Korea
Research Institute
for Policy

2024
02

일본 국토교통성 생산성 향상 정책 조사·분석 및 시사점

조재용

RICON
대한건설정책연구원

연구보고서 2024-02

일본 국토교통성 생산성 향상 정책 조사·분석 및 시사점

2024.12

RICON
대한건설정책연구원

연 구 진

조 재 용 부연구위원 대한건설정책연구원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
대한건설정책연구원의 공식적인 견해와 다를 수 있습니다.

발 / 간 / 사

2021년 인구주택 총조사에 따르면 우리나라 총인구는 5,174만 명으로 2020년보다 91,000명이 감소하였습니다. 이런 총인구 감소는 지난 1949년 집계 시작 이래 72년 만에 처음입니다. 현재 건설현장은 한국인 근로자 고령화, 청년층 유입 감소, 고된 작업환경 등으로 인력난이 지속되고 있는데 2025년에는 17만 3,500명의 건설업 인력 부족이 발생할 것으로 예측되고 있습니다. 외국인 인력을 확충해야 한다는 목소리가 높아지는 가운데 현재 건설업의 생산성을 높이는 것도 중요한 상황입니다.

제4차 산업혁명이 이슈화된 이후 2020년 국토교통부도 스마트 건설 활성화 방안 S-Construction 2030을 발표하고, 스마트 건설의 도입을 위해 다양한 노력을 기울이고 있습니다. 정보통신기술(ICT)이 발전함에 따라 새로운 기기들이 등장하면서 우리의 일상생활을 크게 바꾸었듯이 건설 산업에서도 새로운 기기, 장비들이 등장하고 있습니다.

이러한 상황에서 일본은 2016년 건설 산업의 생산성을 높이는 i-Construction 정책을 발표한 이후, 올해 후속정책인 i-Construction 2.0 정책을 발표하였습니다. 이 보고서는 우리와 유사한 산업 체계를 가지고 있다고 알려져 있는 일본에서 건설 생산성 향상을 위해 어떠한 정책을 펼치고 있는지를 조사·분석하여 시사점을 제시하고 있습니다.

보고서에서 제시하고 있는 내용들이 관련 정책을 검토하는 과정에서 참고 자료로 활용되어, 우리나라 스마트 건설의 활성화에 기여할 수 있기를 기대합니다.

2024년 12월
대한건설정책연구원
원장 김 희 수

요 약

I. 연구의 배경 및 목적

○ 우리나라는 지속적인 저출산 문제에 따른 인구 감소 문제 및 건설업의 고령화 문제에 직면하고 있음. 우리나라와 유사한 문제점을 겪고 있는 일본은 이를 해결하기 위해 2016년부터 건설산업의 생산성을 향상시키기 위한 정책인 i-Construction 정책을 추진하고 있음. 이에 본 연구에서는 i-Construction 정책의 내용과 상황을 조사·정리하여, 우리나라 건설 산업이 참고할 수 있는 시사점을 제시하는 것을 목적으로 함.

- 본 연구에서는 2022년 국토교통성이 발표한 「i-Construction 추진 정책평가서」, 2024년 국토교통성이 발표한 「i-Construction 2.0 계획」, 2022년 국토교통이 발표한 「인프라 분야 DX 액션플랜」과 2023년에 발표한 「인프라 분야 DX액션플랜 2판」, 2018년 국토교통성이 발표한 「국토교통 데이터플랫폼 정비계획」을 조사·분석함.

II. i-Construction 1.0 (2016~2025)

○ 2016년 일본 국토교통성은 장기적인 저출산·고령화로 인해 지속적으로 건설업 신규 진입 근로자가 감소하는 상황에 대응하기 위해 2025년까지 건설현장의 생산성을 20% 향상시키는 i-Construction 1.0 정책을 발표함.

- 일본의 공사 발주기관들은 자신이 발주자인 공사에서 자신의 책임 하에 프로젝트에 대한 세부 사항을 직접 조정 할 수 있음. 이에 국토교통성은 국토교통성 직할 공사(토목)를 대상으로, 민간에서 개발되어 있는 신기술·장비를 도입하는 i-Construction 1.0 정책을 추진하여 동일한 수준의 요소(인력)를 투입하여 산출(시공량)을 최대로 하는 구조를 만들고자 함.

- i-Construction 1.0 정책은 크게 ①ICT의 전면적인 활용, ②전체 최적의 도입, ③시공시기 평준화, ④3차원 데이터의 활용, ⑤관민연계 체제 구축의 5가지 시책으로 구성됨.

Ⅲ. i-Construction 2.0 (2025~)

○ 국토교통성은 i-Construction 1.0의 성과를 분석하고, 이를 지속적으로 이어가는 후속 정책으로서 2024년 i-Construction 2.0 정책을 발표함.

- i-Construction 1.0 정책은 민간에서 개발되어 있는 신기술·장비들을 적용함으로써 동일 수준의 요소(인력)를 투입에 최대 산출(시공량)을 확보하는 구조였음. 반면 i-Construction 2.0 정책은 1.0 정책을 통해 증가한 최대 산출(시공량)을 유지하면서 투입되는 요소(인력)를 줄이는 것을 진행한다는 점에 차이가 있음.
- i-Construction 2.0 정책은 아직 구체적인 시책이 수립된 단계는 아니지만, 크게 ①시공의 오토메이션화, ②데이터 연계의 오토메이션화, ③시공관리의 오토메이션화의 방향성을 가지고 있음. 해당 내용에 대해서는 단기(5년 이내), 중기(6년~10년 후), 장기(11년~15년)로 구분하여 체계적인 대응 방안을 수립하고 있음.

Ⅳ. 건설DX와 국토교통 데이터플랫폼

○ 2020년 7월 국토교통성은 데이터와 디지털 기술을 통해 인프라와 관련된 업무, 조직, 프로세스, 문화와 근로 방식을 개혁하는 것을 목적으로 「인프라 분야 DX추진본부」를 설치하고, 2022년 3월 인프라 분야 DX액션 플랜을 수립함.

- 국토교통성은 인프라와 관련된 모든 행위에서 DX를 전제로 검토하는 것으로 발표함. 국토교통성은 DX대처를 「① 인프라 만들기의 변혁」, 「②인프라 사용방법의 변혁」, 「③데이터 활용 방법의 변혁」의 3가지로 구분하고, 세부 시책을 마련하고 있음.

○ 2018년 6월 국토교통성은 국토교통과 관련되어 생성되는 수많은 데이터들이 취합되고 있는 플랫폼들을 다시 연계하는 통합 기반을 만들기 위해 디지털 거버먼트 중장기 계획을 수립하고, 국토교통 데이터플랫폼 구축을 추진함.

- 국토교통 데이터플랫폼은 국토교통성뿐만이 아니라, 지자체, 민간이 보유한 데이터를 연계할 수 있는 플랫폼으로서, 2020년 4월 일반에 공개되었음. 2024년 7월 기준 21개 플랫폼 데이터베이스가 연계되었음.

Ⅴ. 결론 및 정책적 시사점

○ (장기간 지속가능한 명확한 정책적 목표) 일본에서 2016년부터 추진된 i-Construction 1.0과 2024년 발표된 i-Construction 2.0 정책은 해결하고자 하는 명확한 정책 목표를 제시하고 있음.

- 새로운 기술, 공법, 자재를 도입하는 것과 같은 수단(방법)을 정책적 목표로 설정하는 것이 아니라, 노동력 부족 문제와 같이 건설 산업에서 해결해하고자 하는 문제를 직접적으로 정책 목표로 설정하고 있음.

○ (단계적인 정책 어프로치 변경) 생산성을 증가시키기 위해서는 크게 산출량을 증가시키는 방법과 요소 투입량을 감소시키는 2가지 방법이 존재할 수 있음.

- i-Construction 1.0 정책은 투입되는 노동력은 그대로 이더라도 더 많은 시공을 할 수 있는 형태를 지향함. 반면 i-Construction 2.0은 증가한 최대 산출(시공량)을 고정하면서 투입되는 요소(노동력)를 줄이는 것을 진행하고 있음. 즉 1.0 정책은 장비를 통한 생산성 증가, 2.0 정책은 자동화를 통한 노동수요 축소를 목표로 함.

○ (효과 및 문제점을 공유할 수 있는 환경 제공) 국토교통성이 선두적으로 책임을 지면서 다양한 기술을 적용하고, 그 사례를 다른 건설업계 구성원(타부처, 지자체, 건설업체 등)들이 직접 확인할 수 있는 체계를 구축함.

- 다양한 공공발주자(타부처, 지자체)들도 안심하고 새로운 기술을 활용하기 위한 대응에 나설 수 있게 됨. 설계사나 시공사 등 건설업계 구성원들도 자신들이 해야 할 일을 검토할 기회가 되고, 예상 문제점을 피드백하기 용이한 환경이 만들어짐.

○ (생산성뿐만이 아니라 디지털 연결을 고려) 국토교통성은 BIM을 통해 생산성 향상 효과뿐만이 아니라, 디지털 연결을 고려하기 위하여 건설DX 정책과 국토교통 데이터플랫폼 사업을 추진하고 있음.

- BIM/CIM 모델이 일반화되면서 이러한 데이터를 다시 도시 데이터로 연결하고자 함. 이를 다시 기상, 물류, 관광 등의 정보와 연결하여, 국민들은 국토의 상황을 손쉽게 원하는 정보를 확인할 수 있으며, 정책담당자들은 새로운 가치를 가지는 정보를 창출하거나, 정책 등을 사전에 시뮬레이션할 수 있음.

목차

제1장 서론 ---- 3

1. 연구의 배경 ···· 3
   1) 일본 건설 산업의 현황 ···· 3
   2) 일본 건설 산업의 문제점 ···· 6
2. 연구의 목적 및 방법 ···· 12

제2장 i-Construction 1.0 (2016~2025) ---- 13

1. i-Construction 1.0 대처 ···· 15
   1) 도입 경위와 목표 ···· 15
   2) 추진전략 ···· 15
   3) i-Construction 1.0 대처 개요 ···· 16
   4) 추진체제 ···· 20
2. i-Construction 1.0 대처의 현재 상황 ···· 20
   1) ICT의 전면적인 활용 ···· 20
   2) 전체 최적 개념의 도입 ···· 34
   3) 시공시기 평준화 ···· 41
   4) 3차원 데이터 활용 ···· 54
   5) 관민연계 체제 구축 ···· 63
3. i-Construction의 앞으로의 방향성 ···· 66
4. 소결 ···· 67

제3장 i-Construction 2.0 (2025~) ---- 69

1. 배경 ···· 71

1) i-Construction 1.0 대처 경과 ····· 71
2) 일본 건설 산업이 직면한 문제점 ····· 73
3) 지금까지 i-Construction 1.0 대처 ····· 75
4) 지속적인 건설현장 저인력화 대책 ····· 76
2. i-Construction 2.0 목표 ····· 80
1) 전체 최적의 도입 ····· 80
2) 안전 확보 ····· 81
3) 근로 개혁과 다양한 인재 활약 ····· 81
4) 월급이 높고, 휴가가 있고, 희망이 있는 건설업의 실현 ····· 82
3. 국토교통성의 2024년도 대처사항 ····· 82
1) 시공의 오토메이션화 ····· 82
2) 데이터 연계의 오토메이션화(디지털화·페이퍼리스화) ····· 84
3) 시공관리의 오토메이션화(리모트화·오프사이트화) ····· 87
4. i-Construction 2.0 관련 지원 제도 ····· 89
1) 만들기·상업·서비스 생산성 향상 촉진사업(만들기보조금) ····· 92
2) 서비스 등 생산성 향상 IT도입지원사업(IT도입보조금) ····· 96
3) 인재개발지원보조금 ····· 98
4) 중소기업 경영강화법(시정촌 고정자산세) ····· 101
5) 경영서포트「경영강화법에 따른 지원」 ····· 103
6) 중소기업투자촉진세제 ····· 105
7) IT활용 촉진자금 ····· 107
8) 환경·에너지대책자금 ····· 109
5. 소결 ····· 112

제4장 **건설DX와 국토교통 데이터플랫폼** ---------- **115**

1. 배경 및 목적 ····· 117
1) 배경 ····· 117
2) 목적 ····· 118
3) 인프라 분야의 DX가 목표로 하는 미래상 ····· 118
2. 목표 미래상을 달성하기 위한 인프라 분야 DX의 방향 ····· 118
1) 인프라 분야 DX를 추진하기 위한 어프로치 ····· 120

2) 국토교통성 세부 시책 ····· 121
3. 국토교통 데이터플랫폼 정비계획 ····· 126
1) 배경 및 목적과 목표형태 ····· 126
2) 데이터플랫폼의 정비 방침 ····· 130
3) 국토교통 데이터플랫폼 로드맵 ····· 136
4) 국토교통 데이터플랫폼 업데이트 ····· 137
4. 소결 ····· 149

제5장 **결론 및 정책적 시사점** ---- **151**
1. 요약 ····· 153
1) i-Construction 1.0 (2016~2025) ····· 153
2) i-Construction 2.0 (2025~) ····· 154
3) 건설DX와 국토교통 데이터플랫폼 ····· 156
2. 정책적 시사점 ····· 157
1) 장기간 지속가능한 명확한 정책적 목표 ····· 157
2) 단계적인 정책 어프로치 변경 ····· 157
3) 효과 및 문제점을 공유할 수 있는 환경 제공 ····· 159
4) 생산성뿐만이 아니라 디지털 연결을 고려 ····· 160

참고문헌 ---- **162**

부록1 국토교통성 건설DX 시책 리스트 ---- **167**

표 목차

〈표 1-1〉 건설 분야 외국인 수 추이 ····· 11
〈표 1-2〉 특정기능1호 외국인 국가별 상황(2022년) ····· 12
〈표 2-1〉 입장 별 적산이 필요한 이유 ····· 21
〈표 2-2〉 연도별 i-Construction 관련 기준류 정비 공종 ····· 22
〈표 2-3〉 국토교통성 i-Construction 관련 실시요령 및 적산요령과 감독·검사요령 ·· 22
〈표 2-4〉 현장관리비 산식 개정 ····· 24
〈표 2-5〉 국토교통성 지방정비국 i-Construction 연수 개최 ····· 25
〈표 2-6〉 혁신적 기술의 도입·활용에 관한 프로젝트 공모 제도 ····· 28
〈표 2-7〉 국토교통성 직할공사 ICT 시공 실시 상황 ····· 29
〈표 2-8〉 도도부현·정령시에서 ICT 시공 실시 상황 ····· 33
〈표 2-9〉 도도부현·정령시 ICT토공 도입 상황 조사 결과 ····· 33
〈표 2-10〉 일본 건설업의 고용형태 및 급여지불형태 ····· 42
〈표 2-11〉 일본 건설업의 급여지불형태 비교 ····· 42
〈표 2-12〉 도도부현 평준화율 변화 ····· 51
〈표 2-13〉 채무부담행위 도입 현황 조사 결과(2019년) ····· 52
〈표 2-14〉 여유기간제도 도입 현황 조사 결과(2019년) ····· 53
〈표 2-15〉 이월 제도 도입 현황 조사 결과(2019년) ····· 53
〈표 2-16〉 채무부담행위 도입 현황 조사 결과(2019년) ····· 53
〈표 2-17〉 3차원 정보 활용 모델(시범) 사업 리스트 ····· 57
〈표 2-18〉 2021년도 i-Construction 대상(공사/업무부문) ····· 64
〈표 2-19〉 2021년도 i-Construction 대상(지자체 대처 부문) ····· 65
〈표 2-20〉 2021년도 i-Construction 대상(컨소시엄 회원 대처 부문) ····· 65
〈표 3-1〉 i-Construction 2.0과 관련된 지원 제도 ····· 89
〈표 3-2〉 만들기·상업·서비스 생산성 향상 촉진사업 보조금 구분 ····· 92

〈표 3-3〉 만들기·상업·서비스 생산성 향상 촉진사업 보조상한액 ····· 94
〈표 3-4〉 제품·서비스 고부가가치화 보조금(통상유형) 보조상한액 ····· 95
〈표 3-5〉 제품·서비스 고부가가치화 보조금(성장분야 진출유형) 보조상한액 ····· 95
〈표 3-6〉 IT도입보조금 보조대상 중소기업 범위 ····· 96
〈표 3-7〉 IT도입보조금 보조대상 IT툴의 요건 ····· 96
〈표 3-8〉 IT도입보조금 보조액과 보조율 ····· 97
〈표 3-9〉 IT도입보조금 보조대상 건설 관련 소프트웨어 ····· 97
〈표 3-10〉 인재개발지원보조금 유형 ····· 99
〈표 3-11〉 인재개발지원보조금 중소기업 기준 ····· 100
〈표 3-12〉 인재개발지원보조금 금액 및 비율 ····· 100
〈표 3-13〉 중소기업의 선진설비 도입계획 내용 ····· 101
〈표 3-14〉 중소기업 경영강화법 상 중소기업 기준 ····· 102
〈표 3-15〉 중소기업 경영강화법에 따른 고정자산세 감면 ····· 102
〈표 3-16〉 경영강화법에 따른 지원의 대상 설비 ····· 104
〈표 3-17〉 중소기업투자촉진세제 내용 ····· 106
〈표 3-18〉 IT활용 촉진자금의 대상 ····· 107
〈표 3-19〉 IT활용 촉진자금의 설비자금 대출 적용 연이율 ····· 108
〈표 3-20〉 IT활용 촉진자금의 설비자금 대출 기간 별 연이율 ····· 109
〈표 3-21〉 환경·에너지대책자금 유형 ····· 110
〈표 3-22〉 환경·에너지대책자금 – 국민생활사업 건설기계 취득 대출 관련 대상자 ·· 110
〈표 3-23〉 환경·에너지대책자금 – 중소기업사업 건설기계 취득 대출 관련 대상자 ·· 111
〈표 3-24〉 환경·에너지대책자금 – 중소기업사업 건설기계 취득 대출 관련 이율 ····· 111
〈표 4-1〉 인프라 DX 시책 맵 ····· 123
〈표 4-2〉 개별시책 및 담당부국(인프라 만드는 방법의 변혁) ····· 124
〈표 4-3〉 개별시책 및 담당부국(인프라 사용하는 방법의 변혁) ····· 124
〈표 4-4〉 개별시책 및 담당부국(데이터 활용 방법의 변혁) ····· 125
〈표 4-5〉 데이터 제공자에 따른 접근 구분 ····· 131
〈표 4-6〉 국토교통 데이터플랫폼 버전 히스토리 ····· 138
〈표 4-7〉 국토교통 데이터플랫폼 연계 데이터베이스 ····· 139

그림목차

[그림 Ⅰ-1] 일본 건설투자액 추이 (명목금액) ····· 4
[그림 Ⅰ-2] 일본 건설투자액 구성 ····· 4
[그림 Ⅰ-3] 일본 건설업 허가업자 및 취업자 수 추이 ····· 5
[그림 Ⅰ-4] 일본의 인구 피라미드 (2023년 기준) ····· 6
[그림 Ⅰ-5] 일본의 고령 인구 구조 ····· 7
[그림 Ⅰ-6] 일본 산업별 취업자 수 (2023년 기준) ····· 8
[그림 Ⅰ-7] 전체산업과 건설업의 청년 및 고령자 비율 ····· 9
[그림 Ⅱ-1] 일본 건설시장의 구조 및 i-Construction 전략 ····· 16
[그림 Ⅱ-2] 일본 국토교통성 i-Construction 로드맵 ····· 17
[그림 Ⅱ-3] 일본 국토교통성 ICT 도입 시기 ····· 18
[그림 Ⅱ-4] 기준류 수립 제안으로부터 수립·개정까지의 프로세스 ····· 21
[그림 Ⅱ-5] ICT토공(굴착) 구분 ····· 24
[그림 Ⅱ-6] i-Construction 서포트 사무소 (53개소) ····· 26
[그림 Ⅱ-7] i-Construction 신기술 실장을 위한 대처 ····· 27
[그림 Ⅱ-8] 국토교통성 직할공사에서 ICT 활용공사를 수주한 경험이 있는 기업 ····· 30
[그림 Ⅱ-9] 국토교통성 직할공사에서 ICT 도입 생산성 분석 (ICT토공) ····· 31
[그림 Ⅱ-10] 국토교통성 직할공사에서 ICT 도입 생산성 분석 (ICT포장공) ····· 31
[그림 Ⅱ-11] 국토교통성 직할공사에서 ICT 도입 생산성 분석 (ICT준설공(하천)) ····· 32
[그림 Ⅱ-12] 국토교통성 직할공사에서 ICT 도입 생산성 분석 (ICT준설공(항만)) ····· 32
[그림 Ⅱ-13] ICT토공이 도입되지 않는 이유와 적절하지 않은 공사 규모 ····· 33
[그림 Ⅱ-14] 토목구조물 설계 가이드라인 개정 방향 ····· 34
[그림 Ⅱ-15] 현장 타설 방식과 프리캐스트 방식의 비용 비교 ····· 36
[그림 Ⅱ-16] 프리캐스트 방식을 위한 요소기술 ····· 36
[그림 Ⅱ-17] 프리캐스트 활용 상황 (PC 암거)(2020년) ····· 38

[그림 Ⅱ-18] 박스 컬버트(PC 암거)의 규격별 프리캐스트와 현장타설 가격 비교 ····· 39
[그림 Ⅱ-19] 국토교통성 킨키지방정비국 PC검토 프로세스 ····· 40
[그림 Ⅱ-20] 국토교통성 호쿠리쿠지방정비국 PC검토 평가지표 및 배점 ····· 40
[그림 Ⅱ-21] 월별 공공공사 기성 증감 현황 ····· 44
[그림 Ⅱ-22] 채무부담행위의 개념 ····· 46
[그림 Ⅱ-23] 여유기간제도 ····· 47
[그림 Ⅱ-24] 신속한 이월절차 ····· 48
[그림 Ⅱ-25] 적산의 조기발주 ····· 49
[그림 Ⅱ-26] 평준화율 계산 예시 ····· 50
[그림 Ⅱ-27] 평준화율 계산 결과 예시 ····· 50
[그림 Ⅱ-28] 권역별 시구정촌 평준화율 ····· 52
[그림 Ⅱ-29] 국토교통성 BIM/CIM 기준·요령 정비 결과 ····· 55
[그림 Ⅱ-30] 2023년도까지 BIM/CIM 적용 계획(국토교통성 업무 및 공사) ····· 58
[그림 Ⅱ-31] 국토교통성 업무 및 공사 관련 BIM/CIM 정비 계획 ····· 59
[그림 Ⅱ-32] 국토교통성 BIM/CIM 활용 업무·공사 추이 ····· 60
[그림 Ⅱ-33] DX 데이터센터 개념 ····· 61
[그림 Ⅱ-34] 국토교통성 칸토지방정비국의 ICT어드바이저 제도 ····· 62
[그림 Ⅱ-35] 건축 BIM 추진회의 구성 ····· 63
[그림 Ⅱ-36] 건축 BIM 추진회의 구성 ····· 64
[그림 Ⅱ-37] i-Construction과 인프라 DX의 관계 ····· 67
[그림 Ⅲ-1] i-Construction 2.0 : 건설현장 오토메이션화를 위한 대처 ····· 72
[그림 Ⅲ-2] 일본의 장래인구 추계(2023년도 추계) ····· 73
[그림 Ⅲ-3] 건설 후 50년 이상을 경과하는 사회자본 비율 ····· 74
[그림 Ⅲ-4] i-Construction 2.0의 목적과 방향성 ····· 77
[그림 Ⅲ-5] i-Construction과 인프라 DX의 관계 ····· 79
[그림 Ⅲ-6] 건설현장의 저인력화·생산성 향상 개념도 ····· 80
[그림 Ⅲ-7] 시공의 오토메이션화 개념도 및 로드맵 ····· 82
[그림 Ⅲ-8] 데이터 연계의 오토메이션 개념도 및 로드맵 ····· 85
[그림 Ⅲ-9] 시공관리의 오토메이션 개념도 및 로드맵 ····· 87

[그림 Ⅲ-10] i-Construction 2.0과 관련된 지원 제도 (보조금) ····· 91
[그림 Ⅲ-11] i-Construction 2.0과 관련된 지원 제도 (융자/세제) ····· 91
[그림 Ⅳ-1] 국토교통성 건설DX 정책의 방향 ····· 119
[그림 Ⅳ-2] 국토교통 데이터플랫폼 로드맵 ····· 137
[그림 Ⅴ-1] i-Construction 정책의 개념 ····· 159

Korea Research Institute For Construction Policy

I

서 론

1. 연구의 배경
2. 연구의 목적 및 방법

제1장

서 론

1. 연구의 배경

1) 일본 건설 산업의 현황

(1) 건설투자액[1)]

① 건설투자액 추이

일본의 건설투자액은 1985년부터 1990년도까지 민간 투자를 중심으로 급격히 확대되었다. 버블경제가 붕괴함에 따라 민간 투자가 감소한 이후에도 정부 투자액에 힘입어 1992년 84조 엔까지 지속적으로 증가하였다. 1997년도 이후는 공공공사의 감소에 따라 건설투자액도 감소하였으며, 2010년도에는 1992년의 절반 수준인 약 42조 엔까지 감소하였다.

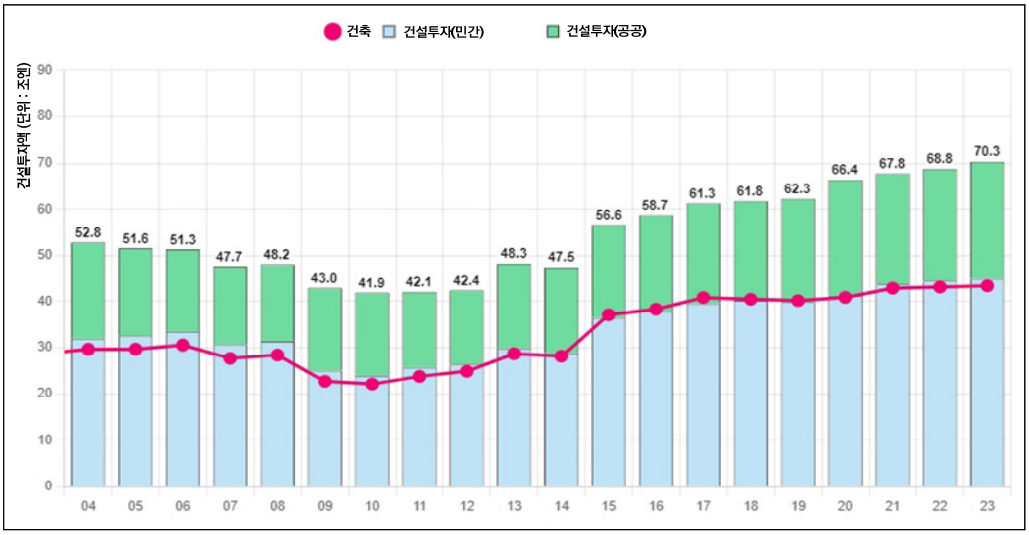
이후 2011년에 발생한 동일본대지진의 복구공사(약 18조 엔 규모로 예상)와 2020년 개최 예정이었던 도쿄 올림픽과 관련된 인프라 공사[2)]라는 수요와 함께 2015년 56.6조 엔 규모로 반전하여 증가하기 시작하였다. 이후 제2차 아베 신조 내각 기간 가운데 경제 디플레이션을 해결하기 위한 아베노믹스[3)] 정책이 진행되면서 공공 건설투자액이 증가하기 시작하였고, 2017년부터 2019년까지 60조 엔 초반 규모였던 건설투자액은 2020년부터 66.4조 엔을 기록한 후 계속하여 증가하여 2023년 70.3조 엔 규모를 기록하였다.

---

1) 일본의 건설투자액(명목금액)은 2014년부터 2024년까지 47조 엔에서 73조 엔으로 약 55.32%가 증가한 반면 소비자물가지수는 같은 기간 동안 97.5에서 105.6으로 약 8.31% 증가함. 소비자물가지수가 일본의 건설투자액(명목금액)에 어느 정도 영향을 미쳤다고는 할 수 있으나 일본의 건설투자액(실질금액) 자체가 증가한 수치라고 할 수 있음.

2) 2013년 9월 7일 아르헨티나 부에노스아이레스에서 열린 국제올림픽위원회(IOC) 제125차 총회에서 제32회 2020년 도쿄 올림픽의 개최가 결정됨. 올림픽 관련 건설투자에는 1,500억 엔에 이르는 올림픽 주경기장 설비 등의 직접적인 수요뿐만이 아니라, 민간 호텔의 신축, 리모델링이나 도심의 재개발, 상업시설의 건설이나 교통 인프라의 정비 등의 간접적인 수요도 포함됨. 민간의 미츠비시UFJ 모건스탠리증권은 2020 도쿄 올림픽이 약 10.1조 엔의 건설투자 효과가 있을 것으로 예상하고 있음.

3) 일본은 1980년대 버블 경제가 붕괴된 이후 장기불황의 시기를 맞이함. 아베 신조 총리는 20년 간 일본 경제를 괴롭힌 디플레이션을 잡기 위하여 아베노믹스 정책을 발표함. 아베노믹스의 물가상승률 목표는 2%이며, 이를 위해 대담한 통화정책, 기동적 재정정책, 거시적 구조개혁을 추진함.



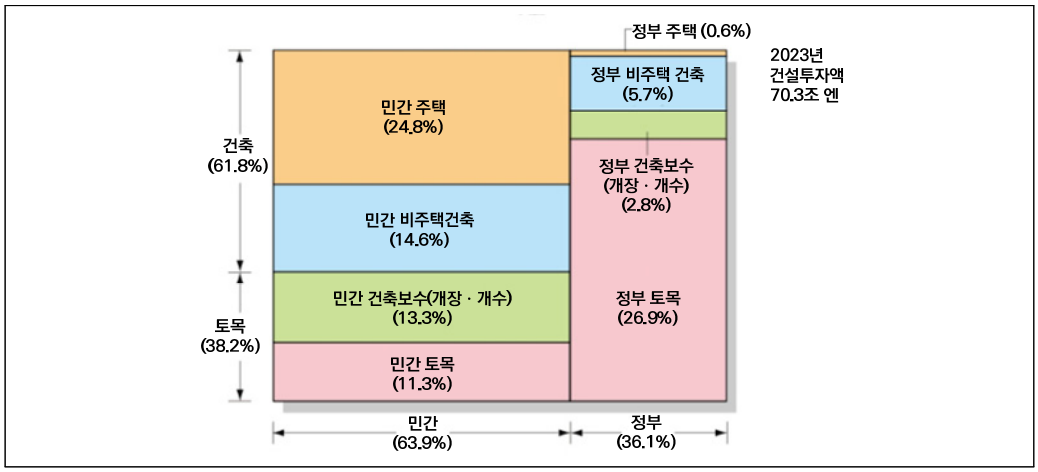
[그림 Ⅰ-1] 일본 건설투자액 추이 (명목금액)

자료 : 日本建設業連合会(2024)

70.3조 엔 규모까지 확대된 건설투자로 인해 일본 국내 건설시장은 호황 상태에 있으며, 건설 인력 수요가 증가한 상황이다.

② 건설투자액 구성

2023년의 건설투자액은 전년도 대비 2.2%(1.5조 엔)가 증가한 70조 3200억 엔이며,



[그림 Ⅰ-2] 일본 건설투자액 구성

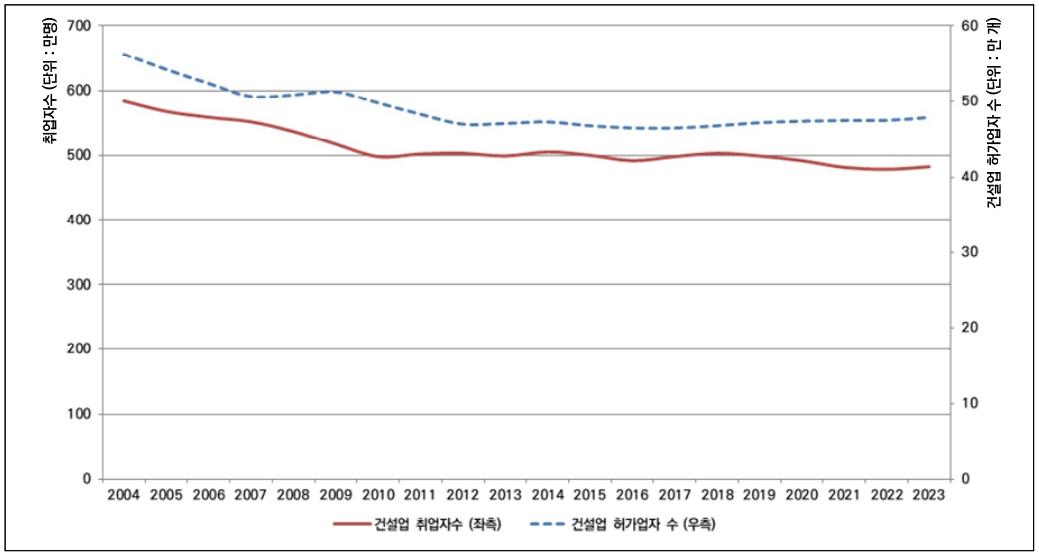
자료 : 日本建設業連合会(2024)

이 가운데 정부의 공공투자는 25조 3,400억 엔(전년도 대비 4.5% 증가), 민간투자는 44조 9,800억 엔(전년도 대비 1.0% 증가)이다. 이를 건축, 토목으로 구분하면 건축 투자액은 43조 4300억 엔이고, 토목 투자액은 26조 8,900억 엔으로 구성되어 있다.

2023년도 건설투자액의 구성을 살펴보면 민간투자가 63.9%, 정부 공공투자가 36.1%를 차지하고 있다. 민간투자의 82.5%는 건축 공사이며, 공공투자의 74.5%는 토목 공사이다.

(2) 연도별 건설업 허가업체 및 취업자 수 추이

건설업 허가업체와 취업자 수는 건설 시장의 상황에 크게 좌우된다. 허가업체와 취업자 수는 건설투자액이 꾸준히 하락하는 2010년까지 꾸준히 감소하였다. 건설업 허가업체 수는 2017년 가장 낮은 수치(465,454업체)를 기록한 이후 소폭 반등하여 2023년에는 474,948업체가 있다. 건설업 취업자 수는 1997년 685만 명으로 최대 취업자 수를 기록하였으나, 이후 건설투자액 감소와 함께 꾸준히 감소하였으며, 2010년부터 2020년까지는 약 500만 명 규모를 유지하였다. 그러나 베이비 붐 세대의 퇴직이 도래한 2021년부터는 480만 명 규모로 급격히 감소하였다.



[그림 Ⅰ-3] 일본 건설업 허가업자 및 취업자 수 추이

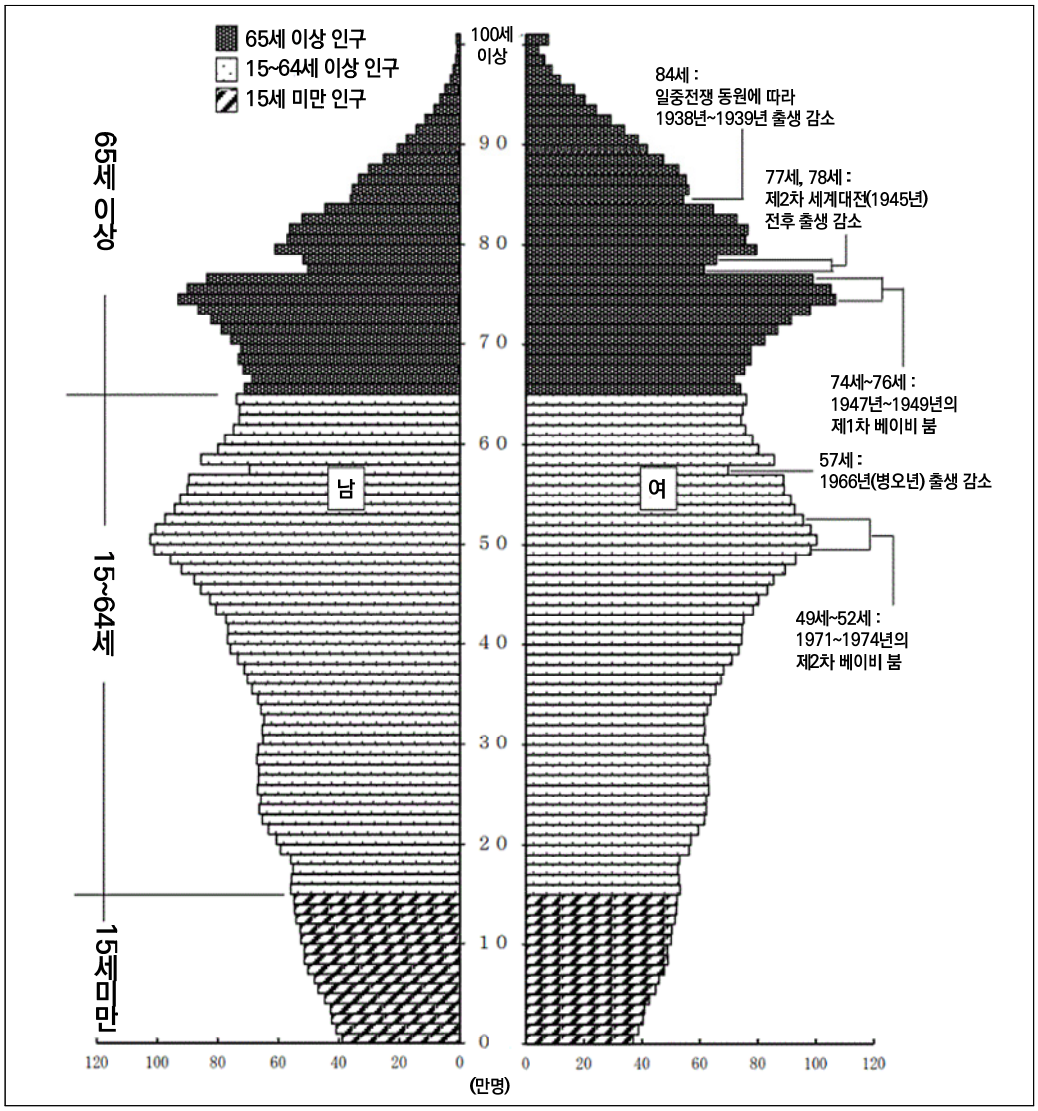
자료 : 国土交通省(2024)

2) 일본 건설 산업의 문제점

(1) 줄어드는 인구, 심각한 건설 취업자 부족

① 전체 인구 상황

일본 총무성 통계국에 따르면 현재(2024년 6월) 일본의 총 인구는 1억 2,389만 명이



[그림 Ⅰ-4] 일본의 인구 피라미드 (2023년 기준)

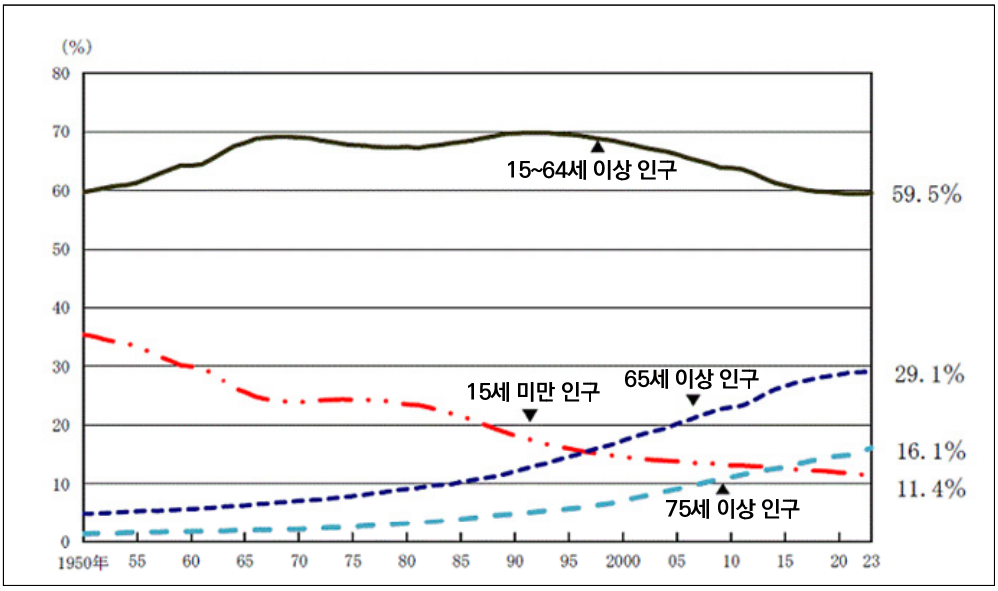
자료 : 総務省統計局(2024)

다. 일본 인구 구조의 특징은 2차례의 베이비 붐 세대가 존재한다는 점이다. 첫 번째는 2차 세계대전이 종료된 직후인 1947년부터 1949년까지 태어난 1차 베이비 붐 세대이며, 1971년부터 1974년까지의 1차 베이비 붐 세대가 25세 정도가 되어 출산하여 인구가 증가하는 2차 베이비 붐 세대가 있다.

현재 1차 베이비 붐 세대는 70대가 되어, 대부분 은퇴를 맞이한 시점이며, 2차 베이비 붐 세대가 50대에 진입하여 10여 년 내에 은퇴시기를 맞이할 것으로 예상되고 있다. 현재 일본의 산업은 2차 베이비 붐 세대에 의해 유지되고 있는 상황이다.

② 인구 감소

일본 총무성 통계국에 따르면 현재(2024년 6월) 일본의 총 인구는 13년 연속 인구가 자연감소하고 있으며, 감소폭은 증가하고 있다. 특히 유소년 인구(15세 미만)는 1417.3만 명으로 전체 인구에서 차지하는 비율은 11.4%로 역대 최저 비율에 해당하고, 생산연령인구(15세 이상 64세 미만)의 비율은 59.5%에 그치고 있다. 고령 인구(65세 이상)는 3622.7만 명으로 전체 인구에서 차지하는 비율(29.1%)이 매우 높다. 특히 고령 인구 가운데 75세 이상의 인구는 2007.8만 명으로 전체 인구의 16.1%에 해당하며, 일본 인구의 6명 중 1명은 75세 이상인 것을 의미한다.

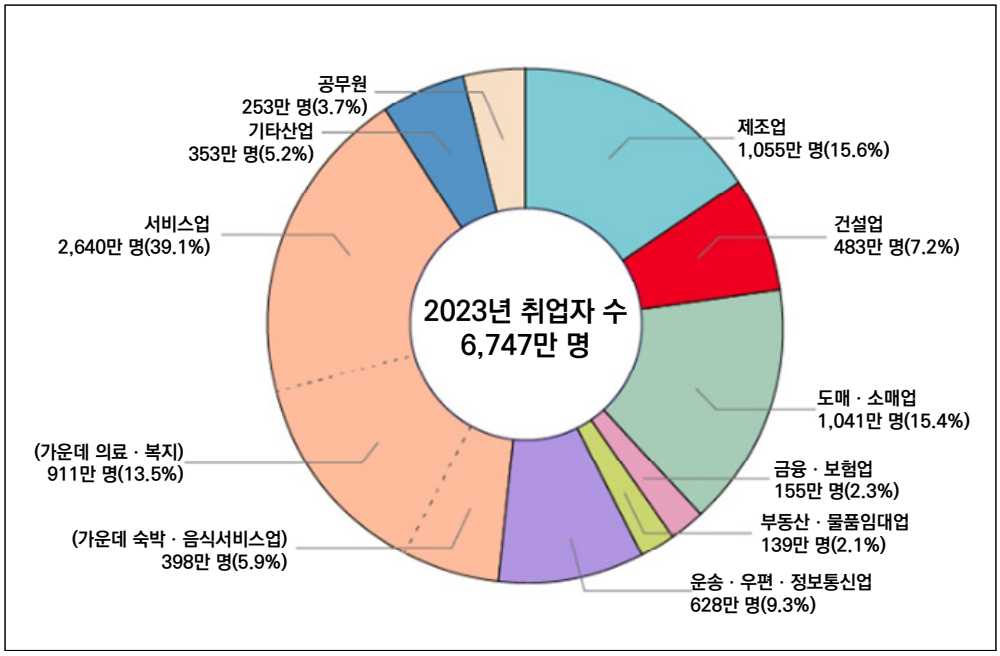


[그림 Ⅰ-5] 일본의 고령 인구 구조

자료 : 総務省統計局(2024)

(2) 건설 취업자 부족

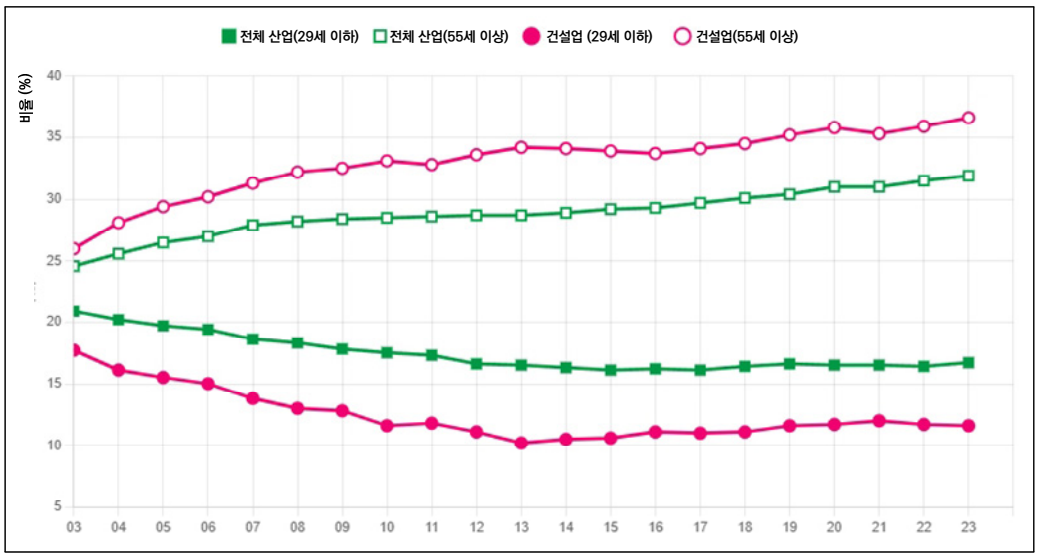
2023년 기준 일본의 전체 산업 취업자 수는 6,747만 명이며 이 가운데 건설업 취업자 수는 483만 명으로 약 7.2%를 차지하고 있다. 저출산 문제로 인해 전체 산업에서 젊은 층의 유입이 부족한 실정이지만, 건설업은 3D 업종이라는 인식이 높아 타 산업에 비해 젊은 층의 유입이 상대적으로 매우 적은 상황이다.



[그림 Ⅰ-6] 일본 산업별 취업자 수 (2023년 기준)

자료 : 総務省統計局(2024)

2023년 건설업 취업자는 55세 이상이 약 36.6%(전체 산업은 31.9%), 29세 이하가 약 11.6%(전체 산업은 16.7%)에 불과하여 전체 산업과 비교하여 고령화가 현저히 높은 상태이다. 전체산업과 건설업의 고령화 간격은 계속해서 증가하고 있는 상황이다.



[그림 Ⅰ-7] 전체산업과 건설업의 청년 및 고령자 비율

자료 : 総務省統計局(2024)

(3) 소극적인 외국인 노동자 도입

일본의 외국인 노동자 수입에 관한 정책적 방향성은 1967년의 「제1차 고용대책기본계획」에서 정해진 전문적·기술적 분야의 외국인 수입은 적극적으로 추진하지만, 단순 노동분야의 수입은 원칙적으로 허용하지 않는다는 방침을 현재까지 일관하고 있다. 그 이유로는 자국민의 일자리 확보 문제와 품질 및 안전 확보, 일본 고유의 기술 계승 문제를 이유로 들고 있다.

1960년대 후반의 호경기와 1980년대 말부터 1990년대 초반까지 이어진 버블 경기시기에 제조업을 비롯한 산업계에서는 계속하여 외국인 단순노동자의 수입을 정부에 요구하였으나, 방침은 변경되지 않았다. 1989년에 개정된 「출입국관리 및 난민인정법」에서는 브라질 등의 남미에 거주하고 있는 이주 일본인 2세에 대한 고용 제한이 해제되었다.

① 기능실습제도

기능실습제도는 「출입국관리 및 난민인정법」 별표 제1의2에서 정하는 기능실습의 체류자격에 따라 일본에 체류하는 외국인이 보수를 수반하는 실습을 할 수 있는 제도이다. 기업 등의 실습 실시기관이 해외의 현지법인, 합작기업이나 거래처 직원의 직원을 받아들

여, 기능 실습을 실시하는 기업단독형과 상공회 등의 비영리 단체가 기능실습생을 받아들여 산하의 실습실시자로 기능 실습을 실시하는 단체형으로 나눌 수 있다. 기능실습제도의 개념은 1960년대 해외에 진출한 일본 기업이 현지 법인의 현지 사원을 초빙하여 기술이나 지식을 습득하게 하는 외국인 연수 제도에 뿌리를 두고 있다.

1993년 「기능실습제도와 관련된 출입국관리상의 취급에 관한 지침」(1993년 법무성 고시 제141호)에 따라 기능실습제도가 창설되었다. 이 제도는 외국인 연수제도에 의해 일정 수준 이상의 기술 등을 습득한 외국인에 대해서 연수 종료 후, 기업과 고용 관계를 체결한 후에 생산 활동에 종사해, 연수로 습득한 기술 등을 보다 스킬 업 할 수 있도록 하고 있다. 당초 연수·기능실습 기간은 모두 최장 2년이었지만 1997년 4월에는 최장 3년으로 연장됐다.

2010년 7월 「출입국관리 및 난민인정법」 및 「일본국과의 평화조약에 근거하여 일본의 국적을 이탈한 자 등의 출입국관리에 관한 특례법」의 일부를 개정하는 등의 법률(2009년 7월 15일 법률 제79호)에 의해 재류자격에 기능실습이 설치되어, 기능습득기간을 기능실습1호, 특정활동(기능실습) 기간을 기능실습2호로 구분하고, 실무에 종사하는 기간은 노동자로 취급하게 되었다. 그러나 실무에서는 기능실습생에 대한 임금이나 시간외 노동에 대한 규정이 지켜지지 않는 문제가 자주 발생하였다.

2015년 제3차 아베내각은 기능실습의 수용기간을 현행 최장 3년에서 5년으로 늘리는 법률 개정안을 발표하였으며, 기능실습생을 보호하기 위해 기능실습생의 의사에 반하는 실습 강제나 사생활 제한을 금지하고, 처벌 규정을 설치하였다. 2016년에는 「외국인의 기능실습의 적정한 실시 및 기능실습생의 보호에 관한 법률」(2016년 법률 제89호)이 제정되었으며, 이 법률에 따라 외국인 기능실습기구가 설립되었다.

그럼에도 불구하고 어려운 직장 환경을 강요받는 기능실습생의 실종이 잇따르고, UN 인권이사회로부터 인권 침해 우려가 있기 때문에 고용제도로 변경해야 한다는 지적이 있자, 2023년 11월 정부전문가 회의는 기능실습생 제도를 폐지하고, 새롭게 육성취업제도를 도입하는 것을 발표하였다.

② 특정기능 재류자격

특정기능제도는 2019년 시작된 일본의 재류자격이다. 저출산, 고령화로 인해 심각해지는 노동력 부족 문제에 대응하기 위해 만들어진 제도로, 일정 기능 및 일본어 능력 기준

을 충족하는 자가 특정 기능을 발휘하기 위한 재류허가이다. 2018년에 「출입국관리법 및 난민인정법」 제2조의2가 개정되면서 재류자격에 특정기능이 창설되었으며, 2019년 4월부터 특정기능자격을 통한 외국인 노동자 도입이 가능하게 되었다.

특정기능 재류자격은 통산 상한 5년의 재류기간이 규정되어 있는 특정기능1호와 재류기간 3년 또는 1년 6개월 마다 갱신해야 하는 특정기능2호의 2종류가 있다. 특정기능 재류자격은 건설, 조선공업, 자동차 정비, 항공, 숙박, 농업, 어업, 음식료품제조업, 외식업의 14개 분야의 정해진 업무와 부수 업무에 한하여 인정된다. 종사하는 일도 전문성이나 고도의 기능을 필요로 하는 것으로 한정된다. 동일분야 또는 다른 분야의 기능 시험에 합격한 경우에는 전직이 인정된다.

기능실습제도는 기능을 습득하는 것을 목적으로 한 자격이기 때문에 별도의 시험[4]이 없었다. 그러나 특정기능 재류자격은 노동력을 목적으로 한 자격이기 때문에 지식과 기능을 필요로 한다. 또한 종사하는 업무의 레벨도 특정기능이 높다. 기능실습은 전직을 원칙적으로 금지하고 있지만, 특정기능은 동일한 업무라면 전직할 수 있다. 재류기간은 기능실습은 최장 5년인데 비해, 특정기능1호는 통산5년이며, 특정기능2호는 상한이 없다. 기능실습제도 및 특정기능1호는 가족을 동반할 수 없으나, 특정기능2호는 가족을 동반할 수 있다.

〈표 1-1〉 건설 분야 외국인 수 추이

	전체 외국인 수	기술자 등 기능자 이외의 고용	기능실습생	특정기능1호	특정기능2호
2012	13,102	6,048	7,054	-	-
2013	15,647	7,070	8,577	-	-
2014	20,560	8,511	12,049	-	-
2015	29,157	10,274	18,883	-	-
2016	41,104	13,563	27,541	-	-
2017	55,168	18,579	36,589	-	-
2018	68,604	22,614	45,990	-	-
2019	93,214	28,023	64,924	267	-
2020	110,898	32,215	76,567	2,116	-
2021	110,018	33,170	70,488	6,360	-
2022	116,789	33,524	70,489	12,768	8
2023	144,981	31,688	88,830	24,433	30

자료 : 国土交通省(2024)

4) 개호 직종만 입국 시 일본어능력시험N4레벨을 요구함.

〈표 1-2〉 특정기능1호 외국인 국가 별 상황(2023년)

베트남	필리핀	인도네시아	중국	캄보디아
16,600	2,452	2,202	1,313	690
미얀마	**태국**	**네팔**	**기타**	**합계**
466	244	134	382	24,463

자료 : 国土交通省(2024)

(4) 노동력 부족 문제에 대한 대응이 필요

일본 건설업의 약 500만에 달하는 취업자 가운데 기술자 및 기능자를 모두 포함한 외국인이 14.5만 명에 불과하기 때문에 외국인 노동력은 인구감소에 따른 건설업 노동력 부족 문제를 해결하기 위한 방안으로 큰 효과를 기대할 수 없는 상황이다. 이러한 상황에서 국토교통성은 필요한 노동력 규모 자체를 줄이기 위한 생산성 향상을 핵심 정책으로 주목하게 된다.

2. 연구의 목적 및 방법

본 연구는 저출산에 따른 인구 감소 문제 및 건설업의 고령화 문제에 직면하고 있는 상황에서 우리나라와 동일한 문제점을 겪고 있는 일본 국토교통성에서 2016년부터 현재까지 추진하고 있는 생산성 향상을 위한 정책인 i-Construction 정책의 내용과 상황을 조사·정리하여, 우리나라 건설 산업이 참고할 수 있는 시사점을 제시하는 것을 목적으로 한다.

이를 위해 본 연구에서는 2022년 국토교통성이 발표한 「i-Construction 추진 정책평가서」, 2024년 국토교통성이 발표한 「i-Construction 2.0 계획」, 2022년 국토교통이 발표한 「인프라분야 DX 액션플랜」과 2023년에 발표한 「인프라분야 DX액션플랜 2판」, 2018년 국토교통성이 발표한 「국토교통 데이터플랫폼 정비계획」을 조사·분석한다.

Korea Research Institute For Construction Policy

Ⅱ

i-Construction 1.0 (2016~2025)

1. i-Construction 1.0 대처
2. i-Construction 1.0 대처의 현재 상황
3. i-Construction의 앞으로의 방향성
4. 소결

제2장

i-Construction 1.0 (2016~2025)

1. i-Construction 1.0 대처

1) 도입 경위와 목표

2016년 9월 12일 아베 총리가 주관한 미래투자회의에서 제4차 산업혁명에 의한 건설현장의 생산성 혁명을 달성하기 위해 건설 현장의 생산성을 2025년까지 20% 향상을 목표로 한다는 정책이 발표되었다. 이 목표를 달성하기 위해 3년 이내에 교량이나 터널, 댐 등의 공공공사 현장에서 측량에 드론을 투입하여, 시공, 검사에 이르는 건설 프로세스 전체를 3차원 데이터로 연결하는 등 새로운 건설 방법을 도입하기로 결정하였다.

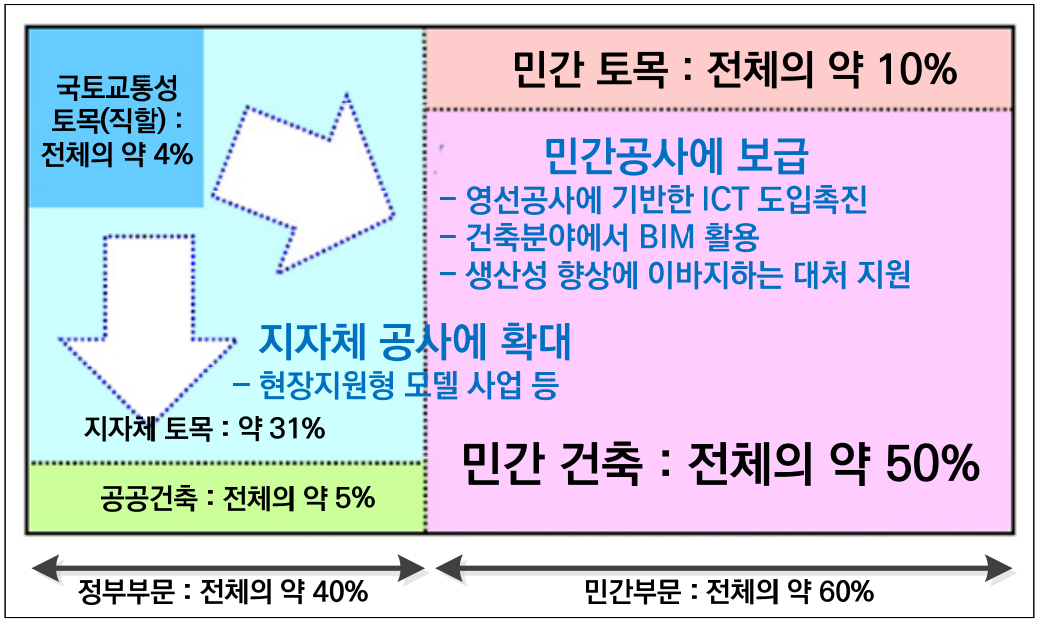
이러한 대처를 통해 종래 건설업이 가지는 Kiken(위험하다), Kitsui(힘들다), Kitanai(더럽다)의 3K 이미지를 해소하고, 전국의 건설현장을 새로운 3K(급료가 좋다, 휴가가 있다, 희망을 가질 수 있다)에 해당하는 매력적인 현장으로 개선하는 것을 방향성으로 수립하였다.

중장기적인 건설현장의 노동자 부족 문제에 대응하기 위하여 i-Construction을 추진하여 2025년까지 건설현장의 생산성을 20% 향상시키는 것을 목표로 설정하였다.

2) 추진전략

건설 투자는 공공부문과 민간부문으로 구성되어 있으며, 국토교통성 직할 토목공사는 공공부문에 포함되며, 전체 건설투자의 약 4%를 차지한다. 건설투자 가운데 공공부문(특히 국토교통성 직할공사)은 건설현장의 구체적인 시공 방법 등에 대해 계약·요령 등을 통해 국토교통성이 직접 관여할 수 있다. 따라서 i-construction에 관한 국토교통성의 정책으로서 먼저 공공부문에 대해서는 발주행정을 통한 대처를 진행하였다. 구체적으로는 국토교통성 직할 사업에 관련된 기술기준·적산기준의 개정이나 건설 기술의 연구 개발 등을 실시하고 있다. 한편 민간부문에 대해서는 건설업의 발전, 개선 및 조정에 관한 시

책을 통해 실시하고 있다. i-Construction의 추진 전략으로서는 먼저 공공부문에 관한 대처를 실시하고, 이를 바탕으로 민간부문에 보급하는 방식을 채택하고 진행하고 있다.

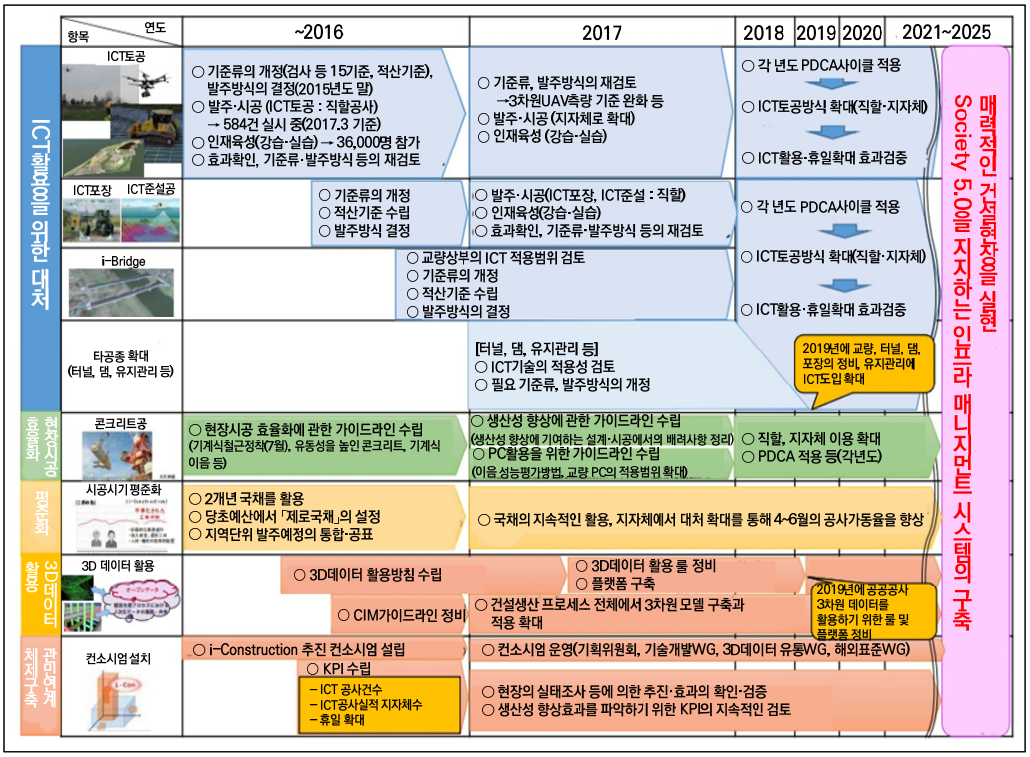


[그림 Ⅱ-1] 일본 건설시장의 구조 및 i-Construction 전략

자료 : 国土交通省(2022) p.6

3) i-Construction 1.0 대처 개요

2017년 3월 국토교통성은 i-Construction 로드맵을 작성하였다. 로드맵에서는 국토교통성이 발주자의 입장에서 진행할 수 있는 선두주자 정책(ICT 전면적인 활용, 전체최적의 도입(콘크리트공의 규격표준화 등), 시공시기 평준화), 3차원 데이터의 활용, 관민연계체제구축의 5개 항목을 핵심 항목으로 추진하는 것으로 설계하였다.

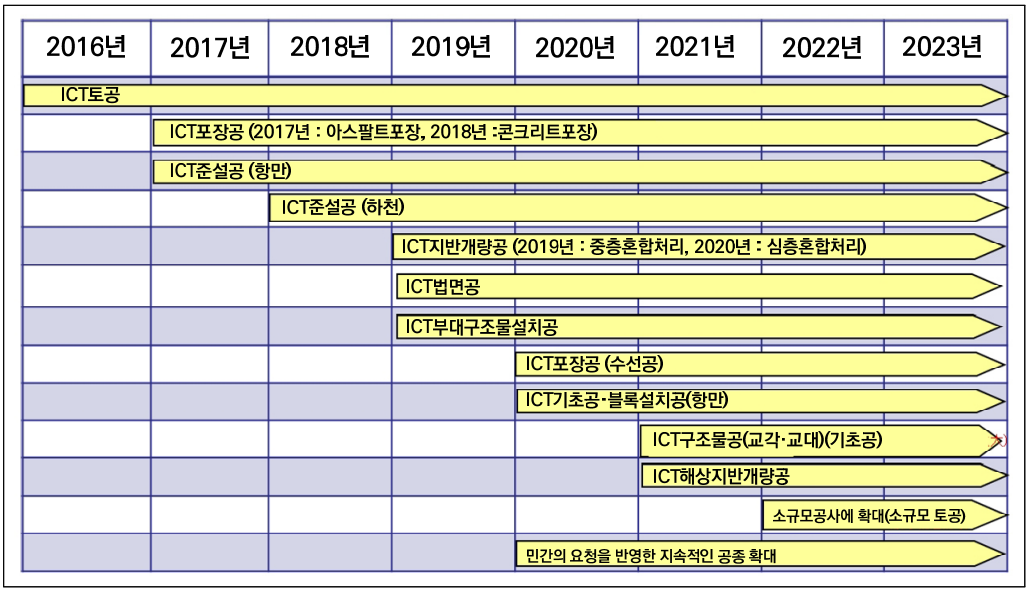


[그림 II-2] 일본 국토교통성 i-Construction 로드맵

자료 : 国土交通省(2022) p.7

(1) ICT의 전면적인 활용

국토교통성 직할공사에서는 2016년도 토공을 시작으로 기준류의 정비를 진행하고, 대상 공종 확대를 도모한다. 또한 국토교통성 직할공사에서 ICT공사의 실시건수를 늘리기 위하여 순차적으로 대상 공종을 넓히고 있다. 2021년에는 토공을 포함하여 대상 공종을 13개 공종까지 확대하였고, 현재에도 다른 공종 확대나 소규모 공사에 도입하는 것을 검토하고 있다.



[그림 Ⅱ-3] 일본 국토교통성 ICT 도입 시기

자료 : 国土交通省(2022) p.8

(2) 전체 최적의 도입

전체 최적이란 콘크리트공사에서 구조물의 설계, 발주, 재료조달, 가공, 조립 등 일련의 생산공정 및 유지관리 프로세스 전체 측면에서의 최적화를 검토하는 개념이다. 국토교통성 직할공사에서는 부재 규격 표준화와 철근의 프래패브화 보급을 위한 가이드라인 수립 등을 실시하여, 전체 최적을 뒷받침하는 대처를 진행하면서, 설계단계·시공단계 양쪽에서 활용이 가능한 사례집을 작성하여 프리캐스트의 채용을 촉진하였다. 예를 들어 콘크리트에 대해 현장 타설과 프리캐스트에 대해 효율성을 인일 당 작업량으로 현행 적산기준을 바탕으로 산출하면 프리캐스트의 효율성(㎥/인일)은 현장 타설의 약 2~5배로 분석되었다.

(3) 시공시기의 평준화

건설업계의 업무 수행 능력을 효율적으로 활용하여, 연간 시공량을 가능한 한 증가시키는 것을 목적으로 직할공사에서 회계 연도를 넘는 적정한 공기를 설정할 수 있도록 차년도 이후에 걸친 계약을 가능하게 하는 국고채무부담행위를 적극적으로 활용하고 있으며,

구체적으로는 공기가 1년 미만인 경우에도 2개년 국채(초년도와 차년도에 예산조치를 수반하는 국채)를 설정하여, 당초예산에서 제로국채(초년도의 예산조치가 0이고, 차년도에 예산조치가 이루어지지만 계약은 초년도에 가능)의 설정(2017년부터), 이월제도의 적극 활용, 시공시기 평준화율의 가시화, 중장기 발주전망의 통합·공표 확대 등을 실시하였다.

(4) 3차원 데이터의 활용

건설 현장 ICT화를 추진하기 위해 3차원 데이터 활용을 도모하기 위한 기준을 정비하는 대처를 진행하였다. 구체적으로는 국토교통성 직할 공사에서 가이드라인이나 절차서 등의 기준류를 정비하고, 집중적·계속적으로 BIM/CIM을 활용하고, 3차원 데이터 활용과 ICT 등의 신기술 도입을 가속화하는 3차원 정보 활용 모델 사업 등을 실시하였다. 또한 계획·조사·설계단계에서부터 BIM/CIM(Building/Construction Information Modeling Management)과 같은 3차원 모델을 도입하고, 이후 시공 및 유지관리 단계에서도 정보를 업데이트해가면서 이를 활용하여, 사업 전체에 걸친 관계자 간 정보를 공유하는 개념이며, 일련의 건설생산시스템 전체에서 수발주자 쌍방의 업무효율화·고도화를 도모하는 것이다.

(5) 관민연계 체제 구축

i-Construction 대처를 주도적으로 리드하고 있는 직할공사 대처를 순차적으로 지자체나 민간공사로 확장시키고, 건설업계의 자주적인 대처를 촉진하는 것을 목적으로 관민연계 체제를 구축하였다. 구체적으로는 다양한 분야의 산학관이 연계하여 IoT·인공지능(AI) 등 혁신적인 기술을 현장에 도입하고, 3차원 데이터를 활용함으로써 생산성이 높고, 매력적인 건설 현장을 만들어나가는 것을 목적으로 2016년도에 i-Construction 추진 컨소시엄을 설립하였다. i-Construction과 관련한 뛰어난 대처를 표창하고, 우수사례를 널리 보급하고 전파하기 위해 2017년도에 i-Construction 대상을 창설하였다. 2018년부터는 지자체 발주공사와 민간부문으로도 수상범위를 확대하고 2019년부터는 지자체의 대처도 수상대상으로 하고 있다.

4) 추진체제

i-Construction 추진은 국토교통성 본성의 기술조사과가 전체를 총괄하고, 전국의 국토교통성 지방정비국, 사무소 등과 밀접하게 연계하여 대처를 진행하였다. 시책 실행을 담당하는 각 국토교통성 지방정비국 및 사무소에 대해서는 지역마다 i-Construction 추진본부를 설치하였다. 또한 i-Construction의 주요 시책인 ICT의 전면 활용에 대해서는 보급 활성화를 위한 관계 업계의 의견을 듣고, 구체적인 과제 해결을 위한 공통인식을 마련하는 것을 목적으로 산·학·관 관계자로 구성된 ICT도입협의회를 설치하였다.

2015년에는 개정 공공공사 품질확보촉진법(공공공사 품확법)에 기초하여 발주자의 공통된 의무로서 국가가 정한 운용지침에 따라 발주관계 업무에 시정촌 등이 적절하게 대처할 수 있도록 지원과 연계를 도모하는 것을 목적으로 모든 도도부현에 모든 시정촌이 포함되는 발주자협의회도 설치되었다.

2. i-Construction 1.0 대처의 현재 상황

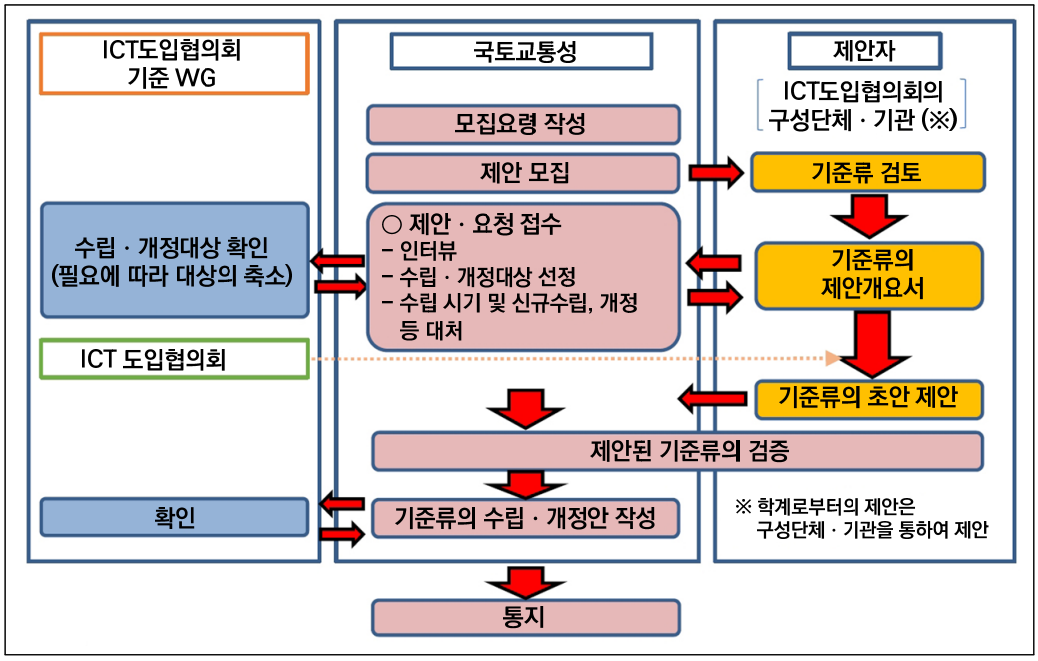
1) ICT의 전면적인 활용

(1) 대처 내용

① ICT 시공에 관련된 공종확대·기준류의 정비

민간에서 개발되어 있는 다양한 ICT기술이 국토교통성의 공사에서 적용되기 위해서는 실시요령, 적산요령, 감독요령, 검사요령 등의 기준류가 확보되어야만 한다.

기준류 수립에 관한 제안방법은 산·학·관 연계를 통해 진행되도록 프로세스를 정비하였다. ICT활용 실무를 담당하는 시공자나 기계/기기 제조사 등으로부터 기준류에 관한 제안을 모집하고, 필요한 기준류를 작성한 후, ICT도입협의회 기준분과회(WG)에서 심의를 진행하고, 현장시공을 거쳐 기준류를 개정하는 프로세스이다.



[그림 II-4] 기준류 수립 제안으로부터 수립·개정까지의 프로세스

자료 : 国土交通省(2022) p.12

이러한 체제를 통해서 국토교통성은 i-Construction을 추진하기 위한 환경을 정비하기 위하여 2016년도 이후 46개의 기준류를 새로이 신설하였으며, 62개의 기준류가 개정되었다.

〈표 2-1〉 i-Construction 관련 기준류 정비 상황

		2016	2017	2018	2019	합계
조사·설계	신설	2	7	1	–	10
	개정	–	2	5	4	11
시공	신설	5	6	7	4	22
	개정	2	8	11	7	28
감독·검사	신설	2	4	5	3	14
	개정	4	6	10	3	23
합계	신설	9	17	13	7	46
	개정	6	16	26	14	62

자료 : 国土交通省(2022)

기준류는 2016년 ICT토공에서 수립된 것을 시작으로, 2017년에는 ICT포장공(아스팔트포장), ICT준설공(항만)의 기준류가 수립되었다. 2018년에는 ICT포장공(콘크리트포

장), ICT준설공(하천)의 기준류가 수립되었으며, 2019년에는 ICT지반개량공(표층·중층혼합처리), ICT법면공, ICT부대구조물설치공의 기준류가 수립되었다. 2020년에는 ICT지반개량공(심층혼합처리), ICT법면공(격자블록공), ICT포장공(수선공), ICT기초공(항만)의 기준류가 수립되었으며, 2021년에는 ICT구조물공(교각·교대), ICT노반공, ICT해상지반개량공(바닥굴착)의 기준류가 수립되었다.

〈표 2-2〉 연도별 i-Construction 관련 기준류 정비 공종

수립년도	수립 기준류
2016	ICT토공
2017	ICT포장공(아스팔트포장), ICT준설공(항만)
2018	ICT포장공(콘크리트포장), ICT준설공(하천)
2019	ICT지반개량공(표층·중층혼합처리), ICT법면공, ICT부대구조물설치공
2020	ICT지반개량공(심층혼합처리), ICT법면공(격자블록공), ICT포장공(수선공), ICT기초공(항만)
2021	ICT구조물공(교각·교대), ICT노반공, ICT해상지반개량공(바닥굴착)

자료 : 저자작성

2024년 기준 국토교통성에서 ICT공사와 관련하여 작성한 실시요령 및 적산요령, 감독·검사요령은 다음과 같다.

〈표 2-3〉 국토교통성 i-Construction 관련 실시요령 및 적산요령과 감독·검사요령

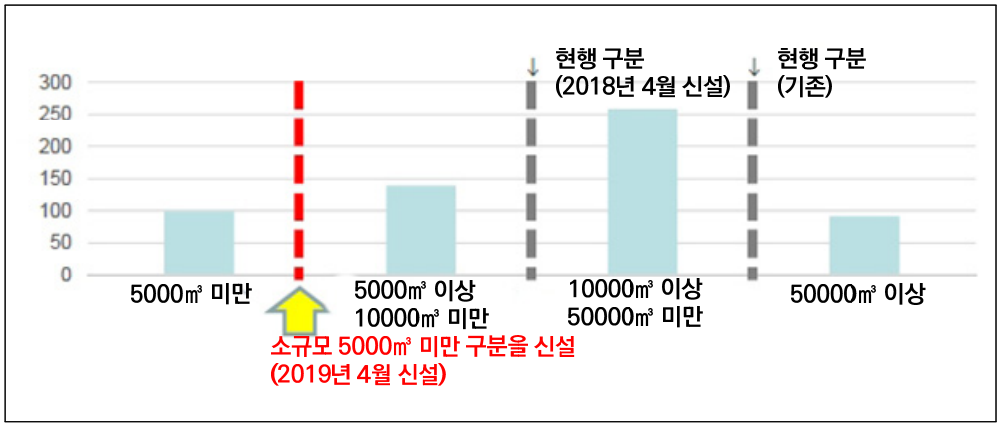
실시요령 및 적산요령	시공결과 관리 감독·검사요령
- 2023 ICT 활용공사(토공) 실시요령 - 2023 ICT 활용공사(토공) 적산요령 - 2023 ICT 활용공사(작업토공(바닥굴착)) 실시요령 - 2023 ICT 활용공사(작업토공(바닥굴착)) 적산요령 - 2023 ICT 활용공사(토공1000㎥미만) 실시요령 - 2023 ICT 활용공사(토공1000㎥미만) 적산요령 - 2023 ICT 활용공사 (소규모토공) 실시요령 - 2023 ICT 활용공사 (소규모토공) 적산요령 - 2023 ICT 활용공사 (법면공) 실시요령 - 2023 ICT 활용공사 (법면공) 적산요령 - 2023 ICT 활용공사 (부대구조물설치공) 실시요령 - 2023 ICT 활용공사 (부대구조물설치공) 적산요령 - 2023 ICT 활용공사 (옹벽공) 실시요령 - 2023 ICT 활용공사 (옹벽공) 적산요령 - 2023 ICT 활용공사 (지반개량공) 실시요령 - 2023 ICT 활용공사 (지반개량공)(안정처리) 적산요령	- 공중사진측량(무인항공기)을 이용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(토공편) 2023.3 개정 - 지상형레이저스캐너를 이용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(토공편) 2023.3 개정 - 지상이동체탑재형 레이저스캐너를 이용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(토공편) 2023.3 개정 - 무인항공기 탑재형 레이저스캐너를 이용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(토공편) 2023.3 개정 - TS(논프리즘)를 이용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(토공편) 2023.3 개정 - 시공이력데이터를 활용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(토공편) 2023.3 개정 - TS 등 광파방식을 이용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(토공편) 2023.3 개정 - RTK-GNSS를 이용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(토공편) 2023.3 개정 - 지상형 레이저스캐너를 이용한 시공결과 관리의 감

실시요령 및 적산요령	시공결과 관리 감독·검사요령
- 2023 ICT 활용공사 (지반개량공)(중층혼합처리) 실시요령 - 2023 ICT 활용공사 (지반개량공)(슬러리교반공) 적산요령 - 2023 ICT 활용공사 (기초공) 실시요령 - 2023 ICT 활용공사 (기초공) 적산요령 - 2023 ICT 활용공사 (하천준설) 실시요령 - 2023 ICT 활용공사 (하천준설) 적산요령 - 2023 ICT 활용공사 (사방토공) 적산요령 - 2023 ICT 활용공사 (하천바닥굴착) 적산요령 - 2023 ICT 활용공사 (포장공) 실시요령 - 2023 ICT 활용공사 (포장공) 적산요령 - 2023 ICT 활용공사 (포장공(수선공)) 실시요령 - 2023 ICT 활용공사 (포장공(수선공)) 적산요령 - 2023 ICT 활용공사 (구조물공(교량상부) 실시요령 - 2023 ICT 활용공사 (구조물공(교량상부) 적산요령 - 2023 ICT 활용공사 (구조물공(교각·교대)) 실시요령 - 2023 ICT 활용공사 (구조물공(교각·교대)) 적산요령 - 2023 ICT 활용공사에 관한 견적서 의뢰에 대해	독·검사요령(포장공사편) 2023.3 개정 - 지상이동체 탑재형 레이저스캐너를 이용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(포장공사편) 2023.3 개정 - TS(논프리즘)를 이용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(포장공사편) 2023.3 개정 - TS 등 광파방식을 이용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(포장공사편) 2023.3 개정 - 시공이력데이터를 활용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(노면절삭공편) 2023.3 개정 - TS 등 광파방식을 이용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(호안공편) 2023.3 개정 - 시공이력데이터를 활용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(표층안정처리·중층지반개량 공사편) 2023.3 개정 - 시공이력데이터를 활용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(슬러리 교반공편) 2023.3 개정 - 3차원 계측 기술을 활용한 시공결과 관리의 감독·검사요령 2023.3 개정 - 지상사진 측량을 활용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(토공편) 2023.3 수립 - TS 등 광파방식을 활용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(도로절삭공편) 2023.3 수립 - 지상사진 측량을 활용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(도로절삭공편) 2023.3 수립 - 3차원 계측기술을 활용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(구조물공(교각·교대편) 2023.3 수립 - 3차원 계측기술을 활용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(구조물공(교량상부공편)) 2023.3 수립 - 3차원 계측기술을 활용한 시공결과 관리의 감독·검사요령(토공 1000㎥미만)소규모토공·법면정형공편 2023.3 수립 - TS·GNSS를 활용한 성토의 체결 관리의 감독·검사요령 2021.3 수립

자료 : 저자작성

또한 중소기업에 ICT시공을 보급하기 위한 대처로서 중소기업이 수주하는 공사의 규모는 비교적 소규모라는 것을 감안하여 중소기업이 소규모 ICT시공에 대처하기 용이하도록 2019년 4월 토공(굴착)에 새로운 구분(5,000㎥미만 소규모)을 신설하였다. 또한 2019년 국토교통성은 신기술 도입 등에 필요한 현장경비(외주경비)가 증가하는 것을 반

영하여 국토교통성 토목공사 적산기준에서 전체 공종에 대해 현장관리비를 개정하였다.



[그림 Ⅱ-5] ICT토공(굴착) 구분

자료 : 国土交通省(2022) p.12

〈표 2-4〉 현장관리비 산식 개정 (하천·도로구조물공사 예시)

	700만 엔 이하	700만 엔 초과 10억 엔 이하	10억 엔 초과
현행 (2018년 이전)	41.29%	$420.8 \times Np^{-0.1473}$	19.88%
개정 (2019년 이후)	42.50%	$457.7 \times Np^{-0.1508}$	20.11%

Np : 순공사비

자료 : 国土交通省(2019) p.3

② 시공자 및 발주자 대상 연수·보급계발

아무리 좋은 기술이 개발되어 있어도 건설 산업에서의 기술 전파는 느린 것이 일반적이다. 따라서 국토교통성은 ICT기술 확산을 위해서는 우수한 기술들을 직접 눈앞에서 확인하고 시연해볼 수 있는 기회를 확보하는 것이 중요하다고 판단하였다. ICT 시공을 경험하지 못한 사람들을 대상으로 보급 확대 및 ICT시공에 대한 흥미를 높이기 위해 국토교통성 지방정비국에서는 정기적으로 시공자 및 발주자용 연수와 현장견학회 등의 연수사업을 실시하였다.

〈표 2-5〉 국토교통성 지방정비국 i-Construction 연수 개최

	2016	2017	2018	2019	2020
시공자 대상	281	356	348	441	108
발주자 대상	363	373	472	505	169
합계	644	729	820	946	277

※ 2020년은 코로나 감염증 확산으로 인해 횟수가 감소

자료 : 国土交通省(2022) p.14

ICT 시공의 보급은 대규모 공사에서는 규모가 크고 기술력이 뛰어나고 선진적인 기술을 활용한 경험이 많은 시공사들이 다수 존재하기 때문에 상대적으로 보급하기 용이하다. 그러나 중·소규모 공사를 수행하는 중·소규모 시공사는 이러한 경험이 부족하여 변화에 대한 저항성이 발생하는 것이 ICT 시공을 보급하는 것에 있어 가장 큰 과제로 지적되었다. 따라서 국토교통성은 국토교통성이 발주하는 중·소규모 공사를 수주하는 시공사 가운데 선진적으로 ICT를 활용하고 있는 선두 기업의 노하우를 공유할 기회를 설치하였다. 이를 통해 ICT 활용 경험이 적은 기업은 선진적 대처를 배우고, ICT 활용의 이점을 이해하였다. 또한 지역 단위로 대처 사례, 노하우를 발신하는 기회를 마련하였다.

국토교통성이 발주하는 공사를 중심으로 ICT 시공을 도입하고 있지만, 공공공사 전체에 보급하기 위해서는 공공공사의 대다수를 차지하는 지자체가 발주하는 공사로 확산하는 것이 필요하다. 이에 국토교통성은 ICT 활용공사를 지자체 발주공사에 널리 보급하기 위하여 지자체 발주공사를 필드로 하는 현장지원형 시범 사업을 실시하였다. 현장지원형 시범 사업에서는 지자체가 설치한 지원협의회를 통해 ⓐ ICT활용을 전제로 한 공정계획 입안지원, ⓑ ICT 운용 매니지먼트 지도 등을 실시하여, 지원협의회 참가자들이 ICT 도입하는 방법과 효과를 이해할 수 있도록 하였다. 국토교통성은 지원협의회에서 ICT 도입계획 수립 지원(현장조건을 바탕으로 시공자와 ICT를 활용할 수 있는 공정계획 검토), ICT 도입 효과 확인(ICT 도입효과를 발주자·시공자가 확인하고 도입 문제점 파악), ICT 활용에서의 주의점과 대응 사례를 제공하였다.

이와 함께 2019년부터는 i-Construction 도입을 가속화시키기 위하여 국토교통성 직할사업을 실시하는 사무소인 「i-Construction 시범 사무소」, 「i-Construction 서포트 사무소」를 53개소에 설치하였다. 공사의 대부분에서 ICT를 사용하는 ICT-FULL 활용 공사를 실시하였다. 공사현장에서 시공되는 공종의 대부분에서 ICT를 활용하기 위하여 공사 전체의 3D설계 데이터를 작성하고, 3D데이터를 사용한 시공·기성관리를 실시하였다.

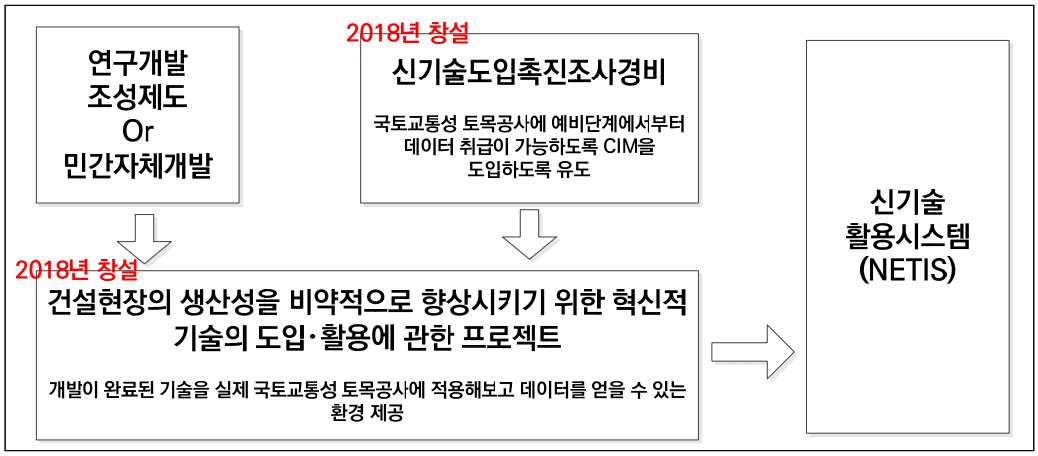
[그림 Ⅱ-6] i-Construction 서포트 사무소 (53개소)

자료 : 国土交通省(2022) p.15

또한 처음으로 ICT 시공을 도입하고자 검토하고 있는 기업을 대상으로 ICT 시공에 관한 다양한 조언을 제공할 수 있는 ICT 어드바이저 제도를 도모하고 있으며, 현재에도 국토교통성 지방정비국에서 지원을 받을 수 있는 체제 만들기를 진행하고 있다.

③ 신기술 현장 실장을 위한 대처

국토교통성에서는 i-Construction과 관련된 다양한 신기술을 빠르게 실제 국토교통성 공사 현장에 적용해보고 적절한 데이터를 취득할 수 있는 환경을 갖추기 위해 2018년「신기술도입촉진비 제도」와「건설현장의 생산성을 비약적으로 향상시키기 위한 혁신적 기술의 도입·활용에 관한 프로젝트 제도」를 창설하였다.



[그림 II-7] i-Construction 신기술 실장을 위한 대처

자료 : 저자작성

A. 신기술도입촉진조사비 제도

「신기술도입촉진조사비 제도」는 교량, 터널, 하천구조물, 댐 등의 대규모 구조물의 예비설계 단계에서부터 CIM 실시를 유도하는 비용으로 활용하는 것이며, 국토교통성은 i-Construction에 따른 신기술의 실장 촉진을 위한 「신기술도입촉진조사비」로서 2018년도 예산에 11.8억 엔을, 2019년도 예산에 18억 엔을 계상하였다.

B. 건설현장의 생산성을 비약적으로 향상시키기 위한 혁신적 기술의 도입·활용에 관한 프로젝트 제도

건설현장의 생산성을 비약적으로 향상시키기 위한 혁신적 기술의 도입·활용에 관한 프로젝트 제도는 국토교통성은 실제 공공 토목공사에서 다양한 신기술을 시범 적용함으로써 건설현장의 생산성을 높일 수 있는 연구개발을 지원하는 공공 토목공사 프로젝트를 공모하는 것이다.

응모자격은 현재 국토교통성 발주공사를 수주하여 시공 중인 건설업체와 ICT기술의 연구개발을 담당하는 기업, 대학, 연구기관의 컨소시엄이며, 컨소시엄에 포함된 각 구성원의 역할분담이 명확한 것으로 한정한다. 응모 내용에는 현장에 시범 적용하고자 하는 기술의 내용과 검측하고자 하는 수치, 적용하고자 하는 현장을 명시해야 한다. 응모 가능한 기술은 ① 데이터를 활용하여 토목공사에서 시공의 노동생산성 향상을 꾀하는 기술,

② 데이터를 활용하여 토목공사에서 품질관리의 고도화를 꾀하는 기술의 2가지 테마에 해당되어야 한다.

해당 컨소시엄은 컨소시엄 내에 포함된 건설업체가 실시하는 국토교통성 시공 현장에서 개발된 기술을 적용하고, 데이터를 발주자 및 컨소시엄 구성원 전체에 공유할 책임이 부여된다.

해당 프로젝트로 선정되면 최대 5천 만 엔이 지급되며, 기술 적용 및 데이터 취득에 직접적으로 필요한 직접경비(직접인건비, 기계경비, 정보통신경비, 관측설비비) 및 제경비(직접경비의 30%), 소비세로서 사용할 수 있다. 해당 사업의 연간 예산은 약 30억 엔 정도이다.

〈표 2-6〉 혁신적 기술의 도입·활용에 관한 프로젝트 공모 제도

연도	공모 기술 분야	채택건수
2018년	① 데이터를 활용하여 토목공사에서 시공의 노동생산성 향상을 꾀하는 기술	19건
	② 데이터를 활용하여 토목공사에서 품질관리의 고도화를 꾀하는 기술	14건
2019년	① 제5세대 이동통신 시스템을 활용한 토목 및 건축공사에서 시공의 노동생산성 향상에 이바지하는 기술	6건
	② 데이터를 활용하여 토목공사에서 품질관리의 고도화를 도모하는 기술	10건
2020년	① AI, IoT를 비롯한 신기술 등을 활용하여 토목 및 건축공사에서 시공의 노동생산성 향상에 이바지하는 기술	11건
	② 데이터를 활용하여 토목공사에서 품질관리의 고도화를 도모하는 기술	11건
2021년	① AI, IoT를 비롯한 신기술 등을 활용하여 토목 및 건축공사에서 시공의 노동생산성 향상에 이바지하는 기술	18건
	② 데이터를 활용하여 토목공사에서 품질관리의 고도화를 도모하는 기술	11건
2022년	① AI, IoT를 비롯한 신기술 등을 활용하여 토목 및 건축공사에서 시공의 노동생산성 향상에 이바지하는 기술	15건
	② 데이터를 활용하여 토목공사에서 품질관리의 고도화를 도모하는 기술	8건

자료 : 国土交通省(2018, 2019, 2020, 2021, 2022)

예를 들어 2020년에는 건설현장의 생산성을 비약적으로 향상시키기 위한 「혁신적 기술의 도입 활용에 관한 프로젝트」에서 건설 현장으로부터 디지털 데이터를 실시간으로 취득하고, IoT, AI를 비롯한 이를 활용하는 신기술을 시범 적용함으로서 건설현장의 생산성을 향상시키는 프로젝트를 공모하였다. 구체적으로는 데이터를 활용하여 시공 노동생산성을 향상시키는 기술(기술Ⅰ)과 데이터를 활용하여 품질관리를 고도화하는 기술(기술Ⅱ)의 2가지 유형에 대해 프로젝트 공모를 접수하고 시범 사업을 진행하였다.

기술Ⅰ에서는 데이터를 활용하여 시공 노동생산성을 향상시키는 기술로서 작업원이 착용한 스마트웨어나 각종 센서를 통해 작업원의 심전도 파형, 가속도, 체온, 위치정보, 외

기온도·습도 등의 데이터를 취득하고, 이를 통해 작업원의 스트레스를 평가하여 스트레스 상태가 높은 에어리어에 대해 대책을 강구하였다. 기술Ⅱ에서는 데이터를 활용하여 품질 관리를 고도화하는 기술로서 스마트센서 거푸집(정전 용량, 온도, 가속도센서)을 통해 콘크리트 타설 상황의 데이터를 취득하고, 이에 기초하여 시공관리를 개선하였다. 또한 콘크리트 표층의 이미지 데이터를 AI로 해석하여 표층 품질을 평가하였다. 그리고 MMS(Mobile Mapping System)를 통해 종래의 완성형 계측을 대체하는 터널 복공 콘크리트 점군 데이터를 취득하였다.

(2) 현재 상황

① ICT의 전면적 활용

A. 진행 상황

주요 5개 공종(토공, 포장공, 준설공(항만), 준설공(하천), 지반개량공)은 국토교통성이 ICT시공을 적용할 수 있는 공사로서 공고한 직할 공사 가운데 실제 ICT 시공이 이루어진 공사의 비율은 2016년 약 36%에 그쳤으나, 2020년에는 약 81%에서 적용되었다. 직접적인 보조비를 지원하여 강제로 ICT 시공을 진행시키는 것이 아니라, 국토교통성 공사를 수주한 업체에게 자율적인 선택권이 부여된 상태에서 ICT시공을 진행하는 구조를 유도하고 있다.

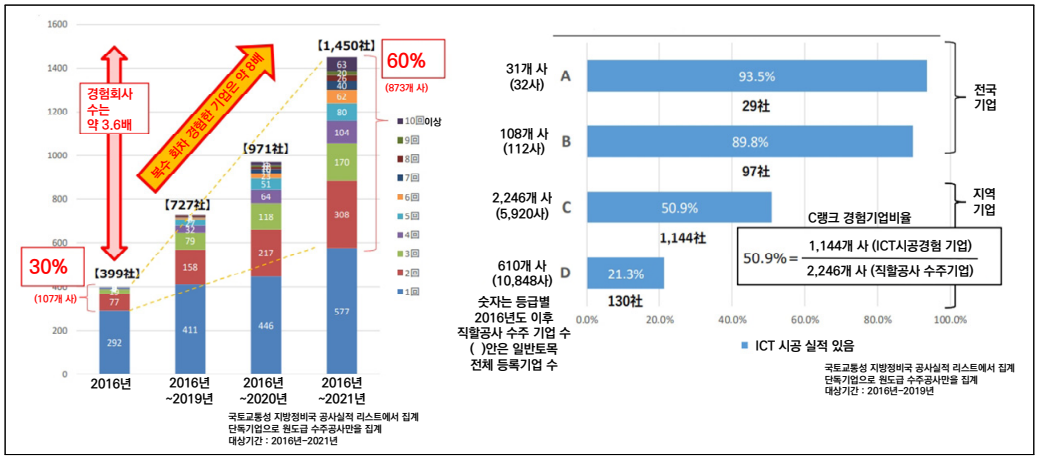
〈표 2-7〉 국토교통성 직할공사 ICT 시공 실시 상황

	2016년		2017년		2018년		2019년		2020년	
	ICT시공 실시건수	공고 건수	ICT시공 실시건수	공고 건수	ICT시공 실시건수	공고 건수	ICT시공 실시건수	공고 건수	ICT시공 실시건수	공고 건수
토공	584	1,625	815	1,952	960	1,675	1,799	2,246	1,994	2,420
포장공	–	–	79	201	80	203	233	340	342	543
준설공(항만)	–	–	24	28	57	62	57	63	63	64
준설공(하천)	–	–	–	–	8	8	34	39	28	28
지반개량공	–	–	–	–	–	–	9	22	123	151
합계	584	1,625	912	2,175	1,104	1,947	1,890	2,397	2,396	2,942
실시율	36%		42%		57%		79%		81%	

※ 복수공종을 포함한 공사가 존재하기 때문에 합계는 중복 숫자를 제외한 공사건수임
※ 국토교통성 영선공사(건축공사)는 제외

자료 : 国土交通省(2022) p.20

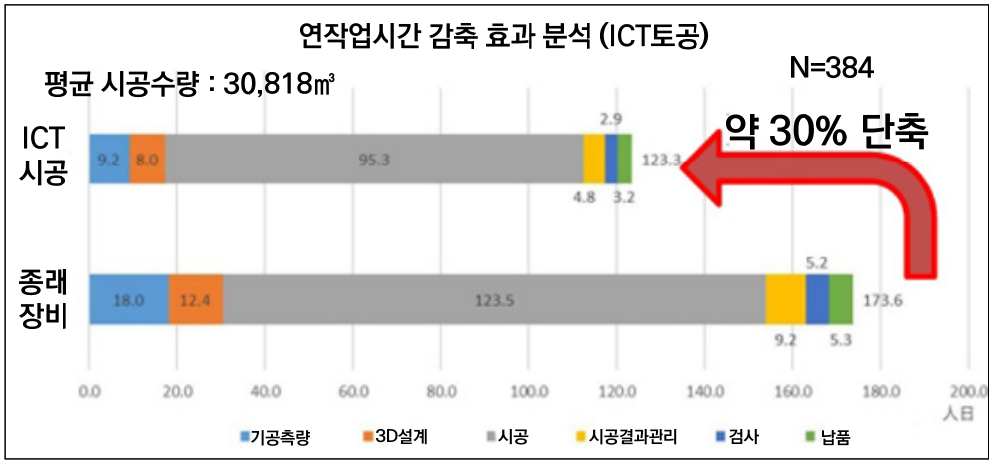
2016년 기준 국토교통성으로부터 ICT 장비를 활용하는 공사를 수주한 경험이 있는 기업 수는 399사로 전체의 약 30%에 불과하였으나, 2021년에는 873사로 전체의 약 60%를 차지하고 있다. 2016년부터 2019년까지 국토교통성 직할공사를 수주한 기업 가운데 수주희망자 명부 등록 A등급 기업은 93.5%, B등급 기업은 89.8%가 ICT 시공 실적을 가지게 되었다. C등급 기업에서는 약 절반(50.9%) 정도, D등급 기업에서는 21.3%의 기업이 ICT 시공을 경험하였다.



[그림 II-8] 국토교통성 직할공사에서 ICT 활용공사를 수주한 경험이 있는 기업

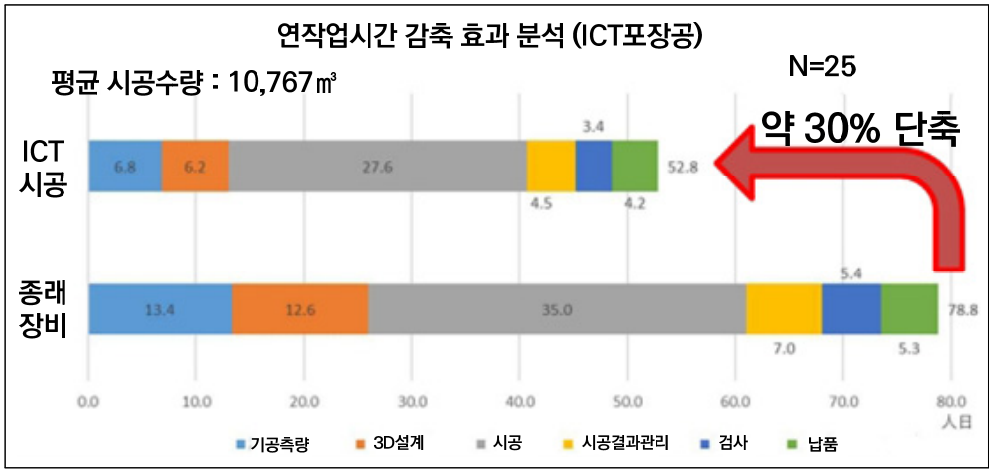
자료 : 国土交通省(2020) p.3

2019년 국토교통성에서 분석한 ICT 도입에 따른 생산성 향상 즉 작업시간의 감소효과는 아래와 같다. ICT 토공과 ICT포장공에서는 기존 재래 장비를 사용하는 경우 대비 연작업시간에서 약 30%가 감소하였다. ICT준설공(하천)에서는 기존 재래 장비 대비 약 20%가 감소하였으며, ICT준설공(항만)에서는 기존 재래 장비 대비 약 10%가 감소하여, 공종 별 작업시간 감소효과가 다소 차이가 존재하였다.



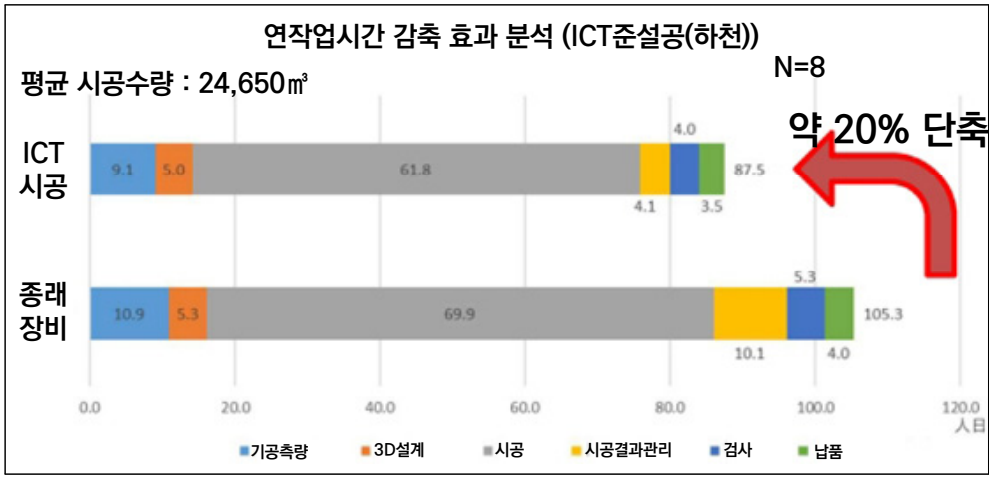
[그림 Ⅱ-9] 국토교통성 직할공사에서 ICT 도입 생산성 분석 (ICT토공)

자료 : 国土交通省(2020) p.5



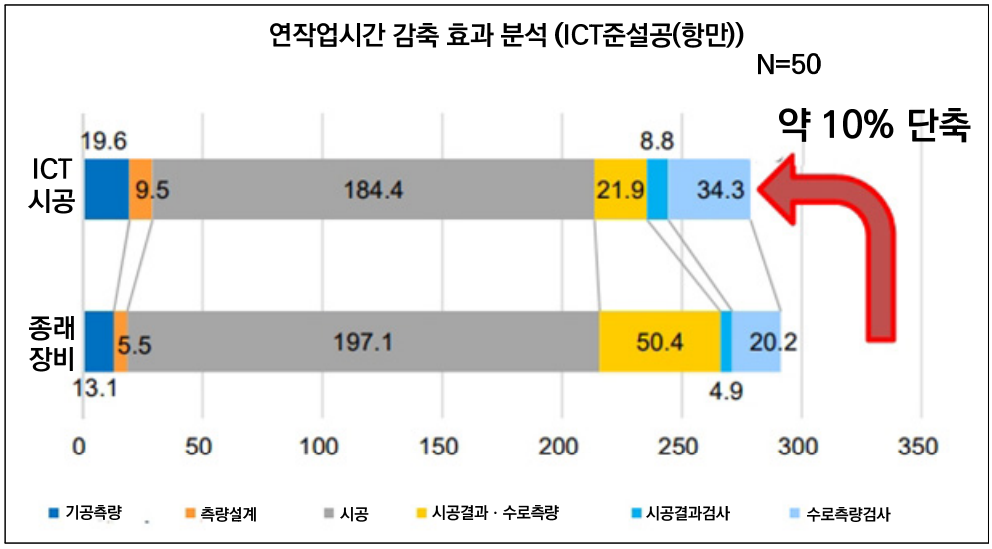
[그림 Ⅱ-10] 국토교통성 직할공사에서 ICT 도입 생산성 분석 (ICT포장공)

자료 : 国土交通省(2020) p.5



[그림 Ⅱ-11] 국토교통성 직할공사에서 ICT 도입 생산성 분석 (ICT준설공(하천))

자료 : 国土交通省(2020) p.5



[그림 Ⅱ-12] 국토교통성 직할공사에서 ICT 도입 생산성 분석 (ICT준설공(항만))

자료 : 国土交通省(2020) p.5

B. 문제점 (지자체 보급)

도도부현·정령시에서의 ICT토공 실시 상황은 해마다 증가하고 있지만, 실시건수가 저조한 도도부현도 존재하고 있다. 국토교통성 조사에 따르면 2019년 기준 ICT토공 실시건수가 가장 많은 곳은 시즈오카현(120건)이며, 효고현(103건), 미야기현(87건), 미에현(85건), 나가노현(69건), 교토부(55건) 등이다. 2019년 기준 ICT토공 실시건수가 5건 미

만인 도도부현은 치바현, 기후현, 오사카부, 나라현, 오카야마현, 히로시마현, 야마구치현, 나가사키현, 쿠마모토현, 오이타현, 오키나와현의 11개 도도부현이었다.

〈표 2-8〉 도도부현·정령시에서 ICT 시공 실시 상황 (단위 : 건)

	2017년	2018년	2019년	2020년
ICT 토공 실시건수	291	523	1,136	1,624

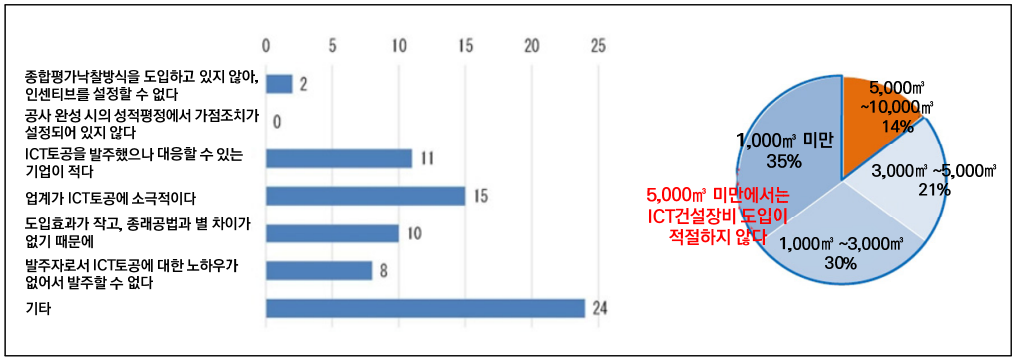
자료 : 国土交通省(2022) p.23

2020년 국토교통성은 지자체를 대상으로 ICT활용공사 실태에 대해 조사를 실시하였다. 조사 결과에 따르면 국가가 실시하는 공공 토목공사와 비교하여 상대적으로 소규모 공사가 많은 지자체에서는 59%가 ICT시공 도입이 지연되고 있다고 응답하였으며, 이유로서는 기업들이 ICT토공 도입에 소극적이고, ICT토공을 실시하는 기업 수가 적다는 점이 제시되었다. 특히 5,000㎥미만의 규모의 토공사에서는 적절하지 않다고 지적되었다.

〈표 2-9〉 도도부현·정령시 ICT토공 도입 상황 조사 결과

도입이 매우 지연되고 있다	도입이 다소 지연되었다	일정 수준 도입되었다	매우 도입되었다
10%	49%	38%	0%

자료 : 国土交通省(2022) p.24



[그림 II-13] ICT토공이 도입되지 않는 이유와 적절하지 않은 공사 규모

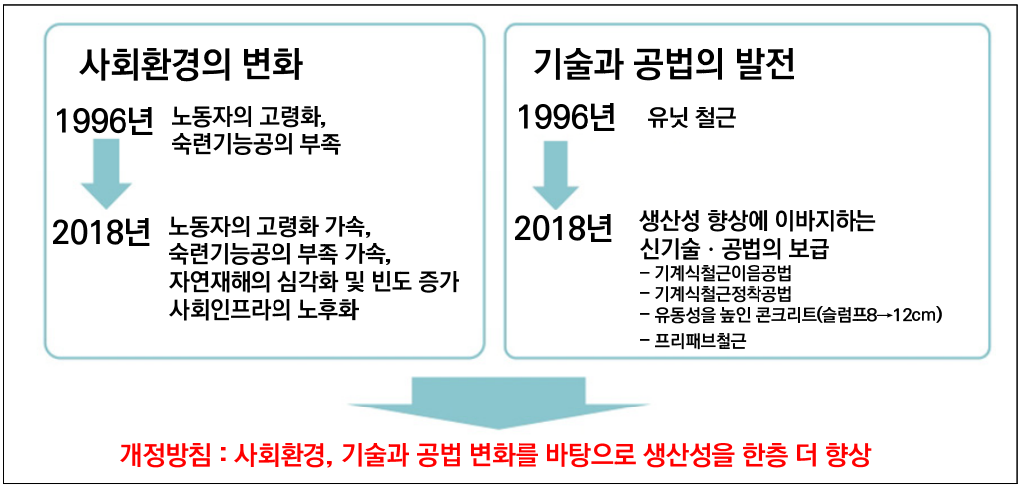
자료 : 国土交通省(2022) p.24

2) 전체 최적[5]개념의 도입

(1) 대처 내용

① 토목구조물 설계 가이드라인 개정

토목구조물 설계 가이드라인은 1996년에 토목구조물 생산성 향상 촉진을 도모하는 것을 목적으로 수립되었으며, 토목구조물의 생산성 향상을 이끌어내는 설계 방향성을 정립한 것이다. 1996년 수립 시의 설계 방향성은 표준화가 핵심이었지만, 2019년 3월 사회환경 변화와 기술·공법의 발전을 배경으로 2019년 3월 전체 최적화 개념을 도입하는 방향성을 정립하는 형태로 개정되었다.



[그림 Ⅱ-14] 토목구조물 설계 가이드라인 개정 방향

자료 : 国土交通省(2019) p.1

② 콘크리트 전체 최적을 위한 검토

국토교통성은 특히 콘크리트 공사에 대한 생산성 향상을 추진하기 위한 과제, 대처 방침, 전체 최적을 위한 규격표준화 등을 검토하는 것을 목적으로 전문가위원 및 관계단체, 연구기관, 발주기관이 참가하는 「콘크리트 생산성 향상 검토 협의회」를 2016년 3월에 설

5) 전체 최적이란 콘크리트공에서 구조물의 설계, 발주, 재료 조달, 가공, 조립 등 일련의 생산 공정 및 유지 관리 프로세스 전체 측면에서 최적화를 검토하는 개념이다. 기존에는 현장 시공(조립)만을 주안점으로 두고 최적화를 검토한 개념과 대비되는 개념이다.

치하였다.

검토 당시에는 공사에서 고유동콘크리트(슬럼프 12cm 이상)의 채용 비율은 41%로 저조하였고, 또한 설계업무에서는 17%로 낮았다. 이에 2017년에 수립한 「유동성을 높이는 현장 타설 콘크리트의 활용에 관한 가이드라인」에서는 고유동콘크리트 사용을 높이기 위해 콘크리트 구조물의 설계업무 성과품에서는 시공 시 슬럼프 값을 기입하는 것을 원칙으로 하였다.

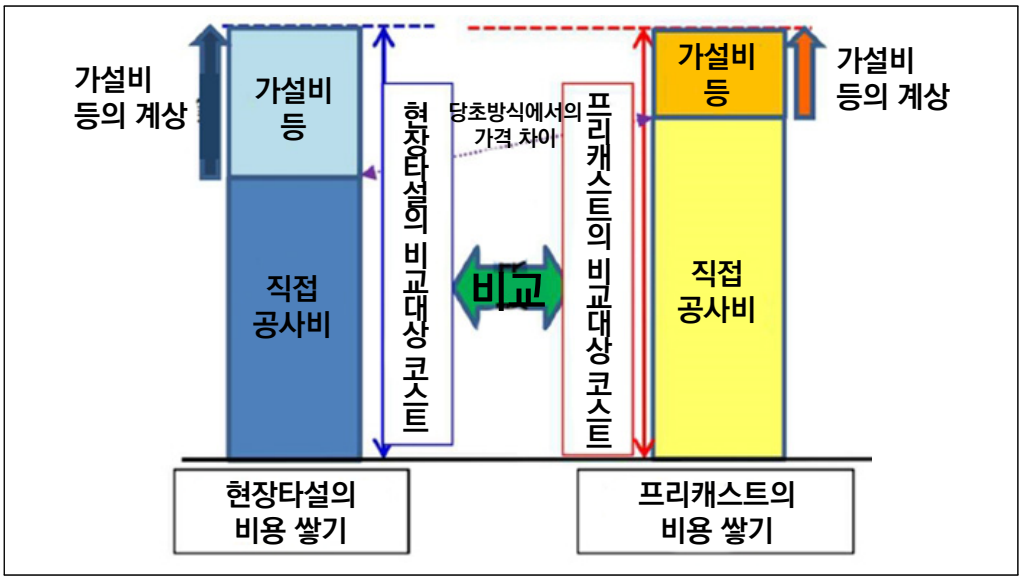
건설컨설턴트협회에서 실시한 설문조사에 따르면 설계단계에서는 현장조건에 따른 배합설계는 시공자에게 맡기고 있다는 의견이었지만, 과밀배근이나 특수부위 등의 설계단계에서는 검토할 필요성이 있는 경우에 검토하는 것으로 조사되었다. 슬럼프는 일반적인 구조물의 경우는 표준 12cm로 하지만, 과밀배근 등의 특수한 구조물은 토목학회의 콘크리트 표준시방서(시공편)을 참고로 별도로 검토해야 하며, 시공 시에는 시공자 자신이 최적 슬럼프를 선정하도록 하였다.

생콘크리트 생산성 향상을 위해 「혁신적 기술 도입·활용에 관한 프로젝트」를 활용하여 시범 공사를 실시하고, 건설업 단체와 협력하여, 「생콘크리트 전자화」를 통한 서플라이 체인 매니지먼트 도입을 검토하고 있다. 생콘크리트는 공장에서 출하 상황이나 시공 현장에서의 타설 상황 등 정보 전자화를 진행하는 가시화를 통해 품질 향상과 로스(Loss)율 절감으로 비용 절감을 도모한다. 또한 출하 상황과 현장에서의 수용 검사 등 관리장표 작성을 효율화하여 콘크리트 공사에서 생산성 향상을 도모한다.

③ 코스트(직접비) 이외의 항목을 평가하는 수법 도입·설계의 효율화

국토교통성은 전체최적화를 도모하기 위하여 설계단계에서 코스트(직접비) 이외의 항목을 평가하는 수법을 도입하여, 설계효율화를 촉진하였다. 예를 들어 예비설계단계에서 직접공사비 이외의 요소(가설비, 프리캐스트 활용 등)에 대해서도 감안하는 항목으로서 비교 검토 대상에 포함시켰다. 과거에는 프리캐스트의 직접공사비가 현장 타설 방식보다 비싸다는 이유로 제외되었지만, 이제는 좀 더 본질적인 의미에서 부가적인 가설비 등의 비용까지 포함한 비용으로 현장 타설 방식과 프리캐스트를 비교하여, 적절한 방식을 선택하게 되었다.

또한 「토목공사에서 프리캐스트 콘크리트 제품의 설계조건 명시요령」을 수립하여, 공통사양서로서 위치시키고, 적극적인 활용을 유도하여 설계 효율화를 도모하였다.

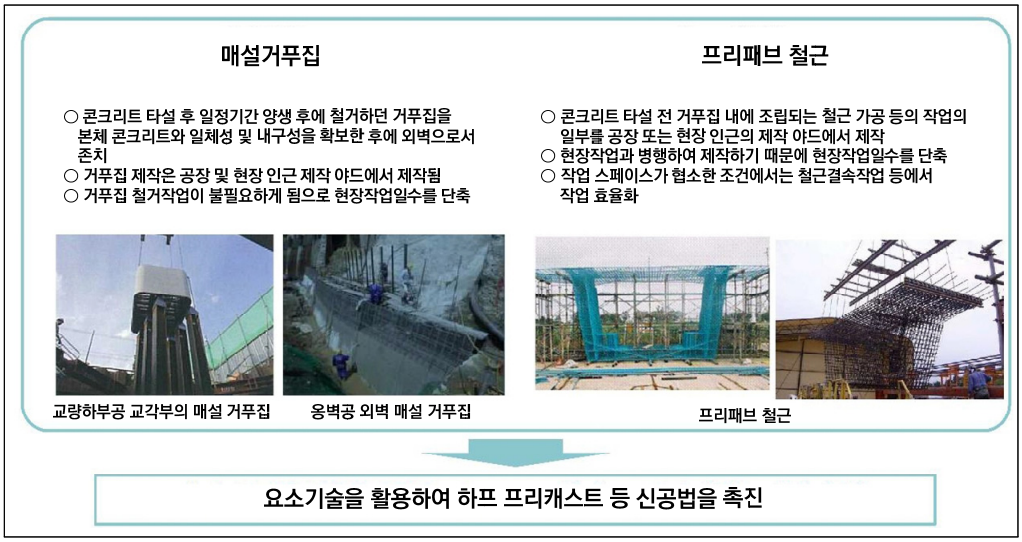


[그림 II-15] 현장 타설 방식과 프리캐스트 방식의 비용 비교

자료 : 国土交通省(2022) p.30

④ 현장타설·프리캐스트(공장제품)의 시공효율화를 도모하는 기술·공법 도입

생산성을 높이는 기술·공법을 보급하기 위해 현장타설, 프리캐스트(공장제품)의 개별



[그림 II-16] 프리캐스트 방식을 위한 요소기술

자료 : 国土交通省·日本建設業連合会(2022) p.12

특성에 따라 부분적 조합을 진행하여 시공 효율화를 도모하는 기술·공법을 도입하여 콘크리트 공사 전체의 생산성 향상을 도모한다.

요소기술의 예로서는 콘크리트 타설 후 일정기간 양생 후에 철거하던 거푸집을 본체 콘크리트와 일체성 및 내구성을 확보한 후에 외벽으로서 존치시키는 매설거푸집을 개발하거나, 콘크리트 타설 전 거푸집 내에 조립되는 철근 가공 등의 작업 일부를 공장 또는 현장 인근 제작 야드에서 제작하는 프리패브 철근과 같은 것이 있다.

⑤ 특수차량으로 운반할 수 있는 규격에 대한 프리캐스트 원칙화

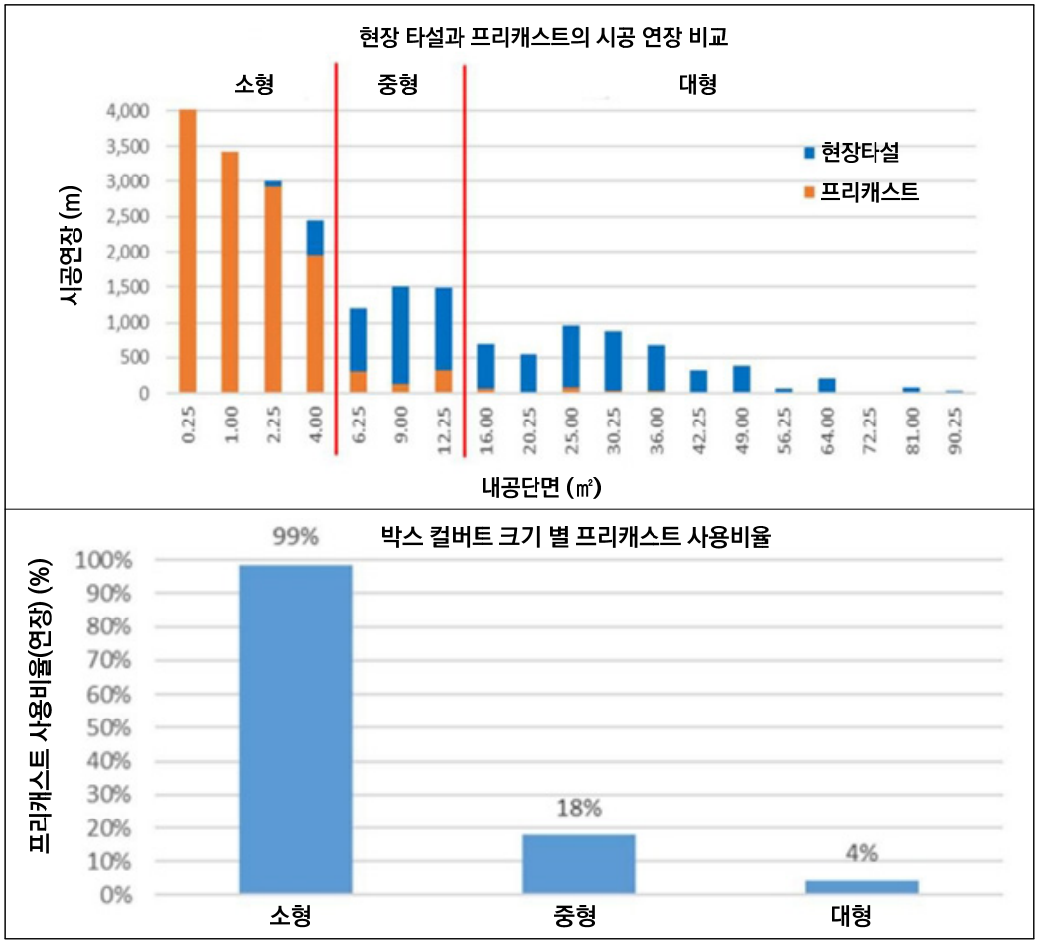
국토교통성은 건설업계를 대상으로 프리캐스트 제품의 규격 통일화나 집약화에 관한 설문을 진행하여 다음과 같은 의견을 정리하였다.

- 규격 유형의 종류가 줄어들면 거푸집 종류가 감소하고 거푸집에 대한 가동비용을 낮출 수 있다.
- 제조 효율이 높아져, 품질도 향상하고, 비용도 절감할 수 있다.
- 특별주문품이 감소하기 때문에 원가 절감으로 이어질 수 있다.
- 동일 효과 확보를 전제로 규격품을 적용할 것을 기본으로 하는 발주방식 채용이 필요하다.

이에 국토교통성은 2021년부터 프리캐스트 제품 도입을 촉진하기 위해 특수차량으로 운반 할 수 있는 규격은 프리캐스트 제품을 활용하는 것을 원칙화하였다. 중형·대형 구조물에서 프리캐스트 제품 도입을 촉진하기 위해 특수 차량으로 운반할 수 있는 규격이라면 프리캐스트화하는 것을 원칙화하였다.

(2) 문제점 (느린 중·대형 프리캐스트 도입)

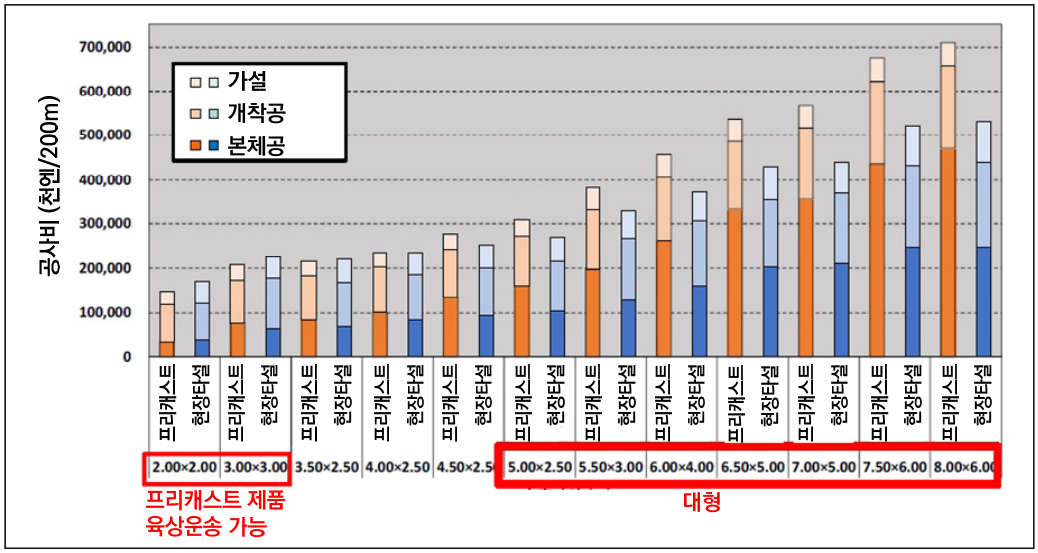
국토교통성은 특수차량으로 운반할 수 있는 규격은 프리캐스트화를 원칙으로 하는 등 전체 최적을 위한 대처를 진행하였다. 크기 2m x 2m 이하의 소형 프리캐스트에서는 활용률 99%를 넘고 있으나, 중형 프리캐스트에서는 18%, 대형 프리캐스트에서는 도입률이 4%정도에 그치고 있다.



[그림 Ⅱ-17] 프리캐스트 활용 상황 (PC 암거)(2020년)

자료 : 国土交通省(2022) p.3

국토교통성의 분석에 따르면 중형 및 대형 프리캐스트가 도입되지 않는 원인으로서는 현장 타설 방식 대비 높은 비용이 지적되었다. 따라서 가격 이외의 요소인 안전성이나 시공기간 등을 포함하여 가장 가치가 높은 공법을 선정하도록 하는 등의 대책을 검토할 필요가 있다.

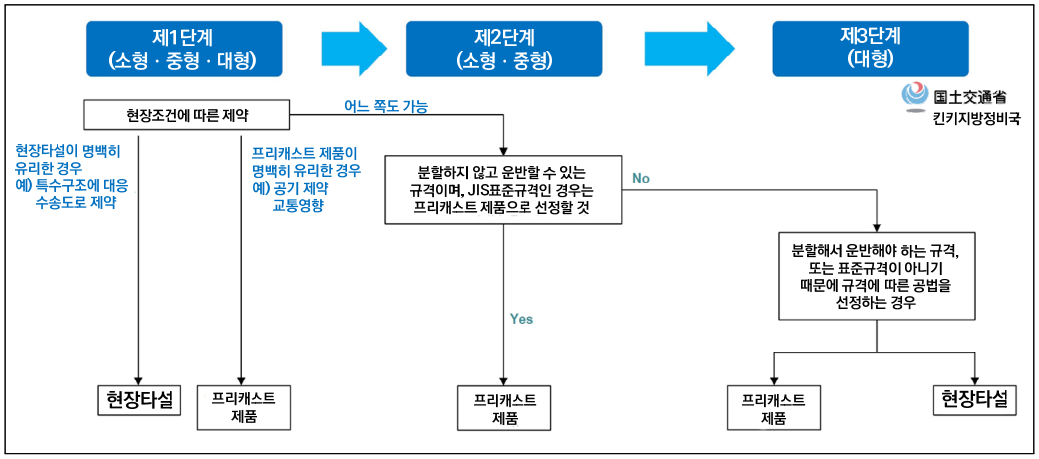


[그림 Ⅱ-18] 박스 컬버트(PC 암거)의 규격 별 프리캐스트와 현장타설 가격 비교

자료 : 国土交通省(2022) p.6

① 국토교통성 킨키지방정비국

현장조건 등의 제약에 따른 공법선정과 함께 프리캐스트 특성을 고려한 라이프 사이클 코스트의 검토(프리캐스트 제품의 활용에 따른 장래 비용 절감 가능성을 비용으로 환상하여 정량적인 평가)를 통하여 공법을 선정하는 방법을 적용하고 있다. 1단계에서는 현장조건 등에 따라 현장 타설 방식이 명백히 유리한 경우에만 현장 타설 방식을 선정하고, 프리캐스트 제품이 명백히 유리한 경우에는 프리캐스트 제품을 선정한다. 현장 타설 방식과 프리캐스트 방식 모두 가능한 경우에는 2단계에서 선정한다. 2단계에서는 소형과 중형을 대상으로 부재가 별도로 분할하지 않고 운반할 수 있는 규격이며, JIS 등 표준규격에 해당할 수 있는 것들은 프리캐스트 제품을 선정한다. 만약 분할해야만 운반이 가능한 경우에는 3단계로 진행한다. 분할하여 운반이 필요한 규격 또는 표준규격이 아닌 규격을 적용해야 하는 경우에는 규격에 따라 공법을 선정한다.

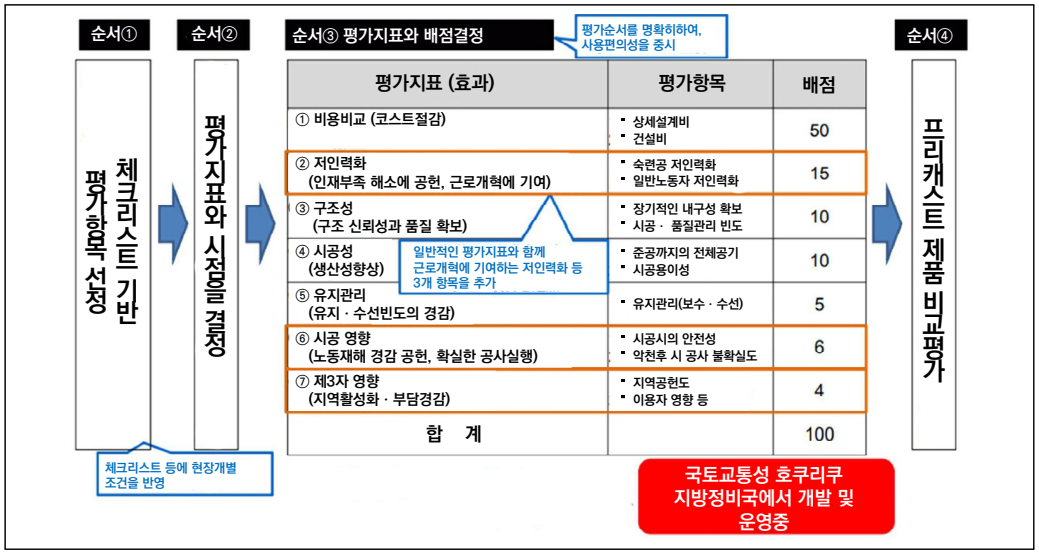


[그림 Ⅱ-19] 국토교통성 킨키지방정비국 PC검토 프로세스

자료 : 国土交通省(2022) p.10

② 국토교통성 호쿠리쿠지방정비국

국토교통성 호쿠리쿠지방정비국에서는 프리캐스트 제품 적용 확대를 위해 호쿠리쿠 지역에서 장시간 대처해온 프리캐스트 적용 사례를 분석하여, 평가지표 및 배점안을 정립하고, 설계 시 종합평가방법을 전국 최초로 시범 운용하고 있다.



[그림 Ⅱ-20] 국토교통성 호쿠리쿠지방정비국 PC검토 평가지표 및 배점

자료 : 国土交通省(2022) p.11

3) 시공시기 평준화

(1) 배경

① 일본 건설업의 고용 방식

일본에서 모든 건설 근로자는 회사에 고용되어 있어야만 한다. 과거 2차 세계대전 직후까지는 수배사(手配師)로 불리는 사람이 인력 시장 등에서 노동자를 모아 명의인(1차, 2차, 3차 업체)을 통해 현장에 파견하는 경우가 있었다. 그러나 1947년 직업안정법 제정에 따라 건설업에서 대부분의 파견이 금지되어, 현재는 인력 시장과 같은 근로 형태는 존재하지 않는다. 현재 일본 건설업에서는 모든 근로자가 회사에 직접 고용되는 것이 일반적이다(조재용 2018).

> 직업안정법 (1947년 법률 제141호)
> (취급 직업의 범위)
> 제32조의11 유료직업소개사업자는 항만운송사업(항만노동법 제2조 제二호에서 규정하는 항만운송 업무 또는 동조 제一호에서 규정하는 항만 이외의 항만에서 실시되는 해당 업무에 상당하는 업무로써 후생노동성령으로 정하는 업무를 말함)에서 근로하는 직업, 건축업무(토목, 건축 등 공작물의 건설, 개조, 보존, 수리, 변경, 파괴 또는 해체의 작업 또는 이러한 작업의 준비에 관한 업무를 말함)에서 근로하는 직업 등을 알선하는 것은 해당 직업에서 근로하는 노동자 보호에 지장이 발생할 우려가 있기 때문에 구직자에게 소개할 수 없다.

현재 일본에서는 급여형태로서 일급제, 월급제, 시급제가 존재하며, 건설업에서는 월급제와 함께 일급월급제가 많이 사용된다. 2009년 국토교통성 조사에 따르면 과거 일본에서는 버블기와 함께 충분한 건설투자가 이루어지던 90년대에는 건설기능자에 대한 상시고용이 일반적이었으나, 건설투자가 감소하기 시작한 2000년대부터는 상시고용이 60% 대로 감소하고, 히토리 오야카타[6]의 비중이 증가하였다.

일본에서 건설 기능노동자의 급여지불형태는 과거에는 월급제가 약 60%에 일급월급제가 약 30%였으나, 2008년에는 정반대로 월급제가 약30%, 일급월급제가 약 60%에 달하고 있다. 급여지불형태 가운데 기성 방식은 기능노동자가 1인사업자가 되어 자신이 사업주 겸 근로자가 되는 형태(히토리 오야카타)에서 상위 건설업체로부터 공사를 수주하고 기성을 받으면 해당 금액이 전부 히토리 오야카타의 급여가 되기에 포함되는 것이다.

6) 히토리 오야카타에 대해서는 「일본 건설산업 생산시스템 분석 및 시사점」 (2018.6 대한건설정책연구원 보고서) p.59 참조할 것

〈표 2-10〉 일본 건설업의 고용형태 및 급여지불형태

	고용형태					급여지불형태		
	상시 고용	일일 고용	유기임시 고용	히토리 오야카타	불명	월급제	일급월급제	일급제 (기성)
1997년	80.6%	3.4%	3.7%	10.4%	2.0%	57.6%	30.6%	8.5%
2002년	59.4%	5.6%	4.6%	14.9%	15.5%	36.6%	58.5%	4.3%
2005년	62.3%	4.6%	5.2%	13.8%	14.1%	31.3%	58.4%	7.5%
2008년	63.6%	5.1%	4.0%	16.7%	10.6%	29.3%	58.4%	8.5%

자료 : 国土交通省土地・建設産業局建設市場整備課(2012)

월급제는 1개월 단위로 임금이 고정되어 있는 형태이며, 지각·조퇴·결근이 있어도 급여액은 변하지 않는다. 일급제는 1일을 계산단위로 정해진 일급을 지급하는 급여 형태이다. 일급제는 기본이 되는 월 지불액이 정해져 있지 않아, 일하는 일수에 따라 급여액이 크게 변동된다. 시급제는 노동시간에 시급을 곱한 금액으로 설정하는 급여 형태이다. 일일지급이 가능하지만 일본 건설현장에서는 청소나 도로유도원과 같은 시공 작업 외 업무에서만 적용되는 것이 일반적이고, 기능노동자에 대해서는 거의 사용되지 않는 방식이다.

〈표 2-11〉 일본 건설업의 급여지불형태 비교

	정의	일급월급제와의 차이
일급제	1일을 계산단위로 정해진 일급을 지급 (월마다 지불)	일급월급제는 기본이 되는 월 지불액이 정해져있기 때문에 쉬지 않으면 급여는 고정이지만, 일급제는 월단위로 보면 일하는 일수에 따라 월 지불액이 변동됨.
월급제	1개월 단위로 임금이 고정되어 있는 형태이며, 지각·조퇴·결근(근로자 사유)이 있어도 급여액은 변하지 않음 (월마다 지불)	월급제는 지각·조퇴·결근(근로자 사유)이 발생해도 급여액이 변하지 않으나, 일급월급제는 지각·조퇴·결근이 발생하면 월 지불액에서 감액됨.
시급제	노동시간에 시급을 곱한 금액 (일마다 지불)	일급월급제는 쉰(지각·조퇴 포함) 일수로 월 급여가 결정되는 반면, 시급제는 일한만큼 급여가 됨. 일일지급가능
일급월급제	1일을 계산단위로서 급여의 월 지불액이 미리 정해져있고, 지각·조퇴·결근(근로자 사유)이 있었을 경우에는 그만큼 월 지불액에서 감액하는 급여형태 (월마다 지불)	-

자료 : 저자 작성

일급월급제는 1일을 계산단위로서 급여의 월 지불액이 미리 정해져 있고, 지각·조퇴·결근(근로자 사유)이 있었을 경우에는 그만큼 월 지불액에서 감액하는 급여형태이다.

② 일급월급제

일급월급제는 급여의 월 지불액이 사전에 정해져 있기 때문에 기능노동자가 안정적인 수입을 얻을 수 있으므로 생활의 안정성을 확보할 수 있고, 잔업 등을 통해 수입이 증가할 가능성도 있다는 것이 장점으로 평가된다. 일급월급제의 경우 잔업이나 휴일 출근 등에 대해서도 할증임금이 발생하므로, 지급하는 월 급여액이 증가하는 경우가 있다. 회사가 정한 소정의 노동시간을 초과하는 노동에 대해서는 할증임금을 지불해야만 한다. 잔업이 1일 8시간 또는 1주 40시간인 법정노동시간을 초과한 노동에 대해서는 잔업비(25%이상 추가)를 지불해야 하며, 노동시간이 법정 휴일에 해당하는 경우 휴일 할증 임금, 밤10시부터 익일 5시의 심야 시간대에 해당하는 경우에는 심야할증임금(50% 이상 추가)을 지불해야 한다.

일급월급제는 월 마다 받을 수 있는 급여의 지급액이 정해져 있기 때문에 매월 안정적인 수입을 얻을 수 있다는 점에서 기능노동자의 안정성 확보에 기여한다고 평가된다. 기능노동자의 사유에 따라 결근한 경우 해당 분만큼 급여에서 차감되어, 월 급여액이 줄어들 수도 있으나, 유급 휴가를 사용한 경우에는 차감되지 않는다.

따라서 일급월급제는 미리 급여월액을 계산해두고, 지각·조퇴·결근(근로자 사유)이 있는 경우 그 만큼 공제하는 계산을 적용한다. 이에 후생노동성은 결근에 대해서 각 회사의 취업규칙에서 다음과 같이 명시해야 한다고 규정하고 있다.

(결근 등의 취급) 제O조 결근, 지각, 조퇴 및 외출에 대해서는 기본급에서 해당 일수 또는 시간만큼의 임금을 공제한다. 2 앞항의 경우 공제해야 하는 임금의 시간 당 금액 계산은 다음과 같다. (1) 월급인 경우 기본급 / 1개월 평균 소정 노동시간 수 (2) 일급인 경우 기본급 / 1일 소정 노동시간 수

일급월급제를 사용한 구체적인 계산 예시는 다음과 같다.

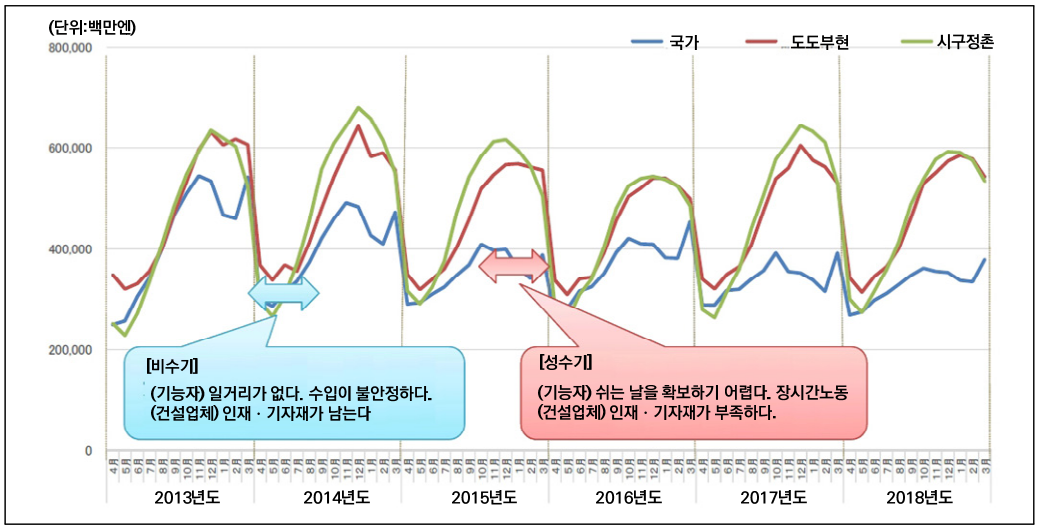
기본급 : 30만 엔
직무수당 : 3만 엔
1개월 평균 소정근로시간 수 : 160시간
1일 소정 근로시간 : 8시간
인 근로자(기능노동자) A씨가 개인 사유에 의해 4일간 결근한 경우 결근 공제액

결근공제액 = 해당 달의 월급액 / 1개월 평균 소정노동시간 수 × 결근시간 수
= (30만 엔+3만 엔) / 160시간 × (8시간 × 4일)
= 66000엔

A씨가 받는 월 급여는 33만 엔에서 6.6만 엔을 공제한 26.4만 엔

③ 공사량 증감에 따른 고용 유지의 어려움

공공공사에서는 1년 중 월에 따라 공사량의 많고 적음에서 큰 차이가 생기기 때문에 수주하는 건설 기업의 인재나 자재의 효율적인 활용에서 문제점이 발생한다. 직접 고용하는 일본 건설업의 구조 상 공사량이 집중되는 시기를 기준으로 고용하면, 공사량이 적은 시기에 근로자들이 일을 할 수 없고, 공사량이 적은 시기를 기준으로 고용하면 공사량이 집중되는 시기를 대응할 수 없는 문제가 발생한다. 이에 국토교통성은 연도 내 공사량 평준화를 진행하여 건설업체들의 경영 안정화나 인재 및 기자재를 효율적으로 운용하는 것을 유도할 수 있다고 판단하였다.



[그림 Ⅱ-21] 월별 공공공사 기성 증감 현황

자료 : 国土交通省大臣官房技術調査課(2022) p.3

④ 시공시기 평준화 법제화

이러한 배경으로부터 정부 전체에서 근로 방식 개혁이 추진되어, 2024년도부터 건설업에서도 노동시간 규제가 본격 적용되는 가운데 2019년 6월 신 청년3법이 제정되어, 품확법에서 시공시기 평준화가 발주자의 책무로서 명기됨과 동시에 입찰계약법에서도 평준화에 대해 규정되고, 평준화 대처가 지자체의 의무로 규정되었다.

공공공사 품질확보 촉진에 관한 법률

(발주자 등의 책무)
제7조 五 지역에서 공공공사 등의 실시 시기 평준화를 도모하기 위해 계획적으로 발주를 실시하고, 공기 등이 1년 미만인 공공공사 등에 대한 이월명허비(재정법(1947년 법률 제34호) 제14조의3 제2항에서 규정하는 이월명허비 또는 지방자치법(1947년 법률 제67호) 제213조 제2항에서 규정하는 이월명허비를 말함. 제7호에서 동일) 또는 재정법 제15조에서 규정하는 국고채무부담행위 또는 지방자치법 제214조에서 규정하는 채무부담행위 활용에 따른 익년도에 걸친 공기 설정, 다른 발주자와의 연계에 따른 중장기적인 공공공사의 발주예정 작성 및 공표 등 필요한 조치를 강구할 것

공공공사 입찰 및 계약의 적정화 촉진에 관한 법률

(적정화지침의 수립 등)
제17조 五 공공공사의 시공에 필요한 공기 확보 및 지역에서 공공공사 시공 시기의 평준화를 도모하기 위한 방안에 관한 것

(2) 진행 상황

① 발주 예정 공표

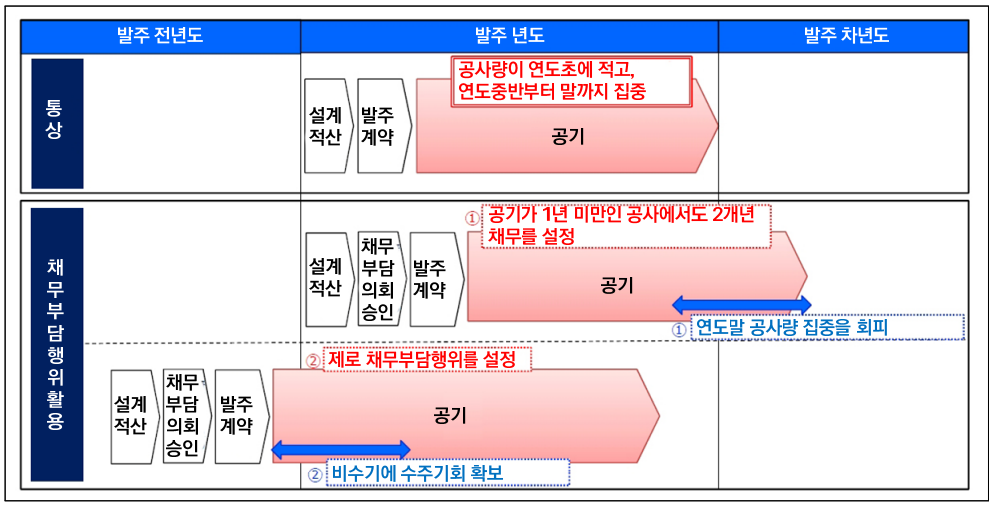
개정된 공공공사 품질확보촉진법에서는 지역에서 공공공사의 실시시기를 평준화하기 위해 타 발주자와 연계하여 중장기적인 공공공사 발주예정을 작성하여 공표하는 등 필요한 조치를 강구하도록 규정되어 있다.

종래 국토교통성 직할사업은 분기마다 공사 발주 예정을 공표했으며, 2020년 10월부터는 국토교통성 하천·도로·공원사업의 사업 사무소도 발주 예정 정보를 공표하기로 하였다. 중장기 발주 예정 정보에는 사무소 별로 사업 진척 상황이나 사업 잔금 등의 정보도 함께 공표한다. 또한 지자체도 평준화율의 한층 더 높이기 위해 평준화 대처 상황의 가시화, 서포트 체제의 확충, 평준화 효과의 발신의 3가지 어프로치를 통해 평준화 활동을 진행하고 있다.

② 채무부담행위 설정 활용

과거에는 새로운 연도가 시작되면(4월), 설계와 적산 작업이 시작되고, 발주계약이 진행되어, 이후에 실제 공사가 진행되었으며, 이에 따라 7월경부터 다음해 3월까지 공사가 집중되었다.

예산은 단일년도에 완결되는 것이 원칙이지만 1개의 사업이나 사무가 단년도에 종료되지 않고, 다음 년도에서도 「부담=지출」해야 하는 경우에는 사전에 다음 년도의 채무를 약속하는 것을 예산으로 결정하는 것을 채무부담행위라고 한다. 국토교통성은 내각의 지원하에 ⓐ 연도 말(1월-3월)에 공사량이 집중되는 것을 회피하는 관점에서 공기가 1년 이상의 공공공사 뿐만이 아니라, 공기가 1년 미만인 공사에 대해서도 2개년 채무를 설정할 수 있도록 하였다(그림 Ⅱ-22 중간). ⓑ 연도 초(4월-6월)에 바로 공사를 진행할 수 있도록 계약 전년도에 지출을 필요로 하지 않는 채무부담행위(제로채무부담행위)를 설정할 수 있도록 하였다(그림 Ⅱ-22 하단).



[그림 Ⅱ-22] 채무부담행위의 개념

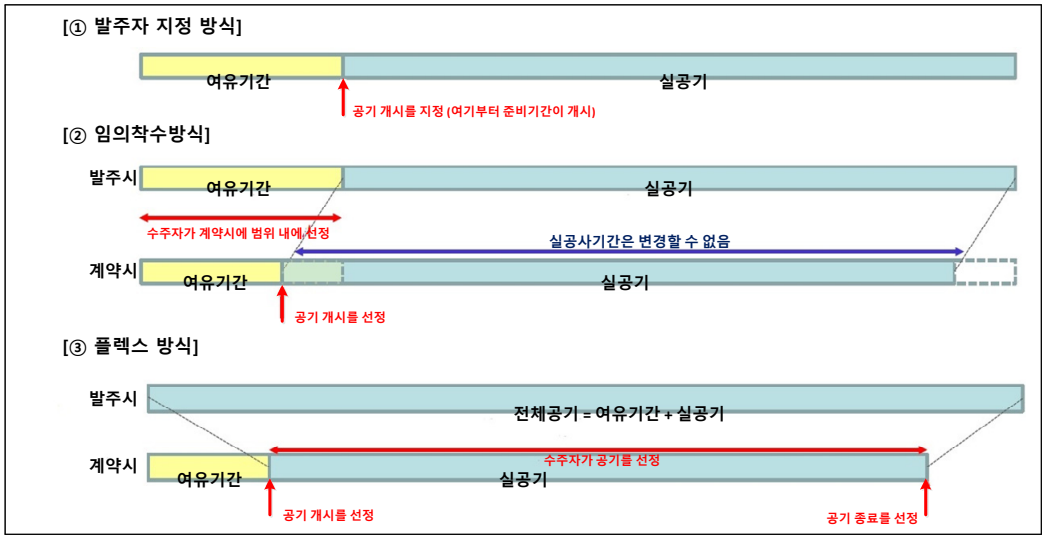
자료 : 国土交通省大臣官房技術調査課(2022) p.15

③ 여유기간제도(유연한 공기 설정)

여유기간제도는 계약 별로 공기의 30%를 넘지 않고, 4개월을 넘지 않는 범위에서 여유기간을 설정하여 발주하고, 공사의 개시(공사개시일) 또는 종료(공사완료기한일)를 발주자가 지정 또는 수주자가 선택할 수 있는 제도이다.

여유기간은 계약기간 내이지만, 공사기간에는 포함되지 않기 때문에 수주자는 기술자를 배치할 필요가 없으며, 공사를 착수할 수 없는 기간이다. 단 이 기간에는 수주자의 재량으로 공사착수가 아닌 공사를 위한 준비는 진행할 수 있다. 즉 여유기간에는 자재를 준비하는 것은 가능하나 자재를 현장에 반입하는 것은 불가능하다.

여유 기간을 수주자가 유연하게 설정할 수 있게 되면서 수주자가 자재나 건설노동자 등을 확보하기 위한 시간을 확보할 수 있도록 하는 것이다. 여유기간제도에는 발주자가 공사 개시를 지정하는 방식인 발주자 지정 방식, 발주자가 지시한 공사 착수기한까지의 기간 가운데 수주자가 공사 개시를 선택하는 방식인 ① 임의착수방식, 발주자가 미리 설정한 전체공기(여유기간과 공기를 더한 기간) 가운데 수주자가 공사의 개시와 종료 시기를 결정하는 방식인 ② 플렉스 방식이 있다.



[그림 Ⅱ-23] 여유기간제도

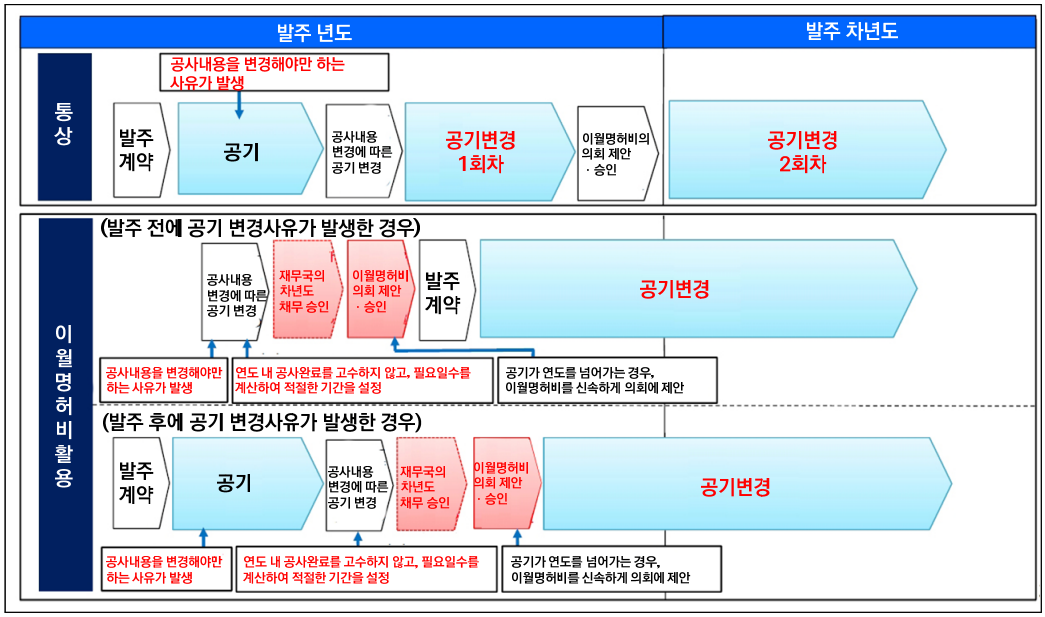
자료 : 国土交通省大臣官房技術調査課(2016)

④ 신속한 이월 절차

악천후나 용지 관계 등 연도 내에 지출이 끝나지 않는 부득이한 사유가 발생했을 경우에는 연도 말을 기다리지 않고, 신속하게 이월 절차를 개시한다.

수주자는 연도 내 완성을 조기에 재검토할 수 있고, 여유를 가지고 인력·기자재를 재편할 수 있다. 이월명허비(繰越明許費)란 세출예산의 경비 가운데 그 성질상 또는 예산 성립 후에 발생한 사유에 근거하여 연도 내에 그 지출을 끝내지 못할 전망이 있는 것에 대해

예산이 정하는 바에 따라 다음 년도에 이월하여 사용하는 경비를 말한다.



[그림 Ⅱ-24] 신속한 이월절차

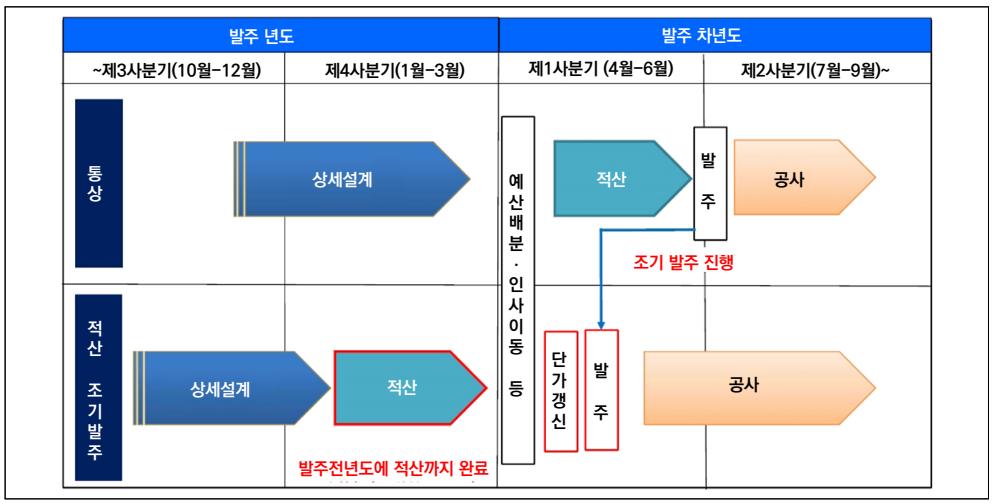
자료 : 国土交通省大臣官房技術調査課(2022) p.36

⑤ 적산의 조기 발주

발주 전년도 중에 설계 및 적산까지의 프로세스를 완료시킴으로써, 발주연도 초기(4월)에 적산 단가를 갱신하는 것만으로 신속하게 발주를 진행할 수 있게 되었다.

적산은 상세설계가 완성된 이후 진행하는 것이 일반적이다. 기존에는 상세설계를 발주년도 내에 완성하고, 적산업무는 발주 차년도 제1사분기(4월-6월)에 진행하고, 공사 발주가 이루어져 제2사분기(7월-9월)에서야 공사가 진행되었다.

이를 발주년도 내에 상세설계 일정을 앞당기고, 적산업무까지 종료하면, 발주 차년도에는 제1사분기(4월-6월)부터 공사를 발주하여 진행할 수 있게 된다. 물론 적산에 사용된 단가들이 공사가 진행될 연도와 1년 차이가 발생하는 문제점이 존재하지만, 시공패키지 방식 등 새로운 공공공사 적산방식을 활용하여 보정만 진행하면 간단히 해결할 수 있다.



[그림 Ⅱ-25] 적산의 조기발주

자료 : 国土交通省大臣官房技術調査課(2022) p.40

(3) 문제점 (상대적으로 낮은 시정촌 도입)

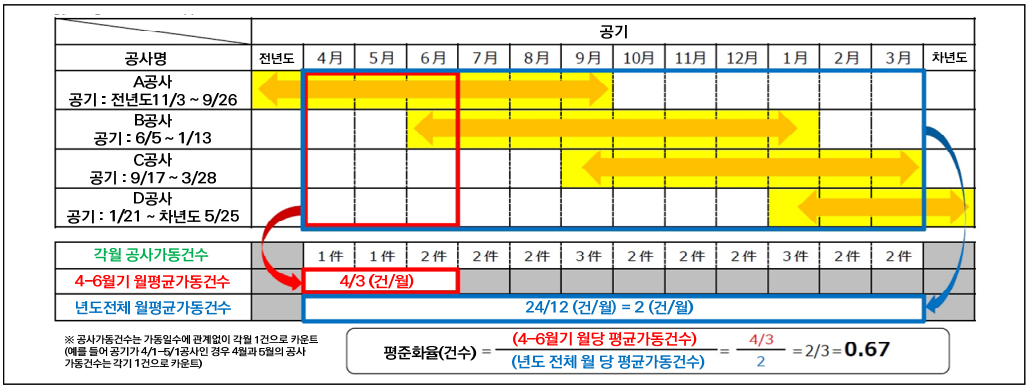
① 시공시기 평준화 가시화 지표 - 평준화율

국토교통성은 시공시기 평준화 상황을 가시화하기 위한 평준화율이란 지표를 개발하였다. 평준화율이란 통상 비수기인 4~6월기에 공공공사 가동상황을 연도평균과 비교한 지표이다.

[평준화율 계산 프로세스]
① 해당 연도에 가동한 공사의 공기를 파악하여, 각월의 공사가동건수를 산출함.
② 4~6월기 월당 평균가동건수(4~6월기에 1월당 평균적으로 몇 건의 공사가 가동되었는가. 아래 그림에서 빨간 선내의 평균가동건수)를 산출
③ 연도 전체의 월당 평균가동건수(해당 연도 전체에서 1개월 당 평균 몇 건의 공사가 가동되었는가. 아래 그림에서 파란 선내의 평균가동건수)를 산출
④ 평준화율을 산출

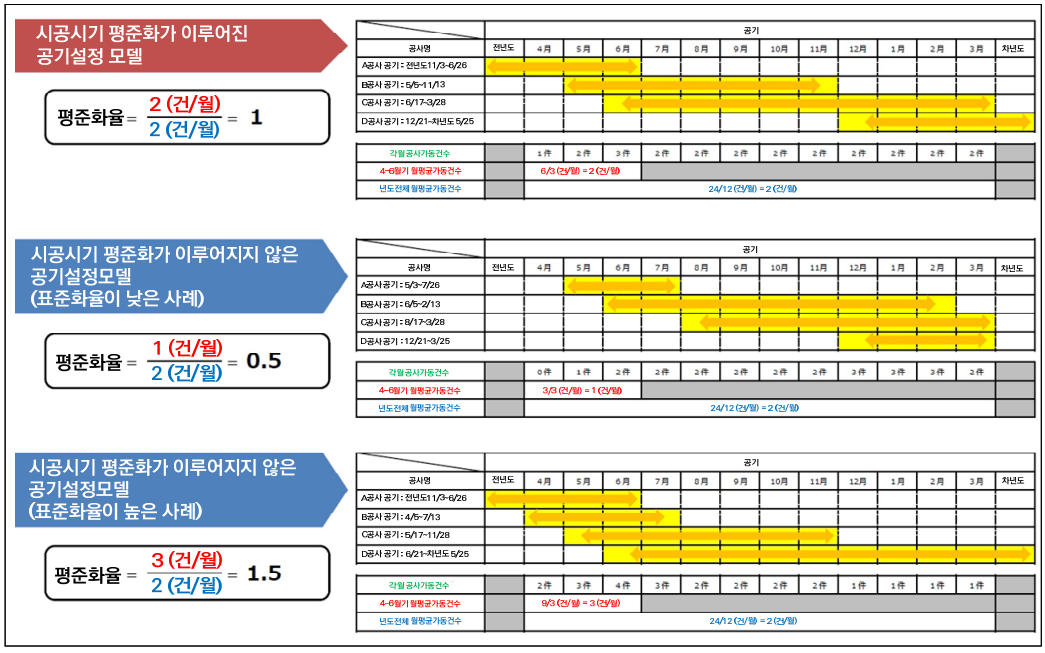
$$\text{평준화율(건수)} = \frac{\text{4-6월기 월당평균가동건수}}{\text{연도전체 월당 평균가동건수}}$$

평준화율은 1이 가장 이상적인 값이며, 1보다 낮은 경우는 4~6월기 이외의 월에 공사가 집중되었다는 의미이며, 1보다 높은 경우에는 4~6월기에 공사가 집중되었다는 의미이다.



[그림 Ⅱ-26] 평준화율 계산 예시

자료 : 国土交通省(2024)



[그림 Ⅱ-27] 평준화율 계산 결과 예시

자료 : 国土交通省(2024)

② 지자체 평준화율 현황

2020년과 2023년에 실시된 국토교통성, 총무성 합동 조사에 따르면 지자체(도도부현)에서의 평준화율은 다음과 같다.

2020년 기준 도도부현 평균은 0.75였으며, 가장 높은 값을 기록한 도도부현은 0.93을

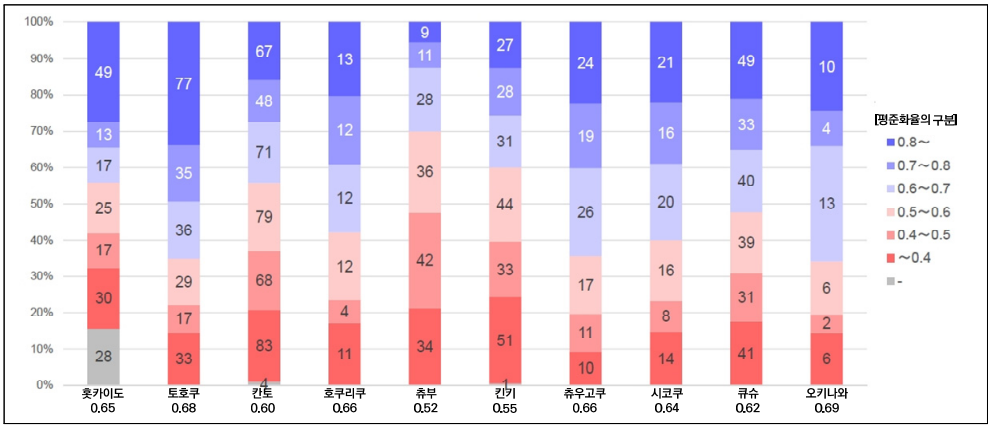
기록한 미야기현이며, 가장 낮은 값을 기록한 도도부현은 0.56을 기록한 오카야마현이다. 2023년 기준 도도부현 평균은 0.80으로 2020년 대비 0.05가 증가하였으며, 가장 높은 값을 기록한 도도부현은 1.00을 기록한 미야기현이며, 가장 낮은 값을 기록한 도도부현은 0.65를 기록한 이시카와현이었다. 가장 높은 변동치를 기록한 현은 2020년 대비 0.29증가한 히로시마현이다.

〈표 2-12〉 도도부현 평준화율 변화

도도부현	2020.4	2023.1	변동	도도부현	2020.4	2023.1	변동
홋카이도	0.70	0.69	-0.01	시가현	0.75	0.78	+0.03
아오모리현	0.73	0.69	-0.04	교토부	0.79	0.72	-0.07
이와테현	0.88	0.91	+0.03	오사카부	0.76	0.81	+0.05
미야기현	0.93	1.00	+0.07	효고현	0.81	0.86	+0.05
아키타현	0.84	0.84	0	나라현	0.77	0.76	-0.01
야마가타현	0.77	0.90	+0.13	와카야마현	0.72	0.79	+0.07
후쿠시마현	0.76	0.83	+0.07	돗토리현	0.83	0.77	-0.06
이바라키현	0.64	0.63	0	시마네현	0.82	0.83	+0.01
토치기현	0.72	0.83	+0.11	오카야마현	0.56	0.72	+0.16
군마현	0.75	0.86	+0.11	히로시마현	0.61	0.90	+0.29
사이타마현	0.70	0.71	+0.01	야마구치현	0.80	0.78	-0.02
치바현	0.60	0.66	+0.06	토쿠시마현	0.68	0.83	+0.15
도쿄도	0.76	0.82	+0.06	카가와현	0.82	0.90	+0.08
카나가와현	0.64	0.71	+0.07	애히메현	0.72	0.86	+0.14
니이가타현	0.88	0.86	-0.02	고치현	0.63	0.67	+0.04
토야마현	0.79	0.81	+0.02	후쿠오카현	0.71	0.75	+0.04
이시카와현	0.71	0.65	-0.06	사가현	0.81	0.82	+0.01
후쿠이현	0.84	0.82	-0.02	나가사키현	0.65	0.80	+0.15
야마나시현	0.72	0.76	+0.04	쿠마모토현	0.87	0.86	-0.01
나가노현	0.80	0.90	+0.10	오이타현	0.87	0.92	+0.05
기후현	0.78	0.89	+0.11	미야자키현	0.76	0.79	+0.03
시즈오카현	0.67	0.69	+0.02	카고시마현	0.65	0.79	+0.14
아이치현	0.66	0.69	+0.03	오키나와현	0.71	0.80	+0.09
미에현	0.76	0.73	-0.03	-	-	-	-
평균	0.75	0.80	+0.05	-	-	-	-

자료 : 総務省·国土交通省(2023) p.1

이에 비해 시구정촌은 도도부현(평균 0.80)에 비해 낮은 상황이다. 2023년 시구정촌의 평준화율은 다음 그림과 같다. 전국 시구정촌의 평균은 0.62를 기록하였으며, 오키나와 지역이 0.69로 가장 높고, 토호쿠 지역이 0.68, 호쿠리쿠 지역, 츄우고쿠 지역이 0.66을 기록하였다. 츄부 지역이 0.52로 가장 낮다.



[그림 Ⅱ-28] 권역별 시구정촌 평준화율

자료 : 総務省·国土交通省(2023) p.2

③ 채무부담행위 도입 상황

도도부현 및 지정도시에서는 채무부담행위의 도입이 빠르고, 공기 1년 미만 공사 적용이나 제로채무부담행위도 빠르게 도입되었다. 그러나 인구10만 이상의 시와 구에서는 적용 비율이 40~50%정도로 낮으며, 인구 10만 미만의 시구정촌에서는 20%정도의 낮은 도입 비율을 보이고 있다. 특히 인구10만 미만의 시구정촌에서는 제로채무부담행위는 거의 도입되지 못하였다.

〈표 2-13〉 채무부담행위 도입 현황 조사 결과(2019년)

구분	대상	2019년
채무부담행위 설정 유무	도도부현·지정도시(67개소)	100%
	인구10만 이상 시구(262개소)	55.7%
	인구10만 미만 시구정촌(1459개소)	24.1%
공기1년 미만 공사 채무부담행위 설정 유무	도도부현·지정도시(67개소)	82.1%
	인구10만 이상 시구(262개소)	37.0%
	인구10만 미만 시구정촌(1459개소)	19.9%
제로채무부담행위 설정 유무	도도부현·지정도시(67개소)	97.0%
	인구10만 이상 시구(262개소)	40.8%
	인구10만 미만 시구정촌(1459개소)	8.6%

자료 : 総務省·国土交通省(2023) p.5

④ 유연한 공기 설정(여유기간 제도) 도입 상황

여유 기간 제도는 도도부현 및 지정도시에서 약 80%의 도입율을 기록하고 있으나, 인구 10만 이상의 시구, 인구 10만 미만의 시구정촌 모두 13%대의 낮은 도입율을 기록하고 있다.

〈표 2-14〉 여유기간제도 도입 현황 조사 결과(2019년)

구분	대상	2019년
여유기간 제도	도도부현·지정도시(67개소)	80.6%
	인구10만 이상 시구(262개소)	13.7%
	인구10만 미만 시구정촌(1459개소)	13.6%

자료 : 総務省·国土交通省(2023) p.8

⑤ 신속한 이월 절차 도입 상황

이월 제도는 도도부현 및 지정도시에서 약 80%의 도입율을 기록하고 있으나, 인구 10만 이상의 시구, 인구 10만 미만의 시구정촌 모두 30%~40%대의 낮은 도입율을 기록하고 있다.

〈표 2-15〉 이월 제도 도입 현황 조사 결과(2019년)

구분	대상	2019년
이월 제도	도도부현·지정도시(67개소)	79.1%
	인구10만 이상 시구(262개소)	42.4%
	인구10만 미만 시구정촌(1459개소)	32.8%

자료 : 総務省·国土交通省(2023) p.9

⑥ 적산 조기 발주 제도 도입 상황

적산 조기 발주 제도는 도도부현 및 지정도시에서 약 65%의 도입율을 기록하고 있으며, 인구 10만 이상의 시구에서는 약 45%, 인구 10만 미만의 시구정촌에서는 약30%의 낮은 도입율을 기록하고 있다.

〈표 2-16〉 채무부담행위 도입 현황 조사 결과(2019년)

구분	대상	2019년
조기발주 제도	도도부현·지정도시(67개소)	65.7%
	인구10만 이상 시구(262개소)	46.2%
	인구10만 미만 시구정촌(1459개소)	29.5%

자료 : 総務省·国土交通省(2023) p.10

4) 3차원 데이터 활용

(1) 대처 내용

① BIM/CIM 보급 촉진에 관한 기준류 등 정비

「CIM도입 가이드라인」(토공편, 하천편, 댐편, 교량편, 터널편,, 기계설비편)은 2016년에 수립하였으며, 2018년에 하수도분야, 사방, 항만분야 등을 추가하였다. 발주자와 수주자의 역할을 명확히 정리한 다음에 BIM/CIM 활용을 위한 일련의 프로세스를 정리하여 어떠한 입장에서도 내용을 이해할 수 있도록 구성하였다.

2020년에는 「CIM도입 가이드라인」을 설계업무 등 공통사양서 구성에 맞추어 「BIM/CIM 활용 가이드라인」으로 전면 개편을 진행하였다. 과거 「CIM도입 가이드라인」에서는 공공사업의 발주자와 수주자가 BIM/CIM을 원활하게 도입하는 것을 목적으로 작성되었으며, BIM/CIM모델 작성 작업 자체에 대한 내용이 부족하였다. 이에 BIM/CIM 활용 업무나 공사를 통해 얻은 경험을 바탕으로 사업 실시에 초점을 맞추어 각 단계에서 활용 방법을 제시하는 한편 각 단계의 구조물 모델에 필요한 형상의 상세도, 속성 정보의 기준을 제시하는 「BIM/CIM 활용 가이드라인」으로 개정하였다.

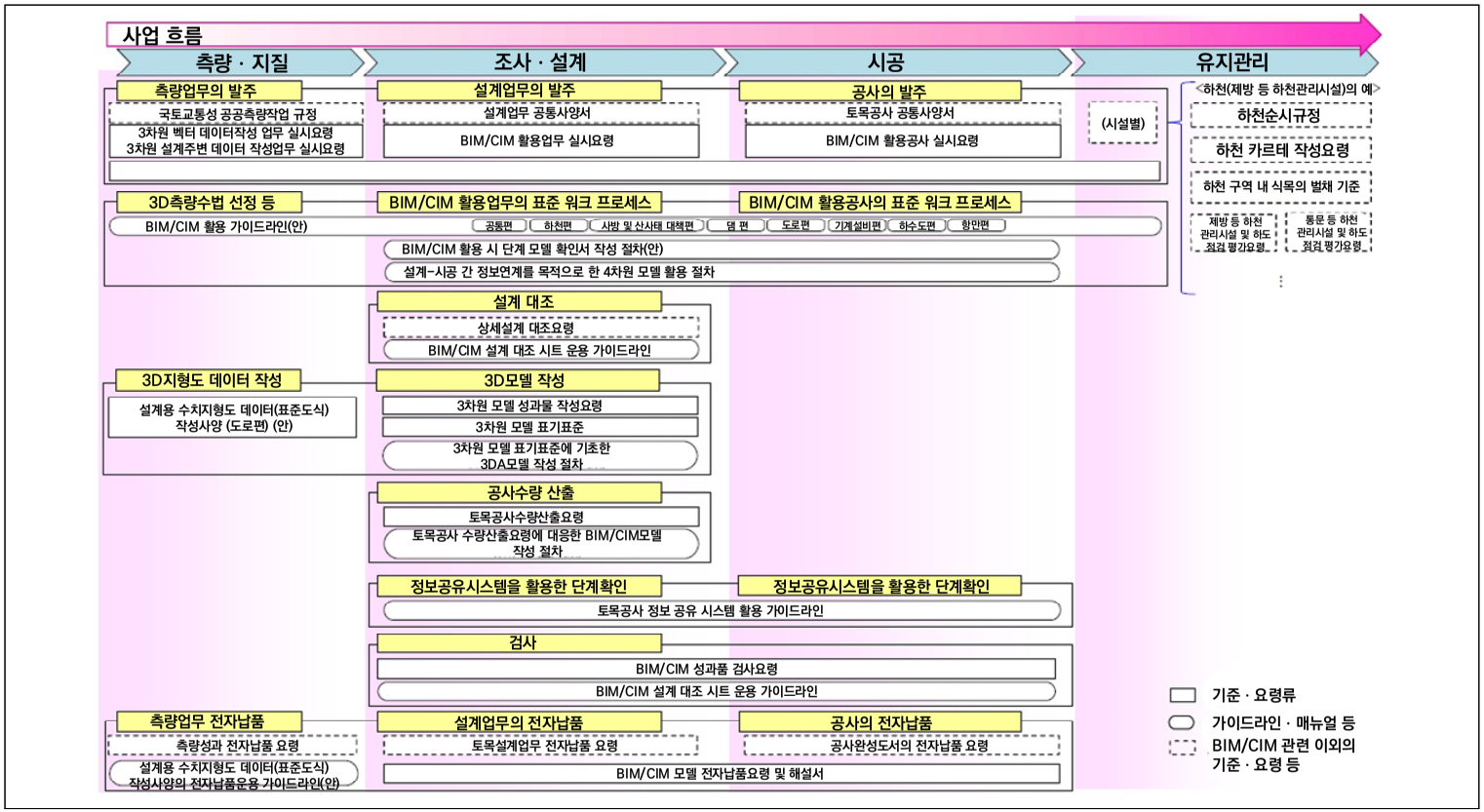
BIM/CIM 보급 촉진을 위해 기준류와 「CIM도입 가이드라인」을 정비하여 2018년부터 적용하였다. 사업 실시에 있어서 요구사항(Requirement)을 설정하고, BIM/CIM의 추가 활용을 위해 필요한 과제를 도출하고 해결 방안을 검토하였다. 가이드라인 및 용량기준류의 정비에서는 다음의 방침으로 대처를 진행하였다.

□ 3D 모델의 표기 표준(안) 정비
계약도서를 2차원 도면에서 3D 모델로 전환하기 위해 모델에 필요한 정보 및 표기방법을 규정하였다.

□ 토목공사 수량산출 요령 개정
적산 작업 효율화를 도모하기 위해 토구조, 콘크리트구조 등을 3D모델로부터 자동 산출한 수량을 적산에 활용할 수 있도록 개정하였다.

□ CIM도입 가이드라인 확대
지질·토질조사 분야, 설비분야를 추가하는 등 항목을 확충하였다.

□ 사업을 통해 필요한 기준류 정비와 기술 개발 사항 검토
요구사항(Requirement)의 예시로서 계약도서로서 요구사항을 갖춘 3D모델의 작성, 클라우드 등을 활용한 발주자 수주자, 앞 공정의 설계자 등 관계자에 의한 3D정보 공유, 3D모델을 사용한 가설·시공검토, 3D측량과 연계된 시공결과물 관리를 검토하였다.



[그림 Ⅱ-29] 국토교통성 BIM/CIM 기준·요령 정비 결과

자료 : 国土交通省(2022) p.41

② 3차원 모델 성과물 작성요령(안) 수립

공사에서 계약도서를 종래대로 2차원 도면으로 하는 것을 전제로 설계품질 향상에 기여하고, 동시에 뒷 공정에서 계약도서에 준하여 3차원 모델을 활용할 수 있도록 상세설계 업무에서 3차원 모델 성과물을 작성하는 방법 및 요건을 제시하는 것을 목적으로 2020년에 「3차원 모델 성과물 작성요령(안)」을 수립하였다. 향후 상세설계업무에서 BIM/CIM 적용을 원칙화하는 경우에는 해당 요령에 따라 모델을 작성하게 된다.

상세설계의 최종성과물로서 3차원 모델뿐만이 아니라 2차원 도면 작성도 요구하기 때문에 2차원 도면의 모든 정보를 3차원 모델로서 작성하는 것이 아니라, 해당 요령에 기초한 BIM/CIM 활용 목적을 달성하기 위해 필요 최소한의 사양만을 3차원 모델로 작성할 것을 요구하고 있다. 단순히 3차원 모델 성과물의 요건을 정하는 것 뿐 만이 아니라, 설계초기부터 3차원 모델을 작성하여, 관계자 협의, 수발주자의 설계확인, 설계 대조를 실시한 후 최종적인 3차원 모델 성과물로 연결하기 위한 기본적인 작성 방법을 제시하고 있다. 현재 적용 범위는 「BIM/CIM 활용 가이드라인」에서 도로토공, 산악터널, 교량, 하천(통문·통관)을 대상으로 하며, 앞으로 적용 범위를 확대할 예정이다. 2021년에는 ICT 시공 시 3차원 설계 데이터 작성 작업에 저인력화를 목적으로 상세 설계 시에 작성한 3차원 모델을 ICT시공에서 가능한 한 활용할 수 있는 3차원 모델의 작성 사양으로서 사용할 수 있도록 검토하고 있다.

③ 3차원 정보 활용 모델(시범) 사업

앞에서 설명한 i-Construction 서포트 사무소(53개소)에서 BIM·CIM 활용을 촉진하고 있다. 조사·설계 단계에서부터 유지관리단계까지 BIM/CIM을 활용하면서 3차원 데이터 활용과 ICT 등 신기술 도입을 가속화시키는 3차원 정보 활용 모델 사업을 실시하였다. 하나의 프로젝트의 처음부터 끝까지 지속적으로 하나의 3차원 데이터를 활용하는 구조를 확보함으로서 업무 프로세스를 개선하고, 건설 생산·관리시스템 전체의 효율화를 위한 개선을 도모하고 있다.

3차원 정보 활용 모델(시범)사업에서는 각 i-Construction 서포트 사무소에서 개별적으로 중점 검토하는 항목을 설정하여, 이를 분석함으로써 추후 3차원 데이터 활용 규칙 수립에 기여할 수 있도록 하였다.

〈표 2-17〉 3차원 정보 활용 모델(시범) 사업 리스트

관할	i-Construction 모델 사무소	3차원 정보 활용 모델 사업명	적용사업 단계	주요 테스트 내용
국토교통성 홋카이도개발국	오타루 개발건설부	일반국도5호 쿳챤요시도로	시공	외부 클라우드 서비스를 이용하여 필요한 데이터의 열람·입력공유(관계기관 협의자료 열람)
국토교통성 토호쿠지방정비국	나루세강 종합개발공사사무소	나루세강 종합개발사업	예비설계	WEB브라우저를 통해 3차원 모델을 포함한 각종 데이터를 열람·공유할 수 있는 시스템을 구축. BIM/CIM을 활용한 사업 감리 발주 예정
국토교통성 칸토지방정비국	코후 하천국도사무소	츄우부횡단 자동차도	유지관리	시공결과물로서 계측하는 점군 등의 3차원 계측결과와 3차원 모델의 차분을 산출 2차원 도면으로 관리하는 경우와 효과 비교
국토교통성 칸토지방정비국	코후 하천국도사무소	신야마나시 환상도로	설계	3차원 데이터를 계약도서로 하는 경우 효과·과제 검토
국토교통성 칸토지방정비국	아라카와 조절지공사사무소	아라카와 제2·제3 홍수조절연못 사업	설계	지형모델, 지질·토질모델, 토공형상모델, 구조모델의 통합 모델 구축
국토교통성 호쿠리쿠지방정비국	시나가와 하천사무소	오오코츠 수로개수사업	시공	3차원 데이터 계약도서화 실시 ICT건기와 데이터 연계를 통해 설계 BIM, 시공 BIM의 데이터 2중 작성 방지
국토교통성 츄부지방정비국	신마루야마댐 공사사무소	신마루야마댐 건설사업	시공	굴착정보 반영 및 토사재해 리스크에 대비한 시뮬레이션 드론 측량 및 점군데이터를 활용하여 실시간 토사 이동 상황 관리
국토교통성 츄부지방정비국	기세 국도사무소	국도42호 쿠마노도로	시공	재공사, 재시공이 발생하지 않도록 BIM/CIM을 활용한 시공 단계 체크
국토교통성 츄부지방정비국	시타라댐 공사사무소	시타라댐 건설사업	설계	댐 본체, 부대 도로 사업에 대한 통합모델을 작성하여 설계대조, 효과적인 설명 수단으로 활용
국토교통성 킨키지방정비국	토요오카 하천국도사무소	마루야마강 나카고 유수지 정비사업	시공	2차원 도면의 생략 및 BIM을 활용한 수량 자동 산출
국토교통성 킨키지방정비국	토요오카 하천국도사무소	키타킨키 토요오카 자동차도	시공	발주도면 정보를 모두 포함하는 3차원 모델을 구축하여 현시점에서 구축 가능한 범위와 정밀도 체크 작업수고 및 운용 면에서 적정 수준 도출
국토교통성 츄우고쿠지방정비국	오카야마 국도사무소	국도2호 오오히교 서측고가교	시공	3차원 모델에 시공 축을 추가하여 시공 단계를 표현하고, 중기나 가설재의 배치 확인 및 리스크 가시화
국토교통성 시코쿠지방정비국	마츠야마하천국도사무소	마츠야마환상도로인터 동선	예비설계	설계·용지·공사 각 단계의 협의 사항을 부서(과)를 넘는 전자데이터로서 일원 관리하는 사업정보 플랫폼을 구축하고 테스트
국토교통성 큐슈지방정비국	타테노댐공사사무소	타테노댐 본체건설사업	시공	기초암반 검사에서 스케치를 위한 그리드선 설치 과정에 AR·MR을 사용하여 저인력화
내각부 오키나와종합사무국	남부국도사무소	오로쿠도로	시공	공유·활용하는 광역 통합 모델의 데이터 용량의 한계 테스트

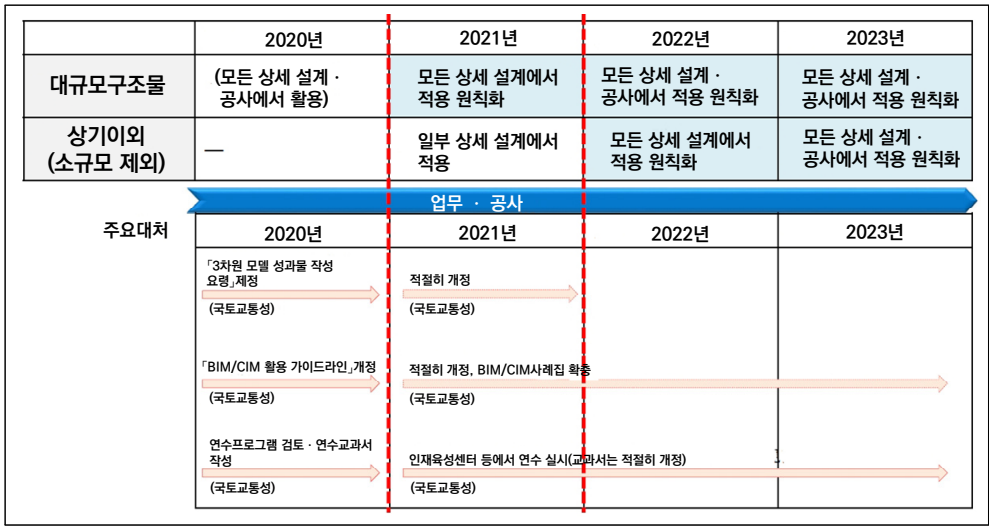
자료 : 国土交通省(2018)

④ BIM/CIM 원칙 적용을 위한 제공범위·요구사항(Requirement)의 검토

2018년도에 BIM/CIM 추진위원회를 설치하고, 관계 단체가 일체가 되어 BIM/CIM 추진에 관한 목표와 방침에 대하여 검토하였다. 2023년도부터 BIM/CIM적용을 원칙화하기 위해 단계적 적용 범위 확대를 검토하고 있다.

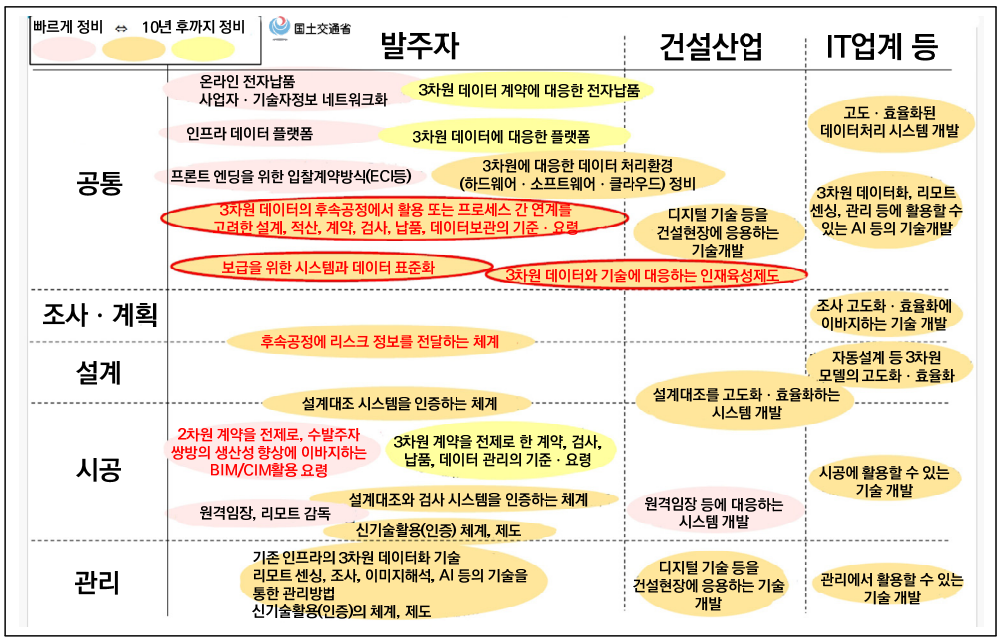
선행적으로 BIM/CIM을 활용하는 대규모 구조물은 2021년부터 모든 상세 설계에서 적용하는 것을 원칙화하였으며, 2022년부터 모든 상세설계와 공사에서 BIM/CIM적용을 원칙화한다. 또한 대규모 구조물 이외에 대해서는 2022년부터 모든 상세설계에 적용하는 것을 원칙화하고, 2023년부터는 상세설계와 공사 적용을 원칙화할 것을 계획하였다. 적용을 원칙화하는 대상 공종은 과거부터 검토를 진행하여 노하우가 어느 정도 확보된 일반토목공사와 강교 상부 공사를 대상으로 한다.

업무, 공사에서 BIM/CIM 원칙화에 대한 구체적인 내용은 2020년 9월 제4회 BIM/CIM 추진위원회에서 정리되었다. 상세설계 업무에서는 2020년에 수립한 「3차원 모델 성과물 작성요령」에 기초하여 3차원 모델을 작성하고, 납품하는 것이 원칙화되었다. 공사에 대해서는 2022년 이후 「3차원 모델 성과물 작성요령」에 기초한 성과품이 있는 경우 이를 이용한 설계도서의 대조, 시공계획의 검토를 실시하는 것에 BIM/CIM 적용을 원칙화 할 예정이다.



[그림 Ⅱ-30] 2023년도까지 BIM/CIM 적용 계획(국토교통성 업무 및 공사)

자료 : 国土交通省(2021) p.3



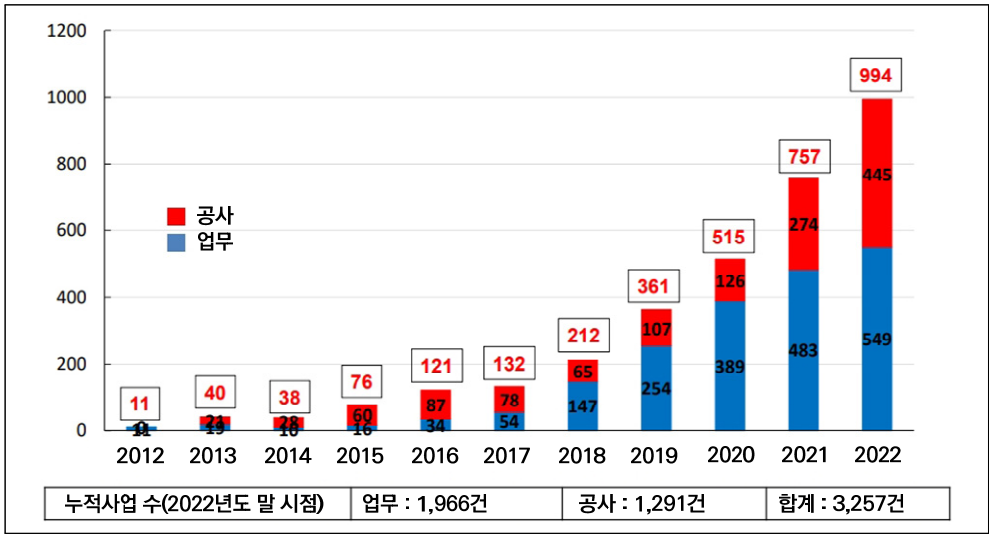
[그림 Ⅱ-31] 국토교통성 업무 및 공사 관련 BIM/CIM 정비 계획

자료 : 国土交通省(2021) p.5

(2) 진행 상황

국토교통성이 발주하는 업무에서는 2012년부터, 국토교통성이 발주하는 공사에서는 2013년부터 BIM/CIM을 시범적으로 도입하고 있다. 2022년도 BIM/CIM 활용실적은 994건(업무:549건, 공사:445건)으로, 2021년도의 757건(업무:483건, 공사:274건)보다 큰 폭으로 증가하고 있어, BIM/CIM활용이 증가하는 것을 확인할 수 있다.

앞으로 3차원 데이터 활용을 확대해나가기 위해서는 ① 대용량 3차원 데이터를 원활하게 이용할 수 있는 기반 구축·보급, ②3차원 데이터(BIM/CIM)를 활용할 수 있는 인재 육성, ③건설생산 프로세스와 관계자를 포괄하여 3차원 데이터를 공유하는 구조의 3점에 대한 과제를 대응할 필요가 있다.



[그림 Ⅱ-32] 국토교통성 BIM/CIM 활용 업무·공사 추이(2023년3월31일 시점 조사)

자료 : 国土交通省(2023)

① 3차원 데이터 기반의 구축·보급에 대한 과제 및 평가

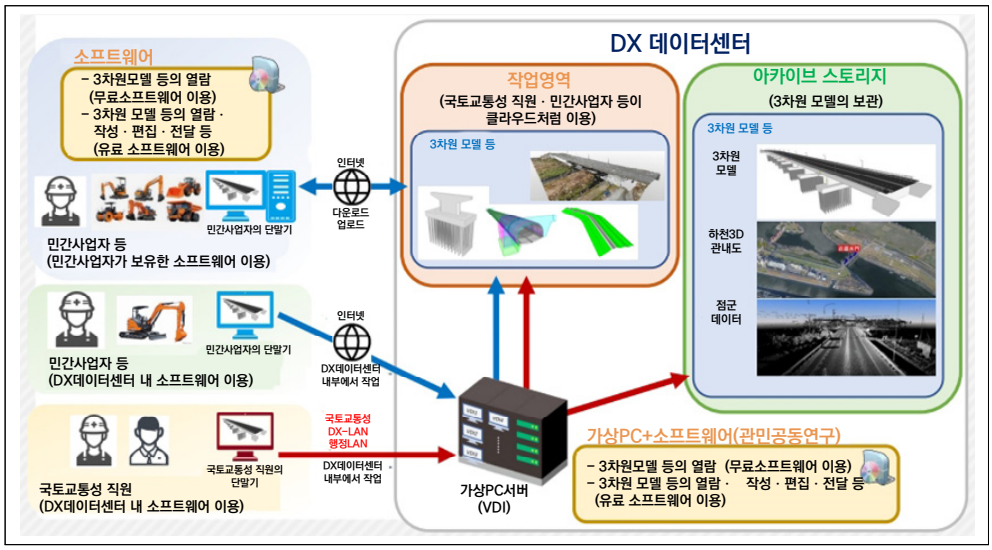
앞으로 3차원 데이터 활용을 확대해나가기 위해서는 대용량 3차원 데이터를 원활하게 이용할 수 있는 기반을 구축하고 보급하는 것이 필요하다.

이에 일원적으로 3차원 데이터를 보존·축적하여 발주자와 수주자 사이에 공유할 수 있도록 국토기술정책종합연구소 DX데이터센터를 설립하고, 초고속 통신 인프라 정비를 진행하였다. 이는 BIM/CIM등 대용량 빅 데이터를 고속으로 지연 없이 교환할 수 있는 환경을 실현한 것으로 국토기술정책종합연구소가 주체가 되어 수발주자가 클라우드 상에서 3차원 모델의 작성과 공유 등을 실시하여 BIM/CIM 모델 등의 데이터를 집약하도록 만든 시스템이다.

국토교통성 본성, 국토기술정책종합연구소, 국토교통성 지방정비국(칸토, 츄부, 킨키, 큐슈를 선행 적용) 등의 사이가 연결되고, 이후 순차적으로 확대할 예정이다. 본 시스템이 본격적으로 가동되면 수주자와 발주자 양쪽의 작업환경을 구축하고, 원활한 정보공유를 기대할 수 있다.

또한 i-Construction 대처를 통해 얻어진 데이터뿐만이 아니라, 지반정보, 점검데이터, 관민의 인프라 데이터 등을 연계하여, 일원적으로 표시, 검색, 다운로드를 가능하게 하고, 활용성을 확보함으로써 데이터를 활용한 기술 개발과 연구 개발을 촉진, AI를 활용

한 해석과 시뮬레이션, 자동 시공 등 생산성 향상을 촉진하는 국토교통 데이터플랫폼 구축도 추진하고 있다. 3차원 데이터 등의 각종 데이터를 국토교통 데이터플랫폼에서 연계함으로써 향후 인프라 정비·관리 고도화에 연결하는 것과 동시에 다양한 민간 기업의 비즈니스에도 기여하는 것을 목표로 한다.



[그림 II-33] DX 데이터센터 개념

자료 : 国土技術政策総合研究所(2023) p.3

② 인재 육성에 대한 과제 및 평가

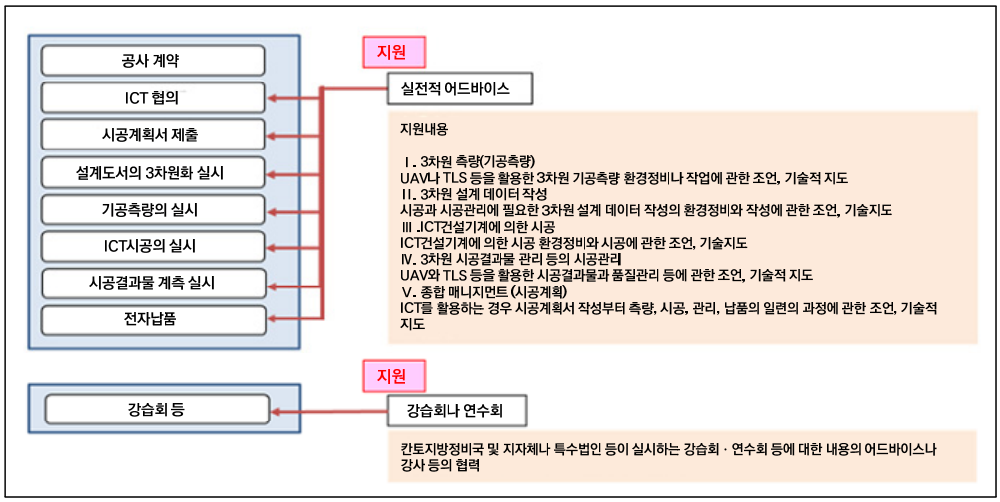
인프라 데이터를 관민에서 공유하고 활용하기 위한 기반 정비는 갖추어지기 시작하였으나, 3차원 데이터(BIM/CIM)를 활용할 수 있는 기술자가 제한적이라는 것이 활용 확대의 병목현상을 일으키고 있다.

발주자와 수주자 양쪽의 인재육성을 위해 3차원 정보 활용을 위해 습득해야 할 전문지식이나 기능을 정리하여 2021년 6월에 「BIM/CIM교육요령(안)」을 개정하였다. 인재육성에서 목표로 하는 인재란 토목공학분야의 전문지식과 함께 BIM/CIM 등의 3차원 정보 활용(모델 작성, 대조 등)할 수 있는 능력과 기술을 가진 자를 상정하고 있다.

「BIM/CIM 교육요령(안)」에서는 기대하는 학습 목표를 입문, 초급, 중급과 상급 별로 설정하고, 입문에서는 BIM/CIM 활용 체계 학습을 위한 사전 학습으로서 BIM/CIM의 기술적 체계의 개요 이해를 목표로 하고 있으며, 초급에서는 입문 내용을 바탕으로

BIM/CIM에 관한 기초적인 기술 이해와 「BIM/CIM활용 가이드라인」을 이해하고, 자신이 담당하는 실무 능력을 향상시키는 것을 목표로 한다.

국토교통성 칸토지방정비국은 2020년부터 독자적으로 ICT시공 보급 촉진을 목적으로, 시공자나 발주자가 가지는 의문점이나 문제점 등에 대해 경험자(ICT 어드바이저)로부터 어드바이스 등의 지원을 실시하는 ICT어드바이저 제도를 운영하고 있다.



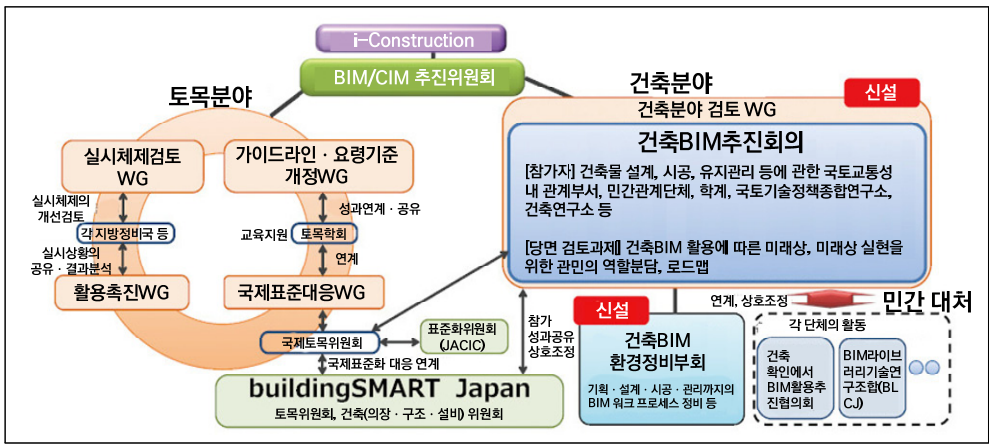
[그림 Ⅱ-34] 국토교통성 칸토지방정비국의 ICT어드바이저 제도

자료 : 国土交通省関東地方整備局(2023)

③ 3차원 데이터 공유 구조에 대한 과제 및 평가

3차원 데이터를 공유하는 구조에 대해 앞으로의 건축물 생산 프로세스 및 유지관리에서 BIM을 일관되게 활용하기 위해 건설생산 프로세스와 관계자를 넘어서 3차원 데이터를 활용할 수 있는 구조를 구축하는 것이 과제이다. 2019년 건축분야에서는 생산성 향상을 도모하기 위해 관민이 하나가 되어 BIM추진을 도모하기 위한 BIM추진회의가 구성되었다.

건축BIM 추진회의에서는 각 분야에서 진행되고 있는 검토 상황을 공유하고, 건축 BIM을 활용한 생산, 유지관리 프로세스나 BIM이 가져올 장래상을 제시하고, 장래상을 실현하기 위한 관민의 역할분담표 및 로드맵을 제시하였다. 또한 개별과제에 대응하기 위한 부회를 마련하고, 건축BIM활용을 위한 시장 환경을 정비하고 있다.



[그림 Ⅱ-35] 건축 BIM 추진회의 구성

자료 : けんせつPlaza(2020)

5) 관민연계 체제 구축

(1) 대처 내용

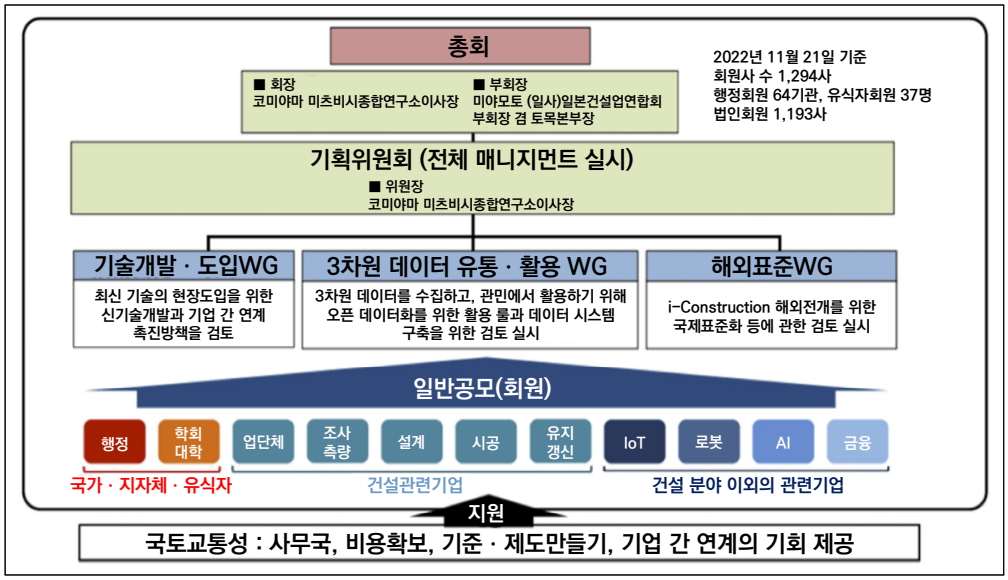
① i-Construction 추진 컨소시엄 활동

i-Construction 추진 컨소시엄 내에 유식자 및 업계단체를 옵저버로 한 i-Construction 추진 컨소시엄 기획위원회를 설치하고, 대처방향성에 대해 논의를 진행하였다. 기획위원회의 체제 및 위원 구성은 다음과 같다.

컨소시엄은 국토교통성이 컨소시엄 내에 과제를 내리는 탑다운 구조가 아닌, 업계 내에서 자발적으로 모여 해당 주제에 대해 논의·토론을 진행하고 방향성을 정하는 기회를 제공한다. 국토교통성은 해당 컨소시엄의 결과물만 보고받는 형태가 아니라, 사무국으로서 일정 조정 등 기회를 준비하고, 비용 등을 마련하는 역할을 담당하며, 모든 회의와 토론에 옵저버(참석하지만 발언권을 부여하지 않는 관찰자)로서 참가한다. 또한 컨소시엄에서 정리된 내용에 따라 기준과 제도를 외부 기관에 외주를 주는 것이 아니라 직접 대응책을 만드는 역할을 담당한다.

기획위원회에서는 활동보고, 목표에 대한 진행 상황을 공유하고, 민간 기술 개발의 촉진, 특히 벤처기업 등의 신규 진입 지원, 중소기업 등에 기술을 보급하는 관점에서 다양한 의견을 수집하였다. 기획위원회가 정리한 의견은 국토교통성 기술조사과에서 국가의

대응 방침을 결정한 후 국토교통성 내 관계부국, 국토교통성 지방정비국, 연구기관 등과 연계하여 대응을 진행한다.



[그림 II-36] 건축 BIM 추진회의 구성

자료 : 国土交通省(2022) p.51

② i-Construction 대상 창설

건설현장의 생산성 향상(i-Construction)의 뛰어난 대처를 표창하여 우수 사례로서 널리 소개하기 위한 대처로서 2017년도에 「i-Construction 대상」을 창설하였다. 2018년에는 2017년에 완성한 국가나 지자체가 발주한 공사, 업무에서 원도급자의 대처나 i-Construction 추진 컨소시엄 회원의 대처로 대상을 확대하였다. 2018년에는 지자체가 발주한 공사와 민간공사도 응모 대상으로 추가하였으며, 2019년에는 중소기업이나 지자체의 대처를 대상으로 추가하였다.

〈표 2-18〉 2021년도 i-Construction 대상(공사/업무부문)

	수상자	응모 대처 제목	발주자	공기 및 금액	시공장소	대표 기술
대신상	츄우덴기술컨설턴트 주식회사	UAV의 자율비행을 통한 천연댐 및 사방관계시설의 점검·조사	국토교통성 킨키지방정비국	2020.8.-2021.3. 5,947만 엔	나라현	2대의 UAV를 활용한 전파 중계
우수상	주식회사 타마가와구미	도오우켄연락도로 에베츠시 남5선 개량공사	국토교통성 홋카이도개발국	2020.8.-2021.2. 27,841만 엔	홋카이도	심층혼합처리시공에서 1인 측량

우수상	주식회사 혼마구미 토호쿠지점	사카타항 본항지구 방파제(남)축조공사	국토교통성 토호쿠지방정비국	2020.4.-2020.11. 76,441만 엔	야마가타현	다이빙 작업없이 수중 3D소나로 3D모델 구축
우수상	시미즈·고요건설JV	도쿄국제공항 내 터널지축조공사	국토교통성 칸토지방정비국	2016.6.-2020.8. 7,827,114만 엔	도쿄도	AI를 활용한 실드공사 선형 정밀도 확보
우수상	아지아항측 주식회사	R1아라카와하류항공레이저측량업무	국토교통성 칸토지방정비국	2019.8.-2020.6. 6,798만 엔	도쿄도	3차원 도시모델 구축
우수상	마가라건설 주식회사	카나자와외부환상도로 바다측간선4기 지방도개축공사	이시카와현 토목종합사무소	2020.10.-2021.2. 5,475만 엔	이시카와현	ICT중층혼합처리공 시공
우수상	아사히마루건설 주식회사	42호 쿠마노오와세도로 건설공사	국토교통성 츄부지방정비국	2020.3.-2021.3. 36,909만 엔	미에현	소규모 공사에서 3차원 데이터 작성
우수상	유우테크 주식회사	이다지구 해안해일대책(인공리프설치)공사	미에현	2019.9.-2020.6. 25,903만 엔	미에현	무인자동항행 선박으로 측량 및 시공
우수상	주식회사 다이니치토목	마에다지구 오오타니강통문축조공사	국토교통성 킨키지방정비국	2019.6.-2021.1. 51,458만 엔	교토부	기획부터 시공까지 CIM 사용
우수상	주식회사 마스오카구미	오오야오강 사방축제 제2공사	국토교통성 츄우고쿠지방정비국	2020.4.-2021.3. 27,302만 엔	히로시마현	CIM과 AR을 활용한 커뮤니케이션
우수상	퍼시픽컨설턴트 주식회사	쿠레항 히로타가야지구 해안장벽 정비검토	국토교통성 츄우고쿠지방정비국	2020.8.-2021.3. 2,849만 엔	히로시마현	PC활용 CIM으로 공정 순서 검토
우수상	토오아건설공업 주식회사 시코쿠지점	토쿠시마 코마츠섬항 해안장벽 개량공사	국토교통성 시코쿠지방정비국	2019.9.-2020.6. 24,579만 엔	토쿠시마현	CIM활용 안전관리
우수상	타이세이·IHI인프라 JV	쿠카모토325호재해복구 아소대교 상하부공사	국토교통성 큐슈지방정비국	2017.3.-2021.3. 888,686만 엔	쿠마모토현	대형기계시공 및 철근의 프리패브화
우수상	주식회사 호프설계	북부국도개축설계 업무	오키나와종합사무국 북부국도사무소	2019.4-2020.7 7,194만 엔	오키나와현	PC활용

자료 : i-Construction推進コンソーシアム(2024)

〈표 2-19〉 2021년도 i-Construction 대상(지자체 대처 부문)

	수상자	응모 대처 제목	대표적인 대처
대신상	토치기현	스마트폰을 활용한 유지관리체제 DX화	종래 포장점검은 전용 차량 등이 필요했기 때문에 조사전문기업에 위탁하는 것이 일반적이었으나, 스마트폰을 활용하여 내부 직원이 실시할 수 있게 됨. 기존의 패트롤 업무 보고서 작성에는 120분이 소요되었으나 10분으로 감소
우수상	삿포로시	제설기계의 1인탑승화	인구감소에 따라 43대의 1인승 제설 그레이더를 도입 및 기존 그레이더 67대를 개량
우수상	카이즈카시	카이즈카시·DSERO공동사업	드론 측량의 정밀도는 기술자 기량에 크게 의존. 드론 레이저 측량 기준점을 설치하여 정확한 3차원 측량 추진

자료 : i-Construction推進コンソーシアム(2024)

〈표 2-20〉 2021년도 i-Construction 대상(컨소시엄 회원 대처 부문)

	수상자	응모 대처 제목	대표적인 대처
대신상	스캔엑스 주식회사	온라인 점군처리 플랫폼	점군 데이터의 삭제 작업을 종래보다 빠르게 자동처리가 가능
대신상	주식회사 오바야시구미	ICT 건설기계의 시공이력 데이터와 DX 통합형 클라우드를 이용한 생산성 향상	시공이력데이터를 성토공에 적용하고, 요구된 계측정밀도를 만족시키기 위한 방법을 검토. 대처를 바탕으로 시공이력데이터를 시공결과물 관리 성과로서 활용하는 방안을 ICT기준요령으로서 제안

대신상	주식회사 앤드패드	클라우드형 건설프로젝트 관리 서비스	건설업계 특화된 업무 효율화에 기여하는 시공관리 효율화부터 경영개선까지 다양한 기능을 포함하는 솔루션
우수상	주식회사 카토구미	모든 통신 규격에 대응할 수 있는 멀티 조종석 시스템	통신환경에 맞춘 이동식 원격조종 시스템을 개발하여 장거리 원격조종을 실현
우수상	시미즈건설 주식회사	디지털 툴을 활용한 전체 건설관리 가시화	4개의 디지털 툴을 연계하여 사용함으로서 공사 전체의 생산성 및 관리 고도화를 달성.

자료 : i-Construction推進コンソーシアム(2024)

3. i-Construction의 앞으로의 방향성

2015년 i-Construction 시책이 발표된 시점에는 건설현장 생산연령인구 감소를 배경으로 건설현장의 생산성 향상을 가장 중요한 목적으로 설정하였다. 이후에는 건설업을 둘러싼 환경 변화나 사회적인 요구가 한층 더 높아지게 되었다. 예를 들어 IoT, AI, XR 등 정보 기술의 발전에 따라 업무상의 정보를 디지털화하는 것뿐만 아니라, 정보 기술을 전제로 업무 방식 자체를 변화시키는 디지털·트랜스포메이션(DX)이 각 분야에서 추진되고 있다. 이와 함께 장시간 노동·과로 등이 노동 재해의 원인으로 지적받게 되면서 사회 전체에서 근로 방식 개혁이 추진되고 있다.

i-Construction의 최종 목적인 건설 현장의 생산성 향상에 추가하여 건설DX에서는 건설 산업의 업무, 조직, 프로세스, 문화, 업무 방식 변화를 이끌어나가는 것을 최종 목적으로 한다.

인프라 분야의 DX는 지금까지의 i-Construction 대처를 핵심 축으로 설정하고, 인프라와 관련된 정보 제공이나 서비스(각종 허가 등)를 포함해 DX에 의한 활용을 추진하는 「인프라 이용·서비스의 향상」, 그리고 건설업계 이외(통신업계, 시스템·소프트웨어 업계 등)에서 인프라를 중심으로 새로운 인프라 관련 사업으로 발전시키는 「관련 업계의 확대와 관계의 변화」의 2개축으로 설정하였다. 기존의 i-Construction으로 대표되는 ICT시공은 계속해서 고도화하면서, 인프라 디지털화와 관련된 디지털 트윈, 3D해저드맵, 버추얼 현장 등을 달성하고자 한다.

[그림 II-37] i-Construction과 인프라 DX의 관계

자료 : 国土交通省(2022) p.59

4. 소결

저출산·고령화로 건설업 신규 진입 근로자가 감소하는 상황에 대응하기 위해 2016년 일본 국토교통성은 2025년까지 건설현장의 생산성을 20% 향상시키는 i-Construction 정책을 발표하였다. i-Construction 정책은 국토교통성 의지에 따라 프로젝트에 대한 다양한 직접적인 조정을 할 수 있는 발주자로서 위치하는 국토교통성 직할 공사(토목)에서 다양한 신기술·장비를 도입하여 동일한 수준의 요소를 투입하여 최대 산출을 지향하는 구조를 만들고자 하였다. i-Construction 정책은 크게 ①ICT의 전면적인 활용, ②전체 최적의 도입, ③시공시기의 평준화, ④3차원 데이터의 활용, ⑤관민연계 체제 구축의 5가지 시책으로 구성되어 있다.

ICT의 전면적인 활용은 국토교통성 직할공사에서 ICT공사의 실시건수를 증가시키기 위한 것으로, 현재 토공, 포장공, 준설공, 지반개량공, 법면공 등의 다양한 공사에서 도입이 완료(2020년 기준 81%)되었다. 이를 위해 46개의 기준류가 신설되었고, 62개의 기준

류가 개정되었다. ICT기술의 도입 결과, 연작업시간 기준 토공은 약 30%, 포장공은 약 30%, 준설공(하천)은 약 20%가 감소되었다.

전체 최적의 도입은 생산성 향상을 이끌어내기 위한 대처의 하나로 프리캐스트 콘크리트(PC) 활용을 가속화하기 위한 대처이다. 이를 위해 토목공사 공통사양서를 개정하여 단순히 가격만으로 현장타설과 비교하는 것이 아니라, 구조물의 설계, 발주, 재료조달, 가공, 조립 등 일련의 생산공정 및 유지관리 프로세스 전체 측면에서의 최적화를 검토하는 개념이다. 소형 프리캐스트에서는 활용률이 99%를 넘고 있으나, 중형 프리캐스트는 8%, 대형 프리캐스트는 4%정도에 그치고 있다.

시공시기의 평준화는 공공공사 물량이 연도 초기(4월~6월)에 집중됨에 따라 연도초에는 인력이 부족하고, 연도 말기(1월~3월)에는 잉여 인력이 발생하여 건설기업들이 고용을 유지하기 어려운 문제를 해결하기 위하여 1년 내 공사발주 물량을 일정수준으로 유지시키는 개념이다. 이를 위해 공공공사 품질확보 촉진에 관한 법률(품확법) 및 공공공사 입찰 및 계약의 적정화 촉진에 관한 법률(입찰계약법)의 개정이 진행되었고, 총무성과 함께 전국 지자체의 시공시기 평준화 상황을 추적하고, 계도하고 있다.

3차원 데이터의 활용은 ICT화의 기반이 되는 3차원 데이터를 단순히 작성되기만 하는 것이 아니라, 이를 집약하여, 활용하기 위한 대처이다. 국토교통성 직할공사에서 가이드라인과 절차서 등의 기준류가 정비되어 계획·조사·설계단계에서부터 BIM/CIM이 도입되고, 이 모델을 그대로 시공 및 유지관리 단계에서도 정보를 업데이트하면서 하나의 BIM/CIM모델이 사업 전체에 공유할 수 있도록 하였다. 국토교통성은 2012년부터 업무(조사·설계)에서, 2013년부터 시공에서 시범적으로 도입하고 있다.

관민연계 체제 구축은 i-Construction 정책을 추후 지자체나 민간공사로 확장시키기 위해 이들이 국토교통성이 추진하고 있는 성과물을 지속적으로 확인할 수 있도록 하기 위한 대응이다. 이를 위해 국토교통성은 2016년 i-Construction 추진 컨소시엄을 설립하였다.

Korea Research Institute For Construction Policy

Ⅲ

i-Construction 2.0 (2025~)

1. 배경
2. i-Construction 2.0 목표
3. 국토교통성의 2024년도 대처사항
4. i-Construction 2.0 관련 지원 제도
5. 소결

제3장

i-Construction 2.0 (2025~)

1. 배경

1) i-Construction 1.0 대처 경과

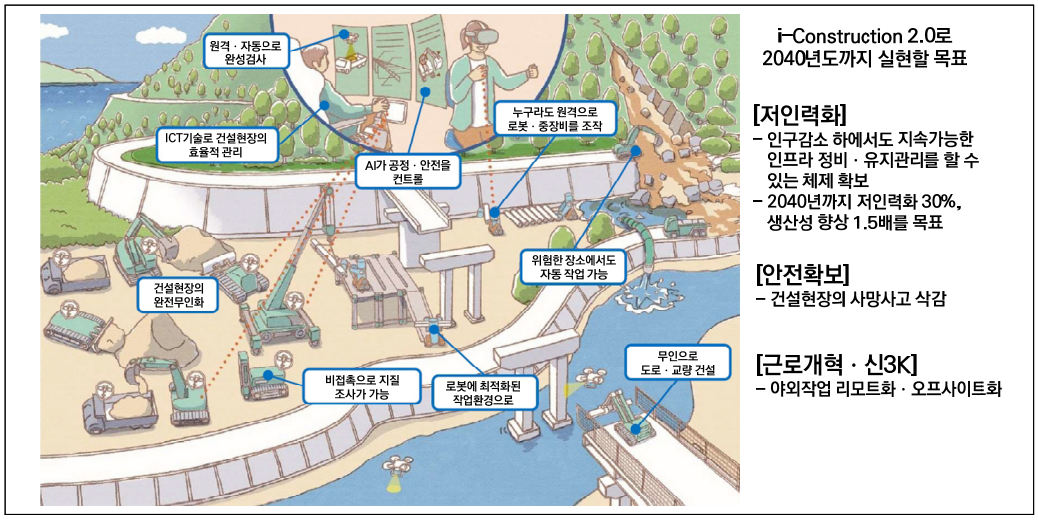
2016년 4월 i-Construction위원회는 국토교통성에 「i-Construction -건설현장의 생산성 혁명-」을 제안하였다. 국토교통성은 이를 반영하여 건설 현장의 생산성 향상을 위한 대처로서 ICT건설기계나 무인항공기(UAV) 등을 활용한 ICT시공과 설계·시공에서의 디지털 기술을 적극적으로 활용하는 i-Construction을 진행하였다. 2020년부터는 국토교통성 인프라 분야 DX추진본부를 설치하여, i-Construction의 목적인 건설 현장의 생산성 향상과 함께 인프라 관련 정보 제공과 서비스를 포함한 디지털 기술을 활용하여 근로방식을 개혁하는 인프라 분야의 DX를 추진하고, 업무, 조직, 프로세스, 문화와 근로방식 개혁을 목적으로 한 대처를 진행하였다. 2022년 3월에는 국토교통성의 대처를 「인프라 분야의 DX 액션 플랜」으로서 정리하였다.

i-Construction을 진행한 이후 사회자본정비를 둘러싼 상황은 크게 변화하고 있다. 생산연령인구의 감소와 고령화에 의해 특히 지방 도시 생활을 지지하는 각종 서비스 제공 기능이 저하되고, 손실이 우려되는 가운데 기후 변화에 따른 자연 재해가 더욱 심각해지고, 빈발하게 발생하고 있으며, 고도성장기 이후에 집중적으로 건설된 인프라의 노후화가 진행되고 있다.

이러한 상황 속에서 건설 산업은 코로나 팬데믹 속에서도 국토의 안전·안심을 확보하고, 사람의 흐름·물류의 확보 등 지역 수호자로서 국민 생활에 필수적인 산업이며, 건설산업 종사자는 필수 작업자라는 것이 새롭게 인식되었다. 한편 앞으로 생산연령인구가 더욱 감소하는 경우 타 산업에 비해 낮은 진입률, 정착률을 가지고 있는 건설 산업은 담당자를 확보하는 것이 어렵게 되며, 미래에 사회자본 정비 및 유지관리를 계속하여 국민 생활에 필수적인 서비스를 제공하는 것이 어려울 수도 있다. 인구 감소 하에서도 미래에 걸쳐 필요한 서비스를 제공하기 위해서는 디지털 기술과 데이터 활용을 통해 적은 인원수로 동일한 일을 수행할 수 있도록 건설 산업의 근로 방식 자체를 바꿔나갈 필요가 있다.

국토교통성에서는 i-Construction 대처 이후 3차원 데이터나 ICT 건설 기계를 활용하는 등 디지털 기술을 활용하는 것이 일반화되었다. 2023년부터는 국토교통성 직할 토목 업무·공사에서 건설사업 취급 정보 전체를 디지털화하고, 건설생산 프로세스 전체의 효율화를 도모하는 BIM/CIM을 사용하는 것이 원칙화되는 등 데이터와 디지털 기술을 활용하여 업무 방식을 변화해가는 체제가 확보되었다. 이를 이어 i-Construction 대처를 가속화하고 한사람 당 노동생산성을 높이는 저인력화 대책을 진행해야할 시점이다. 이에 2024년 4월 국토교통성은 i-Construction의 후속 대처로서 i-Construction 2.0을 발표하였다.

i-Construction 2.0에서는 i-Construction 위원회의 제안에 따라 「건설현장을 최첨단 공장으로」, 「건설현장에 최첨단 서플라이 체인 매니지먼트 도입」 및 「건설현장의 2개의 키세이(고정관념) 타파와 지속적인 카이젠(개선)」의 시점을 반영하여 「시공의 오토메이션화」, 「데이터 연계의 오토메이션화」, 「시공관리의 오토메이션화」를 3가지 기둥으로서 작은 인원으로 안전하게 쾌적한 환경에서 일하는 생산성이 높은 건설현장을 실현하는 것을 목표로 하는 건설현장의 오토메이션화를 진행한다.



[그림 Ⅲ-1] i-Construction 2.0 : 건설현장 오토메이션화를 위한 대처

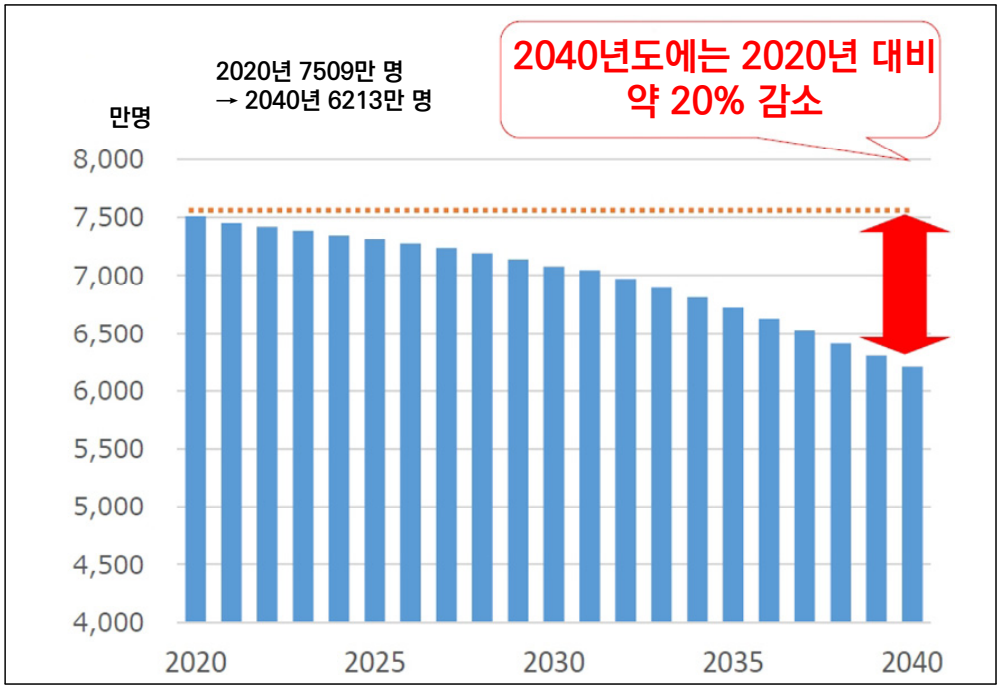
자료 : 国土交通省(2022) p.21

2) 일본 건설 산업이 직면한 문제점

(1) 생산연령인구 감소와 고령화

2023년 4월 국립사회보장·인구문제연구소가 공표한 일본의 장래 추계 인구(2023년도 추계) 자료에 따르면 전체 인구는 50년 후 현재의 70%수준으로 감소하고, 65세 이상 인구는 약 40%를 차지하고, 생산연령인구는 2040년에는 20%감소할 것으로 예측하고 있다. 지난 20년간 일본의 취업자는 급속하게 고령화가 진행되고 있다.

건설업에서는 취업자 가운데 55세 이상이 차지하는 비율이 전체 산업 평균보다 높으며, 취업자 가운데 29세 이하가 차지하는 비율의 증가는 완만하다. 앞으로 고령 취업자의 대량 퇴직도 예상되기 때문에 미래에 인력 부족이 우려되는 상황이다.



[그림 Ⅲ-2] 일본의 장래인구 추계(2023년도 추계)

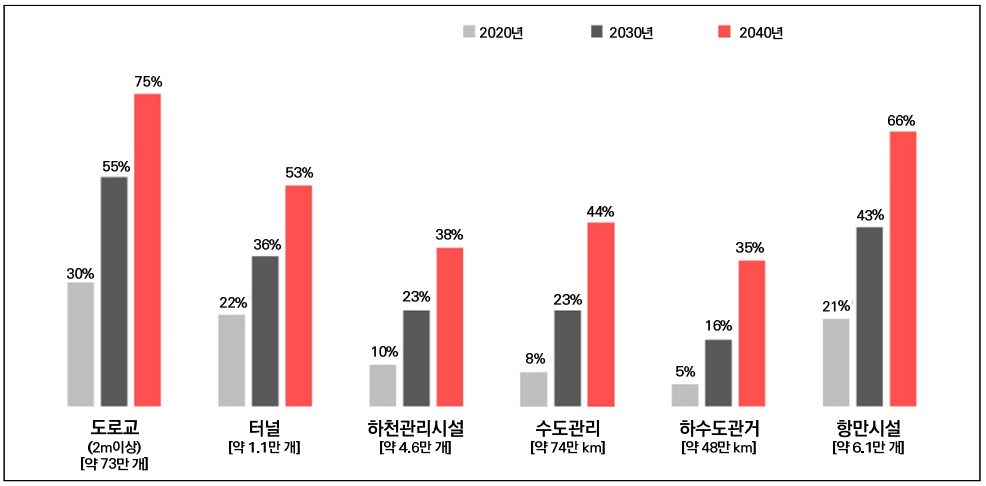
자료 : 国立社会保障・人口問題研究所(2023)

(2) 재해의 격심화·빈발화

일본은 지형·지질·기상 등의 국토 조건에 따라 과거부터 지진이나 풍수해 등의 자연재해에 이한 막대한 피해가 발생하였다. 최근 기후 변화의 영향으로 단시간 집중 강우나 강설, 태풍에 의한 수해나 토사재해, 교통 재해가 격심해지고, 빈도가 빈발화하고 있다. 인프라 정비나 일상적인 점검·유지관리에 의해 재해 등을 미연에 방지하는 것은 물론 재해 등이 발생한 겨우 재해지의 사람들을 일상생활로 복귀시키기 위해서는 인구가 감소하는 상황에서도 지역 수호자로서 신속하게 복구에 임하는 것이 요구된다.

(3) 인프라의 노후화

고도 경제 성장기 이후에 집중적으로 정비된 인프라의 노후화가 심각하고, 향후 건설된 지 50년이 경과하는 시설의 비율이 급속히 증가할 것으로 예상된다. 한편 일본 인프라의 대부분을 차지하고 있는 시구정촌에서는 토목 부문 직원 수가 부족하여 전국 시구정촌의 1/4에서는 기술직 직원이 배치되어 있지 않는 등 유지보수에 종사할 인적 자원이 부족하다. 예방보전형 인프라 유지보수로 본격적으로 전환하면서 인프라를 계획적으로 유지관리·갱신하는 것이 필요하다.



[그림 Ⅲ-3] 건설 후 50년 이상을 경과하는 사회자본 비율

자료 : 国土交通省(2024) p.5

(4) DX의 본격화

ICT기기 보급이 진행되고, AI, 5G, 클라우드 등에 이르는 혁신적인 기술의 개발·사회 구현이 진행되는 등 디지털기술이 사회로 확산되고, 사람들의 생활과 경제 활동의 방향성이 근본적으로 변화하고 있다. 한편 인프라와 관련해서는 다양한 데이터가 산재되어 있지만, 사람 흐름, 물류, 지형, 기상과 같은 다른 데이터들과 충분한 연계가 이루어지지 않고 있다. 이에 인프라 데이터 활용에 따른 새로운 가치 창출 대처가 요구되고 있다.

사회 자본 정비나 유지관리 단계에서도 3차원 데이터나 ICT 활용이 진행되고 있지만, 중장기적인 건설 산업의 생산 능력 확보를 감안하면, 신기술을 활용하고, 데이터 활용을 통해 조사·설계·시공·유지관리의 일련의 프로세스가 고도화되고 효율화가 이루어질 필요가 있다.

3) 지금까지 i-Construction 1.0 대처

국토교통성에서는 미래의 건설업의 담당자 부족에 대비하여 2016년부터 건설 현장의 생산성 향상을 목표로 조사·측량에서부터 설계, 시공, 검사, 유지관리·갱신까지 모든 건설생산 프로세스에서 ICT를 활용하는 i-Construction 정책을 추진하였으며, 건설 현장의 생산성을 20%향상시키는 것을 목표로 설정하였다.

i-Construction의 선두 정책인 ICT시공은 2022년도 시점에서 ICT시공을 실시할 수 있는 국토교통성 직할 토목 공사의 87%에서 실시되고 있으며, 2015년도 대비 평균 약 21%의 작업 시간 단축 효과를 확인하였다. 도도부현·정령시에서도 2016년에는 84건이었던 ICT시공 공고 건수가 2022년에는 13,429건으로 대폭 증가하고 있어, 전국에서 착실하게 보급되고 있다. 또한 2021년 건설업의 부가가치 노동생산성은 2015년 대비 9.2% 증가한 것으로 분석되었다.

측량분야에서도 종래에는 측량 기기뿐만이 아니라, 측점 측에도 타겟을 가진 작업원이 필요하였고, 또한 측량하고 싶은 포인트가 장애물 등으로 인해 측정할 수 없는 경우도 있었다. 드론을 활용한 측량에서는 단시간에 광범위하게, 또한 재해 현장 등 위험한 장소나, 급경사 산간지 등 지형적으로 사람의 접근이 어려운 장소에서도 측량이 가능하게 되어 데이터 처리 등을 고려해도 종래 방법의 약 40%의 Man·Hour로 측량할 수 있게 되었다.

시공관리 분야에서도 드론 측량이 추가되어 빠르고, 높은 정밀도로 3차원 데이터를 취득할 수 있는 3D레이저스캐너와, 간단하고 고정밀도의 3차원 측량이 가능한 스마트폰 앱 등 시공결과물 관리에 활용가능한 3차원 계측기술이 많이 보급되어, 시공관리의 효율화·저인력화에 크게 기여하고 있다.

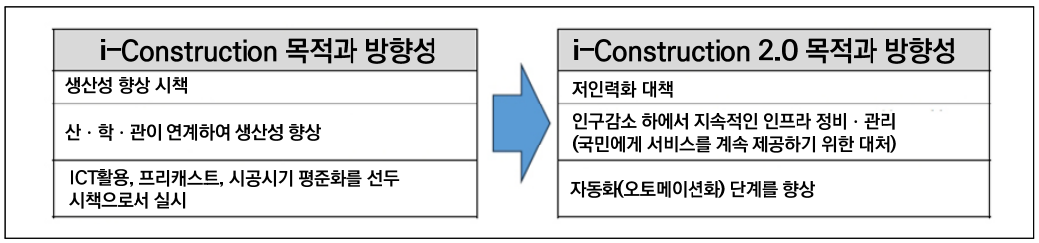
이와 같이 i-Construction의 대처는 최말단까지 전파되어 건설현장의 생산성 향상 측면에 일정수준의 효과를 보여주고 있다. 한편 한 사람이 여러 대의 건설 기계를 동시에 조작하는 기술이나, 육상과 해상 양 쪽에서의 공사 자동화 기술은 일반화가 이루어지지 않고, 현재의 대처만으로는 생산성 향상이 한계에 달하고 있는 상황이다.

향후 인구 감소 하에서 사회자본의 정비·유지관리를 지속하기 위해서는 계획적으로 진행할 수 있는 건설 현장에서 한층 더 근본적인 저인력화 대책을 추진할 필요가 있다.

4) 지속적인 건설현장 저인력화 대책 – 건설현장 오토메이션화 –

근본적인 저인력화 대책을 추진하기 위해서는 한 사람이 여러 대의 장비를 조작하는 것이나, 설계·시공의 자동화, 해상공사에서 작업선의 자동 시공 등 지금까지 사람이 수작업으로 실시하고 있는 작업 내용을 AI나 시스템을 활용하여 자동화하고, 사람은 이러한 작업의 매니지먼트 업무에 특화하도록 바꿀 필요가 있다. 아울러 근본적인 변화가 실현될 때까지 사회에서 진전되고 있는 DX대처나 BIM/CIM원칙화를 통한 디지털 데이터의 활용, 원격 기술 등 업무의 효율화·저인력화로 이어지는 대처를 가속할 필요가 있다. 저인력화 대책 추진에 대해서는 기후 변화에 따라 격심화·빈발화되어 가는 재해 대응이나 적설 한랭 환경의 현장 조건, 지역 특성도 고려할 필요가 있다.

국토교통성에서는 지금까지 추진한 i-Construction 대처를 심화하여, 한층 더 근본적인 건설 현장 저인력화 대책을 i-Construction 2.0으로서 「시공의 오토메이션화」, 「데이터 연계의 오토메이션화」, 「시공관리의 오토메이션화」를 추진하는 것으로 건설 현장의 오토메이션화 실현을 목적으로 한다.



[그림 Ⅲ-4] i-Construction 2.0의 목적과 방향성

자료 : 国土交通省(2024) p.6

(1) 시공의 오토메이션화

현재 건설현장에서는 경험이 풍부한 기술자의 지휘 하에 시공계획을 작성하고, 공사공정을 정한 뒤 지시를 받은 오퍼레이터가 건설 기계에 탑승하여 조작한다. 향후 1인당 생산성을 향상시키기 위해서는 각종 센서를 통해 현장 정보를 취득하고, AI 등을 활용하여 자동으로 작성된 시공계획에 기초하여 1명의 오퍼레이터가 복수의 건설기계의 동작을 관리하는 「시공의 오토메이션화」를 추진한다.

「시공의 오토메이션화」는 자동시공의 표준적인 안전 규정 등 환경을 정비하는 것이나, 다른 제조사 간의 건설 기계를 제어할 수 있는 공통 제어 신호 수립, 사람이 들어가지 않는 현장에서 안전하고 효율적인 작업을 가능하게 하는 원격 건설 기계의 보급을 촉진한다.

또한 다양한 시스템이 활용되고 있는 건설현장에서 서로 다른 건설 기계 제조사라고 하더라도 실시간 시공 데이터를 원활하게 취득하고 공유하여, 건설현장의 디지털화·가시화를 진행시켜, 건설기계의 최적 배치를 순간적으로 판단하여 효율적인 시공을 실현한다. 나아가 해상 공사에서는 작업선 조작을 자동화한다.

「시공의 오토메이션화」를 통해 건설 현장의 저인력화와 함께 생산 연령 인구 감소 하에서 부족하게 된 인력을 매울 수 있는 시공 능력을 확보한다.

(2) 데이터 연계의 오토메이션화(디지털화·페이퍼리스화)

조사·측량, 설계, 시공, 유지관리 등 전체 건설 생산 프로세스를 디지털화, 3차원화하고, 필요한 정보를 필요한 때에 가공할 수 있는 형식으로 쉽게 취득할 수 있는 환경을 구축하는 BIM/CIM을 도입하여 「데이터 연계의 오토메이션화」를 추진한다. 이를 통해 동일

한 데이터를 반복해서 수작업 입력하는 것을 없애고, 불필요한 조사나 문의, 복원작업을 삭감하는 것과 동시에 자료를 찾는 노력과 대기 시간을 줄여나간다.

건설 생산 프로세스에서 막대한 분량의 데이터가 작성되고 취득되지만, 현시점에서는 데이터를 충분히 활용하지 못하고 있다. 따라서 각 단계에서 필요한 정보를 정리한 다음 관계자 간 쉽게 공유할 수 있도록 정보공유 기반을 구축하고, 원활한 데이터 연계를 진행한다.

데이터 활용에 있어서는 설계 데이터를 시공 데이터로 직접 활용하는 것이나, 디지털 트윈 구축을 통한 시공 계획 효율화 등 현장 작업에 관련된 부분의 효율화와 함께 BI툴 등을 활용하여 종이 서류를 작성하지 않고, 데이터를 가시화하여 분석이나 판단할 수 있도록 진정한 의미의 페이퍼리스화(ASP(정보공유시스템) 확충 등 현장 데이터 활용을 통한 서류 삭감) 등 오피스의 효율화의 양면에서 진행한다.

(3) 시공관리의 오토메이션화 (리모트화·오프사이트화)

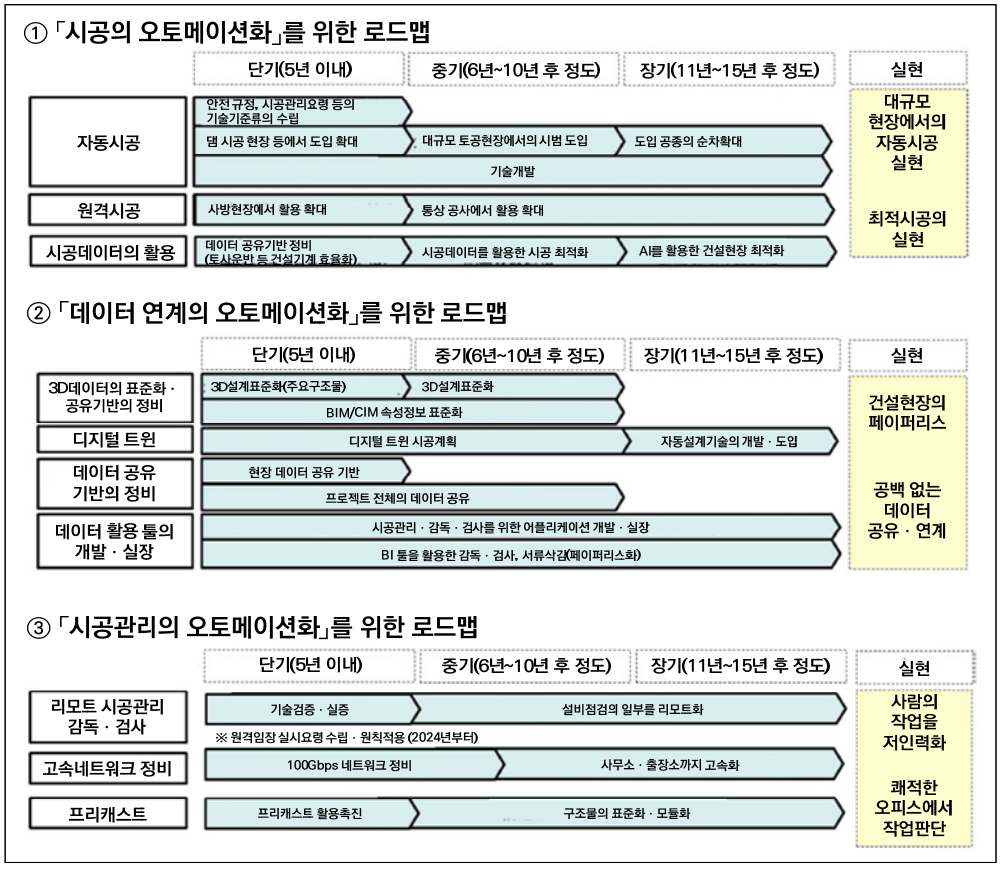
건설 현장 전체의 오토메이션화를 진행시키기 위해서는 시공의 자동화와 BIM/CIM을 도입한 디지털 데이터 활용과 함께 부재 제작, 운반, 설치나 감독·검사 등 모든 장면에서 유용한 신기술을 적극적으로 활용하여 「시공관리의 오토메이션화」를 추진한다.

지금까지 입회검사, 단계확인 등 발주자가 실시하는 확인 행위에서 원격 현장 검사를 적용하고, 콘크리트 구조물 배근의 시공결과물 확인에서는 디지털 카메라로 촬영한 이미지 해석을 통한 계측 기술도 적용한다. 또한 소형구조물이나 중형구조물을 중심으로 활용되던 프리캐스트 제품에 대해서도 대형구조물에 대해서도 VFM(Value For Money) 평가방법을 확립하여 도입을 진행하고, 리모트화·오프사이트화를 진행한다.

또한 대용량 데이터를 활용하기 위해서 통신 네트워크를 강화하는 것이 필수적이기 때문에 일본 전국을 고속 대용량 회선으로 접속하여 동영상이나 3차원 모델 등 대용량 데이터를 원활하게 이용할 수 있는 환경을 정비한다. 또한 시공관리의 오토메이션화를 위한 위선측위 기술 활용은 국가좌표에 준거한 데이터 활용도 추진한다.

(4) 건설현장의 오토메이션화를 위한 로드맵

현재 ICT시공이 진행되고 있지만, 단기(5년 이내)로는 현장의 실시간 데이터 활용, 중기(10년 정도)에 대규모 토공 등 일정 공종·조건 하에서 자동시공을 표준화하며, 장기(15년 정도)로는 대규모 현장에서 자동시공·최적시공을 실현하는 것을 목표로 설정하고, 단기·중기·장기의 로드맵을 수립하여 세부 대처를 진행한다. 로드맵의 내용은 예정이며, 향후 기술개발 상황에 맞추어 적절히 검토한다.



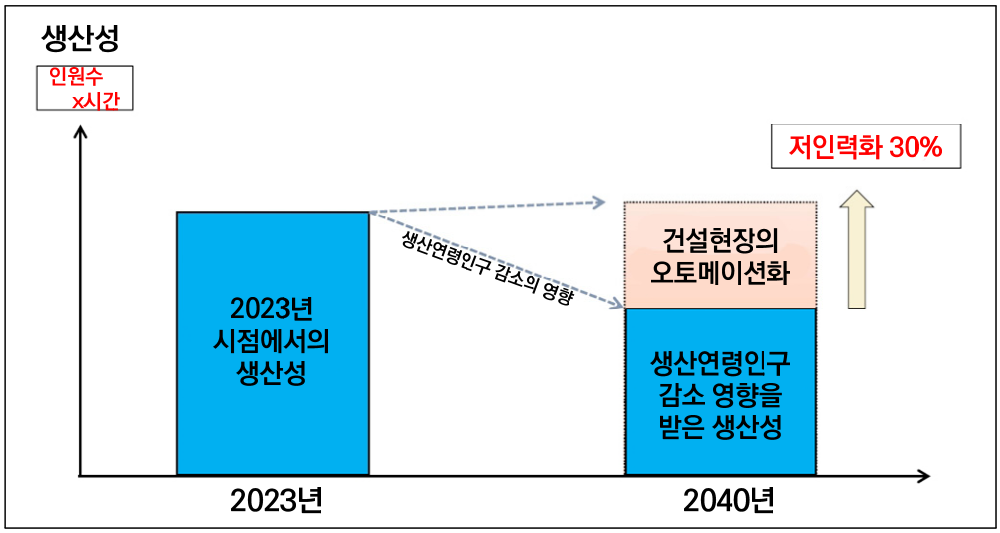
[그림 Ⅲ-5] i-Construction과 인프라 DX의 관계

자료 : 国土交通省(2024) p.9

2. i-Construction 2.0 목표

i-Construction 2.0에서는 디지털 기술을 최대한 활용하여 건설 현장의 모든 생산 프로세스를 자동화하기 위해 노력하며, 지금보다 적은 인원으로 안전하고 가능한 한 실내 등 쾌적한 환경에서 일하는 생산성 높은 건설현장을 실현하는 것을 목표로 하고 있다.

구체적으로는 2040년까지 건설현장의 저인력화를 30%, 즉 생산성을 1.5배 향상시키는 것을 목표로 한다. 이에 따라 건설현장에서 일하는 한 사람 한 사람의 생산량과 부가가치가 향상되어, 건설 산업의 임금이나 휴가 등 취업 환경의 관점에서도 매력적인 산업이 되고, 국민생활과 경제활동의 기반이 되는 인프라를 지키는 것을 최종 목표로 한다.



[그림 Ⅲ-6] 건설현장의 저인력화·생산성 향상 개념도

자료 : 国土交通省(2024) p.8

1) 전체 최적의 도입

2040년에는 생산연령인구가 현재 대비 20% 감소할 것으로 예상되고, 재해의 격심화·빈발화와 인프라 노후화에 따라 사회자본정비 및 유지관리에 대한 요구가 지금보다 증가될 것으로 예측된다. 비록 인구가 감소하더라도 국민의 생활기반인 사회자본정비를 적절히 정비하고 유지·관리하여, 국민들에게 지속적으로 제공하기 위해 2040년까지 2023년도 대비 건설현장의 30% 저인력화, 즉 생산성 1.5배 향상을 목표로 한다.

지금까지의 자동 시공 등의 대처를 살펴보면 선진적인 사례나 저인력화가 용이한 분야에서는 30%의 저인력화를 쉽게 달성할 수 있을 것으로 예상된다. 설계분야에서도 BIM/CIM이 정착되어 자동 설계가 가능하게 되면, 저인력화가 단번에 이루어질 것으로 예상된다. 한편 유지관리공사 등 저인력화에 시간이 소요되는 분야도 있기 때문에 우수 사례를 다른 분야에 전파하면서 현장 조건, 지역 조건 등도 고려하여 순차적으로 대처를 진행할 예정이다.

2) 안전 확보

「노동재해통계」(2022년 후생노동성)에 따르면 건설기계에 기인한 것으로 상정되는 사망사고는 약 20%를 차지하고 있다. 건설업의 사망재해는 2021년까지 과거 50년간 크게 감소하였으며, 연간 300명 정도의 사망사고가 발생하고 있다.

건설현장에 사람이 존재하는 한 인적 피해를 수반하는 사고를 완전히 배제하는 것은 어렵다. 따라서 건설기계의 자동화와 원격화를 통해 현장에 사람 배치를 줄임으로써 인적 피해가 발생할 수 있는 리스크를 한없이 감소시키는 것이 중요하다.

3) 근로 개혁과 다양한 인재 활약

건설 현장은 야외 작업이나 위험이 수반되는 작업, 힘든 환경에서 실시되는 작업이 많아 청년층 이탈이 진행되고 있다. 건설현장의 오토메이션화를 진행함으로써 지금까지 한여름의 야외에서 실시되던 작업을 에어컨이 작동하는 실내에서 실시할 수 있는 등 근로환경의 대폭적인 개선을 목표로 한다.

설계 등 오피스 워크에서도 BIM/CIM을 통해 구축된 데이터를 클라우드에 공유함으로써 수주자·발주자 모두의 임기응변식 대응을 줄이고, 시간과 장소를 효과적으로 활용할 수 있는 유연한 근로방식과 지금까지 이상으로 다양한 인재들이 활약할 수 있는 장소를 만들어나가는 것을 목표로 한다.

또한 건설 생산 프로세스 전체를 디지털화하여 공사 시공 중의 시공 관리와 관련된 정보를 공유하거나, 데이터 액세스 및 활용을 실현하고, 온라인화, 페이퍼리스화를 진행하여 자료 작성 시간을 삭감하는 등 타산업과 비교해 긴 노동시간을 개선하도록 대처를 진행한다.

4) 월급이 높고, 휴가가 있고, 희망이 있는 건설업의 실현

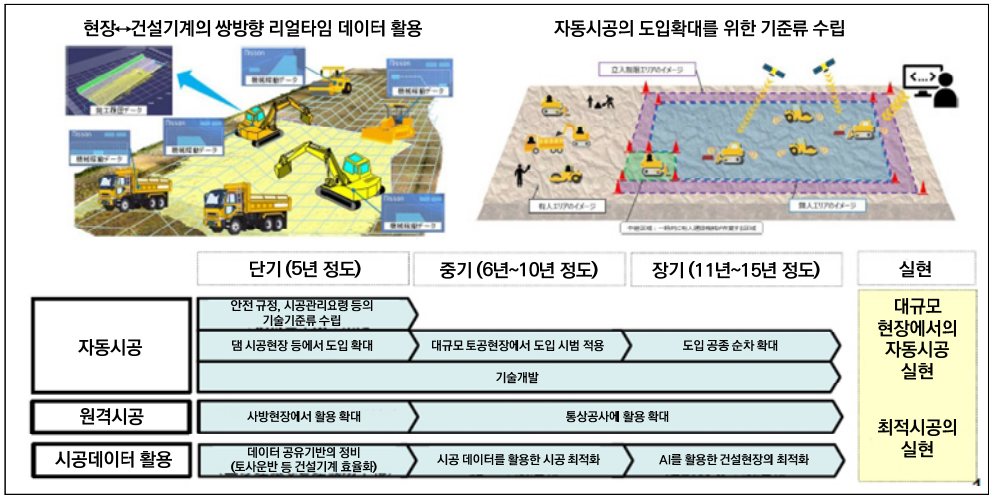
건설 현장의 자동화로 한 사람이 여러 대의 기계를 제어하는 등 생산성이 대폭 향상된다. 이에 따라 임금 수준의 대폭적인 향상이 기대됨과 동시에 날씨에 크게 좌우되지 않고 계획적으로 공사를 진행할 수 있어, 완전주휴 2일의 확보 등 타산업과 비교해서 매력적인 취업환경을 확보할 수 있을 것으로 기대된다. 게다가 근로 환경 개선과 다양한 인재가 활약할 수 있는 장소를 창출함으로써 많은 청년들이 지도에 남을 수 있는 건축물·시설물 제조에 종사할 수 있으며, 지역 사회에도 공헌할 수 있는 건설 산업을 실현한다.

3. 국토교통성의 2024년도 대처사항

1) 시공의 오토메이션화

(1) 건설현장의 자동시공 환경 정비

자동시공기술은 개발 중이며, 현재는 도입 가능한 현장 조건과 공종이 한정되어 있고, 시공 시 기준류가 정비되지 못한 부분이 있기 때문에 아래와 같은 환경 정비를 진행한다.



[그림 Ⅲ-7] 시공의 오토메이션화 개념도 및 로드맵

자료 : 国土交通省(2024) p.14

① 자동시공의 안전 규정 수립

자동시공·원격시공 기술 개발 및 보급을 촉진하기 위해 국토교통성은 2022년 3월 관련 업계, 행정기관 및 전문가로 구성된 분야횡단적인 「건설 기계 시공의 자동화·자율화 협의회」(회장 : 국토교통성 장관관방 기술심의관)를 설치하였다. 2024년 3월에는 협의회에서 논의된 내용을 바탕으로 국립연구개발법인 토목연구소 및 국토기술정책종합연구소가 가진 건설DX실험필드 등에서 현장 검증을 바탕으로 자동시공의 안전 규정을 수립하였다.

2024년도에는 안전 규정을 실제 현장에 적용하기 위한 시범 공사를 실시함과 동시에 자동 건설 기계의 기능 조건과 시공 관리요령 등의 수립을 위한 검토를 추진한다. 또한 해상 공사에서 작업선 자동화의 안전 규정을 검토한다.

② 자동시공의 현장실장·기술개발을 촉진하기 위한 기반 정비

국립연구개발법인 토목연구소는 서로 다른 제조사의 건설기계에 대해 사용자가 같은 프로그램에서 조종할 수 있는 공통제어신호 수립을 추진하고 있으며, 2024년도에는 초안 작성을 목표로 하고 있다. 또한 건설 시공 자동화·원격화 기술 개발을 촉진할 수 있는 환경 정비를 위해 누구나 이용할 수 있는 연구개발용 오픈플랫폼인 「자율 시공 기술 기반 OPERA(Open Platform for Earthwork with Robotics and Autonomy)」를 구축한다.

(2) 원격시공기술의 보급 촉진

재해 대응 시 위험이 수반되는 사면 대책 공사 등에서는 오퍼레이터가 건설 기계에 탑승하지 않고 원격 조작하는 원격 시공(「무인화 시공」이라고도 표현함)을 실시해 왔다. 생산성이 높은 자동 시공 실현을 위해서는 사람이 들어가지 않는 현장에서 안전하고 효율적인 작업이 요구되기 때문에 일반적인 공사에서도 원격 시공 기술의 도입이 필요하다. 2024년도에는 원격시공기술의 보급 확대를 위해 재해 대책 시 이외의 시공 현장을 대상으로 시범 공사를 실시한다.

(3) 시공 데이터 집약·활용을 위한 기반정비

자동 시공에 필요한 건설 현장의 디지털화·가시화를 목적으로, 건설기계를 통해 취득된 시공 데이터를 집약하고, 활용하기 위한 공통 데이터 환경(시공데이터플랫폼)을 정비한다. 공통 데이터 환경이 정비되면 시공데이터를 양방향 및 실시간으로 취득하거나 공유할 수 있게 된다. 아울러 다양한 건설기계로부터 획득되는 시공 데이터를 통일적으로 파악하고 활용하기 위한 공통 프로토콜(API 연계)을 수립하여 시공 데이터 연계를 가속화하는 기술을 개발한다.

2024년도에는 시공 데이터 활용에 의한 작업대기 방지나 공정 조정, 최적 인력 배치를 통한 효과에 대해 검증을 진행하는 시범 공사를 실시하고, 시공 데이터플랫폼 구축을 위한 데이터 집약을 진행한다. 또한 해상공사에서 작업선 조작에 따른 3차원 데이터와의 연계도 검토한다.

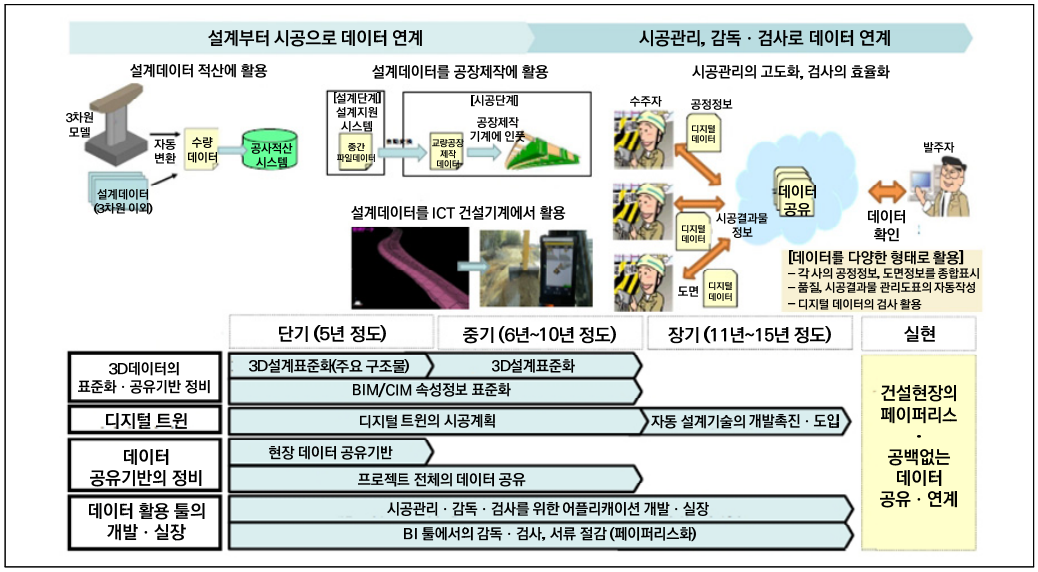
(4) ICT시공의 원칙화

ICT 시공 가운데 ICT 토공에서는 2022년도 국토교통성 직할공사 가운데 약 86%에서 적용되고 있기 때문에 건설기계를 통한 가동시간과 위치 정보 등의 시공데이터 취득이 가능하게 되었다. 2024년도에는 ICT시공의 실시율이나 실시건수가 높은 ICT토공 및 ICT준설공(하천)에서 지금까지 시공자 희망형으로 실시하고 있던 공사의 일부를 발주자 지정형으로 이행하고, 2025년도부터는 ICT시공을 원칙화하여 시공 데이터를 취득하기 위한 환경을 확보한다. 또한 그 외 ICT시공대상 공종에 대해서도 상황을 검토하면서 순차적으로 원칙화를 위한 준비를 진행한다.

2) 데이터 연계의 오토메이션화(디지털화·페이퍼리스화)

BIM/CIM은 2023년도부터 원칙 적용을 시작하였으며, 지금까지 3차원 형상 데이터를 중심으로 활용을 진행하였다. 앞으로는 설계효율화, 시공 자동화를 달성하기 위해서는 3차원설계의 표준화와 데이터 활용이 필수적이다. BIM/CIM을 통한 효율화를 진행하는데 있어서 크게 2가지 과제가 있는 것으로 지적되고 있다. 첫 번째는 각 단계에서 어떤 데이터가 필요한지 명확하게 결정되지 않았기 때문에 데이터를 효과적으로 활용할 수 없다는 점이다. 두 번째는 2차원 도면과 3차원 모델이 연동되지 않기 때문에 3차원 모델은

참고자료에 그치고 있어, 3차원 모델을 공사 계약도서 등으로 활용할 수 없다는 것이다.



[그림 Ⅲ-8] 데이터 연계의 오토메이션 개념도 및 로드맵

자료 : 国土交通省(2024) p.15

따라서 먼저 필요한 데이터가 명확한 적산이나 과거 데이터 검색 등의 측면에서 데이터 활용을 진행하여, 데이터를 활용하는 체제를 구축하고, 3차원 모델의 표준화는 목표 기한을 명시하여 추진한다.

(1) BIM/CIM을 통한 건설 생산 프로세스 전체의 데이터 연계

2026년도를 목표로 추진하고 있는 적산 시스템 개량에 맞추어 3차원 모델이나 설계 지원 소프트웨어로 산출된 수량을 직전 적산에 활용할 수 있도록 필요한 소프트웨어를 개발하고, 실제 업무에 시범 적용한다. 속성 정보를 활용하는 구조를 하나라도 구축할 수 있다면 유지 관리 등 다른 분야에서 속성 정보를 활용하기 용이해진다. 우선적으로 필요한 데이터가 명확하면서 발주자에게 부담이 되는 적산과 설계 변경 효율화를 목적으로 적산 데이터를 활용한다.

설계 데이터의 ICT 건설기계나 공장제작에서 활용하는 것도 추진한다. 구체적으로는 ICT 건설기계에서 필요한 중심선이나 횡단도 데이터를 성과물로서 납품받아 시공 단계에

전달한다. 또한 강교 분야에서 설계 데이터를 공장 제작에서 직접 활용하기 위해 중간 파일을 활용한 데이터 연계를 실험적으로 추진하는 등 데이터를 활용한다.

(2) 3차원 모델의 표준화와 계약도서로서 활용을 위한 대처

BIM/CIM 원칙 적용을 통해 3차원 모델 활용을 본격적으로 시작하였지만, 현 시점에서는 3차원 모델과 2차원 도면이 연동되지 않기 때문에 3차원 모델은 참고자료로서 제한적으로 활용하고 있다. 저인력화를 실현하기 위해서는 3차원 모델과 2차원 도면을 연동하고, 주요 구조부에 대해서는 자동 설계를 실현할 필요가 있다. 또한 모델은 참고자료가 아니라 공사계약도서로 활용할 수 있도록 하는 것이 데이터 연계의 관점에서 중요하다.

2024년도부터는 3차원 모델을 표준화하기 위한 과제를 정리하고, 업무 전체가 아니더라도 시행 가능한 분야에서부터 대처를 시작한다. 이와 동시에 관련 업계 단체와 연계하여 3차원 모델을 표준화하여 계약도서로 활용하기 위한 로드맵을 수립한다.

(3) 디지털트윈 활용에 의한 현장작업의 효율화

공정이 복잡한 공사에서는 최적 시공계획을 검토하거나, 재시공 방지를 위해 BIM/CIM으로 4D모델을 구축하고, 시공 단계를 디지털 공간에서 재현하는 등 사전에 작업 시뮬레이션을 실시한다. 또한 디지털 트윈 기술을 활용하여 설계 정보를 AR·VR을 통해 현장에 투영하고, 시공 이미지를 관계자 전원과 공유함으로써 재시공 및 작업 실수 방지, 효율적인 작업 실시로 연결하여 현장 작업의 효율성을 올린다.

또한 디지털 트윈을 용이하게 구축할 수 있도록 국토교통성과 민간 등이 보유한 인프라에 관한 데이터를 일원적으로 제공하는 국토교통 데이터플랫폼을 개량하고, 제휴하는 데이터의 확충, 각종 데이터베이스 구축을 진행한다.

(4) 시공 데이터 활용의 효율화

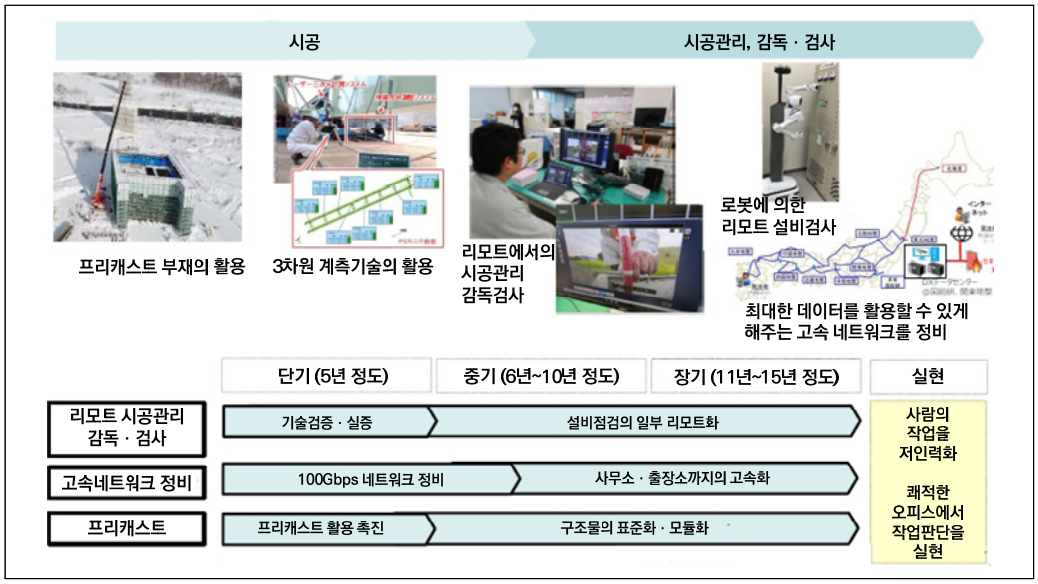
시공 불량이나 하자가 발생했을 경우 전자납품·보관관리시스템에서 발주자가 일원적으로 관리하고 있는 시공 데이터를 효율적으로 검색할 수 있도록 하여 같은 시공 방법이나 재료, 제품 등을 사용한 현장을 쉽게 확인할 수 있도록 국토교통성이 보유한 전자납품·보관관리 시스템 개량을 진행한다.

(5) 데이터 활용을 통한 서류 삭감

국토교통성 직할공사 시공관리에서는 공정관리, 공사서류관리, 결재, 전자납품 데이터 작성 지원 등의 기능을 갖춘 정보공유시스템(ASP)을 활용하고 있다. 앞으로는 시공관리 관련 정보(공정, 시공결과물·품질, 도면, 사진 등) 공유와 효율적인 활용을 위해 ASP 보완을 진행한다.

3) 시공관리의 오토메이션화(리모트화·오프사이트화)

오토메이션을 진행하더라도, 건설 현장에는 사람이 존재하는 것이 필수적이기 때문에 근로 방식을 개혁하는 것이 동반되어야 한다. 프리캐스트 부재를 활용하거나, 시공관리, 감독·검사 등의 리모트화를 실현하여 현장에서 저인력화를 추진하고, 건설현장의 리모트화·오프사이트화를 추진한다.



[그림 Ⅲ-9] 시공관리의 오토메이션 개념도 및 로드맵

자료 : 国土交通省(2024) p.16

(1) 리모트 감독검사

2022년도부터 원칙적으로 적용하고 있는 발주공무원의 입회, 단계 확인 등의 확인행위를 현장에서 실시하지 않고, 카메라·WEB통신을 통해 원격으로 실시하는 원격 임장에 대해서도 2024년부터 중간기술검사, 완성검사로 확대한다.

또한 현장 감독검사의 디지털화를 진행하고 있으며, 2023년도부터는 카메라 이미지 해석을 통한 구조물 배근의 시공결과물 검사를 개시하고 있다. 앞으로는 계측 항목을 늘리고, 정밀도 향상을 추진할 예정이다.

(2) 로봇에 의한 리모트 검사

재해 시·장해 시 신속한 대응을 실현하기 위해 원거리 시설에서 로봇의 자동·원격 조작을 통해 설비를 점검하는 것을 실현하기 위한 검토를 진행하고 있다. 국토교통성 시설 내에서 로봇을 통해 표시 램프나 수치 확인, 스위치 조작의 동작 시험을 실시하고 있으며, 앞으로는 산악지나 낙도 시설에서 시험을 진행한다.

(3) 고속 네트워크의 정비

i-Construction 2.0을 비롯한 인프라 분야의 DX 환경정비를 촉진하기 위해 하천도로 관리용 광케이블을 활용하여 일본 전국을 100Gbps의 고속·대용량 회선으로 접속하고, 지방정비국 등이 발주자로서 솔선하여 3차원 모델 등의 대용량 데이터를 원활하게 이용할 수 있도록 말단부분까지 고속 네트워크 환경을 정비한다.

재해 대응과 사업 실시에 있어서는 대용량 데이터를 활용하는 현장이나 지자체 등 관계기관과의 협의와 연계가 중요하고, 위성 조직 활용을 포함하여 관계 기관과의 효율적인 네트워크를 구축한다.

(4) 프리캐스트 활용

프리캐스트 제품 활용을 촉진하기 위해 「규격 표준화·요소기술의 일반화」, 「전체 최적」에 대해 검토를 진행하고 있으며, 프리캐스트 제품 규격마다 적용할 내용을 검토하고, 활용사례집을 작성하고 있다. 향후 가격 이외의 요소를 고려하여 최대가치에 대한 검토를

실시하는 VFM(Value For Money)평가수법을 확립하고, 실시요령을 수립한다.

(5) 드론과 AI 등의 선진기술의 적극적 활용

어려운 환경에서 실시하는 작업에서 신체적 부담을 경감하거나, 다양한 인재를 활용하기 위해 기술 발전이 이루어지고 있는 드론이나 AI등 선진적인 기술을 적극적으로 활용하여, 건설현장에서 근로 방식을 개혁하고, 시공관리에서 야외작업의 리모트화·오프사이트화를 목표로 한다.

4. i-Construction 2.0 관련 지원 제도

일본에서는 i-Construction 2.0과 관련한 지원 제도가 마련되어 있다. 그러나 이러한 지원제도는 이를 명시하는 개별법이 존재하는 것이 아니라 「보조금 등에 관한 예산 집행 적정화에 관한 법률」(1955년 법률 제179호)에 기초하여 각 부처에서 보조금을 설정하고 있다. 또한 i-Construction 2.0과 관련된 장비나 소프트웨어를 사용한다고 해서 직접 지원 제도가 적용되는 것이 아니라, 지원은 어디까지나 기업이 경영개선에 대해 이루어지는 것이며, 장비나 소프트웨어는 경영개선의 하나의 수단에 불과하기 때문에 이로 한정되는 것이 아니다.

건설업체가 i-Construction 2.0과 관련하여 받을 수 있는 보조금/융자/세제지원 제도는 크게 하드웨어 대상, 소프트웨어 대상, 인재분야로 나눌 수 있다. 먼저 하드웨어를 대상

〈표 3-1〉 i-Construction 2.0과 관련된 지원 제도

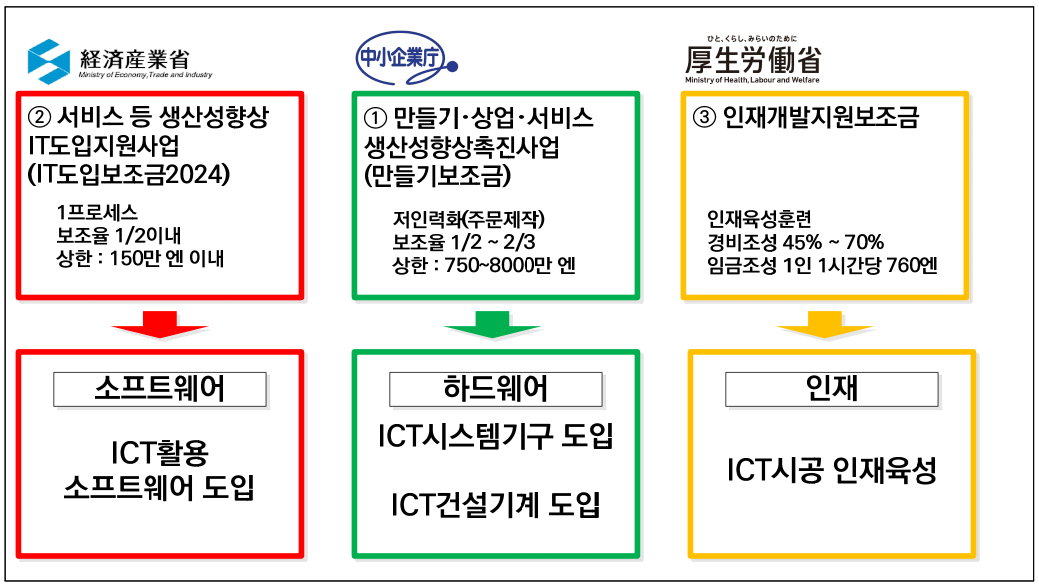
구분	제도		대상		실시기관
보조금	①	만들기·상업·서비스생산성향상촉진사업(만들기보조금)	혁신적 생산성 프로세스 개선 등에 필요한 설비투자 등	기계장치·시스템 구축 비 등	중소기업기반정비기구 전국중소기업단체중앙회
	②	서비스 등 생산성 향상 IT도입지원사업(IT도입보조금)	생산성 향상에 이바지하는 IT 툴(소프트웨어, 서비스 등)	구입비 등	중소기업청
인재 육성	③	인재개발지원보조금	직무에 관련한 전문적인 지식 및 기능 취득을 목적으로 한 훈련	훈련경비 임금의 일부	후생노동성 각 도도부현 노동국

세제 우대	④	중소기업 경영강화법	중소기업이 설비투자를 통해 노동생산성 향상을 실현하기 위한 계획(노동생산성이 연평균 3%이상 향상될 것으로 예상되는 요건)	고정자산세	시정촌
	⑤	경영서포트 「경영강화법에 따른 지원」	생산성이 연평균 1%이상 향상되는 건설기계, 정보화시공기계 등	법인세, 소득세, 법인주민세, 사업세	국가(법인세, 소득세), 도도부현(법인주민세, 사업세), 시정촌(법인주민세)
	⑥	중소기업투자촉진세제	건설기계, 정보화시공기계 등		
융자	⑦	IT활용촉진자금	소프트웨어 및 정보화 시공기기의 구입·임차 등	구입·임차	(주)일본정책금융공고 중소기업사업
	⑧	환경·에너지대책자금	건설기계 등	구입	(주)일본정책금융공고 국민생활사업·중소기업사업

출처 : 国土交通省(2024) p.3

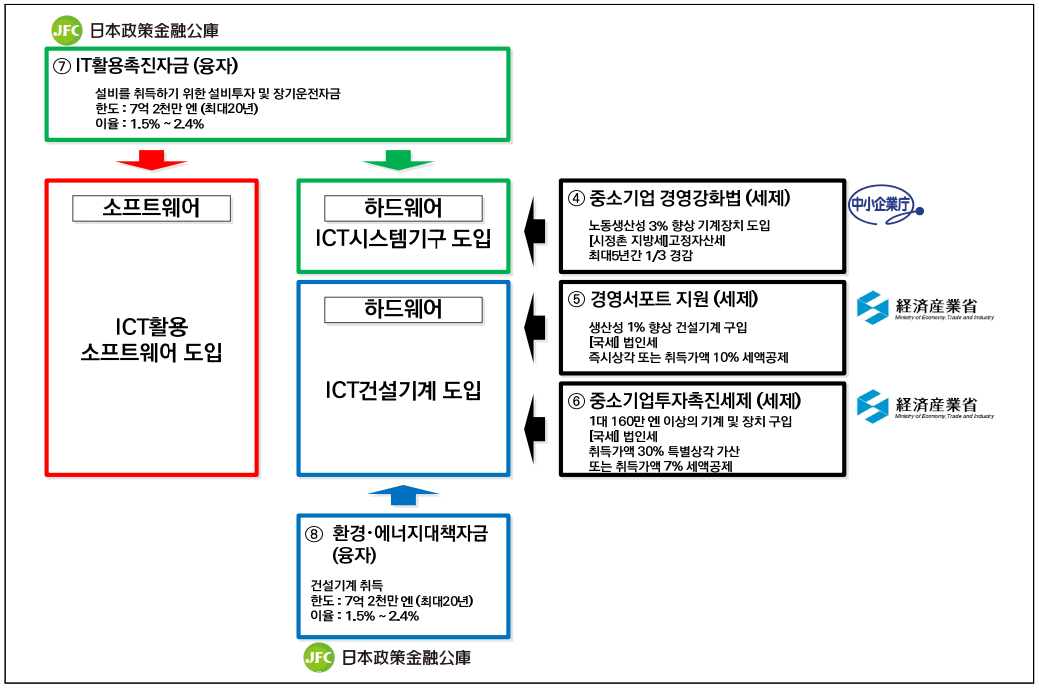
으로는 중소기업청이 관리하고 있는 「만들기·상업·서비스 생산성 향상 촉진사업」(만들기 보조금)가 있으며, 소프트웨어를 대상으로는 경제산업성이 관리하는 「서비스 등 생산성 향상 IT도입지원사업」(IT도입보조금)이 있다. ICT시공과 관련된 인재 육성 대상으로는 후생노동성에서 관리하는 「인재개발지원보조금」을 적용할 수 있다.

융자제도는 공공정책금융기관인 일본정책금융공고가 운영하는 「IT활용촉진자금」 대출과 「환경에너지대책자금」 대출의 2가지가 있다. 「IT활용촉진자금」 대출은 건설업체가 ICT활용을 위한 소프트웨어 도입, 그리고 ICT시스템기구를 취득하거나 운전할 수 있는 자금으로 활용할 수 있으며, 「환경·에너지대책자금」은 저탄소·저에너지 인정을 받은 신형 건설기계를 취득하기 위한 자금으로 활용할 수 있다.



[그림 Ⅲ-10] i-Construction 2.0과 관련된 지원 제도 (보조금)

자료 : 国土交通省(2024) p.1



[그림 Ⅲ-11] i-Construction 2.0과 관련된 지원 제도 (융자/세제)

자료 : 国土交通省(2024) p.2

세제 제도에서는 중소기업청에서 「중소기업 경영강화법」에 기초하여 노동생산성 3%를 향상시키는 기계장치(PC, 타블렛 등 시스템 기구)를 도입하는 경우 시정촌 지방세의 고정자산세를 경감시켜주며, 경제산업성에서는 「경영서포트 지원」제도 및 「중소기업투자촉진세제」를 통해 ICT 건설기계를 구입하는 경우 해당 비용을 기준으로 법인세를 공제해주고 있다.

1) 만들기·상업·서비스 생산성 향상 촉진사업(만들기보조금)

만들기·상업·서비스 생산성 향상 촉진사업은 국가의 재원(세금)을 바탕으로 일본 내 고용의 대부분을 차지하는 중소기업·소규모 사업자의 생산성 향상이나 지속적인 임금 인상을 위해 혁신적인 제품·서비스 개발 및 생산 프로세스 등의 저인력화에 필요한 설비투자·시스템 구축을 지원하는 사업이다.

만들기·상업·서비스 생산성 향상 촉진사업에서는 보조 사업 실시 기간이 종료된 후 3~5년의 사업 계획에 근거하여 사업을 실시하고, 5년간 사업화 상황 등 보고서(사업성과 등)를 제출해야 한다. 사업성과 내용이 기본 요건에 미달하는 경우 보조금을 반환해야 할 의무가 있다.

신청자가 교부를 신청하면 서면심사, 구두심사, 심사위원회의 심사의 3단계 프로세스를 통해 보조금 교부 후보자를 결정한다. 구두심사에서는 본 사업에 신청된 사업계획의 적격성, 혁신성, 우위성, 실현가능성 등을 심사한다.

〈표 3-2〉 만들기·상업·서비스 생산성 향상 촉진사업 보조금 구분

유형		개요	보조상한액	보조율
저인력화 (주문제작)		사람 부족을 해소하기 위해 디지털 기술 등을 활용한 전용설비(주문제작 설비) 도입 등을 통한 혁신적인 생산공정·서비스 제공 방법의 효율화·고도화를 도모하는 대처에 필요한 설비시스템 투자 등 지원	750만 엔 ~8000만 엔	중소기업 1/2 소규모기업 2/3 ※ 보조금액 1,500만 엔까지는 1/2 ※ 1,500만 엔을 초과하는 부분은 1/3
제품·서비스 고부가가치화	통상유형	혁신적인 제품 및 서비스 개발 조립에 필요한 설비·시스템 투자 등을 지원	750만 엔 ~ 1,250만 엔	중소기업 1/2 소규모기업 2/3
	성장분야 진출유형	향후 성장이 기대되는 분야(DX·GX)에 기여하는 혁신적인 제품·서비스 개발 대처에 필요한 설비·시스템 투자 등을 지원	1,000만 엔 ~ 2,500만 엔	2/3

[대규모 임금 인상과 관련된 보조상한액 인상 특례]
보조사업 종료 후 3~5년 간 대규모 임금 인상에 임하는 사업자(금여지금총액을 연평균 성장률(CAGR) 6% 이상 증가)에 대해서는 보조상한액을 100~2,000만 엔 추가

출처 : ものづくり補助金総合サイト(2024.2)

(1) 저인력화(주문제작) 보조금

저인력화(주문제작) 보조금는 인력 부족 해소를 위해 디지털 기술 등을 활용한 전용설비(주문제작 설비) 도입 등을 통해 혁신적인 생산 프로세스·서비스 제공 방법의 효율화·고도화를 도모하는 대처에 필요한 설비시스템 투자 등을 지원하는 것이다. 아래 요건을 모두 만족한 3~5년 사업계획을 수립하는 것을 기본 요건으로 한다.

① 사업자 전체 부가가치액에서 연평균성장률(CAGR) 3% 이상 증가
② 급여지급총액에서 연평균성장률(CAGR) 1.5%이상 증가
③ 사업장 내 최저임금(사업장내에서 가장 낮은 임금)을 지역별 최저임금+30엔 이상 수준으로 할 것

기본 요건을 만족한 기업체가 3~5년의 사업 계획 기간 내 노동생산성 2배를 달성하는 사업계획을 수립해야 한다. 예를 들면 숙련기술자가 수작업으로 실시하던 조립 공정에 시스템 인티그레이터(System Integrator, Sler)[7]와 공동으로 개발한 AI나 이미지 판별 기술을 이용한 자동 조립 로봇을 도입하여 완전자동화, 24시간 작업을 실현하여, 조립 공정에서 생산성이 향상되고, 숙련기술자는 부가가치가 높은 업무에 집중할 수 있게 하는 내용이 해당된다.

① 3~5년의 사업 계획 기간 내 보조 사업에서 설비투자 전과 비교하여 노동생산성(※1)이 2배 이상이 되는 사업계획을 수립할 것
② 3~5년의 사업 계획 기간 내 투자 회수 가능한(※2) 사업계획을 수립할 것
③ 외부 시스템 인티그레이터(System Integrator, Sler)를 활용할 경우 3~5년의 사업

7) 시스템 인터그레이터(Sler) : 개별 서브 시스템을 모아 하나로 정리하고, 각각의 기능이 올바르게 작동하도록 완성시키는 시스템 통합 사업을 하는 개인이나 기업을 지칭. 일본 내 대표적인 시스템 인터그레이터 회사는 NTT데이터, 오오츠카상회, 노무라종합연구소, 캐논마케팅재팬 등이 있음.

계획 기간 내에 중소기업과 Sler 간에 보수·메인터넌스 계약을 체결하고, 시스템 인티그레이터(System Integrator, Sler)는 필요한 체제를 정비하는 것

※1 노동생산성은 「부가가치액(부가가치액 산출이 어려운 경우에는 생산량) / (노동인원수x노동시간)」으로 한다. 완전자동화인 경우에는 「(노동인원x노동시간)」을 편의적으로 0.1로 입력한다.
※2 투자회수연수는 「투자액/(삭감공수x인건비단가)」로 한다.

〈표 3-3〉 만들기·상업·서비스 생산성 향상 촉진사업 보조상한액

종업원 규모	보조상한액	보조율
5인 이하	750만 엔(1,000만 엔)	1/2 소규모기업 2/3 ※ 보조금액 1,500만 엔까지는 1/2 ※ 1,500만 엔을 초과하는 부분은 1/3
6~20인	1,500만 엔(2,000만 엔)	
21~50인	3,000만 엔(4,000만 엔)	
51~99인	5,000만 엔(6,500만 엔)	
100인 이상	8,000만 엔(1억 엔)	
※ ( )안은 대규모 임금 인상과 관련된 보조상한액 인상 특례를 적용한 경우		

출처 : ものづくり補助金総合サイト(2024.2)

(2) 제품·서비스 고부가가치화 보조금

① 통상유형

제품·서비스 고부가가치화 보조금은 혁신적인 제품·서비스 개발 대처에 필요한 설비·시스템 투자 등을 지원한다. 혁신적인 제품·서비스 개발이란 고객에게 새로운 가치를 제공하는 것을 목적으로 도입한 설비·시스템을 이용하여 자사의 기술력 등을 살려 제품·서비스를 개발하는 것을 말한다. 단순히 설비·시스템을 도입하는 것에 그친다거나, 제품·서비스 개발을 수반하지 않는 것은 해당하지 않는다. 또한 동업의 중소기업에서 이미 상당 정도 보급되어 있는 제품·서비스 개발은 해당하지 않는다.

3~5년의 사업 계획 기간 내에 신제품·서비스의 매출액의 합계액이 기업 전체 매출의 10% 이상이 되는 사업계획을 수립하는 것을 기본 요건으로 한다.

① 항시 고용하는 종업원이 있을 것
② 2022년 10월부터 2023년 8월까지 3개월 이상 지역별 최저임금 +50엔 이내에 고용하고 있는 종업원이 전체 직원의 10%이상일 것

③ 보조사업을 완료한 사업연도의 다음해 3월 말 시점에서 급여지급총액이 1.5%이상 증가 목표를 달성할 것

〈표 3-4〉 제품·서비스 고부가가치화 보조금(통상유형) 보조상한액

종업원 규모	보조상한액	보조율
5인 이하	750만 엔(1,000만 엔)	1/2
6~20인	1,000만 엔(1,250만 엔)	소규모기업 2/3
21인 이상	1,250만 엔(2,250만 엔)	※ 신형코로나 회복가속화 특례 2/3
※ ( )안은 대규모 임금 인상과 관련된 보조상한액 인상 특례를 적용한 경우		

출처 : ものづくり補助金総合サイト(2024.2)

② 성장분야 진출유형

성장분야 진출유형은 향후 성장이 기대되는 분야(DX·GX)에 기여하는 혁신적인 제품·서비스 개발 대처에 필요한 설비·시스템 투자 등을 지원하는 보조금이다.

① [필수] 3~5년 사업계획 기간 내에 신제품 및 서비스의 매출액 합계액이 기업 전체 매출의 10%이상인 사업 계획을 수립한다.
② [택1] DX에 기여하는 혁신적인 제품·서비스(※1)를 개발할 것
③ [택1] 그린성장전략 실행계획 14개 분야(※2)에서 열거된 과제 해결에 이바지하는 혁신적인 제품·서비스를 개발할 것

※1 DX에 기여하는 혁신적인 제품·서비스 개발이란 예를 들어 AI, IoT, 센서, 디지털 기술 등을 활용한 원격조작이나 자동제어, 프로세스의 가시화 등의 기능을 가지는 제품·서비스의 개발(부품, 소프트웨어 개발 포함) 등을 의미한다.
※2 그린성장전략 실행계획 14분야란 2006년 6월 18일자로 수립된 「2050년 탄소 중립에 따른 그린 성장전략」에서 실행계획이 수립된 14개 분야를 의미한다.

〈표 3-5〉 제품·서비스 고부가가치화 보조금(성장분야 진출유형) 보조상한액

종업원 규모	보조상한액	보조율
5인 이하	750만 엔(1,100만 엔)	2/3
6~20인	1,500만 엔(1,750만 엔)	
21인 이상	2,500만 엔(3,500만 엔)	
※ ( )안은 대규모 임금 인상과 관련된 보조상한액 인상 특례를 적용한 경우		

출처 : ものづくり補助金総合サイト(2024.2)

2) 서비스 등 생산성 향상 IT도입지원사업(IT도입보조금)

IT도입보조금은 중소기업·소규모 사업자의 노동생산성 향상을 목적으로 업무효율화나 DX 등을 위한 IT툴(소프트웨어, 서비스 등)의 도입을 지원하는 보조금이다. 대상이 되는 IT툴(소프트웨어, 서비스 등)은 사전에 사무국의 심사를 받아 보조금 홈페이지에 공개되어 있는 것을 대상으로 한다. 또한 상담에 소요되는 서포트 비용이나 클라우드 서비스 이용료도 보조 대상에 포함된다.

보조 대상은 일본 국내에서 법인 등기되어 있으며, 일본 국내에서 사업을 운영하는 법인 또는 개인이며, 생산성 향상을 목적으로 이에 기여하는 IT툴을 도입하는 다음 항에서 정하는 중소기업·소규모 사업자 등을 대상으로 한다. 건설업은 자본금 3억 엔 이하 및 300명 이하의 상근 종업원을 고용하고 있는 기업을 중소기업으로 설정한다.

〈표 3-6〉 IT도입보조금 보조대상 중소기업 범위

업종 분류	자본금	종업원
제조업, 건설업, 운송업	3억 엔	300명
도매업	1억 엔	100명
서비스업(소프트웨어업, 정보처리서비스업, 여관업을 제외)	5,000만 엔	100명
소매업	5,000만 엔	50명
고무제품제조업(자동차 또는 항공기용 타이어 및 튜브제조 및 공업용벨트제조업 제외)	3억 엔	900명
소프트웨어업 또는 정보처리서비스업	3억 엔	300명
여관업	5,000만 엔	200명
기타업종(상기이외)	3억 엔	300명

출처 : IT導入補助金サイト(2024)

IT도입보조금이 적용되는 IT툴은 IT도입지원사업자가 사무국에 등록한 소프트웨어를 대상으로 하며, 소프트웨어들은 생산성을 향상시키는 공정 또는 효율화시키는 공정(이하 프로세스)의 기능을 가지고 있어야 한다.

〈표 3-7〉 IT도입보조금 보조대상 IT툴의 요건

종별		프로세스
업무 프로세스	공통 프로세스	① 고객대응·판매지원
		② 결제·채권채무·자금회수관리
		③ 공급·재고·물류
		④ 회계·재무·경영
		⑤ 총무·인사·급여·노무·교육훈련·법무·정보시스템

	업무특화형 프로세스	⑥기타 업무고유 프로세스
범용 프로세스		⑦ 범용·자동화·분석툴 (업종·업무가 한정되지 않지만 생산성 향상에 기여한다고 인정되는 업무프로세스에 부속하지 않는 전용 소프트웨어)

출처 : IT導入補助金サイト(2024)

보조액은 도입하는 유형 프로세스에 따라 달라지며 1개 이상인 경우 5만 엔에서 150만 엔까지, 4개 이상인 경우 150만 엔에서 450만 엔 이하가 된다. 단 150만 엔 이상의 보조금을 신청하는 자는 아래의 내용이 포함된 3년 사업계획을 수립하여 실행하고, 사무국에 사업실시효과를 보고해야 한다. 아래 항목 요건을 만족하지 않은 경우 사무국은 보조금 전액을 청구한다.

1. 교부신청을 실시하는 시점에서 제2호, 제3호에서 규정하는 임금 인상 계획을 수립하고 종업원에게 발표하고 있을 것
2. 사업 계획 기간에 급여지급총액(전체 종업원(비상근 포함) 및 임원에게 지불한 급여)를 연평균 성장률 1.5%이상 상승시킬 것
3. 사업 계획 기간에 사업장 내 최저임금을 지역 별 최저임금 기준+30엔 이상의 수준을 유지할 것

〈표 3-8〉 IT도입보조금 보조액과 보조율

보조액	보조율	프로세스 수	보조대상경비
5만 엔~150만 엔	1/2	1개 이상	소프트웨어구입비, 클라우드이용비(최대2년), 도입관련비용
150만 엔~450만 엔		4개 이상	

출처 : IT導入補助金サイト(2024)

〈표 3-9〉 IT도입보조금 보조대상 건설 관련 소프트웨어

프로그램 명	기능	도입 가격(소비세 별도)
BUILDY NOTE (DL05-0004543)	클라우드형 업무 관리 시스템 현장 감독 1명 당 연간 65개 현장을 실현한 업무효율화를 도모할 수 있음	도입 시 60,000엔(+소비세) +연간 180,000엔(ID60개)
ZOOM (DL04-0016414)	모바일, PC 등에서 사용할 수 있는 쉽고, 신뢰할 수 있는 클라우드 플랫폼을 사용하는 영상회의, 음성회의, 협업, 웹 세미나 등 기업의 비디오 커뮤니케이션을 할 수 있음	연간 21,250엔(+소비세)
Microsoft 365 Business Standard (DL04-0016425)	Office365의 오피스, 엑셀 등의 기능을 활용할 수 있으며, Skype를 통한 영상 통화가 가능함.	연간 18,764엔(+소비세)

프로그램 명	기능	도입 가격(소비세 별도)
Autodesk FUSION 360 (DL04-0016353)	설계 및 3D모델링 표준 기능 외 CAM, CAE, PCB개발 플랫폼의 모든 기능을 탑재	연간 88,000엔(+소비세)
Sketch UP Pro (DL04-0016356)	푸시/풀 도구를 사용하여 쉽게 3차원 모델을 작성할 수 있음. 복잡한 형상도 간단하고 효율적으로 3차원 모델을 작성하고, 회전할 수 있음. Trimble Connect를 사용하면 동기화와 공유가 가능	연간 66,600엔(+소비세)
Vectorworks Architect 2024 (DL05-0002443)	건축CAD. 고성능 2D/3D범용작도기능과 3D비주얼라이즈 기능과 함께 건축 설계와 내장, 디스플레이 디자인에 대응한 선진적인 건축·인테리어 설계 지원 기능	연간 476,000엔
AutoCAD (DL04-0016366)	2D도면 및 문서작성, 3D모델링, 시각화, 워크플로우 자동화 등의 기능을 탑재. TrustedDWG를 활용하여 정확한 설계 데이터를 효율적으로 저장, 공유 가능	연간 65,000엔
Dropbox Business Advanced (DL04-0016364)	법인용 5TB, 대수 무제한으로 이용가능한 온라인 스토리지 서비스임. 팀 전체에서 15TB를 활용 가능 함.	연간 28,800엔
Adobe Creative Cloud (DL04-0016369)	Adobe의 크리에이티브 앱(포토샵, 일러스트레이터 등) 전체. 사용자 당 100GB의 클라우드 스토리지. PDF 작성 편집	연간 117,600엔
Google Workspace Business Plus (DL04-0016377)	시큐리티 보호 비즈니스 이메일, 데이터 보존, 250명이 참가 가능한 영상 회의 및 녹화, 사용자 당 5TB의 클라우드 스토리지, 고급 보안 및 관리 기능	연간 24,480엔
Norton Lifelock 360 Delux (DL04-0016381)	인터넷에 연결된 장치와 프라이버시에 강력하고 다층적인 보호 기능을 제공	연간 6,973엔

출처 : IT導入補助金2024(2024)

3) 인재개발지원보조금

인재개발지원보조금은 사업주가 노동자에 대해 교육훈련을 실시했을 경우에 훈련 경비나 훈련 기간 중의 임금의 일부 등을 보조하는 제도이다.

사업주는 직업능력개발촉진법 제8조에서 고용하는 노동자의 다양한 직업능력개발의 기회 확보를 배려해야 한다. 직업능력개발촉진법에서는 근로자에 대한 직업능력 개발 및 향상이 단계적이고 체계적으로 이루어지도록 사업주는 직업능력개발추진자를 선임하고, 「사업 내 직업능력개발계획」을 수립하는 것이 의무화되어 있다.

인재개발지원보조금을 신청하기 위해서는 직업능력개발추진자와 「사업 내 작업능력개발계획」을 수립하고, 이를 직원들에게 숙지시키고 있는 것이 요구된다.

〈표 3-10〉 인재개발지원보조금 유형

	지급대상 훈련	보조금 지불대상	대상노동자
① 인재육성지원코스	10시간 이상의 OFF-JT, 신졸자 등을 위해 실시하는 OJT와 OFF-JT를 조합한 훈련, 유기계약노동자의 정규직 전환을 목적으로 실시하는 OJT와 OFF-JT를 조합한 훈련	사업주 사업주단체	고용보험 피보험자
② 교육훈련휴가 등 부여코스	유급교육훈련휴가제도(3년간 5일 이상)를 도입하고, 노동자가 휴가를 취득하여 훈련을 받았을 경우	사업주	고용보험 피보험자
③ 사람 투자촉진코스(2022.4~)	[고도디지털인재훈련/성장분야 인재훈련] 고도 디지털 인재 육성을 위한 훈련과 대학원에서의 훈련		
	[정보기술분야 인정 실습 병용 직업훈련] IT분야 미경험자의 즉시전력화를 위한 OJT와 OFF-JT를 조합한 훈련		
	[정액제훈련] 구독형 교육 서비스를 통한 교육		
	[자발적 직업능력개발훈련] 노동자가 자발적으로 수강한 훈련(훈련비용을 부담하는 사업주에 대한 보조)		
	[장기교육훈련휴가 제도] 장기교육훈련 휴가제도나 교육훈련 단기간 근무 등 제도를 도입하여 노동자가 해당 휴가를 취득하여 훈련을 받았을 경우 보조		
④ 사업전개 리스키링 지원코스(2022.4~)	사업전개 및 DX·GX에 따른 새로운 분야에서 필요한 지식과 기술을 습득하기 위한 훈련		

출처 : 厚生労働省(2024)

인재개발지원보조금은 기본적으로 총무성 일본표준산업분류에 따른 모든 업종에 적용될 수 있으며, 중소기업에 해당하는 지의 여부는 다음 표의 A(자본금액 또는 출자총액)를 따른다. 단 개인, 일반사단법인, 공익사단법인, 일반재단법인, 공익재단법인, 의료법인, 학교법인, 사회복지법인, 노동조합, 협동조합과 같이 자본금을 가지지 않는 사업주는 B(기업전체 상시고용 노동자 수)를 적용한다.

〈표 3-11〉 인재개발지원보조금 중소기업 기준

	A 자본금액 또는 출자총액	B 기업전체 상시고용 노동자 수
소매업(음식점 포함)	5,000만 엔 이하	50명 이하
서비스업	5,000만 엔 이하	100명 이하
도매업	1억 엔 이하	100명 이하
기타 업종	3억 엔 이하	300명 이하

※ 상시 고용하는 노동자 수는 2개월을 초과하여 사용되는 자(고용기간이 정해지지 않은 자 및 2개월을 넘는 고용기간이 규정되어 있는 자를 포함)이며, 주당 소정의 근로시간이 해당 사업주에게 고용된 일반근로자(약 40시간)와 대략적으로 동등한 자를 말함.

출처 : 厚生労働省(2024)

〈표 3-12〉 인재개발지원보조금 금액 및 비율

지급대상 훈련			임금조성액 (1인1시간당)		경비보조율		OJT실시조성금 (1인1코스당)	
			기본	요건충족	기본	요건충족	기본	요건충족
① 인재육성 지원코스	인재육성훈련	OFF-JT	760엔 (380엔)	960엔 (480엔)	45%(30%) (※1) 60% (※2) 70% (※3)	60%(45%) (※1) 75% (※2) 100%(※3)	-	-
	인정실습병용 직업훈련	OFF-JT	760엔 (380엔)	960엔 (480엔)	45%(30%)	60%(45%)	-	-
		OJT	-	-	-	-	20만엔 (11만엔)	25만엔 (14만엔)
	유기실습형 훈련	OFF-JT	760엔 (380엔)	960엔 (480엔)	60% (※2) 70% (※3)	75% (※2) 100%(※3)	-	-
		OJT	-	-	-	-	10만엔 (9만엔)	13만엔 (12만엔)
② 교육훈련휴가 등 부여코스			-	-	30만엔	36만엔	-	-
③ 사람 투자촉진코스 (2022.4~)	고도 디지털 인재훈련	OFF-JT	960엔 (480엔)	-	75%(60%)	-	-	-
	성장분야 인재훈련	OFF-JT	960엔 (※4)	-	75%	-	-	-
	정보기술분야 인정 실습 병용 직업훈련	OFF-JT	760엔 (380엔)	960엔 (480엔)	60%(45%)	75%(60%)	-	-
		OJT	-	-	-	-	20만엔 (11만엔)	25만엔 (14만엔)
	정액제훈련	OFF-JT	-	-	60%(45%)	75%(60%)	-	-
	자발적직업능력 개발훈련	OFF-JT	-	-	45%	60%	-	-
	장기교육훈련휴가제도		960엔 (※5) (760엔)	- (※5) (960엔)	20만엔	24만엔	-	-
	교육훈련단기간노동등제도		-	-	20만엔	24만엔	-	-
④ 사업전개 리스키링 지원코스		OFF-JT	960엔 (480엔)	-	75%(60%)	-	-	-

요건충족이란 훈련 수료 후 훈련수강자의 임금이 교육훈련 전후 5%이상 상승한 경우 또는 취업규칙에 자격 등의 수당 지불을 규정하고, 훈련수강자에게 수당을 지불하며, 수당 지불 전후 임금이 3%이상 상승한 경우 적용
※1 정규고용노동자를 대상으로 훈련을 실시한 경우의 보조율
※2 비정규고용인 경유의 보조율
※3 정규직으로 전환한 경우의 보조율
※4 국내 대학원을 이용한 경우로 한정
※5 유급휴가가 적용된 경우만 인정

출처 : 厚生労働省(2024)

4) 중소기업 경영강화법 (시정촌 고정자산세)

중소기업경영강화법 제49조에서는 중소기업이 선진설비를 도입할 수 있도록 지자체별로 「선진설비 도입초진기본계획」을 수립하고, 경제산업성 대신과 협의하여 동의를 얻을 수 있게 되어 있다. 이에 중소기업 사업자는 설비투자를 통해 노동생산성 향상을 실현하기 위한 계획인 선진설비 도입계획을 수립하고, 이를 지자체에 제출하여 인정을 받는다. 선진설비 도입계획은 중소기업자가 ①계획기간 내에, ② 노동생산성을 일정 정도 향상시키기 위해, ③ 첨단 설비 등을 도입하는 계획을 수립하고, 새롭게 도입하는 설비가 중소기업이 위치하는 시구정촌의 도입촉진 기본계획 내용과 일치하는 경우에만 인정된다. 일반적으로 중소기업이 작성하는 선진설비 도입계획은 노동생산성을 평균 3%이상 향상시키는 것을 요건으로 한다.

〈표 3-13〉 중소기업의 선진설비 도입계획 내용

주요 요건	내용
계획기간	3년 / 4년 / 5년
노동생산성	계획기간에 기준 연도 대비 노동생산성이 연평균 3%이상 향상 $\frac{(\text{영업이익}+\text{인건비}+\text{감가상각비})}{\text{노동투입량}}$ 노동투입량 : 노동자수 또는 노동자수 x 1인당 연간취업시간
선진설비 종류	노동생산성 향상에 필요한 생산, 판매 활동 등의 용도에 직접 제공되는 아래의 설비 [감가상각자산의 종류] 기계장치, 측정공구 및 검사공구, 기구비품, 건물부속설비, 소프트웨어 ※ 지원 대상 설비는 시정촌에 따라 달라질 수 있음
계획내용	○ 기본방침 및 도입촉진 기본계획에 적합한 것일 것 ○ 첨단 설비 등의 도입이 원활하고, 확실하게 실시될 것으로 판단되는 것 ○ 안전경영혁신 등 지원기관(상공회의소 등)에서 사전 확인을 받았을 것

출처 : 中小企業庁(2023)

중소기업 경영강화법 대상은 일본에 모든 업종의 중소기업을 대상으로 하며, 중소기업에 대한 구분은 다음과 같다. 건설업은 제조업과 동일한 기준이 적용되며, 3억 엔 이하의 자본금 및 상시고용 노동자 수 300명 이하인 경우에 중소기업 경영강화법의 대상이 된다.

〈표 3-14〉 중소기업 경영강화법 상 중소기업 기준

	A 자본금액 또는 출자총액	B 기업전체 상시고용 노동자 수
제조업과 기타 업종	3억 엔 이하	300명 이하
도매업	1억 엔 이하	100명 이하
소매업(음식점 포함)	5,000만 엔 이하	50명 이하
서비스업	5,000만 엔 이하	100명 이하
고무제품제조업(자동차 또는 항공기용 타이어 및 튜브제조업 및 공업용 벨트 제조업을 제외)	3억 엔 이하	900명 이하
소프트웨어업 또는 정보처리서비스업	3억 엔 이하	300명 이하
여관업	5,000만 엔 이하	200명 이하

※ 상시 고용하는 노동자 수는 2개월을 초과하여 사용되는 자(고용기간이 정해지지 않은 자 및 2개월을 넘는 고용기간이 규정되어 있는 자를 포함)이며, 주당 소정의 근로시간이 해당 사업주에게 고용된 일반근로자(약 40시간)와 대략적으로 동등한 자를 말함.

출처 : 中小企業庁(2023)

〈표 3-15〉 중소기업 경영강화법에 따른 고정자산세 감면

대상자	자본금 1억 엔 이하의 법인, 종업원 수 1,000명 이하의 개인사업주 가운데 첨단설비 등 도입계획의 인정을 받은 자(대기업의 자회사 등을 제외)
대상설비	인정 경영혁신 등 지원기관이 확인을 받은 투자이익률 5% 이상의 투자계획에 기재된 ①부터 ④까지의 설비 [감가상각자산의 종류 별 요건(최저취득가격)] ① 기계장치 (160만 엔 이상) ② 측정공구 및 검사공구 (30만 엔 이상) ③ 기구 비품 (30만 엔 이상) ④ 건물부속설비 (60만 엔 이상) ※대상 설비는 시정촌에 따라 달라질 수 있음
기타 요건	- 생산, 판매활동 등의 용도에 직접 제공되는 것 - 중고 자산이 아닐 것
특례조치	고정자산세의 과세표준을 3년 간 1/2로 경감 또한 임금 인상 방침을 계획 내에 수립하여 종업원에게 표명한 경우 아래의 기간으로 과세표준을 1/3로 경감 - 2024년 3월 31일까지 취득한 설비 : 5년간 - 2025년 3워 31일까지 취득한 설비 : 4년간

출처 : 中小企業庁(2023)

지원조치로는 생산성을 높이기 위한 설비를 취득한 경우 고정자산세의 경감조치를 적용한다. 지방세법에 따른 과세표준을 3년간 1/2로 경감하고, 종업원에게 임금상승방침을 표명한 경우에는 최장 5년간 1/3으로 경감한다.

연평균 투자이익률은 다음과 같은 식으로 산출한다.

$$\text{연평균 투자이익률} = \frac{(\text{영업이익} + \text{감가상각비})\text{의 증가액}}{\text{설비투자액}}$$

5) 경영서포트「경영강화법에 따른 지원」

① 중소기업자가 ② 지정 기간 내에「중소기업 등 경영강화법」의 인정을 받은 경영력 향상 계획에 기초하여 ③ 일정 설비를 신규 취득하는 등을 통해 ④ 지정 사업의 용도로 제공한 경우, 즉시 상각 또는 취득가액의 10%(자본금 3,000만 엔 초과 1억 엔 이하의 법인은 7%)의 세액 공제를 선택 적용할 수 있다. 세액공제액은 중소기업경영강화세제, 중소기업 투자촉진세제의 공제세액의 합계로 해당 사업연도의 법인세액 또는 소득세액의 20%가 상한이 된다. 세금 공제 한도액을 초과하는 금액은 다음 사업연도로 이월시킬 수 있다.

(1) 중소기업자

경영서포트「경영강화법에 따른 지원」이 적용되는 대상은 다음 조건을 만족하는 중소기업자이다.

- 자본금액 또는 출자금액이 1억 엔 이하의 법인
- 자본 또는 출자가 이루어지지 않는 법인 가운데 상시 사용하는 종업원 수가 1,000명 이하의 법인
- 항시 사용하는 종업원 수가 1,000명 이하인 개인
- 협동조합 등

※ 단 아래 법인은 자본금액 또는 출자금액이 1억 엔 이하인 경우에도 본 세제조치 대상이 되지 않는다.

① 동일 대규모 법인[8]으로부터 1/2 이상의 출자를 받는 법인
② 2개 이상의 대규모 법인으로부터 2/3이상의 출자를 받는 법인
③ 앞 3개 사업연도의 소득금액 평균액이 15억 엔을 초과하는 법인

(2) 지정기간

20174년 4월 1일부터 2025년 3월 31일까지의 기간

(3) 일정 설비

경영서포트「경영강화법에 따른 지원」을 적용할 수 있는 일정 설비의 요건은 다음 표와 같다.

〈표 3-16〉 경영강화법에 따른 지원의 대상 설비

유형	요건	확인자	대상설비(※2~5)	기타요건
생산성향상설비 (A유형)	생산성이 구 모델 대비 평균 1%이상 향상하는 설비(※1)	공업회	기계장치 (160만 엔 이상) 공구 (30만 엔 이상) 기구비품 (30만 엔 이상) 건물부속설비 (60만 엔 이상) 소프트웨어 (70만 엔 이상)	생산설비를 구성하는 것 국내 투자일 것 중고자산·임대자산이 아닐 것
수익력강화설비 (B유형)	투자수익률이 연평균 5%이상의 투자계획에 관한 설비	경제산업국		
디지털화설비 (C유형)	가시화, 원격조작, 자동제어화 중 하나에 해당하는 설비			
경영자원 집약화설비 (D유형)	수정ROA 또는 유형고정자산 회전율이 일정비율 이상인 투자계획에 관한 설비			

※1 생산효율, 에너지효율, 정밀도 등 경영력 향상에 이바지하는 지표를 활용
※2 발전용 기계장치, 건물부속설비는 발전량 중 판매 예정 전기량이 차지하는 비율이 1/2을 넘는 발전설비를 제외함. 또한 발전설비 등에 대해 세제조치를 적용하는 경우에는 경영력 향상계획의 인정 신청 시 별도 보고서를 제출해야 한다.
※3 의료보건업을 실시하는 사업자가 취득 또는 제작하는 기구비품(의료기기로 한정), 건물부속설비를 제외함.
※4 소프트웨어는 복사하여 판매하기 위한 원본, 개발연구용인 것, 서버용 OS 등을 제외함.
※5 코인빨래방 또는 암호화자산 마이닝업 용으로 제공하는 자산으로, 관리를 타인에게 위탁하는 것을 제외함.

출처 : 中小企業庁(2024)

(4) 지정사업

제조업, 건설업, 농업, 임업, 어업, 수산양식업, 광업, 채석업, 자갈채취업, 도매업, 도로화물운송업, 창고업, 항만운송업, 가스업, 소매업, 요리점업 등 음식점업(요정, 바, 캬바레, 나이트클럽 등 일정 사업 제외), 자동차운송업, 해양운수업 및 연해운수업, 내항선박

8) 대규모 법인이란 자본금액 또는 출자금액이 1억 엔을 초과하는 법인, 자본 또는 출자를 하지 않는 법인 가운데 상시 사용하는 종업원 수가 1,000명을 초과하는 법인 또는 대법인(자본금액 또는 출자금액이 5억 엔 이상의 법인)과의 사이에 해당 대법인에 의한 완전 지배 관계가 있는 법인 등을 말하며, 중소기업 투자육성 주식회사를 제외한다.

업, 여행업, 우편업, 손해보험대리업, 부동산업, 정보통신업, 주차장업, 물품임대업, 학술연구업, 전문·기술서비스업, 숙박업, 세탁·이·미용업, 기타 생활 관련 서비스업, 교육업, 학습지원업, 의료, 복지업, 협동조합, 서비스업 등이 포함된다.

단 전기업, 수도업, 철도업, 항공운송업, 은행업, 오락업 등은 대상에서 제외한다.

(5) 생산성향상설비(A유형) 프로세스

일반적으로 건설업에서 새로운 기계장치를 구입하는 것은 생산성향상설비(A유형)이 적용된다. 경영서포트「경영강화법에 따른 지원」를 신청하고자 하는 중소기업은 해당 설비를 생산한 기계 제조사에 증명서 발행을 요구한다. 발행을 요구받은 기계 제조사는 신청서를 작성하여 해당 설비 유형을 담당하는 공업회에 제출한다. 공업회는 해당 설비의 내용을 확인한 후 기계 제조사에 증명서를 발행하고, 기계 제조사는 중소기업에게 증명서를 발행한다.

중소기업은 해당 설비를 자사의 경영력 향상 계획에 기재하고, 계획신청서와 증명서 사본을 첨부하여 중소기업청에 제출한다. 중소기업청 대신은 계획신청서를 검토하고, 계획인정서를 교부한다. 중소기업은 관련 서류를 취합하여 관할 세무서에 제출하면 세액 공제가 적용된다.

6) 중소기업투자촉진세제

중소기업투자촉진세제는 조세특별조치법(1946년 법 제15호) 제42조의6항에 기초하여 중소기업자 등이 1998년 6월 1일부터 2025년 3월 31일 까지 기간(지정기간) 내에 신품의 기계 및 장치 등을 취득 또는 제작하여 국내에 있는 제조업, 건설업 등의 지정 사업용도로 제공한 경우 해당 사업연도에 대해 법인세의 특별상각 또는 세액공제를 인정하는 제도이다.

취득가액의 30%의 특별상각을 적용할 수 있도록 하는 제도이며, 자본금 3,000만 엔 이하의 중소기업은 30%의 특별상각 대신 7%의 세액공제를 적용할 수 있다. 상각한도액은 기준 취득가액의 30% 상당액의 특별상각한도액을 보통상각한도액에 더한 금액이 된다. 기준 취득가액은 선박은 취득가액의 75%를 곱한 금액이며, 그 외에는 취득가액을 말한다. 세액공제는 세액공제 합계로 해당 사업연도 조정 전 법인세액의 20%를 상한으로

한다. 해당 제도는 설비에 대해 국가 또는 지자체로부터 보조금을 받은 경우에도 중복으로 적용할 수 있는 것을 원칙으로 한다.

특별상각을 적용받기 위해서는 확정신고서 등에 상각한도액 계산 명세서를 첨부하여 신고를 진행해야 한다. 또한 세액공제를 적용받기 위해서는 공제받는 금액을 확정신고서 등에 기재하고, 동시에 해당 계산에 관한 명세서를 첨부하여 신고해야 한다.

단 하나의 자산에 대해 특별상각과 세액공제를 중복하여 적용하는 것은 인정되지 않으며, 이 제도에 따른 특별상각 또는 세액공제를 적용받는 자산은 타 제도에 따른 특별상각 또는 세액공제의 중복 적용은 인정하지 않는다.

〈표 3-17〉 중소기업투자촉진세제 내용

대상자	- 중소기업자(자본금액1억 엔 이하의 법인, 농업협동조합, 상점가진흥조합 등) - 종업원수 1,000명 이하의 개인사업주
대상업종	- 제조업, 건설업, 농업, 임업, 어업, 수산양식업, 광업, 채석업, 자갈채취업, 도매업, 도로화물운송업, 창고업, 항만운송업, 가스업, 소매업, 요리점업 등 음식점업(요정, 바, 캬바레, 나이트클럽 등 일정 사업 제외), 자동차운송업, 해양운수업 및 연해운수업, 내항선박업, 여행업, 우편업, 손해보험대리업, 부동산업, 정보통신업, 주차장업, 물품임대업, 학술연구업, 전문·기술서비스업, 숙박업, 세탁·이·미용업, 기타 생활 관련 서비스업, 교육업, 학습지원업, 의료, 복지업, 협동조합, 서비스업 등이 포함된다. - 단 전기업, 수도업, 철도업, 항공운송업, 은행업, 오락업 등은 대상에서 제외한다.
대상설비	- 기계 및 장치 (1대 160만 엔 이상) - 측정공구 및 검사공구 (1대 120만 엔 이상, 1대 30만 엔 이상이고 복수 합계 120만 엔 이상) - 일정 소프트웨어 (하나의 소프트웨어가 70만 엔 이상, 복수 합계 70만 엔 이상) (복사하여 판매하기 위한 원본, 개발연구용인 것, 서버용 OS 등을 제외) - 화물자동차 (차량 총 중량 3.5톤 이상) - 내항선박 (취득가격의 75%가 대상)
조치내용	- 개인사업주 또는 자본금 3,000만 엔 이하의 중소기업 : 30% 특별상각 또는 7% 세액공제 - 자본금 3,000만 엔 초과의 중소기업 : 30% 특별상각

출처 : 中小企業庁(2024)

7) IT활용 촉진자금

IT활용 촉진자금이란 일본정책금융공고[9]가 실시하고 있는 대출제도의 하나이다. 일본정책금융공고의 대출은 이자가 낮은 것이 큰 장점이며, 중소기업과 소규모 사업자를 주요 대상으로 하고 있다. 특히 IT활용촉진자금은 IT화가 진행되는 가운데 기업들이 이를 대응하기 위해 필요한 설비투자 자금을 대출하는 제도이다. 구체적으로는 영업용 태블릿의 도입비와 클라우드 시스템의 도입비 등이 포함된다.

건설업체들은 ICT시스템 기구 도입과 같은 하드웨어 측면, ICT활용을 위한 소프트웨어 도입의 소프트웨어 측면에서 필요한 설비자금 및 운전자금을 낮은 이자로 대출할 수 있는 구조이다.

〈표 3-18〉 IT활용 촉진자금의 대상

대상자	1. IT기술의 모급에 따라 사업 환경 변화에 대응하기 위한 정보화 투자를 하고자 하는 자로 다음 중 하나에 해당하는 자 ① IT기술을 활용한 효과적인 기업 내 업무 개선 및 기업 내 정보 교환 등 업무 고도화를 진행하는 자 ② 타 기업, 소비자 등과의 네트워크상에서 거래 및 정보의 발신/수신을 하는 자 ③ 기업 내 업무의 IT기술 수준을 거래처 등 기업 외 IT기술 수준에 맞추고자 하는 자 ④ IT기술을 활용하여 업무 방법, 업무 내용 등의 경영 혁신을 도모하고자 하는 자 ⑤ ①~④를 조합하는 등 IT기술을 고도로 활용하고자 하는 자 2. 중소기업 등 경영강화법에 따라 인증을 받은 정보처리지원기관 3. 특정고도정보통신기술 활용 시스템 개발 공급 및 도입 촉진에 관한 법에 기초한 특정고도정보통신기술 활용 시스템 개발 공급계획의 인정을 받은 자 또는 특정고도정보통신기술 활용 시스템 도입계획을 인정받은 자 4. 특정고도정보통신기술활용 시스템 개발공급 및 도입촉진에 관한 법률에 기초한 특정반도체생산서시설정비 등 계획을 인정받은 자 5. 텔레워크를 도입하는 자
대상설비	다음 설비를 취득하기 위한 설비투자 및 장기운전자금 1. 전자계산기(소프트웨어 포함, 아래 2,3,4,5와 연계된 경우 한정) 2. 주변장치(전자계산기 본체와 조합하여 사용하는 모뎀 등의 통신장치 등) 3. 단말장치 (다기능정보단말 등)

9) 일본정책금융공고(日本政策金融公庫)는 주식회사 일본정책금융공고법에 기초하여 2008년 10월 1일 설립된 재무성 소관의 특수회사이다. 일본의 5대 정책금융기관(정부계열 금융기관)의 하나이다. 주무관청은 재무부 장관관방 정책금융과이며, 경제산업성 경제산업정책국 산업자금과 및 농림수산성 경영국 금융조정과, 후생노동성 건강생활위생국 생활위생과가 부소관을 담당한다. 기본적으로 전신기관인 국민생활금융공고, 농림어업금융공고, 중소기업금융공고가 맡고 있던 업무를 실시한다.

	4. 피제어설비 : 고도수치제어가공장치(CNC), 다축산업용로봇장치 등 5. 관련설비 : LAN케이블 및 게이트웨이 장치 등 6. 관련 건물·구축물(상기장치, 설비 도입과 함께 취득이 필수불가결적인 것) ※ 장기운전자금 : 설비 등을 임차하는 데 필요한 자금, 소프트웨어 취득, 제작 및 운영에 필요한 자금, 건물 등의 갱신에 맞추어 일시적으로 시설 등을 임차하는 데 필요한 자금

출처 : 日本政策金融公庫(2024)

IT활용 촉진자금 대출에 적용되는 연이율은 대상자 유형에 따라 다르게 적용되고 있다. 대출 한도는 7억 2천만 엔까지이며, 설비자금 대출은 20년 이내, 운전자금 대출은 7년 이내로 설정하고 있다. 담보 설정의 유무 및 담보 종류는 일본정책금융공고가 신청자별로 판단하며, 일정요건에 해당하는 경우에는 책임자의 개인보증 제출을 요구한다.

〈표 3-19〉 IT활용 촉진자금의 설비자금 대출 적용 연이율

대상자1	기준이율 (단 다음 요건을 만족하는 경우에는 각각에서 정하는 이율) ① DX추진지표를 활용하고, 그 진단결과를 경제산업성이 지정하는 방법으로, 지정기관에 제출한 자는 2억 7천만 엔 까지 기준이율-0.2% ② 중소기업 등 경영강화법 규정에 기초한 인정을 받은 정보처리기관 또는 정보처리촉진에 관한 법률에 기초한 DX인정제도의 인정을 받은 자는 2억 7천만 엔까지 특별이율2를 적용 ③ 산업경쟁력강화법 규정에 기초한 인정을 받은 기술 등 정보유출방지조치 인증기관으로부터 기술 및 연구개발의 성과, 생산방법, 기타 사업 활동에 유용한 정보유출 방지를 위해 필요한 조치에 관한 기준에 기초한 인증을 받은 자가 필요로 하는 설비자금에 대해서는 2억 7천만 엔까지 특별이율1을 적용
대상자2	2억 7천만 엔까지 특별이율2 2억 7천만 엔 초과 기준이율
대상자3	2억 7천만 엔까지 특별이율3 2억 7천만 엔 초과 기준이율
대상자4	2억 7천만 엔까지(토지에 소요된 자금을 제외) 특별이율3 2억 7천만 엔 초과 기준이율
대상자5	2억 7천만 엔까지 특별이율1 2억 7천만 엔 초과 기준이율

※ 신용리스크, 대출기간 등에 따라 소정의 이율이 적용된다.

출처 : 日本政策金融公庫(2024)

〈표 3-20〉 IT활용 촉진자금의 설비자금 대출 기간 별 연이율

	기준이율	특별이율1	특별이율2	특별이율3
5년 이내	1.50%	1.10%	0.85%	0.65%
5년 초과 6년 이내	1.60%	1.20%	0.95%	0.70%
6년 초과 7년 이내	1.60%	1.20%	0.95%	0.70%
7년 초과 8년 이내	1.70%	1.30%	1.05%	0.80%
8년 초과 9년 이내	1.70%	1.30%	1.05%	0.80%
9년 초과 10년 이내	1.80%	1.40%	1.15%	0.90%
10년 초과 11년 이내	1.80%	1.40%	1.15%	0.90%
11년 초과 12년 이내	1.90%	1.50%	1.25%	1.00%
12년 초과 13년 이내	2.00%	1.60%	1.35%	1.10%
13년 초과 14년 이내	2.00%	1.60%	1.35%	1.10%
14년 초과 15년 이내	2.10%	1.70%	1.45%	1.20%
15년 초과 16년 이내	2.10%	1.70%	1.45%	1.20%
16년 초과 17년 이내	2.20%	1.80%	1.55%	1.30%
17년 초과 18년 이내	2.30%	1.90%	1.65%	1.40%
18년 초과 19년 이내	2.30%	1.90%	1.65%	1.40%
19년 초과 20년 이내	2.40%	2.00%	1.75%	1.50%

출처 : 日本政策金融公庫(2024)

8) 환경·에너지대책자금

지구온난화를 방지하기 위해 에너지 절약에 노력하는 것은 전 세계의 과제이다. 또한 공해방지도 중요한 문제이다. 환경·에너지대책자금은 이러한 환경 개선, 에너지 절약을 위해 실시하는 설비 투자 등에 대출하는 일본정책금융공고가 실시하고 있는 대출사업이다.

개인사업주와 소규모 사업자용 국민생활사업과 중소기업용인 중소기업사업으로 나뉘어 있으며, 국민생활사업은 대출한도액은 7,200만 엔, 중소기업사업의 대출한도액은 7억 2,000만 엔이다. 상환기간은 모두 20년 이내이다.

이용 용도는 개인사업주인 경우에는 비화석 에너지 도입, 에너지 절약 촉진, 석면 관련, 건설 기계 및 특정특수자동차 관련, 저공해 차량 취득 및 임대, 재활용제품 관련, 산업폐기물 관련이 해당된다.

중소기업 사업에서는 비화석에너지 도입이나 특정 고성능 에너지 소비 설비 도입을 비롯하여, 대기오염·석면 관련, 수질오염관련이나 산업폐기물의 처리·억제·이용 관련, 건설기계·특수자동차 관련, 저공해차량의 취득이나 리스등과 관련되어 있다.

〈표 3-21〉 환경·에너지대책자금 유형

국민생활사업	중소기업사업
	비화석에너지 관련
비화석에너지 관련	대기오염관련·석면관련
석면 관련	수질오염관련
GX 관련	산업폐기물처리·억제·이용·플라스틱 관련
PCB폐기물 관련	GX관련
재생가능자원 관련	건설기계·특정특수자동차관련
토양오염대책법 관련	저에너지설비관련
건설기계관련	PCB폐기물처리관련
	토양오염대책관련

출처 : 日本政策金融公庫(2024)

(1) 국민생활사업 - 건설기계관련

개인사업주와 소규모 사업자용 국민생활사업에서 건설기계 관련된 대출은 다음과 같다. 대상자는 배출가스에 관한 기준을 만족하는 건설기계를 취득하여 직접 사용하거나, 임대하는 사업을 실시하는 자이며, 대출 한도는 7,200만 엔까지이며, 대출 기한은 20년 이내로 설정하고 있다. 무담보인 경우에는 2.35~3.55%를 적용하며, 유담보인 경우에는 1.35~3.15%의 이율을 적용한다.

〈표 3-22〉 환경·에너지대책자금 - 국민생활사업 건설기계 취득 대출 관련 대상자

대상자	배출가스에 관한 일정 기준에 적합한 건설기계 등을 취득하는 자(취득 후 임대 또는 렌탈하는 자를 포함)
자금사용처	공해방지설비의 설치 또는 정비에 필요한 설비 자금
융자한도액	7,200만 엔

출처 : 日本政策金融公庫(2024)

(2) 중소기업사업 - 건설기계·특정특수자동차 관련

이 가운데 건설기계·특정특수자동차 취득 자금 대출 관련된 내용은 다음과 같다. 건설기계·특정특수자동차 취득 자금 대출에 적용되는 연이율은 대상자 유형에 따라 다르게 적용되고 있다. 대출 한도는 7억 2천만 엔까지이며, 대출 기한은 20년 이내로 설정하고 있다. 담보 설정의 유무 및 담보 종류는 일본정책금융공고가 신청자별로 판단하며, 일정 요건에 해당하는 경우에는 책임자의 개인보증 제출을 요구한다.

〈표 3-23〉 환경·에너지대책자금 – 중소기업사업 건설기계·특정특수자동차 취득 대출 관련 대상자

대상자	1. 국토교통성이 수립한 「배출가스대책형 건설기계의 보급 촉진에 관한 규정」 또는 「제3차 배출가스 대책형 건설기계 지정 요령」에 기초하여 지정된 건설기계를 취득하는 자 2. 국토교통성이 수립한 「저탄소형 건설기계의 인정에 관한 규정」에 기초하여 인정된 건설기계 또는 「연비기준달성 건설기ㅔ의 인정에 관한 규정ㄴ」에 기초하여 인정된 건설기계를 취득하는 자 3. 「특정특수자동차배기가스의 규제 등에 관한 법률」에서 기준 적합 표시가 붙은 특정특수자동차를 취득하는 자
자금사용처	특정 건설기계를 취득하기 위해 필요한 설비자금
융자한도액	7억 2천만 엔

출처 : 日本政策金融公庫(2024)

이율은 4억 엔까지는 특별이율1, 기준이율을 적용하고, 4억 엔을 초과하는 경우 기준이율을 적용한다.

〈표 3-24〉 환경·에너지대책자금 – 중소기업사업 건설기계·특정특수자동차 취득 대출 관련 이율

상환기간	기준이율	특별이율1	상환기간	기준이율	특별이율1
5년 이내	1.50%	1.10%	12년 초과 13년 이내	2.00%	1.60%
5년 초과 6년 이내	1.60%	1.20%	13년 초과 14년 이내	2.00%	1.60%
6년 초과 7년 이내	1.60%	1.20%	14년 초과 15년 이내	2.10%	1.70%
7년 초과 8년 이내	1.70%	1.30%	15년 초과 16년 이내	2.10%	1.70%
8년 초과 9년 이내	1.70%	1.30%	16년 초과 17년 이내	2.20%	1.80%
9년 초과 10년 이내	1.80%	1.40%	17년 초과 18년 이내	2.30%	1.90%
10년 초과 11년 이내	1.80%	1.40%	18년 초과 19년 이내	2.30%	1.90%
11년 초과 12년 이내	1.90%	1.50%	19년 초과 20년 이내	2.40%	2.00%

출처 : 日本政策金融公庫(2024)

5. 소결

2016년부터 추진된 i-Construction 1.0 대처에 따라 국토교통성에서는 i-Construction 대처 이후 3차원 데이터나 ICT 건설 기계를 활용하는 등 디지털 기술을 활용하는 것이 일반화되었다. 2023년부터는 국토교통성 직할 토목 업무·공사에서 건설사업 취급 정보 전체를 디지털화하고, 건설생산 프로세스 전체의 효율화를 도모하는 BIM/CIM을 사용하는 것이 원칙화되는 등 데이터와 디지털 기술을 활용하여 업무 방식을 변화해가는 체제가 확보되었다. 기존 i-Construction 1.0 대처가 다양한 신기술·장비를 도입하여 동일한 수준의 요소를 투입하여 최대 산출을 지향하는 구조인 반면, i-Construction 2.0은 늘어난 최대 산출을 고정하면서 투입되는 요소 양을 줄이는 것을 진행한다는 점에 차이가 있다. i-Construction 2.0 정책은 아직 구체적인 시책이 수립된 단계는 아니지만, 크게 ①시공의 오토메이션화, ②데이터 연계의 오토메이션화, ③시공관리의 오토메이션화의 방향성을 가지고 있다. 해당 내용에 대해서는 단기(5년 이내), 중기(6년~10년 후), 장기(11년~15년)로 구분하여 체계적인 대응안을 수립하고 있다.

시공의 오토메이션화는 시공에 소요되는 인력을 줄이는 것이다. 현재 건설현장에서는 경험이 풍부한 기술자의 지휘 하에 시공계획을 작성하고, 공사공정을 정한 뒤 지시를 받은 오퍼레이터가 건설 기계에 탑승하여 조작한다. 향후 1인당 생산성을 향상시키기 위해서는 각종 센서를 통해 현장 정보를 취득하고, AI 등을 활용하여 자동으로 작성된 시공계획에 기초하여 1명의 오퍼레이터가 복수의 건설기계의 동작을 관리하는 것을 지향한다.

데이터 연계의 오토메이션화는 현재에도 도입이 진행되고 있는 BIM/CIM을 기반으로 조사·측량, 설계, 시공, 유지관리 등 건설 생산 프로세스 전체를 디지털화, 3차원화하고, 필요한 정보를 필요한 때에 가공할 수 있는 형식으로 쉽게 취득할 수 있는 환경을 구축한다. 하나의 BIM/CIM모델에서 모든 계획, 설계, 시공데이터가 움직이므로, 별도의 서류작업이 필요하지 않게 되고, 이와 관련된 근로자를 줄이는 것을 지향한다.

시공관리의 오토메이션화는 기존에는 발주자(감리자)가 건설현장에 위치하여 단계 확인 검사 등을 실시하였으나, 여기에 콘크리트 구조물 배근의 시공결과물 확인에서는 디지털 카메라로 촬영한 이미지 해석을 통한 계측 기술도 적용하여, 현장에 위치하지 않고도, 원격 현장 검사를 할 수 있는 환경을 구축한다. 이를 통해 소수의 전문 감리자가 다수의 현장을 검사할 수 있게 되어, 관련된 근로자를 줄일 수 있게 된다.

건설업체가 i-Construction 2.0과 관련하여 받을 수 있는 보조금/융자/세제지원 제도

는 크게 하드웨어 대상, 소프트웨어 대상, 인재분야로 나눌 수 있다.

먼저 하드웨어를 대상으로는 중소기업청이 관리하고 있는 「만들기·상업·서비스 생산성 향상 촉진사업」(만들기보조금)가 있으며, 소프트웨어를 대상으로는 경제산업성이 관리하는 「서비스 등 생산성 향상 IT도입지원사업」(IT도입보조금)이 있다. ICT시공과 관련된 인재 육성 대상으로는 후생노동성에서 관리하는 「인재개발지원보조금」을 적용할 수 있다.

융자제도는 공공정책금융기관인 일본정책금융공고가 운영하는 「IT활용촉진자금」 대출과 「환경에너지대책자금」 대출의 2가지가 있다.

세제 제도에서는 중소기업청에서 「중소기업 경영강화법」에 기초하여 시정촌 지방세의 고정자산세를 경감시켜주며, 경제산업성에서는 「경영서포트 지원」제도 및 「중소기업투자촉진세제」를 통해 ICT 건설기계를 구입하는 경우 해당 비용을 기준으로 법인세를 공제해 주고 있다.

Korea Research Institute For Construction Policy

Ⅳ

건설DX와 국토교통 데이터플랫폼

1. 배경 및 목적
2. 목표 미래상을 달성하기 위한 인프라 분야 DX의 방향
3. 국토교통 데이터플랫폼 정비계획
4. 소결

제4장

건설DX와 국토교통 데이터플랫폼

1. 배경 및 목적

1) 배경

데이터나 디지털 기술의 보급 및 확대에 따라 인터넷과 소프트웨어 등의 기술 발전이 빠르게 진행되고 있으며, 지금까지 현실 공간을 전제로 한 업무가 효율적으로 바뀌기 위해 근본적으로 변화하는 「디지털 트랜스포메이션(DX : Digital Transformation)」이 다양한 산업에서 진행되고 있다. 그 배경의 하나로 스마트폰이나 IoT(Internet of Things) 디바이스 등의 보급, 이러한 기기를 통한 대량의 데이터(빅 데이터)가 집적되는 것을 들 수 있다. 또한 메모리 처리 능력이 극적으로 향상됨에 따라 다양한 업계에서 기계학습·AI 등의 적용이 증가하게 되었다. 이러한 일련의 디지털 기술의 사회 실장의 기반이 되는 데이터 플랫폼과 대용량·낮은 딜레이·다수동시접속의 통신환경이 정비되어 감에 따라 DX를 뒷받침하고 있다.

국토교통성은 2016년부터 추진한 i-Construction을 중심으로, 데이터와 디지털 기술을 이용함으로써 인프라 관련 업무, 조직, 프로세스, 문화와 근로 방식을 개혁하는 것을 목적으로 2020년 7월 인프라 분야 DX추진본부를 설치하였다. 2022년 3월에는 인프라 분야의 DX 실현을 위해 국토교통성이 소관하는 각 분야에서 시책을 도출하고, 「인프라 분야 DX추진을 위한 대처와 실현을 위한 구체적인 공정표」(2025년까지)와 「인프라 분야의 DX액션플랜」을 수립하였다.

나아가 인프라 분야 DX 대처를 더욱 가속화하기 위하여 2022년 8월부터 검토를 진행하여, 인프라의 만드는 방법 개혁, 인프라의 사용하는 방법 개혁, 데이터를 활용하는 방법의 개혁의 3가지 관점에서 조직 횡단적 대처를 도모하는 「인프라 분야의 DX액션플랜(제2판)」을 수립하였다.

2) 목적

건설업계에서는 i-Construction추진을 통해 ICT 건설기계나 무인항공기(UAV)를 활용한 ICT시공 등 설계, 시공에서 디지털 기술을 적극적으로 활용하게 되었다. 인프라 분야에서는 지금까지 추진한 i-Construction 대처를 중심으로, 인프라 관련 정보 제공이나 서비스(각종 인허가 등)를 비롯한 DX를 통한 활용을 추진하는 「인프라 이용·서비스 활용 향상」과 비건설업계(통신업계, 시스템·소프트웨어 업계)나 점용사업자를 포함한 업계 내외가 인프라를 중심으로 새로운 인프라 관련 산업으로서 발전하는 「관련 업계의 확대와 관계 방식의 변화」의 2가지 축을 기본으로 한다.

3) 인프라 분야의 DX가 목표로 하는 미래상

「인프라 분야의 DX 액션플랜」을 수립하고, 2022년 4월에 국토교통성은 「제5기 국토교통성 기술기본계획」을 수립하였다. 「제5기 국토교통성 기술기본계획」은 기술 정책의 기본 방침을 제시하고, 기술 연구 개발의 추진, 기술의 효과적인 활용, 기술정책을 지지하는 인재 육성 등의 중요한 대처를 정한 것이다. 현재의 과제와 요구에 맞추어 향후 5년간의 기술 정책의 방향성을 정리한 것이다.

2. 목표 미래상을 달성하기 위한 인프라 분야 DX의 방향

국토교통성은 인프라 분야의 DX 방향성으로서 인프라와 관련된 모든 분야에서 망라적으로 변혁하는 「분야 망라적 대처」라는 시점을 제시하고 있다. 국토교통성은 타 산업 및 타 분야의 DX 대처를 참고로 하면서 국토교통성이 관련된 건설 산업의 모든 부문에서 DX대처를 전제로 검토할 필요가 있다고 판단하였다. 이러한 검토를 진행하기 위하여 국토교통성은 「① 인프라 만들기의 변혁」, 「②인프라 사용방법의 변혁」, 「③데이터 활용 방법의 변혁」의 3가지 분야로 나누어 대처를 분류하였다.

「① 인프라 만들기의 변혁」은 인프라 건설 생산 프로세스를 변혁하는 대처를 대상으로 한다. 데이터의 힘을 통해 인프라 계획을 지금까지 보다 고도화하는, i-Construction시책에서 추진해 온 인프라 건설 현장의 생산성 향상·안전성 향상을 목표로 하면서 좋은 인프라를 만드는 것을 목표로 한다.

「②인프라 사용방법의 변혁」은 인프라의 「운용」과 「보전」에 초점을 둔다. 운용에서는 인프라 이용 신청의 온라인화나 서류 간소화와 함께 디지털 기술을 구사하여 이용자 눈높이에서 인프라의 잠재적인 기능을 최대한 끌어내는 것 등이 포함된다. 보전에서는 최첨단 기술 등을 구사한 효율적·효과적인 유지관리 등이 포함된다. 국토교통성은 이러한 대처를 통해 똑똑하고(Smart), 안전하고(Safe), 지속가능한(Sustainable) 인프라 관리를 실현하고자 한다.

상기 2개의 시책은 물리적 공간을 대상으로 하고 있는데 비해 「③데이터 활용 방법의 변혁」은 사이버 공간을 대상으로 하는 시책이다. 이 시책에서는 국토교통데이터플랫폼을 베이스로 국토의 디지털 트윈화를 진행하고, 데이터의 표준화, 기술개발·환경의 기초정비(네트워크·통신 환경 등), 데이터의 수집·축적·연계, 이용자·국민을 대상으로 한 발신 등 인프라 주변의 데이터를 활용하여 업무 방식, 민간 투자, 기술 개발이 촉진되는 사회를 실현하는 것을 목표로 한다.

[그림 Ⅳ-1] 국토교통성 건설DX 정책의 방향

자료 : 国土交通省(2022) p.20

1) 인프라 분야의 DX를 추진하기 위한 어프로치

DX는 디지털 기술(D : Digital)을 통해 업무를 변혁(X : Transformation)을 달성하는 것을 목표로 한 대처이며, 국토교통성 내 부서가 다르더라도 동일한 디지털 기술을 사용하고 있다면 해당 기술을 수평으로 전개함으로써 보다 효율적인 기술 개발이 가능하게 된다. 또한 업무 변혁의 지식·경험도 부서를 넘어서는 수평 전개가 가능하다. 이를 토대로 인프라 분야의 DX를 진행하기 위한 어프로치로서 국토교통성의 조직 횡단적인 대처를 진행한다.

(1) 인프라 분야의 DX추진본부의 체제 강화

2023년 4월부터 국토교통성 관방 산하에 이노베이션 담당 참사관을 신설하여, 기존에 설치된 인프라 분야 DX추진본부의 사무국과 함께 체제를 강화하였다. 국토기술정책종합연구소를 비롯한 연구기관을 지원과 함께 DX추진본부(사무국)가 중심이 되어 국토교통성 각 국에서 실시하는 DX를 통한 디지털 기술과 업무 변혁에 관련된 지식과 경험을 모으고, 국토교통성 내의 모든 국에 공유하는 역할을 담당한다. 각 국에도 DX와 관련된 지식·경험을 모으는 팀을 설치하고, 내부 인재를 육성하면서 자신들이 수립한 시책을 추진한다.

(2) 업무변혁의 집약·공유

업무 변혁에서는 직원 의식, 동기부여, 행동양식, 조직문화와 같은 인적·심리적 측면에 조직적 대응을 진행하여 변화에 대한 심리적 저항을 낮추는 것을 중심으로 변혁에 의한 혼란을 조기에 감소시키기 위한 것으로, 업무 변혁의 효과를 높이는 「Change Management」나 공정 단위가 아닌 전체 최적을 목표로 철저히 낭비를 줄임으로써 생산성을 극한까지 향상시키는 「Lean Management」, 의사결정의 권한을 분산한 자율형 조직을 통해 명확한 목표에 기초하여 소규모·단기간의 변혁과 개선 및 방향전환을 빠르게 반복함으로써 결과적으로 변혁 목표를 달성하는 「Agile Management」, 개인이 가지고 있는 암묵지를 조직에 공유할 수 있는 형식지(데이터, 시스템)로 치환하는 것을 통해 생산성 향상을 목표로 하는 「Knowledge Management」를 통해 적극적으로 도전하는 조직 문화를 양성하고, 유연한 제도 변경, 장래 목표의 공유, 리스크의 허용과 조기 방향 전

환의 장려 등의 대책을 조합하여 실시한다.

이에 따라 기계나 PC로 할 수 있는 업무는 자동화하고, DX에 맞추어 제도·기준을 바꿈으로써 국토교통성 직원들이 고도의 지식 업무, 새로운 업무 분야 개척, 새로운 DX추진 등에 대해 집중할 수 있고, 인프라 생산성을 높이는 동시에 새로운 가치를 창출하는 것을 목표로 한다.

(3) 디지털 기술의 집적·공유

물리적 공간에서 사이버 공간으로 데이터를 전환하는 단계, 그리고 해당 데이터를 가공하고 분석하는 단계, 그리고 사이버 공간에서 다시 물리적 공간으로 전달하는 단계 등 각 단계에서 다양한 디지털 기술이 사용되고 있다. 구체적으로 사람의 눈, 귀, 손, 발을 보조하거나 대체하여 데이터를 취득하여 사이버 공간으로 보낼 수 있는 「데이터 취득 기술」, 취득한 데이터를 사이버 공간 내에서 취급하기 쉽도록 표준화된 데이터 형식으로 변환하는 「데이터 정형·관리 기술」, 기존 데이터로부터 새로운 가치를 가지는 데이터를 만들어 내는 「데이터 분석·처리 기술」, 사이버 공간에서 물리적 공간으로 데이터를 전송하여 사람의 눈, 귀, 손, 발을 보조하거나, 대체하여 사람의 판단 근거로 사용하는 데이터 활용 기술 등이 존재한다. 이와 함께 디지털 기술을 다루기 위한 근간이 되는 「통신·시큐리티 기술」과 기술이 가진 잠재력을 충분히 발휘하기 위해 필요한 데이터의 품질 관리 기준이나 공개 기준과 같은 「데이터 활용의 기본 방침」이 디지털 기술의 활용에 중요한 요소가 된다.

2) 국토교통성 세부 시책

국토교통성은 인프라 분야 DX액션 플랜(제2판)을 수립하는 과정에서 국토교통성 각 국에서 이용하고 있는 디지털 기술을 망라적으로 파악하고, 디지털 기술을 도입하고 있는 분야와 향후 디지털 기술을 도입해야 할 분야를 특정하기 위해 각 시책에 대한 디지털 기술의 활용 상황을 정리하였다. 구체적으로는 인프라 분야의 DX액션 플랜에 위치하고 있는 86개의 개별 시책을 「① 인프라 만들기의 변혁」, 「②인프라 사용방법의 변혁」, 「③데이터 활용 방법의 변혁」의 3가지 관점으로 분류하고, 각 시책에 어떠한 디지털 기술이 이용되고 있는지를 인프라 DX 맵으로서 정리하였다.

DX맵을 통해 예를 들어 드론이나 센싱, 인공위성 등을 활용한 고정밀도·고빈도 데이터를 취득하는 기술이 「① 인프라 만들기의 변혁」, 「②인프라 사용방법의 변혁」에 관련된 많은 시책에서 활용되는 것을 파악할 수 있다. 국토교통성에서는 드론의 보유 대수가 증가하고 있으며, 준천정위성시스템을 활용한 측위시스템의 고도화가 기대되는 환경 속에서 데이터 취득 기술의 활용 기회는 앞으로도 크게 높아질 것으로 기대하고 있다. 데이터 취득 기술이 「① 인프라 만들기의 변혁」, 「②인프라 사용방법의 변혁」의 다른 시책에서도 활용될 수 있도록 환경을 구축하고, 정비를 계속 진행한다.

또한 「① 인프라 만들기의 변혁」, 「②인프라 사용방법의 변혁」, 「③데이터 활용 방법의 변혁」 등 모든 내용에서 GIS를 활용하여 데이터를 대시 보드로 시각화하는 기술이나, 「① 인프라 만들기의 변혁」, 「③데이터 활용 방법의 변혁」을 중심으로 BIM/CIM·도시 모델과 같이 데이터를 3차원 모델로 표현하는 기술도 많은 시책에서 활용되고 있다. 이러한 시각화 기술을 이용하여 국토교통데이터플랫폼이나 PLATEAU 대처와 같이 데이터를 상호 공유·연계하고, 중첩하여 다양한 활용 사례를 개발하고 적용범위를 넓혀가는 것을 목표로 한다.

한편 데이터의 가시화 기술이 발전되어 인프라 분야 전체에서 디지털 트윈 구축을 위한 대처를 확인할 수 있으며, 디지털 트윈은 사이버 공간에서 분석·시뮬레이션한 결과를 바탕으로 현실 공간에 피드백하여 기존 시책 운용이나 사업 진행 방법을 재검토하는 것으로 그 효과를 활용할 수 있는 것이다.

〈표 4-1〉 인프라 DX 시책 맵

	시책 합계	현실공간→사이버공간			사이버 공간의 내부							사이버공간→현실공간			
		데이터 취득			데이터정형·관리		데이터분석·처리				통신·시큐리티	데이터이활용			
		드론·센서·인공위성·GNSS	이미지 취득(카메라)	디지털 절차	노이즈 제거·변환	데이터 관리	통계 분석	이미지 해석	기계학습·AI	자연언어 처리·생성AI	통신·시큐리티(LPWA, 로컬5G등)	대쉬보드 가시화	3차원 가시화	API연계·데이터 제공	데이터의 기계·설비에서 활용
① 인프라 만들기의 변혁	19	7	5	0	1	1	0	2	3	0	4	11	12	1	15
설계	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
설계·시공	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	7	1	5
시공	11	7	5	0	1	1	0	2	3	0	4	4	4	0	9
② 인프라 사용방법의 변혁	37	20	17	6	3	4	3	14	11	0	3	15	5	6	7
운용	26	14	10	6	2	3	1	9	8	0	3	11	3	5	6
인프라 시설의 관리·조작	4	0	1	0	0	0	0	1	2	0	1	2	0	1	1
교통시설의 운용·자동운전	6	4	4	1	2	2	0	3	4	0	1	3	1	2	0
제초·제설	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
재해파악·복구	6	5	4	1	0	1	1	5	2	0	1	3	2	1	1
서류·절차	6	1	1	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0
보전	11	6	7	0	1	1	2	5	3	0	0	4	2	1	1
③ 데이터 활용 방법의 변혁	30	12	7	2	3	9	1	4	5	1	4	21	15	12	5
데이터의 표준화	5	2	3	0	1	0	0	1	1	0	0	4	2	2	1
기술개발·환경의 기반정비	4	2	1	0	0	1	0	1	1	0	3	1	2	2	2
데이터의 수집·축적·연계	15	5	2	2	2	7	1	2	3	1	1	11	9	8	1
이용자·국민에 발신	6	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	2	0	1

※ 복수 내용에 해당하는 것을 중복 체크를 허용한 수치임.

자료 : 国土交通省(2023) p.12

〈표 4-2〉 개별시책 및 담당부국(인프라 만드는 방법의 변혁)

번호	개별시책명	담당부국
1-1	3차원 하도 설계를 통한 다자연강 만들기	물관리·국토보전국
1-2	BIM/CIM활용을 통한 건설생산 시스템의 효율화·고도화	관방기술조사과
1-3	관청영선사업에서 BIM 활용	관청영선부
1-4	3차원 설계데이터를 활용한 ICT 하천공사	물관리·국토보전국
1-5	3차원 모델을 철저히 활용한 댐 본체공사	물관리·국토보전국
1-6	BIM/CIM을 활용한 ICT 사방 공사	물관리·국토보전국
1-7	BIM/CIM을 활용한 산사태 대책	물관리·국토보전국
1-8	건설사업 각 단계의 DX를 통한 발본적인 노동생산성 향상에 관한 기술 개발	국토기술정책종합연구소
1-9	건설시공에서 자동화, 원격화 촉진	관방기술조사과
1-10	인간 확장 기술을 통한 건설현장 작업의 DX	관방기술조사과
1-11	ICT 시공 스테이지2 작업 효율화에서 공사전체의 효율화로	관방기술조사과
1-12	디지털 데이터를 활용한 배근확인의 저인력화	관방기술조사과
1-13	고속통신기술 등을 활용한 무인화 시공을 통한 사방공사의 신속화	물관리·국토보전국
1-14	4차원 모델을 활용한 댐 사업 감리	물관리·국토보전국
1-15	휴대용 전화기 전파음영지역의 댐 현장에서 원격 임장	물관리·국토보전국
1-16	사방사업에서 휴대전화 통신권 외 지역에서 원격임장	물관리·국토보전국
1-17	위성 측위를 활용한 고정밀 원격 조작·자동화 수중시공 시스템 개발	항만국
1-18	멀티 빔 데이터 클라우드 프로세싱 시스템 구축	항만국
1-19	ICT시공에 대응한 새로운 시공결과물 관리기준 검토	항만국

자료 :国土交通省(2023)에 기초하여 저자 작성

〈표 4-3〉 개별시책 및 담당부국(인프라 사용하는 방법의 변혁)

번호	개별시책명	담당부국
2-1	하천용 게이드 설비의 원격감시·조작의 신뢰성 향상	관방기술조사과
2-2	AI를 활용한 댐 운용 고도화	물관리·국토보전국
2-3	하수도의 디지털 트랜스 포메이션	물관리·국토보전국
2-4	하천관리자와 댐 관리자와의 정보망 정비 추진	물관리·국토보전국
2-5	차세대 ITS 추진	도로국
2-6	자율운전 실현을 위한 대처	도로국
2-7	고속도로 등의 편의성 향상	도로국
2-8	IT와 센싱 기술 등을 활용한 홈 전락방지 기술 등의 활용촉진	철도국
2-9	철도의 자율운전기술 검토	철도국
2-10	지상지원업무의 자동화·저인력화	항공국
2-11	공항 제초공의 자동화 시공	항공국
2-12	공항제설의 저인력화·자동화	항공국
2-13	제설현장의 생산성·안전성 향상 i-Snow	홋카이도국
2-14	제방제초의 자동화 SMART-GRASS	홋카이도국
2-15	인공위성의 활용에 따른 토사재해의 조기파악	물관리·국토보전국
2-16	디지털 기술을 활용한 재해복구사업의 신속화	물관리·국토보전국
2-17	정보 집약 고도화에 따른 재해대응 신속화	물관리·국토보전국

번호	개별시책명	담당부국
2-18	조기운전 재개 판단을 위한 철도선로 지진동 파악수법 개발	철도국
2-19	항만 재해 정보 수집 등에 관한 대책	항만국
2-20	고정밀도 3차원 데이터를 활용한 토사재해 대응 기술 지원	토목연구소
2-21	ICT를 활용한 시공결과물 관리를 통한 공사서류 디지털화	관방기술조사과
2-22	전자입찰 시스템의 개선	관방기술조사과
2-23	건설업 허가 신청 절차의 전자화를 통한 행정절차 효율화	부동산·건설경제국
2-24	하천 이용자에 관한 절차의 디지털화를 통한 국민 편의성 향상	물관리·국토보전국
2-25	물류생산성의 향상을 위한 특수차량의 새로운 통행제도	도로국
2-26	도로대장의 전자열람	도로국
2-27	지자체 인프라 메인터넌스 신기술 도입 지원	종합정책국 공공사업기획정리과
2-28	하천, 사방, 해안분야 시설유지관리·조작의 고도화·효율화(사방)	물관리·국토보전국
2-29	태블릿 등을 활용한 댐 순시·점검	물관리·국토보전국
2-30	하천, 사방, 해안 분야 시설유지관리·조작의 고도화·효율화(하천)	물관리·국토보전국
2-31	하천, 사방, 해안 분야 시설유지관리·조작의 고도화·효율화(해안)	물관리·국토보전국
2-32	AI·ICT 도입을 통한 도로순시·포장점검의 효율화·고도화	도로국
2-33	xROAD를 활용한 차세대 포장 매니지먼트	도로국
2-34	패트롤 차량의 카메라 영상 공유화	도로국
2-35	3차원 점군 데이터를 활용한 철도시설점검 시스템의 개발	철도국
2-36	NORTH-AI/Eye ~산학연계 AI활용을 통한 인프라 관리의 이노베이션~	홋카이도국
2-37	시설의 유지관리 및 행정사무 데이터의 관리효율화에 관한 조사	국토기술정책종합연구소

자료 : 国土交通省(2023)에 기초하여 저자 작성

〈표 4-4〉 개별시책 및 담당부국(데이터 활용 방법의 변혁)

번호	개별시책명	담당부국
3-1	사람 흐름 데이터의 이활용 확대를 위한 유동환경정비	부동산·건설경제국
3-2	유역 디지털 데이터플랫폼의 표준화	물관리·국토보전국
3-3	댐의 디지털플랫폼 표준화	물관리·국토보전국
3-4	사용하기 쉬운 하천정보 데이터의 확충·오픈화	물관리·국토보전국
3-5	디지털화·리모트화를 위한 위치정보의 공통 룰(국가좌표)의 추진	국토지리원
3-6	스타트업, 대학 등의 기술연구개발 촉진	관방기술조사과
3-7	인프라DX 네트워크 정비	관방기술조사과
3-8	건설DX실험 필드를 활용한 기준정비·연구개발 촉진	국토기술정책종합연구소
3-9	자율 시공 기술 기반의 정비	토목연구소
3-10	국토교통 데이터 플랫폼 구축	관방기술조사과
3-11	전자납품 보관관리 시스템의 기능 향상	관방기술조사과
3-12	센서 네트워크를 통한 신속한 정보공유	관방기술조사과
3-13	건축·도시의 DX추진	도시국, 주택국, 부동산·건설경제국

번호	개별시책명	담당부국
3-14	3D 도시모델의 정비·활용·오픈데이터화 추진(Project PLATEAU)	도시국
3-15	리얼 타임 파랑 관측기구 정비	물관리·국토보전국
3-16	사이버 공간 상의 실증실험기반(유역치수 디지털 테스트 베드)의 정비	물관리·국토보전국
3-17	3차원 데이터와 연계한 하천 환경 정비 디지털 기반의 정비	물관리·국토보전국
3-18	사방분야의 디지털 조사·관리	물관리·국토보전국
3-19	도로기반 지구 정보의 정비·공개	도로국
3-20	도로분야 데이터 플랫폼의 구축과 다방면 활용	도로국
3-21	사이버포트 3분야 일체운용을 통한 항만사업의 효율화	항만국
3-22	항만정비 BIM/CIM 클라우드 구축	항만국
3-23	DX데이터센터의 구축	국토기술정책종합연구소
3-24	공공공사 집행정보의 관리·활용을 위한 플랫폼 구축에 관한 조사연구	국토기술정책종합연구소
3-25	버추얼 현장견학회를 통한 효과적·효율적인 홍보	도로국, 물관리·국토보전국
3-26	수해리스크 정보의 확충과 3차원 표시 추진	물관리·국토보전국
3-27	홍수예측의 고도화를 통한 재해대응과 피난행동의 지원	물관리·국토보전국
3-28	관민연계를 통한 유역의 침수상황 파악·해소	물관리·국토보전국
3-29	마이 타임라인과 스마트폰 등 디지털 기술의 융합을 통한 피난행동지원	물관리·국토보전국
3-30	원스톱 툴을 통한 신속하고 효율적인 화산 분화 긴급 감재 대책	물관리·국토보전국

자료 : 国土交通省(2023)에 기초하여 저자 작성

3. 국토교통 데이터플랫폼 정비계획

1) 배경 및 목적과 목표형태

(1) 배경

① 정부전체 대처의 방향성

2018년 6월에 각의 결정된 「통합혁신전략」에서는 데이터와 AI를 활용하여 다양한 분야의 데이터가 장벽을 넘어서 연결되는 데이터 연계 기반을 정비하고, 조직과 분야를 초월한 데이터 활용 등을 통해 새로운 가치를 창출하는 것을 목표로 하는 장래상을 제시하고 있다. 이를 위해 Society 5.0 실현을 위한 필수 사회 인프라로서 국가, 지자체, 민간 등에 산재되어 있는 데이터들을 연계하고, 분야 횡단적으로 활용할 수 있게 하는 데이터

연계 기반의 정비가 필요하게 되었다.

② 경제계의 제언

일본경제단체연합회(경단련)는 2017년 2월에 「Society 5.0 실현을 통한 일본 재흥 – 미래사회창조를 위한 행동계획」을 발표하였다. 행동계획 가운데에 관민이 협력하여 국토 전체로 펼쳐지는 3차원 데이터베이스 「버추얼 재팬」을 구축하는 것이 제시되고 있다.

「버추얼 재팬」은 지형과 지질 등의 지리공간 정보를 결합한 정적 데이터와 재해, 환경, 기상, 교통, 도시, 에너지, 물 등의 동적 데이터를 연계시킨 데이터베이스로 기업의 시설 계획과 물류 계획, 공공의 도시계획, 재해 대책 등의 시뮬레이션에 활용하는 사이버 공간상의 거리·도시·지역·국토이다. 「버추얼 재팬」 구축에서는 모든 데이터를 일원적으로 한 번에 축적하는 것이 아니라 현재 각기 축적되고 있는 데이터들을 연계를 통해 다양한 수요에 대응하는 것을 기본원칙으로 하고 있다.

③ 국토교통성의 대처

국토교통성은 디지털 거버먼트를 실현하고 동시에 필요한 서비스가 시간과 장소를 불문하고, 최적 형태로 받을 수 있는 사회, 관민을 불문하고, 데이터나 서비스가 유기적으로 연계하여 새로운 혁신을 이끌어내는 사회 실현을 목적으로 2018년 5월에 「국토교통성 데이터플랫폼 정비계획」을 수립하였다.

국토교통성은 플랫폼 개혁을 추진하고, 공공이 보유한 데이터의 오픈 데이터화, API(Application Programming Interface)의 정비, 표준화·공통화의 추진 등을 통해 데이터 활용 촉진을 도모하고 있다.

또한 사회자본정비심의회·교통정책심의회 기술부회의 「국토교통기술행정의 기본정책 간담회 중간보고서」에서 데이터 구동형 행정 추진과 이를 위한 데이터 연계기반의 구축이 제안되었다. 보고서는 국토교통성이 가지고 있는 다양한 데이터를 연계하고, 데이터에 근거한 정책 입안·실시하는 것이 필요하며, 나아가 민간이나 다른 기관이 가진 데이터와 연계하여 시너지 효과를 만들어 민간에서 이노베이션을 촉진하는 데이터 구동형 행정을 추진해야 한다고 강조하였다. 또한 데이터나 모델이 클라우드 상에서 간단하게 접근할 수 있는 데이터 연계 기반 구축에 신속하게 나서야 한다고 제언하였다.

(2) 목적과 목표 형태

① 목적

국토교통성은 국토나 도시, 교통, 기상 등의 많은 데이터를 보유하고 있는 기관이지만, 데이터는 개별 부국마다 관리되는 것이 일반적이기 때문에 연계가 충분히 이루어지지 않는 실정이다. 현장에서 얻어진 풍부한 데이터를 서로 연계하는 것이 요구되는 상황이다. 국토교통성은 보유한 데이터와 민간 데이터를 연계하여 피지컬(현실) 공간의 사상을 사이버 공간에 재현하는 디지털 트윈을 통해 업무 효율화나 스마트 시티 등의 국토교통성 시책의 고도화, 산·학·관 연계를 통한 이노베이션 창출을 목표로 한다.

② 목표 형태

상기 목적을 실현하기 위해 각종 데이터의 횡단적 활용에 이바지하는 데이터연계기반이 되는 데이터플랫폼(가칭 국토교통데이터플랫폼)을 서비스한다. 국토교통데이터플랫폼은 다음 기능을 가지는 것을 목표로 한다.

① 3차원 데이터 시각화 기능
- 국토에 관한 데이터를 사이버공간에 재현하기 위해 국토지리원의 3차원 지형 데이터를 베이스로 3차원 지도상에 점군 데이터 등의 구조물 3차원 데이터나 지반 정보를 표시한다.

② 데이터 허브 기능
- 국토에 관한 데이터와 사람, 물건의 이동 등의 경제 활동에 관한 데이터, 기상 등의 자연 현상에 관한 데이터를 연계하기 위해 API로 연계하고, 동일한 인터페이스에서 횡단적으로 검색, 표시, 다운로드를 가능하게 한다.

③ 정보발신기능
- 국토교통 데이터플랫폼의 데이터를 활용하여 시뮬레이션 등을 행한 사례를 국토교통 데이터플랫폼에 등록할 수 있게 하고, 사례 분석으로서 해당 정보를 열람할 수 있게 한다.

(3) 국토교통 데이터플랫폼의 활용 이미지

국토교통 데이터플랫폼을 유효하게 활용함으로써 사이버 공간 상에서 시뮬레이션을 실시하고, 결과를 피지컬 공간(실제 공간)에 반영함으로써 과제 해결을 도모하고, 생활 안전성 향상이나 물류의 효율화 등 다양한 효과를 기대한다. 아래에 국토교통성이 상정하고 있는 구체적인 유효 활용의 기대 사례를 설명한다.

① 국토에 관한 데이터 간의 연계

국토교통성이 보유한 시설물이나 유지관리 정보, 지반정보 등을 연계시킴으로써 신규 공사 시에 ICT준비공사가 원활하게 진행되고, 지중매설물에서 전력, 가스, 하수도 등의 상호 간섭을 해소할 것으로 기대한다. 또한 AI와 조합함으로써 토목구조물의 점검·진단에서 토목기술자의 판단을 보조할 수 있을 것으로 기대한다. 또한 여기에 위성 이미지를 통한 건축물이나 지표의 경년변화를 조합함으로써 긴급하게 점검하거나 대응해야 할 인프라를 효율적으로 감시할 것으로 기대된다.

② 국토에 관한 데이터 x 경제활동에 관한 데이터

국토에 관한 데이터(역 주변부의 도시구조물 데이터)에 경제활동에 관한 데이터(도로교통데이터나 대중교통의 운행데이터 및 사람흐름 데이터)를 조합함으로써 예를 들면 MaaS(Mobility as a Service)나 자율운전기술 활용 등의 새로운 모빌리티 서비스의 도입 효과 검증이나 다양한 교통 모드 간의 교통 결절점계획, 새로운 모빌리티 서비스에 대응한 주행 공간 배분 검증 등이 가능하게 된다.

또한 국토에 관한 데이터(고도데이터나 도시구조물 데이터)에 경제활동에 관한 데이터(물건의 흐름(물류))와 상품정보에 관한 데이터를 조합하는 것으로 예를 들어 드론에 의한 물건 배송 검토 등 물류 효율화가 가능하게 된다.

이외에도 고도데이터에 토지이용데이터, 주택상황 데이터와 같이 민간이 보유한 전력 소비량의 데이터를 곱함으로써 발전시설 입지에 관한 제안을 실시하거나, 인프라 갱신에서 경제 영향 등을 근거로 우선도 검토를 할 수 있어 새로운 비즈니스로 이어질 가능성도 있다.

또한 건축물이나 인프라, 관광시설 등의 정교한 3차원 데이터에 관련 역사와 이벤트 정보 등을 부여함으로써 현실성이 있는 VR(가상현실 : Virtual Reality)이나 AR(확장현

실 : Augmented Reality)체험이 가능하게 되고, 관광이나 엔터테인먼트 분야에서 이용을 기대할 수 있다. 지도 정보, 건물 정보와 개별 관광객의 리얼타임 위치정보를 통해 관광객의 행동 경향을 데이터로 정리하고, 마케팅 활동의 기초데이터로서 관광업자에게 제공하는 비즈니스로 이어질 가능성도 있다.

③ 국토에 관한 데이터 x 기상 등의 자연환경에 관한 데이터

SIP4D(기반적 방재 정보 유통 네트워크)와 연계하여, 재해발생 시에는 인프라 피해상황이나 통행금지정보 등의 데이터를 수집하고 공유하는 한편, 축적한 시설 정보로부터 신속한 복구가 가능하게 한다.

국토에 관한 데이터(도시구조물 데이터)와 기상데이터(일조, 기온, 습도, 풍향 등)를 조합하여 도시 내에서의 기류 시뮬레이션이나 표면온도분포 시뮬레이션 등의 열섬현상의 해석을 진행하고, 그린 인프라의 계획·정비에 의한 지역 전체의 저탄소화와 열 완화를 검토하는 것이 가능하다.

지질데이터, 기상데이터, 수질데이터와 각종 농작물의 재배에 최적인 지질, 기상, 수질 조건을 AI로 매칭하는 구조를 도입함으로써 특정 토지에서 최적(고품질, 고수량)인 농작물 또는 특정 농작물의 재배에 적합한 토지에 관한 정보를 분석할 수 있게 된다. 이 정보를 농업사업자에게 제공하는 서비스를 전개하여 1차 산업을 3차산업화 하는 새로운 사업형태가 될 것으로 기대된다

2) 데이터플랫폼의 정비 방침

국토교통 데이터플랫폼은 국가 외, 지자체·민간 기업을 포함하는 국가 차원의 인프라에 관한 대규모 데이터플랫폼으로, 미래를 예상한 유연한 정비가 필요하다. 데이터플랫폼의 정비방침은 다음과 같다.

(1) 데이터 연계 방향성과 대처 사항

데이터플랫폼 정비에서는 △ 개별 데이터베이스, △ 각 분야 내의 데이터 연계, △ 분야 간 데이터의 단계 별로 대처 사항을 정리한다. 분야는 크게 국토, 경제활동, 자연현상의 3가지로 구분하고, 국토에 관한 데이터에 관해서는 인프라 데이터플랫폼으로서 분야를 포괄하는 데이터 연계를 목표로 한다. 경제활동, 자연현상에 대해서는 물류, 기상과

같은 보다 작은 묶음을 하나의 분야로서 데이터 연계를 구축하고, 최종적으로 이러한 분야를 넘어서는 분야 간 데이터 연계를 진행한다. 또한 데이터 연계에는 민간에서의 활용을 촉구하기 위해 데이터 카탈로그나 API를 수립하여 공개한다.

① 개별 데이터베이스에서 대처 사항

개별 데이터베이스에서 대처해야 할 사항에 대해서는 데이터 분류, 접근 권한의 방향성, 데이터 공개 대상 정리, 보안 기능 확보, 각 데이터베이스의 충실·확충의 5가지 항목으로 구분되어 규정하고 있다.

a. 데이터 분류

데이터플랫폼에 연계되는 데이터는 공개 상황과 접근 권한의 단계에 따라 아래의 4가지 레벨로 구분한다.

레벨0 : 사전등록이 불필요하며, 누구나 접근할 수 있는 데이터(풀 오픈 데이터)
레벨1 : 사전등록한 사람이면 누구나 접근할 수 있는 데이터(무상)
레벨2 : 사전등록한 사람이면 누구나 접근할 수 있는 데이터(유상)
레벨3 : 부처관계자, 수주자, 전문가 등 또는 권한이 부여된 자만 접근할 수 있는 데이터(한정공개 데이터)

국가·지자체가 제공하는 데이터는 풀 오픈 데이터(레벨0)와 한정공개 데이터(레벨3) 중 하나를 기본으로 한다. 민간 기업 등이 실시하는 데이터 제공은 국가나 지자체와 달리 데이터 이용자 속성 등을 파악하기 위해 사용자 등록을 필요로 하는 경우나 이익이나 시스템 운영비를 확보하기 위해 유상으로 데이터를 제공하는 경우가 있다. 무상제공/유상제공의 여부는 데이터를 제공하는 민간기업이 판단한다. 데이터 제공자와 분류와의 관계는 아래 표와 같다.

〈표 4-5〉 데이터 제공자에 따른 접근 구분

	데이터제공자	
	국가·지자체	민간기업·재단 등
레벨0	풀 오픈 데이터	풀 오픈 데이터
레벨1	해당없음	무상제공(데이터이용자의 속성 등을 파악하기 위한 등록제)
레벨2	해당없음	유상제공(수익이나 시스템 운영비를 확보하기 위함)
레벨3	한정공개 데이터	한정공개 데이터

자료 : 国土交通省(2018)

b. 접근 권한의 방향성

풀 오픈 데이터(레벨0)는 데이터 이용 규약에 대해 승낙한 모든 이용자를 대상으로 사전 등록 없이 데이터를 제공한다. 레벨1부터 레벨3까지의 데이터에 대한 접근 권한을 부여하는 방법은 ID와 패스워드를 부여하는 방식을 기본으로 한다. 또한 기존에 접근 권한 부여 매커니즘이 설정되어 있는 자료인 경우에는 이를 유지하는 것을 기본으로 한다. 접근 권한 부여는 종래와 같이 각 데이터플랫폼의 관리 주체마다 실시한다.

한정공개 데이터(레벨3)는 부처 내 관계자, 수주자(관련 업무 실시), 국토교통데이터플랫폼에 데이터 제공자(지자체, 민간기업 포함) 등 특정 조건을 만족하는 사용자를 대상으로 접근 권한을 부여한다. 또한 민간기업 등이 유상으로 제공하는 데이터에 대해 국토교통성과 협정 체결을 하는 등의 방법으로 특별히 무상(혹은 낮은 가격)으로 국토교통성 및 관계자들에게 데이터가 제공되는 데이터에 대해서도 레벨3으로 분류한다.

c. 데이터 공개 대상 정리

국토교통성에서 각 데이터베이스가 보유하는 데이터 중에는 개인 정보를 포함한 데이터나 공공의 안전, 질서 유지에 지장을 미칠 우려가 있는 것, 법인이나 개인의 권리 이익을 해칠 우려가 있는 것 등 오픈 데이터로서 공개하는 것이 적절하지 않은 정보가 포함될 가능성이 있다. 따라서 데이터베이스마다 공개대상이 되는 데이터를 정리하여 풀 오픈 데이터(레벨0), 한정공개 데이터(레벨3), 비공개데이터(소관부국 내부 이용으로 한정하는 데이터로 데이터플랫폼 제공 대상 제외)로 구분한다.

공개대상을 정리할 때에는 「오픈 데이터 기본지침」(2017년 5월 30일 IT종합전략본부 관민데이터활용추진전략회의)에 따라 실시한다. 현재 풀 오픈 데이터로서 사전 등록 없이 불특정 다수에게 제공되고 있는 데이터는 계속해서 현재 이용되고 있는 형태(열람 및 다운로드)를 유지하도록 한다. 지금까지 공개되어 있지 않은 (또는 한정공개) 데이터는 문제가 될 수 있는 데이터 항목을 제외한 데이터로서 풀 오픈 데이터로 공개하는 것이나, 한정공개 데이터로서 제공하는 것을 검토한다.

d. 보안 기능 확보

데이터 연계에서 정보 이용과 정보 보안의 밸런스를 도모하면서 정보 보안 대책을 실시한다. 특히 한정공개 데이터는 데이터의 중요도에 맞는 보안 기능을 확보하는 것을 검토한다. 한정공개 데이터는 ID, 패스워드에 의한 접근 권한을 부여하는 것을 기본으로 하지만, 추가적인 보안 강화가 필요한 경우, 원타임 패스워드(데이터에 접근할 때마다 다른 패스워드를 부여하는 것), ID카드에 의한 인증, 생태 인증 등과의 조합을 통한 강화 등의 방안을 정비 비용과 함께 검토한다.

e. 각 데이터베이스의 충실·확충

플랫폼은 각 부국이 현재 운영하고 있는 데이터베이스에 대해 다흥 사항을 포함하여 데이터 검색·표시를 가능하게 하는 기초적인 정비를 통해 데이터베이스를 확충한 후 온라인화 하여 오픈 데이터화를 진행한다.

○ 위치정보(지도표시·검색에 필요한 정보)의 부여
- 데이터를 웹상의 지도에서 표시할 수 있게 하고, 데이터의 위치를 시각적으로 알기 쉽게 함으로써 데이터의 검색성능을 향상한다. 이를 위해 필요한 위치 정보가 각 데이터에 부여된다.
- 데이터에 위치 정보를 부여함으로써 복수의 다른 데이터를 위치 정보를 기준으로 묶음으로써 웹상의 동일한 지도상에서 열람할 수 있게 되고, 데이터플랫폼화 되었을 때 횡단적인 데이터 검색 시 편리성 향상으로 연결된다.

○ 기계판독 가능한 데이터 형식으로 데이터 축적
데이터 형식이 이미지 데이터 또는 PDF형식인 경우 그 안의 숫자나 문자 등의 데이터를 인식하기 어렵기 때문에 데이터를 기계판독이 가능한 데이터 형식으로 축적한다. 이 때 「오픈데이터화 달성도 평가지표」를 참고하여 기존에 오픈 데이터화 되어 있는 데이터를 포함하여 보다 활용하기 쉬운 형식을 검토해야 한다.

○ 데이터 카탈로그(키워드 검색에 필요한 메타데이터) 정비
데이터베이스 상의 각 데이터에 대해 데이터의 위치, 종류, 명칭 등 제공하고 있는 데이터에 관한 정보(메타데이터)를 정리하는 데이터 카탈로그를 정비하여 공개한다. 데이터 카탈로그를 통해 데이터 이용자가 필요한 데이터를 데이터 카탈로그를 통해 확인할 수 있다.

② 분야 내 데이터 연계

분야 내 데이터 연계에 대해서는 연계기반을 구축하는 내용과 인프라 데이터플랫폼 정비에 관한 내용으로 나누어 규정하고 있다.

a. 분야 내 데이터 연계기반의 구축

국토교통성이 현재 보유·연계하고 있는 데이터에 대해 분야 내 데이터의 유익한 활용을 촉진하기 위해 각 데이터베이스의 온라인화를 추진하는 동시에 2020년까지를 목표로 분야 별로 데이터베이스를 상호 연계시키는 데이터플랫폼을 구축하고, 데이터의 횡단적 검색이나 취득을 지원하는 기능을 가지는 인터페이스를 정비한다.

b. 인프라 데이터플랫폼의 정비

인프라 분야에서는 데이터 연계 기반으로서 「인프라 데이터플랫폼」을 정비하여 인프라 분야의 데이터를 집약한다. 인프라 데이터플랫폼에서는 국토지리원의 3차원 지형 데이터를 비롯한 기반지도정보를 활용하여, 3차원 지도상에서 구조물이나 지반 정보의 검색·표시·다운로드를 가능하게 한다. 점군 데이터 등의 구조물의 3차원 데이터를 순차적으로 집계하여 동일한 3차원 지도에 표시할 수 있다. 또한 구조물의 3차원 데이터는 3차원 공간상에 위치·방향 등을 올바르게 재현할 필요가 있기 때문에 필요한 위치 정보를 부여하는 등의 조정과정을 통한다. 기타 데이터는 2차원 좌표에 해당 좌표지점의 지형(고도데이터)을 부여하는 형태로 3차원 공간상에 위치(마킹)를 표시할 수 있게 한다. 데이터 검색에서는 각 데이터 항목을 선택하여 검색하고 표시할 수 있게 하고, 복수 항목을 선택한 경우에는 이를 겹쳐서 표시할 수 있도록 한다. 또한 임의의 영역/기간을 선택하여 해당 범위/기간 내에 존재하는 데이터를 표시할 수 있도록 한다.

③ 분야 간 데이터 연계

2022년도까지 분야 별 데이터플랫폼을 연계하여, 분야를 넘어 데이터의 횡단적 검색 및 취득을 가능하게 하는 데이터 연계 기반(국토교통 데이터플랫폼)을 구축한다. 이를 통

해 국토교통데이터를 동일한 인터페이스로 검색할 수 있게 하고, 동일한 3차원 지도상에 표시하고, 다운로드 가능하게 한다. 각 분야의 데이터는 데이터허브를 통해 API로 연계되어 인프라 분야와 동일한 3차원 지도상에서 검색, 표시, 다운로드를 가능하게 한다. 국토교통데이터플랫폼에는 데이터를 활용하여 이루어진 해석 결과를 사례연구로서 열람할 수 있는 기능을 포함한다.

(2) 민간 등 데이터 보유기관과의 연계방법

① 민간 보유 데이터와 연계

물류 데이터, 항만 관련 데이터 등에 대해서는 국가 주도를 통해 데이터플랫폼(저렴하게 이용할 수 있는 데이터 연계 기반)을 정비하는 것으로, 민간 보유 데이터와의 연계를 촉진한다. 또한 지하 공간 데이터에 대해서는 국가 주도로 점용사업자 등이 보유한 데이터를 일원관리하기 위한 협의회 등을 설치하여, 데이터의 상호 이용을 도모한다.

민간 건축물 등의 지도데이터는 데이터 이용 협정을 체결하는 등을 통해 데이터 상호 이용을 검토한다. 또한 연계하는 민간 기업이 데이터는 국토교통 데이터플랫폼 등의 데이터 제공 채널이 제공되어, 이용 증가로 이어져 별도 이용료를 통한 이익 확보 기회가 증가하는 등의 효과를 기대할 수 있다.

오픈 데이터 챌린지 등의 대처를 통해 이용 요구가 높은 데이터에 대해서는 해당 데이터를 보유한 민간 기업과 조정을 진행한다. 특히 상호 데이터를 교환함으로써 도움이 되는 데이터를 추출하고, 상호 데이터를 이용할 수 있게 하는 등 민간 기업과의 데이터 연계 방법을 모색한다.

② 지자체와 데이터 연계

데이터 연계가 가능하도록 데이터 항목을 표준화하고, 각 지자체에서 성과품 납품 요건(위치 정보 등의 데이터 카탈로그(메타데이터) 부여)을 설정한다. 분야 간 데이터 연계를 통한 스마트 시티 실현이나 다른 지자체의 데이터를 활용하여 유지관리 효율화(유사 지자체의 정보 수집을 통한 어셋 매니지먼트 실현 등)등의 이점을 제시하여 지자체의 데이터 연계를 촉진한다. 지자체에서 데이터 정비·연계에 관해서는 타 부처와도 연계하면서 정비 비용 측면에서 지자체를 지원한다. 예를 들어 총무성의 「점검에서 ICT데이터베이스 시스템·드론 도입에 관한 지방재정조치」(특별교부세)의 활용 등이 있다.

(3) 데이터의 품질 확보

① 공통 어휘 기반의 정비

횡단적인 데이터 활용을 촉진하기 위해서는 데이터베이스에서 사용되고 있는 개별 단어에 대해 표기·의미·데이터 구조 등을 통일할 필요가 있기 때문에, 각 분야 내 공통 어휘 기반으로 정비를 진행해야 한다. 또한 데이터플랫폼을 통한 분야 간 횡단적인 데이터 검색의 편리성의 향상시키기 위해 성명, 주소, 조직 등 모든 사회 활동에 공통으로 사용되는 핵심 어휘에 대해서는 독립행정법인 정보처리추진기구(IPA)의 공통어휘기반(IMI)을 따르기 위해 노력한다.

② 위치정보의 품질확보

보다 고도의 해석에 기여하는 데이터를 제공하기 위해 특히 위치정보의 관점에서 데이터 품질 향상을 도모한다. 위치 정보의 변환·통일화를 가능하도록 위치정보가 어떠한 측지계·좌표계로 위치 정보를 계측했는지를 데이터 카탈로그(메타데이터)에 명기한다. 기존 데이터에서도 위도·경도 정보가 없는 것은 지오 코딩(지명이나 명칭 등으로부터 위도·경도를 특정하는 방법)을 통해 위치 정보를 부여한다. 또한 측지계 등이 불명확한 것은 지오코딩, 맵 매칭, 복수 좌표계로의 변환 시도, 에러 체크 등의 방법을 활용하여 사용된 측지계를 밝혀낸다. 또한 기존 데이터에 부여되는 위치 정보에 대해 지각 변동의 영향에 의한 좌표 변화를 보정한다.

③ 데이터 품질 명시

데이터를 이용하기 위해서는 데이터의 무결성, 정확성, 유용성, 최신성 등 품질을 파악할 수 있는 것이 중요하다. 따라서 데이터 카탈로그 등에서 데이터의 품질을 명기하고, 데이터플랫폼 상에서 이용자가 확인할 수 있도록 제공해야 한다.

3) 국토교통 데이터플랫폼 로드맵

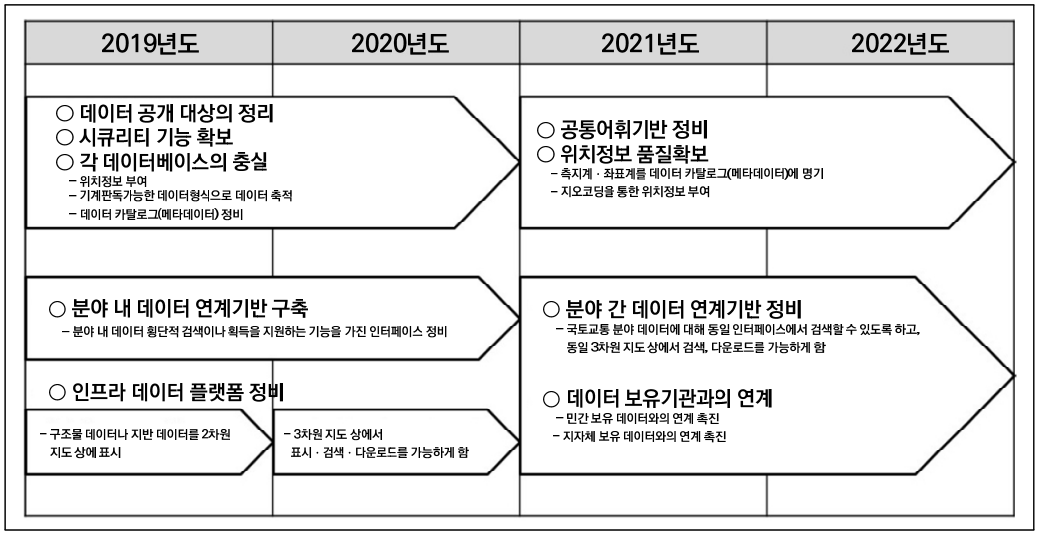
국토교통 데이터플랫폼 운영에서는 타부처, 민간기업, 지자체, 연구기관 등과 데이터 연계를 가속화하여 데이터플랫폼에서 활용할 수 있는 데이터를 늘려나가는 것과 동시에

효율적인 이용으로 이어질 수 있도록 개선하거나, 민간의 개발을 촉구할 수 있는 대처를 구축하는 것을 통해 데이터플랫폼의 이용을 촉진하는 것이 요구된다. 또한 플랫폼의 이용자가 구체적인 활용 이미지를 떠올리기 쉽도록 정보를 발신하는 것이 필요하다.

또한 다양한 이용자가 데이터플랫폼을 이용하기 때문에 데이터베이스의 전체 운영을 바라보고, 관리하는 체제를 구축할 필요가 있다. 따라서 데이터 이용자나 데이터 보유자의 커뮤니티를 육성하고, 데이터 이용을 활성화시키는 것과 동시에 데이터 등의 제공자를 늘려가기 위한 행사나 3차원 데이터를 취급하기 위한 연수 등을 실시하는 것이 중요하다.

데이터를 활용한 이노베이션 창출에 대해서는 학회나 민간기업 등이 설립한 협의회 등에서 데이터 챌린지 등의 대처가 이루어지고 있다. 이들과 제휴하여 데이터 챌린지 등이 이벤트를 계속하여 진행함으로써 국토교통성은 민간의 데이터 활용 요구를 파악하고, 새로운 오픈 데이터를 확보하고 연결해나간다.

국토교통 데이터플랫폼의 전체 공통 로드맵은 아래와 같다.



[그림 Ⅳ-2] 국토교통 데이터플랫폼 로드맵

자료 : 国土交通省(2018) p.19

4) 국토교통 데이터플랫폼 업데이트

(1) 업데이트 이력

국토교통 데이터플랫폼은 2020년 4월 24일 버전 1.0으로서 일반에 처음 공개되었다.

버전 1.1부터 1.4까지 다양한 외부 데이터베이스와의 연계를 진행하였으며, 2021년 8월 6일 국토지리원의 표고타일 데이터와 연계하면서 국토교통 데이터플랫폼 내부에 3D지형도가 베이스가 되기 시작하고 버전 2.0으로 변경되었다. 이후 전자납품보관관리시스템의 데이터를 연계하며 버전 2.1로 업데이트되었으며, 2023년 4월 27일 점군 데이터와 도시모델 등을 3D지형도 상에 겹쳐서 표시하는 기능이 추가되고, 검색 및 표시기능이 강화되는 등 유저 인터페이스(UI)가 대폭적으로 변경하면서 버전 3.0으로 변경되었다. 현재는 버전 3.2까지 업데이트되었다.

〈표 4-6〉 국토교통 데이터플랫폼 버전 히스토리

시점	버전	내용
2020년 4월 24일	ver1.0	첫 공개
2020년 9월 8일	ver1.1	- 간선교통기관이 실시하는 여객유동의 실태조사결과(전국간선여객 순유동조사) - 방일외국인의 국내 이동을 알 수 있는 데이터 (FF-Data(방일외국인 유동데이터)) - 최근 발생한 재해 정보의 사진 및 지도 (국토지리원) - 도쿄도가 실시한 공사에서 점군데이터 (도쿄도 ICT활용공사 데이터)
2020년 10월 29일	ver1.2	- 홍수침수 상정구역 데이터(국토수치정보) - 기상관측데이터 강수량의 일 합계(기상데이터) - 지정긴급피난장소 데이터 (G공간정보센터)
2021년 2월 12일	ver1.3	- 10개 지자체의 교량 점검 결과 데이터 (인프라 유지 관리 데이터) ※ 2020년도 국토교통성이 PRISM사업을 통해 활용을 검토한 샘플 데이터의 시범 연결
2021년 5월 17일	ver1.4	- 국토교통성 직할공사 BIM/CIM 데이터, 3차원 점군데이터 등 (전자납품보관관리시스템) - 지자체 전자납품데이터 (My City Construction) - 연직누적 우수량(정보통신연구기구·방재관학기술연구소→SIP4D경유) - 재해정보(통합재해정보시스템(DiMAPS)) - 우량관측소, 수위유량관측소 위치데이터 (수문수질데이터베이스) - 인프라 유지 관리 데이터 (사회자본정보플랫폼) - 기상관측데이터 강수량의 일일 합계 (기상데이터)
2021년 8월 6일	ver2.0	- 3D지형도(국토지리원 표고타일에 의한 3D표시기능) - 29개 도시의 3D 모델(국토교통성 주관 일본 전국의 3D도시모델 정비·활용·오픈데이터화 사업 Project PLATEAU에 의해 정비) - 2015년 전국도로·가로교통정세조사 일반교통량 조사 결과 - 도쿄도가 실시한 ICT활용공사의 점군 데이터
2022년 3월 30일	ver2.1	- 국토교통성 전자납품보관관리시스템에 보관된 공사기본정보 - 국토교통성 전자납품보관관리시스템에 보관된 BIM/CIM모델 - 해양상황표시시스템(Umi-Siru) 데이터 연계 - 시설 관련 데이터(국토수치정보) 연계 - 도쿄도가 실시한 ICT활용공사 점군 데이터 추가 - 댐편람 데이터 연계

2023년 4월 27일	ver3.0	- 전국도로시설 점검DB, GTFS데이터리포지토리 연계 - 전자납품보관관리시스템의 공사관리파일 연계
2023년 9월 25일	ver3.1	- 전국도로시설 점검 DB의 특정도로토공구조물 연계 - Project PLATEAU에 따른 113개 도시의 3D 모델 탑재
2024년 3월 27일	ver3.2	- 공사실적 정보 연계 - 공사도면 데이터 연계 - 자연자해승전비 데이터 연계

자료 : 国土交通省(2024)에 기초하여 저자 작성

(2) 국토교통 데이터플랫폼 연계 데이터베이스

2024년 7월 기준 국토교통 데이터플랫폼과 연계되어 있는 데이터베이스는 21개가 있으며, 개별 데이터베이스의 내용은 다음과 같다.

〈표 4-7〉 국토교통 데이터플랫폼 연계 데이터베이스

	데이터베이스	제공자	갱신주기	대상지역
1	공사실적정보 (CORINS)	일반재단법인 건설정보종합센터	주1회	전국
2	GTFS데이터 리포지토리	일반사단법인 사회기반정보유통추진협의회, 일반사단법인 일본버스정보협회	주1회	전국
3	전자납품보관관리시스템 (CALS/EC)	국토교통성	주1회	전국
4	전국도로시설점검 DB	일반재단법인 일본길연구소	월1회	전국
5	자연재해전승비	국토지리원	월1회	전국
6	지방공공단체 공사 데이터(My City Construction)	일반사단법인 사회기반정보유통촉진협의회	월1회	전국
7	고속도로회사의 공사발주 도면 데이터	동일본 고속도로 주식회사, 중일본 고속도로 주식회사, 서일본 고속도로 주식회사	월1회	전국
8	사회자본정보 플랫폼	국토교통성	년1회	전국
9	국토지반정보 DB	일반재단법인 국토지반정보센터	년1회	전국
10	전국도로·가로교통정세조사 일반교통량 조사(도로교통 센서스)	국토교통성	5년1회	전국
11	도시3D데이터 (PLATEAU)	국토교통성	부정기	전국
12	국토수치정보	국토교통성	년1회	전국
13	종합재해정보 시스템 (DiMAPS)	국토교통성	월1회	전국
14	SIP4D	총무성	부정기	전국
15	댐편람	일반재단법인 일본댐협회	년1회	전국
16	VIRTUAL SHIZUOKA	시즈오카현	부정기	시즈오카현
17	도쿄도 ICT활용공사 데이터	도쿄도	년1회	도쿄도
18	해양상황표시 시스템 (Umi-siru)	해상보안청	년1회	전국

19	전국간선여객 순유동 조사	국토교통성	5년1회	전국
20	수문수질 DB	국토교통성	부정기	전국
21	FF-Data (방일외국인 유동 데이터)	국토교통성	년1회	전국

자료 : 国土交通省(2024)에 기초하여 저자 작성

① 공사실적정보 (CORINS)

CORINS에 등록되어 있는 국토교통성 및 국토교통성이 지정하는 발주기관이 발주한 공사에 관한 공사 실적 정보의 일부를 공개하고, 공사건명, 공사기간, 발주기관, 시공장소, 대상수계·노선명칭 등의 정보를 게재하고 있다. 데이터에는 이미 완료된 공사도 포함된다.

② GTFS데이터 리포지토리(repository)

실제 공간에서 다양한 국토정보 및 공공시설 등의 사회 인프라에 관한 데이터(예를 들면 삼림, 기상, 공항, 항만, 도로, 하천 등)에 대해서는 국가·지자체의 홈페이지나 정보 공개를 통해 제공되고 있다. 이러한 데이터 제공은 서서히 시작되고 있지만, 데이터마다 대응이 다른 사례가 많고, 사용자인 민간 기업이나 대학 등이 오픈 참가할 수 있도록 해야 한다는 의견, 정보 제공 측의 부담감을 줄여야 한다는 의견이 많은 상황이다. 이러한 배경에서 2011년 9월 산관학의 관계 기관들이 연계하여 사회인프라에 관련된 정보 수집·발신·활용 등의 유통 환경 정비를 목적으로 하는 사회기반정보유통추진협의회가 설치되었으며, 2014년 4월부터 일반사단법인으로서 활동하게 되었다. 협의회는 공공기관과의 아무런 관계가 없으며, 순수 민간 기업과 대학의 관계자로 구성되어 있다.

GTFS 데이터 리포지토리는 일반사단법인 일본버스정보협회의 협력 하에 일반사단법인 사회기반정보유통추진협의회가 개발하고 운영하고 있는 시스템이다. 버스 등의 대중교통 데이터를 일원적으로 관리하는 GTFS 데이터 리포지토리로, GTFS(General Transit Feed Specification)란 대중교통에 관한 세계 표준 데이터 포맷이다. 시간표나 운행 경로 등의 데이터가 포함되어 있다.

③ 전자납품보관관리시스템 (CALS/EC)

전자납품보관관리시스템(CALS)은 납품된 전자성과품 중 이용 빈도가 높은 것을 직접

저장함과 동시에 모든 전자성과품이 수납된 CDR등 전자매체의 보관장소 중앙집중식 관리시스템이다. 전자납품보관관리시스템의 도입을 통해 전자화된 도면 등의 전자성과품의 검색이나 재이용을 효율화하고, 일반 업무뿐만이 아니라 재해 응급 복구 등의 업무 지원을 목적으로 하고 있다.

국토교통성에서는 2001년부터 조사·설계업무, 공사의 성과품의 전자납품이 단계적으로 도입되었으며, 2004년도부터는 모든 업무와 공사에 전자납품이 적용되었다.

즉 CALS/EC에는 국토교통성이 발주하는 공공공사나 업무위탁(설계·측량 등)의 실시 후에 수주자로부터 납품한 전자 데이터가 담겨있다. 여기에는 공사·업무관리파일, 공사·업무의 i-Construction 및 BIM/CIM에 관한 IFC파일, 업무의 설계도면 파일, 3차원 점군 데이터를 게재한다. 공사·업무 관리 파일, 업무의 설계도면 파일에 대해서는 2015년도 이후의 데이터를 수록하고 있다. 공사·업무의 i-Construction 및 BIM/CIM에 관한 IFC파일은 2018년도 이후의 데이터를 수록하고 있다.

④ 전국도로시설점검 DB

일반재단법인 일본길연구소는 도로 관련 조사 연구를 담당하는 민간 기관으로 1983년 일반재단법인 도로환경연구소로 설립되었으며, 2014년 4월에 일반재단법인 일본길연구소로 명칭이 변경되었다. 도로 공간의 고도화, 경관이나 디자인의 향상, 도로 환경의 향상, 도로 관리의 효율화, 안전·방재력의 향상, 지방창생 추진과 일본 풍경 가도의 서포트 등 도로 정책과 관련된 각종 사업에 임하고 있다.

국토교통성이 관리하는 「전국 도로 시설 점검 DB」에 등록되어 있는 도로구조물(도로교, 터널, 피암터널(rock shed), 대형컬버트, 육교, 문형표식 등, 포장, 특정도로토공구조물, 표식, 조명)의 제원과 점검 결과 등의 데이터가 포함된다.

⑤ 자연재해전승비

과거에 발생한 지진, 해일, 홍수, 토사재해, 화산 재해 등의 자연 재해에 관한 일(재해의 양상이나 피해 상황 등)이 기재되어 있는 비석이나 기념물의 일람 데이터이다. 국토지리원은 2019년 3월에 자연재해전승비의 지도기호를 제정하여, 지리원 인터넷 지도에 게제하고 있다. 지리원 지도에는 2024년 4월 25일 시점에 47개 도도부현 607개 시구정촌 2,111개의 자연재해 전승비가 공개되어 있다.본 데이터는 자연재해 전승비의 정보를 각

시구정촌으로부터 제공받고, 국토지리원이 일본 전국의 정보를 하나의 파일로 정리한 것이다.

⑥ 지방공공단체 공사 데이터(My City Construction)

국토교통성에서 i-Construction 등의 시책이 본격적으로 시행된 것을 배경으로 지자체 등의 공공공사 현장과 관련되어 점군 데이터나 UAV 등으로 촬영한 데이터 등 3차원 데이터가 증가하고 있다. 이러한 데이터는 지금까지 전자납품 성과가 발주자 측 전자납품 보관관리 시스템에 제대로 등록되지 않거나, DVD나 블루레이 등 전자 매체 단위로 관리되어 축적된 데이터를 원활하게 활용하는 것이 어려운 것이 현실이었다.

이에 온라인 전자납품 My City Construction은 수주자가 검사 전에 전자납품 성과물을 업로드함으로써 점군 데이터나 UAV촬영 데이터 등 무거운 데이터를 원활하게 미리보기를 할 수 있게 해주고, 오픈 데이터에 대해서는 G공간정보센터에서도 검색 가능한, 지자체 단위로 채용하기 용이한 낮은 비용의 포괄적 온라인형 전자납품시스템으로서 구축되었다.

본 시스템은 국토교통성 건설기술연구개발조성제도(2017-2018년)의 지원을 받아 도쿄대학 생산기술연구소, 주식회사 건설기술연구소, 일반사단법인 사회기반정보유통추진협의회의 3자가 주체가 되어 만들어졌으며, 2020년부터 본경 운영을 시작하였다. 2023년도 시점까지 본 시스템을 적용한 지자체는 19개 지자체이며, 데이터를 등록한 수주법인(기업)은 465개 기업이며, 전자납품실시 건수는 3889건이다.

온라인 전자납품 My City Construction의 My City Construction에 등록된 지자체가 발주하여 진행된 업무·공사의 기본 정보(전자 성과품)가 포함된다. 본 데이터에는 업무·공사명칭, 발주기관명, 수주기관명, 공사개시일, 공사종료일, 공사내용, 도도부현명, 시구정촌명, 주소 등의 정보가 포함된다.

⑦ 고속도로회사의 공사발주 도면 데이터

고속도로 회사(동일본 고속도로 주식회사, 중일본 고속도로 주식회사, 서일본 고속도로 주식회사)가 발주한 공사 발주 도면 데이터이다. 시공 중인 공사 도면 데이터를 PDF형식으로 게재하며, 완료된 공사의 데이터는 공사완료일 기준으로 차년도 연도말(3월 31일)까지 게재한다.

⑧ 사회자본정보 플랫폼

국토교통성은 2013년 12월 사회자본정비심의회의 의견에 따라 국민의 공유 재산인 사회 인프라 정보에 대해 분야 종단적으로 파악하고 분석할 수 있는 「사회자본정보 플랫폼」을 구축하였다. 「사회자본정보 플랫폼」에는 ① 도로분야(교량, 터널 등)의 도로교명, 건설연도, 길이, 판정구분 등, ② 댐 분야의 댐 명칭, 수계·하천명칭, 완성연도, 형식, 제고 등, ③ 사방 분야의 하천 명칭, 시설명칭, 제고 등, ④ 항만 분야의 항만 명칭, 시설명칭, 설치자, 연장 등, ⑤ 공항 분야의 공항명칭, 시설관리자, 승객수(국제/국내) 등, ⑥ 자동차도 분야의 노선 명칭, 도로연장, 도로폭 등, ⑦ 항로표식 분야의 표식명칭, 도도부현, 소재지 등, ⑧ 공원 분야의 공원관리자, 도시공원명칭, 설치연도, 놀이기구 점검 유무 등, ⑨ 관청시설 분야의 소재지, 시설명칭, 건축연도, 연면적, 건축구조 등의 데이터가 포함되어 있다.

사회자본정보 플랫폼으로부터는 하천, 사방, 댐, 항만 등의 복수 분야의 인프라에 대한 정보가 제공되며, 각 분야 시설의 유지관리 상황 등 시설의 제원(시설 명칭, 소재지, 완성시기)과 유지관리 정보(점검 결과 등)가 포함된다.

⑨ 국토지반정보 DB

국토지반정보검색사이트 Kunijiban은 국토교통성, 국립연구개발법인 토목연구소 및 국립연구개발법인 항만공항기술연구소가 공동으로 운영하며, 토목연구소가 관리하고 있다. Kunijiban에서는 국토교통성의 도로·하천·항만 사업 등의 지질·토지 조사 성과물인 보링 토질 주상도와 토질 시험 결과 등의 지반 정보를 검색하여 열람할 수 있다. Kunijiban은 2008년 3월 28일부터 운용을 시작하였으며, 2022년 7월 기준 약 20만 개의 보링 토질 주상도를 공개하고 있다.

국토지반정보 공개사이트(Kunijiban)에서 공개되어 있는 지반 정보 및 공개에 동의한 지자체의 지반정보(미검정 부분도 포함)가 일반재단법인 국토지반정보센터의 「국토지반정보 DB」에 수록되어 있다. 지반데이터의 제원(조사명, 위치정보 등), 보링데이터, 토질시험결과의 일람표를 담고 있다.

⑩ 전국도로·가로교통정세조사 일반교통량 조사(도로교통 센서스)

국토교통성이 전국도로교통의 현황과 문제점을 파악하고 장래의 도로 정비계획을 수립

하기 위한 기초자료 취득을 목적으로 1928년 이후 전국적인 규모로 실시하고 있는 조사이다. 도로 상황과 단면 교통량 및 여행속도조사를 실시하는 일반교통량 조사와 자동차 운행 상황 등을 조사하는 자동차기종점조사의 2가지로 구분된다. 일반교통량조사는 고속자동차국도에서 일반 도도부현도(주요지방도가 된 지정시의 시도를 포함)까지의 전 노선 및 지정시의 일반시도의 일부를 대상으로 한다. 국토교통데이터플랫폼에는 전국 도로·가로 교통 정세 조사(도로교통 센서스)에 의한 일반 교통량 조사 결과가 포함된다. 해당 조사는 대략 5년 마다 실시하고 있다.

⑪ 도시3D데이터 (PLATEAU)

PLATEAU는 2020년 12월에 시작된 국토교통성이 주도하는 일본 전국의 3D도시 모델의 설비·오픈데이터화 프로젝트이다. 데이터 형식은 CityGML을 기본으로 하며, 그 밖에도 다양한 데이터 형식으로 변환한 것을 배포하고 있다. PLATEAU가 제공하는 3D 도시 모델의 저작권은 국토교통성 도시국에 귀속된다. 상용이용을 포함하여 무료로 자유롭게 이용할 수 있다.

항공측량 등을 통해 취득한 데이터를 기반으로 건물 등을 3차원으로 생성한 3D 도시 모델을 게재하고 있다.

⑫ 국토수치정보

국토수치정보는 1974년부터 1980년에 걸쳐 국토청 소관의 국토계획기초조사비를 활용하여 정비가 진행되었으며, 이후 국토지리원이 관활하여 매해 수정을 진행하고 있다. 국토수치정보는 국토형성계획, 국토이용계획 수립 등의 국토정책 추진에 기여하기 위한 지형, 토지이용, 공공시설 등의 국토에 관한 기초적인 정보를 GIS데이터로부터 정비한 것이다.

국토수치정보 DB는 지형, 토지이용, 공공시설, 교통 등 국토에 관한 기초적인 공간 정보의 DB이며, 인터넷을 통해 무료로 제공되고 있다. 2023년 4월 시점 약 190종류의 데이터를 포함하고 있다. 국토수치정보 DB에는 국토의 골격(행정구역, 도로, 하천, 철도, 항만, 공항, 버스정류장 등), 토지이용관련(토지이용, 공시지가, 도도부현지가조사 등), 지정지역(도시지역, 인구집중지구, 용도지구, 과소지역 등), 방재관려(홍수침수상정구역, 쓰나미침수상정, 토사재해경계구역, 피난시설 등), 공공시설(시정촌 사무소, 공적집회시설,

학교, 복지시설, 의료기관 등), 기타(인구추계메쉬, 입지참조정보 등)의 다양한 정보가 담겨 있다. 이 가운데 공개해도 문제가 없는 것에 대해 「지리공간 정보활용추진 기본법」을 기초로 무상으로 제공하고 있다.

⑬ 종합재해정보 시스템 (DiMAPS)

동일본대지진(2011년 3월)의 교훈으로서 대규모이고 광범위한 재해인 경우에는 도로를 비롯한 교통 네트워크의 피해 상황은 초동 단계에서부터 재해 전체 형태를 파악하고, 현장과 재해 대책 본부 사이에 정보를 공유하고, 신속한 응급 복구로 연결하는 것이 매우 중요하다는 것이 밝혀졌다. 따라서 어느 지역에서 피해가 발생하였는지, 어느 도로를 통과할 수 있는지와 같은 인프라와 교통 관련 피해 정보를 알기 쉽게 일원적으로 지도상에 표시하고, 공유할 수 있는 구조를 구축하는 것이 요구되었다.

통합재해정보시스템(Integrated Disaster Information Mapping System; DiMAPS)은 상기의 교훈을 근거로 지진이나 풍수해 등 자연재해 발생 시 빠르게 현장에서 재해정보를 수집하여 지도상에 표시하는 시스템이다. DiMAPS의 시스템 정비는 2014년부터 국토지리원이 실시하였으며, 운용은 2015년부터 국토교통성 물관리·국토보전국이 담당하고 있다.

종합재해정보 시스템 (DiMAPS)는 지진이나 풍수해 등의 자연재해 발생 시 공표되어 있는 피해 속보를 바탕으로 작성된 피해 상황 등을 집약하는 시스템이다.

⑭ SIP4D

SIP4D(Shared Information Platform for Disaster Management)는 국립연구개발법인 방재과학기술연구소와 주식회사 히타치제작소가 2014년부터 공동으로 연구개발을 진행한 기반적 방재정보 유통 네트워크이다. 내각부가 주도하는 「전략적 이노베이션 창조 프로그램(SIP)」의 일환으로 실시되었으며, 재해 대응에 필요한 정보를 다양한 정보원으로부터 수집하여 데이터로서 신속하게 전달하기 위한 플랫폼이다. 2019년 3월 SIP 제1기 개발기간이 종료되고, 공적기관의 재해 대응 지원에 기여하는 것을 목적으로 방재과학기술연구소가 시험 운영을 시작하였다.

SIP4D는 정보를 제공하는 측과 수신하는 측의 중개역으로서 여러 조직이나 기관이 제공하는 정보를 수집·통합하여 누구나 보기 쉬운 데이터로 변환하여 공유하는 네트워크이

다. SIP4D를 사용하면 목적에 따른 정보 공유로 재해지의 상황을 가시화할 수 있으며, 재해 대응에 임하는 다양한 조직에서 상황 인식을 통일할 수 있다.

MP-PAWR(멀티 파라메터 페이즈드 어레이 기상 레이더)의 관측 데이터를 이용하여 해석된 연직 적산 강우량과 강우강도의 분포를 나타내는 맵 타일이다.

⑮ 댐편람

일반재단법인 일본댐협회는 댐 건설이나 국토보전 및 경제발전에 기여하는 것을 목적으로 댐에 관한 연구나 건설 촉진을 실시하고 있는 법인이다. 비상근 이사의 대부분은 댐 건설·설계 조사를 실시하는 시공사나 건설 컨설턴트사의 임원이 이름을 올리고 있다. 일본댐협회의 전신은 1952년 발족된 텐류강수계 종합개발협력회이며, 1974년 건설대신에 의해 재단법인 일본 댐 협회 설립이 허가되었다.

댐 편람은 2002년 재단법인 일본댐협회 홈페이지에 구축된 일본에 위치한 댐들의 종합정보 홈페이지이다. 일본에 건설된 개별 댐의 데이터(위치, 제방 등의 제원, 사업자, 시공자, 댐 번호, 관련 뉴스 등)뿐만이 아니라 기념우표, 노래, 관련 용어 해설, 문학 작품이나 영화 소개 등 다양한 정보를 연계하고 있다.

⑯ VIRTUAL SHIZUOKA

시즈오카 현은 전국에서 최초로 3차원 점군 데이터의 축적을 진행하였다. 2016년 계측기기를 탑재한 차량과 항공기를 사용하여 레이더 계측을 시작하였다. 2019년부터는 「VIRTUAL SHIZUOKA구상」으로서 광범위하고 고밀도의 레이더 계측을 본격적으로 시작하였다. 투입된 사업비는 약 17억 3000만 엔이었으며, 3년간 미나미알프스 산악지대를 제외한 시즈오카 현 면적의 90%, 사람이 거주하는 모든 지역의 3차원 점군 데이터 수집을 완료하였다. 취득된 3차원 점군 데이터를 활용하여 시즈오카 현 공무원이 게임 작성용 소프트웨어를 통해 작성한 시즈오카 현의 디지털 트윈이다. 5000억 개 이상의 항공레이더 계측 포인트 정보가 포함되어 있으며, 공개 데이터 용량은 30TB이상임.

⑰ 도쿄도 ICT활용공사 데이터

건설현장의 생산성 향상을 목적으로, 도쿄도 각 국에서 발주하는 토목공사에 대해 「3차원 기공측량」, 「3차원 측량설계 데이터 작성」, 「ICT건기에 의한 시공」, 「3차원 시공결

과물 관리 등의 시공관리」, 「3차원 데이터 납품」의 각 단계에서 ICT시공기술을 활용하는 IT활용 공사를 실시하고 있다. 도쿄도는 이러한 데이터의 오픈데이터화를 추진하여, 해당 공사의 3D점군 데이터를 공개한다.

⑱ 해양상황표시 시스템 (Umi-siru)

2016년 7월 종합해양정책본부 결정 및 2018년 5월에 각의결정된 제3기 해양기본계획에 근거하여 해상보안청은 일본의 해양상황파악(Maritime Domain Awareness, MDA) 능력 강화를 위한 대처의 일환으로 해양 정보를 집약하고, 공유하기 위한 정보서비스 「해양상황표시 시스템」(Umi-Siru)를 운용하고 있다. Umi-Siru는 해상 안전, 자연재해 대책, 해양 환경 보전, 해양산업 진흥 등의 다양한 분야에서 활용되는 것을 목적으로 내각부의 종합 조정 하에 관계 부처·기관(내각관방, 내각부, 외무성, 문부과학성, 농림수산성, 경제산업성, 국토교통성, 환경성, 방위성) 등이 보유한 해양 정보를 집약한 정보 서비스이다. Umi-Siru에서는 다양한 해양 정보를 지도상에 겹쳐서 확인 할 수 있으며, API연계를 통해 다른 시스템에서 Umi-Siru 데이터를 직접 사용할 수도 있다.

Umi-Siru에서는 정부 및 정부관계기관이 수집하고 제공하는 해양정보를 일원적으로 이용할 수 있다. 일본의 주변 해역뿐만이 아니라 위성 정보를 포함한 광역 정보를 게재하고, 기상·해상과 같은 실시간 정보도 게재하고 있다. 선박의 운항관리나 어업, 방재, 해양개발 등에서도 이용되고 있으며, 용도는 제한되어 있지 않다.

국토교통데이터플랫폼에는 해상보안청이 관리하고 운영하는 해양정보서비스 해양상황표시시스템(Umi-siru)에 게재된 데이터가 포함된다. 게재 대상 데이터로는 섬에 대한 기본 데이터와 해상보안부서, 항만, 어항, 등대에 대한 정보가 포함된다.

⑲ 전국간선여객 순유동 조사

「전국간선여객 순유동조사」는 일본의 간선 교통 기관에서 여객 유동의 실태를 정량적으로 파악하는 것을 목적으로 하는 조사이며, 국토교통성이 담당한다. 간선교통기관의 수송 실적을 정리하는 다른 유동조사와는 달리 개별 여객에 주목하여, 그 여행 행동 전체를 파악하면서 출발지, 목적지, 여행 목적 및 여객 속성을 파악하는 것을 그 특징으로 하고 있다. 1990년도부터 조사를 시작하였으며, 5년에 1회의 빈도로 실시하고 있다. 관공서, 지자체, 교통사업자, 연구기관 등의 많은 주체에서 간선 교통기관의 실태파악, 장래 교통

수요 예측, 경제 효과 측정 등에 이용되고 있다.

⑳ 수문수질 DB

국토교통성은 전국 주요 하천에 대해 우량 및 수위, 유량, 수질 등의 관측을 실시하고 있다. 그 성과는 하천 등의 계획 입안, 공사 실시 및 관리 등의 기초자료로서 뿐만이 아니라 국토 조사 등의 기초자료로서 사용되고 있다. 수문수질의 관측은 넓은 의미로서 지구상의 물과 물질 순환의 개개의 과정을 정량적으로 파악하는 수단이다. 홍수 재해를 미연에 방지하기 위해서는 강우 유출 현상의 해석이나 과거의 수문 데이터의 통계 해석에 기초한 합리적인 하천구조물의 설계나 홍수 예측 기술이 필요하고, 수문수질관측데이터는 그 베이스로서 필수적이다. 국토교통성 수문수질 데이터베이스는 국토교통성 각 지방정비국에서 오랫동안 관측하고 축적해 온 수문수질 데이터를 수록하고 있으며 2002년에 일반에 공개되었다.

국토교통성 수문수질 DB에서 공개하고 있는 우량관측소, 수위유량관측소의 정보가 포함된다.

㉑ FF-Data (방일외국인 유동 데이터)

국토교통성 종합정책국에서는 5년에 1회의 빈도로 전국간선여객 순유동조사를 실시하고, 2005년 조사부터 방일 외국인 유동표로서 방일 외국인 유동 결과를 공표해왔다. 그러나 최근 방일 외국인 여행자 수가 대폭 증가하고 있어, 관광 정책의 수립이나 여행상품 기획을 위해 방일 외국인을 포함한 여객 유동의 실태를 정확하게 파악하는 것이 필요하게 되었다. 이에 국토교통성은 새로운 방법론에 따라 방일 외국인의 도도부현을 넘는 국가 내 유동분석을 실시하여 새로운 통계데이터(FF-DATA, Flow of Foreigners-DATA)를 작성하여 2017년에 공표하였다. FF-DATA를 이용하면 국내 유동량뿐만이 아니라, 각 도도부현 방문자에 대해 국적, 여행 목적뿐만이 아니라 이동루트 및 이동 시의 이동 교통기관 등을 파악하고, 유동과 국적 등 각 속성 정보를 결합한 분석이 가능하게 되었다. FF-DATA로부터 방일외국인 여행자의 국내 이동과 이용 교통기관 등의 실태를 파악할 수 있는 데이터가 국토교통데이터플랫폼에 탑재된다.

4. 소결

국토교통성은 2016년부터 추진한 i-Construction을 중심으로, 데이터와 디지털 기술을 이용함으로써 인프라 관련 업무, 조직, 프로세스, 문화와 근로 방식을 개혁하는 것을 목적으로 2020년 7월 인프라 분야 DX추진본부를 설치하였다. 2022년 3월에는 인프라 분야의 DX 실현을 위해 국토교통성이 소관하는 각 분야에서 시책을 도출하고, 「인프라 분야 DX추진을 위한 대처와 실현을 위한 구체적인 공정표」(2025년까지)와 「인프라 분야의 DX액션플랜」을 수립하였다. 국토교통성은 인프라의 모든 부문에서 DX대처를 전제로 검토할 필요가 있다고 판단하였다. 이에 국토교통성은 DX대처를 「① 인프라 만들기의 변혁」, 「②인프라 사용방법의 변혁」, 「③데이터 활용 방법의 변혁」의 3가지 분야로 구분하였다.

「① 인프라 만들기의 변혁」은 인프라 건설 생산 프로세스를 변혁하는 대처를 대상으로 한다. 데이터의 힘을 통해 인프라 계획을 지금까지 보다 고도화하는, i-Construction시책에서 추진해 온 인프라 건설 현장의 생산성 향상·안전성 향상을 목표로 하면서 좋은 인프라를 만드는 것을 목표로 한다.

「②인프라 사용방법의 변혁」은 인프라의 「운용」과 「보전」에 초점을 둔다. 운용에서는 인프라 이용 신청의 온라인화나 서류 간소화와 함께 디지털 기술을 구사하여 이용자 눈높이에서 인프라의 잠재적인 기능을 최대한 끌어내는 것 등이 포함된다. 보전에서는 최첨단 기술 등을 구사한 효율적·효과적인 유지관리 등이 포함된다.

상기 2개의 시책은 물리적 공간을 대상으로 하고 있는데 비해 「③데이터 활용 방법의 변혁」은 사이버 공간을 대상으로 하는 시책이다. 이 시책에서는 국토교통데이터플랫폼을 베이스로 국토의 디지털 트윈화를 진행하고, 데이터의 표준화, 기술개발·환경의 기초정비(네트워크·통신 환경 등), 데이터의 수집·축적·연계, 이용자·국민을 대상으로 한 발신 등 인프라 주변의 데이터를 활용하여 업무 방식, 민간 투자, 기술 개발이 촉진되는 사회를 실현하는 것을 목표로 한다.

2018년 내각부는 Society 5.0 실현을 위한 필수 사회 인프라로서 국가, 지자체, 민간 등에 산재되어 있는 데이터들을 연계하고, 분야 횡단적으로 활용할 수 있게 하는 Society 5.0 정책을 발표하였다. 이에 맞추어 국토교통성은 2018년 6월 데이터 연계 기반을 만들기 위해 디지털 거버먼트 중장기 계획을 수립하고, 국토교통 데이터플랫폼을 추진하게 된다. 국토교통 데이터플랫폼은 국토교통성뿐만이 아니라, 타부처, 지자체, 민간의 데이터

가 연계할 수 있는 플랫폼으로, 2020년 4월 일반에 공개되었다. 2024년 7월 기준 21개 데이터베이스가 연계되었고, 앞으로도 증가할 예정이다.

Korea Research Institute For Construction Policy

V

결론 및 정책적 시사점

1. 요약
2. 정책적 시사점

제5장

결론 및 정책적 시사점

1. 요약

1) i-Construction 1.0 (2016~2025)

저출산·고령화로 건설업 신규 진입 근로자가 감소하는 상황에 대응하기 위해 2016년 일본 국토교통성은 2025년까지 건설현장의 생산성을 20% 향상시키는 i-Construction 정책을 발표하였다. 일본에서는 모든 공공공사에서 적용하는 국가계약법과 지방계약법과 같은 법률이 존재하지 않으며, 각 공사를 발주하는 발주자의 규정에 따라 모든 것을 변경할 수 있다. i-Construction 정책은 민간에서 개발되어 완성된 기술들을 국토교통성 자신이 발주자로 위치한 직할 공사(토목)에서 선제적으로 도입하고, 선례를 만드는 체계를 가진다. 이를 통해 추후 다른 중앙부처가 발주하는 공사와 지자체들이 발주하는 공사에서도 기술들을 적용하는 것을 유도하는 것이다.

i-Construction 정책은 크게 ①ICT의 전면적인 활용, ②전체 최적의 도입, ③시공시기의 평준화, ④3차원 데이터의 활용, ⑤관민연계 체제 구축의 5가지 시책으로 구성되어 있다.

ICT의 전면적인 활용은 국토교통성 직할공사에서 ICT공사의 실시건수를 증가시키기 위한 것으로, 현재 토공, 포장공, 준설공, 지반개량공, 법면공 등의 다양한 공사에서 도입이 완료(2020년 기준 81%)되었다. 이를 위해 46개의 기준류가 신설되었고, 62개의 기준류가 개정되었다. ICT기술의 도입 결과, 연작업시간 기준 토공은 약 30%, 포장공은 약 30%, 준설공(하천)은 약 20%가 감소되었다.

전체 최적의 도입은 생산성 향상을 이끌어내기 위한 대처의 하나로 프리캐스트 콘크리트(PC) 활용을 가속화하기 위한 대처이다. 이를 위해 토목공사 공통사양서를 개정하여 단순히 가격만으로 현장타설과 비교하는 것이 아니라, 구조물의 설계, 발주, 재료조달, 가공, 조립 등 일련의 생산공정 및 유지관리 프로세스 전체 측면에서의 최적화를 검토하는

개념이다. 소형 프리캐스트에서는 활용률이 99%를 넘고 있으나, 중형 프리캐스트는 8%, 대형 프리캐스트는 4%정도에 그치고 있다.

시공시기의 평준화는 공공공사 물량이 연도 초기(4월~6월)에 집중됨에 따라 연도 초에는 인력이 부족하고, 연도 말기(1월~3월)에는 잉여 인력이 발생하여 건설기업들이 고용을 유지하기 어려운 문제를 해결하기 위하여 1년 내 공사발주 물량을 일정수준으로 유지시키는 개념이다. 이를 위해 공공공사 품질확보 촉진에 관한 법률(품확법) 및 공공공사 입찰 및 계약의 적정화 촉진에 관한 법률(입찰계약법)의 개정이 진행되었고, 총무성과 함께 전국 지자체의 시공시기 평준화 상황을 추적하고, 계도하고 있다.

3차원 데이터의 활용은 ICT화의 기반이 되는 3차원 데이터를 단순히 작성되기만 하는 것이 아니라, 이를 집약하여, 활용하기 위한 대처이다. 국토교통성 직할공사에서 가이드라인과 절차서 등의 기준류가 정비되어 계획·조사·설계단계에서부터 BIM/CIM이 도입되고, 이 모델을 그대로 시공 및 유지관리 단계에서도 정보를 업데이트하면서 하나의 BIM/CIM모델이 사업 전체에 공유할 수 있도록 하였다. 국토교통성은 2012년부터 업무(조사·설계)에서, 2013년부터 시공에서 시범적으로 도입하고 있다.

관민연계 체제 구축은 i-Construction 정책을 추후 지자체나 민간공사로 확장시키기 위해 이들이 국토교통성이 추진하고 있는 성과물을 지속적으로 확인할 수 있도록 하기 위한 대응이다. 이를 위해 국토교통성은 2016년 i-Construction 추진 컨소시엄을 설립하였다.

2) i-Construction 2.0 (2025~)

2016년부터 추진된 i-Construction 1.0 대처에 따라 국토교통성에서는 i-Construction 대처 이후 3차원 데이터나 ICT 건설 기계를 활용하는 등 디지털 기술을 활용하는 것이 일반화되었다. 2023년부터는 국토교통성 직할 토목 업무·공사에서 건설사업 취급 정보 전체를 디지털화하고, 건설생산 프로세스 전체의 효율화를 도모하는 BIM/CIM을 사용하는 것이 원칙화되는 등 데이터와 디지털 기술을 활용하여 업무 방식을 변화해가는 체제가 확보되었다. 기존 i-Construction 1.0 대처가 다양한 신기술·장비를 도입하여 동일한 수준의 요소를 투입하여 최대 산출을 지향하는 구조인 반면, i-Construction 2.0은 늘어난 최대 산출을 고정하면서 투입되는 요소 양을 줄이는 것을 진행한다는 점에 차이가 있다. i-Construction 2.0 정책은 아직 구체적인 시책이 수립된

단계는 아니지만, 크게 ①시공의 오토메이션화, ②데이터 연계의 오토메이션화, ③시공관리의 오토메이션화의 방향성을 가지고 있다. 해당 내용에 대해서는 단기(5년 이내), 중기(6년~10년 후), 장기(11년~15년)로 구분하여 체계적인 대응안을 수립하고 있다.

시공의 오토메이션화는 시공에 소요되는 인력을 줄이는 것이다. 현재 건설현장에서는 경험이 풍부한 기술자의 지휘 하에 시공계획을 작성하고, 공사공정을 정한 뒤 지시를 받은 오퍼레이터가 건설 기계에 탑승하여 조작한다. 향후 1인당 생산성을 향상시키기 위해서는 각종 센서를 통해 현장 정보를 취득하고, AI 등을 활용하여 자동으로 작성된 시공계획에 기초하여 1명의 오퍼레이터가 복수의 건설기계의 동작을 관리하는 것을 지향한다.

데이터 연계의 오토메이션화는 현재에도 도입이 진행되고 있는 BIM/CIM을 기반으로 조사·측량, 설계, 시공, 유지관리 등 건설 생산 프로세스 전체를 디지털화, 3차원화하고, 필요한 정보를 필요한 때에 가공할 수 있는 형식으로 쉽게 취득할 수 있는 환경을 구축한다. 하나의 BIM/CIM모델에서 모든 계획, 설계, 시공데이터가 움직이므로, 별도의 서류작업이 필요하지 않게 되고, 이와 관련된 근로자를 줄이는 것을 지향한다.

시공관리의 오토메이션화는 기존에는 발주자(감리자)가 건설현장에 위치하여 단계 확인 검사 등을 실시하였으나, 여기에 콘크리트 구조물 배근의 시공결과물 확인에서는 디지털 카메라로 촬영한 이미지 해석을 통한 계측 기술도 적용하여, 현장에 위치하지 않고도, 원격 현장 검사를 할 수 있는 환경을 구축한다. 이를 통해 소수의 전문 감리자가 다수의 현장을 검사할 수 있게 되어, 관련된 근로자를 줄일 수 있게 된다.

건설업체가 i-Construction 2.0과 관련하여 받을 수 있는 보조금/융자/세제지원 제도는 크게 하드웨어 대상, 소프트웨어 대상, 인재분야로 나눌 수 있다.

먼저 하드웨어를 대상으로는 중소기업청이 관리하고 있는 「만들기·상업·서비스 생산성 향상 촉진사업」(만들기보조금)가 있으며, 소프트웨어를 대상으로는 경제산업성이 관리하는 「서비스 등 생산성 향상 IT도입지원사업」(IT도입보조금)이 있다. ICT시공과 관련된 인재육성 대상으로는 후생노동성에서 관리하는 「인재개발지원보조금」을 적용할 수 있다.

융자제도는 공공정책금융기관인 일본정책금융공고가 운영하는 「IT활용촉진자금」 대출과 「환경에너지대책자금」 대출의 2가지가 있다.

세제 제도에서는 중소기업청에서 「중소기업 경영강화법」에 기초하여 시정촌 지방세의 고정자산세를 경감시켜주며, 경제산업성에서는 「경영서포트 지원」제도 및 「중소기업투자촉진세제」를 통해 ICT 건설기계를 구입하는 경우 해당 비용을 기준으로 법인세를 공제해주고 있다.

3) 건설DX와 국토교통 데이터플랫폼

국토교통성은 2016년부터 추진한 i-Construction을 중심으로, 데이터와 디지털 기술을 이용함으로써 인프라 관련 업무, 조직, 프로세스, 문화와 근로 방식을 개혁하는 것을 목적으로 2020년 7월 인프라 분야 DX추진본부를 설치하였다. 2022년 3월에는 인프라 분야의 DX 실현을 위해 국토교통성이 소관하는 각 분야에서 시책을 도출하고, 「인프라 분야 DX추진을 위한 대처와 실현을 위한 구체적인 공정표」(2025년까지)와 「인프라 분야의 DX액션플랜」을 수립하였다. 국토교통성은 인프라의 모든 부문에서 DX대처를 전제로 검토할 필요가 있다고 판단하였다. 이에 국토교통성은 DX대처를 「① 인프라 만들기의 변혁」, 「②인프라 사용방법의 변혁」, 「③데이터 활용 방법의 변혁」의 3가지 분야로 구분하였다.

「① 인프라 만들기의 변혁」은 인프라 건설 생산 프로세스를 변혁하는 대처를 대상으로 한다. 데이터의 힘을 통해 인프라 계획을 지금까지 보다 고도화하는, i-Construction시책에서 추진해 온 인프라 건설 현장의 생산성 향상·안전성 향상을 목표로 하면서 좋은 인프라를 만드는 것을 목표로 한다.

「②인프라 사용방법의 변혁」은 인프라의 「운용」과 「보전」에 초점을 둔다. 운용에서는 인프라 이용 신청의 온라인화나 서류 간소화와 함께 디지털 기술을 구사하여 이용자 눈높이에서 인프라의 잠재적인 기능을 최대한 끌어내는 것 등이 포함된다. 보전에서는 최첨단 기술 등을 구사한 효율적·효과적인 유지관리 등이 포함된다.

상기 2개의 시책은 물리적 공간을 대상으로 하고 있는데 비해 「③데이터 활용 방법의 변혁」은 사이버 공간을 대상으로 하는 시책이다. 이 시책에서는 국토교통데이터플랫폼을 베이스로 국토의 디지털 트윈화를 진행하고, 데이터의 표준화, 기술개발·환경의 기초정비(네트워크·통신 환경 등), 데이터의 수집·축적·연계, 이용자·국민을 대상으로 한 발신 등 인프라 주변의 데이터를 활용하여 업무 방식, 민간 투자, 기술 개발이 촉진되는 사회를 실현하는 것을 목표로 한다.

2018년 내각부는 Society 5.0 실현을 위한 필수 사회 인프라로서 국가, 지자체, 민간 등에 산재되어 있는 데이터들을 연계하고, 분야 횡단적으로 활용할 수 있게 하는 Society 5.0 정책을 발표하였다. 이에 맞추어 국토교통성은 2018년 6월 데이터 연계 기반을 만들기 위해 디지털 거버먼트 중장기 계획을 수립하고, 국토교통 데이터플랫폼을 추진하게 된다. 국토교통 데이터플랫폼은 국토교통성뿐만이 아니라, 타부처, 지자체, 민간의 데이터

가 연계할 수 있는 플랫폼으로, 2020년 4월 일반에 공개되었다. 2024년 7월 기준 21개 데이터베이스가 연계되었고, 앞으로도 증가할 예정이다.

2. 정책적 시사점

1) 장기간 지속가능한 명확한 정책 목표

일본에서 2016년부터 추진된 i-Construction 1.0과 2024년 발표된 i-Construction 2.0 정책은 정책을 통해 해결하고자 하는 명확한 정책 목표를 제시하고 있다. 단순히 새로운 기술, 새로운 공법, 새로운 자재를 도입한다는 수단(방법)을 정책 목표로 설정하는 것이 아니라, 노동력 부족 문제와 같이 건설 산업에서 해결해하고자 하는 문제를 직접적으로 정책 목표로 설정하고 있다. 즉 일본 정부는 새로운 기술, 공법, 자재 활용을 활성화해야 한다는 수단(방법) 보다 어떠한 형태로 건설 산업의 노동력 부족 문제를 해소할 것인가에 초점을 두고 있다. 달성하고자 하는, 해결하고자 하는 목적을 명확하게 좁히지 않은 채 어떠한 이슈에 대응하려고 한다면 본말이 전도되어 꼬리가 개를 흔드는 왝 거 독(Wag the Dogs) 현상이 발생할 우려가 있다.

i-Construction 정책은 3명의 국토교통대신[10]과 4명의 내각총리[11]를 거치는 동안 변경되는 부분 없이, 동일한 정책 목표를 달성하기 위해 추진되고 있다. 이는 정치인이 행정부에 직접적인 간섭을 할 수 없다는 일본의 정치 구조에도 기인하다고 할 수 있을 것이다. 그러나 또 한 가지 이유로는 명확한 정책 목표를 수립함으로써 타 부처는 물론, 국회와 국민들이 건설 산업에서의 노동력 부족 문제가 심각하다는 공감대를 형성하고, 해결방안으로서 i-Construction 정책을 받아들이게 되었다는 점이 중요하다.

2) 단계적인 정책 어프로치 변경

경제학에서 생산성이란 토지, 자원, 노동력 따위 생산의 여러 요소들이 투입된 양과 그

10) 제20대, 제21대 이시이 케이이치(2015년10월~2019년9월), 제22대, 제23대 아카바네 카즈요시(2019년9월~2021년10월), 제24대, 제25대 사이토 테츠오(2021년10월~현재)

11) 제96대, 제97대, 제98대 아베 신조(2012년12월~2020년9월), 제99대 스가 요시히데(2020년9월~2021년10월), 제100대, 제101대 키시다 후미오(2021년11월~2024년 9월), 제102대, 제103대 이시바 시게루(2024년10월~현재)

것으로써 이루어진 생산물 산출량의 비율로 정의한다. 다시 생산성은 기준에 따라 자본생산성, 노동생산성, 총요소생산성 등 다양한 개념으로 구분할 수도 있다. 생산성은 일반적으로 산출량을 요소 투입량으로 나누어 산출한다. 즉 생산성을 증가시키기 위해서는 크게 분자에 해당하는 산출량을 증가시키는 방법과 분모에 해당하는 요소 투입량을 감소시키는 2가지 방법이 존재할 수 있다.

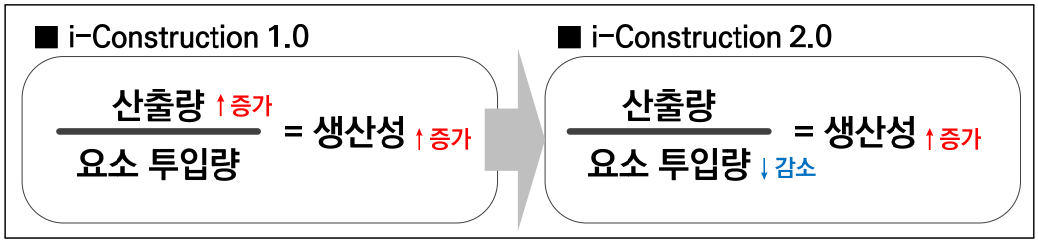
이 과정에서 분자인 산출량을 증가시키는 동안 분모인 요소투입량도 그만큼 증가한다면 생산성 증가 효과는 0이 될 것이다. 마찬가지로 분모인 요소투입량을 감소시키는 동안 분자인 산출량이 그만큼 감소한다면 생산성 증가 효과는 0이 되는 것이다. 즉 분자인 산출량을 증가시키는 동안 분모인 요소투입량은 고정시켜야 하며, 분모인 요소투입량을 감소시키는 동안에는 분자인 산출량을 고정시켜야 하는 것이다.

국토교통성이 i-Construction 1.0 정책을 검토하던 2015년 시점에는 사회적으로 저출산·고령화가 진행되고 있지만, 1차 베이비붐 세대[12] 건설업 취업자가 65세 정도로 건설업계에 남아있는 상황이었다. 따라서 이때에는 당장 노동력이 감소한 것은 아닌 상황이기 때문에 건설업 일자리를 줄인다는 정책을 공표하기 어려운 상황이었다. 이에 국토교통성에서는 먼저 투입 노동력은 그대로 유지한 채 더 많은 시공을 할 수 있는 기계화를 핵심으로 하는 i-Construction 1.0을 수립한 것이다.

그러나 2024년인 현재 시점에서는 1차 베이비붐 세대 건설업 취업자는 대부분 70세 중반에 달하여 건설업을 떠난 상황이고, 건설업계에서는 이 공백을 매꾸지 못하고 있는 상황이다. 여기에 일본 인구 구조에서 인구가 집중되는 2차 베이비붐 세대[13]도 50대에 도달하게 되었다. 이는 이들조차 10~20년 이내에 건설업을 떠나게 될 것이고, 앞으로 이러한 노동 공급을 확보할 수 있는 시기는 더 이상 오지 않는다는 것이다. 이러한 상황에서 국토교통성은 완전 자동화를 지향하여 건설 현장에서의 노동 수요를 근본적으로 줄여나가는 i-Construction 2.0을 수립하게 된 것이다.

이 두 가지 방법 모두 정책적으로 개별적으로는 옳은 정책이 될 수 있지만 두 가지 방법을 동시에 진행하게 되면 정책의 지향점이 두 방향이 되어 강한 추진력을 얻기 어려워진다. 따라서 국토교통성은 두 가지 방법을 시간 차이를 두고 교대로 적용하는 것으로 결정하였다.

12) 1947년부터 1949년 사이에 태어난 인구로 약 805만 명에 달함.
13) 1971년부터 1974년 사이에 태어난 인구로 약 816만 명에 달함.



[그림 V-1] i-Construction 정책의 개념

자료 : 저자 작성

3) 효과 및 문제점을 공유할 수 있는 환경 제공

i-Construction 정책과 같은 장기적인 정책은 단기정책과는 달리 산업 구성원의 가치관을 바꾸어 나가는 과정이 필요하다. 예를 들어 어떠한 정책이 완성도가 높은데도 불구하고, 산업 구성원들이 이에 대한 단순히 인지도가 낮거나, 이해도가 부족한 경우에는 보조금이나 입찰 가점, 세제 혜택 등을 통해 이를 끌어올리는 것이 효과적일 수 있다. 그러나 산업 전체에서 새로운 기술을 도입해서 생산성을 끌어올리는 데에는 보조금과 같은 지원 정책뿐만이 아니라 산업 구성원들의 공감과 인식 개선이 동반되어야 한다. 충분한 공감과 인식 개선이 이루어지지 않는 경우 보조금이 중단되면 더 이상 새로운 기술을 사용하지 않게 되고, 계속해서 보조금을 지급해야 한다는 문제점이 발생하게 된다. 또한 일본에서는 공공의 모든 공사의 룰을 규정하는 국가계약법이나, 지방계약법이 존재하지 않기 때문에 공공공사도 다양한 부처와 지자체가 독립되어 있어, 수행 방식이 서로 다르고 독립적인 체계를 따른다는 구조적 특성이 있다. 즉 단순히 법과 규제만으로 기술사용을 강제화하기 어렵다는 문제점이 존재하였다.

새로운 기술, 새로운 장비를 도입하는 것에는 모든 발주기관이 주저할 수 밖에 없다. 발주기관 뿐만이 아니라 발주기관이 책임을 져주는 상황이 아니라면, 시공사들도 자신 있게 자신들의 책임으로 제안하기는 어려운 것이 사실이다. 일본에서는 빈번한 자연재해 등으로 인해 기계화, 자동화 등의 연구는 1970년대부터 진행되어 왔으며, 1980년대에 현장에서 카메라로 기계 동작 상황을 촬영하여 안전한 장소에서 조종하는 원격 조종 기술이 실용화되는 등 민간에서 관련 기술이 성숙되어 있는 상황이었다. 이렇게 민간에서 개발된 장비의 기술 상황을 검토한 국토교통성은 선봉장 역할을 담당하기로 결정한다.

이 결정에 따라 국토교통성은 자신이 발주자로서 위치하기 때문에 발주자 책임을 지고, 직접 관여할 수 있는 국토교통성 직할 공사(토목)를 대상으로 MG/MC 중장비 등의 새로운 기술을 선제적으로 투입한다. 이 과정에서 새로운 기술을 투입하면서 발생하는 문제점을 찾아내고, 적산방법, 발주방법, 감독방법 등 체계를 보완하는 과정을 거친 것이다. 또한 기술들을 도입하면서 얻을 수 있는 효과에 대해서도 정리하였다.

이와 함께 i-Construction을 통해 얻을 수 있는 장점과 효과에 대해서도 「i-Construction 추진 컨소시엄」을 구성하여 다른 공공발주자에 해당하는 타 부처나 지자체, 그리고 건설업계의 모든 구성원(설계사, 시공사 등)들이 이를 지켜보고 공유할 수 있는 체계를 만들었다. 컨소시엄을 통해 어떠한 방식으로 발주하고, 어떠한 방식으로 관리하며, 어떠한 결과가 나온다라는 것을 직접 눈으로 확인한 다른 공공발주자(타부처, 지자체)들도 안심하고 새로운 기술을 활용하기 위한 대응에 나설 수 있게 되었다. 또한 설계사나 시공사 등 건설 산업의 구성원들도 자신들이 해야 할 일에 대해 검토할 기회가 되었고, 발생할 수 있는 문제점에 대해 피드백하기 용이한 환경이 만들어지게 되었다.

4) 생산성뿐만이 아니라 디지털 연결을 고려

2016년 세계경제포럼에서 정보통신기술(ICT)의 융합으로 이루어지는 제4차 산업혁명이 등장했으며, 많은 사람들에게 그 개념이 유행했던 것처럼 컴퓨터와 정보통신기술의 발전을 통해 대규모의 다양한 데이터가 생산될 수 있게 되었다. 건설업은 다양한 주체가 서로 다른 전문적인 업무를 분할하여 실시하기에 하나의 생산 프로세스에서도 막대한 양의 정보가 발생한다. 제조업은 기존에 제조 프로세스가 결정되어 있다면 생산과 관련된 정보는 어느 정도 일정하지만, 건설업은 일품생산이라는 특성 상 정보가 담고 있는 내용의 편차가 매우 크다.

건설업 측면에서 좀 더 구체적으로 설명하면 하나의 프로젝트는 크게 기획, 설계, 시공, 유지관리의 프로세스로 진행되고 있으며, 기본적으로 각 단계별로 정보가 분절되어 있다. 물론 각 단계 별 담당자가 작성하여 다음 단계의 담당자에게 전달하고 있지만, 종이나 서류 등의 2차원적 수단에 그치고 있기 때문에 표현에 한계가 있고, 작성에 많은 시간을 소모하게 된다. 나아가 어떠한 내용에 대해 앞 단계에서 어떠한 과정으로 결정되었는지 이력을 추적하는 것이 실질적으로 불가능하다.

이러한 문제를 해결하기 위해 3차원 설계이며 데이터플랫폼인 BIM을 도입하는 것이

중요한 이슈가 되었다. BIM은 프로젝트의 처음부터 끝까지 일원화된 도면으로서 프로젝트의 모든 정보를 담는 것이 가능하다. BIM을 사용함으로서 1차적으로 도면 작성이나 불필요한 서류 작성이 감소하기에 생산성이 증가하며, BIM에 의사결정과 관련된 히스토리 데이터를 담을 수 있으므로, 잘못된 의사소통 또는 의사 결정이 딜레이되는 것에 의한 재시공 등을 방지하여 생산성이 증가하는 효과를 기대할 수도 있다.

국토교통성은 BIM을 통해 생산성 향상 효과뿐만이 아니라, 디지털 연결을 고려하기 위하여 건설DX정책과 국토교통 데이터플랫폼 사업을 추진하고 있다. 꾸준히 건축물과 시설물들이 3차원 설계가 이루어지고, BIM/CIM 모델이 일반화가 된다면 이를 다시 막대한 도시 데이터로 연결한다. 나아가 다시 기상, 물류, 관광 등의 정보와 연결하여, 국민들은 국토의 상황을 손쉽게 원하는 정보를 확인할 수 있으며, 정책담당자들은 새로운 가치를 가지는 정보를 창출하거나, 정책 등을 사전에 시뮬레이션할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

참고문헌

■ 문헌자료

조재용(2018), 「일본 건설산업 생산시스템 분석 및 시사점」, 대한건설정책연구원 보고서, 2018.6

国土交通省(2023),「建設分野における外国人材の受入れ」, 발표자료, 2023.10

国土交通省(2024), 「建設分野における外国人材の受入れ状況等について」, 발표자료, 2024.7.8. 国土交通省 東北地方整備局

国土交通省(2022), 「i-Constructionの推進, 令和3年度 政策レビュ…一結果（評価書）」, 2022.3

国土交通省(2019),「平成31年度国土交通省土木工事・業務の積算基準等の改定」, 2019.3.12.

国土交通省(2022), 「2022年度建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト 公募要領」

国土交通省(2021), 「2021年度建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト 公募要領」

国土交通省(2020), 「2020年度建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト 公募要領」

国土交通省(2019), 「2019年度建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト 公募要領」

国土交通省(2018), 「2018年度建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト 公募要領」

国土交通省(2020),「ＩＣＴ施工の普及拡大に向けた取組」, 발표자료

国土交通省(2019),「土木構造物設計ガイドラインの改定（案）」, 第8回コンクリート生産性向上検討協議会, 平成31年3月14日

国土交通省･日本建設業連合会(2022),「土木工事におけるプレキャスト工法の活用事例集（第二版）」

国土交通省(2022),「(2)要素技術の一般化・規格の標準化の検討」, 第11回コンクリート生産性向上検討協議会, 令和4年3月1日

国土交通省土地・建設産業局建設市場整備課(2012),「建設技能労働者を取り巻く現状と課題」, 2012.3

国土交通省大臣官房技術調査課(2022), 「地方公共団体における平準化の推進, さしすせそ事例集【第4版】」, 발표자료, 2020.4

国土交通省大臣官房技術調査課(2016),「余裕期間制度の活用について, 国技建管第1号 平成28年6月17日 p.2

総務省・国土交通省(2023),「地方公共団体における平準化の状況」, 발표자료, 2023.1

国土交通省(2021), 「令和5年度のBIM/CIM原則適用に向けた進め方」, 第5回BIM/CIM推進委員会, 令和3年3月2日

国土交通省(2023),「令和4年度までのBIM/CIM活用業務・工事の件数推移」, 第10回BIM/CIM推進委員会, 参考資料2 R5.8.10

国土技術政策総合研究所(2023),「DXデータセンターの概要」, 2023.10.10. 발표자료

国土交通省(2022),「第5期技術基本計画」, 2022.12

国立社会保障・人口問題研究所(2023), 「日本の将来人口推計（令和5年度推計）（出生中位（死亡中位）推計）」, 2023.4.26.

国土交通省(2024),「i-Construction 2.0 ~建設現場のオートメーション化~」, 2024.4

国土交通省(2024), 「i-Constructionの導入に関する補助金・税制・融資制度 令和6年3月時点」, 2024.4

中小企業庁(2023),「【中小企業等経営強化法 】先端設備等導入計画 について」, 2023.4

中小企業庁(2024), 「中小企業等経営強化法に基づく支援措置活用の手引き（令和5年度税制改正対応版）, 2024.4.15.

国土交通省(2022), 「i-Construction、インフラ分野のDXの推進について」, 2022年10月7日 i-Construction推進コンソーシアム 第8回企画委員会

国土交通省(2023),「インフラ分野のDXアクション2, 2023.8

国土交通省(2018),「国土交通データプラットフォーム（仮称）整備計画」, 2018.5

■ 인터넷자료

日本建設業連合会(2024),「建設市場の現状, 建設投資の推移」,
https://www.nikkenren.com/publication/handbook/chart5-1/index.html

国土交通省(2024),「令和5年度（2023年度）建設投資見通し」,
https://www.mlit.go.jp/report/press/joho04_hh_001175.html

総務省統計局(2024),「人口推計（2023年（令和5年）10月1日現在）結果の要約」,
https://www.stat.go.jp/data/jinsui/2023np/index.html

国土交通省(2024),「施工時期の平準化について, 平準化率の求め方」
https://www.mlit.go.jp/totikensangyo/const/totikensangyo_const_tk1_000105.html

国土交通省(2018),「i-Constructionの取組をリードする事務所を決定」,
https://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000562.html 2018.3.12.

国土交通省 関東地方整備局(2023),「関東地方整備局ICTアドバイザー制度」,
https://www.ktr.mlit.go.jp/dx_icon/iconst00000010.html

けんせつPlaza(2020),「今なぜ『建築BIM推進会議』なのか 国と民間が一体で進めるデジタル生産革新」, 2020.8.17. https://www.kensetsu-plaza.com/kiji/post/31044

i-Construction推進コンソーシアム(2024), 「i-Construction大賞（令和3年度）」,
https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/award/award2021.html

ものづくり補助金総合サイト(2024),「公募要領」,
https://portal.monodukuri-hojo.jp/about.html

IT導入補助金サイト(2024),「IT導入補助金のしくみ」, https://it-shien.smrj.go.jp/about/

IT導入補助金2024(2024),「IT導入補助金2024対象ツール(ソフトウェア)一覧」,
https://ittoollist.com/ittools/

厚生労働省(2024),「人材開発支援助成金」,
https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/koyou/ky

ufukin/d01-1.html

日本政策金融公庫(2024),「IT活用促進資金の概要」,
https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/11_itsikin_m_t.html

日本政策金融公庫(2024),「環境・エネルギー対策資金」,
https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/15_kankyoutaisaku_t.html

国土交通省(2024),「国土交通データプラットフォーム」,
https://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000066.html

Korea Research Institute For Construction Policy

부록

1. 국토교통성 건설DX 개별 시책

부록1

국토교통성 건설DX 개별 시책

1. 3차원 하도 설계를 통한 다자연하천 만들기[14)]

3차원 지형 데이터 등을 활용한 3차원 하도 설계를 통하여 다자연강 만들기를 실시하여, 하천 정비에서 생물 다양성 보전·창출이나 생산성 향상 등을 실현한다.

〈표 부록-1〉 시책1 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
3차원 하도 설계를 통한 다자연강 만들기	- 시범 하천에서 3차원 하도설계를 실시 - 3차원 하도설계의 실장	- 3차원 하도설계 데이터를 활용한 공사나 하천 관리의 실시	- 좌동(계속)	- 3차원 지형 데이터를 활용한 3차원 하도 설계를 통한 다자연강 만들기를 실시함으로써 생물 다양ㅅ엉 보전·창출이나 생산성 향상을 달성하여, 지역 주민이 안전·안심하고, 풍부한 생활(QOL향상)을 실현함과 동시에 건설업의 업무 방식 변화를 실현한다.
상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	(이용자) - 치수, 환경, 유지관리를 양립한 하천 만들기를 실현하고, 안전·안심 확보와 지연 자원인 질 좋은 하천 환경을 제공 - 입체적인 완성 이미지를 통해 이해 촉진(2024년도~) (관리자등) - 치수와 환경의 동시 평가를 통한 최적안 선정이 가능(2023년도~) - 시각화를 통한 지역 주민과의 합의 형성에 기여 - 공사·관리단계에 3차원 데이터를 계승하여 디지털화에 의한 고도화·효율화(2024년도~)			

자료 : 국토교통성(2023)

2. BIM/CIM활용을 통한 건설생산 시스템의 효율화·고도화

지금까지 종이 도면이나 수작업으로 실시하고 있었지만, 실물에 가까운 디지털 정보의 데이터 활용·공유에 의한 수·발주자 양쪽의 생산성 향상을 도모한다.

14) 다자연하천 만들기(多自然川づくり)는 1989년부터 건설성이 실시하고 있는 하천 사업의 한 가지. 일본의 모든 하천의 하천만들기의 기본방침으로 위치하고 있음. 다자연하천 만들기는 하천 전체의 자연적인 조화를 인식하고, 지역 생활과 역사·문화와의 조화를 배려하여, 하천이 본래 가지고 있는 생물의 서식·생육·번식 환경 및 다양한 하천 경관을 보전·창출하기 위해 하천관리를 실시하는 것으러 정의됨.

〈표 부록-2〉 시책2 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
BIM/CIM활용을 통한 건설생산 시스템의 효율화·고도화	- 모든 국토교통성 직할 토목 업무·공사에서 BIM/CIM 적용을 원칙화 - DS(Data-Sharing) 실시(발주자에 의한 데이터 공유)	- 업무효율화, 고도화를 위한 검토	- 좌동(계속)	- 3차원 모델 도입 등을 통해 관계자의 데이터 활용·공유가 용이하게 되고, 사업 전체에서 일련의 건설생산·관리시스템의 효율이 향상된다.
상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	(수·발주자) - 완성 이미지의 공유, 설계 조건의 확실한 전달을 통한 관계자 협의의 원활화 - 설계미스로 인한 변경협의 감소 - ICT시공에서 활용 가능한 3D 데이터를 제공하여 생산성 향상 (2024년도~)			

자료 : 국토교통성(2023)

3. 관청영선사업에서 BIM 활용

관청영선사업에서 BIM활용을 추진함으로써 설계업무 및 공사 품질 확보, 사업 원활화를 확보하며 이를 통해 생산성 향상을 도모한다. BIM 활용의 방향성, 절차 등을 기술기준으로서 제시하고, 수주자와 발주자 양쪽의 BIM 활용 원활화·효율화를 도모한다.

〈표 부록-3〉 시책3 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
관청영선사업에서 BIM 활용	■ 관청영선사업에서 BIM활용 - 신축 설계 업무 및 공사에 EIR을 활용 - 이 가운데 3,000㎡이상의 설계 업무에 지정항목(BIM 활용을 지정하는 항목)을 설정	■ 관청영선사업에서 BIM활용 - 활용 대상 범위 확대를 검토	■ 관청영선사업에서 BIM활용 - 활용 대상 범위 확대를 검토	- 설계업무 및 공사 품질 확보, 사업 원활화, 생산성 향상

	■ 기술기준 - 「관청영선사업에서 BIM활용 가이드라인」을 개정, 공표 - 「관청영선사업에서 BIM활용 실시요령」을 제정, 공표	■ 기술기준 - 지정 항목에 관한 BIM데이터 예시 작성 - 사업실시를 통해 얻어진 지견을 기술 기준에 반영	■ 기술기준 - 사업실시를 통해 얻어진 지견을 기술 기준에 반영	
상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	(수·발주자) - 3차원으로 완성 이미지를 공유함으로써 관계자 간 합의 형성의 원활화 - 도면 간 불일치가 감소하여 설계 심사의 원활화 (시설관리자 등) - 3차원으로 완성 이미지를 공유함으로써 설계 내용의 이해 촉진 (지자체) -BIM활용 촉진			

자료 : 국토교통성(2023)

4. 3차원 설계데이터를 활용한 ICT 하천공사

3차원 설계 데이터를 ICT 시공에 활용하여, 효율적이고, 질 높은 건설 생산·관리 시스템의 구축, 발주 업무의 효율화 및 시공자의 현장 관리 효율화와 시공 계획 최적화, 유지관리에 활용 등을 실현한다.

〈표 부록-4〉 시책4 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
3차원 설계데이터를 활용한 ICT 하천공사	- 3차원 설계 데이터 정비를 위한 매뉴얼 작성 - 상세설계 업무에서 공사 수량 산출 및 3차원 시공 이용을 고려한 3차원 설계 데이터를 정비	- 3차원 설계 데이터로부터 공사적산 수량을 산출 - 공사발주 시 응찰자에게 3차원 설계데이터를 제공 - 3차원 설계데이터를 3차원 시공 데이터로 연계하여 활용 - 공사완성 후 3차원 데이터를 유지관리에 활용	- 좌동(계속)	- 국토교통성의 근로 방식을 변혁한다. - 건설업의 근로 방식을 변혁한다. - 사회자본과 공공서비스를 변혁한다. - 모든 관계자가 협동하는 유역치수를 실현한다. - 안전·안심할 수 있으며, 풍부한 생활(QOL향상)을 실현한다.

상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	(업무의 효율화) - 하천공사의 발주 및 감독 검사에 관한 업무 효율성, 안전성, 유지관리를 포함한 지속가능성이 높아짐 - 수주자의 시공관리에 관한 업무 효율성, 안전성, 지속가능성이 높아짐 (인프라 기능의 조기 발현) - 치수효과를 조기에 발현	

자료 : 국토교통성(2023)

5. 3차원 모델을 철저히 활용한 댐 본체공사

BIM/CIM 모델이나 점군 데이터 등의 3차원데이터를 활용하여, 공사발주부터 완성까지 3차원 모델을 철저히 활용한 댐 본체 공사를 실현한다.

〈표 부록-5〉 시책5 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
3차원 모델을 철저히 활용한 댐 본체공사	- 디지털 맵 상에 3차원 지형 데이터 및 댐 본체의 3차원 모델을 정비	- 3차원 설계데이터로부터 수량을 산출 - 공사발주 시에 응찰자에게 3차원 설계데이터를 제공	- 좌동(계속)	- 국토교통성의 근로 방식을 변혁한다. - 건설업의 근로 방식을 변혁한다. - 사회자본과 공공서비스를 변혁한다. - 모든 관계자가 협동하는 유역치수를 실현한다. - 안전·안심할 수 있으며, 풍부한 생활(QOL향상)을 실현한다.
상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	(업무의 효율화) - 댐 사업 감리나 감독 검사에 관한 업무 효율성, 안전성, 유지관리를 포함한 지속가능성이 높아짐 - 응찰자의 기술제안에 관한 업무 효율성이 높아짐 - 수주자의 시공관리에 관한 업무 효율성, 안전성, 지속가능성이 높아짐 (인프라 기능의 조기 발현) - 댐 치수효과를 조기에 발현할 수 있음			

자료 : 국토교통성(2023)

6. BIM/CIM을 활용한 ICT 사방 공사

사방사업이 실시되는 장소는 산간부이며, 좁고, 복잡한 지형에서 설계·시공이 이루어지는 경우가 많다. 3차원 데이터를 ICT 시공에 활용함으로써 생산성, 안전성 향상을 도모한다.

〈표 부록-6〉 시책6 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
BIM/CIM을 활용한 ICT 사방 공사	- 3차원 모델의 작성 - ICT시공 실시 - BIM/CIM활용 가이드라인 작성	- 사방 사업에서의 ICT시공 실시 상황 파악·분석 - 사방사업 장소의 고유의 과제에 대응하여 해결한 사례를 수집·전파 - 이용확대·과제 해결을 위한 시공업자, 컨설턴트, 발주자의 의견교환 실시	- 좌동(계속)	- ICT 시공 실시가 어려운 장소에서 실시 확대를 통해 안전성, 생산성 향상을 도모한다. - 지역 기업에서도 활용할 수 있는 ICT 시공 보급 확대를 목표로 한다. - ICT 시공 확대를 통해 생산성을 향상하고, 건설 업계의 이미지업을 도모한다.
상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	(발주자) - 3차원 데이터를 활용하여 지역 주민에게 알기 쉽게 설명하고, 관계 기관 협의의 효율화 (시공자) - 안전성, 생산성 향상			

자료 : 국토교통성(2023)

7. BIM/CIM을 활용한 산사태 대책

산사태 대책 사업의 장소는 산 복사면 위에서 지중부분의 불가시 부분에 관하여 설계·시공·시설관리를 실시한다. PDCA 사이클에 3차원 모델을 활용함으로써 생산성 등의 향상을 도모한다.

〈표 부록-7〉 시책7 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
BIM/CIM을 활용한 산사태 대책	- 3차원 모델 작성 - 산사태 재해 시 3차원 모델을 활용한 재해 복구 대책 검토 - BIM/CIM 활용 가이드라인 작성	- 산사태 대책 사업의 각 단계에서 BIM/CIM을 활용하여 생산성 등이 향상된 사례를 수집 - 산사태 재해 시 3차원 모델을 활용한 재해 복구 대책의 검토	- 좌동(계속)	- 조기 효과 발현을 위해 최신 기술 활용에 따른 산사태 조사·기구해석, 대책시설의 설계·시공·효과평가, 유연한 계획의 재검토 등을 통해 PDCA 사이클을 신속하게 돌리는 체제를 구축한다.
상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	(발주자) - 3차원 모델을 활용하여 재해 복구 대책을 신속하게 검토하고, 하루라도 빠르게 복구 (시공자·점검자) - 안전성, 생산성 향상 (지역주민) - 조기 효과 발현을 통한 지역 주민의 안전 확보			

자료 : 국토교통성(2023)

8. 건설사업 각 단계의 DX를 통한 발본적인 노동생산성 향상에 관한 기술 개발

건설사업 각 단계의 발본적인 노동생산성 향상을 위해 국토교통성 직할 사업에서 작성되는 BIM/CIM이나 시공 시 노동생산성 데이터 등 디지털 데이터에 기초하여 노동생산성 향상을 추진하는 기술개발을 실시한다.

〈표 부록-8〉 시책8 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
건설사업 각 단계의 DX를 통한 발본적인 노동생산성 향상에 관한 기술 개발	- BIM/CIM 활용을 위한 소프트웨어 기능검토와 샘플 모델 작성 - DX데이터센터의 소프트웨어 탑재 - 콘크리트공, 토공의 시공현장 데이터 수집 및 데이터 항목 검토	- DX데이터센터를 통한 BIM/CIM활용 촉진 - 콘크리트공, 토공의 시공현장 데이터 취득	- 시공의 생산성 평가·향상수법 개발	- 건설사업 각 단계에서 DX화를 통해 발주자 및 시공자의 작업시간의 축소·시공시의 노동생산성을 향상

상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	(발주자,시공자) - 수발주자 간 정보공유의 효율화(2024년도~) (발주자,시공자) - 건설회사 등에서 시공의 저인력화·공기단축·안전성 향상을 위한 분석 환경 정비(2025년도~)	

자료 : 국토교통성(2023)

9. 건설시공에서 자동화, 원격화 촉진

종래는 사람이 탑승하여 조종한 건설기계를 대상으로 자동화·원격화를 진행한다. 비약적인 저인력화, 생산성 향상을 실현하기 위해 안전과 시공관리에 대한 제도를 정비하고, 현장 도입을 촉진한다. 국립토목연구소와 연계하여 기술개발을 촉진한다.

〈표 부록-9〉 시책9 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
건설시공에서 자동화, 원격화 촉진	- 자동·원격시공에 관한 안전 가이드라인이나 현장 검증 등의 활동 방침을 수립 - 자동·원격시공의 현장 검증을 실시, 현장검증을 바탕으로 기술개발을 촉진 - 안전 규정 초안 수립	- 자동·원격시공의 현장 검증을 실시, 현장검증을 바탕으로 기술개발을 촉진 - 안전 규정 대상 확대 - 자동·원격시공 기계의 기능요건을 검토·공표	- 자동·원격시공의 현장 검증을 실시, 현장검증을 바탕으로 기술개발을 촉진 - 안전 규정 대상 확대 - 기술기준 등 정비	- 담당자 부족이 심각화되는 건설 분야의 생산성 향상을 위하여, 건설기계가 자동으로 시공하는 건설현장을 실현하고, 작업원과 오퍼레이터의 부담을 대폭 감소시킨다.
상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	(시공자) - 특정 건설현장에서의 자동·원격시공의 안전대책 검토가 효율화 (자동·원격시공 기계의 개발자) - 자동·원격시공 기계에 요구되는 성능이 명화화			

자료 : 국토교통성(2023)

10. 인간 확장 기술을 통한 건설현장 작업의 DX

PAS[15]를 통해 현장 작업의 부담 경감뿐만 아니라, 인력 작업의 효율화, 생산성 향상을 추진하기 위해 건설 현장의 요구에 대응한 XR이나 UAV와 같은 시각 확장 기술을 도입

한다. 이를 위해 다양한 조사 및 현장 실증을 통해 가이드라인 등을 수립하는 것을 목표로 한다.

〈표 부록-10〉 시책10 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
인간 확장 기술을 통한 건설현장 작업의 DX	- 산학관 협의회를 통해 PAS의 현장 도입 로드맵을 팔로우업 - XR 등의 시각확장 기술의 동향조사와 도입효과검토, 이에 기초한 로드맵 재검토 - 장시간을 테마로 UAV의 비행실증시험	- PAS의 시장 및 기술동향 조사 - XR등의 시각확장 기술의 동향조사와 도입효과검토, 제조사나 유저의 팔로우 업 - 새로운 테마에 기초한 UAV 비행실증시험	- 건설현장에 도입하기 쉬운 XR기술의 현장실증요령 작성 및 공모, 실증실험 후 가이드라인 등을 수립 - UAV의 장시간, 레벨4 비행을 목표로 계속적인 실증공모 및 실험 실시	- 시각·판단의 보조나 신체 부하의 경감을 도모하는 「인간 확장 기술」을 통해 현장 작업자의 안전성 향상 및 인력작업의 대체 및 생산성 향상을 실현
상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	(인간 확장 기술 개발자) - 국토교통성 직할 공사 현장에서 현장 실증이 가능 - 건설 현장에 적합한 제품 개발, 개량이 가능 - 건설 시장이라고 하는 새로운 시장에 진입 (비건설 기능자) - XR 등의 시각 확장 기술을 통해 기능 유무에 관계없이 건설기능자와 동등 레벨로 현장작업이 가능하게 되어, 생산성 향상을 실현			

자료 : 국토교통성(2023)

11. ICT 시공 스테이지2 작업 효율화에서 공사전체의 효율화로

건설DX의 다음 전개인 「ICT시공 스테이지2」에서는 토공 등의 공종 단위로 작업을 효율화할 뿐만 아니라, ICT에 의해 현장 작업 상황을 분석하여 공사 전체의 생산성 향상을 목표로 한다. 건설 현장에서 IOT나 디지털 트윈 등을 활용하여 건설 현장의 실시간 시공관리, 입회검사, 협의 등의 효율화를 도모한다.

15) Power Assistant Suit의 약자.

〈표 부록-11〉 시책11 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
시공 데이터를 활용한 현장 전체의 효율화	- 시공 데이터를 활용한 시공개선, 입회검사·협의에 의한 효율화를 목적으로 한 조사대상 공사의 선정 - 건설기계 및 측량기기의 제조사 별로 서로 다른 시공결과물 데이터의 가시화에서 제조사 간 데이터 연계에 관한 검증 - 효율화에 관한 시공 현장의 실태조사	- 건설기계 및 측량기기의 시공결과물·기성데이터의 공통 규정화를 검토 - 효율화에 관한 기준류 검토 및 현장 실장	- 건설기계 및 측량기기의 시공결과물·기성 데이터의 공통 규정화 - 시공 데이터를 활용한 현장 전체의 효율화 현장 실장	- 시공 데이터를 활용한 공정 개선에 의한 효율화 - 시공 데이터를 활용한 협의에 의한 자료 작성의 저인력화·입회검사 절감에 따른 효율화 - 건설현장의 필수 작업에 최대한의 인적 자원을 투입할 수 있는 이상적인 시공 현장을 실현한다.
상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	(시공자·발주자) - 시공 데이터를 활용한 공정관리 실시에 따른 효율화 - 시공데이터 가시화에 따른 정보 공유(협의의 원활화, 입회검사의 절감 등)			

자료 : 국토교통성(2023)

12. 디지털 데이터를 활용한 배근확인의 저인력화

배근의 시공결과물 확인은 지금까지 현지에서 직접 계측하고, 확인을 실시하였지만, 이미지 해석을 통해 계측한 결과를 원격으로 확인할 수 있도록 개선하여 현장 작업을 효율화하는 것이 검토되었다. 2023년 7월에는 디지털 데이터를 활용한 철근의 시공결과물 계측 실시요령이 수립되었다.

〈표 부록-12〉 시책12 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
디지털 데이터를 활용한 배근 확인의 저인력화	- PRISM에서 시행한 기술의 시범 적용(철근간격 계측) - 시행요령의 개정(철근의 간격·수·	- 실시요령 개정 - 사회실장 후의 과제 등을 바탕으로 팔로우 업	- 건설현장의 페이퍼리스화 - ASP와의 연계·데이터 클라우드화·전표작성 자동화	- 국토교통성 직할 토목공사에서 배근 확인(배근검사)의 디지털화를 통해 토목공사에서 RC구조물의 품질관리의 고도화를 도모하

	직경·피복두께의 계측 확대) - 실시요령안의 수립		등의 데이터 이활용 검토	여, 직원의 안정성과 작업 환경을 개선한다.
상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	(시공자) - 디지털을 활용한 배근 검사의 실장을 통해 품질관리에서 저인력화·저에너지화 실현 - WEB 통신을 활용한 원격 현장과의 조합을 통해 현장 이동 시간을 단축			

자료 : 국토교통성(2023)

13. 고속통신기술 등을 활용한 무인화 시공을 통한 사방공사의 신속화

노동 환경 개선이나 건설작업의 저인력화를 통해 인력 감소를 상회하는 생산성 향상을 도모할 필요가 있다. 사방 사업에서는 무인화 시공을 고도화함으로써 생산성·안전성 향상을 추진한다.

〈표 부록-13〉 시책13 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
고속통신기술 등을 활용한 무인화시공을 통한 사방공사의 신속화	- 현장실증시험 (제석공)을 실시 - 실증시험 결과 요약	- 고속통신기술 등을 활용한 무인화 시공 절차안 수립	- 현장에서 실장 및 절차 팔로우업·개정	- 고속통신 기술 등을 활용한 무인화 시공을 재해 복구 현장에 실장하여 대용량·저지연·다수접속의 유용성을 활용하여 신속하게 재해복구를 진행한다.
상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	- 재해복구 사업의 신속화에 수반하는 지역 안전성의 조기 향상 - 재해 복구의 가속화 및 확실성 향상 - 원격 조작이기 때문에 비접촉·리모트형 작동이 가능			

자료 : 국토교통성(2023)

14. 4차원 모델을 활용한 댐 사업 감리

디지털 맵 데이터를 활용하여 디지털 맵 상의 4차원 모델을 활용한 댐 사업 감리를 실현한다.

〈표 부록-14〉 시책14 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
4차원 모델을 활용한 댐 사업 감리	- 모델 댐을 선정하여, 4차원 모델로 설명 등을 시범 적용 - 시범 적용을 바탕으로 4차원 모델 활용에 관한 룰 또는 가이드라인 등을 작성 - 디지털 맵 상에 댐 본체의 4차원 모델(시공 단계를 표시한 3차원 모델)을 정비	- 4차원 모델을 댐 사업 감리에 활용 - 관계기관 협의 등에서도 활용할 수 있는 모델을 전개(사업감리, 관계기관협의, 공사진척 설명 등)	- 좌동(계속)	- 국토교통성 근로 방식을 변혁한다 - 건설업 근로 방식을 변혁한다 - 사회자본과 공공 서비스를 변혁한다. - 모든 관계자가 협동하는 유역 치수를 실현한다. - 안전·안심하여 풍부한 생활(QOL향상)을 실현한다.
상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	- 댐 사업 감리 및 댐 공사에 관한 업무의 효율성, 안전성, 지속가능성이 증가 - 댐 치수효과를 조기에 발현			

자료 : 국토교통성(2023)

15. 휴대용 전화기 전파음영지역의 댐 현장에서 원격 임장

위성통신기술, 고속·대용량 통신 등을 활용하여 휴대용 전화기 전파 음영지역에서 원격 임장을 실현한다.

〈표 부록-15〉 시책15 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
휴대용 전화기 전파음영지역의 댐 현장에서 원격 임장	■ 전파음영지역의 원격 임장 룰 정비 - 원격임장 사례집 작성 - 개선점 파악, 사례집 갱신 ■ 전파음영지역의 댐 현장에서 원격임장설비가 정비 - 위성통신시스템의	■ 전파음영지역의 댐 현장에서 원격임장설비가 정비 - 위성통신시스템의 설치 - Wifi중계국 설치 - 고속인터넷케이블 연장 등 ■ 댐 현장에서 원격임장이 일상적으	■ 댐 현장에서 원격임장이 일상적으로 실시 - 수발주자의 협의를 통해 상황에 맞추어 원격임장과 실제임장을 적용 - 감독, 검사를 원격으로 실시	- 국토교통성 근로 방식을 변혁한다 - 건설업 근로 방식을 변혁한다 - 사회자본과 공공 서비스를 변혁한다. - 모든 관계자가 협동하는 유역 치수를 실현한다. - 안전·안심하여 풍부한 생활(QOL향상)을 실현한다.

	설치 - Wifi중계국 설치 - 고속인터넷케이블 연장 등	로 실시 - 수발주자의 협의를 통해 상황에 맞추어 원격임장과 실제임장을 적용 - 감독, 검사를 원격으로 실시		
상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	- 댐 현장에서 수·발주자의 업무효율성, 안전성, 지속가능성 향상 - 댐 현장에서 발주자의 감독검사, 수주자의 시공관리 안전성, 지속가능성 향상 - 댐 치수 효과가 조기에 발현			

자료 : 국토교통성(2023)

16. 사방사업에서 휴대전화 통신권 외 지역에서 원격임장

사방사업은 시공 장소가 산간부에 다수 위치해있고, 휴대전화 통신이 불가능한 지역에서 시공이 이루어지는 경우도 많다. 시공 장소에서 외부와의 연락 수단이 단절되어, 정기·긴급 연락이나 원격 임장 등을 실시할 수 없는 장소가 많기 때문에 통신환경정비를 실시하여 통신수단을 확보함으로써 안전성·생산성을 향상시킨다.

〈표 부록-16〉 시책16 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
사방사업에서 휴대전화 통신권 외 지역에서 원격임장	- 현장실증시험을 실시(휴대전화 등 통신환경 정비) - 현장실증실험 사례를 수집	- 좌동(계속)	- 휴대전화 등 통신환경을 정비할 때까지의 방법이나 절차 등의 사례집을 작성하여 전파	- 휴대전화 통신 권역외의 장소에서 시공 통신 환경 을 정비하여 안전성·생산성을 향상한다.
상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	(시공자) - 도입사례를 파악함으로써 이용 확대로 이어짐 - 도입을 통해 안전성, 생산성이 향상 - 절차 작성을 통해 도입 절차 등의 저인력화가 도모됨.			

자료 : 국토교통성(2023)

17. 위성 측위를 활용한 고정밀 원격 조작·자동화 수중시공 시스템 개발

준천정위성[16]을 포함한 위성 측위(RTK GNSS측위시스템)와 음파에 의한 수중측위기

술과 수중시공기계의 원격조작기술을 조합하여 해상 조건에 관계없이 이용 가능한 고정밀 원격 조작·자동화 수중 시공 시스템을 개발한다. 고정밀도의 원격 조작·자동화 수중 시스템의 활용을 통해 수중 시공의 원격화 및 무인화를 실현한다.

〈표 부록-17〉 시책17 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
위성 측위를 활용한 고정밀 원격 조작·자동화 수중시공 시스템 개발	- 수중시공기계 등의 위치를 고정밀도로 실시간으로 측정하는 기술 개발 - 수중시공기계의 원격 조작 기술 개발 - 수중 시공 시스템의 성과 정리	- 수중 시공 시스템에 관한 각종 요령의 검토	- 좌동(계속)	- 항만공사에서 위성측위를 활용한 고정밀도의 원격 조작·자동화 수중 시공시스템을 통한 잠수사들의 부담 경감, 안전성 향상
상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	- 수중 시공의 원격화·무인화에 따른 잠수사의 부담 경감, 안전성 향상 - 해상 조건에 관계없이 현장 시공을 가능하게 하여 공사의 효율화 및 공기 단축			

자료 : 국토교통성(2023)

18. 멀티 빔 데이터 클라우드 프로세싱 시스템 구축

멀티 빔 소나(Multi beam Sonar)를 통한 해저 지형 측량에서 선상에서 취득한 측심 데이터를 클라우드 서버에 송신하고, 클라우드 상에서 자동으로 노이즈를 처리하여, 실시간 및 원격으로 가시화를 가능하게 한다. 과거의 측심 데이터와 비교함으로써 공사의 진행 상황 확인, 재해 상황 확인의 신속화 및 유지관리의 효율화를 도모한다.

〈표 부록-18〉 시책18 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
멀티 빔 데이터 클라우드	- 시스템 개발·AI 개발 - 해상장거리 WIFI	- 시험 운용 - 준설 이외의 공종에 적용	- 본격 운용	- 선상에서 획득한 측심 데이터를 클라우드 서버로 전송하여 클라우드에서 노

16) 준천정위성(Quasi-Zenith Satellite System, QZSS)은 일본 및 아시아태평양 지역을 위한 항법위성시스템이다. 전 지역을 대상으로 한 지구상 모든 지역을 도는 글로벌 포지셔닝 시스템(GPS)과 달리, 지구의 자전과 동주기의 인공위성을 이용함으로서 특정 지역으 위한 위치정보 서비스를 제공하는 위성측위시스템이다. 일본 내각부의 특별기관인 우주개발전략추진사무국이 구축한 시스템에서 2010년 9월 11일 준천정위성 1호기를 발사하였다. 2017년에 위성 3기, 2023년에 위성 3기를 추가로 발사하여 7기 체제로 시스템을 운영하고 있다.

프로세싱 시스템 구축	및 4G통신으로 실증 - 시험 운용 - 준설 이외의 공종에 적용 - 데이터관리, 운용 방법의 검토	- 데이터관리, 운용 방법의 검토		이즈를 처리하는 구조로 실시간으로 원격으로 시각화한다. - 과거의 측심 데이터와 비교하여 재해 상황 확인의 신속화, 유지관리의 효율성을 향상한다.
상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	(발주자) - 과거의 측심 데이터와 비교하거나, 재해상황 확인의 신속화 - 유지관리의 효율성 (사업자) - 자동 노이즈처리, 자동 도면화, 시공결과물의 실시간 확인에 따른 해석 작업의 저인력화, 작업원과 작업선의 구속 시간 감소			

자료 : 국토교통성(2023)

19. ICT시공에 대응한 새로운 시공결과물 관리기준 검토

ICT 시공 결과물 관리 기준 수립을 위한 모델 공사를 실시하고, 시공 이력을 활용한 시공결과물 관리 요령 등을 검토한다. ICT시공에 대응한 새로운 시공결과물 관리 기준을 수립하여 시공결과물 관리나 감독·검사에서 저인력화를 도모한다.

〈표 부록-19〉 시책19 - 공정표

	~2023년도	2024년도	2025년도 ~2026년도	목표로 하는 형태
ICT시공에 대응한 새로운 시공결과물 관리기준 검토	- 모델 공사의 실시 - 종래 시공결과물 계측수법과 비교·검증 - 시공결과물 관리기준이나 요령 수립	- 시행공사의 실시 - 시공결과물 관리기준이나 요령의 검증·개정	- 본격운용	- ICT시공에 대응한 새로운 시공결과물 관리기준을 수립함으로써 시공결과물 관리나 감독·검사에서 저인력화를 도모한다.
상기 대처를 통해 이용자 시선에서 실현되는 것	(발주자) - 감독·검사의 효율화 (사업자) - 시공결과물 계측의 저인력화			

자료 : 국토교통성(2023)

일본 국토교통성 생산성 향상 정책 조사·분석 및 시사점

2024년 12월 인쇄
2024년 12월 발행
발 행 인 김 희 수
발 행 처 대한건설정책연구원
서울특별시 동작구 보라매로5길 15, 13층(신대방동, 전문건설회관)
TEL (02)3284-2600
FAX (02)3284-2620
홈페이지 www.ricon.re.kr
등 록 2007년 4월 26일(제319-2007-17호)
인 쇄 처 경성문화사(02-786-2999)

ⓒ 대한건설정책연구원 2024

발행처 대한건설정책연구원
발행인 김희수
등록 2007년 4월 26일(제319-2007-17호)

서울특별시 동작구 보라매로5길 15
(신대방동, 전문건설회관)

Tel. 02 3284 2600
Fax. 02 3284 2620
http://www.ricon.re.kr

RICON
대한건설정책연구원

비매품/무료
93320
9 791159 531859
ISBN 979-11-5953-185-9