



융합
Weekly
TIP

Technology · Industry · Policy

SOC와 ICT 융합을 통한 인프라 노후화 대책

이현숙 | 융합연구정책센터



SOC와 ICT 융합을 통한 인프라 노후화 대책 이현숙 | 융합정책연구센터

선정배경

01

- 💡 저출산, 고령화 등과 같은 인구문제와 함께 도시기반시설의 노후화로 인한 도시문제에 대한 대책이 필요할 시점
 - 저출산, 고령화 등으로 인한 주택의 수요가 감소하고 있으며 신규 도시개발 및 주택의 양적 공급 위주의 정책으로 기존 도시의 유지관리에 대한 대책이 필요
 - 우리나라 도시 기반시설은 '70년대 집중적으로 개발되었으며 특히 서울의 인프라 노후화로 인한 건축물 붕괴, 상하수도 누수, 지반침하 등 다양한 도시문제를 야기


- 💡 도시 인프라 노후화 문제를 해결하기 위해 최근 각광 받고 있는 스마트시티 등도 노후화 된 도시를 재생하기 위한 대안으로 제시
 - 과학기술을 활용한 노후화된 도시 인프라의 유지관리 및 복구에 대한 대책 마련도 필요
 - 도시혁신 및 미래성장 동력을 창출하기 위해 ICT 기술을 기반으로 한 '스마트시티'도 신규도시 개발, 기존도시 스마트화 및 확산, 노후도시의 스마트시티형 도시재생 등을 목표

- 💡 일본, 미국 등 해외 선진국에서는 도시 인프라 노후화 문제를 과학기술로 해결하기 위한 노력
 - 일본은 도시 인프라 노후화에 대비하기 위해 노후화 실태조사 및 대응 매뉴얼을 마련하고 '14년 내각부를 중심으로 노후 인프라 유지보수를 위한 연구개발에 집중 투자
 - 미국은 도시 노후화로 인한 교량 붕괴 등으로 인명피해가 발생하자 노후 인프라에 대한 다면적인 접근 방식 도입


- 💡 이에, 과학기술로 노후화된 도시의 생명력을 연장해 주는 방안 및 관련 정책에 대해 살펴보고자 함

02

우리나라 인프라 노후화 현황

-  대부분 '70~'90년대 집중 개발된 우리나라 인프라 시설은 최근 급속한 노후화로 시민의 안전을 위협 (안종욱, 2018)

 - 우리나라의 30년 이상 된 1,2종 시설물 및 인프라의 증가로 도시 인프라시설의 노후화가 급격히 진행
 - * 30년 이상 경과된 시설물 개수 : 1,674개(2010)→2,837개(2015)→3,412개(2016)
 - 30년 이상 경과된 인프라 : 수자원 20.5%, 교량 8%, 도로·철도 6.3%(차미숙(2016) 재인용)
 - 노후화된 시설물일수록 성능이 약화되어 시설물의 안전등급이 낮아져 시민의 안전을 위협
 - ※ 서울 지하철 1~4호선 97개 역사 중 35.1%가 안전기준상 피난시간 초과 역사(이영환, 2016)

-  서울시의 경우 도시 인프라의 70% 이상이 '70~'80년대 집중적으로 건설 되어 유지관리 비용이 급증할 전망 (서울시 보도자료, 2017. 6.12)

 - 서울시의 30년 이상 노후화 된 인프라 비율이 '16년 33%로 20년 뒤 86%까지 급증할 전망

표1. 서울시의 30년 이상 경과된 시설물 현황

	0-10년	11-20년	21-30년	31-40년	41-50년	51년 이상	합계	30년 이상 경과된 시설물 비율
도시시설물 ¹⁾	64	159	169	122	57	4	575	31.8%
상수도 관로	2,039	4,541	5,778	1,170	121	-	13,649	9.5%
하수도 관로	1,885	1,338	2,218	1,360	380	3,435	10,616	48.6%
지하철 ²⁾	27	186	161	201	20	0	595	37.1%

1) 교량(한강, 일반), 고가차도, 입체교차, 터널, 지하차도, 복개구조, 공동구, 언더패스 포함, 자치구 관리시설 제외 2) 교량, 터널, 역사 포함
 ※ 출처 서울시 보도자료(2017.06.12) 재가공

- 시설물의 유지관리 비용도 '17년 8,849억 원에서 '27년 2조 7,689억 원으로 급증하여 향후 재정적인 어려움이 예상



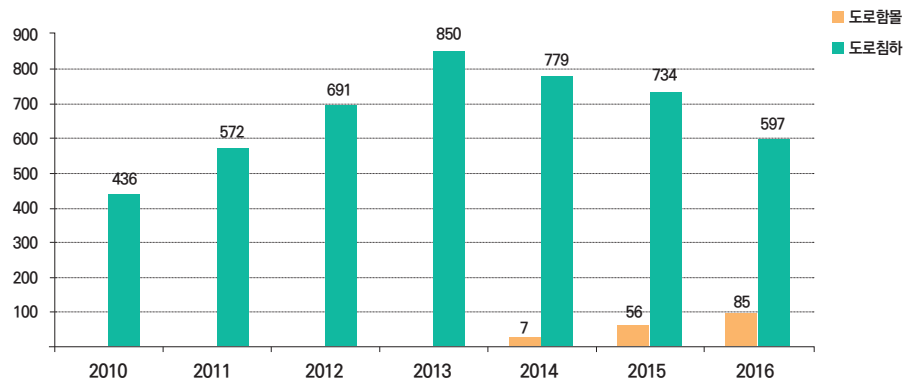
💡 최근 증가하고 있는 도로함몰 사고의 주요 원인도 도시 인프라 노후화로 지적되는 등 도시 인프라 노후화는 시민의 안전과 직결되는 문제

- '10년 이후 서울시의 도로함몰 및 도로침하 사고가 급격히 증가

※ 도로함몰 : 도시 지역의 시설물 노후화와 굴착복구 공사 등으로 인한 지반 붕괴 현상

도로침하 : 지반이나 포장면이 아래로 처지는 현상

📊 그림 1. 서울시 도로함몰 및 도로침하 발생 현황



※ 출처 서울시(2017) 재가공

- 도로함몰의 주요원인은 상하관로 및 도로시설물의 노후화*가 85% 이상을 차지 (서울시, 2017)

* 30년 이상 하수관로(48.7%), 30년 이상 상수관로(7.3%), 30년 이상 도로시설물(29.6%)이 차지

📊 그림 2. 서울시 도로함몰 사고



2012 : 용산구 한남동



2015. 8 : 종로구 무악동



2015. 8 : 송파구 방이동

※ 출처 서울시 보도자료(2017.06.12.)

03

해외 선진국의 도시 노후화 현황 및 관련 정책

1) 일본

- 일본은 2차 세계대전 전후 복구 및 '64년 도쿄올림픽을 계기로 '50년 중반부터 본격적인 도시 인프라 정비를 추진 (조재용, 2017)
 - 2차 세계대전 이후 분야별* 5개년, 7개년 계획을 수립하고 체계적인 인프라 정비를 진행하였으며, '03년부터 통합사회자본정비 중점계획으로 일원화하며 인프라 정비
 - * 도로정비 5개년('54년~), 항만정비 7개년('61년~), 치수사업 7개년('60년~), 하수도정비 7개년('63년~), 공항정비 7개년('67년~)
 - '80년대에는 서양 선진국 수준으로 인프라가 정비되며 세계수준의 도시로 성장

- 고도성장기('65~'70년대) 집중적으로 개발된 도시 인프라에 대한 노후화 및 자연재해로부터의 안정성 문제를 야기
 - 고도성장기 집중 개발된 도로, 상하수도 등 도시 인프라는 현재 50년 이상 경과되면서 유지관리 및 생산에 막대한 재원이 소요될 것으로 전망 (차미숙, 2016)

▼ 표2. 인프라 건설 경과 연수 비율('13년) 및 전망

구분	30년 경과	40년 경과	50년 경과 비율		
			2013년	2023년	2033년
도로(교량) ¹⁾	67%	43%	18%	43%	67%
터널 ²⁾	50%	34%	20%	34%	50%
하수도관리시설(수문 등)	64%	43%	25%	43%	64%
하수도 관거	24%	9%	2%	9%	24%
항만안벽 ³⁾	58%	32%	8%	32%	58%

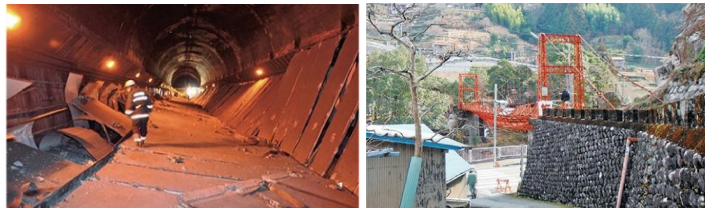
1) 2m 이상 70만개 가운데 건설연도 불분명한 30만개 미포함 2) 건설연도 불분명한 250개 미포함 3) 건설연도 불분명한 100개 미포함
 ※ 출처 조재용(2017), 차미숙(2016) 재가공

- 또한 일본은 도시 인프라 노후화와 더불어 거대지진 발생과 같은 자연재해에 취약한 지반과, 인구 감소에 따른 빈집 증가 등 인프라와 관련된 사회문제가 심화



- 💡 최근 인프라 노후화로 인한 인명사고가 발생하자 적극적인 인프라 노후화에 관한 정책 패러다임을 전환
 - '12년 '77년에 개통한 야마나시현 추오 자동차도로의 사사고 터널에서 콘크리트 반자널이 낙하하는 사고가 발생하여 9명의 희생자 발생
 - '13년 '65년 완성된 하마마츠시의 보행자 전용 현수교(다이이치벤텐바시)의 부자재가 파손되어 다리가 기울어지는 사고가 발생
 - 이처럼 노후화로 인한 사고가 발생하기 시작하자 일본은 신규 인프라 확충에 집중하던 인프라 예산을 유지보수 측면으로 전환하기 시작

🔍 그림 3. 일본의 인프라 노후화로 인한 사고



(a) 사사고 터널 붕괴사고

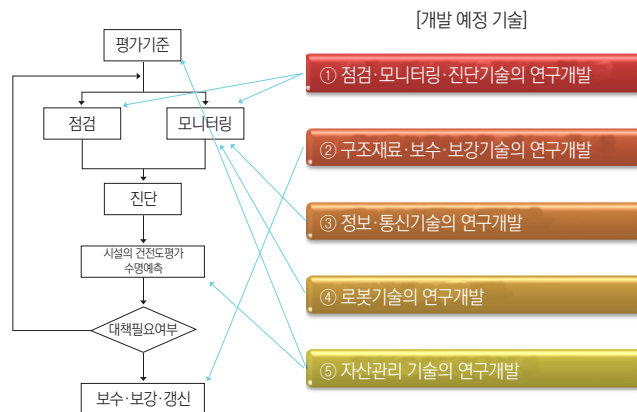
(b) 다이이치벤텐바시 사고

※ 출처 닷케이 BP, 2018

- 💡 일본은 '14년 내각부를 중심으로 인프라 노후화의 유지보수에 대한 대책을 토목기술과 과학기술의 융합을 통해 모색하려 집중 투자 (조재용, 2017)
 - 노후 인프라에 대한 생애주기 비용을 감소하기 위해 ICRT* 기술을 5가지 분야로 분류하여 연간 30억 엔 규모의 60여개 프로젝트를 진행

* ICRT : ICT+ IRT(Information and Robot Technology)

🔍 그림 4. 인프라 유지보수 필요기술 분류



※ 출처 조재용, 2017

▶ 표3. 일본의 노후 인프라 유지보수 기술개발 개요

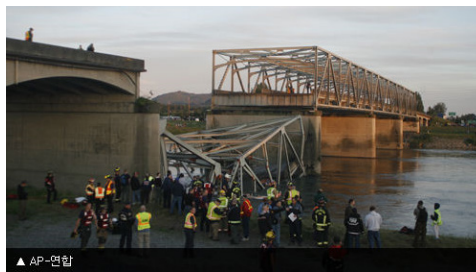
구분	목표	연구개발시기	연구비('17년)
점검·모니터링·진단 기술	· 인프라 노후화 데이터를 효율적으로 획득하고 건전도 평가, 수명 예측을 통해 대상 인프라 시설 선정	'14년~'18년	7.1억 엔
구조재료·보수·보강기술	· 재료공학에 기초한 인프라 모니터링 툴 개발과 손상 노화기구를 해명. 저비용 보수·보강·갱신기술 확립, 구조체의 수명추정 방법 완성	'14년~'18년	3.3억 엔
정보·통신기술	· 인프라의 거동을 포괄적높은 빈도로 모니터링 하는 기술 확립	'14년~'18년	4.0억 엔
로봇기술	· 차세대 사회 인프라용 로봇의 적용 장소에서 검증·평가 및 도입	'14년~'18년	8.8억 엔
자산관리 기술	· 도로 교량을 중심으로 자산관리 시스템을 구축. 지자체에 적용 가능한 자산관리 시스템을 구축. 해외전개를 위한 인적조직 구축	'14년~'18년	6.4억 엔

※ 출처 조재용(2017) 재구성

2) 미국

- 🚫 노후화 된 인프라의 급증에도 불구하고 적절한 대처 및 투자 부족으로 인해 인프라 안전성이 위협
 - '80년 이후 준공 후 25~40년 경과된 교량이 붕괴되는 빈번히 발생하면서 시민의 안전을 위협하기 시작
 - ※ '83년 코네티컷주 Mianus River 교량 붕괴('68년 준공), '87년 뉴욕주 Thruway 교량 붕괴('54년 준공), '07년 미네소타주 Minesota 교량 붕괴('67년 준공), '13년 워싱턴주 Skagit County 교량 붕괴('55년 준공)

📍 그림 5. 미국의 교량 붕괴 사고



(a) Skagit County 교량 붕괴



(b) Minesota 교량 붕괴

※ 출처 SBS NEWS(2013.05.24.), 이영환(2016)



- '88년 이후 미국의 사회기반 시설 안전등급이 지속적으로 악화되면서 이로 인한 유지관리 비용 증가

▼ 표4. 미국 사회기반시설의 안전등급 추이

구분	1988	2001	2003*	2005	2009	2013
공항	B-	D	↔	D+	D	D
댐	-	D	↓	D	C	D
상수도	B-	D	↓	D-	D-	D
하수도	C	D	↓	-	D-	D
에너지	-	D+	↓	D	D+	D-
유해 폐기물	D	D+	↔	D	D	D
수로	B(수자원)	D+	↓	D-	D-	D-
철도	-	-	-	C-	C-	C+
도로	C+	D+	↓	-	D-	D
교량	-	C	↔	C	C	C+
학교	-	D-	↔	-	D	D
운송	C-	C-	↓	-	D	D
전체 등급	-	D+	-	D	D	D+
필요 자금	-	\$1.3조	\$1.6조	\$1.6조	\$2.2조	\$3.6조 ('20)

※ 출처 이영환, 2016

- 💡 막대한재정 투입 및 ICT 기술을 접목한 노후 인프라 성능 개선 등을 위한 다면적 접근 시도
 - 성능개선 및 성능관리 기반의 자산관리 계획(MAP-21, '12년)* 도입 및 향후 5년간 약 3,060억 달러 규모의 예산 투자 계획(FAST, '15년)** 발표 (이영환, 2016)
 - * MAP-21 : 국가재정 17.5억 달러 및 340억 달러의 민간투자 유치
 - ** FAST : 5년간('16-'20) 육상교통 시설 성능개선을 위해 약 3,060억 달러 투자
 - 드론 및 위성사진 등을 활용한 인프라의 노후화 감시하고, 클라우드 소싱(Crowd-sourcing) 기법을 통해 도로의 평탄성을 평가하는 등 인프라 관리에 신기술을 접목 (NIA(2017) 재인용)

04

우리나라의 도시 인프라 관련 정책 동향

- 💡 우리나라의 인프라 시설에 관한 체계를 안전관리 위주의 사후관리 중심에서 4차 산업혁명 관련 기술을 이용한 선제관리 체계로 전환 도모
 - 국토교통부는 「국토교통 4차 산업혁명 대응 전략(2017)」 도시인프라 시설물의 안전 중심에서 성능중심의 시설물 장수명화 도모
 - 이를 위해 IoT, 클라우드, 드론 등을 활용한 무인·원격 SOC 성능정보 수집 및 모니터링 체계 구축 추진 및 빅데이터 분석·AI를 활용한 선제적 유지관리 추진

- 💡 효율적인 인프라 관리를 위해 국토교통부와 과학기술정보통신부가 공동 의장으로 한 ‘SOC-ICT 협의회’ 출범
 - 4차 산업혁명 관련 기술을 접목한 ‘똑똑한 국가 인프라’관리를 통해 노후 인프라로 인한 안전 및 재정적 부담을 감소하기 위하여 산학연관 공동 협의회 구성
 - 협의회는 ICT와 인프라 산업의 대표기업, 연구소, 대학 등 50여개 기관이 참여한 3개 분과로 구성

▼ 표5. SOC-ICT 협의회 구성

구분	주요내용
사업 분과	· 국가 인프라 사업을 담당하는 정부·지자체를 중심으로 분야별 인프라 사업의 정보통신기술(ICT) 적용 우수사례 및 지능화 선도 프로젝트 발굴
기술 분과	· 인프라 사업에 대한 정보통신기술(ICT) 적용 전략을 도출하고 기술표준을 추진
정책 분과	· 정보화계획 수립 매뉴얼을 개발하고 관련 법·제도에 대한 개선 방안을 연구

※ 출처 국토부 보도자료(2018.1.30) 재구성

- 💡 서울시는 ICT 기술을 활용한 노후 인프라의 선제적인 예측관리를 위해 관련 프로젝트를 발족
 - 「서울 인프라 다음 100년을 위한 프로젝트(2017)」를 통해 ‘단기적 유지보수화 사후관리’ 중심의 인프라 관리를 ‘미래를 대비한 중장기적·선제적 대응’으로 패러다임 전환을 추구



표6. 서울 인프라 다음 100년 프로젝트 주요내용

구분	주요내용
선제적 유지관리를 위한 제도 개선	· 노후 인프라(30년 이상) 전체를 대상으로 5년 주기의 '실태평가 보고서'작성 의무화 ※ 지자체 최초의 「서울특별시 노후기반시설의 성능개선 및 장수명화 촉진조례」(16. 7.)를 제정
선제적 유지관리 기술 고도화	· 빅데이터 등 최신 ICT 기술을 접목한 시설물 관리정보 DB 구축을 통한 시설물 상태 및 유지관리비용 예측·분석으로 '미래예측모델'기술 개발
종합적 투자우선순위 설정 및 재원 마련	· 선제적 유지관리를 위해 향후 5년간 약 7조6백억 원의 비용 발생이 예상되며 이중 86%는 시에서 부담
협업 시스템 구축	· 중앙정부, 시민·전문가, 유관기관과의 협업시스템 구축하여 도시 인프라 유지관리 효과 극대화 추진

※ 출처 서울시 보도자료(2017.06.12) 재구성

- 도시 노후화로 인한 도로함몰 사고가 발생하자 동공탐사 기술을 활용하여 사고를 67% 예방 (서울시 보도자료, 2018.1.29.)

※ 도로함몰 사고 : 85건(16년) → 28건(17년)

시사점

05

- 🗣 '70~'80년대 집중 건설된 우리나라 인프라 시설이 최근 급격한 노후화로 시민의 안전 및 국가 재정을 위협
- 🗣 해외 선진국도 인프라 노후화로 인한 국민 안전을 위협 받자, 과학기술을 활용한 유지관리에 집중 투자
 - 일본은 로봇 기술을 중심으로 인프라 장수명화를 위해 노력
 - 미국은 드론 및 ICT 기술을 접목하여 인프라의 안정성 향상을 위해 노력
- 🗣 우리나라도 인프라의 선제적 관리체계 도입을 위해 인프라 관리에 4차 산업혁명 관련 기술 활용 및 산학연 협의회 출범
- 🗣 국민의 안전과 직결되는 인프라 유지관리에 과학기술을 접목하여 신규 인프라 뿐 아니라 기존의 인프라에도 균형있는 정책이 필요



참고자료



1. 안종욱(2018), 노후기반시설 민간투자사업 활성화 방안, 국토정책 Brief, 1-6
2. 차미숙(2016), 인프라의 노후화와 현명한 이용, 국토정책 Brief, 1-8
3. 이영환(2016), 노후 인프라의 실태분석과 지속가능한 성능개선 정책방향
4. 서울시 보도자료
서울시, 노후 인프라 예측 관리로 안전강화, 미래비용 절감 (2017.06.12.)
서울시, 동굴탐사 기술혁신으로 도로함몰 67% 줄였다 (2018.01.29.)
5. 서울시(2017), 2016 도로관리 기술 백서
6. 조재용(2017), 일본 노후 인프라 대응 전략 및 정책적 시사점, 대한건설정책연구원
7. 닷케이 BP(2018), 세상 시장을 주도할 크로스 테크놀로지 100, 나무생각
8. SBS 뉴스(2013.05.24.), 물에 빠진 자동차...미국 교량붕괴 현장
http://news.sbs.co.kr/news/endPage.do?news_id=N1001800894&plink=COPYPASTE&cooper=SBSNEWSSEND (최종접속 : 2018.04.30.)
9. 한국정보화진흥원(NIA), 혁신성장을 위한 국가 인프라 지능화 추진전략, 2017.11
10. 국토교통부, 국토교통 4차 산업혁명 대응 전략, 2017
11. 국토교통부 보도자료, 국토부·과기정통부 '지능형 SOC 구축'을 위한 협력체계 가동 (2018.01.30.)