

기반시설의 선제적 관리를 위한  
정책 연구

2023년 3월

국 토 교 통 부  
이 병 민

# 차 례

요약 보고서	3
국외훈련 개요	14
훈련기관 소개	15
최종보고서	18
I. 서론	19
1. 연구배경 및 목적	19
2. 연구방법	20
II. 기반시설 관리 현황	23
1. 국내 현황	24
2. 국제 현황	29
3. 비교 및 분석	47

Ⅲ. 정책 및 제도	50
1. 국내 정책 및 제도	51
2. 해외 정책 및 제도	60
3. 국제기구	81
4. 비교 및 분석	84
Ⅳ. 최신기술 및 산업동향	85
1. 개요	86
2. 최신기술	87
3. 산업동향	92
Ⅴ. 사례 조사(Case Study)	94
1. 캐나다 자산관리 사례	95
2. 미국 자산관리 사례	100
Ⅵ. 결론 및 시사점	104
Ⅶ. 참고문헌	107

## <요약보고서>

성 명	이병민		직 급	4급
훈 련 국	캐나다	훈련기간	2021.6.4.~2023.6.30	
훈련기관	UBC		보고서 매수	109매
훈련과제	기반시설의 선제적 관리를 위한 정책 연구			
보고서 제목	기반시설의 선제적 관리를 위한 정책 연구			
내용요약	<p><b>I. 서론</b></p> <p><b>1. 연구배경 및 목적</b></p> <p>급속한 경제성장기인 1970~80년대 설치된 기반시설이 2000년대 들어서며 급속한 노후화가 진행되기 시작했다. 이로 인해, KT 통신구 화재 등 사고가 발생했고, 기반시설의 유지관리에 대한 중요도가 부각 되었다.</p> <p>이에 대응하기 위하여 우리나라는 2018년 지속가능한 기반시설 관리법을 제정하여, 2020년부터 시행하였다.</p> <p>인프라 투자 중 유지관리에 대한 투자가 2018년 기준 14.2%에 불과한 우리나라와 달리, 기반시설이 이미 성숙단계에 접어든 미국, 캐나다, 유럽 등 선진국의 경우 이미 40%를 초과하였다.</p> <p>선진국을 중심으로 기반시설의 선제적 유지관리를 통해 효율적</p>			

이고 회복력을 갖춘 기반시설 관리체계를 구축하고 있는 바 선진국 정책 및 사례를 살펴보고, 정책방안을 모색해 보고자 한다.

## 2. 연구방법

기반시설 관리 관련 주요 연구논문, 용역보고서, 정책 보고서 등을 통해 한국의 기반시설 관리현황, 법 제도 전반을 살펴보는 등 국내 현황조사를 실시한다.

국제 현황조사의 경우, 기반시설이 이미 성숙단계에 접어든 선진국을 중심으로 인프라 리포트 카드를 통해 국가별 인프라 관리현황을 파악한다.

정책조사의 경우, 기반시설 관리와 직간접적 연관이 있는 거시, 중장기계획부터 세부계획을 살펴본다. 국제기구 중심으로 회복력(Resilience)에 대한 논의가 활발하므로 이에 대한 정책도 조사한다.

기반시설의 효율적 관리에 기여하는 사례를 살펴보고 시사점을 도출한다.

이를 종합하여 국가별 비교분석을 실시하고, 최종적으로 함의를 도출해 정책을 제안한다.

## Ⅱ. 기반시설 관리현황

### 1. 국내현황

국내 기반시설은 국토계획법에 따른 총 46개의 시설로 정의할 수 있다. 2019년 기준, 설치 후 30년이 경과한 시설이 철도시설이 37%, 항만시설이 23%에 달하는 등 노후화가 진행되는 상황

이다. 20년 이상 경과시설로 확대하면 송유관의 98%, 통신구가 91%에 달한다.

우리나라에서 현재 공식적으로 발간되는 기반시설 리포트 카드는 찾기 어려웠으며, 연구차원에서 작성된 보고서가 있다. 본 보고서는 도로, 교량, 상하수도 등 총 10개 대상시설을 분석하였는데, 우리나라 기반시설 종합 등급을 C+로 부여하였다.

기반시설의 관리주체는 공공은 중대형 인프라, 상하수도, 공동구 시설 등을 관리하고 있고, 통신구나 도시가스 등은 민간이 유지관리를 담당하고 있다.

## 2. 국제현황

미국, 캐나다, 일본 등 주요 선진국의 경우 기반시설의 선제적 관리를 위해 상태, 성능, 수요, 투자현황 등을 기준으로 기반시설 전반에 관해 평가하는 인프라 리포트 카드(Infrastructure Report Card)를 발간하고 있다.

### (1) 미국

미국 ASCE에서 권고하는 가이드라인에 따르면 인프라 리포트 카드는 각 인프라의 등급을 A부터 F까지 5등급으로 구분하도록 기준을 제시하고 있다. 포함 대상 시설로는 교통, 수자원 및 위생, 에너지, 건물 분야를 포함하고 있다.

미국은 1998년부터 ASCE에서 4년 마다 인프라를 17개 범주로 나누어 A부터 F까지 총 5가지 등급을 부여했다. 평가 기준은 수용력, 상태, 자금조달, 운영 및 관리, 공공안전, 회복력 및 혁신이다.

본 보고서(ASCE, 2021)에서는 2021년 미국 기반시설 전체 등급

으로 C-를 부여했다. 교통, 도로가 D등급을 받았고, 교량은 C등급을 받았다.

## (2) 캐나다

캐나다는 인프라 리포트 카드 작성을 위한 팀(CIRC)을 구성하여 2019년 리포트 카드를 발간하였다. Very Good부터 Very Poor까지 5등급에, 데이터 불충분 등으로 조사되지 않은 등급인 Unknown까지 더해 6등급으로 나누었다.

캐나다의 경우 시설 전체와 시설별 총괄 등급은 제시하지 않았고, 시설 내에서 등급 백분율이 어떻게 되는지만 분석했다. 예를 들어, 도로의 16.4%가 Poor 이하의 등급을 부여했으나, 도로 전체의 등급은 제시하지 않았다.

## (3) 일본

일본 토목공학회(JSCE)에서 2016년부터 리포트 카드를 발간하였고, 최신 보고서는 2021년 9월 보고서이다. A부터 E까지 5등급을 부여했고, 현재 재정투자, 유지관리 수준을 유지했을 때 앞으로 개선될지 여부에 대해 평가하여 화살표로 세부 등급을 부여하였다.

총괄 등급은 산정하지 않았고, 부문별 등급은 부여하였다. 터널, 하천구조물이 D를 받았다.

## (4) 영국

2014년 ICE에서 인프라 리포트 카드를 발간하였고, A부터 E까지 5등급을 부여하여 미국 인프라 가이드라인 권고사항을 따른 것으로 보인다. 국가차원의 인프라 등급은 부여하지 않았고, 부문별 등급은 발표하였다. 대중교통은 B- 등급, 에너지 부문은 C-

등급을 받았다.

### (5) 호주

호주는 2010년 Engineers Australia에서 인프라 리포트 카드를 발간하였다. 5등급 기준을 사용하였으며, 도로, 철도 등 총 11개 시설군에 대한 등급을 산정했다. 도로는 C등급, 철도는 D+ 등급을 받았다. 특징적인 부분은 광역 지자체로 나누어 지자체별 등급을 부여하였다는 점이다.

### 3. 비교분석

각 국가의 인프라 리포트 카드를 비교하면 다음과 같다.

국가	등급발표			등급구분		조사 범위	재원 발표	주체
	총괄	부문	지역	부문	세분화			
미국	○	○	×	5등급	○	넓음	총괄, 시설별	ASCE
캐나다	×	×	×	6등급	×	보통	방향성 발표	CIRC Team
영국	×	○	×	5등급	○	보통		ICE
일본	×	○	×	5등급	○	좁음		JSCE
호주	×	○	○	5등급	○	좁음		Engineers Australia

표 2. 인프라 리포트 카드 국가간 비교표

국가차원의 기반시설 등급을 발표하고, 총 투자부족액까지 제시하는 나라는 미국이 유일했다. 상징성과 소통측면에서 의미가 있을 것이라 보인다. 일본은 현재 유지관리 상태와 미래 수요까지

고려해 세부 등급을 부여한다는 특징이 있었다. 또한, 일본은 등급 산정이유에 대한 설명도 상세한 편이었다. 캐나다의 경우 인프라 부문별 등급도 발표하지 않고, 해당 시설 내에서 각 등급의 시설이 얼마나 차지하는지 백분율로만 발표하였다. 호주는 지역별 인프라 총괄 등급을 산정하여 발표하는 특징이 있었다.

조사범위의 경우, 미국은 17개 시설에 대해 폭 넓게 조사를 하고 있고, 일본은 상대적으로 도로, 철도 등 5개 시설에 대해 집중하고 있었다. 캐나다의 경우, 동계스포츠를 선호하는 국민 수요를 반영해 문화, 체육시설을 별도로 조사한다는 등 국민 수요를 친화적으로 반영한다는 측면이 있었다.

### Ⅲ. 정책 및 제도

#### 1. 국내

정부는 2018년 KT 통신구 화재 등을 계기로 선제적 기반시설 유지관리 필요성을 절감하여 2019년 6월 “지속 가능한 기반시설 안전강화 종합대책”을 발표하였다. 선제적 투자 및 관리로 수명 연장+안전확보, 관리시스템 확립으로 안전사고 예방을 목표로 4대 추진전략(생활안전 위협효인 조기발굴 해소, 노후 기반시설 안전투자 확대, 선제적 관리강화 체계 마련, 안전하고 스마트한 관리체계 구축)을 수립하였다.

2021년에는 이의 실행력을 제고하기 위한 방안을 발표하였다. 정부는 “성능평가 기반 자산관리를 통해 기반시설 100세 장수명화”를 목표로, 3대 추진전략(기반시설 관리주체 지원 강화, 기반시설 관리 이행력 보강, 투자재원 다각화)을 수립하였다.

2020년부터 시행된 기반시설 관리법을 근거로 2020~25 제1차 기반시설 관리 기본계획을 수립하였다. 본 계획은 선제적 관리를

통해 기반시설의 최적 관리시점 및 방법을 예측함으로써 장기적 유지관리 비용을 절감하는 것을 목표로 한다. 중점과제로는 선제적 관리체계 마련, 생활안전 관리수준 향상, 스마트 유지관리를 통한 산업육성 추진, 선제적 투자 및 자원 다각화이다.

위의 정책을 포괄하는 기본법으로 지속가능한 기반시설 관리법이 있다. 2020년부터 시행된 기반시설 관리법은 기본 및 관리계획 근거, 최소 유지관리 기준, 성능개선 및 실태조사 의무 부여, 정부지원 근거 등이 규정되어 있다.

## 2. 해외

미국 바이든 정부는 2021년 인프라법에 서명하여 기반시설 재건을 위해 향후 8년간 약 1.2억달러를 투자하기로 했다. 주요 사업으로는 도로 및 교량을 개선하고, 교통시스템을 현대화하는 것이다. 먼저 제정·시행된 FAST ACT는 미국 전반의 도로포장을 개선하는 것을 주요 사업으로 한다. 교통 인프라의 중장기 발전을 위해 교통정책 전략계획을 수립하였다. 6대 전략목표를 설정하였고, 주요 목표로는 모든 사람에게 안전한 교통시스템 구축, 교통시스템 및 지역 커뮤니티에 대한 교통 접근성 불평등 개선, 기후변화 위기 저감을 위해 교통분야를 핵심 솔루션으로 확립 등이 있다.

캐나다는 연방정부 차원의 Transportation 2030 계획을 수립하여 추진하고 있다. 청정하고, 혁신적인 경제를 미래상으로 제시하며, 스마트한 교통수단, 청정 에너지 사용 등을 주요 과제로 하였다. 총 100억 달러를 투자하여 교통 인프라를 개선할 계획이다.

캐나다의 국가차원의 재정 투자 계획은 2016년에 수립되어 12년간 시행되는 Investing in Canada이다. 본 계획에 따르면 2016년부터 12년간 총 1,800억 달러 이상을 인프라에 투자한다.

캐나다 교통부는 인간의 이동력을 최대한 이용하는 친환경 교통체계 구축을 위해 National Active Transportation Strategy도 수립하였다. BC주 수도 빅토리아의 경우 협력적 자산관리 전략을

마련하여 시행 중에 있다.

영국은 국가차원의 인프라 건설 및 효율적 관리를 위해 2020년 국가 기반시설 전략(National Infrastructure Strategy)를 수립·발표하였다. Union 강화, Net Zero 2050년까지 실현, 민간투자 적극 유치 등 4가지 접근법을 취한다. 독일은, 2016년 향후 15년 인프라 투자계획을 담은 연방교통계획(Bundesverkehrswegeplan, BVWP) 2030을 수립·발표하였다.

일본은 2013년에 수립한 국토 강인화 기본계획에 근거하여, 인프라 장수명화를 위한 기본계획을 수립하였다. 기반시설 관리 기준의 정비, 정보기반의 정비와 활용, 신기술의 개발 및 도입을 주요내용으로 한다.

마지막으로 호주는 2021년 기반시설의 전반적 개선을 위한 로드맵을 수립 발표하였다.

### 3. 국제기구

국제기구는 인프라의 설치 및 유지관리를 도시전체의 회복력(Resilience) 차원에서 접근하고 있다.

기반시설의 회복력 확보를 위한 방안을 제시하는 보고서(OECD, 2018)의 내용을 기반시설에 적용하면 유지관리에 있어서 총체적, 통합적 관점을 유지하고, 설계단계부터 유지관리를 고려하여 회복력을 반영하고, 효율적 거버넌스를 구축하는 한편, 4차 산업혁명 신기술을 적극적으로 활용하는 것이다.

#### 4. 비교분석

주요 선진국은 인프라 관리의 기초자료로 주기적으로 인프라 리포트 카드를 작성하여 발간하고 있었다. 자산관리 계획을 수립함에 있어서는 다양한 주체가 협력하여 협력적 자산계획을 수립·시행하는 체계가 구축되어 있다.

#### IV. 최신키술 및 산업

##### 1. 최신키술

보고서(박기태, 2019)에 따르면 일본은 2014년부터 일찍이 인프라 장수명화 계획을 수립하여 첨단기술 활용한 유지관리 체계 마련에 힘쓰고 있다. 시설물 유지관리를 위해 빅데이터를 활용하는 사례도 증가한다. 미국의 경우 교량의 빅데이터를 수집하고 관리하는 연구가 진행 중에 있다. 특히, FHWA(Federal Highway Administration)은 LTBP(Long-Term Bridge Performance)라는 프로그램을 통하여 빅데이터 기반 유지관리 체계를 구축하고 있다.

AI 기반 사회 기반시설 모니터링 유지관리 분야에서는 AI의 Deep Learning 기술을 활용하여 기반시설의 손상을 감지하여 예측하는 신기술이 적용을 앞두고 있다. 한국건설기술연구원 2020년 발표에 따르면 AI 기술을 활용하여 교량의 손상과 노후화를 예측하는 기술을 개발 중이라 한다.

빅데이터 기반의 유지관리를 위해 평상시 포함된 유지관리 정보에 더해, 외적 충격 발생 시 시설의 변화, 손상 발

생 등 장기이력 데이터를 축적하고, IoT 기술과 연계되어 실시간으로 다양한 정보가 축적되어 클라우드에 저장되고 실시간 공유되는 빅데이터 기반 플랫폼이 개발되고 있다.

## 2. 산업동향

선진국의 기반시설 유지관리에 대한 투자비중을 확대하는 추세이다. 미국의 경우 2016년부터 총 3천억 달러의 투자 계획을 발표한 바 있다. 국내 산업의 경우 유지관리 분야가 상태진단 중심의 유지관리에 집중된 측면이 있어 경쟁이 심화되는 경향이 있다. 신기술 등을 접목한 유지관리 분야 신산업을 창출하여 성장동력을 확보할 필요가 있다.

## V. 주요사례

캐나다 캘거리(Calgary)시의 경우에는 시차원에서 직접 기반시설 전체를 조사하여 인프라 리포트 카드를 3년 단위로 주기적으로 발간하고 있다. 국가차원에서 발간되는 리포트 카드와 정합성을 최대한 확보하고 있다. 자산별 가치인 CRV(Current Replacement Value)를 930억 달러로 발표하고 있다.

미국 인디애나 주의 경우, 자산관리가 꾸준히 이루어진 주차원의 기반시설과 그렇지 않은 기초지자체 기반시설 간의 간극을 해소하기 위해 “Major Moves Program”을 지원하고 있다. 총 3.4억 달러를 재원으로 하여 무료기술 교육을 통해 지자체의 자산관리 계획 활용도 및 역량을 제고하고, 의사결정 체계를 자리 잡게 하기 위함이다.

미국 미시건주의 경우, 인프라 데이터베이스를 활용한 스마트 투자 로드맵을 수립하였다. 미시건주 전체 3,350개의 자산 소유자로부터 정보를 받아 인프라 데이터 베이스를 설립하고 이에 기반한 자산계획 수립을 추진 중에 있다.

## Ⅵ. 결론 및 시사점

첫째, 기반시설의 선제적 관리가 가능하기 위해서는 과거의 이력, 현재 상태, 미래 수요 등을 종합적이고 총체적으로 고려한 면밀한 진단이 필요하다. 이를 위해 주기적으로 인프라 리포트 카드를 작성·발간하는 방안을 검토할 필요가 있다. 인프라 리포트 카드는 인프라 관련 주체 간 소통에도 주요 참고자료로 활용될 수 있다.

둘째, 불확실성이 가중되는 사회에서 기반시설을 어느 한 주체가 유지 관리하기는 쉽지 않다. 기반시설의 선제적 유지관리를 위해 다양한 주체가 참여하여 협력적이고 통합적으로 관리할 수 있도록 협력적 자산관리체계 및 거버넌스를 구축할 필요가 있다.

셋째, 빅데이터, IoT 기반의 4차 산업혁명 기술을 기반시설의 유지관리 분야에도 적용하여 유지관리를 고도화하는 한편, 산업의 신성장동력을 확보할 필요가 있다.

넷째, 불확실성이 가중되는 현대사회에서 통합적이고 총체적인 관점을 갖고 기반시설의 유지관리를 도시의 회복력 확보 및 제고 차원에서 추진할 필요가 있다.

## <국외훈련개요>

1. 훈련국 : 캐나다
2. 훈련기관명 : University of British Columbia
3. 훈련분야 : 국토교통
4. 훈련기간 : 21.06.04. ~ 23.06.30

## <훈련기관 소개>

### 1. 주요연혁

1860 : UBC의 전신인 Point Grey 대학 설립

1908 : UBC 설립을 위한 “University Act” 를 통과하여 운영조직 및 의사결정 기구의 법적 근거를 마련(공식설립일로 간주)

1910 : BC주 설문조사를 거쳐 Point Grey가 UBC 캠퍼스 부지로 선정

1913 : 초대 총장으로 Dr.Fank Fairchild Westbrook을 임명

1914~1922 : 최초 영구건축물 설립이 세계 1차 대전으로 중단된 이후, 세계대전 후 학생들이 자발적 조직을 결성하여 건설 재개를 주장하였고 정부에서 \$150만 용자를 승인해 학교 건설을 재개함

1925 : Point Grey 캠퍼스 개교

1932 : 대공황으로 인해 학교 예산이 삭감되면서 학교운영 중단 위기

1942 : 일본 전쟁 책임선언으로 76명 일본학생이 강제로 추방됨

1958 : University Act 제정 50주년 기념해 발전기금 \$350만 모금

1971 : 캐나다 최초 여성학 학점과정 신설

1988 : UBC 부동산 자산개발 및 관리를 위해 “UBC Real Estate Corporation” 설립

1993 : 빌클린턴 미국 대통령과 러시아 대통령인 보리스 엘틴이 UBC에서 “Vancouver Summit” 정상회담 개최

2010 : UBC가 2010 올림픽 개최장소 중 하나로 선정

## 2. 규모

캐나다 내 3번째로 규모가 큰 학교로, 총 4개 캠퍼스(주 캠퍼스인 Vancouver 캠퍼스로 넓이는 4.02km<sup>2</sup>(여의도 면적의 1.4배), 412개 건물이 있으며, 총 18개 학부에서 예술, 과학, 경영, 의약학 등 14개 단과대가 있다. 2020년 기준 145개 국가에서 온 총 58,284명이 재학 중이고, 120개 나라의 35만명 졸업생이 있다.

## 3. 위상

세계순위 제34위에 위치한 명문대학(The Times higher Education World University Ranking, 2021)으로, 총 8,158개의 연구 프로젝트를 수행해서 \$5.1억을 유치하였고, 총 8명의 노벨상 수상자를 배출하였다.

## 4. 과정 소개

해당 과정은 UBC Sauder School과 대한민국의 인사혁신처 간의 협정에 따른 특수 과정으로 공공행정 과정(CPSM, Certificate of Public Sector Management)이다. 1년 차에 수업을 통해 총 15~18학점을 취득하며, 2년차에는 Industry Project를 진행하여 연구과제를 수행하면서 1~3개의 종일반 세미나에 참석하게 된다. 지도교수를 통해 연구과제를 점검받고,

심화하게 된다. 또한 중간발표, 결과발표를 통해 연구성과를 공유하게 된다. 2021년 입학생 기준으로 어학과정, 수업료, 학생회비 등으로 약 57,000CAD를 납부하여야 한다.

## 5. 입학조건

어학의 경우 영어는 IELTS 6.0 이상, TOEFL은 IBT 기준 80점 이상을 요구한다. 인사혁신처 협력 과정이기 때문에 서류, 어학 등 기본 요건을 충족하면 입학이 대부분 가능하다.

## 6. 비자 등 정착

정착에 가장 중요한 것은 체류자격인 비자, 거주할 집이다. 이 두 가지만 해결된다면 90% 이상 정착기반이 마련되었다고 볼 수 있다.

비자의 경우, 입국 전 Study Permit을 발급받은 후 공항에서 실물 비자를 수령하게 된다. 또한 배우자의 경우 안정된 장기간 체류자격 획득을 위해 사전에 Open Work Permit을 받은 후 공항에서 Work 비자를 받을 필요가 있다. 자녀의 경우 학생비자를 받거나, 방문비자로 들어오게 된다. 중요한 것은 비자 유효기간을 학업 종료일로부터 3개월 까지 주는 것이 통상이므로 이를 공항에서 확인하여 안정된 체류자격을 확보해야 한다.

집의 경우 UBC 기숙사의 가족형 기숙사인 Acadia Park가 거주 요건이 좋다. 다만, 입주 경쟁이 치열하므로 학교 지원을 결심하는 즉시 지원할 필요가 있다. 입학 결정 전에도 기숙사 신청은 가능하다. 주변지역보다 렌트비가 1500CAD 이상 저렴하며, 거주 쾌적성도 좋다. 기숙사로 들어가지 않을 경우 Wesbrook mall 인근의 주택이 커뮤니티 센터, 식료품점 등과 접근성이 좋아 편리한 측면이 있다.

# <최종보고서>

## I. 서론

## I. 서론

### 1. 연구배경 및 목적

사회 기반시설은 국민 삶을 영위하고 국가 경제를 운영하기 위해 필수 불가결한 사회적 자원이다. 기반시설은 도로, 철도, 교량 등 교통시설부터 발전시설, 통신시설 등 다양한 시설이 있다.

우리나라의 경우 점진적 경제성장과 함께 기반시설이 꾸준히 확충된 선진국과는 달리, 한강의 기적이라 불리는 급속한 경제성장기인 1970년대에 기반시설이 집중적으로 설치되었다. 빠른 속도로 설치된 기반시설은 국가의 뼈대를 형성하며 국민 삶을 더욱 편리하게 하고, 국가 경제 발전을 견인하는데 기여했다.

그러나, 2000년대를 들어서며 다수의 기반시설이 설치 후 30년이 경과함에 따라 노후화가 동시 다발적으로 진행되기 시작했고, 2020년대에는 50년 가까이 경과한 시설물이 발생하며 기반시설의 유지보수 문제가 주목 받기 시작했다. 2018년에 발생한 KT 통신구 화재사고, 백석역 열수공관 파열사고 등은 노후화가 동시에 진행되는 기반시설에 대한 안전 우려를 증가시키는 계기가 되었다.

이에 한국 정부는 기반시설의 유지관리 강화를 위해 2018년 12월31일 「지속가능한 기반시설관리법」을 제정하여 2020년 시행함으로써 기반시설의 선진적 관리를 위한 법적 기반을 마련하였다.

현재는 유지관리 수요가 급증하고 있는 기반시설을 보다 효율적으로 관리하고, 유지관리 투자를 증가시키는 등 패러다임의 전환이 필요한 시점이다. 2018년 기준, 인프라 투자 중 유지관리 투자 비율이 14.2%에 불과한 한국과 달리, 인프라가 성숙 단계에 접어든 미국 등 주요 선진

국의 경우 그 투자비율이 40%를 초과하는 상황이다.

이를 바꿔 말하면, 앞으로 기반시설 유지관리 분야가 투자의 핵심 분야로 부각되고 국제시장 규모도 커진다는 것을 의미하며, 상대적으로 성장이 정체된 국내 신규건설 시장에서 해외 유지관리 시장으로 영역을 확대함으로써 건설산업에 활력 제고를 기대할 수 있는 상황이다.

최근 인프라 관리 분야에서는 다양한 신기술 등을 활용해 유지관리 효율성을 극대화하기 위한 선제적, 예방적 유지관리가 주목을 받고 있다. 이에 본 연구에서는 현재 우리나라 기반시설의 관리 관련 제도 현황을 살펴보고, 기반시설의 선제적 관리를 위한 주요 선진국의 주요 제도를 조사함으로써 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

## 2. 연구 방법

### (1) 국내 현황조사

기반시설 관리 관련 한국의 주요 연구논문, 용역 보고서, 정책 보고서, 보도자료 등을 통해 현재 기반시설 관리현황 및 법, 제도 전반을 조사한다. 특히, 기반시설의 선제적 관리를 위한 체계를 구축한 기반시설관리법 입법과 관련된 사항을 중점적으로 살펴보고자 한다. 나아가, 조례 등을 통해 국가뿐만 아니라 지자체 단위의 제도도 살펴보고자 한다.

또한 기반시설 관리와 간접적 관련이 있는 도시계획 제도를 살펴보고, 연계 발전 가능성을 모색하고자 한다.

### (2) 국제 현황조사

미국, 캐나다, 일본, 영국 등 산업화가 조기에 완료되어 기반시설 대부분이 설치 후 20년 이상 경과함에 따라 시설 전반이 성숙기에 접어

든 국가들의 경우, 기반시설의 효율적이고 체계적인 관리를 위해 주기적으로 인프라 리포트 카드 보고서를 작성하여 발간하고 있다.

해당 보고서에서는 인프라별 조사를 통해 등급을 발표하고 있으며, 현재 관리수준에 대한 적정성 여부 및 향후 소요재원까지 제시하고 있는 경우가 있다. 따라서 이에 대한 현황조사 및 비교분석을 통해 국가별 인프라 관리 체계를 파악해 보고자 한다.

### (3) 해외 정책조사

미국, 캐나다, 유럽, 일본 등 주요 선진국의 기반시설 관리와 직·간접적 연관이 되는 거시, 중장기 계획부터 세부계획까지 조사하고자 한다. 특히 기반시설 관리 분야는 최근 기후변화에 따른 자연재해 증가와 더불어 회복력(Resilience) 확보가 밀접하게 관련되는 만큼 해당 계획과, 정책도 조사하고자 한다. 특히, 필자가 연구를 진행 중인 캐나다 연방정부의 기반시설 관련 다양한 국가계획을 살펴봄으로써 정책의 참고자료로 삼고자 한다.

### (4) 사례조사

기반시설의 선제적 관리를 통해 효율성을 제고하거나, 최신기술 및 개념을 활용한 기반시설 관리 정책 사례 등을 살펴보고 시사점을 도출하고자 한다.

### (5) 비교분석

각 국가들은 처한 상황 및 미래 요구 등에 따라 다른 제도 및 체계를 갖고 있다. 인프라 리포트 카드만 하더라도 미국, 캐나다, 일본 등이 발표하는 방식과 내용 등이 각각 상이하다. 제도 또한 북미 국가들이

인프라 관리를 자산관리(Asset Management) 측면에서 접근한다는 점 등 주요 특징이 있다. 따라서 주요 국가 간 비교 분석을 통해 그 공통점과 차이점을 도출하고 시사점을 이끌어 내고자 한다.

## (6) 정책제안

국가별 현황 조사, 비교분석, 사례조사 등을 통해 우리나라의 현재 상황 등을 종합적으로 고려하여 한국의 기반시설 관리를 개선할 수 있는 정책적 제안을 하고자 한다.

## II. 기반시설 관리 현황

## II. 기반시설 관리 현황

### 1. 국내 현황

#### (1) 개요

사회 기반시설에 대한 다양한 개념이 존재하나, 법적으로는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률(이하 “국토계획법”)」에서 기반시설을 정의하고 있다. 국토계획법 제2조제6호에 따르면 기반시설을 교통시설, 공간시설, 유통·공급시설, 공공·문화체육시설, 방재시설, 보건위생시설, 환경기초시설 등 7개의 시설군으로 나누고 시행령을 통해 이를 구체적으로 정하고 있다.

국토계획법 및 그 시행령에 따른 기반시설은 총 46개의 시설로, 다음과 같다.

구분(46종)	기반시설(국토계획법 시행령)
교통시설(8)	도로 철도 항만, 공항, 주차장, 자동차정류장, 궤도, 자동차 및 건설기계검사시설
공간시설(5)	광장, 공원, 녹지, 유원지, 공공공지
유통·공급시설 (9)	유통업무설비, 수도, 전기, 가스, 열공급설비, 방송통신시설, 공동구, 시장, 유류저장 및 송유설비
공공·문화체육 시설(8)	학교, 공공청사, 문화시설, 공공필요성이 인정되는 체육 시설, 연구시설, 사회복지시설, 공공직업훈련시설, 청소년수련시설
방재시설(8)	하천, 우수지, 저수지, 방화설비, 방풍설비, 방수설비, 사방설비, 방조설비
보건위생시설(3)	장사시설, 도축장, 종합의료시설
환경기초시설(5)	하수도, 폐기물처리 및 재활용시설, 빗물저장 및 이용시설, 수질오염방지시설, 폐차장

표 3 국토계획법에 따른 기반시설의 범위

(출처 : 관계부처 합동 지속 가능한 기반시설 안전강화 종합대책)

## (2) 관리현황

우리나라의 경우, 1970년대부터 급속도로 확충된 인프라의 노후화가 진행되고 있는 상황이다. 2019년 6월 발표된 “지속 가능한 기반시설 안전강화 종합대책”에 따르면 중대형 인프라의 경우 콘크리트의 노후도 진행에 대해 일반적인 기준으로 삼는 설치 후 30년 이상 경과한 시설물이 2019년 기준으로 항만시설이 23%, 철도시설이 37%, 저수지 96% 등 노후화가 진행되고 있다고 한다. 지하시설물의 경우 30년 이상 노후화 비율은 통신구가 37%, 공동구가 25%, 하수관로가 23%이다.



표 4. 중대형 인프라 노후화 현황(출처 : 관계부처 합동(2019.6), 지속가능한 기반시설 안전강화 종합대책)

20년 이상 비율을 살펴보면, 송유관은 98%, 통신구는 91%, 공동구는 43%, 하수관로는 40%에 달한다.



표 5. 중대형 인프라 노후화 현황(출처 : 관계부처 합동(2019.6), 지속가능한 기반시설 안전강화 종합대책)

설치 후 20년 이상 경과된 시설 비율을 살펴보면, 송유관은 98%, 통신구는 91%, 공동구는 43%, 하수관로는 40%에 달한다. 이를 바꿔말하면, 향후 10년 이내에 설치 후 30년 이상 경과한 노후화 시설이 급증한다는 것을 의미한다.

우리나라의 경우 중대형 SOC 시설은 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법에 따라 관리되고 있다. 약 6만개의 시설이 관리대상이며, 상대적으로 관리상태가 양호한 A, B 등급이 전체의 95%를 차지하고 있다.<sup>1)</sup>

우리나라의 경우, 현재 상태, 수용력, 미래 수요 등을 고려한 인프라 리포트 카드는 주기적으로 발간되고 있는 것으로 보인다. 2016년 한국 건설기술연구원에서 기반시설 리포트 카드 개발을 위해 연구를 수행한 바 있다. 이 연구는 교량, 도로, 항만, 상하수도, 철도, 제방, 댐, 터널, 공항 등 10개 시설을 조사대상으로 하였다. 평가기준으로는 시설물 용량(Capacity), 시설물 상태(Condition), 예산 적절성(Funding), 운영 및 유지관리(Operation and maintenance), 공공안전성(Public Safety), 회복력(Resilience), 혁신성(Innovation) 등 7개 항목이었다. 평가 등급 기준은 A, B, C, D, F 등 5등급으로 분류하였다.

평가 대상 10개 시설의 종합 등급은 C+로 평가하였다. 시설물별로 살펴보면 A 등급은 없었으며, B등급은 항공시스템(B-), 철도(B-), 항만(B-) 등급이었다. C등급은 도로(C+), 교량(C+), 터널(C+), 댐(C+), 하천 및 제방(C+), 상수도(C+), 하수도(C)였다.

다만 해당 평가결과는 인프라 리포트 카드 작성을 위한 연구차원에서 진행된 것으로, 아직 미국 등 선진국과 같이 가이드라인에 기반해 주기적으로 발간되는 정식 리포트 카드라 보기는 한계가 있다.

---

1) 고민호(2020), 국가 주요 기반시설의 효율적 관리를 위한 체계 마련에 관한 연구

	응답 수	종합 평가	수요 만족도	시설물 상태	예산 적절성	운영 및 유지 관리	공공 안전성	회복력	혁신성
시설물	도로 (50)	3.24	3.46	3.36	2.98	3.22	3.12	3.32	2.96
		(100.00)	(15.57)	(25.48)	(14.05)	(15.95)	(15.57)	(7.62)	(5.76)
		C+	B-	C+	C	C+	C	C+	C
	교량 (65)	3.26	3.38	3.37	3.06	3.25	3.35	3.02	3.18
		(100.0)	(11.44)	(23.80)	(16.08)	(17.40)	(16.20)	(8.12)	(6.96)
		C+	C+	C+	C	C+	C+	C	C+
	터널 (52)	3.21	3.33	3.31	2.98	3.23	-	-	3.06
		(100.0)	(17.90)	(31.20)	(16.50)	(23.20)	-	-	(11.20)
		C+	C+	C+	C	C+	-	-	C
	항공 시스템 (11)	3.62	3.55	3.45	3.82	3.82	3.82	3.45	3.36
		(100.0)	(21.30)	(24.40)	(9.60)	(18.30)	(13.40)	(6.90)	(6.10)
		B-	B-	B-	B	B	B	B-	C+
	철도 (23)	3.46	3.65	3.57	3.48	3.09	3.61	3.61	3.00
		(100.0)	(12.80)	(21.90)	(15.00)	(17.00)	(18.10)	(8.40)	(6.80)
		B-	B	B-	B-	C	B-	B-	C
	항만 (20)	3.53	3.85	3.75	3.55	3.60	3.10	3.25	3.30
		(100.0)	(14.60)	(22.15)	(14.25)	(18.00)	(15.45)	(8.80)	(6.75)
		B-	B	B	B-	B-	C	C+	C+
	댐 (27)	3.22	3.15	3.33	3.07	3.22	3.19	3.44	3.04
		(100.0)	(15.00)	(24.67)	(12.08)	(14.75)	(19.33)	(7.92)	(6.25)
C+		C+	C+	C	C+	C+	B-	C	
하천 / 계방 (43)	3.20	3.37	3.28	3.05	3.05	3.21	3.28	3.09	
	(100.0)	(15.00)	(25.84)	(15.00)	(14.17)	(15.83)	(8.33)	(5.83)	
	C+	C+	C+	C	C	C+	C+	C	
상수도 (30)	3.37	3.60	3.53	3.17	3.03	3.33	3.67	3.40	
	(100.0)	(11.67)	(20.83)	(11.67)	(19.58)	(17.08)	(10.42)	(8.75)	
	C+	B-	B-	C+	C	C+	B	B-	
하수도 (25)	3.07	3.44	3.12	2.96	3.00	2.80	3.16	3.12	
	(100.0)	(12.50)	(20.83)	(12.50)	(15.83)	(16.67)	(10.84)	(10.83)	
	C	B-	C	C	C	C-	C+	C	

그림 5. 기반시설 등급(출처 : 한국건설기술연구원(2016))

우리나라 기반시설의 관리체계를 살펴보면 일반법적인 성격을 갖는 시설물안전관리특별법에 따라 도로, 철도, 항만 등 중대형 기반시설과 상수도, 공동구가 관리되고 있다. 도로, 철도의 경우 도로법, 철도법 등 개별법령에서도 관리 규정이 있다. 시특별법의 적용을 받지 않는 특수시

설들은 개별법에 따라 관리되고 있다. 집단에너지사업법에 따라 열수 송관은 정기검사를 받고 있으며, 송유안전관리법에 따라 송유관이 관리되고 있다.

관리주체를 살펴보면, 공공은 중대형 인프라, 상하수도, 공동구를 관리하고 있고, 통신구나 도시가스 등은 민간이 유지관리를 담당하고 있다.

구분	시설	국가	지자체	공공기관	민간	비고
중대형 SOC	도로 (국토부)	고속국도(소유) 일반국도(소유·관리) *국토부 11,719km	지방도 이하 (소유·관리) *지자체 85,979km	고속국도(관리) *한국도로공사 3,991km	민자도로(관리) *48개 법인 778km	102,465km
	철도 (국토부)	일반·고속철도(소유)	도시철도(소유)	일반·고속·도시철도 (관리) *철도공사, 철도공단, 6개 지방공기업 1,458km	민자철도(관리) *18개 법인 269km	1,725km
	공항 (국토부)	공항(소유·관리)		공항(관리) *한국공항공사, 인천국제공항공사		15개소
	항만 (해수부)	항만·어항(소유·관리)	항만·어항(관리) *7개 지자체	항만·어항(관리) *4개 항만공사 *한국어촌어항공단		1,863개소 (항만917, 어항946)
	댐 (환경부)	댐(소유)		댐(관리) *수자원공사		37개소
	발전댐 (산업부)			댐(소유·관리) *한국수력원자력		21개소
	저수지 (농식품부)	저수지(소유)	시·군 저수지 (소유·관리) *지자체 13,883개소	저수지 (일부 소유·관리) *농어촌공사 3,406개소		17,289개소
지하 매설물	하천 (국토부)	국가하천(소유·관리) *국토부 3,603km	국가하천(보조·관리) 지방하천(소유·관리) *지자체 26,252km	보 구간(167개), 아리천 (위탁관리) *수자원공사		29,855km
	상수도 (환경부)	광역상수도(소유)	지방상수도 203,701km (소유·관리) 지방상수 취·정수시설 445개소	광역상수도(관리) *한국수자원공사 5,379km 광역상수 취·정수·가압시설 157개소 배수시설 2,180개소		209,080km
	하수도 (환경부)		하수관로 149,000km (소유·관리) 하수처리장 648개소 (500㎡ 이상)		민자사업 *하수관로 105건 8,830km, 하수처리장 46개소	4,890km
	가스관 (산업부)			가스관(고압 배관) (소유·관리) *한국가스공사 4,860km	가스관(고압 배관) (소유·관리) *3개 도시가스사 39km	4,890km
	송전선로 (산업부)			전력(구)소유·관리 *한국전력공사		589km (지중)
	송유관 (산업부)	공공(소유·관리) 39km 국방부(미군) 78km *송유관공사 위탁		석유공사(소유·관리) 26km	대한송유관공사 (소유·관리) 1,104km SK에너지(소유·관리) 102km	1,344km
	열수송관 (산업부)		서울(서울에너지공사, 208km), 부산(37km)	한국지역난방공사 (소유·관리) 2,240km	GS파워 등 33개사(소유·관리) 1,793km	4,278km
	통신구 (과기정통부)				KT(소유·관리)	230개소
	공동구 (국토·행안부)	국토부 10개소 서울·대전·세종, 행안부 21개소 19개 광역 지자체)	12개 지자체 (소유·관리) *시설관리공단, 민간기업 위탁 등 포함			31개소 170km

그림 6. 기반시설별 관리주체(출처 : 제1차 기반시설 관리 기본계획)

## 2. 국제 현황

### (1) 개요

#### 1) 인프라 리포트 카드 개요

국가 기반시설의 효율적 관리를 위해서는 해당 국가가 설치 및 관리 중인 기반시설의 현재 관리상황에 대한 명확한 진단이 선행될 필요가 있다. 인프라의 상당수가 설치 후 20년이 지나 성숙 단계로 접어들어 기반시설 전체 예산의 50% 내외를 관리투자로 실행하고 있는 선진국의 경우에는 주기적으로 민간과 공공 간의 협력을 통해 기반시설 관리 수준에 대한 보고서(Infrastructure Report Card)를 발간하고 있다.

각 국가마다 구체적 등급 산정 등에 있어 세부적인 차이는 있으나, 인프라를 10~20개 분야로 분류한 후 해당 인프라의 노후도, 관리 상태, 수요 대비 서비스 용량 등 일정 기준으로 종합적으로 평가하여 등급을 산출한다는 점에서 큰 맥락은 유사한 측면이 많다. 그리고 이를 토대로 관리수준을 제고하기 위한 미래 투자 재원을 산출하고, 등급을 향상시키기 위한 정책 제언 등을 하고 있다.

현재 미국, 영국, 캐나다, 일본, 뉴질랜드 및 호주 등 선진국 뿐만 아니라 남아프리카, 나이지리아 등 개발 도상국도 인프라 관리를 위해 리포트 카드 또는 이와 유사한 보고서를 발간하고 있다. 이를 통해 선진국의 현재 인프라 관리수준을 진단하고, 비교분석해 보고자 한다.

## 2) 인프라 리포트 카드 작성 가이드라인

미국 ASCE<sup>2)</sup>는 통합적이고 체계적인 인프라 리포트 카드 작성을 지원하기 위해 가이드라인<sup>3)</sup>을 작성하여 제공하고 있다. ASCE에 따르면 본 가이드라인의 작성 목적은 첫째, 학교 평가표 스타일과 유사한 방식으로 국가 인프라의 현재 상황을 이해하기 쉽게 이해관계자들에게 알리는 것, 둘째, 국가 인프라의 부족 등을 확인하기 위해 일정 근거에 기반하여 정책 결정자들의 결정을 지원하는 것, 셋째, 기반시설 부족분을 보충하기 위해 종합적인 개선방안을 결정할 수 있도록 지원하는 것, 넷째, 불량한 인프라의 잠재적인 위험과 기회를 식별하는 것이라 밝히고 있다.

본 가이드라인에서는 인프라의 전반적 진단을 통해 기반시설의 등급을 A부터 E까지 5등급으로 분류하는 것을 제시하고, 이를 보다 세분화하여 각 등급마다 +,-로 구분할 수 있도록 해 총 15개의 등급까지 나누는 방안을 제시하였다.

**Table 4.2 Grading Definitions**

<b>A</b> <b>World-class</b>	<b>B</b> <b>Fit for the future</b>	<b>C</b> <b>Satisfactory for now</b>	<b>D</b> <b>At risk of failure</b>	<b>E</b> <b>Unfit for purpose</b>
Infrastructure is comparable to the best internationally in every respect. It is in excellent condition and well maintained, with capacity to endure pressure from unusual events.	Infrastructure is in good condition and properly maintained. It satisfies current demands and is sufficiently robust to deal with minor incidents.	Infrastructure condition is acceptable, although stressed at peak periods. It will need investment in the current Medium-Term Expenditure Framework period to avoid serious deficiencies.	Infrastructure is not coping with demand and is poorly maintained. It is likely that the public will be subjected to severe inconvenience, and even danger, without prompt action.	Infrastructure has failed or is on the verge of failure, exposing the public to health and safety hazards. Immediate action is required.

그림 1. 등급산정표(출처 : ASCE(2018), Infrastructure guideline)

2) 토목 엔지니어링 회원으로 1852년 설립된 미국의 가장 오래된 토목 관련 기구로 2021년 현재 15만명의 회원을 보유하고 있다.

3) ASCE(2018), Infrastructure report guideline.

본 가이드라인에 따르면 인프라 리포트 카드를 작성하기 위해서는 최소한 교통(Transportation), 수자원 및 위생(Water and Sanitation), 에너지(Energy), 건물(Building) 분야를 포함하여야 한다고 서술하고 있다. 구체적 포함 사항은 다음과 같다.

**Table 4.1: Minimum Components of an IRC**

Sector	Sub-Sector	Aspect
Transportation	Rail	Heavy haul
		General freight
		Passenger lines
	Roads	National roads
		All other roads
	Airports	
	Other sub-sectors	National ports
		Fishing and small-craft harbours
		Public transport
	Water and Sanitation	Water supply
Major urban areas		
All other areas		
Solid waste		Major urban areas
		All other areas
Sanitation and wastewater		Major urban areas
		All other areas
Other sub-sectors		Natural water courses
	Environment	
Energy	Electricity	Bulk generation and transmission
		Local distribution
		Municipal distribution networks in major urban areas
		Municipal distribution networks in all other areas
	Other sub-sectors	Alternative energy
		Demand management
Buildings	Hospitals and clinics	Urban centres
		Rural facilities
	Institutions of learning	Schools
		Higher education
	Prisons and law enforcement	

그림 8. 인프라 리포트 카드 포함항목  
(출처 : ASCE(2018), Infrastructure guideline)

## (2) 국가별 현황

### 1) 미국

#### ① 개요

ASCE는 1998년부터 4년 마다 국가의 인프라를 17개 범주로 나누어 등급을 책정했다. ASCE는 수용력, 컨디션, 자금, 운영 및 관리, 공공안전 등 7개의 기준을 이용하여 A에서 F까지 7개 등급을 부여하였다.

평가기준	내용
1) 수용력 (Capacity)	· 현재, 미래 수요를 충족시킬 수 있는지 여부
2) 상태 (Condition)	· 현재, 미래의 물리적 상태
3) 자금 (Funding)	· 자금 수요 대비 모든 단위의 정부로부터 지원 받을 수 있는 자금의 규모
4) 운영 및 관리 (Operation and Maintenance)	· 소유자의 운영 및 관리가 적절한지? 국가 관리 기준에 적합한지 여부
5) 공공안전 (Public Safety)	· 공공안전 위해요소 및 실패 요인 분석
6) Resilience (회복력)	· 다양한 위협 및 사고를 예방하고, 사고 후 빠르게 회복하는 능력 및 시스템을 갖고 있는지 여부
7) 혁신 (Innovation)	· 혁신기술, 재료 등을 얼마나 적용했는지 여부

표 6. 인프라 평가기준

(출처 : ASCE(2021), The 2021 Report Card for America's infrastructure)

이를 통해 아래의 총 5개의 등급으로 구분하였다.

등급	내용
A	Exceptional, Fit for the Future (Facilities meet modern standards for functionality and are resilient to withstand most disasters and severe weather events)
B	Good, Adequate for Now (Assets are generally safe and reliable, with minimal capacity issues and minimal risk)
C	Mediocre, Requires Attention (Some elements exhibit significant deficiencies in conditions and functionality, increasing vulnerability to risk)
D	Poor, At Risk (Condition and capacity are of serious concern with strong risk of failure)
F	Failing/Critical, Unfit for Purpose (system exhibit signs of imminent failure)

표 7. 인프라 등급 구분

(출처 : ASCE(2021), The 2021 Report Card for America's infrastructure)

## ② 평가 결과

위의 기준으로 2021년 기준 17개 인프라 전체에 대한 관리등급으로 C- 수준을 부여하였는데, 이는 미국 전체의 인프라가 평균에 비해 조금 못 미치는 수준의 등급을 갖는다는 것을 의미한다.



표 8. 미국 인프라 부문별 등급  
 (출처 : ASCE(2021), The 2021 Report Card for America's infrastructure)

주요 분야별로 살펴보면 교통(Transit)분야는 다른 시설보다 낮은 등급인 D- 등급을 받았다. 가장 큰 이유는 밀린 투자액이다. 현재까지 밀린 투자액이 1,760억 달러에 이르고, 현재의 예산계획대로 갈 경우 2029년에는 그 부족액이 2,700억 달러에 이를 것으로 전망하고 있다.

도로 등급 역시 D 등급으로 낮은 평가를 받았다. 넓은 교외지역 또는 싱글 하우스 주택단지 등 많은 지역에서 자차를 이용한 이동이 보편화되어 있는 미국의 경우 도로는 이동권 확보를 위한 핵심적인 인프라라 해도 과언이 아니다. 오바마 행정부는 FAST ACT<sup>4)</sup>, 바이든 행정부는 2021년 11월 인프라법을 통해 도로 전반을 보수하는 계획을 수립하였으나, 투자가 가시화되기 전인 현 단계에서 도로의 보수가 시급한 상황이다.

리포트 카드에 따르면 미국 전체의 40%에 달하는 도로가 Poor 상태이며, 이에 따른 안전도 저하 등으로 매년 36,000명의 미국 국민이 도로에서 사망하고 있다고 밝히고 있다.

교량의 경우에는 평균 수준인 C등급을 받았다. 현재 미국 전체 교량 62만개 중 42%에 달하는 교량이 50년 이상 경과하여 교량의 노후화 문제가 대두되고 있는 실정이다. 다만 주기적 유지관리를 통해 구조적 결함이 있는 Poor 상태의 교량은 7.5%에 해당하는 것으로 보았다.

인프라 리포트 카드에 따르면 인프라 수준이 전반적으로 향상되어 총괄 등급이 B 등급이 되기 위해서는 향후 10년간 약 2.6억경 달러의 추가 투자가 필요하다고 보았다.

---

4) 오바마 대통령이 2015년 12월 4일 서명한 법안으로, Fixing America's Surface Transportation의 약자이다. 2016년부터 2020년까지 3,050억 달러를 투입해 도로를 현대화하는 내용이 핵심이다.

## 2) 캐나다

### ① 개요

캐나다는 2016년에 공공 인프라 전반에 대한 조사(CCPIS, The Canadian Core Public Infrastructure Survey)를 실시하였다. 이를 토대로 CIRC<sup>5)</sup> Team은 2019년 국가 전역에 걸쳐 있는 인프라 자산에 대한 상태 등을 업데이트하고 현행화하였다. 국가기관의 경우 캐나다 인프라부(Infrastructure Canada)와 통계부(Statistics Canada)가 참여하였다.

보고서 작성을 위해 캐나다에 있는 핵심 인프라 자산에 대한 조사(CCPIS, The Canadian Core Public Infrastructure Survey)를 2017년부터 시작하였고, Data는 통계부로부터 제공을 받은 2016년 자료를 활용하였다. 이를 토대로 CIRC팀은 인프라 전반에 대한 조사 및 분석을 실시하였다. 인프라 전반을 포괄하기 위해 CCPIS 팀은 중앙, 지방정부뿐만 아니라 민간에서 소유 및 관리하는 인프라라 하더라도 공공 시설인 경우 이를 조사 대상에 포함하였다.

캐나다의 2019년 리포트 카드는 인프라를 6등급으로 구분하여 등급을 책정하고 있다.

---

5) 캐나다 리포트 카드 작성을 위해 조직된 팀으로, The Association of Consulting Engineering Companies Canada (ACEC), the Canadian Construction Association (CCA), the Canadian Parks and Recreation Association (CPRA), the Canadian Public Works Association (CPWA), the Canadian Society for Civil Engineering (CSCE), the Canadian Urban Transit Association (CUTA), the Canadian Network of Asset Managers (CNAM), and the Federation of Canadian Municipalities (FCM)가 참여하고 있다.

등급	내용
Very Poor	지속적 서비스 제공에 부적합하고, 일부시설은 사용 불가하며, 기대수명을 초과 또는 근접하는 상태
Poor	서비스 제공에 지장 가능성이 있으며, 시설 노후화 진행 중으로, 평균이하 관리수준에, 기대수명에 접근하는 상태
Fair	주의를 요하는 상태, 일부 시설은 노후화 진행 Sign이 나타나고, 일부 요소가 결여된 상태
Good	인프라 상태 및 관리수준이 적절하고, 기대수명도 절반 정도 남은 상태
Very Good	미래 대응해서도 적절한 상태, 양호한 관리수준 및 우수한 기대수명도 많이 남은 상태
Unknown	데이터 부족으로 등급산정 곤란한 상태

표 9. 캐나다 인프라 등급(출처 : CIRC Team)

이번 조사에 있어서 긍정적인 부분은 조사 응답률이 90%에 달했는데 이는 2012, 2016년 조사에 비해 크게 향상된 점이라는 것이다. 반면에 도전 요소는 필요 자원 산출 등에 있어 재정 Data가 부족했다는 점이다. 예를 들어 수자원 시설의 경우 일부 시설의 자료가 누락되어 있어 전반적인 자산 포트폴리오를 구성하기가 어려웠다고 한다.

## ② 평가결과

CIRC 팀은 인프라 전체 및 부문별 총괄 등급은 산정하지 않았고, 해당 부문의 등급별 비중이 얼마나 되는지 나타내었다. 전체 시설에 대한 평가 결과는 다음과 같다. 이는 리포트 카드 자체에 대한 객관적인 인식은 줄 수 있으나, 정책결정자 및 국민과 소통하기 위한 분명한 메시지 도출에는 총괄 등급을 제시하고 있는 미국에 비해 한계가 있어 보인다.

이 보고서는 특히 Poor, Very Poor 컨디션에 있는 인프라에 대해 즉각적인 행동을 취할 필요가 있으며, 5~10년 내에 교체 등을 위한 투자가 이루어져야 한다고 보았다. 또한 캐나다인들이 이용하고 있는 기반 시설이 설치년도 이후 20년 이상 경과하였기 때문에 지속적인 재투자가 필요하다고 강조했다.

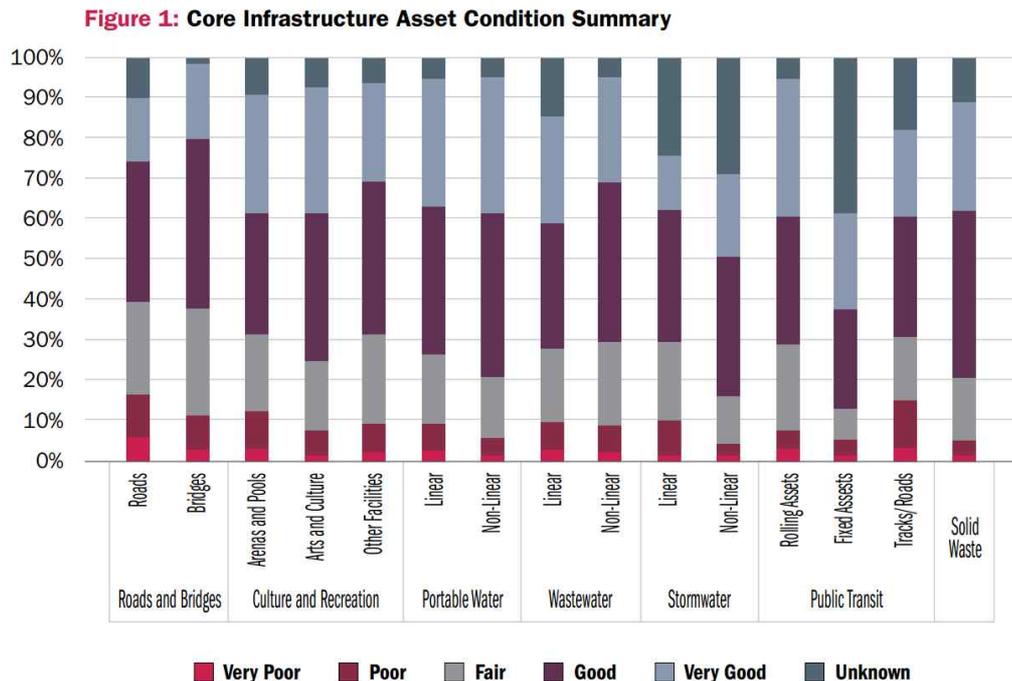


그림 9. 캐나다 인프라 등급(출처 : CIRC팀(2019))

부문별 평가결과를 보면 도로, 교량, 인도의 경우 설치 이후 20년 이상 도과한 시설이 40%를 초과하는 것으로 나타났다. 일반적으로 도로의 ESL(기대수명, Estimated Service Life)는 20~40년, 인도는 50년, 교량 및 배수로도 50년으로 보고 있다. 조사 결과 도로의 경우 전체의 16.4%에 달하는 146,255km의 도로가 Poor 이하의 등급을 받았으며, 교량 및 터널의 경우에는 12.4%인 9,661 구조물이 시급히 행동을 요하는 Poor 등급을 받았다.

대중교통의 Track의 경우 향후 10년 동안 30% 이상의 대중교통 시설물이 투자를 요하는 것으로 나타났다. 운송수단의 경우 전체의 2.7%인 604Unit이 Poor 이하 등급을 받아 상대적으로 양호한 수준을 받았으나, 도로와 Track의 경우에는 15.8%인 1,367km가 Poor 이하 등급을 받아 주의가 필요한 것으로 나타났다.

체육 및 문화생활을 중시하는 캐나다의 특성 등으로 캐나다는 문화 및 레크리에이션을 하나의 시설로 분류해 별도로 책정해 조사하였다. 향후 10년간 1/3 시설의 투자가 필요한 것으로 보았다. 행동을 요하는 Poor 이하의 등급을 받은 시설은 스케이트장, 수영장이 12.7%(564개 시설), 문화시설이 8.6%(380 시설)로 조사되었다.

상하수 시설의 경우 30% 정도가 평균 이하의 상태를 보였고, 향후 기후변화 등으로 추가적인 변화가 발생할 것이라 보았다.

폐기물 처리시설의 경우, 약 27%가 아주 좋은 컨디션이었으며, 5%의 가 나쁜 Poor 이하의 등급을 받았다. 1/4의 시설이 향후 10년간 투자를 요할 것으로 보았다.

### 3) 일본

#### ① 개요

일본 토목공학회(JSCE, Japan Society of Civil Engineers)는 2016년부터 최초로 리포트 카드를 작성하기 시작했으며, 최초 보고서에는 도로에 있는 교량 및 터널에 대해서만 조사 및 분석을 하였다. 그러나 2020년부터 이를 확대하여 인프라 전반에 대한 보고서를 작성하여, 2021.9월 이를 발표하였다.

일본은 A(Sound)부터 E(Dangerous)까지 총 5개의 등급으로 기반시설의 등급을 책정하였다. 이러한 등급을 산출하기 위해 시설물 조사에 대한 정보는 공공 데이터 또는 조사에 근거한 유지관리 시스템에서 취득하였고, 엔지니어로 구성된 전문가들의 현장조사도 진행되었다.

Grade					
Section	A Sound	B Good	C Requires attention	D Requires vigilance	E Dangerous
Roads Waterworks Sewage works	There is no degradation in almost all the facilities	Degradation is progressing to a certain extent in the facilities	Degradation is progressing in a significant number of the facilities, and repair will be needed in the near future	Degradation is apparent in most of the facilities, and repair or strengthening, etc., is required	There is severe degradation overall, and urgent measures are required
Rivers Ports Railways (bridges, tunnels)	There is no deformation in almost all the facilities	Deformation is progressing to a certain extent in some facilities	Deformation is progressing in a significant number of facilities, and repair will be required in the near future	Deformation of many facilities is apparent, and repair and strengthening, etc., is required	Deformation has progressed overall, and urgent measures are necessary
Railways (tracks)	Tracks are constantly maintained in good condition by track strengthening and condition monitoring	Track irregularity has occurred, but a constant level is ensured by periodic repair	Track irregularity has progressed in a significant number of tracks, and repair will be required soon	There is track irregularity in most of the tracks, and measures such as repair, etc., is necessary	Track irregularity has progressed overall, and urgent measures are required

그림 10. 인프라 등급 구분(출처 : JSCE(2021))

이를 바탕으로 인프라 부문별 국가 전체의 등급을 산출하였는데, 이러한 방식은 미국과 유사하고 캐나다와는 상이하다고 평가된다.

눈여겨 볼 점은, 일본은 미래 예측까지 반영하여 현재의 유지관리 상황을 지속했을 때 앞으로 해당 기반시설의 등급이 상승 될지 여부를 포함하여 개선 가능(Likely to improve), 현재 상태 유지(Current status to be maintained), 악화 가능(Likely to get worse)으로 화살표로 나타내었다는 점이다.

Facility maintenance system		
 (Likely to improve)	 (Current state likely to be maintained)	 (Likely to get worse)
If the current management system is continued, it is considered that the status of integrity will improve	If the current management system is continued, it is considered that the current status of integrity will be maintained	Unless the current management system is improved, there is a possibility that the status of integrity will get worse

그림 11. 미래 예측을 고려한 등급 개선 가능성 화살표(출처 : JSCE(2021))

이러한 방식은 현재 기반시설 관리상태에 따른 등급에 더해 현 관리 수준의 적정성까지 화살표로 등급화하여 나타내는 것으로 향후 인프라 관리를 위한 재원투자 확대 여부 등을 결정함에 있어 유의미한 지표로 역할을 할 수 있을 것이라 보인다.

일본은 도로(Roads), 철도(Railways), 항구(Ports), 하천(Rivers), 급수(Waterworks), 하수(Sewage works) 등 6개 분야에 대한 등급을 산출하였다. 이는 문화 및 레크리에이션 시설까지 포함하여 조사한 캐나다에 비해 범위를 좁혔다고 볼 수 있다.

## ② 평가결과

일본은 미국과 달리 국가 전체에 대한 인프라 등급은 산출하지 않았다. 그러나 부문별로 총괄 등급을 산정했다는 점에서 등급별 비율만 보여준 캐나다와는 차별적인 측면이 있었다.

전체적으로 살펴보면 D 등급을 받은 기반시설은 터널과, 하천구조물

이었다. 특징적인 부분은 지금의 관리수준을 유지했을 때 향후에 등급이 더 하락할 수 있는 것으로 분석했다는 점이다. C 등급을 받은 인프라는 교량, 도로포장, 제방구조물, 항구, 급수 파이프시설이었다. 철도와 폐수 시설물, 댐은 B등급을 받았고, A 등급 시설물은 없었다.

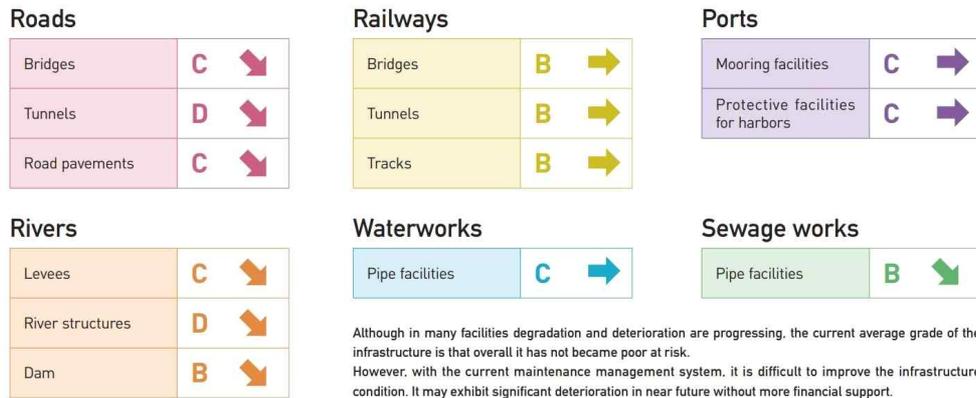


그림 12. 일본 인프라 등급표(출처 : JSCE(2021))

일본의 부문별 평가결과를 보다 자세히 살펴보자. 도로부문은 크게 교량, 터널, 도로포장 부문으로 구성되어 있다. 하천 구조물과 동일하게 가장 낮은 D등급을 받은 터널의 경우, 지방자치단체에서 건설한 도로에 설치된 터널이 D 등급을 받아 전체 등급에 영향을 미친 것으로 보인다. 주목할 점은 일본 인프라 카드의 경우에는 행동을 요하는 긴급성에 따라 조치가 어느 정도 완료되었는지 나타내고 있으며, 향후 개선을 위해서는 어떠한 조치를 요구 하는지 나타내고 있다는 점이다.

따라서 현재 인프라의 등급뿐만 아니라, 조치현황 및 발전방안까지 한 번에 체계적으로 확인할 수 있다는 장점이 있는 것으로 보인다.

철도의 경우에는 전체 등급 B를 받아 일본에서 가장 우수한 등급을 나타냈으며, 현재의 관리상태를 유지했을 때도 현상태는 유지할 수 있는 것으로 보았다. 이는 신칸센의 경우 A 등급을 받고 있고, JR East 등 지하철의 경우에는 B 등급에 향후 개선 가능성이 있는 것으로 책정되는 등 양호한 상태 및 적극적 투자에 따른 것으로 보인다.

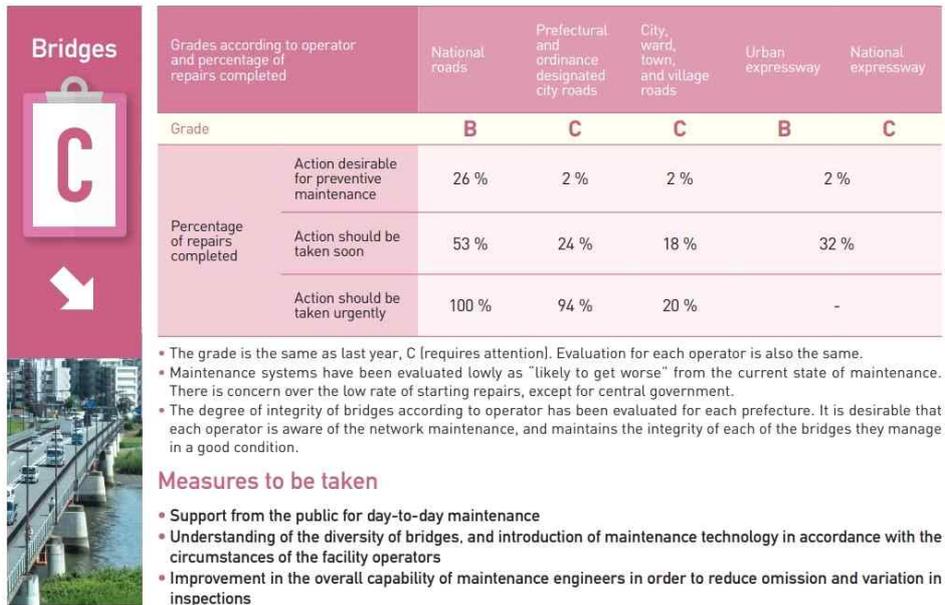


그림 13. 일본 인프라 리포트 카드 예시(출처 : JSCE(2021))

#### 4) 영국

영국 ICE<sup>6)</sup>는 2014년 발간한 “Infrastructure 2014(The State of the Nation)” 을 통해 인프라 리포트 카드를 발표하고, 인프라에 대한 등급을 제시하였다. 이후 추가 업데이트 보고서는 확인하기 어려웠다.

A부터 E등급까지 총 5개 등급을 책정했으며, 등급 구분은 미국에서 발간한 ASCE와 유사하였다. A등급은 미래에도 적합(Fit for the future), B등급은 현재 적합(Adequate for now), C 등급은 주의 요망(Requires Attention), D 등급은 위험(At Risk), E 등급은 목적 부적합(Unfit for Purpose)이다.

6) 토목엔지니어링협회(Institution of Civil Engineers)로 1818년 설립된 이래 8만명의 회원을 보유하고 있으며, 교통, 수자원, 홍수관리, 에너지 분야 등에서 활동하고 있다.

영국은 미국과 같은 등급 구분을 활용했으나, 미국과 달리 국가 전체의 인프라 등급은 발표하지 않았다. 일본과 같이 각 인프라 부문별 등급은 발표하였다. 평가 결과는 에너지 부문 C- 등급, 대중교통 B- 등급 등이다.



그림 14. 영국 인프라 등급(출처 : ICE)

주요 부문별로 살펴보면, 지역 교통의 경우 D- 등급을 받았다. 지역 내 Local 도로의 경우 Poor 컨디션이 많았기 때문이다. 또한 지역 내 교통 혼잡문제도 큰 것으로 나타났다. 이에 더해, 지역 교통의 경우 관리 등을 위한 거버넌스가 취약하고, 분절되어 있는 것으로 나타났다.

이를 개선하기 위해서는 의사결정 능력을 개선하는 한편, 도로 유지보수를 위한 재정투자 지원 문제를 해결해야 한다고 보았다.

홍수 관리 관련 인프라도 C- 등급을 받았다. 2013, 2014년 동안 수재가 곳곳에서 발생함에 따라 인프라 관리도 그 원인으로 지적되는 것으로 보았다. 이 보고서에서는 기후변화를 고려해서 홍수관리 예산을 증액시켜야 하는 한편, 기반시설 네트워크도 심각한 이상기상 현상을 고려해서 보다 회복력 있게 구성해야 한다고 목표를 설정하였다.

## 5) 호주

호주의 경우 2010년 ENGINEERS AUSTRALIA에서 인프라 리포트 카드를 발간하였다. 이후 발간된 사례를 확인하지 못하였다. 등급 산정 등 주요 방법론의 경우 5등급을 정하고 있는 등 미국 방식과 유사한 것으로 평가된다.

도로, 철도, 항공 등 총 11개 시설군에 대한 등급을 산정하였다. 주요 시설로 보면 도로의 경우에는 C등급, 철도는 D+ 등급, 항공은 B- 등급을 책정하였다. 다른 국가와의 차이점을 살펴보면 다른 국가의 경우 철도가 비교적 높은 등급을 획득하였으나, 호주의 경우에는 가장 낮은 등급을 받았다.

또한 가장 큰 특징으로는 주별, 지역별 종합 인프라 등급을 제시하고 있다는 점이다. ACT, NSW, NT 지역 등으로 나누어 AVT의 경우 B- 등급으로 가장 높은 등급을 받았고, NSW, TAS, VIC 지역이 C 등급을

받아 가장 낮은 등급을 받았다.

**State and Territory Rating Summary**

	Rating	Comment
ACT	B-	The findings of the ACT Infrastructure Report Card identify that most of the ACT's infrastructure is in a good condition. There are three exceptions to this: rail; wastewater; and stormwater. While these findings are good compared to other jurisdictions, there are several challenges to maintaining or improving these ratings in the future. These include the need to expand infrastructure to meet growing demand and a changing climate, which has the potential to lead to water shortages and high energy consumption due to cooling needs.
NSW	C	NSW's infrastructure is in average to poor condition. There has been a significant underinvestment in all sectors over a long period of time. This includes road congestion, the poor condition of regional and rural roads, and bridges in need of urgent upgrade in the transport sector alone. Other sectors face similar issues. Over the next decade, there will be significant expenditure on new infrastructure, but significant improvements will only be achieved by both building more infrastructure and employing demand management techniques to moderate demand.
NT	C+	The Territory's infrastructure has mostly been rated as still requiring major improvements, with a smaller number of infrastructure sectors being assessed as good. While improvements are planned or underway in all infrastructure sectors, many of these initiatives are either not funded or not expected in the short-term. The adequacy of infrastructure in the future will depend significantly on three key factors - the speed and magnitude of the resource sector's growth, the magnitude and location of population growth, and the ability of the Territory Government and infrastructure owners to access investment funds and invest in anticipation of demand growth.
QLD	C+	Queensland's infrastructure has mostly been rated as still requiring major improvements, with a smaller number of infrastructure sectors being assessed as good. The assessment notes that many infrastructure sectors are facing significant problems, which, if not addressed, will lead to a substantial reduction in their future performance and quality. The challenges in addressing these problems are considerable, given the scale of under-investment in maintenance and renewals and the ongoing increase in demand driven by population growth and the impact of climate change.

그림 15. 호주의 지역별 인프라 등급 예시(출처 : Engineers Australia)

### 3. 비교 및 분석

전술한 바와 같이 기반시설이 이미 성숙 단계에 접어든 미국, 캐나다 등 북미 국가, 영국, 호주, 일본 등 다양한 선진국들이 인프라 리포트 카드를 통해 인프라 상태 및 현황 등을 진단하고 있다. 총론적으로 현재의 관리상태와 미래의 수요 등을 종합적으로 고려하여 발표한다는 점에서 유사한 측면이 있으나, 등급 산정 및 발표 방식, 등급 구분, 조사 시설 범위, 소요자원 산출 등에서 일부 차이가 있어 이를 분석해 보고자 한다.

먼저 등급 산정 및 발표에 있어 인프라 카드가 대상으로 하는 기반시설 전체의 등급을 발표하는 나라는 미국이 유일한 것으로 나타났다. 인프라 카드의 주요 목적이 인프라 현재의 상태의 진단을 통한 소통이라 볼 때, 국가차원의 등급을 발표하는 미국의 방식도 의미가 있다. 인프라의 상호 연결성 등을 고려할 때 국가 전반의 인프라 수준을 현재 C-에서 목표연도까지 B 수준으로 향상시킨다는 목표 설정도 눈여겨 볼 점이다. 일본, 영국, 호주는 각 부문별 인프라의 전체 등급을 발표한다. 특히 일본은 현재 상태의 관리수준을 유지했을 것을 가정하여 미래 수요까지 고려해 인프라 등급의 향상 가능성을 화살표로 나타낸다는 특징이 있었다. 또한 해당 등급을 책정한 이유에 대해서도 영국, 호주에 비해 비교적 상세하게 설명하고 있는 것으로 보였다. 특이한 점은 캐나다의 경우에는 인프라의 부문별 등급을 발표하지 않고, 해당 부문별 인프라 내에서 특정 등급이 차지하는 비율만 제시하고 있다는 점이다. 호주의 가장 특이한 점은 주별 등급을 총괄하여 발표하고 있다는 점이다. 이는 중앙정부가 지방정부에 기반시설 예산을 지원함에 있어 참고자료로 활용할 수 있을 것이다.

방법론에 있어서는 큰 틀에서 보면 미국 ASCE의 인프라 리포트 가이드라인의 내용이 표준으로 작용하는 것으로 보인다. 일부 등급별 설명

에는 약간의 차이가 있으나 모든 국가에서 5등급으로 구분했다는 특징이 있다. 다만 캐나다의 경우, Data가 확보되지 않아 조사가 불가능한 Unknown 등급까지 포함해 6등급을 제시하고 있었다. 또한 캐나다는 5등급을 추가로 세분화하고 있지는 않다. 현재 관리상태와 미래수요 등을 고려하여 1등급을 +, ·, - 등 3등급으로 구분하고 있는 미국, 영국, 일본 등과 차이가 있다.

조사범위 등을 살펴보면 도로, 교량, 철도 등 주요 인프라는 모두 조사하여 등급을 산출한다는 점에서 국가들 간에 큰 틀은 일치하나 국가별로 일부 차이가 있다. 예를 들어 미국의 경우에는 항공, 학교 등을 포함하여 17개 시설군에 대해 발표를 하고 있다는 점에서 가장 범위가 넓다고 할 수 있다. 반면에 일본의 경우에는 도로, 철도, 항만 등 5개 시설군에 대해서 조사 및 발표를 하고 있다는 점에서 포괄범위는 좁으나 이를 상세하게 조사하고 있어 선택과 집중의 전략이라 평가된다. 마지막으로 캐나다의 경우에는 국민의 레저 수요를 반영해 아이스 링크 등 문화 체육시설을 주요 시설로 관리한다는 점에서 보다 국민수요 대응적이라 평가할 수 있다.

소요재원 발표에 있어서도 미국의 경우 인프라 리포트 카드 작성 이후 10년 간의 현재 계획된 예산과 소요재원을 분석하여 국가 전체의 투자 부족액을 산출하여 발표한다는 면에서 국가의 중장기 재정계획을 수립할 때 중요한 참고자료로 기능할 수 있을 것이라 보인다. 반면, 미국을 제외한 다른 국가는 소요재원을 제시하고 있지는 않으며 방향성 위주로 ‘향후 투자를 확대할 필요가 있다’로 서술하고 있다. 인프라 리포트 카드가 향후 인프라 관리에 있어서 우선순위를 설정하고 미래 전략계획 수립을 위한 의사소통 수단이라는 점을 고려할 때 정확한 투자액을 제시하는 미국의 방식이 의미있어 보인다.

수행 주체의 경우, 미국 등 4개 국가는 하나의 전문가 단체가 주체가

되어 발표하였으나, 캐나다의 경우 Team을 구성하여 8개 단체가 공동으로 작성 및 발표하였다는 점에서 특징이 있다.

국가	등급발표			등급구분		조사 시설 범위	소요 재원 발표	주체
	총 괄	부 문	지 역	부 문	세 분 화			
미국	○	○	×	5등급	○	넓음	총괄, 시설별	ASCE
캐나다	×	×	×	6등급	×	보통	방향성 발표	CIRC팀
영국	×	○	×	5등급	○	보통		ICE
일본	×	○	×	5등급	○	좁음		JSCE
호주	×	○	○	5등급	○	좁음		Engineers Australia

표 10. 인프라 리포트 카드 국가간 비교표

### Ⅲ. 정책 및 제도

### Ⅲ. 정책 및 제도

#### 1. 국내정책 및 제도

##### (1) 지속가능한 기반시설 안전강화 종합대책(관계부처 합동, 2019.6)

정부는 2018년 KT 통신구 화재, 백석역 열수송관 파열 등 주요 기반 시설에서 사고가 발생함에 따라 기반시설 유지관리를 위한 통합 대응 필요성에 대한 공감대를 형성하여 2019년 6월 “지속 가능한 기반시설 안전강화 종합대책”을 마련하여 발표하였다.

2018년 12월부터 범부처 TF, 19년 1월부터 연구협의체를 운영하여 초안을 마련하여 시도 간담회 등 다양한 경로로 의견수렴을 하였다. 또한 부처별로 추진하는 시설물 점검과 국가안전대진단 등과 연계하여 시설물 안전을 점검하였다. 이 대책은 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에 정의되어 있는 총 46개 시설 중에서 TF 논의를 통해 국민안전에 영향을 미치는 15종의 시설을 대책 대상 시설로 선정하였다.

대분류	소분류	기반시설
중대형 SOC(7)	교통시설(4)	도로·철도·공항(국토부), 항만(해수부)
	방재시설(3)	댐(환경·산자부), 저수지(농식품부), 하천(국토부)
지하시설물 (8)	지하관로(5)	상수·하수도(환경부), 가스·열수송·송유관(산자부)
	지하구(3)	전력구(산자부), 통신구(과기정통부), 공동구(국토·행안부)

표 11. 기반시설 안전강화 종합대책 대상 15개 기반시설  
(출처 : 관계부처 합동(2019), 지속 가능한 기반시설 안전강화 종합대책)

본 대책은 “안전하고 지속 가능한 기반시설 관리 실현”을 비전으로 설정하고, 선제적 투자 및 관리로 수명연장, 안전확보와 관리시스템 확립을 통한 안전사고 예방을 목적으로 하고 있다.

이를 실현하기 위해 4대 추진전략, 16대 중점 추진과제를 다음과 같이 설정하였다.

목 표	
◇ 선제적 투자·관리로 '수명연장 + 안전확보' ◇ 관리 시스템 확립으로 안전사고 예방	
4대 추진전략	16대 중점 추진과제
1. 생활안전 위협요인 조기 발굴·해소	① 긴급 조치가 필요한 노후시설 조기 발굴·개선 ② 노후 지하시설물 안전관리 규정 강화 ③ 시설물 안전점검 내실화 ④ 생활안전 사각지대 해소
2. 노후 기반시설 안전투자 확대	⑤ 노후 교통 SOC 안전시설 현대화 ⑥ 방재시설 안전관리 투자 강화 ⑦ 노후관로 조기 교체 및 안전투자 확대 ⑧ 지하구 재난대응 능력 강화 ⑨ 인센티브 제공 등을 통한 안전투자 촉진
3. 선제적 관리강화 체계 마련	⑩ 종합적·선제적 유지관리 계획 체계 마련 ⑪ 안정적인 서비스 공급 시스템 마련 ⑫ 입체적 유지관리 이행 체계 구축
4. 안전하고 스마트한 관리 체계 구축	⑬ 기반시설 빅데이터를 활용한 과학적 관리 ⑭ 지하공간통합관리 시스템 고도화 ⑮ 스마트 유지관리 신기술 개발·활용 ⑯ 핵심분야 SW시스템 안전관리 강화

그림 16. 4대 추진전략 및 16대 중점과제  
 (출처 : 관계부처 합동(2019), 지속 가능한 기반시설 안전강화 종합대책)

## (2) 기반시설 관리 실행력 제고방안(관계부처 합동, 2021.12)

정부는 2020년 기반시설의 선제적 안전관리 등을 위한 종합대책을 발표한 이후 지속 가능한 기반시설 관리 기본법을 제정·시행하였고, 위원장을 국무총리로 하는 기반시설 관리위원회를 구성하는 등 기본체계를 갖추었다.

그러나, 제도 시행 초기임에 따라 여건이 성숙되지 않아 장래 수요 등을 종합적으로 고려한 유지관리 자원 확보에 어려움을 겪고 있으며 시설물 관리주체가 다양하다 보니 전체 시설을 아우르는 체계적 관리 기법이 부재한 상황이었다. 또한 이행체계를 강화하기 위해 기본계획 뿐만 아니라 실행계획 및 이행체계 확립도 요구되는 상황이었다. 이에 정부는 기반시설의 이행력을 제고하고 새로 시행된 기반시설법 등의 실효성을 강화하기 위한 방안을 발표하였다.

본 보고서에 따르면, 연간 약 12조원이 소요되었던 유지관리는 2050년이 되면 연 53조까지 4배 이상 증가할 것으로 보았다. 이는 약 30년간 1천조원의 관리비가 소요된다는 분석이다. 이 중 국가는 620조원, 지자체는 409조원을 필요로 하는 것으로 나타났다.

이에 정부는 “성능평가 기반 자산관리를 통해 기반시설 100세 장수명화”를 목표로 설정하여, 3대 추진전략(기반시설 관리주체 지원 강화, 기반시설 관리 이행력 보강, 투자재원 다각화)을 수립하였다.

주요 세부대책을 살펴보면 먼저 기반시설 관리자가 자산관리를 용이하게 할 수 있도록 표준 자산관리모델을 개발 및 제공할 계획이다. 현재 국토부에서 모든 관리주체가 활용할 수 있도록 2023년 완료를 목표로 기반시설관리시스템을 구축하고 있다. 또한 연구개발을 통해 주요 기반시설별로 가장 효율적인 성능개선 시기 및 방식을 도출하도록 시

시스템 개발에 착수한다. 거버넌스 차원에서는 다양한 유형의 소관시설을 총괄관리할 수 있도록 국토안전관리원에 기반시설 관리 지원센터를 설치한다. 또한 기본계획의 실행을 담보할 수 있도록 관리주체별로 실행계획을 수립토록 한다. 또한 선진국의 기반시설 레포트 카드처럼 시설별 인프라 성능 카드를 작성하여 발간 추진한다.

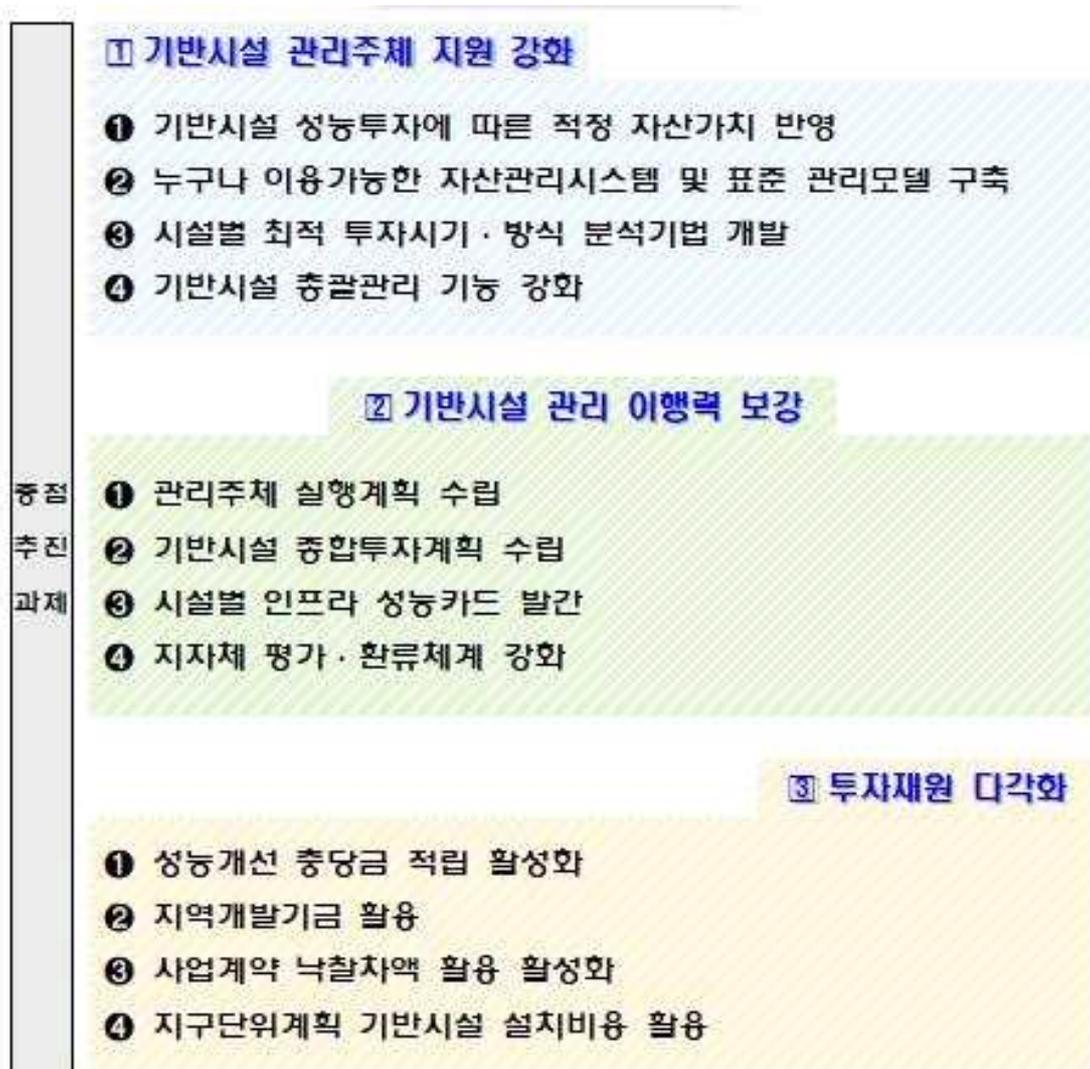


그림 17. 기반시설 관리 실행력 제고방안 중점 추진과제  
(출처 : 관계부처 합동(2021), 기반시설 관리 실행력 제고방안)

### (3) 제1차 기반시설 관리계획 20~25(국토교통부)

2020년 시행된 지속 가능한 기반시설 관리 기본법 제8조에 따르면 국토교통부장관은 기반시설의 체계적인 유지관리 및 성능개선을 위하여 기반시설 관리에 관한 기본계획을 5년 단위로 수립 및 시행하여야 한다. 이에 따라 수립하는 기반시설 기본계획은 기반시설의 체계적인 유지관리 및 성능개선을 위하여 국가차원의 종합적 방향을 제시하는 기본계획이라 볼 수 있다.

본 계획은 2019년 6월 발표된 지속 가능한 기반시설 안전강화 대책 발표의 주요 후속조치로 동년 7월부터 과업에 착수하여 전문가 자문회의, 관계부처 의견수렴 및 공청회를 거쳐 2020년 4월 기반시설 관리위원회 심의를 통해 동년 5월 최종적으로 국무회의 심의 후 확정 고시되었다.

본 계획은 선진국을 중심으로 기반시설 관리체계가 사후 대응형 관리에서 선제적 관리로 변화하는 것을 인식하고, 선제적 관리를 통해 최적 관리 시점 및 방법을 예측함으로써 장기적 비용을 절감하는 것을 목표로 한다. 또한 4차 산업혁명 시대에 부응하는 스마트 유지관리 방식을 도입함으로써 혁신성장을 견인하고, 경제활성화에 기여하고자 한다.

본 계획에 따르면 2014년부터 2019년까지 노후 기반시설 관리에 국비 20.4조원, 지방비 26.0조원, 공공 11.3조원, 민간 1.6조원 등 총 59.3조원이 투자되었으며, 투자 추이는 매년 증가하는 추세에 있는 것으로 나타났다.

이에, 세계 일류의 기반시설 관리로 강한 경제 및 고품격 생활안전을 실현한다는 것을 비전으로 하여, 새로운 기반시설 관리 거버넌스 정립 등 4대 핵심목표로 설정하였고, 이를 실현하기 위한 10대 중점과제를

정하였다. 주요 내용은 다음과 같다.

<b>비전</b>	세계 일류의 기반시설 관리로 강한 경제, 고품격 생활안전 실현								
<b>미션</b>	기반시설 지속 가능성 확보를 위한 스마트 유지관리 기반 구축								
<b>목표</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 새로운 기반시설 관리 거버넌스 정립</li> <li>◆ 기반시설 안전등급을 “보통” 이상으로 관리</li> <li>◆ 스마트 유지관리 신기술 개발을 통한 일자리 확대</li> <li>◆ 선제적 투자를 통한 미래부담 경감</li> </ul>								
<b>중점 과제</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; padding: 5px;"> <b>【관리체계】</b>                      선제적 관리체계 마련                 </td> <td style="padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 종합적·선제적 유지관리 계획 체계 정립</li> <li>• 유기적 유지관리 이행체계 구축</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> <b>【관리대상·방식】</b>                      생활안전 관리수준                      상향                 </td> <td style="padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 기반시설 안전·유지관리 합리화</li> <li>• 생활안전 사각지대 해소</li> <li>• 지하 기반시설 안전관리 강화</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> <b>【기술·산업 육성】</b>                      스마트 유지관리를                      통한 산업육성 추진                 </td> <td style="padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 기반 과학적 관리체계 구축</li> <li>• 스마트 유지관리 신기술 개발·활용</li> <li>• 유지관리 일자리 개선 및 산업성장 지원</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> <b>【투자·재원】</b>                      선제적 투자 및                      투자재원 다각화                 </td> <td style="padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 지속가능성 확보를 위한 선제적 투자 강화</li> <li>• 다양한 안전투자 자원조달 방안 마련</li> </ul> </td> </tr> </table>	<b>【관리체계】</b> 선제적 관리체계 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 종합적·선제적 유지관리 계획 체계 정립</li> <li>• 유기적 유지관리 이행체계 구축</li> </ul>	<b>【관리대상·방식】</b> 생활안전 관리수준 상향	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기반시설 안전·유지관리 합리화</li> <li>• 생활안전 사각지대 해소</li> <li>• 지하 기반시설 안전관리 강화</li> </ul>	<b>【기술·산업 육성】</b> 스마트 유지관리를 통한 산업육성 추진	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 기반 과학적 관리체계 구축</li> <li>• 스마트 유지관리 신기술 개발·활용</li> <li>• 유지관리 일자리 개선 및 산업성장 지원</li> </ul>	<b>【투자·재원】</b> 선제적 투자 및 투자재원 다각화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지속가능성 확보를 위한 선제적 투자 강화</li> <li>• 다양한 안전투자 자원조달 방안 마련</li> </ul>
<b>【관리체계】</b> 선제적 관리체계 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 종합적·선제적 유지관리 계획 체계 정립</li> <li>• 유기적 유지관리 이행체계 구축</li> </ul>								
<b>【관리대상·방식】</b> 생활안전 관리수준 상향	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기반시설 안전·유지관리 합리화</li> <li>• 생활안전 사각지대 해소</li> <li>• 지하 기반시설 안전관리 강화</li> </ul>								
<b>【기술·산업 육성】</b> 스마트 유지관리를 통한 산업육성 추진	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 기반 과학적 관리체계 구축</li> <li>• 스마트 유지관리 신기술 개발·활용</li> <li>• 유지관리 일자리 개선 및 산업성장 지원</li> </ul>								
<b>【투자·재원】</b> 선제적 투자 및 투자재원 다각화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지속가능성 확보를 위한 선제적 투자 강화</li> <li>• 다양한 안전투자 자원조달 방안 마련</li> </ul>								

그림 18. 제1차 기반시설 관리 기본계획 목표 및 중점과제  
(출처 : 국토교통부(2020))

주요 과제로는 기본계획 실행력 제고를 위해 관리감독기관은 5년 주기의 관리계획을 수립토록 하는 한편, 관리계획을 바탕으로 관리주체가 실행계획을 수립토록 함으로써 입체적 관리체계를 구축한다.

선제적 유지관리를 위하여 최소 유지관리 및 성능개선 공통기준을 설정하고, 기반시설 유지관리위원회를 구성·운영하여 민관이 함께하는

거버넌스를 구축한다.

기반시설의 안전등급을 최소한 보통 이상으로 관리하도록 지속적으로 투자하며, 소규모 시설도 시설물안전법에 포함하여 관리를 추진하는 등 관리를 강화한다.

인프라 총 조사를 실시하여 기반시설 리포트 카드를 발간하고, 기반시설 통합관리시스템을 구축하여 운영한다. 드론, 로봇 등을 활용한 기반시설 관리 등 스마트 유지관리 기술 개발에 투자를 확대하고, 이를 실험할 수 있는 테스트베드를 지원한다. 산업 육성을 위한 스타트업도 활성화하는 한편, 산업 해외진출 확대를 위한 중장기 로드맵 수립도 추진한다.

투자를 위한 다양한 재원조달 수단을 마련하기 위해 성능개선 충당금 적립을 확대하고, 발생 가능한 추가 재원 부담 경감을 위해 국가는 재원조달 방안을 마련하는 한편, 관리주체 등은 민간자본 활용방안을 모색한다.

#### (4) 지속 가능한 기반시설 관리 기본법

시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법 제정 이후 2018년부터 KT 통신구 화재 등 사고가 발생함에 따라 기반시설 노후화에 따른 유지관리 필요성을 절감한 정부는 기반시설의 선제적이고 체계적인 유지관리를 위해 입법을 추진하였다.

이러한 입법 배경을 통해 2020년부터 시행된 기반시설 관리법의 주요 내용은 다음과 같다.

조문	주요내용
제1조(목적)	기반시설의 체계적인 유지관리와 성능개선을 통해 보다 안전하고 편리하게 기반시설을 활용
제3조 (기본원칙)	관리주체는 기반시설 안전성, 사용성, 내구성 등을 종합적으로 고려하여 선제적 관리, 생애주기비용 최소화
제4조 (적용대상)	관리주체가 관리하는 기반시설, 체계적인 관리와 예산의 지원이 필요한 기반시설
제8조 (기본계획)	현황, 여건변화 및 미래전망, 유지관리 및 성능개선 목표, 기술 연구, 제도개선, 정보체계 구축 등
제9조 (관리계획)	관리기관의 장은 5년 단위의 관리계획 수립
제10조 (유지관리)	관리주체는 최소유지관리기준 이상으로 기반시설 관리
제11조 (기준)	관리기관의 장은 최소유지관리 수준 지표 설정, 고시
제13조 (성능개선)	관리주체가 유지관리와 성능개선 중 판단 기준
제14조 (실태조사)	국토부장관, 관리주체는 최소유지관리기준 충족 여부, 성능평가 결과 등에 대하여 실태조사 실시
제20조 (정부지원)	정부, 지자체는 기반시설 관리주체에 대하여 유지관리 비용 및 성능개선 비용 지원근거 마련
제22조 (부담금)	기반시설 이용 주체에게 기반시설 유지관리 및 성능개선에 필요한 자원마련을 위한 부담금 징수 가능
제23조 (충당금)	관리주체는 노후화 대비 관리계획에 따라 성능개선에 필요한 충당금 적립 가능

표 12. 기반시설법 주요내용(출처 : 기반시설법)

## (5) 기반시설 관리 거버넌스

기반시설관리법 제18조에 따르면 국가의 기반시설 관리와 관련된 주요 정책 및 계획사항 심의를 위해 국무총리 소속으로 기반시설 관리 위원회를 둘 수 있도록 하였다. 심의 대상은 기반시설 관련 법, 제도, 기본계획 및 관리계획, 최소유지관리 공통기준, 유지관리 우수 기반시설 선정, 기술개발 및 인력양성 등에 관한 사항이다.

위원장은 국무총리가 되고, 위원은 10명에서 30명 이내로 구성하되, 정부위원은 관련 중앙 행정기관의 장, 민간위원은 유지관리 분야 학식과 경험이 풍부한 자로서 위원장이 위촉하는 사람이다.

효율적 업무수행을 위해 분과 위원회도 둘 수 있다.

## 2. 해외정책 및 제도

### (1) 미국

#### 1) 바이든 정부 인프라법

미국 바이든 대통령은 2021년 11월 15일 미국 전반의 기반시설 재건을 위한 “Bipartisan Infrastructure Law” 에 서명했다. 이 법안은 미국의 도로, 교량, 철도 등을 재건하고 식수, 초고속 인터넷에 접근성을 향상시키며 기후변화에 대응하는 것을 주요 내용으로 한다.

이 법안에 명시된 바로는 향후 8년간 약 1.2조억달러를 투자하여 고도로 및 교량을 개선하고, 교통시스템을 현대화하는 등 기반시설 전반의 업그레이드를 추진한다. 기후변화 등에 대응하여 인프라 전반의 회복력도 제고한다.



그림 19. 미국 인프라법 투자대상  
(출처 : The White House)

인프라법 가이드라인에 따라, 부문별로 주요내용을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 도로, 교량 및 대형 프로젝트이다. 본 보고서에서는 미국 도로 5마일 중 1마일, 전체 173,000마일의 도로와 43,500개의 교량이 나쁜(Poor) 컨디션에 처해 있다고 보았다. 이를 위해 향후 5년간 4000억 달러를 투자하여 도로와 교량을 보수하고, 현대화 사업을 지원함으로써 일자리를 창출하고 지역에 더 많은 경제적 기회를 부여하는 한편, 교통시스템 전반의 회복력을 제공한다.

특히, 대중교통 분야에서는 912억달러(주요 페이지 사업에 825억달러)를 투자하여 대중교통 시스템을 현대화하고 친환경 교통수단으로 교체한다.

Program Name	Agency Name	Funding Amount
Urbanized Area Formula Grants	Department of Transportation	\$33,390,947,107
State of Good Repair Formula Grants	Department of Transportation	\$21,640,412,832
Capital Investment Grants	Department of Transportation	\$8,000,000,000
Formula Grants for Rural Areas	Department of Transportation	\$4,109,463,374
Bus and Bus Facilities Formula Grants	Department of Transportation	\$3,161,294,400
Enhanced Mobility of Seniors and Individuals with Disabilities	Department of Transportation	\$2,193,105,343
Ferry Service for Rural Communities	Department of Transportation	\$2,000,000,000
Bus and Bus Facilities Competitive Grants	Department of Transportation	\$1,966,392,169
All Stations Accessibility Program	Department of Transportation	\$1,750,000,000
Rail Vehicle Replacement Grants	Department of Transportation	\$1,500,000,000
Metropolitan Transportation Planning Program	Department of Transportation	\$799,441,834
University Transportation Centers (UTC) Program	Department of Transportation	\$500,000,000
Strengthening Mobility and Revolutionizing Transportation (SMART) Grants	Department of Transportation	\$500,000,000
Public Transportation on Indian Reservations Formula	Department of Transportation	\$183,250,437
Statewide Transportation Planning	Department of Transportation	\$167,001,389
Urbanized Area Passenger Ferry Program	Department of Transportation	\$150,000,000
Appalachian Development Public Transportation Assistance Program	Department of Transportation	\$137,437,828
Research, Development, Demonstration and Deployment Projects	Department of Transportation	\$132,218,677
Rural Transportation Assistance Program	Department of Transportation	\$91,552,911
Pilot Program for Transit Oriented Development	Department of Transportation	\$68,864,631
Public Transportation on Indian Reservations Competitive	Department of Transportation	\$45,812,610
Transit Cooperative Research Program	Department of Transportation	\$34,432,315
Public Transportation Technical Assistance and Workforce Development	Department of Transportation	\$27,545,852
Pilot Program for Enhanced Mobility	Department of Transportation	\$24,102,620
National Rural Transportation Assistance Program	Department of Transportation	\$13,743,783
<b>TOTAL - PUBLIC TRANSPORTATION</b>		<b>\$82,587,020,112</b>

그림 20. 인프라법 교통부문 주요사업(출처 : The White House)

다음으로, 청정 에너지 분야에서는 미국 에너지 시스템의 회복력을 제고하고 저비용 청정 에너지 시스템을 구축하는 것을 목표로 한다. 미국에서 발생하는 정전으로 인한 경제적 손실이 매년 700억 달러에 달하고, 1/3의 가정이 에너지 비용 지불에 어려움을 겪고 있는 상황이다. 이에 본 법안은 청정 에너지 분야에 미국 역사상 가장 많은 투자를 실시한다. 학교, 집, 회사 등 전반에 걸쳐 에너지 효율을 향상시키기 위한 노력을 실시하는 한편, Zero-Emission Economy를 앞당기기 위한 투자도 확대한다.

## 2) FAST Act

이 법안은 2015년 12월 4일 오바마 대통령이 서명한 법안으로, Fixing America's Surface Transportation, 즉 미국의 도로, 철도 전반을 보수하고 현대화하기 위해 총 3,050억 달러를 투자하는 법안이다. 주요 사업분야는 다음과 같다.

### \$305 B (all modes) over FY2016-2020

Program	5-Year Funding (billions)
Federal Highway Administration	\$ 226.3
Federal Transit Administration	61.1
Federal Motor Carrier Safety Administration	3.2
Pipeline and Hazardous Materials Administration	0.4
National Highway Traffic Safety Administration	4.7
Federal Railroad Administration	10.3
Total	305.0

그림 21. FAST Act 주요사업(출처 : US Department of Transportation(2016))

이 법안 예산의 70% 가까이는 미국 고속도로 현대화에 사용되었다. 본 법안은 10년 이상 지연되었던 장기 교통자금을 안정적으로 확보하는데 기여하였고, 혁신과 기술에 대한 강조를 통해 자율주행차 등 스마트 교통시스템 개발도 추진하였다는 평가를 받고 있다.

### 3) 교통정책 전략계획

바이든 행정부가 출범함에 따라 미국 교통부(Department of Transportation, 이하 DOT)는 교통 인프라의 설치 및 효율적 관리 등을 통한 인프라 전반의 안전도, 청결성, 평등성 등을 개선하기 위한 투자를 진행함과 동시에 이를 효율적으로 추진하기 위한 교통정책 전략계획을 수립하였다.

본 로드맵에서는 미국은 세계적 전염병부터 고착화된 불평등, 악화된 도로 안전성, 용량을 초과하는 공급망 부화, 기후변화 등 전례 없는 위기 상황에 있다고 진단하였다. 이러한 도전을 극복하기 위해 DOT는 교통 인프라를 대대적으로 개선하여 새로운 경제구조를 창조함과 동시에 좋은 일자리를 창출하고 기후변화 위기를 저감하기 위해 노력할 것이라 밝히고 있다.

DOT는 조직의 미션<sup>7)</sup>, 바이든 행정부 우선순위<sup>8)</sup>, 대내외 환경 등 전반을 고려하여 6대 전략목표 및 목적을 수립하였다. 이에 기반한 핵심가치는 탁월함(Excellence), 신뢰(Trust), 공정함(Fairness), 공감(Empathy), 창의성(Imagination)이다. 전략목표 및 목적은 다음과 같다.

7) 세계를 선도하는 교통 시스템의 구축, 안전하고 효율적이며 지속 가능하고 평등한 이동권을 보장함으로써 미국 국민과 경제에 기여(출처 : 미국 교통부 홈페이지)

8) 바이든 행정부의 국정 우선순위 중 본 로드맵 관련사항으로는 ① 근로자와 여행자의 건강과 안전, ② CV19로 인한 경제적 충격 저감, ③ 친환경 차량에 대한 공급망, 경제적 경쟁력 및 리더십 제고, ④ 다양성, 평등한 기회, 시민권 제고, ⑤ 기후변화 위기 저감, 과학적 통합성 향상(출처 : The White House)

전략목표	전략목적
<p>① 안전</p> <p>모든 사람에게 안전한 교통시스템 구축 교통 관련 생명위협 없는 미래환경 조성</p>	<p>안전한 국민 안전한 근로자 안전한 디자인 안전한 시스템 사이버 보안 강화</p>
<p>② 글로벌 경쟁력 제고</p> <p>통합적이고 지속 가능한 경제 성장 미국 근로자, 산업, 시장, 양질의 일자리 등을 위한 교통 시스템 구축에 대한 투자</p>	<p>일자리 창출 및 재정 건전성 고효율 자산 글로벌 경제 리더십 회복력 있는 공급망 구축 시스템 신뢰성 및 연결성</p>
<p>③ 평등</p> <p>교통 시스템 및 지역 커뮤니티에 대한 불평등 개선 안전하고, 감당할 수 있으며, 접근 가능한 교통환경 구축을 위한 지원</p>	<p>접근성 제고 커뮤니티 강화 사전적 조치 및 계획 수립 부가가치 창출</p>
<p>④ 기후 및 지속가능성</p> <p>기후변화 위기 저감을 위해 교통분야를 핵심 솔루션으로 확립 교통 관련 온실효과, 오염 저감 및 회복 력과 지속 가능성 제고</p>	<p>Net-Zero Emission by 2050 기반시설 회복력 기후 및 환경 정의</p>
<p>⑤ 변화</p> <p>미래를 위한 디자인 현재 직면한 도전을 혁신하기 위한 투자 교통시스템의 현대화</p>	<p>돌파구 마련을 위한 연구 와 정책간 정합성 제고 실험, 협력 및 경쟁력 유연성 및 적응성</p>
<p>⑥ 탁월한 조직</p> <p>세계적 수준의 조직으로 강화 정책 확립, 포용성 및 혁신적 조직을 통 한 공공 기여</p>	<p>고객 서비스 데이터 기반 프로그램 및 정책 작업공간 발전 감독, 생산성 및 기술지원</p>

표 13. 교통 전략계획 6대 전략목표 및 목적(출처 : 미국 교통부)

이 중 인프라의 선제적 관리와 긴밀하게 연관된 부분은 안전, 글로벌 경쟁력 제고, 기후 및 지속 가능성이므로 이를 간단히 살펴보겠다.

첫째, 안전분야이다. 미국은 현재 교통사고로 인한 치명률이 산업화 국가 중 가장 높은 수준으로, 치명률은 캐나다의 2배, EU의 4배에 달한다.(2020년 기준 교통사고 사망자 38,824명)

이 문제를 해결하기 위해 DOT는 교통 인프라의 안전한 설계, 건설 및 유지관리를 위해 도로 디자인 설계기준을 업데이트하고, 취약 이용자를 보호하기 위한 기준을 발전시킬 계획이다.

둘째, 글로벌 경쟁력 제고이다. 이 분야에 인프라의 유지관리 관련 전략 및 정책이 중점 반영되어 있다. 미국은 세계에서 부유한 국가이지만, 교통 인프라의 전반적 수준은 세계 13위에 불과한 상황이다. 20% 고속도로, 45,000개의 교량이 평균 이하의 컨디션이며, 그 수리를 위한 재고가 1,050억 달러를 초과하였다. 이러한 인프라의 관리 및 현대화의 실패 및 지연으로 인한 교통체증으로 매년 1,600억 달러의 비용이 발생하는 것으로 분석되고 있다. 이에, DOT는 2040년까지 핵심 성과지표로 고속도로 수리 재고율을 현재의 50% 이하 수준으로 저감하고, 투자 확대를 통해 10개의 주요 교량 및 10,000개의 소규모 교량을 보수할 계획이다. 또한 우수한 수준의 공항도로 포장의 비율이 93% 이상이 되도록 끌어올린다.

셋째, 기후 및 지속 가능성 분야이다. 기후위기를 저감하기 위한 조치로 교통분야를 핵심분야로 설정하고, 2050년까지 Net Zero로 가기 위한 경로를 설정한다. 특히, 인프라 분야의 회복력을 제고하기 위해 기후 및 극한 기상상황에서 교통수단의 취약성을 평가 및 저감하는 한편, 이를 반영하여 유지관리를 실시한다.

## (2) 캐나다

### 1) Transportation 2030

선도적이고 체계적으로 교통 시스템을 발전시키기 위해서는 국가차원에서 미래의 기술, 사회 및 경제 여건 등을 종합적으로 반영한 교통계획을 수립하여 추진할 필요가 있다.

캐나다의 경우에도 2016년부터 1년에 걸친 의견수렴을 거쳐 연방정부 차원의 최상위 교통계획인 “Transportation 2030” 을 수립 및 추진하고 있는 바 그 주요내용부터 살펴보기로 한다. 본 계획은 약 150회의 토론 및 회의를 개최하여 비정부 기구, 원주민 그룹 등을 포함한 전반의 의견을 수렴하여 2016년 11월 발표되었다.

본 계획에서는 캐나다의 2030년 미래상으로 청정하고 혁신적인 경제를 전망하면서, 스마트 도로, 스마트 자동차, 무인항공기 및 드론이 보편화되고 교통시스템은 더욱 전기화되어 수소 등 대체연료를 사용하고 철도 및 항공분야에서는 재생 에너지 사용이 더욱 증가할 것으로 보았다.

무역과 경제성장, 깨끗한 환경, 중산층의 더 나은 삶을 지원하는 안전하고 친환경적이며 혁신적인 통합운송시스템을 구축하는 것을 비전으로 한다 그 실현을 위한 5대 분야로 첫째, 여행자의 편의성 제고, 둘째, 더욱 안전한 운송, 셋째, 친환경적이고 혁신적인 교통수단, 넷째, 수상교통 개선, 다섯째, 세계시장으로 가는 무역회랑을 설정하였다.

주요 투자과제로는 100억 달러를 투자하여 교통 인프라를 개선함으로써 무역에 있어 병목현상을 개선하고 더욱 견고한 무역회랑을 건설하는 것이다.

# Transportation 2030

## ACTIONS FOCUSED UNDER FIVE THEMES

A national transportation system that supports economic growth, job creation, and Canada's middle class.



### 1 The Traveller

Provide greater choice, better service, lower costs, and new rights for consumers

Transportation is the second biggest expenditure for Canadians: \$202 billion in 2018.

Establish an Air Travellers Passenger Rights Regime to better protect consumers

- In 2018:
- 156 million passengers in Canadian airports
  - 4.75 million passengers on VIA Rail
  - About 54 million passenger vehicles through Canada/United States border crossings

Change international ownership rules to increase competition and reduce fares in our domestic airline industry

Work with CATSA to ensure that travellers go through security faster, while maintaining the same high security standards



### 2 Safer Transportation

Build a safer, more secure transportation system that Canadians trust

Canada must continue to improve the safety of its transportation system.

Speed up the review of the *Railway Safety Act* to further enhance railway safety standards

- In 2017:
- Total accidents decreased by 3.9%
  - Total fatalities decreased by 2.1%

Introduce requirements for locomotive voice and video recorders to be used during accident investigations



### 3 Green and Innovative Transportation

Reduce air pollution and embrace new technologies to improve Canadians' lives

Transportation accounts for 24.6% of air pollution.

Work with Provinces and Territories to reduce carbon pollution from the transport sector

Innovation helps reduce inefficiencies and increases safety and security.

Investments in electric car charging and low-emissions fueling stations



### 4 Waterways, Coasts and the North

Build world-leading marine corridors that are competitive, safe and environmentally sustainable, and enhance northern transportation infrastructure

- In 2018:
- \$251 billion: value of Canadian international marine trade
  - Port of Vancouver: Canada's busiest port with 147.1 million tonnes of freight
  - Northern communities: most of them connected by only one mode of transportation

Introduce stronger environmental protection for our coasts

Put in place and enforce a moratorium on oil tanker traffic along the northern coast of British Columbia

Introduce a national plan to increase marine safety, emergency response and a closer partnership with coastal communities



### 5 Trade Corridors to Global Markets

Improve the performance of our transportation system to get products to markets and grow Canada's economy

- In 2018:
- \$1,180 billion: Canada's total international trade
  - 63% of it with the United States

Invest \$10.1 billion for transportation infrastructure to help eliminate bottlenecks and build more robust trade corridors

## 2) Investing in Canada

캐나다의 인프라에 관련된 연방정부 차원의 중장기 계획은 “The investing in Canada plan” 이다. 이 계획은 2016년 수립 및 시행되어 이후 12년 간을 계획기간으로 하고 있다. 주요 목표는 3가지이다. 첫째, 견고한 중산층을 만들기 위해 경제의 중장기 성장 동력을 확보하고, 둘째, 지역사회 회복력을 제고함과 동시에 청정경제로 전환하며, 셋째, 사회적 포용력을 높인다.

본 계획에 따라 정부는 2016년부터 이후 12년 동안 1,800억 달러 이상을 다양한 인프라에 투자할 예정으로, 도로, 교량, 항만, 대중교통, 상하수도 등의 대한 투자를 포함하여 청정 에너지, 기후변화 적응 및 대응 관련 인프라에 대한 투자도 포함한다. 이러한 투자 규모는 현재 수립된 투자계획에 2배 이상 규모라 볼 수 있다.

이러한 막대한 투자를 통해 캐나다 정부는 기반시설에 대한 투자지연 Gap을 줄일 수 있을 것으로 기대했다. 핵심 투자분야는 대중교통, 녹색 인프라, 사회적 인프라, 교외지역 인프라, 무역 인프라이다. 대중교통에는 약 290억 달러, 녹색 인프라에는 약 270억 달러, 사회적 인프라에는 약 250억 달러, 교외지역 인프라에는 약 20억 달러, 무역 인프라에는 약 100억 달러가 투자될 계획이다.

재원 조달을 위해 절반규모인 920억 달러는 Gas Tax Fund와 같은 지속적이고 안정적인 Fund를 통해 마련할 예정이다. 또한 나머지 절반 규모인 956억 달러는 새로운 펀딩 구조를 통해 조달할 계획이다.

본 계획은 파트너십, 국가적 리더십, 증거기반 의사결정, 결과에 대한 집중, 포용성 등 5가지 기본 원리에 입각하여 수립 및 시행되었다.

각 분야별 총괄 투자계획은 다음과 같다.

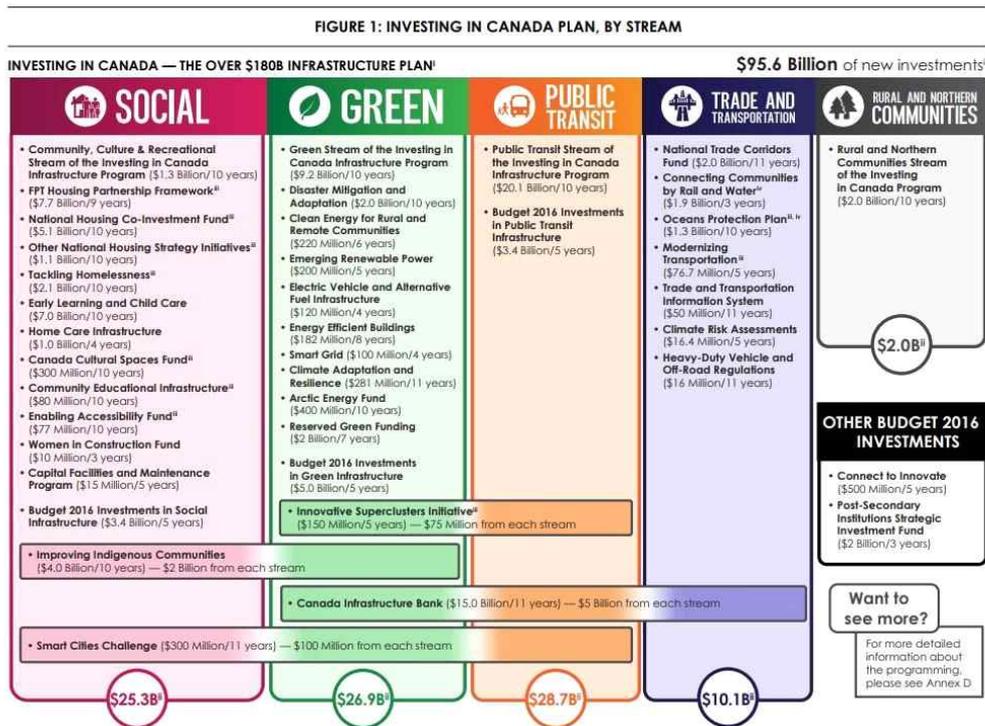


그림 23. Investing in Canada Plan(출처 : Infrastructure Canada)

### 3) National Active Transportation Strategy 2021~2026

캐나다 교통부의 미션인 나이, 인종, 능력, 젠더, 배경 등과 상관없이 모든 캐나다인이 안전하고 편안하게 교통수단에 접근할 수 있도록 하기 위해서는 기반시설에 대한 양질의 투자가 필요하나, 이것이 단일 솔루션은 아니다. 이를 실현하기 위한 Framework로 캐나다 교통부는 ACTIVE 전략을 채택하였다. 이는 자각(Awareness), 협동과 조화(Coordination), 목표(Targets), 투자(Investment), 가치(Value), 경험(Experience)이다.

이러한 전략은 데이터와 증거에 기반하여 새로운 교통시스템 네트워크를 구축하고 보다 안전하고 평등하고 건강하며 지속 가능한 교통 옵션을 제고하는 것을 목표로 한다.

#### 4) 협력적 자산관리 전략(Corporate Asset Management Strategy)

캐나다는 인프라부에서 마련한 중장기 전략과, 인프라 리포트 카드 등을 토대로 지자체별로 기반시설 관리와 관련된 다양한 주체의 협력 하에 효율적 관리를 도모하는 “협력적 자산관리 계획”을 수립한다. 빅토리아, 캘거리, 런던(캐나다 소재) 등 다양한 도시에서 시단위로 수립한 협력적 자산관리 계획을 주기적으로 수립하고 있다.

이 중 BC주 주도인 빅토리아시에서 협력적 자산관리 계획 수립을 위한 전략을 마련하였는 바, 정책적 함의를 갖는 본 전략을 살펴보고자 한다. 본 전략(Capital Regional District, 2019)에서는 자산관리(Asset Management)를 “자산의 라이프 사이클을 고려하여 해당 자산의 가치를 극대화하기 위한 비즈니스적 관점의 통합된 접근법”이라 정의하며, 성공적인 자산관리를 위해서는 비용, 기회 및 위험 등을 사회, 문화, 환경 및 경제적 관점에서 지속 가능한 방향으로 수행하여야 한다고 보았다.

또한, 자산 관리는 어느 한 기관 또는 단체의 문제가 아니라 다양한 기관, 단체, 사람이 함께 협력을 통한 Team Work 활동으로, 원활한 의사소통에 기반하여 관련된 정확하고 통합된 정보에 기반한 의사결정이 이루어져야 한다는 점을 강조하고 있다.

따라서 자산관리 계획을 수립하는 주체들은 3대 요소로 1) 통합된 접근법, 2) 증거 및 정확한 정보에 기초한 의사결정, 3) 생애주기 전반을 고려한 자산관리를 수행하도록 하고 있다.

Asset Management를 성공적으로 수행하기 위해서 기관차원의 전략계획 작성부터 정책 및 전략 수립 단계, 서비스 실행계획까지 Framework를 제시하고 있다.

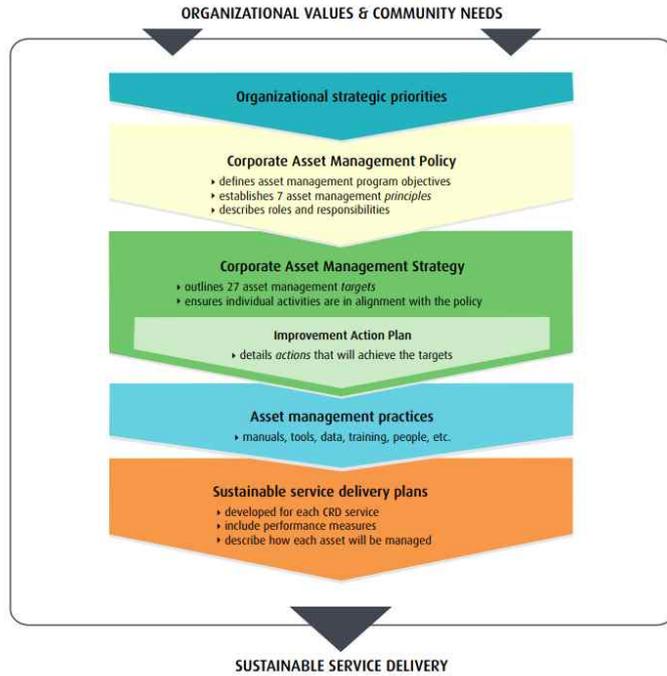


그림 24. Asset Management Framework(출처 : CRD(빅토리아))

또한 지속적인 발전을 위해 실행 및 측정을 위한 Plan-Do-Check-Adjust 단계를 꾸준히 반복하여 실천하도록 한다.

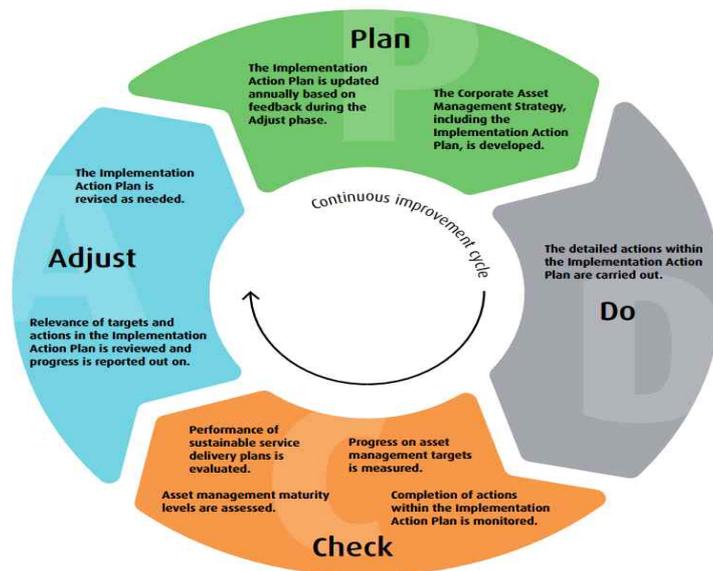


그림 25. 자산관리 프로그램의 실행과 측정(출처 : CRD(빅토리아))

자산관리를 개선하기 위한 액션플랜을 수립할 때 우선적으로 고려할 원리로 7가지를 제시하였다. 첫째, 커뮤니티에 원활한 서비스 제공을 가장 최우선순위로 두어야 한다. 둘째, 적절한 정보에 기반하여 의사결정을 한다. 셋째, 환경, 사회 및 경제적으로 현재 및 미래세대에게 지속 가능하도록 한다. 넷째, 리스크를 관리하고 인프라의 회복력을 제고한다. 다섯째, 생애주기 전반의 비용을 고려하여 평가한다. 여섯째, 시스템적이고 통합된 관리를 위해 과정의 투명도를 제고한다. 일곱째, 자산관리 실행에 지속적인 개선과 혁신을 도모한다.

### (3) 영국

영국 정부는 국가차원의 인프라의 건설 및 효율적 관리를 위해 2020년 국가 기반시설 전략(National Infrastructure Strategy)을 수립·발표하였다. 이 보고서는 인프라 분야의 혁신을 실현한다는 목표 아래 좀더 공평하고(fairer), 빠르고(faster), 친환경적(greener)으로 추진한다는 모토로 다음의 4가지 접근법을 취하고 있다.

첫째, Union을 강화함으로써 영국 전반의 생산성과 경제성장을 더욱 빠르게 견인한다. 이를 위해 국가 전반의 지역사회에, 지방자치단체, 교외지역 등에 국가적으로 투자를 한다.

둘째, 2050년 Net Zero를 실현하기 위해 궤도에 올려 놓는다. 현재 영국의 온실가스 배출 상황을 볼 때 해당 목표를 실현하기 위해서는 대담한 전략과 행동이 필요한 상황이라 진단하고 있다. 영국 정부는 전력, 열, 대중교통 등 다양한 분야에서 탈탄소(decarbonise) 전략을 추진한다.

셋째, 민간 투자를 적극적으로 유치한다. 영국은 민간투자에 매력적인 인프라 자산을 소유하고 있으나, 최근 몇 년간 불확실성으로 인해 투자 실적이 낮은 상황이라고 한다. 이에, 정부의 획을 명확히 제시함으로써 불확실성을 제거하여 민간투자를 이끌어 낸다.

넷째, 실행력을 제고한다. 계획부터 실현단계까지 속도를 높일 수 있도록 혁신을 도모한다.

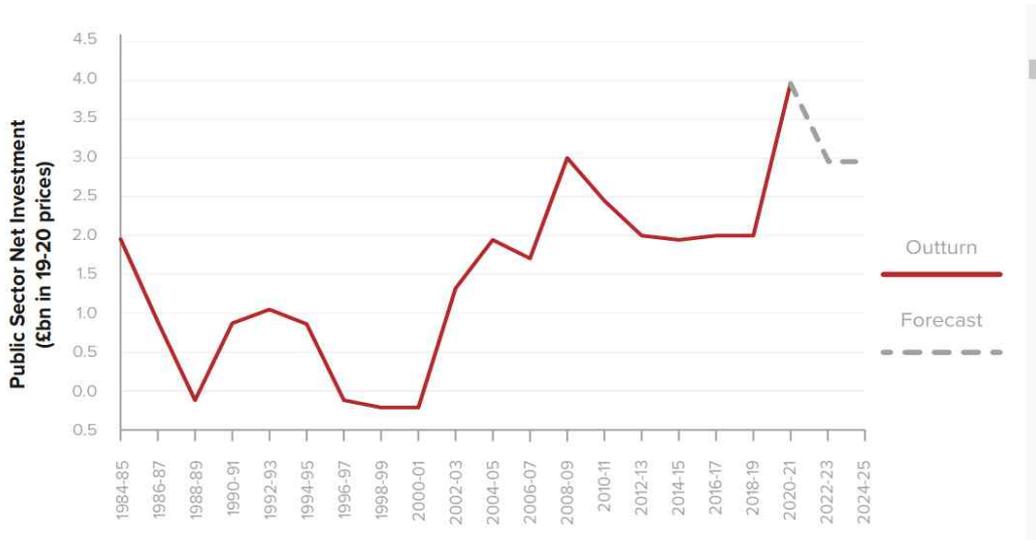


그림 26. 영국의 공공투자 추이 1984~2025

(출처 : : OBR. Sharp increase in 2020-21 is driven by the upfront cost of expected future calls on government guaranteed loans and a fall in GDP)

모든 기반시설은 최신기술의 빠른 발전으로 전환을 요구하는 도전을 받고 있기 때문에, 5G, 전기 자동차, 수소 시스템 등 최신 기술을 통해 영국민의 일상의 질을 높이고, 영국이 기술혁신에 선도적 역할을 수행할 수 있도록 한다.

영국 정부는 코로나 등으로 인한 경제 침체에서 회복하기 위해 2021~2022년간 약 1,000억 파운드의 돈을 지출하였고, 2021년 인프라 분야에 약 270억 파운드의 공공투자를 실시하였다. 해당 투자 중 인프라 유지관리 관련 주요 사업으로는 North West 지역에 4억파운드를 투자하여 공공교통 관리 분야 전반을 개선하는 것이다.

본 전략의 특징적인 분야는 거버넌스이다. 국가인프라위원회(The National Infrastructure Commission)을 설립하여 인프라의 설치 및 운영

관리까지 중장기 계획을 수립하고, 우선순위를 정하는 등 컨트롤 타워 역할을 수행하도록 했다. 해당 위원회는 2018년에 국가 인프라 평가 보고서를 발간한 바 있으며, 앞으로도 정부의 인프라 어젠다에 있어 지속적으로 역할을 확대할 것으로 보인다.

본 위원회에서 발간한 인프라 평가 보고서에서 정부에 권고한 사항은 다음과 같다. 2030년까지 인터넷망을 확충하고, 전력시설의 절반을 리뉴얼하며, 3/4에 해당하는 플라스틱 포장을 재활용하며, 지역사회를 위해 4,300억파운드에 교통자금을 조성하며, 2030년까지 전기자동차 비율을 100%로 확대하며, 극한 가뭄에 대비해 회복력을 제고하며, 2050년까지 홍수에 대한 회복력을 확보한다. 본 위원회가 컨트롤 타워로서 정부에 조언하는 역할을 확인할 수 있도록 본 보고서 주제와 관련된 도로 유지보수에 관한 조언을 살펴보도록 하겠다.

최근 부족한 자금 지원으로 전국적으로 지방도로 상태가 지역경제에 악영향을 미치고 있다. 도시 지방도로의 6%, 교외지역 지방도로의 3%가 매우 나쁜상태로 평가되었다. 부적절한 유지보수는 장기적으로 유지보수 비용을 증가시킨다. 또한 부적절한 유지보수는 긴급 수리를 위해 도로를 폐쇄할 위험이 있기 때문에, 경제에 더욱 더 큰 비용을 초래한다. 이미 결정된 대규모 프로젝트의 경우 이미 결정되었거나 결정될 예정이기 때문에 위원회의 조언 범위에서 제외한다. 지방도로의 경우 기존 도로망을 유지보수하는데 필요한 자금을 제공하거나 개선 프로그램 전체를 실행하는 것 중 어느 것을 우선할지는 교통부가 결정하되, 위원회는 2020년 후반부터 2030년 초반까지는 지역도로 유지보수에 매년 5억 파운드의 자금 지원이 필요하다고 보고, 정부는 2025~2035년까지 매년 5억 파운드의 자금을 지방도로 관할기관에 제공하여 유지보수를 하도록 권장한다.

표 14. 지방도로 유지보수에 관한 권고(발췌)

(출처 : The National Infrastructure Commission의 National Infrastructure Assessment)

#### (4) 독일

독일은 2016년 3월, 향후 15년 간 인프라에 대한 투자계획을 담은 연방교통계획(Bundesverkehrswegeplan, BVWP) 2030을 발표하였다. 본 계획은 독일의 중장기 교통인프라의 투자 우선순위를 정하기 위함으로 전반적인 교통 인프라 설치 및 관리계획을 담고 있다.

BVWP 2030의 총 투자금액은 2,266억 유로로, 해당 재원은 앞으로 15년 동안 1,000여개의 철로, 도로 및 수로 프로젝트에 투입할 예정이다. 특히, 해당 투자금액에서 가장 큰 부분을 차지하는 것은 유지관리 예산으로, 60%를 초과하는 1,416억 유로가 기반시설 유지관리에 투자될 계획이다. 이 중 도로는 670억 유로, 철도는 584억 유로, 수로는 162억 유로이다.

또한 성능 개선을 위해 251억 유로가 투자된다. 따라서 전체 계획상의 투자 중 65.7%가 유지보수 및 성능개선에 사용되는 것이다.

본 계획은 5가지의 혁신전략을 마련하였다. 첫째, 명확한 재정적 관점이다. 계획한 2030년 내에 프로젝트가 원활히 시행될 수 있도록 현실 가능하고 감당할 수 있는 재정계획을 수립하였다.

둘째, 확장 및 신규건설보다는 이전, 교체 및 유지관리에 중점을 둔다. 1,416억 유로가 유지관리에 사용되는데 이는 2003년에 수립된 계획보다 71% 증가한 규모라 볼 수 있다.

셋째, 분명한 우선순위를 수립한다. 지역 개발에 중요한 프로젝트부터 우선적으로 투자한다. 따라서 75% 도로 투자를 대규모 프로젝트에 투자하고, 나머지 25%를 지역 단위 개발에 투자한다.

넷째, 병목현상을 제거한다. 아우토반을 2,000km 확장하여 도로상에 발생하는 병목현상을 제거하고, 철도도 병목현상이 발생하는 800km를 개선하여 독일식 기반시설 컨디션으로 조성한다.

다섯째, 다양하고 광범위한 참여를 보장한다. 본 계획 수립을 위해

2016년 3월부터 6월까지 광범위한 의견수렴을 실시하였다.

Overarching objectives:	Derived objectives and problem-solving strategies for the FTIP 2030
Facilitate mobility in passenger transport	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maintain, replace and modernize the structural fabric</li> <li>Improve the flow of traffic/remove bottlenecks (incl. traffic management)</li> <li>Improve accessibility/quality of links</li> </ul>
Ensure the supply of goods, enhance the competitiveness of enterprises	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maintain, replace and modernize the structural fabric</li> <li>Reduce transport costs</li> <li>Improve the flow of traffic/remove bottlenecks (incl. traffic management)</li> <li>Increase the reliability of transport operations</li> <li>Improve links to and from intermodal hubs (e.g. airports, seaports or combined transport terminals)</li> </ul>
Enhance transport safety	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maintain, replace and modernize the structural fabric</li> <li>Shift traffic to parts of the network and transport routes with a higher level of safety</li> </ul>
Reduce emissions of pollutants and greenhouse gases	<ul style="list-style-type: none"> <li>Improve the flow of traffic/remove bottlenecks (incl. traffic management)</li> <li>Shift traffic to low-emission transport modes</li> <li>Maintain, replace and modernize the structural fabric</li> </ul>
Limit the impact on nature and the landscape	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limit additional land take</li> <li>Avoid additional losses of unfragmented areas</li> </ul>
Improve the quality of life, including the noise situation, in towns, cities and regions	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevent and reduce noise</li> <li>Ease the burden on places and people/unlock urban development potential</li> </ul>

그림 27. 독일 연방교통계획 목표 및 전략(출처 : 독일 연방의회)

	Total investment (in € bn)	Other investment (2016-2030)	Structural maintenance/ replacement (2016-2030)	Upgrading and new construction (2016 to 2030) (excluding structural maintenance/ replacement share)		Upgrading and new construction "Reserve" (as of 2031)
			Capital maintenance investment/investment in replacement infrastructure (incl. structural maintenance/replacement shares in combined upgrading projects)	Ongoing and definitely planned projects	New projects VB/VB-E	New projects VB/VB-E (with structural maintenance/ replacement share)
Federal trunk roads	132.8	12.0	67.0	15.8	18.3	19.6
Federal railway infrastructure	112.3	7.4	58.4	8.4	18.3	19.7
Federal waterways	24.5	2.2	16.2	0.9	1.8	3.5
All modes of transport	269.6	21.6	141.6	25.1	38.5	42.8

그림 28. 독일 연방교통계획 투자계획(출처 : 독일 연방의회)

## (5) 일본

일본은 1960년대 경제가 급속하게 성장할 때 설치된 인프라의 노후화가 동시 다발적으로 진행되고 있는 상황이다. 국토교통성 발표에 따르면 2030년이 되면 50년 이상 노후 인프라가 차지하는 비율이 도로 및 교량의 53%, 하천은 60%를 초과할 것으로 보고 있다. 이에 일본은 노후화된 기반시설의 체계적 유지관리를 통해 인프라의 성능을 확보함과 동시에 자국민의 안전을 지키기 위해 노력하고 있다.

이를 위해 2013년에는 국토강인화기본계획에 따라 “인프라 장수명화 기본계획”을 수립하였고, 2014년에는 구체적 실현을 위한 실행계획도 수립하였다. 또한 사회자본 정비 중점계획을 수립하여 대규모 인프라를 효율적으로 관리하고 있다.

인프라 장수명화 기본계획을 살펴보면, 노후 인프라 중대사고 Zero화, 인프라 유지관리 건전성 확보, 세계 유지관리시장 30% 점유를 목표로 하여 관리주체별로 계획을 수립하여 유기적 관리를 추진하고 있다. 거버넌스 차원에서 국가차원의 관계부처 장관관급회의가 설치되어 최상위 의사결정을 기구로서 기능하고, 관리감독기관이 행동계획, 관리주체가 개별시설계획을 수립하여 체계적 관리를 도모하고 있다.

또한 선제적 유지관리를 위해 자산관리모델을 개발 및 보급하는 한편, 부족한 재원을 마련하기 위해 민간투자도 적극적으로 유치한다는 계획이다.

장수명화 기본계획에 따라 2014년 수립한 장수명화 행동계획의 주요 내용은 다음과 같다.

	현황 및 과제	대응방안	세부시책 사례
점검·진단 / 보수·갱신	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 총 점검대상 시설 이외 시설에 대한 대응문제</li> <li>• 인구감소 등 사회구조 변화에 대한 대응문제</li> <li>• 기술력을 갖춘 직원의 부족</li> <li>• 예산 확보 문제</li> <li>• 점검·진단 등의 담당업체 확보 문제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전체 시설의 유지보수 주기 구축</li> <li>• 시설의 필요성, 대책내용 등 재검토</li> <li>• 상담창구, 연수·학습 실시</li> <li>• 교부금 등에 의한 지원</li> <li>• 입찰계약제도 재검토</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기준류(基準類)에 근거한 적시·적절한 점검·진단</li> <li>• 개별 시설계획에 근거한 보수·갱신·집계 등</li> <li>• 지방인력을 대상으로 연수 실시</li> <li>• 방재·안심교부금 지원</li> <li>• 적절한 가격 설정, 발주량 최적화</li> </ul>
기준류(基準類)의 정비	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기준류의 입지가 불명확</li> <li>• 새로운 기술·지식이 미반영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기준류의 체계적 정비</li> <li>• 새로운 기술과 지식을 기준류에 반영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적재적소에 맞게 각 기준류 명시</li> <li>• 적시·적절하게 기준류 개정</li> </ul>
정보기반의 정비와 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대장(台帳) 등의 부족 및 미정비</li> <li>• 정보활용을 위한 통일적 관리가 불충분</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 점검·수리 등을 통해 정보 수집</li> <li>• 정보의 축적, 지방자치체와 연계한 일원적 집약</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터베이스의 구축·개량, 정보의 축적·갱신</li> <li>• 관계자에 의한 정보 공유</li> </ul>
개별 시설 계획 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 계획 미수립 시설 존재</li> <li>• 기재 내용의 일관성 부족</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 계획책정의 추진 및 내용 충실화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 계획책정 대상의 확대</li> <li>• 지침의 정비·제공, 교부금을 통한 지원</li> </ul>
신기술의 개발 및 도입	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현장의 요구와 신기술(新技術)의 매칭 불충분</li> <li>• 신기술의 특성(적용조건) 등이 불명확</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산·학·관의 연계와 요구 신기술(新技術)의 매칭</li> <li>• 신기술을 활용할 수 있는 현장조건 등의 명확화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현장요구를 명시한 공모 등에 의한 현장 실증·평가</li> <li>• 점검·진단 기술의 특성을 명확히 한 지속관리지원 사이트를 통해 신기술의 현장도입 지원</li> </ul>
예산관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비계획적 투자</li> <li>• 대책 비용 등을 감안한 재원 미확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전체 비용의 감축·평준화</li> <li>• 수익과 부담의 재검토</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개별 시설계획에 따라 계획적인 대책</li> <li>• 갱신 투자재원 확보 검토</li> </ul>
관리체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기술자의 기술력에 대한 평가 미비</li> <li>• 지방자치체 단독 대응 곤란</li> <li>• 국민 등 이용자 참여 미비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자격제도 충실, 고도의 기술력을 가진 기술자의 활용</li> <li>• 관리자 간의 상호 협력체제 구축</li> <li>• 국민 등 이용자의 이해와 협력 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 민간업체 자격 평가, 국가 공무원 등의 파견</li> <li>• 관계자들로 구성된 조직을 시정촌(市町村)에 지원</li> <li>• 현장견학 등에 의한 홍보</li> </ul>
법령 등의 정비	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 점검 등에 관한 법령의 역할이 불명확</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 책임의 명확화, 사회구조의 변화에 대응</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유지·보수의 책임 명확화</li> </ul>

그림 29. 장수명화 행동계획 주요내용(출처 : 윤주선(2014))

## (6) 호주

호주는 2021년 기반시설의 전반적 개선을 위한 실용적이고 실행 가능한 2036년까지의 로드맵을 수립하였다고 자평하고 있다. 계획 수립 당시 호주는 CV19로 인한 팬데믹 쇼크뿐만 아니라, 기후변화에 따른 산불, 가뭄 및 기술변화로 인한 사이버 공격 등 다양한 도전에 직면해 있었으며, 이를 극복하기 위해 보다 회복력을 갖춘 기반시설 시스템을 구축할 필요가 있었다.

호주 인프라부의 2036년 비전은 국가의 경제, 사회, 환경에서 국가 전반의 지속 가능성을 높이고, 국민 삶의 질을 향상시키며, 외부충격에 대해 회복력을 갖추는 것이다. 본 로드맵에서 그린 2036년 구체적 분야별 미래상은 다음과 같다.

이번 계획을 수립함에 있어 인프라부는 다층적 분석기법을 사용하였다. 종전 계획을 대체하거나 새로운 계획을 수립할 때 그에 따른 기회비용을 고려하여 양적, 질적 분석을 수행하였다. 또한, 이해관계자 5,500명의 의견을 수렴하였다. 이를 통해 2021 Australian infrastructure plan, 상세계획인 Detailed plans, 우선순위인 2021 Reform Priority List, 실행계획인 Implementation pathway를 발간하였다.

지속 가능성과 회복력 측면에서, 기반시설이 불확실한 미래에 보다 균형을 갖추도록 한다. 교통분야는 보다 통합된 네트워크를 구축한다. 사회적 인프라 분야는 경제적 번영 및 국민 삶의 질 향상을 지원한다. 에너지 분야는 net zero를 실현하기 위해 감당할 수 있는 전환을 실시한다.

각 분야별 중점 사안은 다음과 같다.

By focusing on key areas for reform, we can imagine what a stronger Australia looks like in 2036.

- 1. Place-based outcomes for communities — unlocking the potential of every location.** Each place's identity informs its infrastructure needs and priorities, enabling investment that builds on a location's competitive strengths or reduces place-based disadvantage.
- 2. Sustainability and resilience — balancing infrastructure outcomes in an uncertain future.** Communities are able to resist, absorb, accommodate, recover, transform and thrive in response to the effects of shocks and stresses in a timely and efficient manner, enabling sustainable economic, social, environmental and governance outcomes.
- 3. Industry productivity and innovation — facilitating a step change in productivity.** An infrastructure industry that is highly productive, efficient, effective, prepared and confident. An environment where industry can sustainably respond to government objectives and vision with capability, capacity and resources in line with Australia's best interests.
- 4. Transport — delivering an integrated network.** Transport services should seamlessly connect people and goods across a vast continent. From door-to-door urban journeys to paddock-to-plate and pit-to-port supply chains, transport
- 5. Energy — enabling an affordable transition to a net zero future.** Australia should export clean energy to the world from its high-tech, low-cost, low-emissions energy system. Empowered consumers and businesses can manage their own energy costs and participate in an efficient, reliable grid.
- 6. Water — prioritising safety and security.** Resilient, safe, secure and quality water supplies are available for all Australians and create attractive, liveable and resilient communities.
- 7. Telecommunications and digital — ensuring equity in an era of accelerating digitalisation.** A fully connected Australia that offers resilient, superfast, equitable and wide coverage to everyone.
- 8. Social infrastructure — supporting economic prosperity and quality of life.** Quality, accessible, future-focused, multi-purpose and economically valued social infrastructure should support a strong, healthy and prosperous nation and ongoing quality of life for all Australians.
- 9. Waste — accelerating Australia's transition to a circular economy.** Shifting from a linear waste management model to a circular economy has transformed Australia from a world-leading waste generator to building new industries as a recycling and remanufacturing powerhouse.

그림 30. 핵심분야 미래상(출처 : Infrastructure Australia)

본 연구과제의 주요 어젠다인 자산관리(Asset Management)는 3번째 분야인 인 산업 생산성 향상 및 혁신 분야에서 다루고 있다. 본 계획에서는 기존 시설의 업그레이드가 많은 비용을 지출하면서 새로 건설하는 것보다 더욱 좋은 아이디어라는 점을 강조하고 있다. 또한 5년 또는 10년 단위의 계획으로 학교, 수자원 시설 등의 분야에서 협력적 자산관리를 위해 노력해야 함을 밝히고 있다.

특징적인 부분은 디지털 자산 인프라에 대해서도 자산관리의 중요성을 강조하며 다양한 대책과 계획을 수립하고 있다는 점이다. 그리고, 신규건설뿐만 아니라 유지보수 분야도 전체 생애주기를 고려한 증거 기반의 의사결정에 기초한 자산관리 계획을 수립하도록 하고 있다.



그림 31. 자산관리 목표 측정 예시(출처 : Infrastructure Australia)

### 3. 국제기구

#### (1) 개요

국가 간 공조와 협력을 통해 문제를 해결하는 국제기구의 경우, 최근 증가하는 기후변화 위기에 대응하는 차원에서 기반시설의 유지관리를 접근하고 있다. 가속화되는 기후변화 현상으로 인해 작년 한 해 시드니 지역에서만 100명 넘게 사망자가 발생하는 한편, 방글라데시 지역의 경우에도 하루 1,000mm를 초과하는 기록적 폭우로 720만명의 피해가 발생하였다.

이러한 기후변화에 따른 재해는 기반시설에 직접적인 영향을 미쳐 도시 및 국가의 기능에 직접적으로 영향을 미치고 국민의 일상생활을 위협하는 요인이 되고 있다.

이와 같은 현대사회의 특징을 전문가들은 V.U.C.A로 정의하고 있다. 바로, 우리가 살고 있는 이 사회가 취약성(Volatility), 불확실성(Uncertainty), 복잡성(Complexity), 모호성(Ambiguity)을 근본적으로 내포하고 있다는 것이다.

이러한 VUCA 환경 속에서 OECD, WB 등 주요 국제기구는 기반시설의 선제적 유지관리를 해당 기반시설뿐만 아니라, 도시 전체의 회복력(Resiliency)차원에서 접근을 하고 있다. 아무리 노력을 하더라도 VUCA 환경 속에서 경험하는 외부적 충격, 재해는 모두 예방할 수 없기 때문에 충격을 받더라도 이전의 기능을 조속히 회복하는 능력, 즉 회복력이 중요하다는 것이다. 인프라 분야도 예외는 아닌 것으로 보인다. 최근 OECD 등에서 발간한 국제기구의 정책보고서를 중심으로 기반시설의 회복력에 관한 내용을 살펴보고자 한다.

## (2) 기반시설의 회복력

최근 보고서<sup>9)</sup>(OECD, 2018)에 따르면, 기후변화 위기에 회복력을 갖춘 기반시설이란 기후변화에 따른 영향을 예상하고, 준비하고, 그 변화에 적응할 수 있도록 계획, 설계, 건설 및 운영되는 인프라를 말한다. 다시 말하면 외부적 충격, 방해를 받더라도 신속히 기능을 회복하는 것이다.

기반시설 분야에 있어 더욱 회복력이 중요한 이유는 그 효과가 확대되어 국가 및 사회에 영향을 미친다는 것이다. 연구<sup>10)</sup>(OECD, 2021)에 따르면, 파리에 홍수가 발생하여 기반시설이 35~55% 타격을 받는 것을 가정할 때 그에 따른 다른 산업은 85%까지 피해가 발생할 수 있는 등 그 피해가 확대전과 될 수 있다고 보았다. 지속적인 관리를 요하는 기반시설의 경우 제대로 관리되지 않으면 그 회복력을 확보하기 어렵다.

기반시설의 회복력 관점에서 OECD 보고서(OECD, 2018)가 강조하는 바를 유지관리 분야에 적용하여 보면 다음과 같다.

먼저 총체적, 통합적 유지관리 관점이 확립될 필요가 있다. 지금까지 기반시설 회복력의 주요 어젠다는 기후변화였다. 그러나 CV19 이후 글로벌 팬데믹 등 다양한 위험요인이 발생할 수 있음을 고려할 때, VUCA로 대표되는 현대사회 속에서 회복력의 범주를 넓히고 보다 총체적이고 통합적인 관점으로 접근할 필요가 있다.

둘째, 설계단계부터 회복력을 고려할 필요가 있다. 해당 시설의 설계부터 건설 및 운영, 해체까지 생애주기 전체를 고려하여 설치 및 관리 계획을 수립하고, 확장해 도시계획까지 이를 반영할 필요가 있다.

셋째, 효율적 거버넌스를 구축하고 민간과 협업을 강화할 필요가 있

9) OECD(2018), 「Climate-resilient Infrastructure」

10) OECD(2021), 「Building Resilience」

다. 현재 기반시설 분야에서 글로벌 트렌드는 PPP 사업이다. 공공, 민간에 국한되지 않고, 상호 협력을 통한 프로젝트 추진 사례가 증가하고 있다. 주요 교량 등 대형 인프라의 경우 통합적 관리를 위해서는 각 관리주체들이 유기적으로 협력하여야 하며, 이를 위해서는 공공 및 민간 구분 없이 협력할 수 있는 거버넌스를 구축할 필요가 있다.

넷째, 4차 산업혁명으로 인한 기술변화에 대응하여 인프라 유지관리에 신기술을 적극적으로 적용하는 것이다. 전문가들은 빅데이터, 블록체인, Remote Sensing, AI 등 다양한 첨단기술이 도입된 인프라 분야 기술을 InfraTech라 부르며 그 가능성에 주목하고 있다. 특히 프로젝트 규모가 커서 신기술이 적용이 용이한 기반시설 분야에서는 3D 모델링, 모바일을 통한 빅데이터 수집 등 다양한 신기술이 시범적으로 선보이고 있다. World Bank에서 제시하는 Infratech 기술은 다음과 같다.

Connectivity & Communications	Analytics & Computation	Cloud & Data Storage	Devices & Automation	Platforms & Interfaces	Materials, Energy & Construction
Wired or wireless technologies that connect people or devices and enable data transfer.	Advanced analysis that uses machine learning to process large amounts of unstructured data.	Tech solutions that enables efficient mass movement and storage of large data sources.	Physical interfaces and components that perform specific tasks or enhance automation.	Complex systems combining multiple technologies or have whole of system design thinking.	Applied science and engineering directly related to efficiency or quality for OPS and construction.
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 5G Mobile</li> <li>▪ 6G Mobile</li> <li>▪ LEO Satellite</li> <li>▪ Wireless</li> <li>▪ Industrial IOT</li> <li>▪ Sensors / IOT</li> <li>▪ GIS / GPS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Big Data</li> <li>▪ Data &amp; Analytics</li> <li>▪ AI Augmentation</li> <li>▪ Auto Cognitive</li> <li>▪ Edge Computing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cloud</li> <li>▪ HD Video</li> <li>▪ BIM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Robotics</li> <li>▪ UAVs (e.g. Drones)</li> <li>▪ Batteries</li> <li>▪ Wearables</li> <li>▪ Biometrics</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autonomous Cars</li> <li>▪ Fintech and DLT (e.g. Blockchain)</li> <li>▪ AR/VR</li> <li>▪ Digital Twin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 3D Printing</li> <li>▪ 4D Printing</li> <li>▪ Nano-materials</li> <li>▪ Modular Construction</li> </ul>

그림 32 . InfraTech 주요기술(출처 : World Bank(2020))

마지막으로 법, 제도 정비다. 우리나라는 기반시설 관리법이 제정되어 법적 기반은 마련하였다. 시행 초기인 만큼 제도가 정착되고 회복력을 갖춘 기반시설 유지관리가 되기 위해서는 기본계획, 관리계획 등에서 해당 내용이 보다 심도 있게 논의되어 포함될 필요가 있다.

#### 4. 비교 및 분석

기반시설의 설치 후 성숙 단계에 먼저 접어든 선진국을 중심으로 인프라의 선제적 유지관리를 위해 중장기계획을 수립하고 있다.

사례를 조사한 미국, 캐나다, 일본 등 주요 선진국의 공통점은 기반시설의 유지관리를 자산 관리(Asset Management) 관점에서 보고 있다는 점이다. 캐나다의 경우 자산 관리 계획을 기초 지자체 및 관리 주체까지 수립하여 시행하고 있다는 특징이 있었다.

자산 관리 계획을 수립함에 있어 하나의 관리주체만이 아닌 해당 시설과 연관되거나 이용주체까지 협력하여 협력적 자산계획을 수립한다는 공통점이 있었다.

또한 CV19에 따른 경제적 위기 상황에서 인프라의 회복력을 제고하는 것을 유지관리의 중요한 목표로 삼고 있다는 점과, 기후변화에 대응하고 Net Zero의 실현을 위해서 기반시설이 매우 중요하고 이를 유지관리 분야에 반영하여야 한다는 공통점이 있었다.

또한 기반시설 유지관리 분야에 관심을 갖고 있는 국가 대부분이 인프라 리포트 카드를 발간하고 있었다. 다만, 인프라 리포트 카드에서 분야별 등급 산정이나, 발표 방식 등은 서로 다른 점이 있었다. 또한 인프라 리포트 카드의 대상시설도 국민 수요, 국가의 국정 어젠다 등에 따라 차이점이 있었다.

중장기 계획 수립 주기는 국가마다 차이가 있었다. 미국, 캐나다의 경우 향후 10년인 2030년을 기준으로 하고 있었으나, 호주는 2036년을 목표연도로 삼는 등 국가마다 차이가 있었다.

## IV. 최신기술 및 산업동향

## IV. 최신기술 및 산업

### 1. 개요

2012년 독일 정부의 Industry 4.0에서 사용되어 전 세계적으로 확산된 4차 산업혁명에는 IoT, 빅데이터, AI 등 초연결·초지능·자동화 기술을 기반으로 시공간의 경계가 희미해지며 전 세계적인 산업구조에 영향을 미치는 것을 의미한다.

산업 전 분야에 영향을 미치는 4차 산업혁명 기술은 기반시설의 유지관리 분야에도 큰 변화를 이끌고 있으며, 이에 따른 다양한 부가가치를 창출하고 있는 상황이다.

연구<sup>11)</sup>(김정렬, 2017)에 따르면, 4차 산업혁명에 따른 시설물 안전 및 유지관리 변화상은 다음과 같다. 먼저 초연결적 특징으로 인해 시설물이 사물인터넷(IoT)과의 결합으로 스마트화함에 따라, 진단 및 유지관리 기술도 타 산업 및 기술과 자연스럽게 융합되고, 이를 통해 “스마트 진단 및 유지관리”라는 새로운 비즈니스 모델이 창출될 것이라 보았다.

다음으로, AI 기반의 초지능을 활용함으로써 기반시설과 관련된 모든 주체가 IoT를 통해 연결되고, 해당 정보가 AI를 통해 딥러닝을 한 후 분석을 하기 때문에, 이를 통한 선제적 유지보수의 가능성과 필요성이 더욱 대두할 것이라 보았다.

또한, 빅데이터의 축적으로 인해 폭 넓은 유지관리 데이터를 수집하고 이를 체계적으로 관리하는 한편, 필요한 관리주체에게 공유하게 될 것이라 보았다.

---

11) 김정렬(2017), 4차 산업혁명 시대의 사회기반시설 안전과 유지관리의 미래(학술대회 논문집)

진단 및 유지관리 산업은 정보와 AI 기술을 갖고 있는 소수의 주도 기업에 의해 플랫폼화되고, 이러한 플랫폼 선점을 위한 경쟁이 가속화될 수 있다.

대중교통 서비스 등 공공서비스도 IoT나 AI를 활용하여 실시간 모니터링 및 판단, 제어가 가능해지기 때문에 재해, 테러 등 위협으로부터 안전성이 제고된다. 또한 사용자의 요구가 실시간으로 전달되어 분석될 수 있으므로 수요자 중심의 서비스(On Demand Service) 제공의 필요성이 대두되고, 이를 뒷받침하는 유지관리의 중요성이 부각될 것이다.

## 2. 최신기술

### (1) 선진국 기술 동향

보고서<sup>12)</sup>(박기태, 2019)에 따르면, 일본은 2013년부터 일찍이 인프라 장수명화 기본계획을 수립하여 첨단기술을 활용한 유지관리 체계를 마련을 위해 노력하고 있다. 2030년까지 기반시설 유지관리 분야에 센서, 로봇, 비파괴 검사 등 기술을 활용하고, 관련 산업을 육성하는 것을 목표로 하고 있다.

특히, 시설물 유지관리를 위해 빅데이터를 활용하는 사례는 계속적으로 증가하는 추세이다.

미국의 경우, 교량의 유지관리 및 성능개선 분야에서 폭 넓은 데이터 수집을 위해 교량의 빅데이터를 수집하고 관리하는 연구가 진행 중에 있다. 특히, FHWA(Federal Highway Administration)은 LTBP(Long-Term Bridge Performance)라는 프로그램을 통하여 빅데이터 기반 유지관리

---

12) 박기태, 2021, 빅데이터를 활용한 노후인프라 유지관리 방안

체계를 구축하고 있다.

연구<sup>13)</sup>(한국건설기술연구원, 2019)에 따르면 미국 교통 통계국(BTS, Bureau of Transportation Statistics)은 교량 구조 결함 수준을 통계화하여 관리하고 있으며, 미국 연방 도로국은 신뢰도 높은 교량 유지관리 데이터 확보를 위해 교량의 장기적 변화를 분석하는 프로그램을 시작하여 빅데이터를 구축하고 있다.

마지막으로, 유럽은 2013년부터 시작된 Infravation Project를 통해 기반시설의 성능향상, 차세대 인프라 평가방법 및 비파괴 검사기술을 연구 확보하기 위해 노력하고 있다.

## (2) 주요 최신기술

### 1) AI 기반 사회 기반시설 모니터링 및 유지관리

1980년대 설치된 기반시설의 노후화가 동시에 진행됨으로 인해 시설물의 모니터링 중요성이 더욱 부각되고 있다. AI 기반의 기반시설 유지관리에 관한 연구(차영진, 2021)에 따르면 AI 기반의 Deep learning을 적용하여 손상을 감지하는 기술 등 신기술이 개발되어 적용을 추진하고 있다.

언론 보도(전자신문, 2022.7.5.)에 따르면 한국건설기술연구원은 2022년 7월 데이터, 네트워크, AI 기술을 활용한 교량 손상과 노후화를 예측할 수 있는 기술을 개발하였다고 밝히며, 예방적 교량 유지관리 기반을 마련하였다고 평가했다.

본 기술은 교량 노후화와 직간접적으로 연관된 약 250만건의 빅데이

---

13) 한국건설기술연구원, 2019, 노후 인프라 시설물 유지관리를 위한 중장기 데이터 기반 표준 플랫폼 구축 및 서비스 기술 개발

터를 구축하여, 시간 흐름에 따른 손상 확산 변화를 예측하는 곡선을 개발하고, 이에 더해 IoT를 활용한 현장 데이터까지 반영하여 신뢰도를 높였다. 또한 AI 기술을 데이터 분석해 활용해 미래 교량 상태를 추정한다는 특징이 있다. 예측 정확도는 2023년까지 90%까지 높일 계획이다.

이를 통해 도출된 결과는 통합 플랫폼에 구축되어 제공됨으로써 다양한 수요자들이 활용할 수 있도록 할 계획이라고 한다. 즉 이 기술이 상용화되면 AI 기반의 딥러닝 기술이 실제 활용됨으로써 미래 노후화를 예측하여 선제적으로 유지관리를 시행하게 되는 것이다.

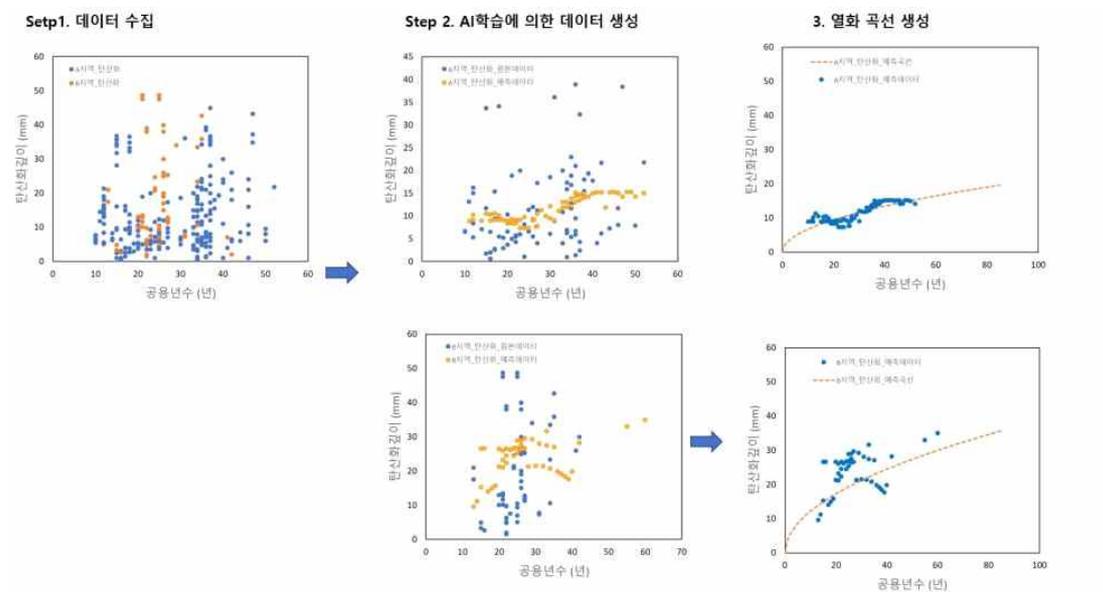


그림 33. AI를 활용한 열화곡선 생성 예(출처 : 전자신문)

## 2) 빅데이터를 활용한 인프라 위험 관리

최근 기반시설의 노후화가 동시 다발적으로 급속도로 진행됨에 따라 기존의 상태 중심의 관리에서, 성능 중심의 평가체계 구축을 통한 선제적 유지관리의 필요성이 대두되고 있다.

또한 급증하는 비용으로 인해 생애주기를 고려한 유지관리 전체 비용 분석 등 경제적 관점도 중요성이 부각되고 있다. 이러한 경제적 관점 하에 성능 중심의 유지관리를 하기 위해서는 상태정보, 수요정보, 감가상각 등 경제 데이터 등 다양한 정보를 축적하고 이를 기반으로 최적의 의사결정이 이루어질 필요가 있다.



그림 34. 데이터 기반 시설물 유지관리 개념도  
(출처 : 박기태, 빅데이터를 활용한 노후인프라 유지관리 방안)

이와 같은 모든 정보를 빅데이터화하여 저장하고 관리하는 것도 정보 인프라의 용량, 인력 등의 한계를 고려했을 때 어려움이 있다. 따라서, 기반시설 관리에 있어 필요한 빅데이터는 어떤 것들이 있는지 파악하고, 어느 방면의 관리에서 효과가 있는지 분석하여 단계적으로 관리부문에 적용해 나갈 필요가 있다.

빅데이터 기반의 인프라 유지관리를 위해서는 BMS(Bridge Management System), CSMS(Cut Slope Management System)에 포함된 유지관리 정보뿐만 아니라, 평상시 및 외적 충격이 발생했을 때 해당 시설의 변화, 손상 발생 등에 대한 장기이력 데이터를 포함할 필요가 있다. 이에 더해, 4차 산업혁명 기술인 IoT 기술이 연계되어 실시간으로 다양한 주체로부터 정보가 축적되고, 이와 같은 정보가 메인서버 뿐만아니라 클라우드 기반으로 구축 활용되고, 다양한 관리주체와 수요자에게 필요한 정보가 전송된다면 효과적인 것이다.



그림 35. IoT 센서설치 개념도(출처 : 한국건설기술연구원(2019))

빅데이터를 활용한 기반시설 유지관리에 있어 가장 큰 효과는 바로 미래 예측을 통한 선제적 유지관리일 것이다. 현재 한국의 경우 시트법에 근거해 시설물의 손상도 등을 바탕으로 A부터 E까지 5가지의 등급을 부여하고 있다.

여기에 더해, 빅데이터 기반으로 다양한 정보가 축적되어 분석되면 해당 시설물의 생애주기를 고려했을 때, 최적 유지보수 시점 및 방법 등 통합 솔루션을 제공할 수 있다.

### 3. 산업동향

OECD 국가 등 주요 선진국을 중심으로 인구감소 및 경제둔화 등에 따라 기반시설의 신규공급은 축소되는 반면에, 유지관리 및 성능개선 수요는 빠르게 증가할 것으로 전망되고 있다.

기반시설이 성숙 단계에 접어든 국가의 경우 시설 노후화에 따라 다양한 문제를 경험하고 있어, 앞다투어 투자비중을 확대하는 추세이다. 미국의 경우 2016년부터 2020년까지 총 3천억 달러의 투자계획을 수립하였으며, 일본도 장수명화 계획에 따르면 2015년부터 2054년까지 547조엔의 투자계획을 수립하는 등 투자 확대에 따라 관련 산업도 성장할 것으로 예상되고 있다.

그러나 국내연구(홍성호, 2018)에 따르면 현재 국내 산업의 경우 시설물 안전진단과 단순 유지관리에 집중된 서비스 영역으로 인해 고부가가치 창출이 어려운 상황이라고 한다. 단순 유지관리 시장의 기술자로서 비전 부재, 저임금 등으로 인해 인재 확충에 어려움을 겪고 있을뿐만 아니라, 성장세가 둔화된 유지관리 산업에서 업체 수는 오히려 증가해 수주 경쟁이 치열해지고 있는 것으로 나타나고 있다.

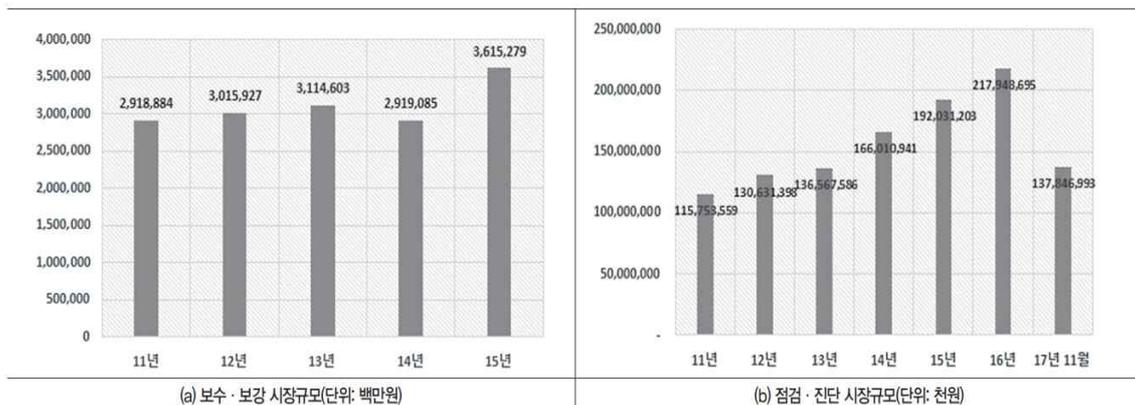


그림 36. 시설물 보수 및 점검진단 시장규모(출처 : 홍성호(2018))

산업기술측면에서도 우리나라의 선진국 대비 시설물 유지관리 분야 기술수준이 최고국가(미국) 대비 74.1% 불과한 것도 산업 고도화를 막는데 장애요인으로 작용하고 있는 것으로 보인다.

국가	미국	EU	일본	한국	중국	세계 최고국 기술격차
기술수준	100.0%	91.6%	94.8%	74.1%	63.2%	6.8년

그림 37. 시설물 안전 및 유지관리 분야 2014년 기술수준(출처 : 홍성호(2018))

그러나, 선진국 시장을 중심으로, 4차 산업혁명 기술을 적용하여 생애주기 전반을 고려한 기반시설 유지관리를 돕는 지식기술 차원의 고부가가치 산업 규모가 점차 증가하는 추세에 있다. 빅데이터, IoT, 센서 기반 등의 유지관리 체계를 구축하는 것은 기존의 인적 노동력 중심으로 하는 산업구조와 다른 새로운 산업구조이다.

예를 들어 미국의 AgleAsset 회사는 스마트 유지관리 플랫폼을 구축하여 정부 및 민간분야의 교량, 도로 등 인프라 자산관리 소프트웨어를 제공하고 있다. 다양한 시나리오에 따른 시뮬레이션 결과를 제공하고 단기 유지관리 계획 서비스까지 제공하고 있다고 한다.<sup>14)</sup>

특히, 자산관리 개념을 일찍부터 적용하여 추진 중인 선진국의 경우, 관련 컨설팅 시장의 규모도 적지 않을 것으로 보인다.

14) 국토교통부·국토교통과학기술진흥원(2021), 국토교통 R&D 동향조사(시설물 분야)

## V. 주요사례

## 1. 캐나다 자산관리 사례 : Calgary시 인프라 자산관리

캐나다 캘거리(Calgary)는 중서부에 위치한 캐나다의 산업도시다. 행정구역으로는 앨버타주(Alberta Province)에 속해 있다. 인구는 2023년 기준으로 캐나다에서 4번째로 많은 인구인 164만명이 거주하고 있다. 오일이 개발되기 전에는 농축산업이 핵심 산업이었으나, 1970년대 이후 오일 개발에 따라 석유회사들이 캘거리의 경제의 핵심축을 담당하고 있다.

캘거리의 위치상 동서부를 잇는 교통 요충지에 위치하고 있으며, 이에 따라 2개의 철도가 캘거리를 경유하며 캐나다 퍼시픽 철도의 본사가 캘거리에 있다. 영국의 국제 시사 주간지가 선정한 세계에서 가장 살기 좋은 도시 리스트에 따르면 캘거리가 북미 1위를 차지하였는데, 그 이유로 도시 인프라 부문에서 만점을 받은 것을 언급하고 있다.

이에 따라, 캘거리의 도시 인프라 관리상황을 조사하던 중, 캘거리시가 시에서 직접 조사 및 작성한 인프라 리포트 카드에 기반한 체계적 인프라 관리를 수행하고 있어 그 사례를 소개하고자 한다. 캘거리는 해당 리포트를 ISR 리포트(The Infrastructure Stats Report)라고 명명하여고 있다. 이를 계획과 연계하여 2023~2026년 간의 서비스 및 예산계획을 수립하였다. 가장 최신 리포트는 6번째로 발간된 2020년 보고서로, 3년 단위로 주기적으로 작성하고 있는 것으로 보인다. 해당 보고서는 국가 및 중앙정부 차원에서의 일관성 확보를 위해서 국가차원의 Canadian Infrastructure Report Card의 체계를 최대한 수용하고 있음을 밝히고 있다.

먼저, 시 전반의 인프라 자산가치를 총괄하여 계산함으로써 자산관리 개입을 도입하였다. 이 보고서에 따르면 2020년 기준 캘거리시 자산의 CRV(Current Replacement Value)는 930억달러로, 2017년보다 10% 증가

한 것으로 나타났다. 또한, 10년 기준으로 Infrastructure Funding Gap 을 조사 발표하는데, 2020년 기준 그 갭은 77억 달러라 밝히고 있다. 인프라는 국가차원의 리포트 카드와 동일하게 6가지 등급을 부여하고 있으며, 보고서에 따르면 Good/Very Good 컨디션이 79%, Fair 컨디션이 11%, Poor/Very Poor 컨디션이 7%라고 한다.

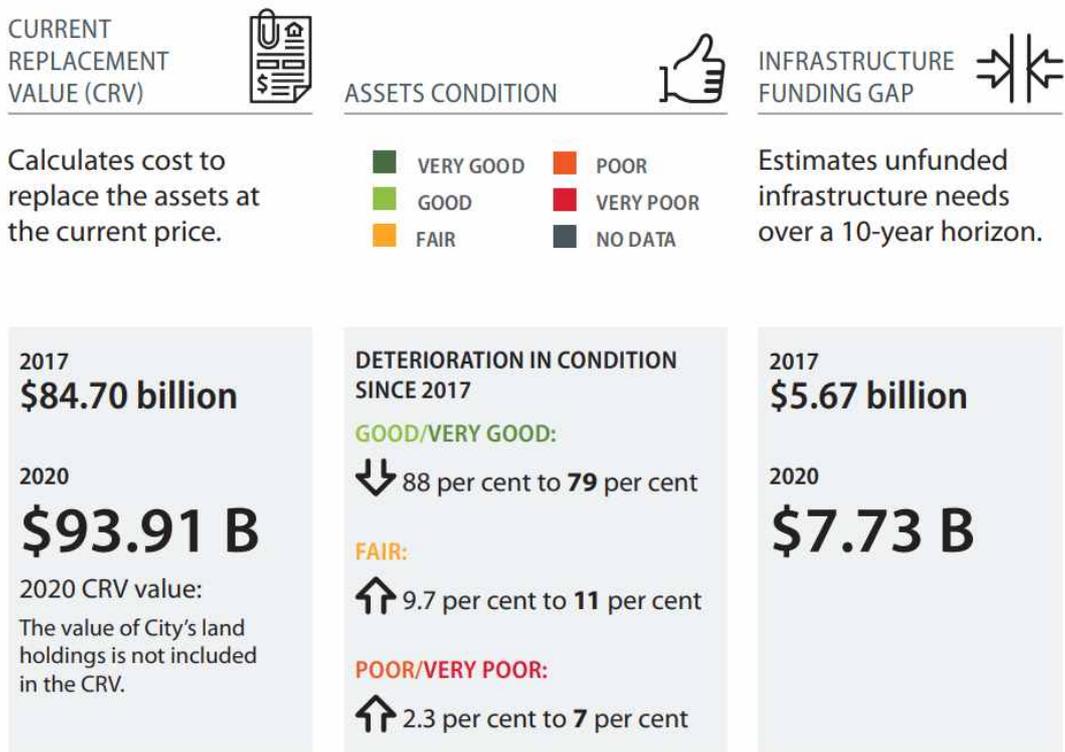


그림 38. 캘거리시 Infrastructure Status Report(출처 : 캘거리시)

캘거리시는 시에서 관리 중인 기반시설의 99%를 포함하여 관리하고 있다. 또한 3년 단위로 주기적으로 보고서를 발간하여 피드백을 실시함에 따라 자산의 전체 가치, 컨디션, 기반시설 투자 갭 등의 시계열적인 변화를 일목요연하게 보여주고 있다. 이러한 관리 정책분야에 있어 거시적인 히스토리의 축적은 정책 및 예산계획 수립에 있어 주요한 참고자료로 기능할 수 있을 것으로 보인다.

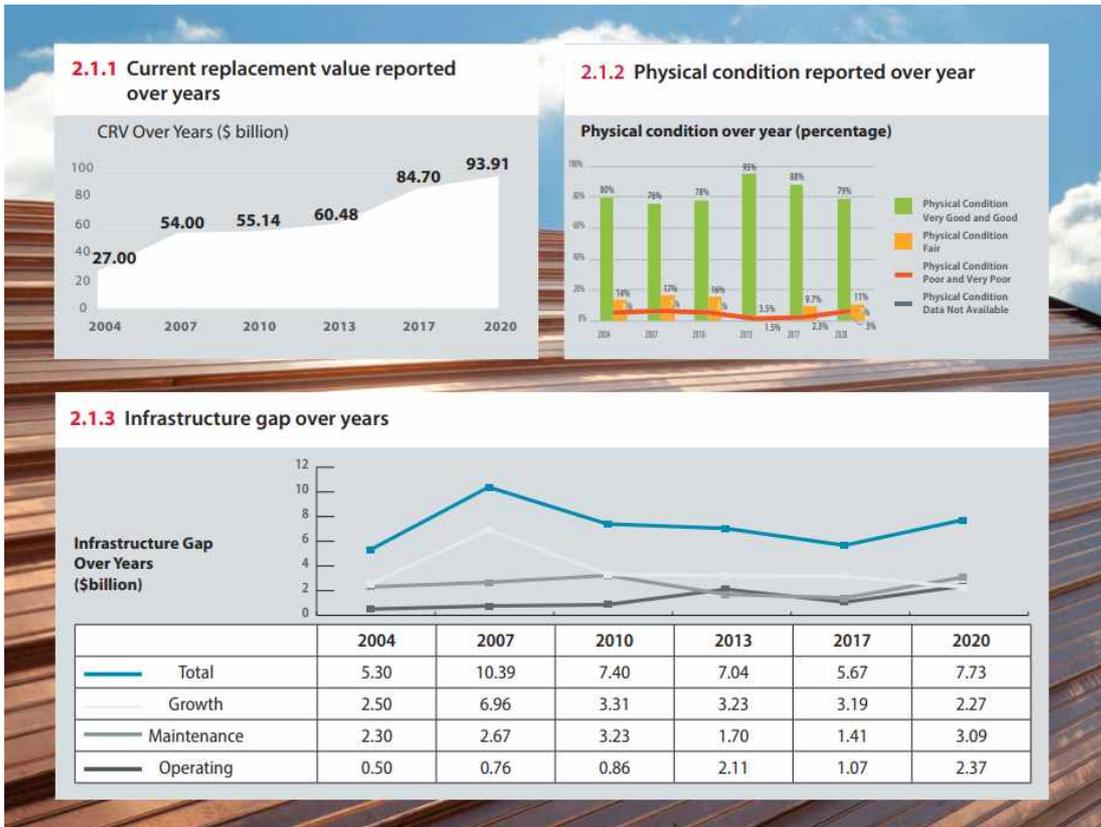


그림 39. 캘거리시 기반시설 변화 시계열표(출처 : 캘거리시)

캘거리시는 기반시설을 총 18개 부문으로 나누어 리포트를 작성하고 있다. 시설은 스포츠 및 레크리에이션 시설, 정보화 시설, 공원, 도로·교량·터널, 대중교통 등이다. 눈여겨 볼 점은 제1순위로 제시하고 있는 시설이 아이스하키장, 수영장, 골프장 등을 포함하는 스포츠 및 레크리에이션 시설이라는 점이다. 자산 규모도 다른 자산에 비해 매우 작은편인 7.6억달러이지만, 레크리에이션과 스포츠를 사랑하는 캐나다 국민의 수요를 정확히 반영한 배치라 볼 수 있다.

생활 SOC가 주요 정책 어젠다로 부상하고, 인프라 역시 결국 국민과 시민을 위한다는 점에서 수요자가 관심이 높은 분야부터 배치하는 리포트 카드 구성이 흥미롭다고 볼 수 있다.

다음으로, 수요 중심형 시설 분류다. 세분화한 시설 중 공원, 트레일(산책로), 공공 도서관을 별도의 대분류 시설로 조사하여 발표하고 있다. 이 역시 주민 행복에 영향을 미치는 시설을 별도로 분류해 체계적으로 관리하겠다는 시의 의지가 엿보이는 대목으로 보인다.

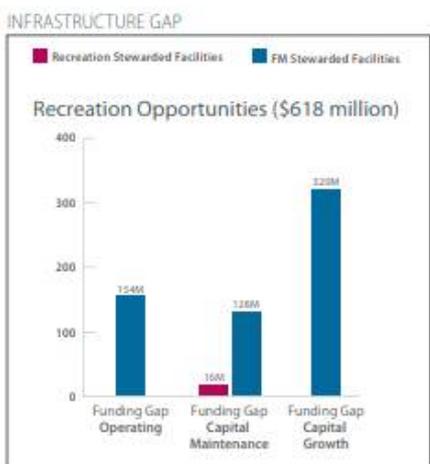
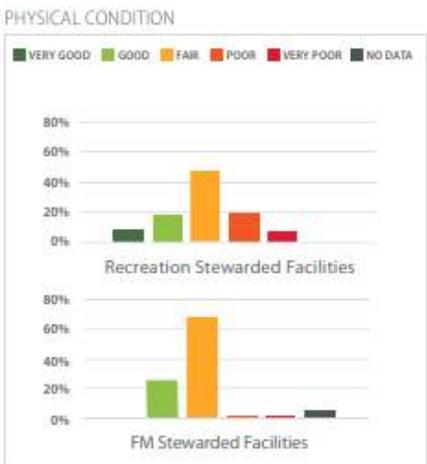
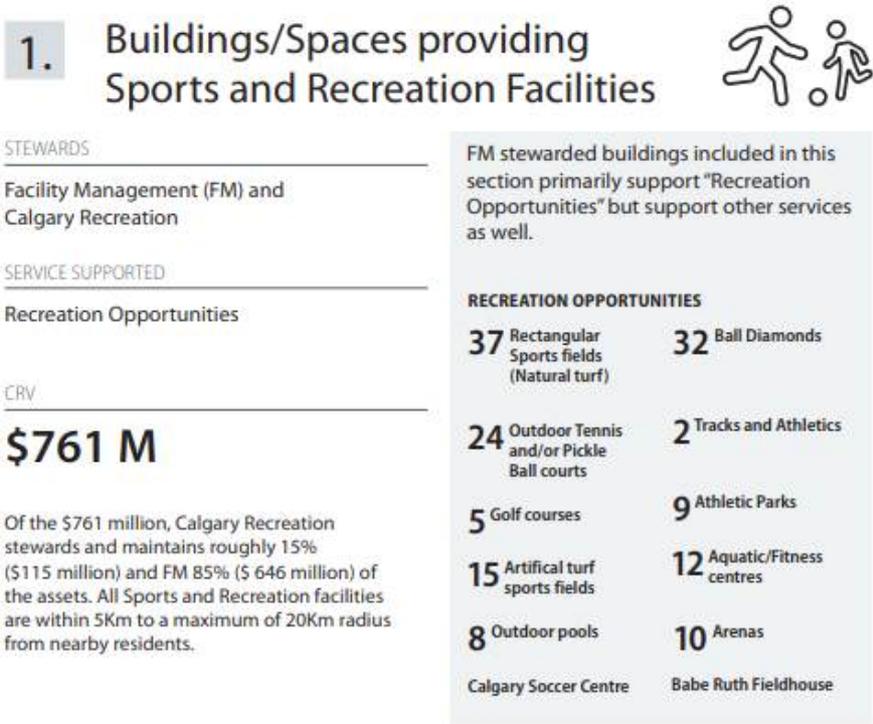


그림 40. 캘거리시 인프라 카드 예시(출처 : 캘거리시)

본 보고서는 결론으로, 해당 보고서는 2022년 발간된 Corporate Asset Management Plan(CAMP)의 선도자적 역할을 수행한다고 밝히고 있다. 인프라 리포트 카드에 기반한 인프라의 체계적 관리뿐만 아니라, 이를 각 관리주체 등이 협업하여 인프라 관리를 수행하는 체계로 연계하고 있는 것이다.

발전을 위한 다음 단계로 제시하는 바는 다음과 같다.

첫째, 전체적으로 포괄적인 중요도를 검토하고, 기반시설의 성능 및 해당 자산이 활성화되는 서비스를 제공한다.

둘째, 중요한 자산에 대한 재투자 압력을 완화하고 실패의 위험을 감소시키기 위해 리스크 기반 접근 방식을 공식화하고 이해도를 높인다.

셋째, 에너지 메트릭스 등을 자산관리계획에 포함함으로써 비용절감 계획을 수립한다. 이를 통해 도시 기후변화 영향 저감을 위한 장기적인 목표 실현에 기여(2050년까지 탄소 배출량을 도시전체차원에서 80% 저감)

넷째, 포괄적인 서비스 수준을 제공하기 위한 지속적인 개발을 실시하고, 자본 및 라이프 사이클을 고려한 자금 조달을 실시한다.

## 2. 미국 자산관리 사례

### (1) 인디애나주 : Major Moves Program, LDMS

미국 ASCE에서 발간한 보고서(Changin the Infrastructure Equation)에서는 자산관리에 주력한 인디애나주 사례를 주요 성공사례로 소개하고 있다. 이에 따르면, 인디애나 주 교통부는 이미 10년 이상 자산관리 계획을 적용하고 있으며, 이로 인해 교통 인프라의 개선이 이루어졌다고 한다.

다만, 자산 관리가 꾸준하게 이루어진 주차원의 기반시설과 달리 기초 지자체가 소유 및 관리하는 기반시설은 그 관리상태가 떨어지는 등 주정부와 지방정부 간의 격차가 발생했다.

이러한 불일치를 해결하기 위해 인디애나 주 입법부는 기초 지자체 수준에서의 적합한 자산관리계획(AMPs, Asset Management Plans)를 개발하고 사용하는데 전문성을 지원하는 한편, 이를 장려하기 위한 인센티브를 제공하기로 결정했다.

인디애나 주 입법부는 약 2.6억 달러의 수입과 연방지원금 약 0.7억달러를 합한 약 3.4억달러를 재원으로 확보하여 “Major Moves Program”에 착수했다. 이 프로그램은 무료 기술 교육을 통해 지자체 차원에서의 자산관리계획의 활용도를 높이는 한편, 데이터 중심의 의사결정 체계를 자리잡게 하는 것이다. 또한 지자체가 매년 2억 달러 이상의 자금을 주정부로부터 지원받기 위해서는 의무적으로 자산관리 계획을 개발해야 한다고 규정했다. 제도 도입 초기 회의적이었던과 달리, 해당 계획은 지역사회 차원에서 발전되고 향상되고 있다고 평가되고 있다.

또한, 지역을 지원하기 위한 프로그램으로, LATP(Indiana Local Technical Assistance Program)을 만들어, 관리주체의 템플릿 준수 여부를 확인하고, 정보가 부족한 부분에 대해서는 조언을 실시하고 있다. 이를 통해 지역 관리 데이터 플랫폼인 LTAP Data Management System을 개발하여 유지하고 있고, 해당 플랫폼에는 40만개 이상의 지방도로, 다리 등 교통 자산에 대한 유지관리 정보가 포함되어 있다. 이 시스템을 통해 관리 주체는 해당 자산의 상태와 유지보수 스케줄을 잘 계획하고 예측할 수 있다.

## (2) 미시간주 : 인프라 Database를 활용한 스마트 투자 로드맵 수립

미시간주는 노후화된 기반시설을 유지관리하고, 현대화하는데 많은 어려움을 겪었다. 계절적 변화뿐만 아니라 수십년 간에 걸친 기반시설 유지보수 미비로 자산 상태가 전반적으로 악화되었고, 유지보수를 요하는 프로젝트의 대기목록이 길어져 갔다.

당시 주지사였던 Rick Snyder는 2016년 주 연설을 통해 21세기 인프라 위원회 설립을 요구했다. 이 위원회는 교통, 상수도, 하수도, 폐기물, 에너지 등 기반시설의 30~50년 간의 걸친 중장기적 개선을 위한 권고안을 개발하기 위함이다.

미시간주의 경우 다양한 기반시설의 걸쳐 3,350개의 자산 소유자가 있었다. 위원회는 7개월 동안 기반시설 개선을 위한 포괄적인 권고안을 작성하고, 이를 실천하기 위한 로드맵을 마련하였다.

로드맵 주요 내용은 인프라 데이터 베이스를 설립하고, 이에 기반한 자산관리계획을 수립하는 것이었다. 본격적인 시행에 앞서 위원회는 기존 인프라 데이터와 차이를 식별하고, 주 전역의 자산관리 데이터 및 기획 부문 간의 조율을 시작하기 위한 파일럿 프로그램을 권고하였

고, 이에 따라 2017년 4월 인프라 자산 관리 실험이 미시간 주, 지자체, 관할 국가기관의 협력 하에 시작되었다. 노력에 참여한 158개 지역 사회는 데이터 공유 협약을 통해 13,500마일 이상의 폐수 파이프 데이터와 4,800여개 이상의 다리정보를 구축하였다.

본 프로그램의 핵심목표는 관리기준 및 관행 상에 있어 자산 소유자 간 일관성을 확보하고, 조정된 계획 및 커뮤니케이션을 위한 메커니즘을 만드는 것이었다. 하나의 데이터베이스에서 일치된 정보를 사용하면 투자자에게도 신뢰 가능한 정보를 제공할 수 있다고 평가하였다.

1년에 걸친 실험 결과, 작업의 효과는 기대를 상회하였고, 주 전반에 걸쳐 다양한 데이터 베이스를 만드는 것이 가능하다는 것을 확인하였다. 이에 수자원 관리에 대해서도 교통 인프라 자산관리 위원회가 수행해 온 것처럼 관리 프로그램을 개발하고, 연간 보고서를 발행하고 있으며, 이러한 부분에 대해서 주정부에서 지원금을 제공해 나갈 계획이다.

이러한 종합 데이터 베이스를 다양한 기반시설에 구축하는 것은 미시간 주가 주도하고 있는 스마트 자산관리의 기반이 될 것으로 평가되고 있다.

## Ⅵ. 결론 및 시사점

## Ⅵ. 결론 및 시사점(정책방안 제안)

### 1. 주기적 인프라 리포트 카드 작성 및 발표를 통한 소통 강화

인프라 리포트 카드를 통해 국가 전반의 인프라 수준을 진단하고, 이를 토대로 국민, 전문가 등과 포괄적으로 소통을 강화하며, 투자계획 및 중장기 전략계획 수립을 위한 참고자료로 활용한다는 점에서 우리나라도 인프라 리포트 카드를 작성·발간하는 방안을 검토할 필요가 있다. 다만, 주요 선진국 국가의 경우 국가나 지방자치단에서 이를 발간하거나, 엔지니어링 협회 등에서 작성하는 경우 등 다양한 방법론이 있으므로 객관성과, 주기성을 확보할 수 있는 범위 내에서 다양한 실행방안을 모색해 볼 필요가 있다.

등급 산정에 있어서는 일본 방식의 적용을 검토할 필요가 있다. 일본의 경우, 등급을 산정한 이유에 대해서 상세히 설명하는 한편, 시설별 등급산출에 더해 현재의 관리상태를 기준으로 미래수요까지 고려하여 향후 개선 가능성을 화살표로 알기 쉽게 제시하는 것이 설명과 소통에 시사하는 바가 있을 것으로 보인다. 국가 전체의 인프라를 총괄하는 하나의 등급을 발표할지 여부는 토론 및 연구가 필요한 것으로 보인다. 총괄 등급으로 국가 전체의 인프라 수준을 직관적으로 제시한다는 긍정적인 측면이 있으나, 시설별 가중치나 등급 산정에 있어 소통에 어려움도 생길 수 있다는 점을 고려할 필요가 있다.

소요재원 산출 및 제시 방식은 미국 방식과 같이 향후 10년 정도를 기준으로 추가 소요재원을 산출하는 방식이 자료 활용도를 높일 수 있다는 점에서 검토할 필요가 있다. 이는 투자 비중 및 우선순위 산출에 있어서 과학성을 보다 높일 수 있을 것이라 보인다.

우리나라의 경우 한국건설기술연구원(KICT)에서 2016년도 주요사업

연차보고서를 통해 SOC 리포트 카드를 작성한 바가 있다. 그러나 미국 처럼 정기적으로 발간되고 있지는 않은 것으로 보인다. 따라서, 인프라 리포트 카드 정례화를 위해 민간에서 수행하는 조사 작업에 공공에서 지원할 수 있는 방안이 있는지 모색할 필요가 있어 보인다.

이와 관련하여 2021년 12월 관계부처 합동으로 발표된 기반시설관리 실행력 제고방안에 따르면, 정부는 선진국 등에서 작성 및 관리 중인 인프라 리포트 카드를 시설별 인프라 성능(KIPPI)이란 이름으로 발간을 추진하고 있는 것으로 보인다.

## 2. 협력적 자산관리 체계 및 거버넌스 확립

기후변화 등으로 복잡화된 환경에 처한 기반시설 유지관리 분야에 있어 경제적 관점의 선제적 유지관리 체계를 구축하기 위해서는 한 주체의 노력만으로는 어렵다. 켈거리 시 자산관리 등 주요 사례를 볼 때, 선진국의 경우 해당 시설의 유지관리와 관련된 다양한 주체가 협력하는 자산관리 체계를 구축하고 이를 주기적으로 점검하고 있다.

또한, 그 실행력을 확보하고, 발전방안을 논의하기 위한 거버넌스가 중앙정부뿐만 아니라, 지방정부 및 시설물 단위까지 구축하여 활발하게 운영되고 있는 것을 알 수 있다. 우리나라도 기본계획, 관리계획 등의 실효성을 확보하기 위해 이러한 거버넌스 체계를 구축하고, 국가가 이를 지원 및 장려하는 방안이 있는지 검토할 필요가 있다.

이러한 관점에서 기반시설에 대한 통합적 데이터 베이스를 구축하고, 이를 토대로 국가, 광역지자체, 기초지자체, 관리주체가 함께 협력하는 체계를 구축했던 미국 미시간 주의 사례는 시사점이 있다.

### 3. 4차 산업혁명 기술의 적극적 개발·도입을 위한 지원체계 마련

빅데이터, IoT 기반의 4차 산업혁명 기술은 기반시설의 생애주기를 고려한 선제적 유지관리에 있어 유의미한 솔루션을 제공할 수 있을 것으로 보인다. 공공 지원 또는 민간 차원에서 진행되는 다양한 연구에서 실용화가 가능하고 필요한 부분은 제도화하고, 심화연구나 발전이 필요한 분야는 연구 투자를 통해 기술 개발을 지원할 필요가 있다.

미국 인디애나 주에서 진행하고 있는 Major Moves Program의 경우, 지역 기반시설의 자산관리 데이터 프로그램인 LTAP Data Management System을 구축하여, 해당 플랫폼에 40만개 이상의 지방도로 등 빅데이터를 구축하는 사례를 참고할 수 있다.

IoT 기술을 통해 실시간으로 다양한 정보를 획득하고, 데이터 베이스에 빅데이터 기반으로 데이터를 선별 추적 관리하고, AI를 통해 해당 자산의 상태와 유지보수 일정을 생애주기 기반으로 수립할 수 있다면, 선제적 유지관리 시스템을 구현하는데 도움이 될 것으로 보인다.

### 4. 회복력 관점의 기반시설 유지관리

OECD, World Bank 등 국제기구 차원에서 기반시설이 도시 전체의 회복력 차원에서 설치되고 관리되어야 한다는 논의가 진행되고 있다. 단순히 손상된 기반시설의 복구 차원이 아니라, VUCA 월드로 대표되는 불확실한 현대사회 속에서 예상치 못한 충격이 오더라도, 최대한 빠른 시간 내에 도시의 기존 기능을 회복할 수 있는 유지관리 체계 확립이 필요하기 때문이다.

따라서 기반시설 기본계획 및 관리계획 뿐만 아니라, 앞으로 실시하게 되는 인프라 리포트 카드 분야에서도 기반시설 회복력 기준을 적용하는 방안을 검토할 필요가 있다.

## VII. 참고문헌

## VII. 참고문헌

국토교통부, 2019, “지속가능한 기반시설 안전강화 종합대책”

The White House, 2021, President Biden’s Bipartisan Infrastructure Law (<https://www.whitehouse.gov/bipartisan-infrastructure-law/>)

The White House, 2021, A Guidebook to the bipartisan infrastructure Law for state, Local, Trival, and Territorial governments and other parterns.

Department of Transportation(USA), 2022. Strategic Plan FY 2022-2026.

Ministry of Transportation and Infrastructure(BC), 2020. SERVICE PLAN. 2020/21-2022/23.

Infrastructure Canada, 2021, National Active Transportation Strategy

Calgary, 2020, Infrastructure Status Report.

Capital Regional District, 2019, Corportate Asset Management Strategy

HM Treasury, 2020, National Infrastructure Strategy

독일 교통부, 2016, Federal Transport Infrastructure Plan 2030

Infrastructure Australia, 2021, Reforms to meet Australia's future infrastructure needs(2021 Australian Infrastructure Plan)

조중연, 2020, “생애주기 이력 정보조사 및 분석에 기초한 지속가능한 기반시설 관리 방법론 개발”

ASCE, 2021, The 2021 Report Card for America's infrastructure

ASCE, 2018, Infrastructure report guideline.

CIRC team, 2019, Canadian Infrastructure report card 2019

JSCE(Japan Society of Civil Engineers, 2021.9, Japan's Infrastructure Grades 2020 & Introduction of Maintenance Technologies.

Engineers Australia, 2010, Infrastructure Report Card 2010  
Institution of Civil Engineers(2014), Infrastructure 2014

박기태, 2019, 빅데이터를 활용한 노후인프라 유지관리 방안, 한국건설기술연구원 노후인프라 센터

OECD, 2018, 「Climate-resilient Infrastructure」

OECD(2021), 「Building Resilience」

홍성호(2018), 제4차 시설물의 안전 및 유지관리 기본계획