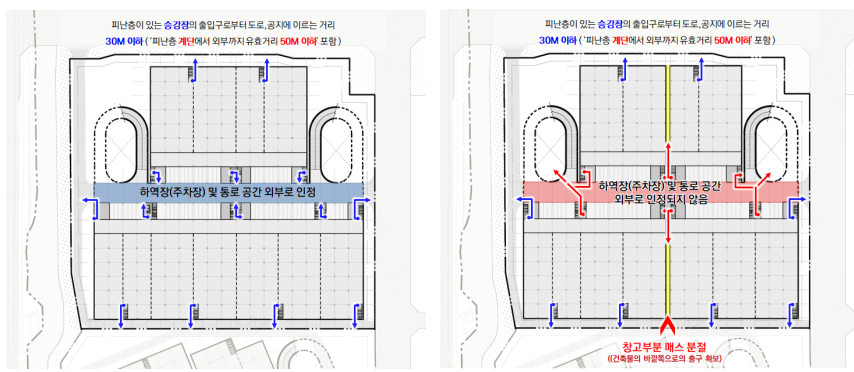
승강기 설치 규제가 복잡해짐. 하역장이 건물 중심에 배치되어 있을 때, 이를 외부로 간주할지의 판단에 따라 비상 승강기의 보행 거리 산정 기준이 변경 되기 때문임. 현재 건축허가 기준은 하역장을 외부로 인정하지 않는 추세로 점차 강화되고 있음

- 하역장을 외부로 불인정 할 경우 건물 바깥쪽으로 비상용 승강기를 여러 대 집중 배치하거나 또는 창고부분 매스를 분절해야 함(표 2-19)

[표 2-18] 피난층 비상용승강기로부터 출구에 이르는 거리 기준

기존(하역장을 외부로 인정할 경우)

변경(하역장을 외부로 인정하지 않을 경우)



출처: 해안건축(2023b, p.8)

□ 고층에 설치된 소방관 진입창의 실제 사용이 어려움

- 창고의 4~5층(높이 50m 이상)에 있는 소방관 집입창은 실제 상황에서 사용하기 어려울 수 있음
- 소방고가사다리차란 소방자동차의 차대에 사다리 형태의 연장구조물을 설치하여 27m 이상의 작업높이를 가진 자동차로서 작업높이는 27m~55m까지로 보고 있음(소방고가사다리차의 KFI인정기준 제2조, 제3조)

③ 방화 및 연기 제어 기준 분석 결과

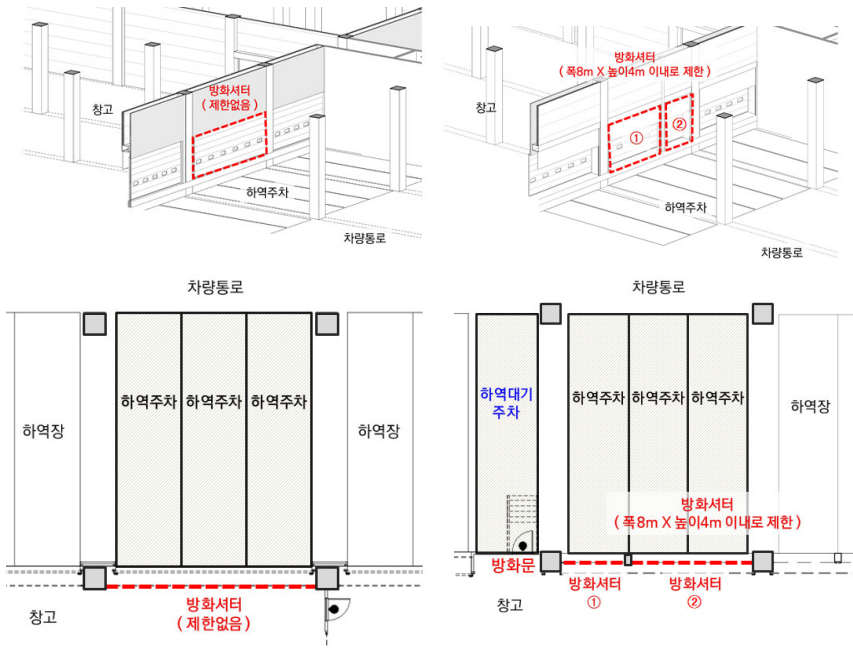
- 층고가 높아지고 물류설비가 설치됨에 따라 방화구획 기능이 저하될 수 있음
 - 고천장 창고에서 방화구획과 방화셔터 기능이 저하될 수 있음
 - 적층 랙이나 컨베이어 벨트 시스템 설치로 인해 방화셔터 작동이 어려워 질 수 있음
- 방화셔터 규격 및 방화문 설치 규정이 강화됨에 따라 물류 효율성이 저하될 우려가 있음
 - 창고와 하역장 간 방화구획 강화 규정이 물류 효율을 떨어뜨릴 우려가 있음
 - 건축자재등 품질인정 및 관리기준의 세부운영지침 별표2에 따라 방화셔터 규격이 KS F 4510(중량 셔터) 기준인 폭 8m X 높이 4m로 제한되며, 자동방화셔터 3미터 이내 마다 피난이 가능한 방화문을 설치해야 함

[표 2-19] 방화셔터 규격 및 방화문 설치 규정 강화

기존	변경

기존

변경



출처: 해안건축(2023b, pp.3~4)

□ 배연창이 미설치 되어 연기 제어의 어려움이 예상됨

- 창고시설의 층고가 높은 경우 굴뚝 효과로 인해 화재 시 연기가 상승하여 상층부에서 집중되는 현상이 발생할 수 있음
- 이는 배연창 규정이 적용되지 않은 창고에서 특히 우려되는 사항임
- 배연창은 화재 시 연기와 열을 신속하게 배출하여 내부의 가시성을 유지하고 유독 가스 축적을 방지하는 역할을 함
- 특히 중이층을 설치하여 작업 공간이 상층부로 확장되는 경우 화재 발생 시 연기로 인해 안전 문제가 발생할 가능성이 있음

제3장 국외 물류창고 화재안전 건축 기준 조사

1. 조사 개요
 2. 미국 물류창고 화재안전 건축기준
 3. 일본 물류창고 화재안전 건축기준
 4. 사례 종합 및 시사점 도출
-

1. 조사 개요

1) 조사 대상

① 미국 물류창고 화재안전 건축기준

- 미국의 화재안전 건축기준은 국제적으로 활용되고 있으며, 우리나라에서도 롯데월드 몰이나 제2인천국제공항, 코엑스 몰 등 특정 건축 프로젝트에서 미국 코드를 참고 및 적용한 바 있음
- 또한, 미국의 건축 기준은 용도를 세분화하여 더 세밀하고 구체적인 화재안전 기준을 제시하고 있고, 성능 기반 접근법도 허용하고 있어 국내 기준 개선에 시사점을 줄 수 있을 것이라 봄

② 일본 물류창고 화재안전 건축기준

- 일본은 건축 환경과 법적 체계에서 우리나라와 상당히 유사하며, 최근 성능 설계 규정을 도입하기도 하였음
- 물류창고 대형화재사고가 발생하기도 하였으며, 관련하여 어떤 방식으로 화재안전 기준을 업데이트 하고 있는지 이해하는 것이 중요하다고 보았음

2) 조사 내용

- ① 건축 및 화재 화재안전 법령 개요
- ② 성능기반 설계 규정
- ③ 화재안전 건축기준
- ④ 적층 랙 등 설비 관련 규정

2. 미국 물류창고 화재안전 건축기준

1) 미국의 건축 및 화재 안전 법령 개요

- ☐ 미국의 주와 지방 정부 건축 및 화재 규정은 ICC와 NFPA 등에서 제공하는 모델 코드를 기반으로 함
 - 미국의 주와 지방 정부는 건축 및 화재에 관한 독자적인 코드를 가지고 있음. 이러한 코드는 주로 International Code Council (ICC)와 National Fire Protection Association (NFPA)에서 제공하는 모델 코드를 바탕으로 함
- ☐ ICC의 주요 모델 코드로는 IBC, IFC 등이 있음
 - International Building Code (IBC): 건물의 사용 유형, 크기, 구조 등을 고려한 건물 시스템(방화구획, 피난로 등)의 최소 요구사항을 규정함. IBC는 미국의 50개 주와 모든 미국령에서 채택되어 있으며, 우리나라의 건축법과 유사한 성격을 가짐
 - International Fire Code (IFC): 건물 내 화재 예방, 화재 보호, 생명 안전, 위험 물질 저장 및 사용 등의 사항을 다룸. NFPA 1과 유사한 성격임
- ☐ NFPA에서는 다양한 소방 관련 코드 및 표준을 발행
 - NFPA 1: 건물, 구조물, 서비스 설비 및 다양한 시설의 화재 예방, 보호, 제한

및 안전에 관한 규정을 제공함. IFC와 유사한 성격임

- NFPA 101: 인명 안전을 위한 피난로 설계, 방화구획, 비상조명, 화재 경보 및 소화 시스템 등에 대한 규정을 포함하는 'Life Safety Code'임
- NFPA 13: 스프링클러 시스템의 설치 기준을 제시
- NFPA 5000: 건축 및 건설에 관한 포괄적인 코드를 제공. IBC와 유사한 성격임

□ 건축 및 화재 관련 코드와 표준은 상호 연계하여 적용가능하며, 이를 통해 건물의 화재안전 시설을 종합적으로 설계 가능

- ICC 와 NFPA의 표준은 서로 교차 참조되는 경우가 많음. 예를 들어, 스프링클러 시스템의 설치 및 유지에 대한 세부 사항은 IBC 내에서 NFPA 13 을 따르도록 명시함
- IBC와 NFPA 표준은 서로 다른 조직에 의해 개발되었지만, 양 조직 간의 협력을 통해 호환성이 유지됨

2) 성능기반 설계 규정

□ ICC와 NFPA는 건물 특성과 용도에 따라 세분화된 기준을 제공하며, 일부 규정은 성능기반 접근법도 허용

- ICC와 NFPA는 사전규정 코드 내에서 건물의 용도, 재실자 밀도 및 기타 건물 특성을 세분화하여 다양한 요구사항과 기준을 제공
 - IBC에서는 건축물의 용도분류체계(거주자 특성으로 구분), 피난인수에 비례하여 피난통로, 비상구 및 계단 용량 결정. IFC에서 피난로 설계기준 및 시설, 설비별 세부 기준을 제시하고 있음
 - NFPA 101에서는 건물의 안전성을 평가하는데 사용할 수 있는 성능기반 접근 방식을 포함. 재실자 수, 피난 시간, 소화 장비 등을 고려한 피난 설계 가능. NFPA 101에서 피난로 설계기준, 시나리오 및 프로세스를 제시하고 있음
 - NFPA 13에서는 스프링클러 설치에 관한 표준이지만 특정조건에서는 성능기반 접근법이 적용될 수 있음. 직통계단까지 보행거리 산정 시 스프링클러 설치 유무, 용도, 피난방향의 수 등으로 산정함

□ 두 단체는 성능기반 설계를 허용하는 코드도 제공

- ICC는 모델 코드에서 특별히 언급되지 않은 대체 자재, 설계 및 방법은 제안된 자재, 설계 또는 방법이 코드 조항의 의도에 부합하는 경우 건축 담당 공무원의 승인을 받을 수 있다고 안내함
- Performance Code for Building and Facilities (ICCPC): 건물과 시설에 대한 성능 기반의 접근법을 제공하는 코드. 화재 및 자연재해와 같은 사건이 발생했을 때 건물이나 시설이 갖춰야 하는 최소 수준을 설정하기 위한 프레임워크 제공. 다른 I-코드의 대체 자재 및 방법 섹션과 관련된 설계 및 검토 문제를 해결하기 위한 절차 및 설계 및 검토 자격 기준을 제시함(The International Code Council, 2023a, <https://codes.iccsafe.org/content/ICCPC2024P1/preface>)
- NFPA 5000 (Building Construction and Safety Code): 성능기반 설계의 원칙과 가이드라인을 포함
- NFPA 101 (Life Safety Code): 이 코드는 사전규정 기반의 요구사항 뿐만 아니라, 성능기반의 접근법을 위한 안내도 함께 제공함. 이를 통해 건물 소유자나 설계자는 특정 건물이나 시설에 적합한 방법으로 생명 안전성을 확보함
 - 성능 기반 설계는 등록된 전문가가 작성해야 함. 또, 설계 화재 시나리오, 가정 또는 건물 설계 사양 이외의 출처를 사용하여 충족해야 하는 각 입력 데이터 요건에 대해 데이터 출처를 식별하고 문서화해야 함. 해당 데이터에 반영된 보수성의 정도를 명시하고 데이터 출처에 대한 정당성을 제공해야 함. 관할 당국은 승인되고 독립적인 제3자에게 제안된 설계를 검토하고 관할 당국에 설계 평가를 제공하도록 요구할 수 있음
 - 성능 설계는 재실자 보호, 피난 및 소방에 필요한 시간 동안 건물 구조의 안전성 보장, 위험물 진압, 보안 등의 목표를 충족해야 함
 - NFPA 101에서 7가지 설계 화재 시나리오를 제안하고 있음. 예를 들어 설계 화재 시나리오 1의 경우는 특정 점유 시나리오에 대한 전형적인 화재로서 재실자 활동, 재실자의 수와 위치, 방 크기, 내용물과 가구, 연료의 특성과 점화원, 환기 조건, 첫 번째로 점화된 항목과 그 위치를 고려해야 한다고 규정하고 있음
 - 계단, 경사로, 화재 탈출 사다리, 비상 조명, 표지판 등 일부 탈출을 위한 안전시설은 기존의 NFPA 표준을 준수하도록 함
 - 성능 기반 설계 문서에는 건물 설계 사양, 성능 기준, 재실자 특성, 설계 화재 시

나리오, 입력 데이터 및 출력 데이터, 안전계수, 규범적 요건, 모델링 기능, 사용된 모델에 대한 신뢰성 검토 자료, 성능평가결과, 성능 기반 설계에 대한 안내문(건물 소유자 및 관리자 등에게 통지)이 포함되어야 함

3) 물류창고 화재안전 건축기준

□ 창고시설의 용도 구분 방식은 주로 저장물의 화재 위험성에 기반을 두어 이루어짐

- IBC에서는 창고시설을 "Storage Group S"로 분류하며, 이는 다시 두 가지 하위분류로 나뉨(The International Code Council, 2023b, <https://codes.iccsafe.org/content/IBC2024P1/chapter-3-occupancy-classification-and-use>)

- S-1: 중위험 저장. 그룹 S-2로 분류되지 않는 물품의 저장용도로 사용되는 건물. 저장물 예: 에어로졸 제품, 항공기 저장 및 수리, 옷봉투, 가구, 피혁, 리튬 이온 또는 리튬 금속 배터리, 음료(알코올 함량 20% 초과) 등
- S-2: 저위험 저장. 주로 목재 팔레트나 종이 상자에 저장된 비연소성 물질, 또는 손잡이나 필름 포장 같은 소량의 플라스틱 장식이 있는 제품의 저장소로 사용되는 건물을 포함하며, 그룹 S-2 저장소 용도는 다음과 같은 것들을 포함하지만 이에 한정되지 않음. 저장물 예: 석영, 음료(알코올 함량 20% 이하), 유리, 금속 부품, 고기, 금속, 건조한 배터리 등

□ IBC에서는 용도, 높이와 면적, 화재 및 연기 확산 방지, 내부 마감, 화재 예방 및 인명 안전 시스템, 피난로 등에 대해 규정

- IBC의 용도 분류 기준은 주로 안전 확보에 중점을 둬. 수용인원, 사용자의 특성까지 고려하여 기준을 적용할 수 있도록 세분화함
- 방화구획 면적은 용도(창고시설의 경우 적재물의 화재 위험도), 스프링클러 설치 유무, 층수, 건축물의 내화 등급에 따라 각각 달라짐

[표 3-1] 방화구획 면적 기준 part1

		단위: ft² (㎡ 단위 환산 값)					
건축물 용도		내화 등급(화재 저항성이 높은 순)					
		Type I		Type II		Type III	
		A	B	A	B	A	B
S-1	자동스프링클러시스템無	제한없음	48,000 (4,459)	26,000 (2,415)	17,500 (1,626)	26,000 (2,415)	17,500 (1,626)
	자동스프링클러시스템有 지상 1층 이하 건물	제한없음	192,000 (17,837)	104,000 (9,662)	70,000 (6,503)	104,000 (9,662)	70,000 (6,503)
	자동스프링클러시스템有 지상 2층 이상 건물	제한없음	144,000 (13,378)	78,000 (7,246)	52,500 (4,878)	78,000 (7,246)	52,500 (4,878)
S-2	자동스프링클러시스템無	제한없음	79,000 (7,339)	39,000 (3,623)	26,000 (2,415)	39,000 (3,623)	26,000 (2,415)
	자동스프링클러시스템有 지상 1층 이하 건물	제한없음	316,000 (29,375)	156,000 (14,492)	104,000 (9,662)	156,000 (14,492)	104,000 (9,662)
	자동스프링클러시스템有 지상 2층 이상 건물	제한없음	237,000 (22,021)	117,000 (10,867)	78,000 (7,245)	117,000 (10,867)	78,000 (7,245)

출처: The International Code Council(2023b, 표 706.4)

[표 3-2] 방화구획 면적 기준 part2

		단위: ft² (㎡ 단위 환산 값)					
건축물 용도		내화 등급(화재 저항성이 높은 순)					
		Type IV			Type V		
		A	B	C	HT	A	B
S-1	자동스프링클러시스템無	76,500 (7,102)	51,000 (4,738)	31,875 (2,961)	25,500 (2,369)	14,000 (1,301)	9,000 (836)
	자동스프링클러시스템有 지상 1층 이하 건물	306,000 (28,428)	204,000 (18,952)	127,500 (11,845)	102,000 (9,476)	56,000 (5,203)	36,000 (3,344)
	자동스프링클러시스템有 지상 2층 이상 건물	229,500 (21,324)	153,000 (14,214)	95,625 (8,882)	76,500 (7,102)	42,000 (3,902)	27,000 (2,508)
S-2	자동스프링클러시스템無	115,500 (10,730)	77,000 (7,153)	48,125 (4,471)	38,500 (3,576)	21,000 (1,951)	13,500 (1,254)
	자동스프링클러시스템有 지상 1층 이하 건물	462,000 (42,922)	308,000 (28,613)	192,500 (17,887)	154,000 (14,307)	84,000 (7,805)	54,000 (5,016)
	자동스프링클러시스템有 지상 2층 이상 건물	346,500 (32,166)	231,000 (21,458)	144,375 (13,409)	115,500 (10,731)	63,000 (5,853)	40,500 (3,759)

출처: The International Code Council(2023b, 표 706.4)

- 7장에서는 방화벽 및 개구부에 대해 규율함. 창고의 분류 및 스프링클러 시스템 설치 유무에 따라 차등적인 규정이 적용됨
 - 방화벽 내화 등급은 다음과 같음. 창고의 경우 S-1과 S-2 간 내화 시간이 다름
 - 방화벽의 개구부 최대 총 너비는 벽 길이의 25%로 제한되며 단일 개구부의 최대 면적은 156평방피트(15㎡)를 초과할 수 없음. 단, 자동 스프링클러 시스템을 갖춘 경우는 크기 제한이 없음

[표 3-3] 방화벽 내화 등급

건축물 용도	내화 등급(시간)
A, B, E, H-4, I, R-1, R-2, U	3
F-1, H-3b, H-5, M, S-1	3
H-1, H-2	4
F-2, S-2, R-3, R-4	2

출처: The International Code Council(2023b, 표 706.4)

- 9장에서는 연기 및 열 배출장치(배연창) 또는 기계식 연기 제거 시스템 설치에 대해 규정함. 배연창 크기, 위치, 작동 방식, 설치 방법 등에 대한 기준을 제시하고 있음. 주로 큰 규모의 건물, 특히 창고에서 중요하게 간주됨
 - 50,000 제곱 피트 (4,645 ㎡) 이상의 나누어지지 않은 면적을 가진 S-1 용도로 사용되는 건물 및 그 부분에는 섹션 910.3에 따라 설치된 연기 및 열 배출장치 또는 섹션 910.4에 따라 설치된 기계식 연기 제거 시스템이 설치 연기 및 열 배출장치 또는 기계식 연기 제거 시스템을 설치해야 함. 지붕 바로 아래가 아닌 중간 층의 상부 표면에 자동 스프링클러 시스템이 설치된 부분은 기계식 연기 제거 시스템이 설치되어야 함
 - 단, 스프링클러 시스템이 설치된 Class I 과 II 상품만 저장하는 냉동 식품 창고, 화재조기진압용(ESFR) 스프링클러가 장착된 건물 영역, 특수 어플리케이션 스프링클러가 장착된 건물의 영역은 배연창 또는 기계식 연기 제거 시스템을 설치하지 않아도 됨
- 10장에서는 피난로와 관련해서는 출구의 수와 위치, 너비, 안전거리, 표시와 조명, 장애물 등을 규정하는데, 이들 기준은 건물 내 사람들의 수와 건물 크기, 사용 목적, 적재물의 종류 등에 따라 달라짐⁶⁾
 - 출구 수, 최소 너비 또는 탈출 수단 의 필수 용량, 피난로의 천장 높이, 미끄럼

6) 2024 International building Code(2024, 제10장)

방지 표면, 연속성 확보 등에 대해 규정

- 탈출 수단을 결정할 때에는 재실자 수에 따름. 적층 랙이 있을 때에는 해당 영역에 대한 재실자 하중이 추가되도록 함
- 계단 등 탈출 수단의 크기는 재실자 부하에 따라 조정됨. 건물의 모든 층에서 요구되는 피난 수단의 최소 너비 또는 필수 용량은 피난층에 도착할 때까지 이동 경로에 따라 줄어들지 않도록 함
- 재실자 하중 또는 스프링클러 시스템에 따라 출구 접근 출입구 수가 달라짐. 출입구까지의 보행거리는 내화 등급과 스프링클러 시스템 설치에 따라 조정됨
- 피난 구역까지는 모든 공간에서 피난로를 통해 접근 가능해야 함. 피난 구역까지는 출구까지의 보행거리를 초과할 수 없음
- 출구까지 보행거리는 용도 및 스프링클러 유무에 따라 조정됨

[표 3-4] 출구까지의 보행거리

건축물 용도	자동 스프링클러 시스템 없음	자동 스프링클러 시스템 있음
A, E, F-1, M, R, S-1	200 ft (60.96 m)	250 ft (76.2 m)
I-1	허용되지 않음	250 ft (76.2 m)
B	200 ft (60.96 m)	300 ft (91.44 m)
F-2, S-2, U	300 ft (91.44 m)	400 ft (121.9 m)
H-1	허용되지 않음	75 ft (22.9 m)
H-2	허용되지 않음	100 ft (30.48 m)
H-3	허용되지 않음	150 ft (45.72 m)
H-4	허용되지 않음	175 ft (53.34 m)
H-5	허용되지 않음	200 ft (60.96 m)
I-2, I-3	허용되지 않음	200 ft (60.96 m)
I-4	150 ft (45.72 m)	200 ft (60.96 m)

출처: The International Code Council(2023b, 표 1017.2)

□ NFPA 13에서는 창고의 위험도에 따라 세분화된 스프링클러 설치 시스템 규정

- 저장물품의 등급, 보관 방법, 보관 높이, 건물 높이 및 여유 공간, 스프링클러 시스템의 종류에 따라 각각 다르게 규정하고 있음. 특히 저장의 높이, 포장 유형 및 저장 방식에 따라 스프링클러 설계 및 배치에 대한 요구 사항이 달라짐
- 저장물품의 등급은 7가지로 나뉨. 제품의 일부로 사용되는 재료의 종류와 양,

보관 팔레트뿐만 아니라 1차 포장도 상품의 분류에 고려하여야 함. 동일한 보관 방식(팔레트 유형)에 한해 다음과 같이 위험도가 낮은 순으로 분류함(2022 NFPA-13 20.3.1)

- (1) Class I : 불연성 제품
- (2) Class II: 가연성 포장재에 들어 있는 불연성 제품
- (3) Class III: 나무, 종이, 천연 섬유 또는 플라스틱으로 만든 제품
- (4) Class IV: B그룹 또는 특정 비율의 A그룹 플라스틱(확장 또는 비확장)을 포함하거나 노출하는 제품
- (5) 상자에 담긴 비팽창 플라스틱
- (6) 판지로 포장된 발포 플라스틱
- (6) 노출된 비팽창 플라스틱
- (7) 노출된 발포 플라스틱

4) 적층 랙 등 설비 관련 규정

□ IBC에서는 적층랙의 높이와 면적을 제한하고 있음

- 5장에서는 건축물의 면적, 높이, 층수의 제한사항을 규정하며, 특별히 적층 랙(메자닌)에 대한 높이와 면적도 제한하고 있음(The International Code Council, 2023b, 제5장 505)
 - 적층 랙은 아래층의 일부로 간주됨. 건물 면적 또는 층수에는 포함되지 않음. 적층 랙의 면적은 화재 면적을 결정할 때 포함됨. 적층 랙 바닥 구조물 위와 아래의 높이는 7피트(2.134m) 이상이어야 함
 - 적층 랙의 총 면적은 그 방이나 공간의 바닥 면적의 1/3을 초과할 수 없음. 단, 사용 목적, 스프링클러 시스템 설치 여부에 따라 면적 제한이 달라질 수 있음

□ NFPA13에서는 랙 내부에 설치하는 스프링클러에 대해 상세히 규정함

- NFPA 13의 25장에서는 랙 내부에 설치하는 스프링클러에 대해 상세히 규정함. 저장품의 위험등급, 랙의 높이, 배열 방식, 통로 폭 등에 따라 스프링클러 설계 요구사항을 규정하고 있음. 25장에 따라 랙 내에 스프링클러를 설치하면 건물 내 기둥 빔 등 강철에 특별한 보호 조치를 취할 필요가 없음

3. 일본 물류창고 화재안전 건축기준

1) 일본의 건축 및 화재 안전 법령 개요

□ 일본의 화재안전 기준은 주로 건축기준법과 소방법에서 다루고 있음

- 건축기준법은 건축물의 기본적인 표준 및 기준을 규정하며, 안전 및 건축물의 품질 보증과 관련된 규칙을 포함함. 건축허가, 건축물의 구조 및 설비, 사용 허가 등 건축과 관련된 다양한 사항들을 규정함
 - 화재 안전과 관련해서는 건축물의 구조·설비·재료, 연소 방지, 연소 확대 방지, 화재시 구조 강도 확보, 주된 동선 확보(피난, 소방 활동) 등을 다루고 있음
- 소방법령은 화재 예방 및 화재 시 대응에 관한 규정을 담고 있음
- 도시계획법에서는 용도지역 지정, 사업내용의 제한 등 광역적 관점에서 연소 방지를 도모함

2) 성능기반 설계 규정

□ 2000년대 이후 성능설계 규정을 도입⁷⁾

- 성능 평가 방식은 일본의 성능설계는 신재료, 신공법, 신구조의 원활한 사용을 위해 2000년도 건축기준법 개정과 함께 도입
- 건축기준법령에 의해 정해진 일반적인 기준이 아닌, 성능을 검증하는 방식으로 의무적용이 아닌 자율적용임
- 일본건축센터를 통해 각종 건축 관련 기준을 관리·평가하고 있으며, 관련 법에 근거한 '지정성능평가기관'으로 운영되며, 특수구조 등에 대한 성능평가 수행
- 관련 규정에서 정하는 방법 중 피난안전검증법, 이외 시뮬레이션을 통해 성능을 인정받는 방법 등 성능설계에 과학적 시뮬레이션 기법을 활용
- 일본의 성능기준화 방식은 A, B, C방식으로 운영되는데 종래 사용기준 적용

7) 総務省消防庁. https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/kento255_04_shiryo1_2.pdf(검색일: 2023.7.13.); 一般財団法人日本建築センタ. <https://www.bcj.or.jp/rating/bizunit/standard/standard01/>(검색일: 2023.7.13.)를 참고하여 연구진 작성

(A), 공학적 평가를 통한 객관적 검증(B), B방식으로 대응이 어려울 경우 지정
성능평가기관을 통해 성능 인정

3) 물류창고 화재안전 건축기준

□ 일본에서 물류창고는 공장 또는 창고 용도로 분류

- 대규모 물류창고 중 포장, 검품이 가능한 장소는 공장 용도로 분류될 수 있음
- 공장 용도는 납품까지의 운반물 정리·보관 외에 포장·파쇄, 상품 조합, 포장·검품이 가능한 장소를 말함. 건축기준법상 '공장'은 제조업보다 넓은 의미로 쓰임(戸塚, 2023, 10월 31일 기사)
- 창고 용도는 납품까지의 운반물 정리, 보관만 가능함

□ 건축기준법에서 내화구조, 방화구획, 직통계단, 배연설비 등을 규정

- 건축기준법에서는 건축물의 용도 분류별로 그 규모와 층수 등에 따라 내화건축물 또는 준내화 건축물로 하도록 의무화하고 있으며, 창고는 건축기준법 제2조 제2호에 따른 특수 건축물 중 하나로서 바닥면적 1,500㎡이상 창고는 내화구조로 하여야 함
 - 바닥면적의 합이 1,500㎡ 이상 창고(또는 3층 이상 바닥면적이 200㎡ 이상)는 특수 건축물(建築基準法 별표 1)로서 내화구조로 하여야 함
 - 높이 30미터를 초과하는 건축물은 비상용 승강기를 설치하여야 함(建築基準法 제34조제2항)

[표 3-5] 창고시설에 대한 내화 기준

구분	내화건축물로 해야 할 경우	준내화 건축물로 해야 할 경우
창고	3층 이상의 층이 200㎡ 이상	1,500㎡ 이상

출처: 建築基準法을 참고하여 연구진 작성

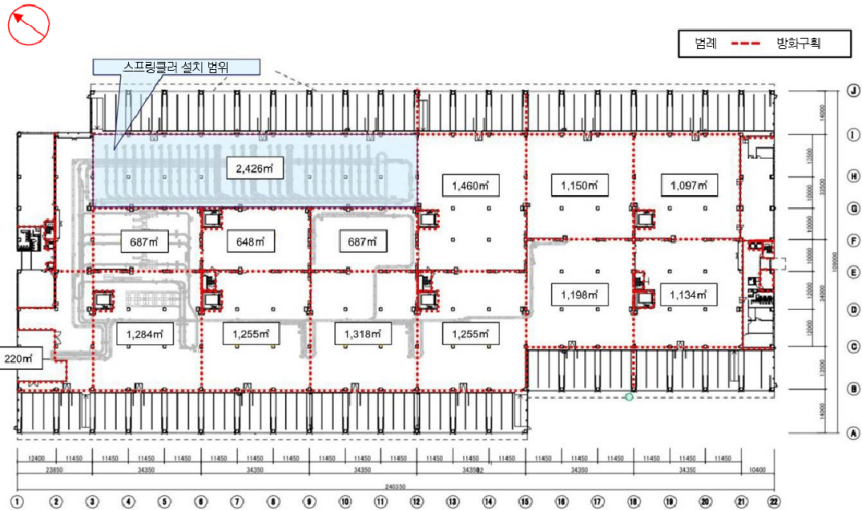
- 주요구조부를 내화구조로 한 창고시설의 경우 바닥면적 1,500㎡ 마다 방화구획 또는 특정소방시설로 구획해야 함. 스프링클러설비, 물분무소화설비, 거품소화설비 등을 설치한 경우 바닥면적 3,000㎡마다 구획 가능함(建築基準法 시행령 제112조)
 - 부득이한 경우 방화 구획이 면제됨. 주로 극장, 영화관, 체육관, 불연성 물품을

보관하는 입체적 창고 등이 해당. 그 외 공장 내에서 벨트 컨베이어로 라인작업을 하는 경우, 불연성 물품이나 냉장 보관 업종 등은 부득이한 경우에 해당

[표 3-6] 창고시설의 방화구획 면적

구분	구획해야 할 면적		방화 구획 방법	
	스프링클러 없음	스프링클러 있음	바닥, 벽	개구부
내화 구조	1,500 마다	3,000㎡ 마다		
준내화 구조(60분) 등*	1,000㎡ 마다	2,000㎡ 마다	준내화 구조(60분)	특정방화설비(60분)
준내화 구조(45분 등)*	500㎡ 마다	1,000㎡ 마다		

*주요구조부: 기둥, 탄성, 벽, 바닥, 지붕 및 계단
 *준내화 구조(60분) 등: 기둥 및 탄성을 불연재료로 하는 등 일정한 기준을 충족하는 건축물
 *준내화 구조(45분 등): 외벽을 내화 구조로 하는 등 일정한 기준을 충족하는 건축물
 출처: 建築基準法을 참고하여 연구진 작성



[그림 3-1] 일본 사이타마현 창고 1층 방화구획 및 면적(화색 선: 컨베이어 설치 라인)

출처 : 総務省消防庁(2017, p.9)

- 거실에서 직통계단까지의 보행 거리는 건축물의 용도, 형태, 재료 등에 제한 됨. 창고의 거실에 대해서는 그 형태에 따라 아래 표의 ‘채광면적이 바닥면적의 1/20 미만인 거실’ 또는 ‘상기 이외의 거실’에 해당함(建築基準法施行令 제 120조)

[표 3-7] 보행거리 제한

구분	주요 구조부가 준내화 구조 또는 불연재료 내장을 준불연재료 마감		기타
-음식점, 물건 판매점 등의 거실 -채광 면적이 바닥 면적의 1/20 미만인 거실	30m	40m	30m
-병원, 호텔, 공동주택 등의 거실	50m	60m	30m
-그 외 거실	50m	60m	40m

출처: 建築基準法을 참고하여 연구진 작성

- 비상용 출입구는 화재 발생 시 소방대에 의한 건축물 내 인명구조 및 소방활동이 원활하게 이루어질 수 있도록 3층 이상의 층에는 옥외에서 진입할 수 있는 개구부를 외벽면에 설치하여야 함. 원칙적으로 발코니가 있는 출입구를 설치하는 것이 원칙이지만, 규정된 치수가 확보된 창문을 가지고 출입구로 취급하는 것도 가능(대체출입구). 또한, 비상용 엘리베이터가 설치되어 있는 경우에는 출입구 설치가 불필요(建築基準法施行令 제30조 제2항)
- 건축기준법 시행령(建築基準法施行令) 제126조에서는 배연설비 설치대상을 규정하고 있음. 주요 구조부가 불연재로 된 창고에는 불연성 물품만을 저장하는 창고를 제외한 나머지는 배연설비를 설치하여야 함(建築基準法施行令 제126조의 2)
 - 불연성의 물품 보관 창고로서 주요 구조부가 불연 재료로 만들어진 것, 그 외 동등 이상으로 화재의 발생의 우려가 적은 구조의 것은 배연설비 마련 제외(建築基準法施行令 제126조의 2)
 - 건축물 높이가 31 미터 이하의 부분에 있는 거실에서 바닥 면적 100㎡ 미터 이내마다 방화벽으로 구획된 것을 제외

□ 소방법령에서는 연면적, 무창층 여부, 내화 구조, 수용인원 등에 따라 소방설비에 대한 기준을 차등 적용함

- 소방법상 창고는 소방법시행령 별표 1의 (14)항에 분류되며, 소방용 설비 등 및 방화관리에 대해 다음 표에 제시된 기준을 적용
 - 연면적, 무창층 여부, 내화 구조, 수용인원 등에 따라 소방설비에 대한 기준을 차등 적용함

[표 3-8] 일본 참고시설에 대한 소방법령 규제

구분	내용	근거 법령
소화기	-연면적 150㎡ 이상(지층, 무창층, 3층 이상 층은 50㎡ 이상)	소방법 시행령 10조
실내 소화전 설비	-연면적 700㎡(주요구조부가 내화구조이면서 내장 난연 2,100㎡, 주요구조부가 준내화구조이면서 내장 난연 1,400㎡) 이상(지층, 무창층, 4층 이상인 층은 150㎡ 이상)	소방법 시행령 11조
스프링클러 설비	-랙식 창고 천장 높이 10m가 넘고 연면적 700㎡ 이상 -11층 이상의 층	소방법 시행령 12조
옥외 소화전 설비	-1층·2층의 바닥면적 합계가 3,000㎡ 이상(내화건축물 9,000㎡ 이상, 준내화건축물 6,000㎡ 이상)	소방법 시행령 19조
자동화재 경보설기	-연면적 500㎡ 이상(지층, 무창층, 3층 이상의 층은 300㎡ 이상) -11층 이상의 층	소방법 시행령 21조
소방기관에 통보하는 경보설비(재해통보장치)	-연면적 1,000㎡ 이상	소방법 시행령 23조
소방용수	-대지면적 20,000㎡ 이상에서 1층, 2층의 바닥면적 합계가 5,000㎡(내화건축물 15,000㎡, 준내화건축물 10,000㎡) 이상 -높이 31m가 넘는 건축물로 연면적 25,000㎡ 이상	소방법 시행령 27조
연결살수설비	-지층의 바닥면적 합계가 700㎡ 이상인 것	소방법 시행령 28조의2
종합 조작반	-연면적 50,000㎡ 이상 -지층을 제외한 층수가 15 이상이며 연면적 30,000㎡ 이상인 것	소방법 시행규칙 12조
방화관리자 선임	-수용인원 50명 이상	소방법 시행령 1조의2
소방 계획의 작성·신고	-수용인원 50명 이상	소방법 시행령 3조의2
훈련의 실시	-수용인원 50명 이상	소방법 시행령 3조의2

출처: 消防法, 消防法施行令을 참고하여 연구진 작성

4) 적층 랙 등 설비 관련 규정

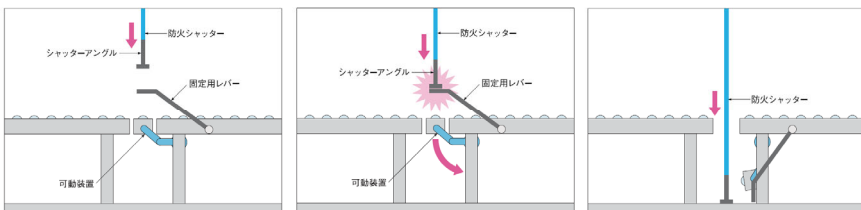
□ 적층 랙은 사양에 따라 건축물의 일부로 간주돼 건축 확인 신청이 필요함

- 적층 랙 중 사람이 올라가 작업하는 경우 건축물의 바닥으로 판단되고 있음

- 일본 건축기준법 제92조와 건축기준법시행령 제2조에 따르면 연면적 산정 시 바닥면적에 산입하지 않는 대상으로 자동차 차고 관련 시설, 방재를 위한 비측창고, 축전지 설치부분, 자가발전설비 관련 부분, 저수조 설치 부분, 택배박스 관련 시설이 있음. 이중 비측창고는 방재를 위해 마련되는 시설이며, 비측창고의 제외 면적 또한 범위가 정해져 있음(5분의 1로 한정)
- 중이층으로 사용하는 적층 랙을 설치하는 경우 건축 확인 신청이 필요함. 단, 선반으로만 이용되는 적층 랙은 공작물로 인정됨

□ 최근에는 대규모 물류창고 방화 설비 관리 규정을 강화하는 추세로, 방화셔터의 정상 작동을 위한 컨베이어 시스템 관리 규정을 신설하였음

- 2017년 사이타마현 대규모 창고 화재사고에서는 다수의 방화셔터가 정상적으로 작동하지 않고 연소가 확대되어 12일 동안 화재가 지속됨. 이 사고를 계기로 2019년 국토교통성에서는 방화 설비 기준을 개정하고 「대규모 창고의 방화셔터 강하부 컨베이어에 관한 가이드라인」을 마련함(国土交通省, 2018, 3월 27일 보도자료, p.1)
- 방화 설비 기준 개정: 바닥면적 50,000㎡ 이상 대규모 창고에 대해 감지기 관련 전기배선 단락 방지 조치를 취하도록 함. 전기배선 단락이 발생하더라도 그 영향이 연면적 3,000㎡ 이내의 방화구획 된 구역 외의 구역에 영향을 미치지 않도록 단로기 등을 설치하도록 함
- 대규모 창고에서의 방화셔터 강하부 컨베이어에 관한 가이드라인 신설: 바닥면적 3,000㎡ 이상 창고에서 방화셔터 교차부에 설치하는 컨베이어를 대상으로 하는 기준임. 방화셔터 아래에 짐이나 대차 등 장애물을 방치하는 것을 금지하며, 방화셔터를 가로질러 설치된 컨베이어는 방화셔터 작동 시 방화셔터 본체나 좌판과 간섭하지 않는 구조이어야 함(大規模倉庫における防火シャッター降下部のコンベヤに関するガイドライン)(그림 3-2)



[그림 3-2] 방화셔터 강하 시 컨베이어벨트 작동 예시도

출처: OKURA.(2020, https://www.okurayusoki.co.jp/news/news_20200218.html, 검색일: 2023.9.25.)

4. 사례 종합 및 시사점 도출

1) 사례 종합

① 건축 및 화재 화재안전 법령 개요 및 성능기반 설계 규정

- 미국의 건축 및 화재 관련 규정은 ICC와 NFPA의 모델 코드를 중심으로 구성되어 있음. 이 규정들은 상호 연계 가능하며, 건축물의 화재 안전시설을 종합적으로 설계하는 데 활용됨. 규정의 방식은 주로 사양기반이지만, 특정 상황에서는 성능기반 접근법도 허용되어 있음
- 일본의 화재안전 규정은 건축기준법과 소방법을 중심으로 구성되어 있으며, 성능기반 설계의 도입으로 현대적인 방식의 화재안전 평가 및 설계가 가능해졌음. 특히 일본의 성능기준화 방식은 의무 사항이 아닌, 기존 규제 위주의 방식에 대한 대안으로 선택할 수 있음

② 화재안전 건축기준

- 미국은 창고시설의 내화구조, 층수, 적재물의 종류, 포장재질 등에 따라 여러 유형으로 나누고 각 조건에 따라 규제 방식을 세분화하여 운영하고 있음
- 일본의 물류창고의 경우 우리나라와 유사한 수준으로 안전시설 설치를 규율하고 있었으며, 최근에는 방화셔터 작동을 위한 자동화 설비 관리 규정을 강화하였음
- 두 나라 모두 창고시설의 배연창 규정을 적용하고 있음

③ 적층 랙 등 설비 관련 규정

- 미국과 일본 둘 다 중이층으로 사용되는 적층 랙의 규모를 제한하고 있음
- 특히 미국에서는 적층 랙이 설치되는 층의 바닥면 면적의 1/3 이하 비율로 적층 랙의 크기를 제한하고 있었음
- 일본에서는 중이층으로 사용되는 적층랙을 설치할 때에는 건축 인허가를 신청하도록 하고 있음

2) 시사점

□ 건축법과 소방법의 규정 연계성을 강화할 필요가 있음

- ICC와 NFPA의 모델 코드처럼 건축법과 소방법의 규정의 연계성을 강화하여 건물의 화재안전을 종합적으로 설계하고 평가할 필요가 있음

□ 보다 세분화된 기준을 제시하고 장기적으로는 성능기반 설계 규정을 도입

- 우리나라도 세분화된 기준 및 성능 기반 설계를 통해 화재안전 기준의 유연성을 확보할 필요가 있음. 장기적으로는 성능기반 규정을 도입하여 첨단 기술 도입 및 환경적 적응력을 갖춘 창고 구축을 촉진시킬 필요가 있음

□ 창고시설의 실제 사용 현황을 조사하여 작업자의 안전을 위한 화재안전 규정을 강화할 필요가 있음

- 물류창고의 화재안전 강화를 위해서는 일본의 경우처럼 방화셔터의 작동 관리 현황에 대해 점검할 필요가 있으며, 미국과 일본의 적층 랙 및 배연창 규정을 연구하고 필요 시 관련 규정을 보강할 필요가 있음

제4장 물류창고 화재안전 건축기준 현안 및 개선방안

1. 검토 개요
 2. 건물 규모 확장에 대응한 화재안전 기준 합리화
 3. 내부 공간 복잡도 상승에 대응한 건축기준 강화
 4. 화재 하중 다양화에 대응한 건축기준 세분화
-

1. 검토 개요

1) 검토 방법

□ 물류창고 관련 다양한 분야의 전문가 자문을 통해 개선방안을 도출함

- 소방방재, 물류창고 설계 및 안전, 건축법 및 입법 등 각 분야 전문가를 선정하여 자문회의 및 워크숍을 개최함

[표 4-1] 분야별 전문가 구성

분야	전문가 리스트
소방방재	-권영진 호서대학교 안전소방학부 교수, 박재성 송실사이버대학교 소방방재학과 교수, 김정엽 건설기술연구원 선임위원, 손석중 경기도소방재난본부 소방장
물류창고 설계 및 안전	-이중연 JAS건축사사무소 대표이사, 민흥기 해안종합건축사사무소 소장, 유진혁 JAS건축사사무소 소장, 김희성 컬러 안전보건환경 부사장
건축법 및 입법	-최찬환 서울시립대학교 명예교수, 윤혁경 에이앤유디자인그룹건축사사무소 사장, 전영철 열린모임참 건축사사무소 대표, 이광환 해안종합건축사사무소 소장, 배재현 국회입법조사처 입법조사관, 최정우 국토교통부 사무관

출처: 연구진 작성

2) 검토 내용

- 물류창고 건축 및 방재 환경 특징별로 현안을 검토하고, 개선방향과 제도적 처방의 실효성을 논의한 후 최종적인 개선방안을 도출함
- 물류창고 건축 및 방재 환경 특징인, 건물 규모 확장, 내부 공간 복잡도 상승, 화재 하중 다양화에 대한 현안을 검토함
 - 화재안전 기준 합리화, 건축기준 강화, 건축기준 세분화 등 개선방향 및 제도적 처방의 실효성을 논의함

[표 4-2] 검토 내용

건축 및 방재 환경 변화	현안	개선방안
건물 규모 확장	-화재안전 장치의 과소 또는 과다 설치 우려	-초대형 창고시설을 건축법에 따른 적용의 완화 대상에 추가
	-초대형 물류창고의 성능위주설계 적용 및 건축법과 연계부족	-소방법에 따른 성능위주 소방설계와 연계 운용
	-높은 층고를 가진 물류창고에 대한 화재안전 기준 부족	-법령에 높이 기준 보충
내부 공간 복잡도 상승	-랙 배치로 인한 피난 거리 증가 및 관련 규정 미흡	-랙 설비를 고려한 피난 거리 산정 기준 마련 및 적층 랙 규모 관리
	-랙 및 컨베이어 시스템 등 설비 설치로 인해 방화구획 기능 약화	-방화 구획 관리 강화 또는 방화구획 면제 시 성능 기반 방화 및 연기 제어 시스템 설계 유도
	-소화설비 기준 부족	-현실적인 소화설비 기준 설정
	-중이층으로 작업공간이 확대됨에 따라 작업자의 안전 문제 발생 우려	-배연창 규정 강화 -적층 랙의 하부 높이 규정
화재 화중 다양화	-하나의 창고시설로 단순 용도 분류	-창고시설 건축구조, 재실자 특성, 수용품 등에 따라 등급화
	-화재위험도에 따른 차별화 부족	-적재물 화재위험도 분류 및 정기적인 위험도 평가

출처: 연구진 작성

2. 건물 규모 확장에 대응한 화재안전 기준 합리화

1) 현안

□ 단순하고 표준화된 건축기준이 다양한 규모와 특성을 가진 물류창고의 개별적인 요구사항을 충분히 반영하지 못할 우려가 있음

- 물류창고의 규모 확장은 건물의 바닥면적 확대와 높은 천장으로의 변화를 의미함. 이런 변화로 인해 직통계단, 외부출구, 비상용승강기 설치의 필요성과 설치 의무 수량이 증가됨. 다만 직통계단까지 이르는 보행거리 기준만을 적용한 설계는 불필요한 설비나 시설의 과다 설치를 초래할 수 있음. 예를 들면, 피난자의 실제 행태와 달리 너무 많은 직통계단이나 외부출구가 설치되어 비용이 증가하며, 실제 피난 상황에서는 이러한 시설들이 제대로 활용되지 않을 위험이 있음
- 규모가 커짐으로서 방화구획의 수는 증가하지만, 층고가 높고 복잡한 환경으로 인해 방화셔터 설치를 하더라도 성능 발휘에 어려움을 겪을 수 있음
- 피난 안전구역이나 특별피난계단 등 안전구역 설치 규정이 부재하며, 물류창고의 규모 확장으로 인해 소방관의 활동 시간 확보가 더욱 중요해지고 있으나, 소방관 거점 공간이 부족한 문제도 있음
- 자동화와 무인화가 진행되는 첨단업종 제조시설에 대해서는 물류창고와 다르게 유연한 법적용이 허용되고 있음

첨단업종 제조시설의 유연한 법적용 사례

- 자동화 생산시설에 스프링클러 등 자동식 소화설비를 설치한 공장 또는 무인화 공장인 경우 거실에서 직통계단까지의 거리를 각각 75미터와 100미터 이하로 할 수 있음(건축법 시행령 제34조제1항)
- 2009년 7월 16일 건축법 시행령 개정을 통해 직통계단까지의 보행거리 기준이 완화됨. 이는 공장 내 기기 배치와 생산능률 향상을 위한 조치임. 반도체 팹(fabrication facility, 실리콘웨이퍼 제조 공장) 생산시스템의 길이가 약 50~60m 까지 확장되어 기존 규정에 따르면 클린룸 내에 계단을 설치하여 청정도 유지 및 생산설비 배열에 장애가 될 수 있다는 지적이 있었음(심규호, 2007, 9월 3일 기사)
- 「건축법」 제5조(적용의 완화)에 따르면 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」에 따른 업종의 제조시설의 경우 「건축법」을 적용하는 것이 매우 불합리하다고 인정되는 건축물로서 같은 법의 기준을 완화하여 적용할 것을 허가권자에게 요청할 수 있음. 2009년 7월 16일 건축법 시행령 개정을 통해 첨단업종 제조시설의 건축법 적용의 완화가 가능해졌음
- 건축위원회 심의를 거쳐 건축법 적용의 완화 여부 및 적용 범위를 결정함. 적용의 완화 가능 기준은 건축법 제43조(공개공지 등의 확보), 제49조(건축물의 피난시설 및 용도제한 등), 제49조의2(피난시설 등의 유지·관리에 대한 기술지원), 제50조(건축물의 내화구조와 방화벽), 제50조의2(고층건축물의 피난 및 안전관리), 제51조(방화지구 안의 건축물), 제52조(건축물의 마감재료 등), 제62조(건축설비기준 등), 제64조(승강기), 제67조(관계전문기술자), 제68조(기술적 기준)임

출처: 건축법 시행령, 대통령령 제33717호, 제34조제1항; 심규호(2007, <https://www.etnews.com/200708310202>, 검색일: 2023.9.29.)를 참고하여 연구진 작성

□ 초대형 물류창고의 성능위주 소방설계는 건축법과 연계가 부족하여 ‘합리적인 화재안전 성능 확보’가 어려운 실정임

- 창고시설 연면적 100,000㎡ 이상인 경우 소방시설법에 따른 성능위주 소방설계가 의무적으로 적용되고 있어, 사양규정을 만족하는 건축물도 추가로 성능위주 설계를 통해 안전성을 검증해야 함
- 다른 국가들은 대안설계 개념으로 운영하는 반면, 우리나라는 이를 의무적으로 적용하여 유연성이 결여된 상황임
- 성능위주 소방설계의 목적을 달성하기 위해서는 소방법과 건축법 간의 유기적인 연계가 필수적이지만, 아직 건축법에서는 성능위주 소방설계의 접근을 충분히 반영하지 못함

□ 높은 층고를 가진 물류창고에 대한 화재안전 기준이 부족함

- 현재 건축법은 모든 건축물에 대해 획일적인 소방시설 설치를 요구하고 있으나, 높은 층고를 가진 물류창고의 경우 이러한 일률적인 접근이 실제 상황에 부합하지 않는다는 문제점이 있음
- 소방관 진입창은 건축물의 2층부터 11층까지 설치해야 하는데 이 규정은 건물의 층수는 고려하지만, 건물의 층고는 충분히 반영하지 못한다는 문제가 있음. 물류창고의 층고가 10m 내외인 경우 5층을 초과하여 설치되는 소방관 진입창의 경우 실제 인명 구조 시 활용하지 못할 수 있음
 - 경기도 고가사다리차 보유 현황 및 소방고가차의 전개 높이를 살펴보면 일반적인 소방장비로 인명구조가 가능한 최대 높이는 약 50m 이하라고 볼 수 있음

경기도 고가사다리차 보유 현황 및 최대 전개 높이

- 경기도는 53m급 고가사다리차 총 44대를 보유 중임. 각 소방서별로는 1대 이상 보유 중이며, 소방대상물 및 관내 인구 등 소방여건을 고려하여 2~3대를 보유한 지역도 있음
 - 경기도내 소방고가차 중 굴절차는 총 41대로 각 소방서별로는 평균 1대 이상 보유 중임. 69m급이 3대, 46m급이 1대, 36m급이 37대임
 - 소방고가차 전개 높이는 현장 상황에 따라 다르나, 제조사 매뉴얼에서 제시하는 인명구조가능 최대 높이는 53m급 최대높이 53m(1층 3m 기준 시 17층), 69m급 최대높이 69m(1층 3m 기준 시 23층)임
- 출처: 경기도 소방재난본부, 손석중 소방장 인터뷰(2023.10.30., 건축공간연구원)

- 피난안전구역과 특별피난계단의 설치의무는 특정 높이와 층수 기준에 따라 결정됨. 그러나 이러한 기준이 높은 층고의 창고시설과 같은 특수한 유형의 건물에는 적용되지 않을 수 있음. 창고시설의 경우, 넓은 바닥면적으로 인해 화재 발생 시 피난안전구역의 필요성이 증가함. 또, 직통계단을 통한 대피 시간도 길어질 수 있어 특별피난계단의 설치가 중요한 고려사항이 될 수 있음

- 유도등의 최저 설치 높이가 1.5미터로 설정되어 있는데, 이는 표준 층고를 가진 건물에는 적합할 수 있으나, 층고가 특별히 높은 건물에는 효과적인 유도 및 안내가 어렵다는 문제가 있음

2) 개선방안

□ 초대형 물류창고를 건축법 적용의 완화 대상에 추가함

- 「건축법 시행령」 제6조에 따른 적용의 완화 대상에 10만㎡ 이상 창고시설 용도를 추가함. 대규모 물류창고에 한해 성능위주 소방설계와 연계 및 건축위원회 심의를 통해 대체성능을 충분히 확보하고 그 안전성이 성능적으로 명확히 입증된 경우, 건축법 일부 규정을 적용 제외 또는 완화할 수 있도록 함
- 첨단업종 생산시설과 마찬가지로 물류창고의 경우에도 건축법상의 화재안전 기준과 같은 규정을 적절히 수정하거나 완화함으로써, 첨단 기술 도입 및 환경적 적응력을 갖춘 건축물을 개발시킬 필요가 있음

□ 건축법에 따른 적용의 제외 규정은 성능위주 소방설계와 연계하여 운용함

- 건축법령에 따른 피난 안전 기준, 소방 접근 기준, 방화 및 연기 제어 기준과 소방법령에 따른 화재진압 기준, 피난(통보) 및 구조활동 기준을 종합적으로 고려하여 유연한 설계를 할 수 있도록 유도함
- 성능위주 소방설계의 본래 목적인 합리적인 화재안전성능의 확보와 신기술 및 공법적용의 유연성 확보를 위해, 이중규제를 해소하고, 건축법과 소방법 간의 조화로운 연계를 강화하는 방안을 모색함
 - 복층형 오피스텔의 경우 세대내 층간 방화 구획 완화 대상이 아니나, 다음과 같이 양 법 간 연계 과정을 통해 건축법 규정을 완화 받은 바 있음
 - (1) 서울시 성능 중심의 소방 설계 심의에서 법적 문제 제기
 - (2) 소방청 중앙 소방 기술 심의 위원회에 문제 상의 및 허가 요청
 - (3) 허가 얻은 후 서울시 건축위원회에 보고하여 층간구획 완화 실시

건축법과 성능위주 소방설계가 연계 운영된 사례

- 건축법 시행령 제46조(방화구획 등의 설치)에 의해 주요구조부가 내화구조 또는 불연재료로 된 건축물로서 연면적이 1,000㎡를 넘는 것은 방화구획 대상 건축물이 되고, 층간구획은 지하층을 포함하여 매 층마다 하도록 함
- 같은 법 시행령 제46조 ②항 5호에 의해 복층형 공동주택의 세대별 층간 바닥 부분은 완화하여 적용할 수 있음
- 하지만 주거용 오피스텔은 공동주택이 아닌 업무시설에 해당되므로 층간구획 완화대상은 아님
- 서울시에서 성능 중심 소방 설계를 심의하는 과정에서 복층형 오피스텔에 대한 법적 문제가 제기되었고, 이에 대한 해결을 위해 소방청 중앙 소방 기술 심의 위원회에 문제를 상의하고 허가를 얻어서 서울시 건축위원회에 보고함. 결과적으로, 층간구획이 완화되었음

출처: 숭실사이버대학교 소방방재학과. 박재성 교수 인터뷰(2023.11.6., 건축공간연구원)

□ 소방관 진입창의 높이 기준을 보충하고, 성능설계를 통해 안전 구역 및 기동식 피난 안내 시스템 설치를 유도함

- 소방관 진입창의 높이 기준을 보충할 필요가 있음. 일반적인 소방서 고가사다리 보유 현황 및 최대 전개 높이를 고려하여 소방관 진입창 설치 최대 높이를 50m로 제시함
- 건물의 높이가 소방 장비의 작동 한계를 넘어서는 경우, 일률적으로 소방관 진입창을 설치하는 것보다는 건물 내부에 추가적인 안전 조치를 마련하는 것이 더 합리적인 방안일 수 있음
- 피난안전구역, 특별피난계단 등 안전 구역을 창고시설 현장 상황에 맞게 설치하도록 유도할 필요가 있음
- 층고를 고려한 피난 안내 시스템을 도입할 필요가 있음. 현 위치에서 가장 가까운 피난 경로를 LED 지시등이나 디지털 판넬을 통해 안내하는 시스템을 설치하여 피난 용이성을 제고하거나 유도등의 높이 기준을 새롭게 제시할 필요가 있음

3. 내부 공간 복잡도 상승에 대응한 건축기준 강화

1) 현안

□ 랙 배치로 인한 피난 거리 증가 및 관련 규정 미흡

- 랙 설비 때문에 피난거리가 늘어나는 문제가 있음. 일부 지방자치단체에서는 건축 허가 시 랙 설치를 고려하여 보행거리를 계산하도록 하고 있지만, 현재의 건축 규정에서는 이와 관련된 명확한 기준이 부족함
 - 랙 설비 배치 여부에 따라 직통계단까지의 거리가 달라지며, 이는 결국 필요한 직통계단의 수량에 영향을 미침. 관련 규정은 건축허가 단계에서 담당 허가권자의 해석에 의해 결정됨. 현장 상황에 따라 유연하게 적용되기 보다는 허가 단계에서 허가권자의 해석에 크게 의존한다는 문제가 있음. 이로 인해 동일한 유형의 건축물이라도 다른 결과를 초래할 수 있으며, 설계 및 건축 과정에서의 불확실성도 증가시킴
- 중이층으로 사용하는 적층 랙의 계단 설치 기준도 미흡함
- 랙 설비 및 적재물로 인해 유도등이 잘 보이지 않아 피난 경로 인식이 어려운 문제도 있음

□ 랙 및 컨베이어 시스템 등 설비 설치로 인해 방화구획 기능 약화

- 랙 및 컨베이어 시스템의 설치로 방화구획의 작동에 문제가 발생할 수 있음
- 일부 창고시설의 경우 방화구획 완화가 가능하나 구체적 지침이 없으며, 지자체 마다 달리 적용되어 완화조항에 대한 구체적 기준 필요

□ 소화설비 기준 부족

- 랙 설비 및 자동 창고 등 자동화설비에 대한 스프링클러 설치 기준이 부족함
- 스프링클러 설비를 강화할 경우 소화용량 부족 문제도 발생할 수 있음

□ 중이층으로 작업공간이 확대됨에 따라 작업자 안전 문제 발생 우려

- 적층 랙을 활용하여 중이층으로 사용할 경우, 상층에서 연기가 축적될 위험이 있어 인명 피해가 발생할 수 있음

- 현재 연기와 열을 외부로 배출하는 배연창의 설치 규정이 부족하여 이를 충분히 대비하지 못하고 있음

2) 개선방안

□ 랙 설비를 고려한 피난 거리 산정 기준 마련 및 적층 랙 규모 관리

- 랙 설비를 고려한 보행거리에 대한 명확한 기준 제시가 필요함. 사람이 올라가서 작업을 하는 적층 랙의 경우 보행거리 기준을 적용하고 그 외 선반으로 사용되는 일반적인 랙은 보행거리 산정 시 고려하지 않을 수 있음
- 전반적으로는 랙 설비의 복잡도를 제한하는 것도 필요함. 랙 간 통로 너비나 랙의 선반 높이를 제한하고, 중이층으로 활용하는 적층랙의 경우 바닥면적 제한 및 높이 제한이 필요함. 중이층으로 사용하는 적층 랙은 일반 선반 랙과는 다르게 설치 이후 피난 안전을 위한 보행거리, 계단설치, 유도등 재배치 등을 검토할 수 있어야 함

□ 방화 구획 관리 강화 또는 방화구획 면제 시 혁신적인 방화 및 연기 제어 시스템의 도입을 유도함

- 컨베이어 벨트 중간에 방화셔터가 내려올 수 있도록 특수한 컨베이어 벨트를 설치하여 화재 시 방화셔터가 바닥끝까지 자동으로 닫히도록 방법 강구
- 방화 구획의 영향을 최소화하도록 컨베이어 벨트의 경로를 최적화하고, 필요한 경우 중간 저장소나 재배치 전략을 도입
- 자동화 물류센터에서는 성능설계를 적용할 수 있도록 규정을 개정하여, 기존의 정형화된 방화구획 설치 기준 외에도 다양한 설계 방법을 허용하도록 함
- 방화 구획 설치 면제와 같은 기존 규정의 유연화를 고려하되, 그 대신 구조적 강화, 자동 스프링클러 시스템의 성능 향상, 그리고 배연 기능의 강화와 같은 대체 방안을 모색
- 현재의 수동적인 시스템을 넘어서서, 활성화된 방화 및 연기 제어 기준을 마련하는 것이 필요. 이는 자동화된 방화문, 스마트 배연 시스템, 그리고 고도로 통합된 화재 경보 및 대응 시스템을 포함할 수 있으며, 이러한 시스템은 화재 감지 시 신속하게 작동하여 피해를 최소화하고 안전을 극대화 가능

□ 현실적인 소화설비 기준을 설정함

- 랙 설비와 연관된 지역에 화재 발생 시 초기에 화재를 억제할 수 있는 시스템 (예: 스프링클러)을 도입하거나 기존 시스템을 강화

□ 배연창 규정을 강화함

- 현재의 배연창 설치 기준을 개정하여, 적층 랙 환경에서의 연기 축적을 효과적으로 방지할 수 있는 규모와 위치에 배연창을 설치 하도록 함
- 물류창고의 면적 규모가 커 외벽면에 접하지 않는 방화구역에 배연창을 설치하는 것은 어려움. 외벽면에 접하는 방화구획부터 배연창을 설치하도록 규정 개정이 필요함
- 중이층에서의 연기 축적을 조기에 감지하고 경보를 울릴 수 있는 시스템을 강화할 필요가 있음

4. 화재 하중 다양화에 대응한 건축기준 세분화

1) 현안

□ 물류시설은 분류와 유형에 따라 화재위험도와 피난특성이 상이한데 건축법에서는 “창고시설”로 단순용도 분류됨

- 물류창고는 그 용도와 특성에 따라 보관형 창고, 유통형 창고, 상온창고, 냉동·냉장 창고 등 다양한 형태로 분류될 수 있음. 각 창고 유형별로 특정한 요구사항과 운영 방식을 가지고 있어 건축 및 방재 환경도 달라질 수 있음
- 물류창고의 경우 수용물품이 대량·집중화되며, 다양한 종류와 규모의 적재물이 창고나 건물에 저장될 수 있음

□ 화재위험도에 따른 화재안전 기준의 차별화가 어려움

- 물류창고 유형 및 적재물의 화재위험도에 따라서 방화구획의 면적과 구조가 달라질 수 있으나, 현행 건축기준에서는 적재물의 화재위험도에 따른 차별적

인 방화구획 기준 적용이 어려움

- 창고 사용 목적이나 자동화 물류 시스템 적용 여부에 따라 재실 인원이 달라질 수 있으나, 재실 밀도에 따른 화재안전 건축기준 차등 방안이 부족함

2) 개선방안

□ 창고시설 건축구조, 재실자 특성, 수용물품 등급에 따라 창고시설 유형 매트릭스를 구축함

- 물류창고의 다양한 유형과 건축 특성, 적재물의 종류 및 위험도, 재실 인원 등에 따라 유형별 매트릭스를 개발할 필요가 있음
- 이를 위해서는 수용물품 등급화, 수용물품 화재강도, 현장조사DB, 재실자 밀도 등 화재안전 기반기술 구축이 선행되어야 함
- 건물의 사용 목적이나 운영 방식이 변경될 경우 재실 밀도나 내부 환경도 변동될 수 있으므로 정기적으로 시설을 점검하여 정보를 갱신해야 함

□ 물류창고 유형에 대한 정보 관리를 강화하고 건축위원회 심의 및 사전검토를 통해 세분화된 기준 적용을 유도함

- 국가물류통합정보센터의 물류시설 등록 시 물류창고 유형에 대한 정보를 포함하도록 함. 물류창고 유형은 정기적으로 업데이트하도록 함
- 창고시설 유형 정보는 소방서, 건축사, 건축주, 사용자 등 이해관계자들이 쉽게 접근하고 활용할 수 있도록 함
- 물류창고 유형별 위험 평가에 기반을 두어 맞춤형 화재안전 기준을 구축함. 이를 활용하여 건축위원회 심의 및 성능위주 소방설계 사전검토 시 유연한 설계기준을 적용할 수 있도록 함

제5장 결론

1. 정책 제언 및 법령 개정안
 2. 연구의 한계 및 후속과제
-

1. 정책 제언 및 법령 개정안

1) 정책 제언

① 단기 방안: 피난 안전 기준과 소방 접근 기준 합리화

□ 대규모 물류창고를 건축법 적용의 완화 대상에 추가하고, 성능위주 소방설계와 연계 운용함

- 방화구획, 비상용승강기, 직통계단 설치가 바닥면적에 비례하여 일률적으로 정해지는 현행 규정을 개선하여, 해당 시설이 현장에 맞게 설치될 수 있도록 기준 합리화가 필요함. 방화구획의 면적, 비상용승강기의 수량 및 위치, 직통계단의 수량 및 위치를 재조정하기 위해서는 기술적 검토가 선행되어야 함. 기술적 검토는 추후 연구에서 진행할 필요가 있으며, 이 연구에서는 기술적 검토 자료를 가지고 건축법 규정을 유연하게 적용할 수 있도록 제도 개선을 제안함
- 건축법 시행령 제6조(적용의 완화)를 개정하여, 대규모 물류창고에 한하여 건축위원회 심의를 통해 일부 규정을 완화하고 대체 설계를 허용하는 방안을 제안함. 초기 단계에서 대규모 물류창고에 실험적으로 적용하며, 이를 통해 얻은 결과를 바탕으로 장기적으로 건축법에서 성능 기반 설계의 도입을 추진하는데 기여할 수 있을 것이라 봄
- 대상 선정 기준은 소방법에 따른 성능위주 소방설계를 해야 하는 연면적

100,000m² 이상 창고시설로 정함. 대규모 물류창고의 피난 안전 기준과 소방 접근 기준 등을 성능위주 소방설계와 연계하여 대체성능을 충분히 확보하고, 그 안전성이 성능적으로 명확히 입증된 경우 관련 기준의 적용을 제외 또는 완화할 수 있도록 함

□ 소방관 진입창 등 높이 기준을 합리화함

- 건축물방화구조규칙 제18조의 2 개정을 통해 소방관 진입창 층수 뿐 아니라 높이에 관한 기준도 추가함
- 건물 층고가 높아지고, 창고 내 적재물의 높이도 높아짐에 따라 안전시설의 최소 높이도 재검토가 필요함

② 단기 방안: 물류창고 화재 안전 기준 강화

□ 배연창 설치 및 적층 랙의 설치 면적 제한 등 안전성을 강화함

- 건축법 시행령 제51조 및 건축물방화구조규칙 제14조제6항 개정을 통해 배연창 설치 기준을 강화할 것을 제안
- 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 개정을 통해 고정식 대형 기기(器械) 또는 설비의 설치를 위하여 방화구획 적용을 완화할 때 방화 설비 규정 보완
- 적층 랙의 면적을 제한. 적층 랙을 설치하는 하부 바닥면의 일정 비율까지만 설치를 허용하고 적층랙의 높이, 적층랙과 천장까지 높이 기준과 계단 설치 기준 등을 새롭게 규정하여 선반으로 사용되는 일반적인 랙과 차별화함. 단, 적층 랙 설치 현황을 조사하고 기술적인 검토를 통해 허용 면적 비율, 높이, 계단 설치 기준을 제시할 필요가 있음
- 또, 자동창고 등 적재물이 집중되어 있는 자동화 설비에 대한 소방설비 규정을 재검토할 것을 제안함

③ 중장기 방안: 건물 운영 및 사용 특성에 맞는 세분화된 안전 기준 도입

□ 창고시설의 화재위험도에 따른 건축물 유형화 및 관련 건축기준 세분화를 제안함

- 이 연구에서는 물류창고의 화재안전 기준이 재실자 수와 저장물의 화재 하중에 따라 다르게 적용되어야 할 필요성을 인식하였으며, 장기적인 관점에서 창고 시설 용도를 세분화하고 그에 적합한 화재안전 기준을 설정하는 방향을 제안함

2) 법령 개정안

① 건축법 시행령 제6조(적용의 완화) 개정안

□ 개정이유

- 대형 물류창고에서 화재 발생 시의 피난, 소방 및 방화 시설은 실제로 발생할 피난 상황에서 사람들의 반응과 행동 패턴을 반영해야 하나, 현재의 법률은 시설의 숫자와 크기에만 중점을 둔 규정으로 한정되어 있음. 이로 인해, 실제 필요한 안전 조치와 현실적인 피난 반응 간의 차이가 발생할 수 있음. 따라서 대형 물류창고의 건축물 규모와 특성을 고려하여 현행법을 완화하고, 새로 건설되는 대형 물류창고에는 다양한 안전 대체시설의 설치를 적극 유도함

□ 주요내용

- 적용의 완화 건축물에 연면적 100,000㎡ 이상 물류창고를 추가함(안 제6조). 건축위원회의 심의를 거쳐 현행법의 기준을 충족하거나 초과하는 성능을 갖출 때만 같은 법 제43조, 제49조부터 제52조까지, 제62조, 제64조, 제67조 및 제68조에 따른 기준을 완화하여 적용함

□ 신·구조문대비표

[표 5-1] 건축법 시행령 제6조(적용의 완화) 개정안

현행	개정안
제6조(적용의 완화)	제6조(적용의 완화)
① 법 제5조제1항에 따라 완화하여 적용하는 건축물 및 기준은 다음 각 호와 같다.	①-----.
1. ~ 2. (생략)	1. ~ 2. (현행과 같음)
3. 31층 이상인 건축물(건축물 전부가 공동주택의 용도로 쓰이는 경우는 제외한다)과 발전소, 제철소, 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률 시행령」 별표 1의2 제2호마목에 따라 산업통상자원부령으로 정하는 업종의 제조시설, 운동시설 등 특수 용도의 건축물인 경우: 법 제43조, 제49조부터 제52조까지, 제62조, 제64조, 제67조 및 제68조에 따른 기준	3.-----운동시설, 연면적 100,000㎡ 이상인 「물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률」 제2조 5의2.에 따른 물류창고 등 특수 용도의 건축물인 경우: -----

현행	개정안
4. ~ 6. (생 략)	4. ~ 6. (현행과 같음)

출처: 건축법 시행령. 대통령령 제33717호 제6조를 참고하여 연구진 작성

② 건축물방화구조규칙 제18조의2(소방관 진입창의 기준) 개정안

□ 개정이유

- 창고시설에는 2층 이상 11층 이하인 층에 각각 1개소 이상 소방관 진입창을 설치하여야 함. 그러나 최근에 건설되는 대형 물류창고는 한 층의 높이가 대략 11미터에 달하며, 50미터를 초과하는 층마다 소방관 진입창을 설치하는 것은 실질적인 효용성이 떨어짐. 일반적으로 사용되는 소방차의 사다리의 높이를 고려하여 소방관 진입창의 설치 기준을 법령에 반영하여 조정함

□ 주요내용

- 소방관 진입창 설치 기준에 높이 기준(50m 이하)을 추가함

□ 신·구조문대비표

[표 5-2] 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제18조의2(소방관 진입창의 기준) 개정안

현행	개정안
제18조의2(소방관 진입창의 기준) (생 략)	제18조의2(소방관 진입창의 기준) (현행과 같음)
1. 2층 이상 11층 이하인 층에 각각 1개소 이상 설치할 것. 이 경우 소방관이 진입할 수 있는 창이 가운데에서 벽면 끝까지의 수평거리가 40미터 이상인 경우에는 40미터 이내마다 소방관이 진입할 수 있는 창을 추가로 설치해야 한다.	1. 2층 이상 11층 이하(또는 높이 50m 이하)인 층 ----- ----- ----- ----- -----.

출처: 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙. 국토교통부령 제1247호 제18조의2를 참고하여 연구진 작성

③ 건축법 시행령 제51조(거실의 채광 등) 개정안

□ 개정이유

- 물류창고에서의 화재 발생 시, 화염과 연기 확산이 빠르는데, 배연창의 유무는

이에 큰 영향을 미침. 현재 건축법에서는 창고에 배연창 설치 규정이 부족하므로, 외벽면을 가진 방화구획에 배연창 설치를 강화하는 규정 개정이 필요

□ 주요내용

- 일반적인 물류창고에서도 외벽 또는 지붕이 있는 방화구획마다 1개소 이상 배연창을 설치하도록 규정을 강화함

□ 신·구조문대비표

[표 5-3] 건축법 시행령 제51조(거실의 채광 등) 개정안

현행	개정안
제51조(거실의 채광 등) ① (생 략)	제51조(거실의 채광 등) ① (현행과 같음)
② 법 제49조제2항 본문에 따라 다음 각 호에 해당하는 건축물의 거실(피난층의 거실은 제외한다)에는 배연설비를 해야 한다.	②----- ----- -----.
1. 6층 이상인 건축물로서 다음 각 목에 해당하는 용도로 쓰는 건축물	1.----- -----.
가. (생 략)	가. (현행과 같음)
2. 다음 각 목에 해당하는 용도로 쓰는 건축물	2.-----.
가.·나.·다. (생 략)	가.·나.·다. (현행과 같음)
〈신 설〉	라. 창고시설 중 외벽 또는 지붕에 면한 방화구획
③ 생략	③ (현행과 같음)
④ 생략	④ (현행과 같음)

출처: 건축법 시행령. 대통령령 제33717호 제51조를 참고하여 연구진 작성

④ 건축법 시행령 제119조(면적 등의 산정방법) 개정안

□ 개정이유

- 안전한 작업 환경을 조성하고 화재 위험을 줄이기 위해 창고시설 내에서 사람이 올라가 작업을 수행하기 위해 설치하는 적층 랙의 설치 면적을 제한함

□ 주요내용

- 창고시설 내에서 사람이 올라가 작업을 수행하기 위해 설치하는 적층 랙의 설치 면적을 적층 랙이 설치되는 해당 실 바닥면적의 일정 비율을 초과할 수

없도록 규정을 개정함

- 적층 랙의 설치 가능 비율(건축면적 산입 제외면적 비율)은 향후 실태조사와 화재위험도 실험 등을 기반으로 하여 정해야할 것임

□ 신·구조문대비표

[표 5-4] 건축법 시행령 제119조(면적 등의 산정방법) 개정안

현행	개정안
제119조(면적 등의 산정방법)	제119조(면적 등의 산정방법)
① 법 제84조에 따라 건축물의 면적·높이 및 층수 등은 다음 각 호의 방법에 따라 산정한다.	①----- -----.
1. (생 랙)	1. (현행과 같음)
2. 건축면적: 건축물의 외벽(외벽이 없는 경우에는 외곽 부분의 기둥으로 한다. 이하 이 호에서 같다)의 중심선으로 둘러싸인 부분의 수평투영면적으로 한다. 다만, 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 경우에는 해당 목에서 정하는 기준에 따라 산정한다.	2.----- ----- ----- ----- -----.
가.·나. (생 랙)	가.·나. (현행과 같음)
다. 다음의 경우에는 건축면적에 산입하지 않는다.	다.-----.
1) ~ 12) (생 랙)	1) ~ 12) (현행과 같음)
〈신 설〉	13) 화물의 보관 및 유통가공 등을 위한 물류설비로서 토지에 정착하거나 구조적으로 기존 건축물과 일체화되는 구조물이 아니며, 필요에 따라 기존 건축물에 구조적 영향 없이 설치, 해체, 이전 등이 가능한 것. 다만, 사람이 올라가서 작업하기 위해 설치하는 적층 랙의 건축면적 산입 제외면적은 해당 실 바닥면적의 (미정)분의 1 이하인 것만 해당한다.

출처: 건축법 시행령. 대통령령 제33717호 제119조를 참고하여 연구진 작성

2. 연구의 한계 및 후속과제

1) 연구의 결론

- 지속적으로 변화하는 물류 환경과 이로 인해 발생할 수 있는 현실적인 문제에 효과적으로 대응하기 위해, 물류창고의 화재안전 건축기준은 주기적인 개정이 필요함. 이는 기존 규정의 한계를 인식하고, 새로운 상황에 맞는 효과적인 대책을 마련하기 위한 것임
- 특히 물류창고의 경우 구조와 운영 방식이 다양하므로 각 현장에 맞춘 유연한 규정 적용 방식이 필요함. 이를 위해 초대형 물류창고를 건축법 적용의 완화 대상에 추가하고 성능위주 소방설계와 연계 운용 할 것을 제안함. 창고의 특성과 환경을 고려한 맞춤형 안전 조치를 도입함으로써 안전성을 강화하면서 작업 효율성도 유지할 수 있다고 생각함
- 또한 현행 규정에서 미비한 부분을 보충하는 것이 중요함. 소방관 진입창의 높이 기준을 보충하고, 창고시설의 배연창 설치 기준 및 적층 랙의 면적 제한 기준 신설을 제안함. 이를 통해 물류창고에서의 화재 사고 위험을 크게 줄일 수 있으며, 안전한 물류 환경을 구축할 수 있을 것임
- 본 연구를 통해 대규모 물류창고에 대한 유연하고 합리적인 법적용을 도모하고, 화재안전과 관련된 새로운 기술이나 공법 적용을 촉진할 수 있기를 기대함

2) 연구의 한계

- 물류창고 특성별 화재위험도에 대한 실험적 접근이 부족한 상태에서, 창고시설의 용도 세분화에 대한 정확한 근거를 제시하기 어려웠음
- 물류창고의 무인화 및 자동화 기술 도입 현황, 랙 설비 설치 현황 등 통계와 데이터 기반의 구체적인 기준이 부족함
- 개정 법령의 경제적 영향에 대한 분석이 미흡함

3) 추후 연구 방향

- 물류창고의 사용 실태 조사와 화재 위험도별 실험 연구를 통해 창고시설의 유형을 구분하고, 각 유형별로 적합한 화재안전 건축기준을 제시하는 연구가 필요함
- 또한, 창고시설의 다양한 용도 분류의 필요성을 검토하고, 이를 반영한 법령 개정안을 마련할 필요가 있음

-
- JAS건축사사무소. (2023a). 대형창고시설 검토서. (주)제이에이에스건축사사무소 내부자료.
- JAS건축사사무소. (2023b). 창고시설 설계 및 법규적용 관련 검토서. (주)제이에이에스건축사사무소 내부자료.
- JLL. (2023). Korea Logistics Property Digest The largest quarterly new stock volume was observed in 1Q23. JLL Korea Research | Q1 2023.
- KS F 4510:2021 중량 서터. 2021년 1월 26일.
- 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙. 국토교통부령 제882호.
- 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙. 국토교통부령 제1247호.
- 건축법 시행령. 대통령령 제33717호.
- 건축법. 법률 제18935호.
- 건축자재등 품질인정 및 관리기준의 세부운영지침. 건축안전과-3042.
- 경기도 소방재난본부. 손석중 소방장 인터뷰(2023.10.30., 건축공간연구원)
- 경기도소방재난본부. (2021). 2021년 경기도 화재발생 현황 분석. https://119.gg.go.kr/?page_id=956(검색일: 2023.9.12.)
- 경기도소방재난본부. (2022). 2022년 경기도 화재발생 현황 분석. https://119.gg.go.kr/?page_id=956(검색일: 2023.9.12.)
- 경기도소방재난본부. (2022). 허가와 달리 스크린클러도 없이 창고 운영 등 불량 물류창고 대거 적발. 12월 15일 보도자료.
- 경기도소방재난본부. (2023). 2023년 경기도 화재발생 현황 분석. https://119.gg.go.kr/?page_id=956(검색일: 2023.9.12.)
- 국가물류통합정보센터. (2023). 물류창고업 현황. <https://nlic.go.kr/nlic/WhsInfoWarehouseSch.action>(검색일: 2023.6.26.)
- 국토교통부, 한국통합물류협회, 한국건설기술연구원. (2022). 물류창고업 화재안전 관리계획서. https://www.kict.re.kr/board.es?mid=a10501040000&bid=archv&list_no=16674&act=view(검색일: 2023.9.12.)

국토교통부. (2022). 건축물대장 표제부(2022년 12월 31일 기준). 건축공간연구원 내부자료.

국토교통부. (2023). 건축물대장 표제부(2023년 5월 31일 기준). <https://open.eais.go.kr/> (검색일: 2023.5.31.)

국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령. 대통령령 제31417호.

권영진, 김윤성. (2020). 최근의 물류창고 화재사례조사·분석을 통한 건축방화대책의 개선 및 인명안전기준의 필요성. 한국건축시공학회지 Vol.20 No.3.

김수빈, 강예린. (2023). 물류시장의 변화에 따라 등장한 도심형 소형 물류센터의 공간 특성 분석. 대한건축학회논문집 Vol.39 No.1.

김운형, 이영재. (2014). 국내 랙크식 창고의 방화관련 규정 개선에 관한 연구. 한국화재소방학회 논문지 Vol.28 No.6.

김윤성, 최윤주, 허예림, 권영진. (2022). 국내의 물류창고의 자연배연기준 비교에 관한 연구. 한국건축시공학회 봄학술발표대회 논문집 Vol.22 No.1.

김종모. (2021). 물류센터 건설 및 운영단계 화재 재난에 대한 위험요인 분석. 광운대학교 환경대학원.

김태희. (2022). 경기 이천 크리스 F&C 물류센터 화재 21시간 만에 완진. 경향신문. 5월 24일 기사. <https://m.khan.co.kr/national/incident/article/202205241032001#c2b> (검색일: 2023.9.12.)

노호근, 정종일. (2020). '13명 사상' 용인 물류센터 합동감식 "차량폭발 등 외부 물리적 충격 없다". 뉴스핌. 7월 23일 기사. <https://www.newspim.com/news/view/20200722001148>(검색일: 2023.9.12.)

뉴스1. (2020). 용인 냉동식품 보관 창고 화재...남여 2명 구조·대피. 동아일보. 8월 11일 기사. <https://www.donga.com/news/Society/article/all/20200811/102409163/1>(검색일: 2023.6.22.)

롯데글로벌로지스(주) 진천메가허브. <https://www.lotteglogis.com/home/company/info/overview>(검색일: 2023.7.11.)

문충락. (2023). 3 타입 화재사례를 통한 문제점과 대책. 소방방재신문. 2월 20일 기사. <https://www.fpn119.co.kr/192974>(검색일: 2023.9.12.)

물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률. 법률 제196795호.

물류창고업 등록에 관한 규칙. 국토교통부령 제1232호.

민병렬, 여인환. (2014). 국내·외 화재안전 성능설계 규정 현황과 향후 과제. 한국강구조학회지, 26(5), 9-13.

배재현, 김예성. (2021). 물류창고 화재사고와 소방안전 강화방안. 국회입법조사처.

부산광역시건축사회. (2022). 2022 건축관련 질의회신집. 대한건축사협회 부산광역시건축사회. 190.

서울특별시 소방재난본부. (2022). 서울시 성능위주설계 가이드라인. <https://fire.seoul.go.kr/pages/cnts.do?id=3438>(검색일: 2023.9.12.)

소방고가사다리차의 KFI인정기준. 기준 제404호.

소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준. 소방청고시 제2017-1호.

소방시설 설치 및 관리에 관한 법률 시행규칙. 행정안전부령 제397호.

소방시설 설치 및 관리에 관한 법률 시행령. 대통령령 제33321호.

소방시설 설치 및 관리에 관한 법률. 법률 제19160호.

소방청. (2023). 화재현장조사서. 소방청 내부자료.

소방청장. (2022). 창고시설의 화재안전기준(NFSC 609) 제정(안) 행정예고. 8월 19일 공고.

송악냉동창고. <https://songak.kr/category/group/outline.html>(검색일: 2023.7.11.)

승실사이버대학교 소방방재학과. 박재성 교수 인터뷰(2023.11.6., 건축공간연구원)

시화 MTV 물류센터. http://www.narogroup.co.kr/gnuboard5/bbs/board.php?bo_table=project&wr_id=3(검색일: 2023.7.11.)

심규호. (2007). 직통 피난계단 설치 거리 "현행보다 10m 이상 늘려야". 전자신문. 9월 3일 기사 <https://www.etnews.com/200708310202>(검색일: 2023.9.29.)

양효원. (2021). 시흥 정왕동 물류창고 화재...9시간여 만에 완진. 중부일보. 5월 20일 기사. <http://www.joongboo.com/news/articleView.html?idxno=363486781>(검색일: 2023.9.12.)

용인시 도시계획 조례. 경기도용인시조례 제2402호.

유도등 및 유도표지의 화재안전성능기준(NFPC 303). 소방청고시 제2022-53호.

이미지. (2023). CJ대한통운 이천 물류센터에 사람이 사라졌다. 조선일보. 1월 17일 기사. https://www.chosun.com/economy/market_trend/2023/01/17/SSMNNAC3AZARJPNQTRA4HI2OWI/(검색일:2023.9.25.)

이샘이, 이준성. (2007). 국내의 피난·방화계획 비교를 통한 관련규정 개정방안에 관한 연구. 한국건설관리학회 전국 대학생 학술발표대회 논문집(2007-10).

이우성. (2022). 스프링클러·방화셔터 작동 안 되는 물류창고. 비상구에는 물건 적치까지. 뉴스센. 7월 7일 기사. <https://newszen.co.kr/news/view.php?bIdx=18841>(검색일:2023.9.25.)

이유식, 박지현, 김형석, 유동균, 안영철. (2018). 랙크식창고 스프링클러설비의 배관설계방식 검토를 통한 최적설계방안 연구. 한국건축친환경설비학회 Vol.12 No.2.

이유식, 안영철. (2018). 랙크식 창고의 인식에 관한 연구와 법규개정에 대한 제안. 한국건축친환경설비학회 논문집 Vol.12 No.2.

이정하. (2020). 5명 숨진 용인 물류창고 화재...“지하4층 창고서 폭발 추정”. 7월 21일 기사. <https://www.hani.co.kr/arti/area/capital/954520.html>(검색일: 2023.9.21.)

이종민, 김영하, 방보람. (2021). 건축물의 화재안전 성능설계 도입 및 제도화 연구. 건축공간연구원.

임명수. (2020). 13명 사상자 낸 용인 물류창고 화재, 익숙한 일터인데 왜 피해 컸나. 한겨레. 7월 21일 기사. <https://www.hankookilbo.com/News/Read/A2020072116270003868>(검색일: 2023.9.21.)

조용현, 최춘웅. (2020). 자동화, 대형화로 인한 물류센터의 건축적 변화에 대한 고찰(쿠팡, 이마트, Amazone 물류센터의 사례를 중심으로). 대한건축학회논문집 계획계 Vol.36

No.01.

최기옥, 최돈목. (2019). 랙크식 물류창고의 스프링클러설비 소화성능에 관한 실험연구. 한국 화재소방학회 논문지 Vol.33 No.3.

켄달스퀘어. <https://www.esr-ks.com/>(검색일: 2023.7.11.)

쿠팡안성5센터. <https://ans5coupang.modoo.at/?link=84n7dr6q>(검색일: 2023.7.11.)

쿠팡이천2센터. <https://m.place.naver.com/place/1259357660/home?entry=ple>(검색일: 2023.7.11.)

파스토. <https://www.fassto.ai/content/page/centerInfo>(검색일: 2023.7.11.)

한국건설기술연구원, 한방유비스(주). (2020). 건축물의 성능위주 설계기준 및 통합 가이드라인 개발 최종보고서. 국토교통부.

한국산업표준 KS T 2027:2022. 2022년 9월 14일.

해안건축. (2019). 인천 서구 원창동 물류센터 개발계획. 9월 19일 기사. <http://www.haeahn.com/ko/about/newsDetail.do?searchCondition=0¬iceSeq=1040&searchKeyword>(검색일: 2023.9.5.)

해안건축. (2023a). C 물류창고 설계도서. (주)해안종합건축사사무소 내부자료.

해안건축. (2023b). 강화된 인허가 사항. (주)해안종합건축사사무소 내부자료.

화성시. 화성시 창고시설 개발행위 기준 시행 공고. 2021년 10월 5일 공고.

황금숙, 장원복. (2018). 랙식 창고 및 판매시설의 소방 및 방재시설 적용 사례. 대한설비공학 회 동계학술발표회 논문집(2018-11).

OKURA. (2020). 物流倉庫における防火シャッター降下部のコンベヤについて. https://www.okurayusoki.co.jp/news/news_20200218.html(검색일: 2023.9.25.)

Risoko. 物流倉庫に求められる火災対策を消防法を交え解説. <https://risoko.jp/useful-information/fire-service-act/>(검색일: 2023.7.13.)

建築基準法. 昭和二十五年法律第二百一号

建築基準法施行令. 昭和二十五年政令第三百三十八号

国土交通省. (2018). 大規模倉庫の防火シャッターが火災時に確実に作動するよう基準を見直します~昨年2月の大規模倉庫火災を踏まえた防火対策~. 3월 27일 보도자료.

大規模倉庫における防火シャッター降下部のコンベヤに関するガイドライン. 2019년 6월 25일.

般財団法人日本建築センタ. 性能評価 [建築基準法]. <https://www.bcj.or.jp/rating/bizunit/standard/standard01/>(검색일: 2023.7.13.)

消防法. 昭和二十三年法律第百八十六号

消防法施行規則. 昭和三十六年自治省令第六号

消防法施行令. 昭和三十六年政令第三十七号

総務省消防庁. (2017). 埼玉県三芳町倉庫火災を踏まえた防火対策及び消防活動のあり方に関する検討会報告書. 総務省消防庁

総務省消防庁. (2023). 火災予防に関する法体系. https://www.fdma.go.jp/singi_kento/

kento/items/kento255_04_shiryo1_2.pdf(검색일: 2023.7.13.)

戸塚. (2023). 物流センターと倉庫の違いは? 役割の違いや法的規制を解説. Logistics note. 10월 31일 기사. <https://www.itaku-unso.co.jp/news/5539/>(검색일: 2023.11.1.)

The International Code Council. (2023a). 2024 ICC Performance Code for Buildings and Facilities. <https://codes.iccsafe.org/content/ICCPC2024P1/>(검색일: 2023.10.1.)

The International Code Council. (2023b). 2024 International building Code. <https://codes.iccsafe.org/content/IBC2024P1/>(검색일: 2023.10.1.)

The National Fire Protection Association. (2021). 2021 NFPA 101. <https://link.nfpa.org/>(검색일: 2023.10.1.)

The National Fire Protection Association. (2022). 2022 NFPA 13. <https://link.nfpa.org/>(검색일: 2023.10.1.)

How to Improve Building Standards for Fire Safety in Logistics Warehouses

SUMMARY

Lee, Jookyung
Nam, Seongwoo

Logistics warehouses, classified under the Building Act as storage facilities, are essential for storing and handling large quantities of goods. Recently, there has been an increase in the construction of large-scale logistics warehouses, and these facilities are experiencing significant changes in their structure and function. The trend is towards larger, multi-level structures with spacious interiors and high ceilings. In some warehouses, mezzanine structures with stacked racks are utilized, and the internal space is evolving to handle complex tasks such as sorting, packaging, and processing, in addition to storage. Furthermore, logistics systems are increasingly moving towards unmanned automation, leading to substantial changes in the overall architecture and disaster management environment compared to the past.

Considering these developmental trends in warehouse facilities, it raises questions about the effectiveness and appropriateness of current fire safety regulations. Logistics warehouses, with their extensive spaces and high electricity usage, are particularly vulnerable to fire hazards. This study aims to evaluate how current fire safety regulations align with the changing environment and characteristics of logistics warehouses and to propose necessary adjustments and standards.

Fire safety regulations for logistics warehouses are addressed under the Building Act, Fire Service Act, and Logistics Facility Act. The Building Act sets safety standards through the building's materials, shape, and structure, including requirements for emergency stairways, elevators, and fire zones. The Fire Service Act mandates the installation of firefighting equipment, alarm systems, and evacuation facilities in warehouse facilities and requires performance-based design for larger

establishments. The Logistics Facility Act calls for the preparation and maintenance of a fire safety management plan. However, the Enforcement Decree of the Building Act often excludes stacked racks from various safety facility installation requirements, though the trend is towards strengthening regulations for the installation of firefighting equipment such as sprinklers, as per the Fire Service Act. Most of the fire safety building standards under the Building Act or Fire Service Act are specification-based, depending on the area and floors of a building, and haven't changed significantly from the standards applied to smaller, simpler warehouse facilities. Additionally, the current Building Act does not sufficiently consider the diverse purposes of warehouse facilities, categorizing them under a single use, and there is a lack of integration with performance-based design required by the Fire Service Act.

Investigations into the designs of large-scale logistics warehouses have uncovered several issues. Firstly, the installation of fire safety devices is based on fixed standards, but there's a lack of consideration for actual human behavior. Secondly, the high ceilings and complex structures inside warehouses might reduce the effectiveness of fire safety devices during a fire. Thirdly, the fire risk can vary depending on the purpose of the logistics warehouse, which is not adequately reflected in current regulations.

The interpretation and application of laws are becoming more stringent, yet this intensification often only tightens existing regulations, not necessarily advancing towards performance improvement. Contrarily, other countries invest more in research and development of performance-related technologies for fire safety, showing growth. Reflecting this international trend, setting an improvement direction for the fire safety building standards of logistics warehouses is crucial.

The main improvement suggestions based on discussions with relevant experts are as follows: Firstly, regulations need to be made more flexible and rationalized to accommodate the characteristics of large-scale logistics warehouses. This study proposes amending the Enforcement Decree of the Building Act to allow for relaxed regulations and alternative designs following architectural committee reviews for large-scale logistics warehouses. Additionally, amending the ordinance of the Ministry of Land, Infrastructure and Transport to rationalize the standards for firefighter access window heights is suggested. Secondly, as the internal complexity of warehouses increases, the standards for safety equipment should be strengthened.

Related to this, amendments to the Enforcement Decree of the Building Act are proposed for establishing regulations for warehouse ventilation windows and limitations on the installation area of stacked racks. Lastly, considering the various fire loads, differentiating the use of spaces and establishing appropriate fire safety standards is necessary. This study recognizes the need for fire safety standards in logistics warehouses to be applied differently based on the number of occupants and the fire load of stored goods, proposing a long-term perspective on subdividing warehouse facility uses and setting appropriate fire safety standards.

In conclusion, the fire safety regulations for logistics warehouses need to be flexibly amended to reflect the continuously changing and evolving reality. This would allow for the adoption of customized safety measures suitable for the diverse characteristics and environments of logistics warehouses, minimizing fire accidents and creating a safer logistics environment. This study has limitations in terms of experimental approaches to the fire hazard risk of different types of logistics warehouses and a lack of statistical and data-based specific standards. Therefore, future research focusing on an in-depth analysis of the use and fire risk of logistics warehouses and developing more sophisticated fire safety standards will be essential. Such research is expected to contribute to enhancing the safety and efficient operation of logistics warehouses.

Keywords :

Logistics warehouse, Fire safety, Building Standards, Fire Safety Regulations