

SIDEX, 미래 서울을 위한 도시기반시설관리의 혁신전략

Seoul Infrastructure Data **EX**pressway

김정환 | 연구위원, 인프라기술연구실



01

SIDEX,
Seoul Infrastructure
Data EXpressway

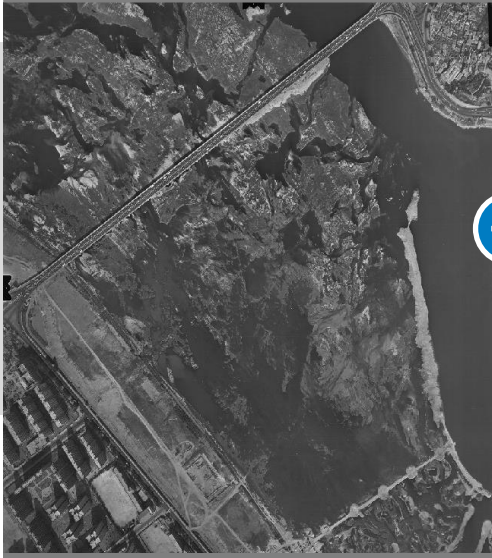


01

도시 서울의 발전과 노후화

40년 짧은 시간동안 매우 빠른 발전, 근대화 이후 전후 복구와 개발을 동시 진행

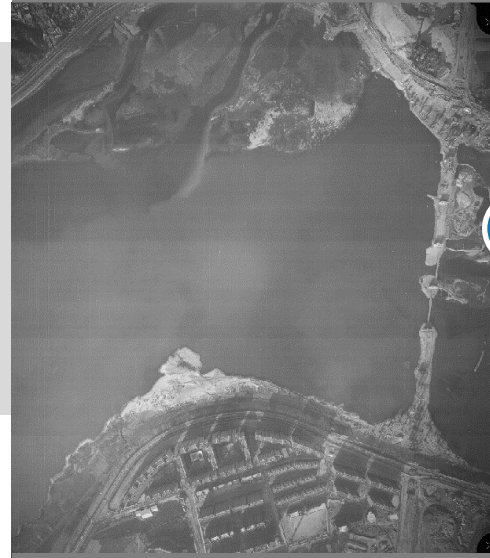
1978 마포대교



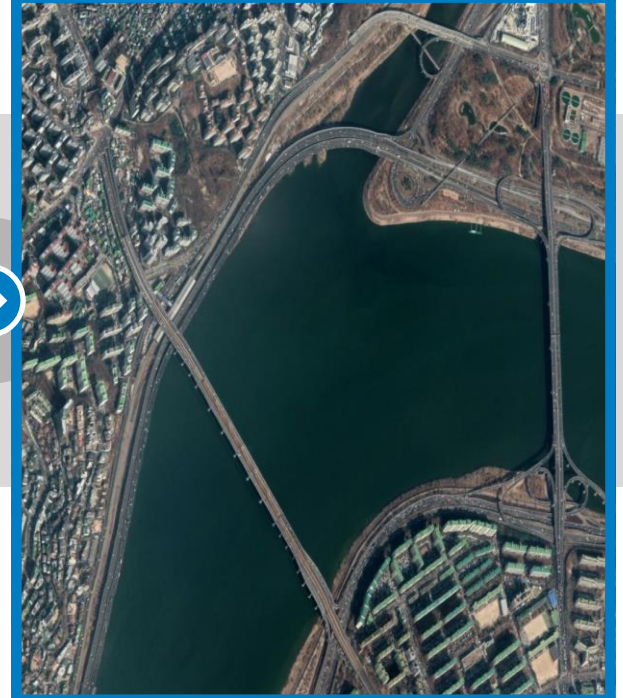
2018 마포대교



1978 성수대교



2018 성수대교



인프라의 수명 약 50년 노후화의 문제도 동시 발생

02

노후 인프라 시설 관리 현황과 유지관리 비용

사용연수 중심의 유지관리에서 성능중심 유지관리로 전환 필요

GDP
대한민국 국내총생산
1893조원

SAMSUNG
삼성전자 연 매출
241조원

기반시설물 자산가치

국내 총생산의 약 1128%

≈ 2경원

-404조 원

감가상각율 2%/년 ≈ 21% of GDP
∴ 구조물 기대수명 ≈ 50년



기반시설 노후화

'26년 61%

↓

'35년 85% (▲24%)

$\frac{\text{사용연수 30년}}{\text{기대수명 50년}} \times 100\% = \text{노후도 60\%}$

∴ 잔존수명 = 20년?

자산관리 개념 + 첨단관리시스템 + 객관적 성능평가 + 취약도 판별

[안전문제, 예산 동반 성능중심 관리 대비책 마련 필요]

03

서울시의 기반시설 현황

시설물 6,268 개소 / 시설물 24,681 km

18종 기반시설

도로 시설물		하수도	
1	교량	11	하수관로
2	터널	12	하수처리장
3	공동구	하천	
4	옹벽	13	보
5	절토사면	14	수문
상수도		15	제방
6	상수관로	16	배수펌프장
7	정수장	지하철	
8	취수장	역사 329개소, 교량 42개소(25km), 터널 302개소(1156.5km)	
9	가압장		
10	배수지	18	건축물

4,803개소 (도로 시설물)
573개소 (하천, 보, 수문, 제방, 배수펌프장)
207개소 (13,649km) (상수도)

48개 부서

구분	설계	시공	유지관리
도로	• 도로계획과 • 도기본 토목부 • 도기본 방재시설부	• 도기본 토목부 • 도기본 방재시설부	• 도로시설과(고가차도, 지하차도, 터널) • 교량안전과(한강교량) • 도로사업소(포장 및 시설물) • 서울시설공단(자동차전용도로)
상수도	• 서울아리수본부	• 서울아리수본부	• 수도사업소 • 아리수 정수센터
하수도	• 물재생계획과 • 물재생시설과 • 자치구 치수과	• 도기본 방재시설부 • 자치구 치수과	• 물재생센터 • 자치구 치수과
하천	• 치수안전과 • 미래한강본부 • 자치구 치수과	• 도기본 방재시설부 • 미래한강본부 • 자치구 치수과	• 치수안전과 • 미래한강본부 • 자치구 치수과
지하철	• 도기본 도시철도 설계부 • 도기본 도시철도 건축부 • 도기본 도시철도 설비부	• 도기본 도시철도 사업부 • 도기본 도시철도 토목부 • 도기본 도시철도 건축부 • 도기본 도시철도 설비부	• 서울교통공사
건축물	• 도기본 건축부 • 서울주택도시공사	• 도기본 건축부 • 서울주택도시공사	• 해당 시설 인계부서
에너지시설	• 서울에너지공사	• 서울에너지공사	• 서울에너지공사
공동구	• 서울주택도시공사	• 서울주택도시공사	• 서울시설공단

4개 주요시스템



[다양하고 복잡한 시설, 관리체계 패러다임의 변화 필요]

04

기반시설의 안전과 관리

4차 산업혁명, 관리체계 개선의 새로운 요구

법 제·개정으로 기반시설 관리체계 개선

안전

사고 후 법개정으로 개선

▶▶ 스마트 기술 도입 ▶▶

기술발전으로 노후화 대비

자산

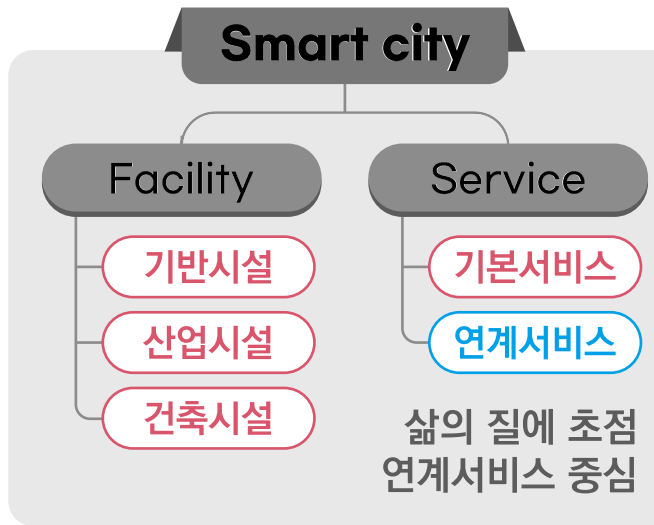


안전사고 예방이 아닌 **기술개발**로 기반시설 건설 및 **관리체계 개선**을 위한 정책 도입

05

스마트시티와 기반시설 디지털 전환

다양한 기반시설 관리 사업의 추진동력을 위한 서울시의 디지털 전환



서울시 스마트도시 및 정보화 기본계획 (2021~2025)

인프라	행정	<ul style="list-style-type: none"> 감염병 취약계층 에너지 풍수해 기반시설 ...
데이터	취약계층	
사이버 안전	교통	
경제	도시안전	

기본계획 내 기반시설 관리 내용 미흡

개별부서에서 기반시설 DX 사업 추진

- 2020 서울시 도로시설물 스마트 유지관리시스템 도입방안
- 2020 서울시 스마트건설기술 도입방안
- 2022 서울시 청담대교 시범사업
- 2022 서울시 BIM 적용 가이드라인 및 로드맵
- 2023~2024 서울시 BIM 적용 지침

법제도 및 상위계획 부재로 추진 동력 약함

- 디지털정책관
- 기술심사담당관
- 재난안전실
- 도시교통실
- 도시계획국
- 소방재난본부



지속되지 않을 경우 사회적, 경제적 파급효과 大

시민의 삶의 질을 위해 기반시설은 상시 기능 유지가 핵심

06

기반시설 데이터 수집 및 활용 현황

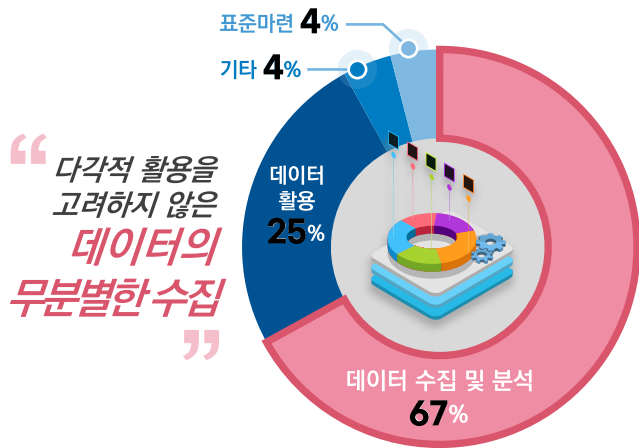
데이터 활용을 고려한 데이터 (운영 관리 or 표준) 체계 부재

AS-IS

TO-BE?

데이터 품질 및 표준

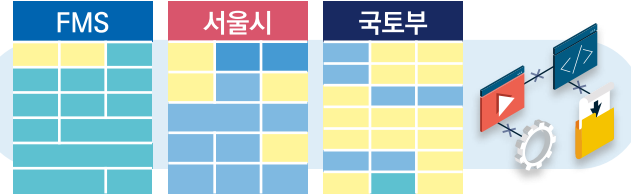
- ☑ [품질] 데이터 중복 및 누락 등 낮은 신뢰성
- ☑ [표준] 데이터 활용 및 목적의 모호성(불명확)



[서울시 DX 정책 및 사업용역 발주 현황]

데이터 분절

- ☑ 관리 시스템간 데이터 연결 부재



- ☑ 단편적 활용을 위한 데이터 수집으로 시스템 구축 중복 투자



[자치구별 플랫폼 운영]

데이터 업데이트 및 관리

- ☑ 최초 데이터 수집 이후 관리 기능 부재로 데이터 미갱신 사례 다수

분류	시설물	개소/연장(km)	'20~'21	'22~'23	
교통 시설	도로	교량	896	완료	312 (26.1%) 관리부재
		터널	300	완료	
		옹벽	1,197	354 (21.0%)	
	철도	절토사면	491	완료	
		차도	8,328	완료	
		교량	42	91 (13.6%)	
유동·공급 시설	공동구	터널	292	미취합	
		옹벽/사면	9		
	수도 공급	역사	323		
		차량기지	5		
열공급	공동구	공동구	8	5 (62.5%)	
		가압장	65(중압장 155)	미취합	
	배수장	배수지	102		
		취정수장	24		68 (19.7%)
방재시설	하천	배수펌프장	120		
		상수관로	13,361	미취합	
환경 기초시설	하수도	열수송관	2	미취합	
		보	2	미취합	
		하천	수문	320	123 (25.5%)
환경 기초시설	하수도	제방	41	3 (75.0%)	
		하수처리장	4		
환경 기초시설	하수도	하수관로	10,828	미취합	

[데이터 활용 중심의 전 생애주기 관리 필요]

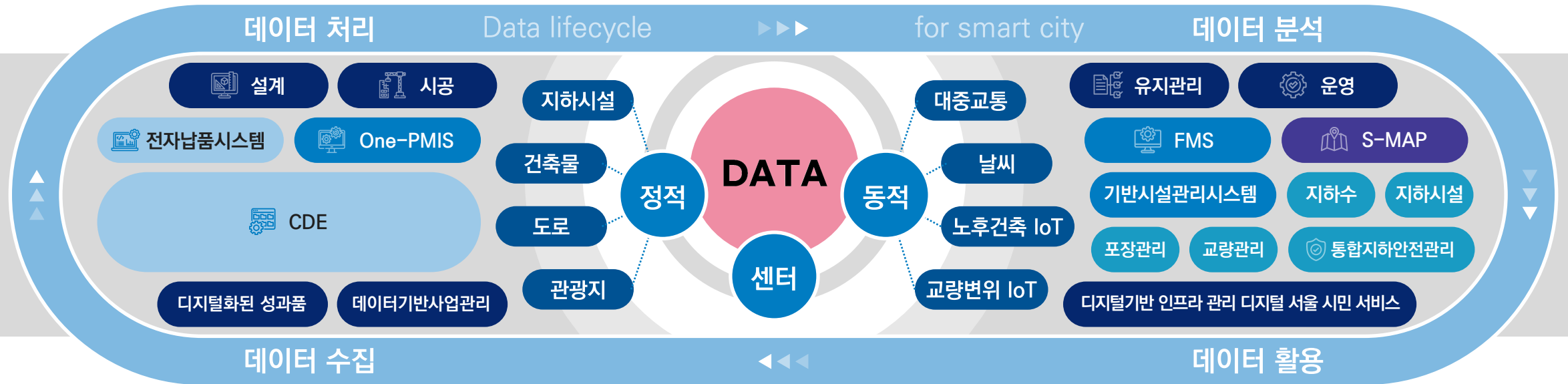
07

SIDEX(기반시설 DX)와 데이터의 순환

데이터의 수집에서 분석을 통한 예측과 활용으로 미래 문제에 대응

Seoul Infrastructure Data Expressway

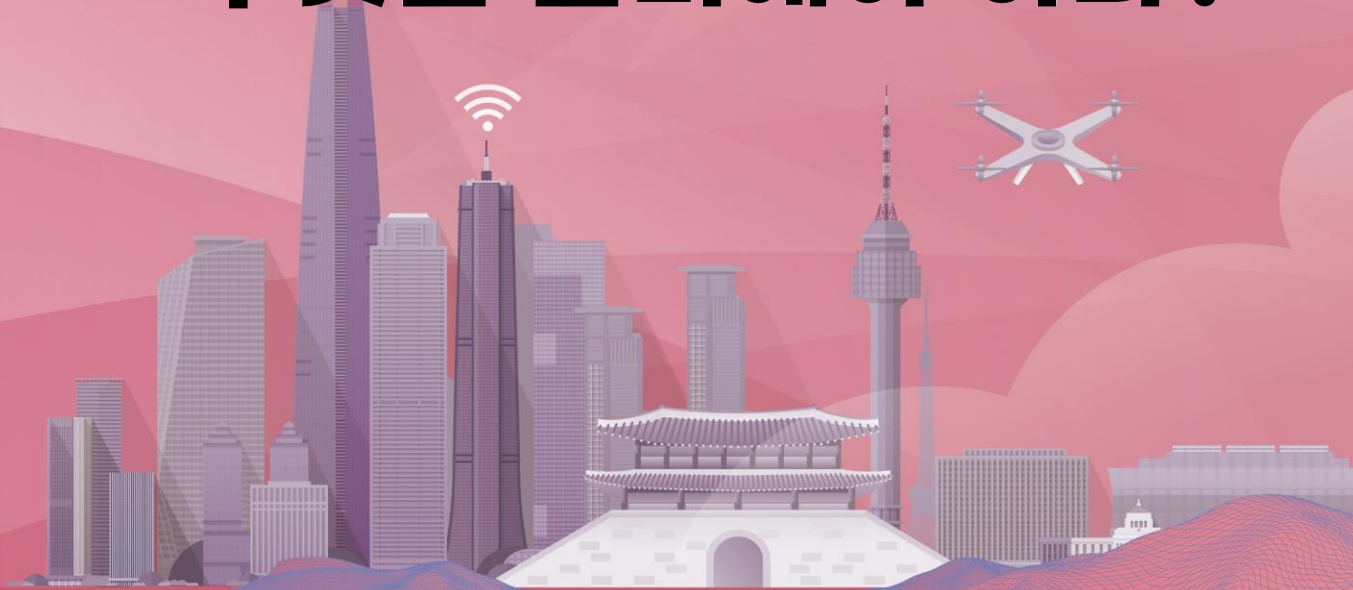
설계에서부터 운영 및 유지관리까지 개별 단계별 담당부서와 운영시스템이 달라도 디지털 모델과 연결 데이터는 자연스럽게 흘러가야 하는 데, 이를 데이터 익스프레스웨이라고 정의, 이를 통해 각 단계별에서 데이터를 공급하고 식별화 및 비 식별화 등의 처리과정을 거쳐 개별 시스템에서 활용



[**SIDEX 도입 및 데이터 순환으로 문제해결**]

02

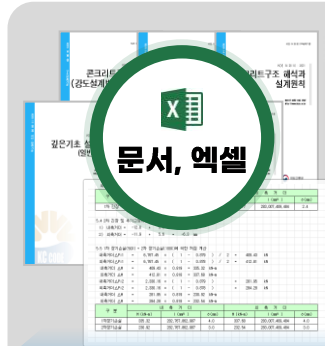
SIDEX, 무엇을 준비해야 하나?



08

BIM 전면 도입으로 기반시설 디지털 데이터 및 시스템 구축

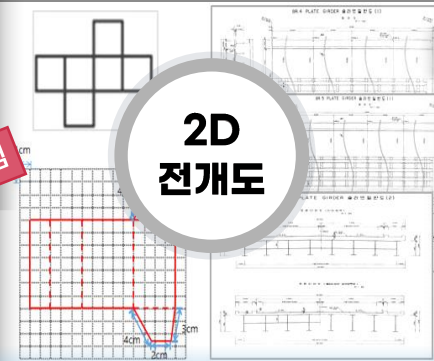
2030년 BIM 전면도입을 위한 적용지침 마련 및 단계별 적용



2D 정보 표현의 한계

전개도
2D 도면 CAD
점/선/면 정보
연계 확장 불리

문제점



BIM 정보 확장의 강점

3D 실제 형상/
좌표 BIM
3D(x,y,z) + α
(정보 확장 유리)



BIM 활용방안

4D

공사기간



5D

공사비용



6D

시뮬레이션 : 환경/장비 등



7D

유지관리

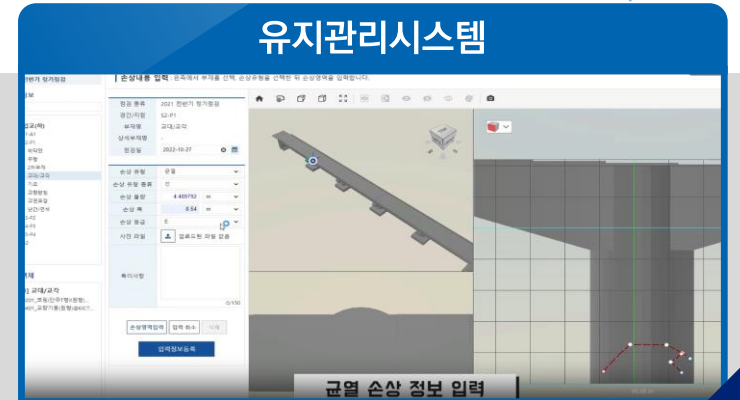
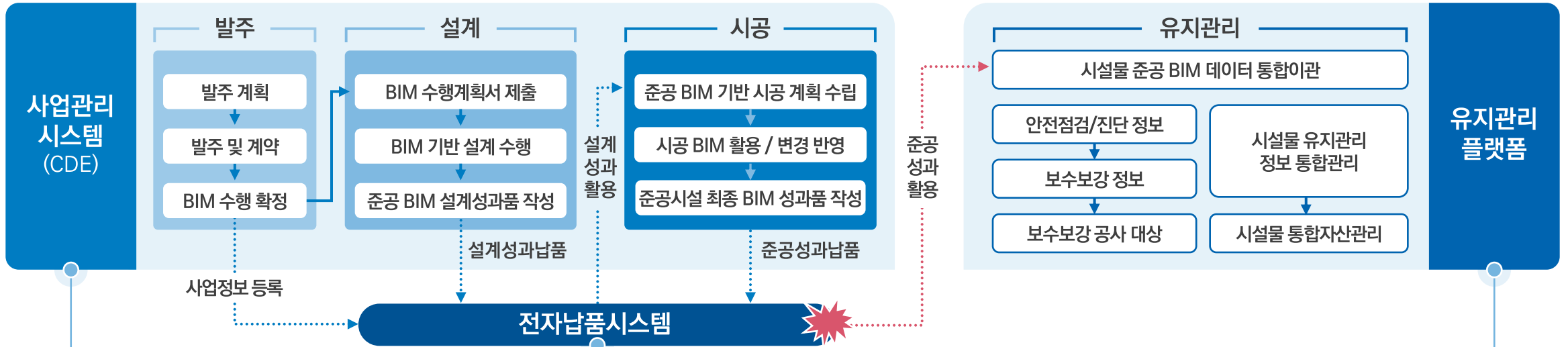


시설물 종류별 확대, 설계 BIM 정보의 단계적 확장

08

BIM 전면 도입으로 기반시설 디지털 데이터 및 시스템 구축

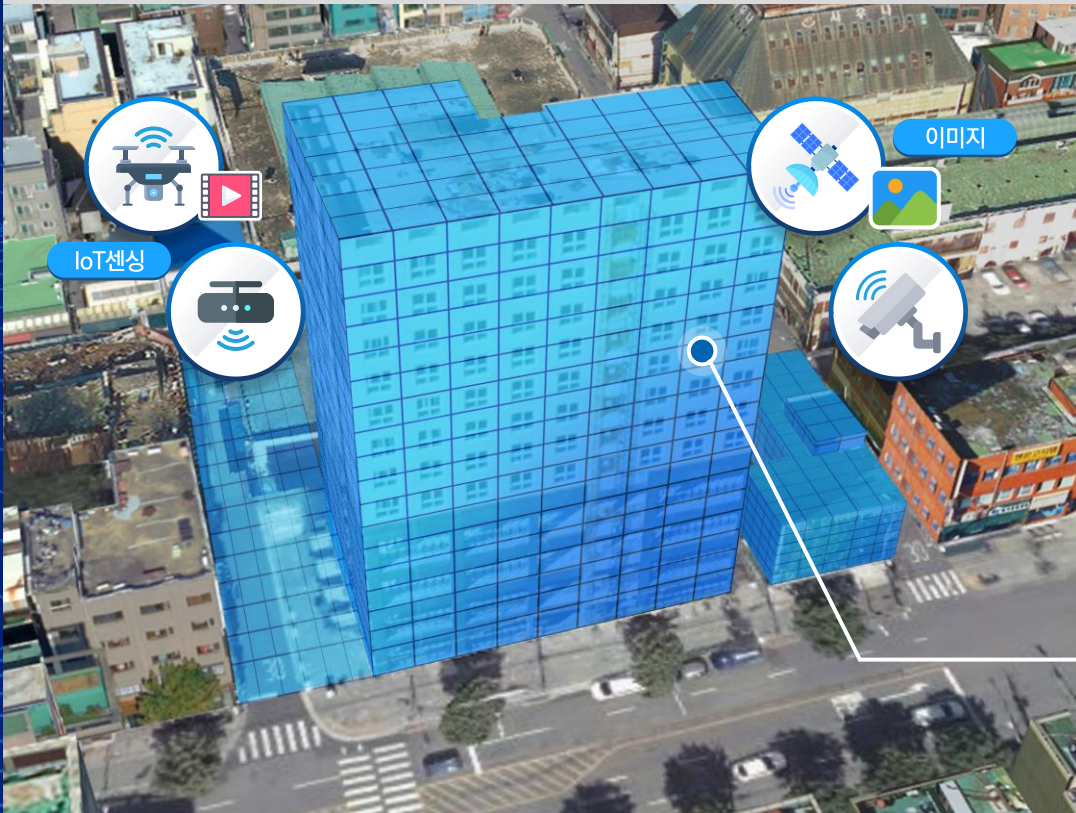
2030년 BIM 전면도입을 위한 적용지침 마련 및 단계별 적용



09

R2C(Real to Cyber) 데이터 연계를 위한 3차원 디지털 LA(Location Addressing)체계 전환

기존 모든 시설 데이터가 가지는 위치속성(지번, 도로명주소, 좌표)들의 정합성 오류 문제해결 및 데이터 현행화



문제점 위치속성 데이터 정합성 검사 결과

구분	지번주소	도로명	좌표	등급설명	개수	비율
A	○	○	○	모두 신뢰	3	0.18%
B	X	○	○	좌표와 도로명주소 신뢰	7	0.42%
C	○	X	○	지번주소 신뢰	90	5.36%
D	○	○	X	좌표 신뢰	882	52.53%
E	X	X	○	도로명주소 신뢰	0	0.00%
F	X	○	X	지번주소 신뢰	52	3.10%
G	○	X	X	신뢰 불가능	12	0.71%
H	X	X	X	신뢰 불가능	633	37.70%

37% 이상 3가지 위치속성
어느 것도 신뢰할 수 없는 데이터

도로, 건물이 없는 곳은 도로명 주소 없음 + 넓은 면적으로 정밀한 위치 소통 어려움

해결책 **디지털 정밀주소 체계 도입 (3D 정밀격자 주소)**

매번.정직.44@서초구
서울특별시 서초구 서초동 1322

정밀한 위치 소통을 위한 3차원 디지털 정밀 주소 체계 도입

10

SIDEX 구현을 위한 경량화 기준정보 (Metadata) 구축

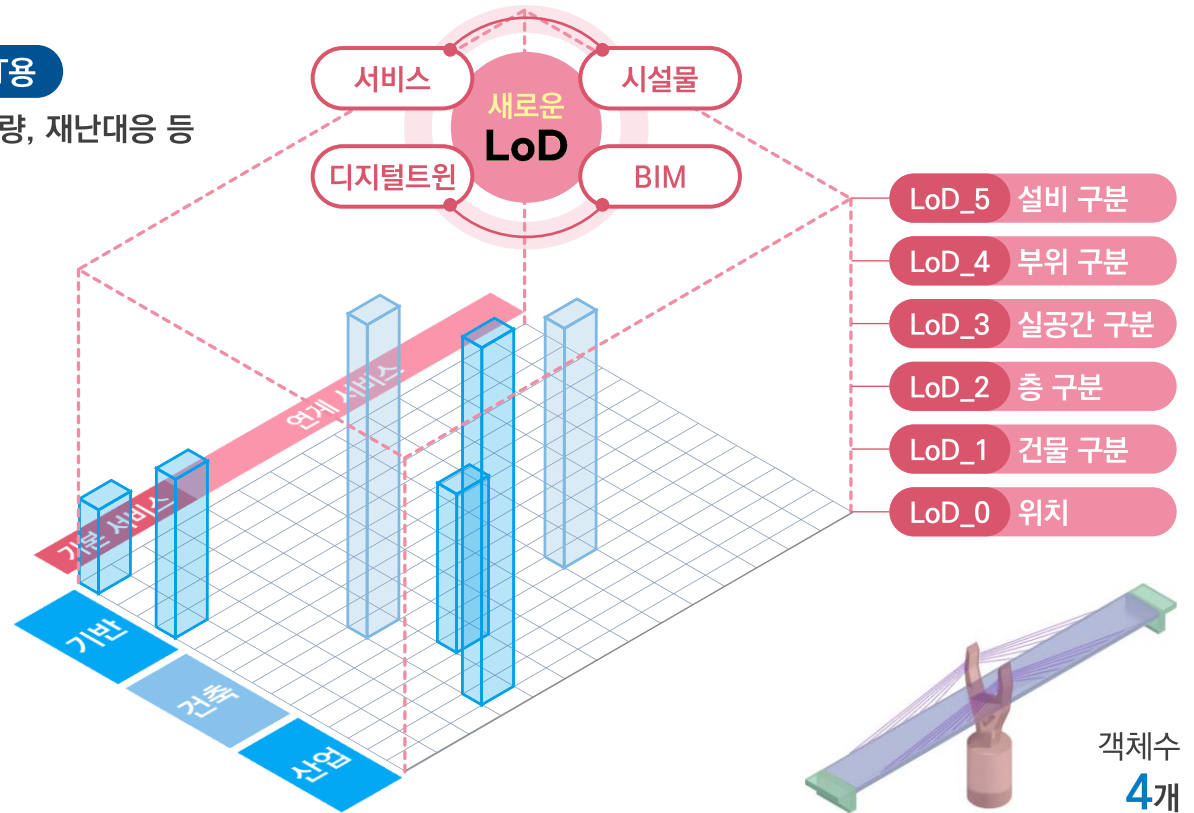
현재 작성 주체별 정보의 형식/내용 상이, 중복, 단절

설계·시공용
차수, 규격, 재료 등
객체수 **486개**

건설관리용
원가, 일정, 품질 등
객체수 **35개**

유지관리용
정기점검, 보수보강, 관리 비용 등
객체수 **7개**

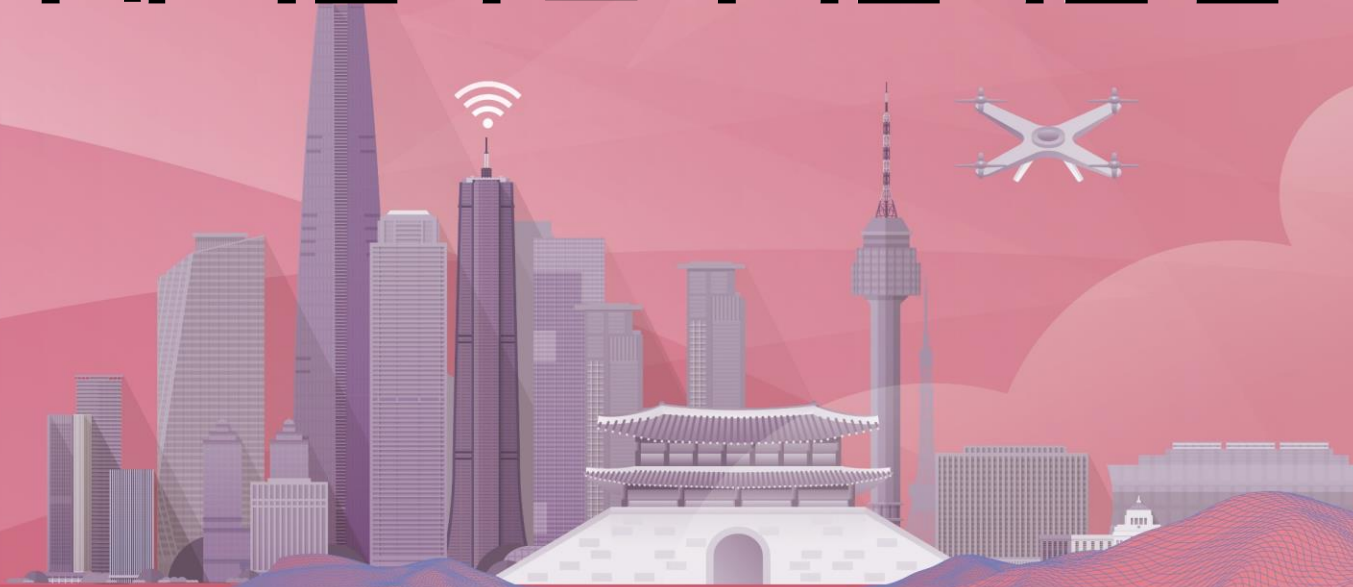
DT용
통행량, 재난대응 등



[별도의 LoD 정의 및 경량화 필요]

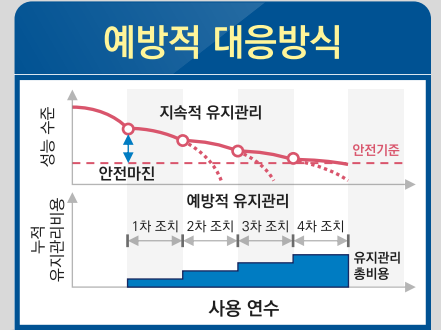
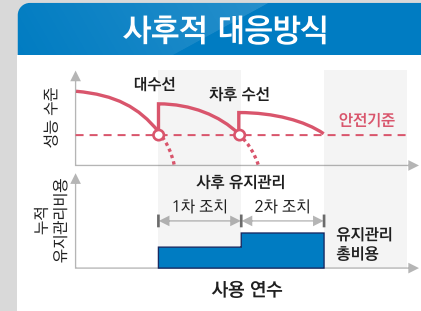
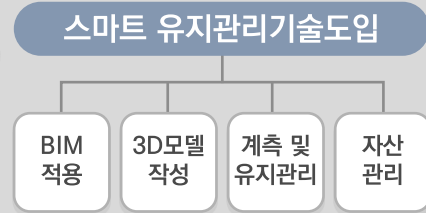
03

SIDEX, 미래 서울의 도시기반시설 관리?

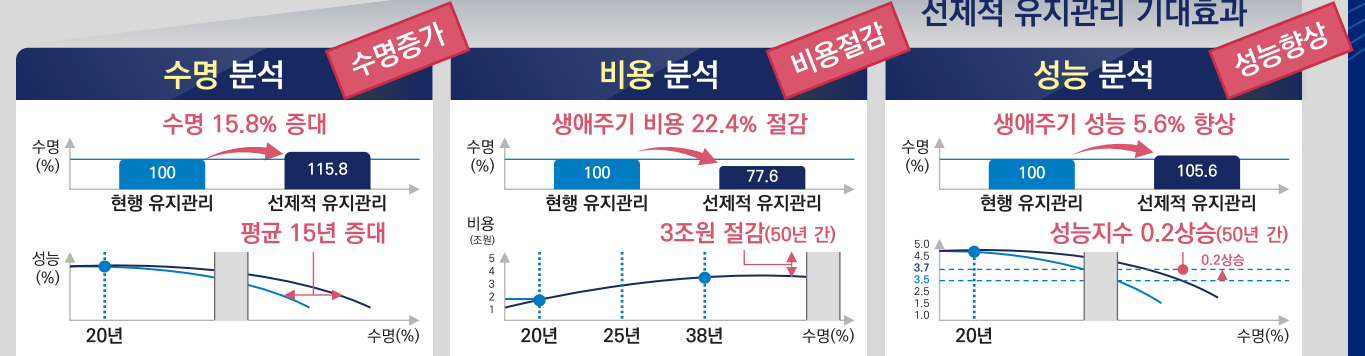


스마트 유지관리 체계 도입으로 안전강화 및 미래 비용 절감

BIM 및 첨단 기술을 사용하여 안전하고 경제적인 유지관리 업무 지원



전체시설의 향후 6년('20~'25)간 선제적 유지관리 기대효과

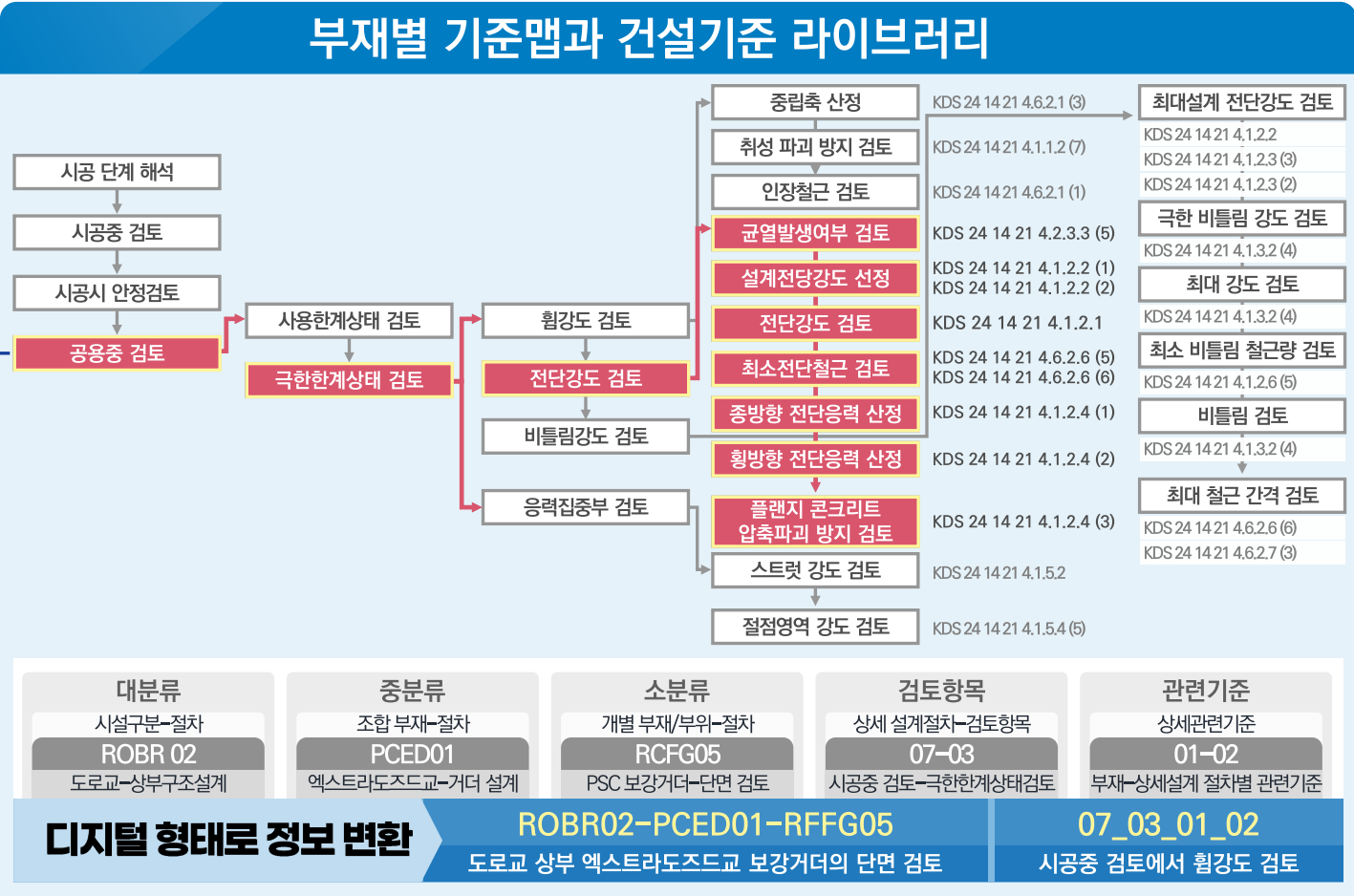
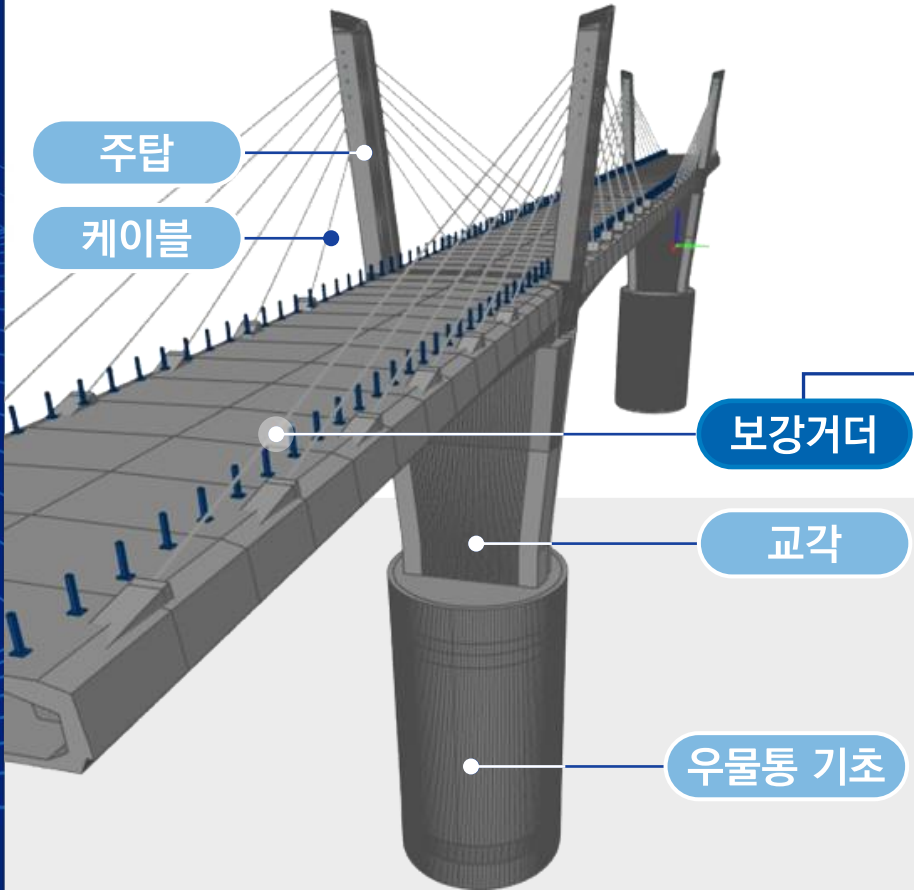


선제적 유지관리 개념을 도입하여 패러다임 전환

12

디지털설계기준 도입을 통한 리스크 최소화

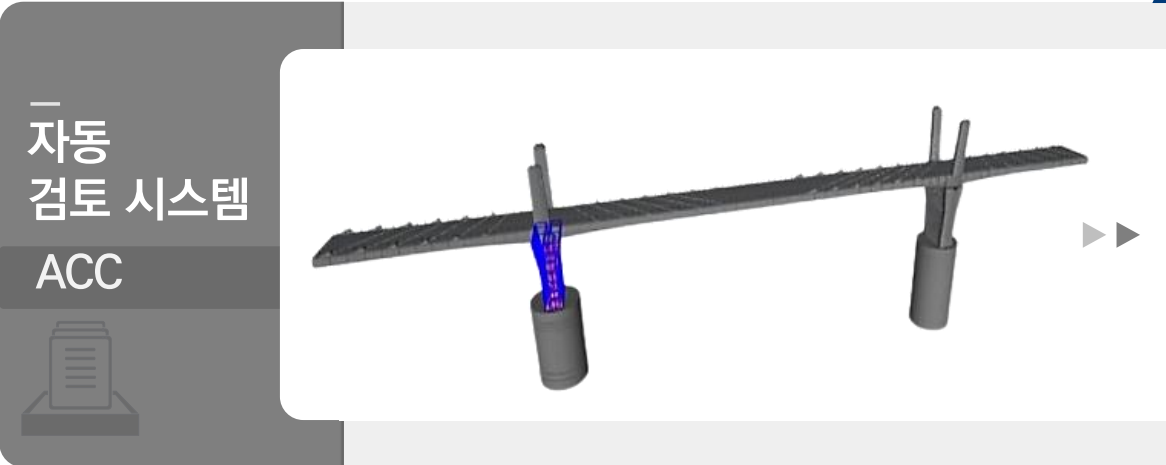
문서 기반 건설기준을 부재, 부위 및 각각의 세부 검토 항목 단위 등으로 디지털 정보화 구조 형태로 구축



12

디지털설계기준 도입을 통한 리스크 최소화

문서 기반 건설기준을 부재, 부위 및 각각의 세부 검토 항목 단위 등으로 디지털 정보화 구조 형태로 구축



구분	시행일	도호	CALS CODE
1	시행일	도호	F11110
2	공종	구조물공	14
3	시행일	엑스트리도스도교(ED)	F1510101
4	공급 여부	상행	S311001
5	세부 시행명(대공종)	허부공	E13130
6	부위(대공종)	교각기둥	E1313004
7	작업 단위 코드	교각기둥	04

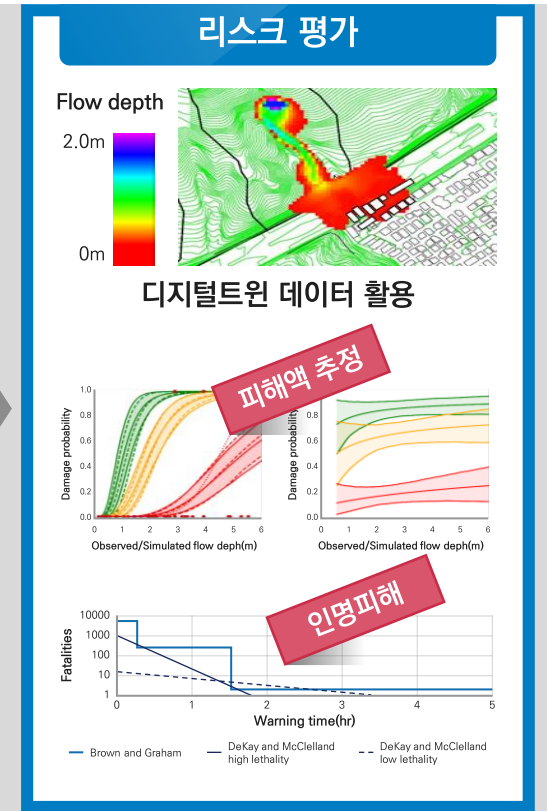
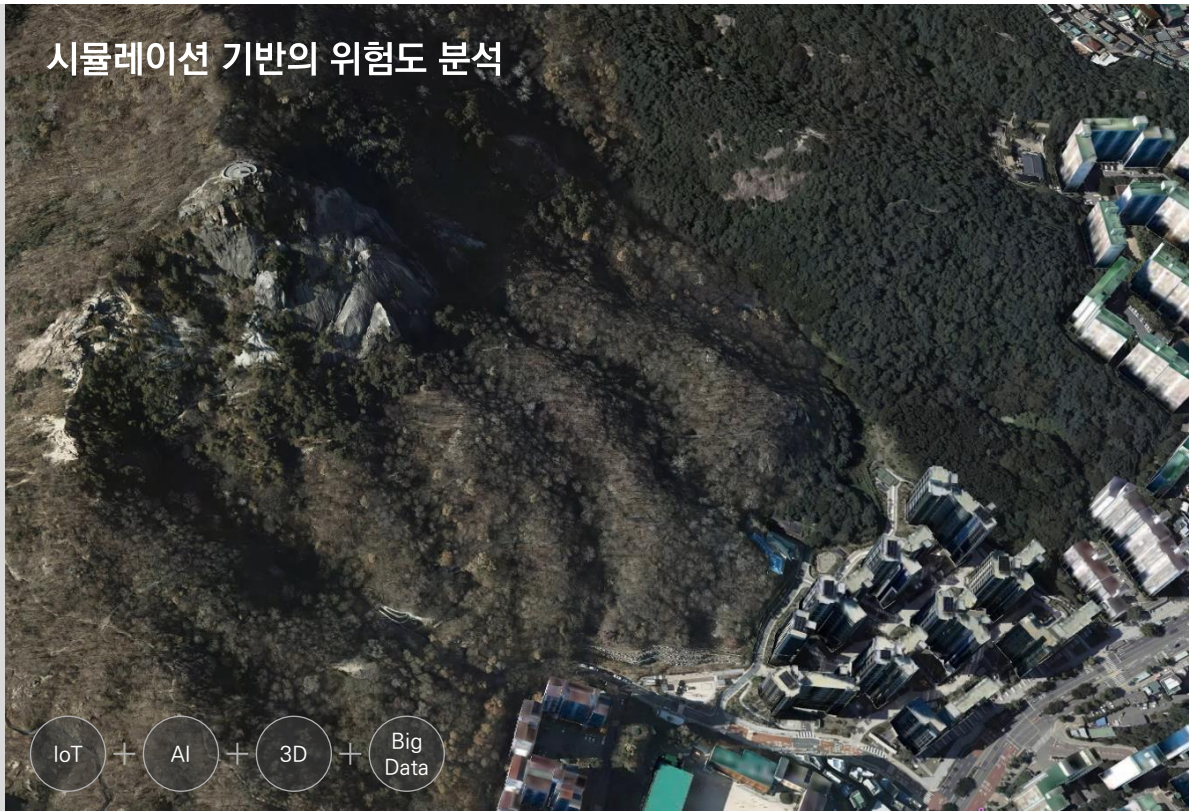
NO	선택	SITE (층, 방향, 경간)	부재	검토항목	해당 건설기준	검토상태
1	<input checked="" type="checkbox"/>	상행1경간	보강거더	휨강도 검토(중립축 산정)	KDS 24 14 21 4.6.2.1(3)	검토완료
2	<input checked="" type="checkbox"/>	상행1경간	보강거더	휨부재 최소철근량 검토	KDS 24 14 21 4.6.2.1(1)	검토완료
3	<input checked="" type="checkbox"/>	상행1경간	주탑	전단강도 검토	KDS 24 14 21 4.1.2.1(1)	검토완료
4	<input checked="" type="checkbox"/>	상행1경간	교각기둥	기둥의 축방향 최대철근 검토	KDS 24 14 21 4.6.6.2(1)	검토완료
5	<input checked="" type="checkbox"/>	상행1경간	교각기둥	기둥의 축방향 최대철근 검토	KDS 24 14 21 4.6.6.2(2)	검토완료
6	<input checked="" type="checkbox"/>	상행1경간	교각기둥	설계 전단강도 검토	KDS 24 14 21 4.1.2.1(1)	검토완료

설계기준 검토 목록						검토정보				
NO	선택	SITE (층, 방향, 경간)	부재	검토항목	해당 건설기준	입력 변수 목록			검토결과	
1	<input checked="" type="checkbox"/>	상행1경간	보강거더	휨강도 검토(중립축 산정)	KDS 24 14 21 4.6.2.1(3)	NO	입력 변수명	값	단위	<div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">적합</div> <div style="font-size: 1.5em; font-weight: bold;">OK</div> <div style="font-size: 1.2em;">보고서 보기</div>
2	<input checked="" type="checkbox"/>	상행1경간	보강거더	휨부재 최소철근량 검토	KDS 24 14 21 4.6.2.1(1)	1	모멘트 재분배 계수(β)	32	MPa	
3	<input checked="" type="checkbox"/>	상행1경간	주탑	전단강도 검토	KDS 24 14 21 4.1.2.1(1)	2	콘크리트 설계기준 압축강도(fck)	19.2	MPa	
4	<input checked="" type="checkbox"/>	상행1경간	교각기둥	기둥의 축방향 최대철근 검토	KDS 24 14 21 4.6.6.2(1)	3	단면 유효깊이(d)	-2.09	MPa	
5	<input checked="" type="checkbox"/>	상행1경간	교각기둥	기둥의 축방향 최대철근 검토	KDS 24 14 21 4.6.6.2(2)	4	중립축깊이(c)	7,767	mm	
6	<input checked="" type="checkbox"/>	상행1경간	교각기둥	설계 전단강도 검토	KDS 24 14 21 4.1.2.1(1)					

13

현실세계와 가상세계를 융합하는 재난 대응 CPS 구축

재난위험에서 디지털 트윈 기반 피해량 추정 및 대피계획으로 확대

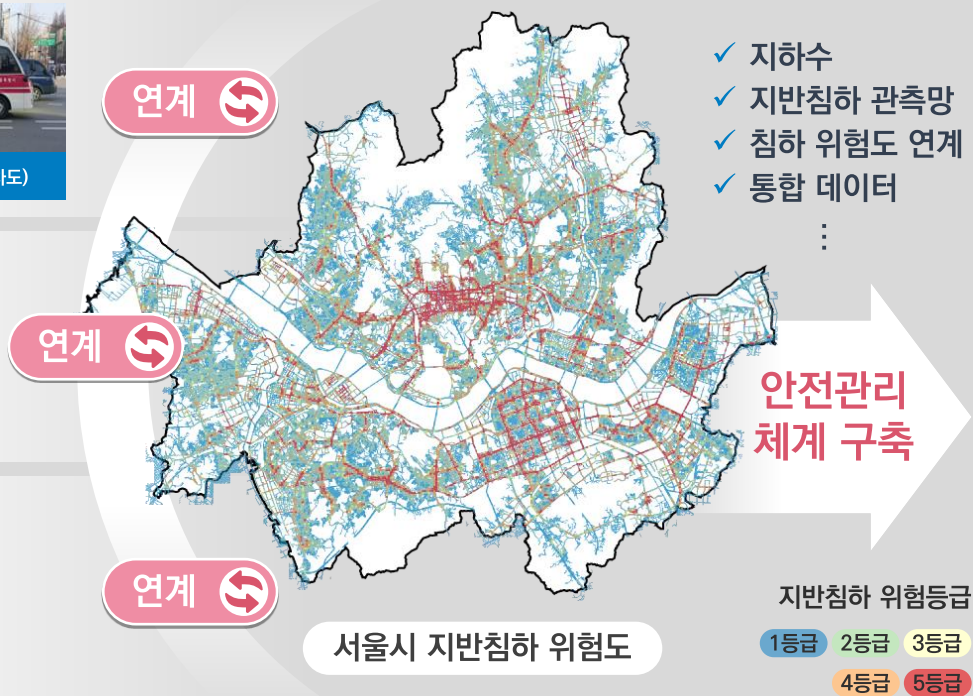
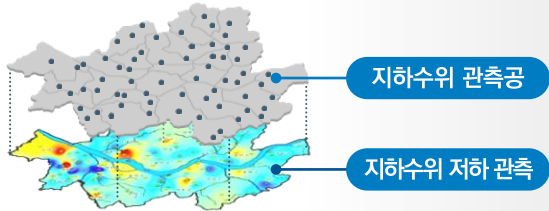


시뮬레이션 기반의 위험도 분석 및 디지털 트윈 데이터 활용 피해량 추정

14

복합 데이터(IoT, 원격탐사, 예측모델)의 통합분석 기반 시설물 및 안전 관리 체계

지반침하 예방을 위한 통합 데이터 관리 체계 구축



서울시 지반침하 특별관리구역(안)

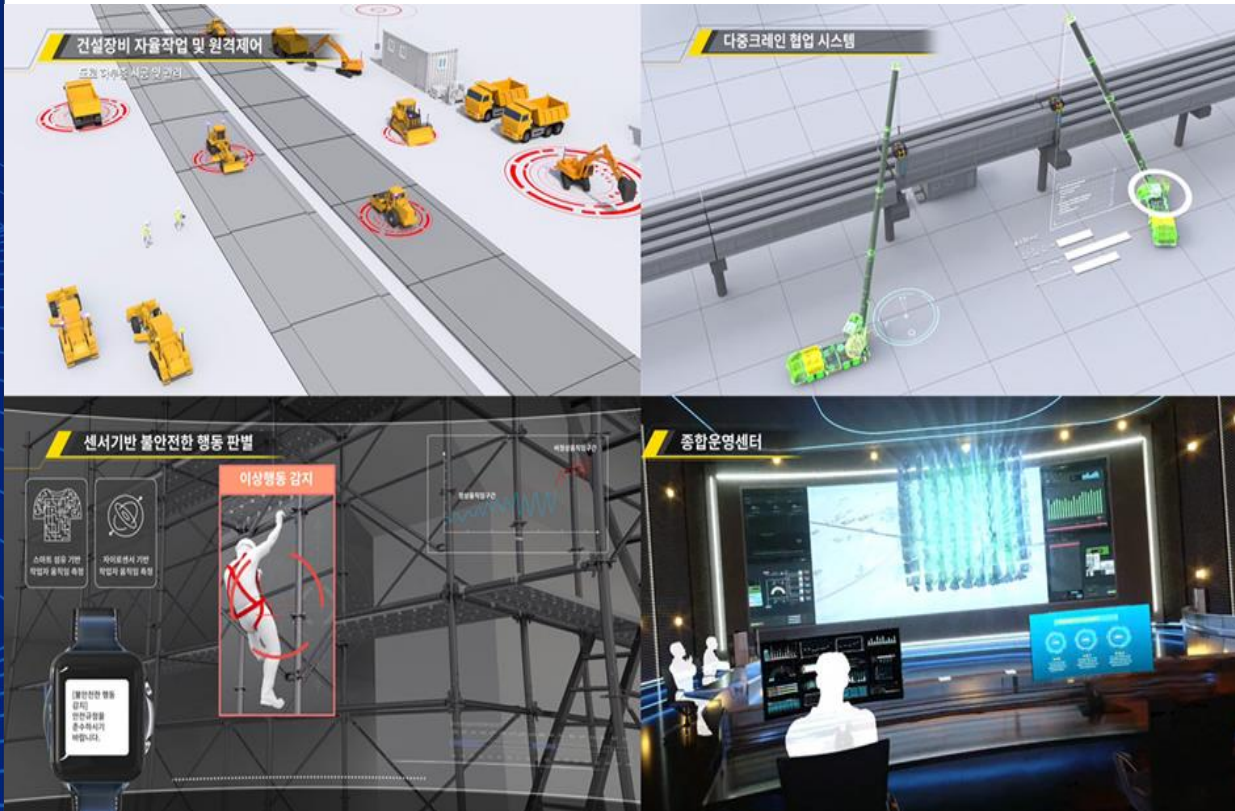
1 관찰 구역	• 연평균 침하량 5 mm 이내
2 일반관리 구역	• 연평균 침하량 7 mm 이내 • 주요 인프라 시설 인근 연 2회 GPR 탐사
3 특별관리 구역	• 연평균 침하량 10 mm 이내 • 대규모·대심도 지하시설 인근 연 2회 GPR 탐사

지반침하 발생 가능성 예측 및 예방 체계 강화

15

인력중심에서 기술중심으로 안전 및 품질관리 전환(이상시공 감시 체계)

디지털 모델 데이터와 영상기록 등을 활용한 AI 공사감독을 통해 이상감시 체계 구축



As-is

인력 의존 프로젝트 관리 *후면애러*

- 최소 8개 공사
 - 건축, 구조, 기계, 전기, 소방, 소화, 토목, 조경, ...
- 다수의 현장 이해관계자
- + 9,999장
파편화된 수천장 이상의 문서
- 최소 100회 이상
공사 진행 중 변경되는 설계
- 단편적인 사진
프레임에 가려진 시공 사진

To-be

AI 기술적용을 통한 프로젝트 관리 강화

- 스마트도면과 공종별 영상기록 (파노라마 사진)을 비교
- 중요 공종의 시공 후 영상기록

Real ↔ Plan

3D Modeling 설계도와 Matching된 실제 시공된 현장 Scan과의 허용오차 Check

- 설계도면과의 정합성을 AI가 검토
- 누락시공 및 설계 정합성을 자동으로 검토하여 이상시공을 감시

인력의존관리에서 AI 기술적용 프로젝트 관리 강화

16

도면 및 서류 중심에서 디지털 시뮬레이션 기반의 안전 및 품질 관리

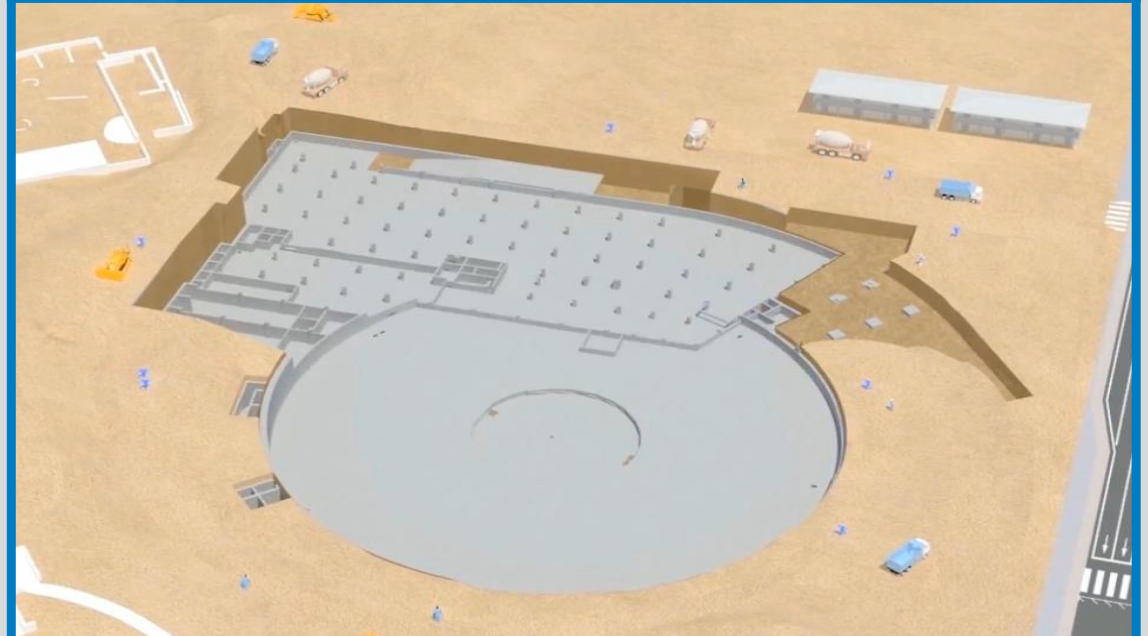
철거공사 시 안전 및 시민편의 확보, 다양한 비정형 구조물 건설 공기, 비용 및 품질 혁신

시뮬레이션 기반의 안전관리



서소문고가차도 철거

BIM기반의 비정형구조물 건설



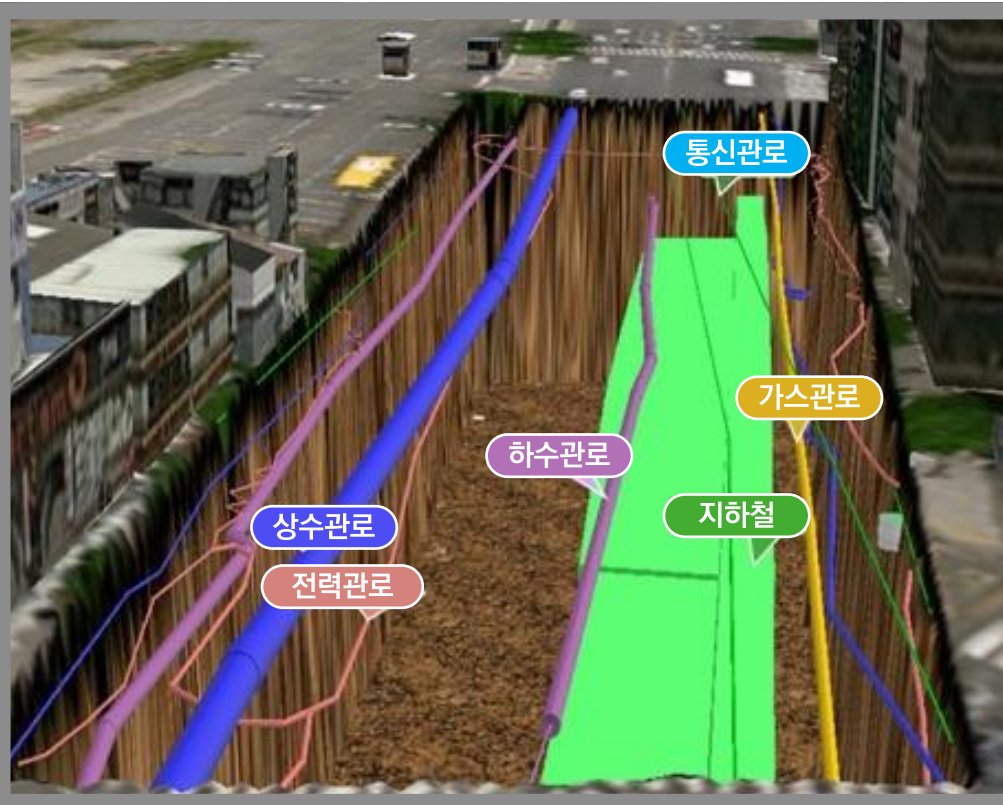
서울식물공원

[시민의 안전·편의 확보 및 비정형 구조물 건설 시공품질 혁신]

17

공동작업환경(CDE) 조성으로 데이터 기반 행정체계 구축

공동작업환경 조성으로 건설공사 예산 낭비를 최소화하고, 시민 편의 제고



공동작업환경 기반으로 중복 문제 해결

통신관

상수관

하수관

가스관

예산낭비 최소화

효율적인 자원 배분 및 통합 관리

실시간 대응

지하도로 설계 시 실시간 간섭 확인

[공동작업환경기반으로 공사 중첩(공간, 시간) 문제 해결]

18

동적 임계치 및 AIoT 기반 안전관리

AI 활용 데이터 자동 분석 및 동적임계기준으로 시설물 안전관리 체계 개선

안전관리 시스템 개요



AS IS TO BE



II. AI 기반 안전관리 체계

AI 활용 데이터 분석 기술 도입으로 실시간 시설물 안전관리

04

SIDEX, 어떻게 준비해야 할까?



19

기반시설 DX 추진을 위한 제도적 근거

관련 법제도 및 조직이 없고 다양한 사업과 성과의 중복

기반시설 DX추진을 위한 제도적 근거 마련



- ✓ 기반시설 DX 추진의 제도적 근거 마련 필요
- ➔ 신규 조례 또는 기존 조례 활용
- ✓ 조직, 시스템, BIM 전면도입 추진, 기반시설 데이터 구축 및 관리, 스마트건설기술 활용, **종합계획 수립** 등

오픈 테스트베드로 DX 조기 정착



- ✓ 스마트건설 테스트베드와 연계하여 DX 조기정착에 활용
- ✓ 민관/산학연 협력체계 구성 운영, 기술 이노베이션 플랫폼 개발 운영

기반시설 DX 추진 동력 마련을 위한 조직 및 제도정비

20

기반시설 DX 추진을 위한 전담조직

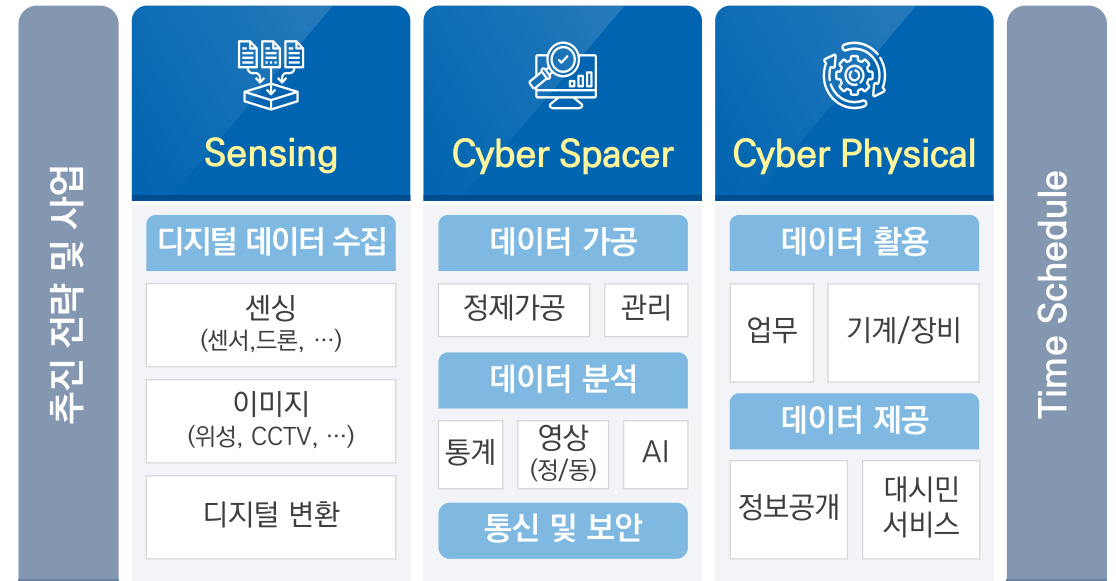
데이터가 활용되지 못하고 쌓여만 가고 있기 때문에 제도와 전담 조직 필요

기반시설 DX추진을 위한 전담조직 신설



기술기반 사업관리체계

DX 업무 분야별 분류체계(활용가능한 디지털 기술)



[DX 분류체계 기술기반 사업관리체계 도입]

감사합니다.

