

최근 일본 건설기술자 정책 동향과 정책적 시사점

2018. 6

김민형

- 문제 제기 4
- 일본의 건설기술자 정책 재구축 배경 5
- 일본 건설기술자 정책의 재구축 방향 및 주요 정책 15
- 우리나라 건설인력 정책에 주는 시사점 26

- 일본 국토교통성은 건설 환경의 변화로 건설기술자 제도의 재구축 필요성이 제기됨에 따라 2017년 6월 제도 재구축 방안을 제시함. 본 보고서는 우리와 유사한 고민을 먼저 시작한 일본의 정책 동향 검토를 통해 우리나라 건설기술자 정책의 시사점을 도출하고자 함.
- 일본이 건설기술자 정책 재구축을 논의하게 된 주요 배경은 ① 공사 품질 확보에 대한 요청 증대, ② 건설 생산 시스템의 변화, ③ 건설 인력의 부족임.
 - 일본 건설산업은 향후 신축보다 수선 및 리모델링 공사가 증대할 것으로 전망됨에 따라 공사의 품질 확보에서 기술자 역할이 커지고, 시공 체제 및 공법의 변화와 ICT 기술의 도입으로 건설 생산 시스템이 변화하며, 청년층 인력의 건설업 진입 부재로 건설 인력의 고령화가 심화되는 상황에 당면함.
- 이에 따라 국민과 건설기업의 관점에서 목표를 설정하고, ① 적정한 시공 확보, ② 생산성 향상, ③ 담당자 확보라는 주요 시책 달성을 위한 다섯 가지 방향성을 설정함.
 - ① 우수한 능력을 보유한 기술자 육성(등록기간기능자 활용 확대, 계속 교육 강화, 기술자 개인의 실적 가시화), ② 기술자 역할 완수를 통한 적정 시공 철저(현장배치 기술자 자격 확인 대상 확대, 시공 체계에서 제조업체 및 상사 배제, 부품·자재 제조업체 관리 강화), ③ 기술자제도의 기본적 틀 재구축(원하도급 기업의 현장배치 기술자 역할 명확화, 현장관리를 위한 '팀'제 도입), ④ 청년층이 활약할 수 있는 기회 부여(기술검정제도의 개혁, '기사보'제도 신설 및 경력 단계의 계층화·가시화), ⑤ 작업 방식(직장 환경)의 개혁 추진(제출 서류 업무 간소화, 현장배치 기술자 배치 기간 및 교체 사유 명확화)
- 현재 우리 건설산업이 당면한 환경은 일본과 매우 유사함. 따라서 우리도 현 시점에서 새로운 상황에 대응하기 위한 건설기술자 정책의 새로운 방향 모색이 필요함.
 - 매력적인 작업 환경 조성, 우수 인력 육성, 생산체계 변화에 따른 시공 품질 확보라는 세 가지 관점의 정책 필요
- 매력적인 작업 환경 조성을 위해서는 새로운 '밀레니얼(Millennials)' 세대가 요구하는 현장 구현을 위해 '워라벨(work & life balance)'이 가능한 제도 개선이 요망됨.
 - 현장배치 기술자 교체 조건의 명확화 및 워라벨을 고려한 교체 사유(출산, 간호, 육아 등)인정, 휴일 확보 등 근로조건 개선을 위한 적정 공기 및 공사비 보장, ICT(Information&Communication Technology) 도입을 통한 업무 프로세스 개선으로 중복 서류 요구 등 불필요한 행정 업무 간소화 필요
- 우수 인력 확보를 위해서는 건설 기능인력의 관리 기능 제고 및 교육 체계 구축, 국가기술자격시험제도 개선, 보수교육 내용 및 교육 방식이 개선되어야 함.
 - 향후 도입될 건설기능인등급제와 건설기술자 역량지수(ICEC)의 연계를 통한 기능인력의 실질적인 경력 경로 확대, 국가기술자격증 취득을 위한 경력 요건, 시험 내용 및 합격률 개선, 4차 산업혁명에 따른 교육 콘텐츠 강화 및 마이크로 러닝(micro learning)이 가능한 교육 콘텐츠 개발 필요
- 생산체계 변화에 따른 공사 품질 확보를 위해서는 건설자재 및 부품 제조업체에 대한 품질 관리 시스템 구축과 생산 시스템에 ICT를 도입하는 데 따른 각종 매뉴얼 정비가 필요함.

I 문제 제기

■ 일본 국토교통성은 최근 건설 환경의 변화에 따라 건설기술자 제도를 새롭게 검토할 필요성을 제기함.

- 시공상의 불확정 요소가 증가함에 따라 공사 품질 확보에 대한 요구가 증대하고, ICT(Information & Communication Technology)의 접목으로 건설 생산시스템이 빠르게 변화하고 있으며, 건설현장의 인력 부족이 가시화되는 등 일본 건설산업을 둘러싼 환경이 급격히 변화함.
- 이에 일본 국토교통성은 새로운 건설기술자 제도 구축을 검토할 필요성을 제기하고, 수년 동안 기술자 제도 개선을 위한 논의를 진행함.

■ 2017년 6월 국토교통성은 3년 간의 검토를 바탕으로 “적정한 시공확보를 위한 기술자 제도 검토회 정리(適正な施工確保のための技術者制度検討会とりまとめ)”를 발표함.

- 동 보고서는 일본 건설업 단체의 의견 청취, 일본의 기존 기술자 제도 변천에 대한 검토, 그리고 일본의 건설 시공체제에 대한 조사 등 광범위한 조사를 바탕으로 함.

■ 본 보고서는 상기 보고서 등을 통하여 우리나라와 유사한 고민을 먼저 시작한 일본의 최근 건설기술자 정책 동향을 살펴보고, 이를 통해 향후 우리나라 건설기술자 정책에 주는 시사점을 제시하고자 함.

- 우리나라 건설산업은 2018년 이후 내수 건설시장이 저성장기에 본격적으로 진입할 것으로 예상됨¹⁾에 따라 단기적으로는 건설기술자의 공급 과잉이 우려되지만, 중장기적으로는 청년층 기술자의 산업 내 진입 감소에 따른 고령화²⁾로 건설기술자 부족이 우려되는 상황임.
- 일본 역시 1990년 버블 붕괴 이후 건설투자가 지속적으로 하락하면서 건설기술자 과잉 공급을 염려하는 상황에 당면하였으나, 현재는 건설산업 내 청년층 인력 부족에 대한 대응 방안을 고민 중임.

1) 이홍일·박철한(2014), “국내 건설투자의 중장기 변화 전망”, 한국건설산업연구원.
 2) 30세 이하 청년층 건설기술자의 경우 2011년 6만 939명으로 전체 건설기술자의 9.2%를 차지하던 것이 2016.10월에는 3만 363명으로 3.9%로 6년 사이에 무려 50.2%(3만 576명)가 감소한 것으로 나타남. 이에 대한 보다 자세한 내용은 김민형(2017), 「건설기술자 수급 실태 및 수급 영향요인 분석과 정책 과제」, 한국건설산업연구원을 참조하기 바람.

II 일본의 건설기술자 정책 재구축 배경

1. 공사 품질 확보에 대한 요청 증대

- 최근 일본에서는 기술자 개인이 의도적으로 부정행위를 하는 사안이 발생하면서 공사의 품질 훼손에 대한 우려가 커짐. 이에 따라 기존의 불량 부적격 업체를 배제하는 관점에서 나아가 이제는 불량 부적격 기술자를 배제하는 관점에 따른 대응이 필요해짐.
 - 일례로 요코하마시 츠허끼구의 아파트 공사에서 조인트 시공의 부실 6건, 철근 부족 6건, 시공 데이터 유용 등 총 70건의 부실이 판명됨. 이에 따라 일본 국토교통성은 미쓰이 스미모토 건설, 히다치 하이테크놀로지, 아사히 건축자재 등 3개사에 대해 「건설업법」에 의거하여 영업정지 및 지명정지 조치를 실시함(2016.1.13).
- 향후 수선·리모델링 공사가 크게 증대할 것으로 전망되는 상황에서 리모델링 건물의 경우 부재의 경년변화(經年變化) 및 열화(劣化) 현상으로 성능이 크게 저하되었을 가능성이 제기됨. 그러나 이러한 상황은 시공 단계에 가서야 판단됨에 따라 공사의 품질 확보에 기술자의 역할이 더욱 중요해짐을 시사
 - 수선 및 리모델링 공사의 경우 신축 공사보다 불확정 요소가 많으므로 기술자가 이러한 어려움에 대응하여 시공 내용 등을 재검토하고 판단할 필요성이 증대함.
 - 따라서 부실·부적격 기술자의 배제 등 기술자의 부정행위 배제를 통한 공사 품질 확보가 중요

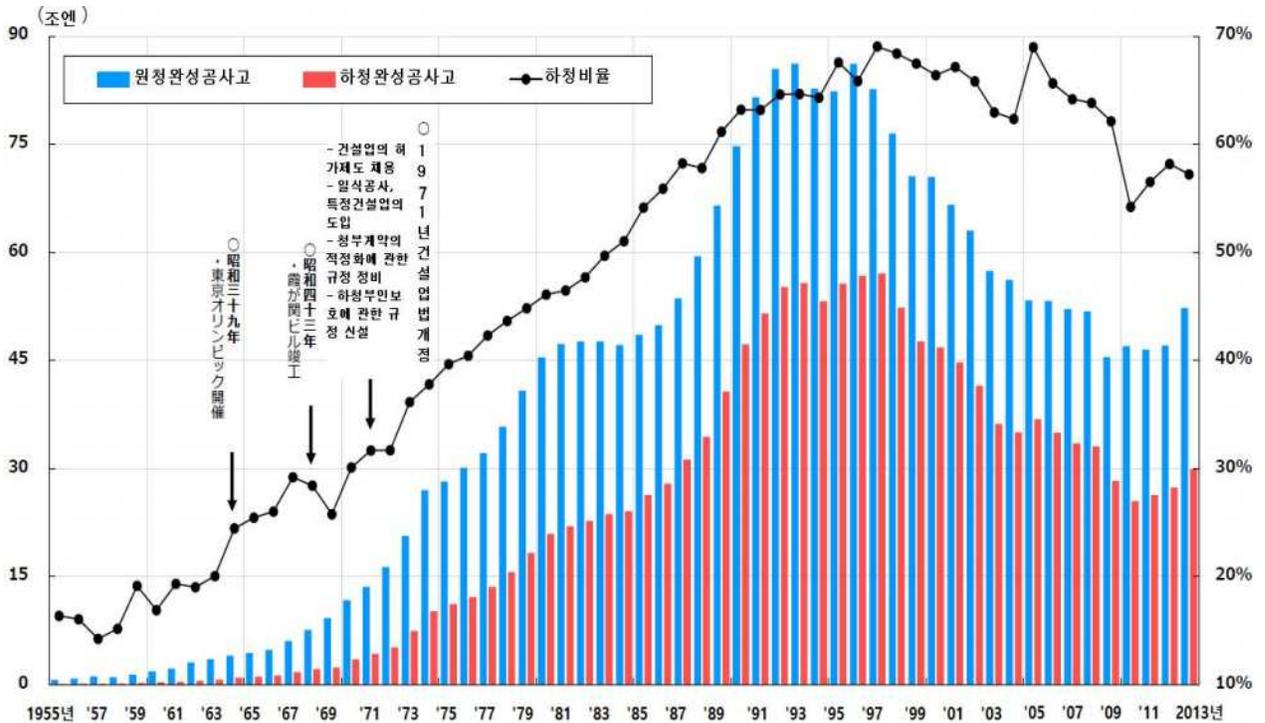
2. 건설 생산 시스템의 변화

(1) 시공체제 변화

- 일본은 과거 원도급기업이 시공의 일부를 수행했지만, 점차 하도급 비중이 높아지고 중층 하도급 구조를 형성하면서 전문공사의 시공 관리도 하도급기업에 이행하는 체제로 변화됨.
 - 원도급을 담당하는 종합건설회사는 직접 고용하는 기능 노동자를 점차 줄이고 관리 업무로 전환함. 특히, 도시 지역 종합건설회사에서는 기능 노동자를 전혀 고용하지 않는 회사가 늘고 있음.
 - 이에 따라 일본의 하도급 비율(하도급 완성공사/원도급 완성공사)은 1998년경까지 상승하는 경향을 보이다가 최근에는 횡보하는 추이를 보임(그림 1) 참조.

- 하도급 구조의 중층화로 하도급을 담당하는 전문공사업체들도 기능 노동자를 직접 고용하지 않고 관리만 하는 기업이 증가하는 등 실제 작업을 수행하는 기업이 분화하는 경향을 보여 특정 분야에 특화된 전문공사 기업이 증가함. 이러한 분업 체제가 진행된 결과 중층 하도급 구조가 진전됨.

〈그림 1〉 일본의 하도급 비율 추이



자료 : 국토교통성(2017.6), “적정한 시공확보를 위한 기술자제도 검토회 정리 - 자료편”.

(2) 공법 변화 : 프리패브리케이션과 프리캐스트 공법 활용 확대

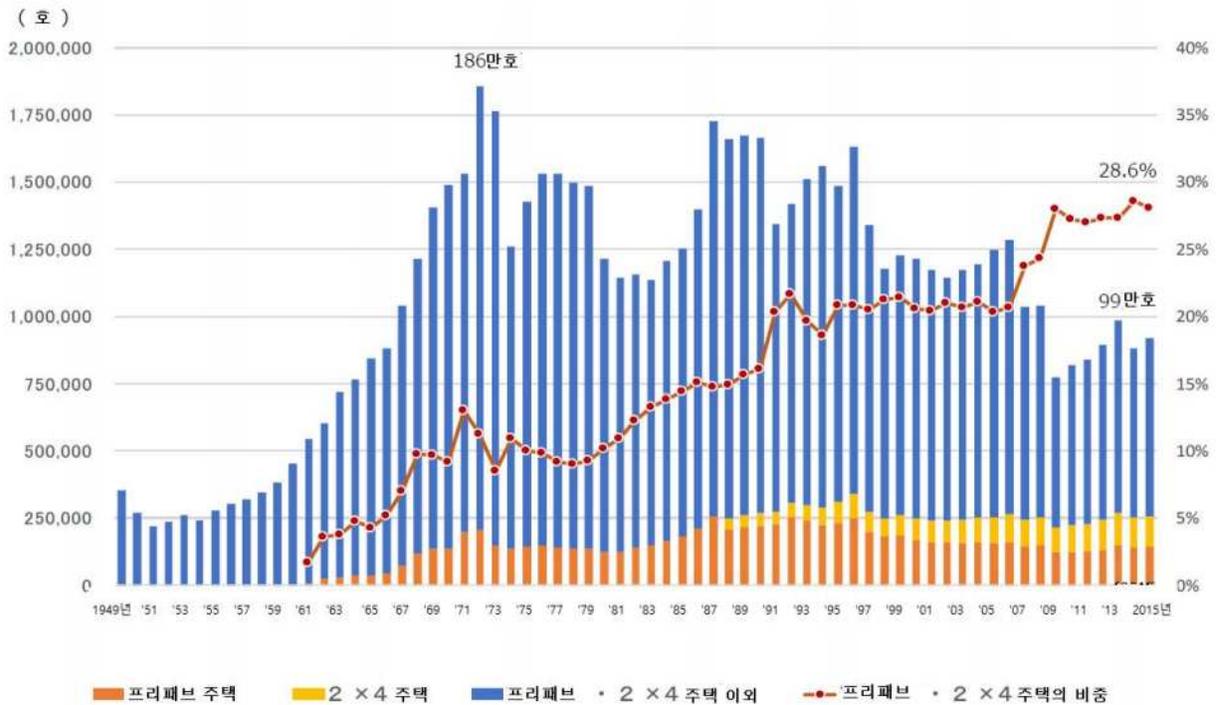
최근 일본은 프리패브리케이션(Prefabrication)과 같은 조립식 공법의 진전 등 시공의 규격화, 공장 제품의 증대 등 건설 시공방식에 있어서 큰 변화를 겪고 있음.

- 일본의 주택 생산방식을 보면, 〈그림 2〉에서 보는 바와 같이 1995년부터 프리패브(Prefab) 및 2×4주택 착공 호수가 증가하기 시작하여 2015년 현재 전체 주택 착공 호수의 약 30% 내외를 차지하는 것으로 나타남.
- 사용할 자재를 미리(Pre) 제작한다(fabrication)는 의미를 가지는 프리패브리케이션은 건축의 부재를 미리 공장에서 제작하여 공사가 진행되는 현장에서는 간단한 조립이나 부착하는 것만으로 끝낼 수 있는 공법으로 현장의 생산성 향상이나 품질에 대한 균일성과 품질 향상을 목적으로 함.³⁾

3) 프리패브 주택의 유형에는 이동식 주택, 모듈식 주택 및 패널식 주택 등이 있음.

- 약 2인치×4인치 목재를 주로 사용한다는 의미에서 2×4주택(투바이포 주택)이라고 명명되는 미국식 경량 목조주택 역시 2×4재를 중심으로 6종류의 규격 자재를 주로 사용하여 시공함. 2×4공법은 규격의 통일에 의해 대량 생산과 비용 절감, 현장에서의 범용성, 그리고 심플한 구조 시스템 실현에 매우 큰 이점이 있음.⁴⁾
- 이러한 변화는 ‘다양성·개별성을 지닌 일품(一品) 수주 생산’, ‘천재지변 등에 좌우되기 쉬운 야외 생산’과 같은 기존 건설공사의 특징과는 다른 시공 방법이 확대되고 있음을 보여줌.

〈그림 2〉 일본 주택 중 프리패브 및 2×4주택 비중 추이



자료 : 일본 국토교통성(2017.6), 전거서.

또한, 효율적 공법에 의한 시공의 단순화(省力化)와 공기 단축을 위해 ‘규격의 표준화’를 통해 프리캐스트(Precast) 방식의 활용을 확대함.

- 기존 공사의 경우 매 현장마다 철근과 거푸집의 치수가 바뀌어 일손이 증가하는 등 공사의 비효율이 초래됨. 이에 따라 ‘규격의 표준화’를 통해 기존에 ‘개별 최적’을 추구하던 것에서 설계부터 시공, 유지관리에 이르기까지 ‘프로젝트 전체의 최적화’를 도모하고자 함.

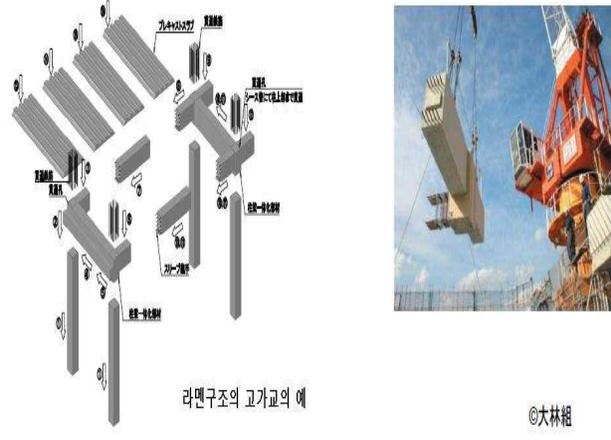
4) 현재 북미의 목조주택은 대부분 플랫폼 구조(Platform framing)로 이루어지는데, 이를 2×4공법이라고 함. 2×4공법에서는 2×4재를 중심으로 6종류의 규격재가 주로 사용되는데, 화재시 취약한 내화 성능과 시공시 열악한 작업 성능을 가진 발룬 구조(Balloon framing)의 약점을 보완하는 하나의 새로운 구조 방식으로 개발됨(사단법인 일본 2×4건축협회, <http://www.2x4assoc.or.jp/>).

〈그림 3〉 거푸집 Precast 시공 사례(三井住友建設)



주 : 철근을 프리패브화한 거푸집을 프리캐스트 시공.

〈그림 4〉 라멘구조 고가교 조립 시공 사례(大林組)



주 : 각 부품 규격을 표준화하고 정형 부재를 조립 시공.

- 각 단계의 규격을 표준화하고, 각 부재의 공장 제작을 가능하게 하는 프리캐스트 공법⁵⁾의 확대를 통해 기자재의 전용을 가능하게 함으로써 비용 절감을 도모함.

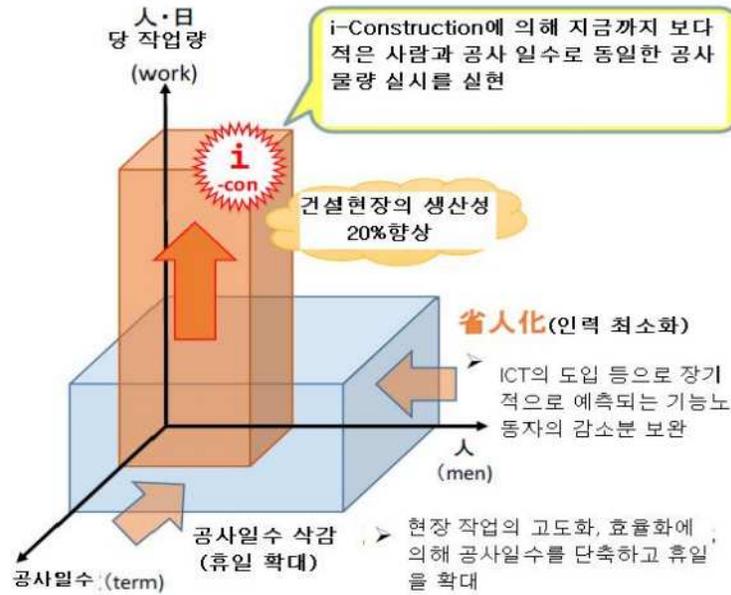
(3) i-Construction 도입 : 건설산업의 생산성 향상

■ 인구 감소와 고령화가 진행되는 가운데에서도 국토의 수호자로서 건설산업의 역할을 고려할 때 건설업의 임금 수준 향상과 휴일 확대 등을 위한 노동방식 개혁과 생산성 향상이 필수적이라고 제시하고 있음.

- 건설현장의 생산성 향상 시스템은 i-Construction을 통해 ‘지금까지보다 더 적은 인원과 더 적은 공사 일수로 같은 공사량을 수행하는 것을 실현하고자 하는 것’임.
- 즉, ICT 등의 도입을 통하여 장기적으로 예측되는 기능 노동자의 감소를 보완하는 한편, 현장 작업을 고도화·효율화하여 공사 일수를 단축하고, 휴일을 확대하고자 함(그림 5) 참조.

5) 프리캐스트 방식이란 콘크리트 블록이나 슬래브 등을 공장에서 미리 성형하여 현장에서 조립하는 공법을 의미하는 것으로, 제조공장이나 공사현장에서 부재를 제조하여 최종 위치에 운반하여 설치하는 방식임. 기존의 PC말뚝(prestressed concrete pile)이나 RC말뚝(reinforced concrete) 등은 모두 프리캐스트 말뚝이며, 이 외에도 프리캐스트 거더공법(precast girder method), 프리캐스트 세그먼트 공법 등 다양하게 활용됨.

〈그림 5〉 일본의 건설현장 생산성 향상 시스템 모델



자료 : 국토교통성(2016), "i-Construction 추진 상황".

■ 이에 따라 일본 국토교통성은 2016년 9월 12일 미래투자회의에서 제4차 산업혁명에 의한 『건설현장의 생산성 혁명』을 추진하여 2025년까지 건설현장 생산성 20% 향상을 목표로 하는 방침을 결정함.⁶⁾

- 조사·측량에서부터 설계, 시공, 유지관리, 갱신에 이르기까지 건설생산 프로세스에 ICT(Information & Communication Technology) 기술을 활용하는 i-Construction을 추진함.
- 목표 달성을 위해 3년 내에 교량, 터널, 댐 등의 공공공사 현장에 측량 드론 등을 투입하고, 시공, 검사 등 건설 프로젝트 전체에 3차원 데이터를 이용하는 등 새로운 건설 기법을 도입코자 함.
- 이를 통하여 건설현장에 대한 기존의 3K(위험하고, 어렵고, 더러운) 이미지를 불식시키고 다양한 인재를 영입하여 인력 부족을 해소하며, 전국 건설현장을 새로운 3K[(급여가 양호하고(給与が良い), 휴가를 보낼 수 있으며(休暇がとれる), 희망을 가질 수 있는(希望がもてる))의 매력적인 현장으로 개선코자 함.

■ 공공공사 현장에 ICT가 본격 적용되면 〈그림 6〉에서 보는 바와 같이 드론을 활용해 3차원 측량을 실시하고, 3차원 측량 데이터에 근거하여 설계와 시공 계획을 수립하며, 3차원 설계 데이터에 의해 ICT 건설기계를 자동 제어하는 등 건설현장에 IoT가 도입되고, 최종 준공검사도 간소화될 것으로 기대됨.

6) 일본 국토교통성(2016), "i-Construction 추진 상황".

<그림 6> 토공 분야에서 ICT의 전면적 활용



자료 : 일본 국토교통성(2015.12), “i-Construction : 건설현장의 생산성 향상을 위한 노력에 대하여”.

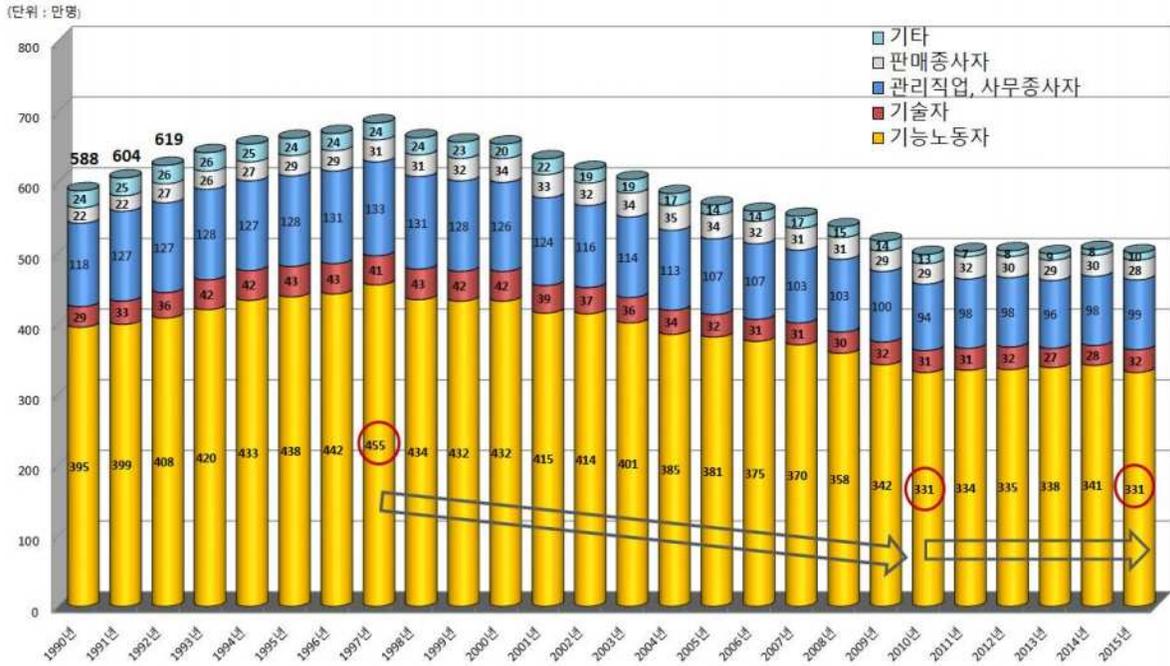
3. 건설 인력 부족

(1) 건설업 인력 현황

일본의 건설업 취업자 수는 1990년의 685만명을 정점으로 2010년에 489만명으로 감소하였으며, 2015년에는 500만명을 기록하여 1990년 대비 27.0% 감소함(<그림 7> 참조).

- 취업자를 기술자와 기능 노동자로 구분해보면, 건설기술자의 경우 1990년 41만명에서 2010년에는 31만명으로 감소하였다가 2015년에는 32만명을 기록함으로써 1990년 대비 22.0% 감소함.
- 기능 노동자의 경우, 1990년 455만명에서 2010년에는 331만명으로 감소함. 2015년에도 331만명 인 것으로 집계되어 1990년 대비 27.3%나 감소함.
- 공사 물량 감소에 따른 건설기술자와 기능 노동자의 증감을 비교할 때 기능 노동자가 건설기술자보다 큰 폭으로 감소한 것을 알 수 있음.

〈그림 7〉 일본 건설 취업자 수 추이

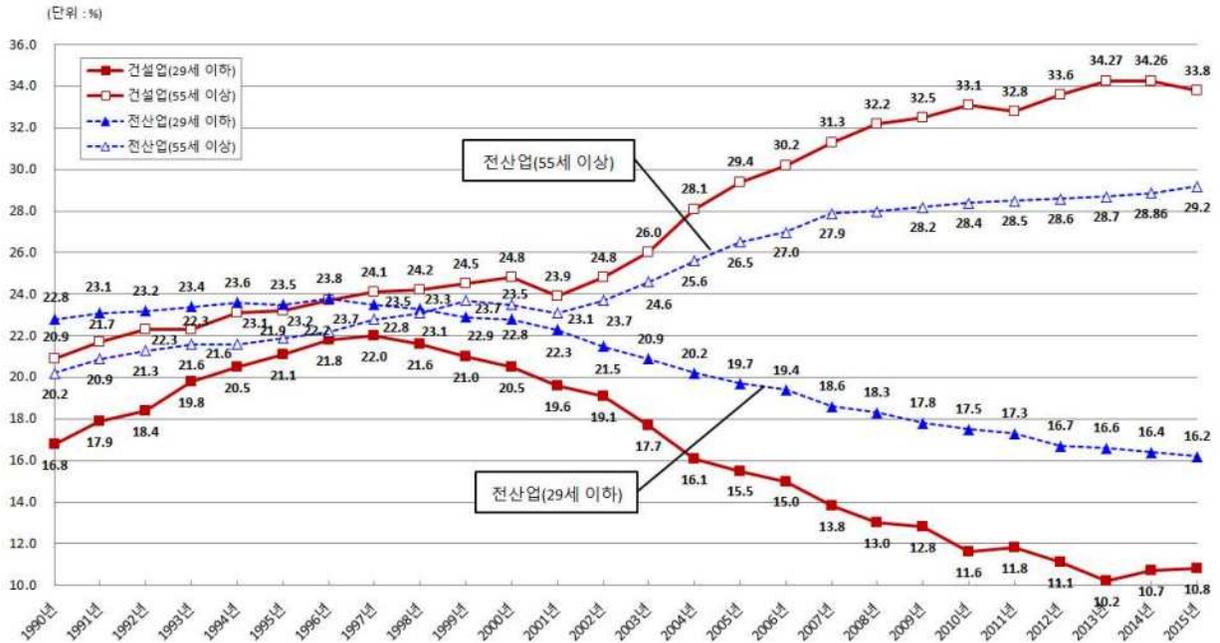


주 : 총무성, 「노동력조사」를 기초로 국토교통성에서 산출.
 자료 : 국토교통성(2017.6), 전계서.

일본의 건설업 취업자를 연령별로 보면, 55세 이상이 약 30% 이상이며 29세 이하의 비중은 약 11% 이하로서 건설업 취업자의 고령화 현상이 지속적으로 진행되고 있음 (〈그림 8〉 참조). 이러한 추세가 진전될 경우 향후 다음 세대로의 기술 계승이 일본 건설업의 커다란 문제로 대두될 것임을 시사

- 일본의 55세 이상 건설업 취업자 수의 비중을 전체 산업 평균과 비교해보면, 1990년대 중반까지는 전 산업의 평균 비중보다 소폭 높았음. 그러나 1990년대 중반을 넘어오면서 건설업 취업자 중 55세 이상 비중이 크게 상승하면서 일본 전 산업 평균과의 격차가 확대됨.
- 2015년의 경우 일본 전체 산업의 55세 이상 취업자의 비중은 29.2%인 반면, 건설업은 33.8%로 4.6%p 높은 것으로 나타남.
- 한편, 전체 취업자에서 29세 이하 청년층 취업자가 차지하는 비중의 경우 1998년과 1999년에는 전체 산업 평균과 건설업이 비슷한 수준으로 양자 간의 격차가 1.7~1.9%p에 그쳤음.
- 그러나 이후 지속적으로 격차가 확대되어 2015년에는 전체 산업 취업자 중 29세 이하의 비중이 16.2%인 반면, 건설업은 10.8%로 전 산업과의 격차가 5.4%p로 확대됨.

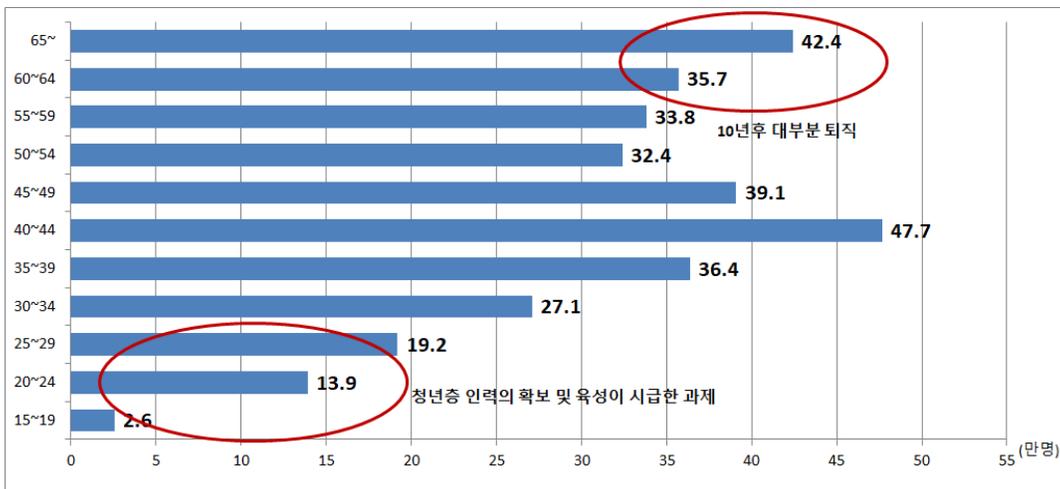
〈그림 8〉 일본 건설 및 전 산업 취업자의 연령별 추이



주 : 총무성, 「노동력조사」를 기초로 국토교통성에서 산출.
 자료 : 국토교통성(2017.6), 전계서.

- 일본 국토교통성은 향후 10년 후 60세 이상 고령의 건설 취업자가 퇴직 또는 이직하는 경우를 감안해보면, 중장기적인 관점에서 청년층 인력의 확보와 육성이 시급한 문제라고 적시함(〈그림 9〉 참조).

〈그림 9〉 일본 연령별 건설 취업자(2015)



자료 : 국토교통성(2017.6), 전계서.

- 2015년을 기준으로 일본 건설업 취업자를 연령별로 살펴보면, 60~64세가 35.7만명, 65세 이상이 42.4만명으로 60세 이상이 78.1만명(23.6%)을 차지함.
- 반면, 25~29세가 19.2만명, 20~24세가 13.9만명, 15~19세가 2.6만명으로 15세 이상~29세 이하가 35.7만명(10.8%)에 그쳐 60세 이상 인력의 1/2 수준에 불과함. 따라서 현 상태로 간다면 향후 10년 뒤 60세 이상 인력이 퇴직하는 경우 인력난이 발생할 가능성이 높음.

(2) 건설업의 노동시간 및 휴일 상황

■ 일본은 건설업에 이직이 많고 청년층 인력의 진입이 이루어지지 않고 있는 중요한 이유 중의 하나로 건설업의 근로시간이 타 산업에 비하여 상대적으로 길고 휴일이 적다는 점을 지적함.

■ 일본 건설업의 연평균 노동시간은 제조업이나 전체 산업 평균에 비해 긴 것으로 나타남.

- 1987년부터 2015년까지 일본 건설업, 제조업 및 전 산업의 연간 노동시간 추이를 보면, 1987년의 경우 건설업의 연평균 노동시간은 2,288시간으로 2,149시간인 제조업이나 2,111시간인 전체 산업 평균에 비해 각기 139시간(6.1%)과 177시간(7.7%) 긴 것으로 집계됨.
- 1980년대 이후 일본은 1주 2일 휴무제가 도입되면서 모든 산업의 노동시간이 단축됨. 이에 따라 1988년부터 1996년까지 8년 간 건설업의 연평균 노동시간도 단축되어 2015년 건설업의 연평균 노동시간은 2,081시간으로 집계됨. 이는 1987년에 비해 207시간(9.0%) 단축된 것임.
- 2012년 이후 연평균 노동시간이 단축되는 경향이 있으나 2015년 건설업의 연평균 노동시간은 제조업(1,976시간)이나 전 산업(1,784시간)에 비해 여전히 긴 것으로 나타남.

〈그림 10〉 일본의 건설업 vs. 제조업 vs. 전 산업 연간 노동시간 추이



자료 : 국토교통성(2017.6), 전게서.

- 2015년을 기준으로 일본 건설업의 연평균 노동시간은 제조업에 비해 105시간(5.0%) 길며, 전체 산업에 비해서는 297시간(14.3%)이나 긴 것으로 나타나 노동시간을 기준으로 볼 때 1987년 근로 상황에 비해 크게 호전되지 못한 것으로 지적됨.

■ 2015년을 기준으로 일본 건설업의 휴일 상황을 살펴보면, <그림 11>에서 보는 바와 같이 건설공사 전체적으로 약 65%의 사람들이 4주를 기준으로 휴무가 4일 이하인 것으로 분석됨.

- 일본 건설업의 휴일 상황을 분석한 자료에 의하면 건설공사 전체적으로는 4주를 기준으로 8일 휴무(1주 2일 휴무)인 취업자는 5.7%에 불과하며, 52.8%는 4주에 4일 휴무이며, 11.2%는 4주에 4일 미만 휴무인 것으로 나타남.
- 휴일 현황을 공사 종류별로 보면 건축공사의 경우 4주 동안 8일 휴무인 사람은 2.8%에 불과하며, 59.8%가 4주에 4일 휴무이며, 13.7%는 4주 동안 휴무 일수가 4일 미만인 것으로 집계됨.
- 토목공사는 4주에 8일 휴무가 5.6%이며, 49%는 4주 4일 휴무이며, 4주에 4일 미만 휴무인 경우가 8.9%임.
- 건설공사 전체를 기준으로 하면, 64.0%가 4주당 4.6일 휴무인 것으로 집계되며, 건축공사의 경우에는 73.5%가 4주당 4.35일 휴무이며, 토목공사는 57.9%가 4주당 4.71일 휴무인 것으로 나타남.
- 이와 같이 볼 때 건축공사가 토목공사보다 휴무 일수가 짧은 것을 알 수 있음.

<그림 11> 일본 건설업의 휴일 현황



자료 : 국토교통성(2017.6), 전게서.

Ⅲ 일본 건설기술자 정책의 재구축 방향 및 주요 정책

1. 적정 시공 확보를 위한 기술자제도 재구축 목표

- 일본은 적정 시공 확보를 위한 기술자제도 재구축의 목표를 ‘국민’과 ‘건설기업’의 두 가지 관점에서 설정함.
 - 먼저, 국민 관점에서의 목표는 ‘양질의 건설 생산물 제공’과 ‘지역 수호자로서의 역할을 담당하는 건설기업의 존속’으로 설정함.
 - 건설기업 관점에서의 목표는 ‘기술자 개인의 능력 향상 및 계승’과 ‘생산성이 높은 시공 체제의 구축’으로 설정함.
- 이러한 목표 달성을 위한 주요 시책은 ① 적정한 시공의 확보, ② 생산성 향상, ③ 건설인력 확보에 두어짐.
 - ‘적정한 시공의 확보’는 점차 다양화·복잡화되어 가는 시공에 어떻게 적응할 것인가에 초점이 두어지며, ‘생산성 향상’은 기술력을 최대한 효율적으로 발휘하는 것을 통해 달성하고자 함. 마지막으로, ‘건설인력 확보’를 위해 청년들에게 매력적인 환경을 창출하는 것을 목표로 함.

2. 기술자제도 재구축을 위한 주요 정책

- 상기의 세 가지 주요 시책 구현을 위해 다음과 같은 다섯 가지 방향성을 설정함.
 - 첫째, 기술자의 지위 향상을 통해 우수한 능력을 보유한 기술자 육성, 둘째, 기술자의 역할 완수를 통한 적정한 시공 철저, 셋째, 기술자제도의 기본적 틀 재구축, 넷째, 젊은 나이부터 활약할 수 있는 기회 부여, 다섯째, 작업 방식(직장 환경)의 개선 추진
 - 이하에서는 이러한 방향성에 따른 구체적인 정책을 살펴보고자 함.

(1) 우수한 능력을 보유한 기술자 육성

- 향후 신축보다는 리모델링 공사의 증가로 수선공사 등 시공 상의 불확정 요소가 증가할 것으로 예상됨에 따라 최소한도의 공사 품질 확보뿐만 아니라 품질 향상이 중요한 이슈로 부상할 전망이다.

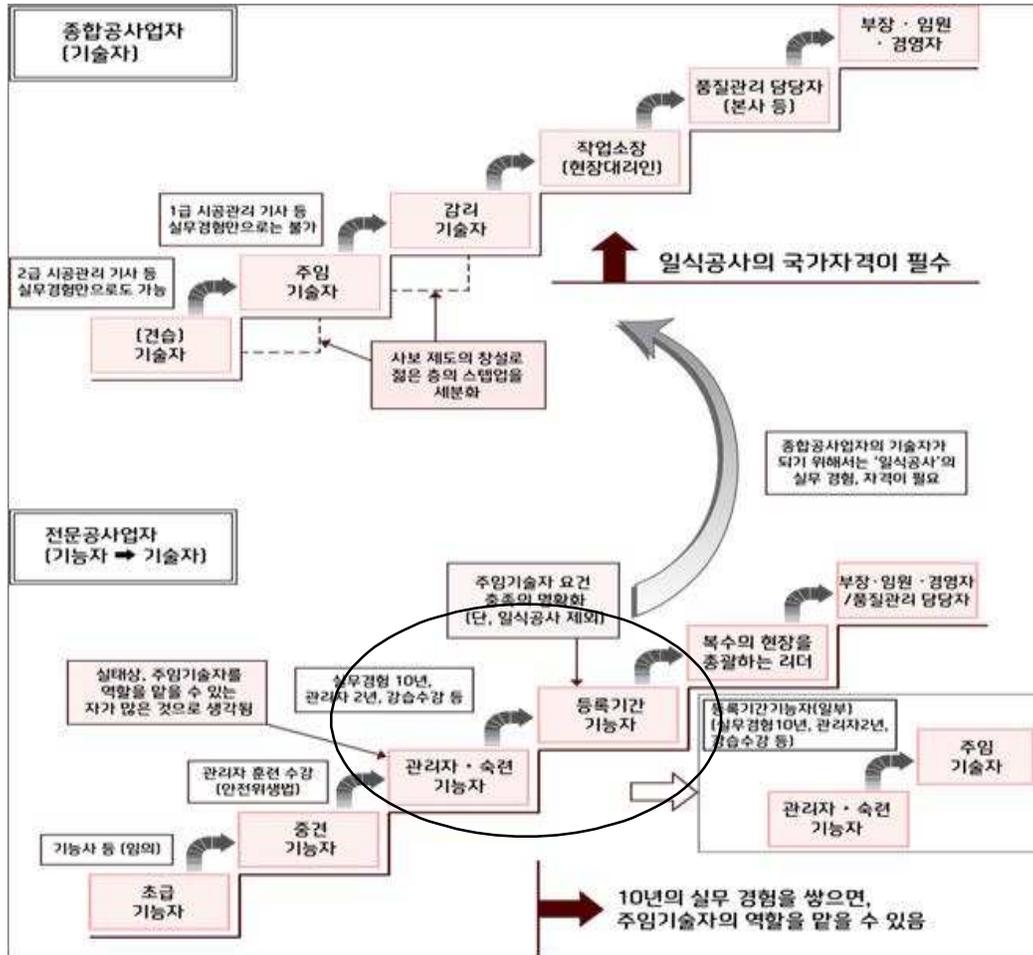
- 공사의 품질 향상을 실현하기 위해서는 기술자의 기술력 평가와 기술력 향상이 중요한 과제로 대두됨.
- 따라서 기술자의 지위 향상과 연계하여 우수한 능력을 보유한 기술자를 육성하고자 함. 이를 위한 구체적인 대안은 다음과 같음.
- 첫째, 신뢰성·전문성이 높은 자격 보유자의 배출과 현장 배치를 추진함. 이를 위해 현재 국가 자격이 없는 공사의 경우 국가 자격을 신설하며, 민간 자격으로서 ‘등록기간기능자(登録基幹技能者)’를 주임기술자로 인정하는 방안을 추진함.
 - 감리기술자와 주임기술자에 대해서 공적 자격을 보유한 기술자의 배치를 추진하고, 국가 자격이 없는 업종에 대해 국가 자격을 신설함. 구체적으로는 전기통신공사⁷⁾에 있어서 시공관리기술검정을 창설하고자 함.
 - 주임기술자 요건과 관련하여 민간 자격으로서 ‘등록기간기능자’를 토목일식(土木一式) 공사를 제외한 각 전문업종의 주임기술자로 인정함. ‘등록기간기능자’란 숙달된 작업 능력, 풍부한 경험, 관리(management) 능력을 겸비하고 전문공사업단체의 자격 인정을 받은 기능자로 일정 기간의 교육을 이수해야 함.
 - 구체적인 수감 요건으로는 ① 기간(基幹)적인 역할을 담당하는 직종에서 10년 이상의 실무 경험을 보유하고 있으며, ② 3년 이상의 직장(職長) 경험이 있고, ③ 교육 실시기관이 정하는 자격(최상급 기능자 자격 등)을 보유하고 있어야 함.
 - 일본의 등록기간기능자는 지속적으로 증가하여 2016년 3월 말 현재 총 33개 직종(43개 기관)에서 5만 1,660명인 것으로 집계됨. 단, 등록기간기능자의 자격은 매 5년마다 갱신하도록 하고 있음.
 - 현재 제도의 확대에 따라 공공 발주시 종합 평가에서 가점을 주고⁸⁾, 원도급기업에게 수당을 지급하는 등⁹⁾의 노력이 확대되고 있음.

7) 일본은 ‘전기통신공사’가 건설업에 속해 있으나 우리나라는 ‘전기공사’와 ‘정보통신공사’로 구분되어 각기 「전기공사업법」과 「정보통신공사업법」에 의거하여 건설업과 분리되어 별개의 공사로 수행되고 있음.

8) 등록기간기능자의 공공공사 종합평가방식에 의한 평가 활용은 국토교통성에서는 전국 지방정비국 등에 도입되었으며, 도도부현에서는 2015년 기준으로 15개 도도부현에 도입됨(일본 국토교통성(2017), 전게서 참조).

9) 일건연(日建連)에서는 ‘우수기능자인정제도’를 도입하고, 우수한 직장(職長)에게는 수당을 지급하고 있음. 동 제도를 도입하고 있는 27개사 중 등록기간기능자를 인정기준으로 하는 원도급기업은 20개사임(일본 국토교통성(2017), 전게서 참조).

<그림 12> 일본 기술자·기능자의 커리어 업(carrier-up) 모델



자료 : 국토교통성(2017.6), 전게서.

❖ 둘째, 시공 기술 등의 진전에 대응하기 위하여 기술자의 능력 향상을 추진함. 이를 위해 지속적인 기술 연구가 이루어지는 구조를 만들어 나가고자 함. 특히, 계속 교육 (Continuing Professional Development, 이하 CPD)의 활용 강화 방안을 검토함.

- 기술자들의 국가자격제도를 기반으로 하는 일본은 2000년 기술자의 자질 향상을 위해 「기술사법」을 개정하면서 ‘기술자 자질 향상의 책무’로서 ‘기술자는 항상 그 업무에 관하여 보유하고 있는 지식 및 기능의 수준을 향상시키고, 그 자질을 향상시킬 수 있도록 해야만 한다’라는 조항을 추가하여 CPD를 법적으로 의무화하는 등 건설기술자 교육훈련을 강화함.
- 이에 따라 모든 기술사는 3년에 150 CPD시간, 즉 연평균 50 CPD시간을 목표로 수행해야 함.
- CDP의 실시 형태로는 강습회·연수회·강연회·심포지엄·견학회 등 참가, 논문이나 보고서 등의 구두 발표 및 게재 등, 기업 내 연수·연수회·강습회 등의 강사 및 수습기술자 지도, 업무의 기술

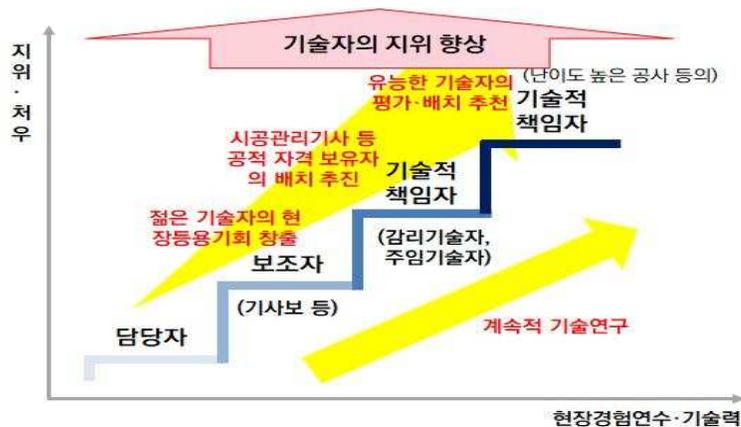
적인 평가(표창, 특허 등), 공적 기술자격 취득, 공적 기관의 위원회 활동, 연구개발 기술 업무에의 참가 및 협력, 기술 도서 집필, 그리고 기술자 CPD와 동일하다고 판단되는 자기 학습 등이 광범위하게 포함됨.¹⁰⁾

셋째, 보다 우수한 능력을 보유한 기술자가 제대로 평가받을 수 있는 환경을 정비함.

- 난이도가 높은 공사 등에 유능한 기술자의 배치를 추천하고, 공사 입찰시 유능한 기술자가 있는 기업을 평가해 선정되도록 환경을 정비함.
- 이를 위해 기술자 개인의 실적 등을 가시화하는 방안을 검토함.¹¹⁾

이러한 시책을 통하여 기술자의 현장 경험 연수와 기술력이 건설기술자의 지위 및 처우와 연계가 강화될 수 있는 체제를 구축하고자 함(〈그림 13〉 참조).

〈그림 13〉 우수한 기술자 육성과 기술자 지위 향상과의 연계



자료 : 국토교통성(2017.6), “적정한 시공확보를 위한 기술자제도 검토회 정리 개요”.

(2) 기술자 역할¹²⁾ 완수를 통한 적정한 시공 철저

건설공사에서 심각한 부정행위가 계속적으로 발생함에 따라 기술자의 역할을 완수하여 적정한 시공이 이루어지도록 법적으로 규정된 확인 행위를 충실히 하고자 함.

10) 공인사단법인 일본기술사회(www.engineer.or.jp), 2017.4.1일 개정.
 11) 이와 관련된 내용은 후술하는 두 번째 시책인 ‘적정한 시공의 철저’에서 구체적으로 살펴보고자 함.
 12) 원도급 감리기술자의 역할로는 도급받은 건설공사 전체의 총괄적 시공관리를 들고 있으며, 하도급 주입기술자의 역할로는 하도급 받은 범위 내의 건설공사 시공관리를 주역할로 언급하고 있음. 구체적으로는 시공 계획의 작성, 공정관리, 품질관리, 기술적 지도를 구분함[일본 국토교통성(2017.6), 전계서, P.133, “원도급 감리기술자 등과 하도급 주입기술자의 직무 명확화” 참조].

- 건설 생산구조가 중층화되어 건설 생산과정에 다양한 업체들이 참여하고, 결과적으로 중층 하도급 구조가 가속됨에 따라 각 기업 기술자의 책임 부담이 불명확하게 됨.
- 2013~15년까지 「건설업법」에 근거한 감독 처분 현황을 보면, <표 1>에서 보는 바와 같이 건설기술자의 배치와 관련되어 시정지시와 영업정지를 받는 사례가 빈번히 발생한 것으로 나타남.
- 더욱이 2016~17년에 들어서는 기술자의 위반이 원인이 되어 부실 시공이 발생한 사례도 증가함. 전술한 2015년 발생한 요코하마시 츠즈끼구 아파트 기초 말뚝공사 시공 불량¹³⁾의 경우 1차 하도급기업 및 2차 하도급기업 모두 현장에 전임하는 주임기술자를 배치하지 않은 것이 부실 시공의 중요한 원인 중의 하나로 지적되었으며, 2016년 발생한 지반개량공사 시공 불량¹⁴⁾의 경우 현장 기술자 등에 의한 시공관리 데이터의 변조 및 허위 보고가 부실의 요인으로 지적됨.
- 이와 같이 기술자 개인의 부정행위가 확인되는 사례가 발생하여도 일본의 현행 제도에서는 기술자 개인을 처분할 규정이 마련되어 있지 않음.

<표 1> 「건설업법」에 근거한 감독 처분(2013~15)

구분	2013년			2014년			2015년		
	시정 지시	영업 정지	허가 취소	시정 지시	영업 정지	허가 취소	시정 지시	영업 정지	허가 취소
처분 건수	65	67	47	88	52	56	58	40	39
기술자 배치 관련	15	12	-	28	9	-	18	10	-

자료 : 국토교통성(2017.6), 전계서.

이러한 현상을 개선하기 위한 대책으로, 건설현장에 적정한 능력을 보유한 기술자의 배치를 철저히 함. 이를 위해 기술자자격 확인제도의 대상을 확대함.

- 현재 일본의 건설기술자 제도에서 규정하고 있는 시공 체제(배치 기술자의 자격 요건 및 전임 상황 등)의 확인 상황은 <표 2>에서 보는 바와 같음.
- 공공공사시 다른 공공공사 감리기술자와의 겸임 여부 확인은 건설업기술자센터의 ‘발주자 지원 데이터베이스 시스템(JCIS)’에 의해 확인이 가능함.
- 그러나 현재 JCIS¹³⁾에서 제공되는 기술자 관련 정보는 감리기술자 정보(개별 감리기술자가 보유한 자격의 종류 등) 및 기술검정 합격자 정보(관계 법령에 기록된 국가 자격을 가진 기술자 정보)로 제한됨. 따라서 주임기술자와 인정 자격증을 보유하지 않은 기술자(학·경력 기술자)는 관리되지 않고 있음.

13) 현재 JCIS에서는 기술자에 관한 정보, 건설회사에 관한 정보(경영사항 심사 정보, 건설업 허가 정보), 공사에 관한 정보(=CORINS 정보)(공공공사 내용, 시공한 회사, 종사한 기술자 등), 전임제 확인 정보(감리기술자 중복 종사, 공사에 관한 자격 적정, 소속 회사 확인)를 제공함(JACIC-CE협의회, <http://jacic-ce.cezaidan.or.jp>).

〈표 2〉 기술자제도에서 규정하고 있는 배치 기술자의 자격 요건 및 전임 상황 등의 확인 상황

구분	공공공사	민간공사
원도급의 감리기술자 등	<ul style="list-style-type: none"> ○ 「入契法(공공공사의 입찰 및 계약의 적정화촉진에 관한 법률)」에 의해 발주자의 '시공체제 점검의무'를 규정 · 자격 요건은 감리기술자 자격자증에 의해 확인 · 전임 상황은 공공공사간의 겸업 유무는 확인 가능(※민간공사, 영업소 전임기술자와의 중복은 체크할 수 없음) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 발주자에 의한 확인 등의 의무 없음. ○ 자격 요건과 전임 상황을 쉽게 확인할 수 있는 구조로 되어 있지 않음.
하도급의 주임기술자	<ul style="list-style-type: none"> ○ 「入契法(공공공사의 입찰 및 계약의 적정화촉진에 관한 법률)」에 의해 발주자의 '시공체제 점검의무'를 규정 · 배치 요건은 시공체제대상 등에 의하여 확인 · 전임 상황은 개별 현장에 대한 확인은 가능하나, 타 공사와의 겸업에 대한 확인은 곤란 ○ 원도급은 하도급에 대한 지도 노력 의무가 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 발주자에 의한 확인 등의 의무 없음. ○ 원도급은 하도급에 대한 지도 노력 의무가 있음.

자료 : 국토교통성(2017.6), 전계서.

■ 향후 원도급기업의 감리기술자에서 원도급기업의 주임기술자까지 확인 대상을 확대하고, 특히 인정자격을 보유하지 않은 기술자와 「건설업법」 외에 타 법령에 의하여 규정되는 유자격자(기술사, 건축사, 기능검정 등)도 「건설업법」에 의한 확인 대상이 되도록 함(〈그림 14〉 참조).

- 기술자 배치 등에 관한 체크 시스템을 엄격히 운용하고, 타 데이터 시스템과의 융합 등을 통해 내용을 충실히 함.
- 이를 통해 부정행위에 의한 시공 불량 사안을 근절함. 즉, 악질적인 부정행위에 대해서 경영자와 기술자의 책임 분담에 입각한 페널티를 부여하며, 기술자의 윤리의식을 고취시킴.

〈그림 14〉 기술자확인제도 이미지



자료 : 국토교통성(2017.6), 전거서.

❖ 공법의 변화에 따라 실질적으로 시공에 참여하지 않는 기업인 제조업체 및 상사 등이 시공체제상에 참여하는 비중이 확대되는바, 이를 시공체제에서 배제함으로써 건설기업 이외의 주체 역할을 명확히 하고자 함.

- 현재 일본의 시공체제상에는 공장 제품과 자재 등의 판매를 담당하는 상사와 대리점 등 공사의 시공 관리를 행하지 않는 기업이 존재함. 이는 시공에 관한 역할 및 책임의 불명확화(원활한 연락 및 정보 제공에 지장, 공사의 품질 저하) 등을 초래함.
- 따라서 실질적으로 시공에 종사하지 않는 기업, 즉 기술자를 배치하지 않는 제조업체와 상사 등을 도급계약에서 제외하고, 불필요한 중층화의 해결을 도모해 일괄 하도급 금지에 관한 법령 준수 지도를 철저히 함.

❖ 또한, 공장 제품의 품질 확보를 위하여 제조업자에 대한 행정 관여가 가능하도록 제도를 개선함.

- 건설 생산물의 고도화·다양화 및 공사 작업의 효율화, 그리고 공기 단축의 관점에서 건설 생산에 관한 공장 제품의 비중이 증가하고 현장 시공의 비중이 감소하면서 공장 제품의 품질이 현장의 적정 시공에 큰 영향을 미치고 있음.
- 건설기업 이외의 공장에서 가공·조립·제조하는 공장 제품에 대해서는 「건설업법」의 규정이 적용되지 않아 공장 제품에 기인한 건설 생산물 문제가 발생하는 경우, 해당 공장 제품의 생산 기업에 대해 건설 행정으로 아무런 지도 감독이나 벌금을 부과할 수 없는 상황임.
- 따라서 공장 제품의 품질 확보를 도모하기 위해 공장 제품의 품질관리 방법의 일환으로 명백한 부정 행위를 한 경우 공장 제품을 생산하는 기업에 대해 일정한 정도로 관여할 수 있는 제도의 신설을 검토함.

(3) 기술자제도의 기본적 틀 재구축

- 건설 생산시스템이 크게 변화하는 가운데, 특히 하도급기업과 관련하여 현실과 제도 간의 괴리가 발생함.

 - 중층 하도급이 이루어지는 현실에서 1차 하도급업체가 참여하지 않는 경우가 빈번히 발생하고 있으며, 협의 등이 제도의 취지와는 다르게 운용되고 있는 현상이 곳곳에서 발생함.
 - 작업만을 행하는 말단 하도급기업을 포함한 모든 기업에서 주임기술자 배치 등 제도에 맞추기 위해 비생산적인 노력이 이루어지고 있다는 의견이 노정됨.

- 원도급기업과 하도급기업의 구분에 따른 기술자 배치제도를 정리하고 각각의 역할을 명확히 함.

 - ‘발주자와 원도급기업’, ‘원도급기업과 하도급기업’ 등의 관계를 구분해서 기술자제도를 정리할 필요가 있음.
 - 즉, 원도급기업의 주임기술자와 하도급기업의 주임기술자를 명확하게 구분함. 이를 위해 각각의 역할에 입각한 자격 요건을 재검토하고자 함.

- 원도급기업·하도급기업 시공체제에 새로운 프레임 워크를 도입함. 즉, 감리기술자, 주임기술자뿐만 아니라 현장 공사에 종사하는 사람(현장대리인, 직장(職長) 등)의 역할, 위치 등을 명확히 함.

- 원도급기업의 새로운 시공체제 프레임 워크로, 기업 내의 ‘팀’을 통해 시공을 지원하는 환경을 조성하고자 함.

 - 난이도가 낮은 공사 등에 있어서는 본사 등의 지원을 받는 것을 전제로 젊은 감리기술자의 배치를 권장하며, 감리기술자 밑의 보조기술자의 실적 등도 평가함.
 - 난이도가 높은 공사 등에 있어서는 특히 유능한 기술자를 감리기술자로 배치하는 것을 권장함. 이를 위해 기술자의 실적 등이 가시화될 수 있는 구조를 검토함.

〈그림 15〉 원도급기업의 ‘팀’ 기반의 새로운 시공체제

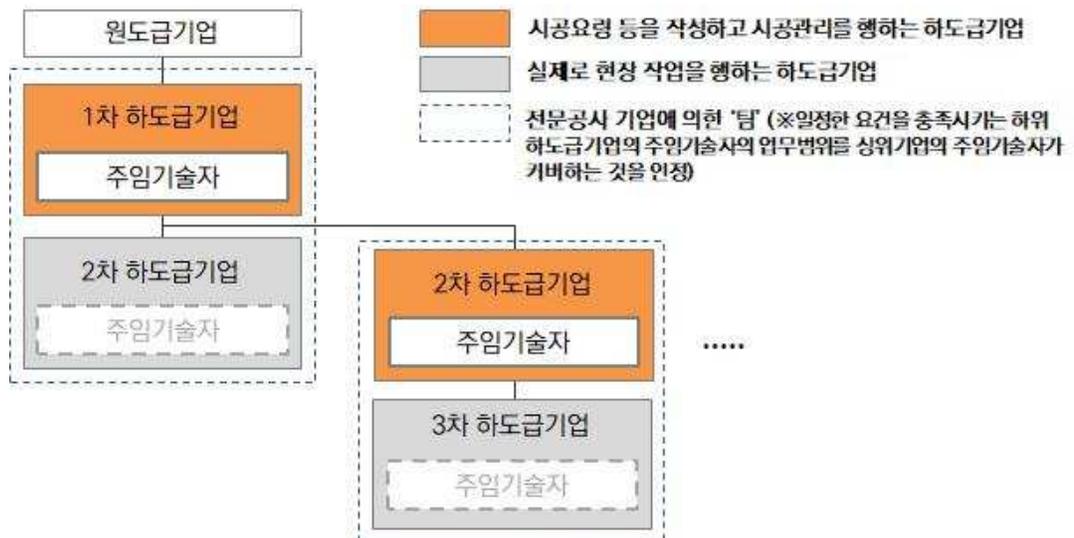


주: → 는 본사의 품질관리부문, 베테랑 기술자 등으로부터 현장 감리기술자로의 지원을 의미.

하도급기업의 새로운 시공체제 프레임 워크로는 복수 전문공사기업에 의한 ‘팀’을 전제로 한 제도를 구축하고자 함.

- 주임기술자 배치에 있어서 ‘팀 단위’라는 개념을 도입함.
- 일정한 조건을 만족시키는 하위 하도급기업의 주임기술자에 대해 상위 기업의 주임기술자가 그 업무 범위를 커버하는 것을 인정하는 예외 규정의 신설을 검토함(추후 「노동법」 등 상세히 검토).

〈그림 16〉 하도급기업의 ‘팀’ 기반의 새로운 시공체제



(4) 청년층이 활약할 수 있는 기회 부여

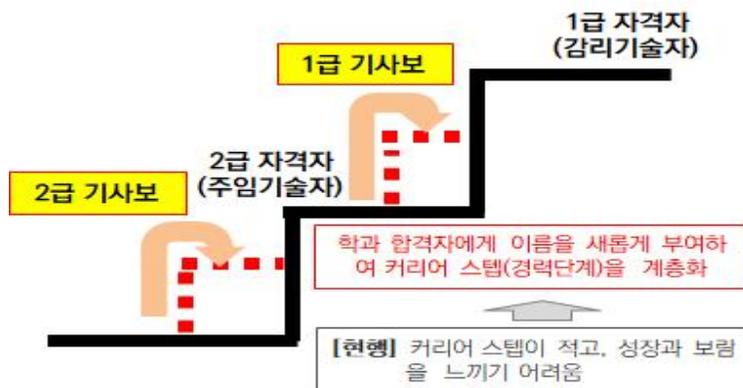
■ 일본은 건설산업 인력의 고령화가 진전되고 취업자가 감소하며 청년층 인력의 이직률이 높아짐에 따라, 일하는 방식의 개혁 및 전략적 홍보와 병행하여 취업에 인센티브로 작용하는 자격 취득을 독려하기 위해 기술검정제도를 개혁하고자 함.

- 기술검정제도 개혁의 방향으로는 자격의 조기 취득이 가능하도록 기회를 확대하고자 함.
- 특히 타 업종으로부터의 전직, 보통고등학교로부터의 입직(入職) 등이 증가하고 있는 상황에서 수험 자격을 획득하기까지 기간이 너무 길다는 요구가 있음. 따라서 수험 기회를 확대하기 위해서 시험을 연 2회로 늘리고 1급 학과시험 응시를 조기화함.
- ‘기사보’제도의 창설과 병행하여 실기시험의 응시를 위한 학과시험 면제 횟수를 늘림.
- 현장에서 실무 학습을 할 수 있는 기회를 확보하기가 어려워지고 있는 현상을 반영하여 직업훈련을 실무 경험 연수에 산입함.

■ 청년층 인력의 건설업 취업을 독려하기 위하여 ‘기사보’제도를 창설해 경력 단계를 가시화·계층화함으로써 젊은 기술자의 현장 등용 기회를 창출함.

- 1~2급 검정시험의 학과시험 합격자에 대하여 1~2급 ‘기사보’ 명칭을 부여하고, 인정 기준을 만족시키는 훈련 수강자에 대해 시험 응시 시 필요로 하는 경험 연수를 완화함.
- 또한, 2급 시공관리기사를 취득한 1급 시공관리기사보 취득자에 대하여 감리기술자의 보조로서의 위치를 부여하고, 실적 평가 등의 방법을 도입함.
- 이를 통해 현재 ‘2급 자격자 = 주임기술자, 1급 자격자 = 감리기술자’의 2단계로 되어 있는 건설기술자 커리어 시스템을 ‘2급 기사보 - 2급 자격자(주임기술자) - 1급 기사보 - 1급 자격자(감리기술자)’의 4단계로 구성하고자 함.

〈그림 17〉 향후 목표로 하는 건설기술자 커리어 이미지



주 : 적색은 재검토 내용임.

(5) 작업 방식의 개혁(직장 환경의 개선 등) 추진

■ 제출 서류의 간소화를 통해 시공관리에 종사하는 기술자의 업무를 개선함.

- 원도급의 감리기술자 등 특정 기술자에게 업무가 집중되는 경향이 있음. 그 요인으로 서류 작성 업무를 지적하는 목소리가 높음. 따라서 한정된 기술자의 효과적인 활용을 요구하는 목소리가 높음.
- 보조기술자의 배치, 본사에 의한 지원 등 감리기술자가 담당하는 업무를 원도급기업 전체에서 지원 가능한 환경을 정비함.
- 장시간 노동 요인의 하나인 공사 관계 서류 등에 대하여 ICT의 활용 등으로 작성 업무를 경감하고 간소화함(감리기술자 자격자증 정보의 활용 등).
- 정보 제공 시스템(ASP)의 활용을 통해 데이터의 신속한 확인이 가능하도록 함(감독 직원은 시공자가 입력한 시공 관련 데이터를 ASP를 통해 확인함).

■ 현장배치 기술자의 배치 기간 및 중도 교체 사유의 명확화를 통해 기술자의 효율적인 활용을 촉진함.

- 이를 위해 기술자의 도중 교대, 영업소 전임기술자 본연의 자세¹⁴⁾, 기업집단에 관한 기술자의 유효 활용 방안을 검토함.
- 공사 기간 중 전임기술자의 배치가 필요한 기간을 명확화하는 한편, 감리기술자 등의 중도 교체가 가능한 사유를 명확화함. 즉, 공사 준비 기간 등 반드시 현장 기술자의 전임이 필요하지 않은 기간을 구체화하는 한편, 일과 생활의 균형을 요구하는 청년층 인력의 요구를 반영하여 현장배치 기술자의 교체 사유를 확대함.

14) 전술한 「기술자 역할 완수를 통한 적정한 시공 철저」 참조[일본 국토교통성(2017.6), 전계서, P.133, “원도급 감리기술자 등과 하도급 주임기술자의 직무 명확화”].

IV 우리나라 건설인력 정책에 주는 시사점

1. 한·일 건설산업 환경 및 기술자제도의 유사점과 차이점

■ 앞서 살펴본 일본의 기술자 정책 재구축 배경에서 나타난 최근 일본 건설산업의 동향은 현재 우리나라 건설산업이 당면한 상황과 매우 유사함.

■ 최근 ① 건설인력의 고령화와 현장 인력 부족, ② 4차 산업혁명에 따른 기술의 융복합화와 생산성 제고 과제의 부상, ③ ‘워라벨(work & life balance)’과 근로시간 단축 등이 우리나라 건설산업의 핵심 이슈로 부상하고 있음.

- 한국건설기술인협회에 등록된 전체 건설기술자 수는 2011년 66만 2,609명에서 2017년 12월 80만 2,117명으로 21.1% 증가하였음. 그러나, 30세 이하 청년층 기술자의 비중은 9.2%(2011년)에서 3.9%(2016년)로 큰 폭으로 감소했음. 특히, 50세 이상 중장년층 기술자의 증가세가 뚜렷하여 20.6%(2011년)에서 31.4%(2016년)로 증가함.¹⁵⁾
- 건설 기능인력의 고령화 역시 매우 심각한 수준임. 건설근로자공제회 자료에 따르면 2012년 368만 4,083명(누적 기준)에서 2016년 484만 6,319명으로 4년 간 31.5% 증가하였음. 30세 이하 청년층 인력의 비중은 2012년 27.1%에서 2016년 25.1%로 감소하였으며, 50대 이상 중장년층 인력의 비중은 2012년 46.9%에서 2016년 52.8%로 증가함.
- 4차 산업혁명에 따른 건설기술의 융복합화가 진전되면서 건설 생산성의 제고가 핵심 이슈로 등장함. 국토교통부는 ‘제6차 건설기술진흥기본계획(2018~22)’에서 스마트 건설기술을 통한 현장 생산성 40% 향상을 목표로 설정하고 건설현장에 ICT 도입을 가속하고자 함.
- 한편, 2013년부터 지난 5년 간 논의되어 왔던 근로시간 단축을 위한 「근로기준법」 개정안이 통과됨에 따라 300인 이상 사업장은 2018년 7월 17일부터, 50~299인 이하 사업장은 2020년 1월 1일부터 최대 법정근로시간이 주당 7일 68시간(5일×8시간=40시간) + (초과근로시간 12시간) + (휴일 근로시간 16시간)이던 것에서 주당 7일 52시간으로 단축됨.

■ 이처럼 일본의 건설산업이 당면한 상황과 유사한 현재의 국내 건설산업 현황은 건설 기술자 정책의 새로운 방향 모색이 필요함을 시사함.

■ 다만, 현재 우리 건설기술자 제도는 일본과 달리 국가 자격뿐만 아니라 자격, 경력 및

15) 이에 대한 보다 자세한 내용은 김민형(2017), 「건설기술자 수급 실태 및 수급 영향요인 분석과 정책 과제」, 한국건설산업연구원 연구원 내용을 참조하기 바람.

학력을 종합한 역량지수(Index of Construction Engineer's Competency, ICEC)를 활용하여 이미 4등급(초급, 중급, 고급, 특급)의 기술자 체계를 구축하여 건설업의 등록 및 현장배치 기준에 적용하고 있음.

- 일정 규모 이상의 공사에는 무조건 1급 국가자격자인 감리기술자를 배치해야 하는 일본과 달리 우리나라에서는 공사 예정금액 규모별로 각종 현장배치 기술자의 등급을 달리하여 배치하고 있음.
- 이와 같이 우리나라는 일본과 달리 기본적으로 공사의 난이도에 따라 현장배치 기술자의 등급이나 자격에 차이를 둬으로써 건설기술자 활용에 있어서 이미 4등급 체계를 고려함.

❖ 이러한 전제 하에 이하에서는 ① 매력적인 작업 환경의 조성, ② 우수 인력 확보, ③ 건설 생산 방식 변화에 따른 시공 품질 확보라는 세 가지 측면에서 국내 건설산업의 환경을 고려한 정책적 시사점을 검토하고자 함.

2. 건설산업 환경 변화에 따른 정책적 제언

□ 매력적인 작업 환경의 조성

❖ 향후 4차 산업혁명 시대에 건설산업을 이끌어 나갈 인력은 1980년대 초(1980~82)부터 2000년대 초(2000~04)에 걸쳐 태어난 밀레니얼(Millennials) 세대¹⁶⁾임. 이들은 ‘의미 있는 일’을 중시했던 기성세대와는 달리 ‘워라밸(work & life balance)’을 가장 중요시하는 것으로 조사됨.¹⁷⁾

- 켈리 글로벌 산업인력지표에 따르면 밀레니얼 세대의 51%는 안정적인 월급보다 자아 탐색 과정에서 행복을 느끼며, 직장생활에서 ‘워라밸’을 가장 중요시한다고 응답함.
- 휴렛팩커드는 2020년까지 밀레니얼 세대가 경제활동인구의 50%를 차지하리라 전망하고 있음.

❖ 따라서 밀레니얼 세대의 건설업 진입을 촉진하기 위해서는 건설현장도 ‘워라밸’을 구현할 수 있도록 개선할 필요가 있음.

16) 밀레니얼 세대라는 용어는 닐 하우(Neil Howe)와 윌리엄 스트라우스(William Strauss)가 1991년 출간한 『세대들, 미국 미래의 역사(Generations: The History of America's Future)』에서 처음 사용함. 이들은 기술이 급속도로 발달한 사회에서 태어난 첫 세대로, 어린 시절부터 인터넷을 사용하여 IT에 능통함. 태어날 때부터 디지털 기기에 둘러싸여 자라왔으며 디지털 언어를 자유자재로 사용할 수 있다는 점에서 ‘디지털 네이티브(Digital Native)’라 불리기도 함. 우리나라의 경우 이전의 어느 세대보다 대학 진학률이 월등히 높아 단군 이래 최고 스펙을 가진 세대로 평가되기도 함(서동제, “밀레니얼 세대와 함께 일하기”).

17) HRD KOREA 2018(2018.3.21), 인사(교육) 담당자 120명 대상 조사 결과 참조.

- 구체적으로는 ① 현장배치 기술자 교체 조건의 명확화 및 워라벨을 고려한 교체 사유 인정, ② 휴일 확보 등 근로조건 개선을 위한 적정 공기 및 공사비 보장, ③ ICT 도입을 통한 업무 프로세스 개선으로 중복 보고 업무 개선 및 불필요한 행정 서류 간소화가 요망됨.
- 첫째, 현장배치 기술자 교체 조건을 명확화하며, 워라벨을 고려한 교체 사유(일본의 예와 같이 출산, 육아, 간호 등)도 인정하는 방안을 검토할 필요가 있음.
 - 현재 「건설산업기본법」 제40조 제2항 및 제3항에 따르면, 제40조 제1항에 따라 건설현장에 배치된 기술자는 발주자의 승낙이 없으면 ‘정당한 사유’ 없이 건설공사 현장을 이탈하여서는 안 됨(제2항).
 - 또한, 발주자는 제1항에 따라 건설공사 현장에 배치된 건설기술자가 ‘신체 허약 등’의 이유로 업무를 수행할 능력이 없다고 인정하는 경우에는 수급인에게 건설기술자를 교체할 것을 요청할 수 있다고 규정함(제3항).
 - 그러나 시행령이나 시행규칙 어디에도 ‘정당한 사유’에 대한 구체적인 사항이 명시되어 있지 않으며, 발주자에 의한 교체 사유도 ‘신체 허약’으로 불명확함.
 - 특히, 다년간 실시되는 대규모 토목공사에 있어서 교체가 불가피한 경우가 발생함에도 ‘정당한 사유’에 대한 해석의 차이에 따라 교체가 발주자의 승낙 여부에 좌우됨으로써 교체가 불가능한 상황이 발생할 가능성이 높음.
 - 이러한 상황은 결국 주도적인 직장생활을 저해하는 요인으로 작용하여 밀레니얼 세대의 특징을 가지는 청년층 인력의 건설업 진입을 저해하는 요인으로 작용함.
 - 일본의 경우 기존 「감리기술자 운영 매뉴얼」에서 하나의 공사가 다년에 이르는 경우 기존에 제시된 감리기술자 교체 사유인 ‘사망, 부상 또는 질병, 퇴직 등 부득이한 경우’에서 나아가 최근 ‘출산, 육아, 간호 등’의 사유까지 포함시키는 것으로 개선함.
- 둘째, 타 산업과 동일한 수준의 휴일이 확보되도록 하는 제도 개선이 필요함. 이를 위해서는 적정한 공기와 공사비 보장을 위한 제도 개선이 선제적으로 이루어져야 함.
 - 근로시간 단축과 관련하여 정부가 발표한 자료에 따르면 2016년을 기준으로 우리나라의 취업자 노동시간은 2,069시간으로 OECD 회원국 중 멕시코의 2,255시간에 이어 두 번째로 길고, OECD 회원국 평균인 1,763시간보다 306시간이 더 많은 것으로 나타남.
 - 특히, 건설현장의 경우 타 업종에 비해 이른 시간에 작업에 착수하고 휴일 동안에도 작업을 계속하는 경우가 빈번함.
 - 이와 같은 상황에서 타 업종과 비교하여 균형 잡힌 휴일의 확보는 워라벨을 추구하는 청년층 인력의 진입을 위한 전제 조건이 될 것임.

- 그러나 이 경우 공기 연장이 불가피한데, '공기 연장 = 원가 상승'으로 이어지는 상황에서 적정 공기 확보와 적정공사비 보장이 되지 않는 근로시간 단축은 기업의 부담을 증가시키고, 결국 이러한 리스크는 생산체계의 하위 단계로 전가될 가능성이 높음.
- 따라서 휴일의 보장을 위해서는 현장 여건 개선과 동시에 적정 공기 및 공사비를 확보할 수 있는 제도 개선이 선제적으로 이루어져야 할 것임.

❖ 셋째, ICT 도입을 통한 업무 프로세스 개선으로 관련 법령에 따른 중복 보고 요구 등에 따라 발생하는 불필요한 행정 업무를 축소함으로써 기술자 본원적 업무에 대한 몰입도를 제고해야 할 것임.

- 현재 시공능력평가, 건설산업지식정보시스템(KISCON)의 건설공사 정보시스템을 위한 건설공사대장 신고, 건설기술자 경력 신고 등을 위해 기업은 건설기술자와 관련된 동일한 자료를 중복해서 신고하도록 요구받고 있음. 이러한 중복 자료 제출 요구는 건설기술자들의 불필요한 행정 업무를 증가시키는 원인으로 작용함.
- 건설기술자들의 업무 경감을 위해 관련 현재 각 관련 협·단체에서 운영하고 있는 DB의 통합을 통해 중복 제출을 요구하는 자료를 최대한 감소시킬 필요가 있음. 대표적으로 KISCON, 시공능력평가 DB, 국내외 건설기술자 경력관리 관련 DB 등의 네트워크 구축을 통해 중복 제출 요구 서류를 최소화하여야 할 것임.

□ 우수 인력의 확보

(1) 국가기술자격 시험제도의 개선

❖ 4년제 대학교의 토목 및 건축 관련 학과 학생들의 국가기술자격증 취득률은 지속적으로 하락하여 전체 졸업생의 10% 내외에 불과하며, 국가기술자격의 최고 수준인 기술사는 전체 건설기술자의 3.5% 내외에 불과함.

- 2017년을 기준으로 건축 관련 학과 졸업생 7,668명 중 국가자격 취득자는 669명으로 취득률은 8.7%이며, 토목 및 도시 관련 학과의 경우 졸업생 6,467명 중 국가자격 취득자는 761명으로 11.8%인 것으로 집계됨.¹⁸⁾
- 한편, 기술사의 연 배출 인원은 600명 내외이며, 2016년 10월 기준으로 건설 관련 기술사 총 수는 2만 7,915명으로 전체 건설기술자의 3.6% 수준임.

18) 건축 관련 학과에는 건축설비공학, 건축학, 조경학이 포함되며, 토목·도시 관련 학과에는 토목공학, 도시공학이 포함됨[교육통계서비스(<http://kess.kedi.re.kr/index>)].

- 특히, 기술사의 합격률을 일본의 기술사나 미국의 PE(Professional Engineer)와 비교해보면, 미국은 60% 수준이고 이보다 합격률이 낮아 취득이 어렵다는 일본도 18.3% 수준인 반면, 우리나라의 기술사는 5~8% 수준에 불과한 것으로 조사됨.¹⁹⁾

■ ICEC 도입에 따라 건설기술자의 자격, 학력 및 경력이 통합되었음에도 불구하고 자격이 등급에 미치는 영향은 절대적임.

- 현 ICEC 산출 산식에 의하면 국가기술자격이 40%로 경력과 동일한 비중으로 반영되고 있음. 따라서 기존의 학·경력 기술자 인정에 따라 특급을 부여받은 기술자를 제외한 순수 학·경력자의 경우 자격 점수에서 무자격의 점수를 취득함으로써 최상위 등급인 특급에 진입할 수 없음.²⁰⁾

■ 이 같은 상황에서 건설기술자들의 취업 현황을 보면, 자격과 등급 수준이 취업에 직접적으로 영향을 미치는 것으로 나타남. 이렇게 볼 때 지나치게 낮은 국가기술자격 취득률은 청년층 인력의 건설업 진입을 저해하는 요인으로 작용함.

- 최근 수년간 건설기술자들의 등급별, 자격별 취업 현황을 보면, <표 3>에서 보는 바와 같이 등급과 자격이 높을수록 취업률이 높은 것으로 나타남.
- 등급별로는 특급이 85% 내외로 가장 높고 다음으로 고급 > 중급 > 초급의 순이었음. 자격별로는 최근 다소 낮아지기는 하였으나, 기술사의 취업률이 80%대 후반으로 가장 높고, 다음으로 기사 > 산업기사 > 학·경력 기술자의 순으로 나타남.
- 이와 같이 볼 때 4년제 대학교 토목, 건축 관련 학과 학생들의 국가기술자격증 취득률이 지속적으로 하락하는 것은 취업에 부정적인 영향을 미치는 것이 자명함.
- 앞서 살펴본 바와 같이 일본은 최근 국가기술자격증 취득을 보다 용이하게 할 수 있는 제도 개선안 마련을 통해 청년층 인력의 건설업 진입을 독려하고자 함.

<표 3> 건설기술자 등급별 및 자격별 취업률 추이

구분	등급별 취업률				자격별 취업률			
	특급	고급	중급	초급	기술사	기사	산업기사	학·경력기술자
2011	84.4	83.7	76.7	62.6	90.4	74.5	73.0	70.9
2012	83.4	83.0	75.8	62.0	90.0	73.7	72.3	70.0
2013	82.5	82.5	74.7	61.4	89.8	73.0	71.6	69.2
2014	84.2	82.4	74.9	62.8	88.8	72.3	70.6	67.7
2015	84.5	82.1	75.1	63.2	88.8	72.5	70.6	67.2
2016.10	84.5	81.8	75.4	63.6	88.7	72.7	70.3	67.1

자료 : 김민형(2018.4), "건설산업 일자리 변화 전망", 토목학회 정책토론회 ; 원자료 : 한국건설기술인협회.

19) 미래창조과학부(2016.12), "제4차 기술사제도 발전 기본계획(2017~19)".

20) 이와 관련된 내용은 김민형 외(2011), 「건설기술자 분류체계 개선방안」, 국토해양부의 내용 중 ICE 활용에 따르는 장단점 및 예상 문제점 보완 방안의 내용을 참조하기 바람.

❖ **향후 청년층 인력의 건설산업 진입 촉진을 위해서는 국가기술자격증 취득을 위한 학력 및 경력 요건, 시험 내용의 적정성, 그리고 적정 합격률 등에 대한 재검토와 개선이 이루어져야 할 것임.**

- 구체적으로는 ① 공학 인정 프로그램을 수료한 경우 기사 또는 기술사 시험 과목을 일부 면제하는 방안, ② 자격증 취득을 위해 요구되는 각종 실무 경험 요건의 완화, ③ 합격률의 상향 조정 등이 검토될 필요가 있음.
- 「국가기술자격법」에 따르면, 기사 시험의 경우, 실무 경험 4년 또는 4년제 대학 졸업(예정) 또는 학점은행제 106학점을 취득하여야 응시할 수 있음. 또한, 기술사 시험을 응시하기 위해서는 기사+4년, 산업기사+5년, 기능사+7년, 대졸+6년, 타 종목 기술사 취득, 3년제 전문대학 졸업+7년, 2년제 전문대학 졸업+8년, 교육훈련기관 교육+6년, 실무 경험 9년을 보유하여야 함.
- 각 기업들이 경력직 직원을 선호하여 청년층 인력이 현장 실무 경험을 쌓을 수 있는 기회가 축소되는 현상을 감안할 때, 이러한 실무 경험 요구 연수의 적정성이 재검토될 필요가 있음. 특히, 기술사의 경우 미국의 PE가 대졸 이후 4년의 경력을 요구한다는 점을 고려할 때 시험 응시를 위해 요구되는 경력 연한이 재검토되어야 할 것임.

(2) 건설기술자 보수교육 내용 및 교육 방식의 개선

❖ **건설산업의 융복합화와 밀레니얼 세대로의 건설기술자 세대교체를 감안하여 「건설기술진흥법」에 따라 의무적으로 이수하는 보수교육의 내용과 방식 개선이 시급함.**

- 4차 산업혁명 기술의 건설업 접목은 건설 생산 현장에서 요구하는 기술을 빠르게 변화시킬 것임. KPMG의 조사에 따르면 218개 글로벌 건설업체들 가운데 이미 60% 이상이 BIM(Building Information Modeling) 기술과 건설현장 모니터링 시스템을 도입한 것으로 조사되었으며, 전자태그 시스템, 로봇 및 자동화 기술, 공기 관리 등을 위한 드론을 도입한 업체도 30~40% 수준인 것으로 나타남.
- 이와 같이 4차 산업혁명 기술이 건설업과 빠르게 접목되는 상황에서 건설기술자들의 보수교육 내용은 여전히 기존의 틀에서 벗어나지 못하고 있음.²¹⁾

❖ **향후 건설기술자 보수교육은 4차 산업혁명의 핵심 기술이라 할 수 있는 IBCM(IoT, Big Data, Cloud, Mobile) 기술의 건설업 적용과 관련해 구체적인 활용 내용을 모바일 시대에 맞는 마이크로 러닝 방식²²⁾의 콘텐츠로 개발하여 전달해야 할 것임.**

21) 2017년 건설기술자 보수교육의 효과에 대한 설문조사를 실시한 결과 응답자의 35%가 '도움이 되지 않는다' 또는 '약간 도움이 된다'고 응답함. 또한, 도움이 되지 않는 이유로는 커리큘럼의 직무 관련성이 적거나 수강 코스에 직무와 관련된 과목이 적기 때문인 것으로 나타남(김민형 외(2017), 「건설기술자 교육훈련제도 개선방안 연구」 중 제IV장 건설기술자 법정직무교육에 대한 인식조사 참조).

22) ATD International Conference & Expo(2018.8.6.~9).

- 밀레니얼 세대의 특성을 고려할 때, 새로운 HRD(Human Resource Development) 방식의 글로벌 트렌드로 제시된 마이크로 러닝(micro learning) 방식은 ‘Small focus, One object’ 방식의 콘텐츠를 의미함.

(3) 기술자 유입 기능인력의 관리 역량 제고를 위한 교육 신설

- **전술한 바와 같이 일본은 건설현장에 청년층 인력의 유입을 위하여 일정 기간 이상의 경력을 가진 기능인력도 교육 이수 후 주임기술자로서 현장에 배치될 수 있도록 함으로써 기능인력의 관리(management) 기능 인정을 통한 경력 경로를 확대함.**
- **현재 우리나라의 경우 「건설산업기본법」 제40조 및 동법 시행령 제35조 제2항 및 [별표 5]에 따르면 100억원 이상 700억원 미만 공사에 대하여 ‘기능장’에 한해 현장배치 기술자가 가능한 것으로 되어 있으나 선언적일 뿐 현실적으로는 거의 없는 실정임.**
 - 이와 관련 지난 2014년 건설기술자 역량지수(ICEC) 도입을 통해 건설 기능인력도 일정한 자격 요건을 갖추면 건설기술자로서 등록이 가능하도록 제도가 개선됨. 이에 따라 기술자로 등록된 기능인력은 현장배치 기술자로서의 역할이 가능하나 이들을 위한 별도의 교육 체제가 부재함으로써 기술자로서의 역할에 한계가 노정됨.²³⁾
 - 한국건설기술인협회의 자료에 따르면 2017년 8월 말 기준 기술자로 등록된 기능인력은 총 5만 8,369명이며, 이 중 관리 역량에 대한 보수교육이 필요한 것으로 사료되는 고졸 이하 인력은 4만 3,398명인 것으로 집계됨.
- **현행 ICEC 체계를 감안할 때 현재 정부가 도입을 추진하고 있는 ‘건설기능인등급제’를 향후 건설기술자 등급 체계인 ‘역량지수’와 연계시켜 청년층 기능인력에게 새로운 비전을 제시할 필요가 있음. 이렇게 될 경우 건설기술자로 등록하는 기능인력의 숫자도 증가할 것으로 예상됨.**
- **따라서 기술자로 등록된 기능인력을 대상으로 관리 역량 제고를 위한 교육·훈련 체계를 확립하여 일정 수준 이상의 요건을 갖춘 건설 기능인력의 경우 숙련인력을 넘어서 실질적인 경력 경로(career path) 확대가 가능하도록 지원해야 할 것임.**

23) 건설기술자 교육훈련을 담당하는 전문건설공제조합 기술교육원에 따르면 기능인력 출신 기술자들의 경우 현행 기술자 교육의 이해에 대한 어려움을 호소하였다고 함. 이는 건설기술자의 경우 건설공사 전반에 대한 기술적인 문제의 해결에 업무의 초점이 맞추어진 반면, 하나의 전문공종에 특화되어 업무를 수행하는 기능인력의 경우 전체 공사관리에 대한 이해가 부족할 수 있기 때문임. 이와 관련된 자세한 내용은 김민형 외(2017), 「건설기술자 교육훈련 제도 개선방안 연구」, 국토교통부의 연구 중 관련 내용을 참조하기 바람.

□ 건설 생산 방식의 변화에 따른 시공 품질 확보

(1) 건설자재 및 제조업체에 대한 품질관리 시스템 구축

■ 4차 산업혁명 대응 방안의 일환으로 부품의 모듈 제작, 3D 프린터의 활용 등이 확대되면서 건설자재 및 부품의 공장 생산이 증가함에 따라 시공 품질관리를 위해 건설자재 및 제조업체에 대한 품질관리 시스템 구축 및 부실시 책임 소재를 명확히 할 수 있는 제도적 기반이 마련되어야 함.

- 우리나라도 건설업에 다양한 ICT 기술의 융·복합이 추진됨에 따라 공장에서 사전 제작한 부품의 활용을 통한 시공이 증가할 가능성이 높음. 따라서 이러한 부품과 자재를 제공하는 제조업과 상사 등의 개입이 늘어나면서 공사비가 증가할 가능성이 있음.
- 또한, 부품 및 자재에 대한 품질관리 시스템이 명확치 않음으로써 부실 발생 시 책임 소재에 대한 분쟁이 늘어날 소지가 있음. 일례로 측량에 활용한 드론의 고장으로 측량이 잘못되어 부실이 발생하는 경우 책임 소재를 어떻게 할 것인가 등의 문제 발생 가능성을 배제할 수 없음.
- 따라서 제조업과 상사의 개입에 따른 공사비 증대를 막는 한편, 건설산업의 관점에서 이러한 제품들의 품질을 관리하고 책임 소재를 명확히 할 수 있는 제도적 방안 마련이 요망됨.

(2) ICT의 건설 생산체계 도입에 따른 관련 매뉴얼 정비

■ ‘제6차 건설기술진흥기본계획’에서 제시된 바와 같이 2025년까지 다양한 ICT 기술을 건설 생산체계에 접목하기 위해서는 현재 활용하는 다양한 시공 관련 매뉴얼들이 새로운 생산체계에 맞도록 정비해야 할 것임.

- 생산성 제고를 위한 건설 생산체계의 변화로 ICT 기술이 도입됨에 따라 조사 및 측량, 설계, 시공, 검사, 적산기준, 발주 방식 등 건설 생산의 모든 프로세스에 관련된 매뉴얼들을 정비할 필요가 있음.
- 일본 국토교통성은 2018년 이후 ICT와 3차원 데이터의 활용 등을 통해 생산성을 향상하고 매력적인 건설현장 실현을 위해 ICT 포장, ICT 준설, CIM(Construction Information Modeling)²⁴⁾ 등 ICT를 현장에 도입하기 위해 필요한 15개 기준들을 공표함.²⁵⁾
- 우리나라도 2025년까지 공공공사에 CIM을 본격 도입하기 위해서는 사전에 발주 방식부터 적산, 시공, 검사 등 전 단계에 이르는 서식의 전면 개정이 선제적으로 이루어져야 할 것임.

24) 일본은 이미 BIM을 넘어, 건설공사의 각 단계에 3차원 모델을 활용하는 CIM(Construction Information Modeling) 활용 시범사업 분석을 바탕으로 건설공사의 각 단계에서 3차원 데이터 활용을 추진하고자 함[국토교통성(2016), “i-Construction 추진 상황” 참조].

25) 일본 국토교통성(2017.3.31), “i-Construction 추진을 향한 기준류의 책정”.

〈표 4〉 일본 i-Construction 구현을 위해 공표한 15개 기준 중 7개 기술기준 및 적산요령 개정 사례

구분	내역
조사 및 측량, 설계	<ul style="list-style-type: none"> · UAV(드론)을 이용한 공공 측량 매뉴얼(안) · 3차원 설계 데이터 교환 표준
시공	<ul style="list-style-type: none"> · ICT의 전면적인 활용 실시 방침 · 토목공사 시공관리기준(안) · 사진관리기준(안) · 공중사진측량(무인 항공기)을 활용한 시공관리요령(토공편)(안)
검사	<ul style="list-style-type: none"> · 항공사진측량을 이용한 준공 관리·감독 검사요령(토공편) (안)
적산기준	<ul style="list-style-type: none"> · ICT 활용(토공) 적산요령

자료 : 일본 국토교통성(2017.3), “i-Construction 실시 상황과 기준류의 책정 등에 대하여”.

김민형(선임연구위원 · mhkim@cerik.re.kr)