

스마트 건설업 확대에 따른 노동력 활용방안

박광배
2025.10

Korea Research Institute for Policy

연구보고서 2025-05

스마트 건설업 확대에 따른 노동력 활용방안

2025. 10.

연구진

박 광 배 선임연구위원 대한건설정책연구원

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

발 / 간 / 사

인공지능(AI)을 필두로 디지털 기술을 활용한 산업의 전환이 빠르게 확산되고 있습니다.

건설업도 디지털 기술을 적극적으로 수용하려는 움직임이 있습니다. 스마트건설기술 활성화와 상용화를 위한 정책적인 지원도 확대되고 있습니다. 건설업도 디지털 전환을 적극적으로 수용하고 활용하지 않으면 지속가능성이 담보되기 어려울 만큼 변화의 양상과 파급효과가 클 것으로 예상됩니다.

건설업은 전통적으로 노동력에 의존하는 생산방식을 활용해 왔습니다. 건설업 생산활동의 결과물인 구조물의 개별성과 부동성에서 기인하는 효율적인 생산요소 활용이라고 할 수 있습니다.

그러나 노동력에 의존하는 생산방식을 고수하고 혁신을 외면하면 건설업의 위상은 더 하락할 수밖에 없습니다.

스마트건설기술과 노동력 활용의 조화와 효율성 극대화에 대한 검토와 논의가 필요한 시점입니다. 스마트건설기술이 제공하는 환경은 생산패러다임의 전환을 의미합니다.

생산패러다임의 전환에 따른 노동력의 효율적인 활용은 내국인 건설근로자와 유휴노동력, 그리고 외국인건설근로자까지를 포괄해서 종합적으로 검토되고 논의되어야만 합니다.

이 보고서는 스마트건설기술 확산이라는 변화에 따른 노동력의 효율적인 활용방안을 제안하고 있다는 점에서 의미가 있습니다.

2025년 10월
대한건설정책연구원
원장 김 희 수

요 약

I. 서론

- 건설업은 수주산업이므로 가격경쟁력을 확보하기 위해서는 원가절감 또는 우수한 기술력이 필요함
 - 기술력이 우수하다는 것은 결과 생산 효율성이 높다는 것으로 귀결되며, 수주산업에서는 입찰에서 우위를 유지하기 위한 가격경쟁력이 제일 중요한 요소임
 - 비용최소화를 위해서는 원가절감이 필수적이고, 비용 중 가변비용의 성격을 갖고 있는 생산요소인 노동의 탄력적인 운영이 현실적인 대안임
- 디지털 기술을 활용하는 디지털 전환이 급속하게 진행되고 있고, 국내 건설업에서는 스마트건설기술로 명명되며 상용화 로드맵이 제시돼 있고 실증도 진행되고 있음
 - 저출산과 고령화로 상징되는 인구구조 변화는 생산가능인구 축소를 초래하고 있음
 - 건설업 산출물은 개별성과 부동성으로 노동의존적 생산방식이 정착돼 있음
 - 노동의존적 생산구조에서 생산가능인구 감소와 노동공급 축소는 지속성을 위협하는 요소가 될 수 있음
 - 디지털 기술을 활용하는 스마트건설기술은 건설생산 패러다임 전환을 통해 현재 나타나고 있는 문제점 해결책으로 주목받고 있음
- 스마트건설기술 활용은 건설근로자에게 직접적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 전망되며, 현재 활용되고 다양한 노동력을 종합적으로 고려하여 효율적인 활용방안 모색이 중요한 과제임
 - 현재 건설업 종사 근로자, 내국인 여성인력, 고령자와 청년층, 그리고 외국인력을 대상으로 효율적인 활용방안이 필요함

II. 디지털 전환이 노동력 활용에 미치는 영향

- 기술혁신이 노동시장 및 고용에 미치는 영향에 관한 논쟁은 현재도 지속되고 있을만큼 관심의 대상임
 - 기술혁신은 실질소득의 증가를 유도하고 재화 및 서비스의 선택범위를 확대함으로써 신규 일자리를 창출한다는 주장이 있음
 - 이와 달리 고용없는 성장으로 설명되는 것처럼 성장이 고용을 창출하지 않는다는 주장도 있음
- 건설업은 기술혁신의 속도가 빠르지 않고 수용의 측면에서도 보수적인 경향이 있음
 - 산업연관표의 건설업 취업계수와 고용계수는 점진적으로 하락하고 있지만, 그 속도는 다른 산업과 비교하면 더딤
 - 산업연관표의 직업별 취업계수에 의하면 건설업은 한국표준직업분류 대분류 7에 해당하는 기능원 및 관련 기능 종사자의 역할이 가장 크게 나타나고 있음
- 스마트건설기술 활용이 확대되는 과정에서 숙련공에 해당하는 기능원 및 관련 기능 종사자의 직무전환을 지원할 수 있는 훈련체계는 중요한 과제임
 - 현장경력 축적으로 숙련도 개선이 이루어지는 점을 고려하면 고령의 숙련공을 스마트건설기술과 연계해 활용도를 제고할 수 있게 활용할 수 있음
 - 이를 위해서는 스마트기술을 활용하고, 지능형 시공로봇, ICT 장착 건설기계, 모듈러 방식을 이해하고 운용할 수 있는 역량 제고가 필요함
 - 스마트건설기술로 해결되지 못하는 부분이나 시공과정에 참여하여 문제를 해결할 수 있는 역량을 위해서는 직무전환 훈련이 제공되어야 함
- 건설업 CEO의 디지털 전환과 혁신의 중요성에 대한 인식은 5점 척도에서 3.84점으로 높지 않으며, 투자는 전 산업 중 최하위 수준임
 - 디지털 전환 및 혁신의 중요성에 대한 인식보다 투자의 순위가 더 낮은 상황임

- 이는 디지털 전환의 중요성과 필요성에 대한 인식이 있음에도 투자가 이루어지지 못하고 있음을 의미함
 - 제4장에서 논의하는 디지털 전환과 혁신을 위해 필요한 지원사항 중 전 산업과 격차가 큰 항목은 세제혜택임
 - 중요성 인식에도 불구하고 건설경기 침체로 투자 여력이 부족한 것으로 판단되는 상황이며, 세제혜택 필요성에 대한 요구가 전 산업에 비해 높은 상황임
- 건설업의 디지털 전환인 스마트건설기술은 건설업의 취약분야인 노동 수급불균형과 재해를 예방하고 감축할 수 있는 효과가 기대됨
- 디지털 전환의 긍정적 기대효과로 전 산업에 공통적으로 제시되는 분야는 노동 수급 불균형 해소와 안전관리 제고임
 - 노동 수급불균형과 재해 감소 및 예방은 건설업이 가장 취약한 분야이면서 반드시 해결하여야 하는 분야임
 - 스마트건설기술 확산은 이런 문제를 해결하는 대안으로서 가장 효과적인 수단임

Ⅲ. 건설업 생산구조 및 생산요소 활용 특성

- 2025년 5월 건설기성액은 89.9천억원, 전월 대비 4천억원 감소했으며, 전년 동월 대비는 23.7천억원이 감소한 규모임
- 최근 건설경기 침체가 심화되고 있는 추세이며, 이는 건설업이 전후방 연관효과가 큰 산업임을 고려하면 다른 산업에 미치는 부정적인 영향도 확대되고 있음
 - 건설기성액을 공종별로 구분하면 건축의 비중이 높고, 침체의 여파도 건축이 더 심함
 - 건축은 민간의 역할이 큰 시장이라는 측면에서 공공발주보다 민간발주 감소가 심화되고 있는 상황임

- 한국은행의 기업경영분석에서도 건설업은 성장성 지표와 수익성 지표가 부진한 양상으로 나타났음
 - 매출액증가율은 2024년 3분기 이후 실적이 전년 동기 대비 마이너스(-)이며, 또 다른 성장성 지표인 총자산증가율도 2024년 3분기부터 2023년말 대비 마이너스임
 - 기서액은 건설계약액의 후행지표인데, 건설계약액도 부진하며, 건축계약액의 감소폭이 확대되고 있음
- 종합공사 완성공사의 원가구성 추이를 통해서 건설업의 하도급 생산구조를 파악할 수 있음
 - 공사원가를 구성하는 재료비, 노무비, 외주비, 현장경비 중 외주비 비중이 상승하는 추세를 보이며, 공사원가 대비 외주비 비중 대기업 종합건설사가 가장 높음
 - 건설산업기본법에 따른 업무구분에서 특정한 공정을 전문적으로 수행하는 건설사업자인 전문건설업체는 하도급 평균 공사금액이 원도급 공사금액의 9배를 초과함
- 건설업 생산요소 활용의 특징은 낮은 자본 활용도와 높은 노동의존도임
 - 종합공사 원가구성에서 확인되는 것처럼 기계경비의 비중이 높지 않으며, 이는 원도급자의 자본 활용도가 높지 않다는 것을 의미함
 - 노동의존도는 산업연관표의 취업계수와 고용계수가 전 산업 평균에 비해 높다는 것을 통해서 확인할 수 있음
 - 노동의존적인 생산구조가 정착돼 있는 건설업의 노동생산성은 낮은 수준임
- 건설업의 노동 활용 특성은 단기근로, 단절적 노동수요로 대별될 수 있으며, 이는 수주산업과 산출물의 특성이 원인임
 - 건설업의 노동활용 특성은 입직 정제와 고령화, 입직자 연령의 고령화 등을 초래하는 원인으로 작용하고 있음
- 건설근로자들은 인적 네트워크에 의존해 일자리를 구하는 비중이 가장 높은 것으로

조사되었음

- 건설근로자공제회의 2022년과 2024년 종합생활 실태조사 결과에 의하면 인맥을 통해서 일자리를 구하는 비중이 가장 높음
- 남성 근로자가 대부분인 건설현장에 여성 근로자가 취업하는 경우에도 인맥을 활용하는 비중이 가장 높았음
- 인맥의 장점과 단점이 있지만, 입직자의 입직을 제약하는 요소로 작용할 수 있어 온라인 플랫폼 구축이 필요함

IV. 스마트건설기술 확산에 따른 노동력 활용방안

- 스마트건설기술은 전통적인 토목 및 건축공학 기술에 디지털 혁신기술을 융합해 프로세스 디지털화 및 건설기계 자동관제로 생산성 개선을 추구하는 기술로 정의됨
 - 국내에서 가장 활발하게 활용되는 스마트건설기술은 BIM과 드론(무인항공)이며, 향후 중요도가 높은 기술로는 BIM(48.3%)과 빅데이터 및 인공지능(43.8%), 지능형 건설장비 및 로봇기술(42.8%) 순임
- 스마트건설기술 확산에 환경에서 건설근로자의 효율적 활용방안 모색을 검토하는 연구 목적 달성을 위해 시공과 밀접하게 연관돼 있는 기술로 한정하여 스마트건설기술의 영향을 검토하였음
 - 지능형 시공로봇은 건축공사 현장의 시공작업을 수행할 수 있는 로봇을 위주로 검토하며, 100여 종이 개발돼 있고 중국 내 공장과 싱가포르 현장에서 사용되고 있음
 - ICT장착 건설기계는 원격지에서 무인으로 조정이 가능한 기술로 생산패러다임 전환을 유도할 수 있음
 - 공장제작(OSC)은 모듈러 공법 또는 공업화주택이라고도 하며, 현재 국내에서도 경기 용인 영덕지구에서 13층 규모 행복주택이 건립되었음
 - 시공과 관련된 스마트건설기술은 현장의 노동수요를 감소시킬 것으로 예상됨

- 스마트건설기술 활용은 노동수요에 직접적인 영향을 미치며, 이에 대응하여 현장의 노동력을 효율적으로 활용할 수 있는 대안이 모색되어야 함
 - 지능형 시공로봇은 1인의 근로자가 아이패드를 사용하여 20여 대 이상의 로봇을 운용할 수 있음
 - 지능형 로봇은 개발사의 설명에 의하면 노동력의 4배 생산성을 기대할 수 있음
 - 로봇의 사용은 노동력 사용으로 발생할 수 있는 대부분의 문제를 해소할 수 있는 정점을 기대할 수 있음
 - 무엇보다 균질적인 시공품질이 담보되는 것이 장점이며, 현장에서 근로자가 직접 시공하는 방식이 아니므로 숙련도와 무관하게 균질적인 시공이 가능함
 - ICT 장착 건설기계는 BIM과 연계하여 정밀한 시공이 가능하며, 조종사의 경험 및 숙련과 무관하게 품질이 담보됨
 - 일본에서는 나루세담 공사의 일부 공사를 400Km 떨어져 있는 사무실에서 원격으로 건설기계를 조종하여 공사를 수행하였음
 - 최근 일본의 건설기계 제조사는 거의 모든 업체들이 500Km 이상의 원거리에서 무인 건설기계를 조정하는 시연을 선보였음
 - 1인의 근로자가 사무실에 여러 대의 ICT 장착 건설기계를 조정하여 정밀한 작업을 수행할 수 있음
 - OSC는 부재를 공장에서 제작하여 운반한 후 현장에서 조립시공하는 형태임
 - 현장시공 노동력의 50% 이상을 감축할 수 있는 스마트건설기술임
 - 또한 수직공간 작업이 최소화 될 수 있어 추락으로 인한 중대재해가 원천적으로 예방되는 장점이 있음
- 스마트건설기술 활용이 확산됨에 따라 현장의 근로자 유형별, 내·외국인별 효율적 활용방안을 제시하였음
 - 현재의 내국인 건설근로자는 직무전환 훈련을 통해서 스마트건설기술 운용을 통해서 숙련도와 현장경험을 활용할 수 있도록 유도해야 함
 - 여성 근로자는 생산패러다임을 통해서 입직의 장벽을 해소할 수 있고, 입직을 촉진하기 위해 온라인 플랫폼 구축 및 운영이 필요함

- 고령자는 숙련도와 현장경험을 선별하여 스마트기술을 활용할 수 있는 역량을 보유하도록 하여 활용해야 함
- 청년층은 3D 직종 인식을 해소할 수 있는 스마트건설기술로 생산패러다임이 전환되면 유입을 촉진할 수 있는 환경이 조성된 것으로 볼 수 있으므로 온라인 플랫폼을 활용하여 적극적인 유입이 시도되어야 함
- 외국인력은 고용허가제로 입국하는 저숙련자를 축소하거나 폐지하고 숙련자 위주의 선발과정이 마련돼야 함
- 외국인 숙련공을 선별하기 위해서는 한국어능력, 한국문화 이해도, 생활 규범과 건설 현장 수칙 준수 등이 입국 전 훈련을 통해서 전달되어야 하며, 입국 과정에서 이를 검증할 수 있어야 함
- 이를 위해서는 20톤 이상 어선에 승선하는 외국인에게 주어지는 선원취업(E-10) 체류자격과 유사한 형태의 신규 체류자격이 건설업에 도입되어야 함
- 이런 과정이 있어야 사용자의 필요를 충족할 수 있는 외국인력 선별이 가능하며, 이들의 선발부터 입국과정, 체류단계까지를 통합적으로 관리할 수 있는 체계가 반드시 필요함

V. 결론 및 정책제언

- 건설업에서 스마트기술이 확산되는 환경변화는 건설근로자의 효율적 활용방안과 연계되어야 하며, 이런 측면에서 4개의 정책과제를 제안함
 - 스마트건설활용 지원정책은 세제혜택과 보조금을 대상으로 검토되어야 함
 - 직무전환 훈련은 현재 내국인 근로자와 고령의 숙련공을 대상으로 하여야 함
 - 여성 및 청년층 근로자 유입촉진 방안으로는 온라인 플랫폼 구축 및 활용 필요
 - 외국인력 정책 개편은 저숙련자 축소 또는 폐지, 숙련공 선별체계와 관리방안 마련 필요성 제안

목차

제1장 서론	1
1. 연구 필요성 및 목적	3
1) 연구 필요성	3
2) 연구목적	6
2. 연구범위 및 연구방법	7
1) 연구범위	7
2) 연구방법	10
제2장 디지털 전환이 노동력 활용에 미치는 영향	11
1. 기술혁신 및 디지털 전환과 노동시장의 관계	13
1) 기술혁신과 생산요소 활용	13
2) 디지털 전환과 노동시장의 관계	20
2. 디지털 전환(DX)의 기대효과	23
1) 디지털 전환(DX)의 현황 및 추이	23
2) 디지털 전환(DX)의 기대효과	26
제3장 건설업 생산구조 및 생산요소 활용 특성	31
1. 건설업 현황 및 구조	33
1) 건설업 현황	33
2) 건설업 구조	38
2. 건설업 생산구조	41
3. 건설업의 생산요소 활용 특성	43
1) 낮은 자본 활용도	43
2) 높은 노동 의존도	46
3) 건설근로자 수급구조	56

제4장 스마트건설기술 확산에 따른 노동력 활용방안 61

1. 스마트건설기술 활용도 제고를 위한 개편과제 63
 - 1) 국내 스마트건설기술 활용 현황 63
 - 2) 해외 스마트건설기술 활용 현황 67
2. 스마트건설기술이 노동력에 미치는 영향 75
 - 1) 지능형 시공로봇 79
 - 2) ICT 건설기계 80
 - 3) OSC(공장제작) 80
3. 스마트건설기술 활용도 제고 필요성 84
 - 1) 노동력 부족 대안 84
 - 2) 생산성 개선 86
 - 3) 재해 예방 및 감소 90
 - 4) 건설업 인식 개선 90
4. 스마트건설기술 활용도 제고를 위한 정책과제 91
5. 스마트건설기술 확산에 따른 내국인력 활용방안 94
 - 1) 기존 건설근로자 활용방안 94
 - 2) 유휴인력 활용방안 95
 - 3) 기타 100
6. 스마트건설기술 확산에 따른 외국인력 활용방안 101
 - 1) 숙련공 및 저숙련공 활용방안 101
 - 2) 외국인력 선별 강화 103

제5장 결론 및 정책제언 105

1. 결론 107
2. 정책제언 111
 - 1) 스마트건설기술 활용 지원정책 111
 - 2) 직무전환 훈련 111
 - 3) 여성과 청년층 근로자 유입 촉진방안 112
 - 4) 외국인력 정책 개편 112

참고문헌 113

표목차

〈표 1-1〉 자동화, 로봇, AI의 정의	7
〈표 1-2〉 기업특성별 시장 규모가 가장 크게 영향을 미칠 4차 산업혁명 기술(1순위) ..	9
〈표 2-1〉 산업연관표의 취업계수와 고용계수	16
〈표 2-2〉 산업연관표의 산업별·직업별 취업계수	18
〈표 2-3〉 건설기계 등록 현황(2025년 3월 기준)	19
〈표 2-4〉 AIOE 상·하위 20개 직업	23
〈표 2-5〉 업종별 CEO의 디지털 전환과 혁신의 중요성 인식 수준 및 투자 비중	24
〈표 2-6〉 한국판 뉴딜 정책	26
〈표 2-7〉 산업 디지털 전환의 주요 특징 및 효과	27
〈표 2-8〉 디지털 혁신, 전환 및 활용의 핵심 목적-제품의 생산성/효율성 향상	28
〈표 3-1〉 최근 건설기성액	34
〈표 3-2〉 2024년과 2025년 5월 기준 퇴직공제 피공제자 증감 현황	34
〈표 3-3〉 최근 산업별 구직급여 신청자수 및 증감(전년 동월 대비)	35
〈표 3-4〉 최근 분기별 건설업의 성장성 지표와 수익성 지표 추이	36
〈표 3-5〉 최근 5년 공종별 및 발주자별 계약액 비중 추이	37
〈표 3-6〉 건설업종별 업체수 추이	40
〈표 3-7〉 종합공사 완성공사 원가구성 비중 추이	41
〈표 3-8〉 최근 5년 전문건설업 도급별 평균 금액	42
〈표 3-9〉 아파트 신축공사 하도급 공정 구분(H건설 강릉현장)	43
〈표 3-10〉 2023년 종합건설업체 시공능력순위별 원가구성 비교	44
〈표 3-11〉 기업규모별 완성공사 원가구성 추이	45
〈표 3-12〉 전문건설업종별 하도급공사 원가구성(2019년 기준)	46
〈표 3-13〉 산업별 노동비용 추이	47
〈표 3-14〉 내역별 노동비용 추이	47

〈표 3-15〉 산업별 노동비용	48
〈표 3-15〉 계속	49
〈표 3-16〉 건설업 취업계수	50
〈표 3-17〉 건설업 고용계수	50
〈표 3-18〉 조사별 건설업 임시·일용 근로자 근로시간(2023년)	51
〈표 3-19〉 현재 현장에서의 총 근로일수	53
〈표 3-20〉 산업연관표의 주요 산업 취업자 구성	55
〈표 3-21〉 전문건설업체 규모별 일용근로자 평균 계약기간	56
〈표 3-22〉 건설업의 고령자 취업 추이	57
〈표 3-23〉 건설근로자 현재 구직경로 X 최초 구직경로	58
〈표 4-1〉 주요 기술별 스마트건설기술 활용 현황	66
〈표 4-2〉 주요 국가의 스마트건설기술 활용 촉진 동향	68
〈표 4-3〉 업무 유형 구분	75
〈표 4-4〉 업종별 업무 유형에 따른 고용 증감 변화 비교	76
〈표 4-5〉 디지털 기술이 직무에 영향을 미치는 방향	76
〈표 4-6〉 디지털 혁신, 전환 및 활용의 핵심 목적-인력(인건비) 절감	77
〈표 4-7〉 디지털 혁신, 전환 및 활용의 핵심 목적-부족한 인력 대체	78
〈표 4-8〉 OSC 기술의 장점	82
〈표 4-9〉 성장회계에 따른 요소별 성장기여도(연평균)	84
〈표 4-10〉 업종별 디지털 기술 전환과 모든 변수 고려 시 고용 규모 증감	85
〈표 4-11〉 건설산업 직종별 취업자 수 현황 및 전망(2028년, 2035년)	86
〈표 4-12〉 디지털 전환·혁신 관련 필요한 지원사항(1)	92
〈표 4-13〉 디지털 전환·혁신 관련 필요한 지원사항(2)	93
〈표 4-14〉 중장기 인력수급 전망 결과(15세 이상)	97
〈표 4-15〉 산업·직종별 노동시장 인력수급 현황과 원인	97

그림목차

[그림 1-1] 스마트건설기술의 현재 활용도 및 향후 중요도	8
[그림 2-1] 비즈니스 연관성을 고려한 디지털 기술의 중요성	25
[그림 2-2] 산업에서 디지털 전환 추진의 기대 성과(안)	27
[그림 2-3] 일본 기업들의 디지털 기술 활용 검토 이유(복수응답)	30
[그림 3-1] 최근 5년 분기별 건설공사 계약액	37
[그림 3-2] 건설산업기본법의 건설업종	39
[그림 3-3] 최근 한 달 근무일수	52
[그림 3-4] 건설업 임시·일용직 근로자 근속기간	52
[그림 3-5] 분기별 건설업 취업자 변화 추이	54
[그림 4-1] 스마트건설기술 정의	63
[그림 4-2] 국내 아파트 공사현장 도장로봇 시연	65
[그림 4-3] 국내 공사현장 4족 로봇 시연	65
[그림 4-4] 일본의 ICT 활용 확대방향	69
[그림 4-5] 일본의 국토교통성 발주 토목공사 ICT 활용 효과	70
[그림 4-6] 일본의 기존 공법과 ICT공법 비교	70
[그림 4-7] 일본의 원격시공 ICT건설기계	71
[그림 4-8] 일본의 원격시공 ICT건설기계 시공 시연 1	71
[그림 4-9] 일본의 원격시공 ICT건설기계 조종 시연 2	72
[그림 4-10] 일본 로봇에 의한 원격시공 ICT건설기계 조종 시연 3	72
[그림 4-11] 중국의 지능형 시공로봇	73
[그림 4-12] 중국 심천의 건축현장에서 사용중인 지능형 시공로봇 1	74
[그림 4-13] 중국 심천의 건축현장에서 사용중인 지능형 시공로봇 2	74
[그림 4-14] 향후 고용 규모에 영향을 미치는 디지털 기술	79
[그림 4-15] 모듈러 공법의 공사기간 단축 효과	83

[그림 4-16] 건설업의 노동생산성 추이	87
[그림 4-17] 건설업의 생산성 저하 원인	87
[그림 4-18] 디지털 혁신과 전환, 활용의 핵심 목적	89
[그림 4-19] 생산가능인구 추이	96
[그림 5-1] 연구내용 요약	110

I

서론

1. 연구 필요성 및 목적
2. 연구범위 및 연구방법

1. 연구 필요성 및 목적

1) 연구 필요성

노동과 자본은 본원적인 생산요소이다. 생산요소의 사용은 산업의 구조와 시장의 경쟁 환경에 직접적인 영향을 받는다. 현재의 기술수준에서 가장 효율적인 산출이 가능한 생산 요소의 조합은 선택의 문제이면서 기업이 계속경영을 유지하기 위한 필요조건이다. 이처럼 합리적인 선택이 이루어져야만 시장에서 지속적인 생존이 담보될 수 있다.

건설업은 수주산업이며, 대부분의 입찰에서 입찰가격은 가장 강력한 경쟁력을 유지하기 위한 요소이다. 경쟁자보다 낮은 입찰가격을 제시하기 위해서는 비용을 최소화할 수 있거나 우수한 기술력을 보유하고 있어야 한다. 기술력이 우수하다는 것은 동일한 투입으로 더 많은 생산이 가능함을 의미한다. 다른 의미로는 동일한 산출물 생산에 투입되는 생산요소가 적다는 것이다. 비용효율적이어야 입찰에서 우위를 점할 수 있다.

비용최소화는 입찰경쟁에서 우위에 설 수 있는 가장 효과적인 수단이며, 대부분의 건설사가 추구하는 목표이다. 비용을 최소화하기 위해서는 생산요소를 가장 효율적으로 운영할 수 있어야 한다. 본원적인 생산요소는 자본과 노동으로 구분된다. 노동을 제외한 모든 생산요소는 자본으로 분류된다. 자본은 노동보다 고정비적인 요소가 강하다. 이는 자본을 변동시키기 위해서는 상대적으로 많은 시간이 소요되기 때문이다. 노동은 사용과정에서 자본보다 탄력적인 운용이 가능한 생산요소라고 할 수 있다. 이런 특성으로 인하여 다수의 건설사가 수주를 위해 경쟁하는 건설시장에서 비용최소화를 유지할 수 있는 수단으로 노동의 탄력적인 운용이 활용되고 있다. 건설업에서 노동의존적인 생산구조가 정착된 이유이다.

이밖에 건설업이 생산요소 사용에서 노동의존적인 것은 산출물의 개별성이 강하기 때문이기도 하다. 동질적인 제품이나 서비스가 시장에서 경쟁하는 산업과 달리 건설업 생산

을 통해서 공급되는 산출물은 동질적이지 않다. 이러한 개별성은 표준화를 어렵게 하고, 자동화된 생산설비 운용을 제한하는 요소이다. 건설업에서 자본에 의한 대체가 더디게 진행되는 원인이다.

고정된 생산설비의 설치가 어려운 것도 노동의존적인 생산요소 사용이 고착된 중요한 원인이다. 제조업 생산과 서비스업의 서비스 공급은 특정한 장소 또는 공간에서 이루어지고, 해당 업체의 경영이 지속되는 동안은 관련 시설이 설치된 장소 또는 공간의 이동은 제한적으로 발생한다. 그러나 건설업은 산출물이 소비되는 장소 또는 공간에서 생산활동이 이루어지고, 해당 산출물의 생산 종료와 동시에 생산설비가 이동하게 된다. 생산요소 중 노동의 활용도가 높아질 수밖에 없다.

따라서 노동의 원활한 공급은 건설업의 지속성과 개별 건설사의 경쟁력을 유지하기 위한 전제조건이라고 할 수 있다. 저출산·고령화로 인한 인구구조 변화와 생산가능인구의 감소는 노동공급을 제약하는 원인이다. 노동공급이 제한되는 상황은 자본의 효율적인 활용에 더 많은 관심과 투자를 유도하게 한다.

최근 스마트기술이 전 산업에 빠르게 확산되고 있고, 건설업도 예외는 아니다.¹⁾ 오히려 노동공급 제약으로 초래되는 문제가 심각해져서 생산활동을 제약하는 상황이 빈번할수록 스마트기술을 적극적으로 활용하는 것이 대안이 될 수 있다. 스마트기술 활용은 노동공급 부족을 보완할 수 있는 효과적인 수단이기 때문이다. 건설업이 대표적인 업종이라고 할 수 있다. 스마트기술의 적극적인 활용은 매우 중요한 과제라고 할 수 있다.²⁾

일본은 국토교통성 발주공사에서 ICT 장비를 부착한 건설기계 사용으로 약 25%의 원가절감이 가능하며, 이는 공사기간 단축과 투입 노동력의 절감으로 나타나는 것으로 판단을 하고 있다. 중국은 세계적으로도 가장 앞선 수준의 건축공사용 지능형 로봇을 개발해 실용화하고 있다. 노동력 대비 높은 생산성을 기대할 수 있고, 청년층 건설노동자의 공급

1) 스마트건설기술은 전통적인 토목, 건축기술에 BIM, 드론, AI, IoT 등 디지털 기술을 융합하여 건설 프로세스를 디지털화하고 장비의 자동화, 가상 건설, 안전관제 등으로 생산성 개선과 안전도 제고를 목적으로 활용되는 기술이라고 할 수 있다. 스마트건설기술 활성화 지침(국토교통부고시 제2021-1283호, 2021. 11. 30. 제정) 제2조의 제1호는 스마트건설기술에 대해 “공사기간 단축, 인력투입 절감, 현장 안전 제고 등을 목적으로 전통적인 건설기술에 로봇릭스, AI, BIM, IoT 등의 첨단 디지털 기술을 적용함으로써 건설공사의 생산성, 안전성, 품질 등을 향상시키고, 건설공사 모든 단계의 디지털화, 자동화, 공장제작 등을 통한 건설산업의 발전을 목적으로 개발된 공법, 장비, 시스템 등을 말한다.”라고 정의하고 있다.

2) 스마트건설기술은 디지털 기술을 건설산업에 활용하는 것을 의미한다. 이처럼 스마트건설기술은 디지털 기술을 건설업 생산에 활용하는 것으로 정의하고 있다. 또한 최근 디지털 기술을 산업에서 활용하는 것을 디지털 전환(DX)으로 표현하고 있다. 이를 반영하여 보고서에서는 디지털 전환과 스마트건설기술을 동일한 의미로 기술하고 있다.

정체 및 기존 건설농민공의 평균 연령이 지속적으로 상승하는 상황을 개선 및 보완하는 효과를 목적으로 하고 있다. 일본과 중국 등 주변국은 자국 건설업에서 발생하는 노동공급 부족에 대응하기 위해 디지털 기술을 적극적으로 활용하고 있다.

건설업 생산의 전 과정에서 스마트기술은 수용 여부의 문제가 아니라 얼마나 적극적으로 수용해서 활용하고 확산할 것인지의 문제라고 할 수 있다. 스마트건설기술은 노동수요에 직접적인 영향을 미칠 수밖에 없다. 스마트기술 활용 범위와 확산의 속도에 따라 영향을 받는 직종과 직무는 차이가 있을 것으로 예상된다. 저숙련공이 담당하는 단순직무는 상대적으로 조기에 대체될 가능성이 높다. 또한 기능을 필요로 하는 직무도 구인난이 심화되고 거래비용이 수반된다면 직종에 따라 스마트기술에 의해 대체되는 시기가 상이할 것으로 예상된다.

이처럼 스마트기술의 확산과 활용은 노동력 수급에 직접적인 영향을 미치는 요소이다. 세계 주요 국가는 최근 노동소득분배율³⁾이 하락하고 있으며, 이는 로봇과 자동화기술의 발전이 영향을 미쳤다는 연구결과들이 제시되고 있다. 반면 한국은 노동소득분배율 감소가 관측되지 않고 있다는 결과가 제시되고 있다.⁴⁾ 1995년부터 2017년까지 유럽 총고용변화를 패널 분석한 결과에서도 로봇이 저숙련 고용을 감소시킨다는 증거를 찾지 못했다는 결과가 제시되기도 했다.⁵⁾

기술혁신에 의해 초래되는 노동수급의 변화는 이론적, 실무적으로 매우 중요한 주제이다. 기존 근로자의 고령화, 청년층 입직 기피 등이 개선되지 못함에 따라 상시적 노동력 부족을 겪고 있는 건설업은 디지털 기술 활용이 적극적으로 모색되어야 한다. 그리고 이 과정에서 노동력을 효율적으로 활용할 수 있는 방안에 대한 검토의 필요성이 크다.

그러나 국내에서 스마트건설기술 활용과 노동력 수급을 연계한 연구는 찾아보기 어렵다. 특히 육체노동 위주의 노동력 활용으로 인하여 남성 건설근로자가 대부분을 차지하고 있는 환경에서 고령화에 대응할 수 있는 노동력 활용, 그리고 내국인력 부족의 대안으로서 외국인근로자의 활용을 연계해서 검토하는 것은 시급한 과제라고 할 수 있다.

3) 노동소득분배율은 국민소득 중 노동 소득이 차지하는 비율이다. 생산활동으로 발생한 소득 중에서 임금, 급여 등 노동의 대가가 얼마나 되는지를 나타내는 지표이다.

4) 이환용·강동익(2022), 생산기술의 혁신이 노동시장에 미친 영향: 로봇 및 스마트공자 도입을 중심으로, 한국조세재정연구원.

5) Klenert et al.(2023)의 연구결과를 정순기 외(2023)에서 재인용했다. Klenert et al.(2023)의 연구에 의하면 로봇이 저숙련 고용에 미치는 부(-)의 영향은 산업별로는 관찰되지만, 전체 고용에서 보면 부(-)의 영향과는 다른 결과를 제시하고 있다. 이런 실증적 결과의 제시는 추가적인 연구의 필요성을 제기하는 것으로 이해할 수 있다.

2) 연구목적

건설업은 노동의 활용도가 높은 생산방식을 사용하지만, 노동력 수급불일치가 개선되지 못하고 있다. 구인자는 일할 사람을 찾지 못하고 있고, 구직자는 일자리가 없다는 인식이 좁혀지지 못하고 있다. 단기적으로 노동공급을 획기적으로 확대할 수 있는 대안을 찾는 것은 어렵다. 인구구조 변화와 생산가능인구 감소, 건설업에 대한 인식개선을 단기에 기대하는 것이 어렵기 때문이다.

건설업에서 구인자의 애로사항인 일할 사람을 못 찾는 문제는 내국인 청년층, 숙련공 부족의 문제라고 할 수 있다. 반면 구직자는 건설현장의 열악한 근로환경과 취약한 안전관리, 급여와 복지수준이 기대에 못 미치는 상황 때문이다.

디지털 기술을 활용하는 스마트건설기술의 확산은 구인자와 구직자 간 발생하는 mismatch를 완화하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 로봇, 인공지능(AI) 등으로 대표되는 디지털 기술의 활용은 구직자의 선호에 부응할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 구인자의 숙련공에 대한 수요를 보완하는 역할도 가능하다. 스마트건설기술은 숙련도와 무관하게 균질적인 품질의 산출물이 공급될 수 있는 장점이 있기 때문이다. 그리고 이런 스마트 건설기술의 특성은 현재는 활용되지 못하고 있는 노동력, 즉 여성과 고령의 내국인을 건설업 생산활동에 활용할 수 있는 효과도 기대된다. 이와 함께 생산환경의 변화, 즉 생산패러다임의 전환은 기존 인력에 대한 직무전환을 위한 대안의 필요성도 제기하는 것이다.

스마트기술의 건설업 확산은 외국인근로자 활용과도 밀접하게 연관돼 있다. 외국인근로자는 고용허가제로 입국해서 취업활동을 하는 비전문취업(E-9, H-2)과 전문인력에 해당하는 특정활동(E-7)으로 구분되며, 이들은 직무가 구분된다. 유입 규모뿐만 아니라 활용도 제한적이다. 스마트건설기술 확산에 따른 생산환경 변화는 노동수요에 영향을 미치며, 이는 외국인근로자 규모와 활용도 개편에 관한 검토 필요성을 제기하는 것이다.

건설업에서 스마트기술 활용이 확산되는 것을 전제로 내국인력과 외국인력의 효과적인 활용방안 제시가 보고서의 목적이다. 내국인력과 외국인력을 구분해서 대안을 모색한다. 구체적으로 내국인력 중 기존 근로자는 직무전환 필요성, 유휴인력에 해당하는 여성과 고령자는 활용방안을 중심으로 대안을 모색했다. 그리고 외국인력은 체류자격에 따라 구분돼 있는 활용도를 개선하는 방안을 중심으로 검토하고 관련 자료를 제시하는 것을 목적으로 한다.

2. 연구범위 및 연구방법

1) 연구범위

(1) 스마트기술의 범위

안균원·구자현(2024)은 기술혁신과 노동시장 관계를 연구하면서 기술혁신을 자동화 기술과 로봇, AI기술로 구분하였다. 4차산업 혁명 또는 일반적으로는 디지털 기술 또는 디지털 전환(DX)이라고 불리는 기술은 사물인터넷(IoT), 클라우드, 빅데이터, 인공지능(AI) 등을 포함한다. 최근에는 인공지능(AI)에 대한 관심과 활용이 많아지고 있다. 관련 분야의 연구도 인공지능(AI)을 중심으로 활발하다.

〈표 1-1〉 자동화, 로봇, AI의 정의

용어		정의
자동화		작업의 일부 또는 전부를 대체하는 제조 및 생산 프로세스로서 대부분 컴퓨터로 자동 제어되는 시스템과 장비 사용
로봇		자동으로 제어되고 재프로그래밍이 가능한 다목적 조작기로서 3개 이상의 축에서 프로그래밍이 가능하며 제자리에서 고정되거나 이동이 가능한 로봇
AI	일반 AI	스스로 생각하고 행동할 수 있는 컴퓨터 소프트웨어
	좁은 개년 AI	고도로 정교한 알고리즘 기술을 사용하여 데이터에서 패턴을 찾고 미래를 예측하는 컴퓨터 소프트웨어

자료: Raj & Seamans(2019)를 이시균 외(2019)에서 재인용.

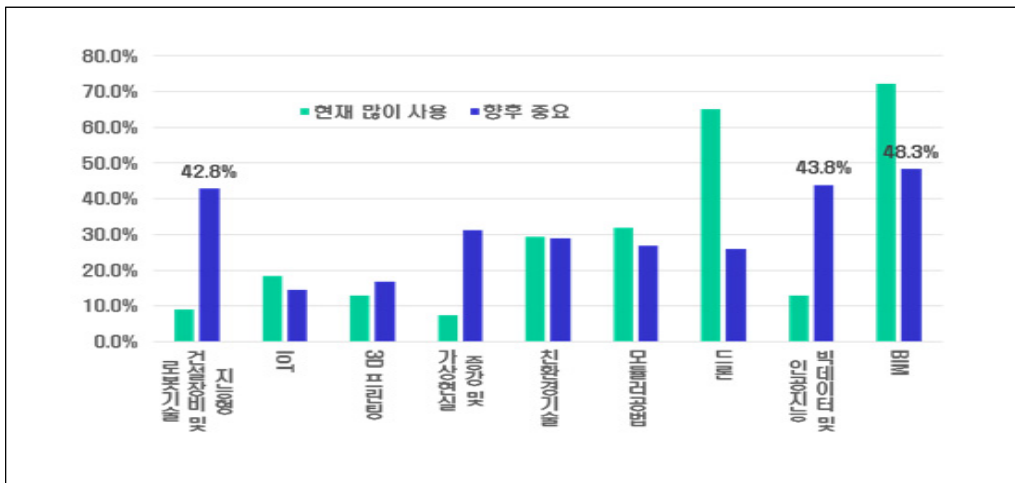
건설업에서 활용되는 스마트기술의 유형은 좀 더 다양하고 범위도 넓다. 일반적인 디지털 전환 기술 외에도 BIM(Building Information Moreling), 드론, 가상 및 증강현실, OSC, 3D 프린팅 등의 기술을 활용하는 것을 의미한다. 그리고 정보통신기술(ICT)을 접목한 건설기계도 스마트건설기술에 포함시킬 수 있다.

이처럼 건설업의 스마트기술 범위는 다른 산업과는 차이를 보인다. 이 보고서는 건설업에서 스마트기술 활용이라는 생산환경 변화에 따른 효율적인 노동력 활용에 초점을 두고 있다. 특히 건설생산과정에서 육체노동을 제공하는 건설근로자에게 나타날 수 있는 양상을 검토한다. 따라서 스마트기술 중 시공과 연관성이 높다고 판단되는 유형을 선별하여 연구범위로 설정하는 것이 연구목적을 효과적으로 달성할 수 있는 접근이다.

[그림 1-1]과 〈표 1-2〉는 건설업에 영향이 큰 스마트기술을 조사한 선행연구의 결과이

다. [그림 1-1]에 의하면 현재 국내 건설현장은 BIM과 드론 위주로 스마트기술이 활용되고 있는 것으로 나타났다. 특히 BIM의 확산을 위한 정책적인 노력도 지속적으로 시행되고 있다. 현재는 물론 향후에도 중요한 기술이다. BIM은 건설의 전과정에서 활용되며, 시공과정에서도 중요하다. 다만 건설의 기획부터 설계, 시공과 적산까지를 포괄하는 시스템이라는 점에서 연구범위에는 포함하지 않았다.

[그림1-1]에 의하면 스마트기술 중 향후 중요하게 활용될 것으로 기대되는 기술은 지능형 건설장비 및 로봇, 빅데이터 및 인공지능(AI), BIM 등이다. 이 가운데 지능형 건설장비와 지능형 로봇은 시공에 활용되는 기술이라고 할 수 있다.



자료: 건설인적자원개발위원회(2021), 스마트건설 교육훈련 제도화 및 활성화 방안, 한국건설산업연구원.

[그림 1-1] 스마트건설기술의 현재 활용도 및 향후 중요도

〈표 1-2〉를 통해서는 로봇(공학)이 건설업에서 중요한 기술이 될 것이라는 인식을 확인할 수 있다. 전 산업에서 로봇이 큰 영향을 미칠 것이라는 응답의 비중은 18.0%였다. 이에 비해 전기·가스·수도·건설업 등 시공이 중요한 업종에서는 로봇(공학)이 40.0%였다. 특정한 스마트기술의 영향력이 40% 수준으로 인식되는 산업은 전기·가스·수도·건설업에서 로봇(공학)이 유일하다. 전기·가스·수도·건설업의 로봇(공학) 영향은 서비스업의 35.9%에 비해서도 높다. 로봇(공학) 이외의 다른 스마트기술의 영향력은 상대적으로 기대가 낮다고 할 수 있다.

전기·가스·수도·건설업에서 기대되는 스마트기술이 로봇(공학)에 집중돼 있다는 것은 건설업 등에서 시공의 비중이 높은 것을 반영하는 것이면서 다양한 스마트기술의 적

용에 한계가 있을 수밖에 없다는 인식을 갖고 있음을 의미한다.

지능형 로봇과 함께 건설업에서 기대되는 스마트기술은 정보통신기술을 접목한 지능형 건설장비의 역할과 활용도가 증대될 것으로 예상된다. 토목공사에 참여하는 건설업종 중에는 건설기계 활용도가 높은 업종이 있다. 실제로 일본은 ICT를 부착한 건설기계 활용으로 생산성 개선과 노동력 부족을 보완하고 있다.

현장에서의 시공을 중심으로 운영되고 있는 건설업에서 공장에서 제작된 구조물을 설치하는 공장제작 방식의 확산은 직접적으로 노동수요에 영향이 파급될 수 있다는 점에서 OSC(공장제작)도 연구범위에 포함하는 것이 타당하다. 이런 측면들을 감안하여 스마트건설기술의 범위는 로봇과 ICT 부착 건설기계, 그리고 OSC로 설정했다.

〈표 1-2〉 기업특성별 시장 규모가 가장 크게 영향을 미칠 4차 산업혁명 기술(1순위)

(단위: 개, %)

구분	전체	전기·가스·수도 건설업	농림어업	제조업	서비스업
사례수	2,000	230	35	977	758
빅데이터	22.7	5.7	25.7	15.6	36.9
로봇(공학)	18.0	40.0	11.4	23.0	35.9
클라우드컴퓨팅	15.1	10.9	5.7	17.1	14.2
사물인터넷	11.5	3.0	31.4	14.8	8.7
인공지능	10.2	3.0	11.4	8.6	14.4
3D프린팅	8.2	16.5	0.0	10.5	3.0
블록체인	7.4	16.5	0.0	2.1	11.6
모바일	3.4	1.3	2.9	5.1	1.8
무인항공(드론)	1.4	3.0	11.4	0.8	1.1
자율주행	1.3	0.0	0.0	1.9	0.8
가상·증강현실	1.1	0.0	0.0	0.3	2.4

자료: 이시균 외(2019), 기술혁신을 반영한 장기 인력수요 전망: 2018~2035, 한국고용정보원.

(2) 노동력의 범위

보고서 스마트건설기술의 대상을 지능형 로봇(공학)과 ICT 건설기계, 그리고 OSC로 설정한 것은 시공에 투입되는 노동력의 범위와도 밀접한 관련성이 있다. 건설생산의 시공 과정에는 기술자와 관리자를 포함한 간접노무비 대상이 되는 노동력과 특정한 목적물 생산에 투입되는 직접노무비 대상으로 구분할 수 있다. 간접노무비는 시공뿐만 아니라 현장

의 유지관리와 공정관리 등의 업무를 담당하는 인력이 해당된다. 시공단계에 활용이 확산 될 것으로 기대되는 스마트기술의 영향력이 제한적이다. 따라서 연구대상이 되는 노동력의 범위는 현장에서 육체노동에 종사하는 건설근로자라고 할 수 있다. 이런 유형은 근로자는 다시 내국인과 외국인근로자로 구분할 수 있다. 이들이 일차적인 연구범위에 해당하는 노동력이라고 할 수 있다.

디지털 기술을 활용하는 생산환경은 현재의 육체노동 위주의 시공방식과는 다른 형태라고 할 수 있다. 현장에서 생산활동 경험에 따라 축적되는 숙련도 및 생산성의 중요도가 축소될 수밖에 없다. 현재 활용도가 높지 않은 여성과 고령자가 건설업의 생산활동에 참여하는 비중이 상승함에 따라 역할도 확대될 수 있다. 이들도 연구범위에 해당하는 노동력에 포함된다.

2) 연구방법

문헌연구를 통해서 기술혁신과 노동시장 관계에 관한 이론적 검토와 실증적인 결과를 제시하고 있는 선행연구를 검토했다. 디지털 기술 활용에 관한 국내외 동향도 파악할 수 있었다. 그리고 디지털 기술을 건설업에 활용한 스마트건설기술의 현황과 정책의 추진상황을 분석했다.

면담조사는 국내 건설사 관계자를 통해서 스마트건설기술 활용 필요성에 대한 의견을 청취했다. 지역별 인적자원개발위원회를 방문해 산업구조전환 대응훈련에 대한 동향을 파악했다. 이는 스마트기술의 활용에 따라 건설업을 포함한 산업의 직업과 직무에 변화가 있는지에 대한 확인 필요성에 따라 진행됐다. 일본의 i-Construction 추진을 담당할 국토교통성 담당자와 면담을 통해 운영 결과와 향후 방향을 파악했다. 중국의 지능형 로봇 제작사 담당자와 면담을 통해서 연구개발 및 제작과 실제 시공에 활용되고 있는 현황에 대해서 파악할 수 있었다.

사례조사의 대상국으로 중국과 일본을 선택했다. 이들 국가들도 건설업에서 노동력 부족을 겪고 있는 국가들이다. 효율적인 노동력 활용에 대한 관심도가 높다는 공통점이 있다. 자국의 상황에 맞춘 디지털 기술 활용을 과거부터 추진하고 있다. 디지털 기술 활용 성과를 거두고 있다. 사례조사 대상으로 적합하고, 보고서에 필요한 시사점을 도출할 수 있었다.

II

디지털 전환이 노동력 활용에 미치는 영향

- 1. 기술혁신 및 디지털 전환과 노동시장의 관계
- 2. 디지털 전환(DX)의 기대효과

디지털 전환이 노동력 활용에 미치는 영향

1. 기술혁신 및 디지털 전환과 노동시장의 관계

1) 기술혁신과 생산요소 활용

(1) 기술혁신과 고용에 관한 논쟁

기술혁신과 고용의 관계는 산업혁명 이후 현재까지 논쟁이 지속되고 있는 주제이다. 2016년에는 다보스포럼에서 발표된 ‘일자리의 미래(The Future of Jobs)’라는 보고서에서 4차 산업혁명이 초래할 고용의 변화가 논의됐다.

기술은 생산에 적용될 수 있는 인간의 지식으로 정의된다. Ahrens는 기술을 유용한 것을 만들고 사용하기 위한 기법, 지식 및 절차의 집합이라고 정의하기도 했다. 기술진보 또는 기술변화는 실질소득의 증가 및 재화의 선택범위와 여가 증대를 유도한다. 실질소득의 증가는 양적인 변화라고 할 수 있다. 그리고 재화의 선택 범위 및 여가의 증대는 질적 변화라고 할 수 있다. 이처럼 기술변화는 양적 변화와 질적 개선을 촉발한다고 보았다.⁶⁾

경제가 성장함에도 고용이 증가하지 않는 상황을 고용 없는 성장(jobless growth)이라고 한다. 국내에서도 수년 전부터 경제성장이 고용 증가로 이어지지 못하는 현상이 문제로 지적되고 있다. 이러한 고용 없는 성장은 한국에서만 나타나는 현상은 아니다. 미국은 1990년대와 2000년대 초 고용 없는 성장의 시대를 경험하기도 했다. 고용 없는 성장의 주요 원인으로는 기술혁신이 지목된다. 기술혁신에 따라 생산성은 개선되지만 고용이 확대되지 않을 수 있다.

Brynjolfsson and McAfee(2014)는 기술혁신이 고용에 부정적인 영향을 미칠 수 있다는 점에 주의해야 한다고 했다. 미국에서는 과거 200년 동안 임금과 생산성이 함께 증가했지만, 최근에는 중간임금이 생산성 향상에 못 미치는 상황이 나타나고 있다고 했다.

6) 김정홍(2005), 기술혁신의 경제학, p. 12의 내용을 수정, 인용하였다.

또한 기술혁신은 숙련편향적, 자본편향적, 재능편향적인 양상을 보이고 있고, 이로 인하여 소득의 양극화가 심화되고 있다는 주장도 했다. Frey and Osborne(2013)은 로봇과 인공지능이 대체할 확률이 높은 직업은 전체의 47%에 이를 것으로 예측했다.⁷⁾

또 다른 견해에 의하면 숙련편향적 기술혁신은 숙련자의 임금은 인상시키지만, 저숙련자의 임금에는 영향을 미치지 않는다. 숙련자에 대한 수요가 증가하기 때문인데, 이에 따라 숙련자와 저숙련자 간 임금격차가 발생하게 된다. 그리고 탐색기간의 장기화에 따라 고용이 감소한다는 주장도 제기되고 있다.⁸⁾

반면 기술혁신이 고용을 창출한다는 실증적인 증거를 제시하는 다수의 연구가 있다. 강규호(2006)는 국내 산업을 제조업과 비제조업으로 구분하여 실증적인 분석을 시도했다. 연구 결과에 의하면 국내에서는 기술혁신이 생산성 개선은 물론 고용도 창출한다는 결과를 제시했다. 산업별로 제조업은 기술혁신이 고용을 창출하지만 서비스업에서는 기술혁신이 고용창출로 연계되지는 않았다. 이처럼 국내를 대상으로 한 분석은 산업별로 차이를 보이는 것을 알 수 있다.

OECD(2019)는 디지털화와 자동화는 고용을 감소시킬 수 있다는 우려가 있지만, 급진적·급격한 감소가 나타나지는 않을 것으로 예상했다. 즉 디지털화와 자동화에 따라 OECD 회원국에서 완전히 대체되는 일자리는 14%, 직무 수행방식에서 현저한 변화가 예상되는 일자리는 31.6%로 전망했다. 그러나 또 다른 일자리 창출의 규모가 완전 대체 및 직무 수행의 현저한 변화가 예상되는 일자리보다 많을 것으로 예측했다.

이외에도 기술혁신과 고용의 관계를 탐색이론(search theory)으로 분석한 국외의 실증적 연구들도 기술혁신이 노동공급 증가를 유도한다는 결과를 제시하고 있다. 기술혁신에 의한 생산성 개선이 이루어지며, 생산성이 향상된 기업은 근로자에게 더 높은 임금을 지급하게 된다. 그리고 임금의 인상은 노동공급의 증가를 유도한다.

(2) 기술혁신과 생산요소 활용

여러 차례의 기술혁신은 과거의 직업이 여전히 유지되고 있고, 일자리가 증가하는 방향으로 영향을 미쳤다는 실증적인 연구결과가 다수 제시되고 있다. 기계장비 등의 자본의

7) Brynjolfsson and McAfee(2014)와 Frey and Osborne(2013)의 주장은 정성문(2015), 혁신과 고용에 관한 끝없는 논쟁, p.38에서 인용하였다.

8) Acemoglu(1998)에 의해 제시된 실증적 연구결과이다.

생산성이 개선되면서 노동 투입량이 감소하지만, 새로운 직업이 출현하여 해당 직업에 대한 노동수요가 증가하게 된다. 기술혁신을 통한 생산기술의 발전은 생산요소 투입에 변화를 초래하게 되며, 이는 생산요소 활용도 변화를 의미한다.

생산요소는 재화와 서비스를 생산하기 위해 필요한 요소(투입물)라고 할 수 있다. 본원적인 생산요소는 노동과 자본이다. 산업혁명 이전 생산요소는 토지와 노동이었다. 노동은 가장 본원적인 생산요소라고 할 수 있다. 산업화의 진행은 자본의 중요성이 높아지는 과정이었다. 자본은 실물자본으로서의 자본재(capital goods)와 화폐자본으로서의 자본(capita)을 포괄한다.⁹⁾

기술혁신은 필연적으로 노동과 자본의 활용도 변화를 초래하게 된다. 건설업도 자본의 활용도가 높아지는 방향으로 생산요소 활용도 변화가 진행되고 있다. 이런 상황은 한국은행이 작성하는 산업연관표를 통해서 확인할 수 있다. 취업계수는 산출물 10억원 생산에 투입되는 취업자(무급가족종사자 및 자영업자 포함), 고용계수는 임금근로자를 의미한다. 2010년 건설업의 취업계수는 8.8명이었다. 전체 산업의 평균에 비해 1.5명 많았다. 건설업의 고용계수도 전체 산업에 비해 1.7명 많았다. 건설업 생산활동은 생산요소 중 노동에 대한 활용도가 전체 산업에 비해 높은 구조인 것을 확인할 수 있다. 이처럼 노동의존적인 건설업의 생산구조도 자본의 활용도가 높아지는 변화가 계속해서 진행되고 있다. 2015년 건설업 취업계수는 7.4로 전체 산업의 취업계수 6.3에 비해 1.1명 많았다. 고용계수는 5.6명으로 전체 산업과 비교하면 1명 많다. 2023년 건설업의 취업계수와 고용계수는 각각 5.5와 4.4로 전체 산업의 4.5와 3.4에 비해 1명 많다. 건설업은 10억원 산출물 생산에 있어 여전히 노동 활용도가 높은 구조이다. 그렇지만 노동 투입은 하락하고 있다. 즉 건설업 생산으로 공급되는 산출물의 특수성으로 인하여 노동의존적인 생산방식이 활용되고 있지만, 노동의 활용도는 감소하는 추세인 것을 파악할 수 있다.

건설업 이외에 노동 활용도가 높은 업종이 농림수산, 도소매상품중개서비스, 음식점 및 숙박서비스, 사업지원서비스 등이다. 이들 업종의 2010년 취업계수는 건설업에 비해 매우 높다. 2023년 취업계수를 비교하면 농림수산을 제외하고 격차가 작아졌다. 대표적인 노동 활용도 높은 업종들 중 농림수산을 제외한 업종과 건설업 간 취업계수 격차가 작아진 것은 건설업이 기술혁신을 수용해 기계화를 통한 자본 활용도 제고에 일정한 제약이 있음을 의미하는 것이기도 하다. 건설업과 함께 대표적인 노동의존적 산업에서 취업계수

9) 생산요소로서 자본은 자본재가 제공하는 자본서비스(capital service)라고 할 수 있다. 자본서비스는 자본재로부터 제공된다. 따라서 실물자본과 화폐자본 밀접한 관련성이 있다.

가 크게 하락한 것은 그만큼 자본 활용도가 급속하게 진전된 것을 의미한다. 농림수산의 2010년 취업계수는 27.4에서 2023년에는 19.0으로 낮아졌다. 이에 비해 건설업은 8.8에서 5.5로 낮아졌다. 건설업은 농림수산에 비해서도 자본 활용도 개선이 더디게 진행되고 있다.

〈표 2-1〉 산업연관표의 취업계수와 고용계수

(단위: 명/10억원)

구분		전체 산업	건설	농림수산	도소매상품 중개서비스	음식점 및 숙박서비스	사업지원서 비스
2010년	취업계수	7.3	8.8	27.4	16.3	21.0	25.7
	고용계수	5.1	6.8	2.7	8.9	11.8	24.4
2011년	취업계수	6.7	8.7	25.8	15.1	19.3	26.2
	고용계수	4.7	6.6	2.5	8.5	10.7	25.0
2012년	취업계수	6.6	8.9	24.7	14.4	18.9	25.4
	고용계수	4.7	6.6	2.2	8.1	10.2	24.4
2013년	취업계수	6.6	8.4	24.6	14.1	18.5	25.7
	고용계수	4.7	6.3	2.1	8.0	10.3	24.5
2014년	취업계수	6.7	8.5	23.2	14.5	18.8	24.3
	고용계수	4.8	6.4	2.0	8.5	10.6	22.7
2015년	취업계수	6.3	7.4	20.0	14.2	14.6	15.4
	고용계수	4.6	5.6	1.8	8.3	8.6	14.3
2016년	취업계수	6.2	6.8	19.3	13.3	13.9	15.2
	고용계수	4.5	5.2	1.8	7.7	8.1	14.1
2017년	취업계수	5.9	6.5	19.0	12.9	13.1	14.1
	고용계수	4.3	5.0	1.7	7.7	7.4	13.0
2018년	취업계수	5.6	6.6	19.5	12.2	11.9	12.4
	고용계수	4.1	5.2	1.7	7.3	6.6	11.4
2019년	취업계수	5.6	6.5	20.3	11.7	11.3	11.6
	고용계수	4.1	5.1	1.6	7.1	6.3	10.8
2020년	취업계수	5.4	6.3	20.8	9.2	10.9	10.5
	고용계수	4.0	5.1	1.6	5.6	5.8	9.8
2021년	취업계수	4.8	6.2	18.2	8.1	9.9	10.3
	고용계수	3.6	4.9	1.3	4.9	5.1	9.6
2022년	취업계수	4.4	5.7	19.4	7.6	8.7	9.6
	고용계수	3.3	4.6	1.3	4.7	4.6	8.8
2023년	취업계수	4.5	5.5	19.0	7.4	8.5	9.0
	고용계수	3.4	4.4	1.2	4.7	4.6	8.3

자료: 한국은행, 산업연관표.

건설업에서 이루어지고 있는 생산요소 활용도 변화는 산업별·직업별 취업계수로 확인할 수 있다. <표 2-2>는 1995년부터 2011년까지의 취업계수이다.¹⁰⁾ 산업연관표의 산업 분류는 한국표준산업분류(KSIC), 직업분류는 한국표준직업분류(KSCO)에 따른다.¹¹⁾ 건설업은 취업계수가 산업 평균에 비해 높은 업종이라는 것은 전술한 바와 같다. 노동의존적인 구조를 직업별로 구분해서 살펴보면 한국표준직업분류 대분류 7인 기능원(2003년부터는 기능원 및 관련 기능종사자) 활용도가 매우 높다. 1995년 8.4로 산업 평균 3.0에 비해 5.4명 높다. 산출물 10억원 생산을 위해서 건설업은 기능원 8.4명이 투입된다는 의미이다.¹²⁾ 기능원(기능원 및 관련 기능종사자)는 현장에서 육체노동에 종사하는 근로자 중 숙련공이다. 숙련공과 구분되는 근로자는 단순노무직(단순노무종사자)이다. 건설업은 육체에 체화된 기능을 보유하고 있는 숙련공의 역할이 시공과정에서 중요하다는 것을 확인할 수 있다. 건설업 취업계수 하락에 가장 큰 영향을 미치는 직업은 숙련공이다. 숙련공의 역할과 비중이 중요하므로 취업계수의 하락에도 불구하고 숙련공에 해당하는 기능공(기능원 및 관련 기능종사자)의 취업계수는 2011년에도 4명 이상이 유지되고 있다.

기능원에 비해 단순노무직(단순노무종사자)는 축소 규모가 크지 않다. 1995년 3.3명으로 전체 산업 대비 1명 많은 수준에서 2011년에는 0.5명 많은 수준이 유지됐다.

한국표준직업분류 대분류 8은 장치기계(2003년부터는 장치, 기계조작 및 조립 종사자)이다. 건설업의 해당 직업은 1995년 1.2로 전체 산업에 비해 1.1명 적었다. 2007년에는 격차가 0.1명 수준으로 줄었다. 그리고 2011년에도 0.1명 수준이 유지됐다.

이런 상황을 종합하면 건설업은 10억원 산출을 위해 투입되는 숙련공이 감소하고 있지만, 여전히 중요한 역할을 하고 있고, 장치 및 기계조작 및 조립 종사자는 전체 산업과 격차를 줄이고 있다는 점에서 자본의 활용도가 상승하고 있음을 알 수 있다.

<표 2-3>도 건설업 생산활동에서 자본인 건설기계 활용도가 상승하고 있다는 것을 알 수 있게 한다. 굴착기, 콘크리트믹서트럭, 콘크리트펌프, 항타 및 항발기, 타워크레인 등 등록대수가 크게 증가한 것을 알 수 있다. 등록 건설기계의 대부분은 영업용이며, 영업용 건설기계 등록대수의 증가는 그만큼의 수요가 반영된 것으로 볼 수 있다.

10) 한국은행은 5년 주기로 산업연관표를 작성한다. 연도의 끝자리가 0과 5로 끝나는 해를 기준으로 작성하며, 산업연관표의 작성은 3년이 소요된다고 한다. 그리고 연도의 끝자리가 3과 8로 끝나는 해에는 연장표를 작성하여 발표한다. 2006년부터는 매년 연장표를 발표하고 있다.

11) <표 2-2>의 직업분류가 차이를 보이는 것은 한국표준직업분류(KSIC) 개정이 반영되었기 때문이다.

12) 취업계수가 높다는 것은 동일한 10억원 산출을 위해서 더 많은 노동력이 필요하다는 것이며, 이는 그만큼 노동생산성이 낮다는 것을 의미하는 것이다.

〈표 2-2〉 산업연관표의 산업별 · 직업별 취업계수

구분

입법공무원

전문가

기술공

사무직원

서비스/판매근로자

농업및어업

기능원

장치기계

단순노무직

1995년

전산업

간섩

전산업

간섩

1998년

전산업

간섩

구분

의회의원, 고위임직원 및관리직

전문가

기술공및 준전문가

사무종사자

서비스종사자

판매종사자

농업및임업 ,어업숙련 종사자

기능원및관 련기능종사 자

장치,기계 조작및조립 종사자

단순노무중 사자

2003년

전산업

간섩

2006년

전산업

간섩

2007년

전산업

간섩

구분

관리자

전문가 및 관련종사자

사무종사자

서비스종사자

판매종사자

농림어업 숙련종사자

기능원 및 관련기능종 사자

장치,기계 조작 및 조립종사자

단순노무중 사자

2008년

전산업

간섩

2009년

전산업

간섩

2010년

전산업

간섩

2011년

전산업

간섩

단위: 명/10억원

자료: 한국은행, 산업연관표.

〈표 2-3〉 건설기계 등록 현황(2025년 3월 기준)

(단위: 대)

구분	1987년	1990년	1995년	2000년	2005년	2010년	2015년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년 3월
총계	64,296	118,740	214,446	259,859	324,030	368,382	438,686	510,816	525,397	534,505	549,383	556,169	556,575
1. 불도저	4,299	5,539	5,289	5,052	4,892	4,262	3,880	3,527	3,427	3,051	2,922	2,860	2,824
2. 굴착기	16,789	33,633	60,168	79,770	101,656	117,306	136,244	157,740	164,701	169,594	174,213	177,770	178,428
3. 로더	4,821	6,622	11,119	12,239	14,849	16,686	21,979	28,197	29,648	30,448	31,220	31,849	31,773
4. 지게차	14,022	27,225	53,140	66,995	96,290	125,107	164,983	200,968	207,721	211,977	215,804	218,978	218,669
6. 덤프트럭	8,557	20,210	41,200	47,573	50,751	54,981	55,023	56,624	55,876	54,930	53,982	53,688	53,995
7. 기중기	2,551	3,673	6,457	7,176	8,409	8,633	9,758	10,466	10,657	10,790	10,902	11,152	11,165
8. 모터그레이더	651	861	862	989	899	784	753	613	585	555	541	515	508
9. 롤러	1,782	2,168	3,685	5,247	6,017	6,149	6,417	7,000	7,274	7,340	7,472	7,669	7,688
14. 콘크리트믹서트럭	6,066	10,755	18,729	19,491	23,478	22,179	23,785	26,147	26,111	26,326	26,505	26,453	26,430
15. 콘크리트펌프	522	1,635	3,810	4,619	5,402	5,044	6,370	6,445	6,252	6,025	5,895	5,704	5,695
22. 천공기	466	1,098	2,236	2,909	3,163	3,261	5,013	6,051	6,095	6,046	6,057	6,064	6,040
23. 향탄 및 항발기	114	114	124	225	538	667	808	1,077	1,142	1,212	1,241	1,252	1,246
27. 타워크레인	-	-	-	0	0	3,323	3,673	5,961	5,908	6,211	6,114	5,785	5,712

주: 1. 타워크레인은 2000년부터 등록 건설기계로 포함됨.

2. 덤프트럭은 2009년 8월 1일부터 2023년 12월 31일까지 영업용 신규 등록 제한, 2024년 1월 1일부터 2025년 12월 31일까지는 3% 이내로만 등록 허용하는 제한적 수급조절.

3. 콘크리트믹서트럭은 2009년 8월 1일부터 2025년 12월 31일까지 영업용 신규 등록 제한.

4. 콘크리트펌프는 2015년 8월 1일부터 2019년 7월 31일까지 2% 이내로 제한적 수급조절, 2019년 8월 1일부터 2023년 12월 31일까지는 영업용 신규 등록 제한, 2024년 1월 1일부터 제한적 수급조절로 5% 이내의 신규 등록 허용.

5. 타워크레인 중 2020년 7월 이전 형식신고 된 3톤 미만 타워크레인 영업용 신규 등록 제한(2021년 8월 1일부터 2025년 12월 31일까지).

자료: 국토교통 통계누리.

2) 디지털 전환과 노동시장의 관계

기술혁신과 노동시장에 관한 전통적인 가설은 신제품의 출현에 따른 노동의 대체라고 할 수 있다. 기술혁신에 따른 신기술은 신제품 출시를 수반하게 되며, 이는 기존 제품의 대체를 의미한다. 이에 따라 기존 제품을 생산하는데 투입된 노동수요는 감소하게 된다. 반면 신제품 생산과정에서 새로운 노동수요가 발생하게 된다.

기술혁신이 자본에 체화되는 형태로 이루어지는 경우 단위당 자본생산성이 노동생산성보다 높아지게 된다. 이러한 상황은 자본에 의한 노동의 대체를 유도하게 된다. 노동이 자본에 의해 대체되면 노동수요의 감소를 의미한다. 그러나 이러한 노동수요 감소는 단기적인 현상이며, 장기적으로는 경제 내의 산출량이 증가하고 소득증대로 연계된다. 소득의 증대는 저축과 투자를 확대함으로써 노동수요의 감소를 초과하는 고용의 증가를 유도할 수 있다.

Autor, Mindell and Reynolds(2020)의 연구결과에 의하면 인공지능과 로봇에 의한 일자리 대체는 개별 공정이나 작업에 필요한 부분적인 직무를 대체하거나 보완하는 방식으로 진행된다고 주장했다.¹³⁾

인공지능과 로봇의 도입은 자동화를 촉진하여 새로운 일자리 창출을 유도할 수 있고 근로자에게 새로운 역량을 보유하도록 요구하는 환경이 조성될 수 있다. 기술혁신은 필연적으로 새로운 직업의 출현을 수반하게 된다. 그리고 기술혁신이 고용을 감소시킬지 증가시킬지는 직무 대체와 직무 자동화가 직무 재배치와의 관계에 의해 결정된다.

AI와 노동시장에 관한 초기 연구는 강한 가정에 기초한 직업에 미치는 영향에 대한 연구가 많았다. 그러나 최근 AI를 통해서 직무능력 보완이 가능하다는 연구가 많이 이루어지고 있다. 즉 직무접근법을 활용한 연구가 축적되고 있다. 이와 함께 직무의 직업능력에 기반한 연구도 이루어지고 있다.

김태경·이병호(2021), 로봇의 개념 및 구분¹⁴⁾을 제시하면서 최근 연구에서 활용되는 업무기반 접근법(task-based approach)¹⁵⁾을 원용하여 산업용 로봇 도입이 산업별 종사자와 실질임금에 미친 영향을 분석했다. 실증분석 결과에 의하면 로봇은 노동을 대체하는

13) 문아람 외(2020), 디지털 전환기 일자리의 변화 분석 및 대응 방안 연구, p.25에서 인용하였다.

14) 국제표준화기구(ISO)에서 로봇의 정의 및 분류에 대해 제시한 ISO 8373: 2012를 주요한 근거로 로봇의 개념 및 구분을 제시했다.

15) 기존 경제모형은 노동과 자본이 직접 생산함수에 투입된다고 가정한다. 반면 업무기반 접근법은 로봇을 제외한 자본과 업무(task)가 생산함수에 투입된다고 가정하며, 업무는 로봇과 노동의 결합으로 구성된다.

효과도 있고, 로봇이 대체할 수 없는 새로운 업무를 창출해 고용을 증가시키는 방향으로 영향이 나타나는 것도 확인됐다. 로봇침투도¹⁶⁾를 설명변수로 설정한 실증분석 결과에 의하면 2010년 이후 종사자수 증가율과 실질임금 상승률을 각각 0.1%p, 0.3%p 하락시킨 것으로 나타났다.

이환웅·강동익(2022), 광업 및 제조업 분야를 대상으로 2001년부터 2018년까지 종사자 수 1천명당 도입된 로봇의 숫자를 계산하여 임금과 고용에 미친 영향 실증분석 결과 노동수요에 부정적인 영향을 미쳤다는 증거가 없었다. 이에 대해 연구자들은 수출을 통해 노동수요가 증가했다는 주장을 제기했다. 로봇 활용으로 생산성 개선이 가능하고, 이에 따라 노동수요가 증가했다는 결과가 도출됐다. 로봇 도입은 한국시장에서 노동수요를 감소시키지 않았다는 결과를 제시했다. 로봇 도입이 미국에서는 지역노동시장 고용을 악화시키고, 독일 및 프랑스의 제조업 분야 고용을 감소시켰다는 결과와 상반되는 결과였다. 로봇의 도입이 노동시장에 미친 효과가 주요 국가와 다르게 나타났다. 임금에 미친 효과에 대한 실증분석 결과도 양(+)으로 도출되었다. 즉 로봇의 도입은 근로자의 평균임금을 상승시키는 결과로 나타났다.

스마트공장 도입한 중소기업은 고용이 지속적으로 증가했다는 실증적 결과를 제시했다. 또한 청년층 신규 취업자 비중이 증가한 것으로 분석되었다. 생산환경 개선이 청년층 근로자를 유입하는 효과가 있음을 제시했다. 스마트공장 도입 기업의 평균임금은 하락한다는 실증적 결과도 제시했다.

연구자들은 로봇 도입에 관한 선행연구 검토를 통해서 생산성 개선에 기여했고, 미국과 독일에서 단순한 업무 종사자 또는 저숙련 근로자의 고용 감소가 나타났음을 제시했다. 한국의 선행연구에서는 고용 및 임금 감소를 유발하는 것으로 나타났고, 또 다른 연구에서는 로봇 도입이 제조업의 신규채용을 줄이는 것으로 도출됐다고 소개했다. 스마트공장 도입에 관한 연구에서 중소벤처기업부 연구용역 결과 제조업체 스마트공장 도입은 고용과 매출을 증가시켰다는 결과가 제시됐다.

정순기 외(2023)는 AI는 산업구조를 변화시키고 고용구조 재편의 원인이 될 것으로 전망했다. 기술변화가 초래할 직무 변화는 재교육의 필요성을 제기한다고 주장했다. 재교육

16) 로봇침투도(Adjusted Penetration of Robots)는 실제 천명당 로봇 보급량 증가폭과 해당 산업의 부가가치 증가율만큼 성장했다고 가정한 천명당 로봇 보급량 증가폭의 격차로 산출된다. 따라서 로봇침투도가 0이면 부가가치와 같은 속도로 로봇이 보급됐다는 것이다. 로봇침투도가 0보다 크다는 것은 부가가치에 비해 로봇 보급이 빠르게 증가했다는 것을 의미한다.

은 AI로 대표되는 기술의 급격한 변화는 노동수급 불균형의 원인으로 작용할 것이며, 이러한 잠재적 혼란에 대응수단으로서의 재교육이 중요한 역할을 할 것이라는 의견도 제시했다. 기술혁신은 숙련에 대한 인식도 변화시킬 것이므로 노동시장 변화에 대응하는 것은 중요한 과제라고 주장했다. 디지털 기술이 생산성 개선에 기여할 것으로 예상되지만, 노동력 수급불균형의 원인이 될 수도 있다. 새로운 직무 체계 설계를 위해서는 개별 산업 및 직업별 특성을 효과적으로 분석해서 적정화하는 노력이 요구된다고 했다.

안균원·구자현(2024)은 로봇 도입이 인적자본 축적에 미친 영향을 실증적으로 분석했다. 분석 결과 고졸 이하 노동자 임금을 상승시킨 것으로 나타났다. 이와 달리 초대졸 이상의 노동자 임금은 유의미한 결과가 도출되지 않았다. 이는 로봇이 저숙련 노동자의 생산성을 보완하는 역할을 했고, 대학진학의 기회비용을 상승시켰을 수 있다고 해석할 수 있는 결과이다.

서유선(2024)은 기술 진보의 직접적인 효과를 재무자료와 사업보고서 자료를 활용하여 실증적으로 분석했다. 사업보고서를 통해 추정된 기술을 특징에 따라 연구개발 및 특허 관련 기술진보, 로봇 및 IT, 자동화 관련 기술진보, 인공지능 관련 기술진보로 구분하여 분석한 결과 인공지능 관련 기술은 제조업과 건설업을 비롯하여 서비스업 내 대기업과 중소기업에서 고용 감소가 나타났으며, 기업 규모에 따른 특징 차이도 명확하다는 결과를 제시했다.

장재기·김동근(2025)은 직업별 고용 효과를 중심으로 인공지능이 미치는 영향을 연구했다. 연구자들은 직업별 업무의 성격과 요구되는 역량이 달라서 AI 노출 정도에 차이가 있고, AI 노출도가 높은 직업의 고용 증가율은 양(+), 노출도 낮은 직업은 음(-)으로 나타났다는 결과를 제시했다. 직업별 AI 노출도(AI Occupational Exposure, AIOE)가 낮아 고용이 감소하는 직업은 건설·채굴직, 금속·재료 설치·정비·생산직, 농림·어업직, 섬유·의복 생산직 등이다. 건설·채굴직은 반복적이고 원칙적인 업무가 많아 AI로 대체가 쉽고, 재해예방을 위해서도 AI를 활용할 여지가 높을 것으로 예측됐다. 건설현장에서 AI와 로봇은 광범위하게 활용돼 2023년부터 2030년까지 건설 AI 시장 규모는 연평균 25%에 이를 것으로 전망됐다.

AI 노출 하위 직업은 신체능력이나 감각능력 등 비인지 능력이 상대적으로 중요한 유형이다. 이에 따라 대체 가능성이 높은 직종에 대한 차별적이고 선제적인 정책 대응 필요성을 언급했다.

〈표 2-4〉 AIOE 상·하위 20개 직업

순위	상위 20개 직업	하위 20개 직업
1	인문·사회과학 연구원	낙농·사육 종사자
2	의회의원·고위공무원 및 기업고위임원	비금속제품 생산기계 조작원
3	행정·경영·금융·보험 관리자	작물재배 종사자
4	법률 전문가	건축 마감 기능원
5	법률 사무원	건설·채굴 단순 종사자
6	회계·세무·전문가	건설구조 기능원
7	경영·인사 전문가	금속관련 기계·설비 조작원
8	대학교수 및 강사	가구·목제품 제조·수리원
9	텔레마케터	어업 종사자
10	화학공학 기술자 및 시험원	기계장비 설치·장비원(운송장비 제외)
11	회계·경리 사무원	환경관련 장치 조작원
12	경영지원 사무원	제화원, 기타 섬유·의복 기계 조작원 및 조립원
13	금융·보험 전문가	단조원 및 주조원
14	안내·고객 상담·통계·비서·사무 보조 및 기타 사무원	섬유 제조·가공 기계 조작원
15	금융·보험 사무원	경호·보안 종사자
16	정부·공공 행정 사무원	택배원 및 기타 운송 종사자
17	작가·통·번역가	배관공
18	기자 및 언론 전문가	용접원
19	정보보안 전문가	전기·전자 부품·제품 조립원
20	자연과학 연구원 및 시험원	기타 건설 기능원(채굴 포함)

주: 연구자들은 한국고용직업분류 소분류에 따라 전체 136개 직업의 AI 노출도를 산출했음.

자료: 장재기 외(2025), 인공지능 시대, 고용 정책의 방향성-직업별 고용 효과를 중심으로, 산업연구원.

2. 디지털 전환(DX)의 기대효과

1) 디지털 전환(DX)의 현황 및 추이

디지털 전환(Digital Transformation)은 4차 산업혁명 기술을 접목하여 생산방식의 디지털화, 일상생활에서의 디지털화를 의미한다. 디지털 전환(DX)은 생산환경과 방식의 변화를 유발할 것으로 예상되며, 고용에도 직접적인 영향이 파급될 것으로 전망된다.

이소라 외(2025)는 팬데믹 이후 비대면 문화의 확산은 디지털 기술이 제공하는 서비스의 수요를 급격하게 증가하게 됐다고 분석했다. 그리고 이는 국내에서 디지털 전환을 매개로 구조적 변화를 초래하고 있다는 의견도 제시했다.

한국고용정보원은 업종별로 CEO를 대상으로 디지털 전환과 혁신에 관한 인식 조사를 했다. 2023년 진행된 조사 결과에 의하면 대부분의 업종에서 CEO들은 디지털 전환과 혁신이 중요하다는 인식을 갖고 있는 것으로 나타났다. 5점 척도에서 평균 4.08점으로 나타났다. 디지털 전환에 대해 중요하게 인식하는 업종은 전기전자업종으로 4.56점이었다. 다음으로 정보통신, 운수·물류도 각각 4.52점으로 나타나 디지털 전환을 중요하게 생각하는 것으로 조사됐다. 반면 금속제품 3.36점, 금속제품 3.64점, 섬유가죽 3.82점, 건설업 3.84점 등이었다. 디지털 전환과 혁신의 중요성에 대한 인식이 낮은 업종은 투자도 전체 산업의 평균에 미달하는 것으로 조사됐다.

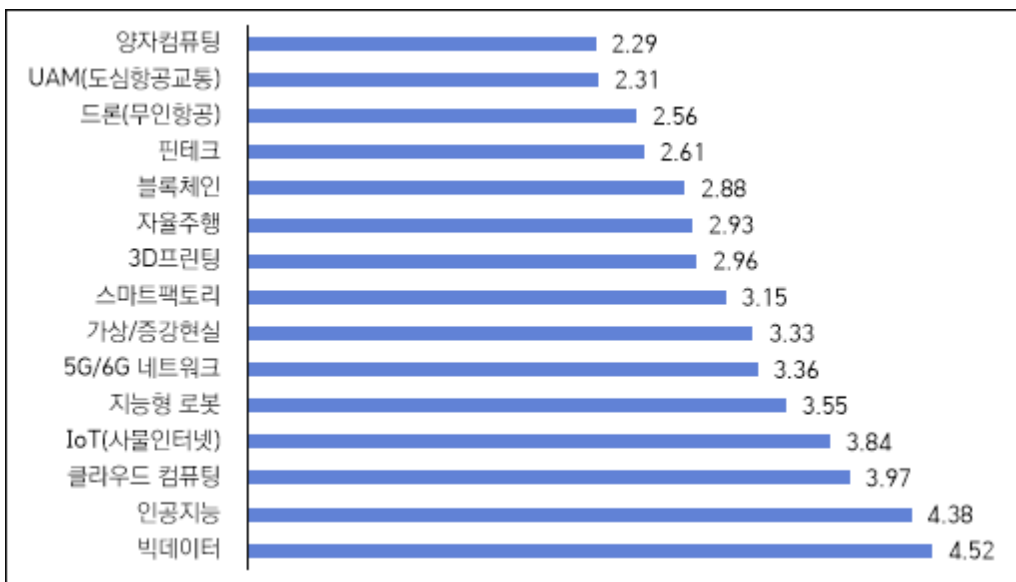
〈표 2-5〉 업종별 CEO의 디지털 전환과 혁신의 중요성 인식 수준 및 투자 비중

업종	디지털 전환과 혁신의 중요성 인식		투자	
	응답 수	중요도(5점 만점)	응답 수	비중(%)
전체	1,702	4.08	1,698	1.0
전기전자	68	4.56	67	1.2
정밀기기	35	4.40	35	0.8
섬유가죽	33	3.82	33	0.7
석유화학	67	3.87	67	0.8
비금속광물	33	3.36	33	0.7
금속제품	58	3.64	57	0.9
기계장비	77	3.79	77	0.9
자동차	75	4.43	75	0.9
에너지	34	3.91	34	1.0
식료품	60	4.12	60	0.8
건설	83	3.84	83	0.7
운수·물류	126	4.52	126	0.8
정보통신	126	4.52	117	1.6
도소매	123	3.85	123	0.7
음식숙박	58	3.79	58	0.9
금융	118	4.51	118	1.2
연구개발	124	3.62	123	1.4
공공행정국방	98	3.50	97	1.5
교육	161	4.05	161	1.1
보건사회	154	4.39	154	1.1

주: 건설업의 응답 수 83개는 100인~200인 업체 70개, 300인 이상 업체 13개임.

자료: 정순기 외(2023), 디지털 기반 기술혁신과 인력수요 구조 변화, 한국고용정보원.

CEO들은 디지털 기술 중 빅데이터와 인공지능¹⁷⁾에 대한 기대가 높은 것으로 조사되었다. 한국고용정보원 조사 결과에 의하면 비즈니스와 관련하여 중요한 디지털 기술을 조사한 결과 빅데이터가 가장 높게 나타났다. 다음으로 인공지능(AI), 클라우드 컴퓨팅 등의 순이었다. 지능형 로봇의 중요도는 5점 척도에서 3.55점이었다. 지능형 로봇은 향후 건설업의 시공과정에서 효과적으로 활용될 수 있는 디지털 기술로 인식되고 있다. 균질한 시공품질이 담보되는 지능형 로봇은 노동력 부족을 해결할 수 있는 대안으로도 관심이 높아지고 있다. 아직은 지능형 로봇을 적극적으로 활용하는 단계는 이르지 못하고 있다.



주: 5점 만점, N=2,003.

자료: 정순기 외(2023), 디지털 기반 기술혁신과 인력수요 구조 변화, 한국고용정보원.

[그림 2-1] 비즈니스 연관성을 고려한 디지털 기술의 중요성

산업의 디지털 전환을 지원하기 위한 정책도 적극적으로 추진되고 있다. 2022년 1월 4일 산업 디지털 전환 촉진법(법률 제18692호)이 제정됐다. 산업의 디지털 전환을 지원·촉진하기 위한 법적 근거가 마련된 것이다. 산업 디지털 전환을 산업데이터와 지능정보화 기본법 제2조 제4호에 따른 지능정보기술을 산업에 적용하여 산업활동 과정을 효율화하고 새로운 부가가치를 창출하여 나가는 일련의 행위로 정의하였다. 또한 국가에 산업

17) 김종기 외(2024)는 인공지능은 디지털 전환의 핵심 수단이 되고 있고, 경제학의 생산요소로 새롭게 포함되어야 할 만큼 중요성이 커지고 있다고 주장했다.

디지털 전환 촉진 및 기반 조성을 위한 종합적인 시책 추진의무를 명시하고 있다.

관련 법령 제정에 앞서 한국판 뉴딜 정책도 발표됐다. 한국판 뉴딜 1.0은 디지털 기반을 조성하고 확충하는데 주요한 목표를 두었다. 한국판 뉴딜 2.0은 신산업을 육성하고 디지털 포용 사회 구현 등이 목표로 설정됐다.

〈표 2-6〉 한국판 뉴딜 정책

구분	한국판 뉴딜 1.0(2020년)	한국판 뉴딜 2.0(2021년)
주요 목표	· 디지털 인프라 확충 · 데이터 경제 활성화 · 디지털 포용 강화	· 디지털 뉴딜 1.0의 확대 및 심화 · 신기술 및 초연결 신산업 육성 · 디지털 포용 사회 구현
중점과제	· 데이터 댐 구축 · 5G 인프라 확대 · AI와 빅데이터 활용	· 지능형 정부 · 비대면 인프라 고도화 · 디지털 혁신 인재 양성
혁신 분야	· 스마트 시티 · 스마트 공장 · 자율 주행차	· 전자정부 · 스마트 행정 서비스 · 디지털 의료 및 교육
추진 전략	· 공공 및 민간 데이터 활용 촉진 · 5G 기술 기반 산업 지원	· 정부 서비스 효율성 증대 · 혁신적인 교육모델 개발 · 개인정보 보호 정책 강화

자료: 기획재정부(2021. 7. 15.), 관계부처합동.

2) 디지털 전환(DX)의 기대효과

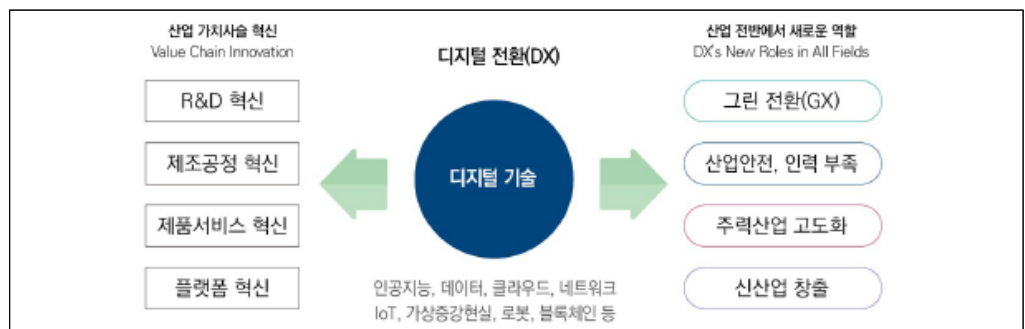
디지털 기술을 활용하는 디지털 전환(DX)은 산업의 성장을 위한 필수적인 요소라는 인식이 확산되고 있다. 최근 디지털에 기반한 기술혁신 중 가장 많은 관심의 대상이 되는 기술은 인공지능(AI)이다. 특히 생성형(generative) AI가 활발하게 활용되고 있다.¹⁸⁾

김종기 외(2024)는 산업에서 디지털 전환을 통해서 기대할 수 있는 효과는 연구개발 단계의 혁신, 제조·공정단계에서의 공정효율화 및 생산성 개선, 신제품 개발 혁신, 플랫폼 혁신 등이 가능하다고 보았다.

디지털 전환을 통해서 건설업에서 기대할 수 있는 가장 중요한 효과는 노동력 부족 해소와 안전관리 고도화를 통한 재해감축이라고 할 수 있다. 저출산과 고령화에 따른 인구구조 변화는 생산가능인구의 감소가 초래되고 있다. 노동에 대한 의존도가 높은 생산구조

18) 2022년말 Open AI의 챗GPT가 출시됐고, 이에 따라 생성형 AI기술에 대한 관심도가 높아졌다. 최근에는 산업 전반에서 생성형 AI기술 도입이 지속적으로 확대되고 있다.

에서 노동력 부족은 생산활동을 저해하는 문제이다. 노동력 부족을 동질적인 다른 노동력으로 대체하기 위해서는 시간이 필요하다. 기존 근로자가 제공했던 수준의 생산성이 담보되는 노동력을 확보하는데 더 오랜 시간이 소요될 수밖에 없다. 디지털 기술은 균질한 시공품질 제공이 가능한 장점이 있다. 이런 측면에서 디지털 전환은 노동력 부족을 해결할 수 있는 가장 효과적인 대안이다.



자료: 김종기 외(2024), 산업의 디지털 전환 현황과 혁신 활성화를 위한 연구, 산업연구원.

[그림 2-2] 산업에서 디지털 전환 추진의 기대 성과(안)

〈표 2-7〉 산업 디지털 전환의 주요 특징 및 효과

	DX를 통한 산업 가치사슬 혁신		산업 당면과제 해결로서의 DX
연구개발 혁신	지능화 설계, 예측 모델링, 시뮬레이션 고객 수요 예측 맞춤형 설계 R&D·디자인 기간 및 비용 절감 등	그린 전환(GX)	산업의 탄소중립·ESG 수단 고효율·친환경 이슈 대응 스마트 공장·빌딩(예치보전 등)
제조·공정 혁신	산업 데이터 연결, 전 공정 효율·일원화 효율적·실시간 조달 및 재고관리 수요·품질예측 시스템, 설비 예치보전 지능형 생산시스템, 가상(무인) 공장 협동 로봇, 작업 로봇, 작업자 안전 등	산업 안전	산업 현장의 작업자 사고 방지 유해환경 해소, 설비 안전운전 로봇 활용, 지능형 안전감시 체계
제품혁신	제품 고도화, 지능형·친환경 신제품 지능화 핵심 부품 및 모듈 적용 새로운 원료·소재 개발기간·비용 단축	인력부족	산업 전문인력·숙련공 부족 해소(고령화, 저출산 등 인구 감소) 3D 업종 기피 현상 해소 협동 로봇, 창고·물류 로봇 등
서비스 혁신	제품 기반 서비스(제조-서비스화) 디지털 주문, 고객경험, 예측 유지보수	주력산업 저성장	산업 데이터, AI 활용 등으로 차별화 및 고부가가치화 실현
물류·유통혁신	디지털 기술 기반 경로 축적·최적화 자율배송 시스템, 무인매장 등	신산업 창출	새로운 비즈니스 모델 발굴 제조-서비스화 확산 첨단기술 기반 신서비스 창출 등
플랫폼 혁신	제조의 플랫폼, 데이터의 플랫폼 구축 산업내·산업 간 VC 연계, 기능별 연계 등		

자료: 김종기 외(2024), 산업의 디지털 전환 현황과 혁신 활성화를 위한 연구, 산업연구원.

디지털 전환을 통해서 건설업에서 생산성과 효율성 향상이 가능할 것이라는데 동의하는 비중이 매우 높다. “매우 동의”가 87.2%, “동의” 비중은 9.6%이다. 건설업종 응답자의 96.8%가 디지털 전환을 통해서 생산성 개선을 기대한다고 할 수 있다.

〈표 2-8〉 디지털 혁신, 전환 및 활용의 핵심 목적-제품의 생산성/효율성 향상

(단위: %)

구분		응답수	전혀 무관	동의 어려움	보통	동의	매우 동의
전체		2,003	0.6	2.0	10.0	28.3	59.1
업종별	전기전자	86	0.0	0.0	1.2	5.8	93.0
	정밀기기	49	0.0	0.0	4.1	12.2	83.7
	섬유가죽	49	0.0	0.0	4.1	6.1	89.8
	석유화학	94	0.0	0.0	3.2	12.8	84.0
	비금속광물	53	0.0	0.0	1.9	17.0	81.1
	금속제품	77	0.0	0.0	3.9	10.4	85.7
	기계장비	105	0.0	1.0	1.9	15.2	81.9
	자동차	88	0.0	1.1	2.3	14.8	81.8
	에너지	45	2.2	2.2	0.0	6.7	88.9
	식료품	65	0.0	0.0	4.6	12.3	83.1
	건설	94	0.0	2.1	1.1	9.6	87.2
	운수/물류	134	0.7	2.2	20.9	29.9	46.3
	정보통신	126	0.0	4.0	5.6	27.0	63.5
	도소매	140	1.4	2.9	23.2	31.9	40.6
	음식숙박	69	1.4	2.1	18.6	32.1	45.7
	금융	135	0.7	0.7	4.4	58.5	35.6
	연구개발	137	1.5	2.9	13.9	47.4	34.3
	공공행정국방	113	0.9	6.2	14.2	41.6	37.2
	교육	174	0.6	1.7	23.6	40.2	33.9
	보건사회	170	1.8	4.1	12.9	42.4	38.8
매출액 규모별	100억원 미만	117	0.9	0.9	18.8	43.6	35.9
	100~500억원 미만	590	0.8	3.6	9.8	32.2	53.6
	500억원 이상	995	0.6	1.1	10.1	24.4	63.8
	전문가	301	0.3	2.3	7.0	27.2	63.1
종사자 규모별	50~99명	626	1.4	2.9	15.0	38.8	41.9
	100~299명	725	0.3	1.5	7.2	21.0	70.1
	300명 이상	351	0.3	1.1	9.7	25.4	63.5
	전문가	301	0.3	2.3	7.0	27.2	63.1

자료: 정순기 외(2023), 디지털 기반 기술혁신과 인력수요 구조 변화, 한국고용정보원.

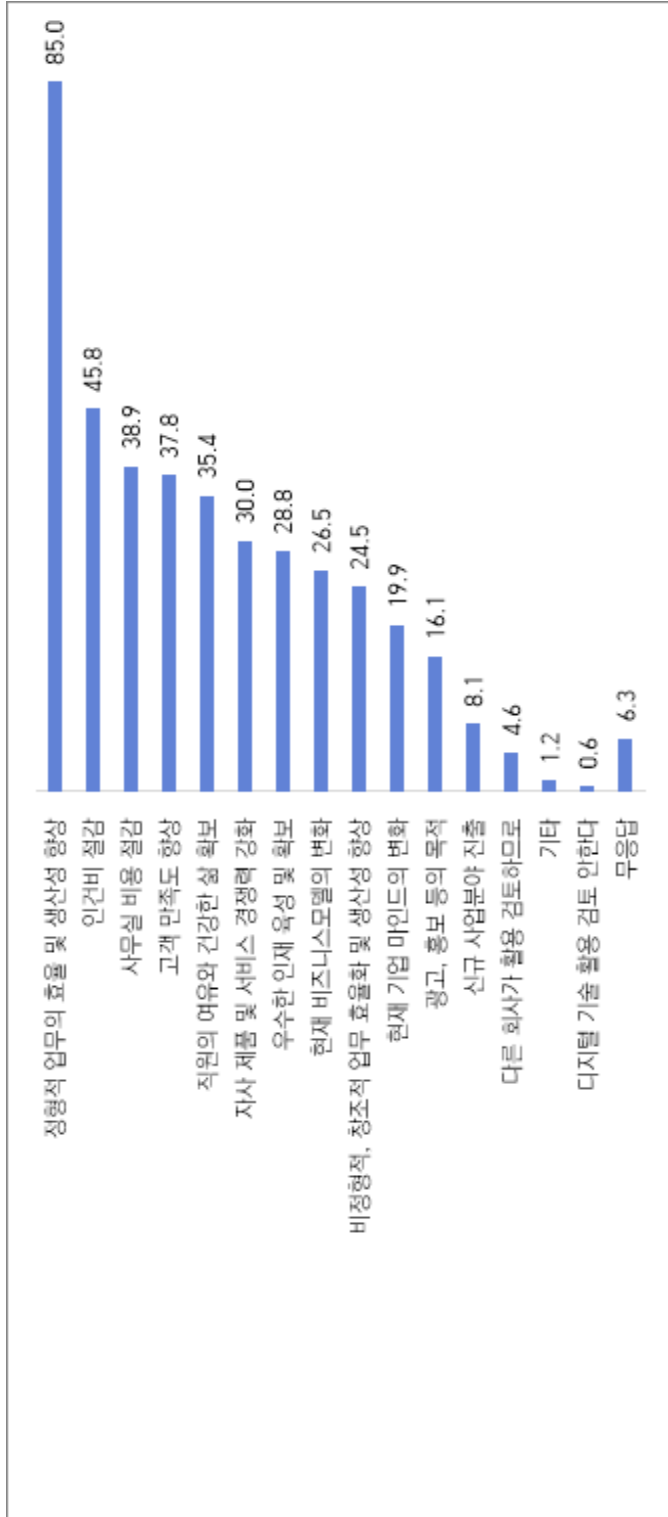
일본에서도 기업의 디지털 전환이 진행되고 있다. 디지털 전환을 고려하는 가장 중요한 배경은 정형적이고 반복적인 업무의 생산성 개선을 기대할 수 있기 때문이다. 다음으로 일본 기업들은 인건비 절감효과를 기대할 수 있어서 디지털 전환을 모색하는 것으로 조사됐다. 3순위로 높은 비중을 차지한 것은 사무실 비용의 절감이다.

일본 기업을 대상으로 디지털 전환 검토배경에 관한 설문조사에서 1순위부터 3순위까지는 비용 절감을 통한 생산성 개선에 대한 기대라고 요약할 수 있다. 특히 정형적인 업무의 디지털화를 통해 생산성 개선에 대한 기대는 높은 응답 비중으로 확인된다.

건설현장은 다양한 위험요소가 산재해 있다. 건설재해를 감축하는 가장 좋은 방법은 재해에 취약한 근로자를 줄이는 것이다. 중대재해로 이어질 수 있는 고소작업을 줄이고, 디지털 기술을 활용해서 위험요소를 관리하고 건설근로자의 불완전한 행동을 교정할 수 있어야 재해를 줄일 수 있다. 디지털 전환은 건설재해를 줄일 수 있는 효과적인 수단이다. 건설현장에 디지털 기술이 가장 우선적으로 적용되는 분야가 안전관리인 것은 바로 이런 이유 때문이다.

건설업에서 디지털 전환이 확산되면 내국인 유휴인력을 활용할 수 있는 계기가 마련되는 것이라고 할 수 있다. 현재 건설근로자의 90% 이상은 남성 근로자이며, 내국인 남성 근로자의 다수는 50대 이상이다. 육체에 체화된 생산성과 근력을 사용하는 현장에서의 생산활동은 여성과 고령자에게 진입장벽이 되고 있다. 디지털 전환은 생산 패러다임 전환(paradigm shift)을 유도할 수 있고, 건설현장의 변화는 여성과 고령자의 노동력을 활용할 수 있는 환경이 조성되는 것으로 이해할 수 있다.

현장의 열악한 근로환경은 청년층이 건설업 입직을 기피하는 가장 직접적인 원인이다. 더럽고 위험한, 그리고 힘든 육체노동을 하는 현장에서 디지털화된 생산환경으로의 전환은 청년층 입직을 기대할 수 있다.



주: 농림어업, 정보통신업, 복합서비스업, 공무를 제외한 산업의 종업원수 100인 이상 4,000개 회사를 대상으로 설문조사가 시행되었으며, 응답업체는 347개임.
 자료: 藤本 真(2025), 「デジタル人材」の能力開発・確保をめぐる企業の取り組みに関する研究, 労働政策研究・研修機構.

[그림 2-3] 일본 기업들의 디지털 기술 활용 검토 이유(복수응답)

III

건설업 생산구조 및 생산요소 활용 특성

- 1. 건설업 현황 및 구조
- 2. 건설업 생산구조
- 3. 건설업의 생산요소 활용 특성

건설업 생산구조 및 생산요소 활용 특성

1. 건설업 현황 및 구조

1) 건설업 현황

2025년 5월 건설기성액은 89.9천억원으로 전월과 비교하면 4천억원 감소했다. 그리고 2024년 5월과 비교하면 23.7천억원이 줄었다. 전년 동월 대비 크게 하락한 건설기성은 건설경기 침체를 단적으로 보여주는 결과이다.

2024년도 건설경기 하락 시기에 해당한다는 점을 고려하면 경기침체가 우려되는 상황이다. 특히 건설업은 전후방 연관효과가 큰 산업이며, 취업유발효과 및 고용유발효과가 높은 산업이라는 점에서 연관산업 전반의 침체가 나타나고 있는 것으로 볼 수 있다.

기성액 중 건축공사 기성액이 토목공사 기성액에 비해 전년 대비 하락폭이 확대되는 추세이다. 건축공사는 토목공사에 비해 참여하는 공정이 다양하며, 생산요소 중 노동의 활용도가 높다. 그만큼 건축공사는 토목공사에 비해 노동수요도 많다. 따라서 건축공사 축소 규모가 크다는 것은 건설근로자의 고용에도 부정적인 영향이 파급될 수밖에 없다.

〈표 3-1〉에 제시되어 있는 최근 1년은 전년도와 비교하면 감소폭이 확대되는 양상을 보이고 있다. 2025년 기준 경제활동인구조사에 의하면 건설업 취업자는 1,964천명이다. 2024년 5월의 건설업 취업자 2,070천명과 비교하면 106천명 감소했다. 2023년 5월 건설업 취업자 2,117천명에 비해서는 153천명 감소했다.¹⁹⁾ 건설업은 투자와 고용이 동행하는 업종이다. 건설업 취업자의 감소는 투자의 감소를 의미한다. 즉 2025년은 2024년 및 2023년에 비해 건설경기가 위축했다고 볼 수 있다.

이러한 상황은 건설근로자공제회가 발표한 2025년 5월 기준 퇴직공제 피공제자 동향을 통해서도 확인된다. 2025년 5월 퇴직공제 피공제자는 661,844명으로 전년 동월의

19) 2025년 5월 기준 15세 이상 인구는 45,734천명, 경제활동인구는 30,012천명으로 경제활동 참가율은 65.6%였다. 15세 이상 인구에서 취업자 29,180천명이 차지하는 비중인 고용률은 63.8%였다.

809,736명과 비교하면 147,892명 감소했고, 비중도 18.3% 하락했다. 내국인 건설근로자뿐만 아니라 외국인 건설근로자도 감소한 것으로 나타났다.

〈표 3-1〉 최근 건설기성액

(단위: 천억원, %)

구분		전체		건축		토목	
		금액	증감률	금액	증감률	금액	증감률
2024년	5월	113.6	-3.4	86.8	-5.2	26.8	2.6
	6월	125.7	-6.0	89.2	-11.7	36.5	11.6
	7월	106.0	-5.0	82.5	-8.2	23.5	8.6
	8월	104.1	-9.3	78.9	-12.9	25.2	4.1
	9월	103.0	-12.7	75.6	-15.1	27.4	-5.4
	10월	105.8	-9.6	80.5	-10.9	25.3	-5.1
	11월	110.0	-12.3	81.8	-15.9	28.4	-0.2
	12월	132.7	-7.3	91.4	-5.1	41.3	-11.9
2025년	1월	84.9	-27.4	65.1	-28.8	19.8	-22.2
	2월	84.1	-19.8	63.0	-22.5	21.1	-10.1
	3월	99.7	-16.3	72.5	-16.6	27.2	-15.6
	4월	93.9	-21.1	69.7	-23.5	24.2	-13.3
	5월	89.9	-20.8	66.6	-23.3	23.3	-12.8

주: 1. 증감율은 전년 대비이며, 2025년 4월과 5월은 잠정치.
 2. 건설기성은 한 달간 시공한 공사실적이며, 2015년 불변가격 기준.
 자료: 통계청, 건설경기동향조사.

〈표 3-2〉 2024년과 2025년 5월 기준 퇴직공제 피공제자 증감 현황

(단위: 명, %)

구분	2024년 5월		2025년 5월		전년 동기 대비 증감	
	인원수	구성비	인원수	구성비	인원수	증감률
계	809,736	100.0	661,844	100.0	-147,892	-18.3
내국인	678,521	83.8	546,550	82.6	-131,971	-19.4
외국인	131,215	16.2	115,294	17.4	-15,921	-12.1

자료: 건설근로자공제회(2025), 퇴직공제 피공제자 동향.

2025년 5월 기준으로 최근 3개월의 구직급여 신청자에서도 건설업 비중이 높았다. 2025년 5월 건설업 취업자는 전체 취업자 29,160천명의 6.7%인 1,964천명이지만 구직급여 신청자의 비중은 15.8%이다. 또한 건설업 취업자는 제조업 취업자 4,436천명의 44.3%에 불과하지만, 제조업 신규 구직급여 신청자 대비 건설업 신규 구직급여 신청자의

비중은 94.4%이다. 건설업에서 실업자가 급격하게 증가하고 있는 것을 확인할 수 있다. 2025년 5월 건설업 실업자는 2024년 5월과 비교해도 0.5천명이 증가했다.²⁰⁾

〈표 3-3〉 최근 산업별 구직급여 신청자수 및 증감(전년 동월 대비)

(단위: 천명, %)

구분	2025년 3월	2025년 4월	2025년 5월	증감	구성비
전 산업	137	103	85	-3	100.0
제조업	15.2	16.7	14.3	0.8	16.8
건설업	14.3	13.7	13.5	0.5	15.8
도소매	11.9	12.3	10.2	-0.4	11.9
보건복지	31.8	12.6	9.2	=0.7	10.7

주: 구성비에서 차지하는 비중이 10% 이상인 산업만을 표시하였음.
 자료: 통계청, 경제활동인구조사.

한국은행이 발표하는 기업경영분석에 의하면 건설업체의 성장성 지표와 수익성 지표가 악화되고 있는 것으로 나타났다. 대표적인 성장성 지표인 매출액증가율과 총자산증가율은 매출액증가율은 2024년 3분기부터 악화되는 양상이다. 전년 동기 대비 3.2 감소했으며, 2024년 4분기는 전년 동기와 비교해 5.2%가 감소했다. 그리고 2025년 1분기는 전년 동기 대비 8.7%가 하락했다. 총자산증가율도 2024년 3분기부터 전기말에 비해 하락하는 추세가 나타나고 있다. 4분기는 1.0%로 하락폭이 낮아지고, 2025년 1분기는 전기인 2024년말에 비해 1.7% 상승했다. 그러나 2024년은 3분기부터 총자산증가율 감소세가 나타났다는 점을 감안하면 2025년 1분기 1.7% 상승도 2024년 2분기의 총자산증가율에 미달하는 수준이다.

기업경영분석 시 사용되는 대표적인 수익성 지표는 매출액영업이익률과 매출액세전순이익률이다. 2023년 이후 건설업의 분기별 매출액영업이익률은 개선되지 못하고 있다. 이는 매출액세전순이익률도 비슷한 양상이다. 2024년 4분기는 -1.2%로 나타났다. 기업이 납부하는 법인세 등이 납부되기 전의 매출액순이익률이 마이너스(-)를 기록했다.

20) 2025년 5월 경제활동인구조사 결과, 15세 이상 인구는 45,734천명이다. 이 중 경제활동인구는 30,012천명, 비경제활동인구는 15,722천명이다. 경제활동인구 중 취업자는 29,160천명, 실업자는 853천명이다. 비경제활동인구 15,722천명(100.0%)의 구성은 육아 674천명(4.3%), 가사 5,863천명(37.3%), 재학·수강 3,196천명(20.3%), 연로 2,438천명(15.5%), 심신장애 460천명(2.9%), 기타 3,091천명(19.7%) 등이다. 기타는 학원·기관 통학 회 취업준비, 군입대 대기, 쉬었음 등이다. 취업준비자는 659천명으로 4.2%의 비중인 것으로 조사됐으며, 재학·수강 등 중 취업을 위한 학원·기관 통학과 기타 중 학원·기관 통학 위 취업준비의 합계를 의미한다.

이처럼 건설업의 성장성 지표와 수익성 지표가 악화되거나 개선되지 못하는 원인은 건설경기 침체의 영향이라고 할 수 있다. 건설공사비지수가 계속 상승하고 있고, 자재비 인상과 인건비 상승이 지속되고 있어 향후에도 경영성과의 개선은 쉽지 않은 상황이다.

〈표 3-4〉 최근 분기별 건설업의 성장성 지표와 수익성 지표 추이

(단위: %)

구분			2023				2024				2025
			1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4
성장성 지표	매출액 증가율	전 산업	0.4	-4.3	-5.2	-1.3	1.2	5.3	4.3	3.5	2.4
		제조업	-2.1	-6.9	-6.8	0.9	3.3	7.3	4.9	3.8	2.8
		비제조업	3.6	-0.7	-3.1	-4.0	-1.6	2.6	3.6	3.1	1.9
		건설업	7.2	12.3	11.9	6.4	4.0	0.9	-3.2	-5.2	-8.7
	총자산 증가율	전 산업	1.9	1.1	2.1	-0.2	2.8	1.4	0.4	2.0	1.4
		제조업	2.7	1.7	2.3	-0.7	3.3	1.7	0.6	1.8	1.6
		비제조업	0.9	0.3	1.8	0.6	2.1	0.9	0.2	2.3	1.0
		건설업	1.9	2.3	1.8	3.7	3.8	2.2	-2.0	-1.0	1.7
수익성 지표	매출액 영업이 익율	전 산업	2.8	3.6	4.0	2.6	5.4	6.2	5.8	4.1	6.0
		제조업	2.5	2.9	4.0	1.8	5.4	7.1	6.1	4.2	6.2
		비제조업	3.2	4.6	4.1	3.6	5.3	5.1	5.4	3.9	5.9
		건설업	4.2	3.3	3.8	1.9	3.0	3.0	3.1	0.7	3.0
	매출액 세전순 이익률	전 산업	5.0	6.0	5.1	0.7	7.4	6.7	5.6	2.7	7.7
		제조업	5.8	7.1	5.7	-0.1	8.9	8.1	5.9	3.7	8.6
		비제조업	3.9	4.4	4.3	1.8	5.5	4.8	5.1	1.3	6.5
		건설업	5.0	3.4	4.2	-1.1	3.2	3.2	2.7	-1.2	3.8

주: 1. 2023년 결과는 2022년말 기준 외감기업 중 특정한 요건을 충족하는 22,962개 기업을 대상으로 한 조사결과이며, 2024년과 2025년 1분기 결과의 조사대상 모집단은 2023년말 기준 외감기업 중 특정한 요건을 충족하는 업체 23,137개를 대상으로 조사·분석한 결과임.

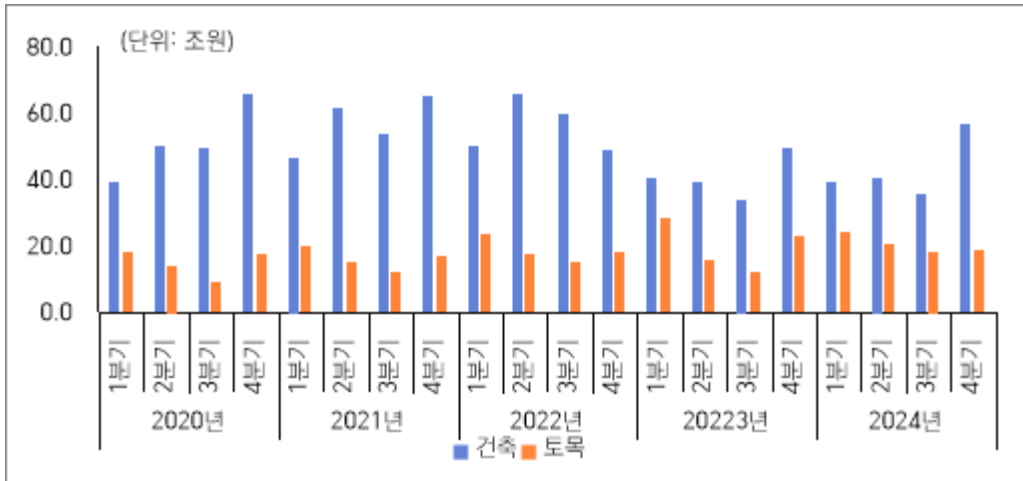
2. 매출액증가율은 전년 동기 대비 증감률.

3. 총자산증가율은 전기말 대비 증감률.

자료: 1. 한국은행(2024), 2024년 1/4분기 기업경영분석.

2. 한국은행(2025), 2025년 1/4분기 기업경영분석.

건설투자는 건설계약에 후행하며, 일정한 시차를 두고 실현된다. 따라서 건설계약액은 이후의 건설경기를 전망할 수 있는 자료이다. 2022년 3분기부터 건축공사 계약액이 하락하는 양상이다. 이는 2023년과 2024년, 2025년까지 건축공사 기성액을 하락하는 요인이 될 것으로 예상된다. 2022년 3분기부터 본격적으로 나타나기 시작한 건축공사 계약액 하락은 이후 분기에서도 이어지고 있다. 이에 따라 2025년과 2026년, 2027년까지 건축공사 기성액이 하락할 것으로 전망된다.



주: 토목은 토목, 산업환경설비, 조경의 합계임.
자료: 국토교통 통계누리.

[그림 3-1] 최근 5년 분기별 건설공사 계약액

건설계약액을 건축공사와 토목공사(토목+산업환경설비+조경)로 구분하면 비중에 현격한 차이가 있다. 2023년 건축공사 계약액이 건설공사 계약액에서 차지하는 비중이 67.5%로 낮아진 이후 2024년에도 68.0%를 보였다. 자재비와 인건비 상승으로 건축공사 발주가 축소되고 있는 상황이 반영된 결과이다. 이를 제외하면 건축공사 비중이 75%를 상회한다. 건설업은 건축공사가 주도하고 있고, 건축공사의 다수는 민간에서 발주된다. 2020년부터 2024년까지 건축공사가 건설공사에서 차지하는 비중과 민간발주자의 비중이 유사한 수준인 것을 통해서도 확인할 수 있다.

<표 3-5> 최근 5년 공종별 및 발주자별 계약액 비중 추이

(단위: 조원, %)

구분		2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
공종별	건축	203.6 (77.9)	226.2 (78.3)	223.3 (75.3)	162.5 (67.5)	171.7 (68.0)
	토목	57.7 (22.1)	62.7 (21.7)	73.4 (24.7)	78.2 (32.5)	80.8 (32.0)
발주자별	민간	195.8 (74.9)	226.9 (78.5)	235.3 (79.3)	173.1 (71.9)	175.5 (69.5)
	공공	65.6 (25.1)	62.0 (21.5)	61.5 (20.7)	67.6 (28.1)	77.0 (30.5)

주: 토목은 토목, 산업환경설비, 조경의 합계임.
자료: 국토교통 통계누리.

2) 건설업 구조

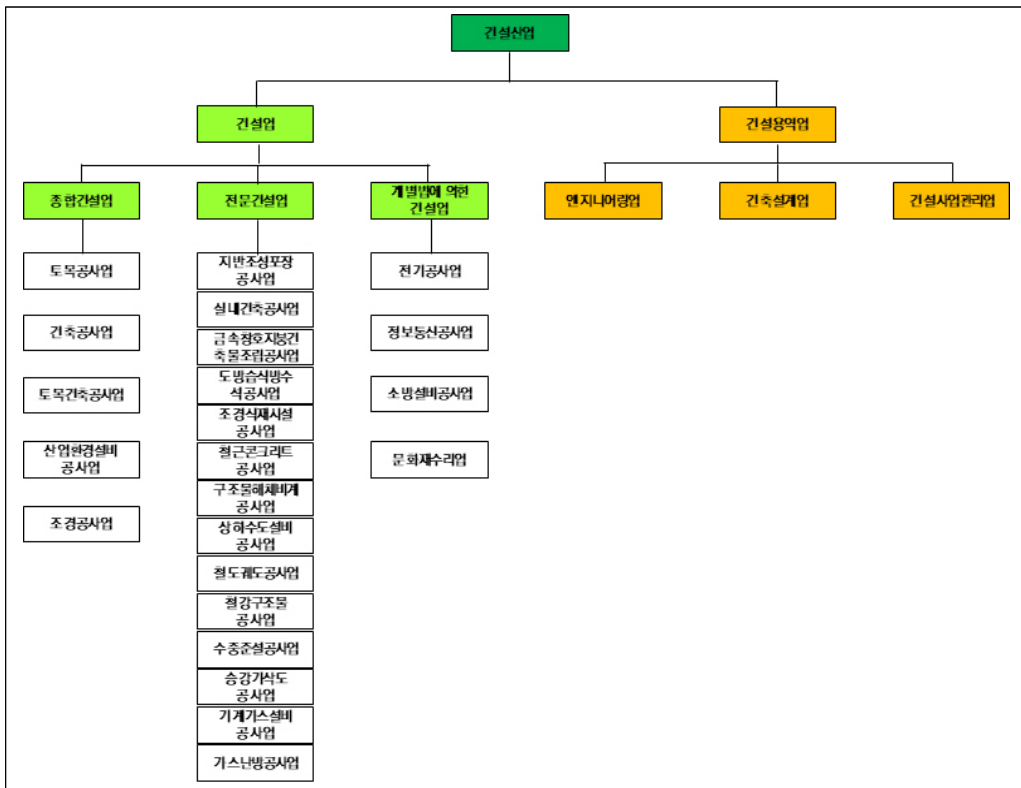
건설산업 범위는 건설공사의 기획부터 설계와 감리, 시공을 포함한다. 한국표준산업분류(KSIC)는 건설업은 중분류를 종합건설업과 전문직별 공사업으로 구분하고, 전문직별 공사업의 소분류는 기반조성 및 시설물 축조관련 전문공사업(421), 건물설비 설치 공사업(422), 전기 및 통신 공사업(423), 실내건축 및 건축마무리 공사업(424), 시설물 유지관리 공사업(425), 건설장비 운영업(426) 등이다. 전기공사업(4231), 통신공사업(4232)은 전기 및 통신 공사업의 세분류로 분류돼 있다. 소방시설 공사업(42204)은 건물설비 설치 공사업(4220)의 세분류에 포함돼 있다. 이처럼 산업의 범위를 구분하는 기준이 되는 한국표준산업분류는 생산활동을 기준으로 산업을 분류하고 있고, 건설업 생산활동을 통해서 공급되는 시설물 공사에 참여하는 업종을 건설업에 포함시키고 있다.

이에 비해 건설산업기본법은 건설산업을 건설용역업과 건설업으로 구분하며, 한국표준산업분류에 비해 범위가 제한적이다. 건설용역업은 건설공사에 관한 조사, 설계, 감리, 사업관리, 유지관리 등 건설공사와 관련된 용역을 하는 업으로 정의되어 있다. 건설업은 공사를 하는 업으로 정의되어 있고(제2조), 종합건설업과 전문건설업으로 구분하고 있다.

건설산업기본법 제16조(건설공사의 시공자격) 제1항에 의하면 건설공사를 도급받기 위해서는 해당 건설공사를 시공하는 업종을 등록하여야 한다. 종합공사는 종합건설사업자, 전문공사는 전문건설업자가 원칙이다. 제1항 단서에 의해 예외적으로 전문공사를 종합건설사업자, 종합공사에 전문건설사업자가 도급자가 될 수 있다.

종합공사는 종합적인 계획, 관리 및 조정을 하면서 시설물을 시공하는 공사로 정의하고 있다. 종합건설업은 구조물을 기준으로 토목공사업, 건축공사업, 토목건축공사업, 산업·환경설비공사업, 조경공사업 등의 5개 업종이 있다. 전문공사는 시설물의 일부 또는 전문 분야에 관한 건설공사로 정의된다. 전문건설업종은 지방조성·포장공사업의 업무범위는 토공사, 포장공사, 보링·그라우팅·파일공사이며, 금속창호·지붕건축물조립공사업은 금속구조물·판호·온실공사, 지붕판금·건축물조립공사를 업무범위로 한다. 도장·습식·방수·석공사업의 업무범위는 도장공사, 습식·방수공사, 석공사이다. 조경식재·시설물공사업은 기존의 조경식재공사업과 조경시설공사업이 통합되었다. 철강구조물공사업은 업무범위를 철강구조물공사로 하고 있다. 수중·준설공사업은 수중공사업과 준설공사업이 통합된 업종이다. 기계가스설비공사업은 기계설비공사업과 가스시설공사업(제1종)이 통합됐고, 가스난방공사업은 가스시설공사업(제2종)과 가스시설공사업(제3종), 그리고 난방공사업(제1

종)과 난방공사업(제2종), 난방공사업(제3종)을 업무범위로 변경되었다. 실내건축공사업, 철근콘크리트공사업, 구조물해체·비계공사업, 상하수도설비공사업, 철도·궤도공사업, 승강기·삭도공사업, 시설물유지관리업은 기존과 동일하게 유지됐다. 전문건설업종이 대업종으로 변하면서 주력분야공시제를 도입하여 전문건설업종 중 주력으로 시공할 수 있는 1개 이상의 업무분야를 정하여 국토교통부장관에게 등록 신청하도록 했다(건설산업기본법 시행령 제7조의2).²¹⁾



[그림 3-2] 건설산업기본법의 건설업종

2024년 6월 기준 종합건설업체수는 18,902개, 2024년 대비 220개가 감소했다. 대한전문건설협회에 의해 집계되는 전문건설업체 2025년 6월 57,510개로 2023년에 비해 2,993개, 2024년과 비교하면 1,021개가 증가했다. 기계설비업체도 2024년과 비교하면

21) 기존 25개 업종을 29개로 분류했던 체계에서 15개로 축소하고 세부공종별로 공사실적, 전문인력, 처분이력 등을 검증 후 공시하는 것으로 건설산업기본법 시행령이 개정되었다.

2025년 6월 기준은 201개가 증가해서 10,678개이다. 주택경기의 침체는 주택건설업체 수에도 영향을 미치고 있는 것으로 보인다. 2025년 6월 기준 8,379개 업체가 등록돼 있고, 이는 2024년에 비해 444개 감소했고, 2023년과 비교하면 1,011개가 줄었다.

2025년 6월 기준으로 2024년과 비교하면 종합건설업체수는 감소했지만 전문건설업체수가 증가했다. 이로 인하여 등록 건설업체수는 87,090개로 2024년과 비교하면 1,002개 늘었다. 종합건설업체는 2023년 19,516개로 최고를 기록했고, 전문건설업체는 2025년 6월 57,510개로 최고를 기록했다. 설비업체수도 2025년 6월이 최고치로 나타났다.

도급에 관해서도 건설산업기본법은 제2조(정의) 제11호에서 정의하고 있다. 도급은 원도급, 하도급, 위탁 등 명칭과 관계없이 건설공사를 완성할 것을 약정하고, 상대방이 그 공사의 결과에 대하여 대가를 지급할 것을 약정하는 계약이다.

건설산업기본법 제2조(정의) 제12호에 의하면 하도급은 도급받은 건설공사의 전부 또는 일부를 다시 도급하기 위하여 수급인이 제3자와 체결하는 계약으로 정의된다.

건설산업기본법에서 종합건설사업자와 전문건설사업자, 종합공사와 전문공사, 도급과 하도급에 관해서 정의하고, 관련 규정을 두고 있는 것은 건설업이 도급구조에 의해 생산활동이 이루어지는 구조라는 것을 보여준다.

〈표 3-6〉 건설업종별 업체수 추이

(단위: 개)

구분	건설업체					주택업체
	소계 (a+b+c+d)	종합(a)	전문(b)	설비(c)	시설물(d)	
2015년	61,313	11,220	37,872	7,062	5,159	6,501
2016년	63,124	11,579	38,652	7,360	5,533	7,172
2017년	65,655	12,028	40,063	7,602	5,962	7,555
2018년	68,674	12,651	41,787	7,887	6,349	7,607
2019년	72,323	13,050	44,198	8,311	6,764	7,812
2020년	77,182	13,566	47,497	8,797	7,322	8,686
2021년	87,509	14,264	56,724	9,287	7,234	9,904
2022년	88,208	18,887	52,433	9,796	7,092	10,049
2023년	84,140	19,516	54,517	10,107	-	9,390
2024년	86,088	18,902	57,510	10,678	-	8,379
2025년 6월	87,090	18,902	57,510	10,678	-	8,379

주: 2024년 1월 1일 시설물유지관리업 폐지로 인하여 누계가 접수되지 않음.

자료: 대한건설협회(2025), 2025. 2분기 기준 주요 건설통계.

2. 건설업 생산구조

건설업은 시공과정에서 다양한 위험이 나타날 수 있다. 시설물 설치를 선행고정인 토목공사와 지반조성공사에서 예상치 못한 연약지반, 수로, 암거가 나타날 수 있다. 시공을 준비하는 과정에서 각종 민원이 발생해서 설계가 변경되는 사례도 종종 있다. 건설업 이외의 산업에서는 나타나지 않는 위험들이다.

발주자가 직면할 수 있는 위험을 수급자(원도급자)에게 이전되는 것도 도급의 특징이다. 발주자는 시공을 전문적으로 수행하는 당사자는 아니다. 즉 건설공사에서 발생할 수 있는 위험을 보다 효과적으로 관리할 수 있는 책임자는 건설사업자이다. 발주자는 입찰과정 운영을 통해서 효과적으로 공사를 관리하고 수행할 수 있는 건설사업자를 선정한다. 공사 낙찰로 도급계약을 체결하고 발주자의 위험을 인수한 원도급자는 자기 책임하에 공사를 진행한다.

건설공사의 진행은 다양한 공정의 순차적인 진행이다. 그리고 특정한 공정을 전문적으로 시공하는 역할은 전문건설사업자가 대부분 수행한다. 원도급자의 하도급자로 특정한 공정의 시공을 담당하는 것이 하도급자의 기본적인 역할이다.

대한건설협회가 조사해서 발표하는 종합공사 완성공사 원가구성에서도 하도급 생산구조가 명확하게 파악된다. 외주비로 표시되는 종합공사의 원가 항목은 하도급이라고 할 수 있다. 외주비 비중이 지속적으로 상승하는 추세는 종합공사의 원도급자인 종합건설업체가 하도급을 통해 공사하는 비중이 증가하고 있다는 것을 보여준다.

〈표 3-7〉 종합공사 완성공사 원가구성 비중 추이

(단위: %)

구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
재료비	26.02	27.21	26.34	24.90	22.95	24.27	24.23	23.40	23.07	22.78
노무비	6.27	5.76	6.01	6.17	7.54	5.71	7.23	8.19	7.86	7.22
외주비	53.83	53.66	54.80	56.79	57.43	58.44	57.43	56.80	57.67	58.29
현장경비	13.88	13.36	12.84	12.15	12.09	11.59	11.12	11.61	11.40	11.71
(기계경비)	(2.25)	(2.27)	(2.20)	(2.02)	(2.61)	(1.83)	(2.24)	(2.33)	(2.18)	(2.06)
공사원가	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

자료: 대한건설협회(2024), 2023년 기준 완성공사 원가통계.

대한전문건설협회가 발행하는 전문건설업 통계연보²²⁾에서도 건설업의 도급 생산구조를 확인할 수 있다. 통계연보로 확인할 수 있는 최근 연도인 2023년을 기준으로 최근 5년의 전문건설업 도급별 공사건수와 공사금액을 확인하면 하도급공사의 평균 금액이 10배 이상 높은 것으로 나타난다.²³⁾ 2019년부터 2023년까지 원도급공사 1건당 평균 금액은 54.8백만원, 하도급공사 1건당 평균 금액은 604.1백만원이다.

〈표 3-8〉 최근 5년 전문건설업 도급별 평균 금액

(단위: 건, 백만원)

구분	원도급			하도급		
	1건 평균 금액	공사건수	공사금액	1건 평균 금액	공사건수	공사금액
2019년	57.2	602,602	34,448,393	486.8	129,827	63,194,413
2020년	52.7	601,463	31,688,470	478.3	131,214	62,757,956
2021년	52.4	638,483	33,429,929	541.8	133,081	72,108,141
2022년	54.3	666,341	36,151,118	681.2	125,825	85,717,801
2023년	57.6	603,722	34,776,007	832.2	97,570	81,196,050
5년 평균	54.8	622,522	34,098,783	604.1	123,503	72,994,872

자료: 대한전문건설협회, 전문건설업 통계연보.

실제로 원도급자의 현장 운영에서 시공은 하도급공사로 운영하게 된다. 〈표 3-9〉는 400세대 규모의 아파트 신축공사를 시공하는 종합건설업체가 하도급 공정을 60개로 구분하여 시공을 진행한 사례이다. 원도급자의 하도급공정 구분에는 개별 법령을 우선적으로 적용받는 전기공사업과 통신공사업, 소방공사업 등은 제외되어 있다. 분리발주가 원칙인 해당 공정에 참여하는 하도급자도 다양하다.

이처럼 주거용 건축물로서의 용도를 정상적으로 제공하기 위해서는 〈표 3-9〉와 같은 다양한 공정을 진행할 수 있는 전문건설업체가 하도급자로 참여할 수밖에 없다. 원도급자가 관련되는 모든 공정을 시공하는 것은 불가능하다. 건설공사는 각기 다른 전문건설업종을 등록한 다수의 전문건설사업자가 현장에서 진행되는 시공을 수행하는 것이 전형적인 구조이다. 하도급생산 구조는 현실에서 활용될 수 있는 가장 효율적인 방식이다.

22) 대한전문건설협회가 조사·발표하는 전문건설업 통계연보는 통계청 승인통계이다.

23) 2003년부터 2023년까지 기간 동안 원도급공사와 하도급공사 1건당 평균 금액은 각각 48.6백만원과 410.0백만원이다. 하도급공사 1건 금액이 원도급공사 금액에 비해 8.4배 크다. 이런 경향은 최근 5년 동안 더 강화된 것으로 나타났다.

〈표 3-9〉 아파트 신축공사 하도급 공정 구분(H건설 강릉현장)

연번	공정	연번	공정	연번	공정	연번	공정
1	골조	16	세대현관문	31	목창호	46	레미콘
2	AL폼	17	일반가구	32	PP집수정	47	철근
3	갱폼	18	주방가구	33	배수관	48	레미탈
4	데크	19	타일	34	사워부스	49	파일
5	파일항타	20	운동기구	35	바닥완충재	50	타워
6	조적	21	준공청소	36	욕실천장	51	폐기물처리
7	미장	22	그래픽사인물	37	우편함	52	정기안전
8	방수	23	도배	38	인조대리석상판	53	가설올타리
9	내장	24	디지털도어록	39	창호철물	54	이동식화장실
10	잡철물	25	PL	40	카스토퍼	55	가설사무실
11	AL창호	26	가전	41	재하시험	56	임시동력
12	석공사	27	시스템가구	42	발코니난간대	57	가설사인물
13	도장	28	PC트렌치	43	철근공장가공	58	수량산출
14	유리	29	계단난간대	44	석고보드	59	시험기기
15	테라조	30	마루	45	단열재	60	호이스트

주: 1. 400세대 규모의 아파트 공사현장 사례.

2. 원도급업체는 준공도서/준공도서검토 용역도 하도급으로 발주하였으나, 표에는 표시하지 않음.

3. 건설업의 생산요소 활용 특성

1) 낮은 자본 활용도

〈표 3-10〉에는 2023년 시공능력순위로 구분한 종합건설업체 종합공사 원가구성이 제시돼 있다. 현장경비는 간접비와 관련된 비용이 대부분이다. 따라서 공사현장을 운영하기 위해서 필수적으로 소요되는 비용들이 포함돼 있다. 현장에서 공사와 관련된 업무를 처리하기 위한 시설, 편의시설과 안전교육장, 화장실 등은 현장 규모와 무관하게 갖추어져 있어야 한다.

시공능력순위가 하위인 종합건설업체가 시공할 수 있는 규모는 제한적이다. 대부분 공사금액이 적은 공사를 수행하게 된다. 현장경비가 간접비 요소가 대부분이라는 점을 고려하면 7군의 현장경비 비중이 16.95%로 나타나는 것은 전체 공사금액에서 차지하는 비중이 일정한 수준이기 때문이다. 즉 기본적으로 소요되는 경비는 유사한 순위의 업체가 수행하는 공사에서 비슷한 수준이며, 공사금액 대비 비중에서 차이를 보일 뿐이다.

기계경비의 비중도 유사한 성격이라고 할 수 있다. 시공능력순위 1군 업체가 시공하는 공사의 원가에서 기계경비 비중이 1.00%인 것은 전체 공사금액 대비 비중으로 표시되기 때문이다. 당연히 1군 업체가 시공하는 공사 규모에서는 기계경비 활용도가 더 높을 수밖에 없다. 하위 시공능력순위 업체에 비해 원도급자가 부담하는 기계경비의 절대금액은 전체 공사금액에 비례하여 증가하는 상황은 아니라고 할 수 있다. 즉 상위의 시공능력순위 업체가 투입하는 기계장비는 하위 시공능력순위 업체에 비해서는 많지만, 그 격차가 전체 공사금액의 차이에 비해서는 적다는 것을 의미한다.

〈표 3-10〉 2023년 종합건설업체 시공능력순위별 원가구성 비교

(단위: %)

구분		재료비	노무비	외주비	현장경비		공사원가계
					(기계경비)		
1군	(1∼100위)	22.22	4.68	61.44	11.65	(1.00)	100.00
2군	(101∼200위)	18.16	5.85	66.55	9.45	(1.61)	100.00
3군	(201∼300위)	21.50	6.65	61.35	10.51	(2.13)	100.00
4군	(301∼400위)	22.06	7.24	60.75	9.95	(2.54)	100.00
5군	(401∼500위)	19.48	7.81	62.08	10.63	(3.25)	100.00
6군	(501위 이하)	20.62	12.53	52.27	14.58	(5.55)	100.00
7군	(토목)	25.05	16.83	41.17	16.95	(6.90)	100.00
8군	(건축)	31.70	13.00	45.18	10.12	(2.38)	100.00
9군	(기타)	34.76	18.74	34.14	12.36	(3.73)	100.00

자료: 대한건설협회(2024), 2023년 완성공사 원가통계.

종합공사의 원가에서 기계경비의 낮은 비중, 즉 자본 활용도가 낮은 것은 기업규모별로 구분한 완성공사의 원가구성을 통해서도 확인할 수 있다. 기업규모가 클수록 외주비로 표시되는 하도급의 비중이 높다. 그리고 재료비와 노무비 비중, 현장경비와 기계경비 비중도 낮다. 시공능력순위 1순위 및 2순위의 대기업 종합건설업체가 시공하는 공사는 하위 순위 종합건설업체가 담당하는 공사규모에 비해 크다. 이를 대부분 하도급에 의해 시공하는 것으로 볼 수 있다. 따라서 원도급자가 현장에서 지급해야 하는 건설기계, 대표적으로 타워크레인 등을 제외하면 대부분 하도급에 포함해서 하도급자가 기계경비를 투입해서 담당한 하도급 공정을 시공하게 된다.

〈표 3-11〉 기업규모별 완성공사 원가구성 추이

(단위: %)

구분		재료비	노무비	외주비	현장경비		공사원가계
					(기계경비)		
소기업	2019	31.45	14.75	41.66	12.13	(4.63)	100.00
	2020	30.51	15.35	41.30	12.84	(4.60)	100.00
	2021	31.57	16.23	39.28	12.92	(4.63)	100.00
	2022	32.93	16.72	37.30	13.05	(4.91)	100.00
	2023	30.54	16.85	38.20	14.41	(5.43)	100.00
중기업	2019	21.82	8.91	58.63	10.65	(2.68)	100.00
	2020	21.08	9.37	57.11	12.44	(3.41)	100.00
	2021	21.10	9.88	57.56	11.46	(3.38)	100.00
	2022	22.07	9.84	56.92	11.17	(3.35)	100.00
	2023	21.35	10.00	56.89	11.75	(3.65)	100.00
대기업	2019	24.08	3.73	60.42	11.78	(1.25)	100.00
	2020	24.22	4.17	61.57	10.04	(1.08)	100.00
	2021	22.25	4.62	61.84	11.29	(0.96)	100.00
	2022	21.51	5.08	62.25	11.16	(1.06)	100.00
	2023	22.09	4.73	61.91	11.27	(0.97)	100.00

자료: 대한건설협회(2024), 2023년 완성공사 원가통계.

원도급자로부터 하도급공사를 수주한 후 담당한 공정을 시공하는 하도급자의 원가구성은 전문건설업종별로 차이를 보이고 있지만, 노무비의 비중은 원도급자보다 높다. 현장에서의 시공이 기계장비의 활용보다 노동력에 의존하는 것을 의미한다. 특히 시설물 공사에서 하도급 공사기간과 공사금액이 큰 철근콘크리트업종은 노무비가 원가에서 차지하는 비중이 51.14%이다. 토공과 보링그라우팅 등의 토목공사는 건설기계 의존도가 높은 것으로 판단되며, 이는 현장경비의 비중이 해당 공정에서 원가의 50%를 상회하는 것을 통해서 유추할 수 있다.

하도급공사 업종별 원가구성은 일부 업종을 제외하고 재료비와 노무비의 비중이 높게 나타난다. 재료비는 공정을 수행하기 위해서 필수적으로 소요되는 비용이다. 노무비가 평균적으로 원가에서 높은 비중을 차지하는 것은 생산요소에서 자본의 활용도가 높지 않다는 것을 의미한다. 그리고 이는 건설 산출물의 부동성 및 개별성과 관련 있다.

〈표 3-12〉 전문건설업종별 하도급공사 원가구성(2019년 기준)

(단위: %)

업종	합계	재료비	노무비	외주비	현장경비
강구조물	100.0	68.04	12.08	9.84	10.04
금속창호·온실	100.0	63.08	24.89	2.44	9.59
도장	100.0	44.12	45.81	0.38	9.68
보링그라우팅	100.0	23.09	24.97	11.35	40.58
비계구조물	100.0	29.08	17.15	20.46	33.31
상하수도설비	100.0	28.08	39.77	2.91	29.23
수중	100.0	17.74	31.47	0.00	50.79
습식방수	100.0	23.53	56.71	0.07	19.69
실내건축	100.0	55.29	32.75	1.28	10.67
조경시설물	100.0	52.01	24.24	1.85	21.91
조경식재	100.0	50.53	20.82	0.19	28.46
지붕판금건조	100.0	65.29	24.44	1.24	9.03
철근콘크리트	100.0	22.60	51.14	1.94	24.31
토공	100.0	22.17	23.75	6.00	48.07
포장	100.0	53.47	24.59	2.50	19.43

자료: 대한건설정책연구원(2020), 건설 하도급 완성공사 원가 통계.

2) 높은 노동 의존도

한국표준산업분류(KSIC) 기준 2024년 전 산업 평균 노동비용은 6,361천원, 건설업은 6,393천원이다. 노동비용은 기업체가 상용근로자를 고용하면서 실제로 부담하는 금액이다. 정액급여 및 초과급여, 상여금 및 성과금은 직접노동비용에 해당한다. 퇴직급여 등의 비용, 법정 노동비용, 법정외 복지비용, 교육훈련 비용, 채용 관련 비용 등은 간접노동비용이다. 노동비용이 가장 높은 산업은 금융 및 보험업으로 월평균 11,198천원이다. 다음은 전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업으로 9,989천원, 제조업 7,221천원 순이다. 이들 산업을 제외하면 정보통신업(6,982천원), 광업(6,550천원), 건설업(6,393천원) 등이 노동비용이 높은 산업에 포함된다. 전 산업 평균에 비해 건설업의 월 평균 1인당 노동비용은 22천원 높은 수준이다. 생산요소로서 노동 활용도가 높지만, 수주산업으로 노동 사용이 불규칙한 건설업은 노무비 절감이 원가에서 중요한 요소이다. 건설근로자 고용형태가 임시·일용직으로 운영되고 있는 주요한 원인이다.

〈표 3-13〉 산업별 노동비용 추이

(단위: 천원, %)

구분	2022년	2023년		2024년	
		금액	비중	금액	비중
전 산업	6,016	6,131	1.9	6,361	3.8
광업	5,889	6,293	6.9	6,550	4.1
제조업	6,840	6,958	1.7	7,221	3.8
전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업	9,614	9,604	-0.1	9,989	4.0
수도, 하수 및 폐기물 처리, 원료재생업	5,288	5,496	3.9	5,703	3.8
건설업	5,798	6,135	5.8	6,393	4.2
도매 및 소매업	5,349	5,656	5.7	5,936	5.0
운수 및 창고업	4,899	5,175	5.6	5,661	9.4
숙박 및 음식점업	3,538	3,687	4.2	3,856	4.6
정보통신업	6,756	6,787	0.5	6,982	2.9
금융 및 보험업	11,198	10,489	-6.3	11,198	6.8
부동산업	4,166	4,223	1.4	4,601	9.0
전문, 과학 및 기술서비스업	5,342	5,488	2.7	5,610	2.2
사업시설관리, 사업지원 및 임대 서비스업	3,146	3,262	3.7	3,363	3.1
예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업	5,194	5,624	8.3	5,685	1.1
협회 및 단체, 수리 및 기타 개인서비스업	4,707	4,863	3.3	5,007	3.0

주: 비중은 전년 대비 증감률임.

자료: 고용노동부(2025), 2024 회계연도 기업체노동비용조사 결과.

〈표 3-14〉 내역별 노동비용 추이

(단위: 천원, %)

구분	2022년		2023년		2024년		
	금액	구성비	금액	구성비	금액	구성비	증감률
노동비용총액	6,015.6	100.0	6,131.1	100.0	6,361.4	100.0	3.8
직접노동비용	4,763.7	79.2	4,893.2	79.8	5,085.3	79.9	3.9
정액 및 초과급여	3,941.6	65.5	4,137.1	67.5	4,309.9	67.8	4.2
상여금 및 성과급	822.1	13.7	756.1	12.3	775.4	12.2	2.6
간접노동비용	1,251.9	20.8	1,237.9	20.2	1,276.2	20.1	3.1
퇴직급여 등의 비용	529.3	8.8	466.5	7.6	474.2	7.5	1.7
법정 노동비용	444.4	7.4	468.5	7.6	480.5	7.6	2.6
법정의 복지비용	249.6	4.1	272.2	4.4	289.7	4.6	6.4
교육훈련 비용	20.9	0.3	23.4	0.4	24.3	0.4	3.8
채용관련 비용	7.7	0.1	7.2	0.1	7.4	0.1	2.8

자료: 고용노동부(2025), 2024 회계연도 기업체노동비용조사 결과.

〈표 3-15〉 산업별 노동비용

(단위: 천원, %)

구분	2023년				2024년				증감률	
	노동비용총액				노동비용총액				노동비용총액	
	직접노동 비용	간접노동 비용	직접노동 비용	간접노동 비용	직접노동 비용	간접노동 비용	직접노동 비용	간접노동 비용	직접노동 비용	간접노동 비용
전 산업	6,131.1 (100.0)	4,893.2 (79.8)	1,237.9 (20.2)	6,361.4 (100.0)	5,085.3 (79.9)	1,276.2 (20.1)	3.8	3.9	3.1	3.1
광업	6,293.1 (100.0)	4,928.5 (78.3)	1,364.5 (21.7)	6,549.7 (100.0)	5,137.9 (78.4)	1,411.8 (21.6)	4.1	4.2	3.5	3.5
제조업	6,957.6 (100.0)	5,471.3 (78.6)	1,486.4 (21.4)	7,221.2 (100.0)	5,703.9 (79.0)	1,517.3 (21.0)	3.8	4.3	2.1	2.1
전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업	9,603.6 (100.0)	7,645.3 (79.6)	1,958.3 (20.4)	9,989.4 (100.0)	7,903.6 (79.1)	2,085.7 (20.9)	4.0	3.4	6.5	6.5
수도, 하수 및 폐기물 처리, 원료재생업	5,495.8 (100.0)	4,529.4 (82.4)	966.4 (17.6)	5,703.0 (100.0)	4,656.8 (81.7)	1,046.2 (18.3)	3.8	2.8	8.3	8.3
건설업	6,135.0 (100.0)	4,893.7 (79.8)	1,241.3 (20.2)	6,383.2 (100.0)	5,005.4 (78.3)	1,387.7 (21.7)	4.2	2.3	11.8	11.8
도매 및 소매업	5,655.9 (100.0)	4,602.0 (81.4)	1,053.9 (18.6)	5,936.4 (100.0)	4,834.3 (81.4)	1,102.1 (18.6)	5.0	5.0	4.6	4.6
운수 및 창고업	5,174.7 (100.0)	4,130.8 (79.8)	1,043.8 (20.2)	5,661.3 (100.0)	4,533.5 (80.1)	1,127.8 (19.9)	9.4	9.7	8.0	8.0
숙박 및 음식점업	3,686.9 (100.0)	2,983.6 (80.9)	703.3 (19.1)	3,856.3 (100.0)	3,097.4 (80.3)	758.9 (19.7)	4.6	3.8	7.9	7.9

주: ()내는 구성비임.
자료: 고용노동부(2025), 2024 회계연도 기업체노동비용조사 결과.

〈표 3-15〉 계속

(단위: 천원, %)

구분	2023년				2024년				증감률	
	노동비용총액				노동비용총액				노동비용총액	
	직접노동 비용	간접노동 비용	직접노동 비용	간접노동 비용	직접노동 비용	간접노동 비용	직접노동 비용	간접노동 비용	직접노동 비용	간접노동 비용
정보통신업	6,786.6 (100.0)	5,437.4 (80.1)	1,349.2 (19.9)	6,982.2 (100.0)	5,614.8 (80.4)	1,367.4 (19.6)	2.9	3.3	1.3	
금융 및 보험업	10,489.0 (100.0)	8,269.0 (78.8)	2,220.0 (21.2)	11,197.5 (100.0)	8,836.9 (78.9)	2,360.6 (21.1)	6.8	6.9	6.3	
부동산업	4,222.5 (100.0)	3,519.6 (83.4)	702.9 (16.6)	4,600.7 (100.0)	3,884.6 (84.4)	716.0 (15.6)	9.0	10.4	1.9	
전문, 과학 및 기술서비스업	5,487.9 (100.0)	4,542.0 (82.8)	945.9 (17.2)	5,610.0 (100.0)	4,648.3 (82.9)	961.7 (17.1)	2.2	2.3	1.7	
사업시설관리, 사업지원 및 임대 서비스업	3,262.1 (100.0)	2,707.8 (83.0)	554.3 (17.0)	3,363.4 (100.0)	2,784.1 (82.8)	579.3 (17.2)	3.1	2.8	4.5	
예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스업	5,623.8 (100.0)	4,374.7 (77.8)	1,249.1 (22.2)	5,685.2 (100.0)	4,528.2 (79.6)	1,157.0 (20.4)	1.1	3.5	-7.4	
협회 및 단체, 수리 및 기타 개인서비스업	4,863.0 (100.0)	4,006.1 (82.4)	856.8 (17.6)	5,006.7 (100.0)	4,127.4 (82.4)	879.4 (17.6)	3.0	3.0	2.6	

주: ()내는 구성비임.

자료: 고용노동부(2025), 2024 회계연도 기업체노동비용조사 결과.

한국은행의 산업연관표는 일정기간(보통 1년)동안의 산업간 거래관계를 일정한 원칙에 따라 행렬형식으로 기록한 통계표이다. 산업연관표는 산업간 상호연관관계를 수량적으로 파악하는 것이 가능하다.

일반적으로 경제가 성장하면 생산설비 자동화 및 기업의 구조조정에 따라 취업계수는 하락하게 된다. 생산요소 중 노동의 사용도를 낮추고 기계 등의 자본을 더 많이 활용하는 방식으로 전환하게 된다. 2000년 기준 전 산업의 취업계수는 13.7명에서 2019년은 5.6명으로 하락했다. 이러한 추세는 건설업도 예외는 아니었다. 2000년 취업계수 12.7명에서 2019년에는 6.5명으로 하락했다. 그렇지만 전 산업에 비해 건설업의 취업계수가 여전히 높은 수준이다. 2017년 이후 전 산업은 취업계수가 감소양상을 보이고 있지만, 건설업은 정체상태이다. 이러한 현상은 임금근로자수로 산정되는 고용계수도 동일하다.

취업계수와 고용계수가 크다는 것은 산출물 10억원을 생산하는 과정에서 건설업은 전 산업 평균에 비해 더 많은 노동력을 필요로 한다는 의미이다. 건설업이 노동의존적인 생산구조라는 것을 보여준다.

〈표 3-16〉 건설업 취업계수

(단위: 명/십억원)

구분	취업계수							
	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019	2020
전 산업	13.7	10.1	6.8	6.2	5.9	5.6	5.6	5.4
건설업	12.7	9.9	7.5	7.1	6.5	6.6	6.5	6.3

자료: 1. 한국은행(2019), 2015년 산업연관표.
2. 한국은행(2021), 2019년 산업연관표(연장표).
3. 한국은행(2023), 2020년 산업연관표.

〈표 3-17〉 건설업 고용계수

(단위: 명/십억원)

구분	고용계수							
	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019	2020
전 산업	8.0	6.3	4.6	4.5	4.3	4.1	4.1	4.0
건설업	9.2	6.8	5.5	5.2	5.0	5.2	5.1	5.1

자료: 1. 한국은행(2019), 2015년 산업연관표.
2. 한국은행(2021), 2019년 산업연관표(연장표).
3. 한국은행(2023), 2020년 산업연관표.

(1) 단기 근로

통계청 자료로 건설업 임시·일용직 월 평균 근로시간을 파악할 수 있다. 주당 평균 근로시간은 경제활동인구조사 35.6시간, 지역별고용조사 38.1시간, 한국노동패널 49.4시간이다.

월 평균 근로시간은 고용형태별 근로실태조사는 87.7시간, 사업체노동력조사는 93.4시간으로 나타났다. 두 조사 모두 월 평균 근로일수는 11일 가량인 것으로 조사됐다.

고용형태별 근로실태조사와 사업체노동력조사의 건설업 임시·일용직 근로자의 월 근로일은 2024년 건설근로자공제회 조사 결과와 큰 차이를 보인다. 2024년 건설근로자공제회 조사에서는 건설근로자의 한 달 근무일수가 19.7일이다. 2024년의 근무일수는 2022년의 조사 결과인 19.4일과 유사한 수준이다. 그리고 건설근로자 한 달 평균 근무일수를 구간별로 조사한 결과에 의하면 20~24일 근무일수를 보유한 근로자 비중이 가장 높았다. 응답자의 48.3%가 한 달 평균 근무일수가 20~24일이라고 응답했다.

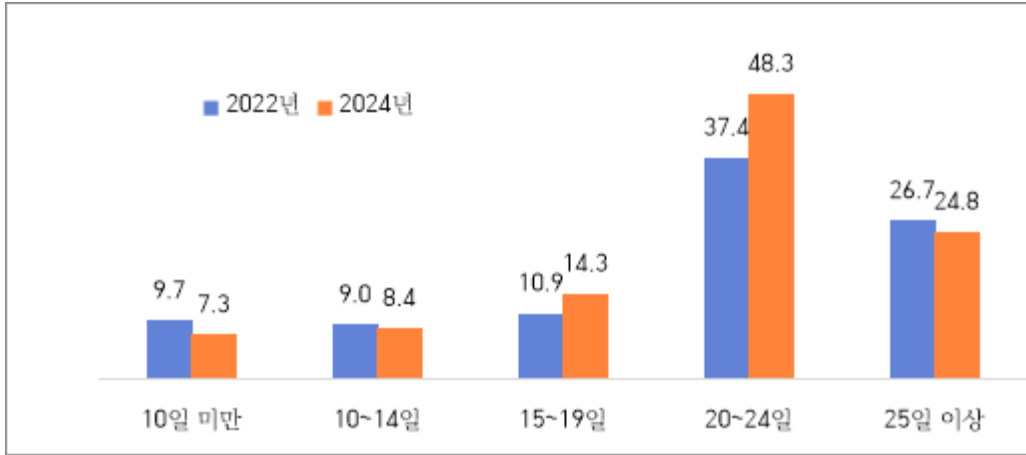
통계청 조사 결과로 제시된 월 근로일수는 건설근로자공제회DB에 기초한 건설근로자의 근로일수와도 4.4일~4.8일의 격차가 있다.

건설근로자공제회 자료들도 격차가 있다. 설문조사 결과는 19.7일, 퇴직공제DB를 분석한 결과는 16.1일이다. 3.6일의 차이를 보인다.

〈표 3-18〉 조사별 건설업 임시·일용 근로자 근로시간(2023년)

구분	건설업 임시·일용 주당 근로시간(시간)	건설업 임시·일용 월 근로시간(시간)	건설업 임시·일용 월 근로일(일)	비고
고용형태별 근로실태조사	-	87.7	11.3	
사업체 노동력조사	-	93.4	11.7	
경제활동인구	35.6	-	-	월 근로시간 계산 불가능
지역별고용조사	38.1	-	-	2023년 상반기 조사결과, 월 근로시간 계산 불가능
한국노동패널	49.4	-	-	2022년 조사결과
건설근로자공제회 DB	-	-	16.1	공수개념에 유의, 근로시간 조사 안됨

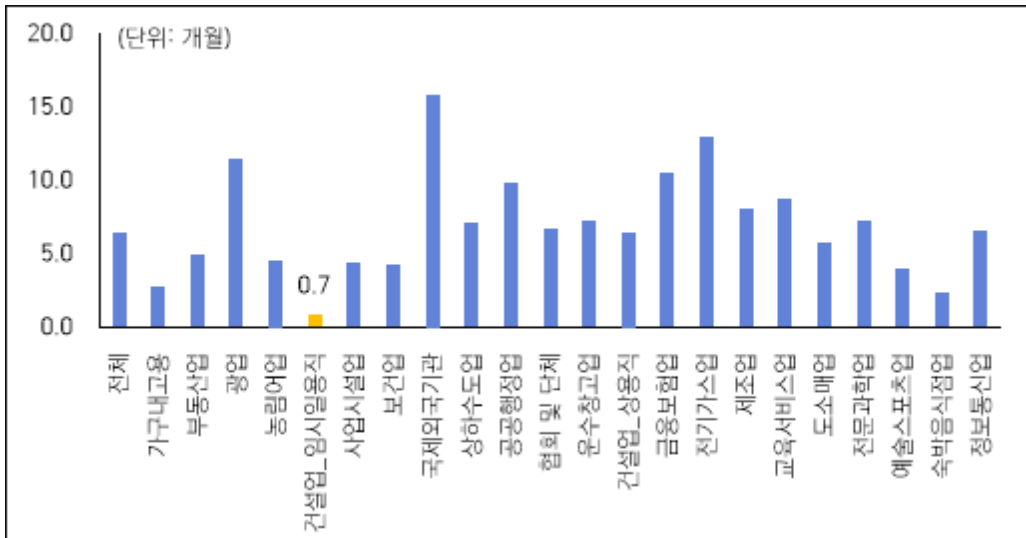
자료: 강승복(2024), 제5차 건설근로자 고용개선 기본계획 수립을 위한 건설근로자의 임금 및 근로조건 특성 분석, 건설근로자공제회.



주: 2022년 설문조사 응답자는 1,327명, 2024년은 1,319명이며, 2022년은 “모름” 항목 응답자 비중이 6.4%였음.
 자료: 건설근로자공제회(2024), 2024년 건설근로자 종합생활 실태조사.

[그림 3-3] 최근 한 달 근무일수

강승복(2024)에 의하면 2023년 건설업 임시·일용직 근속기간은 전 산업에서 가장 단기인 것으로 나타났다. 경제활동인구조사는 현 직장에서의 근속 시작 연월을 조사했으며, 이를 조사 연월과 결합해 근속개월을 산출했다. 건설업 임시·일용직 근속개월은 0.7개월이었다. 짧은 근속기간은 현장을 이동하면서 노동을 공급하는 특성 때문이다.



자료: 강승복(2024), 제5차 건설근로자 고용개선 기본계획 수립을 위한 건설근로자의 임금 및 근로조건 특성 분석, 건설근로자공제회.

[그림 3-4] 건설업 임시·일용직 근로자 근속기간

건설근로자공제회가 건설근로자의 생활실태를 조사하기 위한 목적으로 시행한 설문조사에 응답한 근로자의 현재 현장에서의 총 근로일수 평균은 153.4일이었다. 연령별로는 30대가 211.2일로 가장 장기였다. 다음으로 40대의 155.5일이었다. 건설근로자 고령화 추세의 상황에서 젊은 연령대 근로자에 대한 수요가 많은 것을 확인할 수 있다.

작업능력별 현재 현장의 총 근로일수는 팀장/반장이 187.5일로 가장 장기였으며, 다음으로는 조공으로 172.9일이었다. 기능공은 141.0일로 일반공의 123.5일 다음으로 단기였다. 작업능력과 현재 현장에서의 근로일수가 비례하는 것은 아닌 것으로 나타났다

현장경력 기준으로는 2년~10년 미만 경력자의 현재 현장 근로일수가 165.7일로 가장 장기였다. 다음으로는 팀장/반장으로 160.6일이었다. 20년~30년 미만의 현장경력자는 현재 현장에서의 총 근로일수가 138.9일로 가장 짧았다. 현장경력과 현장의 근로일수가 비례하지는 않는 것으로 나타났다.

〈표 3-19〉 현재 현장에서의 총 근로일수

(단위: %)

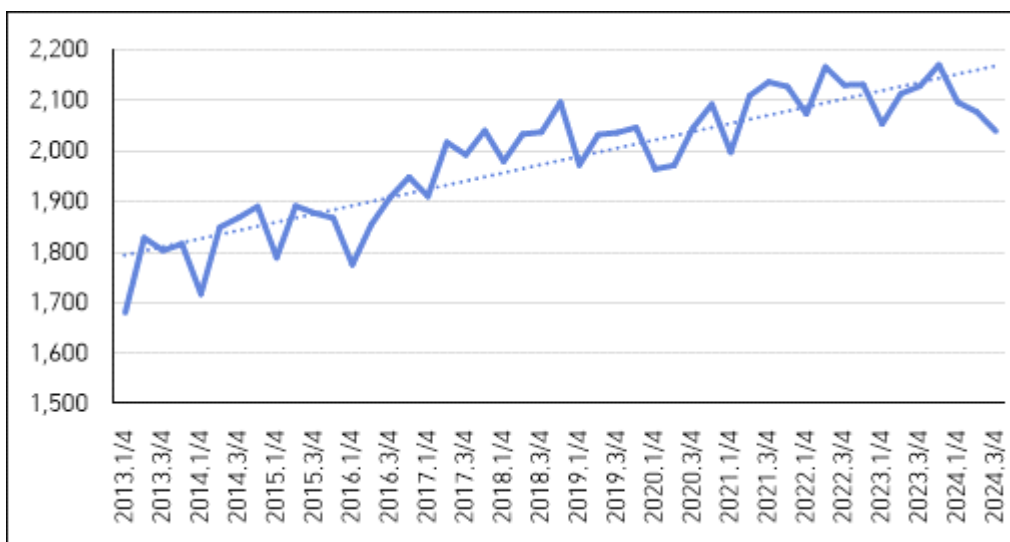
구분		사례수	8일 미만	8~30일 미만	30~180일 미만	180~365일 미만	1년 이상	평균(일)
전체		1,319	9.2	19.8	39.4	20.5	11.1	153.4
연령	20대 이하	66	10.6	13.6	45.5	21.2	9.1	147.1
	30대	118	11.9	11.9	44.9	16.1	15.3	211.2
	40대	239	7.1	16.7	40.6	24.7	10.9	155.5
	50대	454	7.5	19.2	41.0	21.4	11.0	151.8
	60세 이상	442	11.3	25.1	34.8	18.3	10.4	139.5
작업 능력	일반공	263	14.1	25.9	36.1	16.3	7.6	123.5
	조공	138	10.1	20.3	39.1	19.6	10.9	172.9
	준기공	220	6.8	20.5	41.8	20.0	10.9	146.3
	기능공	366	9.0	18.9	42.3	20.5	9.3	141.0
	팀장/반장	332	6.9	15.4	37.3	24.4	6.0	187.5
근로 경력	2년 미만	145	8.3	20.7	40.7	22.8	7.6	134.6
	2~10년 미만	551	9.4	20.0	36.1	22.0	12.5	165.7
	10~20년 미만	260	7.7	17.3	47.7	16.9	10.4	144.8
	20~30년 미만	203	11.3	18.7	42.4	18.2	9.4	138.9
	30년 이상	160	9.4	23.8	32.5	21.9	12.5	160.6

자료: 건설근로자공제회(2024), 2024년 건설근로자 종합생활 실태조사.

(2) 단절적 노동수요

본원적인 생산 중 노동은 가변적인 성격이 강한 비용에 해당한다. [그림 3-5]에 제시되어 있는 기간 동안 매년 1분기 건설업 취업자가 해당 연도에서 가장 낮은 것으로 나타난다. 이런 현상은 크게 두 가지 측면의 원인 때문이다. 하나는 1분기에 해당하는 기간은 동절기가 2개월 포함돼 있다. 동절기는 기온이 낮은 날이 많아 공사수행에 제약이 따른다. 또한 2월은 다른 달에 비해 2~3일이 짧다. 1월말 또는 2월초에 설연휴가 있어 공사가 중단된다. 취업자 감소가 야기 될 수밖에 없다.

다른 원인은 비용최소화를 추구해야 하는 건설기업의 경영환경을 들 수 있다. 다른 업종에서 활동하는 기업들도 비용최소화를 추구하지만, 입찰경쟁을 거쳐야 생산활동이 가능한 수주산업인 건설업은 가격경쟁이 매우 치열하다. 공사를 수주해야만 건설기업 본연의 생산활동이 시작된다. 원도급자와 하도급자는 모두 공사를 수주해야 시공을 할 수 있다. 공사 수주를 위한 입찰에서 가장 중요한 요소는 가격이다. 입찰가격에서 경쟁력을 확보하기 위해서는 비용을 최소화할 수 있어야 한다. 고정비용과 가변비용으로 구분할 수 있는 비용 최소화 수단은 가변비용을 활용하는 효과적이다. 생산요소 중 가변비용에 해당하는 노무비를 최소화할 수 있는 방법은 공사가 진행되는 기간에만 근로자를 사용하는 것이다.



자료: 통계청, 경제활동인구조사를 활용하여 작성.

[그림 3-5] 분기별 건설업 취업자 변화 추이

건설업에서 노동력이 탄력적으로 활용되는 상황은 한국은행의 산업연관표를 통해서도 확인된다. 2000년 전체 산업의 평균 임시일용직 비중은 23.4%였다. 이에 비해 건설업은 46.1%로 2배 가까이 높다. 이후 건설업에서도 노동공급 감소와 건설기계 및 자재의 개발로 노동 활용도가 낮아지고 있다. 이런 영향으로 건설업의 임시일용 비중도 하락하고 있으나, 여전히 산업의 평균에 비해서는 매우 높다. 다시 2020년 기준년 산업연관표에서는 건설업의 임시일용직 비중은 39.0%로 전 산업의 16.2%에 비해 2배 이상으로 확대됐다.

〈표 3-20〉 산업연관표의 주요 산업 취업자 구성

(단위: %)

구분		합계	건설	공산품		서비스	
					소비재제품		도소매 및 운송
2000년	상용	35.0	26.0	50.9	35.5	36.4	25.0
	임시일용	23.4	46.1	25.3	30.3	23.8	22.4
	자영무급	41.6	27.9	23.8	34.2	39.8	52.6
2005년	상용	39.8	26.3	61.6	43.9	39.7	25.3
	임시일용	22.4	42.4	21.0	28.4	22.9	22.7
	자영무급	37.8	31.3	17.4	27.7	37.4	52.0
2010년	상용	47.9	36.4	67.6	50.0	48.7	31.4
	임시일용	20.1	36.9	15.8	21.5	21.1	21.1
	자영무급	32.0	26.7	18.8	28.5	30.2	47.6
2015년	상용	53.8	37.8	75.8	60.3	53.9	38.3
	임시일용	18.1	34.6	11.3	18.8	19.2	18.0
	자영무급	28.1	27.8	13.1	23.1	26.9	43.7
2020년	상용	58.2	41.6	80.1	65.8	59.2	45.9
	임시일용	16.2	39.0	9.1	13.6	16.3	13.7
	자영무급	25.6	19.4	10.8	20.6	24.5	40.4

자료: 1. 한국은행, 2015년 산업연관표(해설편 및 통계편).

2. 한국은행, 2020년 기준년 산업연관표.

시공을 전문적으로 수행하는 전문건설업체가 건설근로자와 체결하는 고용계약 기간은 1개월 미만이 가장 많다. 2022년 기준으로 45.1%가 1개월 미만의 고용계약을 체결하는 것으로 나타났다. 소규모 업체의 1개월 미만 고용계약 비중은 58.2%였다. 업체 규모가 영세할수록 1개월 미만의 고용계약 체결 비중이 높게 나타났다. 수행하는 공사금액이 적고 공사기간도 짧은 경우가 많기 때문이다.

3개월 미만으로 고용계약을 체결하는 비중도 15.0%였다. 소규모 업체의 3개월 미만

고용계약의 비중은 12.5%였다. 평균에 비해 2.5%p 낮은 비중이다. 소규모 전문건설업체는 1개월을 초과하는 공사에 참여하는 비중이 낮다는 것을 알 수 있다.

노동을 생산요소로 사용해서 현장에서 시공을 수행하는 전문건설업체가 건설근로자와 체결하는 고용계약이 매우 단기라는 점은 임시·일용직으로 고용될 수밖에 없는 현실적인 여건을 보여주는 사례이다.

〈표 3-21〉 전문건설업체 규모별 일용근로자 평균 계약기간

(단위: 개, %)

구분	대규모		중규모		소규모		정보없음		전체	
합 계	69	(100.0)	281	(100.0)	304	(100.0)	131	(100.0)	785	(100.0)
1개월 미만	17	(24.6)	109	(38.8)	177	(58.2)	51	(38.9)	354	(45.1)
3개월 미만	11	(15.9)	46	(16.4)	38	(12.5)	23	(17.6)	118	(15.0)
6개월 미만	7	(10.1)	27	(9.6)	14	(4.6)	10	(7.6)	58	(7.4)
1년 미만	18	(26.1)	29	(10.3)	22	(7.2)	17	(13.0)	86	(11.0)
1년 이상	1	(1.4)	9	(3.2)	5	(1.6)	5	(3.8)	20	(2.5)
공종 종료까지 설정	15	(21.7)	61	(21.7)	48	(15.8)	25	(19.1)	149	(19.0)

자료: 대한전문건설협회(2023), 2022년 전문건설업 실태조사 분석 보고서, 대한건설정책연구원.

3) 건설근로자 수급구조

(1) 내국인력 수급구조

내국인들은 건설현장에서 육체노동을 제공하는 근로자 입직을 선호하지 않는다. 이런 현상은 오래 전부터 지속됐고, 누적된 입직 기피의 결과는 현장에서 일하는 건설근로자의 고령화를 초래하게 됐다.

2013년 55세 이상 79세 미만 연령자의 건설업 취업은 415천명이었다. 해당 연령대에서 건설업 취업자가 차지하는 비중은 7.2%였다. 이 비율은 2023년 8.6%로 높아졌다. 55세 이상 79세 미만 건설근로자는 787천명이었다. 2024년에는 809천명으로 증가했고, 8.6%가 유지됐다. 건설업 취업자 중 고령자가 증가하고 있는 것으로 확인된다.

55세 이상 79세 미만 근로자를 10세별로 구분하면 65세 이상 79세 미만 연령층의 건설업 취업이 지속적으로 상승하고 있다. 2013년 62천명에서 2022년 169천명으로 높아졌으며, 10년 동안 102천명이 증가했다. 이런 양상은 이후에도 지속되고 있고, 2023년 162천명으로 전년도에 비해 소폭 하락했지만, 2024년에는 193천명으로 크게 증가했다.

고령자 중에서도 더 높은 연령층의 근로자들이 건설업 취업을 확대해가고 있는 것으로 나타났다.

건설현장의 일자리 정보는 다른 구인정보에 비해 접근하기 어려운 측면이 있다. 현장을 이동하며 생산활동이 진행되고, 공사현장 출입은 제한되는 요소가 많다. 구직을 위해 현장을 방문할 수 없는 환경이다. 고령자의 취업 증가 양상을 고려하면 고령자에게 효과적으로 일자리 정보를 제공할 수 있는 수단이 필요한 것으로 판단된다.

이런 실정을 반영하듯 건설근로자들은 구직경로로 인적 네트워크 활용도가 높은 것으로 조사됐다. 2022년과 2024년 건설근로자공제회 자료에 의하면 현재 구직경로로 인맥에 대한 의존도가 가장 높다. 인적 네트워크에 포함돼 있지 않은 근로자에게는 그만큼 폐쇄적인 구조라고 할 수 있다. 남성과 여성근로자를 구분해서 보면 여성의 인맥 의존도는 65.1%로 남성 근로자의 64.4%에 비해 높다. 여성근로자에게 건설현장의 진입장벽이 더 높다고 할 수 있다.

〈표 3-22〉 건설업의 고령자 취업 추이

(단위: 천명)

구분		총 취업자	농업	제조업	건설업
2013년 5월	계	25,610	1,706	4,297	1,832
	55~79세	5,763	1,210	546	415
	55~64세	3,867	497	457	353
	65~79세	1,896	713	88	62
2022년 5월	계	28,485	1,669	4,504	2,183
	55~79세	8,772	1,209	1,026	811
	55~64세	5,762	485	846	642
	65~79세	3,010	723	181	169
2023년 5월	계	28,835	1,654	4,464	2,117
	55~79세	9,120	1,194	1,073	787
	55~64세	5,879	464	870	625
	65~79세	3,241	729	203	162
2024년 5월	계	28,915	1,621	4,510	2,070
	55~79세	9,436	1,166	1,149	809
	55~64세	5,931	413	914	617
	65~79세	3,505	753	235	193

주: 고령자고용 촉진법은 고령자를 55세 이상으로 규정하고 있음.
자료: 경제활동인구조사.

〈표 3-23〉 건설근로자 현재 구직경로 X 최초 구직경로

(단위: 명, %)

구분		현재 구직경로							
		사례수	팀장·반장 ·기능공 등 인맥	유료직업 소개소	무료직업 소개소	새벽인력 시장	휴대폰 일자리소 개 유료앱	밴드 또는 단독방	기타
전체	2022년	1,327(100.0)	994(74.9)	101(7.6)	32(2.4)	47(3.5)	20(1.5)	42(3.2)	91(6.9)
	2024년	1,319(100.0)	850(64.4)	160(12.1)	26(2.0)	54(4.1)	46(3.5)	78(5.9)	105(8.0)
팀장·반장·기능공 등 인맥	2022년	892(100.0)	844(94.6)	8(0.9)	10(1.1)	3(0.3)	0(0.0)	9(1.0)	18(2.0)
	2024년	762(100.0)	732(96.1)	12(1.6)	2(0.3)	1(0.1)	6(0.8)	6(0.8)	3(0.4)
유료직업 소개소	2022년	145(100.0)	50(34.5)	82(56.6)	1(0.7)	1(0.7)	3(2.1)	3(2.1)	5(3.4)
	2024년	189(100.0)	33(17.5)	133(70.4)	4(2.1)	5(2.6)	4(2.1)	5(2.6)	5(2.6)
무료직업 소개소	2022년	32(100.0)	11(34.4)	3(9.4)	16(50.0)	0(0.0)	0(0.0)	1(3.1)	1(3.1)
	2024년	31(100.0)	6(19.4)	3(9.7)	17(54.8)	1(3.2)	2(6.5)	0(0.0)	2(6.5)
새벽인력시장	2022년	64(100.0)	9(14.1)	3(4.7)	1(1.6)	42(65.6)	1(1.6)	3(4.7)	5(7.8)
	2024년	67(100.0)	10(14.9)	5(7.5)	1(1.5)	45(68.7)	4(6.0)	1(1.5)	0(0.0)
휴대폰 일자리소개 유료앱	2022년	28(100.0)	7(25.0)	0(0.0)	2(7.1)	0(0.0)	15(53.6)	4(14.3)	0(0.0)
	2024년	42(100.0)	8(19.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	29(69.0)	5(11.9)	0(0.0)
밴드 또는 단독방	2022년	30(100.0)	7(23.3)	0(0.0)	1(3.3)	0(0.0)	1(3.3)	21(70.0)	0(0.0)
	2024년	76(100.0)	14(18.4)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	1(1.3)	58(76.3)	3(3.9)
기타	2022년	136(100.0)	66(48.5)	5(3.7)	1(0.7)	1(0.7)	0(0.0)	1(0.7)	62(45.6)
	2024년	152(100.0)	47(30.9)	7(4.6)	2(1.3)	1(0.7)	0(0.0)	3(2.0)	92(60.5)

최초구직경로

주: 밴드 또는 단독방 항목이 2024년 조사에서는 기타 무료 앱으로 변경됨.

자료: 1. 건설근로자공제회(2022), 2022년 건설근로자 종합생활 실태조사 보고서.

2. 건설근로자공제회(2024), 2024년 건설근로자 종합생활 실태조사 보고서.

2024년 건설근로자공제회의 종합생활 실태조사는 1,200명을 모집단으로 설정했다. 여성 건설근로자는 119명으로 비중은 9.9%이다. 여성 건설근로자의 입직 시 평균 연령은 2024년 조사에서는 48.3세로 남성의 38.4세보다 약 10세 가량 높다.

건설근로자 퇴직공제 당연가입 사업장은 1억원 이상 공공공사, 50억원 이상 민간공사, 그리고 200호 이상의 주택건설 사업장이다. 비교적 규모가 있는 현장이라고 할 수 있고, 이런 영향으로 경제활동인구조사 기준 건설업 여성근로자 비중보다 높다. 2023년 1분기 경제활동인구조사 건설근로자는 1,508천명이며, 여성 건설근로자는 5.2%였다. 같은 분기의 건설근로자퇴직공제 피공제자 동향에 의하면 여성근로자는 79천명, 피공제자는 76천명이었다. 전체 피공제자 734천명 대비 비중은 10.4%였다.

전술한 내용을 종합하면 여성 건설근로자는 일정 규모 이상의 공사현장에 종사하는 비중이 높고, 이들 현장에 취업 시는 인적 네트워크 의존도가 높다. 또한 연령대도 남성 건설근로자에 비해 높다. 여성근로자들이 건설현장 일자리 정보를 쉽고 효과적으로 얻을 수 있는 수단도 중요하다.

청년층은 일자리 앱이나 SNS를 활용해서 건설현장에서 일자리를 구할 수 있는 여건이다. 구직의사만 있으면 청년층은 건설현장에서 일자리를 구하기에 어려움이 없다. 그럼에도 불구하고 청년층 건설근로자가 부족한 것은 입직을 기피하기 때문이다. 그만큼 건설업은 가장 대표적인 3D업종으로 인식되고 있고, 청년층이 노동공급을 기피하는 업종으로 전락했다.

그동안 청년층의 입직 기피를 개선하기 위한 다양한 정책들이 시도됐지만, 성과를 거두지 못했다. 청년층 입직을 유도하기 위해서는 건설현장에 대한 인식 개선이 과제이며, 단기간에 실현하기 어려운 상황이다.

청년층 입직 기피가 개선되지 못하고 있어서 내국인 건설근로자 수급구조와 관련하여 청년층을 논의하는 것은 실익이 없을 수 있다. 그러나 건설업 입직을 통해서 실현할 수 있는 기대를 갖는 청년들이 있을 수 있다. 이들이 거래비용 없이 현장에서 장기간 노동공급을 할 수 있는 수단이 제공될 필요는 있다.

(2) 외국인력 수급구조

건설업에서 외국인력을 활용할 수 있는 대표적인 제도는 고용허가제라고 할 수 있다. 한국과 업무협약을 체결한 17개 국가 중 10개 국가에서 비전문 취업 외국인력을 유입할

수 있다. 이들은 단순노무에만 종사할 수 있도록 제도화 돼 있고, 이런 제도 운영은 단순 노무직 인력 부족을 보완하는 수단이 되고 있다. 또한 한국정부와 협정국 정부 간 제도 운영으로 송출비리 차단에는 효과적이다. 다만 한국표준직업분류(KSCO) 기준 대분류 9에 해당하는 단순노무직만 수행할 수 있어서 사용자와 외국인력 모두 효율성은 높지 않은 제도 운영이라고 할 수 있다.

고용허가제로 입국하는 외국인력은 일반고용허가제(E-9)와 특례고용허가제(H-2)로 구분된다. 특례고용허가제는 외국국적 동포로 한국어능력이 일반고용허가제 외국인에 비해서 우수하다. 의사소통은 생산활동에 가장 중요한 요소라는 점에서 특례고용허가제로 입국하는 외국국적 동포는 현장에서 활용도가 높다. 다만 이들도 저출산·고령화에 따라 입국할 수 있는 인력이 줄어드는 추세이다.

비전문취업 외국인력을 활용할 수 있는 제도에 비해 숙련공을 활용할 수 있는 제도는 부족하다. 건설근로자는 시공경험의 축적에 의해 숙련이 향상되는게 일반적이다. 이를 감안하면 고령의 내국인 건설근로자의 은퇴로 인한 숙련공 부족을 보완할 수 있는 수단이 마련되어야 하며, 이를 위해서는 외국인 숙련공을 활용할 수 있는 제도가 확대되는 것이 필요하다.

외국인 숙련공을 활용할 수 있는 제도 개편은 스마트기술 확산과도 밀접한 관련이 있다. 단순하고 반복적인 직무는 스마트기술에 의한 대체가 상대적으로 빠르게 진행될 것이라는 인식이 많다. 스마트기술이 건설업에서 확산되는 시기를 단정할 수는 없지만, 지속적인 인건비 상승과 생산가능인구 축소로 인한 노동공급 감소는 예상보다 조기에 스마트 건설기술이 활용되는 요인이 될 수 있다.

이런 측면들을 종합적으로 고려하면 외국인력도 숙련공을 중심으로 활용할 수 있는 제도개편이 필요하다. 이처럼 외국인 수급은 관련 제도에 의해 좌우된다는 점에서 외국인 숙련공을 안정적·탄력적으로 활용할 수 있는 제도개편을 통해서 수급 안정화를 기대할 수 있다.

IV

스마트건설기술 확산에 따른 노동력 활용방안

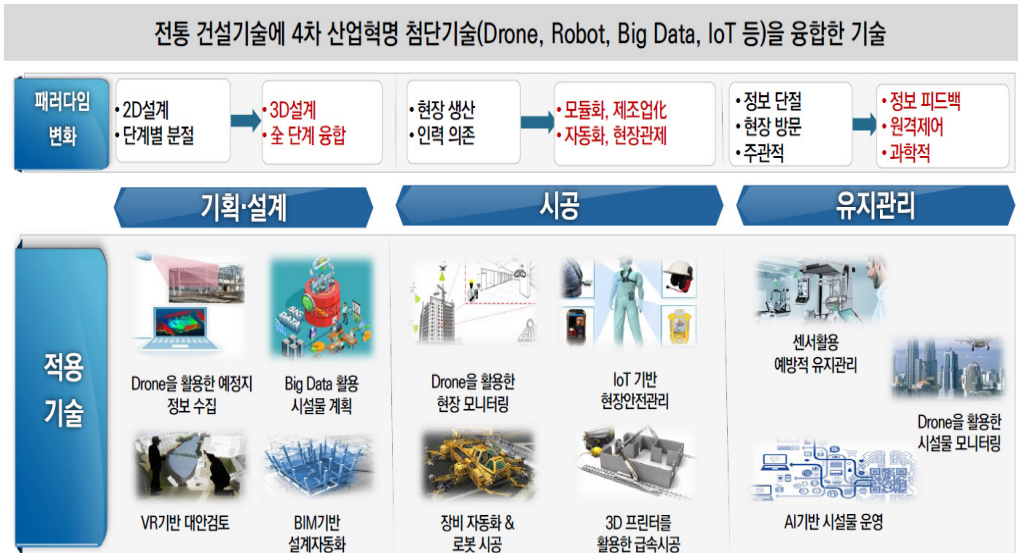
1. 스마트건설기술 활용도 제고를 위한 개편과제
2. 스마트건설기술이 노동력에 미치는 영향
3. 스마트건설기술 활용도 제고 필요성
4. 스마트건설기술 활용도 제고를 위한 정책과제
5. 스마트건설기술 확산에 따른 내국인 활용방안
6. 스마트건설기술 확산에 따른 외국인 활용방안

스마트건설기술 확산에 따른 노동력 활용방안

1. 스마트건설기술 활용도 제고를 위한 개편과제

1) 국내 스마트건설기술 활용 현황

스마트건설기술은 전통적인 토목 및 건축공학 기술에 BIM(Building Information Modeling), 지능형 로봇, 드론, 인공지능(AI) 등의 디지털 혁신기술을 융합해 프로세스 디지털화와 건설기계 자동관제로 생산성 개선을 추구하는 기술이라고 할 수 있다.²⁴⁾



자료: 국토교통부(2018), 스마트 건설기술 로드맵.

[그림 4-1] 스마트건설기술 정의

24) 제1차 산업혁명은 증기기관 기반의 기계화, 제2차 산업혁명은 전기에너지에 기반한 대량 생산, 제3차 산업혁명은 컴퓨터와 인터넷 기반의 지식정보 혁명이었다. 인공지능(AI)과 사물인터넷(IoT)에 기반한 초지능 혁명으로 불리는 4차 산업혁명은 2016년 1월 다보스포럼에서 언급되면서 본격적으로 논의되었다.

국내 건설업에서 가장 많이 활용되는 스마트건설기술은 BIM과 드론이다. 그리고 향후 중요한 스마트건설기술은 BIM(48.3%), 빅데이터 및 인공지능(43.8%), 지능형 건설장비 및 로봇기술(42.8%) 등이다.

BIM은 현재 활용도가 높은 스마트기술이며, BIM의 활용도 확산을 위한 관련 정책이 적극적으로 추진되고 있다. 이런 적극적인 정책중에는 BIM을 자격체계에 편입시키는 방안도 논의되고 있다.

향후에도 중요한 요소로 인식되고 있다. BIM은 지능형 시공로봇과 로봇공학, 그리고 ICT 건설기계의 활용도를 높이는데도 필수적인 요소여서 중요도는 계속 높아질 것으로 전망된다.

최근 디지털 전환에서 가장 많은 관심을 받고 있는 기술은 인공지능이다. 건설업에서는 아직은 활용도가 높지 않지만, 향후 중요하게 활용될 수 있는 기술로 인식되고 있다. 다른 산업분야에서 활용도를 높이고 있고, 관련 기술의 발전도 급속도로 이루어지고 있어서 건설사가 판단하는 활용도보다 더 중요하게 건설업에서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

지능형 로봇은 시공분야에서 많은 변화를 유도할 수 있는 스마트기술이다. BIM과 결합돼 다양한 시공작업을 할 수 있고, 생산성이 우수하고 균질적인 품질의 시공이 가능하다. 또한 중대재해 위험이 높은 고소작업에 활용하여 재해를 감축할 수 있는 효과도 기대할 수 있다. 국내 현장에서도 시공에 로봇을 시범적으로 활용한 사례들이 있다. 국내 아파트 공사와 같은 정형화 된 구조물의 외벽도장은 시공로봇으로 빠르게 대체될 수 있는 분야라고 할 수 있다. 4족로봇을 활용해서 위험한 현장에서의 작업과 안전관리에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

모듈러공법은 현재와 향후에도 중요한 스마트건설기술로 인식되고 있다. 공사시기가 제한되는 학교, 군부대 내 간부 기숙사 등 정형화된 구조물에 보다 용이하게 활용할 수 있는 공법이다. 또한 최근 경북지역의 대규모 산불로 인하여 발생한 이재민의 주거서비스 목적으로 신속하게 공급할 수 있는 모듈러 주택이 논의되고 있다. 모듈러 시공 확산을 위한 정책적인 지원도 지속적으로 추진되고 있다. 모듈러가 활성화될 수 있는 제도와 법령 개정이 준비중이다. 국내에도 다수의 모듈러 전문업체가 있고, 향후 관련 시장의 규모가 확대될 것으로 예상됨에 따라 기업들의 관심도가 높아지고 있다. 이에 따라 국내에서도 모듈러 활용도가 높아질 것으로 예상된다.



[그림 4-2] 국내 아파트 공사현장 도장로봇 시연



[그림 4-3] 국내 공사현장 4족 로봇 시연

〈표 4-1〉 주요 기술별 스마트건설기술 활용 현황

BIM	건설자동화	빅데이터/AI
- 설계단계 활용 · 전 공종 또는 부분 설계 · MEP 자동설계 및 모델링 · 설계도서 검토 · 물량 산출 등 내역 작업 - 시공단계 활용 · 시공성 검토 · 시공계획 및 안전계획 수립 · 공정/기성관리 · BIM 연동 현장 품질관리	- 단위작업 자동화 로봇 활용 · 굴착기, 로드롤러 등에 MG/MC 적용 · 앵커링/드릴링 로봇 · 슬래브 피니싱 로봇 · 배관 용접 로봇 · 내화 붓칠 로봇 · 도장/미장 로봇 - 검측/강화용 로봇 활용 · 웨어러블 로봇 · 4족보행 로봇(지하 밀폐공간 가스 검출 확인 등) · 교량 케이블 점검용 이동로봇	- 기획/설계단계 활용 · 계약(ITB 등) 검토 · 제너러티브 설계 · 설계단계 물량 및 건적 검증 · 수주원가 예측 · 설계검토 및 VE DB 구축 - 시공/운영단계 활용 · 공정 및 원가관리 · 도면 자동인식 시스템 · 영상분석/안전인식 출입관리 · 안전리스크 예측 · 생산성 관리 데이터 수집/분석 · CCTV 안전 모니터링 · 지능형 품질관리시스템 · 공동주택 외벽 AI 균열 분석

〈표 4-1〉 계속

OSC	디지털센싱
- 공동주택 지하주차장 벽체, 계단실, 가설사무실, 옥탑구조물, 시스템 옥실, 재활용보관소 등 섹션 모듈화 - 프리캐스트 바닥판 조립식 교량 - TBM 세그먼트 라이닝 모듈화 - EPC 현장 중심 모듈 설계 및 사전 제작 - 데이터센터 MEP 모듈화 - 저층형 모듈러 주택 시공 - 국내 모듈 자동화 생산설비 공장 기술 고도화	- 안전관리 · IoT 기반 Smart Safety 플랫폼 · 동바리 안전 모니터링 · 위험구간 및 접근금지 알림 · 장비 수평 센싱 및 알림 · IoT헬멧, 카메라, 쌍방향신호기 등 - 품질관리 · 레미콘 운송관리 · 동절기 콘크리트 양생관리 · 파일관입 측정 - 현장관리 · 인력 및 장비/설비 관제 · 유해가스/미세먼지/수질 등 모니터링 · 터널 현장의 원활한 무선 데이터 통신환경 구축
AR/VR	
- VR 기반 견본주택 구축 - VR 기반 안전교육 - AR 기반 Shop 검사 및 공사품질 검토	
3D프린팅	
- 설계검토 및 시공 이해도 향상용 축소모델 제작 - 비내력벽 시공 위주 3D 프린팅	

주: 국내 30대 기업 중 19개 기업을 대상으로 조사한 결과임

자료: 진경호(2024), 건설산업 환경변화와 스마트건설 동향, 건설근로자 고용개선 기본계획 수립 포럼 자료에서 재인용.

2) 해외 스마트건설기술 활용 현황²⁵⁾

(1) 미국

민간주도로 비즈니스 모델과 연계하여 세계시장을 선점하고 있다. 2003년 설립된 Procore Technologies는 클라우드 기반 건설관리 소프트웨어 기업이며, 사업 위험관리, 품질개선, 공기준수 및 공사비 절감을 지원하는 프로그램을 공급하고 있다. Katerra는 2015년 설립된 모듈러 주택기업이며, Uptake Technologies는 센서 소프트웨어 전문기업으로 2014년 설립됐다. 센서 데이터를 수집하여 해석하는 예측분석 소프트웨어를 제공하고 있다. 민간에서 독자적인 비즈니스 모델을 개발해서 활동하는 업체들이 높은 기술력을 바탕으로 세계시장에서 선도자 역할을 하고 있다.

2021년에는 1.2조 달러 규모의 인프라 예산법안을 마련했다. 이 법안에 의하면 5년 동안 1억 달러를 투자하여 3D 모델링 소프트웨어, 디지털 사업관리플랫폼 등을 개발하여 활용하는 것을 목표로 하고 있다.

건설로봇 등의 스마트기술을 활용하여 노동력 부족을 보완할 수 있을 것으로 판단하고 있다. 또한 숙련공이 수행했던 일부 작업을 로봇으로 대체함으로써 안전도 제고와 생산성 개선을 추진하고 있다.

2030년까지 건설 전 과정의 디지털화 및 자동화 추진을 계획하고 있다. BIM 사용 확대를 유도하여 생산성 제고와 디지털 자료를 활용한 효율적인 현장관리 구축을 모색하고 있다.

(2) 영국

2016년부터 2020년까지를 계획기간으로 하는 Government Construction Strategy를 수립하고 적극적으로 스마트건설기술 확산을 위한 노력을 하고 있다. 이와 함께 정부 주도로 2013년부터 Construction 2025를 추진하고 있다. 기존 건설산업을 효율화하고 기술혁신을 통해서 건설산업의 경쟁력 제고와 지속가능성을 담보하기 위한 목적으로 추

25) 국의 스마트건설기술 활용 현황 중 미국, 영국에 관한 내용은 진경호(2024), 건설산업 환경변화와 스마트건설 동향, 건설근로자 고용개선 기본계획 수립 포럼 자료를 인용하였다. 싱가포르 현황은 전원정(2022), 국내 건설기업의 스마트 건설기술 도입 활성화 방안 연구, 강원대학교 석사학위논문을 참고해 인용했다. 그 외 일본과 중국에 관한 내용은 저자가 방문 면담한 내용과 참관을 바탕으로 작성하였다.

진되고 있다.

Construction 2025는 비용을 33% 절감하고, 공기를 50% 단축한다는 목표를 설정해서 추진하고 있다. 또한 온실가스 배출량 50% 감축과 무역격차 50% 감소도 중요한 목표로 설정돼 있다.

Construction 2025에서 설정된 목표를 효과적으로 달성하기 위해 영국 디지털 건설 센터(CDBB)를 2017년 설립했다. 2018년에는 국가 디지털트윈 프로그램(NDTP)을 수립했으며, 건설 혁신 허브(CIH)도 설립하여 다양한 디지털 혁신을 지원하는 역할을 하도록 했다.

〈표 4-2〉 주요 국가의 스마트건설기술 활용 촉진 동향

구분	주요 내용
미국	(민간)스마트 건설기술 스타트업 활성화, BIM 적극 활용 빅데이터, IoT, 웨어러블 장비 등을 개발해 현장관리에 활용
영국	(정부) Construction 2025를 통해 건설산업 혁신방안으로 건설기술 활용 강조 Government Construction Strategy 2016-2020에서 디지털 기술 활용 확대 제시
싱가포르	(정부) Construction 21 운동으로 생산성 개선 추진 자동화 장비 및 로봇, BIM/가상설계 및 시공 등 7대 핵심기술 분야 선정, 2016년 기술개발 로드맵 발표 국가사업 BIM 의무화, 도시관리 Virtual Singapore 확대
일본	(정부) i-Construction으로 건설근로자 감소 대응, 건설생산성 20% 향상 목표 3차원 데이터 도입, ICT 장비 등 신기술 활용해 건설 자동화·무인화 추진 (민간) 시공사자동화 장비 개발(코마츠)

자료: 김영업(2023), 스마트시티 건설현장에 활용된 스마트 건설기술 적용현황 분석, 경상국립대학교 석사학위논문.

(3) 싱가포르

현장시공 중심의 산업구조이며, 시공도 자국 건설사보다 다국적 기업이 담당하는 경우가 많다. 노동력도 외국인력이 노동생산성이 낮다. 이런 환경을 개선하기 위한 시도가 싱가포르 건설청(Building and Construction Authority, BCA)에 의해 관련 분야 전문가로 구성된 Construction 21운동이 추진되었다. 저비용 고효율 건설산업을 목표로 정부가 주도하는 전략이다.

싱가포르는 건설청(BCA)은 BIM 로드맵과 가이드라인을 만들고 인센티브 정책과 인력 양성 교육을 지원하는 방안 등 각종 지원책을 마련했다. 2015년부터 5,000㎡를 초과하

는 프로젝트는 BIM 제출을 의무화했다.

모듈러 활용을 확대하기 위해 DfMA(Design for Manufacturing & Assembly), BIM 과 ICT 기술 기반의 사업 참여자와 절차를 통합하는 IDD(Integrated Digital Delivery) 방식을 활용하고 있다.

(4) 일본

일본은 저출산·고령화에 따른 건설업의 노동력 부족에 대응하고 생산성 개선을 위해 스마트기술을 통한 20개의 생산성 혁명 프로젝트를 수립해 추진하고 있다. 프로젝트 중 i-Construction이 있고, 2025년까지 생산성 25% 달성을 목표로 했다. 목표를 달성하기 위해서 측량-시공-검사의 건설 전 단계에 드론과 ICT 건설기계, 3D 데이터를 적극적으로 활용하기 위해 관련 기준과 규격 표준을 마련했다.

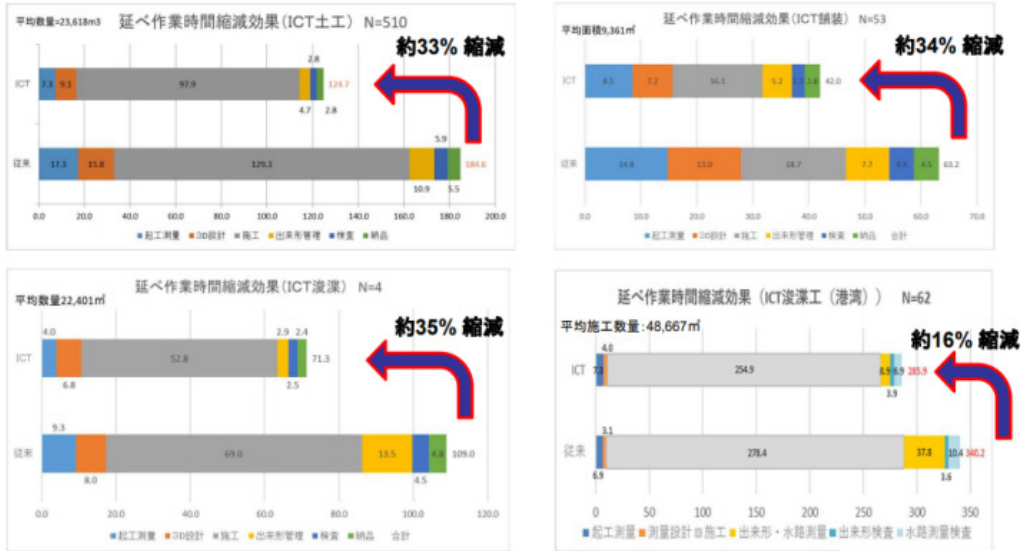
2016년 본격적으로 i-Construction이 추진돼 생산성 향상에 기여하고 있다. ICT 활용은 단계적으로 확대되고 있으며, 1단계는 해당 공정의 효율화, 2단계는 ICT가 활용되는 현장 전체의 생산성 개선을 도모했다. 그리고 3단계는 건설업 전반의 생산성 개선을 목표로 했다. 이런 단계적인 추진을 바탕으로 국토교통성은 작업시간 단축과 노동투입 절감효과가 있었다고 발표했다.²⁶⁾ 최근에는 중소 현장에도 ICT 활용을 확대하고 있다.

2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ICT 결론							
	ICT 포장, ICT 준설(항만)						
		ICT Junwei Gong (강)					
			ICT 지반 정비 공사, ICT 사면 공사, ICT 부유식 구조물 공사				
				ICT 포장(보수), ICT 기초 공사 및 블록 설치 공사			
					ICT 포장(보수), ICT 기초 공사 및 블록 설치 공사		
						ICT 구조물, 소규모 토공	
							새로운 유형의 건설 확대

자료: 일본 국토교통성.

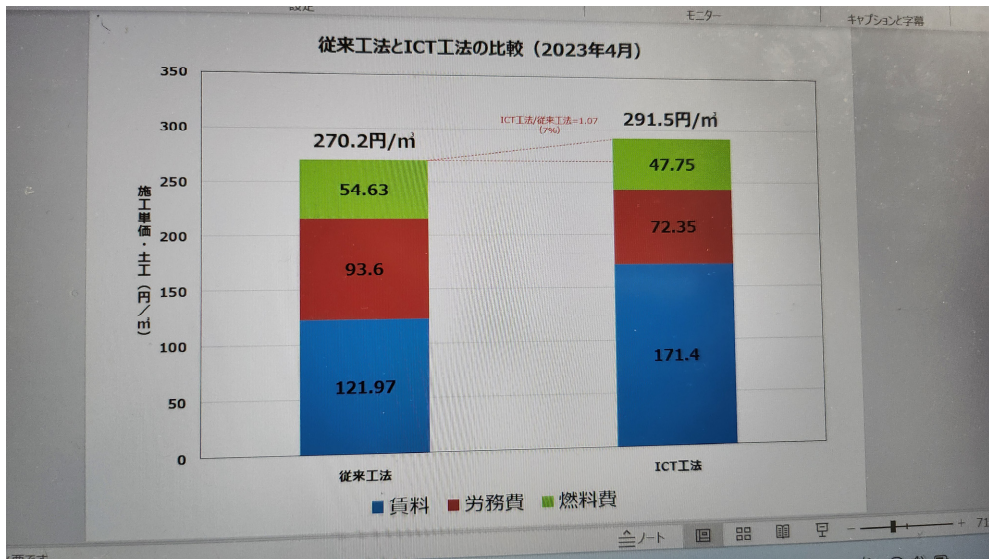
[그림 4-4] 일본의 ICT 활용 확대방향

26) 일본 국토교통성은 ICT 장비 활용으로 약 25% 생산성 개선이 있었다고 발표했다. 이는 실제로 시공을 담당 한 건설업체와의 면담조사 결과이다.



자료: 일본 국토교통성.

[그림 4-5] 일본의 국토교통성 발주 토목공사 ICT 활용 효과



자료: 일본 국토교통성.

[그림 4-6] 일본의 기존 공법과 ICT공법 비교

일본은 토목공사에 많이 활용되는 건설기계 ICT를 활용하는 데 강점이 있다. 자국 기업들 중 수준 높은 광학기술 역량을 보유하고 있는 업체들이 많고, 이들이 보유하고 있는 기술을 건설기계 부속하여 안전관리와 생산성 개선을 거두고 있다.

일본의 건설기계 제조사들은 ICT건설기계를 사용해 원격지에서 무인으로 시공하는 기술을 확보하고 있다. 이를 바탕으로 토목공사에서 완전 무인화가 가능한 수준으로 평가되고 있다.²⁷⁾

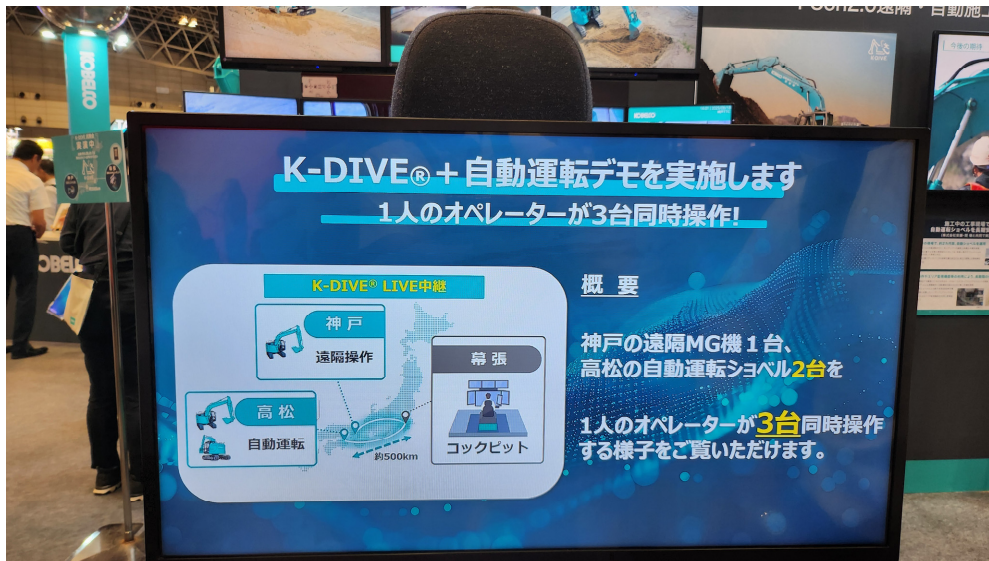


[그림 4-7] 일본의 원격시공 ICT건설기계

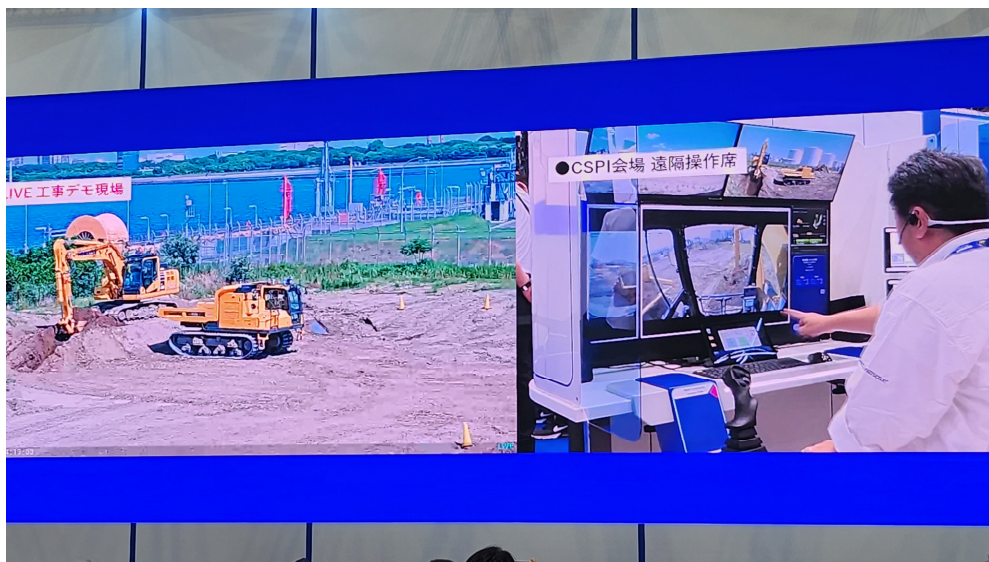


[그림 4-8] 일본의 원격시공 ICT건설기계 시공 시연 1

27) 일본은 나루세담 공사의 토목공사를 무인화로 시공한 사례가 있다. 2025년 CSPI에 건설기계를 전시했던 모든 업체들은 500Km 이상 떨어진 장소에서 원격으로 무인 건설기계를 조정하는 시연을 했다. 이들 업체는 원격무인시공을 통해서 여성과 고령자, 장애인도 건설업에 종사할 수 있을 것으로 기대한다고 했다.



[그림 4-9] 일본의 원격시공 ICT건설기계 조종 시연 2



[그림 4-10] 일본 로봇에 의한 원격시공 ICT건설기계 조종 시연 3

(5) 중국

중국은 건축공사의 각 공정에서 사용될 수 있는 지능형 시공로봇 개발 및 운영에 강점을 보이고 있다. 지능형 시공로봇을 개발하기 시작한 것은 중국에서도 건설농민공이 감소

하는 추세를 보이고 있고, 이에 따라 평균 연령도 상승하고 있다. 건설농민공은 여전히 40대 초반으로 평균 연령대가 유지되고 있지만, 매년 연령의 상승도 급격하다.

건설농민공 감소와 평균 연령 상승하는 상황은 심각한 결과를 초래할 수 있다는 인식이 확산됐다. 이를 계기로 20년 전부터 지능형 시공로봇을 개발하기 위한 적극적인 투자가 이루어졌다. 현재는 건축공사에 사용될 수 있는 100여 종의 지능형 시공로봇이 개발돼 있으며, 중국 내 현장에서 활용도를 높여가고 있다. 또한 2023년에는 싱가포르에 지능형 시공로봇을 수출했다. 본격적으로 지능형 로봇을 수출할 수 있었던 시기가 코로나 팬데믹과 겹쳐서 수출이 증가하지 못했으나, 향후 다수의 지능형 시공로봇이 해외로 수출될 수 있을 것으로 기대하고 있다.

중국은 장기적으로 건축공사 현장을 완전 자동화로 운영한다는 계획을 갖고 있다. 공정별 시공을 담당하는 지능형 로봇뿐만 아니라 재료를 운반하여 필요한 장소에 배달할 수 있는 기능을 갖춘 로봇도 개발돼 있다. 건축현장 자동화를 통해 향후 발생할 수 있는 급격한 노동공급 부족에 대응하고, 생산성 개선도 실현할 수 있는 대안으로 인식하고 있다. 실제로 약 20여 대의 지능형 로봇을 아이패드(iPad) 1대로 조작할 수 있고, 로봇의 평균 생산성은 인력의 4배 가량으로 판단하고 있다. 근로자의 숙련도에 따라 발생할 수 있는 품질의 편차가 지능형 로봇은 없는 것도 큰 장점이다.



[그림 4-11] 중국의 지능형 시공로봇



[그림 4-12] 중국 심천의 건축현장에서 사용중인 지능형 시공로봇 1



[그림 4-13] 중국 심천의 건축현장에서 사용중인 지능형 시공로봇 2

2. 스마트건설기술이 노동력에 미치는 영향

디지털 전환 이전 세 번에 걸친 기술혁신은 생산성을 획기적으로 개선할 수 있었다. 이 과정에서 일부 직종과 직무는 기계가 노동력을 대체하는 결과가 초래되었다. 기술혁신이 노동수요를 축소하는 결과만 초래한 것은 아니다. 새로운 기술과 공법 및 공정은 신규 직업과 직무를 창출했다.

기술혁신과 일자리에 관한 논쟁은 여전히 지속되고 있지만, 세 번에 걸친 산업혁명으로 대별되는 기술혁신은 신규 직업과 직무를 창출해서 고용을 증가시키는 방향으로 영향을 미쳤다는 것이 다수의 실증적인 연구 결과이다.

그러나 디지털 전환의 기반이 되는 AI는 사람과 협업하고 사람이 하는 일을 대신할 것이라는 예상이 많다. 이처럼 디지털 전환은 과거의 기술혁신과 다른 양상을 보이고 있다. 또한 파급효과와 영향의 범위도 차이를 보일 것으로 전망된다. 즉 과거의 기술혁신과 비교하면 산업의 생산구조와 생산요소 사용방식에 미치는 영향이 클 수밖에 없을 것으로 전망된다.

정순기 외(2023)의 연구에서 제시한 결과에 의하면 정형화 수준이 높으면서 전문성이 낮은 업무는 디지털 전환에 의해 조기에 대체될 가능성이 높은 것으로 분석했다. <표 4-3>에서 제시하고 있는 산업별 고용 증감변화는 건설업에서 정형화 수준이 높고 전문성이 낮으면 고용 감소가 발생할 여지가 압도적으로 높다. 정형적이지 않은 경우에도 전문성이 낮으면 고용 감소가 증가보다 높다.

〈표 4-3〉 업무 유형 구분

구분		정형화(Routine) 수준	
		높음	낮음
전문성 수준	높음	전문성 요구 업무 정형적 업무 회계 사무, 법률 사무, 통번역, 임상병리, 영상의학분석 등	전문성 요구 업무 비정형적 업무 연구개발, 공정관리, 설비 유지 및 보수, 법률전문가, 의료 등
	낮음	전문성 낮은 업무 정형적 업무 단순조립, 계산출납, 요금수납, 시설안내, 창고관리 등	전문성 낮은 업무 비정형적 업무 업무 지원, 고장수리, 설비 지원, 비정기 업무, 간병 등

자료: 정순기 외(2023), 디지털 기반 기술혁신과 인력수요 구조 변화, 한국고용정보원.

〈표 4-4〉 업종별 업무 유형에 따른 고용 증감 변화 비교

(단위: %)

구분	정형적				비정형적			
	전문성 높음		전문성 낮음		전문성 높음		전문성 낮음	
증감	감소	증가	감소	증가	감소	증가	감소	증가
전체	28.5	40.3	84.0	4.9	11.4	67.9	48.1	18.8
제조업	28.3	38.0	83.1	5.5	10.3	67.0	47.7	17.3
서비스업	27.9	41.2	84.5	4.4	12.1	68.0	48.6	18.9
건설	25.5	44.7	81.9	3.2	13.8	68.1	54.3	14.9
정보통신	35.7	36.5	77.8	5.6	19.0	57.1	45.2	19.8
도소매	38.6	51.4	83.6	4.3	15.7	63.6	43.6	22.9
음식숙박	17.4	39.1	85.5	5.8	8.7	68.1	52.2	17.4
교육	19.5	51.7	84.5	6.9	5.7	82.2	50.0	23.0
보건사회	34.1	38.2	82.9	3.5	11.8	67.6	39.4	23.5

자료: 정순기 외(2023), 디지털 기반 기술혁신과 인력수요 구조 변화, 한국고용정보원.

디지털 기술이 직무에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구결과에 의하면 건설·채굴직무는 대체가 강하게 나타나는 것으로 나타났다. 건설·채굴직무는 건설현장 근로자의 직무라고 할 수 있으므로 디지털 기술은 건설근로자의 일자리 대체의 방향으로 영향을 미칠 것으로 판단된다. 이는 현장 건설근로자 중 직무가 정형적이고 전문성이 낮은 저숙련자의 일자리 대체가 숙련공보다 빨리 나타날 것이라는 일반적인 예상과도 일치한다.

〈표 4-5〉 디지털 기술이 직무에 영향을 미치는 방향

(단위: %)

구분	전체	대체	변화 없음	보완/도움
설치·정비·생산직	100.0	63.3	20.7	16.0
건설·채굴직	100.0	52.7	32.7	14.6
미용·여행·숙박·음식·경비·청소직	100.0	47.4	37.5	16.1
영업·판매·운전·운송직	100.0	40.2	31.5	26.4
교육·법률·사회복지	100.0	36.0	39.4	24.6
경영사무·금융보험직	100.0	22.1	26.7	51.2
보건·의료	100.0	14.4	38.6	47.0
예술·디자인·방송·스포츠직	100.0	8.2	28.5	63.4
연구직 및 공학기술직	100.0	5.8	20.0	74.2

주: N = 2,003.

자료: 정순기 외(2023), 디지털 기반 기술혁신과 인력수요 구조 변화, 한국고용정보원.

디지털 전환의 핵심 목적이 인건비 절감인지 여부에 대해 산업별로 설문조사한 결과에 의하면 건설업은 72.7%가 동의하는 것으로 나타났다. 생산요소 중 노동 활용도가 높은 식료품과 도소매업보다 건설업의 동의율이 높다. 이는 노동생산성과 연계해서 분석할 필요가 있고, 건설업의 취업계수와 고용계수가 높다는 점을 감안하면 디지털 전환으로 노동생산성 개선이 가능하다는 측면, 그리고 유사하게 저숙련공의 대체를 통한 인건비 절감이 가능하다는 판단을 하고 있는 것으로 이해된다.

〈표 4-6〉 디지털 혁신, 전환 및 활용의 핵심 목적-인력(인건비) 절감

(단위: %)

구분		응답수	전혀 무관	동의 어려움	보통	동의	매우 동의
전체		2,003	2.1	5.4	26.6	37.9	27.9
업종별	전기전자	86	4.7	8.1	18.6	37.2	31.4
	정밀기기	49	4.1	12.2	14.3	34.7	34.7
	섬유가죽	49	4.1	6.1	16.3	44.6	28.6
	석유화학	94	2.1	7.4	26.6	44.7	19.1
	비금속광물	53	1.9	11.3	26.4	37.7	22.6
	금속제품	77	3.9	7.8	20.8	42.9	24.7
	기계장비	105	2.9	7.6	21.9	39.0	28.6
	자동차	88	3.4	5.7	26.1	37.5	27.3
	에너지	45	2.2	8.9	24.4	35.6	28.9
	식료품	65	3.1	7.7	16.9	40.0	32.3
	건설	94	3.2	3.2	24.5	40.4	32.3
	운수/물류	134	1.5	3.7	23.1	23.9	47.8
	정보통신	126	1.6	2.4	24.6	34.9	36.5
	도소매	140	2.1	4.3	18.6	25.0	50.0
	음식숙박	69	2.9	5.8	26.1	44.9	20.3
	금융	135	0.7	3.7	36.3	34.8	24.4
	연구개발	137	1.5	4.4	37.2	37.2	19.7
	공공행정국방	113	1.8	5.3	34.5	39.8	18.6
	교육	174	1.1	6.3	27.6	43.1	21.8
	보건사회	170	0.6	1.8	37.1	46.5	14.1
매출액 규모별	100억원 미만	117	0.9	1.7	39.3	36.8	21.4
	100~500억원 미만	590	2.2	4.1	28.0	39.3	26.4
	500억원 이상	995	2.4	7.2	24.2	36.2	29.9
	전문가	301	1.7	3.7	26.9	41.2	26.6
종사자 규모별	50~99명	626	1.4	3.2	31.0	39.0	25.4
	100~299명	725	3.0	7.7	24.0	34.2	31.0
	300명 이상	351	2.0	6.3	23.9	40.7	27.1
	전문가	301	1.7	3.7	26.9	41.2	26.6

자료: 정순기 외(2023), 디지털 기반 기술혁신과 인력수요 구조 변화, 한국고용정보원.

건설업의 구인난도 심각한 상황이라는 것을 <표 4-7>을 통해서 확인할 수 있다. 디지털 전환의 핵심 목적이 부족한 인력의 대체인지에 대해서 건설업은 89.4%가 동의하는 것으로 도출됐다. 전 산업에서 구인난을 해소할 수 있는 디지털 기술에 의한 대체가 적극적으로 검토되고 있음을 알 수 있는 결과이다.

<표 4-7> 디지털 혁신, 전환 및 활용의 핵심 목적-부족한 인력 대체

(단위: %)

구분		응답수	전혀 무관	동의 어려움	보통	동의	매우 동의
전체		2,003	0.5	2.9	10.9	49.1	36.5
업종별	전기전자	86	1.2	3.5	7.0	51.2	37.2
	정밀기기	49	2.0	4.1	4.1	51.0	38.8
	섬유가죽	49	0.0	4.1	8.2	55.1	32.7
	석유화학	94	0.0	4.3	7.4	62.8	25.5
	비금속광물	53	0.0	1.9	11.3	64.2	22.6
	금속제품	77	1.3	2.6	7.8	59.7	28.6
	기계장비	105	1.0	3.8	1.9	60.0	33.3
	자동차	88	2.3	3.4	4.5	47.7	42.0
	에너지	45	0.0	4.4	6.7	57.8	31.1
	식품품	65	0.0	3.1	12.3	56.9	27.7
	건설	94	1.1	3.2	6.4	47.9	41.5
	운수/물류	134	0.0	2.9	10.7	35.0	51.4
	정보통신	126	0.8	1.6	17.5	38.9	41.3
	도소매	140	0.0	2.9	10.7	35.0	51.4
	음식숙박	69	1.4	5.8	17.4	43.5	31.9
	금융	135	0.0	3.7	12.6	54.8	28.9
	연구개발	137	0.7	2.9	13.9	42.3	40.1
	공공행정국방	113	0.9	3.5	13.3	44.2	38.1
	교육	174	0.0	1.7	14.9	54.0	29.3
	보건사회	170	0.0	0.0	14.7	51.8	33.5
매출액 규모별	100억원 미만	117	0.9	6.0	23.1	36.8	33.3
	100~500억원 미만	590	0.3	2.4	13.2	44.9	39.2
	500억원 이상	995	0.8	2.8	7.5	52.0	36.9
	전문가	301	0.0	3.0	7.5	52.8	31.2
종사자 규모별	50~99명	626	0.3	2.1	19.0	38.7	39.9
	100~299명	725	0.8	3.6	5.1	53.9	36.6
	300명 이상	351	0.9	2.8	6.8	54.7	34.8
	전문가	301	0.0	3.0	13.0	52.8	31.2

자료: 정순기 외(2023), 디지털 기반 기술혁신과 인력수요 구조 변화, 한국고용정보원.

건설현장에서 육체노동에 종사하는 근로자로의 입직 기피와 고령화는 만성적인 수급불균형을 초래하고 있다. 건설업체들은 디지털 기술을 활용하는 스마트건설기술이 저숙련

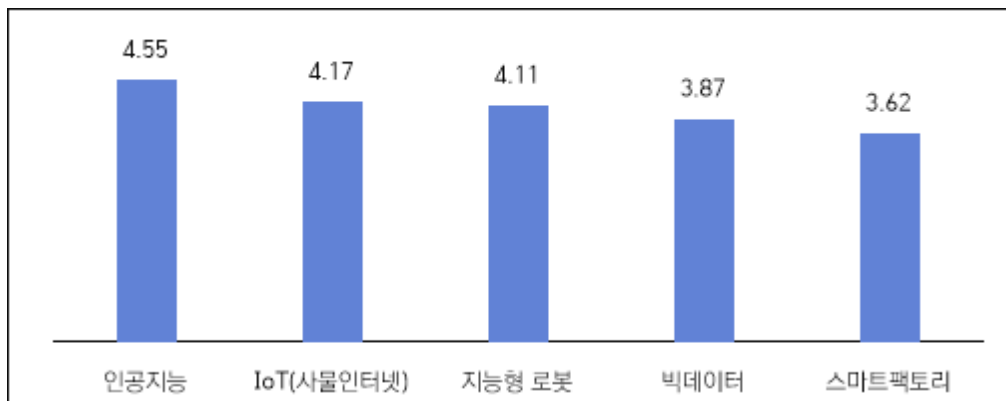
노동을 대체하고 구인난을 겪고 있는 노동력도 대체할 수 있을 것이라는 기대가 크다. 건설업에서 스마트기술 활용도 확산은 고용을 감소시키는 결과로 나타날 것으로 판단된다.

1) 지능형 시공로봇

지능형 시공로봇의 활용은 정형적이고 전문성이 낮은 직무, 단순·반복적인 직무를 빠르게 대체할 것이라는 의견이 지배적이다. 미국의 사례는 일부 숙련공의 직무를 대신하는 수준으로 활용되고 있기도 하다.

건축공사에 필요한 공정의 직무를 수행할 수 있는 지능형 시공로봇은 생산성이 노동력의 4배라고 소개한다. 4배의 생산성에 더해 균질적인 시공품질이 담보된다. 여러 대의 지능형 시공로봇을 1인의 근로자가 동시에 조정할 수 있다고도 한다. 지능형 로봇은 근로시간의 제약을 받지 않는다. 노사 갈등 등 노사관계에서 촉발되는 문제가 발생할 가능성도 없다.

지능형 시공로봇은 노동을 대체하는 결과로 나타날 것으로 예상된다. 인구구조 변화와 고령화에 따른 노동공급 감소와 숙련공 구인난의 정도에 따라 도입 및 확산 시기가 매우 앞당겨질 수 있다. 다만 전술한 것처럼 건설기업이 디지털 기술 투자에 소극적이고 수용에 보수적인 인식이 개선되어야 한다는 주장이 제기될 수 있다. 그러나 지능형 로봇은 건설기업이 직접 개발하는 것이 아니라, 활용할 수 있는 환경과 제도적인 지원이 시행되면 급속하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.



주: 5점 만점, N=2,003.

자료: 정순기 외(2023), 디지털 기반 기술혁신과 인력수요 구조 변화, 한국고용정보원.

[그림 4-14] 향후 고용 규모에 영향을 미치는 디지털 기술

2) ICT 건설기계

건설업에서 스마트기술 활용이 필요한 이유는 건설업 생산과 현장의 공간적 특수성 때문이라고 할 수 있다. 제조업 생산활동은 각 단계별로 인력 또는 기계가 컨베이어벨트에 의해 이동되는 제품을 가공하는 방식이다. 즉 공정별 고정된 공간에 사람이나 기계를 배치할 수 있다. 그러나 건설업 생산활동은 근로자 또는 기계가 이동하며 공간에 구조물을 만든다. 그리고 공사현장은 다양한 변수와 위험요소가 산재해 있는 것이 일반적이다. 지반 조성을 위한 굴착공사가 완료되었는데 예상치 못한 암반이나 연약지반이 나타날 수 있다. 굴착 전까지는 지하공간 상태에 대해서 완전하게 파악할 수 없다. 이처럼 건설업은 생산단계별로 위험요소가 많다. 이런 측면에서 스마트기술이 적용된 ICT 건설기계 활용은 건설업 생산활동을 획기적으로 변화시킬 수 있는 요소가 될 수 있다.

일본의 스마트건설기계 제조사는 건설기계의 진화를 다음과 같이 설명한다. 사람이 탑승해서 조정하는 단계에서 원격 단계로 진행됐다. 여기서 원격은 건설기계에 탑승하지 않고 인근에서 조정하는 것을 의미한다. 다음 단계는 MC/MG, 그리고 자동화, 스마트건설기계 단계로 진행되고 있다. 그리고 스마트건설기계 단계는 현장의 완전무인화를 최종적인 목표로 설정하고 있다. 이런 단계별 발전은 노동수요를 축소하는 과정이라고 할 수 있고, 완전무인화가 달성된다면 노동수요는 크게 감소할 수밖에 없다.

3) OSC(공장제작)

유럽에서 모듈러 건축이 시작된 것은 100년 전이다. 영국과 폴란드가 가장 앞선 국가들이다. 특히 영국은 1940년대부터 전쟁 복구를 위해서 OSC 기술인 모듈러를 적극적으로 활용했다. 미국도 적극적으로 모듈러 건축을 추진하고 있다. 미국은 호텔과 임대주택을 중심으로 프로젝트가 진행되고 있으며, 32층 규모 임대주택인 Atlantic B2 등의 다양한 프로젝트를 진행하고 있다. 호주는 44층과 60층 높이의 고층주택을 모듈러로 건축하는 프로젝트가 진행되고 있다. 싱가포르의 공공주택의 65%를 모듈러로 건축하는 것을 목표로 하는 프로젝트를 추진하고 있다. 이처럼 싱가포르는 정부 주도에 의한 진행이 특징적이며, PPVC(Prefabricated Prefinished Volumetric Construction)를 중심으로 활발하게 진행되고 있다.²⁸⁾ 일본 건축시장에서 모듈러 건축이 차지하는 비중은 12~15%로 알려져 있으며, 최근에는 연간 12~15만 호가 모듈러 주택인 것으로 알려져 있다.²⁹⁾ 모

둘러 건축시장은 세계적으로 확대되는 추세이다. 글로벌 시장분석 기관인 마켓앤마켓(Market and Market)은 2025년 전세계 모듈러 건설시장 규모를 약 1,088억 달러(\$)를 넘어설 것으로 전망했다.³⁰⁾ 또한 세계 모듈러 건축시장 규모가 2029년에는 1,408억 달러(약 201조원)로 확대될 것으로 전망했다. 국내 모듈러 건축시장도 2030년에는 2조원 규모가 될 것으로 전망됐다.

한국에서 모듈러 건축이 시작된 해는 2003년이었으며, 신기초등학교(양천구 신정동 소재)가 모듈러로 시공된 최초의 사례이다. LH는 천안 두정 모듈러주택, 서울 가양 행복주택을 준공했고, 최근 세종 5-1 생활권(스마트시티 국가시범도시) L5블록에 국내 최대 규모의 모듈러 주택을 추진 중이다. 2023년 경기 용인 영덕지구에 13층 규모의 모듈러 주택이 시공되었으며, 국내 최고층 모듈러 건축물이다. 정책당국도 공업화 인증 제도 시행 등 안전과 성능이 담보되는 모듈러 건축을 활성화하기 위한 시도를 하는 등 모듈러 건축 활성화를 적극적으로 모색하고 있다.³¹⁾³²⁾

대한건축학회(2020)는 Off-Site Construction(OSC)을 건축물의 부지가 아닌 공장 등의 장소에서 계획, 생산, 조립된 건축물 부재를 현장으로 운반하여 설치 및 시공하는 건축방식으로 정의했다.³³⁾

OSC는 2014년 이전 모듈러 빌딩 및 유닛 건축으로 정의되었다. 2015년 이후에는 개념의 변화가 있었다. 모듈러 건축, OSC, 공업화 건축을 포함하는 개념으로 확장되었다.

28) 국내 모듈러 건축 전문 업체는 모듈러 유형을 크게 4개로 구분하고 있다(모듈러 시공을 전문으로 하는 전문 업체와의 면담조사를 바탕으로 작성). Panel은 공장제작의 비중이 50%가량을 차지한다. Volumetric은 공장제작 비중이 70% 이상이며, 가장 저렴하다. Hybrid는 Panel과 Volumetric을 혼합한 방식이다. 공장에서 제작한 Panel에 Volumetric(모듈러)을 부착 또는 연결하는 방식이다. Complete Building은 공장에서 완성된 형태의 주택을 제작하여 현장에 배치하는 방식이며, 현장에서의 시공 비중은 약 5% 수준에 불과하다.

29) 국외 모듈러 건축 사례는 LH매거진, 「모듈러 공법으로 더 빠르게 친환경적으로 공급하는 주택단지(OSC 2편)」에서 인용하였다.

30) 마켓앤마켓(Market and Market)은 2020년 글로벌 모듈러 시장 규모가 823억 달러 수준이었으며, 연평균 5.75%의 성장을 보이고 있어 2025년 1,088억 달러 규모가 될 것으로 전망했다.

31) 국토교통부는 ‘공업화 주택’을 주요 구조부의 전부 또는 일부를 국토부에서 정하는 성능·생산기준에 따라 모듈러 등 공업화 공법으로 건설한 주택으로 정의했다. 법령에서도 ‘공업화 주택’을 정의하고 있다. 주택법 제35조는 “국토교통부장관은 주요 구조부의 전부 또는 일부 등에 해당하는 부분을 국토교통부령으로 정하는 성능기준 및 생산기준에 따라 맞춤형 등 공업화 공법으로 건설하는 주택을 공업화 주택으로 인정할 수 있다.”고 규정하고 있다.

32) 2025년 9월 7일 관계부처 합동으로 발표된 새정부 「주택공급 확대방안」에는 모듈러 공법을 활용한 주택 공급 확대계획이 포함됐다.

33) 정서영(2022)은 OSC는 조립식 건축(Prefabricated Construction), 공업화 건축(Industrialized Construction), 모듈러 건축(Modular Construction), 패널화 건축(Panelized Construction), OSO(Off-Site Prefabrication), OSM(Off-Site Manufacturing), MMC(Modern Methods of Construction) 등의 유사 개념을 모두 포괄하는 의미로 사용된다고 설명했다.

현장 중심의 시공과 달리 설계 및 엔지니어링, 제조, 시공의 표준화·모듈화를 통해 반복생산으로 효율성 제고가 가능하고, 주52시간제와 건설근로자 고령화, 외국인근로자 증가에 따른 문제를 개선할 수 있는 대안으로 논의 및 활용이 증가하고 있다.

공사기간 단축과 원가절감뿐만 아니라 모듈러 건축은 재해를 줄이는 데도 효과적이다. 현장에서 조립 및 시공하는 인력이 최소화되고 중대재해 발생 가능성이 높은 고소작업에 참여하는 인력도 줄일 수 있다.

생산과정의 대부분이 제조공장에서 진행된다. 제조공장은 고소작업이 없고, 자동화된 설비에 의해 생산과정이 이루어진다. 재해 발생 시 대부분 중대재해가 되는 떨어짐의 원인이 되는 고소작업이 없다. 제조공장은 시공현장에 있는 개구부가 없는 것도 떨어짐 재해를 예방할 수 있는 환경이다. 추락 재해와 함께 중대재해의 원인이 되는 끼임 재해가 발생할 여지도 크게 줄어든다. 공사현장처럼 좁은 틈에서의 작업이나 활동을 제약하는 공간에서의 작업이 많지 않다.

건설근로자 고령화 및 공급 정체로 초래되고 있는 숙련공 부족, 입직자 정체로 인하여 야기되는 수급 불균형 심화, 그리고 근로시간 단축과 임금 관련 제도의 변화는 현재와 같은 노동력에 의존하는 생산방식이 효율성을 담보하지 못한다. 이에 따라 OSC 활용에 대한 관심이 더욱 높아지고 있다.³⁴⁾

〈표 4-8〉 OSC 기술의 장점

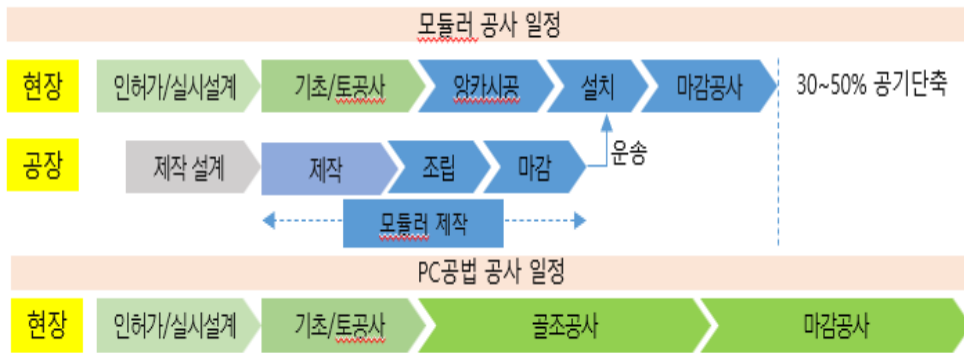
구분	주요 내용
고품질	공장 생산으로 양호한 품질관리 가능
안전성 확보	품질 향상 표준화 및 대량생산으로 공사기간 단축과 품질 향상 가능
생산성 향상	공장에서 대부분 공정이 진행되므로 안정적인 일자리 창출 및 생산성 향상 자동화 및 디지털화 가능해 생산성 향상
친환경	건설폐기물 최소화 및 현장의 환경피해 최소(소음, 분진, 교통난) 탄소배출 저감

자료: 한국토지주택공사, 레고처럼 건물을 조립하면 탄소배출이 줄어든다?(OSC 1편), LH 매거진,

OSC는 현재의 생산방식에 비해 비용 효율적인 방식은 아니다. 모듈화는 부재를 공장

34) 국내 모듈러 전문 업체를 대상으로 한 면담조사 결과에 의하면, 해당 업체는 건설근로자 임금이 제조업 근로자의 임금수준을 초과하는 시기가 조만간 도래할 것으로 판단했다. 이런 상황이 되면 현장에서 시공보다 공장제작이 비용 측면에서 유리할 것이며, 모듈러 시장이 활성화될 것이라는 판단을 한 것이 2018년 모듈러 사업을 시작하게 된 배경이라고 설명했다. 이 업체의 담당자는 유럽에서도 모듈러 건축이 확대된 배경에는 건설근로자 구인난과 임금 인상이라는 환경변화가 작용했다고 한다.

에서 생산한다는 점에서 효율성을 기대할 수 있으나, 국내에서는 표준화 단계에 이르지 못하고 있다. 따라서 표준화의 장점인 비용 효율성을 기대하기 어려운 상황이다.³⁵⁾ 그럼에도 불구하고 건설사업자의 수익성 측면에서 긍정적이라고 할 수 있는데, 이는 생산기간의 단축이 가능하기 때문이다. 생산기간 단축은 현장 시공에서 발생하는 간접비용과 현장 관리비용을 축소할 수 있다. 자동화 된 제조공장은 노동력 투입을 최소화할 수 있어서 안전관리에 투자되는 비용도 절감할 수 있다. 이와 함께 생산기간의 단축은 분양시기를 단축시켜 현금흐름을 개선할 수 있는 장점도 있다. 이런 측면에서 OSC는 이윤 극대화를 추구하는 건설사업주의 필요(Needs)에 부합한다.



[그림 4-15] 모듈러 공법의 공사기간 단축 효과

현장 시공의 비중을 획기적으로 낮추는 방식은 기존 생산방식에서 발생하는 조업변동성을 완화할 수 있는 효과도 있다. 공장에서 사전 제작되는 부재는 기후와 기온, 바람과 강수에 영향을 받지 않는다. 이에 따른 생산기간 단축은 민간 주택공사 발주자의 편의 제고가 가능하다.

현장에서의 시공을 대폭 감소시키게 되며, 이에 따라 관련 시공에 종사하는 건설근로자가 감소할 것으로 예상된다. 최근 자재가격 및 인건비 상승에 따라 공사비가 계속해서 상승하고 있다. 건설사의 원가율이 90%를 초과하는 상황이 발생하기도 했다. 이런 실정은 모듈러 건축에 대한 관심도를 제고하는 요인으로 작용했다. 현장 시공방식에 비해 공사기간이 짧고 원가율이 낮은 모듈러 건축을 대안 중 하나로 검토하고 있다.³⁶⁾

35) 연구수행 중 면담한 복수의 모듈러 전문 업체 담당자들은 공통적으로 모듈러 건축이 비용 효율적인 방식은 아니라는 의견이었다.

모듈러 주택은 공장에서 70% 이상 부재를 사전 제작한 후 현장에서 조립하는 방식이다. 원가절감이 가능하고 현장 시공보다 환경에 미치는 부담도 없다. 특히 현장 시공의 비중을 낮출 수 있고, 투입되는 노동력을 대폭 줄일 수 있다.³⁷⁾

3. 스마트건설기술 활용도 제고 필요성

최근 노동공급 감소와 노동시간 단축은 건설업을 포함한 전 산업에서 나타나고 있다. 성장회계에서 생산가능인구 감소, 1인당 근로시간 단축은 성장의 마이너스(-) 요인으로 작용하고 있다. 다만 고용률 상승은 성장의 플러스(+) 요인이지만, 향후 기여도가 축소될 것으로 한국은행은 전망했다.

생산가능인구 감소는 노동공급 축소와 밀접하게 연관돼 있다. 1인당 근로시간 단축도 투입의 감소를 의미한다. 근로시간을 기준으로 한 노동생산성은 개선되고 있지만, 성장에 기여하는 정도는 하락하고 있다. 전반적으로 노동 관련 변수들은 성장 기여도 낮아지고 있고, 이를 개선할 수 있는 대안으로 디지털 기술이 적극적으로 활용되어야 한다.

〈표 4-9〉 성장회계에 따른 요소별 성장기여도(연평균)

(단위: %, %p)

구분		GFC이전(A) (2000-2007)	GFC이후(B) (2014-2019)	팬데믹 이후(C) (2021-2023)	C-B	C-A
1인당 GDP		4.28	2.40	2.79	+0.39	-1.49
기 여 도	생산가능인구 비중	0.12	-0.20	-0.55	-0.35	-0.67
	근로자 1인당 근로시간	-1.20	-1.30	-0.07	+1.23	+1.13
	고용률	0.86	0.93	2.45	+1.52	+1.60
	노동생산성(근로시간 기준)	4.52	2.98	0.96	-2.02	-3.56

자료: 서영경(2024), 노동시장 구조 변화의 거시경제적 영향, 한국은행-KDI 노동시장 세미나, 한국은행.

1) 노동력 부족 대안

- 36) 현장 시공방식과 비교하면 모듈러 건축은 공사기간을 20~30% 단축할 수 있고, 공장제작으로 표준화가 가능해서 균질한 품질의 부재 생산이 가능하다. 이에 따라 현장시공에 비해 높은 물질의 구조물 공급이 가능하다.
- 37) 모듈러 전문 업체와의 면담결과에 의하면 현장 시공에 투입되는 인력을 최고 90%까지 감축할 수 있다고 한다. 대부분의 부재를 제조공장에서 제작 후 운반과정을 거쳐 조립하는 방식이어서 가능하다는 설명이다. 제조공장의 인력은 자동화 시스템에 의해 운영되므로 노동력 투입이 많지 않다.

정순기 외(2023)의 연구에서 진행된 사업체조사 결과는 디지털 기술이 건설업 고용을 감소시킬 것으로 전망했다. 디지털 기술혁신과 전환이 성공적으로 도입돼 활용되면 건설업 고용 감소는 2028년 9.4%, 2035년에는 13.1%가 될 것으로 예상됐다. 또한 여러 가지 변수를 모두 고려한 현실적인 측면을 감안할 경우 고용 감소 규모는 2028년 6.5%, 2035년에는 9.4%가 될 것으로 예상했다. 디지털 기술 전환에 의한 건설업의 고용규모 감소는 전체 산업의 평균에 비해 2028년은 높고, 2035년에는 평균에 미달하는 것으로 도출됐다. 디지털 전환에 의해 노동의 대체현상이 비교적 빠르게 나타날 것이라는 일반적인 예상과 부합하는 결과라고 할 수 있다.

〈표 4-10〉 업종별 디지털 기술 전환과 모든 변수 고려 시 고용 규모 증감

(단위: %)

업종	응답 수	디지털 기술 혁신-전환이 성공적으로 도입-활용된다고 전제했을 때		여러 가지 측면을 모두 고려한 현실적인 측면 감안했을 때	
		2028년	2035년	2028년	2035년
전체	2,003	-8.5	-13.9	-6.4	-10.1
전기전자	86	-6.0	-7.5	-4.8	-6.8
정밀기기	49	-1.7	-3.6	-0.1	-1.6
섬유가죽	49	-10.2	-18.3	-6.3	-13.6
석유화학	94	-5.5	-9.8	-3.6	-8.1
비금속광물	53	-1.9	-6.6	-3.0	-7.5
금속제품	77	-14.3	-20.3	-10.6	-13.9
기계장비	105	-12.1	-18.2	-9.3	-11.4
자동차	88	-7.3	-10.5	-6.4	-8.8
에너지	45	-9.6	-18.3	-6.9	-11.4
식료품	65	-4.1	-10.4	-2.3	-6.6
건설	94	-9.4	-13.1	-6.5	-9.4
운수·물류	134	-14.2	-21.9	-9.3	-15.1
정보통신	126	-6.9	-14.5	-7.0	-10.1
도소매	140	-10.6	-18.2	-7.3	-12.5
음식숙박	69	-14.7	-20.9	-10.9	-16.8
금융	135	-6.4	-11.2	-4.1	-6.6
연구개발	137	-6.8	-13.1	-6.7	-11.6
공공행정국방	113	-3.9	-5.8	-4.4	-4.3
교육	174	-9.6	-13.3	-8.7	-11.1
보건사회	170	-8.7	-15.4	-4.4	-9.8

주: 건설업의 응답 수 83개는 100인~200인 업체 70개, 300인 이상 업체 13개임.

자료: 정순기 외(2023), 디지털 기반 기술혁신과 인력수요 구조 변화, 한국고용정보원.

건설산업을 대상으로 직종별 취업자를 전망한 연구도 유사하다. 건설 및 광업 단순 종

사자와 건축 마감 관련 기능 종사자. 건설 관련 기능 종사자 등은 취업자가 크게 감소하는 것으로 전망됐다.

고용의 감소가 곧바로 노동의존도 하락을 의미한다고 할 수는 없지만, 2028년과 2035년에 건설투자의 급격한 변화를 가정하지 않은 상태에서의 고용감소는 건설업의 노동의존도 하락이라고 할 수 있다. 또한 노동생산성 개선을 의미하는 것이기도 하다. 즉 노동의존도 하락을 의미하는 고용의 감소는 자본으로의 대체라고 할 수 있다. 다시 말해 건설업에서 디지털 기술의 확산은 노동수요를 감소시키고, 이는 노동력 부족의 문제를 해소할 수 있는 수단으로서의 역할을 기대할 수 있다는 의미이다.

〈표 4-11〉 건설산업 직종별 취업자 수 현황 및 전망(2028년, 2035년)

(단위: 명, %)

구분	직업코드	직업명	취업자수 (비중)	예상 취업자 수 증가율	
				2028년	2035년
1	910	건설 및 광업 단순 종사자	325,111 (15.5)	-14.1	-22.4
2	783	건축 마감 관련 기능 종사자	281,103 (13.4)	-15.2	-20.8
3	782	건설 관련 기능 종사자	257,409 (12.3)	-14.3	-22.8
4	312	경영 관련 사무원	181,252 (8.7)	-16.0	-25.1
5	762	전기공	156,599 (7.5)	-9.4	-15.2
6	313	회계 및 경리 사무원	112,958 (5.4)	-18.3	-31.3
7	875	건설 및 채굴기계 운전원	104,354 (5.0)	-16.0	-25.4
8	231	건축·토목 공학 기술자 및 시험원	102,509 (4.9)	-11.2	-15.0
9	792	배관공	95,298 (4.6)	-10.6	-16.3
10	753	기계장비 설치 및 정비원	64,425 (3.1)	-11.6	-17.6

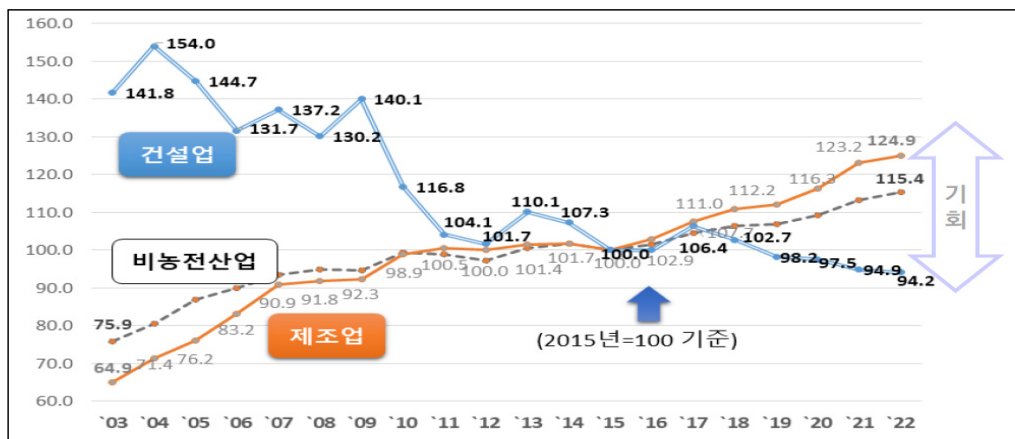
주: 각 연도 결과는 조사시점인 2023년 대비 증가율을 의미함.

자료: 정순기 외(2023), 디지털 기반 기술혁신과 인력수요 구조 변화, 한국고용정보원.

2) 생산성 개선

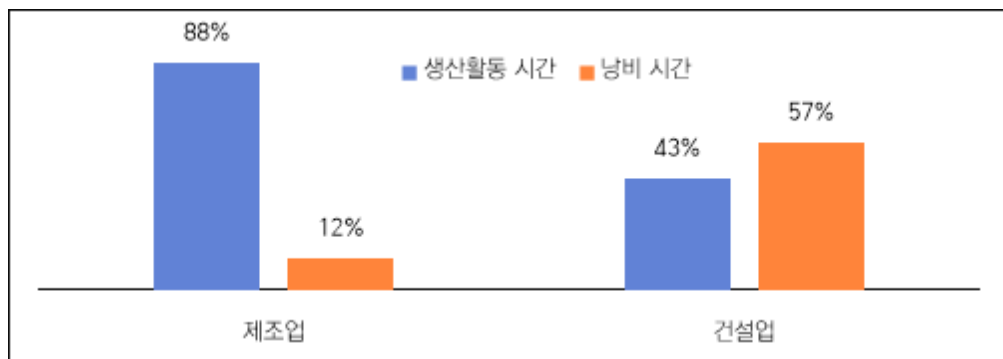
국내 건설업의 노동생산성은 하락추세에서 벗어나지 못하고 있다. 진경호(2024)의 분석에 의하면 2022년 기준으로 지난 20년 동안 노동생산성이 34% 하락했다. 제조업 및 농림수산업을 제외한 전 산업에서 노동생산성 개선이 이루어진 것과는 상반된 결과이다.

건설업의 노동생산성 저하는 다양한 요인이 지적되고 있지만 낭비되는 시간이 다른 산업에 비해 많은 것이 주요한 원인으로 지목되고 있다. 낭비된 시간이란 생산활동을 위한 준비시간 등 직접 생산활동이 이루어지지 못하는 시간을 의미한다. 낭비시간을 줄여야만 노동생산성 개선이 가능하다.



자료: 진경호(2024), 건설산업 환경변화와 스마트건설 동향, 건설근로자 고용개선 기본계획 수립을 위한 포럼 자료.

[그림 4-16] 건설업의 노동생산성 추이



자료: 진경호(2024), 건설산업 환경변화와 스마트건설 동향, 건설근로자 고용개선 기본계획 수립을 위한 포럼 자료.

[그림 4-17] 건설업의 생산성 저하 원인

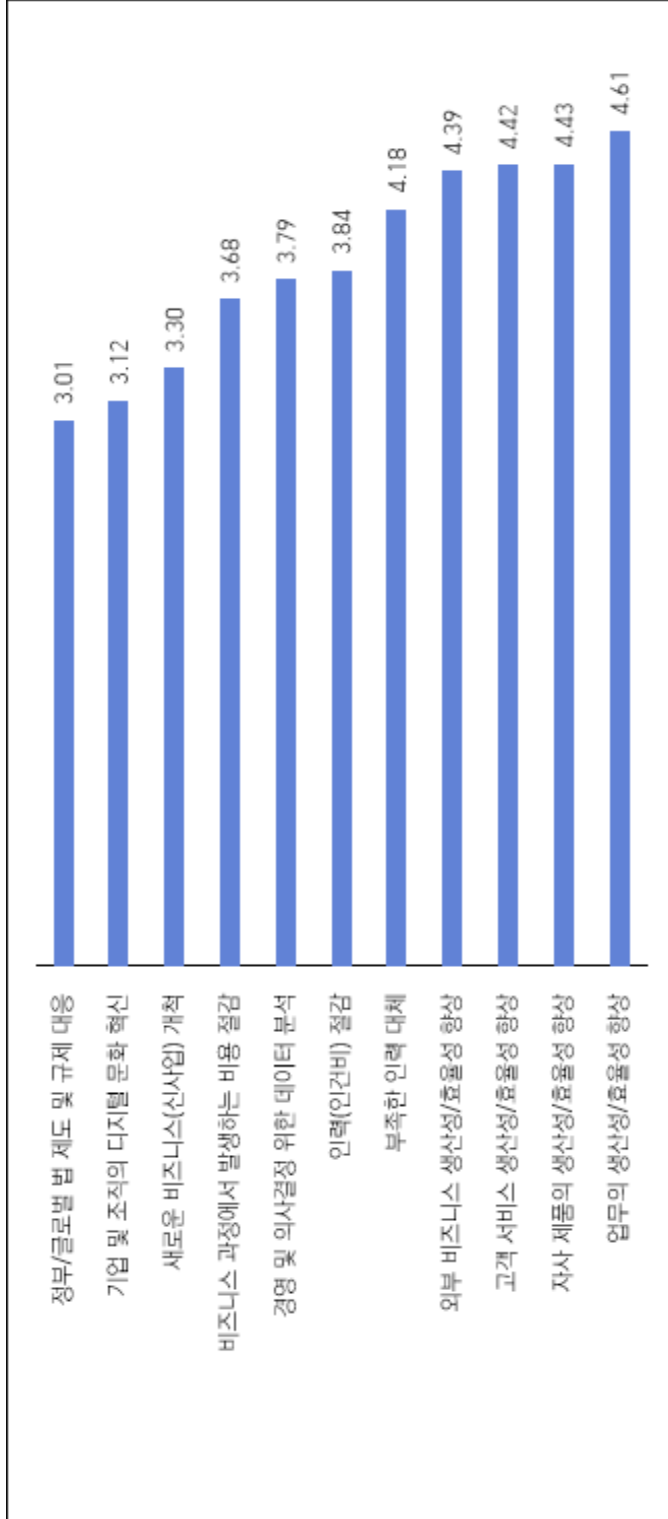
노동생산성 저하의 주요한 원인으로 지적되는 낭비되는 시간은 노동의존도와 밀접한 연관성이 있다. 기계화·자동화된 시스템으로 생산되는 공정에서는 낭비시간을 최소화할 수 있다. 낭비시간이란 노동력 활용과정에서 발생하기 때문이다. 이런 측면에서 건설업에서 자동화와 기계화를 유도할 수 있는 수단이 필요하고, 이는 노동생산성 개선을 위한 가장 효과적인 대안이다.

노동생산성 개선의 대안으로 스마트기술의 활용은 건설업 생산환경의 대·내외적 변화에도 가장 효율적인 수단이다. 과거와 다른 기후와 기온, 강수형태에서 살고 있다. 폭염과 높은 습도는 현장에서 노동력에 의존하는 생산방식을 어렵게 하고, 노동생산성을 저하시키는 요인이 되고 있다. 일사병과 열사병 위험 시 작업을 중지하는 제도의 시행이 논의되고 있다.

주52시간으로 근로시간을 단축하는 제도 시행으로 건설근로자의 근로시간이 짧아졌고, 현재는 주4.5일제 논의가 진행되고 있다. 이 논의의 진행속도에 따라 근로시간은 더 단축될 수 있다. 근로시간의 단축이 건설현장에 미칠 여파는 다른 산업보다 직접적이고 심각하게 나타날 수 있다. 건설업은 생산활동이 외부 공간에서 진행되므로 다른 산업에 비해서 조업변동성이 크다. 건설업 생산현장의 특성은 현장 시공방식을 바꾸지 않으면 개선하기 어렵다.

이런 외부적 변화에 대응할 수 있는 효과적인 수단은 스마트건설기술을 적극적으로 활용하는 것이다. 노동력을 최소화하고 스마트기술을 적극적으로 활용하는 방향은 생산성 개선에도 긍정적인 것으로 판단된다. 특히 지능형 시공로봇은 근로자의 숙련도와 무관하게 일정하고 균질적인 시공품질이 담보될 수 있는 장점이 있다. 여러 대의 시공로봇을 1인이 조정하고 관리할 수 있다. ICT 건설기계는 BIM과 연계하여 노동력 부족을 해소할 뿐만 아니라 생산성 개선에도 기여할 수 있다. 원격지에서 무인으로 조정되는 ICT 건설기계는 현장관리의 효율성도 높일 수 있을 것으로 기대된다.

산업에서 활동하는 기업들은 디지털 혁신과 전환의 핵심적인 목적으로 업무의 생산성과 효율성 향상으로 인식하고 있다. 건설업도 예외가 될 수 없다. 오히려 생산활동을 위해서 노동을 더 많이 활용하고 있다는 점에서 건설업의 스마트건설기술 확산은 노동력 활용으로 발생하는 낭비시간과 생산환경의 불확실성을 해소할 수 있다. 이런 측면에서 건설업의 노동생산성 개선의 가장 실효적인 대안이라고 할 수 있다.



주: 5점 만점, N=2,003.

자료: 정순기 외(2023), 디지털 기반 기술혁신과 인력수요 구조 변화, 한국고용정보원.

[그림 4-18] 디지털 혁신과 전환, 활용의 핵심 목적

3) 재해 예방 및 감소

건설업은 재해 및 중대재해가 많이 발생하는 위험한 업종으로 인식돼 있다. 인식뿐만 아니라 실제로도 재해로 인한 사망자가 가장 많은 업종이다. 재해를 예방하고 감축하기 위한 시도는 무엇보다 중요한 과제이다.

건설업에서 재해가 많은 것은 여러 요인이 복합적으로 작용한 결과이다. 복합적인 요인 중에는 건설업 생산의 특수성에서 비롯되는 것도 있다. 생산활동 현장이 영구적인 장소가 아닌 임시적인 공간이라는 점이다. 공간에 구조물을 설치하는 업종이어서 고소작업과 지하공간에서의 생산활동도 많다. 중대재해의 가장 직접적인 원인이 되는 추락재해가 발생할 위험이 크다.

재해와 중대재해 예방을 위해서는 근로자와 관리자, 안전시설을 완벽하게 설치하고 운영 및 관리되어야 한다. 그러나 현실의 생산현장은 완벽한 재해방지 시설을 갖추는 것이 만만치 않다. 또한 안전시설이 충분히 설치되어 있어도 방심과 부주의 등으로 재해가 발생하는 사례도 많다.

재해를 감축하기 위해서는 고소작업과 지하작업을 최소화하는 것이 필요하다. 그리고 현장에서 시공하는 근로자를 줄이는 것도 방법이 될 수 있다. 스마트건설기술은 노동력을 대체할 것으로 예상되며, 공장제작(OSC) 방식은 현장에서 시공에 참여하는 인력을 크게 줄일 수 있다.

4) 건설업 인식 개선

건설현장은 위험하고, 더럽고, 힘들 뿐만 아니라 계속해서 생산활동 장소와 공간을 이동해야 하는 업종이다. 구직자들이 선호하지 않는 업종이다. 이런 인식은 사실과 크게 다르지 않다. 구직자들의 입직 기피는 노동력 수급불균형의 가장 직접적인 원인이다.

노동의존적 생산구조와 현장에서 육체노동 중심의 시공방법이 개선되지 않으면 입직하는 근로자는 더욱 축소될 수밖에 없다. 이런 측면에서 스마트건설기술 활용은 건설업에 대한 인식을 개선하고, 노동력을 유입할 수 있는 가장 효과적인 대안이다. 위험하고 더러운 현장, 힘든 육체노동을 해야 하는 업종이라는 인식이 개선되지 않으면 지금보다 입직자는 축소될 수밖에 없다. 스마트기술의 적극적인 활용이 대안이 될 수 있다.

4. 스마트건설기술 활용도 제고를 위한 정책과제

2022년 통계청의 기업활동조사 결과 건설업은 4차 산업혁명 기술 적용 기업 비율이 7.5%였다. 전 산업 평균 13.2%와 비교하면 57% 수준에 불과하다.³⁸⁾ 그만큼 건설업은 새로운 기술을 수용하는데 보수적이라고 할 수 있고, 다른 한 편으로는 노동력을 활용하는 방식이 비용 측면에서 유리하다고 판단하기 때문이기도 하다.

디지털 기술 적용과 활용에 소극적인 건설업에서 스마트기술을 확산해야 할 필요성은 전술한 바와 같다. 건설업에서 스마트기술이 확산되기 위해서는 지원방안이 적극적으로 시행되어야 할 필요성이 크다.

정순기 외(2023)의 연구에 의하면 건설업은 “디지털 투자 지원”에 대한 요구가 48.9%로 가장 높은 비중이었다. 전 산업 평균과 유사한 수준이다. 이는 전술한 2022년 기준 건설기업의 디지털 기술 적용 비율이 7.5%로 전 산업 평균에 미달하는 상황으로도 설명된다. 즉 수주산업으로서 치열한 입찰가격경쟁에서 생존해야 하는 건설기업은 영업이익의 부진으로 투자 여력이 부족하다고 할 수 있다. 즉 디지털 기술 적용은 기존 공법 및 생산활동 방식의 변화이며, 이를 위해서는 막대한 투자가 필요하다. 그런데 건설기업은 영업이익의 일부를 사내유보를 통해 투자여력을 확보하기 어려운 실정이다. 이런 상황은 전술한 한국은행의 기업경영분석 결과 최근 건설기업의 성장성 지표와 수익성 지표의 부진을 통해서도 확인된다.

건설업에 디지털 전환·혁신이 확산되기 위해서 요구되는 지원사항으로 2순위 응답 비중은 “디지털 혁신에 대한 컨설팅/가이드라인 제공”과 “기존 인력 교육훈련비 지원”으로 동일하게 34.0%의 비중이었다. 컨설팅과 가이드라인 제공은 전 산업 평균보다 낮은 응답 비중이었으나, 기존 인력 훈련비 지원은 전 산업에 비해 응답 비중이 높았다. 이러한 결과는 디지털 전환·혁신으로 나타날 변화에 대한 불안감 또는 대응방안이 미비하다는 것을 말한다. 후술하는 안균원·구자현(2024)은 디지털 기술이 고속연자 생산성을 저하시키는 결과를 초래할 수 있다는 연구결과를 제시했다. 이와 상반되는 OECD(2019)의 견해도 제시되고 있다. 즉 디지털 기술은 한국에서 과거 중숙련자의 고용을 감소시키는 결과를 초래했다는 주장이다. 어떤 주장이든 건설업에서 스마트건설기술로 불리는 디지털

38) 2022년 통계청의 기업활동 조사 중 산업중분류별 4차 산업혁명 기술 개발 및 활용 결과에 의하면 4차 산업혁명 기업 비율이 전 산업 평균 13.2%, 정보통신업 43.6%, 금융보험업 25.2% 등이었다. 건설기업 비율은 7.5%로 많은 차이를 보였다.

전환은 현재 근로자의 직무에 영향을 미치게 될 것이며, 이에 대한 대응책이 적극적으로 제시되어야만 기존 근로자도 스마트기술을 적극적으로 수용할 수 있다.

〈표 4-12〉 디지털 전환·혁신 관련 필요한 지원사항(1)

(단위: %)

구분		응답수	디지털 투자지 원	관련 규제의 개선 및 제도적 보완	디지털 혁신에 대한 컨설팅/ 가이드 라인 제공	신규고용 인건비 지원	기존 인력 교육훈련 비 지원	세제혜 택을 통한 간접지 원
전체		2,003	48.5	12.1	36.1	25.2	30.2	12.8
업종별	전기전자	86	52.3	8.1	27.9	17.4	27.9	22.1
	정밀기기	49	44.9	6.1	38.8	14.3	30.6	16.3
	섬유가죽	49	63.3	10.2	26.5	12.2	40.8	18.4
	석유화학	94	47.9	9.6	38.3	14.9	35.1	9.6
	비금속광물	53	43.4	13.2	41.5	18.9	37.7	18.9
	금속제품	77	58.4	6.5	35.1	19.5	27.3	19.5
	기계장비	105	52.4	9.5	32.4	26.7	24.8	6.7
	자동차	88	52.3	6.8	40.9	28.4	14.8	11.4
	에너지	45	40.0	8.9	42.2	17.8	42.2	15.6
	식료품	65	61.5	12.3	27.7	21.5	23.1	24.6
	건설	94	48.9	9.6	34.0	27.7	34.0	19.1
	운수/물류	134	50.0	9.7	30.6	29.9	27.6	25.4
	정보통신	126	51.6	17.5	25.4	25.4	23.8	7.1
	도소매	140	47.9	15.7	35.0	27.1	27.1	12.9
	음식숙박	69	42.0	8.7	39.1	30.4	44.9	15.9
	금융	135	36.3	32.6	43.0	20.0	28.9	4.4
	연구개발	137	46.0	6.6	37.2	28.5	37.2	10.2
	공공행정국방	113	46.0	12.4	36.3	38.9	31.0	8.8
	교육	174	43.1	7.5	47.1	25.9	29.9	7.5
	보건사회	170	52.4	15.9	36.5	30.0	31.8	7.6
매출액 규모별	100억원 미만	117	43.6	4.3	36.8	35.9	39.3	5.1
	100~500억원 미만	590	49.5	8.3	35.8	30.8	33.7	13.4
	500억원 이상	995	52.0	14.8	35.1	21.2	26.6	13.8
	전문가	301	37.2	14.0	39.9	23.3	31.6	11.3
종사자 규모별	50~99명	626	44.6	6.9	39.8	31.2	38.2	11.5
	100~299명	725	53.7	11.6	33.7	24.1	29.4	13.4
	300명 이상	351	54.7	21.1	31.3	18.5	16.5	15.1
	전문가	301	37.2	14.0	39.9	23.3	31.6	11.3

자료: 정순기 외(2023), 디지털 기반 기술혁신과 인력수요 구조 변화, 한국고용정보원.

〈표 4-13〉 디지털 전환·혁신 관련 필요한 지원사항(2)

(단위: %)

구분		응답수	최신 국내외 동향 등 정보제공	국내 교육제도 개선 등으로 우수인력 배출	R&D투자 지원	정부/공공 기관의 기술개발 및 공개	기타
전체		2,003	3.5	13.1	12.6	5.2	0.5
업종별	전기전자	86	2.3	16.3	18.6	5.8	1.2
	정밀기기	49	2.0	14.3	28.6	4.1	0.0
	섬유가죽	49	2.0	12.2	12.2	2.0	0.0
	석유화학	94	8.5	16.0	14.9	5.3	0.0
	비금속광물	53	0.0	11.3	9.4	5.7	0.0
	금속제품	77	3.9	11.7	14.3	3.9	0.0
	기계장비	105	7.6	11.4	22.9	5.7	0.0
	자동차	88	10.2	10.2	20.5	4.5	0.0
	에너지	45	0.0	24.4	4.4	4.4	0.0
	식료품	65	6.2	7.7	10.8	4.6	0.0
	건설	94	2.1	10.6	8.5	5.3	0.0
	운수/물류	134	2.2	9.0	9.0	6.0	0.7
	정보통신	126	4.0	12.7	19.0	12.7	0.8
	도소매	140	5.0	15.7	8.6	5.0	0.0
	음식숙박	69	1.4	5.8	10.1	1.4	0.0
	금융	135	4.4	17.0	8.9	3.7	0.7
	연구개발	137	5.1	12.4	10.9	5.8	0.0
	공공행정국방	113	0.0	10.6	8.8	0.9	6.2
	교육	174	1.7	19.5	13.2	4.6	0.0
	보건사회	170	0.6	11.2	7.1	7.1	0.0
매출액 규모별	100억원 미만	117	2.6	12.0	14.5	4.3	1.7
	100~500억원 미만	590	1.7	11.7	9.8	4.7	0.5
	500억원 이상	995	5.8	12.9	11.6	6.0	0.3
	전문가	301	0.0	17.3	20.6	4.0	1.0
종사자 규모별	50~99명	626	1.3	13.4	8.3	4.8	0.2
	100~299명	725	5.0	12.4	11.3	5.0	0.6
	300명 이상	351	7.7	10.5	16.0	7.7	0.9
	전문가	301	0.0	17.3	20.6	4.0	1.0

자료: 정순기 외(2023), 디지털 기반 기술혁신과 인력수요 구조 변화, 한국고용정보원.

디지털 전환·혁신을 위해 필요한 지원사항 중 “세제혜택을 통한 간접 지원”에 대해 전 산업은 12.8%가 필요한 지원사항이라고 응답했다. 이에 비해 건설업은 19.1%로 전 산업 평균과 6.3%p 격차를 보였다. 이는 〈표 4-12〉와 〈표 4-13〉에서 제안하고 있는 필요한

지원사항 항목 중 전 산업과 건설업 간 가장 큰 격차이다. 그만큼 건설업은 세제혜택의 필요성에 대한 인식이 다른 산업에 비해 높다.

건설업에서 디지털 전환 확산을 위해서 세제혜택에 요구가 크다는 점에서 일본의 사례가 도움이 될 수 있다. 일본은 i-Construction 확산을 위해서 중소건설사의 ICT 건설기계 비용을 지원하는 보조금 제도를 운영했다. 또한 ICT 건설기계 보유 건설기업에게 세제혜택과 가속상각을 허용했다. 이러한 제도운영을 통해서 일본은 ICT 건설기계 분야에서 세계적으로 선도적인 위치를 확보할 수 있었던 것으로 판단된다.

일본의 사례는 국내에도 적용을 검토할 수 있는 제도운영이라고 할 수 있다. 특히 건설기업이 세제혜택 필요성에 대해서 다른 산업에 비해 높다는 것은 관련 제도운영이 디지털 기술 활용과 확산에 영향을 미치는 요소라는 것을 의미한다.

5. 스마트건설기술 확산에 따른 내국인력 활용방안

1) 기존 건설근로자 활용방안

안균원·구자현(2024)에 의하면 기업은 기술혁신을 통해 현재 노동력 절감이 가능한지에 관심이 높다고 한다. 기업은 저부가가치 단순 반복 작업을 수행하는 노동력은 기술혁신을 통해 비용 절감이 가능할 것이라는 인식을 갖고 있다고 주장했다. 또한 기술혁신은 기존 생산장비에 적용된 고속련 근로자의 생산성을 저하시키는 결과를 초래할 수 있고, 신규 장비를 활용할 수 있는 역량을 갖춘 신규 인력의 생산성이 높은 사례도 확인했다. 이에 따라 고속련자가 노동생산성이 낮은 근로자로 전락할 수도 있다고 보았다.³⁹⁾ 현재까지는 인건비가 더 저렴해서 자동화 기술과 로봇, AI 활용과 유지 및 보수비용이 절감되어 되고 있지만, 저부가가치를 생산하는 생산성이 낮은 근로자들은 대체될 수밖에 없을 것이라는 의견도 있었다고 한다.

OECD(2019)에 의하면 디지털화와 자동화로 인하여 한국은 전 산업에서 2006년부터

39) 선행연구의 연구자들이 연구수행 과정에서 제조업체 인사담당자와 면담조사 결과이며, 연구자들이 보고서에 기술한 내용은 다음과 같다. “과거에는 다 고속련자들이 근무를 하셨어요. 그런데 자동화가 되면서 컴퓨터 활용을 얼마나 잘할 수 있느냐, 그것이 점점 새로운 기술 트렌드로 변경이 됐거든요. 그러다 보니까 기존의 기술이 있고 숙련이 되셨던 분들은 컴퓨터 하고는 친숙하지 않다 보니까 완전히 도태되는 현상이 나타났죠. 결과적으로 예전에는 숙련공들이 대우를 많이 받았다가 지금은 오히려 오래 계셨던 분들이 생산성 저하에 대해서 젊은 층한테 소외가 되는 현상이 나타나더라고요.”

2016년까지 중숙련 일자리는 6.1% 감소한 것으로 나타났다. 반면 숙련자와 저숙련 근로자의 일자리는 각각 3.9%와 2.4% 증가했다.

건설업에서 스마트기술의 활용은 어떤 형태로든 현재 건설근로자에게 영향이 파급될 수밖에 없다. 스마트건설기술, 특히 지능형 시공로봇이 확산되면 육체에 체화된 숙련을 통해서 생산성을 제공하는 숙련공의 생산활동 참여방식도 달라질 수밖에 없다. 로봇이 하기 어려운 부분의 시공을 담당해야 할 수 있다. 또는 지능형 시공로봇이 시공한 부분에 대한 확인과 보안을 하는 작업을 하는 형태로 직무가 변화할 수 있다. 직무변화에 대응할 수 있는 훈련이 공급되어야 한다.

공장제작(OSC)의 확산은 현장 시공중심의 현재 방식이 전면적으로 개편되어야 하는 큰 변화라고 할 수 있다. 50% 이상의 생산활동이 공장에서 제작된 후 현장에서 시공 및 조립이 크게 축소된다. 관련 직무 종사자의 수요도 감소할 수밖에 없다. 또한 현장에서 수행하는 시공방식의 직무와는 전혀 다른 직무를 수행하게 된다. 건설근로자로 계속 종사하기 위해서는 직무변화에 적응할 수 있는 훈련과정에 참여해야 한다.

ICT가 장착된 건설기계의 확산은 기존 건설기계 조종사의 역할을 대체하는 양상으로 전개될 것으로 예상된다. 이미 일본에서는 가시마건설이 시공하는 나루세담 공사의 일부 토공사를 무인화로 시공한 사례가 있다.⁴⁰⁾ 공사현장이 아닌 원격지 사무실에서 무인으로 작동하는 건설기계의 활용은 조종사의 수요를 급격하게 감소시키게 된다. 이는 조종사의 역량과 무관하게 나타날 수 있다는 점에서 다른 스마트기술의 사례와 차이가 있다. ICT 건설기계 확산은 기존 건설기계 조종사의 이직 및 전직을 지원하는 훈련프로그램 개발 및 운영이 요구된다.

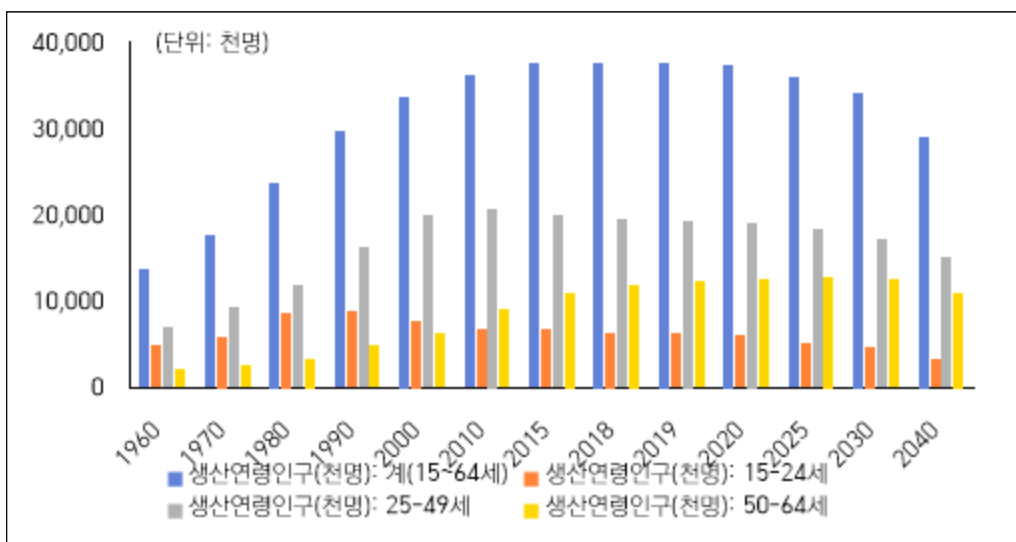
2) 유휴인력 활용방안

15세부터 64세까지의 생산가능인구는 2019년 37,628천명을 정점으로 이후 지속적인 하락추세를 보이고 있다. 생산가능인구 감소추세는 인구감소에 따라 향후에도 지속될 것

40) 일본의 나루세담 공사는 2018년 9월 기공식이 거행되었으며, 2020년 10월 Kajima DX labo를 개설하여 원격무인시공을 홍보했다. 그리고 2022년 5월에는 자동 덤프트럭의 주행테스트도 이루어졌다. 원격무인 건설기계는 나루세담 공사현장에서 400Km 떨어져 있는 가나가와현의 Kajima Seisho Test and Practice Field에서 3명의 조종사에 의해 원격 조정되었다. 조종사가 탑승해서 운영한 장비와 비교해서 연료를 40% 이상 절감했고 이산화탄소(CO2) 배출량도 크게 줄었다. 가나가와현은 일본에서도 강설량이 가장 많은 지역들 가운데 하나여서 연중 7개월만 생산활동이 가능하지만, 무인자동화를 통해서 공사기간을 단축할 수 있었다고 소개하고 있다.

으로 전망된다.

2019년 정점을 기록한 생산가능인구의 구성은 15세에서 24세 6,125천명, 25세에서 49세 19,281천명, 60세에서 64세까지 12,221천명이었다. 15세에서 24세까지 인구는 1990년 8,784천명이었다. 생산연령인구는 2019년 정점을 기록했지만, 15세에서 24세까지 인구는 1990년과 비교하면 69.7% 수준이다. 2019년 50세에서 64세까지 인구는 12,221천명이었다. 지속적인 증가추세가 유지될 것으로 전망되며, 2025년에는 12,816천명 수준이 될 것으로 예측됐다.



주: 2023년 12월 공표된 장래인구추계 기준이며, 중위추계 기준.
자료: 통계청, 국가통계포털.

[그림 4-19] 생산가능인구 추이

반면 한국고용정보원은 2022년부터 2032년까지 10년의 기간 동안 생산가능인구⁴¹⁾가 연평균 0.2% 증가할 것으로 예측했다. 이러한 예측은 65세 이상이 되는 베이비붐 세대⁴²⁾가 노동시장에서 완전하게 은퇴하지 않고 잔류할 것이라는 판단에 기초한다.⁴³⁾

한국고용정보원은 생산가능인구가 지속적으로 감소하는 상황에서 노동력 확보에 한계

41) 공식적으로 노동시장에 참여할 수 있는 15세 이상의 인구를 생산가능인구라고 한다. 생산가능인구에는 취업자와 실업자, 주부, 학생, 구직 단념자 등이 포함된다. 그러나 군인과 교도소 수감자, 외국인은 제외된다.

42) 한국전쟁 이후인 1954년부터 1964년까지 태어난 사람들을 1차 베이비붐 세대, 1965년부터 1974년까지 태어난 사람들은 2차 베이비붐 세대라고 한다.

43) 한국고용정보원(2024), 중장기 인력수급 전망 2022-2032.

가 있을 수밖에 없지만, 여성과 베이비붐 시기 출생한 고령자 활용은 노동공급 유지에 도움이 될 수 있다는 의견을 제시했다, 그리고 디지털 전환은 청년층의 경제활동 활성화에 도움이 될 수 있다고도 했다. 건설현장에서 노무를 제공할 수 있는 시공경험을 보유하고 있는 고령자 선별 활용이 필요하다.

스마트건설기술 확산은 생산 패러다임 전환이라는 측면에서 기존 건설업 입직을 기피했던 청년층, 입직에 어려움이 있었던 여성인력을 효과적으로 활용할 수 있는 계기가 될 수 있을 것으로 기대된다.

〈표 4-14〉 중장기 인력수급 전망 결과(15세 이상)

(단위: 천명, %, %p)

구분	생산가능인구	경제활동인구	참가율	취업자수	고용률	실업률
2022년	45,260	28,922	63.9	28,089	62.1	2.9
2027년	45,824	29,485	64.3	28,789	92.8	2.4
2032년	46,329	29,238	63.1	28,398	61.3	2.9
증감(22-32)	1,069	316	-0.8	309	-0.8	0.0

주: 2022년은 통계청의 경제활동인구조사, 2027년과 2032년은 한국고용정보원 전망치.

자료: 한국고용정보원(2024), 중장기 인력수급 전망 2022-2032.

〈표 4-15〉 산업·직종별 노동시장 인력수급 현황과 원인

산업	총고용	고숙련	중숙련	저숙련	주요 요인
제조업, 건설업	중 감소	수요+ 공급++	수요- 공급--	수요- 공급--	중/저숙련: 고령층의 은퇴와 청년층의 육체 노동 기피 고숙련: 청년층 전문직 희망
도소매업	강 감소			수요-- 공급-	온라인, 비대면 판매전환으로 수요 감소 > 저학력 청년층 공급 감소
운수창고업/ 숙박음식점업	중 감소			수요- 공급--	중장년 은퇴 > 저학력 청년층 공급
교육업	감소	수요-- 공급-			학령인구 감소로 수요 감소 > 청년 교사 선호도 하락으로 공급 감소
정보통신업	강 증가	수요+ 공급++			디지털 전환 수요 증가 < 청년층 개발직종 선호 증가
전문과학 기술서비스업	증가	수요+ 공급++			전문과학기술서비스업은 라이선스 시장과 일반전문서비스 시장으로 구분 가능 청년층의 전문직 선호 증가
사회복지 서비스업				수요+++ 공급-	고령여성중심의 돌봄서비스공급이 은퇴, 유 휴로 공급 감소 인구고령화로 수요 계속 증가

주: 직종 구분은 고숙련(관리직, 전문직), 중숙련(사무직, 기능직, 기계장치조작조립), 저숙련(서비스직, 판매직, 단순노무직)으로 구분됨.

자료: 민순홍 외(2024), 인구·산업구조 변화에 따른 노동시장 미스매치 전망과 산업인력정책 대응 방안, 산업연구원.

(1) 여성

건설근로자공제회에 의하면 최근 여성 근로자의 참여가 증가하는 추세이다. 전술한 것처럼 여성 근로자들은 구직에서 인적 네트워크에 의존하는 비중이 남성 근로자에 높다. 또한 특정한 직무를 중심으로 취업이 확대되고 있다. 근력이 필요한 직종, 팀단위 작업의 비중이 높은 직종에는 참여율이 저조한 상황이다. 이러한 상황은 건설현장의 생산방식이 남성 근로자, 팀단위 작업이 중심이기 때문이다. 특정한 직종의 작업팀에 합류하는데 여성 근로자는 남성 근로자에 비해 진입장벽이 높다.

일반적인 여성 근로자에게 근력 위주의 시공에서 남성 근로자보다 높은 생산성을 기대하기는 어렵다. 그러나 스마트건설기술 확산으로 생산 패러다임이 전환되고, 근력에 기초한 역량이 아닌 시공로봇 조정 또는 로봇과 협업하는 일은 여성 근로자와 남성 근로자 간 차이가 없을 것이다. 스마트건설기술이 확산되는 과정에서 여성 근로자를 효과적으로 활용할 수 있는 대안이 필요하다.

여성 근로자를 효과적으로 활용하기 위해서는 구직과정에서 거래비용을 최소화할 수 있는 온라인 플랫폼이 확충돼야 한다. 스마트기술이 제공하는 장점은 숙련도와 무관하게 균질적인 시공품질이 담보된다는 점이다. 이는 비대면 구인·구직과정에서 나타날 수 있는 생산성에 대한 정보격차를 무의미하게 만든다. 따라서 온라인 구인·구직 플랫폼 기반을 구축하여 운영함으로써 현재 유희노동력으로 치부되고 있는 여성 근로자를 유입할 수 있을 것으로 판단된다.

(2) 고령자

저출산 지속과 평균수명의 연장은 인구구조를 변화시키고 있고, 생산가능인구 계속해서 감소하고 있다. 개별 산업의 생산활동에 필요한 노동력을 효과적으로 공급할 수 있는 대안도 제시되지 못하고 있다. 노동공급 확대를 통해서 수급불균형을 해소하는 것은 기대하기 어려운 상황이다.

고령자의 효과적인 활용은 노동력 부족을 보완하고 근로소득을 확보할 수 있는 기간이 연장될 수 있다. 스마트건설기술 확산은 건설현장의 생산 패러다임을 바꿔서 고령자가 생산활동에 참여할 수 있는 환경 조성에 기여할 수 있다.

이소라 외(2025)는 고령 근로자는 풍부한 경험과 전문성을 보유하고 있어서 디지털 기

술이 접목되면 생산성 향상에 기여할 수 있다는 의견을 제시했다. 고령자에 대해서 디지털 전환을 소홀히 하면 기업의 경쟁력에 부정적인 영향이 초래될 수 있다는 주장도 제기했다.

건설근로자의 숙련은 현장에서 시공경험의 축적의 결과물이라고 할 수 있다. 이러한 주장의 근거로는 건설근로자의 직종별 양성훈련과 기능향상훈련이 체계화되어 있지 않다는 것을 들 수 있다. 또한 건설현장에서 특정한 공정의 시공은 대부분 작업팀을 생산단위로 한다는 점이다. 작업팀의 생산효율성을 극대화할 수 있게 OJT(On-Job Training) 형태의 훈련이 이루어지는 경우가 대부분이다. 이런 실정은 훈련기관을 이수한 근로자가 구직 및 작업팀에 합류하기 어렵게 하는 요인으로 작용하기도 한다.

예외적인 경우를 제외하고 일반적으로 건설근로자의 숙련도 향상은 현장경력과 비례한다. 즉 자신의 직종에서 충분한 경력을 축적한 근로자는 대부분 고령자이다. 이러한 주장은 건설근로자의 입직 평균 연령대가 40대를 상회하고 있다는 다수의 연구결과를 통해서 확인할 수 있다. 40대가 넘어서 건설근로자로 입직 후 계속 종사하고 있는 경우 충분한 경력을 축적하기 위해서는 일정한 시간이 지나야 한다. 이렇게 볼 때 숙련자의 대다수는 55세 이상의 고령자라고 판단할 수 있다.

숙련자는 정형적이지 않은 문제상황을 처리할 수 있는 역량을 보유한 근로자이다. 시공 과정에서 선행공정과 후행공정의 중첩부분, 선행공정에서 미흡하게 마무리된 작업, 비정형적인 문제들이 발생했을 때 효과적이고 조기에 대응할 수 있는 역량과 지능형 시공로봇의 장점을 접목할 수 있을 때 효율이 극대화될 수 있다. 이런 측면에서 고령자라도 숙련공을 선별하여 활용하는 것은 반드시 필요하다.

(3) 청년

건설근로자에 대한 인식은 3D 직종이지만, 일급 수준은 높다는 인식이 가장 일반적이다. 건설업 입직을 통해서 단기간 필요한 자본을 축적해서 자신이 희망하는 일 또는 사업을 영위하고 싶은 청년들이 건설근로자로 일하는 경우가 있다.

가족 또는 친지 등의 지인 소개로 건설근로자로 입직한 청년들도 있다. 이들은 가족이 운영하는 사업체를 승계하기 위한 목적, 자신의 비전으로 자발적으로 건설근로자 입직을 선택한 경우도 있다.

이들이 건설업에서 지속적으로 종사할 수 있도록 생산환경 변화가 시도될 필요는 있다.

이 경우 3D 직종이라는 인식을 제거하는 것만으로도 충분히 건설근로자로 장기간 종사할 수 있는 유인책이 된다. 디지털 전환의 확산을 위해 건설업체들이 정책적인 지원 필요에 대한 인식이 다른 업종의 기업보다 높은 원인이기도 하다. 건설업에 디지털 기술이 확산돼 스마트건설기술의 활용도가 높아지면 청년층이 노동을 공급할 수 있는 환경이 조성될 수 있다.

3) 기타

(1) 다른 산업으로부터의 전직자

스마트건설기술 확산은 육체에 체화된 숙련, 암묵지(tacit knowledge)로 전달되는 숙련이 일반화되는 과정이라고도 할 수 있다. 스마트건설기술의 장점은 직접 시공을 하는 것이 아니어서 근로자의 경력과 무관하게 균질적인 품질이 담보될 수 있기 때문이다.

지금도 건설근로자 입직은 진입장벽이 없다. 하지만 육체노동에 대한 기피와 두려움은 입직을 기피하는 이유가 될 수 있다. 건설업 이외의 산업에 종사한 근로자들은 육체노동에 의존하는 생산활동을 하지 않기 때문이다.

스마트건설기술 확산은 건설업도 제조업 및 서비스업과 유사하게 직접적인 육체노동, 근력 위주의 생산활동이라는 현재의 패러다임과 전혀 다른 패러다임 전환이라고 할 수 있다. 입직을 주저했던 타 산업 근로자의 유입을 유도할 수 있는 환경으로의 변화라고 할 수 있다.

(2) 장애인

건설현장은 많은 위험요소가 있고, 다수의 근로자와 협업을 해야하는 생산환경이다. 이에 따라 장애인이 건설현장에서 노무를 제공하는데 많은 어려움이 있다. 현장에 장애인 근로자가 일할 수 있는 설비와 시설이 마련되어야 하지만, 개별 공정별로 단기간 현장이 운영되는 생산구조를 감안하면 관련 시설과 설비를 갖추는 것이 효율적이지는 않다. 설치된다 하더라도 장애의 유형에 따라 장애인이 단독으로 생산활동에 참여할 수 없는 경우도 많다. 장애인이 공사현장에서 직접 노무를 제공할 수 있는 시설과 장비가 구축돼도 실제로 노무를 제공하는데는 더 많은 요소를 필요로 한다. 즉 공사현장까지의 이동을 지원하거나 보조하는 추가 인력이 필요할 수 있다. 공사현장 내에서의 이동도 장애물과 단차

가 있는 통로, 장애인이 착용하거나 활용하는 보조기구의 이동이 제한되는 등의 문제가 있을 수 있다. 이외에도 공사현장에서의 생산활동 참여는 예상치 못한 가변적인 요소가 많다. 이에 대한 대처도 장애인이 혼자서 해결하기 어려운 상황이 많다.

장애인의 취업을 보호해야 할 필요성은 사회적인 공감대가 형성돼 있고, 관련 법령에서도 의무고용을 규정하고 있다. 이에 따라 장애인의 취업과 근로를 보장하기 위한 목적으로 장애인고용촉진법은 상시근로자 100인 이상 건설업체에 대해서 3.1%의 의무고용률을 부과하고 있다. 건설기업도 장애인 의무고용을 준수하기 위해 다양한 수단을 모색해 활용하고 있다.⁴⁴⁾ 그러나 장애인 스스로도 건설현장에서 노무를 제공하는 것을 선호하지 않는 상황이다.⁴⁵⁾

스마트건설기술의 활용은 건설현장 생산 패러다임의 전환이라고 할 수 있다. 근력에 기초한 육체노동과 현장중심의 시공이 아닌 제조업 및 서비스업과 유사한 환경에서 시공을 수행하는 방식으로의 전환이다. 건설생산 패러다임 전환은 현실화되고 있고 대표적으로 일본의 나루세담 공사 사례에서 확인할 수 있다. 생산패러다임 전환을 통해서 재해위험 요소가 없고 이동을 제약하는 장애물이 없는 사무공간에서 원격으로 건설기계를 조종하여 생산활동을 할 수 있다. 장애인도 충분히 건설시공에 참여할 수 있는 생산환경으로의 전환이라고 할 수 있다. 이런 환경은 장애인 의무고용을 준수해야 하는 건설기업에게 고용 확대를 통해 사회적 책임을 이행하도록 유도할 수 있는 효과도 있다.

6. 스마트건설기술 확산에 따른 외국인력 활용방안

1) 숙련공 및 저숙련공 활용방안

스마트건설기술이 활용되고 확산됨에 따라 노동력을 대체하는 현상이 나타날 것으로 판단되며, 노동력의 숙련도에 따라 대체의 시기는 달라질 것으로 예상된다. 저숙련공이 수행하는 일은 단순반복적인 작업이 많다. 이런 유형의 직무는 스마트기술 활용 초기부터 대체가 이루어질 수 있다.

건설업에서 저숙련공 외국인력을 활용할 수 있는 방법은 고용허가제를 통해 유입된 인

44) 장애인 운동선수를 고용하여 체육활동 및 대회참가를 지원하는 업체, 장애인이 생산한 물품을 구매하는 업체, 장애인단체와 협력하여 장애인을 고용하는 업체 등이다.

45) 이는 전국에 설치돼 있는 장애인취업을 촉진하기 위한 훈련시설의 프로그램 중 건설직종과 관련된 것이 매우 부족하다는 것을 통해서도 알 수 있다.

력이다. 고용허가제는 일반고용허가제(E-9)와 특례고용허가제(H-2)로 구분된다. 일반고용허가제는 한국과 고용허가제 업무협약(MOU)을 체결한 17개 국가들 중 건설업은 소수 업종 특화국가 10개국으로부터 외국인력을 유입할 수 있다. 10개 국가들 가운데 태국, 캄보디아 등의 5개 국가에서 대부분의 저숙련 외국인력이 유입되고 있다.

특례고용허가제(H-2)는 외국국적 동포이며, 러시아와 중국 국적의 동포들이 대상이다. 특례고용허가제로 입국하는 외국국적 동포는 한국어의사소통이 가능한 사람이 많아서 현장에서 선호도가 높다. 의사소통은 현장에서 일하고 생산성을 제공하는 가장 기본적인 요소이기 때문이다. 최근 외국국적 동포도 고령화가 진행되고 있어서 향후 유입할 수 있는 인력의 규모가 축소되었다. 또한 외국국적 동포들 중 상당수는 재외동포(F-4)로 체류자격을 전환했다.

일반고용허가제 외국인력은 전문건설업종 중 토공사업종(현재 업종명은 지반조성·포장공사업종)에 대다수가 고용돼 있다. 토공사를 전문으로 하는 업종의 성격상 건설기계의 활용도가 높고, 숙련도에 대한 요구는 높지 않다. 토공사업종이 수행하는 공사의 특성이 일반고용허가제 외국인력 유입 및 활용의 취지와 잘 조화된다.

스마트건설기술 중 ICT장착 건설기계 활용도가 높아지면 자연스럽게 일반고용허가제 외국인력에 대한 수요가 감소될 것으로 예상된다. ICT장착 건설기계는 기존 건설기계에 비해 보조하는 노동력이 필요하지 않기 때문이다.

일반고용허가제 외국인력은 한국어능력이 매우 부족해서 현장에서의 활용도가 매우 제한적이다. 따라서 향후 고용허가제 외국인력의 유입을 단계적으로 축소하는 것이 합리적인 것으로 판단된다.

건설업에서 외국인 숙련공을 합법적으로 활용할 수 있는 방법은 매우 제한적이다. 특정 활동(E-7) 체류자격 중 숙련기능인력(E-7-4)을 활용할 수 있으나, 점수제로 운영되는 체류자격 전환요건을 충족할 수 있는 외국인력이 부족하다. 이로 인하여 해당 체류자격으로 전환한 사례가 많지 않다. 이는 고용허가제로 입국해서 건설업에 고용(E-9-2)되는 외국인력의 숫자가 적고, 숙련기능인력(E-7-4) 전환을 위한 4년의 합법적인 체류요건, 소득요건과 한국어능력(TOPIK) 2급 이상 또는 사회통합교육 이수를 충족한 건설업 종사 외국인력이 적기 때문이다.

거주(F-2), 재외동포(F-4), 영주(F-5), 결혼이민(F-6) 체류자격을 보유한 외국인도 건설업에 취업할 수 있고, 기능이 필요한 직무에 종사할 수 있다. 재외동포(F-4)는 기능인수반되는 직무에만 종사할 수 있고, 다른 체류자격인 거주(F-2), 영주(F-5), 결혼이민(F-6)

등은 취업활동이 자유로운 상황이다. 취업활동의 제한이 없는 체류자격 보유자들은 건설업에 취업해서 노무를 제공하는 경우가 많지 않다. 취업활동에 있어 내국인과 큰 차이가 없는 이들에게도 건설업은 3D 직종으로 인식되고 있기 때문이다.

스마트건설기술 활용은 단순반복 직무를 수행하는 저숙련공에 대한 수요는 줄이지만, 숙련공에 대한 수요는 유지될 것으로 전망된다. 내국인으로 충족되지 않는 공급부족에 대해서는 외국인력을 효과적으로 활용할 수 있는 대안이 시급하다.

어업도 인력불일치가 큰 업종이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 선원취업(E-10) 체류자격이 허용돼 있다. 20톤 이상 선박에 승선하여 어업을 하는 선주가 필요로 하는 외국인력을 특정한 국가를 중심으로 선발 및 훈련과정을 거쳐 입국시키는 형태로 운영되고 있다. 건설업도 유사한 제도가 허용돼야 한다. 건설업종별 필요한 직무와 직종에서 일할 수 있는 역량을 보유한 외국인력을 선발하고 입국시켜 활용할 수 있는 대안이 시급하다. 이 과정에서 6만 개에 육박하는 개별 전문건설업체가 선발부터 입국과정, 입국 후 취업활동에 관련된 관리를 기대하기 어려운 현실이다. 이들을 대표하는 대한전문건설협회를 활용하여 선발절차와 입국과정, 체류 및 취업관리 등을 수행하도록 하는 접근이 가장 현실적이다. 이런 대안이 허용돼야 건설업종별 필요 외국인력을 효과적으로 선발해서 활용할 수 있다.

2) 외국인력 선별 강화

스마트건설기술이 건설업에서 다양하게 활용되는 건설생산 패러다임 전환은 내국인 유인력을 유입할 수 있는 환경의 조성이라고 할 수 있다. 스마트건설기술은 노동수요를 감소시키는 결과가 나타날 것이라는 관측이 대체적이다. 스마트건설기술과 내국인력 및 외국인력 규모를 종합적으로 고려하여 외국인력 선발이 이루어져야 한다. 이 과정에서 사용자의 필요(needs)가 효과적으로 반영되기 위해서는 선별할 수 있는 검증수단과 절차가 마련돼야 한다.

스마트건설기술이 적용되는 상황에서 외국인력의 활용도는 숙련도보다 한국어능력과 한국문화, 한국의 생활 규범이 충분히 학습된 외국인이 더 필요할 것으로 판단된다. 노동력에 체화된 숙련보다 건설현장의 변화된 생산 패러다임에 적응하고, 생산활동 이외의 시간을 효과적으로 활용하기 위해서는 한국어능력과 문화, 생활 규범에 대한 이해도가 높아야 한다. 그리고 이를 학습할 수 있는 훈련과정 운영과 결과에 대한 검증이 필요하다.

V

결론 및 정책제언

- 1. 결론
- 2. 정책제언

결론 및 정책제언

1. 결론

노동은 가장 본원적인 생산요소이다. 생산요소의 활용은 개별 산업 및 업종별로 상이하다. 개별 산업 및 업종의 생산방식 및 관련 산업의 시장구조와도 밀접하게 연관돼 있다. 건설업의 산출물은 부동산과 개별성이 강하고, 이는 기계화와 자동화의 진전을 더디게 하는 요소이다. 당연히 노동의존적인 생산요소 활용이 가장 효율적인 방식이 되었다.

노동 의존도가 높은 생산요소 활용은 인구증가와 노동력이 풍부한 시기에는 문제로 인식되지 않았다. 그러나 저출산·고령화는 생산가능인구의 감소를 초래하고 있고, 노동 활용도가 높은 산업 및 업종은 지속되는 노동력의 수급불균형에 직면해 있다. 이는 노동의 존적인 산업 및 업종의 지속성을 위협하는 가장 중요한 요소가 되고 있다.

디지털 기술을 활용하는 4차 산업혁명 또는 디지털 전환(DX)으로 일컬어지는 변화가 빠르게 진행되고 있다. 모든 산업과 업종이 디지털 기술을 수용하고 있고, 디지털 기술의 수용 성공여부는 관련 산업과 업종의 성장을 결정하는 가장 중요한 요소가 되고 있다. 그 이면에는 노동수요 하락과 일자리 감소와도 밀접하게 연관돼 있다.

2022년 맥킨지보고서는 전 세계에서 4억 개의 일자리가 자동화의 영향을 받을 것으로 전망했다. 자동화와 AI의 발전으로 기존 생산직과 단순하고 반복적인 사무직 일자리는 이미 줄어들기 시작했다고 발표했다.

기술변화에 따른 일자리 변화는 직무 대체와 직무 재배치가 어떻게 작용하느냐에 따라 다르게 나타날 수 있다. 직무 재배치 수준을 넘으면 노동수요는 감소하게 된다. 반면 직무 재배치 수준이 자동화를 능가하면 노동수요는 증가할 수 있다.⁴⁶⁾ 기존 근로자의 직무 전환 훈련을 설계하고 효과적으로 제공하는 것도 중요한 과제가 되고 있다. 디지털 기술의 적극적인 활용도 최종적으로는 경제성장을 위한 것이며, 경제성장을 위해서는 소비의

46) Autor(2002)의 주장을 정순기 외(2023)에서 재인용했다.

기초가 되는 근로소득이 지속적으로 증대되어야 한다. 이런 의미에서 디지털 전환과 일자리를 연계한 연구는 의미를 가질 수 있다. 특히 노동의존적인 생산방식이 정착돼 있는 건설업을 대상으로 한 연구는 중요한 시사점을 제공할 수 있다.

정순기 외(2023)는 디지털 기술 중 가장 많은 관심의 대상이며, 계속해서 활용도가 높아지고 있는 AI가 노동시장에 영향을 미칠 것은 명백하다고 평가하면서 어떤 직무에 어떻게 영향이 파급될 것인지와 노동력 부족에 대응하기 위한 준비가 중요하다는 의견을 연구결과로 제시했다.

AI는 생성형 AI가 등장해 활용도를 급격하게 확대되고 있고, 가장 중요한 디지털 기술로 인식되고 있다. 건설업도 AI 활용에 대한 관심도가 높다. 국내 건설업은 시공능력을 중심으로 경쟁력을 확보하고 있다. 시공과 관련된 디지털 기수 활용, 즉 스마트건설기술에 대한 관심도가 높다. 특히 지능형 시공로봇, ICT 건설기계, 공장제작(OSC) 등은 다른 스마트기술에 비해 건설업 시공에 영향을 초래할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

이 보고서는 지능형 시공로봇, ICT 건설기계, 공장제작(OSC) 등이 시공에 참여하는 건설근로자에 미치는 영향을 중심으로 논의를 전개했다. 스마트건설기술 활용은 건설업의 생산패러다임 전환이라고 판단했다.

생산 패러다임 전환은 기존과 다른 접근이며, 현장에서 진행되는 시공을 중심으로 하는 생산활동에 변화가 초래된다. 무인 건설기계를 원격지에서 조정하는 방식의 시공, 노동력이 아닌 지능형 시공로봇이 현장에서의 시공을 담당하는 변화, 그리고 현장의 노동력을 50% 이상 절감할 수 있는 공장제작 방식이 적극적으로 추진될 수밖에 없는 상황에 직면해 있다. 공사비가 계속해서 상승하고 있고, 노무비 상승도 생산가능인구 감소와 입직 기피로 지속될 것으로 예상된다. 그 노동력마저도 구인난이 계속되고 있다. 이런 현실은 스마트건설기술 확산을 서두르게 하는 요인으로 작용하고 있다.

스마트건설기술 확산으로 건설업의 효율성이 개선되고 성장을 유도할 수 있다. 건설업은 투자와 고용이 동조적인 특성을 보이고 있지만, 향후 스마트건설기술의 활용은 노동을 대체하는 영향이 보다 강하게 나타날 것으로 판단했다. 스마트기술 활용은 육체에 체화된 숙련도와 무관하게 균질적인 시공품질이 담보될 수 있는 장점이 있기 때문이다. 현재와 같이 현장에서 시공경험의 축적에 기초해서 향상되는 숙련도의 중요성이 크게 낮아질 것으로 예상된다. 다만 숙련공의 경험에 기반하는 복합적인 결정과 선후행 공정 중첩의 문제 등으로 숙련공의 수요가 급격하게 감소하지는 않을 것으로 예상된다.

스마트건설기술 활용 환경은 노동력에 대한 종합적인 검토 필요성을 제기하는 변화이

기도 하다. 내국인 건설근로자와 외국인력, 그리고 내국인 중 유휴인력으로 생각됐던 여성과 고령자, 장애인을 건설근로자로 유입하고 활용할 것인지에 대한 검토가 필요하다.

보고서에서는 현재 건설근로자, 유휴인력으로 인식됐던 여성근로자, 그리고 고령자와 청년층을 구분하여 검토했다. 외국인력에 대해서도 숙련공과 저숙련자를 구분해서 검토했다.

현재 건설업에 종사하는 내국인근로자에 대해서는 스마트기술과 연계하여 생산성을 제고할 수 있는 직무전환 훈련이 필요하다. 지능형 시공로봇이나 ICT 장착 건설기계와 협업하거나 활용하면서 시공과정에서 발생할 수 있는 문제를 해소할 수 있는 역량을 보유할 수 있어야 한다.

내국인 중 여성은 남성에 비해 건설현장 취업에 진입장벽이 있다. 이는 건설근로자공제회의 자료에서도 확인된다. 취업을 위해 인맥에 의존하는 비중이 남성 근로자에 비해 높다. 진입장벽을 완화할 수 있는 수단으로 온라인 플랫폼의 적극적인 활용을 제안했다. 온라인 플랫폼의 단점으로 제기될 수 생산성 정보격차는 스마트건설기술 환경에서는 중요하게 고려되어야 할 변수는 아니다. 스마트건설기술은 균질적인 시공품질이 담보되기 때문이다.

고령의 근로자는 선별과정을 거쳐서 활용이 가능할 것으로 판단된다. 건설근로자의 숙련도 향상은 시공경험의 축적이며, 입직 평균연령대가 40대 중후반이다. 입직 후 지속적으로 일자리를 확보하고 시공경험이 축적된 고령자는 대부분 숙련공일 것으로 판단된다. 이들을 대상으로 산업재해 여부와 건강상태 등을 확인 후 활용하여야 한다. 선행연구에서 제시하고 있는 것처럼 숙련공의 경험과 스마트기술의 접목은 생산성 제고에 긍정적으로 작용할 수 있다.

청년층은 생산패러다임 전환으로 유입할 수 있는 가장 효과적인 인력이다. 3D 직종이 아니라는 인식개선과 제조업 및 서비스업과 동일한 환경에서 시공이 가능하다는 점이 부각되면 청년층 유입을 기대할 수 있다.

외국인력은 저숙련 노동력을 활용하는 고용허가제를 축소 또는 폐지하고 사용자의 필요(needs)와 요구가 반영된 인력을 선발할 수 있는 체계가 필요하다. 또한 스마트기술 활용이 확산되는 환경에서는 한국어능력과 한국문화에 대한 이해, 그리고 한국의 생활 규범을 충실히 이행할 수 있는 역량이 평가돼 선별되어야 한다.



[그림 5-1] 연구내용 요약

2. 정책제언

한국고용정보원은 2022년부터 2032년까지의 산업별 인력수급을 전망하면서 노동공급 부족을 보완하기 위해서는 여성과 고령자, 외국인력을 효과적으로 활용하는 것이 필요하다는 의견을 제시했다. 이와 함께 디지털 전환의 확산에 따라 청년층이 경제활동을 활발히 할 수 있는 맞춤형 고용서비스 필요성도 언급했다.

생산활동에서 노동에 대한 의존도가 높은 업종인데, 노동공급 부족이 장기화되고 있어서 이런 의견은 건설업에서 더욱 중요하게 검토되어야 한다. 이와 관련한 정책이 추진되어야 한다.

1) 스마트건설기술 활용 지원정책

통계청의 2022년 조사결과 건설업은 디지털 기술 도입에 소극적이었다. 또한 2023년 정순기 외의 연구는 디지털 전환·혁신의 지원수단으로 세제혜택을 선택한 건설기업의 비중이 전 산업 평균과 격차가 가장 컸다.

일본이 ICT장착 건설기계와 활용에서 선도적인 지위를 구축하게 된 데는 세제혜택과 보조금 지원 등의 정책적인 지원이 중요한 역할을 했다.

이 보고서에서 논의의 대상인 지능형 시공로봇, ICT장착 건설기계, 공장제작(OSC) 등의 스마트건설기술이 활발하게 활용되기 위해서는 초기 환경을 구축하는 역할이 필요하다. 개별 건설기업 독자적으로 초기 환경을 구축하는 것은 위험이 크고, 최근 건설경기 침체의 여파로 투자 여력이 부족한 상황이다. 정책당국이 세제혜택 수단으로 법인세를 대상으로 손비인정 범위 확대 및 가속상각 확대를 검토하는 것이 필요하다. 또한 스마트 건설기술 활용 및 구매에 대해서 보조금을 지원하는 것도 실질적인 지원책으로 효과를 기대할 수 있다.

2) 직무전환 훈련

현재 건설근로자와 종사하는 근로자도 스마트건설기술 활용이라는 생산패러다임 전환에 적응할 수 있어야 장기적으로 고용 유지될 수 있다. 직무전환에 필요한 훈련 프로그램이 설계돼 공급되어야 한다.

이와 함께 경험적으로 축적된 숙련도와 현장경력을 효과적으로 활용하여 스마트기술과의 연계를 확대할 수 있는 역량을 기르는 것도 필요하다. 지능형 시공로봇이 다양하게 개발돼 실제 시공현장에서 활용되고 있지만, 현장에서 시공과정에서는 로봇만으로는 해결할 수 없는 문제들이 나타날 수 있다. 이런 이유로 스마트건설기술 확산 환경에서도 숙련자의 활용도가 급격하게 감소하지 않을 것으로 예상된다. 따라서 관련 역량을 훈련으로 습득할 수 있어야 한다.

3) 여성과 청년층 근로자 유입 촉진방안

여성의 입직을 촉진하기 위해서는 온라인 플랫폼을 적극적으로 활용할 수 있는 환경 구축이 필요하다. 원격지에서 건설기계를 조종해서 시공에 참여하는 것도 구인정보에 효과적으로 접근할 수 있는 여건이 조성되어야 효과적이다.

청년층은 모든 생산활동이 현장에서 진행되는 방식이 바뀌면 입직의 환경이 조성될 수 있다. 제조업과 서비스업 환경과 유사한 깨끗하고 위험하지 않은 환경에서 생산활동 참여가 이루어지는 것이 중요하다.

여성과 청년층 유입은 스마트건설기술 확산에 비례해서 지속적으로 확대될 수 있는 요소가 많다. 내국인력을 적극적으로 활용하는 수단으로서도 스마트건설기술의 활용도 제고가 필요하다.

4) 외국인력 정책 개편

스마트건설기술 확산으로 내국인력의 활용도 제고만으로 건설업의 부족한 노동력을 해소할 수 없는 상황이다. 외국인력은 단순반복 직무를 수행하는 저숙련 인력을 축소 또는 폐지하고 선발된 외국인력을 활용할 수 있는 제도개편이 선행되어야 한다. 선별과정을 체계화하기 위해서는 한국어능력과 한국문화 이해도, 한국에서의 생활 규범과 건설현장에서의 수칙 등을 철저히 훈련 후 검증하는 과정이 마련되어야 한다. 그리고 이들을 효과적으로 관리할 수 있는 관리주체의 선정도 효과적으로 이루어져야 한다.

■ 문헌자료

- 강규호(2006), 기술혁신과 고용창출, 경제분석, 제12권 1호, 한국은행 금융경제연구원.
- 강승복(2024), 제5차 건설근로자 고용개선 기본계획 수립을 위한 건설근로자의 임금 및 근로 조건 분석, 건설근로자공제회.
- 김성엽(2023), 스마트시티 건설현장에 활용된 스마트 건설기술 적용현황 분석, 경상국립대학교 석사학위논문.
- 김정홍(2005), 기술혁신의 경제학(제3판), 시그마프레스.
- 김종기·심우중·유슬기·정은미·이재윤·경희권·정지은·김경유(2024), 산업의 디지털 전환 현황과 혁신 활성화를 위한 연구, 산업연구원.
- 김태경·이병호(2021), 산업용 로봇 보급이 고용에 미치는 영향, 조사통계월보, 2021년 1월호, 한국은행.
- 문아람·김미경·조유선(2020), 디지털 전환기 일자리의 변화 분석 및 대응 방안 연구, 정보통신정책연구원.
- 민순홍·조재한(2024), 인구·산업구조 변화에 따른 노동시장 미스매치 전망과 산업인력정책 대응 방안, 산업연구원.
- 서영경(2024), 노동시장 구조 변화의 거시경제적 영향, 한국은행-KDI 노동시장 세미나, 한국은행.
- 서영선(2024), 기술진보에 따른 산업별 업무 변화, 정보통신정책연구원.
- 안균원·구자현(2024), 기술 혁신과 노동시장 변화, 한국노동연구원.
- 이시균·박난희·정재현·김수현·이혜연(2019), 기술혁신이 중장기 인력수요에 미치는 효과, 한국고용정보원.
- 이시균·김수현·성재민·정성미(2020), 기술혁신이 고용구조 변화에 미치는 효과, 한국고용정보원.

-
- 이영호·정강희·송병호(2025), 인구 및 노동시장 구조를 고려한 취업자수 추세 전망 및 시사점, BOK 이슈노트, 2025-17호, 한국은행.
- 이소라·천가현(2025), 노동력 고령화가 기업의 디지털 전환에 미치는 영향 분석, KIET 산업경제(2025.2), 산업연구원.
- 이호영·김희연·류기락·반가운·정혁(2019), 4차 산업혁명으로 인한 노동 수요변화와 수용성, 정보통신정책연구원.
- 이환웅·강동익(2022), 생산기술의 혁신이 노동시장에 미친 영향: 로봍 및 스마트공장 도입을 중심으로, 한국조세재정연구원.
- 장재기·김동근(2025), 인공지능 시대, 고용 정책의 방향성 - 직업별 고용 효과를 중심으로, i-KIET 산업경제이슈, 제193호, 산업연구원.
- 정서영(2022), OSC 프로젝트의 최적 설계안 선정을 위한 DfMA 평가모델, 광운대학교 박사학위논문.
- 정성문(2015), 혁신과 고용에 관한 끝없는 논쟁, 과학기술정책 제25권 제7호, pp.38-41, 과학기술정책연구원.
- 정순기·김영달·홍현균·정재현·박세정·김새봄·이혜연·박미화·박비곤·김진성·이선호(2023), 디지털 기반 기술혁신과 인력수요 구조 변화, 한국고용정보원.
- 진경호(2024), 건설산업 환경변화와 스마트건설 동향, 건설근로자 고용개선 기본계획 수립을 위한 포럼 자료.
- 藤本 真(2025), 「デジタル人材」の能力開発・確保をめぐる企業の取り組みに関する研究, 労働政策研究・研修機構.

■ 기타자료

- 건설근로자공제회(2022), 2022년 건설근로자 종합생활 실태조사.
- 건설근로자공제회(2024), 2024년 건설근로자 종합생활 실태조사.

건설근로자공제회(2025), 퇴직공제 피공제자 동향.

건설인적자원개발위원회(2021), 스마트건설 교육훈련 제도화 및 활성화 방안, 한국건설산업연구원,

고용노동부(2025), 2024 회계연도 기업체노동비용조사 결과.

국토교통부(2018), 스마트 건설기술 로드맵.

관계부처합동(2021. 7. 12.), 한국판 뉴딜정책.

대한건설정책연구원(2020), 건설 하도급 완성공사 원가 통계.

대한전문건설협회, 전문건설업 실태조사 분석 보고서, 각 연호, 대한건설정책연구원.

대한전문건설협회, 전문건설업 통계연보.

대한건설협회(2024), 2023년 기준 완성공사 원가통계.

대한건설협회, 2025년 2분기 기준 주요 건설통계.

일본 국토교통성 자료.

통계청, 건설업 조사보고서, 각 연호.

통계청, 경제활동인구조사, 각 연호.

한국고용정보원(2024), 중장기 인력수급 전망, 2022-2032.

한국은행, 2015년 산업연관표(연장표).

한국은행, 2020년 기준년 산업연관표.

한국은행(2024), 2024년 1/4분기 기업경영분석.

한국은행(2025), 2025년 1/4분기 기업경영분석.

한국토지주택공사(2024), 레고처럼 건물을 조립하면 탄소배출이 줄어든다?(OSC 1편), LH 매거진.

한국토지주택공사(2024), 모듈러 공법으로 더 빠르게 친환경적으로 공급하는 주택단지(OSC 2편), LH 매거진.

■ 인터넷자료

대한건설협회(<http://www.cak.or.kr>)

국토교통 통계누리(<https://stat.molit.go.kr>)

통계청 국가통계포털(<https://kosis.kr>)

스마트 건설업 확대에 따른 노동력 활용방안

2025년 10월 인쇄

2025년 10월 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 2025



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

RICON

대한건설정책연구원

서울특별시 동작구 보라매로5길 15 (신대방동, 전문건설회관)

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

비매품/무료



ISBN 979-11-5953-205-4