르네방재정책연구원 | 특집 보고서

도시 기반시설의 노후화와 선제적 관리 — 미국·일본의 경험과 한국의 과제

정책 연구 보고서

르네방재정책연구원

2026년 11월 1일

renetopia.net

※ 이 보고서는 AI(Claude)를 보조로 작성되었으며, 본문의 [번호]는 참고문헌의 근거 자료를 가리킵니다. 공개 전 연구자가 사실 관계를 검토해야 합니다.

요약

도시의 길과 다리, 터널, 상·하수도는 시간이 지나면 반드시 낡는다. 미국은 1980년대부터, 일본은 2010년대부터 집중 건설기 기반시설의 노후화가 사회 문제로 드러났고, 우리나라도 1970~80년대에 집중 건설된 시설이 30년을 넘기면서 같은 길에 들어섰다 [3, 6]. 이 보고서는 연구원이 2017년 홈페이지에 게재한 글과 원장의 대학원 강의 자료를 바탕으로, 미국·일본의 경험과 한국의 제도·정책을 정리하고 2025~2026년의 최근 상황을 보완해 정책 과제를 제시한다.

주요 내용

- 우리나라 중대형 SOC 가운데 30년 이상 된 시설의 비중은 2018년 말 36.8%였고, 20년 뒤에는 78.9%로 늘어날 것으로 전망되었다. 저수지(96%), 댐(45%), 철도(37%)의 노후화가 특히 높다 [3].
- 서울은 2016년 기준 30년 이상 된 교량이 27%, 하수도가 52%였고, 노후 하수관은 도로함몰의 주된 원인(76%)으로 지목되었다 [7, 2].
- 미국 토목학회(ASCE)의 인프라 성적표는 1998년 이후 줄곧 D등급대에 머물다 2021년 C-, 2025년 C로 올랐으나, 필요한 투자와 계획된 투자의 차이는 3.7조 달러에 이른다 [13, 14].
- 일본은 2012년 사사고(笹子) 터널 천장판 붕락(9명 사망)을 계기로 '인프라 장수명화 기본계획'(2013)을 세우고, 모든 교량·터널을 5년마다 근접 육안점검하도록 법령을 바꿔 첫 5년 주기(2014~2018)에 점검률 99% 이상을 달성하였다. 나아가 2030년 점검·보수용 센서·로봇 세계시장 30% 점유를 목표로 로봇 현장 검증과 '인프라 메인터넌스 국민회의'(2016, 회원 2,700여 곳)로 유지관리를 성장 산업으로 키우고 있다 [1, 11, 23, 24].
- 서울시설공단은 2019년 일본 국민회의를 현지 조사한 뒤, 그 약점(실용화 지원·공공 역할 부족)을 보완한 '서울 인프라 혁신 플랫폼'(2020)을 설계하고, 2021년 15개 기관이 참여하는 '도로인프라 얼라이언스'로 도로 분야에서 실천하였다 [26, 28, 33].
- 우리나라는 「지속가능한 기반시설 관리 기본법」(2020 시행)으로 15종 기반시설의 기본계획·관리계획 체계를 갖추었고, 2021~2025년 광역지자체 관리계획에 약 40.4조 원이 필요한 것으로 집계되었다 [4].
- 그러나 2025년 서울 명일동 땅꺼짐(1명 사망)과 일본 사이타마현 야시오시 도로 함몰처럼, 땅속 시설의 노후화와 관리 사각지대는 여전히 큰 위험으로 남아 있다 [18, 19].

정책 제언

- 사후 보수에서 '예측·선제 관리'로: 시설별 잔존수명과 생애주기비용을 근거로 보수·보강 시점을 정하는 관리 방식을 모든 관리주체로 넓힌다. 서울시 교량 분석에서는 선제 관리로 14년간 약 34%의 비용 절감이 추정되었다 [7, 3].

- 관리 사각지대 해소: 소규모 교량·땅속 관로 등 법정 관리대상 밖의 시설을 위험도 기준으로 관리하도록 「시설물안전법」을 근본적으로 개편한다 [21, 5].
- 산·학·관·민 플랫폼과 유지관리 산업: 국민회의·도로인프라 얼라이언스 같은 협력 플랫폼을 국가 상설 기구로 넓히고, 드론·AI 점검 기술을 키우는 산업 목표를 세운다 [23, 24, 26].
- 국민이 아는 인프라: 미국 성적표, 일본 토목학회 '인프라 건강진단서'처럼 기반시설의 상태를 정기적으로 국민에게 알려 투자에 대한 공감대를 만든다 [15, 20].
- 안정적 재원: 성능개선 충당금, 사용 부담금 등 기반시설관리법이 마련한 재원 장치를 실제로 작동시키고, 노후 하수관처럼 지자체 재정만으로 감당하기 어려운 분야는 국가가 지원한다 [4, 19].

조사 방법

이 보고서는 르네방재정책연구원이 2017년 홈페이지 '관련자료 › 도시노후화'에 게재한 글과 원장(조성일)의 대학원 강의 자료 「도시 노후화」(2023~2024)를 뼈대로 삼았다. 사실과 수치는 국토교통부 기본계획·보도자료, 서울시 계획, 일본 국토교통성 자료, 미국 토목학회 보고서 등 공공 자료로 확인하였고, 2025~2026년의 최근 상황은 공개 보도와 정부 자료로 보완하였다. 원고 정리에는 AI(Claude)를 보조로 사용하였으며, 본문의 사실 서술에는 근거 자료 번호를 붙였다.

1. 서론: 도시의 숙명, 노후화

도시의 숙명, 노후화

사람이 만든 모든 것은 시간이 지나면 낡는다. 도시도 예외가 아니다. 우리가 사는 집과 아파트뿐 아니라 매일 지나다니는 길과 다리, 터널, 지하철, 그리고 눈에 보이지 않는 상·하수도와 가스관·통신구도 해마다 나이를 먹는다 [2]. 문제는 이 시설들이 대부분 짧은 기간에 한꺼번에 지어졌다는 점이다. 집중 건설된 시설은 노후화도 한꺼번에 찾아오고, 그만큼 보수·교체 비용도 한꺼번에 몰린다.

미국은 1930년대와 1950~60년대 주간 고속도로 건설기에 지은 시설이 1980년대부터 무너지기 시작했고, 일본은 1964년 도쿄 올림픽 전후 고도성장기에 지은 시설이 2010년대에 들어 한계에 이르렀다. 우리나라는 1970~80년대에 집중 건설한 시설이 30년을 넘기면서 같은 길에 들어섰다 [1, 3]. 1993년 일본 NHK가 뉴욕의 노후화를 빌려 도쿄의 앞날을 경고한 다큐멘터리 「거대도시 재생의 조건」은, 30년이 지난 지금 보면 서울의 모습을 보는 듯하다 [2].

위험을 보는 눈

구조물 붕괴로 사람이 숨질 확률은 흡연이나 교통사고에 비하면 매우 낮다. 구조신뢰성 분야의 고전적 분석에 따르면 구조물 붕괴로 인한 연간 사망 위험은 100만 명당 0.1명 수준으로, 보통 사람이 크게 걱정하지 않는 '천재지변' 수준의 위험으로 받아들여진다 [1]. 그러나 이 낮은 확률은 끊임없는 점검과 보수 위에서만 유지된다. 관리가 소홀해지면 위험은 조용히 쌓이다가 한 번에 큰 사고로 터진다. 미국 I-35W 교량, 일본 사사고 터널, 이탈리아 모란디 교량의 붕괴는 모두 '설마' 하던 사이에 일어났다 [1, 3].

그래서 노후화 관리는 확률이 낮은 사고를 막기 위해 꾸준히 돈과 사람을 들이는 일이고, 사고가 나기 전에는 성과가 잘 보이지 않는다. 노후화 대책이 늘 예산 순위에서 밀리는 이유이기도 하다. 이 보고서가 미국과 일본의 경험을 자세히 살피는 까닭은, 그들이 이 '보이지 않는 위험'의 대가를 먼저 치렀기 때문이다.

이 보고서의 범위

이 보고서는 연구원이 2017년 홈페이지에 게재한 글 「도시 노후화」를 출발점으로 삼아, 원장의 대학원 강의 자료(2023~2024)와 그동안 모은 국내외 정책 자료로 내용을 넓히고 2025~2026년의 최근 상황을 보완하였다 [1, 2]. 2장에서 국내 노후화 실태를, 3장에서 미국과 일본의 경험을, 4장에서 한국의 제도와 정책을 정리하고, 5장에서 정책 과제를 제시한다. 교량 붕괴와 PT 텐던 파단은 별도의 특집 보고서에서 자세히 다룬다.

2. 국내 기반시설 노후화 실태

전국의 노후화 수준

「제1차 기반시설 관리 기본계획」에 따르면 도로·철도·항만 등 중대형 SOC 65,076개소(2018년 12월 기준) 가운데 준공 후 30년이 지난 시설의 비중은 36.8%이고, 20년 뒤에는 78.9%로 두 배 넘게 늘어날 것으로 전망되었다 [3]. 시설별로는 저수지(96%)가 가장 높고 댐(45%), 철도(37%), 항만(23%)이 뒤를 잇는다 [3, 6]. 상·하수관로, 가스관, 송유관 등 땅속 시설도 41만 km가 넘는다 [3].

최근 국토안전관리원 자료를 인용한 보도에 따르면 노후 시설의 비율은 19.7%에서 2033년 48.5%로 늘어날 전망이며, 같은 기간 SOC 예산이 국가 예산에서 차지하는 비중은 2020년 4.6%에서 2026년 3.6%로 줄었다 [20]. 노후 시설은 빠르게 늘고 있는데 투자 여력은 오히려 줄고 있는 셈이다. (두 자료는 대상 시설과 노후 기준이 달라 수치를 직접 비교할 수는 없다.)

구분	30년 이상 비율	기준
중대형 SOC 전체	36.8% → 20년 뒤 78.9%	2018년 말 [3]
저수지 / 댐	96% / 45%	2018년 말 [3]
철도 / 항만	37% / 23%	2018년 말 [3]
서울 교량 / 하수도	27% / 52%	2016년 7월 [2, 7]

서울의 실태

서울은 2016년 7월 기준 30년 이상 된 교량이 27%, 하수도가 52%에 이르렀다 [2]. 서울시설공단의 2020년 분석으로는 서울의 30년 이상 노후 시설 비율이 2018년 31%에서 2028년 61%로 늘어나며, 교량 376개 중 143개(38%), 터널 35개 중 13개(37%), 지하차도 107개 중 35개(32%), 하수관로 1만 728km 중 5,743km(53%)가 이미 30년을 넘었다 [33]. 서울시 분석으로는 도로시설물·지하철·상하수도·공공건축물을 합친 30년 이상 노후 시설의 비율이 2016년 33%에서 20년 뒤 86%로 급증하고, 전체 도시기반시설의 유지관리 비용도 2017년 8,849억 원에서 2026년 2조 7,687억 원으로 세 배 이상 늘어날 것으로 예측되었다 [7].

노후화는 이미 사고로 나타나고 있다. 서울에서는 2010~2016년 도로함몰이 4,865건(하루 평균 1.9건) 일어났고, 그 원인의 76%가 노후 하수관이었다 [7]. 2016년 2월에는 내부순환로 정릉천 고가에서 PT 텐던(교량 내부의 강선)이 끊어지는, 그때까지 국내에 없던 유형의 손상이 발견되었다. 포장이 낡아 방수층이 손상되고 빗물이 스며들어 강선이 부식된 것이었다 [7].

땅속에서 커지는 위험

2018년 11월 KT 아현 통신구 화재, 같은 해 12월 고양 백석역 열수송관 파열, 2019년 인천 붉은 수돗물 사태는 눈에 보이지 않는 땅속 시설의 노후화가 시민 생활을 직접 위협한다는 사실을 보여

주었다 [3, 6]. 정부가 「지속가능한 기반시설 안전강화 종합대책」(2019)에서 땅속 시설에 중점을 둔 것도 이 때문이다 [6].

2025년 3월 24일 서울 강동구 명일동에서는 폭 22m, 깊이 16m의 땅꺼짐이 일어나 오토바이 운전자 1명이 숨졌다. 국토교통부 조사 결과 결정적 원인은 지하 깊은 곳 풍화대의 균열을 설계에 반영하지 못한 인근 고속도로 터널 공사였지만, 노후 하수관의 오랜 누수도 지반을 약하게 만든 요인으로 지목되었다 [19]. 정부는 지반조사 기준을 강화하고 노후 하수관의 정밀조사와 교체를 늘리기로 했다 [19]. 노후화가 다른 위험 요인과 겹칠 때 사고가 커진다는 점을 보여 준 사례다.

3. 해외의 경험: 미국과 일본

미국: 늦은 투자의 대가

2007년 8월 1일 미네소타주 미니애폴리스의 I-35W 교량(1967년 준공, 3경간 연속 트러스)이 퇴근 시간에 무너져 13명이 숨지고 145명이 다쳤으며 차량 111대가 추락하였다 [1, 12]. 미 연방교통안전위원회(NTSB)는 붕괴가 시작된 연결판(거셋 플레이트)이 처음 설계부터 하중을 견딜 능력이 부족했고, 두 차례 바닥판 덧씌우기로 늘어난 무게와 사고 당일의 공사 장비·자재 하중이 겹쳐 무너졌다고 결론지었다 [12]. 교량 내하력을 평가할 때 연결판을 빼놓던 관행, 공사 하중 배치 지침의 부재도 함께 지적되었다 [1, 12].

이 사고는 미국 사회에 큰 충격을 주었다. 같은 형식의 교량이 전국에 약 750개 있었고, 그중 3분의 1이 붕괴 교량과 같은 '구조적 결함' 판정을 받고 있었기 때문이다 [1]. 당시 미국 교량 60만여 개 가운데 7만 3천여 개(12.1%)가 구조적 결함 판정을 받았고, 1989~2000년 사이에만 503개의 교량이 무너져 '거의 매주 하나'가 무너진다는 말이 나왔다 [1]. 다리를 건너기 두려워하는 '교량 공포증'이 언론에 보도될 정도였다 [1].

미국 토목학회(ASCE)는 1998년부터 4년마다 「인프라 성적표」를 발표한다. 1988년 미국 국가인프라개선위원회(NCPWI)의 평가에서 시작된 이 보고서는 공항·댐·상하수도·도로·교량 등을 학점(A~F)으로 평가한다 [1, 13]. 종합 등급은 오랫동안 D등급대에 머물렀다(2013년·2017년 D+). B등급으로 올리는 데 필요한 비용은 2013년 3.6조 달러, 2017년 4.59조 달러로 늘었다 [1, 13]. 2021년 처음으로 C-를 받았고 [15], 2025년에는 「인프라 투자 및 일자리법(IIJA, 2021)」의 투자 효과로 역대 최고인 C를 받았다. 그러나 교량은 C, 도로와 하수는 D+, 우수(빗물)는 D에 머물렀고, 필요한 투자와 계획된 투자의 차이는 3.7조 달러로 4년 전(2.59조 달러)보다 오히려 커졌다 [14].

연도	종합 등급	비고
2013	D+	B등급까지 3.6조 달러 필요 [13]
2017	D+	B등급까지 4.59조 달러 필요 [13]

2021	C-	1998년 이후 처음 C등급대 [15]
2025	C	역대 최고, 투자 부족액 3.7조 달러 [14]

미국의 경험은 두 가지를 말해 준다. 첫째, 투자 시기를 놓치면 비용은 기하급수적으로 늘어난다. 둘째, 학회가 일정한 주기로 인프라 상태를 국민에게 알기 쉽게 알리는 일이 정치권과 국민의 관심을 모으고 예산 투입의 근거가 된다 [15].

일본: 사고를 계기로 스스로 길을 만들다

일본의 도로 교량은 약 70만 개이고, 그 70%인 약 50만 개를 시정촌(기초자치단체)이 관리한다 [1]. 2013년 기준 건설 후 50년이 지난 교량은 약 18%였으나 그 비율이 빠르게 늘고 있고 [9], 국토교통성은 사회자본 10개 분야의 유지관리·갱신비가 2013년 약 3.6조 엔에서 20년 뒤 4.6~5.5조 엔으로 늘어날 것으로 추산하였다 [9]. 1964년 도쿄 올림픽에 맞춰 급히 지은 수도고속도로는 반세기가 지나며 심각한 손상이 드러났고, 2014년부터 5개 노선에서 개축(8km)과 대규모 보수(55km)를 진행하고 있다 [2, 22].

일본의 대응은 미국의 정책을 뒤따른 것이 아니다. 2012년의 대형 사고를 계기로 일본 스스로 제도를 바꾸고, 나아가 유지관리를 하나의 '산업'으로 키우는 길을 택했다는 점에서 미국과 뚜렷이 다르다.

① 사사고 터널 사고와 제도 전환(2012~2014). 2012년 12월 2일 주오자동차도 사사고(笹子) 터널에서 콘크리트 천장판 약 130m가 떨어져 9명이 숨졌다 [1]. 천장판을 매단 앵커볼트의 설계·시공 부실에 더해, 사고 3개월 전 점검이 망치로 두드려 보는 타음검사 없이 눈으로만 이루어졌고, 1977년 개통 이후 볼트를 한 번도 교체하지 않은 노후화가 겹쳤다. 사고 직후 재점검에서 670곳이 넘는 결함이 발견되었다 [1]. 일본 정부는 2013년 1월 국토교통성에 '사회자본 노후화 대책회의'를 만들고, 같은 해 10월 관계부처 연락회의를 거쳐 11월 정부 전체의 '인프라 장수명화 기본계획'을 결정하였다 [1, 23]. 2014년에는 도로법 시행규칙을 바꿔 모든 교량·터널을 5년에 한 번 근접 육안 점검하고 결과를 4단계로 판정하도록 의무화하였다. 멀리서 눈으로 보는 점검으로는 볼트 풀림이나 PC 강선 부식으로 생긴 공극을 찾을 수 없다는 반성에서였다 [1]. 그 결과 첫 5년 주기(2014~2018)에 교량 99.9%, 터널 99.5%의 점검을 마쳤다 [1, 11]. 중량을 초과한 차량이 전체의 0.3%에 불과하지만 도로교 열화에 미치는 영향의 90%를 차지한다는 분석에 따라 과적 차량 단속도 강화하였다 [1].

② 유지관리를 성장 산업으로. 인프라 장수명화 기본계획은 점검·진단·보수·기록을 되풀이하는 '메인터넌스 사이클'을 만들어 총비용을 줄이고 평준화하는 한편, 산·학·관이 협력해 신기술을 개발

하고 유지관리 산업을 키우는 것을 세 축으로 삼았다 [1, 23]. 목표도 구체적이다. 2020년경까지 계획 대상 모든 시설의 건전성을 확보하고, **2030년까지 점검·보수용 센서·로봇 등의 세계시장 30%를 차지**하겠다는 것이다 [23]. 노후화를 비용 부담으로만 보지 않고, 자국 기업이 세계 인프라 시장에 진출할 기회로 본 것이다.

③ **로봇·드론·센서의 현장 검증.** 국토교통성은 2014년부터 '차세대 사회인프라용 로봇'을 실제 현장에서 검증하였다. 유지관리(교량·터널·수중)와 재해 대응(조사·응급복구)의 5개 중점 분야에서 2014년도 65개 기술(91개 항목, 14곳), 2015년도 69개 기술(142개 항목, 11곳)을 시험해 '현장에서 쓸 수 있는 로봇'을 가려냈다 [25]. 이렇게 검증된 드론·카메라 등 점검 지원 기술은 이후 정기점검 요령에 반영되어, 근접 육안점검을 보완하는 수단으로 쓰이게 되었다 [11].

④ **인프라 메인터넌스 국민회의(2016~).** 장수명화 계획을 세운 뒤에도 문제는 남았다. 시설관리자(특히 지자체)는 기술 인력이 부족하고 신기술의 장단점을 판단하기 어려웠으며, 기업은 지자체가 무엇을 필요로 하는지 알기 어려웠고, 시민은 노후화의 심각성에 공감하지 못했다 [10]. 이를 풀기 위해 2016년 11월 28일 산·학·관·민이 함께하는 플랫폼 '인프라 메인터넌스 국민회의'가 설립되었다 [24]. 국토교통성이 사무국을 맡아 정보 교류의 장을 만들었고, 전국 10개 권역의 지방 포럼과 공인 포럼, 2022년에는 시정촌장 회의까지 갖추었다 [10, 24]. 회원은 2023년 2월 2,748곳(행정 1,318, 기업 973, 단체 172, 개인 285)에 이른다 [24]. 지방 포럼에서는 시설관리자의 수요와 기업의 기술을 짝지어 실증 현장을 제공하고, 정부는 해마다 뛰어난 유지관리 사례와 기술을 '인프라 메인터넌스 대상'으로 표창해 산업 전체의 의욕을 북돋운다 [10, 24]. 일본 토목학회도 매년 '인프라 건강진단서'를 발표해 국민의 관심을 모은다 [15].

⑤ **남은 과제.** 그럼에도 2025년 1월 28일 사이타마현 야시오시에서 하수관 파손으로 보이는 도로 함몰이 일어나 트럭이 빨려 들어갔고, 한때 약 120만 명에게 하수도 사용 자제가 요청되었다. 일본에서는 2022년 한 해에만 하수관에 기인한 도로 함몰이 약 2,600건 일어났다. 국토교통성은 전국 하수관 특별 중점조사를 요청하고 땅속 관로 관리 방안을 다시 검토하고 있다 [18]. 교량과 터널 중심으로 갖춘 체계가 땅속 시설까지 충분히 미치지 못했다는 교훈이다.

그 밖의 나라

캐나다는 2016년 인프라 평가 보고서에서 지자체 인프라의 상당 부분이 '나쁨' 이하이며 지금 투자하지 않으면 미래 세대가 더 큰 비용을 치를 것이라고 경고하였다 [16]. 영국 토목학회(ICE)도 해마다 「State of the Nation」 보고서로 인프라 정책 과제를 제시한다 [17]. 나라마다 방식은 다르지만, 전문가 단체가 인프라의 상태를 정기적으로 평가하고 국민에게 공개한다는 점은 같다.

4. 한국의 제도와 정책

법과 계획의 체계

우리나라의 시설물 안전관리는 1994년 성수대교 붕괴를 계기로 만든 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」(시설물안전법)을 중심으로 이루어져 왔다. 국토교통부는 5년마다 '시설물의 안전 및 유지관리 기본계획'을 세우고, 관리주체는 이에 따라 중기·연간 관리계획을 세운다 [5]. 2023년 고시된 제5차 기본계획(2023~2027)은 '사각지대 없는 시설물 디지털 안전관리'를 비전으로, 노후 경로당·소규모 교량 같은 안전취약시설을 법정 관리대상으로 지정하고, 안전등급 D·E인 소규모 시설은 정밀안전점검까지 의무화하며, AI·로봇·드론을 활용한 진단으로 바꾸는 방안을 담았다 [5].

여기에 2018년 12월 「지속가능한 기반시설 관리 기본법」(기반시설관리법)이 제정되어 2020년 1월부터 시행되었다 [1, 3]. 이 법은 도로·철도·항만·공항·하천·저수지·댐·상하수도·가스관·송전선로·송유관·열수송관·통신구·공동구 등 15종 기반시설을 대상으로 다음을 규정한다 [1, 4].

- 국가와 지자체가 유지관리·성능개선 예산을 확보하고 중기재정계획에 반영할 책무
- 국토교통부 장관의 기반시설 관리 기본계획(5년)과 관리감독기관의 관리계획(5년)
- 시설 유형별 최소 유지관리 기준과 성능개선 기준
- 국무총리를 위원장으로 하는 기반시설관리위원회
- 기반시설 사용 부담금과 성능개선 충당금

계획과 투자

2020년 5월 수립된 제1차 기반시설 관리 기본계획(2020~2025)은 '연차적 유지보수'에서 '최적 시점·방법을 예측하는 선제적 관리'로 바꾸는 것을 기본 방향으로 삼았다 [3]. 2014~2019년 노후 기반시설 관리에는 약 59.3조 원이 투자되었고, 연간 투자는 7.2조 원에서 12.6조 원으로 늘었다 [3]. 2021년 12월에는 17개 광역지자체의 관리계획(2021~2025)이 모두 마련되었는데, 모든 기반시설을 C등급(보통) 이상으로 관리한다는 목표 아래 약 40.4조 원(연평균 8.1조 원)이 필요한 것으로 집계되었다. 그 41%가 하수도였다 [4]. 정부는 현재 추세라면 2021~2050년 30년간 유지관리 비용이 약 1천조 원에 이를 것으로 전망하며, 성능개선 충당금 적립과 기존 재원 활용을 독려하고 있다 [4].

서울시의 선제적 관리

서울시는 중앙정부보다 앞서 움직였다. 2016년 7월 14일 전국 최초로 「노후기반시설 성능개선 및 장수명화 촉진 조례」를 제정하여, 노후 기반시설의 실태평가보고서를 2019년 말까지 작성하고 5년마다 갱신하며, 이를 토대로 6개월 안에 종합관리계획을 세우도록 하였다 [2, 8]. 실태평가보고서에는 내구·구조성능의 변화, 유지관리 이력, 잔존수명, 붕괴나 운영 중단 때의 피해 영향, 성능개

선의 필요성과 소요 재정까지 담도록 하였다 [1]. 사후 보수에서 사전 관리로 관리 패러다임을 바꾼 첫 제도라는 평가를 받았다 [16].

서울시는 2019년 '노후인프라 선제적 관리체계 구축' 계획에서 교량에 선제적 유지관리를 적용하면 2017~2030년 사후 대응형 관리보다 누적 8,287억 원(34%)을 줄일 수 있다고 추정하였다 [7]. 도쿄도 역시 교량을 선제적으로 관리하면 30년간 유지관리 비용을 약 68.8% 줄일 수 있다고 추산한 바 있다 [7]. 선제 관리는 안전을 높이는 동시에 돈을 아끼는 방법이라는 뜻이다.

서울시설공단의 실천: 일본에서 배우고, 함께 고치다

서울시는 일찍부터 일본의 경험을 배우려 했다. 2015년 2월 도쿄도와 도로함몰 대응 기술협력 협약을 맺어 땅속 공동(빈 공간) 조사와 복구 방법을 공유하기로 하고, 도쿄의 교량 상시 감시 체계를 둘러본 뒤 교량안전과를 새로 만들었다 [31].

자동차전용도로와 교량 등을 관리하는 서울시설공단은 한 걸음 더 나아갔다. 2019년 7월 공단 안에서 PSC 교량 문제를 놓고 '오픈이노베이션'을 시작했고, 10월 서울시장에게 공단 발전 방향을 보고하면서 '(가칭) 서울 인프라 혁신 플랫폼'을 제안하였다 [33]. 이어 10~12월 일본의 노후 인프라 정책을 문헌과 전화로 조사하고, 12월 18~20일에는 국토교통성(국민회의 사무국), 도쿄도청, 국민회의 긴키 본부를 직접 찾아 국민회의의 조직과 예산, 포럼 운영, 산·학·관·민 연계 방식을 조사하였다 [33].

공단은 일본에서 무엇을 배우고 무엇을 고쳐야 할지 함께 정리하였다 [33].

- **배울 점:** 기업·단체·교육기관·개인이 자발적으로 노후화 문제를 풀도록 국가가 국민회의를 지원하고, 혁신 기술의 실증 과정을 운영하며, 2030년 세계시장 30% 점유를 목표로 삼았다.
- **보완할 점:** 기구 확대와 홍보에 치우쳐 해외 진출 사례가 아직 없고, 중앙과 지방이 따로 움직여 역량이 흩어졌다. 실용화 지원이 약해 긴키 포럼은 창립 후 3년 동안 실증까지 간 기술이 7건에 그쳤고, 공공 예산 없이 국토교통성 직원 2명이 사무국을 맡는 등 공공의 역할이 작았다.

이를 바탕으로 2020년 5월 「서울 인프라 혁신 플랫폼 구축, 위기를 기회로」를 마련하였다 [33]. 비전은 '안전하고 경쟁력 있는 도시', 목표는 '노후 인프라 선제 대응'과 '스마트 기술 개발(미래 성장 동력)'이며, 4대 전략은 다음과 같다.

전략	내용
① 참여 플랫폼	서울시·공단·연구원, 건설사·4차 산업 기업, 학회·대학, 시민이 참여하는 조직(총회·회장, 사무국은 서울시설공단, 도로시설·도로포장·상수도·하수도·인프라 혁신 분과)
② 정책 연결	시설관리자가 필요한 기술(니즈)을 공개하고 민간의

	기술(시즈)과 짝지어, 실증·계약 조건 완화·우선 구매·해외 진출까지 '수요-공급-시장'을 잇는다
③ 오픈이노베이션	누구나 자유롭게 제안하는 상시 온라인 포럼과 웨비나, 공개형 연구
④ 단계적 확장	서울에서 먼저 시작해 전국으로, PSC에서 도로를 거쳐 모든 인프라로

일본 모델의 약점을 보완해 '실용화(사업화) 지원 체계'와 '공공의 적극적 지원'을 더한 것이 특징이다 [33]. 서울시는 「지속가능한 기반시설 관리 기본 조례」에 산·학·관·민 '기반시설 기술혁신협의체'를 둘 근거를 넣었고(2020년 4월 시의회 상임위원회 가결), 공단은 2020년 3월 첫 웨비나에 시·대학·연구원·업계 등 83명이 참여하는 등 온라인 포럼을 시작하였다 [33]. 창립 총회는 코로나19로 미뤄졌다.

현장의 실천도 이어졌다. 2020년 9월 청담1교 안전점검에서 바닥판을 받치는 가로 방향 구조물 일부의 부식이 발견되자 중차량 통행을 긴급 제한하고, 미세파괴시험으로 안전을 확인한 뒤 11월 9일 통행을 재개하였다. 공용 중인 교량의 안전을 미세파괴시험으로 확인한 국내 첫 사례였다 [29]. 같은 해 10월에는 PSC 교량 안전 TF를 꾸리고 한국콘크리트학회와 업무협약을 맺었으며, 노후화로 철거하는 개봉고가의 거더를 확보해 내부 텐던의 부식을 조사하였다 [29, 30]. PSC 교량에 관한 공단형 오픈이노베이션은 1년 8개월 동안 20차례 열렸다 [28, 29].

이 흐름은 '도로 분야부터' 시작한다는 단계적 확장 전략에 따라 2021년 11월 26일 '도로인프라 얼라이언스'의 출범으로 이어졌다. 서울시설공단이 주도하고 한국도로공사, 국토안전관리원, 서울대학교, 한국교량및구조공학회 등 공공기관·대학·학회·연구원·민간기업 15개 기관이 참여하였으며(이후 16개 기관 이상), 출범식은 메타버스 공간에서 온라인으로 열렸다 [26, 27, 28]. 얼라이언스는 온라인 플랫폼 '오픈 스퀘어'에서 과제를 수행하고 민간 신기술이 실증 현장을 찾도록 돕는다 [26, 28]. 첫해에는 PSC 현장 기술 개선 제언, 중대재해 예방을 위한 건설안전 기술 공유, 노후 인프라에 대한 사회적 공감대 형성에 힘썼고, 306억 원 규모의 '첨단 인프라 관리기술 개발사업'에도 참여하였다 [27]. 2023년 9월 회의에서는 노후 인프라 유지관리 방향, AI를 이용한 교량 손상 자동 검출, 네트워크 단위의 고속도로 교량 유지관리 전략 등이 발표되었다 [32].

서울 인프라 혁신 플랫폼과 도로인프라 얼라이언스는 일본 국민회의를 그대로 옮기지 않고, 그 약점(실용화 지원과 공공 역할 부족)까지 보완하려 한 시도라는 점에서 의미가 크다 [33]. 다만 한 기관이 주도하는 자발적 연합이어서, 이를 국가 차원의 상설 플랫폼으로 넓히는 일은 과제로 남아 있다.

남은 문제

제도의 틀은 갖추어졌지만 현장의 사각지대는 여전하다. 원장은 2023년「시설물안전법 전면 개편 필요성」에서 우리 제도의 문제를 다음과 같이 지적하였다 [21].

- 연장 100m 미만의 소규모 교량 등이 법정 관리에서 빠지고, 시설 규모에 따라 점검 수준이 달라 정작 위험이 큰 단경간 교량이 낮은 등급으로 관리된다.
- 미국·일본처럼 모든 교량을 일정 수준 이상으로 점검하는 체계가 아니다(미국은 연장 6m 이상 교량의 점검을 법으로 의무화).
- 안전점검 기준과 매뉴얼이 국가건설기준 체계와 따로 놀고, 교량에 특화된 점검자 자격과 교육이 부족하다.

제5차 기본계획이 소규모 취약시설을 관리대상에 넣기로 한 것은 진전이지만 [5], 땅속 관로와 소규모 시설까지 위험도에 따라 관리하는 체계는 아직 갈 길이 멀다.

5. 과제와 정책 제언

무엇을 배워야 하나

미국은 투자 시기를 놓친 대가로 수십 년째 D등급대의 인프라와 수조 달러의 투자 부족에 시달리고 있다 [13, 14]. 일본은 사사고 터널 사고 뒤 스스로 제도를 바꿔 5년 만에 전국 교량·터널의 첫 점검을 마쳤고, 국민회의와 로봇 기술 검증으로 유지관리를 성장 산업으로 키우고 있다. 그러나 땅속 하수관에서 다시 큰 사고를 겪었다 [1, 18, 23, 24]. 우리나라는 두 나라보다 노후화가 늦게 시작된 만큼, 그들의 시행착오를 미리 배울 수 있는 위치에 있다. 지금이 바로 그 '골든타임'이다.

정책 제언

① 사후 보수에서 예측·선제 관리로. 시설별 잔존수명과 생애주기비용을 계산해 보수·보강·교체 시점을 정하는 자산관리 방식을 모든 관리주체로 넓혀야 한다. 서울시 교량 분석(34% 절감)과 도쿄도 추산(68.8% 절감)은 선제 관리가 비용도 줄인다는 근거다 [7]. 정부가 추진하는 시설물 정보의 디지털화와 표준 자산관리시스템 보급을 지자체까지 서둘러 넓혀야 한다 [4, 5].

② 관리 사각지대를 없애는 법 개편. 시설 규모가 아니라 위험도에 따라 관리 대상과 점검 수준을 정하도록 시설물안전법을 근본적으로 고쳐야 한다. 소규모 교량, 공동주택 옹벽, 땅속 관로처럼 지금 관리가 느슨한 시설부터 위험도를 평가해 관리대상에 넣어야 한다 [21, 5]. 일본처럼 근접 육안점검과 타음검사 등 점검 방법의 최소 기준을 법령으로 정하는 방안도 검토할 만하다 [1].

③ 땅속 시설에 대한 집중 투자. 하수관은 우리나라와 일본 모두에서 도로함몰의 주범이고, 광역지자체 관리계획 예산의 41%를 차지한다 [4, 7, 18]. 노후 하수관의 정밀조사와 교체를 국가가 적극 지원하고, 지하 공사로 인한 지하수위 변화를 관리하는 체계를 함께 갖추어야 한다 [19].

④ **국민이 아는 인프라.** 미국 토목학회의 성적표와 일본 토목학회의 인프라 건강진단서처럼, 기반시설의 상태를 정기적으로 알기 쉽게 국민에게 공개해야 한다 [15]. 국토안전관리원이 2025년도로 분야부터 '기반시설 건강진단서'를 내기 시작한 것은 좋은 출발이며, 15종 기반시설 전체로 넓혀 가야 한다 [20].

⑤ **산·학·관·민 플랫폼과 유지관리 산업.** 일본의 인프라 메인터넌스 국민회의와 서울시설공단의 도로인프라 얼라이언스처럼 시설관리자의 수요와 민간의 기술을 잇는 플랫폼을 국가 차원의 상설 기구로 만들어야 한다 [24, 26]. 일본이 2030년 세계시장 30%를 목표로 로봇·센서 기술을 키우듯, 우리도 드론·AI 점검 기술을 실증하고 해외로 나갈 수 있도록 유지관리 산업 육성 목표를 세울 필요가 있다 [23, 24].

⑥ **안정적인 재원과 사람.** 기반시설관리법이 마련한 성능개선 충당금과 사용 부담금을 실제로 작동시키고, 재정자립도가 낮은 지자체에는 국가가 우선 지원해야 한다 [4, 20]. 아울러 교량·터널 등에 특화된 점검 기술자를 길러야 한다 [21].

맺음말

노후화는 피할 수 없지만, 노후화가 재난이 되는 것은 막을 수 있다. 미국과 일본이 큰 사고를 치르고서야 바꾼 것을, 우리는 사고 전에 바꿀 수 있다. 성수대교 붕괴 이후 30여 년, 우리 사회가 쌓아 온 안전관리 제도를 '선제적 관리'라는 다음 단계로 끌어올릴 때다.

참고문헌

[1] 르네방재정책연구원(조성일). 2024. 도시 노후화(대학원 강의 자료)

[2] 르네방재정책연구원(조성일). 2017. 도시 노후화(연구원 누리집 글). https://renetopia.net/urban_decay/

[3] 국토교통부. 2020. 제1차 기반시설 관리 기본계획(2020~2025)

[4] 국토교통부. 2021. 전국의 노후 기반시설, 더 체계적으로 더 꼼꼼히 관리한다(보도자료)

[5] 국토교통부. 2023. 제5차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획 고시(보도자료)

[6] 관계부처 합동. 2019. 지속가능한 기반시설 안전강화 종합대책

[7] 서울특별시. 2019. 노후인프라 선제적 관리체계 구축

[8] 서울특별시. 2016. 서울특별시 노후기반시설 성능개선 및 장수명화 촉진 조례

[9] 조재용, 대한건설정책연구원. 2017. 일본 노후 인프라 대응 전략 및 정책적 시사점(건설정책리뷰 2017-11)

[10] 대한건설정책연구원. 2019. 일본의 인프라유지관리 국민회의 개요

[11] 일본 국토교통성. 2019. 도로교 유지관리에 관한 최근의 논의 / 도로 유지관리 연보

[12] 미국 연방교통안전위원회(NTSB). 2008. Collapse of I-35W Highway Bridge (Collapse of I-35W Highway Bridge, Minneapolis, Minnesota, August 1, 2007 (HAR-08/03)). https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/HAR0803.pdf

[13] 미국토목학회(ASCE). 2017. Report Card for America's Infrastructure (미국 인프라 성적표 2013·2017). https://infrastructurereportcard.org/resources/previous-report-cards/

[14] 미국토목학회(ASCE). 2025. ASCE report card gives U.S. infrastructure highest-ever C grade (ASCE 2025 인프라 성적표, 역대 최고 C등급). https://www.asce.org/publications-and-news/civil-engineering-source/society-news/article/2025/03/...

[15] 서울시설공단 기술혁신센터. 2021. 노후 인프라 정책 동향보고(미국)

[16] 강상혁(인천대), 한국건설기술연구원. 2016. 캐나다 인프라 평가보고서 2016: 미래에의 경고

[17] 영국 토목학회(ICE). 2022. State of the Nation 2022

[18] 일본 국토교통성. 2025. **国**土交通白書 2025 (국토교통백서 2025 — 야시오시 도로 함몰 사고와 하수관 노후화 대책). https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/r06/hakusho/r07/html/n1213c01.html

[19] 뉴데일리. 2025. 강동구 명일동 땅꺼짐 국토부 조사결과 발표. https://www.newdaily.co.kr/site/data/html/2025/12/03/2025120300340.html

[20] 파이낸셜뉴스. 2026. 국토안전관리원, 우수행정 대상 수상…기반시설 투자체계 혁신 성과. https://www.fnnews.com/news/202605181131311709

[21] 르네방재정책연구원(조성일). 2023. 시설물안전법 전면 개편 필요성

[22] 일본 국토교통성. 2012. 首都高速道路の再生の**将来**像について. https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/syutokou/pdf/27.pdf

[23] 일본 정부(인프라 노후화 대책 추진 관계부처 연락회의)·국토교통성. 2013. インフラ長**寿**命化基本計**画**の**概**要 (인프라 장수명화 기본계획 개요). https://www.mlit.go.jp/common/001040310.pdf

[24] 일본 국토교통성. 2023. インフラメンテナンス**国**民**会**議について (인프라 메인터넌스 국민회의 소개). https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/im/about/pdf/info.pdf

[25] 일본건설기계시공협회 기관지(2015.12). 2015. 次世代社会インフラ用ロボットの開発・導入 (차세대 사회인프라용 로봇의 현장 검증). https://jcmanet.or.jp/bunken/kikanshi/2015/12/004.pdf

[26] 아시아경제. 2021. Seoul Facilities Corporation launches Road Infrastructure Alliance (서울시설공단, '도로인프라 얼라이언스' 출범). https://www.asiae.co.kr/en/article/2021112606485124256

[27] 아시아경제. 2022. Road Infrastructure Alliance Performance Sharing Meeting (도로인프라 얼라이언스 출범 1주년 성과공유회). https://www.asiae.co.kr/en/article/2022111807515863834

[28] 도로인프라 얼라이언스(서울시설공단). 2026. 도로인프라 얼라이언스 인사말·오픈 스퀘어. https://www.sisul.or.kr/open_content/opensquare/sub/greeting.jsp

[29] 아시아경제. 2021. Efforts to Ensure PSC Bridge Safety (서울시설공단, PSC 교량 안전 확보 노력). https://www.asiae.co.kr/en/article/2021032219301978034

[30] 아시아경제. 2020. Collaboration on Maintenance of Seoul PSC Bridges (서울시설공단-한국콘크리트학회, PSC 교량 등 유지관리 협력). https://www.asiae.co.kr/en/article/2020103016012830356

[31] 서울특별시 안전분야 누리집. 2015. 서울시, 도쿄도와 도로함몰 대응 기술협력. https://news.seoul.go.kr/safe/archives/31761

[32] 서울시설공단·국토안전관리원·한국도로교통연구원 등. 2023. 도로인프라 얼라이언스 회의 발표자료(2023.9.8)

[33] 서울시설공단(2020.5). 2020. 서울 인프라 혁신 플랫폼 구축, 위기를 기회로