

건설산업 4대 정보시스템의 공공데이터 구현 현황 분석

김성환¹, 유위성^{1*}, 최석인²

¹한국건설산업연구원 경제금융·도시연구실, ²한국건설산업연구원 기획·경영본부

A review of the State-of-the-art in Construction Public Data Implementation - Espacially 4 Selected Construction Information Systems

Sunghwan Kim¹, Wi Sung Yoo^{1*}, Seokin Choi²

¹Department of Economics, Finance and Urban Research, Construction & Economy Research Institute of Korea

²Headquarters of Research Administration and Coordination, Construction & Economy Research Institute of Korea

요약 건설산업의 정보화는 전 산업 중 가장 빠르게 진행됐지만 데이터의 질적 개선은 이용자의 눈높이에 못 미친다. 이러한 문제를 개선하기 위해서는 먼저 건설 공공데이터의 구현 현황과 수준을 통섭적으로 분석해야 함에도, 이와 관련한 연구가 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 1) 포괄성, 2) 원시성, 3) 안정성의 3개 선정 기준을 적용, 건설산업과 관련된 4대 공공데이터포털(4대 포털)을 선정해 이들의 데이터 구현 현황을 종합 분석했다. 분석의 준거로는 1) 공공성, 2) 문항 확보 가능성, 3) 문항 적합성, 4) 시계열 확보 가능성을 고려해 월드와이드웹 재단의 공공데이터 평가 척도(ODB)를 선정했다. ODB는 데이터 활용의 용이성, 대량 다운로드 편의성, 대가성 여부, 이용 허락범위, 데이터 존재 유무, 주기적 업데이트 여부, 검색 용이성, 메타데이터 구비 여부 등을 통해 공공데이터의 구현 수준을 평가한다. ODB를 기준으로 4대 포털의 공공데이터 구현 현황을 분석한 결과 데이터의 다양성과 저렴한 구독 비용이 최대 장점으로 꼽혔다. 대체로 주기적이며 신속하게 업데이트 된다는 점 역시 장점이다. 반면 메타데이터의 정교성, 데이터 대량 내려받기의 불편함, 데이터 사용성 등은 비교적 부족해 개선이 요구됐다.

Abstract The informatization of the construction industry has progressed the fastest among all industries, but the data quality needs to be improved. An analysis of the level of construction public data implementation should be preceded to solve these problems, but more related research is needed. In this study, four major construction information systems (four major portals) were selected by three selection criteria, such as 1) inclusiveness, 2) authenticity, and 3) stability. As an analysis criterion, the Open Data Barometer (ODB) of the World Wide Web Foundation was selected in consideration of 1) publicity, 2) questionnaire acquisition possibility, 3) questionnaire adequacy, and 4) historical data accessibility. The indicators making up ODB are machine-readability, availability in bulk, pricing, data licensing, data existence, sustainability, whether easy to find or not, and whether metadata is provided. An analysis of the implementation status of public data, the diversity of data, and the low cost of the acquisition were cited as the most significant strengths. It is also an advantage that it is generally periodically and quickly updated. On the other hand, problems, such as the sophistication of metadata, the inconvenience of mass downloading data, and data usability, require improvement.

Keywords : Public Data, Construction Information System, Open Data Barometer, Expert Survey, Nearest Neighbor Imputation

본 논문은 국토교통부 디지털 기반 건축시공 및 안전감리 기술개발 사업(과제번호: 1615012983)의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

*Corresponding Author : Wi Sung Yoo(Construction & Economy Research Institute of Korea)

email: wsyoo@cerik.re.kr

Received November 14, 2022

Revised March 14, 2023

Accepted April 7, 2023

Published April 30, 2023

1. 서론

1.1 연구의 배경

건설산업은 디지털 기술 도입을 통한 생산성 제고라는 근자의 4차 산업혁명 흐름과 상반되는 대표적인 로우테크(low-tech)산업으로 인식되어왔다. 특히 노동집약적이고 현장에 의존할 수밖에 없는 생산체계, 공급자 위주의 산업구조, 산업 참여주체 사이의 정보 단절 등 과거로부터 이어져 온 건설산업의 구조적 약점은 이러한 인식을 강화시켰다[1].

이러한 대중적 인식과 달리 건설산업은 최신 기술을 수용해 기술 기반의 첨단 산업으로 거듭나려는 노력을 경주 중이다[2]. '4차 산업혁명의 원유'라 일컬어질 정도로 핵심적 역할을 담당하는 데이터를 구축하고 공개하는 부문에서도 건설산업은 여타 산업에 비해 앞서나가고 있다. 건축 행정 특유의 복잡성을 타파하고자 1997년 건축 행정정보시스템을 개발해 운영에 들어간 데 이어, 「건설 기술관리법」에 따라 1998년 처음 기획된 "제1차 건설기술진흥기본계획"에서는 건설산업기반 확충이라는 중점 과제 아래 세부과제로서 '정보화 기반조성 지원'을 명시한 바 있다[3]. 이후 1990년대 말부터 기본 계획에 의거한 건설사업정보화(CALS: Continuous Acquisition & Life-cycle Support, 이하 CALS), 건설산업 지식정보 시스템(KISCON: Knowledge Information System of CONstruction industry, 이하 KISCON) 등 건설산업 분야의 전산화 작업이 차례로 진행됐다. 1998년은 국가 정보화촉진계획의 시발점에 해당하는 시기로서[4], 다른 분야와 비교하더라도 건설산업의 정보화 역사가 긴 편이다. 그 중 건축행정정보시스템(이하 세움터)의 공공 데이터 개방은 정부가 보유하고 있는 데이터베이스를 국민에게 전면 개방하는 최초 사례로 기록돼 있다[5].

하지만 건설산업 데이터 구축의 양적 성과와는 별개로 질적인 성과가 우수하다고 평가하기는 어렵다. 국내 건설산업의 정보화는 여타 분야에 비해 뒤처지는 것으로 분석됐기 때문이다. 건설업을 영위하는 대기업은 정보화 수준이 전 산업 평균뿐만 아니라 분석에 포함된 7개 산업 전체 중 최하위를 기록했다[6]. 해외 건설업계도 사정은 마찬가지다. 유럽 연합 산하 개별 기업의 디지털화 정도를 나타내는 디지털 집중도 지수(DII: digital intensity index, 이하 DII)가 매우 높음(very high), 혹은 높음(high)으로 평가된 기업의 비율이 가장 적은 산업군으로 건설업이 꼽혔다. 미국 건설업도 DII와 유사한 개념의 산업 디지털화 지수(the industry digitization

index)가 전체 22개 산업 중 하위 3번째로 낮은 수준을 나타냈다[7,8]. 이러한 건설산업 데이터의 질적 성과를 반영하듯 각 산업 종사자의 4차 산업혁명 핵심기술 활용 정도를 조사한 결과 건설관련직군 중 빅데이터를 활용하는 비율은 4.5%로 전체 산업 평균인 14.1%를 하회하는 결과가 도출됐다[9].

1.2 선행연구 검토 및 본 연구의 차별성

앞서 언급한 바와 같이 산업계와 정부는 이미 건설산업 데이터의 질적 저하 문제를 인지하고 있다. 지난해까지를 계획 기간으로 삼은 "제6차 건설기술진흥기본계획"은 문제의 원인 중 하나로 '다양한 시스템에 구축된 정보의 폐쇄성'에 있다고 지적했다[10]. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 데이터를 표준화하는 등 최적화된 설계를 도모하고, 이를 기반으로 통합플랫폼을 구축해 장기적으로 건설 전단계에 걸친 개방형 통합 데이터베이스를 구축하는 것을 목표로 설정했다[1,10]. 하지만 특유의 정보 폐쇄성으로 인해 연구가 널리 이루어질 수 없었고, 사용자의 입장보다는 주로 공급자의 관점에서 수행되었다. 특히 연구 방법론 측면에서 관련 전문가들에 의존한 설문조사가 많은 부분을 차지하는 것으로 분석됐다.

먼저 데이터 공급자 입장에서 데이터 체계를 분석하고 이를 통해 공급 확대 방안을 분석한 연구들은 정책적 관점에서 건설 데이터 개방성 확대에 초점을 뒀다. 데이터 공급자 스스로가 공급 확대 방안을 마련할 때 가질 수 있는 장점은 외부에서는 쉽게 이해하기 어려운 데이터베이스 구조 및 공급 장애 요인 등 시스템 내부적인 요인이나 시스템 사용자에 대한 통계 등을 온전히 파악할 수 있다는 것이다. 선행 연구에서는 이러한 장점을 살려 개별 시스템의 현황을 상세히 분석함으로써 시스템별 시사점을 도출한 바 있다[11,12].

또 다른 영역의 연구들은 데이터 수요자의 관점에서 데이터의 개방에 대한 인식을 분석한 후 개선 필요사항을 도출했다. 수요자 기반 연구는 전술한 공급자 중심 연구보다 관심도는 낮지만 정보제공자의 하향식 개발 전략이 아니라 수요자의 데이터 개방 요구를 정책에 반영하여 궁극적으로 사용자의 편의를 우선적으로 고려한 시스템을 구축하려는 접근법을 시도했다는 점에서 의의를 찾을 수 있다[13].

이러한 건설산업 데이터의 개방 확대에 대한 제논의에서 연구의 초점이 되는 것은 정보 제공 시스템(이하 정보 시스템)의 구현 현황에 대한 평가다. 시스템의 구현 실태에 대한 평가가 중요한 이유는 통합 플랫폼 및 데이터베

이스 구성이라는 정책적 목표를 달성하기 위하여 정보시스템의 개방 현황을 객관적으로 평가해야 개선방안을 도출할 수 있기 때문이다. 최근 들어 미국, 영국, 호주, 네덜란드 등 세계 주요국의 공공 연구데이터 관련 정책에서 수요자가 함께 참여해 기술적·정책적 현안을 협의하는 상향식 의사결정 구조를 다수 채택하고 있다는 점을 비추어볼 때[14], 기존 국내 연구에서 거의 이루어지지 않았던 수요자에 의한 건설산업 공공데이터 구현 현황 평가 연구가 필요한 시점이다. 본 연구에서는 이를 위해 건설산업 공공데이터 전문 활용자를 대상으로 인식 조사를 실시해 현행 공공데이터 구현 수준을 분석하고 취약점을 도출함으로써 향후 구축할 건설산업 공공데이터 플랫폼의 단초를 제공하고자 한다.

1.3 연구의 목적 및 범위

1.3.1 연구의 목적

본 연구에서는 이상의 연구 배경과 필요성에 의거, 건설산업 데이터 관련 정보시스템의 공공데이터 구현 현황 및 수준을 정보 수요자의 입장에서 분석하고자 한다. 향후 건설산업의 데이터를 한자리에서 제공할 수 있는 플랫폼을 구축하는 것이 궁극적인 목적이라면, 본 연구는 이에 선행해 현재 공공데이터 구현 정도 수요자들의 인식을 통해 도출한다는 점에서 탐색적 연구의 성격을 지닌다.

1.3.2 연구의 범위

2021년 11월 현재 국토교통부에서 운영 중인 정보시스템은 8분야 80종인 것으로 집계되었고 26개 산하기관에서 운영하는 정보시스템 117종을 더하면 총 197종의 시스템이 가동되고 있다[15]. 그 중 건설산업과 직접 연계된 시스템은 총 15개 시스템이다.

그중 본 연구에서 분석 대상이 되는 공공데이터 포털 시스템 선정의 기준은 1) 포괄성, 2) 원시성, 3) 안정성 등 세 가지로 규정하였다. 선정 기준은 행정안전부의 「공공데이터 관리지침」(이하 지침)의 내용[16]을 기반으로 하여 연구진이 직접 설정하였다. 먼저 포괄성 기준은 본 연구의 목적을 달성하기 위하여 건설산업 내 보유정보를 가장 많이 포괄하는 정보시스템을 선정한다는 원칙이다. 다음으로 원시성은 지침 제3조 제2항의 원천데이터 제공 노력 및 지침 제14조와 관련한 「별표2」 개별 포털 등 구축운영 허용기준의 필수 요건으로 규정된 비중복성을 반영했다. 마지막으로 안정성의 경우 지침 내 데이터의

현행화 및 사후관리(제12조, 제17조 내지 제18조), 품질관리(제21조 내지 제27조) 등을 종합적으로 고려하여 선정·평가하였다.

Table 1. Assessment of the target system for analysis

Operating Institution	Information system	C1	C2	C3
Ministry of Land, Infrastructure and Transport	Building management inspection system	○	△	△
	Electronic architectural administration information system	○	○	○
	Korean architectural regulation portal	△	△	△
	Architectural administration data portal	△	×	△
	National building energy integrated management system	△	△	△
	Transaction of soil and rock open portal	△	○	○
	Knowledge Information System of Construction Industry	○	○	○
	Aggregate resource information system	△	○	○
	Underground safety information system	△	○	○
	Construction Safety Management Integrated Information	○	○	○
	Continuous Acquisition & Life-cycle Support	△	○	○
	Social Overhead Capital performance evaluation system	△	△	△
	Facility management system	△	○	○
Etc.	Road occupy and use permit information portal	△	△	○
	Korea online e-procurement System	○	○	○

* Note 1 : C1(inclusiveness), C2(authenticity), C3(stability)
 * Note 2 : Each symbol means good(○), medium(△), and poor(×)

이를 통해 선정된 분석 대상은 Table 1에서 음영 처리한 4종의 정보시스템으로, 국가종합전자조달시스템(이하 나라장터), KISCON, 세움터, 건설공사안전관리종합정보망(Construction Safety Management Integrated Information, 이하 CSI)이 포함된다.

먼저 포괄성에서는, 건설 주체와 건설 단계별 데이터를 최대한 포괄하고 있는지를 판단하였다. 예컨대 대표적인 건설산업 관련 정보시스템인 CALS와 KISCON 중 KISCON이 포함된 것은, CALS의 데이터가 건설의 주체를 모두 포괄하지 못했기 때문이다. CALS의 포괄 범위는 지방국토관리청 사업에 한정되지만[17,18], KISCON

은 시장 전반을 포괄하므로[15] 두 시스템 중에서는 KISCON의 포괄성이 더 높다고 판단하였다. 시설물통합 정보관리시스템과 SOC성능평가시스템 역시 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 및 같은 법 시행령 내 제1종 내지 제3종시설물을 중심으로 편제되어 있어 포괄성 항목에서 여타 시스템 대비 다소 미흡한 평가를 내렸다. 유사한 맥락에서 조달청의 나라장터 시스템을 포함한 것은, 건설 단계별, 즉 생애 주기적 포괄성을 달성하기 위함이다. 그 외 골재자원정보관리시스템, 지하안전 정보시스템, 토석정보공유시스템 등 특정 공정 혹은 분야에 전문화되어 있는 시스템은 포괄성에서 높은 평가를 받지 못했다.

원시성은 각 시스템에서 제공되고 있는 데이터가 다른 시스템과 뚜렷이 구별되는 특성을 갖고 있는지, 그리고 원천데이터 형식으로 제공되고 있는지를 기준으로 판단했다. 예를 들어 건축데이터민간개방시스템은 세움터에 집적된 정보를 매달 대용량 파일로 가공한 후 제공하는데 그쳐 이 경우에는 자료의 원시성이 떨어지는 것으로 인식했다. 한국건축규정e시스템 역시 기존 「건축법」 등 법·규정 원문을 사용자의 편의에 알맞게 재편집한 것으로서, 재편집 과정에서 새로이 생성된 지식에 대해 원시성을 일부 인정할 수 있겠지만 원시성을 논하는 데는 한계를 노정하는 것으로 분석했다.

안정성은 제도적 안정성과 시계열의 안정성을 복합적으로 고려했다. 제도적 안정성이란 시스템이 법적 근거를 갖고 운영되는지를 중점에 두었다. 법적 근거가 중요한 이유는 향후 시스템이 영속성을 유지할 수 있는지를 판단할 수 있는 근거로 활용할 수 있기 때문이다. 시계열의 안정성 측면에서는 시스템의 구축 시기를 먼저 감안했다. 시스템의 역사가 길수록 장기 시계열을 확보할 수 있다는 점에서 고려 사항으로 채택했다. 시스템 구축 시기는 [15]에 표기된 시스템별 구축 시기(년도)를 기준으로 하였다. 다만 기존 서비스 개편의 결과로 신규 구축된 시스템 중 기존 서비스에서 활용되던 데이터를 이관해 새로운 시스템에서도 활용하고 있는 경우(예. 건설공사 안전관리종합정보망)에는 기존 시스템의 구축 시기를 적용하여 평가하였다. 이뿐만 아니라 시스템 운영 기간 중 자료수집이 안정적으로 이루어졌는지를 복합적으로 고려해 연속적 시계열의 채득 가능 여부를 판단하였다. 특정 시스템의 경우 분석 결과 연속 시계열을 확보하기 어려운 문제가 발견되어 안정성에서 높은 점수를 획득하지 못해 결과적으로 연구 대상에서 제외하였다.

2. 선행연구 고찰 및 연구 방법론

2.1 용어의 정의

연구의 방법론을 논하기 전 본 연구의 주요 테마인 공공데이터의 “구현”이라는 용어에 대해 정의할 필요가 있다. 본 연구에서의 “구현”은 ‘공공데이터가 수요자의 의도대로 제공되는 상태’를 의미한다. 여기서 공공데이터의 수요자는 1) 제공받은 데이터가 그 자체로서 의미를 가질 수 있도록 상세한 내용을 갖추고 있으며, 2) 데이터를 제공받는 즉시 활용할 수 있도록 적절한 품질수준을 갖춘 상태로서 3) 기계 판독이 가능해 정량적 분석이 용이한 형태를 의도한 것으로 정의하였다. 이러한 공공데이터는 시계열적으로 연속적인 이용이 가능하여야 하며 데이터의 생산이 중단되거나 여타 데이터와 통합되더라도 이전 데이터는 보존되어야 한다는 점 역시 “구현” 수준을 평가하는데 주요한 요소가 된다.

2.2 건설산업 공공데이터 구현 현황 연구 방법론

본 연구에서는 2022년 9월 2일부터 9월 8일까지 1주일간 건설산업 분야 공공데이터 포털에 대한 경험을 갖춘 응답자를 대상으로 심층 설문조사를 통해 건설산업 공공데이터 구현 현황에 대한 의견을 청취했다. 피조사자 선정에 있어서는 분석의 대전제인 응답자의 공공데이터 포털 이용 숙련도와 객관성을 확보하는 것을 중점적으로 고려했다.

이를 위해 먼저 조사 대상의 모집단으로 건설산업과 연관된 연구원에 재직 중인 부연구위원급 이상 박사학위 취득자 61인을 선정하였다. 조사 대상의 추출 방법은 설문지의 전문성 등을 고려해 연구 분야 적합성을 고려한 추출 틀을 활용해 조사 대상을 선정하였다. 연구 분야 적합성이란 연구에 공공데이터 포털시스템을 얼마나 활용하고 있는지를 평가하는 것으로, 만약 비공개 혹은 공개 제한 데이터에 기반한 연구 분야를 영위하고 있는 연구자라면 조사 대상에서 제외하였다. 이로써 공공데이터 구현 현황 전반에 대한 의견을 제시하기 어려운 비적격 사례를 제외하고, 4대 정보시스템별 주요 응답자 안배를 위해 층화추출하는 방식을 채택해 최종적으로 20본의 조사지를 수집하였다.

연구직 종사자를 연구의 주요 대상으로 한 것은 사용자로서 공공데이터를 가장 깊이 있게 다룬 집단이라는 점을 고려하였기 때문이다. 이뿐만 아니라 공공데이터 포털에 직접적인 이해관계가 없는 자들로 구성하여 조사

의 공정성을 두루 확보하는 데에도 목적을 두었다. 응답자의 포털 활용 경력 또한 중요하다. [19]에 의하면 3년 이상 경력을 보유한 경우 숙련된 ‘데이터분석가’로서의 직무를 평균적으로 수행할 수 있는지를 가르는 기준이 된다. 따라서 3년 이상의 경력을 보유한 응답자는 본 연구 조사 대상으로서 질문지를 이해하고 답변할 수 있는 능력이 충분하다고 판단하였다. 숙련 기간이 중요시되는 또 다른 이유는, 계절에 따른 주기가 발생하는 건설업의 특성상 연간 주기의 데이터 생성이 주를 이루기 때문이다. 따라서 일정 수준의 시스템 이용 기간이 확보되어야 데이터 구현 현황 및 시사점을 도출할 수 있는 능력을 기대할 수 있다. 응답자의 경력을 분석한 결과 전체 응답자의 81.0%가 건설산업 공공데이터 포털 이용경력 3년 이상인 것으로 나타났다. 조사 이후 연구진이 필요하다고 판단한 경우 서면인터뷰를 함께 시행해 조사 결과를 보완하였다. 서면인터뷰는 설문이 종료된 2022년 9월 8일에서부터 9월 15일까지 진행하였다.

3. 건설산업 공공데이터 구현 수준 분석

3.1 분석 준거의 선정

건설산업 공공데이터 구현 수준을 분석하기 위한 준거를 마련하는 방법은 두 가지로 대별할 수 있다. 기존에 마련된 분석의 준거 중 어느 하나를 선택하거나 본 연구를 위한 분석의 준거를 신규 고안하는 방법이다. 그중 본 연구에 사용할 분석의 준거를 새로이 작성하는 방안은 고려하지 않았다. 분석 준거를 신규로 구성하는 경우 본 연구에 가장 적합한 분석 도구를 구현할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 자칫 본 연구에 국한된 분석 도구가 될 수 있고 여러 시스템에 두루 활용할 수 있는 분석 방법으로서 공인받기 어렵다는 점이 단점으로 꼽힐 수 있다. 또한 여타 분야 시스템 및 국가와의 비교가능성을 해칠 수 있다는 점을 감안하여 기존 준거 중에서 최적의 틀을 원용하는 방식을 택했다.

그간 공공데이터 구현 수준의 전반을 평가하기 위한 방법론은 복수의 기관에서 이미 구축한 바 있다. 월드와이드웹재단(world wide web foundation)과 같은 인터넷 관련 기관뿐만 아니라 경제협력개발기구와 세계은행 등 세계적 경제 기관 등이 대표적인 사례로 꼽힌다. 선행 연구를 분석한 결과 Table 2에 나타난 것처럼 8종류의 분석 준거를 확보할 수 있었다. 하지만 공공데이터 구현 수준의 품질 및 수준을 평가할 수 있는 국제 표준 준거는

존재하지 않기에[20], 이미 확보한 8종의 분석 준거 중 본 연구에 적합한 것을 선택하여 분석하였다.

Table 2. Analysis criteria assessment

Analysis criteria	AC1	AC2	AC3	AC4
Open Data Maturity in Europe(ODM)[21]	○	○	○	○
Open Data Barometer(ODB)[22]	○	○	○	○
Open Data Inventory(ODI)[23]	○	△	○	×
OURdata Index(OURI)[24]	○	△	△	△
Global Open Data Index(GODI)[25]	○	○	△	○
Open Data Readiness Assessment(ODR)[26]	○	○	△	△
Open Data Economy(ODE)[27]	○	×	×	×
Open Government Data(OGD)[28]	△	×	△	×

※ Note 1 : AC1(publicity of the institution), AC2(possibility of the questionnaire acquisition), AC3(possibility of the time-series data access), AC4(adequacy of the questionnaire)
 ※ Note 2 : Each symbol means good(○), medium(△), and poor(×)

분석 준거를 선택하는 방법론은 일찍이 연구된 바 없다. 최근 메타 분석(meta-analysis) 방법론을 활용한 공공데이터 분석 준거 간 비교를 수행한 바 있으나, 이 역시 분석 준거를 선택할 수 있는 방법론을 제시하지는 못하였다[29]. 따라서 본 연구의 목적과 연구 진행에서의 한계를 중점적으로 고려해 1)공공성, 2)문항 확보 가능성, 3)시계열 확보 가능성 등 3가지 선택 기준을 마련하였고, 여기에 문항 적합성 항목을 추가해 총 4가지 분석 준거를 마련하였다. 문항 적합성이란, 데이터를 공개하는 행위뿐만 아니라 공개된 데이터의 사용성을 함께 고려한 준거로서 선행연구를 기반으로 추출했다[29].

먼저 공공성은 분석 결과가 어느 한 기관이나 국가에 유리하게 작용할 가능성이 없는지를 중점적으로 분석하였다. 만약 공공성이 결여된다면 본 연구에서 분석하려는 시스템 간의 공정한 비교가 어려워지기 때문이다. 특히 공공기관이 아닌 민간기관에서 분석하는 준거인 경우 공공성 충족 여부를 심층 분석하였다. 분석 대상 8개 준거 중 사설(영리)기관에서 연구한 것은 총 2가지로, 공공데이터 경제 지수(Open Data Economy 이하 ODE, Capgemini consulting 운영)와 열린 정부 데이터 척도(Open Government Data, 이하 OGD, The Economist Intelligence Unit 운영)가 포함된다. 두 가지 척도 모두 설문지가 공개되어 있지 않아 결과 보고서에 명기된 개략적 인자를 기준으로 판단하였다. 이 중

ODE는 정치적 리더십(political leadership)이라는 항목이 포함되어 있고 평가 기준으로 '정책적 도움'을 채용하였다[27]. 따라서 ODE는 평가자의 자의적 해석이 가능할 수 있다고 판단해 중간 점수를 부여했다. OGD는 공공데이터 직접 활용하는 시민들을 대상으로 공공데이터 구현 수준을 분석한 것으로서 평가의 주체가 기관이 아니라는 점을 감안해 공공성을 침해할 우려는 적은 것으로 판단했다.

다음으로 문항 확보 가능성은 연구자가 설문조사에 실제로 사용된 문항을 구득할 수 있는지를 조사했다. 앞서 언급한 비교가능성을 극대화하기 위해서는 조사에 활용된 문항을 원문으로 확보할 수 있는지의 여부가 중요하기 때문이다. 문항 확보 가능성이 높은 것으로 분석된 4개 준거는 최근 조사에 활용한 설문 문항의 원본을 확인할 수 있었다[21,22,25,26]. 반면 중간 정도로 평가된 공공데이터 인벤토리(Open Data Inventory, 이하 ODI)와 OECD 공공데이터 개방 지수(OECD Open, Useful and Re-usable data Index, 이하 OURI) 2개 준거는 최근에도 관련 보고서가 발행되고 있으며 과거와 현재의 지수 편제가 다름에도 불구하고 최근 문항이 아닌 과거 조사 문항만 제공하고 있었다[23]. 그 중 OURI는 조사 문항 전체가 아닌 일부를 구득하는데 그쳤다[24]. 확보 가능성이 낮은 2개 준거는 과거와 현재를 통틀어 공개된 웹페이지에서 설문지를 확보할 수 없는 상황으로서 본 연구에 활용할 방안이 없어 가장 낮은 점수를 부여하였다.

셋째로 시계열 확보 가능성은 설문조사지와 조사 결과를 각각 연차별로 확보할 수 있는지를 확인했다. 이는 과거에서부터 현재까지 조사 결과에서 나타난 공공데이터 구현의 개선 정도를 파악하기 위해 준거 선정 기준에 포함하였다. 본 연구의 분석 대상이 된 총 8개 준거 중 4개는 과거부터 조사를 시행하였음에도 최근 수년에 실시한 조사 결과만 공개하거나 시계열이 중단되는 등 시계열 확보 가능성이 떨어지는 것으로 분석됐다. 예를 들어 글로벌 공공데이터 공개 지수(Global Open Data Index, 이하 GODI)는 2013년에서부터 2016년까지 4년간의 지수가 공개되었지만 이후 갱신이 일어나지 않아 중간 점수를 부여했다. 또한 일부 준거는 최근 조사 결과를 공개하였지만 조사지를 공개 대상에서 제외해 시계열 확보 가능성을 중간으로 평가하였다. 특히 ODE는 일회성 조사로서 시계열 자료 확보가 불가능해 가장 낮은 점수를 부여했다. 반면 나머지 3개 준거는 과거 데이터에서 현재에 이르기까지 평가 결과를 전수 공개하고 있어 시계열 확보 가능성이 높은 것으로 조사됐다.

마지막으로 [29]에서 추출한 기준인 문항 적합성은 각각의 준거에 포함된 문항이 공공데이터의 구현이라는 측면을 얼마나 잘 설명할 수 있는지 평가했다. 앞서 2.1절에서 정의한 공공데이터의 '구현'은 공공데이터의 공개 뿐만 아니라 사용자의 의도대로 제공되는 상태를 의미하므로 본 연구의 의도에 적합한 준거를 선정하기 위해서는 [29]에서 언급한 공개 및 사용성을 모두 고려한 준거를 선택하여야 한다. 먼저 문항 확보 가능성이 떨어졌던 2개 준거(ODE, OGD)는 문항 확보의 어려움으로 인해 최저 점수를 부여했다. 그 외 문항 확보가 가능한 조사 중 공공데이터의 공개 개수 확보에만 초점을 맞춘 경우 최저점을 배점하였다(ODI). 그 외에 개방형 데이터 준비 평가 도구(Open Data Readiness Assessment, 이하 ODRA)나 OURI와 같이 데이터 공개 및 공개를 위한 거버넌스 구조에 관심을 가진 나머지 활용 가능성을 소홀히 한 경우 문항 적합성이 다소 떨어지는 것으로 평가하였다.

이로써 본 연구에서 최종적으로 간주된 2개의 분석 준거는 유럽데이터포털(european data portal)에서 조사하는 유럽의 공공데이터 성숙도 지수(Open Data Maturity in europe, 이하 ODM)와 월드와이드웹재단에서 조사하는 공공데이터 평가 척도(Open Data Barometer, 이하 ODB)이다. 두 척도가 유사한 평가를 받았음에도 불구하고 본 연구에서는 ODB를 최종적으로 선택하였는데, 그 이유는 연구의 간결성과 명료성을 기하기 위함이다. ODM의 설문조사 대상을 보면, 각국 정부에서 공공데이터를 담당하고 있는 수반들이 참여하는 공공데이터 위원회(European Open Data Committee)의 위원들에게 배포되는 것으로서[21], 개별 연구자를 대상으로 한 본 연구와는 조사 대상의 차이가 있다. 그 내용을 살펴보다도 국가 정책과 정보시스템 전반에 관한 질문이 다수를 차지하였다. 따라서 본 연구의 연구 질문과 동떨어진 항목까지 함께 조사해야 하는 근원적 한계가 존재했다. 원전의 의미를 훼손할 것을 감수하고 연구진 임의로 건설산업으로 치환하여 분석한다고 하더라도 172개 상세 설문 문항으로 구성되어 설문지 매우 방대하다는 문제가 있다. 게다가 그 중 80%가 넘는 132개 문항이 단순 2지선다(예/아니오) 선택 후 주관식 답변을 해야 할 정도로 설문의 난이도가 높아 본 연구에서 활용하는데는 현실적 한계가 있다.

3.2 조사 문항의 구성 및 문항별 평가 방법

조사문항은 Table 3과 같이 10개 항목으로 구성하였

다. 앞서 분석지표의 준거틀로 선정한 ODB의 질문지 원문을 국문화하여 사용하되, 국내 사정에 맞도록 변경해야 할 요인이 발생하는 경우에만 일부 수정하여 활용하였다. 예를 들어 ‘데이터가 오픈 라이선스로 공개됩니까 (Is the data openly licensed)?’라는 문항은 국내 데이터 라이선스의 표준인 공공누리 데이터 라이선스로 변경하여 질문하였다. 또한 데이터 통합자원식별자(URI: Unified Resource Identifier, 이하 URI)에 대한 질문인 10번 문항은 국내 사정을 고려해 응답자의 이해가 편리하도록 메타데이터로 의역하여 제공하였다. 그 외 문항의 설명은 원래의 뜻을 잃어버리지 않는 선에서 국문으로 번역하였다.

Table 3. Survey questions and weights for each question (out of 100, [22])

Questions	Wgt.
Does the data exist?	5
Is it available online from government in any form?	10
Is the dataset provided in machine-readable formats?	15
Is the machine-readable data available in bulk?	15
Is the dataset available free of charge?	15
Is the data openly licensed?	15
Is the dataset up to date?	10
Is the publication of the dataset sustainable?	5
Was it easy to find information about this dataset?	5
Are (linked) data URIs provided for key elements of the data?	5

문항별 가중치는 Table 3에 기술한 바와 같이 ODB의 조사 방법론 문서에 제시된 가중치(pp.5-6.)를 수용하여 총 100%를 기준으로 분석하였다[22]. 가장 가중치가 높은 항목은 컴퓨터를 활용한 데이터 활용의 용이성(machine-readable), 대량 다운로드 편의성(available in bulk), 대가성 여부(free of charge), 이용 허락 범위(open license)로서 각각 15%, 총 60%의 가중치를 차지하였다. 온라인에서의 접근성(online availability), 최신성(data up-to-date) 등은 중간 정도의 가중치를 부여받았다. 한편 데이터 존재 유무(existence of data), 주기적 업데이트 여부(dataset sustainability), 검색 용이성(easy to find), 메타데이터(URI)가 각각 5%를 차지해 문항 수는 많지만, 상대적인 중요도가 20%에 불과해 대조적이었다.

다만 문항별 평가 방법 중 기존 ODB와 상이한 부분은 무응답의 처리에 있다. ODB 방법론에서는 따로 무응

답 처리에 대한 언급을 하지 않은 것으로 미루어보아[22] 무응답시 조사요원이 응답자에게 추가 설명을 제공하여 응답을 유도하는 방식으로 설문이 진행될 것으로 사료된다.

반면 본 연구에서는 조사요원을 적극 활용할 수 없는 물리적 한계가 있어 무응답 자료를 최근린 대체(Nearest Neighbor Imputation, 이하 NNI)법을 활용해 대체하였다. NNI는 무응답이 발생하였을 경우 무응답을 제외한 그 외 보조변수를 활용해 무응답 단위와 가장 유사한 응답값을 찾아 대응되는 항목값을 대체한다[30]. 특히 대체하려는 항목이 본 연구의 설문조사 응답과 같이 범주형인 경우 주로 활용한다[31]. NNI 방법을 수식으로 나타내면 Eq. (1)과 같다.

$$y_k^* = \begin{cases} y_k, & k \in A_r \\ y_j, & j : \min_{j \in A_r} \|x_k - x_j\|, k \in A_{s-r} \end{cases} \quad (1)$$

Where A_r and A_{s-r} denotes response set, and non-response set respectively, subscripts r and $n-r$ indicate the size of each set. When y_k is the value of responded variable, if the replaced value of the non-reponse unit is expressed as \hat{y}_k , and the data after replacement is expressed as y^* .

NNI는 활용성이 높지만 주어진 응답값에 의존하므로 이론적 연구에 적용하기 어렵다[32]. 다만 [33]에 따르면 “일반적으로 NNI는 대체될 변수 y 와 최근린 식별에 사용되는 x 사이에 선형관계가 존재한다고 가정할 때 편향이 작거나 무시할 수 있다.” 따라서 건설산업 데이터 및 관련 시스템에 유사한 경험을 가진 사용자인 경우 응답 간 선형 관계가 존재할 것으로 가정하고 무응답 대체에 NNI 방법을 활용하였다.

3.3 건설산업 공공데이터 구현 수준 분석

4개 시스템에 대한 10개 평가 지표의 응답을 수집·구축하고 무응답 값을 처리한 후 산출한 시스템별 평균은 아래 Table 4와 같다. 분석 대상 4개 시스템은 각 시스템 간 공공데이터 구현의 우열 논란을 방지하기 위해 각각 S1에서부터 S4까지 비식별 처리했다.

Table 4. The analysis result of construction industry public data implementation level(overall, out of 100)

Classification	S1	S2	S3	S4	Avg.
Average Score for each system	63.8	44.8	49.5	33.3	

4개 시스템 평균을 기준으로 분석(Table 5)하면, 데이터의 다양성에 대해서는 대체로 호의적인 응답을 보였고(Q1) 공공데이터를 추가 비용을 지불하지 않고도 무료로 제공받을 수 있다는 점 역시 장점으로 꼽았다(Q5). 이외에도 정보가 최신성을 유지하고 있는지에 대한 질문이나 주기적 업데이트 여부에 대해서도 비교적 만족도가 높은 것으로 조사됐다(Q7). 하지만 시스템별 상세 분석 결과를 통해 분석해보면 앞서의 호의적 응답과는 달리 시스템 사이의 편차가 100점 만점에 최대 50점에 이를 정도로 컸다.

Table 5. The analysis result of construction industry public data implementation level(higher score)

Questions	S1	S2	S3	S4	Avg.
[Q1] Does the data exist?	85.7	76.2	71.4	57.1	72.6
[Q5] Is the dataset available free of charge?	90.5	71.4	71.4	47.6	70.2
[Q7] Is the dataset up to date?	85.7	66.7	57.1	38.1	61.9
[Q8] Is the publication of the dataset sustainable?	90.5	61.9	66.7	42.9	65.5

온라인 접근성에 대해서는 보통의 만족도를 나타냈는데(Table 6), 상대적으로 만족도가 떨어지는 이유로는 폐쇄적 운영방식과 데이터의 일부만 공개돼 전체 데이터를 살펴볼 수 없다는 점을 꼽았다. 담당 공무원 등 일부 인원만 볼 수 있도록 시스템이 제한적으로 운영되고 있다는 점과, 공개된 데이터 역시 전체 구조를 보지 못하고 일부만 공개되어 연구에 활용하기 어렵다는 점을 피력한 것이다(Q2, Q9).

Table 6. The analysis result of construction industry public data implementation level(middle score)

Questions	S1	S2	S3	S4	Avg.
[Q2] Is it available online from government in any form?	66.7	42.9	42.9	33.3	46.4
[Q9] Was it easy to find information about this dataset?	71.4	38.1	57.1	28.6	48.8

다만 이러한 분석 결과는 데이터 특성을 고려해서 해석해야 한다. 축적된 데이터의 특성상 「정보공개법(이하 법)」의 ‘비공개 대상정보’에 해당할 수 있기 때문이다. 특히 도급 금액, 대금 수령사항 등 민감 사항은 법 제9조제 7항 “법인·단체 또는 개인의 경영상·영업상 비밀에 관한 사항으로서 공개될 경우 법인 등의 정당한 이익을 현저

히 해칠 우려가 있다고 인정되는 정보”에 포함될 가능성이 크다. 따라서 전면 공개 대상은 되기 어렵고 오히려 개방에 따른 파급효과 등을 신중히 고려해야 한다.

이용자들의 만족도가 가장 낮은 항목은 메타데이터에 대한 활용성 및 신뢰도 여부로 조사됐다(Q10). 메타데이터는 국내 표준이 지정되어 있고[34], 공공데이터 융합의 활성화를 연구한 [35]의 연구 결과에서는 사용자가 선정한 ‘실현 가능성이 높은 대안’에 속하고 있음에도 불구하고 여전히 사용자들의 불만이 제기되고 있다는 점은 개선이 필요하다.

공개 데이터를 내려받는 과정에서 불편함을 호소했다는 점도 주목할 만하다(Q4). 이미 대국민 공개된 데이터이지만, 데이터를 나눠서 내려받도록 강제하는 등 다운로드에 불편함을 겪었다는 응답이 있었기 때문이다. 정부는 이러한 사용자들의 불만을 해소하기 위해 ‘국가중점데이터 정책’을 통해 대용량 공공데이터를 이미 구현했으며, 본 연구의 대상이 되는 데이터 중 일부는 국가중점데이터로 지정되어 있다. 국가중점데이터는 산업 파급효과가 크고 수요가 다양하다는 점을 고려해 민간에서 활용하기 쉬운 형태로 정제, 가공해 시스템상에서 구현한 데이터이다. 그럼에도 불구하고 사용자들이 데이터 내려받기와 관련한 불만을 제기했다는 점은 보완해야 한다.

Table 7. The analysis result of construction industry public data implementation level(lower score)

Questions	S1	S2	S3	S4	Avg.
[Q3] Is the dataset provided in machine-readable formats?	23.8	23.8	33.3	23.8	26.2
[Q4] Is the machine-readable data available in bulk?	28.6	14.3	38.1	23.8	26.2
[Q6] Is the data openly licensed?	52.4	23.8	38.1	28.6	35.7
[Q10] Are (linked) data URIs provided for key elements of the data?	42.9	28.6	19.0	9.5	25.0

이뿐만 아니라 데이터 사용의 용이성이 떨어진다는 점 역시 문제로 지적됐다(Q3). 응답자 인터뷰에서 도출된 바에 따르면 PDF와 같은 문서파일과 JPG 등 이미지 데이터에 대한 불만이 많았다. 데이터 분석 보고서를 PDF 파일 형태로 제공하고 있지만 보고서만으로는 원시 데이터에 접근하기 어렵다는 것이다. 또한 이미지는 컴퓨터가 이해하기 어려운 데이터 형식이므로 특수한 경우가 아니라면 데이터 재사용의 가능성을 제고하는 방안을 강구해야 한다. 타 산업 비교 결과 건설산업 관련 정보시스

템의 공공데이터 구현 정도는 국내 전 산업 평균보다 낮다. [22]에 따르면 국내 공공데이터 공개 시스템 평균 점수는 67점으로, 조사 대상 30개국 중 10위권에 해당하는 수치로서 여타 분야 대비 상대적 수준이 높다고 평가하기 어렵다. 15개 분야별 분류 중 건설업보다 낮은 점수를 기록한 분야는 2개 분야로, 정부지출(재정)에 대한 세부 데이터(Detailed data on government spend)와 사업자 등록 정보(Company register)에 불과했다. 따라서 건설산업 분야 정보시스템의 공공데이터 개선 프로세스 전반에 개선이 필요한 것으로 평가된다.

시스템별로 분석해보면, S1 시스템이 대체로 가장 높은 수준의 구현 수준을 달성한 것으로 분석된 반면 S4 시스템에서는 보완해야 할 점이 드러났다. S2와 S3 시스템은 종합적으로 서로 유사한 정도의 구현 수준을 나타냈지만 세부항목에서 차이를 보였다.

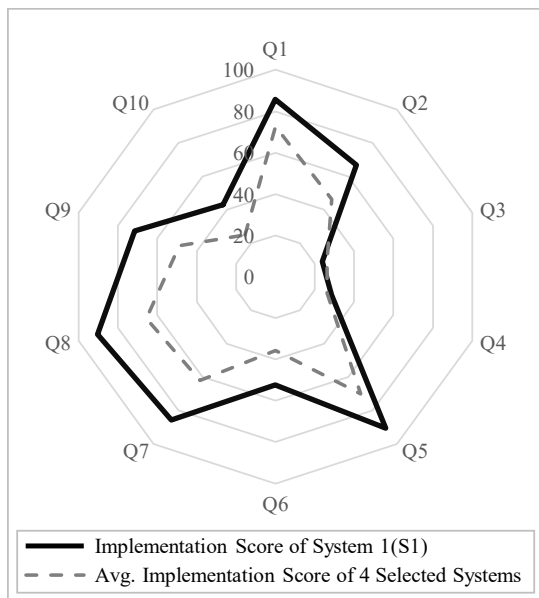


Fig. 1. Example of high level of public data implementation in construction industry area(S1)

Fig. 1은 S1 시스템에 대한 응답의 평균을 방사형 그래프로 나타낸 것이다. 대부분의 항목에서 4개 시스템 평균선(그래프의 회색 점선)보다 두루 높은 점수를 보여 비교 대상 시스템 대비 공공데이터의 구현 정도가 우수했다. 특히 정기적 업데이트(Q8)와 무료로 이용할 수 있다는 점(Q5)이 다른 시스템에 비해 주요한 장점으로 꼽힌 가운데 데이터의 검색 용이성(Q7)에 대한 만족도가 여타 시스템과 비교했을 때 확연한 차이를 나타냈다. 실

제로 S1 시스템은 원시 데이터를 재가공해 최대 20여 가지에 이르는 조건 검색을 제공해 최대 150개가 넘는 정보(field)를 동시에 조회할 수 있다. 다만 데이터 사용의 용이성(Q3)과 다운로드의 편의성(Q4)이 다른 항목에 비해 비교적 낮은 수준으로 평가된 가운데 데이터 사용의 용이성 항목은 유일하게 비교 대상인 4개 시스템 평균보다도 낮은 수준을 나타냈다.

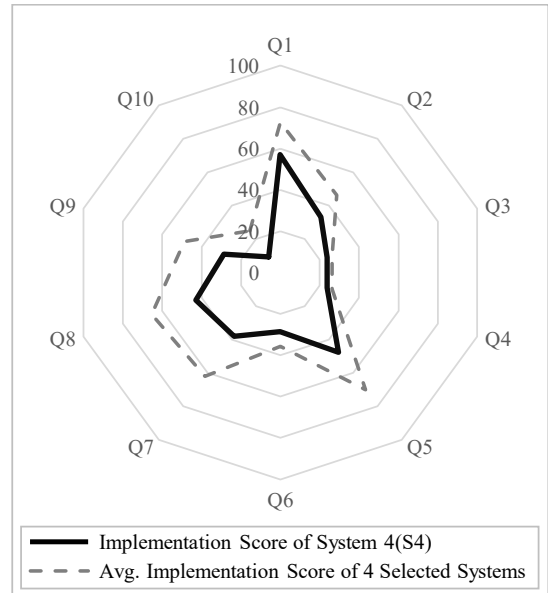


Fig. 2. Example of requiring improvement of public data implementation level in construction industry area(S4)

Fig. 2는 본 연구의 비교 대상 4개 시스템 중 가장 구현 수준이 낮은 것으로 평가된 S4 시스템의 현황이다. 전체 항목을 통틀어 평균 이상을 기록한 분야가 없으며 특히 전체 시스템 평균과 격차가 벌어졌던 항목은 메타데이터(Q10)와 주기적 업데이트에 대한(Q7) 것이었다. S4 시스템을 실제로 활용한 응답자에 따르면 메타데이터 중 주요한 부분 중 하나인 코드데이터 정보가 사용자 등록을 하지 않고는 일반적으로 접근할 수 없는 위치에 등록되어 있다는 점을 지적하였다. 또한 기능 명세서와 실제 동작하는 서비스의 차이가 있다는 점 역시 지적됐다. 다만 설문조사 수행 시점까지 누적된 시스템 운영 기간이 여타 시스템보다 현저히 짧다는 점을 고려할 때 특정 기능의 미구현, 업데이트 주기 미도래 등 운영 초기 시스템의 한계가 응답에 반영되었을 가능성이 있다. 따라서 S4 시스템에 대해서는 시스템 안정화 기간을 거친 후 동일한 조사를 통해 재검증할 필요가 있다.

4. 결론

전자정부가 발전을 거듭하면서 ODG에 대한 각국 정부의 관심이 집중되었다. 미국 정부는 최근 부처별로 열린 정부 계획의 버전을 5.0으로 업데이트하여 속속 발표하고 있다. 국내에서도 과학 행정을 통해 공공기관의 책임성, 대응성 및 신뢰성을 높인다는 명목으로 다양한 실천 방안을 강구하고 있다. 최근 제정한 「데이터기반행정 활성화에 관한 법률」과 같은 법에 따른 ‘데이터기반행정 활성화 기본계획’이 대표적이다. 그중 건설산업 분야의 공공데이터는 20여 년이 넘는 정보화 관련 노력에서 짐작할 수 있듯 이미 여타 산업 분야 대비 다양한 데이터를 구축해왔고 그 중 상당 부분을 국민에게 제공해 윤석열 정부에서 주안을 두고 있는 ‘찾아가는 공공서비스’를 선두에서 이끄는 것도 사실이다. 반면 최근까지의 선행연구 검토 결과 정보시스템의 현황에 대한 평가, 그중에서도 수요자에 의한 정보시스템 현황 평가가 미흡해 이를 심화한 연구가 필요한 것으로 분석됐다.

이에 본 연구에서는 사용자가 평가하는 건설분야 공공데이터의 온라인 접근성, 사용 용이성, 편의성, 최신성 등 데이터 구현 현황을 파악할 수 있는 주요 지표의 현황을 분석하였다. 특히 공공데이터를 다른 집단보다 심도 있게 활용하고 있는 연구 전문가 집단에 설문을 의뢰해 전문성을 확보하였다. 응답지에서 필연적으로 발생하는 무응답 처리를 위해서는 현실성을 고려해 NNI 방법을 적용함으로써 편향을 최소화하는데 만전을 기하였다.

연구 결과를 정리하면 다음과 같다. 건설산업 분야의 공공데이터는 종류가 비교적 다양하고, 추가적인 비용을 부담하지 않고도 데이터를 확보할 수 있다는 점에서 높은 평가를 내릴 수 있다. 데이터 특성 상 일간 주기로 변화하는 데이터라 할지라도 대체로 주기적이며 신속하게 업데이트 된다는 점 역시 장점으로 꼽을 수 있다. 반면 본 연구에서 분석의 틀로 선정한 ODB의 조사 결과를 기반으로 국내·외 여타 시스템과 비교해보면, 그 수준이 높다고 평가하기는 어렵다. 특히 데이터의 다양성에 비해 부족한 메타데이터, 데이터를 내려받는 과정에서 수반되는 불편함, 비교적 부족한 데이터 사용성 등은 개선이 요구됐는데, 산업 내·외의 선행 사례에서는 개별 시스템 기반의 공공데이터 제공에 그치지 않고 데이터 웨어하우스, 나아가 데이터 플랫폼으로의 전환을 통해 사용성을 제고한 것으로 조사돼 플랫폼 전환을 적극적으로 추진할 필요가 있다.

본 연구에서 도출된 결과가 향후 건설산업 데이터 플

랫폼 구축에까지 이어지기 위해서는 미처 다루지 못한 다양한 이해관계자 및 현장 상황을 반영할 수 있는 시스템 구조에 관한 후속 연구가 긴요하다. 이번 조사에서는 연구 목적상 정보시스템 사용자에게 중점을 뒀기 때문이다. 연구에서 활용한 ODB 설문 문항도 개선이 요구된다. 현재와 미래의 건설업계 사정을 반영할 수 있는 문항을 수정 적용해야만 보다 합리적인 정보시스템 개선방안을 도출할 수 있기 때문이다. 앞서 문제로 지적한 최신 시스템에 대한 사용자 경험 부족이 야기할 수 있는 조사 결과의 왜곡 등을 막는 방안도 마련되어야 할 것이다.

이러한 연구 한계에도 불구하고 본 연구는, 기존 연구에서 시도하지 못했던 심층 사용자 패널을 확보해 의견을 청취함으로써 현실을 명확히 파악하고 개선 방향의 단초를 찾을 수 있었다는 점에서 의의가 있다. 본 연구 방법론을 활용한 조사가 1회에 그치지 않고 패널데이터로 지속된다면 연도별 비교 가능성을 추가로 확보할 수 있으므로 향후 확장된 시스템 경쟁력 및 평가 시 하나의 방법론으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgements

This research was supported by a grant (RS-2022-00143493, project number:1615012983) from Digital-Based Building Construction and Safety Supervision Technology Research Program funded by Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korean Government.

References

- [1] Technology Policy Division of Ministry of Land, Infrastructure and Transport. Smart construction technology roadmap to innovate construction productivity and enhance safety, Press release, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Korea, pp.1-21, 2018.
- [2] K. P. Lee, S. Y. Choe, T. H. Sohn, S. I. Choi, Survey on Smart Technology Applications of Korean Construction Companies and Strategies for Activation, Research Report, Construction & Economy Research Institute of Korea, Korea, pp.12-17.
- [3] Ministry of Construction & Transportation, The First Master Plan for the Korean Construction Industry Promotion, Policy Report, Ministry Of Construction &

- Transportation, Korea, pp.33-34.
- [4] Ministry of the Interior and Safety, The 50 Year History of e-Government, Policy Brief, Ministry of the Interior and Safety, Korea, pp.110-113.
 - [5] Green(Sustainable) Construction Division of Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Revitalize the creative economy with 280 million building information that anyone can use [Internet], Ministry of Land, Infrastructure and Transport. c2015 [cited 2015 Jan 28], Available From: http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95075195 (accessed Sep. 24, 2022)
 - [6] Korea Smart Manufacturing Office, 2021 Small and Medium Business Informatization Level Survey Results Report, Survey Report, Korea Technology and information Promotion Agency, Korea, pp.102-112.
 - [7] L. G. Sategna, D. Meinero, M. Volontà, Digitalising the Construction Sector – Unlocking the potential of data with a value chain approach, Research Report, Committee for European Construction Equipment, Belgium, p.4.
 - [8] J. Manyika, S. Rmaswamy, S. Khanna, H. Sarrazin, G. Pinkus, et al., Digital America: A tale of the haves and have-mores, Research Report, McKinsey & Company, U.S., p.5, 2015.
 - [9] H. J. Kim, “1 in 10 professionals “Utilize core technologies of the 4th industrial revolution for work”” [Internet], Korea Employment Information Service, c2018 [cited 2018 Jan 31], Available From: <https://keis.or.kr/user/bbs/main/137/3963/bbsDataView/39669.do> (accessed Oct. 1, 2022)
 - [10] Director General for Technology and Safety Policy, The Sixth Master Plan for the Korean Construction Industry Promotion, Policy Report, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Korea, pp.1,7.
 - [11] Y. D. Kim, C. H. Park, A Rational Improvement Plan for Information Management of Construction Projects, Working Paper, Construction & Economy Research Institute of Korea, Korea, pp.34-48.
 - [12] S. I. Kim, A Study on Establishment of the Foundation for the Use of Big Data in the Construction Industry, Research Report, Korea Research Institute for Human Settlements, Korea, pp.61-76.
 - [13] Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Operation and Technical Improvement of Construction CALS System(I), Research Report, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Korea, pp.142-146.
 - [14] E. J. Shin, S. J. Son, J. Y. Seo, Y. R. Kim, Considerations for Data Rights in Publicly Funded Research, Research Report, Science and Technology Policy Institute, Korea, pp.15-17,78.
 - [15] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Information System Guidebook, Technical Report, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Korea, pp.11-30,67-83.
 - [16] Ministry of the Interior and Safety, Public Notice on Public Data Management Guidelines(Notice No. 2021-70), Public Notice, Ministry of the Interior and Safety, Korea.
 - [17] Technology Policy Division of Ministry of Land, Infrastructure and Transport, “What is CALS?” [Internet]. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, n.d. Available From: <https://www.calspia.go.kr/portal/intro/introCALs.do> (accessed Sep 27, 2022)
 - [18] I. S. Jung, N. G. Kim, J. U. Kim, C. S. Lee, “Comparison Analysis on the Informatization Level between Construction CALS and Other Sectors”, *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol.10, No.4, pp.26-37, Jun. 2009.
 - [19] Ministry of Employment and Labor, Korea Employment Information Service, The Dictionary of Occupational Titles of Korea: 2020, Policy Report, Korea, p.555.
 - [20] M. H. Hyun, H. J. Lee, H. S. Kim, J. H. Park, Analysis of current status of open data metrics for open data evaluation, KISTI Knowledge Report, No. 42, Korea Institute of Science and Technology Information, p.6, Dec. 2014.
 - [21] European Data Portal, Open Data Maturity Report 2021 – Methodology, Research Report, European Data Portal, pp.2-9.
 - [22] World Wide Web Foundation, OpenData Barometer – Leaders Edition ODB Methodology v1.0 [Internet]. World Wide Web Foundation. c2017 [cited 2017 Sep 15], Available From: <http://opendatabarometer.org/doc/leadersEdition/ODB-leadersEdition-Methodology.pdf> (accessed Aug. 30, 2022)
 - [23] Open Data Inventory, Open Data Inventory 2020/21 Methodology Guide [Internet], Open Data Inventory, c2020 [cited 2020 Dec 2], Available From: https://docs.google.com/document/d/1MBK0hN6MoQrii7_E1bmRXmsUcE8Fbb-Q32nxm8d8qTw/edit (accessed Aug 13, 2022)
 - [24] J. A. R. Perez, C. Emilsson, B. Ubaldi, Open, Useful and Re-usable data(OURdata) Index: 2019, Policy Report, The Organization for Economic Co-operation and Development, pp.16-18. DOI: <https://dx.doi.org/10.1787/45f6de2d-en>
 - [25] Open Knowledge Foundation, Public Archive of ofkn/opendatasurvey on GitHub [Internet], Global Open Data Index, c2022 [cited 2022 Aug 3], Available From: <https://github.com/ofkn/opendatasurvey> (accessed Aug 12, 2022)
 - [26] World Bank Group, Part B: Open Data Readiness Assessment Methodology [Internet], World Bank Group, c2015 [cited 2015 Aug 5], Available From: <https://opendatatoolkit.worldbank.org/docs/odra/odr>

[a v3.1 methodology-en.pdf](#) (accessed Aug 13, 2022)

- [27] D. Tinholt, The Open Data Economy – Unlocking Economic Value by Opening Government and Public Data, Research Report, Capgemini Consulting, p.6.
- [28] The Economist Intelligence Unit, Open Government Data: Assessing demand around the world, 2013, Working Paper, The Economist Intelligence Unit, p.3.
- [29] A. Zuiderwijk, A. Pirannejad, I. Susha, "Comparing open data benchmarks: Which metrics and methodologies determine countries' positions in the ranking lists?", *Telematics and Informatics*, Vol. 62, pp.1-23, Sep. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tele.2021.101634>
- [30] K. S. Kim, Sample replacement method and rational use of replacement data, Research Report, Bank of Korea, Korea, p.8.
- [31] P. G. Choi, A Study on the Alternative Method of Non-Response for Economic Census, Research Report, Statistics Korea, Korea, p.86.
- [32] S. Yang, J. K. Kim, Nearest Neighbor Imputation for General Parameter Estimation in Survey Sampling. in P. H. Kim , T. J. David, T. Guatam(Eds.), *The Economics of Complex Survey Data*, Emerald Publishing Limited, 2019, pp.209-234.
DOI: <https://doi.org/10.1108/S0731-90532019000039012>
- [33] J. Chen, J. Shao, "Nearest Neighbor Imputation for Survey Data", *Journal of Official Statistics*, Vol.16, No.2, pp.113-131, Jun. 2000.
- [34] Ministry of the Interior and Safety, Public Notice on Guidelines for Standardizing Databases in Public Institutions(Notice No. 2021-32), Public Notice, Ministry of the Interior and Safety, Korea.
- [35] K. Yoon, Enhancing Data-Driven Public Administration : Focused on Public Data Integration, Research Report, Korea Institute of Public Administration, Korea, pp.256-257.

김 성 환(Sunghwan Kim)

[정회원]



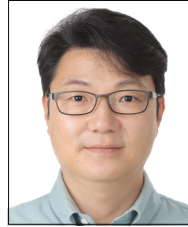
- 2011년 2월 : 고려대학교 사범대학 지리교육과 (문학사)
- 2018년 2월 : 연세대학교 공학대학원 도시공학과 (공학박사)
- 2018년 6월 ~ 현재 : 한국건설산업연구원 경제금융·도시연구실 부연구위원

<관심분야>

빅데이터, 공간데이터, 공간분석, 주택 및 부동산 시장, 주택경제, 주택정책

유 위 성(Wi Sung Yoo)

[정회원]



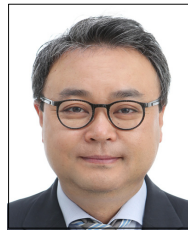
- 2003년 2월 : Texas A&M University, Civil Engineering (M.S.)
- 2007년 2월 : Ohio State University, Civil Engineering (Ph.D.)
- 2010년 1월 ~ 현재 : 한국건설산업연구원 경제금융·도시연구실 연구위원

<관심분야>

건설관리, 해외사업 타당성 분석, 리스크관리, 빅데이터/인공지능 기술, 지능형 의사결정 플랫폼

최 석 인(Seokin Choi)

[정회원]



- 1996년 2월 : 중앙대학교 공과대학 건축학과 (공학사)
- 2002년 2월 : 중앙대학교 일반대학원 건축공학과 (공학박사)
- 2002년 5월 ~ 현재 : 한국건설산업연구원 기획·경영본부장

<관심분야>

산업 동향 및 정책, 프로젝트 조달 정책, PM 전략, 원가관리, R&D 전략