

사회기반시설 안전과 4차 산업혁명 기술

2017.11.17

한국건설기술연구원 김형열

1 사회기반시설 현황

시설물 700만 개소, SOC 시설물 8만 개소 운영중(2016년 말)



1 사회기반시설 안전관리 목표

SOC 시설물

- 국가 소유로서 산업발전의 기반이 되거나 사회 구성원에게 편의와 복지 및 공익을 제공하는 시설물
 - ❖ 각종 생산활동의 기반이 되는 시설, 해당 시설의 효용을 증진시키거나 이용자의 편의를 도모하는 시설 및 국민생활의 편의를 증진시키는 시설(사회기반시설에 대한 민간투자법의 정의)

시설물 안전 및 유지관리 목표

- 국가 및 시설 관리주체는 개별 시설물의 현재 상태를 정확하게 파악하여 안전 확보에 필요한 유지관리 조치를 적기에 시행
- 한정된 유지관리 예산을 효율적으로 투입하여 전체 관리대상 시설물의 안전, 상태, 기능을 관리수준 목표 이상으로 관리

안전한 사회기반 시설

SOC 장수명화와 효율적 활용을 통한 미래 경제부담 완화

국민 삶의 질 향상과 복지·안전사회 구현

※ 시설물 안전관리 중요성(제3차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획, 2012)

1 SOC 시설물 안전관리 현황

SOC 시설물 안전 및 유지관리 현황

- 1995년 시설물의 안전관리에 관한 특별법 제정 이후 1·2종 시설물 중심의 유지관리 시행 본격화
- 노후시설물(공용연수 30년 이상) 현황(1, 2종 시설물): 4%
- 시설물의 안전등급 평균: B등급
- 사후대응 유지관리
- 노후시설물 급증 예정이나 SOC 예산은 감소하는 추세

공용 연수 별 1· 2종 시설물 현황(2015년)



SOC 예산 현황



출처 : 시설물 안전관리 평가(2016.12), 한국건설산업연구원, 2030 건설시장의 미래 전망과 대응전략(2015.03)

1

SOC 시설물 노후화 대책에 대한 사회적 요구 증가

시설물 노후화 대비 선제적 관리에 대한 사회적 요구 증가



건설경제, 2016. 01.18
SOC 노후화 방지 펀더 큰 손실... 韓 '빚걸음-日 '잔걸음'

[기자수첩] '노후대책' 시급한 사회간접자본
 이데일리, 2017.05.12

새 정부 노후 인프라 재정 투자 확대 필요
 건설경제, 2017.05.10

영세 유지관리업체 난립 전문성 저하... 시설물 유지관리 체계도 개편해야
 자기 정부는 국민안전 확보를 위해 노후 인프라 성능 개선에 재원 투자를 확대해야 한다는 목소리가 높다.

MK 뉴스

매일경제, 2017.01.04
유지보수는 뒷전인 사회 '노후 인프라' 대란 온다

기사입력 2017.01.04 16:53:42

1

SOC 노후화 적기 대응 실패시 안전관리 공백 발생

시설물 노후화에 대한 적기 대처 미흡으로 사회 문제 발생 (미국)

- '70~'80년대 부터 본격적 노후화 시대 도래
- '96년부터 '05년까지 1,502개 교량 붕괴, 이후에도 노후화 시설물 사고가 지속적으로 발생

* 시사주간지 타임은 미국 전역의 60만 7천개의 다리 중 약 11.5% 정도인 약 7만여 개의 교량이 구조적 결함을 가지고 있다고 보도(2010)



✓ 1980년대 SOC 노후화 대비책 마련 촉구 → 적기 대응 실패로 SOC 평균 등급 D 인 심각한 상황 초래

✓ 시설물의 안전을 위한 대규모 투자 수요 발생 → 예산 확보 한계 → 안전 공백 발생 악순환
 ※ 2020년까지 5년간 약 3조 6천억 달러 필요

- 시설물 신규건설 예산 23% 감소(2003~2014)
- 유지관리 예산 6% 증가* (꾸준히 증가하는 추세)



출처: CBO, 'Public Spending on Transportation and Water Infrastructure, 1956 to 2014', 2015.3, 국회예산정책처, 시설물 안전관리 평가 2016, 한국교통연구원

1

SOC 시설물 사고 사회적 파급효과

1994.10 성수대교 구조결함 붕괴

- 인명피해: 사망 32, 부상 17
- 재시공 기간: 3년
- 사회적 손실비용: 40조 이상
- * 우회교통손실비용 1천억/3개월(교통연, '94)



2010.12 서울외곽순환고속도로 화재

- 복구공사비: 150 억원
- 3개월 통제 경제 손실비용: 2,200 억원
- * 한국도로공사 보고서 참조



2006.10 서해대교 29중 추돌사고

- 안개원인, 12명 사망



2016.2 정릉천고가 케이블 파단

- 약 1개월 교통통제후 개통



2

국내 SOC 시설물 패러다임 변화

SOC 패러다임의 변화 : 1960년대 ~ 2030년대

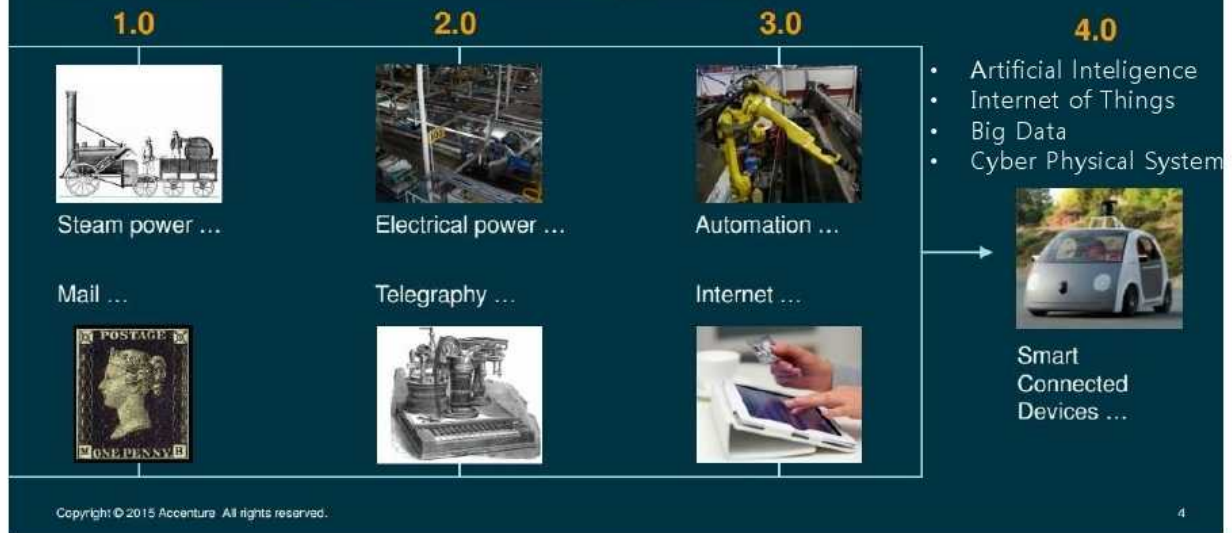


- SOC 구축 초기에는 노동력 중심에서 2000년대 이후 SOC 기술(신설) 고도화 진행
- 신설에서 유지관리로 정책 전환 → 유지관리 중요성 및 기술 개발 필요성 대두
- 급격한 유지관리 예산수요 증가로 발생할 수 있는 안전관리 공백 극복 방안 필요
- 인력중심/사후대처 방식의 안전관리 → 지능화/예방 유지관리를 통한 안전수준 관리 요구 증가

2 4차 산업혁명 기술

A Fourth Industrial Revolution, driven by new forms of technology

Parallel Industrial and Communications revolutions converging on Industry 4.0



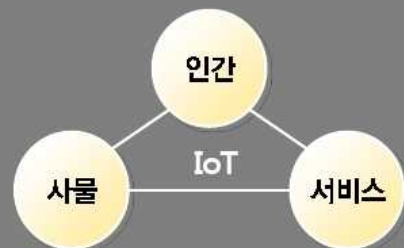
출처 : Accenture.com (편집)

8

2 IoT 기술 동향

Internet of Things (IoT)

인터넷 기반으로 물리적 및 가상 사물들을 연결하여 언제 어디서나 상황에 맞는 서비스를 제공하기 위한 서비스 인프라



IoT 서비스 개념도



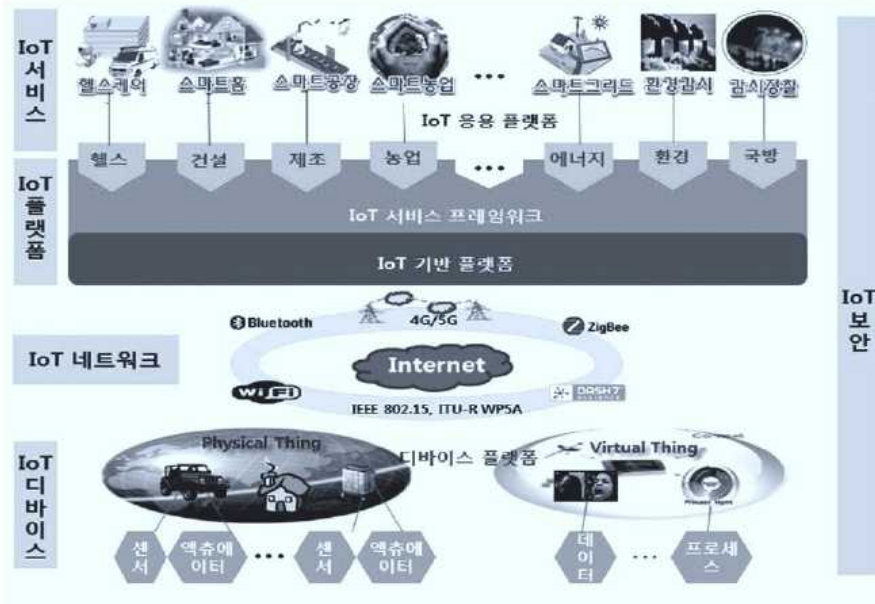
출처 : ITU

9

2

IoT 기술 동향

IoT 플랫폼 & 서비스 개념도

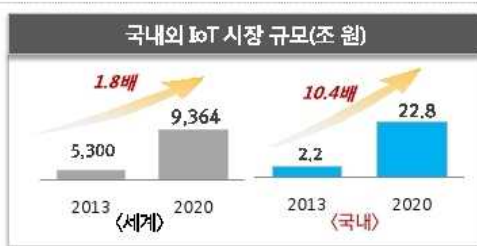


출처: 미래부, 사물인터넷 R&D 추진계획, 2014

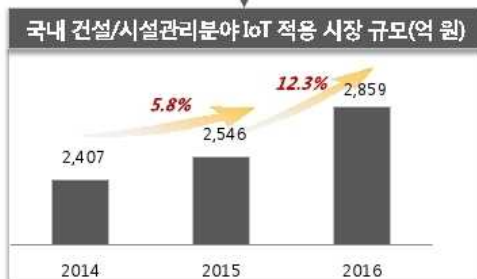
2

IoT 기술 동향

IoT 시장 규모 및 관련 기술 개발



출처: 미래창조과학부



출처: 철도학회(2016), 2015 국토교통 R&D 동향조사, 2015 사물인터넷산업 실태조사결과(미래부), KETI, 건축물의 안전관리를 위한 IT융합 기술동향(2013)

IoT 기반 지능형 철도안전관리시스템 구축사업

- 저전력 사물통신 기술을 적용해 시설물 실시간 모니터링
- 대상: 열차 제외 전 시설물
- 유지보수시기 최적화, 잔존수명 예측, 상태평가
- 기본계획수립: 2016년



저전력 IoT 센서 개발

- 사회 기반 시설물 및 대형 건축물의 균열 크기 변화 감시용 스마트센서 개발



안정성 평가 기술 개발

- 측정된 응답 신호에서 계속값을 분리/추출하여 구조물의 현재 및 향후 거동을 예측하는 알고리즘 개발



2

해외 기술 동향



- Use IoT Platform to improve productivity (Manufacturing)
 - Engine, turbine
 - IoT, Big data



SIEMENS

- IoT based monitoring (Wind mills)



Photo: <https://www.siemens.com/>



- IoT based monitoring (IBM Watson IoT Platform)



Photo: <http://www.railjournal.com>

SHARPER SHAPE

The Global Leader in UAV Based Automated Inspection.

- Drone-aided inspection (Power lines)

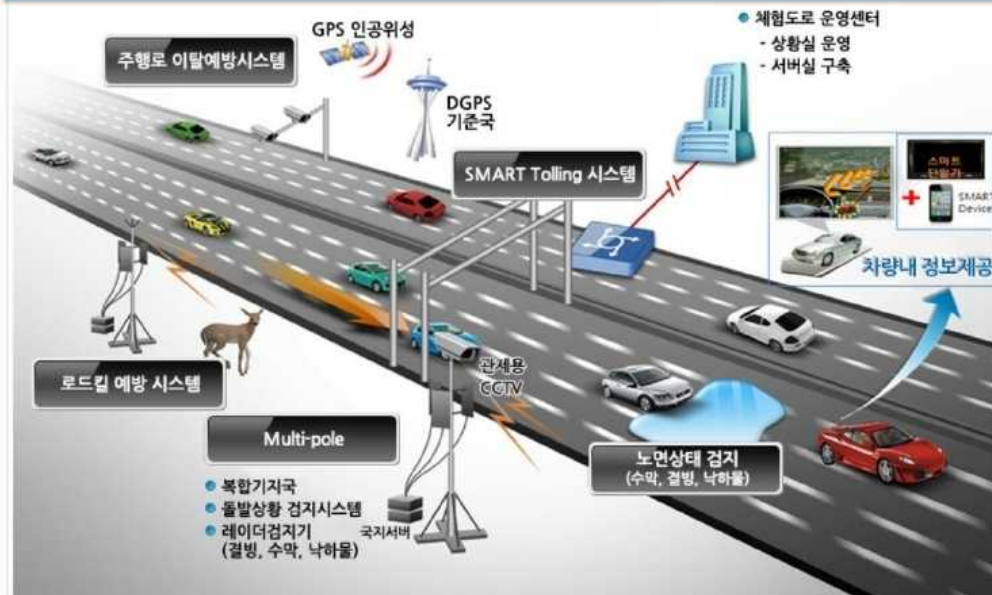


Photo: <https://www.forbes.com>

2

IoT 기술 동향

국토교통부 스마트하이웨이 개념도(한국도로공사, 2016)



✓ 스마트하이웨이 : 도로기술 + IT기술 + 자동차 기술 융복합

2

드론 점검

기존 점검방법



출처 : google

2

드론 점검



출처 : google

한강 교량 점검에 드론 투입, 사각지대 없앤다

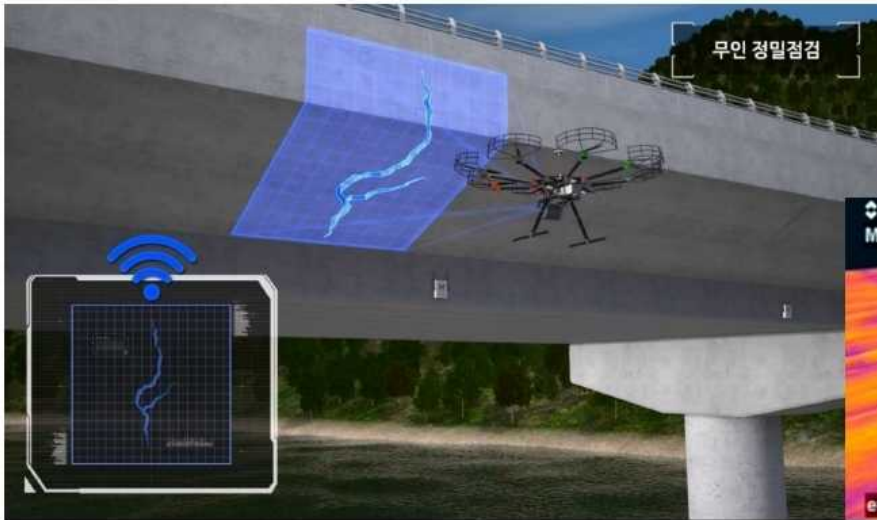
김승환 기자 tbs3@naver.com | 기사입력 2017-06-26 07:59



출처 : tbs

2

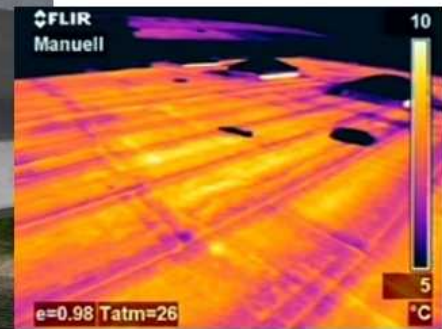
드론 점검



Drone-aided Bridge Inspection



Infrared Camera

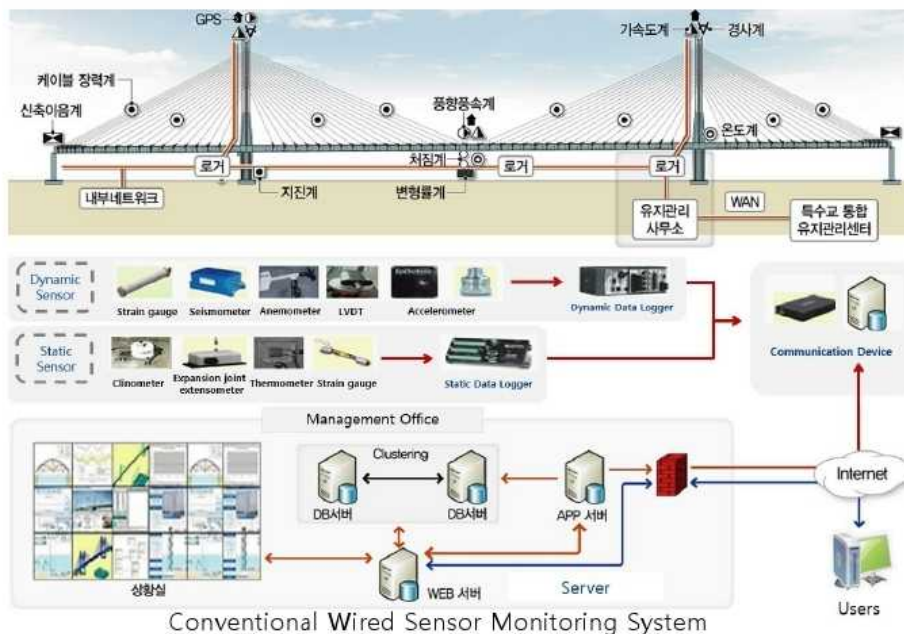


Infrared Image

2

무선센서 네트워크

- **Sensor monitoring of bridges in Korea: 53 bridges**
 - 24 bridges in National Highway Network are monitored by KISTEC & KICT



2

무선센서 네트워크

- **Wireless sensor network**
 - Jindo bridge monitoring system, Korea
 - . 100 wireless sensors/600 channels

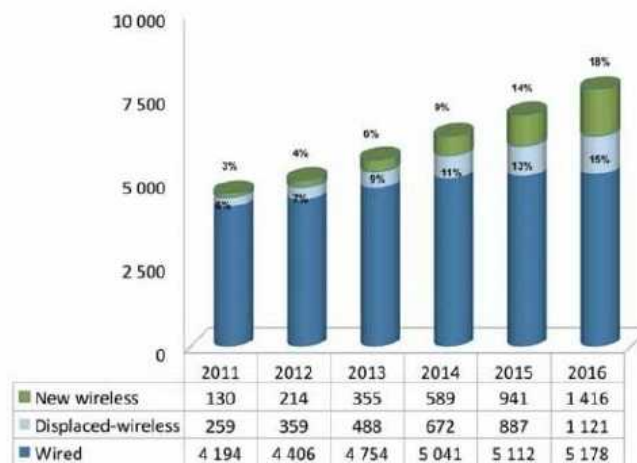


Photo: <http://sitl.cau.ac.kr>

2

무선센서 네트워크

- **Wired/Wireless Sensor Market**
 - Wireless: 3%(2011) → 18%(2016)



Source: ON World

3

IoT 기반 사회기반시설 스마트 안전관리



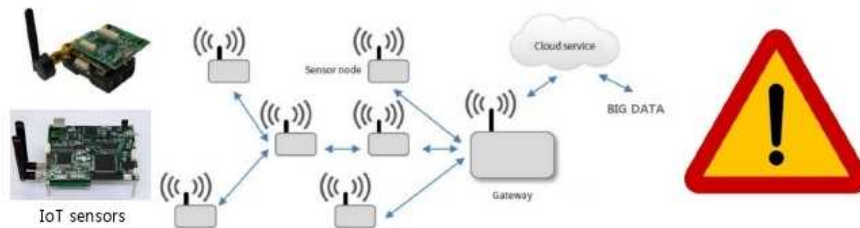
Fracture of steel member



Fracture of concrete member

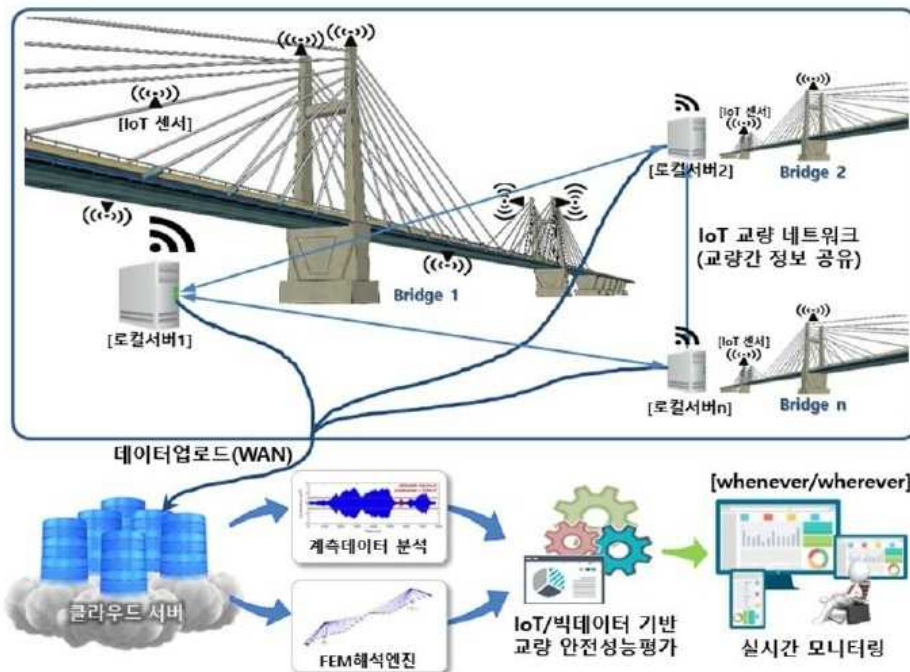


Road slope slide



3

IoT 기반 사회기반시설 스마트 안전관리



3

IoT 기반 사회기반시설 스마트 안전관리

- Emergency alert service thru VMS, Mobile & SNS



3

IoT 기반 사회기반시설 스마트 안전관리

제조산업

- Industry 4.0
- Productivity
- PdM is possible
- Remote control
- Fast feedback



사회기반시설

- Reliability (Public)
- Long service life
- Harsh environment
 - . need durable sensors
- PdM is difficult
 - . Power, LAN & WAN
- Long feedback time

3

IoT 기반 사회기반시설 스마트 안전관리

비전

정확한 성능 평가·예측, 최적 조치시행, 시설물 장수명화

목표

건설인프라 스마트 안전관리로
시설물 스마트화 50%, 재해 zero화, 보수예산 30% 절감 달성

중점분야별 목표

시설물 점검 및 진단 기술

"실시간 점검 및 상시 진단을 통한 재해발생 제로화"

- 점검시간 단축 (현재) 15시간 → 5시간
- 점검결과 객관성(비율) 향상 (현재) 40% → 80%

최적 의사결정을 위한 평가기술

"현재상태 기반 평가 및 성능 예측을 통한 최적의사결정 실현"

- 최적의사결정으로 기존 대비 유지보수비 30% 절감
- 노후교량 유지보수비 (현재) 3억원/km → 2억원/km

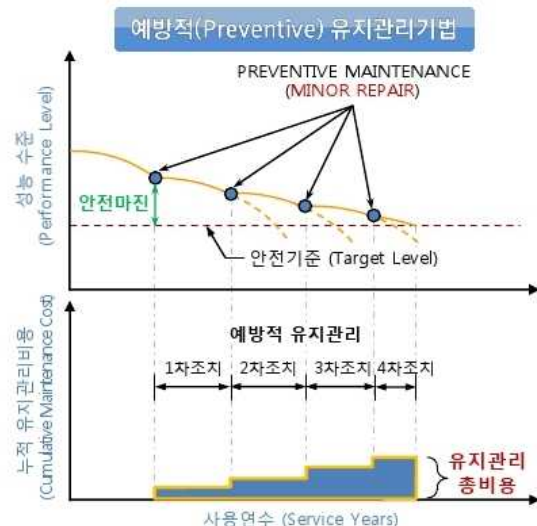
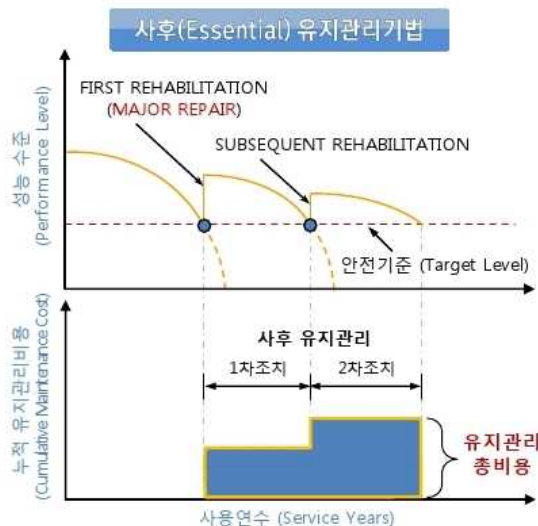
시설물 성능향상을 위한 대응 및 조치기술

"대응조치 고속화 및 시설물 장수명화 달성"

- 보수기간 중 혼잡비용 50% 이상 저감 (현재) 혼잡비용 48억/일 → 24억/일 이내

4

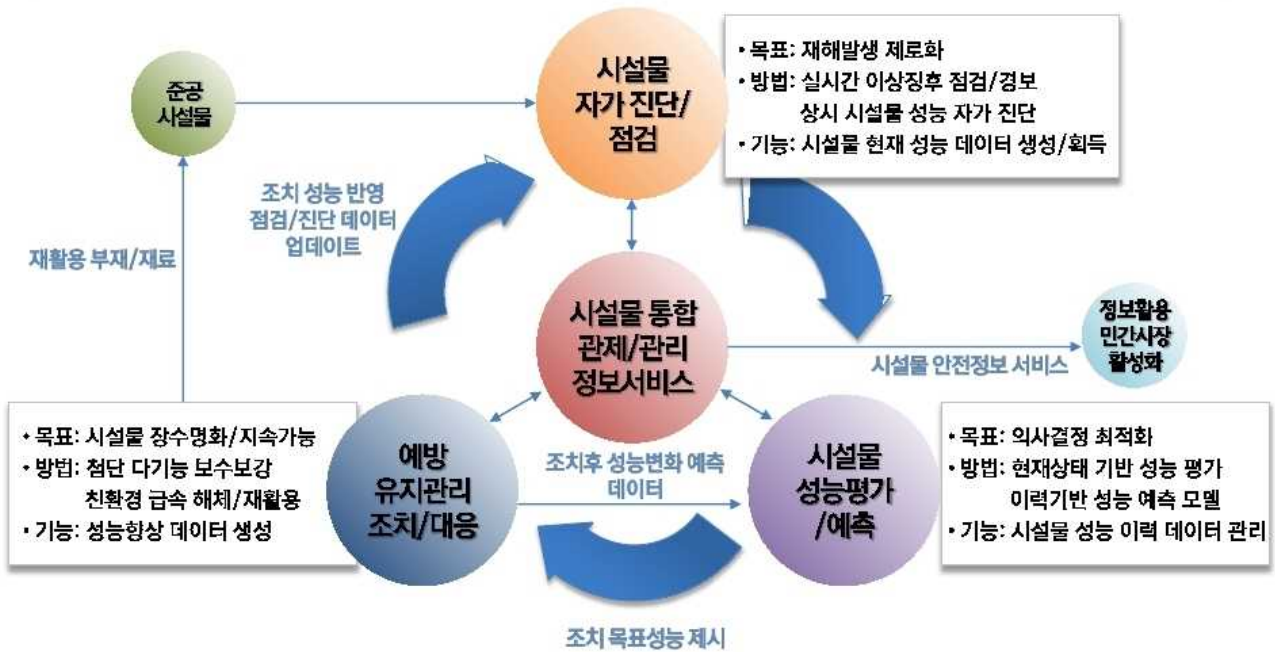
선제적 유지관리를 위한 예방 유지관리 기술 확보



예방적 유지관리 도입을 위한 필수 기술

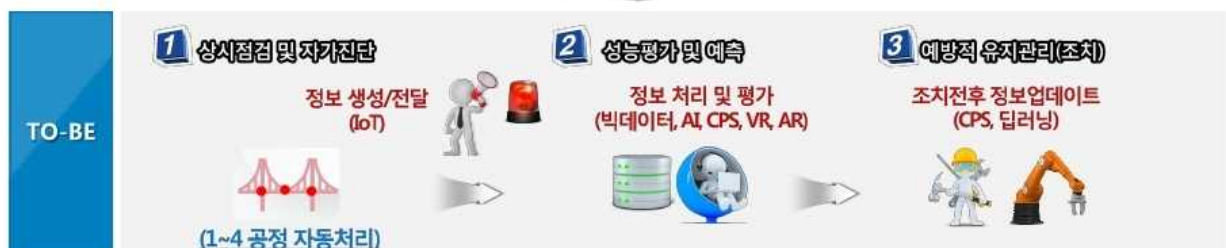
- (데이터 확보 기술) 성능평가/예측을 위한 시설물 상태(성능) 계측 및 점검 데이터 확보 기술
- (성능 예측 기술) 생애주기 시설물 안전수준 관리를 위한 실시간 상태(성능) 평가 및 예측 기술
- (성능 회복 기술) 시설물 잔존수명에 따른 예방적 유지관리 → 조치 이후 성능회복 수준 예측 기술

시설물 유지관리 환류체계 구축을 통한 선순환 안전관리 구현



인프라 스마트 관리를 통한 재해발생 제로화 구현 및 유지보수 소요비용 최소화 달성

- ✓ 시설물 실시간 모니터링 및 자가진단으로 안전관리 신뢰성 확보
- ✓ SOC 시설물 안전 확보 및 재해 발생 제로화
- ✓ 예방적 유지관리 실현으로 시설물 수명 연장 및 유지관리비용 절감



▪ **(안전) 시설물 실시간 모니터링 및 자가진단으로 안전관리 신뢰성 확보**

- 인력중심 안전점검 → 센서, 드론 활용 자가점검
- 빅데이터, 인공지능, 딥러닝 기반 성능평가 → 안전성 및 성능평가 신뢰성 향상

▪ **(재해대응) SOC 시설물 안전 확보 및 재해 발생 제로화**

- 사회적 리스크 감소 및 사회적 비용 발생 억제
- 재난 발생시 관리자/이용자에게 실시간으로 전파

▪ **(비용절감) 한정된 유지관리 예산의 효율적 집행**

- 예방적 유지관리 실현으로 시설물 수명 연장 및 유지관리비용 절감
- 시설물 네트워크 관리로 합리적인 예산 배분 및 유지관리 공백 제거

▪ **(기술선도) 유지관리 기술 및 관련 산업 발전 도모**

- 신설 기술 → 유지관리 기술, 4차 산업혁명 관련 산업 동반 성장

▪ **(해외 경쟁력) 국내 건설업체 해외사업 경쟁력 확보**

- PPP, O&M 사업 제안/수행에 활용

감사합니다