R&D / RS-2025-001 23456

빅데이터 기반 재난안전 사전예측·대응계획 AI 시뮬레이션 기술 개발 기획 최종보고서

2025

국토교통부

국토교통과학기술진흥원

보안 과제( ), 일반 과제( ) / 공개(○), 비공개( ) 발간등록번호()

2024년도 국토교통연구기획사업

R&D / RS-2025-00123456

빅데이터 기반 재난안전 사전예측·대응계획 AI 시뮬레이션 기술 개발 기획

최종보고서

2025. 10. 23.

주관연구기관 / 성균관대학교

공동연구기관 / 서울연구원

와이젠글로벌㈜

국토교통부

국토교통과학기술진흥원

〈 요 약 문 〉

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

<table>
<tr><td colspan="2">사업명</td><td colspan="6">2024년 국토교통연구기획사업</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제번호</td><td colspan="6">RS-2024-00514251</td></tr>
<tr><td colspan="2">국가과학기술표준분류</td><td>1순위 소분류 코드명</td><td>%</td><td>2순위 소분류 코드명</td><td>%</td><td>3순위 소분류 코드명</td><td>%</td></tr>
<tr><td colspan="2">총괄연구개발명
(해당 시 작성)</td><td colspan="6">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제명</td><td colspan="6">빅데이터 기반 재난안전 사전예측 · 대응계획 AI 시뮬레이션 기술개발 기획</td></tr>
<tr><td colspan="2">전체 연구개발기간</td><td colspan="6">2024. 12. 24 - 2025. 10. 23(10개월)</td></tr>
<tr><td colspan="2">총 연구개발비</td><td colspan="6">총 100,000 천원
(정부지원연구개발비: 100,000 천원, 기관부담연구개발비 : - 천원)</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발단계</td><td colspan="2">기초[ ] 응용[ ] 개발[ ] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[✔]</td><td colspan="2">기술성숙도
(해당 시 기재)</td><td colspan="2">착수시점 기준( )
종료시점 목표( )</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제 유형</td><td colspan="6">지정공모[✔] 자유공모[ ]</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제 특성</td><td colspan="6">-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구
개발
목표
및
내용</td><td>최종 목표</td><td colspan="6">도로/철도(교통)/지반 및 하천, 공동구/상하수도 지하시설물 운영정보 및 건설현장의 공사정보 등 분산된 데이터를 연계한 통합 안전관리 체계를 마련하고 AI 기반 정확도 및 신뢰성 높은 재난 안전 사전예측•대응계획 시뮬레이션 기술을 개발하는 국가 연구개발 사업 기획</td></tr>
<tr><td>연구 내용</td><td colspan="6">1. 이슈 및 니즈분석, 개념정의, 사업추진방향 정립
- (이슈 및 니즈분석) 국내외 환경 및 동향분석을 통해 이슈를 도출하고, 이슈해결을 위한 기술적 니즈와 대안을 제시
- (정의 및 범위 제시) 환경 및 동향분석을 통해 도출된 이슈와 니즈에 기반하여 사업의 목적 및 개념정의, 기술개발 범위를 제시
- (사업추진 방향 정립) 스마트 건설, 건설안전 등 정부정책과의 관련성, 부합성, 연계성을 분석하고, 이슈 해결 및 기술실현을 위한 사업추진방향 제시
2. 기술개발 전략 수립 및 연구내용 설정
- 기술개발사업 목표 및 연구내용 설정
- 연구개발 후보과제 우선순위 도출
- 연구개발 후보과제별 과제카드 작성
3. 연구개발과제 기획
- 연구 목표 및 범위 설정
- 세부과제 도출 및 연구내용 설정
- 연구목표 달성을 위한 추진방안 수립
- 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시
- 사전타당성 검토
- 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정
- ‘제4차 국가연구개발사업 기본계획(`21~`25)’에 따른 사업평가를 위해 ’전략계획서‘ 작성</td></tr>
</table>

연구개발성과	**1. 이슈 및 니즈분석, 개념정의, 사업추진방향 정립** - 도시 기반시설의 노후화와 밀집화로 인한 연쇄적 복합재난 발생 가능성이 급증, 지하・지상 인프라의 상호 종속성, 인구와 교통 밀도의 비선형적 상호작용 등 기존의 관리체계로는 예측하기 어려운 복합재난 양상이 증가, 특히 집중호우 시 옹벽 붕괴가 도로침수로 이어지는 등 건설현장 및 도로시설물 위험요인이 중첩되는 복합재난 구조가 도시 전역으로 확산 - 재난 확산의 근본 원인은 이기종 데이터의 단절과 실시간 분석체계의 부재로 진단되며, 기반시설별로 관리 주체가 분리, 각 기관이 보유한 정보가 상호연계되지 않아 재난의 전이와 확산을 통합적으로 예측할 수 없는 구조적 한계가 존재, 현행 재난관리체계는 재난 발생 후 상황파악과 대응 중심으로 운영되며, 데이터 기반의 사전예측 및 대응계획 수립이 미흡한 상태 - 국가 차원에서도 복합재난에 대응하기 위한 지능형 안전관리체계 구축이 핵심 정책과제로 제시되고 있으며, 국가 계획은 단순 재난대응이 아닌 예측-대응-복구 전 주기를 아우르는 기술 중심의 재난관리체계 전환을 요구 **2. 기술개발 전략 수립 및 연구내용 설정** - 도출된 복합재난 대응의 핵심내용을 바탕으로 지역 단위 AI 시뮬레이션 체계로 구체화 및 명확화 - 제안 단계에서 총 28개의 기술항목을 도출하였으며, 기획연구 수행과정에서 자문회의, 전문가 의견수렴, 기술성 분석을 거쳐 최종적으로 3대 핵심기술과 9개의 세세부기술로 기술 체계를 재정립, 도출된 기술체계는 지역 단위 복합재난 대응의 실현 가능성을 중심으로 국내외 기술수준, 기술성숙도(TRL), 개발 난이도 등을 종합적으로 고려하여 3대 핵심기술을 중심축으로 설정함 · AI 기반 시설물 연계 복합재난 위험도 분석 기술 · 복합재난 위험도 분석을 위한 지역단위 빅데이터 통합 및 연계 기술 · AI 기반 복합재난 사전예측 및 대응계획 시뮬레이션기술 및 실증 - 기존 재난관리 기술의 데이터단절, 모델 정량화, 대응 비효율 문제를 해결하기 위해 통합데이터 구축, AI 기반 복합재난 분석, 시뮬레이션 기반 예측 및 대응계획 기술을 병렬적으로 고도화하고자 함 - 기존 단일 재난대응 중심의 기술구조를 지역 단위 복합재난 예측・대응 통합체계로 전환 - 지역 단위 복합재난 대응역량 강화를 목표로, 데이터 기반의 위험도 분석과 AI 시뮬레이션을 통해 재난 예측과 대응 지원하는 지능형 재난안전관리 기술체계 구축을 추진방향으로 함 **3. 연구개발과제 기획** - (사업명) 지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술 개발 - (비전) 국토교통부 주도의 시설물 연계형 재난관리체계 확립 및 데이터 표준 플랫폼 보급 - (사업목적) 재난안전 빅데이터(시설물, 환경 · 재난 정보 등) 활용 지역 단위 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난 연계 · 확산 예측 및 대응 시스템 개발 - (사업목표) 1. 복합재난 피해예측 정확도 90% 이상 / 2. 피해확산 범위 및 규모 사전 예측 정확도 90% 이상 - (추진전략) 2단계 추진 / 인프라 유형에 따른 주무부처 및 지자체 등과의 정책 연계체계 구축 / 재정사업 및 기존 연구사업과의 연계 / 테스트베드 연계를 통한 R&D 추진 - (성과목표) 고품질 시설물 연계 재난안전 데이터 허브 구축 (데이터 품질 95% 확보), 시설물 연계재난 위험도 분석 프레임워크 확립(지역 단위 위험도 판별 정확도 90%), 지역 단위 재난안전관리 플랫폼 구축 (정보전달시간 80% 단축(30분→ 5분)), 실증 및 도시 확산 적용을 위한 시스템 구축(1개 지자체 대상 시범 실증 추진) - (핵심기술 및 구성기술)

AI 기반 시설물 연계 복합재난 위험도 분석기술	(1-1) 시설물 연계 복합재난 위험도 평가 프레임워크 및 동적 산정모델 개발 (1-2) 복합재난 전이・파급 판단 알고리즘 및 시나리오 생성 기술개발 (1-3) GeoAI 기반 위험도 가시화 모듈 및 중앙-광역 공유 모델개발
복합재난 위험도 분석을 위한 지역단위 빅데이터 통합 및 연계 기술개발	(2-1) 위험도 평가 프레임 기반 데이터 항목 정의 및 연계 구조 설계 (2-2) 도시기반시설 관련 데이터 실시간 통합 및 정합 기술개발 (2-3) 위험도 분석 및 시뮬레이션 연계를 위한 데이터 관리체계 구축
Ai 기반 복합재난 사전예측 및 대응계획 시뮬레이션기술 개발 및 실증	(3-1) 위험도 기반 복합재난 피해예측 엔진 개발 (3-2) 실시간 피해 확산 예측 AI 시뮬레이터 개발 (3-3) 중앙-광역 공동 활용 실증 및 제도개선 연계

- 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안으로, 매칭 지자체와의 협력을 통해 실제 운영 중인 재난대응 체계를 대상으로 실증기반 복합재난 대응기술을 개발하고, 연구진과 지자체가 공동으로 2단계(3차년도)부터 현장 실증을 병행하는 참여형 연구체계를 제안함
- 사전타당성 검토, 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정, '전략계획서' 작성

연구개발성과 활용계획 및 기대효과

1. 정책적 기대효과
   - (국민 불안감 해소) 재난의 선제적 예방·대응체계 강화에 따른 국민 불안감 및 안전 확보
   - (국가 재난안전관리 정책의 데이터 기반 의사결정체계 구축) 본 사업을 통해 부처별로 분산되어 있는 재난 관련 데이터를 통합·표준화함으로써 과학적 근거에 기반한 정책결정 체계 확립 기대
   - (국토교통부 중심 '지역기반 재난관리' 정책영역 신설) 기존의 재난관리가 행정안전부 중심의 사후 대응형 체계를 중심으로 이루어졌다면, 본 사업을 통해 국토교통부의 인프라·공간정보 자산을 활용한 선제적 대응체계 확립이 가능할 것으로 예상

2. 과학기술적 기대효과
   - (지역 단위 다중재난 예측을 위한 AI 시뮬레이션 기술의 선도적 확립) 본 사업을 통해 교량, 터널, 지하차도 등 다중 기반시설의 상호 연계된 위험요인을 통합적으로 분석·예측할 수 있는 인공지능 시뮬레이션 기술이 확립
   - (부처·지자체·공공데이터의 통합 표준화 기술 확립) 기상청, 국토교통부, 행정안전부, 지자체, 공공기관 등 다양한 주체의 이기종 데이터를 융합·표준화함으로써 재난정보의 통합 관리체계 구축
   - (실시간 위험도 예측 및 대응 자동화 기술 구현) AI 기반의 빅데이터 분석을 통해 기상, 교통, 인구밀집도, 시설물 상태 등 다양한 데이터를 실시간으로 연계함으로써, 위험도 산출 및 대응 의사결정이 자동화

3. 사회경제적 기대효과
   - (재난 대응시간 단축 및 피해비용 절감 효과) 실시간 데이터 기반의 조기경보 및 대응경로 자동 산출을 통해 재난 발생 초기의 대응속도가 대폭 향상될 수 있을 것으로 기대
   - (지역 맞춤형 안전관리체계 구축을 통한 지방정부 역량 강화) 지역별 특성과 위험도를 반영한 맞춤형 재난관리체계를 구축함으로써, 지방정부의 자율적 대응역량이 강화될 수 있음
   - (국가 재난관리체계의 디지털 전환 가속화) AI 및 디지털트윈 기반의 재난 대응 프로세스가 행정절차에 내재화된다면 국가 재난관리체계의 효율성과 투명성이 제고될 수 있음

국문핵심어 (5개 이내)	빅데이터	AI 시뮬레이션	재난안전	사전예측	대응계획
영문핵심어 (5개 이내)	Bigdata	AI simulation	Disaster safety	Prediction	Response plan

목 차

1. 연구개발과제의 개요 ····· 1
1.1. 배경 및 필요성 ····· 1
1.2. 추진 시급성 및 정부지원 타당성 ····· 3
1.3. 상위계획과 부합성 ····· 12

2. 연구개발과제의 수행 과정 ····· 13
2.1. 기획 추진체계 및 경과 ····· 13
2.1.1. 기획 추진체계 및 절차 ····· 13
2.1.2. 추진 경과 ····· 17

2.2. 국내외 동향 분석 ····· 18
2.2.1. 정책동향 ····· 18
2.2.2. 기술동향 ····· 37
2.2.3. 사회적 동향 ····· 66
2.2.4. 주요 시사점 ····· 71

2.3. 국내외 연구개발 현황 분석 ····· 77
2.3.1. 연구개발 투자 ····· 77
2.3.2. 기술수준 ····· 84
2.3.3. 연구개발 인프라 ····· 85
2.3.4. 연구개발 성과 및 한계 ····· 108
2.3.5. 종합분석 ····· 109

2.4. 유사사업 성과 및 중복성 검토 ····· 114
2.4.1. 선행 사업 현황 및 성과 분석 ····· 114
2.4.2. 차별성 및 연계 활용 방안 ····· 114

2.5. 기술수요조사 및 후보과제 도출 ····· 117
2.5.1. 기술수요조사 ····· 117
2.5.2. 우선순위 평가 및 후보과제 도출 ····· 122

2.6. 이해관계기관 의견 수렴 ····· 126

3. 연구개발과제의 수행 내용 ····· 129
3.1. 연구개발사업 추진 방향 ····· 129
3.1.1. 추진 방향 ····· 129

3.1.2. 비전 및 목표 ····· 137
3.1.3. 중점 추진분야 ····· 138
3.1.4. 문제 해결과 추진내용의 연계성 ····· 139

3.2. 연구개발사업 주요 내용 ····· 141
3.2.1. (핵심기술1) 복합재난 예측 · 대응을 위한 도시 빅데이터 통합체계 구축기술 ····· 141
3.2.2. (세부기술2) AI 기반 복합재난 위험도 분석 기술 ····· 145
3.2.3. (세부기술3) AI 시뮬레이션을 통한 피해예측 및 최적 대응계획 수립 지원기술 개발 · 150
3.2.4. AI 기반 도시복합재난 기술 실증 · 확산 ····· 156

3.3. 분야별·기술별 연계체계 및 로드맵 ····· 159
3.3.1. 분야별·기술별 연계체계 ····· 159
3.3.2. 연차별 기술·성과 로드맵 ····· 160
3.3.3. 사업추진체계 ····· 162

3.4. 소요예산 및 자원 투입계획 ····· 165
3.4.1. 소요예산(전체/분야별) ····· 165
3.4.2. 소요인력(전체/분야별) ····· 167
3.4.3. 자원(인력, 장비 등) 투입계획 ····· 168

3.5. 사전타당성 분석 ····· 171
3.5.1. 정책적 타당성 ····· 171
3.5.2. 과학기술적 타당성 ····· 176

4. 연구개발성과 및 기대효과 ····· 185
4.1. 중점 추진분야별 최종 성과 ····· 185
4.2. 단계별·연차별 성과목표 및 지표 ····· 187
4.3. 기대효과 ····· 196
4.3.1 정책적 기대효과 ····· 196
4.3.2 과학기술적 기대효과 ····· 197
4.3.3 사회경제적 기대효과 ····· 197
4.3.4 정량적 기대효과 ····· 198

5. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 ····· 201
5.1. 연구개발성과물 검증 및 관리 방안 ····· 201
5.2. 연구개발성과물 활용 방안 ····· 202

표 목 차

<표 1> 총괄기획위원회 위원 ····· 15
<표 2> 기획분과위원회 위원 – 1분과(재난안전 빅데이터 구축 시스템) ····· 15
<표 3> 기획분과위원회 위원 – 2분과(지역단위 재난 위험도 분석 시스템) ····· 15
<표 4> 기획분과위원회 위원 – 3분과(재난연계·확산 AI 시뮬레이터) ····· 16
<표 5> 기획분과위원회 위원 – 4분과(기술 실증 분과) ····· 16
<표 6> 기술정책협의회 ····· 16
<표 7> 해외 주요국의 재난안전 정책 분류 및 대표 사례 ····· 18
<표 8> 국내 재난안전 정책 분류 및 대표 사례 ····· 25
<표 9> 국토교통과학기술 육성법 주요 내용 ····· 26
<표 10> 전국민 AI 일상화 계획 – 전략3 ····· 32
<표 11> 과학기술기본법 제1장 주요내용 ····· 34
<표 12> 해외 주요국의 재난안전 관련 기술 및 시스템 ····· 37
<표 13> ANYWHERE의 실증지 국가별 주요목표와 실증결과 ····· 44
<표 14> 국토부 중심의 지상-지반-지하시설 유지관리 거버넌스 ····· 51
<표 15> 경상남도 스마트 데이터허브 응급환자 이송정보 서비스 활용데이터 ····· 53
<표 16> 경상남도 스마트 데이터허브 CCTV 집중관제 서비스 활용데이터 ····· 54
<표 17> 충청북도 빅데이터 허브 구축사업 응급의료 서비스 활용데이터 ····· 54
<표 18> 인천광역시 스마트시티 SW 플랫폼 활용데이터 ····· 56
<표 19> 울산광역시 스마트시티 데이터허브 시민의 소리 활용데이터 ····· 57
<표 20> 부산광역시 스마트시티 데이터허브 실시간인구기반 다중인파 위험도 분석 서비스 데이터 ·57
<표 21> 사회 안전에 대한 항목별 국민 인식도 ····· 67
<표 22> 동 사업 유관·유사 분야 정부 R&D 투자 및 과제현황 (2016~2025) ····· 79
<표 23> 동 사업 유사·유관 정부 R&D 부처별 투자 현광 (2016~2025) ····· 80
<표 24> 연도별 연구단계에 따른 R&D 투자현황 ····· 82
<표 25> 연구단계별 주요 유관부처 R&D 투자동향 ····· 82
<표 26> 연구수행주체별 R&D 동향 ····· 83
<표 27> 빅데이터 기반 재난안전 사전예측·대응계획 AI 시뮬레이션 기술개발 관련 기술수준 및 기술격차 ·84
<표 28> 교통분야 기술수준 및 격차 (단위: %, 년) ····· 84
<표 29> 주요 연구기관별 연구 내용 ····· 86
<표 30> 주요 대학별 교육 내용 ····· 88
<표 31> 주요 대학 연구실별 연구 내용 ····· 89
<표 32> 주요 기업 정부 R&D 수행 현황 및 연구내용 ····· 91
<표 33> 유관 보유장비 및 시설 목록표 ····· 92

〈표 34〉 우리나라 전공별 연구원 수 및 비중 ····· 94
〈표 35〉 AI 재난안전 관련 R&D 분야 상위 12개 기관 인력 및 비율 ····· 95
〈표 36〉 시설물 및 재난안전 R&D 참여인력 주요 전공분야 ····· 95
〈표 37〉 각 기관별 주요 정보시스템 운영 현황 ····· 96
〈표 38〉 도로관리통합시스템의 기능 및 운영 내용 ····· 101
〈표 39〉 FMS 시스템상의 입력정보 ····· 103
〈표 40〉 시스템상 관리 대상과 종류 ····· 104
〈표 41〉 사면 관리현황(2019) ····· 105
〈표 42〉 지하안전정보시스템의 기능별 구분 ····· 107
〈표 43〉 지하안전정보시스템의 주요내용 ····· 107
〈표 44〉 유사과제 검색결과별 차별성 검토 ····· 116
〈표 45〉 분과별 기획위원회 개최 현황 ····· 119
〈표 46〉 기술수요 수집 결과 ····· 120
〈표 47〉 기술수요의 구성기술화 고려 기준 ····· 122
〈표 48〉 기술수요를 활용한 최종 핵심기술 및 구성기술 도출 결과 ····· 123
〈표 49〉 과기정통부 사전컨설팅 주요의견 및 반영결과 ····· 126
〈표 50〉 참여의사 확인서 ····· 128
〈표 51〉 국가 정책과제 및 본 연구개발과제의 연계성 ····· 130
〈표 52〉 기획과제를 통해 도출된 연구개발사업의 3대 핵심기술 및 기술 목표 ····· 131
〈표 53〉 기획연구를 통한 연구개발사업 명확화 ····· 131
〈표 54〉 단계별 사업 추진 방향 및 내용 ····· 135
〈표 55〉 현행 재난안전관리 시스템 및 체계의 주요 문제점 ····· 139
〈표 56〉 실증 및 정책연계 전략 ····· 140
〈표 57〉 기관 및 시스템별 수집데이터 예시 ····· 142
〈표 58〉 분야별 · 기술별 연계도 ····· 159
〈표 59〉사업 추진 일정(안) ····· 163
〈표 60〉 전체 소요예산 ····· 165
〈표 61〉 전체 소요예산_비목별 ····· 166
〈표 62〉 소요인력 추산 ····· 167
〈표 63〉 연구장비재료비 추산 ····· 169
〈표 64〉 차년도별 연구비 배분 근거 ····· 170
〈표 65〉 상위계획과의 부합성 검토 결과 ····· 171
〈표 66〉 사업추진 상 위험요인 평가 ····· 175
〈표 67〉 사업 핵심기술 및 구성기술의 구성 ····· 179
〈표 68〉 사업 분야의 생산 및 부가가치 및 고용 · 취업 유발계수 ····· 203

그 림 목 차

[그림 1] 준공 후 30년 이상 시설물 비중 추이 ····· 1
[그림 2] 청주 오송읍 궁평2지하차도 침수('23.07) ····· 1
[그림 3] 연구개발과제 추진 필요성 ····· 2
[그림 4] 도시복합재난 관리방안(국토연구원한우석_2020) ····· 4
[그림 5] 기획 추진 체계 ····· 13
[그림 6] 센다이 프레임워크에서 선정한 7대 글로벌 목표(7 Global Targets) ····· 19
[그림 7] 제1차 기반시설 관리 기본계획의 변화모습 ····· 27
[그림 8] 기후위기 재난대응 방안(행정안전부, 2023) ····· 28
[그림 9] 제5차 국가안전관리기본계획(2025~2029)의 5대 전략 및 15개 추진과제 ····· 29
[그림 10] 5차 과학기술 기본계획(2023~2027)의 전략3 과학기술 기반 국가적 현안 해결 및 미래 대응 ·30
[그림 11] 대통령 직속 디지털플랫폼정부위원회 비전체계도 ····· 31
[그림 12] 국가 AI컴퓨팅 정책방향-프로젝트1 국가 AI컴퓨팅 인프라 확충과 프로젝트3 국가 AX 전면화 32
[그림 13] 국가안전시스템 개편 종합대책(2023) - 전략3 과학적 재난안전관리로 디지털 전환 ··34
[그림 14] 재난 및 사회안전 서비스 기술전략트리 ····· 36
[그림 15] Hazus-MH의 운영 화면 ····· 38
[그림 16] EAS(Emergency Alert System)의 작동 방식 ····· 39
[그림 17] IPAWS(Integrated Public Alert&Warning System)의 프로세스 맵 ····· 39
[그림 18] 지진 발생 후 시간당 트윗의 수와 TED가 분석한 지진 핫스팟과 지진 발자취 ····· 40
[그림 19] ExDAM(Explosion Damage&Injury Assessment Model)은 3D 모델링 결과 ····· 41
[그림 20] PreDisM에 의한 위험도에 따른 홍수 피해 예측도(왼쪽부터 Hazard 3, 4, 5) ····· 41
[그림 21] Next Generation 911(NG911)의 개선사항 ····· 42
[그림 22] HEIMDALL의 서비스 개념 ····· 43
[그림 23] RASOR 플랫폼의 운영 화면 ····· 43
[그림 25] D-Resilino 연계기반(連携基盤)의 주요 특징 ····· 45
[그림 26] J-RISQ의 서비스 구성도 ····· 46
[그림 27] 재난안전 위험관리 해외 사례 ····· 46
[그림 28] Deep Learning 기반 허리케인 경로 예측 서비스 화면 ····· 47
[그림 29] NASA의 Langley 디지털트윈 모델링 화면 ····· 49
[그림 30] 디지털트윈 기반의 DTE HYDROLOGY 화면 예시 ····· 50
[그림 31] 기반시설 관리시스템의 역할 ····· 52
[그림 32] 경상남도 스마트시티 데이터허브 구조 ····· 53
[그림 33] 충청남도 데이터 포탈 및 스마트시티 데이터 허브 구조 ····· 55
[그림 34] 서울시 기반시설 빅데이터 분석시스템 활용 체계 ····· 58
[그림 35] 서울시 통합 지하안전관리시스템 ····· 58

[그림 36] 3D Virtual Seoul 시스템 구축 ····· 58
[그림 37] 서울 열린데이터 광장 (https://data.seoul.go.kr/) ····· 59
[그림 38] 스마트서울 도시데이터 센서(S-DoT) 설치 현황 및 빅데이터 정보 ····· 59
[그림 39] 서울특별시 스마트 재난대응 통합플랫폼 ····· 60
[그림 40] 디지털트윈 기반 지하공동구 화재 · 재난지원 통합플랫폼 구축 사업 ····· 61
[그림 41] 재난안전데이터 공유 플랫폼 구축 사업 ····· 62
[그림 42] 지하공간 통합지도 구축 사업(2015-2023) ····· 63
[그림 43] 디지털트윈 기반 도시침수 스마트 대응 시스템 실사업(2022-2024) ····· 63
[그림 44] 서울형 위험성 평가 프레임워크(대분류지표 위해성/노출성/취약성/저감성 선정) ·64
[그림 45] 서울시 도시 위험성평가 플랫폼 (서울연구원, 2024) ····· 65
[그림 46] 디지털 기반의 과학적 재난안전관리 개념도 (서울연구원, 2024) ····· 65
[그림 47] 세계 극빈층 비율의 변화(' 10년 vs ' 30년) ····· 66
[그림 48] 국내 주요 시설물 노후화 전망 ····· 68
[그림 49] 최근 발생한 시설물 연계 재난 ····· 70
[그림 50] 기반시설물 제1·2·3종 및 기타 시설물 현황(국토안전관리원 데이터 기준) ····· 72
[그림 51] 기반시설물의 소관 부처 비율 ····· 72
[그림 52] 10년 후 제1·2·3종 시설물의 예상 노후화 개수 ····· 73
[그림 53] 소규모 3종 시설물의 노후화 사례 ····· 73
[그림 54] 자연재해에 의한 피해액 증가 추이 ····· 74
[그림 55] 재난으로 인한 연간 피해액 및 복구비용 (단위 : 백만 원 ····· 74
[그림 56] 국내 지진 발생 증가 추이 ····· 75
[그림 57] 연차별 정부 및 국토교통 R&D 투자 규모 ····· 77
[그림 58] 국토교통 분야별 투자비중 ····· 78
[그림 59] 국토교통 분야별 투자 추이 ····· 78
[그림 60] 동 사업 유관 · 유사 분야 정부 R&D 투자 및 과제현황 (2016~2025) ····· 79
[그림 61] 동 사업 유사 · 유관 정부 R&D 부처별 투자 금액 (2016~2025) ····· 80
[그림 62] 동 사업 유사 · 유관 정부 R&D 부처별 과제 건 수 (2016~2025) ····· 81
[그림 63] 상위 3개 부처(과학기술정보통신부, 국토교통부, 행정안전부) 연도별 R&D 투자 동향 (2016~2025) ·81
[그림 64] 연도별 연구단계에 따른 R&D 투자현황 ····· 82
[그림 65] 건설사업정보포털시스템의 이해관계자 ····· 97
[그림 66] BMS의 개념 ····· 98
[그림 67] 터널유지관리시스템의 플로우(Flow) ····· 98
[그림 68] 도로비탈면 점검 플로우(Flow) ····· 99
[그림 69] 일반적인 포장유지관리시스템의 단계 ····· 100
[그림 70] 도로대장 DB 구성 ····· 101
[그림 71] 도로관리통합시스템의 각 개체 ····· 101
[그림 72] 시설물통합정보관리시스템 체계도 ····· 102
[그림 73] 국가공간정보유통시스템의 네트워킹 ····· 104

[그림 74] 서울시 도로관리시스템의 구조 ····· 105
[그림 75] 지하공간 통합지도 구현 모습 ····· 106
[그림 76] 지하공간 통합지도 구현 모습 ····· 106
[그림 77] SWOT 분석을 통한 사업 추진 전략 방향 도출 방법 ····· 109
[그림 78] SWOT 분석을 통한 전략방향 도출 ····· 112
[그림 79] 기획대상 과제의 차별성 검토 대상(유사과제) 검색결과 ····· 114
[그림 80] 기존 과제와의 차별성 검토 결과 ····· 115
[그림 81] 기술수요 요청 메일 및 배포 양식 ····· 120
[그림 82] 준공 후 30년 이상 노후 시설물 현황 및 전망(대한경제, 2023) ····· 129
[그림 83] 국내 주요 복합재난 피해 사례 ····· 129
[그림 84] 지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술 개발 개요도 ····· 132
[그림 85] 기존 기술 및 시스템의 한계점과 연구개발사업의 기술적 차별성 ····· 133
[그림 86] 지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술 개발 추진전략 ····· 134
[그림 87] 사업비전 및 목표 체계도 ····· 137
[그림 88] 주요 문제별 기술적 대응 추진내용 및 기대효과 ····· 139
[그림 89] 연구개발사업의 문제발생-해결방안-연구결과 연계 구조 ····· 140
[그림 90] 복합재난에 최적화된 데이터 통합시스템 구축기술 개요도 ····· 141
[그림 91] 복합재난에 최적화된 데이터 통합시스템 구축기술 개요도 ····· 146
[그림 92] AI 시뮬레이션을 통한 피해 예측 및 최적 대응계획 수립 지원기술 개발 개요도 ····· 150
[그림 93] 도심형 복합데이터 통합 및 위험도 분석 실증 환경 및 구성 ····· 155
[그림 94] AI 시뮬레이션 기반 통합 대응 실증 환경 및 구성 ····· 157
[그림 95] 연차별 기술 로드맵 ····· 160
[그림 96] 연차별 성과 로드맵 ····· 161
[그림 97] 사업 관리체계 ····· 162
[그림 98] 사업관리프로세스 ····· 164
[그림 99] 이재명 정부 국정과제 체계 (출처 : 대한민국 정책브리핑 보도자료) ····· 172
[그림 100] 동 사업의 기획과정 ····· 176
[그림 101] 대상 재난의 유형 예시 ····· 177
[그림 102] 기존 기술 및 시스템의 한계점과 연구개발사업의 기술적 차별성 ····· 178
[그림 103] 사업비전 및 목표 체계도 ····· 180
[그림 104] 기술개발 세부기술별 최종결과물 예시 ····· 186
[그림 105] 사업 목표 및 성과지표 체계도 ····· 188
[그림 106] 재난 단계별 실증 연계 방안 ····· 205
[그림 107] 재난관리 의사결정 지원을 위한 연구과제 결과물_재난 예방 단계 ····· 206
[그림 108] 재난관리 의사결정 지원을 위한 연구과제 결과물_재난 발생시 ····· 207
[그림 109] 재난 발생시 시설물 연계 재난 및 지역 위험도 시각화 예시 ····· 207

1. 연구개발과제의 개요

1.1. 배경 및 필요성

□ **(시설물 노후 · 과밀화) 도시를 구성하는 시설물 노후화 · 밀집화 등으로 인해 단순 사고나 단일 재난이 대형 연계재난으로 확산 위험 증대**

○ 지역적 특성(다종 · 이종 시설물 밀집, 인구밀도 및 이동 등)을 고려한 재난 연계 · 확산예측 기술개발 및 이를 활용한 재난 대응전략 마련 등 필요

- 준공 후 30년 이상 시설물 비중(KALIS 통계데이터) : ('23년) 19.7% → ('33년) 48.4%로 증가 예상

[그림 1] 준공 후 30년 이상 시설물 비중 추이

[그림 2] 청주 오송읍 궁평2지하차도 침수('23.07)

□ **(관리주체 분절) 시설물별 관리주체가 분산 · 분절되어, 신속한 정보교환과 과학적인 의사결정이 필요한 재난 연계 · 확산 상황에 적기 대응 불가**

○ 재난 연계 · 확산 대응 체계화 · 효율화를 위한 시설물 관리주체간 정보(시설물 상태 · 관리 정보, 실시간 도시 상황정보 등) 공유 플랫폼 구축 필요

□ **(AI · 빅데이터 기술 발달) 빅데이터 수집 · 관리 · 운영 · 분석을 위한 H/W 및 S/W와 AI 기술의 급속한 발전으로 인간의 인지 수준을 넘어선 학습 및 추론 가능**

○ 빅데이터 및 AI 등 ICT 기술을 활용하여 재난위험도를 정량화하고, 재난 연계 · 확산 시뮬레이션 기반 피해 사전예측 및 대응계획 수립 필요

□ **ICT 기술을 융합한 재난위험도 분석 고도화로 효과적 재난 대응전략 수립 및 실효성 있는 대국민 서비스(실시간 재난 예측 · 경고, 피난경로 알림 등) 제공 필요**

○ 빅데이터 · AI 기술을 활용한 재난안전 빅데이터 구축, 지역적 특성을 고려한 재난위험도 분석 및 재난 연계 · 확산 AI 시뮬레이션 기술개발 지원 필요
(제5차 국토종합계획, 제5차 국가안전관리 기본계획 등)

□ **도시의 발전에 따라 단일재난에서 복합재난으로 확장될 위험에 대비하여 재난을 대상으로 사전예측 · 대응계획 AI 시뮬레이션 기술개발이 필요**

- (데이터통합 필요) 국내 기반시설은 시설물별 다양한 데이터를 수집하고 있지만 관리주체가 상이하여 데이터를 개별관리하고 있음. 이에 태풍, 집중호우, 지진, 지반침하, 침수 등 재난 발생 시 중앙 컨트롤 타워가 상황을 파악하기 위한 통합형 데이터 체계가 부족

  * 관리 주체별로 분산된 시설데이터의 통합관리를 통해 안전 및 재난사고를 예방하는 선제적 재난 안전관리 예·경보 시스템이 필요

- (AI 시뮬레이션 기반 대응계획) 중앙정부 및 지방정부, 공공기관 지자체에서는 이미 개별시설물 위주의 데이터와 안전관리체계가 구축되어있지만, 운영 방식은 인력기반으로 한계가 있어 지속적으로 안전사고가 발생하고 있음
  - AI 시뮬레이션을 활용하여 재난을 대상으로 가장 효율적인 대응 시나리오를 통해 의사결정을 지원할 수 있음
  - 인력, 장비, 물자 등 재난대응 자원을 효율적으로 분배할 수 있으며 이에 따라 대응 시간을 단축하고 피해를 최소화하며, 빠른 복구가 가능함

- (사전예측) 지진, 지반침하. 침수 등으로 인한 피해가 발생하면서 재난에 대한 대국민 불안 확대되고 있음
  - (실시간 데이터 분석) 전국의 데이터를 통합하여 기상 데이터, IoT센서 데이터, 위성 이미지 등에서 수집된 데이터를 실시간으로 분석하여 재난 발생 가능성을 조기에 감지할 수 있음
  - (사전경고체계 강화) 빅데이터 분석 및 AI 시뮬레이션을 통해 재난으로 인한 위험지역, 시간대, 피해 규모를 예측함으로써 재난에 대한 대비책을 마련할 수 있음

[그림 3] 연구개발과제 추진 필요성

1.2. 추진 시급성 및 정부지원 타당성

□ **기후변화로 인해 예측 불가능한 자연재해 및 사회재난이 복합 다발적으로 발생하고 있으며, 단일재난에서 복합재난의 형태로 재해 유형이 바뀌는 추세**

○ (재난 피해 규모의 증대) 세계적으로 자연재해는 점차 대규모화되어 가고 있으며, 동시에 수적으로 변화되는 추세

- 1980년 후반부터 극한 저온 및 고온 현상 발생 빈도가 증가하고 있으며 이에 따른 피해액도 증가

- 전통적으로 많은 재난 피해를 입혔던 쓰나미, 지진, 화산 등과 같은 지구 물리학적 재해와 더불어, 최근에는 기후변화와 연관된 태풍, 홍수, 가뭄, 폭염 등의 기상 자연재해의 발생 빈도가 증가

○ 집중호우로 인한 홍수, 태풍 등의 전통적 재해뿐 아니라, 지진 등과 같은 새로운 형태의 재난 발생 가능성이 증가하는 추세

- 전례 없는 지진·홍수로 기반시설 붕괴 우려 등 위험이 산재하고, 싱크홀 등 새로운 유형의 재난이 심각한 사회문제로 대두
  - 대부분 도시 하수처리 및 침수방지 시설은 시간당 60~70㎜로 설계되어 있으나, '17.10월 태풍 '미탁'의 영향으로 삼척·강릉 지역 시간당 최대 482㎜의 폭우 발생
  - 지반침하 발생: '14년 69건→ '16년 255건→ '18년 338건

- 국내 재난 피해비용은 연평균 2,500억 원, 복구비용은 7,500억 원 이상 소요되고 있으며, 복합재난 발생 시 피해 규모는 더욱 커질 것으로 예상

○ 두 개 이상의 자연재해가 중첩되는 경우도 존재하며 이때 시설물이 받는 피해가 더욱 심각해지고 대규모화하는 경향을 보임

- (예시) 지진과 쓰나미 조합에 의한 도로의 유실과 교량 구조물 붕괴 및 사면 붕괴, 이상 저온과 이상 고온 현상의 반복으로 손상된 시설물이 태풍과 홍수로 인하여 받는 피해가 가중되는 현상 등

○ (국민 불안 확대) 정부와 민간의 노력에도 화재 등 안전사고는 지속적으로 발생하고 있으며, 대규모 지진, 싱크홀, 포트홀 등 생활에서 밀접한 안전사고로 인해 국민 불안이 증가하고 있음

- 삶의 질 향상 및 안전사회 구현에 관한 국민의 요구는 지속적으로 증가한 반면, 기반시설 안전망에 대한 국민 불안감은 여전히 존재
  - 건축물·시설물이 "불안하다"라고 응답한 비율 : '12년 21.5%→ '14년 51.7%→ '16년 34.1%→ '18년 32.8% (통계청 사회조사, '18년)

- 안전사회와 복지사회를 모두 충족하는 행복사회가 되기 위해서는 기반시설의 안전성·편의성 확보는 필수

□ **도시의 경우 기반시설의 과밀화·조밀화로 인해 대형 복합재난으로 확장될 위험 존재**

○ 재난 유형 간 상호 연계 혹은 이로 인해 파생될 수 있는 모든 재난을 포괄하며, 재난 분야 간 피해 구분이 모호해지고 불확실성이 증폭되며 책임의 소재가 불분명해지는 특징

[그림 4] 도시복합재난 관리방안(국토연구원한우석_2020)

○ 도시의 재난은 국지적 자연재해로부터 출발하거나 개별시설물에서 발생하지만, 전력망, 통신망, 지하철, 상수도, 도로 등 도심지 연계 시설을 통해 빠르게 확산될 가능성이 높음

- 예) 2018년 아현 KT 통신구 화재 → 도심 통신망 마비, 금융 및 응급 시스템 장애 발생
- 예) 2019년 백석역 열수송관 파열 → 도로 함몰, 화재 발생, 대규모 교통 정체 초래

○ 도시 기반시설 노후화·과밀화에 따른 안전 재난 발생 우려의 증가

- 기반시설 다수를 관리하고 있는 지자체의 유지관리 및 성능개선을 위한 재원확보 역량 격차 존재
  - 특히, 노후 3종시설 및 소규모 취약시설을 중심으로 관리 사각지대에 놓이는 시설물이 증가할 것으로 예상

- 국민의 일상생활과 밀접한 소규모 안전 취약 기반시설의 체계적 관리 미흡으로 안전 사각지대 증가 우려
  - 한국시설안전공단의 소규모 취약시설 안전점검 결과('14~'18년), 보수·보강 등 안전조치가 필요한 시설물 777개소 중 260개소는 미이행

□ **기존 재난 대응 체계의 한계**

○ 현재 국내 재난 예측 및 대응 시스템은 재난유형별 개별 대응에 초점이 맞춰져 있으며, 시설물과 연계된 재난 확산을 고려한 통합 예측 시스템이 부재

- 관리시설의 주체별 관리수준 상이, 통합적 대응체계 수립에 한계가 존재하며 개별적 산발적 관리에 따른 정책 방향성 연계 부족

- 도심지 기반시설 데이터는 부처별, 기관별, 시설물별로 분산되어 있으며, 이로 인해 재난 발생 시 실시간 통합 분석 및 대응이 어렵고, 기존 시스템의 신뢰성이 낮음

- 현재 운영 중인 재난 예측 시스템은 시설물 간 상호작용을 고려하지 못하는 한계가 있어, 복합재난 발생 시 효과적인 의사결정이 어려움

- 시설물의 구조적 취약성, 노후도, 지리적 특성 등의 데이터를 통합적으로 분석하지 않으면 재난 확산경로를 정확히 예측하기 어려움

□ **국민 안전보장 및 복합재난 대비 국가전략 강화 필요**

○ 국민들은 시설물 안전에 대한 불안감이 지속적으로 증가하고 있으며, 실제로 노후 시설물 관리 부실로 인한 사고가 빈번하게 발생

- 재난이 도심지 기반시설을 통해 확산될 경우, 교통, 통신, 전력망, 수자원 등 필수 공공서비스가 마비되면서 국민 생활에 막대한 영향을 초래

○ 기반시설을 재난으로부터 안전하게 관리하고 국민들의 안전을 보장하는 것은 국가의 의무

- 국민이 체감할 수 있는 선제적 재난 예방 및 대응 시스템을 구축함으로써 국민의 불안을 해소하고 국가를 재난위험으로부터 대비할 필요

□ **지자체 재난 대응역량 강화 및 운영 비용 효율화를 위한 통합 기술개발 투자 필요**

○ 현재 지방자치단체는 노후 시설물 관리 및 재난 대응역량이 부족하며, 관리 예산과 인력이 제한적인 측면

- 본 사업을 통해 AI 기반 재난 예측기술을 활용하면, 기존의 비효율적인 점검 방식에서 벗어나 데이터 기반의 스마트 유지관리 체계를 구축할 수 있으며

- 재난 발생 후 대응 비용을 줄이고, 관리 사각지대를 해소하여 시설물의 생애주기 비용을 절감하는 효과도 기대됨

□ **기술적 근거**

○ 세계적으로 국가 및 지역 단위에서 추진 중인 재난 안전에 대한 사전예측 및 대응계획 AI 시뮬레이션 기술 및 노하우를 빅데이터 기반으로 보다 광범위하게 확보, 글로벌 수준의 기술 경쟁력 확보 가능

- 선진 재난관리 시스템 구축을 통해 해외 시장 진출 기회를 창출하고, 스마트시티·메가시티 등 첨단 산업과의 융합을 통해 글로벌 경쟁력 강화 가능

□ **법적 근거**

○ 과학기술기본법[시행 2024. 7. 10]은 재난안전과 같은 주요 사회 문제 해결을 위해 과학기술 도입을 장려할 정부의 의무를 명시

○ 국토교통과학기술 육성법 제8조(연구개발사업의 추진) 국토교통과학기술 육성을 위한 기반 조성 의무를 규정하며, 상기 기술 범위에는 핵심 인프라들의 재난안전 대비를 위한 기술 또한 포함

○ 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법 제5조(시설물의 안전 및 유지관리 기본계획의 수립·시행)

○ 지속가능한 기반시설 관리 기본법 제17조(연구개발의 촉진 등)

○ 재난 및 안전관리 기본법 제9조(국가안전관리기본계획의 수립 등)

○ 스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률 제19조의3(스마트도시기반 시설등 활용 등)

○ 국가정보화 기본법 제20조(지능정보 기술의 개발)

□ **경제적 근거**

○ 도시에 발전 및 시설물 노후화에 따른 재난안전 수요의 지속적 증가에 대응, 빅데이터 기반 사전예측·대응계획 마련을 위한 AI 시뮬레이션 개발로 미래시장 경쟁력 확보

○ 빅데이터, AI, IoT, 디지털트윈, 시뮬레이션 등 관련 기술 및 산업 시장의 확대와 일자리 창출 효과 기대

[참고] 국토교통부 주도 R&D 추진 필요성

□ **국토부는 시설물 및 연계복합재난 예측·예방·대비·대응 역량 확보의 주무부처**

○ 국토교통부는 **도시내 시설물 및 연계·파급된 재난**에 대한 **재난관리 주관기관***

* 「재난 및 안전관리 기본법」 제3조(정의) 5의 2 "재난관리주관기관"이란 **재난이나 그 밖의 각종 사고에 대하여 그 유형별로 예방 · 대비 · 대응 및 복구 등의 업무를 주관하여 수행**하도록 대통령령으로 정하는 관계 중앙행정기관을 말한다."

- 「재난 및 안전관리 기본법」 **시행령**에서는 **'재난 및 그 밖의 사고 유형**에 따른 **재난관리 주관기관'**을 지정하고 있으며, 국토교통부는 **건축물, 도로, 공동구, 물류시설, 철도, 항공**에서 발생하는 **대규모 피해 관련 재난관리 업무를 주관 수행**

◈ **재난 유형별 재난관리주관기관** (* 재난 및 안전관리 기본법 시행령 [별표 1의3] 발췌)

재난관리주관기관	사회재난 유형
더. **국토교통부** [3)의 경우에는 공동구에 공동수용되는 공급설비 및 통신시설 등으로서 화재등의 원인이 되는 설비 · 시설 등의 관리에 관한 사무를 관장하는 중앙행정기관을 포함한다]	1) 「건축물관리법」 제2조제1호에 따른 건축물의 붕괴 · 전도 등으로 인해 발생하는 대규모 피해 2) 「공항시설법」 제2조제3호에 따른 공항의 화재등으로 인해 발생하는 대규모 피해 3) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제9호에 따른 공동구의 화재등으로 인해 발생하는 대규모 피해 4) 「도로법」 제2조제1호에 따른 도로의 화재등으로 인해 발생하는 대규모 피해 5) 「물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률」 제7조 및 제21조의2에 따라 국토교통부장관에게 등록한 복합물류터미널사업자 및 물류창고업자가 관리하는 물류시설(다른 중앙행정기관 소관의 시설은 제외한다)의 화재등으로 인해 발생하는 대규모 피해 6) 「철도안전법」 제2조제11호에 따른 철도사고로 인해 발생하는 대규모 피해 7) 「항공안전법」 제2조제6호부터 제8호까지의 규정에 따른 항공기사고, 경량항공기사고 및 초경량비행장치 사고로 인해 발생하는 대규모 피해

- 도시내 건축물, 도로 등의 **시설물로부터 발생하는 일차적 사고**와, 시설물의 노후화 · 밀집화 등으로 인해 **단순사고나 단일재난이 대형 연계재난*으로 확산되는 경우** 모두 **국토교통부가 재난관리 주관기관으로서의 책무를 담당**

* "사회재난 유형이 **복합적으로 발생하는 경우**에는 **각 사회재난 유형별 시설사무관장기관 또는 재난사무관장기관**이 각각 재난관리주관기관이 된다."(동법 시행령 [별표 1의3] 중)

○ **「제5차 국가안전관리 기본계획(2025~2029)」**에서는 현장 지휘체계 명확화 및 기관 책임성 제고를 위해 재난유형별 소관부처의 임무를 제시하고 있으며 국도부의 **사회재난과 자연재난을 아우르는 재난안전 관리대책 수립 역할** 명시

- 국토교통부는 도로·철도·항공재난 등 소관 시설물 재난 발생시 **총괄부처일**뿐 아니라 **자연재난의 피해저감을 위한 교통 대책수립 및 시행, 주요시설물 피해의 응급 복구, 수송용 교통수단·사고수습 지원**의 역할을 수행할 필요

◈ **피해유형별 재난안전관리대책** (* 제5차 국가안전관리 기본계획(2025~2029) 제6장 발췌)

재난유형	국토교통부의 역할
풍수해	태풍・호우로 인한 교통두절 교통소통대책 수립
산사태	・철도, 도로(고속, 국도변) 연접 피해지 항구복구 및 2차피해 예방 조치 [*대응대책] : <산림재난지역 교통소통대책> ・산사태재난 주변지역 교통상황 파악 및 협조 ・산사태재난으로 인한 교통두절 지역 우회교통 수단 마련 ・통행 해소시기 예측 관리
우주물체 추락	. 지하철・철도 운행중단 대비 대체교통수단 확보 . 도로, 철도, 비행장, 공동구 등 주요시설물 피해 응급 복구 . 긴급수송용 교통수단・사고수습 중장비 지원
우주전파재난	. 우주전파재난 항공분야 관련 상황 종합 및 대응・복구
정보통신사고	. 피해지역 항공 교통상황 정보 제공 . 통신망 피해로 인한 소관 분야(항공.철도 등) 피해 예방대책 마련 및 대응조치
시설 재난・사고	[예방대책] 국방부는 국토교통부 시설물 재난・사고 주요대책 구체화시 적극 반영 - 노후화 대비 선제적 관리체계 정착 - 국토부 안전진단체계 제도개선 사항 적기 반영 - 4차 산업혁명 기술 활용 시설물 안전 및 유지관리 고도화 - 융.복합을 통한 미래대비 산업발전 기반 조성 - 국민소통형 시설물 안전 및 유지관리 서비스 구축
미세먼지	. 대중교통 추가운행 등 교통량 조절 대책 시행
도로교통 재난・사고	[주요과제] ❍ (도로유지보수) 포장도로 정비, 낙석위험지구 정비, 수해상습지역 및 배수시설 개선 등을 통해 안전한 국도환경 조성 - 또한, 노후되거나 파손된 공용중인 국도상 도로시설을 적기에 보수하여 도로기능, 서비스 수준 확보 및 수해 등 재해예방 ❍ (도로안전 및 환경 개선) 도로안전성 제고를 위해 방호울타리 설치, 보행자 통행시설 정비, 사고 잦은 곳 개선, 안전시설 정비, 횡단보도 조명시설 설치 등 안전한 도로환경 조성 및 교통사고 예방 ❍ (위험도로 개선) 국도의 취락지 통과, 노폭협소, 급커브 등 도로구조가 취약하여 대형 교통사고가 우려되는 지점을 대상으로 단계적 개량 추진 ❍ (IOT 계측 관리) 교량, 비탈면에 IOT 시스템을 설치하여 이상 징후가 감지되면 즉시 담당자에게 통보되어, 조기에 교통통제 등을 시행할 수 있도록 지속적으로 시스템 구축 ❍ (도로살얼음 관리) 기상청 협업 등을 통해 도로 살얼음 예측 정보를 제공받고, 이를 운전자 안내 및 사전 제설작업 등에 활용 [예방대책] ❍ 사고확산 방지를 위한 방재시설 설치 및 관리 강화 - 방재시설 설치현황 점검 및 관련 규정에 따라 미비사항 보완 추진 - 방재시설 신설에 필요한 예산, 장비 확보 ❍ 터널 구조의 점검 및 취약사항 보강 등 방재대책 추진 - 재해취약성 사전조사, 재해 위험도 평가 등을 통해 발견된 취약 터널 및 방재시설에 대하여 정비계획 수립 및 보강 추진 - 계획 시행을 위한 필요 인력, 예산, 장비의 확보 ❍ 교통사고 방지를 위한 실시간 정보제공체계 구축 - 도로전광판, 재난방송 등을 활용하여 신속한 정보체계 구축 - 스마트폰을 활용한 실시간 사고, 작업구간 등 정보 제공 추진 [대비대책] ❍ 사고대응을 위한 물자, 장비, 시설 확충 - 터널내 소화기, 비상전화, 조명 등 사고대비를 위한 장비・시설 확충

	- 현장 초동조치를 위한 라바콘, 조끼 등 장비의 충분한 확보 ○ 비상연락망 체계 정비 - 비상연락체계 가동상황 점검을 위해 불시 점검회의 수시 실시 - 재해복구를 위한 장비, 전문가 리스트 관리 - 행정안전부 등 유관기관과의 비상연락체계 정비 [대응대책] ○ 위기대응 절차 개선 - 위기상황을 일반/중대 사고의 2단계로 단순화하여 신속한 의사결정 도모 ○ 개인별 임무카드를 비치 및 소지하여 사고발생시 신속한 조치가 가능 ○ 신속한 사고 전파 및 언론 대응 - 대응 흐름도를 작성하여 진행 단계별 임무를 명확히 하고, 초동조치앱을 활용하여 문자메시지를 발송하여 사고상황 전파 - 사망자 수 등 통계자료는 비교점검하여 착오가 없도록 확인하고, 진행상황에 따라 유동적임을 반드시 병기하여 오보 예방 [복구대책] ○ 유관기관 협력체계 구축으로 사고상황 총력복구하여 정상적인 교통소통 실시 ○ 신속한 사고원인 및 피해조사를 실시하여 재발방지를 위한 제도적 장치 마련
철도교통 재난・사고	[주요과제] ○ 선로검측차, 자갈 교환·다짐 장비 등 첨단장비를 활용한 유지보수 첨단화 등 인력위주의 기존 유지보수 업무 체계를 개선 ○ 스크린도어 검지센서 개선, E/S 취약개소 선정 및 점검 강화, 인파밀집사고 대응을 위한 가이드라인 마련 등 안전구역 관리・강화 ○ 무선 차량정리 및 자동 선로전환 등 자동화 시스템을 도입하여 인적오류로 인한 작업자 사망사고 예방 ○ 기관사, 관제사 등을 대상으로 VR, AR을 활용한 체험형 종사자 통합훈련을 통해 비상상황에 대한 대응역량 및 협업능력 강화 ○ 선로작업 시 운행안전 협의 당사자인 운행안전관리자, 관제업무종사자, 관할역 관리책임자 간 협의절차와 책임성 강화 [예방대책] ○ 철도안전관리체계 정기・수시검사를 통해 차량·전기·관제 등 전분야 안전시스템이 제대로 유지되고 있는지 지속·점검 실시 [대비대책] ○ 중앙부처・지자체・유관기관 간 비상소집체제 및 정보 수집・전달수단 확보, 응급대응을 위한 표준행동요령 작성, 정기적 훈련 등 응급대응체계 정비 [대응대책] ○ 운영기관 및 관제감독관의 신속한 상황파악 및 보고내용과 내부 상황판단 회의 결과, 사고규모에 따른 위기경보 수준을 종합적으로 고려하여 철도안전재난상황실 또는 중수본 운영
항공교통 재난・사고	[예방대책] ○ 국가항공안전프로그램 이행 - 연도별 국가 안전목표를 제시하고, 안전목표 달성을 위한 안전성과지표와 지표별 목표치 및 세부 추진과제 마련, 추진 - 활주로 안전 리스크 경감, 항공기 정비 신뢰도 제고, 공역혼잡 운영리스크 관리, 헬기안전 강화 등 운영리스크 지속 감축 ○ 데이터와 위험기반으로 항공사 안전관리 - 정부와 산업계에 산재된 항공안전데이터의 체계적인 수집과 효율적 분석체계를 통해 정량적이고 예측적인 항공안전관리 - 안전장애, 기체결함 등 데이터를 분석해 취약분야를 식별하고, 위험도 우선순위에 따라 감독인력, 점검주기 등을 차별화 한 위험기반 안전감독 [대비대책] ○ 항공재난 위기대응 상황실 구축으로 항공사고 대응체계 공고화 - 항공분야 사건·사고, 재난 발생 시 신속한 보고·전파 및 사고수습을 위해 컨트롤타워 역할, 24시간 상시 근무 체계 - 항공사고 발생시 상황파악·보고, 내외부 전파 등 초기대응, 전 세계 태풍・지진 등 자연재난 발생 시 우리항공기 안전확인 및 사고예방조치, 기타 대북 위기관리 등 위기대응 전담

	[대응대책] ○ 매뉴얼에 따른 신속한 상황보고·전파, 중앙사고수습본부 등 기관별 대책기구 설치·운영, 위기 유형·단계별 대응조치 시행 [복구대책] ○ 유가족 지원시설 설치, 공항 내 사고 시 신속한 시설물 복구 및 공항운영 정상화대책 추진, 철저한 사고원인 조사 및 재발방지대책 시행
해외재난	· 항공기 사고 피해자 및 국내 가족 연락 등 지원 · 항공기 해외사고 대응.수습에 관한 업무
어린이 놀이시설 사고	· 아파트 등 공동주택 내 어린이놀이시설의 설치 기준 운영

- 또한 동 계획은 **도심지의 대형·복합재난 발생위험 증가**를 주요 위험요인*으로 인식, 미래 위험에 대한 선제적 관리, **디지털기술을 활용한 통합적 재난안전관리의 방향성**을 제시하고 있어 **동 R&D의 대상과 방법론 측면의 정합성 존재**

* 도시 기반시설과 건축물의 **노후화**, **도시 과밀화(건물 초고층화, 지하화, 네트워크화)** 등으로 **재난의 연쇄·동시 다발적 발생 및 급격한 피해확산 위험 증가**

□ **도시내 시설물 연계재난 발생시 대응책임기관**(지방자치단체 등)**의 재난관리 역량을 보완**하여 **총괄적 재난대응 효과를 창출하기 위한 정부주도성 필요**

○ 국토교통부는 다양한 방식으로 파급되는 시설물 연계·복합재난의 효과적 대응을 위해 **중앙정부와 지방정부 재난대응 수준을 총괄적으로 향상**시키기 위해 **공공 투자를 주도할 필요**

- 현재 **지자체 및 관리주체별** 시설물 **관리수준의 편자, 예산·인력의 제한 등으로** 인해 도시내 **다중 시설물 연계 재난발생시 대응역량의 결집·체계화 한계**

- 재난대응 주체별 **분산된 조직체계 및 역량 편차에 따른 도시 복합재난대응**의 **효율성·효과성 저하 문제**를 극복할 수 있는 **통합적 대응역량 확보 시급**

□ **동 R&D 성과의 실현장 도입·확산을 위해 국토교통부의 권한과 전문성 요구**

○ 동 기술개발은 시설물의 복합·연계재난을 공간적으로 예측하고 대응하기 위한 것으로 **시설물 관리 권한**과 **공간정보 통합 역량, 지자체 협업 체계**를 갖춘 **국토교통부가 주도할 때 실효적 기술 확산과 대국민 체감형 서비스 구현이 가능**

- (SOC 기반시설 관리주체) 도로, 철도, 항공, 건축, 건설, 교통, 지하 공간 등 시설물 연계재난의 핵심 인프라 대부분이 국토부 소관으로 연관 데이터 지속적·실시간 확보체계 구축 용이

- (공간 기반 재난 데이터 통합 적합성) 기반시설과 공간정보(예: 도로망, 구조물, 지하시설물 등)를 모두 관리하는 유일한 중앙부처로 GeoAI 기반 재난위험도 분석의 주무기관 역할 적합

- (국토부 산하 공공기관의 활용 가능성) LX 한국국토정보공사*, 국토안전관리원, 한국도로공사, 한국철도공사 등 기술 확산을 실행할 수 있는 공공 실행 파트너 보유

* LX(한국국토정보공사)의 경우 위치 기반 DB 및 3D 공간정보 플랫폼 역량, 다수의 디지털트윈 사업 주관 경험, 공공기관 중 전국 단위 협력 체계가 가능한 점 등을 통해 동 기술개발 결과물을 실현장에 보급·확산하는 역알을 전문적으로 수행하기 적합

- (지자체 대상 기술확산 경험 다수) 도로관리, 도시계획, 공간정보 구축 등에서 지자체와의 기술적 인터페이스 보급 경험이 풍부하며 협업 노하우 존재

◈ **'빅데이터 기반 재난안전 사전예측·대응계획 AI 시뮬레이션 기술' 활용·확산 체계(안)**

[1단계] 시범 보급 및 기반 구축 (2030~2031)	[2단계] 광역지자체 확대 및 기능 고도화 (2032)	[3단계] 전국 지자체 확산 및 통합 운영체계 마련 (2033)
① 시범지역 선정: 서울, 부산, 대구 등 초밀집 도시 2~3곳 ② 전문기관 지정; LX공사 또는 국토안전관리원 ③ 기능 조정: 시뮬레이터의 초기 기능을 지자체별 공간구조 및 데이터 환경에 맞춰 최적화 ④ 지자체 공무원 교육·훈련: 사용자 교육, 위기 시나리오 입력 및 해석 훈련 포함	① 연계 데이터 범위 확대: 기상청, 행안부, 소방청 등 타 부처 실시간 재난 데이터 API 연동 ② AI 시뮬레이션 고도화: 상황 인식형 시나리오 자동 생성 모듈 적용 ③ 타 공공 시스템·플랫폼과 연계 강화: 스마트시티 허브와 연계해 재난 상황 시뮬레이션 결과 실시간 반영	① 모든 광역 및 기초지자체 배포 ② 기술 표준 및 매뉴얼 보급: 설치·운영 지침, 위험도 기준 통일화 ③ 민간 컨소시엄 구축: 유지보수·기술지원·API 연계 기능을 민간 SI/솔루션 기업과 협업

1.3. 상위계획과 부합성

□ **5차 과학기술 기본계획(2023~2027)**

○ 건설교통 기술 연구개발 촉진, 산업 진흥 등을 위한 건설기술 개발 및 촉진·활용 관련 지원 및 육성방향 제시

○ 임무중심 문제해결을 위한 R&D 전략성 강화 및 재난/위기 분야의 미래위험 대응 및 안전사회 구현을 주요 추진 과제로 포함

□ **제 5차 국가안전관리기본계획(2025~2029)**

○ 과학적 예측을 통한 잠재위험 대비역량 강화, 디지털 기반의 재난안전관리 등을 핵심 전략으로 제시하는 재난·안전분야 최상위 법정계획

○ 각종 재난 및 사고로부터 국민의 생명 · 신체 · 재산을 보호하기 위하여 국가의 재난 및 안전관리의 기본방향을 제시

□ **제4차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(2023~2027)**

○ 재난안전 문제 해결을 위한 과학기술적 해결 및 이를 위한 투자 및 R&D 협업체계 강화 등의 내용 포함

□ **제1차 기반시설 관리 기본계획(2020~2025)**

○ 빅데이터 등 기술을 활용해 선제적 유지관리 체계를 고도화하는 방안을 추진 과제로 포괄

□ **제2차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2023~2032)**

○ 재난 및 사회안전 확보 등 본 사업의 주요 현안 해결을 위한 지원 계획 포함

□ **국토부 제7차 국가공간정보정책 기본계획(2023-2027)**

○ 인프라 안전 관리를 위한 용도로서 공간정보의 활용 내용이 포함

□ **이재명 정부의 5대 국정목표 및 123대 국정과제(2025~2029)**

○ 이재명 정부의 국정 비전·5대 국정목표·123대 국정과제를 확정하고, AI를 재난 예방·대응에 적극 활용하는 'AI 정부 실현' 등을 포함하여 디지털 기반의 공공서비스 혁신과 안전사회 구현을 추진(2025.8~9 확정·발표)

○ 국정목표 4: 기본이 튼튼한 사회를 목표의 전략 1: 생명과 안전이 우선인 사회의 "[국정73] 재난 피해 최소화를 위한 예방·대응 강화"

2. 연구개발과제의 수행 과정

2.1. 기획 추진체계 및 경과

2.1.1. 기획 추진체계 및 절차

□ **사업기획 주관부처인 국토교통부 산하 전문기관인 국토교통과학기술진흥원에서 과제 담당**

○ (컨소시엄) 주관연구기관인 성균관대학교와 공동연구기관인 서울연구원, 와이젠글로벌(주)이 컨소시엄 형태로 연구를 수행

[그림 5] 기획 추진체계

○ (전문가 참여형 사업 기획) 사업 기획 전문성 강화 및 절차적 타당성 확보를 통한 기획 완성도 제고를 위해, 기획위원회 운영 및 전문가 간담회를 추진

□ **사업 추진주체별 주요 업무 분장**

○ (국토교통과학기술진흥원) 기획에 필요한 정책 등 기본 자료의 제공, 유관기관 협조, 신규 예산과 관련한 주요 절차 협력

○ (주관연구기관_성균관대학교) 사업 기획을 위한 세부 계획 수립, 사업 전반에 대한 기획보고서 작성 및 전문가 위원회(총괄기획위원회, 분과위원회 등) 사업 전반의 구성 및 운영을 담당

○ (공동연구기관_서울연구원) 사업의 기술적 타당성 확보, 재난안전 관련 서울 시정에서의 경험을 토대로 기술개발에 대한 방향성 및 세부 기술 내용 구성

○ (공동연구기관_와이젠글로벌(주)) 사업 기획에서의 절차적 타당성 확보, 대내외 환경분석, 국내 연구개발 역량·인프라 분석 등 사업 추진을 위한 제반 이슈 확보 및 전략 도출, 사업 사전타당성 확보

○ (기획위원회) 사업 기본방향 검토, 기획결과 점검·제언, 상세 기술 기획 등을 담당

○ (전문가 간담회) 총 3번에 걸쳐 국내 재난안전 기술개발 관련 주요 주체(기업, 대학 및 출연연 등)을 초청하여 본 연구개발사업의 핵심 이슈(중점분야의 구성, 데이터 확보 방안 마련, 연구개발 결과의 활용방안 등) 및 해결방안에 대해 심층적으로 논의

□ **기획위원회 구성 및 운영**

○ (구성) 도로, 철도, 항공, 시설물(침수, 지반침하, 붕괴 등) 등 국토교통부 관점에서의 재난안전관리 관련 분야의 전문성을 갖춘 산학연 전문가(총괄위 10인, 분과별 7인)

- 기술분과위원회의 각 위원장은 총괄기획위원회에 참여하여, 총괄위의 논의 사항에 대해 분과내 전파 및 세부활동 기획 시 이와 연계한 기획이 이루어지도록 함

○ (역할) 기획 연구의 추진방법 및 방향에 대한 검토, 사업 기본방향 및 개념 등 주요 산출물에 대한 총괄차원에서의 심의·자문 역할을 수행

- (기획연구 추진계획 검토) 연구방법, 전략 등 수행과정에서 발생하는 구체적인 계획 자문

- (주요 산출물에 대한 심의) 사업 추진논리, 기본 방향 및 전략방항, 비전체계도, 중점추진 분야, 세부활동 기획 결과, 예산 등 자원배분 계획에 대한 전문 자문 역할 수행
  - 중점추진 분야 및 세부과제 도출을 위한 우선순위 평가 시 직접적인 평가 수행

○ (운영) 기획연구 기간 동안 총 3회 운영

- (착수) 기획방향 검토, (초·중기) 기본구상(안) 검토 및 세부활동 계획 수립 결과 검토, (최종) 기획보고서(안)에 대한 종합 심의

〈표 1〉 총괄기획위원회 위원

번호	구분	성명	소속	직위
1	연	**정우석**	한국전자통신연구원	실장
2	연	정진엽	한국에너지기술방재연구원	원장
3	학	오태근	인천대학교	교수
4	학	장기태	KAIST	교수
5	연	김준경	차세대융합기술연구원	센터장
6	학	윤동근	연세대학교	교수
7	연	이경수	국립재난안전연구원	재난사고조사팀장
8	연	박영진	국립재난안전연구원	전략기획팀장
9	연	오영석	국토안전관리원	본부장
10	연	장대원	LIG 시스템	연구소장

주) 위원장은 밑줄로 표기

〈표 2〉 기획분과위원회 위원 – 1분과(재난안전 빅데이터 구축 시스템)

번호	구분	성명	소속	직위
1	연	**김준경**	차세대융합기술연구원	재난안전 연구센터장
2	산	김태헌	스마트인사이드AI	이사
3	연	장대원	LIG 시스템	연구소장
4	산	김민지	디토닉 (국토부데이터허브사업)	대표
5	연	강원평	한국지능형교통체계협회	책임연구원
6	학	김석	한국교통대학교	교수
7	학	김병석	강원대학교	교수

주) 분과장은 밑줄로 표기

〈표 3〉 기획분과위원회 위원 – 2분과(지역단위 재난 위험도 분석 시스템)

번호	구분	성명	소속	직위
1	연	**이경수**	국립재난안전연구원	재난사고조사팀장
2	연	김태훈	공간정보품질관리원	품질연구실장
3	연	김정곤	방재관리연구센터	연구위원
4	산	심우배	㈜어스	대표이사
5	연	강재모	건설기술연구원 지반연구본부	연구위원
6	학	이종한	인하대학교	교수
7	학	김주원	동국대학교	부교수

주) 분과장은 밑줄로 표기

〈표 4〉 기획분과위원회 위원 - 3분과(재난연계 · 확산 AI 시뮬레이터)

번호	구분	성명	소속	직위
1	학	**장기태**	KAIST	교수
2	연	정우석	한국전자통신연구원	실장
3	산	안은희	화이트스캔	대표
4	연	장용구	한국건설기술연구원	지하정보 활용지원센터 센터장
5	학	박민수	강릉원주대	조교수
6	산	전지혜	스텐스	대표이사
7	산	정의윤	아이티에스노아	대표

주) 분과장은 밑줄로 표기

〈표 5〉 기획분과위원회 위원 - 4분과(기술 실증 분과)

번호	구분	성명	소속	직위
1	산	**김장경**	베이지안웍스	대표이사
2	연	박영진	국립재난안전연구원	전략기획팀장
3	연	성주현	국토안전관리원	센터장
4	연	박기태	한국건설기술연구원	연구위원
5	학	안재광	강원대학교 (전 기상청 기상연구사)	조교수
6	연	최경아	국토연구원	부연구위원
7	연	도종남	도로교통연구원 지하안전센터	수석연구원

주) 분과장은 밑줄로 표기

〈표 6〉 기술정책협의회

번호	구분	성명	소속	직위
1	연	이영웅	경기연구원	연구위원
2	연	김기욱	부산연구원 재난안전센터	센터장
3	연	이형복	대전세종연구원 재난안전센터	선임연구위원
4	연	최용준	대구정책연구원 재난안전센터	센터장
5	연	윤영배	울산연구원 재난안전센터	센터장
6	연	민인철	광주연구원 재난안전센터	센터장
7	연	조성윤	인천연구원 재난안전센터	센터장
8	연	신진동	국립재난안전연구원	팀장
9	연	한우석	국토연구원	연구위원

2.1.2. 추진 경과

○ '24.12 : `빅데이터 기반 재난안전 사전예측 · 대응계획 AI 시뮬레이션 기술 개발 기획' 착수

○ '25.01 : 제1차 총괄기획위원회의 개최 (1.22.), * 총괄기획위원 11인 참석

○ '25.03~04. : '26년 신규사업 추진을 위한 과기부 사전컨설팅 수행

○ '25.02～'25.06 : 사업 추진방향 및 대응전략 수립을 위한 전문가 자문(1～7차)

- '25.02.14. 재난데이터 활용 방안 자문, 정우석(ETRI)
- '25.02.25. 재난정보 관리 기술 현황 자문, 김한샘(동국대학교)·신희범(알지오기술)·박근호(세일종합기술공사)
- '25.02.27. 위성 및 항공 데이터 재난정보 활용 자문, 김천수(서울용산학연구센터)
- '25.02.28. 재난정보 처리 기술 자문, 장대원(LIG시스템)
- '25.03.17. 재난안전 R&D과제 현황 자문, 허종완(인천대학교)
- '25.05.17. 재난분야 빅데이터 처리 방법론 자문, 정석주(컬럼비아대학교)
- '25.06.17. 재난안전 데이터 분류체계 및 시나리오 분석 자문, 임준혁(테스콤엔지니어링)·김경범(한국기술교육대학교)·권현한(세종대학교)

○ '25.04. : 재난관리 관련 출연연 협의체(지자체연구원 기술정책협의회) 1차 회의

* 인천연구원, 한국환경연구원, 경기연구원, 국립재난연구원, 국토연구원, 울산연구원

○ '25.07 : 제2차 총괄기획위원회의 개최 (7.3.), * 총괄기획위원 10인 참석

○ '25.07. : 재난관리 관련 출연연 협의체(지자체연구원 기술정책협의회) 2차 회의 및 기술개발과제 참여의향조사

* 국립재난연구원, 대구정책연구원, 광주연구원, 부산연구원, 대전세종연구원, 인천연구원, 경기연구원, 울산연구원, 한국환경연구원, 국토연구원

○ '25.07~08: 핵심기술과제 정립을 위한 기획분과위원회의 및 기술수요조사

○ '25.08～'25.10 : 상세기획 결과 검토를 위한 전문가 자문(1~7차)

- '25.08.19. RFP 작성 아이디어 자문, 김석(국립한국교통대학교)
- '25.09.10. 재난안전기술 개발 동향 자문, 양병수(한국재난안전기술원)
- '25.10.02. 연쇄재난 취약성 평가 방법론 자문, 이용국(한양대학교)
- '25.10.10. 복합재난 발생양상 자문, 윤영언(특허정보원)
- '25.10.13. 지질지반 재난데이터 수집 및 활용 동향 자문, 윤형구(대전대학교)
- '25.10.17. AI 기술 지자체 연계 방안 자문, 안은희(화이트 스캔)
- '25.10.17.~21 최종 보고서 검토 및 최종 성과물 적절성 검토 구원회(한국재난안전기술원)·박종민(삼성화재)·김승현(한국건설기술연구원)·조영규(경북대학교)

○ '25.10. : 재난관리 관련 출연연 협의체(지자체연구원 기술정책협의회) 3차 회의, 빅데이터 및 AI기술 활용 재난관리 현황 및 사업 이행방안 논의

* 한국행정연구원, 울산연구원, 제주연구원, 한국환경연구원, 국토연구원, 인천연구원, 경기연구원, 국립재난연구원

○ '25.03~10. : 기획연구진 과제 추진 회의 (수시 개최)

2.2. 국내외 동향 분석

2.2.1. 정책동향

1) 해외 주요국의 재난안전 관련 정책

□ **국제사회의 재난안전 정책은 최근 들어 단순 재난 대응을 넘어, 예방·감소에서부터 회복력 증진, 디지털 기술 기반 예측·대응 체계로 확장되는 추세이며, 이러한 정책적 동향은 ① 예방 및 위험 경감 중심 정책, ② AI 및 디지털 기반 예측·대응 정책, ③ 복합재난 및 다중위험 시나리오 대응 정책으로 유형화됨**

〈표 7〉 해외 주요국의 재난안전 정책 분류 및 대표 사례

유형	대표 정책
① 예방 및 위험 경감	· 일본: 센다이 프레임워크(Sendai Framework for Disaster Risk Reduction) · 미국: 재난복구개선법(Disaster Recovery Reform Act, DRRA) · 유럽: 재난위험 감소 로드맵(Roadmap for Disaster Risk Reduction) · 호주: 국가재난위험감소 프레임워크(National Disaster Risk Reduction Framework)
② AI 및 디지털 기반 예측·대응	· UN: AI 솔루션을 통한 자연재해 회복력 강화 글로벌 이니셔티브 · 싱가포르: 스마트 네이션 2.0(Smart Nation 2.0) · 일본: AI 전략 2022(AI Strategy 2022) · 영국: AI 정부 도입 전략(National AI Strategy)
③ 복합재난/다중위험 시나리오 대응	· 미국: 기후 적응 및 재난 대비 법안(Climate Adaptation and Disaster Preparedness Act) · 뉴질랜드: 복합재난·기후위기 대응 프레임워크(National Disaster Resilience Strategy) · 유럽: 재난위험 감소 로드맵(Roadmap for Disaster Risk Reduction)

□ **일본이 2015년 유엔 재해위험경감 세계회의에서 발표한 [센다이 프레임워크(Sendai Framework for Disaster Risk Reduction)]는 재난 위험 경감을 위한 국제적 가이드라인으로, 단순한 재난 대응이 아닌 사전 예방과 회복력 구축을 핵심 목표로 설정하였으며 복합 재난의 개념을 구체적으로 명시**

○ (배경) 2000년대부터 전세계적으로 발생한 다수의 대규모 자연재해 사건(쓰촨 대지진, 허리케인 카트라나, 아이티 대지진 등)으로 인해 막대한 인명 피해와 경제적 손실이 발생하였고, 이에 재난 위험을 경감하기 위한 방안 마련이 필요

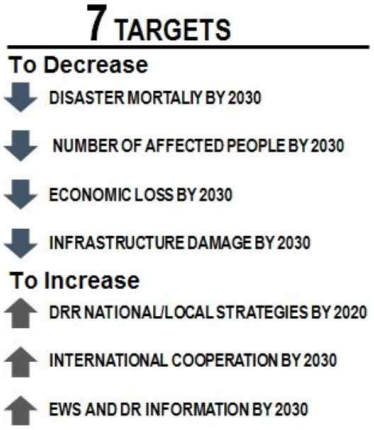
○ (목적) 기존의 재난 대응 방식을 **사전 예방(Prevention) 및 위험 경감(Risk Reduction)** 중심으로 전환하는 것이 핵심으로, 이를 달성하기 위한 **4대 핵심 우선 과제**와 **7대 글로벌 목표** 제시

- 핵심과제 1(재난 위험 이해)에서는 재난 위험의 과학적 분석 및 데이터 기반 의사결정 추진, 위험 평가 및 모니터링 시스템 구축에 대한 내용이 포함

- 핵심과제 4 (효과적인 대비, 신속한 대응 및 회복력 강화)에서는 조기 경보 시스템 및 대응 역량 강화에 대한 중요성을 강조

- 글로벌 7대 목표 중 7번째 **'Target G. 복합 재난 조기 감지 시스템의 활용성 및 접근성 증가'**의 경우, 복합 재난(Multi-hazard)에 대한 중요성 및 이를 예방하기 위한 감지 시스템의 개념에 대해 설명

유형	목표
감소 (Reduce)	글로벌 재난 감소 위험도 감소
	글로벌 재난 발생으로 인한 피해자 수 감소
	GDP와 연관된 직접적 경제 손실 감소
	핵심 인프라 손상 감소
증가 (Increase)	국가/지역 차원의 재난 위험 감소 전략 보유국 수 증가
	국제 협력을 통한 개발도상국의 (재난위험 경감)역량 증가
	복합 재난 조기 감지 시스템의 활용성 및 접근성 증가



[그림 6] 센다이 프레임워크에서 선정한 7대 글로벌 목표(7 Global Targets)

□ **미국 연방 정부에서 2018년 발표한 [재난복구개선법(DRRA)]에서는 대규모 재난에 사전적으로 대비할 필요성을 강조하고, 여러 재난이 동시에 발생하는 상황에서의 지원 절차에 대한 안내를 포함**

○ (배경) 2010년대 미국에서 발생한 대형 자연재해(허리케인, 캘리포니아 산불 등)으로 인해, 기존의 재난 대응 및 복구 방식에 대한 한계가 지적

○ (목적) 기존 재난 대응 방식의 한계 **개선 및 사전 예방·회복력 구축(Build Back Better)**

○ (주요 내용) 사전 예방 및 복구를 위한 연방 기금 확대, 재난 대응 인프라 개선, 산불 예방 및 대응 강화 등 다양한 재난에 대한 대응 역량 강화를 위한 조항 명시

- **Section 1232(주요재난 선포 시 고려하는 요소)**에서는 특정 지역에 반복적으로 재난이 발생하는 경우, 해당 지역의 재난 위험도를 높게 평가하여 **사전 예방 조치를 강화**하도록 규정

- **Section 1242(국가 재난 대비 평가 개선)**에서는 기존의 국가 재난대비 평가 시스템(NPA)를 개선하여, 재난 발생 가능성 및 피해 규모를 보다 정밀하게 예측하고 위험 분석 데이터를 토대로 연방 및 주 정부의 재난 대비 정책 수립을 지원하는 내용 포함하여 **재난 관리 정책 및 인프라 개발 계획을 수립**하는 내용

□ **유럽 재난위험 감소 포럼(EFDRR)에서 발표한 재난위험 감소 로드맵(Roadmap for Disaster Risk Reduction 2021-2030)에는 재난 위험 예측, 재난 경보체계 강화, 재난 발생 시나리오 분석 등 동 사업과 관련된 개발 목표 다수 포함**

○ (배경) 유럽 지역에서 발생하는 기후 변화로 인한 홍수, 산불, 폭염 등 자연재해의 빈도와 강도가 계속 증가하여, 이로 인한 인명 피해, 경제적 손실 및 환경 파괴를 막기 위함

○ (목적) 재난위험 감소를 위한 통합적 접근 강화, 지역사회 회복력 증진, 기후 변화 적응 및 완화, 지식 공유 및 역량 강화

○ (주요 내용) 재난 예측 및 조기 대응 역량을 강화하기 위한 다수 전략 포함

- **Objective 1(재난 위험 예측)**은 재난 위험 예측을 위한 다차원적 위험 분석 체계를 개발하는 것으로, 기후 변화·사회경제적 변화·인구 증가 등의 요인을 고려한 **장기 재난 위험 모델링을 수행**하고 **과거 재난 데이터를 활용하여 빈도·강도·피해 규모 등을 예측하는 AI 기반 위험 평가 시스템을 구축**하는 내용

- **Objective 3(효과적 대응을 위한 재난 경보체계 강화)**은 재난 발생 전 실시간 모니터링을 통해 **신속한 경보 발령 시스템**을 구축하고, 특히 모든 국민이 접근 가능하도록 스마트폰 앱, 문자 메시지, 방송, 소셜 미디어 등을 활용한 **실시간 재난 정보 제공 및 장애인·고령자 대상 경보 시스템을 구축**하는 방안 포함

- **Objective 5(재난 발생 시나리오 분석 및 정책 적용)**은 다양한 재난 발생 가능성을 고려한 시나리오 기반 위험 평가를 실시하고, 재난 위험 예측 데이터를 활용하여 정책 및 투자의 우선순위를 결정하는 방법 명시

□ **호주 정부는 2018년 [국가재난위험감소 프레임워크(National Disaster Risk Reduction Framework)]를 발표하였으며, 주요 내용으로 기후 변화와 연관된 호주 전역의 재난 위험을 줄이기 위한 데이터 수집 및 재난 예측 기술 개발의 필요성이 포함**

○ (배경) 자연재해로 인한 손실 증가와 함께, 필수 사회 인프라가 하나의 시스템으로 연결되어 연쇄적인 경제적 손실 발생 위험의 증가(전력망 장애, 교통 인프라 손상, 통신 두절 등) 위험 지적

○ (목적) 기후 변화에 기인한 자연재해 위험 증가 대응을 위한 전략적 대응 방안 마련

○ (주요 내용) 프레임워크는 재난 발생 리스크 감소를 위한 4가지 우선사항(Priorities)을 중심으로 구성되었으며, 하위 전략(Strategy) 중에는 재난 예측 및 위험 분석과 직접적으로 연관된 내용 다수 포함

- **Strategy B(새로운 재난 데이터 및 정보 수집)**에서는 재난 위험을 보다 정밀히 예측하기 위한 **새로운 데이터 세트의 확보 필요성**과, **다양한 기술(기후 모델링, GIS, 원격 센싱 기술 등)**을 활용하여 재난 발생 가능성을 예측하는 방안 제시

- **Strategy C(재난 위험 예측을 위한 기술 및 정보 공유)**에서는 **최신 스마트 인프라 및 데이터 분석 기술을 활용한 재난 예측 능력 향상, 공공 및 민간 부문 재난 데이터 공유의 장려,** 재난 발생 시나리오 데이터 및 기후 변화 데이터의 통합 분석을 강조

- **Strategy D(시나리오 기반 재난 예측 및 위험 평가)**에서는 인구 증가, 경제 변화 등 다양한 요인을 고려하여 장기적 재난 위험 예측을 위한 데이터 활용 및 의사결정 모델을 개발하고, **복합 재난 발생 가능성 분석 및 사전 대응 전략 수립의 필요성** 명시

- **Strategy E(재난 위험 정보의 접근성 및 커뮤니케이션 강화)**에서는 재난 위험 데이터를 **더 많은 이해관계자(정부, 기업, 지역사회 등)들이 공유**하여 재난 대응 능력을 향상시키고, AI 및 머신러닝을 활용한 **대량의 데이터 분석 결과**를 실용적인 정책 및 의사결정에 반영할 수 있도록 **표준화된 형식으로 제공**하는 대책 언급

□ **유엔에서 2024년 수립한 협의체인 'AI 솔루션을 통한 자연재해 회복력 강화 글로벌 이니셔티브'는 정부, 조직, 지역 사회가 AI를 활용하여 재난 관리 능력을 향상시키도록 안내하는 것이 주 목표**

○ (배경) **자연 재해 관리 분야에서 AI를 활용**하여 데이터 수집 및 처리 지원, 시공간적 규모의 모델링을 통한 개선 및 커뮤니케이션을 수행하는 방안에 대한 주목도 상승

○ (목적) AI가 재난 관리에 효과적으로 사용될 수 있는 방법을 모색하고, 연구·혁신 및 표준 개발에 대한 전문가 지침과 지원을 제공하는 것

○ (주요 활동) 해당 이니셔티브에는 세계기상기구(WMO), 국제전기통신연합(ITU)가 함께 참여중이며, 산하 AI 연구 그룹(FG-AI4NDM)에서는 '디지털 관리 : 표준화 관점(Disaster Management: The Standarads Perspective)'이라는 보고서를 통해 **재난관리에서 AI 기술이 수행하는 역할 및 표준화의 필요성**을 중점적으로 언급

- 보고서는 재난 관리를 크게 4단계로 나누고, 각 단계별로 AI가 수행하는 역할에 대해 구체적으로 규정하여 중요성을 부각

  - **1단계(완화, Mitigation)**에서는 기후 및 지리적 데이터를 AI로 분석하여 위험을 사전에 식별하고, GIS 및 원격 센서를 활용하여 고위험 지역을 파악

  - **2단계(대비, Preparedness)**에서는 AI 기반 예측 모델을 통해 자연재해 발생 가능성을 사전에 예측하고, 가상/증강 현실(VR/AR) 훈련을 통해 긴급 대응팀의 역량을 강화하며 IoT 센서를 활용하여 실시간 모니터링 시스템을 구축

  - **3단계(대응, Response)**에서는 AI 드론 및 위성 영상 분석을 통한 신속한 피해 지역 탐색 및 생존자 구조, 자연어처리(NLP)를 활요한 SNS 및 통신 데이터 실시간 분석, AI 챗봇을 활용한 비상 상황 정보 제공 및 시민 대응 안내를 수행

  - **4단계(복구, Recovery)**에서는 AI 기반 이미지 분석을 통해 건물 및 인프라 피해를 평가하고, 복구 자원 분배 최적화 및 정책 결정 지원 등의 내용 포함

□ **싱가포르 정부가 2024년 발표한 「Smart Nation 2.0」 전략은 디지털 회복력(Resilience) 강화를 위한 국가 전략으로, 인공지능(AI) 기반의 예측 대응과 공공안전 확보를 위한 시스템 고도화를 중심으로 구성됨**

○ (배경) 도시 데이터 기반의 실시간 모니터링·관리 시스템(Virtual Singapore 등)을 기반으로 한 미래지향적 디지털 회복력 필요성 대두. 팬데믹 이후 복합위기 대응, 인구 고령화, 기후위기 등에 선제 대응할 수 있는 기술적 인프라 재설계 필요성 증가

○ (목적) 인공지능(AI), IoT, 빅데이터 기반의 재난 예측·대응 체계 구축 및 공공 부문 회복력 강화. 디지털 기술을 안전·건강·기후·인프라 부문에 접목하여 전방위적 국가 회복력을 강화하는 것이 핵심 목표

○ (주요 내용) 기후·보건·안전 등 다양한 분야의 위험요소를 사전에 감지하고, 기술 기반의 자동화된 대응 체계를 구현하여 다중위험 상황에 대한 실시간 관제 및 의사결정을 지원하는 데 중점을 두고 있으며, 디지털 기반 공공안전 확보와 사이버 회복력 강화 병행 추진

- ‘AI for Science’ 프로그램: 1억 2천만 SGD(한화 약 1,200억 원) 규모로 기후, 보건, 도시 시스템 등 공공영역에 AI 기술 적용 추진

- 디지털 기반 재난 대응 프레임워크 마련: Virtual Singapore 디지털 트윈 활용하여 도시 전역의 재난 대응 시나리오 모의 실험 및 대응계획 설계

- 데이터 주권 및 사이버 회복력 강화: 디지털 인프라 보호를 위한 다계층 방어체계 및 위기 복원력 확보 전략 포함

□ **일본 내각부에서 2022년 발표한 AI 전략 2022(AI Strategy 2022)는 팬데믹과 대규모 재해 등의 임박한 위기에 대응하기 위한 AI 활용의 필요성에 대해 언급**

○ (배경) 코로나19 팬데믹 및 대규모 자연재해(난카이 지진, 후지산 화산 폭발 등)에 대비하여 AI를 활용한 위기 대응 및 인프라 안전성 강화의 필요성이 부각

○ (목적) AI를 활용하여 글로벌 문제를 해결하며, 일본 사회가 직면한 문제를 극복하여 산업 경쟁력을 강화

○ (주요 내용) **5가지 전략 목표(Strategic Objective)** 중 위기 대응을 위한 AI 인프라 구축의 필요성을 직접 언급하거나, 다양한 분야에 AI를 도입하고 지속가능성을 실현하겠다는 취지의 목표 포함

- **전략 목표 0(위기 대응을 위한 AI 인프라 구축)**은 일본이 대규모 재난(지진, 폭풍, 팬데믹 등) 및 긴급 상황에 대비할 수 있도록 AI 및 디지털 인프라를 강화하는 내용으로, AI 및 디지털 기술을 활요한 재난 예측 및 대응 시스템 구축과 공공 인프라 및 도시 관리 최적화 등을 핵심 내용으로 명시

- **전략 목표 3(AI를 활용한 지속 가능한 사회 실현)**는 AI를 통해 지속가능한(Sustainable) 사회와 다양한 사회 구성원이 공존 가능한 환경을 조성하는 것으로, SDGs(지속가능개발목표) 달성을 위한 AI 기반 솔루션 개발 및 AI 기술을 활용한 환경 보호 및 기후 변화 대응 등 포함

□ **영국 정부에서 2021년 발표한 AI 정부 도입 전략(National AI Strategy)에는, AI를 인프라 보호 및 공공 부문에 활용하여 위협 요소 분석 및 효율적인 유지보수 전략 개발에 활용하는 방안 명시**

○ (배경) 미국 및 중국이 AI 주도권을 차지하는 상황에서 영국의 AI 글로벌 경쟁력을 유지하고, 디지털화된 국가 인프라 관리를 위한 스마트 시스템 구축의 필요성 증대

○ (목적) Global AI 경쟁에서의 주도권 강화, 경제 성장 및 혁신 촉진, 인프라 및 국가 안보 강화, 공공 서비스 개선 및 AI 활용 확대, AI 규제 및 윤리적 문제 대응

○ (주요 내용) 공공 인프라의 안전성 강화를 위해 AI를 연구 및 활용할 당위성을 설명

- **Pillar 1(AI 생태계의 장기적 니즈에 대한 투자)**에는 디지털 트윈 기술을 통한 실시간 인프라 상태 모니터링 등, AI를 활용한 도시 및 교통 인프라의 안전성 향상 연구를 지원하는 내용방안 언급

- **Pillar 2(AI와 인프라 보호 및 공공 부문 활용)**에는 AI를 활용하여 정부 및 공공기관의 서비스 개선 및 인프라를 보호하고, AI 기반 데이터 분석을 통해 도로, 철도, 전력망 등 주요 인프라의 위험 감지 및 대응을 강화하는 내용 포함

- 이외에도 AI가 적용된 디지털 트윈 및 IoT 기반 실시간 데이터 처리 기술을 개발하여, 정부가 AI를 통해 공공 인프라의 위협 요소를 분석하고 효율적인 유지보수 전략을 개발하는 프레임워크를 추진하는 방법 명시

□ **미국 연방 정부는 2023년 [기후 적응 및 재난 대비 법안(Climate Adaptation and Disaster Preparedness Act)]을 발표, 기후 변화로 인한 재난 위험 증가에 대응하기 위해 복합적인 요소들을 고려한 계획 수립의 필요성을 명시**

○ (배경) 기후 변화로 인한 경제적 비용 상승 우려가 증가한 가운데, 재난 예방 투자에 따른 비용 절감 효과가 상당하다는 분석 결과가 발표되어 기후 적응 및 재난 대비를 위한 재정적 투자 필요성이 부각

○ (목적) 기후 변화로 인한 재난에 대한 효과적 대응 및 국가 회복력 강화

○ (주요 내용) 재난 대비 인프라를 강화하고, 기후 변화의 영향 예측 및 효과적인 대응을 위한 연구 및 기술 개발 촉진에 대한 내용을 규정

- Section 2(d)(기후 적응 계획 통합)에서는 기후적응 계획과 재난 완화 계획, 토지 이용 계획,

경제 개발 계획, 자본 개선 계획, 비상관리 계획 등을 통합하여 재난 대비 인프라 개선 및 장기적 재난 관리 시스템을 강화하는 것을 목표로 설정

- Section 2(e)(3)(주거 및 인프라에 대한 기후 위험 평가)에서는 장기적인 기후 변화가 주택, 도로, 공공건물 등 인프라에 미치는 위험성을 평가·예측하고 이를 토대로 방재 건축 기준, 토지 이용 규제 등의 개정 필요성 검토를 요청

□ **뉴질랜드에서 2019년 발표한 [국가 재난 복원력 전략(National Disaster Resilience Strategy)]은 재난에 대한 국가 복원력을 높이기 위한 목표 및 우선순위를 설정하고, 인프라의 안전성 및 재난 대응 능력 강화를 위한 지침을 제공**

○ (배경) 뉴질랜드는 지진, 홍수, 태풍 등 자연재해 발생 가능성이 높으며, 여기에 기후 변화로 인한 재난 발생 빈도 증가로 기존 재난 관리 체계의 한계 보완 및 새로운 전략 창출이 필요

○ (목적) 재난 위험의 사전 관리 및 장기적으로 지속 가능한 재난 대비 체계를 구축하고, 정부/기업/지역사회/개인이 협력하여 복원력(resilience) 있는 국가를 만드는 것

○ (주요 내용) 재난 사전 예측 및 복원력 강화를 위한 3가지 핵심 목적(재난 위험 관리, 효과적인 재난 대응 및 복구, 지역사회 중심 복원력 강화)와, 이를 달성하기 위한 목표(Objective)로 재난 발생 가능성 예측 및 데이터를 활용한 위험 평가 등 내용 포함

- **Objective 1(위험 시나리오 식별 및 이해)**는 재난 예측을 위한 위험 시나리오 기반 분석을 표준화하고, 다양한 위험 요소(지진, 홍수, 태풍 등)에 대한 평가를 수행하여 장기적인 대응 전략을 수립하는 내용

- **Objective 3(위험 인식/관리 역량 구축)**은 재난 위험 데이터 및 정보 접근성을 높여 모든 이해관계자가 활용 가능한 공유 체계를 구축하고, 기후 변화 및 자연재해 예측 데이터를 활용하여 재난 관리 정책 및 인프라 개발 계획을 수립하는 내용

2) 국내 재난안전 관련 정책

□ **국내 재난안전 관련 정책의 경우에도 큰 틀에서는 국제사회의 정책방향을 따르고 있으며, 앞서 국제사회의 재난안전 관련 정책과 마찬가지로 ① 예방 및 위험 경감 중심 정책, ② AI 및 디지털 기반 예측·대응 정책, ③ 복합재난 및 다중위험 시나리오 대응 정책으로 유형화할 수 있음**

〈표 8〉 국내 재난안전 정책 분류 및 대표 사례

유형	대표 정책
① 예방 및 위험 경감	· 국토교통부: 국토교통과학기술 육성법 [시행 2018.1.18] · 국토교통부: 제1차 기반시설 관리 기본계획 (2020~2025) · 행정환경부, 환경부: 기후위기 재난대응방안(2023) · 행정안전부: 제5차 국가안전관리기본계획 (2025~2029)
② AI 및 디지털 기반 예측·대응	· 과학기술정보통신부: 디지털트윈 활성화 전략 (2021) · 과학기술정보통신부: 5차 과학기술기본계획 (2023~2027) · 대통령직속 디지털플랫폼정부위원회: 디지털플랫폼 정부 추진전략 · 과학기술정보통신부: 국가 AI전략 정책방향(2024) · 과학기술정보통신부: 전국민 AI 일상화 계획(2023) · 산업통상자원부, 과학기술정보통신부: 인공지능 일상화 및 산업 고도화 계획(2023) · 과학기술정보통신부: 과학기술기본법[시행 2024. 7. 10]
③ 복합재난/다중위험 시나리오 대응	· 행정안전부: 제4차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획 (2023~2027) · 국토교통부: 국토부 제7차 국가공간정보정책 기본계획 (2023~2027) · 국토교통부: 제2차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획 (2023~2032)

□ **국토교통과학기술 육성법 [시행 2018. 1. 18]**

○ (배경) 국토교통과학기술 연구개발 분야 투자와 관련, 산재된 법적 근거(건설기술진흥법, 국가통합교통체계효율화법 등)를 통합하여 체계적으로 관리하고 국토교통과학기술 육성과 지원을 위한 법적 제도적 체계를 구축할 필요성 존재

○ (목적) 국토교통과학기술 육성을 위한 기반을 조성하여 산업의 경쟁력을 강화함으로써 국민경제의 지속적인 발전과 국민의 삶의 질 향상에 이바지하는 것

○ (주요 내용) 국토교통과학기술 기술에 대한 규정, 국토교통과학기술 연구개발 종합계획 수립 의무, 국토교통과학기술진흥원 설립 등 포함

- 제4조(종합계획의 수립·시행)에는 국토교통부장관이 수립·시행하는 종합계획의 내용으로 국토교통과학기술 육성을 위한 중점기술 개발 전략, 중장기투자계획 및 재원확보 방안을 포함하여야 한다는 점 명시

- 제8조(연구개발사업의 추진)에는 종합계획의 효율적 추진을 위해 국토교통과학기술 연구개발사업을 추진 가능함을 규정

〈표 9〉 국토교통과학기술 육성법 주요 내용

제4조(종합계획의 수립·시행) ① 국토교통부장관은 국토교통과학기술의 효율적 · 체계적 육성을 위하여 10년 단위의 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(이하 “종합계획” 이라 한다)을 5년마다 수립 · 시행하여야 한다. ③ 종합계획에는 다음 각 호에 관한 사항이 포함되어야 한다. - 국토교통과학기술 육성의 기본목표 및 추진방향 - 국토교통과학기술의 국내외 환경 분석 - 국토교통과학기술의 중점기술 개발 전략 - 국토교통과학기술 육성을 위한 중장기투자계획 및 재원 확보 방안 - 국토교통과학기술의 융 · 복합 연구개발 추진 - 국토교통과학기술 연구개발사업에 따라 개발된 국토교통과학기술의 실용화 등 국토교통과학기술의 보급 · 활용 방안 - 국토교통과학기술 육성을 위한 민간부문의 활동 촉진에 관한 방안 - 국토교통과학기술분야 전문 연구인력의 양성 방안 - 국토교통과학기술의 국제협력 - 그 밖에 국토교통과학기술의 육성을 위하여 국토교통부장관이 필요하다고 인정하는 사항 **제8조(연구개발사업의 추진)** ① 국토교통부장관은 종합계획을 효율적으로 추진하기 위하여 국토교통과학기술 연구개발사업(이하 “연구개발사업”이라 한다)을 할 수 있다.

□ 제1차 기반시설 관리 기본계획(2020~2025)

○ (배경) 기반시설 유지관리 및 성능개선 수요의 비약적 증가와, 사후 대응형 관리에서 선제적 관리로 전환중인 글로벌 기반시설 관리 정책 패러다임을 반영하고 재해·재난대응 및 생활안전 관련 국민 요구를 충족시킬 필요 증가

○ (목적) 세계 일류 기반시설 관리로 강한 경제, 고품격 생활안전 실현을 계획의 비전으로 하고, 계획 목표로 ① 새로운 기반시설 관리 거버넌스 정립 ② 기반시설 안전등급을 “보통” 이상으로 관리 ③ 스마트 유지관리 신기술 개발을 통한 일자리 확대 ④ 선제적 투자를 통한 미래부담 경감을 제시

○ (주요 내용) 선제적 관리체계 마련, 생활안전 관리수준 상향, 스마트 유지관리를 통한 산업육성 추진, 선제적 투자 및 투자재원 다각화를 중점 과제로 이를 수행하기 위한 대응 체계 정립을 추진 과제로 명시하였으며, 이를 통한 선제적 관리 체계로의 변화상은 동 사업의 재난안전 관리체계의 지향점과 상당 부분 일치

- 전략 1(선제적 관리체계 마련)에는 종합적 유지관리체계 구축, 선제적 유지관리를 통한 관리수준 상향과 같이 사전 대응 방안 마련의 필요성을 강조한 추진 과제 다수

- 전략 2(생활안전 관리수준 상향)에는 기반시설 안전·유지관리를 합리화하고, 생활안전 사각지대를 해소하는 등의 사고예방책이 포함

		【 현 재 】		【 변 화 】
변화 모습	안전점검	보이는 위험만 처리	⇨	잠재된 위험도 발굴·해소
	투 자	신규건설 위주 투자		노후 시설 선제적 투자 강화
	관리체계	시설별 사후 위주 관리		총체적·선제적 관리
	관리방식	경험의존 예측·수동 관리		빅데이터 기반 예측·자동 관리
	정 보 화	기관별 분절적 관리		플랫폼을 통한 정보 통합관리
	기술·산업	인력 중심의 산업		기술 중심의 고부가가치 산업

[그림 7] 제1차 기반시설 관리 기본계획의 변화모습

□ **행정안전부는 이상기후 심화에 따른 새로운 위험과 재난에 대응할 수 있도록 '기후위기 재난 대응방안'을 마련 ('23.12.7.)**

○ 현장에서 적용이 가능한 인명피해 최소화 대책 마련을 비전으로 5대 전략과 26개 과제를 추진

- 재난 분야 디지털 기술 활용체계 구축, 현장에서 작동하는 극한기상 대응체계 마련 등의 전략을 통해 기후위기에서 확대될 수 있는 재난에 대응하기 위한 대책을 추진

○ '디지털 기술을 재난분야에 확대 적용하여 과학적 재난관리 체계를 강화한다.'라는 전략을 통해 디지털 기술을 활용한 상황관리 체계를 구축하고, 재난대응 현장에 디지털기술을 실제로 적용할 수 있도록 실증사업을 추진 중

- 기관별로 관리하는 재난정보를 연계하여 통합적으로 모니터링(~'25.上)할 수있도록 디지털 모니터링 상황관리 시스템을 구축하며 기존 CCTV와관제시스템을 활용·연계하여 재난 위험 징후와 이상행동을 자동으로감지할 수 있는 지능형 관제시스템을 구축(~'27.末)

- 디지털트윈, IoT 센서 등 디지털 기술의 재난 분야 활용성을 높이기 위해'통합 재해재난 디지털트윈 플랫폼*'('24.上~)과 '도시침수 대응 시스템**' (~'24.末)을 현장에서 실증하고 전국으로의 확대 적용을 추진

* 클라우드 기반의 디지털트윈 플랫폼을 구축하여 데이터 분석 및 시뮬레이션구현
** 디지털트윈 기반으로 실시간 모니터링, 침수 예측 분석 자료 제공

[그림 8] 기후위기 재난대응 방안(행정안전부, 2023)

□ **제5차 국가안전관리기본계획(2025~2029)**

○ (방향) ① 과학적 예측을 통한 잠재위험 대비역량 강화 ② 현장에서 작동하는 국가안전관리체계 확립 ③ 일상생활 속 안전환경 조성

○ (주요 내용) 5대 전략과 15개 추진과제로 구성되었으며, '새로운 위험에 대비하는 재난안전관리', '디지털 기반의 재난안전 관리',' 현장에서 신속하게 작동하는 재난안전관리' 등의 전략이 모두 동 연구의 주요 방향성과 정합성을 가짐

- 전략 1(새로운 위험에 대비하는 재난안전관리)에는 기존의 위험 인식을 넘어서는 재난에 대한 철저한 사전대비를 위해 IoT센서 및 고도화된 기상관측·예측 기술 등을 활용하는 내용과, 미래 위기에 대응하기 위한 기술개발 및 재난안전사업 육성을 통해 재난안전 환경변화에 신속하고 정확하게 대응할 수 있는 기반 구축 등의 내용 포함

- 전략 2(디지털 기반의 재난안전관리)에는 AI, ICT 등 디지털 기술을 활용해 위험요인 인지예측 수준을 높이고 데이터 기반의 의사결정을 지원하는 등 재난관리의 지능화를 추진하는 내용 포함

- 전략 3(현장에서 신속하게 작동하는 재난안전관리)에는 지역·현장중심 대응체계의 신속한 작동을 위한 현장 인프라 보강 및 AI 기반 재난안전관리 공유 플랫폼의 구축·운영 관련 내용 포함

[그림 9] 제5차 국가안전관리기본계획(2025~2029)의 5대 전략 및 15개 추진과제

□ **과학기술정보통신부 디지털트윈 활성화 전략(2021)의 주요 도입 시스템에는 자연재해로 인한 피해 및 산업 현장 사고를 방지하는 기능 포함**

○ (배경) 디지털 혁신 가속화, 심화되는 기후변화 및 각종 사회문제 등 변화하는 환경에 대응하고, 국토교통산업을 효과적으로 지원하기 위함

- 한국판 뉴딜 최초 발표 시(`20.7) 디지털•그린 분야를 아우르는 10대 대표과제 중 하나로 디지털트윈 선정

- 국토부는 '디지털트윈 국토'를 표방하며 BIM과 공간정보를 주축으로 국가 인프라의 트윈化를 추진하는 등 해당 분야의 발전 기반을 구축해옴. 디지털트윈 기반을 토대로 디지털 뉴딜 2.0과 함께 글로벌 경쟁을 위한 신산업과 서비스 확산을 개시함

- 한국판 뉴딜 10대 대표과제로 실제 사물의 물리적 특징을 동일하게 반영한 쌍둥이(Twin)를 3차원 모델로 구현하고, 현실과의 동기화 시뮬레이션을 거쳐 관제·분석 등 해당 사물에 대한 의사결정에 활용

○ (주요 내용) 각종 재난피해와 산업 현장의 안전사고 등을 예방하기 위한 디지털트윈 기반 안전관리 시스템 도입 관련 내용 포함

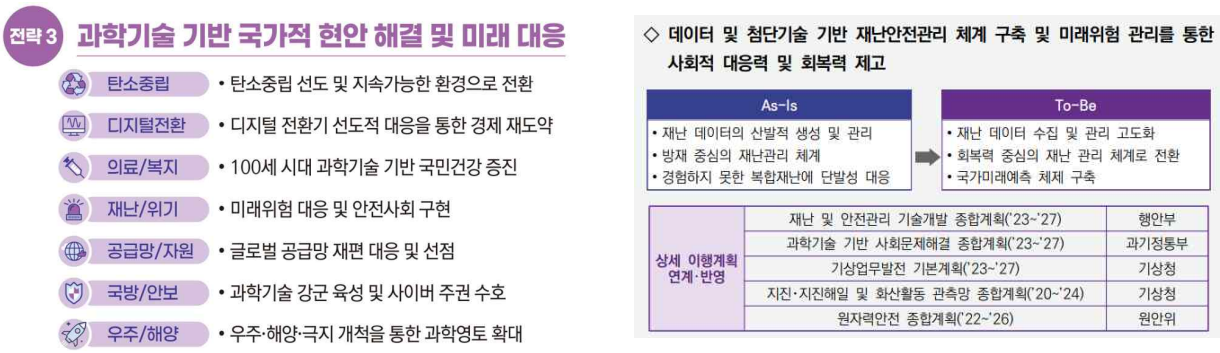
- 댐 유역 안전관리, 산업 현장의 스마트 안전펜스 실증, 에너지 수송관 및 공용설비 등을 포함한 산단 전체의 실시간 관제 지원 등

□ 5차 과학기술 기본계획(2023~2027)

○ (배경) 위기와 변화를 기회 삼아 경제·사회 등 국가적 문제해결에 대한 과학기술 역할을 강화하고, 지속가능한 성장에 기여하기 위한 과학기술 역량 고도화 및 글로벌 협력·개방성을 확대하기 위함

○ (목적) 질적 성장을 위한 과학기술 체계 고도화, 혁신주체 역량 제고 및 개방형 생태계 조성, 과학기술 기반 국가적 현안 해결 및 미래 대응

○ (주요 내용) 3가지 전략(과학기술 혁신과 관련된 전략 1·2, 문제해결 전략 3) 및 개별 전략 하위단의 총 17개 추진과제로 구성되어 있으며, 특히 **전략 3(과학기술 기반 국가적 현안 해결 및 미래 대응)**에서 지목한 7개 주요 분야 중 하나로 **재난/위기 분야를 명시**



※ 출처 : 과학기술정보통신부(2022.12.), 제5차 과학기술기본계획(2023~2027)

[그림 10] 5차 과학기술 기본계획(2023~2027)의 전략3 과학기술 기반 국가적 현안 해결 및 미래 대응

□ 대통령 직속 디지털플랫폼정부위원회

○ (개요) 디지털플랫폼정부위원회는 디지털플랫폼정부 실현을 위한 주요 정책 등에 관한 사항을 심의·조정하기 위하여 설치한 대통령 소속 위원회

- 디지털플랫폼정부위원회 설치 및 운영에 관한 규정(대통령령 제 33697호, 2023.9.7. 시행)

– (위원회 구성) 대통령이 지명하는 위원장 1명과 3명 이내의 부위원장을 포함하여 30명 이내의 위원으로 구성

- 디지털플랫폼정부 구현을 위한 전문지식과 경험이 풍부한 사람으로서 대통령이 위촉하는 사람 (위촉위원)
- 기획재정부 장관, 과학기술정보통신부 장관, 행정안전부 장관, 개인정보보호위원회 위원장

○ 디지털플랫폼 정부 측면에서 범부처(행안부 주관) '기후위기재난대응혁신방안'으로 디지털트윈 활용 재난대응 플랫폼 구축방안 수립 중

[그림 11] 대통령 직속 디지털플랫폼정부위원회 비전체계도

□ **과학기술정보통신부에서 2024년 9월 발표한 '국가 AI전략 정책방향'에는 국가 AI컴퓨팅 인프라 확충 및 국가 전반의 AI 대전환에 대한 계획 명시**

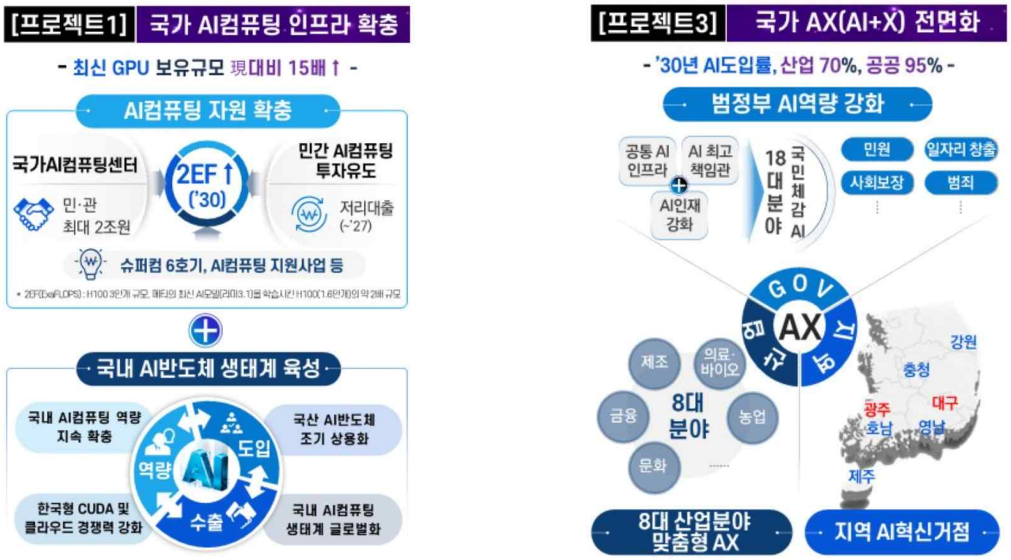
○ (배경) AI기술 혁명의 진행에 따라 주요국들은 AI 경쟁력 확보에 사활을 걸고 있고, 이에 민관이 함께 축적해온 AI 경험과 역량을 토대로 AI 강국 실현을 위한 청사진 마련이 필요

○ (목적) AI G3 국가 도약을 통한 글로벌 AI 중추국가의 실현

○ (주요 내용) 하위 4대 플래그십 프로젝트에는 국가 AI 컴퓨팅 인프라 대폭 확충 및 국가 AI(AI+X)의 전면화가 포함되어 기존에 특정 분야에 한정된 AI 도입을 적극 확대하려는 움직임이 명시되어 있으며, 이는 재난안전과 같은 신규 분야에 AI 기술을 적극 도입 및 활용이 필요한 근거로 작용

- '국가 AI 컴퓨팅 인프라 대폭 확충' 프로젝트에는 민관 합작 투자를 바탕으로 한 국가 AI컴퓨팅 센터 구축과, 저리대출 프로그램을 통한 민간 AI 인프라 확충 지원 내용 포함

- '국가 AI(AI+X) 전면화' 프로젝트는 산업, 공공, 사회, 지역, 국방 등 국가 전반의 AI 대전환을 추진하는 내용으로, 특히 안전·재난·보건 등 공공부문 1대 분야 국민체감 AI 서비스(공공 AX) 또한 창출할 계획



[그림 12] 국가 AI컴퓨팅 정책방향–프로젝트1 국가 AI컴퓨팅 인프라 확충과 프로젝트3 국가 AX 전면화

□ **2023년 9월 발표된 '전국민 AI 일상화 계획'의 주요 내용 중에는 국민안전 확보를 위해 AI를 활용하여 재난사고에 대한 실시간 감시대응 체계를 강화하는 항목이 포함**

○ (배경) 초거대 AI 등장으로 AI 일상화 시대가 개막, AI를 얼마나 잘 활용하는지가 국가 AI 경쟁력을 좌우하는 상황에서 범부처 역량 결집을 통한 국가 전방위적 AI 확산이 필요

○ (목적) 전 세계에서 AI를 가장 잘 활용하는 대한민국으로 도약하는 것을 비전으로, 민생현안 해결 및 국민 삶의 질 제고와, 대규모 AI 수요창출 및 탄탄한 AI 산업 경쟁력 제고를 하위 목표로 설정

○ (주요 내용) 전략 3(AI를 가장 잘 사용하는 똑똑한 정부를 만들겠습니다)은 국민안전, 공공서비스 및 행정 업무를 위한 AI 활용에 대한 내용으로, 특히 국민안전과 관련하여 재난사고에 대한 실시간 감시대응을 강화하기 위한 구체적인 부처별 AI 도입 방안이 명시

- 현재 사람 육안에 의존하는 지자체 CCTV 관제를 AI 기반 지능형 관제를 전환하고, 특히 주요 산업·생활시설의 사고(산재, 교통·인파·붕괴사고 등) 발생을 예측 대응하는 AI 안전관리 플랫폼의 구축 및 실증에 대해 언급

〈표 10〉 전국민 AI 일상화 계획 – 전략3

분야	내 용	부 처
산불	기초 지자체('25년 50개) 대상 실시간 산불감시 AI 시스템 도입	산림청
화학화재	유출된 화학물질을 식별하는 AI 개발 및 화학재난방제센터 실증	과학기술정보통신부
홍수	전국 223개 지점에 AI 홍수예보 플랫폼 구축·운영, 지자체('24년 2개)를 대상으로 도시침수 스마트 대응 시스템 실증	환경부, 과학기술정보통신부

□ **과학기술정보통신부에서 2023년 1월 발표한 '인공지능 일상화 및 산업 고도화 계획'에는 AI를 재난안전 분야와 접목시키는 방법을 제시**

○ (배경) 차세대 인공지능을 둘러싸고 격화되는 글로벌 경쟁 상황에서, 그간의 성과와 한계를 극복하고 인공지능 글로벌 강국으로 도약을 위한 새로운 전략 수립 필요

○ (목적) '인공지능 초일류 강국 도약'을 비전으로, 대형 수요 창출을 통한 AI 산업성장 견인, AI기술·인프라 선도를 통한 국가 AI역량 혁신, 새로운 디지털 질서 모범모델 제시를 추진 전략으로 설정

○ (주요 내용) 계획의 목표 달성을 위한 10대 프로젝트의 내용 중에는 AI를 활용하여 안전 분야의 주요 문제를 해결하는 취지의 제안이 다수 존재

- 프로젝트 1(전국민 AI 일상화)의 후보 과제(안) 중, 전국 229개 CCTV 통합관제 센터에 AI 관제 시스템을 도입하여 재난 안전 대응, 범죄 예방 등을 지능형 관제를 통해 수행하는 내용이 포함

- 프로젝트 2(공공·산업 AI 전면 융합 프로젝트)의 공공부문 AI 융합 주요 확대 대상에는 사회적 파급효과가 큰 재난안전, 환경, 입법 사법 등의 분야가 포함되며, 지역 AI 혁신 추진과 관련하여 충청도에서 지역·현장의 사고 재난 방지를 위한 AI메타버스 융합기술을 실증하는 방안이 제시

□ **과학기술기본법[시행 2024. 7. 10]**

○ (배경) 국가혁신체제를 구축하여 연구개발의 생산성을 제고함과 동시에, 우리나라가 21세기 지식기반경제사회에서 기술선진국으로 진입할 수 있는 제도적 기반을 마련하기 위한 목적으로 제정

○ (목적) 과학기술발전을 위한 기반을 조성하여 과학기술을 혁신하고 국가경쟁력을 강화함으로써 국민경제의 발전을 도모하며, 나아가 국민의 삶의 질을 높이고 인류사회 발전에 이바지

○ (주요 내용) 과학기술 혁신을 위한 국가의 책무, 이를 달성하기 위한 정부의 역할과 의무 명시

- 제5조(과학기술정책의 중시와 개방화 추진)제1항에는 과학기술의 국가의 경제적·사회적 문제를 해결하는 데 중추적인 역할을 하도록 적극 지원할 필요성을 명시하고 있으며, 최근 주요한 사회 문제로 떠오른 재난안전 문제 해결을 위한 기술개발의 당위성을 뒷받침

- 제6조(국가과학기술혁신체제의 구축)제2항에는 정부가 국가과학기술혁신체제 기반 마련 의무, 다양한 주체들이 서로의 인력, 지식, 정보 등을 원활하게 교류·연계 및 공유할 수 있도록 필요한 시책을 세우고 추진할 의무를 명시

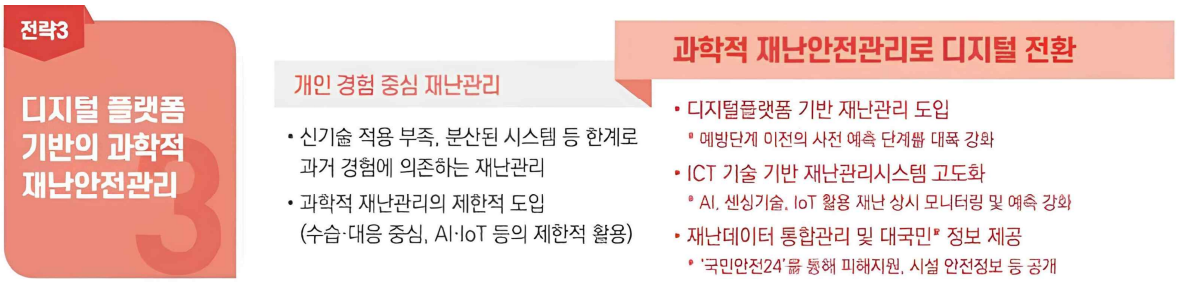
〈표 11〉 과학기술기본법 제1장 주요내용

제5조(과학기술정책의 중시와 개방화 촉진) ① 정부는 과학기술정책의 수립과 추진을 통하여 과학기술이 국가의 경제적·사회적 문제를 해결하고 미래전략을 달성하는 중추적인 역할을 할 수 있도록 필요한 자원을 최대한 동원하여 창의적 연구개발과 개방형 과학기술혁신활동을 적극적으로 지원하여야 한다. ② 정부는 정책형성 및 정책집행의 과학화와 전자화를 촉진하기 위하여 필요한 시책을 세우고 추진하여야 한다. ③ 정부는 과학기술정책의 투명성과 합리성을 높이기 위하여 과학기술정책을 형성하고 집행하는 과정에 민간 전문가나 관련 단체 등이 폭넓게 참여하게 하고 일반 국민의 다양한 의견을 모을 수 있는 방안을 마련하여야 한다. **제6조(국가과학기술혁신체제의 구축)** ① 정부는 기업, 교육기관, 연구기관 및 과학기술 관련 기관·단체가 지식기반경제사회에 부응하는 과학기술을 혁신하기 위한 활동을 적극 수행할 수 있도록 효과적인 국가과학기술혁신체제를 구축하여야 한다. ② 정부는 제1항에 따른 국가과학기술혁신체제를 구축하기 위한 환경과 기반을 만들어야 하고, 기업, 교육기관, 연구기관 및 과학기술 관련 기관·단체 또는 그 구성원들이 서로 인력, 지식, 정보 등을 원활하게 교류하고 연계하며 공유할 수 있도록 필요한 시책을 세우고 추진하여야 한다.

□ 제4차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(2023~2027)

○ (배경)「재난안전법」제71조의2에 따라 '제4차('23~'27) 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획'을 수립하였으며, 21개의 관계부처도 2023년도 시행계획을 종합 수립

- 국토부, 교육부, 과기정통부, 법무부, 행안부, 농식품부, 산업부, 복지부, 환경부, 해수부, 중기부, 식약처, 관세청, 경찰청, 소방청, 농진청, 산림청, 질병청, 기상청, 해경청, 원안위



[그림 13] 국가안전시스템 개편 종합대책(2023) - 전략3 과학적 재난안전관리로 디지털 전환

○ (주요 내용) 재난안전 문제 해결을 위한 기술개발 성과 활용, 재난안전기술 중점 투자 기조, 재난안전 관련 R&D 추진을 위한 협업체계 강화 등 내용 포함

- (재난안전) 재난안전 현장과 국민이 원하는 문제해결(임무 중심형)에 기술개발 성과가 실용적으로 활용할 수 있도록 추진

- (재난안전기술 투자기조) 현장, 국민, 미래 3대 핵심 키워드별 재난안전 분야별 30대 문제를 제시하고, 이를 해결할 수 있는 기술에 중점적으로 투자 진행

- (재난안전 R&D 협업체계 강화) 민•관 상시협업 등 중앙-지방 재난안전 R&D 협의체의 내실 있는 운영 투자전략성(선택•집중) 강화 등 범정부 협력 이행

- (협력체계 구축) 문제해결(임무) 중심의 R&D 발굴, 부처협력 사업 공동기획, 성과 현장적용•확산 등 촉진, 민•관 협력 강화
- (전략성 강화) 국가 R&D방향(제5차 과기계획)이 임무중심, 선택•집중으로 전환되는 정책변화에 맞추어 범정부 재난안전 R&D 투자 전략성 강화
- (성과관리) 임무 중심형 R&D 체계 전환과 투자의 질적 성과를 제고할 수 있도록 평가 방법론 등 범정부 성과 프레임 마련
- 기술적(논문, 특허)•경제적(기술료, 매출) 등 양적 성과관리에서 현장 활용, 정책반영 등 질적 성과관리 중심으로 전환

- (재난안전기술의 산업화 연계고리 강화) 재난안전기술이 산업화로 이어질 수 있도록 우수기술의 현장 보급•확산 등을 위한 범정부 행•재정적 지원 역할 강화

□ **국토부 제7차 국가공간정보정책 기본계획(2023-2027)**

○ (배경) 4차산업과 공공정책 및 국민행복의 핵심기반인 공간정보를 체계적으로 생산하고 활용하기 위한 중장기 정책방향에 대한 요구

○ (목적) 모든 데이터가 연결된 디지털트윈 Korea 실현을 비전으로, 최신성이 확보된 고정밀 데이터 생산 및 디지털트윈 고도화, 위치기반 융복합 산업 활성화 및 공간정보 분야 국가경쟁력 Top10 진입을 목표로 설정

○ (주요 내용) 구현된 디지털트윈을 사회안전망 구축 및 안전관리 분야에 활용하는 방안 다수 포함

- 전략 3(공간정보 융복합산업 활성화를 위한 인재양성과 기술개발)에는 사회안전 및 재난안전 향상을 위한 NDT 기반 기술을 개발하여 위치기반 초연결 사회안전망 구축에 기여하는 내용 포함

- 전략 4(국가공간정보 디지털트윈 생태계를 위한 정책기반 조성)에는 건물·도로 및 시설물 단위에서 에너지 절감, 안전관리 등을 위해 디지털트윈을 구축하여 운영하는 정책과 연계 추진하는 방안 명시

□ **제2차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2023~2032)**

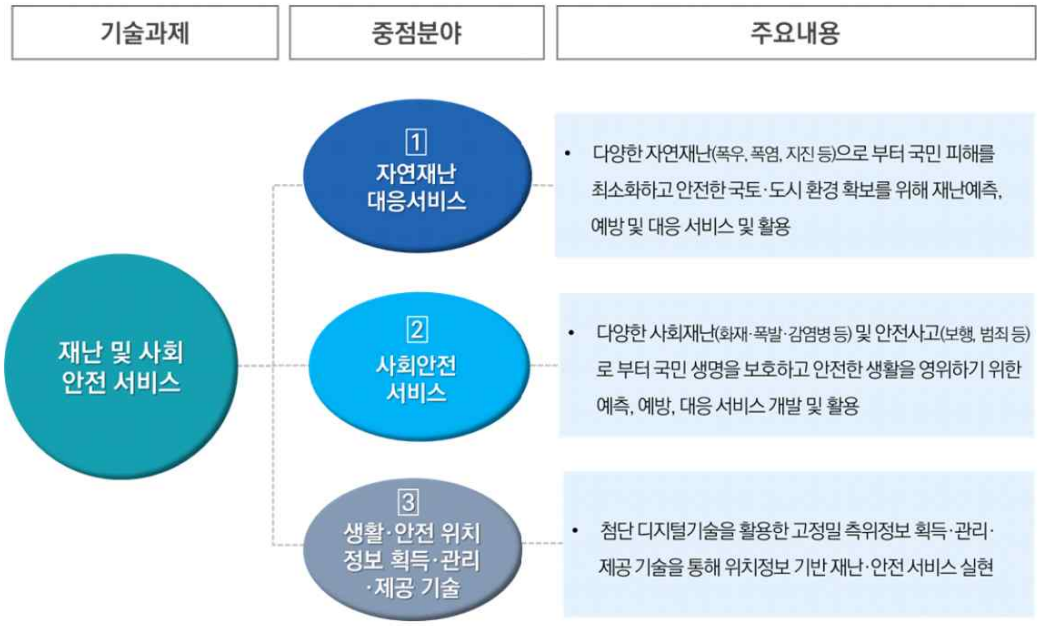
○ (배경) 디지털 혁신 가속화, 심화되는 기후변화 및 각종 사회문제 등 변화하는 환경에 대응하고, 국토교통산업을 효과적으로 지원하기 위함

○ (목적) 기술혁신을 통한 공간과 이동의 패러다임 전환

○ (주요 내용) 국토교통 미래 대응 및 현안 해결, 혁신 역량 강화를 위한 추진전략 및 과제

- 전략 1(초연결 국토도시 공간혁신)에서는 하위 기술과제 중 하나로 '재난 및 사회안전 서비스'를 지목하였으며, 이는 본 사업의 제공 목표 서비스와 상당히 유사

- 전략 3(지속가능한 국토교통 기반시설 고도화)에는 SOC 안전·신속회복을 기술과제로 포함되어 있으며, 이는 재난 상황에 대비한 주요 인프라 안전 확보의 의미를 내포



※ 출처 : 제2차 국토교통 과학기술 연구개발 종합계획(안)

[그림 14] 재난 및 사회안전 서비스 기술전략트리

2.2.2. 기술동향

1) 해외 주요국 기술동향

□ **예방 및 위험 경감 중심 정책, AI 및 디지털 기반 예측·대응 정책, 복합재난 및 다중위험 시나리오 대응 정책동향과 함께 해외 주요국 기술동향을 분석함**

○ 재난 발생 전 단계에서 위험 요인을 사전에 식별·평가하고 피해를 최소화하기 위한 예방 및 경감 중심의 기술을 강화하고 있음

○ 인공지능(AI), 빅데이터, 디지털트윈 등 첨단 기술을 활용하여 재난 발생 시 실시간 예측과 대응, 피해 최소화를 지원하는 방향으로 발전하고 있음

○ 기후변화와 도시화 등으로 증가하는 복합재난에 대비하기 위해, 시나리오 기반 다층적·통합적 대응 체계 구축이 주요 정책적 흐름으로 자리잡고 있음

〈표 12〉 해외 주요국의 재난안전 관련 기술 및 시스템

국가/기관	기술/시스템	개요
미국 (FEMA, USGS, DHS, NASA 등)	Hazus-MH	FEMA 개발 GIS 기반 재난 피해 예측·평가 도구로, 입력 데이터 기반 피해 예측 및 시나리오 분석을 통해 물리적·경제적·사회적 피해를 산정하고 정책 활용에 기여
	EAS / IPAWS	국가 비상 경보 시스템으로, 방송·통신망을 통해 신속한 경보를 전파하며 국민 대상 조기경보와 기관 간 연계를 지원
	TED	SNS 기반 지진 탐지 시스템으로, 트위터 키워드와 GPS 데이터를 분석해 지진 발생 시 빠른 탐지 및 경보 전달
	ExDAM	폭발 피해 평가 모델로, 3D 모델링을 기반으로 피해 범위를 추정해 건물 손상 및 부상자 수를 예측
	PreDisM	AI 기반 재난 취약성 분석 도구로, 위성 이미지와 CNN·Decision Tree를 활용해 건물·지역별 피해 수준을 예측
	DHS NextGen 911	차세대 긴급 신고 시스템으로, 위치·문자·영상 데이터를 기반으로 위기 상황에서 신속한 구조 지원
유럽 (EU, Horizon 2020 등)	HEIMDALL	다중 재난 관리 플랫폼으로, 데이터 공유와 What-if 분석을 통해 유럽 다국가 재난 협력과 의사결정을 지원
	RASOR	위험 시뮬레이션 플랫폼으로, 위성·레이더 데이터를 기반으로 분석해 재난 피해를 예측하고 대응 계획 수립
	ANYWHERE	재난 조기경보 및 의사결정 지원 시스템으로, AI 기반 기상·기후 예측과 조기경보를 제공해 실시간 시민 안전 확보
	Copernicus EMS	유럽연합 긴급 관리 서비스로, 지구관측 위성 데이터를 활용해 재난 지도를 제작·배포하며 EU 전역에서 활용
일본 (NIED, NTT, JAXA 등)	D-Resilio	AI 기반 피해 예측 시스템으로, 다중 데이터를 분석해 재난 대응 시뮬레이션과 대응 전략을 지원
	J-RISQ	실시간 지진 감지 및 피해 추정 시스템으로, 지진계·GPS·SNS 데이터를 활용해 피해를 즉시 추정하고 대응 지원
	EDISONE	IoT·SNS 기반 재난 예측 플랫폼으로, 센서·영상·SNS 데이터를 수집해 위험도를 등급화하고 즉각적인 대응을 지원
	K-NET, KiK-net	전국 지진관측망으로, 1,000개 이상의 지진계 데이터를 실시간 수집·분석해 지진 연구와 실시간 경보 제공
	JAXA Vision AI	위성 영상 기반 분석 시스템으로, Vision AI를 활용해 위치·규모·피해를 예측하며 위성·우주탐사 데이터를 연계

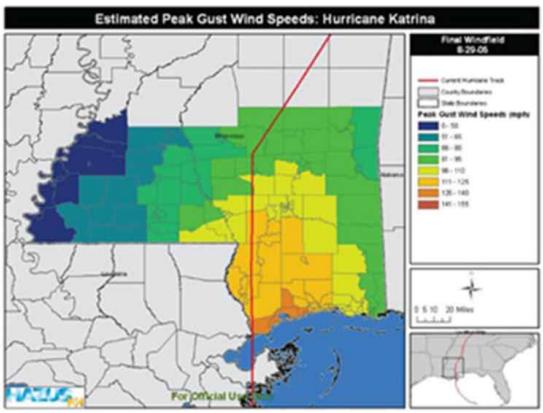
□ **미국**

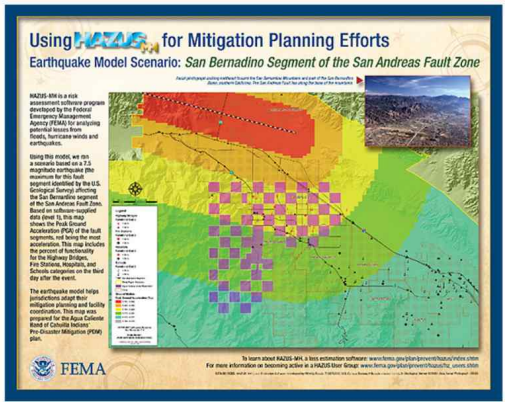
○ Hazus-MH는 미국 연방재난관리청(FEMA)이 개발한 GIS 기반 표준화 위험평가 도구로 자연재해 발생 시 피해를 사전에 예측하고 대비하기 위해 개발되었으며, 주요 목표는 재난 피해의 규모를 수치적으로 산출해 정책과 의사결정에 활용함

- Hazus-MH는 주요 모듈을 통해 다양한 피해 유형을 정량적으로 분석한다. 직접적인 물리적 피해(Direct Physical Damage), 유도 피해(Induced Physical Damage), 경제·사회적 손실(Direct Economic and Social Loss), 간접적 경제 손실(Indirect Economic Losses) 등을 포함함

- 시스템은 지진 시나리오 설정, 데이터 입력 및 분석, 피해 예측 모델 활용, 손실 추정 및 결과 출력의 일련 과정을 통해 작동하며, 연방 및 지방 정부가 제공하는 건축물 재고 데이터, 인구 및 경제 통계, 자연재해 위험 지도 등을 기반으로 모델링을 수행함

- Hazus-MH는 정책 결정자와 지자체에 피해 예측 자료를 제공하여, 재난 발생 전 예방 조치와 피해 저감 전략 수립을 지원함. 지진이나 홍수 발생 시 특정 지역의 건물 파손율, 인명피해, 경제 손실 규모를 수치화하여 시뮬레이션 결과로 제시하며, 재난 대비 훈련, 복구 계획 수립, 도시계획 수립에 활용되며, 보험산업이나 학술연구에서도 피해 예측 근거 자료로 널리 사용됨





출처 : https://coast.noaa.gov/digitalcoast/tools/hazus-mh.html

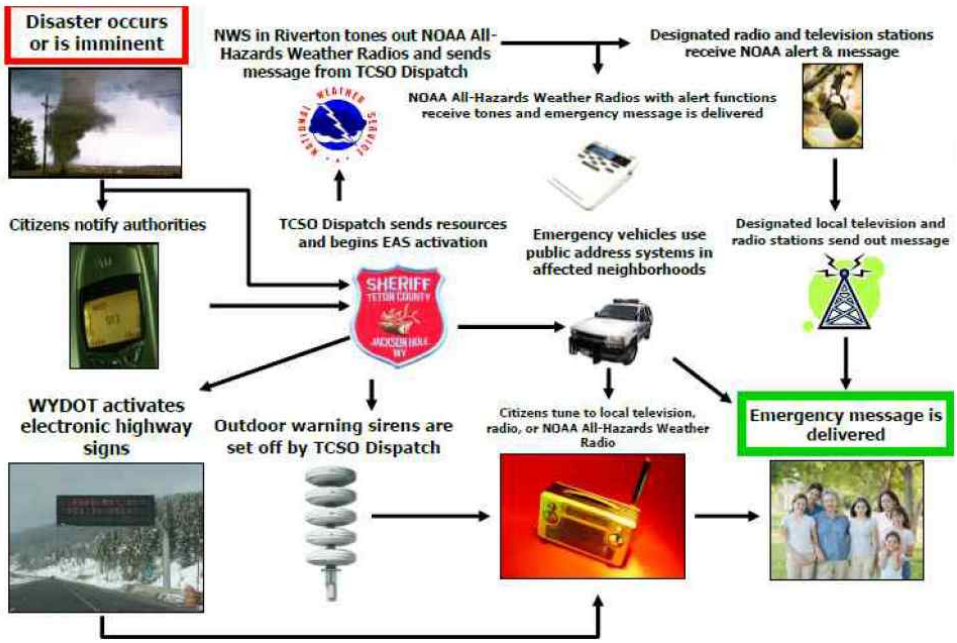
[그림 15] Hazus-MH의 운영 화면

○ EAS(Emergency Alert System)은 미국 연방통신위원회(FCC)에서 개발한 다층적 경보 시스템으로, 연방·주·지역 등 다양한 수준의 기관 및 방송사들이 협력하여 국가적 위기 또는 지역 사회의 비상 상황에서 대중들에게 신속한 경보를 전송하는 시스템

- EAS는 국가 비상 사태 선포, 기상 재난 경보, 실종 아동 경보, 재난 복구 및 대응 지침 제공과 같은 서비스를 제공하며, 이를 위해 텔레비전, 라디오, 위성통신 등 다양한 유형의 매체를 활용

- 시스템은 사전 설정된 조건에 따라 자동 송출(국가 비상 경보, 토네이도 경보, 대형 지진 정보)되거나 운영자가 수신된 메시지를 토대로 수동 송출(로컬 기상 경보, 주요 교통 사고 및 도로 폐쇄 정보, 지역 사회 긴급 경보 등)되며, 주로 즉각적인 대응이 필요하거나 송출에 대한 규정이 명확한 유형의 경보는 자동 송출이 되도록 설정

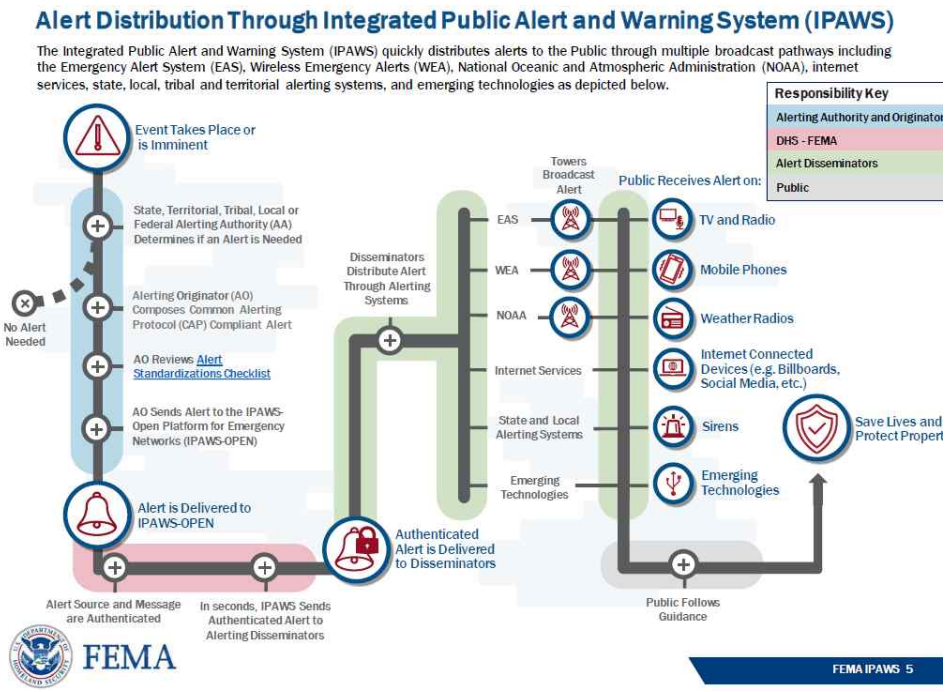
- EAS는 미국 내에서 가장 중요한 국가 비상 경보 시스템 중 하나이며, 연방 정부 차원에서 시스템의 정상 작동 여부 점검을 위해 주기적으로 국가 단위의 테스트(RMT, RWT)를 시행 중



[그림 16] EAS(Emergency Alert System)의 작동 방식

○ IPAWS(Integrated Public Alert&Warning System)은 미국 연방재난관리청(FEMA)에서 관계 부처 및 기관들이 운영하는 경보 시스템을 통합한 통합공공경보체계

- IPAWS는 긴급 경보 시스템(EAS), 무선 긴급 경보(WEA)과 미국 해양대기청(NOAA), 지질조사국(USGS) 등 다양한 루트를 통해 재난 관련 경보를 전달하는 경고 시스템



출처 : FEMA(2021), Integrated Public Alert and Warning System(IPAWS)_Process Map Playbook ver.1.0

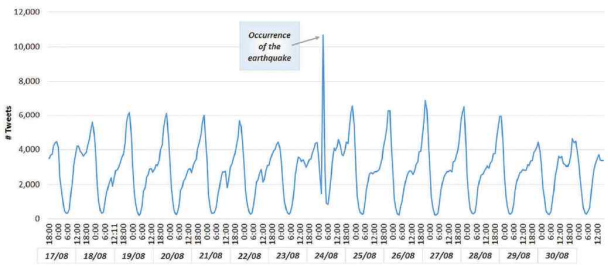
[그림 17] IPAWS(Integrated Public Alert&Warning System)의 프로세스 맵

○ TED(Twitter Earthquake Detection)는 미국 지질조사국(USGS)에서 개발한 소셜 미디어 기반 지진 탐지 및 경보 시스템으로, 트위터의 실시간 데이터를 활용하여 지진을 탐지하고 빠른 속도로 필요한 정보를 제공

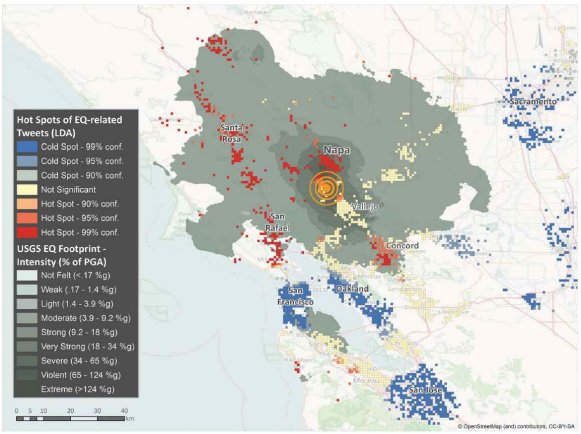
- TED는 지진과 관련된 키워드(earthquake, temblor, terremoto, sismo 등)을 포함하는 다양한 국가 언어로 된 트윗들을 실시간으로 수집하고, 트윗 발생 빈도가 급증 시 GPS 기반 위치정보와 미국 지질조사국에서 제공하는 지진 데이터 간 교차검증을 통해 지진 발생 여부를 판단

- 지진 감지 정보, 지진의 체감 감도 및 영향, 지진 관련 상황 인식 정보, 실시간 지진 경보 및 알림 등과 같은 정보를 제공하며, 특히 지진계가 부족한 일부 지역의 경우 지진계보다 빠른 지진 감지가 가능한 것이 주요 특징

- 오픈 API를 통해 트위터 데이터를 활용하므로, 별도의 지진계 설치 및 유지보수 비용을 필요로 하지 않으며 기존 시스템과 연계한 비용 효율적인 운영이 가능



(a) 지진 발생 시점 전후 시간당 트윗의 수



(b) 트윗 수 분석을 통해 추출한 지진 핫스팟과 UGS 지진 발자취(Footprint)

출처 : Resch et al.(2017), Combining machine-learning topic models and spatiotemporal analysis of social media data for disaster footprint and damage assessment

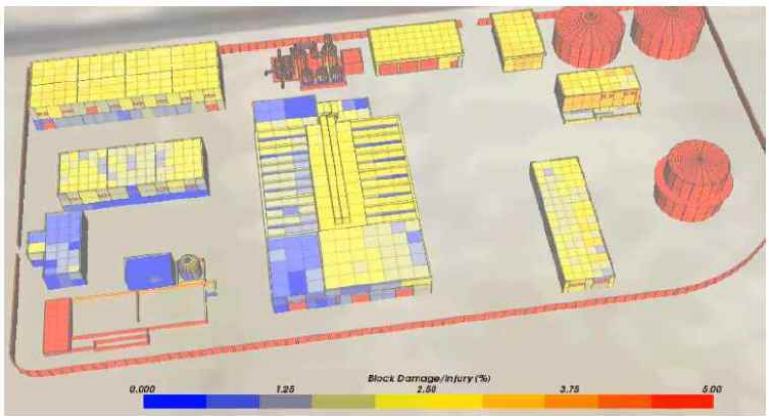
[그림 18] 지진 발생 후 시간당 트윗의 수와 TED가 분석한 지진 핫스팟과 지진 발자취

○ ExDAM(Explosion Damage&Injury Assessment Model)은 3D 모델링을 통해 폭발로 인한 부상과 피해를 예측할 수 있는 모델로, 건물 건축 유형 및 구조 구성요소 등 구조물과 관련된 다양한 인자를 활용하여 폭발 시 구조물 피해/인간의 부상 정도 등을 예측

- ExDAM은 BREEZE 사에서 개발한 폭발 손상 및 상해 평가 모델로, 고폭발 손상평가 모델(HExDAM)과 증기구름 폭발 손상평가 모델(VExDAM)으로 구성

- ExDAM의 폭발모델은 현상학적 모델로, 경험적 구조 취약성 데이터(특정 폭발정도에서 손상정도/부상수준을 발생시키는 관측된 압력 값)을 사용하여 차폐 조정된 최대 충돌 압력과 그 이후 구조피해 및 인간의 부상 수준 등을 예측하며, 차폐효과 예측을 위한 알고리즘을 사용하여 손상 정도에 따라 통과하는 폭발파장을 예측

- 2D/3D 기하 데이터를 활용하며 분석 결과를 그래픽 및 표 형식으로 제공 가능하고, TNT 등가 공법, TNO Multi-energy 공법 등을 활용



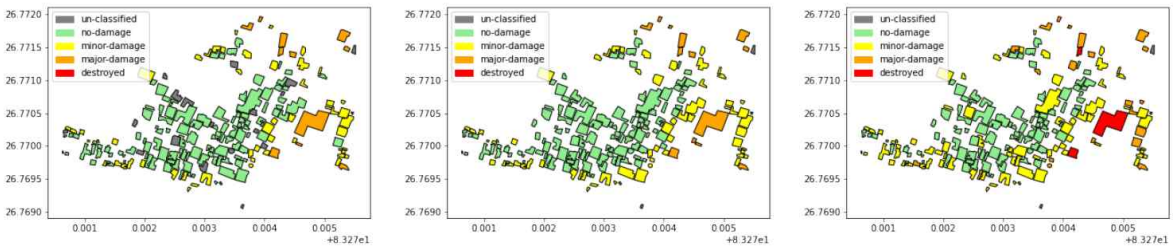
※출처 : BREEZE(2015), BREEZE ExDAM Tech Sheet

[그림 19] ExDAM(Explosion Damage&Injury Assessment Model)은 3D 모델링 결과

○ PreDisM은 마이크로소크트와 콜롬비아 대학에서 공동 개발한 AI 기반 재난 예측 모델로, 건물과 기반 시설의 구조적 취약성을 분석하여 자연재해 발생 전 피해를 예측하는 시스템

- 위성 이미지를 통해 개별 건물의 구조적 특성에 따른 재난 유형 및 피해 수준을 1~5등급으로 분류하여 AI 학습을 수행하며, 모델링 기법은 ResNet 기반 CNN(Convolutional Neural Network)과 결정 트리(Decision Tree) 등을 활용

- 건물 이미지에 대한 분석이 끝나면, 추가적인 메타데이터(기후 정보, 지역 특성 등)을 반영하여 최종적인 피해를 예측하며 재난 발생 이전의 인프라 피해를 예측하고 사전 의사결정을 지원



출처 : Anand et al.(2021), PreDisM: Pre-Disaster Modelling WIth CNN Ensembles for At-Risk Communities

[그림 20] PreDisM에 의한 위험도에 따른 홍수 피해 예측도(왼쪽부터 Hazard 3, 4, 5)

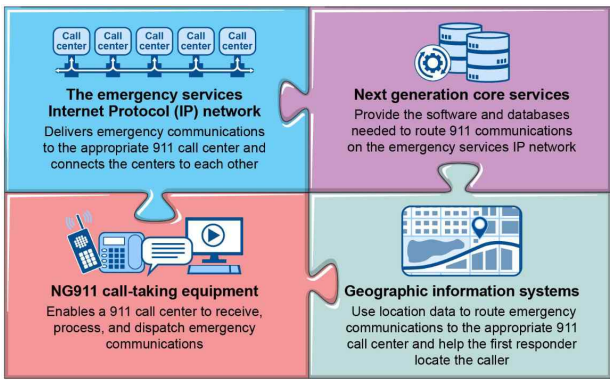
○ Next Generation 911(NG911)은 미국 국토안보부(DHS)와 연방통신위원회(FCC)가 주도하여 기존 911 긴급 신고 시스템을 현대화한 차세대 서비스이며, 전통적인 음성 통화 중심의 911 체계를 넘어, 문자, 이미지, 영상, 위치 기반 데이터까지 수용할 수 있도록 확장됨

- NG911은 점점 복잡해지는 도시 환경과 재난 상황에서 보다 빠르고 정확한 긴급 대응을 위해 개발되었음. NG911은 IP 기반 네트워크(ESInet, Emergency Services IP Network)를 활용하여 신고 데이터를 실시간으로 전송·공유한다. 이를 통해 음성뿐 아니라 SMS, 사진, 동영상, 소셜미디어 등 다양한 멀티미디어 정보를 긴급 대응센터가 즉각 수신할 수 있음

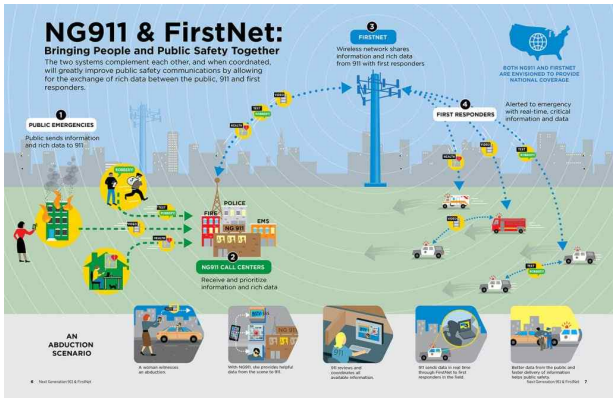
- 또한 GIS 시스템과 연계하여 신고자의 정확한 위치를 파악하고, 상황에 맞는 대응 기관(경찰, 소

방, 의료)을 자동으로 연결해줌. 구조 요청자가 사진이나 동영상을 보내면 상황을 정확히 파악할 수 있어 오인 신고를 줄이고, 적절한 장비와 인력을 배치할 수 있음

- 또한 청각장애인과 같이 음성 통화가 어려운 사람도 문자나 영상으로 쉽게 신고할 수 있어 접근성과 포용성이 강화됨. 이러한 체계는 재난, 테러, 대형 사고 등 위기 대응 능력을 크게 향상시킴



(a) Next Generation 911 (NG911) Building Blocks
출처 : GAO Analysis of 911.gov information (GAO-24-106783)



(b) NG911 Under the 911 Improvement Act
출처 : Graphic showing how NG911 will work in practice (911.gov)

[그림 21] Next Generation 911(NG911)의 개선사항

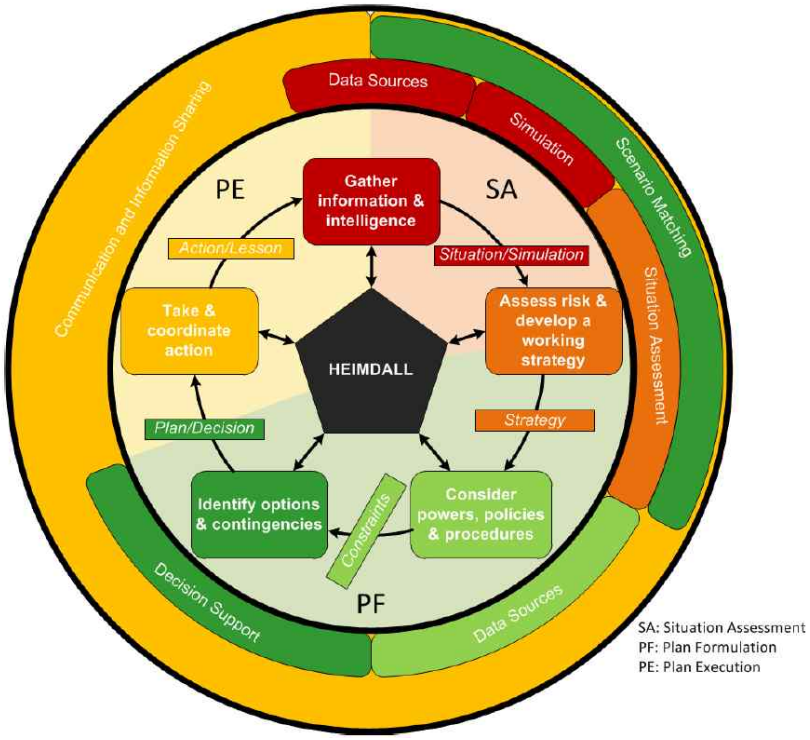
□ 유럽

○ HEIMDALL은 Hozrion 2020 프로그램을 지원을 받아 진행된 다중 재난 협력 관리 도구(Multi-Hazard Cooperative Management Tool) 플랫폼으로, 자연재해 및 인프라 관련 재난 대응 및 관리 역량을 향상시키기 위해 설계

- HEIMDALL은 데이터 수집, 시뮬레이션, 상황 평가, 대응 계획, 정보 공유 기능을 갖춘 모듈형 플랫폼으로, 위성 데이터·항공 데이터·지질 및 기상 데이터·군중 기반 데이터 등 다양한 데이터 소스를 토대로 재난 시뮬레이션 및 대응 계획과 실시간 상황 평가·위험 분석 기능 제공

- 모듈형으로 설계되었기 때문에 각 기관의 필요에 맞추어 기능을 추가 삭제 가능하며, 유럽 연합 내 여러 국가 및 기관이 하나의 플랫폼에서 협력 가능하여 범용성을 확보

- HEIMDALL 플랫폼에서 제공하는 'What-if 분석' 기능은 재난 대응 계획 수립을 위한 핵심 도구 중 하나로, 다양한 시나리오를 가정하여 재난 발생 전, 도중, 후의 영향을 예측하고 최적의 대응 전략을 수립하는 기능



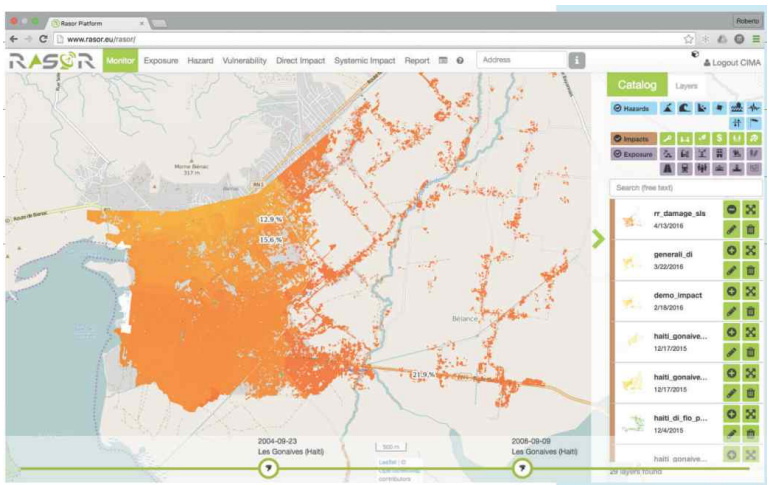
출처 : HEIMDALL_D2.11(Service Concept Specification)

[그림 22] HEIMDALL의 서비스 개념

○ RASOR(Rapid Analysis and Spatialisation Of Risk)는 EU FP7 하위 프로젝트명으로, 재해 관리 전주기 지원을 위한 다중 위험 분석 수행 플랫폼을 개발

- RASOR 플랫폼은 고해상도 광학 및 레이더 위성 데이터를 오버레이하여 현장 데이터와 함께 활용하며, 시나리오 기반 쿼리 시스템을 사용하여 다중 위험에 대한 모델링이 가능

- 재해 시나리오에 대한 시뮬레이션 결과를 토대로 관리자가 재난 위험이 높은 특정 영역을 파악하고 중요 인프라 시스템의 위험을 평가하는 것이 가능하며, 재난 예방·대비·대응·복구 등 모든 단계에서 의사 결정자들에게 중요한 정보를 제공



출처 : Deltares(2016), R&D Highlights 2016

[그림 23] RASOR 플랫폼의 운영 화면

○ ANYWHERE은 Hozrion 2020의 하위 프로젝트 중 하나로, 극한 기상 및 기후 이벤트에 대한 사전 대응 및 위기관리 시스템 혁신을 주요 목표로 하며 AI 및 첨단 기술을 활용하여 재난 조기 경보 시스템을 개발하는 내용을 포함

- ANYWHERE에서 활용하는 실시간 재난 예측 및 의사결정 지원 기술로는 충격 기반 예측 시스템, AI 기반 재난 대응 자동화, 공공 데이터 및 크라우드소싱 정보 통합하는 기술이 있음

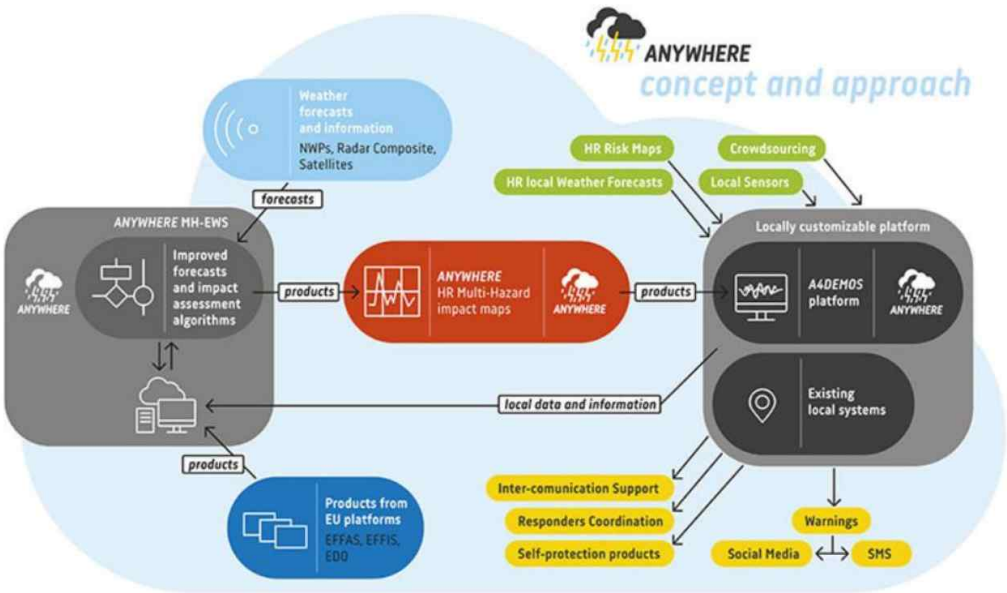
- 기술적으로는 재난 유형별 맞춤화된 예측 모델을 제공하는 범유럽 다중위험 조기경보 시스템(MH-EWS)를 활용하고, 기존 디지털 플랫폼(Google Crisis Response, Facebook Safety Check)과를 연계를 통해 시민 개개인들이 재난을 예측하고 대비할 수 있는 맞춤형 경보 시스템을 제공

- 실제 운영 환경에서의 플랫폼 효과 검증을 위해 5개의 주요 지역(이탈리아, 스페인, 핀란드 등)에서 시범 운영을 수행하였으며, 그 결과 실질적인 재난 대응 능력이 향상된 것을 확인

〈표 13〉 ANYWHERE의 실증지 국가별 주요목표와 실증결과

실증지 명칭(국가)	주요 목표	실증 결과
A4LIG(이탈리아)	홍수 발생 시 대응 능력 개선	기존 시스템 대비 예측 정확도 20% 개선 실시간 응급 대처 속도 30% 향상
A4CAT(스페인)	폭설로 인한 도로 폐쇄 및 교통 장애 예측	염화칼슘 살포 및 제설 작업 최적화, 고립 지역에 대한 신속한 구조 활동 지원
A4FINN(핀란드)	강풍 및 폭설 대비 전력망 보호 및 경제적 피해 예측 모델 도입	AI 모델을 활용한 전력망 손실 규모 예측으로 수리 및 복구 시간 40% 단축
A4ALPS(스위스)	복합 재난 발생 시나리오 테스트	조기경보 시스템을 통한 기존 대비 재난 대응 속도 25% 향상
A4EUR(유럽)	다양한 기후 환경에서 자연재해 예측	기존 시스템 대비 예측 오류율 15% 감소

※출처 : http://anywhere-h2020.eu/



출처 : https://gebrada.upc.es/anywhere/the-project/about-us/objectives/

[그림 24] ANYWHERE의 컨셉

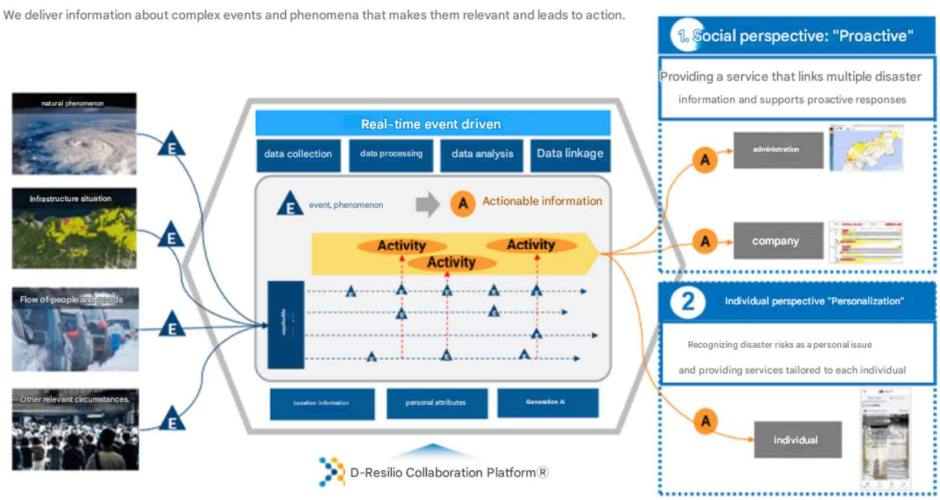
□ 일본

○ 일본의 NTT 그룹이 개발한 'D-Resilino 연계기반(連携基盤)®'은 기계 학습을 활용하여 각 시설이 재난으로 인해 입을 수 있는 피해를 예측 가능한 AI 시스템

- 기상 데이터, 재난 발생 상황, 구조 요청 정보 등 다양한 데이터들을 실시간으로 수집 및 분석하여 즉각적인 대응이 가능하도록 지원하며, LLM, RAG 등의 기술을 활용

- 기상정보 제공업체(Halex), 공간 데이터 분석 기업(Vacan), 공공 정보 플랫폼(L-Alert) 등 다양한 기업 및 공공기관에서 제공한 정보를 활용하며, 2025년 4월부터 생성형 AI를 도입하여 각 재난 상황 별 최적의 대응 전략을 자동 생성하는 기능을 강화할 예정

- 지방자치단체 및 공공기관의 재난 대응 역량 강화 및 의사결정 지원, 기업의 재난 발생 시 업무 지속성(Continuity) 보장, 개인 맞춤형 대피 경로 안내 및 고령자·장애인 대상 대체 이동 경로 안내 및 구조 요청 연계와 같은 다양한 활용 방안에 대해 검토 중



출처 : https://www.nttdata.com/global/ja/news/topics/2025/022100/

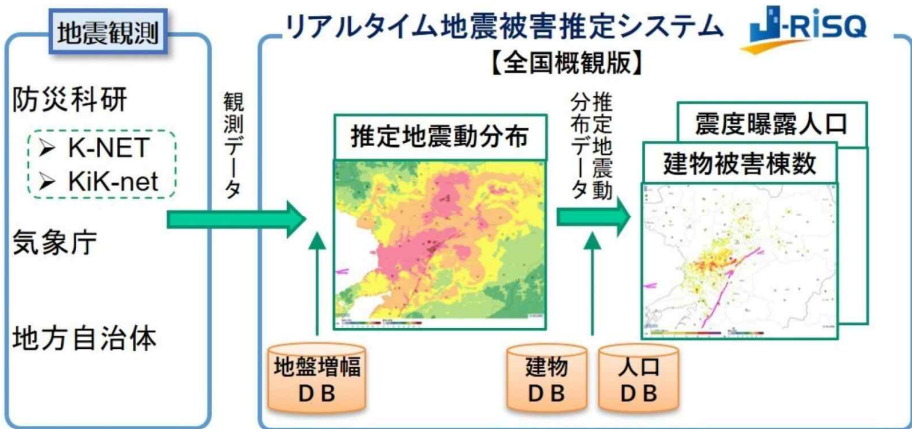
[그림 25] D-Resilino 연계기반(連携基盤)®의 주요 특징

○ 일본의 방재과학기술연구소(NIED)에서 운영하는 J-RISQ(일본 실시간 지진 정보 시스템는 지진 발생 시 AI를 활용하여 피해를 신속하게 예측하고 정보를 제공 가능

- 일본 전역에 설치된 지진계 및 센서 네트워크에서 실시간 데이터를 수집하고, GPS 데이터를 활용한 지각 변동 탐지 및 기상정보·SNS 데이터를 활용한 지진 관련 이상 현장 감지도 수행

- 머신러닝을 통해 과거 지진 데이터를 학습하여 지진 발생 시 예상되는 진도 분포와 피해 규모를 예측하며, 딥러닝 알고리즘을 통해 복잡한 지진파 데이터를 효율적으로 처리하여 분석 정확도를 확보

- 분석된 데이터를 GIS 기반 지도 및 표 형태로 시각화하여 웹사이트 및 앱을 통해 제공하며, 재난 발생 시 소방청, 경찰, 응급 의료기관과 실시간 대응 및 협력



출처 : https://construction.tiisys.com/81935/

[그림 26] J-RISQ의 서비스 구성도

○ EDiSON은 일본 오이타 대학이 일본 기업들과 협력하여 만든 재난 대응 협업 툴로, 재난 예측 및 모니터링과 데이터 분석 및 학습, 재난 대응 및 협업 기능을 탑재

- EDiSON은 센서 네트워크, 위성 데이터, CCTV 영상, 소셜 미디어 정보 등 다양한 출처에서 데이터를 수집하면, AI 모델이 데이터를 분석하여 실제 재난 발생 여부를 평가하는 구조

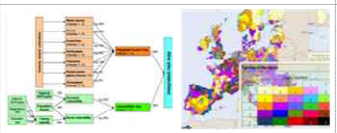
- 실시간 데이터를 바탕으로 AI가 특정 지역의 위험도를 5단계(안전~매우 위험)으로 분류하고, 해당 등급은 피난센터, 지방 정부, 응급 대응 기간에 전달되어 도로 통제, 대피 권고 등 즉각적인 대응 조치가 이루어질 수 있도록 지원

- 이외에도 트위터, 페이스북, 지역 커뮤니티 게시판 등에서 확보한 재난 관련 게시글을 토대로 자연어 처리(NLP)에 기반한 분석을 수행하고, 긴급 대응이 필요한 지역을 파악 가능

□ AI 기반 자연재난 예측 기술

○ 선진국에서는 지역 기반시설물 네트워크 단위 재난 분석과 관련된 국가 시스템이 운영 중에 있음

구분	국제사회		
평가명	IPCC Risk Assessment (기후변화 정부간협의체)	ISO 31000 Risk Management	UNDRR (국제연합 재난위험경감 사무국)
평가 프레임			Quick Risk Estimation Tool, QRE
주요인자	• 기후변화에 따른 노출성/취약성/재해가능성 고려하여 위험도평가	• 위험관리를 설계, 구현, 평가 및 개선하는 단계로 수행 (위험식별/위험분석/위험평가)	• 위험식별, 노출성 및 취약성으로 위험도 산출, 위험요소 10등급화, 위험도 5등급화

구분	미국	유럽	영국
평가명	Threat and Hazard Identification Risk Assessment, THIRA	The European Spatial Planning Observation Network, EPSON	Risk Register
평가 프레임			
주요인자	• 위험요인 식별/위험요인 영향분석/경감계획 수립 ※통계, 전문가조사 (재난대비 국고 교부금 배분에 활용)	• 위험도=위험 가중치(델파이) 취약도(인구, 면적비, 대처역량) ※통계, 전문가조사 • 위험도와 취약도 매트릭스 산정	재난발생 가능성(likehood)와 영향력(impact) ※통계, 전문가조사, 지역포럼 • 계획수립 및 자원배분 등에 활용

[그림 27] 재난안전 위험관리 해외 사례

○ (미국) 구글과 하버드대학교에서는 공동연구를 통해 과거 13만여 건의 지진 데이터를 활용, 신경망을 구축하고 AI 기술을 통해 여진 발생 위치와 규모를 예측하고 있음.

- 해당 기술은 지진에서 중요한 “시점(When)”, “위치(Where)”, “규모(How much)” 중 “위치”와 “규모”에 중점을 두고 AI 기술을 개발함

- 어느 위치에서 지진이 발생한다면 규모가 어디까지 커질 수 있는가를 딥러닝 기술을 이용해 분석하는 것으로 정확도는 기존의 방법 대비 50% 이상 높아진 것으로 평가됨

○ (미국) 미국 로스앨러모스 국립연구소에서는 CNN 기반 지진 예측 시뮬레이션 기술을 개발하고 있음

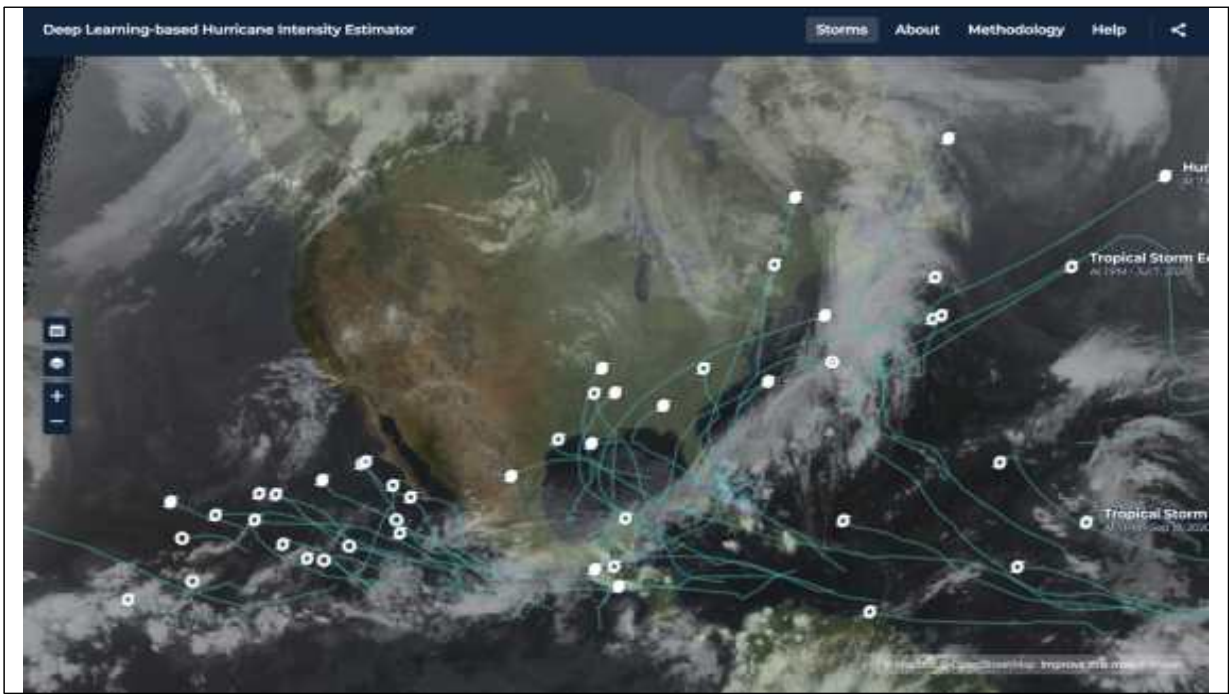
- 단순 지진 이력정보가 아닌, 실제 단층의 미끄러짐을 이용한 학습기법 개발을 위해, 전이학습 기법을 적용하여 데이터가 있는 지각판 슬립 현상을 이용 AI가 지각판의 슬립현상과 관측 데이터 간의 유사점을 찾아 가상의 예측 데이터를 생산하는 방법을 적용 중

- 또한 지진 전도 데이터를 AI 학습을 통해 실제 지진으로 예측하는 기술도 적용 중

○ (미국) 미국우주항공국(NASA)과 Development Seed에서는 위성 이미지와 AI 기계학습을 통해 허리케인 경로를 추적하는 기술을 개발해 서비스하고 있음

- 기존 예측 모델이 6시간 간격으로 분석되어 경로의 불확실성을 갖고 있지만 AI 기술을 이용 허리케인의 실시간 추적이 가능해 피해를 저감하는데 효과를 보고 있음

- 해당 경로는 웹사이트를 통해 경로 및 속성 정보 등을 누구나 볼 수 있도록 제공 중



자료(출처): Development SEED website

[그림 28] Deep Learning 기반 허리케인 경로 예측 서비스 화면

○ (미국) IBM은 기존 Vision AI 기술을 이용한 의료영상판독에 효과를 보인 “Watson”을 화산폭발 예측에 적용

- 화산의 분화 위치와 화산폭발지수(VEI, Volcanic Explosivity Index)를 예측하려는 목적이며, 이를 위해 화산에서 배출하는 화산재 입자의 모양 및 성분을 분석하고, 이를 식별해 화산의 폭발 가능성을 분석하도록 AI를 이용

○ (Google) 구글 딥마인드에서는 AI를 이용해 전세계 날씨를 최장 10일까지 예측할 수 있는 인공지능 모델 ‘GraphCast’를 개발

- 그래프캐스트는 그래프 신경망을 활용해 40년 이상의 과거 ECMWF 데이터를 통해 학습하고, 단일 구글 TPU v4 클라우드 컴퓨터에서 1분 이내 10일 예보를 생성할 수 있음

- 이번 AI 모델은 기존의 수치 기상 예측 방식과 달리 에너지 소비가 훨씬 적다는 장점도 있으며, 현재 고해상도 일기예보(HRES)를 완성하는 데는 슈퍼컴퓨터로 몇시간이 걸리지만, 크래프캐스트는 1분이내 생성이 가능함

- 성능은 유럽중기예보센터(ECMWF)가 진행하는 3~10일 전 예측보다 정확한 것으로 분석됨

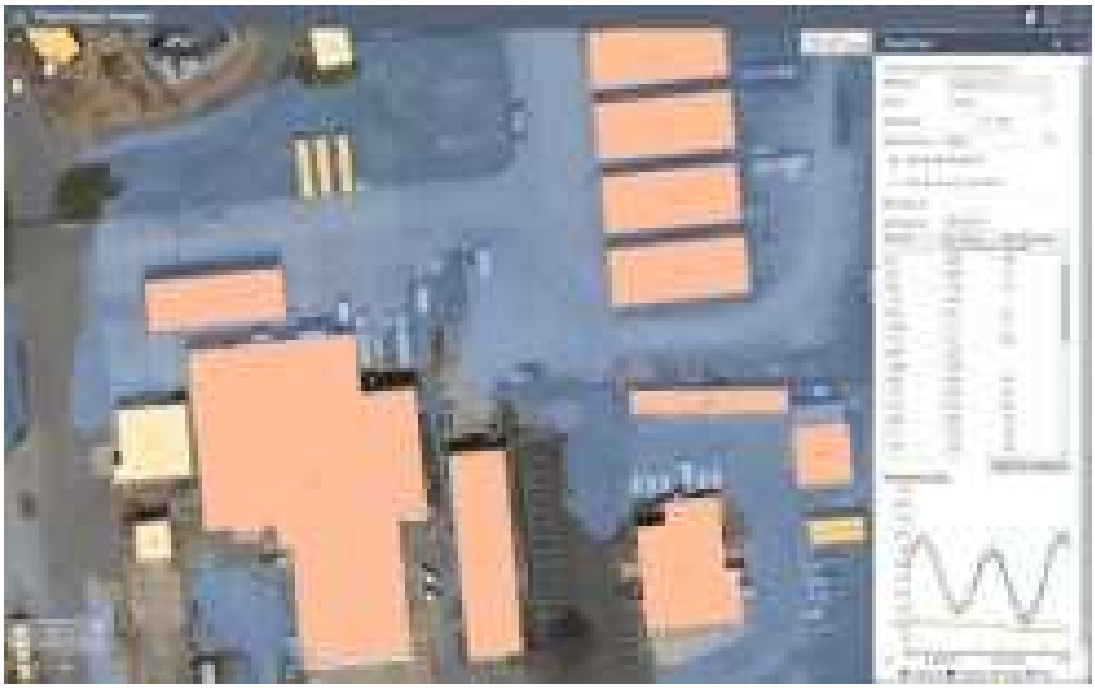
○ (일본) 일본 우주항공연구개발기구(Japan Aerospace eXploration Agency, JAXA)에서는 많은 인공위성을 이미지 데이터를 Vision AI 기술을 이용하여 이미지의 변화(열, 위치, 형상 등)를 분석해 지진, 쓰나미, 화산폭발과 같은 재난 위험을 예측함

- ‘딥 스페이스(Deep-Space)’ 프로젝트를 통해 AI 솔루션으로 재난대응과 관련한 기술을 소개하고 관련 서비스를 제공하며 별도의 사이트를 통해 JAXA의 위성 데이터 등의 정보를 제공하고 있음

□ **디지털트윈(공간분석)기반 재난안전관리 기술**

○ (미국) NASA 랭글리연구센터에서는 디지털트윈을 이용해 공간설계 및 배치, 홍수예방 및 위험성 시뮬레이션 등을 수행

- 단지(공간)에 대한 홍수 확산, 일조량, 바람 등 환경적인 분석 외에도 실내 디지털트윈을 이용해 소화기, 중요 설비, 비상시 제세동기 등의 위치도 함께 표출하여 비상 상황시 효율적으로 대피 및 자원 활용을 도모



자료(출처): esri website

[그림 29] NASA의 Langley 디지털트윈 모델링 화면

○ (Google) 구글 환경 탐색기 중 하나인 “Tree Canopy”는 AI기술과 항공이미지를 결합하여 폭염시 휴식을 제공할 수 있는 그늘진 지역을 가시화하여, 부족한 지역을 자동으로 찾아주는 서비스를 시행

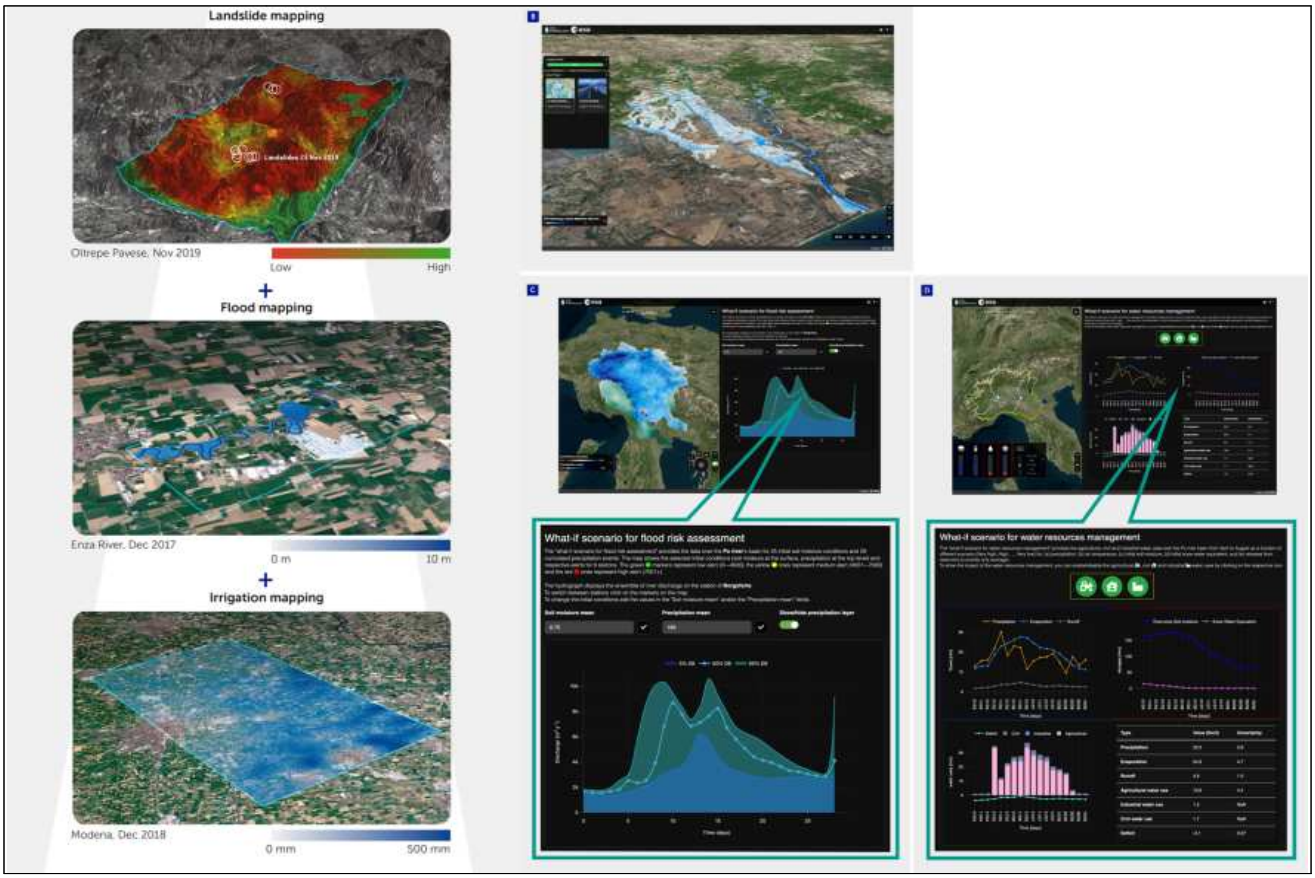
- 전세계 2,000여개 도시로 “Tree Canopy” 데이터를 확장하여 도시에서 열을 줄이기 위해 더 많은 나무를 심어야 할 곳을 알려줌

- 기후변화로 인한 폭염 적응력 강화 외에도 수목에 의한 탄소 흡수 및 저감 등 도시형 RE100 수립에도 기여

○ (EU) 기후변화로 인한 물순환 문제를 평가, 해결하기 위해 물 관련 환경 재해를 예측 및 모니터링하고 수자원 최적화를 위해 디지털트윈 기반의 모델로 시뮬레이션하는 기술개발

- EO(지구관측)위성과 다양한 공간정보 DB를 Digital twin으로 구현하여 모델링 및 시뮬레이션을 해서 토양수분, 강수량, 증발량, 침수, 가뭄 등을 평가

- 또한 돌발홍수, 산사태 예측, 농업용수 관개수량, 화재 및 산불 모니터링 등 다양한 서비스 형태로 발전



자료(출처): DTE HYDROLOGY web site

[그림 30] 디지털트윈 기반의 DTE HYDROLOGY 화면 예시

2) 국내 기술동향

□ 국내 기반시설의 유지관리 정보 운영 거버넌스

○ 기반시설의 유지관리 정보 통합관리를 위해 「기반시설관리법」에 따라 국토안전관리원에서 ‘기반시설 통합 관리시스템’을 구축•운영하고 있으나, 재난데이터 부재 및 재난관리 연계데이터 활용은 부재

〈표 14〉 국토부 중심의 지상-지반-지하시설 유지관리 거버넌스

법령	「지속가능한 기반시설 관리 기본법」										
정책의사 결정기구	‘기반시설관리위원회’ (위원장 : 국무총리)										
TF (임시)	‘노후 기반시설 안전강화 범부처 전담조직’ * 국토부 제1차관(단장), 기재 • 과기정통 • 행안 • 농식품 • 산업 • 환경 • 해수부 실·국장급										
기반시설	지상시설			지반		지하시설					
	교통시설					지하구			지하관로		
	도로시설 (포장/교량/터널/옹벽/사면/부속물)					공동구	전력구	통신구	상수도관	가스관	열수송관	하수도관
관리주체	국토부			국토부	지자체	국토부	행안부	산업부	과기부	환경부	산업부	산업부	환경부
관리기관	고속도로	일반국도	지방도	국토부	지자체	지자체	지자체	지자체	지자체	지자체	지자체	지자체
	한국도로공사	한국건설기술연구원 / 국토안전관리원	지방자치단체	한국건설기술연구원	국토안전관리원	시설관리공단	한국전력공사	(주) KT	한국수자원공사	한국가스공사 도시가스사	한국지역난방공사	한국환경공단
시스템	FTMS ⋮⋮	PMS BMS ⋮⋮	FMS	국토지반정보포털시스템	지하안전정보시스템	지반정보통합관리시스템	–	지능형전력구관리시스템	아타카마	국가수자원관리종합정보시스템 / 국가상수도정보시스템	KOSPA KPIS	통합배관시스템	국가하수도정보시스템

□ **국토교통부 기반시설관리시스템 '기반터'**

○ 기반터는 도시기반시설 15종 약 48만 개소의 안정적인 관리 지원을 위해 새롭게 구축한 기반시설 관리시스템으로 중앙부처, 지자체, 공공기관, 민간사업자 등 약 1,350개의 관리 주체가 관리 중인 약 48만 개의 시설물별 상세정보를 통합관리하고, 자체 분석기능을 통해 시설물별 최적 관리를 돕는 스마트 시스템임

- (행정기능 구축) 「기반시설관리법」에 따른 기반시설 관리제도 지원을 위한 행정 지원기능 구축 : 기본계획, 관리계획, 실행계획, 최소유지관리 및 성능개선기준 등

- (관리기능 구축) 인프라 총조사를 통해 조사된 시설물 유형별 현황(제원, 건설정보 등) 및 유지관리(보수•보강, 점검•진단, 안전등급 등) 정보 등의 데이터 통합관리를 통해 시설물을 관리

- (분석기능 개발) 관리주체의 관리시책 수립 지원 및 정보제공을 위한 시설물별 생애주기 성능·분석 기능 개발

[그림 31] 기반시설 관리시스템의 역할

□ **국토교통부-지자체 스마트시티 데이터허브 구축 사업**

○ 국토교통부와 과학기술정보통신부의 스마트시티 국가전략프로젝트 R&D로 지속가능한 성장과 시민 삶의 질 향상을 위한 데이터 기반 스마트시티 혁신 모델을 구현하는 대규모 실증연구개발 사업

- (국가전략프로젝트) 제2차 과학기술전략회의에서 선정한 신산업 창출과 국민 삶의 질 향상을 위해 시급성, 파급력 있는 인공지능, 미세먼지, 가상 증강현실, 스마트시티 등 9대 연구개발사업 중 하나임

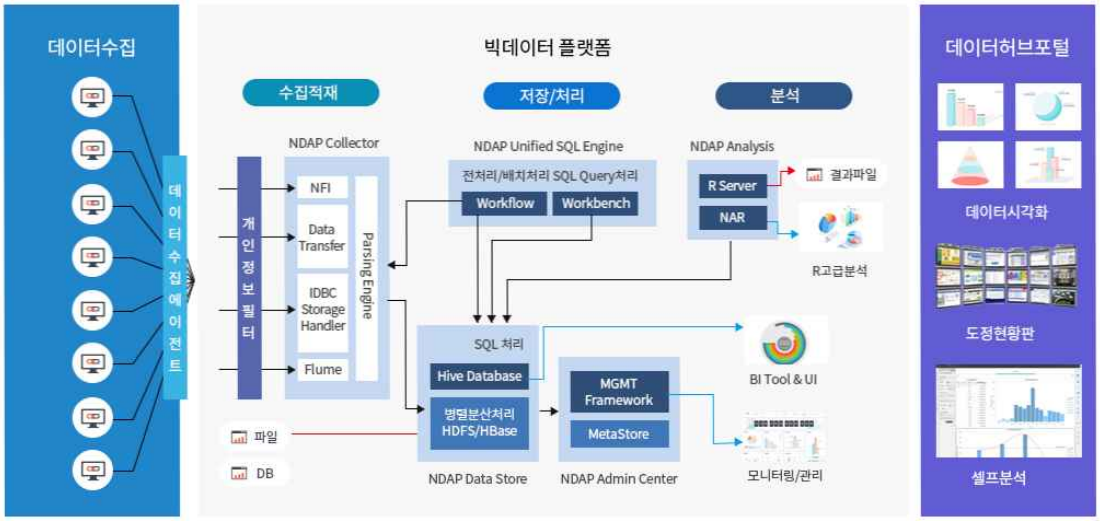
- (데이터 허브 모델) 도시 인프라 및 시민으로부터 수집되는 각종 데이터를 통합 관리하여 필요한 정보를 재생산하는 '도시정보 통합관리시스템'

○ (도시문제 해결형 스마트시티 데이터허브) 교통•안전•도시 행정 등 도시들의 공통적으로 겪고 있는 문제해결을 위한 실정 연구

○ (비즈니스 창출형) 에너지•환경•복지 등의 새로운 산업을 스마트시티에 적용하기 위해 리빙랩 형태로 추진하는 실증 연구

○ **경상남도 스마트시티 데이터허브 구축사업**

- 도내 빅데이터 활용 저변 확대를 위해 안정적이고 전문적인 데이터 분석 환경과 다양한 교육프로그램, 기술지원을 제공하고 있음



[그림 32] 경상남도 스마트시티 데이터허브 구조

- (데이터 기반 과학적 의사결정 지원) 고수요 데이터 발굴 및 데이터 표준화로 활용성 증대, 도내 빅데이터에 대한 효율적인 관리체계 구축, 새로운 성장 동력 발굴을 위한 광역 플랫폼 구축
- (응급환자 이송정보 서비스) 경상남도 응급의료 취약지역 및 인구감소지역 대응을 위하여 신속한 중증도(1~2등급) 응급환자 이송, 중증도 응급환자 발생 시 현장 119구급대, 응급의료상황실 공동대응으로 응급환자 신속 이송지원으로 골든타임 확보

〈표 15〉 경상남도 스마트 데이터허브 응급환자 이송정보 서비스 활용데이터

데이터 종류	출처	주요 항목
119신고	경남 소방본부	실고일시, 위치, 유형 등
구급활동 정보		환자유형, 이송정보(수용/미수용 여부, 이송시간) 등
응급실현황	공공데이터 포털	중앙응급의료센터_응급의료정보서비스(API 연계)
의료기관 현황		경상남도 내 의료기관 현황

- (CCTV 집중관제 서비스) 119 등 신고이벤트 기반으로 요일별·시간대별 CCTV 집중관제지역 제시. 119 등 신고이벤트를 융·복합 분석하여 이미 구축된 CCTV 설치정보와 비교·분석하여 CCTV 보강 필요지역 제시로 위치선정 의사결정 지원

〈표 16〉 경상남도 스마트 데이터허브 CCTV 집중관제 서비스 활용데이터

데이터 종류	출처	주요 항목
119 신고	경상남도	도시안전망 요청 사건이벤트, 상황실 접수 신고이벤트
112 신고	경상남도	도시안전망 CCTV조회 요청 사건 이벤트
CCTV 현황	경상남도	통합플랫폼 CCTV 설치현황 정보(명칭, 위치 등)
인구데이터	경상남도	통신사 인구데이터(유동인구)
축제정보	시군	시군별 축제 정보(행사명, 기간, 위치 등)

○ 충청북도 빅데이터 허브 구축사업

- 충청북도는 지역 특성을 반영한 지역 맞춤형 빅데이터 분석 모델을 개발하고, 공공데이터 개방과 공유 기반을 마련하는 충북형 빅데이터 공유 활용 허브시스템으로 구축
  - (응급의료 서비스 데이터 기만 안전 지도 서비스) 전국 최초 소방·병원 데이터에 대한 종합적 분석으로 '지역완결형 응급의료 체계'구축. 데이터 허브 포탈 활용 도민대상 지도기반 정보 제공. 응급의료 문제점 분석을 통한 유관기관 대상 분석 서비스 제공

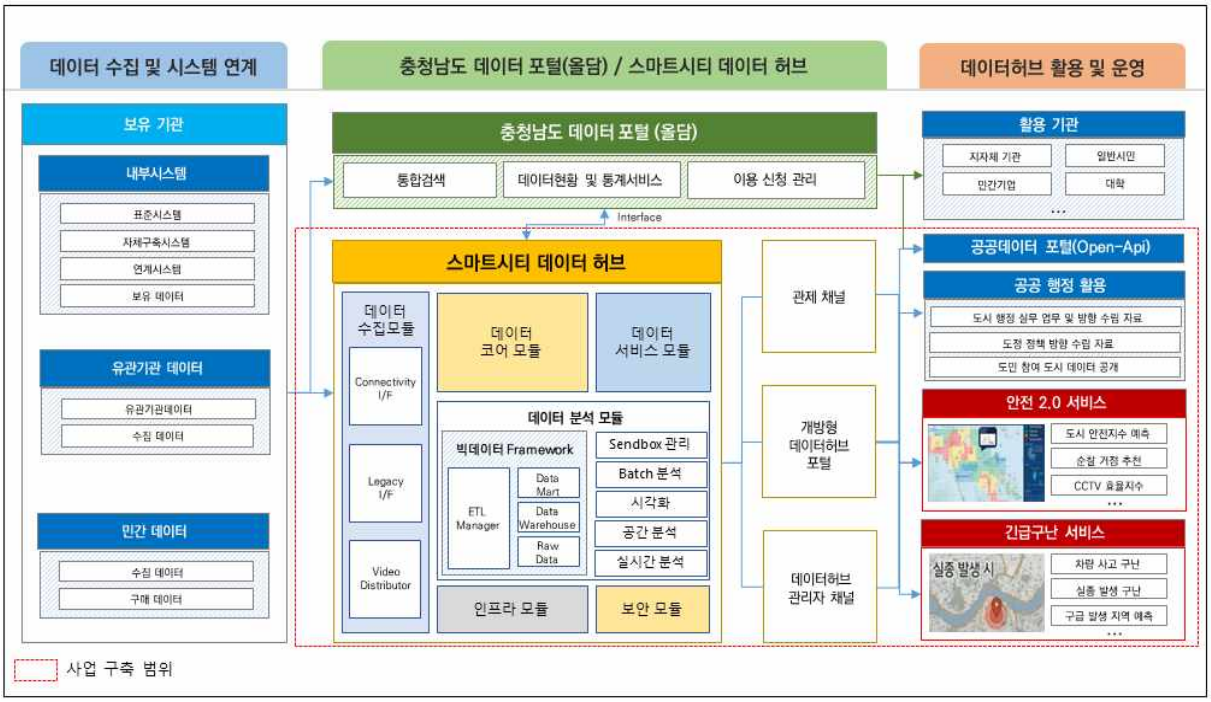
〈표 17〉 충청북도 빅데이터 허브 구축사업 응급의료 서비스 활용데이터

데이터 종류	주요 항목	비고
재난신구	소방본부(신고일시, 위치, 신고내용)	
구급활동	소방본부(환자증상, 처치내역, 이송정보 등)	
응급의료	의료기관(환자증상, 처치내역, 입퇴원 정보 등)	
충청북도 통계	충청북도(인구분포, 산업단지분포, 산업별분포 등)	
의료지원	공공데이터포탈(AED위치, 병원/약국정보	

  - (도시침수 상황 사전 예측 분석 서비스) 강우량과 지형 높낮이 등 주변 요소와의 융복합 분석을 통해 침수피해 예방을 위해 사전에 인식하고 침수 우려 지역과 건물에 침수 우려 방지를 위한 시설물 보강 우선순위 도출(침수흔적도, 하천현황, 지형도, 하수도, 맨홀, 종관(ASOS) 기상관측 데이터, 방재(AWS)기상관측 데이터, 강우레이더, 건축물 데이터 등)

○ 충청남도 스마트시티 데이터허브 및 광역통합플랫폼

- 충남 스마트시티 데이터 활용기반 시스템의 원활하고 안정적인 서비스를 운영하고, 데이터 활용기반 시스템 이용 활성화 강화 및 서비스 질적 향상을 도모하기 위하여 2가지(데이터허브, 광역통합플랫폼) 시스템을 구축 운영하고 있음
  - (도시안전인프라(안전 2.0)) 스마트시티 사회적 안전 서비스로서 안전 Map(안전관리지역, CCTV 우선 설치 지역, 순찰거점 지역도출)을 활용한 도시통합 운영센터 모니터링 최적화 서비스 제공, 충남도 전역에 대한 도시안전 상황판 제공



[그림 33] 충청남도 데이터 포탈 및 스마트시티 데이터 허브 구조

- 활용데이터 : 112상황실 데이터, CCTV 설치정보, 가로등 및 보안 등 설치정보, 경찰서 및 지구대 현황, 유흥업소 현황, 기온·습도, 거주인구 및 유동인구, 안전 비상벨 설치 위치
- (긴급구난서비스)화재 관련 소방용수, 비상소화설비, 위험물 시설 위치(현황), 건축물 노후 정도, 다중이용시설 위치 등의 화재 발생·진압 주요정보를 활용, 위치 정보를 기반으로 화재 취약지역을 도출하고, 시설물 보강 우선 설치 지역을 선정하여 '사전 인지·조기 대응'시스템을 구축
- 활용데이터 : 119 신고 정보, 소화전·소방용수 위치정보, 119 안전센터 정보, 위험물 시설정보, 주유소 정보, 전기차 충전소, 건축물, 다중이용시설, 거주인구, 유동 인구, 신고·접수정보, 기상·날씨 정보, 건축물 정보

○ 제주 스마트시티 챌린지 데이터 허브

- 제주 스마트시티 챌린지 데이터허브의 데이터는 크게 모빌리티와 에너지로 구분되며, 국민 누구나 쉽고 편리하게 데이터를 이용 할 수 있도록 파일데이터, 오픈 API 시각화 등 다양한 방식으로 정보를 제공
  - (퍼스널 모빌리티 안전사고 다발지역 안내 서비스)민간 보유 퍼스널모빌리티 운행데이터(민간 PM업체)와 자체 경찰단 보유 교통안전 데이터(PM 교통단속, PM 사고지점 등)에 대한 매쉬업 데이터 구축
  - 민간/행정 보유 PM 운행 및 교통안전 데이터에 대한 수집 (PM 운행정보, 사고 내용, 단속 내용 등) PM 운행 분석 정보 생성 / 분석 정보에 대한 PM 교통안전 지도/예방을 위한 교통행정 정책데이터 제공 서비스 개발
  - (교통약자 보호구역 내 가변 차량 운행속도 적용 의사결정 서비스) 공간정보와 교통약자 보호구역 분석 정보 매쉬업 데이터 구축 및 교통약자 보호구역 내 최적 교통안전 데이터 서비스
  - 활용데이터 : 교통약자 보호구역 내 시간대별 통행량(차량/인구) 정보, 평균 차량 운행속도 정보, 최적 차량 운행속도 도출, 조건별(시간, 구간별) 결과 조회 및 분석데이터 생성 및 추출

○ **인천광역시 스마트시티 SW플랫폼**

- (스마트 교통・안전 시설물 입지 분석서비스) 원도심 스마트 서비스 확대에 따라 데이터 기반 스마트 교통 · 안전 현장시설 최적 위치선정 인구통계, 교통통계, 사건·사고통계, 대기 환경정보, 도시 기반시설, 공공시설정보 등 자료수집 데이터 정제, 분석모델선정, 빅데이터 분석을 통한 스마트시설물 최적 설치 위치선정 관련 정보 제공
  - 활용데이터 : 112, 119 상황실 데이터, CCTV 설치정보, 교통 돌발정보, 건축물 정보, 다중이용시설 정보, 기온, 습도, 거주인구 및 유동인구

〈표 18〉 인천광역시 스마트시티 SW 플랫폼 활용데이터

데이터 종류	상세 내용	비고
112, 119 상황실 데이터	범죄 및 사고(화재, 구조, 구급 등) 발생 위치 및 시간대 정보	
CCTV 설치정보	기존 CCTV 위치 및 사각지대 정보	
교통 돌발정보	사고, 공사, 돌발 정체 등 실시간 교통 상황	
건축물 정보	건축물 용도(주거, 상업, 업무 등), 연면적, 층수 등	
다중이용시설 정보	학교, 백화점, 영화관, 병원 등 인구가 집중되는 시설 위치	
기온, 습도 등 환경데이터	날씨 조건에 따른 사고나 안전사고 위험 예측 요소	
거주인구 및 유동인구	상주인구와 시간대별 이동 인구 데이터 (빅데이터 기반 인구이동 분석)	

○ **울산광역시 스마트시티 데이터허브**

- (도시안전인프라(안전 2.0)) 데이터 허브에 수집된 경찰청 신고데이터, 유동인구 데이터, 지자체 CCTV 데이터를 머닝러신 기반의 융복합 분석을 통해 범죄 발생 예측 및 효율적인 순찰노선 등을 제공하여 도시의 안전도를 향상시키는 서비스
  - 활용데이터 : 울산광역시 경찰청 신고 접수 데이터, 기상청 기온 및 습도 데이터, 유동인구 데이터, 지자체 CCTV 정보 데이터, 토지 용도 데이터, 버스 정류소 데이터

- (시민의 소리) 기존 담당자별 경험 기반 민원 처리를 지식 그래프화를 통해 (Haas, Heuristic as a Service) 지역 내 각종 민원 발생 현황을 날씨, 교통, SNS/뉴스, 현안 및 외부환경 요소를 종합적으로 분석하여 단기적, 장기적 도시문제 확인과 문제해결을 위한 서비스 개발을 위한 정책자료 지원

〈표 19〉 울산광역시 스마트시티 데이터허브 시민의 소리 활용데이터

서비스 종류	활용 데이터	비고
민원 정보	국민신문고, 구・군 민원 정보, 콜센터 민원데이터, 당직 민원 데이터	
뉴스, SNS	국내외 주요 이슈 및 사건 사고, 주요 트렌드 키워드 데이터	
인구통계	유동인구, 행정돈 단위 유입지, 시간대별 유입인구	
환경	날씨 관련 데이터(강수확률, 습도, 풍속, 강수량, 기온값)	
공간특성 정보	시설물 및 도로명 공간 위치 정보 데이터	

○ **부산광역시 스마트시티 데이터허브**

- (실시간인구기반 다중인파 위험도 분석 서비스) 유동인구, 교통데이터, 공간데이터를 ML·DL 기반의 융복합 분석을 통해 사고 발생 대비 안전계획 수립지원

〈표 20〉 부산광역시 스마트시티 데이터허브 실시간인구기반 다중인파 위험도 분석 서비스 데이터

분 야	출 처	주요항목	비고
인구	통신사	실시간 인구, 경로 인구	
교통	국토교통부	버스정류장, 지하철역	
	한국교통안전공단	대중교통 승하차 정보	
	국가교통정보센터	교통소통정보	
공간	국토지리정보원	경사도, 도로 폭・길이, 건축물 면적	
시설	국토교통부	강・하천	
날씨	기상청	온도, 습도, 강수량 등	

- (소상송인 부실징후 예측 서비스) 유동인구, 소비 매출, 상권정보를 ML·DL 기반의 융복합 분석을 통해 지역별 상권변화를 모니터링하여 상권·업종별 매출 영향요인 등을 분석, 정책지원 수립에 활용
- 활용데이터 : 이동인구, 생활인구, 소비 매출 현황, 창/폐업 현황, 소득 및 소비 구간별 소득/소비액, 세대 수(아파트, 오피스텔, 빌라, 단독주택, 기타), 인프라(공공기관, 대학교, 초중고 등), 시설(공공, 금융, 의료, 교육, 문화, 숙박시설 등), 건물유형(아파트,연립다세대,단독다가구,오피스텔)별, 거래유형(매매, 전월세)별 임대시세, 행정동, 발달상권, 전통시장 공간데이터

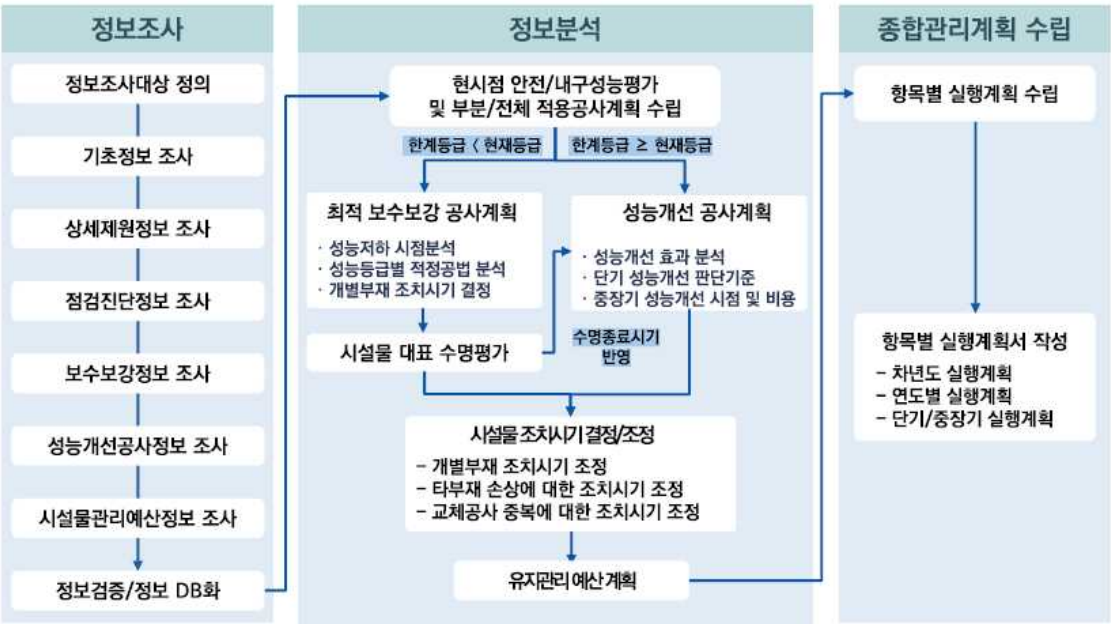
□ **서울특별시 기반시설 빅데이터 분석시스템**

○ **「지속가능한 기반시설 관리 기본법」에 대응하기 위하여 서울시 기반시설의 이력정보 DV화 및 정보분석을 위한 시스템 구축**

- 시설물 부재 단위의 빅데이터 DB를 구축하고 성능저하모델 및 비용모델 등의 알고리즘을 반영하여 적정 유지관리예산 투입시기와 규모 등의 미래 예측, 성능·수명·비용 등에 관한 기대효과를 분석하여 최적 유지관리 계획 수립을 지원하기 위한 시스템

- 주요기능으로는 기반시설의 최적 보수보강계획 및 성능개선계획을 위한 분석기능 구현과 실태평가 보고서 및 종합관리계획 수립을 위한 지원기능 구현

- 기반시설 빅데이터 DB는 18종 시설물의 개별 시설물별 8종류(기초, 상세, 점검, 보수, 성능, 예산, 이력, 기타)로 구분하여 구축

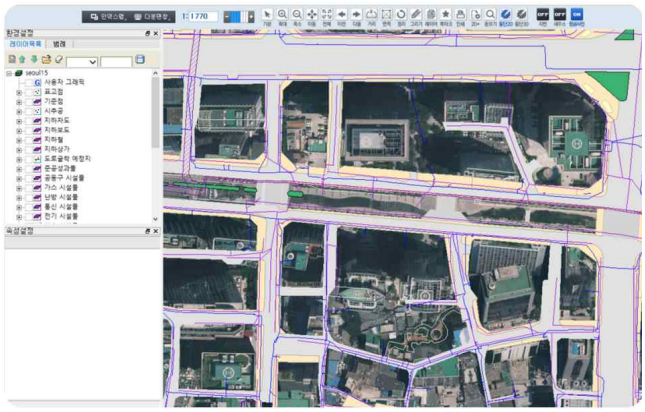


[그림 34] 서울시 기반시설 빅데이터 분석시스템 활용 체계

○ 서울특별시 통합공간정보 시스템

- 지하공간뿐만 아니라 지상공간의 통합공간정보시스템(SDW)은 공간(Spatial)+정보(Data)+창고(Warehous)의 합성어로, 서울시의 다양한 공간데이터를 수집·연계하고 행정자료를 공간정보로 제작하여 지도기반 통계분석을 제공하고 있음.

- 또한, 지하공간과 관련된 서울시 통합 지하안전관리시스템은 서울시와 유관기관에서 관리하는 지하시설물 정보를 통합하여 보여주는 내부 행정업무 시스템으로 지히안전사고에 대한 신속한 대응체계 구축 및 사고 예방 활용을 위한 종합 정보시스템임.
  - 지반정보의 종류로는 지하시설물 7종(상수도, 하수도, 전기, 통신, 가스, 난방, 송유관), 지하구조물 6종(지하철, 지하보도, 지하차도, 지하상가, 지하주차장, 공동구), 지반정보 3종(지질, 시추, 관정)이 해당됨



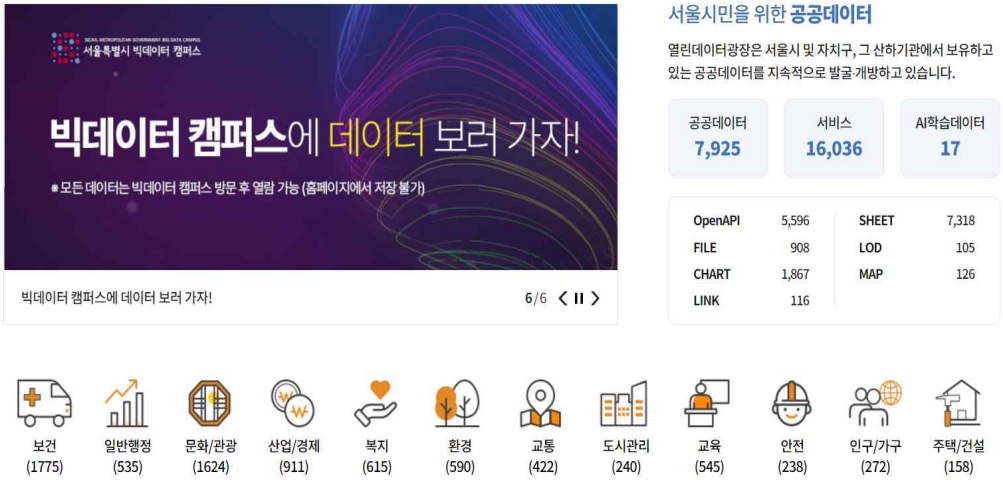
[그림 35] 서울시 통합 지하안전관리시스템
출처 : https://news.seoul.go.kr/gov/archives/528252

[그림 36] 3D Virtual Seoul 시스템 구축
출처 : 스마트서울 포털

○ **서울시 재난안전 사전예측에 활용가능한 빅데이터 시스템**

- 서울시 열린데이터광장은 서울시 및 자치구, 그 산하기관에서 보유하고 있는 공공데이터를 지속적으로 발굴 및 개방하고 있음.

- 현재 공공데이터 7,925건, 서비스 16,036개, AI학습데이터 17건을 제공하고 있으며 재난안전 분야에도 활용할 수 있는 다양한 데이터를 OpenAPI, 파일, 그래프나 데이터쉬트로 제공하므로 활용성이 매우 높음



[그림 37] 서울 열린데이터 광장 (https://data.seoul.go.kr/)

- 스마트서울 도시데이터 센서(S-DoT)를 구축하였으며, 서울시 전역에 사물인터넷(IoT)센서를 설치하여 미세먼지,생활인구, 소음, 조도 등 다양한 도시현상 데이터를 한 번에 수집·유통·분석

- 데이터기반 도시정책 마련 및 시민 체감 서비스 발굴에 활용하고 스마트 CCTV 도시안전 데이터 수집·활용으로 안전한 도시를 구현하고 있음
  - 측정항목은 17종 도시현상 및 시민행동 데이터(미세먼지, 온도, 습도, 조도, 소음, 진동, 자외선, 풍향, 풍속, 방문자수, 오존(O3), 악취(NH3, H2S), 대기오염(CO, NO2, SO2), 흑구(도시 복사열 측정))

S-DoT 설치 현황 - S-DoT에서 획득된 다양한 빅데이터 정보 -

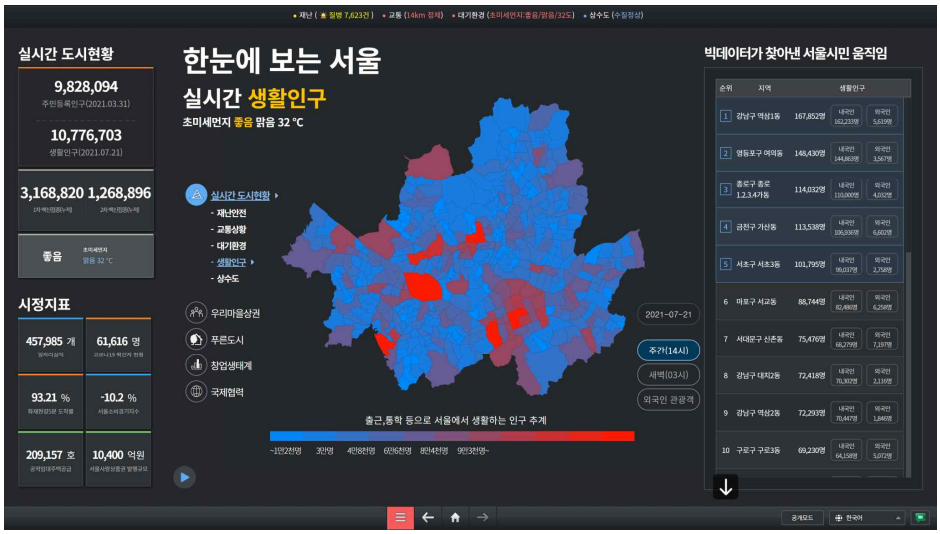
[그림 38] 스마트서울 도시데이터 센서(S-DoT) 설치 현황 및 빅데이터 정보

○ **서울특별시 스마트 재난대응 통합플랫폼**

- 서울특별시는 119 신고, CCTV, 재난 문자 등 여러 재난 관련 정보를 하나의 체계로 통합 관리하고, AI와 디지털트윈 기술을 접목한 스마트 재난대응 플랫폼을 구축함

- 서울시 전역 605.23㎢를 아우르는 S-Map(Virtual Seoul) 디지털 트윈 도시 모델을 통해 시뮬레이션 기반 재난 대응을 가능

- 이 시스템은 도로 침수, 화재, 대기질, 산불, 열섬 현상 등의 환경 변수에 대한 시뮬레이션 기능을 제공함으로써 도시환경 및 재난 리스크를 다각도로 예측할 수 있음. 또한, 재난 대응의 의사결정 체계를 고도화하고, 공공기관 중심의 통합 관제 모델을 구축함



[그림 39] 서울특별시 스마트 재난대응 통합플랫폼

□ 행정안전부 주요 정책 사업 추진 사례

○ 디지털트윈 기반 지하공동구 화재·재난지원 통합플랫폼 구축 사업(2020-2024)

- 2018년 발생한 KT 아현지사 지하공동구 화재로 인해 전기·통신·수도 등 주요 인프라의 공급이 중단된 사례가 계기로 2020년부터 2024년까지 다부처 협력을 통해 지하 공동구 내 재난 상황 조기 예측 및 대응 역량을 강화하는 것을 목적으로 함.

- 본 사업에서는 스마트 운영체계 및 성능개선 기술을 중심으로, 디지털트윈 기반의 재난관리 통합플랫폼 및 관련 요소기술을 개발
  - 통합 플랫폼 핵심 기술: 고가용성·저지연 데이터 수집·전송, 디지털 트윈 모형 생성·분석·표출, 이상 징후 탐지 및 의사결정 지원 알고리즘 개발
  - 현장 중심 예방·대비·대응 기술: 이동형 지능 로봇, 센서 기반 감지 시스템, 재난 확산 예측 모델 개발
  - 3차원 공간정보 생성 및 갱신 기술: 준실시간 갱신 가능한 3D 공간정보 구축, 지하 공동구 공간정보 모델링 및 데이터 인터페이스 기술 개발
  - 지능형 멀티 센서 및 탈출 유도/구호 기술: 고정형 및 이동형 멀티 센서, 유해가스·온도·연기 감지, 비상 탈출 경로 안내 및 구호 시스템 연계 기술 개발
  - 표준화: 디지털트윈 요소 기술의 국제 표준화를 추진, IEEE 2888 시리즈 등 센서/액추에이터/동기화 인터페이스 사양 제정 활동 포함
  - 실증 적용: 1차·2차 현장 실증을 통해 플랫폼 통합 기능 점검 및 운영 가능성 검증, 사용자 요구사항 반영 및 운영 환경 적용

[그림 40] 디지털트윈 기반 지하공동구 화재·재난지원 통합플랫폼 구축 사업

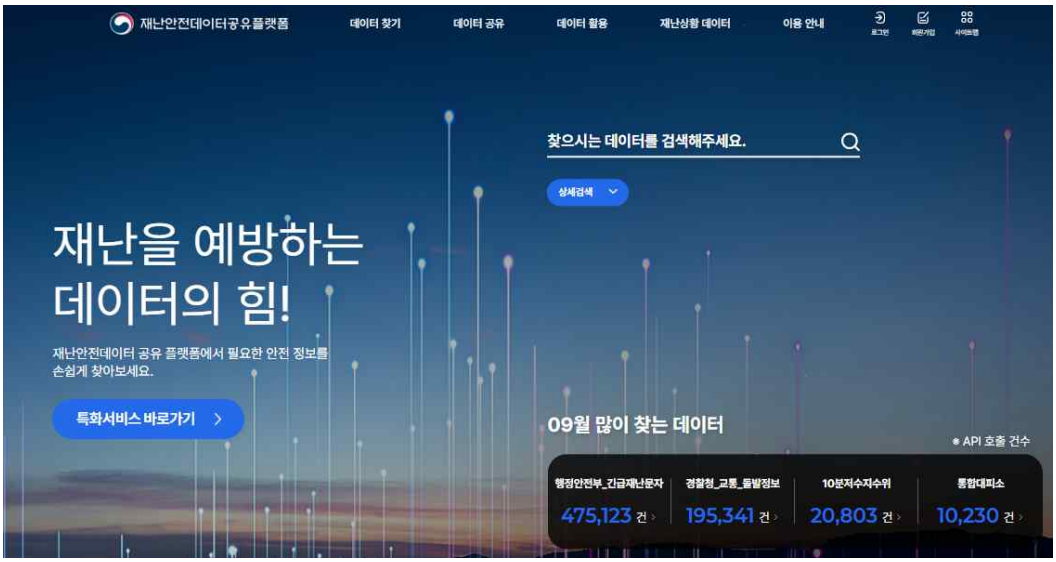
○ 재난안전데이터 공유 플랫폼 구축 사업(2022-2024)

- 재난안전 데이터를 각 기관별로 분산 제공하던 구조를 개선하고, 데이터의 통합성과 접근성을 높이려는 목적으로 추진되었으며, 2025년 기준으로 플랫폼 운영비로 약 57억 원이 책정되어 있으며, 2025년 1월 23일부터 재난안전데이터 공유 플랫폼 (www.safetydata.go.kr) 서비스가 본격 시행 중

- 플랫폼은 행정안전부 주관으로, 여러 부처 및 재난관리 책임기관의 데이터 연계 및 개방을 통해 공공·민간이 활용 가능한 재난안전 데이터 허브 역할을 목표로 함

- 또한 재난관리 책임기관이 생산하는 57종의 재난 유형별 데이터를 정형·비정형 형식으로 수집하고, 자연재난, 사회재난, 주요상황대응 등의 카테고리로 배포하는 체계를 마련

- 각 기관의 시스템과 연계하여 실시간 또는 주기적 데이터 동기화 기능을 구현하고, 민간·학계·공공기관이 쉽게 활용할 수 있도록 UI/UX 확보 및 사용자 지원체계도 포함



[그림 41] 재난안전데이터 공유 플랫폼 구축 사업

□ 국토교통부 주요 정책 사업 추진 사례

○ 지하공간 통합지도 구축 사업(2015-2023)

- 2014년 발생한 싱크홀 사고 등을 계기로 지하 정보가 각 기관에 분산 관리되던 구조를 개선하고 통합된 지하정보체계를 구축하려는 필요성에 따라, 지반침하, 싱크홀 등 지하 안전사고를 예방하기 위해 2015년부터 2023년까지 추진된 국책사업으로 추진됨.

- 「지하안전관리에 관한 특별법」을 근거로, 지하공간 통합지도를 관리하는 전담기구를 지정하고 법적 의무화를 통해 지하 정보 활용 기반을 마련함

- 지하 공간 개발, 이용, 관리의 기본이 되는 지하시설물, 지하구조물, 지반정보 등 총 16종의 지하정보를 3차원(3D) 기반으로 통합 제공하는 것이다. LX 한국국토정보공사가 주관 기관으로 지정되어 지하정보 전담기구로 활동하며, 지하정보의 표준화, 품질관리, 시스템 운영 및 통합 연계 업무를 수행

- 이 플랫폼은 지하시설물(상하수도, 통신, 전력, 가스, 열수송관 등), 지하구조물(지하도로, 지하상가, 지하보도 등), 그리고 지반정보(지질, 토질, 지하수 등)를 포함하며, 각 기관의 분산 데이터를 통합하고 3D 시각화 기반 서비스를 제공

- 사업을 통해 전국 85개 시를 대상으로 16종의 지하정보(지하시설물, 지하구조물, 지반정보 등)를 3D 기반으로 통합 구축

[그림 42] 지하공간 통합지도 구축 사업(2015-2023)

○ 디지털트윈 기반 도시침수 스마트 대응 시스템 실사업(2022-2024)

- 집중호우, 태풍 등 이상기후로 인한 도시 침수 피해를 보다 체계적으로 예측하고 대응하기 위해 2022년부터 2024년까지 추진된 실증 사업임. 환경부와 과학기술정보통신부 등이 공동으로 주관하며, 디지털트윈, 인공지능, 사물인터넷 등 첨단 기술을 접목한 스마트 도시침수 대응 체계 구축이 핵심 목표

- 디지털트윈을 활용해 도시침수 상태를 3차원 시각화하고, AI 기반 예측 경보 시스템을 구축하는 데 중점을 두었다. IoT 센서, 강우계, 지형·배수망 정보 등을 실시간 수집하고 이를 기반으로 모델링과 시뮬레이션을 수행

- 2022년 태풍 '힌남노'로 큰 피해를 입은 포항을 포함해 실제 침수 위험이 높은 지역에서 실증. 실증사업의 성과를 바탕으로 기술 표준화(TTA 표준)가 진행되어 향후 전국 지자체 확산의 기반 마련

[그림 43] 디지털트윈 기반 도시침수 스마트 대응 시스템 실사업(2022-2024)

□ 지자체 기술개발 및 정책사업 추진 사례

○ 서울형 재난 위험성 평가 모델 개발

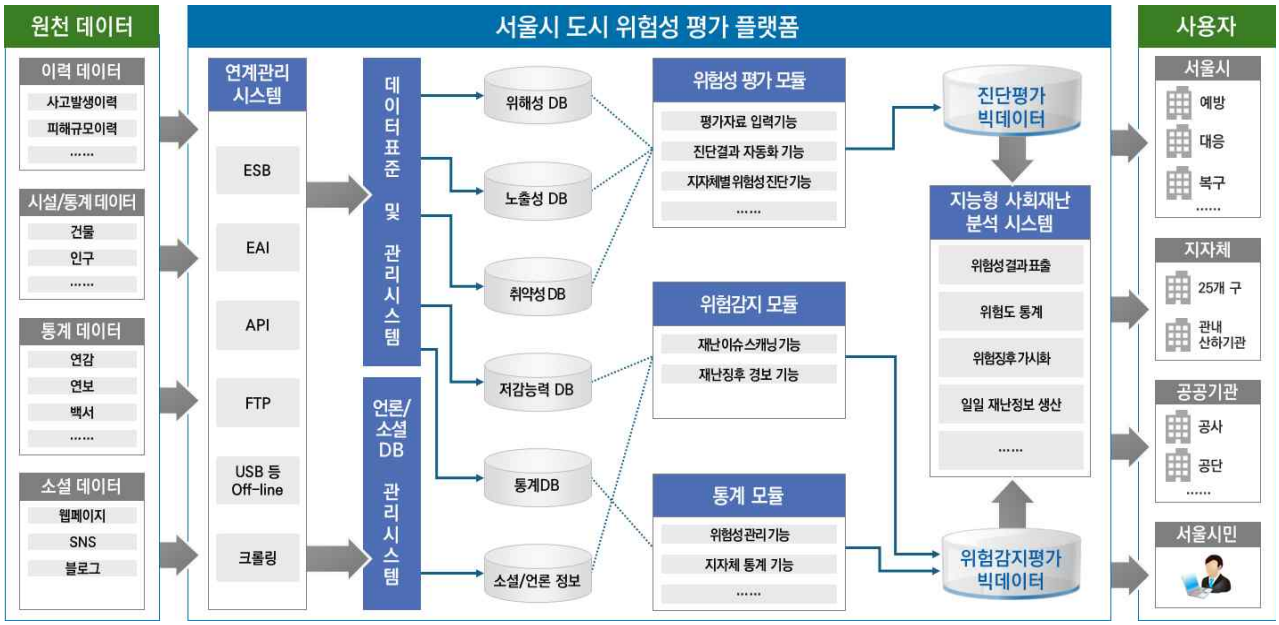
- 서울연구원에서 2024년 제시한 서울형 평가 모델은 IPCC 및 UNDRR의 방법론, 행정안전부의 미래위험목록, 국내외 다양한 연구(장대원 외, 2019; Lee et al., 2019;, Chakraborty et al., 2021;, Gallina et al., 2016)의 평가 프레임워크를 반영하여 설계됨

- 대분류 지표는 기존 진단체계(위험목록, 지역안전지수, 자연재해 안전도진단) 기반으로 위해성, 노출성, 취약성으로 구성하였으며, 저감지표를 별도로 설정하여 재난 대응 역량을 평가함
  - 위험성 평가 모델: 재난 발생 가능성, 인적·물적 자원에 대한 영향, 재난에 대한 지역의 취약성을 평가
  - 저감성 평가 모델: 자치구별 재난 대응 역량을 체계적으로 평가할 수 있도록 설계

[그림 44] 서울형 위험성 평가 프레임워크(대분류지표 위해성/노출성/취약성/저감성 선정)

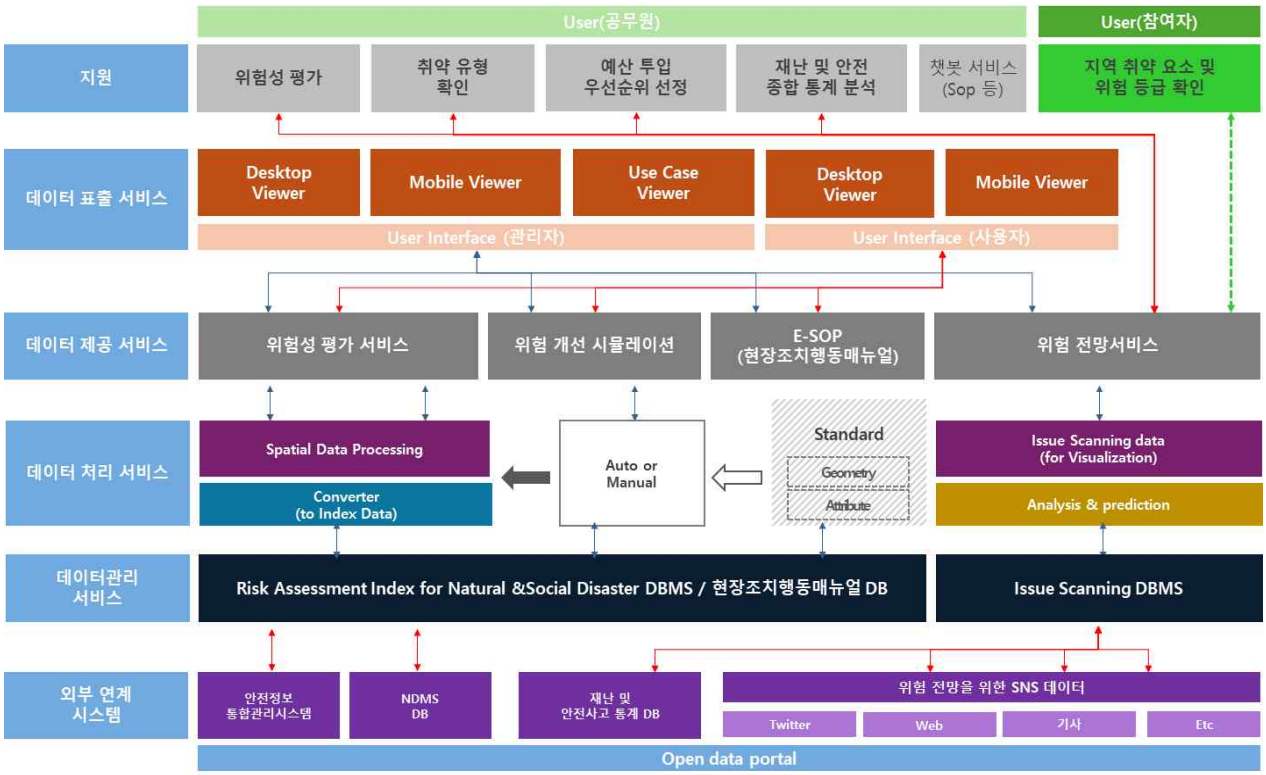
- (최신동향 반영) 미국 THIRA 위험지수 산정모델 대분류 및 소분류 체계 벤치마킹
- (정합성 확보) 기존 정부평가(위험평가제도) + 서울시 관리 항목
- (지역특성 반영) 서울 위험지역 및 특정 관리 대상 지역 여부 등 추가 반영
- (위험성 평가 활용) 서울시 재난유형 담당부서 관리현황, 안전관리계획, 재난관리평가 등의 자료 활용
- 저감성 도입목적 : 현재의 대응수준 및 역량 진단을 위함

- 서울시 및 자치구별 재난안전 빅데이터 기반 중점재난유형 위험성 평가체계를 구축해야 함
  - 재난안전 데이터를 기반으로 AI 기반 의사결정지원시스템(DSS) 구축을 통해 재난대응 효율성을 강화
  - 서울시 'ICT 재난관리시스템'과 디지털트윈 플랫폼 'S-Map'을 연계하여, 보다 상세한 위험 요소 분석 수행 가능



[그림 45] 서울시 도시 위험성평가 플랫폼 (서울연구원, 2024)

- 디지털 기반의 과학적 재난안전관리 개념도 (서울연구원, 2024)
  - AI 및 스마트 솔루션 기술을 적용하여 인력 중심 재난관리 체계의 개선 및 대시민 서비스 강화를 위한 통합재난 관리 체계 구축 필요
  - 예방, 대비, 대응, 복구의 재난 관리 절차 혁신 및 간소화를 통해 재난 관리 효율성을 높이고, 재난 취약자 등에게 맞춤형 정보를 제공하는 시스템 도입
  - 서울시 재난관리 체계와 연계한 과학적 재난안전관리 구현 로드맵을 제시함



[그림 46] 디지털 기반의 과학적 재난안전관리 개념도 (서울연구원, 2024)

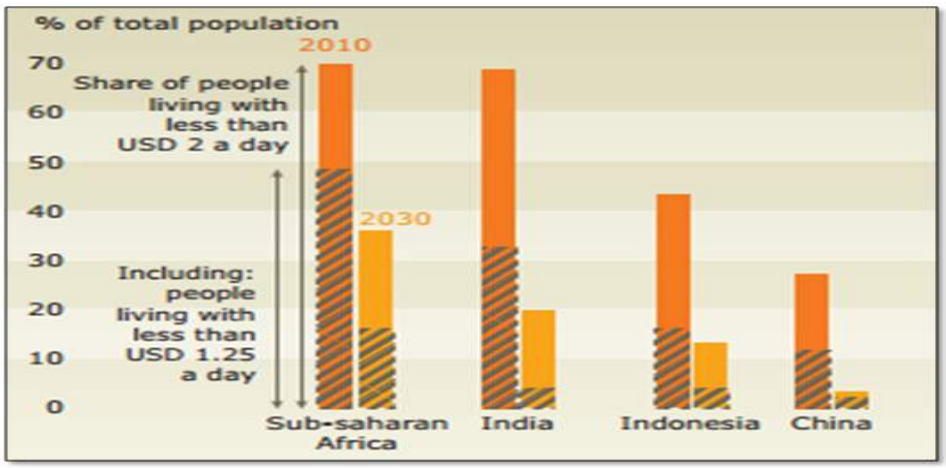
2.2.3. 사회적 동향

□ **삶의 질 향상 기대**

○ 빈곤 감소와 중산층의 성장에 따라 삶의 균형, 여가 수요의 증가 등 삶의 질 향상에 대한 관심과 수요가 증가

- 빈곤의 감소와 중산층의 성장, 교육수준의 증가, 새로운 통신 및 제조기술의 폭넓은 이용, 의료서비스 발달에 의해 개인의 권한 확대 가속화

- 소득증가로 경제적 여유가 생기면서 개인과 가족의 행복을 중시하는 경향이 강해지고 있으며 웰빙, 건강, 안전 등에 높은 가치를 부여



[그림 47] 세계 극빈층 비율의 변화('10년 vs '30년)

※ 출처: The European Environment State and Outlook 2017: Assessment of Global Megatrends,EEA(2017).

□ **안전한 삶에 대한 요구 증가**

○ 도시 인프라 및 재난과 관련하여 안전에 대한 수요는 꾸준히 증가할 것으로 예상

- 한국건설산업연구원에서 진행한 인프라 이슈에 대한 종합 만족도 설문조사에서 '보통 이하' 응답률이 71.5%를 기록, 국민의 인프라 안전에 대한 수요의 기대치가 높아졌음을 알 수 있음
  - 국민 및 공공 발주기관, 건설업계 등을 대상으로 인프라, 산업·정책 및 제도, 건설기술 등 3개 분야로 설문을 진행
  - 향후 10년 동안 인프라 투자 확대 필요성에 69%가 동의하는 것으로 조사되었으며, 노후 인프라 개선에 60.5%, 생활 인프라 확충에 65.5%가 필요하다 생각하는 것으로 나타남

- 통계청에서 발표한 2024 사회조사보고서에 따르면, 건축물 및 시설물 안전에 대한 긍정적 인식을 가진 응답자의 비율은 2022년 36.8%에서 2024년 35.3%로 소폭 감소하였고, 중립적/부정적 인식을 가진 응답자가 여전이 절반 이상(64.8%)로 나타나, 시설물에 대한 안전 관련 개선책에 대한 수요는 계속해서 제기될 것으로 예상

〈표 21〉 사회 안전에 대한 항목별 국민 인식도

(단위 : %)

항목		안전함			보통	안전하지 않음		
		비교적	매우	계		비교적	매우	계
전반적인 사회 안전	2022	30.0	3.4	**33.3**	**45.0**	19.1	2.6	**21.7**
	2024	26.0	2.9	**28.9**	**45.6**	21.9	3.7	**25.6**
국가 안보 문제		32.1	6.4	**38.5**	**34.1**	22.8	4.6	**27.4**
자연 재해		29.6	3.2	**32.8**	**40.9**	22.9	3.4	**26.3**
건축물 및 시설물 위험		31.3	4.0	**35.3**	**43.2**	18.5	3.1	**21.6**
교통사고		20.0	2.1	**22.1**	**43.1**	28.2	6.6	**34.7**
화재		24.7	2.9	**27.6**	**46.9**	22.2	3.3	**25.5**
먹거리 위생 문제		35.2	5.5	**40.7**	**40.5**	16.0	2.8	**18.8**
식량 안보 문제		32.0	6.8	**38.8**	**38.4**	18.5	4.2	**22.8**
정보 보안 문제		18.9	2.6	**21.4**	**36.4**	32.0	10.2	**42.2**
개인 정보 유출		11.8	13.6	**1.8**	**28.8**	39.0	18.7	**57.6**
신종 질병		19.1	2.4	**21.5**	**36.7**	32.1	9.6	**41.7**
범죄		19.7	3.3	**22.9**	**34.3**	31.6	11.1	**42.7**

※ 출처: 통계청(2024.12), 2024년 사회조사보고서(p320~p343)

□ 공공 서비스 질 향상 기대

○ 사회가 발전함에 따라 공공 서비스에 대한 고객만족을 가늠하는 지표가 다양해졌고, 이와 동시에 질적 수준에 대한 기대감 역시 상승 중

○ 공공 서비스는 국민의 삶과 직결된다는 인식이 확대

- 공공 서비스 자체가 고용·복지·문화·의료·에너지 등 생활에 필수 불가결의 영역에 걸쳐있으며, 특히 최근 발생한 ‘팬데믹 형태의 감염병’에 대한 의료 공공 서비스 부문 사례처럼, 각 분야의 국민의 기대와 수요는 날이 갈수록 높아질 것으로 예상

○ 국민 기대에 부응하여, 대국민 신뢰도 확보를 위해 정부 차원의 서비스 질 향상에 대한 노력이 지속되고 있음

- 공공 서비스의 질 향상을 위해 서비스를 제공받은 고객을 대상으로 고객만족도 조사를 매년 실시
  - 공기업(투자기관)은 1999년부터, 준정부기관(산하기관)은 2004년부터 실시, 기타공공기관은 2005년부터 실시, 공공기관을 유형과 핵심 기능에 따라 그룹화 하고, 그룹 내 공공기관 간 서비스 품질경쟁을 유도하기 위해 그룹별 상대평가를 실시
  - 평가의 실제 결과를 살펴보면, 채용비리 등 부정적 이슈가 발생하거나 고객중심경영이 성숙하지 않은 신규지정기관 등은 고객만족도가 낮게 나타남
  - 상대적으로 낮은 등급을 받은 기관은 주무부처에 그 결과를 통보, 고객만족 경영을 위한 개선계획을 제출하도록 하고, 분기별 이행실적을 점검하여 서비스 질 향상을 유도

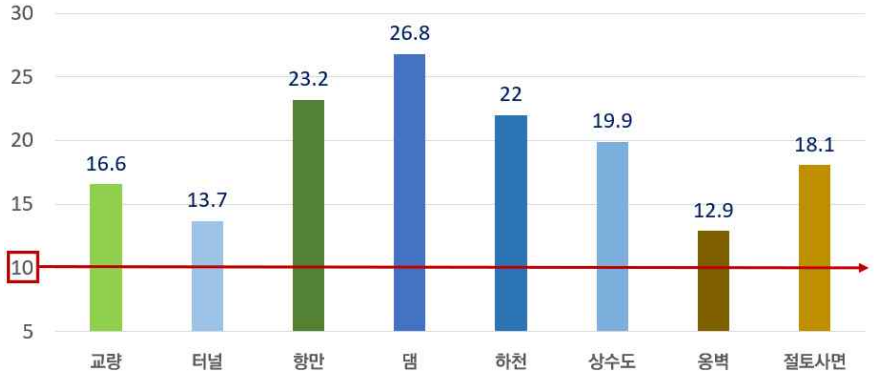
□ **노후 기반 시설물의 급증**

○ 향후 10년 이내에 **준공 후 30년 이상 경과한 노후 시설물의 비율이 48%에 달할 전망으로**, 시설물의 노후화로 인한 안전 문제 발생 우려가 지속적으로 증가 중

- 2023년 국토안전관리원 데이터플랫폼(bigTori)에 등록된 **시설물의 총 수는 171,106개**이며, 이 중 **기반 시설물**(교량, 하천, 터널, 절토사면, 옹벽, 상하수도, 댐. 항만, 공동구, 기타)은 **55,324**개

- 2023년 시설물 별 사용연수 분포를 보면 **모든 기반시설물들의 평균 사용 연수가 10년이 넘으며**, 이 중 사용연수가 30년 이상인 시설물은 총 33,716개로 2022년 대비 3,237개소(약 9.6%)가 증가, 사용연수가 20년 이상 30년 미만인 시설물은 총 49,198개로 2022년 대비 2,202개소(약 4.4%)가 증가한 것으로 확인

- 특히, **전체 시설물 중 준공 후 30년 이상 경과한 시설물이 차지하는 비중**은 **2023년 현재 19.70%에서 10년 후인 2033년 48.4%**로 절반 수준을 밑돌게 되며, **20년 후인 2043년에는 무려 74.94% 수준에 육박**할 것으로 예측



〈2023년 기준 기반시설물별 평균 사용 연수 현황〉

〈준공 후 30년 이상 경과한 시설물의 개수 및 전체 대비 비중 변화 예측〉

※ 출처 : (상) 2020 시설물통계연보(한국시설안전공단), (하) 2023 국토안전관리원 통계데이터 (https://bigtori.kalis.or.kr/stat/stat-data)

[그림 48] 국내 주요 시설물 노후화 전망

○ 주요 기반시설물의 노후화 증가율은 100%를 크게 상회하고 있는 실정이며, 적절한 관리 예산 투입이 없는 경우, 시설물 노후화로 인한 안전 문제 발생 개연성 높음

- 서울시 해빙기 점검 중 정릉천 고가교 강연선 파단 발견('16.2)*, 빗물 유입에 의한 강연선 부식이 주 원인으로 추정

* 약 3개월 간 보수 진행, 약 70억원의 복구비 소요

- 과거 20년 간 도로 및 도로시설물 재난 사고 64건을 분석한 결과, 인명 피해 1,506명, 재산 피해 13조원, 교통마비 5,991시간의 피해 상황 집계

※ 출처: 도로교통연구원(2015). 고속도로 방재 정책 재조명 및 개선 방안 연구)

○ 시설물안전법 개정('18,1,18 시행)으로 기존 관리 대상 시설물이었던 1, 2종 시설물 이외에 3종 시설물이 새롭게 관리 대상으로 편입됨으로서 노후화 된 시설물 관리의 어려움이 가중되고 있는 상황

- 3종 시설물은 1,2종 시설물에 비하여 관리 상태가 빈약하고, 관리 주체의 안전 의식과 역량도 미흡한 상황

□ 기반시설 연계 복합재난의 발생과 대응

○ (자연 재해 증가) 세계적으로 자연 재해는 점차 대규모화 되어 가고 있으며, 동시에 수적으로 빈번화 되는 추세

- 1980년 후반부터 극한저온 및 극한고온 현상 발생 빈도가 증가하고 있으며 이에 따른 피해액도 증가

- 전통적으로 많은 재난 피해를 입혔던 쓰나미, 지진, 화산 등과 같은 지구 물리학적 재해와 더불어, 최근에는 기후 변화와 연관된 태풍, 홍수, 가뭄, 폭염 등의 기상 자연 재해의 발생 빈도가 증가

○ (복합재난 정의) 자연재난, 인적재난, 사회재난 등이 복합적이고 대규모적 양상으로 연쇄적인 2차, 3차 재난으로 확산 발생하는 재난

- 두 개 이상의 자연 재해 발생으로 인하여 시설물이 받는 피해가 더욱 심각해지고 대규모화하는 경향을 보임
  - 예시) 지진과 쓰나미 조합에 의한 도로의 유실과 교량 구조물 붕괴 및 사면 붕괴, 이상 저온과 이상 고온 현상의 반복으로 손상된 시설물이 태풍과 홍수로 인하여 받는 피해가 가중되는 현상 등

○ (시설물 연계 재난 위험 증가) 도시를 구성하는 시설물 노후화 · 밀집화* 등으로 인해 단순사고나 단일재난이 대형 연계재난으로 확산될 위험 증대

* 준공 후 30년 이상 시설물 비중(KALIS 통계데이터) : ('23년) 19.7% → ('33년) 48.4%로 증가 예상

- 지역적 특성(다종 · 이종 시설물 밀집 및 인구 밀도 · 이동 등)을 고려한 재난 연계 · 확산 예측 기술 개발 및 이를 활용한 재난 대응전략 마련 등 필요

○ (최근의 시설물 연계 재난 발생) 최근 극한호우 등 자연재해가 시설물의 붕괴·침수 등으로 이어지는 시설물 연계 재난으로 인해 심각한 피해를 초래하였던 사례가 다수 발생하고 있으며 이러한 사고를 예측하기 위해 위치 기반의 시설물 재난위험도 시뮬레이션 필요

- (오산시 가장교차로 고가도로 옹벽 붕괴 사고('25.07) 2025년 7월 16일 19시 04분 무렵 경기도 오산시 가장동 가장교차로의 고가도로 옹벽이 폭우로 무너져내려, 옆을 지나가던 차량 2대가 매몰되며 그 중 완전히 매몰된 1대의 운전자가 사망한 사건
  - 해당 지역의 당시 강수량은 64㎜이며, 사고 직전인 오후 6~7시 시우량은 39.5㎜를 기록
  - 사고 전날인 인근 주민들이 빗물 침투로 인한 붕괴가 우려된다고 민원을 넣었으며, 옹벽 위 도로에 지름 40㎝의 싱크홀이 발생하는 등 전조 징후가 발견되었던 것으로 보도됨

- (청주 오송읍 궁평2지하차도 침수 사고('23.07)) 2023년 7월 15일 대한민국 청주시 흥덕구 오송읍 오송역 인근 궁평2지하차도가 집중호우로 인한 미호강 범람으로 침수되어 차량 17대가 물에 잠기고 14명이 사망, 9명이 구조된 사고
  - 충청권에는 13일부터 이틀간 300~570mm에 달하는 호우가 발생
  - 궁평2지하차도는 충청북도 측이 2019년에 신축돼 침수 위험이 크지 않다고 판단해 '침수 위험 보통'에 해당하는 '3등급'으로 분류된 바 있음

〈 오산시 가장교차로 고가도로 옹벽 붕괴 사고('25.07) 〉

〈 청주 오송읍 궁평2지하차도 침수 사고('23.07) 〉

[그림 49] 최근 발생한 시설물 연계 재난

2.2.4. 주요 시사점

□ **국민의 안전보장 요구수준 증대에 따라 복합재난 등 위험 대응 역량 확보 시급**

○ **(안전사회 구현 요구)** 삶의 질이 중시되는 복지사회 건설과 안전 위험성으로부터 국민이 적극적으로 보호되는 안전사회 구현에 관한 요구 증가

- 안전사회와 복지사회를 모두 충족하는 행복사회가 되기 위해서는 인프라와 관련한 안전성·편의성 확보는 필수이나, 시설 노후에 따른 안전사고로 인명·재산피해 위험성 증가
  - 서울 아현 KT 지하통신구 화재, 고양 백석역 인근 열수송관 파열, 인천 붉은 수돗물, 안양 인덕원 광역상수관 파열, 서울 서대문 지방상수관 파열 등

- 삶의 질 향상 및 안전사회 구현에 관한 국민의 요구는 지속적으로 증가한 반면, 기반시설 안전망에 대한 국민 불안감은 여전히 존재
  - 건축물·시설물이 “불안하다”라고 응답한 비율 : '12년 21.5%→ '14년 51.7%→ '16년 34.1%→ '18년 32.8% (통계청 사회조사, '18년)

- 1인당 국민소득 3만 달러 시대에 기반시설 서비스 품질 및 이용의 국민 요구수준 상향과 안전 기대치 증가
  - 이용 접근성·편리함, 이용량을 반영한 충분한 규모, 새로운 유틸리티 설치 등

□ **도시 기반시설 노후화·과밀화에 따른 안전 재난 발생 우려의 증가**

○ **(관리 사각지대 확산)** 기반시설 다수를 관리하고 있는 지자체의 유지관리 및 성능개선을 위한 재원확보 역량 격차 발생

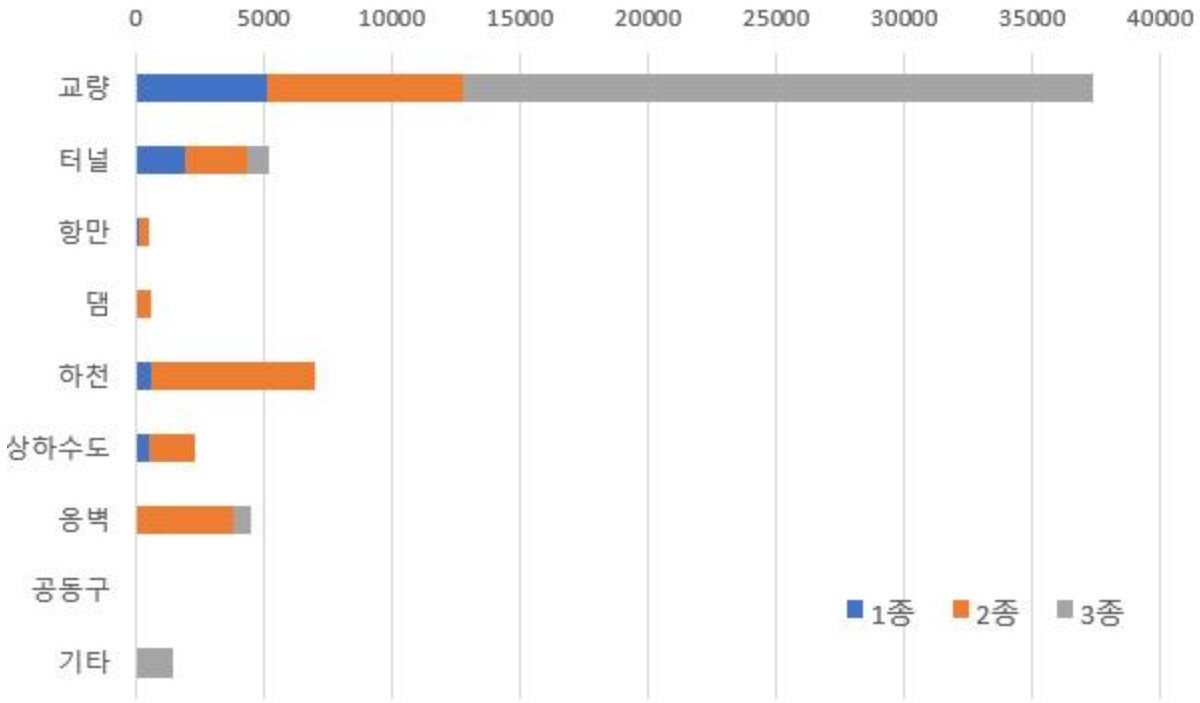
- 특히, 노후 3종시설 및 소규모 취약시설을 중심으로 관리 사각지대에 놓이는 시설물이 증가할 것으로 예상

○ **(기반시설물 안전관리 대상 확대)** 기술적 한계와 더불어 최근 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법 개정으로(2018.1.18.시행) 제3종 시설물*이 안전관리 대상으로 포함되어 유지관리 측면의 공공적 책무가 가중됨

- 시특법 개정 법률안이 통과('18.1.18. 시행) 되면서 재난 및 안전관리 기본법의 특정관리 대상시설의 일부인 제3종 시설물*이 안전관리 대상으로 포함됨에 따라 안전관리 대상 시설물 확대

  * 제3종 시설물의 관리상태가 제1·2종 시설물에 비해 부실하고, 관리주체의 안전의식과 역량도 부족

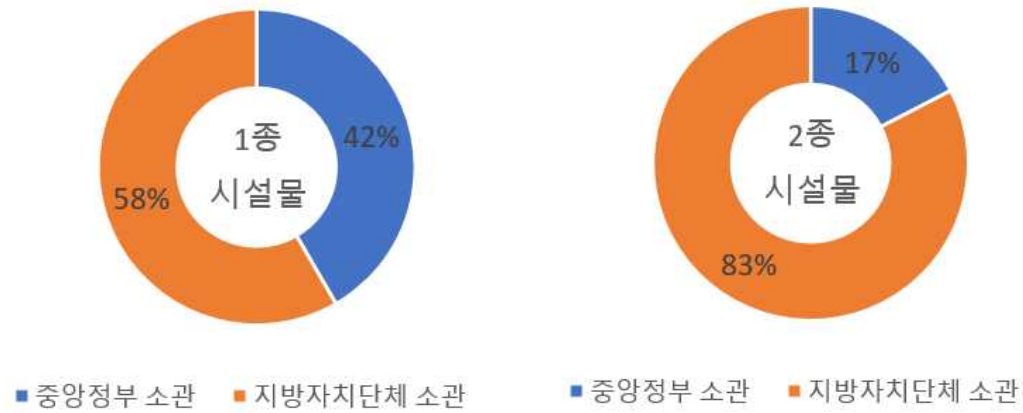
- 2023년 기준 국토안전관리원 데이터플랫폼에 등록된 총 55,324개의 기반시설물 중 안전관리 대상으로 포함된 시설물 중 제1·2종 시설물은 31,418개소(53.0%)이며 제3종 시설물 27,629개소(46.8%)으로 집계



[그림 50] 기반시설물 제1·2·3종 및 기타 시설물 현황(국토안전관리원 데이터 기준)

○ **(관리 사각지대 확산 우려)** 중앙부처 소관 시설물 대비, 관리수준이 열악하고 노후화 비율이 높은 3종 시설물의 분포가 많은 지자체를 위한 맞춤형 관리체계 및 기술 필요

- 대체적으로 관리수준이 높은 1종 시설물은 중앙부처와 지자체 소관 분포 비율이 대략 6:4인 반면, 관리수준이 상대적으로 떨어지는 2종의 경우 지자체 소관 비율이 83%에 육박



※ 출처 : 2023 국토안전 통계연보

[그림 51] 기반시설물의 소관 부처 비율

- 향후 10년 이내, 노후화 시설물(사용년수 30년 이상)의 개수는 3종 시설물의 경우 현재보다 70% 정도 증가할 것으로 예상되나, 1, 2종 시설물의 경우 노후화 시설물 개수가 현재의 2~3배 이상 증가하는 등 노후화가 급격히 가속화될 것으로 전망

- 특히, 지자체의 경우 소관 시설물에 대한 체계적 관리가 어려워 향후 위험요소로 부각될 개연성이 매우 높아 개선이 시급

  • 낮은 재정자립도와 관리기술 수준이 상대적으로 열악한 지방자치단체 상황을 고려할 때, 지자체 소관의 노후화 된 3종 시설물은 향후 관리 사각지대에 놓일 가능성이 높음

  • 현재 서울시 정도만 자체 유지관리시스템(MS)을 운영 중이며, 이 외의 지방자치단체는 낮은 재정 자립도, 저조한 기술 수준, 기술 필요성 인식 부족 등으로 인해 문제 발생 이후에 수동적*으로 대처하는 유지관리 수준 지속

  * 법령 및 법정 시행계획에 의거, 시설물종합관리시스템(FMS)에 점검 결과를 피동적으로 입력하고 있는 수준

  • 일원화 된 시설물 관리체계 도입과 더불어 지자체의 환경과 기술 니즈를 반영하고 관련 업무 효율성을 획기적으로 향상시킬 수 있는 맞춤형 관리기술 및 시스템 개발·제공 필요

※ 출처 : 2023 국토안전 통계연보

[그림 52] 10년 후 제1·2·3종 시설물의 예상 노후화 개수

[그림 53] 소규모 3종 시설물의 노후화 사례

□ **인구와 시설물이 밀집된 도시의 재난은 복합재난(자연-시설물, 시설물 間, 기술-시설물 재난)으로 파급**

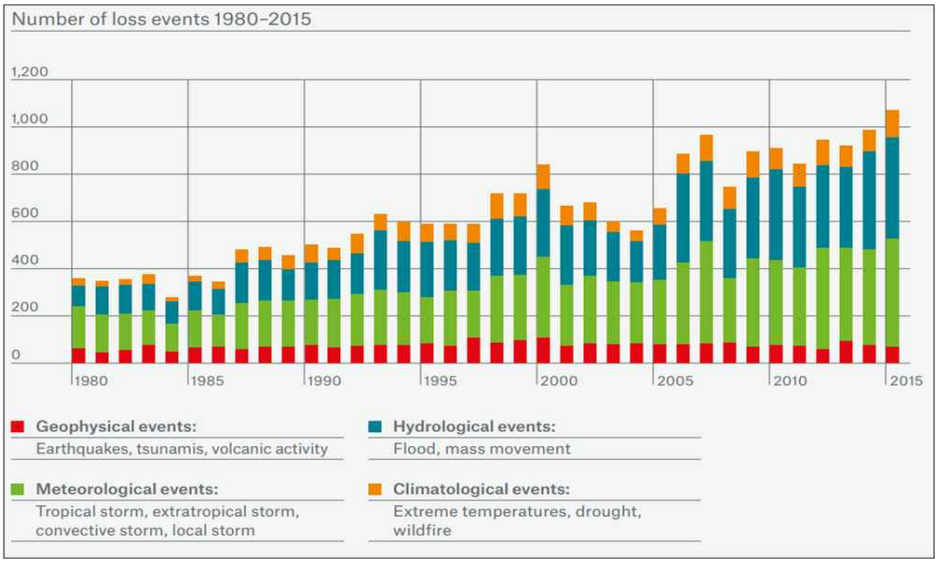
○ **(자연 재해 증가)** 세계적으로 자연 재해는 점차 대규모화 되어 가고 있으며, 동시에 수적으로 빈번화 되는 추세

- 1980년 후반부터 극한저온 및 극한고온 현상 발생 빈도가 증가하고 있으며 이에 따른 피해액도 증가

- 전통적으로 많은 재난 피해를 입혔던 쓰나미, 지진, 화산 등과 같은 지구 물리학적 재해와 더불어, 최근에는 기후변화와 연관된 태풍, 홍수, 가뭄, 폭염 등의 기상 자연재해의 발생빈도가 증가

○ 두 개 이상의 자연 재해가 중첩되는 경우도 존재하며 이때 시설물이 받는 피해가 더욱 심각해지고 대규모화하는 경향을 보임

- (예시) 지진과 쓰나미 조합에 의한 도로의 유실과 교량 구조물 붕괴 및 사면 붕괴, 이상 저온과 이상 고온 현상의 반복으로 손상된 시설물이 태풍과 홍수로 인하여 받는 피해가 가중되는 현상 등

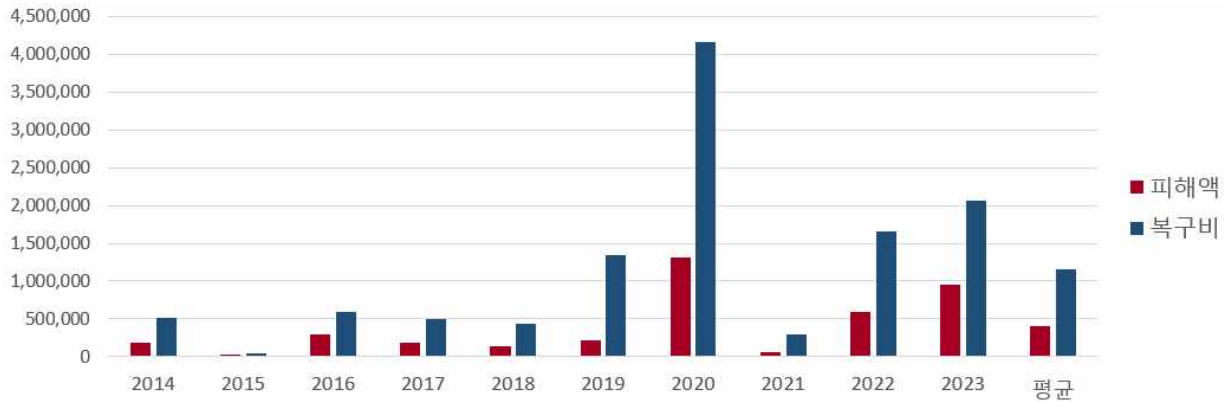


※출처: Munich RE(2016). Natural catastrophes 2015 Analyses, assessments, positions.

[그림 54] 자연재해에 의한 피해액 증가 추이

○ **(재난 피해 복구비 증가)** 우리나라는 매년 1조 이상의 재난 피해/복구 비용 소모

- 최근 10년간 재난으로 인한 **연평균 피해액은 약 3980억** 수준으로, 이에 대한 **복구비용만 연 평균 1조 1600억원**을 지출



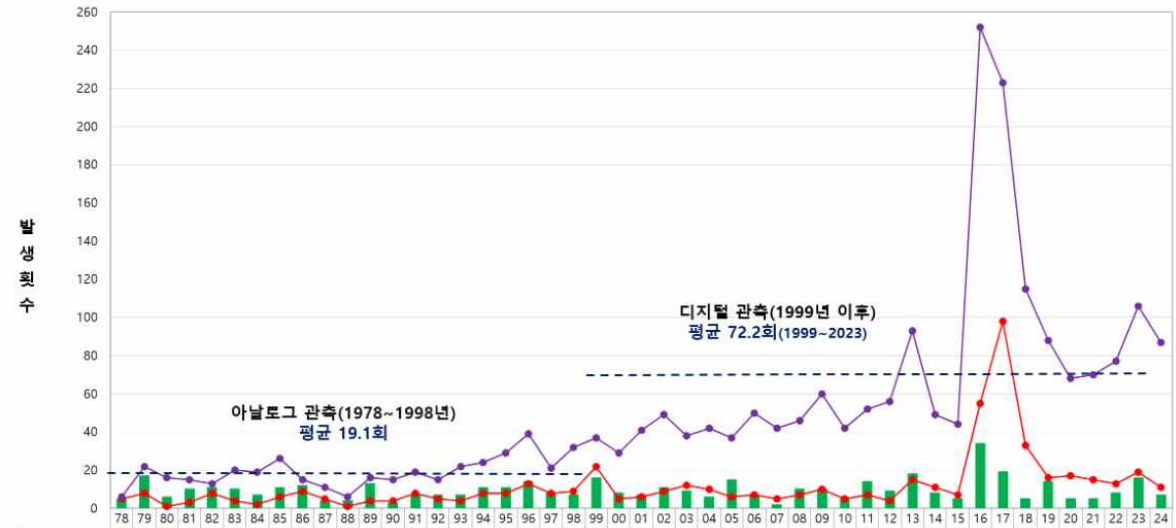
※출처: 행정안전부(2024). 2023 재해연보.

[그림 55] 재난으로 인한 연간 피해액 및 복구비용 (단위 : 백만 원

○ **(재난 발생 증가)** 국내의 경우, 집중 호우로 인한 홍수, 태풍 등의 전통적 재해 뿐 아니라, 지진 등과 같은 새로운 형태의 재난 발생 가능성이 증가 하는 추세

- 국내의 평균 지진 발생 회수는 2000년 이전 19.21회에서 2016년 기준 58.9회, 2023년 기준 72.2회로 로 발생 빈도가 세 배 이상 증가
  - 예) 2017년 경북 포항에서 발생한 규모 5.5의 지진으로 62명의 사상자와 1537명의 이재민 발생, 주택 1208동 피해, 차량 38대 파손, 학교 32곳 균열 발생, 국방시설 38개소 피해, 교량 11개소와 상하수도관 6개소 파손

- '16년 경주지진에 이어 '17년 포항지진 발생으로 인해 과거 지진에 대하여 안전하다고 평가받았던 한반도도 더 이상 지진에 대한 “안전 지대”가 아니라는 인식이 확산되고 있으며, 지진과 더불어 발생하는 복합 재난에 대한 철저한 대비가 필요한 상황



	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
규모3.0이상	5	17	6	10	11	10	7	11	12	4	4	13	3	7	7	7	11	11	14	8	7	16	8	7	11	9	6	15	7	2	10	10	5	14	9	18	8	5	34	19	5	14	5	5	8	16	7
체감지진	5	8	1	3	8	4	2	6	9	5	1	4	4	8	5	4	8	8	13	8	9	22	5	6	9	12	10	6	7	5	7	10	5	7	4	15	11	7	55	98	33	16	17	15	13	19	11
총횟수	6	22	16	15	13	20	19	26	15	11	6	16	15	19	15	22	24	29	39	21	32	37	29	41	49	38	42	37	50	42	46	60	42	52	56	93	49	44	252	223	115	88	68	70	77	106	87

※출처: 기상청 날씨누리 공식 홈페이지(https://www.weather.go.kr/w/eqk-vol/archive/stat/trend.do)

[그림 56] 국내 지진 발생 증가 추이

○ **(복합형 재난재해 대응 시급)** 새로운 형태의 기후·사회적 재난·재해 발생에 따른 국민 일상생활 안전보장과 관리수준 격차 해소를 위한 대응 요구 증가

- 전례 없는 지진·홍수로 기반시설 붕괴 우려 등 위험이 산재하고, 싱크홀 등 새로운 유형의 재난이 심각한 사회문제로 대두
  - 대부분 도시 하수처리 및 침수방지 시설은 시간당 60~70㎜로 설계되어 있으나, '17.10월 태풍 ‘미탁’의 영향으로 삼척·강릉 지역 시간당 최대 482㎜의 폭우 발생
  - 지반침하 발생: '14년 69건→ '16년 255건→ '18년 338건

- 국민의 일상생활과 밀접한 소규모 안전 취약 기반시설의 체계적 관리 미흡으로 안전 사각지대 증가 우려
  - 한국시설안전공단의 소규모 취약시설 안전점검 결과('14~'18년), 보수·보강 등 안전조치가 필요한 시설물 777개소 중 260개소는 미이행

□ **시설물간 개별적·분절적 재난 안전관리 체계로 운영, 복합재난 대응 체계 및 역량 미확보**

○ **(관리체계)** 개별적 산발적 관리에 따른 정책 방향성 연계 부족

- 기반시설 전체적으로 동일한 관리 방향성을 갖기 위한 시설별·주체별 유지관리계획의 연계성이 미흡하고, 관리목표 기준 부재, 기본계획과 관리계획의 점검을 통한 환류체계 보완이 시급

- 시설 관리의 총괄 조직과 이를 뒷받침할 국가·지자체의 계획·이행체계 미흡으로 종합적 관리 및 복합적 재난 대응역량의 확보가 어려운 상황
  - 특히, 지자체의 경우 도로·상하수도 등 시설별 건설관리 조직이나 재난대응 조직 위주로 구성, 복합재난에 대한 총괄관리를 뒷받침할 수 있는 체계는 미비
  - 시설 증가에 비해 예산·인력 및 전문성 부족으로 적기 대응 곤란

○ **(관리수준)** 관리시설의 주체별 관리수준 상이, 통합적 대응체계 수립 한계

- 중대형 SOC는 「시설물안전법」에 따라 안전하게 관리되는 편이나, 지자체 소규모 시설물과 지하시설물은 시설별로 관리수준이 상이
  - 전력구·열수송관·송유관·가스관·통신구 등 지하시설물은 정기 또는 일상점검 수준으로 관리되고 있으며, 안전등급 또한 부재
  - 지자체 관리 소규모 기반시설의 관리상태는 보통 이하 수준

○ 새로운 형태의 자연적·사회적 재해·재난 발생, 향상된 요구 성능 등의 환경변화에 대한 기반시설 안전·유지관리 대응력 미흡

- 기존의 점검·보수 요령은 신기술과 지진·집중호우 등의 기후변화를 반영하지 못하고, '70~'80년대 설계·시공기준으로 건설된 기반시설은 안전기준 미반영

○ **(분절적 유지관리체계)** 관리주체별/시설물별 분절적 유지관리 체계로 비정형 정보의 단순 축적, 관리시스템 간 정보 비표준화 등 일원화 된 관리 및 재난대응 한계 상황

- 개별 유지관리 시스템은 점검 및 진단 보고서를 비정형 데이터로 단순 축적하고 있는 형태로, 유관기관 간 상호 연계가 불가하여 유지관리 데이터를 수기 입력하여 공유하고 있는 실정

- 현재 유지관리 시스템에 축적된 정보는 비정형일 뿐만 아니라 데이터 표준화 및 시스템 연계가 불가능하여 인공지능, 빅데이터 등의 스마트 기술을 활용한 기반 시설물의 성능 및 수명 예측, 재난 취약성 평가 등에는 활용에 많은 제약 존재
  - 특히 재정 현황이 열악한 지자체의 경우 소관 도로 시설에 대한 체계적 관리가 어려운 상황으로 향후 위험요소로 부각될 가능성이 높음

2.3. 국내외 연구개발 현황 분석

2.3.1. 연구개발 투자

가. 국가연구개발사업과 국토교통 R&D 동향

□ **국토교통 R&D 사업 예산 규모**

○ 국토교통 R&D 사업 예산은 최근 10년간 연평균 3.5%씩 증가

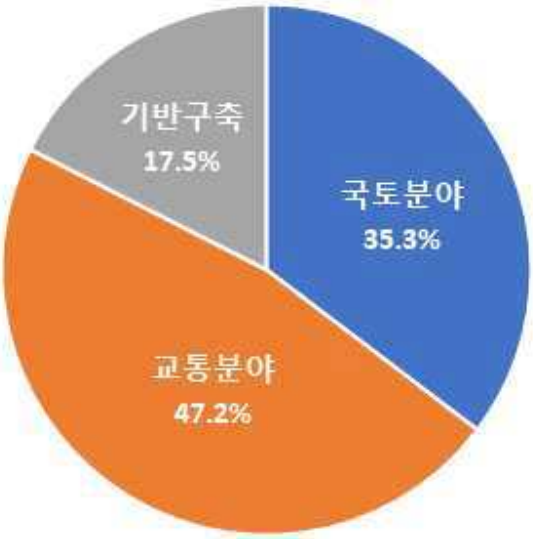
- '25년 국토교통 R&D 예산은 5,413억원(`24년 4,592억원 대비 17.9% 증가)으로 정부 R&D 예산 29.7조원(`24년 26.5조원 대비 11.8% 증가) 중 1.8% 비중을 차지

※ 출처 : 2025년도 국토교통과학기술 연구개발사업 시행계획(국토교통과학기술진흥원, 2025)

[그림 57] 연차별 정부 및 국토교통 R&D 투자 규모

□ **국토교통 R&D 분야별 투자**

○ 최근 10년간 교통(47.2%) 분야의 투자비중이 가장 높고, 국토(35.3%), 기반구축(17.5%) 순으로 투자가 이루어짐



[그림 58] 국토교통 분야별 투자비중

※ 출처 : 2025년도 국토교통과학기술 연구개발사업 시행계획(국토교통과학기술진흥원, 2025)

[그림 59] 국토교통 분야별 투자 추이

나. 국내 '지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술'분야 R&D 투자 동향

1) 분석 개요

○ (목적) 동 사업 대상 분야와 유관·인접한 주제의 R&D 과제가 다수 추진되어 온 바, 정부 R&D 투자동향을 분석하여 국내 연구개발 역량 진단의 참고 자료로 활용

○ (조사범위) 최근 10년(2016~2025)간 국가연구개발 과제

○ (검색범위) '지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술' 관련 키워드를 구성, 종합하여 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)에서 유사 R&D 과제를 검색

- 검색식 : **재난안전 (빅데이터 | AI | 인공지능) (시설물| 기반시설 | 인프라)**
  - 동 사업의 목적과 대상, 기술 수단을 고려하여 '재난안전'과 '시설물·기반시설·인프라' 및 첨단 IT기술(빅데이터·AI(인공지능))이 포함되도록 검색 식을 구성하였음

- 상기 검색식에 따라 추출된 목록에서 노이즈 제거 후 분석

○ (분석항목) 연도별, 부처별, 연구 단계별, 수행기관별, 활용 및 적용부분, 정부 R&D 출연금 및 과제 수 등을 분석

2) 분석 결과

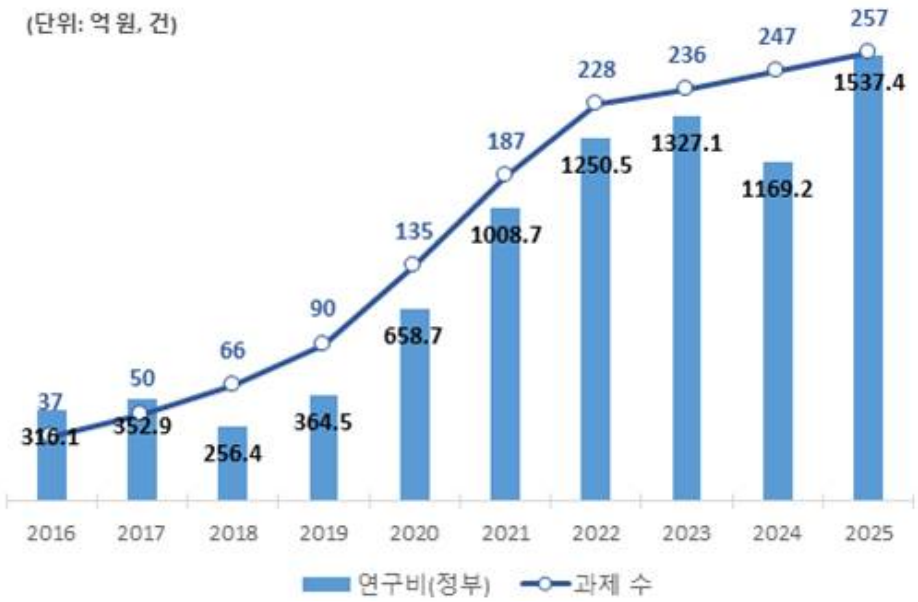
□ **연도별 투자동향**

○ 지난 10년간 투자된 유관·유사 R&D 정부투자연구비는 총 8,241.6억원(연평균 약 824억원 수준)이며, 연간 정부투자연구비는 2016년 약 316억원 규모에서 2025년 약 1,537억원 규모로 매년 약 19.2%씩 매우 높은 비율로 증가하는 추세

- 총 과제 수는 257건으로, 2020년 이전에는 연 100건 이하 수준이었으나 2020년 이후 연평균 231건으로 크게 증가한 수치를 유지 중

〈표 22〉 동 사업 유관·유사 분야 정부 R&D 투자 및 과제현황 (2016~2025)

구분	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	합계
정부투자 연구비	316.1	352.9	256.4	364.5	658.7	1008.7	1250.5	1327.1	1169.2	1537.4	8241.6
과제 수	37	50	66	90	135	187	228	236	247	257	1,533

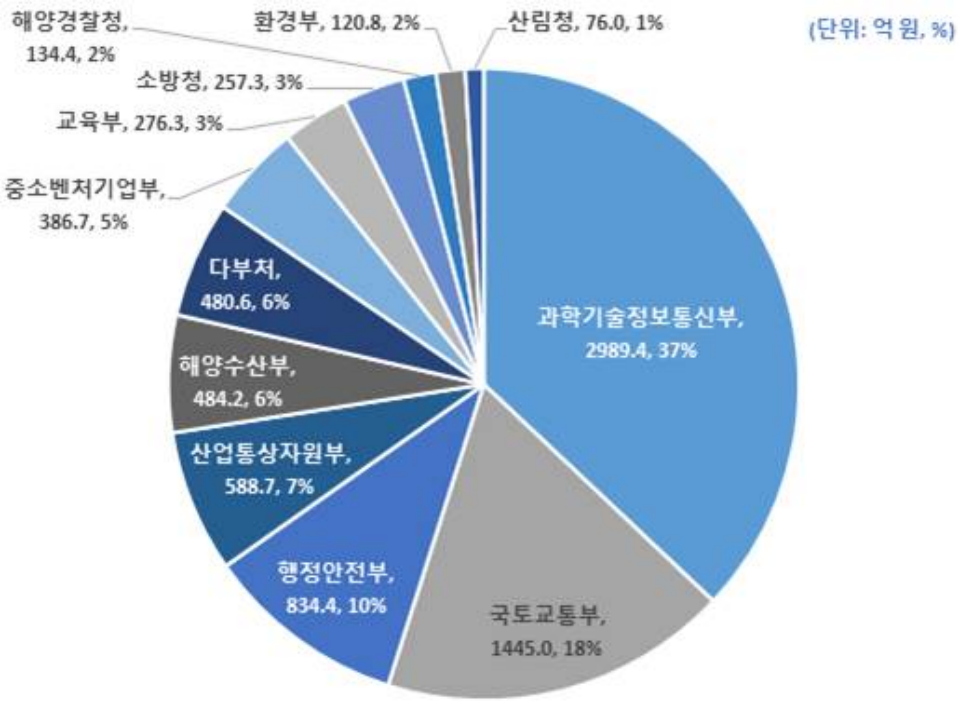


[그림 60] 동 사업 유관·유사 분야 정부 R&D 투자 및 과제현황 (2016~2025)

□ 부처별 투자동향

○ 지난 10년간(2015~2024) 동 사업 유관·유사 분야에 대해 가장 많은 투자를 진행한 부처는 과학기술정보통신부(총 2,989억원, 37%)와 국토교통부(총 1,445억원, 18%), 행정안전부(총 834억원, 10%)로, 세 부처의 정부투자연구비를 합산하면 전체 금액의 65% 이상을 차지

- 과학기술정보통신부는 미래창조과학부와, 중소벤처기업부는 중소기업청과, 행정안전부는 국민안전처의 값과 합산
- 투자 금액 기준 상위 12개 부처의 값을 합산하여 도출함

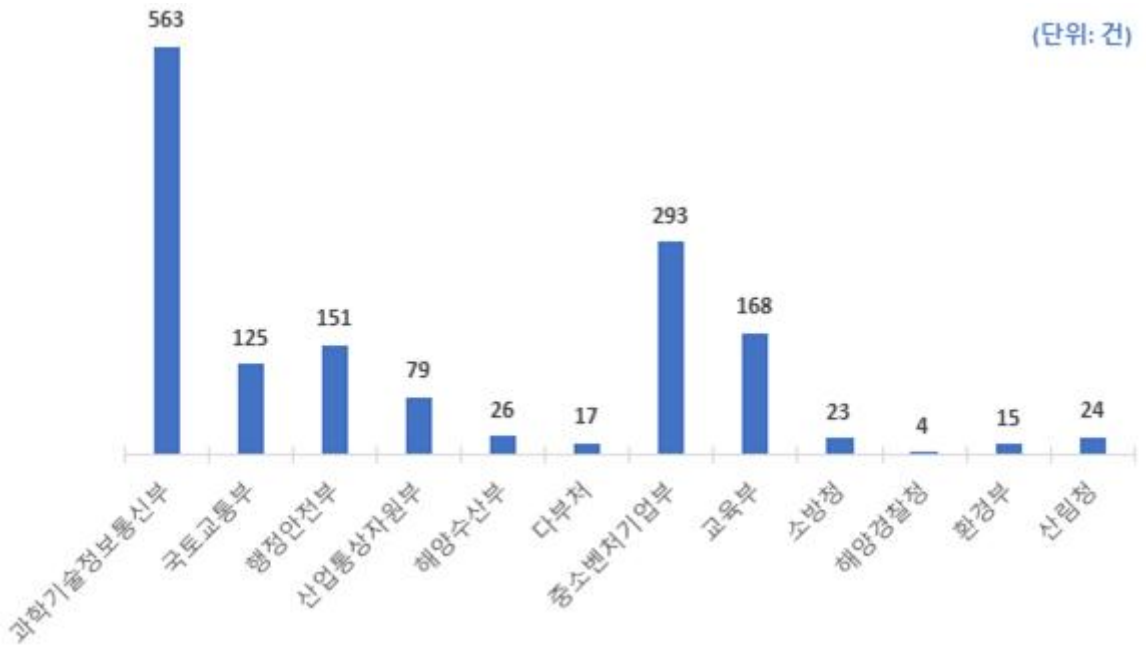


[그림 61] 동 사업 유사·유관 정부 R&D 부처별 투자 금액 (2016~2025)

〈표 23〉 동 사업 유사·유관 정부 R&D 부처별 투자 현광 (2016~2025)

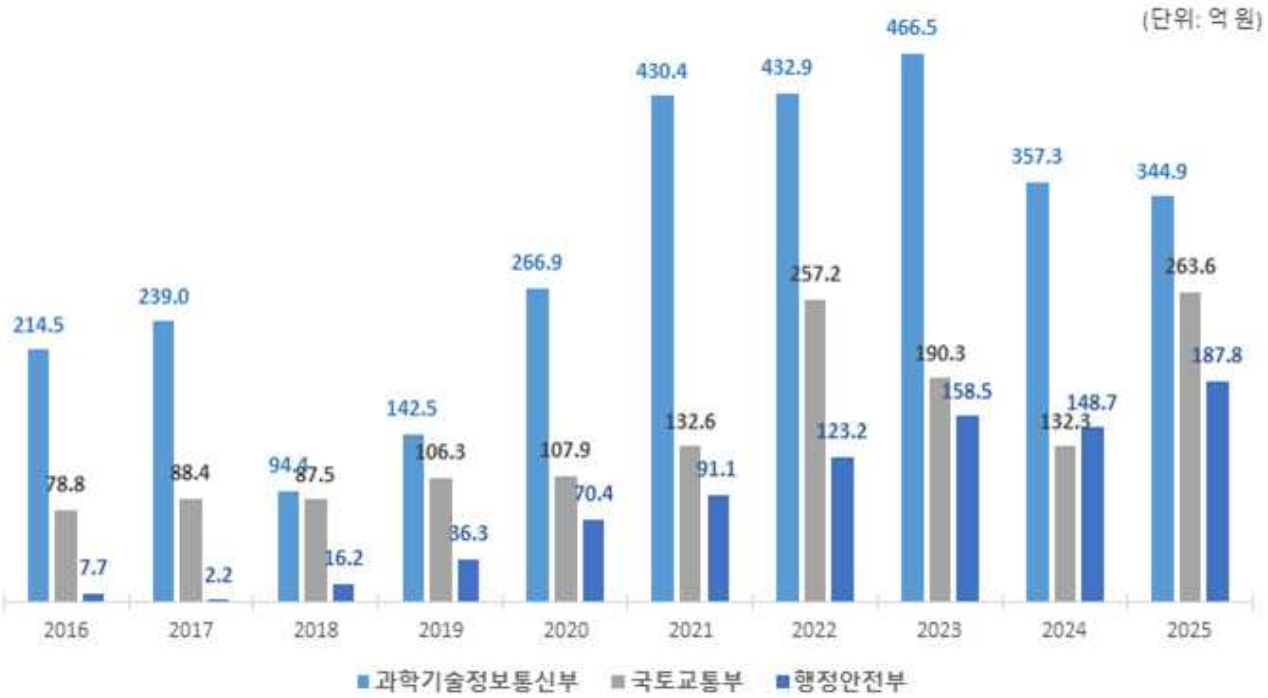
부처	과제 수 (건)	정부투자 연구비	
		금액 (억 원)	비중 (%)
과학기술정보통신부	563	2989.4	37.0%
국토교통부	125	1445.0	17.9%
행정안전부	151	834.4	10.3%
산업통상자원부	79	588.7	7.3%
해양수산부	26	484.2	6.0%
다부처	17	480.6	6.0%
중소벤처기업부	293	386.7	4.8%
교육부	168	276.3	3.4%
소방청	23	257.3	3.2%
해양경찰청	4	134.4	1.7%
환경부	15	120.8	1.5%
산림청	24	76.0	0.9%
합계	1488	8073.6	100.0%

- 부처별 총 과제 건수는 과기정통부(563건), 중소벤처기업부(293건), 교육부(168건), 행정안전부(151건) 순으로, 개별 과제의 투자 규모는 국토교통부가 상대적으로 큰 것으로 분석



[그림 62] 동 사업 유사·유관 정부 R&D 부처별 과제 건 수 (2016~2025)

- 투자 금액 상위 3개 부처의 연간 정부투자연구비 증감 추세를 살펴보면 과학기술정보통신부는 2021년~2025년 기간 중 평균 400억원 이상 수준의 큰 비중을 동 부문에 투자하고 있으나 최근 2년 하락세를 보이며, 국토교통부는 2022년 정부투자연구비가 급증하였다가 이후 하락세를 보인 반면, 행정안전부는 지난 동 분야에 10년간 투자 예산이 지속적으로 증가하여 2016년 7.7억 수준에 불과하던 예산이 2025년에는 187.8억 수준까지 증가



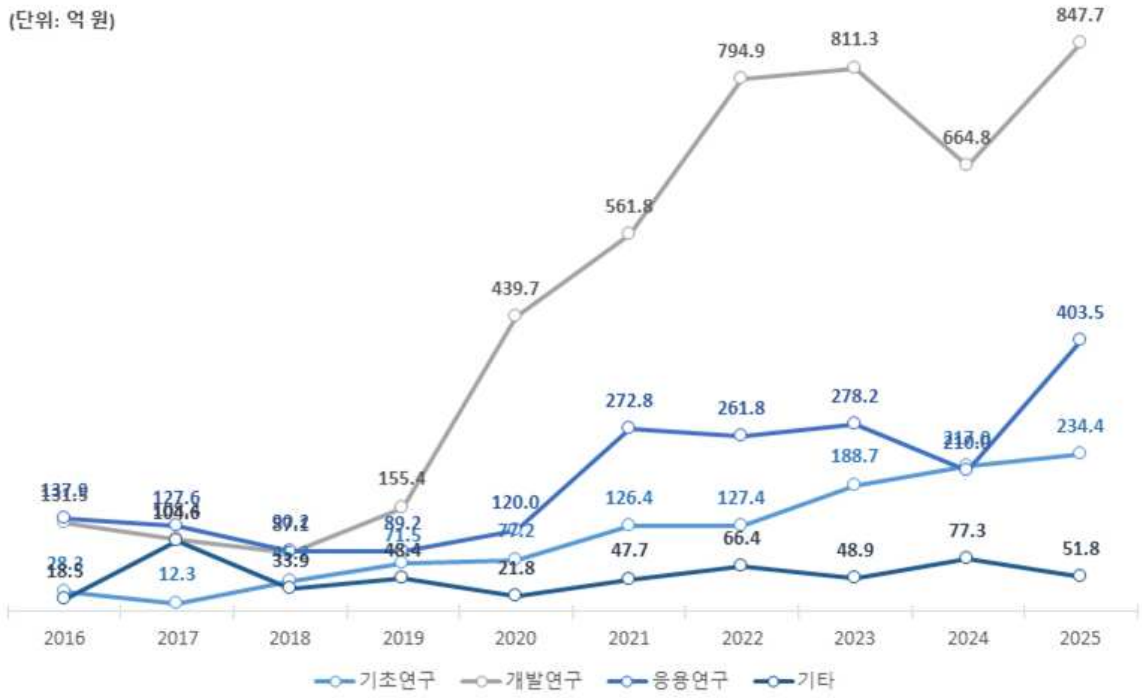
[그림 63] 상위 3개 부처(과학기술정보통신부, 국토교통부, 행정안전부) 연도별 R&D 투자 동향 (2016~2025)

□ 연구단계별 투자동향

○ 투자동향을 연구단계별로 나누어 봤을 때, 개발연구에 4,602억 원을 투자하여 그 규모가 가장 컸으며, 응용연구 1,991억원, 기타 33억원, 기초연구 1128.4억원 순으로 집계

〈표 24〉 연도별 연구단계에 따른 R&D 투자현황

·	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	총계
기초연구	28.3	12.3	45.2	71.5	77.2	126.4	127.4	188.7	217.0	234.4	1128.4
개발연구	131.5	108.4	87.1	155.4	439.7	561.8	794.9	811.3	664.8	847.7	4602.6
응용연구	137.9	127.6	90.2	89.2	120.0	272.8	261.8	278.2	210.0	403.5	1991.3
기타	18.5	104.6	33.9	48.4	21.8	47.7	66.4	48.9	77.3	51.8	519.3
총합계	316.1	352.9	256.4	364.5	658.7	1008.7	1250.5	1327.1	1169.2	1537.4	8241.6



[그림 64] 연도별 연구단계에 따른 R&D 투자현황

- 모든 부처가 개발연구에 가장 많은 예산을 투자하고 있었으나, 특히 국토교통부의 경우 개발연구가 85.2%에 달하는 것으로 집계되었으며, 행정안전부도 67.9%를 개발연구에 투자

〈표 25〉 연구단계별 주요 유관부처 R&D 투자동향

(단위 : 억 원, %)

부처명	구분	기초연구	개발연구	응용연구	기타	총합계
과학기술정보통신부	투자비(억원)	704.6	1286.6	677.5	320.6	2989.4
	비중	23.6%	43.0%	22.7%	10.7%	100.0%
국토교통부	투자비(억원)	16	1230.9	134.8	63.4	1445
	비중	1.1%	85.2%	9.3%	4.4%	100.0%
행정안전부	투자비(억원)	113.9	571.7	133.8	22.7	842.1
	비중	13.5%	67.9%	15.9%	2.7%	100.0%
총합계	투자비(억원)	834.4	3089.2	946.1	406.7	5276.5
	비중	15.8%	58.5%	17.9%	7.7%	100.0%

□ 연구수행주체별 투자동향

○ 연구수행주체별로 구분하였을 때, 출연연이 수행 주체인 과제에 가장 많은 금액(2,286억 원, 27.7%)이 투자되였으며, 이어서 대학(2135억 원, 25.9%), 중소기업(1832억 원, 22.2%) 등의 순으로 집계

○ 수행한 과제 수는 대학(634건)이 가장 많았으며, 중소기업(579건), 출연연구소(179건) 또한 동 분야 주요 과제 수행 주체인 것으로 확인

〈표 26〉 연구수행주체별 R&D 동향

(단위 : 억원, 건)

구분		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	계	비중
국공립 연구소	연구비	-	-	5.0	9.0	12.0	16.8	17.2	9.2	6.8	-	76.0	0.9%
	과제	-	-	2	2	2	4	3	3	1	-	17	
대기업	연구비	14.8	13.2	28.4	27.3	45.3	48.2	101.3	4.8	26.6	47.3	357.2	4.3%
	과제	2	2	2	2	3	3	3	1	2	2	22	
대학	연구비	88.0	78.3	70.7	137.6	163.9	294.8	264.9	351.7	318.7	366.7	2135.3	25.9%
	과제	20	26	29	41	59	82	90	87	96	104	634	
중견기업	연구비	3.8	-	-	-	3.5	8.0	-	5.0	4.0	-	24.3	0.3%
	과제	1	-	-	-	1	1	-	1	1	-	5	
중소기업	연구비	17.2	32.3	50.2	56.7	151.9	183.5	271.2	354.4	267.4	446.9	1831.7	22.2%
	과제	9	10	18	22	46	64	88	101	103	118	579	
출연 연구소	연구비	114.1	116.2	51.8	64.5	101.8	250.2	315.8	362.3	418.0	491.4	2286.1	27.7%
	과제	3	7	8	17	16	23	25	29	32	19	179	
기타	연구비	78.3	112.9	50.3	69.4	180.3	207.1	280.2	239.8	127.8	185.1	1531.1	18.6%
	과제	2	5	7	6	8	10	19	14	12	14	97	
총합계	연구비	316.1	352.9	256.4	364.5	658.7	1008.7	1250.5	1327.1	1169.2	1537.4	8241.6	100%
	과제	37	50	66	90	135	187	228	236	247	257	1533	100%

2.3.2. 기술수준

□ **빅데이터 기반 재난안전 사전예측·대응계획 AI 시뮬레이션 기술개발 관련 기술수준 및 격차**

○ '2022 기술수준평가' 보고서의 기술 수준조사 결과를 활용하여 동 사업이 포함하고 있는 기술부문에서의 분석 결과를 종합하여 동 사업 대상기술의 수준을 추정

- 건설·교통 분야 중 동 사업과 관련한 기술로는 '빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 관리 기술'이 존재

- 재난안전 분야 중 동 사업과 관련한 기술로는 '복합재난 스마트 예측·대응기술'이 존재

○ 최고기술 보유국인 미국의 기술수준 및 기술격차를 100%와 0년으로 했을 때, '22년 우리나라의 기술수준과 기술격차는 82.5%, 3.3년으로 추격그룹에 해당

〈표 27〉 빅데이터 기반 재난안전 사전예측·대응계획 AI 시뮬레이션 기술개발 관련 기술수준 및 기술격차

구분		최고기술 보유국	기술수준 (%)	기술격차 (년)	기술수준 그룹	연구단계 역량	
						기초	응용개발
건설·교통	빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 관리 기술	미국	85.0	3.0	추격	보통	우수
재난안전	복합재난 스마트 예측·대응기술	미국	80.0	3.5	추격	보통	우수

출처 : 2022 기술수준평가, 한국과학기술기획평가원, 2023, 재가공

- (빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 관리 기술) '22년 기준 한국은 추격그룹에 속하며, 최고 기술보유국 대비 기술수준은 및 격차는 각 85.0%, 3.0년 수준
  - 정책 제언으로는 빅데이터 기반 창업 생태계가 일어날 수 있도록 공공데이터 활용에 대한 편의성 증가, 법제도 개선, 충분한 재원 투입 필요, 유지관리 분석을 위한 FMS 입력에게 개선 및 기타 빅데이터 분석을 할 수 있는 다양한 플랫폼의 데이터 연계체계 확립 필요, 기존 데이터(비정형)의 활용 및 입력오류 개선 등이 제시

- (복합재난 스마트 예측·대응기술) '22년 기준 한국은 추격그룹에 속하며, 최고 기술보유국 대비 기술수준은 및 격차는 각 80.0%, 3.5년 수준
  - 정책 제언으로는 실증적 연구 및 상황해석이 아직 미흡하며, 기술 체감도를 높이기 위해 다양한 재난 유형을 유연하게 고려할 수 있는 실험시설 및 장비 확보가 필요하다는 의견

- 두 기술 모두 최고국 대비 기술격차가 약 0.5년 줄어들고 있는 추세로 분석됨

〈표 28〉 교통분야 기술수준 및 격차 (단위: %, 년)

구분		기술수준(%)			기술격차(년)			기술수준그룹		
		'20	'22	증감	'20	'22	증감	'20	'22	증감
건설·교통	빅데이터 기반 국가 인프라 예방적 관리 기술	80.0	85.0	5.0	3.5	3.0	△0.5	추격	추격	-
재난안전	복합재난 스마트 예측·대응기술	80.0	80.0	0.0	4.0	3.5	△0.5	추격	추격	-

2.3.3. 연구개발 인프라

(1) 연구기관 현황

□ **국내 출연연 등 유수 연구기관들은 기반시설의 노후화 급증 및 안전사고에 대응하기 위한 유지보수, 성능예측 및 평가, 기반시설 ICT융합, 드론 및 로봇을 활용한 사각지대 점검, 법·제도적 분석 등의 연구를 추진 중**

○ 주요 연구기관들은 시설물의 유지관리와 관련하여 다양한 연구를 진행하고 있으며 개별 시설물의 관리를 위한 다양한 요소기술 및 시스템 기술을 중심으로 연구가 진행되고 있으며 재난과의 연계를 위한 방재 연구도 다수 진행 중

- 기반시설 유지관리와 관련한 인력 및 연구장비를 갖추고 있어 향후 수요에도 대응 가능한 체계가 구축되어 있음

- 최근 부상하는 첨단기술인 로봇·드론·ICT 기술 등을 융합하여 사각지대 해소, 24시간 기반시설 점검 등의 다양한 형태로 연구과제가 추진되고 있음

〈표 29〉 주요 연구기관별 연구 내용

기관명	연구 내용
한국건설기술연구원 (인프라안전연구본부)	• 기존 교량, 철도, 항만, 원자력 구조물 등의 유지보수보강 기법 및 재해 방지 시스템 개발 • 구조물 건전성/성능평가 및 생애주기 비용 평가 • 고성능 건설재료, 재료 및 구조성능 실험, 코드 및 기준 개발 • IoT 기반 건설인프라 유지관리 기술 개발 • 지반 및 ICT 융합기술 선도를 통한 땅속 안전 확보 • 도심지 재해방지 및 인명 구호 지원 등 사회 현안 해결 • 지속가능한 신공간 및 신재생 에너지 창출 개발 기술 확보 • 스마트 교통 장비 활용 DB 구축, 분석기법 개발 연구 • 교통시스템 계획, 운영, 유지관리 제반 기술과 융합 연구 • 도로 경관, 방재, 대중교통, 녹색교통, 교통약자 이동성 향상 연구 • 도로 안전시설 및 관리, 실증실험, 안전성 평가 기술 연구 • 도로 시설물 관리, 도로 포장 품질 관리 및 인증, 재활용 기술, 신재료 개발 연구 • 도로포장 성능평가, 실물 실험, 공항 및 항만 포장, 도로포장 점검, 유지관리 및 보수 관련 기술 연구
한국철도기술연구원	• 광대역 LTE 기반 국가재난안전망(Public Safety -LTE) 인프라 구축 기술 개발 • 첨단 IT와 네트워크 기술을 적용하여 관제시스템을 중심으로 철도차량, 역사 및 시설 등에 대한 안전 관련 정보를 실시간 모니터링하고 사고위험을 조기 예측 진단하여 제어하는 실시간 통합 감시제어시스템 개발 • PS-LTE 원천기술 개발 및 PS-LTE 시스템 및 단말기 개발 • 지하공간 상황을 조기에 감지 예측 대응하는 IoT기반 자하공간 그리드 시스템
한국전자통신연구원 (도시·교통 ICT 연구단)	• 도시·공간 ICT연구실은 스마트 지능 도시와 스마트 지능 공간을 위한 지능형 융합 기술과 도시의 경쟁력 및 도시민의 삶의 질 향상을 위한 5G 기반 스마트시티 서비스 플랫폼 기술을 연구개발 • 도시 · 교통 지능정보사회 실현의 기반이 되는 차세대 공간정보 융 · 복합 핵심

기관명	연구 내용
	기술 분야를 연구개발 • 차세대 공간정보 ABC+D 기술(공간-AI, 공간-BigData, 공간-Cloud, 공간-CPS)을 활용하여 도시규모의 가상과 현실이 융복화된 Digital Twin City를 실현 • 미래 교통 분야에서 야기될 수 있는 사회문제를 도출하고 이를 해결하기 위해, 교통이용자의 인지 모델 기반 인적요인 심층연구와 UI/UX기반 ICT 솔루션 기술을 연구
한국표준과학연구원 (첨단측정장비연구소 인프라지원분야)	• 측정장비 개발 시 공통적으로 필요한 소프트웨어 및 전자회로 고속화, 삼차원 도면 설계 등의 요소기술을 확립 • 사용자 편의성을 고려한 GUI 소프트웨어 구축 지원 • FPGA를 이용한 고속화 구축 지원 • 3D CAD/CAM 지원 • 장비화를 위한 플랫폼 구축
한국지질자원연구원 (지질연구센터)	• 지질연구센터에서는 조사된 지질도와 더불어 다양한 지질관련 주제도들을 공공 활용할 수 있도록 노력하고 있으며, 조사된 자료를 표준화·정량화 하여 디지털 주제도로 변환하여 웹으로 제공하고 있음 • 지질정보를 보다 효율적으로 제공하기 위한 노력으로 최근 Web 및 GIS 표준 기술을 분석하여 웹 표준 및 개방형 GIS 환경에서 정보를 이용할 수 있도록 지질정보 시스템을 개발함 • 개발된 지질정보시스템은 데스크톱 및 스마트 모바일 기기에서 정보를 이용할 수 있도록 하였으며, 야외에서 사용자 위치에서 지질정보를 검색하여 활용할 수 있도록 하였음 • 서비스 주제도들로, 다양한 축척의 지질도는 물론, 탄전지질도, 해저지질도, 물리탐사자료 등을 포함하였고, 다양한 국내외 서비스되고 있는 위성 지형정보들과 상호 중첩하여 정보를 검색할 수 있음 • 개발된 시스템을 통해 사용자가 조사한 사진 및 조사자료 등을 온라인상으로 공개할 수 있도록 하였으며, 최신 Open API를 공개하여 다양한 S/W에서 지질도를 이용할 수 있음
한국전기연구원 (전력망연구본부)	• 전기재난관리 핵심기술 연구 • 재해/재난 및 위기대응 미래전력자원 계획모델 개발 연구 • 전력수급기본계획 수립 프로세스 설계 및 개선방안 연구 • 전력시장 구조 및 제도 연구 • 전력설비의 기술경제성평가 연구 • 분산자원의 비용편익분석 및 활성화 정책 개발
서울기술연구원 (도시인프라연구실)	• 인프라 설계, 시공, 유지관리, 보수·보강기술 고도화 연구 • 인프라 모니터링, 운영, 제어 등 생애주기관리 기술 연구 • 인프라 데이터 정보화 및 빅데이터 분석 연구 • 인프라 신소재 개발 및 폐자원 활용 기술 연구
대한건설정책연구원 (산업혁신연구실)	• 건설산업제도 및 법제, 생산체계 • 건설산업 혁신, 신사업 발굴 및 육성 • 하자담보책임, 분쟁해결

(2) 대학 및 대학원 현황

가. 학과 현황

□ **국내 건설·토목 관련 학과들은 교육과정을 통하여 관련분야 인재들을 육성하고 있으며 대학은 다양한 융합 학제를 통해 건설·토목·기계·ICT 등의 다양한 학문과의 융합을 시도**

○ 주요 대학의 건설·토목학과에서는 학부생들이 인프라의 유지관리, 공간정보, 재난안전 등과 관련한 기초학문들을 교육하고 있어, 시설물 연계재난과 관련한 다양한 기술 개념들이 학부 수준에서부터 이해되고 소통되어 오고 있는 것으로 분석됨

- 기반시설의 유지관리 및 재난안전과 관련하여 대학의 교육과정을 통해 동 분야 산업 인력 및 연구 인력의 학문적 기반이 구축되고 있음

〈표 30〉 주요 대학별 교육 내용

대학명/학과명	교육 내용
서울대학교 건설환경공학부	• (건설관리) 계획, 설계, 시공, 유지보수의 프로젝트 전 생애주기에 걸쳐 비용관리, 공정관리, 품질관리 등 종합적인 사업관리를 추구하는 전문 기술 분야이며, 최근에는 가치 극대화를 위해 전통적인 관리 분야뿐만 아니라, 정책, 경제, 환경, 안전, IT, 정보시스템, 해외건설 등의 분야에 걸쳐 광범위하게 관리영역을 확대 • (공간정보공학) 공간정보에는 지형, 도로, 교통시설 등 지표상의 대상물뿐만 아니라 상하수도, 전력, 공동구 등 지하매설물, 그리고 자동차, 항공기, 인공위성 등의 이동체에 대한 위치 및 관련 속성을 GIS(지리정보체계) 및 GPS(Global Positioning System)를 통해 수집, 처리 및 분석 • (지반공학) 공학적 재료로서의 특성 파악을 위한 역학적 이론 및 각종 조사 방법 등과 구조물의 기초, 터널, 사면, 준설 및 매립, 옹벽 등의 거동 그리고 지반오염의 조사, 예측, 정화 및 방지 대책 등을 연구
연세대학교 사회환경시스템공학부 건설환경공학과	• 구조 및 교량공학분야, 수공학분야, 콘크리트구조공학분야, 응용역학분야, 지반공학분야, 환경공학분야, 측량 및 지형공간정보분야, 건설경영분야와 같이 교과과정을 8개 세부분야로 분류하여 토목·환경공학 분야에 대한 기초를 다지고 학문추구능력을 배양함과 동시에 전문건설기술을 습득
고려대학교 건축사회환경공학부	• (리모델링 및 자산관리) 건축물의 유지관리에 소요되는 비용은 건축물의 생애주기비용(LCC)내에서 가장 큰 비중을 차지하는 것에 주목하여 리모델링과 유지관리 분야의 핵심지식을 전달 • (건설종합설계) 구조공학, 지반공학, 수공학 및 환경공학 등 토목공학 전 분야가 관계되는 SOC 구조물의 설계 또는 건축구조, 시공, 재료 및 건설관리, 환경·설비 등 건축공학 전 분야가 관계되는 건축 구조물의 설계를 다룸
성균관대학교 건설환경공학부	• (토목공학) 도로, 항만, 공항, 교량, 철도, 댐, 상하수도, 환경시설, 도시계획, Geographic Information System, 건설정보화, u-City건설 등 인간생활에 필수적인 토목구조물의 설계, 시공, 유지관리 및 첨단 정보화, 재난안전 등을 연구

대학명/학과명	교육 내용
KAIST 건설 및 환경공학과	• (구조/지반) 구조 및 지반 트랙은 도로, 교량, 댐, 방파제, 터널, 건축물, 항만, 지하 공동구 등 다양한 사회간접자본 기반시설이 지진, 태풍, 폭우, 폭설, 테러 등 자연적 혹은 인위적 위험요소에 대하여 신뢰할 수 있는 안전성과 100년을 내다볼 수 있는 내구성을 가질 수 있도록, 설계, 시공 및 모니터링을 할 수 있는 제반 연구와 교육에 중점을 둠 • (건설IT·도시교통) 건설IT 분야는 IT 및 로봇 기술을 건설 및 환경공학에 접목하여 지속가능한 지능형 건축 및 도시 환경 구축을 위한 IT와 건설분야의 퓨전 기술의 연구 개발 및 교육에 중점을 두며, 건설기술 연구 분야에 기반을 둔 IT는 도시로봇공학, 인공건설 자동화와 로봇, 유비쿼터스 로봇 시설, 스마트 건설과 환경 지속가능성을 목표로 한 U-City 관리를 포함
한양대학교 건설환경공학과	• 주거, 교통, 생산을 위한사회기반시설물의 설계·건설 및 유지관리와 자연환경을 보전하며 지속가능한 사회를 구현하기 위한 기술을 연구
서울시립대학교 공간정보공학과	• 공공 및 산업분야에서의 지리정보 시스템(GIS), 토지정보시스템(uiS), 원격탐사(RS), 위성측위시스템(GPS) 등의 정보시스템 구축 및 이들 응용
아주대학교 건설시스템공학과	• 사회기반시설에서 요구되는 제반 기능이 폭 넓게 반영된 구조물을 설계 및 시공할 수 있을 뿐 아니라, 건설 분야의 현대화에 따라 요구되는 각 분야에서의 전문성을 살릴 수 있는 구조, 콘크리트, 수리/수문/수자원, 토질/기초/터널 공학의 네 분야에 중점을 두어 연구하며, 발전해가는 최신 이론과 첨단기술을 전공 교육 내에 소화시킬 수 있는 최신의 교과과정을 편성 및 운영
강원대학교 토목공학전공	• 사회간접자본시설은 교통 구조물 및 시스템(도로, 고속철도, 지하철, 공항, 교량, 터널), 수공구조물(댐, 연안구조물, 운하, 관개시스템, 항만, 상수 및 하수처리 시설), 도시설계(토지구획, 단지설계) 및 플랜트건설(공장 및 발전소) 등을 다룸
부산대학교 토목공학과	• 구조, 수리, 토질, 환경 등의 분야, 구체적으로는 교량, 터널, 도로, 항만, 댐, 철도, 댐, 상하수도 등 인간의 생활에 필요한 사회기반 구조물의 계획-설계-해석-시공-유지관리 및 운용을 교육

나. 연구실 현황

□ **기반시설물 및 복합 재난과 관련한 연구를 진행하기 위한 대학의 국내 연구 인프라가 갖추어져 있으며 R&D 투자를 통해 원천기술 개발 및 기초연구가 가능한 수준**

○ 주요 대학 연구실에서는 정부투자를 중심으로 시설물의 노후화와 유지관리, 재난으로부터의 안전 확보를 위한 첨단 관리 기술, ICT 및 건설·토목의 융합 新기술 개발 등이 활발

- 지능화 기술을 활용한 모니터링, 제어, 최적화, 자율화 기술 고도화 연구

- 시설물을 중심으로 하는 복합적 재난의 대응과 관리를 위한 최적 관리 시점과 생애주기별 예측, 능동적 평가기술, 안전기술 등의 연구주제 다수

〈표 31〉 주요 대학 연구실별 연구 내용

대학명/연구실	연구 내용
서울대학교 건설혁신연구실	• 건설 안전 및 재난관리 • 빅데이터 분석, PMIS(Project Information Management System), Smart Sensing(스마트폰, 센서, GPS 등) 등의 첨단기술을 활용한 건설관리 • 생애주기에 걸친 BIM(Building Information Modeling) 기반 건설 관리 • 건설 프로세스를 주도하는 건설 근로자에 초점을 맞춘 건설 관리
KAIST 건설 및 환경공학과 연구센터	• (KOCED 지오센트리퓨지 실험센터) 지반 물성 평가, 내진 해석 및 설계, 지반 구조물 및 기반 시설물 실험 등 • (ICT 교량 연구단) 정밀 급속시공·부분조립 및 교체기술, 저탄소 고성능 소재활용 친환경 교량기술, ICT 기반 교량 안전진단 및 통합관리 기술 등을 장수명화 및 비용절감 실현 연구 • (재난한 연구소) 재난 정책 개발, 재난 기술 교육 및 훈련, 재난 감시 빅데이터 플랫폼 및 데이터 처리 기술 등
연세대학교 구조 및 교량공학 연구실	• 신형식 구조시스템 및 신공법 분야 연구 • 지진 및 동적거동 연구를 통해 내진성능 향상기법 연구 • 성능중심 교량유지관리를 위한 센서, 증강현실 등 시설물 유형별 목표성능 설정기법 개발
고려대학교 구조공학·역학 연구실	• 교량과 같이 높은 내구성능이 요구되는 구조물은 시공 시, 목표 내구수명 개선 연구 • 인장강도 시험법(Biaxial flexural test, BFT)을 개발하여 재료 개선 연구
성균관대학교 스마트건설 IT 연구실	• 융복합적 시각에서 도시 시설물의 지능화 기술을 중심으로 연구를 진행 • 첨단 지능형 센싱기술을 이용한 도시 시설물 비파괴검사 및 건전성 평가 기술 레이저 스캔을 이용한 도시 시설물 형상정보 체계구축을 통한 생애주기 유지 관리기술, 인적재난 및 자연재해에 대비한 도시 시설물 안전관리를 위한 방재공학 기술, 사물인터넷 기술을 활용하는 스마트 도시 시설물 안전 및 에너지 관리 기술 연구 등 진행
한양대학교 건설환경공학과	• 건축 구조에서는 구조물의 진동과 지진 발생 시 구조물의 해석 및 성능 평가를 비롯하여 내진설계방법의 개발에 관한 연구를 활발하게 진행 • 강구조, 합성구조 등을 대상으로 구조 성능을 예측할 수 있도록 평가 기술에 대한 다양한 연구를 수행 • 전단벽 및 조적채움벽을 고려하는 평가기법 및 관련된 효율적인 해석기법을 개발
서울시립대학교 공간정보연구센터	• U-GIS, 지적 및 토지정보, LBS/U-city, ITS/GIS-T, 사진측량, 원격탐사, 기후변화, GIS표준화, 3차원 GIS, GNSS, 측량/측지, 공간정보관련 평가 및 정책수립, 해양조사

다. 산업계 현황

□ **안전진단 및 유지관리 기업과 기반시설의 관리 관련 IT/SW 기업들은 자체 기술 개발 및 국가 R&D 참여를 통해 유관 요소기술 개발 및 실용화를 추진중**

○ 건설 엔지니어링 기업 중심으로 모니터링, 점검/진단, 보수/보강 기술의 개발이 활발히 이뤄지고 있으며, IT/SW 기업들은 안전진단 및 유지관리 업무의 효율화를 위한 시스템 개발 관련 연구를 중점적으로 수행중

〈표 32〉 주요 기업 정부 R&D 수행 현황 및 연구내용

기업명	연구과제명 (연구기간)	주요 연구내용
㈜경화 엔지니어링	재난 재해 대비 및 유지관리를 위한 하수암거 원격 탐사시스템 개발	• 하수박스의 관거 내부를 원격 조정되는 모니터링카메라와 황화수소 측정기 및 초음파 수위계를 이용한 수위 데이터를 유무선 통신을 통한 원격 시스템을 개발
㈜이피에스 엔지니어링	하수관로 기인 지반 침하 탐사/조사 장치 개발	• PPR 탑재 조사장비 시작품 개선 • 멀티센서를 이용한 하수관거 조사장비 주요모듈 제작 • PPR 탑재 조사장비 시작품 제작·적용 멀티센서 사양 및 기구물(vehicle) 기초연구
세안기술(주)	비전센서 기반 지능형 구조물 안전진단 모니터링 시스템 개발	• 비전센서를 탑재한 카메라 장비를 이용하는 구조물 안전진단 모니터링 • 구조물 미소 거동에 대한 사용자 인지성 향상을 위한 고속 모션 확장 알고리즘 개발 • 비전센서 데이터 분석을 통한 정량적 다중 포인트 진동 측정 기술 개발 등
롱텀이엔지 유한회사	3차원 데이터기반 차세대 사회기간시설 안전모니터링 시스템 개발	• Sonar(Sound Navigation Ranging) 데이터를 바탕으로 하는 하상 구조물 세굴영향(Scour Dmagae) 측정 시스템 개발
㈜텔코코리아 아이에스	AI와 IoT센서를 이용한 시설물 재난안전 관리시스템 개발 ('20~'21)	• IoT센서와 센서 데이터로부터 시설물의 기울기를 평가하고 예측할 수 있는 AI기술로 지능화시킨 재난안전 관리시스템 기술 개발
(주)동일기술공사	LoRa LPWAN 센서 네트워크 및 Big Data 플랫폼 기반의 무선 교량 유지 관리 시스템 개발	• 지역 또는 지구단위별 많은 노후 교량 시설물에 대한 계측값을 Big Data화 시키기 위한 통합 유지관리 플랫폼을 구축하여 교량의 구조적인 안전성 및 건전성 분석의 신뢰성 및 사전/사후 유지관리 체계를 확립하기 위해 국산화된 하드웨어 시스템 개발
㈜카이센	광섬유센서 기반의 지반거동 모니터링 시스템 개발	• 파이프 케이싱에 보호관이 설치된 다수개의 광섬유센서를 설치하고, 상하단과 중간단에만 광섬유 경사계를 설치함으로서, 기존 기술대비 1/2 이하의 가격으로 동일한 목적의 지반거동 모니터링 시스템을 개발
주식회사 에스티엔	구조물의 안전관리를 위한 센서 계측 시스템 개발	• 위험 감지 센서 개발 • 센서 하드웨어 전원 관리 시스템 개발 • 기울기 및 침하 센서 선정 및 Data 취득 • 센서 저 전력 유지 알고리즘 개발 • 외부 AI, DI 센서 Interface 구현 등

기업명	연구과제명 (연구기간)	주요 연구내용
주식회사 미래건설안전	레이저센서를 활용한 ICT기반 교량안전진단 시스템	• 교량의 주탑부에 레이저 송신시스템을 설치하고, 처짐 및 변형률이 가장 큰 경간 중간에 레이저 수신소자를 설치하여 교량의 변위를 계측
지티에이컴	토목/건설 산업의 지반 및 구조물의 모니터링을 위한 LPWAN을 이용한 토목건설 구조물 안전관리용 무선계측 관제시스템 개발	• LPWAN의 LoRa 통신 인터페이스가 내장된 경사계 센서 모듈 기술 개발 기획
(주)아이티앤드	사회안전망 구축을 위한 사물인터넷 기술을 활용한 위험모니터링시스템	• 소프트웨어 설계/개발 및 하드웨어 시제품 제작 - 모니터링 시스템: 데이터수집 및 GIS기반의 모니터링 기능 - 관련기관 및 시스템과 연계 할 수 있는 모듈, 알람 및 이력관리 기능 개발 -데이터 수집장치(컨트롤러): 압전센서로부터 I/O 신호를 수신하고, 수신된 정보를 CDMA 통신으로 모니터링 서버에 전송하는 기술 등
다드림 미래기술	안전센서 기반구조물 상태 실시간(50m 네트워크 반경)위험 감지 시스템 및 위험 상황 회피(정확도 5m 위치추적)기술 개발	• 구조물의 변위로 인한 피로 현상의 진행을 감지할 수 있고, 구조물의 붕괴 가능 시간을 예측하여 붕괴에 대한 대비책 및 구조물의 보수, 보강 대책의 설립으로 인명과 경제적 손실을 방지하기 위한 구조물 변위를 측정하는 구조물 상태 정보 시스템 개발
웅진고분자(주)	ICT기반 유지관리 기술을 적용하여 노후 하수관 정밀진단이 가능하고, 지반함몰을 관측하여 긴급 보수가 가능한 하수관 자동화 보수로봇 개발	• ICT기반 기술을 적용하여 노후 하수관의 파손상태 및 관 외부 동공을 정밀하게 관측하고, 긴급 보수 또는 예방 유지보수를 통해 지반함몰 예방이 가능한 자동화 시공장비 개발
라온구조 안전기술(주)	멀티로터기술 및 타격신호 기반 알고리즘을 이용한 신뢰도 90% 이상의 비파괴 강도측정 무인안전진단 시스템 개발	• 타격신호 기반 비파괴방식의 강도측정 알고리즘 개발과 이를 이용한 무선 측정 장비를 개발하고 이 장비를 탑재할 수 있는 드론(UAV) 장비를 개발
㈜골든포우	ICT 유지관리가 가능한 팽창시트를 활용한 저다짐 능동 지반함몰 긴급복구 기술	• 싱크홀 내부에 지반이완영역 및 교란부위의 압축 가능한 팽창시트재와 관리가 용이하도록 표지기술을 일원화하는 효율적이고 능동적인 자가다짐 지반함몰 보수/보강/복구 기술을 개발

라. 연구장비 및 실험시설 인프라 현황

□ **ZEUS*를 통해 분석한 결과, 다양한 연관 국가 R&D를 통해서 구축된 연구개발 장비가 존재하며, 동 기술개발사업에서 활용가능한 연구장비 인프라가 풍부한 것으로 판단됨**

* Zone for Equipment Utilization Service : ZEUS, 국가연구시설장비진흥센터의 장비활용 종합포털 사이트로, 국가연구시설·장비의 활용 극대화를 위하여 국가 연구장비 및 실험시설 통합관리를 통해 활용에서의 효율성을 제고

○ 기존 연구시설 장비를 최대한 활용하되 현재 보유하지 못한 시설 장비에 대해서만 구축을 추진할 필요

* 필요한 장비 검색 및 사용예약, 또는 나눔터를 통해 연구시설·장비의 이전 등이 가능하여, 향후 개발단계에서 필요한 연구장비 및 실험시설을 ZEUS를 통해 확보 가능

〈표 33〉 유관 보유장비 및 시설 목록표

시설장비명	보유기관명	제작사
무타켓로보틱 토탈스테이션	대구과학대학교	Sokkia
GIS지상자료취득시스템	대구과학대학교	Sokkia
3차원측정기	국립재난안전연구원	Sensors & software
데이터 분석용 클러스터 노드	국가수리과학연구소	Apple
빅데이터 플랫폼	한국방송통신전파진흥원	㈜비아이매트릭스
데이터베이스관리시스템	국립해양생물자원관	Oracle
전자문서변환시스템	한국산업기술시험원	넥스트위드
데이터분석용 대용량 메모리 서버	국가수리과학연구소	Hewlett Packard(HP)
스토리지 및 분석용 Server 시스템	한국생명공학연구원	Supermicro
데이터베이스 관리 시스템 (MYSQL-1)	넥스지오	인실리코젠
국가과학기술연구망과 글로벌대용량데이터센터 네트워크 연동장비	한국과학기술정보연구원	Cisco
데이터로거/스위칭박스	한국도로공사 도로교통연구원	Tokyo Sokki Kenkyujo
데이터 로거	한국건설기술연구원	Tokyo Sokki Kenkyujo
3차원 변위데이터 측정 장비	국립산림과학원	Aicon
토탈스테이션 광파기	㈜세보테크	Trimble
스마트스테이션	대구과학대학교	Leica
탄성파탐사기	한국수력원자력㈜ 중앙연구원	Geometrics

시설장비명	보유기관명	제작사
실시간 강우, 수위 모니터링 시스템	명지대학교 산학협력단	데이터피씨에스
싸씨(ACS SASSI)	㈜제일엔지니어링종합건축사사무소	Ghiocel Predictive Technologies
알엠	㈜제일엔지니어링종합건축사사무소	디티브이인터랙티브
데이터 분석용 클러스터 노드	국가수리과학연구소	Apple
빅데이터 플랫폼	한국방송통신전파진흥원	㈜비아이매트릭스
데이터베이스 관리시스템	국립해양생물자원관	Oracle
전자문서변환시스템	한국산업기술시험원	넥스트위드
데이터분석용 대용량 메모리 서버	국가수리과학연구소	Hewlett Packard(HP)
스토리지 및 분석용 Server 시스템	한국생명공학연구원	Supermicro
데이터베이스 관리 스템(MYSQL-1)	넥스지오	인실리코젠
ADAS 테스트 시나리오 생성용 소프트웨어	한국자동차연구원	Tno

마. 연구인력 현황

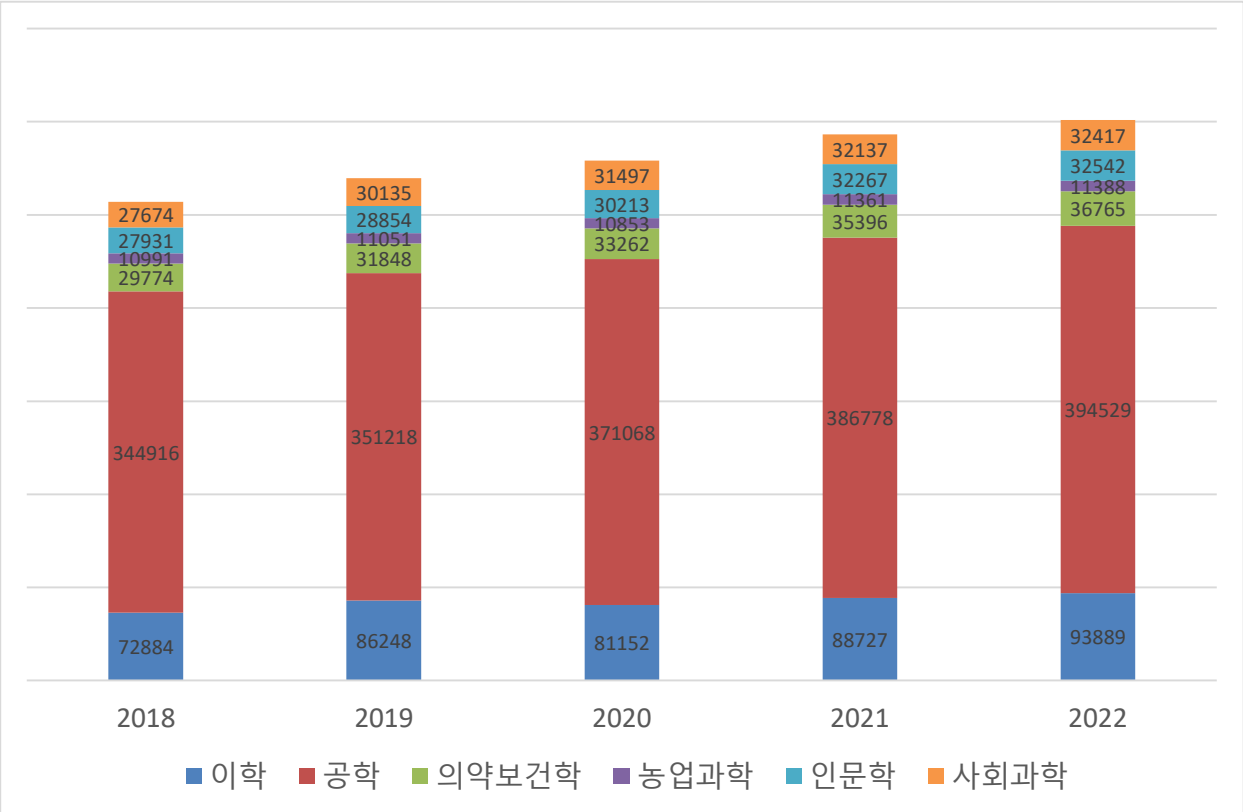
□ 2022년 기준 국내 전체 연구인력 중 공학 분야 전공자 수는 394,529명(전체의 65.6%) 수준에 달함

○ 과학기술 분야(이학, 공학, 의약보건학, 농림수산학) 전공자 비중은 전체의 89.2%

〈표 34〉 우리나라 전공별 연구원 수 및 비중

(단위: 명, %)

구분		2018	2019	2020	2021	2022
이학	연구원 수	72884	86248	81152	88727	93889
	비중	(14.2)	(16.0)	(14.5)	(15.1)	(15.6)
공학	연구원 수	344916	351218	371068	386778	394529
	비중	(67.1)	(65.1)	(66.5)	(65.9)	(65.6)
의약보건학	연구원 수	29774	31848	33262	35396	36765
	비중	(5.8)	(5.9)	(6.0)	(6.0)	(6.1)
농업과학	연구원 수	10991	11051	10853	11361	11388
	비중	(2.1)	(2.0)	(1.9)	(1.9)	(1.9)
인문학	연구원 수	27931	28854	30213	32267	32542
	비중	(5.4)	(5.3)	(5.4)	(5.5)	(5.4)
사회과학	연구원 수	27674	30135	31497	32137	32417
	비중	(5.4)	(5.6)	(5.6)	(5.5)	(5.4)
총계		514170	539354	558045	586666	601530
		(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)



※ 출처: KISTEP, 2022년도 연구개발활동조사보고서, 2024. 02.

○ AI 재난안전 부문의 연구개발에 참여 가능한 국내 연구인력은 **총 5,277명***으로 '25년 기준 전체 연구원(679,551명) 중 약 7.7% 로 확인되어, 연구수행을 위한 인력 인프라는 충분한 수준

* NTIS에 등록된 국가 R&D 참여인력 중 AI, 빅데이터, 재난안전, 건설유지관리, 기반시설, BIM, 공간정보, 시설물, GIS 등의 키워드를 통해 검색한 결과

- AI 재난안전 분야 연구 인력의 소속기관은 한국전자통신연구원(126명, 2.38%)이 가장 많은 비율로 검색되었으며, 한국건설기술연구원(117명, 2.22%), 한국과학기술연구원(98명, 1.85%), 한국철도시설공단(62명, 1.17%) 순으로 이어짐

〈표 35〉 AI 재난안전 관련 R&D 분야 상위 12개 기관 인력 및 비율

(단위: 명, %)

순위	소속기관	인력	비율	순위	소속기관	인력	비율
1	한국전자통신연구원	126	2.3	7	한국전자기술연구원	52	0.9
2	한국건설기술연구원	117	2.2	8	한국철도공사	49	0.9
3	한국과학기술연구원	98	1.8	9	고려대학교	39	0.7
4	한국철도시설공단	62	1.1	10	성균관대학교	39	0.7
5	서울대학교	61	1.1	11	서울시립대학교	34	0.6
6	전자부품연구원	59	1.1	12	한국건설생활환경시험연구원	34	0.6
					합계	770	14.5

※ 출처: NTIS, 국가R&D참여인력 키워드 검색 및 와이젠글로벌(주) 가공.

○ 시설물 및 재난안전 분야 R&D 참여 인력의 상위 3개의 전공은 토목공학(100명, 1.89%), 기계공학(55명, 1.04%), 구조공학(53명, 1.00%) 순이며, 전공분야의 폭이 상당히 넓은 것으로 분석

〈표 36〉 시설물 및 재난안전 R&D 참여인력 주요 전공분야

(단위: 명, %)

순위	전공명	인력	비율	순위	전공명	인력	비율
1	토목공학	100	1.8	8	제어계측공학	18	0.3
2	기계공학	55	1.0	9	산업공학	16	0.3
3	구조공학	53	1.0	10	건축구조	15	0.2
4	건축공학	35	0.6	11	경영학	14	0.2
5	지반공학	33	0.6	12	기타전자/정보통신공학	14	0.2
6	전기공학	28	0.5	13	정보통신	13	0.2
7	교통공학	22	0.4	14	전자/정보통신공학	12	0.2

※ 출처: NTIS, 국가R&D참여인력 키워드 검색 및 와이젠글로벌(주) 가공.

바. 정보시스템 현황

□ **이종 시설물과 재난안전과 관련한 통합적 데이터 활용을 위해 현 단계에서 각 기관에서 구축 및 운영하고 있는 정보시스템 현황을 파악**

○ 각 기관에서는 시설물 유지관리를 위해 정보시스템을 구축하고 있으나, 연계 및 통합의 측면에서 그 기능이 산재되어 있음을 알 수 있음

○ 통합적 재난예측 방향성을 고려, 추후 기술개발을 위해 대표적 정보시스템에 대해 분석해야 할 필요가 있음

〈표 37〉 각 기관별 주요 정보시스템 운영 현황

구분	현행정보시스템명	시스템 운영기관	근거법령	비고
1	건설사업정보포털시스템(건설CALS)	한국건설기술연구원(KICT)	건설기술진흥법	
2	교량관리시스템(BMS)	한국건설기술연구원(KICT)	도로법	
3	터널유지관리시스템(TMS)	한국건설기술연구원(KICT)	도로법	
4	도로비탈면관리시스템(CSMS)	한국건설기술연구원(KICT)	도로법	
5	도로포장유지관리시스템(PMS)	한국건설기술연구원(KICT)	도로법	
6	도로관리통합시스템(HMS)	한국건설기술연구원(KICT)	도로법	
7	건설산업지식정보시스템(KISCON)	(재)건설산업정보센터	건설산업기본법	
8	건설기술통합용역관리시스템(CEM)	한국건설기술관리협회	건설기술진흥법	
9	시설물정보관리종합시스템(FMS)	한국시설안전공단	시설물안전법	
10	특수교량계측시스템	한국시설안전공단		
11	건축행정시스템(세움터)	국토부 녹색건축과	건축법	
12	건축물생애이력관리시스템	국토부 녹색건축과	건축법	
13	공동주택관리정보시스템(K-apt)	한국감정원	공동주택관리법	
14	국가수자원관리종합정보시스템	한강홍수통제소	하천법	
15	하천관리지리정보시스템(RIMGIS)	한강홍수통제소	하천법	
16	수문자료지자체공유시스템_금강	국토부 홍수통제소(금강)	하천법	
17	수문조사시설관리시스템_금강	국토부 홍수통제소(금강)	하천법	
18	수문자료지자체공유시스템_낙동강	국토부 홍수통제소(낙동강)	하천법	
19	국가공간정보유통시스템	한국국토정보공사	국가공간정보 기본법	
20	주택소유확인시스템(HOMS)	국토부 주택기금과	주택법	
21	건설기술정보통합시스템(COTIS)	한국토지주택공사	건설기술진흥법	
22	서울시 사면관리시스템	서울시 산지방재과		
23	도로관리시스템	서울시설공단		
24	철도이력관리종합정보시스템(RAFIS)	한국철도시설공단		
25	도로건설유지관리시스템	한국도로공사 정보처		
26	Hi-유지관리시스템	한국도로공사		
27	농업기반시설관리시스템(RIMS)	한국농어촌공사		
28	서울도시철도공사 운영시스템	서울도시철도공사		
29	서울시설공단 도로관리시스템(RMS)	서울시설공단		
30	지하공간 통합지도			
31	지하안전정보시스템			

※ 출처: 안전관리를 위한 시설물 코드체계 표준화 및 통합정보시스템 구축운영방안 내용 발췌(한국시설안전공단, 2018.07.), 도로실증을 통한 기반시설 스마트 유지관리 연구사업 내용 발췌(국토교통부, '19.11.)

① 건설사업정보포털시스템(CALS)_한국건설기술연구원(KICT)

○ (개념정의) 건설사업관련 정보를 제공하기 위한 시스템, '기관포털'과 '대민포털'로 구분되며, 각종 기반시설 건설공사 등의 관련 업무와 현황 등 다양한 건설정보를 공유하거나 활용할 수 있는 시스템

※ 건설사업정보화(CALS, Continuous Acquisition & Life-cycle Support : 건설사업의 기획, 설계, 시공, 유지관리 등 전과정의 정보를 발주자, 관련업체 등이 전산망을 통하여 교환·공유하기 위한 통합 정보화 전략)

○ (구축목적) 건설사업 수행절차 개선, 건설사업 전단계의 디지털화, 건설행정력 증대 및 투명행정 등을 통해 건설사업의 생산성 향상 및 효율성 제고를 위함

○ (활용범위) 각 하위 시스템(건설사업정보포털시스템/건설사업관리시스템/용지보상시스템/시설물유지관리시스템/건설인허가시스템)을 통해 기관, 민원인, 업체 등 전 생애적인 건설정보를 다방면에서 활용

[그림 65] 건설사업정보포털시스템의 이해관계자

※ 출처: 건설사업정보시스템 홈페이지 내용 발췌

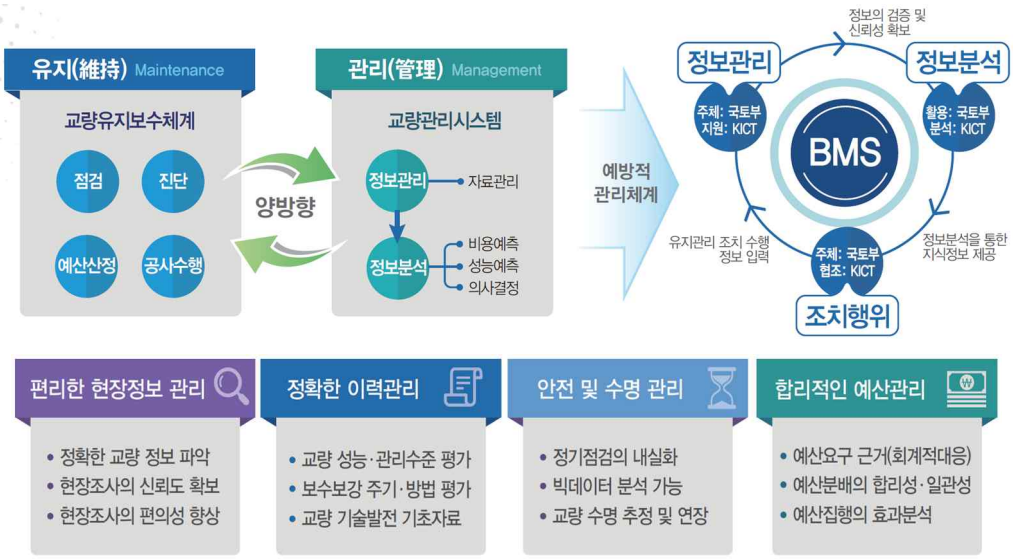
② 교량관리시스템(BMS)_한국건설기술연구원(KICT)

○ (개념정의) 교량정보의 체계적 관리 및 분석을 통해 교량의 전 생애주기 동안의 유지관리 전략·계획, 즉 예방적 관리가 가능하게끔 조치시기, 방법, 우선순위 등을 수립함과 동시에 결과에 대한 피드백까지 지원하는 시스템

○ (구축목적) 교량의 제원, 점검 결과 등 상태정보를 체계적으로 관리·분석하여 결함조치시기와 방법을 제시, 소요예산 추정 및 우선순위 선정 등 의사결정에 대한 지원, 성능측정을 통한 보수보강 시기·방법 등 유지관리 전략 수립을 지원하기 위함

○ (활용범위) 지자체 관리범위의 교량에 첨단교량관리체계(BMS)를 도입, 전국 교량 정보의 안전수준의 향상을 통해 그 신뢰성을 확보함

- 국토교통부는 국도 범위의 관리체계를 지자체 단위까지 확대하여 실시하는 계획을 수립('16.03. 보도자료 내용), 기존의 국도에 한정되던 활용범위를 전국단위까지 확대함



[그림 66] BMS의 개념

※ 출처: 국토교통부, 2016년 3월 7일 보도자료 내용 발췌

③ 터널유지관리시스템(TiMS)_한국건설기술연구원(KICT)

○ (개념정의) 터널 구조물의 정보 수집·조사·분석을 통해 설계·시공 단계에서 지반조건과 지보패턴 등과 같은 현장정보를 파악하고, 안전점검과 유지관리사무소 운영 등과 같은 유지관리 정보, 사고예방 등을 위한 방재시설 현황정보 등을 관리하는 시스템

○ (구축목적) 현장조사를 바탕으로 관련 자료의 검증·분석을 통한 지식정보의 제공, 개량·보수보강 사업의 예산 추정·배분 및 우선순위 검토 등의 목적, 그리고 새로운 기술의 도입을 통해 신뢰성·편의성 향상 및 유지관리의 효율성을 제고하기 위함

○ (활용범위) 터널의 기본정보, 방재시설 정보, 유지관리 정보, 위탁사업 정보 등의 GIS 기반의 시스템에서 통합관리되어, 모바일 기반 현장점검 지원 및 터널 유지관리 계획 및 관련 위탁사업 관리 등에 활용

[그림 67] 터널유지관리시스템의 플로우(Flow)

※ 출처: 기반시설물 스마트 유지관리 연구사업 2차 총괄위원회 안건 내용 발췌(국토교통부(KAIA), '19.03.)

④ 도로비탈면관리시스템(CSMS)_한국건설기술연구원(KICT)

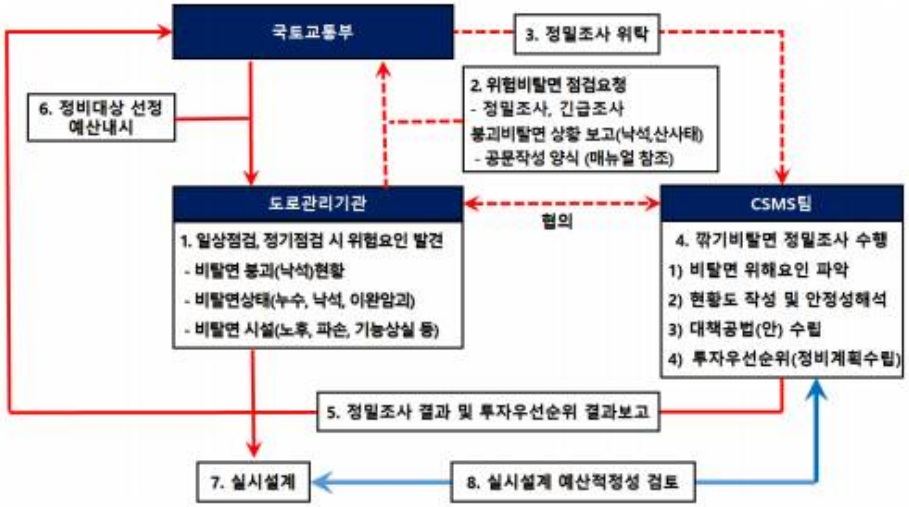
○ (개념정의) 국도변 비탈면의 붕괴사고를 미연에 방지하고 선진국형 첨단 비탈면 관리 시스템을 도입함으로써 효율적이고, 체계적인 유지관리를 실현할 수 있는 수단으로써의 시스템

○ (구축목적) 기상이변에 기인한 비탈면 붕괴가 증가됨에 따라 체계적이고 중장기적인 대책수립이 요구되었고, 이에 선진국형 비탈면 유지관리 기법을 개발·적용하여 효율적인 대책방안을 강구, 붕괴를 사전에 차단하여 도로 이용자들에게 발생하는 피해를 최소화하고자 함

※ '97년 12월 선진국형 첨단비탈면관리시스템, 도로깎기비탈면 유지관리시스템을 도입, '11년 쌓기비탈면에 대한 관리가 포함되어, 도로비탈면유지관리시스템으로 명칭 변경

○ (활용범위) 일반국도뿐만 아니라 기타 도로의 비탈면, 철도, 주택, 댐 등 기타 시설물에 부차적으로 발생하는 깍기비탈면*에서도 응용하여 사용 가능

* 원지반을 깍아서 부지를 조성할 때 형성되는 비탈면, 이러한 비탈면은 원지반 내부의 불안정한 특징을 찾는 것이 매우 중요



[그림 68] 도로비탈면 점검 플로우(Flow)

※ 출처: 도로비탈면 유지관리 실무매뉴얼(국토교통부, '18.12.)

⑤ 도로포장유지관리시스템(PMS)_한국건설기술연구원(KICT)

○ (개념정의) 도로포장의 관리에 관계되는 모든 행위, 즉 포장을 제공하여 허용할 만한 서비스 상태로 유지하기 위하여 기술자나 관리자가 수행하는 모든 포장 관리 활동을 포함하는 일련의 행위들을 통합하여 체계적으로 관리하는 시스템

※ 넓은 의미로서 PMS는 계획·설계·시공·상태평가·유지보수를 모두 포함한 포장생애주기 전반에 걸친 의사결을 지원하는 시스템을 말하지만, 실질적인 PMS는 공용중인 도로구간의 포장상태 평가 및 보수와 관련된 의사결을 담당하는 포장유지관리시스템(Pavement Maintenance Management System, PMMS)을 의미

○ (구축목적) 환경, 시간 등의 손실과 유지관리비의 합계를 최적화하기 위함으로, 계획과 설계단계에서부터 설계기간 내의 포장 이용자에 대한 서비스를 일정하게 유지시키기 위한 비용효율성의 측면과 유지보수 측면의 효율성 제고를 위함

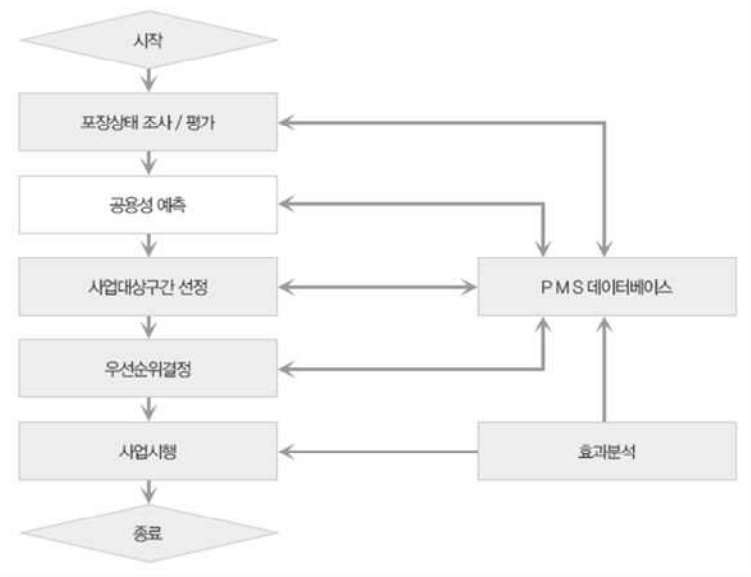
- 교통량의 증가, 이에 따른 직간접 영향으로 인한 포장파손 가속화 및 도로의 관리연장의 증가로 인하여 그 유지보수 비용이 점차 증가함

- 운영관리 시스템이 없는 상황에서의 보수 방법은 나쁜 포장 구간을 우선적으로 보수 하는 보수적인 전략을 취할 수 밖에 없기 때문에 결과적으로 보수대상구간의 전반적인 보수가 필요하게 됨

○ (활용범위) 국토교통부는 1986년 국도 유지보수조사 사업을 착수, 1989년 국도 포장 조사 장비 및 분석시스템을 도입하여 현재까지 일반국도 PMS를 운용중에 있음

- 추가적으로 1996년 고속도로 PMS, 2002년 공항포장 PMS, 2002년 서울시 PMS가 도입

- 한국건설기술연구원을 비롯, 한국도로공사, 지자체(서울시, 경기도, 이천시), 공항(한국공항공사, 인천공항공사), 대한민국 공군 등에서 PMS를 운용하고 있으며, 3~4개의 민간 PMS 운영 전문 컨설팅 회사가 존재함



[그림 69] 일반적인 포장유지관리시스템의 단계

※ 출처: 도로포장관리시스템(http://www.roadpms.kr/pms_type.do?pms_type=3) 내용 발췌

⑥ 도로관리통합시스템(HMS)_한국건설기술연구원(KICT)

○ (개념정의) 도로관련 각종 정보(도로대장, 포장, 교량, 교통량, 도로비탈면, 제설, 도로 이용 불편신고, 이정 등)를 통합·체계적으로 제공하는 시스템

○ (구축목적) GIS를 기반으로 도로관련 업무 수행 중심으로 구축, PMS/BMS/CSMS 등의 시스템과의 정보 연계를 통해 각종 정보를 전자지도 기반으로 관리 및 표출하기 위함

〈표 38〉 도로관리통합시스템의 기능 및 운영 내용

구분	내용
도로관리통합포털 운영 및 관리	• 도로관련 시스템(포장, 교량, 교통량, 비탈면 등) 정보 연계 및 관리 • 도로관리통합포털 운영·관리·분석 및 신규 기능 개발 • 도로관리통합포털 관련 매뉴얼 및 지침서 제·개정
도로불편신고체계 운영 및 관리	• 도로불편신고체계 운영·관리·분석 및 신규 기능 개발 • 도로불편신고체계 관련 매뉴얼 제·개정
도로제설전산체계 운영 및 관리	• 도로제설전산체계 운영·관리·분석 및 신규 기능 개발 • 도로제설전산체계 관련 매뉴얼 제·개정
도로대장 정보체계 운영 및 관리 (한국건설기술연구원, 한국국토정보공사 공동)	• 도로대장 정보체계 및 시스템 운영 및 관리 • 도화데이터 활용 등 도로대장(종·횡단) 작성 • 도로대장 전산화 자료 검수, 갱신 및 관리 • 도로대장 관련 매뉴얼 및 지침서 제·개정

자료: 도로관리통합시스템(HMS) 등 운영·관리업무 위탁기관 지정 고시 내용 발췌(국토교통부고시, 2018.03.02.)

○ (활용범위) 도로유지보수와 관련된 개별 시스템의 정보를 HMS를 통하여 한번에 확인할 수 있기에 관리자 업무 효율성 제고가 가능하며, 예방적 도로안전관리 전략 수립 및 실행의 측면에서 그 활용도가 높음

[그림 70] 도로대장 DB 구성

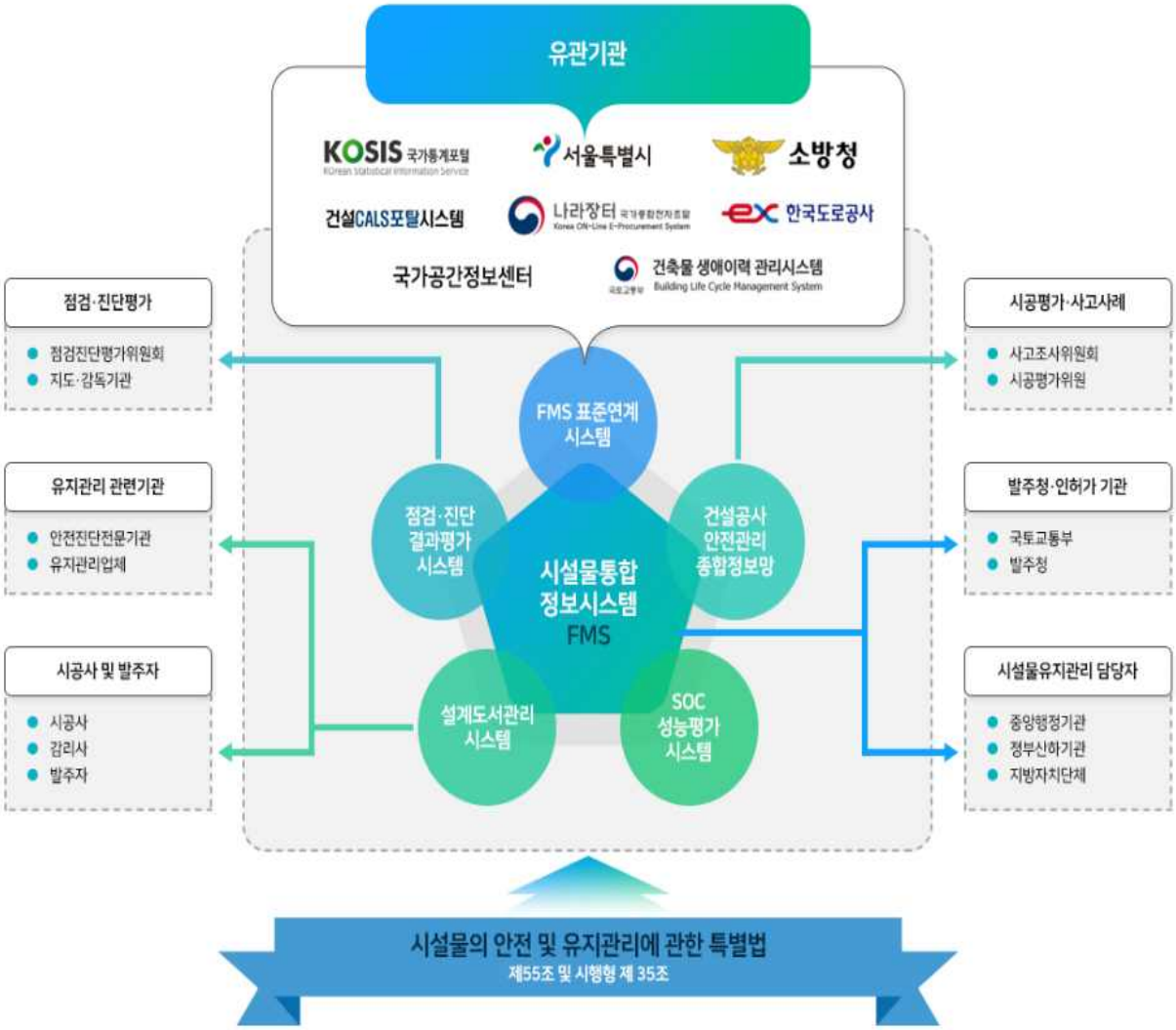
※ 출처: 도로대장 전산화 개선방안 마련 연구(국토교통부, '15.08.)

[그림 71] 도로관리통합시스템의 각 개체

※ 출처: 건설 Brief 이슈/체계적인 도로 유지관리(한국건설기술연구원, '14.06.)

⑦ 시설물정보관리종합시스템(FMS)_한국시설안전공단

○ (개념정의) 시설물안전법에 의한 1,2,3종 시설물의 안전 및 유지관리 정보를 통합관리 하는 시스템



[그림 72] 시설물통합정보관리시스템 체계도

※ 출처: FMS 홈페이지 소개 내용 발췌

○ (구축목적) 국가 주요시설물의 안전 및 유지관리에 관련된 정보체계를 구축하여, 시설물의 정보, 안전진간전문기관 및 유지관리업자의 정보 등을 종합적으로 관리하기 위함

○ (활용범위) FMS의 기능은 크게 계획 및 실적의 관리업무, 기관 및 관리업자 정보관리 업무, 점검진단의 실적제출 및 관리 업무, 설계도서 등의 제출 및 관리 업무로 나누어져 있으며, 각 주체들은 산출물 데이터에 접근·접속하여 관련 업무에 활용

〈표 39〉 FMS 시스템상의 입력정보

	구분	세부내용	DB화	비고
FMS 입력 정보 테이블	시설물관리대장	시설물명, 관리주체, 취합기관, 제출기관, 주소, 시설물종류, 상세지원 등	○	
	점검진단 및 유지관리계획	조직·인원 및 장비, 긴급상황 발생시 조치체계, 점검진단구분, 시행일, 예산, 점검진단자, 보수보강계획, 공사구분, 공사기간, 공사비	○	
		보수보강부위, 공사내역	△	분류체계 없음
	점검진단 및 유지관리결과	점검진단구분, 점검진단기간, 점검진단기관명, 책임기술자, 비용, 안전등급, 작성일, 작성자, 공사명, 공사기간, 공사구분, 설계자, 시공자, 조치구분, 조치기간, 관련점검진단	○	
		주요 점검진단결과, 주요 보수보강(안), 보수보강부위, 공사내역, 조치내용	△	
	e-보고서	계약서 및 대가내역서, 과업지시서, 보고서, 보고서 부록, 기술심의(자문)증빙	X	PDF, 엑셀형태
	안전진단 전문기관 정보	업체명, 등록분야, 대표자, 소재지, 전화번호, 등록일자, 기술인력, 보유장비, 행정처분, 점검진단실적	○	
	설계도서	준공보고서, 설계보고서, 공사시방서, 각종계산서, 토질 및 지반조사 보고서, 그 밖에 시공 상 특기한 사항에 관한 보고서	X	

자료: 안전관리를 위한 시설물 코드체계 표준화 및 통합정보시스템 구축운영방안 내용 발췌(한국시설안전공단, 2018.07.)

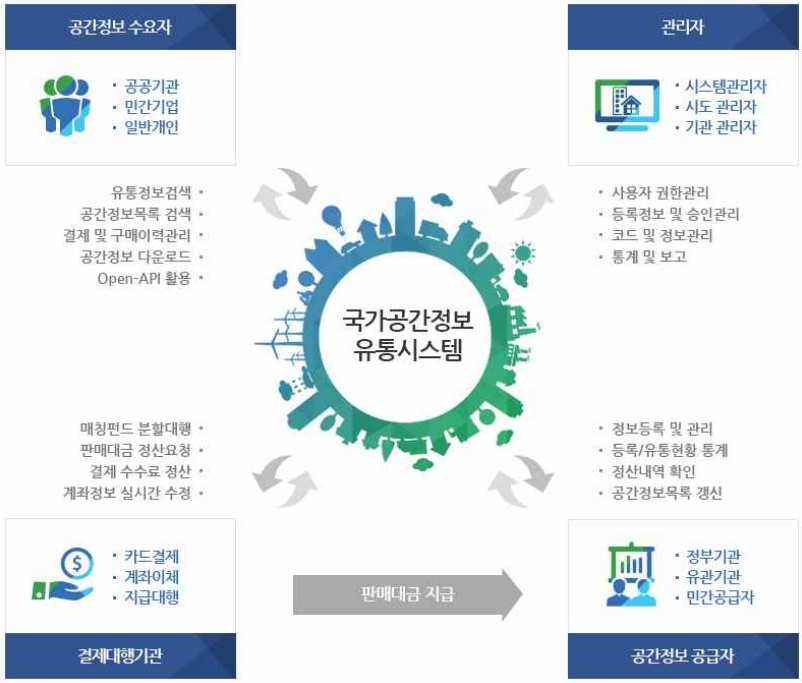
⑧ 국가공간정보유통시스템_한국국토정보공사

○ (개념정의) 국가가 생산한 공간정보를 민간에서 효과적으로 활용할 수 있도록 각 정보를 취합, 인터넷 전자상거래를 통해 편리하게 공급받을 수 있는 서비스를 제공하는 시스템

※ 공간정보: 일상생활이나 특정한 상황에서 행동이나 태도에 영향을 줄 수 있는, 지상/지하/수상/공중 등 자연적 또는 인위적 객체들의 위치정보와 속성정보 및 객체들간의 위상정보

○ (구축목적) 유통에 필요한 정보의 분류체계 확립과 메타데이터 생성, 기 구축된 공간 정보의 조사 누락으로 인한 정보구축의 중복성 제거, 유통과정에서의 민간기업의 참여 유도 등

○ (활용범위) 국민, 기업 등 기본적으로 공간정보가 필요한 모든 주체들이 사용 가능하여, 공공과 민간이 다 함께 참여할 수 있고, 관련 산업 전반에서 활용 가능



[그림 73] 국가공간정보유통시스템의 네트워킹

※ 출처: 국토교통부, 국가공간정보포털 홈페이지 내용 발췌

⑨ Hi-유지관리시스템_한국도로공사

○ (개념정의) 재정고속도로 시설물 유지관리시스템을 통합하여 인력에 의한 시설물 정보관리의 문제점을 개선, 시설물 현황 및 이력정보 등을 전산화하여 시설물 관리를 효율화한 시스템

○ (구축목적) 도로/재난/기상/포장/사면/구조물/교통/장비/시설 등 9개의 최상위 시설 구분으로 구성되어 도로시설물 전반에 대한 현황과 노선현황을 포함, 구조물의 점검 계획, 진단, 보수 등을 실시하기 위함(도로통합플랫폼과 한국시설안전공단의 시설물 정보관리종합시스템(FMS)과 연계)

○ (활용범위) 한국도로공사가 관리하는 전국의 고속도로에 적용

〈표 40〉 시스템상 관리 대상과 종류

종류	교량	터널(명칭)	암거(명칭)	합계
1종	1,285	348(장대)	4,552(수로)	6,185
2종	2,216	689(중대)	4,711(통로)	7,616
3종	2,602	- (단대)	350(수로+통로)	2,952
기타	3,212	3	11(동물이동로)	3,226
합계	9,315	1,040	9,624	19,979

자료: 기반시설물 스마트 유지관리 연구사업 2차 총괄위원회 안건 내용 발췌(국토교통부(KAIA), '19.03.)

※ 민자 고속도로는 제외함(논산~천안선, 중앙선, 서울외곽순환선, 제2경인선, 인천국제공항선, 용인~서울선)

〈표 41〉 사면 관리현황(2019)

종류	절토사면	성토사면	옹벽	합계
일반	8,333	10,073	1,469	19,875
시특법 대상	1,729	-	226	1,955
관찰사면	175	-	-	175
합계	10,237	10,073	1,695	22,005

자료: 기반시설물 스마트 유지관리 연구사업 2차 총괄위원회 안건 내용 발췌(국토교통부(KAIA), '19.03.)

※ 사면 관리현황 중 시특법 대상은 1종,2종,3종 해당하며, 나머지(일반, 관찰사면)는 자체적으로 관리함

⑩ 도로관리시스템(RMS)_서울시설공단

○ (개념정의) 서울시의 도로 및 도로시설물의 도형 및 속성을 DB화 한 시스템

○ (구축목적) 2003년 GIS기반 도로시설물관리시스템과 도로부속물관리시스템을 2008년 통합, 시청 및 구청에서 도로관리업무에 필요한 도형정보와 속성정보를 관리하기 위함

○ (활용범위) 도로관리시스템과 한국시설안전공단의 시설물정보관리종합시스템FMS)과 연계하여 1, 2종 교량 및 터널구조물의 점검계획, 진단, 보수계획 수립 등에 활용

[그림 74] 서울시 도로관리시스템의 구조

※ 출처: 기반시설물 스마트 유지관리 연구사업 2차 총괄위원회 안건 내용 발췌(국토교통부(KAIA), '19.03.)

⑪ 지하공간 통합지도_한국국토정보공사

○ (개념정의) 지하시설물(상·하수도/전기/통신/가스/난방), 지하구조물(지하철/지하보도/지하차도/자하상가/지하주차장/공동구), 지반(시추/관정/지질) 등 15종의 지하정보를 3D화하여 이를 통합·연계하는 시스템

○ (구축목적) 기존 지하정보들은 관리기관별로 산재되어 있고, 개별 관리가 되고 있기에, 원인 분석이나 사전 대책 수립, 현장 대응 방법 등에서 활용하는데 한계가 있음을 파악, 이러한 문제점을 해결하기 위하여 지하정보를 통합하기 위해 통합지도 구축사업을 추진

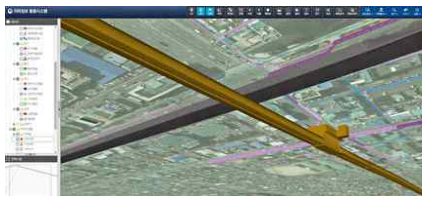
※ 국토교통부는 관리기관별로 구축·관리되고 있는 지하정보를 체계적으로 통합하고 효율적으로 관리·제공·활용할 수 있는 방안 마련을 위해 '지하공간 통합지도 구축 계획(안)'을 수립('15.04. 보도자료), 19년까지 통합지도를 구축하는 계획 수립

○ (활용범위) 통합적인 정보관리뿐만 아니라, 최근 대두되고 있는 싱크홀, 지반함몰, 지반침하 사고 등에 대한 대응·분석을 위한 기초자료로 활용 가능하여, 선제적·예방적 통합안전관리체계를 구축하는데 기여할 것으로 예상됨

[그림 75] 지하공간 통합지도 구현 모습

※ 출처: 지하공간통합지도 갱신 자동화 및 탐사현장 활용지원 기술개발 기획 최종보고서 내용 발췌(국토교통부, '19.07.31.)

【 지하공간통합지도 지상부분 】



【 지하공간통합지도 지하부분 】

[그림 76] 지하공간 통합지도 구현 모습

※ 출처: 한국국토정보공사 홈페이지 공간정보 인프라구축 소개 내용 발췌

⑫ 지하안전정보시스템_한국시설안전공단

○ (개념정의) 지하안전영향평가의 업무와 건설사 등 관련 사업자의 민원업무처리를 지원하는 시스템

○ (구축목적) 시스템 구축을 통해 업무의 효율성 증대는 물론, 지반침하에 대한 국민의 불안감 감소와 안전한 지하공간 개발을 목적으로 함

- 지반침하가 사회적 문제로 대두됨에 따라 지반침하 위해 방지 및 지하의 안전한 개발·이용의 목적으로 시스템을 구축

〈표 42〉 지하안전정보시스템의 기능별 구분

구분	내용
지하안전영향평가	일정규모 이상(지하 10m이상 20m미만은 소규모지하안전영향평가) 지하 굴착공사를 수반하는 경우 지하안전영향평가 승인절차
사후지하안전영향조사	공사 착공 후 일정기간이 지나면 안전계획을 준수하여 공사를 진행하는지 여부를 조사하고 주변 영향조사 시행
지하안전점검	지하시설물관리자나, 지방국토관리청, 지자체 등은 지반침하 발생을 방지하고 위하여 육안검사, GPR검사 등을 통하여 안전점검을 수행
지하안전계획 수립	지하의 안전한 관리를 위해 국토부에서는 5년 단위 계획을 수립하고, 이를 바탕으로 시도/시군구에서 1년 단위 계획 수립
전문기관관리	지하안전영향평가, 소규모지하안전영향평가에 대하여 평가보고서를 작성하는 전문기관의 자격관리

※ 출처: 국토교통부 보도자료 내용 발췌(2018. 07. 04.)

○ (활용범위) 지하·지반 관련 업무지원을 통해 지하개발사업자, 지하안전영향평가 전문 기관 등의 사용자는 업무 처리상황을 실시간으로 확인 가능하며, 국민은 시스템을 통해 주변 지역의 지하개발사업을 확인 함으로써 발생 가능한 사고에 대해 미리 대처가 가능

〈표 43〉 지하안전정보시스템의 주요내용

시스템 구분	내용	사용자
업무시스템	지하안전영향평가·소규모지하안전영향평가·사후지하안전영향조사·지하안전점검·지하안전계획수립 관리 등	지자체 및 지방국토관리청
민원시스템	지하안전영향평가·소규모지하안전영향평가 승인 신청, 영향평가 전문기관 등록신청, 실적신고 등	건설사(시행사), 지하개발사업자 등

※ 출처: 국토교통부 보도자료 내용 발췌(2018. 07. 04.)

2.3.4. 연구개발 성과 및 한계

□ **디지털데이터의 분절성, 완결성 미흡 등으로 인해 재난의 선제적 예측 시스템의 신뢰도 및 정확도 부족, 구축된 시스템의 활용도 저조**

○ 도심지 시설물 안전관리의 분절성과 데이터 연계성 부족으로 인해 재난을 대상으로 사전예측 및 위험진단 체계가 미흡함

- 개별시설물 단위로 이루어진 안전관리가 대부분이며, **도시공간의 재난관리 프로세스(예방-대비-대응-복구) 전반을 다루는 시스템은 부재**

- **도심지 연계 시설물 재난안전관리의 분절성과 데이터 상호 연계성 부족**으로 인해 재난안전 사전예측 및 대응계획을 위한 지능형 의사결정지원체계가 여전히 미흡함

○ 국내외 기술현황 및 정책 현황에 따라 **전 세계적으로 시설물 데이터 통합관리 및 재난안전 관리에 대한 수요가 증가**하고 있음

- 세계적으로 지역 기반시설물의 네트워크 단위 재난 분석과 관련된 연구가 활발히 수행되어 국가 시스템으로 운영되고 있지만, 빅데이터를 기반으로 재난 안전 사전예측 및 대응계획 AI 시뮬레이션기술 및 노하우는 부족한 실정

- **재난안전 정보 및 가상환경 정보 등 분산되어있는 데이터를 모두 통합**하여, AI를 활용한 정확성 및 신뢰성이 확보된 재난안전 사전예측 및 대응기술개발 기획을 통해 글로벌 기술경쟁력을 확보와 기술선도가 가능함

□ **시설물 연계 복합재난 예측 범위 한계로 인한 대국민 재난 대비·대응 정보 생산과 전달 한계**

○ 단일재난 중심의 예측기술이 다수이며, 복합재난 시나리오 기반의 AI 시뮬레이션 기술은 아직 초기 단계

- 기존 기술은 단일재난 대응에 초점을 맞추고 있으며, 재난간의 연계확산 메커니즘은 부재하여 복합재난의 시계열 전개 예측기술은 개발되어 있지 않으며, 또한 공간적 상호작용 분석 모델 역시 개발되지 않음

○ 재난 관련 기관 간 데이터 연계 및 운영 거버넌스가 불명확하여 국가 단위 확산이 어려운 구조로, 데이터간 표준화와 이를 관리·운영할 거버넌스의 구축이 시급

- 관리주체 분산 및 중복투자 문제, 법·제도 기반의 공동대응체계 미흡하며, 또한 데이터 주권 및 보안 이슈 존재

- 이와 연관된 결과로서 유사한 연구성과가 개발되었다고 할지라도 정책/행정 시스템에 반영되지 못하거나 실증단계 이후 사장되는 경우가 반복되고 있음

2.3.5. 종합분석

가. 사업 추진분야 및 도출 방법

○ 지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술 개발 관련 국내 R&D 수준 및 연구 인프라 역량 등을 “내부환경”으로 반영하고, 대내외 환경분석, 시장 현황 및 전망 등을 “외부환경”으로 설정하여 SWOT-matrix 분석 실시

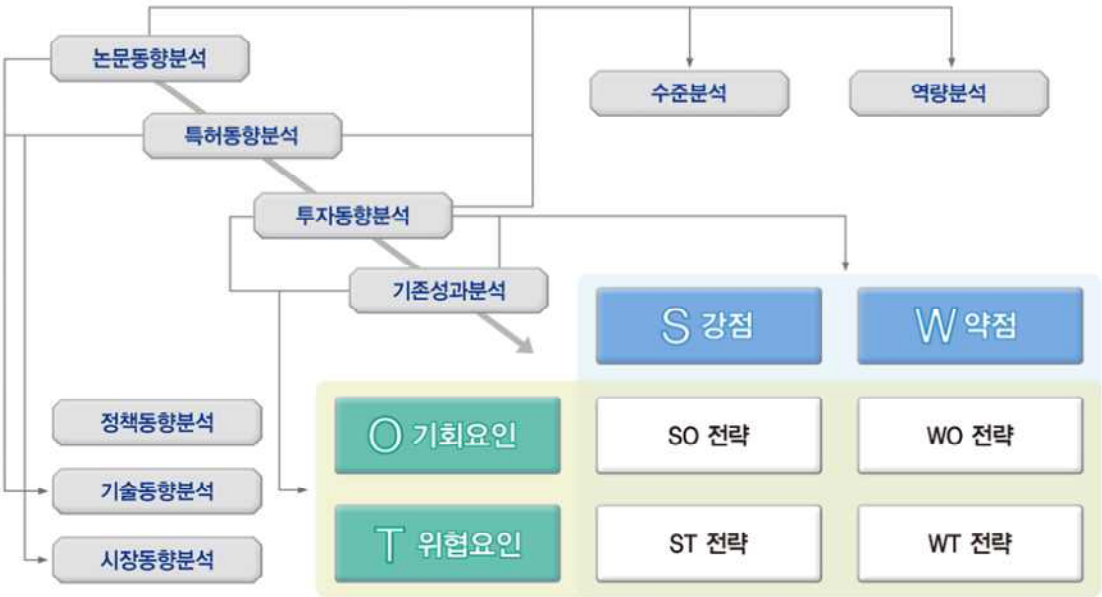
- 내부환경은 강점(S)과 약점(W)으로, 외부환경은 기회(O)와 위기(T) 요인으로 각각 반영

- 논문 동향과 특허 동향은 외부 환경인 연구개발 동향 분석과 시장 동향 분석, 외부 환경인 수준 분석과 역량 분석에 연계하여 반영

- 투자 동향 분석 결과는 내외부 구분 없이 반영하고 동향은 역량 분석에도 연계하여 반영

○ SWOT 분석은 ① 대내외 환경분석 등에 위한 기회(O)와 위기(T) 요인 도출 ② R&D 수준 및 역량 등을 통한 강점(S)과 약점(W) 요인 도출 ③ 기회와 위기, 강점과 약점을 종합적으로 고려한 SWOT-matrix 분석의 절차로 수행

- 강점/기회를 활용한 시너지 전략(SO), 강점을 활용한 위기 최소화 전략(ST), 기회를 이용한 약점 보완 전략(WO), 약점/위협 극복 전략(WT)을 수립



[그림 77] SWOT 분석을 통한 사업 추진 전략 방향 도출 방법

나. 외부 환경 요인에 의한 기회와 위협

○ (기회1) 기후변화 및 도시 고밀화로 인해 복합재난의 발생빈도와 피해 규모가 증가하면서, 기존의 사후 복구 중심 대응체계에서 AI 기반 사전예측 및 선제적 대응체계로의 전환 필요성이 정부 정책 전반에서 명시되고 있음

○ (기회2) 대한민국 정부는 디지털 전환 및 AI-공간정보 융합을 국가성장 핵심축으로 제시하고 있어 디지털 트윈, 공간 데이터 댐, 국가 GIS 고도화와 같은 대형 투자가 확대됨에 따라 재난 대응 분야에서도 이를 연계한 신규 R&D 수요가 증가 중

○ (기회3) 국민의 안전에 대한 체감도가 높아짐에 따라 실시간 재난 알림, 대피경로 안내, AI 기반 위험지수 제공 등 '대국민 서비스형 재난관리 시스템'에 대한 수요 증가

○ (기회4) 국제적으로도 복합재난 대응체계는 필수 공공기반 인프라로 인식되고 있으며, 미국·일본 등 선도국은 AI·위성·IoT를 결합한 예측 플랫폼 개발에 정부가 직접 투자 중

○ (기회5) 재난 대응 관련 법·제도가 지속 개정되면서 AI 및 디지털 기반 재난관리 체계를 제도적으로 뒷받침할 수 있는 기반이 확대

○ (위협1) 도시의 초고층화·지하화·인프라 복잡화가 빠르게 진행되면서 단일 시설물에서 시작된 사고가 대규모 연계재난으로 확산될 가능성이 현저히 증가하고 있으며, 기존 시스템으로는 이러한 복합적 위험을 사전에 예측하기 어려운 상황

○ (위협2) 기후변화로 인한 홍수, 산불, 폭염 등 극한재난의 발생 주기가 짧아지고 있으며, 예상하지 못한 지역·시간대에서 동시다발적으로 발생함에 따라 기존의 단일재난 대응체계만으로는 국가 안전보장 수준을 유지하기 한계

○ (위협3) 재난 관련 데이터는 기관 간 보안·법제도 상의 제한으로 인해 자유로운 연계가 어려운 측면이 존재하며 이에 따라 민간·공공 데이터 결합 및 AI 학습에 제약이 존재

다. 국내 보유 역량에 따른 강점과 약점

○ (강점1) 국토부를 중심으로 구축된 기반시설 관리시스템(기반터, 지하안전정보시스템 등)은 전국 단위 시설물 정보를 통합 관리하고 있으며, 이는 재난 발생 시 시설물 상태를 데이터 기반으로 파악할 수 있는 체계를 이미 일정 수준 갖추고 있음

○ (강점2) 출연연구기관 및 대학은 구조물 진단, 드론·레이더 기반 검사, 3차원 공간정보 처리, IoT 센서 데이터 수집 등 재난 관련 핵심 요소기술의 연구개발 경험과 실증 결과를 보유하고 있어, 협력형 기술개발로 확장 가능한 기술 인프라를 기확보

○ (강점3) 국가 차원에서는 제5차 국가안전관리 기본계획과 AI 국가전략 등을 통해 AI·빅데이터 기반의 재난 대응체계를 정책적으로 명시하고 있으며, 이는 본 사업이 정부 정책과 직접 연계된다는 점에서 제도적 추진동력이 존재

○ (강점4) 최근 지자체 및 국책기관 주도로 스마트시티 데이터허브, 디지털트윈 시범사업 등이 추진되면서 실시간 데이터 수집 및 분석을 위한 물리적 인프라가 일부 도시에서 이미 구축되어 있어, 본 사업 추진 시 초기 적용 가능한 테스트베드가 존재

○ (강점5) 재난안전 관련 R&D 분야는 SOC, 국토, 교통 등 다부처의 중요한 정책사업으로 분류되어 있어 기존에 개발된 단일재난 대응 기술, 데이터 표준, 평가모델 등의 선행성과가 존재하며, 이는 본 사업의 연구 기간 단축 및 성과 연계 가능성을 높이는 기반으로 활용할 수 있음

○ (단점1) 재난 관련 데이터는 시설물, 환경, 기상, 인구 등의 정보가 개별 기관에 분산되어 구축되어 있으며, 데이터 형식과 관리 주체가 상이하여 통합적 분석이나 실시간 재난 대응 의사결정에 활용하기 어려운 구조적 한계가 존재

○ (단점2) 기존의 재난안전 연구개발은 단일 유형의 자연재난 또는 개별 시설물 중심으로 추진되어 왔으며, 다중 시설물 간 연쇄적 피해 확산이나 도시 단위 복합재난 시나리오를 대상으로 한 통합형 기술개발은 아직 초기 단계

○ (단점3) 일부 시스템은 데이터 수집 기능을 갖추고 있으나 정제·표준화 및 인공지능 분석을 위한 데이터 품질이 충분하지 않아 실제 예측 신뢰도를 확보하는 데 제약 존재

○ (단점4) 지방자치단체 및 관리기관별로 재난 대응 역량과 예산, 조직체계에 상당한 편차가 존재하여 동일 기술·플랫폼을 적용하더라도 운영성과가 상이하게 나타날 수 있는 구조적 불균형 문제

○ (단점5) 기존 유사사업의 연구성과 일부는 실증 이후 정책적 활용이나 제도화로 이어지지 못하고 있으며, 기술이 현장 시스템에 연계되지 못해 ‘성과 사장’이 반복된 사례가 누적

라. 종합분석 및 전략방향 도출

○ 사업 추진을 위한 전략 방향으로 장점/기회를 활용한 시너지 전략(SO), 강점을 활용한 위기 최소화 전략(ST), 기회를 이용한 약점 보완 전략(WO), 약점/위협 극복 전략(WT)을 수립

외부 요인 / 내부 요인	기회(O)	위협(T)
	• (O1) 기존 사후 복구 중심 대응체계에서 사전예측 및 선제적 대응체계로의 전환 필요성 부상 • (O2) 정부는 디지털 전환 및 AI-공간정보 융합을 국가성장 핵심축으로 제시 • (O3) 대국민 서비스형 재난관리 시스템에 대한 수요 증가 • (O4) 미국·일본 등 선도국은 AI·위성·IoT를 결합한 예측 플랫폼 개발에 정부가 직접 투자 • (O5) 디지털 기반 재난관리 체계를 제도적 뒷받침 기반 확대	• (T1) 단일 시설물에서 시작된 사고가 대규모 연계재난으로 확산될 가능성이 현저히 증가 • (T2) 기존의 단일재난 대응체계만으로 국가안전보장 수준을 유지 한계 • (T3) 재난 관련 데이터는 기관 간 보안·법제도상의 제한으로 인해 자유로운 연계 어려움
강점(S)	**장점/기회 시너지 창출(SO)**	**강점 활용 위기 최소화(ST)**
• (S1) 전국시설물 정보 통합 관리 중인 기반시설 관리시스템 존재 • (S2) 국내 산·학·연의 재난 관련 핵심 요소기술의 연구개발 경험과 실증 결과 보유 • (S3) 국내 AI·빅데이터 기반의 재난 대응체계를 정책적으로 명시하여 제도적 추진동력 존재 • (S4) 실시간 데이터 수집 및 분석을 위한 물리적 인프라가 일부 도시에서 기구축 • (S5) 기존에 개발된 단일재난 대응기술, 데이터 표준, 평가모델 등의 선행성과가 존재	• (SO1) 국가 데이터 인프라 기반 시설물 연계 재난 AI 모델 실증 • (SO2) 축적된 산·학·연 기술역량과 기존 데이터 활용 GeoAI 기반 재난 시뮬레이션 확대 적용 • (SO3) AI 국가전략과 연계하여 시설물 연계 재난안전 R&D 선도 및 연관 데이터 표준화 추진 • (SO4) 공공데이터와 플랫폼 결합 글로벌 수출형 모델 개발	• (ST1) 국토부 임무영역 및 권한 기반 시설물 연계 복합재난 표준 대응체계 구축 • (ST2) 시설물 진단기술 활용 재난 예측 신뢰성 방어 강화 • (ST3) 공간정보 플랫폼 활용 도시위험 상시 모니터링 체계화
약점(W)	**기회 이용 약점 보완(WO)**	**약점/위협 극복(WT)**
• (W1) 시설물, 환경, 기상, 인구 등의 정보가 개별 기관에 분산되어 구축, 데이터 형식·관리 주체 상이 • (W2) 기존의 재난안전 연구개발은 단일 유형의 자연재난 또는 개별 시설물 중심으로 추진 • (W3) 국내 재난안전 데이터 정제·표준화 및 인공지능 분석을 위한 데이터 품질이 충분하지 않음 • (W4) 지자체/관리기관별 재난 대응 역량과 예산, 조직체계 편차 상당 • (W5) 기존 유사사업의 연구성과가 현장 시스템에 연계되지 못해 성과 사장 반복	• (WO1) 데이터 분절 해소 위한 통합적 플랫폼 구조 설계 • (WO2) 단일재난 한계를 극복하는 시설물 연계 도시 복합재난 시뮬레이션 모델 신규 개발 • (WO3) 국내 지자체 역량 격차 해소 위한 단계형 실증 적용 • (WO3) 성과 사장 방지를 위한 실증/정책연계형 성과지표 설정	• (WT1) 데이터 통합의 한계 극복을 위한 법제화 추진을 지원 • (WT2) 향후 성과물의 지자체 운영 편차 최소화를 위한 공통 운영지침(매뉴얼) 개발 병행

[그림 78] SWOT 분석을 통한 전략방향 도출

□ 전략을 종합하여 본 사업을 효율적이고 효과적으로 추진하기 위한 5개 전략 방향을 도출

① 데이터·모델·시스템의 '통합 아키텍처 기반'으로 추진

- 재난 데이터의 수집-정제-분석-시뮬레이션-서비스 제공에 이르는 전 과정을 하나의 통합 플랫폼에서 구현하도록 R&D 구조를 설계하고, 세부과제 간 기술 단절 없이 상호 연계되는 구조적 일관성을 확보

② AI 학습 데이터 품질관리 및 실증 기반 '신뢰성 검증 중심' 추진

- 시설물 연계 복합재난의 예측정확도와 정책활용도를 보장하기 위해 AI 학습데이터의 품질관리(QA/QC), 알고리즘 성능지표(KPI), 실증결과의 정량적 검증을 의무화하고, 성능 중심의 단계별 게이트제(R&D Stage-Gate)를 적용

③ GeoAI 기반 '지역 맞춤형 모델' 개발 및 단계적 확산 전략 추진

- 단일 모형의 국가 일괄 적용이 아닌, 지역의 시설물 구성·위험특성·데이터 인프라 수준을 반영한 맞춤형 모델을 개발하고, 1단계 시설물 고밀화 도시 → 2단계 광역 기초시·도 → 3단계 전국 지자체 등으로 적용 형태의 단계별 확산전략을 R&D 실증 구조에 반영

④ 공공정책/현장 반영형 '성과-활용 연계 구조'를 사전 설계

- R&D 성과가 단순 기술개발에서 종료되지 않도록, 정책 반영, 행정시스템 연계, 표준 제정, 법·제도 적용으로 이어지는 '성과활용 경로를 기획단계부터 설계하고 이를 평가체계에 반영

⑤ 민·관·연 협력 및 데이터 공유 거버넌스에 기반한 '개방형 데이터 운영체계' 구축

- 시설물 관리기관, 지자체, 민간 데이터·플랫폼 기업이 참여할 수 있는 개방형 거버넌스를 구축하고, R&D 수행기관의 역할을 '기술 개발자'에서 '플랫폼 운영·생태계 조성자'로 확장하여 지속가능한 활용 기반을 확보

2.4. 유사사업 성과 및 중복성 검토

2.4.1. 선행 사업 현황 및 성과 분석

○ 동 사업은 선행사업에 대한 해당사항은 없음

2.4.2. 차별성 및 연계 활용 방안

□ **유사과제와의 차별성을 검토하기 위해 NTIS의 차별성검토(유사도기준 50)기능을 활용하여 유사과제 검토대상 목록 검색**

○ 기수행과제 10건이 유사과제로 검색되었으나 다차년 과제가 여러건 중복 검출되어 실질적으로 검색된 과제는 5건으로 확인

차별성 검토 대상(유사과제) 검색결과

※ 자료 활용 시 유의사항

1. 본 검색결과는 과제요약정보의 주요 텍스트를 비교하여 도출된 차별성 검토 참고자료입니다.
2. 최종적인 차별성 여부는 국가연구개발혁신법 시행령 제12조(연구개발과제 및 연구개발기관에 대한 선정평가)에 의거하여 발주기관의 연구심의위원회 등을 통해 결정됩니다.
3. 기수행과제 DB는 체결된 과제협약 정보를 반영하여 현행화되므로 검색시점에 따라 기수행과제 검색결과가 달라질 수 있습니다.

검색조건	검색일시	2025/10/21 14:09:44
	검색연도	2002년 ~ 2025년
	기준 차별성 점수 *등록과제와 검토 대상과제의 차별화된 키워드 비중 점수로 기준 차별성 이상인 문서만 표시	50 점 (유사도: 50점)
결과요약	등록과제수	1 건
	차별성 검토필요 과제수	1 건

세부검색결과 (범례 0개 1~4개 5~9개 10개 이상)

순번	과 제 명	구분	유사과제분포			
1	빅데이터 기반 재난안전 사전예측 대응계획 AI 시뮬레이션 기술 개발 (R&D)	기수행과제	0	0	0	0
			30점대	20점대	10점대	10점 미만
		공공R&D과제	0	0	0	0
			30점대	20점대	10점대	10점 미만

주1) 기수행과제 : 국가연구개발사업으로 이미 수행됐거나 수행되고 있는 과제(조사분석 수집 과제+협약과제정보)
주2) 공공R&D과제 : 공공기관에서 수행하는 과제 중 국가 R&D 예산으로 수행된 과제를 제외한 그 외 R&D 과제

국 가 과 학 기 술 지 식 정 보 서 비 스

[그림 79] 기획대상 과제의 차별성 검토 대상(유사과제) 검색결과

기존 과제와의 차별성 검토 결과

과제명 : 빅데이터 기반 재난안전 사전예측 대응계획 AI 시뮬레이션 기술 개발(R&D)

순번	과 제 명	구분	수행연도	연구책임자	차별성점수
1	인공지능 기술 활용 재난안전 분야 인포데믹 피해 예방 연구	수행	2023	최동진	41.18 (유사도: 58.82)
1	인공지능 기술 활용 재난안전 분야 인포데믹 피해 예방 연구	수행	2022	최동진	41.35 (유사도: 58.65)
1	빅데이터 기반 안전사고 분석기술 개발	수행	2018	신진동	42.59 (유사도: 57.41)
1	빅데이터 기반 안전사고 분석기술 개발	수행	2019	신진동	42.59 (유사도: 57.41)
1	지역 사회재난 안전도 진단 지능형 플랫폼 개발	수행	2020	김진평	42.73 (유사도: 57.27)
1	재난안전정보 공동활용 플랫폼 구축 방안 연구	수행	2020	류범종	42.96 (유사도: 57.04)
1	재난안전정보 공동활용 플랫폼 구축 방안 연구	수행	2017	류범종	44.28 (유사도: 55.72)
1	빅데이터를 활용한 인공지능 기반 재해관리시스템 개발	수행	2018	윤성환	45.1 (유사도: 54.9)
1	빅데이터를 활용한 인공지능 기반 재해관리시스템 개발	수행	2021	윤성환	45.12 (유사도: 54.88)
1	빅데이터를 활용한 인공지능 기반 재해관리시스템 개발	수행	2022	윤성환	45.12 (유사도: 54.88)

주1) 순번: 관련된 등록과제 순번으로 해당 순번을 가진 등록과제의 차별성 검토 필요 과제임을 의미
주2) 구분: 기수행과제(수행)와 공공기관 자체R&D(공공)를 구분
주3) 수행연도: 차별성분석으로 검출된 연구과제가 실시된 연도(협약일자 기준)
주4) 차별성점수: 등록과제와 차별성검토 필요 과제 간 동일키워드 비중점수

국 가 과 학 기 술 지 식 정 보 서 비 스

[그림 80] 기존 과제와의 차별성 검토 결과

□ 검색 과제별 차별성 검토

〈표 44〉 유사과제 검색결과별 차별성 검토

과제명	기술 개요	본 기획대상 과제와의 차별성
인공지능 기술 활용 재난안전 분야 인포데믹 피해 예방 연구	- 인포데믹은 잘못된 정보(information) 및 그에 대한 관심이 마치 전염병(pandemic)처럼 퍼져나가는 현상을 의미하는 것으로 해당 과제는 재난 상황에서의 인포데믹 방지를 위해 사회 구성원들의 관심 분야에 대해 분석·탐지할 수 있는 텍스트 빅데이터 분석 기술 개발 연구를 수행	- 본 과제는 지역의 복합재해 발생 시 기반시설에 발생하는 피해 발생 및 전파 등을 AI 기술을 활용하여 시뮬레이션하고 그에 대응방안을 도출하기 위한 기술에 대한 과제로 **인포데믹보다 직접적인 재난에 해당하는 복합재해를 연구 대상**으로 하고 **재해 상황의 영향을 검토하는 대상체가 기반시설로 한정**되어 있다는 점에서 차별성이 있음
빅데이터 기반 안전사고 분석기술 개발	- 해당 과제는 지역의 안전사고를 분석·평가하고 개선하기 위한 기술 개발을 목표로 함	- 본 과제는 개별적인 사고 상황보다는 고도화된 도시환경에서 복합재난이 발생했을 때, **기반시설** 대한 영향을 시뮬레이션하고 이를 토대로 피해예측, 대응방안 등을 도출하는 것을 목표로 삼고 있어 **연구 대상의 범위**에서 차별성이 존재
지역 사회재난 안전도 진단 지능형 플랫폼 개발	- 해당 과제는 자연재난과 더불어 재난의 한 종류인 사회재난에 한정하여 지역의 안전도를 진단하고 위험을 감지할 수 있는 플랫폼을 구축하기 위한 기술 개발을 목표로 함	- 본 기획대상 과제가 복합재난에 대한 대응을 목표로 하는데 반해 검색된 과제는 보다 세부적인 내용에 해당하는 사회재난에 대한 안전도 진단에 대한 연구를 수행하여 **상대적으로 연구 범위가 작은** 차별성이 있음. 또한 본 과제는 **연구 대상물이 사회기반시설로 한정**되어있다는 점에서도 차별성이 있음
재난안전정보 공동활용 플랫폼 구축 방안 연구	- 해당 과제는 재난안전정보를 공유하고 공동으로 활용하기 위한 플랫폼을 구축하기 위한 기반 기술, 활용 방안에 연구를 수행	- 반면 본 기획과제는 복합재난의 발생·연계·확산에 대한 AI 시뮬레이션을 수행함으로써 그에 대한 대응 방안을 도출을 지원하는 기술에 대한 연구를 수행하여 **플랫폼 구축 과제와는 그 연구 목적이 상이**함
빅데이터를 활용한 인공지능 기반 재해관리시스템 개발	- 해당 과제는 기계학습 기술 중 하나인 random forest 기법을 활용하여 재난상황을 단계별로 구분하고 단계별 의사결정을 지원하여 재난 상황을 체계적으로 관리하기 위한 전체적인 시스템을 개발하는 것을 그 목적으로 함	- 기획 대상과제는 고도화된 현대 도시에서 발생할 수 있는 복합재난이 발생·연계·확산됨에 따라 **사회기반시설에 미치는 영향**을 AI 기술을 활용하여 시뮬레이션 함으로써 실제 발생 가능 상황을 파악하고 더 나아가 피해 예측, 대응계획 수립에 활용할 수 있는 보다 **특화된 기술 개발을 목표**로 함

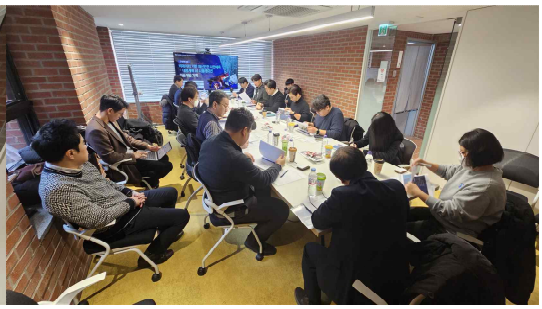
2.5. 기술수요조사 및 후보과제 도출

2.5.1. 기술수요조사

□ 개요

○ (1차 총괄위원회) 사업의 기본 방향에 대한 검토 및 확정, 사업을 통해 도출해야 하는 주요 기술개발 산출물을 결정하기 위한 논의 진행

- (일시) 2025년 1월 22일 (수) 13:00 ~ 15:00
- (장소) 서울연구원 정동 회의실
- (참석자) 총괄기획위원 및 기획연구진(성균관대학교, 서울연구원, 와이젠글로벌) 등 16명 내외

회의 사진		
회의 결과	**1. 사업 세부 기술 개발 방향 검토 및 설정** (세부(핵심기술) 별 주요 시스템 요구사항 제시)	(1세부) 실시간 위험도 분석을 위한 빅데이터 수집 및 통합시스템 기술 - 공공, 민간시설물, 환경, 재난 데이터 수집 및 통합 - 재난안전 빅데이터 AI 분석을 위한 데이터 품질 확보 - 위험도 분석을 위한 데이터셋 구축 및 플랫폼 연동 필요 (2세부) 기반시설 복합재난 위험도 분석 시스템 개발 - 시설물 연계성 기반 위험성 평가 프레임워크 구축 - 지역 기반 재난 시나리오 자동 생성 기술 개발 - 연계 및 확산 시뮬레이터 연동 기술 개발 (3세부) 기반시설 복합재난 사전예측·대응계획 수립을 위한 AI 시뮬레이터 - LLM 기반 복합재난 시나리오 자동 생성 - GeoAI 기반 기역별 피해 예측 - 시설간 연계성 및 재난 전파 경로 분석 - 재난대응을 위한 정보 주기 단축(30분 → 5분)
	2. 국토교통부 중심의 범부처 연계 기술 활용 방안	1. 국토교통부, 광역시도·지자체 대상 서비스(안) 논의 - 개별 인프라 시설의 위험도 개념에서 인프라 시설이 지역에 미치는 파급영향을 고려한 위험도 서비스 제공 - 도시계획 측면에서의 재해 취약성 분석(국토기획법) 제공

		- 인프라 복합재난 위험도, 파급영향, 대응 우선순위, 자원동원 및 지원 적정성 등 다양한 정보 서비스 사전 구축 - 복합재난시 다양한 협업 상황을 고려한 매뉴얼 지원 시스템 구축 등

○ (2차 총괄위원회) 기술 수요조사 대상으로서의 중점영역을 검토하고 확정하였으며, 기술수요조사의 절차 및 방법론에 대한 계획을 심의하여 결정함

- (일시) 2025년 7월 3일 (수) 14:00 ~ 16:00
- (장소) 서울연구원 정동 회의실
- (참석자) 총괄기획위원 및 기획연구진(성균관대학교, 서울연구원, 와이젠글로벌) 등 12명 내외

회의 사진		
회의 결과	1. 기술수요조사 대상 중점영역 (주요 산출물) 검토	**1. 기술 수요조사 대상 중점영역 검토 및 확정** - (1중점(핵심)) 복합재난에 최적화된 데이터통합 시스템 구축기술 • NGSI-LD 기반 표준화 데이터 모델 및 지식그래프 구조 • 테스트베드 적용가능한 이기종 데이터 실시간 수집·연계 플랫폼 • AI 기반 자동 오류·중복 탐지 및 시공간 보완 엔진 • 통합빅데이터 허브 및 실시간 스트리밍 연동 모듈 - (2중점(핵심)) AI 기반 재난 위험도 분석 기술 • 시설물 연계 재난 위험성 평가 프레임워크 • GAN·LLM 기반 연계·파급 재난 시나리오 자동 생성 모듈 • GeoAI 기반 위험도 분석 및 시각화 시스템 • 공공·민간 데이터 연계·통합 아키텍처 - (3중점(핵심)) AI 기반 사전예측 모델링 및 대응계획 시뮬레이션 기술 • PINN-BNN 융합 기반 복합재난 피해예측 엔진 • AI 기반 대응계획(교통·인파·자원 최적화 등) 자동 산출 모듈 • LLM-RAG 기반 맞춤형 대응정보 생성 및 연동 플랫폼 • 지역 단위 재난안전관리 통합 플랫폼(지자체 실증)

<table>
<tr>
<td></td>
<td>2. 기술수요조사 절차 및 기술 우선순위 도출 방법론 검토</td>
<td>
2. 기술수요조사 절차 검토 및 확정
- (step 1) 기술 분과별 대면회의 개최를 통해 세부 기술개발 방향 및 산출물 논의를 통해 공감대 형성
- (step 2) 기술분과위원을 중심으로 세부 기술개발 산출물별 기술개발 세부내용 제안(기술수요 작성 및 제출)
- (step 3) 분과장이 기술개발 수요를 취합하여 1차 중복제거 및 통합을 통해 기술개발 초안 도출, 기획연구진 전달
- (step 4) 최종 기획연구진 및 진흥원 회의를 통해 기술개발 내용 확정

3. 기술 우선순위 도출 기준 확정
<table>
<tr><th>평가항목</th><th>세부기준</th></tr>
<tr><td rowspan="2">전략 부합성</td><td>사업 전략·영역 적합성</td></tr>
<tr><td>시스템 부합성</td></tr>
<tr><td rowspan="2">정부지원 필요성</td><td>공공투자 타당성</td></tr>
<tr><td>국토부/상위계획 미션 부합성</td></tr>
<tr><td>성공 가능성</td><td>해당 분야 국내 역량·인프라 수준</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
</table>

○ (기획분과) 사업 기본방향 및 중점영역 도출 후 동 사업 기획위원회를 개최(대면회의)하고, 분과별 해당 핵심기술의 주요 구성기술에 대한 논의를 통해 일차적 추진방향에 대한 확정, 이후 세부 기술개발 내용에 대한 기술별 상세 연구개발 내용에 대한 기술수요를 요청하여 작성 내용을 통해 의견을 수렴(서면)

- (1분과) 복합재난에 최적화된 데이터 통합 시스템 구축 기술

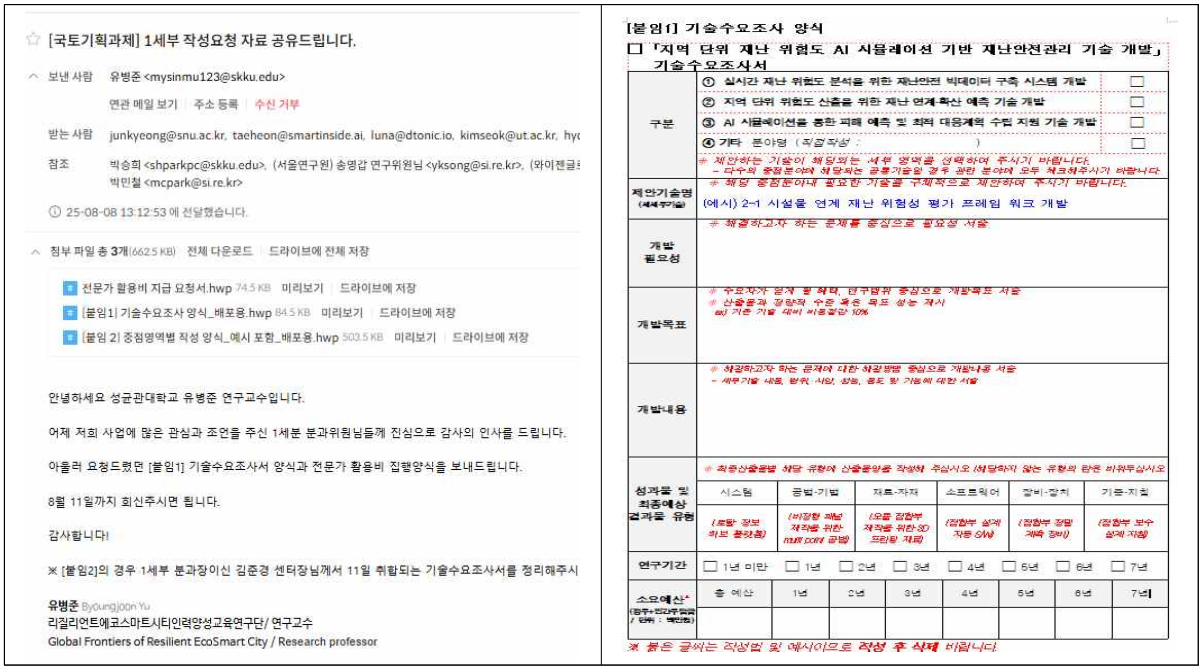
- (2분과) AI 기반 재난 위험도 분석 기술

- (3분과) AI 기반 사전예측 모델링 및 대응계획 시뮬레이션 기술

〈표 45〉 분과별 기획위원회 개최 현황

구분	일시	장소	참석 위원
1분과	2025.08.04.(월) 오후 14:00 ~ 16:00	수원 광교 차세대융합기술연구원 16층 대회의실	김준경, 김태헌, 김민지, 김석, 김병식
2분과	2025.08.08.(금) 오전 10:00 ~ 12:00	서울역 공항철도 AREX B1-3 회의실	이경수, 김정곤, 심우배, 염상국, 김주원
3분과	2025.08.08.(금) 오후 13:00 ~ 15:00	서울역 공항철도 AREX B1-3 회의실	홍정욱, 안은희, 장용구, 박민수, 정의윤

○ 분과위원회 이후 기술수요 제출 요청을 통해 각 분과위원들로부터 세부 기술개발 수요를 수렴



[그림 81] 기술수요 요청 메일 및 배포 양식

□ 기술수요조사 수집 결과

○ 3개 기획분과를 통틀어 총 21건의 기술수요조사서가 제출됨

- 각 기술수요조사서의 내용은 분과의 목표 내용과 시스템 기능에 대한 기본적인 이해를 바탕으로 제출되어, 전체 목표 및 중점(핵심기술)별 대상으로 하는 기술의 구현을 위한 상세 방법론 측면에서 다양성을 확보하는 차원에서 수집되었음

〈표 46〉 기술수요 수집 결과

구분	연번	제안기술명
1분과	1	빅데이터 가용성 확보를 위한 데이터 정제 및 보완 기술(AI 기반 데이터 정제 모듈, 시공간 데이터 보완 모듈, 지식그래프 구축 모듈)
	2	빅데이터 가용성 확보를 위한 데이터 정제 및 보완기술(복합재난 대응을 위한 재난안전 빅데이터 항목 정의 및 수집 체계 구축, 수집 데이터의 표준화 및 정제 기술 개발, 표준화 및 정제된 데이터를 활용한 위험 분석 기술 개발)
	3	예측-결과 교차 검증을 통한 'AI 모델 자가 학습 및 강화' 시스템 개발(예측-결과 연계 및 교차 검증 기반 기술 개발, 모델 자가 학습 프레임워크 구현 및 자동화, 지능형 학습 전략 적용 및 시스템 고도화, 종합 실증
	4	재난안전 데이터 통합 수집 체계 구축, 데이터 품질 정제 및 전처리 자동화 기술 개발, NGSI-LD 기반 재난안전 정보모델 및 연계 표준화 설계, 재난 대응 시뮬레이터 및 AI 학습용 정제 데이터셋 자동 구성, 플랫폼 간 데이터 연동 처리 기술 및 성능 검증 체계 구현
	5	멀티레이어 기반 도시규모 위험성 평가 기법 개발 및 리빙랩 운영을 통한 실증

구분	연번	제안기술명
2분과	6	재난 대응 골든타임 확보를 위한 이종 데이터 실시간 연동 및 통합 관리 시스템 (① 표준화된 데이터 연동 프레임워크 개발, 실시간 데이터 스트리밍 및 처리 아키텍처 구축, 데이터 거버넌스 및 통합 관제 시스템 개발)
	7	AI·IoT 기반 지역·시설 맞춤형 재난 위험도 예측·대응 통합 플랫폼 개발(실시간 IoT 기반 데이터 취득 및 고품질 빅데이터 구축, 시설물 특성 반영 위험성 평가 프레임워크 고도화, AI 기반 재난확산 시뮬레이터와 플랫폼 연동, 사용자 맞춤형 대국민 재난 대응 서비스 구현, AI 예측 결과 해석 및 신뢰성 검증)
	8	시설물 연계 재난 위험성 평가 프레임워크 개발(정·동적 데이터를 활용한 지역 네트워크 업데이팅 기술 개발, 피해이력 기반 지역 내 네트워크별 최적 재난 유형 선정 및 위해성 평가 기술 개발, 지역 네트워크 통합 재난 위험도 평가 프레임워크 및 예측 AI 기술 개발)
	9	지역 내 기반시설 간 연계·파급 재난 시나리오를 자동 생성하고, AI 시뮬레이션 기반 피해 확산 경로·규모를 정밀 예측하는 위험도 분석시스템 (GIS-GeoAI를 활용한 공간·시간 단위의 복합재난 확산 예측 정밀도 향상, 지역기반 실시간 위험지수 분석을 통한 선제적 대응계획 수립 지원)
	10	시설물 연계 재난 위험성 평가 프레임워크 개발 (시설물 연계 재난 위험성 분류 체계 및 평가 지표 개발, 시설물 연계성 분석 모델 및 위험성 정량화 방법론 개발, 시설물 연계 위험성 평가 알고리즘 및 프레임워크 구축, 시설물 연계 재난 위험성 평가 프레임워크 실증 및 검증
	11	지역 단위 기반시설의 재난 위험도 분석 AI 시스템(AI 엔진 인터페이스 및 에이전트 설계, 위험도 분석 AI 기능 개발, 위험도 분석 AI 시스템 시범운영 및 고도화, AI 시뮬레이터 연계, 위험도 분석 AI 시스템 운영 지원)
	12	시설물 연계성을 고려한 지역 단위 재난 위험성 평가 프레임워크 개발(데이터 수집 및 통합, 재난 유형 체계화 및 위험 요소 평가, 구획별 시설물 연계 위험성 평가 프레임워크 개발. 기후변화를 반영한 Stressed 위험성 평가 기법 개발)
	13	단일 재난이 다른 시설물로 확산되는 경로·속도·영향 범위 등에 관한 지도·비지도 학습 AI 모델 기반 연계·파급 재난 시나리오 생성 모듈 개발 / 이종 데이터 통합 분석을 통해 지역별 위험도를 자동 산출하고, 시각화 분석 결과를 제공하는 GeoAI 기반 위험도평가 모듈 개발
	14	시설물 연계·복합재난 위험도 평가를 위한 데이터 프레임워크(다종 이기종 데이터 수집 계층, AI 기반 데이터 정제 및 품질 관리 계층, 데이터 자동 레이블링 및 증강 계층, GeoAI 최적화 데이터 제공 계층)
3분과	15	AI 기반 개인 맞춤형 재난정보 제공 및 대응 활용 서비스 개발(데이터 통합 및 개인화 엔진 (핵심 백엔드), 동적 가이던스 및 스마트 경보 서비스 (서비스 로직), 상호작용적 대비·훈련 스위트 (사용자 애플리케이션), 다채널 서비스 전송 플랫폼 (통합 및 확장성))
	16	실시간 복합재난 시나리오별 피해예측 및 3분 이내 대응계획 자동 산출 엔진 개발(실시간 복합재난 피해 예측 AI 시뮬레이션 플랫폼 구축, 최적 대응계획 자동 산출 및 서비스화, 현장 적용성 검증)
	17	기반시설 복합재난 사전예측 · 대응계획 수립을 위한 AI 시뮬레이터 개발 (AI 예측 모델링)
	18	GeoAI 기반 재난피해기술 예측기술 개발(GeoAI 기반 복합재난 시뮬레이터 개발, 설명 가능한 AI(XAI) 도입, 실시간 데이터 통합 플랫폼 구축, 대응계획 최적화 엔진 개발, 대국민 서비스 연계)
	19	VLM 활용 도메인 지식 검색 최적화 및 GIS 기반 자동 대응 기술 (RAG 기반 도메인 지식 DB 구축 및 검색 최적화 기술, GIS 기반 공간-시간 연계 및 AI 종합분석 기술)
	20	물리기반 피해예측 AI 방법론 개발 (화재, 폭발, 붕괴, 침수 등), 재난시 교통 & 인파 분석 및 관제 AI 활용기법 개발, 맞춤형 대국민 재난대응 서비스 개발
	21	재난 시나리오 기반의 DT(Digital Twin) 시뮬레이션 기술개발 (복합재난 상호작용 분석을 위한 AI 재난 시나리오 모델링 기술 개발, 복합재난 대응전략 도출을 위한 디지털트윈 시뮬레이션 기술 개발)

2.5.2. 우선순위 평가 및 후보과제 도출

□ **기술수요조사를 통한 핵심기술 및 구성기술 도출 프로세스**

○ (1단계 : 중점분야별 배분) 기술수요조사 결과에 대해 국토교통과학기술진흥원과 기획연구진으로 구성된 실무위원회에서 전체 기술수요조사를 대상으로 3대 중점분야 별 기술수요조사를 배치

○ (2단계 : 기술 검토 및 선별) 각 기획분과장은 분과별 분류된 기술수요조사를 모두 검토하고, 각 분과별 추가 회의 등을 거쳐 사업에 포함시킬 내용을 선별

- 전체 목표 및 중점(핵심기술)별 대상으로 하는 기술의 구현을 위한 상세 방법론의 계위와 포함시킬 세부 방법론을 설정

○ (3단계 : 구성기술 및 핵심기술 도출 및 확정) 분과별 기획위원회를 통해 도출된 핵심기술과 구성기술의 내용을 확정함

〈표 47〉 기술수요의 구성기술화 고려 기준

평가항목	세부기준	평가의 주안점
전략 부합성	사업 전략·영역 적합성	해당 기술개발 대상과 목표에서 정의한 문제의 해결에 기여할 수 있는 기술인지의 여부
	시스템 부합성	동 사업이 타깃으로 하는 시스템의 구현에 포함되는 기술인지의 여부
정부지원 필요성	공공투자 타당성	공공투자가 반드시 이루어져야 할 필요성 주체별 독자적 기술개발에 한계가 존재하는 기술인지의 여부
	국토부/상위계획 미션 부합성	국토교통부 부처미션 및 상위계획을 고려할 때 동 사업에서 추진하는 것이 타당하고 효율적인지의 여부
성공 가능성	해당 분야 국내 역량·인프라 수준	해당분야 국내 연구자 수(규모), 연구소, 가용 데이터, 기존 시스템 등을 고려할 때 기술개발 성공이 가능한 수준인지의 여부

□ [참고] 기술수요 기반 핵심기술 및 구성기술 도출 과정

○ 21개 구성기술의 내용을 종합하여 중복 제거, 내용간 통·융합 및 일부 제외 등의 작업을 통해 총 3개 핵심기술에 대해 35개 구성기술을 확정함

〈표 48〉 기술수요를 활용한 최종 핵심기술 및 구성기술 도출 결과

연번	제안기술명	활용 방안	핵심기술
1	빅데이터 가용성 확보를 위한 데이터 정제 및 보완 기술(AI 기반 데이터 정제 모듈, 시공간 데이터 보완 모듈, 지식그래프 구축 모듈)	중복 제거 타 기술과 통합	(1-1) 사회기반시설 빅데이터(도로시설물, 건설현장, 인구 이동정보 등) 실시간 통합・연계 기술
2	빅데이터 가용성 확보를 위한 데이터 정제 및 보완기술(복합재난 대응을 위한 재난안전 빅데이터 항목 정의 및 수집 체계 구축, 수집 데이터의 표준화 및 정제 기술 개발, 표준화 및 정제된 데이터를 활용한 위험 분석 기술 개발)	중복 제거 타 기술과 통합	
6	재난 대응 골든타임 확보를 위한 이종 데이터 실시간 연동 및 통합 관리 시스템 (① 표준화된 데이터 연동 프레임워크 개발, 실시간 데이터 스트리밍 및 처리 아키텍처 구축, 데이터 거버넌스 및 통합 관제 시스템 개발)	중복 제거 타 기술과 통합	
3	예측-결과 교차 검증을 통한 'AI 모델 자가 학습 및 강화' 시스템 개발(예측-결과 연계 및 교차 검증 기반 기술 개발, 모델 자가 학습 프레임워크 구현 및 자동화, 지능형 학습 전략 적용 및 시스템 고도화, 종합 실증	주요 내용 활용 일부 타기술과 통합 작성	(1-2) AI 기반 데이터 품질 정제·시공간 보완 기술
4	재난안전 데이터 통합 수집 체계 구축, 데이터 품질 정제 및 전처리 자동화 기술 개발, NGSI-LD 기반 재난안전 정보모델 및 연계 표준화 설계, 재난 대응 시뮬레이터 및 AI 학습용 정제 데이터셋 자동 구성, 플랫폼 간 데이터 연동 처리 기술 및 성능 검증 체계 구현	주요 내용 활용	(1-2) AI 기반 데이터 품질 정제·시공간 보완 기술, (1-3) 사회기반 시설 빅데이터 통합체계 구축 및 시뮬레이션 연동기술
7	AI·IoT 기반 지역·시설 맞춤형 재난 위험도 예측·대응 통합 플랫폼 개발(실시간 IoT 기반 데이터 취득 및 고품질 빅데이터 구축, 시설물 특성 반영 위험성 평가 프레임워크 고도화, AI 기반 재난확산 시뮬레이터와 플랫폼 연동, 사용자 맞춤형 대국민 재난 대응 서비스 구현, AI 예측 결과 해석 및 신뢰성 검증)	중복 제거 타 기술과 통합	(2-1) 시설물 연계 재난 위험성 평가 프레임워크
8	시설물 연계 재난 위험성 평가 프레임워크 개발(정·동적 데이터를 활용한 지역 네트워크 업데이팅 기술 개발, 피해이력 기반 지역 내 네트워크별 최적 재난 유형 선정 및 위해성 평가 기술 개발, 지역 네트워크 통합 재난 위험도 평가 프레임워크 및 예측 AI 기술 개발)	주요 내용 활용 일부 타기술과 통합 작성	

연번	제안기술명	활용 방안	핵심기술
14	시설물 연계·복합재난 위험도 평가를 위한 데이터 프레임워크(다종 이기종 데이터 수집 계층, AI 기반 데이터 정제 및 품질 관리 계층, 데이터 자동 레이블링 및 증강 계층, GeoAI 최적화 데이터 제공 계층)	주요 내용 활용 일부 타기술과 통합 작성	
5	멀티레이어 기반 도시규모 위험성 평가 기법 개발 및 리빙랩 운영을 통한 실증	중복 제거 타 기술과 통합	
10	시설물 연계 재난 위험성 평가 프레임워크 개발 (시설물 연계 재난 위험성 분류 체계 및 평가 지표 개발, 시설물 연계성 분석 모델 및 위험성 정량화 방법론 개발, 시설물 연계 위험성 평가 알고리즘 및 프레임워크 구축, 시설물 연계 재난 위험성 평가 프레임워크 실증 및 검증	중복 제거 타 기술과 통합	
12	시설물 연계성을 고려한 지역 단위 재난 위험성 평가 프레임워크 개발(데이터 수집 및 통합, 재난 유형 체계화 및 위험 요소 평가, 구획별 시설물 연계 위험성 평가 프레임워크 개발. 기후변화를 반영한 Stressed 위험성 평가 기법 개발)	중복 제거 타 기술과 통합	
9	지역 내 기반시설 간 연계·파급 재난 시나리오를 자동 생성하고, AI 시뮬레이션 기반 피해 확산 경로·규모를 정밀 예측하는 위험도 분석시스템 (GIS-GeoAI를 활용한 공간·시간 단위의 복합재난 확산 예측 정밀도 향상, 지역기반 실시간 위험지수 분석을 통한 선제적 대응계획 수립 지원)	주요 내용 활용 일부 타기술과 통합 작성	**(2-2) 연계·파급 재난 시나리오 생성 모듈**
13	단일 재난이 다른 시설물로 확산되는 경로·속도·영향범위 등에 관한 지도·비지도 학습 AI 모델 기반 연계·파급 재난 시나리오 생성 모듈 개발 / 이종 데이터 통합 분석을 통해 지역별 위험도를 자동 산출하고, 시각화 분석 결과를 제공하는 GeoAI 기반 위험도평가 모듈 개발	주요 내용 활용 일부 타기술과 통합 작성	
11	지역 단위 기반시설의 재난 위험도 분석 AI 시스템 (AI 엔진 인터페이스 및 에이전트 설계, 위험도 분석 AI 기능 개발, 위험도 분석 AI 시스템 시범운영 및 고도화, AI 시뮬레이터 연계, 위험도 분석 AI 시스템 운영 지원)	주요 내용 활용 일부 타기술과 통합 작성	(2-3) GeoAI 기반 위험도 분석 및 가시화 모듈
17	기반시설 복합재난 사전예측 · 대응계획 수립을 위한 AI 시뮬레이터 개발 (AI 예측 모델링)	중복 제거	

연번	제안기술명	활용 방안	핵심기술
16	실시간 복합재난 시나리오별 피해예측 및 3분 이내 대응계획 자동 산출 엔진 개발(실시간 복합재난 피해예측 AI 시뮬레이션 플랫폼 구축, 최적 대응계획 자동 산출 및 서비스화, 현장 적용성 검증)	주요 내용 활용 일부 타기술과 통합 작성	**(3-1) 복합재난 피해 예측 및 불확실성 정량화 엔진**
18	GeoAI 기반 재난피해기술 예측기술 개발(GeoAI 기반 복합재난 시뮬레이터 개발, 설명 가능한 AI(XAI) 도입, 실시간 데이터 통합 플랫폼 구축, 대응계획 최적화 엔진 개발, 대국민 서비스 연계)	타기술과 통합	
20	물리기반 피해예측 AI 방법론 개발 (화재, 폭발, 붕괴, 침수 등), 재난시 교통 & 인파 분석 및 관제 AI 활용기법 개발, 맞춤형 대국민 재난대응 서비스 개발	타기술과 통합 작성	
21	재난 시나리오 기반의 DT(Digital Twin) 시뮬레이션 기술개발 (복합재난 상호작용 분석을 위한 AI 재난 시나리오 모델링 기술 개발, 복합재난 대응전략 도출을 위한 디지털트윈 시뮬레이션 기술 개발)	DT 기술은 제외	
19	VLM 활용 도메인 지식 검색 최적화 및 GIS 기반 자동 대응 기술 (RAG 기반 도메인 지식 DB 구축 및 검색 최적화 기술, GIS 기반 공간-시간 연계 및 AI 종합분석 기술)	주요 내용 활용	**(3-2) 복합재난 대응계획 자동 산출 모듈**
15	AI 기반 개인 맞춤형 재난정보 제공 및 대응 활용 서비스 개발(데이터 통합 및 개인화 엔진 (핵심 백엔드), 동적 가이던스 및 스마트 경보 서비스 (서비스 로직), 상호작용적 대비·훈련 스위트 (사용자 애플리케이션), 다채널 서비스 전송 플랫폼 (통합 및 확장성))	주요 내용 활용 일부 불포함 내용 제외	**(3-3) 맞춤형 대응정보 생성・연동 플랫폼**

2.6. 이해관계기관 의견 수렴

2.6.1 과기정통부 사전컨설팅

□ **개요**

○ (목적) 빅데이터 기반 재난안전 사전예측・대응계획 AI 시뮬레이션 기술개발 관련 기획 중인 사업의 환경분석, 사업추진 방향 및 추진체계(안) 등 검토

○ (일시/장소) 2023. 03. 13(월) 14:00 ~ 18:00 / 서울역 아우름비즈 AURM-2

○ (참석자) 총괄기획위원, 국토부 담당자, 진흥원, 기획연구진 등 총 16명

□ **1차 주요의견 및 반영결과**

〈표 49〉 과기정통부 사전컨설팅 주요의견 및 반영결과

<table>
<tr><th>주요 주요의견</th><th>기획보고서 반영 결과</th></tr>
<tr><td>○ 기획과제 명과 동일하게 설정된 사업 제목이 실제 과제의 기술내용에서 타 과제와의 차별성이 나타나지 않음</td><td>○ 지역 단위 시뮬레이션으로 범위 및 명칭 세분화 진행
<table><tr><th>기존(안)</th><th></th><th>수정(안)</th></tr><tr><td>빅데이터 기반 재난안전 사전예측 · 대응계획 AI 시뮬레이션 기술 개발</td><td>⇒</td><td>지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술 개발</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>○ 재난대상 범위가 너무 넓음. 예산 범위 내에서 가능한 범주로 재구획 필요</td><td>○ 기획연구진 회의를 통하여 적용 대상 지역 변경
<table><tr><th>기존(안)</th><th></th><th>수정(안)</th></tr><tr><td>재난안전 R&D 분류체계 상 소분류 68종을 대상</td><td>⇒</td><td>면적 500km2 이상,
해상도 100m 기준 지역</td></tr></table>○ 해당 지역에서 우선순위로 고려할 수 있는 재난 유형(현재기준 31종) 구체화
<table><tr><th>대분류</th><th>중분류</th><th>소분류</th><th>대분류</th><th>중분류</th><th>소분류</th></tr><tr><td rowspan="31">자연재난</td><td rowspan="6">풍수해</td><td>태풍</td><td rowspan="31">사회재난</td><td rowspan="2">감염병·전염병</td><td>감염병</td></tr><tr><td>호우</td><td>가축 및 수산생물 전염병</td></tr><tr><td>홍수</td><td rowspan="4">교통사고</td><td>도로교통 재난·사고</td></tr><tr><td>강풍</td><td>해양교통 재난·사고</td></tr><tr><td>대설</td><td>철도교통 재난·사고</td></tr><tr><td>우박</td><td>항공교통 재난·사고</td></tr><tr><td rowspan="6">기상재난</td><td>가뭄</td><td rowspan="4">화재·폭발</td><td>산불</td></tr><tr><td>낙뢰</td><td>화재</td></tr><tr><td>폭염</td><td>가스사고</td></tr><tr><td>한파</td><td>폭발사고</td></tr><tr><td>황사</td><td rowspan="2">화학물질 사고</td><td>방사능 사고</td></tr><tr><td>오존</td><td>유해화학물질 사고</td></tr><tr><td rowspan="5">지질재난</td><td>산사태·급경사지 붕괴</td><td rowspan="4">미세먼지</td><td>발전부문 미세먼지</td></tr><tr><td>지진</td><td>산업부문 미세먼지</td></tr><tr><td>지반침하(싱크홀)</td><td>수송부문 미세먼지</td></tr><tr><td>토석류</td><td>생활부문 미세먼지</td></tr><tr><td>화산폭발</td><td rowspan="3">환경오염</td><td>수질오염</td></tr><tr><td rowspan="6">해양재난</td><td>적조</td><td>해양오염</td></tr><tr><td>조수</td><td>토양오염</td></tr><tr><td>지진해일</td><td rowspan="4">시설물 사고</td><td>건축·시설물 사고</td></tr><tr><td>파랑</td><td>에너지 기반시설 사고</td></tr><tr><td>폭풍해일</td><td>폐기물 처리시설 사고</td></tr><tr><td>풍랑</td><td>용수 기반시설 사고</td></tr><tr><td>해안침식</td><td rowspan="2">정보·전산 사고</td><td>금융전산사고</td></tr><tr><td rowspan="2">우주·기타 재난</td><td>조류대발생</td><td>사이버 테러</td></tr><tr><td>우주재난</td><td rowspan="2">통신시설 사고</td><td>유선 통신설비 사고</td></tr><tr><td></td><td></td><td>무선 통신설비 사고</td></tr></table></td></tr>
</table>

ㅇ 예산요구액과실제사업비, 세부 과제별 배분 등의 일관성에보완이필요하며, 데이터 수집·인프라 구축 등 구체적 비용 산정근거 보완이 요구됨	ㅇ 예산요구자료(사업설명서, 예산요구서 및 기획보고서 등)에 연차별 예산요구액 등을 정부지원 연구개발비 195억원 기준 으로 수정 - 아울러, 연구개발내용별 소요예산을 구체적을 제시하여, 연차별 예산요구액 산정 근거 보완
ㅇ 유사한 재난 안전, 시설물 관리, 시뮬레이션 사업이 이미지 자체·기관 별로 다수 진행 중으로, 동 사업만의 차별성과 기존 사업과의 연계·협력 방안이 명확히 제시되어야 함	ㅇ 일부 지자체 등에서 구축 · 운영 중인 재난안전관리 시스템의 경우, 단일 재난 및 단일 시설물 관리 중심으로써, - 시설물 밀집도 등 지역 조건에 따른 재난 연계 · 확산을 고려한 대응계획 수립 곤란 - 본 사업은 이러한 지자체 수요를 반영하여 기획하였으며, 기존 개별 시스템의 운영정보 등을 통합 연계할 예정
ㅇ 최신 AI 기술(생성형 LLM, AI 에이전트 등)의 도입이 실제로 기존 한계를 어떻게 극복하는지, 구체적설명이 필요함	ㅇ 본 사업은 기존 단일 재난 · 시설물 중심 시스템의 실효성 제고를 위해, 지역적 특성을 고려한 재난 연계 · 확산 시뮬레이션 기술을 개발할 예정 ㅡ 이를 위해, 재난안전관리 분야에 AI 기술을 최초로 도입하여, ❶LLM(Large Language Model) 기반 복합재난 시나리오 자동 생성, ❷GeoAI(지리정보 기반 AI) 기반 지역별 위험도 분석, ❸시계열 예측(Transformer, LSTM) 기반 복합재난 사전예측, ❹Graph Neural Network(GNN) 기반 시설 간 연계성과 재난 전파 경로 분석 등을 추진할 예정
ㅇ 실제 재난 데이터가 부족해 정상 데이터 위주로 학습할 수밖에 없으며, 이로 인해 예측 시스템의 신뢰성과 정합성에 한계가 존재할 것으로 판단됨. 따라서, 시뮬레이션 기반 데이터 증폭, 복합 재난 시나리오 생성등 데이터 보완 전략 실효성에 대한 검토 필요	ㅇ 시간적 · 공간적특성을반영한GAN 알고리즘(TimeGAN, CycleGAN, WGAN-GP 등)을 활용한 데이터 증강을 통해 제한된 실제 재난 데이터를 보완할 계획 ㅡ 또한, MixMatch, WGAN-GP와 같은 준지도/능동 학습 알고리즘과 TimeGAN, CycleGAN 결합을 통해 재난 예측 시스템의 신뢰성 및 정합성 보완 예정
ㅇ 재난 안전 데이터와 관리 주체가 분절되어 있어, 국토부·행안부·지자체 등 관련 기관간 협력구조와 역할 분담이 불명확하여 사업 주관 부처 선정, 데이터 연계, 실질적 협업방안 등 명료화가 요구됨 ㅇ 실증(시범 적용)과 전국 확산 전략이 혼재되어 있어, 실제로 어느 지역· 분야에서 어떻게 실증하고, 이후 어떻게 확산할지 구체적 계획이 다소 미흡. 특정 지자체(예: 서울시) 중심의 실증이 전국 확산으로 이어질 수 있는지, 공모방식의 투명성·공정성 확보가 필요	ㅇ 본 사업은 시설물 재난대응 주관기관인 국토교통부 주도로 재난 연계 · 확산을 고려한 재난예측·대응 플랫폼 개발 예정 - 개발 성과물은 기존 개별 시스템을 구축 운영 중인 지자체 대상 실증을 통해 도출된 개선사항을 보완하고, - 행안부 재난대응 시스템에 기능 모듈 탑재 및 연동 등을 통해 범정부 대응 시스템으로 확대 발전시킬 예정 ㅇ 본 사업 공고시 실증 지자체 참여의향서 등 구체적 실증 계획을 포함하여 제안하도록 RFP에 명시할 예정

2.6.2 정책기술협의회 참여의향 조사

○ (목적) 동 사업 1단계 실증 및 향후 단계적 확산 사업에 적극 참여할 의사의 확인

- 『지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술 개발(R&D)』 연구개발사업과 관련하여, 본 사업의 취지 및 목표에 공감하며, 1단계 실증 및 향후 단계적 확산 사업에 적극 참여할 의사가 있음을 확인

○ (대상) 시설물의 밀도가 높아 시설물 연계 재난으로 파급이 가능한 광역시 및 시·도 지자체 혹은 지자체 산하 연구원

- 총 6개 기관으로부터 참여의사 확인

〈표 50〉 참여의사 확인서

참여 의사 확인서 • (개요) 재난안전 빅데이터(시설물, 환경·재난 정보 등) 활용 지역 단위* 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난 연계·확산 예측 및 대응 시스템 개발 * (대상) 면적 500km2 이상 광역시도, (공간해상도) 100m×100m 단위 • (기간) '26.4월 ~ '29.12월 • (예산) (총 사업규모) 미정(국비 195억원, 민간 미정), ('26년) 20억원 • (수행방식) 지정공모(100%) • (연구개발단계) 개발(100%) • (전문기관/수행주체) 국토교통과학기술진흥원 / 산(40%), 학(30%), 연(30%) 당 기관은 국토교통부가 추진 예정인 『지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술 개발(R&D)』 연구개발사업과 관련하여, 본 사업의 취지 및 목표에 공감하며, **1단계 실증 및 향후 단계적 확산 사업에 적극 참여할 의사가 있음을 확인합니다.** 2025년 7월 10일 **대구정책연구원 재난안전연구센터 최용준 (서명)** [기관명] 대구정책연구원 [담당부서] 재난안전연구센터 [담당자명/직책] 최용준 / 센터장 [연락처] 053-770-0531 [이메일] cyj@dpi.re.kr 국토교통부 장관 귀하 국토교통과학기술진흥원장 귀하	**참여 의사 확인서** • (개요) 재난안전 빅데이터(시설물, 환경·재난 정보 등) 활용 지역 단위* 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난 연계·확산 예측 및 대응 시스템 개발 * (대상) 면적 500km2 이상 광역시도, (공간해상도) 100m×100m 단위 • (기간) '26.4월 ~ '29.12월 • (예산) (총 사업규모) 미정(국비 195억원, 민간 미정), ('26년) 20억원 • (수행방식) 지정공모(100%) • (연구개발단계) 개발(100%) • (전문기관/수행주체) 국토교통과학기술진흥원 / 산(40%), 학(30%), 연(30%) 당 기관은 국토교통부가 추진 예정인 『지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술 개발(R&D)』 연구개발사업과 관련하여, 본 사업의 취지 및 목표에 공감하며, **1단계 실증 및 향후 단계적 확산 사업에 적극 참여할 의사가 있음을 확인합니다.** 2025년 7월 10일 **경기연구원 자치혁신연구실 이영웅 (서명)** [기관명] 경기연구원 [담당부서] 자치혁신연구실 [담당자명/직책] 이영웅 / 연구위원 [연락처] 031-250-3517 [이메일] zozo90@gri.re.kr 국토교통부 장관 귀하 국토교통과학기술진흥원장 귀하	**참여 의사 확인서** • (개요) 재난안전 빅데이터(시설물, 환경·재난 정보 등) 활용 지역 단위* 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난 연계·확산 예측 및 대응 시스템 개발 * (대상) 면적 500km2 이상 광역시도, (공간해상도) 100m×100m 단위 • (기간) '26.4월 ~ '29.12월 • (예산) (총 사업규모) 미정(국비 195억원, 민간 미정), ('26년) 20억원 • (수행방식) 지정공모(100%) • (연구개발단계) 개발(100%) • (전문기관/수행주체) 국토교통과학기술진흥원 / 산(40%), 학(30%), 연(30%) 당 기관은 국토교통부가 추진 예정인 『지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술 개발(R&D)』 연구개발사업과 관련하여, 본 사업의 취지 및 목표에 공감하며, **1단계 실증 및 향후 단계적 확산 사업에 적극 참여할 의사가 있음을 확인합니다.** 2025년 7월 10일 **부산연구원 시민안전연구센터 김기옥 (서명)** [기관명] 부산연구원 [담당부서] 시민안전연구센터 [담당자명/직책] 김기옥 / 센터장 [연락처] 051-860-8700 [이메일] kkim@bdi.re.kr 국토교통부 장관 귀하 국토교통과학기술진흥원장 귀하
대구정책연구원 재난안전연구센터	경기연구원 자치혁신연구실	부산연구원 시민안전연구센터
참여 의사 확인서 • (개요) 재난안전 빅데이터(시설물, 환경·재난 정보 등) 활용 지역 단위* 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난 연계·확산 예측 및 대응 시스템 개발 * (대상) 면적 500km2 이상 광역시도, (공간해상도) 100m×100m 단위 • (기간) '26.4월 ~ '29.12월 • (예산) (총 사업규모) 미정(국비 195억원, 민간 미정), ('26년) 20억원 • (수행방식) 지정공모(100%) • (연구개발단계) 개발(100%) • (전문기관/수행주체) 국토교통과학기술진흥원 / 산(40%), 학(30%), 연(30%) 당 기관은 국토교통부가 추진 예정인 『지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술 개발(R&D)』 연구개발사업과 관련하여, 본 사업의 취지 및 목표에 공감하며, **1단계 실증 및 향후 단계적 확산 사업에 적극 참여할 의사가 있음을 확인합니다.** 2025년 7월 10일 **서울연구원 재난안전연구센터 송영갑 (서명)** 국토교통부 장관 귀하 국토교통과학기술진흥원장 귀하	**참여 의사 확인서** • (개요) 재난안전 빅데이터(시설물, 환경·재난 정보 등) 활용 지역 단위* 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난 연계·확산 예측 및 대응 시스템 개발 * (대상) 면적 500km2 이상 광역시도, (공간해상도) 100m×100m 단위 • (기간) '26.4월 ~ '29.12월 • (예산) (총 사업규모) 미정(국비 195억원, 민간 미정), ('26년) 20억원 • (수행방식) 지정공모(100%) • (연구개발단계) 개발(100%) • (전문기관/수행주체) 국토교통과학기술진흥원 / 산(40%), 학(30%), 연(30%) 당 기관은 국토교통부가 추진 예정인 『지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술 개발(R&D)』 연구개발사업과 관련하여, 본 사업의 취지 및 목표에 공감하며, **1단계 실증 및 향후 단계적 확산 사업에 적극 참여할 의사가 있음을 확인합니다.** 2025년 7월 10일 **인천연구원 안전도시연구센터 조성윤** [기관명] 인천연구원 [담당부서] 재난안전연구센터 [담당자명/직책] 센터장 [연락처] 032-260-2679 [이메일] csy0422@ii.re.kr 국토교통부 장관 귀하 국토교통과학기술진흥원장 귀하	**참여 의사 확인서** • (개요) 재난안전 빅데이터(시설물, 환경·재난 정보 등) 활용 지역 단위* 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난 연계·확산 예측 및 대응 시스템 개발 * (대상) 면적 500km2 이상 광역시도, (공간해상도) 100m×100m 단위 • (기간) '26.4월 ~ '29.12월 • (예산) (총 사업규모) 미정(국비 195억원, 민간 미정), ('26년) 20억원 • (수행방식) 지정공모(100%) • (연구개발단계) 개발(100%) • (전문기관/수행주체) 국토교통과학기술진흥원 / 산(40%), 학(30%), 연(30%) 당 기관은 국토교통부가 추진 예정인 『지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술 개발(R&D)』 연구개발사업과 관련하여, 본 사업의 취지 및 목표에 공감하며, **1단계 실증 및 향후 단계적 확산 사업에 적극 참여할 의사가 있음을 확인합니다.** 2025년 7월 10일 **광주연구원 재난안전연구센터 김연수 (서명)** [기관명] 광주연구원 [담당부서] 재난안전연구센터 [담당자명/직책] 김연수 / 연구위원 [연락처] 062-960-7244 [이메일] soo@gji.re.kr 국토교통부 장관 귀하 국토교통과학기술진흥원장 귀하
서울연구원 재난안전연구센터	인천연구원 안전도시연구센터	광주연구원 재난안전연구센터

3. 연구개발과제의 수행 내용

3.1. 연구개발사업 추진 방향

3.1.1. 추진 방향

□ 연구개발사업 기술적·정책적 추진 배경

○ 도시 기반시설의 노후화와 밀집화로 인한 연쇄적 복합재난 발생 가능성이 급증하고 있음.

- 30년 이상 경과한 노후 시설물이 전체 관리 대상시설의 절반 이상을 차지하고 있으며, 다중 인프라(교량, 지하차도, 하수관 등)가 집중된 지역에서 발생하는 단일 재난이 다른 시설물로 확산하는 연계형 피해 구조로 발전 중임

• 시설물의 안전관리에 관한 특별법에 의거 국토안전관리원의 30년 이상 노후화된 공공시설물 현황을 보면 '23년 19.7%에서 '33년 48.4%로 증가될 전망

[그림 82] 준공 후 30년 이상 노후 시설물 현황 및 전망(대한경제, 2023)

○ 지하·지상 인프라의 상호 종속성, 인구와 교통 밀도의 비선형적 상호작용 등 기존의 관리 체계로는 예측하기 어려운 복합재난 양상이 증가하고 있으며, 특히, 기후변화로 인한 국지성 집중호우, 폭염, 지반침하 등 다중요인이 중첩되는 복합재난 구조가 도시 전역으로 확산하고 있음

오산 가장교차로 옹벽붕괴사고('25.17)

청주 오송읍 궁평2지하차도 침수('23.07)

[그림 83] 국내 주요 복합재난 피해 사례

○ 기획연구 수행결과, 이러한 재난 확산의 근본 원인은 이기종 데이터의 단절과 실시간 분석체계의 부재로 진단되며, 기반시설별로 관리 주체가 분리되어 있으며, 각 기관이 보유한 정보가 상호 연계되지 않아 재난의 전이와 확산을 통합적으로 예측할 수 없는 구조적 한계가 존재함

○ 현행 재난관리체계는 재난 발생 후 상황파악과 대응 중심으로 운영되며, 데이터 기반의 사전 예측 및 대응계획 수립이 미흡한 상태

- 재난 및 시설물 유지관리 관련 시스템(기반터, 재난관리포털, 기상데이터 등)은 각 부처와 지자체별로 분산되어 운영되고 있으며, 데이터표준 / 해상도 / 갱신주기 등이 서로 다르므로 통합 분석이 불가능함

- 기획연구 수행결과 ① 데이터 동기화 지연, ②정제되지 않은 다중 포맷의 데이터, ③ AI 분석에 필요한 정량화 기준 부재 등이 기술적 장애 요인으로 도출됨

- 이에, 복합재난 예측과 대응계획 자동화를 위한 데이터 통합 → AI 분석 → 시뮬레이션 연계 기술의 확보가 연구개발사업의 핵심으로 제시됨

○ 국가 차원에서도 복합재난에 대응하기 위한 지능형 안전관리체계 구축이 핵심 정책과제로 제시되고 있으며, 국가 계획은 단순 재난대응이 아닌 예측-대응-복구 전 주기를 아우르는 기술 중심의 재난관리체계 전환을 요구함

〈표 51〉 국가 정책과제 및 본 연구개발과제의 연계성

주요 정책	핵심 추진 내용	본 연구개발사업과 연계성
제5차 국가안전관리기본계획 (2025-2029)	디지털 기반 재난대응체계 고도화, 데이터 중심 안전 정책 추진	AI 빅데이터 기반 복합재난 위험도 분석 및 예측기술 개발 방향과 일치
재5차 국토종합계획 (2020-2040)	스마트 안전도시 구축, 기반시설의 디지털 전환 및 지역 맞춤형 관리체계 강화	지역 단위 기반시설 위험도 시뮬레이션 및 대응계획 기술개발과 부합
국가 AI 전략 및 디지털 플랫폼 정부 구현 계획 (2022)	공공데이터 융합, 인공지능 기반 의사결정체계 고도화	재난-시설물 데이터를 통합한 AI 시뮬레이션 기반 의사결정 체계와 연계

- 본 연구개발사업은 국가 정책과제의 기조와 정합성을 확보하며, 기획연구를 통해 제시된 세 가지 핵심기술인 ① 이기종 데이터(재난 및 시설물 유지관리) 통합 허브, ② 지역 단위 복합재난 위험도 분석시스템, ③ AI 시뮬레이션 기반 대응계획 기술을 정책 목표(국가 재난안전관리체계의 과학화) 달성을 위한 구체적 기술 수단으로 제시하고자 함

○ 기획연구 수행결과 국내 복합재난 예측 및 대응 기술은 기술성숙도(TRL) 3~4 수준에 머물러 있으며, 지역 단위에서 재난 위험도를 정량화하고 실시간으로 시뮬레이션하기 위한 기술 기반이 미비한 것으로 분석됨.

- 이에 따라 본 연구에서는 다음의 세 가지 기술을 상호 연계적이지만 병렬적으로 추진해야 할 핵심 연구영역으로 제시하고자 함

〈표 52〉 기획과제를 통해 도출된 연구개발사업의 3대 핵심기술 및 기술 목표

구분	주요 내용	기술적 목표
AI 기반 시설물 연계 복합재난 위험도 분석기술	도시기반시설 간의 기능적 의존성과 공간적 연계구조 고려 복합재난의 위험도를 동적으로 산정하고, GeoAI를 활용한 시각화 및 공유	동적 위험도 평가 프레임워크, 전이 예측 및 가시화 모델 표준화
복합재난 위험도 분석을 위한 지역단위 빅데이터 통합 및 연계 기술개발	위험성 평가 프레임워크가 실시간으로 작동할 수 있도록 정적 및 동적데이터를 실시간으로 수집-통합하여 시공간 정합성을 확보하는 데이터 기반 기술개발	이기종 데이터 실시간 통합 및 정합성 확보, BIM-GIS 융합 데이터베이스 및 관리체계 구축
AI 기반 복합재난 사전예측 및 대응계획 시뮬레이션기술 개발 및 실증	위험도 분석을 바탕으로 재난 피해 규모와 확산경로를 정량적으로 예측하는 AI 시뮬레이터 개발과 실증을 통한 제도개선	실시간 피해 확산예측 AI 시뮬레이터, 중앙-광역 공동 활용 실증 및 제도 개선

- 세 기술영역은 상호보완적 관계에 있으며, 하나의 기술이 타 기술의 입력 및 검증 데이터로 활용되는 순환형 통합구조로 설계하였으며, 데이터통합 → 예측모델 분석 → 시뮬레이션 검증의 단일 흐름이 아닌 모든 핵심기술이 동시에 고도화되며, 상호 데이터와 모델을 교환하는 병렬 융합형 연구개발체계로 추진됨

○ 연구기획을 통해 도출된 복합재난 대응의 핵심내용을 바탕으로 지역 단위 AI 시뮬레이션 체계로 구체화 및 명확화함

〈표 53〉 기획연구를 통한 연구개발사업 명확화

항목	기존 기획연구 내용	변경 내용	비고
연구개발사업명 변경	빅데이터 기반 재난안전 사전예측・대응계획 AI 시뮬레이션 기술 개발	지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술 개발	지역 단위 시뮬레이션으로 범위 및 명칭 세분화 진행
사업목적 변경	기반시설 중심 복합재난 대응 시뮬레이터 개발	도시기반시설물 대상 복합재난 예측 AI 시뮬레이터 개발	연구 대상의 구체화 및 국토교통부 주도형 과제 성격 강화
재난대상 범위 선정	SOC 시설물 중심	국토교통부 소관 도시기반시설물 중심	적용 범위 명확화
시나리오 및 기술구성	복합재난 및 AI 예측 시뮬레이터 중심	단순 피해예측에서 재난의 연쇄 피해 규모와 유형을 정량화하고, 예측 불확실성까지 분석	연구개발사업 방향성 명확화

○ 제안 단계에서 총 28개의 기술항목을 도출하였으며, 기획연구 수행과정에서 자문회의, 전문가 의견수렴, 기술성 분석을 거쳐 최종적으로 3대 핵심기술과 9개의 세세부기술로 기술 체계를 재정립함.

○ 도출된 기술체계는 도시기반시설 복합재난 대응의 실현 가능성을 중심으로 국내외 기술수준, 기술성숙도(TRL), 개발 난이도 등을 종합적으로 고려하여 다음과 같은 3대 핵심기술을 중심축으로 설정함.

- (AI 기반 시설물 연계 복합재난 위험도 분석기술) GeoAI 및 동적 평가모델 적용을 통한 시설물간 상호의존성에 따른 재난의 전이와 확산경로를 규명하고 위험도를 정량적으로 가시화하는 핵심기술 확보

- (복합재난 위험도 분석을 위한 지역단위 빅데이터 통합 및 연계 기술개발) 이기종 시설물 데이터와 공간정보의 시공간 정합성을 확보하고, 실시간 위험도 분석과 시뮬레이션 연계가 가능한 고정밀 데이터 파이프라인 구축기술 확보

- (AI 기반 복합재난 사전예측 및 대응계획 시뮬레이션기술 개발 및 실증) 시공간에 따른 피해규모를 실시간으로 예측하고, 중앙-광역 지자체간 공동 대응전략 수립 및 정책적 의사결정을 지원하는 통합 솔루션 구현 기술확보

[그림 84] 지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술개발 개요도

□ 연구개발사업의 필요성 및 차별성

○ 기후변화의 가속화와 도시화로 인한 복합재난 발생 빈도가 증가하고 있으며, 단일 재난(폭우, 침수, 지반침하, 화재 등)이 다른 인프라 영역으로 전이되어 도시 전역에 확산되는 복합재난 양상이 빈번하게 관찰됨.

- 하지만, 현재의 재난관리체계는 단일 시설물, 단일재난 유형, 단일 주체 중심으로 구축되어 있어 재난 간 상호작용 및 지역 단위 확산경로를 반영하지 못하는 구조적 한계가 존재

- 지역적 특성(시설물 밀집, 인구밀도 등)을 고려한 재난 연계·확산예측 기술개발 및 이를 활용한 복합재난 대응전략 마련이 필요

○ 기획연구 결과, 이기종 데이터를 실시간으로 통합·정제·연계할 수 있는 기술체계의 부재와 지역 단위 위험도 분석모델의 정확도 한계, 시뮬레이션 기반 대응전략 자동화 미비가 복합재난 대응의 핵심 기술적 병목으로 확인됨

- 재난 연계, 확산 대응 체계화·효율화를 위한 시설물 관리 주체 간 정보(시설물 유지관리, 실시간 도시 상황 정보 등) 공유 플랫폼 구축이 필요

- 빅데이터 및 AI 등 ICT 기술을 활용하여 재난위험도를 정량화하고, 재난 연계·확산 시뮬레이션 기반 피해 사전예측 및 대응계획 수립이 필요

○ 본 과제는 기획연구를 통해 확정된 3대 핵심기술을 기반으로, 기존 단일 재난대응 중심의 기술구조를 지역 단위 복합재난 예측·대응 통합체계로 전환하는 것을 목표로 함

- 기존 재난관리 기술의 데이터단절, 모델 정량화, 대응 비효율 문제를 해결하기 위해 통합데이터 허브, AI 기반 복합재난 분석, 시뮬레이션 기반 대응계획 기술을 병렬적으로 고도화하고자 함

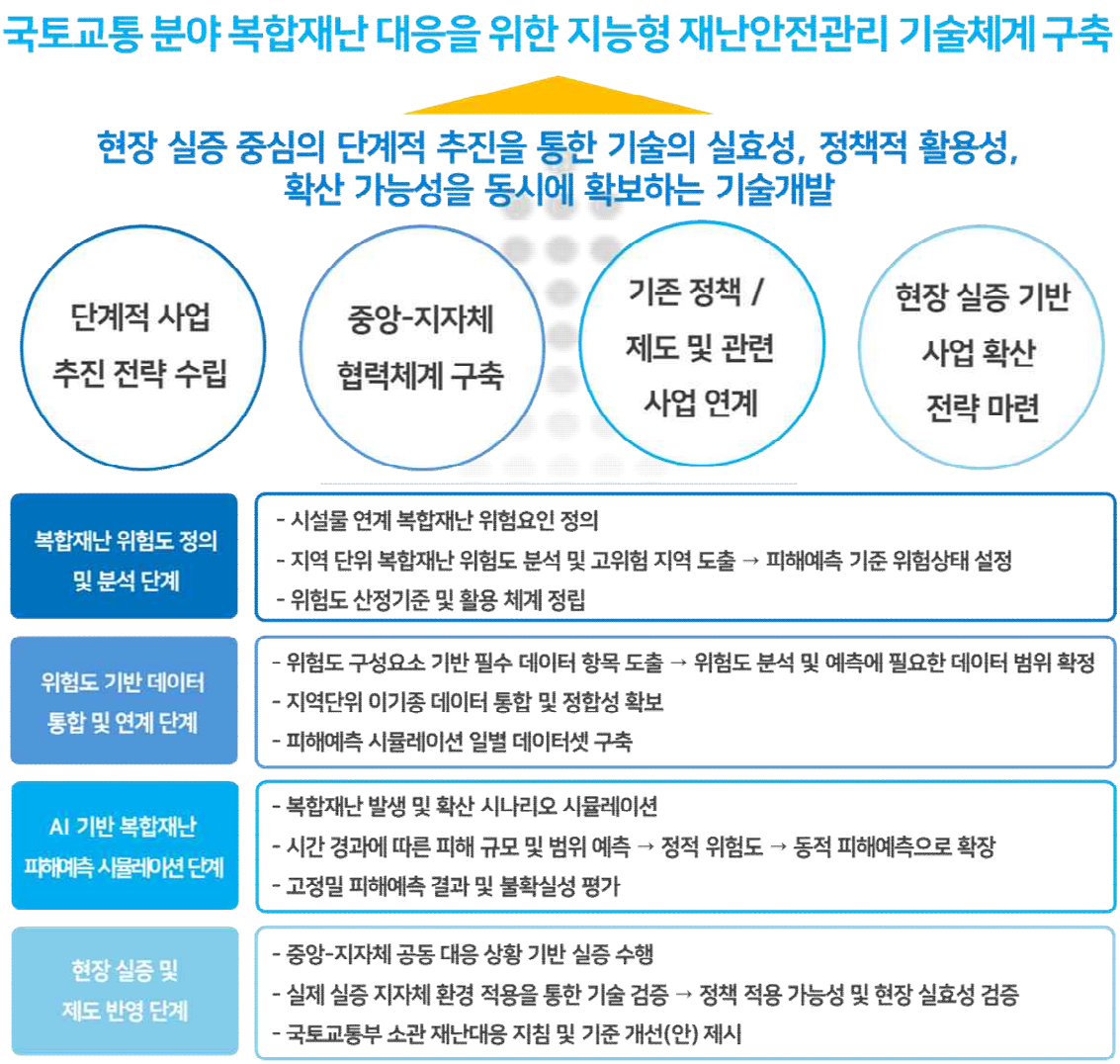
구 분	기존 기술 및 시스템의 한계점	개선 필요 방향	연구개발사업의 기술적 차별성
데이터 관리 체계	- 부처 또는 기관별 이기종 데이터의 분산운영 - 표준화 부재로 인한 데이터 통합 분석 불가	실시간 연계 가능한 데이터 통합 체계 필요 공간 및 시간 기준 통합 데이터 관리 필요	- 복합재난 데이터 통합 및 연계 체계 구축 - 데이터 품질 및 정합성 기반 분석 환경 조성
위험도 분석모델	- 단일 재난 중심의 위험도 분석 - 지역 및 시설물 연계 영향 분석 한계	GeoAI 기반 복합재난 위험도 정량화 필요 지역 단위 위험도 분석 고도화 필요	- GeoAI 기반 복합재난 위험도 및 피해분석 모델 개발 - 지역 및 시설물 연계 위험도 산정 가능
시뮬레이션 및 대응지원 기술	- 대응전략 중심의 정적 분석 - 실시간 시뮬레이션 기반 정보 제공 부족	AI 시뮬레이션 기반 피해 확산 예측 필요 사전예측 결과 기반 대응 판단 지원 필요	- AI 시뮬레이션 기반 복합재난 피해예측 기술 - 지도 기반 피해 확산 및 영향 범위 시각화 - 사전예측 정보 제공을 위한 대응 판단 지원
운영체계 및 정책 연계	- 중앙-지자체 간 재난정보 공유체계 미흡 - 동일 데이터 · 예측 결과 기반 공동 대응 한계	국토교통부 중심 재난 예측 결과 활용 체계 필요 중앙-지자체 공동 활용 운영 구조 필요	- 국토교통부 중심 재난안전 예측 정보 활용 체계 구축 - 중앙-자자체 공동활용 재난안전 정보 제공 시스템 - 동일 데이터 및 예측 결과 기반 대응 판단 지원
연구개발 활용성	- 기술성과가 현행 재난관리 매뉴얼 및 대응체계에 반영되지 못함 - 실증 부족으로 현행 제도 및 운영체계 반영 한계	지자체 참여 실증을 통한 적용성 검증 필요 실증 결과의 제도 및 운영 기준 환류 구조 필요	- 지자체 실증 기반 제도 및 기준 개선(안) 도출 - 국토교통부 재난관리 체계 반영 가능성 확보

[그림 85] 기존 기술 및 시스템의 한계점과 연구개발사업의 기술적 차별성

□ 기술개발 추진전략

○ 본 연구개발사업은 지역 단위 복합재난 대응역량 강화를 목표로, 데이터 기반의 위험도 분석과 AI 시뮬레이션을 통해 재난예측-대응-복구 전주기를 통합 지원하는 지능형 재난안전관리 기술체계 구축을 추진 방향으로 설정함

○ 기술개발은 단순한 모형 고도화에 그치지 않고 현장 검증형 실증(R&D-Real Field Test) 중심의 연구 구조로 운영하여 기술의 실효성과 정책적 활용성 그리고 확산 가능성을 동시에 확보하도록 구성함



[그림 86] 지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술개발 추진전략

○ 시장 및 기술 변화 상황을 능동적으로 고려하기 위해 단계별로 사업을 추진하고, 생활기반 시설 개별 주무부처의 재정사업 및 개별 연구사업과의 연계를 통해 R&D 사업의 적용성 및 파급 효과를 극대화를 위한 4가지 추진전략을 설정

○ **(추진전략 1)** 2단계 추진

- 사업기간(4년) 내, 2단계(2+2)로 사업을 추진하고 단계별로 사업 방향 점검

- 단계별 중간평가 시, 기술 환경 및 시장 변화 등을 고려하여 연구내용 변경·개선

- 최종 성과의 기술적·경제적 효과를 극대화할 수 있도록 단계별로 사업목표와 방향을 수정하는 등 유연한 R&D 추진체계 구성

〈표 54〉 단계별 사업 추진 방향 및 내용

단계	1단계 ('26~'27)	2단계 ('28~'29)
추진방향	재난안전 AI 시뮬레이션을 위한 핵심기술 확보 및 테스트베드 선정	재난안전 AI 시뮬레이션을 위한 핵심기술 간 연계 및 테스트베드 적용
추진내용	•과제 추진 로드맵에 따라 중점분야별 기술 개발 •중점분야별 핵심기술의 연계성을 확보할 수 있도록 추진	•전 단계 개발 기술의 고도화 •각 중점분야별 개발 기술 간의 연계 방안 구체화

○ **(추진전략 2) 인프라 유형에 따른 주무부처 및 지자체 등과의 정책 연계체계 구축**

- 인프라 유형별 관리체계의 특수성과 고유성을 반영함과 동시에 인프라와 연계한 재난안전 AI 시뮬레이션을 구현하고 실제의 재난안전 관리 체계에 반영하기 위해서는 시설별 주무부처 및 지자체와의 정책적 연계체계 구축이 필수

- 빅데이터 기반 재난안전 사전예측·대응계획 AI 시뮬레이션 기술개발을 위하여 국토부 주도의 사업으로 추진하며 그 밖의 개별 시설물·인프라의 관리 임무를 담당하는 지자체 및 산업부 등을 포함하여 정책적 연계를 위한 회의체 구축

- 사업기획 단계에서 재난안전 관리 R&D 영역과 적용 범위에 대한 충분한 협의를 실시하여 수요기술로서의 타당성과 적절성을 확보

- 사업추진 단계에서 사업의 결과를 재난관리 정보체계와의 연계방안, 실증추진 계획 등을 공유하고 기술의 활용성 제고를 위해 정기적인 R&D 성과 활용 협력 추진
  - 주체별 기술개발 및 연구성과 연계, 관리주체 참여 및 협력 등 사업 추진상의 장애요소 해소방안 등을 연구추진 단계에서 논의되도록 할 필요

○ **(추진전략 3) 재정사업 및 기존 연구사업과의 연계**

- 인공지능을 기반으로 하는 빅데이터 분석 기술을 인프라 정보와 융합함으로써 인프라와 관련한 재난안전의 위험 예측과 대응을 추진하여야 하며 이를 위하여 과기부에서 추진 중인 국가 인프라 지능정보화 사업 등에서 구축된 데이터의 활용을 계획

- 지능형 국가 인프라 관리시스템을 구축을 통해 확보된 전국 인프라의 위치정보, 유지관리 정보, 지하의 시설물 정보와 이력 관리 DB 등을 연계 활용하여 효율적이고 정확한 재난대응 시뮬레이션 모델을 구축

○ **(추진전략 4)** 테스트베드 연계를 통한 R&D 추진

- 지자체와 공공기관에서 재난 예측과 대응에 활용할 수 있도록 AI 시뮬레이션 기술을 실제 도시를 대상으로 하여 테스트베드를 적용하여 실증
  - (위험 지역별 단계별 확대 추진) 인구 및 인프라 밀집도와 복합재난 위험성을 고려하여 시범대상 지역 단계별 선정 후 시범사업 추진
  - (지능형 시뮬레이션 시스템 구축) 단계별 사업으로 시스템 기능 고도화
  - (지역규모별 단계 구분) 인구 및 인프라 밀집도와 재난 연계 · 확산 위험성을 고려하여 지역 단계 구분 후 실증 추진(본 사업 기간 내 1단계 실증 추진)

구 분	1단계		2단계		3단계
인구·인프라 밀집도	초밀집지역	⇨	광역도심	⇨	수도권 외
복합재난 위험성	매우 높음		높음		일부 거점지역 높음
예상 지역	서울/부산/인천 등		전국 광역지자체		수도권 외 광역교통 인프라 거점

3.1.2. 비전 및 목표

□ 비전체계도

사업명	지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술 개발
비전	국토교통부 주도의 시설물 연계형 재난관리 체계 확립 및 데이터 표준 플랫폼 보급
사업 목적	도시기반시설물 빅데이터(시설물, 인구이동 등) 활용 지역 단위 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난연계·확산 예측 및 대응 시스템 개발
사업 목표	1. 복합재난 피해예측 정확도 90% 이상 * 과거 재난 사례 시뮬레이션 결과와 실제 피해 데이터(건설현장 붕괴, 시설물 피해면적 등) 간의 일치율 비교 2. 시설물 연계재난 피해 확산 범위 및 규모에 대한 사전예측 정확도 90% 이상 확보 * 기존 수치해석모델 대비 AI 모델 예측 결과의 오차율 및 공간적 일치도(IOU) 비교 검증

성과 목표	고품질 시설물 연계 재난안전 데이터 허브 구축 : 데이터 품질 95% 확보	시설물 연계재난 위험도 분석 프레임워크 확립 : 지역 단위 위험도 판별 정확도 90% (기존 30% → 90%)	지역 단위 재난안전관리 플랫폼 구축 : 정보전달시간 80% 단축(30분→ 5분)	실증 및 도시 확산 적용을 위한 시스템 구축 : 지자체 대상 시범 실증 추진

중점 분야 및 핵심 기술		
	AI 기반 시설물 연계 복합재난 위험도 분석기술	(1-1) 시설물 연계 복합재난 위험도 평가 프레임워크 및 동적 산정모델 개발 (1-2) 복합재난 전이·파급 판단 알고리즘 및 시나리오 생성 기술개발 (1-3) GeoAI 기반 위험도 가시화 모듈 및 중앙-광역 공유 모델 개발
	복합재난 위험도 분석을 위한 지역단위 빅데이터 통합 및 연계 기술개발	(2-1) 위험도 평가 프레임 기반 데이터 항목 정의 및 연계 구조 설계 (2-2) 도시기반시설 관련 데이터 실시간 통합 및 정합 기술개발 (2-3) 위험도 분석 및 시뮬레이션 연계를 위한 데이터 관리체계 구축
	AI 기반 복합재난 사전예측 및 대응계획 시뮬레이션기술 개발 및 실증	(3-1) 위험도 기반 복합재난 피해예측 엔진 개발 (3-2) 실시간 피해 확산 예측 AI 시뮬레이터 개발 (3-3) 중앙-광역 공동 활용 실증 및 제도개선 연계

수혜자 및 성과 활용		
	재난·시설물 관리 주체 (중앙정부/지자체/공공기관 등)	도시 기반시설의 연계성을 고려한 통합적 재난대응 체계 마련
	시민	복합 재난으로 인한 인명·재산 피해 위험 저감
	민간기업	재난안전 분야 일자리 개선 및 산업 성장

[그림 87] 사업비전 및 목표 체계도

3.1.3. 중점 추진분야

핵심기술	구성기술	세부내역
1. AI 기반 시설물 연계 복합재난 위험도 분석기술	(1-1) 시설물 연계 복합재난 위험도 평가 프레임워크 및 동적 산정모델 개발	시설물 연계 복합재난 유형 정의 및 위험도 평가 프레임워크 정의
		위험도 평가 모델개발
		동적 데이터를 반영한 위험도 산정 로직 및 알고리즘 개발
	(1-2) 복합재난 전이·파급 판단 알고리즘 및 시나리오 생성 기술개발	시설물 위험 전이 임계조건 및 파급영향 도출
		실시간 연계재난 발생 판별 및 공간적 영향권 산출
		AI 기반 복합재난 시나리오 자동 생성 및 확산경로 예측 시뮬레이션 개발
	(1-3) GeoAI 기반 위험도 가시화 모듈 및 중앙-광역 공유 모델 개발	GeoAI 기반 고위험구역 탐지, 시설물, 영향권 단위 공간 분석 엔진 개발
		위험도 분석 결과 시각화 및 대시보드 개발
		중앙-광역 공동활용을 위한 위험도 정보 표준화 모델 및 데이터 구조 설계
2. 복합재난 위험도 분석을 위한 지역단위 빅데이터 통합 및 연계 기술개발	(2-1) 위험도 평가 프레임 기반 데이터 항목 정의 및 연계 구조 설계	위험도 산정을 위한 필수데이터 항목 정의
		도시기반시설 관련 데이터의 위험도 기여도 기반 분류 및 연계 구조 설계
		위험도 산정 단위에 대응하는 데이터 연계 기준 수립
	(2-2) 도시기반시설 관련 데이터 실시간 통합 및 정합 기술개발	국토부 시스템 정적 데이터와 동적 데이터 실시간 수집 및 통합 기술개발
		이기종 데이터 간 시공간 정합성 확보 및 시간 동기화 기술개발
		실시간 위험도 재산정을 위한 데이터 갱신 및 반영 구조 설계
	(2-3) 위험도 분석 및 시뮬레이션 연계를 위한 데이터 관리체계 구축	시설물 재난안전 데이터 국가 표준모델 설계 및 관리체계 정립
		위험도 분석 및 AI 시뮬레이션 연계를 고려한 통합데이터 관리체계 구축
		대규모 데이터 및 안정적 처리와 운영을 위한 데이터 파이프라인 설계
3. AI 기반 복합재난 사전예측 및 대응계획 시뮬레이션기술 개발 및 실증	(3-1) 위험도 기반 복합재난 피해예측 엔진 개발	위험도 분석 및 AI 기반 복합재난 피해 예측모델 개발
		재난 연쇄 피해의 규모, 범위, 유형 정량화
		GeoAI-BIM 기반 피해예측 결과 불확실성 분석 및 예측 신뢰도 평가
	(3-2) 실시간 피해 확산 예측 AI 시뮬레이터 개발	시간 경과에 따른 재난 피해 확산 범위 및 규모 실시간 예측 기술개발
		다수 시설물 및 복수 시나리오를 고려한 동시처리 및 우선순위 도출
		중앙-광역 재난대응 의사결정 지원을 위한 시뮬레이션 가시화 개발
	(3-3) 중앙-광역 공동 활용 실증 및 제도개선 연계	중앙-광역 공동대응 관점의 시나리오 및 실증 수행
		도시기반시설 재난대응 지침 및 운영체계 개선(안) 도출
		복합재난 대응을 위한 국토교통부 소관 지침 및 기준 개선(안)

3.1.4. 문제 해결과 추진내용의 연계성

□ 연구개발사업의 주요 문제 정의 및 분석

○ 국내 재난안전관리 체계는 복합재난의 특성을 반영하지 못하는 구조적 한계가 있으며, 인프라의 노후화와 기후변화의 복합적 영향으로 도시형 재난이 복합 및 연쇄되는 추세임

- 현행 재난안전관리는 단일 재난 중심으로 지역 단위 위험도 분석 및 복합재난 사전 대응이 불가

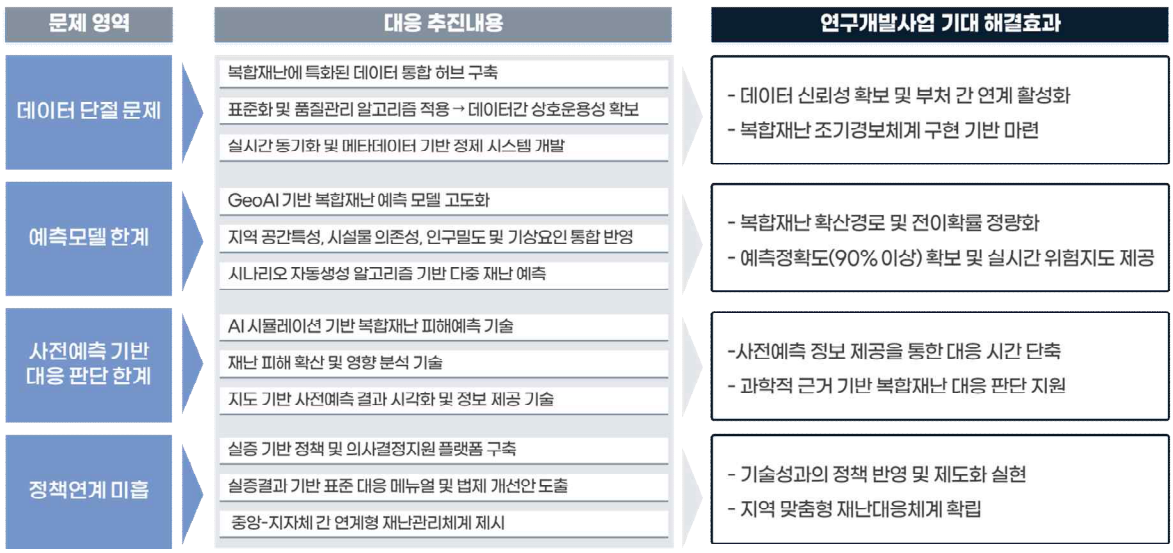
〈표 55〉 현행 재난안전관리 시스템 및 체계의 주요 문제점

구분	주요문제	세부 설명
데이터 단절 및 비정형성	기관별 상이한 데이터 포맷과 관리 체계로 인한 실시간 연계 불가	이기종 데이터(재난, 시설물, 기상, 환경 등)가 분절적으로 관리되어 종합분석이 불가능함
예측모델의 단순화 및 정적 구조	재난유형별 정적 분석 중심으로 복합재난 상호 전이효과 반영 불가	예측모델이 복합재난의 인과관계(침수 발생→ 지반침하→ 교통 마비)를 반영하지 못해 대응정확도 저하
대응전략 부재 및 정량화 미흡	사후중심의 매뉴얼식 대응, 대응효과 분석의 부재	경험과 직관에 의존된 대응자원 배분 및 의사결정, 시뮬레이션 기반 대응전략 자동화 부재
정책연계성 결여	기술성과 재난관리계획 및 제도개선 환류 미비	연구개발 성과가 행정계획 및 운영체계에 적용되지 못함 지자체별 대응역량 차이가 심화

□ 주요 문제별 기술적 대응전략

○ 현행 시스템 및 체계의 문제영역은 기획연구에서 제시하는 3대 핵심기술과 실증전략을 통해 단계적으로 해결되도록 설계함

- 기획연구에서 제안하는 기술개발내용은 단순 기능 구현이 아닌 문제의 근본 원인을 정략적으로 진단하고, 개선하기 위해 데이터-모델-시뮬레이션 통합 기술체계로 구성함



[그림 88] 주요 문제별 기술적 대응 추진내용 및 기대효과

□ 연구내용-문제 해결 연계 구조의 연구개발사업 구성

○ 본 연구개발사업의 연구내용은 개별기술의 단편적 개발이 아닌 [문제-기술-정책]의 피드백 구조로 설계하였으며, 기술개발, 실증, 정책적 확산이 하나의 순환체계를 형성함으로 과제 수해 전반이 문제 해결 중심으로 통합되도록 구성함

[그림 89] 연구개발사업의 문제 발생-해결방안-연구결과 연계구조

□ 연구개발사업의 실증 및 정책 연계

○ 기존 재난안전 연구개발은 주로 단일 재난 대응 기술에 집중되어 실제 재난관리 현장에 적용하기 어려운 구조이며, 기술개발 성과가 정책이나 행정계획에 환류되지 못하는 한계가 있음

○ 본 연구개발사업은 이와 같은 한계점을 극복하고 지자체 중심으로 복합재난 대응기술의 실증, 정책연계, 확산 모델 구축을 목표로 함

〈표 56〉 실증 및 정책연계 전략

구분	추진 내용	비 고
실증 기반 구축	- 실제 지자체 지역을 실증 대상으로 선정 - 해당 지역의 지형, 기후, 인프라 특성을 반영한 맞춤형 복합재난 예측·대응 기술 실증	현장 중심의 기술개발 및 실증
정책 연계 추진	- 실증 결과를 기반으로 지자체 재난관리계획 및 대응 매뉴얼 개정안 도출	R&D 성과 정책 환류 체계화
지역 확산 기반 마련	- 중앙-지자체 간 연계형 복합재난대응 플랫폼 확산 모델 설계	확산 및 확장 가능한 플랫폼 설계

3.2. 연구개발사업 주요내용

3.2.1. (핵심기술1) AI 기반 시설물 연계 복합재난 위험도 분석기술

○ **도시기반시설의 상호 연결성**과 **공간적 연계구조를 고려**하여, 연쇄적으로 발생하는 복합재난의 위험도(위험요인, 노출도, 취약도)를 동적으로 산정하고 **전이 양상을 규명하는 분석체계 구축기술**

○ **시설물 간 기능적 의존성** 및 **시간에 따른 변화 요소(인구이동, 교통량, 공사 단계 등)**를 실시간 반영하여 위험도를 지속적으로 갱신하는 계층형 **평가 프레임워크 및 동적 산정 로직 개발**

○ **재난의 연쇄 파급 임계조건을 정의**하고, GeoAI 및 BIM-GIS 기술을 활용하여 **중앙-광역 지자체가 공동활용 가능한 고정밀 위험도 매핑 및 시공간 시각화 모델**개발

○ 방대한 도시 데이터 중 재난 분석에 실질적으로 필요한 데이터 항목과 연계방안을 위험도 평가 프레임워크를 통해 사전 정의하며, **데이터 통합시스템 구축을 위한 가이드라인 역할**을 수행함

[그림 90] AI 기반 시설물 연계 복합재난 위험도 분석기술 개요도

○ 개발 대상

시설물 데이터	▪ 주요 기반시설(도로, 철도, 교량 등)의 상태, 노후도, 유지관리 이력, 공사현장 정보 등
재난 관련 데이터	▪ 기후변화 지표(강우, 기온, 진도 등), 재난 발생 기록, 피해 통계 자료
공간 및 환경 데이터	▪ GIS 기반 지형 및 지질 정보, 배수 및 유출 모델링 데이터, 교통 및 인구 밀집도 등
실시간 모니터링 데이터	▪ CCTV, 드론, IoT 센서 등 네트워크로부터 수집되는 실시간 데이터
민간 데이터	▪ 소셜 미디어, 뉴스, 공공기관의 긴급 재난정보, 교통 데이터, 통신망 데이터 등

3.2.1.1. (구성기술1-1) 시설물 연계 복합재난 위험도 평가 프레임워크 및 동적 산정모델 개발

○ 기술 개요

- **(복합재난 정의 및 유형화)** 단일 시설물의 물리적 파괴에 그치지 않고, 상호 연결된 도시기반시설(도로, 교통, 건설현장 등)의 기능적 의존성과 공간적 인접성에 의해 연쇄적으로 확산되는 '연계·복합재난'의 유형과 전이 구조를 명확히 정의

- **(계층형 위험도 평가체계)** 재난안전 분야의 표준 위험도 평가 구조인 위험요인, 노출도, 취약도를 기반으로, 시설물 간의 위험 증폭 요인을 반영한 계층적 평가 프레임워크 설계

- **(동적 위험도 산정)** 고정된 정적 정보뿐만 아니라 강우량, 차량 흐름, 유동인구, 공사 공정률 등 시간에 따라 변화하는 요소를 실시간으로 반영하여, 시시각각 변화하는 도시의 위험도를 정량적으로 산출하는 동적 모델을 개발

○ 기술개발 목표

- 도시기반시설(도로, 교통, 건설현장 등)의 상호 연결성을 고려한 단일재난이 아닌 연쇄적으로 발생하는 복합재난 유형 정의
  - 도시기반시설(도로, 교통, 건설현장 등)의 상호 연결성을 고려한 복합재난 표준분류체계 수립
  - 단일재난 발생 시 시설물 간 기능적 마비가 확산되는 인과관계 및 전이경로 구조화
  - 물리적 거리, 기능적 의존도 등 기반 재난 연쇄 및 파급 정량적 임계기준 정의
  - 과거 재난사례 및 잠재위험 분석기반 도시기반시설 복합재난 시나리오 라이브러리 구축
- 위험성 평가 기반 복합재난 위험도 평가 프레임워크 설계
  - 도시기반시설 특성에 최적화된 위험요인, 노출도, 취약도별 세부 평가 지표 도출 및 가중치 산정
  - 시설물 간 물리적, 기능적 연결을 반영한 상호 의존석 지수 개발
  - 밀집도 및 연쇄 효과로 인한 재난 규모 확산 대상 위험증폭 계수 산정 로직 개발
  - 공간 및 네트워크 단위로 확장 가능한 통합 위험도 평가 모델 설계
- 시간에 따라 변화하는 위험요소를 반영한 실시간 동적 위험도 산정 로직 개발
  - 시간에 따라 변화하는 위험인자(교통량, 인구이동, 건설공정 등) 식별 및 정량화
  - 정적 데이터와 동적 데이터를 활용한 위험도 변화 실시간 산출 고속 연산 알고리즘 개발
  - 동적 데이터의 패턴을 활용한 위험도 변동 예측 기법 개발

○ 최종 성과물

- 시설물 연계 복합재난 정의 및 위험도 평가 프레임워크 정의서
- 위험도 평가 및 시설물 간 의존성과 증폭요인을 반영한 계측형 위험도 평가 보델
- 시간에 따라 변화하는 동적데이터를 반영한 위험도 산정 로직 및 알고리즘

3.2.1.2. (구성기술 1-2) 복합재난 전이·파급 판단 알고리즘 및 시나리오 생성 기술개발

○ 기술 개요

- **(전이 메커니즘 규명)** 재난 발생 시 도시기반시설의 물리적 붕괴나 침수 등이 인접 시설물로 확산되는 임계점과 전이 규칙을 정의하여, 복합재난의 연쇄적 확산 원리를 체계화함
- **(실시간 판별 및 범위 산출)** 재난 발생 시 실시간 데이터 변동을 감지하여 연계재난 발생 여부를 즉각 판별하고, 피해 영향력이 미치는 공간적 범위를 정량적으로 산출하는 자동화 모듈 개발
- **(AI 시나리오 생성)** 과거 데이터가 부족한 복합재난의 한계를 극복하기 위해, 생성형 AI를 활용하여 다양한 가상 재난시나리오를 자동 생성하고 시공간적 확산경로를 시뮬레이션하는 기술 개발
- **(시공간 확산경로 예측 시뮬레이션)** 생성된 시나리오를 기반으로 시간 흐름에 따른 재난의 이동 경로와 피해 확산 양상을 정밀하게 예측 및 시각화하는 AI 시뮬레이터 개발

○ 기술개발 목표 및 내용

- 도시기반시설물의 붕괴, 침수 등 위험이 인접 공간으로 확산되는 임계조건 및 전이 규칙 정의
  - 시설물 유형별(도로, 교량, 터널, 지하철 등) 재난 전파가 시작되는 물리적·기능적 한계치 및 임계값 설정
  - 시설물 간 거리, 높이 차, 연결 상태 등을 고려한 재난 전이 알고리즘 및 규칙 구축
  - 단일재난에서 복합재난으로 발전하는 연쇄 파급경로의 인과관계 모델링
- 실시간 연계재난 발생 판별 및 영향력이 미치는 공간적 범위를 정량적으로 산출하는 모듈 개발
  - 최초 재난 발생 지점을 기준으로 연쇄 피해가 예상되는 위험 반경 자동 매핑 및 표출 기술개발
  - 데이터의 이상 패턴을 감지하여 연계재난 진입 여부를 판단하는 실시간 트리거링 기술개발
  - GIS 위상분석을 기반 피해 예상 대상(영향권 내 시설물 및 인구 등)을 자동으로 식별하고 산출하는 정량화 로직 개발
- AI 기반 복합재난 시나리오 자동생성 및 확산경로 예측 시뮬레이션기술 개발
  - 위험도 데이터와 공간 영향력을 학습하여 가상의 복합재난 상황을 생성하는 AI 기반 시나리오 생성 모델 구현
  - 시간 경과에 따라 재난이 어떤 경로로 확산될지 예측하는 시공간 경로 추적 엔진 개발
  - 생성된 시나리오 기반의 확산경로 예측 시뮬레이션 가시화 기술개발

○ 최종 성과물

- 시설물 위험 전이 임계조건 및 파급영향 정의서
- 실시간 연계재난 발생 판별 및 공간적 영향권 산출 모듈
- AI 기반 복합재난 시나리오 자동생성 및 시공간 확산경로 예측 시뮬레이션 프로그램

3.2.1.3. (구성기술 1-3) GeoAI 기반 위험도 가시화 모듈 및 중앙-광역 공유모델 개발

○ 기술 개요

- **(GeoAI 위험도 가시화)** GIS 기반의 공간정보에 AI 분석 결과를 결합하여, **재난 확산 범위와 위험지역**을 **직관적으로 표출하는 가시화 모듈** 개발
- **(중앙-광역 상황공유)** 중앙 관제 조직과 지역 현장 대응 조직 간 데이터 포맷을 표준화하여, 복합재난 상황 정보를 실시간으로 동기화하고 단절 없이 공유하는 협업 체계 구축
- **(공간기반 의사결정 지원)** 복잡한 수치 데이터 대신 직관적인 위험도 대시보드를 제공하여, 신속한 상황판단과 관계기관 간 유기적인 공동대응을 지원하는 지능형 협업 모델 구현
- **(속성정보 기반 심층 분석)** 건축물대장 등 속성 데이터와 실시간 유동 정보 레이어를 융합하여, 위험도를 정밀하게 분석하는 경량화 모델개발

○ 기술개발 목표 및 내용

- BIM-GIS 통합데이터베이스 기반 정밀 위험도 매핑 및 공간 데이터 모델링
  - BIM의 비형상 속성정보(재질, 내용연수, 내진설계 등)와 GIS 공간정보를 결합한 경량화 통합 DB 구축
  - 재난 해석 효율성을 높이기 위한 격자 및 영향권 단위의 공간 데이터 모델 변환 기술개발
  - 시설물 단위가 아닌 공간적 영향권을 고려한 복합재난 확산 데이터 모델링 개발
- GeoAI 기반 시설물 및 영향권 단위 공간분석 및 시각화 기술 개발
  - 시설물 개별 위험도와 공간적 확산 위험을 통합 해석하여, GeoAI를 활용한 고위험구역 자동 탐지 기술개발
  - 위험도 분석 결과(연계구조, 위험 증폭 구간, 연쇄 전이 경로 등)를 2D 지도상에 직관적으로 표출하는 가시화 알고리즘 개발
  - 정적인 위험도뿐만 아니라 확산 방향성을 시각적으로 인지할 수 있는 벡터 및 히트맵 기반 동적 시각화 모듈 구현
- 중앙사고수습본부-광역지자체 공동 활용 가능한 표준화 공유 모델 개발
  - 국토교통부(중앙)와 지자체(현장)가 동일한 판단 기준(위험등급, 핵심지표 등)을 공유할 수 있는 범용 분석 프레임워크 설계
  - 이기종 시스템 간 원활한 데이터 연동을 위한 재난 정보교환 표준 데이터 포맷 구조화 및 프로토콜 정립
  - 실시간 상황 전파 및 유관기관 간 협업 의사결정을 지원하는 통합 대시보드 프로토타입 개발

○ 최종 성과물

- GeoAI 기반 고위험구역 탐지, 시설물, 영향권 단위 공간분석 엔진
- BIM-GIS 연계형 위험도 2D 지도상 매핑 및 공간정보 표출 모듈
- 위험도 분석결과(연계구조, 증폭구간, 전이경로) 시각화 및 대시보드
- 중앙-광역 공동 활용을 위한 위험도 정보 표준화 모델 및 데이터 포맷 구조 설계서

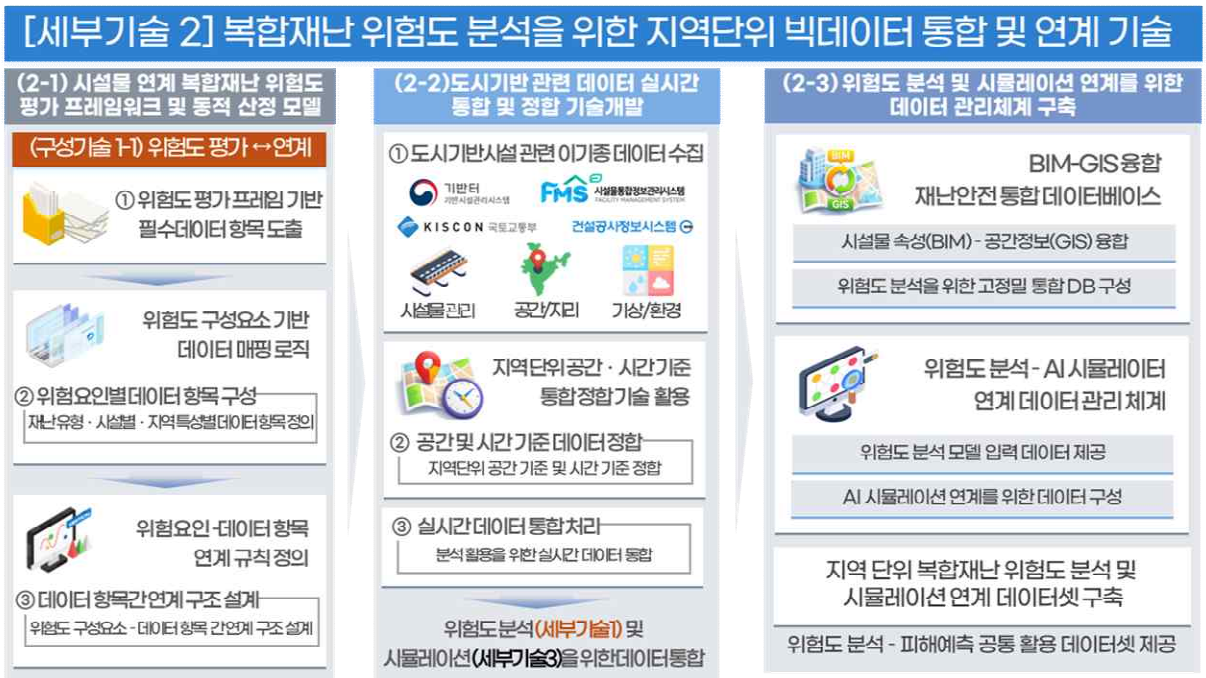
3.2.2. (세부기술2) 복합재난 위험도 분석을 위한 지역단위 빅데이터 통합 및 연계 기술개발

○ 도출된 위험도 평가 프레임워크의 입력 변수 및 핵심지표 산출에 필요한 **필수데이터를 선별**하고, **다양한 원천으로부터 수집·정제하는 분석 연계형 데이터 파이프라인 구축**기술

○ 도시기반시설의 물리적 속성인 정적 데이터와 시간에 따라 변화하는 동적 데이터(교통, 유동인구 등)를 프레임워크가 요구하는 **시공간 격자 단위로 정합하고 융합하는 데이터 표준화 및 가공 기술**

○ 국토교통부 시스템(기반터, FMS, KISCON 등)과 타 기관 및 지자체의 **분산된 이기종 데이터의 수집, 전처리 등 전 과정을 자동화**하여, 위험도 동적 산정 로직에 지연 없이 데이터를 공급할 수 있는 **실시간 연동 인터페이스 및 통합 관리체계 개발**

○ 수집된 데이터의 **결측치 보정 및 이상치 제거**를 통해, AI 분석모델과 위험도 평가 프레임워크가 즉시 활용 가능한 분석 준비 상태의 고품질 데이터셋을 생성하여 분석결과의 정확도와 신뢰성을 확보



[그림 91] 복합재난 위험도 분석을 위한 지역단위 빅데이터 통합 및 연계 기술개발 개요도

○ 개발 대상

데이터 부문	▪ 기반시설관리시스템(기반터), 시설물 유지관리 시스템 (FMS), 스마트시티 데이터 허브 등 국토교통부 소관의 시설물 유지관리 API 데이터 및 건설현장 데이터 ▪ 기상청, 소방청, 행정안전부 등 분산된 시설물 운영, 공사 이력, 재난 발생기록 데이터 ▪ 도로공사, 철도공사 등 실시간 교통 데이터 ▪ IoT · 환경센서, 교통 및 인구밀도 데이터, 위성 데이터, 드론 · CCTV 등 ▪ 지자체 및 민간 보유 데이터(통신사 등), SNS · 포털(소셜미디어, 뉴스 등) 등 비정형 데이터
분석 및 예측 부문	▪ 교량, 터널, 지하차도, 공동구 등 국토교통부 관할 주요 기반시설 ▪ 지상 · 지하 공간데이터, 기상 · 지질 · 환경 관련 데이터 ▪ 과거 재난발생 이력 및 보수 · 복구 관련 데이터
활용 부문	▪ GeoAI · LLM 등 AI 학습용 정제 데이터셋 ▪ 복합재난 위험도 분석 및 위험 등급화 체계 ▪ AI 기반 재난 예측 · 대응 시뮬레이터 및 시각화 대시보드

○ **실시간 데이터 수집 예시**

〈표 57〉 기관 및 시스템별 수집데이터 예시

구 분	기 관	시스템	수집데이터
공공 인프라 및 사회기반시설 데이터	국토교통부	국토정보플랫폼 (NSDI)	도로, 교량, 터널, 지하차도 등 주요 인프라 위치 및 속성정보
		디지털트윈국토	주요 기반시설의 3D정보
		기반시설관리시스템 (기반터)	중앙부처, 지자체, 공공기관, 민간사업자 등 1,350개의 관리 주체가 관리중인 시설물정보
	국토안전관리원	시설물 통합관리시스템(FMS)	시설물 정기 점검 이력, 안전 등급 등
	한국도로공사	도로센서 및 CCTV	주요 도로 위험구간 실시간 영상 및 노면 상태 정보
지자체 기반 실시간 도시 데이터	지자체DB	통합플랫폼	CCTV, IoT센서, 교통정보 등
		재난안전대책본부	재난 현황 자료, 재난 대응 로그
	행정안전부	재난안전포탈 / 재난관리정보시스템	대규모 재난시보고된 상황자료
대민 정보 및 사회기반DB	행정안전부/통신사	긴급재난문자	송출시각, 위치, 문자 내용 등
	경찰청/소방청	긴급신고 위치 및 유형통계	긴급신고 발생 위치, 시간, 대응상황
취약계층 및 인구 데이터	통계청	KOSIS	연령, 장애인, 독거노인 비율 등
	행정안전부	안전취약계층 위치정보	복지센터에 등록된 취약계층 정보
	교육부	학교위치 DB	유, 초, 중, 고교 위치 및 학생수 DB
기상 관련 데이터	기상청 날씨누리	기상자료개방포털	실시간 강우량, 기온, 강풍, 호우주의보, 경보 등
		기상레이더정보시스템	지역별 강우 영상, 누적 강우량
		지진통보시스템	지진 발생시 진도, 위치, 발생 시각
	국립재난안전연구원 지진방재센터	지진위험지도	지진위험지도

3.2.2.1. (구성기술 2-1) 위험도 평가 프레임 기반 데이터 항목 정의 및 연계 구조 설계

○ 기술 개요

- **(필수데이터 식별 및 정의) 위험도 평가 프레임워크 구동에 필요한 핵심 변수(위험요인, 노출도, 취약도)를 분석**하여, **복합재난 해석에 실질적으로 관여**하는 정적·동적 **필수데이터 항목을 명확히 정의**

- **(데이터 연계구조 최적화)** 이기종 및 다출처 데이터가 물리적 시설물 단위와 공간적 영향권 단위에서 유기적으로 결합할 수 있도록, **분석 목적(시설/기능/공간)에 최적화된 데이터 연계 설계**

- **(위험도 기여도 기반 분류)** 방대한 도시 데이터 중 **실제 재난 전이 및 확산 분석에 대한 민감도가 높은 항목을 선별**하고, 데이터 갱신주기와 중요도에 따른 분류체계를 수립하여 **효율적인 데이터 파이프라인 구축**의 기준 마련

○ 기술개발 목표 및 내용

- 위험요인, 노출도, 취약도, 위험 증폭, 연계 및 파급 요소별 위험도 산정에 필요한 필수데이터 항목 정의
  - 위험요인, 노출도, 취약도 산출 수식에 직접적으로 관여하는 필수 입력 변수 식별
  - 도시기반시설의 물리적 속성 및 지리정보 등 정적 데이터와 유동인구, 교통량, 기상정보 등 동적 데이터의 세부 분류체계 정립
  - 복합재난의 전이 및 확산 해석을 위해 필요한 시설물 간 연결성 및 상호의존성 데이터 항목 구체화
- 도시기반시설 관련 데이터(정적, 동적)의 위험도 기여도 기반 분류 및 연계 구조 설계
  - 개별 시설물, 면적 영향권 등 상이한 공간 객체 간의 데이터가 정확히 매핑될 수 있는 공간정보 매칭 로직 설계
  - 이기종 데이터 융합과 분석모델로의 입력을 위한 공통 식별자 부여 체계 및 데이터 연계방안 수립
  - 실시간으로 유입되는 동적 데이터와 고정된 정적 데이터의 시공간적 정합성을 유지하기 위한 데이터 결합 구조 모델링
- 위험도 산정 단위(시설물, 공간, 기능)에 대응하는 데이터 연계 기준 수립
  - 위험도 평가결과에 미치는 영향력 분석을 통해, 반드시 수집해야 할 핵심 데이터와 보조 데이터를 구분하는 우선순위 결정
  - AI 모델 학습 및 시뮬레이션 구동에 적합한 데이터 정보, 결측 허용 범위 등 품질 요구사항 정의

○ 최종 성과물

- 위험도 산정(위험요인, 노출도, 취약도)을 위한 필수 데이터 항목 정의 및 분류체계 정의서
- 시설물, 공간, 기능 단위 위험도 산정 대응 데이터 연계 구조 설계서

3.2.2.2. (구성기술 2-2) 도시기반시설 관련 데이터 실시간 통합 및 정합 기술개발

○ 기술 개요

- **(이기종 데이터 실시간 수집 및 통합)** 기반터, FMS, KISCON 등 국토교통부 시스템의 정적 데이터와 실증 지자체의 CCTV, 교통량, 유동인구 데이터 등 시간에 따라 변하는 동적 데이터를 **단일 파이프라인으로 수집하고 통합하는 기술**

- **(시공간 정합 및 동기화)** 서로 다른 출처와 포맷을 가진 데이터들이 **동일한 시간, 위치 좌표 위에서 해석**될 수 있도록, **데이터 간의 시공간적 불일치를 보정**하고, **타임스탬프를 일치시키는 동기화 기술**확보

- **(동적 데이터 갱신 및 반영)** 수집된 데이터가 단순히 저장되는 것에 아닌 위험도 평가 프레임워크에 즉각 입력되어 **위험도를 재산정할 수 있도록 데이터 갱신주기와 반영 로직을 최적화한 순환형 데이터 구조** 설계

○ 기술개발 목표 및 내용

- 기반터, FMS. KISCON 등 국토부 시스템 정적 데이터와 CCTV, 교통량, 유동인구 등 동적 데이터 실시간 수집 및 통합 기술개발
  - 기반터, FMS, KISCON 등 기존 시설물 관리시스템과 연동 가능한 자동화 파이프라인 구축
  - 실증 지자체 대용량 동적 데이터(CCTV 영상, 실시간 교통, 유동인구 등)를 지연 없이 수집하고, 처리하는 고속 데이터 핸들링 기술개발
  - 정형 데이터 비정형 데이터를 통합 관리할 수 있는 데이터베이스 저장 구조 설계
- 이기종 데이터 간 시공간 정합성 확보 및 시간 동기화 기술개발
  - 서로 다른 좌표계나 공간 해상도를 가진 시설물 데이터와 센서 데이터 간의 위치 오차를 보정하여 정확하게 매핑하는 공간 정합 알고리즘 개발
  - 데이터 생성 주기가 상이한 데이터 간의 시간 축을 맞추고, 누락된 시점을 보간하여 분석의 연속성을 보장하는 시간 동기화 기술
  - 데이터 융합 과정에서 발생할 수 있는 중복, 오류, 이상치를 실시간으로 탐지하고 제거하는 무결성 검증 모듈 탑재
- 실시간 위험도 재산정을 위한 데이터 갱신 및 반영 구조 설계
  - 새로운 데이터가 들어오거나 상황이 변하면 시스템이 이를 즉시 감지하여, 자동으로 위험도 분석을 시작하는 실시간 반응형 갱신 체계 구현
  - 분석 속도를 높이기 위해 방대한 도시 데이터를 매번 전부 다시 처리하지 않고, 변경된 정보만 골라 부분적으로 갱신하는 고효율 처리 기술개발

○ 최종 성과물

- 정적 데이터(기반터, FMS 등) 및 동적 데이터(CCTV, 유동인구 등) 실시간 수집·통합 엔진
- 이기종 데이터 간 시공간 정합성 확보 및 시간 동기화 기술
- 실시간 위험도 재산정을 위한 데이터 갱신 및 반영 구조 구현 결과

3.2.2.3. (구성기술 2-3) 위험도 분석 및 시뮬레이션 연계를 위한 데이터 관리체계 구축

○ 기술 개요

- **(BIM-GIS 기반 고정밀 데이터베이스)** BIM 기반 시설물의 상세 속성정보와 GIS 기반 공간 위치정보를 결합하여, 단순 위치 확인을 넘어 재난의 물리적 영향력까지 해석할 수 있는 재난 안전 통합데이터베이스 구축

- **(분석-시뮬레이션 연계체계)** 구축된 데이터가 AI 기반 위험도 평가모델과 확산예측 시뮬레이터에 끊김 없이 공급되고, 해석된 결과가 다시 시스템에 환류되는 순환형 통합데이터 관리체계 구현

- **(데이터 신뢰성 및 파이프라인)** 대규모 시공간 데이터를 안정적으로 처리하는 파이프라인을 설계하고, 데이터의 오류를 사전에 걸러내는 품질관리를 통해 분석 결과의 신뢰도를 보장

○ 기술개발 목표 및 내용

- BIM-GIS 정보가 융합된 재난안전 통합 데이터베이스(DB) 구축
  - 시설물의 핵심 속성 데이터(BIM)를 공간정보(GIS) 상에 매핑하여, 위험도 분석의 정확도를 높이는 융합 데이터표준 모델 설계
  - 공간 데이터와 비공간 속성 데이터를 유기적으로 연결하는 데이터베이스 스키마를 최적화하여 고정밀 분석 환경 조성
  - 대용량 공간 데이터의 빠른 검색과 로딩을 지원하기 위해, 재난 분석에 최적화된 다중 레벨 공간 인덱싱기술 적용
- 위험도 분석 및 AI 시뮬레이션 연계를 고려한 통합데이터 관리체계 구축
  - 위험도 분석을 위한 통합데이터를 AI 분석모델이 즉시 활용할 수 있는 포맷으로 변환하여 제공하는 분석 연계형 데이터 제공 구조 구현
  - 위험도 산출 결과와 시뮬레이션 예측 데이터를 체계적으로 저장 및 관리하고, 결과를 표출하기 위한 시스템 개발
  - 데이터의 생애주기 이력(생성, 수정, 활용 등)을 추적하여 분석 결과의 투명성을 보장하는 메타데이터 관리기법 개발
- 대규모 시공간 데이터의 안정적 처리와 운영을 위한 데이터 파이프라인 설계
  - 대용량 도시 데이터의 병목 현상을 방지하고 처리 성능을 극대화하기 위한 분산 처리 기반 데이터 파이프라인 아키텍처 설계
  - 입력 데이터의 결측, 오차, 중복 등을 자동 탐지하여 정제하는 품질관리와 분석 결과의 타당성을 검증하는 신뢰성 검증 프로세스 마련
  - 데이터 처리 과정 중에 발생 가능한 장애를 사전에 감지하고 시스템 자원 효율성을 관리하는 실시간 파이프라인 모니터링 대시보드 구축

○ 최종 성과물

- BIM-GIS 융합 데이터 표준모델 설계서 및 관리체계 정의서
- BIM-GIS 기반 위험도 분석 통합 DB 및 AI 시뮬레이션 연계형 통합 관리시스템
- 대규모 데이터 처리를 위한 파이프라인 설계 및 품질·신뢰성 검증 리포트

3.2.3. (세부기술3) AI 기반 복합재난 사전예측 및 대응계획 시뮬레이션기술 개발 및 실증

○ 도출된 위험도 평가결과를 입력으로 하여, 시설물 붕괴나 기능 마비 등 연쇄적으로 발생하는 **복합재난의 물리적 피해 규모와 범위를 정량화**하고, **GeoAI 기반으로 예측 결과의 불확실성까지 평가하는 고정밀 피해예측 엔진 기술을 개발**하고자 함

○ 시간 경과에 따라 변화하는 **재난의 확산경로와 피해 영역을 실시간으로 산출**하는 AI 시뮬레이터를 구축하여, **다수의 복합 시나리오를 동시처리**하고 **중앙-광역지자체가 상황을 공유**할 수 있는 인터페이스 구현

○ 중앙사고수습본부(국토부)와 지역재난안전대책본부(지자체)가 공동으로 대응해야 하는 실제 상황을 가정한 실증 시나리오를 설계하고, **개발된 예측모델과 시스템을 실제 도시 환경에 적용**하여 **정합성과 효용성을 검증하는 현장 중심 실증** 수행

○ 실증결과를 바탕으로 대규모 복합시설이나 건설현장 인접 구역 등 **기존 제도의 사각지대를 보완**하고, **국토교통부 소관 재난대응 매뉴얼 및 운영체계에 복합재난 예측기술을 반영**하기 위한 **제도적 개선안 및 가이드라인** 제시

[그림 92] AI 기반 복합재난 사전예측 및 대응계획 시뮬레이션기술 개발 및 실증 개요도

3.2.3.1. (구성기술 3-1) 복합재난 피해예측 및 불확실성 정량화 엔진

○ 기술 개요

- **(피해 규모 변환)** 도출된 위험도 데이터를 입력값으로 하여, **실제 재난 발생 시 예상되는 시설물의 물리적 파괴 수준과 기능적 마비 범위**를 구체적인 수치로 환산하는 AI 기반 추론 엔진 개발

- **(복합재난 피해 정량화)** 단일 시설물의 붕괴뿐만 아니라, 연결된 도로망의 폐쇄, 교통 두절, 인근 건설현장의 2차 사고 등 **연쇄적으로 발생하는 복합 피해의 총량**(물리적, 경제적, 사회적 지표) **정량화**

- **(예측 신뢰도 검증)** AI 모델이 예측한 피해 범위의 불확실성을 GeoAI 기술로 분석하여, **예측 결과의 오차 범위를 산정**하고 신뢰 수준을 함께 제공함으로써 **재난예측의 객관성 확보**

○ 기술개발 목표 및 내용

- 위험도 기반 복합재난 피해예측 엔진 개발
  - 위험도 평가결과와 실시간 통합데이터를 학습 데이터로 활용하여, 재난시나리오별 피해 양상을 추론하는 AI 기반 예측모델 구축
  - 시설물 고유의 구조적 특성과 지리적 환경을 활용하여, 충격량에 따른 시설물의 거동 변화 및 파손 확률을 계산하는 물리 기반 AI 모델 설계
- 재난 연쇄 피해(시설물 붕괴, 기능 마비 등)의 규모, 범위, 유형 정량화
  - 시설물의 물리적 피해 등급(완전 붕괴, 부분 파손, 기능 저하 등)을 세분화하고, 이를 수치적인 피해액과 복구 소요시간으로 환산하는 다차원 피해 산정 알고리즘 개발
  - 도로망, 전력망 등 네트워크 시설의 단절로 인해 발생하는 우회 교통량 증가, 물류 지연 등 사회적, 경제적 간접 피해 규모를 산출하는 파급효과 분석 모듈 구현
  - 복합재난 발생 시 최초 피해 지점을 중심으로 인접한 시설물이나 공간으로 재난이 전이되는 경로를 추적하여, 시간대별 예상 피해 확산 범위를 공간정보 위에 정량적으로 매핑하는 기술개발
- GeoAI-BIM 기반 피해예측 결과의 불확실성 분석 및 예측 신뢰도 평가
  - 학습 데이터 부족이나 변수의 변동성으로 인해 발생할 수 있는 AI 예측의 오차를 통계적으로 분석하는 불확실성 정량화 기술개발
  - 예측된 피해 결과가 어떤 근거로 도출되었는지 설명할 수 있도록, 주요 영향 인자의 기여도를 시각화하는 설명 가능한 AI 기반 신뢰도 검증체계 마련
  - 시설물과 지리정보 상에 예측 결과의 확률적 오차 범위와 신뢰 수준을 시각적 변수로 2D 공간정보에 매핑하여 표출하는 불확실성 시각화 렌더링 기술개발

○ 최종 성과물

- 위험도 분석 연계형 AI 기반 복합재난 피해예측 모델
- 재난 연쇄 피해(시설물 붕괴, 기능 마비 등)의 규모, 범위, 유형 정량화 산출 모듈
- GeoAI-BIM 기반 피해예측 결과의 불확실성 분석 및 예측 신뢰도 평가 보고서

3.2.3.2. (구성기술 3-2) 실시간 피해 확산예측 AI 시뮬레이터 개발

○ 기술 개요

- **(실시간 AI 시뮬레이터)** 시간 경과에 따라 변하는 재난의 확산경로와 물리적 피해량을 AI 기반으로 실시간 예측하여, 정적인 정보가 아닌 **동적인 재난 전개 상황을 제공하는 핵심 엔진 개발**

- **(동시처리 및 우선순위 도출)** 다양한 재난 상황을 가정한 복수의 시뮬레이션을 동시에 수행하고, **수많은 피해 예상 시설물 중 위험한 대상을 선별**하는 알고리즘 기술개발

- **(중앙-광역 재난대응)** 중앙(국토부)과 광역(지자체) 시스템 간에 동일한 시뮬레이션 결과를 시각적으로 공유하고 표출하여, 기관 간 정보 불일치를 해소하고 신속한 상황인지를 가능하게 하는 가시화 플랫폼 개발

○ 기술개발 목표 및 내용

- 시간 경과에 따른 재난피해 확산 범위 및 규모 실시간 예측 기술개발
  - 재난 발생 시점부터 시간 흐름에 따라 도로, 교량 등 기반시설로 피해가 전이되는 시공간적 확산 범위를 예측하는 시계열 AI 모델개발
  - 시설물의 파괴 정도와 기능 마비 구역의 면적 등을 구체적인 수치로 산출하는 정량적 피해 규모 예측 로직 구현
  - 복잡한 물리적 연산을 거치지 않고도 학습된 패턴을 기반으로 즉시 결과를 도출하여, 실제 재난 상황에서 실시간성을 보장하는 고속 추론 엔진 최적화
- 다수 시설물 및 복수 시나리오를 고려한 동시처리 및 우선순위 지원
  - 다양한 변수(기상 악화, 교통 통제 실패 등)를 조합한 다중 시나리오를 병렬로 연산하여, 시나리오별 예상 피해 결과를 비교하고 분석하는 처리 기술개발
  - 산출된 피해 예상 목록을 종합 점수화(시설물의 중요도, 인명피해 가능성, 파급효과 등)하여 우선순위를 자동 선별 알고리즘 개발
  - 재난 영향권 내의 핵심 시설물만 선별하여 연산 자원을 집중하는 연산 효율화 및 최적화 기법 개발
- 중앙-광역 재난대응 의사결정 지원을 위한 시뮬레이션 결과제공 인터페이스 개발
  - AI 시뮬레이터가 도출한 복잡한 수치 데이터를 2D 지도(GIS) 위에 직관적인 히트맵, 피해 확산 벡터, 침수/붕괴 예상 구역 등으로 변환하여 시각화하는 기술개발
  - 중앙정부(국토부) 시스템과 지자체(광역/기초) 시스템 간에 시뮬레이션 결과 데이터를 실시간으로 동기화하여, 동일한 화면을 보며 소통할 수 있는 공유 인터페이스 개발
  - 다양한 환경(PC, 상황판, 모바일 등)에서 시뮬레이션 결과를 명확하게 확인할 수 있도록, 사용자 경험을 고려한 결과 표출 대시보드 구현

○ 최종 성과물

- 시공간 재난 피해 확산 범위 및 규모 예측 실시간 AI 시뮬레이터
- 다수 시설물 및 복수 시나리오 동시처리·우선순위 도출 알고리즘
- 중앙-광역 재난대응 의사결정 지원을 위한 시뮬레이션 결과 표출 인터페이스

3.2.3.3. (구성기술 3-3) 중앙-광역 공동 활용 실증 및 제도개선 연계

○ 기술 개요

- **(중앙-광역 연계 실증)** 국토교통부(중앙)와 지자체(광역)가 각자의 다른 시스템 아니라, 개발된 플랫폼을 통해 공동으로 재난 상황을 인지하고 협업하는 실제 대응 시나리오를 검증하는 기술개발

- **(현장 중심 매뉴얼 고도화)** 실증 과정에서 확인된 기존 대응체계의 한계점과 빈틈을 찾아내어, AI 예측 결과를 실제 재난대응 매뉴얼에 어떻게 반영할지 운영체계 개선을 위한 기술적 근거를 마련

- **(제도개선 및 표준화)** 대규모 복합시설이나 건설현장 인접 구역 등 기존 법령의 사각지대를 해소하고, 데이터 기반의 과학적 재난관리가 정착될 수 있도록 국토교통부 소관 지침과 기준을 현실에 맞게 개정하는 제도적 기틀 마련

○ 기술개발 목표 및 내용

- 중앙-광역 공동대응 관점의 실증 시나리오 설계 및 실증 수행
  - 중앙사고수습본부(국토부)와 지역재난안전대책본부(지자체)가 동시에 가동되는 상황을 가정하여, 정보공유와 역할분담이 원활한지 점검하는 협업형 복합재난 대응 시나리오 개발
  - 피해예측 엔진과 확산 시뮬레이터를 실제 지자체 재난안전망 또는 테스트베드 환경에 탑재하여, 데이터 연동성과 시스템 안정성을 검증하는 현장 중심의 실증 추진
  - 실종 중 발생하는 의사결정 지연 요소나 시스템 오류를 모니터링하여, 위급 상황에서 즉시 활용 가능한 수준으로 절차와 대응 프로세스를 최적화
- 실증기반 위험도 판단 기준, 정보공유 방식, 대응 절차 등 분석을 통한 현행 도시기반시설 재난대응 지침 및 운영체계 개선 필요사항 도출
  - 기존의 경험 기반 대응 절차와 본 과제에서 개발된 데이터 기반 예측 결과 사이의 정합성을 분석하여, 기존 운영체계의 비효율성을 진단하고 개선점을 도출하는 기술적 분석
  - AI가 예측한 위험 등급(관심/주의/경계/심각)을 실제 발령 기준과 매칭하기 위해, 실증데이터 기반 정량적인 위험 판단 기준 및 정보공유 프로토콜 재정립
- 도시기반시설 복합재난 예측 및 대응을 위한 국토부 소관 지침·기준 개선 방향 제시
  - 대규모 복합시설, 노후 기반시설, 건설현장 인접 구역 등 기존 시설물안전법이나 재난 매뉴얼에서 명확히 다루지 못했던 관리 사각지대에 대한 세부 안전기준 및 관리 지침(안) 수립
  - 향후 국가 재난관리 시스템에 권장적으로 도입하는 데 필요한 법·제도적 개정 소요(조항 신설, 개정 등)를 발굴하고 구체적인 문안 제시
  - 실증결과를 반영한 표준 운영 절차서(SOP) 및 실무자용 가이드라인 제작

○ 최종 성과물

- 중앙-광역 공동대응 관점의 실증 시나리오 및 실증 수행 결과 보고서
- 도시기반시설 재난대응 지침 및 운영체계 개선을 위한 기술적 근거 보고서
- 복합재난 대응을 위한 국토교통부 소관 지침 및 기준 개선(안)

3.2.4. AI 기반 도시복합재난 기술 실증・확산

□ **지자체 협력 및 확산 구조**

○ **(기존 R&D의 한계)** 기존 재난안전 연구개발은 단일재난 대응 기술개발에 집중되어 복합재난의 연쇄적 특성과 지역별 대응 차이를 반영하지 못하며, 실증을 동반하지 않은 연구결과는 현장 적용이나 정책연계로 이어지지 못해 기술개발의 실효성 한계가 존재함

○ **(지자체 협력 추진)** 매칭 지자체와의 협력을 통해 실제 운영 중인 재난대응 체계를 대상으로 실증기반 복합재난 예측기술을 개발하고, 연구진과 지자체가 공동으로 2단계(3차년도)부터 현장 실증을 병행하는 참여형 연구체계를 제안함

○ **(지자체 중심의 확산 구조)** 실증결과를 지역 재난관리계획 및 대응메뉴얼에 반영하고, 그 성과를 타 지자체로 확산 가능한 표준화하여, 정책・기술・행정이 연계되는 선순환 구조 구현

□ **지자체 정책 및 제도 연계**

○ **위험도 분석 실증(핵심기술1) 및 도심형 복합데이터 통합(핵심기술2)**

- **(목표)** 실증 대상 지자체 전역을 대상으로 복합재난 위험요소를 통합 분석할 수 있는 데이터・AI 기반 실증 환경구축
- **(실증 내용)** 실증 대상 지자체 데이터통합 및 AI 기반 위험도 분석 실증
- **(위험도 산정 필수데이터 항목 정의 및 데이터 통합)** 데이터 품질 검증 정확도 95% 이상
- **(AI 기반 위험도 분석 실증 성과)** 지역단위 위험도 예측정확도 85% 이상

[그림 93] 도심형 복합데이터 통합 및 위험도 분석 실증환경 및 구성

○ **기반시설 연계확산 복합재난의 데이터 통합과 위험도 예측정확도를 지자체 운영조건과 환경에서 실증**

- (목표) 개발되는 통합빅데이터와 GeoAI 위험도 예측모델을 단위 모델로 검증한 후 매칭 지자체의 환경(제도, 재난상황실, 데이터 플랫폼, 기반시설 운영조건 등)에서 운영 및 성능 검증

- (실증내용) 사회기반시설 통합빅데이터 구축 및 AI 기반 복합재난 위험도 예측정확도, GIS 위험도 지표 표출 및 초기대응 소요시간 단축율
  - (사회기반시설 통합 빅데이터 동기화 주기) 5분이내 데이터 동기화 시간 만족
  - (AI 기반 복합재난 위험도 예측 정확도) 1차년도 70%에서 4차년도 90% 만족
  - (GIS위험도 지도 표출 주기) 위험도 연산결과가 대시보드 및 지도에 재생성 주기 시간 5분 이내
  - (초기대응 소요시간 단축율) AI 권고 복합재난 대응 적용시 초기대응 소요시간 단축율 50%

- (실증환경) 지자체의 제도와 운영 중인 정보시스템의 환경에서 개발 기술 성능의 검증
  - (제도) 재난관리계획(지역안전관리계획), 현장조치 행동메뉴얼, 예·경보 체계, 상황판단 프로세스 등
  - (정보시스템) 지자체 기반시설 관리·운영 정보시스템, 데이터 플랫폼, 통합 상황실 등

○ **지역 단위 복합재난 대응체계에 즉시 운영 가능하도록 현장 실증 및 정책 반영 추진**

- **(목표)** 개발 기술의 실증과 함께 복합재난 대응프로세스(SOP · 운영지침)을 마련하여, 지자체에 즉시 적용할 수 있는 확산형 매뉴얼 · 지침 제시

- **(실증 내용)** 실증 대상 지자체 AI 기반 위험도 분석 실증과 함께 복합재난 대응 프로세스 표준모델과 확산형 매뉴얼 및 지침

- **(AI 기반 복합재난 위험도 예측정확도 실증 성과)** 지역단위 위험도 예측정확도 95% 이상

- **(복합재난 취약영역 발굴 정책 성과)** 복합재난 취약영역 보강안건을 포함한 개선안건(법·제도, 매뉴얼, 지침, 설계기준 등의 내용 포함) 13건 이상 달성하여 개발 결과물의 정책반영 및 확산 추진

[그림 94] AI 시뮬레이션 기반 통합 대응 실증환경 및 구성

3.3. 분야별·기술별 연계체계 및 로드맵

3.3.1. 분야별·기술별 연계체계

○ 본 사업은 **데이터, AI/모델링, 의사결정지원, 플랫폼, 실증 및 확산으로 이어지는 단계적 연계**를 갖추고 있으며, 각 분야의 기술은 **유기적으로 연결되어 전체 시스템을 구성**함

○ **(데이터 분야)** IoT 센서, 공공데이터, 시설물 유지관리 데이터, 기상 및 재난데이터 등을 **수정하고 정제하여 고품질 데이터 허브를 구축**함. 특히 도심지 도로시설물(고가도로, 교량, 옹벽 등)과 도로 및 건설현장 지반침하 관련 데이터를 포함하여 활용 가능한 정합성 높은 데이터를 제공

○ **(AI/모델링 분야)** 데이터 허브를 입력으로 활용하여, AI 기반 복합재난 예측 모델링을 개발하고, **복합재난의 불확실성을 정량화하여 신뢰성 높은 시뮬레이션 결과를 산출**. 시설물 붕괴와 도로 및 건설현장 지반침하 등 **구체적 재난시나리오별 피해예측**을 수행하며, 데이터 품질과 모델 정확도 간의 상호보완적 관계를 형성

○ **(플랫폼 분야)** 대시보드와 AI 기반 **시각화 시스템을 구축**하며, 교량, 터널 등 시설물 붕괴 위험도와 도로 및 건설현장 지반침하 위험도를 지도 기반으로 시각화하여, 정책결정자나 현장담당자가 실시간으로 위험지역을 파악하고 **의사결정에 반영할 수 있도록 사용자 친화적 인터페이스 제공**

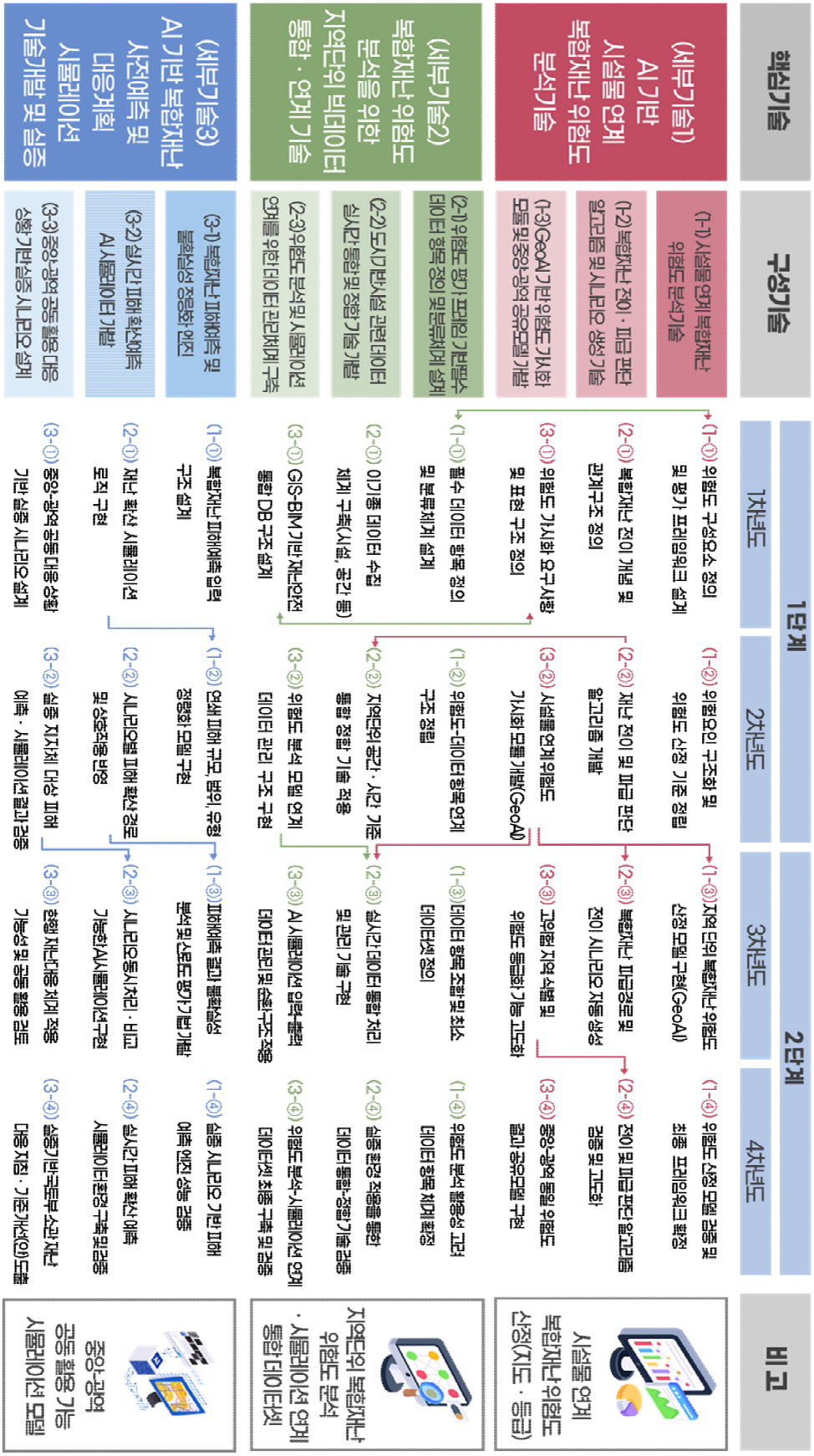
○ **(실증 및 확산 분야)** 플랫폼을 기반으로 매칭된 지자체 및 산업체 현장에서 실증을 수행하며, 다양한 복합재난 사례(도심지 기반시설 붕괴, 도로 및 건설현장 지반침하 등)를 대상으로 적용하고, **검증된 성과를 표준화 및 제도화로 확산**

〈표 58〉 분야별・기술별 연계도

분야 / 연차	2026(1차년도)	2027(2차년도)	2028(3차년도)	2029(4차년도)
데이터	- IoT, 공공, 시설물 데이터 수집 - 기상,지질, 재난 데이터 정제	- 데이터 품질 향상 알고리즘 개발 - 데이터 허브 고도화	- 다재난 데이터 허브 운영 - 실시간 통합 모듈 개발	- 실증데이터 환류 시스템 개발 - 허브 최적화
	⇩	⇩	⇩	⇩
AI/모델링	- AI 기반 예측 기초모델 개발 - 복합재난 시나리오별 검증	- 확산・피해 예측 모델 개발 - 불확실성 정량화 모델 개발	- AI 시뮬레이션 고도화 - 복합재난 위험도 산정	- 모델 검증 및 최적화 - 표준 참조 모델 개발
	⇩	⇩	⇩	⇩
플랫폼	- 플랫폼 시스템 설계 - 핵심 모듈 정의	- 사용자 요구 기반 UI 설계 - 초기 프로토타입 개발	- 대시보드 개발 - 통합데이터-AI 연계 플랫폼	- 실시간 운영 검증 - 플랫폼 기능 고도화
	⇩	⇩	⇩	⇩
실증 및 확산	실증 대상 논의 및 협력 네트워크 구축	- 예비 실증 시나리오 개발 - 데이터셋 구축	- 파일럿 실증 시스템 개발 - 현장 검증	데이터 및 AI 개선을 위한 실증기반 검증 및 확산

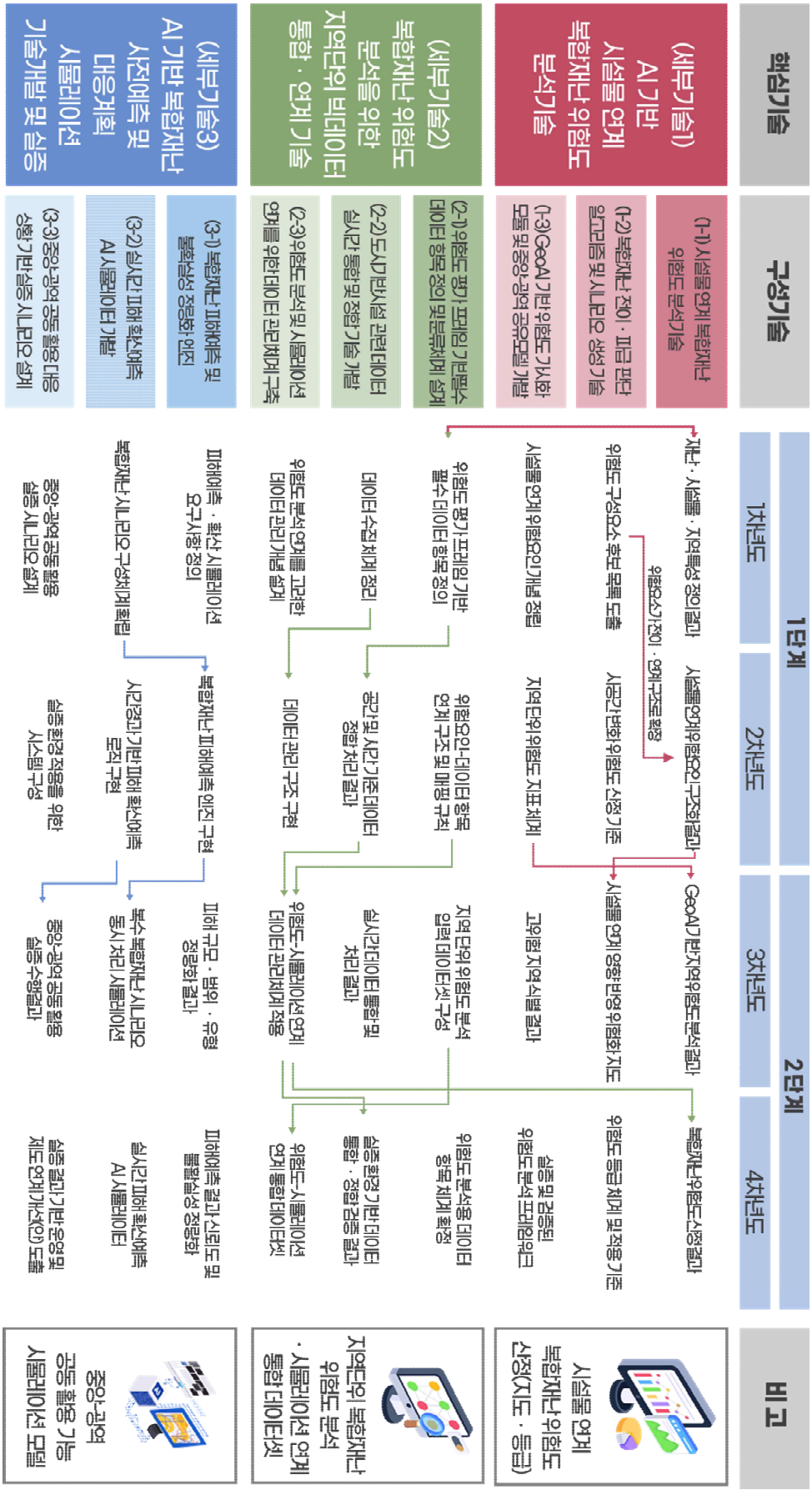
3.3.2. 연차별 기술·성과 로드맵

○ 연차별 기술 로드맵



[그림 95] 연차별 기술 로드맵

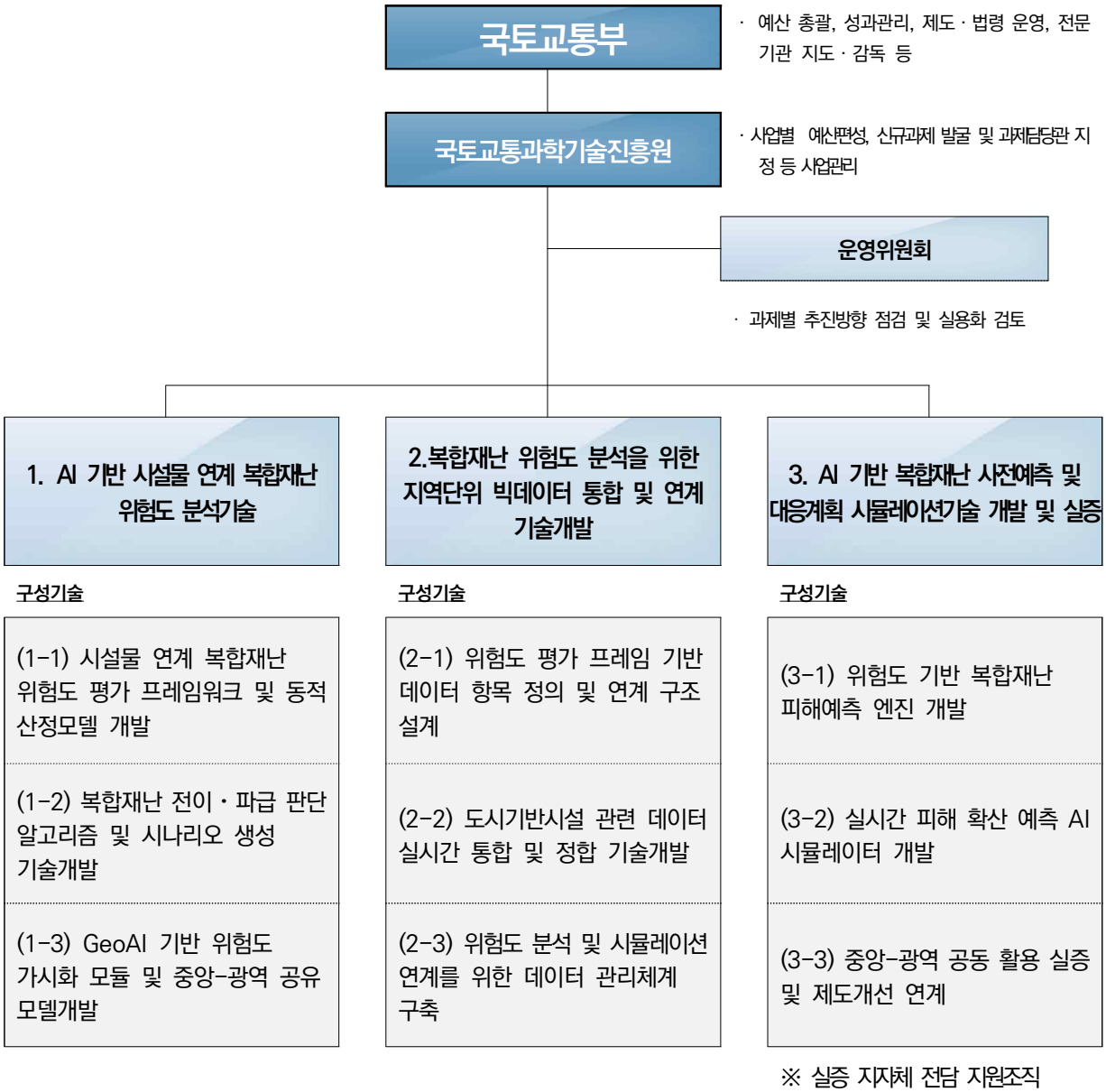
○ 연차별 성과 로드맵



[그림 96] 연차별 성과 로드맵

3.3.3. 사업추진체계

□ 본 사업의 전체적인 총괄은 국토교통부가 담당하며, 사업관리는 국토교통과학기술진흥원, 기술개발은 연구개발기관이 수행하는 형태의 추진체계를 구성



[그림 97] 사업 관리체계

○ (국토교통부) 사업총괄 주관부처로서 사업추진과 관련한 정책적 판단 및 주요 의사결정, 사업 기본시행 계획 수립, 관련 부처간 협의 등 수행

- (담당부서) '지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술개발 사업' 총괄 및 담당 연구개발과제 관리
  - 사업의 종합적인 추진과 정책방향에 맞춘 R&D 과제 기획과 정책 반영, 법·제도개선 및 타 사업과의 효율적 연계추진이 가능하도록 국토부 관련 부서와의 지속적·유기적 협력활동 추진

○ (국토교통과학기술진흥원) 사업관리 전문기관으로 사업 기획·평가·관리와 관련된 위원회를

구성 및 운영하고, 연구개발과제 공고·선정·평가, 진도점검 및 성과확산 지원 등을 수행

○ (운영위원회) 사업 추진 · 운영을 위해 필요한 세부 시행계획, 주요 내용 변경, 지원 우선순위 등 국토부 및 전문기관의 요청사항에 대한 검토·심의·조정 수행

- (근거) 「국토교통 연구개발사업 관리지침」 제5조(운영위원회)

- (구성) 위원장 1인을 포함하여 5인 이상으로 구성
  - 당연직(1명) : 연구개발사업 관련 국토교통부 총괄담당관이나 사업담당관
  - 위촉직(4명 이상) : 전문기관의 장이 위촉한 산 · 학 · 연 전문가, 임기 2년으로 하되 연임 가능
  - (개최시기) 차년도 시행계획 검토를 위해 매년 12월 의무 개최하고, 국토부 및 전문기관 요청시 상시 개최 가능
  - (운영) 위원장은 위촉직 위원 중에서 서로 뽑고 위원회의 제반 업무를 지원하기 위하여 전문기관 소속 직원 중에서 간사를 임명할 수 있음

○ (연구개발과제 수행기관) 사업 내 연구개발과제를 직접 수행하는 기관들로 전문성을 갖춘 산·학·연 컨소시엄을 구성하여 기술개발을 수행

○ 본 과제는 중앙–광역 공동 활용을 전제로 한 실증·확산(현장적용) 중심 연구개발과제로, 주관연구개발기관, 공동연구개발기관, 수요기관(개발기술 실증이 가능한 광역지자체)으로 구성된 산·학·연·관 컨소시엄 공모방식으로 추진

- (실증 지자체 참여 및 협약 요건) 실증 지자체는 본 과제의 실증 수행을 위해 테스트베드 제공, 지자체 인프라·데이터 연계 협력, 전담조직의 운영·검증 지원 등에 대한 협력확약서 또는 업무협약서(MOU)를 공모 시 제출하여야 함

- (테스트베드 확보) 실증은 광역지자체 전역을 기본 적용 범위로 설정하되, 그 중 재난 위험이 집중되거나 시설물 연계·복합재난 관리 필요성이 높은 특정 구역을 '중점 검증 구역(Focus Area)'으로 선정하여 단계적·집중적 실증을 병행하여 수행

- (인프라 연계) 참여 지자체는 관련 부서가 보유한 시설물·공간·운영 데이터와 실시간(또는 준실시간) 정보 연계를, 보안 가이드라인을 준수하는 범위 내에서 연구개발 수행에 협력하여야 함

- (전담조직 지원) 연구개발기간 동안 시스템 운영 및 검증을 지원할 현업 부서의 담당 공무원 배정 또는 행정지원 확약

○ 컨소시엄 구성 시 과다한 연구개발기관의 참여 및 연구개발계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양할 것

○ 연구개발과제 추진의 효율성 및 연구개발비 집행의 투명성을 고려하여 참여기관 이외 타 기관 소속 연구자의 참여 배제

□ 동 사업은 '차년도 예산 심의·확정 → 신규 연구개발과제 RFP 도출 → 공고·선정 → 연구개발과제 수행 및 최종평가 → 성과활용'의 단계로 추진

〈표 59〉사업 추진 일정(안)

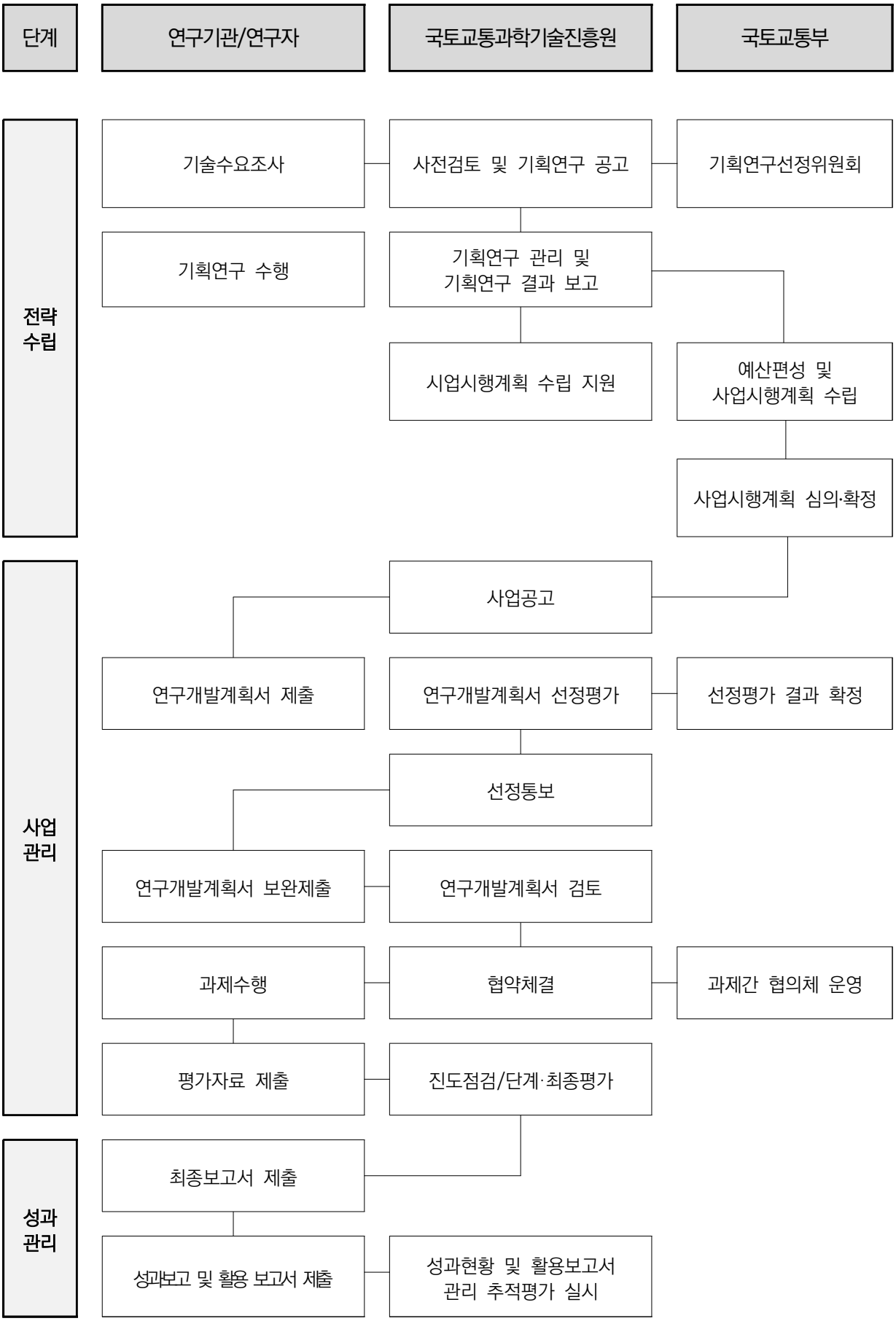
절차	일정	비고
차년도 예산 심의	매년 1~8월	사업 추진방향, 세부과제 추진계획 등에 대해 과기부·기재부 예산 심의
차년도 사업 추진방향 계획 수정	매년 9~10월	예산 심의결과 등을 반영하여 차년도 추진방향 및 계획 수립
차년도 신규 연구개발과제 RFP 도출	매년 11~12월	차년도 신규 연구개발과제 RFP 도출
신규 연구개발과제 공고	매년 1월	-
선정평가	매년 3월	신규 연구개발과제 수행 연구개발기관 선정
협약체결	매년 4월	국토교통부-전문기관(KAIA)-연구개발기관 협약
연구개발과제 수행	과제별 연구개발기간	연구개발 추진
최종평가	연구개발기간 종료시	최종평가
성과활용 보고 및 평가 등 사후관리	최종평가 확정 후	성과조사, 분석 등 추적관리

□ 본 사업 유형은 국토교통부(정책총괄 및 재정지원), 국토교통과학기술진흥원(사업기획, 평가, 관리), 연구개발기관을 중심으로 '전략수립→사업관리→성과관리' 3단계의 사업관리 체계를 구축하여 운영

○ (전략수립) 선행과제와의 중복성 및 차별성 검토를 강화하고 유사과제와의 구체적인 연계·활용방안을 계획함으로써 과제 추진의 목적 지향성 확보

○ (사업관리) 성과창출 및 활용을 장려하기 위해 주기적인 성과조사·관리 및 평가와 연동한 과제 진도수행 점검으로 연구성과의 효과성 강화

○ (성과관리) 연구수행 과정을 평가결과에 반영하고, 단계(연차) 및 최종평가위원회를 구성·운영하여 평가의 내실화와 평가결과 환류체계 등 평가의 실효성 강화



[그림 98] 사업관리프로세스

3.4. 소요예산 및 자원 투입계획

3.4.1. 소요예산(전체/분야별)

○ 전체 사업비

- 본 사업은 4년('26년~'29년) 간 총 260억원(국고 195억원, 민자 65억원), 연평균 65억원의 규모로 3개의 핵심기술과 9개의 구성기술로 구성

〈표 60〉 전체 소요예산

(단위 : 백만 원)

구분	구분	합계	연도별 예산			
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
1. AI 기반 시설물 연계 복합재난 위험도 분석기술	정부	7,900	800	2,800	2,800	1,500
	민간	2,633	267	933	933	500
	합계	10,533	1,067	3,733	3,733	2,000
2. 복합재난 위험도 분석을 위한 지역단위 빅데이터 통합 및 연계 기술개발	정부	4,700	600	1,700	1,400	1,000
	민간	1,567	200	567	467	333
	합계	6,267	800	2,267	1,867	1,333
3. AI 기반 복합재난 사전예측 및 대응계획 시뮬레이션기술 개발 및 실증	정부	6,900	600	2,400	2,400	1,500
	민간	2,300	200	800	800	500
	합계	9,200	800	3200	3200	2000
합계	정부	19,500	2,000	6,900	6,600	4,000
	민간	6,500	667	2300	2200	1333
	합계	26,000	2,667	9,200	8,800	5,333

○ 자문위원회 의견수렴 및 KAIA와 소통을 통해 최소 연구단위인 구성기술을 수행하는데 소요되는 적정 투입 인원과 그에 따른 연구비를 산정하고, 간접비 및 사업단 운영비 등의 합을 통해 총 소요 연구비 규모를 확정함

- (인건비) 각 기관별 유관부서에서 실제 수행할 수 있는 R&D 인력만큼 인력공수를 결정한 후 책임연구원을 기준으로 하여 인력 참여율 및 2025년도 학술연구용역기준단가를 적용하여 산정

  * 책임연구원박사급: 7,412천원/월 기준

- (직접비) 직접비 중 인건비를 제외한 연구장비 및 재료비, 연구활동비, 연구수당, 위탁연구개발비 등의 합으로 산정

- (간접비) '국가연구개발사업 연구개발비 사용기준'을 준용하여 10% 미만으로 산정

- (민간부담금) 국가연구개발사업 참여기업의 연구개발비 출연·부담기준을 근거로 총 사업비의 25% 수준인 65억원을 민간투자를 통해 유치

〈표 61〉 전체 소요예산_비목별

(단위: 백만원)

구분	비목	합계	연도별 예산				비율(%)
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	
총연구비	인건비	9,439	968	3,340	3,196	1,935	48%
	연구장비·재료비	5,615	570	1,985	1,910	1,150	29%
	기타경비	2,691	282	954	900	555	14%
	간접비	1,755	180	621	594	360	9%
	소계	19,500	2,000	6,900	6,600	4,000	100%
1. AI 기반 시설물 연계 복합재난 위험도 분석기술	인건비	3,871	392	1,372	1,372	735	49%
	연구장비·재료비	2,370	240	840	840	450	30%
	기타경비	948	96	336	336	180	12%
	간접비	711	72	252	252	135	9%
	소계	7,900	800	2,800	2,800	1,500	100%
2. 복합재난 위험도 분석을 위한 지역단위 빅데이터 통합 및 연계 기술개발	인건비	2,256	288	816	672	480	48%
	연구장비·재료비	1,175	150	425	350	250	25%
	기타경비	846	108	306	252	180	18%
	간접비	423	54	153	126	90	9%
	소계	4,700	600	1,700	1,400	1,000	100%
3. AI 기반 복합재난 사전예측 및 대응계획 시뮬레이션기술 개발 및 실증	인건비	3,312	288	1,152	1,152	720	48%
	연구장비·재료비	2,070	180	720	720	450	30%
	기타경비	897	78	312	312	195	13%
	간접비	621	54	216	216	135	9%
	소계	6,900	600	2,400	2,400	1,500	100%

3.4.2. 소요인력(전체/분야별)

○ 소요 인력

- 각 구성기술별 상세기획 내용을 반영하여 연구개발에 필요한 소요인력을 산출한 결과, 총 사업기간 동안 연평균 약 36.5명의 연구인력이 투입되어 총 146명(M/Y)이 투입될 것으로 추산
  - 소요 인력 규모는 책임연구원급을 기준으로 산정하였으며, 실제 연구개발 수행 시 인력별 직급과 기여를 고려하여 구체적 소요 규모가 확정될 것으로 예상

〈표 62〉 소요인력 추산

단위: M/Y (책임연구원급 기준)

핵심기술	구성기술	합계	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
1. AI 기반 시설물 연계 복합재난 위험도 분석기술	(1-1) 시설물 연계 복합재난 위험도 평가 프레임워크 및 동적 산정모델 개발	20	3	7	7	3
	(1-2) 복합재난 전이·파급 판단 알고리즘 및 시나리오 생성 기술개발	20	3	7	7	3
	(1-3) GeoAI 기반 위험도 가시화 모듈 및 중앙-광역 공유 모델 개발	20	3	7	7	3
	합계	60	9	21	21	9
2. 복합재난 위험도 분석을 위한 지역단위 빅데이터 통합 및 연계 기술개발	(2-1) 위험도 평가 프레임 기반 데이터 항목 정의 및 연계 구조 설계	11	2	4	3	2
	(2-2) 도시기반시설 관련 데이터 실시간 통합 및 정합 기술개발	11.5	2.5	4	3	2
	(2-3) 위험도 분석 및 시뮬레이션 연계를 위한 데이터 관리체계 구축	12	2	4	3	3
	합계	34.5	6.5	12	9	7
3. AI 기반 복합재난 사전예측 및 대응계획 시뮬레이션기술 개발 및 실증	(3-1) 위험도 기반 복합재난 피해예측 엔진 개발	17	2	6	6	3
	(3-2) 실시간 피해 확산 예측 AI 시뮬레이터 개발	17.5	2.5	6	6	3
	(3-3) 중앙-광역 공동 활용 실증 및 제도개선 연계	17	2	6	6	3
	합계	51.5	6.5	18	18	9
총 투입인력	합계	146	22	51	48	25

3.4.3. 자원(인력, 장비 등) 투입계획

○ 본 연구개발은 데이터 통합 시스템 구축, AI 기반 재난위험도 분석, AI 기반 사전예측 모델링 및 대응계획 시뮬레이션으로 구성되어 있으며, 연구내용의 특성상 **대규모 처리 및 고성능 연산을 지원할 수 있는 다양한 연구 장비가 필수적으로 요구**됨.

○ 데이터 통합, 위험도 분석, AI 시뮬레이션 알고리즘 개발을 중심으로 수행되며, 데이터센터 구축이나 고가 장비 확충과 같은 물리적 인프라 구축 사업이 아닌 **시스템·알고리즘 개발 중심의 연구개발 사업으로 기획**되었음. 이에 따라 **기존 연구환경과 클라우드 기반 구독형 서비스 활용을 원칙**으로 하되, **연구단계별 특성과 데이터 보안 요구사항을 종합적으로 고려하여 장비 활용 방식을 유연하게 적용**하고자 함.

○ 특히, **지자체 재난·안전 데이터는 대외비 또는 내부 행정자료에 해당하는 경우가 많아 보안 요구수준이 매우 상이**하며, 참여 지자체별로 스마트시티 데이터 허브 또는 재난관리센터 등 기존 인프라 보유 여부에도 차이가 있음. 이에 본 사업에서는 특정 인프라 환경을 전제로 한 일괄적인 장비 구축이 아니라, **매칭된 지자체의 데이터 보안 정책과 운영 여건에 따라 연구기관 내 분석 환경, 지자체 보유 인프라, 클라우드 자원을 선택적으로 활용할 수 있는 구조로 장비 투입계획을 수립**함.

○ 필요한 장비는 알고리즘 검증과 실험 수행을 위한 최소범위의 워크스테이션 및 분석 도구 위주로 구성되며, 대규모 서버나 스토리지와 같은 물리적 인프라 구축 요소는 포함하지 않음. 다만, 지자체 내부망 또는 보안 구간에서만 접근 가능한 데이터의 경우, **해당 지자체의 기존 서버·보안 환경을 활용하여 분석·검증이 가능하도록 기술구조를 설계**함으로써, 불필요한 외부 데이터 이전이나 신규 인프라 구축 없이도 연구수행이 가능하도록 함.

○ 장비 투입계획

- 데이터 전처리 및 알고리즘 설계를 위해 워크스테이션 및 소형 저장장치를 최대한 활용하고, 대규모 연산이 필요한 단계에서는 구독형 GPU 기반 클라우드 서버 및 분석 도구를 활용

- 데이터 연계 및 모델 운영은 **연구기관 내 기존 서버·네트워크 자원과 매칭 지자체의 기존 스마트시티 데이터 허브 또는 재난관리 시스템 환경을 병행 활용**하며, 별도 데이터센터 구축이나 대규모 물리 인프라 구성은 반영하지 않음

- 지자체 보안 정책상 외부 클라우드 활용이 제한되는 경우에는, 연구성과를 컨테이너 기반 모듈 또는 패키지 형태로 제공하여 **지자체 내부환경에서도 직접 활용·검증이 가능하도록 지원**

- 1단계(1차년도~2차년도) 장비 투입계획
  - 데이터 구조 설계, 전처리, 위험요소 정의, 모델 초기 설계 등 연구의 기초작업을 수행하기 위해 워크스테이션, 소형 저장장치, 기본 분석 소프트웨어를 중심으로 투입함
  - 초기 테스트 및 알고리즘 검증은 기존 연구환경과 클라우드 기반 분석 도구를 병행 활용하여 수행하며, 지자체 데이터가 실제 적용되는 경우에는 해당 지자체의 내부 분석 환경 또는 보안 구간 내에서 시범 적용이 가능하도록 기술구조를 설계
  - 초기 테스트 및 알고리즘 검증은 기존 연구환경 및 클라우드 기반 분석 툴을 활용하여 수행하고, 공간분석・시뮬레이션 등 전문 기능은 구독형 위주고 구성하여 추가적인 인프라 확충 없이 연구 진행

- 2단계(3차년도~4차년도) 장비 투입계획
  - AI 모델 학습 및 추론, 위험도 분석, AI 시뮬레이션, 등 고도화 단계에서는 GPU 서버와 같은 고가 장비를 신규로 구축하지 않고, 다수의 연구자가 동시에 참여할 수 있는 GPU 클라우드·AI Training Cloud 기반 연산 자원을 활용
  - 동시에, 연구 종료 시점에는 매칭된 지자체가 자체 인프라 환경에서 연구성과를 직접 활용할 수 있도록, 모델·시뮬레이션 모듈의 경량화 및 내부 배포 가능 구조를 확보하여 실질적인 현장 적용성과 지속 활용성을 강화

〈표 63〉 연구장비재료비 추산

단위: 백만원

핵심기술	구성기술	합계				
			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
1. AI 기반 시설물 연계 복합재난 위험도 분석기술	(1-1) 시설물 연계 복합재난 위험도 평가 프레임워크 및 동적 산정모델 개발	760	80	250	280	150
	(1-2) 복합재난 전이・파급 판단 알고리즘 및 시나리오 생성 기술개발	800	80	290	280	150
	(1-3) GeoAI 기반 위험도 가시화 모듈 및 중앙-광역 공유 모델 개발	810	80	300	280	150
	합계	2,370	240	840	840	450
2. 복합재난 위험도 분석을 위한 지역단위 빅데이터 통합 및 연계 기술개발	(2-1) 위험도 평가 프레임 기반 데이터 항목 정의 및 연계 구조 설계	295	50	125	70	50
	(2-2) 도시기반시설 관련 데이터 실시간 통합 및 정합 기술개발	400	50	150	100	100
	(2-3) 위험도 분석 및 시뮬레이션 연계를 위한 데이터 관리체계 구축	480	50	150	180	100
	합계	1,175	150	425	350	250
3. AI 기반 복합재난 사전예측 및 대응계획 시뮬레이션기술 개발 및 실증	(3-1) 위험도 기반 복합재난 피해예측 엔진 개발	780	60	300	220	200
	(3-2) 실시간 피해 확산 예측 AI 시뮬레이터 개발	830	60	220	350	200
	(3-3) 중앙-광역 공동 활용 실증 및 제도개선 연계	460	60	200	150	50
	합계	2,070	180	720	720	450
총 투입인력	합계	5,615	570	1,985	1,910	1,150

○ 총 연구비 배분에 대한 적정성

- 본 연구는 도시기반시설물(건설현장, 도로시설물 등)을 기점(Anchor)으로 발생하는 연계 복합재난을 대상으로, 지역단위 빅데이터를 실시간 통합·연계하여 위험도 변화를 동적으로 평가하고, 이를 기반으로 피해 확산을 신속 예측・대응하는 AI 기반 시뮬레이터 개발 과제로, 이를 위해 AI 기반 시설물 연계 복합재난 위험도 분석, 지역단위 빅데이터 통합 및 연계, AI 기반 복합재난 사전예측 및 대응계획 시뮬레이션, 지자체 실증을 단계적으로 구축하는 것을 목표로 하는 과제임

- 인건비는 전체 연구비의 48%로, 일반적인 국가연구개발사업(R&D)에서 인건비가 45~50% 수준인 것을 고려하였을 때 적정한 배분으로 평가됨. 데이터 통합, AI 모델링 시뮬레이션 등 고난도 연구수행을 위한 연구인력 확보에 집중 편성함. 또한, 차년도별 기획, 개발, 실증, 검증 단계의 연구 수요에 따라 인력 투입 규모를 차등 반영하였음.

- 연구장비・재료비는 전체의 29%로, 대규모 데이터 관리 및 AI 학습을 위한 워크스테이션・소형 저장장치 등 연구개발에 필요한 최소한의 장비비가 대부분을 차지함. 본 과제 특성상 필수적인 항목으로, 적절히 편성되었다고 보임.

- 연구활동비는 전체의 14%로, 구독형 서비스 지원·외부 회의·국내외 학회 참가 등 연구 활동을 뒷받침하는 비용으로, 연구 규모와 활동 범위를 고려했을 때 적절히 배분하였음. 특히, 다기관 협력 및 실증 단계에서의 현장 적용성 검증을 위해 중후반 차년도에 비중을 확대함.

- 간접비는 전체의 9%로 연구 수행기관의 행정·운영을 지원할 수 있는 적정 수준으로 산정되었음.

〈표 64〉 차년도별 연구비 배분 근거

연차	연구목표	인건비	연구장비 재료비	기타경비	간접비
1차년도	기초 설계 및 환경 구축	최소 핵심인력 투입, 표준 설계 및 데이터 구조화	워크스테이션, 소형서버 위주의 연구환경 마련	데이터 수집, 외부 회의, 표준 협의 지원, 구독형 서비스 지원	기본 운영지원
2차년도	연구개발 및 인프라 구축	대규모 인력 투입, 데이터 허브 및 AI 모델 개발 착수	워크스테이션, 소형서버 위주의 연구환경 마련	데이터 구축 확대, 학회 발표 및 협력활동 지원, 구독형 서비스 지원	
3차년도	실증 및 고도화	실증 및 알고리즘 최적화 중심인력 유지	실증환경을 고려한 시뮬레이션 및 시각화 장비 도입	현장 실증, 다기관 협력, 실증 및 검증 활동 지원	
4차년도	실증기반 개선 및 검증	개선 및 검증을 위한 인력 투입	성능개선 및 보완 위주 투입	표준화 및 최종보고서 작성 지원	

- 종합적으로 총연구비 배분은 연구개발 목표달성을 위한 인력-인프라-실증활동 간 균형이 확보된 편성으로, 연구 내용 및 추진전략과 부합하며, 적정한 것으로 판단됨.

3.5. 사전타당성 분석

3.5.1. 정책적 타당성

가. 상위계획과의 부합성

□ **상위계획과의 부합성 검토 방법**

○ (의미) 정책적 일관성 검토를 통해 동 사업이 국가정책의 실현을 위한 정책적 부합성을 검토 및 평가*

* 상위계획과의 부합성은 주관부처의 유관 연구개발정책의 일관성 및 쟁점이 되는 여러 정부부처의 기능적 경쟁 및 임무영역 등의 검토를 통해 의미를 도출 (KISTEP, 2023 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침)

○ (방법) 범국가적으로 수립 및 추진되고 있는 재난안전 분야 및 시설물 관련 국가 주요 정책 및 계획과 주관부처(국토교통부)의 중장기 계획의 주요 내용을 본 사업의 목적, 목표, 내용과 비교·분석하여 종합적으로 상위계획과의 부합성을 검토

○ (검토 대상) 정부 국정과제 및 주요 정책, 연구개발부문의 최상위 계획 및 부처별 상위 계획 등

□ **상위계획과의 부합성 검토 결과**

○ 본 사업은 「과학기술기본법」, 「국토교통과학기술 육성법」, 「건설기술 진흥법」 등 관계 법령과 제5차 과학기술기본계획 및 제2차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획 등에 따라 추진

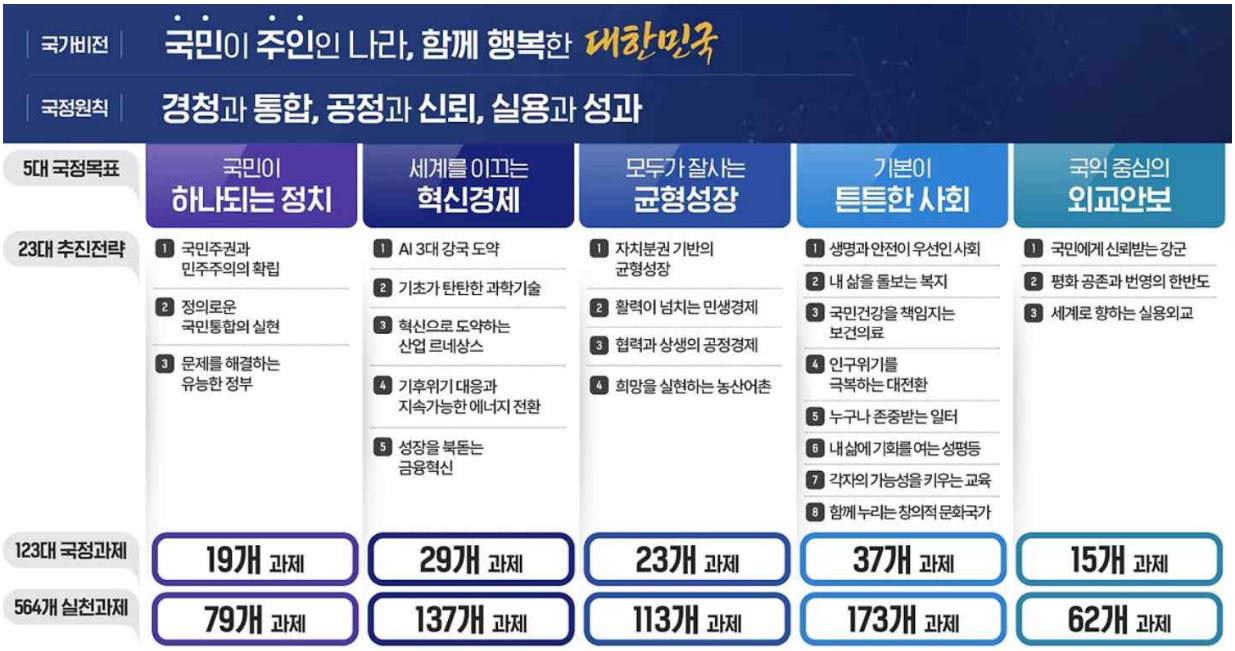
〈표 65〉 상위계획과의 부합성 검토 결과

구분	계획명	부합성		
		낮음	보통	높음
상위 정책 및 관련 계획	이재명정부 5대 국정목표 및 123대 국정과제			V
	제5차 과학기술기본계획			V
	제1차 국가연구개발 중장기 투자전략			V
	2025년도 정부연구개발 투자방향 및 기준			V
재난안전 관련 계획	제5차 국가안전관리기본계획			V
	제4차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획			V
국토부 소관 계획	제1차 기반시설 관리 기본계획			V
	제2차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획			V
	국토부 제7차 국가공간정보정책 기본계획			V

□ **이재명 정부의 5대 국정목표 및 123대 국정과제(2025~2029)**

○ 이재명 정부의 국정 비전·5대 국정목표·123대 국정과제를 확정하고, AI를 재난 예방·대응에 적극 활용하는 'AI 정부 실현' 등을 포함하여 디지털 기반의 공공서비스 혁신과 안전사회 구현을 추진(2025.8~9 확정·발표).

○ 국정목표 4: 기본이 튼튼한 사회를 목표의 전략 1: 생명과 안전이 우선인 사회의 "[국정73] 재난 피해 최소화를 위한 예방·대응 강화"



[그림 99] 이재명 정부 국정과제 체계 (출처 : 대한민국 정책브리핑 보도자료)

□ **제5차 과학기술 기본계획('23~'27)에서는 국민적 수요를 반영한 핵심 사회문제를 선정하여 이를 위한 R&D 체계를 명시**

○ "미래위험 대응 및 안전사회 구현" 과제로 데이터 및 첨단기술 기반 재난안전관리 체계 구축 및 미래위험 관리를 통한 사회적 대응력 및 회복력 제고를 목표

- 동 과제의 세부과제 "사회문제 해결을 위한 국민참여·민관협력 강화"에서는 임무 중심 핵심 사회문제 해결 R&D 체계 구축을 하고자 하며, 이를 위해 국민적 수요를 반영한 핵심 사회문제를 선정하여 관리

- 임무중심 문제해결을 위한 R&D 전략성 강화 및 재난/위기 분야의 미래위험 대응 및 안전사회 구현을 주요 추진 과제로 포함

- 연관 전략 : (추진전략3) 과학기술 기반 국가적 현안 해결 및 미래 대응
  - (재난안전) 데이터 및 첨단기술 기발 재난안전관리 체계 구축 및 미래위험 관리를 통한 사회적 대응력 및 회복력 제고

○ 또한 건설교통 기술 연구개발 촉진, 산업 진흥 등을 위한 건설기술 개발 및 촉진·활용 관련 지원 및 육성방향 제시

□ **제1차 국가연구개발 중장기 투자전략('23~'27) 과학기술을 통한 사회적 현안 대응 강화를 명시**

○ 데이터 및 첨단기술 기반 재난안전관리 체계 구축 및 미래위험 관리를 통한 사회적 대응력 및 회복력 제고 등 국민의 안전에 관계되는 재난안전에 관한 사업으로 부합성이 높음

- 과학기술을 활용한 재난의 체계적 예측 관리 및 현장대응력 제고를 위해 AI 등 ICT를 활용해 재난안전을 선제적으로 예측·관리·대응하기 위한 기술 확보

- 연관전략 : (전략3) 미래대응 과학기술 기반 확충 전략
  - (사회문제 해결) 과학기술을 활용한 재난안전 체계적 예측 관리 및 현장대응력 제고, 과학기술을 통한 사회적 현안 대응 강화

□ **2025년도 국가연구개발 투자방향 및 기준(안)은 국가적 문제 또는 사회적 위험에 선제대응하는 국가단위의 문제 해결에 과학기술 분야 지원을 명시**

○ R&D 투자 전반에 선도·도전의 DNA 이식 투자방향에서는 "민간이 하기 어려운 모험자본으로서 정부R&D 투자의 책무 강화"를 통해 민간이 하기 어려운 분야에 투자를 명시

- 기후위기, 극한 재난 등 국가적 문제 또는 사회적 위험에 선제대응하는 것은 국가의 고유 임무로, 국가적 문제 해결에 과학기술 분야·주체 간 융합연구를 활용

□ **제 5차 국가안전관리기본계획(2025~2029)**

○ 과학적 예측을 통한 잠재위험 대비역량 강화, 디지털 기반의 재난안전관리 등을 핵심 전략으로 제시하는 재난·안전분야 최상위 법정계획

○ 각종 재난 및 사고로부터 국민의 생명 · 신체 · 재산을 보호하기 위하여 국가의 재난 및 안전관리의 기본방향을 제시

□ **제4차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(2023~2027)**

○ 재난안전 문제 해결을 위한 과학기술적 해결 및 이를 위한 투자 및 R&D 협업체계 강화 등의 내용 포함

□ **제1차 기반시설 관리 기본계획(2020~2025)**

○ 빅데이터 등 기술을 활용해 선제적 유지관리 체계를 고도화하는 방안을 추진 과제로 포괄

□ **제2차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획(2023~2032)**

○ 재난 및 사회안전 확보 등 본 사업의 주요 현안 해결을 위한 지원 계획 포함

□ **국토부 제7차 국가공간정보정책 기본계획(2023-2027)**

○ 인프라 안전 관리를 위한 용도로서 공간정보의 활용 내용이 포함

나. 추진체계 및 추진의지

□ 사업 추진의지

○ 국토교통부는 도시내 시설물 및 연계·파급된 재난에 대한 재난관리 주관기관*으로, 시설물과 연계한 재난안전의 책임 소관부처

* 「재난 및 안전관리 기본법」 제3조(정의) 5의 2 "재난관리주관기관"이란 재난이나 그 밖의 각종 사고에 대하여 그 유형별로 예방 · 대비 · 대응 및 복구 등의 업무를 주관하여 수행하도록 대통령령으로 정하는 관계 중앙행정기관을 말한다."

- 「재난 및 안전관리 기본법」 시행령에서는 '재난 및 그 밖의 사고 유형에 따른 재난관리 주관기관'을 지정하고 있으며, 국토교통부는 건축물, 도로, 공동구, 물류시설, 철도, 항공에서 발생하는 대규모 피해 관련 재난관리 업무를 주관 수행

- 도시내 건축물, 도로 등의 시설물로부터 발생하는 일차적 사고와, 시설물의 노후화 · 밀집화 등으로 인해 단순사고나 단일재난이 대형 연계재난으로 확산되는 경우 모두 국토교통부가 재난관리 주관기관으로서의 책무를 담당

□ 정부지원의 필요성

○ 민 · 관의 역할분담에 따라, 정부지원이 반드시 필요한 분야 위주로 사업 추진을 하고자하고 있으며, 동 사업의 범위는 국가의 고유임무에 해당

- 재난 예방과 국민의 안전은 국가의 기본적인 의무로 민간 분야에서 자발적으로 할 수 없는 분야이며, 이에 따라 국가 투자가 필요

- 원천기술, 재난·안보, 시장실패 부문, 도입기 기술분야에 해당

○ 본 사업은 재난 연계 · 확산 위험도 사전예측을 통해 국가적 재난대응 역량 강화 및 국민 안전 향상이 목표인 사업으로서, 국가 주도 R&D 추진 필요

- 대형화되는 재난으로부터의 안전 확보와 대응 효율성 향상이라는 국가적 임무 수행을 위한 기술 확보를 통해 재난 대응 및 복구 비용 절감 가능

○ 시설물별 분산된 관리주체로 인한 도시 재난대응의 효율성 · 효과성 저하를 극복할 수 있는 국가 주도의 통합 관리체계 개발 필요

- 현재 지자체 및 관리주체별 과밀화 · 노후화된 시설물 관리수준 및 재난 대응역량 편차로 인해 재난 대응 비효율 존재

- 선행사업 등에서 부각된 관리주체간 업무 중복 · 공백으로 인한 시설물 관리 및 재난 대응 비효율성 극복을 위해 공통의 대응 기준 수립 필요

- 도시를 구성하는 주요 시설물의 재난관리 주관기관인 국토부 주도 아래 지자체 등 다양한 시설물 관리주체 협력을 통한 기술 개발 추진 필요

다. 사업 추진상의 위험요인

□ 법·제도적 위험요인

○ 사업추진 근거 법령의 적절성 : 동 사업은 「건설기술 진흥법」과 「국토교통과학기술 육성법」 제8조(연구개발사업의 추진), 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 제5조(시설물의 안전 및 유지관리 기본계획의 수립 · 시행), 「지속가능한 기반시설 관리 기본법」 제17조(연구개발의 촉진 등), 「재난 및 안전관리 기본법」 제22조(국가안전관리기본계획의 수립 등)에 기반하여 근거 법령이 명확하며, '제5차 국토종합계획', '제5차 국가안전관리기본계획', '국가 AI전략 정책방향' 등 국토교통부가 대형 복합재난의 예측·예방·대응을 위한 다양한 관점의 정책을 추진하고 있어 사업추진 근거가 적절함

○ 타 법령과의 충돌 가능성 : 동 사업은 「건설기술 진흥법」과 「국토교통과학기술 육성법」에 기반하여 핵심 기술을 개발하므로, 법령과의 충돌 가능성은 매우 낮음

○ 관계법규와의 충돌 가능성 : 규정하는 관계 법률상 등 동 사업에서 제시한 2개 핵심기술의 구성기술 연구 및 향후 활용과 관련하여 법규 충돌 가능성은 없는 것으로 판단

○ 국가연구개발사업 절차의 누락 가능성

- 사업기획 단계는 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정에 따라 기술수요조사서 작성(연구기관), 기술수요조사서 제출(연구관리전문기관), 기술수요조사(중앙행정기관), 사전조사 및 기획연구(중앙행정기관)를 통해 사업기획(안)을 작성

- 동 사업은 과학기술기본법 및 그 하위 법령 체계에 따른 국가연구개발사업의 기획의 건으로 '국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정' 등 관련 법령 및 지침에 준거하여 사업의 기획 및 공고절차, 과제평가 및 선정 등의 절차를 설계하였음

○ 연구개발사업 추진결과의 분쟁 가능성

- WTO 보조금 분쟁 가능성 : 향후 동 기술개발 사업은 정부와 민간의 연구개발 투자 매칭으로 추진될 예정

- 민간기업이 주도하는 기술의 개발은 WTO 분쟁 가능성이 낮고 예상 피해 상대국이 피해 사실을 제시하는 것 또한 불가능할 것으로 판단
  - (금지보조금) 사업의 핵심 성과물인 빅데이터 기반 재난안전 사전예측 · 대응계획 AI 시뮬레이션 기술은 정부에서 기술역량 향상을 지원할 뿐 사용을 의무하하는 조치를 취하지 않으며 따라서 금지보조금에 해당하지 않음
  - (조치가능보조금) 본 사업의 참여 후보기업군, 정부지원연구개발비 지원 비율, R&D 지원 범위 등을 고려한 결과 조치가능보조금에 해당하지 않음

〈표 66〉 사업추진 상 위험요인 평가

법·제도적 위험요인	중립	일부위험	위험
사업추진 근거법령의 적절성	●		
타 법령과의 충돌 가능성	●		
국가연구개발사업 절차의 누락 가능성	●		
연구개발사업 추진결과의 분쟁 가능성	●		

3.5.2. 과학기술적 타당성

가. 문제 및 이슈 도출의 적절성

□ **사업 기획 과정의 적절성**

○ (체계적 조사·분석을 통한 사업 기획 과정) 대내외 환경분석 및 사업 추진여건 분석 등을 통해 해결하고자 하는 핵심 문제/이슈를 도출하였으며, 이를 해결하기 위한 사업 기본방향에 부합하는 목표체계 및 추진전략을 도출하였으므로 기획과정이 적절하게 수행됨

Step Ⅰ	대내외 환경 분석	• 국내외 정책동향/사회 동향/기술동향 조사·분석 • 이해관계자(총괄기획위원회, 정책기술협의회 등) 의견 수렴
Step Ⅱ	핵심 문제/이슈 도출	• Step Ⅰ단계를 통해 동 사업에서 해결하고자 하는 문제/이슈(필요성)를 도출
Step Ⅲ	사업 추진전략 수립	• 기본방향 도출 • 사업추진논리 구성 • 사업의 목표체계 도출 • 사업 구성 및 세부과제별 상세활동 계획
Step Ⅳ	사업 운영계획 수립	• 사업추진체계 • 사업 운영·관리체계(평가, 성과관리 포함) • 예산 및 인력 투입계획

[그림 100] 동 사업의 기획과정

○ (기획 전반에 걸쳐 기획위원회 구성·운영) 사업 개념 및 범위, 사업추진논리, 핵심 문제/이슈, 사업 추진전략, 사업추진체계 등의 기획 과정 전반에 전문성 있는 다양한 전문가가 참여함으로써 기획과정과 내용의 객관성 및 신뢰성을 확보

- (체계성) 기획위원회의 기능 및 역할을 정의하고 이에 따라 기획위원회 구성·운영계획에 따라 체계적으로 사업 기획 및 세부활동 기획을 실시

- (전문성) 기획위원회는 기반시설 유지관리, 재난안전, AI 분야의 전문가로 분야의 흐름을 파악하고 변화를 예측할 수 있는 식견이 충분한 전문가들로 구성

- (포괄성) 동 사업이 정의한 사업 개념 및 범위를 포괄할 수 있는 전문가로 구성함으로써 최대한 전문성이 결여되는 분야가 존재하지 않도록 함

- (균형성) 기획위원회 전문가는 소속기관, 기술분야 등의 측면에서 균형있게 구성하여 소수의 이해관계자에 집중된 방향이 아닌 국가 차원에서 필요한 사항을 기획하고자 함

○ (기술 수요를 참고한 세부활동 기획) 기획을 뒷받침하고 기술개발 수요 파악을 통한 세부활동을 기획하기 위해, 현장실무가 및 전문가를 대상으로 기술개발 수요를 파악함

- 기획위원회를 통해 사업 기본방향 검토, 기획결과 점검·제언, 상세 기술 기획 등을 추진

- 총 3번에 걸쳐 국내 재난안전 기술개발 관련 주요 주체(기업, 대학 및 출연연 등)을 초청하여 본 연구개발사업의 핵심 이슈(중점분야의 구성, 데이터 확보 방안 마련, 연구개발 결과의 활용 방안 등) 및 해결 방안에 대해 심층적으로 논의함으로써 현장 전문가를 통한 기술개발 수요를 반영, 최대한 누락이 없도록 하였음
  - (1차 총괄위원회) 사업의 기본 방향에 대한 검토 및 확정, 사업을 통해 도출해야 하는 주요 기술개발 산출물을 결정하기 위한 논의 진행
  - (2차 총괄위원회) 기술 수요조사 대상으로서의 중점영역을 검토하고 확정하였으며, 기술수요조사의 절차 및 방법론에 대한 계획을 심의하여 결정함
  - (기획분과(3개 분과 및 실증분과)) 사업 기본방향 및 중점영역 도출 후 동 사업 기획위원회를 개최(대면회의)하고, 분과별 해당 핵심기술의 주요 구성기술에 대한 논의를 통해 일차적 추진방향에 대한 확정, 이후 세부 기술개발 내용에 대한 기술별 상세 연구개발 내용에 대한 기술수요를 요청하여 작성 내용을 통해 의견을 수렴(서면)

○ (사업 범위 설정의 적합성) 현재 재난안전과 이슈를 도출하고 '시설물 연계 재난'으로 기술개발 대상의 범위를 설정하였으며 해당 이슈를 해결하기 위한 기술들을 사업 범위로 설정하여 적합성을 확보

- (국가차원의 문제/이슈도출) 동향분석을 통하여 국가차원의 문제/이슈를 도출
  - 디지털데이터의 분절성, 완결성 미흡 등으로 인해 재난의 선제적 예측 시스템의 신뢰도 및 정확도 부족, 구축된 시스템의 활용도 저조
  - 개별시설물 단위로 이루어진 안전관리가 대부분이며, 도시공간의 재난관리 프로세스(예방-대비-대응-복구) 전반을 다루는 시스템은 부재

[대상 재난의 유형] 단일 혹은 복수의 자연재난(지진, 폭우·폭설) 및 사회재난(화재·사고 등)으로부터 영향받아 초래되는 기반시설의 붕괴·기능상실 등의 2차 재난, 기반시설과 공간적 ·기능적으로 상호 연결된 인프라를 통해 3차, 4차로 파급·확산되는 연계·중첩 재난까지를 대상 재난 범위로 설정

※ (예시) 재래식 터널 내 화재 발생 상황 가정시의 연계·복합 재난

[그림 101] 대상 재난의 유형 예시

- (사업차원에서 해결해야할 문제/이슈를 도출) 앞서 도출한 문제/이슈 중 사업차원에서 해결해야할 문제와 이슈를 도출
  - 현재의 재난관리체계는 단일시설물, 단일 재난 유형, 단일 주체 중심으로 구축되어 있어 재난 간 상호작용 및

지역 단위 확산경로를 반영하지 못하는 구조적 한계가 존재

- 지역적 특성(시설물 밀집, 인구밀도 등)을 고려한 재난 연계·확산 예측 기술개발 및 이를 활용한 복합재난 대응 전략 마련이 필요
- 도심지 연계 시설물 재난안전관리의 분절성과 데이터 상호 연계성 부족으로 인해 재난안전 사전예측 및 대응계획을 위한 지능형 의사결정지원체계가 여전히 미흡함
- 기존 재난관리 기술의 데이터단절, 모델 정량화, 대응 비효율 문제를 해결하기 위해 통합데이터 허브, AI 기반 복합재난 분석, 시뮬레이션 기반 대응계획 기술을 병렬적으로 고도화하고자 함

구 분	기존 기술 및 시스템의 한계점	개선 필요 방향	연구개발사업의 기술적 차별성
데이터 관리 체계	- 부처 또는 기관별 이기종 데이터의 분산운영 - 표준화 부재로 인한 데이터 통합 분석 불가	실시간 연계 가능한 데이터 통합 체계 필요 공간 및 시간 기준 통합 데이터 관리 필요	- 복합재난 데이터 통합 및 연계 체계 구축 - 데이터 품질 및 정합성 기반 분석 환경 조성
위험도 분석모델	- 단일 재난 중심의 위험도 분석 - 지역 및 시설물 연계 영향 분석 한계	GeoAI 기반 복합재난 위험도 정량화 필요 지역 단위 위험도 분석 고도화 필요	- GeoAI 기반 복합재난 위험도 및 피해분석 모델 개발 - 지역 및 시설물 연계 위험도 산정 가능
시뮬레이션 및 대응지원 기술	- 대응전략 중심의 정적 분석 - 실시간 시뮬레이션 기반 정보 제공 부족	AI 시뮬레이션 기반 피해 확산 예측 필요 사전예측 결과 기반 대응 판단 지원 필요	- AI 시뮬레이션 기반 복합재난 피해예측 기술 - 지도 기반 피해 확산 및 영향 범위 시각화 - 사전예측 정보 제공을 위한 대응 판단 지원
운영체계 및 정책 연계	- 중앙-지자체 간 재난정보 공유체계 미흡 - 동일 데이터·예측 결과 기반 공동 대응 한계	국토교통부 중심 재난 예측 결과 활용 체계 필요 중앙-지자체 공동 활용 운영 구조 필요	- 국토교통부 중심 재난안전 예측 정보 활용 체계 구축 - 중앙-자자체 공동활용 재난안전 정보 제공 시스템 - 동일 데이터 및 예측 결과 기반 대응 판단 지원
연구개발 활용성	- 기술성과가 현행 재난관리 매뉴얼 및 대응체계에 반영되지 못함 - 실증 부족으로 현행 제도 및 운영체계 반영 한계	지자체 참여 실증을 통한 적용성 검증 필요 실증 결과의 제도 및 운영 기준 환류 구조 필요	- 지자체 실증 기반 제도 및 기준 개선(안) 도출 - 국토교통부 재난관리 체계 반영 가능성 확보

[그림 102] 기존 기술 및 시스템의 한계점과 연구개발사업의 기술적 차별성

- (세부활동 수준의 문제/이슈도출) 사업차원에서 해결해야할 문제와 이슈에서 이를 해결할 수 있는 기술을 도출하여 사업의 범위로 설정
  - (복합재난에 최적화된 데이터 통합시스템 구축) 이기종 재난 및 시설물 유지관리 데이터를 실시간으로 수집-정제-연계하여 복합재난 분석이 가능한 통합데이터 허브구축 기술확보
  - (기반시설 복합재난 위험도 분석시스템) AI(GeoAI, LLM, GAN 등)기반 시뮬레이션을 활용한 복합재난의 확산경로와 전이확률을 정략적으로 예측하는 기술확보
  - (AI 시뮬레이션 기반 의사결정 지원기술) AI 시뮬레이션 기반의 가상환경에서 복합재난 발생 시 대응전략 자동 산출 및 정책기반 의사결정 지원시스템을 구현 기술확보

나. 사업목표의 적절성

□ 사업목표 설정의 적절성

○ 동 사업은 총 2개의 목표를 설정하고 있으며, 각각의 목표는 R&D 사업을 통해 달성하고자 하는 효과를 정책목표에 기반하여 설정하고 있으며, 또한 목표의 달성여부를 판별할 수 있도록 사업목표별 대상, 목표 측정방법 및 산식을 구체적으로 제시하고 있음

- 각 사업목표의 총합을 통해, 동 기술개발을 통해 달성하고자 하는 궁극적 목표 및 지향하는 비전을 명확히 정립하여 사업목표의 구체성과 사업목적 및 비전 간의 유기적 연계성을 확보하고자 하였음
  - (사업 비전) 재난위험도 분석 고도화(시설물 단위 →지역 단위)로 효과적 재난 대응전략 수립지원 및 실효성

있는 대국민 서비스 제공

- (사업 목적) 재난안전 빅데이터(시설물, 환경 · 재난 정보 등) 활용 지역 단위* 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난 연계 · 확산 예측 및 대응 시스템 개발

- 사업목표는 총 2개로, 지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술을 통해 R&D의 성과에 그치지 않고 기술 적용을 통해 국가적·정책적 문제해결 및 목표달성에 기여하고자, 사업의 목표를 궁극적으로 국가적 재난대응에 기여할 수 있는 방식으로 설정
  - **1. [복합재난 피해 예측정확도 90% 이상**

  * 과거 재난 사례 시뮬레이션 결과와 실제 피해 데이터(건설현장 붕괴, 시설물 피해면적 등) 간의 일치율 비교

  - **2. 시설물 연계재난 피해 확산 범위 및 규모에 대한 사전예측 정확도 90% 이상 확보**

  * 기존 수치해석모델 대비 AI 모델 예측 결과의 오차율 및 공간적 일치도(IOU) 비교 검증

- 사업목표는 핵심기술별 기술개발의 결과와 연계하여 설정되었으며, 사업이 계획대로 달성되었을 경우 동시에 발생 가능한 효과이며, 사업 내 기술 간 연계성을 고려할 때 상호 연관성이 높아 사업의 효율을 저해하지 않음

○ (성과목표 설정) 동 사업의 연구개발을 통해 달성하고자 하는 구체적인 목표로 연차별·단계별 성과목표로 세분화하였으며, 전략목표 달성에 기여할 수 있도록 논리적으로 설정함

- 사업예산이 집중적으로 투입되는 부문의 성과가 핵심적으로 드러날 수 있도록 설정하고, 구체적이고 명확하게 표현하여 측정이 가능하도록 함
  - 고품질 시설물 연계 재난안전 데이터 허브 구축 : 데이터 품질 95% 확보
  - 시설물 연계재난 위험도 분석 프레임워크 확립 : 지역 단위 위험도 판별 정확도 90% (기존 30% → 90%)
  - 지역 단위 재난안전관리 플랫폼 구축 : 정보전달시간 80% 단축(30분→ 5분)
  - 실증 및 도시 확산 적용을 위한 시스템 구축 : 1개 지자체 대상 시범 실증 추진

○ (구성기술별 목표 수립) 동 목표체계에 기반하여 세부과제(구성기술)를 구성하고, 구성기술별 연구활동이나 주요 산출물, 목표 성능 등을 고려하여 구성기술별 목표를 타당하게 설정

〈표 67〉 사업 핵심기술 및 구성기술의 구성

핵심기술	구성기술
AI 기반 시설물 연계 복합재난 위험도 분석기술	(1-1) 시설물 연계 복합재난 위험도 평가 프레임워크 및 동적 산정모델 개발 (1-2) 복합재난 전이・파급 판단 알고리즘 및 시나리오 생성 기술개발 (1-3) GeoAI 기반 위험도 가시화 모듈 및 중앙-광역 공유 모델개발
복합재난 위험도 분석을 위한 지역단위 빅데이터 통합 및 연계 기술개발	(2-1) 위험도 평가 프레임 기반 데이터 항목 정의 및 연계 구조 설계 (2-2) 도시기반시설 관련 데이터 실시간 통합 및 정합 기술개발 (2-3) 위험도 분석 및 시뮬레이션 연계를 위한 데이터 관리체계 구축
Ai 기반 복합재난 사전예측 및 대응계획 시뮬레이션기술 개발 및 실증	(3-1) 위험도 기반 복합재난 피해예측 엔진 개발 (3-2) 실시간 피해 확산 예측 AI 시뮬레이터 개발 (3-3) 중앙-광역 공동 활용 실증 및 제도개선 연계

사업명	지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술 개발
비전	국토교통부 주도의 시설물 연계형 재난관리 체계 확립 및 데이터표준 플랫폼 보급
사업 목적	도시기반시설물 빅데이터(시설물, 인구이동 등) 활용 지역 단위 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난 연계·확산 예측 및 대응 시스템 개발
사업 목표	1. 복합재난 피해 예측정확도 90% 이상 * 과거 재난 사례 시뮬레이션 결과와 실제 피해 데이터(건설현장 붕괴, 시설물 피해면적 등) 간의 일치율 비교 2. 시설물 연계재난 피해 확산 범위 및 규모에 대한 사전예측 정확도 90% 이상 확보 * 기존 수치해석모델 대비 AI 모델 예측 결과의 오차율 및 공간적 일치도(IOU) 비교 검증

성과 목표	고품질 시설물 연계 재난안전 데이터 허브 구축 : 데이터 품질 95% 확보	시설물 연계재난 위험도 분석 프레임워크 확립 : 지역 단위 위험도 판별 정확도 90% (기존 30% → 90%)	지역 단위 재난안전관리 플랫폼 구축 : 정보전달시간 80% 단축(30분→ 5분)	실증 및 도시 확산 적용을 위한 시스템 구축 : 지자체 대상 시범 실증 추진

중점 분야 및 핵심 기술		
	AI 기반 시설물 연계 복합재난 위험도 분석기술	(1-1) 시설물 연계 복합재난 위험도 평가 프레임워크 및 동적 산정모델 개발 (1-2) 복합재난 전이·파급 판단 알고리즘 및 시나리오 생성 기술개발 (1-3) GeoAI 기반 위험도 가시화 모듈 및 중앙-광역 공유 모델 개발
	복합재난 위험도 분석을 위한 지역단위 빅데이터 통합 및 연계 기술개발	(2-1) 위험도 평가 프레임 기반 데이터 항목 정의 및 연계 구조 설계 (2-2) 도시기반시설 관련 데이터 실시간 통합 및 정합 기술개발 (2-3) 위험도 분석 및 시뮬레이션 연계를 위한 데이터 관리체계 구축
	AI 기반 복합재난 사전예측 및 대응계획 시뮬레이션기술 개발 및 실증	(3-1) 위험도 기반 복합재난 피해예측 엔진 개발 (3-2) 실시간 피해 확산 예측 AI 시뮬레이터 개발 (3-3) 중앙-광역 공동 활용 실증 및 제도개선 연계

수혜자 및 성과 활용		
	재난·시설물 관리 주체 (중앙정부/지자체/공공기관 등)	도시 기반시설의 연계성을 고려한 통합적 재난대응 체계 마련
	시민	복합재난으로 인한 인명·재산 피해 위험 저감
	민간기업	재난안전 분야 일자리 개선 및 산업 성장

[그림 103] 사업비전 및 목표 체계도

나. 세부활동 및 추진전략의 적절성

□ 사업 구성 및 내용의 적절성

○ 동 사업의 세부과제는 각각의 기술개발의 개념, 전략목표, 목표 성능 및 최종 성과물 등에서 차이를 가지고 있으며, 명확한 연계구조로 되어 있어 사업내용이 논리적이고, 사업의 목표달성을 위해 적절하게 구성된 것으로 판단됨

- 세부과제 구성은 사업 비전인 “AI 시뮬레이션 기반 재난 확산예측 및 대응 기술로 재난으로부터 안전한 시민과 도시 인프라 구현” 달성에 필수적인 기술로 구성된 것으로 판단됨
  - 재난안전 관련 대국민 서비스(실시간 재난예측 · 경고, 피난 경로 알림 등) 실효성 제고를 통해, 국민 안전 확보를 위한 정부 정책 달성 지원
  - 재난 연계 · 확산 예측 AI 시뮬레이션을 통해 정부 및 지자체의 효과적 재난 대응전략(사전 안전조치, 복구 우선순위 결정 등) 수립 가능
  - 전 세계적으로 개발 사례가 없는 공공 빅데이터 기반 재난 연계 · 확산 AI 시뮬레이션 기술개발을 통해 재난안전 분야 기술 및 시장 선도

- 또한, 기술개발과 실용화에 필수적인 구성기술로 세부과제를 구성하여, 세부과제 간 연계성이 높고 효과적·효율성 측면에서 개별 사업이 아닌 하나의 사업으로 추진하는 것이 적절함

□ 과학기술적 대응 시기의 적절성

○ 기후변화로 인해 예측 불가능한 자연 · 사회재난이 복합 · 다발적으로 발생하고 있으며, 단일 재난에서 연계 · 확산재난 형태로 재해 유형이 변화하는 추세

- 정부와 민간의 다양한 노력에도 불구하고 국민 생활과 밀접한 시설물 화재 · 붕괴와 같은 안전사고는 지속적으로 증가하여 인명 · 재산 피해 발생

- 국민이 체감할 수 있는 선제적 재난 예측 · 대응 시스템을 구축함으로써, 급증하는 재난 발생에 대한 국민 불안 해소 필요

○ 두 개 이상의 자연 재해 발생으로 인하여 시설물이 받는 피해가 더욱 심각해지고 대규모화하는 경향을 보임
  - 예시) 지진과 쓰나미 조합에 의한 도로의 유실과 교량 구조물 붕괴 및 사면 붕괴, 이상 저온과 이상 고온 현상의 반복으로 손상된 시설물이 태풍과 홍수로 인하여 받는 피해가 가중되는 현상 등

○ (최근의 시설물 연계재난 발생) 최근 극한호우 등 자연재해가 시설물의 붕괴·침수 등으로 이어지는 시설물 연계재난으로 인해 심각한 피해를 초래하였던 사례가 다수 발생하고 있으며 이러한 사고를 예측하기 위해 위치기반의 시설물 재난 위험도 시뮬레이션 필요

- (오산시 가장교차로 고가도로 옹벽 붕괴 사고('25.07) 2025년 7월 16일 19시 04분 무렵 경기도 오산시 가장동 가장교차로의 고가도로 옹벽이 폭우로 무너져내려, 옆을 지나가던 차량 2대가 매몰되며 그 중 완전히 매몰된 1대의 운전자가 사망한 사건

- 해당 지역의 당시 강수량은 64㎜이며, 사고 직전인 오후 6~7시 시우량은 39.5㎜를 기록
- 사고 전날인 인근 주민들이 빗물 침투로 인한 붕괴가 우려된다고 민원을 넣었으며, 옹벽 위 도로에 지름 40㎝의 싱크홀이 발생하는 등 전조 징후가 발견되었던 것으로 보도됨

- (청주 오송읍 궁평2지하차도 침수 사고('23.07)) 2023년 7월 15일 대한민국 청주시 흥덕구 오송읍 오송역 인근 궁평2지하차도가 집중호우로 인한 미호강 범람으로 침수되어 차량 17대가 물에 잠기고 14명이 사망, 9명이 구조된 사고
  - 충청권에는 13일부터 이틀간 300~570mm에 달하는 호우가 발생
  - 궁평2지하차도는 충청북도 측이 2019년에 신축돼 침수 위험이 크지 않다고 판단해 '침수 위험 보통'에 해당하는 '3등급'으로 분류된 바 있음

□ **기술개발의 차별성 및 중복성**

○ (유사 사업 현황)

- 재난위험예측 및 영향분석 기술개발- '('14~'16, 행안부)

- '시나리오 기반 대형복합재난 확산예측 기술 개발'('17~'19, 행안부)

- '국민 SOC 안전관리를 위한 재난 상황인지 데이터 연계지원 디지털 트윈 플랫폼 기술 개발 '('22~'25, 과기부) 등

- '미래도시 복합재난관리 디지털플랫폼 기술개발사업'('26~'30, 과기부, 국토부, 행안부) 등

○ (차별성) 본 사업은 유사 사업들과 공간적 범위, 대상시설, 활용 데이터, 대상 재난 및 활용 방안, 지자체 활용성 등에서 아래와 같은 차별성 존재

- (대상시설)기존 유사사업은 단일 시설물 또는 단일 복합공간(초고층 · 지상 · 지하)에 대한 재난 대응시스템 구축 중심이나, 본 사업은 도시 전체를 대상으로 사회기반시설과 연계 확산되는 재난 예측과 대응체계 구축이 목표

- (활용 데이터)기존 유사사업이 특정 기관 데이터에 의존하는 반면, 본 사업은 다양한 관리주체 데이터 통합 · 연계를 통해 예측 · 대응 정확성 제고 가능

- (대상재난)기존 유사사업은 단일/자연재난 중심이나, 본 사업은 지역별 특성과 사회기반시설의 공간적 연계성을 반영한 연계 복합재난을 분석하여 맞춤형 대응 전략 마련이 목표

- (활용방안)기존 연구들이 단일 재난 분석 및 회복력 강화에 집중했다면, 본 연구는 도시 공간 전체의 사회기반시설에서의 연계 확산되는 복합재난의 예측과 대응으로 국토부와 국민의 실질적인 재난 예방과 대응력 강화 가능

○ (연계방안) 본 사업은 기존 유사사업의 다양한 연구개발성과를 연계 · 활용하여 사업 추진 타당성 확보 및 국가 R&D 성과 사장 방지 도모 예정

- 기존 유사사업의 재난 · 피해발생 사례 및 피해예측 데이터 등을 본 사업 재난 연계 · 확산 시나리오 생성 및 피해 예측 AI 모델의 학습 데이터로 활용하여, 핵심 연구개발성과의 신뢰성 · 정확성 제고

구분	재난위험예측 및 영향분석 기술개발(행정안전부) - 재난위험저감기술개발	시나리오 기반 대형복합재난 확산예측 기술 개발 (행정안전부) - 극한 재난대응 기반기술개발사업
근거법령	재난 및 안전관리 기본법 제14조(재난 예방 및 대비)	재난 및 안전관리 기본법 제14조(재난 예방 및 대비)
기술개발단계	개발	개발
기술분야 (세부기술분야)	ICT	ICT
투자방향 관련분야	기초연구	국가전략기술
사업목적	대규모 사회재난을 대상으로 예방·대응 역략을 갖추기위한 재난위험예측 및 영향 분석 기술 개발	복합적 재난유형에 대한 물리적 피해확산을 과학적으로 예측할 수 있는 시뮬레이션 기술 개발
사업 주요내용	ㅇ사업예산 : 4,394백만원 ㅇ사업기간 : '14.1~'16.12 ㅇ사업내용 : 자연재난 위험도 평가 및 대응 기술 개발, 사회재난 영양 분석 및 피해추정	ㅇ사업예산 : 2,157백만원 ㅇ사업기간 : '17.4~'19.1 ㅇ사업내용 : 시나리오 기반 대형복합 재난 확산예측 통합모델링 시스템 및 연계모듈 개발
지원대상	제한없음	제한없음
과제 선정방식	대상과제별 공모평가를 통한 수행기관 선정	대상과제별 공모평가를 통한 수행기관 선정
수행주체	출연연(34%), 대학(33%), 기업(33%)	출연연(33%), 대학(66%)
사업 추진체계	행정안전부 출연	행정안전부 출연 대학과 공동연구
유사·중복 키워드	신종복합재난, 사회재난, 피해영향 예측	자연재난, 사회재난, 대형복합재난, 피해확산, 피해예측
내·외부 지적사항	-	-
검토결과	**대상시설의 차별성:** 기존 연구들이 단일재난과 자연재난 중심으로 접근하지만, 본 연구는 SOC 기반 시설물을 포함하여 복합재난 대응체계를 구축 **데이터 활용의 차별성:** 특정 기관의 데이터에 의존하는 기존 방식과 달리, 국토부, 지자체, 타 부처 데이터를 통합·표준화하여 보다 정밀한 예측과 대응이 가능 **대상재난의 차별성:** 기존 연구들이 일반적인 복합재난을 분석하는 데 초점을 맞췄다면, 본 연구는 지역별 특성을 반영한 연계 복합재난을 분석하여 맞춤형 대응 전략을 제시함 **활용방안의 차별성:** 기존 연구들이 재해 분석 및 대응 기술 개발에 집중했다면, 본 연구는 국토부와 국민의 관점에서 AI 기반 재난 안전관리 시스템을 구축하여 실질적인 예방과 대응력 강화	

구분	국민 SOC 안전관리를 위한 재난 상황인지 데이터 연계지원 디지털 트윈 플랫폼 기술 개발 (과학기술정보통신부) - ICT융합산업혁신기술개발사업	미래도시 복합재난관리 디지털플랫폼 기술개발사업
근거법령	재난 및 안전관리 기본법 제14조(재난 예방 및 대비)	재난 및 안전관리 기본법 제14조(재난 예방 및 대비)
기술개발단계	개발	개발
기술분야 (세부기술분야)	ICT	ICT
투자방향 관련분야	국가전략기술	국가전략기술
사업목적	다양한 복합 재난안전 상황을 분석·예측하여 현실세계 미래문제해결이 가능한 디지털트윈 기반 국민 SOC 안전관리 플랫폼 개발	지상·지하 공간이 상호연계 된 도심지 복합공간에서의 복합재난 발생을 억제하고 피해를 줄이기 위해 미래도시의 복합재난 회복력 강화를 위한 대응 중심의 도시 전주기 재난안전관리 통합플랫폼 개발
사업 주요내용	ㅇ사업예산 : 3,443백만원 ㅇ사업기간 : '22.4~'25.12 ㅇ사업내용 : 디지털트윈 연동형 다중복합 재난 예측•대응 회복력 플랫폼 구현	ㅇ사업예산 : 33,500백만원 ㅇ사업기간 : '26.4~'30.12 ㅇ사업내용 : 미래도시 지상·지하 공간 및 초고층 복합건축물 대상의 디지털트윈 기반 공간정보 구축 및 통합관리
지원대상	제한없음	제한없음
과제 선정방식	대상과제별 공모평가를 통한 수행기관 선정	대상과제별 공모평가를 통한 수행기관 선정
수행주체	중소기업(100%)	출연연(34%), 대학(33%), 기업(33%)
사업 추진체계	정보통신기획평가원 발주 및 관리	다부처협력사업 (과학기술정보통신부, 행정안전부, 국토교통부)
유사·중복 키워드	노후화지역, 디지털트윈, 다중복합예측 대응, 신속 회복력, 화재 침수 붕괴 지하시설물	복합재난, 디지털플랫폼, 회복력
검토결과	**대상시설의 차별성:** 기존 연구들이 중요 도심지 및 초고층·지상·지하연계 복합공간에만 국한되지만 본 연구는 도시단위 전체의 공간과 사회기반시설을 대상으로 복합재난 예측과 대응체계를 구축함. **데이터 활용의 차별성:** 특정 기관의 데이터에 의존하는 기존 방식과 달리, 국토부, 지자체, 타 부처 데이터를 통합·표준화하여 보다 정밀한 예측과 대응이 가능 **대상재난의 차별성:** 기존 연구들이 일반적인 복합재난을 분석하는 데 초점을 맞췄다면, 본 연구는 지역별 특성과 사회기반시설의 연계성을 반영한 연계 복합재난을 분석하여 맞춤형 대응 전략을 제시함 **활용방안의 차별성:** 기존 연구들이 단일 재난 분석 및 회복력 강화에 집중했다면, 본 연구는 도시 공간 전체의 사회기반시설에서의 연계 확산되는 복합재난의 예측과 대응 지원으로 국토부와 국민의 실질적인 재난 예방과 대응력 강화 가능	

4. 연구개발성과 및 기대효과

4.1. 중점 추진분야별 최종 성과

○ 본 연구개발은 복합재난 대응을 위한 데이터–분석–시뮬레이션 전주기 기술체계를 확립하는 것을 최종 목표로 함. 이는 단순한 개별기술 확보를 넘어, **국가적 재난 안전 관리체계의 디지털 전환을 견인하는 핵심 과업**임

○ 다양한 공공·민간 출처에서 분산적으로 생성되는 시설물·환경·재난 데이터를 실시간으로 수집·정제·통합하고, 이를 통해 국가 차원의 표준화된 데이터 허브를 구축하여, 향후 모든 재난 안전 AI·시뮬레이션 기술의 기반이 되는 **데이터 거버넌스 체계를 마련에 기여**할 수 있음.

○ **복합재난의 발생 가능성과 영향 범위를 정량적으로 도출**하고, **고위험 지역을 자동 탐지**함으로써, 중앙정부·지자체가 **과학적 근거에 기반한 사전예방 중심의 정책을 수립**할 수 있도록 지원함.

[그림 104] 지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술개발 세부기술별 최종결과물 예시

○ **AI 기반 시설물 연계 복합재난 위험도 분석기술**

- 시설물 간 기능적 의존성 및 공간적 연계구조를 고려한 계층형 복합재난 위험도 평가 프레임워크를 확립하고, GeoAI 기술을 적용하여 시설물 및 영향권 단위의 정밀 위험도를 가시화함.

- 위험요인, 노출도, 취약도의 동적 변화를 반영하는 평가 로직과 AI 기반의 시나리오 자동 생성 기술을 결합하여, 실제 재난과 유사한 연쇄 전이 및 파급경로를 사전에 정량적으로 규명함.

- 개발된 위험도 가시화 모듈은 중앙사고수습본부와 지역재난안전대책본부 간 공유 가능한 표준 모델로 구현되어, 일원화된 재난 상황판단 및 정책 수립의 핵심 근거자료로 활용성이 기대됨.

- 최종 성과물
  - 시설물 연계 복합재난 동적 위험도 평가 프레임워크
  - AI 기반 복합재난 전이 판단 및 시나리오 자동 생성 모듈
  - GeoAI 기반 위험도 정밀 분석 및 시공간 가시화 시스템
  - 중앙-광역 공유형 재난 위험도 표준화 모델

○ **복합재난 위험도 분석을 위한 지역단위 빅데이터 통합 및 연계 기술개발**

- 국토교통부(기반터, FMS, KISCON)의 정적 데이터와 지자체의 동적 데이터를 실시간으로 연계하는 표준화된 데이터 허브와 파이프라인을 구축함.

- BIM-GIS 융합 DB를 기반으로 이기종 데이터 간의 시공간 불일치를 보정하는 정합성 확보기술과 AI 기반 결측 보완 엔진을 적용하여, 위험도 분석에 즉시 활용 가능한 고품질데이터 환경을 조성함

- 최종적으로 지자체 실증을 통해 데이터의 실시간 수집부터 분석 연계까지의 안정성을 검증하고, 향후 타 지자체 또는 민간 영역으로 확산 가능한 범용 재난안전 데이터 플랫폼 모델을 도출함.

- 최종 성과물
  - 위험도 평가 프레임 기반 데이터 항목 정의 및 연계 구조 설계서
  - 이기종 데이터 시공간 정합성 확보 및 실시간 통합 기술
  - BIM-GIS 융합형 재난안전 통합데이터베이스
  - 실시간 위험도 분석 연계형 통합데이터 관리체계 및 파이프라인

○ **AI 기반 복합재난 사전예측 및 대응계획 시뮬레이션기술 개발 및 실증**

- 물리적 법칙과 과거 재난 데이터를 학습한 AI 기반 피해예측 엔진을 통해, 시설물 붕괴 및 기능 마비에 따른 피해 확산 범위와 규모를 시공간적으로 정밀하게 예측함.

- 예측된 결과를 바탕으로 다수 시설물 및 복수 시나리오를 동시 처리하는 실시간 시뮬레이터를 구현하여, 골든타임 내 최적의 자원 배분 및 주민 대피 전략을 포함한 의사결정 지원 솔루션을 제공하는 환경을 조성할 수 있음.

- 중앙-광역 공동대응 실증을 통해 맞춤형 대응정보 생성 기술을 검증하고, 이를 토대로 현행 도시기반시설 재난대응 지침 및 매뉴얼을 개선하여 실효성 있는 재난 대응체계를 완성할 수 있음.

- 최종 성과물
  - 위험도 기반 복합재난 피해예측 AI 엔진
  - 실시간 피해 확산예측 및 대응 의사결정 지원 시뮬레이터
  - 중앙-광역 재난대응 공동활용 인터페이스 및 시각화 솔루션
  - 도시기반시설 복합재난 대응 지침·기준 개선(안) 및 실증 결과 보고서

4.2. 단계별·연차별 성과목표 및 지표

사업 목적	**도시기반시설물 빅데이터**(시설물, 인구이동 등) **활용 지역 단위 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난연계 · 확산 예측 및 대응 시스템 개발**
사업 목표	**1. 복합재난 피래예측 정확도 90% 이상** * 과거 재난 사례 시뮬레이션 결과와 실제 피해 데이터(건설현장 붕괴, 시설물 피해면적 등) 간의 일치율 비교 **2. 시설물 연계재난 피해 확산 범위 및 규모에 대한 사전 예측 정확도 90%이상 확보** * 기존 수치해석모델 대비 AI 모델 예측 결과의 오차율 및 공간적 일치도(IOU) 비교 검증

성과 목표	**고품질 시설물 연계 재난안전 데이터 허브 구축** : 데이터 품질 95% 확보	**시설물 연계재난 위험도 분석 프레임워크 확립** : 지역 단위 위험도 판별 정확도 90% (기존 30% → 90%)	**지역 단위 재난안전관리 플랫폼 구축** : 정보전달시간 80% 단축 (30분→ 5분)	**실증 및 도시 확산 적용을 위한 시스템 구축** : 지자체 대상 시범 실증추진
성과 지표	재난 연계 데이터 라이브러리 구축율(%)	사회기반시설 통합 빅데이터 동기화주기(분)	데이터 품질 검증 정확도(%)	시설물 연계 복합재난 취약영역 발굴 정책 제안 건수(건)
	지역단위 위험도 예측 정확도(%)	GIS 위험도 지도 표출 주기(분)	재난안전 정보 전달 소요시간(분)	AI 기반 복합재난 위험도 예측 정확도(%)

주요 산출물	시설물 간 기능정 의존성 및 공간 연계성 분석 모델	재난안전 데이터표준 정의서 및 연계 규격서	물리 기반 복합재난 피해예측 AI 모델링 알고리즘
	복합재난 위험도평가 프레임워크	이기종 데이터 실시간 수집 모듈	실시간 피해 확산 시공간 시뮬레이터
	복합재난 전이-파급 입계치 산정 및 확산 확률 예측 알고리즘	시공간 데이터 정합성 보정 및 동기화 모듈	시설물 기능 손실 및 피해규모 정량 산출 모듈
	AI 기반 재난 시나리오 자동생성 알고리즘	AI 기반 결측치 보정 알고리즘	AI 예측 결과 신뢰도 평가 및 불확실성 분석 시스템
	GeoAI 기반 고정밀 위험도 매핑 엔진	데이터 품질관리 시스템	중앙-광역 공동대응 표준운영 절차서 개정안
	중앙-광역 공유형 재난상황 시각화 시스템	BIM-GIS 융합형 재난안전 통합데이터베이스	도시기반시설 복합재난 대응 관련 제도 및 지침개선(안)
	시설물 연계 위험도 평가 표준 가이드라인	대용량 시공간 데이터 처리 파이프라인 구조	실증 결과보고서 및 기술효과 검증서
핵심 기술	(핵심1) AI 기반 시설물 연계 복합재난 위험도 분석기술	(핵심2) 복합재난 위험도 분석을 위한 지역단위 빅데이터 통합 및 연계 기술개발	(핵심3) AI 기반 복합재난 사전예측 및 대응계획 시뮬레이션기술 개발 및 실증

[그림 105] 사업 목표 및 성과지표 체계도

□ **사업 목표**

1. [기술적 신뢰성 확보] 복합재난 피해예측 정확도 90% 이상

○ 기존의 단일 재난 중심 통계 모델 대비 시설물 간 연계성을 고려한 복합재난 시뮬레이션의 예측 정합성 확보 (1단계 85% → 2단계 90%)

- 복합재난 대응의 성패는 상황실이 예측 결과를 얼마나 신뢰할 수 있느냐에 달려있으며, 낮은 정확도는 오경보로 인한 행정력 낭비와 대응 혼선을 초래함

- 동 기술개발을 통해 도출되는 '동적 위험도 평가기술'과 '과거 재난 사례 기반 단순 자연재해 발생 여부가 아닌 시설물 파손 및 2차 피해 전이 양상을 정밀하게 예측

- 또한, 데이터 부족으로 인한 기존 머신러닝 모델의 환각(Hallucination) 현상을 억제하고, 물리적 인과관계에 기반한 학습을 통해 예측 결과의 현장 적용성을 극대화함

- 달성 여부 측정방법
  - (방법) 과거 실제 발생한 복합재난(오송 지하차도 침수, 오산시 옹벽 붕괴 등) 사례 데이터와 예측 시뮬레이터 결과 비교 검증
  - (측정) $\left(1-\frac{\text{실제피해데이터}-AI\text{모델예측값}}{\text{실제피해데이터}}\right)\times 100$

【목표 및 측정방법 근거(안) 】

- **(목표)** 현재 국토부 및 지자체에서 활용 중인 재난 예측모델들은 대부분 단일 재난(침수 깊이 등)에 국한되어 있으며, 시설물 간의 연쇄 효과를 고려하지 못해 복합재난 상황에서의 예측이 어려움
  - 그러나 실제 재난상황실에서 주민 대피 명령이나 교통 통제와 같은 침해적 행정 조치를 내리기 위해서는, 의사결정권자가 확신할 수 있는 최소한의 신뢰구간인 90% 이상의 정확도가 필수적으로 요구됨
  - 본 과제는 이러한 현장의 요구사항을 반영하여, 1단계에서 데이터 연계 및 베이스라인 모델을 통해 85%를 달성하고, 2단계에서 고도화된 AI 기법을 적용하여 최종 90% 이상의 신뢰도를 확보하는 것을 목표로 설정함
- **(측정방법)** 정량근거는 단순히 연구실 환경 내의 테스트가 아니라, '과거 재난 및 피해 조사 보고서'에 기록된 실제 피해 수치(피해면적, 시설물 파손 등급)를 기준 설정하고, 이를 시뮬레이터가 얼마나 유사하게 재현해내는지를 블라인드 테스트하여 산정

2. [선제적 대응력 강화] 시설물 연계재난 피해 확산 범위 및 규모 사전 예측정확도 90% 이상

○ 기존 수치해석모델과 동등한 수준의 해석 결과를 도출하되, 연산 속도를 획기적으로 개선한 AI 모델의 정확도 확보

- 재난 발생 시 피해가 어디까지 확산될지(공간적 범위)를 사전에 아는 것이 선제 대응의 핵심이나, 기존 정밀해석은 시간이 오래 걸려 골든타임을 놓치는 한계가 존재함

- 본 기술은 고신뢰도 물리해석 결과를 AI가 학습하는 기술개발을 통해, 수 시간이 걸리던 해석 과정을 수 초 내로 단축하면서도 물리적 정합성은 90% 이상 유지하는 것을 목표로함

- 이를 통해 국토부 및 지자체는 과학적 근거에 기반하여 피해 예상 지역을 선제적으로 통제하고, 가용 자원을 적재적소에 배치하는 최적의 대응계획 수립이 가능해짐

- 달성 여부 측정방법
  - (방법) 공학적으로 검증된 정밀 수치해석 모델 대비 AI 모델 예측 결과 오차율 및 공간 일치도 검증
  - (측정) 수치 오차율 10% 이내, 공간 일치도(IoU) 0.9 이상 (두 조건 동시 충족)

【목표 및 측정방법 근거(안) 】

- **(목표)** 토목·방재 엔지니어링 분야에서 통용되는 수치해석 시뮬레이션의 허용 오차 범위(Tolerance)는 통상 5~10% 내외임
  - AI 모델이 아무리 빨라도 이 공학적 허용 오차를 벗어나면 결과값을 신뢰할 수 없어 현장적용이 불가능함. 따라서 본 과제는 AI 모델이 기존 물리 모델을 대체할 수 있는 수준인 오차율 10% 이내(정확도 90% 이상)를 기술적 한계 목표로 설정함
  - 특히 단순 수치뿐만 아니라, 피해가 발생하는 공간적 위치가 정확해야 주민 대피 구역 및 연계 복합재난 영향범위를 설정할 수 있으므로, 면적 중첩도(IoU) 90%라는 높은 수준의 공간 정확도 목표를 추가로 설정하여 실효성을 강화함

- **(측정방법)** 다양한 재난 시나리오(강우량, 지진 강도 변화 등) 1,000건 이상에 대해 기존 정밀해석 모델 결과와 본 과제 AI 시뮬레이터 결과를 교차 검증하여, 물리 법칙 위배 여부와 수치적 근접성을 종합적으로 평가하여 산정함

□ 성과 지표

<table>
<tr><th>성과지표 ①</th><th>재난 연계 데이터 라이브러리 구축율(%)</th></tr>
<tr><td>목표치</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">구분</th><th colspan="2">현재 최고 기술 수준</th><th colspan="5">목표</th></tr>
<tr><th>국내</th><th>해외</th><th>2026</th><th>2027</th><th>2028</th><th>2029</th><th>합계</th></tr>
<tr><td>구축율</td><td>n.a.</td><td>n.a.</td><td>70%</td><td>90%</td><td>95%</td><td>99%</td><td>100%</td></tr>
</table>
▪ AI 학습에 필요한 데이터 셋·라이브러리 구축(API 연계 등 포함)과 관련하여 계획 목표 건수 대비 구축한 누적 건수를 목표치로 설정
▪ 1단계 종료 시점에는 전체 연계구조를 검증하기 위한 실증(타 세부과제와의 상호 연계)이 바로 착수되므로, **실증이 가능한 최소 수준의 데이터 기반이 선행 구축**되어야 함. 이에 전체 4차년도 목표치 대비 90% 이상, 즉 90%를 1단계에서 우선 구축하는 것을 목표로 설정함.
▪ 사회기반 시설물(점검·진단, 운영), 재난안전(기상, 지하수위, 공동조사 등), 도시데이터(유동인구, 교통, 취약계층 등), 건설정보(건설, 굴착복구 등), 공간정보(국토정보, 지하공간), 대민 정보 및 사회기반 데이터
<table>
<tr><th>구분</th><th>현행 정보시스템</th><th>시스템 운영기관</th></tr>
<tr><td>사회기반
시설</td><td>국토부 기반터, 교량·터널·도로비탈면 관리시스템,
지자체 기반시설 운영시스템 등</td><td>한국건설기술연구원
지자체</td></tr>
<tr><td>재난
안전</td><td>국가 수자원관리종합정보시스템
지하수위 보조관측망
기상자료 개방 포털
도로 포장조사 및 지하공동 조사</td><td>홍수통제소
지자체
기상청
국토부 및 지자체</td></tr>
<tr><td>도시
데이터</td><td>국토부 국가 공간 빅데이터 플랫폼
서울 실시간 도시데이터</td><td>국가공간정보센터
서울시</td></tr>
<tr><td>공간
정보</td><td>국가공간정보유통시스템
지하공간 통합지도</td><td>한국국토정보공사
한국건설기술연구원</td></tr>
<tr><td>건설
정보</td><td>국가 건설사업정보시스템
서울시 건설정보관리스템</td><td>한국건설기술연구원
서울시</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>측정산식</td><td>재난 연계 데이터 라이브러리 구축율(%)
$= \dfrac{\text{데이터 유형별 AI 라이브러리 구축 달성 누적 건수}}{\text{1단계('26~'29) 데이터 수집·구축 유형별 AI 라이브러리 구축 계획 건수}} \times 100$</td></tr>
<tr><td>측정방법</td><td>□ 측정 방법 : 사업계획서상 정량지표와 정성지표에 대한 달성 목표 확정과 달성 실적 인정 여부를 전문가 평가를 통하여 측정(과제별 연차점검 또는 단계평가)
□ 측정 시기 :
▪ 당해연도 실적 평가: 당해연도 말 (12월)
▪ 1단계 실적 평가: 1단계 종료연도('31년) 말 (12월)</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>성과지표 ②</td><td>사회기반시설 통합 빅데이터 동기화주기 (분)</td></tr>
<tr><td>목표치</td><td>
<table>
<tr><td rowspan="2">구분</td><td colspan="2">현재 최고 기술 수준</td><td colspan="5">목표</td></tr>
<tr><td>국내</td><td>해외</td><td>2026</td><td>2027</td><td>2028</td><td>2029</td><td>합계</td></tr>
<tr><td>동기화 주기</td><td>5-15</td><td>10</td><td>-</td><td>20</td><td>10</td><td>5</td><td>-</td></tr>
</table>
▪ 한국도로공사 공공데이터 포털(2023) 기준 5~15분 간격 동기화 기술 수준을 보유 중이며, 해외 연방고속도로청(2025) 교통정보 데이터 기준 동기화 10~20분 기술을 보유 중
▪ 사회기반 시설물(유지관리, 운영)과 재난안전 관련하여 국가 또는 관련 기관에서 운영 중인 원천(도로시설물, 건설현장, 인구 이동정보 등) 데이터의 수집▸정제▸통합플랫폼 반영까지 걸리는 데이터 동기화 시간을 목표로 산정
▪ 통합 데이터 동기화 주기는 단순 데이터 수집 개선이 아닌 통합플랫폼 전체 파이프라인의 1단계 종료시점의 실증 이후 지속적인 안정화가 필요하므로 실증기반의 검증이 완료되는 기술개발 종료 시점인 4차년도에 최종 목표치를 달성하도록 설정
</td></tr>
<tr><td>측정산식</td><td>원천(사회기반 시설물, 건설현장, 인구 이동정보, 재난안전정보 등) 데이터의 수집▸정제▸통합플랫폼 반영까지 걸리는 데이터 동기화 시간
= 동기화시간 5분 ≥ $T_{reflect}$ - $T_{capture}$
$T_{capture}$: 원천 데이터 생성 / 수집된 시각
$T_{reflect}$: 통합플랫폼에 반영 완료(조회 가능) 된 시각</td></tr>
<tr><td>측정방법</td><td>□ 측정 방법 : 사업계획서상 정량지표와 정성지표에 대한 달성 목표 확정과 달성 실적 인정 여부를 전문가 평가를 통하여 측정(과제별 연차점검 또는 단계평가)
□ 측정 시기 :
▪ 당해연도 실적 평가: 당해연도 말 (12월)
▪ 1단계 실적 평가: 1단계 종료연도('31년) 말 (12월)</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>성과지표 ③</th><th>데이터 품질 검증 정확도 (%)</th></tr>
<tr><td>목표치</td><td>
<table>
<tr><th>구분</th><th>현재 최고 기술 수준</th><th></th><th colspan="5">목표</th></tr>
<tr><th>연도</th><th>국내</th><th>해외</th><th>2026</th><th>2027</th><th>2028</th><th>2029</th><th>합계</th></tr>
<tr><td>동기화 주기</td><td>≤95</td><td>≤95</td><td>-</td><td>80</td><td>90</td><td>95</td><td>-</td></tr>
</table>
▪ 환경부 환경공간정보서비스 포털 기준(2022) 토지 공간정보 데이터 분류 정확도는 95%의 기술수준을 보유중이며, 미국 ISO 국제표준(2023, ISO 19157 지리정보 데이터 품질) 95%수준을 보유 중임.
▪ 기존 최고 기술 수준의 경우 본 연구개발사업과 달리 단일 정보 데이터를 대상으로 데이터 품질 검증 정확도에 대한 기술력이며, 본 연구개발사업의 경우 사회기반시설 빅데이터(도로시설물, 건설현장, 인구 이동정보 등)과 같이 다양하고 분산된 데이터를 대상으로 품질 검증의 정확도를 측정하는 지표로 위와 같은 목표치 설정
</td></tr>
<tr><td>측정산식</td><td>
▪ 데이터 수집·통합 시 지정된 스키마(데이터 필드, 데이터 타입, 값범위, 코드셋) 검사를 통과한 레코드 비율
데이터 검증 통과율(%) = $\frac{N_{pass}}{N_{Checked}}$
$N_{Checked}$: 검사 대상 레코드 수 (중복제거, 테스트 데이터 제외)
N_{pass} : 정상적인 데이터가 저장된 레코드 수
</td></tr>
<tr><td>측정방법</td><td>
□ 측정 방법 : 사업계획서상 정량지표와 정성지표에 대한 달성 목표 확정과 달성 실적 인정 여부를 전문가 평가를 통하여 측정(과제별 연차점검 또는 단계평가)
□ 측정 시기 :
▪ 당해연도 실적 평가: 당해연도 말 (12월)
▪ 1단계 실적 평가: 1단계 종료연도('31년) 말 (12월)
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>성과지표 ④</td><td>시설물 연계 복합재난 취약영역 발굴 정책 제안 건수(건)</td></tr>
<tr><td>목표치</td><td>
<table>
<tr><td>구분</td><td colspan="2">현재 최고 기술 수준</td><td colspan="5">목표</td></tr>
<tr><td>연도</td><td>국내</td><td>해외</td><td>2026</td><td>2027</td><td>2028</td><td>2029</td><td>합계</td></tr>
<tr><td>제안 건수</td><td>n.a.</td><td>n.a.</td><td>3</td><td>3</td><td>7</td><td>10</td><td>13</td></tr>
</table>
• 지자체(실증 대상지 및 실데이터 기준 시뮬레이션 결과가 존재하는 지자체 포함)의 사업계획 및 지자체 안전위원회 등에 상정된 재난 취약영역 보강 안건을 포함하여 연관된 개선안건(법·제도, 매뉴얼, 지침, 설계기준 등의 내용 포함) 제안 건을 성과로 설정
</td></tr>
<tr><td>측정산식</td><td>지자체(실증 대상지 및 실데이터 기준 시뮬레이션 결과가 존재하는 지자체 포함) 대상 재난 관련 시설물 취약영역 발굴 후 보강 안건 제안 건 수 (지자체 제출 건)
= (Σ 당해연도 까지 누적 취약영역 발굴 후 보강 안건 제안 건수) X 100</td></tr>
<tr><td>측정방법</td><td>□ 측정 방법 : 지자체 공식 안건과 관련 사항을 성과로 기재한 기술개발 결과 보고서를 교차 확인하고 검증 완료된 건에 대해 안건 상정일 기준으로 연간 건수를 합산
□ 측정 시기 :
▪ 당해연도 실적 평가: 당해연도 말 (12월)
▪ 1단계 실적 평가: 1단계 종료연도('31년) 말 (12월)</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>성과지표 ⑤</th><th>지역단위 위험도 예측 정확도 (%)</th></tr>
<tr><td>목표치</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">구분</th><th colspan="2">현재 최고 기술 수준</th><th colspan="5">목표</th></tr>
<tr><th>국내</th><th>해외</th><th>2026</th><th>2027</th><th>2028</th><th>2029</th><th>합계</th></tr>
<tr><td>정확도</td><td>91</td><td>90</td><td>-</td><td>70</td><td>80</td><td>90</td><td>-</td></tr>
</table>
▪ 국립재난안전연구원의 도시침수 지역단위 위험예측 정확도(2023)는 정적 데이터(강우량, 하천수위 등)를 활용해 침수 재해에 대한 위험도 분석을 수행하였고, 위험 예측 정확도는 76.52~91.05%를 달성함
▪ 유럽지구과학연맹(EGU) 기준 공간 격자 기반 위험도(2023) 정확도 90%를 달성하였으며, 아직 연구단계에 머무르고 있음
▪ 본 연구개발사업의 경우 단일 재난(침수, 홍수 등)이 아닌 복합재난을 대상으로 지역단위 위험도를 예측하는 기술 개발을 위해 목표를 설정함
</td></tr>
<tr><td>측정산식</td><td>
▪ 실제 위험 발생 또는 관측지표 대비 위험도 분류 정확도 산성
Accuracy(%) = $\frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100$
TP (True Positive): 실제 고위험으로 맞게 예측
TN (True Negative): 실제 비고위험으로 맞게 예측
FP (False Positive): 실제는 비고위험인데 고위험으로 잘못 예측
FN (False Negative): 실제는 고위험인데 비고위험으로 잘못 예측
</td></tr>
<tr><td>측정방법</td><td>
□ 측정 방법 : 사업계획서상 정량지표와 정성지표에 대한 달성 목표 확정과 달성 실적 인정 여부를 전문가 평가를 통하여 측정(과제별 연차점검 또는 단계평가)
□ 측정 시기 :
▪ 당해연도 실적 평가: 당해연도 말 (12월)
▪ 1단계 실적 평가: 1단계 종료연도('31년) 말 (12월)
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>성과지표 ⑥</th><th>GIS 위험도 지도 표출 주기 (분)</th></tr>
<tr><td>목표치</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">구분</th><th colspan="2">현재 최고 기술 수준</th><th colspan="5">목표</th></tr>
<tr><th>국내</th><th>해외</th><th>2026</th><th>2027</th><th>2028</th><th>2029</th><th>합계</th></tr>
<tr><td>표출주기</td><td>5</td><td>10</td><td>-</td><td>20</td><td>10</td><td>5</td><td>-</td></tr>
</table>
▪ 기상청 레이더 합성자료(500m 해상도 기준, 2019) 수집 및 배포시간은 5분 주기의 기술력을 보유하고 있으며, 미국 해양대기청과 국립기상청은 강수량, 바람 감지 및 강수패턴, 이동경로를 지도로 표출(2008)하는데 10분 주기의 기술력을 보유하고 있음
▪ 본 연구개발사업의 경우 단순 기상 현장을 지도에 표출하는 것이 아닌 복합재난을 대상으로 GIS 위험도를 지도료 표출하는 기술개발을 위해 목표를 설정함
</td></tr>
<tr><td>측정산식</td><td>
▪ 위험도 연산 결과가 대시보드 및 지도로 반영되는 재생성(리프레시) 주기 시간 산정
$$P_{95}(T_{tile-done} - T_{model-out}) \leq 5분$$
P_{95} : 전체 지도 타일 업데이트의 95%가 반영되는 시간이 5분이내
$T_{model-out}$: 위험도 모델 계산이 끝난 시각
$T_{tile-done}$: 지도 타일(레이어) 업데이트 완료 시각
</td></tr>
<tr><td>측정방법</td><td>
□ 측정 방법 : 사업계획서상 정량지표와 정성지표에 대한 달성 목표 확정과 달성 실적 인정 여부를 전문가 평가를 통하여 측정(과제별 연차점검 또는 단계평가)
□ 측정 시기 :
▪ 당해연도 실적 평가: 당해연도 말 (12월)
▪ 1단계 실적 평가: 1단계 종료연도('31년) 말 (12월)
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>성과지표 ⑦</th><th>재난안전 정보 전달 소요시간 (분)</th></tr>
<tr><td>목표치</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">구분</th><th colspan="2">현재 최고 기술 수준</th><th colspan="5">목표</th></tr>
<tr><th>국내</th><th>해외</th><th>2026</th><th>2027</th><th>2028</th><th>2029</th><th>합계</th></tr>
<tr><td>평균소요시간</td><td>20</td><td>10</td><td>-</td><td>20</td><td>10</td><td>5</td><td>-</td></tr>
</table>
▪ 재난안전 정보전달 소요시간 관련 국내 규정은 없지만, 국민안전처-국토교통부의 홍수 긴급재난 정보 전달(2017) 소요시간은 20분 이상(정보 생성 및 승인까지) 소요되고 있음
▪ 해외 또한 재난안전 정보 전달 소요시간 관련 규정은 없으며, 미국연방재난관리청의 경우 권고하에 기관별 목표 시간을 정하여(10분 이내) 신속 발령하고 있음
</td></tr>
<tr><td>측정산식</td><td>
▪ 경보, 대피·우회경로 등 핵심 안내가 '상황 인지 시점' → '대외 발령'까지 걸리는 평균 시간 산정

평균소요시간 = Avg(T_{alert} - T_{detect})

T_{alert} : 대외 발령 시각 (재난문자, 앱푸시, 경보시스템 등 다양한 매체를 통해 기존 재난문자와 달리 위험지역 정보와 대피경로 안내 등 대외 재난안전 정보 제공 시점)
T_{detect} : 재난 상황인지 시각(AI 기반 재난위험도 분석모델 또는 기관 모니터링 체계에서 위험 경보가 최초 생성된 시각)
</td></tr>
<tr><td>측정방법</td><td>
□ 측정 방법 : 사업계획서상 정량지표와 정성지표에 대한 달성 목표 확정과 달성 실적 인정 여부를 전문가 평가를 통하여 측정(과제별 연차점검 또는 단계평가)
□ 측정 시기 :
▪ 당해연도 실적 평가: 당해연도 말 (12월)
▪ 1단계 실적 평가: 1단계 종료연도('31년) 말 (12월)
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>성과지표 ⑧</td><td>AI 기반 복합재난 위험도 예측 정확도</td></tr>
<tr><td>목표치</td><td>
<table>
<tr><td>구분</td><td colspan="2">현재 최고 기술 수준</td><td colspan="5">동 사업 목표</td></tr>
<tr><td>연도</td><td>국내</td><td>해외</td><td>2026</td><td>2027</td><td>2028</td><td>2029</td><td>합계</td></tr>
<tr><td>정확도 (%)</td><td>N/A</td><td>N/A</td><td>80</td><td>85</td><td>90</td><td>95</td><td>-</td></tr>
</table>
• 본 과업과 유사한 기능을 수행하는 공공 재난예측 및 경보 시스템의 평균 예측정확도를 근거로 산정하였으며, 기존 물리・통계기반 예측체계는 약 65% 수준으로 확인됨.
• AI 기반 복합재난 위험도 예측모델은 유사 기능을 수행하는 공공 예측 체계 대비 정확도 20% 이상 향상을 목표로 함.
• 공공부문 초거대 AI 도입·활용 가이드라인 2.0(부처합동, '25.4) 표 25 참조
(추론・예측정확도의 권장 범위를 준용하여 설정)
</td></tr>
<tr><td>측정산식</td><td>
□ 예측 정확도 산출실(기본 지표)
• 예측정확도(%) = (정답 일치 영역 수) ÷ 전체 예측 영역 수) x 100
* 공간상에서 모델이 예측한 위험지역이 실제 피해지역과 일치하는 비율을 의미
* 예측 결과(위험도 맵)를 실측 피해지도와 중첩 분석(GIS 기반)하여 계산
□ 보조 성능지표(정밀도 및 일관성 평가)
• 공간 일치도(IOU@0.5) = (예측 영역 ∩ 실제 영역) ÷ (예측 영역 ∪ 실제 영역)
• 재난 전이확률 예측 정확도(AUC-PR) = 전이 및 확산 경로 예측 결과의 Precision-Recall 면적
• 통합정확도지수(RMI) = (0.6 x IOU) + (0.4 x AUC-PR)
* IOU : 컴퓨터 비전에서 객체 탐지 모델의 성능을 평가하기 위한 지표
* AUC-PR : AI 모델의 성능을 시각화한 그래프 → 분류 모델의 성능평가 지표
* RMI : 예측정확도의 공간 정합성과 재난 전이 예측의 정밀도를 통합적으로 반영한 지수로 추론・예측 항목(공공부문 초거대 AI 도입·활용 가이드라인 2.0)의 복합평가지표 개념을 준용
* 통합정확도 지수 산정 비유 : 주지표(공간 일치도)의 중요도, 지표간 변동성 차이, 공공부문 AI 평가 가이드라인의 우선순위 구조를 반영한 표준적 통합지표 설계 원칙을 통해 도출된 6:4 비율 적용
</td></tr>
<tr><td>측정방법</td><td>
□ 측정방법 : AI 기반 복합재난 위험도 예측 모델의 정량적 성능평가를 위해, 실제 피해 데이터와 AI 예측 결과 간의 공간 정합성 및 확산 경로 일치도를 검증하여 산출
• 검증 데이터는 공공부문 실측 피해 이력 및 공간 정보를 기반으로 함
<table>
<tr><td>구분</td><td>주요 활용 데이터</td><td>비고</td></tr>
<tr><td>재난피해 이력</td><td>실증 DB, 재난이력 통계</td><td>피해발생 지점 및 범위</td></tr>
<tr><td>공간 정보</td><td>국토부 기반터, LX 국토정보</td><td>도로, 지반, 지하시설물 좌표</td></tr>
<tr><td>기상 및 환경</td><td>기상청, 환경부 개방데이터</td><td>강우량, 지반침하, 기온 등 입력 변수</td></tr>
</table>
• 예측 결과는 위 데이터와 GIS 기반 중첩 분석을 수행하여, 예측정확도, 공간일치도, 전이확률 정확도를 연차별로 산출
□ 측정 시기 :
▪ 당해연도 실적 평가: 연구개발 연차 종료 시점에 수행
▪ 연구과제 실적 평가: 2029년 통합모델 완성 시 수행
(중간점검은 2027년(2차년도 종료) 기준으로 실시)
</td></tr>
</table>

4.3. 기대효과

4.3.1. 정책적 기대효과

○ **(국민 불안감 해소)** 재난의 선제적 예방·대응체계 강화에 따른 국민 불안감 및 안전 확보

- 도시 기반시설의 과밀화・조밀화로 인해 대형 복합재난으로 확장될 위험성을 고려할 때 재난 안전 분야의 산업적 성장 외에도 기존의 재난 안전 방식 대비 안전성 효율성 증대에 기여

○ **(국가 재난안전관리 정책의 데이터 기반 의사결정체계 구축)** 본 사업을 통해 부처별로 분산되어 있는 재난 관련 데이터를 통합·표준화함으로써 과학적 근거에 기반한 정책결정 체계 확립이 기대됨

- 직관·경험 중심의 대응체계에서 데이터·AI 기반의 정책 판단 체계로의 전환 가속화, 재난관리 행정의 투명성과 신뢰성을 제고할 수 있을 것

○ **(국토교통부 중심 '지역기반 재난관리' 정책영역 신설)** 기존의 재난관리가 행정안전부 중심의 사후 대응형 체계를 중심으로 이루어졌다면, 본 사업을 통해 국토교통부의 인프라·공간정보 자산을 활용한 선제적 대응체계 확립이 가능할 것으로 예상

- 국토·도시·교통 분야 전반에 걸친 '지역기반 안전관리정책'이 구체화되며, 부처 간 기능 중복을 해소하고 역할을 명확히 하는 정책적 효과를 창출

○ **(범부처·지자체 협력형 재난안전 거버넌스 모델 확립)** 본 사업 결과물이 활용·정착될 경우 기상청, 행정안전부, 지자체, 공공기관 등 다수의 기관이 참여하는 데이터 연계형 거버넌스 구조를 정립함으로써, 부처 간 정보 교류와 공동대응 체계가 강화될 것으로 기대

- 단일부처 중심의 제한적 대응을 넘어, 'One-Government'형 통합 대응정책의 실현을 촉진

○ **(국가 R&D 투자 효율성 제고 및 중복투자 방지)** 본 사업은 기존의 단일 시설물 중심 재난 예측 사업들과 명확히 차별화된 지역단위 연계·확산 대응체계를 지향함으로써, 기존 사업과의 중복투자를 방지하는 효과를 창출 가능

- 범부처 협력과 데이터 공유를 통해 동일 목적의 R&D 예산 낭비를 줄이고, 한정된 자원의 효율적 배분에 기여할 것으로 판단

○ **(국가 중장기 전략 실현의 핵심 인프라 구축)** AI 기반 재난안전 시뮬레이션 기술은 '디지털 플랫폼정부' 및 '스마트국토 구현전략' 등 국가 중장기 정책과 직접적으로 연계

- 본 사업은 단순한 기술개발을 넘어, 정부의 디지털 행정혁신 및 안전관리정책 고도화를 실질적으로 뒷받침하는 기반사업으로 기능할 수 있음

4.3.2. 과학기술적 기대효과

○ **(지역 단위 다중재난 예측을 위한 AI 시뮬레이션 기술의 선도적 확립)** 본 사업을 통해 교량, 터널, 지하차도 등 다중 기반시설의 상호 연계된 위험요인을 통합적으로 분석·예측할 수 있는 인공지능 시뮬레이션 기술이 확립

- 단일 시설물 중심의 기존 재난예측 기술을 넘어, 지역 단위의 복합적 재난 확산 및 연계 특성을 반영하는 국내 최초의 맞춤형 예측모델로 발전될 것으로 기대

- 시설물 및 재난을 연계한 빅데이터 기반 안전관리 체계구축 기술과 AI 기반 재난 안전 사전 예측 시뮬레이션 기술은 세계적 기술선도 가능

○ **(부처·지자체·공공데이터의 통합 표준화 기술 확립)** 기상청, 국토교통부, 행정안전부, 지자체, 공공기관 등 다양한 주체의 이기종 데이터를 융합·표준화함으로써 재난정보의 통합 관리체계를 구축할 수 있음

- 부처 간 정보 단절을 해소하고, 실시간·정밀한 위험도 예측이 가능한 데이터 기반 재난관리 기술의 표준모델이 확립될 것으로 기대

○ **(실시간 위험도 예측 및 대응 자동화 기술 구현)** AI 기반의 빅데이터 분석을 통해 기상, 교통, 인구밀집도, 시설물 상태 등 다양한 데이터를 실시간으로 연계함으로써, 위험도 산출 및 대응 의사결정이 자동화

- 단순한 재난경보 수준을 넘어, 의사결정자가 즉시 활용할 수 있는 'AI 보조형 대응체계(AI Copilot for Disaster Management)'로 발전될 것으로 기대됨

○ **(GIS 기반 복합재난 확산·대응 알고리즘 개발)** 지형고도(DEM), 기상정보, 시설물 상태정보 등을 통합하여 재난의 공간적 확산경로를 정밀하게 분석할 수 있는 GIS 기반 시뮬레이션 알고리즘이 구축

- 이를 통해 재난유형별 영향권역을 과학적으로 산정하고, 지역 특성에 부합하는 대응전략 수립이 가능

4.3.3. 사회경제적 기대효과

○ **(재난 대응시간 단축 및 피해비용 절감 효과)** 실시간 데이터 기반의 조기경보 및 대응경로 자동 산출을 통해 재난 발생 초기의 대응속도가 대폭 향상될 수 있을 것으로 기대

- 인명피해 감소, 복구비용 절감, 사회적 혼란 최소화 등 경제적 손실 저감 등

○ **(지역 맞춤형 안전관리체계 구축을 통한 지방정부 역량 강화)** 지역별 특성과 위험도를 반영한 맞춤형 재난관리체계를 구축함으로써, 지방정부의 자율적 대응역량이 강화될 수 있음

- 중앙집중형 재난대응 체계에서 벗어나 과학적 근거에 기반한 지방 주도적 재난관리체계로의 전환을 촉진

○ **(공공데이터 활용을 통한 민간 신산업 창출 기반 조성)** 본 사업을 통해 구축되는 재난·시설물·기상 데이터 및 이들의 연계 시뮬레이션 결과 등이 민간기업, 스타트업, 연구기관 등에 개방될 수 있다면 다양한 신서비스 창출로 이어질 수 있음

- AI·빅데이터 기반 안전산업, 예측형 유지관리 서비스, 도시회복력 컨설팅 등 새로운 산업영역이 활성화될 것으로 예상되며 연관 일자리 창출 효과도 기대됨

○ **(국가 재난관리체계의 디지털 전환 가속화)** AI 및 디지털트윈 기반의 재난 대응 프로세스가 행정절차에 내재화된다면 국가 재난관리체계의 효율성과 투명성이 제고될 수 있음

- 이는 '데이터 기반 국토안전 거버넌스'로의 전환을 의미하며, 향후 스마트시티·스마트 SOC·UAM 등 타 분야로의 확산을 견인하는 기반 역량으로서 작용

4.3.4. 정량적 기대효과

□ **산업 연관 효과 추정 방법론**

○ **(분석 방법)** '지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술개발 사업'이 경제 전체에 미치는 파급효과 중 R&D 투자 효과만을 산업연관분석을 통해 추정함

- R&D 투자 효과 분석은 R&D 투자 자체를 연구개발산업으로 간주함

- R&D 투자 효과는 본 사업의 예산이 연구개발산업의 최종수요로 간주되며, 그것이 경제적 파급영향 경로를 통해 전체 경제에 직·간접적으로 어떠한 영향을 미치는지를 분석함으로써 그 효과를 추정할 수 있음

○ **(분석 모형)** 본 절에서는 산업연관분석 중 협의 개념을 가지는 생산활동 파급효과를 분석 모형으로 이용

- 협의의 산업연관분석은 산업연관분석 중 생산활동파급효과를 의미함

- 생산활동파급효과는 산업 또는 부문간 투입과 산출 관계를 나타내주는 산업연관표와 투입산출(Input-Output) 모형을 이용
  - 한 산업의 최종수요가 변화할 때 경제에 미치는 직·간접적인 생산, 부가가치, 수입, 고용 등의 유발 효과를 측정하는 방법을 의미함

- 본 보고서에서의 산업연관효과 측정은 생산유발액, 부가가치유발액, 취업유발인원으로 평가

○ **(적용 계수의 설정)** 동 사업과 관련한 분야는 산업연관표 분류상 '정보통신 및 방송서비스'와 '전문, 과학 및 기술 서비스', '공공행정, 국방 및 사회보장' 분야에 걸쳐 있으며 이들 분야간 가중치는 동등하게 1/3씩을 배분함

- 정보통신 및 방송서비스 : 정보서비스, 소프트웨어 개발 공급 및 기타 IT서비스
- 전문, 과학 및 기술 서비스 : 연구개발, 과학기술 및 기타 전문 서비스(공학 관련 서비스)
- 공공행정, 국방 및 사회보장 : 공공행정 및 국방

○ **(각 부문별 비율 및 유발계수 값)** 2024년에 출판된 2020년 기준 산업연관표(연장표)의 '정보통신 및 방송서비스'와 '전문, 과학 및 기술 서비스', '공공행정, 국방 및 사회보장' 분야의 유발계수 값을 아래와 같이 발췌, 적용함

- 정보통신 및 방송서비스 분야 (생산자 서비스로 분류)
  - 2020년 산업연관표 기준 생산유발계수는 최종수요 단위당 1.596
  - 2020년 산업연관표 기준 부가가치유발계수는 최종수요 단위당 0.918
  - 2020년 산업연관표 기준 고용유발계수 값은 최종수요 10억원당 6.7명
  - 2020년 산업연관표 기준 취업유발계수 값은 최종수요 10억원당 8.0명

- 과학기술 및 기타 전문서비스 (생산자 서비스로 분류)
  - 2020년 산업연관표 기준 생산유발계수는 최종수요 단위당 1.596
  - 2020년 산업연관표 기준 부가가치유발계수는 최종수요 단위당 0.918
  - 2020년 산업연관표 기준 고용유발계수 값은 최종수요 10억원당 8.1명
  - 2020년 산업연관표 기준 취업유발계수 값은 최종수요 10억원당 9.8명

- 공공행정, 국방 및 사회보장 (사회 서비스로 분류)
  - 2020년 산업연관표 기준 생산유발계수는 최종수요 단위당 1.527
  - 2020년 산업연관표 기준 부가가치유발계수는 최종수요 단위당 0.903
  - 2020년 산업연관표 기준 고용유발계수 값은 최종수요 10억원당 10.8명
  - 2020년 산업연관표 기준 취업유발계수 값은 최종수요 10억원당 11.4명

〈표 68〉 사업 분야의 생산 및 부가가치 및 고용·취업 유발계수

구 분	가중치	생산유발계수 (최종수요 단위당)	부가가치유발계수 (최종수요 단위당)	고용유발계수 (최종수요10억원당)	취업유발계수 (최종수요10억원당)
정보통신 및 방송서비스 분야	1/3	1.596	0.918	6.7	8.0
과학기술 및 기타 전문 서비스	1/3	1.596	0.918	8.1	9.8
공공행정, 국방 및 사회보장	1/3	1.527	0.903	10.8	11.4
가중 평균	-	1.573	0.913	8.533	9.733

출처: 한국은행, 2020년 기준 산업연관표(2024)

□ **산업연관 효과의 추정**

○ 지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술개발 사업의 투자효과는 2027~2031년 기간 동안 총 260억 원을 투자할 경우 직접적 생산유발효과는 409억 원, 부가가치유발효과는 237억 원 등 총 646억 원의 경제적 효과 창출 예상

- **(생산유발액)** 지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술개발 사업은 '26~'29년의 기간동안 260억 원이 투입되어 경제 전체에 직·간접적으로 409억 원의 생산을 창출할 것으로 추정됨
  - 408.98억 원(생산유발액) : 260억 원(총 예산) × 1.573(생산유발계수)

- **(부가가치유발액)** 지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술개발 사업은 '26~'29년의 기간동안 260억 원이 투입되어 경제 전체에 직·간접적으로 237억 원의 부가가치를 창출할 것으로 추정됨
  - 237.38억 원(부가가치유발액) : 260억 원(총 예산) ×0.913 (부가가치유발계수)

- **(고용유발효과)** 지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술개발 사업은 '26~'29년의 기간동안 260억 원이 투입되어 경제 전체에 직·간접적으로 222명의 고용을 창출할 것으로 추정
  - 221.9명(취업유발효과) : 260억 원(총 예산) × 8.533(고용유발계수)/10(억 원)

- **(취업유발효과)** 지역 단위 재난 위험도 AI 시뮬레이션 기반 재난안전관리 기술개발 사업은 '26~'29년의 기간동안 260억 원이 투입되어 경제 전체에 직·간접적으로 253명의 일자리를 창출할 것으로 추정
  - 253.058명(취업유발효과) : 260억 원(총 예산) × 9.733취업유발계수)/10(억 원)

5. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

5.1. 연구개발성과물 검증 및 관리 방안

□ **연구개발 결과의 지자체 대상 테스트베드를 통한 실증 추진**

○ 지자체와 공공기관에서 재난 예측과 대응에 활용할 수 있도록 AI 시뮬레이션 기술을 실제 도시를 대상으로 하여 테스트베드를 적용하여 실증

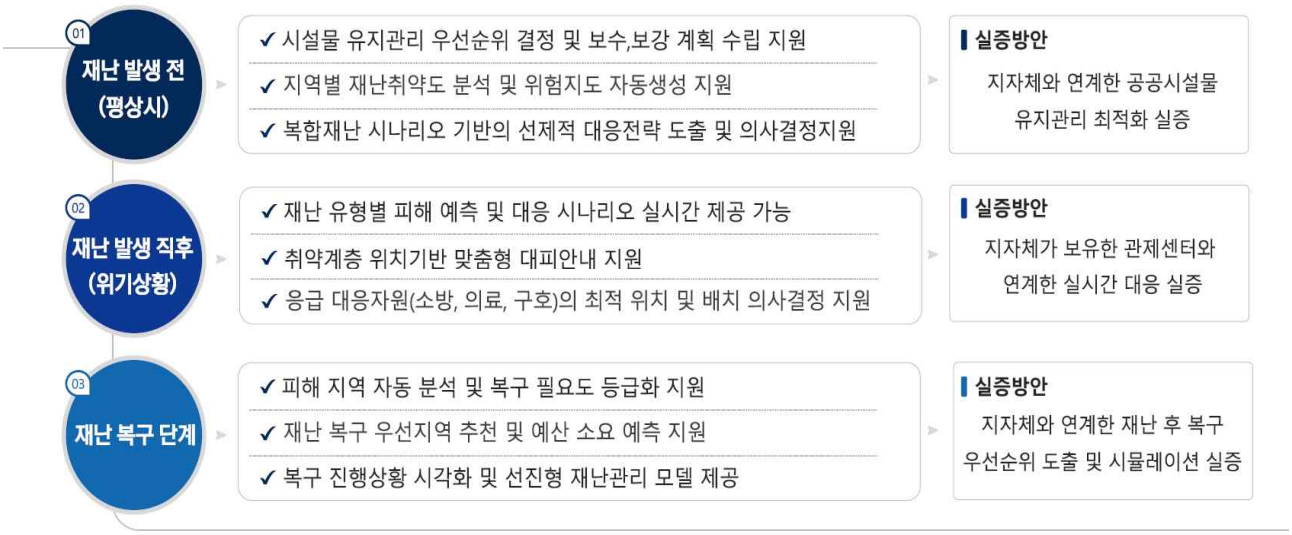
- (위험 지역별 단계별 확대 추진) 인구 및 인프라 밀집도와 복합재난 위험성을 고려하여 시범대상 지역 단계별 선정 후 시범사업 추진
- (지능형 시뮬레이션 시스템 구축) 단계별 사업으로 시스템 기능 고도화
- (지역규모별 단계 구분) 인구 및 인프라 밀집도와 재난 연계 · 확산 위험성을 고려하여 지역 단계 구분 후 실증 추진(본 사업 기간 내 1단계 실증 추진)

구 분	1단계		2단계		3단계
인구·인프라 밀집도	초밀집지역	⇨	광역도심	⇨	수도권 외
복합재난 위험성	매우 높음		높음		일부 거점지역 높음
예상 지역	서울/부산/인천 등		전국 광역지자체		수도권 외 광역교통 인프라 거점

□ **지자체 실증을 통해 전 주기 지역 맞춤형 재난안전관리 시스템을 개발하여 선진형 재난 대응 모델의 확산 기반 마련**

○ 지자체 재난관리 거버넌스와의 연계를 통해 재난 예비단계, 재난 상황 및 복구단계 각각에 대해 동 기술개발 결과의 실효성을 검증

- (재난 예방단계) 지자체 공공시설물 유지관리 의사결정 최적화 지원 실증
- (재난 발생시) 지자체 관제센터와 연계한 실시간 대응 지원
- (재난 복구 단계) 재난 후 복구 우선순위 도출 및 시뮬레이션 실증을 통한 지원



[그림 106] 재난 단계별 실증 연계 방안

5.2. 연구개발성과물 활용 방안

□ 인프라 소관부처 및 지자체 등과의 정책 연계체계 구축을 통한 활용·도입 추진

○ 인프라 유형별 관리체계의 고유성을 반영함과 동시에 인프라와 연계한 재난안전 AI 시뮬레이션을 구현하고 실제의 재난안전 관리 체계에 반영하기 위해서는 시설별 주무부처 및 지자체와의 정책적 연계체계 구축이 필수

- 인프라 연계 복합재난의 AI 시뮬레이션 기술개발은 국토부 주도의 사업으로 추진하되, 복합적으로 연계되는 개별 시설물·인프라의 관리 임무를 담당하는 행안부, 지자체 및 타 처 등을 포함하여 재난안전 부문에서의 정책적 연계를 위한 회의체 구축

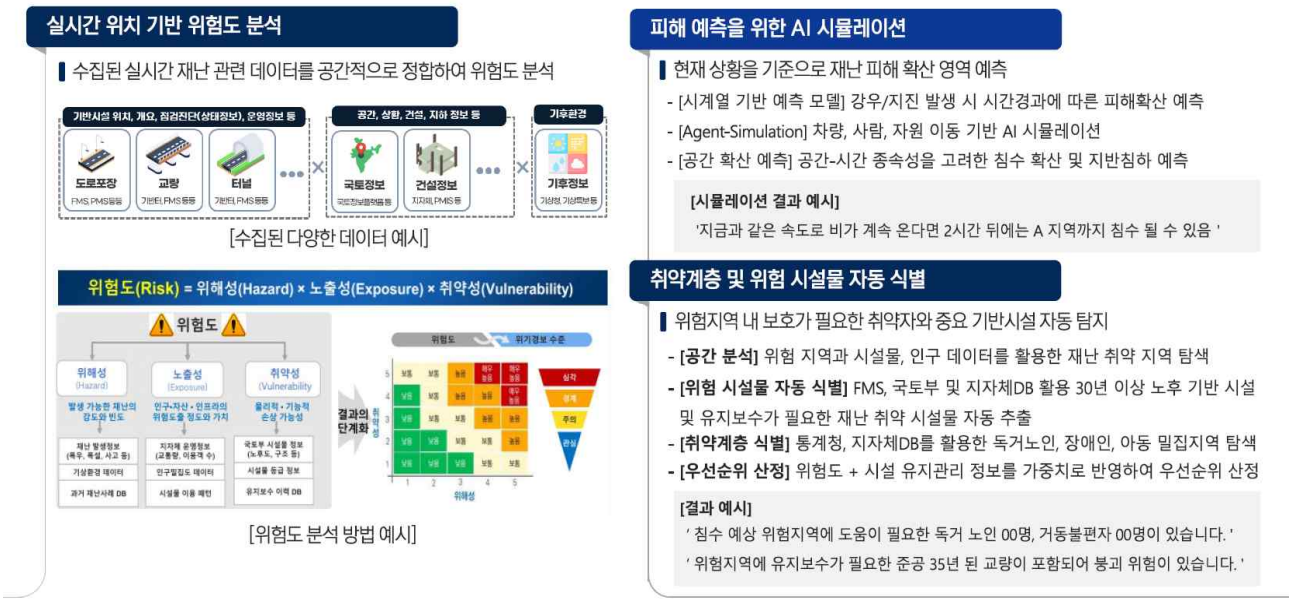
- 사업기획 단계에서 재난안전 관리 R&D 영역과 적용 범위에 대한 충분한 협의를 실시하여 수요기술로서의 타당성과 적절성을 확보

○ 사업추진 단계에서 사업의 결과를 재난관리 정보체계와의 연계방안, 실증추진 계획 등을 공유하고 기술의 활용성 제고를 위해 정기적인 R&D 성과 활용 협력 추진

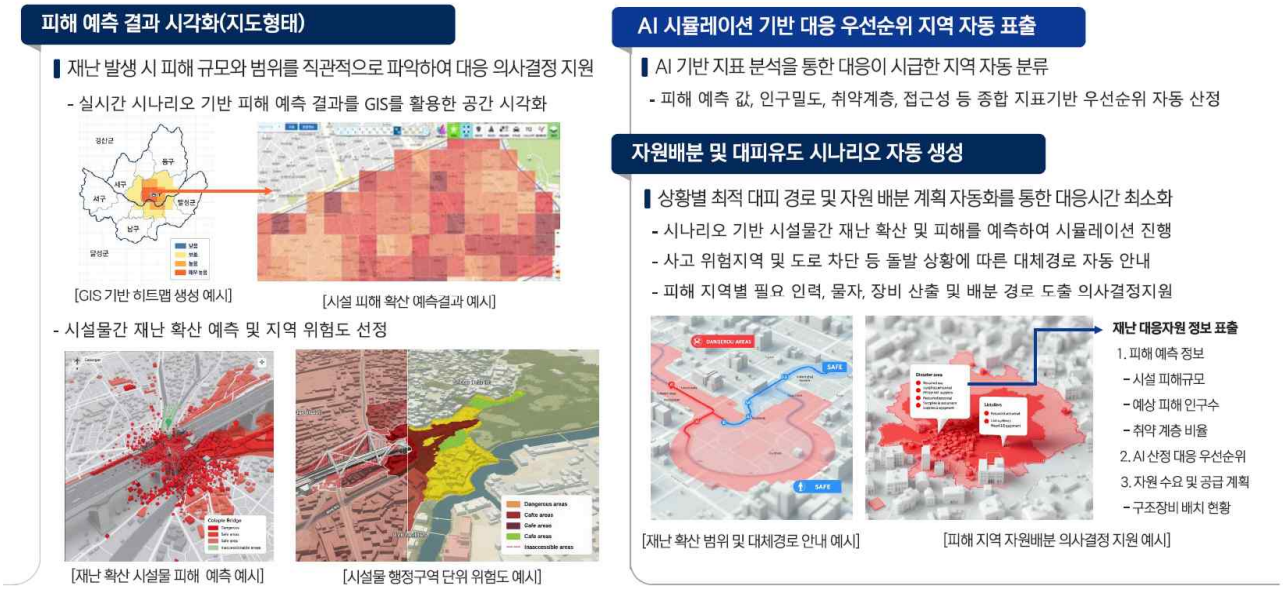
- 주체별 기술개발 및 연구성과 연계, 관리주체 참여 및 협력 등 사업 추진상의 장애요소 해소방안 등을 연구 추진 단계에서 논의되도록 할 필요

○ 인허가, 법제도(규제) 개선 등과 관련 근거를 통해 연구개발 결과의 도입 및 활용 추진

- “「재난 및 안전관리 기본법」제34조에 따라 긴급구조 활동을 위해 긴급구조 목적의 위치정보 제공을 위한 신속한 정보 공유 체계 구축”



[그림 107] 재난관리 의사결정 지원을 위한 연구과제 결과물 재난 예방 단계



[그림 108] 재난관리 의사결정 지원을 위한 연구과제 결과물_재난 발생시

[그림 109] 실시간 지도 기반 대시보드 예시- 재난 발생시 시설물 연계 재난 및 지역 위험도 시각화

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 2024년도 국토교통연구기획사업 ‘빅데이터 기반 재난 안전 사전예측·대응계획 AI 시뮬레이션 기술개발 기획’ 연구 과제 최종보고서이다.

2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 국토교통부(국토교통과학기술진흥원)에서 시행한 2024년 국토교통연구기획사업의 결과임을 밝혀야 한다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.