

전통적인 인프라 자산관리의 최근 변화방향에 관한 연구

정인수*, 윤원건*, 김종협*

*한국건설기술연구원 건설산업고도화센터

e-mail:jis@kict.re.kr

A Study on the Recent Changes in Traditional Infrastructure Asset Management

In-Su Jung*, Won-Gun Yun*, Jong-Hyup Kim*

*Construction Industry Innovation Center, Korea Institute of Civil Engineering & Building Technology

요약

1970년대부터 집중 공급된 우리나라 인프라의 노후화가 급속히 진행되고 있는 상황에서 인프라 자산관리는 선택이 아닌 필수로 되었다. 최근 디지털 트윈 및 스마트건설 기술이 화두가 됨에 따라 본 연구에서는 이러한 최신 기술을 자산관리에 접목하고 있는 사례 고찰을 통해 인프라 자산관리의 트렌드 및 변화방향을 고찰하였다. 그 결과 시설물 단(Physical Assets)의 기술과 가상 모델(Digital Assets) 부분을 구분하여 전통적인 자산관리에 적용될 최신 기술을 제시하였다. 이러한 기술들의 접목을 통해 인프라 자산관리 기술이 발전해 나갈 것이라 생각된다. 다만 자산관리를 구심점으로 한 기술들의 통합에는 추후 보다 많은 연구가 필요할 것으로 보인다.

1. 서론

우리나라는 1970년대부터 인프라 시설이 집중 공급되어 현재 상당수준의 노후화가 급진전될 시기에 이르렀으며, 준공된 지 30년 이상 경과한 노후 시설물은 향후에도 지속적으로 급증할 것으로 전망되고 있다. 시설물의 안전관리에 관한 특별법의 1·2종 시설물 중 30년을 초과한 시설물은 2014년 말 기준 2,328개소로 9.6%이며, 이는 2024년에는 21.5% 수준으로 급속히 진행될 것으로 예측되고 있다(강고운 외, 2018).

최근 기반시설의 노후화 및 성능 부족 문제와 관련해서 기존의 사후 대응적 체계에서 선제적 관리체계 도입 및 예산 투자 확대에 대한 목소리가 높아지고 있으며, 이를 위해 기반시설 관리 방식을 국제수준으로 높여자는 의견들도 나오고 있다. 2014년 국제표준화기구(ISO)가 제정한 자산관리(Asset Management)에 관한 국제표준인 ISO55000 시리즈와 호주 인프라 관리 기관인 IPWEA의 국제사회기반시설관리매뉴얼(IIMM; International Infrastructure Management Manual)이 그러한 표준지침으로 자주 언급되고 있으며, 국내에서도 「지속가능한 기반시설 관리 기본법(이하 기반시설관리법)」의 제정('18.12.31공포, '20.1.1시행)을 배경으로 이러한 국제 기준들을 벤치마킹하여 자산관리 이론 및 기법들에 대해 학계와 일부 공공기관들에서 연구를 수행해오고 있다. 여기에 더해, 최근 디지털 트윈 기술, 스마트건설 기술 등이 속속 등장하면서 전통적인 자산관리와의 융합을 통해 변화하고 있는 움직임이 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 전통적인 자산관리 기법과 최신 트렌드의 선행연구와 사례를 고찰하여 변화방향을 모색하고자 한다.

2. 인프라 자산관리의 시대적 고찰

2.1 전통적인 자산관리체계 및 사례

국내의 자산관리체계 연구동향을 살펴보면, 우선 한국시설안전공단(2010)은 “LCC예측모델을 활용한 도로시설물 유지관리계획 수립방안 연구”에서 도로 및 교량을 중심으로 자산

관리 개념을 처음으로 도입한 바 있다.

한국건설기술연구원에서는 2008년부터 2016년까지 도로, 철도, 교량, 도시인프라 등 기반시설 자산관리체계에 대한 연구를 수행하였다.

한국도로공사(2011)도 최근 고속도로 포장 및 교량의 노후화에 대비한 체계적이고 비용효율적인 유지관리의 필요성을 인식하여 “선진구조물 자산관리체계 연구” 결과를 발표하였으며, 자산관리의 중요이슈 사항인 상태예측기법, 자산가치 및 투자 우선순위에 대한 방법론을 개발 발표한 바 있다.

연세대학교 산학협력단(2016)도 “사회기반시설의 자산관리 기반구축 및 촉진방안연구”를 통하여 사회기반시설에 대해 공학적 지식을 활용하여 똑똑(Smart)하고, 안전(Safe)하며, 경제적(Economic)으로 사회공공자산을 효과적으로 관리하는 요소기술을 연구하였다.

해외에서는 FHWA를 중심으로 미 연방정부의 예산을 사용하는 각 주는 자산관리기법의 활용을 위한 많은 연구, 세미나 및 컨퍼런스를 실시하여 그 운영 능력을 한층 높이고 있고, 범국가적인 사업으로 발전시켜 나가고 있다.

또한 국제표준협회(International Standards Organization)는 2014년 1월 15일 자산관리 국제표준인 ISO55000 시리즈를 출판하였다.

호주는 처음에는 도로분야로부터 시작하여, 국가적 자산관리 협의회가 구성되었으며, 1996년 Asset Management Manual(자산관리 지침서) 제1권이 나오게 되어 2000년에 국제공공시설물관리지침서(International Infrastructure Management Manual)를 작성하기에 이르렀다.

영국의 The Institute of Asset Management와 British Standards Institution(BSI)은 PAS-55Asset Management라는 범용적인 자산관리 매뉴얼을 제작 및 보급하여 공공기관에 독려하여 자산관리 기법 확산에 노력하였다.

2.2 자산관리체계 관련 최신 트렌드

국내외에서 우선 자산관리의 시작이 되고 기준이 되는 시설 점검·진단·평가와 이를 기반한 노후도 상태를 판단·예측하는 소프트웨어 및 하드웨어 기술 관련 연구개발이 이뤄지고 있다. 결함의 정도, 긴급성, 비용, 안전성, 수명 등 다양한 측면

을 고려한 상태등급을 활용하거나(Hsien-Ke, et al., 2017), 여러 개의 원격 조정 또는 자율 비행 및 주행하는 로봇 장치를 이용한 시설물 상태 예측 자동화 기술이 있다(Kim, et al., 2019).

한국전력은 ‘지능형 디지털 발전소(IDPP)’ 구현을 위해 표준화력 발전소를 대상으로 디지털 트윈(Digital twin) 시뮬레이터를 개발하였다. 발전소 운영 데이터와 연계하여 시뮬레이터 간 모델 오차율을 개선하고 열 성능평가, 손상평가 등에 대해 모니터링하고 있다.

행복도시의 도시변화상을 지속적으로 모니터링하기 위하여 디지털 트윈을 구축하여 지속적으로 갱신하고 있다. 서비스로는 3차원 지도활용 서비스, 3차원 지하시설물 운영, 도시계획시뮬레이션(도로, 가로등, 가로수 자동배치), 대기센서 및 교통 CCTV 연계 등이 있으며, 모바일 3차원 서비스 프로토타입을 개발하였다.

미국 보스턴에서는 윈스롭 광장 타워의 빛 노출에 미치는 영향을 확인하기 위해 GIS 기반 디지털 3D 모델을 구축하였다(Matthew, 2018).

북해의 해양구조물 기반시설에 대한 보수 계획을 세워야 하는 상황에서, 디지털 트윈을 통한 자산 건전성 평가 및 향후 행동방식을 예측할 수 있다. 선박 로더 또는 운송 타워와 같은 중요한 자산의 컴퓨터 모델을 생성하여 실제 구조물의 물리 기반 모델, 센서 데이터 및 검사 데이터를 사용해 균열, 부식 및 손상된 구간을 탐지한다(Philip, 2017).

미시간주 DOT에서 지중 시설물 3D 렌더링 모델을 구축하여 간섭검사 및 충돌 감지기능을 개선하였다(Matt, 2015). 앨라배마주 DOT는 GPR을 사용해 얻은 3D 이미지를 활용하여 혼잡한 지하 환경에서 건물의 위험을 완화하였다.

오하이오주 DOT는 GIS 응용 프로그램을 통해 3차원(3D) 교통 네트워크 정보를 개발하였다. LiDAR를 사용하여 모든 정부 수준의 GIS 사용자에게 고해상도 이미지 및 고도 데이터를 제공한다(FHWA, 2012).

3. 자산관리체계의 변화방향

최근 인프라 자산관리의 트렌드는 진술한 기술들 즉, 시설 노후도 상태 모니터링 및 공학적 판단 기술과 데이터 취득 자동화 및 디지털화 기술의 통합과 조율을 통해 만들어질 수 있으며 그 항목들을 정리해 보면 [표 1]과 같다.

[표 1] 인프라 자산관리 트렌드

시설물 단(Physical Assets) 포함 기술	가상 모델(Digital Assets) 포함 기술
<ul style="list-style-type: none"> •IoT 및 다양한 센서 기술 •LiDAR 및 3D image 기술 •리모트 센싱을 위한 항공, 지상, 지하 자동 조정 로봇 (drone, rover, probe) •사용자의 데이터 직접 입력 	[인프라 자산관리 기술] <ul style="list-style-type: none"> •상태평가 기준 및 열화 예측 모델 •BIM 과 LCC의 통합 모델 •Risk Centered Management (RCM) •B/C 분석 기술 •의사결정 최적화 기술
	[Digital twin, AI 기술] <ul style="list-style-type: none"> •빅데이터, AI를 이용한 데이터 패턴 분석 및 예측 •AI를 이용한 시설물 운영 최적화 및 자동화 •AI를 이용한 인프라 자산관리 의사결정 (보수·보강 공법 및 비용) 체계 기술

특히, 디지털 트윈의 적용은 가상 공간에 물리적 시설의 디지털 복제본을 구축하고 이를 분석해 현재 및 향후 상태를 정확히 예측하는데 유용한 접근방법이다. 빅데이터, 인공 지능(AI), 기계 학습(Machine learning) 및 사물 인터넷(IoT)과 같은 기술의 개발을 통해, 관리자는 디지털 트윈 개념을 실용

적으로 적용할 수 있다.

이 기술들을 평형적으로 나열하는 것 이상의 통합에 또한 많은 연구가 필요할 것으로 보인다. 많은 기술들은 이미 독자적인 영역을 구축하여 발전하여 왔으며, 상용화 및 실용화가 많이 진행되기도 하였기 때문에 이러한 장점이 오히려 통합 과정에 어려움으로 작용할 수도 있다. 따라서, 인프라 대상물의 다양한 상태·환경 정보들을 자동적으로 측정해 한곳으로 통합하고 디지털화하여 최적 보수·보강의 의사결정 효율성을 높이는데 초점을 맞춘 기술 연계가 중요하다. 시설물 단(Physical Assets)의 기술과 가상 모델(Digital Assets) 부분의 유기적 연계, 데이터 인터페이스의 표준화 및 통합, 최근 빠르게 발전하고 있는 AI 기술을 활용한 기존의 자산관리 및 리스크 관리기술의 향상 등이 종합적으로 고려되어 디지털 트윈, AI 기반의 스마트 자산관리 체계가 구축되어야 한다.

감사의글

이 논문은 2021년 과학기술정보통신부의 주요사업(과제번호: 20210160-001)의 일환으로 수행된 연구임을 밝힘.

참고문헌

- [1] 강고운, 정인수, “노후 인프라 자산관리 모델 개발을 위한 기초연구”, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, pp. 179-180, 2018년
- [2] 한국시설안전공단, “LCC예측모델을 활용한 도로시설물 유지관리계획 수립방안”, 2010년
- [3] 한국건설기술연구원, “공공시설물 자산관리 체계 개발”, 2012년
- [4] 한국도로공사, “선진 구조물 자산관리체계 적용연구”, 2011년
- [5] 연세대학교 산학협력단, “사회기반시설물 자산관리 기반 구축 및 촉진방안 연구”, 2016년
- [6] Kim, S. et al, “A Theoretical Concept of Heterogeneous Robots for Infrastructure Maintenance System (HR4IMS) in Future Smart City”, Seoul, Korea, s.n., pp. 159-162, 2019년
- [7] Federal Highway Administration (FHWA), “Best Practice in Geographic Information System-based Transportation Asset Management”, Retrieved October 19, 2019, from https://www.gis.fhwa.dot.gov/documents/GIS_AssetMgmt.htm
- [8] Hsien-Ke, L., Jallow, M., Nie-Jia, Y., Ming-Yi, J., Jun-Hao, H., Cheng-Wei, S., & Po-Yuan, C.. “Comparison of Bridge Inspection Methodologies and Evaluation Criteria in Taiwan and Foreign Practices”, In ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction (Vol. 34), Vilnius Gediminas Technical University, Department of Construction Economics & Property, 2017년
- [8] Matthew, M., “This digital 3-D model of Boston Reveals the Shadows Cast by New Construction”, Retrieved October 19, 2019 from <https://archpaper.com/2018/05/new-digital-3-d-model-of-boston/>
- [9] Philip, K., “Oil and Gas Digital Twin Is Made Possible by Super-FEA Algorithm”, Retrieved October 21, 2019 from <https://www.engineering.com/DesignSoftware/DesignSoftwareArticles/ArticleID/15622/Oil-and-Gas-Digital-Twin-Is-Made-Possible-by-Super-FEA-Algorithm.aspx>