CERIK

제1082호 2026. 11. 6.

건설동향 BRIEFing

日, 건설 AI 도입을 위한 데이터 체계 정비 동향과 시사점

- i-Construction 2.0 이후, 일본 건설 AI 정책
- 일본의 AI 대응 데이터 체계 정비 주요 사례
- 우리나라 현황과의 비교
- 정책적 시사점 및 제언

기후위기 시대, 회복력 인프라와 건설산업의 새로운 기회

- 회복력 인프라 개념의 부상
- 회복력 인프라의 경제적·사회적 의의
- 회복력 인프라가 건설산업 및 인프라 시장에 주는 시사점

日, 건설 AI 도입을 위한 데이터 체계 정비 동향과 시사점

- 기준·성과품·현장 데이터를 'AI가 읽을 수 있는 형태'로 재설계 -

정수완(부연구위원 · swchung@cerik.re.kr)

i-Construction 2.0 이후, 일본 건설 AI 정책의 무게중심은 '데이터'로 이동

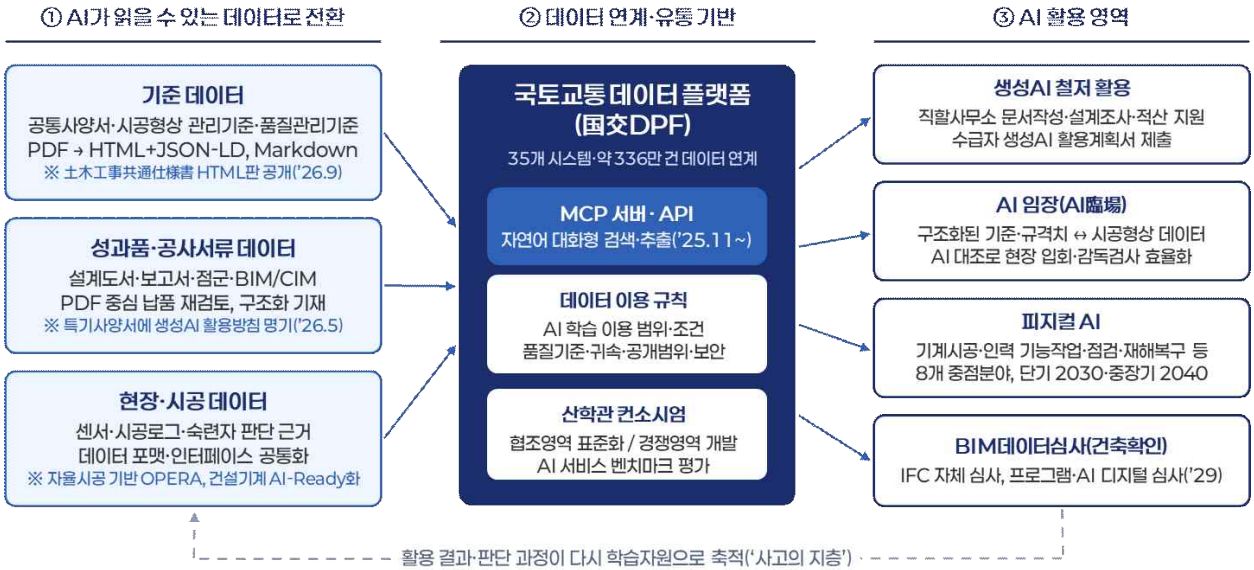
- 일본 국토교통성은 2026년 8월 26일 제13회 인프라 분야 DX 추진본부에서 「국토교통성 인프라 분야 AI 실장(実装)을 위한 추진 방침(이하 AI 추진 방침)」과 「건설 분야 피지컬 AI 전략(중간 정리)」을 책정하고, 9월 4일 이를 공표함.[1)]
  - 이번 방침은 AI 추진법[2)] 성립과 인공지능 기본계획 수립·개정에 따른 후속 조치로, 정부 계획이 강조한 '버티컬 AI'[3)]와 '피지컬 AI'를 인프라 건설·관리 분야에 구현하는 것을 목표로 함.
  - AI를 단순한 노동력 절감(省力化) 수단이 아니라 '현장에서 일하는 사람의 능력을 확장하고 생산성 향상을 가속하는 기반'으로 규정하였으며, 여기서 '현장'은 공사 현장뿐 아니라 계획·조사·설계·발주 등 내업(内業)까지 포괄함.
  - 2024년 4월 수립된 i-Construction 2.0이 시공·데이터 연계·시공관리의 자동화에 초점을 두었다면, 이번 방침은 그 성과를 AI 활용으로 한 단계 심화시키는 상위 정책 틀로 볼 수 있음.

- 주목할 점은 방침의 상당 부분이 AI 모델 자체가 아니라, AI가 읽고 학습할 수 있도록 '데이터 체계'를 정비하는 일에 할애되어 있다는 것임.
  - 국토교통성은 인프라 분야를 일품생산(一品生産), 다층적 사업자 구조, 불확실한 환경, 높은 공공성이라는 네 가지 특성으로 정리하고, 이로 인해 동일 조건의 학습 데이터 확보가 어렵고 현장 데이터가 발주자·원도급·하도급 등에 분산되기 쉬우므로 데이터 표준화와 기준 정비를 국가가 주도해야 한다고 진단함.

1) 국토교통성(2026.9.4.), 「国土交通省インフラ分野のAI実装に向けた取組方針」及び「建設分野におけるフィジカルAI戦略」(中間とりまとめ)の策定, 報道発表資料
2) AI 추진법 : 「人工知能関連技術の研究開発及び活用の推進に関する法律」(2025.5.28. 성립), 이에 근거해 인공지능 기본계획(2025.12. 각의 결정, 2026.7. 제2기 개정)이 수립됨.
3) 버티컬 AI(Vertical AI) : 특정 산업·업무 영역에 특화하여 데이터·AI 모델·애플리케이션을 수직 통합한 AI로, 현장의 경험과 암묵지를 데이터로 축적·활용하는 것이 특징임.

- 추진 방침은 ① 직할사무소 등 현장에서의 AI 철저 활용, ② 산·학·관 협동의 AI 데이터 연계, ③ 현장 피지컬 AI 도입을 3대 축으로 하고, 이를 뒷받침할 시책으로 '인재·조직 체계', 'AI 이용 환경', '데이터 기반 확립'을 제시함.
- 아울러 결과뿐 아니라 판단 과정까지 포함한 '사고의 지층(思考の地層)'[4]을 차세대가 AI와 함께 학습할 수 있는 형태로 남기겠다는 관점을 명시한 점이 특징적임.

〈그림 1〉 일본 국토교통성의 AI 대응 건설 데이터 체계



일본의 AI 대응 데이터 체계 정비 주요 사례

◉ (기준의 AI 가독화) 국토교통성은 「토목공사 공통사양서(안) 2026년 3월판」을 JSON-LD[5]를 추가한 HTML 형식으로 공개하며, 기술기준을 AI가 읽는 데이터로 전환하는 첫 사례를 제시함.[6]

- 그간 공통사양서는 육안 확인과 인쇄를 전제로 PDF로 게재되어, 생성 AI가 참조할 경우 페이지 넘김에 따른 문장 분절, 도표의 의미 미인식, 머리글·바닥글 등 레이아웃 정보의 혼입에 따른 할루시네이션(환각) 문제가 지적되어 옴.
- HTML 구조화로 제목·단락을 명확히 구분하고, JSON-LD로 도표의 의미와 구조를 기계가 해석할 수 있도록 보완하여 사람과 AI 모두가 읽기 쉬운 형태로 전환함.

4) 사고의 지층(思考の地層) : 검토 과정, 현장 판단의 배경 등 의사결정에 이르는 사고 과정을 데이터로 남긴 것을 지칭하는 추진 방침상의 표현.
5) JSON-LD(JSON for Linked Data) : 웹 문서의 내용과 의미를 기계가 해석할 수 있도록 부가 정보를 구조화하여 기술하는 데이터 표기 형식.
6) 국토교통성(2026.9.), '土木工事共通仕様書(案)' HTML 形式版

- 국토교통성은 향후 시공형상(出来形) 관리 기준·규격치, 품질관리 기준 등 방대한 기술기준류를 Markdown·HTML 형식으로 순차 정비할 계획임.

◉ (발주·성과품의 AI 전제화) 국토교통성은 2026년 5월부터 직할 토목 설계·조사 업무의 특기사양서에 생성 AI 활용 방침을 명기하여, 계약 단계에서 AI 활용과 데이터 재활용 조건을 제도화함.[7)]

- 수급자는 이용 서비스명과 이용 범위를 기재한 '생성 AI 활용 계획서'를 업무 계획서와 함께 제출하고, 생성 AI로 작성한 성과품에는 가능한 범위에서 생성물임을 나타내는 주석(크레딧)을 붙여야 함.
- 특히, 보고서를 Markdown 등 구조적 기재 방식으로 작성하도록 노력하게 하여 오늘의 성과품이 내일의 AI 학습·참조 자원이 되는 순환 구조를 전제함.
- 추진 방침은 나아가 PDF 중심의 전자납품 형태를 재검토하고, 설계도서·보고서·계측 및 점군 데이터를 구조화 데이터로 정비하는 운용 방침을 마련하겠다고 밝힘.
- 시공 단계에서는 정보공유 시스템(Application Service Provider, 이하 ASP)에 대화형 AI 기능요건을 추가하고, 발주자가 구조화한 기준·규격치와 수급자가 측정한 시공형상 데이터를 AI가 대조하는 'AI 기반 시공 검측·확인(AI 임장)'을 도입할 수 있는 환경을 정비할 계획임.

◉ (데이터 유통 기반) 국토교통 데이터 플랫폼国交DPF은 2025년 11월 MCP[8)] 서버를 무상 공개하여, GUI·API에 이은 '제3의 입구'로서 AI가 자연어 대화로 공공 인프라 데이터를 검색·추출할 수 있는 환경을 마련함.[9)]

- 국교DPF에는 35개 시스템, 약 336만 건의 데이터가 연계되어 있으며, 설계 성과 등을 관리하는 전자납품 보관관리 시스템과 도로 3차원 점군 데이터 등이 포함됨.
- 국토교통성은 민간의 AI 서비스 개발을 촉진하기 위해 데이터 활용 앱에 대한 객관적 벤치마크 평가 체계를 검토하고 있으며, 2026년도에는 현장시공·데이터 연계·유지관리·피지컬 AI·재해대응·행정실무 등 6개 영역의 AI 실증사업을 추진함.[10)]

◉ (피지컬 AI용 시공 데이터 공통기반) 피지컬 AI 전략은 숙련 기술자·기능인의 판단 근거와 작업 순서를 센서로 데이터화하고, 데이터 포맷·인터페이스·통신 사양을 '협조 영역'[11)]으로 묶어 공통기반으로 정비하도록 함.

- 대표 사례인 토목연구소의 자율시공 기술기반 OPERA는 제조사가 다른 건설기계를 공통 제어신호와

7) 総合資格navi(2026.6.10.), 2026年から生成AI活用が土木業務の前提に！国交省方針と建設コンサルの活用事例
8) MCP(Model Context Protocol) : 생성 AI와 외부 시스템·데이터를 표준화된 방식으로 연결하기 위한 개방형 통신 규격.
9) @IT(2025.11.14.), 国土交通省が「MCPサーバ」公開 APIの知識不要、対話形式でのデータ取得が可能に
10) 日本工業経済新聞(2026.5.14.), 【国交省】26年度内にAI実証事業／現場施工など6領域で
11) 협조 영역·경쟁 영역 : 업계가 공동으로 정비하는 영역(데이터 포맷·인터페이스·안전기준 등)과 개별 기업이 경쟁력을 발휘하는 영역(AI 모델·로봇 제품 등)을 구분한 개념.

ROS2[12] 미들웨어로 추상화하고 시뮬레이터·소프트웨어를 GitHub에 공개한 것으로, 2022년부터 10개 단체(14개 기관)가 공동연구에 참여해 옴.

- 전략은 건설기계의 AI-Ready화와 함께 현장 데이터의 품질기준·귀속·이용·공개범위를 컨소시엄에서 사전에 정리하도록 하고, 기계시공·인력 기능작업·구조물 점검·재해복구 등 8개 중점분야에서 단기(2030년경)·중장기(2040년경) 목표를 설정함.

◉ (건축확인의 데이터 심사) 건축 분야에서도 2026년 9월 18일 「건축확인·검사에서의 BIM데이터심사 도입에 관한 기본구상」이 책정되어, 2029년 봄부터 IFC 데이터 자체를 심사 대상으로 하는 방향이 구체화됨[13].

- 기본구상은 심사 사항에 맞게 표시하는 '뷰 심사'와 프로그램·AI로 점검하는 '디지털 심사'를 조합하고, 형상·속성정보의 입력규칙을 정한 IFC 작성기준을 정비하도록 함.
- 이는 BIM 도면심사의 다음 단계로, 건축 인·허가 역시 AI가 판독할 수 있는 데이터 구조로 이행하고 있음을 보여줌.

〈표 1〉 일본의 AI 대응 건설 데이터 체계 정비 주요 내용

구분	주요 조치	시기	데이터 체계상 의미
기준	공통사양서 HTML + JSON-LD 공개, 기술기준류 Markdown·HTML 화	2026.9~	기준을 AI가 참조하는 지식으로 전환
발주·성과품	특기사양서 생성 AI 활용 방침 명기, 활용 계획서·생성물 주석, 구조적 기재	2026.5~	계약으로 AI 활용·재학습 조건 제도화
시공·감독	ASP 대화형 AI 기능요건, AI 기반 시공 검측·확인	정비 추진	기준 데이터와 현장 데이터의 자동 대조
유통 기반	국교DPF MCP 서버, 활용 앱 벤치마크 평가 검토	2025.11~	AI의 공공데이터 직접 접속
피지컬 AI	OPERA, 협조 영역 데이터 공통기반, 8개 중점분야	2022~	현장 데이터의 학습자원화·공유 규칙
건축확인	BIM데이터심사 기본구상(IFC 자체 심사)	2029 봄	인·허가 데이터의 기계판독화

우리나라 현황과의 비교

◉ 우리나라도 건설기준을 데이터로 전환하는 작업에 일찍 착수함. 국토교통부는 '건설기준 디지털화 사업(2022~2026)'을 통해 3,432개 국가건설기준 코드를 기준맵·라이브러리·온톨로지 형태로 구조

12) ROS2(Robot Operating System 2) : 로봇 소프트웨어 개발용 오픈소스 미들웨어로, 서로 다른 하드웨어를 추상화하여 동일한 방식으로 제어할 수 있게 함.
13) 국토교통성(2026.9.18.), 「建築確認・検査におけるBIMデータ審査の導入に関する基本構想」の策定, 報道発表資料

화하고 있으며, 완료 후 API로 민간에 무상 개방할 계획임[14].

- 2025년 말 기준 7개 시설물 분야 559개 코드와 공통기준 160개 코드에 대한 기준맵 구축을 마쳤으며, BIM 모델에서 부재를 선택하면 해당 기준을 호출·검토하는 자동검토 방식을 지향함.
- 또한 「2026년 건설사업정보화 시행계획」에서 AI 기반 건설사업 환경 조성을 핵심 축으로 제시하고 건설 특화 개체명 인식 데이터셋 구축 가이드와 표준 명세서 개발을 추진하는 등, AI 학습데이터에 대한 정책적 관심도 높아지고 있음[15].
- 2026년 1월에는 「인공지능 기본법」이 시행되어 범정부 차원의 AI 정책 기반도 마련됨.

◉ 다만 일본과 비교하면, 우리나라의 데이터 정비는 '기준→BIM 자동검토'라는 특정 활용 경로에 집중되어 있고, 발주·납품·유통·권리로 이어지는 데이터의 전 주기를 AI 활용 관점에서 재설계하는 단계에는 아직 이르지 못한 것으로 보임.

- 설계·조사 성과품은 여전히 PDF·HWP 등 문서 파일 중심으로 납품·보관되는 경우가 많아, 생성 AI가 과거 성과품을 정확히 참조·학습하기 어려운 구조임.
- 과업지시서나 계약조건에서 생성 AI 활용 범위, AI 생성물 표시, 납품 데이터의 학습 이용 가능 여부를 정하는 표준 규정도 마련되지 않았음.
- 피지컬 AI 역시 개별 기업 중심의 로봇 개발·실증은 활발한 반면, 제조사 간 공통 제어신호나 공개 시뮬레이터처럼 협조 영역의 데이터 기반을 공공이 주도해 구축한 사례는 많지 않음.

〈표 2〉 한·일 AI 대응 건설 데이터 체계 비교

구분	한국	일본
기준 데이터	건설기준 디지털화(기준맵·온톨로지), BIM 자동검토 지향, API 개방 예정	공통사양서 HTML + JSON-LD 공개, 생성 AI 참조 지향, 기준류 순차 확대
성과품·납품	문서 파일(PDF·HWP 등) 중심 납품 관행	PDF 중심 납품 재검토, 구조적 기재 권장
발주·계약	생성 AI 활용·학습 이용 조건에 관한 표준 규정 미비	특기사양서에 생성 AI 활용방침·활용계획서 명기
데이터 유통	분야별 정보시스템·API 중심	국교DPF + MCP 서버로 AI 직접 접속
피지컬 AI 기반	기업별 로봇 개발·실증 중심	OPERA 등 공개 공통기반, 협조·경쟁영역 구분
데이터 권리	접근·이용·학습권 기준의 공백 지적	컨소시엄에서 품질·귀속·공개범위 사전 정리

14) 파이낸셜뉴스(2025.12.11.), AI가 읽는 디지털 건설기준.. 국토부, 12일 성과발표회 개최.
15) 대한전문건설신문(2026.5.), ''건설 AI' 기반 위해 데이터 통합관리한다'.

정책적 시사점 및 제언

- **(기술) AI가 읽을 수 있는 '구조화 납품 기준'을 마련해야 함.**
  - 건설기준 디지털화 성과를 BIM 자동검토용 온톨로지에 한정하지 말고, 생성 AI가 바로 참조할 수 있도록 HTML·메타데이터 형식으로도 공개하여 활용 경로를 넓힐 필요가 있음.
  - 전자납품 기준에 PDF와 함께 구조화 텍스트(HTML·Markdown·JSON 등)와 BIM 속성데이터를 병행 제출하도록 단계적으로 개정하고, 공공 발주기관의 성과품 DB를 AI 참조 자원으로 전환해야 함.

- **(운영) 발주 단계에서 AI 활용과 데이터 재활용 조건을 명문화해야 함.**
  - 일본의 특기사양서 방식을 참고하여, 용역·공사 과업지시서에 생성 AI 활용계획서 제출, AI 생성물 표시, 납품 데이터의 학습 이용 범위를 규정하는 표준 조항을 마련할 필요가 있음.
  - 공공 건설정보시스템과 세움터 등에는 API를 넘어 AI가 직접 접속할 수 있는 연계 표준(MCP 등)과 서비스 평가 체계를 검토하여, 민간 AI 서비스와의 오픈 이노베이션을 촉진해야 함.

- **(제도) 건설 데이터 권리와 피지컬 AI 협조 영역을 공공이 먼저 정리해야 함.**
  - 공공공사 표준계약조건, CDE 운영기준, BIM 지침 등에 데이터의 접근·이용·학습 권리와 보안 기준을 반영하여, 데이터 제공자와 AI 개발자 모두가 예측 가능한 환경을 만들어야 함.
  - 건설로봇의 성패는 데이터 연계에 달려 있으므로, 건설기계 제어신호·데이터 포맷 등 협조 영역을 정의하고 공개 시뮬레이터와 실증장을 공공이 제공하는 공통기반을 구축할 필요가 있음.

- **우리나라는 BIM 의무화 로드맵과 디지털 건설 기준이라는 중요한 자산을 이미 보유하고 있음.**
  - 단기에는 기존 사업 성과를 AI 활용 경로로 넓히고, 중기에는 납품·유통 규칙을 바꾸며, 중장기에는 인·허가, 시공, 유지관리 데이터를 하나의 흐름으로 잇는 순서로 접근하는 것이 바람직함.
  - 이를 위하여 건설 기준 디지털화, 건설사업 정보화, BIM 의무화, 스마트 건설 시책이 각각 추진되고 있으므로, 이를 '건설 AI 데이터 전략'으로 묶어 공통 표준과 목표를 제시할 필요가 있음.
  - 또한, 일본이 직할사무소를 기점으로 삼았듯 BIM 발주 경험이 축적된 공공 발주기관이 선도적으로 AI 대응 납품·계약 조항을 먼저 적용하고 성과를 확산하는 방식이 현실적임.
  - 데이터 체계 정비는 단기간에 성과가 드러나지 않는 영역이지만, 지금 남기는 데이터가 향후 건설 AI의 품질을 결정한다는 점에서 정부·발주기관·업계가 함께 우선순위를 두어야 할 과제임.

기후위기 시대, 회복력 인프라와 건설산업의 새로운 기회

- 시설의 건설에서 필수 서비스의 지속성과 생애주기 성능 관리로 -

빈재익(연구위원 · jipins@cerik.re.kr)

회복력 인프라 개념의 부상

◉ 폭염, 집중호우, 가뭄, 산불, 해수면 상승 등 기후위험의 증가는 인프라의 건설과 운영방식에 새로운 도전을 제기함.

- 기후위기로 인해 발생한 홍수로 인한 변전소 침수와 정전은 해당 지역의 통신과 급수, 교통신호와 의료서비스 등의 중단으로 이어질 수 있으며, 도로망의 단절은 물류와 응급복구를 지연시키듯이, 기후재난의 경제적 피해는 도로, 교량, 발전소와 같은 개별 시설의 물리적 손상에 한정되지 않음.
- 하나의 시설에서 발생한 피해가 여러 필수 서비스의 교란 및 단절로 확산되는 것은 현대의 인프라가 독립된 시설의 집합이 아니라 전력·물·이동·통신·보건 등 필수 서비스를 지속적으로 제공해 사회와 경제를 작동시키는 기반이며, 시설·운영조직·데이터·자연기반(습지, 녹지 등)·사회적 대응역량이 결합된 사회·기술·생태 시스템으로 이해할 필요가 있음을 보여줌.
- 이에 따라 인프라 투자와 관리의 핵심 질문도 종전의 “어떤 시설을 얼마나 건설하고, 얼마나 오래 사용할 것인가?”에서 “어떤 위험 속에서도 어떤 서비스를 어느 수준까지 유지하고, 중단된 기능을 얼마나 신속하게 회복할 것인가?”로 전환됨.
- 이러한 관점에서 인프라 정책은 개별 시설의 건설과 보강을 넘어 필수 서비스의 지속성을 확보하는 방향으로 확장될 필요가 있음.

◉ 기후위기 시대에는 필수 서비스를 제공하는 회복력 인프라의 범위도 확장됨.

- 예를 들어, 도시의 침수위험을 줄이는 습지와 물순환 체계, 폭염을 완화하는 도시숲과 녹지, 재난 상황에서 시설의 작동을 감시하는 데이터 시스템은 전통적인 도로·전력·상하수도 시설과 함께 회복력 확보에 기여함.
- 이는 모든 자연환경이나 사회적 활동을 인프라로 간주해야 한다는 의미가 아니라, 다양한 경제·사회활동

에 공통적으로 필요한 서비스를 지속적으로 제공하는 기능을 기준으로 인프라의 범위를 검토해야 한다는 것을 의미함.

- 또한 회복력의 사회적 가치는 재난피해의 불균등을 줄이는 데서도 나타남. 동일한 재난이라도 대체 교통수단, 안정적인 전력공급, 의료·돌봄서비스에 대한 접근 여부에 따라 피해 정도가 달라지기 때문에, 회복력 인프라는 경제적 효율성뿐 아니라 지역과 계층 사이의 서비스 접근 형평성을 높이는 수단이 될 수 있음.

◉ 본 고는 UNDRR(2022)을 참조하여 '회복력을 갖춘 인프라'를 재난과 환경변화에 대응하여 위험을 예측하고, 충격을 흡수하며, 핵심 기능을 유지·복구하고, 변화한 조건에 적응할 수 있는 인프라 시스템으로 정의함.

- OECD, UNDRR, World Bank, IMF 등은 서로 다른 관점에서 '회복력을 갖춘 인프라'를 다루고 있음.

〈표 1〉 OECD, UNDRR, World Bank, IMF의 "회복력 있는 인프라" 관련 관점 비교

기관	핵심 관점
OECD[16]	계획-사업선정-금융-건설-운영·유지관리의 전 생애주기와 다층 거버넌스에 회복력을 내재화
UNDRR[17]	중요서비스의 연속성과 '순 회복력 증가(Net Resilience Gain)'. 개별 투자가 다른 부문의 위험을 키우지 않으면서 시스템 전체의 회복력 제고
World Bank[18]	'사업 자체의 회복력'과 '사업을 통해 높아지는 수혜자·시스템의 회복력'을 구분, 위험 스트레스 테스트를 경제성 평가에 반영
IMF[19]	회복력을 별도 '기후사업'이 아니라 공공투자관리 (계획→평가·선정→예산→자산관리→재정위험 관리) 전과정의 문제로 접근(기후 공공투자 관리 평가 : Climate-Public Investment Management Assessment)

- 회복력을 갖춘 인프라에 대한 상기 4개의 국제기구의 관점을 토대로 구성할 수 있는 공통의 정책사슬은 다음과 같음: 미래위험 진단 → 서비스·시스템 취약성 평가 → 대안 비교(회피·분산·자연기반·회색시설·운영개선) → 생애주기 비용과 잔여위험을 반영한 사업선정 → 재정·정책금융·민간금융·보증·보험의 위험분담 → 설계·건설 → 운영·유지관리 → 성과평가와 학습.
- 이를 통해 인프라의 회복력은 다음 네 가지를 포함한다고 정리할 수 있음:

① 예측과 예방 : 미래 기후위험을 분석하여 시설과 운영체계의 취약성을 줄이는 능력

16) OECD. 2024. Infrastructure for a Climate-Resilient Future.
17) UNDRR. 2022. Principles for Resilient Infrastructure.
18) World Bank. 2019. Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity ; World Bank. 2021. Resilience Rating System : A Methodology for Building and Tracking Resilience to Climate Change.
19) IMF. 2025. C-PIMA Handbook : Climate-Public Investment Management Assessment.

② 흡수와 지속 : 일부 시설이 손상되더라도 대체경로와 예비수단을 활용해 필수 서비스를 유지하는 능력
③ 복구와 회복 : 재난 발생 이후 중단된 서비스를 신속하고 안정적으로 정상화하는 능력
④ 적응과 전환 : 변화하는 기후조건과 사회적 수요에 맞추어 시설과 시스템을 개선하는 능력

〈표 2〉 전통적 인프라 접근과 "회복력 있는 인프라" 접근의 주요 측면 비교

구분	전통적 인프라 접근	회복력 인프라 접근
핵심목표	시설 공급과 물리적 안전	필수 서비스의 지속성과 복구
관리단위	개별 시설	연결된 시설과 서비스 시스템
투자평가	건설비, 수명, 직접편익	생애주기 비용, 피해회피, 서비스 성과
주요 수단	신설, 확장, 구조물 보강	예방, 보강, 분산, 자연기반해법, 운영개선
사업범위	설계·시공 중심	진단·설계·시공·운영·복구
성과평가	시설 완공과 물리적 성능	서비스 유지수준, 중단·복구시간

- 우리나라도 '회복력을 갖춘 인프라'와 관련하여, 「탄소중립기본법(적응대책, 기후변화영향평가)」, 「지속가능한 기반시설 관리 기본법(생애주기 관리와 재원)」, 「재난안전법」, 제4차 국가 기후위기 적응대책(설계기준에 미래 기후 시나리오 반영, AI 기반 홍수예보 등), 한국형 녹색분류체계, 2026~2035년 790조 원 규모의 기후금융 공급계획, 전환금융 등으로 구성되는 체제를 구축하고 있음.
  - 제도마다 위험정보와 성과기준이 달라, 적응계획에서 확인된 위험이 사업선정·금융심사·발주조건으로 이어지고 운영성과가 다시 후속 투자에 환류되는 경로는 아직 충분히 정립되어 있지 않음.

회복력 인프라의 경제적·사회적 의의

- 회복력 인프라는 재난 복구 비용뿐 아니라 서비스 중단으로 인한 간접적인 경제손실을 줄이는 데 기여하나, 이러한 간접 편익이 반영되지 않은 채 초기 사업비와 직접 수익 중심으로만 투자심사가 이루어질 경우 사회적으로 필요한 투자가 과소평가될 수 있음.
  - 예를 들어 배수시설의 회복력 개선 프로젝트는 침수피해 복구비를 절감할 뿐 아니라 교통 중단, 상업시설의 영업손실, 주민의 이동 제한과 산업활동의 차질도 줄일 수 있음. 그러나 이러한 편익은 사업자의 직접적인 수익으로 모두 회수되지 않음. 피해가 발생하지 않았을 때 나타나는 예방적 편익은 측정하기 어렵고, 편익이 실현되더라도 상당 부분이 지역사회 전체에 귀속되기 때문임.
  - 투자심사에서는 장기적인 피해회피 편익, 서비스 중단에 따른 비용, 복구속도, 생애주기 유지관리 비용과 사회적 편익을 함께 고려할 필요가 있음.

◉ 회복력 인프라는 시설의 안전성에 집중하는 시설 중심 평가를 시설을 이용해 제공되는 서비스의 연속성·복구·대체성에 대한 관심을 추가하는 방식으로 평가 기준의 전환을 내포함.

- 인프라의 공급액, 사업 수, 시설의 물리적 성능은 여전히 중요하지만 그것만으로 회복력의 결과를 판단하기 어려우므로 어떤 필수 서비스를 어느 수준으로 유지했는지, 재해발생에 따르는 중단·복구시간이 얼마나 줄었는지, 취약한 이용자와 지역의 위험이 어떻게 변했는지, 사업 이후의 잔여위험과 비용을 누가 부담하는지를 함께 보아야 함.
- 인프라의 회복력을 확보한다는 것이 모든 시설을 더 크고 강하게 만드는 것을 의미하지 않으며, 경우에 따라 시설의 보강보다 대체경로 확보, 분산형 공급체계, 자연기반해법 또는 운영방식의 개선이 더 효과적일 수 있음.

회복력 인프라가 건설산업 및 인프라 시장에 주는 시사점

◉ 회복력 인프라에 대한 관심 증가는 건설산업의 수요구조를 변화시킬 가능성이 있음.

- 전통적인 인프라 투자가 신규 시설의 공급과 기존 시설의 용량 확충에 집중되었다면, 회복력 인프라 투자는 기존 시설의 기후 취약성 진단과 성능개선, 홍수·폭염·가뭄·태풍 등에 대한 인프라 기반의 필수 서비스의 회복력 제고 수요(회색시설과 자연기반해법의 결합, 기존 전력망과 신재생에너지의 생산과 소비를 잇는 새로운 망의 연결), 준공 이후 상태를 기반으로 하는 예측 정비, 비상운영, 성능검증 등의 서비스 수요 등에 집중함.

◉ 회복력 인프라의 확장으로 건설산업에 대한 수요구조가 바뀌면 이는 다시 건설기업의 역할을 시설의 설계와 시공에서 생애주기 전반의 성능 확보로 확장될 수 있음.

- 기후위험 진단과 사업기획, 여러 대안의 통합설계, 기존 시설의 보강·개량, 장기 운영·유지관리와 서비스 성과검증이 새로운 가치창출 영역으로 부상하기 때문에 건설기업이 제공하는 가치의 중심이 시설을 완성하는 능력에서 시설과 시스템이 장기간 필요한 서비스를 제공하도록 만드는 능력으로 이동할 수 있음.
- 이러한 변화는 건설기업이 모든 기능을 직접 수행해야 한다는 의미가 아니라 설계, 시공, 시설관리, 디지털 기술, 환경·생태 전문성을 보유한 기업 사이의 협력과 통합관리 역량이 더욱 중요해질 수 있음을 의미함.

◉ 회복력 성과가 건설사업의 핵심목표가 되려면 발주·계약방식도 이에 부합하는 방식으로 진화할 필요가 있음.

◉ 상기한 바와 같이 회복력 인프라를 중심으로 건설산업 환경이 변화하는 것에 대응하여, 건설기업은

기존 핵심역량을 기반으로 회복력 인프라 시장에서 가치를 창출할 수 있도록 필요한 기능을 기업 규모와 전문영역, 사업구조에 따라 점진적으로 확보하는 것이 필요함.

- ① 기존 시설의 취약성을 분석하고, 보강·개량·분산·운영개선 등 다양한 대안의 효과와 비용을 비교할 수 있도록 기후위험 진단과 성능평가 역량을 강화해야 함.
- ② 신규 건설 중심에서, 기존 기술과 경험을 활용할 수 있는 노후 인프라의 개량, 기후적응형 리모델링, 재난예방과 복구 등으로 사업영역을 확대할 필요가 있음.
- ③ 토목·건축기술뿐 아니라 디지털 기술, 기후위험 분석, 생태복원 및 운영관리 전문성을 갖추기 위해 기술 간 융합과 협력체계를 구축해야 함. 대형 건설기업은 이러한 기능을 통합하는 사업관리 역량을 발전시키고, 중소·전문건설기업은 특정 분야의 기술적 전문성을 구비하는 것이 필요함.
- ④ 초기 공사비 절감뿐 아니라 시설의 수명, 유지관리 비용, 기후위험 저감효과와 서비스 성과를 제시할 생애주기 관점의 사업성 분석과 관리능력을 확보해야 함.

◉ 정부는 회복력 인프라 시장이 형성될 수 있도록 투자·금융·계약·운영을 연결하는 제도적 기반을 마련해야 함.

- 우선 국가 및 지역의 기후적응계획에서 확인한 위험이 개별 인프라 사업의 선정과 투자평가에 반영되어야 하고 사업계획과 금융심사, 발주·계약 및 운영단계에서 공통으로 활용할 수 있는 최소한의 회복력 성과기준이 필요함.
- 기존에는 공사비, 공기, 설계기준 등의 충족 여부가 주요 평가기준이었다면 회복력 사업에서는 극한 기후위기 상황에서 유지되는 서비스 성능, 서비스 중단 허용범위, 복구목표, 운영 및 유지관리 책임을 계약조건에 반영할 필요가 있음.
- 인프라 시설과 관련하여 상기 성과가 실효성을 갖기 위해서는 성과측정 기준, 기후위험 관련 정보, 계약당사자 간 위험 배분, 유지관리 비용 부담, 장기 재원조달 등의 조건에 대한 합의를 명확히 해 기후위기와 관련된 위험 부담이 시공사에게 집중되지 않도록 주의해야 함.

결론

◉ 기후충격 속에서도 사회와 경제가 필수적인 기능을 유지하도록 하고, 피해 이후 신속하게 회복하도록 하며, 변화하는 환경에 적응할 수 있도록 하는 것이 기후위기 시대의 인프라가 가져야 할 중요한 가치로 부상하고 있음.

- 이러한 인프라 가치의 변화로 인해 건설산업도 도로, 교량, 건축물과 같은 인프라 시설의 공급자에 머무르지 않고, 사회와 경제가 필요로 하는 핵심 서비스의 지속성을 담보하는 산업으로 진화할 것으로 전망됨.
- 이와 같은 기회가 인프라 시장에서 구현되려면, 운영단계의 재원을 고려하는 장기적인 재원조달, 성과기반 발주와 생애주기 전체에 대하여 계약당사자 간 적정한 위험배분 등이 뒷받침되어야 함.