

# 일본의 최신 첨단융복합 건설기술의 전략 및 방향

Strategic Direction of Current Convergence Technology Trend on Construction in Japan



**권순욱** Kwon, Soon-Wook  
 회지편집위원, 성균관대 건축토목공학부 부교수  
 Associate Professor, Sungkyunkwan University  
 soonwookk@gmail.com

## 서론

### 일본의 현재

일본은 과거 1900년대 후반부터 급속한 성장을 통한 발전을 이루어 냈지만 그러한 성공은 곧 버블경제로 바뀌었고 버블이 붕괴되어 심각한 경제위기를 초래하게 된다. 그로인해 디플레이션을 오래도록 겪게 되고 1990년부터 20년간 평균경제성장률이 약 1%라는 경기침체가 지속되어 왔다. 이러한 배경에는 여러 원인이 있었지만 크게 보면 버블붕괴 이후 개혁이 요구되었지만 기득권층의 변화가 어렵고 일본 국민성향이 보수적, 전통적이라는 점 또한 큰 개혁에 있어서는 걸림돌이 되었다. 그러던 중 2011년 동일본대지진과 쓰나미, 후쿠시마 원전사태로 이어지는 국가적 재난사태가 벌어지면서 전력난으로 인해 석유수입이 증가하게 되었고 투자금액만으로는 국가 경제를 유지하기 힘들어지게 되었다.

고령화 저출산, 소비시장 위축, 디플레이션, 산업공동화 등의 문제도 있었지만 결정적으로 동일본대지진이 각성의 계기가 되어 2012년 아베 내각이 등장하게 되었고 '아베노믹스'라는 경제정책을 추진하게 된다.

'아베노믹스'란 아베내각의 경제정책을 통칭하는 단어로서, 일본의 '잃어버린 20년'을 극복하여 경기를 부활시키고 다시 고도성장을 이루기 위해 중장기적(2020~2030년) 관점 아래 구체적인 수치 목표와 로드맵에 따라 설정·전략 추진한 대담하고 공격적인 리빌딩 및 성장전략을 의미한다.

국가 R&D가 재생 및 성장전략을 이룩하기 위한 핵심임을 인식하고, 정부 R&D 정책에서 지원체제와 제도 변

화, 전략 투자 확대 등 아래와 같은 네 가지 정책적 변화를 보이고 있다.

첫째 과학기술혁신 추진을 위한 정부지원 체제의 변화, 두 번째로 연구개발혁신 제도의 강화, 셋째 성장산업 연구개발 집중 투자에 의한 전략적 시장 창조, 마지막으로 중소기업 투자 대폭 확대 등이 그것이다.

이른바 아베노믹스 추진 약 3년이 지난 현 시점에서 다양한 경제지표 및 기업 관련 지표에서 뚜렷한 성과를 획득하고 있어 귀추가 주목된다.

### 일본건설 현황

1990년대 일본의 버블 경제의 붕괴 이후 건설산업에 대한 투자와 취업자 수는 그림 1과 같이 지속적으로 감소해 오고 있다. 또한 건설취업자 내에서도 연령층이 고령화되어 가는 추세에서 일본건설은 심각한 노동력 부족에 직면하게 될 전망이다(그림 2 참조).

일본 국토교통성에서는 이러한 노동력 부족에 대응하기 위한 중점분야로 건설현장의 간소작업의 자동화, 인프라 점검기술에 로봇기술을 활용함으로써 유지관리 기술의 효율화·고도화, 무인화 시공기술 등을 설정하여 연구개발 사업을 운영하고 있다.

그밖에도 낮은 건설 노동생산성, 시공현장의 안전성 확보, 지구 온난화, 글로벌 경쟁력 확보, 빈번한 자연재해, 사회자본의 노후화 등을 해결하기 위해서도 신기술·신공법 등의 건설기술 개발이 필요하다는 인식을 가지고 있다.

이를 위해 정보화시공 중장기 로드맵을 설정하였다. 그 내용에는 2020년까지 생산성 향상 및 노동력 절감을 위한 정보화 시공기술의 보급률을 30%로 향상, 중요 노

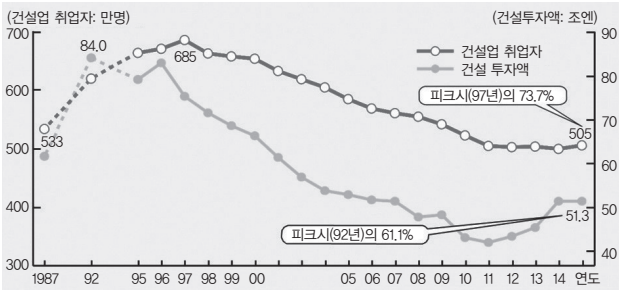


그림 1. 일본 건설투자 및 취업자 추이(출처: 일본건설업연합회, "2015 건설업핸드북")

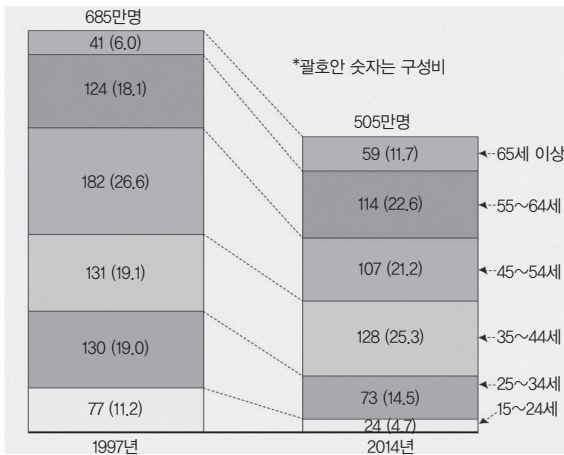


그림 2. 취업자 연령계층 이동(출처: 일본건설업연합회, "2015 건설업핸드북")

후화 인프라의 20%는 센서, 로봇, 비파괴검사 기술을 활용하여 점검기술의 효율화, 토사붕괴나 화산지 등의 가혹한 환경에서도 일반시공과 흡사한 수준의 무인시공기술 실현 등이 있다.

**본 론**

**일본의 건설기술개발 현황**

일본 국토교통성에서는 1983년~1987년에 수행된 종합 기술 개발 프로젝트인 '건설 기술 고도화 시스템개발- 레이저광을 활용한 불도저의 배토판 제어 기술 개발'을 시작으로 다양한 첨단융복합 건설기술개발이 활발하게 이루어지기 시작하였다. 그러다가 버블 경제의 붕괴 이후 기술개발사업 및 연구는 정체기를 맞이하게 된다.

현재는 2013년에 책정된 '정보화 시공 추진 전략'과 2015년 1월에 수립된 '로봇 신전략'에 따라 첨단 융복합 건설기술의 개발이 다시 활기를 띄고 있다.

과거 기술시즈(Seeds)주도의 방식에서 탈피하여 시장

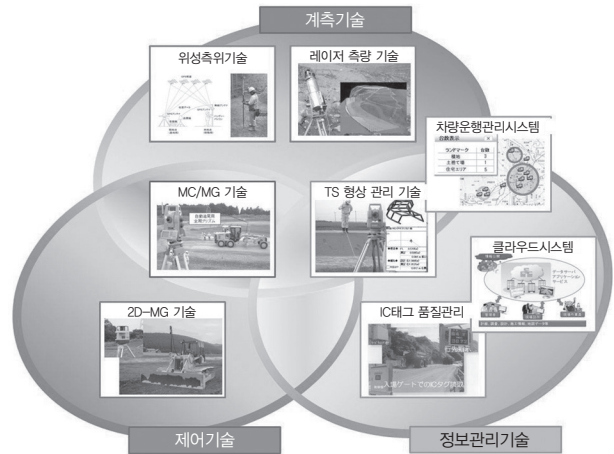


그림 3. 정보화시공기술(출처: 국토교통성 홈페이지 <http://www.mlit.go.jp>)

표 1. 정보화시공 기술분류

|        |   |
|--------|---|
| 계측기술   | 위성측위기술, 레이저측량기술(포인트클라우드), 토탈스테이션, UAV(영상처리) 등         |
| 제어기술   | MC(머신컨트롤)/MG(머신가이던스)기술, 2D-MG기술, 건설로봇 기술 등            |
| 정보관리기술 | 차량운행관리시스템, 클라우드시스템, IC태그품질관리, 토탈스테이션(TS)을 통한 형상관리기술 등 |

의 니즈(Needs)중심의 접근방식으로 바뀌어가고 있으며 지금은 니즈와 시즈의 균형을 강조하는 흐름으로 진행되어 오고 있다. 첨단기술을 집약하고 많은 기능을 통합한 고가의 장비를 만들어서는 사업화, 글로벌 시장에서의 경쟁력이 없고 시장의 변화를 주도하기는 어렵다. 그러므로 사용자중심의 편리성과 건설 자동화에 필요한 최소한의 기능을 포함한 기기 및 소프트웨어를 저가로 대량 보급할 수 있는 기술에 대한 개발을 중점적으로 지원하겠다는 추세이다.

**정보화시공 추진전략**

일본국토교통성에서는 정보화시공을 'ICT(정보통신기술)를 건설시공에 활용하여 높은 생산성과 시공품질을 실현하는 새로운 시공시스템의 통칭'이라고 정의하였다.

그림 3, 표 1에서 보듯이 정보화시공 기술에는 크게 계측기술, 제어기술, 정보관리기술 등의 세 가지로 나뉘게 된다.

이러한 기술들을 토공, 도로, 터널, 댐, 콘크리트 등의 분야별로 분류하고 기대효과 또한 작업성 개선, 품질관

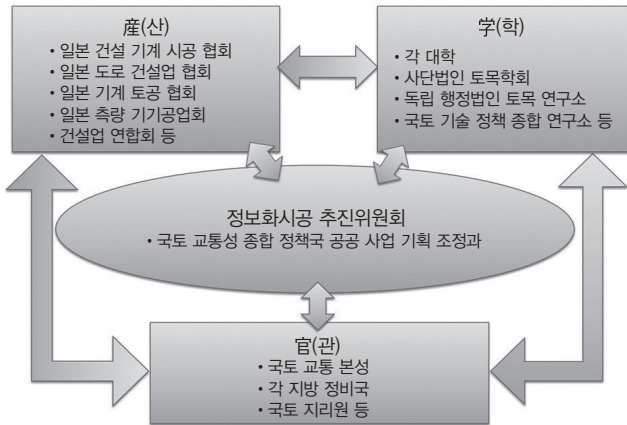


그림 4. 정보화시공 추진전략 구성체계

리, 형상관리, 재료 및 운반관리, 안전관리, 공정관리, 환경 등으로 분류하여 추진하고 있다.

정보화시공의 추진에 있어서는 정보화시공을 현장에서 사용할 수주자(시공사 포함), 발주자(감독직원·검사 직원을 포함)와 연구 개발을 통해 기술을 제공하는 연구 기관(대학, 산관연구기관 등), 장비 개발업체와 기술기준과 입찰·계약제도 등의 규칙을 정비하는 행정기관(국가, 지방 자치 단체)이 각각의 입장에서 각각의 목적을 향한 대안을 수립하고 서로의 목적을 달성하기 위해 함께 협조하면서 추진중이다.

정보화 시공의 목적을 실현함에 있어서는 그림 4에 나타난 각각의 파트가 연계하면서도 국가가 중심이 되어 정보화 시공의 고도화를 향해 각각의 작업을 확실하게 달성해 나가는 것이 요구된다고 하고 있다.

기술개발 로드맵

신기술 개발에 있어서는 새로운 성장전략인 ‘일본재흥(再興)전략(JAPAN is BACK)’이라는 슬로건 아래 ‘과학기술

| 현재   | 2015년                  | 2020년                  | 2030년                  |
|--|------------------------|------------------------|------------------------|
| <b>&lt;인프라 점검·진단 기술&gt;</b>  |                        |                        |                        |
| 자동점검기술·무인점검기술의 개발<br>- 유지 관리 로봇 기술<br>- 비파괴 검사 기술<br>- 데이터 관리 기술               | 자동점검기술·무인점검기술 등의 현장 도입 | 자동점검기술·무인점검기술 등의 현장 도입 | 자동점검기술·무인점검기술 등의 현장 도입 |
| 점검·진단·평가·예측기술의 고도화<br>- 각종감시·관측 장치 등의 개발<br>- 점검·진단기술의 시스템화                    | 고도화된 유지관리에 관한 기술의 현장도입 | 고도화된 유지관리에 관한 기술의 현장도입 | 고도화된 유지관리에 관한 기술의 현장도입 |
| <b>&lt;인프라 보수 업데이트 기술·내구성 향상 기술&gt;</b>  |                        |                        |                        |
| 보수 업데이트 기술 개발<br>- 콘크리트 장수명화를 위한 기술<br>- 구조물의 성능평가 및 향상 기술<br>- 자가 치유 재료의 개발 등 | 보수 업데이트 기술 현장 도입       | 보수 업데이트 기술 현장 도입       | 보수 업데이트 기술 보급          |
|  | 구조 재료의 내구성 향상 기술 개발    | 구조 재료의 내구성 향상 기술 개발    | 구조 재료의 내구성 향상 기술 개발    |

그림 5. 과학기술혁신종합전략로드맵(인프라)

술혁신종합전략’ 수립으로 국가 R&D 경쟁력 강화 의지를 강력하게 드러내게 된다. 이는 R&D를 통한 경제성장과 부흥을 위해 세계적으로 경쟁력 있는 R&D 분야에 과감한 재정 투입과 함께 관련 산업을 성장시키고 국제화 시켜서 해외시장을 석권하겠다는 것이 주 내용이다. 그리고 그것을 위한 장기비전과 단기행동 프로그램에 따른 로드맵을 수립하여 추진하고 있다.

과학기술혁신종합전략 2015에서는 경제·사회의 가치 창출 프로세스가 크게 변화하는 이른바 ‘대변혁 시대’가 도래한다고 보고 현재의 과제해결 및 성장을 위한 중요한 다섯 가지 분야를 설정하였다. 깨끗하고 경제적인 에너지 시스템의 실현, 국제사회를 선도하는 건강 장수 사회의 실현, 세계최초로 차세대 인프라 구축, 자국의 강점을 살린 IoT, 빅데이터를 활용한 신산업의 육성, 농림 수산업의 성장 산업화 등이 그것이다.

그 중 건설과 관련된 차세대 인프라구축에 대한 로드맵을 살펴보면, 지속적으로 생활과 산업을 지원하는 인프라를 저비용으로 실현한다는 목표를 설정하고 목표달성을 위한 기술개발 로드맵과 지원전략을 수립하고 있다. 또한 관련지표로 2030년까지 지속가능한 저비용의 인프라를 실현하고 2035년까지 점검 및 유지보수 로봇 관련 산업을 약 2000억엔 규모로 끌어올리겠다고 하고 있다(그림 5 참조).

앞서 살펴본 정보화시공 추진전략에서도 기술개발에 관한 로드맵을 확인할 수 있었다. 여기에는 “사용하는 것에서 활용하는 것으로 바뀌는 새로운 건설생산의 단계에 도전한다”라는 부제에서 알 수 있듯이, 기존 기술을 그저 사용해 보는 것에 그치지 않고 적극 활용할 수 있는 기술

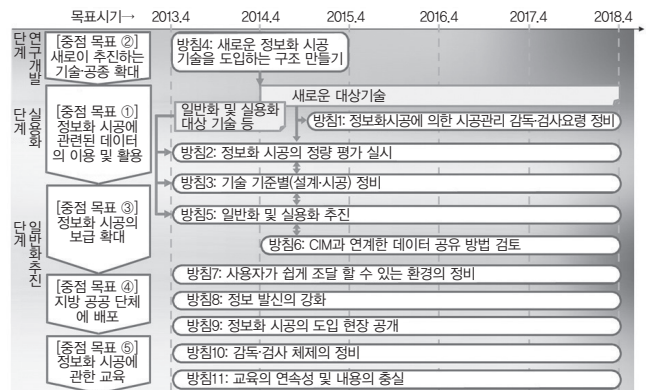


그림 6. 정보화시공 전체로드맵

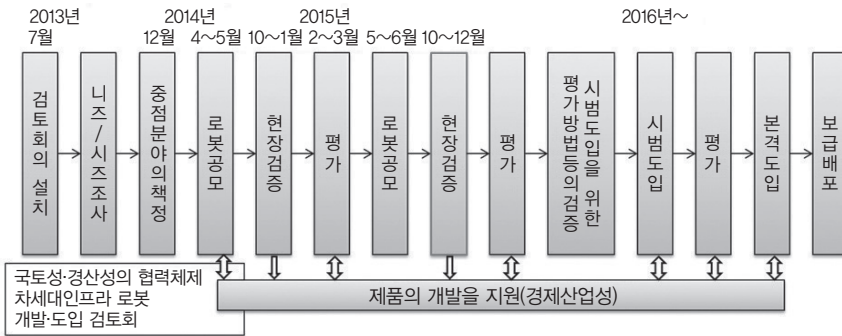


그림 7. 차세대 인프라로봇 개발전략 로드맵



그림 8. 기술 현장검증 홍보·평가 사이트 (출처: <http://www.c-robotech.info/>)

(시즈)과 현장에서의 니즈를 치밀하게 분석하고 기술개발을 추진중에 있다. 개발되어질 정보화 시공 기술의 실용화와 보급에 대해서도 유관기관과의 긴밀한 협조와 정부의 지원으로 확대해 나가고 있음을 알 수 있었다.

로봇전략 수립과 연계하여 건설로봇에 대한 구체적인 전략 로드맵(그림 6 참조)을 별도로 수립하고 기술개발을 추진하는 것도 볼 수 있었는데 이는 후쿠시마 원전 사태 이후에 재해 재난지역에서도 임무수행이 가능한 기술에 대한 니즈가 늘어났기 때문으로 보인다.

그러한 요구사항에 기술이 발맞추어 갈 수 있도록 기술개발에 대한 투자가 급격히 늘고 있었다. 현재는 건설로봇에 대한 연구 및 기술개발과제를 적극 지원하고 현장검증 또한 지역별 단체들과 협조하여 활발히 진행 중이다. 현장검증에는 별도의 사이트를 운영하여 홍보 및 지역주민의 견학을 권장하고 있었다(그림 7, 8 참조).

**맺음말**

일본의 경제는 새로운 도약을 맞고 있으며 이에 발맞춰서 정부의 적극적인 정책수립을 통하여 미래사회를 준비하기 위한 기술개발이 이루어지고 있다. 기술정책의 방향은 기업에 대한 지원 및 사업화를 통한 현장적용과 확대에 있다. 또한 일본은 과거 1990년대에 막대한 연구개발 자금을 민간 기업이 투자하여 첨단융복합 건설기술에 대한 연구를 진행하였던 경험이 있으며 이를 통해 많은 기초 및 기반 기술들을 확보하고 있다. 이러한 첨단융복합 건설기술은 30여 년 동안 자국 내에서 건설로봇심포지엄을 운영하여 오면서 발전시켜왔으며 특히 기업의

참여를 통해 현장적용 사례를 지속적으로 축적하여 왔다. 이제 아베노믹스의 정책적인 지원에 따라 새로운 전환점을 맞이하고 있으며 이를 통해 미래 초고령사회를 대비한 안전하고 효율성있는 건축 및 건설환경을 만들려고 하고 있다. 우리도 이러한 일본의 발전전략 및 적용사례를 인지할 필요가 있으며 지속적인 분석을 통해 우리나라의 첨단 융복합 건축 및 건설기술 개발에 적용할 필요가 있을 것이다. 무엇보다도 제도화를 통한 지속적인 보급이 가능할 수 있도록 정책적인 지원에 대한 논의가 필요하다고 생각한다. 이는 우리나라의 미래에 다가올 건축 및 건설분야의 많은 문제를 사전에 대비할 수 있는 중요한 초석이 될 것이다.□

**Abstract**

Recently, there is an innovative change on economy, technology development, construction market and environment in Japan. It is not only because of 'Abenomics' but also continuous efforts of government, industry and academia area. So, in this article, strategies on technology development in construction area are introduced including technology roadmap for informative construction and construction automation. Moreover, development strategies for construction industry among public and private areas are explained in this article. It covers short term, mid term, long term goals and detailed action plans.