

持続可能なインフラ維持管理の現状と展望

- 地下安全とスマート維持管理技術を中心に -

How to Solve the Problem in Sustainable Infrastructure Maintenance



❖ Education

ソウル大学校 工学博士 Seoul National University (SNU) 1983-1993
- Ph. D on Rock Mechanics and Tunnel Engineering

❖ Work Experience

デウ建設	(Korea)	1993-2002
- Civil Research Team		
サンボ技術団	(Korea)	2002-2006
- Geotechnical & Tunnel Design Team		
サムスン物産	(Korea)	2006-2012
- Civil Engineering Team		
University of New South Wales	(Australia)	2012-2013
- Mining School, Visiting Researcher		
Parsons Brinckerhoff	(Singapore)	2013-2015
- C/S Division, Tunnel Specialist		
ゴンファ	(Korea)	2015-Present
- Geotechnical & Tunnelling Dept.		



Mobile : 010-3322-6749
E-mail : babokyg@hanmail.net

❖ Certificates, Publications and Activities

地質および地盤技術士 (1998) / 火薬類管理技術士 (1997)

中央建設技術審議委員、産業技術革新評価団、道路公社／鉄道公団／鉱害公団 各顧問委員

『グローバルトンネルエンジニアリング実務』 (2016) / 『トンネルライニング設計ガイド』 (2017)

『トンネル工事仕様書』 (2019) 『トンネルスマート地下空間』 (2024) / 『トンネル事故と地下安全』 (2025)

I. インフラ維持管理の現状と課題

- 老朽インフラの維持管理上の問題点と事故事例の分析

II. 都市老朽インフラと地下安全

- 都市インフラ老朽化の問題と地下安全管理

III. スマート維持管理技術

- 維持管理技術の課題とスマート維持管理技術の適用事例

IV. 基盤施設ヘルスチェックレポート

- 韓国の基盤施設健康診断書（K-IRC）道路編の主な内容

持続可能なインフラ維持管理の現状と展望

- スマート維持管理技術を中心に -

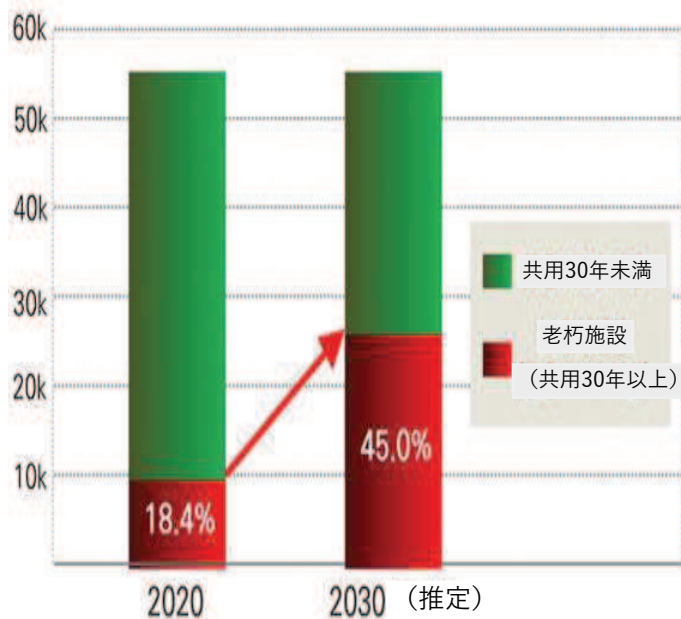
I. インフラ維持管理の現状と課題

Infrastructure Maintenance Status in Korea

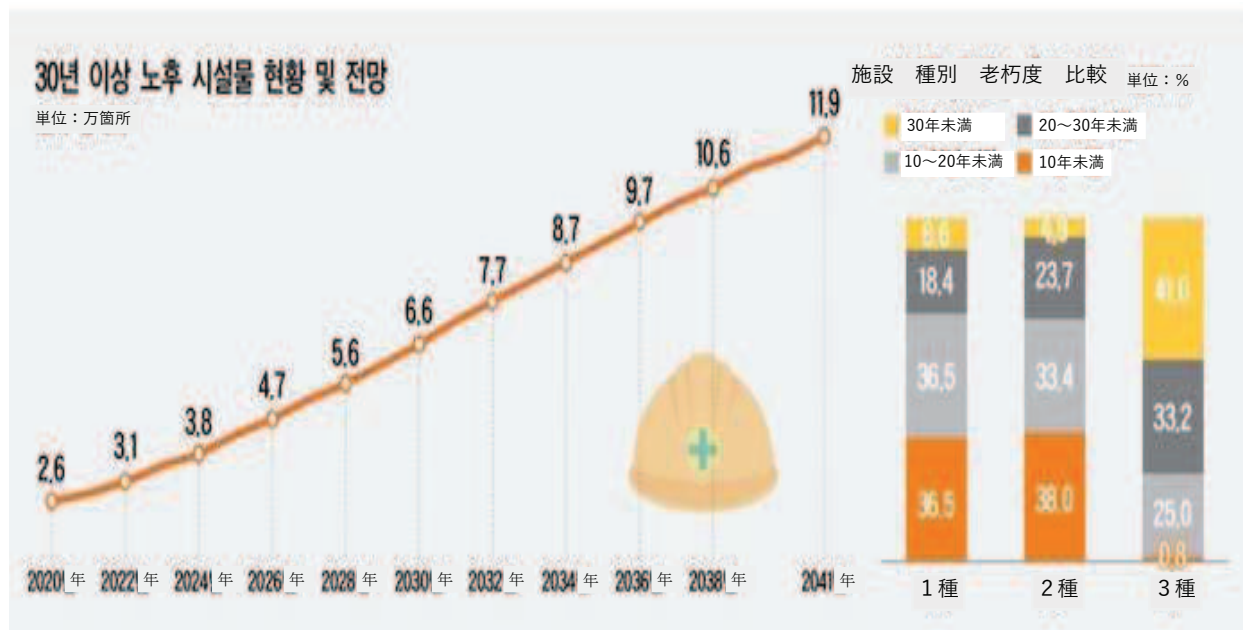
1. インフラ維持管理の現状と課題

❖ 老朽化 (Aging Infrastructure)

- ✓ 1970～1990年代に集中的に建設された社会基盤施設が耐用年数に達し、急速に老朽化
- ✓ 橋梁・道路・上下水道など主要インフラの劣化が構造的安定性の低下につながっている
- ✓ 整備需要は急増しているが、体系的な長期計画の欠如により対応が遅れているのが現状



【老朽インフラ施設の増加予測】



【築30年以上の老朽施設の現状と見通し】

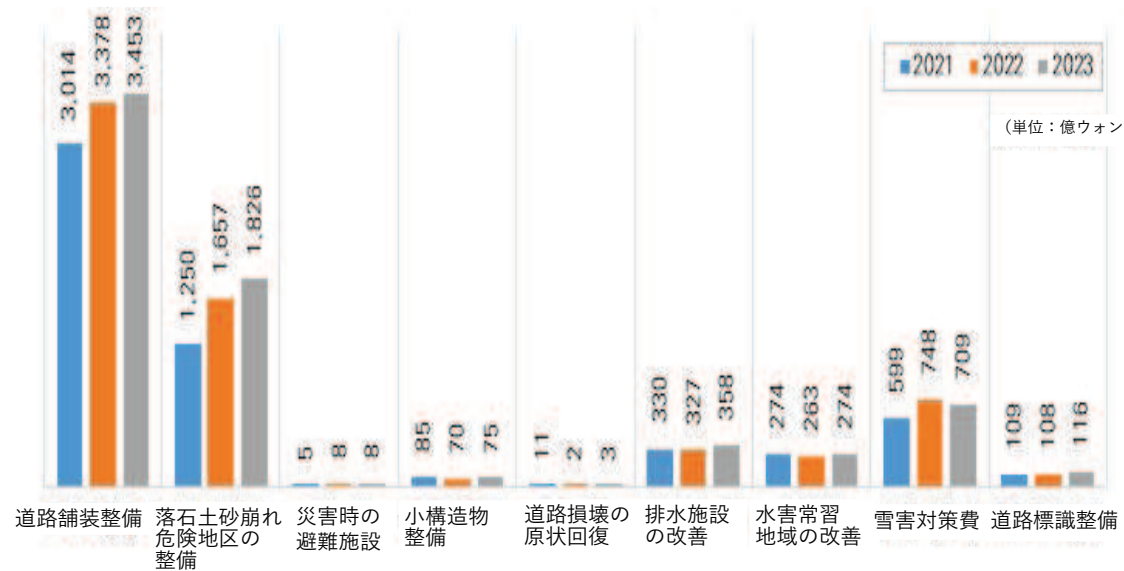
インフラの耐用年数が超過し老朽化が深刻化 → 体系的な管理および再投資の不足

I. インフラ維持管理の現況と問題

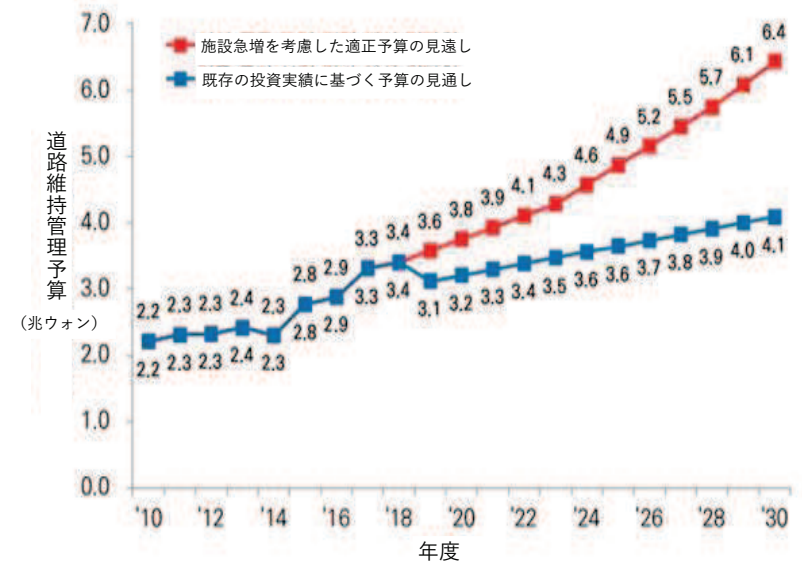
1. インフラ維持管理の現状と課題

❖ 予算の制約 (Funding Constraints)

- ✓ 施設物の維持・補修予算が新規建設事業に偏重しており、慢性的な不足が発生
- ✓ 予防的管理よりも緊急復旧中心で運営されているため、効率性が低い
- ✓ 地方自治体の財政余力の差により、地域間でインフラ管理水準の格差が拡大している



【国土交通部における道路施設維持管理関連予算の執行状況】



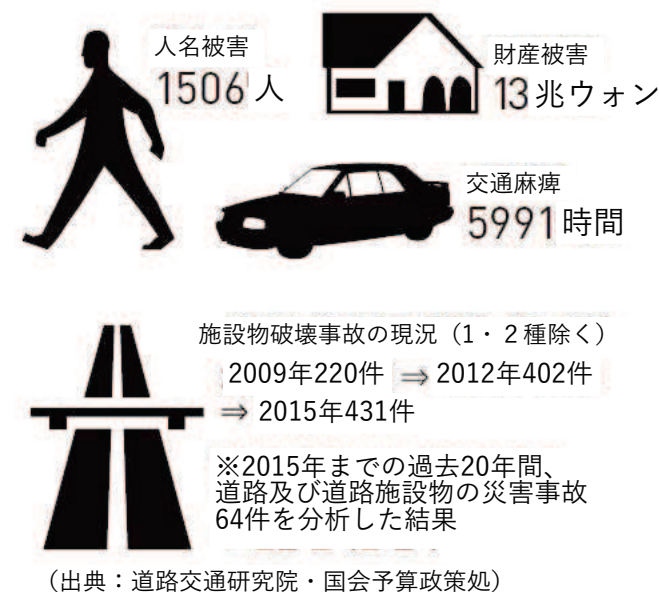
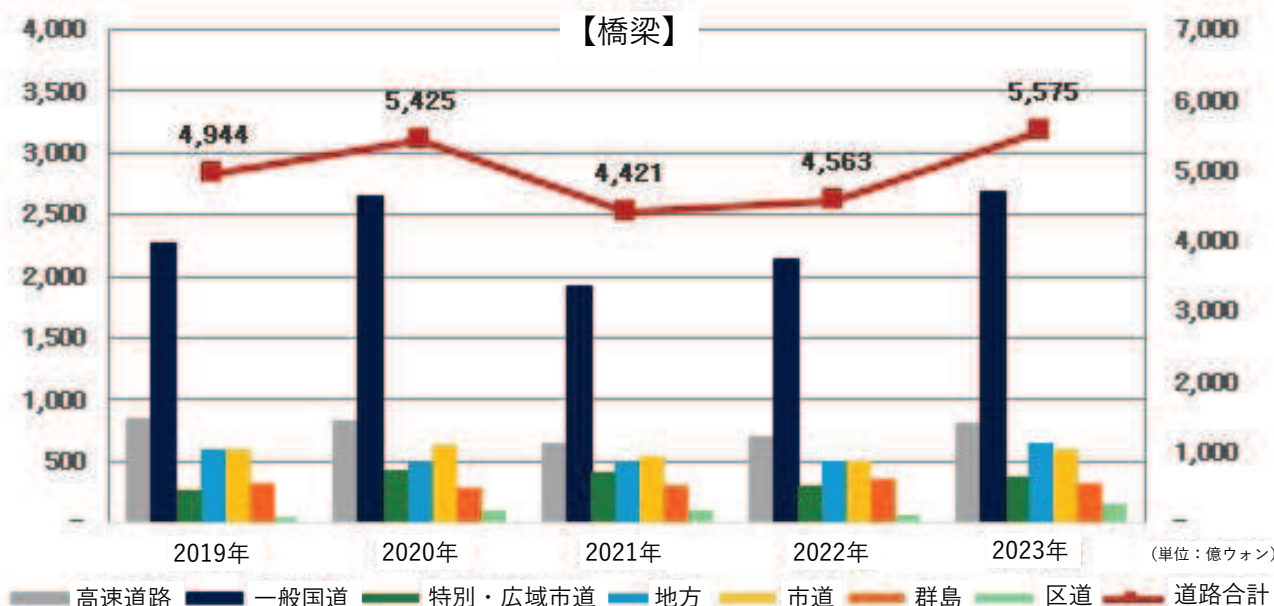
【道路維持管理予算の増加見通し】

維持管理予算が不足し、新規建設中心に偏っているため、効率的な管理が困難な状況

1. インフラ維持管理の現状と課題

❖ 管理システムの不備 (Management System Weakness)

- ✓ 施設別の管理主体が分散しており、統合的な管理体制およびデータ標準化が不十分
- ✓ 定期点検の基準が形式化しており、実際のリスク予測や診断には限界がある
- ✓ 中央政府・地方自治体・民間で協力体制が確立されておらず、対応の迅速性と一貫性が欠けている。



【主要施設物の維持管理予算推移 (道路および補修状況システム)】

【国内老朽インフラに関連する被害状況】

管理主体が分散し、統合管理体制が不十分のため、効率的な維持管理が難しい状況

1. インフラ維持管理の現状と課題

❖ 技術活用の限界 (Technology Utilization Gap)

- ✓ IoT・AI・BIMなどの先端技術は一部の試験事業にのみ適用されており、普及が遅れている
- ✓ デジタルツイン基盤の資産管理体系 (K-Infra Digital Twin) は構築の初期段階
- ✓ 技術人材の不足やデータ品質・セキュリティ問題により、実質的な運用レベルは低い

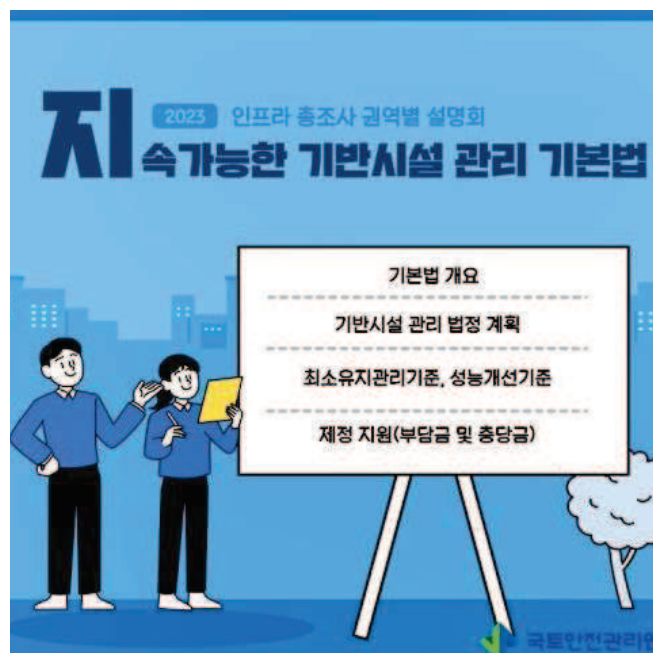


AI・IoTなど先端技術の活用が限定的で、スマート維持管理が十分に機能していない

1. インフラ維持管理の現状と課題

❖ 制度・政策の限界 (Policy and Institutional Limitations)

- ✓ 「施設物の安全および維持管理に関する特別法」など、関連法令が複雑かつ重複
- ✓ 事前予防を中心とした法制度への転換および成果基盤維持管理制度 (PBMS) の未整備
- ✓ 長期的な資産管理計画 (Asset Management Plan) の策定義務化が不十分



持続可能な基盤既設管理基本法（国土安全管理院）



複雑な法制度・予防中心の政策の不備で、持続可能な維持管理基盤が整っていない

2. インフラ維持管理問題による事故事例

❖ 聖水(ソンス)大橋の崩落事故(ソウル市・1994年)

- ✓ 橋梁の溶接部における腐食および疲労亀裂が放置され、中央桁が崩落
- ✓ 定期点検報告書が形式的に作成されており、危険兆候を見逃したのが原因
- ✓ その後、「施設物の安全および維持管理に関する特別法」が制定されるきっかけとなった



腐食と疲労亀裂を放置した不十分な点検により、
橋梁が崩壊した代表的な維持管理失敗事例

2. インフラ維持管理問題による事故事例

❖ 亭子(チョンジャ)橋崩落事故(京畿道城南市・2023年)

- ✓ 歩行路の一部が崩落し、1名が死亡、1名が重傷を負う事故が発生
- ✓ コンクリート強度が設計強度の約74%まで低下し、鉄筋の塩化物含有量はD等級まで腐食が進行
- ✓ 精密安全点検で全面再舗装が勧告されたが、補修工事が除外されるなど管理責任が不十分であった



老朽化した橋梁の腐食と補修未実施により、構造的欠陥が累積して崩壊に至った事例

2. インフラ維持管理問題による事故事例

❖ 石村洞(ソクチョンドン)地下車道空洞事故(ソウル市松坡区・2014年)

- ✓ 石村洞地下車道付近で、幅5～8m、深さ4～5m、長さ80mに及ぶ大規模な空洞が発見された
- ✓ 原因は、地下鉄9号線シールドトンネル工事区間で垂直・水平方向のグラウチングが十分に行われなかったことに起因するものと分析
- ✓ これを受け、地下水管理・地盤補強・掘削工事の監督強化などを含む「道路陥没特別対策」を策定



都市地盤および地下空間インフラ管理体制の脆弱性が改めて注目された

2. インフラ維持管理問題による事故事例

❖ 延禧洞(ヨンヒドン)シンクホール事故(ソウル市西大門区・2024年)

- ✓ 道路幅約6m、長さ約4m、深さ約2.5m規模のシンクホールが発生し、車両が転落する事故が発生
- ✓ 事故直後、周辺道路に亀裂が確認され、一部通行規制措置
- ✓ 集中豪雨、地下埋設物、地盤条件などの複合要因が事故原因



老朽化した橋梁の腐食および補修未実施による構造的欠陥が累積し、崩壊に至った事例

2. インフラ維持管理問題による事故事例

❖ 明逸洞(ミョンイルドン)陥没事故(ソウル市江東区・2025年)

- ✓ 2025年、ソウル市江東区の道路で幅20m・深さ20m規模の地盤沈下が発生し、1名が死亡
- ✓ 老朽化した下水管の破損と地下水の流出が複合的に作用した事故という分析
- ✓ その後、都市部の地盤安全点検の強化・老朽下水管の早期交換に向けた予算拡大への動き



都市地盤および地下空間インフラ管理体制の脆弱性が浮上

Summary and Key Words

❖ インフラの老朽化（Aging）

- 施設物の平均寿命到達および急速な性能低下
- 定期点検体制の不備と事後対応中心の管理体系

❖ 維持管理における財政的制約（Funding Gap）と制度的不備

- 維持補修予算の慢性的不足および投資優先順位の欠如
- 法制度上の「予防的維持管理」概念の実質的な実行不足

❖ 維持管理問題による事故事例

- 老朽化した構造物において、維持管理の不備による事故が多数発生
- 特に都市部では、地盤沈下・陥没・道路崩落事故の発生が増加

持続可能なインフラ維持管理の現状と展望

- スマート維持管理技術を中心に -

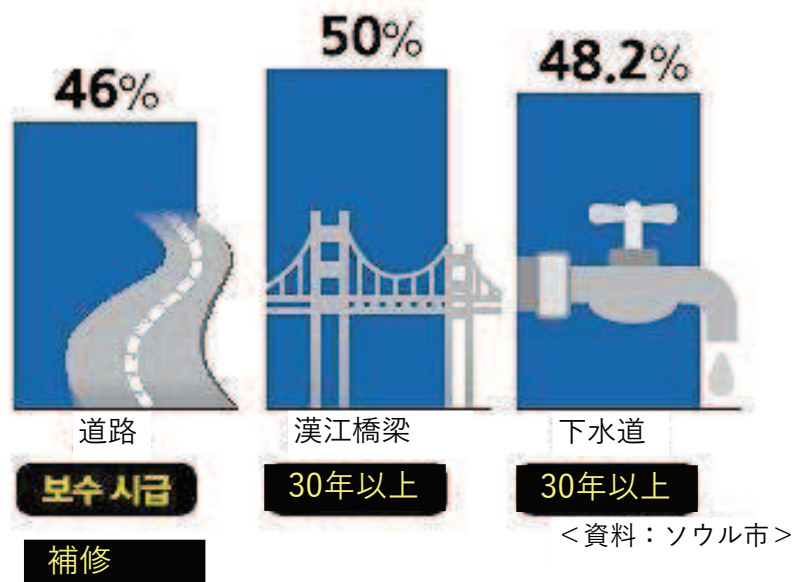
II. 都市老朽インフラと維持管理

Old Infrastructure Maintenance in Urban

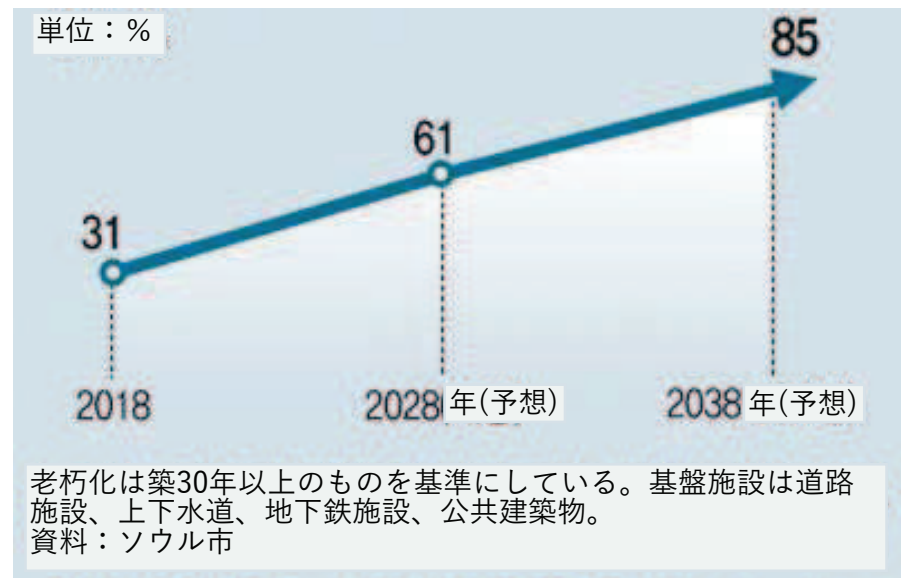
1. 都市老朽インフラ問題 — ソウル市

❖ 深刻な老朽化

- ✓ ソウル市の全都市インフラの70%以上が1970～1980年代に集中的に建設
- ✓ 2035年には施設の84%が築30年以上/施設維持管理費も10年後現在の2倍以上に急増見込み
- ✓ 老朽化する都市インフラの増加は、市民安全への脅威および将来の財政的圧迫につながる



【ソウル市における基盤施設の老朽化状況】



【ソウル市基盤施設の老朽化比率の推移】

ソウル市のインフラ老朽化により、安全問題が社会的な課題となっている

1. 都市老朽インフラ問題 — ソウル市

❖ インフラ維持管理の現状と課題

- ✓ インフラ施設物の急速な老朽化に備え、市民福祉と安全を目指す
- ✓ 施設物の維持補修インフラに大規模な投資を実施し、安全事故の発生可能性を事前に遮断
- ✓ 2025年には、6大重点投資方向の中で「気候危機対応インフラ強化」を最優先課題として設定



【基盤施設への投資優先順位の引き上げ】

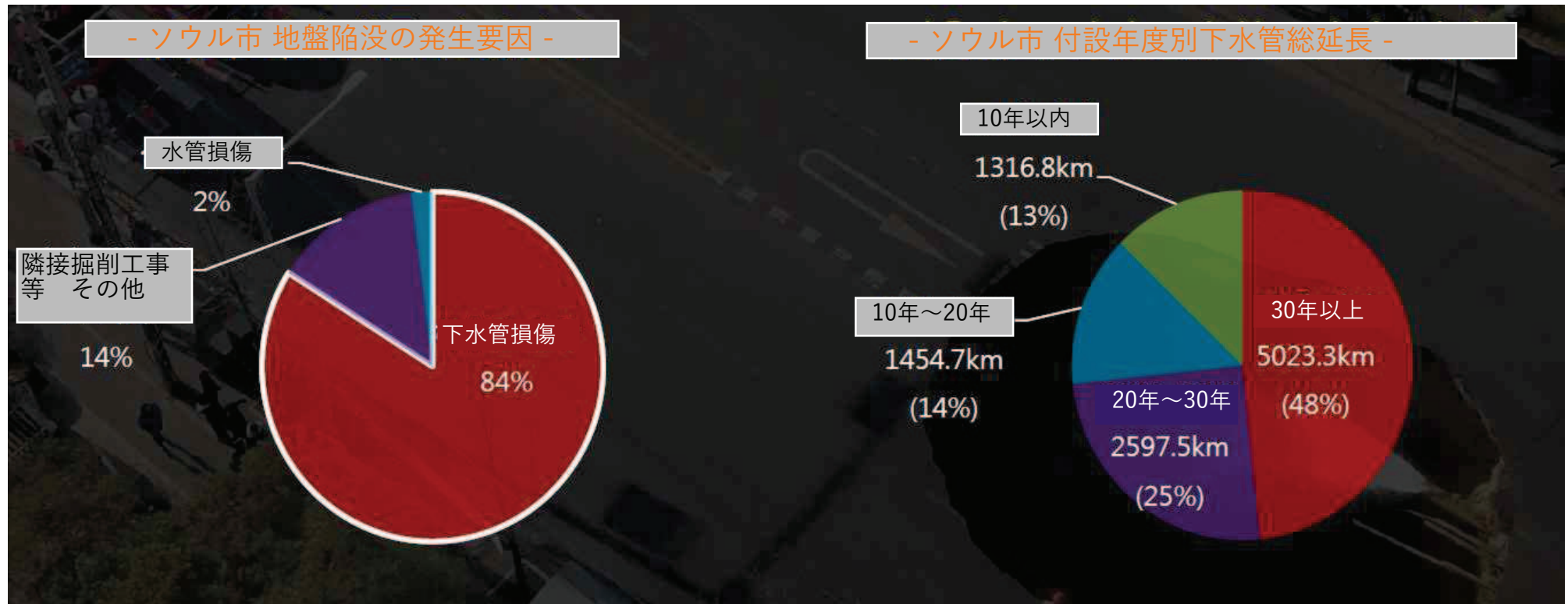


老朽インフラの維持管理に対する認識の切り替えにより
施設物維持補修インフラへの大規模投資を推進

2. 都市部におけるシンクホール事故 — 地下安全 (Underground Safety)

❖ ソウル市の地盤陥没発生要因 — 下水管の損傷

- ✓ 敷設後20年以上経過した老朽下水管の割合：2010年 54.5% → 2013年 73.3%に増加
- ✓ 下水管の老朽化が深刻で、老朽下水管による地盤陥没被害は今後も継続的に増加する見込み

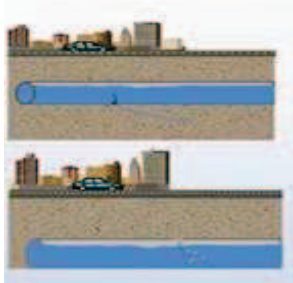


ソウル市のシンクホール（地盤陥没）の主な発生原因は、老朽化した下水管の損傷

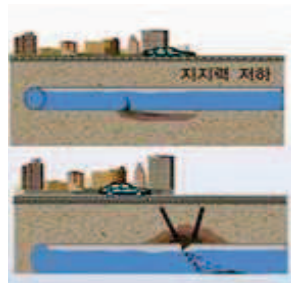
2. 都市部におけるシンクホール事故 — 地下安全Underground Safety

❖ 地盤陥没の発生メカニズム - 下水管の損傷

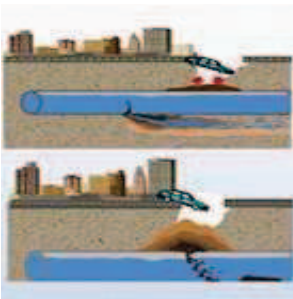
- ✓ 老朽化した下水管の継ぎ目や破損部から細粒土が流出し管周辺の空隙が拡大し空洞が形成
- ✓ 形成された空洞は、車両荷重の繰り返しや降雨時の浸透水圧などの影響で上部地盤が崩壊し、地表面が急激に沈下してシンクホールへと発展



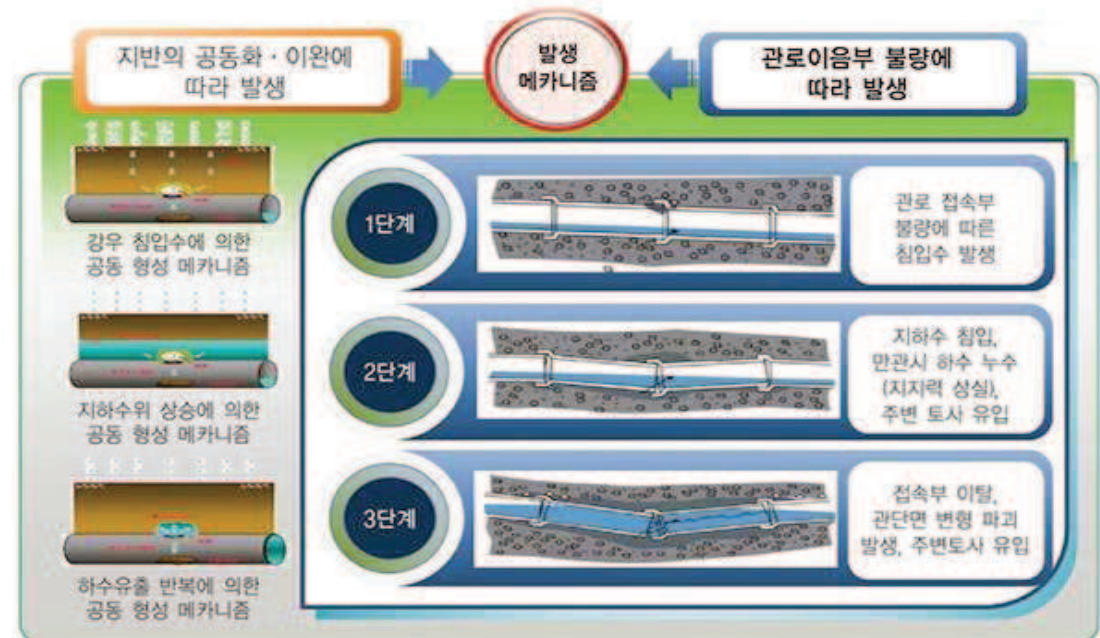
老朽管路の上下部損傷



水みちの形成と
管路内部の土砂流出



地盤空洞の形成と地盤陥没



下水管のひび割れや隙間からの土砂流出が、地盤空洞の形成と地盤陥没の主要因

2. 都市部におけるシンクホール事故 — 地下安全Underground Safety

❖ 地盤陥没(シンクホール)の4段階復旧体制(ソウル市)

- ✓ 地中空洞の発生後、状況に応じて「緊急復旧→優先復旧→一般復旧→観察対象」の4段階で対応
- ✓ 探査システムで空洞発生可能性がある地域を分析し、復旧体制の下で迅速・効率的な復旧措置



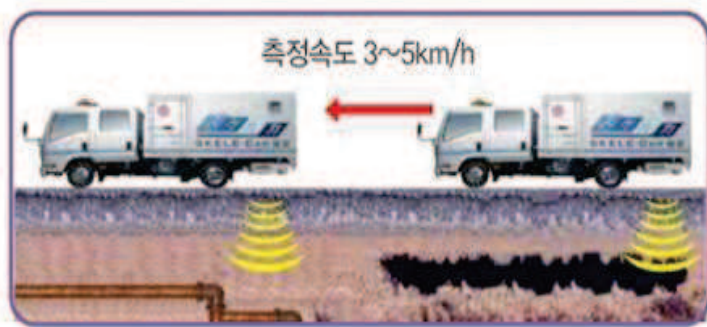
ソウル市の空洞管理等級

優先順位が明確な等級化体制と、先制的な探査・モニタリングを連動した対応体制

2. 都市部におけるシンクホール事故 — 地下安全Underground Safety

❖ 地下空洞 GPR調査(ソウル市)

- ✓ 道路と掘削工事現場周辺の区間をGPRで調査し、地中の空洞（地中の空隙）を先制的に探知
- ✓ 調査延長は約12倍に増加した一方、1km当たりの空洞発見件数は約5分の1に減少

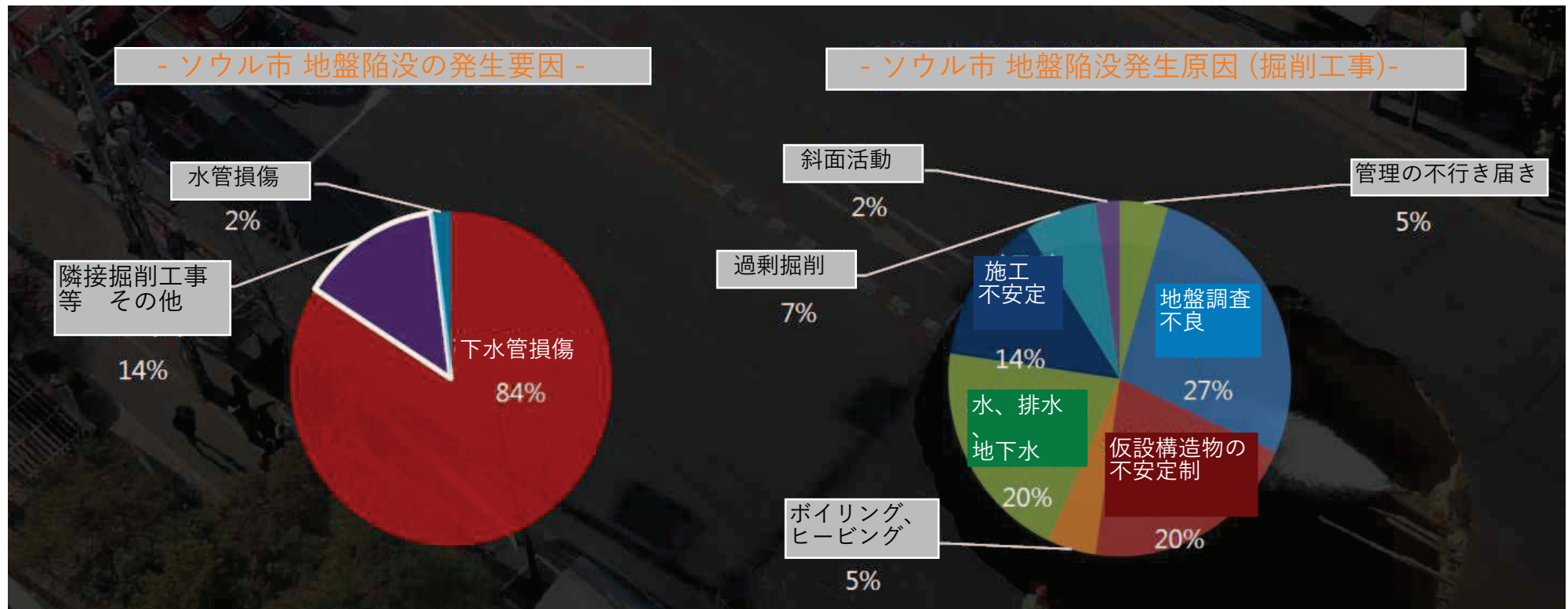


予防的措置として空洞発生率を大幅に低下させ、地盤沈下リスクを体系的に管理

2. 都市部におけるシンクホール事故 — 地下安全Underground Safety

❖ 地盤陥没の発生と掘削工事

- ✓ ソウル市は、地下鉄、共同溝、上下水道、電力管路など大規模な地下掘削工事が密集
- ✓ 掘削中に地下水位の変化や地盤の緩みによる空隙の拡大が頻発・地下安全事故の発生が増加

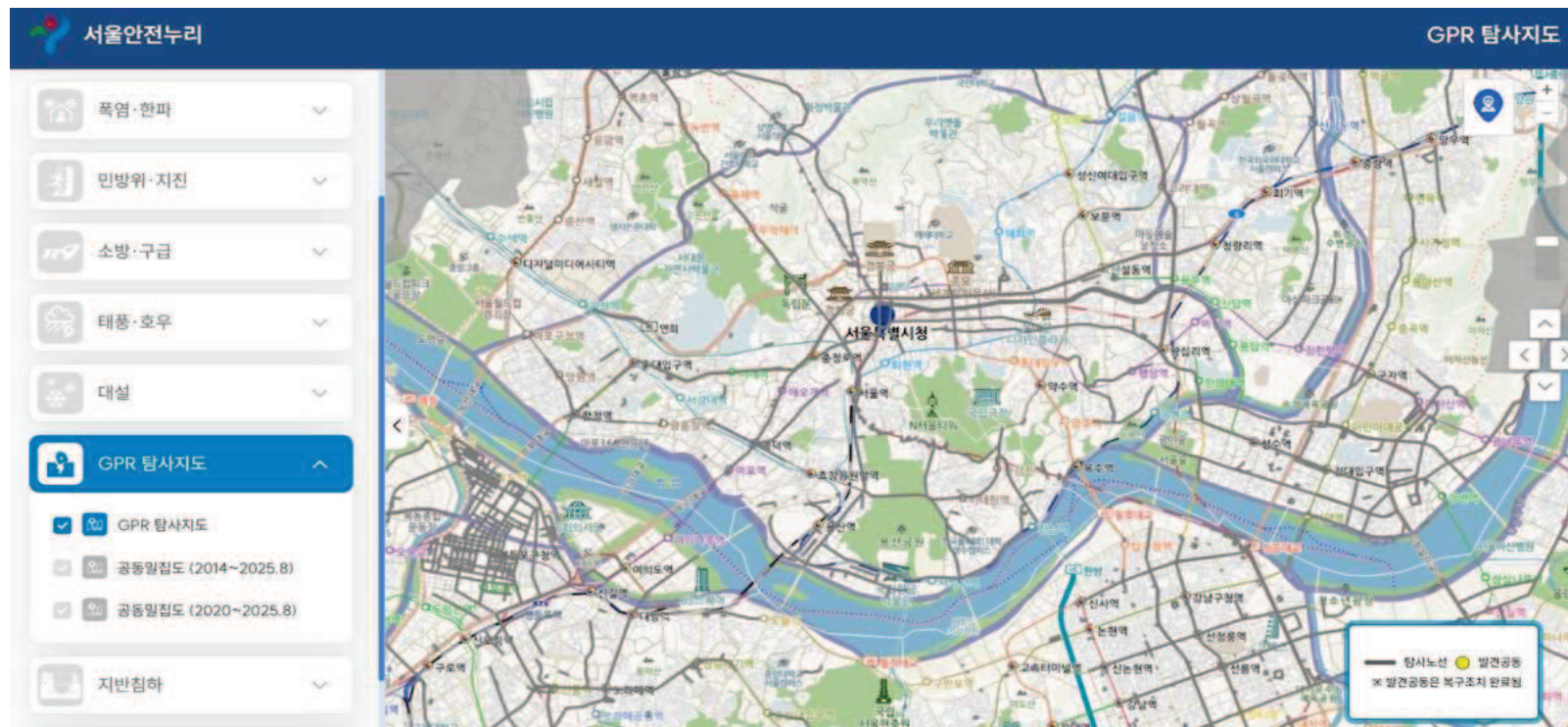


地盤陥没は地下空間拡大による地盤攪乱・掘削後の復旧不備が複合的に作用した結果

2. 都市部におけるシンクホール事故 — 地下安全Underground Safety

❖ 都市部GPR探査マップ(ソウル市、2025年)

- ✓ ソウル安全ヌリ-ソウル市が運営する都市インフラ安全管理プラットフォーム
- ✓ 橋梁・トンネル・道路など主要施設の点検・維持管理・リスク評価情報を統合管理
- ✓ GPR 探査マップは、地下の危険要因を事前に探知・可視化してサポートしている

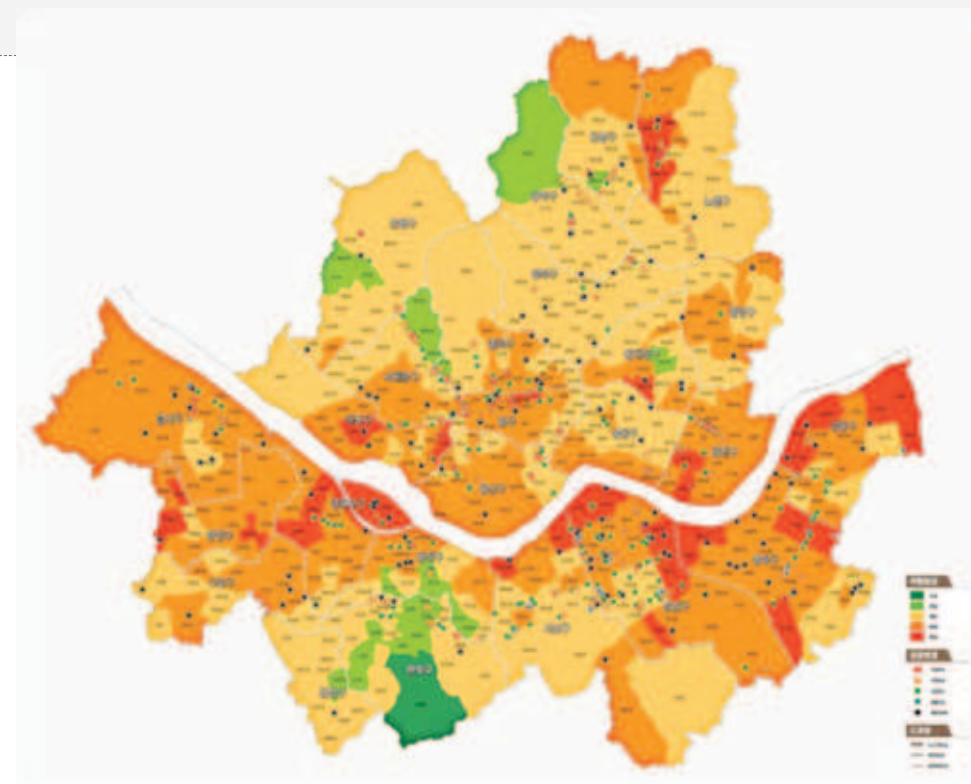
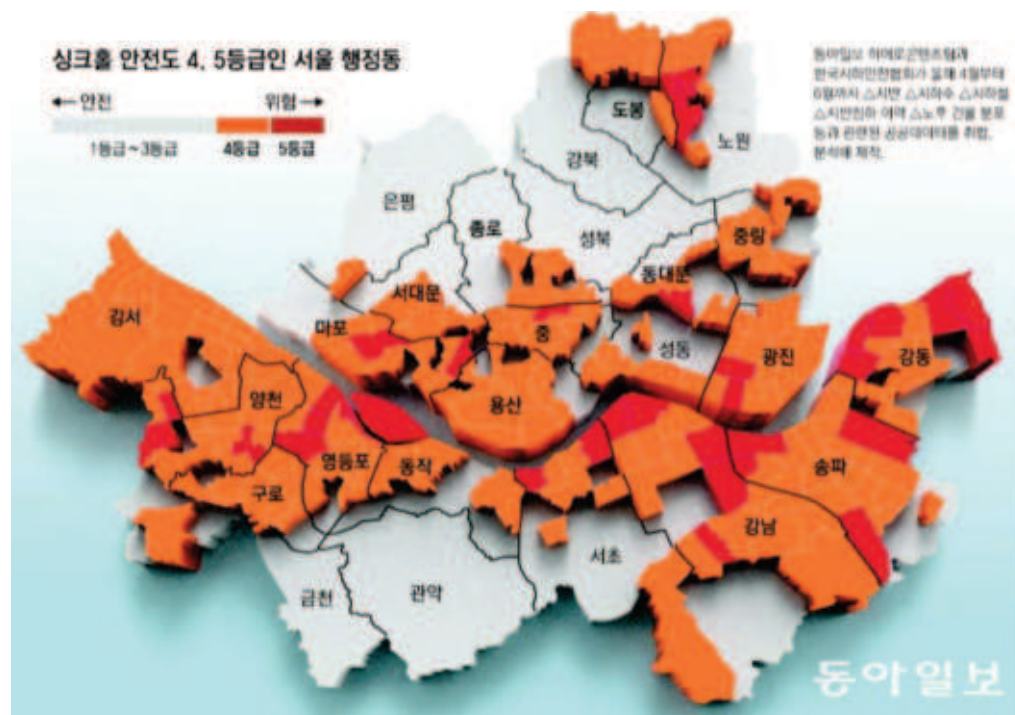


地上・地下施設のリスクを早期に発見し、予防的維持管理で市民の安全性を向上

2. 都市部におけるシンクホール事故 — 地下安全Underground Safety

❖ 都市部シンクホールマップ(ソウル市、2025年)

- ✓ シンクホールの発生位置・原因・復旧状況などをデータベース化し、視覚的に提供
- ✓ 地下水の流出、老朽下水管の破損、工事影響など、地盤陥没の脆弱地域を分析し、事故の予防および事後対応



地盤変化や危険地域を事前に把握し、シンクホールなどの都市地盤災害の予防

2. 都市部におけるシンクホール事故 — 地下安全Underground Safety

❖ 地下安全管理に関する特別法(国土交通部、2018年)

- ✓ 地盤沈下やシンクホールなどの地下安全事故を予防するために制定された法律
- ✓ 地下10メートル以上の掘削工事や、一定規模以上の開発事業に対して、事前の地下安全影響評価、地下安全点検、地下安全管理計画の策定を義務化



地下空間の開発全段階でリスクを事前に評価・管理し、地下安全事故を未然に防止

2. 都市部におけるシンクホール事故 — 地下安全Underground Safety

❖ 第1次 国家地下安全管理計画 2020-2024（国土交通部、2019年）

- ✓ 地盤沈下・シンクホールなどリスクを予防、地下空間の体系的管理に向けた中長期的戦略
- ✓ 地下情報統合管理システムの構築など科学的でデータベース型の地下安全管理体制の確立

◆ 目標達成度

地盤沈下の発生件数を70%削減（2018年338件 → 2024年102件）

地下安全管理に関する国内技術水準は、最高水準国に比べて72.9%

→ 空洞調査の信頼性、AIなど先端・革新技術の活用度向上が必要

全国162市・郡における3次元地下空間統合地図の構築完了

→ 地下空間情報の「量的構築」は達成、今後は「質的高度化」を継続して推進する必要性

◆ 主要成果

予防的地下安全管理体制および関連環境を整備

→ 地下安全管理業務の委託機関を指定し、地下安全評価・安全点検等の業務支援を実施
制度の実効性を確保するため、建築事業承認特例など 先制的かつ積極的な制度改善を推進

◆ 第1次基本計画の限界

主体別の役割・能力の不均衡→ 専門人材の配置や自治体行政体制の改編が不十分

制度履行中心の支援政策→ 予算・人員・機材など実務環境を考慮した支援策の必要性

비전	안심사회 실현을 위한 지하안전관리 체계의 조기정착
주요 목표	■ 지반침하 발생률 50% 감축 - 지반침하 발생건수 : (18) 338건 → (24) 169건 ■ 지하안전관리 기술수준 선진국 대비 90% 달성 - 지하안전관리 기술수준(국토기술진흥원) : (18) 60.8% → (24) 90% ■ 지하공간통합지도 100% 구축 - 지하공간통합지도 구축 : (18) 15개 특별광역시 → (20) 전국 162개 시·군
추진 전략	전략 I 선진형 지하안전 관리체계 구축 중점 추진 과제 1. 지하시설물 관리체계를 지자체 중심으로 구축 2. 지하안전영향평가 제도의 실효성 제고 3. 지하안전관리제도적 효율적 운영을 위한 기반 조성 전략 II 지하안전관리 역량 강화 중점 추진 과제 1. 스마트기술 기반 미래형 지하안전관리 기술 확보 2. 지하안전관리 관련 산업 및 전문인력 육성 전략 III 지하안전 정보의 대국민 서비스 확대 중점 추진 과제 1. 지하정보 활용을 위한 지원체계 구축 2. 지하안전정보시스템의 활용 기반 조성 3. 국민 수용형 지하안전 홍보 활성화

2. 都市部におけるシンクホール事故 — 地下安全Underground Safety

❖ 第2次 国家地下安全管理計画 2025-2029（国土交通部、2025年）

- ✓ 大規模な地盤沈下・陥没などの地下安全事故に先制的に対応するための中長期的政策指針
- ✓ 協力体制の構築・技術の高度化・予測予防中心のデジタル基盤型地下安全管理体制の構築

地盤沈下事故の高リスク地域における安全管理強化

- 地盤沈下リスク地域に対する地盤探査支援の拡大、探査頻度を年2回に強化
- 高リスク地域の予測・選定基準を策定し、安全点検の実施周期を引き上げ

予防的地下安全管理体制の構築

- 国家基本計画と自治体管理計画の連携強化および推進課題の実績点検を実施
- 地下安全情報システムの機能改善により、システムを基盤とした義務事項履行の監督を

強化自治体の地下安全管理責任・能力強化および協力・支援拡大

- 地域の地下安全管理を担う組織・人員の確保
- 自治体の地下安全管理の業務成果を政府業務評価に反映
- 安全管理規定および地下埋設物情報のJIS登録・管理基準の標準化

スマート地下安全管理に向けた技術高度化と普及

- 空洞調査機器の性能検査基準およびAI技術を活用した分析標準モデルの開発
- スマート計測技術の標準化と、危険兆候を即時警報可能な統合管理システムの構築

비전	- 현재, 어디서나 국민의 발 아래를 안전하게 - 미래사회 대응 디지털 기반 지하안전관리체계 구축		
	새로운 위험을 예방하는 미래지향적 지하안전관리	연대 협력을 통한 능동적 지하안전관리	디지털 정보 기반의 혁신적 지하안전관리
목표	「관정」 전환	「실천」 강화	「혁신」 선도
	핵심 점검 평가에서 예측·예방 중심으로 지하안전관리 패러다임을 전환	제도 및 시스템이 지역현장 중심으로 작동하도록 책임 역할 및 지원 강화	AI, IoT 등 첨단기술과 연계하여 지하안전관리 기술 혁신 및 고도화
기본 방향	「관정」 전환	「실천」 강화	「혁신」 선도
	핵심 점검 평가에서 예측·예방 중심으로 지하안전관리 패러다임을 전환	제도 및 시스템이 지역현장 중심으로 작동하도록 책임 역할 및 지원 강화	AI, IoT 등 첨단기술과 연계하여 지하안전관리 기술 혁신 및 고도화
추진전략	중점 전략분야	추진과제	
1. 예측·예방 중심 지하안전관리 체계 구축	[전략 1-1] 지반침하 예측 기반 선제적 지하안전관리 강화	① 지반침하 위험지역 선제적 관리 강화 ② 지반침하 고위험지역 예측 대응 체계 마련 ③ 데이터시스템 기반 지하안전관리 강화	
	[전략 1-2] 예방적 지하안전관리 체계 구축	① 지하안전관리 법령제정의 실효성 확보 ② 지하안전관리 제도의 체계적 정비 ③ 공동조사와 제도적 사각지대 해소	
2. 협력 기반 지하안전관리 현장 수용성 제고	[전략 2-1] 지역·현장 중심의 지하안전관리 강화	① 지자체 지하안전관리 책임 강화 ② 지하안전관리 내실화를 위한 지원 강화	
	[전략 2-2] 중앙(공공)·지역안전 소통 및 협력 강화	① 지하안전관리 정보 네트워크 구축 ② 지하안전사고 통보 대응 체계 개선 ③ 신속한 대응 체계	
3. 스마트 지하안전관리를 위한 기술 고도화	[전략 3-1] 지역현장의 지하안전관리 역량 제고	① 교육훈련 체계 개선 ② 교육훈련 방식 다각화	
	[전략 3-2] AI·디지털 기반 지하안전관리 연구개발	① 지하안전 연구개발(R&D) 확대 및 혁신 지원 ② AI 기술 기반 지하안전관리 혁신기술 확보	
	[전략 3-3] 스마트 지하안전관리 기술 표준화	① 공동조사 장비 성능검사 표준 ② IoT, 스마트 기술 활용 실시간 위험발견·예측·예방	

地下空間のリスクを、デジタル・協力・技術基盤で先制的に検知・対応

Summary and Key Words

❖ 複合化 (Complexity)

- 道路・橋梁・上下水道・地下空間など、複合的な老朽化が加速している
- 老朽インフラ同士の相互影響により復旧コストの増大

❖ 安全管理 (Safety Management)

- 主要施設の緊急点検およびリスク等級別の整備体制を構築
- AI・CCTVを活用したリアルタイム監視と、異常兆候の検知拡大を推進

❖ 都市再生との連携 (Urban Regeneration Link)

- 維持管理と都市再生事業を統合した計画の策定を推進
- 老朽インフラの再投資とカーボンニュートラル都市戦略との連携強化

持続可能なインフラ維持管理の現状と展望

- スマート維持管理技術を中心に -

III. スマートインフラ維持管理技術

Smart Infrastructure Maintenance Technology

1. インフラ維持管理技術の現況と問題点

❖ 施設・構造物の状態評価および予測技術の限界

- ✓ 点検は依然として目視調査および非破壊試験が中心、自動化・定量化の水準が不十分
- ✓ AI・IoT・センサーを活用したリアルタイムモニタリング技術は一部テスト段階に過ぎない
- ✓ 構造的劣化メカニズム(腐食、ひび割れ、疲労など)に対する正確な寿命予測モデルの不在



老朽化予測技術の不在

1. インフラ維持管理技術の現況と問題点

❖ データ統合およびデジタル・トランスフォーメーションの不足

- ✓ 施設ごとの維持管理データが、各省庁・地方自治体・公共機関に分散管理
- ✓ BIM・デジタルツイン・GIS を活用した統合管理体制の構築が遅れている
- ✓ 構造化／非構造化データ(センサー、画像)の標準化が進んでおらずAI分析活用における限界



データ標準化及び統合管理の不備

❖ 複合災害対応技術およびレジリエンス設計の未成熟

- ### 서울시 침수지도
- 상위 20개동 명칭 표기.
- 2006년~2022년 8월 범침몰 기준 주역 침수 신고 횟수, 화순길~최영길 구간을 백분위로 나눠 논도로 구분 색이 짙을수록 침수 신고건수가 많은 지역.
- 자료: 행정안전부
-
- 0 15 58 198 7665건



33

2. スマートインフラ維持管理技術

❖ インフラ維持管理への先端技術の活用

- ✓ 多様な先端技術を活用し、都市インフラの老朽化に事前に対応する必要性
- ✓ 感覚・経験的判断ではなくセンサーやAI分析に基づく科学的な維持管理と予算の効率化
- ✓ 気候変動および複合災害への対応能力を強化する必要性



事後対応型の管理から脱却して、施設安全に対する予防的・先導的な対応が必要

❖ スマート維持管理技術

IoTセンサー、ドローン、AI映像解析等で施設データをリアルタイムで収集・分析し、科学的な維持管理意思決定を支援

構造物の劣化状態を分析し、故障や破損を事前に予測して予防保全（Predictive Maintenance）を可能とする

BIM、Digital Twin、GIS等で設計-施工-維持管理の全プロセスを統合的に管理するとともに協働および情報共有を効率化



35

2. スマートインフラ維持管理技術

❖ スマート維持管理技術 - チョンダム大橋

- ✓ レールカムやワイヤーカムなどの欠陥検出用IoTベース映像ロボットを設置して橋梁全体をスキャン
- ✓ AIによる解析を通じて、欠陥および構造状態を自動で把握
- ✓ 無線センサーを用いて、現在の構造安全性を評価

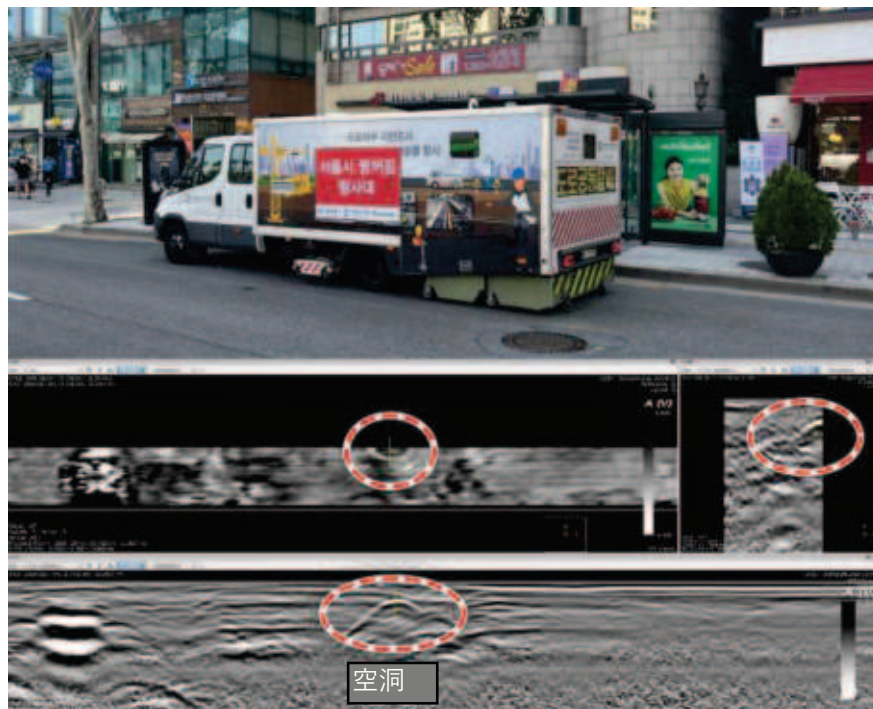


すべての情報は無線通信で送信され、BIMベースの維持管理Platformで統合管理

2. スマートインフラ維持管理技術

❖ 地下GPRを活用した空洞探査・マッピング(ソウル市)

- ✓ 道路下部を大規模かつ定期的に調査し、新たな空洞を先行的に発見して補修意思決定に活用
- ✓ 調査深度・解像度が高い新技術(max約20m検知)で、シンクホール危険区間の識別を強化
- ✓ 市民公開討論や民間地図サービスの補完等データ公開・活用の課題(政策・疎通の課題)

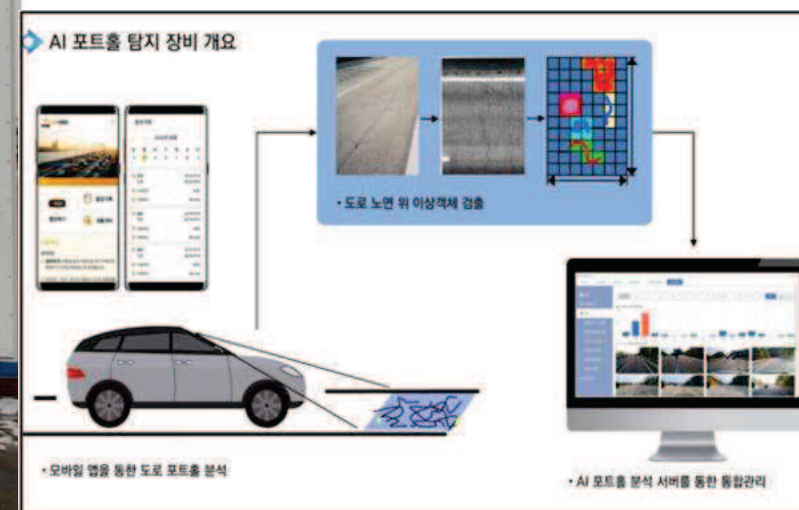


ソウル市はGPR広域探査で地盤空洞を早期に発見し、シンクホールを先制的に管理

2. スマートインフラ維持管理技術

❖ AIを活用した舗装ひび割れ自動診断(韓国道路公社)

- ✓ 映像でひび割れをDeep Learningで自動検出・分類しPavement Condition指標の高度化
- ✓ 繰り返し調査でひび割れの進行・悪化速度を追跡し、HPMS予算と補修時期の最適化に活用
- ✓ 韓国道路公社の研究報告書や学術誌で適用手順および改良履歴を公開し、現場適用性を評価



ディープラーニングに基づく舗装ひび割れ自動解析により、点検効率と精度が向上

2. スマートインフラ維持管理技術

❖ 自律飛行ドローンによる3Dスキャンング点検(韓国道路公社)

- ✓ 自律飛行ドローンが3Dスキャンングで橋梁形状を自動認識し、障害物を回避しながら撮
- ✓ 高解像度カメラを搭載し0.1mmレベルのひび割れまで検出、2台以上のドローンが同時飛行
- ✓ ドローンの撮影映像を統合し精密な3Dモデルを生成、AIの解析で損傷を自動で検知・分類



IoT・AIを活用してトンネル状態をリアルタイムで診断・予測・管理する
インテリジェント維持管理システムを構築

2. スマートインフラ維持管理技術

❖ トンネル3Dスキャニング技術(国土安全管理院)

- ✓ LiDARベースの機器でトンネル内壁の形状、断面、ひび割れ、たわみ等mm単位で精密計測
- ✓ Scan DataをBIM・Digital Twinモデルに換えて、施工、点検、維持管理データを統合管理
- ✓ 移動式プラットフォームで交通規制なしで迅速な計測が可能・作業効率と安全性が向上



トンネル変形をリアルタイム・定量的に分析、管理するスマート維持管理の中核技術

2. スマートインフラ維持管理技術

❖ 老朽構造物スマート維持管理プラットフォーム(ソウル市)

- ✓ 橋梁の挙動・環境・交通データを長期蓄積してビックデータを集中して構築
- ✓ 老朽度の評価アルゴリズムを開発し、収集データをもとに類似のインフラの老朽度を予測
- ✓ 橋梁の老朽化に関するデータを構築し、老朽化した橋梁の維持管理技術の高度化を推進

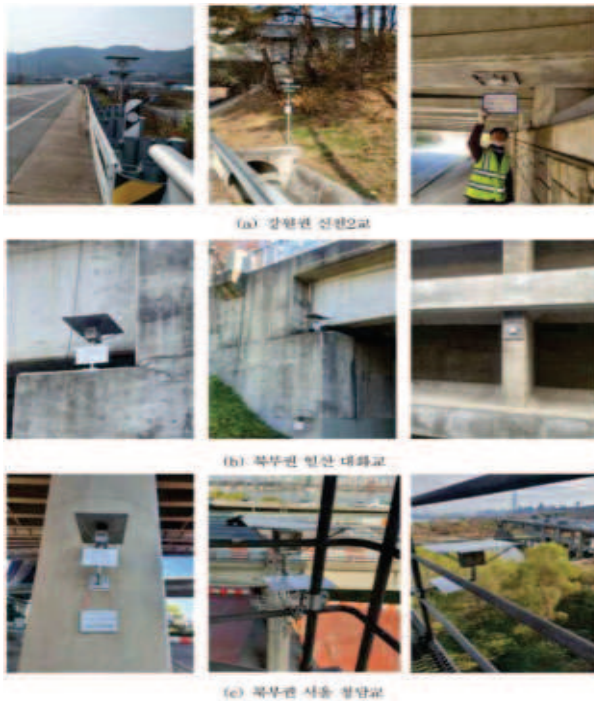


施設物の老朽度を評価し、未来を予測できる技術

2. スマートインフラ維持管理技術

❖ 橋梁構造物スマート維持管理プラットフォーム(KICT)

- ✓ 橋梁維持管理に必要な情報を効果的に提供できる機能を備えたプラットフォーム
- ✓ 橋梁老朽化に関するビッグデータと、維持管理に必要な情報提供機能を搭載
- ✓ ビッグデータとAIを基盤として橋梁の老朽度を評価し、将来の状態を予測



교량 구조물 스마트 유지관리 플랫폼(<https://bmaps.kr/>) 화면

施設の老朽度を評価し、将来を予測できる技術

Summary and Key Words

❖ デジタルツイン(Digital Twin)

- リアルタイム状態モニタリングと予測保全(Predictive Maintenance)の実施
- BIM に基づく施設物ライフサイクル管理およびシミュレーション活用

❖ スマートセンシング & AIの融合(Smart Sensing & AI)

- IoTセンサーを通じて構造物の振動・変形データを収集
- AI解析により、ひび割れ・漏水・沈下などを自動検知し、リスクを予測

❖ データ統合プラットフォーム (Data Integration Platform) -

- 分散された施設物情報を統合したデータベース (DB) を構築
- クラウド基盤の維持管理意思決定支援システム (DSS) を運用

持続可能なインフラ維持管理の現状と展望

- スマート維持管理技術を中心に -

IV. 基盤施設ヘルスチェックレポート

K-Infrastructure Report Card(IRC)

1. Infrastructure Report Card(IRC)

❖ 推進の背景および概要

- ✓ インフラ施設に関する統合評価報告書で、適正な維持管理の現状および示唆点を提示
- ✓ 老朽化に備え、効率的な財政投入と現在と将来の展望を示し、国家レベルでインフラ安全性を向上
- ✓ 国土交通部の「第1次インフラ施設管理基本計画」(2025年～)における推進課題として反映

[전략3] 스마트維持管理による産業育成の推進

제1차 기반시설관리 기본계획

2020 ~ 2025

국 토 교 통 부

추진과제	추진기관	추진일정
Ⅰ 데이터 기반 과학적 관리체계 구축		
가. 인프라 총조사(기반시설 실태조사) 시행		
• 인프라 총조사를 통한 DB화	국토부(시설안전과)	'20~'24
• 기반시설 건강진단서 정기 발행	국토부(시설안전과)	'25
나. 기반시설 통합관리시스템 구축·운영		
• 기반시설 통합관리시스템 구축	국토부(시설안전과)	'20~'24
• 기반시설 정보관리 공통기준 마련	국토부(시설안전과)	'20~'24
다. 지자체 관리시스템 구축 지원		
• 국가 구축 시스템 지자체 활용 시범사업 및 행정지원	중앙행정기관	'21~

インフラ老朽化への備え → 効率的な財政投入と国家的な安全性向上

1. Infrastructure Report Card(IRC)

❖ 海外におけるIRC事例

- ✓ アメリカを含む6か国でIRCを発刊中。多くは専門家による定性的評価
- ✓ 委員会(産/学/官)が、資料検討・会議・専門家の意見反映などで施設の種別評価基準に基づいて等級を算定

【海外IRCの現況】

国	発刊名(初回発行年度)	対象施設	発行元	主な内容
米国	Report Card for America's Infrastructure (1988)	17か所(空港、エネルギー、運送など)	米国土木学会(ASCE)	・ 状態、財政調達、将来需要、運営・維持管理、公共安全、回復力、イノベーションなどに関する定性的評価を実施し、代表等級を算定 ・ 海外の政策資料の提供および国民広報活動でインフラ再建への投資を促進
日本	基盤施設健康診断書(2016)	6か所(道路、港湾、水資源など)	日本土木学会(JSCE)	・ 状態、老朽度などの定量的指標を基に、委員会が総合的に評価し、代表等級(グレード)を算定 ・ インフラ施設に対する国民の理解を促進し、改善策を提示 → 老朽インフラの維持補修予算の策定根拠および専門人材の確保を目指す
カナダ	Canadian Infrastructure Report Card (2012)	7か所(道路、文化・レジャー施設)	産学管共同	・ 資産状態などの定量指標(良好・不良等の割合)のみ提示、代表等級は提示しない ・ 管理主体および利害関係者の協議時の参考資料として活用
英国	State of the Nation Infrastructure (2003)	6か所(エネルギー、交通、洪水管理など)	英国土木学会(ICE)	・ 当初は代表等級を算定していたが、2015年以降の刊行物ではインフラ環境改善のための事例および実行課題を中心に記載 ・ 基盤施設の利害関係者の議論資料として活用、基盤施設の改善・措置事項を政策に反映することを目的とする
豪州	Infrastructure Australia Annual Report (1999)	11か所(道路、鉄道、通信など)	Infrastructure Australia	・ 当初は代表等級を算定していたが、2010年以降の刊行物ではインフラ監査報告書や計画報告書等に置き換えられた ・ 状況、財務諸表、優先順位などが記載され、議会の政策決定時に活用
南アフリカ共和国	Infrastructure Report Card for South Africa (2006)	13か所(水資源、資源、廃棄物、空港など)	南アフリカ共和国土木学会(SAICE)	・ 主に状態と性能に関する評価と改善に向けた課題を記載(代表等級を算定) ・ インフラの予防的維持管理のための予算確保の改善を目的として活用

インフラ施設DBプラットフォームを活用した定量的評価も可能で、
日本の事例を重点的に反映

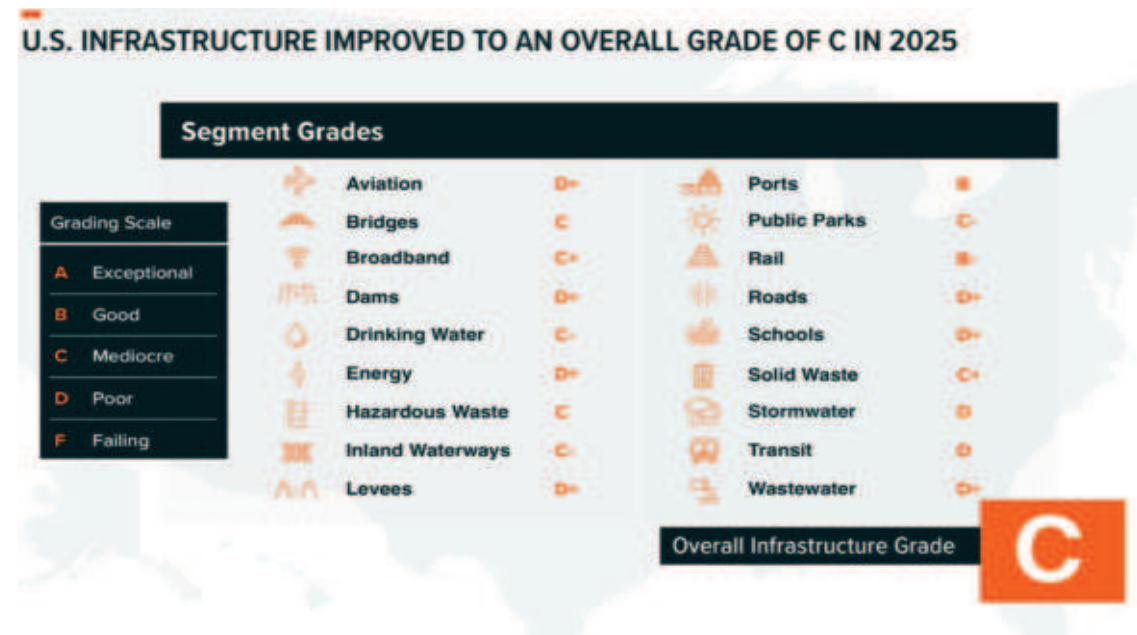
1. Infrastructure Report Card(IRC)

❖ 海外におけるIRC事例 – 米国 / REPORT CARD for America's Infrastructure 2025

- ✓ 基盤施設の現状および需要調査を通じて改善策を提示することを目的に、1988年初発刊
- ✓ 豊富な経験と専門知識を持つ31名の専任土木エンジニアで構成されたASCEインフラ委員会
- ✓ 州政府など発刊するインフラ関連報告書を活用し、8つの評価項目ごとに100点満点で採点



【米国IRCの例】



最低12か月間プロセスに沿ってレポートカードを発刊 → 総合等級C

1. Infrastructure Report Card(IRC)

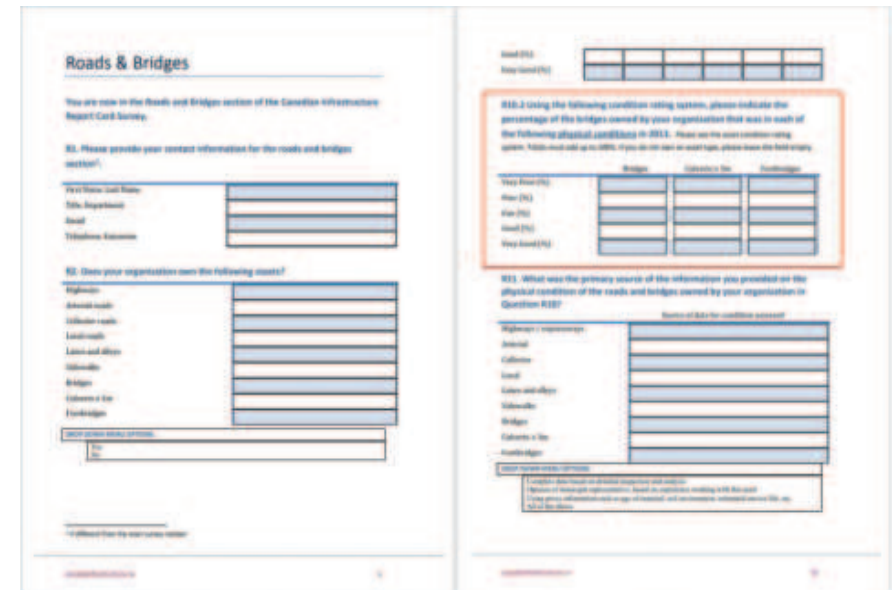
❖ 海外におけるIRC事例 – カナダ / Canadian IRC 2019

- ✓ 管理主体および利害関係者の議論のための参考資料として活用され、2012年に初発刊
- ✓ 公共インフラ(道路・橋梁、文化施設、上下水道、公共交通等)の状況と投資の重要性を強調
- ✓ カナダIRCの最大の特徴は、自治体を対象としたアンケート調査のみで作成されている点

【カナダIRCの例】



【CCPIS質問の例】



The figure shows two example questionnaire forms from the Canadian Infrastructure Report Card 2019. The first form is titled "Roads & Bridges" and contains questions R1, R2, and R3. R1 asks for contact information for the roads and bridges section. R2 asks for the percentage of the roads and bridges owned by the organization that was in each of the following physical condition in 2013. R3 asks for the primary source of the information provided in Question R2. The second form is titled "Bridges" and contains questions B1, B2, and B3. B1 asks for contact information for the bridges section. B2 asks for the percentage of the bridges owned by the organization that was in each of the following physical condition in 2013. B3 asks for the primary source of the information provided in Question B2. Both forms include a table for recording the percentage of assets in each condition category.

自治体にアンケート(CCPIS)を配布して結果を総合

1. Infrastructure Report Card(IRC)

❖ 海外におけるIRC事例 – 日本 / インフラ健康診断書2024

- ✓ 全国の道路管理者による点検・診断結果や供用年数等を総合的に判断し、定性的に判断
- ✓ 健全性を維持・回復するための維持管理行為が実施された場合、将来の健全度を評価
- ✓ 情報管理や運用体制(計画的な点検実施、補修実施状況、個別施設の計画策定等)を参照

【施設の健康度等級の基準】

区分	内容
A(健全)	大部分の施設で劣化が発生していない状況
B(良好)	ある程度の施設で劣化が進行中の状況
C(要注意)	少ない数の施設で劣化が進み、早期修理が必要な状況
D(要警戒)	多くの施設で劣化が進み、補修・補強などが必要な状況
E(危機)	全体的に劣化がひどく、対策が急がれる状況

【診断結果】

도로 부문			
시설	교량	터널	노면(포장)
2024년도 평가	B →	C →	C →
2020년도 평가	C ↓	D ↓	C ↓

【維持管理体系(展望)基準】

区分	内容
↗ (改善)	現在の管理システムが続くと、健康状態が改善されると思われる状況
→ (現状維持)	現在の管理システムが続くと、現在の健康状態に変わりがないと思われる状況
↘ (悪化)	現在の管理システムが改善されない限り、健康状態が悪くなりうる状況



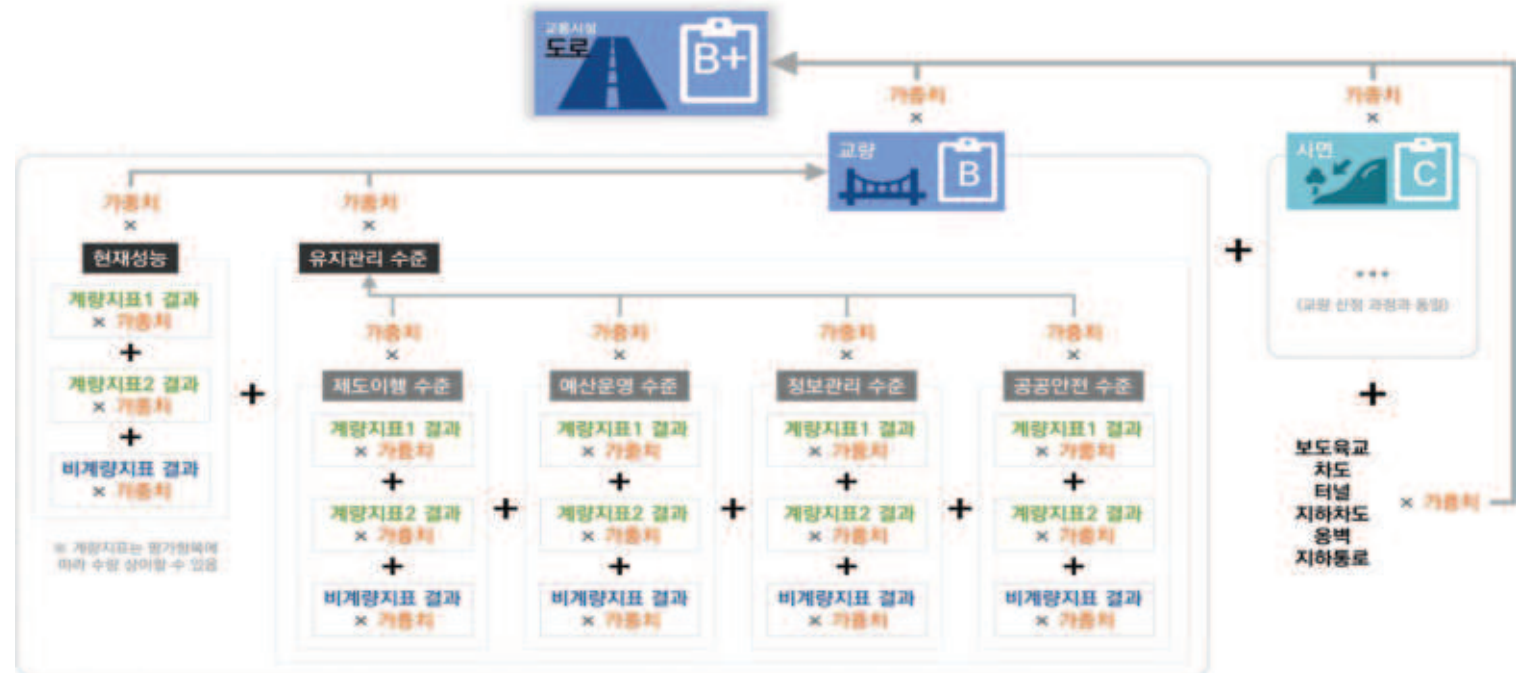
収集された資料に基づき専門家が総合的に評価 → 標準化されたガイドラインはない

2. 基盤施設の健康診断書 K-IRC 2025

❖ 総合等級算定プロセス

- ✓ 基盤施設ヘルスレポート発刊のため、学会・研究機関・管理主体で専門家協議体を組織
- ✓ IRC作成のための標準化された手続きを確立
- ✓ 施設単位評価ではなく、8種道路インフラ別評価のため可用データの水準を考慮して細分化

等級	
優秀	A+
	A
	A-
良好	B+
	B
	B-
普通	C+
	C
	C-
不備	D+
	D
	D-
不良	E

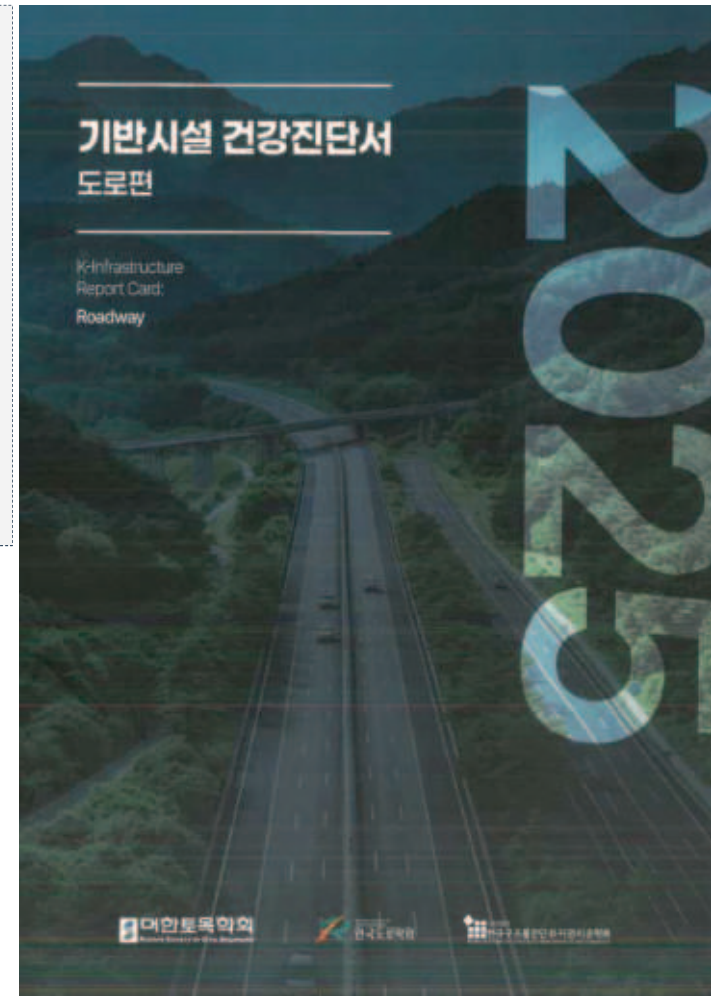


10の定量指標と5の非定量指標により詳細評価基準を設定

2. 基盤施設の健康診断書 K-IRC 2025

❖ 評価結果

- ✓ 基盤施設ヘルスレポート（道路編）発刊（2025）
- ✓ 現在実施中の診断および点検結果に基づいて作成
- ✓ 専門家による詳細診断を通じ、新たな診断体系を構築
- ✓ 診断対象 – 道路インフラに含まれる8種類の施設
[車道／橋梁／トンネル／歩道橋／地下車道／地下通路／切土法面／擁壁]
- ✓ 各施設ごとに診断し、道路インフラ全体の総合等級を算出



10の計量指標と5の非計量指標で細部評価基準を設定

2. 基盤施設の健康診断書 K-IRC 2025

❖ 道路 Road

- ✓ 現在の道路施設は、一定水準以上の機能および安全性を確保
- ✓ 重大な構造的欠陥や性能低下が広範囲に発生した事例は稀
- ✓ 維持管理水準が向上した施設はなく、多くは現状を維持するか、徐々に劣化する傾向

交通施設	
道路	
制度履行	→
予算運営	→
公共安全	→
未来対処	↘

車道	B ⁻	橋梁	B ⁰
トンネル	B ⁺	歩道橋	B ⁰
地下車道	B ⁺	地下通路	B ⁺
切土斜面	B ⁻	擁壁	B ⁺

区分	橋梁	歩道橋	トンネル	地下車道	地下通路	切土斜面	擁壁	車道 (道路舗装)
箇所数	42,991	1,672	3,047	3,217	7,273	33,522	5,535	総延長 113,405km
面積 (km ²)	60.11	7.04	23.72	3.61	1.50	0.14	24.26	
備考	等級反映率 55%							PMSレポート 参照

道路基盤施設の評価結果は総合等級B⁰で、全体的に良好な水準と評価される

2. 基盤施設の健康診断書 K-IRC 2025

❖ 橋梁 Bridge

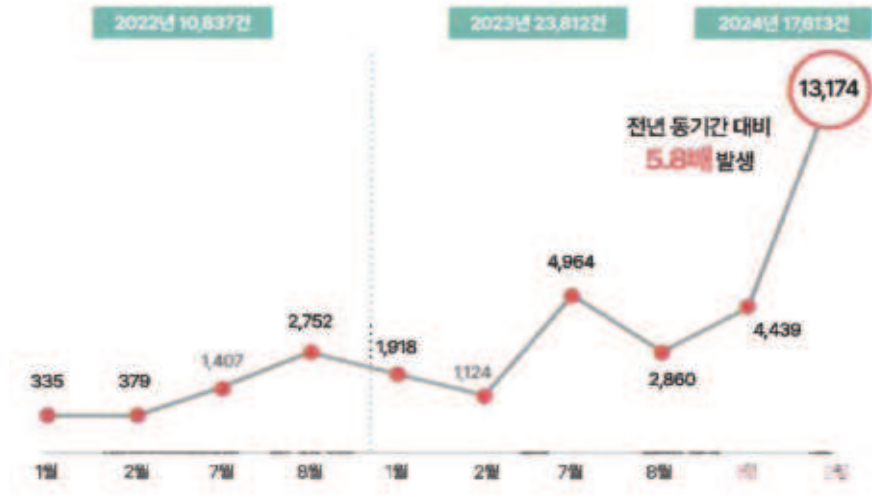
- ✓ 全般的に、予算運用・公共安全・将来対応の項目で低評価
- ✓ 車道は見た目が良好でも、気候変動や道路沈下等潜在的リスクへの備えが必要
- ✓ 評価が低い背景には、近年頻発しているポットホールおよびシンクホール事故が関連



【道路補修の現況】



維持管理 水準 詳細	
制度履行	↘
予算運営	↘
公共安全	↘
未来対応	↓



【ポットホール苦情件数の推移】

車道（道路舗装）の評価結果は総合等級B-で、比較的低い評価

2. 基盤施設の健康診断書 K-IRC 2025

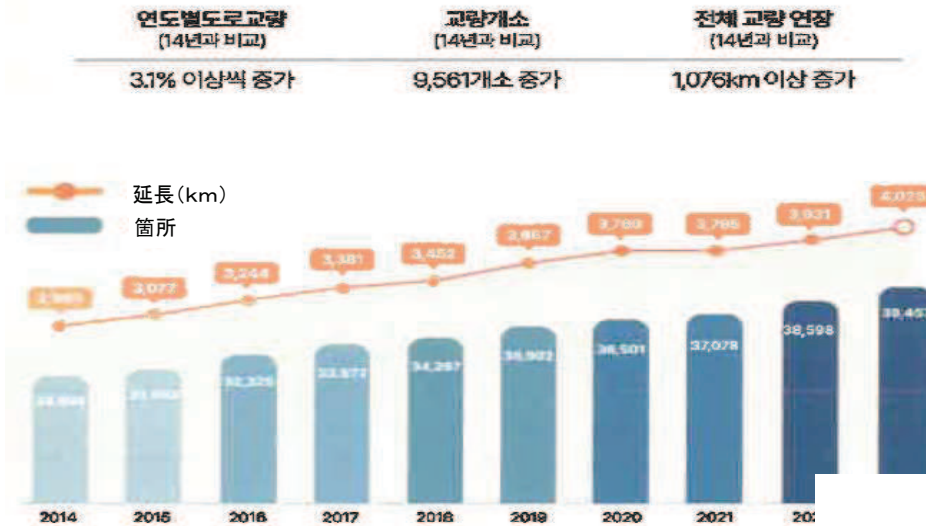
❖ 車道路 (道路舗装) Pavement

- ✓ 法的基準に沿った点検と管理体制：適切に運用
- ✓ 事故予防やリスク対応等公共安全の確保は、相対的に不十分
- ✓ 中長期の管理対策はまだだが、現行の維持管理体制で当面は現状維持が可能と診断される



維持管理 水準 詳細

制度履行	→
予算運営	→
公共安全	→
未来対処	→



【道路橋梁の現況】

橋梁の評価結果は総合等級B⁰で全般的に良好な評価

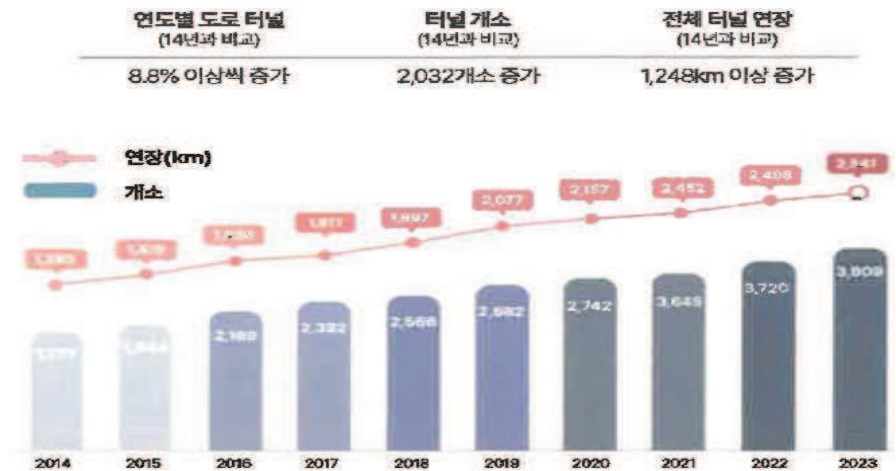
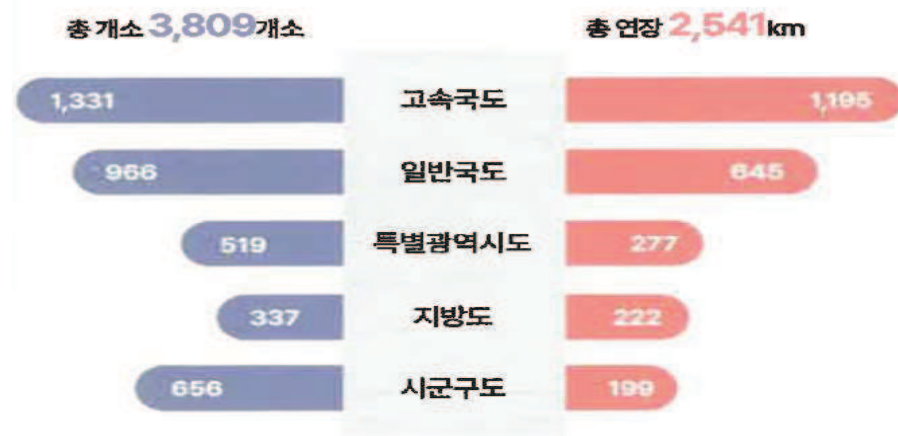
2. 基盤施設の健康診断書 K-IRC 2025

❖ トンネル Tunnel

- ✓ トンネル内のコンクリートライニングおよび地盤構造は、比較的安定的に維持されている
- ✓ 定期点検と補修も法的基準に基づき的確に実施
- ✓ トンネル内火災事故に備えるため、関連予算の安定的確保と体系的な改善計画の策定が必須



유지관리 수준 상세	
제도이행	→
예산운영	→
공공안전	→
미래대처	→



【道路トンネルの現況】

橋梁の評価結果は総合等級B+で道路基盤施設の中で良好な評価

Summary and Key Words

❖ 評価システム (Assessment Framework)

- 「状態(Condition)－性能(Performance)－リスク(Risk)」の3段階診断を実施
- A～E等級による評価および主要指標(舗装ひび割れ、平坦性、排水性など)を設定

❖ 性能評価 (Performance Index)

- 道路の構造的安定性および交通サービス水準 (LOS) を分析
- 豪雨・猛暑など気候影響による耐久性低下指数を反映

❖ 気候影響（豪雨・猛暑）による耐久性低下指数を反映

- 定期的なレポートカード発行と成果基盤維持管理の制度化
- 老朽化した道路の優先整備および予防的補修政策を強化

I. 持続可能性 (Sustainability)

- インフラのライフサイクルコスト（LCC）に基づく維持管理へのシフトが必要
- カーボンニュートラル型・省エネルギー型の材料および工法を適用
- 社会的・経済的・環境的価値を統合した維持管理評価体系を構築

II. スマート化 (Smartization)

- デジタルツイン・AI・IoTを基盤とした「予測型管理システム」の定着
- 統合プラットフォームによるデータの標準化および機関間共有の促進
- スマートシティと連携した知能型インフラ管理基盤を構築

III. ガバナンス (Governance)

- 中央政府－自治体－民間が連携する協働型維持管理ガバナンスを構築
- 成果基盤型予算制度（PBBS）および官民共同投資の活性化
- 法制度の改善および技術基準（K-Infra Code）の整備を推進

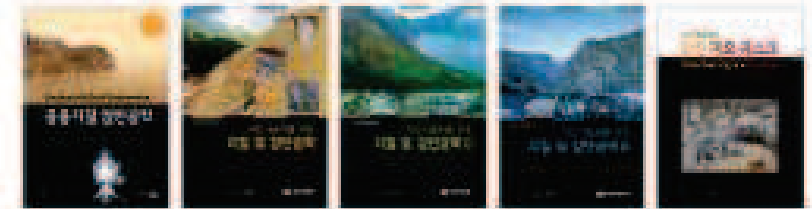
持続可能なインフラ維持管理= Sustainability + Smartization + Governance

ご清聴ありがとうございました。



Kim Young Geun's BOOKS

암반공학 시리즈 ROCK Engineering Series



터널공학 시리즈 TUNNEL Engineering Series



터널맨 시리즈 TUNNELMAN Series

