최종보고서

보안등급
일반[o], 보안[ ]

중앙행정기관명	국토교통부	사업명	사업명	국토교통연구
전문기관명	국토교통과학기술진흥원		내역사업명	국토교통연구기획
공고번호	공고-2020-제35호	총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		
		연구개발과제번호		20RDPP-C159988-01

기술분류	국가과학기술 표준분류	EI1002 물류보관	40%	EI0411 건설안전 관리기술	30%	EA1401 안전진단평가 기술	30%
	부처기술분류 (해당 시 작성)	물류보관기술	40%	시설물 소방 안전 관리 기술	35%	대공간 건축물 기술	25%

연구개발과제명	국문	물류시설 화재안전 개선을 위한 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술 개발 기획
	영문	Conduct Planning Research of Evacuation Improvement and Risk-based Management for Fire Safety of Storage Facilities

주관연구개발기관	기관명	한국건설기술연구원	사업자등록번호	229-82-01135
	주소	(10223) 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283	법인등록번호	111241-0002284

연구책임자	성명		김정엽	직위	연구위원
	연락처	직장전화	031-910-0543	휴대전화	010-3275-1540
		전자우편	jykim1@kict.re.kr	국가연구자번호	1082 8980

연구개발기간	전체		2020. 12. 23 - 2021. 08. 22(년 8 개월)
	단계	1단계	2020. 12. 23 - 2021. 08. 22(년 8 개월)

연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발비 외 지원금
					지방자치단체		기타( )					
		현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	
총계		80,000	0	0	0	0	0	0	80,000	0	80,000	
1단계	1년차	80,000	0	0	0	0	0	0	80,000	0	80,000	

공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고	
						역할	기관유형
공동연구개발기관	한국지식 서비스연구원	고민구	이사	010-5006-9932	gotomin9@gmail.com	연구 전략	사단법인
위탁연구개발기관	한국통합 물류협회	김범준	이사	010-4603-3138	bjkim@koila.or.kr	현장 분석	특수법인

연구개발담당자 실무담당자	성명		안찬솔	직위	연구위원
	연락처	직장전화	031-910-0515	휴대전화	010-9119-1217
		전자우편	chansole@kict.re.kr	국가연구자번호	1097 7710

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2021 년 12 월 22 일

연구책임자: 김 정 엽 (인)

주관연구개발기관의 장: 김 병 석 (직인)

공동연구개발기관의 장: 한 민 우 (직인)

위탁연구개발기관의 장: 최 원 혁 (직인)

국토교통부장관 귀하

최종보고서

보안등급
일반[o], 보안[ ]

중앙행정기관명	국토교통부	사업명	사업명	국토교통연구
전문기관명	국토교통과학기술진흥원		내역사업명	국토교통연구기획
공고번호	공고-2020-제35호	총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		
		연구개발과제번호		20RDPP-C159988-01

기술분류	국가과학기술 표준분류	EI1002 물류보관	40%	EI0411 건설안전 관리기술	30%	EA1401 안전진단평가 기술	30%
	부처기술분류 (해당 시 작성)	물류보관기술	40%	시설물 소방 안전 관리 기술	35%	대공간 건축물 기술	25%

연구개발과제명	국문	물류시설 화재안전 개선을 위한 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술 개발 기획		
	영문	Conduct Planning Research of Evacuation Improvement and Risk-based Management for Fire Safety of Storage Facilities		
주관연구개발기관	기관명	한국건설기술연구원	사업자등록번호	229-82-01135
	주소	(10223) 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283	법인등록번호	111241-0002284

연구책임자	성명		김정엽	직위	연구위원
	연락처	직장전화	031-910-0543	휴대전화	010-3275-1540
		전자우편	jykim1@kict.re.kr	국가연구자번호	1082 8980

연구개발기간	전체		2020. 12. 23 - 2021. 08. 22(년 8 개월)
	단계	1단계	2020. 12. 23 - 2021. 08. 22(년 8 개월)

연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발비 외 지원금
					지방자치단체		기타( )					
		현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	
총계		80,000	0	0	0	0	0	0	80,000	0	80,000	
1단계	1년차	80,000	0	0	0	0	0	0	80,000	0	80,000	

공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고	
						역할	기관유형
공동연구개발기관	한국지식 서비스연구원	고민구	이사	010-5006-9932	gotomin9@gmail.com	연구 전략	사단법인
위탁연구개발기관	한국통합 물류협회	김범준	이사	010-4603-3138	bjkim@koila.or.kr	현장 분석	특수법인

연구개발담당자 실무담당자	성명		안찬솔	직위	연구위원
	연락처	직장전화	031-910-0515	휴대전화	010-9119-1217
		전자우편	chansole@kict.re.kr	국가연구자번호	1097 7710

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2021 년 12 월 22 일

연구책임자: 김 정 엽 (인)

주관연구개발기관의 장: 김 병 석 (직인)

공동연구개발기관의 장: 한 민 우 (직인)

위탁연구개발기관의 장: 최 원 혁 (직인)

국토교통부장관 귀하

< 요 약 문 >

사업명		국토교통연구			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		
내역사업명 (해당 시 작성)		국토교통연구기획			연구개발과제번호	20RDPP-C159988-01	
기술분류	국가과학기술 표준분류	EI1002 물류보관	40%	EI0411 건설안전 관리기술	30%	EA 1401 안전진단 평가기술	30%
	부처기술분류 (해당 시 작성)	물류보관기술	40%	시설물 소방 안전 관리 기술	35%	대공간 건축물 기술	25%
연구개발과제명		물류시설 화재안전 개선을 위한 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술 개발 기획					
전체 연구개발기간		2020. 12. 23 - 2021. 08. 22(년 8 개월)					
총 연구개발비		총 80,000 천원 (정부지원연구개발비: 80,000 천원, 기관부담연구개발비 : 0 천원, 지방자치단체: 0 천원, 그 외 지원금: 0 천원)					
연구개발단계		기초[ ] 응용[O] 개발[ ] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]			기술성숙도 (해당 시 기재)	착수시점 기준( ) 종료시점 목표( )	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)		국토교통연구사업 기획					
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)		국가 R&D 기획사업					
연구개발 목표 및 내용	최종 목표	□ 물류시설에서 화재 발생시 인명피해를 최소화하기 위한 피난안전성 향상 기술과 비용효율적인 화재대응을 위한 위험도 기반 관리기술 연구개발 사업 기획					
	전체 내용	□ 물류시설 관련 화재안전 규정을 개발하고, 효과적인 물류시설 화재위험성 평가기법 및 위험도 기반 관리기술 개발 □ 화염·연기 확산방지, 방화구획, 피난, 배연, 마감재료 등의 개선을 통한 물류시설 피난안전성 향상 및 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발					

연구개발성과	□ 물류시설 화재안전 관련 시장, 기술, 특허, 정책 등 동향 분석 보고서 제시 □ 기술수요조사 및 과제도출 방안 제시 □ 세부계획 및 실용화 방안 제시
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	□ 물류시설 및 건축 관련 법령에 물류시설 전문 화재안전 기준 제정 □ 분류와 유형에 따라 화재위험도가 상이한 특성의 물류시설에 대해서 위험도 기반의 화재안전 기준 제시를 통해 비용 효율적으로 안전한 물류시설 운영환경 구축 □ 물류시설의 피난안전시설 개선과 맞춤형 화재대응 신기술 개발을 통해 물류시설의 화재안전성능 향상 □ 화재 관련 안전을 담보하면서 물류시설의 특성을 반영하여 물류시설의 첨단화·대형화를 지원할 수 있는 합리적인 개선방안 제시
연구개발성과의 비공개여부 및 사유	연구개발성과 공개

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명정보	생물자원		정보	실물

연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호

국문핵심어 (5개 이내)	물류시설	화재안전	위험성 평가	피난안전성 향상	맞춤형 화재대응
영문핵심어 (5개 이내)	Storage Facilities	Fire Safety	Risk Assessment	Evacuation Improvement	Customized Fire Prevention

목 차

물류시설 화재안전 개선을 위한 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술 개발 사업 기획

제1장 기획개요 ····· 1

제1절 기획배경 및 필요성 ····· 3

1. 기획추진 배경 ····· 3
2. 기획추진 필요성 ····· 6

제2절 기획의 목적 ····· 13

1. 기획 목표 ····· 13
2. 기획 범위 ····· 13

제3절 기술분류 및 내용 ····· 16

1. 기술분류체계 개요 ····· 16
2. 기술분류체계안 ····· 16

제2장 동향조사 및 환경분석 ····· 21

제1절 국내외 정책동향 ····· 21

1. 국내 정책동향 ····· 21
2. 국내 법제도 ····· 34
3. 국외 정책동향 ····· 38

제2절 국내외 시장현황 및 전망 ····· 51

1. 물류시설 시장규모 및 전망 ····· 51
2. 물류창고업 등록현황 ····· 56
3. 소방설비 시장규모 및 전망 ····· 59
4. 화재안전 대응 시스템 분야 시장규모 및 전망 ····· 62
5. 국내 소방산업 선도 기업 ····· 65

제3절 국내외 기술 동향 ····· 68

1. 국내 기술 동향 ····· 68
2. 국외 기술 동향 ····· 78

제3장 특허분석 및 기술수준조사 ····· 105

제1절 특허분석 ····· 105

1. 물류시설 화재안전 특허동향 분석 개요 ····· 105
2. 물류시설 피난안전성 확보 기술 ····· 108
3. 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 ····· 115
4. 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 ····· 122
5. 물류시설 현장조사 및 제도화 기술 ····· 129
6. 특허분석 결론 ····· 135

제2절 기술수준조사 ····· 136

1. 전문가 대상 물류시설 화재대응 분야 기술수준조사 및 분석 ····· 136
2. 물류분야 기술수준 분석 (국토교통부) ····· 145
3. 소방 분야 기술수준 분석 (KISTEP) ····· 150
4. R&D 투자현황 ····· 153
5. 시사점 ····· 154

제4장 연구개발과제 구성 ····· 157

제1절 SWOT 분석 및 중점분야 도출 ····· 157

1. SWOT 분석 ····· 157
2. 중점추진분야 도출 ····· 159

제2절 연구개발 과제 도출 ····· 160

1. 후보과제 Pool 구성 ····· 160
2. 후보과제 우선순위 평가 ····· 176
3. 연구개발 과제 최종 도출 ····· 182

제5장 사업의 추진전략 ····· 191

제1절 사업 기본 방향 및 전략 ····· 191

1. 사업 비전 및 목표 ····· 191
2. 사업 추진 개요 ····· 192

제2절 사업 주요 내용 ····· 194

1. 기술 개발 상세 계획 ····· 194
2. 연구과제 연계관계 ····· 216
3. 세부 추진기술 로드맵 ····· 219

제3절 과제제안요구서(RFP) ····· 220

제6장 사업운영 계획 ····· 237

제1절 사업추진 체계 ····· 237

1. 사업추진 주체 ····· 237
2. 추진주체별 역할 ····· 237

제2절 사업 운영·관리 계획 ····· 238

1. 성과 목표 설정 ····· 238
2. 세부과제별 주요 연구결과 및 성과물 ····· 242
3. 적용대상 및 기술선정 ····· 245
4. 소방청과의 협업 체계 운영 ····· 246
5. 현장적용 설정 및 운영 ····· 247
6. 성과평가·관리계획 ····· 248

제3절 예산 및 인력 투입 계획 ····· 251

1. 예산 투입 계획 ····· 251
2. 인력 투입 계획 ····· 252

제7장 사전 타당성 검토 ····· 257

제1절 정책적 타당성 ····· 257

1. 국가전략의 중요성 ····· 257
2. 상위계획과의 부합성 ····· 258
3. 정책적 추진의지 ····· 271

제2절 기술적 타당성 ····· 273

1. 기술개발 계획의 적절성 ····· 273
2. 기술수준 및 성공가능성 ····· 277

제3절 경제적 타당성 ····· 280

1. 분석개요 ····· 280
2. 비용편익 분석 ····· 284

제4절 사업 기대효과 ····· 289

1. 과학기술적 기대효과 ····· 289
2. 경제사회적 기대효과 ····· 290
3. 산업연관 파급효과 ····· 292

별첨자료 ····· 297

별첨 1 참고문헌 ····· 297
별첨 2 전략계획서 ····· 303

표 목 차

<표 1-1> 물류시설 등록 추이 ····· 3
<표 1-2> 물류창고 화재피해 및 발생원인 현황 ····· 4
<표 1-3> 기술분류 체계도 ····· 17

<표 2-1> 건설현장 화재 안전성 강화 주요 내용 ····· 25
<표 2-2> 위험작업 관리·감독 개선방안 주요 내용 ····· 25
<표 2-3> 제5차 국토종합계획 中 물류시설 분야 세부내용 ····· 26
<표 2-4> 공동소방안전관리 개선방안 ····· 33
<표 2-5> 물류시설 화재안전 관련 법·제도 현황 ····· 36
<표 2-6> 화재위험관리 9개 분야 ····· 43
<표 2-7> 물류시설 방화 가이드라인 ····· 45
<표 2-8> 소방 및 재난관리 과학기술전략계획 5개 분야 ····· 48
<표 2-9> 일본의 소방R&D 9대 중점분야 ····· 49
<표 2-10> 글로벌 창고·보관 시장규모 현황, 2014-2019 ····· 51
<표 2-11> 국내 창고업 매출규모 현황, 2013-2018 ····· 55
<표 2-12> 연도별 물류창고업 등록현황(2021년 기준) ····· 56
<표 2-13> 관련법에 따른 지역별 물류창고업 등록현황(2021년 기준) ····· 57
<표 2-14> 전체면적에 따른 지역별 물류창고업 등록현황(2021년 기준) ····· 58
<표 2-15> 자동소화장비 시장의 구성 및 규모 ····· 59
<표 2-16> 한국 소방 장비시장의 구성 및 규모 ····· 60
<표 2-17> 한국 소화설비 시장 규모와 구성 ····· 61
<표 2-18> 소화약제 검사통계를 활용한 2014~2018년 유통량 ····· 62
<표 2-19> 지능형 화재안전 대응 시스템 분야의 세계 시장규모 및 전망, 2015-2020 ····· 63
<표 2-20> 지능형 화재안전 대응 분야의 국내 시장규모 및 전망(생산액 기준), 2015-2020 ····· 64
<표 2-21> 국내 소방산업 품목별 선도 기업 ····· 65
<표 2-22> 국내 가스계 소화시스템 선도 기업의 주 고객사 ····· 65
<표 2-23> 국내 자동소화장치 선도 기업의 주 고객사 ····· 66
<표 2-24> 국내 소방산업 선도 기업의 주 고객사 ····· 67
<표 2-25> 물류시설에서 막힌 복도와 피난경로의 설치 기준 ····· 81
<표 2-26> 물류시설에서 피난거리 기준 ····· 81
<표 2-27> 랙크 배기공간 설계방안 ····· 88
<표 2-28> 피난경로의 폭과 수용인원 ····· 90
<표 2-29> 피난거리 ····· 90

<표 3-1> 시장확보지수(PFS : Patent Family Size) ····· 106
<표 3-2> 피인용도지수(CPP : Cites Per Patent) ····· 107
<표 3-3> 기술력지수(TS : Technology Strength) ····· 107
<표 3-4> 기술영향력 지수(PII : Patent Impact Index) ····· 107
<표 3-5> 물류시설 피난 안전성 확보 기술 특허 분석 개요 ····· 108
<표 3-6> 물류시설 피난 안전성 확보 기술의 출원국 기준 연도별 특허동향(`10~`20) ····· 109

<표 3-7> 물류시설 피난 안전성 확보 기술의 주요 출원인별 특허출원 현황 ····· 112
<표 3-8> 물류시설 피난 안전성 확보 기술의 주요 국가별 기술경쟁력 분석 ····· 114
<표 3-9> 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 특허 분석 개요 ····· 115
<표 3-10> 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 출원국 기준 연도별 특허동향('10~'20) ·· 116
<표 3-11> 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 주요 출원인별 특허출원 현황 ····· 119
<표 3-12> 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 주요 국가별 기술경쟁력 분석 ····· 121
<표 3-13> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 특허 분석 개요 ····· 122
<표 3-14> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 출원국 기준 연도별 특허동향('10~'20) ····· 123
<표 3-15> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 주요 출원인별 특허출원 현황 ····· 126
<표 3-16> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 주요 국가별 기술경쟁력 분석 ····· 128
<표 3-17> 물류시설 현장조사 및 제도화 기술 특허 분석 개요 ····· 129
<표 3-18> 물류시설 현장조사 및 제도화 기술 출원국 기준 연도별 특허동향('10~'20) ····· 130
<표 3-19> 물류시설 현장조사 및 제도화 기술 주요 출원인별 특허출원 현황 ····· 132
<표 3-20> 물류시설 현장조사 및 제도화 주요 국가별 기술경쟁력 분석 ····· 134
<표 3-21> 물류시설 피난안전성 확보기술 분야 분석결과 ····· 138
<표 3-22> 물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리기술 분야 분석결과 ····· 140
<표 3-23> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 분야 분석결과 ····· 141
<표 3-24> 물류시설 현장조사 및 제도화 분야 분석결과 ····· 143
<표 3-25> 기술수준조사 종합표 ····· 144
<표 3-26> 물류 분야 기술분류 체계 ····· 145
<표 3-27> 물류 분야 상대 기술수준 세부 평가 ····· 145
<표 3-28> 물류 분야 상대 기술수준 및 격차 ····· 146
<표 3-29> 소분류 단위 상대기술수준 및 기술격차 ····· 148
<표 3-30> KISTEP 기술수준 분석 ····· 150
<표 3-31> 물류 분야 상대 기술수준 및 격차 ····· 151
<표 3-32> 물류시설 화재안전 관련 정부 R&D 과제현황 ····· 153
<표 3-33> 물류시설 화재안전 관련 정부 R&D 투자현황 ····· 153

<표 4-1> 기술분류 체계도 ····· 160
<표 4-2> 기술수요조사 접수 내용 ····· 163
<표 4-3> 전문가 의견·니즈 조사 및 검토내용 ····· 165
<표 4-4> 물류시설 화재시 피난안전성 확보기술 개발 분야 기술수요 ····· 166
<표 4-5> 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발 분야 기술수요 ····· 168
<표 4-6> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 기술수요 ····· 169
<표 4-7> 물류시설 현장조사 및 제도화 기술수요 ····· 170
<표 4-8> 선순위 평가 수행 및 평가 항목 ····· 176
<표 4-9> 물류시설 화재시 피난안전성 확보기술 개발 분야 우선순위 평가 결과 및 후보과제 ····· 177
<표 4-10> 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발 분야 우선순위 평가 결과 및 후보과제 ·· 179
<표 4-11> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 분야 평가 결과 및 후보과제 ····· 180
<표 4-12> 물류시설 현장조사 및 제도화 분야 평가 결과 및 후보과제 ····· 181
<표 4-13> 화재안전 관련 국토부와 소방청 주관 분야 ····· 184
<표 4-14> 중점연구 3분야의 소화시설에 대한 기획범위 제외 현황 ····· 186
<표 4-15> 연구개발 과제 재설계 내용 ····· 187

<표 5-1> 핵심 기술별 개발 내용 ····· 194
<표 5-2> 피난안전성 확보기술 분야 특허 동향 ····· 197
<표 5-3> 피난안전성 확보기술 분야 개발 목표 ····· 198
<표 5-4> 피난안전성 확보기술 분야 세부 연구개발 내용 ····· 199
<표 5-5> 피난안전성 확보기술 분야 세부 성과지표 내용 ····· 200
<표 5-6> 피난안전성 확보기술 분야 법령 반영 내용 ····· 200
<표 5-7> 1세부 과제 성과물 ····· 201
<표 5-8> 위험도 기반 관리 분야 특허 동향 ····· 205
<표 5-9> 위험도 기반 관리 분야 개발 목표 ····· 206
<표 5-10> 위험도 기반 관리 분야 세부 연구개발 내용 ····· 206
<표 5-11> 위험도 기반 관리 분야 세부 성과지표 내용 ····· 207
<표 5-12> 위험도 기반 관리 분야 법령 반영 내용 ····· 207
<표 5-13> 2세부 과제 성과물 ····· 207
<표 5-14> 물류시설 현장조사 및 기반기술 특허 동향 ····· 211
<표 5-15> 현장조사 및 기반기술 분야 개발 목표 ····· 212
<표 5-16> 현장조사 및 기반기술 분야 세부 연구개발 내용 ····· 213
<표 5-17> 현장조사 및 기반기술 분야 세부 성과지표 내용 ····· 214
<표 5-18> 현장조사 및 기반기술 분야 법령 반영 내용 ····· 214
<표 5-19> 3세부 과제 성과물 ····· 214

<표 6.1> 성과지표 목표 ····· 239
<표 6-2> 사업 성과물 ····· 240
<표 6-3> 세부과제 1 : 물류시설 화재시 피난안전성 확보 기술 개발 ····· 242
<표 6-4> 세부과제 2 : 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발 ····· 243
<표 6-5> 세부과제 3 : 물류시설 현장조사 및 기반기술 개발 ····· 244
<표 6-6> 소방청 협업 진행 ····· 246
<표 6-7> 현장적용 설정 및 운영 ····· 247
<표 6-8> 최종평가 항목 ····· 249
<표 6-9> 기술료 징수 방식 ····· 251
<표 6-10> 연도별 예산투자 계획 ····· 252
<표 6-11> 세부과제별 예산규모 (정부출연금 기준) ····· 252
<표 6-12> 연도별 참여예상 연구인력(단위: 억원, 명) ····· 253

<표 7-1> 국가정책(국정운영 5개년 계획)과의 부합성 ····· 259
<표 7-2> 2016~2025 국가물류기본계획과의 부합성 ····· 260
<표 7-3> 제5차 국토종합계획과의 부합성 ····· 261
<표 7-4> 제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획과의 부합성 ····· 262
<표 7-5> 2021년도 정부연구개발(R&D) 투자방향 및 기준과의 부합성 ····· 262
<표 7-6> 제3차 물류시설개발 종합계획과의 부합성 ····· 263
<표 7-7> 제4차 국가안전관리 기본계획과의 부합성 ····· 265
<표 7-8> 제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획과의 부합성 ····· 266
<표 7-9> 제1차 화재안전정책 기본계획과의 부합성 ····· 267
<표 7-10> 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획과의 부합성 ····· 268

<표 7-11> 2021년도 소방청 소방안전기술 연구개발사업 시행계획과의 부합성 ····· 269
<표 7-12> 상위계획과의 부합성 평가 ····· 270
<표 7-13> SWOT 분석을 통한 중점분야도출 ····· 275
<표 7-13> 기존 연구과제와의 차별성 및 연계방안 ····· 279
<표 7-15> 편익항목 구조 ····· 284
<표 7-16> 동 사업의 편익산정을 위한 편익 구성요소 산출 I ····· 285
<표 7-17> 동 사업의 편익산정을 위한 편익 구성요소 산출 II ····· 286
<표 7-18> 부가가치율 ····· 286
<표 7-19> 물류시설 화재안전 관련 계약 실적 규모 추이 ····· 287
<표 7-20> 연도별 비용 편익 분석 ····· 288
<표 7-21> 물류시설 화재안전 기술개발 피해 감소 효과 ····· 290
<표 7-22> 전체 산업 대비 물류산업 기업체 및 종사자 비중 ····· 290
<표 7-23> 전세계 물류경쟁력 지수(기준연도 2018) ····· 291
<표 7-24> 산업연관표의 기본구조 ····· 293
<표 7-25> 산업연관표의 총 30개 산업대분류 ····· 294
<표 7-26> 물류시설 화재안전 산업 관련 산업연관계수 ····· 295
<표 7-27> 물류시설 화재안전 개선 사업 부가가치유발효과 산출결과 ····· 296
<표 7-28> 물류시설 화재안전 개선 사업 고용유발효과 산출결과 ····· 296

그 림 목 차

<그림 1-1> 물류시설 현황 ····· 3
<그림 1-2> 대형 물류창고 전경 ····· 3
<그림 1-3> 물류창고 화재사고 발생 및 피해 추이 ····· 4
<그림 1-4> 물류시설 화재사고 ····· 5
<그림 1-5> 다양한 분류와 유형의 물류시설 ····· 6
<그림 1-6> 물류시설 특성 일례 ····· 7
<그림 1-7> 물류시설 화재안전 개선 기획연구 추진 범위 ····· 15

<그림 2-1> 문재인 정부의 국가비전 - 5대 국정목표 - 20대 국정전략 ····· 21
<그림 2-2> 문재인 정부의 물류시설 화재안전 관련 분야 국정전략 ····· 22
<그림 2-3> 국가물류기본계획의 비전 및 목표 ····· 23
<그림 2-4> 건설현장 화재안전대책의 비전 및 목표 ····· 24
<그림 2-5> 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획의 비전 및 목표 ····· 27
<그림 2-6> 노동집약적 하역환경 개선 사례 ····· 28
<그림 2-7> 제4차 국가안전관리기본계획의 기본 방향 ····· 29
<그림 2-8> 제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(안) 비전 및 목표 ····· 31
<그림 2-9> 제1차 화재안전정책 기본계획 주요 전략체계 ····· 32
<그림 2-10> 화재위험특성에 따른 안전기준 마련 프로세스 ····· 33
<그림 2-11> 미국 OSHA(2017), Process Safety Management for Storage Facilities ····· 40
<그림 2-12> 2009-2013 미국 창고 화재 원인 ····· 41
<그림 2-13> 창고 화재 초기 점화원 ····· 41
<그림 2-14> 이상적 외부 저장공간 배치 예시 ····· 43
<그림 2-15> 그렌펠 타워 구조 도면 ····· 46
<그림 2-16> 뉴욕시 물류 창고 매출 (각 연도 1-3분기, 단위 10억달러) ····· 53
<그림 2-17> 수송 및 창고관리 산업 전월대비 고용 변화 ····· 54
<그림 2-18> 2016년 세계 자동소화장비 시장의 구성 ····· 59
<그림 2-19> 한국 소방 장비 시장 규모 ····· 60
<그림 2-20> 한국 소화설비 시장 규모와 구성 ····· 61
<그림 2-21> 가스 소화설비 시스템 소화약제에 대한 시장전망 ····· 63
<그림 2-22> 재난관리 방비 간 상호운용성 확보를 위한 표준플랫폼 ····· 68
<그림 2-23> 공간정보 POI 맵핑용 저작도구 기능 구성 ····· 69
<그림 2-24> 드론 활용 화재감시 시스템 개요 ····· 70
<그림 2-25> 전기화재 예측·예방을 위한 전기안전 공공플랫폼 I ····· 70
<그림 2-26> 전기화재 예측·예방을 위한 전기안전 공공플랫폼 II ····· 71
<그림 2-27> 붕괴예측 및 경보시스템 개발/검증 ····· 72
<그림 2-28> 그물망 접속 모뎀 칩과 재난 위성통신서비스 개념도 ····· 73
<그림 2-29> 화재감지기술(인랙 화재감지기)과 소화시스템 ····· 73
<그림 2-30> 화재감지기 수신기(左)와 감지기(右) ····· 74
<그림 2-31> 방화셔터의 개폐방향 및 적용부위에 따른 구분 ····· 75

<그림 2-32> 물류시설에 적용된 마감재료 ····· 75
<그림 2-33> 내화지붕 리루프와 글라스울패널 생산모습 ····· 75
<그림 2-34> 냉동창고 화재원인으로 추론된 정온전선 ····· 76
<그림 2-35> 폴리우레탄 폼의 화재확산 실험 및 시뮬레이션 검증 ····· 76
<그림 2-36> 냉장·냉동 물류시설에 대한 산소저감 대응시스템 ····· 76
<그림 2-37> INERT GAS 소화설비 설계 프로그램 ····· 77
<그림 2-38> 발화지점 자동감지 화재 진압 장치 시스템 ····· 77
<그림 2-39> WMS, WES, WCS의 비교 ····· 78
<그림 2-40> 방화커튼 성능실험 및 설치사례 ····· 79
<그림 2-41> 랙크 내부 수직 차단막의 화재대응 성능평가 실험 ····· 80
<그림 2-42> 랙크 내부 수평 차단막의 화재대응 성능평가 실험 ····· 80
<그림 2-43> 출입문 개소에 따른 공통 피난경로 설정 사례 ····· 81
<그림 2-44> Swinging and sliding doors 개요 및 전경 ····· 82
<그림 2-45> Precision Indoor/Outdoor Personnel Location Project ····· 83
<그림 2-46> 화재보호공학부의 연구실 및 시설 ····· 84
<그림 2-47> 하역 로봇과 이송 로봇을 이용한 물류창고 자동화 ····· 85
<그림 2-48> FM Global의 소화시스템에 대한 실규모 성능평가 실험 ····· 86
<그림 2-49> UL의 수직차단막과 조기반응형 스프링클러에 대한 실규모 화재 실험 ····· 87
<그림 2-50> 랙크 배기공간 개요 ····· 87
<그림 2-51> 빈 피킹 AI 로봇 ····· 89
<그림 2-52> 스페인 Murcia에서의 연기유동에 대한 실규모 실험 ····· 90
<그림 2-53> SP의 랙크사이 화재확산 분석을 위한 축소모형 화재실험 ····· 91
<그림 2-54> 물류시설에서의 연기발생 및 유동에 대한 수치해석 수행 ····· 91
<그림 2-55> 물류시설에 설치한 Smoke Curtain 사례 ····· 91
<그림 2-56> 마감재료 성능시험 방법 현황 ····· 92
<그림 2-57> 화재안전과 단열성능의 확보가 가능한 외벽시스템에 대한 성능실험 ····· 92
<그림 2-58> 화재 리스크 예측 절차도 및 Risk Matrix 개요 ····· 93
<그림 2-59> 옥내저장소 시설의 위험 평가 리스트 사례 ····· 94
<그림 2-60> 물류시설에서의 화재위험도 분석 모델 ····· 95
<그림 2-61> B-Risk 매뉴얼 ····· 95
<그림 2-62> 물류시설 화재위험도 평가에서의 결함수목(Fault Tree) 개요도 ····· 96
<그림 2-63> 입출하 검품에서 활용 사례 ····· 97
<그림 2-64> 물류창고 평면도 ····· 98
<그림 2-65> 팰릿의 열방출변화 곡선 ····· 99
<그림 2-66> 화재 시뮬레이션 결과 ····· 99
<그림 2-67> EFTA의 절차 ····· 100
<그림 2-68> EFTA(결함나무 분석) 내용 ····· 101
<그림 2-69> 중층 설비의 개략도 ····· 101
<그림 2-70> 중층 위치에 따른 화재의 온도 변화 ····· 102
<그림 2-71> 냉동물류창고와 방화통로의 개략도 ····· 102

<그림 3-1> 특허데이터 추출 프로세스 ····· 105
<그림 3-2> 물류시설 피난 안전성 확보 기술의 기술수명주기 ····· 110

<그림 3-3> 물류시설 피난 안전성 확보 기술의 글로벌 주요 출원인 분석 ····· 112
<그림 3-4> 물류시설 피난 안전성 확보 기술의 국가별 주요 출원인 분석 ····· 113
<그림 3-5> 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술의 기술수명주기 ····· 117
<그림 3-6> 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 글로벌 주요 출원인 분석 ····· 119
<그림 3-7> 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 국가별 주요 출원인 분석 ····· 120
<그림 3-8> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발의 기술수명주기 ····· 124
<그림 3-9> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 글로벌 주요 출원인 분석 ····· 126
<그림 3-10> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 국가별 주요 출원인 분석 ····· 127
<그림 3-11> 물류시설 현장조사 및 제도화 기술의 기술수명주기 ····· 131
<그림 3-12> 물류시설 현장조사 및 제도화 기술 글로벌 주요 출원인 분석 ····· 133
<그림 3-13> 물류시설 현장조사 및 제도화 기술 국가별 주요 출원인 분석 ····· 133
<그림 3-14> 전문가 대상 기술수준조사지 내용 ····· 137
<그림 3-15> 물류시설 피난안전성 확보기술 분야 주요국 간 비교 ····· 139
<그림 3-16> 물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리기술 분야 주요국 간 비교 ····· 140
<그림 3-17> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 분야 주요국 간 비교 ····· 142
<그림 3-18> 물류시설 현장조사 및 제도화 분야 주요국 간 비교 ····· 143
<그림 3-19> 물류 분야 소분류별 기술발전 단계 ····· 149
<그림 3-20> KISTEP 기술수준 분석 ····· 151

<그림 4-1> 동 사업 관련 SWOT 분석 ····· 158
<그림 4-2> 기술수요조사서 - 인사말 ····· 161
<그림 4-3> 기술수요조사서 - 기술수요조사 작성 가이드 ····· 161
<그림 4-4> 기술수요조사 공고 - 한국건설기술연구원 ····· 162
<그림 4-5> 기술수요조사 공고 - 한국통합물류협회 ····· 162
<그림 4-6> 물류시설 화재안전 제도개선 건의안 ····· 164

<그림 5-1> 사업 비전 및 목표 설정 ····· 191
<그림 5-2> 한국건설생활환경시험연구원(KCL) 화재본부 ····· 195
<그림 5-3> BMW 안성 물류센터 실내외 전경 ····· 196
<그림 5-4> 피난안전성 확보기술 분야 특허 ····· 197
<그림 5-5> 위험도 기반 관리 분야 특허 ····· 205
<그림 5-6> 제1차 스마트 물류시설 인증 결과 ····· 211
<그림 5-7> 물류시설 현장조사 및 기반기술 분야 특허 ····· 212
<그림 5-8> 세부 과제간 연계성 개요도 ····· 216
<그림 5-9> 세부 추진기술 로드맵 ····· 219

<그림 6-1> 사업 추진 체계 ····· 237

<그림 7-1> 주요 검토 항목 ····· 282
<그림 7-2> 세부 편익 및 비용 항목 ····· 282
<그림 7-3> 비용편익분석 프로세스 ····· 283

제1장 기획개요

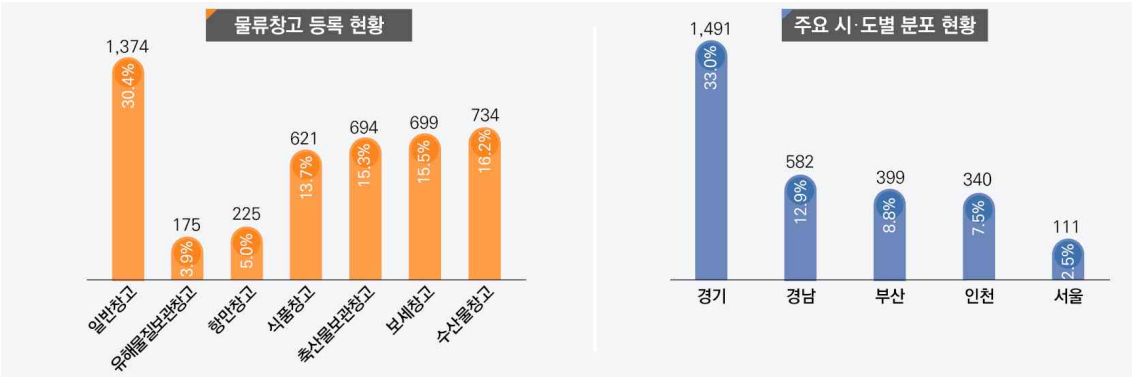
제1장 기획개요

제1절 기획배경 및 필요성

1. 기획추진 배경

■ 물류수요가 높아지면서 물류시설의 개소 증가

○ 물류시설법 등에 따라 20년 12월 등록된 물류창고는 4,522개소이며, 시도별로는 경기 (1,491개소, 33.0%), 경남 (582개소, 12.9%), 부산 (399개소, 8.8%) 순으로 분포



〈그림 1-1〉 물류시설 현황

○ 물류창고의 등록추이를 보면 표 1-1과 같이 최근 5년('16~'20)간 연평균 362개소가 신규로 등록

〈표 1-1〉 물류시설 등록 추이

구분	'15년 이전	'16	'17	'18	'19	'20
신규등록(개소)	2,711	176	304	257	342	732

〈N 대형창고〉

〈G 물류터미널〉

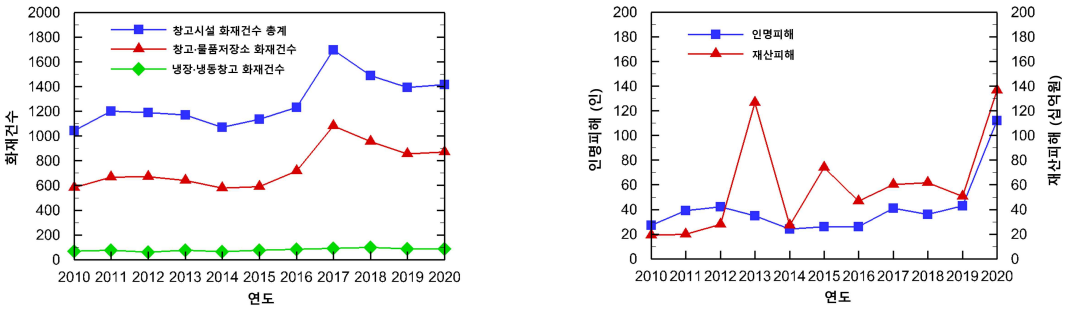
〈C 대형창고〉

〈J 물류터미널〉

〈그림 1-2〉 대형 물류창고 전경

물류시설 화재로 대규모 피해 발생

○ 물류시설에서 발생하는 화재사고는 지난 10년간 매년 1,000 여건 이상으로 지속적으로 발생하고 있고, 화재사고에 따른 피해현황으로 매년 수십명의 인명피해와 수백억원의 재산피해가 발생



<그림 1-3> 물류창고 화재사고 발생 및 피해 추이

○ 구체적으로는 표 1-2와 같이 최근 5년간 ('16~'20) 총 7,227건(연평균 1,445건)의 물류창고 화재가 일어났으며, 인명피해 측면에서는 5년간 총 258명(사망 55, 부상 203), 연평균 51명(사망 11, 부상 40)의 피해가 발생

<표 1-2> 물류창고 화재피해 및 발생원인 현황

구 분	화재 (건수)	인명피해(명)			원인			
		소계	사망	부상	부주의	전기	기계	기타
계	7,227	258	55	203	3,305	1,995	384	1,543
2016	1,233	26	0	26	553	317	82	281
2017	1,696	41	2	39	827	419	88	362
2018	1,490	36	3	33	620	444	87	339
2019	1,392	43	4	39	645	403	57	287
2020	1,416	112	46	66	660	412	70	274

○ 특히, 최근 군포 복합물류터미널화재 ('20.4, 창고건물 2개층 전소), 이천시 물류창고 공사현장 화재 ('20.4, 사망 38명, 부상 10명), 용인시 양지 물류센터 화재 ('20.7, 사망 5명, 부상자 8명) 등 대규모 화재가 발생

[군포 복합물류터미널 화재]

[이천 물류창고 화재]

[양지 물류센터 화재]

<그림 1-4> 물류시설 화재사고

범정부의 각종 대책에도 물류시설 대형화재 사고 지속 발생

○ 정부합동대책인 물류창고 화재안전 강화방안('20.8)에서 "대형 물류창고 화재대응 기술개발"의 추진을 통해 물류창고의 특성을 반영하는 화재안전 관리방안 강화 계획 추진

- 물류창고를 총괄하는 법령에 안전관리 규정이 부재하며, 소방시설·전기안전·시설물 등 각 개별 법령에 규정되어 총괄적인 안전관리가 어려움

세계 물류시설 관련 화재안전 규제 및 관리 강화

○ (미국) 물류시설의 안전관리 강화를 위해 화재위험요인 분석, 화재대응 계획 수립 등의 가이드라인 수립 (OSHA, 물류시설 안전관리 규정)

○ (유럽) 물류시설을 화재안전 관리 강화를 위한 시설 내 규정, 소방훈련, 통제 시스템 등의 가이드라인 제시

○ (일본) 소방 및 재난관리 과학기술전략계획을 수립하여 사전·사후 대응 및 원인 분석을 포함하는 사전예방적 PDCA 관련 내용을 추진

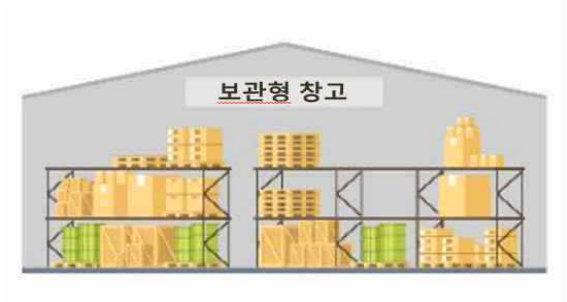
○ (중국) 물류시설·보관물품의 특성평가를 통한 화재예방 설계 및 화재대응 구조 건설 강조

2. 기획추진 필요성

연구 필요성

○ 물류시설은 화재 위험성이 높은 시설로서 화재대응·피난이 어려운 조건임에도 국내 물류시설 화재안전 기술의 개발 경험이 미미한 실정이며, 안전관리 규정이 미흡한 상황

○ 물류시설은 분류와 유형에 따라 화재 위험도와 피난특성이 상이한데, 현재의 안전규정에서는 물류창고가「창고시설」로 단순 용도분류되어 제시되어 있으며, 물류시설의 특성을 반영하는 최적 화재대응이 곤란

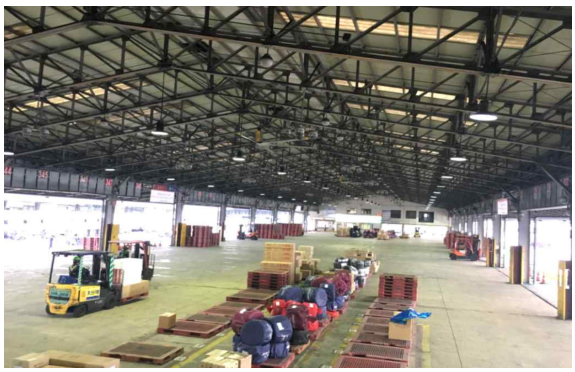


[보관형 창고]

[유통형 창고]

[랙크 창고]

[자동화 창고]



[상온 창고]

[냉장·냉동 창고]

<그림 1-5> 다양한 분류와 유형의 물류시설

○ 특히 물류시설 대형화(비대면 소비 증가 등), 설비추가(보관 외 포장·가공기능 확대), 전력수요 확대(저온상품 수요 증가) 등의 추세로 인해 사고 위험성이 증가하고 있으며 이에 대응하기에 한계

- 물류시설은 구조와 보관형태 등에 따라 높은 하재하중, 다량의 유독가스 발생, 냉장·냉동 기계설비, 대규모 공간, 지하층 포함, 화재진화·피난 곤란 등의 화재안전 측면에서 위험성이 높은 특성을 보유

- 물류시설의 경우 창고 내 물류이동·운송의 작업성 향상 및 냉장·냉동 보관실 특성 등을 반영하는 과정에서 화재안전 시설 일부에 대해 기준이 완화되었음

[단열재 마감]

[높은 화재하중]

[냉장·냉동 설비]

[대규모 공간]

[창고안 설비]

[지하층 포함]

<그림 1-6> 물류시설 특성 일례

○ 따라서 물류시설에서 화재사고 발생시 인명피해 최소화를 위한 피난안전성 향상 기술과 최적의 화재대응을 위한 위험도 기반 관리 기술의 개발이 필요

[물류시설 화재특성 및 타 건축물과의 차이점]

물류시설 특징	일반 건축물과의 차이점	화재거동, 피난 및 대응의 특이점
[1] 수용물품의 대량・집중화	◦화재하중 (MJ) : 일반 건축물의 3 ~ 6배	◦수용물품의 대량・집중화 → 화재 거동에 가장 크게 영향을 미치는 화재강도 (MJ/s)가 일반 건축물 화재에 비해 수배에 이를 것으로 예측
[2] 대공간・고천정화	◦층고 : 일반 건축물의 2 ~ 6배 ◦층면적 : ・ 축구장의 2.4배 (S사 사례) ・ 축구장의 6.8배 (D사 사례) ・ 축구장의 3.8배 (C사 사례)	◦수용물품의 대량・집중화, 대공간・고천정화 → 연기발생량이 수배 증가 → 화재강도 3배, 층고 3배 조건에서 연기 발생량은 5.8배 증가
[3] 풀필먼트 시설 증가	◦물류시설이 저장,보관의 기능을 넘어서 물류업체가 판매업체의 위탁을 받아 보관,선별,포장,배송,재고관리 등 모든 과정을 담당하는 방식 ◦과거 재실자수 적다는 가정 → 재실자가 다수 존재하는 추세	◦대공간・고천정화 → 화염확산 방지를 위한 방화구획 성능확보 곤란 → 방화스크린셔터의 화염확산 방지 면적이 일반 건축물에 비해 10배 이상 증가 경향 → 천정에 설치되는 화재감지기 위치조건으로 화재감지에 시간소요 → 감지시설이 일반 건축물에 비해 고성능 제품 필요
[4] 비정규 근로자 증가	◦물류시설의 내부 환경에 익숙하지 않은 비정규 작업자가 증가	◦수용물품의 대량・집중화, 대공간・고천정화, 보관구조 및 형식 → 기존 스프링클러의 소화성능 확보 곤란 → 소화시설이 일반 건축물에 비해 고성능 제품 필요
[5] 냉장・냉동창고의 경우 영하의 온도 환경	◦저온상품 수요 증가로 인해 냉장・냉동 창고가 증가하고 있고, 영하의 온도 환경이 유지	◦냉장・냉동 창고의 경우 영하의 온도 환경 → 영하의 온도환경에서 기존 화재감지 및 소화시설의 원활한 성능확보 곤란
[6] 대규모 설비 설치	◦냉장・냉동 설비, 자동 운송・적재 설비 등 대규모 설비가 설치되고 상시 운전되는 운영 환경	◦대공간・고천정화, 풀필먼트 시설 증가, 비정규 근로자 증가, 지하층 포함 → 화재 발생시 신속한 피난이 힘들고 피난시간 지체 발생
[7] 건축구조 및 재료	◦패널자재와 단열재의 대량 사용으로 화재하중 증가 및 유독가스 다량 발생	◦대규모 설비 설치 → 화재발생 확률 및 사고 위험성 증가
[8] 보관구조 및 형식	◦선반과 랙크의 다단・다열 구조로서, 화재시 스프링클러에서 방출되는 소화수가 화염에 접촉되기 곤란	◦건축구조 및 재료 → 패널자재와 단열재의 화재안전 성능 향상 필요
[9] 지하층 포함	◦용적률 산정시 지하층이 제외되고 열손실 감소의 잇점 등으로 인해 지하층 포함 선호	◦풀필먼트 시설 증가 → 재실자 밀도 증가의 반영이 필요 → 과거 재실자수 적다는 가정에서 재실자가 다수 존재하는 추세
[10] 분류와 유형 복합・다양화	◦보관형, 유통형, 랙크식, 자동화, 상온, 냉장・냉동 창고 등 화재위험도와 피난 등이 상이한 특성 내재	◦분류와 유형의 복합・다양화 → “창고시설”로 단순히 용도분류하여 화재대응을 고려하기에 한계 발생

국가지원 필요성

○ 물류시설에 대한 화재안전 개선안 제시 및 대응기술 개발에 대해서는 정부의 정책적 선도와 체계적인 대응책 제시가 핵심적인 사항으로서 정부의 연구개발 지원을 바탕으로 산학연 합동 대책마련이 시행될 필요가 있음

○ 정부에서는 최근의 물류시설 화재피해에 대한 대책으로 관계부처 합동으로 물류시설 화재안전 대책을 제시하고 있으며, 대책 중 일부로서 물류시설의 피난안전 확보와 최적 화재대응방안 수립을 위한 기술개발 추진 계획을 확정

○ 정부의 물류시설 화재안전 대책*이 차질없이 수행되기 위해서 물류시설 화재시 인명손실 저감을 위한 중장기 연구 진행이 필요

* 물류창고 화재안전 강화방안(관계부처 합동, ‘20.8), ‘20년 제3차 안전정책조정위원회(관계부처 합동, ‘20.9), 물류창고 화재안전 실태조사 및 개선방안 제시(소방청·국토부, ‘20.7~‘20.9)

○ 물류산업은 노동집약에서 기술집약 산업으로 전환되고, 이에 따라 물류시설의 대규모화, 집적화, 설비화가 진행되고 있으며 이런 추세에 있어 정부지원의 화재안전성 향상을 통해 국내 물류산업에 대한 경쟁력 강화에 일조할 수 있음

○ 한편 국정과제 이행방안 마련의 측면에서도, 물류시설 화재안전 대응을 위한 전문기준·안전시설 등의 기술개발을 위해 정부부처의 전략적 R&D 투자가 필요

[물류시설 화재안전 개선을 위한 정부 합동 대책]

1 관계부처 합동 대책 개요

목표

- **물류창고 특성을 반영한 화재 안전관리 강화**

추진 방향

- 사업자의 안전관리 강화 등 **물류창고 안전관리 체계 정비**
- 소방·전기 등 **물류창고 화재안전 기준 개선**
- 화재 발생 시 **신속한 피난 유도** 등 인명 보호조치 강화

추진 과제

1 물류창고 안전관리 총괄 기능 강화(국토부)

- **물류창고 사업자의 안전관리 대응 강화**
  - (현행) 물류시설법에 내진설계 기준 외 안전관리 규정 없음
  → (개선안) 안전관리 강화 규정 신설
- **관리자·근무자용 화재안전 관리 매뉴얼 마련**(신규)
- **대형 물류창고 화재대응 기술개발(R&D) 추진**(신규)

2 물류창고 특화된 화재 안전기준 신설(소방청)

- **창고 유형별, 용도별 특성 반영한 소방시설 설치기준 마련**
  - (현행) 일반창고 기준 적용 → (개선안) 물류창고 전용 기준 신설

3 전기설비 사용전검사 범위 확대(산업부)

- **사용자 전기설비에 사용전검사 의무화**
  - (현행) 1,000kW 이상만 검사 → (개선안) 모든 사용 설비로 확대

4 화재 시 근로자 보호조치 강화(고용부)

- **책임자 역할·사고별 조치 등 비상 대응지침 개발**(신규)
- **근로자 대피 교육 콘텐츠 보강 등 관리자 교육 강화**
  - (현행) 일반적인 관리감독자 역할·임무 교육
  → (개선안) 사업장 근로자 비상대응·대피 요령 콘텐츠 보강
- **창고업 위험성 평가 모델 보완**
  - (현행) 추락 등 위험 평가(화재·폭발 없음) → (개선안) 화재·폭발 추가

[물류시설 화재안전 개선을 위한 정부 합동 대책]

2 물류창고 안전관리 총괄기능 강화 (국토부)

◆ **(단기)** '**물류창고 화재안전 관리매뉴얼**'(관계부처 합동) 보급, **교육·훈련** 실시

◆ **(장기) 법령에 안전관리 강화 규정 신설**, 안전강화를 위한 **기술개발** 추진

< 단기과제 >

○ (**매뉴얼 발간**) 시설 관리자·근무자 등이 숙지하여야 할 화재안전 관리 사항을 정리한 '**물류창고 화재안전 관리 매뉴얼**' **보급**

(국토부 · 소방청 · 건설기술연구원 등 합동, '20.12월)

※ 국토부(7.27~8.3) 및 소방청(7.27~8.25) 주관으로 실시한 **물류센터 실태점검 결과 반영**

< **물류창고 화재안전 관리 매뉴얼 주요내용(안)** >

◇ 화재사고 **예방적 측면과 재해 시 피해 최소화 측면**에서 관리체계 수립

◇ 잠재적 화재사고 위험을 **사전 예방하기 위해 준수해야 할 수칙** 정리

◇ 사고 피해 최소화 위해 **화재신고·피난 요령** 등 대응 프로세스 수립

○ (**교육 · 훈련**) 민방위 훈련 등 활용하여 **인근 소방서**와 **합동**으로 물류센터 대상 **대피 · 소방설비 사용훈련** 등 실시(국토부·소방청)

< 장기과제 >

○ (**법령 정비**) 물류창고 **등록업체**에 대해 시설 관리 · 운영 등에 대한 **안전관리**를 **강화**토록 **규정 신설** 추진(「물류시설법령」 개정, ~'21년)

- **시설·근로자 안전관리** 등을 위해 **필요한 조치를 강구**(하위규정에서 구체화) 하도록 하는 등 물류창고 **화재 사고 예방조치 강화**

(현행) **내진설계 기준 외에 안전관리 규정 없음**	⇨	(개선안) **안전관리 강화 규정 신설**

○ (**R&D 추진**) 대형 물류창고에 대한 화재안전기준 개선 및 관련 기술개발 등을 위한 **물류창고 화재대응 R&D 신규 추진*** ('20년~)

* 기획연구('20년 하반기~'21년 상반기) → 과제선정('21년.下) → 연구과제 시행('22년~)

- 화재 발생시 인명피해 최소화를 위한 **피난 안전성 향상 기술**과 최적의 화재대응을 위한 **위험도 기반 관리기술** 등 개발

기술수준

○ 선진국(미국, EU 등)은 물류시설의 화재공학 연구력과 실규모 화재 실험·평가를 바탕으로 물류시설의 위험도에 따른 맞춤형 화재대응 기술 및 제반 기준*을 정립하고, 물류산업 안전향상과 활성화 추진

* 물류시설 화재안전 기준 확보 : 미국(NFPA, ICC, FM Global), EU(FPA, CFPA)

○ 반면, 국내 물류시설 화재안전 기술은 매우 부족한 실정*이며, 물류시설의 구조 대형화와 기능 복합화 및 유형 다양화 등에 대응 곤란 (재난현장 화재대응 기술은 미국의 74.0% 수준, '18년)

* 전문가 대상 기술수준분석 결과 (기획과제 수행)

구분		한국	미국	EU	중국	일본
물류시설 피난안전성 확보기술 개발	최고기술 보유국		◎			
	기술수준 순위	4	1	2	5	3
	기술수준 그룹	추격그룹	선도그룹	선도그룹	후발그룹	추격그룹
	기술수준(%)	61.3	100.0	90.2	55.9	74.5
	기술격차(년)	5	0	1	6	3
물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발	최고기술 보유국		◎			
	기술수준 순위	4	1	2	5	3
	기술수준 그룹	추격그룹	선도그룹	선도그룹	후발그룹	선도그룹, 추격그룹
	기술수준(%)	64.6	100.0	92.9	57.0	80.0
	기술격차(년)	5	0	1	6	3
물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발	최고기술 보유국		◎			
	기술수준 순위	4	1	2	4	3
	기술수준 그룹	추격그룹	선도그룹	선도그룹	추격그룹	추격그룹
	기술수준(%)	63.8	100.0	94.4	59.4	79.2
	기술격차(년)	5	0	1	6	3
물류시설 현장조사 및 제도화	최고기술 보유국		◎			
	기술수준 순위	4	1	2	5	3
	기술수준 그룹	추격그룹	선도그룹	선도그룹	추격그룹	추격그룹
	기술수준(%)	66.9	100.0	90.2	58.3	80.8
	기술격차(년)	4	0	1	5	3

○ 기술니즈에 대응하여 민간·공공분야에서 기술개발을 추진하려 해도 밑바탕이 되는 기반기술과 핵심자료*가 미미

* 물류시설 화재강도 산정, 화염확산 예측, 수용물품 등급화 및 DB, 재실자 밀도 등 기반기술과 핵심자료 미흡

제2절 기획의 목적

1. 기획 목표

■ 본 기획연구는 물류시설에서 화재 발생시 인명피해 최소화를 위한 피난안전성 향상 기술과 비용효율적인 최적 화재대응을 위한 위험도 기반 관리 기술을 개발하는 연구사업을 기획

○ 화염·연기 확산방지, 방화구획, 피난, 배연, 마감재료 등 안전시설에 대해서 물류시설에 효과적인 개선방안 도출을 통해 물류시설의 피난안전성을 확보하고, 물류시설에 적합한 맞춤형 화재대응 기술 개발 사업 기획

○ 국내 물류시설의 분류와 유형을 고려한 화재 위험성 평가기법 및 위험도 기반 관리기술을 개발하고, 물류시설에 대한 전문적인 화재안전 규정의 제도화 사업 기획

2. 기획 범위

■ 물류시설 화재안전의 연구개발 사업범위 제시

○ 국내외 관련 문헌검토 및 유관 개념에 대한 다각적인 검토를 통한 물류시설 화재안전 개념 재정의

○ 글로벌 메가트렌드 변화에 따른 미래 물류시설 트렌드 변화 예측 및 화재사고 증가로 인한 물류시설 화재안전 기술 니즈 변화요인 도출

○ 미래 물류시설 화재안전 트렌드 변화 및 다양한 화재안전 기술 니즈 충족을 위한 핵심문제 이슈 도출 및 문제이슈 해소를 위한 기술적 대응방안 수립

■ 기존사업과의 차별성 및 연계방안 상세 분석

○ 물류시설 화재안전 관련 연구개발 투자동향 분석을 통한 중점 투자분야 및 투자 공백분야 도출

○ 타부처의 유관사업 및 유사과제 분석을 통한 유사중복 회피방안 및 차별화·연계방안 수립

○ 기 추진사업 및 과제의 연구개발 성과현황 분석을 통한 성과연계 방안 도출

물류시설 화재안전 관련 기술개발 로드맵 수립

○ 물류시설 화재안전 관련 정부 연구개발 투자동향 분석 및 과제현황 분석을 통해 신규투자분야에 대한 중장기 기술개발 로드맵 수립

○ 타 부처 유관사업 연구개발 성과를 적극적으로 활용할 수 있는 성과연계 방안 및 차별화 전략 수립

물류시설 화재안전 관련 기술개발 사업 전략 및 세부추진계획 수립

○ 물류시설 화재안전 연구개발사업의 사업추진 방향성 수립을 위한 문제이슈 도출

○ 사업 추진방향성에 부합하는 사업비전, 전략목표, 성과목표, 성과지표 등의 목표체계도 수립

○ 산학연 전문가 기술수요조사 및 전문가 그룹의 기획위원회를 통한 세부기술개발 과제 및 우선순위 도출

○ 중점분야별 과제구성에 따른 인력투입계획 및 소요예산 산정

○ 성공적 사업추진 및 성과창출 극대화를 위한 중점분야 또는 추진과제별 차별화된 사업추진 체계(사업단, 연구단, 일반과제 등) 설정

사업추진 타당성 검토 및 위험요인 분석

○ (정책적 타당성) 사업추진의 시의성, 정부지원 필요성, 상위계획과의 부합성 검토를 통한 정책적 타당성 확보

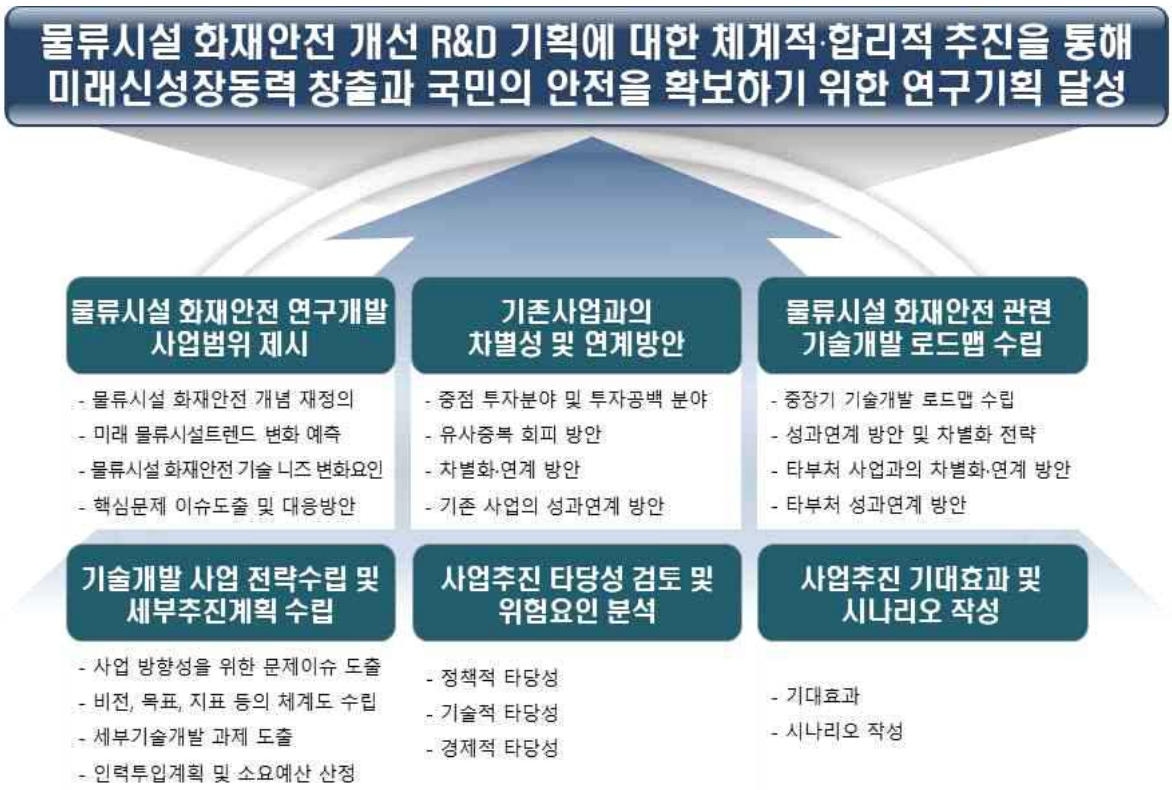
○ (기술적 타당성) 사업비전·목표의 적절성, 사업목표 달성을 위한 사업구성 내용의 적절성, 기획과정의 합리성 등에 대한 기술적 타당성을 확보

○ (경제적 타당성) 추진과제별 특성을 고려한 다양한 편익추정 방법론(시장수요 접근법, 비용감소 효과, 피해비용 저감법 등) 적용을 통한 총 편익 추정

사업추진 기대효과 및 시나리오 작성

○ (기대효과) 사업의 성공적인 추진 및 성과창출을 통해 예상되는 기술적·사회적·경제적 기대효과 분석

○ (시나리오 작성) 물류시설 화재안전 개선을 통해 예상되는 미래사회 모습 및 물류시설에 대한 청사진·시나리오 작성



<그림 1-7> 물류시설 화재안전 개선 기획연구 추진 범위

제3절 기술분류 및 내용

1. 기술분류체계 개요

물류시설 화재시 인명안전 확보 및 최적 화재대응 방안 제시에 중점

○ 물류시설에서 피난설계, 화염·연기확산 방지 및 건축재료의 난연성 개선 등을 통하여 물류시설 화재발생시 인명안전 확보를 위한 기술체계 포함

○ 종류가 다양한 물류시설에 대해서 최적의 화재대응 방안 제시와 적용을 위해서 화재 위험도 평가와 위험도 기반의 관리를 위한 기술체계 제시

물류시설의 특성을 반영한 화재대응 기술 개발 포함

○ 대규모 수용물품 보관과 관리 및 유통에 따른 물류시설의 건축·화재 특성을 고려하여 맞춤형의 화재대응 기술 개발을 위한 기술체계 제시

물류시설 화재대응 개선을 위한 기반기술 개발 제시

○ 물류시설 화재대응 개선 분야의 검토·분석 및 연구개발을 위해서 필요한 기반기술이 현재 매우 미미한 현실로서, 본 기획에서 연구수행의 기술체계로 제시

개발결과의 체계적·효과적 적용을 위한 연구내용 제시

○ 연구개발 결과의 적용성 향상을 위한 현장적용 활용 및 관련 법령 반영 추진

2. 기술분류체계안

피난·방화, 화재위험 평가, 맞춤형 화재대응 및 현장조사·제도화 등의 대분류를 바탕으로 기술분류체계안 제시

○ 본 연구기획의 목표와 내용을 바탕으로 정리된 기술분류 체계는 표 1-3과 같이 대분류와 중분류로 제시

○ 물류시설 화재시 피난안전성 확보를 위해서 기본적으로 피난·방화 규칙의 관련 분야에 대해서 물류시설의 화재·건축적 특성을 반영한 개선안 개발 포함

○ 분류와 유형이 다양한 물류시설의 비용효율적인 최적 화재대응을 위해서 물류시설의 분류체계에 따른 화재 위험성을 평가하고 위험도를 기반으로 화재대응 관리 기술 개발 포함

○ 다량의 화재부하, 대공간, 랙식구조, 냉장・냉동 등을 조건을 가지고 있는 물류시설에 대해서 맞춤형의 화재대응 기술 개발 필요

○ 물류시설의 현장조사와 상세분석을 통해 화재안전 기반자료를 구축하여 제공하고, 연구결과의 현장적용과 현장적용을 통한 제도화 포함

<표 1-3> 기술분류 체계도

대분류 (1차분류)	중분류 (2차분류)	비고
피난 및 방화 기술	물류시설 피난안전 개선 기술	"피난 안전성 향상 기술"
	물류시설 화염·연기 확산방지 및 방화구획 개선 기술	
	물류시설 마감재료 및 단열재 성능향상 기술	
위험도 기술	물류시설의 정량적 화재 위험성 평가 기술	"위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술"
	물류시설 화재위험 체크리스트 및 지표화 기술	
	물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인	
맞춤형 화재대응 기술	냉장·냉동창고 화재대응 기술	"맞춤형 신기술"
	물류시설 특성을 반영한 화재대응 및 방호 기술 개발	
	냉장·냉동창고 화재거동 분석 기술	"물류 화재안전 기반 데이터 구축"
현장조사 및 제도화	물류시설 현장조사 및 온라인등록·DB 구축	
	수용물품 등급화 및 화재강도 기준 정립	
	물류시설 화재안전 현장적용 및 제도화	"현장적용·제도화"

제2장 동향조사 및 환경분석

제2장 동향조사 및 환경분석

제1절 국내외 정책동향

1. 국내 정책동향

가. 국정운영 4개년 계획

■ 국정운영 5개년 계획은 5대 목표 및 20대 국정전략을 달성하기 위해, 100대 국정과제를 추진하여 487개의 실천과제를 수립

○ 대선 공약을 기초로 국민제안 사항, 정책 현안 등을 종합적으로 고려하여 새 정부 100대 국정과제를 선정

- 100대 국정과제는 실행력을 제고하기 위해 487개 실천과제로 세부분류하고 각 실천 과제별로 연차별 이행목표와 이행계획을 설정

국가비전	국민의 나라 정의로운 대한민국				
5대 국정목표	국민이 주인인 정부	더불어 잘사는 경제	내 삶을 책임지는 국가	고르게 발전하는 지역	평화와 번영의 한반도
20대 국정전략	1. 국민주권의 촛불 민주주의 실현 2. 소통으로 통합하는 광화문 대통령 3. 투명하고 유능한 정부 4. 권력기관의 민주적 개혁	1. 소득 주도 성장을 위한 일자리경제 2. 활력이 넘치는 공정경제 3. 서민과 중산층을 위한 민생경제 4. 과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명 5. 중소벤처가 주도하는 창업과 혁신성장	1. 모두가 누리는 포용적 복지국가 2. 국가가 책임지는 보육과 교육 3. 국민 안전과 생명을 지키는 안심사회 4. 노동존중 · 성평등을 포함한 차별 없는 공정사회 5. 자유와 창의가 넘치는 문화국가	1. 풀뿌리 민주주의를 실현하는 자치분권 2. 골고루 잘사는 균형발전 3. 사람이 돌아오는 농산어촌	1. 강한 안보와 책임국방 2. 남북 간 화해협력과 한반도 비핵화 3. 국제협력을 주도하는 당당한 외교
100대 국정과제 (487개 실천과제)	15개 과제 (71개 실천과제)	26개 과제 (129개 실천과제)	32개 과제 (163개 실천과제)	11개 과제 (53개 실천과제)	16개 과제 (71개 실천과제)

출처 : 대한민국 정부(2020), 대한민국 100대 국정과제

<그림 2-1> 문재인 정부의 국가비전 – 5대 국정목표 – 20대 국정전략

○ (국정과제 33) 소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도기반 구축은 4차 산업혁명 대응, 생태계 조성, 인프라 조성 및 융합 확산, 소프트웨어 경쟁력 강화, 역기능 대응을 추진

- 물류시설 화재안전과 관련된 규제를 개선하고 그에 따른 핵심 기술력 확보

○ (국정과제 55) 안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축은 승강기 사고, 화재 등 재난과 안전사고로부터 국민생명 및 자산 보호 강화 추진

- 물류시설 화재안전에 대한 선제적 화재예방 및 화재 대비 관리 기술을 추진하기 위해 위험도를 기반으로 하여 물류시설 화재안전 대응 기술 마련 필요

○ (국정과제 56) 통합적 재난관리체계 구축 및 현장 즉시대응 역량 강화는 현장 대응 역량 강화를 통해 통합적 국가재난관리체계 구축을 마련하고 재난에 대한 사전 예·경보 시스템 구축 및 사후 조사·치료 강화

- 물류시설 화재안전관리 체계 구축을 위해 피난안정성 기술을 확보하고 현장조사를 바탕으로 한 DB확보 및 맞춤형 화재대응 기술 개발 추진

더불어 잘사는 경제 전략4. 과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명		
국정과제 33	소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축	▪ 4차 산업혁명의 인프라 구축, 규제 개선 및 핵심 기술력 확보 ▪ 소프트웨어 기업 육성·양성 및 ICT 역기능에 선제적으로 대응
내 삶을 책임지는 국가 전략3. 국민안전과 생명을 지키는 안심사회		
국정과제 55	안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축	▪ 교통사고, 승강기 사고, 지진, 화재 등 각종 재난과 안전사고로부터 국민생명 보호 강화 추진
국정과제 56	통합적 재난관리체계 구축 및 현장 즉시대응 역량 강화	▪ 국가재난 컨트롤타워 역할 정립과 소방·해경 등 현장 대응 역량 강화를 통해 통합적 국가재난관리체계 구축 ▪ 재난에 대한 사전 예·경보 시스템 구축 및 사후 조사·치료 강화

출처 : 국정기획자문위원회(2017)

<그림 2-2> 문재인 정부의 물류시설 화재안전 관련 분야 국정전략

해양수산부와 국토교통부는 「2016~2025 국가물류기본계획」을 통해 재난·재해 대응 물류체계 확보 및 지속가능한 물류산업 환경 조성 추진

○ 물류정책기본법은 국내 물류정책 및 계획을 수립, 시행, 지원하는데 필요한 법령으로 물류정책의 최상위 법령이며 국가물류 기본계획의 수립 및 시행, 물류시설 및 장비 확충 등에 대한 사항을 결정

비전	물류혁신과 신산업 창출을 통한 글로벌 물류강국 실현		
목표	물류산업 일자리 59 → 70만개	국제 물류경쟁력지수 (LPI) 21 → 10위	물류산업 매출액 91 → 150조원

추진과제	전략1	산업트렌드 변화에 대응한 고부가가치 물류산업 육성
	전략2	세계 물류 지형 변화에 따른 해외 물류시장 진출 확대
	전략3	미래대응형 스마트 물류기술 개발 및 확산
	전략4	지속가능한 물류산업 환경 조성

<그림 2-3> 국가물류기본계획의 비전 및 목표

○ 「2016~2025 국가물류기본계획」을 통해 물류기술개발 및 보급 기반구축을 통한 물류기업의 글로벌 경쟁력 제고와 신규물류시장 개척, 투자환경 조성 및 일자리 창출 전망

- ICT 융복합 기술이 접목된 물류기술개발 및 효율성 제고를 통해 성장하는 물류 시장에 효과적인 대응이 가능할 것으로 기대

■ 이천 물류센터 화재사고 이후 관계부처 합동으로 근원적 문제 해결을 통한 건설현장 화재사고 근절을 목표로「건설현장 화재안전대책」 발표

목표	근원적 문제 해결을 통한 건설현장 화재사고 근절

목표	
	1. 비용 절감보다는 근로자 안전 중심으로 기업 경영 유도
	2. 건설공사의 단계별 위험요인을 파악하여 지속적 관리
	3. 안전 관련 법·제도의 현장 작동성 강화

추진과제		
	전략1	산업트렌드 변화에 대응한 고부가가치 물류산업 육성
	전략2	세계 물류 지형 변화에 따른 해외 물류시장 진출 확대
	전략3	미래대응형 스마트 물류기술 개발 및 확산
	전략4	지속가능한 물류산업 환경 조성

<그림 2-4> 건설현장 화재안전대책의 비전 및 목표

○ 건설현장의 화재사고 발생 위험요인들을 분석하여 대책을 마련하고, 민간전문가들의 의견을 수렴

- 기존 완공된 건축물에 대한 범정부 화재대책과 달리 건설현장의 화재 안전 대책에 초점

* (발주자) 공사 전 적정 공사기간 산정, 무리한 공기 단축 시 형사처벌
* (건축자재) 샌드위치 패널은 준불연 이상 성능 확보, 우레탄폼 등 내단열재 및 창호에 대한 화재안전기준 신설, 화재안전 품질인정제도 도입
* (작업 중 안전조치) 가연성 물질 취급과 화기 작업의 동시 작업 금지, 강제환기 장치 설치, 안전전담 감리 확대
* (관리·감독) 위험작업 실시간 파악 시스템(신고제), 지자체의 지도 근거 마련

<표 2-1> 건설현장 화재 안전성 강화 주요 내용

구분	세부 내용
건설공사의 사전 안전성 확보	- 적정 공기보장 및 적격업체 선정 강화 - 유해위험방지계획서 현장 작동성 및 안전보건관리비 사용관리 강화 - 근로자 재해보험 가입 의무화
건축자재 화재 안전기준 강화	- 마감재에 대한 화재안전 기준 강화 - 내단열재·창호에 대한 화재안전 기준 신설 - 화재안전 품질인정제도 도입
화재위험 작업 중 안전조치 강화	- 화재폭발 위험 작업의 동시작업 금지 - 가스경보기, 강제환기장치 등 안전설비 설치 의무화 - 위험작업에 대한 감시기능 강화
화재발생 시 인명피해 최소화	- 화재발생 시 대피로 확보 등 긴급조치계획 수립 의무화 - 화재발생을 가정한 비상 대피훈련 정례화 - 화재진압 및 인명피해 최소화 대응체계 구축

출처 : 관계부처 합동(2020), 건설현장 화재 문제점 분석 및 저감방안

<표 2-2> 위험작업 관리·감독 개선방안 주요 내용

구분	세부 내용
위험작업 실시간 파악 시스템 구축	- 위험작업 신고제 등 도입 - 건설근로자 전자정보 활용을 통한 근로자 동선·위치 파악 - 위험현장을 추출할 수 있는 안전보건정보 빅데이터 구축
위험작업에 대한 관리·감독 강화	- 민간 (전문)인력을 활용한 순찰 확대 - 지방자치단체의 현장 지도 권한 부여 - 안전을 경시하는 현장은 즉각 패트롤 및 감독과 연계
화재 위험작업 예방 교육 강화	- 사업주 화재예방교육 강화 - 현장관리자, 화재감시자의 화재예방 역량 강화 - 근로자에게 위험요인 및 대응요령 주지 - 위험작업별 안전조치 표준 매뉴얼 보급

출처 : 경기연구원(2020), 건설현장 화재 문제점 분석 및 저감방안

나. 제5차 국토종합계획

■ 자적 운영과 국토 지능화 과제를 통해 교통·물류 서비스와 스마트시티 글로벌 경쟁력을 강화

○ 물류산업의 성장기반 마련

- 시장의 변화에 맞춰 물류산업의 성장을 제도적으로 지원

- 화물차 기반의 전통육상물류는 사업 규제를 완화하는 한편, 위·수탁제, 다단계 등 장기적으로 지속되고 있는 문제점을 개선하여 활력 제고

- 우리 기업이 글로벌 시장에 진출할 수 있도록 해외 네트워크 확장 지원

○ 도시물류 거점 육성과 철도 물류 효율성 제고

- 생활밀착형 도시물류 성장기반을 확충하고 공유형 물류시설 개발 지원

- 도심의 높은 지가를 감안, 다수의 물류기업이 공동으로 이용할 수 있는 공유형 물류인프라 구축 적극 추진

- 지속가능한 도심 물류인프라 확충을 위해 체육관·영화관·공원 등 선호 시설을 물류시설과 복합 개발하는 주민친화형 물류인프라 개발

○ 스마트 물류기술 확산과 산업 간 융·복합 물류체계 구축

- 스마트 물류센터 인증제, 물류신기술 지정제 등을 통해 물류로봇, 자동 하역장비 등 첨단 물류장비 기술개발 및 민간투자 적극 유도

- 4차 산업혁명으로 가속화되는 글로벌 기술경쟁에서 우위선점을 지원하기 위해 공공 물류 R&D 투자를 확대

〈표 2-3〉 제5차 국토종합계획 中 물류시설 분야 세부내용

교통・물류 서비스와 스마트시티 글로벌 경쟁력을 강화	
세부과제명	세부내용
물류산업의 성장기반 마련	▪ 시장의 변화에 맞춰 물류산업의 성장을 제도적으로 지원 ▪ 전통육상물류는 사업 규제를 완화 ▪ 국내 기업 해외 네트워크 확장 지원
도시물류 거점 육성과 철도 물류 효율성 제고	▪ 생활밀착형 도시물류 성장기반 확충 ▪ 공유형 물류시설 개발 지원 ▪ 공유형 물류인프라 구축 적극 추진 ▪ 주민친화형 물류인프라 개발
스마트 물류기술 확산과 산업 간 융·복합 물류체계 구축	▪ 첨단 물류장비 기술개발 및 민간투자 적극 유도 ▪ 공공 물류 R&D 투자 확대

출처 : 대한민국 정부(2019), 제5차 국토종합계획(2020~2040)

다. 제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획

■ 국토교통부 최초의 R&D 법정 종합계획인 "제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획"은 스마트물류 등을 포함한 8대 혁신성장동력을 통해 국토부 대표 브랜드 과제를 도출

○ 계획은 4대 전략, 12대 실천 과제로 구성되어 건설분야 및 교통·물류분야에서 다양한 연구개발 진행

- 유엔미래보고서 2050, 국토교통 비전 2045 등 국내외 미래전망 보고서에서 제시한 메가 트렌드 중 정부정책 부합성 및 국토교통 분야 연관도 등을 고려하여 선정

비전	혁신을 통한 성장, 사람 중심의 국토교통

목표	국토교통 R&D 예산 5,058억원→1조원	혁신성장동력 국가경쟁력 세계 3위	삶의 질 만족도 67.6점→75.9점	연구환경 만족도 60.5점→75.9점

추진전략	실천과제
4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성	▪ 초연결 도시 구현 기술개발 ▪ 무인이동체 자율주행 기술 개발 ▪ 디지털 기반 국토정보 기술 고도화
기술융합을 통한 새로운 가치창출	▪ 무인이동체 자율주행 기술 개발 ▪ 고부가가치 건설기술 창출 ▪ 기존 수송시스템 혁신기술 도입
사람 중심의 국토교통 기술개발	▪ 재난·재해 예방 등 안전 기술 개발 ▪ 친환경 생활공간 조성 기술 개발 ▪ 사회이슈 해결형 기술 개발
미래지향적 R&D 시스템 도입	▪ 국토교통 R&D 관리체계 혁신 ▪ 국토교통 연구개발 기반 강화 ▪ 연구개발 성과와 산업간 연결고리 강화

<그림 2-5> 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획의 비전 및 목표

○ 교통 물류 분야의 정책 방향으로 물류비용 절감 등 세계 10대 물류 강국 도약, 교통안전 및 복지향상, 기후변화 대비 온실가스 감축을 추진

- 그에 따르는 기술개발 대응 과제로 지능형 자동화물운송, 스마트 물류센터, 온실가스·미세먼지 제로 인프라 등을 추진

○ (스마트 물류센터) 배송시간 단축 등을 위하여 화물의 하역부터 이송 및 분류, 포장까지 One-Stop으로 수행하는 물류자동화 시스템 및 로봇 등 개발

- (이송·분류) 물류센터 내 화물을 컨베이어 벨트 등으로 이송 동시에 형태 · 중량 · 크기별로 분류하는 시스템 등 개발로 물류 생산성 향상

- (보관·포장) 유리, 반도체, 의약품, 신선화물 등을 손상시키지 않기 위한 스마트 보관 및 포장 시스템 개발로 물류서비스 고부가가치화

- (하역) 트럭-물류센터 간 하역 기술, 물품 창고 입고와 동시에 재포장 ·배송하는 크로스 도킹 기술 개발 등으로 노동집약적 하역환경 개선

로봇활용 물류 자동화

크로스도킹 기술 개요

출처 : 국토교통부(2018) 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018-2027)

<그림 2-6> 노동집약적 하역환경 개선 사례

라. 제4차 국가안전관리 기본계획

■ 각종 재난 및 사고로부터 국민의 생명·신체·재산을 보호하기 위해 국가의 재난 및 안전관리의 기본방향을 설정하는 최상위 계획으로 국민을 안전사고로부터 보호하기 위한 계획

○ 제4차 계획의 개선방향은 국제적 동향과 정부의 국정철학을 충실히 반영

비전
365일 전국민 안심사회

목표
안전책임을 다하는 정부/ 스스로 안전을 지키는 국민/ 재난에 강한 안전공동체

핵심지표
재난·안전사고 사망자 40% 감축

전략 1. 포용적 안전관리	▪ 안전취약계층 보호·지원 ▪ 국민 참여형 재난안전 교육·훈련 ▪ 국민 안전권 보장기반 마련 ▪ 안전관리계획의 실행력 제고
전략 2. 예방적 생활안전	▪ 국민생명 지키기 3대 프로젝트 ▪ 미세먼지 감축 및 먹는 물 수질관리 ▪ 생활주변 안전환경 조성 ▪ 일상생활 속 안전문화 확산
전략 3. 현장중심 재난대응	▪ 재난대응체계 혁신 ▪ 육상·해상 현장대응역량 강화 ▪ 지자체·민간 재난관리역량 확대 ▪ 재난현장의 정보·소통체계 개선
전략 4. 과학기술 기반 재난관리	▪ 미래·첨단 재난안전 산업육성 및 기술개발 ▪ 대형 복합재난으로부터 회복력 확보 ▪ 기후변화에 대한 선제적 대응 ▪ 대규모 재난 관리역량 강화 ▪ 국제협력 증진 및 해외재난으로부터 국민 보호

<그림 2-7> 제4차 국가안전관리기본계획의 기본 방향

국토 교통부 시설물 재난·사고의 대응 주요과제 및 대책

○ 시설물 노후화 대비 선제적 관리체계 정착

- 기존의 안전성 중심의 시설물 관리에서 내구성능, 사용성능 등을 종합적으로 고려한 시설물 성능평가체계 구축

- 안전진단체계의 혁신을 위한 로드맵 작성 및 제도개선, 설계·시공 및 유지관리 정보의 통합 및 환류체계 구축

○ 4차 산업혁명 기술을 활용한 시설물 안전 및 유지관리 고도화

- 시설물 안전 및 유지관리 기술혁신 생태계 조성을 위해 기업의 혁신역량 강화를 위한 제도 개선 및 지원체계 구축

- 새롭게 개발되는 안전 진단 및 유지관리 기술 장비의 신속한 현장적용을 활성화시키기 위해 성능검증체계 마련

○ 융·복합을 통한 미래대비 산업발전 기반 조성

- 시설물 안전·유지관리 기술자의 전문성 제고를 위해 우수인력 양성을 위한 기반을 마련하고, 시설물 전 생애를 망라하는 토털비지니스 모델을 개발하여 고부가가치 산업으로 전환

○ 국민소통형 시설물 안전 및 유지관리 서비스 구축

- 시설물 안전 문화의 확산을 위해 시설안전체험장 신설, 청소년 안전교육강화, 대국민 교육 및 홍보 활성화 추진

마. 제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획

국가과학기술심의회에서 재난안전기술 개발 및 환경조성을 뒷받침하며, 국민 삶의 질을 향상을 위한 '제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(안)'을 수립

○ SMART 기술개발로 '국민 맞춤형' 안전복지 구현이라는 비전으로 서비스·기술·산업을 긴밀히 연계하여 ① 국민안전 확보를 위한 맞춤형 서비스 개발(안전서비스) ② 미래·신종재난 대비 재난안전기술 선진화(안전기술) ③ 현장 실용화 중심의 안전 생태계 구축(안전산업) 등 3대 추진전략과 10개 추진과제로 추진

비 전	SMART 기술개발로 '국민 맞춤형' 안전복지 구현
목 표	국민 삶의 질 향상을 위한 재난안전기술 개발 및 환경 조성

추진전략	추진과제
Ⅰ. 국민안전 확보를 위한 맞춤형 서비스 개발 (안전서비스)	1. 국민생활 안심서비스 개발 2. 재난피해자 지원서비스 개발 3. 재난피해로부터 회복력 강화 기술개발
Ⅱ. 미래·신종재난 대비 재난안전기술 선진화 (안전기술)	4. 재난안전 위험요소 예측·영향평가 기술개발 5. 빅데이터 기반 재난안전 정보활용 기술개발 6. 재난안전 융·복합 대응 기술개발 7. 로봇 및 인공지능 기반 재난안전 관리지원 기술개발
Ⅲ. 현장 실용화 중심의 안전생태계 구축 (안전산업)	8. 재난안전 전문인력 양성 교육훈련 기술개발 9. 재난안전산업 실용화지원 기술개발 10. 현장중심 협력형 기술개발

관리과제(종합계획의 실효성 강화)

1 범부처 연계·협력체계 구축	2 성과관리체계 구축

출처 : 국가과학기술심의회(2018), 제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(안)

<그림 2-8> 제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(안) 비전 및 목표

○ 특히, 물류시설 화재안전 개선을 위해 위험요소 예측·영향평가 등을 활용한 재난환경 변화를 예측하여 선제적으로 대응 추진

- 재난 대비 모니터링 통한 예측 및 안전위험 요소별 취약성과 위험성평가 기술 개발

- 수집된 빅데이터를 분석하여 사회현안 및 국민 니즈(Needs) 파악, 재난상황 의사결정 지원, 위험징후 등 정보활용 기술개발

- AR, VR, CPS 등 신기술과 융·복합한 재난대응 기술개발

- 지진, 대형화재 등 극한 재난 상황에서 로봇 및 인공지능, 인공위성, 무인항공기 등 활용한 기술 개발

바. 제1차 화재안전정책 기본계획

■ 화재안전 정책의 패러다임이 사고대응에서 사전예방 중심으로 전환되면서 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」에 의하여 5년마다 수립

○ 정책의 목표는 다양하고 동채적인 화재위험으로부터 국민을 적극적으로 보호하고, 일상화된 위험요인 제거를 통해 안전하고 행복한 사회를 보장

비전	화재로부터 안전한 나라
목표	[정책목표] 안전한 제도 기반 마련, 안전한 생활공간 조성 국민 안전 보호 및 안전한 미래 대비 [저감목표] 5년간('17~'21년) 화재 10% 감소 * 화재저감 종합대책과 연계 추진

추진전략 및 과제	추진전략(4)	중점과제(12)
	안전한 제도 화재안전 제도개선	1 화재위험 특성에 따른 안전기준 마련 2 화재안전관련법령분석 및 성능위주설계 제도 보완 3 소방특별조사제도 전문화
	안전한 공간 안전생활 환경조성	1 주거·생활 공간 안전성 보장 2 대형화재 취약시설 안전관리 강화 3 재해약자 시설 안전관리 강화
	안전한 문화 대국민 화재 예방 홍보교육	1 국민참여형 홍보 2 체험위주의 화재예방교육 확대 3 안전문화 확산
	안전한 인프라 미래 화재안전 기반(인프라) 확충	1 화재안전기술 개발·보급 2 화재안전 전문인력 역량 강화 3 화재안전정책 기본계획 추진기반 확보

출처 : 국민안전처(2017), 제1차 화재안전정책 기본계획

<그림 2-9> 제1차 화재안전정책 기본계획 주요 전략체계

○ 화재위험특성에 따른 위계적 안전기준 마련 및 평가·환류를 통한 지속적 개선

- (특정소방대상물 지정·관리) 물류시설과 같은 화재위험도가 높은 신종 및 위험용도에 탄력적으로 대응하기 위해, 정기적으로 대상별 화재위험성 평가 → 특정소방대상물 신규 지정

출처 : 국민안전처(2017), 제1차 화재안전정책 기본계획

<그림 2-10> 화재위험특성에 따른 안전기준 마련 프로세스

○ 공동소방안전관리 개선, 대상물 특성에 따른 안전관리 강화

- 관리권원별 소방안전관리자를 선임하는 대신 → 소방시설법(제20조)에 따른 보조자를 선임하여 관리 효율성 제고

- 관리권원별 개별 안전관리 책무(개별 점포, 관리구역) 및 공동 소방안전관리 협의체 구성 운영에 대한 의무 부여

- 나아가, 공동소방안전관리제도의 실효성 확보를 위해, 공동소방안전관리에 관한 의무 위반자에 대한 벌칙(과태료) 부과 방안 검토

<표 2-4> 공동소방안전관리 개선방안

	현행	개선방안
선임 대상	▪ 고층건축물(11층 이상), 지하가 ▪ 복합건축물(5천㎡, 5층 이상) ▪ 판매시설(도매/소매시장) 中 관리권원이 분리된 곳을 소방본부장, 소방서장이 지정	▪ 좌동 中관리권원이 분리되어 있는 경우 (⇒ 요건 충족 시 공동 선임)
선임 · 안전 관리	▪ 선임(공동소방안전관리자)	▪ 선임(좌동) + 보조자 선임 ▪ 안전관리 - 관리권원별 소방안전관리 - 공동안전관리협의체 구성·운영
제재	▪ 미선임(벌금 300만원)	▪ 미선임(벌금 300만원) ▪ 공동안전관리의무미이행(과태료200만원)

출처 : 국민안전처(2017), 제1차 화재안전정책 기본계획

2. 국내 법제도

■ 건축 및 구조물의 화재에 대한 예방 및 대응에 관한 관련 법·제도는 국토교통부, 고용노동부, 소방청에서 설정하여 추진 중

○ (국토교통부) 건설산업기본법, 건설기술진흥법, 물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률, 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 등

○ (고용노동부) 산업안전보건법, 산업안전보건기준에 관한 규칙 등

○ (소방청) 소방기본법, 위험물안전관리법, 화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률, 자연재해대책법 등

가. 국토교통부

■ 건설산업기본법

○ 이 법은 건설공사의 조사, 설계, 시공, 감리, 유지관리, 기술관리 등에 관한 기본적인 사항과 건설업의 등록 및 건설공사의 도급 등에 필요한 사항을 정함으로써 건설공사의 적정한 시공과 건설산업의 건전한 발전을 도모함을 목적으로 추진

■ 건설기술진흥법

○ 이 법은 건설기술의 연구·개발을 촉진하여 건설기술 수준을 향상시키고 이를 바탕으로 관련 산업을 진흥하여 건설공사가 적정하게 시행되도록 함과 아울러 건설공사의 품질을 높이고 안전을 확보함으로써 공공복리의 증진과 국민경제의 발전에 이바지함을 목적으로 추진

■ 물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률

○ 이 법은 물류시설을 합리적으로 배치·운영하고 물류시설 용지를 원활히 공급하여 물류산업의 발전을 촉진함으로써 국가경쟁력을 강화하고 국토의 균형 있는 발전과 국민경제의 발전에 이바지함을 목적으로 추진

■ 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙

○ 이 규칙은 「건축법」 제49조, 제50조, 제50조의2, 제51조, 제52조, 제52조의4, 제53조 및 제64조에 따른 건축물의 피난·방화 등에 관한 기술적 기준을 정함을 목적으로 추진

나. 고용노동부

산업안전보건법

○ 이 법은 산업 안전 및 보건에 관한 기준을 확립하고 그 책임의 소재를 명확하게 하여 산업재해를 예방하고 쾌적한 작업환경을 조성함으로써 노무를 제공하는 사람의 안전 및 보건을 유지 · 증진함을 목적으로 추진.

산업안전보건기준에 관한 규칙

○ 이 규칙은「산업안전보건법」제5조, 제16조, 제37조부터 제40조까지, 제63조부터 제66조까지, 제76조부터 제78조까지, 제80조, 제81조, 제83조, 제84조, 제89조, 제93조, 제117조부터 제119조까지 및 제123조 등에서 위임한 산업안전보건기준에 관한 사항과 그 시행에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 추진

다. 소방청

소방기본법

○ 이 법은 화재를 예방 · 경계하거나 진압하고 화재, 재난 · 재해, 그 밖의 위급한 상황에서의 구조 · 구급 활동 등을 통하여 국민의 생명 · 신체 및 재산을 보호함으로써 공공의 안녕 및 질서 유지와 복리증진에 이바지함을 목적으로 추진

위험물안전관리법

○ 이 법은 위험물의 저장 · 취급 및 운반과 이에 따른 안전관리에 관한 사항을 규정함으로써 위험물로 인한 위해를 방지하여 공공의 안전을 확보함을 목적으로 추진

화재예방, 소방시설 설치 · 유지 및 안전관리에 관한 법률

○ 이 법은 화재와 재난 · 재해, 그 밖의 위급한 상황으로부터 국민의 생명 · 신체 및 재산을 보호하기 위하여 화재의 예방 및 안전관리에 관한 국가와 지방자치단체의 책무와 소방시설등의 설치 · 유지 및 소방대상물의 안전관리에 관하여 필요한 사항을 정함으로써 공공의 안전과 복리 증진에 이바지함을 목적으로 추진

자연재해대책법

○ 이 법은 태풍, 홍수 등 자연현상으로 인한 재난으로부터 국토를 보존하고 국민의 생명 · 신체 및 재산과 주요 기간시설(基幹施設)을 보호하기 위하여 자연재해의 예방 · 복구 및 그 밖의 대책에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 추진

라. 화재안전 관련 법·제도 종합

〈표 2-5〉 물류시설 화재안전 관련 법·제도 현황

구분		화재예방	화재대응
국토교통부	건설산업기본법	- **5년마다 건설산업진흥 기본계획을 수립·시행** (**건설공사에 관한 안전**·환경보전 및 품질의 확보대책)	-
	건설기술진흥법	- **건설공사를 시행하는 경우** 안전점검 및 **안전관리계획을 수립**하고, 착공 전에 이를 발주자에게 제출하여 승인	- 가설구조물이 **안전에 지장이 없도록** 가설구조물의 **구조적 안전성을 확인**
	물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률	-	-
	건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙	- 방화벽의 구조·고층건축물 피난안전구역 등의 **피난 용도 표시** (방화지구 안의 지붕·방화문 및 외벽)	- 직통계단의 설치 기준 - 피난안전구역의 설치 기준 - 방화구조 기준 - 방화구획의 설치 기준 - 복합건축물의 피난시설 기준 - 피난용승강기의 설치 기준
고용노동부	산업안전보건법	- 사업주는 위험으로 인한 **산업재해를 예방**하기 위하여 필요한 조치 의무 이행 - 사업주는 근로자가 근로장소에서 작업을 할 때 발생할 수 있는 **산업재해를 예방**하기 위하여 필요한 조치 실시	-
	산업안전보건기준에 관한 규칙	- **화재가 발생할 우려가 있는 장소**에서 해당 증기·가스 또는 분진에 의한 폭발 또는 **화재를 예방하기 위하여 통풍·환기 및 분진 제거 등의 조치 의무화**	- 사업주는 건축물, 위험물 건조설비가 있는 장소, **폭발이나 화재의 원인이 될 우려가 있는 물질을 취급하는 장소**에는 **소화설비 설치 의무**

소방청	소방기본법	-	- 소방청장, 소방본부장 또는 소방서장은 화재가 발생하였을 때에는 **화재의 원인 및 피해 등에 대한 조사 실시**
	위험물안전관리법	-	-
	화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률	- 소방특별조사 결과 **소방대상물의 위치·구조·설비 또는 관리의 상황이 화재** 예방을 위하여 **보완될 필요**가 있거나 화재가 발생하면 **인명 또는 재산의 피해가 클 것으로 예상**되는 때에는 관계인에게 그 **소방대상물의 개수(改修), 제한, 사용폐쇄, 공사의, 그 밖의 필요한 조치 시행**	- 제10조(**피난시설, 방화구획 및 방화시설의 유지·관리**) - 설치하여야 하는 소방시설 가운데 기능과 성능이 유사한 물 분무 소화설비, 간이 스프링클러 설비 등의 소방시설의 경우에는 **유사한 소방시설의 설치**를 면제
	자연재해대책법	- 정부는 국민의 생명, 재산 및 주요 기간시설을 보호하기 위한 자연재해 **예방기법 등의 발전을 촉진**하기 위하여 **방재기술의 연구·개발 및 방재산업을 육성**	-

출처 : 법제처 국가법령정보센터(http://www.law.go.kr/)

3. 국외 정책동향

가. 미국

■ **미국은 스마트한 화재진압을 위한 연구 로드맵을 수립하여 4차 산업혁명 관련 기술, 센서 및 소방장비 융합, IoT기술 등 소방분야 사이버-물리 시스템 구축 및 혁신을 본격 추진**

○ Smart Fire Fighting은 복원 全단계(사전 전후, 사건 발생)를 다루며, 화재 예방 및 보호 엔지니어링 및 소방서(서비스) 비상 대응의 모든 영역을 포함

○ 향상된 데이터 수집, 처리 및 통신을 통해 정보의 힘을 강화하여 비전을 달성하는데 방점을 두고 있으며, 비전은 아래와 같음

- 건물 거주자 및 지역 사회 구성원의 생명을 구하고 상해를 최소화
- 소방서(소방 서비스)의 전반적인 운영 효율성과 화재 방지 및 보호의 효율성 제고
- 화재로 인한 재산 손실 최소화
- 화재로 인한 비즈니스 중단 및 임무 연속성의 상실 최소화

■ **NIST(미국상무부)는 미국의 혁신 및 산업경쟁력을 강화하고 삶의 질 향상과 경제적 안정성을 향상시키는 것을 목표로 소방안전과를 중심으로 건물안전을 포함한 다양한 화재 관련 연구 및 기술개발을 추진**

○ 화재의 행동을 수치화하기 위한 측정 및 예측방법을 개발, 검증 및 활용하고 사람, 재산 및 환경에 대한 화재의 영향을 줄이는 수단을 제공

○ NIST의 화재 시험은 많은 데이터, 통찰력 및 지식을 제공, 화재 안전 엔지니어링 및 소방, 조사 및 화재 테스트에서부터 데이터 관리 및 의도적 레코딩에 이르는 모든 연구가 진행

- NIST의 전체 예산 중 약 75%가 실험 및 연구 프로젝트에 소요되고 있으며, 소방안전기술 R&D 사업 분야에도 많은 예산을 투입 중

○ 미국에서는 국립연구소(NIST의 BFRL)을 포함하여 보험풀(FM), 민간시험연구소, 대학연구소(WPI) 등에서 화재안전기초분야에 관한 연구를 수행

■ **미국방화협회(NFPA)는 미국의 화재예방, 안전교육, 조사연구 등 관련 정보를 제공 및 미국의 산업안전·화재 관련 기술표준을 제시**

○ 화재조사 부서를 통해 화재와 관련된 다양한 정보를 취합하고 분석함으로서 이를 토대로 표준 제시 및 기술개발 방향성을 제시

○ 주요 업무로는 합의된 코드 및 기준개발, 공공안전교육, 전문가 육성, 안전 정보제공을 수행

- (공공안전교육, Publick safety education) 화재, 전기 및 생명안전 지침을 통해 생명과 재산을 보호하기 위해서 여러 프로그램들을 제공

- (안전정보제공, An information resource) 화재자료분석, 연구, 기술적 산업적 이슈 등을 제공

OSHA는 Process Safety Management for Storage Facilities : 창고시설 안전관리 절차는 미국 직업안전건강법이 요구하는 기준과 규제에 부합하게 하여 근로자의 안전하고 건강한 근로환경을 형성하도록 권장

* OSHA(직업 안전 건강 관리청;Occupational Safety and Health Administration) 는 미국 노동청 산하 기관으로 근로환경 기준을 정립 및 확산시키며 훈련, 교육, 봉사 등을 실시

○ 안전관리 절차는 국가기준 전체를 다루기보다, 물류시설에 관련된 기준에 맞추어 작성하였으며, 증가하고 있는 창고 안전사고를 방지하기 위해 7개의 항목으로 세분하여 안전관리 절차 제시

- (근로자 참여) 물류시설의 안전은 근로자들의 안전기준 이행 및 관심이 큰 요소로 작용, 따라서 근로자 대상 안전기준을 구분하여 제시

- (안전관리절차의 관한 정보) “고위험물질에 관한 정보”, “시설기술에 관한 정보”, “시설장비에 관한 정보” 총 세 가지를 포함하여 관리자는 정보를 취합

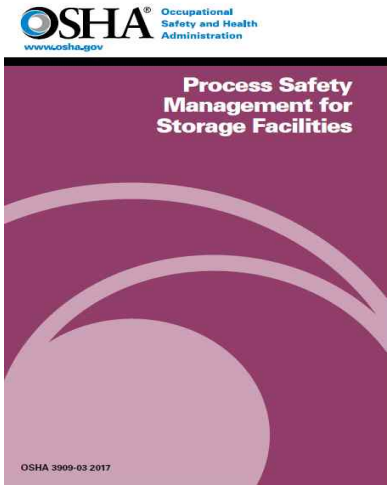
- (위험요인 분석) 확인된 위험요인을 통제하거나 완화할 수 있는 안전장치 권고 및 제어 가능한 기술 엔지니어링 제안

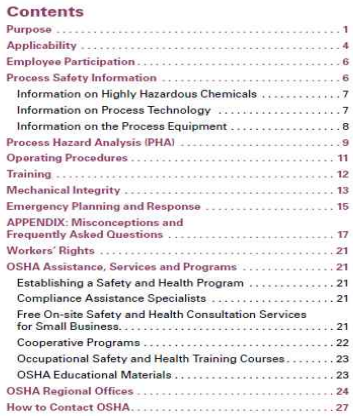
- (운영 절차) 관리자는 각 프로세스에 관련된 활동을 안전하게 수행하기 위한 운영 절차를 개발해야 하며 매년 운영 절차를 갱신

- (교육) 관리자는 모든 근로자를 대상으로 교육을 실시해야 하며 비상상황에서의 절차를 다루어야 함, 또한 일용직 근로자에게도 화재, 폭발, 유독가스 위험에 대한 교육을 필수 이수

- (기계적 완전성) 압력장치, 저장탱크, 배관 시스템, 펌프, 환기장치, 제어장치 등의 시설 내에 있는 장비들이 적절하게 유지 관리되도록 절차를 수립

- (비상계획 및 대응) 비상상황 시 근로자들의 정확한 위치파악과 창고 저장물의 위치파악이 필요하며, 이를 위해 시설과 근로자들의 목록 제작 및 방문자를 위한 대피절차도 마련





출처 : 미국 OSHA(2017), Process Safety Management for Storage Facilities

<그림 2-11> 미국 OSHA(2017), Process Safety Management for Storage Facilities

NFPA는 Structure Fires in Warehouse Properties 연구보고서를 통해 연간 창고 화재 발생 건수, 피해규모를 파악하고 창고시설의 스프링클러 설치의 중요성 강조하며 스프링클러 시스템의 설치를 제시

* NFPA(미국방화협회;National Fire Protection Association)는 국제비영리기관으로 화재, 전기 등에 의한 위험을 제거하기 위해 존재. 2018년기준 50,000명의 직원과 9,000명의 자원봉사자가 함께 기관을 구성

○ 2009년에서 2013년 사이에 발생한 창고 화재 1,210건을 살펴보면 평균적으로 3명 사망, 19명 부상, 1억 5,500백만달러의 직접 재산피해가 발생

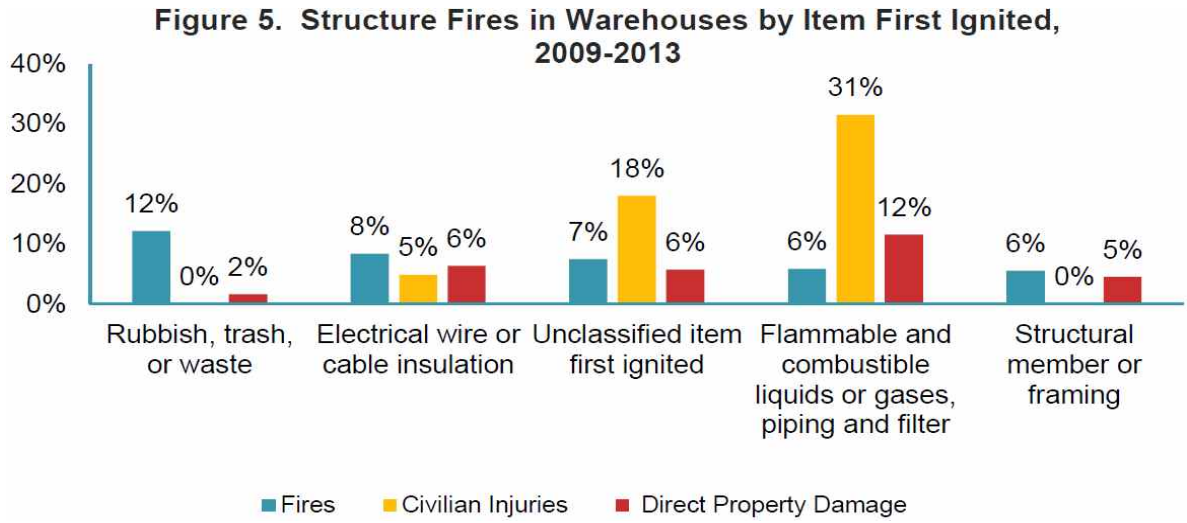
- 약 18%의 화재는 고의에 의한 발생이며 전기 분배, 조명 장비, 창고 구조에 의한 원인도 존재

출처 : 미국 NFPA(2016), Structure Fires in Warehouse Properties

<그림 2-12> 2009-2013 미국 창고 화재 원인

○ 인화성·가연성 액체, 가스, 배관 및 필터는 발화원인으로 6%를 차지하지만, 이로 인한 직접적인 재산피해는 31%로 가장 피해 발생률이 높음, 따라서 화재예방의 대책으로 스프링클러 시스템의 필수 설치를 제시

- 창고 건설 소재는 기술의 발전으로 화재보호를 이끌고 있지만, 아직까지 건축자재의 인화성·가연성 소재로 화재가능성이 높음. 스프링클러 시스템은 화재발생 시 84% 의 높은 화재 진압효과를 나타냈으며, 창고화재 61%감소에 기여



출처 : 미국 NFPA(2016), Structure Fires in Warehouse Properties

<그림 2-13> 창고 화재 초기 점화원

나. 유럽

■ EU의 「EU Horizon 2020」은 3대 우선과제(우수과학육성: Excellence Science, 산업리더십 강화: Industrial Leadership, 사회적 과제 해결: Science Challenges)를 선정하고 과제별 목표 달성을 위해 효과적인 연구 지원체계를 마련해 시행

○ EU Horizon 2020은 「제7차 EU Framework Programme (2007~2013)」의 후속 프로그램으로 2014~2020년의 기간 동안 800억 유로의 예산지원을 통해 EU의 미래 당면과제 해결을 위한 연구혁신과제를 지원

- (일반적 위기관리) 자연 및 인적 요인으로 발생할 수 있는 대규모 재난 상황을 가정하여 이에 대한 예측·예방·대응·복원의 단계별 대응을 모두 포함

- (재난 복원력 및 기후변화) 자연재해 상황을 가정하여 재난 복원력 및 위협 감소기술로 구성

- (기간시설 보호) 스마트 그리드를 통한 시설 간 상호운용성이 증가하는 상황에서 발생 가능한 재난상황에 대해 복원력을 향상시키기 위한 기술 및 수단의 개발을 목표

- (커뮤니케이션 기술 및 상호 운용성) 시민 안전 보호를 위한 차세대 광대역 통신시스템 구축 및 응급 상황에서의 활용성 증대로 구성

- (윤리적/사회적 측면) 재난대응상황에서 발생할 수 있는 위험인식의 문화적 측면과 시민사회의 내부위협을 예방하는 방안을 도출

○ EU는 Horizon 2020을 바탕으로 재난·재해로부터 안전 관련한 다양한 프로젝트를 추진 중

- ICARUS프로젝트와 SHERPA프로젝트 등 UAV, UGV를 이용한 실종자 수색, 구조연구기술을 연구 진행 중에 있으며, TRADR 프로젝트와 NIFTi 프로젝트는 재난 수습상황에서 인간과 로봇이 협업하기 위한 기술개발을 추진 중

- DARWIN 프로젝트, RASOR 프로젝트와 같은 자연·사회 재난대응기술과 Centauro프로젝트와 같은 재난구조·구난로봇기술 연구를 진행 중

- EU 공동연구센터는 해양사고 정보플랫폼(EMCIP), 홍수예측 및 알림 시스템(EFAS)과 재난·재해상황 표현을 위한 공간정보시스템(DMA)을 개발하여 제공

■ EU는 심각한 재난재해 위험에 대응하여 피해지역의 실질적인 지원과 효과적인 관리를 위해 회원 국가의 협력을 강화하는 시민사회 보호메커니즘(EU Civil Protection Mechanism)을 2001년부터 구성하여 운영

○ 시민사회 보호메커니즘(EU Civil Protection Mechanism)의 근간이 되는 EU 시민보호법에 따르면 재난관리 정책방향이 국가 위험성 평가와 위험관리계획을 포함한 재난예방과 대비단계에 보다 초점을 맞추고 있다는 점이 특징

■ CFPA EUROPE 은 European Guideline-Fire safety in warehouse를 통해 유럽 전역에 화재 예방 및 보호 방안 사례들을 통한 가이드라인을 제공

* CFPA EUROPE(유럽 소방방재협회연합;Confederation of national fire protection organisation Europe)은 화제 예방 및 보호와 환경파괴, 자연재해에 대한 위험을 줄이기 위한 규제와 기준을 만드는 기관

○ 화재위험관리를 9개의 분야로 세분화하여 시설의 건축단계에서부터 건물 배치, 화재 진압용수 공급 시스템 등에 대한 위험관리 가이드라인을 제시

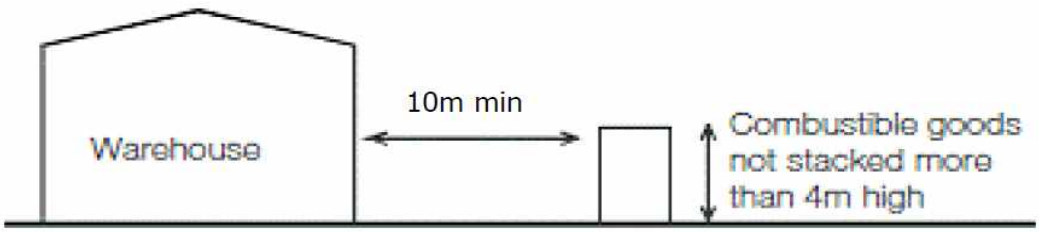


Figure 1: Ideal external storage arrangements

출처 : CFPA Europe(2017), European Guideline-Fire safety in warehouse

<그림 2-14> 이상적 외부 저장공간 배치 예시

<표 2-6> 화재위험관리 9개 분야

구분		세부 내용
시설 관리	실내	- 실내는 항상 청결을 유지하며 창고 물품이나 폐기물이 통로에 위치하지 않을 것 - 가연성 포장재의 재고량은 최소한으로 유지할 것 - 사용하지 않는 팰릿은 실내가 아닌 실외에 위치시킬 것
	실외	- 가연성 배송 대기 품목이 있을 경우, 창고가 실외가 아닌 실내에 둘 것 - 건물과 건물 사이는 최소 10m 간격을 유지할 것 - 주차 공간은 지정된 공간으로, 위험 시설 및 적재 구역에서 10m 이상 거리를 둘 것
화기 사용		- 창고 내에서의 용접, 절단, 등의 작업 금지 - 예외적으로 작업 수행 시 CFPA-E 기준을 이행할 것

단열	- 단열 시공 시 불꽃이 튀지 않는 방법으로 시공할 것 - 단열소재는 최소 60분의 내화성을 지녀야 할 것 - 단열폐기물은 주기적으로 제거할 것 - 화재발생 가능지역에 적절한 수의 소화기를 배치 시킬 것
난방	- 휴대용 히터와 팬의 사용을 금지할 것 - 가연성 물질과 최소 2m 간격을 두고 천장형 히터를 설치할 것 - 난방시스템의 파이프는 직접 외부와 연결할 것
전기, 가스 외 기타	- 국가표준을 따르며 전문 시공업자가 설치 및 점검을 주기적으로 시행할 것 - 조명은 창고에 물건 상단이 아닌 통로 상단에 설치할 것 - 유리 전구는 단독이 아닌 밀폐되어 있는 층을 함께 설치할 것
흡연	- 국가법률에 따라 창고 내 흡연은 엄격히 금지해야 하며 통지를 눈에 띄게 표시할 것 - 지정된 안전 흡연 구역을 제공하고 가연성 품목 창고시설로부터 10m 이상 거리를 둘 것
리프트 트럭	- 모든 트럭은 창고 내·외에서 안전하게 사용할 수 있도록 ATEX기준에 맞게 설계할 것 - 국가 관리 기준에 따라 배터리 구동 차량의 충전과 관리를 시행할 것 - 가솔린 또는 디젤 연료 트럭의 주유는 창고 밖에서 실시 할 것
위험물질	- 위험물질은 ATEX 기준에 맞게 저장, 사용 및 취급 할 것 - 위험물질 저장 시 국가 기준에 맞게 저장하며 화재가 발생해도 접촉하지 않도록 할 것 - 인화성 액체를 보관할 경우 유출 방지를 위해 팰릿을 사용할 것
화재예방	- 건물 출입인원을 확실하게 할 것 - 외부 저장고를 쾌적하게 유지해야 하며, 필요한 경우 물품, 유휴 팰릿 등을 최소한으로 할 것 - 외부 구역에 가연성 품목을 저장할 경우 거리를 2m 이상으로 할 것

출처 : CFPA Europe(2017), Fire safety in warehouse

❍ 방화에 대한 5개의 분야로 세분화하여 소방방재시스템의 설계, 설치 및 점검을 담당하는 실무자들의 역량 강화 강조

- 방화 5개 분야 뿐만 아니라, 물류시설 내 규율, 소방훈련, 관련 서류, 통제 시스템 등에 대한 세부적인 가이드라인을 제공하여 물류시설의 화재안전을 강화

<표 2-7> 물류시설 방화 가이드라인

구분	세부내용
화재경보 시스템	- 국가 표준에 맞춰 설치해야 하며 관할 소방서와 연결되어 모니터링이 가능할 것 - 컨베이어벨트, 자동포장 등의 시스템을 사용하는 경우 화재경보시스템이 작동 시 다른 시스템은 작동이 정지되도록 설치할 것
소화시스템	- 국가 표준에 맞춰 소화시스템을 설계할 것 - 소화전은 건물 입구에서 70m 이내에 설치해야 하며, 소화전 간 거리는 150m 이하로 설치할 것 - 스프링클러는 국가 표준인증을 받은 제품으로 설치해야 하며, 휴대용 소화전 또한 함께 설치할 것
구획화	- 창고를 건축할 때 건축 법규에 따라 설계할 것 - 벽과 바닥, 천장을 통과하는 배관, 케이블 등을 설치할 때 화재방지가 가능하도록 설치할 것 - 위험구역과 업무구역을 구분하여 설계해야 하며, 포장구역, 생산구역 - 전기실, 보일러실, 교환기실, IT 시설 등으로 구분하여 설계할 것
비상구	- 근로자들이 신속하고 안전하게 대피할 수 있을 것 - 탈출 경로와 비상구는 항상 방해하는 장애물이 없어야 할 것 - 대피로는 가능한 짧고 직선으로 설계할 것 - 비상구 표지판을 벽과 바닥에 의무적으로 설치 할 것
화재진압	- 현장에 소방관이 도착했을 시 즉시 화재진압이 가능하도록 할 것 - 소방관이 도착했을 때 화재진압 업무를 담당할 수 있는 인원을 배치시킬 것 - 소방차 및 장비가 자유롭게 지나다닐 수 있는 공간을 확보할 것

출처 : CFPA Europe(2017), Fire safety in warehouse

■ **독일의 도르트문트시 소방안전 연구소는 유럽연합과 독일연방 교과부 BMBF 자금으로 물류시스템, 로보틱스, 정보공학 및 통신공학 분야를 활용한 소방 R&D를 수행**

○ 칼스루에 소방연구소(KIT)는 현대화된 건물 진화를 위한 건물구조 연구, 현대건축공학연구, 소방관 진입 전략 등의 연구를 수행

■ **영국 정부는 2017년 런던 그렌펠 타워 화재 이후 대형 건축물의 화재 안전에 대한 규제를 강화하여 안전규제의 사각지대 해소**

○ 2017년 그렌펠 타워 화재는 1973년 완공된 노후한 건물의 2016년 리모델링 시 외단열 미장마감의 규제 미비로 가연성 외장재를 사용하여 4층에서 시작된 화재가 번져 24층까지 연소확대 되어 큰 인명피해를 초래

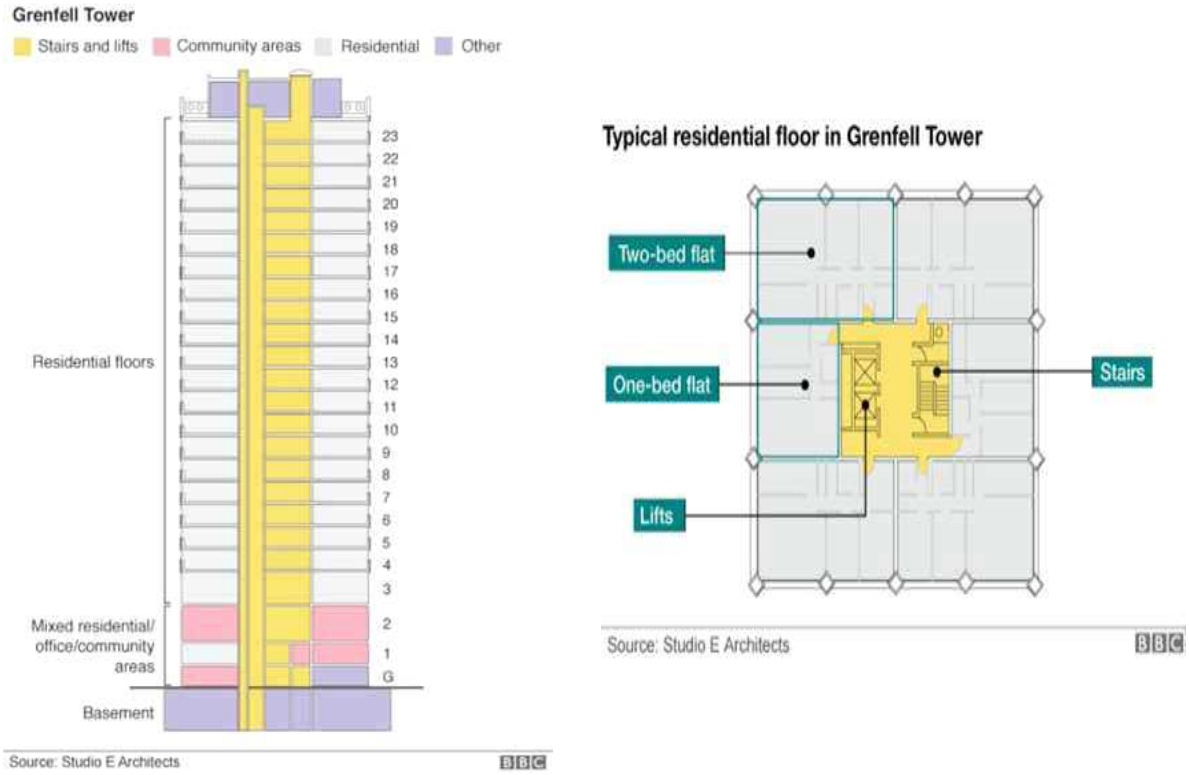
- 2007년 실시된 영국 건축법에 규정된 30미터 이상의 건물들에 대한 스프링클러 의무설치규정을 소급적용하여 과거에 지어진 건물들에 스프링클러 및 화재경보장치 등의 소방시설 설치를 의무화

❍ 2020년 이천 물류창고 대형화재의 원인으로 밝혀진 천장 및 벽체 우레탄 폼 연소에 의한 화재와 비슷한 사례로 영국 정부는 건물주와 관리인, 건물 내 근로자에게 각각의 건물 관리 의무를 규정하고 개정된 건축 법안을 제정

- 2018년 10월 가연성 소재를 외장재(우레탄폼, 알루미늄 복합소재 등 가연성 소재 마감재, 플라스틱, 목재 등)사용 금지 조치

- 새롭게 개정된 건축 법안은 고층 건물의 외벽에 가연성 물질 사용을 전면 금지(①높이 18m 이상의 주거용 건물, ②기숙사, 요양소, 병동시설 등의 대해서도 동일 적용)

* 새로운 법률안은 규칙을 준수하지 않는 건물주에게 형사처벌을 할 수 있는 권한을 명시



출처 : 한국건축시공학회(2017), 그렌펠 타워 화재를 고려한 주거시설 화재안전에 관한 연구

<그림 2-15> 그렌펠 타워 구조 도면

다. 일본

일본의 “소방 및 재난 관리 분야의 과학기술”은 보다 실질적인 연구결과를 사회에 환원할 수 있는 방안 및 정책 추진

* 일본 과학기술기본계획에 ‘안전한 사회’비전 목표를 실현하는데 소방 과학기술의 역할과 임무를 부여

○ 일본 지방자치단체 소방 기관, 총무성 소방 및 재난 관리기관(FDMA, MIAC), 소방방재청 등이 소방 및 재난 관리 분야 과학기술 연구 개발활동을 수행

- 현재 수행 중인 주요 R&D 프로젝트, 소방분야 로봇 기술개발, 지진 등 재난 연구, 혼잡한 도시공간의 화재대책 연구 등을 수행

○ 정부연구개발사업인 “소방 및 재난관리 과학기술 R&D 촉진 프로그램”(연구개발사업) 추진

- 2003년도에는 소방 및 재난 관리 분야의 산학관 연계 과학기술 연구를 촉진하기 위한 새로운 경쟁 조성 사업(350 백만불/년) 수립

- 2006 회계연도 말까지 4년 동안 민간 기업, 대학, 지방 정부 등이 공동으로 48건의 산학연 공동 연구 프로젝트 추진

- 2007년에는 「현장 니즈 중심 연구기금조성 계획」수립

○ 소방 재난 관련 소방 및 재난관리 과학기술전략계획으로는 사전사후 대응, 원인 분석을 포함하는 사전예방적 PDCA(Plan, Do, Check, Act) 관련 내용을 포함

- 정보기술, 센스기술, 방재 및 저항을 위한 과학기술의 신소재와 같은 신기술 사용에 대한 기대가 포함

- 화재 및 재난 부문 R&D 시스템 개선을 통해 사용자와 조달부서를 연계하고, 연구개발시 소방기관의 참여를 독려

- 소방 및 재난관리 과학기술전략계획은 5개 분야의 화재 예방 및 재난관리 연구개발의 우선순위를 제시

<표 2-8> 소방 및 재난관리 과학기술전략계획 5개 분야

구분	세부내용
① 재해 대응 전산화 추진	- 재난 대응을 위한 전산화, 재난 이해 및 분석을 위한 장비의 연구 개발 - 재난을 평가하고 예측하기 위한 시뮬레이션 - 재해 발생 시 정보의 전송 - 소방관 및 다른 부서용 장치(비)통합 시스템 사용 등
② 고령자 및 특히 재해에 취약한 사람들의 안전보장	- 고령자, 영유아, 장애인 및 재해 발생시 돌보는 사람들을 위한 대피 및 기타 조치를 지원하는 장치 개발 - 정보를 전송하는 장치, 대피 장치, 그러한 장치를 평가하고 기술 표준을 설정하는 방법 개발
③ 소방, 응급 처치 및 구조 기술 향상	- 화재 진압, 응급 처치 및 구조, 소방 및 구조 로봇 연구 및 심층 지하화재 및 구조 활동 지원 시스템 - 응급 조치 강화, 끄기 어려운 재료의 소방 방법, 화재 및 구조를 위한 장비 및 시설 강화
④ 유해물질 및 유해물질 설비의 안전성 평가	- 유해 폐기물 시설의 안전 확보, 신소재의 위해성 평가 연구 개발 - 효과적인 사고 예방을 위한 사고 분석 방법, 유해 물질 사고 발생 및 확대 예측 방법, 안전성 평가 방법
⑤ 환경보호 추진	- 작은 환경적 영향을 줌으로써 환경을 보호, 위험 물질 누출을 방지 - 탐지 및 대응할 수 있는 기술 등

출처 : 기획재정부(2018), 소방R&D 기능조정 및 소방과학연구실 역할 재정립

일본은 각 부처별로 다양한 연계를 통해 소방R&D를 추진하고 있으며, 그와 관련된 예산 또한 꾸준히 증가

❍ 소방청과 자자체인 동경도의 방재센터를 주축으로 소방방재 관련 R&D를 추진

- 동경도 방재센터의 경우 재해 발생 시 재해대책본부를 중심으로 각 방재기관과의 유기적인 협력체계가 정보시스템 차원에서 구축(지진방재정보시스템(DIS) 및 응급대책지원시스템(EMS)을 활용)

❍ 소방안전R&D의 고도화를 위해 9개 중점분야를 설정하여 이에 따른 분야별 전략계획을 수립

<표 2-9> 일본의 소방R&D 9대 중점분야

구분	세부내용
① 화재예방 및 방화기술	- 화재에 관한 상세한 분석 - 화재원인조사기술의 고도화에 관한 연구 - 화재현사에 관한 시뮬레이션기술의 고도화 - 방화대상물의 대규모화, 고층화, 심층화, 복잡화 등에 대응한 종합적방화안전대책 - 신기술의 소방시설기기 등에의 적극적 활용
② 방재 및 감재대응기술	- 재해 시 원호를 필요로 하는 인원에 대한 대응 충실 - 방재교육 등 실효성의 향상 - 소방방재 훈련 및 연습의 체계화 - 소방방재자원의 효과적· 효율적 활용 - 지진 등 재해 패해 예측 시스템의 고도화 - 지진화재에 의한 피해경감을 위한 연구 - 도시형 화재에의 대응능력 향상
③ 방재정보 및 통신기술	- 대규모 화재 시 통신의 확보 - 대규모 화재 시 정보파악 및 전달 - 정보통신기술을 활용한 소방기관 등 행정기관의 재해대응지원 - 재해정보의 공유 - 소방 활용에 필요한 정보의 고도화
④ 소화기술	- 고성능 소화약제의 개발 및 선진적 소화기술의 개발 - 고도의 소방 방호복 등 자재의 개발
⑤ 구조기술	- 고성능 구조자재의 개발 - 활동현장에서의 안전을 확보하기 위한 기술개발
⑥ 구급대응 기술	- 구급업무를 효율적으로 실시하기 위한 부대배채 등에 관한 기술개발 - 구급업무의 고도화 추진 - 소방 · 구급대원의 노동환경 개선
⑦ 위험물시설 등 보안기술	- 위험물시설 노후화대책의 연구개발 - 지진 등 피해예측기술 및 피해경감기술개발 - 새로운 위험성을 가진 물질 등의 성상파악 및 소화방법 확립 - 신소재 개발 등에 대응한 규정화 추진
⑧ 특수재해 대응기술	- 방사선에 대한 안전 확보 기술 - 나트륨, 리튬 등 특수한 위험물의 소각 등 소화기술개발 - 폐기물 화재 소화기술개발 - 지하시설 등에서 소방대원의 안전한 활동을 지원하는 기술 - 지하시설 등으로부터 효과적인 피난유도기술에 대한 연구개발
⑨ 국민보호 및 NBC재해 대응기술	- ICT 등 최첨단기술을 활용한 피난유도, 정보전달의 원활한 실시 - NBC재해에 대응하기 위한 방호자재의 고도화 - NBC재해에 대한 초기대응기술의 확립

출처 : 소방방재청(2013), 차세대핵심소방안전기술개발기획연구

■ **일본 총무성 재해 대책본부는 업계의 협력을 기반으로 한 연구개발을 촉진하기 위해 소방방재 과학기술진흥사업을 추진**

○ 이 연구 프로그램은 소방안전 및 재해 대비 과학기술발전을 촉진하고 안전하고 안전한 사회를 달성하는데 목적으로 추진

○ 해당 사업 및 연구결과가 다른 분야로 확대되어 화재 안전성에 대한 연구개발이 더욱 촉진 될 것으로 기대

- 기타큐슈 (九州) 대학 소방 안전 연구 개발 센터가 소방 방재 특집을 발간하면서 키타 큐슈대학, 지방 산업 및 소방서가 수행하는 화재안전 및 재해대비 관련 연구 개발이 확대

■ **일본은 화재 및 재난방지 기술개발을 위해 총무성 소방청 산하 소방연구센터(NRIFD)를 국가기관으로 설립하여 화재 및 방재 관련 연구 및 개발, 화재의 원인에 대한 조사, 유해 물질의 유출 관련 지원 등을 수행**

○ 소방연구소 연구과제로는 화재와 연소에 대한 과학적인 접근, 화재 제어, 화재와 재난에 대응하는 소방지원시스템, 안전에 기초한 화학산업 육성, 인명구조를 위한위험감지시스템, 대규모재난 규모감소 등을 다룸

■ **최근 화재 관련 과학기술/연구개발 정책의 초점은 첨단 정보기술을 활용한 대형 건물 화재진압 그리고 화재 발생 사전 예방, 감지 등에 중점**

○ 소방관의 안전과 시민의 안전을 극대화하기 위해 법/정책/소방활동을 연결하는 방향으로 변화

제2절 국내외 시장현황 및 전망

1. 물류시설 시장규모 및 전망

가. 국외 시장

■ 콜드체인 물류의 급속한 성장으로 인해 냉동·냉장 창고시장의 빠른 성장이 전체 창고·보관 시장의 성장을 견인한 것으로 분석되며, 특히 중국을 위시한 아시아 시장의 빠른 성장이 예상

○ 글로벌 창고·보관 시장은 2014년 약 291.8억 달러에서 연평균 11.1%의 성장률을 보이며 2019년 약 494.8억 달러 규모로 성장

<표 2-10> 글로벌 창고 · 보관 시장규모 현황, 2014-2019

(단위 : 10억 달러)

구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	CAGR (2014-2019)
시장규모	29.18	31.76	34.90	38.70	43.46	49.48	11.1%
YoY	7.72%	8.86%	9.89%	10.89%	12.33%	13.84%	-

출처: Global warehousing and storage market research, Technavio, 2018

■ 시장조사 업체 인도 인사이트 파트너스(Insight Partners)社에 따르면, 지난 2018년 43억 5,620만 달러였던 글로벌 물류로봇 시장 규모가 2027년에는 292억 9,340만 달러로, 연평균 19.1%의 높은 성장률을 기록할 것으로 전망

○ 특히 전자상거래 시장 확대에 따른 공급사슬 변화로 소비자 수요가 급증하는 반면 인력 부족은 더욱 심화되는 북미 등 선진국에서 물류로봇 도입이 확산될 것으로 예측

- 물류로봇이 도입되면 생산성·안전성 제고와 인원감축으로 인한 비용절감 등 효과가 기대

- 노르웨이 오토스토어(AutoStore)社의 자동창고형 피킹 시스템 '오토스토어'는 창고 내 전용 컨테이너에 화물을 자동 전달, 일본에서는 산업용 기기 업체 오카무라(Okamura)社가 오토스 토어 판매 계약을 체결

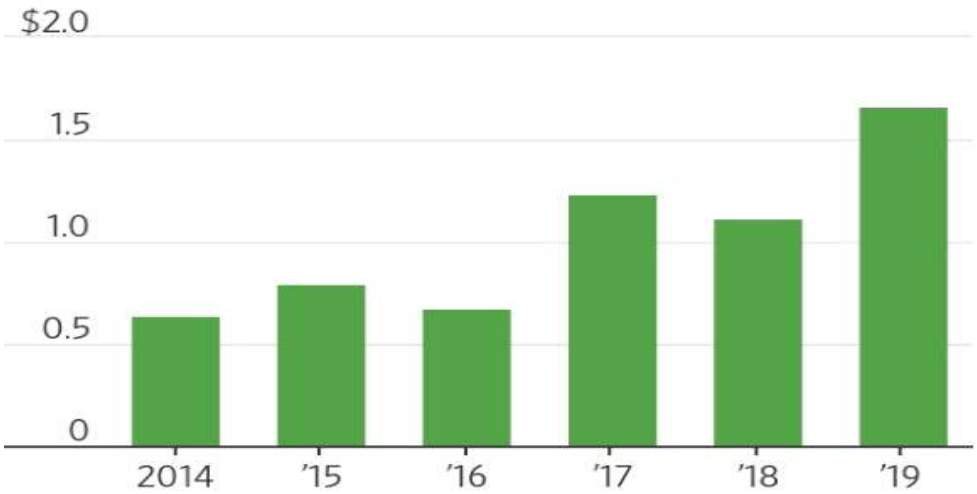
- 인도 스타트업 그레이 오렌지(Grey Orange)社는 로봇이 물류센터를 돌아다니며 선반 아래로 상품을 운반해 창고직원에게 전달하는 '버틀러 시스템(Butler System)'을 구축, 일본에서는 물류 기술기업 그라운드(Ground)社가 판권을 취득

■ **미국의 물류창고 매출은 2019년 1~9월의 기간 동안 17억 달러로 전년 동기 대비 2배 증가하고 3분기 창고 평균 가격은 1 ft^2 (약 0.09 ㎡) 당 414 달러로 3년 전의 1.5배를 기록하는 등 시장 성장세가 뚜렷**

○ 이는 상업용 부동산 시장이 불황으로 허덕이는 것과는 대비되는데, 특히 뉴욕시 브롱크스, 퀸스 등 지역에서는 가격이 크게 뛰어 100만 달러 미만으로는 창고 확보가 거의 불가능

- 캘리포니아 폰태너에서는 최근 수년 사이 1,600만 ft^2(149만 ㎡) 부지에 54개 물류창고가 건설되는 등 그동안 고층빌딩에 가려 관심 밖이었던 물류창고가 화려하게 부상

- 이와 관련, 부동산 정보업체 JLL社는 전체 물류비에서 운송· 인건비· 재고관리비 등이 차지하는 비중은 80%를 상회하는 반면 렌트비는 4.3%에 불과하다며, 대도시 인근에 물류창고를 지어 운송비를 줄이는 편이 전체 비용절감에 효과적이라고 분석



출처 : 한국교통연구원(2020), 글로벌 물류기술 동향 620

<그림 2-16> 뉴욕시 물류 창고 매출 (각 연도 1-3분기, 단위 10억달러)

○ 물류창고 약진은 온라인거래 급증에 따른 자연적 현상으로, 특히 아마존(Amazon)社를 비롯한 거대 유통업체의 온라인 택배에 초점을 맞춘 '배송 혁명'이 창고 붐을 촉발

- 물류창고 붐을 선도하고 있는 아마존社는 2019년 4월부터 아마존프라임 고객을 대상으로 당일 배송 서비스를 시작, 3분기에만 물류창고 확보에 8억 달러를 투입한 데 이어 4분기에는 15억 달러를 배정

- 월마트(Walmart)社도 2019년 가을부터 연회비 98달러를 내는 회원들을 대상으로 미 전역 200여 지역 1,400개 매장에서 당일 배송 구독 서비스를 실시했고 연말까지 전체 매장의 절반 정도인 1,600개 매장으로 구독 서비스를 확대

■ 미국 노동통계국(Bureau of Labor Statistics, BLS) 발표 자료에 따르면, 2020년 9월 '수송 및 창고' 산업 일자리는 전월 대비 7만4,000개 증가

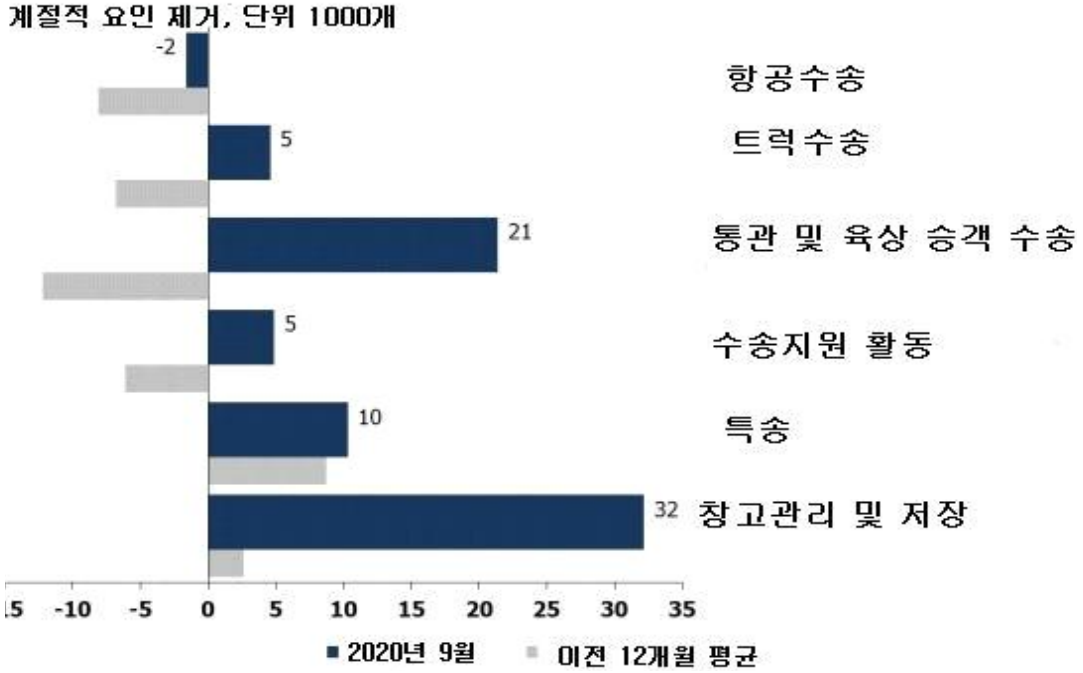
○ '창고관리 및 저장(Warehousing and Storage)'15) 부문 일자리가 전월 대비 3만2,000개, 통관 및 육상 승객 수송 일자리는 2만1,000개 증가한 영향이 큰 가운데, 창고관리 및 저장부문의 경우 코로나 바이러스가 본격 확산되기 이전 2월 수준을 완전 회복

- 물류기업들은 온라인 거래 시장 선점 및 유통 역량 강화를 위해 창고관리 · 저장 등 부문에서 고용을 확대해 온 가운데 연말연초 휴가 시즌을 맞아 계절 근로자(seasonal employee)도 충분히 확보할 계획

- 월마트(Walmart)社는 온라인 수요 충족을 위해 2만 명 이상, 타깃(Target)社는 소매업체 환경 변화에 대처하기 위해 13만 명 이상의 계절 근로자를 신규 채

용하겠다고 발표

- 래다알(Radial)社는 2만5,000여명을 계절 근로자로 채용할 계획이라며, 코로나바이러스로 인해 실업률이 증가하고 있지만, 개방형 물류(open logistics)와 유통 일자리를 채우기 위한 기업들의 움직임은 분주하다고 소개



출처 : 한국교통연구원(2020), 글로벌 물류기술 동향 641

<그림 2-17> 수송 및 창고관리 산업 전월대비 고용 변화

○ 물류기업들은 첨단기술이 접목된 자동화 시스템을 구축해 생산성을 높여왔음에도 불구하고 코로나바이러스 여파로 온라인 수요가 급증하면서 이들 수요를 모두 충족시키기에는 미흡한 상황으로, 특히 창고 관리·저장 부문 일자리는 당분간 계속 증가할 전망

- 자동화 시스템은 적은 인력이 많은 패키지를 처리하고, 작업자의 일상적 업무를 변경해 인적 자원이 생산적 작업으로 배치되도록 지원, 기업 수요가 빠르게 증가

- 자동화시스템 구축에도 불구하고 코로나 여파로 비대면 온라인 수요가 급증, 창고· 저장부문에서는 향후 수년간 더 많은 인력이 필요할 것으로 예측

나. 국내 동향

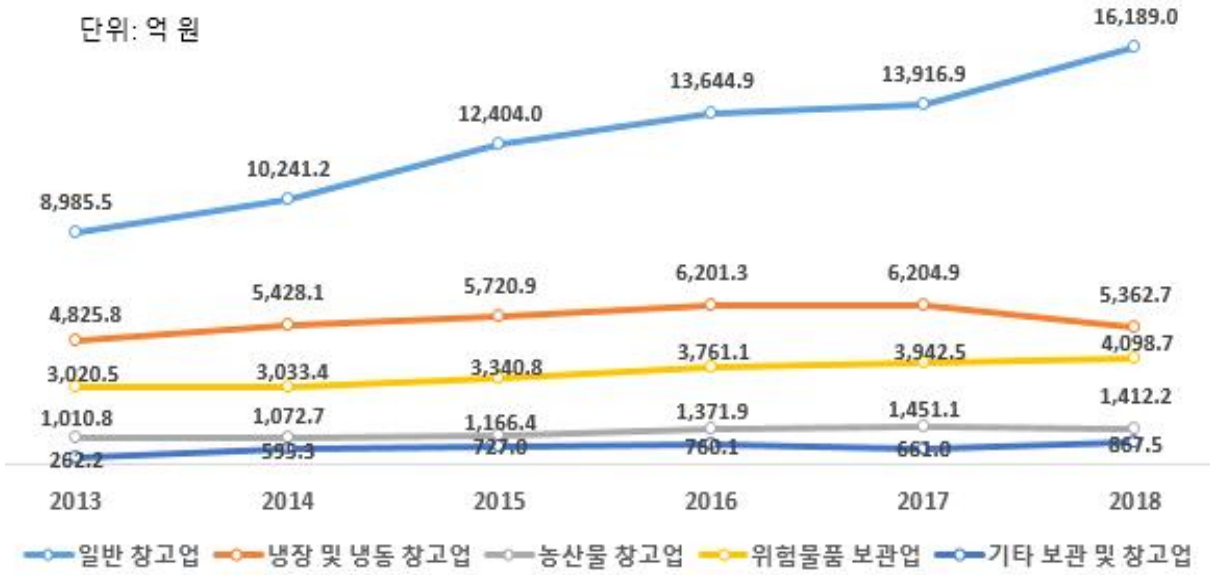
■ 2018년 기준 일반 창고업의 매출액은 1조 6,189억 원을 기록하며 국내 전체 창고업 매출액 2조 7,930억 원의 약 58%의 비중을 차지

○ 국내 창고 시장은 일반 창고, 냉장·냉동 창고, 농산물 창고, 위험물품 보관, 기타 보관으로 구분되며, 2013년 1조 8,105.8억 원 규모에서 2018년 2조 7,930억 원 규모로 연평균 9.1%의 성장률 기록

<표 2-11> 국내 창고업 매출규모 현황, 2013-2018

(단위 : 억 원)

구분	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR (2013-2018)
일반 창고업	8,985.5	10,241.2	12,404.0	13,644.9	13,916.9	16,189.0	12.5%
냉장 및 냉동 창고업	4,825.8	5,428.1	5,720.9	6,201.3	6,204.9	5,362.7	2.1%
농산물 창고업	1,010.8	1,072.7	1,166.4	1,371.9	1,451.1	1,412.2	6.9%
위험물품 보관업	3,020.5	3,033.4	3,340.8	3,761.1	3,942.5	4,098.7	6.3%
기타 보관 및 창고업	262.2	595.3	727.0	760.1	661.0	867.5	27.0%
합계	18,105.8	20,371.7	23,359.1	25,739.3	26,176.4	27,930.0	9.1%



출처: 통계청, 2019

2. 물류창고업 등록현황

가. 국내 연도별 물류창고업 등록현황

■ 국내 물류창고는 '12년 이전 물류창고업은 1,083개가 등록되어 현재까지 총 4,604개수의 물류창고업이 등록되어 있는 것으로 확인

○ 경기도가 1,514개소로 가장 많이 등록되어 있으며, 경상남도 585개소, 부산광역시 401개소, 인천광역시 347개소 순을 확인

<표 2-12> 연도별 물류창고업 등록현황(2021년 기준)

(단위 : 개소)

구분	합계	기타 년도*	'12년	'13년	'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21년
합계	4,604	1,083	601	708	154	191	178	309	262	353	737	28
서울특별시	111	19	27	16	4	4	4	23	4	0	10	0
부산광역시	401	191	33	65	9	9	3	13	14	10	52	2
대구광역시	58	16	2	21	1	4	1	1	3	1	8	0
인천광역시	347	49	50	61	11	16	19	22	15	32	71	1
광주광역시	80	16	16	15	2	2	2	5	5	6	10	1
대전광역시	38	9	13	1	0	4	2	0	1	2	6	0
울산광역시	97	29	28	10	2	0	2	5	3	2	16	0
세종특별자치시	36	1	3	1	4	5	4	2	2	1	12	1
경기도	1,514	212	105	293	53	80	54	120	118	146	322	11
강원도	147	42	36	6	2	9	4	8	5	15	17	3
충청북도	156	15	13	20	4	7	13	13	12	17	41	1
충청남도	210	71	23	26	4	7	7	8	11	18	32	3
전라북도	143	39	21	28	2	6	9	4	3	9	22	0
전라남도	270	74	45	23	21	5	21	19	8	29	24	1
경상북도	252	75	25	37	9	6	7	15	26	19	32	1
경상남도	585	163	137	71	22	19	22	45	21	32	51	2
제주특별자치도	159	62	24	14	4	8	4	6	11	14	11	1

* 기타년도 : 2012년 이전에 등록된 물류창고 현황

출처: 국가물류통합정보센터(https://www.nlic.go.kr/)

나. 국내 관련법에 따른 지역별 물류창고업 등록현황

- 물시법에 의거한 물시법 창고가 1,457개소로 가장 많이 등록되어 있는 것으로 확인되며, 식품산업 진흥법의 냉동냉장 734개소, 관세법의 보세창고 698개소 순으로 확인

<표 2-13> 관련법에 따른 지역별 물류창고업 등록현황(2021년 기준)

(단위 : 개소)

구분	합계	물시법		관세법	유해화학법	식품위생법	축산물위생법	식품산업진흥법
		물시법 창고	항만창고	보세창고	보관저장업	냉동냉장	축산물보관	냉동냉장
합계	4,605	1,457	225	698	175	621	695	734
서울특별시	111	37	0	20	0	8	46	0
부산광역시	401	29	19	102	11	74	43	123
대구광역시	58	24	0	8	0	8	12	6
인천광역시	347	105	27	108	16	32	32	27
광주광역시	80	36	0	4	1	18	21	0
대전광역시	38	20	0	3	0	8	6	1
울산광역시	97	26	13	20	26	5	4	3
세종특별자치시	36	18	0	3	1	7	7	0
경기도	1514	610	18	238	56	249	279	64
강원도	147	47	17	5	0	19	18	41
충청북도	156	73	0	20	9	26	27	1
충청남도	211	68	1	31	8	30	34	39
전라북도	143	41	4	26	6	16	32	18
전라남도	270	67	45	13	17	17	25	86
경상북도	252	72	13	21	6	36	45	59
경상남도	585	163	68	73	18	52	50	161
제주특별자치도	159	21	0	3	0	16	14	105

출처: 국가물류통합정보센터(https://www.nlic.go.kr/)

다. 국내 면적별 물류창고업 등록 현황

국내 물류창고업으로 등록되어 있는 창고의 면적은 16,018,373.2㎡로 확인

<표 2-14> 전체면적에 따른 지역별 물류창고업 등록현황(2021년 기준)

(단위 : 개소, ㎡)

구분	합계		1,000~2,000㎡		2,000~5,000㎡		5,000~10,000㎡		10,000㎡ 이상	
	업체 수	면적 합계	업체 수	면적 합계	업체 수	면적 합계	업체 수	면적 합계	업체 수	면적 합계
합계	1,457	16,018,373.20	252	371,247.50	486	1,635,094.70	312	2,203,845.10	407	11,808,185.90
서울특별시	37	376,039.90	12	17,994.80	10	31,625.30	5	35,023.20	10	291,396.70
부산광역시	29	233,486.20	7	9,777.40	9	25,725.60	6	43,202.80	7	154,780.40
대구광역시	24	134,200.40	5	7,045.80	11	36,126.30	4	24,067.80	4	66,960.50
인천광역시	105	785,417.60	17	25,846.60	44	148,272.40	19	134,906.50	25	476,392.10
광주광역시	36	303,284.10	3	3,989.60	12	42,868.40	10	75,964.30	11	180,461.70
대전광역시	20	619,510.30	1	1,322.30	2	8,079.00	6	45,553.00	11	564,556.00
울산광역시	26	172,371.50	3	4,508.50	14	46,468.10	4	26,772.90	5	94,622.00
세종특별자치시	18	620,313.50	1	1,624.10	6	22,865.00	5	38,519.00	6	557,305.40
경기도	610	8,078,785.60	66	97,085.10	171	579,722.10	151	1,065,905.10	222	6,336,073.30
강원도	47	219,672.40	17	22,176.10	19	60,058.10	6	36,608.90	5	100,829.30
충청북도	73	458,150.00	14	20,376.40	30	107,344.90	16	114,579.60	13	215,849.00
충청남도	68	565,931.80	16	22,471.30	23	78,307.30	14	101,213.40	15	363,939.80
전라북도	41	328,738.00	10	14,730.60	12	44,209.30	7	51,870.70	12	217,927.40
전라남도	67	669,904.10	8	11,583.20	23	68,394.30	14	92,659.40	22	497,267.20
경상북도	72	1,253,331.70	19	29,045.10	22	75,882.70	15	110,008.50	16	1,038,395.40
경상남도	163	1,119,049.50	49	75,287.10	66	218,351.10	25	173,981.50	23	651,429.80
제주특별자치도	21	80,186.80	4	6,383.50	12	40,794.60	5	33,008.70	0	-

출처: 국가물류통합정보센터(https://www.nlic.go.kr/)

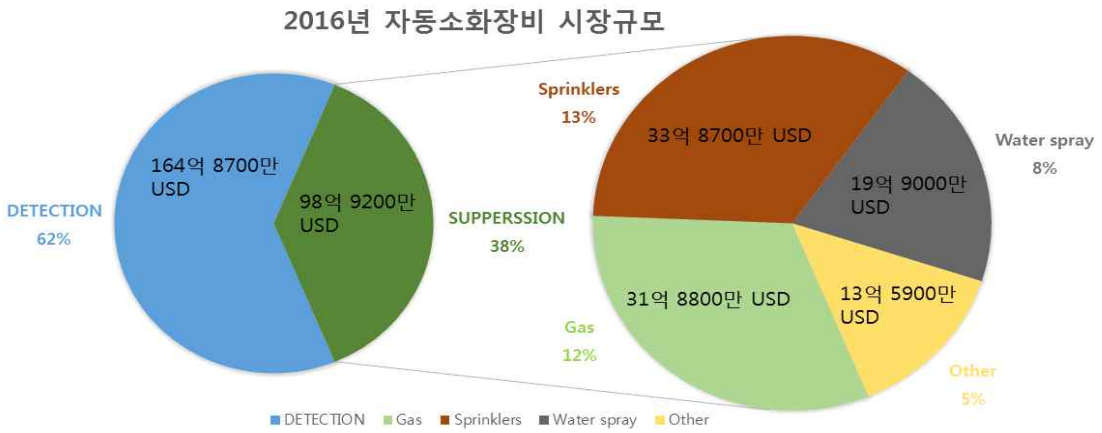
3. 소방설비 시장규모 및 전망

가. 국외 시장

■ 세계 소방설비 시장 중에서 스프링클러와 수계자동소화설비는 약 53%를 차지하며, 가스 소화약제 자동소방설비는 전체 소화설비의 약 32%를 차지

○ 2016년 스프링클러와 수계 자동소화설비 시장은 52억 달러를 달성했으며, 가스 소화약제 자동소화설비는 31억 달러를 달성

○ 약 9%의 성장률로 2023년까지 스프링클러의 시장규모는 약 77억 달러, 수계 자동소화설비의 시장규모는 약 38억 달러, 가스 소화약제 자동소화설비는 52억 9900만 달러에 달할 것으로 예상



출처 : Global Fire Safety Equipment Market Analysis

<그림 2-18> 2016년 세계 자동소화장비 시장의 구성

<표 2-15> 자동소화장비 시장의 구성 및 규모

(단위 : Million USD)

구분	2013	2014	2014	2016	(E) 2017	(E) 2018	(E) 2019	(E) 2020	(E) 2021	(E) 2022	(E) 2023
가스(Gas)	2,570	2,748	2,942	3,154	3,387	3,642	3,922	4,225	4,554	4,911	5,299
스프링 클러	2,419	2,703	3,025	3,388	3,780	4,266	4,796	5,394	6,068	6,829	7,688
수계 분무	1,542	1,677	1,825	1,990	2,173	2,377	2,603	2,853	3,129	3,433	3,768
기타	1,028	1,127	1,237	1,359	1,496	1,649	1,819	2,008	2,218	2,450	2,708
총 계	7,559	8,255	9,029	9,892	10,836	11,934	13,140	14,480	15,968	17,623	19,464

※(E) : 매출 기대량

출처: Global Fire Safety Equipment Market Analysis

나. 국내 시장

■ 국내 자동소화설비 중에서 2013년도 기준 가스 소화약제 매출액은 668억 원으로 전체 자동소화설비 비중에 약 34%를 차지

○ 소방산업 시장의 매출이 증가함에 따라 가스 소화약제의 매출도 점차 증가할 것으로 전망

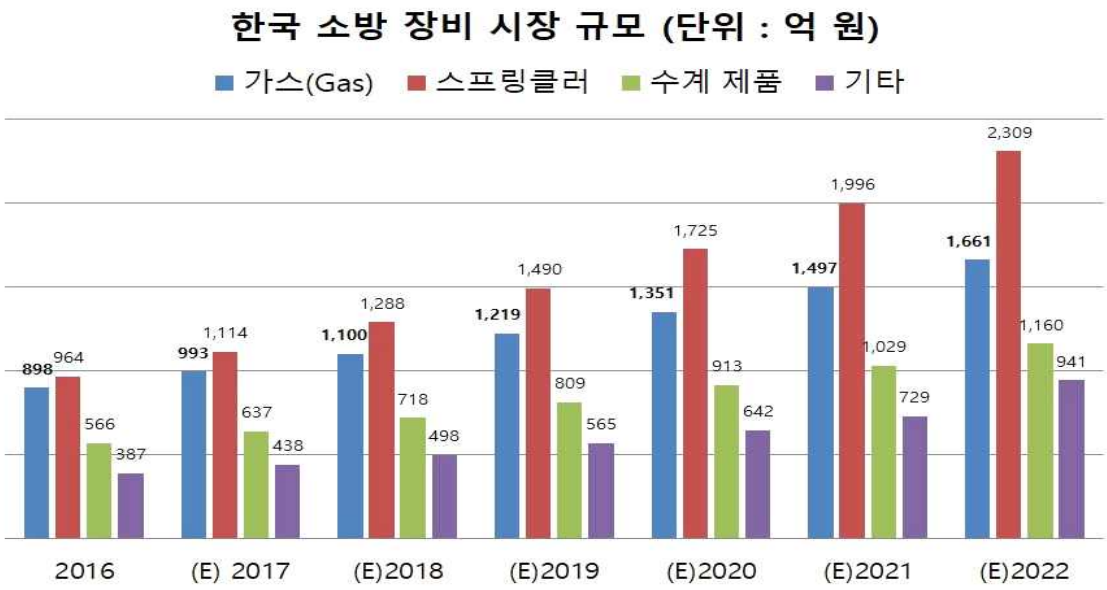
<표 2-16> 한국 소방 장비시장의 구성 및 규모

(단위 : 억 원)

구분	2013	2014	2014	2016	(E) 2017	(E) 2018	(E) 2019	(E) 2020	(E) 2021	(E) 2022	(E) 2023
가스(Gas)	668	736	813	898	993	1,100	1,219	1,351	1,497	1,661	1,841
스프링 클러	628	725	835	964	1,114	1,288	1,490	1,725	1,996	2,309	2,670
수계 분무	400	449	505	566	637	718	809	913	1,029	1,160	1,310
기타	266	302	342	387	438	498	565	642	729	828	941
총 계	1,962	2,211	2,493	2,817	3,184	3,604	4,084	4,631	5,252	5,958	6,762

※(E) : 매출 기대량

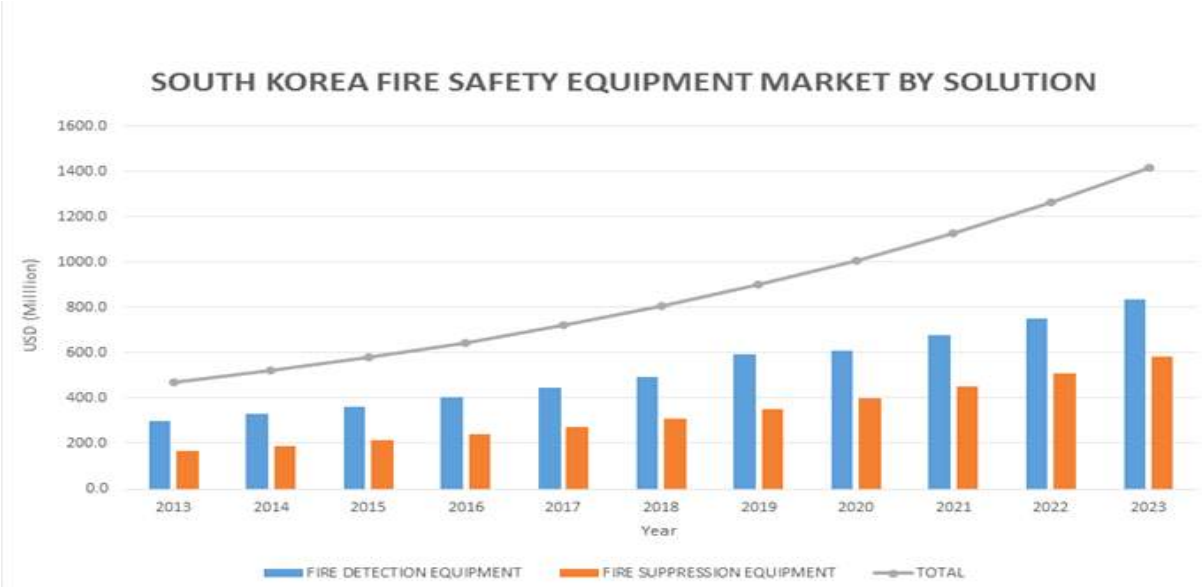
출처: Global Fire Safety Equipment Market Analysis



출처 : Global Fire Safety Equipment Market Analysis

<그림 2-19> 한국 소방 장비 시장 규모

■ 한국 화재 안전 장비 시장은 2016년에 약 6억 5만 달러를 달성했으며, 2017~2023년 동안 연평균 약 12%의 성장률로 2023년까지 14억 2000만 달러에 달할 것으로 예상



출처 : Global Fire Safety Equipment Market Analysis

<그림 2-20> 한국 소화설비 시장 규모와 구성

<표 2-17> 한국 소화설비 시장 규모와 구성

(단위 : 억 원)

구분	2013	2014	2014	2016	(E) 2017	(E) 2018	(E) 2019	(E) 2020	(E) 2021	(E) 2022	(E) 2023
DETECTION	3,489	3,846	4,246	4,694	5,195	5,758	6,913	7,093	7,878	8,753	9,730
SUPPRESSION	1,962	2,211	2,493	2,817	3,184	3,604	4,084	4,631	5,252	5,958	6,762
Total	5,451	6,056	6,740	7,511	8,379	9,362	10,997	11,724	13,130	14,711	16,491

※(E) : 매출 기대량

출처: Global Fire Safety Equipment Market Analysis

■ 가스 소화설비 청정소화약제 시장은 약제검사통계를 바탕으로 2018년 약 466억 원으로 할로겐 계열은 약 5억 원, Novec 1230 소화약제는 약 47억 원이며, INERGEN 소화약제의 연간 유통량은 약 51억 원으로 산출

○ INERGEN 계열은 전체 시장의 11%의 적은 비중을 차지하고 있으며, 제 28차 몬트리올 의정서 당사국총회 2016년 발표자료(환경규제정책)에 따라 2024년부터 비중이 급격히 증가될 것으로 전망

<표 2-18> 소화약제 검사통계를 활용한 2014~2018년 유통량

(단위 : 억 원)

구분		2014	2015	2016	2017	2018
할로겐	HFC-125	68	92	192	186	210
	HFC-23	240	232	179	137	92
	HFC-227ea	65	37	103	99	59
	HCFC BLENDA	20	15	15	20	2
	HALON 1301	15	21	15	13	5
NOVEC1230		2	3	19	27	47
	IG-541	26	37	57	21	20
	IG100	16	9	28	26	31

출처: FPN 소방방재신문 가스소화약제 유통량

4. 화재안전 대응 시스템 분야 시장규모 및 전망

가. 글로벌 동향

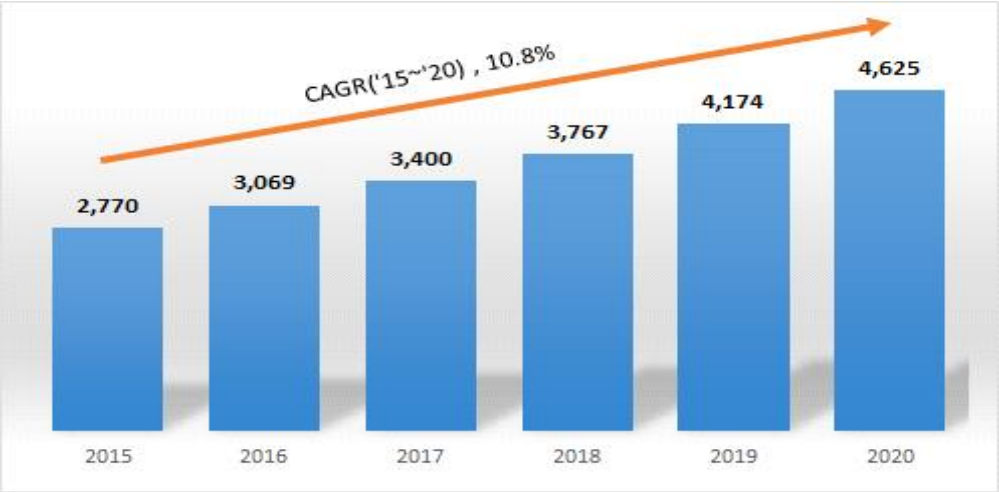
■ 시설물의 개보수·리폼 및 안전 규제 강화 등이 화재 감지기 및 탐지기 시장의 성장을 촉진하고 있으며, 정부의 안전 규제 강화에 의해 화재 감지기 및 탐지기 도입 건수 증가

○ 이 시장은 부품 시장과 서비스 시장으로 나뉘며, 부품별 시장 중 연기 탐지기가 52.8%의 점유율을 차지하고 서비스·유지보수 부문이 서비스 시장의 34.4%를 차지

<표 2-19> 지능형 화재안전 대응 시스템 분야의 세계 시장규모 및 전망, 2015-2020

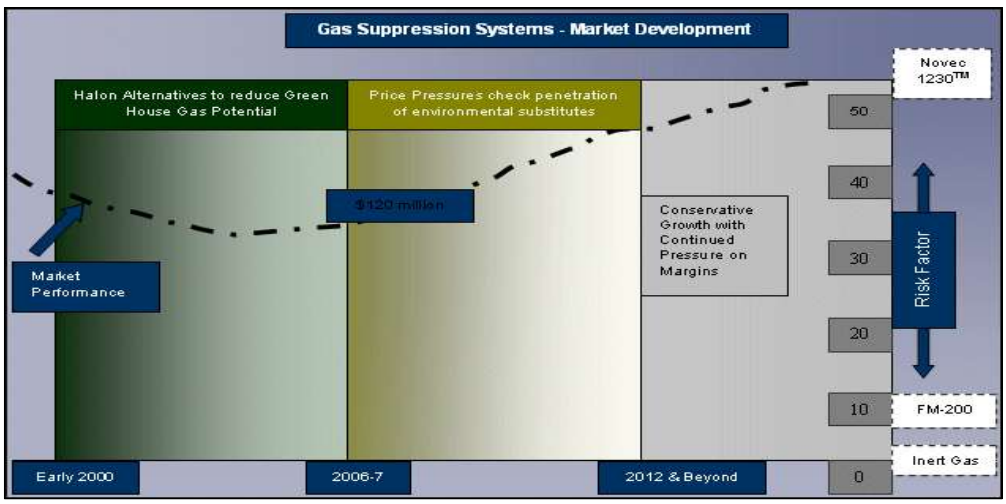
(단위 : 백만 달러, %)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	CAGR (2013-2015)
시장규모	2,770	3,069	3,400	3,767	4,174	4,625	10.8



출처: Miroc Market Monitor(2015)

■ 북미 지역의 가스 기반 화재 진압 시스템 시장은 2000년 초반의 하락 추세 이후 완만한 회복세를 보였으며, 특히 적합한 중요 데이터 저장 시설 및 기타 산업 시설 시장에서 수요를 유지



출처 : Frost & Sullivan Market Insight(2008), Gas-based Fire Suppression Systems

<그림 2-21> 가스 소화설비 시스템 소화약제에 대한 시장전망

○ 할론-카본계 소화약제의 오존층 파괴 위험과 이산화탄소 약제사용으로 밀폐 공간의 질식 피해 노출 피해로 인하여 청정소화약제 비중이 커지고 있음

○ 통신 시설, 데이터 저장 시설, 해상 설치 시설, 병원, 고층 오피스 및 산업 건물뿐만 아니라 가공 공장에서의 수요는 앞으로 몇 년 동안 계속 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상

○ “호주, 캐나다, 미국, 유럽 일부선 소방 특정 사용처 HFC 사용 제한 “몬트리올 의정서 당사국 제28차 회의에서는 소위 ‘키갈리 수정안’에 의해 HFC 가스감축 합의. 이 조치로 인해 오존층을 파괴하지 않으면서도 2100년까지 0.5도 까지 기온상승 억제효과를 기대

* 출처: 한국 찾은 HTOC 데이비드 캐츠폴 전 공동의장 (소방방재신문)

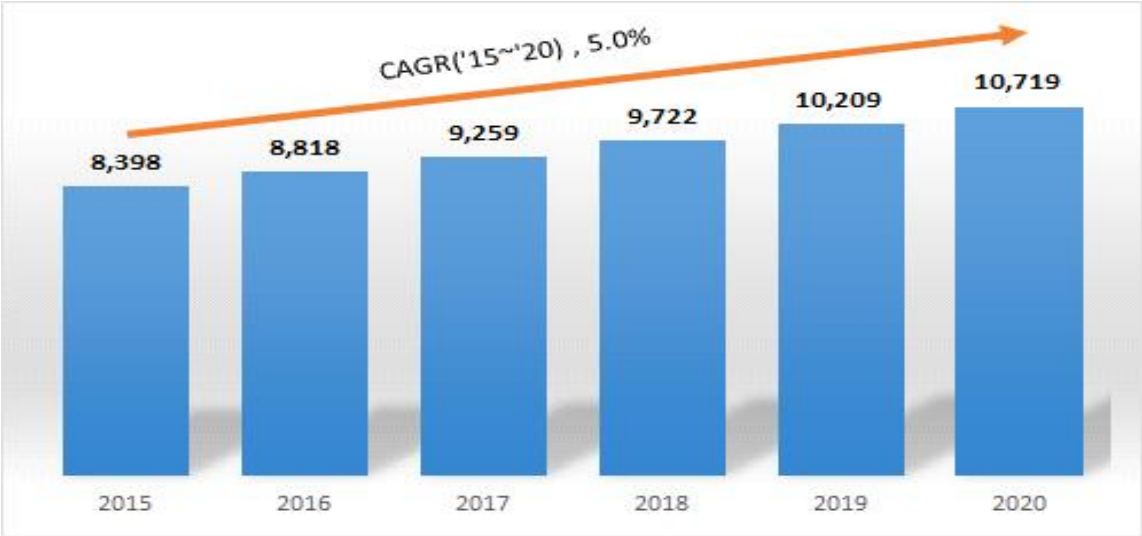
나. 국내 동향

■ 국내 화재감지기 시장은 아직 열감지기와 같은 저가 센서 위주로 형성되어 있지만, 열, 온도, 불꽃감지, 연기 등 복합감지 기능을 탑재한 제품이 출시되며 무선 및 IoT 기술을 적용하는 첨단 제품이 연구개발 시행

<표 2-20> 지능형 화재안전 대응 분야의 국내 시장규모 및 전망(생산액 기준), 2015-2020

(단위 : 억 원, %)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	CAGR (2013-2015)
시장규모	8,398	8,818	9,259	9,722	10,209	10,719	5.0



출처: 국민안전처(한국소방산업기술원)

5. 국내 소방산업 선도 기업

가. 국내 소방산업 품목별 선도 기업

<표 2-21> 국내 소방산업 품목별 선도 기업

구분	소방설비 부품/소재	소방설비	소방설비 공사업 및 소방설비 도매업
제품	전자제품, 도체, PCB, 케이블, 감지기, 드라이 케미칼 분말 등	화재감지기, 화재경보기, 소화기류, 스프링클러, 소화용수설비	소방시설 공사업, 소방설비 도매업, 소방용 장비 소매업
업체	태영스틸, E.T.L, 대한동선판매, 용인전자, 유성반도체, 대성산업, 해정산업 등	창성에이스, 지에프에스 한국소방기구제작소	파라텍, 동방전자산업, 대한이엔지, 성림종합건설, Tyco 마린서비스코리아, 지에프에스 등

나. 국내 가스계 소화시스템 선도 기업의 주 고객사

<표 2-22> 국내 가스계 소화시스템 선도 기업의 주 고객사

구분	주 고객사(주)
동성화인텍	현대전자, LG화학, 삼성물산, 포스코, GS칼텍스, 하이닉스 등
엔케이텍	Seaspan(홍콩), Hapag-Lloyd(독일), P&O Nedlloyd(영국), woodside Energy(호주), ExxonMobil(미국), 한진해운, 대우조선해양, 현대중공업, 삼성엔지니어링, stx 등
진화이앤씨	한국남부발전, 태영건설, 경기그린에너지, 롯데건설, 한국서부발전, 한라산업, 영진종합건설, 대한송유관공사, 한국종합에너지, 삼부토건 등
한주케미칼	삼성전자, NH, 롯데, 포스코, 한국전력, 하이닉스, 두산중공업, 한국남부발전, 현대제철 등

❍ (동성화인텍) 업계최초 청정소화약제시스템 및 CO_2 소화설비의 KFI인정을 획득하였고 순수한 국산기술로 감압용 Inert 가스소화시스템의 개발을 선도. 임직원 수는 523명에 달하며, 매출액은 2015년 기준 3,471억 원을 달성

○ (엔케이텍) 고압가스, 소방설비 분야의 기술을 바탕으로 한 가스계소화시스템, 수계소화시스템, 가스공급시스템과 같은 소방, 가스 분야의 종합적인 솔루션을 대형건축물 및 플랜트 설비에 제공하는 기업. 임직원 수는 60명이며 2015년 기준 매출액 465억 6천만 원을 달성

○ (한주케미칼) 청정소화약제인 트리플루오르메탄 가스를 사용한 가스계 소화설비 성능인증을 국내 최초로 취득한 기업으로 소방시스템 엔지니어링 분야에서 경쟁력 있는 기업. 임직원 수는 22명이며, 2012년 기준 매출액 148억 원을 달성

다. 국내 자동소화장치 선도기업의 주 고객사

<표 2-23> 국내 자동소화장치 선도 기업의 주 고객사

구분	주 고객사(주)
한국소방기구제작소	일반 가정 및 공공기관(소화기, 가스소화장치), 필리핀(Philippines)
레존텍	LG화학, 코닝정밀전자, 포스코, 현대중공업, 삼성반도체 등
비아이산업	현재 중공업, 두산중공업, 삼성중공업, 한국가스공사 등

○ (한국소방기구제작소) 융・복합제품 분야, 통합시스템 분야, 소방산업 분야에서 ABC 분말소화기를 주제품으로 소방호스와 자동확산소화기, 가스누설경보기, 완강기 등을 제공하는 기업으로 2018년 매출액 759억으로 동종업계 1위를 달성.

○ (레존텍) 포스코, 현대중공업, 삼성 반도체, 삼성토탈 등 국내 주요 산업 현장과 미국, 중국, 싱가폴 등 50개국 이상의 주요시설에 불꽃감지기를 제공하는 회사. 2015년 기준 매출 80억을 달성함. FM, ATEX, RFD, ISO, CCCF 등 여러 국내외 성능 인증을 받은 우수한 업체

○ (비아이산업) 현대 중공업, DSME, 삼성중공업 등 국내 유수 조선소 및 한국 가스공사 LNG 선박에 화재 감시 시스템, 가스 감지 시스템, 보일러 연기 감지기와 같은 소방 시스템을 제공하는 회사. 2015년도 기준 매출 28억을 달성함. 화재 및 가스 감지 부분 관련 2개 이상의 특허를 보유 중이며 국내 규정 KS ISO 14001, KS ISO 9001을 인증, 국제 규정 Fire Safety System 9장 2.1.6을 세계에서 유일하게 만족하는 우수한 업체

라. 국내 소방산업 선도 기업 제품 특성

<표 2-24> 국내 소방산업 선도 기업의 주 고객사

기업 (주)		판매 제품	기업 특성
진화이앤씨	(주)진화이앤씨 Jinhwa Engineering & Construction Co.,Ltd	가스자동소화 장치, 소화기 포소화설비	소방시설공사업, 제조, 연구부문을 제공하며, 가스소화, 폼소화계 부문에서 높은 기술력을 중심으로 운영
동성화인텍	동성화인텍	냉매, 방재 가스소화설비	청정소화약제시스템 및 CO_2 소화설비 시스템 개발로 소화시스템 선도 기업
한주케미칼	한주케미칼(주)	소화설비, 가스자동소화 장치, 소화기 소화약제	청정소화약제(Novec 1230, IG-100)를 사용한 가스계 소화설비를 주로 제작
엔케이텍	NKTECH	고압가스, 방재사업, 안전기구	고압가스, 소방설비 분야의 기술을 바탕으로 가스계 소화시스템, 수계 소화 시스템을 제공
파라텍	PARATECH (주)파라텍	스프링클러, 가스소화설비	고압가스, 소방설비 분야의 기술을 바탕으로 가스계 소화시스템, 수계 소화 시스템을 제공
중앙공업	JA 중앙공업	옥외소화전, 소방용벨브, 방수총, 관창	소방호스, 소화전함, 소화기, 관창 탭, 밸브 및 유사장치 제품을 제조판매
한국소방기구 제작소	Kfire	소화기, 자동소화장치	분말계 소화기를 중심으로 주거용 자동소화장치, 자동화재감지기, 화재진압장치기 등 생산 운영
창성에이스	CSA |주|창성에이스산업	불꽃감지기, 열영상카메라, 누액감지기	IT 화재센서 기술을 활용한 불꽃감지기, 온도제어기, 고온다중온도센서, 열영상 화재 감지카메라, 반도체 장비용 자동소화 시스템등을 설계 개발
레존텍	REZONTECH	불꽃감지기, 자동소화장치	화재감지기 센서 개발 및 제조판매 방재관련 수신설비의 하드웨어, 소프트웨어 설계 및 제조판매, 안전관리 제어설비의 기술설계 용역 및 제조판매

제3절 국내외 기술 동향

1. 국내 기술 동향

■ 정부와 지자체의 주도하에 공공차원에서 소방시설 허브(수신기 등)와 소방시설 간 정보전달 체계 등 시스템 연계를 위한 표준기술을 개발

○ 기 구축된 제조사별 소방시설을 수용할 수 있는 기존 시스템 연계 기술을 구현하여 건축물 내 화재관리 데이터(소방시설 장애 발생, 화재감지, 일상 감시 데이터 등) 전달을 위한 상호운용성 확보

출처 : 정보통신기획평가원(2019), 데이터 중심의 스마트시티 재난 예방 및 조기 감지 기술 동향

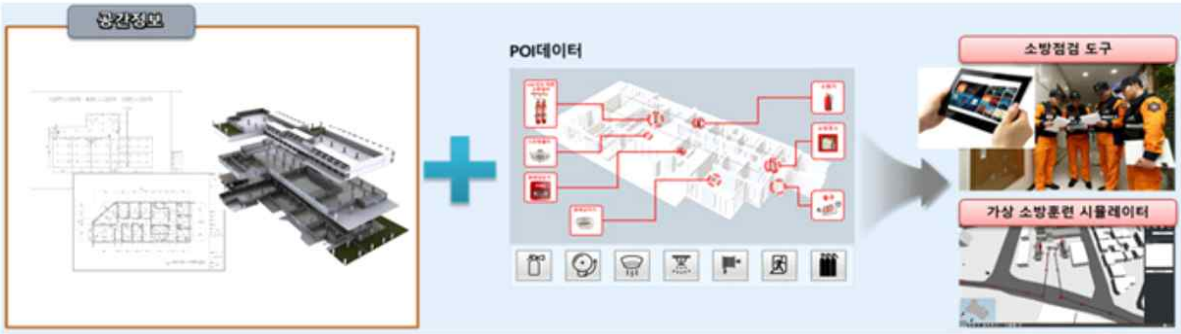
<그림 2-22> 재난관리 방비 간 상호운용성 확보를 위한 표준플랫폼

■ 건축물 3D 공간모델 상에 건축물 내에 존재하는 소방을 비롯한 재난 안전 관련 객체 및 이들의 특성을 매핑하는 기술이 정부 연구개발 과제를 통해 개발

○ 재난관리 공간정보는 건축물 등의 인공 객체에 대한 정보와 객체 내부에 존재하는 재난관리 관련 객체정보(소방시설물, 위험물 등에 관한 정보)인 POI(Point Of Interest)를 통합하여 구성 가능

- 재난관리 측면에서 공간정보는 예방-대비-대응--복구로 이어지는 재난관리 각 단계에 적용되어 재난관리 효과를 확대하는 기초 정보로 활용

○ 재난관리 공간정보는 재난 안전 시설물의 실시간 점검이 가능하도록 지원하며, 재난관리 공간정보를 구성하는 공간모델 및 재난 안전 객체정보는 재난 발생 시 효과적 재난 대응을 위해 활용



출처 : 정보통신기획평가원(2019), 데이터 중심의 스마트시티 재난 예방 및 조기 감지 기술 동향

<그림 2-23> 공간정보 POI 맵핑용 저작도구 기능 구성

- 현재는 기구축된 건축물에 대해 3D 공간 모델을 구축하고 재난안전 POI를 추가로 매핑하는 절차로 구축하고 있으나, 향후에는 준공승인 시점에 재난안전 객체정보가 공간모델에 더해지는 과정을 통해 데이터가 구축하는 체계 마련 필요

한컴그룹과 전라북도는 물류창고, 남부시장, 한옥마을 등을 화재경계지구로 대상으로 드론을 활용하여 화재감시 시스템 구축을 위한 업무협약 체결

❍ 화재를 예방하고 화재 초기에 현장에서 신속하게 대응할 수 있는 안전체계를 마련하고자, 드론이 자동으로 화재를 감시할 수 있는 시스템 구축 실증사업을 공동 추진 협의

- 추진하는 드론 시스템은 전국 최초 열화상 카메라가 장착된 드론을 활용하고, 무인드론이 자동으로 운영될 수 있도록 드론스테이션을 설치

- 전주 한옥마을과 남부시장, 물류창고 등 화재경계지구를 대상으로 드론이 주·야간에 자동 순찰을 돌며 연기, 불, 온도 등 초기 화재징후를 감지해 소방서와 119상황실로 영상을 실시간 전송

- AI 영상분석 기술을 활용해 실시간으로 자동분석하여 소방관의 화재감시 업무 절감과 지역 안전 향상에 기여

출처 : 로봇신문(2020), 한컴그룹-전라북도, 드론 활용 화재감시 시스템 구축

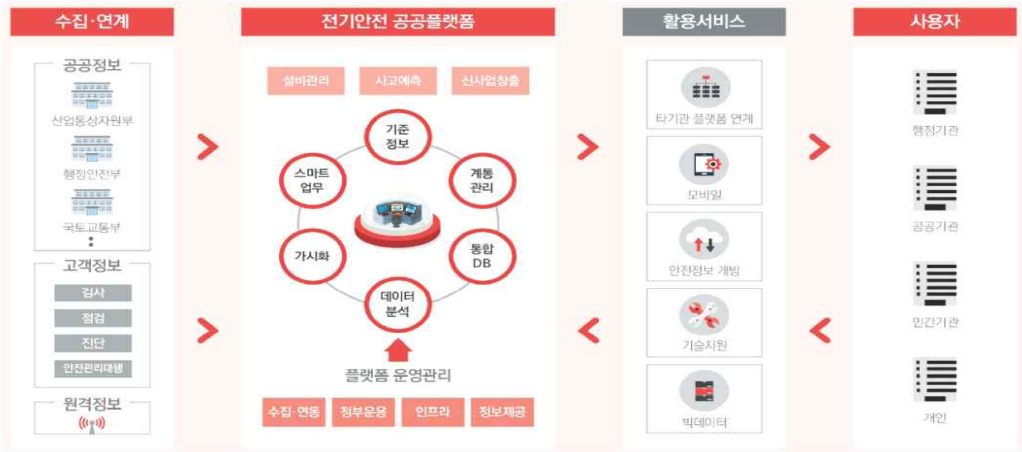
<그림 2-24> 드론 활용 화재감시 시스템 개요

IoT 기술의 발전과 더불어 센서의 성능과 센서에서 생성된 데이터 분석 기술이 향상됨에 따라 재난 위험 및 재난 발생 징후를 감지하여 재난으로 인한 대형 피해를 방지하고자하는 시스템 개발

○ 한국전기안전공사는 전체 화재 발생 건수의 25%를 차지하는 전기화재를 근본적으로 예방하기 위해 전기안전 빅데이터를 분석하고, 미세한 전류 흐름을 모니터링하여 단락이나 접촉 불량에 의한 전기화재를 예측하는 연구를 진행

- 전류, 전압, 누설전류상태 등 전기안전정보를 원격으로 실시간 취득하는 센서를 개발 완료하여 실증 운영 중

- 지속적으로 취득되는 전기안전 감시 데이터를 활용하여 전기설비 이상 감지, 이상 데이터 검출, 사전위험요인 예측, 전기시설 노후도 측정 서비스 등을 제공할 예정



출처 : 정보통신기획평가원(2019), 데이터 중심의 스마트시티 재난 예방 및 조기 감지 기술 동향

<그림 2-25> 전기화재 예측·예방을 위한 전기안전 공공플랫폼 I

○ 한국전자통신연구원은 다중이용시설물의 재난 예방을 위해 건축물 내 소방안전 및 위험시설에 대한 관리 정보를 효과적으로 수집·관리·공유하는 기술과 건축물 안전도를 실시간으로 분석·공유하는 기술을 개발

- 화재 중심의 재난 예방을 위해 대상물 공간 정보상에 소방시설 정보를 융합한 데이터를 구축하고, 이를 소방시설물 점검 시에 활용

- 또한, 재난관리융합정보플랫폼을 통해 소방시설물 점검 결과와 소방활동정보 데이터를 수집하고 지자체, 재난관리 기관 등 외부 재난관리 시스템과 연계하여 재난 예방 및 조기대응 활동에 활용

출처 : 정보통신기획평가원(2019), 데이터 중심의 스마트시티 재난 예방 및 조기 감지 기술 동향

<그림 2-26> 전기화재 예측·예방을 위한 전기안전 공공플랫폼 II

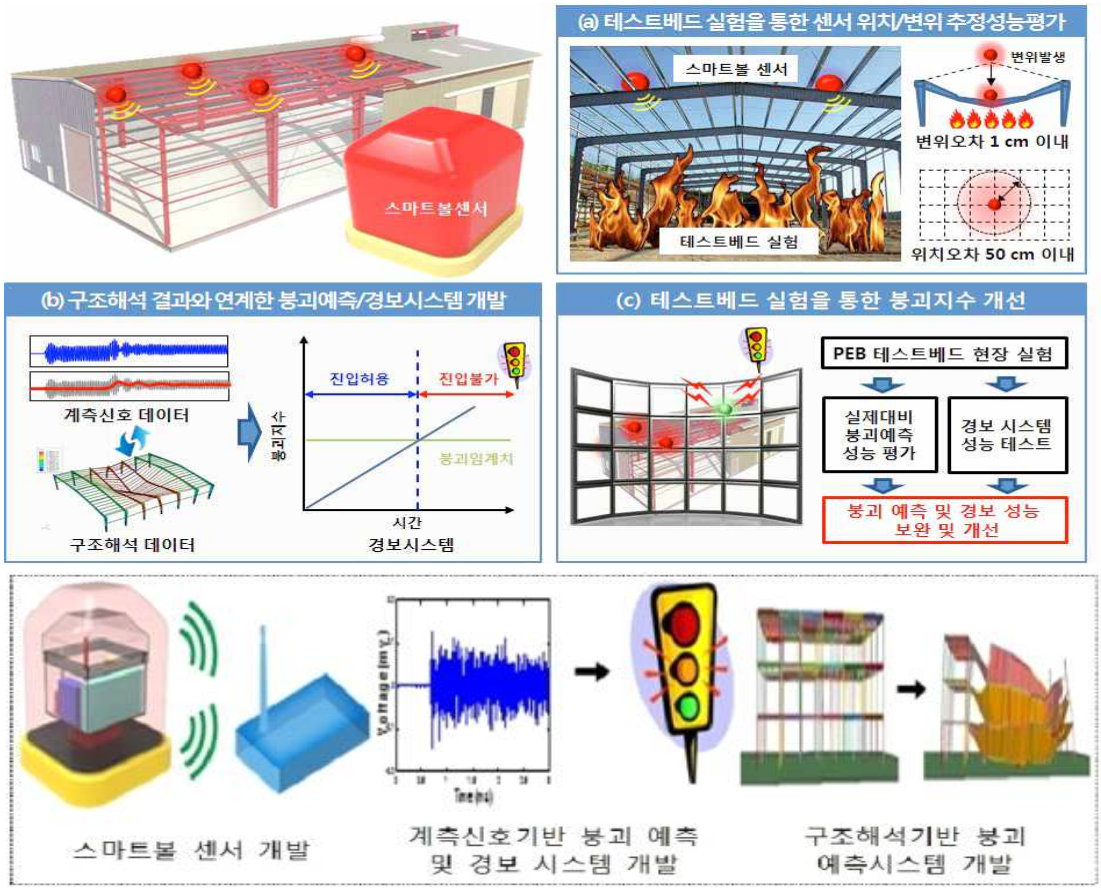
- 화재 발생시 이를 빠르게 감지하여 효과적인 화재 조기대응을 가능하게 되며, 광센서와 데이터 분석 기술을 융합하여 화재를 조기에 감지하는 기술이 높은 성능을 보이며 귀추가 주목

■ **한국과학기술원은 '소방대원 진압작전의 의사결정을 위한 붕괴예측 시스템'을 통해 냉동창고, 물류시설 등의 구조물 붕괴 취약부위에 센서를 부착하여 무선으로 구조물 거동해석과의 연계를 통한 붕괴예측 및 경보 시스템을 개발**

○ 붕괴예측 시스템을 통해 신속하고 과학적인 붕괴예측 정보를 소방대원에게 제공하여 화재 진압시 소방대원 및 요구자 인명 안전 확보

- 화재현장과 같은 극한 환경에서 계측이 가능한 스마트볼 센서의 개발로 다양한 극한 환경에서의 센서 적용 가능

- 붕괴예측 및 조기 경보 시스템을 통해 소방대원의 빠른 의사결정을 도와 안전하고 신속한 화재진압이 가능



출처 : 소방청(2018), 소방대원 진압작전의 의사결정을 위한 붕괴예측 시스템 개발

<그림 2-27> 붕괴예측 및 경보시스템 개발/검증

한국전자통신연구원은 단말끼리 직접 데이터를 주고 받을 수 있는 그물망 접속 방식의 '위성통신 모뎀칩 주문형 반도체(ASIC)' 기술 개발에 성공

○ 화재나 지진 등 재난 현장, 전화국사 화재로 인한 통신 재난, 연근해 통신 등 기존 이동통신이 되지 않을 때 빠르게 위성통신을 가능케 하는 기술

- 인공위성을 이용, 통신을 제공하는 서비스로 기지국을 이용하는 이동통신에 비해 도서와 산간지역 등 지리적 제약조건이나 재난, 재해에 영향을 받지 않고 사용할 수 있다는 장점 존재

- 연구진은 행정안전부, 해양경찰청, 소방방재청 등과 실증을 통해 실제 재해 현장에서 검증작업을 진행 예정

출처 : 뉴시스(2021), ETRI, 재난현장 긴급대응 가능한 최고 수준 '위성통신' 기술개발

<그림 2-28> 그물망 접속 모뎀 칩과 재난 위성통신서비스 개념도

■ 기존 창고 적용 화재감지기는 천장에 설치되어 화재 감지에 시간이 걸리고 발생위치 판단이 어려운 문제가 있어 랙크 내부에 설치하는 인랙 화재감지기(In-Rack fire detector)를 개발

○ 네트워크로 감지결과와 화재발생 위치 정보를 생설할 수 있고 극초기에 소화시스템을 동작 가능

○ 다중센서를 통해 연소 생성물을 감지하며 퍼지로직을 이용한 지능형 화재판단 알고리즘을 탑재로 오동작을 최소화하는 등 높은 신뢰성 확보

- 참여 기관으로는 경민대학교 산합협력단, 방재시험연구원, 한국건설기술연구원, ㈜씨엔테크, ㈜H2K솔루션, ㈜안국E&C, ㈜파라텍), (재)한국기계전자시험연구원, ㈜비전엔지니어링 등이 참여

출처: 소방방재신문(2020) 경민대학교 산학협력단, 실제 화재 실험 거쳐 감지·소화 시스템 개발

<그림 2-29> 화재감지기술(인랙 화재감지기)과 소화시스템

■ 다중센서를 통해 연소생성물을 감지하고 분석해 자동으로 화재 경보를 작동하며 열, 연기, CO_2 , 영상카메라와 화재신호 수신을 위한 중계기, 수신장치 등으로 구성

○ 랙크식 창고에서 화재가 발생할 경우 다양한 감지 기능을 통해 퍼지 로직을 이용한 지능형 화재 판단 알고리즘에서 각 센서의 화재징후 센싱값을 분석, 처리하여 화재를 경보

- 화재 발생 지점의 영상을 해당 감지기에 내장된 영상카메라로 실시간으로 수신기에서 볼 수 있는 기능을 보유

- 빌딩관리시스템(BMS) 조명, 공조(HVAC), 엘리베이터, 모바일 기반 시설관리시스템(FMS)

출처: 소방방재신문(2019) 랙크식 창고 겨냥한 지능형 복합 화재감지시스템 개발

<그림 2-30> 화재감지기 수신기(左)와 감지기(右)

■ 국내의 국토교통 R&D로 수행된 "건축물 내 화재 확산 방지 설비의 화재안전성 확보를 위한 관련제도 개선방안 연구"에서는 방화셔터에 대해서 수평방향으로 개폐되는 방식과 층간방화구획을 형성하는 수평셔터에 대한 기준을 정립

○ 국외의 물류시설 방화구획 기준에서는 물류시설의 저장용도외 위험도를 세분화하여 방화구획 면적, 체적, 요구 내화성능 등을 차등화하고 있으며, 자동소화설비의 설치 여부에 따라 완화 적용

- 국내의 물류시설 방화구획 기준에서는 건축법 시행령 제56조에 따라 바닥면적이 500㎡ 이상인 물류시설의 경우 주요구조부와 지붕을 내화구조 설치 필요

<그림 2-31> 방화셔터의 개폐방향 및 적용부위에 따른 구분

○ 국내의 대부분 물류시설은 마감재로 단열성과 저렴한 공사비용, 시공의 편의성이 우수한 샌드위치 패널을 많이 사용

- 샌드위치 패널은 초기 소화에 실패할 경우 화재의 확산 속도가 매우 빠르며 유독성 가스가 다량 발생할 뿐만 아니라 고열에 의한 강판의 변형으로 건물 붕괴의 위험성이 높아 화재안전성 측면에서 문제 제기

[스티로폼 패널]

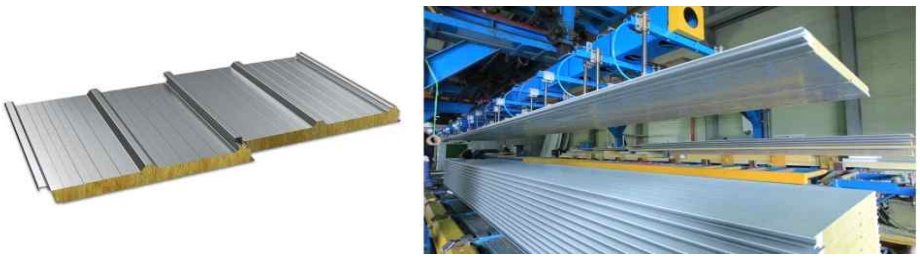
[우레탄폼 패널]

<그림 2-32> 물류시설에 적용된 마감재료

종합건축자재전문기업 에스와이는 강화된 화재안전법 기준에 부합하며 건설기술연구원의 내화구조인정 시험을 통과하는 화재 차단 지붕재의 개발을 완료

○ '20년 8월부터 50㎡이상의 건축물에는 30분 이상 내화지붕 사용을 의무화하는 법이 통과되며 관련 제품의 중요성 증가

- 에스와이는 30분 내화성능에 지붕재 체결부위 노출이 없는 볼트리스 타입으로 방수성능까지 뛰어난 'FL루프'도 출시했으며 지붕태양광 설치 필요시 타공없이 손쉽게 태양광모듈 설치도 가능



출처 : 투데이에너지(2021), 에스와이, 화재 차단 지붕재 출시

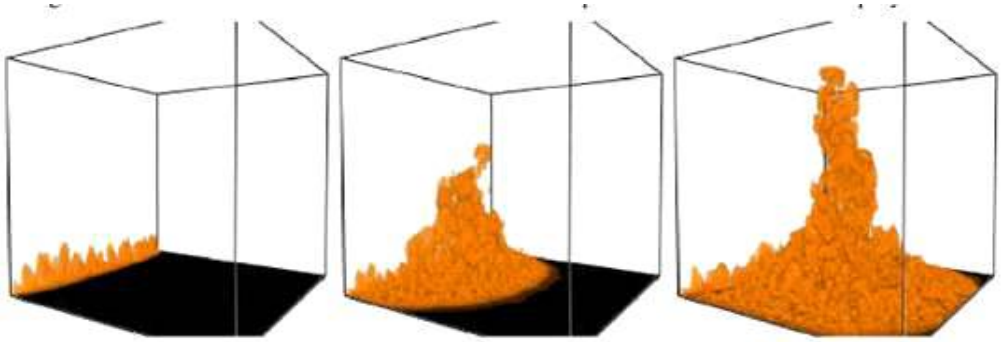
<그림 2-33> 내화지붕 리루프와 글라스울패널 생산모습

■ 국내에서의 연구결과로서 냉동창고 화재에 대한 화재조사를 통하여 정온전선의 발화원인이 추론되었음. 냉동기와 연결된 배수배관에서 동파방지를 위한 정온전선의 이상발열로 인한 폴리우레탄 단열제의 착화 가능성 제시

○ 냉장·냉동창고의 화재에서 가장 큰 위험성을 갖는 폴리우레탄 폼의 화재확산은 다수의 연구자들에 의해 실험 및 수치적 방법을 통해 검토

- 그러나 폴리우레탄 품질에 따른 열 및 연소물성 그리고 화재확산 현상에 대한 실험 및 수치적 고찰은 아직 부족

<그림 2-34> 냉동창고 화재원인으로 추론된 정온전선



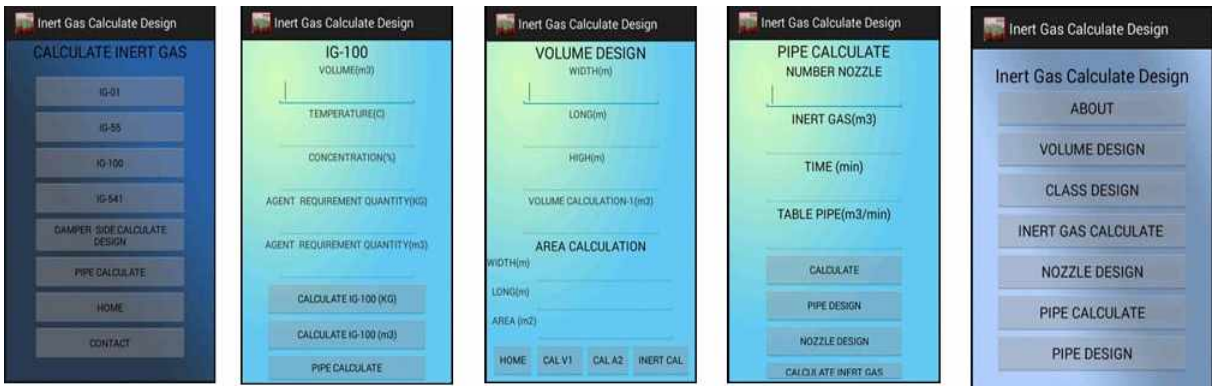
<그림 2-35> 폴리우레탄 폼의 화재확산 실험 및 시뮬레이션 검증

- 유럽과 미국에서는 냉장·냉동 창고에 대해서 산소저감(Oxygen Reduction) 대응시스템을 개발하고 적용함으로써, 냉장·냉동 창고에서 화재발생시 화염은 신속히 소화하고 작업자는 안전하게 피난할 수 있는 방안 제시

<그림 2-36> 냉장·냉동 물류시설에 대한 산소저감 대응시스템

■ 저충격 소화시스템의 현장 맞춤 설계에 필요한 변수와 입력 값, 계산 및 논리 연산 등을 적용한 자동소화설비 설계프로그램과 유지보수 프로그램을 개발하여 통합 솔루션을 제공

○ 자동소화설비는 KFI에 성능 인증을 받은 자동소화설비 설계프로그램으로 설계



출처 : Inert Gas Design Calculate (FrankEngineer)

<그림 2-37> INERT GAS 소화설비 설계 프로그램

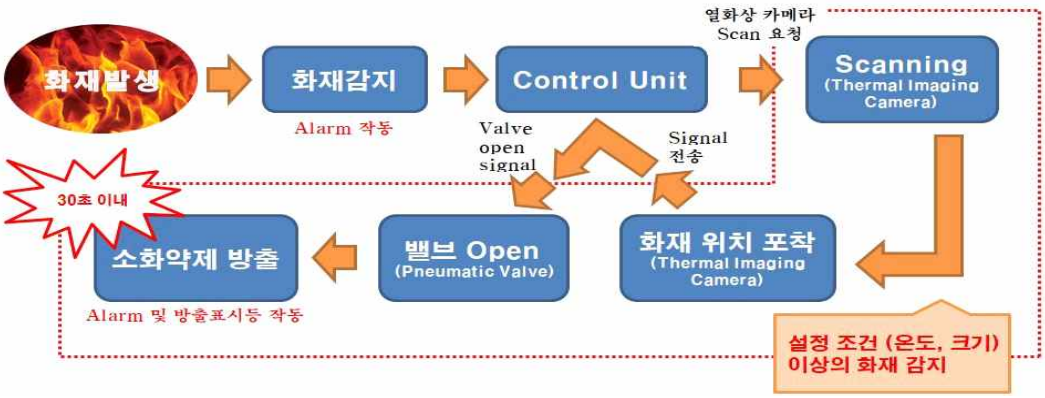
■ 화재 위험 시설에서 공간화재시 피해를 최소화하기 위한 화재감지기술로 공간 내 화재를 신속히 감지 후 평가 된 화재규모에 따라 물을 분사하여 화재 조기진압

○ 시스템 특징으로 화재진단 시뮬레이터를 통해 오작동을 최소화, 화재위험 시설의 별도 관리입력 없이 화재발생 시 화재 자가진단 후 화재의 초기 진압으로 피해를 최소화 등 현장에 맞춰 화재진압이 가능

- 열화상 카메라에 의한 실시간 모니터링 시스템 구축

- 다중 화재 발생 시에도 자동감지 소화시스템 기능

- 설치 현장에 맞춰 최소한의 감지시스템 구성이 가능



출처 : 진화이엔씨

<그림 2-38> 발화지점 자동감지 화재 진압 장치 시스템

2. 국외 기술 동향

■ 글로벌 물류업계에 빅데이터와 증강현실(AR) 등 4차 산업혁명 핵심 기술을 사용, 물류창고에서 초지능·초실감·초연결이 실현되고 대고객 서비스 품질이 개선되는 '웨어하우징 4.0(Warehousing 4.0)' 시대가 도래

○ 웨어하우징 4.0 시대의 풀필먼트 센터에서는 데이터 처리 미흡과 인력 부족으로 인한 오류가 '창고실행시스템(Warehouse Execution System, WES)'을 통해 예방

- WES는 IT 기술을 바탕으로 창고 자동화 설비를 시스템화, 각 작업 영역을 조정하고 속도를 높이면서 픽 앤 어셈블리(Pick and Assembly) 절차와 재고 흐름을 제어, 주문된 물품이 이상 없이 소비자에게 신속·정확하게 자동 전달될 수 있도록 지원

- WES는 '창고관리시스템(Warehouse Management System, WMS)'과 '창고제어시스템 (Warehouse Control System, WCS)'이 한 단계 업그레이드된 개념

출처 : 한국교통연구원(2020), 글로벌 물류기술 동향 636

<그림 2-39> WMS, WES, WCS의 비교

■ 선진외국에서는 각 빌딩코드와 화재안전코드 및 물류시설 안전매뉴얼*에 물류시설에 대한 별도의 장을 구성하여 물류시설의 특성을 반영하는 화재안전 규정을 제시

* International Building Code, International Fire Code, Life Safety Code of National Fire Protection Association, European Guideline-Fire Safety in Warehouse 등

○ 물류시설에 대해 위험도 등급 산정과 보관 수용물품의 분류 등을 수행하고, 위험성을 바탕으로 화재안전 시설의 설치기준을 제시

- 물류시설의 위험도를 저·중·대로 구분하고 물류시설의 수용물품을 위험도에 따라서 Class I~IV, 고위험의 5가지로 분류하여 지정

- 플라스틱의 경우 특별히 Group A에서 Group C의 3가지 분류로 나누고 있으며 수용물품의 위험도와 고층적재 저장면적 등을 고려하여 화재안전 시설의 설치기준을 제시하고 있음

○ NFPA, FM Global, UL 등 국외 화재안전 연구기관에서는 랙크형 물류시설에서의 새로운 소화시스템과 화염확산 방지 시스템 등의 개발 및 성능평가를 위해서 실규모 화재실험을 수행

○ 스웨덴에서는 랙크형 물류시설 화재확산 관련 분석을 위해 축소모형실험 수행. 창고의 크기, 수용물품 위의 천장높이, 랙크간 거리 등 여러 인자의 변화에 따른 화염성장 특성 측정을 통해 화재확산에 대한 영향을 평가

○ 선진외국에서는 물류시설에서 화재발생시 화염의 확산 방지를 위한 설비로서 방화커튼 (Fire Curtain)에 대한 기준을 정립하여 상용제품을 제시하고 있으며, 물류시설에 설치하여 화재확산에 대응

[성능실험]

[설치사례]

<그림 2-40> 방화커튼 성능실험 및 설치사례

- 랙크형 물류시설에 대해서 랙크 내부에서의 급격한 화염확산 방지를 위해서 수평 차단막과 수직 차단막에 대한 설치방안이 제시되고 있으며, 수평과 수직

차단막의 화염확산 방지에 대한 성능평가를 위한 실규모 시험이 진행중

- 이러한 랙크에 설치되는 수평 차단막은 화염확산 방지와 함께 열응축 효과를 가짐으로서 인랙 스크링클러의 조기작동에 긍정적인 작용 증명

<그림 2-41> 랙크 내부 수직 차단막의 화재대응 성능평가 실험

<그림 2-42> 랙크 내부 수평 차단막의 화재대응 성능평가 실험

가. 미국

■ 미국의 "NFPA 101 Life Safety Code"에서는 물류시설의 피난경로에 대한 규정을 제시하고 있으며, 수용물품의 위험도와 재실자 밀도 등의 조건에 따라서 피난경로의 개수와 피난방안에 대한 기준 및 피난용 방화문을 제시

○ 고위험 수용물품을 저장하는 시설에서는 피난경로를 2개 이상 설치하도록 하고 있으며, 500명 이상의 재실자 밀도가 있는 시설에서는 피난경로 3개 이상 설치 의무화

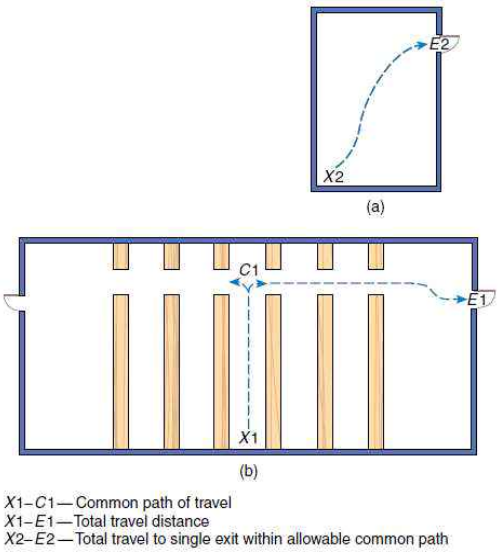
- 수용물품의 위험도를 고려하여 물류시설에서 막힌 복도나 공통 피난경로의 설치방안을 제시하고 있고, 수용물품의 위험도와 화재방호 수준 등을 고려하여 물류시설에서의 피난거리 제시

〈표 2-25〉 물류시설에서 막힌 복도와 피난경로의 설치 기준

구분	스프링클러 설치 여부	저위험 수용물품 물류시설	중위험 수용물품 물류시설	고위험 수용물품 물류시설
막힌 복도	스프링클러 시스템 설치	제한 없음	30 m	특별한 조건 이외에는 금지
	스프링클러 시스템 미설치	제한 없음	15 m	특별한 조건 이외에는 금지
공통 피난경로	스프링클러 시스템 설치	제한 없음	30 m	특별한 조건 이외에는 금지
	스프링클러 시스템 미설치	제한 없음	15 m	특별한 조건 이외에는 금지

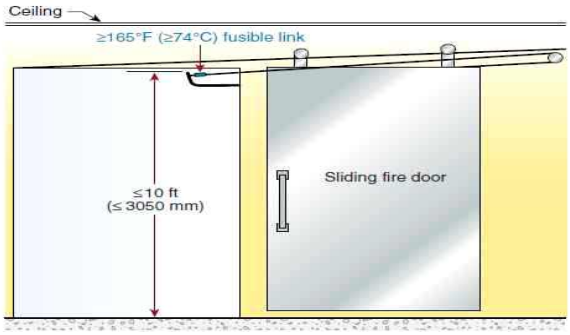
〈표 2-26〉 물류시설에서 피난거리 기준

화재방호 수준	저위험 수용물품 물류시설	중위험 수용물품 물류시설	고위험 수용물품 물류시설
스프링클러 시스템 설치	제한 없음	122 m	30 m
스프링클러 시스템 미설치	제한 없음	61 m	23 m



〈그림 2-43〉 출입문 개소에 따른 공통 피난경로 설정 사례

○ 안전한 피난과 화재의 확산을 동시에 달성하기 위해 일반 건축물과는 다른 구조의 피난용 방화문을 제시



[개요도]

[제품전경]

<그림 2-44> Swinging and sliding doors 개요 및 전경

NFPA(미국소방협회)는 소방안전 관련 기술에 대한 연구개발을 직접 수행하여, 보다 적절한 NFPA 코드와 표준설정을 지원

○ (Halon 대체 기술개발) 화재방지를 위해서 사용되는 환경 유해화학 물질인 Halon을 대체하기 위한 기술개발을 수행

○ (화재위험 평가기술 개발) 화재물질의 연소에 따른 독성 등에 대한 연구를 통해서 화재 위험도를 평가할 수 있는 기반을 구축

○ (스프링클러 기술 개발) 미국에서 자동화재 진압장비로 가장 넓게 쓰이는 스프링클러가 더 빠르게 반응하고 더 강력하게 화재를 진압할 수 있도록 개선하고, 보다 넓은 범위(주거용/산업용)에서 다양하게 쓰일 수 있도록 기술을 개발

○ (화재감지 및 경보시스템 개발) 평면 및 기둥에 있는 감지기를 통해서 스프링클러가 빠르게 반응할 수 있도록, 건물 구조 유형별, 건물내 공기 흐름 등 전산유체 동적 모델링을 기반으로 효과적인 화재감지 및 경보/진압시스템을 개발

세계 최대의 소방공학과 소재 대학 WPI가 소방방재 관련 연구를 주도적으로 진행하며 크게 5가지 연구분야를 구분하여 학부 구성

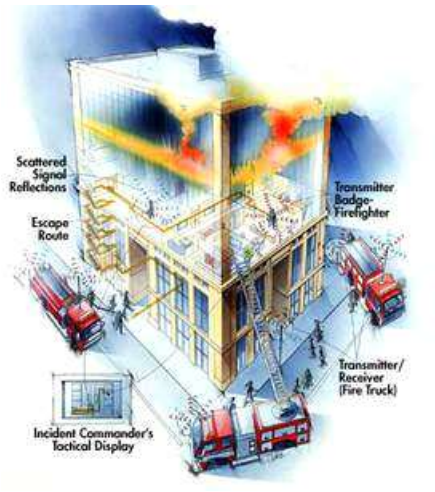
○ (WPI의 소방안전 분야) Public Safety & Security 부문 중, 인터넷/무선 보안 솔루션 개발 연구분야를 제외하고는 소방안전 분야와 유사

- WPI의 Fire Protection Engineering Department는 Fire science와 fire safety에 대한 광범위한 연구를 수행하고 있으며, 세계적인 수준의 화재 관련 연구로 인정받고 있음

- 발화, 화염 확산, 폭발, 건물의 화재안전, 화재정책 및 화재위험(risk)등을 포괄하는 연구 수행

❍ 소방대원의 안전 및 효과적인 업무 수행을 위해서 Precision Personnel Location 연구팀을 구성・수행

- Precision Personnel Location 연구팀은 라디오와 레이더 기술을 결합하여 소방대원의 위치를 삼차원적으로 정확히 파악하고, 생체 센서를 통해서 소방대원의 활력징후(vital sign)를 실시간으로 파악함으로서 소방대원의 안전을 위한 연구 수행



<그림 2-45> Precision Indoor/Outdoor Personnel Location Project

❍ (화재보호공학부 연구분야) WPI는 세계적인 수준의 화재보호공학부를 보유하고 있으며 이곳에서는 화재 연구분야를 크게 5개로 구분하여 연구를 수행함

- (Fire & Materials) 연구자들이 화재현장에서의 환경을 보다 정확하게 예측하고 그에 대응하여 어떻게 진압할지를 효과적으로 연구할 수 있도록 소재에 따라 달라지는 화재 유형・형태에 대한 연구를 수행

- (Combustion & Explosion Protection) 터널, 초고층빌딩, 지하철 등 일반적이지 않은 환경에서의 화재에 대처하기 위해서 다양한 환경에서의 발화, 연기의 흐름(진행방향)과 속도를 식별할 수 있는 장치(device)를 연구개발

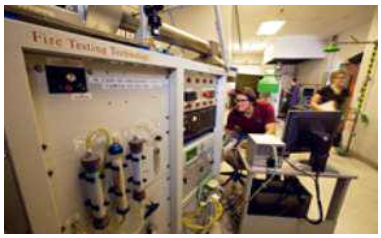
- (Regulatory Policy, Risk & Engineering Framework) 대규모 재난 현장에 적절하게 대응할 수 있도록 정부의 소방관련 규제정책(건물 설계와 관련된)을 효율적으로 개선・신설하기 위한 연구 수행

- (Building & Fire Systems) 빌딩 내 화재에 대응하기 위한 다양한 화재예방 및 대응 방안에 대한 연구를 포괄적으로 수행

- (Firefighter Safety & Policy) 현재 미국의 소방대원들은 응급 구조, 응급조치, 테러 위협 대응, 위험물질 대처 그리고 화재진압 등 다양한 상황에 투입되고

있어, 다양한 환경에 처할 수 있는 소방대원들의 안전을 보장하기 위한 연구와 관련된 정부 정책적 연구도 함께 수행

<Combustion Lab>


<Fire Science Lab>

<FPE Lab Facilities>

<그림 2-46> 화재보호공학부의 연구실 및 시설

미국 물류업계에 인력 대신 로봇을 배치해 생산성을 높이는 창고 작업 자동화가 확산

○ 물류업체들은 탑재된 카메라· 레이저· 센서 등을 이용해 통로를 자유자재로 누비면서 근로자들을 상품이 위치한 선반으로 인도하거나 상품이 가득 적재된 통을 운반하는 '코봇(cobot)' 주문을 확대

- 코봇 임대 회사는 이전보다 훨씬 많은 물량을 공급하고 있는데, 로커스 로보틱스(Locus Robotics)社의 경우 2019년 임대한 코봇이 500대를 상회

- 제3자 물류업체 미국 XPO 로지스틱스(XPO Logistics)社도 급증하는 온라인 주문 처리를 위해 2020년 로봇 예산을 일부 조기 집행, 당초 계획보다 30% 더 많은 로봇을 구매

- 프랑스 물류업체 지오디스 SA(Geodis SA)社는 패스트 패션 주문을 처리하는 미국 창고 근로자들을 지원하는 로봇을 2018년보다 75% 이상 확보, 현재 5곳의 물류창고에서 로커스 로보틱스 코봇 281대를 운영

○ 물류업체들은 근로자 고령화와 노동력 부족을 해소할 뿐 아니라 보다 신속한 배송을 희망하는 소비자 요구에 부응하기 위해 창고 작업 자동화 작업을 속도감 있게 진행

- 시장조사 기관 미국 ABI 리서치(ABI Research)에 따르면, 2018년 전 세계에서 상업용 로봇을 배치한 창고는 전체의 3%에 불과했지만 2025년까지는 28%에 도달할 수 있을 전망

- 물류창고에서 활용되는 로봇과 작업자 간 AI 기반 협업을 바탕으로 인간과 기계의 협업이 확산되면 창고 공간 문제가 해결되면서도 숙련자는 물론, 무숙련자나 저숙련자도 창고 작업을 효율적으로 수행할 수 있어 물류 생산성 크게 제고

미국 보스턴다이나믹스社와 캐나다 오토모터스社가 하역 로봇과 이송 로봇의 서로 다른 기능을 이용, 물류창고 자동화 시스템을 구축

○ 보스턴다이나믹스는 모바일 로봇 '핸들'과 심층학습·컴퓨터 비전시스템 로봇 '픽'을 결합해 하역 작업이 가능하도록 프로그램을 설정한 뒤, 물품이 내려지면 오토모터스의 자가 이동운반차 '오토 1500'이 들고 예정된 공간으로 이동토록 하는데 성공

- 물류창고에서는 기술적 문제로 인해 한 가지 기능의 로봇만 이용하는 것이 일반적으로, 이번 자동화 시스템은 상이한 기능의 로봇 협업을 통해 생산성을 제고했다는 점에서 의의

○ 이번 자동화 시스템 구축은 글로벌 대표 로봇업체들의 제휴라는 점에서도 관심을 모으는 가운데, 물류창고 생산성은 첨단 자동화 솔루션 개발 등으로 인해 계속해서 높아질 전망

- 보스턴다이나믹스는 지난 2005년 미국 국방부 산하 방위고등연구계획국 위탁을 받아 4족 보행 로봇 '빅독'을 제작하는 등 주로 특수 프로젝트를 진행

- 오토모터스는 클리어패스 로보틱스 분야 산업용 로봇 선두주자로, GE·존 디어·도요타 등 다수 글로벌 기업에 자율 운반 로봇을 납품

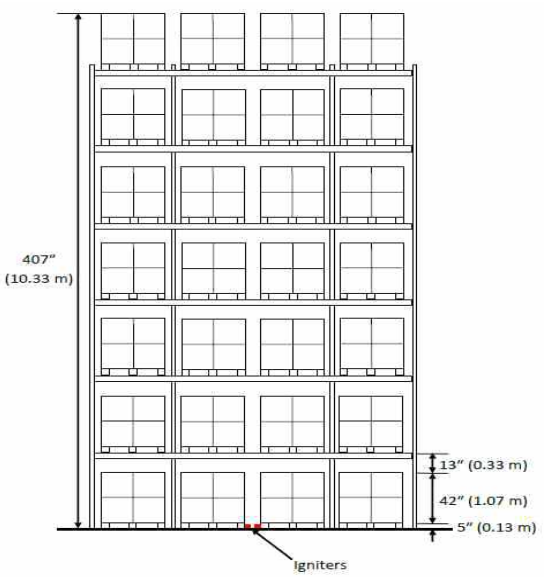
- 이번 글로벌 대표 로봇업체들의 자동화 시스템 구축을 계기로, 향후에도 첨단 물류창고 자동화 솔루션은 계속해서 개발되면서 창고 생산성을 높일 것으로 관측

출처 : 한국교통연구원(2020), 글로벌 물류기술 동향 626

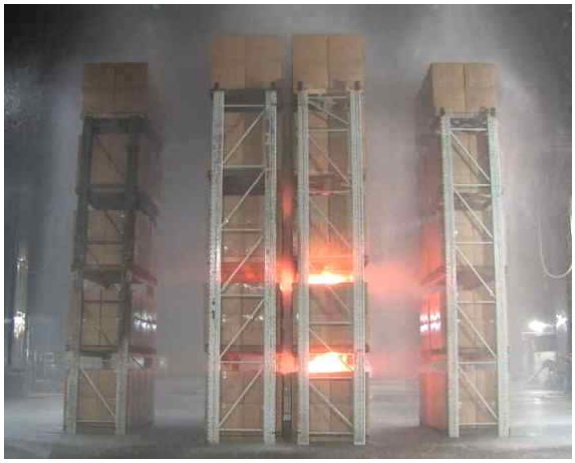
<그림 2-47> 하역 로봇과 이송 로봇을 이용한 물류창고 자동화

■ 미국의 FM Global에서는 2016년도에 물류시설에서 발생할 수 있는 고위험의 화재에 대응할 수 있는 새로운 소화시스템(SMART, Simultaneous Monitoring, Assessment and Response Technology)의 성능평가를 위해서 랙크형 창고형태에서의 실규모 화재실험을 수행

○ 포장된 비발포플라스틱(CUP, Cartoned unexpanded plastic)을 수용물품으로 채택한 고위험 조건의 실험에서 새로운 소화시스템이 화염을 조기에 진합할 수 있음을 확인



[실험랙크 구성]



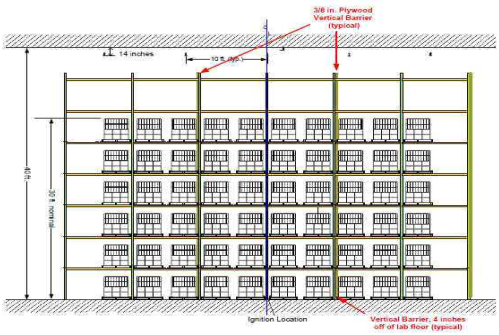
[소화시스템에 대한 실규모 실험]

<그림 2-48> FM Global의 소화시스템에 대한 실규모 성능평가 실험

■ 미국의 UL에서는 2013년도에 Group A의 발포형 플라스틱이 저장되어 있는 랙크형 물류시설에서 수직차단막과 조기반응형(ESFR) 스프링클러에 의한 화재방호 성능을 평가하기 위한 실규모 화재실험을 실시

○ 수직차단막은 화염이 저장열의 수평방향으로 확산되는 것을 막기 위하여 설치 및 횡방향 배기공간 확보

- 실험 후 스프링클러는 발화후 1분안에 가동되었으며, 수직 차단막으로 인해 랙크의 가장자리까지 화염이 확산되지 않는 결과 도출



[실험체 구성]

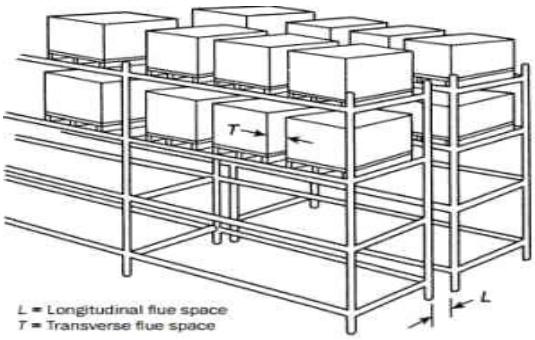
[실험용 랙크 내 화염발생]

<그림 2-49> UL의 수직차단막과 조기반응형 스프링클러에 대한 실규모 화재 실험

■ 미국의 IFC에서는 랙크의 수요물품 간 배기공간에 대한 규정이 제시 및 배기공간의 설치로 인해 내부에서 화재로부터의 열기가 수직으로 배출 유도

○ 이는 천장에 설치된 스프링클러가 빠르게 동작하는 것이 가능하도록 하는데 목적

○ 또한 랙크 안에서 화재가 수평으로 확산되는 것을 지연 시키도록 하고, 스프링클러 용수의 랙크를 통한 화재지점 도달 유도



<그림 2-50> 랙크 배기공간 개요

<표 2-27> 랙크 배기공간 설계방안

랙크 형식	배기공간 설계		천장형 스프링클러 설치		인랙 스프링클러 설치
			천장높이 ≤ 7.62m	천장높이 > 7.62m	
1열 랙크	횡방향 배기공간	크기	76.2 mm	76.2 mm	불필요
		수직방향 일직선 여부	불필요	필요	불필요
	종방향 배기공간		불필요	불필요	불필요
2열 랙크 (선택1)	횡방향 배기공간	크기	152.4 mm	76.2 mm	불필요
		수직방향 일직선 여부	불필요	필요	불필요
	종방향 배기공간			152.4 mm	불필요
2열 랙크 (선택2)	횡방향 배기공간	크기	76.2 mm	152.4 mm	불필요
		수직방향 일직선 여부	불필요	필요	불필요
	종방향 배기공간		152.4 mm	불필요	불필요
다중열 랙크	횡방향 배기공간	크기	152.4 mm	152.4 mm	불필요
		수직방향 일직선 여부	불필요	필요	불필요
	종방향 배기공간		불필요	불필요	불필요

나. 유럽

독일 전기부품 업체 오베타(Obeta)社가 물류창고에 인공자능 로봇을 도입, 피킹작업의 정확도와 함께 생산성을 크게 높이는데 성공

○ 이 AI 로봇은 상이한 형태의 전기부품이 담긴 박스가 컨베이어 벨트를 통해 들어오면 팔 끝부분 흡착 컵으로 박스 안 부품을 신속하고 정확하게 피킹해 다른 상자에 분류

○ 오베타 물류창고에서는 1만여 종의 상이한 전기부품을 피킹하고 99% 이상의 정확도로 분류, 인력 및 비용 절감에 큰 효과를 발휘

- AI 로봇은 각종 부품으로 채워진 가상의 박스들이 있는 디지털 시뮬레이션 환경에서 다양한 형태의 상품을 피킹하도록 훈련시킨 뒤 실제 물류 환경에 적용

- 엔지니어들은 로봇에 부품을 정확히 인식할 수 있도록 개발한 소프트웨어를 탑재해 처음 보는 부품도 피킹하는 능력을 갖추도록 한 뒤 실재 물류창고에서 활용하는 데 성공

○ 오베타社는 빈 피킹 AI 로봇이 물류창고 생산성 제고에 이상적 솔루션이라며, 로봇 도입을 확대·추진하겠다는 방침

- 현재 오베타 물류창고 작업자들은 시간당 평균 170건의 고객 주문을 처리할 수 있으나 하루 8시간 지속적으로 하기는 쉽지 않고, 한 여름에는 찜통더위로 인해 생산성이 급락, 이들 작업자를 대신하는 로봇 도입의 필요성이 제기

- 더욱이 오베타 물류창고에서 피킹 작업자 임금은 연 4만 달러 수준인 반면 AI 로봇 도입 비용은 3만 달러로 경제적일 뿐 아니라 기술 발달로 점차 낮아질 것으로 기대되면서 오베타는 비용 절감을 위해서도 로봇 도입 확대를 서두른다는 계획

출처 : 한국교통연구원(2020), 글로벌 물류기술 동향 624

<그림 2-51> 빈 피킹 AI 로봇

■ 영국 정부에서 발행한 공장과 물류창고에서의 화재안전 평가 관련 책자에서는 건축물의 위험등급을 고려하여 피난시설의 설계를 수행하는 방안을 제시

○ 주요 내용으로 표와 같이 피난경로의 폭과 건축물 위험등급에 따른 수용인원 산정 및 피난경로의 개수와 건축물 위험등급에 따른 피난거리 산정 등이 기술

<표 2-28> 피난경로의 폭과 수용인원

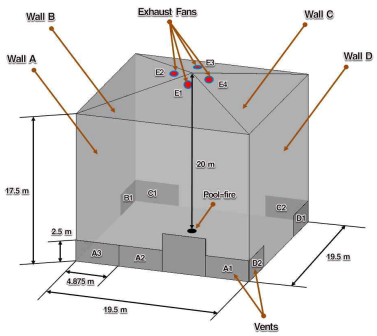
피난경로의 폭	물류시설 위험도 등급	피난경로 수용인원
최저 750 mm	저위험 시설	80 명
	중위험 시설	100 명
	고위험 시설	120 명
최저 1,050 mm	저위험 시설	160 명
	중위험 시설	200 명
	고위험 시설	240 명

<표 2-29> 피난거리

피난경로의 개수	물류시설 위험도 등급	피난거리
2개 이상	저위험 시설	25 m
	중위험 시설	45 m
	고위험 시설	60 m
1개	저위험 시설	12 m
	중위험 시설	25 m
	고위험 시설	45 m

- 스페인 Murcia에서는 물류시설과 같은 대공간 규모의 건축물에 대한 실규모 화재실험이 수행되었으며, 대공간 화재발생시 연기유동에 대한 측정과 배연시설 의 성능에 대한 검토 수행

[실험대상 전경]



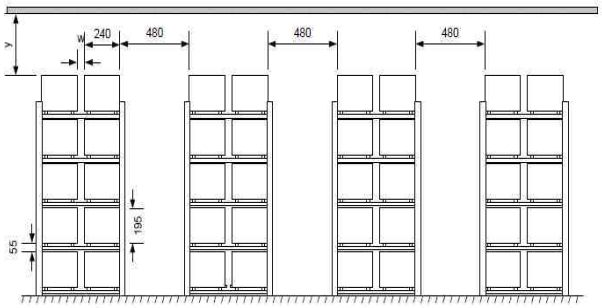
[실험 개요도]

[실험용 화염발생]

<그림 2-52> 스페인 Murcia에서의 연기유동에 대한 실규모 실험

- 스웨덴의 SP에서는 2005년도에 물류시설과 같은 대규모 공간에서 소화시스템의 작동이 없는 조건에서의 랙크사이 화재확산에 대한 분석을 수행하기 위해 1/5 축적의 축소 모형실험을 수행

○ 창고의 크기, 수용물품 위의 천장높이, 랙크간 거리 등 여러 인자의 변화에 따른 화염성장 특성 측정을 통해 화재확산에 대한 영향을 평가

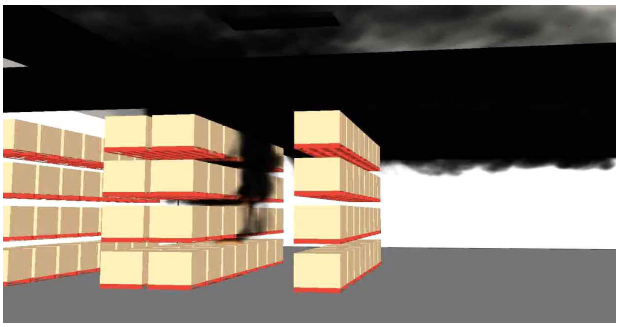


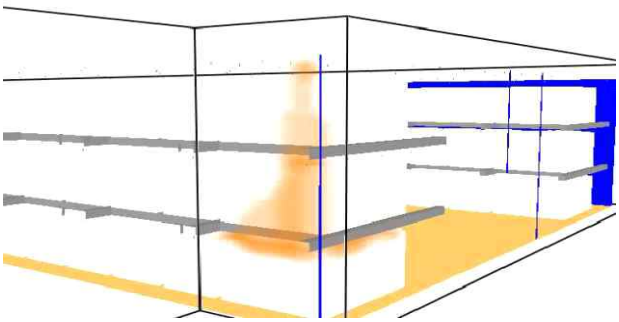
[실험체 구성]

[실험용 랙크 간 화염전파]

<그림 2-53> SP의 랙크사이 화재확산 분석을 위한 축소모형 화재실험

■ 국외 화재안전 연구기관에서는 물류시설에서의 화재에 대한 전산수치해석을 통해서 물류시설의 구조, 수요물품 종류, 화재강도 등 조건에 따른 물류시설 내의 연기발생 및 유동에 대한 분석을 수행





<그림 2-54> 물류시설에서의 연기발생 및 유동에 대한 수치해석 수행

○ 국외의 물류시설에는 화재발생시 연기의 신속한 배출을 위해서 배연구를 설치하고, 연기의 확산방지 및 배연구의 효과를 증진하기 위한 Smoke Curtain을 설치 의무화

<그림 2-55> 물류시설에 설치한 Smoke Curtain 사례

○ 국외에서는 가연성 단열재를 사용한 샌드위치 패널과 같은 마감재에 대해서는 실대형 시험을 통해 마감 시스템의 복합적인 화재안전 성능을 확인을 요구

- 국내에서는 가연성 단열재를 사용한 샌드위치 패널의 경우 콘칼로리미터 시험방

법과 같이 10cm X 10cm 크기의 작은 시편을 통해 마감재의 화재안전 성능을 평가

<그림 2-56> 마감재료 성능시험 방법 현황

○ 물류시설의 경우 화재발생시 단열재에 의한 급격한 화재확산이 일어날 가능성이 있으며, 이에 대한 대응방안으로 건축물의 외벽시스템에 대해서 화재안전과 단열성능을 동시에 확보할 수 있는 기술이 개발

- 준불연 플라스틱의 패널 심재를 사용하고 열발포성 유기소재의 화재확산 방지 구조를 적용함으로써 화재대응성능이 강화된 외벽시스템을 제시

<그림 2-57> 화재안전과 단열성능의 확보가 가능한 외벽시스템에 대한 성능실험

물류시설에서의 위험도 평가 및 위험도 기반의 관리 기술 동향

○ 물류시설 분류와 유형에 따라 화재위험도와 피난특성 등이 상이하며, 특히 물류시설의 수용품에 따라서 화재조건에 큰 차이가 발생

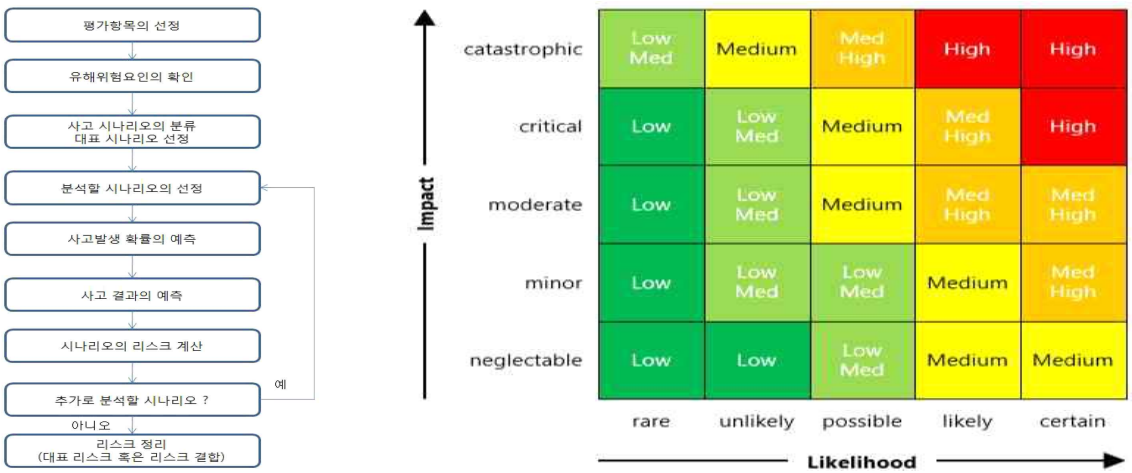
○ 국외 IBC와 같은 빌딩코드와 NFPA와 같은 화재안전코드에서는 물류창고에 대해 위험도 등급 산정과 보관 수용품의 분류 등을 수행하고, 위험도를 바탕으로 화재안전 시설의 설치기준을 제시

- 다양한 구조와 특성의 물류시설에 대해서 물류시설의 방화시설, 소방시스템, 수용물품 및 가연성 건축 재료 등의 차이에 따라 화재확산 양상이 다르게 나타날 수 있으며, 이러한 위험요소들이 종합적으로 평가될 수 있는 물류시설의 화재위험도 평가 기술의 개발이 필요

○ 국내외 화재안전 분야에서는 화재 등급화·점검표 등의 정성적 위험도 기법과 화재확률·피해정도 기반의 정량적 위험도 평가 기법 등이 다양한 대상에 대해 사용

- 산업안전 분야에서는 보편적인 위험도 평가 기법의 하나인 Risk Matrix 평가기법이 도입되어 있으며, 한국산업안전보건공단의 화재 리스크 평가에 관한 기술지침에 반영

○ Risk Matrix 기법에서는 위험요인을 도출한 후 위험요인에 대해서 사고로 발전할 수 있는 빈도(가능성)과 사고의 강도(피해크기)를 결정하고 빈도와 강도의 Matrix로부터 위험도(Risk)를 도출하며, 이러한 위험도가 허용범위내로 유지하도록 조치



<그림 2-58> 화재 리스크 예측 절차도 및 Risk Matrix 개요

■ 화재위험에 대한 평가방법 중에서 많이 사용하고 있는 기법 중에 하나가 Checklist 평가기법으로서, Checklist 평가기법은 평가자가 평가항목에 대한 전문성만 보유하고 있으면 평가기법 자체의 적용에는 어려움이 없어 가장 쉽게 접근할 수 있는 형태의 위험도 평가기법으로 사용

○ 상기의 Checklist 기법을 구체화하여 국내 한국안전인증원에서는 위험물시설 관리 등급 지정을 위한 프로세스를 개발하고 있으며, 옥내저장 용도의 건축물에 대해서도 위험물시설의 평가 리스트와 배점을 제시

(2) 옥내저장소

분야		대분류	중분류	배점
위험물 안전관리 시스템	Ⅰ. 안전관리 수행	1. 작업장 안전관리	1) 흡연	100
			2) 화기작업절차	100
			3) 화기작업관리	100
		2. 사고예방활동	4) 표지 및 게시판	100
			5) 위험물취급 장소 정리정돈	100
		3. 초동대응	6) 소화기 관리	100
			7) 소화전 관리	100
			8) 비상차단장치 관리	100
			9) 조명설비 관리	100
		4. 대응조직	10) 대응조직 관리	100
위험물 시설안전 시스템	Ⅱ. 위험물 시설위험	5. 사업장 고유위험	11) 업종 고유위험	100
		6. 점화원 관리	12) 케이블・부하설비	100
			13) 방폭관리	100
			14) 피뢰설비	100
			15) 방화	100
			16) 기타점화원	100
		7. 설비관리	17) 위험물시설 건축물의 구조	100
			18) 환기・배출설비	100
			19) 옥외설비의 유출방지장치	100
			20) 위험물의 보관 및 취급관리	100
			21) 자연재해로부터 위험물시설 방호	100
			22) 기타 가연물	100
	Ⅲ. 감지 및 경보	8. 정기점검	23) 검사 및 시험	100
		9. 성능	24) 화재 감지성능	100
			25) 경보성능	100

<그림 2-59> 옥내저장소 시설의 위험 평가 리스트 사례

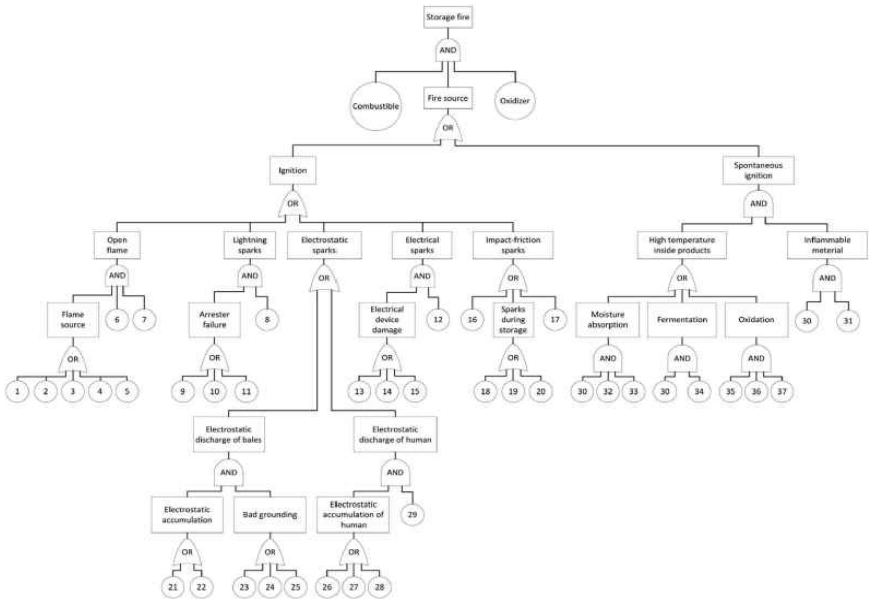
○ 화재진행 과정은 화재위험에 가장 영향을 주는 요소이므로 이를 Event Tree Analysis 개념에 접목하여 유도한 것이 화재위험도지수(FRI, Fire Risk Index)

- 이 지수는 화재통계 분석결과를 기본 위험도로 선정하고 화재의 발생이나 그 위험을 증가시킬 수 있는 요소와 피해를 경감시킬 수 있는 요소를 감안하여 화재위험도 지수를 도출

- 화재분야의 위험도 평가 기술은 2000년대 초반에 정성적 기반에서 확률론적인 정량적 기반 방안으로 발전

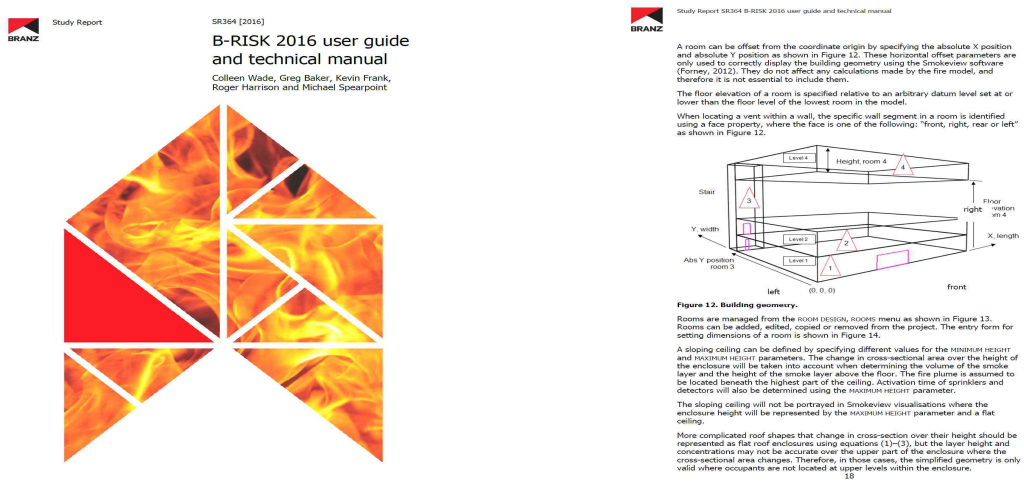
- 국외에서는 물류시설 화재에 대한 확률론적 화재위험도 평가기법이 제시되고

있으며, 구체적으로 물류시설에서의 화재사고에 대한 결함수목분석(FTA, Fault Tree Analysis)과 사고수목분석(Event Tree Analysis) 내용이 검토되고 발생 사고에 대한 확률과 화재위험도 분석모델 제안 진행

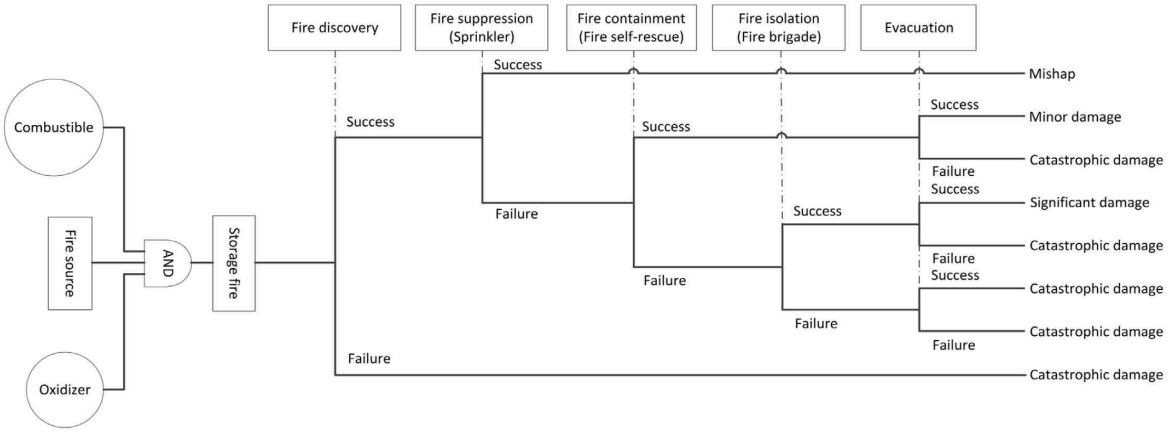


<그림 2-60> 물류시설에서의 화재위험도 분석 모델

○ 일반적인 건축물에 대한 화재위험 평가 기술 중에 대표적인 사례로는 뉴질랜드의B-Risk, 호주의 CESARE-Risk, 캐나다의 FiRECAM 및 유럽의 FRAME 등이 있으며, 화재확률(Probability of Fire)와 화재손실(Consequence of Fire)를 기반으로 정량적인 화재위험도를 산정하는 기법이 사용



<그림 2-61> B-Risk 매뉴얼



<그림 2-62> 물류시설 화재위험도 평가에서의 결함수목(Fault Tree) 개요도

다. 일본

□ 일본 히타치 솔루션스社가 입하·피킹·출하 등 물류창고 업무 효율성을 높이는 증강현실(AR) 기술 솔루션을 개발

○ 히타치는 물류 현장의 디지털 전환(DX) 가속화를 위해 '스캔딧(Scandit)'을 옵션으로, 배송 물품을 싣고 내리는 작업을 효율화할 수 있는 AR 기술 솔루션을 개발

- 스캔딧은 모바일 컴퓨터 비전 기술을 통해 어두운 장소나 원격지에서도 복수의 바코드와 QR 코드의 실시간 판독이 가능한 소프트웨어로, 업무 시스템 정보와 실공간을 조합하는 '스캔딧 바코드 스캐너(Scandit Barcode Scanner)'에 탑재

- 스캔딧 바코드 스캐너에 AR 기술을 접목, 물류창고 전반의 효율성을 제고, 현장 업무 정보공유 시스템에 스캔딧을 옵션 제공

- 바코드와 QR 코드를 사용하는 다양한 업종, 예컨대 소매업· 건강관리· 공항 등에서도 스마트 기기를 통한 바코드와 QR 코드 동시 판독과 AR 표시를 통한 업무 프로세스 개선을 지원

출처 : 한국교통연구원(2020), 글로벌 물류기술 동향 643

<그림 2-63> 입출하 검품에서 활용 사례

■ 일본의 부동산 개발업체 미쓰비시지소는 뉴럴포켓(ニューラルポケット, Nueral Pocket)社의 AI 기술을 이용한 새로운 창고 운영 컨설팅을 실시, 입주 기업들의 요청에 적극 협조하기로 결정

○ 미쓰비시지소는 고성능 카메라로 창고 작업자 동선과 업무 모습을 촬영해 기록하고 뉴럴포켓의 AI 기술로 분석한 뒤 그 결과를 바탕으로 고부가가치를 창출할 수 있는 최적의 창고 운영방안을 제안할 예정

- 약 한 달 동안 로지크로스 나고야 카사데라에서 준비 작업을 진행하여 입주 업체인 타카스에(高末)社와 야가미(八神)社의 창고에 5대의 첨단 카메라로 촬영한 작업자 동선과 업무 모습 영상을 뉴럴포켓의 AI 기술로 분석

○ 뉴럴포켓社의 AI 기술은 첫째, 설비투자 비용을 절감하고 둘째, 보안을 강화하며 셋째, 현장 활용에 적합하다는 특징을 보유

- (설비투자 비용 절감) AI 카메라 해석에 대한 특허 기술을 탑재한 카메라 1대가 광범위한 공간을 인식할 수 있어 설비투자 비용을 절감한 창고 내 디지털화 실현이 가능

- (보안 강화) 단말기에서 데이터를 실시간 처리함으로써 외부 네트워크를 경유해 정보를 송신하지 않아도 분석이 가능, 입주 기업 정보 보안이 강화

- (현장 활용 적합) 분석 결과를 알기 쉽게 화면에 나타냄으로써 창고 내 움직임을 실시간으로 가시화할 수 있어 병목 현상 개선 등 현장에서의 활용이 용이

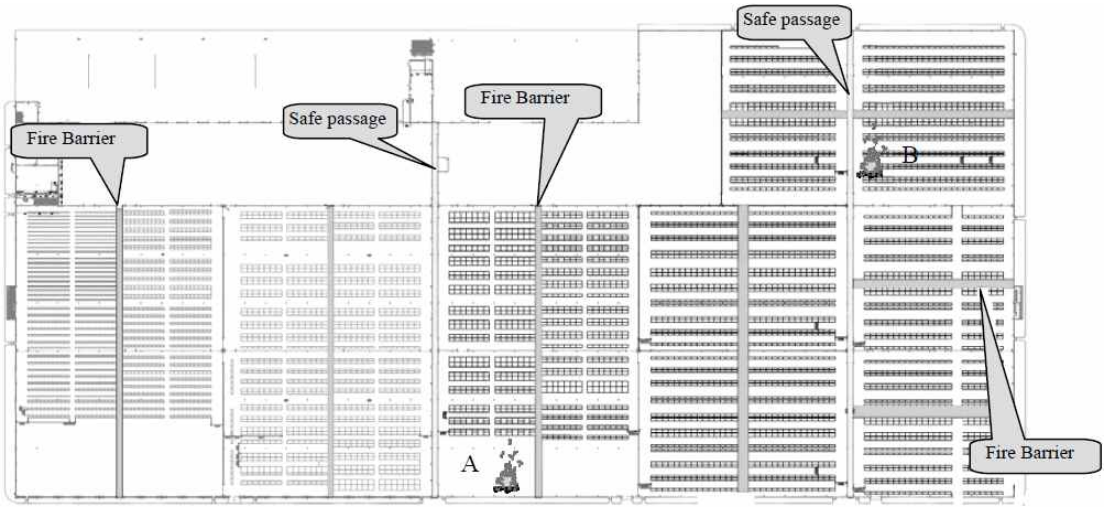
라. 중국

■ 중국의 University of Mining & Technology에서 "물류시설의 성능평가에 대한 연구"를 통해 물류시설 화재 예방을 위한 환기 및 스프링클러 시스템의 중요성을 강조

* 논문명 : Performance-based Evaluation on the Logistics Warehouse -China University of Mining & Technology(2011), WU Jian-qiang

○ 대규모 물류창고의 화재위험 및 화재안전설계에 관한 연구이며, 자동 화재 진압 시스템을 이용하여 대형화재를 사전에 예방하는 방법을 제안

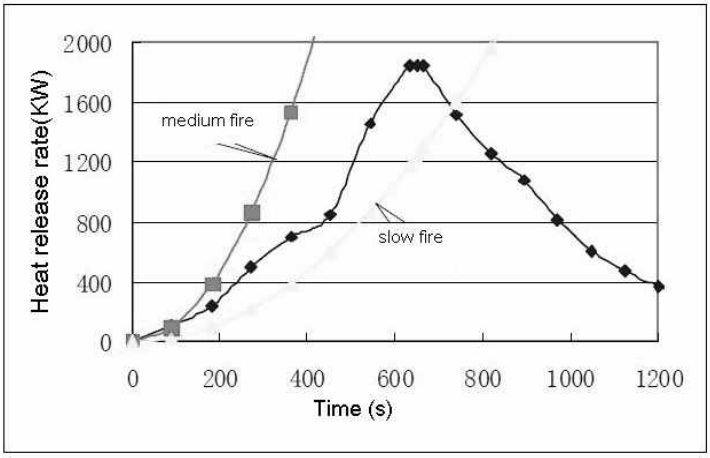
- 미국 NIST가 개발4 필드 시뮬레이션 소프트웨어 FDS를 사용하여 물류창고 내 화재진압 시스템의 실효성 검토



출처 : China University of Mining & Technology(2011), Performance-based Evaluation on the Logistics Warehouse

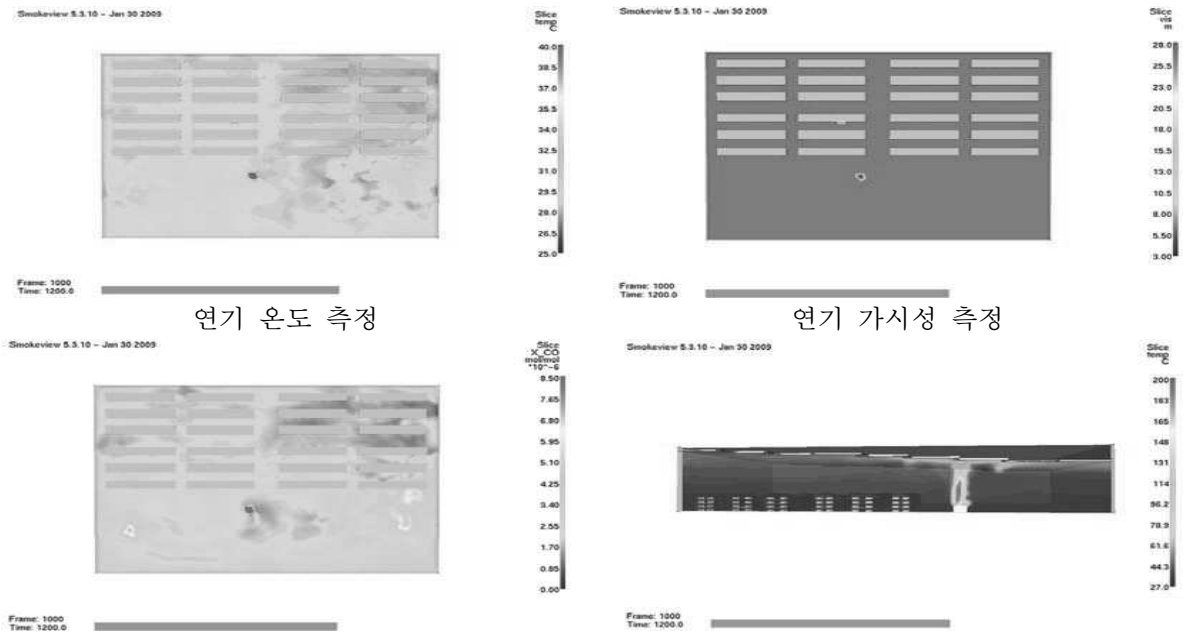
<그림 2-64> 물류창고 평면도

- 결과적으로 물류창고 내 자연환기시설의 유무가 화재 확산의 큰 영향을 미치며 환기시설과 자동 스프링클러가 함께 작동할 경우 화재 초기의 진압이 가능해 물류창고 내 적재물 보호



출처 : China University of Mining & Technology(2011), Performance-based Evaluation on the Logistics Warehouse

<그림 2-65> 팰릿의 열방출변화 곡선



출처 : China University of Mining & Technology(2011), Performance-based Evaluation on the Logistics Warehouse

<그림 2-66> 화재 시뮬레이션 결과

■ 중국의 Chinese People' s Armed Police Force Academy는 "EFTA분석 기법을 사용한 면화물류창고의 화재위험요소를 분석연구"를 통하여 물류시설 내 적재물의 특성에 따라 화재위험요인을 파악하고 화재 저감방안을 도출

* 논문명 : Study on Fire Risk and Disaster Reducing Factors of Cotton Logistics Warehouse Based on Event and Fault Tree Analysis-Chinese People's Armed Police Force Academy(2016), Wen-hui Ju

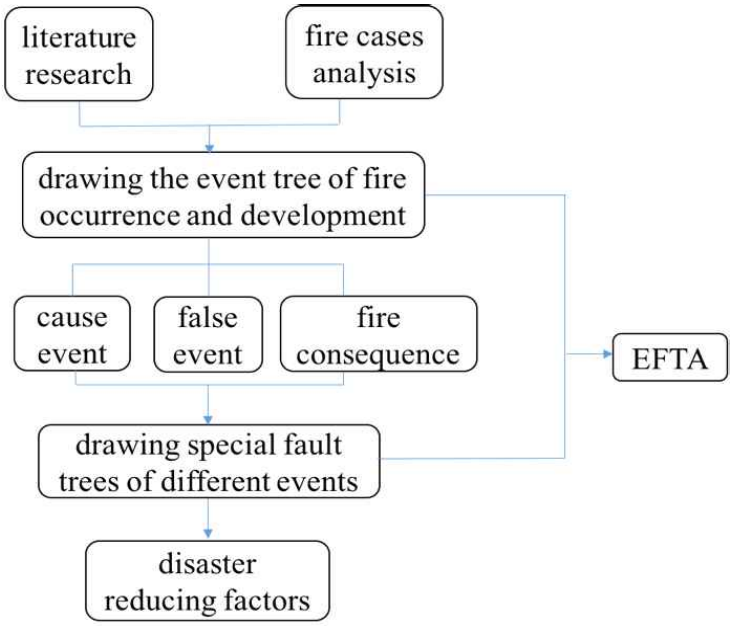
○ 연구는 면화물류창고의 화재 사례를 통해 물리적, 화학적 특성에 따라 화재위험요인을 분석하고 창고의 재해 메커니즘을 찾아내 화재감소요인을 도출

- 주요 내용으로 창고 내 온·습도 조절장치와 선반 사이의 공간 확보, 소방용수의 공급책 등을 언급

○ EFTA(Event and Fault Tree Analysis)분석을 통해 면화물류창고의 화재 확산 과정을 정의하고 화재원인을 찾아 화재안전대책 수립의 기초가 되는 화재매커니즘과 화재저감요소를 파악

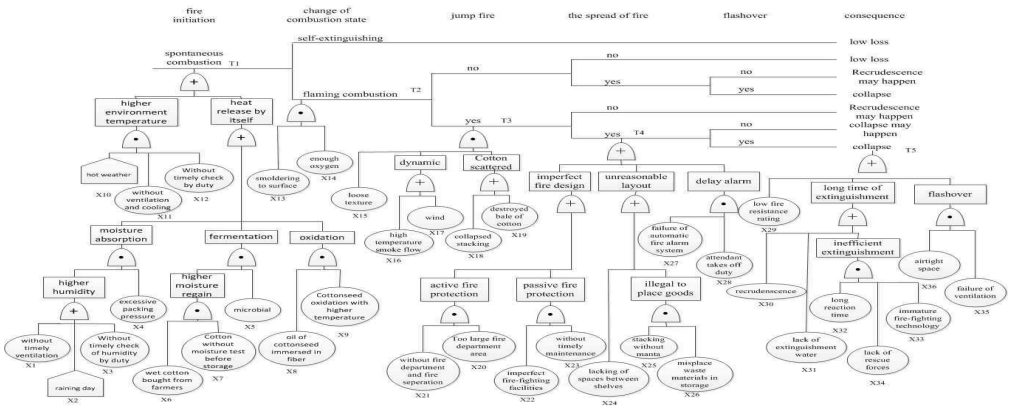
- Fault Tree Analysis(결함나무 분석)은 사고나 일반적인 체계고장의 잠재원인을 결정하고, 고장확률을 추정할 수 있는 방법으로 계량적 고장 해석 및 신뢰성 평가 방법

○ EFTA 분석 결과 적재물의 수분 흡수로 인해 화재 발생 시 연무량의 증가 가능성이 높으며 적재 간격이 좁은 것 또한 화재 확산의 주요 요인으로 작용



출처 : Chinese People's Armed Police Force Academy(2016), Study on Fire Risk and Disaster Reducing Factors of Cotton Logistics Warehouse Based on Event and Fault Tree Analysis

<그림 2-67> EFTA의 절차



출처 : Chinese People's Armed Police Force Academy(2016), Study on Fire Risk and Disaster Reducing Factors of Cotton Logistics Warehouse Based on Event and Fault Tree Analysis

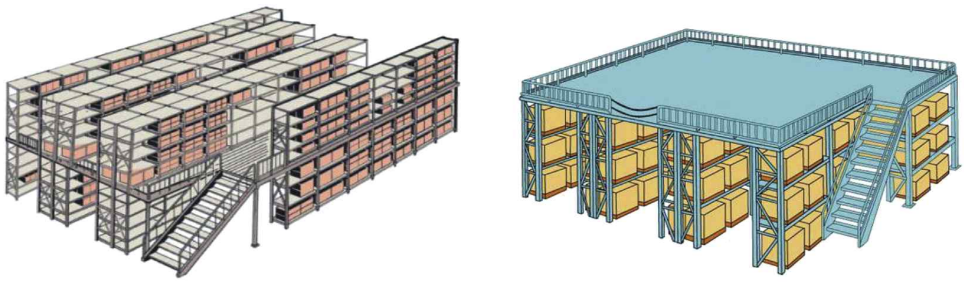
<그림 2-68> EFTA(결함나무 분석) 내용

■ 중국의 Shenyang Aerospace University는 "중층 구조의 물류시설 내의 스프링클러 시스템의 반응 연구"를 통해 물류시설 내 랙크의 간격과 높이에 따라 화재의 확산 속도가 다른 것을 증명하여 적절한 랙크 간격 및 집적도를 유지해야 함을 강조

* 논문명 : Study on the response of sprinkler system in logistics warehouse under the influence of the hollow floorboard Shenyang Aerospace University(2019), Yaxin Tan

○ 연구는 물류창고 내 중층 설비가 자동 스프링클러 시스템의 작용에 미치는 영향을 연구하여 화재 발생으로 인한 가스 발생량과 온도 변화를 분석하며 스프링클러 시스템의 적정 가동 시점과 온도를 도출

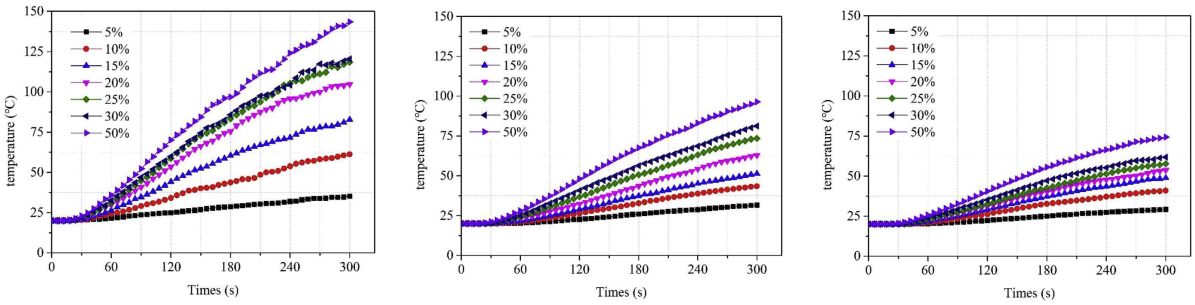
- 물류창고 내 집적도와 랙크 간격을 통해 화재를 완화시키며 중층 설비는 구조적 안전성을 보장하는 조건을 지켜 적정 층고를 유지



(a) Corridor mezzanine shelving system (b) Platform mezzanine shelving system

출처 : Shenyang Aerospace University(2019), Study on the response of sprinkler system in logistics warehoouse under the influence of the hollow floorboard

<그림 2-69> 중층 설비의 개략도



(a) Temperature curve at position 1 (b) Temperature curve at position 2 (c) Temperature curve at position 3

출처 : Shenyang Aerospace University(2019), Study on the response of sprinkler system in logistics warehoouse under the influence of the hollow floorboard

<그림 2-70> 중층 위치에 따른 화재의 온도 변화

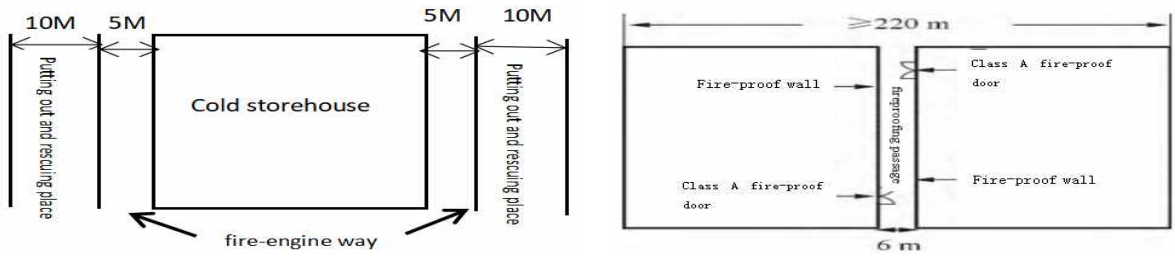
○ 물류창고 내 집적도 감소와 랙크 간 간격 증가는 물류시설 내 화재 발생 시 온도 변화를 늦추는 데 효과가 있는 것을 증명

- 물류창고 화재는 물류시설의 소재도 영향이 있지만, 물류창고 내의 구조와 집적도 또한 높은 영향

중국의 Wuzhou University는 "위험분석 및 대책을 기반으로 한 대형 냉동물류시설의 화재예방설계 연구"를 통해 냉동 물류시설의 건설 시 화재대응을 위한 구조를 고려한 건설의 중요성을 강조

* 논문명 : Fire Protection Design of Large-Scale Cold Storehouse in Modern Logistics Based on Risk Analysis and Countermeasure

○ 대형 냉동창고의 화재위험은 콜드 체인 물류시스템의 성장에 따라 커지고 있으며 본 연구는 국내외 관련 규정에 맞는 냉동 물류시설의 화재 안전 기준을 도출하고 위험요인 감소 요인들을 분석하여 화재 예방 및 대응 방안에 대한 요구사항 제시



출처 : Wuzhou University(2020), Fire Protection Design of Large-Scale Cold Storehouse in Modern Logistics based on Risk Analysis and Countermeasure

<그림 2-71> 냉동물류창고와 방화통로의 개략도

제3장 특허분석 및 기술수준조사

제3장 특허분석 및 기술수준조사

제1절 특허분석

1. 물류시설 화재안전 특허동향 분석 개요

가. 특허동향 분석 목적

■ **특허동향 분석은 기술경쟁력 및 시장잠재력이 있는 사업 아이템에 대한 객관적이고 정량화된 근거자료로 활용**

○ 특허분석은 기업의 중장기 R&D 전략 및 방향성 수립을 위한 근거자료로 활용되어, 신규 사업 투자에 따르는 위험요소를 사전에 인지하는 효과 발생

○ 또한, 관련 기술 및 특허동향 분석을 통해 관련 국가 및 연구자, 기업들의 연구 트렌드를 객관적으로 파악할 수 있는 기회 마련

나. 특허분석 대상 및 분석지표

■ **특허분석 대상 데이터 Set 구축을 하기 위해 분석데이터 구축, 프로세스별 수행방안. 분석대상을 구분**

○ (분석데이터 구축) 특허분석을 위한 관련기술 분석대상 데이터 구축은 검색식 작성 및 특허걸샘, 서지정보 입수 및 초록추출, 노이즈제거 및 전수검사. 데이터 정비의 순서로 진행

<그림 3-1> 특허데이터 추출 프로세스

○ (프로세스별 수행방안) 각 프로세스에 대한 수행방안 설정

- 검색식 작성 및 특허검색 : 검색식에 해당되는 미국특허, 유럽특허, 일본특허, 한국특허 전체를 대상으로 Wisdomain 특허DB를 활용하여 특허검색식 작성 및 특허검색을 실시

- 서지정보 입수 및 초록추출 : 원시데이터(Raw Data)를 추출

- 노이즈 제거 : 물류산업 기술에 대한 특허 Raw Data에서 관련 기술내용이 포함된 특허를 추출(Title과 Abstract, 요약 내용을 바탕으로 선별 실시)

- 데이터 정비 : 연도별 동향, 포트폴리오 분석(생명주기 분석), 출원인별 점유율 분석, 출원인별 기술경쟁력 분석을 위해 서지정보를 정비

○ (분석대상) 특허데이터 DB Set 분석대상

- 연도별 특허출원 동향의 분석항목에서는 국가별 출원동향 비교를 위해 미국, 유럽, 일본, 한국 특허 DB Set을 분석 대상으로 함

■ **특허분석 항목 및 지표로는 시장확보지수(PFS), 피인용도지수(CPP), 기술력지수(TS), 기술영향력 지수(PII)를 활용**

○ (시장확보지수) 미국 등록 특허를 기준으로 아이템별 해당 특허의 패밀리 특허를 기반으로 아이템별 시장 확보 지수 평가

- 시장을 선점하기 위해서는 먼저 기술을 선점하기 때문에 패밀리 특허를 이용하여 시장 선점도를 평가

<표 3-1> 시장확보지수(PFS : Patent Family Size)

시장확보지수
• 시장확보지수(PFS : Patent Family Size) - 해당 국가에서 상업적인 이익 또는 기술경쟁 관계에 있을 경우에만 해외에 특허를 출원하므로 패밀리특허수가 많을 때에는 특허를 통한 시장성이 크다고 판단하여 시장확보력을 측정하는 지표로 사용 - 산출식 : $PFS = \dfrac{\dfrac{\text{해당분야(국가또는출원인)}\,Family\text{수}}{\text{해당분야(국가또는출원인)특허수}}}{\dfrac{\text{전체}\,Family\text{수}}{\text{전체특허수}}}$

○ (피인용도지수) 특허당 피인용횟수, 즉 인용되는 빈도(Forward Citation)가 높을수록 기술력이 강하고(리딩그룹) 반대로 낮을 경우에는 기술력이 약함을 의미(후발그룹)

<표 3-2> 피인용도지수(CPP : Cites Per Patent)

시장확보지수
• 피인용도지수(CPP : Cites Per Patent) - 특정 특허권자의 등록된 특허들이 후속 특허들에 의해 평균적으로 인용된 횟수의 평균값 - 산출식 : $CPP = \frac{\text{특정특허권자의등록특허의피인용횟수}}{\text{해당특허권자의등록특허수}}$

○ (기술력지수) 인용관계에 의한 영향력지수(PII)에 특허활동의 규모를 나타내는 특허건수를 곱하여 특허활동의 질적 수준과 양적인 측면을 고려한 지표

- 기술력지수가 클수록 해당 특허가 질적·양적으로 기술력이 높은 것을 의미

- 기술력은 특허의 질과 양을 이용하여 한 키워드(또는 기술분야/국가)의 질적으로 가중평가 된 기술력 지수를 제공(특허건수와 동시에 특허의 질을 고려한 값)

<표 3-3> 기술력지수(TS : Technology Strength)

기술경쟁력 지수
• 기술력지수(TS : Technology Strength) - 해당 키워드에 대한 특허가 특정 기간에 타 특허로부터 인용된 정도를 나타내는 지표인 기술영향력 지수(PII : Patent Impact Index)에 특허건수를 곱하여 산출 - 산출식: $TS = \text{영향력지수}(PII) \times \text{특허건수}$

○ (기술영향력 지수) 본 특허가 향후에 발생하는 특허에 얼마나 응용되고 있는가를 파악하는 지표로 특허의 영향력을 측정

- 성과의 질적 수준을 평가하기 위해 사용될 수 있는 지표

<표 3-4> 기술영향력 지수(PII : Patent Impact Index)

기술영향력 지수
• 기술영향력 지수(PII : Patent Impact Index) - 특허의 피인용 회수를 특정 기술분야 내에서의 상대적인 값으로 전환시킨 지수로서 CPP와 같이 단순한 평균 피인용 수와는 달리 해당 산업부문의 특성과 다른 경쟁주체의 기술수준이 고려된 상대적인 지표 - 산출식 : $PII_a = \frac{CPP_a}{CPP_t} = \frac{\frac{C_a}{N_a}}{\frac{C_t}{N_t}}$ $Ca: a\text{특허의피인용수}$ $Na: a\text{의특허수}$ $Ct: \text{전체특허의피인용수}$ $Nt: \text{전체특허수}$

2. 물류시설 피난안전성 확보 기술

가. 특허분석 개요

■ 본 분석에서는 Wisdomain에서 제공하는 DB를 이용하여, 2010년 1월 1일부터 2020년 12월 31일까지 출원 및 등록된 미국, 유럽, 일본, 한국의 특허를 대상으로 데이터 Set을 구축

<표 3-5> 물류시설 피난 안전성 확보 기술 특허 분석 개요

구분	특허
데이터베이스	Wisdomain
분석구간	2010. 01. 01 ~ 2020. 12. 31
검색범위	Title, abstract
검색도메인	한국, 미국, 유럽, 일본의 특허
검색식 (미국, 유럽)	(AD>=20100101) AND (AD<=20201231) AND (TI=((“물류*” OR “물류시설” OR “물류창고” OR “창고”) AND (“화재*” OR “피난*” OR “인명피해” OR “연기*” OR “배연구” OR “마감재료” OR “화염*” OR “랙크” OR “차단막” OR “패널” OR “마감재”)) OR ((“logistics*” OR “storage facilities” OR “warehouse”) AND (“fire*” OR “evacuation*” OR “smoke*” OR “vent” OR “Interior finish” OR “flame*” OR “rack” OR “Vertical barrier” OR “Horizontal barrier”))) OR (TAC=((“물류*” OR “물류시설” OR “물류창고” OR “창고”) AND (“화재*” OR “피난*” OR “인명피해” OR “연기*” OR “배연구” OR “마감재료” OR “화염*” OR “랙크” OR “차단막” OR “패널” OR “마감재”)) OR ((“logistics*” OR “storage facilities” OR “warehouse”) AND (“fire*” OR “evacuation*” OR “smoke*” OR “vent” OR “Interior finish” OR “flame*” OR “rack” OR “Vertical barrier” OR “Horizontal barrier”)))
검색식 (일본, 한국)	

나. 국가별 특허 동향

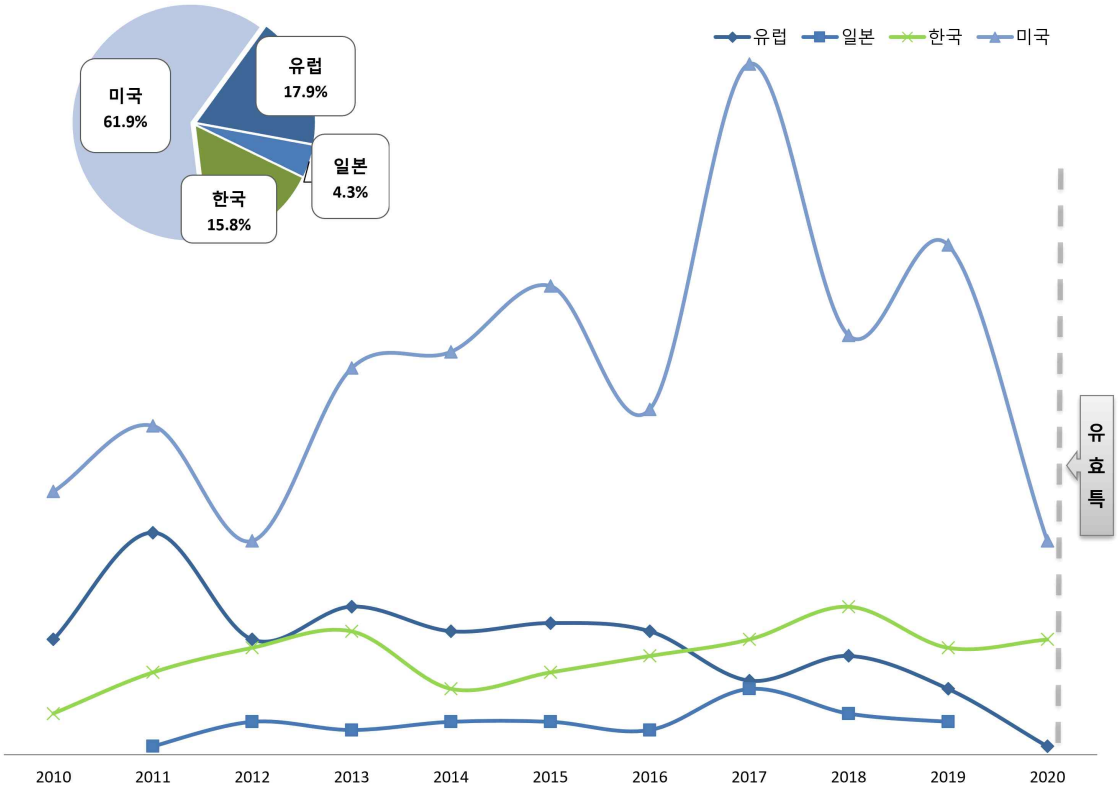
■ ‘물류시설 피난 안전성 확보 기술’ 전체 특허 833건에 대한 각 국가의 연도별 특허동향을 살펴본 결과, 미국의 특허가 516건(61.9%)로 해당 분야의 기술개발 및 특허출원 활동이 활발하였으며, 한국과 유럽은 각각 132건(15.8%), 149건(17.9%)이며, 일본의 특허는 36건(4.3%)로 나타남

○ 2010년부터 2020년까지의 특허 건수를 통하여 연평균 성장률을 살펴본 결과, 한국이 10.8%로 가장 성장률이 높으며, 유럽이 -23.2%로 낮은 성장률을 보임

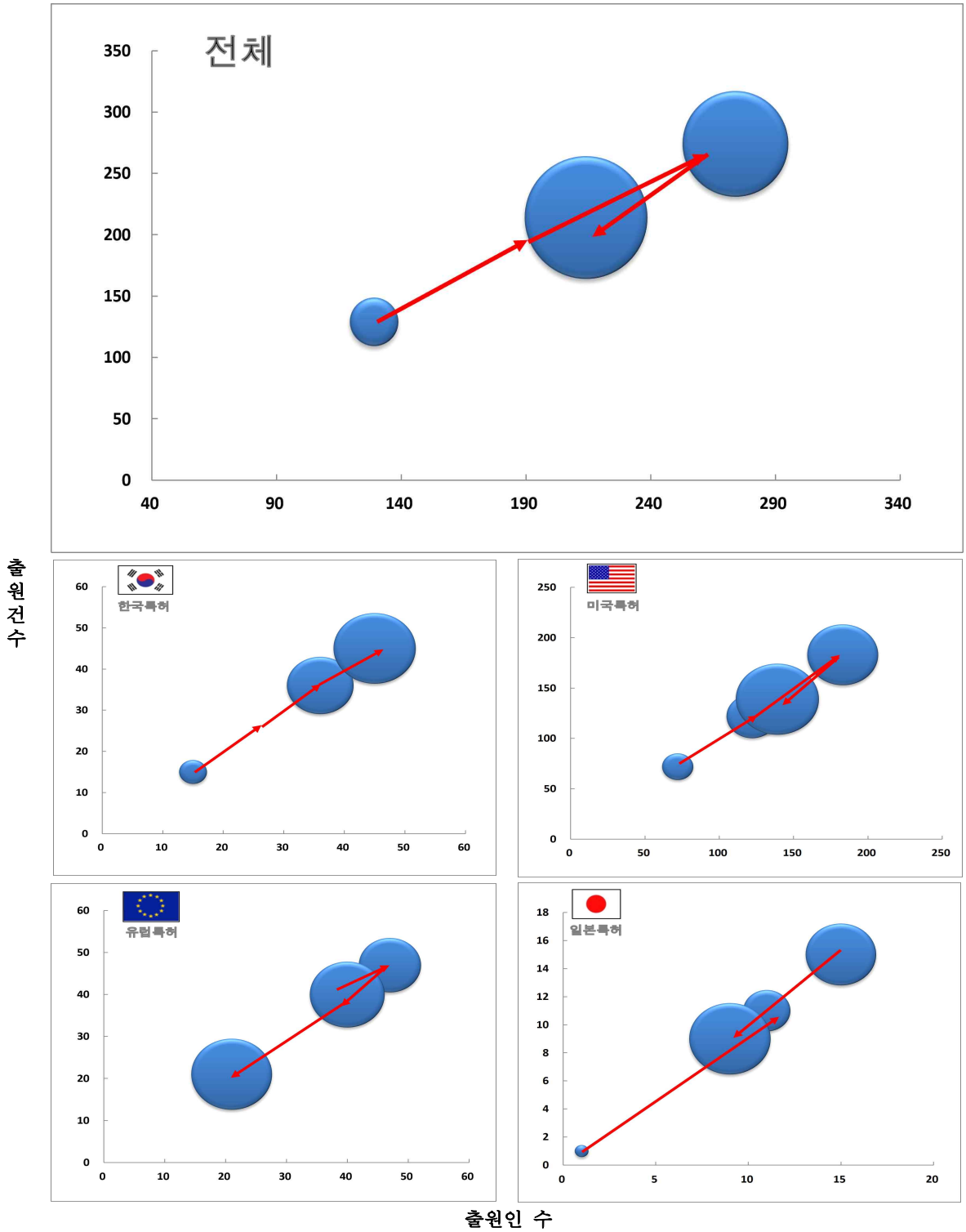
- 미국은 2017년에 출원 건수가 가장 많으며 그 이후 감소

<표 3-6> 물류시설 피난 안전성 확보 기술의 출원국 기준 연도별 특허동향(`10~`20)

구분	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	총합계	CAGR
유럽	14	27	14	18	15	16	15	9	12	8	1	149	-23.2%
일본	-	1	4	3	4	4	3	8	5	4	-	36	-
한국	5	10	13	15	8	10	12	14	18	13	14	132	10.8%
미국	32	40	26	47	49	57	42	84	51	62	26	516	-2.1%
합계	51	78	57	83	76	87	72	115	86	87	41	833	-2.2%



다. 기술수명주기 분석



<그림 3-2> 물류시설 피난 안전성 확보 기술의 기술수명주기

○ 연도를 구간별로 구분하고 각 구간별 출원 건수의 변동 현황과 출원인수의 변동 현황의 상관관계를 이용하여 거시적인 관점에서 현재의 발전 정도를 국가별로 분석한 결과는 <그림 3-2>에 나타난 바와 같음[1)]

○ 기술수명주기는 출원 건수 대비 출원인 수에 대한 그래프로서, 출원 건수와 출원인 수의 증가 또는 감소 등의 변화를 바탕으로 성장기→성숙기→쇠퇴기→회복기→ 성장기의 반시계 방향으로 하나의 사이클을 그리며 기술의 발전단계를 보여줌

○ 출원 건수는 기술개발의 활동정도를 나타내고 출원인 수의 증가는 시장의 신규 진입자가 증가하는 것을 의미함

○ 분석구간 : 출원일 기준 2010~2020년(1구간 : ’10 ~ ’11년, 2구간 : ’12 ~ ’14년, 3구간 : ’15 ~ ’17년, 4구간 : ’18 ~ ’20년)

○ 출원 건수 : 기술개발의 활동 정도, 출원인 수의 증가 : 신규 진입자의 증가

○ ‘물류시설 피난 안전성 확보’ 기술 분야를 분석한 결과, 1구간에서 저조한 출원 건수와 출원인 수가 있었으나, 2구간까지 급격한 증가가 있었으며 현재 쇠퇴기 상태인 것으로 확인

- 한국과 미국은 2구간부터 급격한 증가추세를 보이는 성장기에 해당하는 것으로 분석

- 유럽은 3구간에서부터 감소세를 보이다가 4구간에서 급격히 감소하는 추세를 보임

- 일본은 2구간에서 급격한 증가 추세를 보였으나 4구간에서는 일부 감소세를 보이며 성숙기에 진입하는 것으로 확인

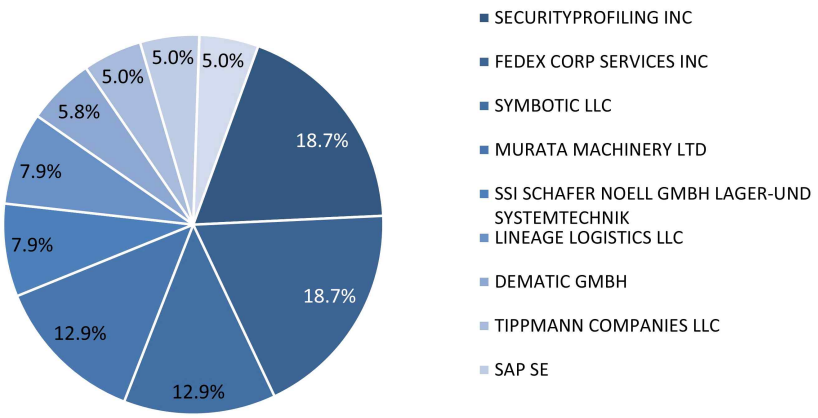
1) 본 그래프는 특허출원건수와 출원인수간 상관관계를 통해 기술의 발전, 성숙 및 퇴조단계를 한눈에 파악할 수 있는 기술추이 포트폴리오임
- 성장기: 특허와 특허출원인이 빠른 증가를 보이며, R&D의 급격한 증가가 이루어지며, 경쟁이 격화되고 있음을 의미함
- 성숙기: 특허 수의 정체 및 특허출원인이 정체 또는 감소하는 시기로 지속적인 연구개발이 이루어지나 일부 업체의 도태가 이루어지고 있음을 의미함
- 쇠퇴기: 특허 수는 감소하고, 특허출원인은 정체 또는 감소하는 시기로 대체기술이 출현하고, 기술발전의 불연속점이 발생하고 있음을 의미함
- 회복기: 특허와 출원인의 수가 증가추세로 재 전환되는 시기로, 기술의 유용성이 재발견되며, 대체기술이 쇠퇴하고 있음을 의미함

라. 주요 출원인별 특허 점유율 분석

<표 3-7> 물류시설 피난 안전성 확보 기술의 주요 출원인별 특허출원 현황

출원인		건수	전체특허 대비 비중
'물류시설 피난 안전성 확보 기술 ' 특허건수 <전체 유효건수>		833	100%
1	SECURITYPROFILING INC	26	3.1%
1	FEDEX CORP SERVICES INC	26	3.1%
2	SYMBOTIC LLC	18	2.2%
2	MURATA MACHINERY LTD	18	2.2%
3	SSI SCHAFER NOELL GMBH LAGER-UND SYSTEMTECHNIK	11	1.3%
3	LINEAGE LOGISTICS LLC	11	1.3%
4	DEMATIC GMBH	8	1.0%
5	TIPPMANN COMPANIES LLC	7	0.8%
5	SAP SE	7	0.8%
5	JUNGHEINRICH AG	7	0.8%
상위 10개 출원인 특허건수(합계)		139	16.7%

○ 물류산업 관련 보관 기술 분야의 전 세계 출원인 현황을 분석한 결과, 미국의 SecurityProfiling, LLC와 FEDEX CORPORATE SERVICES, INC.가 각각 26건(3.1%)로 1위를 차지하였고 뒤이어 일본의 Murata Machinery, Ltd와 미국의 Symbotic, LCC가 18건(2.2%)로 2위에 해당함

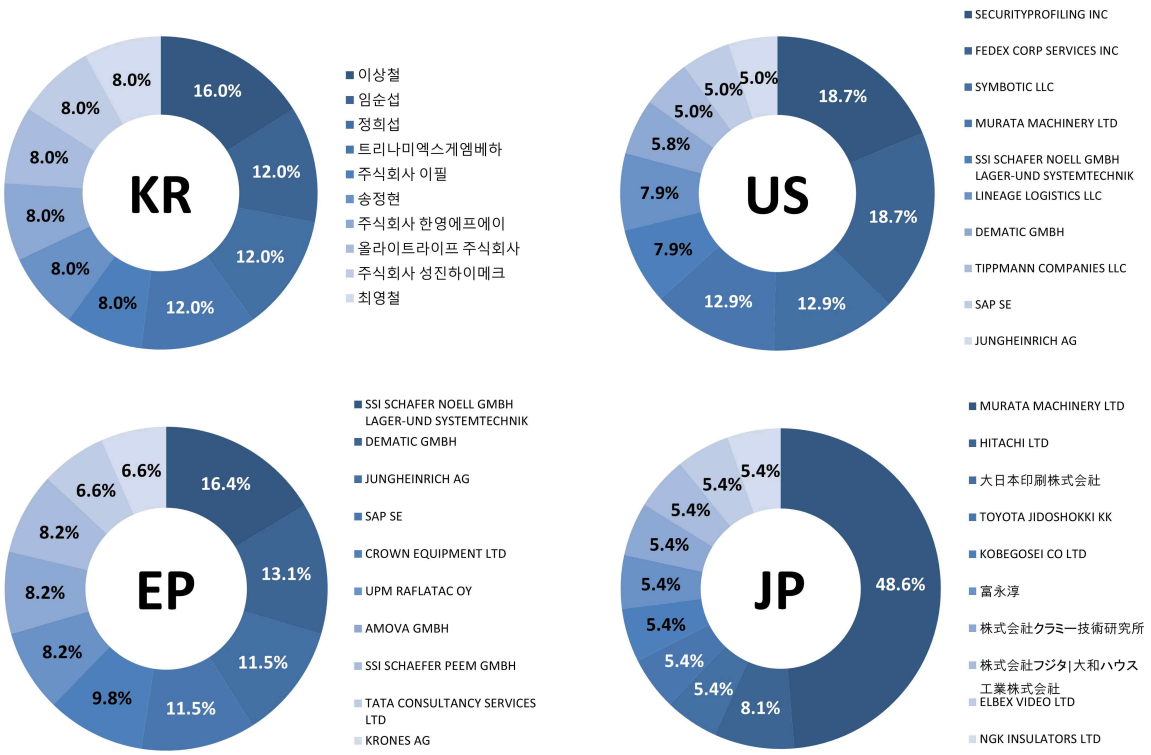


<그림 3-3> 물류시설 피난 안전성 확보 기술의 글로벌 주요 출원인 분석

○ 한국에서는 '물류창고 랙구조물' 관련 특허 등을 출원한 이상철씨가 총 4건을 출원하여 최대 출원인이며, 미국에서는 SecurityProfiling, LLC와 FEDEX CORPORATE SERVICES, INC.가 각각 26건을 출원하여 최대 출원인으로 꼽힘

○ 일본은 MURATA MACHINERY LTD 18건, 유럽은 SSI SCHAFER NOELL GMBH LAGER-UND SYSTEMTECHNIK가 10건을 출원하여 최대 출원인으로 파악됨

○ 각 국의 주요 상위 출원인의 출원 현황은 아래 <그림 3-4>와 같음



<그림 3-4> 물류시설 피난 안전성 확보 기술의 국가별 주요 출원인 분석

마. 주요 국가별 기술 경쟁력 분석

■ 미국 등록특허를 대상으로 기술경쟁력 분석에 있어서 국가별 비교를 수행하기 위해 본 특허의 기술의 질적 수준과 함께 양적인 측면을 고려하여 평가가 가능한 지표인 기술력 지수(TS지수)를 활용하여 상위 10개 국가를 선정하여 분석대상으로 함

○ 기술 경쟁력 분석을 위하여 미국 등록특허를 통하여 제공되는 등록특허건수, 패밀리특허건수, 피인용 횟수 등을 활용하여 분석을 실시함

<표 3-8> 물류시설 피난 안전성 확보 기술의 주요 국가별 기술경쟁력 분석

국가명	등록 특허 건수	Family 특허 건수[2]	시장확보지수 (PFS)[3]		피인용도지수 (CPP)[4]		기술력지수 (TS)[5]		기술영향력 지수 (PII)[6]	
			지수	순위	지수	순위	지수	순위	지수	순위
미국	335	8754	0.90	9	4.4	1	580.80	1	1.73	1
독일	123	1307	1.64	2	2.2	4	103.30	2	0.84	4
대한민국	127	246	0.32	10	1.5	5	74.06	3	0.58	5
일본	71	611	1.13	6	1.2	6	32.35	4	0.46	6
중국	32	311	1.37	4	0.2	9	1.95	8	0.06	9
오스트리아	19	119	1.02	8	2.4	3	17.93	5	0.94	3
네덜란드	18	156	1.15	5	0.2	8	1.56	9	0.09	8
프랑스	14	131	1.69	1	1.1	7	6.24	7	0.45	7
이탈리아	15	106	1.11	7	0.1	10	0.78	10	0.05	10
핀란드	10	115	1.50	3	3.6	2	14.03	6	1.40	2

- 물류산업 관련 보관 기술 분야의 시장확보지수(PFS)는 프랑스, 독일, 핀란드 순으로 나타남

- 물류산업 관련 보관 기술 분야의 피인용도지수(CPP)는 미국, 핀란드, 오스트리아 순으로 나타남

- 물류산업 관련 보관 기술 분야의 기술력지수(TS)는 미국, 독일, 대한민국 순으로 나타남

- 물류산업 관련 보관 기술 분야의 기술영향력 지수(PII)는 미국, 핀란드, 오스트리아 순으로 나타남

2) (Family 특허건수, Patent Family Size) 발명이 특허로 보호되는 특허 사무국의 수, 즉 하나의 발명을 여러 국가에서 보호받기 위해 특허를 출원한 국가 수를 의미
3) (PFS, 시장확보지수, Patent Family Size) 한 발명에 대해 상업적인 이익 또는 기술경쟁 관계에 있을 경우에만 해외에 특허를 출원하므로, 패밀리특허수가 많을 때에는 특허를 통한 시장성이 크다고 판단되어 시장확보력이 큼을 의미
4) (CPP, 피인용도지수, Cites Per Patent) 특허당 피인용횟수, 즉 인용되는 빈도(Forward Citation)가 높을수록 기술력이 강하고(리딩그룹) 반대로 낮을 경우에는 기술력이 약함을 의미(후발그룹)
5) (TS, 기술력지수, Technology Strength) 특허등록건수에 영향력 지수를 곱한 값으로 특정국가의 기술역량을 양적인 측면과 질적인 측면 모두 고려한 지표를 의미
6) (PII, 기술영향력지수, Patent Impact Index) 특정 국가의 기술혁신 성과의 질적 수준을 평가하기 위해 사용될 수 있는 지표로, 해당 분야의 평균적인 기술 수준에 비래 어느 정도로 중요한 기술적 성과를 이루어내고 있는가를 의미

3. 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술

가. 특허분석 개요

- 본 분석에서는 Wisdomain에서 제공하는 DB를 이용하여, 2010년 1월 1일부터 2020년 12월 31일까지 출원 및 등록된 미국, 유럽, 일본, 한국의 특허를 대상으로 데이터 Set을 구축

<표 3-9> 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 특허 분석 개요

구분	특허
데이터베이스	Wisdomain
분석구간	2010. 01. 01 ~ 2020. 12. 31
검색범위	Title, abstract
검색도메인	한국, 미국, 유럽, 일본의 특허
검색식 (미국, 유럽)	(AD>=20100101) AND (AD<=20201231) AND (TI=((“물류*” OR “물류시설“ OR “물류창고“ OR “창고“) AND (“화재*” OR “화재안전” OR “위험성” OR “위험” OR “화재해석” OR “안전관리” OR “위험분류” OR “피난”) AND (“성능” OR “체크*” OR “시설” OR “설비” OR “평가”)) OR ((“logistics*” OR “storage facilities“ OR “warehouse“) AND (“fire” OR “safety”) AND (“risk Assessment” OR “risk management” OR “fire analysis” OR “safety policy” OR “risk classifiacation” OR “performance-based” OR “performance” OR “equipment” OR “safety System”))) OR (TAC=((“물류*” OR “물류시설“ OR “물류창고“ OR “창고“) AND (“화재*” OR “화재안전” OR “위험성” OR “위험” OR “화재해석” OR “안전관리” OR “위험분류” OR “피난”) AND (“성능” OR “체크*” OR “시설” OR “설비” OR “평가”)) OR ((“logistics*” OR “storage facilities“ OR “warehouse“) AND (“fire” OR “safety”) AND (“risk Assessment” OR “risk management” OR “fire analysis” OR “safety policy” OR “risk classifiacation” OR “performance-based” OR “performance” OR “equipment” OR “safety System”)))
검색식 (일본, 한국)	

나. 국가별 특허 동향

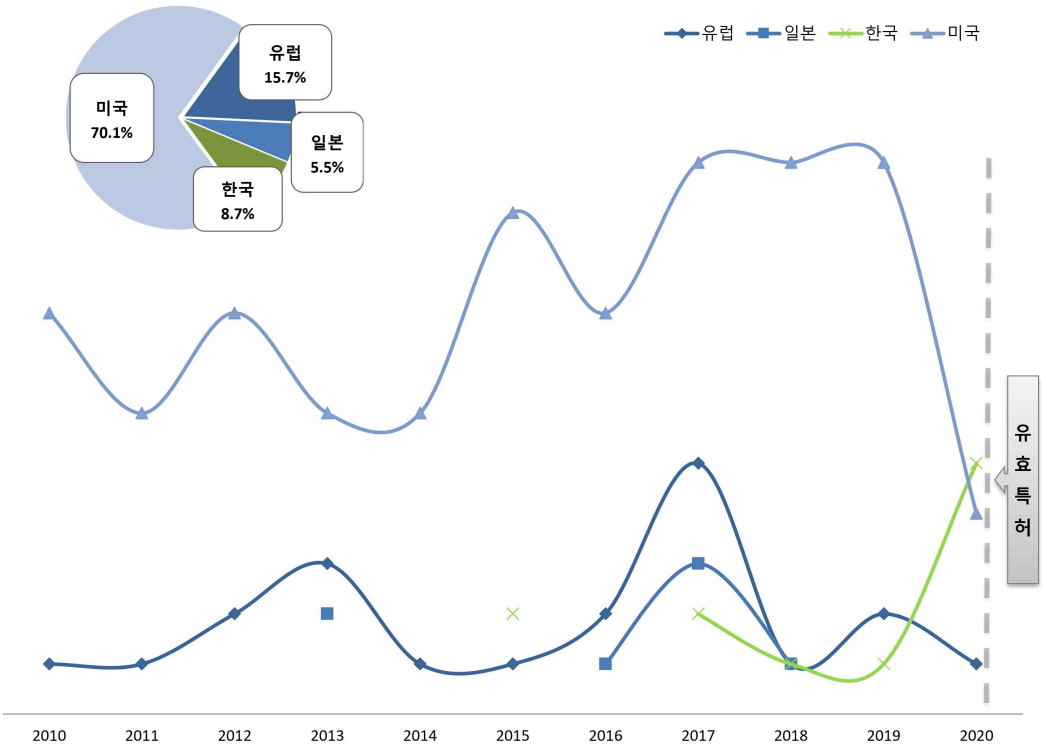
■ ‘물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리’ 기술 관련 전체 특허 127건에 대한 각 국가의 연도별 특허동향을 살펴본 결과, 미국 특허가 89건(70.1%)으로 해당 분야의 기술개발 및 특허출원 활동이 활발하였으며, 한국 특허는 11건(8.7%)로 파악

○ 2010년부터 2020년까지의 특허 건수를 통하여 연평균 성장률을 살펴본 결과, 미국의 연평균 성장률은 2020년 특허건수가 급감하여 -6.7%로 파악

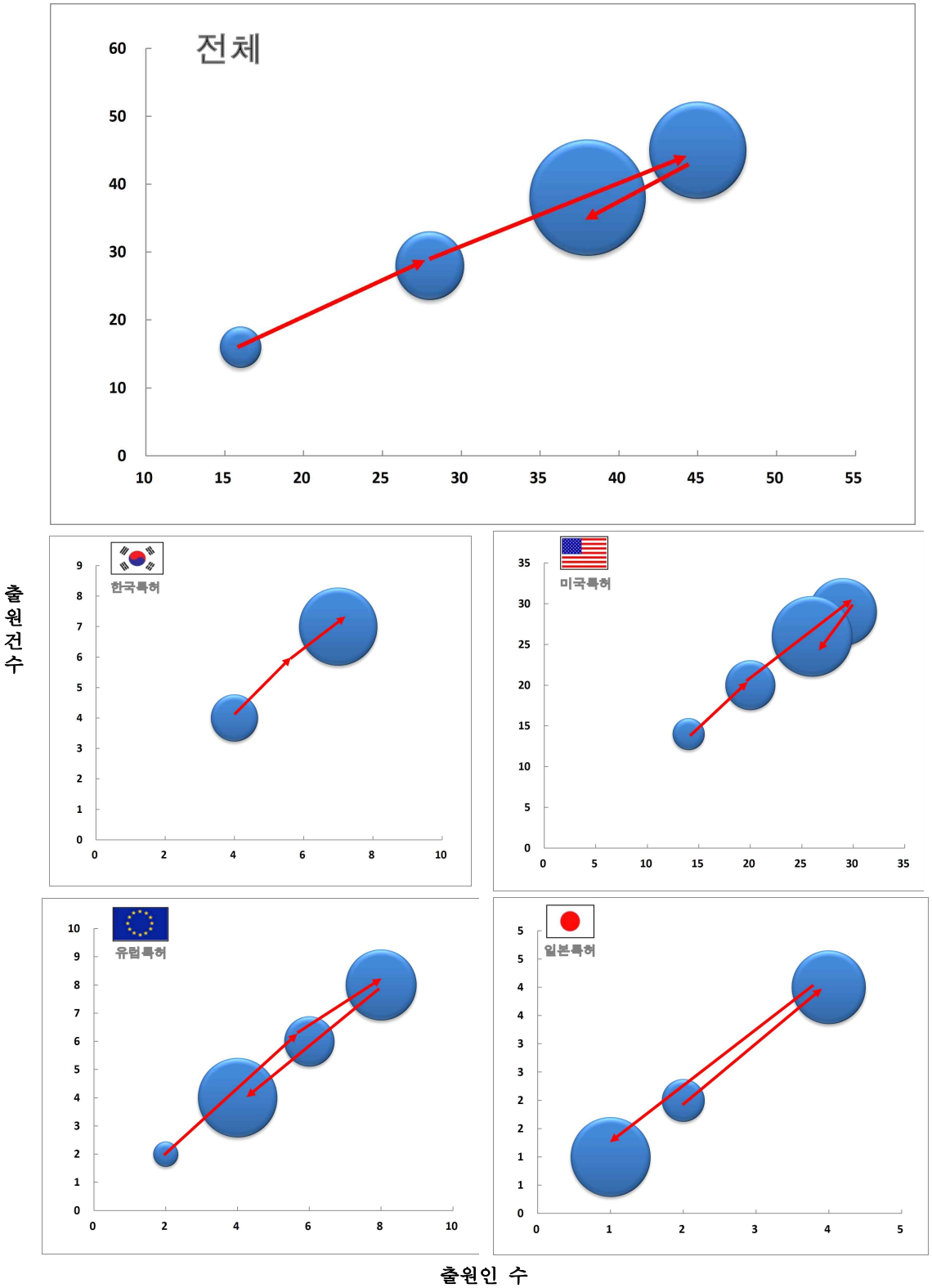
○ 한국은 2020년부터 해당 분야의 연구개발 및 특허활동이 활발하게 이루어지고 있는 것으로 파악

<표 3-10> 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 출원국 기준 연도별 특허동향('10~'20)

구분	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	총합계	CAGR
유럽	1	1	2	3	1	1	2	5	1	2	1	20	-
일본	-	-	-	2	-	-	1	3	1	-	-	7	-
한국	-	-	-	-	-	2	-	2	1	1	5	11	-
미국	8	6	8	6	6	10	8	11	11	11	4	89	-6.7%
합계	9	7	10	11	7	13	11	21	14	14	10	127	1.1%



다. 기술수명주기 분석



<그림 3-5> 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술의 기술수명주기

■ 연도를 구간별로 구분하고 각 구간별 출원 건수의 변동 현황과 출원인수의 변동 현황의 상관관계를 이용하여 거시적인 관점에서 현재의 발전 정도를 국가별로 분석한 결과는 <그림 3-5>에 나타난 바와 같음[7)]

○ 기술수명주기는 출원 건수 대비 출원인 수에 대한 그래프로서, 출원 건수와 출원인 수의 증가 또는 감소 등의 변화를 바탕으로 발전기→성숙기→퇴조기→부활기→ 발전기의 반시계 방향으로 하나의 사이클을 그리며 기술의 발전단계를 보여줌

○ 출원 건수는 기술개발의 활동정도를 나타내고 출원인 수의 증가는 시장의 신규 진입자가 증가하는 것을 의미함

- 분석구간 : 출원일 기준 2010~2020년(1구간 : '10 ~ '11년, 2구간 : '12 ~ '14년, 3구간 : '15 ~ '17년, 4구간 : '18 ~ '20년)

- 출원 건수 : 기술개발의 활동 정도, 출원인 수의 증가 : 신규 진입자의 증가

○ '물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리' 기술 분야는 3구간까지 지속적인 증가세를 보였으나, 4구간에서 소폭 감소하여 성숙기의 성향을 보임

○ 미국은 3구간까지 급격한 증가세를 보였으나, 4구간은 특허 수와 출원인 수 모두 소폭 감소하는 성숙기의 성향을 보힘

○ 유럽과 일본은 특허 수, 출원인 수 모두 3구간까지 증가세를 보였다가 4구간에서 감소하는 퇴조기의 성향을 보임

---

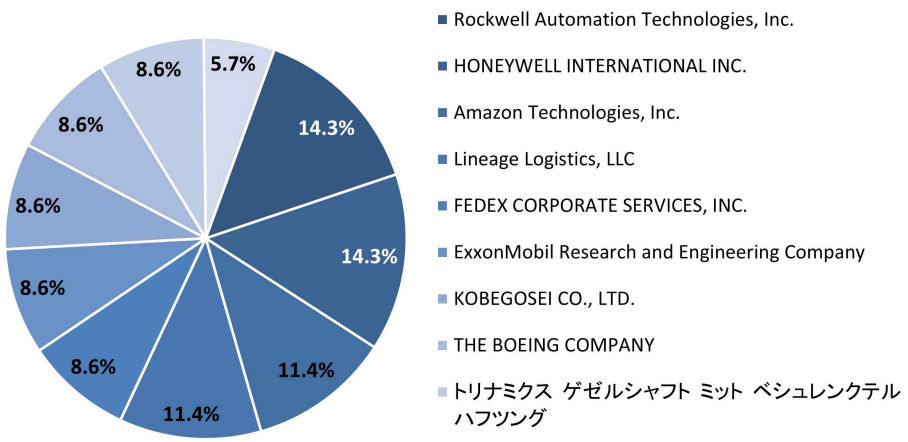
7) 본 그래프는 특허출원건수와 출원인수간 상관관계를 통해 기술의 발전, 성숙 및 퇴조단계를 한눈에 파악할 수 있는 기술추이 포트폴리오임
- 발전기: 특허와 특허출원인이 빠른 증가를 보이며, R&D의 급격한 증가가 이루어지며, 경쟁이 격화되고 있음을 의미함
- 성숙기: 특허 수의 정체 및 특허출원인이 정체 또는 감소하는 시기로 지속적인 연구개발이 이루어지나 일부 업체의 도태가 이루어지고 있음을 의미함
- 퇴조기: 특허 수는 감소하고, 특허출원인은 정체 또는 감소하는 시기로 대체기술이 출현하고, 기술발전의 불연속점이 발생하고 있음을 의미함
- 부활기: 특허와 출원인의 수가 증가추세로 재 전환되는 시기로, 기술의 유용성이 재발견되며, 대체기술이 쇠퇴하고 있음을 의미함

라. 주요 출원인별 특허 점유율 분석

<표 3-11> 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 주요 출원인별 특허출원 현황

출원인		건수	전체특허 대비 비중
'물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리' 기술 특허건수<전체 유효건수>		127	100%
1	Rockwell Automation Technologies, Inc.	5	3.9%
1	HONEYWELL INTERNATIONAL INC.	5	3.9%
2	Amazon Technologies, Inc.	4	3.1%
2	Lineage Logistics, LLC	4	3.1%
3	FEDEX CORPORATE SERVICES, INC.	3	2.4%
3	ExxonMobil Research and Engineering Company	3	2.4%
3	KOBEGOSEI CO., LTD.	3	2.4%
3	THE BOEING COMPANY	3	2.4%
3	トリナミクス ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング	3	2.4%
4	CANADIAN PACIFIC RAILWAY COMPANY	2	1.6%
상위 10개 출원인 특허건수(합계)		35	27.6%

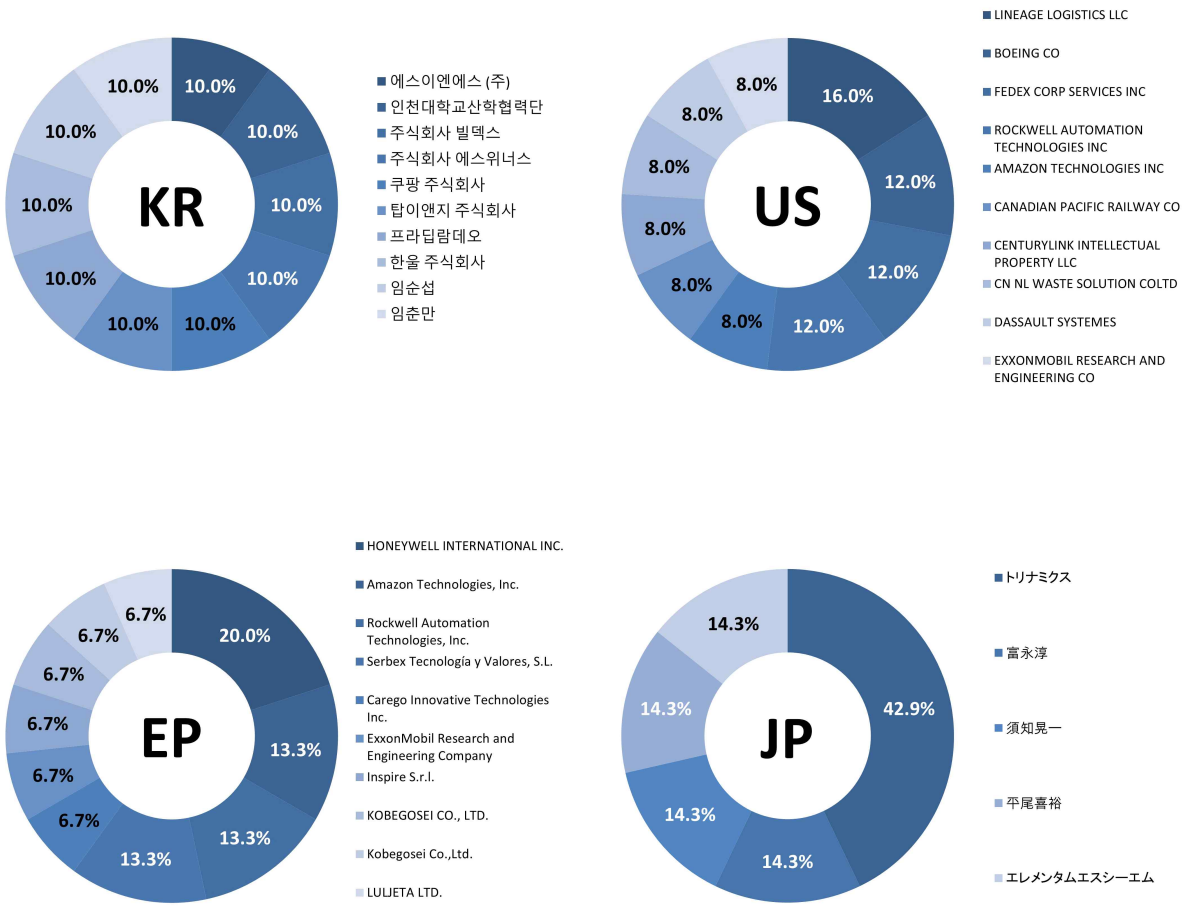
○ '물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리' 기술 분야의 전 세계 출원인 현황을 분석한 결과, 미국의 Rockwell Automation Technologies, Inc와 HONEYWELL INTERNATIONAL INC.가 각각 5건(3.9%)으로 가장 많은 특허를 출원하였으며, 뒤이어 Amazon Technologies, Inc.가 4건(3.1%)으로 2위로 분석됨



<그림 3-6> 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 글로벌 주요 출원인 분석

○ 미국은 Lineage Logistics, LLC가 4건의 특허를 출원하는 등 다수의 기업이 특허를 출원하며 출원인 최대 보유 국가로 꼽혔고, 일본은 トリナミクス ゲゼルシャフトミット ベシュレンクテル ハフツングの 3건, 한국은 상위 10개 출원인에 해당되지 않음

○ 각 국가별 주요 상위 출원인의 출원 현황은 아래 <그림 3-7>과 같음



<그림 3-7> 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 국가별 주요 출원인 분석

마. 주요 국가별 기술 경쟁력 분석

■ 미국 등록특허를 대상으로 기술경쟁력 분석에 있어서 국가별 비교를 수행하기 위해 본 특허의 기술의 질적 수준과 함께 양적인 측면을 고려하여 평가가 가능한 지표인 기술력 지수(TS지수)를 활용하여 상위 10개 국가를 선정하여 분석대상으로 함

○ 기술 경쟁력 분석을 위하여 미국 등록특허를 통하여 제공되는 등록특허건수, 패밀리특허건수, 피인용 횟수 등을 활용하여 분석을 실시함

<표 3-12> 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 주요 국가별 기술경쟁력 분석

국가명	등록특허건수	Family특허건수	시장확보지수(PFS)		피인용도지수(CPP)		기술력지수(TS)		기술영향력 지수(PII)	
			지수	순위	지수	순위	지수	순위	지수	순위
미국	76	1218	0.99	5	2.5	1	118.75	1	1.56	1
독일	4	25	1.47	3	0.0	4	0.00	4	0.00	4
대한민국	10	23	0.27	7	1.2	2	7.62	2	0.76	2
일본	7	73	1.64	2	0.1	3	0.64	3	0.09	3
중국	5	45	1.12	4	-	-	-	-	-	-
프랑스	1	11	2.20	1	-	-	-	-	-	-
이탈리아	2	10	0.98	6	-	-	-	-	-	-

* 공란(-)은 해당 지수를 도출하기 위한 산출식에서 해당 값이 충족하지 못하기 때문에 도출 불가

- 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 분야의 시장확보지수(PFS)는 프랑스, 일본, 독일 순으로 나타남

- 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 분야의 피인용도지수(CPP)는 미국, 대한민국, 일본 순으로 나타남

- 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 분야의 기술력지수(TS)와 기술영향력 지수(PII)는 미국, 대한민국, 일본 순으로 나타났으며, 이 외의 국가는 자국 피인용 이력이 없어 지수 산출이 불가함

4. 물류시설 맞춤형 화재대응 기술

가. 특허분석 개요

- 본 분석에서는 Wisdomain에서 제공하는 DB를 이용하여, 2010년 1월 1일부터 2020년 12월 31일까지 출원 및 등록된 미국, 유럽, 일본, 한국의 특허를 대상으로 데이터 Set을 구축

<표 3-13> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 특허 분석 개요

구분	특허
데이터베이스	Wisdomain
분석구간	2010. 01. 01 ~ 2020. 12. 31
검색범위	Title, abstract
검색도메인	한국, 미국, 유럽, 일본의 특허
검색식 (미국, 유럽)	(AD>=20100101) AND (AD<=20201231) AND (TI=((“물류*” OR “창고“ OR “냉장창고” OR “냉동창고” OR “식품창고”) AND (“화재*” OR “소방*” OR “산소저감” OR “압축공기포” OR “AI 화재 감지” OR “방재시설”)) OR ((“logistics*” OR “storage facilities“ OR “warehouse“ OR “Cold Storage” OR “Frozen Storage” OR “Food Storage”) AND (“fire*” OR “fire safety” OR “Fire Protection” OR “Oxygen Reduction” OR “Extinguishing System” OR “Fire Detection” OR “Remote Fire Extinguishment System” OR “Springkler” OR “AI Fire Sensor” OR “Fire Prevention”))) OR (TAC=((“물류*” OR “창고“ OR “냉장창고” OR “냉동창고” OR “식품창고”) AND (“화재*” OR “소방*” OR “산소저감” OR “압축공기포” OR “AI 화재 감지” OR “방재시설”)) OR ((“logistics*” OR “storage facilities“ OR “warehouse“ OR “Cold Storage” OR “Frozen Storage” OR “Food Storage”) AND (“fire*” OR “fire safety” OR “Fire Protection” OR “Oxygen Reduction” OR “Extinguishing System” OR “Fire Detection” OR “Remote Fire Extinguishment System” OR “Springkler” OR “AI Fire Sensor” OR “Fire Prevention”)))
검색식 (일본, 한국)	

나. 국가별 특허 동향

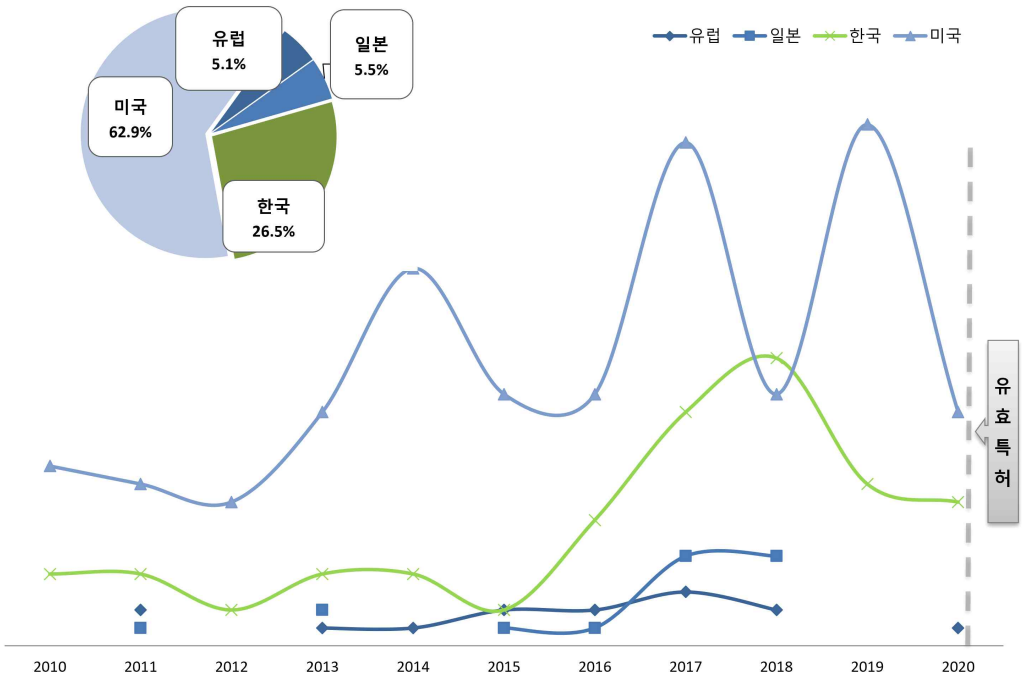
■ ‘물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발’ 관련 전체 특허 276건에 대한 각 국가의 연도별 특허동향을 살펴본 결과, 미국 특허가 173건(62.9%)으로 해당 분야의 기술개발 및 특허출원 활동이 활발하였으며, 한국 특허는 73건(26.5%)로 파악되

○ 2010년부터 2020년까지의 특허출원 동향을 파악한 결과 총 275건의 특허가 창출되었으며, 특허 건수를 통하여 연평균 성장률을 살펴본 결과, 미국의 연평균 성장률은 2.7%로 파악됨

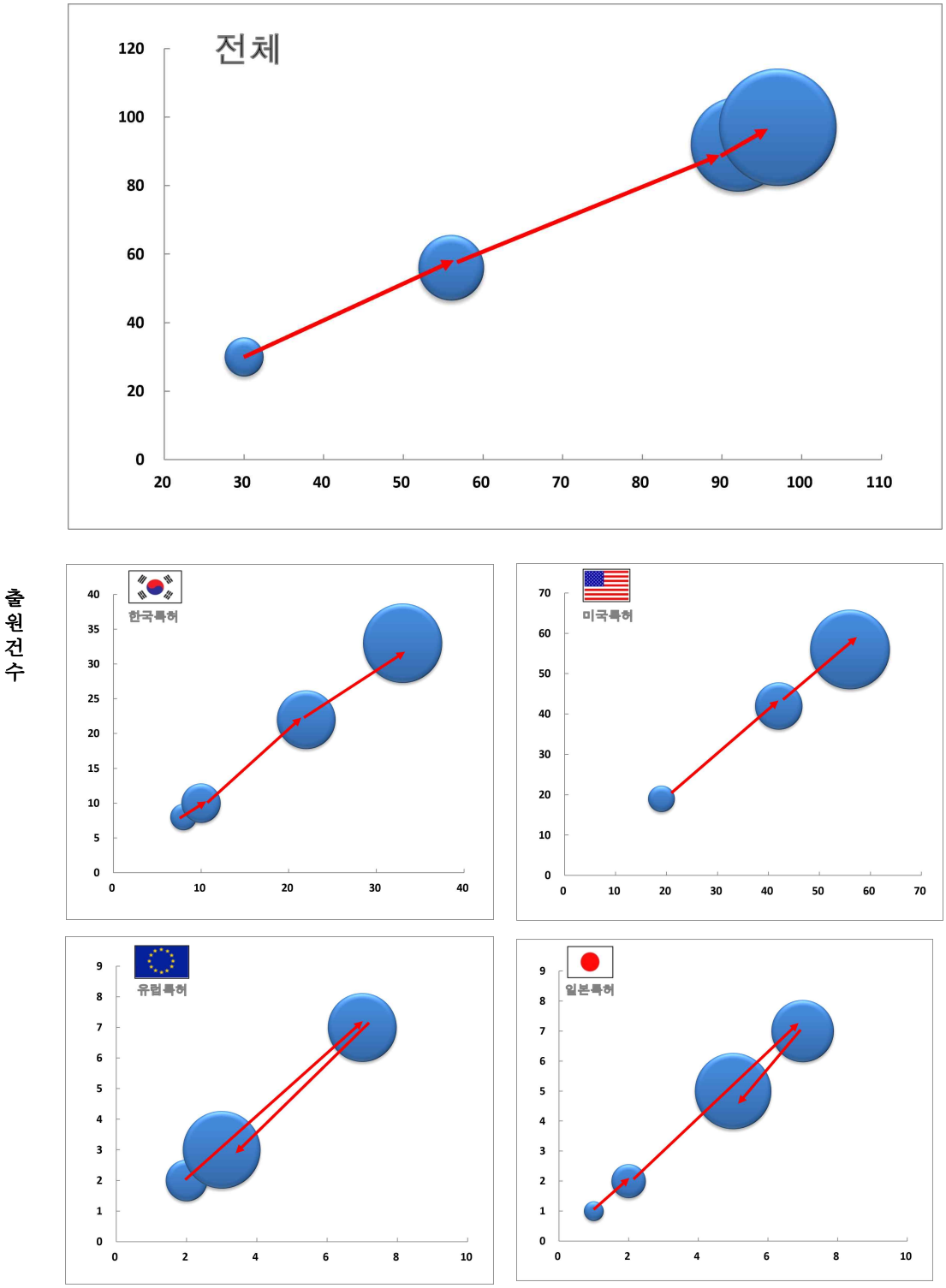
○ 한국은 2017년, 2018년에 가장 많은 특허가 창출 되었으며, 연평균 성장률은 7.2%로 가장 높게 나타남

<표 3-14> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 출원국 기준 연도별 특허동향(‘10~’ 20)

구분	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	총합계	CAGR
유럽	-	2	-	1	1	2	2	3	2	-	1	14	-
일본	-	1	-	2	-	1	1	5	5	-	-	15	-
한국	4	4	2	4	4	2	7	13	16	9	8	73	7.2%
미국	10	9	8	13	21	14	14	28	14	29	13	173	2.7%
합계	14	16	10	20	26	19	24	49	37	38	22	275	4.6%



다. 기술수명주기 분석



<그림 3-8> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발의 기술수명주기

■ 연도를 구간별로 구분하고 각 구간별 출원 건수의 변동 현황과 출원인수의 변동 현황의 상관관계를 이용하여 거시적인 관점에서 현재의 발전 정도를 국가별로 분석한 결과는 <그림 3-8>에 나타난 바와 같음[8)]

○ 기술수명주기는 출원 건수 대비 출원인 수에 대한 그래프로서, 출원 건수와 출원인 수의 증가 또는 감소 등의 변화를 바탕으로 발전기→성숙기→퇴조기→부활기→ 발전기의 반시계 방향으로 하나의 사이클을 그리며 기술의 발전단계를 보여줌

○ 출원 건수는 기술개발의 활동정도를 나타내고 출원인 수의 증가는 시장의 신규 진입자가 증가하는 것을 의미함

- 분석구간 : 출원일 기준 2010~2020년(1구간 : ’10 ~ ’11년, 2구간 : ’12 ~ ’14년, 3구간 : ’15 ~ ’17년, 4구간 : ’18 ~ ’20년)

- 출원 건수 : 기술개발의 활동 정도, 출원인 수의 증가 : 신규 진입자의 증가

○ ‘물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리’ 기술 분야의 경우, 한국은 지속적인 증가세를 보였으며, 특히 2, 3구간에서 급격한 증가세를 보임

○ 미국은 3구간까지 급격한 증가세를 보였으나, 4구간은 특허 수와 출원인 수 모두 정체하는 성숙기의 성향을 보힘

○ 유럽과 일본은 특허 수, 출원인 수 모두 3구간까지 증가세를 보였다가 4구간에서 감소하는 퇴조기의 성향을 보임

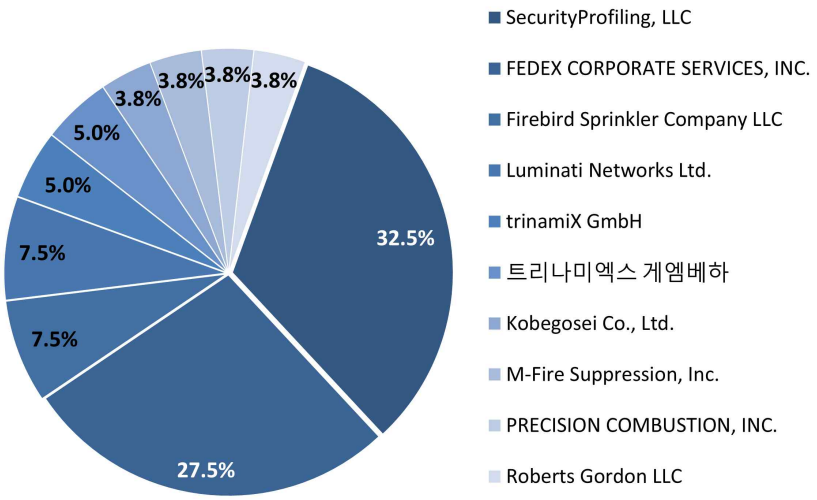
8) 본 그래프는 특허출원건수와 출원인수간 상관관계를 통해 기술의 발전, 성숙 및 퇴조단계를 한눈에 파악할 수 있는 기술추이 포트폴리오임
- 발전기: 특허와 특허출원인이 빠른 증가를 보이며, R&D의 급격한 증가가 이루어지며, 경쟁이 격화되고 있음을 의미함
- 성숙기: 특허 수의 정체 및 특허출원인이 정체 또는 감소하는 시기로 지속적인 연구개발이 이루어지나 일부 업체의 도태가 이루어지고 있음을 의미함
- 퇴조기: 특허 수는 감소하고, 특허출원인은 정체 또는 감소하는 시기로 대체기술이 출현하고, 기술발전의 불연속점이 발생하고 있음을 의미함
- 부활기: 특허와 출원인의 수가 증가추세로 재 전환되는 시기로, 기술의 유용성이 재발견되며, 대체기술이 쇠퇴하고 있음을 의미함

라. 주요 출원인별 특허 점유율 분석

<표 3-15> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 주요 출원인별 특허출원 현황

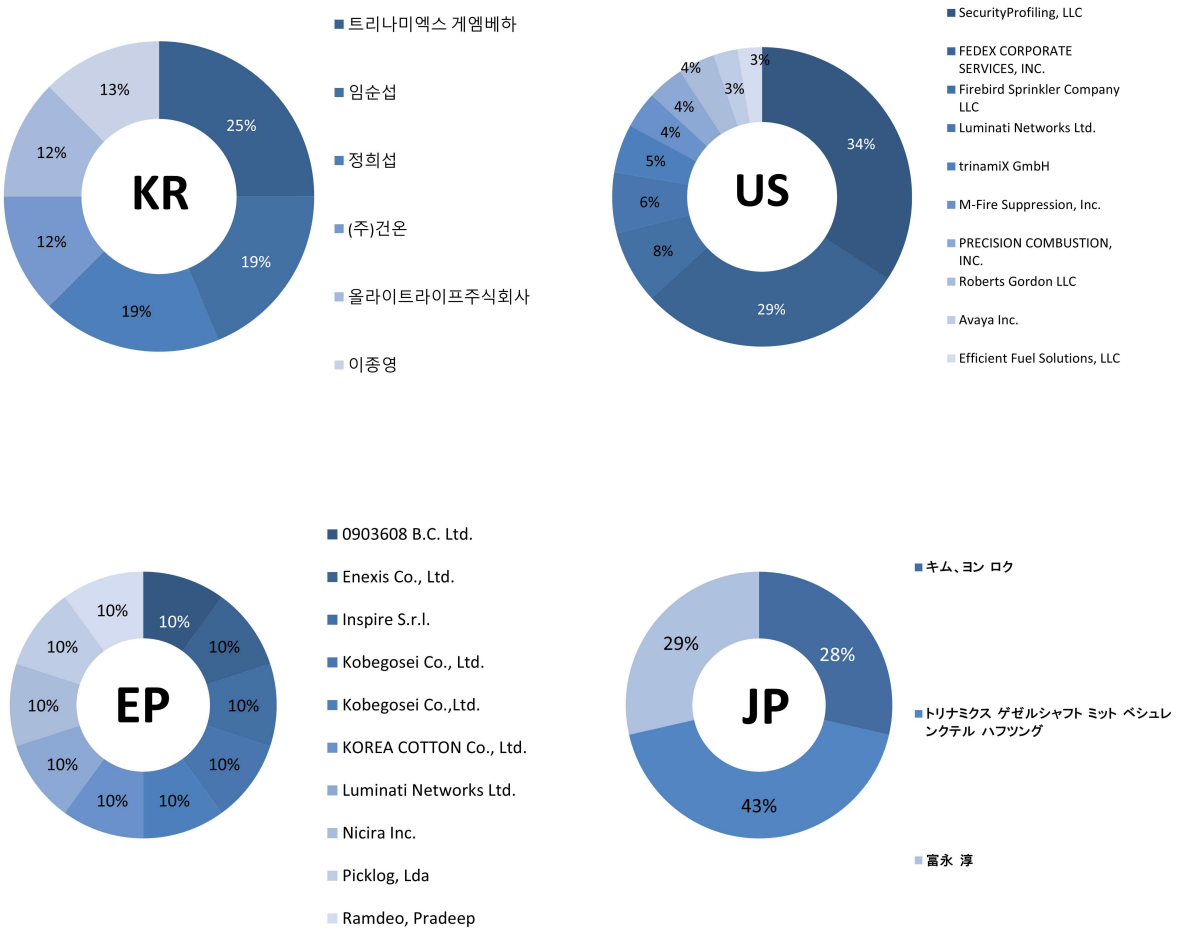
출원인		건수	전체특허 대비 비중
'물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리' 기술 특허건수<전체 유효건수>		275	100%
1	SecurityProfiling, LLC	26	9.5%
1	FEDEX CORPORATE SERVICES, INC.	22	8.0%
2	Firebird Sprinkler Company LLC	6	2.2%
2	Luminati Networks Ltd.	6	2.2%
3	trinamiX GmbH	4	1.5%
3	트리나미엑스 게엠베하	4	1.5%
4	Kobegosei Co., Ltd.	3	1.1%
5	M-Fire Suppression, Inc.	3	1.1%
5	PRECISION COMBUSTION, INC.	3	1.1%
5	Roberts Gordon LLC	3	1.1%
상위 10개 출원인 특허건수(합계)		89	29.1%

○ '물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발' 기술 분야의 전 세계 출원인 현황을 분석한 결과, 미국의 SecurityProfiling, LLC가 26건(9.5%)으로 가장 많은 특허를 출원하였으며, 뒤이어 미국의 FEDEX CORP SERVICE INC가 22건(8.0%)으로 2위로 분석됨



<그림 3-9> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 글로벌 주요 출원인 분석

○ 각 국가별 주요 상위 출원인의 출원 현황은 아래 <그림 3-10>과 같음



<그림 3-10> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 국가별 주요 출원인 분석

마. 주요 국가별 기술 경쟁력 분석

○ 미국 등록특허를 대상으로 기술경쟁력 분석에 있어서 국가별 비교를 수행하기 위해 본 특허의 기술의 질적 수준과 함께 양적인 측면을 고려하여 평가가 가능한 지표인 기술력 지수(TS지수)를 활용하여 상위 10개 국가를 선정하여 분석대상으로 함

- 기술 경쟁력 분석을 위하여 미국 등록특허를 통하여 제공되는 등록특허건수, 패밀리특허건수, 피인용 횟수 등을 활용하여 분석을 실시함

<표 3-16> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 주요 국가별 기술경쟁력 분석

국가명	등록 특허 건수	Family 특허 건수	시장확보지수 (PFS)		피인용도지수 (CPP)		기술력지수 (TS)		기술영향력 지수 (PII)	
			지수	순위	지수	순위	지수	순위	지수	순위
미국	114	4,072	334.00	1	2.9	1	160.11	1	1.40	1
독일	12	73	11.00	3	0.9	3	5.27	3	0.44	3
대한민국	64	158	85.00	2	1.3	2	40.75	2	0.64	2
일본	12	85	6.00	4	0.5	4	2.88	4	0.24	4
중국	3	36	-	-	-	-	-	-	-	-
프랑스	1	10	-	-	-	-	-	-	-	-
이탈리아	2	10	-	-	-	-	-	-	-	-
덴마크	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-

* 공란(-)은 해당 지수를 도출하기 위한 산출식에서 해당 값이 충족하지 못하기 때문에 도출 불가

○ ‘물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발’ 분야의 시장확보지수(PFS)는 미국, 대한민국, 독일 순으로 나타남

- ‘물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발’ 분야의 기술력지수(TS)는 미국, 대한민국, 독일 순으로 나타남

- ‘물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발’ 분야의 피인용도지수(CPP)는 미국, 대한민국, 독일 순으로 나타남

- ‘물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발’ 분야의 기술영향력 지수(PII)는 미국, 대한민국, 독일 순으로 나타남

5. 물류시설 현장조사 및 제도화 기술

가. 특허분석 개요

- 본 분석에서는 Wisdomain에서 제공하는 DB를 이용하여, 2010년 1월 1일부터 2020년 12월 31일까지 출원 및 등록된 미국, 유럽, 일본, 한국의 특허를 대상으로 데이터 Set을 구축

<표 3-17> 물류시설 현장조사 및 제도화 기술 특허 분석 개요

구분	특허
데이터베이스	Wisdomain
분석구간	2010. 01. 01 ~ 2020. 12. 31
검색범위	Title, abstract
검색도메인	한국, 미국, 유럽, 일본의 특허
검색식 (미국, 유럽)	(AD>=20100101) AND (AD<=20201231) AND (TI=((“물류*” OR “물류시설“ OR “물류창고“ OR “창고“) AND (“화재*” OR “안전” OR “현장조사”) AND (“제도화” OR “현장조사” OR “가이드라인” OR “매뉴얼” OR “리빙랩” OR “케이스스터디” OR “기준” OR “온라인시스템” OR “법” OR “기준” OR “지침”)) OR ((“logistics*” OR “storage facilities“ OR “warehouse“) AND (“fire*” OR “safety” OR “field investigate” OR “field study” OR “ field survey”) AND (“institutionalization” OR “Field Research” OR “Guide Line” OR “Fire Safety Database” OR “Mannual” OR “Living Rab” OR “Case Study” OR “Standard” OR “Online System” OR “Law” OR “Legislation”))) OR (TAC=((“물류*” OR “물류시설“ OR “물류창고“ OR “창고“) AND (“화재*” OR “안전” OR “현장조사”) AND (“제도화” OR “현장조사” OR “가이드라인” OR “매뉴얼” OR “리빙랩” OR “케이스스터디” OR “기준” OR “온라인시스템” OR “법” OR “기준” OR “지침”)) OR ((“logistics*” OR “storage facilities“ OR “warehouse“) AND (“fire*” OR “safety” OR “field investigate” OR “field study” OR “ field survey”) AND (“institutionalization” OR “Field Research” OR “Guide Line” OR “Fire Safety Database” OR “Mannual” OR “Living Rab” OR “Case Study” OR “Standard” OR “Online System” OR “Law” OR “Legislation”)))
검색식 (일본, 한국)	

나. 국가별 특허 동향

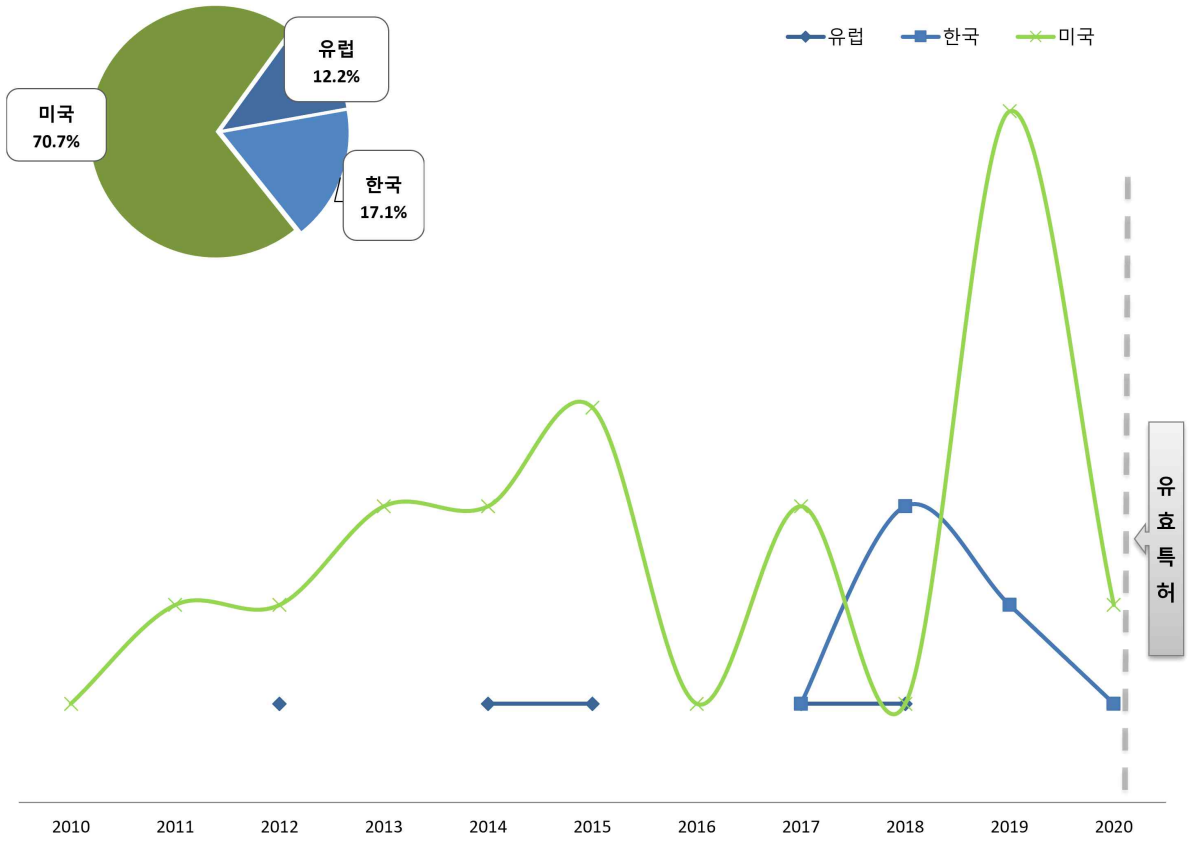
■ ‘물류시설 현장조사 및 제도화’ 기술 관련 전체 특허 41건에 대한 각 국가의 연도별 특허동향을 살펴본 결과, 미국 특허가 29건(70.7%)로 해당 분야의 기술개발 및 특허출원 활동이 활발하였으며, 한국과 유럽의 특허는 각각 7건(17.1%), 5건(12.2%)임

○ 2008년부터 2018년까지의 특허 건수를 통하여 연평균 성장률을 살펴본 결과, 전체적으로 11.6% 증가하고 있는 추세로 확인

○ 일본은 관련 분야의 특허개발이 진행되지 않는 것으로 확인

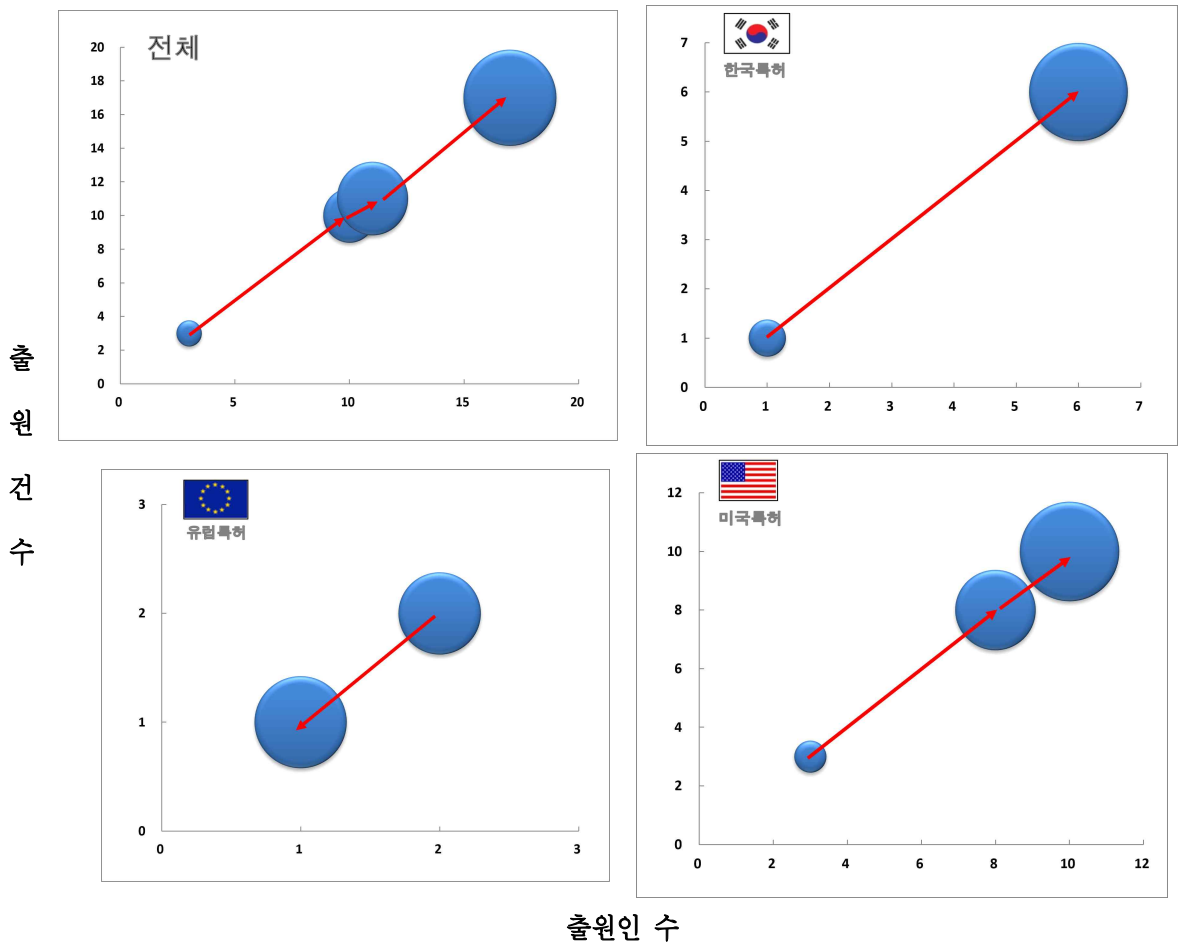
<표 3-18> 물류시설 현장조사 및 제도화 기술 출원국 기준 연도별 특허동향(‘10~’ 20)

구분	’10	’11	’12	’13	’14	’15	’16	’17	’18	’19	’20	총합계	CAGR
유럽	-	-	1	-	1	1	-	1	1	-	-	5	-
한국	-	-	-	-	-	-	-	1	3	2	1	7	-
미국	1	2	2	3	3	4	1	3	1	7	2	29	7.2%
합계	1	2	3	3	4	5	1	5	5	9	3	41	11.6%



다. 기술수명주기 분석

- 연도를 구간별로 구분하고 각 구간별 출원 건수의 변동 현황과 출원인수의 변동 현황의 상관관계를 이용하여 거시적인 관점에서 현재의 발전 정도를 국가별로 분석한 결과는 <그림 3-10>에 나타난 바와 같음[9)]



<그림 3-11> 물류시설 현장조사 및 제도화 기술의 기술수명주기

9) 본 그래프는 특허출원건수와 출원인수간 상관관계를 통해 기술의 발전, 성숙 및 퇴조단계를 한눈에 파악할 수 있는 기술추이 포트폴리오임
- 발전기: 특허와 특허출원인이 빠른 증가를 보이며, R&D의 급격한 증가가 이루어지며, 경쟁이 격화되고 있음을 의미함
- 성숙기: 특허 수의 정체 및 특허출원인이 정체 또는 감소하는 시기로 지속적인 연구개발이 이루어지나 일부 업체의 도태가 이루어지고 있음을 의미함
- 퇴조기: 특허 수는 감소하고, 특허출원인은 정체 또는 감소하는 시기로 대체기술이 출현하고, 기술발전의 불연속점이 발생하고 있음을 의미함
- 부활기: 특허와 출원인의 수가 증가추세로 재 전환되는 시기로, 기술의 유용성이 재발견되며, 대체기술이 쇠퇴하고 있음을 의미함

○ 기술수명주기는 출원 건수 대비 출원인 수에 대한 그래프로서, 출원 건수와 출원인 수의 증가 또는 감소 등의 변화를 바탕으로 발전기→성숙기→퇴조기→부활기→ 발전기의 반시계 방향으로 하나의 사이클을 그리며 기술의 발전단계를 보여줌

○ 출원 건수는 기술개발의 활동정도를 나타내고 출원인 수의 증가는 시장의 신규 진입자가 증가하는 것을 의미함

○ 분석구간 : 출원일 기준 2010~2020년(1구간 : ’10 ~ ’11년, 2구간 : ’12 ~ ’14년, 3구간 : ’15 ~ ’17년, 4구간 : ’18 ~ ’20년)

○ 출원 건수 : 기술개발의 활동 정도, 출원인 수의 증가 : 신규 진입자의 증가

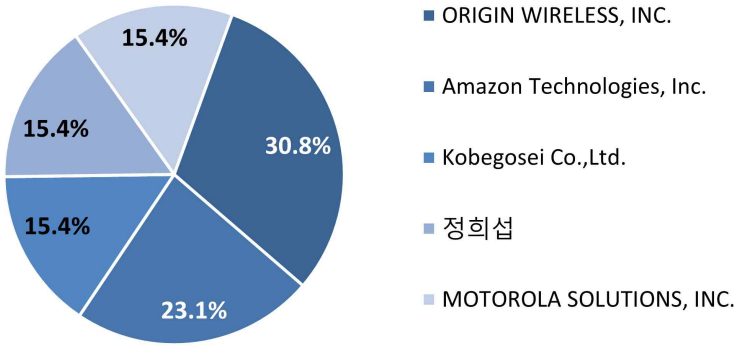
○ ‘물류시설 현장조사 및 제도화’ 기술 분야를 분석한 결과, 1구간부터 4구간까지 지속적으로 성장하는 발전기 상태를 띄고 있지만, 아직 활발한 기술개발은 이루어지지 않는 것으로 판단됨

라. 주요 출원인별 특허 점유율 분석

<표 3-19> 물류시설 현장조사 및 제도화 기술 주요 출원인별 특허출원 현황

출원인		건수	전체특허 대비 비중
‘물류시설 현장조사 및 제도화’ 특허건수<전체 유효건수>		47	100%
1	ORIGIN WIRELESS, INC.	4	8.5%
2	Amazon Technologies, Inc.	3	6.4%
3	정희섭	2	4.3%
4	MOTOROLA SOLUTIONS, INC.	2	4.3%
상위 4개 출원인 특허건수(합계)		9	23.4%

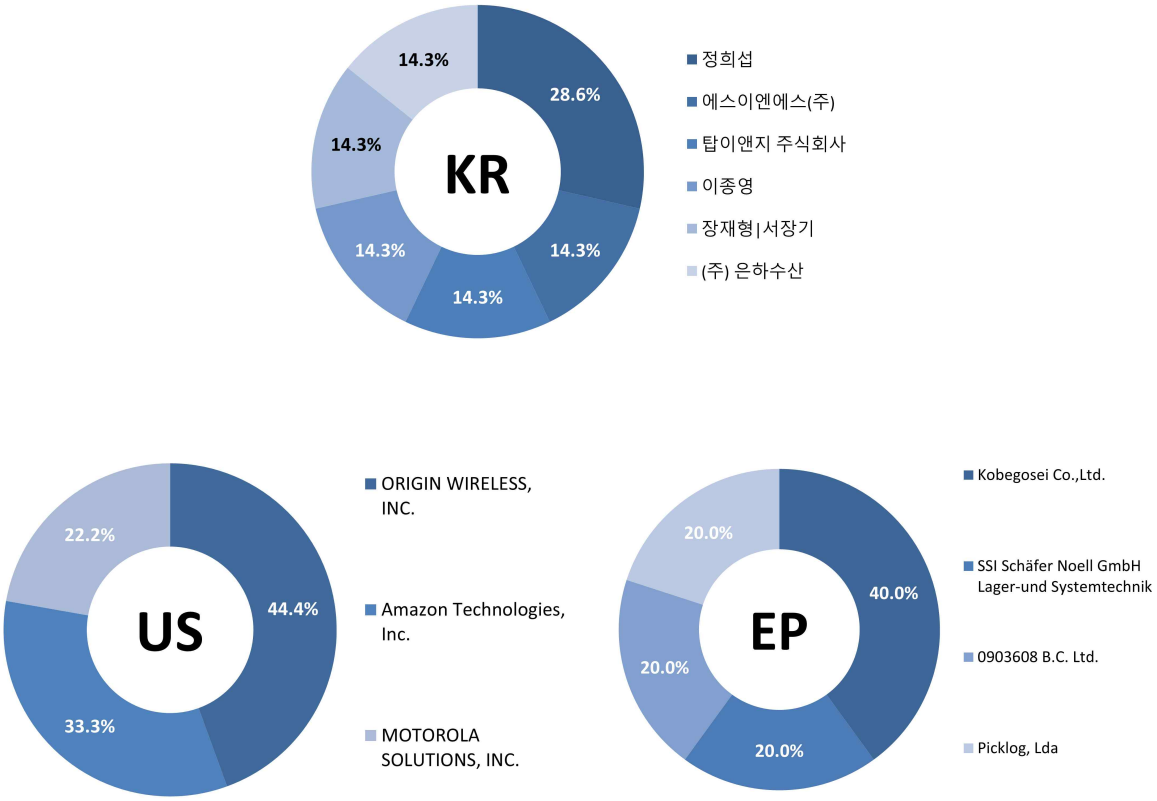
○ ‘물류시설 현장조사 및 제도화’ 기술 분야의 전 세계 출원인 현황을 분석한 결과, 1개 이상의 특허를 출원한 출원인은 총 4인으로 파악되었으며, 미국의 ORIGIN WIRELESS, INC가 4개(8.5%), Amazon Technologies, Inc.가 3개(6.4%)로 파악됨



<그림 3-12> 물류시설 현장조사 및 제도화 기술 글로벌 주요 출원인 분석

○ 한국에서는 정희섭 개인이 3건, 이 외에 다른 출원인은 모두 2건의 특허를 출원하였으며, 유럽은 Kobegosi Co., Ltd가 2건으로 최대 출원인에 해당됨

- 각 국의 주요 상위 출원인의 출원 현황은 아래 <그림 3-13>과 같음



<그림 3-13> 물류시설 현장조사 및 제도화 기술 국가별 주요 출원인 분석

마. 주요 국가별 기술 경쟁력 분석

■ 미국 등록특허를 대상으로 기술경쟁력 분석에 있어서 국가별 비교를 수행하기 위해 본 특허의 기술의 질적 수준과 함께 양적인 측면을 고려하여 평가가 가능한 지표인 기술력 지수(TS지수)를 활용하여 상위 10개 국가를 선정하여 분석대상으로 함

○ 기술 경쟁력 분석을 위하여 미국 등록특허를 통하여 제공되는 등록특허건수, 패밀리특허건수, 피인용 횟수 등을 활용하여 분석을 실시함

<표 3-20> 물류시설 현장조사 및 제도화 주요 국가별 기술경쟁력 분석

국가명	등록 특허 건수	Family 특허 건수	시장확보지수 (PFS)		피인용도지수 (CPP)		기술력지수 (TS)		기술영향력 지수 (PII)	
			지수	순위	지수	순위	지수	순위	지수	순위
미국	12	620	0.94	2	4.0	1	39.36	1	3.28	1
독일	2	14	1.37	1	0.0	3	0.00	3	0.00	3
대한민국	6	6	0.27	3	0.3	2	1.64	2	0.27	2

○ ‘물류시설 현장조사 및 제도화’ 기술 분야의 시장확보지수(PFS)는 독일, 미국, 대한민국 순으로 나타남

○ ‘물류시설 현장조사 및 제도화’ 기술 분야의 피인용도지수(CPP)는 미국, 대한민국, 독일 순으로 나타남

○ ‘물류시설 현장조사 및 제도화’ 기술 분야의 기술력지수(TS)는 미국, 대한민국, 독일 순으로 나타남

○ ‘물류시설 현장조사 및 제도화’ 기술 분야의 기술영향력 지수(PII)는 미국, 대한민국, 독일 순으로 나타남

6. 특허분석 결론

물류시설 피난 안전성 확보 기술

○ 본 기술은 많은 연구가 진행되었으며, 현재 쇠퇴기에 위치하여 대체기술이 출현한 것으로 보아 국내에서도 피난안전성 기술에 대한 대체 기술 및 융복합 기술을 연구 및 개발하는 것이 필요

물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술

○ 위험도 기반 관리 기술은 미국, 유럽, 일본은 해당 기술에 대한 연구를 충분히 진행하였고, 국내는 해당 기술에 대해 질적인 연구개발 필요

- 국내 위험성 평가 및 위험도 기반 관리는 성장기 수준으로 R&D의 급격한 증가가 이루어지고 있고 해외에서는 위험성 및 위험도 관련 기술 개발을 충분히 진행한 것으로 나타나기에 해외 특허 및 자료를 참고하여 연구하는 것이 필요

물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발

○ 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발은 거시적인 관점에서 성장기에 위치하여 화재대응 선진국에서도 지속적으로 연구개발을 하는 것으로 확인

- 국내 등록특허건수가 많은 것으로 나타나지만, 기술격차 및 기술수준을 고려했을 때, 양적인 수준보다는 질적 수준을 높이는 방향성이 필요

- 상업적이 이익 또는 기술경쟁을 나타내는 시장확보지수가 2위(85.0)로 높아보이지만, 미국과 4배(334.0)차이가 나타나는 것으로 보아 미국이 특허를 통한 시장성이 큰 것을 확인

물류시설 현장조사 및 제도화

○ 물류시설 현장조사 및 제도화 기술분야에 대한 활발한 기술개발은 이루어지지 않지만, 지속적으로 성장하고 있기에 기술개발 필요

- 국내와 미국, 독일에서 특허를 출원한 것으로 보아, 더욱 공격적인 연구투자를 통해 우위 확보 가능

제2절 기술수준조사

1. 전문가 대상 물류시설 화재대응 분야 기술수준조사 및 분석

가. 조사개요

조사목적

○ 국내 물류시설에 효과적인 화재 위험성 평가기법 및 위험도 기반 관리 기술과 물류시설의 피난안전성을 확보하여 물류시설에 적합한 맞춤형 화재대응 기술의 개발을 위한 R&D사업 기획을 위한 산・학・연 기술수요조사

조사내용

○ 물류시설 화재안전 개선을 위한 핵심기술개발에 대하여 그림 3-14와 같이 △물류시설 피난안전성 확보 기술 개발, △물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발, △물류시설 맞춤형 화재대응 기술개발, △물류시설 현장조사 및 제도화 등에 대한 기술수요조사

조사설계

○ (조사대상) 관련 분야 산·학·연 총 26명

○ (조사방법) 구조화된 설문지를 이용한 온라인 웹 조사

물류시설 화재안전 기술수준평가

기술수준평가는 본 사업의 기술분류체계(안)을 대상으로 주요국(미국, EU, 중국, 일본) 대비 우리나라의 기술수준을 평가함으로써 기술수준향상을 위한 시책을 수립하는데 목적을 두고 있습니다.

본 설문조사는 물류시설 화재안전의 국가별 기술수준에 대한 전문가 의견을 수렴하기 위한 과정으로서, 델파이 조사를 통해 전문가들의 의견이 활발히 논의될 수 있도록 적극적인 참여 요청 드립니다.

< 물류시설 화재안전 기술분류체계(안) >

1차분류	2차분류
물류시설 피난안전성 확보 기술 개발	물류시설 피난안전 개선 기술 개발
	물류시설 화염확산 방지 및 방화구획 개선 기술 개발
물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발	물류시설의 정량적 화재 위험성 평가기술 개발
	물류시설 화재위험 체크리스트 개발
	위험성 평가를 위한 화재/피난 해석 기술 적용
물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발	방장방동창고 화재대비 기술 개발
	물류시설 특성을 반영한 화재대응 및 방호 기술 개발
	물류시설 화재안전 확보 기반 기술 개발
물류시설 현장조사 및 제도화	물류시설 현장조사
	물류시설 화재안전 리빙랩 및 제도화

1 「물류시설 피난안전성 확보 기술」 분야

1-1. 최고 기술 보유국

1차분류	2차분류
물류시설 피난안전성 확보 기술 개발	물류시설 피난안전 개선 기술 개발
	물류시설 화염확산 방지 및 방화구획 개선 기술 개발

☐ 2021년 현재, 물류시설 피난안전성 확보 기술 분야의 최고기술 보유국을 선택해 주시오. 단, 최고기술보유국이 여러 개인 경우 모두 선택해 주시고, 한국, 중국, 일본, 미국, EU 중에 최고기술보유국이 없는 경우 기타 란에 국가를 입력해 주십시오.

최고기술 보유국					
☐ 한국	☐ 미국	☐ EU	☐ 중국	☐ 일본	☐ 기타 (국가:)

1-2. 주요 5개국의 기술수준 순위 및 기술수준 그룹

☐ 2021년 현재, 물류시설 피난안전성 확보 기술 분야의 한국, 미국, EU, 중국, 일본에 대한 순위와 기술 수준 그룹을 평가해 주십시오.

※ EU의 경우, EU 내의 최고기술 보유국을 기준으로 평가 부탁드립니다.

구분	한국	미국	EU	중국	일본	기타
기술수준 그룹						

구분	한국	미국	EU	중국	일본	기타
기술수준 그룹	선도그룹	선도그룹	선도그룹	추격그룹	낙후그룹	추격그룹

기술수준 그룹	설명
선도그룹	기술분야를 선도하고 있는 그룹
추격그룹	선진기술의 모방개량이 가능한 그룹
추방그룹	선진기술의 도입적용이 가능한 그룹
낙후그룹	연구개발 능력이 취약한 그룹

1-3. 최고기술 보유국 대비 각 국의 기술수준

☐ 2021년 현재, 최고기술 보유국(100%,0년) 대비 상대적 기술수준 및 기술격차를 국가별로 평가하여 주십시오.

구분	한국	미국	EU	중국	일본	기타
기술수준(%)						
기술격차(년)						

구분	한국	미국	EU	중국	일본	기타
기술수준(%)	65%	100%	80%	70%	60%	65%
기술격차(년)	3년	0년	2년	6년	9년	7년

<그림 3-14> 전문가 대상 기술수준조사지 내용

나. 기술수준조사 분석결과

물류시설 피난안전성 확보 기술 분야 분석 결과

○ (최고기술보유국) 물류시설 피난안전성 확보 기술 분야 중 주요 5개국 중 최고 기술 보유국은 총 25건 응답에서 미국 17건, 미국과 EU 공동 5건, EU 3건으로 응답

○ (기술수준 순위) 주요 5개국의 기술수준 순위를 8건의 응답으로 평균을 내본 결과, 미국 1위, EU 2위, 일본 3위, 한국 4위, 중국 5위로 나타남

○ (기술수준 그룹) 주요 5개국의 기술수준 그룹에 대한 결과는 아래와 같음

- EU와 미국은 기술분야를 선도하고 있는 그룹인 선도그룹에 대한 비중이 90% 이상이며, 미국은 100%로 나타남

- 일본은 추격그룹에 대한 비중이 54.2%로 가장 높으며, 그 다음 선도그룹(33.3%), 낙후그룹(12.5%) 순으로 나타남

- 중국은 후발그룹에 대한 비중이 50.0%로 가장 높으며, 추격그룹(37.5%), 낙후그룹(8.3%), 선도그룹(4.2%) 순으로 나타남

- 한국은 추격그룹에 대한 비중이 58.3%로 가장 높으며, 후발그룹(20.8%), 낙후그룹(12.5%), 선도그룹(8.3%) 순으로 나타남

<표 3-21> 물류시설 피난안전성 확보기술 분야 분석결과

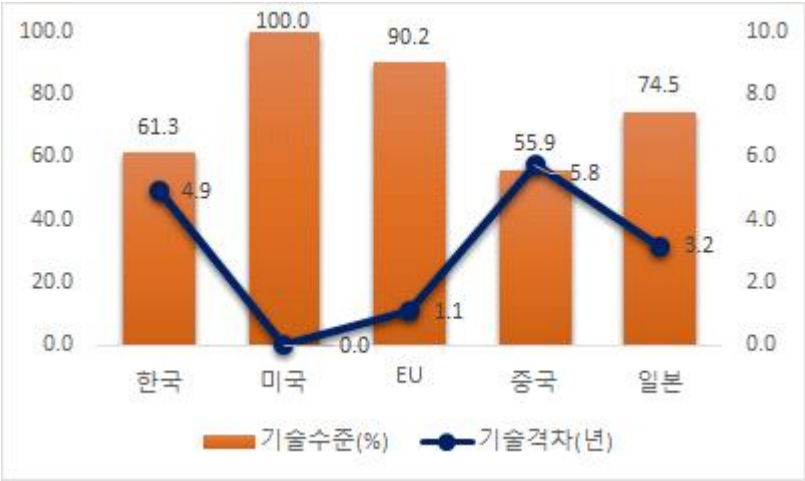
구분	선도그룹	추격그룹	후발그룹	낙후그룹
EU	22(91.7%)	2(8.3%)	-	-
미국	24(100.0%)	-	-	-
일본	8(33.3%)	13(54.2%)	-	3(12.5%)
중국	1(4.2%)	9(37.5%)	12(50.0%)	2(8.3%)
한국	2(8.3%)	14(58.3%)	5(20.8%)	3(12.5%)

○ (최고기술 보유국 대비 각 국의 기술수준) 미국과 EU는 최고기술 보유국으로 한국은 기술격차가 두 나라에 비해 상당히 뒤처져있는 것으로 확인

- (기술수준) 최고기술수준을 100%로 보았을 때 미국이 98.9%로 최고기술 보유국으로 평가되어지며, EU 90.2%, 일본 74.5%, 한국 61.3%, 중국 55.9% 순으로 나타남

- (기술격차) 미국이 최고기술 보유국으로 평가되며, EU 1.1년, 일본 3.2년, 한국

4.9년, 중국 5.8년 순으로 나타남



<그림 3-15> 물류시설 피난안전성 확보기술 분야 주요국 간 비교

물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 분야 분석결과

○ (최고기술보유국) 물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 분야 중 주요 5개국 중 최고 기술 보유국은 총 25건 응답에서 미국 15건, 미국과 EU 공동 7건, EU 3건으로 응답

○ (기술수준 순위) 주요 5개국의 기술수준 순위를 25건의 응답으로 평균을 내본 결과, 미국 1위, EU 2위, 일본 3위, 한국 4위, 중국 5위로 나타남

○ (기술수준 그룹) 주요 5개국의 기술수준 그룹에 대한 결과는 아래와 같음

- EU와 미국은 기술분야를 선도하고 있는 그룹인 선도그룹에 대한 비중이 95% 이상이며, 미국은 100%로 나타남

- 일본은 선도그룹과 추격그룹에 대한 비중이 48.0%로 가장 높으며, 낙후그룹은 12.5%, 후발그룹은 없는 것으로 나타남

- 중국은 후발그룹에 대한 비중이 48.0%로 가장 높으며, 추격그룹(44.0%), 낙후그룹(8.0%) 순으로 선도그룹은 없는 것으로 나타남

- 한국은 추격그룹에 대한 비중이 68.0%로 가장 높으며, 후발그룹(20.0%), 낙후그룹(12.0%) 순으로 선도그룹은 없는 것으로 나타남

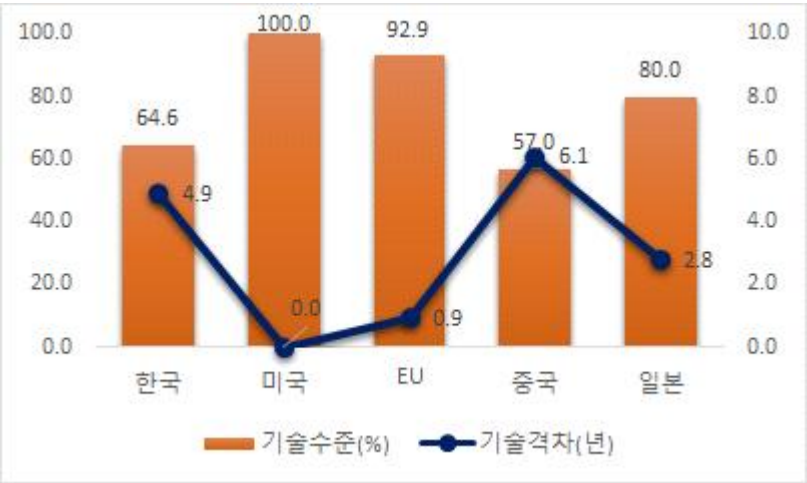
<표 3-22> 물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리기술 분야 분석결과

구분	선도그룹	추격그룹	후발그룹	낙후그룹
EU	24(96.0%)	1(4.0%)	-	-
미국	25(100.0%)	-	-	-
일본	12(48.0%)	12(48.0%)	-	1(4.0%)
중국	-	11(44.0%)	12(48.0%)	2(8.0%)
한국	-	17(68.0%)	5(20.0%)	3(12.0%)

○ (최고기술 보유국 대비 각 국의 기술수준) 미국과 EU는 최고기술 보유국으로 한국은 기술격차가 두 나라에 비해 상당히 뒤처져있는 것으로 확인

- (기술수준) 최고기술수준을 100%로 보았을 때 미국이 99.2%로 최고기술 보유국으로 평가되어지며, EU 92.9%, 일본 80.0%, 한국 64.6%, 중국 57.0% 순으로 나타남

- (기술격차) 미국이 최고기술 보유국으로 평가되어지며, EU 0.9년, 일본 2.8년, 한국 4.9년, 중국 6.1년 순으로 나타남



<그림 3-16> 물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리기술 분야 주요국 간 비교

물류시설 맞춤형 화재대응 기술 분야 분석결과

○ (최고기술보유국) 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 분야 중 주요 5개국 중 최고기술 보유국은 총 25건 응답에서 미국 14건, 미국과 EU 공동 8건, EU 3건으로 응답

○ (기술수준 순위) 주요 5개국의 기술수준 순위를 25건의 응답으로 평균을 내본 결과, 미국 1위, EU 2위, 일본 3위, 한국, 중국 공동 4위로 나타남

○ (기술수준 그룹) 주요 5개국의 기술수준 그룹에 대한 결과는 아래와 같음

- EU와 미국은 기술분야를 선도하고 있는 그룹인 선도그룹에 대한 비중이 95% 이상이며, 미국은 100%로 나타남

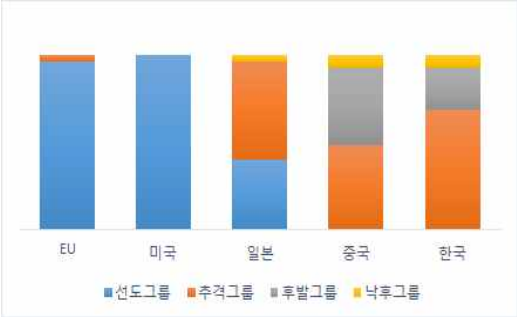
- 일본은 추격그룹에 대한 비중이 56.0%로 가장 높으며, 선도그룹(40.0%), 낙후그룹(4.0%) 순으로 후발그룹은 없는 것으로 나타남

- 중국은 추격그룹에 대한 비중이 48.0%로 가장 높으며, 후발그룹(44.0%), 낙후그룹(8.0%) 순으로 선도그룹은 없는 것으로 나타남

- 한국은 추격그룹에 대한 비중이 68.0%로 가장 높으며, 후발그룹(24.0%), 낙후그룹(8.0%) 순으로 선도그룹은 없는 것으로 나타남

<표 3-23> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 분야 분석결과

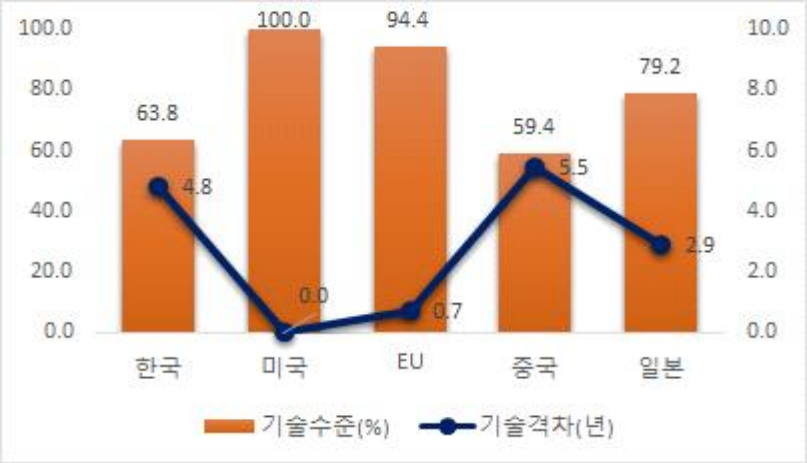
구분	선도그룹	추격그룹	후발그룹	낙후그룹
EU	24(96.0%)	1(4.0%)	-	-
미국	25(100.0%)	-	-	-
일본	10(40.0%)	14(56.0%)	-	1(4.0%)
중국	-	12(48.0%)	11(44.0%)	2(8.0%)
한국	-	17(68.0%)	6(24.0%)	2(8.0%)



○ (최고기술 보유국 대비 각 국의 기술수준) 미국과 EU는 최고기술 보유국으로 한국은 기술격차가 두 나라에 비해 상당히 뒤처져있는 것으로 확인

- (기술수준) 최고기술수준을 100%로 보았을 때 미국은 100%로 최고기술 보유국으로 평가되어지며, EU 94.4%, 일본 79.2%, 한국 63.8%, 중국 59.4% 순으로 나타남

- (기술격차) 미국이 최고기술 보유국으로 평가되어지며, EU 0.7년, 일본 2.9년, 한국 4.8년, 중국 5.5년 순으로 나타남



<그림 3-17> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 분야 주요국 간 비교

물류시설 현장조사 및 제도화 분야 분석결과

○ (최고기술보유국) 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 분야 중 주요 5개국 중 최고 기술 보유국은 총 24건 응답에서 미국 16건, 미국과 EU 공동 6건, EU 3건, 일본 1건으로 응답

○ (기술수준 순위) 주요 5개국의 기술수준 순위를 24건의 응답으로 평균을 내본 결과, 미국 1위, EU 2위, 일본 3위, 한국 4위, 중국 5위로 나타남

○ (기술수준 그룹) 주요 5개국의 기술수준 그룹에 대한 결과는 아래와 같음

- 미국은 선도그룹의 비중이 100%로 해당 분야에 대한 기술을 선도하고 있는 것으로 분석

- EU는 선도그룹의 비중이 83.3%로 미국 다음으로 해당 분야에 대한 기술을 선도하고 있는 것으로 나타남

- 일본은 추격그룹에 대한 비중이 50.0%로 가장 높으며, 선도그룹(45.8%), 낙후그룹(4.1%) 순으로 후발그룹은 없는 것으로 나타남

- 중국은 추격그룹에 대한 비중이 45.8%로 가장 높으며, 후발그룹(33.3%), 낙후그룹(20.8%) 순으로 선도그룹은 없는 것으로 나타남

- 한국은 추격그룹에 대한 비중이 70.8%로 가장 높으며, 후발그룹(25.0%), 낙후그룹(4.2%) 순으로 선도그룹은 없는 것으로 나타남

<표 3-24> 물류시설 현장조사 및 제도화 분야 분석결과

구분	선도그룹	추격그룹	후발그룹	낙후그룹
EU	20(83.3%)	4(16.7%)	-	-
미국	24(100.0%)	-	-	-
일본	11(45.8%)	12(50.0%)	-	1(4.2%)
중국	-	11(45.8%)	8(33.3%)	5(20.8%)
한국	-	17(70.8%)	6(25.0%)	1(4.2%)

○ (최고기술 보유국 대비 각 국의 기술수준) 미국과 EU는 최고기술 보유국으로 한국은 기술격차가 두 나라에 비해 상당히 뒤처져있는 것으로 확인

- (기술수준) 최고기술수준을 100%로 보았을 때 미국이 100.0%로 최고기술 보유국으로 평가되어지며, EU 90.2%, 일본 80.8%, 한국 66.9%, 중국 58.3% 순으로 나타남

- (기술격차) 미국이 최고기술 보유국으로 평가되어지며, EU 1년, 일본 3년, 한국 4년, 중국 5년 순으로 나타남

<그림 3-18> 물류시설 현장조사 및 제도화 분야 주요국 간 비교

다. 기술수준조사 종합표

<표 3-25> 기술수준조사 종합표

구분		한국	미국	EU	중국	일본
물류시설 피난안전성 확보기술 개발	최고기술 보유국		◎			
	기술수준 순위	4	1	2	5	3
	기술수준 그룹	추격그룹	선도그룹	선도그룹	후발그룹	추격그룹
	기술수준(%)	61.3	100.0	90.2	55.9	74.5
	기술격차(년)	5	0	1	6	3
물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발	최고기술 보유국		◎			
	기술수준 순위	4	1	2	5	3
	기술수준 그룹	추격그룹	선도그룹	선도그룹	후발그룹	선도그룹, 추격그룹
	기술수준(%)	64.6	100.0	92.9	57.0	80.0
	기술격차(년)	5	0	1	6	3
물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발	최고기술 보유국		◎			
	기술수준 순위	4	1	2	4	3
	기술수준 그룹	추격그룹	선도그룹	선도그룹	추격그룹	추격그룹
	기술수준(%)	63.8	100.0	94.4	59.4	79.2
	기술격차(년)	5	0	1	6	3
물류시설 현장조사 및 제도화	최고기술 보유국		◎			
	기술수준 순위	4	1	2	5	3
	기술수준 그룹	추격그룹	선도그룹	선도그룹	추격그룹	추격그룹
	기술수준(%)	66.9	100.0	90.2	58.3	80.8
	기술격차(년)	4	0	1	5	3

2. 물류분야 기술수준 분석 (국토교통부)

물류 분야 기술분류체계

<표 3-26> 물류 분야 기술분류 체계

대분류	중분류	소분류
물류	운송	대량운송
		연계운송
		배송
	물류인프라	보관
		하역
		포장
	물류관리	물류 정보화
		물류 표준화
		물류 보안/안전

출처 : 국토교통부(2019) 2019 국토교통 기술수준분석

상대 기술수준 및 격차

<표 3-27> 물류 분야 상대 기술수준 세부 평가

중분류	분석결과
운송	- '19년 운송 분야 최고기술보육국은 미국 ▪ 미국은 운송 분야 내 모든 소분류 기술분야에서 최고기술 보유하고 있으며, 자율주행 기술을 도입한 전기트럭 베라(VERA) 개발을 통해 비교적 짧은 거리의 대량운송 기술개발 ▪ 독일은 원천기술이나 요소기술 측면에서 최고수준이지만 미국은 업계활동 및 전반기술 활용측면이 모두 고려되어 최고수준으로 평가 - ' 19년 우리나라의 기술수준은 82.2%이며 기술격차는 3.5년 ▪ 우리나라는 인공지능(AI) 기반의 화물 수익관리시스템(RMS, Revenue Management System) 솔루션을 순차적으로 도입하는 등 화물 사업의 수익성 개선에 투입 ▪ 국내의 경우 일부 지자체 및 중소기업에서 도입을 위해 효과 검증 단계
물류인프라	- ' 19년 물류인프라 분야 최고기술보유국은 미국 ▪ 미국은 물류인프라 분야 내 모든 소분류 기술분야에서 최고기술 보유 ▪ 아마존, DHL, 월마트 등 많은 소매사업자와 배송업자들은 로봇기술을 풀필먼트(fulfillment)와 유통 인프라에 통합하여 효율화하여 생산성 향상을 도모 ▪ ' 19년 독일의 기술수준과 격차는 95.5%와 0.5년으로 미국과 대등한 수준 - ' 19년 우리나라의 기술수준은 83.3%이며 기술격차는 3.0년 ▪ 한국은 창고에 대한 보관효율성을 향상시키고 스마트 물류센터와 스마트 컨테이너 등 표준화를 위한 기술개발을 통해 기술수준이 성장한 것으로 평가

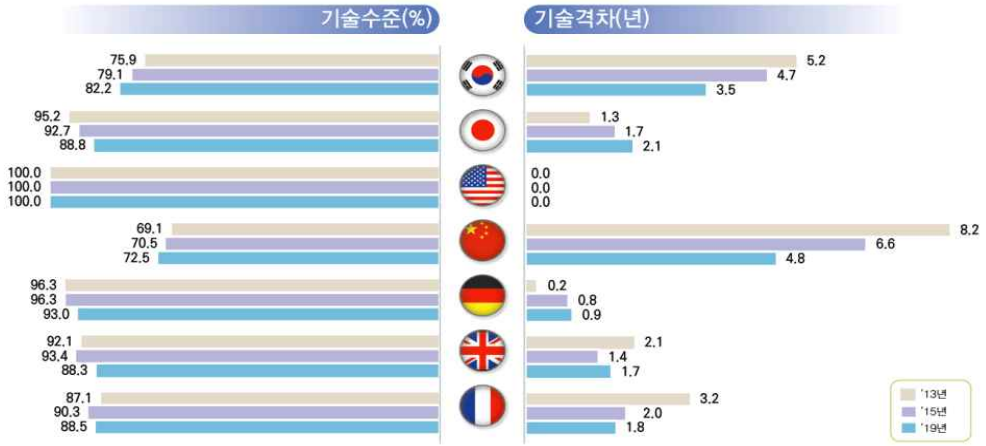
물류관리	- ’19년 물류관리 분야 최고기술보유국은 미국 ▪ 미국에서는 인공지능 공급망 분석 플랫폼인 ‘Supply Chain Insight’을 개발을 통해 화주의 공급망 운영행태, 기후 및 교통 데이터, 법 규제 요소 등의 수준을 향상 - ’19년 우리나라의 기술수준은 82.2%이며 기술격차는 2.8년 ▪ 한국은 물류 블록체인 기반 유통이력 관리 서비스 및 물류업무 자동화 기술개발을 통해 물류 정보화 기술수준을 향상

출처 : 국토교통부(2019) 2019 국토교통 기술수준분석

<표 3-28> 물류 분야 상대 기술수준 및 격차

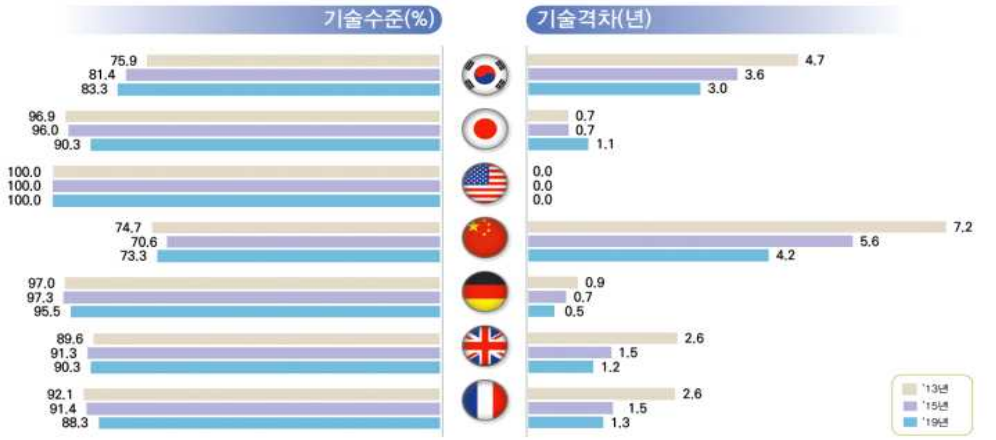
중분류	분석결과

운송



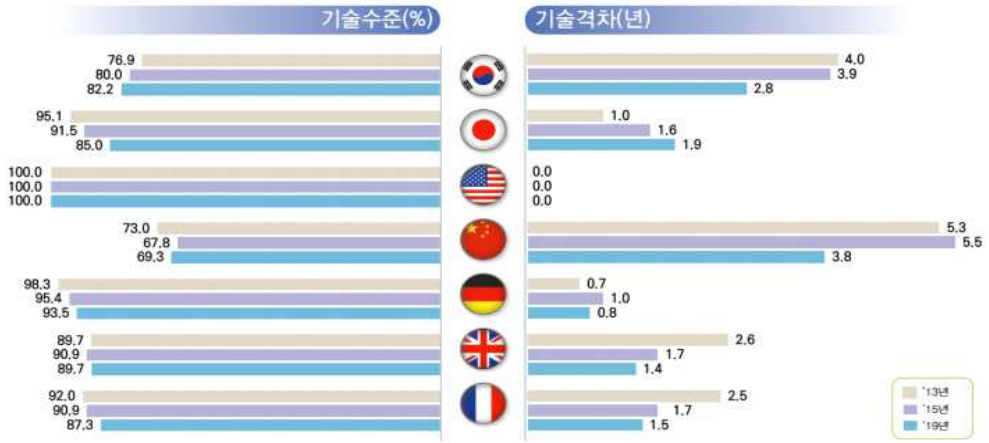
구분		한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
기술수준(%)	‘13년	75.9	95.2	100.0	69.1	96.3	92.1	87.1
	‘15년	79.1	92.7	100.0	70.5	96.3	23.4	90.3
	‘19년	82.2	88.8	100.0	72.5	93.0	88.3	88.5
기술격차(년)	‘13년	5.2	1.3	0.0	8.2	0.2	2.1	3.2
	‘15년	4.7	1.3	0.0	6.6	0.8	1.4	2.0
	‘19년	3.5	2.1	0.0	4.8	0.9	1.7	1.8

물류인프라



구분		한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
기술수준(%)	‘13년	75.9	96.9	100.0	74.7	97.0	89.6	92.1
	‘15년	81.4	96.0	100.0	70.6	97.3	91.3	91.4
	‘19년	83.3	90.3	100.0	73.3	95.5	90.3	88.3
기술격차(년)	‘13년	4.7	0.7	0.0	7.2	0.9	2.6	2.6
	‘15년	3.6	0.7	0.0	5.6	0.7	1.5	1.5
	‘19년	3.0	1.1	0.0	4.2	0.5	1.2	1.3

물류관리



구분		한국	일본	미국	중국	독일	영국	프랑스
기술수준(%)	‘13년	76.9	95.1	100.0	73.0	98.3	89.7	92.0
	‘15년	80.0	91.5	100.0	67.8	95.4	90.9	90.9
	‘19년	82.2	85.0	100.0	69.3	93.5	89.7	87.3
기술격차(년)	‘13년	4.0	1.0	0.0	5.3	0.7	2.6	2.5
	‘15년	3.9	1.6	0.0	5.5	1.0	1.7	1.7
	‘19년	2.8	1.9	0.0	3.8	0.8	1.4	1.5

출처 : 국토교통부(2019) 2019 국토교통 기술수준분석

소분류 단위 상대기술수준 및 기술격차

<표 3-29> 소분류 단위 상대기술수준 및 기술격차

중분류	소분류		한국		일본		미국		중국		독일		영국		프랑스	
			기술수준	기술격차	기술수준	기술격차	기술수준	기술격차	기술수준	기술격차	기술수준	기술격차	기술수준	기술격차	기술수준	기술격차
운송	대량운송	`13	78.1	5.1	91.6	2.2	97.3	0.9	67.2	8.6	91.8	1.1	90.6	2.7	83.1	4.0
		`15	79.7	4.8	92.4	2.1	99.3	0.2	70.7	6.7	94.6	1.2	93.1	1.5	88.3	2.3
		`19	80.0	5.0	90.0	2.5	100.0	0.0	70.0	6.0	93.0	1.0	90.0	2.0	88.0	2.0
	연계운송	`13	70.4	6.8	94.8	1.8	98.4	0.6	68.0	9.2	96.6	0.8	89.7	3.0	87.5	3.8
		`15	78.0	4.7	92.4	1.6	100.0	0.0	69.8	6.6	97.2	0.7	93.0	1.5	91.6	1.8
		`19	80.0	3.5	90.0	2.0	100.0	0.0	75.0	5.0	96.0	0.5	90.0	1.5	90.0	1.5
	배송	`13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		`15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		`19	86.	2.0	86.5	1.8	100.0	0.0	72.5	3.5	90.0	1.3	85.0	1.5	87.5	1.8
물류인프라	보관	`13	73.9	5.1	94.4	1.1	98.2	0.3	75.4	7.3	94.2	1.6	88.1	2.9	89.6	3.2
		`15	82.1	3.8	96.1	1.1	100.0	0.0	71.8	5.8	99.9	0.6	92.7	1.7	93.3	1.7
		`19	85.0	3.0	90.0	1.5	100.0	0.0	75.0	4.5	95.0	0.5	92.0	1.5	90.0	2.0
	하역	`13	75.4	4.9	96.3	1.0	99.0	0.3	72.9	7.6	96.5	1.0	88.7	2.9	91.6	2.7
		`15	82.5	3.2	95.7	0.3	100.0	0.0	71.8	5.3	94.7	1.0	88.8	1.3	88.3	1.5
		`19	85.0	3.0	91.0	0.8	100.0	0.0	75.0	4.0	96.5	0.5	89.0	1.0	85.0	1.0
	포장	`13	75.4	4.9	96.3	1.0	99.0	0.3	72.9	7.6	96.5	1.0	88.7	2.9	91.6	2.7
		`15	79.5	3.9	96.2	0.8	100.0	0.0	68.2	5.7	97.3	0.5	92.3	1.4	92.7	1.9
		`19	80.0	3.0	90.0	1.0	100.0	0.0	70.0	4.0	95.0	0.5	90.0	1.0	90.0	1.0
물류관리	물류정보화	`13	75.7	4.3	93.7	1.3	95.5	0.3	71.9	5.6	96.8	1.0	88.4	2.9	90.6	2.8
		`15	80.0	3.9	91.5	1.6	100.0	0.0	67.8	5.5	95.4	1.0	90.9	1.7	90.9	1.7
		`19	82.5	3.0	90.0	2.0	100.0	0.0	73.0	3.5	95.5	1.0	90.0	1.5	90.0	1.5
	물류표준화	`13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		`15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		`19	80.0	3.0	80.0	2.3	100.0	0.0	65.0	4.0	95.0	1.0	89.0	1.3	87.0	1.5
	물류보안/안전	`13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		`15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		`19	84.0	2.5	85.0	1.5	100.0	0.0	70.0	4.0	90.0	0.5	90.0	1.5	85.0	1.5

출처 : 국토교통부(2019) 2019 국토교통 기술수준분석

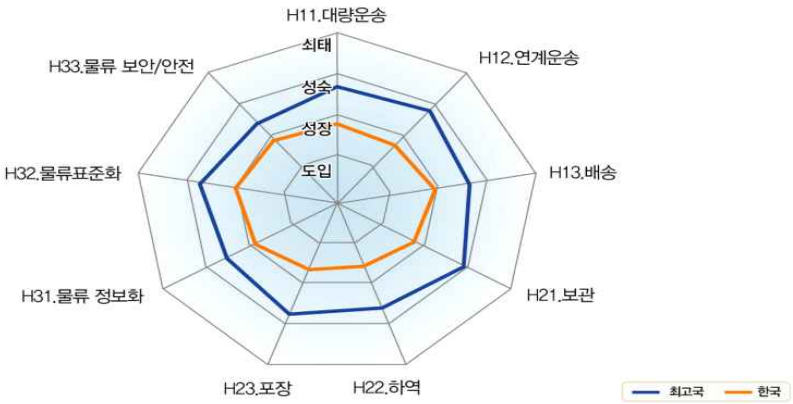
기술발전단계

○ 물류 분야 최고기술보유국의 소분류 기술 발전단계는 대부분 성숙기에 근접

- 모든 소분류 기술은 성장기와 성숙기 사이에 위치

○ 물류 분야 한국의 소분류 기술 발전단계는 대부분 성장기에 근접

- 물류 표준화 기술은 성숙기에 접어들었으며, 나머지 기술 분야는 도입기와 성장기 사이에 위치



출처 : 국토교통부(2019) 2019 국토교통 기술수준분석

<그림 3-19> 물류 분야 소분류별 기술발전 단계

3. 소방 분야 기술수준 분석 (KISTEP)

■ 우리나라의 소방 R&D 분야 기술수준 및 경쟁력은 2018년 KISTEP에서 수행된 기술수준평가의 재난·안전 분야를 통해 가늠해 볼 수 있음

○ 재난안전 분야 전략기술 중 소방 R&D와 연관성이 가장 크다고 판단되는 전략기술은 "재난현장 소방·구조 장비시스템 기술*"

* 초고층화, 지하공간의 확대로 재난의 불확실성과 규모의 증대 등에 대응하여 재난 위험이 따르는 구조활동에 첨단장비를 활용하는 기술로, 화재안전 기술을 통해 화재발생을 최소화하고 개인안전장비를 통해 소방관의 안전을 확보하는 기술

* 무인방수차, 내화건축자재, 청정소화제 등을 개발하여 인명피해 최소화 및 화재의 신속한 진화 추진

○ 최고기술국은 미국이며, 우리나라 기술수준은 74.0%로 EU(96.0%), 일본(93.5%)에 이어 큰 격차를 보이는 4위이며, 재난안전 분야에서 선진국 대비 낮은 수준

- 최고국(미국) 대비 기술격차는 3.8년이며, 기술격차의 발생 요인으로는 인프라(시설, 장비), 시스템 및 센서 기술 등이 제시

<표 3-30> KISTEP 기술수준 분석

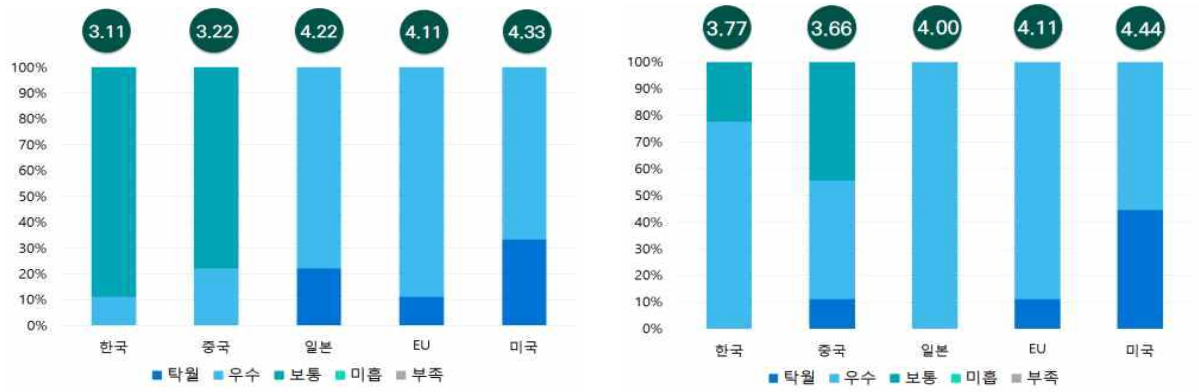
국가	기술수준·격차			연구단계역량		연구개발 활동 경향
	수준(%)	격차(년)	그룹	기초	응용개발	
한국	74.0	3.8	추격	보통	우수	상승
중국	69.0	4.0	추격	보통	우수	상승
일본	93.5	1.3	선도	우수	우수	유지
EU	96.0	1.0	선도	우수	우수	유지
미국	100.0	0.0	최고	우수	우수	유지

출처 : 한국과학기술기획평가원(2018), 2018년 기술수준평가

○ 연구단계별로는 기초연구의 경우 최고기술국인 미국은 4.33점이며, 우리나라는 3.11점으로 타 국가 대비 가장 낮은 점수로 확인

* 미국(4.33점) > 일본(4.22점) > EU(4.11점) > 중국(3.22점) > 한국(3.11점)

- 응용개발 연구의 경우, 기초연구에 비해 0.66점 높으며, 우수한 역량을 보유한 것으로 나타남



[기초연구] [응용개발 연구]

*연구단계별 역량 구간(5구간)을 탁월(5점), 우수(4점), 보통(3점), 미흡(2점), 부족(1점)으로 하여 평균값을 계산

출처 : 한국과학기술기획평가원(2018), 2018년 기술수준평가

<그림 3-20> KISTEP 기술수준 분석

주요국 기술수준 및 격차 판단 근거

<표 3-31> 물류 분야 상대 기술수준 및 격차

국가(기술수준)	판단근거
한국(74.0%)	▪ 대구지하철 사고 등 대형 화재사고를 경험하면서 국가주도(소방청)의 소방사업단이 운영되면서 재난관련 R&D 활성화 ▪ 최근 10여 년간 꾸준한 논문 동향을 보이고 있으며 지속적인 연구활동이 이루어짐 ▪ 산불 진화용 헬기와 무인 방수차 도입 등과 같은 시도가 이루어짐 ▪ 안전에 대한 관심 부족 및 사고발생 후속처리에 집중하는 의식에서 예방의 필요성과 이를 위한 장비에 대한 관심 증가 ▪ 해당분야의 관심이 높아지고 연구개발 과제가 증가함에 따라 연구가 저변화 되고 있으나 여전히 현장 적용이 가능한 신제품 출시는 부족
중국(69.0%)	▪ 최근 수년간의 성장세가 무서운 신흥 재난관련 연구 추격국가로 보임 ▪ 논문, 특허 등 모든 분야에서 가파른 성장세를 보이고 있으며, 특히 국가주도의 재난과학 연구 집중이 눈여겨 볼 만함. 논문 피인용수 부분에서 상위권에 오르는 것은 매우 흥미로움 ▪ 모든 분야의 기술수준이 모방에서 자체기술 이룰 수 있는 도입단계 ▪ 전시회 등을 통해 신기술을 접목한 시제품 출시 증가 ▪ 전반적으로 우리나라와의 기술격차가 빠르게 좁혀지고 있음
일본(93.5%)	▪ 최근 중국의 많은 논문 및 특허 출원 건수에 밀려 통계 수치적으로

	다소 주춤해 보기는 하나, 수십 년 전부터 크고 작은 재해를 경험하며 재난분야에서는 명실 공히 최고의 기술력과 연구 성과 보유 ▪ 재난재해에 대한 체계적인 시스템을 구축하고 있으면서 로봇기능을 도입하여 실용하는 기술과 능력 보유 ▪ 기술 발전 속도가 다소 둔화되는 국면을 맞이하고 있음 ▪ 신제품 및 신기술 출시가 느리고 논문 및 특허 분야의 가시적인 성과가 줄어들고 있음 ▪ 유럽과 거의 동등한 기술력 갖춤 ▪ 개인 보호 장구류 등에서 열 영상, RF 센서 등이 포함된 시스템 & 센서 기술이 미국과 유사한 수준. 지진 등 방재기술에 주로 기술개발 중
EU(96.0%)	▪ 2006~2011년까지의 피인용 논문 수 1위에 오를 정도로 재난관련 연구 분야의 많은 경험과 노하우 보유 ▪ 각종 장비의 기술이 수준급에 있으면서 세계최고의 제품을 생산하여 보급 및 새로운 개발에 전력을 다하고 있음 ▪ 전통적인 기술 보유 ▪ 전시회 등에서 공개되는 제품의 성능수준들이 이전 연도와 큰 차이 없음 ▪ 재반 현장 소방 구조 장비기술력 우수. 미국과는 약간의 기술격차 존재 ▪ 소방장비와 개인 보호 장구류에서 미국과 동등한 수준의 기술력 보유 ▪ 열 영상, RF 센서 등이 포함된 시스템 & 센서 기술은 최근 개발 중 ▪ 최고기술 보유국이 확보한 시스템 성능 대비하여 유사한 수준 보유 ▪ 그리스, 스페인 등에서 한국과의 IT 기술을 활용한 소방장비 기술을 국제 공동개발 방식으로 추진 중
미국(100.0%)	▪ 정부 주도 연구소, 대학 및 민간 그룹을 중심으로 지속적인 재난관련 연구가 수행되어 왔으며, 현재까지도 양질의 논문 등의 성과 도출 ▪ 정부의 적극적인 연구지원 및 투자로 인한 원천기술을 가지고 있으면서 각종재난에 실질적인 응이 잘 갖추고 있음 ▪ 정부주도 하에 지원 및 연구 활동 활발 ▪ 첨단 기술을 주도하는 실용적인 장비 및 시스템의 발전 지속 ▪ 안전에 대한 인식수준이 높으며, 이로 인한 관심과 기술개발 ▪ 타 분야의 연구 성과를 융합하여 다양한 신제품과 신기술 출시 ▪ 무인항공기 기반 산불감시나 대형수송기 기반 화재진압 등 전 분야에서 최고수준의 기술력 보유 ▪ 3M 등에서 미국의 소방/방재 회사들을 M&A하면서 기술 융합 시도 ▪ 소방관들의 건물 내 위치추적에 대한 기술개발이 가시화되고 있음

출처 : 한국과학기술기획평가원(2018), 2018년 기술수준평가

4. R&D 투자현황

■ 최근 5년간 물류시설 화재안전 관련 정부R&D 5개 부처(국토부, 소방청, 중기부 등) 투자는 39.3억원(연평균 42.4억원), 34개 과제를 추진

○ (과제수) 소방청 17건(50.0%), 국민안전처 14건(41.2%), 교육부, 국토부, 중소벤처기업부 1건(2.9%) 순으로 나타남

<표 3-32> 물류시설 화재안전 관련 정부 R&D 과제현황

(단위 : 건수)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	5개년 과제수	
교육부	-	-	1	-	0	-	1	2.9%
국민안전처	7	7	-	-	-	-	14	41.2%
국토교통부	1	-	-	-	-	-	1	2.9%
소방청	-	-	6	6	5	-	17	50.0%
중소벤처기업부	-	1	-	-	-	-	1	2.9%
총합계	8	8	7	6	5	-	34	100.0%

출처: 국가과학기술지식정보서비스(https://www.ntis.go.kr/)

○ (투자현황) 소방청 21.4억원(54.6%), 국민안전처 16.7억원(42.6%), 국토교통부 0.7억원(1.8%) 순으로 나타남

<표 3-33> 물류시설 화재안전 관련 정부 R&D 투자현황

(단위 : 억원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	5개년 과제수	
교육부	-	-	0.2	-	-	-	0.2	0.4%
국민안전처	6.0	10.7	-	-	-	-	16.7	42.6%
국토교통부	0.7	-	-	-	-	-	0.7	1.8%
소방청	-	-	10.7	5.0	5.7	-	21.4	54.6%
중소벤처기업부	-	0.2	-	-	-	-	0.2	0.6%
총합계	6.7	11.0	10.9	5.0	5.7	-	39.3	100.0%

출처: 국가과학기술지식정보서비스(https://www.ntis.go.kr/)

■ 최근 5년간 물류시설 화재안전 관련 R&D 투자현황은 2016년도에 가장 활발하게 이루어졌으며, 2018년도부터 투자현황이 감소하는 것으로 확인

5. 시사점

국내 물류인프라 및 물류관리 기술발전은 대부분 성장기에 근접하여 더 많은 기술개발이 필요

○ 국토교통부 기술수준 분석을 살펴본 결과, 기술분류체계에서 물류인프라 분야는 최고기술 보유한 미국 대비 기술수준은 83.3%, 기술격차는 3.0년으로 확인

- 국내는 물류창고에 대한 효율성을 위해 스마트화 및 표준화에 대한 기술개발을 통해 기술수준이 성장된 것으로 보이며, 보관 내 위험요소에 대해 스마트화 및 표준화 기술개발은 부족

○ 또한, 물류관리 분야에서 물류 보안/안전을 살펴본 결과 기술수준은 84.0%, 기술격차는 2.5년으로 확인

- 국내 물류시설 관리는 블록체인을 기반한 유통 및 서비스, 자동화 기술개발을 통해 성장하였지만, 물류시설 내 안전과 관련된 감지, 센서 기능은 취약하여 기술개발 필요

국내 재난·안전 분야에 대응하는 인프라(시설, 장비), 시스템, 센서 기술개발에 대한 관심 증대와 적극적인 투자 필요

○ 최고국 대비(미국) 대비 기술격차는 3.8년이며, 기술격차의 발생요인으로는 인프라(시설, 장비), 시스템, 센서 기술 등으로 국내 재난·안전 분야에 대비한 시스템, 센서, 화재대응 기술개발 필요

- 안전에 대한 관심 부족 및 사고발생 후속처리에 집중하는 의식에서 예방의 필요성과 이를 위한 장비 및 기술개발 필요

전문가를 대상으로 한 기술수준분석을 통해 국내 물류시설 화재안전 수준은 미국, EU, 일본을 추격하는 수준으로 확인

- 미국, EU, 일본은 화재·재난재해 등에 대한 체계적인 시스템 및 인프라를 구축하였지만 더나아가 타 분야와의 융합을 통해 다양한 신제품 및 신기술 개발 중에 있으며 안전에 대한 인식이 높은 것으로 확인

제4장 연구개발과제 구성

제4장 연구개발과제 구성

제1절 SWOT 분석 및 중점분야 도출

1. SWOT 분석

개요

○ SWOT 분석은 1차적으로 각 중점분야별 연구진 브레인 스토밍을 통해 작성, 2차적으로 연구진 및 기획분과위원의 검토를 통해 확정

- 각 분과별로 작성된 내부환경요인, 외부환경요인 및 포지션별 전략 취합을 통해 총괄 SWOT 분석 작성

강점(Strength) 및 약점(Weakness) 분석

○ 외부 환경대비 상대적으로 우수하거나 부족한 부분을 제시함

- 강점 및 약점은 앞서 검토된 동향 및 환경분석에서 기술, 특허, 논문, 인프라 분석결과를 내부와 외부 요인으로 구분한 후 내부요인을 강점과 약점으로 다시 구분하여 키워드 작성

기회(Opportunity) 및 위협(Threat) 요인 분석

○ 대외 환경변화로 인하여 새롭게 발생하는 기회요인 및 불안요인 등을 제시함

- 기회 및 위협요인은 동향 및 환경분석에서 정책/시장/기술동향 분석결과를 내/외부 요인으로 구분하고 외부요인을 기회와 위협요인으로 구분하여 정리

포지션별 전략 수립

○ 제시된 내부 강점(S) 및 약점(W), 외부 기회(O) 및 위협(T) 요인을 분석하고 활성화 전략 SO/ 보완전략 WO/ 차별화 전략 ST/약점극복 전략 WT의 포지션별 전략을 수립함

물류산업과 관련된 다양한 기회·위협요인과 물류시설 화재안전 개선의 강·약점 등 SWOT 분석을 통해 사업의 전략적인 대안 및 전략방향 도출

○ SWOT 분석을 통해 국내 물류시설 화재안전의 전략적 대안을 제시하였으며, 미래사회의 환경변화에 따른 물류시설 화재안전 대응방향 및 전략방향 도출

내부요인 / 외부요인		S(강점)	W(약점)
		- 화재로부터 안전한 나라를 만들기 위한 정책 추진 - 물류시설에 특화된 설비 및 운영방안 추진 - 4차 산업혁명의 융복화로 인한 적극적인 화재안전 기술 개발 추진 - 건축물의 화재사고 피해예방을 위해 화재안전 성능 보강 사업 적극 추진	- 화재안전 시설 중 일부에 대한 기준 완화 - 기술개발 역량 및 물류시설 화재안전 관련 체계 부족 - 물류시설의 분류 및 유형에 위험도 및 피난 특성 미흡 - 산재되어 있는 물류시설 화재안전 관련 제도 및 계획
O (기회)	- 국가재난관리체계 강화 추진 - 택배량 증대로 인한 물류시설 증가 추세 - 안전하고 행복한 사회에 대한 국민 관심과 욕구 증대 - IT산업, 융합산업 등 국가적 산업기반 - 아시아 시장의 물류산업 증가 추세	[활성화 전략(SO전략)] - 물류시설에 특성 및 유형을 고려한 화재안전 정책기획, 기술 개발 - 물류시설 화재안전에 대한 국가 R&D 투자 확대 - 강화된 화재안전관리체계와 소비자 욕구에 부합하는 우수 소방용품 개발·공급체계 마련	[보완전략(WO전략)] - 물류시설 화재안전의 경쟁력 확보를 위한 고부가가치화 - 물류시설 화재안전 정체성 확보를 위한 법·제도 개선 - 4차 산업기술을 연계한 물류시설 화재안전 체계 및 위험도 피난 특성 개선
T (위협)	- 소방산업에 대한 국민인식 미약 - 소방선진국의 대비 기술격차 심화 - 물류시설 기능 확대, 배송속도 증가에 따른 사고 위험성 증가 - 물류시설 화재안전 관련 정보·통계체계 미흡	[차별화 전략(ST전략)] - 물류시설 화재안전과 4차 산업혁명과의 융복화 - 물류시설 현장조사 및 제도화를 통한 DB구축 - 동 사업과 관련된 적극적인 기업지원 활용 - 안전관리 체계 구축을 통한 물류시설 화재안전관리 강화	[약점극복 전략(WT전략)] - 물류시설 기능이 확대됨에 따른 화재안전 기준 강화 - 물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발 - 물류시설 피난 안전 개선 기술 개발 - 산재되어 있는 제도 및 계획을 위한 관리체계 설정

<그림 4-1> 동 사업 관련 SWOT 분석

2. 중점추진분야 도출

구분	추진방향	중점분야
활성화 전략	• 물류시설에 특성 및 유형을 고려한 화재안전 정책기획, 기술 개발 • 물류시설 화재안전에 대한 국가 R&D 투자 확대 • 강화된 화재안전관리체계와 소비자 욕구에 부합하는 우수 소방용품 개발·공급체계 마련	물류시설 피난 안전성 확보 기술
보완 전략	• 물류시설 화재안전의 경쟁력 확보를 위한 고부가가치화 • 물류시설 화재안전 정체성 확보를 위한 법·제도 개선 • 4차 산업기술을 연계한 물류시설 화재안전 체계 및 위험도 피난 특성 개선	물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술
차별화 전략	• 물류시설 화재안전과 4차 산업혁명과의 융복화 • 물류시설 현장조사 및 제도화를 통한 DB구축 • 동 사업과 관련된 적극적인 기업지원 활용 • 안전관리 체계 구축을 통한 물류시설 화재안전관리 강화	물류시설 맞춤형 화재대응 기술 물류시설 현장조사 및 제도화
약점극복 전략	• 물류시설 기능이 확대됨에 따른 화재안전 기준 강화 • 물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발 • 물류시설 피난 안전 개선 기술 개발 • 산재되어 있는 제도 및 계획을 위한 관리체계 설정	

제2절 연구개발 과제 도출

1. 후보과제 Pool 구성

가. 후보과제 Pool 구성방법

물류시설 화재안전 개선을 위한 기술수요조사 실시

○ 기술수요조사의 목적

- 본 기술수요조사는 물류시설에서 화재 발생시 인명피해 최소화를 위한 피난안전성 향상 기술, 비용효율적인 최적 화재 대응 기술 및 물류시설에 적합한 맞춤형 화재대응 기술 개발에 대해서 세부적인 필요기술을 조사하고 연구과제 내용을 도출할 목적으로 수행함.
- 구체적으로는 본 연구기획의 목표와 내용을 바탕으로 정리한 기술분류 체계안의 대분류와 중분류에 대해서 산업계, 학계 및 현장의 기술수요를 반영하고자 함.

○ 기술수요조사의 내용

- 기술수요조사서의 내용은 본 기획과제의 추진배경, 기획개요, 기술분류체계안 및 기술수요조사 작성 가이드를 포함하고 있으며 기술수요의 범위는 다음과 같이 앞에서 도출된 기술분류체계안을 기반으로 작성하도록 하였음.

〈표 4-1〉 기술분류 체계도

대분류 (1차분류)	중분류 (2차분류)
피난 및 방화 기술	물류시설 피난안전 개선 기술
	물류시설 화염·연기 확산방지 및 방화구획 개선 기술
	물류시설 마감재료 및 단열재 성능향상 기술
위험도 기술	물류시설의 정량적 화재 위험성 평가 기술
	물류시설 화재위험 체크리스트 및 지표화 기술
	물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인
맞춤형 화재대응 기술	냉장·냉동창고 화재대응 기술
	물류시설 특성을 반영한 화재대응 및 방호 기술 개발
	냉장·냉동창고 화재거동 분석 기술
현장조사 및 제도화	물류시설 현장조사 및 온라인등록·DB 구축
	수용물품 등급화 및 화재강도 기준 정립
	물류시설 화재안전 현장적용 및 제도화

물류시설 화재안전 개선을 위한 기술수요조사

안녕하십니까? 귀사(기관)의 무궁한 발전을 기원합니다.

현재, 한국건설기술연구원에서는 물류시설에서 화재 발생시 인명피해를 최소화를 위한 피난안전성 향상 기술과 비용효율적인 최적 화재 대응을 하고자 "물류시설 화재안전 개선을 위한 피난 안전성 향상 및 위험도 기반 관리기술 기획" 사업을 하고 있습니다.

본 사업은 국내 물류시설에 효과적인 화재 위험성 평가기법 및 위험도 기반 관리 기술과 물류시설의 피난안전성을 확보하고, 물류시설에 적합한 맞춤형 화재 대응 기술의 개발을 위해 기술수요조사를 실시하고자 합니다.

이 설문은 한국건설기술연구원에서 수행 중인 **"물류시설 화재안전 개선을 위한 피난 안전성 향상 및 위험도 기반 관리기술 기획"**을 위한 것으로 **통계법 제13조에** 의거하여 비밀이 보장되며, **산업계 및 학계, 현장의 수요를 반영하기 위하여 추진하는 것으로 이외의 목적**에는 사용되지 않습니다.

본 수요조사는 귀사(기관)의 연구개발 및 기술관련 사항을 포괄하고 있으므로 R&D 관련 부서 임원 및 소장(급)의 지도하에 작성해주시면 감사하겠습니다.

귀 기관의 소중한 자료는 본 사업 기획에 매우 중요한 자산이 될 것임을 약속드리며, 업무가 바쁘신 와중에 수요조사에 응답해주셔서 대단히 감사드리며, 귀하의 무궁한 발전을 기원합니다.

KICT 한국건설기술연구원 KIKS 한국지식서비스연구원 Korea Institute of Knowledge Service

- 주관기관 : 한국건설기술연구원(KICT)
- 조사기관 : 한국지식서비스연구원(KIKS)
- 담 당 자 :
  - 한국지식서비스연구원 전략기획본부 고인구 본부장 (Tel) 031-342-7002 (E-mail : gotomin9@gmail.com)
  - 한국지식서비스연구원 전략기획본부 안일건 선임 (Tel) 031-342-7005 (E-mail : dkzdlfrjs@gmail.com)

<그림 4-2> 기술수요조사서 - 인사말

□ 기술수요조사 작성 가이드

- 아래의 작성가이드를 참조하여, 설문에 답변을 작성해 주시기 바랍니다.

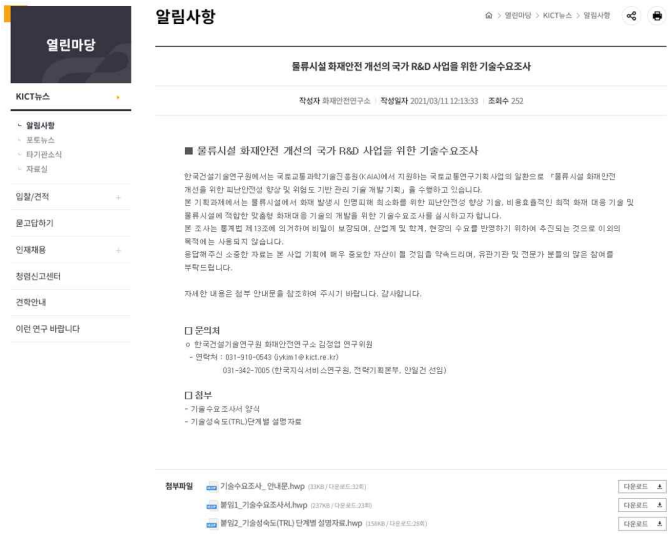
기술수요조사				
제안기술명	• 향후 경제적 시장가능성 및 기술 파급효과가 클 것으로 예상되는 기술개발 내용			
1차분류	• 물류시설 화재안전 기술분류체계(안) 참조			
2차분류	• 물류시설 화재안전 기술분류체계(안) 참조			
최종제품	• 기술개발을 통해 최종 확보할 수 있는 성과물(타겟 제품)			
기술개발 목적	수입대체( ), 시장선점( ), 신시장창출( ), 기타(직접작성)			
기술개발 단계, 유형 수준	구 분	현 재	개발완료 시	
	기술개발 단계(TRL)	TRL( )	TRL( )	
	선진국대비 기술개발 수준	( )%	( )%	
	기술개발 유형	원천( ), 응용( ), 상용화( )		
기술개발 필요성	• 정부지원 필요성(아래의 사항을 고려하여 기재) – 정부주도 R&D로서의 적합성 : 정부 주도의 당위성 – 국가정책과의 연계성 : 상위 계획과의 부합성 – 시급성 : 현 시점에서 개발해야 하는 당위성 • 연구개발 필요성(아래의 사항을 고려하여 기재) – 기술적 경제적 산업적 중요성을 고려하여 개발의 필요성을 기재			
개발 내용	• 개발할 기술에 대한 내용을 6하 원칙에 따라 기술내용을 간략히 서술			
	개발기간	( ) 년	총 소요금액 (출연금)	( ) 억 원
파급효과	• 제안 기술의 연구 및 개발 성공 시 기대효과 및 파급효과를 서술			
산업육성을 위한 정책제언	• 물류산업 관련 산업 육성 및 기술경쟁력 확보를 위한 정책제언 기술			

<그림 4-3> 기술수요조사서 - 기술수요조사 작성 가이드

○ 기술수요조사의 절차

- 일차적으로 한국건설기술연구원과 한국통합물류협회의 홈페이지를 통해 기술수요조사에 대한 공지를 진행하였으며, 물류시설 화재안전 분야의 산학연 전문가 pool을 구성하여 기술수요조사를 수행하였음.

- 기술수요조사의 결과로서 “물류시설 화재시 피난안전성 확보 기술 개발” 분야에 10 건, “물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발” 분야에 5건, “물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발” 분야에 6건, “물류시설 현장조사 및 제도화” 분야에 5건의 기술수요조사가 접수되었으며, 이러한 기술수요조사는 후보과제 도출을 위한 기본자료로 활용 되었음.



<그림 4-4> 기술수요조사 공고 - 한국건설기술연구원

<그림 4-5> 기술수요조사 공고 - 한국통합물류협회

○ 기술수요조사의 결과

- 이러한 산학연 기술수요조사를 통하여 다음의 표와 같이 각 분야에서의 26건의 수요가 접수되었으며, 이러한 기술수요는 후보과제 도출을 위한 기본자료로 활용 되었음.

<표 4-2> 기술수요조사 접수 내용

구분	접수 내용
물류시설 화재시 피난안전성 확보기술 분야	- 물류시설 피난안전 기준 및 설계기술 개발 - 물류시설 용도분류 체계 세분화 및 재실자 밀도 기준 확립 - 실내 측위정보와 물류시설 작업환경을 고려한 경보알람유도시설 기술 개발 - 물류시설 스마트 피난지원 기술 개발 - 물류시설 외부 직결 피난설비 기술 개발 - 물류시설 방화구획 개선 기술 개발 - 랙크 수용품의 적재특성을 고려한 화염확산 방지 기술 개발 - 물류시설 배연설비 기술 개발 - 물류시설 마감재료 개선 기술 개발 - 냉장·냉동창고 단열재 화재안전성능 개선 기술 개발
물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발 분야	- 화재위험도에 기반한 물류시설의 정량적 화재 위험성 평가 기술 개발 - 위험도 등급 산정을 위한 물류시설 화재위험 체크리스트 기술 개발 - 물류시설 특성기반 화재·피난 해석 기술 개발 - 물류시설 화재분석을 위한 수치해석 모델 기술 개발 - 물류시설의 성능기반 화재대응 가이드라인 기술 개발
물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 분야	- 냉장·냉동창고의 화재거동 분석 및 화재대응 기술 개발 - 특수용도의 구획공간 내에서 화재방호 기술을 위한 응용시스템 기술 개발 - 냉장·냉동창고 전용 공기흡입형 화재감지기를 이용한 화재감지시스템 국산화 기술 개발 - 물류시설내 화재예측 및 초기대응이 가능한 자동 소화시스템 기술 개발 - 랙크식 창고의 인랙스프링클러 대체 소화시스템 기술 개발 - 물류시설 화재확산 예측기술 개발
물류시설 현장조사 및 제도화 분야	- 물류시설 현장조사 및 DB 구축 - 물류시설 수용물품 등급화 기술 개발 - 물류시설 수용물품 화재강도 기준 정립 및 화재확산 예측 기술 개발 - 물류시설 현장적용 구축 기술 개발 - 물류시설 화재안전 모니터링 기술 개발

물류시설 화재안전 실태조사에 따른 제도개선 건의(안) 검토

○ 제도개선 건의 개요

- ‘20년도 물류시설에서의 대규모 화재사고 이후 국토부와 소방청 등 정부 부처

에서 물류시설의 화재안전 실태조사를 수행하였으며, 특히 소방청에서 978 개소의 물류시설에 대한 조사를 실시하였음.

- 이러한 물류시설 화재안전 실태조사 수행결과에 대한 분석과 검토를 통해서 각 분야별 제도개선 내용을 제시하였음.

○ 제도개선 건의 내용

- 물류시설 화재안전 실태조사에 따른 제도개선 건의안에는 지하층 대피공간 설치, 보행거리 기준 강화, 가연성 단열재 개선 등의 주요 내용이 포함되어 있으며, 본 기획과제에서는 기획의 후보과제 도출 과정에서 이러한 제도개선 건의 내용을 적극적으로 반영하였음.

물류시설 제도개선 건의(안)

주요 내용	해당부처
❶ **소방시설 적용**(지하층 피난유도선) - 지하층 일정규모 이상 등에 대하여는 피난로 등을 감안하여 피난유도선 설치 의무화	소방청
❷ **소방안전관리자 선임**(운영) **강화** - 지하층의 규모 등을 반영한 대규모 건축물 안전관리자선임 기준 마련(지하상가 등 포함)	소방청
❸ **소방시설 자체점검**(종합정밀점검) **강화** - 기존 특급대상 외 지하층 바닥면적 합계가 3만㎡이상인 건축물 종합정밀점검 반기별 1회 이상	소방청
❹ **지하층 대피공간 설치** - 지하층 규모별 감안한 피난안전구획 설치 의무화 제도개선 또는 거실에서 피난계단 등으로 통한 보행거리 기준 강화	국토부
❺ **근로자 전자정보 활용** - 건설현장 외 일반사업장도(건축물 규모 또는 상시근무자 등 반영) 동일 시스템 도입	고용부
❻ **냉동·냉장창고 가연성 단열재 규제 강화** - 공장·창고 건축물 내부마감재료 및 마감 이후에 사용하는 단열재(뿜칠 포함) 준불연성 이상의 성능의 건축재료 사용	국토부
❼ **지게차 충전시설 전용공간 확보 필요** - 충전시설을 운영하는 경우 전용 충전실 설치규정을 제정하여 엄격히 관리(방화구획 등 전용실, 전기안전규정 마련 등)	산업부
❽ **용적률 산정시 지하층 면적**(물류시설은 지하3층까지의 합) **제외** - 일정규모 이상 물류창고에 대해 지하층 용적률 산정 개선 (건축법 시행령 제119조)	국토부

<그림 4-6> 물류시설 화재안전 제도개선 건의안

전문가 의견·니즈 조사회의 수행

○ 조사회의 개요

- 본 기획연구에서는 물류시설 화재안전 기획의 연구방향 설정과 연구과제 도출을 위하여 '21.1-'21.3의 기간동안 물류, 건축, 화재, 소방 분야의 산학연 전문가 의견·니즈 조사회의를 12건 수행하였음.

○ 조사회의 검토내용

- 이러한 전문가 의견·니즈 조사회의를 통해서 다음의 표와 같이 각 분야에서의 연구필요 내용이 개진되었으며 이러한 전문가의 의견은 후보과제 도출을 위한 기본자료로 활용 되었음.

<표 4-3> 전문가 의견 · 니즈 조사 및 검토내용

구분	조사 및 검토 내용	
화재안전	피난	피난경로 다양화, 분류체계 정립, 재실자 증가 대응, 교육·훈련 분야
	방화구획	물류시설 특성 반영, 완화규정 지침, 방화스크린셔터 평가, 세부구획간 확산방지 분야
	마감재료	마감재료 적용기준 및 성능평가, 구조시스템 개선, 심재소재 분석, 저온환경 단열재 개선 분야
소방	소방설계	위험도 기반 설계, 화재확산 시뮬레이션 고도화, 화재강도 설계자료 분야
	소방설비	맞춤형 화재대응, 신속감지 및 초기소화 분야
	소방연구	냉장·냉동창고 화재분석 및 대응, 수용물품 분류 및 등급화, 화재 수직확산 분야
건축	건축설계	썬큰 및 노출콘크리트, 특수구조 건축물 조항, 국내외 법규 총괄 정리
	건축방재	안전관리 모니터링, 화재안전 매뉴얼, 체계화 및 제도화 분야, 현장조사 DB 분야
물류	물류설계	물류시설 특성반영 기준, 실규모 설계적용, 공사시와 운영시 구분,
	물류운영	물류시설 등급제, 성능기반 설계, 화재 체크리스트 분야, 위험도 개선 인센티브 분야

나. 기술수요 내용 정리

물류시설 화재시 피난안전성 확보기술 개발 분야

<표 4-4> 물류시설 화재시 피난안전성 확보기술 개발 분야 기술수요

구분	기술수요 내용	
1 중점연구 분야 (물류시설 화재시 피난안전성 확보 기술 개발 분야)	1-1	보행거리 기준 강화 (소방청, 국토부 제도개선 건의)
	1-2	대피공간(피난안전구역) 설치 의무화 (소방청, 국토부 제도개선 건의)
	1-3	냉장·냉동창고 가연성 단열재 규제 강화, 준불연성 이상의 건축재료 사용 (소방청, 국토부 제도개선 건의)
	1-4	지하층 썬큰 설치 필요 (소방청 제도개선 전문가 의견)
	1-5	피난로 등을 감안하여 피난 유도선 설치 의무화 (소방청, 소방청 제도개선 추진)
	1-6	근로자 위치파악 및 일일 출근현황 파악을 위한 전자카드시스템 도입 (소방청, 고용부 제도개선 건의)
	1-7	지게차 충전실 등 위험구역 방화구획 및 환기 적용 필요 (소방청, 산업부 제도개선 의견)
	1-8	마감재료 위험도 평가에 따른 적용기준 제시, 마감재료 안전성 강화를 위한 구조시스템 개발, 마감재료 심재소재 분석기술 개발 (전문가 자문회의)
	1-9	수용물품 사이 화염확산 방지 필요 (전문가 자문회의)
	1-10	현장에 익숙하지 않은 작업 근로자가 많으며, 이에 대한 대응이 필요 (전문가 자문회의)
	1-11	피난동선상 OHD가 화재신호에 의하여 자동개방 필요 (전문가 자문회의)
제도개선	1-12	물류시설의 피난경로 다양화 필요 (전문가 자문회의)
	1-13	물류시설 화재안전 운영 및 교육 규정 개발 필요 (전문가 자문의견)
	1-14	물류시설에 적용되는 방화스크린셔터의 성능평가·시험·설치 지침 필요 (전문가 자문회의)
전문가	1-15	지게차 충전시 고용량의 충전장치 사용으로 과부하 또는 충전장치 이상에 따른 화재위험성에 대한 대책 필요 (전문가 자문의견)
	1-16	재실자 피난과 소방활동 지원을 위한 효과적인 연기배출 방안 필요 (전문가 자문의견)
기술수요조사	1-17	산 사면 위치 물류시설의 경우 모든층이 피난층 구조로서 보행거리가 100 m 이하로 적용됨 (전문가 자문회의)
	1-18	방화구획에 대해서 전용감지기보다는 자동화재감지설비 연동 필요 (전문가 자문회의)
	1-19	물류시설 화재안전 개선을 위해 건축 마감재료에 대한 기술개발 필요 (전문가 자문회의)
	1-20	종류와 유형이 다양한 물류시설에 대해 화재안전 관점의 분류가 필요 (전문가 자문의견)
	1-21	대피지원 시스템 설치방안 마련과 물류시설에 적합한 대피경로 필요 (전문가 자문회의)
	1-22	유통형 물류시설에 가변형 피난유도시스템 도입 필요 (전문가 자문회의)
	1-23	대공간이고 근로자가 증가되는 추세로 연기안전의 확보기술 필요 (전문가 자문의견)
	1-24	물류시설 화재안전 점검, 유지관리 지침 필요 (전문가 자문의견)
	1-25	방화구획 완화조항에 대한 세부적용방안이 필요 (전문가 자문회의)

구분	기술수요 내용	
1 중점연구 분야 (물류시설 화재시 피난안전성 확보 기술 개발 분야)	1-26	지게차 충전장소 주변의 가연성 물질 관리나 운영관리 강화 필요 지게차 충전실에 환기 시설 확충 필요 (전문가 자문의견)
	1-27	샌드위치 패널의 단열 및 화재안전 향상을 위한 구조적 개선방안 필요 (전문가 자문회의)
	1-28	유통형 물류시설과 같이 재실자가 증가되는 조건의 반영 필요 (전문가 자문의견)
	1-29	물류시설 안전관리를 위한 자체적인 교육 및 훈련 체계 개발 필요 (전문가 자문의견)
	1-30	피난경로에서 피난문으로 OHD가 포함되어 있으며 이러한 조건에서 화재시 OHD의 자동 개방이 필요 (전문가 자문회의)
	1-31	냉장·냉동창고에서 단열재 도포 사용시 저온환경에서의 성능확보 여부 파악 필요 (전문가 자문회의)
	1-32	유통형 물류시설에 대한 피난 시스템 개선 필요 (전문가 자문회의)
제도개선 전문가 기술수요조사	1-33	물류시설 피난안전 기준 및 설계기술 (기술수요조사)
	1-34	물류시설 용도분류 체계 세분화 및 재실자 밀도 기준 (기술수요조사)
	1-35	실내 측위정보와 물류시설 작업환경을 고려한 경보알람유도시설 기술 (기술수요조사)
	1-36	물류시설용 스마트 피난지원 기술 (기술수요조사)
	1-37	물류시설 외부 직결 피난설비 기술 (기술수요조사)
	1-38	물류시설 방화구획 개선 기술 (기술수요조사)
	1-39	랙크 수용품의 적재특성을 고려한 화염확산 방지 기술 (기술수요조사)
	1-40	물류시설 배연설비 기술 (기술수요조사)
	1-41	물류시설 마감재료 개선 기술 (기술수요조사)
	1-42	냉장·냉동창고 단열재 화재안전성능 개선 기술 (기술수요조사)

물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발

<표 4-5> 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발 분야 기술수요

구분	기술수요 내용	
2 중점연구 분야 (물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발 분야)	2-1	<u>지하층 규모별 감안</u>하여 대피공간(피난안전구역) 설치 의무화 또는 보행거리 기준 강화 (소방청, 국토부 제도개선 건의)
	2-2	지하층 <u>일정규모 이상 등에 대하여는</u> 피난로 등을 감안하여 피난 유도선 설치 의무화 (소방청, 소방청 제도개선 추진)
	2-3	<u>일정규모 이상</u>의 지게차 충전실에 대해서 방화구획 적용 (소방청 제도개선 전문가 의견)
	2-4	물류시설에서 성능기반 화재안전 대응방안 도입 필요 (국토부 관련회의)
	2-5	위험도 관리 측면에서 물류시설 등급제 도입 필요 (전문가 자문회의)
	2-6	냉장·냉동창고에서 화재사고에 대한 발생 위험성을 파악할 필요 (전문가 자문회의)
	2-7	물류창고 화재안전 개선기술의 적용과 보급을 위한 효과적인 대안 제시
	2-8	성능기반 설계기술의 도입을 통한 최적 화재대응 방안 수립 필요 (전문가 자문의견)
	2-9	물류시설 화재안전 분야에서 위험성 평가 지표에 대한 제시가 필요 (전문가 자문회의)
	2-10	물류시설 화재 체크리스트의 지표화 수행 및 지표화 기반 대응방안 제시 필요 (전문가 자문회의)
	2-11	물류시설 위험도 개선에 대한 인센티브 규정안 제시 필요
제도개선	2-12	물류창고 화재안전 개선기술의 적용과 보급을 위한 효과적인 대안 제시 요구
전문가	2-13	물류시설 화재확산 시뮬레이션 기법의 고도화가 필요 (전문가 자문회의)
	2-14	물류시설 조건을 고려한 화재안전 확보기술 도입 필요 (전문가 자문의견)
기술수요조사	2-15	화재위험도에 기반한 물류시설의 정량적 화재 위험성 평가 기술 (기술수요조사)
	2-16	위험도 등급 산정을 위한 물류시설 화재위험 체크리스트 기술 (기술수요조사)
	2-17	물류시설 특성기반 화재·피난 해석 기술 (기술수요조사)
	2-18	물류시설 화재분석을 위한 수치해석 모델 기술 (기술수요조사)
	2-19	물류시설의 성능기반 화재대응 가이드라인 기술 (기술수요조사)

물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발

<표 4-6> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 기술수요

구분	기술수요 내용	
3 중점연구 분야 (물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 분야)	3-1	냉장·냉동창고에서 화재감지 및 소화시스템의 작동성능 및 효과 분석 필요 (소방청 회의)
	3-2	용접·용단 작업에서 방화포·불티방지포 적용방안 (소방청 회의)
	3-3	냉장·냉동창고에서 화재감지 시스템의 유지관리 지침 필요 (전문가 자문회의)
	3-4	냉장·냉동창고 화재시 신뢰성 있는 신속감지 시스템 개발 필요 (전문가 자문의견)
	3-5	냉장·냉동 창고 화재안전 방안 도출을 위한 실규모 실험 필요 (전문가 자문의견)
	3-6	냉장·냉동창고에서 단열재 도포에 대해서 저온 테스트 필요 (전문가 자문회의)
	3-7	냉장·냉동창고에서 화재발생 현상에 대한 분석이 필요 (전문가 자문회의)
	3-8	물류시설에서 신속한 화재감지와 초기소화를 위한 시스템 도입이 필요 (전문가 자문회의)
	3-9	물류시설에 대한 산소저감 기법을 활용 화재억제 시스템의 개발과 적용 필요 (전문가 자문의견)
	3-10	대공간 특성상 초기감지 및 집중소화 필요 (전문가 자문회의)
	3-11	냉장·냉동창고의 경우 영하조건에 원활히 작동되는 소화시스템 도입 필요 (전문가 자문회의)
	3-12	랙크식 창고에서 인랙스프링클러를 대체할 수 있는 소화시스템 도입 필요 (전문가 자문회의)
	3-13	물류시설 고온작업시 화염확대 방지를 위한 핵심방안 제시 필요 (전문가 자문의견)
	3-14	냉장·냉동 창고 화재현상과 대응 분석용 실험장치 필요 (전문가 자문의견)
	3-15	물류시설의 대공간에 대해 인공지능을 활용한 최적의 화재감지 시스템 개발 필요 (전문가 자문의견)
제도개선	3-16	냉장·냉동창고의 화재거동 분석 및 화재대응 기술 (기술수요조사)
전문가	3-17	특수용도의 구획공간 내에서 화재방호 기술을 위한 응용시스템 기술 (기술수요조사)
기술수요조사	3-18	냉장·냉동창고 전용 공기흡입형 화재감지기를 이용한 화재감지시스템 국산화 기술 (기술수요조사)
	3-19	물류시설내 화재예측 및 초기대응이 가능한 자동 소화시스템 기술 (기술수요조사)
	3-20	랙크식 창고의 인랙스프링클러 대체 소화시스템 기술 (기술수요조사)
	3-21	물류시설 화재확산 예측기술 (기술수요조사)

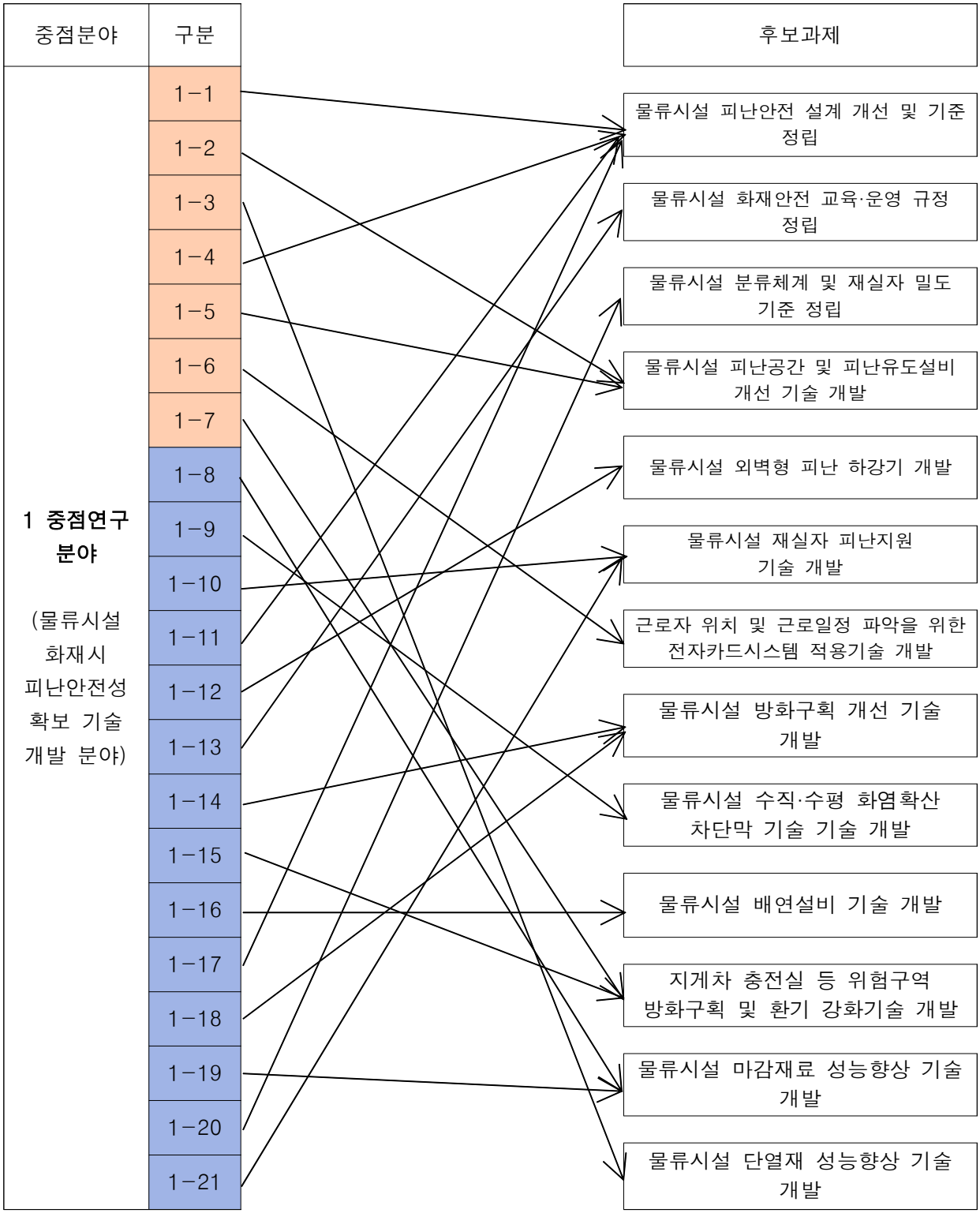
물류시설 현장조사 및 제도화

<표 4-7> 물류시설 현장조사 및 제도화 기술수요

구분	기술수요 내용	
4 중점연구 분야 (물류시설 현장조사 및 제도화 분야)	4-1	일정규모 이상 물류시설에 대해 지하층 용적률 산정 개선 (소방청, 국토부 제도개선 건의)
	4-2	현장조사시 관계기관 공동조사 및 검토 필요 (소방청 자문회의)
	4-3	주기적인 현장조사 DB 필요 (전문가 자문회의)
	4-4	물류시설의 특성을 반영하는 기준이 필요 (전문가 자문회의)
	4-5	물류시설 보관물품의 화재특성을 바탕으로 등급분류 체계 제시가 필요 (전문가 자문의견)
	4-6	물류시설 현장조사의 체계화 및 제도화 방안 도출 필요 (전문가 자문의견)
	4-7	물류시설 화재안전 개선 기술의 실규모 설계 적용 과정이 필요 (전문가 자문의견)
	4-8	공사시와 운영시를 구분하여 추진 필요 (전문가 자문회의)
	4-9	물류시설 화재예방 및 대응방안 지침 개발 (전문가 자문의견)
	4-10	수용물품의 화재강도 제시를 위해서는 수직확산에 따른 질량감소율 산정이 필요 (전문가 자문회의)
	4-11	물류시설에 대해서 화재강도에 대한 설계자료가 필요 (전문가 자문회의)
	4-12	물류시설 공사중 현장에 대한 안전관리 모니터링 및 점검확인 필요 (전문가 자문의견)
	4-13	설계적용을 통한 기술의 적용성 검토 및 기준화 방안 제시 필요 (전문가 자문의견)
	4-14	썬큰 및 노출콘크리트 등 구조적 개선 추진 필요 (전문가 자문회의)
	4-15	특수구조 건축물 조항 활용 검토 (전문가 자문회의)
	4-16	화재위험성을 기준으로 물류시설 물품의 분류와 실제 제품의 연결 DB 구축이 필요 (전문가 자문의견)
	4-17	물류시설 현장조사 온라인 관리 및 활용 시스템 구축 필요 (전문가 자문의견)
	4-18	물류시설과 관련하여 안전분야의 국내외 법규 총괄 정리 및 분석이 필요 (전문가 자문회의)
	4-19	물류시설의 화재안전 매뉴얼 제작 (전문가 자문의견)
제도개선	4-20	물류시설 현장현황 조사 및 분석을 바탕으로 화재안전 대책 수립 필요 (전문가 자문의견)
전문가	4-21	원격관리를 통해 효과적인 물류시설 화재안전 관리 필요 (전문가 자문의견)
기술수요조사	4-22	물류시설 현장조사 및 DB 구축 (기술수요조사)
	4-23	물류시설 수용물품 등급화 기술 (기술수요조사)
	4-24	물류시설 수용물품 화재강도 기준 정립 및 화재확산 예측 기술 (기술수요조사)
	4-25	물류시설 현장적용 구축 기술 (기술수요조사)
	4-26	물류시설 화재안전 모니터링 기술 (기술수요조사)

다. 후보과제 도출

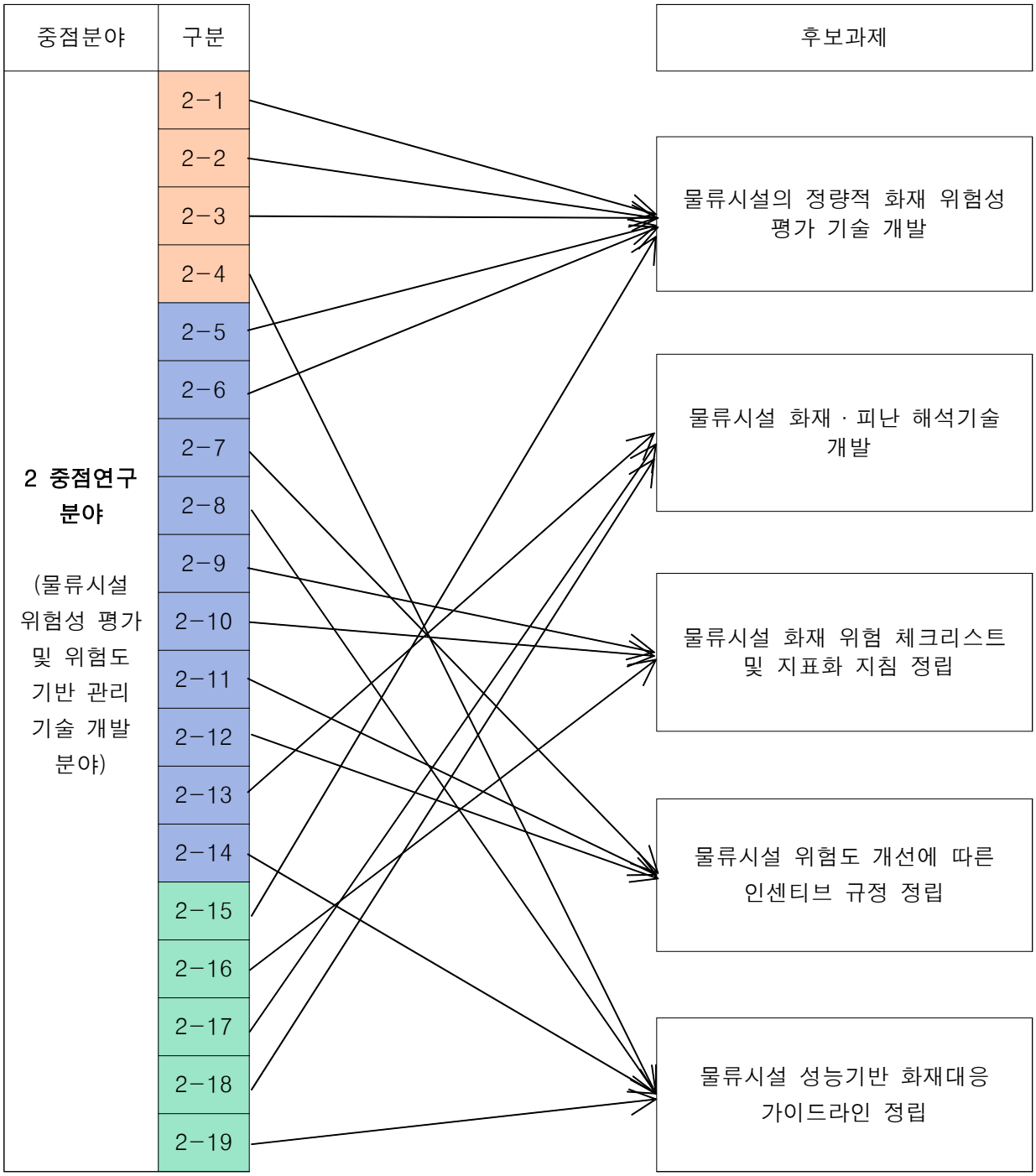
물류시설 화재시 피난안전성 확보기술 개발 분야 (1)



물류시설 화재시 피난안전성 확보기술 개발 분야 (2)

중점분야	구분	후보과제
1 중점연구 분야 (물류시설 화재시 피난안전성 확보 기술 개발 분야)	1-22	물류시설 피난안전 설계 개선 및 기준 정립
	1-23	물류시설 화재안전 교육·운영 규정 정립
	1-24	물류시설 분류체계 및 재실자 밀도 기준 정립
	1-25	물류시설 피난공간 및 피난유도설비 개선 기술 개발
	1-26	물류시설 외벽형 피난 하강기 개발
	1-27	물류시설 재실자 피난지원 기술 개발
	1-28	근로자 위치 및 근로일정 파악을 위한 전자카드시스템 적용기술 개발
	1-29	물류시설 방화구획 개선 기술 개발
	1-30	물류시설 수직·수평 화염확산 차단막 기술 기술 개발
	1-31	물류시설 배연설비 기술 개발
	1-32	지게차 충전실 등 위험구역 방화구획 및 환기 강화기술 개발
	1-33	물류시설 마감재료 성능향상 기술 개발
	1-34	물류시설 단열재 성능향상 기술 개발
	1-35	
	1-36	
	1-37	
	1-38	
	1-39	
	1-40	
	1-41	
	1-42	

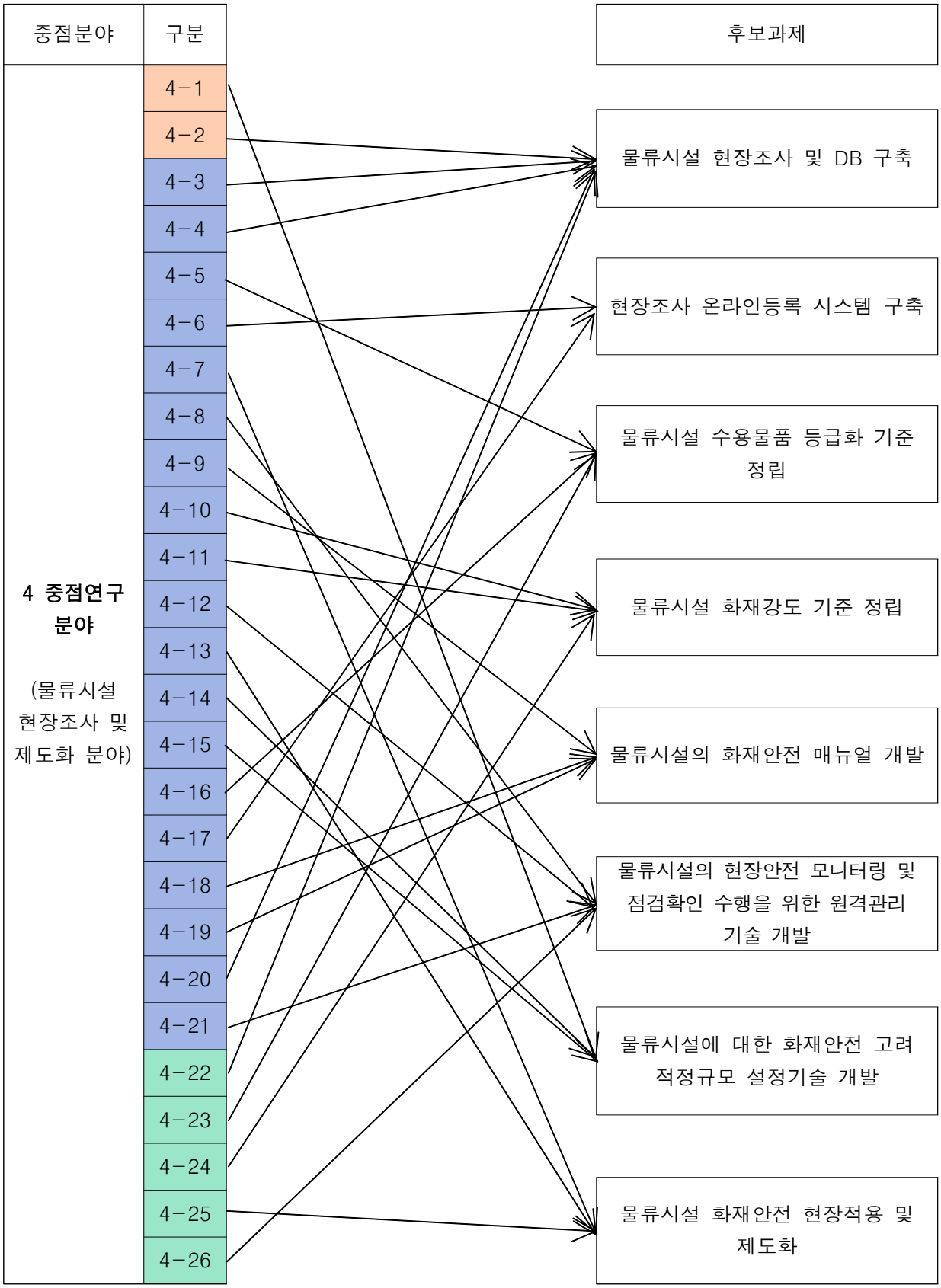
물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발



물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발

중점분야	구분	후보과제
3 중점연구 분야 (물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 분야)	3-1	냉장·냉동 창고 화재발생·확산 현상 분석 기술 개발 냉장·냉동 창고 실규모 실험 기술 개발 냉장·냉동 창고 적용성을 갖는 화재대응시설 성능평가 기술 개발 냉장·냉동 창고 화재감지 기술 개발 구획화된 냉동 창고에 대한 산소저감 기반 시스템 응용기술 개발 물류시설의 인공지능기반 초기화재 감지시스템 개발 동결방지 기능을 포함한 냉장·냉동 창고의 소화시스템 개발 및 실용화 용접·용단 작업시 화염확산 방지 기술 개발 랙크식 창고 조건을 반영한 소화시스템 개발 및 실용화 물류시설 원격 집중 소화시스템 개발 및 실용화
	3-2	
	3-3	
	3-4	
	3-5	
	3-6	
	3-7	
	3-8	
	3-9	
	3-10	
	3-11	
	3-12	
	3-13	
	3-14	
	3-15	
	3-16	
	3-17	
	3-18	
	3-19	
	3-20	
	3-21	

물류시설 현장조사 및 제도화



2. 후보과제 우선순위 평가

가. 우선순위 평가 절차

평가 개요

○ 연구추진 우선순위 설정

- “물류시설 화재안전 개선을 위한 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술 개발 사업 기획” 연구에서 도출된 후보과제 중 동 사업 수행에 필요한 과제를 선정하고, 추진 우선순위를 설정하기 위함임.

우선순위 평가 절차

○ 평가절차

- 우선순위 평가는 우선순위 평가 항목 도출, 우선순위 평가 수행, 우선순위 평가 분석 및 과제선정 순으로 추진됨.
- 우선순위 평가 항목 도출은 다음과 같이 본 사업의 최종목표를 고려하여 평가 항목을 도출함.
- 우선순위 평가 항목 : ‘기술개발 시급성’, ‘기술개발 성공가능성’, ‘과학기술적 파급효과’, ‘정부지원 필요성’, ‘정책목표 부합성’, ‘사회경제적 파급효과’, ‘비용/편익 경제성’의 7개 항목

○ 평가수행

- 우선순위 평가는 분과별 기술위원과 본 기획의 주관기관 및 공동연구기관이 참여하여 후보과제에 대한 분석·검토를 통한 뒤 각 위원별로 평가서를 작성한 후 평가점수를 산술평균하여 평가결과를 제시함.
- 평가점수와 향후 연구수행 계획 및 연구예산 등을 종합적으로 고려하였으며, 기본적으로 평가점수 70점 이상을 1차적인 우선순위 후보과제로 선정함.

<표 4-8> 선순위 평가 수행 및 평가 항목

구분	내용
평가주체	- 분과별 기술위원, 주관기관, 공동연구기관
평가항목	- ‘기술개발 시급성’, ‘기술개발 성공가능성’, ‘과학기술적 파급효과’, ‘정부지원 필요성’, ‘정책목표 부합성’, ‘사회경제적 파급효과’, ‘비용/편익 경제성’

나. 우선순위 평가 결과 및 1차 과제선정

물류시설 화재시 피난안전성 확보기술 개발 분야

<표 4-9> 물류시설 화재시 피난안전성 확보기술 개발 분야 우선순위 평가 결과 및 후보과제

후보과제	우선순위 평가점수								선정 여부
	기술개발 시급성 (15점)	기술개발 성공가능성 (14점)	과학기술적 파급효과 (14점)	정부지원 필요성 (14점)	정책목표 부합성 (15점)	사회경제적 파급효과 (14점)	비용/편익 경제성 (14점)	합계 (100점)	
물류시설 피난안전 설계 개선 및 기준 정립	13.5	12.3	11.8	13.2	13.3	11.5	10.7	86.3	O
물류시설 화재안전 교육·운영 규정 정립	8.8	10.2	8.0	9.0	10.2	10.0	9.2	65.3	X
물류시설 분류체계 및 재실자 밀도 기준 정립	11.8	12.3	10.8	12.8	12.5	11.3	11.3	83.0	O
물류시설 피난공간 및 피난유도설비 개선 기술 개발	11.8	12.0	11.3	11.8	11.5	10.7	10.3	79.5	O
물류시설 외벽형 피난 하강기 개발	8.3	10.0	9.3	10.2	10.0	10.0	9.5	67.3	X
물류시설 재실자 피난지원 기술 개발	11.0	11.2	10.2	11.0	11.3	11.0	10.8	76.5	O
근로자 위치 및 근로일정 파악을 위한 전자카드시스템 적용기술 개발	8.7	10.7	8.2	9.5	9.5	10.0	10.3	66.8	X

후보과제	우선순위 평가점수								선정 여부
	기술개발 시급성 (15점)	기술개발 성공가능성 (14점)	과학기술적 파급효과 (14점)	정부지원 필요성 (14점)	정책목표 부합성 (15점)	사회경제적 파급효과 (14점)	비용/편익 경제성 (14점)	합계 (100점)	
물류시설 방화구획 개선 기술 개발	12.8	11.8	11.7	12.0	12.5	11.8	11.7	84.3	O
물류시설 수직·수평 화염확산 차단막 기술 기술 개발	12.7	11.7	10.8	11.8	11.8	11.3	11.2	81.3	O
물류시설 배연설비 기술 개발	11.8	12.0	11.3	10.7	11.3	11.2	11.2	79.5	O
지게차 충전실 등 위험구역 방화구획 및 환기 강화기술 개발	9.0	10.7	9.5	9.8	9.7	9.8	9.8	68.3	X
물류시설 마감재료 성능향상 기술 개발	12.0	11.7	11.5	11.8	11.8	12.0	11.8	82.7	O
물류시설 단열재 성능향상 기술 개발	11.8	11.7	11.3	11.5	11.7	11.7	11.3	81.0	O

물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발

<표 4-10> 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발 분야 우선순위 평가 결과 및 후보과제

후보과제	우선순위 평가점수								선정 여부
	기술개발 시급성 (15점)	기술개발 성공가능성 (14점)	과학기술적 파급효과 (14점)	정부지원 필요성 (14점)	정책목표 부합성 (15점)	사회경제적 파급효과 (14점)	비용/편익 경제성 (14점)	합계 (100점)	
물류시설의 정량적 화재 위험성 평가 기술 개발	13.0	12.0	12.7	12.5	13.0	12.2	11.3	86.7	O
물류시설 화재·피난 해석기술 개발	9.2	9.7	10.3	8.8	9.5	9.7	8.8	66.0	X
물류시설 화재 위험 체크리스트 및 지표화 지침 정립	12.0	11.8	11.7	12.2	13.0	11.8	11.5	84.0	O
물류시설 위험도 개선에 따른 인센티브 규정 정립	8.7	10.0	9.7	9.7	10.0	9.5	9.0	66.5	X
물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인 정립	12.3	11.8	11.0	12.3	12.3	11.8	11.2	82.8	O

물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발

<표 4-11> 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 분야 평가 결과 및 후보과제

후보과제	우선순위 평가점수								선정 여부
	기술개발 시급성 (15점)	기술개발 성공가능성 (14점)	과학기술적 파급효과 (14점)	정부지원 필요성 (14점)	정책목표 부합성 (15점)	사회경제적 파급효과 (14점)	비용/편익 경제성 (14점)	합계 (100점)	
냉장·냉동 창고 화재발생·확산 현상 분석 기술 개발	12.7	11.8	11.7	12.2	13.0	11.8	11.5	84.7	O
냉장·냉동 창고 실규모 실험 기술 개발	12.3	11.5	11.8	11.8	12.2	11.7	11.7	83.0	O
냉장·냉동 창고 적용성을 갖는 화재대응시설 성능평가 기술 개발	11.7	11.7	11.5	12.2	12.2	11.5	10.5	81.2	O
냉장·냉동 창고 화재감지 기술 개발	11.5	12.2	11.5	11.3	11.2	10.7	10.3	78.7	O
구획화된 냉동 창고에 대한 산소저감 기반 시스템 응용기술 개발	10.3	10.7	11.3	11.3	10.8	10.8	11.0	76.3	O
물류시설의 인공지능기반 초기화재 감지시스템 개발	9.2	9.3	10.2	9.8	10.0	10.3	9.7	68.5	X
동결방지 기능을 포함한 냉장.냉동 창고의 소화시스템 개발 및 실용화	10.3	10.5	11.3	10.7	10.8	10.7	11.0	75.3	O
용접·용단 작업시 화염확산 방지 기술 개발	9.7	10.7	9.7	9.3	9.2	9.7	9.2	67.3	X
랙크식 창고 조건을 반영한 소화시스템 개발 및 실용화	11.2	11.0	11.5	11.3	11.7	11.7	11.5	79.8	O
물류시설 원격 집중 소화시스템 개발 및 실용화	11.3	11.2	11.5	11.5	11.2	11.2	11.5	79.3	O

물류시설 현장조사 및 제도화

<표 4-12> 물류시설 현장조사 및 제도화 분야 평가 결과 및 후보과제

후보과제	우선순위 평가점수								선정 연부
	기술개발 시급성 (15점)	기술개발 성공가능성 (14점)	과학기술적 파급효과 (14점)	정부지원 필요성 (14점)	정책목표 부합성 (15점)	사회경제적 파급효과 (14점)	비용/편익 경제성 (14점)	합계 (100점)	
물류시설 현장조사 및 DB 구축	12.5	12.5	10.8	12.5	12.7	11.8	11.3	84.2	O
현장조사 온라인등록 시스템 구축	11.8	12.3	10.3	11.8	12.2	11.0	11.3	80.8	O
물류시설 수용물품 등급화 기준 정립	12.2	12.3	12.2	12.5	12.7	12.7	11.0	84.5	O
물류시설 화재강도 기준 정립	12.0	12.3	12.3	12.0	12.3	11.5	11.3	83.8	O
물류시설의 화재안전 매뉴얼 개발	9.5	10.3	9.8	9.8	9.8	9.2	8.8	67.3	X
물류시설의 현장안전 모니터링 및 점검확인 수행을 위한 원격관리 기술 개발	11.5	11.5	11.2	11.0	11.0	10.8	11.0	78.0	O
물류시설에 대한 화재안전 고려 적정규모 설정기술 개발	9.3	9.8	9.0	9.5	10.0	9.7	9.0	66.3	X
물류시설 화재안전 현장적용 및 제도화	11.5	11.3	11.0	11.5	11.7	11.3	11.2	79.5	O

3. 연구개발 과제 최종 도출

가. 과제 1차 도출안

후보과제 및 우선순위 평가를 통한 1차 도출

○ 중점분야 1 : 물류시설 화재시 피난안전성 확보기술 개발 분야

세부분야	1차 선정과제
피난안전 분야	물류시설 피난안전 설계 개선 및 기준 정립
	물류시설 분류체계 및 재실자 밀도 기준 정립
	물류시설 피난공간 및 피난유도설비 개선 기술 개발
	물류시설 재실자 피난지원 기술 개발
방화 분야	물류시설 방화구획 개선 기술 개발
	물류시설 수직·수평 화염확산 차단막 기술 기술 개발
	물류시설 배연설비 기술 개발
마감재료 분야	물류시설 마감재료 성능향상 기술 개발
	물류시설 단열재 성능향상 기술 개발

○ 중점분야 2 : 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발

세부분야	1차 선정과제
위험성 평가 분야	물류시설의 정량적 화재 위험성 평가 기술 개발
	물류시설 화재 위험 체크리스트 및 지표화 지침 정립
성능기반 대응 분야	물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인 정립

❍ 중점분야 3 : 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발 분야

세부분야	1차 선정과제
냉장·냉동 창고 화재거동 분야	냉장·냉동 창고 화재발생·확산 현상 분석 기술 개발
	냉장·냉동 창고 실규모 실험 기술 개발
	냉장·냉동 창고 적용성을 갖는 화재대응시설 성능평가 기술 개발
	냉장·냉동 창고 화재감지 기술 개발
냉장냉동 창고 소화시스템 분야	구획화된 냉동 창고에 대한 산소저감 기반 시스템 응용기술 개발
	동결방지 기능을 포함한 냉장.냉동 창고의 소화시스템 개발 및 실용화
물류시설 특성 반영 화재대응 분야	랙크식 창고 조건을 반영한 소화시스템 개발 및 실용화
	물류시설 원격 집중 소화시스템 개발 및 실용화

❍ 중점분야 4 : 물류시설 현장조사 및 제도화 분야

세부분야	1차 선정과제
현장조사 분야	물류시설 현장조사 및 DB 구축
	현장조사 온라인등록 시스템 구축
	물류시설 수용물품 등급화 기준 정립
	물류시설 화재강도 기준 정립
	물류시설의 현장안전 모니터링 및 점검확인 수행을 위한 원격관리 기술 개발
제도화 분야	물류시설 화재안전 현장적용 및 제도화

나. 과학기술자문위원 기획컨설팅 반영

국토교통부 업무 역할의 부합성 검토

○ 주관업무 관련

- 본 사업의 주요 목적 중 가장 핵심적 사항이 물류시설 화재시 신속한 피난과 화염확산 방지의 개선기술 개발을 통해서 인명피해를 최소화하는데 있고, 피난과 화염확산 방지는 국토부의 주관 업무이므로 이를 사업의 주요 내용으로 구성함.

> ㅇ 사업 기획 목표
> - (사업 목표) 물류시설의 피난안전성 향상 기술과 위험도 기반 관리 기술 개발을 통한 물류시설 화재대응 성능 향상
> • 물류시설 화재시 인명손실 최소화를 위한 피난안전성 향상 기술개발
> • 비용효율적으로 화재안전을 확보하기 위한 위험도 기반 관리 기술개발
> • 특정 조건의 물류시설에 대응하기 위한 맞춤형 화재대응 기술개발

- 건축물 및 시설물의 화재안전 분야 주요 기준은 국토부와 소방청에서 관할을 하고 있으며, 표 4-13과 같이 국토부는「피난·방화」등과 관련된 기준을 담당하고 있고 소방청은「소화·경보」등과 관련된 기준을 담당하고 있음.

<표 4-13> 화재안전 관련 국토부와 소방청 주관 분야

구분	국토부 주관 안전시설	소방청 주관 안전시설
관련 법령	◦건축법 시행령 ◦건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙	◦화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령
주요 대상시설	내화구조, 방화구획, 마감재료, 피난설계·시설(피난계단, 피난출구, 피난안전구역, 복도, 보행거리, 피난용 승강기, 헬리포트 등), 배연설비	소화설비, 경보설비, 피난구조설비(방열복, 인공소생기, 공기호흡기, 유도등, 비상조명등 등), 소화용수설비, 소화활동설비

○ 소관부처 관련

- 물류시설과 관련된 정책의 소관부처는 국토부 물류정책실로서, 본 사업 수행 후 제시될 물류시설 안전개선 및 기반구축 기술이 중장기적으로 제도화되고 정책에 수렴되기 위한 연구사업 구성이 필요함.

ㅇ 물류시설 관련 국토부 소관 주요 법령 및 계획 - (법령) 물류정책기본법, 물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률, 지속가능 교통 물류 발전법 - (계획) 국가물류기본계획, 물류시설개발 종합계획

- 구조 대형화, 기능 복합화 및 유형 다양화로 인해 위험성이 높아지고 있는 물류시설에 대해서 향후 효과적인 화재대응을 위한 「물류시설 안전확보 기반기술*」의 정립과 타부서 지원 기능을 물류 소관부처인 국토부 물류정책실에서 수행하는 것이 필요하며 이를 반영하는 연구사업 구성이 요구됨.

  * 물류시설 정량적 화재위험성 평가 기술, 물류시설 화재강도 산정 기술, 화염확산 예측 기술, 수용물품 등급화 기준 및 DB, 재실자 밀도 기준 등

소방청과의 협업 추진

○ 냉장・냉동창고 화재대응 관련

- 급속히 증가하고 있는 냉장・냉동 창고에 대해서, 물류시설 사업자 입장에서 냉장・냉동 창고 근로자와 수용물품을 보호하고 효과적인 화재대응으로 물류 효율을 향상시키기 위해 타당하고 적합한 화재대응 기술의 확보가 필요하나, 현재의 관련분야 기준과 기술로는 물류시설 사업자의 수요충족에 미흡하며, 이에 대한 대안 제시가 요구됨.

- 냉장・냉동창고의 영하 온도조건에 따라 기존 화재대응 설비의 동결・성능저하가 예상되고 이로 인해 화재대응 설비의 설치가 면제되고 있으며 이에 따라 효과적인 화재대응이 곤란한 실정임.

ㅇ 냉장·냉동 창고 화재대응 시설 면제 현황 - (스프링클러헤드 설치제외) 스프링클러설비의 화재안전기준(NFSC 103) 15조 - (감지기 설치제외) 자동화재탐지설비 및 시각경보장치의 화재안전기준 (NFSC 203) 7조

- 냉장·냉동창고의 화재대응 개선 대책으로서 냉장·냉동창고에 대해 “준비작동식 스프링클러 시스템”과 “공기흡입형 화재감지기”의 설치가 추진되고 있으나, 준비작동식 스프링클러 시스템은 과거 화재시 미작동 사례가 많이 보고되고 있고 “공기흡입형 화재감지기”는 전량 국외에서 수입되고 있는 등 개선이 필요한 실정임.
- 따라서 냉장·냉동 창고 화재원인·발생·확산 등의 화재거동을 분석하고 냉장·냉동 창고의 영하 온도 조건에서 화재대응 시설의 성능을 평가할 수 있는 기술을 개발하며 이를 통해 효과적인 제품 개발과 유지관리 방안을 제시함으로서, 물류시설 사업자 수요에 부응할 수 있는 화재대응 대안 기술의 실용화 달성이 추진되어야 함.

나. 연구개발 과제 재설계 방향

국토교통부 소관업무 중심

○ 인명피해 저감 부분

- 화재시 인명피해 최소화를 위한 「피난·방화」기술 개발은 국토부의 소관 업무로서 본 기획의 1세부로 제시하고, 중점연구 1 분야의 관련 연구과제를 포함함.

○ 위험도 기반 관리 부분

- 물류시설의 「비용효율적인 최적 화재관리」 기술 개발은 국토부 물류정책실의 소관업무로서 본 기획의 2세부로 제시하고, 중점연구 2분야의 관련 연구과제를 포함함.

○ 소화시설의 신기술 부분

- 중점연구 3분야에서 물류시설 화재대응의 맞춤형 기술로 선정되었던 「소화시설의 신기술」부분은 표 4-14와 같이 기획범위에서 제외하고 소방청 자체 개발과제로 변경함.

〈표 4-14〉 중점연구 3분야의 소화시설에 대한 기획범위 제외 현황

구분	관련 과제	반영사항
냉장·냉동 창고 소화시스템 기술 개발	구획화된 냉동 창고에 대한 산소저감 기반 시스템 응용기술 개발	기획범위 제외
	동결방지 기능을 포함한 냉장.냉동 창고의 소화시스템 개발 및 실용화	
물류시설 특성을 반영한 화재대응 및 방호 기술 개발	랙크식 창고 조건을 반영한 소화시스템 개발 및 실용화	기획범위 제외
	물류시설 원격 집중 소화시스템 개발 및 실용화	

기반기술 구축 강조

○ 물류시설 화재안전 기반기술 부분

- 과학적 안전기준 정립 및 설계 기술 개발을 위해 현장 DB 구축, 수용물품 등급화 및 화재강도 산정, 화염확산 예측, 재실자 밀도 등 현장조사와 기반기술 연구로 1,2세부를 지원함.

○ 소방청 협업 부분

- 냉장·냉동창고에 대한 화재거동 분석, 냉장·냉동창고 화재대응 시설의 성능평가 기반 기술 확립 및 핵심 시설의 국산화 기술 정립 등 냉장·냉동창고 화재안전의 기반기술 구축을 소방청과 협업으로 추진하도록 함.

다. 연구개발 최종과제 도출 내용

연구개발 과제 재설개 내용

○ 1차 도출안과 최종 도출안 비교

- 앞에서와 같이 1차 도출안을 기본으로 하고, 과학기술자문위원 컨설팅을 바탕으로 국토부의 업무역할 및 소방청 협업 내용 등을 검토하여 표 4-15와 같이 연구개발 과제에 대한 재설계를 수행함.

<표 4-15> 연구개발 과제 재설계 내용

<table>
<tr><th>1차 도출안</th><th>최종 도출안</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>중점연구 1분야, 물류시설 화재시 피난안전성 확보 기술 개발</td><td>좌동</td><td>◦중점연구 1 분야 유지</td></tr>
<tr><td>중점연구 2 분야, 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발</td><td>좌동</td><td>◦중점연구 2 분야 유지</td></tr>
<tr><td>중점연구 3 분야, 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 개발</td><td></td><td rowspan="2">◦중점연구 3분야 중 소화시설 신기술 분야 내용을 제외하고 중점연구 4분야와 통합
◦국토부 소관업무인 기반기술 분야 수행지원 강화</td></tr>
<tr><td>중점연구 4 분야, 물류시설 현장조사 및 제도화</td><td>중점연구 3 분야, 물류시설 현장조사 및 기반기술</td></tr>
</table>

□ 연구개발 과제 최종 도출 내용

○ 중점분야 1 : 물류시설 화재시 피난안전성 확보기술 개발 분야

세부분야	최종 도출 과제
피난안전 분야	물류시설 피난안전 설계 개선 및 기준 정립
	물류시설 분류체계 및 재실자 밀도 기준 정립
	물류시설 피난공간 및 피난유도설비 개선 기술 개발
	물류시설 재실자 피난지원 기술 개발
방화 분야	물류시설 방화구획 개선 기술 개발
	물류시설 수직·수평 화염확산 차단막 기술 기술 개발
	물류시설 배연설비 기술 개발
마감재료 분야	물류시설 마감재료 성능향상 기술 개발
	물류시설 단열재 성능향상 기술 개발

○ 중점분야 2 : 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발

세부분야	최종 도출 과제
위험성 평가 분야	물류시설의 정량적 화재 위험성 평가 기술 개발
	물류시설 화재 위험 체크리스트 및 지표화 지침 정립
성능기반 대응 분야	물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인 정립

○ 중점분야 3 : 물류시설 현장조사 및 기반기술

세부분야	최종 도출 과제
현장조사 및 기반기술 분야	물류시설 현장조사 및 DB 구축
	현장조사 온라인등록 시스템 구축
	물류시설 수용물품 등급화 기준 정립
	물류시설 화재강도 기준 정립
	물류시설의 현장안전 모니터링 및 점검확인 수행을 위한 원격관리 기술 개발
	냉장·냉동 창고 화재발생·확산 현상 분석 기술 개발
	냉장·냉동 창고 실규모 실험 기술 개발
	냉장·냉동 창고 적용성을 갖는 화재대응시설 성능평가 기술 개발
	냉장·냉동 창고 화재감지 기술 개발
제도화 분야	물류시설 화재안전 현장적용 및 제도화

제5장 사업의 추진전략

제5장 사업의 추진전략

제1절 사업 기본 방향 및 전략

1. 사업 비전 및 목표

■ 비전

물류시설 화재시 인명피해 저감 및 물류시설 안전성 개선에 기여

■ 사업목표

물류시설의 피난안전성 향상 기술과 위험도 기반 관리 기술 개발 및 현장적용·제도화를 통한 물류시설 화재대응 성능 향상

- 물류시설 화재시 인명손실 최소화를 위한 피난안전성 향상 기술개발
- 비용효율적으로 화재안전을 확보하기 위한 위험도 기반 관리 기술개발
- 물류시설 특성을 반영하기 위한 화재대응 기반기술 개발
- 물류시설 화재대응 성능향상 기술의 현장적용 및 제도화 달성

비전	물류시설 화재시 인명피해 저감 및 물류시설 안전성 개선에 기여
사업 목표	물류시설의 피난안전성 향상 기술과 위험도 기반 관리 기술개발을 통한 물류시설 화재대응 성능 향상 구조 대형화, 기능 복합화 및 유형 다양화 추세로 위험성이 높아지고 있는 물류시설에 대해 피난안전과 최적 관리기술 개발을 통한 물류시설 리스크 감소와 국민의 안전성 확보

성과 지표	논문게재	특허등록	기준/지침	법령제안	제품개발	SW	현장적용	인프라 구축
	91건	11 건	28건	9건	7건	10건	7건	4건

전략	■ '인명손실 최소화'를 위한 피난안전성 기술과 '비용효율적 안전 확보'를 위한 위험도 기반 기술 개발 1. (기술부문) 물류시설 화재시 피난안전성 확보 기술 2. (기술부문) 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 3. (현장·기반부문) 물류시설 현장조사 및 기반기술
투입 규모	정부 주도의 중·장기 제원 투입 ■ 사업기간 : 2022 ~ 2026 (총 5년) ■ 총사업비 : 315.73억(정부 234.33억/민간 81.4억)
기대 효과	■ 국가주도 물류시설 화재대응 개발 및 보급을 통한 정책/기술/사회적 기대효과 창출 (기술) 다양한 분류와 유형의 물류시설에 대한 비용효율적 맞춤형 화재안전 기술력 제고 (경제) 냉장·냉동창고 화재대응 분야 신기술 개발로 신제품 출시 및 실용화 달성 (사회) 화염·연기확산 방지와 신속한 피난경로 확보로 인명손시 최소화 기여 ■ 물류시설 화재대응 기반 구축을 통한 국가 안전사회 구현 (국민) 물류시설 화재시 신속한 피난을 통해서 인명안전 보장 (정부/지자체) 물류시설 첨단화·대형화에 대한 합리적 개선방안 확보 (민간/전문가) 물류시설 안전시스템의 비용효율적인 최적 구축

<그림 5-1> 사업 비전 및 목표 설정

2. 사업 추진 개요

가. 추진근거

■ (국가정책) 국정과제「안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축」을 통해 교통사고, 승강기 사고, 지진, 화재 등 각종 재난과 안전사고로부터 국민생명 보호 강화 추진

○ 물류시설 화재안전에 대한 선제적 화재예방 및 화재 대비 관리 기술을 추진하기 위해 위험도를 기반으로 하여 물류시설 화재안전 대응 기술 마련 필요

■ (정부 합동대책) 물류시설의 대형화재 사고에 대한 관계부처 합동대책으로 물류창고 화재안전 강화 방안을 제시하고 물류시설의 특성을 반영한 화재대응 역량 향상 추진 ('20년 제3차 안전정책조정위원회, '20.9.)

○ 화재 발생시 인명피해 최소화를 위한 피난 안전성 향상 기술과 최적의 화재대응을 위한 위험도 기반 관리기술 개발의 화재대응 R&D 신규 추진

■ (국토부) 「국가물류기본계획(' 16~' 25)」을 통해 재난·재해 대응 물류체계 확보 및 지속가능한 물류산업 환경 조성 추진

○ 물류기술 개발 및 보급의 기반구축을 통한 물류기업의 글로벌 경쟁력 제고와 신규물류시장 개척, 투자환경 조성 및 일자리 창출 전망

■ (국토부) 「제3차 재난 및 안전관리기술개발(' 16~' 25)」을 통해 재난안전기술 개발 및 환경조성을 뒷받침하며, 국민 삶의 질 향상 도모

○ 물류시설 화재안전 개선을 위해 위험요소 예측·영향평가 등을 활용한 재난환경 변화를 예측하여 선제적으로 대응 추진

나. 사업 추진 필요성

■ 비대면 산업의 성장으로 물류시설이 크게 증가하고 있고 구조 대형화와 기능 복합화 등으로 위험성이 높아지고 있는 현황에서 이에 대응하기 위한 국내 물류시설 화재안전 기술은 매우 부족한 실정으로서, 물류시설에 대한 효과적인 화재대응을 위한 정부지원의 선도적 연구사업 수행이 필요

○ 현 정부의 국정과제로서「재난과 안전사고로부터 국민생명 보호 강화」를 제시하고 이에 대한 실행방안을 추진하고 있으며, **물류산업의 급성장** 속에서 **물류시설의 화재사고와 대형피해가 발생**하고 있는 상황에서 이에 대한 대책제시를

위해 본 연구의 진행이 시급

○ 특히 최근의 택배 물량 증가, 물류시설 기능 확대(보관 외 포장·가공 기능 추가), 물류시설 특성 변화(배송 속도 향상, 저온상품 증가) 등으로 인해 **증가하는 사고 위험성에 대응하기 곤란**

○ 국내 물류시설 화재안전 기술은 현재 매우 부족한 실정이며, 물류시설이 구조 대형화, 기능 복합화 및 유형 다양화로 빠르게 변화하고 있는 추세에서 이에 대응하는 화재안전 기술이 신속히 정립되지 않으면 물류시설이 **고위험 시설로 평가**되어 **물류산업 발전과 활성화에 큰 장애** 예상

○ 물류시설에 대한 화재안전 개선안 제시 및 대응기술 개발에 대해서는 **정부의 정책적 선도**와 **체계적인 대응책 제시**가 **핵심**적인 사항으로서 정부의 연구개발 지원을 바탕으로 산학연 합동 대책마련이 시행될 필요 대두

○ 정부에서는 최근의 물류시설 화재피해에 대한 대책으로 **관계부처 합동**으로 **물류시설 화재안전 대책**을 **제시**하고 있으며, 대책 중 일부로서 물류시설의 피난안전 확보와 최적 화재대응방안 수립을 위한 기술개발 추진 계획을 확정

○ 정부의 **물류시설 화재안전 대책***이 **차질없이 수행**되기 위해서 물류시설 화재시 인명손실 저감을 위한 중장기 연구 진행이 필요

* 물류창고 화재안전 강화방안(관계부처 합동, '20.8), '20년 제3차 안전정책조정위원회(관계부처 합동, '20.9), 물류창고 화재안전 실태조사 및 개선방안 제시(소방청·국토부, '20.7～'20.9)

○ 물류산업은 노동집약에서 기술집약 산업으로 전환되고, 이에 따라 물류시설의 대규모화, 집적화, 설비화가 진행되고 있으며 이런 추세에 있어 정부지원의 화재안전성 향상을 통해 **국내 물류산업**에 대한 **경쟁력 강화**에 **일조** 요구

○ 한편 **국정과제 이행방안** 마련의 측면에서도, 물류시설 화재안전 대응을 위한 전문기준·안전시설 등의 기술개발을 위해 **정부**의 **전략적 R&D 투자**가 필요

제2절 사업 주요 내용

1. 기술 개발 상세 계획

가. 핵심 기술별 개발 내용

<표 5-1> 핵심 기술별 개발 내용

연구개발 과제		
물류시설 화재안전 개선을 위한 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술개발		
핵심기술 1	핵심기술 2	핵심기술 3
담당 연구개발 내용	담당 연구개발 내용	담당 연구개발 내용
물류시설 화재시 피난안전성 확보 기술 개발	물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발	물류시설 현장조사 및 기반기술 개발
-물류시설 피난안전 설계·시설 개선 기술 및 기준 정립 -물류시설 화염 확산 방지 및 방화구획 개선 기술 개발 -물류시설 마감재료 및 단열재 성능 향상 기술 개발	-물류시설의 정량적 화재 위험성 평가 기술 개발 -물류시설 화재위험 체크리스트 및 지표화 지침 정립 -물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인 정립	-물류시설 현장조사 및 온라인등록·DB 구축 -수용물품 등급화 및 화재강도 기준 정립 -냉장·냉동 창고 화재거동 분석 기술 개발 -물류시설 화재안전 현장적용 및 제도화

1) 핵심기술 1 : 물류시설 화재시 피난안전성 확보 기술 개발

가) 기술개발 정의

■ **물류시설 화재발생시 화염과 연기의 확산을 방지하고, 신속한 피난이 가능하게 함으로써 인명손실을 최소화할 수 있는 피난안전성 확보기술 제공**

○ 물류시설의 화재안전 특성을 반영하여 피난설계, 피난시설, 화염·연기 확산방지, 방화구획, 마감재료·단열재 성능 분야의 개선기술을 개발하고 제도화 달성

나) 기술개발 필요성

■ **물류시설은 일반 건축물에 비해 화재 리스크가 매우 높고 화재발생시 초기대응과 안전피난이 곤란한 시설로 평가되고 있으며, 이러한 물류시설의 화재거동 특성을 반영하여 피난 및 방화 분야 성능향상 기술 개발이 필요**

○ 물류시설은 수용물품이 대량·집중화되고 대공간·고천정 구조로서, 화재하중과 연기발생량이 일반 건축물에 비해 수배 높으며 화염·연기의 확산방지가 어려울 수 있으므로 이를 반영한 기술 제공이 필요

○ 현재 화염확산 방지 목적의 방화시설은 고천정·대단면 조건을 반영하지 못하고 있고, 물류시설에 대한 배연설비의 설치기준이 부재한 상황이며 마감재료·단열재의 화재안전 성능이 향상되어야 하는 등 개선이 요구

■ **최근 비대면 산업의 성장으로 물류시설이 급증하고 있고, 물류시설의 기능확대와 물류시설 특성변화가 빠르게 이루어지고 있으며 이에 따라 증가하는 사고 위험성에 대처하기 위한 피난안전 기술 개발이 필요**

○ 최근의 물류시설은 과거의 보관 중심에서 포장·가공·배송 등의 기능이 추가되는 풀필먼트 추세이고, 이로 인해 재실자 밀도가 증가하고 화재 위험도가 급상승하고 있으므로 이에 대응할 수 있는 피난안전 기준의 개선이 필요

○ 현재의 물류시설 피난설계는 대단면·대공간화와 비정규 근로자 증가 및 지하층 포함 등의 물류시설 변화특성을 반영하지 못하고 있으며, 정부의 실태조사에 따른 개선안과 현장·전문가의 의견을 참조하여 피난설계 및 피난시설의 기술개발과 기준개선이 요구

다) 과제관련 동향

■ **피난안전성 확보기술의 국내외 동향을 파악한 결과, 국내의 경우 이천 물류창고 화재 이후 제도개선을 추진하려고 하고 있으며 국외의 경우 미국·영국 등 선진국을 중심으로 제도개선 및 기술개발 추진**

○ 한국건설생활환경시험연구원(KCL)의 화재본부는 건축 화재안전과 내진부품 등에 대한 시험인증 업무를 수행하고 있으며 랙크식 창고의 소화시스템 화재 시험과 마감재료 화재 시험 등의 실화재 시험 진행

<그림 5-2> 한국건설생활환경시험연구원(KCL) 화재본부

■ BMW 안성 물류센터는 전세계 대상 방재업체인 FM글로벌의 안전기준을 충족하고 선진대책을 마련한 사례로 조명받고 있으며 건물내에는 여러 가지의 개선된 방재대책을 적용

○ 천장높이를 기존보다 낮추어서 화재발생 시 스프링클러가 신속하게 작동하게 설계하였으며, 빗물이 고이지 않는 사이포닉 우배수 시스템을 적용하였고 센터 내 순환도로 폭을 10m로 넓혀 비상 시 소방차와 응급차 등이 교차 통행할 수 있도록 시공

○ 복사패널 난방시스템 도입을 바탕으로 천장의 스프링클러는 초기 반응이 가능한 습식 형태의 스프링클러를 설치하였고 지하에는 소화용수 900t을 보관하고 있어 국내기준보다 2배 더 방사 가능

○ 패널 구조는 불연재 미네랄울을 함유하고 있으며 방화스크린셔터의 재질로서 실리카 내화섬유 원단을 적용

<그림 5-3> BMW 안성 물류센터 실내외 전경

■ 피난안전성 확보기술 관련 특허로는 랙크식 창고용 피난 안내 장치, 외단열 화재안전보강, 피난유도표시장치 등으로 파악

○ 랙크식 창고용 피난 안내장치와 피난유도장치는 피난자의 대피방향과 대피로를 용이하게 식별하여 피난자의 피난유도를 안전하게 실시

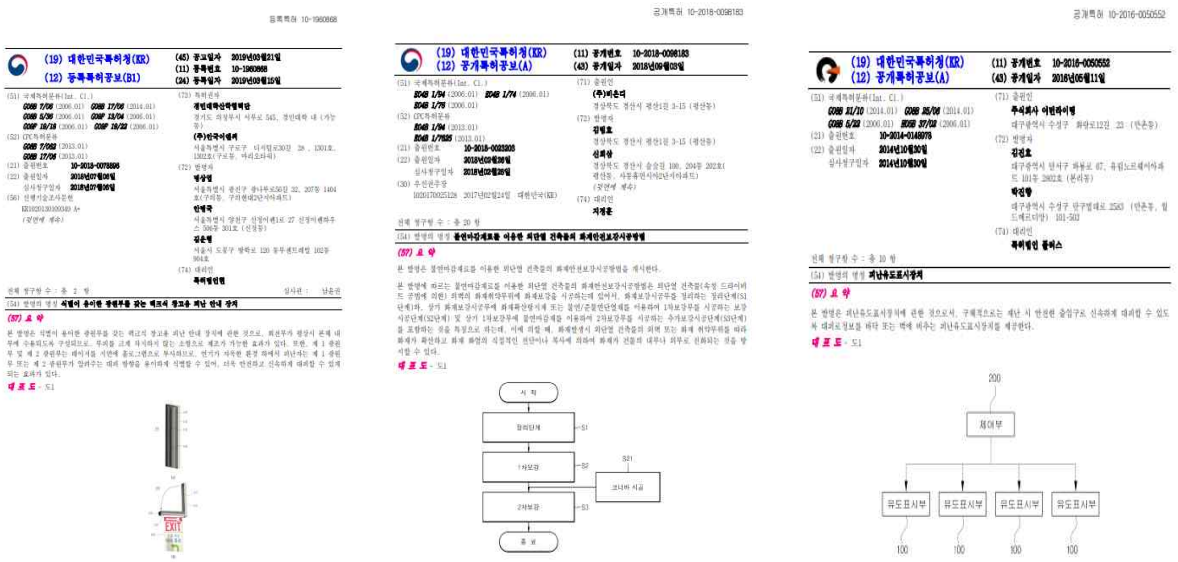
- 랙크 구조 내에 광원부를 통해 대피방향을 용이하게 식별하여 피난 안내를 진행했었다면, 본 과제는 물류시설 특성을 고려하여 피난 설계기술 및 피난 유도 설비 설치 기준을 마련하고 랙크식 시설의 화염확산 차단막 기술개발을 통해 피난안전성을 확보

- 또한, 물류시설 지하층 특성을 고려하여 대피공간 및 피난유도설비 설치 기준을 제시하여 보다 효과적인 피난안전성을 확보

○ 불연 마감재료를 이용한 건축물의 화재안전보강을 통해 피난안전성을 확보하였다면, 본 과제의 기술 개발은 물류시설 마감재료 특성을 고려한 화재안전 성능 개선 및 마감재료의 화재확산 방지 구조 개발

<표 5-2> 피난안전성 확보기술 분야 특허 동향

특허명	주요 내용	본 과제와의 차별성
식별이 용이한 광원부를 갖는 랙크식 창고용 피난 안내 장치	- 랙크 구조 내에 위치한 피난자가 대피 방향을 용이하게 식별 가능 - 소형으로 제조가 가능한 식별이 용이한 광원부를 갖는 랙크식 창고용 안내 장치	- 물류시설 특성 및 구성공간을 고려한 피난 설계기술 및 피난유도설비 설치 기준 제시 - 랙크식 시설의 수직·수평 화염확산 차단막 기술개발
불연마감재료를 이용한 외단열 건축물의 화재안전보강 시공방법	- 외단열 건축물(소칭 드라이비트 공법에 의한) 외벽의 화재취약부위에 화재 보강을 시공 - 화재 화염의 직접적인 전달이나 복사에 의하여 화재가 건물의 내부나 외부로 진화되는 것을 방지	- 물류시설 마감재료의 화재확산방지 구조 개발 - 단열재 난연성능 첨가재 개발 및 난연성능 기준 정립 - 건축물이 아닌 물류시설 마감재료 특성을 고려하여 화재안전 성능 개선 기술 개발
피난유도표시 장치	- 재난 시 안전한 출입구로 신속하게 대피할 수 있도록 대피로 정보를 바닥 또는 벽에 비추는 피난유도표시장치	- 물류시설 지하층 특성을 고려하여 대피공간 및 피난유도설비 설치 기준 제시



<그림 5-4> 피난안전성 확보기술 분야 특허

라) 기술개발 목표

■ 물류시설의 화재거동 특성과 변화하는 물류시설 운영현황을 반영하는 물류시설의 피난안전성 확보 기술 개발 및 제도화를 목표

<표 5-3> 피난안전성 확보기술 분야 개발 목표

구분	현재 스펙	개발 목표 스펙
물류시설 피난안전 설계·시설 개선 기술 및 기준	- 일반 건축물의 피난안전 기술 동일 적용 - 보관 기능 위주의 특성을 고려한 피난설계 기술	- 기능 복합화, 유형 다양화 등의 물류시설의 변화특성을 반영한 물류시설의 분류체계 세분화 및 피난설계·피난시설 기술 확보 - 물류시설에 특화된 피난안전 기술 정립 및 재실자 밀도 기준의 개선안 제시
물류시설 화염·연기 확산 방지 및 방화구획 개선 기술	- 일반 건축물의 방화구획 기술 동일 적용 - 일부 안전시설 설치 면제 및 기준 부재	- 구조 대형화, 높은 화재하중 등의 물류시설 구조 및 화재거동 특성에 최적화된 물류시설 방화분야 개선 기술 정립 - 물류시설 배연 시스템 개발 및 국내 기준 제정
물류시설 마감재료 및 단열재 성능향상 기술	- 마감재료의 단위 시편으로 평가되고 있으며 화재안전 성능의 강화가 요구 - 단열재 난연성능 첨가재의 국외 의존도가 높아 개선 필요	- 실대형 실증을 통한 마감재료 화재안전성능 향상 및 물류시설 화염확산방지 구조 제시 - 단열재 난연성능 첨가재 개발 및 난연성능 기준 정립

마) 세부 연구개발 내용

<표 5-4> 피난안전성 확보기술 분야 세부 연구개발 내용

구분	세부 연구내용
물류시설 피난안전 설계·시설 개선 기술 및 기준 정립	- 물류시설 특성 및 주요 구성공간을 고려한 피난설계 기술 및 가이드라인 개발 - 물류시설 특성을 반영한 보행거리 설계기준 정립 - 물류시설 피난 데이터 확보를 위한 피난실험 연구 - 물류시설 건축·화재거동 특성을 반영한 물류시설 분류체계 정립 - 피난안전 계획을 위한 물류시설 분류에 따른 물류시설 재실자 밀도 기준안 정립 - 물류시설 지하층 특성을 고려한 대피공간 및 피난유도설비 설치 기준 제시 - 물류시설 재실자 피난지원 설비 및 운영 프로그램 개발
물류시설 화염·연기 확산 방지 및 방화구획 개선 기술 개발	- 물류시설 분류와 유형에 따른 방화구획 설계 기술 개발 - 대단면 방화셔터의 적정 규격 산정 기술 개발 - 방화스크린셔터 성능평가 및 관리 지침 개발 - 물류시설 방화구획 유지관리 기술 개발 - 방화구획 설비의 화재감지 및 운전방식 개선 기술 개발 - 방화구획 완화조항에 대한 세부적용 지침 정립 - 물류시설 배연 최적 설계 및 시스템 구축 기술 개발 - 물류시설 배연설비 시제품 개발 - 랙크식 시설의 수직·수평 화염확산 차단막 기술 개발 - 수직·수평 화염확산 차단막 설계·시공·운영 가이드라인 정립
물류시설 마감재료 및 단열재 성능향상 기술	- 물류시설 마감재료의 열·독성 분석 데이터 구축 - 마감재료의 실대형 기반 화재안전 성능 개선 기술 개발 - 물류시설 마감재료의 화재확산방지 구조 개발 - 물류시설 단열재의 화재성능 데이터 구축 - 물류시설 우레탄폼 단열재 적용 난연제 국산화 기술 개발 - 우레탄폼 단열재 난연성능 기준 정립 - 우레탄폼 단열재의 현장시공 가이드라인 정립

바) 세부 성과지표 내용

<표 5-5> 피난안전성 확보기술 분야 세부 성과지표 내용

성과지표명	1세부 과제 목표치					측정방법
	'22	'23	'24	'25	'26	
물류시설 화재안전 개선 기준 및 지침	3*	0	1	7	7	기준 및 지침 개수
물류시설 화재대응 신기술 (특허등록/제품개발)	(0/0)	(0/0)	(1/0)	(0/5)	(3/0)	특허 및 제품 개수
물류시설 화재안전 기반기술 (DB구축/SW개발/인프라구축)	(0/0/0)	(1/0/2)	(3/1/0)	(2/1/0)	(0/0/0)	기반기술 건별 개수
논문게재 (전체게재수/SCI수)	(3/0)	(8/0)	(9/0)	(10/2)	(6/2)	논문게재 개수
실용화 (현장적용)	0	0	0	2	3	현장적용 개수

* 기술 분석서

법령 반영 내용

<표 5-6> 피난안전성 확보기술 분야 법령 반영 내용

구분	관련 법령 반영
물류시설 피난안전 설계 개선 및 기준 정립	- 건축법 시행령 제34조(직통계단의 설치) "보행거리" - 건축물 피난방화구조 규칙 제11조(건축물의 바깥쪽으로의 출구의 설치기준) "보행거리" - 건축법 시행령 제35조(피난계단의 설치) - 건축법 시행령 제36조(옥외 피난계단의 설치) - 그 외 건축물 피난방화구조 규칙
물류시설 피난공간 및 피난유도설비 개선 기술 개발	- 건축법 시행령 제34조 관련 피난안전구역 설치 기준 - 건축물 피난방화구조 규칙 제8조의2(피난안전구역의 설치기준)
물류시설 분류체계 및 재실자 밀도 기준 정립	- 물류시설법령내 물류시설 분류체계 신설 - 건축물 피난방화구조 규칙 제8조의2 관련 재실자 밀도 산정 기준
물류시설 방화구획 개선 기술 개발	- 건축법 시행령 제46조(방화구획 등의 설치) - 건축물 피난방화구조 규칙 제14조(방화구획의 설치기준)
물류시설 배연설비 기술 개발	- 건축법 시행령 제51조② 관련 배연설비 - 건축물 설비기준 규칙 제14조(배연설비)
물류시설 마감재료 성능향상 기술 개발	- 건축법 시행령 제61조(건축물의 마감재료) - 건축물 피난방화구조 규칙 제24조(건축물의 마감재료)
물류시설 단열재 성능향상 기술 개발	- 건축법 시행령 제61조(건축물의 마감재료) - 건축물 피난방화구조 규칙 제24조(건축물의 마감재료)

성과지표 내용

<표 5-7> 1세부 과제 성과물

구분	주요 성과물
기준/지침	물류시설 피난설계 기준
기준/지침	피난용량 관련 피난행태 측정 지침
기준/지침	물류시설 지하층의 피난공간(대피공간) 설치 기준
기준/지침	물류시설 피난유도설비 개선 가이드라인
기준/지침	물류시설 재실자 밀도 조사 지침
기준/지침	물류시설 분류와 유형에 따른 재실자 밀도 기준
기준/지침	물류시설 분류와 유형에 따른 분류체계 기준
기준/지침	물류시설 재실자 피난지원 시스템 운영 지침
기준/지침	물류시설 방화구획 설계 및 유지관리 기준
기준/지침	대단면 방화셔터의 적정 규격 산정 기준
기준/지침	물류시설 방화스크린셔터 성능평가 및 관리 지침
기준/지침	방화구획 완화조항에 대한 세부 적용 지침
기준/지침	수직·수평 화염확산 차단막 설계·시공·운영 가이드라인
기준/지침	물류시설 배연설비 설계 기준
기준/지침	물류시설 마감재료의 실대형 난연성능 평가 기준
기준/지침	물류시설 내부 단열재 난연성능 기준
기준/지침	물류시설 우레탄폼 뿜칠 내부 단열재 현장시공 가이드라인
특허	물류시설 재실자 피난지원 설비 기술
특허	수직·수평 방화구획화 신기술
특허	물류시설 마감재료의 화재안전성능 개선 기술
특허	물류시설 우레탄폼 뿜칠 내부 단열재 난연성능 핵심재료(난연제) 기술
제품	물류시설 재실자 피난지원 설비 시제품
제품	수직·수평 화염확산 차단막 시제품
제품	물류시설 배연장치 시제품
제품	물류시설 마감재료 화재확산방지구조 제품
제품	물류시설 우레탄폼 뿜칠 내부 단열재 난연성능 핵심재료 제품
DB	물류시설 재실자 피난속도 데이터
DB	물류시설 피난행동 행태(개시시간·경로 등) 데이터

구분	주요 성과물
DB	재실자 현황 및 피난유도 실험 데이터
DB	배연설비 설계용 연기성상 데이터
DB	물류시설 마감재료 열·독성 분석 데이터
DB	물류시설 단열재 화재 성능 데이터
SW	물류시설 재실자 피난지원 설비 운영 프로그램
SW	방화구획 구성인자 유지관리 프로그램
인프라	물류시설 단열재 배합 장치
인프라	마감재료 열분석 장치
기술분석서	물류시설 피난안전 설계·기준 기술 분석서
기술분석서	물류시설 화염확대 방지 및 방화구획 기술 분석서
기술분석서	물류시설 마감재료 및 단열재 난연성능 기술 분석서
기타	물류시설 재실자 피난지원 설비 기술이전
기타	물류시설 단열재 성능개선 기술이전
기타	물류시설 화재대응 기술 전문인력 양성

2) 핵심기술 2 : 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발

가) 기술개발 정의

- **분류와 유형에 따라 화재 위험도와 피난특성이 상이한 물류시설에 대해서 화재 위험성을 평가하고 위험도를 제시함으로써 비용효율적으로 화재안전을 확보할 수 있는 최적 화재대응 기술을 제공**

  ○ 물류시설의 종류와 화재 특성을 바탕으로 정량적 화재 위험성 평가 기술, 화재 위험 체크리스트 및 지표화 기법, 물류시설 화재·피난 해석 기술 고도화 및 적용, 성능기반 화재대응 가이드라인 분야의 기술을 개발하고 제도화 달성

나) 기술개발 필요성

- **물류시설의 경우 국내 화재안전기준에서는 "창고시설"로 단순 용도분류되어 물류시설의 유형 및 위험도에 관계없이 유사한 접근을 하고 있으며, 이에 따라 과잉대응과 과소대응의 기준이 불명확하고 최적의 화재대응이 곤란**

  ○ 물류시설의 구조·재료, 수용물품 종류, 보관형태, 보관기능 및 운영형태 등에 따라 다양한 종류의 물류시설이 건설·운영되고 있으며, 화재안전 측면에서 물류시설을 평가하고 이에 따른 대응방안의 제시가 필요

  ○ 최근 물류시설 운영 및 관리 효율을 높이기 위해서 초대규모·복합용도의 물류시설이 건설되고 있고, 이러한 물류시설에 대해서는 기존의 화재안전 설계와 대응 기술에 한계가 발생하고 있으며 화재 위험성 평가와 최적 대응 기술의 개발이 요구

- **선진외국의 물류시설 화재안전 분야 기준에서는 물류시설의 위험성을 평가하고 위험도를 바탕으로 안전시설의 설치를 규정하고 있는 추세로서, 물류시설의 건축 및 화재 특성을 감한할 경우 화재 위험도에 따른 대응방안 설정이 매우 필요**

  ○ 최근 정부의 물류시설 화재안전 실태조사에 이은 개선 건의안 및 전문가 의견에서 개선방식으로 물류시설의 "규모별 감안", "일정규모 이상", "제한적 사용을 전제" 와 같이 개선안 반영의 전제로 물류시설의 조건을 상정하고 있으며, 이러한 반영조건에 대한 정량화 기술이 요구

다) 과제관련 동향

■ **최근 사물인터넷 전문기업을 중심으로 대형건물과 건설현장의 화재사고를 예방할 수 있는 스마트 화재대응 시스템이 제시**

○ 물류센터 내 작업자의 움직임을 무선 IoT 센서가 감지해 조명과 전자기기에 공급되는 전력을 공급 상태로 유지

○ 일정시간 작업자의 움직임이 없으면 전원을 자동으로 차단해 불필요한 에너지 낭비를 막고, 전기 과부하로 인한 화재를 사전에 방지 가능

○ 무선 방식으로 개발되어 기존 물류시설에도 적용 가능하며 특허가 포함된 동작 카운트 감지와 재실 감지 알고리즘 기술이 함께 접목되어 오작동 없는 결과 확보 가능

■ **스마트 안전장비 분야에서는 블루투스 기반의 안전장비 통합관제 시스템과 중거리 무선기술을 기반으로 하는 기술의 개발 및 인증이 이루어지고 있으며 이러한 스마트 안전장비를 이용한 물류시설 화재예방 및 대응 개선이 기대**

○ 블루투스와 비콘기술을 바탕으로 건설현장에서 근로자들의 스마트폰을 통한 위험정보 알림 기술 개발

○ 통신이 되지 않는 위험현장에서도 관리자가 근로자 인원수와 정보를 파악하여 경보장치, 유도등을 통해 즉각적으로 인지시키는 기능을 개발

■ **위험도 기반 관리 분야 특허는 안전 지수를 이용한 피난 위험평가 시스템, 물류시설 위기관리 방법 및 시스템 등으로 확인**

○ 피난 안전지수를 이용하여 피난 위험을 객관적으로 평가하며, 재난 발생시 피난 위험을 용이하게 평가하여 저비용으로 관리할 수 있는 피난 위험 평가 시스템

- 본 세부과제는 물류시설의 분류와 유형에 따라 화재 위험도 등급 기준을 제시하고 화재위험성 평가와 평가 표준안을 마련하여 정량적인 위험성 평가 가이드라인 개발을 도출

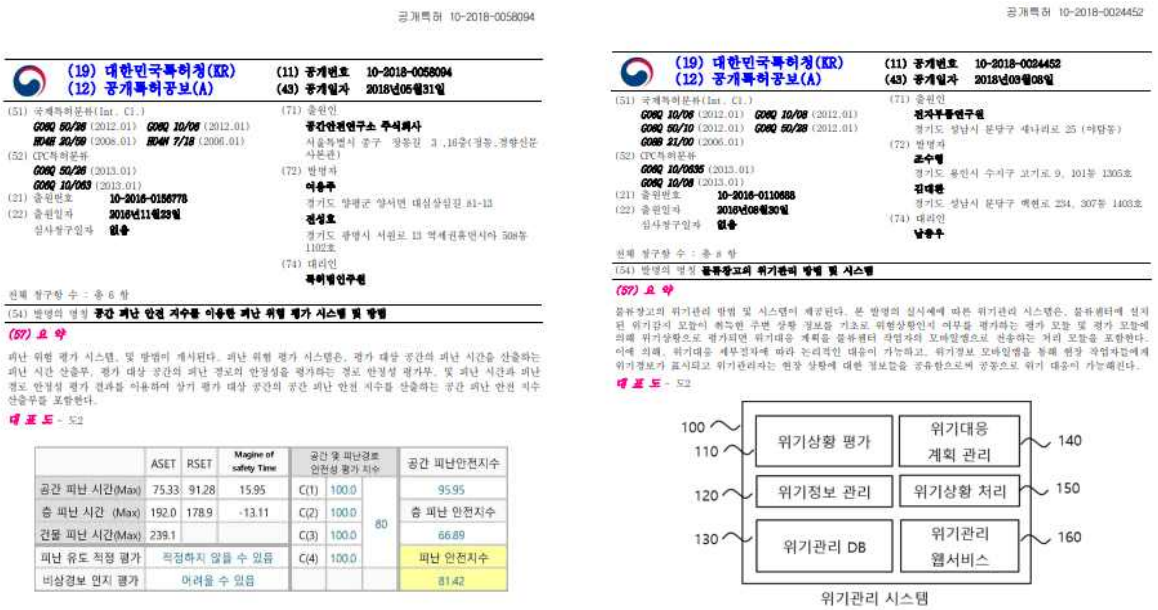
- 또한, 화재위험 체크리스트 및 지표화 지침을 위해 화재위험성, 안전시설 시스템, 안전경영에 대한 세부적인 화재위험 체크리스트 정립

○ 물류시설 위기관리 방법 및 시스템은 물류시설 내 위기감지 모듈 및 센서, 시스템, 모바일 기술을 바탕으로 화재 등의 위기상황 감지

- 본 세부과제는 물류시설 내 화재 발생시 화재 설계부터 화재 발생시 대응할 수 있는 시나리오 및 가이드라인을 개발하고 이를 평가하는 기술을 개발

<표 5-8> 위험도 기반 관리 분야 특허 동향

특허명	주요 내용	본 과제와의 차별성
공간 피난 안전 지수를 이용한 피난 위험 평가 시스템 및 방법	- 피난 위험을 객관적으로 평가하기 위한 시스템 및 방법 - 다양한 공간에 대한 재난 발생시의 피난 위험을 저비용으로 더욱 용이하게 평가	- 물류시설 화재 위험성을 평가를 통한 위험도 등급 산정 및 평가 표준안 마련 및 위험성 평가 가이드 라인 개발 - 물류시설의 분류와 유형에 따라 화재 위험도 등급 기준 제시
물류창고의 위기관리 방법 및 시스템	- 물류시설에 설치된 위기감지 모듈이 취득한 주변 상황 정보를 기초로 위험상황인지 여부를 평가 - 화재 등의 위기상황 발생시, 센서, 시스템, 모바일 기술을 바탕으로 지원하는 시스템	- 물류시설 설계 화재 및 시나리오, 화재대응 가이드라인 개발 - 화재안전 성능기준 개발, 화재안전 설계 평가 기술개발



<그림 5-5> 위험도 기반 관리 분야 특허

라) 기술개발 목표

- 물류시설의 분류와 유형에 따른 화재 위험도 평가 기술을 확보하고, 이를 바탕으로 물류시설의 위험도 등급화와 비용효율적 화재대응 달성

<표 5-9> 위험도 기반 관리 분야 개발 목표

구분	현재 스펙	개발 목표 스펙
물류시설 정량적 화재 위험성 평가 및 위험도 산정 기술	- 화재 리스크 평가에 관한 항목과 수행 방식에 대한 규정이 제시	- 물류시설의 분류와 유형에 따른 화재사고 사상수목 제시 및 화재사고 단계에 대한 결함수목·발생확률 정립 - 물류시설 화재손실 평가 기술 및 물류시설의 리스크 매트릭스 정립 - 물류시설의 분류와 유형 및 화재특성에 따른 위험도 등급 제시
물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인 기술	- 기존 법/제도의 요구사항만 만족시키는 획일적인 설계 - 주거, 업무, 판매 시설에 대한 소규모 공간 화재 특성 분석	- 물류시설의 화재위험 특성을 분석하여 최적의 화재안전 설계 가능 - 대공간 및 고밀도의 가연물이 있는 물류시설에 대한 화재 특성 분석 가능

마) 세부 연구개발 내용

<표 5-10> 위험도 기반 관리 분야 세부 연구개발 내용

구분	세부 연구내용
물류시설 정량적 화재 위험성 평가 및 위험도 산정 정립	- 물류시설의 분류와 유형에 따른 화재사고 사상수목 정립 - 물류시설의 화재사고 단계에 대한 결함수목 및 발생확률 정립 - 물류시설 화재의 화재손실 평가 및 리스크 매트릭스 정립 - 물류시설 화재 위험성 평가를 통한 위험도 등급 산정 및 평가 표준안 마련 - 물류시설 최적 화재대응을 위한 물류시설 정량적 위험성 평가 가이드라인 개발 - 물류시설의 분류와 유형에 따른 화재 위험도 등급 기준 제시
물류시설 화재위험 체크리스트 및 지표화 지침 정립	- 물류시설 화재위험성 부분, 안전시설 시스템 부분, 안전경영 시스템 부분에 대한 체크리스트 정립 - 체크리스트에 대한 지표화 및 종합 산정방법 확립 - 화재위험 지표 기반 안전시설 설계, 관리 및 유지방안 도출 - 물류시설 화재위험 체크리스트를 통한 위험도 등급 산정
물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인 정립	- 물류시설 성능기반 화재 설계 절차서 개발 - 물류시설 화재안전 성능기준 개발 - 물류시설 설계화재 및 화재 시나리오 개발 - 물류시설 성능기반 화재안전 설계 평가 기술 개발 - 물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인 개발

바) 세부 성과지표 내용

<표 5-11> 위험도 기반 관리 분야 세부 성과지표 내용

성과지표명	2세부 과제 목표치					측정방법
	'22	'23	'24	'25	'26	
물류시설 화재안전 개선 기준 및 지침	2*	0	0	1	3	기준 및 지침 개수
물류시설 화재대응 신기술 (특허등록/제품개발)	(0/0)	(0/0)	(0/0)	(2/0)	(0/0)	특허 및 제품 개수
물류시설 화재안전 기반기술 (DB구축/SW개발/인프라구축)	(0/0/1)	(0/0/1)	(1/1/0)	(1/2/0)	(0/0/0)	기반기술 건별 개수
논문게재 (전체게재수/SCI수)	(1/0)	(3/0)	(4/1)	(5/1)	(3/1)	논문게재 개수
실용화 (현장적용)	0	0	0	0	1	현장적용 개수

* 기술 분석서

법령 반영 내용

<표 5-12> 위험도 기반 관리 분야 법령 반영 내용

구분	관련 법령 반영
물류시설의 정량적 화재 위험성 평가 기술 개발	- 물류시설법령내 물류시설 정량적 화재위험성 평가 및 위험도 등급 기준 신설
물류시설 화재 위험 체크리스트 및 지표화 지침 정립	- 물류시설법령내 물류시설 화재 위험 체크리스트 및 지표화 기준 신설
물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인 정립	- 물류시설법령내 물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인 신설

성과지표 내용

<표 5-13> 2세부 과제 성과물

구분	주요 성과물
기준/지침	물류시설 정량적 화재 위험성 평가 가이드라인
기준/지침	물류시설 분류와 유형에 따른 위험도 등급안 기준
기준/지침	물류시설 화재 위험 체크리스트 기준
기준/지침	물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인

구분	주요 성과물
특허	물류시설 정량적 화재위험성 평가 기술
특허	물류시설 안전분야 평가 기술
DB	물류시설 정량적 화재 위험성 데이터
DB	물류시설 화재안전 체크리스트 데이터
SW	물류시설 화재손실 분석 프로그램
SW	물류시설 성능기반 화재안전 설계의 화재 및 시나리오 산정 프로그램
SW	물류시설 성능기반 화재안전 설계 평가 및 검증 프로그램
기술분석서	물류시설 위험성 평가 및 위험도 산정 기술 분석서
기술분석서	물류시설 성능기반 화재대응 설계 기술 분석서

3) 핵심기술 3 : 물류시설 현장조사 및 기반기술 개발

가) 기술개발 정의

- **물류시설의 현장조사를 통해 화재안전 현황과 화재대응 기초자료를 분석·제시하고, 물류시설 특성을 반영하는 화재대응 방안 도출을 위한 기반기술을 개발하며, 개발기술의 체계화·지속화를 위해 현장적용 및 제도화 달성**

  ○ 물류시설 현장조사 수행에 따른 수집정보 DB화와 온라인 등록 시스템을 구축화고, 수용물품의 등급화와 화재강도 기준을 정립하며 개발기술의 현장적용, 제도화 달성

  ○ 저온상품 증가로 급증하고 있는 냉장·냉동 창고에 대해서 화재원인·발생·확산 등의 화재거동을 분석하고 냉장·냉동 창고의 영하 온도 조건에서 화재대응 시설의 효과적인 유지관리 기술을 개발하며, 물류시설 특성을 반영한 화재대응 기술 정립 달성

나) 기술개발 필요성

- **물류시설에서 화재안전 기술의 니즈에 대응하여 민간·공공분야에서 기술개발을 추진하려 해도 밑바탕이 되는 기반자료가 미미하고, 물류시설 화재안전에 대한 전문적인 화재대응 및 안전관리 규정이 부재**

  ○ 물류시설에서 화재안전 측면의 현황자료가 매우 부족하며, 물류시설의 화재거동에 크게 영향을 미치는 것으로 판단되는 수용물품 위험성 등급과 화재강도 및 건축구조 등에 대한 기반자료의 정립이 절실히 필요

  ○ 현재 물류시설은 건축과 소방분야 안전기준에서 창고시설로 단순용도분류 되어 검토되고 있어서 물류시설의 특성을 반영한 전문안전 기준이 제시되어야 하며, 물류시설의 안전확보를 위해 물류시설 주관부서의 주체적 역할이 필요한 화재안전 기반기술 분야 제도화 요구

- **최근 괄목하게 증가하고 있는 냉장·냉동창고에서 화재발생으로 인명피해가 발생하고 있으나, 냉장·냉동창고의 영하 온도조건에 따라 기존 화재대응 설비의 동결·성능저하가 예상되고 이로 인해 화재대응 설비의 설치가 면제되고 있으며 이에 따라 효과적인 화재대응이 곤란**

  ○ 최근 급속히 증가하고 있는 냉장·냉동창고에 대해서 화재발생 원인과 화재확산 메커니즘 및 화재안전 설비의 동작 등 냉장·냉동창고에서의 화재거동에 대한

자료가 매우 부족하여 냉장·냉동창고에서의 화재대응 개선방안 도출이 곤란

○ 스프링클러설비의 화재안전기준(NFSC 103) 15조(헤드의 설치제외)에서 "영하의 냉장창고의 냉장실 또는 냉동창고의 냉동실"에 대해 스프링클러헤드의 설치를 면제하고 있고, 자동화재탐지설비 화재안전기준(NFSC 203) 7조(감지기)에서 "고온도 및 저온도로서 감지기의 기능이 정지되기 쉽거나 감지기의 유지관리가 어려운 장소"에 대해서 감지기 설치를 면제하고 있는 실정

○ 냉장·냉동창고의 화재대응 개선 대책으로서 냉장·냉동창고에 대해 "준비작동식 스프링클러 시스템"과 "공기흡입형 화재감지기"의 설치가 추진되고 있으나, 준비작동식 스프링클러 시스템은 과거 화재시 미작동 사례가 많이 보고되고 있고 "공기흡입형 화재감지기"는 전량 국외에서 수입되고 있는 등 개선이 필요

다) 과제관련 동향

■ **화재안전과 관련된 주요 건축자재에 대해 보다 엄격하게 품질관리를 하기 위해 건축자재 품질인정제도가 도입**

○ 품질인정자재에는 국토교통부령으로 정하는 복합자재, 방화문, 자동방화셔터, 내화채움구조 등 건축자재를 포함하며 난연성능을 확보한 건축자재가 현장에서 시공될 수 있도록 할 예정

■ **물류산업의 첨단화를 목적으로 4차 산업혁명 기술이 접목된 스마트물류센터에 대한 인증제를 실시하며 첨단·자동화된 시설·장비 및 시스템을 도입해 효율성, 안전성, 친환경성을 갖춘 물류시설을 선정하여 행정적·재정적 혜택 부여**

○ 인증기준은 ① 입고·보관·피킹·출고 등 물류처리 과정별 첨단·자동화 정도를 평가하는 기능영역, ② 물류시설의 구조·안전 분야 성능, 성과관리 체계, 정보시스템 도입 수준을 평가하는 기반영역으로 구분하여 등급 결정

○ 인증 후에는 스마트 물류시설 건축 또는 첨단·자동화 설비 구입에 필요한 비용을 저리로 융자받을 수 있음

파스토 용인1센터	한진 대전메가허브터미널	CJ대한통운 메가허브 곤지암
1등급(예비인증)	1등급(예비인증)	1등급

로지스밸리SLK 안산센터(3층)	로지스밸리천마 안산센터(4층)	하나로TNS 동탄물류센터
3등급	3등급	5등급

<그림 5-6> 제1차 스마트 물류시설 인증 결과

물류시설 현장조사 및 기반기술 관련 특허는 물류시설 내 설비, 작업자, 시설 특성을 바탕으로 하는 제어 및 관리 시스템과 관련

○ 영상정보를 기반으로 작업자의 안전을 분석하는 방안이 제시되어 있지만, 본 과제는 물류시설 기반자료 및 현장조사 DB 구축을 통해 안전 관리 강화 규정을 신설하고 제도화 방안을 제시

<표 5-14> 물류시설 현장조사 및 기반기술 특허 동향

특허명	주요 내용	본 과제와의 차별성
스마트 물류센터 3차원 안전관리 시스템	- 적재 불균형, 최대 적재량 초과, 랙 오결합, 파손 등의 물류설비 안전을 영상정보 기반 분석 - 작업복, 안전모, 형광조끼 착용 등 안전수칙 위반 여부에 대해 영상정보 기반 분석 - 안전 수칙 비준수에 따른 비허가 출입자의 출입 통제	- 물류시설 전반의 기반자료 및 현장조사 DB 시스템을 구축하여 체계화 및 제도화 방안 제시 - 물류설비 안전과 화재안전 개선 기술의 실규모 설계 및 기준화 방안 제시 - 화재안전 기반기술 지침 및 안전 관리 강화 규정 신설
냉동, 냉장 또는 저온유통물류 창고의 원격 모니터링 및 관리 시스템	- 물류시설내에 창고별 제어 장치를 마련하여 관리 서버와 통신이 가능 - 창고특성별 통합관리 및 각 설비별 이력관리 제어 - 정보데이터를 데이터 베이스 형태로 2차가공하여 다양한 통계 정보 생성	- 냉장·냉동 창고의 실규모 실험장치를 기반으로 체계적인 화재거동 분석 - 현장안전 모니터링 및 점검확인을 수행을 위한 원격관리 시스템 구축 - 수용물품 등급화 대응 DB구축 및 화재특성 DB 실증 운용

출처 : 특허정보검색서비스(www.kipris.or.kr)

〈그림 5-7〉 물류시설 현장조사 및 기반기술 분야 특허

라) 기술개발 목표

- 물류시설 현장조사 DB와 온라인 등록 시스템 구축, 수용물품 등급화와 화재강도 기준 정립, 냉장·냉동 창고 화재거동 분석 기술 개발, 개발기술의 현장 적용 등을 통한 기반기술 확립 및 제도화 달성

〈표 5-15〉 현장조사 및 기반기술 분야 개발 목표

구분	현재 스펙	개발 목표 스펙
물류시설 현장조사 및 기반기술	- 물류시설 등록현황 및 화재발생 현황 등 국한된 범위 - 물류시설 화재하중과 화재강도에 대해 추정치 자료 - 화재사고 사례별로 사후 화재원인 분석 - 냉장·냉동창고 화재거동 분석은 초기 단계	- 물류시설 화재대응 분야 세부적인 현장조사 DB 및 온라인 등록 시스템 구축 - 물류시설 수용물품 등급화 및 화재강도 기준 제시 - 수용물품의 화재하중 관련 위험도에 따른 분류·등급화 및 등급화 연계 수용물품 DB 구축 - 실규모 냉장·냉동창고 화재실험 인프라 구축 및 체계적인 화재거동 분석 - 냉장·냉동창고 화재발생·확산 메커니즘 규명 및 화재대응 시스템 성능향상 기술 정립
물류시설 화재대응 제도화	- 건축과 소방분야 안전시설에 창고시설로 단순용도분류되어 제시	- 물류시설의 특성을 반영한 개발기술 체계화·지속화 - 물류시설 화재대응 전문기준 정립 및 제도화

마) 세부 연구개발 내용

<표 5-16> 현장조사 및 기반기술 분야 세부 연구개발 내용

구분	세부 연구내용
물류시설 현장조사 및 DB·온라인등록 구축	- 물류시설 현황 및 화재안전 특성 조사 분석 - 물류시설 화재안전 분야 현장조사 계획 수립 - 물류시설 현장조사 체계 설계 및 구축 - 물류시설 현장조사 분석시스템 개발 - 물류시설 현장조사 및 수집정보 DB 입력 수행 - 물류시설 현장조사 결과 분석 및 활용 방안 수립 제안 - 물류시설 현장조사 온라인 등록 시스템 구축 - 물류시설 현장조사 체계화 및 제도화 방안 제시
수용물품 등급화 및 화재강도 기준 정립	- 수용물품 등급분류 기준 설정 및 분류체계 수립 - 수용물품 등급화에 대응하는 DB 구축 - 수용물품 화재특성 조사 및 실험 수행 방안 정립 - 수용물품 단일 가연물 화재실험 DB 구축 - 수용물품 적재형상에 따른 화재실험 DB 구축 - 수용물품 화재특성 DB 구축 및 정보제공 시스템 설계 - 사용자 위주 결과 보고 체계 설계 - 수용물품 화재특성 DB 실증 운용 - 물류시설 수용물품의 화재확산 분석기술 개발 - 물류시설 화재강도 설계 프로그램 개발 - 물류시설 수용물품 화재강도 기준 정립
냉장·냉동 창고의 화재거동 분석 기술 개발	- 냉장·냉동 창고 화재발생 원인 분석 - 냉장·냉동 창고 화재발생 점화원의 열적 환경 도출 및 화재확산 가능성 평가 - 냉장·냉동 창고 화재확산 메커니즘 규명 및 위험성 평가 - 냉장·냉동 창고 화재확산 예측 기술 개발 - 냉장·냉동 창고 화재안전 매뉴얼 작성 - 냉장·냉동 창고 실규모 화재실험 장치 설계 및 제작 - 냉장·냉동 창고 실규모 화재실험 장치 운영 및 개발지원 - 냉장·냉동 창고 조건에서 화재 감지과 소화 시스템의 성능평가 수행 및 성능향상 기술 개발 - 냉장·냉동 창고 화재 감지 및 소화 시스템의 유지관리 가이드라인 개발 - 냉장·냉동 창고의 영하조건에서 작동하는 화재감지 기술 개발 - 냉장·냉동 창고의 화재감지기 시제품 설계 및 제작 - 냉장·냉동 창고 실규모 실험장치에서의 성능평가 수행
물류시설 화재안전 현장적용 및 제도화	- 물류시설 화재안전 개선 기술의 실규모 설계 적용 - 설계적용을 통한 기술의 적용성 검토 및 기준화 방안 제시 - 물류시설의 현장안전 모니터링 및 점검확인 수행을 위한 원격관리 기술 개발 - 물류시설 대상 법규에 화재안전 기반기술 지침 및 안전관리 강화 규정 신설 - 건축법령 및 물류시설법령의 관련 규정 제개정을 통한 연구결과의 제도화 추진

바) 세부 성과지표 내용

<표 5-17> 현장조사 및 기반기술 분야 세부 성과지표 내용

성과지표명	3세부 과제 목표치					측정방법
	'22	'23	'24	'25	'26	
물류시설 화재안전 개선 기준 및 지침	1*	2*	4	0	5	기준 및 지침 개수
물류시설 화재대응 신기술 (특허등록/제품개발)	(0/0)	(0/0)	(1/1)	(2/1)	(2/0)	특허 및 제품 개수
물류시설 화재안전 기반기술 (DB구축/SW개발/인프라구축)	(15**/0/1)	(2/1/1)	(1/2/1)	(4/2/0)	(0/0/0)	기반기술 건별 개수
논문게재 (전체게재수/SCI수)	(4/0)	(7/2)	(9/2)	(8/2)	(11/4)	논문게재 개수
실용화 (현장적용)	0	0	0	0	2	현장적용 개수

* 기술 분석서, ** 현장조사 개소

법령 반영 내용

<표 5-18> 현장조사 및 기반기술 분야 법령 반영 내용

구분	관련 법령 반영
물류시설 현장조사 및 온라인등록·DB구축	- 물류시설법령내 물류시설 현장조사 온라인 등록 시스템 기준 신설
수용물품 등급화 및 화재강도 기준 정립	- 물류시설법령내 물류시설 수용물품 등급 및 화재 강도 기준 신설
냉장·냉동 창고 화재거동 분석기술 개발	- 소방시설법 하위 "물류창고의 화재안전기준" 제정안에 반영
물류시설 화재안전 현장적용 및 제도화	- 개발기술의 현장적용을 통해서 안전관리 규정안의 제도화 수행 추진

성과지표 내용

<표 5-19> 3세부 과제 성과물

구분	주요 성과물
기준/지침	냉장·냉동창고 화재거동 예측 관련 지침
기준/지침	냉장·냉동 창고의 화재안전 매뉴얼
기준/지침	냉장·냉동 창고의 화재감지 및 소화시스템 유지관리 가이드라인
기준/지침	물류시설 현장조사 지침

구분	주요 성과물
기준/지침	물류시설 현장조사 빅데이터 활용 가이드라인
기준/지침	물류시설 수용물품 조사 지침
기준/지침	수용물품 DB 활용 가이드라인
기준/지침	물류시설 수용물품 화재강도 기준
기준/지침	물류시설 화재강도 분석 가이드라인
특허	냉장·냉동 창고 화재거동 예측 기술
특허	냉장·냉동 창고의 화재감지 및 소화시스템 성능향상 기술
특허	공기흡입형 화재감지기 기술
특허	공기흡입형 화재감지 연동 통합관제 기술
특허	물류창고 화재강도 예측 기술
제품	냉장·냉동 창고 적용 공기흡입형 화재감지기 시제품
제품	공기흡입형 화재감지기 연동 통합 관제 시스템 시제품
DB	냉장·냉동 창고 화재거동 데이터
DB	냉장·냉동 창고의 소화·감지 유지관리 활용 데이터
DB	냉장·냉동 창고 특화의 화재감지기 동작특성 실험 데이터
DB	물류시설 현장조사 빅데이터
DB	물류시설 등급화 데이터
DB	물류시설 수용물품 화재실험 데이터
DB	물류시설 수용물품 화재강도 및 화재확산 예측 데이터
SW	냉장·냉동 창고에 특화된 화재감지기 프로그램
SW	냉장·냉동 창고에 특화된 화재감지기 연동 통합 관제 프로그램
SW	물류시설 현장조사 분석 시스템 프로그램
SW	수용물품 정보제공 프로그램
SW	물류시설 화재강도 설계 프로그램
인프라	물류시설 현장조사 온라인 등록 시스템
인프라	냉장·냉동 창고 조건의 실규모 화재실험 장치
기술분석서	냉장·냉동창고 화재거동 분석 기술 분석서
기술분석서	물류시설 현장조사 기술 분석서
기술분석서	수용물품 등급화 및 화재강도 기준 기술 분석서
기타	냉장·냉동 창고에 특화된 화재감지 시스템 기술이전
기타	물류시설 화재대응 기술 전문인력 양성

2. 연구과제 연계관계

1) 세부과제간 연계관계

■ 본 기획은 (1세부)물류시설의 화재시 피난안전성 확보기술 개발, (2세부)물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발, (3세부)물류시설 현장조사 및 기반기술 개발의 3개 세부사업으로 구성

○ (1세부) 물류시설 피난안전 설계·시설 개선 기술 및 기준 정립, 물류시설 화염·연기 확산 방지 개선 기술 개발, 물류시설 마감재료 및 단열재 난연성능 향상 기술 개발 등이 주요 내용

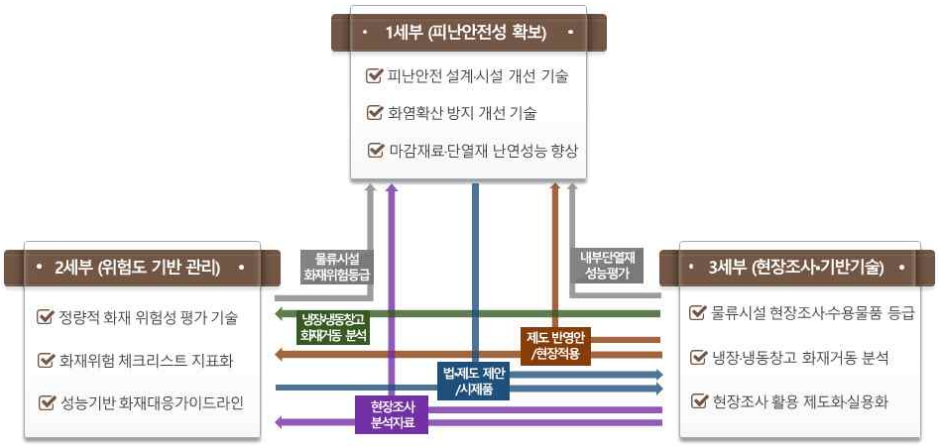
○ (2세부) 물류시설 화재 위험성 평가 기술 및 위험도 산정, 화재위험 체크리스트 및 지표화 지침, 성능기반 화재대응 가이드라인 정립 등이 주요 내용

○ (3세부) 물류시설 현장조사 및 DB·온라인등록 구축, 수용물품 등급화 및 화재강도 기준 정립, 냉장·냉동창고 화재거동 분석기술 개발, 냉장·냉동 창고 화재대응시설의 성능평가·유지관리 지침, 물류시설 화재안전 현장적용 및 제도화 등이 주요 내용

■ 상기와 같은 세부과제에 대해서 다음과 같은 과제간 연계관계가 있으며, 이러한 연계성을 검토하고 상호개발이 효율적으로 이루어지도록 조직화 추진

○ 세부 사업간의 연계성을 보면, 우선 3세부의 「현장조사 및 분석자료」 데이터가 다른 세부에 공유되면서 연구개발의 기초자료로 활용

○ 또한 1,2,3세부의 법·제도 제안(안)이 제시되면 3세부의 「실규모 설계적용 현장적용」을 거쳐서 법·제도의 반영(안)이 도출될 것이며, 1세부의 시제품은 3세부의 「현장적용」을 통해 실제 실용화 방안이 제시



<그림 5-8> 세부 과제간 연계성 개요도

○ 한편 2세부의 위험도 등급이 1세부에 제시되면, 1세부와 2세부의 긴밀한 협의 하에 1세부에서는 이를 반영하여 위험도 등급에 따른 안전시설의 설치 기준을 도출

○ 냉장·냉동 창고에서 사용되는 우레탄폼 뿜칠 내부 단열재의 경우, 1세부에서 개발한 난연성능 개선 제품을 3세부의 냉장·냉동 창고 실규모 실험장치에서 영하조건 성능평가 수행

○ 3세부에서 냉장·냉동 창고에서의 화재발생·확산 현상이 분석되고 그 결과로서 냉장·냉동 창고에서의 화재거동 분석자료가 도출되면, 그 결과가 2세부에 공유되면서 냉장·냉동 창고의 위험성 평가 기술에 활용

2) 관련 법률과 최종성과물의 연계관계

구분	세부개발 과제	최종성과물
물류시설법 (물류시설의 개발 및 운영에 관한 법규)	물류시설 분류체계 및 재실자 밀도 기준 정립	◦물류시설 분류와 유형에 따른 분류체계 기준
	물류시설의 정량적 화재 위험성 평가 기술 개발	◦물류시설 정량적 화재 위험성 평가 가이드라인 ◦물류시설 분류와 유형에 따른 위험도 등급안 기준 ◦물류시설 화재손실 분석 프로그램
	물류시설 화재 위험 체크리스트 및 지표화 지침 정립	◦물류시설 화재 위험 체크리스트 기준
	물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인 정립	◦물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인 ◦물류시설 성능기반 화재안전 설계 평가 및 검증 프로그램
	현장조사 온라인등록 시스템 구축	◦물류시설 현장조사 온라인 등록 시스템
	물류시설 수용물품 등급화 기준 정립	◦물류시설 수용물품 등급 기준 ◦수용물품 정보제공 프로그램
	물류시설 화재강도 기준 정립	◦물류시설 수용물품 화재강도 기준 ◦물류시설 화재강도 설계 프로그램

구분	세부개발 과제	최종성과물
건축법	물류시설 피난안전 설계 개선 및 기준 정립	◦ 물류시설 피난설계 기준
	물류시설 방화구획 개선 기술 개발	◦ 물류시설 방화구획 설계 및 유지관리 기준 ◦ 방화구획 완화조항에 대한 세부 적용 지침
	물류시설 마감재료 성능향상 기술 개발	◦ 물류시설 마감재료의 실대형 난연성능 평가 기준 ◦ 물류시설 마감재료 화재확산방지구조 제품
	물류시설 단열재 성능향상 기술 개발	◦ 물류시설 내부 단열재 난연성능 기준 ◦ 물류시설 우레탄폼 뿜칠 내부 단열재 난연성능 핵심재료 제품
소방시설법 (화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법규)	냉장·냉동 창고 적용성을 갖는 화재대응시설 성능평가 기술 개발	◦ 냉장·냉동 창고의 화재감지 및 소화시스템 유지관리 가이드라인 ◦ 냉장·냉동 창고의 화재감지 및 소화시스템 성능향상 기술 산업재산권
	냉장·냉동 창고 화재감지 기술 개발	◦ 냉장·냉동 창고 적용 공기흡입형 화재감지기 시제품 ◦ 공기흡입형 화재감지기 기술 산업재산권
	냉장·냉동 창고 실규모 실험 기술 개발	◦ 냉장·냉동 창고 조건의 실규모 화재실험 장치
건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙	물류시설 피난공간 및 피난유도설비 개선 기술 개발	◦ 물류시설 지하층의 피난공간(대피공간) 설치 기준
	물류시설 분류체계 및 재실자 밀도 기준 정립	◦ 물류시설 분류와 유형에 따른 재실자 밀도 기준
	물류시설 방화구획 개선 기술 개발	◦ 대단면 방화셔터의 적정 규격 산정 기준 ◦ 물류시설 방화스크린셔터 성능평가 및 관리 지침
	물류시설 수직·수평 화염확산 차단막 기술 개발	◦ 수직·수평 화염확산 차단막 설계·시공·운영 가이드라인 ◦ 수직·수평 화염확산 차단막 시제품
	물류시설 단열재 성능향상 기술 개발	◦ 물류시설 우레탄폼 뿜칠 내부 단열재 현장시공 가이드라인
건축물의 설비기준 등에 관한 규칙	물류시설 배연설비 기술 개발	◦ 물류시설 배연설비 설계 기준 ◦ 물류시설 배연장치 시제품

3. 세부 추진기술 로드맵

물류시설 화재안전 개선을 위한 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술 개발
1. 현황조사·요소기술
2. 분석·예측·최적설계
3. 기준제시·시제품
4. 설계·현장 적용
5. 법령 제개정·실용화
1단계 (2022)
2단계 (2023~2024)
3단계 (2025~2026)
피난안전성 확보기술
피난안전 기술 분석서
물류시설 피난인자 분석
재실자 밀도 초기안
물류시설 분류·유형 구분
피난공간· 유도선 기술
피난지원 핵심 기술
화염확대·방화 분석서
완화조항 세부 지침
수직·수평 화염확산 차단
물류시설 배연 최적 방안
마감재료·단열재 분석서
실대형 난연성능 평가방안
분류별 피난·화재 분석
물류시설 피난실험 수행
재실자 현황 DB 구축
물류시설 분류체계 방안
물류시설 건축·화재 특성
지원설비 설치·운영 지침
방화구획 설계개선 지침
방화스크린셔터 평가
차단막 설계·제작 기술
배연설비 설계·제작 기술
화재확산 방지구조 설계
단열재 난연성능 핵심재료
물류시설에 적합한 피난안전 설계 기준
분류체계 및 재실자 밀도 기준
피난공간 지침 및 지원설비 시제품
물류시설 방화구획 개선 분야 지침
차단막 및 배연설비 시제품
마감재료 평가 기준 및 단열재 시제품
피난안전·피난 공간·방화구획·배연 설비 설계 및 적용성 검토
차단막·피난 지원·배연설비·화재 확산방지구조·단열재· 유도선 현장적용
방화구조·마감재료 ·단열재 실규모 화재 실험 수행 및 개선
위험도 기반 관리기술
위험성 기술 분석서
사상·결함수목 작성
물류시설 안전 현황
안전분야 평가 방안
성능기반 설계 분석서
화재안전 성능기준 작성
정량적 위험성 DB
화재위험성 평가 기술
체크리스트 DB
위험성 지수화 기술
설계화재·시나리오
설계평가·검증 SW
정량적 화재 위험성 평가 기준
물류시설 화재안전 체크리스트 기준
물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인
정량적 위험성 평가· 화재위험 체크리스트· 성능기반 대응 설계 및 적용성 검토
현장조사/ 기반기술
현장조사 기술 분석서
물류시설 현장조사 지침
등급화·화재강도 분석서
화재강도 기준 초기안
화재거동 기술 분석서
냉장조건 사상·결함수목
냉장·냉동 창고 실험장치
냉장·냉동 화재대응 분석
현장안전 모니터링 방안
현장적용·제도화 방안
현장조사 수행 빅데이터
온라인등록 시스템 구축
수용물품 등급화 DB
화재확산 예측 핵심기술
화재확산 메커니즘 정립
냉장·냉동 화재 위험성
냉장·냉동 감지· 소화 평가
화재대응 유지관리 지침
Case Study 수행 기반
제도화 추진 연계 검토
물류시설 현장조사 DB 및 온라인시스템
수용물품 등급화 및 화재강도 기준
냉장·냉동 창고 화재거동 분석 기술
냉장·냉동 창고 화재대응 유지관리
화재안전 현장적용 및 제도화 주진
현장조사 DB· 수용물품 등급· 화재강도 설계 및 적용성 검토
화재거동 분석· 화재대응 유지관리· 화재감지 실험수행 및 적용성 검토
설계·현장적용 연구결과 제도화 수행지원
물류시설 피난안전 설계 개선
피난공간 및 유도 설비 개선
분류체계 및 재실자 밀도 기준
물류시설 방화구획 개선 기술
마감재료·단열재 난연성능 향상
정량적 화재 위험성 평가 기준
화재위험 체크리스트 및 지표화 기준
성능기반 화재대응 가이드라인
현장조사 데이터 및 온라인등록
수용물품 등급화 및 화재강도 기준
냉장·냉동창고 화재거동 분석
냉장·냉동창고 화재대응 유지관리
물류시설 화재대응 체계화·제도화

제3절 과제제안요구서(RFP)

연구과제명	물류시설 화재 안전성 및 위험도 관리 기술 개발
1. 연구개발 목표	
	○ 대공간·고천정 물류시설의 화재특성에 대응한 피난안전성 향상과 위험도 관리 기술 개발 및 현장적용·제도화를 통한 물류시설 화재 안전 확보 역량 개선 - 물류시설 화재시 인명손실 최소화를 위한 피난안전성 향상 기술개발 - 비용효율적으로 화재안전을 확보하기 위한 위험도 관리 기술 개발 - 물류시설 특성을 반영하기 위한 화재대응 기반기술 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 최근 5년간 연평균 362개소의 물류창고가 신규로 건설되는 등, 물류시설이 급증하고 있으나 안전 관리 규정이 미흡하여 대형화재*로 인한 피해가 직·간접적으로 발생 * 군포 복합물류터미널 화재('20.4, 창고건물 2개층 전소, 630억원 피해), 이천시 물류창고 화재('20.4, 사망38명), 용인시 양지 물류센터 화재('20.7, 사망5명), 쿠팡 덕평물류센터 화재('21.6, 사망1명, 3,000억원 피해) ○ 물류시설은 화재 위험성이 높은 시설로서 화재대응·피난이 어려운 조건임에도 국내 물류시설 화재안전 기술의 개발 경험이 미미한 실정 ○ 물류시설 분류와 유형에 따라 화재 위험도와 피난특성이 상이한데 반해 現안전규정에서는 물류창고가「창고시설」로 단순 용도분류 되어, 물류시설 특성을 반영하는 최적 화재대응이 곤란 ○ 특히 비대면 소비 증가에 따른 물류시설 대형화, 보관 외 포장·가공 설비추가, 저온상품 수요에 따른 전력수요 확대 등의 추세로 인해 사고 위험성이 증가하고 있어 대책 마련이 시급 ○ 따라서 물류시설에서 화재사고 발생시 인명피해 최소화를 위한 피난 안전성 향상 기술과 최적의 화재대응을 위한 위험도 관리 기술 개발 필요

	* 최근 정부는 관계부처 합동으로 물류시설 화재안전 대책을 제시하고, 이를 차질 없이 추진하기 위해서 물류시설 화재시 인명손실 저감을 위한 중장기 연구 진행 필요성 발표(「물류창고 화재안전 강화방안(안전정책조정위원회)」, `20.9.)
□ 기술 및 정책 동향	[국외 동향] ○ 미국, EU 등은 화재안전 분야 연구력과 실규모 화재 실험·평가를 바탕으로 물류시설별 위험도에 따른 맞춤형 화재대응 기술 및 제반 기준* 정립 * 물류시설 화재안전 기준 확보 : 미국(NFPA, ICC, FM Global), EU(FPA, CFPA, SP) -(미국) 물류시설에 대해 위험도 등급 산정과 보관 수용물품의 분류 등을 수행하고, 위험도을 바탕으로 화재안전 시설의 설치기준을 제시*하고 있음 * 물류시설의 위험도를 저·중·대로 구분하고 물류시설의 수용물품을 위험도에 따라서 Class I-IV, 고위험의 5가지로 분류하여 지정, 특히 화재위험도 가 높은 플라스틱 등은 Group A에서 Group C의 3가지 분류/관리 중. ** 수용물품의 위험도와 고층적재 저장면적 등을 고려하여 화재안전 시설의 설치 기준 제시중 - (NFPA, FM Global, UL 등 국외 화재안전 연구기관) 물류시설용 화재대응 시스템과 화염확산 방지 시스템 등의 개발 및 성능평가를 위해서 실규모 화재실험 기반 실험결과를 바탕으로 적용방안 제시 * NFPA : National Fire Protection Association, FM Global : Factory Mutual Insurance Company, UL : Underwriter Laboratories - (스웨덴) 물류시설에서 화재확산에 대한 분석을 수행하기 위해 1/5 축적의 축소모형실험 수행. 창고의 크기, 수용물품 위의 천장높이, 랙간 거리 등 여러 인자의 변화에 따른 화염성장 특성 측정을 통해 화재확산에 대한 영향 평가 실시 - (영국) 물류시설 화재 위험성 평가지침을 통해서, 물류시설에서의 화재발생 원인과 위험성을 분석·평가하고 이에 근거하여 물류시설의 화재예방과 화재대비를 위해 취해야 할 조치를 제시하고 있음

[국내 동향]

○ 국내 물류시설 화재안전 기술은 낮은 수준이며, 관련 R&D 투자도 미미하여 구조 대형화와 기능 복합화 등 최근 물류시설 트렌드에 따른 화재안전 기술 부재

○ 이와 같은 기술니즈에 대응하여 민간·공공분야에서 기술개발을 추진하려 해도 물류시설 화재강도 산정, 화염확산 예측, 수용물품 등급화 및 DB, 재실자 밀도 등 기초자료 미미

○ 소방청에서는 랙크식 물류시설에 대해서 과거 화재사고에 대한 개선방안 제시의 일환으로 화재감지와 소화장치 중심의 신기술 개발을 목적으로 하는 연구사업을 진행

○ 국토부와 소방청 및 관계기관에서는 물류시설 화재사고의 예방과 재해발생시 피해 최소화 측면에서 물류시설 관리자와 근무자 등이 숙지하여야 할 물류창고 화재안전 관리 매뉴얼을 발간

3. 연구개발 내용

□ (핵심기술 1) 물류시설 화재시 피난안전성 향상 기술 개발

○ 물류시설 피난안전 설계·시설 개선 기술 및 기준 마련

- 물류시설 피난안전 설계 개선 및 기준 마련
  - ·물류시설 특성과 주요 구성공간을 고려한 물류시설 피난설계 기술 및 가이드라인 개발
  - ·물류시설 특성을 반영한 보행거리 설계기준 마련
- 물류시설 긴급피난공간 설치 및 피난유도설비 개선 기술 개발
  - ·물류시설 지하층 특성을 고려한 긴급피난공간 설치 기준 마련
  - ·물류시설 피난유도설비 개선 기술 개발
- 물류시설 분류체계 및 재실자 밀도 기준 마련
  - ·물류시설 건축·화재거동 특성을 반영한 물류시설 분류체계 마련
  - ·피난안전 계획을 위한 물류시설 분류별 재실자 밀도 기준 마련

- 물류시설 재실자 피난지원 기술 개발

  · 물류시설 공간특성을 고려한 피난지원 시스템 개발 및 운영방안 마련

○ **물류시설 화염·연기 확산방지 및 방화구획 개선 기술 개발**

- 물류시설 방화구획 개선 기술 개발

  · 물류시설 분류와 유형에 따른 방화구획 설계 기술 및 방화구획 완화조항에 대한 세부적용 기준 개발

  · 대단면 방화셔터의 적정 규격 산정 기술 및 방화스크린셔터 성능 평가·관리 지침 개발

  · 물류시설 방화구획 설비의 화재감지·운전방식 개선 및 방화구획 유지관리 기술 개발

- 물류시설 수직·수평 화염확산 차단막 기술 개발

  · 랙크식 시설의 수직·수평 화염확산 차단막 기술 개발

  · 수직·수평 화염확산 차단막의 설계·시공·운영 가이드라인 정립

- 물류시설 배연설비 기술 개발

  · 물류시설 배연 최적설계 및 시스템 구축 기술 개발

  · 물류시설 배연설비 장치 개발

○ **물류시설 마감재료 및 단열재 성능향상 기술 개발**

- 물류시설 마감재료 성능향상 기술 개발

  · 물류시설 마감재료의 열·독성 분석 데이터 구축

  · 물류시설 마감재료의 실대형 기반 화재안전 성능 개선 기술 개발

  · 물류시설 마감재료의 화재확산방지 구조 개발

- 물류시설 단열재 성능향상 기술 개발

  · 물류시설 우레탄폼 단열재의 난연제 국산화 기술 개발

  · 우레탄폼 단열재 난연성능 기준 마련

  · 우레탄폼 단열재의 현장시공 가이드라인 개발

□ (핵심기술 2) 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발

○ 물류시설의 정량적 화재 위험성 평가 기술 개발

- 물류시설 화재 위험성 산정 시나리오 개발
  - 물류시설의 분류와 유형에 따른 화재사고 사상수목 정립
  - 물류시설의 화재사고 단계에 대한 결함수목 및 발생확률 정립
  - 물류시설 화재의 손실평가 및 리스크 매트릭스 마련
- 물류시설 화재 위험도 산정 및 기준 마련
  - 물류시설 최적 화재대응을 위한 물류시설 정량적 화재 위험성 평가 가이드라인 개발
  - 물류시설의 분류와 유형에 따른 화재 위험도 등급 기준 제시

○ 물류시설 화재 위험 체크리스트 및 지표화 지침 마련

- 물류시설 화재위험성 부분, 안전시설 시스템 부분, 안전경영 시스템 부분에 대한 체크리스트 및 지표화 방안 마련
- 물류시설 화재위험 체크리스트를 통한 위험도 등급 산정안 도출

○ 물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인 개발

- 물류시설 화재안전 성능기준, 설계화재, 시나리오 및 설계평가 기술 개발
- 물류시설 화재대응 시설에 대한 성능기반 설계 가이드라인 개발

□ (핵심기술 3) 물류시설 현장조사 및 기반기술 개발

○ 물류시설 화재안전 기반정보 현장조사 및 DB·온라인등록 구축

- 물류시설 화재안전 기반정보 현장조사* 및 DB** 구축
  - 물류시설 현장조사 방안 및 계획 수립
  - 현장조사 수행 및 연구과제 활용목적의 수집정보 데이터 구축

· 물류시설 현장조사 결과 분석 및 활용방안 수립

* 소방시설법 1급(연면적 15,000 m^2) 이상 물류시설 20 개소 및 2급 이하 30 개소 등 총 50개소 이상

** 물류시설 일반현황, 물류시설 유형 및 특성, 물류시설 운영 현황, 보관시설 현황, 수용물품 종류, 소방시설 설치 현황 및 소방계획서, 피난 및 방화시설 설치 현황 데이터 등 핵심기술 1, 2에서 요구하는 데이터

- 물류시설 화재안전 기반정보 온라인등록 체계 정립

· 물류시설 화재안전 기반정보 온라인등록 시스템 구축

· 물류시설 화재안전 기반정보 조사·관리 체계 및 제도화 방안 제시

○ 수용물품 등급화 및 화재강도 기준 마련

- 물류시설 수용물품 등급화 기준 마련

· 물류시설 화재대응을 위한 수용물품 등급화 기준 제시

· 수용물품 등급화에 연계되는 DB 구축

- 물류시설 화재강도 기준 마련

· 물류시설 수용물품의 화재특성 조사 및 조건별 화재실험 DB 구축

· 물류시설 수용물품의 화재강도 분석 및 예측 기술 개발

· 물류시설 수용물품 화재강도 기준 마련

○ 냉장·냉동 창고의 화재거동 분석 및 대응시설 성능평가 기술 개발

- 냉장·냉동 창고 화재발생·확산 현상 분석

· 냉장·냉동 창고 화재발생 원인분석 및 화재확산 메커니즘 규명

· 냉장·냉동 창고 화재확산 예측 기술 개발

- 냉장·냉동 창고 실규모 실험

· 냉장·냉동 창고 화재대응 실규모 실험장치* 설계 및 제작

* 운영 온도 -20℃ , 규모 7m(W)×7m(D)×5m(H)

· 냉장·냉동 창고 실규모 실험장치 운영

- 냉장·냉동 창고 적용성을 갖는 화재대응시설 성능평가 기술 개발

・냉장·냉동 창고 적용성을 갖는 소화·감지시설의 성능평가 기술 및 영하 조건 환경하의 성능향상 기술 개발 ・냉장·냉동 창고 적용 소화·감지 시설의 유지관리 지침 정립 ○ 물류시설 화재안전 현장적용 및 제도화 - 물류시설 화재대응 개선 기술의 설계 수행과 이를 통한 해당기술의 적용성 검토 및 기준화 방안 제시 - 물류시설 화재대응 신기술의 현장 적용성 평가를 위한 물류시설 현장 선정* 및 설치·운영 수행 * 소방시설법 1급 (연면적 15,000 m2) 이상 및 냉장·냉동 창고 - 물류시설의 현장안전 모니터링 및 점검확인 수행을 위한 원격관리 기술 개발 - 개발기술의 설계·현장 적용을 통한 안전관리 규정안의 제도화 추진
4. 연구개발 추진방법
□ 추진전략 ○ 핵심 연구개발성과의 연차별 목표 및 성능 수준 등 제시 - 핵심 연구개발성과를 제시하고 그에 따른 연차별 목표 수립, 연차별 세부 추진전략·일정계획 및 핵심 연구개발성과의 로드맵을 제시할 것 - 단계별, 연차별 달성목표(마일스톤)를 구체적으로 제시하고 성과평가 방법을 명시할 것 - 연구개발목표는 가능한 정량화하여 제시하고 제품 개발의 경우(제품 성능, 경제성 등)는 기존 제품과 대비하여 설정근거와 함께 정량적으로 반드시 제시할 것 * 예) 생산단가 기존 대비 00% 절감, 00% 수준의 성능 향상, 00까지 00% 보급 등 ○ 연구개발내용, 개발기술, 성과물 간 연계가 표출되도록 기술개발·성과로드맵 및 연차별 성과 평가지표(안) 제시 ○ 기존에 수행되었거나 국내·외에서 현재 수행 중에 있는 관련 연구개발결과의 구체적인 연계 또는 통합 활용방안을 연구개발계획에

	포함시켜 추진 - 타 부처 영역과 중복 우려가 있는 연구개발내용에 대해서는 부처 간의 협력방안 또는 연계, 공동 활용방안 등을 제시 ○ 정부 및 관련 물류기업 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축 - 기술수요기관의 충분한 의견수렴을 통하여 실용성 확보 - 관련 정부부처* 및 전문기관과 협의 수행 * 국토교통부, 소방청, 고용노동부, 산업통상자원부 등 - 관련 업계 전문가로 구성된 포럼 등을 구성하여 요구조건 파악 ○ 기술의 객관성 및 실효성 확보를 위하여 검증시험 등을 수행할 평가단을 구성하여, 공정하고 신뢰성이 있는 결과 도출 ○ 연구개발성과물을 연구개발계획서에 구체적으로 제시 - 연구개발내용 및 성과물은 1단계, 2단계, 3단계로 구분하여 제시 - 수요자 중심으로 연구개발성과물 활용방안 제시 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 객관적 방안 제시 - 연구개발성과의 보급으로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거 제시 ※ 제시한 성과지표가 부족하다고 판단될 경우, 협약시 조정(추가) 될 수 있음
□ 추진체계	○ 컨소시엄 구성시 과다한 연구개발기관의 참여 및 연구개발계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양할 것 * 연구개발기관 구성시 합리적으로 구성하여야 하며, 연구개발내용 및 역할이 중복된다고 판단될 경우 선정평가 및 협약체결시 조정될 수 있음 ○ 연구개발과제 추진의 효율성 및 연구개발비 집행의 투명성을 고려하여 참여기관 이외 타 기관 소속 연구자의 참여 배제 ○ 관련 기술 및 기준 등에 대한 전문가 자문단을 구성·활용하여 연구개발의 기술·정책적 보완사항 확인 및 반영 ○ 연구자의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고 필요 ○ 산·학·연 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력을 통한 수요 지향적 기술개발 및 수행 체계 구축 필요(지

속적인 기술 동향 조사 및 수요 조사 등)

○ 국토교통부, 소방청, 고용노동부, 산업통상자원부의 물류시설 안전 관리시스템 및 제도와 연계될 수 있도록 연구개발 전략 수립 필요

- 연구기간 내 법/제도의 가시적 성과 도출을 위하여 국토교통부 및 관련 이해관계기관 등과 사전 협의를 통해 추진

○ 본 연구개발과제는 주관연구개발기관, 공동연구개발기관으로 편성된 컨소시엄 공모로 진행

- 주관연구개발기관이 전체 사업을 총괄할 컨소시엄을 구성하여 전체 사업을 책임지고 진행하며, 주관연구개발기관 연구책임자는 총괄연구개발과제 책임자로 공동연구개발기관과의 구체적인 연계 전략 제시 필요

- 공동연구개발기관은 주관연구개발기관과 협의하여 연구계획 수립

5. 최종 연구개발성과물

□ (핵심기술 1) 물류시설 화재시 피난안전성 향상 기술 개발

○ 물류시설 피난안전 설계·시설 개선 기술 및 기준 정립

- 물류시설 보행거리 기준을 포함한 물류특성·구성공간 고려 물류시설 피난설계 지침안

- 물류시설 지하층의 긴급피난공간 설치 및 피난유도설비 개선 지침안

- 물류시설 분류체계 및 재실자 밀도 기준안

- 물류시설 재실자 피난지원 설비 및 운영 프로그램

○ 물류시설 화염·연기 확산방지 및 방화구획 개선 기술 개발

- 물류시설 분류와 유형에 따른 방화구획 설계 및 방화구획 완화조항 적용 지침안

- 대단면 방화셔터의 규격 산정 기준안 및 방화스크린셔터 성능평가·관리 지침안

- 물류시설 수직·수평 화염확산 차단막 장치 및 관련 지침안

- 물류시설 배연설비 장치 및 최적설계 지침안

○ 물류시설 마감재료 및 단열재 성능향상 기술 개발

- 물류시설 마감재료의 표준 화재확산방지 구조 공법 시방서
- 물류시설 마감재료의 실대형 난연성능 평가 지침안
- 물류시설 우레탄폼 단열재의 난연제
- 우레탄폼 단열재의 난연성능 기준안

□ (핵심기술 2) 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발

○ 물류시설의 정량적 화재 위험성 평가 기술 개발
- 물류시설의 정량적 화재 위험성 평가 지침안
- 물류시설의 화재 위험도 등급 기준안

○ 물류시설 화재 위험 체크리스트 및 지표화 지침 정립
- 물류시설 화재 위험 체크리스트 및 지표화 지침안
- 물류시설 화재 위험 체크리스트를 통한 위험도 등급 기준안

○ 물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인 정립
- 물류시설 화재대응 시설에 대한 성능기반 설계 지침안

□ (핵심기술 3) 물류시설 현장조사 및 기반기술 개발

○ 물류시설 화재안전 기반정보 현장조사 및 DB·온라인등록 구축
- 물류시설 현장조사 결과 및 데이터
- 물류시설 화재안전 기반정보 온라인등록 시스템

○ 수용물품 등급화 및 화재강도 기준 정립
- 물류시설 수용물품 등급화 기준안 및 연계 DB
- 물류시설 화재강도 기준안 및 선정 프로그램

○ 냉장·냉동 창고의 화재거동 분석 및 대응시설 성능평가 기술 개발
- 냉장·냉동 창고 화재안전 매뉴얼
- 냉장·냉동 창고 화재안전 실규모 실험장치
- 냉장·냉동 창고 적용 소화·감지 시설의 유지관리 지침안

	- 냉장·냉동 창고 영하환경하의 소화·감지 시설 성능향상 구조 ○ 물류시설 화재안전 현장적용 및 제도화 - 물류시설 화재안전 개선 설계 및 지침안의 설계적용 Case Study - 물류시설 화재대응 신기술의 물류시설 현장 설치·운영 - 물류시설의 현장안전 모니터링을 위한 원격관리 지침안 - 개발기술의 현장 적용을 통한 안전관리 규정안의 제도화 * 물류시설 분류체계, 물류시설 피난 보행거리/재실자 밀도, 대단면 방화셔터 규격, 물류시설 방화구획 설계, 물류시설 화재위험도, 물류시설 수용물품 등급화, 물류시설 화재강도 등 물류 시설법령, 건축법령, 화재안전기준 등 관련 규정 개정 및 정책반영
6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ (시범적용) 효과적인 실증을 위해 과제 추진 시 물류시설 화재안전 개선의 수요가 있는 물류시설 3곳 이상을 선정하여 개발기술을 적용 - 물류시설 피난안전성 확보 설계안 및 시제품, 위험성 평가 지침안, 화재안전 기반정보 온라인 시스템 등록 등 주요 연구결과의 설계·현장적용 수행 ※ 현장적용 대상 물류시설은 연구과제 착수 이후 공모를 통해 선정 예정 ○ (활용처) 국토교통부, 소방청 등 물류시설 안전 관할 정부 부처의 정책수립과 개선도출에 활용되어야 하며, 물류시설 안전시스템의 비용효율적인 최적 구축·관리에 이용 ○ (실용화 조건) 개발기술을 실제 물류시설에 시범 적용 후 「물류시설법」,「건축법」등 관련 제도 개선(안) 마련
□ 기대효과	○ 기술적 효과 - 물류시설 피난안전성 확보 기술, 물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술, 물류시설 화재대응 기반기술 등 물류시설의 화재안전을 향상시킬 수 있는 신기술의 개발 및 보급 - 물류시설의 특성과 형태를 반영한 화재대응 신기술 개발, 실규모 실험·평가 및 수요처 협조의 현장적용을 통해 상용화 기술 제시 - 물류시설의 화재대응 분야 기술개발 및 정책수립을 위해 필요로 하는 물류시설 화재안전 기반기술 및 핵심자료 제공 기대

○ 경제적 효과

- 물류시설의 특성을 반영한 화재대응 기술 및 제반 기준을 정립함으로써 물류산업 안전향상과 활성화에 기여
- 물류시설별 위험도 기반의 화재 대응 기준 제시를 통해 물류시설 안전시스템을 비용효율적으로 구축 가능

○ 사회적 효과

- 급격히 증가하고 있는 물류시설에 대해서 화재발생시 화염·연기 확산의 방지와 신속한 피난경로 확보를 통해서 인명손실 최소화
- 대형 물류시설 화재 안전관리 기술 개발을 통해 지역사회의 경제적·환경적 피해를 미연에 방지하여 사회간접비용 발생 예방

7. 연구개발 기간 및 연구개발비

○ 총 연구개발기간 : 2022.04 ~ 2026.12 (4년 9개월)

[1단계]

- 1차년도 연구개발기간 : 2022.04～2022.12 (9개월)

[2단계]

- 2차년도 연구개발기간 : 2023.01～2023.12 (12개월)
- 3차년도 연구개발기간 : 2024.01～2024.12 (12개월)

[3단계]

- 4차년도 연구개발기간 : 2025.01～2025.12 (12개월)
- 5차년도 연구개발기간 : 2026.01～2026.12 (12개월)

○ 총 정부지원연구개발비 : 23,433백만원 이내

- 1차년도 정부지원연구개발비 : 1,543백만원 이내

※ 정부지원연구개발비는 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음

※ 영리기관 참여시 기관부담연구개발비는 연차별로 「국가연구개발혁신법 시행령」 [별표 1]을 따르되, 추가 부담 가능

※ 연구개발비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

○ 본 연구개발과제의 보안등급은 “일반과제”임

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP) 및 기획보고서에 제시된 연구개발내용을 참고하여 작성하되, 연구개발목표 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 연구개발내용을 가감할 수 있으며, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 필요시 공모된 연구개발과제명 외에 연구개발목표·내용에 대한 대표성을 가지고 타 연구개발과제와 차별화되면서 알기 쉬운 연구개발과제명으로 수정하여 제안할 수 있음

○ 기 수행하였거나 현재 수행 중인 유사 연구개발과제와 연구개발내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ 홈페이지(www.kaia.re.kr)의 지식-성과도서관-과제・보고서 및 www.ntis.go.kr 참고

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행중인 연구개발과제의 결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구개발계획에 포함

- 제안된 연구개발내용이 타 유사 연구개발과제와 연구개발방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구개발 착수시점 현황과 개발종료 후의 대비가 가능하도록 핵심 연구개발성과별로 As-Is와 To-Be를 구체화·가시화하여 제시

○ 연구개발계획서에 구성기술 간 연구개발내용 및 성과의 연계/활용을 위한 전략 제시

- 기획보고서에서 제시한 기술개발 TRM을 기반으로 전체 개발기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계 제시

※ (예시) 개발기술 상호간, 연구개발성과물 상호간, 개발기술-연구개발성과물간 연계성

- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종 연구개발성과물을 구체화하여 제시

○ 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 연구개발일정계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방

안을 제시해야 함 ※ 연구개발과제 선정 후 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용 - 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능 ○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음 - 본 연구개발과제의 연구개발기간은 추후 협약 시 변경될 수 있음 - 전문기관은 필요시 선정된 주관연구개발기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구개발목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음 - 연구개발 추진과정에서 관련기술 환경변화 등에 따라 연구개발내용(연구개발비 포함)이 조정될 수 있음 ○ 국토교통과학기술 연구개발사업의 성과로 구축된 12개 대형 실험시설 적극 활용

제6장 사업운영 계획

제6장 사업운영 계획

제1절 사업추진 체계

1. 사업추진 주체

■ **효율적인 기획추진과 전문성 있는 기획결과 도출을 위해 국토부, 진흥원, 연구기관간 역할, 기획위원회 구성 등 추진체계 마련 및 운영**

○ 동 사업은 물류시설 화재안전 개선을 위한 피난 안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술에 따라 기술개발, R&D 기획, 시험 등 전단계에 걸친 통합적인 관리가 필요

○ 한편, 물류시설 화재안전 기술개발은 고도의 전문성과 안전성이 요구되서 시험평가 전문기관인 한국건설기술연구원의 인력·인프라 연계 활용이 필수

- 또한, 기술수요처 자문위원 및 협조기관을 운영 활용 필요

2. 추진주체별 역할

<그림 6-1> 사업 추진 체계

○ (국토교통부) 사업 주관부처로서 기획분과위원회 및 총괄기획위원회 의견 등을 종합·검토하고, 사전기획 결과의 적합 여부 등 총괄 검토

○ (총괄기획위원회) 거시적 관점에서 기획 방향을 제시하거나, 기획분과위원회의 세부 기획(안)에 대한 검토 및 조정

○ (자문위원회) 사전기획 과정에서 별도 자문이 필요할 경우, 산·학·연 등 관련 분야 전문가를 중심으로 추진전략, 타당성 등 자문

○ (국토교통과학기술진흥원) 사전기획 수행기관(건설연, 한지연, 한국통합물류협회)과 함께 기획분과위원회 및 총괄기획위원회 운영 등 사전기획 전반을 주관

○ (사전기획 수행기관) 사전기획을 위한 자료 조사 및 분석, 기획분과위원회 및 총괄기획위원회 운영 지원 등 사전기획 실무 역할 수행

○ (기획분과위원회) 사업에 대한 기술적 관점에서 전문적으로 검토하여 사전기획 대상 기술에 대한 세부 기획(안) 도출

제2절 사업 운영·관리 계획

1. 성과 목표 설정

■ **(성과목표) 물류시설 화재안전 개선을 통해 화재 발생시 피난안전성 향상 기술과 비용효율적인 최적 화재 대응을 하여 인명피해 최소화에 기여**

○ 물류시설 특성을 반영한 화재안전 기술 확립, 효과적인 물류시설 화재위험성 평가기법 및 위험도기반 관리기술 개발

○ 중소·중견기업에 이전된 공공연구기관 기술의 사업화를 위한 기술개발, 시제품 제작, 성능인증·TEST 등 추가 상용화 개발 지원

- 단기적으로는 시제품, 신공법·공정 등의 개발이 핵심 성과이나, 중기적으로는 매출과 기업의 이익 증대 등 경제적 성과, 장기적으로는 해당 기업의 역량 강화, 해외 시장 점유 등이 성과목표가 될 수 있음

논리모형

구분	투입	과정	산출	결과
				단기성과
사업 논리	· 인적자원 - 교수, 직원 · 물적자원 - 예산 - 연구/생산장비, - 시설공간 · 지적자원 - 지식, 정보, 기존 연구성과	· 기술개발 - 연구활동 - 기술개발 - 테스트 · 산학연계 - 연구활동 - 기술지도	· 기술개발 - 특허출원 및 등록 - 사업화 · 산학연계 - 기업파견 - 기술지도 - 협력기간 만족도	· 기술개발 - 특허출원 증대 - 사업화 실적 증대 · 산학연계 - 기술지도 증대 · 고용창출
성과 목표				· 상용화/사업화 성공
성과 지표				· SMART특허지수 · 기술실시계약 건수 · 기술사업화효과

(성과지표) 사업 목표를 달성하기 위해 과학적/기술적 성과지표, 기준 및 지침, 특허, SW, 제품개발, 인프라 구축(안) 제시 등을 성과지표로 설정

<표 6.1> 성과지표 목표

구분	'22	'23	'24	'25	'26	합계
논문게재 (SCI급)	8 (0)	18 (2)	22 (3)	23 (5)	20 (7)	91 (17)
특허등록	-	-	2 (SMART 지수 4.14)	4 (SMART 지수 4.14)	5 (SMART 지수 4.24)	11
기준/지침	-	-	5	8	15	28
법령제안	-	-	-	2	7	9
기술분석서	6	2	-	-	-	8
SW 개발	-	1	4	5	-	10
제품개발	-	-	1	6	-	7
현장적용	-	-	-	2	5	7
기술이전	-	-	-	-	3	3
인프라 구축	-	2	2	-	-	4
기타(인력양성 등)	2	6	7	8	8	31

<표 6-2> 사업 성과물

구분	주요 성과물
기준/지침	물류시설 피난설계 기준
기준/지침	피난용량 관련 피난행태 측정 지침
기준/지침	물류시설 지하층의 피난공간(대피공간) 설치 기준
기준/지침	물류시설 피난유도설비 개선 가이드라인
기준/지침	물류시설 재실자 밀도 조사 지침
기준/지침	물류시설 분류와 유형에 따른 재실자 밀도 기준
기준/지침	물류시설 분류와 유형에 따른 분류체계 기준
기준/지침	물류시설 재실자 피난지원 시스템 설치 및 운영 가이드라인
기준/지침	물류시설 방화구획 설계 및 유지관리 기준
기준/지침	대단면 방화셔터의 적정 규격 산정 기준
기준/지침	물류시설 방화스크린셔터 성능평가 및 관리 지침
기준/지침	방화구획 완화조항에 대한 세부 적용 지침
기준/지침	수직·수평 화염확산 차단막 설계·시공·운영 가이드라인
기준/지침	물류시설 배연설비 설계 기준
기준/지침	물류시설 마감재료의 실대형 난연성능 평가 기준
기준/지침	물류시설 내부 단열재 난연성능 기준
기준/지침	물류시설 우레탄폼 뿜칠 내부 단열재 현장시공 가이드라인
기준/지침	물류시설 정량적 화재 위험성 평가 가이드라인
기준/지침	물류시설 분류와 유형에 따른 위험도 등급안 기준
기준/지침	물류시설 화재 위험 체크리스트 기준
기준/지침	물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인
기준/지침	냉장·냉동창고 화재거동 예측 관련 지침
기준/지침	냉장·냉동 창고의 화재안전 매뉴얼
기준/지침	냉장·냉동 창고의 화재감지 및 소화시스템 유지관리 가이드라인
기준/지침	물류시설 현장조사 지침
기준/지침	물류시설 현장조사 빅데이터 활용 가이드라인
기준/지침	물류시설 수용물품 조사 지침
기준/지침	수용물품 DB 활용 가이드라인
기준/지침	물류시설 수용물품 화재강도 기준
기준/지침	물류시설 화재강도 분석 가이드라인
특허	물류시설 재실자 피난지원 설비 기술
특허	수직·수평 방화구획화 신기술
특허	물류시설 마감재료의 화재안전성능 개선 기술
특허	물류시설 우레탄폼 뿜칠 내부 단열재 난연성능 핵심재료(난연제) 기술
특허	물류시설 정량적 화재위험성 평가 기술
특허	물류시설 안전분야 평가 기술
특허	냉장·냉동 창고 화재거동 예측 기술
특허	냉장·냉동 창고의 화재감지 및 소화시스템 성능향상 기술

구분	주요 성과물
특허	공기흡입형 화재감지기 기술
특허	공기흡입형 화재감지 연동 통합관제 기술
특허	물류창고 화재강도 예측 기술
제품	물류시설 재실자 피난지원 설비 시제품
제품	수직·수평 화염확산 차단막 시제품
제품	물류시설 배연장치 시제품
제품	물류시설 마감재료 화재확산방지구조 제품
제품	물류시설 우레탄폼 뿜칠 내부 단열재 난연성능 핵심재료 제품
제품	냉장·냉동 창고 적용 공기흡입형 화재감지기 시제품
제품	공기흡입형 화재감지기 연동 통합 관제 시스템 시제품
DB	물류시설 재실자 피난속도 데이터
DB	물류시설 피난행동 행태(개시시간·경로 등) 데이터
DB	재실자 현황 및 피난유도 실험 데이터
DB	배연설비 설계용 연기성상 데이터
DB	물류시설 마감재료 열·독성 분석 데이터
DB	물류시설 단열재 화재 성능 데이터
DB	물류시설 정량적 화재 위험성 데이터
DB	물류시설 화재안전 체크리스트 데이터
DB	냉장·냉동 창고 화재거동 데이터
DB	냉장·냉동 창고의 소화·감지 유지관리 활용 데이터
DB	냉장·냉동 창고 특화의 화재감지기 동작특성 실험 데이터
DB	물류시설 현장조사 빅데이터
DB	물류시설 등급화 데이터
DB	물류시설 수용물품 화재실험 데이터
DB	물류시설 수용물품 화재강도 및 화재확산 예측 데이터
SW	재실자 피난지원 설비 운영 프로그램
SW	방화구획 구성인자 유지관리 프로그램
SW	물류시설 화재손실 분석 프로그램
SW	물류시설 성능기반 화재안전 설계의 화재 및 시나리오 산정 프로그램
SW	물류시설 성능기반 화재안전 설계 평가 및 검증 프로그램
SW	냉장·냉동 창고에 특화된 화재감지기 프로그램
SW	냉장·냉동 창고에 특화된 화재감지기 연동 통합 관제 프로그램
SW	물류시설 현장조사 분석 시스템 프로그램
SW	수용물품 정보제공 프로그램
SW	물류시설 화재강도 설계 프로그램
인프라	물류시설 단열재 배합 장치
인프라	마감재료 열분석 장치
인프라	물류시설 현장조사 온라인 등록 시스템
인프라	냉장·냉동 창고 조건의 실규모 화재실험 장치

구분	주요 성과물
기술분석서	물류시설 피난안전 설계·기준 기술 분석서
기술분석서	물류시설 화염확대 방지 및 방화구획 기술 분석서
기술분석서	물류시설 마감재료 및 단열재 난연성능 기술 분석서
기술분석서	물류시설 위험성 평가 및 위험도 산정 기술 분석서
기술분석서	물류시설 성능기반 화재대응 설계 기술 분석서
기술분석서	냉장·냉동창고 화재거동 분석 기술 분석서
기술분석서	물류시설 현장조사 기술 분석서
기술분석서	수용물품 등급화 및 화재강도 기준 기술 분석서
기타	물류시설 재실자 피난지원 설비 기술이전
기타	물류시설 단열재 성능개선 기술이전
기타	냉장·냉동 창고에 특화된 화재감지 시스템 기술이전
기타	물류시설 화재대응 기술 전문인력 양성

2. 세부과제별 주요 연구결과 및 성과물

1) 세부과제 1 : 물류시설 화재시 피난안전성 확보 기술 개발

<표 6-3> 세부과제 1 : 물류시설 화재시 피난안전성 확보 기술 개발

연구내용	연구결과 (Output)	성과물 (Outcome)
물류시설 피난안전 설계 개선 및 기준 정립	◦ 보행거리, 피난계단, 피난출구, 썬큰, 피난유도 등 등 물류시설 특성을 반영한 피난설계 기술	◦ 법·제도 정비 - 건축법 시행령 제34조(직통계단의 설치) "보행거리" - 건축법 시행령 제35조(피난계단의 설치) - 건축법 시행령 제36조(옥외 피난계단의 설치) - 그 외 건축물 피난방화구조 규칙
물류시설 재실자 밀도 기준 정립	◦ 물류시설 재실자 밀도 기준안	◦ 법·제도 정비 - 건축물 피난방화구조 규칙 제8조의2 관련 재실자 밀도 산정 기준
물류시설 지하층의 피난공간 설치 기준 정립	◦ 물류시설 지하층에 대한 피난공간 설치 기술	◦ 법·제도 정비 - 건축법 시행령 제34조 관련 피난안전구역 설치 기준 - 건축물 피난방화구조 규칙 제8조의2(피난안전구역의 설치기준)
물류시설 분류체계 정립	◦ 물류시설의 건축·화재거동 특성을 반영한 물류시설 분류체계	◦ 법·제도 정비 - 물류시설법령내 물류시설 분류체계 신설
재실자 피난지원 방안 정립	◦ 피난지원 설비 설치 및 운영 구현기술	◦ 신제품 개발 - 피난지원 설비 기술이전 및 현장적용
물류시설 방화구획 설계·평가·유지	◦ 물류시설 방화구획 설계, 방화스크린셔터 성능평	◦ 법·제도 정비 - 건축법 시행령 제46조(방화구획 등의 설치)

관리 개선 기술 개발	가·관리, 방화구획 유지보수, 방화구획 완화조항의 세부지침 기술	- 건축물 피난방화구조 규칙 제14조(방화구획의 설치기준)
물류시설 화염확대 방지 기술 개발	◦ 랙크식 시설의 수직·수평 화염확산 차단막 기술	◦ 신제품 개발 - 화염확산 차단막 제품개발 및 현장적용
물류시설 배연설비 기술 개발	◦ 물류시설 배연설비 설계 및 설비 기술	◦ 법·제도 정비 - 건축법 시행령 제51조② 관련 배연설비 - 건축물 설비기준 규칙 제14조(배연설비)
물류시설 마감재료 성능향상 기술 개발	◦ 물류시설 마감재료의 열·독성 분석 데이터 구축, 실대형 기반 물류시설 마감재료의 난연성능 평가 기술 및 화재확산방지 구조 개발	◦ 법·제도 정비 - 건축법 시행령 제61조(건축물의 마감재료) - 건축물 피난방화구조 규칙 제24조(건축물의 마감재료)
물류시설 단열재 성능향상 기술 개발	◦ 우레탄폼 뿜칠 내부 단열재 난연성능 확보 및 내부 단열재 난연성능 기준 기술	◦ 신제품 개발 - 우레탄폼 뿜칠 내부 단열재 기술이전 및 현장적용

2) 세부과제 2 : 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발

<표 6-4> 세부과제 2 : 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발

연구내용	연구결과 (Output)	성과물 (Outcome)
물류시설의 정량적 화재 위험성 평가 기술 개발	◦ 물류시설 화재사고의 사상수목·결함수목 제시, 화재손실 평가, 리스크메트릭스 정립, 위험도 등급 산정, 위험성 평가 표준안 기술	◦ 법·제도 정비 - 물류시설법령내 물류시설 정량적 화재위험성 평가 및 위험도 등급 기준 신설
물류시설 화재 위험 체크리스트 및 지표화 지침 정립	◦ 물류시설 부분별 화재 위험 체크리스트 정립, 체크리스트에 대한 지표화 및 종합 산정방안 제시, 체크리스트를 통한 위험도 산정 기술	◦ 법·제도 정비 - 물류시설법령내 물류시설 화재 위험 체크리스트 및 지표화 기준 신설
물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인 정립	◦ 물류시설 화재안전 성능기준, 설계화재 및 화재시나리오, 설계평가 기술 및 물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인 기술	◦ 법·제도 정비 - 물류시설법령내 물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인 신설

3) 세부과제 3 : 물류시설 현장조사 및 기반기술 개발

〈표 6-5〉 세부과제 3 : 물류시설 현장조사 및 기반기술 개발

연구내용	연구결과 (Output)	성과물 (Outcome)
물류시설 현장조사 및 온라인등록·DB구축	◦ 물류시설 현황·화재안전 특성에 대한 현장조사 수행, 현장조사 수집정보 DB 구축, 현장조사 온라인 등록 시스템 구축 기술	◦ 법·제도 정비, 기반기술 구축 - 물류시설법령내 물류시설 현장조사 온라인 등록 시스템 기준 신설 - 물류시설 현장조사 DB 제공
수용물품 등급화 및 화재강도 기준 정립	◦ 수용물품 등급분류 기준 설정 및 분류체계 수립, 수용물품 등급화에 대응하는 DB 구축, 수용물품 화재실험 DB 정립, 수용물품 화재강도 기준 확립	◦ 법·제도 정비, 기반기술 구축 - 물류시설법령내 물류시설 수용물품 등급 및 화재강도 기준 신설 - 물류시설 수용물품 DB 제공
냉장·냉동 창고 화재발생·확산 현상 분석 기술 개발	◦ 냉장·냉동 창고에 대한 실규모 영하조건 실험장치 설계·제작, 냉장·냉동 창고 화재발생 원인 분석, 화재확산 메커니즘 규명, 화재확산 예측기술, 화재감지·소화 시스템 유지관리, 화재감지 기술	◦ 법·제도 정비, 기반기술 구축 - 화재안전기준내 유지관리 기준 반영 - 냉장·냉동 창고 화재발생 및 확산 분야 기반정보 제공 - 냉장·냉동 창고 실규모 실험장치 공유
물류시설 화재안전 리빙립 및 제도화	◦ 물류시설 화재안전 개선 기술의 실규모 설계적용 및 Case Study 수행, 물류시설 화재안전 원격관리 시스템 구축, 물류시설 화재안전 기반기술 지침 및 안전관리 규정안 제도화 수행 기술	◦ 법·제도 정비 - 개발기술의 현장적용을 통해서 안전관리 규정안의 제도화 수행

3. 적용대상 및 기술설정

- 연구에서 진행하게 되는 각 세부분야의 개발기술에 대해서 기술의 적용범위를 중심으로 검토를 수행하였으며, 아래와 같이 신설되는 물류시설에 대한 적용과 기존에 운영되는 물류시설에 대한 적용 그리고 시공중에서의 적용과 사용중에서의 적용을 구분하여 적용범위를 설정

세부분야	개발기술	적용범위	
		신설/기존	시공중/사용중
피난안전 분야	물류시설 피난안전 설계 개선 및 기준 정립	신설	사용중
	물류시설 분류체계 및 재실자 밀도 기준 정립	신설/기존	사용중
	물류시설 피난공간 및 피난유도설비 개선 기술 개발	신설/기존	사용중
	물류시설 재실자 피난지원 시스템 기술 개발	신설/기존	시공중/사용중
방화 분야	물류시설 방화구획 개선 기술 개발	신설	사용중
	물류시설 수직·수평 화염확산 차단막 기술 기술 개발	신설	사용중
	물류시설 배연설비 기술 개발	신설	사용중
마감재료 분야	물류시설 마감재료 성능향상 기술 개발	신설	시공중
	물류시설 단열재 성능향상 기술 개발	신설	시공중
위험성 평가 분야	물류시설의 정량적 화재 위험성 평가 기술 개발	신설/기존	사용중
	물류시설 화재 위험 체크리스트 및 지표화 지침 정립	신설/기존	사용중
성능기반 대응 분야	물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인 정립	신설	사용중
현장조사 및 기반기술 분야	물류시설 현장조사 및 DB 구축	기존	사용중
	현장조사 온라인등록 시스템 구축	기존	사용중
	물류시설 수용물품 등급화 기준 정립	신설/기존	사용중
	물류시설 화재강도 기준 정립	신설/기존	사용중
	물류시설의 현장안전 모니터링 및 점검확인 수행을 위한 원격관리 기술 개발	신설/기존	시공중/사용중
	냉장·냉동 창고 화재발생·확산 현상 분석 기술 개발	신설/기존	시공중/사용중
	냉장·냉동 창고 실규모 실험 기술 개발	신설/기존	시공중/사용중
	냉장·냉동 창고 적용성을 갖는 화재대응시설 성능평가 기술 개발	신설/기존	사용중
	냉장·냉동 창고 화재감지 기술 개발	신설/기존	사용중
제도화 분야	물류시설 화재안전 현장적용 및 제도화	신설/기존	시공중/사용중

4. 소방청과의 협업 체계 운영

■ **현재 냉장·냉동 창고의 경우 온도가 영하의 조건인 관계로 화재감지 및 소화 시스템의 설치가 면제되고 있으며, 이에 대한 개선방안으로서 냉장·냉동 창고에 적합한 화재감지 및 소화 시스템의 최적 설치 및 운영 방안에 대한 기술개발에 대해서 소방청과 협업 진행 계획**

❍ 냉장·냉동 창고 영하조건에서 화재감지 및 소화 시스템 성능평가 수행을 위한 실규모 실험장치를 설계하고 제작하는 단계에서 화재감지 및 소화 시스템의 원활한 성능평가 실험 수행을 위한 실험장치의 최적 설계·설치·운영 방안 협의 진행

❍ 냉장·냉동 창고 실규모 실험장비에서 "준비작동식 스프링클러"와 "공기흡입형 화재감지기"의 실증실험을 통한 작동성능 평가 및 성능향상·유지관리 방안 정립 과정의 협업 수행

〈표 6-6〉 소방청 협업 진행

구분	협업 내용
냉장·냉동 창고 실규모 실험장치 설계 및 제작	◦1차년도 : 화재감지 및 소화 시스템의 원활한 성능평가 실험 수행을 위한 실험장치 최적설계 협의 ◦2차년도 : 실규모 실험장치 제작·설치·운영 방안 협의
냉장·냉동 창고 화재감지 및 소화 시스템의 성능평가	◦3차년도 : 냉장·냉동 창고 화재감지 및 소화 시스템의 작동성능 평가와 성능향상 방안 도출 협의 ◦4차년도 : 냉장·냉동 창고 화재감지 및 소화 시스템의 유지관리 방안 정립 협업 ◦5차년도 : 냉장·냉동 창고 화재감지 및 소화 시스템의 유지관리 방안 제도화 협의

5. 현장적용 설정 및 운영

■ 각 단위과제에서 개발한 물류시설 화재대응 성능향상 기술에 대해서 현장적용성을 평가하고 제도화를 위한 기반자료를 도출하기 위해서 물류시설 화재안전 현장적용 수행

○ 피난안전 설계 및 기준 정립, 피난공간 및 피난유도 설계, 방화구획 개선 설계, 성능기반 가이드라인 개발 및 원격관리 시스템 설계 등의 최적 설계 및 지침 개발에 대해서 실제 설계자료를 바탕으로 Case Study 설계적용 및 적용성 검토 수행

○ 냉장·냉동 창고의 화재거동 분석 기술, 냉장·냉장 창고 적용성을 갖는 화재대응시설의 성능평가 기술, 냉장·냉동 창고 화재감지 기술 등의 효과적인 개발과 적용성 평가를 위한 냉장·냉동 창고 실규모 실험장치 제작 및 운영

○ 피난안전 유도 및 개선, 화염확산 차단, 화재확산방지구조, 냉장·냉동 창고 적용 화재감지 등의 분야에서 물류시설 화재대응 신기술 개발에 따라 제작한 시제품을 설치하고 현장적용성을 평가하기 위해서 물류기업을 중심으로 실제 물류시설 현장 선정 및 적용

○ 현장적용 대상으로 설정되고 운영되는 물류시설의 경우 소방시설법 1급 이상(연면적 15,000 m^2) 시설 중에서 냉장·냉동 창고가 포함되어 있는 시설을 우선적으로 선정하여 활용

○ 물류시설 화재대응 분야에서 피난안전 설계, 피난유도설비 개선, 정량적 화재위험성 평가 및 현장안전 원격관리 기술 등의 개발과정에서 교육·훈련 단계 및 시나리오의 적용을 검토하여 진행

<표 6-7> 현장적용 설정 및 운영

구분	설정 및 규모	운영
Case Study	◦ 실규모 설계자료	◦ 1단계(1~3차년도) 예측·최적설계에 활용 ◦ 2단계(4~5차년도) 설계 및 적용성 검토를 위한 Case Study 수행
냉장·냉동 창고 실규모 실험장치	◦ 7m(W)×7m(D)×5m(H) ◦ -20℃	◦ 1차년도 상세설계 및 2차년도 제작·설치 ◦ 3차년도 시스템 개발에 활용 ◦ 2단계(4~5차년도) 시스템 적용성 평가에 활용
운영중인 물류시설 현장	◦ 소방시설법 1급 이상 (연면적 15,000 m^2) ◦ 냉장·냉동 창고 포함	◦ 2단계(4~5차년도) 시제품 설치 및 현장적용성 평가 활용

6. 성과평가・관리계획

가. 사업관리: 연차평가 및 최종평가

연차평가

○ (목적) 선정 과정뿐만 아니라 연차 보고서에 따른 과제 실적/성과를 점검하고 마일스톤 점검을 통해 차기 계획 수립의 적절성 등을 평가함

- 연차평가 결과를 통해 차년도 사업 지원규모 및 연구내용을 조정

○ (연차평가 프로세스) 보고서 제출 후 발표평가를 통해 마일스톤 검점 추진

단계평가

○ (목적) 우수과제에 대한 선택과 집중 원칙에 따라 사전기획 및 기술가치 평가를 거치는 동 사업에 대하여 단계평가를 진행하고 과제 간 경쟁을 유도

- (개념) 1단계 6개월간의 사전기획(pre-production) 및 기술가치평가 결과를 바탕으로 상호 경쟁을 통해 우수과제를 선정하여 1년간 기술사업화 비용을 지원

- (평가기준) 신규사업 추진타당성 및 개발된 비즈니스모델(BM),의 우수성, 기술가치평가 결과의 우수성, 제안 컨소시엄 구성의 적절성 등을 평가

최종평가

○ (목적) 과제별 최종평가는 목표달성도, 기술성, 경제성 및 사업성 등에 대한 발표평가를 통해 최종평가를 실시

○ (최종평가 추진절차) 실적 등록 → 최종보고서 제출 → 최종평가(발표) → 최종평가 결과 안내 → 이의신청・접수 → 이의신청 평가위원회 → 최종평가 결과 확정 → 수정 최종보고서 제출

- 평가에 앞서 세부과제에 대한 평가는 마일스톤 관리계획에 따라 총괄 PM이 세부 평가계획을 마련 후 자체 실시함

○ 평가항목 및 지표

- 우수한 평가를 받은 과제에 대해서는 지속적인 시장 개척 및 생태계 구축 활동이 진행될 수 있도록 후속연계 지원방안을 모색

<표 6-8> 최종평가 항목

평가항목	세부 항목	평가 지표	배점
기술성 및 목표 달성도 (40점)	최종 목표 달성 정도	- 당초 개발 목표 달성 정도 - 달성 목표가 해당 산업의 기술력 향상을 유도하였는가?	10
	기술개발 결과의 혁신성	- 기술 수준과 목표가 적정하고 목표 달성 정도가 혁신적인가? - 기술개발 결과에 대한 성능 평가 결과(시험 성적서, 공인기관 인증서 등)가 타당한가?	10
	기술개발 추진방법의 창의성	- 기술개발 목표 달성을 위한 수행 방법이 창의적인가? - 개발기술이 국내/외 기존 기술과의 차별성 정도	10
	기술적 파급 효과	- 국내외 특허 출원/등록 질적수준 및 타기술 파급효과	10
사업성과 및 경제성 (60점)	품질관리 적정성	- 과제수행을 통해 품질역량이 향상되었는가? - 제시한 품질관리방안을 목표 달성 하였는가?	10
	상용화 계획	- 상용화 목표(제품/타겟시장)와 목표 달성 방안이 명확한가? - 타겟 시장 규모 및 예상점유율, 성장률, 예상 매출 규모 등	15
	상용화 실적	- 과제 산출물을 활용한 수출 매출 적정성 - 과제 산출물을 활용한 내수 매출 적정성 - 평가시점에 향후 3년내 매출 향상성 정도	15
	경제적 파급효과	- 고용 창출 효과, 수입 대체 효과, 수출 증대 효과 등	10
	시장 진입 및 점유 가능성	- 시장 진출 시 경제적, 제도적인 면에서 지속 점유 가능한가?	10

❍ 최종평가위원회 구성 및 운영

- 평가 대상과제의 해당기술분야의 전문가로 기술성과 사업성에 대한 종합검토가 가능한 산・학・연 전문가 7명 내외로 구성하되, 기술사업화전문가, VC 등을 필수 포함시켜 시장성을 검증

- 평가위원회는 발표평가로 운영하되, 오전 사전검토, 오후 발표평가 등 심층평가로 진행

- 사전검토 : 사업개요, 평가기준, 사업계획서 사전검토 및 사전 질의내용 조율 등을 진행

- 발표평가 : 사업계획에 대한 총괄책임자가 발표(30분) 및 평가위원 질의에 대한 응답(30분) 형식으로 진행

나. 세부사업 평가 및 관리

진도점검

○ 관리 감독형 ‘실태조사+연차평가’를 탈피하여, 이해관계자들이 참여하는 컨설팅을 주기적으로 진행하여 진도 및 마일스톤을 점검

- 주요 관계자(컨소시엄 외 관련분야 PD, PM, 평가위원 등)가 모여 진도 모니터링 및 지원

- 성과창출을 위한 목표변경(무빙타겟*)을 적극 실시하고, 시장 변화로 세부과제 수행 필요성이 없어질 경우 조기 중단 등을 추진

  * 무빙타겟 방식 : 시장환경 및 경쟁구도의 지속적인 변화를 고려하여 사업의 초기 목적을 유지하는 범위에서 세부목표의 수정을 허용하는 연구관리 방식

사업비 정산

○ 컨소시엄 세부과제의 정산은 지침에 근거하여 실시하고, 컨소시엄 운영경비 등 정산에 대해서는 총괄적으로 수행하도록 함

○ 연구비의 효율적 정산을 위해 전담팀에서 관련 업무를 지원

다. 성과관리 및 활용

기술료 징수

○ R&D사업의 최종평가 결과 ‘성공’인 과제에 대해 연구결과를 활용할 수 있는 권리 획득의 대가로 출연금의 일정 비율을 기술료로 납부토록 규정

- 기술료 징수 대상 : 과제 종료(조기종료 포함) 후 평가결과 혁신성과, 보통, 성실수행인 과제의 성과를 실시하고자 하는 영리 주관기관 또는 영리 참여기관에 대하여 기술료를 징수

  * 필수 참여기관(공공연구기관) 외 선택 참여기관(사업화 지원기관)의 경우 동 사업을 통한 연구성과물의 실시를 목적으로 하지 않을 시에는 기술료 지침 준수

- 기술료 징수 방식 : 경상기술료 방식 납부 원칙

  * 정부정책 변화에 따라 징수방법 및 기준 변경 가능

  * 실시기업은 아래의 착수기본료 및 사업수행결과를 활용하여 발생한 매출액에 대한 경상기술료를 매출이 발생한 회계연도부터 5년 또는 과제협약종료 후 7년 중에서 먼저 도래한 시점까지 전담기관에 납부하여야 함

<표 6-9> 기술료 징수 방식

실시기업 유형	착수기본료	경상기술료
중소기업	실시기업이 사용한 정부출연금의 1.0%	사업수행결과를 활용하여 발생한 매출액의 1.0%
중견기업	실시기업이 사용한 정부출연금의 2.0%	사업수행결과를 활용하여 발생한 매출액의 2.0%

- ‘착수기본료’는 기술료 확정결과를 통보받은 날로부터 90일 이내 납부

- ‘경상기술료’의 누적 징수액 납부한도는 정부출연금 대비, 중소기업인 경우 100분의 12, 중견기업의 경우 100분의 24

제3절 예산 및 인력 투입 계획

1. 예산 투입 계획

총사업비 및 연도별 예산

❍ 전체 사업비 32,540 백만원

- 재원별 규모 및 비중

: 국고(정부출연금) : 23,433 백만원 (전체 사업비의 74.2%)

: 민간(기업부담금) : 8,140 백만원 (전체 사업비의 25.8%)

- 연도별 예산투자 계획

〈표 6-10〉 연도별 예산투자 계획

(백만원)

구 분 (사업기간)	총사업비	연차별 투자계획				
		'22	'23	'24	'25	'26
ㅇ 물류시설 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술 개발 ('22~'26)	31,573	2,080	7,852	8,268	8,055	5,318
합 계	31,573	2,080	7,852	8,268	8,055	5,318
ㅇ 국 고	23,433	1,543	5,828	6,136	5,978	3,948
▪출연	23,433	1,543	5,828	6,136	5,978	3,948
ㅇ 민간매칭 등	8,140	537	2,024	2,132	2,077	1,370

세부과제별 예산규모

○ 과제를 구성하는 세부과제별 예산규모

· 1세부 물류시설 화재시 피난안전성 확보 기술 개발 : 9,862 백만원
· 2세부 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발 : 4,411 백만원
· 3세부 물류시설 현장조사 및 기반기술 개발 : 9,160 백만원

〈표 6-11〉 세부과제별 예산규모 (정부출연금 기준)

(백만원)

세부과제	세부과제별 사업비	연차별 투자계획				
		'22	'23	'24	'25	'26
ㅇ 물류시설 화재시 피난안전성 확보 기술 개발	9,862	567	2,112	2,689	2,669	1,825
ㅇ 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발	4,411	278	1,246	1,153	1,052	682
ㅇ 물류시설 현장조사 및 기반기술 개발	9,160	698	2,470	2,294	2,257	1,441
합 계	23,433	1,543	5,828	6,136	5,978	3,948

2. 인력 투입 계획

2022년도부터 2026까지 본 사업에 소요되는 연구인력은 연평균 121.3명 참여 예상

○ 소요 연구인력은 세부과제별 기술수요조사 내용을 근거로 1억원 당 참여인력 수 평균을 기준으로 산출

※ 1억원 당 연구인력은 평균 2.52명이며, 학위별로 박사는 0.93명, 석사 0.92명, 학사 0.67명 등

<표 6-12> 연도별 참여예상 연구인력(단위: 억원, 명)

구분		2022 1차년도	2023 2차년도	2024 3차년도	2025 4차년도	2026 5차년도	합계
총 정출금		15.43	58.28	61.36	59.78	39.48	234.33
	소요연구인력	43	138	145	144	136	606
	박사	17	51	54	53	50	225
	석사	16	50	53	53	51	223
	학사	10	37	38	38	35	158

제7장 사전 타당성 검토

제7장 사전 타당성 검토

제1절 정책적 타당성

1. 국가전략의 중요성

물류수요가 증가하면서 신규등록 물류창고 개소 증가하지만, 이에 대응하는 기술개발과 대책은 미흡

○ 최근 5년간 인명피해 및 재산 피해, 화재건수는 증가하여 범정부의 각종 대책을 수립하였지만, 물류창고 대형화재 사고는 지속 발생

○ 전자상거래의 활성화로 인해 최근 택배 물량은 대폭 증가하였고 이에 따라 물류창고 기능도 확대되어 위험성 증가

- 급격한 도시화로 인해 유통·택배 등이 대도시권에 집중되어 물류기능과 유통기능이 전참 통합되는 추세에 있어 다양한 위험성 존재
- 소비패턴 변화로 다빈도 소량 물류가 급증하고 있어, 백화점과 대형마트 등 대형 유통업체도 온라인 판매비중을 높여 향후 택배물량은 더욱 증가할 전망

물류시설법 등 물류창고를 총괄하는 법령에 안전관리 규정이 부재하며, 총괄적인 법령 규정이 되어 있지 않아 안전관리 어려움

○ 소방시설·전기안전·시설물 등 각 개별법령에 따른 안전관리 규정으로 물류시설, 물류창고에 개별적으로 적용해야하는 어려움 존재

- 또한, 물류창고가 대형·첨단화 추세에 있지만 일반창고 화재 안전기준으로는 대형·첨단화 추세인 물류창고에 적용하여 안전을 확보하는 것은 한계

○ 물류시설 유형에 따라 화재 위험도와 피난 특성 등이 상이하지만, 국내에서는 단순히 '창고시설'로 분류하여 물류시설의 분류와 유형은 고려하지 않은 실정

- 보관형태에 따른 하재하중, 냉장·냉동 기계설비 등 화재안전 측면에서 위험성이 높은 특성을 보유
- 물류창고 내 화재안전 시설 일부에 대해 기준을 완화하는 사례 발생

2. 상위계획과의 부합성

■ **물류시설 화재안전 개선을 위한 피난 안전성 향상 및 위험도 기반 관리기술 기획사업이 국가정책을 실현하기 위해 정책적 일관성을 가지고 추진될 수 있는지를 평가**

○ 상위계획과의 부합성은 '국가계획의 내용'과 '동 사업의 연구목적'을 비교·분석하여, 국가정책 차원에서 동 사업의 정책적 부합성을 평가

○ 분석대상의 국가계획은 동 사업의 기회 목적을 고려하여, 가. 국가정책, 나. 연구개발정책, 다. 국가안전정책 범위로 구분하여 평가

- 예비타당성 조사 표준지침에서 제시하고 있는 국가정책은 연구개발 정책 부문에 해당

- 동 연구는 물류시설 화재안전 부문 국가정책 외에 현 정부의 국가정책 등을 추가로 분석하였으며, 물류시설 화재안전 개선을 위한 피난 안전성 향상 및 위험도 기반 관리기술 기획사업과 관련성이 높은 국가안전정책 부문까지 폭넓게 조사

가. 국가정책

■ **국가정책 부문은 현 정부의 국가정책 기조를 담은 '국정운영 4개년 계획'을 분석**

○ 연구개발사업 예비타당성조사의 정책적 분석대상은 연구개발사업 중장기 법정계획이 기본 분석대상

○ 하지만, 현 정부 운영방향을 제시하는 공약집과 경제활성화 부문의 계획을 분석하여, 정부차원의 정책적 합의 여부를 검토

(1) 국정운영 5개년 계획

■ **국정운영 5개년 계획은 5대 목표 및 20대 국정전략을 달성하기 위해, 100대 국정과제를 추진하여 487개의 실천과제를 수립**

○ 대선 공약을 기초로 국민제안 사항, 정책 현안 등을 종합적으로 고려하여 새정부 100대 국정과제를 선정

○ 물류시설 화재안전 개선을 위한 피난 안전성 향상 및 위험도 기반 관리기술 기획사업과 관련성이 높은 국정과제를 선정하여 정책적 부합성 평가

- (국정과제 33) 소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도기반 구축은 4차 산업혁명 대응, 생태계 조성, 인프라 조성 및 융합 확산, 소프트웨어 경쟁력 강화, 역기능 대응을 추진

- (국정과제 55) 안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축은 승강기 사고, 화재 등 재난과 안전사고로부터 국민생명 및 자산 보호 강화 추진

- (국정과제 56) 통합적 재난관리체계 구축 및 현장 즉시대응 역량 강화는 현장대응 역량 강화를 통해 통합적 국가재난관리체계 구축을 마련하고 재난에 대한 사전 예·경보 시스템 구축 및 사후 조사·치료 강화

<표 7-1> 국가정책(국정운영 5개년 계획)과의 부합성

구분		물류시설 피난 안전성 확보 기술	물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리기술	물류시설 현장조사 및 기반기술
국정과제 33	소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도 기반 구축	○	○	◎
국정과제 55	안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축	◎	◎	○
국정과제 56	통합적 재난관리체계 구축 및 현장 즉시대응 역량 강화	○	◎	◎

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

(2) 2016~2025 국가물류기본계획

해양수산부와 국토교통부는 「2016~2025 국가물류기본계획」을 통해 재난·재해 대응 물류체계 확보 및 지속가능한 물류산업 환경 조성 추진

○ 물류정책기본법은 국내 물류정책 및 계획을 수립, 시행, 지원하는데 필요한 법령으로 물류정책의 최상위 법령이며 국가물류 기본계획의 수립 및 시행, 물류시설 및 장비 확충 등에 대한 사항을 결정

- ICT 융복합 기술이 접목된 물류기술개발 및 효율성 제고를 통해 성장하는 물류 시장에 효과적인 대응이 가능할 것으로 기대

<표 7-2> 2016~2025 국가물류기본계획과의 부합성

구분	물류시설 피난 안전성 확보 기술	물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리기술	물류시설 현장조사 및 기빈기술
산업트렌드 변화에 대응한 고부가가치 물류산업 육성	△	△	△
세계 물류 지형 변화에 따른 해외 물류시장 진출 확대	△	△	△
미래대응형 스마트 물류기술 개발 및 확산	○	○	△
지속가능한 물류산업 환경 조성	○	○	○

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

나. 연구개발정책

■ **연구개발정책 부문은 '제5차 국토종합계획', '제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획', '2021년도 정부연구개발(R&D) 투자방향 및 기준', '제3차 물류시설개발 종합계획'을 분석하여 동 사업의 부합성을 검토**

○ 제5차 국토종합계획은 현재와 미래 세대 모두를 위한 국토의 백년대계 실현을 지향하며, 「모두를 위한 국토, 함께 누리는 삶터」를 비전으로 설정

○ 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획은 국토교통 분야 전문 연구인력 양성, 과제 공모방식 개선, 국제협력 등 R&D 수행기반 마련을 위한 전략적 추진 방안 제시

○ 2021년도 정부연구개발(R&D) 투자방향 및 기준은 국민이 체감하는 삶의 질 개선을 목표로 안전한 삶 지원, 지속가능한 환경 조성, 건강·생활편익 증진 등 국민이 체감하는 성과 창출과 혁신성장 성과 가속화를 위한 투자에 주력할 계획

○ 제3차 물류시설개발 종합계획은 물류시설의 합리적 개발·배치 및 물류체계의 효율화 등을 위하여 5년 단위의 물류시설개발 종합계획을 수립하며 변화된 정책 및 산업환경에 맞는 향후 5년간 물류시설 공급 및 관리·운영정책 방향 정립

(1) 제5차 국토종합계획

■ 제5차 국토종합계획은 자율적 운영과 국토 지능화 과제를 통해 교통·물류 서비스와 스마트시티 글로벌 경쟁력을 강화하는 정책

○ 세 가지 세부과제로 구분하여 물류산업 성장기반 마련, 도시물류 거점 육성과 철도 물류 효율성 제고, 스마트 물류기술 확산과 산업 간 융·복합 물류체계 구축으로 연구개발 과제 진행

- 공유형 물류인프라 구축, 주민친화형 물류인프라 개발, 첨단 물류장비 기술개발 등 물류시설 화재안전 개선과 관련성이 있는 과제들로 정책적 부합성 평가

〈표 7-3〉 제5차 국토종합계획과의 부합성

구분	물류시설 피난 안전성 확보 기술	물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리기술	물류시설 현장조사 및 기반기술
물류산업의 성장기반 마련	○	○	◎
도시물류 거점 육성과 물류 효율성 제고	○	△	○
스마트 물류기술 확산과 산업 간 융·복합 물류체계 구축	○	○	△

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

(2) 제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획

■ 제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획은 국토교통 과학기술에 관한 장기적이고 종합적인 정책방향을 설정하고 중장기 투자계획을 정하는 최상위 법정 종합계획

○ 미래변화에 대응한 중점 기술 개발전략을 종합적으로 제시하고 사업화 등 개발된 기술의 보급·활용 지원체계도 구축

- 국내외 미래전망 보고서에서 제시한 메가 트렌드 중 정부정책 부합성 및 국토교통 분야 연관도 등을 고려하여 과제 선정

<표 7-4> 제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획과의 부합성

구분	물류시설 피난 안전성 확보 기술	물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리기술	물류시설 현장조사 및 기반기술
4차 산업혁명 대응 혁신성장동력 육성	○	○	△
기술융합을 통한 새로운 가치창출	○	△	○
사람 중심의 국토교통 기술개발	◎	◎	◎
미래지향적 R&D 시스템 도입	△	△	○

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

(3) 2021년도 정부연구개발(R&D) 투자방향 및 기준

■ 2021년도 정부연구개발(R&D) 투자방향 및 기준은 과학기술 혁신, 경제발전 기여, 삶의 질 개선의 기본 투자기조를 유지하는 가운데, 국민이 체감하는 성과 창출과 혁신성장 성과 가속화를 위한 투자에 주력

○ 이를 위해 3대 분야 10대 중점 투자방향을 설정하고, 자율과 협업 기반의 투자 강화 등 투자 시스템 개선을 위한 6대 과제를 제시

- 그 중 물류시설과 관련된 과제로 건설·교통분야의 시설물·건축물의 안전성 제고, 신속·편리한 교통물류체계 마련 등 삶의 질 향상 분야에 지속 투자

<표 7-5> 2021년도 정부연구개발(R&D) 투자방향 및 기준과의 부합성

구분	물류시설 피난 안전성 확보 기술	물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리기술	물류시설 현장조사 및 기반기술
혁신주체의 연구역량강화	△	△	△
과학기술로 성장동력 기반 확충	○	○	○
국민이 체감하는 삶의 질 개선	◎	◎	◎

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

(4) 제3차 물류시설개발 종합계획

■ 제3차 물류시설개발 종합계획의 비전은 국가물류 서비스 향상과 미래역량 강화를 위한 선진물류시설 구축으로 추진

❍ 이를 달성하기 위한 목표로는 물류시설 일자리 창출, 국가물류인프라 경쟁력 지수 향상, 물류시설 운영업 총 매출 성장으로 선정

- 3개 목표, 7개 전략을 설정하였으며 본 사업과 관련된 사업인 친환경 안전 물류체계 구축과제는 다섯 가지의 세부 주요전략을 수립

<표 7-6> 제3차 물류시설개발 종합계획과의 부합성

구분	물류시설 피난 안전성 확보 기술	물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리기술	물류시설 현장조사 및 제도화 기술
도시 생활물류 인프라 확충	○	△	○
물류복지 구현을 위한 기반 조성	○	△	○
물류시설 공공성 강화 및 투자 활성화 유도	△	△	△
낙후된 물류시설 선진화	○	○	○
친환경・안전 물류체계 구축	◎	◎	◎
미래형 첨단 물류시설 개발・조성	◎	◎	○
글로벌 물류 네트워크 역량 강화	△	△	△

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

다. 국가안전정책

■ **국가안전정책 부문은 제4차 국가안전관리 기본계획, 제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획, 제1차 화재안전정책 기본계획, 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획, 2021년도 소방청 소방안전기술 연구개발사업 시행계획을 분석하여, 국가안전정책과 동 사업의 부합성을 검토**

○ 제4차 국가안전관리 기본계획은 도시화·인구집중, 고령화, 기후변화, 신종감염병 등 재난환경 변화에 대응하여 국가가 국민을 재난 및 안전사고로부터 보호하기 위안 계획

○ 제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획은 재난 및 안전관리 과학기술을 활용한 국민안전 확보를 위해 기술개발을 통한 재난안전 기술 선진화 및 R&D 투자 효율성 강화 추진

○ 제1차 화재안전정책 기본계획은 화재안전정책 개발을 통해 핵심과제의 발굴을 추진하며, 화재안전 정책 기본 및 세부계획의 수립·운영 모델 개발 추진

○ 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획은 정책·제도 선진화, 연구개발 촉진, 우수인력 양성, 효율적인 정보체계 구축을 통해 시설물을 안전하게 유지관리하기 위한 5년 단위 법정계획

○ 2021년도 소방청 소방안전기술 연구개발사업 시행계획은 국민 소방 협력 초기대응 현장지원 기술개발 등 신규사업을 추진하며 현장대응 효율화 및 건축물 소방 안전도 제고 추진

(1) 제4차 국가안전관리 기본계획

■ **각종 재난 및 사고로부터 국민의 생명·신체·재산을 보호하기 위해 국가의 재난 및 안전관리의 기본방향을 설정하는 최상위 계획으로 국민을 안전사고로부터 보호하기 위한 계획**

○ 국토 교통부 시설물 재난·사고의 대응 주요과제 및 대책 추진으로 물류창고를 포함한 다중이용 시설의 안전 및 유지관리의 고도화 실현

<표 7-7> 제4차 국가안전관리 기본계획과의 부합성

구분		물류시설 피난 안전성 확보 기술	물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리기술	물류시설 현장조사 및 제도화 기술
포용적 안전관리	안전취약계층 보호·지원	△	△	△
	국민 참여형 재난안전 교육·훈련	○	○	△
	국민 안전권 보장기반 마련	△	○	○
	안전관리계획의 실행력 제고	○	○	○
예방적 생활안전	국민생명 지키기 3대 프로젝트	△	△	○
	미세먼지 감축 및 먹는 물 수질관리	△	△	△
	생활주변 안전환경 조성	○	△	△
	일상생활 속 안전문화 확산	○	△	○
현장중심 재난대응	재난대응체계 혁신	◎	○	○
	육상·해상 현장대응역량 강화	△	△	○
	지자체·민간 재난관리역량 확대	△	○	○
	재난현장의 정보·소통체계 개선	○	○	○
과학기술 기반 재난관리	미래·첨단 재난안전 산업육성 및 기술개발	△	△	◎
	대형 복합재난으로부터 회복력 확보	◎	○	○
	기후변화에 대한 선제적 대응	△	○	△
	대규모 재난 관리역량 강화	○	○	○
	국제협력 증진 및 해외재난으로부터 국민 보호	△	△	△

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

(2) 제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획

■ 국가과학기술심의회에서 재난안전기술 개발 및 환경조성을 뒷받침하며, 국민 삶의 질을 향상을 위한 '제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(안)'을 수립

○ SMART 기술개발로 '국민 맞춤형' 안전복지 구현이라는 비전으로 서비스·기술·산업을 긴밀히 연계하여 ① 국민안전 확보를 위한 맞춤형 서비스 개발(안전서비스) ② 미래·신종재난 대비 재난안전기술 선진화(안전기술) ③ 현장 실용화 중심의 안전생태계 구축(안전산업) 등 3대 추진전략과 10개 추진과제로 추진

- 특히, 물류시설 화재안전 개선을 위해 위험요소 예측·영향평가 등을 활용한 재난환경 변화를 예측하여 선제적으로 대응 추진

<표 7-8> 제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획과의 부합성

구분		물류시설 피난 안전성 확보 기술	물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리기술	물류시설 현장조사 및 제도화 기술
국민안전 확보를 위한 맞춤형 서비스 개발	국민생활 안심서비스 개발	△	△	△
	재난피해자 지원서비스 기술개발	△	○	△
	재난피해로부터 회복력 강화 기술개발	△	△	△
미래·신종재난 대비 재난안전기술 선진화	재난안전 위험요소 예측·영향평가 기술개발	○	◎	○
	빅데이터 기반 재난안전 정보활용 기술개발	○	○	○
	재난안전 융·복합 대응 기술개발	○	○	○
	로봇 및 인공지능 기반 재난안전 관리지원 기술개발	△	○	○
현장 실용화 중심의 안전생태계 구축	재난안전 전문인력 양성 교육훈련 기술개발	○	○	○
	재난안전산업 실용화지원 기술개발	△	○	◎
	현장중심 협력형 기술개발	○	○	○

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

(3) 제1차 화재안전정책 기본계획

■ 화재안전 정책의 패러다임이 사고대응에서 사전예방 중심으로 전환되면서 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」에 의하여 5년마다 수립

○ 정책의 목표는 다양하고 동채적인 화재위험으로부터 국민을 적극적으로 보호하고, 일상화된 위험요인 제거를 통해 안전하고 행복한 사회를 보장

<표 7-9> 제1차 화재안전정책 기본계획과의 부합성

구분		물류시설 피난 안전성 확보 기술	물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리기술	물류시설 현장조사 및 기반기술
안전한제도	화재위험 특성에 따른 안전기준 마련	◎	◎	◎
화재안전 제도개선	화재안전관련법령분석 및 성능위주설계 제도 보완	○	○	○
	소방특별조사제도 전문화	△	△	◎
안전한 공간	주거·생활 공간 안전성 보장	△	△	○
안전생활 환경조성	대형화재 취약시설 안전관리 강화	◎	◎	◎
	재해약자 시설 안전관리 강화	◎	△	△
안전한 문화	국민참여형 홍보	△	△	○
대국민 화재 예방 홍보·교육	체험위주의 화재예방교육 확대	△	△	○
	안전문화 확산	△	△	○
안전한 인프라	화재안전기술 개발·보급	◎	◎	○
미래 화재안전 기반(인프라) 확충	화재안전 전문인력 역량 강화	○	○	○
	화재안전정책 기본계획 추진기반 확보	△	△	○

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

(4) 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획

■ 물류시설 등의 시설물을 안전하게 유지·관리하기 위한 5년 단위 법정계획으로 3대 목표 및 성과지표와 4대 추진전략을 선정하고, 총 16개 세부과제를 추진

○ (3대 목표 및 성과지표) “안전한 시설물”, “자연과 함께 하는 시설물”, “스마트한 시설물”을 목표로 삼고 3대 성과지표 설정

- (추진전략 및 세부과제) 선진적 안전관리체계 확립 등 4대 추진전략 별로 총 16개 세부과제 구성

<표 7-10> 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획과의 부합성

구분	물류시설 피난 안전성 확보 기술	물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리기술	물류시설 현장조사 및 기반기술
시설물 노후화 대비 선제적 관리체계 정착	○	◎	○
4차 산업혁명 기술 활용 시설물 안전·유지관리 고도화	○	◎	○
융·복합을 통한 미래 대비 산업발전 기반 조성	○	○	○
국민 소통형 시설물 안전·유지관리 서비스 지향	○	○	○

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

(5) 2021년도 소방청 소방안전기술 연구개발사업 시행계획

■ 소방청은 ’18년도부터 소방안전기술 분야의 연구개발사업을 추진해왔으며 ’21년도에는 총 6개 사업 사업비 206억으로 ’20년도의 사업비 151억에서 투자의 규모 확대

○ 물류시설 등 시설에서 소방설비의 부·오작동의 문제 해결 기술 개발 관련 자유공모 과제와 소방안전관리자용 피난 시뮬레이션 개발 등의 신규과제가 추가되며 예산 확보

- ’21년도 소방안전기술 연구개발사업의 비전은 “첨단기술을 통한 시설의 안전성 확보와 대응의 효율”로 3개의 전략과 6개 사업으로 세분화

<표 7-11> 2021년도 소방청 소방안전기술 연구개발사업 시행계획과의 부합성

구분	물류시설 피난 안전성 확보 기술	물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리기술	물류시설 현장조사 및 기반기술
국민위해인자에 대응한 기체분자 식별·분석기술 개발	△	○	△
소방 대응력 향상을 위한 연구개발	○	○	○
재난현장 긴급대응 기술개발	○	△	△
실감기반 첨단소방훈련체계 구축연구	△	○	○
ESS·수소시설 화재안전 기술연구개발	○	○	△
국민 소방협력 초기대응 현장지원 기술개발	◎	○	○

◎: 부합도 높음, ○:부합도 보통, △:부합도 낮음

라. 평가결과

상위계획과의 부합성은 국가정책과 물류시설 화재안전 개선을 위한 피난 안전성 향상 및 위험도 기반 관리기술 기획사업의 정책적 부합성을 검토하여, 동 사업이 국가정책의 구체적 실현에 기여할 수 있으며, 정책적 일관성을 가지고 추진될 수 있는지를 평가

○ 상위계획은 (1) 국가정책, (2) 연구개발정책의 부문, (3) 국가안전정책 부문으로 나누어 검토하였으며, 국가 국정운영 안전정책에 이르기까지 다양한 정책방향을 검토

검토결과, 물류시설 화재안전 개선을 위한 피난 안전성 향상 및 위험도 기반 관리기술 기획사업은 상위계획과의 부합성이 높기 때문에, 정책적 타당성이 높은 것으로 평가

○ 문재인 정부 100대 국정과제는 '4차 산업혁명을 선도하는 혁신 창업국가'에서 '소프트웨어 강국, ICT 르네상스로 4차 산업혁명 선도기반 구축' 및 '안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축', '통합적 재난관린체계 구축 및 현장 즉시대응 역량 강화'와 부합성이 높음

○ 2016~2025 국가물류기본계획은 미래대응형 스마트 물류기술 개발 및 확산, 지속가능한 물류산업 환경 조성과 부합성이 높음

○ 제5차 국토종합계획은 물류산업의 성장기반 마련, 도시물류 거점 육성과 철도물류 효율성 제고, 스마트 물류기술 확산과 산업 간 융·복합 물류체계 구축과 부합성이 높음

○ 제1차 국토교통과학기술연구개발 종합계획은 사람 중심의 국토교통 기술개발과 부합성이 높음

○ 2021년도 정부연구개발(R&D) 투자방향 및 기준은 국민이 체감하는 삶의 질 개선 전략에서 시설물·건축물의 안전성 제고, 신속·편리한 교통물류체계 마련과 부합성이 높음

○ 제3차 물류시설개발 종합계획은 친환경·안전 물류체계 구축, 미래형 첨단 물류시설 개발·조성과 부합성이 높음

○ 제4차 국가안전관리 기본계획은 재난대응체계 혁신, 대형 복합재난으로부터 회복력 확보, 대규모 재난 관리역량 강화, 안전관리계획의 실행력 제고와 부합성이 높음

○ 제3차 재난 안전 및 안전관리 기술개발 종합계획은 재난안전 위험요소 예측·영향평가 기술개발, 빅데이터 기반 재난안전 정보활용 기술개발과 부합성이 높음

○ 제1차 화재안전정책 기본계획은 화재위험 특성에 따른 안전기준 마련, 대형화재 취약시설 안전관리 강화, 화재안전기술 개발·보급과 부합성이 높음

○ 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획은 시설물 노후화 대비 선제적 관리체계 정착, 4차 산업혁명 기술 활용 시설물 안전·유지관리 고도화와 부합성이 높음

○ 2021년도 소방청 소방안전기술 연구개발사업 시행계획은 소방 대응력 향상을 위한 연구개발, ESS·수소시설 화재안전 기술연구개발, 국민 소방협력 초기대응 현장지원 기술개발과 부합성이 높음

〈표 7-12〉 상위계획과의 부합성 평가

부문별 정책		부합도 낮음	부합도 높음	부합도 높음
국가정책	부합도 높음	보통	대체로 적절	적절
	부합도 보통	대체로 부적절	보통	대체로 적절
	부합도 낮음	부적절	대체로 부적절	보통
연구개발	부합도 높음	보통	대체로 적절	적절
	부합도 보통	대체로 부적절	보통	대체로 적절
	부합도 낮음	부적절	대체로 부적절	보통
국가안전	부합도 높음	보통	대체로 적절	적절
	부합도 보통	대체로 부적절	보통	대체로 적절
	부합도 낮음	부적절	대체로 부적절	보통

3. 정책적 추진의지

■ **정책적 추진의지는 주관부처·사업수행기관·유관부처·유관기관 등 각 주체 간의 사업수행체계와 협조체계를 검토하고, 사업주체들의 추진의지를 평가하는 항목**

○ 정책목표를 달성하기 위해 사업수행체계와 역할분담의 적절성, 협조체계와 운영방안의 효율성 등을 거버넌스 관점에서 수직적·수평적 협력체계로 평가

- 수직적협력체계는 정책을 결정하는 정부부처, 사업을 관리하는 연구관리전문기관, 연구과제를 수행하는 연구기관 간의 정책목적 전달과 자금의 제공 및 조정체계를 평가

- 수평적 협력체계는 사업에 참여하는 정부부처·연구기관·연구자 등 사업참여주체 간, 사업참여주체와 이해관계자 간의 네트워크 및 소통체계를 평가

○ 추진의지는 사업기획주체들의 사업추진의지와 사업으로 인해 영향 받는 이해관계자들의 선호도를 분석

■ **사업기획 단계에서 사업기획에 필요한 적정한 기관들을 참여시키고, 기관의 역량에 따라 필요한 역할을 분담하여, 체계적으로 사업도출**

○ (국토교통부) 물류시설 화재안전 개선을 위한 피난 안전성 향상 및 위험보 기반 관리기술 기획사업의 추진주체이며, 본 사업의 전체적인 조율 및 방향설정, 주요 안건에 대한 심의 및 결정을 담당

○ (국토교통과학기술진흥원) 물류시설 화재안전 개선을 위한 피난 안전성 향상 및 위험도 기반 관리기술 기획사업의 전체적인 추진일정 조율 및 기획보고서 작성 방향설정, 전문가 위원회 및 기획자와의 정보교류 및 모니터링 등의 실무 총괄을 담당

○ (기획분과위원회) 산·학·연·관의 전문가를 고루 구성하며, 물류시설 화재안전 개선을 위한 피난 안전성 향상 및 위험도 기반 관리기술 기획사업 기술선정, 목표설정, 로드맵 및 상용화 전략 수립 등 기획보고서 작성 전반을 담당

○ (자문위원회) 물류시설 화재안전 개선을 위한 피난 안전성 향상 및 위험도 기반 관리기술 기획사업 보고서 작성 안에 대하여 국내외 정책, 경제, 기술 등 다방면으로 검토 및 자문

○ (한국건설기술연구원) 본 사업의 기술개발 이아템 발굴, 목표 설정, 로드맵 및 상용화 전략 수립 등 기술기획보고서 작성 및 기획위원회 운영 전반을 담당

○ (한국지식서비스연구원) 기획 관련 조사·분석, 기획보고서 검토 및 수정·보완, 경제성 분석 및 등 기획사업 전반의 실무를 지원

■ **물류시설 화재안전 개선을 위한 피난 안전성 향상 및 위험도 기반 관리기술 기획사업 관련 비전 및 목표, 중점기술 도출, 기술로드맵 제시, 사업의 기술성과 투자 타당성 확보를 위한 연구개발 기획 수행**

○ 기획위원회, 자문위원회 등 관련 분야의 외부전문가 의견을 수렴하고 기획연구에 반영

- (기획위원회 및 자문위원회) 각계 전문가 의견을 수렴하고, 중점분야, 세부기술, 구성기술 등의 기획내용 작성 및 검토

제2절 기술적 타당성

1. 기술개발 계획의 적절성

가. 기술개발목표의 적절성

사업목표와 내용의 구체성

○ “물류시설 화재안전 개선을 위한 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술개발” 사업의 총괄목표를 구체화하여 제시하였음

- “물류시설 화재안전 개선을 위한 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술개발”은 물류시설이 급증하고 있으나, 이에 대한 대책 및 기술개발을 마련하여 대형 화재사고 및 인명피해를 줄이기 위한 기술을 사업으로 기술개발에 따른 수혜자는 국가와 국민의 안전이므로 연구개발 목적 및 타당성이 명확함

- “물류시설 화재안전 개선을 위한 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술개발” 화재안전에 대응한 물류시설 안전체계와 관련 인프라 개발에 대한 것이며, 아직까지 국내에서 구현된 바 없는 기술로 운영(시스템) 기술과 안전확보 기술개발이 반드시 병행되어야 기술 완성도 및 실용화 가능성이 높기에 성과목표에 반영함

연구 비전 설정의 구체성

○ 본 연구의 비전은 “물류시설에서 화재 발생시 인명피해를 최소화하기 위한 피난안전성 향상 기술과 비용효율적인 화재대응월 한 위험도 기반 관리 기술”이며 물류시설 화재안전 강화에 대한 국민 요구 및 사회문제 해결에 부합하는 교통인프라 개발을 통해 구현하기 위한 목적으로 제시하였음

연구목표 설정의 구체성

○ ‘물류시설 화재안전 개선을 위한 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술개발’은 물류시설에서 화재발생시 인명피해 최소화를 위한 피난안전성 향상 기술과 비용효율적인 최적 화재대응을 위한 위험도 기반 관리 기술 개발을 목표로 설정

○ 화염·연기 확산방지, 방화구획, 피난, 배연, 마감재료 등 안전시설에 대해서 물류시설에 효과적인 개선방안 도출을 통해 물류시설의 피난안정성을 확보

연구내용 설정의 구체성

○ 4개 중점분야 구분에 따라 10개 핵심기술로 분류하였으며 핵심기술에 따른 연구내용은 본 연구사업의 총괄목표 및 성과목표 달성을 위해 필요한 내용들로 적절하게 반영

○ 각 핵심기술의 기술개발 필요성, 기술개발 목표, 기술개발 내용 및 성과, 기술개발에 따른 기대효과를 정리하여 나타내었으며 각 연구내용은 각 핵심기술 및 중점분야 그리고 성과목표와 총괄목표 달성을 위해 타당하게 구성

나. 사업추진전략의 적절성

사업추진전략의 구체성 및 도출근거

○ 사업추진전략의 구체성

- 본 사업은 산, 학, 연 전문가로 구성된 기획위원회와 다양한 전문가 의견수렴을 통하여 기술의 정의 및 개발 기술의 적용 시나리오를 수립하였으며 이러한 과정을 통해 화재대응 및 기술변화를 고려한 기술개발 시나리오를 수립함

- 또한 사업의 총괄목표 및 기술구성을 비롯하여 정책, 시장, 기술동향에 대한 조사와 함께 논문 및 특허분석 등 객관적이고 정량적인 자료를 바탕으로 , SWOT 분석을 실시하였고 이를 통해 글로벌 주요 트랜드가 반영된 미래 물류시설 안전 관련 기술이슈 도출

- SWOT분석을 통한 중점분야도출, 중점분야에 따른 핵심기술과 각 핵심기술에 필요성 구성기술을 도출하였음

- 선정된 4개 중점분야와 10개 핵심기술, 연구내용을 바탕으로 사업 추진을 위해 반영해야할 추진전략으로 구체적인 실증 추진방안을 제시함

<표 7-13> SWOT 분석을 통한 중점분야도출

구분	추진방향	중점분야
활성화 전략	• 물류시설에 특성 및 유형을 고려한 화재안전 정책기획, 기술 개발 • 물류시설 화재안전에 대한 국가 R&D 투자 확대 • 강화된 화재안전관리체계와 소비자 욕구에 부합하는 우수 소방용품 개발·공급체계 마련	물류시설 피난 안전성 확보 기술
보완 전략	• 물류시설 화재안전의 경쟁력 확보를 위한 고부가가치화 • 물류시설 화재안전 정체성 확보를 위한 법·제도 개선 • 4차 산업기술을 연계한 물류시설 화재안전 체계 및 위험도 피난 특성 개선	물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술
차별화 전략	• 물류시설 화재안전과 4차 산업혁명과의 융복화 • 물류시설 현장조사 및 제도화를 통한 DB구축 • 동 사업과 관련된 적극적인 기업지원 활용 • 안전관리 체계 구축을 통한 물류시설 화재안전관리 강화	물류시설 맞춤형 화재대응 기술
약점극복 전략	• 물류시설 기능이 확대됨에 따른 화재안전 기준 강화 • 물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발 • 물류시설 피난 안전 개선 기술 개발 • 산재되어 있는 제도 및 계획을 위한 관리체계 설정	물류시설 현장조사 및 제도화

○ 사업추진체계의 적절성

- 추진체계 및 핵심기술에 따른 연구개발 내용 등 구성은 기획연구진과 기획분과위원회의 브레인스토밍을 통해 과제의 목적, 기준, 그룹핑 순으로 진행

- 본 연구과제는 총 5년의 연구기간, 10개의 핵심기술 구성 및 234억원(정출금 기준) 규모의 전체 사업 특성을 고려할 때 사업단 형태로 추진하는 것이 타당

하다고 판단됨

- 추진전략 수립을 통해 총 5년의 사업기간을 2단계로 나누어 사업추진체계를 수립하였으며 1) 물류시설 화재안전 개선 및 인프라 기술 개발 2) 기술의 연계 및 실증·실용화로 구분함

- 본 연구사업의 1단계는 현황조사·요소기술, 분석·예측·최적설계, 기준제시·시제품에 대한 핵심기술 개발을 목표로 하며 기술적 및 사회적 여건 변화에 따라 연구개발 수행에 따른 기술력 확보가 시급할 경우에는 1단계 사업에 대해서 연구단급 형태의 추진을 통해 핵심기술 확보가 가능할 것으로 판단됨

다. 기술개발 로드맵의 우수성

❍ 본 연구개발 사업의2 거시적 기술개발 로드맵을 작성함으로써 연도별, 중점분야별 및 핵심기술별 기술 추진 내용, 성과 등을 파악할 수 있도록 효과적으로 작성된 것으로 판단

❍ 또한, 제시된 기술로드맵을 바탕으로 사업추진 시급성이 높은 기술 및 기술간 연계관계 파악, 각 핵심기술에서 도출 가능한 주요 성과물을 제시하여 연구개발 최종 성과물 도출에 필요한 요소기술과 기술개발 흐름이 명학하게 드러나도록 작성됨

❍ 본 연구기획을 통해 작성된 기술개발 로드맵은 국내외 기술동향, 환경분석 결과 등을 종합하여 도출된 핵심기술 및 구성기술을 대상으로 하기 때문에 기술적, 사회적, 경제적, 정책적 측면의 분석결과가 반영된 것으로 고려할 수 있음

2. 기술수준 및 성공가능성

가. 기술수준 및 성공가능성

물류인프라 및 장비 분야

○ 물류시설 화재안전 기술개발 관련하여 물류인프라 및 장비분야는 성장기 단계로 판단되며, 물류시설 및 창고 특성을 활용한 측면에서 매우 중요한 기술로 인식

○ 최근 택배물량 증가에 따른 물류배송 속도 증가, 저온 상품증가로 인해 물류창고 기능이 대형·첨단화 추세

○ 최근 연이어 발생한 물류창고 화재사고로 인해 국가적으로 큰 관심을 가지게 되었으며, 이에 대응하는 대책 및 기술개발에 대한 국민들의 요구로 지속적인 물류시설 안전 분야 연구 및 관련 기술 개발 예상

○ 기존의 물류시설에서의 소화와 감지분야 신기술 개발은 본 연구에서 고려하고 있는 물류시설 화재안전 개선과는 차별화 됨

○ 해외에서도 관련 분야는 성장기 단계에 이르렀으며, 기술수준 최고보유국인 미국이 기술을 선도 중임

○ 국내와 달리 미국이나 유럽에서는 위험도를 고려하여 물류시설에서 막힌 복도나 피난경로의 설치방안을 제시하고, 수용물품 및 장비 또한 위험도와 화재방호 수준 등을 고려하여 물류시설에서의 피난 거리 제시

○ 미국에서는 물류시설에서 발생할 수 있는 고위험의 화재에 대응할 수 있는 소화시스템을 개발하여 랙크형 창고형태에서의 실규모 화재실험을 수행

○ 물류시설 화재안전 개선을 통해 비용이 과도하게 들어가는 것을 방지하기 위해 비용효율적인 목표를 수립하였고 이를 위해 위험도 기반의 화재대응 기준을 제시

○ 국내에서는 화재 감지가 천장에 있어 화재를 감지하는데 시간이 걸리는 것을 최소화하기 위해 랙크 내부에 설치하는 인랙 화재감지기를 개발한 상태

물류관리 분야

○ 물류관리 분야 기술발전은 성장기에 근접하여 최고기술 보유국인 미국을 추격하기 위해 기술개발 필요

○ 현재 국내 물류관리 기술개발은 블록체인을 기반한 유통 및 서비스, 자동차 기술개발에 취중되어 있지만, 신규등록 물류창고가 많아 짐에 따라 이에 대응하는 물류관리 안전분야 기술개발 필요

○ 물류창고에 대한 효율성을 위해 스마트화와 표준화에 대한 기술개발을 통해 물류산업 측면에서 기술수준이 향상되었지만, 보관 및 창고 내 위험요소에 대해 스마트화 및 표준화 기술개발은 부족

○ 미국은 수요물품 간 배기공간에 대한 규정을 제시하여 배기공간의 설치로 인해 내부에서 화재로부터의 열기가 수직으로 배출 유도

○ 이는 천장에 설치된 스프링클러가 빠르게 동작하는 것이 가능하도록 목적

○ 중국은 물류시설 내의 스프링클러 시스템의 반응 연구를 통해 화재 발생으로 인한 가스 발생량과 온도 변화를 분석하여 스프링클러 시스템의 적정가도 시점과 온도를 도출

재난안전 분야

○ 세계 최고 수준인 미국을 100으로 했을 때, 국내 기술 수준은 74.0 수준에 머물렀으며, 기술 격차도 3.8년에 이르며, 같은 추격그룹인 중국과는 5.0 수준 차이라 미국과의 기술격차를 좁혀야 함

○ 재난안전 분야 기술 중 “재난현장 소방·구조 장비시스템” 기술이 가장 연관성 보유

○ 해외는 정부의 적극적인 연구지원 및 투자로 인해 원천기술을 보유하고 각종재난에 대처할 수 있는 기술을 보유하고 있음

○ 또한, 안전에 대한 인식수준이 높으며 이로 인한 관심과 기술개발이 동시다발적으로 발생

○ 최근, 국내 물류창고 및 대형 화재사고를 경험하면서 사고발생 이후 후속처리에 집중하는 의식에서 사전 예방에 대한 필요성과 이를 위한 연구개발에 대한 관심 증대

다. 기존 연구과제의 중복성

■ **물류시설 화재안전 개선을 위한 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술 개발 관련 각 부처별 유사사업을 조사 및 비교분석하여 차별성 및 연계방안을 제시**

○ 랙크형 시설에서의 소화와 감지분야 신기술 개발(국민안전처, '15-'19)에 관한 연구개발은 있었으나, 물류시설의 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술 개발과 관련된 연구는 아직까지 없었음

- 기존 연구과제와의 중복성 문제는 없는 것으로 조사됨

<표 7-13> 기존 연구과제와의 차별성 및 연계방안

타 연구과제명	사업주관기관 (지원기관)	주요연구내용 및 성과물	차별성 및 연계방안
샌드위치 패널 창고·공장형 화재확산 분석을 통한 과학적 대응방안 연구	경민대학교 (국민안전처)	• (주요연구내용)랙크식 물류시설의 화재특성 분석, 소방분야 신기술 개발 및 시제품 제작·성능평가 수행 • (주요성과물)랙크식 물류시설의 소방분야 신기술 - 집중식 스프링클러 시스템 - 다중센서 복합 화재감지 시제품 - 이동식 소화장치 시제품	• (차별성) 선행사업은 랙크형 물류시설에 대해서 화재안전 확보를 위해 감지 및 소화장치 중심의 신기술 개발을 수행함. 본 사업은 물류시설의 분류와 유형에 따른 피난안전성 확보와 위험도 기반 최적 관리 분야에 관한 기술임.
			• (연계성) 본 사업의 "현장조사와 수용물품 등급화 연구"분야의 온라인 입력 시스템화, 수용물품 등급화 관련 DB 구축, 수용물품 화재강도 기준 정립을 위해서 선행사업의 조사기법, 등급화 분류 기준, 화재특성 실험자료 등을 참조, 연계·활용
물류저장시설 등 소방시설 설치기준 개발	한국화재소방학회 (소방방재청)	• (주요연구내용)물류시설의 소방시설 국내외 기준 분석, 소방시설 개선기준 및 소방용품 기술기준 제시 • (주요성과물)주요 소방시설의 개선기준 및 소방용품 기술 기준 - 소화기 개선기준 및 기술기준 - 자동화재탐지설비 개선기준 및 기술기준 - 스프링클러 개선기준 및 기술기준	• (차별성) 선행사업은 물류시설에 대해서 현행 소방시설의 설치기준과 기술기준을 개선한 연구임. 본 사업은 물류시설 특성을 반영한 피난안전과 방화성능 향상 기술, 위험도 기반의 최적화 기술 및 신제품 개발 분야에 관한 것임.
			• (연계성) 본 사업의 "물류시설 화재 위험성 평가와 맞춤형 화재대응 기술 개발"을 위해 선행사업의 위험성 분석 내용과 국내외 소방시설 분석안 등을 참조, 연계·활용

제3절 경제적 타당성

1. 분석개요

가. 비용편익분석의 개념

■ **경제적 타당성 분석은 해당 사업의 추진에 의해 국민경제 전체에서 발생이 예상되는 편익과 비용을 추정하고, 이를 이용해 비용편익분석(Cost-benefit analysis)을 통해 사업추진 타당성을 판단**

○ 경제적 타당성 분석은 공공사업의 추진으로 통해 국민경제 전체에서 발생이 예상되는 편익과 비용을 추정하고 이를 이용해 투입 비용 대비 예상 가능한 편익과 비교를 통하여 사업추진의 타당성을 판단

○ 한편, 연구개발사업의 경제적 타당성 분석은 건설부문과 달리 수요추정에 기반한 편익 산출이 이루어지지 않으며, 비시장재에 대한 가치를 측정함에 따라 연구개발 결과물에 대한 내재된 가치를 계량화하는데 한계 존재

○ 이러한 한계점에도 불구하고 사업추진 여부를 절대적인 가치 기준으로 판단이 용이한 비용편익 분석이 가장 폭넓게 활용되고 있으며, 현재, 연구개발부문 신규사업 추진을 위한 경제성 분석 방법론으로 인식

- 경제적 타당성 분석을 위한 대표적인 분석방식인 비용편익 분석은 장기적인 안목과 넓은 안목에서 사업의 바람직한 정도를 평가할 수 있는 실용적인 방법이며, 모든 관련된 비용과 편익들을 하나하나 열거하고 평가하는 것을 의미

○ 다만, 비용편익 분석을 위해서는 다양한 편익요소를 측정 가능한 화폐단위로서 분석이 이루어지는 것을 의미하며, 화폐단위로 환산이 불가능한 경우 비용효과 분석을 통하여 사업추진에 따른 상대적인 위치를 분석

○ 비용편익분석에 기반한 결과지표는 비용변제기간(pay-back period), 평균수익률(net average rate of return), 순현재가치(net present value; NPV), 비용편익비율(benefit-cost ratio), 내부수익률(internal rate of return; IRR) 등의 여러 가지가 있으며, 비용편익 비율을 기본지표로 제시하며, 순현재가치, 내부수익률 등의 지표 제시

○ 비용편익 비율은 편익의 현재가치의 합을 비용의 현재가치의 합으로 나눈 것으로 다음과 같이 수식으로 가능

$$\frac{B}{C}=\sum_{t=0}^{T}\frac{B_t}{(1+r)^t}/\sum_{t=0}^{T}\frac{C_t}{(1+r)^t}$$

- 사업의 비용, 편익은 장시간에 걸쳐 투입되거나 발생하기 때문에 할인율을 적용하여 이를 특정기간(일반적으로 현재연도)에 발생하는 것으로 환산하여 비교하게 되는데 이를 현재가치화라고 함

- 편익/비용 비율(B/C ratio)은 개별 대안사업별로 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나눈 값이 1 이상이면 경제성이 있다고 판단

○ 편익/비용 비율은 특정 항목을 편익 또는 비용으로 처리하는가에 따라 값이 달라지는 단점

- 허나, 신규사업 추진의 타당성을 분석하기 위한 판단 기준으로 다양한 분야에서 활용

나. 비용편익분석 항목

■ **경제적 타당성(비용편익 분석) 분석을 위한 기본 항목으로 총사업비, 추가 투입비용 및 편익 등으로 구분할 수 있으며, 객관화된 데이터를 활용하여 화폐가치로 환산하여 추정**

○ 총 사업비는 계획된 사업기간 내 연구개발 목적을 달성하기 위해 투입되는 비용으로 인건비, 재료비 등의 직접비와 간접비 등의 항목으로 구성

○ 추가 투입비용은 기술개발 완료 후 사업화 또는 현장적용 등을 위해 추가적으로 투입되는 숨은비용(Hidden Cost)을 의미하며, 사업완료 후 등 사업기간과는 별도의 기간을 고려하여 합리적인 기준을 설정하여 추정

○ 편익은 동 사업 추진을 통한 연구개발 결과물(성과)이 사업화 또는 현장적용을 달성하는 것을 가정하여 국민경제 측면에서 예상되는 편익항목을 세분화화여 추정

■ 분석된 총 비용과 총 편익을 현재가치화하여 B/C Ratio가 1.0 이상일 경우 사업추진 타당성이 있는 것으로 판단

중항목	소항목		주요 검토 내용
비용 추정	연구개발	연구활동지원	• 과제규모, 연구수행주체(수, 질), 기술성숙도(기술수명주기), 연구기간, 연구개발단계, 과제특성(직접비/간접비 비중) 등
		체계개발(HW,SW)	• 용도, 사양, 중량, 복잡도, 기술적 난이도, 기존 수행경험, 기능점수 등
	연구시설·장비 구입 및 유지비	연구시설	• 용도, 면적(인원, 시설장비규모), 지형, 지질학적특성, 입지, 재료, 층수, 개조관련사항, 허가사항, 환경영향, 공공수용성, 내부체계 등
		연구장비	• 용도, 사양, 개수, 발주처(비교견적서) 등
	연구관리		• 관리인력(수, 질), 과제(평가.관리방법, 과제규모), 등
편익 추정 ※ 시장수요접근법 1) 가장 많이 적용	수요 추정		• 해당 연구개발을 통해 실질적으로 혜택을 받을 수요를 추정
	편익 산정		• 對 국민 경제적 편익, 연구개발 편익, 과학기술 및 산업적 응용 편익 등을 고려 - 연구개발 편익 : 핵심 기술 및 노하우, 경험 확보->무형적 편익 - 편익 범위 명확화 및 기준선 설정 필요 - 직접 편익과 간접 편익 고려
경제성 분석	B/C 분석		• 현재가로 환산한 비용 대비 편익의 비율이 1.0 이상이면 경제성이 있다고 판단 • 시나리오 별로 BC 분석
	E/C 분석		• 편익을 화폐가치로 환산할 수 없는 경우 비용효과분석 적용 • 비용대비 효과 값이 비교대상 사업에 비해 클 경우 사업 시행이 적절함
	사회적 할인율 설정		• 미래의 비용과 편익을 현재가치로 환산하는 데 사용하는 할인율 • 적정 사회적 할인율 5.5% 적용
	민감도 분석		• 투입 요소 변동에 따른 순현재가치의 변화 정도를 분석하기 위해 민감도 분석을 실시(할인율 ±2%, 비용/편익 ±20%) - 민감도가 클수록 위험한 사업으로 인식

<그림 7-1> 주요 검토 항목

구 분	주요항목	세부 내용
편익 (Benefit)	직접 편익	• 기술개발에 따른 관련 제품의 국내외 추가 시장 창출 규모 • 관련 기업 추가 매출액 • 조건부가치측정법(CVM)에 따라 WTP(지불의사)의 측정값 - 신규 제품 혹은 서비스에 대한 추가 지불금액 의향 • 기존 시설구축비 및 임대료 등을 대체/개선함에 따른 비용 절감액 • 인명피해/재해복구 등의 사회적 비용 감소 편익, 정보제공에 따른 사회적 편익증가 • 연구기반으로 인한 비용저감효과
	간접 편익	• 타 산업으로의 경제적 파급효과 - 생산유발효과, 고용유발효과, 부가가치유발효과 등
비용 (Cost)	연구개발비	• 기술개발에 소요되는 인건비, 직/간접비, 위탁연구비 등을 포함한 전체 연구비 - 인건비 : 내부 인원 투입 부분 산정 - 직접비 : 국내외 업체 외주비, 연구장비/재료 구입비, 기타 등 - 간접비 : 해당 출연연의 간접비(교과부, 국가연구개발사업 간접비 계상기준 참고)
	시설구축비	• 단지조성, 센터 구축 등 시설구축비(설계비, 감리비, 측량비 등을 포함한 전체 공사비)
	운영 및 유지보수비	• 편익을 발생시키기 위해 지속적으로 운영/유지보수가 필요한 경우에는 편익이 발생하는 기간 동안 운영비를 산정해야 함

<그림 7-2> 세부 편익 및 비용 항목

다. 비용-편익분석 프로세스

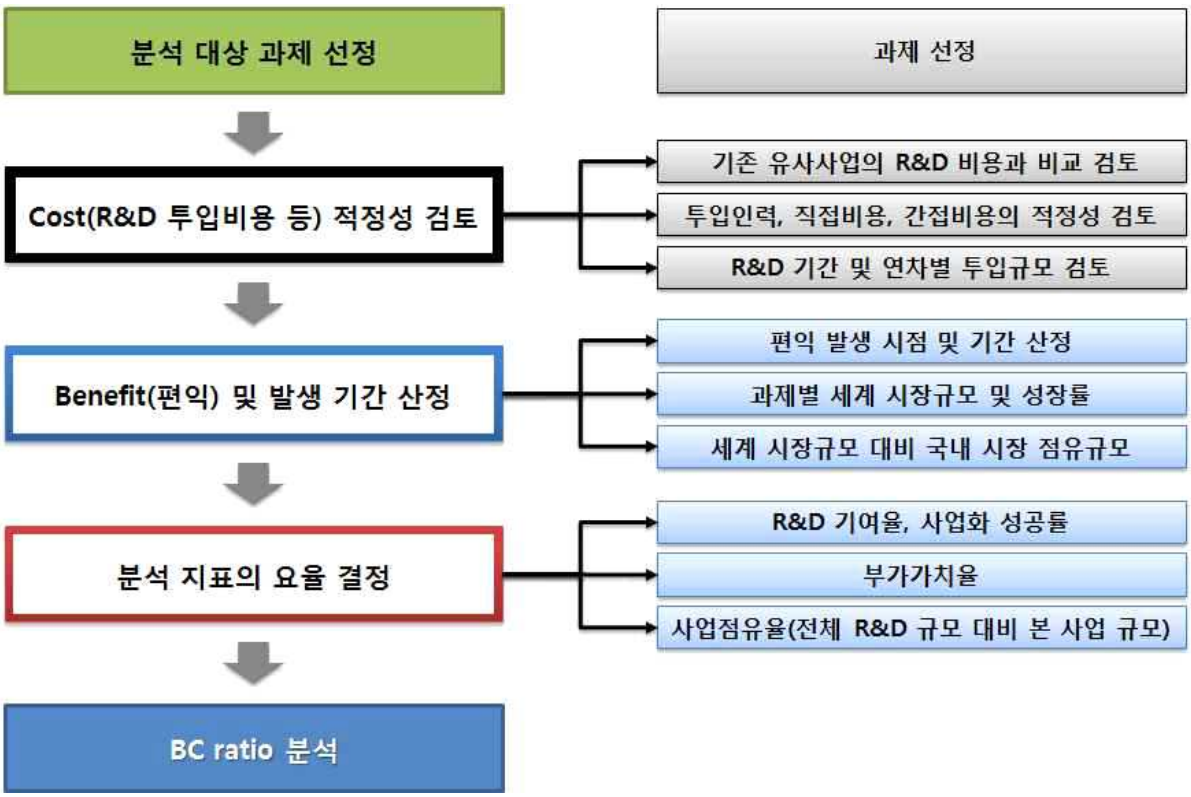
■ 비용편익 분석을 위한 분석과정은 총 비용의 추정 및 적정성 검토, 주요 편익 항목 도출 및 편익발생 기간 선정, 편익의 세분화를 위한 각 지표 값 결정 등의 과정 설정

○ 본 사업은 운송-하역-보관-포장 등 물류산업 Value-chain 전 단계에 첨단기술 개발 및 현장적용 등을 통해서 국내 물류산업 전반의 경쟁력 강화와 글로벌 경쟁력 강화를 달성을 목적으로 추진될 예정이며, 사업추진에 따른 직접적인 편익항목을 도출하여 사업 전반적인 타당성 여부를 판단

○ 먼저, 동 사업 수행을 위해 소요되는 총 사업비 및 사업기간 이후 발생되는 비용을 추정하여 경제성 분석을 위한 총 비용으로 산정

○ 다음으로, 편익발생 시점과 편익발생 기간 등을 설정 한 후, 편익유형 및 추정 방법 등을 결정

○ 최종적으로 편익산정을 위한 분석 지표 설정 후 경제적 타당성 분석을 실시



<그림 7-3> 비용편익분석 프로세스

2. 비용편익 분석

가. 편익추정 항목 및 논리구조

■ 경제적 타당성 분석은 동 사업의 비용과 편익을 추정하여 사업 추진이 경제적 측면에서 타당성을 확보하고 있음을 증명하기 위함임

○ 연구개발사업의 편익은 연구개발활동의 결과로 직접적으로 나타나는 모든 긍정적 효과를 의미하며, 미시적 수준에서 긍정적 효과를 구분하여 추정한 후, 거시적 수준에서 각각의 긍정적 효과를 기준에 따라 적절하게 합산하여 추정

- 연구개발사업의 편익은 사업의 결과로부터 직접적으로 얻어지는 것에 한하여 반영하고, 크게 정(positive)의 편익인 가치창출 편익과 부(negative)의 편익인 비용저감 편익으로 구분하여 산출

- 가치창출 편익은 연구개발사업의 결과로 나타난 산출물이 시장을 통해 거래됨으로서 새롭게 부가가치를 창출하는 것을 의미하며, 성과의 수혜 대상에 따라 소비자 중심 편익과 생산자 중심 편익으로 나눔

○ 동 사업의 목표와 성과물의 수혜자를 중심으로 달성 가능한 편익항목을 도출

- 인명피해를 최소화하기 위한 피난안전성 향상 기술과 비용효율적인 화재대응을 위한 위험도 기반 관리기술을 통한 부가가치창출 편익을 추정

- 즉, 물류시설 특성을 고려하지 않은 관리 방안에서 위험도 기반 관리 기술과 피난안전향상 기술을 통해 물류시설 맞춤형 대응 및 위험성 대비 피난안전성 향상을 통해 인명피해를 최소화에 기여

<표 7-15> 편익항목 구조

구분	유형	내용
가치증가	가치창출·증대	▪ 신기술 적용을 통한 생산량 증가 ▪ 신기술 개발로 인한 가치창출
	기술거래	▪ 기술이전에 의한 로열티 수입
비용감소	생산비용저감	▪ 생산투입 자원 및 시간의 저감 ▪ 연구기간 등의 연구수행 비용저감 및 물류비용저감
	피해비용저감	▪ 화재·사고로 인한 피해 감소

○ 동 사업에서는 시장수요접근법에 의한 가치창출 편익으로 추정

- 동 사업의 목표 및 기술개발 구성·내용에 따라 표적화된 수혜자 특성을 고려하여 부가가치창출 편익을 동 사업의 편익으로 추정

- 동 사업의 사업 기간 및 편익 발생기간을 고려하여 비용과 편익을 현재가치화하여 그 비율을 산정하여 B/C ratio를 산출

○ 가치창출 편익 추정을 위한 산정 식은 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행세부지침(KISTEP, 2020)에 근거하여 적용

- 동 사업에서 추진 예정인 기술개발 내용 및 목표와 연관된 시장 범위, 규모 등과 표적화된 수혜자 등을 고려하여 추정

- 편익산정 요소인 R&D기여율, 사업화 성공률 등은 객관적이고 공신력 있는 자료를 토대로 산정하여 적용함

- 동 사업의 편익 산정을 위한 식은 아래와 같음

편익 = 대상시장 × 부가가치율 × R&D 사업화 성공률 × R&D 기여율 × 사업기여율

<표 7-16> 동 사업의 편익산정을 위한 편익 구성요소 산출 Ⅰ

구분		비고
대상시장	2조 2562억 원('19)	▪ 창고, 차고, 터미널 건물 계약 실적 ▪ 전문건설업통계조사(대한전문건설협회)
부가가치율	25.6%	▪ 관련 품목의 평균 값
R&D 사업화 성공률	26.5%	▪ 국토부 R&D사업 과거 3개년 사업화성공률
R&D 기여율	35.4%	▪ 제3차 과학기술기본계획
사업기여율	2.1%	▪ 최근 3년간 물류R&D 투자금액, 민간투자금액 대비 동 사업 예산 비중

○ 목표시장은 통계청 국가통계포털(KOSIS)에 운수업 매출액 데이터를 토대로 산정하고 사업기간, 회임기간 및 편익 발생기간을 고려하여 예측함

- 운수업에서 육상운송업, 수상운송업, 항공운송업을 제외한 창고 및 운송관련 서비스업으로 산정하였고, 2019년 기준 30,210 십억원으로 조사됨

- 시장 추정은 최근 10년(2009~2019) 데이터를 토대로 선형(linear) 추정방법에 따라 2040년까지 예측함

<표 7-17> 동 사업의 편익산정을 위한 편익 구성요소 산출 II

(단위 : 백만원)

구분	연도	매출액(추정)
사업기간	2022	30,227,904
	2023	33,323,275
	2024	36,735,614
	2025	40,497,381
	2026	44,644,356
회임기간	2027	49,215,987
	2028	54,255,757
	2029	59,811,606
편익 발생기간	2030	65,936,379
	2031	72,688,335
	2032	80,131,700
	2033	88,337,273
	2034	97,383,105
	2035	107,355,241
	2036	118,348,534
	2037	130,467,552
	2038	143,827,571
	2039	158,555,670
	2040	174,791,943

○ 부가가치율은 한국은행의 2013년 산업연관표(연장표)의 물류시설 화재안전 기자재(H/W, S/W)와 연관성이 높은 품목의 평균 값을 적용

<표 7-18> 부가가치율

품목	부가가치율
공기 및 액체 조절장치	25.2%
통신 및 방송장비	24.7%
기타 정밀기기	27.0%
평균 값	**25.6%**

○ R&D사업화성공률의 경우 국토교통부 R&D사업 3개년 평균 사업화성공률을 적용

- 사업화성공률 26.5%를 적용

○ R&D기여율은 예비타당성조사 표준지침 제2판 기준에 따라 35.4%를 적용

○ 사업기여율은 물류기술 관련 기존 유사분야 정부투자와 민간투자 규모를 추정하여 동 사업과 관련된 분야에 대한 전체 투자와 동 사업이 점유하는 비율을 산정

<표 7-19> 물류시설 화재안전 관련 계약 실적 규모 추이

(단위 : 억원)

적용대상	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
창고, 차고, 터미널 건물	9,382.8	10,402.7	12,588.6	14,309.2	16,458.8	19,789.4	19,546.4	18,491.2	18,107.1	22,562.6

출처 : 전문건설업통계조사(대한전문건설협회)

나. 사업의 경제적 타당성(B/C Ratio)

물류시설 화재안전 기술개발사업의 경제적 타당성 분석 결과, B/C Ratio는 1.60으로 산정되어 경제적 타당성을 확보한 것으로 분석됨

○ 사업 착수년도(2022년) 및 기준년도(2020년)와 사회적 할인율(4.5%)을 적용하였고, 다양한 변동 상황이 사업에 미치는 영향을 분석(민감도 분석(사회적 할인율 3.5% 및 5.5% 각 적용))한 결과, B/C Ratio는 1.79 및 1.44로 각각 산정되어 경제적 타당성을 확보할 수 있는 것으로 조사됨

○ 또한, 순현재가치(NPV: Net Present Value)는 투자사업의 전 기간에 걸쳐 발생하는 순편익의 합계를 현재가치로 환산한 값을 의미하며 양수인 경우 조사 대상사업이 경제적으로 타당성이 있다고 평가되므로, 동 사업의 순현재가치를 고려시 경제적으로 타당성이 존재한다고 파악됨

시나리오1 (보수적)	1.79	시나리오2 (중립적)	1.60	시나리오3 (낙관적)	1.44

<표 7-20> 연도별 비용 편익 분석

(단위: 억 원)

구분	비용		편익		순편익
	비용	비용현가(NPV)	편익규모	편익현가(NPV)	
2022	55.0	46.9			
2023	68.5	55.3			
2024	92.0	70.4			
2025	92.2	66.9			
2026	92.2	63.4			
2027					
2028					
2029					
2030			33.3	23.4	
2031			36.7	24.7	
2032			40.4	26.0	
2033			44.6	27.5	
2034			49.1	29.0	
2035			54.1	30.6	
2036			59.7	32.2	
2037			65.8	34.0	
2038			72.5	35.9	
2039			80.0	37.8	
2040			88.2	399.9	
합계	234.3	**208.6**	624.3	**340.9**	

제4절 사업 기대효과

1. 과학기술적 기대효과

국내 물류시설의 화재안전성을 향상시킬 수 있는 신기술의 개발 및 보급

- 물류시설의 화재발생을 예방함과 동시에 화재발생시 인명피해를 최소화하기 위한 안전관리 규정·위험도 기반 관리기술 확보 가능
- 물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술, 물류시설 맞춤형 화재대응 기술을 통해 물류시설 화재안전 체계 및 위험도 피난 특성 개선 강화
- 물류시설의 피난안전시설 개선과 맞춤형 화재대응 신기술 개발을 통해 물류시설의 화재 안전성능 향상
- 화재 관련 안전을 담보하면서 물류시설의 특성을 반영하여 물류시설의 첨단화·대형화를 지원할 수 있는 합리적인 개선방안 제시

물류시설 화재안전 기술개발을 통한 물류산업 분야의 국가 R&D 및 과학기술 역량 제고

- 물류시설 화재안전 기술개발을 통해 새로운 기술 개척이 이루어짐으로써 물류시설 화재안전 분야의 선진국으로 도약하여 국가경쟁력 강화
- 그간 개별 부처로 추진되었던 모방형·칸막이형 국가 R&D 시스템을 개방형·협력형 R&D 시스템으로 진화시킴으로써 물류산업 분야 국가 R&D 시스템을 한 단계 진화·도약시킬 수 있을 것으로 기대

물류시설 화재안전 관련 원천 및 상용화 기술개발을 통해 관련 산업의 성장을 견인할 전략적 핵심 물류시설 화재안전 강화 기술의 세계 수준 경쟁력 달성이 가능

- 국내 기술의 해외 종속성 극복 및 선진국 수준의 우수기술 확보를 통해 미래 첨단산업니즈에 부응할 수 있는 물류시설 화재안전에 대한 자립화 기반 구축
- 물류시설 화재안전 상용화 기술 적용을 통해 신성장동력 창출 및 지속적인 세계시장 선점을 위한 경쟁우위 확보

2. 경제사회적 기대효과

■ 물류시설 화재안전 기술 개발 및 실용화를 통해 화재안전 기술 개발 전 화재 피해 대비 물류시설 화재기술로 인한 피해 최소화

○ 물류시설의 화재발생 위험성 감소 및 효과적 대응체계 구축을 통한 인명·자산 피해를 최소화하는데 기여

- 물류창고 신규등록 개소 대비 인명피해 및 재산 피해가 함께 증가하고 있지만, 본 연구를 통해 물류창고 개소가 증가해도 인명피해 및 재산 피해를 최소화

<표 7-21> 물류시설 화재안전 기술개발 피해 감소 효과

(단위 : 건, 명, 억 원)

구분	최근 5년('15~'20) 합	화재예방 효과 (20% 감소)		화재예방 효과 (30% 감소)	
인명피해	284	227	▽ 57	199	▽ 85
재산피해	4300.7	3,440.6	▽ 860.1	3010.5	▽ 1290.2

출처 : 국가화재정보센터(www.nfds.go.kr)

■ 물류시설 화재로 인한 피해 발생 및 불안감 증대 등을 화재안전 기술개발로 해소하여 물류산업의 안정적인 투자 유치 및 안전한 물류시설 운영 등을 통해 지속적인 성장을 기여

○ 우리나라는 해외 의존도가 높은 산업구조로 인해 물류산업 의존도가 높음에도 불구하고 물류산업 대외 경쟁력은 매우 저조한 수준

<표 7-22> 전체 산업 대비 물류산업 기업체 및 종사자 비중

(단위 : 개소, 명, %)

구분		2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
기업체	전체	3,676,859	3,812,800	3,874,146	3,950,169	4,019,872
	물류 산업	371,628	379,044	379,437	385,968	386,919
	비중	10.1	9.9	9.8	9.8	9.6
종사자	전체	19,173,387	19,899,697	20,889,140	21,259,126	21,626,904
	물류 산업	1,015,915	1,049,058	1,096,073	1,111,060	1,115,990
	비중	5.3	5.3	5.2	5.2	5.2

출처 : KOSIS, 전국사업체조사

○ 글로벌 물류경쟁력 지수는 2018년 기준 25위 수준으로 물류 인프라, 경직적인 법제도 등이 열악하여 대외 경쟁력 약화

- 국내 기업은 글로벌 선진기업 대비 물류시설 안전성 및 화재 대응 기술개발에 대한 저조한 투자와 기술개발 인력 부족으로 대외경쟁력은 낮은 수준

〈표 7-23〉 전세계 물류경쟁력 지수(기준연도 2018)

RANK.	국가	물류 성과 지수	세관	사회 기반 시설	국제 운송	물류 역량	추적	시간
1	Germany	4.20	4.09	4.37	3.86	4.31	4.24	4.39
2	Sweden	4.05	4.05	4.24	3.92	3.98	3.88	4.28
3	Belgium	4.04	3.66	3.98	3.99	4.13	4.05	4.41
4	Austria	4.03	3.71	4.18	3.88	4.08	4.09	4.25
5	Japan	4.03	3.99	4.25	3.59	4.09	4.05	4.25
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
25	Korea, Rep.	3.61	3.40	3.73	3.33	3.59	3.75	3.92

출처 : THE WORLD BANK(http://LPI.Worldbank.org)

○ 따라서, 국내외 물류수요 증가로 인해 급격히 증가하고 있는 복합물류시설의 안전관리 및 화재리스크 관리를 통해 국내 물류산업 중장기 투자전략 수립 용이

- 물류시설에 대해 위험도 기반의 화재안전 기준 제시를 통해 비용효율적으로 안전한 물류시설 운영환경 구축 가능

- 물류시설의 형태·기능·규모 등의 특성을 반영한 체계적 안전관리 체계 구축을 통한 관련 종사자의 안전의식 제고 및 인근 지역의 화재 불안감 해소

○ 또한, 화재안전 분야 선진 국가들과의 선진 기술 교류 및 시험 평가 분야의 협력 체계 구축 등을 통해 물류산업의 국내 및 국제적인 성장 가능

3. 산업연관 파급효과

가. 경제적 파급효과의 개요

■ 영국의 경제연구소(Cebr)에서 발간한 「물류창고 화재의 금융적, 경제적 영향」 보고서에 따르면, 물류산업에서의 승수 개념을 표현하며 간접효과와 귀납효과의 존재로 추가적인 경제적 영향이 있음을 명시

○ (물류산업 총부가가치 승수) 1파운드의 재화를 투자하거나 감소시킬 경우 그로인한 간접/귀납효과는 각각 1.01파운드, 0.75파운드로 총 2.76의 승수효과 발생

○ (물류산업 고용 승수) 1 FTE*를 투입하거나 감소시킬 경우 그로인한 간접/귀납효과는 각각 0.94 FTE, 0.66 FTE 로 총 2.60의 승수효과 발생

* FTE(Full Time Equivalent)는 노동투입과 관련된 것으로, 임의의 업무에 투입된 노동력을 전일종사 노동자의 수로 측정하는 방법

- 이같은 승수효과는 물류산업의 적극적인 투자가 더 큰 파급효과를 일으키기도 하지만, 물류창고 화재와 같은 큰 손실이 더 큰 규모의 경제적/금융적 손실을 유발한다는 것을 강조하며 물류창고 화재안전의 중요성 강조

■ 물류시설 화재안전 개선을 위한 신규사업 수행에 따른 경제적 파급효과 분석은 기본적으로 산업연관분석에 기초하여 추산

○ 산업연관분석은 경제변수가 다른 특정변수에 의해 변화할 때 산업간 연쇄적인 파급관계에 의해 나타나는 최종적인 경제활동 규모의 변화를 계측해보고 산업별 생산활동의 변화 정도를 가늠해 보는 분석방법

■ 동 사업의 분석은 산업연관분석의 수요모형(demand-side model)에 기반한 분석으로 특정산업이나 산업군에 대한 최종수요가 변화할 때 경제전체 및 산업에 미치는 영향을 분석

○ 수요모형은 사출에 대한 수요가 발생하게 되면, 이를 충족시키기 위해 생산에 필요한 투입물이 모두 공급된다는 것을 가정

○ 따라서, 경제가 초과생산능력을 가지고 있다는 것을 의미하며, 노동과 자본이 최종수요의 변화에 대응할 수 있을 만큼의 실업과 유휴설비가 존재한다는 것을 가정

○ 산업연관표는 일정기간 동안 한 나라에서 생산되는 모든 재화와 서비스의 산업간 거래관계를 원칙과 형식에 따라 기록한 통계표

■ **산업연관분석은 구조적 측면에서 산업간 연관관계를 파악할 수 있다는 장점이 있으며, 최종수요가 유발하는 각종 파급효과를 산업별로 구분하여 분석 가능하여 경제정책 수립 및 정책효과 분석에 활용**

○ 산업연관표의 세로방향(열)은 각 산업부문의 비용구성인 투입구조를 나타내는 부가가치의 양 부분으로 나누어지며 최종 합계를 총 투입액이라 지칭

○ 표의 가로방향(행)은 각 산업부문의 생산물이 어떻게 판매되는지에 대한 배분구조를 나타내는 것으로 중간재로 판매되는 중간수요와 소비재, 자본재, 수출상품 등으로 판매되는 최종수요의 두 부분으로 구성

○ 또한, 중간수요와 최종수요를 합한 것을 총 수요액이라 하고 여기서 수입을 뺀 것을 총 산출액이라 하며, 각 산업무문의 총 산출액과 이에 대응하는 총 투입액은 항상 일치

총 투입액 = 중간투입액 + 부가가치(세로방향, 투입구조)
총 산출액 = 중간수요 + 최종수요 - 수입(배분구조)
총 투입액 = 총 산출액

〈표 7-24〉 산업연관표의 기본구조

구분		내생부문		외생부문				수입	총 산출액
		개별 산업	중간 수요계	소비	투자	수출	최종 수요계		
내생부문	개별산업	$X_{11}\cdots X_1$	W_1	C_1	I_1	E_1	Y_1	M_1	X_1
		$X_{12}\cdots X_2$	W_2	C_2	I_2	E_2	Y_2	M_2	X_2
		$\cdot\cdot\cdot$	$\cdot\cdot\cdot$	$\cdot\cdot\cdot$	$\cdot\cdot\cdot$	$\cdot\cdot\cdot$	$\cdot\cdot\cdot$	$\cdot\cdot\cdot$	$\cdot\cdot\cdot$
		$X_{n1}\cdots X_n$	W_n	C_n	I_n	E_n	Y_n	M_n	X_n
	중간투입계	$U_1\cdots U_n$							
외생부문	피용자보수	$R_1\cdots R_n$							
	영업잉여	$S_1\cdots S_n$							
	고정자본소모	$D_1\cdots D_n$							
	순생산세	$T_1\cdots T_n$							
	부가가치계	$V_1\cdots V_n$							
총 투입액		$X_1\cdots X_n$							

■ 위 산업연관표로부터 최종수요 변화에 따른 산업별 변화를 나타내는 부가가치유발승수(Income Multiplier), 고용 및 고용자 승수(Employment Multiplier)를 추정

나. 산업연관분석 모형 설정

■ 산업연관분석을 통해 물류시설 화재안전 개선에 따른 신규사업으로 분류가 가능한 산업의 경제적 파급효과를 분석하기 위해 다음과 같은 전제조건을 설정

○ (첫째) 산업연관표는 한국은행(2019)에서 배포한 "2015년 산업연관표"를 활용하여 분석 실시

○ (둘째) 산업연관표의 총 30개 산업 대분류 내 대분류 운수업을 대상으로 실시

<표 7-25> 산업연관표의 총 30개 산업대분류

No.	산업분류	No.	산업분류
1	농림어업	16	전력, 가스 및 증기업
2	광업	17	수도, 폐기물 및 재활용서비스업
3	음식료품 및 담배 제조업	18	건설업
4	섬유 및 가죽제품 제조업	19	도매 및 소매업
5	목재, 종이, 인쇄 및 복제업	20	운수업
6	석탄 및 석유제품 제조업	21	음식점 및 숙박업
7	화학제품 제조업	22	정보통신 및 방송업
8	비금속광물제품 제조업	23	금융 및 보험업
9	1차 금속제품 제조업	24	부동산 및 임대업
10	금속제품 제조업	25	전문, 과학 및 기술서비스업
11	기계 및 장비 제조업	26	사업지원 서비스업
12	전기 및 전자기기 제조업	27	공공행정 및 국방
13	정밀기기 제조업	28	교육서비스업
14	운송장비 제조업	29	보건 및 사회복지 서비스업
15	기타 제조업	30	문화 및 기타 서비스업

■ 물류시설 화재안전 개선에 따른 신규사업이 경제에 미치는 파급효과는 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용유발효과로 구분

○ 각 파급효과는 Leontief 역행렬과 이로부터 계산되는 생산유발승수, 부가가치유발승수, 고용승수를 이용하여 분석

다. 파급효과 분석 대상

■ 경제적 파급효과 분석 대상은 및 부가가치 유발효과, 고용유발효과로 구분

○ 부가가치 유발효과는 물류시설 화재안전에 추진전략인 피난안전성 확보 기술, 위험도 기반 관리 기술개발, 현장조사 및 기반구축 등의 지출과정에서 발생한 부가가치 유발효과를 의미

○ 고용유발효과는 생산 및 부가가치 유발효과와 더불어 직접적, 간접적인 고용창출 효과를 의미

■ 본 사업 추진 시 경제적 파급효과를 유발하는 사업비는 234.3억 원으로 분석

라. 파급효과 분석 결과

■ 물류시설 화재안전 개선사업은 2022년부터 2026년까지 총 5년동안 약 429.8억 원의 부가가치유발효과 및 358명의 고용유발효과를 나타낼 것으로 기대

○ 부가가치유발계수는 어떤 산업부문의 최종수요가 한 단위 증가 하였을 때, 이를 충족시키기 위하여 각 산업 부문에서 직·간접적으로 유발되는 생산액 수준과 부가가치 단위를 의미

○ 고용유발계수는 어떤 산업부문의 최종수요가 일정금액(10억 원) 증가할 경우 각 산업 부문에서 직·간접적으로 유발되는 고용자 수를 의미

○ 경제적 기대효과 분석을 위해 한국은행 산업연관표(2015)를 활용하여 물류시설 화재안전 관련 산업의 산업연과계수를 도출

〈표 7-26〉 물류시설 화재안전 산업 관련 산업연관계수

구분	계수
부가가치 유발계수	0.834
고용유발계수	15.29

* 한국은행 산업연관분석(2015)에서 물류시설 화재안전 개선을 위한 피난 안전성 향상 및 위험도 기반 관리기술과 관련된 산업분야로 보관 및 창고서비스를 해당 산업분야의 계수값으로 활용

■ 본 사업의 경제적 기대효과를 산출하기 위해 분야별 투입비용 및 관련 계수를 활용하여 유발효과를 산출

○ 부가가치유발효과(약 429.8억 원) : 한국은행 산업연관표(2015)상 보관 및 창고서비스 부가가치유발계수 활용, 연도별 총 투입비용 × 부가가치유발계수 = 연도별 부가가치유발효과

- 산식 : 부가가치유발효과(약 429.8억원) = 직접유발효과(234.3억원) + 간접유발효과(195.4억 원)

<표 7-27> 물류시설 화재안전 개선 사업 부가가치유발효과 산출결과

구분	'22	'23	'24	'25	'26	합계
투입비용(억 원)	15.43	58.28	61.36	59.78	39.48	234.3
부가가치유발계수	0.834	0.834	0.834	0.834	0.834	0.834
부가가치유발효과(억 원)	12.9	48.6	51.2	499.9	32.9	195.4
부가가치유발효과(간접)	12.9	48.6	51.2	499.9	32.9	195.4
부가가치유발효과(직접)	15.43	58.28	61.36	59.78	39.48	234.3
총 부가가치유발효과	28.3	106.9	112.5	109.6	72.4	429.8

○ 고용유발효과(약 358명) : 한국은행 산업연관표(2015)상 보관 및 창고서비스 부가가치유발계수 활용, 연도별 총 투입비용 × 부가가치유발계수 = 연도별 부가가치유발효과

- 산식 : 고용유발효과(약 358명)

<표 7-28> 물류시설 화재안전 개선 사업 고용유발효과 산출결과

구분	'22	'23	'24	'25	'26	합계
투입비용(억 원)	15.43	58.28	61.36	59.78	39.48	234.3
고용유발계수	0.834	0.834	0.834	0.834	0.834	0.834
고용유발효과(명)	24	89	94	91	60	358

별첨 1

참고문헌

참고문헌

- 감사원, 2020, 소방안전인프라 구축 및 운영실태
- 관계부처 합동, 2016, 화재저감 종합대책
- 관계부처 합동, 2020, 2020년 제3차 안전정책조정위원회
- 관계부처 합동, 2020, 건설현장 화재안전 대책 보도자료
- 국가과학기술심의회, 2018, 제3차 재난안전기술개발 종합계획
- 국가기술표준원, 2017, 건축물 화재안전 관련 산업현황 및 표준화 동향
- 국민안전처, 2016 제1차 화재안전정책 기본계획(2017~2021)
- 국민안전처, 2017, 샌드위치패널 대형물류창고·공장형 화재확산분석을 통한 과학적 대응방안
- 국민안전처, 중앙소방본부, 2016, 제1차 소방안전 특별관리기본계획(2017~2021)
- 국토교통부, 2017, 물류시설 정책 7대 추진 전략 2만 5천 개 일자리 창출 보도자료
- 국토교통부, 2018, 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2018_2027)
- 국토교통부, 2018, 제3차 물류시설개발 종합계획(2018~2022)
- 국토교통부, 2019, 2019 국토교통 기술수준조사 보고서
- 국토교통부, 2020, 제5차 국토종합계획실천계획(2021-2025)
- 국토교통부·해양수산부, 2016, 국가물류기본계획(16-25)
- 국토해양부, 한국건설교통기술평가원, 한국철도기술연구원, 한국통합물류협회, 2009, 물류창고 안전관리 매뉴얼
- 권영진, 김윤성, 2020, 최근의 물류창고 화재사례 조사·분석을 통한 건축방화대책의 개선 및 인명안전 기준의 필요성, 건축시공학회 학회지 특집기사, Vol.20 No.3.
- 기술안전정책관, 2017, 제6차 건설기술진흥기본계획(2018~2022)
- 기획재정부, 2018, 소방RnD 기능조정 및 소방과학연구실 역할 재정립 최종보고서
- 김운형, 이영재, 2014, 국내 랙크식 창고의 방화관련 규정 개선에 관한 연구, 한국화재소방학회논문지, 제28권 6호, pp.69-75.
- 김종훈, 2020, 랙크식 창고 통합 스마트 화재대응 시스템 설계
- 김하영, 이동호, 2020, 물류창고 특성이 고려된 화재위험성 평가방법에 대한 연구, 한국방재학회논문집, 제20권, 2호, pp.105-112.
- 김두현, 이승수, 2016, 과학적 방법을 적용한 화재조사와 결함수 분석을 이용한 정온전선의 발화원인 추론, 한국화재소방학회 논문지, 제30권 제4호, pp.73-81.

- 대한민국정부, 2019, 제5차 국토종합계획(2020~2040)
- 문태응(가천대학교), 2014, 대형 물류창고 화재안전 개선대책에 관한 연구(샌드위치패널 물류창고 화재사례 분석을 중심으로).
- 산림청, 2020, 2020년도 전국 산불방지 종합대책 시행
- 서동구, 황은경, 2016, 국내 산업전시장에 대한 재실인원 실측조사 및 재실자밀도 기준 적정성에 관한 연구, 한국방재학회지, 제19권 제7호, pp.233-240.
- 소방방재청, 2013, 차세대핵심소방안전기술개발기획연구
- 소방청, 2015, 소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준.
- 소방청, 2017, 성과관리시행계획
- 소방청, 2020 2020년도 소방청 소방안전 연구개발사업 시행계획
- 안전보건공단, 2020, 냉동 물류창고 화재사고예방 매뉴얼
- 안전보건공단, 2021, 중대사고 이슈 리포트
- 유형주(가천대학교), 2020, 대형 물류창고의 화재 위험성 분석과 소방대책에 관한 연구.
- 이유식(부산대학교), 2019, 랙크식창고의 화재위험성 분석을 통한 설계 개선방안에 관한 연구.
- 이의철(충북대), 2012, 화재 시뮬레이션 프로그램을 이용한 물류창고의 화재 사례 해석.
- 정보통신기획평가원, 2019, 데이터 중심의 스마트시티 재난 예방 및 조기 감지 기술 동향
- 중앙대학교 산학협력단, 2015, 국가화재안전 기반확충을 위한 화재안전정책 개발
- 중앙안전관리위원회, 2020, 제4차 국가안전관리기본계획(2020~2024)
- 한국과학기술기획평가원, 2018, 2018년 기술수준평가
- 한국교통연구원, 2020, 글로벌 물류기술 동향 2020 Volume14, Issue No.636
- 한국산업안전보건공단, 2012, 화재 리스크 평가에 관한 기술지침.
- 한국해양수산개발원, 2018, 물류기술 수요 및 우선순위 분석
- 한국화재소방학회, 2014, 물류저장시설 등 소방시설 설치기준 개발
- 행정안전부, 2018, 4차 산업혁명 기반 재난안전 연구개발 중장기계획 수립연구
- 행정안전부, 2020, 정부, 내년도 재난안전분야 472개 사업에 19조 8천 억 투자
- ICC(International Code Council), 2018, International Building Code.
- ICC(International Code Council), 2018, International Fire Code.
- ICC, NRC, DBH, ABCB, 2005, International Fire Engineering Guidelines.
- Lonnermark, A., Ingason, H., 2005, Fire spread in large industrial premises and warehouse.

○ NFPA(National Fire Protection Association), 2015, Life Safety Code Handbook.

○ NFPA(National Fire Protection Association), 2019, Standard for Fire Doors and Other Opening Protectives.

○ Prasad,K., Kramer, R., Marsh, N., Nyden, M., Ohlemiller,T., Zammarano, M., 2009, Numerical Simulation of Fire Spread on Polyurethane Foam Slabs, Polymer Testing, Vol. 28.

○ SFPE, NFPA, 2007, SFPE Engineering Guide to Performance-Based Fire Protection

○ UL(Underwriters Laboratories), 2017, Standard for Fire Tests of Fire-Protective Curtain Assemblies.

○ Xin, Y., Burchesky, K., Vries, J. D., Magistrale, H., Zhou, X., D'Aniello, S., 2016, SMART sprinkler protection for highly challenging fires - phase2 : full-scale fire tests in rack storage, FM Grobal.

○ Xu, M., Hijazi, I., Mebarki, A., Meouche, R. E., &Abune'meh, M., 2016, Indoor guided evacuation: TIN for graph generation and crowd evacuation. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, *7*(sup1), pp.47-56.

○ UL(Underwriters Laboratories), 2013, Protection of rack stored exposed expanded group A plastics with ESFR sprinklers and vertical barriers.

○ Wade, C., Baker, G., Frank, K., Harrison, R., Spearpoint, M., 2016, B-RISK 2016 user guide and technical manual.

별첨 2

전략계획서

2021년도

국가연구개발사업

전략계획서

국 토 교 통 부

사업명: 국토교통연구기획사업

작성자	작성 부서	교통물류실 첨단물류과	작성 실무자 및 연락처	진영민 사무관 / 044-201-4011 / forcivil@korea.kr
	작성 책임자	첨단물류과장 오송천		국토교통과학기술진흥원 홍정선 그룹장 / 031-389-6503 / jshong@kaia.re.kr

1. 사업개요

1 사업명

사업명	단위사업	국토교통연구사업
	세부사업	국토교통연구기획사업
	내역사업	물류시설 화재안전 개선을 위한 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술 개발

2 사업목적

사업목적	물류시설의 화재에 대하여 피난안전성 향상 기술과 위험도 기반 관리 기술의 개발 및 현장적용·제도화를 통한 물류시설 화재안전 확보 역량 개선

3 사업추진경위

추진 근거	법적 근거	ㅇ 「국토교통과학기술 육성법」 제8조(연구개발사업의 추진) ㅇ 과학기술기본법 제11조(국가연구개발사업의 추진) ㅇ 재난 및 안전관리기본법 제25조의2(재난관리책임기관의 장의 재난예방조치 등)
	상위계획	ㅇ 국정과제 - (55. 안전사고 예방 및 재난 안전관리의 국가책임체제 구축) 교통사고, 승강기 사고, 지진, 화재 등 각종 재난과 안전사고로부터 국민생명 보호 강화 추진 - (56. 통합적 재난관리체계 구축 및 현장 즉시대응 역량강화) 재난에 대한 사전 예·경보 시스템 구축 및 사후 조사·치료 강화 ㅇ 제5차 국토종합계획('20~'40) - 물류 기반시설 관리 강화, 물류시설 안전 정비 및 안전, 소방사각지대 해소사업 추진, 화재 예방을 위한 재난대응 능력 강화 ㅇ 제4차 국가안전관리 기본계획('20~'24) - 화재 취약시설 소방시설 설치 강화 및 대형화재 대응방식 개선 추진 ㅇ 제6차 건설기술진흥 기본계획('18~'22) - 시설물 안전관리정보체계 일원화 및 시설물 안전 정보 정확도 향상 및 유지관리 효율화 추진 ㅇ 국가물류기본계획('16~'25) - 물류시설 안전사고, 재해예방을 위한 사회적 규제 강화, 물류업 종사자에 대한 물류안전 의무교육 강화 ㅇ 20년 제3차 안전정책조정위원회('20.9) - 물류창고 화재안전 강화방안 (관계부처 합동)

4 사업 현황

사업구분	계속사업 □ 기한사업 ■		
사업추진방식	상향식 □ 혼합식 □ 하향식 ■		
사업유형	공공기술개발		
다부처 여부	다부처 □	참여부처 (다부처사업)	국토교통부
사업기간	'22년 ~ '26년	총사업비	234.33 억원
사업규모	'22년 15.43 억원	지원대상	대학, 출연(연), 기업연구소 등
지원형태	출연	지원조건	참여기업이 있는 경우 Matching
사업시행주체	국토교통부(전문기관 : 국토교통과학기술진흥원)		
예비타당성 통과여부	예타통과(사업타당성 평가 포함) □		

5 사업추진체계 및 전략

사업수행주체

수행주체	역할 세부내용
국토교통부	ㅇ 사업정책 총괄, 연도별 시행계획 수립 및 성과평가
국토교통과학 기술위원회	ㅇ 예산 투자방향, 종합계획 및 시행계획 등 심의
운영위원회	ㅇ 사업의 중요사항에 대한 심의 및 조정, 확정
국토교통과학 기술진흥원	ㅇ 기술수요조사 및 예측, 사업 기획·관리·평가 등
연구과제 평가단	ㅇ 연구과제 선정·중간·최종평가
주관연구기관	ㅇ 연구과제 수행, 성과 및 활용실적 보고

사업추진전략

추진전략

비전	**물류시설 화재시 인명피해 저감 및 물류시설 안전성 개선에 기여**
사업 목표	**대공간·고천정 물류시설의 화재특성에 대응한 피난안전성 향상과 위험도 관리 기술 개발 및 현장적용·제도화를 통한 물류시설 화재안전 확보 역량 개선**
	구조 대형화, 기능 복합화 및 유형 다양화 추세로 위험성이 높아지고 있는 물류시설에 대해 피난안전과 최적 관리기술 개발을 통한 물류시설 리스크 감소와 국민의 안전성 확보
전략	■ '인명손실 최소화'를 위한 피난안전성 기술과 '비용효율적 안전 확보'를 위한 위험도 기반 기술 개발 1. (기술부문) 물류시설 화재시 피난안전성 확보 기술 2. (기술부문) 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 3. (현장·기반부문) 물류시설 특성을 반영하기 위한 물류시설 현장조사 및 기반기술

R&D 전주기 사업관리 계획

ㅇ (추진절차) 과제 발굴·기획 → 과제 선정 → 과제 관리 → 과제종료 → 성과활용·확산

① (과제 발굴 및 기획) 기술수요조사*를 통해 연구과제를 발굴하고, 필요시 사전 단계로 기획연구 수행(총 연구비 50억원 이상 경우 등)

* On-line을 통한 상시 수요조사 및 Off-line을 통한 반기별(매년 1월, 7월) 수요조사 병행 추진

※ 국가R&D사업 일몰제 도입에 따른 예타성 대형사업 기획연구 추진 중(KAIA 기획그룹)

② (신규과제 선정) 사업담당관(실·국)이 우선순위를 매겨 미래전략일자리담당관에게 제출하면, 별도 선정회의를 통해 예산편성안에 반영

* 과기부(4~7월), 기재부(8월), 국회 예산심의(~12월)를 거쳐 신규 추진여부 확정

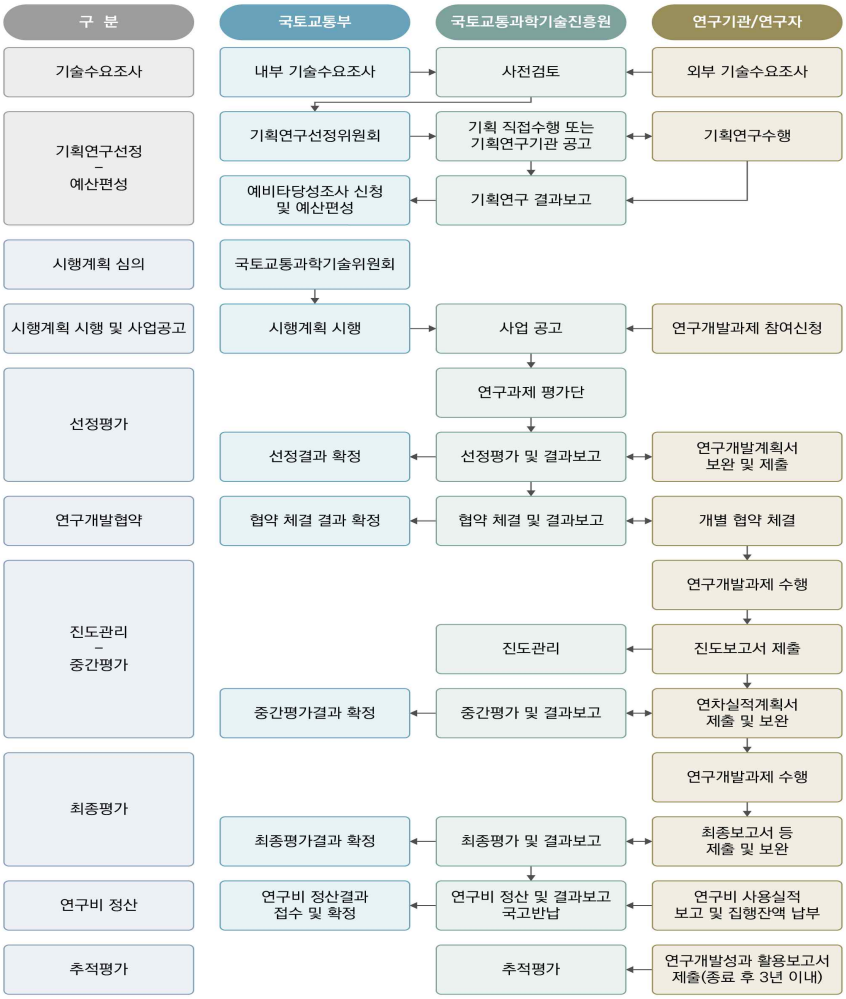
③ (과제 확정 및 관리) 예산에 반영된 신규과제는 진흥원을 통해 차년도에 연구자 선정을 거쳐 평가·성과 관리 등 과제 관리 진행

※ 계속사업의 경우, 매년 차년도 투입 예산요구 및 결산, 성과평가 업무 추진

④ (과제 종료) 최종 평가를 통해 과제의 성공·실패를 결정

⑤ (성과활용·확산) 성과의 활용 및 확산을 위한 성과정보시스템 운영, 추적평가, 공모전, 전시회 등 활동을 정기적으로 추진

- 성과 및 사업화정보 시스템 운영 : 국토교통기술촉진연구사업을 포함한 국토교통 R&D 사업의 성과관리를 위하여 국토교통 R&D 사업관리시스템(http://rnd.kaia.re.kr) 운영
- 추적평가 수행 : 성과의 활용 및 확산을 위하여 종료된 R&D과제를 대상으로 과제 종료 후 5년간 발생성과에 대한 정기적 추적평가를 실시하여 성과의 사후관리를 수행
- 국토교통기술대전 개최 : 매년 국토교통 R&D 성과물에 대한 대국민 홍보와 기술교류 확산을 위해 국토교통 R&D 우수성과 전시 등을 추진
- 국토교통기술 아이디어 공모전 개최 : 국토교통 기술 분야에 대한 국민 관심 증대와 기술저변 확대를 위해 국토교통기술 아이디어를 발굴
- 국토교통 R&D 대표성과 사례집 발간 : 매년 대국민을 대상으로 국토교통 R&D 성과물에 대한 홍보추진을 위해 대표성과 사례집 발간



	위험요인	극복방안
위험요인 및 극복방안	ㅇ 물류시설은 일반 건축물에 비해 화재 리스크가 크고 화재발생시 초기대응과 안전피난이 곤란한 시설로 평가되고 있으며, 물류시설의 화재거동 특성을 반영한 피난안전 기술 부재	ㅇ 물류시설 피난안전 설계·시설 개선 기술 및 기준, 방화구획 개선 기술, 물류시설 마감재료 및 단열재 성능을 향상하여 물류시설 화재발생시 피난안전성 확보하여 보다 안전하게 피난할 수 있을 것으로 예상
	ㅇ 선진외국의 경우 물류시설 화재안전 분야 기준에서는 위험성을 평가하고 위험도를 바탕으로 안전시설의 설치를 규정하고 있는 추세로서, 국내에선 아직 이러한 규정을 통해 화재 위험도에 따른 대응방안 설정이 미비한 실정	ㅇ 화재 리스크 평가에 관한 항목과 수행 방식에 대한 규정을 제시하여 물류시설의 리스크 매트릭스 정립, 화재 특성에 따른 위험도 등급 도출 ㅇ 대공간 및 고밀도의 가연물이 있는 물류시설에 대한 화재 특성 분석을 통해 화재대응 가이드라인 기술개발 수행
	ㅇ 물류시설에서 화재안전 기술의 니즈에 대응하여 민간·공공분야에서 기술개발을 추진하려 해도 밑바탕이 되는 기반자료가 미미하고, 물류시설 화재안전에 대한 전문적인 화재대응 및 안전관리 규정이 부재	ㅇ 물류시설 화재대응 분야 세부적인 현장조사 DB 및 화재강도·재실자밀도 등 기반자료 구축 ㅇ 냉장·냉동창고 화재거동 분석을 강화하기 위해 화재실험 인프라 구축 및 체계적인 화재거동 분석 실시
수혜자	ㅇ (국가) 물류시설 화재안전 개선을 통해 대형 화재사고 및 인명피해 최소화 ㅇ (국민) 물류시설 화재안전 기술 개발을 통한 국민의 안전성 확보	

6 사업기대효과

과학기술적 기대효과	ㅇ 물류시설의 화재안전 총괄 기준, 물류시설 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술, 물류시설 피난안전성 확보 기술, 물류시설 맞춤형 화재대응 기술 등 물류시설의 화재안전성을 향상시킬 수 있는 신기술의 개발 및 보급 ㅇ 정부정책의 지원을 위한 실행방안으로써 물류시설의 화재발생을 예방함과 동시에 화재 발생시 인명피해를 최소화하기 위한 안전관리 규정·위험도 기반 관리기술 확보 가능 ㅇ 국내 물류시설의 구조·보관형태·보관기능·운영형태 및 수용물품 등의 특성에 따라 화재안전 기준을 확립하고 시설 특성을 반영한 체계적인 안전관리 규정 개발 추진 ㅇ 물류시설의 규모와 형태, 보관물품의 특성에 따라 국내 물류시설의 위험도를 정량할 수 있는 위험성 평가기법 및 위험도 기반 관리기술 개발을 통해 화재발생 리스크를 체계적으로 관리
사회경제적 기대효과	ㅇ 물류시설의 화재발생 위험성 감소 및 효과적 대응체계 구축을 통한 인명·재산 피해 최소화에 기여 ㅇ 물류시설의 형태·기능·규모 등의 특성을 반영한 체계적 안전관리 체계 구축을 통한 관련 종사자의 안전의식 제고 및 인근 지역의 화재 불안감 해소 ㅇ 국내외 물류수요 증가로 인해 급격히 증가하고 있는 복합물류시설의 안전관리 및 화재 리스크 관리를 위한 중장기 투자전략 수립 용이 ㅇ 국내 물류시설의 화재사고는 안전 불감증, 안전관리 소홀, 관리규정 미흡 등으로 초래되고 있는 상황이며, 체계적·효율적 관리를 통한 사전 예방 및 적절한 화재대응이 가능 ㅇ 물류시설 형태·기능·보관물품 등의 특성에 따라 위험도를 평가하고 위험요소를 사전에 관리할 수 있는 안전관리 규정·위험도 기반 기술을 개발함으로써 종사자의 안전의식 제고 및 화재대응 전문성을 강화

7 사업 내용

예산 규모

(단위 : 백만원)

구분		2022년도 예산	2023년도 예산	2024년도 예산	2025년도 예산	2026년도 예산
□ 물류시설 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술 개발 ('22~'26)	총 예산	1,543	5,828	6,136	5,978	3,948
▪ 물류시설 화재시 피난안전성 확보 기술 개발	총 예산	567	2,112	2,689	2,669	1,825
▪ 물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발	총 예산	278	1,246	1,153	1,052	682
▪ 물류시설 현장조사 및 기반 기술 개발	총 예산	698	2,470	2,294	2,257	1,441

세부내용

내역사업	주요 내용
물류시설 화재시 피난안전성 확보 기술 개발	ㅇ 물류시설 피난안전 설계·시설 개선 기술 및 기준 정립 - 물류시설 특성 및 주요 구성공간을 고려한 피난설계 기술 및 가이드라인 개발, 물류시설 분류체계 및 재실자 밀도 기준 정립, 대피공간·피난유도설비 기준 제시 ㅇ 물류시설 화염·연기 확산 방지 및 방화구획 개선 기술 개발 - 물류시설 분류와 유형에 따른 방화구획 설계 기술 개발, 방화스크린셔터 성능평가 및 관리 지침 개발, 물류시설 배연설비 기술 개발, 수직·수평 차단막 개발 ㅇ 물류시설 마감재료 및 단열재 성능향상 기술 - 마감재료의 실대형 기반 화재안전 성능 개선 기술 개발, 마감재료 화재확산방지 구조 개발, 우레탄폼 단열재 난연성능 기준 정립, 난연제 국산화 기술 개발
물류시설 화재 위험성 평가 및 위험도 기반 관리 기술 개발	ㅇ 물류시설 정량적 화재 위험성 평가 및 위험도 산정 정립 - 물류시설의 분류와 유형에 따른 화재사고 사상수목·결함수목·발생확률 등 정립, 정량적 위험성 평가 가이드라인 개발, 물류시설 화재위험도 등급 기준 제시 ㅇ 물류시설 화재위험 체크리스트 및 지표화 지침 정립 - 물류시설 화재위험성 부분, 안전시설 시스템 부분, 안전경영 시스템 부분에 대한 체크리스트 정립, 체크리스트에 대한 지표화 및 종합 산정방법 확립 등 지침 정립 ㅇ 물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인 정립 - 물류시설 성능기반 화재 설계 절차서 개발, 화재안전 성능기준 개발, 설계화재 및 화재 시나리오 개발 등 화재대응 가이드라인 개발
물류시설 현장조사 및 기반기술 개발	ㅇ 물류시설 현장조사 및 DB·온라인등록 구축 - 물류시설 현황 및 화재안전 특성 조사 분석, 화재안전 분야 현장조사 계획 수립 등 현장조사 체계 구축, 물류시설 현장조사 온라인등록 시스템 구축 ㅇ 수용물품 등급화 및 화재강도 기준 정립 - 수용물품 등급분류 기준설정 및 분류체계 수립, 화재특성 조사 및 실험 수행입력, 화재특성 DB 및 정보제공 시스템 구축, 수용물품 화재강도 기준 정립 ㅇ 냉장·냉동 창고의 화재거동 분석 기술 개발 - 냉장·냉동 창고 화재발생 원인 분석, 냉장·냉동 창고 화재확산 메커니즘 규명 및 위험성 평가, 냉장·냉동 창고 화재대응설비 성능향상 기술 개발 ㅇ 물류시설 화재안전 현장적용 및 제도화 - 물류시설 화재안전 개선 기술의 설계·현장 적용, 설계·현장 적용을 통한 기술의 적용성 검토 및 기준화 방안 제시 등 관련 규정 재개정을 통한 제도화

연차별 추진내용(로드맵)

1. 현황조사·요소기술
2. 분석·예측·최적설계
3. 기준제시·시제품
4. 설계·현장 적용
5. 법령 제개정·실용화
1단계 (2022)
2단계 (2023~2024)
3단계 (2025~2026)
피난안전성 확보기술
피난안전 기술 분석서
물류시설 피난인자 분석
재실자 밀도 초기안
물류시설 분류·유형 구분
피난공간· 유도선 기술
피난지원 핵심 기술
화염확대·방화 분석서
완화조항 세부 지침
수직·수평 화염확산 차단
물류시설 배연 최적 방안
마감재료·단열재 분석서
실대형 난연성능 평가방안
분류별 피난·화재 분석
물류시설 피난실험 수행
재실자 현황 DB 구축
물류시설 분류체계 방안
물류시설 건축·화재 특성
지원설비 설치·운영 지침
방화구획 설계개선 지침
방화스크린셔터 평가
차단막 설계·제작 기술
배연설비 설계·제작 기술
화재확산 방지구조 설계
단열재 난연성능 핵심재료
물류시설에 적합한 피난안전 설계 기준
분류체계 및 재실자 밀도 기준
피난공간 지침 및 지원설비 시제품
물류시설 방화구획 개선 분야 지침
차단막 및 배연설비 시제품
마감재료 평가 기준 및 단열재 시제품
피난안전·피난 공간·방화구획·배연 설비 설계 및 적용성 검토
차단막·피난 지원·배연설비·화재 확산방지구조·단열재· 유도선 현장적용
방화구조·마감재료 ·단열재 실규모 화재 실험 수행 및 개선
물류시설 피난안전 설계 개선
피난공간 및 유도 설비 개선
분류체계 및 재실자 밀도 기준
물류시설 방화구획 개선 기술
마감재료·단열재 난연성능 향상
위험도 기반 관리기술
위험성 기술 분석서
사상·결함수목 작성
물류시설 안전 현황
안전분야 평가 방안
성능기반 설계 분석서
화재안전 성능기준 작성
정량적 위험성 DB
화재위험성 평가 기술
체크리스트 DB
위험성 지수화 기술
설계화재·시나리오
설계평가·검증 SW
정량적 화재 위험성 평가 기준
물류시설 화재안전 체크리스트 기준
물류시설 성능기반 화재대응 가이드라인
정량적 위험성 평가· 화재위험 체크리스트· 성능기반 대응 설계 및 적용성 검토
정량적 화재위험 체크리스트 및 지표화 기준
성능기반 화재대응 가이드라인
현장조사/ 기반기술
현장조사 기술 분석서
물류시설 현장조사 지침
등급화·화재강도 분석서
화재강도 기준 초기안
화재거동 기술 분석서
냉장조건 사상·결함수목
냉장·냉동 창고 실험장치
냉장·냉동 화재대응 분석
현장안전 모니터링 방안
현장적용·제도화 방안
현장조사 수행 빅데이터
온라인등록 시스템 구축
수용물품 등급화 DB
화재확산 예측 핵심기술
화재확산 메커니즘 정립
냉장·냉동 화재 위험성
냉장·냉동 감지·소화 평가
화재대응 유지관리 지침
Case Study 수행 기반
제도화 추진 연계 검토
물류시설 현장조사 DB 및 온라인시스템
수용물품 등급화 및 화재강도 기준
냉장·냉동 창고 화재거동 분석 기술
냉장·냉동 창고 화재대응 유지관리
화재안전 현장적용 및 제도화 주진
현장조사 DB· 수용물품 등급· 화재강도 설계 및 적용성 검토
화재거동 분석· 화재대응 유지관리· 화재감지 실험수행 및 적용성 검토
설계·현장적용 연구결과 제도화 수행지원
수용물품 등급화 및 화재강도 기준
냉장·냉동창고 화재거동 분석
냉장·냉동창고 화재대응 유지관리
물류시설 화재대응 체계화·제도화

2. 단계별 성과목표 및 지표

1 전략목표

전략목표	‘인명손실 최소화’를 위한 피난안전성 확보기술, ‘비용효율적 안전 확보’를 위한 위험도 기반 관리기술 및 ‘물류시설 특성 반영’을 위한 제도화 및 현장적용 기반 조성

가. 1단계 성과목표 및 지표

2 단계별 성과목표

단계(평가주기)	1단계	기간	2022년

단계별 성과목표						관련 내역사업명
성과목표-1	물류시설 화재안전성 확보를 위한 현장조사·요소기술 개발	가중치	1.0	설정 근거	물류시설 화재시 인명안전 확보와 효율적인 화재안전 관리 등을 위한 물류시설 화재안전 현장조사, 요소기술 개발, 주요 기술개발 연계 세부전략 수립 및 기술분석서 정립 대한 달성도를 확인하기 위한 지표로 구성	물류시설 화재안전 개선을 위한 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술 개발

3 성과지표

단계별 성과목표명		가중치	성과지표명	단위	구분 / 연도	실적 및 목표치 2022	지표 유형	질적 지표	성과지표 설정 사유
성과 목표 -1	물류시설 화재안전성 확보를 위한 핵심·기반기술 개발	1.0	기술분석서	건수	목표	6	결과		· 물류시설 화재안전 핵심기술에 대한 현장조사 활용 전략, 요소기술 개발·적용 및 응용기술 개발 계획 확보를 위한 기술분석서 건수를 지표로 설정
					실적				
			현장조사	건수	목표	15	결과		· 물류시설 화재안전 확보를 위한 기반정보가 미흡한 현실에서 현장자료 및 기반데이터의 조사 및 구축을 위한 현장조사 지표 설정
					실적				
			물류시설 화재안전 정보망 구축	%	목표	20	결과		· 물류시설의 특성을 반영하는 화재대응 정책 수립 및 기술 개발을 위해서 물류시설 화재안전 정보망 구축이 중요하여 성과지표로 설정
					실적				
계									

4 성과지표의 목표치 및 측정방법

성과지표명	목표치 설정방법 및 근거	측정산식 및 방법, 시기	자료 출처
기술분석서 (단위: 건수)	• 연구수행 단위기간 동안 피난안전성 확보, 화재위험도 평가 및 현장조사·기반기술의 핵심기술에 대한 요소기술 개발·적용 및 응용기술 개발 계획 확보를 위한 기술분석서 제시 건수를 지표로 설정	[측정산식] • 당해년도 Σ(기술분석서 건수) [측정시기 및 방법] • 측정 방법 : 각 평가항목별 평가 방법에 따른 증빙서류 제시 • 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지 • 측정 시기 : 차년도 1월말	• 국토교통R&D 사업관리시스템 • 기술분석서
현장조사 (단위: 건수)	• 물류시설 화재안전 확보를 위한 기반정보가 미흡한 현실에서 현장자료 및 기반데이터의 조사 및 구축을 위한 소방시설법 1급과 2급 중심의 현장조사※ 건수를 지표로 설정 * 현장조사 주요 내용 : 물류시설 일반현황, 물류시설 유형 및 특성, 물류시설 운영 현황, 보관시설 현황, 수용물품 종류, 소방시설 설치 현황 및 소방계획서, 피난 및 방화시설 설치 현황 데이터 등	[측정산식] • 당해년도 Σ(현장조사 건수) [측정시기 및 방법] • 측정 방법 : 각 평가항목별 평가 방법에 따른 증빙서류 제시 • 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지 • 측정 시기 : 차년도 1월말	• 국토교통R&D 사업관리시스템 • 현장조사 증빙자료
물류시설 화재안전 정보망 구축 (단위: %)	• 물류시설 화재안전 관련 정보망 구축 계획의 공정률을 고려하여 목표치 설정 • 연구수행 단위기간 내 계획된 물류시설 화재안전 정보망 구축을 목표로, 연차별로 당해연도 정보망 구축 누적 공정률을 적용	[측정산식] • 물류시설 화재안전 정보망 구축 누적 공정률 [측정시기 및 방법] • 측정 방법 : 각 평가항목별 평가 방법에 따른 증빙서류 제시 • 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지 • 측정 시기 : 차년도 1월말	• 국토교통R&D 사업관리시스템 • 연차별 연구개발 보고서 • 정보망 구축 보고서

나. 2단계 성과목표 및 지표

2 단계별 성과목표

단계(평가주기)	2단계	기간	2023~2024년

단계별 성과목표						관련 내역사업명
성과목표-1	물류시설 화재안전성 확보를 위한 핵심·응용기술 개발	가중치	1.0	설정 근거	물류시설 화재시 인명안전 확보와 효율적인 화재안전 관리 등을 위한 핵심·응용 기술의 개발에서 주요기술 정립, 분석·예측·최적화 기술 개발 및 모델안 도출에 대한 달성도를 확인하기 위한 지표로 구성	물류시설 화재안전 개선을 위한 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술 개발

3 성과지표

단계별 성과목표명		가중치	성과지표명	단위	구분	실적 및 목표치		지표 유형	질적 지표	성과지표 설정 사유
					연도	2023	2024			
성과목표-1	물류시설 화재안전성 확보를 위한 핵심·기반기술 개발	1.0	학술지게재 논문지수	지수	목표	55.40	56.75	결과	√	· 물류시설 화재안전 관련 SCI(E) 논문의 표준화된 순위보정영향력 지수의 총합을 성과지표로 설정하여 과학적 성과의 종합적 우수성을 측정·관리
					실적					
			특허등급지수	지수	목표	-	4.14	결과	√	· 물류시설 화재대응 분야 기술수준 향상 및 대응력 제고를 위해 특허 등 관련 지식 산업재산권 확보가 중요하여 지표로 설정
					실적					
			화재실험건수	건수	목표	4	9	결과		· 물류시설 화재실험을 통해 물류특성 반영 화재안전 기술부분의 연구성과 확보를 위한 화재실험 건수를 지표로 설정
					실적					
			물류시설 화재안전 정보망 구축	%	목표	60	100	결과		· 물류시설의 특성을 반영하는 화재대응 정책 수립 및 기술 개발을 위해서 물류시설 화재안전 정보망 구축이 중요하여 성과지표로 설정
					실적					
계										

4 성과지표의 목표치 및 측정방법

<table>
<tr><th>성과지표명</th><th>목표치 설정방법 및 근거</th><th>측정산식 및 방법, 시기</th><th>자료 출처</th></tr>
<tr>
<td>학술지게재 논문지수
(단위: 지수)</td>
<td>• 과학적 논문의 질적인 우수성을 측정하기 위해 SCI(E) 논문의 표준화된 순위보정영향력 지수의 총합을 성과지표로 설정하여 과학적 성과의 종합적 우수성을 측정·관리
• 건축물 화재안전과 관련된 유사사업인 도시건축연구사업의 학술지 게재 논문 지수 최근 3개년 평균 실적의 2.5%, 5.0% 향상된 수치를 목표치로서 제시
〈도시건축연구사업 학술지게재 논문지수 실적〉
<table>
<tr><th>구분</th><th>'18</th><th>'19</th><th>'20*</th></tr>
<tr><td>실적치</td><td>48.96</td><td>57.02</td><td>56.17</td></tr>
<tr><td>3년 평균</td><td colspan="3">54.05</td></tr>
</table>
*'20년 실적은 NTIS 확정 후 변동 가능</td>
<td>[측정산식]
• 학술지게재 논문지수 = $\frac{\Sigma(\text{표준화된 순위보정영향력 지수})}{\Sigma(SCI(E)\text{ 논문 건수})}$

[측정시기 및 방법]
• 측정방법 : 당해연도 지원된 과제에서 등록된 국내 · 외 특허 중 NTIS에 등록/검증된 특허를 대상으로 함
• 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지
• 측정 시기 : 차년도 1월말</td>
<td>• NTIS 연구성과관리시스템</td>
</tr>
<tr>
<td>특허등급지수
(단위: 지수)</td>
<td>• 기술수준 향상 및 대응력 제고를 위해 특허 등 지식 산업재산권 확보 실적을 지표로 설정
• 건축물 화재안전과 관련된 유사사업인 도시건축연구사업의 특허등급지수 최근 3개년 평균 실적에 2.5%의 증가율을 반영하여 목표치로서 제시
〈도시건축연구사업 특허등급지수 실적〉
<table>
<tr><th>구분</th><th>'18</th><th>'19</th><th>'20*</th></tr>
<tr><td>실적치</td><td>3.96</td><td>4.05</td><td>4.10</td></tr>
<tr><td>3년 평균</td><td colspan="3">4.04</td></tr>
</table>
*'20년 실적은 NTIS 확정 후 변동 가능</td>
<td>[측정산식]
• $\sum_{ij}(A_i \times B_j)$/ 특허건수
(Ai: 등급별 특허성과 건수, Bj: 특허등급별 가중치*)
<table>
<tr><th>등급</th><th>가중치</th><th>등급</th><th>가중치</th><th>등급</th><th>가중치</th></tr>
<tr><td>AAA</td><td>9</td><td>BBB</td><td>6</td><td>CCC</td><td>3</td></tr>
<tr><td>AA</td><td>8</td><td>BB</td><td>5</td><td>CC</td><td>2</td></tr>
<tr><td>A</td><td>7</td><td>B</td><td>4</td><td>C</td><td>1</td></tr>
</table>
* 미국 등록 특허는 SMART 등급을 적용하고, 그 외 해외 특허 등록은 9점 부여

[측정시기 및 방법]
• 측정방법 : 당해연도 지원된 과제에서 등록된 국내 · 외 특허 중 NTIS에 등록/검증된 특허를 대상으로 함
• 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지
• 측정 시기 : 차년도 1월말</td>
<td>• 특허집계:
국토교통R&D 사업관리시스템

• 특허등급:
한국발명진흥회 특허분석평가시스템 등급(SMART)</td>
</tr>
</table>

성과지표명	목표치 설정방법 및 근거	측정산식 및 방법, 시기	자료 출처
화재실험건수 (단위: 건수)	• 연구수행 단위기간 동안 물류시설 화재실험을 통해 물류시설 화재시 인명안전 확보, 효율적인 화재안전 관리 및 물류특성 반영 기반기술 부분에서 연구성과 확보를 위한 화재실험 건수를 지표로 설정	[측정산식] • 당해년도 Σ(화재실험건수) [측정시기 및 방법] • 측정 방법 : 각 평가항목별 평가 방법에 따른 증빙서류 제시 • 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지 • 측정 시기 : 차년도 1월말	• 국토교통R&D 사업관리시스템 • 화재실험 증빙자료
물류시설 화재안전 정보망 구축 (단위: %)	• 물류시설 화재안전 관련 정보망 구축 계획의 공정률을 고려하여 목표치 설정 • 연구수행 단위기간 내 계획된 물류시설 화재안전 정보망 구축을 목표로, 연차별로 당해연도 정보망 구축 누적 공정률을 적용	[측정산식] • 물류시설 화재안전 정보망 구축 누적 공정률 [측정시기 및 방법] • 측정 방법 : 각 평가항목별 평가 방법에 따른 증빙서류 제시 • 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지 • 측정 시기 : 차년도 1월말	• 국토교통R&D 사업관리시스템 • 연차별 연구개발 보고서 • 정보망 구축 보고서

다. 3단계 성과 목표 및 지표

1 단계별 성과목표

단계(평가주기)	3단계	기간	2025~2026년

단계별 성과목표						관련 내역사업명
성과목표-1	물류시설 화재안전성 확보를 위한 현장적용·제도화 달성	가중치	1.0	설정 근거	물류시설 화재시 인명안전 확보, 효율적인 화재안전 관리, 물류시설 특성 반영의 기반기술 제공 및 기준·법규 제도화 부분의 연구개발 성과물 창출에 대한 달성도를 확인하기 위한 지표로 구성	물류시설 화재안전 개선을 위한 피난안전성 향상 및 위험도 기반 관리 기술 개발

2 성과지표

단계별 성과목표명		가중치	성과지표명	단위	구분 / 연도	실적 및 목표치 2025	실적 및 목표치 2026	지표 유형	질적 지표	성과지표 설정 사유
성과목표-1	물류시설 화재안전성 확보를 위한 제도화 달성	1.0	특허등급지수	지수	목표	4.14	4.24	결과	√	· 물류시설 화재대응 분야 기술수준 향상 및 대응력 제고를 위해 특허 등 관련 지식 산업재산권 확보가 중요하여 지표로 설정
					실적					
			현장적용건수	건수	목표	2	5	결과		· 물류시설 화재실험를 통해 물류특성 반영 화재안전 기술의 실증적 연구 수행을 바탕으로 도출한 현장적용 건수를 지표로 설정
					실적					
			교통물류 정책활용	건수	목표	2	7	결과		· 물류시설 화재안전 분야 연구성과의 체계적·지속적 적용을 위해서 연구결과의 법제화 추진이 중요하여 지표로 설정
					실적					
			물류시설 화재안전 정보망 활용	%	목표	20	50	결과		· 물류시설의 특성을 반영하는 화재대응 정책 수립 및 기술 개발을 위해서 구축된 물류시설 화재안전 정보망의 활용이 중요하여 성과지표로 설정
					실적					
계										

3 성과지표의 목표치 및 측정방법

<table>
<tr><th>성과지표명</th><th>목표치 설정방법 및 근거</th><th>측정산식 및 방법, 시기</th><th>자료 출처</th></tr>
<tr>
<td>특허등급지수
(단위: 지수)</td>
<td>• 기술수준 향상 및 대응력 제고를 위해 특허 등 지식 산업재산권 확보 실적을 지표로 설정
• 건축물 화재안전과 관련된 유사사업인 도시건축연구사업의 특허등급지수 최근 3개년 평균 실적에 2.5%, 5.0%의 증가율을 반영하여 목표치로서 제시
〈도시건축연구사업 특허등급지수 실적〉
<table>
<tr><th>구분</th><th>'18</th><th>'19</th><th>'20*</th></tr>
<tr><td>실적치</td><td>3.96</td><td>4.05</td><td>4.10</td></tr>
<tr><td>3년 평균</td><td colspan="3">4.04</td></tr>
</table>
*'20년 실적은 NTIS 확정 후 변동 가능</td>
<td>[측정산식]
• $\sum_{ij}(A_i \times B_j)$/ 특허건수
(Ai: 등급별 특허성과 건수, Bj: 특허등급별 가중치*)
<table>
<tr><th>등급</th><th>가중치</th><th>등급</th><th>가중치</th><th>등급</th><th>가중치</th></tr>
<tr><td>AAA</td><td>9</td><td>BBB</td><td>6</td><td>CCC</td><td>3</td></tr>
<tr><td>AA</td><td>8</td><td>BB</td><td>5</td><td>CC</td><td>2</td></tr>
<tr><td>A</td><td>7</td><td>B</td><td>4</td><td>C</td><td>1</td></tr>
</table>
* 미국 등록 특허는 SMART 등급을 적용하고, 그 외 해외 특허 등록은 9점 부여
[측정시기 및 방법]
• 측정방법 : 당해연도 지원된 과제에서 등록된 국내·외 특허 중 NTIS에 등록/검증된 특허를 대상으로 함
• 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지
• 측정 시기 : 차년도 1월말</td>
<td>• 특허집계:
국토교통R&D 사업관리시스템

• 특허등급:
한국발명진흥회 특허분석평가시스템 등급(SMART)</td>
</tr>
<tr>
<td>현장적용건수
(단위 : 건수)</td>
<td>• 물류시설 화재안전 기술개발을 현장에 적용하고 실증하는 요소로 T/B적용, 현장시험, Case Study 건수를 지표로 설정</td>
<td>[측정산식]
• 현장적용 기반 구축 및 기술실증 건수
= Σ(T/B적용, 현장시험, CaseStudy 건수)
* Test Bed 적용, 현장시험, CaseStudy 등 현장적용 건수 : 기술개발로 인하여 발생한 기술의 현장적용 기반구축과 기술검증을 위해 실시한 Test Bed 적용실적, 현장시험, 시험시공, CaseStudy, 시범사업 수행실적
[측정시기 및 방법]
• 측정 방법 : 각 평가항목별 평가 방법에 따른 증빙서류 제시
• 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지
• 측정 시기 : 차년도 1월말</td>
<td>• 국토교통R&D 사업관리시스템</td>
</tr>
<tr>
<td>교통물류 정책활용
(단위 : 건수)</td>
<td>• 물류시설 화재안전 연구성과의 법제화 추진 분야로서 법령 제개정 제안 건수를 지표로 설정</td>
<td>[측정산식]
• 법·제도 제안 건수 = Σ(부처에 전달된 법령 제개정 제안 건수)
[측정시기 및 방법]
• 측정 방법 : 법령 제개정 제안에 대한 증빙서류 제시
• 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지
• 측정 시기 : 차년도 1월말</td>
<td>• 국토교통R&D 사업관리시스템
• 연차별 연구개발 보고서</td>
</tr>
</table>

성과지표명	목표치 설정방법 및 근거	측정산식 및 방법, 시기	자료 출처
물류시설 화재안전 정보망 활용 (단위 : %)	• 연구수행 단위기간 내 국내 물류창고업으로 등록된 개소를 대상으로 물류시설 화재안전 정보망에 대한 기반정보 등록 등의 활용여부에 따른 활용도를 지표로 설정	[측정산식] • 물류시설 화재안전 정보망 활용 $= \frac{\Sigma(\text{물류시설 화재안전 정보망 활용중인 물류창고업 개소(1급기준)})}{\Sigma(\text{국내 물류창고업 등록 개소(1급기준)})}$ [측정시기 및 방법] • 측정 방법 : 물류시설 화재안전 정보망에 대한 기반정보 등록 등의 활용에 대한 증빙서류 제시 • 측정 대상기간 : 당해연도 1월1일부터 12월31일까지 • 측정 시기 : 차년도 1월말	• 국토교통R&D 사업관리시스템 • 연차별 연구개발 보고서

[참고] 성과목표 및 지표 총괄표

<table>
<tr><th>구 분</th><th colspan="4">내용</th></tr>
<tr><td>전략목표</td><td colspan="4">‘인명손실 최소화’를 위한 피난안전성 확보기술, ‘비용효율적 안전 확보’를 위한 위험도 기반 관리기술 및 ‘물류시설 특성 반영’을 위한 제도화 및 현장적용 기반 조성</td></tr>
<tr><td>(최종)
성과목표</td><td colspan="4">- (1단계, ‘22년) 물류시설 화재안전성 확보를 위한 현장조사·요소기술 개발
• 기술분석서 : (’22년) 6
• 현장조사 : (’22년) 15
• 물류시설 화재안전 정보망 구축 : (’22년) 20(%)
- (2단계, ‘23~’24년) 물류시설 화재안전성 확보를 위한 핵심·응용기술 개발
• 학술지게재 논문지수 : (’23년) 55.40 → (’24년) 56.75
• 특허등급지수 : (’24년) 4.14
• 화재실험건수 : (’23년) 4(건) → (’24년 누계) 13(건)
• 물류시설 화재안전 정보망 구축 : (’23년) 60(%) → (’24년) 100(%)
- (3단계, ‘25~’27년) 개발 성과물의 제도화 및 실용화 달성
• 특허등급지수 : (’25년) 4.14 → (’26년) 4.24
• 현장적용건수 : (’25년) 2(건) → (’26년 누계) 7(건)
• 교통물류 정책활용 : (’25년) 2(건) → (’26년 누계) 9(건)
• 물류시설 화재안전 정보망 활용 : (’25년) 20(%) → (’26년) 50(%)</td></tr>
<tr><td rowspan="12">단계별
성과목표
및 지표</td><td colspan="4">1단계(2022)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">단계별 성과목표</td><td rowspan="2">가중치</td><td colspan="2">성과지표</td></tr>
<tr><td>지표명</td><td>지표 구분</td></tr>
<tr><td rowspan="3">▪ 물류시설 화재안전성 확보를 위한 현장조사·요소기술 개발</td><td rowspan="3">1.0</td><td>기술분석서 건수</td><td>양</td></tr>
<tr><td>현장조사 건수</td><td>양</td></tr>
<tr><td>물류시설 화재안전 정보망 구축</td><td>양</td></tr>
<tr><td colspan="4">2단계(2025년도~2026년도)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">단계별 성과목표</td><td rowspan="2">가중치</td><td colspan="2">성과지표</td></tr>
<tr><td>지표명</td><td>지표 구분</td></tr>
<tr><td rowspan="4">▪ 물류시설 화재안전성 확보를 위한 핵심·응용기술 개발</td><td rowspan="4">1.0</td><td>학술지게재 논문지수</td><td>질</td></tr>
<tr><td>특허등급지수</td><td>질</td></tr>
<tr><td>화재실험건수</td><td>양</td></tr>
<tr><td>물류시설 화재안전 정보망 구축</td><td>양</td></tr>
<tr><td colspan="4">3단계(2025년도~2026년도)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">단계별 성과목표</td><td rowspan="2">가중치</td><td colspan="2">성과지표</td></tr>
<tr><td>지표명</td><td>지표 구분</td></tr>
<tr><td rowspan="4">▪ 개발 성과물의 제도화 및 실용화 달성</td><td rowspan="4">1.0</td><td>특허등급지수</td><td>질</td></tr>
<tr><td>현장적용건수</td><td>양</td></tr>
<tr><td>교통물류 정책활용</td><td>양</td></tr>
<tr><td>물류시설 화재안전 정보망 활용</td><td>양</td></tr>
</table>

사업평가 계획

평가연도	평가대상 기간/ 해당 단계	평가대상 성과목표	평가 시기 설정 사유
2023년	2022 (총 1년)/1단계	- 물류시설 화재안전성 확보를 위한 현장조사·요소기술 개발 • 기술분석서 : ('22년) 6 • 현장조사 : ('22년) 15 • 물류시설 화재안전 정보망 구축 : ('22년) 20(%)	국가연구개발혁신법에 의한 단계평가 (1단계 연구개발 평가)
2025년	2022 ~ 2024 (총 2년)/2단계	- 물류시설 화재안전성 확보를 위한 핵심·응용기술 개발 • 학술지게재 논문지수 : ('23년) 55.40 → ('24년) 56.75 • 특허등급지수 : ('24년) 4.14 • 화재실험건수 : ('23년) 4(건) → ('24년 누계) 13(건) • 물류시설 화재안전 정보망 구축 : ('22년) 20(%) → ('24년) 100(%)	국가연구개발혁신법에 의한 단계평가 (2단계 연구개발 평가)
2027년	2025 ~ 2026 (총 2년)/3단계	- 개발 성과물의 제도화 및 실용화 달성 • 특허등급지수 : ('25년) 4.14 → ('26년) 4.24 • 현장적용건수 : ('25년) 2(건) → ('26년 누계) 7(건) • 교통물류 정책활용 : ('25년) 2(건) → ('26년 누계) 9(건) • 물류시설 화재안전 정보망 활용 : ('25년) 20(%) → ('26년) 50(%)	국가연구개발혁신법에 의한 단계평가 (3단계 연구개발 평가)

성과 활용·확산 계획서 제출 계획(계속사업은 작성 불요)

사업 종료 연도	성과확용·확산 계획서 제출 연도
2026년	2027년

* 상기 전략계획서는 연구수행기관 선정결과 등 대내외 환경변화에 따라 변경될 수 있음