

일본의 제도·정책 벤치마킹을 통한 국내 건설 ICT 시공 방안에 관한 연구-토공사를 중심으로

박수현* · 김정환** · 서종원*** · 심 호****

Park, Soo-Hyun*, Kim, Jeong-Hwan**, Seo, Jong-Won***, Shim, Ho****

A Study on the ICT Construction in Korea through Benchmarking Japanese Systems and Policies - Focused on Earthwork

ABSTRACT

In order to cope with the decrease of construction manpower caused by the aging population and to improve construction productivity, Japanese Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism has been promoting construction methodology using ICT (Information & Communication Technology) since 2016. The ministry has established and implemented new cost estimation standards, delivery systems, and government support policies to boost automated earthwork using ICT, and is expanding the types of automated construction methodology applied at the construction sites. To utilize ICT at construction sites in Korea, as in case of Japan, laws, systems, and policies should be readjusted first. By comparing the ICT-related systems and policies between Japan and Korea, this paper scrutinizes critical benchmarking factors. As a result, we have reached the conclusion that in order to promote ICT methodology at Korean construction sites, Korean government should establish ICT-related cost estimation standards, delivery systems, and economic support policies in advance.

Key words : Construction methodology using ICT, Automated earthwork, Cost estimation standards, Delivery systems, Government support policies

초 록

고령화로 인한 건설인력 감소에 대응하고 건설현장의 생산성 향상을 위해 일본에서는 2016년부터 정보통신기술을 활용한 자동화시공을 추진하고 있다. 일본 국토교통성은 ICT를 활용한 토공 자동화 시공을 뒷받침 할 새로운 비용 산정기준, 발주제도, 정부지원 정책을 마련하여 시행하고 있고 현장에서 활용할 수 있는 자동화 시공의 종류를 확대하고 있다. 우리나라도 ICT를 건설 현장에 원활하게 적용하기 위해서는 일본에서와 같이 우선적으로 ICT를 활용한 자동화 시공 관련 법과 제도, 정책 등을 정비해야 한다. 본 논문은 일본과 한국의 ICT를 활용한 자동화시공 관련 제도 및 정책을 비교·분석하여 벤치마킹하는 방법으로 연구하고 이로부터 시사점을 찾고자 했다. 연구 결과, 국내 건설현장에서 ICT기술을 활용하기 위해서는 한국 정부가 선도적으로 ICT기술 관련 비용 산정기준, 발주체계, 경제지원 정책 등을 마련해야 한다는 결론에 이르게 되었다.

검색어 : ICT를 활용한 자동화시공, 토공사 자동화, ICT 비용 산정기준, ICT 발주제도, 정부 경제지원 정책

* 정회원 · 한양대학교 건설환경공학과 박사수료 (Hanyang University · s10230@hanyang.ac.kr)

** 중신회원 · 한국교통대학교 사회기반공학전공 조교수 (Korea National University of Transportation · jeonghwan.kim@ut.ac.kr)

*** 중신회원 · 한양대학교 건설환경공학과 정교수 (Hanyang University · jseo@hanyang.ac.kr)

**** 중신회원 · 교신저자 · 한양대학교 초빙교수 (Corresponding Author · Hanyang University · shim3001@hanmail.net)

Received May 22, 2020/ revised July 19, 2020/ accepted September 22, 2020

1. 서론

우리나라를 포함한 여러 선진국의 건설현장에서는 베이비붐 세대의 은퇴, 고령화 등에 따른 인구구조 변화로 숙련공 부족 현상을 겪고 있다. 일본은 우리나라보다 먼저 초고령 사회에 진입하여 인구절벽 및 고령화가 가속되었고 건설 노동력 감소를 경험하였다. 2014년 기준 350만 명 정도였던 일본 건설노동자는 2025년에는 220만 명으로 감소하여 극심한 인력부족이 예상된다(Kwon, 2019). 또한 정부 정책에 의한 근로시간 단축, 낮은 건설 생산성 등의 문제도 일본의 건설산업에 부정적인 영향을 끼치고 있다.

이러한 사회적 문제를 해결하고 전 세계가 직면한 4차 산업혁명에 대응하기 위해 일본 국토교통성은 2017년 20개의 생산성 혁명 프로젝트를 발표했으며, 이 중 i-Construction이 핵심정책으로 포함되었다. 일본은 1980년대부터 약 68억 엔을 투자하여 정부 주도적으로 건설자동화와 관련된 기술을 적극 개발해왔으며, 로봇·기계 기술을 활용한 건설정보화, 건설자동화 등을 기반으로 한 i-Construction을 통해 조사, 측량, 설계, 시공, 검사 등 전 과정에 ICT (Information and Communication Technology)를 도입하여 2025년까지 건설업의 생산성을 25 % 향상시키겠다는 목표를 가지고 있다.

우리나라도 일본과 매우 유사하게 청년층 기술자들이 건설산업에 진입하는 비율이 줄어들고 있고 건설현장에서 인력을 구하기가 점차 어려워지고 있다(Kim, 2018). 우리나라 국토교통부는 4차 산업혁명 기술을 융합한 기술개발을 통해 생산성과 안전성 차원에서 혁신을 이루는 한편, 건설 엔지니어링의 글로벌 경쟁력을 높이고 신성장 동력 육성을 추진하기 위해 2017년 제6차 건설기술진흥기본계획을 발표하였다. 제6차 건설기술진흥기본계획의 비전은 2025년까지 BIM (Building Information Modeling), AI (Artificial Intelligence) 등을 적용한 건설자동화 기술개발을 통해 스마트건설 (Smart Construction 2025)을 확립하는 것이다(MOLIT, 2018). 이를 뒷받침하기 위해 국토교통부는 2018년에 우리나라 건설산업에서 ICT를 활용한 정보화 시공 보급 및 확대를 내용으로 하는 스마트건설 로드맵을 수립하였다. 여기서 말하는 ICT를 활용한 정보화시공은 건설공사 전(全)단계(조사·설계·시공·감독·검사·유지관리)에서 ICT를 적용해 얻은 전자정보를 활용해 고효율·고정밀도 시공을 구현하고, 시공에서 얻은 전자정보를 다시 다른 프로세스에 활용함으로써 전반적인 건설 프로세스의 생산성을 향상시키고 품질을 확보하는 것을 목적으로 한다(Yoon, 2014). 이를 위해 스마트건설 로드맵에서는 각 공사 단계별 스마트건설기술 발전목표와 로드맵 이행방안을 제시하고 있으며, 특히 스마트건설 로드맵을 기반으로 ICT 정보화 시공의 현실화·실용화를 위해 도로건설사업을 대상으로 스마트건설기술 개발사업(R&D)을 2020년부터

2025년까지 수행한다는 내용을 담고 있다. 도로공사의 각 단계별로 생성되는 정보를 디지털화하고, 이를 네트워크로 연결하여 스마트 건설 디지털플랫폼 구축을 통해 건설 생산성과 안전성을 혁신적으로 개선하는 것을 목표로 하는 본 사업은 종합 테스트베드(Test Bed) 적용 및 검증이 핵심이다. 이를 성공적으로 달성하려면 ICT 정보화 시공을 현장에 쉽게 적용할 수 있도록 공사의 발주방식, 입찰방식 및 평가방법, 신기술 보급지원을 위한 정부정책 및 자금지원 등 관련법과 제도가 정비되어야 한다. 국내건설의 설계, 시공, 감리는 건설산업기본법, 건설기술진흥법 등에 영향을 받기 때문에 우선적으로 법과 제도가 뒷받침되지 않으면 현실과 동떨어진 연구가 될 수 있다.

일본의 i-Construction은 국토교통성 주도로 ICT 토공을 선두로 하여 토공 이외 공종의 ICT 기술 도입, ICT 관련 기준 정비, 산·관·학 컨소시엄을 통한 연구개발 추진, 지방공공단체 발주공사에서의 보급 촉진 등을 꾀하고 있다(Cho, 2017). 따라서 본 논문은 이미 1990년대부터 인구 감소와 인력 부족에 대한 위기감을 먼저 느끼고 이를 해결하기 위해 ICT 기술을 건설에 적용해야 한다는 생각을 먼저 시작한 일본의 i-Construction 추진정책에서 일본의 보패-시장단가-Unit Price-시공 패키지형 적산으로 이어지는 적산기준(토공사), ICT 활용 공사(토공사) 발주방식, 일본 정부의 ICT 건설 활성화를 위한 경제적 지원 등을 분석하고, 이 3가지 측면에서 우리나라가 벤치마킹할 내용이 있는지를 연구함으로써 우리나라 스마트건설에서 ICT 시공 활성화 방안에 대해 제안하고자 한다.

2. 일본 i-Construction 사례 분석

2.1 적산기준

2.1.1 일본 보패(歩掛)와 적산기준 및 그 한계

우리나라에서 건설 공종별로 들어가는 자재·노무·장비 단위(품)를 정부가 조사하여 정해 둔 것을 표준품셈이라 한다. 이 표준품셈을 일본에서는 ‘보패’라고 하며, 보패는 각 공종의 단위량을 사공하는데 필요한 현장노동자 수, 철근·시멘트 등의 재료의 양, 그리고 크레인과 불도저 등 사용되는 기계의 필요량을 나타낸다(Park, 2006). 일본은 적산기준 작성을 민간에 이양하였으며, 전문적인 자격을 갖춘 민간 적산전문가로 하여금 적정 공사비를 산출하게 하고 정부와 업체는 이에 따라 공사비를 결정하고 있다. 그리고 매년 가격을 조정해 줌으로써 표준보패에서 합리적인 적산기준인 시장단가로 1993년부터 전환 또는 부분 전환하였다(Park, 2016; Son, 2008). 그러나 이 시장단가는 시장의 변동가격 결정요인을 예정가격에 반영할 수 있고, 원수급인과 하수급인 간의 실제 거래가격을 확인할 수 있으며, 발주자의 적산업무 효율화를 높일 수

있다는 장점 등을 근거로 적용되었으나(Park, 2006) 실제 공사현장에서는 시공시방, 공사량, 공사기간, 결제조건 등 거래조건이 비슷하더라도 거래당사자의 교섭능력에 따라 크게 달라질 수 있는 현실적인 문제가 있고 시장단가를 조사하는 데에도 한계요인이 많다.

그래서 국토교통성은 2003년부터 국토교통성 공공사업비 구조 개혁프로그램(2003~2007년)의 중점시책 중 하나로 ‘Unit Price형 적산방식’을 도입하였다. Unit Price형 적산방식은 발주자와 수급인이 총액(lump-sum)으로 계약을 한 후, 발주자가 계약상대자인 수급인과 공사 Unit마다 가격을 합의하고 데이터베이스화 해가며 실제 데이터베이스 단가(Unit Price)를 기준으로 적산하는 방식이다. Unit Price는 국토기술정책종합연구소에서 구축해서 국토교통성과 각 지방청에서 활용되었으나, 이 적산방식을 운용하면서 발주자는 Unit Price를 일본 회계법령상 공표하지 못해 계약 과정에서 수급인(원도급사)에게 Unit Price를 제시할 수 없는 현실적 문제를 겪게 되었다. 결국 발주자와 수급인은 총액으로 계약을 한 후 공사를 시행하면서 공사를 공종(Unit) 단위로 나눠 Unit마다 단가를 합의해야 하고, 합의 단가를 기준으로 설계를 변경할 수밖에 없다(Choi, 2014). 일본은 보다 효율적인 적산제도를 구상하다가 2012년부터 ‘시공 패키지형 적산방식’을 도입하였다(MLIT, 2019a).

2.1.2 일본 시공 패키지형 적산기준 제정

일본 국토교통성은 발주자 및 수급인의 적산노력 경감 등을 목적으로 2003년부터 Unit Price형 적산방식을 일부 공사를 대상으로 적용했지만 해당 적산방식에 대한 거래가격의 타당성에 대한 우려, 거래가격 산정과정의 불투명성 등의 문제점이 꾸준히 지적되어왔다. 따라서 적산의 효율성을 더욱 촉진시키기 위해 Unit Price를 개량한 새로운 적산 방식으로서 ‘시공 패키지형 적산방식’을 2012년에 토목공사에 도입하였다.

Unit Price 적산방식에서 시공 패키지형 적산방식으로 개정한 주요 내용은 직접공사비 적산 시 기계경비·인건비·재료비를 포함한 하나의 ‘시공 패키지 단가’로 계상하는 것이다. 시공 패키지 단가는 계약단가를 활용하면서 다년간의 단가 경향과 실제 시공 상황 등을 고려하여 표준단가를 결정하며, 표준단가에서 지역마다 설정되는 적산단가에 대한 보정 방법을 공표하여 시공 패키지 단가의 가격투명성을 확보하였다(MLIT, 2019a).

국토교통성은 조사, 측량, 설계, 시공, 검사 및 유지관리 등 모든 건설공사 프로세스에 ICT를 활용하는 ‘i-Construction’을 추진하기 위해 시공 패키지형 적산을 적용하여 ICT 활용 공사유계수 등으로 보정하는 ICT 시공(ICT 토공, ICT 법면성형공 등)만의 새로운 적산기준을 2016년에 제정하였다. ICT 활용 공사흐름은

5단계로 이루어져 있는데, ① 3차원 시공측량, ② 3차원 설계데이터 작성, ③ ICT 건설기계에 의한 시공, ④ 3차원 진행상황 관리 및 시공관리, ⑤ 3차원 데이터 납품이다. 특히 ③ ICT 건설기계에 의한 시공을 활성화하기 위해 일반 건설기계에 추가하는 ICT 기기 비용(렌탈), 시스템의 설치·철거 및 운영지도 등의 경비(초기비용), ICT 건설기계의 일상점검에 드는 비용 등에 관한 새로운 기준을 마련하였으며(Cho, 2017), 2016년에 우선적으로 도로 토공(굴착, 노체성토, 노상성토), 하천토공 및 법면성형공 등에 대한 새로운 기준을 만들었고 점차 적용 공종의 범위를 확대해 나가고 있다. 일본 시공 패키지형 적산기준에 대한 상세 내용은 3.1절에서 다룬다.

2.2 발주제도

일본은 Machine Guidance, Machine Control 등 ICT 기술이 많이 활용되고 있는 공종인 토공을 중심으로 ICT 토공 실시방침을 제정하였으며, 이 실시방침에 의하면 토공(대상 공종)을 포함한 일반 토목공사를 대상으로 예정가격과 토공물량에 의해 크게 발주자 지정형과 시공자 희망형 I, II로 발주방식(Fig. 1)이 구분된다. 토공량이 1,000 m³ 이상일 경우 입찰 공고 시 ‘ICT 활용공사’(건설 생산 프로세스의 모든 단계에 ICT 시공기술을 전면적으로 활용하는 ICT 활용공사는 ① 3차원 시공측량, ② 3차원 설계데이터 작성, ③ ICT 건설기계에 의한 시공, ④ 3차원 진행상황 관리 및 시공관리, ⑤ 3차원 데이터 납품의 5단계로 이루어져 있음(2.1.3 일본 시공 패키지형 적산기준 제정에서 언급)로 공고를 해야 하며, 이 중 공사의 예정가격이 3억 엔 이상인 공사는 ICT 활용공사를 수행해야 하는 발주자 지정형(Owner-specified type)으로 발주해야 한다. 이 때 필요한 경비는 ‘ICT 활용공사 적산요령’에 의해 당초 설계 때 계상한다. 한편, 토공량이 1,000 m³ 이상이지만 공사의 예정가격이 3억 엔 미만인 공사에 대해 발주자가 ICT 전면 활용을 적용하는 경우 시공자 희망형 I (Contractor’s Preference I), 그리고 토공량이 10,000 m³ 미만이면 공사의 예정가격이 3억 엔 미만인 공사에 대해 발주자가 ICT 전면 활용을 적용하는 경우 시공자 희망형 II (Contractor’s Preference II)로 발주한다. 시공자 희망형 I, II의 경우, 발주자 지정형과 다르게 ‘ICT 활용공사 적산요령’에 의해 필요한 경비를 설계변경을 통해 계상할 수 있다. 그리고 수급인이 발주자와 계약한 후 ICT 활용공사를 전면적으로 하지 않고 ICT 건설기계에 의한 시공만 원할 경우, 기계 시공비용에 대해서만 변경 계상이 가능하도록 하고 있다. 발주자 지정형 및 시공자 희망형 II로 낙찰된 수급인은 공사성적에서만 가점대상이지만, 시공자 희망형 I로 낙찰된 수급인은 공사성적 뿐만 아니라 종합평가 대상이다(MLIT, 2018a). 종합평가, 공사성적과 관련된 자세한 사항은 3장 국내 ICT 시공 활성화 벤치마킹 제안에서 다룬다.

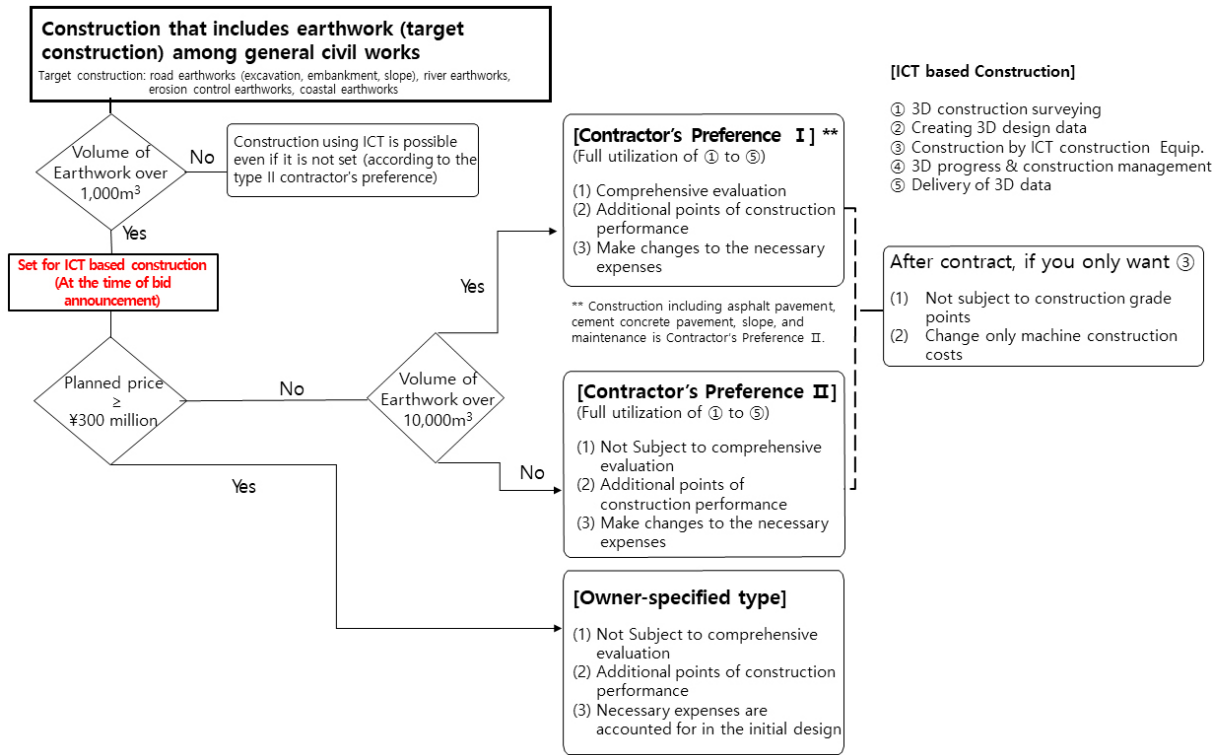


Fig. 1. Delivery Method for ICT Construction in Japan (Source: MLIT, 2018a)

2.3 국토교통성 지원책

일본 정부의 i-Construction 활성화 지원책으로는 보조금과 세제·용자제도로 구분된다. 보조금에는 ① 제조업·상업서비스 고도화 촉진사업, ② 제조업·상업서비스 생산성 향상 촉진사업(제조보조금), ③ 서비스 등 생산성 향상 IT 도입 지원사업(IT도입보조금), ④ 인재개발 지원 보조금이 있다. 중소기업이 ICT 시스템장비나 ICT 건설기계와 같은 ICT 활용 하드웨어를 구입하고자 할 때 ①, ②사업을 통해 보조율 2/3 이내(①사업 상한액 1,000~2,000만 엔, ②사업 상한액 1,000만 엔)로 보조금을 받을 수 있다. ICT 활용 소프트웨어를 도입할 때는 ③사업을 통해 보조율 1/2 이내(상한액 450만 엔)로 보조금을 받을 수 있으며, ICT 시공 인재를 육성하고자 할 때는 ④ 인재개발 지원 보조금을 통해 보조율 6/10 이내 보조금 및 임금을 지원받을 수 있다.

또한 i-Construction을 도입하면 세제 혜택을 받을 수 있다. 중소기업이 ICT 시스템 장비나 ICT 건설기계(ICT 활용 하드웨어)를 구입하면 「생산성 향상 특별조치법」 특례에 따라 지방세인 고정자산세를 3년간 최대 50%까지 경감해준다. 그리고 중소기업이 ICT 활용 하드웨어와 함께 ICT 활용 소프트웨어까지 도입할 경우, 국세에서도 세제 혜택을 받을 수 있는데, 「중소기업 등 경영강화법」의 인정을 받는 경영능력 향상계획에 근거한 세제 조치에

의해 즉시 상가 또는 취득가격의 10%를 세액공제를 해주고 이에 더하여 중소기업 투자 촉진 세제를 적용하여 특별상가 30% 또는 취득가격의 7%에 해당하는 금액에 대해 세액공제를 해준다. 마지막으로 중소기업이 ICT 시공기계를 구입하거나 임대하면 IT활용 촉진 자금을 통해 저리용자를 받아서 구입할 수 있으며, 각종 환경 대책형 건설기계를 구입할 때도 환경·에너지 대책자금을 통해 저리용자로 구입할 수 있다(MLIT, 2020).

일본에는 ICT 기술을 선진적으로 활용하고자 노력하고 준비하는 중소기업이 다수 존재하지만, 현실상 대부분의 많은 중소기업들은 시스템구축을 위한 비용부담과 ICT를 활용할 인력 부족에 직면해 있다. 일본 정부는 이러한 문제를 해결하기 위해 ICT 기술을 적용하는 중소기업에 대해 보조금과 세제·용자제도를 운영하고 있으며 이를 통해 건설산업의 혁신을 견인하고 있음을 알 수 있다.

3. 일본 i-Construction 벤치마킹을 통한 국내 건설 ICT 시공 활성화 방안

3.1 적산기준

일본은 2.1.2절에서 다룬 시공 패키지형 적산을 2012년 처음 3개의 공사(포장, 도로개량, 축제·호안)의 주요 공중에 63개의 시공

패키지로 적용하였으며, 적산기준을 여러 번 개정해서 시공 패키지 적용 공종 수를 확대하고 있다(MLIT, 2018a). 시공 패키지를 도입한 공종에 대해서는 적산기준서에서 해당 공종의 품셈을 삭제하고 시공 패키지에 의해 적산한다. 국내 건설산업의 ICT 시공 실용화를 위해서는 일본의 사례와 같이 ICT 기술에 대한 공사비 산정기준을 만들어야 한다. 국내 실정에 맞는 ICT 원가기준 신설(특히 ICT 공사비산정 프로세스 개발)을 위해서 일본이 시공 패키지형 적산(토공)을 바탕으로 하여 개정된 ‘ICT 토공’ 시공 패키지형 적산에 대해 알아보고자 한다.

일본은 거래가격 투명성 제고를 위해 정부에서 표준단가 및 표준단가 보정을 통해 적산 단가를 산정하는 방법을 공표함으로써 발주자의 예정가격 설정이 한층 더 명확해졌고, 공사계약 후 발주자와 수급인 사이의 단가 협의나 설계변경이 원활하게 이루어 질 수 있도록 하고 있다. 매년 건설기계 등의 손료를 공표하고 있으며, 노무단가 및 재료단가도 건설 물가자료 및 적산자료에 매년 업데이트하여 발표하고 있다. 표준단가 역시 정부 차원에서 매년 국토교통성 산하 국가종합연구소 홈페이지에 고시하고 있으며, 적산 시 활용되는 기계(K)·노무(R)·재료(Z)의 보정계수도 국가종합연구소

에서 일본 각 지역별로 조사하여 홈페이지에 공표하고 있다. 특히 지진이 자주 발생하는 지리적 특성까지 고려하여 동일본 대지진 재해지 및 구마모토 지진 피해지역에 별도로 적용하는 표준단가표도 고시하고 있다. 이를 토대로 각 공정별로 조건 구분에 따른 표준단가표 및 기계·노무·재료비(이하 ‘가·노·재’)의 계수들을 표로 정리하여 국토교통성 홈페이지에 매년 발표한다(MLIT, 2019a).

오사카지방에서의 적산단가 산출방법을 예를 들면 다음 Eq. (1)과 같다.

$$\begin{aligned}
 & \text{2018년 4월 오사카 적산단가} \\
 & = \text{2017년 4월 도쿄 표준단가} \times \left[K \times \frac{\text{2018년 오사카 기계단가}}{\text{2017년 4월 도쿄 기계단가}} + \right. \\
 & \quad \left. R \times \frac{\text{2018년 오사카 노무단가}}{\text{2017년 4월 도쿄 노무단가}} + \right. \\
 & \quad \left. Z \times \frac{\text{2018년 오사카 재료단가}}{\text{2017년 4월 도쿄 재료단가}} \right] \quad (1)
 \end{aligned}$$

ICT 토공(굴착)을 예로 살펴보면(Fig. 2), 크게 조건구분(①), 표준단가(②), 기계·노무·재료 구성비(③), 대표 기계·노무·재료

No. 012 [Excavation (ICT)]

① Category			②		③ Equipment, Labor, Material Ratio														
Soil Type	Const. Method	Difficulty	Volume (m ³)	Standard unit cost	K				R				Z				S		
①-1	①-2	①-3	①-4	③-1	K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4	③-4			
Earth and Sand	Open Cut	No	<5,000	491.64	70.63	70.63			③-2	18.55	18.55					③-3	10.82	10.82	
			5,000 ≤ <10,000	424.04	70.63	70.63				18.55	18.55						10.82	10.82	
			10,000 ≤ <50,000	351.52	70.63	70.63				18.55	18.55						10.82	10.82	
			≥ 10,000	234.40	69.92	42.35	27.57			17.70	17.70						12.38	12.38	
		Yes	<5,000	819.81	70.63	70.63				18.55	18.55						10.82	10.82	
			5,000 ≤ <10,000	683.38	70.63	70.63				18.55	18.55						10.82	10.82	
			10,000 ≤ <50,000	534.66	70.63	70.63				18.55	18.55						10.82	10.82	
			≥ 10,000	365.77	69.92	42.35	27.57			17.70	17.70						12.38	12.38	
	One-cut clipper			1,277.5	26.65	26.65			69.05	61.68	7.37				4.30	4.30			

Fig. 2. Construction Package Scheme of ICT Earthwork (Excavation) (MLIT, 2019a)

규격으로 구분되어 있다. 조건 구분은 토질(①-1), 시공방법(①-2), 시공난이도(①-3), 시공수량(①-4)으로 세분화되며, 기계·노무·재료 구성비에는 표준단가에서 적산단가로 계산 시 적용되는 기계·노무·재료 보정계수(K, R, Z)가 정리되어 있다(③-1~3). 일본 수도인 도쿄의 시장단가를 기준으로 적산대상 지역의 시장단가 S를 보정하는 계수(③-4)도 있으며, 각각 대표 기계·노무·재료에 대한 규격도 함께 명시되어 있다. 이를 토대로 표준단가에서 각 지역별·공종별 적산단가를 구하는 식은 다음 Fig. 3과 같다(Fig. 3).

오사카 지역의 적산단가를 구하는 Eq. (1)을 계속 예시로 들자면 구하고자 하는 해당 월(月)의 오사카 지역 ICT 토공 적산단가(P)는 바로 전년도 해당 월의 도쿄표준단가(P)에 기계(K)·노무(R)·재료(M) 보정계수(Fig. 2)와 오사카 지역의 시장단가(S) 보정계수를 반영하여 계산한다.

앞서 살펴본 바, 일본은 지역별 특성이 반영된 기계비, 노무비, 재료비를 고려하여 적산기준에 반영하고 있으나 우리나라는 일본처럼 지역보정 계수를 고려할 만큼 도서산간, 제주지역 제외하고 각 지역마다 기계, 재료, 노무비가 크게 차이나지 않기 때문에 일본의 적산기준에서 지역별 계수를 그대로 활용하는 것은 편의성 측면에서 적합하지 않아 보인다. 특히 노무비의 경우 매년 상반기 하반기에 국가에서 각 직종별 노무비를 제시하고 있고, 재료비의 경우에도 매달 (사)한국응용통계연구원과 (사)한국불가협회에서 「표준가격조사요령」에 의거하여 조사한 후, 규격·단위별 재료비로 공표하고 있다. 건설기계의 경우 임대료에 대해 정부나 관련 기관에서 공식적으로 제공하는 자료는 없지만 굴삭기06협회, 굴삭기10협회, 타이어협회 등에서 1~2년에 한 번씩 임대료를 조사하고 있으며,

대외적으로 공개되고 있지 않지만 전국적으로 건설기계 임대료는 1일 35만원~40만원으로 거의 차이가 나지 않는 상황이다. 따라서 일본의 시공 패키지형 적산기준을 참고하되 국내에서 여러 번 시험사업과 현장실사를 통한 토공 생산성 분석을 바탕으로 국내 실정에 맞는 조건별(토질, 시공방식, 시공난이도, 시공수량 등) 표준단가와 ICT 건설기계 초기 도입 비용과 구입 비용 등에 대한 시장조사를 통한 ICT 건설기계별 시공원가 기준을 제정할 필요가 있다.

3.2 발주제도

국토교통부는 「스마트건설기술촉진법」에 대한 법제화를 추진 중에 있는데 국토교통부가 2018년에 만든 스마트건설기술 로드맵에 따르면 스마트건설기술 적용사업을 설계시공일괄입찰(Turn Key Base Contract) 방법으로 발주하고 공사금액 500억 원 이상 공공 도로사업에는 BIM 설계를 의무화 하는 내용을 포함시켰으며, 사업 초기부터 관련 사업주체를 참여시키는 IPD (Integrated Project Delivery) 방식 등을 적극 활용하여 공사의 발주, 입찰, 낙찰 방식을 다양화 하는 등 ICT를 활용한 건설사업의 성과를 확보하기 위해 관련 부처와의 협의를 통해 특례적용을 고려해야 한다고 기술되어 있다(Choi and Lee, 2019).

또한 스마트건설사업의 경우 기존의 설계시공일괄입찰, 대안설계입찰 등 기술형 입찰을 활용해 사업을 발주하고 낙찰자를 선정하기에는 여러 한계가 있어 국토교통부는 2019년 4월 턴키·대안 등의 기술형 입찰평가항목에 ‘스마트건설기술’을 추가하는 방향으로 「건설기술진흥업무 운영규정」을 개정하였다(Park, 2019). 그

The diagram illustrates the correction formula for estimating cost. It shows the standard unit cost P being multiplied by a series of correction factors for equipment, labor, and materials, and then adjusted for market unit cost. The formula is:
$$P' = P \times \left\{ \left(\frac{K1r}{100} \times \frac{K1t}{K1t} + \dots + \frac{K3r}{100} \times \frac{K3t}{K3t} \right) \times \frac{Rr}{R1r + \dots + R4r} + \left(\frac{Z1r}{100} \times \frac{Z1t}{Z1t} + \dots + \frac{Z4r}{100} \times \frac{Z4t}{Z4t} \right) \times \frac{Zr}{Z1r + \dots + Z4r} + \frac{Sr}{100} \times \frac{St}{St} + \frac{100 - Kr - Rr - Zr - Sr}{100} \right\}$$

- P' : Calculated unit cost (Calculated region, calculated year and month)
- P : Standard unit cost (Tokyo 17 wards, standard year and month)
- Kr : Composition ratio sum of total equipment of standard unit cost (K1~K3, etc.)
- K1r~K3r : Composition ratio of representative equipment standard K1~3 of standard unit cost
- K1t~K3t : Unit cost of representative equipment standard K1~3 (Tokyo 17 wards, standard year and month)
- K1t'~K3t' : Unit cost of representative equipment standard K1~3 (Calculated region, calculated year and month)
- Rr : Composition ratio sum of total labor (R1~R4, etc.) of standard unit cost
- R1r~R4r : Composition ratio of representative labor standard R1~4 of standard unit cost
- R1t~R4t : Unit cost of representative labor standard R1~4 (Tokyo 17 wards, standard year and month)
- R1t'~R4t' : Unit cost of representative labor standard R1~4 (Calculated region, calculated year and month)
- Zr : Composition ratio sum of total material (Z1~Z4, etc.) of standard unit cost
- Z1r~Z4r : Composition ratio of representative material standard Z1~4 of standard unit cost
- Z1t~Z4t : Unit cost of representative material standard Z1~4 (Tokyo 17 wards, standard year and month)
- Z1t'~Z4t' : Unit cost of representative material standard Z1~4 (Calculated region, calculated year and month)
- Sr : Standard unit cost of market unit cost S composition ratio
- St : Unit cost under the conditions of market unit cost S (Tokyo 17 wards, standard year and month)
- St' : Unit cost under the conditions of market unit cost S (Calculated region, calculated year and month)

Fig. 3. Correction Formula from Standard Unit Cost To Estimated Cost (MLIT, 2019a)

결과, 기술형 입찰의 심의에서 스마트건설기술을 평가하고, 스마트 건설기술이 반영된 공사의 입찰방법을 기술형 입찰로 결정할 수 있는 길이 열렸지만, Fig. 4의 전문분야별(도로, 구조, 토목시공) 세부검토항목에서 확인할 수 있듯이 ‘스마트건설기술 도입의 적정성’이라는 다분히 주관적인 평가항목으로 기재되어 있어 그 실효성이 의심된다(Fig. 4).

ICT와 같은 스마트 기술을 활용한 건설사업의 경우 생산성 향상을 위해 사업참여자 모두가 사업 초기부터 참여하는 협업 중심의 수행 체계가 요구되지만, 현행 계약방법이나 의무 분리발주 제도, 건축사 및 건설기술용역사업자 등에 대한 업무 범위의 한계 등은 이러한 사업수행체계 구성에 한계로 작용하고 있다. 또한 기존 낙찰자 선정 방식과 같이 최저 가격으로 입찰한 자를 선정하는 방식대로 하면 스마트 건설기술에 대한 추가 비용은 고려되지 않아(Ha, 2020) 관련 특별법 제정이 필요한 상황이다.

일본의 경우 2.2절(발주제도)에서 기술하였듯이, 공사예정가격과 토공량의 규모에 따라 발주자 지정형 방식, 시공자 희망형 I, II 방식으로 구분 된다(Fig. 1참고). 시공자 희망형 I 로 공사를

수주한 자는 공사 준공 후 종합평가 대상이 되고 공사성적 산정 시 가점을 받을 수 있으며, 발주자 지정형 및 시공자 희망형II로 공사를 수주한 자는 공사 준공 후 종합평가 대상은 아니지만 공사성적 산정 시 가점을 받는다. 건설사업자에 대한 일본의 종합평가는 객관적 사항의 심사(경영사항심사제도)와 주관적 사항의 점수(기술평가점수)로 구성되어 있으며, 주관적 사항의 점수는 기술평가점수와 공사평정점수로 세분화 되는데(Cho, 2018), 여기서 말하는 공사평정점수가 ICT 토공 발주 프로세스에 명시된 공사성적이다. 공사성적은 크게 7개 항목(총 100점 만점)과 기술제안 이행 여부를 확인하는 별도의 종합평가 항목으로 구성되어 있다(MLIT, 2018b). 7개의 평가항목에는 Table 1에서와 같이 1.시공체계(7.4점), 2.시공상황(33.6점), 3.시공결과물(40.8점), 4.공사특성(7.3점), 5.창의적 아이디어(5.7점), 6.사회성(5.2점), 7.법령준수(0점)로 구성되어 있다(Table 1). ICT 시공을 도입한 공사에 대한 가점은 주임기술 평가관이 5. 창의적 아이디어 부분에서 평가한 후 최대 2점까지 가점을 줄 수 있다. 공사성적에서 5. 창의적 아이디어 배점이 5.7점임을 고려할 때, ICT 시공을 도입한 공사에 대해 2점의 가산점을

3. Example of writing a design review report for road

Specialized field	Detailed Review Items	A		B	
		Content	Related basis	Content	Related basis
Road	○ Appropriateness of prior investigation -Reviewing various status surveys and related plans -Survey, investigation of aggregate resources, obstacles, etc.				
	○ Design criteria adequacy ○ Design adequacy in accordance with road function -Review access before and after alignment according to route characteristics -Appropriateness of supplementary facilities plan				
	○ Appropriateness of intersection planning				
	○ Appropriateness of earthwork design				
	○ Appropriateness of drainage facilities				
	○ Appropriateness of packaging design				
	○ Appropriateness of the design of ancillary facilities				
	○ Ease of maintenance of packaging, cutting, and stacking slopes				
	○ Appropriateness of traffic safety facilities				
	○ Appropriateness of traffic accident prevention measures during operation				
	○ Evaluation of road and intersection plans through economic analysis				
	○ Efficient facility planning to reduce maintenance costs				
	○ Creativity of environmentally friendly road design				
	○ Adequacy of introducing Smart Construction Technology				
○ Other					

Fig. 4. Review Items by Specialized Field in the Deliberation of Technical Type Bidding (Korea) (Source: MOLEG, 2019a)

Table 1. Comparison of Construction Evaluation Items (Japan vs. Korea)

Evaluation item (Japan)		Evaluation item (Korea)	
Examination item (Points)	Subdivision (Points)	Main Category (Points)	Subdivision (Points)
1. Construction system (7.4)	I. Construction system general	I. Construction management (65)	1. Quality management (12)
	II. Placement engineer		2. Process management (6)
2. Construction status (33.6)	I. Construction management		3. Construction Management (20)
	II. Process control		4. Subcontract management (6)
	III. Safety measure		5. Safety management (15)
	IV. External relations		6. Environmental Management (6)
3. Quality and performance of the object (40.8)	I. Ready-made		7. Construction quality (18)
	II. Quality		8. Structural safety (13)
	III. Done		9. Creativity (4)
4. Construction characteristics (7.3)	II. Quality and performance of the object (35)		
5. Ingenuity (5.7)	I. Ingenuity		
6. Sociality (5.2)	I. Contribution to the community		
7. Compliance (0)		(Additional point) (2.5)	Correction according to construction characteristics and difficulty
			Construction cost reduction ratio due to contractor proposal
		(Deduction) (-10)	Providing money and entertainment to the evaluation committee

주는 것은 해당 건설사업자가 다음 공사에 입찰할 때 매우 유리해짐을 의미한다.

그리고 각 발주기관은 개별 건설업자의 객관적사항의 심사(경영사항심사제도) 점수와 주관적 사항의 점수(기술평가점수)에 기초하여 건설사업자에게 등급을 부과하고, 경쟁참가자격 등록 신청을 받아 공사분류별 명부에 등록한다. 이를 근거로 각 발주기관들은 건설공사를 발주할 때마다 자체적으로 입찰에 참가할 수 있는 업체에 대한 등급을 책정하여 입찰에 제한을 두기도 한다(Cho, 2018).

우리나라에는 종합평가와 시공평가제도가 있다. 종합평가는 발주기관에서 매년 3월 말일까지 평가관리시스템을 통해 용역평가 또는 시공평가 결과를 제출한 건설기술용역 또는 건설공사에 대하여 실시하는 것으로 「건설기술진흥법」 제50조에 근거하여 건설기술용역 종합평가와 시공종합평가로 구분하여 평가를 진행한다. 시공종합평가는 총공사비(관급자재비를 포함한 공사예정금액) 100억 원 이상인 건설공사를 대상으로 해당 공사의 공기가 90% 이상 진척되었을 때부터 준공된 해의 다음해 2월 말일까지 실시하여야 한다(MOLEG, 2019a). 건설기술용역 종합평가와 시공종합평가 결과는 발주기관의 계약부서에서 향후 건설기술용역 및 건설공사를 발주할 때 입찰에 참가한 업체에 대한 사업수행능력

평가 등에 활용된다. 국토교통부가 운영하는 「건설기술용역 및 건설공사 시공 평가지침」 별표7 ‘시공종합평가 세부평가기준(Table 1)’을 살펴보면 1. 품질관리, 2. 공정관리, 3. 시공관리, 4. 하도급 관리, 5. 안전관리, 6. 환경관리, 7. 시공품질, 8. 구조안전성, 9. 창의성으로 구성되어 있으며, 별도의 가점도 있다. 특히 9. 창의성 항목의 세부기준 및 방법을 살펴보면 ‘공사비 증감이 수반되지는 않으나 설계개선 및 신기술신공법 적용 등으로 구조물의 내구성 및 사용성과 유지보수성을 향상시킨 건수로 평가’ 한다고 명시되어 있으며 10건 이상이면 4점(우수), 3건 이상이면 3.2점(보통), 2건 이하면 2.4점(미흡), 없으면 1.6점(불량)으로 평가한다(MOLEG, 2019b).

일본 공사성적채점표와 우리나라 시공평가 기준을 비교해 보면 그 내용이 매우 유사함을 알 수 있다. 따라서 일본의 ICT 토공발주 프로세스처럼 우리나라도 ICT 기술을 적용한 여러 현장의 테스트 결과를 분석해서 국내 ICT 정보화 시공(토공사) 실정에 부합하는 공사예정가격과 토공량 기준을 수립하고, 수립된 기준에 따라 발주유형을 어떻게 구분할지, 공사 준공 후 발주유형별로 어떻게 시공종합평가를 할 것인지, 그리고 어떤 인센티브를 통해 ICT 기술 적용을 활성화 할 것인지 등을 체계적으로 구상하고 정리할 필요가 있다. 이러한 관점에서 우리나라 시공평가표 항목인

9. 창의성 부분에 ICT를 활용한 시공을 도입한 공사에 대해 가산점을 적용할 수 있을 것이다. 일본 지자체별로 약간 시공평가제도가 다를 수 있지만, 보통 공사성적에 따른 평가를 A(80점 이상), B(75점 이상~80점 미만), C(65점 이상~75점 미만), D(55점 이상~65점 미만), E(50점 이상~55점 미만), F(50점 미만) 등급으로 나누는데, A등급을 획득하면 모범이 되는 우수한 공사라 하여 다음 입찰에서 지명 자격 또는 참가자격을 획득할 수 있으며, 우량한 공사로 발주처의 지자체 홈페이지에 공표가 되는 등의 혜택이 적용된다(KANAGAWA, 2018). 그러므로 일본의 건설사업자들은 공사성적 평가등급 A등급 획득(혹은 유지)을 위한 노력 중의 하나로 창의적 아이디어 점수 5.7점에서 ICT를 활용한 시공을 도입한 공사에 대한 가점 2점을 얻는 것이 중요할 것이다. 일본과 우리나라의 시공평가 기준과 항목, 그리고 세부 내용이 매우 유사하므로 우리나라도 시공평가 세부평가 기준의 창의성에 ICT 시공에 대한 가점을 부여하고 또한 이와 같은 시공평가 결과를 향후 건설공사의 기술형 입찰 시 입찰평가 항목에도 반영하여 전문분야별(도로, 구조, 토목시공) 세부검토항목에 '스마트 건설기술 도입의 적정성' 부분을 구체화한다면 국내 건설시장에 ICT기반 시공의 실현이 더욱 빨라질 수 있는 기제로 작용할 것이다.

3.3 ICT 시공 도입 활성화를 위한 정부의 경제적 지원

일본은 우리나라와 다르게 개인이 건설 중장비를 소유하고 영업하는 것을 인정하지 않는다. 일본의 종합건설업체는 토공사가 필요한 경우 건설 중장비 임대업체(Komatsu社나 Hitachi社 등)로부터 필요한 수의 건설 중장비를 직접 임대하거나, 비계공사업·토공사업 허가를 가지고 있는 전문건설업체에게 이를 하도급 한다. 비계공사업·토공사업 허가를 가지고 있는 전문건설업체는 일부 중장비 및 오퍼레이터를 보유하고 있으나, 공사 상황 및 물량에 따라 부족분이 발생하는 경우 다른 임대업체로부터 부족분을 임대한다(Cho, 2017). 일본 국토교통성은 ICT 건설중장비의 활성화를 위해 전문건설업체를 대상으로 ICT 건설 중장비 구입 시 구입 보조금과 세제혜택을 주어 경제적 부담을 덜어 주고 있다.

일본 정부의 ICT 건설 중장비와 관련한 지원제도는 중소기업이 생산성 향상을 위한 투자를 하고자 하는 경우 이를 지원하는 구조이나, 우리나라는 일본과 다르게 대부분 개인 사업체가 중장비를 소유할 수 있기 때문에 다음과 같은 경제적 지원을 고려해볼 필요가 있다. 2.3절(국토교통성 지원책)에서 살펴본바와 같이, 우리나라도 중소기업형태의 개인 사업체가 ICT 건설장비 구매 시 저금리 대출을 지원받아 구입하도록 할 수 있다. 현재 우리나라 정부에서 공표된 건설 중장비 구매 관련 금전지원 정책이 없기 때문에 개인 사업체가 ICT 건설장비를 구매할 때에는 부족한 자금을 주로 시중은행이나 캐피탈회사에서 대출받는다. 건설장비의 차종 및 대출기간에 따라

다르기는 하지만 시중은행 또는 캐피탈회사의 대출금리가 6~10%의 고금리이므로 건설장비 구입에 대한 부담이 크다. 또한 Machine Guidance, Machine Control 같은 ICT 활용 하드웨어 및 관련 소프트웨어는 외국산 제품이 많기 때문에 중장비를 소유한 개인 사업체들은 ICT 시스템 장비를 구매하는 것에 부정적인 경향이 있다. 그러므로 우리나라의 많은 건설사업자들, 특히 중소기업 형태의 전문건설업체들이 ICT 시공에 적극적으로 동참할 수 있게 하기 위해서는 정부 차원에서 ICT 건설장비 도입 및 ICT 활용 하드웨어·소프트웨어 구입에 대해 저금리 대출지원 등 정책을 개발할 필요가 있다. 또 다른 경제적 지원 방안으로는 ICT 활용 하드웨어 소프트웨어를 발주자가 공사수급인에게 관급자재처럼 일부 지원하는 방안이다. 우리나라에서 일본의 발주제도처럼 공사규모, 금액에 따라 ICT 토공을 시행하면 중소 건설업체 입장에서는 많은 금액을 단기간에 투자해서 ICT 활용 하드웨어·소프트웨어를 준비해야 하므로 큰 경제적 부담을 지게 된다. 따라서 ICT 시공 도입 초기단계에서는 발주자가 관급자재처럼 일부 ICT 활용 하드웨어·소프트웨어를 공사수급인에게 지급하여 경제적 부담을 경감시킴으로써 건설 자동화를 앞당길 필요가 있다.

국내 건설산업 종사자들은 여전히 내부 환경과 건설산업의 변화 등을 고려했을 때, ICT 시공 기술의 실질적 효과에 의문을 품고 있다. ICT 시공 기술 활용이 건설산업의 생산성 향상에 기반한 이익 창출과 기술 경쟁력으로 이어질 것이라는 긍정적인 인식을 제고하기 위해서는 일본 i-Construction의 적산제도, 발주제도, 경제적 지원 벤치마킹을 통해 건설기술과 법·제도·정책 인프라와의 관계를 개선하여야 한다. 국내는 ICT 시공 기술을 포함하는 건설기술들이 상용화 되려면 법·제도·정책을 통해야 한다. 건설기술이 개발되고 시장 적용을 통해 검증되며, 검증된 기술은 법·제도·정책을 통해 상용화 된다. 즉, 법·제도·정책에서 언급되지 않는 건설기술은 현실 건설산업에서 바로 적용되기 어렵다. 그러므로 우리나라 건설산업과 매우 유사한 일본의 i-Construction 정책을 벤치마킹하여 사전에 국내에 ICT 시공 기술 적용시 발생할 수 있는 문제점을 찾아내어 보완하고, ICT 시공 기술 적용 효과성 또한 널리 홍보하여 상용 가능한 법과 제도, 정책 그리고 건설기술 운영방식 혁신을 통한 국내 ICT 시공 환경을 조성할 필요가 있다.

4. 결론

건설산업의 생산성과 안전성 향상, 4차 산업혁명 대응 등의 목표를 달성하기 위해 국가정책으로 ICT 기술을 활용한 건설자동화가 추진될 수밖에 없는 현실이다. 본 논문은 일본이 추진하고 있는 i-Construction의 사례분석을 통해 국내 건설의 ICT 시공 추진방안에 대해 연구한 논문이다. 일본 i-Construction의 주핵심

인 ICT 토공을 중심으로 ICT 토공 적산제도, 발주제도, 정부의 경제적 지원정책을 분석하고, 국내 ICT 시공 활성화를 위해 벤치마킹 방안을 제안하였다.

첫째, 일본의 시공 패키지(ICT 토공)는 거래가격 투명성 제고를 위해 정부에서 표준단가 및 적산단가로의 보정방법 등을 공표하고 있고, 지역별·공종별·조건별(토질, 시공방식, 시공난이도, 시공수량) 표준단가로부터 적산단가를 계산하도록 하고 있다. 그러나 우리나라의 경우 일본처럼 지역보정계수를 고려할 만큼 각 지역마다 기계경비, 재료비, 노무비가 차이나지 않기 때문에 일본의 시공 패키지를 참고하되 국내에서의 여러 시험시공과 현장실사를 통해 생산성 조사 및 분석을 하고 국내실정에 맞는 조건 구분별(토질, 시공방식, 시공난이도, 시공수량 등) 표준단가와 ICT 건설기계별 시공원가 기준을 만들 필요가 있다.

둘째, 발주제도의 경우, 일본은 ICT 전면 활용공사를 전제로 공사예정가격과 토공물량 규모에 따라 발주자 지정형과 시공자 희망형 I·II로 발주방식이 구분된다. 이는 향후 종합평가 및 공사성적평가 대상 여부와 연계되는데, 종합평가 및 공사성적평가에서 ICT 활용때문에 가점을 얻으면 향후 공사 수주 시 유리하다. 우리나라는 아직 일본처럼 체계화된 ICT 시공 발주제도를 가지고 있지 않지만 종합평가 및 시공평가 내용이 일본의 그것과 상당히 비슷하므로, 일본의 ICT 토공 발주 프로세스처럼 우리나라도 ICT 기술을 적용한 여러 현장의 테스트 결과를 분석해서 국내 ICT 시공(토공사) 실정에 부합하는 체계화된 발주제도를 만들고, 종합평가 및 시공평가 항목에도 ICT 시공에 대한 가점항목을 추가할 필요가 있다. 그러면 ICT 시공 실적이 있는 중소 건설업체들은 향후 다른 공사 입찰 시에 유리해지며 그 결과 건설업체 전반적으로 ICT 시공 기술을 활용할 수밖에 없는 분위기가 조성되어 스마트 건설기술이 빠르게 적용될 것으로 기대된다.

셋째, 일본 정부는 중소기업들이 부담할 ICT 활용 기술에 대한 초기 투자비용을 줄여주기 위해 보조금과 세제·융자제도로 지원하고 있다. ICT 소프트웨어 및 하드웨어 도입, ICT 기술인력양성에 일정 부분 보조금을 주고 지방세 및 국세를 감감해 주며, 특히 투자비용이 많이 소요되는 ICT 시스템, 건설장비 등을 구매할 때 저금리로 융자를 해줌으로써 중소기업들의 경제적 부담을 덜어 주고 있다. 그러나 우리나라는 건설업체를 대상으로 한 정부차원의 경제적 지원 제도가 미흡한 상황이다. 따라서 많은 중소 건설업체들이 ICT 정보화 기술을 활용해야 하는 것은 알지만, 초기에 ICT 건설장비 도입 및 ICT 활용 하드웨어·소프트웨어 구매에 있어 경제적으로 큰 부담이 되어 아직까지 건설 산업에서 ICT 정보화기술이 잘 활용되지 못하고 있다. 그러므로 원활한 ICT 시공 적용을 위해서는 ICT 시공 도입 초기단계에 중소 건설업체들이 ICT 활용 하드웨어·소프트웨어 도입을 할 때 정부가 주도하여 보조금과 세제·융자혜택을 지원할 필요가 있다.

넷째, 이번 연구과정에서 확인한 내용을 근거로 일본의 ICT 인력양성제도를 참고하여 우리나라만의 ICT 인력양성 육성제도를 제안해 본다. 일본 총무성은 정부차원에서 ICT 인재육성 프로그램을 운영하고 있으며, 기술자 정보네트워크 구축을 통한 효율적인 정보공유로 기업의 입찰 계약절차 및 공사현장에 필요한 제출 서류의 간소화를 추진 중이다. 기술자의 정보에 ID (Identification) 를 부여하여 공사실적이나 자격 등의 데이터베이스를 연계하여 현장실적의 결과를 다음 현장에서도 이용·활용하도록 기술자의 등록 방법도 검토 중이다(MLIT, 2019b). 하지만 우리나라는 이제 막 ICT 인력양성과 관련한 사업을 계획 및 개발하고 있다. 따라서 일본이 ICT 기술을 활용할 수 있는 기술자를 데이터베이스화하여 활용하려는 것처럼 우리나라도 한국건설기술인협회가 운영하는 경력관리제도와 연계하여 국내 ICT 기술자를 건설기술용역업무 및 건설공사현장의 적재적소에 배치해야 한다. 또한 이를 발주제도와도 연관지어 ICT 기술자를 보유하고 있는 건설업체가 입찰할 경우 가점을 주도록 하여 국내 건설공사에서의 ICT 시공 문화가 보다 빠르게 정착할 수 있도록 하여야 한다.

짧은 시간에 국내 ICT 시공을 위한 적산기준 마련, 발주제도 확립, 그리고 정부의 경제적 지원 등이 이루어 질 수 없다. 중장기간 동안 다수의 시범사업을 통해 ICT 시공적산기준, 발주제도, 경제적 지원과 관련된 데이터를 축적·분석·검증하고 수정 및 보완의 단계를 여러번 거쳐 ICT 시공 환경이 조성될 수 있도록 후속 연구가 진행되어야 한다. 또한 무엇보다도 우리나라에 ICT 시공을 활성화 시키고 스마트건설 문화를 정착시키기 위해서는 우선 견고한 법과 제도가 바탕이 되어야 한다. 그러므로 본 논문에서 다룬 일본 i-Construction 사례 벤치마킹을 통해 우리나라에도 ICT 시공 적산기준, 발주제도, 정부지원 등에 대한 후속 연구와 실행이 활발히 진행되기를 바란다.

감사의 글

이 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2019R1A2C2006577).

References

- Cho, J. Y. (2017). *Response strategies and implications of the Japanese construction industry following the 4th industrial revolution*, Korea Research Institute For Construction Policy, pp. 57 (in Korean).
- Cho, J. Y. (2018). *Analysis and implications of the Japanese construction industry production system-focusing on the construction industry permit system*, Korea Research Institute For Construction Policy, pp. 117-126 (in Korean).

- Choi, J. H. (2014). *In-depth planning, actual construction cost, overseas cases?*, Construction Economy News, Available at: http://cnews.co.kr/m_home/view.jsp?idxno=201409290855097690405 (Accessed: April 2, 2020).
- Choi, S. I. and Lee, K. P. (2019). *Construction issue focus, legalization direction for smart construction technology activation*, The Construction & Economy Research Institute of Korea (CERIK), p. 44 (in Korean).
- Ha, J. S. (2020). *Promoting the use of smart construction technology... We need to enact a special law*, KLD, Available at: <https://www.ikld.kr/news/articleView.html?idxno=221477> (Accessed: September 15, 2020).
- KANAGAWA (2018). *Kanagawa prefecture contract construction grade evaluation scoring criteria*, Available at: extension://bfdogplmndidlpjfhoyjckpakkdjkkil/pdf/viewer.html?file=https%3A%2F%2Fwww.pref.kanagawa.jp%2Fdocuments%2F30715%2F1206760_4350623_misc.pdf (Accessed: May 10, 2020) (in Japanese).
- Kim, M. H. (2018). *Recent policy trends and policy implications for Japanese construction engineers*, Issue Focus, The Construction & Economy Research Institute of Korea (CERIK), pp. 3-4, Available at: <http://www.cerik.re.kr/report/issue/detail/2122> (Accessed: August 17, 2020).
- Kwon, K. W. (2019). "Smart construction in Japan." *2019 Daelim Technical Review (Civil Engineering)*, pp. 6-11 (in Korean).
- Ministry of Government Legislation (MOLEG) (2019a). *Construction technology promotion business regulations*, Article 28(2), 1, Available at: <http://www.law.go.kr/admRulLsInfoP.do?chrClsCd=&admRulSeq=2100000183016> (Accessed: May 10, 2020).
- Ministry of Government Legislation (MOLEG) (2019b). *Construction technology service*, Article 18(1), Available at: <http://www.law.go.kr/admRulInfoP.do?admRulSeq=2100000022400> (Accessed: May 12, 2020).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) (2018). *Established the 6th basic plan for construction technology promotion (2018 ~ 2022)*, MOLIT (in Korean).
- Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) (2018a). *Notice (Regarding the expansion of ict utilization construction ~ aiming to further promote ict utilization construction ~)*, Available at: https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000702848.pdf (Accessed: May 10, 2020) (in Japanese).
- Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) (2018b). *Construction grade scoring sheet [completed, partially completed]*, Available at: <https://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou/pdf/210324hyoutei02.pdf> (Accessed: May 12, 2020) (in Japanese).
- Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) (2019a). *Construction package-integration method*, Available at: <http://www.nilim.go.jp/lab/pbg/theme/theme2/sekop/sekopsetsu meiR1.pdf> (Accessed: May 10, 2020) (in Japanese).
- Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) (2019b). *[Reference] Progress of i-Construction*, Available at: https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/pdf/03.5_kikaku_siryou u6.pdf (Accessed: May 12, 2020) (in Japanese).
- Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) (2020). *i-Construction Subsidy for the introduction of i-Construction*, Available at: <extension://bfdogplmndidlpjfhoyjckpakkdjkkil/pdf/viewer.html?file=http%3A%2F%2Fwww.thr.mlit.go.jp%2Fbumon%2FB00097%2Fk00915%2Fjyouhouka%2FTh-icohp%2Fhojyokinnshiryoul2gatsu.pdf> (Accessed: May 13, 2020) (in Japanese).
- Park, J. S. (2016). *A research on alternatives to the historical unit price method for public construction projects*, Masters dissertation, Hanyang University (in Korean).
- Park, K. N. (2019). *'Smart construction technology' Does it win or lose technical bidding?*, Construction Economy News, Available at: http://m.cnews.co.kr/m_home/view.jsp?idxno=201912201053009370183 (Accessed: May 11, 2020).
- Park, W. Y. (2006). *A survey on the management of project cost and utilization of performance construction cost for owners in Japan*, Report, Construction Economy Research Institute of Korea, CERIK.
- Son, J. C. (2008). *A study on the comparative analysis of the standard labor counting*, Masters dissertation, Keimyung University (in Korean).
- Yoon, J. S. (2014). *A presentation of 'New Digitalized Construction Power' in Japan*, Available at: http://ubin.krihs.re.kr/ubin/wurban/maincitynews_View.php?no=1363&thema=%EC%9D%BC%EB%B3%B8&start=50 (Accessed: April 2, 2020).