

4차 산업혁명에 따른 일본 건설산업의 대응 전략 및 시사점

조재용



4차 산업혁명에 따른 일본 건설산업의 대응 전략 및 시사점

조재용

2017. 7

대한건설정책연구원

요 약

- 본 연구는 2016년 스위스 다보스 포럼에서 다루어진 4차 산업혁명에 대해 각 국에서 그 대응을 준비하고 있는 가운데, 우리 건설 산업의 대응방안을 모색하기 위하여 일본 국토교통성이 추진하고 있는 생산성 혁명 프로젝트의 내용과 실태를 분석하고 정책적 시사점을 정리함.
- 주요 연구내용으로는 일본 국토교통성과 통계국 등의 자료 분석을 통해 건설 산업의 현황과 문제점을 정리하였음. 4차 산업혁명에 대한 일본 정부의 대응 현황으로서 내각부와 경제산업성의 대응을 정리하고, 건설 산업을 주관하고 있는 국토교통성의 대응을 분석하였음. 구체적으로 국토교통성에서 2016년부터 추진하고 있는 생산성 혁명 프로젝트와 관련하여 추진 조직과 프로젝트의 개요 및 진행상황에 대하여 정리하였음. 생산성 혁명 프로젝트의 한 가지이며, 국토교통성에서 핵심적으로 추진하고 있는 i-Construction(건설자동화)에 관하여 그 배경부터, 연구·개발 현황, 진행과 지원 방안까지 정리하였음. 또한 이러한 일본의 사례로부터 우리 건설 산업이 참고할 수 있을 시사점을 정리함.

1. 일본 건설 산업의 개요

- 일본 건설 산업은 1992년 이후 지속적으로 축소되고 있었으나, 2011년 동일본 대지진, 2013년 2020년 도쿄 올림픽 개최 확정 이후 건설 투자가 증가하고 있음.
- 일본의 인구는 2번의 베이비 붐 세대로 이루어져 있으며, 현재 1차 베이비 붐 세대의 은퇴와 장기간의 저출산으로 인한 젊은 층이 줄어드는 문제에 직면하고 있음. 특히 건설업은 젊은 층의 기피현상에 의하여 타 산업에 비해 젊은 층의 유입이 더욱 부족한 실정이며, 앞으로 10년 이내에 60만 명의 인력(대부분 숙련공)이 부족해질 것으로 예상되고 있음.
- 일본 정부는 국내 일자리 확보와 품질 및 안전 확보, 기술 계승 문제를 이유로 건설 부문의 외국인 단순 노동자 사용을 금지하고 있음.
- 따라서 일본 건설업은 부족한 인력 문제를 해결하기 위하여 외국인 노동자라는 방법이 아닌, 젊은 층(비숙련공)과 여성을 건설업에 진입하도록 유도하고 이들의 기술적 능력을 보조하는 방안을 모색하게 됨.

요 약

2. 4차 산업혁명에 대한 일본 정부의 대응 현황

- 4차 산업혁명에 대한 일본 정부의 대표적인 대응 방안으로 경제산업성의 신산업 구조비전과 내각부의 일본재흥전략 2016이 있음.
- 국토교통성에서는 건설 산업 성장의 열쇠는 생산성 향상에 있다고 판단하고 국토교통성 내부에 국토교통성 장관을 본부장으로 하고 모든 국장이 참가하는 생산성 혁명 본부를 설치하고, 20개의 대표 생산성 혁명 프로젝트를 설정함.

[표 요약-1] 국토교통성 20대 생산성 혁명 프로젝트

	프로젝트 명
1	핀 포인트 정체 대책
2	고속도로를 현명하게 사용하기 위한 요금제
3	크루즈 새로운 시대의 실현 - 일본을 방문하는 크루즈 여행객 500만 명을 위하여
4	컴팩트 플러스 네트워크 - 밀도의 경제에서 생산성을 향상
5	부동산최적상황의 촉진 - 토지, 부동산에의 재생투자과 시장의 확대
6	인프라 유지보수 혁명 - 확실하고 효율적인 인프라 정비 추진
7	댐 재생 - 지역경제를 지지하는 치수 능력의 조기 향상
8	항공 인프라 혁명 - 공항과 관제의 베스트 조합
9	i-construction의 추진
10	주생활산업의 새로운 전개 - 기존 주택 유통, 리모델링의 활성화
11	I-shipping와 j-Ocean - 해상 생산성 혁명, 강한 산업, 고성능, 운택한 지방
12	물류생산성혁명 - 효율적이고 고부가가치 스마트 물류의 실현
13	도로의 물류 이노베이션 - 화물 운송 생산성 향상
14	관광산업의 혁신 - 관광 산업을 일본의 기간산업으로(숙박업 개혁)
15	하수도 이노베이션 - 일본산 자원창출 전략
16	철도 생산성 혁명 - 차세대 기술 전개에 의한 생산성 향상
17	빅데이터를 활용한 교통안전대책
18	고품질 인프라의 해외 전개 - 거대시장을 일본의 기폭제로
19	자동차의 ICT혁명 - 자율 운전 사회 실현
20	기상 비즈니스 시장의 창출

- 생산성혁명 프로젝트는 사회베이스형, 산업별형, 미래형의 3가지로 나뉘며, 교통, 부동산, 인프라, 항공, 해운, 관광, 기상 등의 폭넓은 분야를 다루고 있음. 이 가운데 건설부문과 직접 관련이 있는 프로젝트는 인프라 유지보수 혁명, i-construction, 고품질 인프라의 해외 전개 등을 들 수 있음.

3. 건설자동화 i-Construction

- 건설 인력 감소에 대응하고 건설현장의 휴일을 확대하기 위해서는 건설현장의 생산성 향상이 필요함. 2016년부터 측량, 시공, 검사 부분에서 ICT기술을 활용하는 i-construction이 추진됨.
 - 국토교통성에서는 건설자동화와 관련하여 1980년부터 약 68억 엔의 연구개발 투자를 진행하였으며, 2003년부터 2007년까지 전체 약 50%가 집중적으로 투자됨.
 - 민간의 중장비 제작사 5사는 각기 매출의 약 2.5%를 연구개발비로 투자하고 있으며, 5사 합계 1년 연구개발비는 약 2,000억 엔에 달함.
- 2016년 4월 국토교통성은 ICT토공의 전면실시에 맞추어, ICT기술을 뒷받침할 수 있는 15개의 새로운 기준을 발표함. 이 기준에 기초하여 조사, 측량, 설계, 시공, 검사의 모든 건설생산 프로세스에서 ICT기술을 실전 배치하고 있음.
- ICT 건설중장비와 관련한 일본 정부의 직접 지원제도는 없으나, 중소기업이 생산성 향상을 위한 투자를 하고자 하는 경우 이를 지원하는 구조이며, ICT 건설중장비가 생산성 향상을 위한 방안이 될 수 있음.
- 대표적인 건설중장비 업체 Komatsu 사는 ICT건설중장비의 개발 뿐 아니라 이들과 관련된 도면 3차원 서비스 및 시공계획 시뮬레이션 서비스 등 다양한 솔루션을 제공하고 있음. Hitachi 사는 ICT건설중장비를 활용한 시공 관리에 집중하고 있음.

목 차

I. 서론	1
II. 일본 건설 산업의 개요	3
1. 일본 건설 산업의 현황	3
2. 일본 건설 산업의 문제점	5
3. 소결	9
III. 4차 산업혁명에 대한 일본 정부의 대응 현황	10
1. 경제산업성의 신산업 구조비전	11
2. 국토교통성의 생산성 혁명 프로젝트	16
3. 생산성 혁명 프로젝트 개요와 진행상황	19
4. 소결	41
IV. 건설자동화 i-Construction	42
1. i-Construction의 배경	42
2. i-Construction의 연구·개발 현황	45
3. i-Construction의 진행과 지원 방안	50
4. 소결	67
V. 결론 및 시사점	68
1. 요약 및 결론	68
2. 정책적 시사점	70
참고문헌	72

I 서론

- 일본의 건설투자는 최대 시기였던 1992년 약 84조 엔에서 2010년 약 41조 엔까지 감소하였으나, 이후 동일본대지진과 도쿄 올림픽 개최라는 요인에 의해 증가로 반전하여, 2016년에는 51조 엔 규모로 증가한 상황임¹⁾. 일본 국내 건설시장은 호황 상태에 있으며, 건설 인력이 필요하게 되었음.
- 2011년 3월 11일 토호쿠(東北) 지역에 진도 9.0의 대지진이 발생하여 24,598명의 사상자가 발생함. 2011년도부터 동일본대지진의 복구공사가 진행되고 있으며, 복구비용은 18조 엔에 달할 것으로 예상됨²⁾.
- 2013년 9월 7일 아르헨티나 부에노스아이레스에서 열린 국제올림픽위원회(IOC) 제125차 총회에서 제32회 2020년 도쿄 올림픽의 개최가 결정됨. 1500억 엔에 이르는 올림픽 주경기장을 비롯한 관련 시설 및 인프라의 재정비가 진행되고 있음.
- 일본은 심각한 고령화, 저출산 문제를 겪고 있음. 특히 건설업은 3D 업종이라는 인식이 높아, 타 산업에 비해 젊은 층의 유입이 적은 상황임. 현재 건설업에서 종사하는 60대는 118만 명이며, 앞으로 10년 후에는 이들의 대부분이 은퇴하고 18만 명의 공백이 발생할 것으로 예상됨.
- 일본에서는 인력 공백이 발생하더라도 자국민의 일자리 확보 문제와 건설현장의 품질 및 안전 확보, 기술 계승을 이유로 건설업에서 외국인 단순 노동자 사용을 금지하고 있음. 2014년 4월 국토교통성에서는 건설 분야 외국인재 활용에 관한 긴급조치를 발표하였으나, 그 내용은 기능실습제도를 수정하는 것이며, 건설 노무 시장을 개방하는 우리나라의 외국인 노동자 구조와는 차이가 있음.
- 2016년 1월 스위스 다보스에서 개최된 세계경제포럼에서 4차 산업혁명에서는 인공지능, 머신러닝, 로봇틱스, 나노기술, 3D 프린팅, 유전학, 생명공학의 7가지 영역이 상호 유기적으로 결합하며 산업을 바꾸어 나갈 것으로 전망함. 각 국에서는 4차 산업혁명에 발맞추기 위한 정책 및 대응 전략을 수립하고 있음.
- 일본 국토교통성에서는 4차 산업혁명을 건설 산업이 겪고 있는 심각한 인력난을 해소하기 위한 건설자동화 기술의 실전 투입 기회로 삼기 위한 생산성 혁명 프로젝트를 수립함.

- 이에 본 연구에서는 일본 국토교통성에서 추진하고 있는 생산성 혁명 프로젝트의 현황과 내용을 분석하고, 이 가운데 핵심 프로젝트가 되고 있는 i-construction 프로젝트와 관련된 내용을 상세히 정리하여, 우리나라에서 4차 산업혁명 관련 대응 방안을 수립함에 있어 기초자료로서 참고할 수 있게 하고자 함.
- 주요 연구내용 및 방법으로는 일본 국토교통성을 비롯한 일본 정부 부처의 관련 보고서 및 자료를 분석하고 정리함. 국토교통성에서 추진하고 있는 20대 생산성 혁명 프로젝트를 정리하고, 국토교통성의 연구개발 현황 및 건설자동화 개발 현황을 정리하였음.
- 일본 국토교통성의 정책에서 얻을 수 있는 시사점을 제시하였음.

II 일본 건설 산업의 개요

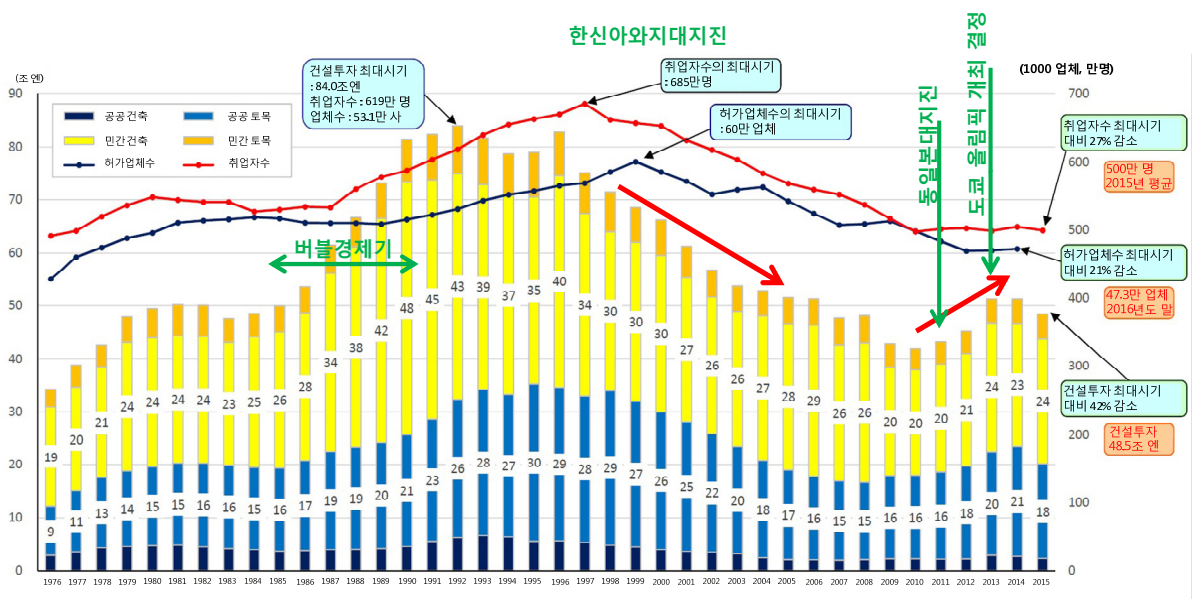
1. 일본 건설 산업의 현황

1) 건설투자액 동향

□ 일본의 건설투자는 최대 시기였던 1992년 약 84조 엔에서 2010년 약 41조 엔까지 감소하였으나, 이후 동일본대지진과 도쿄 올림픽 개최라는 요인에 의해 증가로 반전하여, 2016년에는 51조 엔 규모로 증가한 상황임¹⁾. 일본 국내 건설시장은 호황 상태에 있으며, 건설 인력이 필요하게 되었음.

○ 일본의 건설투자액은 1985년부터 1990년도까지 민간 투자를 중심으로 급격히 확대되었음. 버블 경제 붕괴에 따라 민간 투자가 감소한 이후에도 정부 투자액에 힘입어 1992년 84조 엔까지 지속적으로 증가함. 1997년도 이후는 공공공사업의 감소에 따라 건설투자액도 감소하였으며, 2010년도에는 1992년의 절반 수준인 42조 엔까지 감소함.

○ 2011년 3월 11일 토호쿠 지역에 진도9.0의 대지진이 발생하여 24,598명의 사상자가 발생하였음. 2011년도부터 동일본대지진의 복구공사가 진행되고 있으며, 복구비용은 18조 엔에 달할 것으로 예상됨²⁾. 2014년도까지 공공부문의 건설투자가 증가하고 있음.

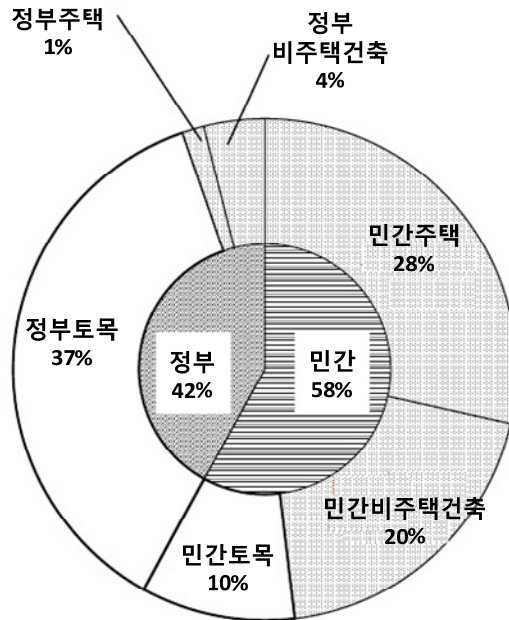


[그림 II-1] 일본 건설투자 및 허가업체, 취업자 수 추이¹⁾

- 2013년 9월 7일 아르헨티나 부에노스아이레스에서 열린 국제올림픽위원회(IOC) 제125차 총회에서 제32회 2020년 도쿄 올림픽의 개최가 결정됨. 올림픽 관련 건설투자에는 1,500억 엔에 이르는 올림픽 주경기장 설비 등의 직접적인 수요뿐만이 아니라, 민간 호텔의 신축, 리모델링이나 도심의 재개발, 상업시설의 건설이나 교통 인프라의 정비 등의 간접적인 수요도 포함됨. 민간의 미츠비시UFJ 모건스탠리 증권³⁾은 2020 도쿄 올림픽이 약 10.1조 엔의 건설투자 효과가 있을 것으로 예상하고 있음. 또한 일본 내각부⁴⁾에 따르면 올림픽 관련 건설투자는 2018년에 가장 집중될 것으로 예상하고 있음.

□ 2016년의 건설투자액은 전년도 대비 1.6%가 증가한 51조 7,700억 엔이며, 이 가운데 정부의 공공투자는 21조 7,300억 엔(전년도 대비 0.8%증가), 민간투자는 30조 400억 엔(전년도 대비 2.2%증가)으로 조사됨. 이를 건축, 토목으로 나누면 건축투자액이 27조 6,100억 엔이고, 토목투자액이 24조 1,600억 엔으로 구성되어 있음⁵⁾.

- 2016년도의 건설투자 구성을 보면 민간투자가 58%, 정부투자가 42%를 차지하고 있음. 민간투자 가운데 주택과 비주택을 합쳐서 건축투자가 48%를 차지하고 있음. 정부투자는 토목투자가 37%를 차지하고 있으며, 민간의 건축 투자와 정부의 토목 투자를 합치면 전체의 약 80%를 차지하고 있음.

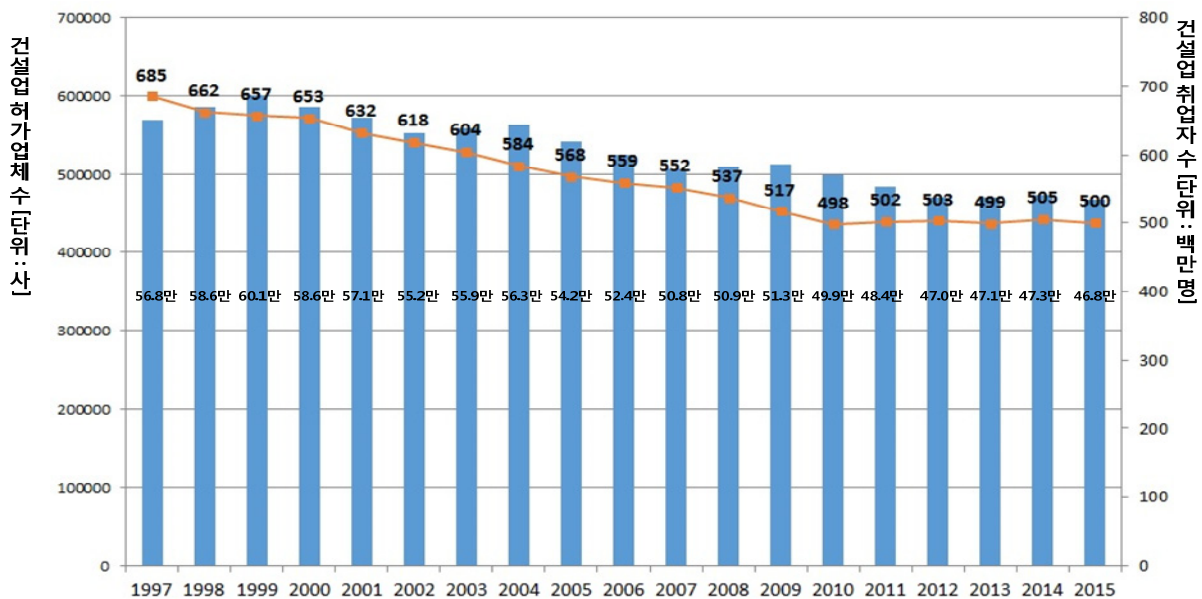


[그림 II-2] 2016년도 건설투자액의 구성

2) 연도별 건설업 허가업체 및 취업자 수 추이

□ 건설업 허가업체와 취업자 수는 건설 시장의 상황에 크게 좌우됨. 허가업체와 취업자 수는 건설투자액이 꾸준히 하락하는 2010년까지 꾸준히 감소하였으며, 건설투자액이 반등한 2010년부터는 소강상태에 들어섬.

- 2015년의 건설업 허가업체 수는 467,635업체이며, 2014년과 비교하여 5,286업체가 감소함. 이는 건설업 허가업체 수가 가장 많았던 1999년과 비교하면 133,345업체(약 22%)가 감소한 것임⁶⁾.
- 건설업 취업자 수는 약 500만 명이 있으며, 최대 취업자 수를 기록한 1997년의 685만 명과 비교하면 185만 명(약 27%)이 감소한 것임. 최저 건설업 취업자 수를 기록한 2010년 498만 명 이래로 500만 명 수준을 유지하고 있음.



[그림 II-3] 일본 건설업의 허가업체 및 취업자 수 추이⁶⁾

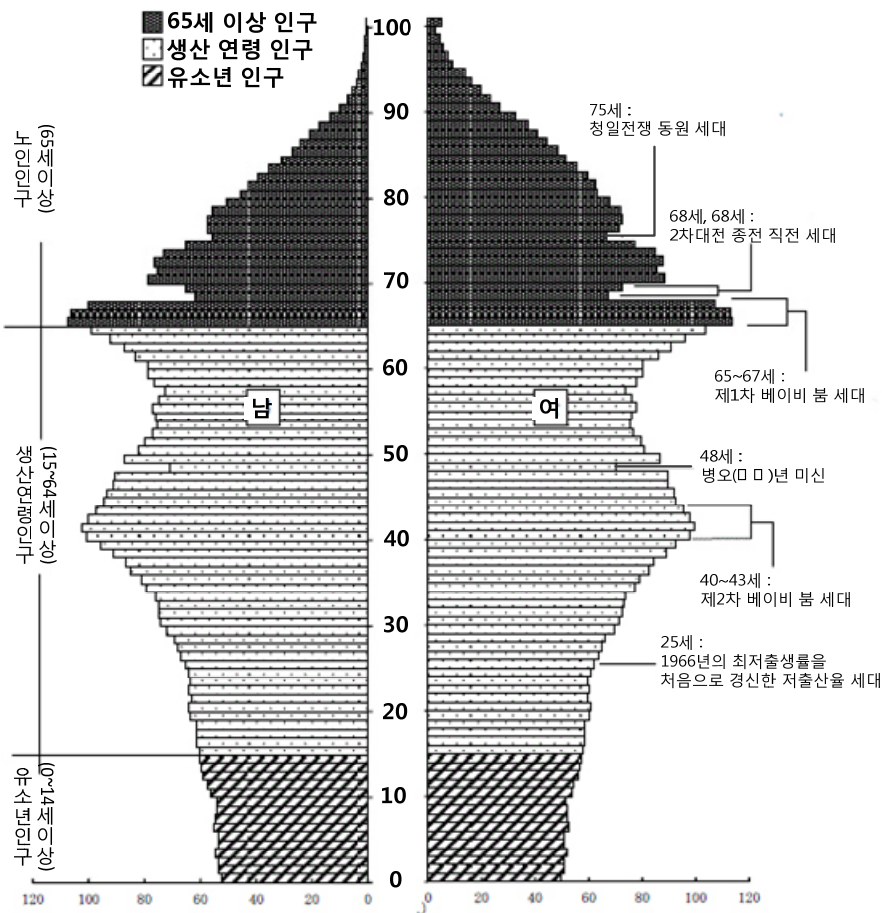
2. 일본 건설 산업의 문제점

1) 줄어드는 인구, 심각한 건설 취업자 부족

□ 일본 총무성 통계국⁷⁾에 따르면 현재 일본의 총 인구는 1억 2,708만 명이며, 8년 연속 인구가 자연감소하고 있으며, 감소폭은 증가하고 있음. 특히 유소년 인구 비율은 12.8%로 역대 최저 비율에 해당하고, 생산연령인구의 비율은 61.3%로 1992

년 이래 최저 비율에 해당하며, 고령 인구의 비율(25.9%)이 매우 높음. 고령 인구 가운데 75세 이상의 인구는 12.5%로 일본 인구의 8명 중 1명은 75세 이상인 것을 의미함.

- 일본의 인구는 2번의 베이비 붐 세대로 구성되어 있음. 첫 번째는 2차 세계대전 직후에 태어난 현재 65~67세의 제1차 베이비 붐 세대이며, 두 번째는 1차 베이비 붐 세대의 자녀 세대인 현재 40~43세에 해당하는 제2차 베이비 붐 세대임. 2005년 이후에는 출생률이 1.2에 그치며 심각한 저출산 문제가 시작되었으며, 현재도 개선되고 있지 않음.

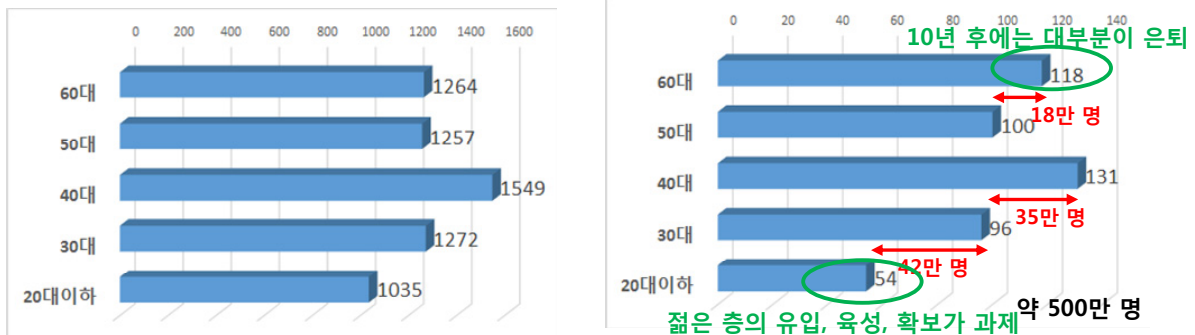


[그림 II-4] 일본의 인구 피라미드(2014년 기준)⁷⁾

□ 저출산 문제로 인해 전체 산업에서 젊은 층의 유입이 부족한 실정이지만, 건설업은 3D 업종이라는 인식이 높아 타 산업에 비해 젊은 층의 유입이 상대적으로 매우 적은 상황임.

- 건설업에는 현재 약 500만 명의 취업자가 있으나, 이 가운데 118만 명이 60대 취업자이며, 20대 이하는 54만 명에 불과함. 10년 후에는 60대 취업자의 대부분이

은퇴할 것으로 예상되나, 건설업에 새로이 유입되는 취업자는 매우 적음. 따라서 30대 이상의 취업자를 숙련자로 가정한다면 10년 후에는 숙련된 취업자 64만 명의 공백이 발생할 것으로 예상되고 있음.



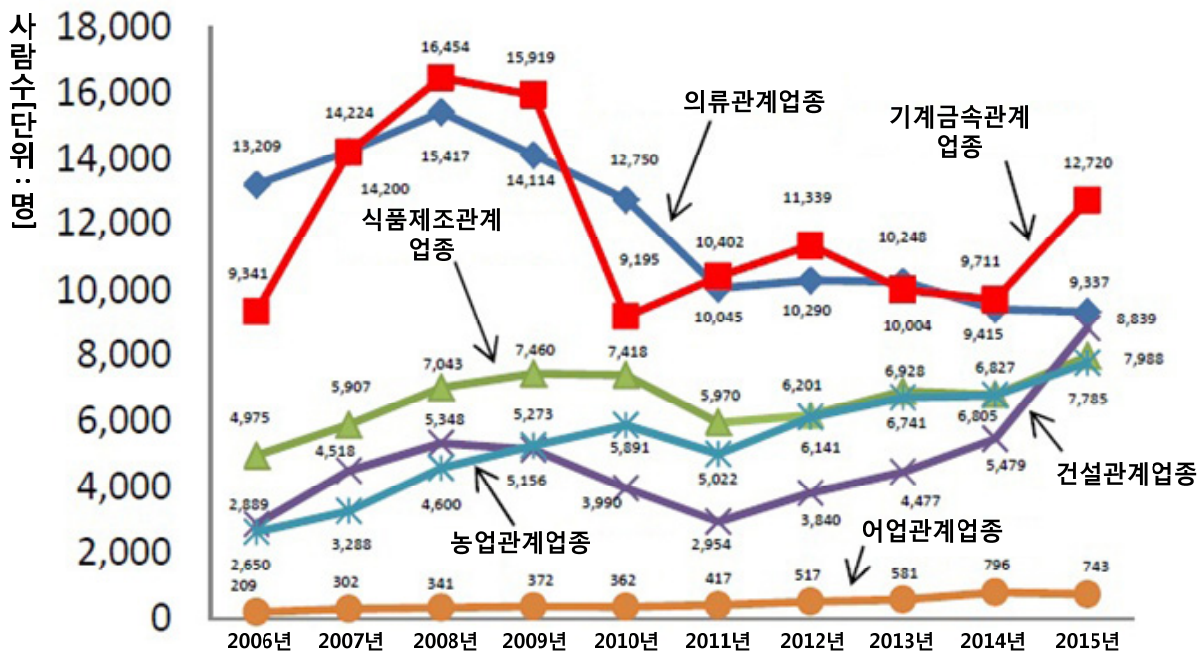
[그림 II-5] 연령대 별 취업자 수(좌 : 전체 산업, 우 : 건설업)

2) 외국인 노동자 수입 제한

- 일본의 외국인 노동자 수입에 관한 정책적 방향성은 1967년의 「제1차 고용대책기본계획」에서 정해진 전문적·기술적 분야의 외국인 수입은 적극적으로 추진하지만, 단순 노동 분야의 수입은 원칙적으로 허용하지 않는다는 방침을 현재까지 일관하고 있음. 그 이유로는 자국민의 일자리 확보 문제와 품질 및 안전 확보, 일본 고유의 기술 계승 문제를 이유로 들고 있음⁸⁾.
- 1960년대 후반의 호경기와 1980년대 말부터 1990년대 초반까지 이어진 버블 경기시기에 제조업을 비롯한 산업계에서는 계속하여 외국인 단순노동자의 수입을 정부에 요구하였으나, 방침은 변경되지 않음⁸⁾.
- 1989년에 개정된 「출입국관리 및 난민인정법」에서는 브라질 등의 남미에 거주하고 있는 이주 일본인 2세에 대한 고용 제한이 해제되었음.
- 1993년에는 합법적인 외국인 단순 노동자를 도입하는 최소한의 루트를 열어 불법 취업자를 방지한다는 방침 하에 50명 이하의 기업에서 연간 3명을 3년 간 9명까지 연수생으로 활용할 수 있는 기능실습제도⁹⁾를 설치하였음.
- 기능실습제도⁹⁾에 참가하는 외국인은 기능실습1호 비자를 받고 입국하여 교육시설에서 2개월의 교육훈련을 받고 10개월 간 실습실시 기관에서 실습함. 도합 1년이 경과한 후 기능평가시험을 받고 합격한 자에 한해 기능실습2호 비자가 주어지고,

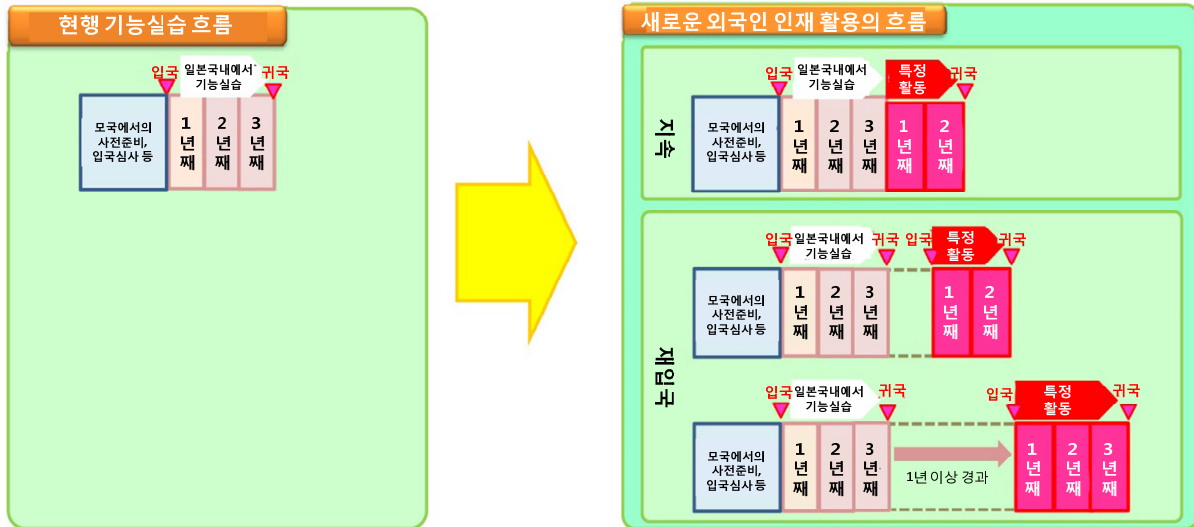
2년 간 실습실시 기관에서 실습을 계속할 수 있음. 기능평가지험에서 불합격하는 경우 귀국해야 하며, 합격한 외국인은 2년의 추가 실습 후에 귀국 함.

- 후생노동성의 통계¹⁰⁾에 따르면 2015년 기능실습1호 비자를 가지고 입국한 외국인은 약 15만 명이 있으며, 기능실습2호 비자를 가지고 있는 외국인은 6만 명이 있음. 이 가운데 기능실습2호 비자를 가지고 건설관계 업종에 종사하는 외국인은 8,839 명에 불과함.



[그림 II-6] 업종 별 기능실습2호 비자 획득자 수¹⁰⁾

- 2014년 1월 아베 총리를 비롯하여 부총리, 경제재생담당장관(내각부특명담당장관), 내각관방장관, 경제산업성 장관, 문부과학성 장관 및 (주)스미토모, (주)미츠비시, (주)라쿠텐 등의 산업계 대표 들이 참가하는 산업경쟁력회의¹¹⁾에서 지속가능한 경제성장을 달성하기 위해서 외국 인재 활용에 대한 재고가 필요하다는 것을 전달하였음.
- 2014년 4월 국토교통성에서는 「건설 분야 외국인재 활용에 관한 긴급조치」¹²⁾를 발표하여, 2020년 올림픽으로 인해 늘어난 건설물량에 대응하기 위하여 2020년까지 한시적으로 기능실습제도를 수정함. 구체적으로 기능실습기간을 최대 3년(1년+2년)에서 5년(1년+2년+2년)까지로 연장하였고, 연간 3명에서 6명으로 증가시켰음.



[그림 II-7] 한시적 기능실습자제도 변경점¹²⁾

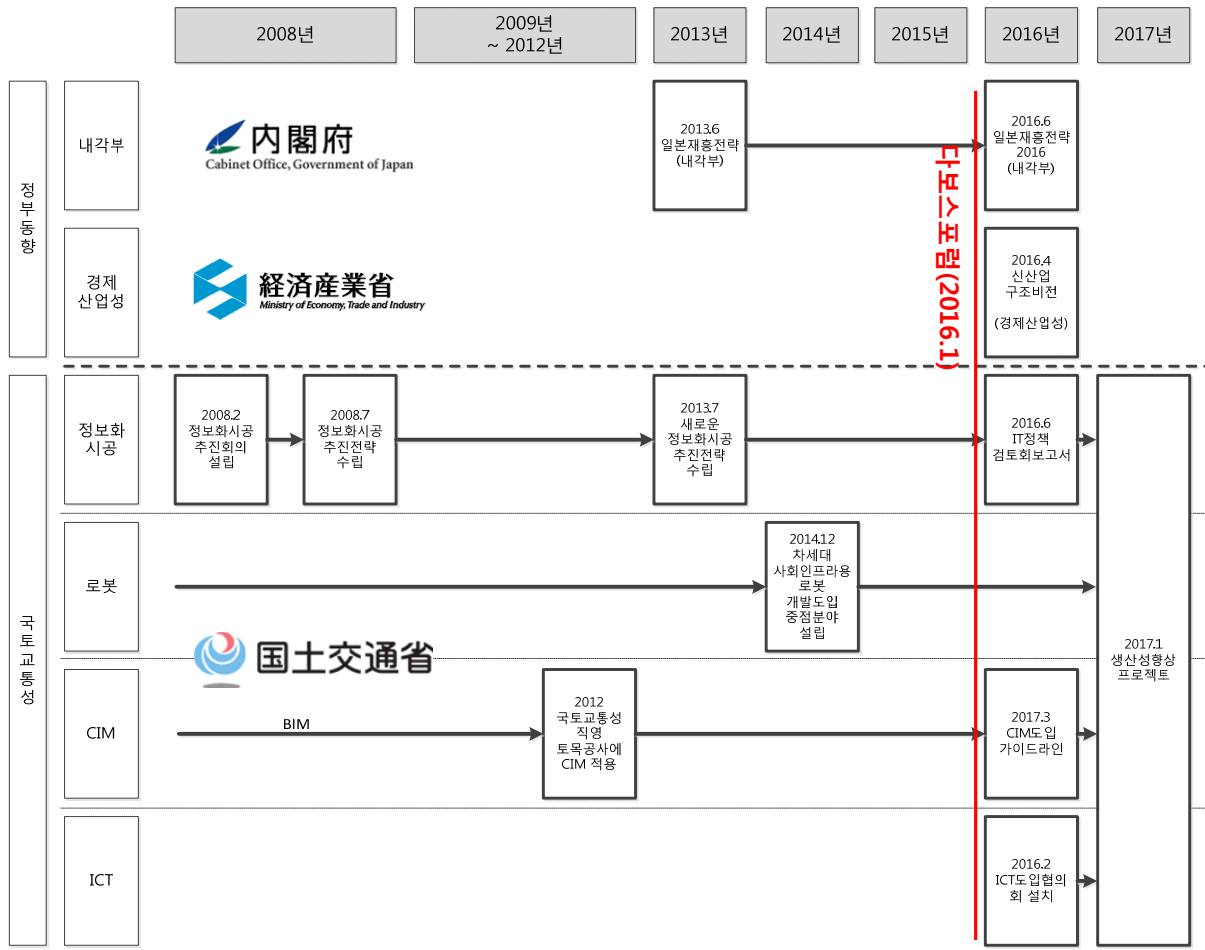
- 이후에도 내각부, 법무성, 후생노동성에서도 외국인 활용에 대하여 재검토하였음. 2016년 11월 우리나라 국회에 해당하는 참의원에서 「입국관리 및 난민인정법」¹³⁾을 개정하여 외국인 유학생이 국가 교육시설을 수료하고 간호복지사 자격을 취득한 경우에 한하여 체류자격 간호를 신설하였음. 그러나 건설부문의 외국인 활용은 여전히 인정하지 않음.

3. 소결

- 일본 건설 산업은 1992년 이후 지속적으로 축소되고 있었으나, 2011년 동일본 대지진, 2013년 2020년 도쿄 올림픽 개최 확정 이후 건설 투자가 증가하고 있음.
- 일본의 인구는 2번의 베이비 붐 세대로 이루어져 있으며, 현재 1차 베이비 붐 세대의 은퇴와 장기간의 저출산으로 인한 젊은 층이 줄어드는 문제에 직면하고 있음.
- 특히 건설업은 젊은 층의 기피현상에 의하여 타 산업에 비해 젊은 층의 유입이 더욱 부족한 실정이며, 앞으로 10년 이내에 64만 명의 인력(대부분 숙련공)이 부족해질 것으로 예상되고 있음.
- 정부는 국내 일자리 확보와 품질 및 안전 확보, 기술 계승 문제를 이유로 건설 부문의 외국인 단순 노동자 사용을 금지하고 있음.
- 이러한 상황에서 일본 건설업은 4차 산업혁명을 맞이하여 외국인 노동자라는 방법이 아닌, 각 분야의 생산성 향상을 꾀하여 부족한 인력 문제를 해결하고자 하고 있음.

Ⅲ 4차 산업혁명에 대한 일본 정부의 대응 현황

- 4차 산업혁명에 대한 일본 정부의 대응 방안은 크게 내각부와 경제산업성을 중심으로 한 일본 정부 전체의 대응과 국토교통성을 중심으로 한 건설 산업계의 대응으로 나눌 수 있음.
- 2012년 12월 26일 내각총리대신으로 임명된 아베 신조(安倍晋三)는 일본 경제 재건을 목적으로 2013년 6월 14일 「일본재흥전략」¹⁴⁾을 발표하였음. 여기에는 아베 노믹스로 불리는 경제정책 중 세 번째 성장전략의 구체적인 정책으로서 GDP와 소득 증가 등 경제성장 실현을 기본목표로 제시하고 대담한 금융정책, 기업과 국민의 자신감 회복을 위한 새로운 성장전략, 경제 활성화를 위한 신속한 자금 운용 등을 정책기조로 설정하고 있음.
- 2016년 1월 세계경제포럼(World Economic Forum)의 연차회의가 스위스 다보스에서 개최되었으며(이하 다보스 포럼), 핵심 의제로 제4차 산업혁명의 이해(Mastering the Fourth Industrial Revolution)가 선정되었음¹⁵⁾. 포럼에서는 기술의 융합, 디지털 플랫폼 기반의 기업 확대 등으로 4차 산업혁명이 본격화될 것으로 전망함. 다보스 포럼의 4차 산업혁명은 각 국가로 전파되었음.
- 일본 정부는 2015년 8월 신산업구조부회를 설립하여 관계 부처(내각부, 공정거래위원회, 금융청, 총무성, 재무성, 문부과학성, 후생노동성, 농림수산성, 국토교통성)가 함께 정책 방향을 검토하였으며, 2016년 4월 경제산업성에서 일본 정부의 4차 산업혁명에 대응 방안으로서 「신산업 구조비전」보고서¹⁶⁾를 발행함.
- 이어서 2016년 6월에는 내각부에서 「신산업 구조비전」¹⁶⁾을 반영한 「일본재흥전략 2016」¹⁷⁾을 발표함.
- 국토교통성에서는 과거부터 진행해 온 정보화시공, 로봇, CIM등의 기술이 완성단계에 이르렀다고 판단하고, 다보스 포럼 직후인 2016년 2월 ICT 도입협의회를 설치하여 ICT 기술의 전면 도입을 검토하고, 2017년 1월부터 국토교통성 중심의 「생산성혁명 프로젝트」¹⁸⁾를 발표하였음.
- 3장에서는 경제산업성의 「신산업 구조비전」¹¹⁾과 국토교통성의 「생산성혁명 프로젝트」¹⁸⁾의 내용을 중심으로 분석함.



[그림 III-1] 일본 정부의 대응 흐름

1. 경제산업성의 신산업 구조비전¹¹⁾

1) 일본의 전략 어프로치

- 일본 정부는 우선 모든 정부부처가 공통된 방향성으로 4차 산업혁명을 대비하기 위하여, 모든 정부부처가 공유할 기본 전략으로서 주요 영역에 대한 전략 어프로치를 설계함.
- 전략 어프로치는 ① 기술 및 산업 환경을 파악하고, ② 범국가적 차원에서 이를 공유한 후에 ③ 정부, 민간, 연구기관에서 전략을 수립하여, 개혁에 착수하는 구조로 이루어져 있음.
- 기본적으로 정부와 민간 모두가 정책 방향과 계획을 수립하는 단계에서는 의견을 공유하고 많은 시간을 들여 검토함. 그러나 결정된 내용을 추진하는데 있어서는 골

든타임을 놓쳐 4차 산업혁명 대응에 늦지 않도록 새로운 의견일치(공론화)를 기다리지 않고 진행하기로 함.

[표 III-1] 일본의 전략 어프로치

1. 기술 및 산업 환경을 파악하고 추진분야를 설정함
 - ① 세계의 기술과 산업의 방향성과 세계의 핵심 플레이어(주요 국가 및 기업)의 전략을 파악함
 - ② 일본의 강점과 약점을 분석하고, 선택해 나갈 분야를 명확히 함
2. 올 재팬(범국가적)에서 공유하고 정부의 전략, 민간의 전략, 연구기관의 전략을 수립함
 - ① 장기적인 미래상(사회, 기술, 산업, 고용)을 정부와 민간이 공유함
 - ② 구체적인 목표를 중장기적인 기한을 정하여 설정함
 - ③ 목표를 실현하기 위하여 필요한 모든 요소(규제개혁, 사업촉진책, 민간의 사업전개 등)을 정한 로드맵을 작성하여 단기간에 구체적 개혁을 실시함
3. 상기의 전략을 바탕으로 다음을 추진함
 - ① 방향이 명확한 과제에 대해 선도적으로 개혁에 착수함
 - ② 다양한 가능성이 있어 아직 방향성이 불투명한 테마에 대해서는 의견일치를 기다리지 않고, 선행적인 아이디어에 찬동하는 사람을 모집하는 방식으로 진행함

2) 일본의 7가지 대응 방침

□ 또한 경제산업성의 「신산업구조비전」¹¹⁾에서는 4차 산업혁명에 대하여 다음과 같은 일본 정부의 7가지 대응 방침을 정리하고 있음.

- ① 산업에서 발생하는 방대한 양의 데이터를 활용할 수 있는 환경과 시장, 보안 정책을 정비하고, ② 4차 산업혁명에 대응할 수 있는 인재를 육성하고 고용할 수 있는 시스템을 구축함. ③ 기술개발 및 국제표준화를 위해 노력하고, ④ 금융기능을 강화함. 또한 4차 산업혁명을 맞이하여 신속하고 과감하게 대응할 수 있도록 ⑤ 사회 구조를 전환하고, ⑥ 관련 규제를 개혁하고, ⑦ 지역과 중소기업이 4차 산업혁명의 대응에서 소외되지 않도록 노력함.
- 제4차 산업혁명에서는 기업이나 조직의 울타리를 넘어 적극적으로 데이터를 수집하여 분석하고, 신속하게 새로운 비즈니스 창출하는 것이 중요함. 그러나 일본에서는 기업 내 데이터를 외부와 공유하지 않는 경우가 많아 현재로서는 글로벌 데이터

플랫폼을 해외에 의존할 수밖에 없음. 또한 이러한 데이터 플랫폼을 구축하는 것뿐만 아니라 제3자와의 오픈 데이터를 거래하는 시장을 구축하는 등 시장 메카니즘에 의한 데이터 유통 활성화도 동시에 추진하는 것이 중요함. [방대한 양의 데이터를 활용할 수 있는 환경과 시장, 보안 정책을 정비]

- 제4차 산업혁명을 통해 인공지능(AI)이 업무에 도입됨에 따라 업무 내용, 비즈니스가 크게 변화해나갈 것으로 예상되고 있음. 이러한 변화 가운데 새로운 시대를 개척하고 가치를 창조해나가는 힘을 기르기 위해서는 기존의 교육 제도 및 교육 시스템의 새로운 진화가 요구됨. 기업은 국제적 경쟁력을 유지하고 강화해야 하며, 개인은 자신의 적성과 능력 및 자신의 판단에 따라 일할 수 있도록 노동 시장 및 고용 제도의 변화도 필수적임. [인재를 육성하고 고용할 수 있는 시스템을 구축]
- 전례 없는 속도와 규모로 비즈니스 환경이 변화하고 있기 때문에 민간 기업이 단독으로 혁신하는 것이 어려워지고 있으며, 국내·외의 다른 주체들과 연계하는 것이 필요하게 됨. 그러나 현재 기업·대학·벤처기업·국가연구개발법인 등의 연구개발 조직은 폐쇄적이며, 자금, 인력, 기술 이외에 데이터의 유동성도 부족함. 또한 미국, 유럽, 중국, 인도 등지에서는 벤처 생태계 구축을 위한 국가가 전략을 수립하고 있으나, 일본 정부는 이에 대한 방향성과 시책이 준비되어 있지 못한 상황임. [이노베이션·기술개발의 가속화(Society 5.0)]
- 기업의 경영 자원 재분배를 촉진하고 새로운 경쟁력의 원천이 되는 사업 분야에 경영 자원이 원활하게 이동하기 위해서는 경영진의 과단성 있는 결정에 따라 발생할 수 있는 리스크를 커버할 수 있는 투자 공급이 필수적임. 따라서 사모펀드(Private Equity Fund)와 벤처 캐피탈 등에 의한 주식 금융 기능을 강화하고, 벤처 기업을 비롯한 사업 환경과 발전 단계에 따라 필요한 자금을 얻을 수 있도록 하는 것이 필요함. [파이낸스(금융)기능의 강화]
- 해외에서는 글로벌 경쟁에서 살아남기 위해 역동적인 기업 구조 조정을 통하여 사업구조 변화가 이루어지고 있음. 4차 산업혁명 시대에 요구되는 기술·인력·시간을 구입하는 M&A나 자사의 코어 사업에 새로운 투자가 글로벌 레벨에서 더욱 빠른 속도로 진행되고 있음. 사업구조·취업구조를 원활하게 전환하기 위해서 일본 기업도 국내 시장 뿐만이 아닌 글로벌 기업과 경쟁을 염두에 두고 성장 목표를 설정하고, 실현을 위한 전략·방법 등 기업 경영의 본연의 자세에 대해 검토해야 함. [사회 구조를 전환]

- 기업이 제4차 산업혁명을 위한 경제사회 시스템의 고도화에 따라 사업을 전개하는데 있어 다양한 미래 불확실성이 존재함. 그러나 4차 산업혁명이 진행되는 과정에서 불확실성이 큰 사업 활동이 중요하게 될 수도 있음. 예를 들어 기존의 규제만으로 대응할 수 없는 셰어링 이코노미(sharing economy)¹⁾와 같은 새로운 서비스 영역이 속속 등장하고 있으며, 행정 대응이 이를 따라가지 못하는 경우도 발생할 수 있음. 따라서 사업 활동 변화에 맞추어 민관의 역할분담과 정책방향성 검토가 필요함. [관련 규제를 개혁]

- IT기술을 선진적으로 활용하고자 노력하고 준비하는 중소기업도 존재하지만, 많은 중소기업은 시스템 구축을 위한 비용 부담과 IT를 활용할 인력 부족을 이유로 충분한 대비를 하지 못하고 있는 실정임. 이러한 상황은 중소기업의 생산성을 향상하는데 있어 장애물이 되고 있음. 또한 제조업, 농업, 건설업 등의 현장에서는 고령화와 후계자 부족 문제가 심각해지고 있으며, 이러한 문제는 독일 등 많은 나라에서도 주요한 과제로 인식되기 시작함. 현재 중소기업 및 지역 기업이 4차 산업혁명 기술을 활용할 수 있게 지원하는 것이 국제적인 과제가 되고 있음. [지역과 중소기업이 소외되지 않도록 노력]

1) 사용되고 있지 않은 자산, 자원을 유효하게 활용함으로써 새로운 가치가 태어나게 하는 것. 2008년 민박의 개념으로 시작된 미국의 Airbnb가 대표적임.

[표 III-2] 일본의 전략 7가지 대응 방침¹¹⁾

-
- ① 데이터 활용 촉진을 위한 환경 정비
 - 데이터 플랫폼의 구축, 데이터 유통 시장의 창출
 - 개인 데이터 활용 촉진
 - 보안기술과 인재를 키워내는 환경(에코 시스템)의 구축
 - 제4차 산업혁명의 지적 재산 정책의 방향
 - 제4차 산업혁명에 대응하는 경쟁 정책의 방향
 - ② 인재육성·획득, 고용 시스템의 유연성 향상
 - 새로운 요구에 대응한 교육 시스템의 구축
 - 글로벌 인재의 획득
 - 다양한 노동 참가의 촉진
 - 노동시장·고용제도의 유연성 향상
 - ③ 이노베이션·기술개발의 가속화(Society 5.0)
 - 오픈 이노베이션 시스템의 구축
 - 세계를 리드하는 이노베이션 거점 정비·국가 프로젝트 구축·사회 실증의 가속 (인공지능 등)
 - 지적재산권 매니지먼트와 국제표준화의 전략적 추진
 - ④ 파이낸스(금융)기능의 강화
 - 리스크 머니 공급을 위한 에퀴티(equity) 파이낸스의 강화
 - 제4차 산업혁명을 위한 무형자산투자의 활성화
 - Fin Tech를 중심으로 금융·결재기능의 고도화
 - ⑤ 산업구조·취업구조 전환의 원활화
 - 신속·과단성 있는 의사결정이 가능하게 하는 거버넌스 체제의 구축
 - 신속하고 유연한 사업재생·사업재편을 가능하게 하는 제도·환경 정비
 - 노동시장·고용제도의 유연성 향상
 - ⑥ 제4차 산업혁명의 중소기업, 지역경제에의 파급
 - 중소기업, 지역에 IoT도입, 활용 기반의 구축
 - ⑦ 제4차 산업혁명을 위한 경제사회 시스템의 고도화
 - 제4차 산업혁명에 대응한 규제개혁의 방향
 - 데이터를 활용한 행정 서비스의 향상
 - 전략적 제휴 등을 통한 글로벌 전개 강화
 - 제4차 산업혁명의 사회 전개
-

2. 국토교통성의 생산성 혁명 프로젝트

1) 생산성 혁명 본부 조직¹⁹⁾

- 국토교통성에서는 4차 산업혁명을 맞이하여 일본 건설업의 다양한 문제를 해결하기 위한 방안으로서 생산성을 향상시키는 것이 중요하다고 판단함. 국토교통성은 2016년을 생산성혁명원년으로 설정하고, 2016년 3월 국토교통성 장관을 본부장으로 하는 생산성 혁명 본부를 국토교통성 내부에 조직. 20개의 생산성 향상 프로젝트를 선정함.
- 생산성 혁명 본부 조직에는 국토교통성 장관이 본부장이 되며, 부장관이 본부장 대리, 장관정무관이 부분부장이 됨.
- 국토교통성의 모든 국장과 주요 부장 및 외부 기관장²⁾이 포함.
- 국토교통성 생산성 혁명 본부의 운영과 연락을 담당하는 사무국은 국토교통성 종합정책국 정책과에서 담당.
- 국토교통성에서는 생산성 혁명 프로젝트와 관련하여 5회의 회의가 이루어졌음. 2016년 3월 국토교통성 각 부서에서 목표를 설정하였고(1차 회의), 2016년 4월부터 해당 목표들을 검토하였음(2차 회의). 2016년 8월에는 생산성 혁명 프로젝트로서 적절한 13개의 프로젝트를 선정하였으며(3차 회의), 2016년 11월에는 추가 후보 프로젝트를 검토하였음(4차 회의). 2017년 3월 최종 20개 프로젝트를 확정함(5차 회의).

2) 국토교통성의 사무차관, 기감, 국토교통심의관, 관방장, 총괄심의관, 기술총괄심의관, 건설유통정책심의관, 물류심의관, 위기관리운송안전정책심의관, 정책총괄과, 국제총괄관, 종합정책국장, 국토정책국장, 토지·건설산업국장, 도시국장, 수자원·국토보전국장, 도로국장, 주택국장, 철도국장, 자동차국장, 해양사업국장, 항만국장, 항공국장, 홋카이도국장, 운송안전위원회사무국장, 국토처리원장, 관광청장, 기상청장, 해상보안청장, 관청영선부장, 공공교통정책부장, 정보정책부장, 수자원부장, 기술심의관, 총괄감찰관이 참석함.



2) 20대 생산성 혁명 프로젝트¹⁸⁾

□ 과거 생산성 향상은 고도 경제 성장에 큰 원동력이 되어왔으나, 최근 생산성이 하락하고 있음. 국토교통성은 인구감소사회에서 성장의 열쇠는 생산성 향상에 있다고 판단함. 생산성 향상이라고 하면 급속도로 발전하고 있는 ICT, IoT, 로봇 기술을 활용하는 “미래형” 투자나 신기술을 활용하는 것이 중요함. 그리고 과거 고속도로와 신칸센이 고도 성장에 큰 영향을 준 것과 같이 도시의 정체해소를 통한 시간 단축, 사고나 재해 리스크의 감소 등 “사회 베이스”의 생산성 향상을 이끌어 냄으로써 새로운 수요를 만들고, 소비를 자극하는 등 보다 광범위한 효과를 기대할 수 있음. 또한 서비스 산업 등 “산업별”의 생산성 향상도 중요함.

- 국토교통성에서는 국민경제나 국민생활의 기반이 되는 사회자본과 관광, 물류 등의 광범위한 분야를 다루고 있음. 국토교통성에서 담당하는 전체 분야를 “사회베이스 형”, “산업별 형”, “미래 형”의 3가지로 분류하고 생산성 향상을 도모함으로써 지속적인 경제 성장에 기여하고 국민의 삶을 더욱 풍요롭고 편리하게 하고자 함.
- “산업베이스 형”은 2016년 4월부터 수도권에 도입하는 프로젝트이며, 8개의 프로젝트가 포함되어 있음. “산업별형”은 각 산업에 관련 규제를 정비하여 2017년도 이후의 가까운 미래에 적용할 것을 기대하는 프로젝트, “미래형”은 투자, 신기술을 통해 중장기적인 미래의 생산성을 높여가는 프로젝트임.

	프로젝트 명	분류
1	핀 포인트 정체 대책	사회베이스형
2	고속도로를 현명하게 사용하기 위한 요금제	사회베이스형
3	크루즈 새로운 시대의 실현 - 일본을 방문하는 크루즈 여행객 500만 명을 위하여	사회베이스형
4	컴팩트 플러스 네트워크 - 밀도의 경제에서 생산성을 향상	사회베이스형
5	부동산최적상황의 촉진 - 토지, 부동산에의 재생투자과 시장의 확대	사회베이스형
6	인프라 유지보수 혁명 - 확실하고 효율적인 인프라 정비 추진	사회베이스형
7	댐 재생 - 지역경제를 지지하는 치수 능력의 조기 향상	사회베이스형
8	항공 인프라 혁명 - 공항과 관제의 베스트 조합	사회베이스형
9	i-construction의 추진	산업별형
10	주생활산업의 새로운 전개 - 기존 주택 유통, 리모델링의 활성화	산업별형
11	I-shipping와 j-Ocean - 해상 생산성 혁명, 강한 산업, 고성장, 윤택한 지방	산업별형
12	물류생산성혁명 - 효율적이고 고부가가치 스마트 물류의 실현	산업별형
13	도로의 물류 이노베이션 - 화물 운송 생산성 향상	산업별형
14	관광산업의 혁신 - 관광 산업을 일본의 기간산업으로(숙박업 개혁)	산업별형
15	하수도 이노베이션 - 일본산 자원창출 전략	산업별형
16	철도 생산성 혁명 - 차세대 기술 전개에 의한 생산성 향상	산업별형
17	빅데이터를 활용한 교통안전대책	미래형
18	고품질 인프라의 해외 전개 - 거대시장을 일본의 기폭제로	미래형
19	자동차의 ICT혁명 - 자율 운전 사회 실현	미래형
20	기상 비즈니스 시장의 창출	미래형

3. 생산성 혁명 프로젝트 개요와 진행상황¹⁸⁾

□ 생산성 혁명 프로젝트 보고서에 포함되어 있는 내용과 2017년 3월에 국토교통성에서 실시된 생산성 혁명 프로젝트 제5차 회의에서 각 국장들의 진행 보고 자료를 정리하면 다음과 같음.

1) 핀 포인트³⁾ 정체 대책

- 인적·물적 이동은 여러 생산 활동의 근간이 됨. 효율적인 정체대책에 의해 유효노동시간을 증가시킴. 트럭과 버스의 운전자 부족에도 대응할 수 있을 것으로 기대됨.
- 서구 주요도시에서 정체손실은 이동시간의 약 2할임에 비해 일본에서는 이동시간의 약 4할의 정체손실이 발생하는 것으로 분석됨. 이는 연간 약 50억·인·시간이며, 약 280만 명분의 노동력에 해당함. 따라서 고속도로 실용량의 저하 지점을 데이터 분석을 통해 찾아내고 핀 포인트로 대응을 하고자 함.
- 현재 정체가 빈번한 고속도로 4개 지점(토오메이(東名) 고속도로 야마토(大和) 터널 부근, 추오(中央)도로 코보토케(小仏) 터널 부근, 토오메이한(東名阪)도로 요카이치시(四日市) 부근, 수도고속도로 이타바시·쿠마노초(板橋·熊野町) JCT)을 선정하고 2017년 중에 완성을 위한 사업 추진 중임.

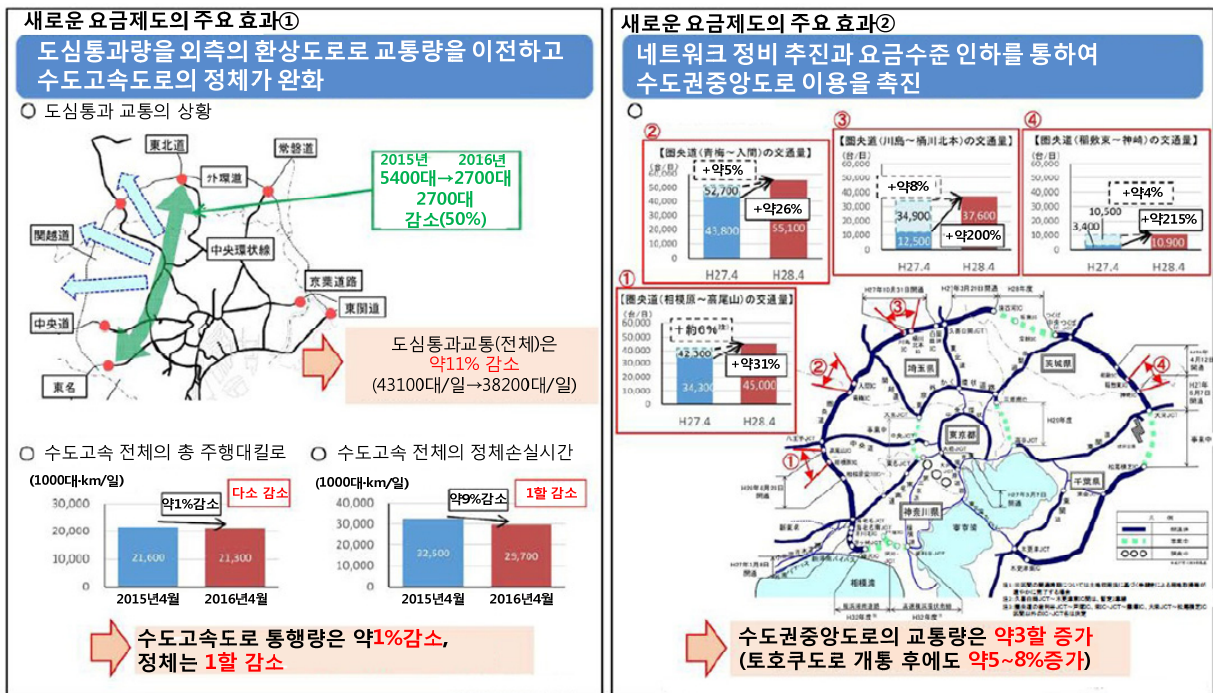


[그림 III-3] 핀 포인트 정체 대책

3) 정체가 발생하는 정확하게 한 부분이나 대상만을 겨냥한 것을 의미

2) 고속도로를 현명하게 사용하기 위한 요금제

- 수도권중앙도로의 네트워크 정비 추진과 함께 도심의 정체에 대해 수도권의 교통유동을 최적화하는 것을 목적으로 2016년 4월부터 수도권의 고속도로에 대해 새로운 요금제를 도입. 도시를 통과하는 교통량이 외부 축의 순환도로로 이전된 결과, 수도권고속도로의 정체가 완화되는 등 일정 효과가 확인되어 생산성 향상에 기여함.
- 2017년 6월부터 칸사이(關西) 지역의 고속도로에 대해 보다 효율적이고 현명하게 사용할 수 있도록 새로운 요금제를 도입함.
- 수도권 지역의 3개의 순환도 구성을 통해 교통이 분배되고, 정체가 대폭 개선되는 등 순환도로의 효과가 나타나고 있음. 2016년 4월부터 수도권의 고속도로에서 새로운 요금 체계를 도입함. 앞으로 정체상황을 반영하여 요금을 단계적으로 재검토 하고, 정체 완화를 통한 생산성 향상을 추진할 예정임.

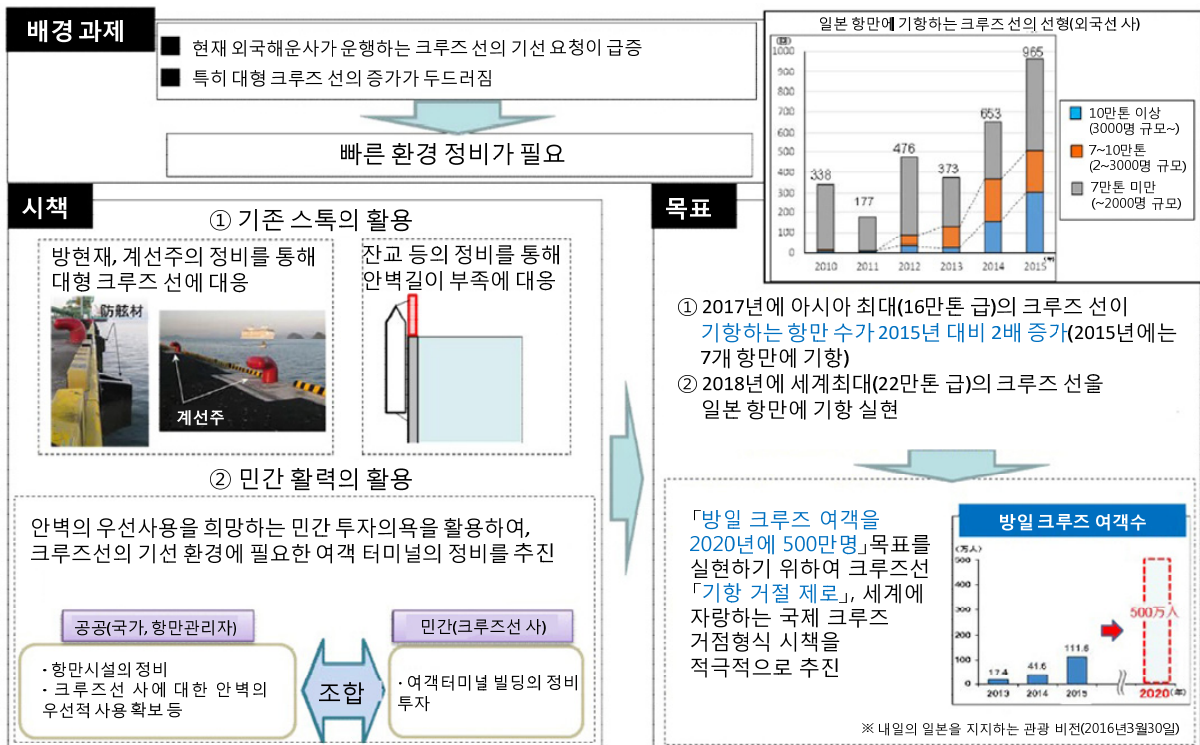


[그림 III-4] 고속도로를 현명하게 사용하기 위한 요금제

3) 크루즈 새로운 시대의 실현

- 기존 스톡과 민간 활력을 최대한으로 활용하여 크루즈 선의 일본 기선 증가에 대응함. 「일본을 방문하는 크루즈 선 승객을 2020년까지 500만 명」의 목표를 실현할 수 있도록 적극적으로 시책을 추진함.

- 2016년도 제2차 수정예산에서 방일 외국인 급증에 따른 여객선 기항 수요의 증가에 대응하기 위해 기존 안벽의 개량 등을 실시하는 등 대형 크루즈 선의 기착 환경 개선을 실시함.
- 2017년 1월 민간 투자와 공공의 기착환경 정비를 합쳐서 관민연계를 통한 국제 크루즈 거점을 형성하는 항만으로 요코하마항(横浜港), 시미즈항(清水港), 사세보항(佐世保港), 야즈시로항(八代港), 모토부항(本部港), 히라라항(平良港)의 6항을 선정하였음. 국가가 지정한 국제 크루즈 거점 형성을 시도하는 크루즈 선사가 항만에서는 여객시설 등에 투자하는 경우 부두 우선 사용 등을 인정하는 새로운 시스템을 구축하기 위하여 "항만법 일부 개정을 위한 법률안"이 각의 결정을 통해 국회에 제출되었음.
- 국토교통성은 지방공공단체가 크루즈 승객의 편리성, 안전성 확보를 도모하는 사업을 진행하는 것을 보조하는 제도의 수립할 예정임.



[그림 III-5] 크루즈 새로운 시대의 실현

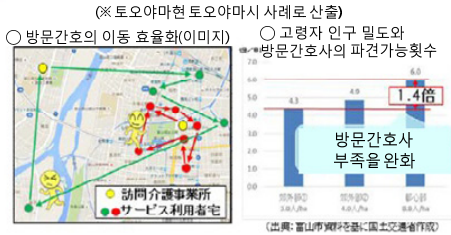
4) 콤팩트 플러스 네트워크 - 밀도의 경제에서 생산성을 향상

- 경제활동의 장소인 도시의 콤팩트(밀집) 화, 밀도 업, 공공교통의 편의성 향상을 통해 방문간호의 이동시간 감소나 중심 시가지에서의 소비액 증가를 실현하는 등 서비스 산업의 생산성을 대폭 향상. 고령자, 육아세대 등의 행동을 빅 데이터로 분석, 사용자 관점도 반영한 계획방법을 새로이 수립하여 신설 최적위치를 실현함.
- 입지적정화 계획에 대해 공무원이 현지를 방문하여 컨설팅을 실시하고, 시정촌⁴⁾의 계획 작성을 지원함. 2017년 3월 기준 150여 곳의 시정촌이 컨설팅을 진행하였으며, 300 곳 이상의 시정촌에서 위치적정화 계획 작성에 대해 구체적으로 추진하고 있으며, 이 가운데 100여 곳은 계획을 작성하고 공표하였음. 국토교통성, 후생노동성, 내각부가 공동으로 지역포괄 케어 및 육아 정책과의 연계촉진에 관한 고시를 발표함. 입지적정화계획에 따라 지자체의 부담을 줄이기 위하여 지방재정조치제도를 신설(2017년 예산 : 100억 엔)함.
- 프로젝트 단위로 좋은 사례를 선행적 활동사례집으로 정리(2016년 9월). 도시의 규모와 거리만들기의 중점 테마에 따른 시범 도시의 선정. 도시의 콤팩트 화에 의한 건강 증진 효과를 파악하기 위해 걸음 수 조사를 위한 가이드라인의 책정(2017년 3월). 사람 성향 별로 행동 데이터를 파악하기 위한 조사 분석방법에 관한 스마트 플래닝 실천 매뉴얼 작성(2017년 3월) 지방운수국이 지역 공공교통 네트워크 형성에 참가하는 지방공공단체에 대해 능동적인 지원을 실시함.

4) 지방공공단체인 시(市)·정(町)·촌(村)의 총칭. 일본의 기초 지방공공단체로 포괄(광역) 지방자치단체인 도도부현에 대비됨. 시(市)가 되기 위해서는 시정촌 합병 특례에 관한 법률에서 인구가 3만 명 이상이고, 중심 시가지에 전체 가구수의 60% 이상이 있어야 함. 정(町)이 되기 위해서는 도도부현이 정하는 조례(인구 약 5000명~ 1만명)를 만족해야 함. 시와정이 아닌 지방공공단체는 자동으로 촌(村)이 됨. 2016년 10월 기준 일본 전국에 791개 시, 744개 정, 183개 촌이 있음.

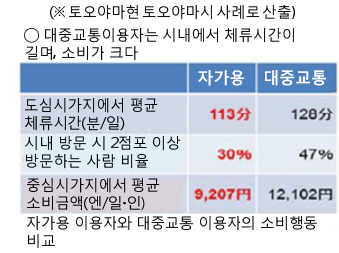
**일정밀도의 집약형 도심지에
~서비스산업의 생산성 향상~**

■ 방문간호사의 1인당 서비스 제공량
4할 증가



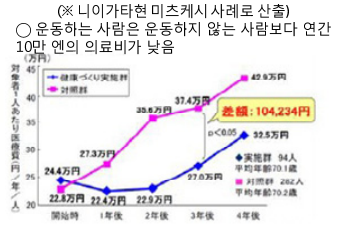
**대중교통 이용하기 쉬운 거리로
~중심시까지 재충~**

■ 도심시까지 소비액을
30억엔 증가



**고령자 한사람 한사람을 건강하게
~지방재정의 건전화~**

■ 필요로 하는 의료비를
10억엔 저감



컴팩트 플러스 네트워크 사례

쿠마모토시(임지정화계획: 2016년4월1일 공표, 지역공공교통계획: 2016년 4월11일 공표)

- 공공교통이용권역에 이주나 도시기능을 유도
 - 공공교통이 이용 가능한 권역이나 거점 주변에 이주하거나 도시기능을 유도하여 생활의 편의성 향상과 동시에 공공교통 이용자를 확보
- 공공교통의 효율화, 편의성 향상
 - ① 버스 노선에서 간선과 지선의 위치를 명확히 하여 간선에서는 중부노선을 재편하여 효율화
 - ② 버스정용(우선)차로, 공공차량우선 시스템 도입 확대, 운행 시간표의 표준화 등 공공교통 편의성 향상

기대되는 효과

- 공공교통 권으로 이주 유도, 버스 운행의 효율화를 통해 승차율의 향상, 경영 개선(이주유도에 의한 효과: 연간 약2.3억엔, 추가적인 효율화를 통한 효과를 기대)
- 중심도심지역의 이동 편의성 향상을 통해 중심도심지의 소비액 증가

하나마키시(임지정화계획: 2016년6월1일 공표, 지역공공교통계획: 2016년 내 발표)

- 거점을 집중
 - 잠재력이 높은 지역에 이주나 도시기능의 유도구역을 집중
- 타겟을 정한 유도시설의 설정
 - (예) 종합병원을 복합시설로서 이전신설(2018년 완공)
 - 복지기능 등을 복합(노인간호시설, 주택간호지원사업소, 방문간호)
- 「가정지킴이구상」과 「하나마키 가정지킴이회」
 - 시와 민간 쌍방에서 혁신마을 만들기를 통한 부동산 유통화 촉진

기대되는 효과

- 이용자의 편의성과 방문사업 등의 이동효율을 높이고, 생산성을 향상 (방문간호서비스 제공량: 1인당 약3할 증가)
- 걸을 수 있는 거리가 됨으로써 고령자의 의료비 저감 등

[그림 III-6] 컴팩트 플러스 네트워크 - 밀도의 경제에서 생산성을 향상

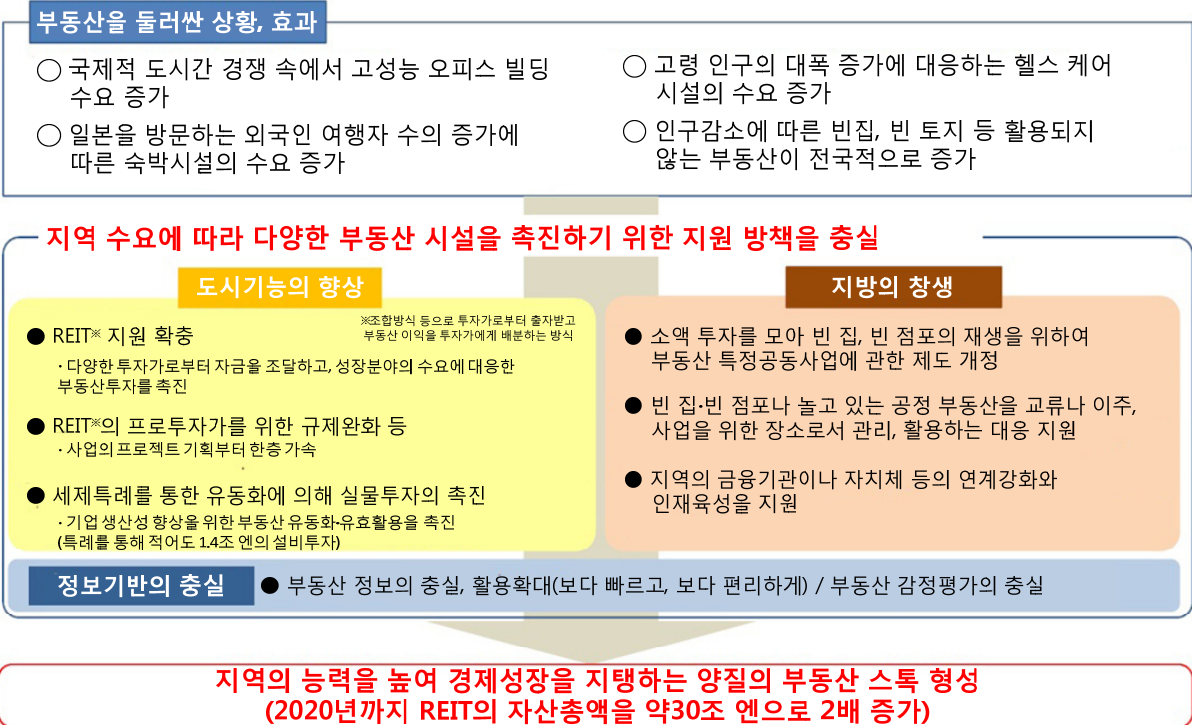
5) 부동산 최적상황의 촉진

□ 일본의 부동산 시장에서 고성능 오피스 빌딩과 숙박시설 등의 수요가 증가하고 있음. 이용되지 않거나 이용률이 낮은 토지, 부동산에 대한 재생 투자 및 유통 활성화를 진행하여, 이러한 수요에 대응하고 지역의 창출 능력을 향상시키는 양질의 부동산 스톡을 형성하고자 함.

- 내각에서 소규모 부동산 특정 공동 사업의 등록제도 신설과 크라우드 펀딩을 활용하기 위한 환경 정비를 주요한 내용으로 하는 "부동산 특정 공동사업법의 일부 개정을 위한 법률안"을 결정함(2017년 3월).
- 장기 보유 토지에 관한 사업용 자산의 대체 구입 특례에 대해 적용기한을 3년간 연장함(2016년 12월). J-REIT(Real Estate Investment Trust)⁶⁾ 등이 취득하는 부동산에 관한 특례조치에 대해 적용기간을 2년간 연장하고, 의료시설을 대상에 추가함(2016년 12월).

5) 크라우드 펀딩은 군중 또는 다수를 의미하는 영어단어 "크라우드(Crowd)와 자금조달을 뜻하는"펀딩(Funding)"을 조합한 용어로, 자금수요자가 인터넷 등의 온라인상에서 자금모집을 증대하는 자를 통하여 불특정 다수의 소액 투자자로부터 자금을 조달하는 행위를 의미함.

6) 많은 투자자로부터 모은 자금으로 오피스빌딩과 상업시설, 아파트 등 복수의 부동산 등을 구입하고, 그 임대수입과 매매수익을 투자자에게 분배하는 상품. 부동산 투자를 실시하지만 법률상은 투자신탁에 해당함.



[그림 III-7] 부동산 최적상황의 촉진

6) 인프라 유지보수 혁명 - 확실하고 효율적인 인프라 유지보수 추진

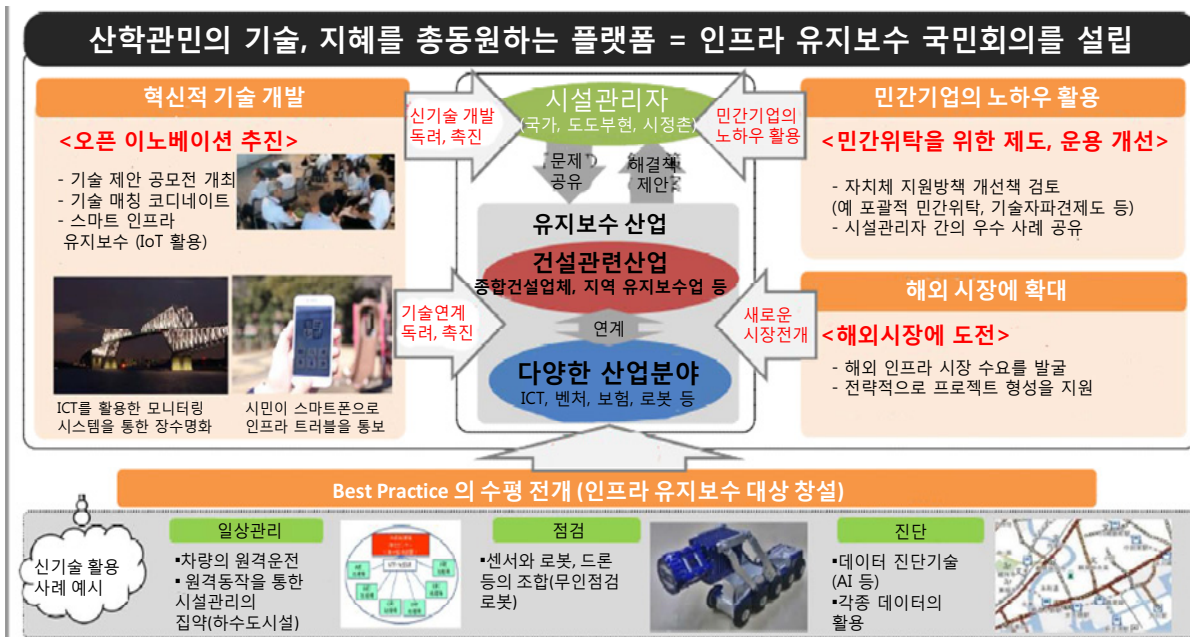
□ 일본의 인프라는 급속히 노후화가 진행되어, 유지 관리 및 업데이트 비용이 증가하고 있고, 미래의 담당자 부족이 우려되고 있어 예방 보전 등의 계획적인 유지 관리를 통한 비용의 평준화·감소와 필요한 작업 인수의 감소 및 효율화를 도모 해가는 것이 필요함. 따라서 인프라 유지보수 사이클의 모든 단계에서 다양한 사업의 기술이나 민간의 노하우를 활용하여, 유지보수 산업의 생산성을 향상시키고, 유지보수 산업을 육성, 확대할 예정임.

○ 11월 28일에 인프라 유지보수 국민회의를 설립하고 "혁신적 기술"과 "지자체 지원"이라는 테마 별, 지방 별로 포럼을 개최하고, 구성하고 있는 상황임. 인프라 유지보수 국민회의의 최초 회원 수는 199명이었으나 2017년 3월 말 기준 492명까지 증가함. 혁신적 기술 포럼에서 제안된 최신 기술을 하천관리 현장에 적용하기 위한 혁신적 하천관리 프로젝트가 개시됨.

○ 지자체 지원 포럼에서 지자체의 과제(기술자 육성, 효율적인 유지보수 등)에 대한 민간 기업의 노하우나 아이디어를 바탕으로 민관이 정보 교환 및 토론을 실시함. 지역 포럼(호쿠리쿠(北陸), 추부(中部), 킨키(近畿))을 개최하고 각 지자체의 개별 과

제에 관한 각 회사의 기술 개발 동향과 시설 관리자의 수요를 공유하여, 기업 간의 연계와 현장 실험을 촉진하여 지자체와 민간 기업이 매칭 성립. 민간 기업에서 활약하는 유지관리에 정통한 기술자를 지자체에 파견하는 시범 활동을 실시하는 등 민간 기업의 노하우를 최대한 활용함.

- 우수 인프라 유지보수 기술 및 사례를 선정하여 국토교통성 등 부처 장관 명의로 상을 수여하는 인프라 유지보수 대상을 신설. 국민회의를 통해 홍보를 수행하고, 248건을 지원받아 2017년 3월 기준 심사 중임.



[그림 III-8] 인프라 유지보수 혁명

7) 댐 재생 - 지역경제를 지지하는 치수 능력의 조기 향상

□ 최근 빈발하는 가뭄과 홍수가 기업의 생산 활동에 미치는 리스크를 조기에 완화하기 위하여 새로운 시공기술을 활용하여 댐 높이 상향을 진행함. 이를 통해 기존 댐의 이수·치수 능력 향상을 도모. 또한 기존 댐의 능력을 최대한 활용하기 위해 소프트 정책을 동시에 진행하여 이수·치수 양면에 걸친 효과를 조기에 발현(현명하게 정비, 동시에 현명하고 유연한 운용).

- 댐 재생 노력을 보다 적극적으로 추진하기 위한 방안을 정리한 "댐 재생 비전"의 수립을 위해 검토를 실시하는 "댐 재생 비전 검토회"를 설립하고, 구체적인 방안을 검토하는 중임.

- 댐의 유연한 운용에 대해 2016년부터 나카스지가와(中筋川) 댐 등 28개 댐에서 운영 규칙 등의 총 점검을 개시.
- 전국 21개 댐에서 댐의 높이 상향과 방류 설비 증강 등의 시설 개선을 추진함. 아오모리 현의 츠가루(津軽) 댐의 댐 높이를 상향 완료함(2017년 3월).

07 댐 재생 - 지역경제를 지지하는 치수 능력의 조기 향상

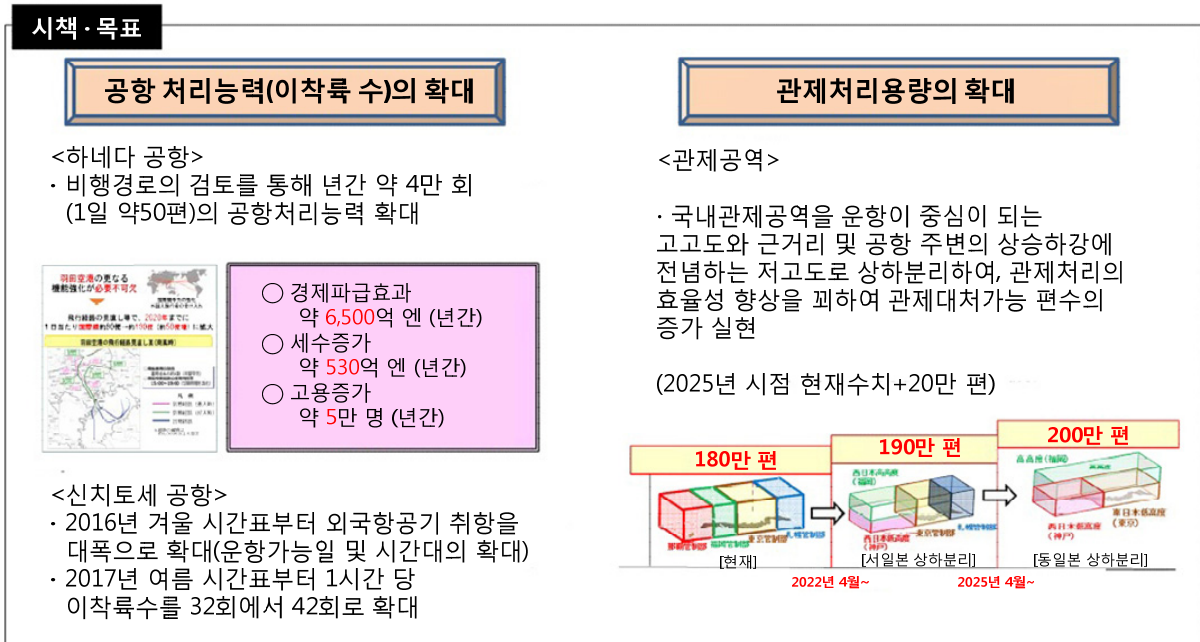
현명하게 정비 (댐 재개발 사업)	×	현명하고 유연한 운용 (조작규칙의 재검토)
<p>○ 기존 댐의 방류설비를 증설하거나 댐 높이를 상향을 진행하여 기존 댐의 능력을 대폭 향상</p>		<p>○ 강우예측의 정확도 향상을 포함하여 가뭄, 홍수 시에 댐을 유연하게 운용하는 방법을 도입</p> <p style="font-size: 0.8em;">※ 전국 122댐(국가, 수자원기구관리)을 대상으로 가능한 것부터 검토</p>
<p><댐 높이 상향></p> <p><방류설비 증설을 통한 용량확대></p>		<p><홍수조절용량을 이수(利水)에 활용></p> <p>이수(利水)자의 수요를 확인하면서 홍수조절용량을 이수(利水)에 활용(가뭄대응 강화)</p> <p><이수(利水)용량을 홍수조절에 활용></p> <p>홍수 발생 전에 이수용량의 일부를 사전에 방류하여 홍수조절에 활용</p> <p><홍수 시 하류 유량을 쉽게 줄이는 조작></p> <p>추가적인 호우나 홍수가 발생하지 않을 것으로 예상되는 경우 등에 통상보다도 방류량을 줄여 댐에 저류</p>
<p>댐 재생 비전 (시행 예정)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 「현명하게 정비 X 현명하고 유연한 운용」의 전략적·계획적 추진 ■ 기존 댐의 장수명화를 통해 Total Cost의 저감, 새로운 기술 개발 촉진 ■ 더욱이 댐 방류의 제약이 되는 하류부의 병목의 개선을 통해 하천의 흐름을 향상시켜 댐 능력을 최대한으로 활용 		<p>유역 생산거점의 수해 리스크를 저감</p>

8) 항공 인프라 혁명 - 공항과 관제의 베스트 조합

□ 일본을 방문하는 외국인 여행자의 90% 이상이 항공기를 이용하여 방문하고 있음. 따라서 「내일의 일본을 뒷받침하는 관광 비전」에서 일본을 방문하는 외국인 여행자 수 목표 2020년 4,000만 명, 2030년 6,000만 명을 달성하기 위해서는 항공교통량의 처리능력 확대가 중요한 과제임. 활주로의 연장 증설 등 하드웨어 측면뿐만 아니라 비행경로나 관제 운용방식의 재검토, 관제 공역의 재편 등 소프트웨어 면에서도 검토하여 항공교통량의 증가에 대응해야 함.

- 하네다(羽田) 공항의 비행경로 검토에 필요한 시설 정비에 착수하고, 3회째가 되는 주민 설명회를 약 20 개소에서 순차적으로 개최함. 2016년 10월 하순부터 신 치토세(新千歳) 공항의 국제선 운항 가능 시간대의 확대, 2017년 3월 하순부터 시간당 이착륙을 32회에서 42회로 확대. 현행의 관제정보처리 시스템 가운데 공항 시스템에 대해 관제공역재편에 필요한 새로운 시스템으로 전환을 시작함(2017년 3월 하순 부터 하코다테(函館) 공항에서 운용 개시).

- 하네다(羽田) 공항의 비행경로 검토에 필요한 시설정비, 환경 대책을 지속적으로 추진하고, 동시에 민간에서 활용하기 쉽도록 정보를 가공하여 제공할 예정임. 신 치토세(新千歳) 공항의 국제선 항공편의 탑승 제한 완화와 이착륙 범위 확대를 통한 국제항공편의 유치확대를 꾸준히 실시할 예정임. 새로이 후쿠오카(福岡), 미야자키(宮崎), 카고시마(鹿児島)의 3공항에 새로운 시스템으로 전환을 시작할 예정임. 아울러 관제 공역 재편 후 서일본의 저고도공역을 담당하는 코베(神戸)관제부의 설립 준비실을 설치(2017년 4월)하는 등 업무 실시체제의 정비를 실시할 예정임.



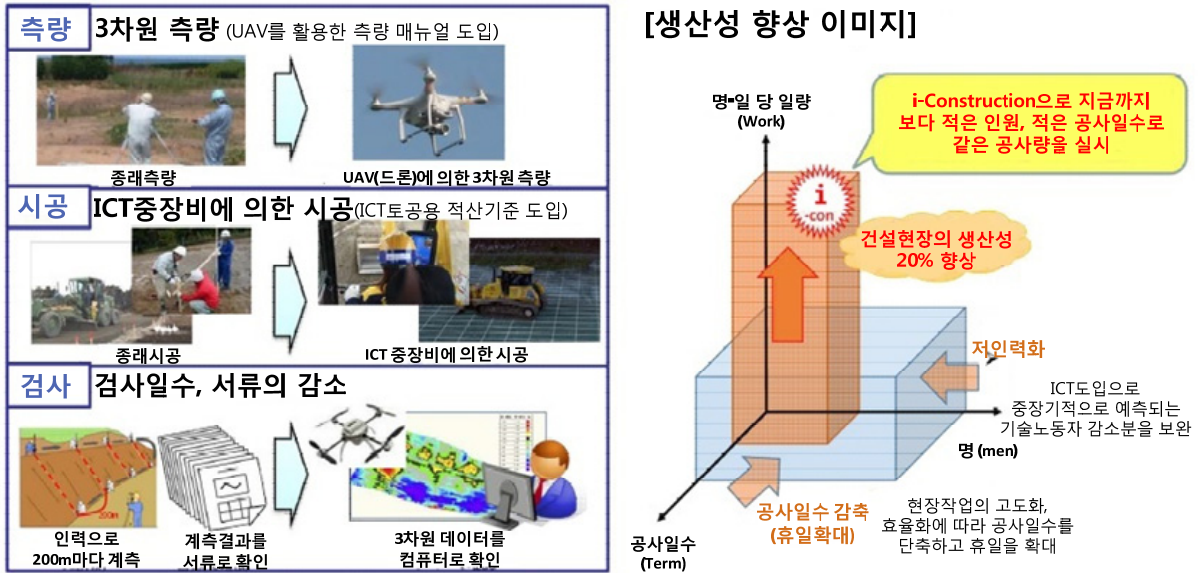
[그림 III-10] 항공 인프라 혁명 - 공항과 관제의 베스트 조합

9) i-Construction의 추진

□ 건설업은 사회자본의 정비를 지지하고, 사회의 안전, 안심의 확보를 담당하는 지역을 지키는 핵심 산업임. 향후 예상되는 젊은 인력 부족에 대응하기 위하여 건설 생산 프로세스 전체를 대상으로 한 ICT 등 신기술을 활용하는 i-Construction을 추진. 이를 통해 2025년까지 건설현장의 생산성이 20%향상될 것을 목표로함.

- 2016년에는 584건의 공사에서 ICT토공을 적용하였으며, 2017년에도 계속하여 적용할 예정. 현장 시공효율화에 관한 요소기술의 가이드라인을 책정하여 규격 표준화를 실시. 2016년에는 700억 엔의 2개년 국채 등을 활용, 2017년에는 2개년 국채를 1,500억 엔으로 확대. 산·학·관·민의 연계를 강화하기 위해 i-Construction 추진 컨소시엄을 2017년 1월에 설립함.

- 2017년도에는 ICT토공 외에도 ICT포장이나 ICT준설공(항만분야)를 도입(기준류의 정비), 교량 분야 등에서 3차원 데이터에 의한 설계 실시(i-Bridge의 시행), 측량 분야 및 유지관리 분야에 ICT기술 활용(i-Gesuido)할 예정임. i-Construction 추진 컨소시엄 WG에서 신기술의 건설현장 적용성을 검증할 예정임.

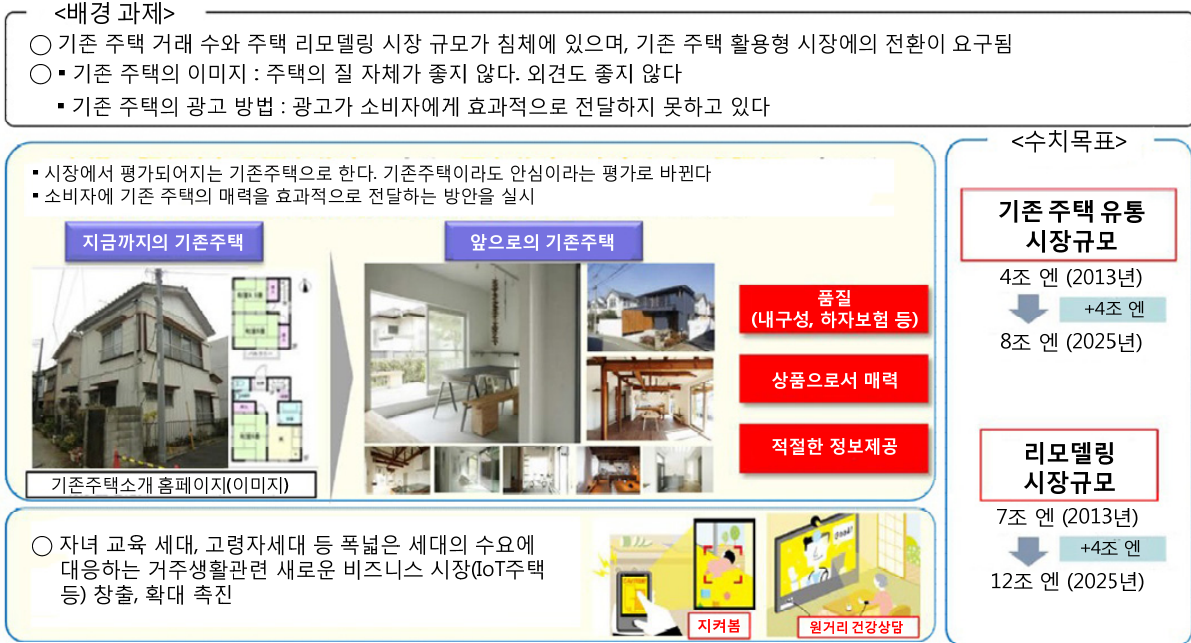


[그림 III-11] i-Construction의 추진

10) 주거 생활산업의 새로운 전개 - 기존 주택 유통, 리모델링의 활성화

- 주택은 국민 생활의 터전이며, 주택 투자는 내수의 기동임. 주거 생활 산업은 윤택한 생활과 일본의 경제 성장을 지탱하는 기간산업임. 국토교통성은 기존 주택 유통, 리모델링 시장 규모의 2배 증가를 목표로 주택 스톡 비즈니스의 활성화를 추진하는 것과 동시에, IoT 주택 등 새로운 주거 생활 관련 비즈니스 시장 창출, 확대 추진.
- 기존 주택의 유통 촉진을 위하여 교수·사업자 단체에 의한 검토회의를 실시(3회)하고, 2017년 3월 검토회의에서 제도 안을 정리하고 제도 안에 대해 공청회를 실시함. 2016년 8월부터 2017년 3월까지 IoT주택과 관련하여 공급 측의 물량 조사, 수요 측의 수요 조사 등을 실시하기 위하여 IoT주택 등 차세대 주택에 관한 조사를 실시함. 차세대 주택의 보급을 위한 공감대 및 협력 체제 확보를 위한 간담회 실시함 (2016년 12월 - 2017년 3월).
- 2017년 여름을 목표로 기존 주택의 유통 촉진에 기여하는 사업자 단체의 등록제도(안심R주택(가칭))의 고시를 작성하고, 사업자 단체에서는 제도 운용을 위한 준

비를 착수할 예정. IoT를 활용한 주택에서 거주자의 생활 데이터의 수집·분석 등의 거주자 실험을 실시하기 위하여 주택의 정비와 그 효과의 검증에 필요한 비용에 대한 지원 예정임(2017년 4월 이후).



[그림 III-12] 주거 생활 산업의 새로운 전개

11) I-shipping과 j-Ocean - 해상 생산성 혁명, 고성장, 윤택한 지방

□ 조선의 수출 확대, 해운의 효율화를 도모하는 i-Shipping과 해양개발시장의 획득을 목표로 하는 자원 확보에도 이어지는 J-Ocean의 2가지 프로젝트를 통해 「해양 생산성혁명」을 강력하게 추진하고자 함.

- i-Shipping 프로젝트로서 선형개발, 설계 강화, 속도 향상을 위한 수치 시뮬레이션(CFD)의 고도화, 활용확대를 위해 산·학·관 연계 연구 프로젝트를 진행함. 선박의 혁신적인 건조기술과 IoT 등을 활용한 운항에 관한 기술 개발을 지원함. 중소 조선소의 생산성 향상 시설 투자를 촉진함.
- 선진적인 선박의 연구개발, 제조, 도입, 보급을 촉진하기 위한 계획 인정제도의 설립(해상운송법의 일부개정, 국회심의 중). 선박의 개발, 설계, 건조, 운항에 있어서 생산성 혁명의 지원 확대할 예정(2017년도 예산 6억 엔). 선박, 선박기기의 안전 성능을 인정해주는 제도의 신설. 중소 조선소의 생산성 향상 설비의 투자 촉진. 선

7) 국토교통성이 기존 주택 검사를 실시하여 내진성능과 구조적 결함 및 누수가 없으며, 과거 유지관리 정보, 보험·보증 정보, 에너지 정보 등을 제공할 수 있는 검증된 주택에 대해 안심R주택 마크를 부여함.

내 IoT 데이터 형식을 ISO국제규격화(일본이 제안). 미래의 자동운항 선박을 실현하기 위한 과제 검토. 수소 사회 실현을 위한 연료 전지 선박의 실증 실험 및 안전 가이드라인 수립 예정임.

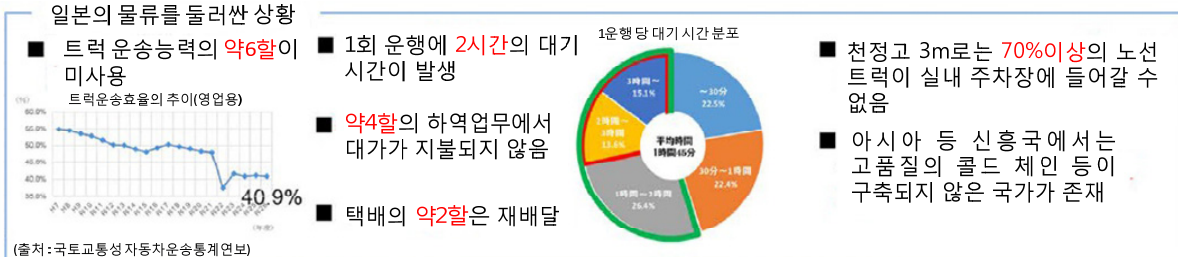
- j-Ocean 프로젝트로서 일본 재단 오션 이노베이션 컨소시엄을 설립(2016년 10월). 학생들을 위한 체험형 세미나나 해외대학의 여름학교에 학생 파견 활동 등을 실시. 해양 개발 분야의 기술자 육성을 위해 대학생·대학원생을 위한 전문교재(3과목)의 개발 등을 실시함(2017년 3월).
- 대학생·대학원생을 위한 전문 교재의 완성도를 높이고, 기술자 육성을 위한 기반을 정비할 예정임(2018년 3월까지). 조선 업체, 선박 제조사를 통한 해양 개발 관련 기술 개발을 착실히 지원(2018년 3월까지). 엔지니어링 기업과 일본 조선 선박사업자 등의 협의 촉진을 위해 엔지니어링 기업 측의 요구 파악을 위한 조사를 실시할 예정임.



[그림 III-13] I-shipping과 j-Ocean - 해상 생산성 혁명, 고성장, 유택한 지방

12) 물류생산성혁명 - 효율적이고 고부가 가치 스마트 물류의 실현

- 최근 일본의 물류는 트럭 적재율이 41%로 저하하는 등 다양한 비효율이 발생하고 있음. 생산성을 높여 장래 노동력 부족을 극복하고, 경제성장에 기여해야 함. 이를 위해 ① 화주협조의 트럭 업무개혁, 물류 시스템의 국제표준화 추진 등 「성장가속 물류」, ② 받기 쉬운 택배 등 「생활 향상 물류」를 추진하여 물류 사업의 노동생산성을 2할 정도 향상하고자 함.
- 개정된 물류종합효율화법이 시행되어 종합효율화계획 18건을 인정함. 냉동택배 서비스의 국제규격을 수립하여 물류 시스템의 국제표준화의 추진하고 있음. 물류를 고려한 건축물의 설계 운용 검토회에서 가이드라인을 책정함. 트럭 운송사업자를 대상으로 가격교섭노하우 핸드북, 하도급 하주적정 거래추진 가이드라인, 생산성향상 방책에 관한 방법, 중계수송실시물류의 혁신 등을 실시하고 있음. 대형 트럭사업자 19사가 하도급 등의 거래조건개선을 위한 자주행동계획을 수립함.
- 하역 시스템 고도화 실증사업을 실시 예정임(2017년도 예산 19억 엔). 오픈형 택배 보관함 도입을 지원해서 택배의 재 배달을 줄일 예정(2017년도 예산 5억 엔), 신선도를 유지할 수 있는 컨테이너 도입을 지원할 예정임.



업무효율의 개선과 부가가치의 향상을 통해 물류의 스마트화를 꾀하는 「물류생산성혁명」을 결행

(1) 이동시간·대기시간의 낭비, 공간의 낭비 등의 다양한 낭비를 대폭 효율화하여, 생산성을 향상
→ 일본 산업과 경제 성장을 가속 (「성장가속물류」)

<시책예>

- 하주도 참가하는 협의회에서 트럭 업무의 과제도출, 대책실시
- 중도운송을 포함한 공동운배송 또는 대기시간 줄이기 지원
- 물류를 고려한 건축물의 설계·운용 촉진
- 일본 물류 시스템의 국제표준화 추진
- 항만 게이트 접수자동화 추진, 해상교통관제의 일원화 등

(2) 연계와 선진기술로 편의성도 생산성도 향상
→ 국민의 생활을 편리하게 (「생활향상 물류」)

<시책예>

- 오픈형 배달 로커 도입 촉진을 통하여 택배 재배달의 감소
- 드론을 통한 수화물 배송을 위한 법제도 정비
- 맨손 관광의 촉진

물류사업의 노동생산성을 장래적으로 전산업 평균 수준으로 끌어올리는 것을 목표로 2020년도까지 2할 정도 향상

[그림 III-14] 물류생산성혁명 - 효율적이고 고부가 가치 스마트 물류의 실현

13) 도로의 물류 이노베이션 - 화물 운송 생산성 향상

- 심각한 운전수 부족이 진행되는 트럭 운송에 대해 특수차 허가 기준을 완화하고, 1대에 대형 트럭 2대 분의 운송이 가능한 「더블 연결 트럭」을 도입하여 저인력화를 촉진하고자 함. 물류 거점과의 연결 강화 및 수송 기동성 강화를 위한 특수차 심사의 신속화 등 민관협력 하에 도로 네트워크를 현명하게 사용하고, 생산성 향상에 이바지 하는 활동을 적극적으로 전개할 예정임.
- 2016년 11월 22일부터 트럭 운송의 주요 간선인 신토오메이(新東名)고속도로에서 더블 연결 트럭 9대를 활용하여 실험을 진행하고 있음.

조치① : 더블 연결 트럭을 통한 저인력화	조치② : 물류 연결 커넥트의 강화		
<p>현재 통상의 대형 트럭(10톤 트럭)</p>  <p>약12m</p> <p>계획 더블 연결 트럭: 1대에 2대 분의 운송이 가능</p>  <p>특수차 허가기준에서 차량 길이를 완화 (현행 21m에서 최대 25m로 완화 검토)</p> <p>장래의 자동대열주행도 확인하며 실시</p> <p style="background-color: #0070C0; color: white; text-align: center; padding: 2px;">2016년11월22일부터 신토오메이 고속도로에서 실험 개시</p>	<p>기존 도로공간도 유효하게 활용하면서, 직결을 포함한 새로운 틀을 정비하고, 접근도로의 중점지원</p> <p>[토호쿠 자동차도 오오히라IC]</p> 		
조치③ : 특대형 트럭 운송의 기동성 강화			
<p>수작업 중심의 통행심사에서 기하구조나 교량에 관한 전자데이터를 활용하는 자동심사시스템을 추진하여, 특수차 허가의 심사 신속화 진행</p> <table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <p>기하구조 IT를 활용하여 교차점 형상 등의 전자데이터를 수집</p>  </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <p>교량 교량점검 등으로 수집한 전자데이터를 활용</p>  </td> </tr> </table> <p style="background-color: #0070C0; color: white; text-align: center; padding: 2px;">2020년에 심사일수를 1개월에서 10일로 단축</p>		<p>기하구조 IT를 활용하여 교차점 형상 등의 전자데이터를 수집</p> 	<p>교량 교량점검 등으로 수집한 전자데이터를 활용</p> 
<p>기하구조 IT를 활용하여 교차점 형상 등의 전자데이터를 수집</p> 	<p>교량 교량점검 등으로 수집한 전자데이터를 활용</p> 		

[그림 III-15] 도로의 물류 이노베이션 - 화물 운송 생산성 향상

14) 관광산업의 혁신 - 관광 산업을 일본의 기간산업으로(숙박업 개혁)

- 숙박업의 경영 기법을 근본적으로 개혁하기 위하여 ICT도입과 업무 재검토와 효율화, 인재육성을 통한 최고레벨의 경영인재 확보를 촉진함. 관광지 경영을 개혁하기 위해 세계 수준 지역 관광마케팅 기관(Destination Marketing Organization DMO)을 구축하고, 육성하여 지금까지 부족했던 데이터 수집 분석과 효과적인 조합에 대해 민간 기법을 도입하여 관광지 경영 관점에 입각한 관광 거리 만들기를 실현하고자 함.

- ICT화 등을 통한 업무효율화를 도모하는 약 2,000개의 숙박사업자를 지원하고 있음. 2016년 12월에 최고 레벨의 경영 인재를 육성하기 위하여 산·학·관 관계자가 모인 워킹 그룹을 조직하고, 일본 내 최고 수준의 명문 대학인 교토(京都)대학, 히토츠바시(一橋)대학에 관광MBA(경영학 석사) 과정을 설치하기 위한 검토를 본격적으로 진행하고 있음. 현재 교토대학에서 커리큘럼 개발을 비롯한 실증실험을 진행하고 있음. 전국 8개소 시범 료칸 호텔에서 진행한 컨설팅 등의 성과를 2017년 3월 27일부터 전국에 홍보하고 있음. 관계 부처가 연계하여, 관광지역의 매니지먼트 마케팅을 지원하는 시스템 “DMO넷(<https://www.dmo-net.jp/>)”을 2017년 3월 말부터 제공하고 있음.
- 국토교통성은 숙박 사업자가 진행하고 있는 ICT화를 대상으로 업무효율화의 사업 경비를 지원할 예정임. 2018년부터 관광MBA 과정이 시작될 수 있도록 워킹 그룹에서 해외 선형 사례를 연구할 예정임. 료칸 호텔을 대상으로 하는 컨설팅 시범 사업이나 지역 대학의 경영 인재 육성 강좌를 전국의 대학으로 전파하고, 사업자에게는 경영 능력 향상, 생산성 향상을 위한 노하우를 제공할 예정임. 2016년 12월 설립된 관광산업혁신검토회에서 노동생산성 향상과 인재 확보 육성을 비롯한 료칸의 생산성 향상을 가속화하기 위한 방안을 검토하고 2017년 6월까지 정리할 예정임.

현황 · 과제	객실가동률(전국평균/2015년)	
	최고	최저
<ul style="list-style-type: none"> ○ 외국인의 일본 여행이 증가하고 있음에도 불구하고, 료칸의 수는 감소하고 있으며, 가동률도 낮음 (최근 10년간 호텔 수는 11%증가하였으나, 료칸 수는 25%감소) ○ 숙박업에서는 수요의 계절·요일·시간대 변동이 크고, 업무의 바쁘고 한가함 수준이 변동이 심하기 때문에 비정규 고용자의 비율이 높음 (정규직과 비정규직의 비율은 전체 산업에서 6:4, 호텔·숙박업에서는 4:6) ○ 기업으로서 경영을 계속하는 료칸이 많으며, 경영방법을 오랜 기간의 경험이나 감에 의존하고 있기 때문에 기본적인 개혁이 급함 	호텔	85.2% (8월)
	료칸	67.8% (1월)
		51.6% (8월)
		32.5% (4월)

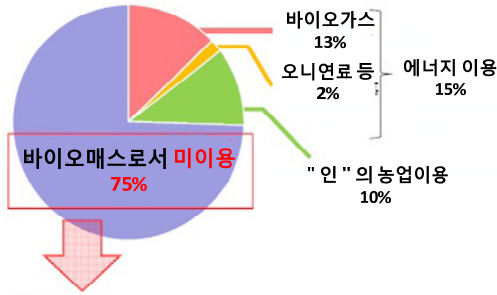
구체적인 시책	
<p>업무효율화의 지원</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ICT 활용을 통해 재고관리와 주방업무의 효율화 ■ 멀티태스킹 화를 통한 업무효율화 선도사례를 횡전파 ■ 전국 8개 시범 료칸·호텔에 컨설팅 등 	<p>휴가의 개혁</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 근무 및 휴가 방법 개혁을 추진하고, 연차유급휴가의 획득을 한층 촉진 ■ 가족이 휴가를 얻기 쉬운 제도를 도입, 휴가획득시기의 분산화를 통해 관광 수요의 평준화
<p>업무효율화의 지원</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Wi-Fi 환경 개선 ■ 다국어 대응(원활한 접객) 등 	
<p>산학연계를 통한 인재육성사업</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 실무 중심으로 교육하고, 관광경제대학원의 신설 ■ 커리큘럼 재검토를 통해 기존 관광학부의 개혁 ■ 경영자·종업원을 위한 경영개선에 관한 인터넷 강의 	
<p>목표로 하는 형태</p> <p>숙박업의 활성화·생산성 향상 상승효과 인재부족의 완화, 임금 상승, 노무환경 개선</p>	

[그림 III-16] 관광산업의 혁신 - 관광 산업을 일본의 기간산업으로(숙박업 개혁)

15) 하수도 이노베이션 - 일본산 자원창출 전략

- 하수 오니는 기존 폐기물로 매립 등으로 처분되어 왔으나, 최근에는 기술의 진보 등을 통해 바이오가스, 오니연료, 비료 등의 다양한 자원으로 활용할 수 있는 「일본산 자원」이 될 수 있음. 하수 오니를 철저히 재활용함으로써 수입에 의존하는 에너지 수입을 줄이고, 농업 생산성 향상에 크게 기여할 수 있음.
- 아이치(愛知)현 바이오가스 발전시설(2017년 2월), 히로시마(広島)현 고행연료화시설(2017년 1월), 시즈오카(静岡)시 고행연료화시설(2017년 1월) 등 일본 전국의 바이오 가스 발전 고행 연료화 시설을 정비함. 2016년 기준 22 개소의 시설이 가동되고 있으며 이는 1년간 25%가 증가된 것임. 하수처리장에서 지역 바이오매스 활용 검토 매뉴얼의 책정하여 다른 바이오매스(음식물 쓰레기, 분뇨 등) 처리와 통합하여 처리 비용을 절감(5 - 30% 감소)하고, 규모의 경제 장점을 이용한 효율적인 하수 오니 에너지 이용을 실현할 수 있도록 함.
 - 2017년도에도 20개소 이상의 바이오가스 발전 고행연료화시설을 새로이 건설할 예정임. 지역 바이오매스 활용하여 낮은 비용으로 에너지를 확보하는 기술의 실증 실험을 진행할 예정임. 오니를 활용하여 재배한 식재료에 소비자의 구매 의욕을 높일 수 있는 애칭을 만들어 오니비료의 판로 확대함으로써 인(Phosphorus) 자원의 농업이용 확대 예정임.

■ 일본의 하수오니 이용상황 (2014년도 말)



【 목표 】

- ① 철저한 활용으로 하수오니의 에너지·농업이용률을 약25%(현재)에서 **약40%**(2020년)으로 향상
- ② 하수오니로부터 화석연료를 대체하는 연간 **약 200억 엔** 상당의 에너지를 생산

<오니의 가능성>

※ 약110만 세대 분의 전력을 발전할 수 있는 에너지를 보유
 ※ 하수처리장에서 유입하는 인 전량을 전부 농업에서 활용하면 해외에서 유입하는 "인"의 약10%(약120억엔/년) 상당을 저감

■ 에너지 창출 분야에서 철저 활용 전략

- **민간주도의** 바이오가스 발전을 촉진
- 지역의 **바이오가스를 집약**하여 규모 이점을 발현

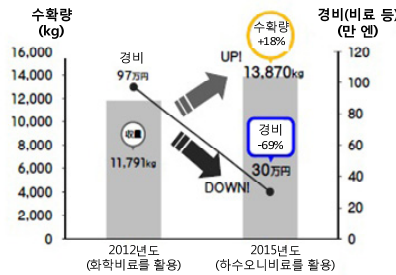
【 바이오매스의 집약이용 이미지 】



■ "인" 자원의 농업이용(BISTRO 하수도)

- 하수오니비료를 통하여 하수도에서 시작하는 **농업 생산성 향상**(수확량 증가, 비료비용 저감)

【 하수오니비료의 활용효과(사가현 사가시농가 사례) 】 【 하수오니비료를 사용한 야채 광고 】



[그림 III-16] 하수도 이노베이션 - 일본산 자원창출 전략

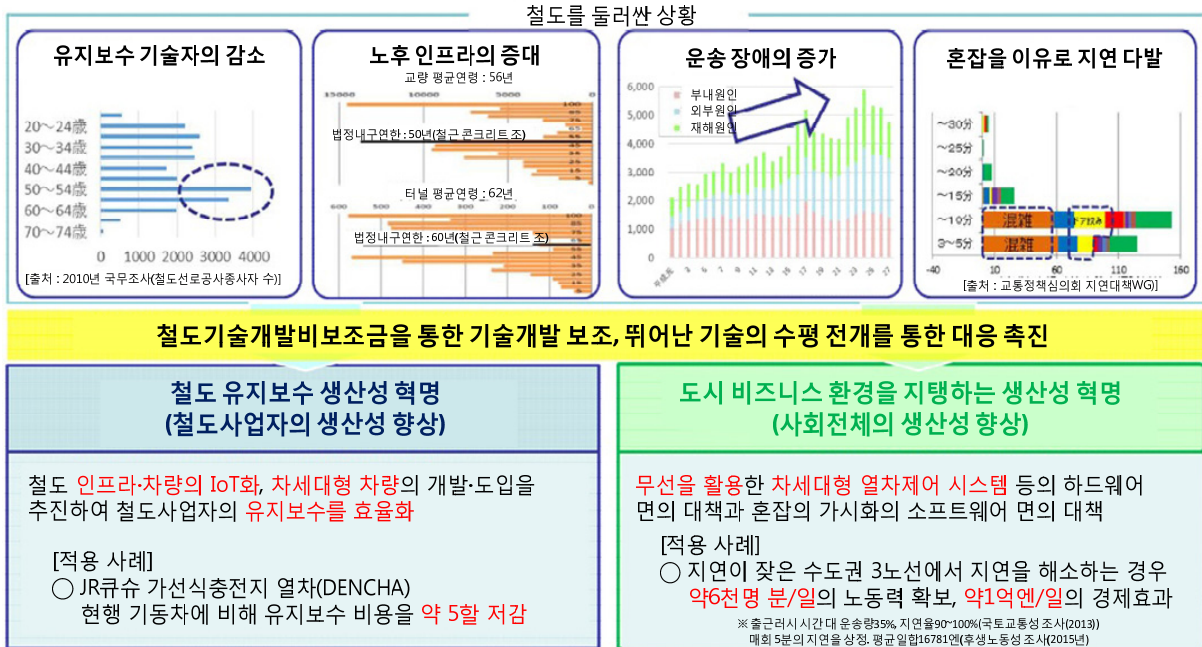
16) 철도 생산성 혁명 - 차세대 기술 전개에 의한 생산성 향상

□ 철도 인프라의 노후화가 진행되는 가운데 유지보수 기술자 수도 감소하고 있음. 열차 운행의 안전성을 확보하기 위해서는 IoT기술 등의 활용한 효율적 유지보수 체제를 확보하는 것이 중요함. 경제가 글로벌화 되어가는 가운데 도시의 비즈니스 환경을 지원하고, 국제 경쟁력을 강화하기 위해서는 열차 제어의 스마트 화에 의한 지연 방지를 통해 정시성이 높은 도시 철도 네트워크를 정비하는 것이 중요함.

○ IoT기술 등을 이용한 효율적인 유지보수와 안전성 향상과 같이 기술 혁신을 통한 차세대 철도의 중장기적 미래상에 대해 정보와 의견을 교환하기 위하여 국토교통성과 주요 철도사업자 기술개발부서, 연구기관이 참가하는 “철도분야 신기술 활용에 관한 간담회”를 2016년 4월에 개최함. 비용을 절감할 수 있는 스크린 도어 보급을 촉진하기 위하여 신형 스크린 도어 기술 WG를 2017년 1월에 설치하고 3월부터 개발을 진행하고 있음.

○ 국토교통성은 연료 전지 등 신기술을 철도에 응용하거나 유지보수의 효율화와 관련한 기술 개발을 지원할 예정. JR큐슈(九州)에서는 축전지를 활용하여 유지보수가 용이한 차세대 차량(DENCHA)을 개발하고 도입하였음. JR큐슈는 해당 기술을 JR

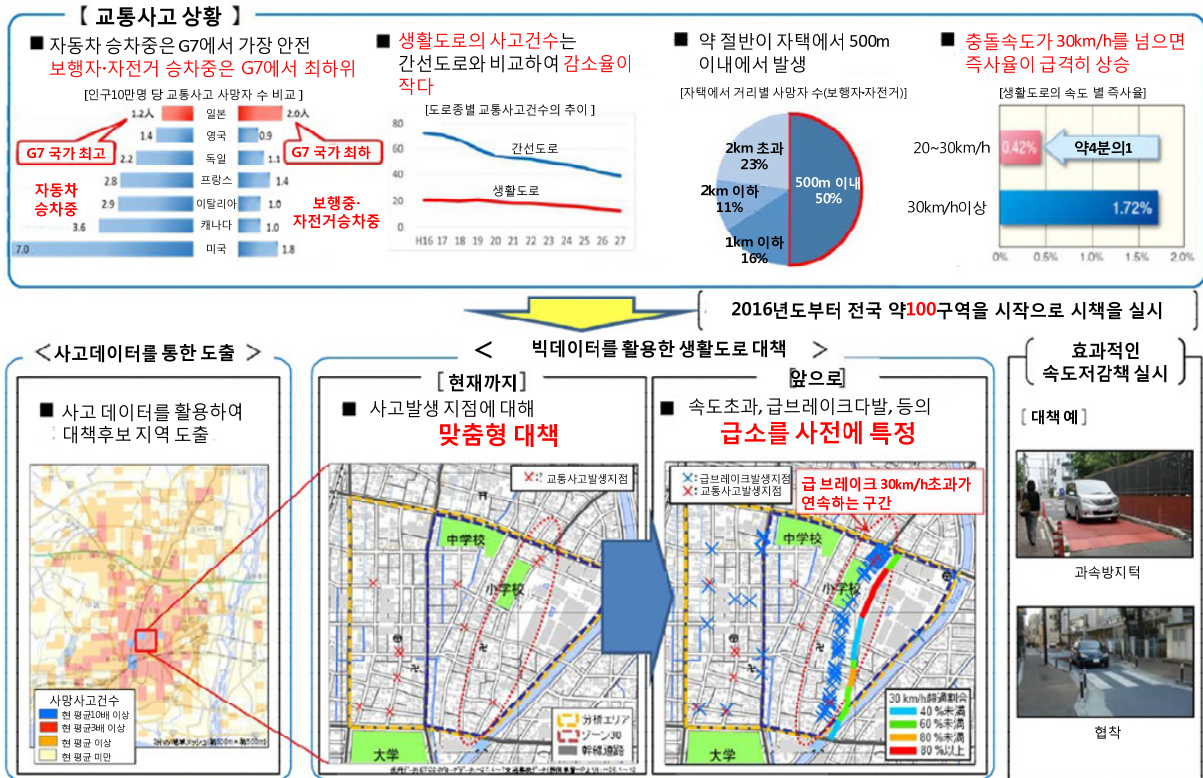
동일본에 제공할 예정이며, JR동일본은 이 기술을 개량하여 차량을 개발, 도입할 예정임. 철도 분야 신기술 활용에 관한 간담회"를 활용하여 열차제어, 차량 지상시설의 유지보수, 운송 안정성향상, 운송 장애감소와 관련한 신기술의 수평 전개를 촉진할 예정임.



[그림 III-17] 철도 생산성 혁명 - 차세대 기술 전개에 의한 생산성 향상

17) 빅 데이터를 활용한 교통안전대책

- 빅 데이터를 활용·분석하여 생활도로에서 과속이나 급브레이크가 빈번한 지역을 사전에 파악하고, 효과적인 속도 감소 대책을 실시할 예정임.
- 속도 감소 대책은 우선 전국 약 100 개소에 적용되었으며, 현재 268 개소(178개 시정촌)으로 확대함. 국토교통성에서 빅 데이터 분석 결과를 지자체에 제공하고, 관계자들이 협의회나 워크숍을 통해 대책을 결정하여 순차적으로 장해물이나 협착 등의 대책 공사에 착수함.
- 2017년 4월부터 전국 각 지방정비국은 이동식 과속방지턱 임대 설치하고, 시정촌의 시범 설치 지원을 강화할 예정임. 2017년도 예산에서 방재·안전 교부금에 의한 지원의 일환으로서 통학로의 교통안전대책 가운데 “빅 데이터를 활용한 생활도로대책”에 대해 특별히 중점적으로 예산을 배분함



[그림 III-18] 빅 데이터를 활용한 교통안전대책

18) 고품질 인프라의 해외 전개 - 거대시장을 일본의 기폭제로

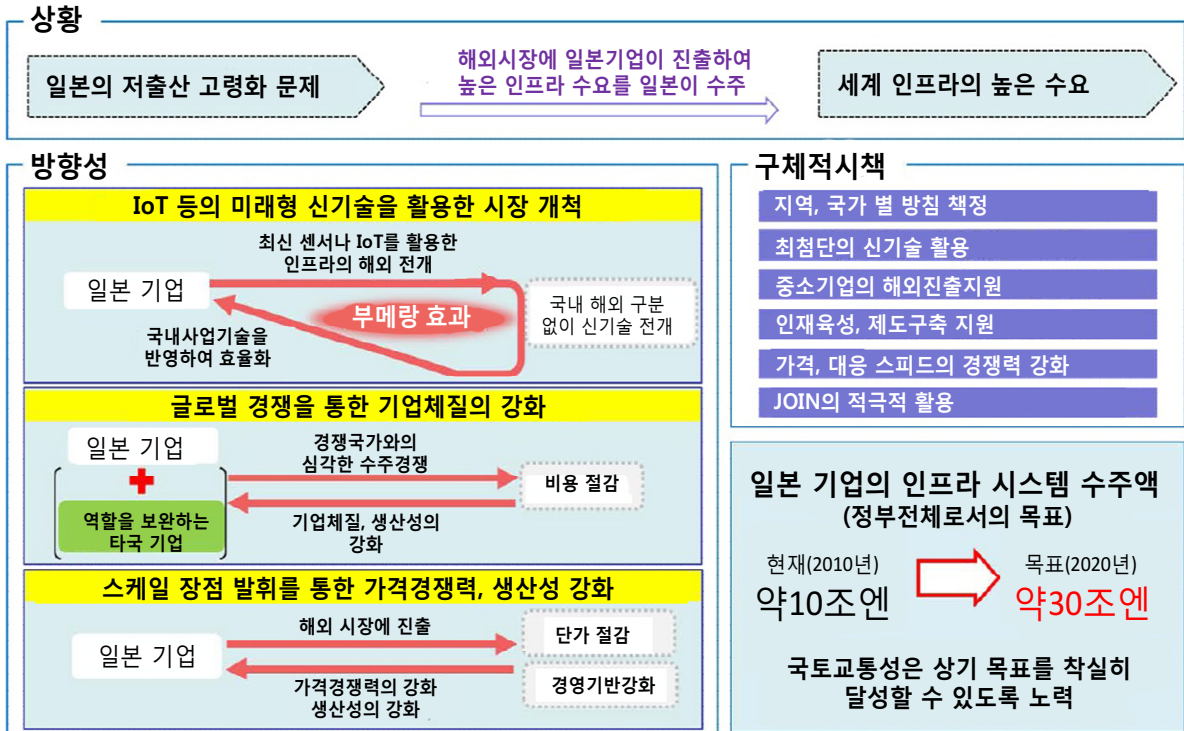
□ IoT 등의 미래형 신기술을 활용하여 시장을 개척하고, 해외의 높은 인프라 수요를 적극적으로 수주함으로써 일본 기업 체질의 강화, 가격 경쟁력, 생산성의 강화를 도모하고, 강인한 국토교통산업의 성장궤도를 개척하는 성장형 고품질 인프라의 해외 전개를 강력하게 추진함.

- 2016년 9월부터 2017년 3월까지 중점 해외 프로젝트에 대해 국토교통성 장관, 부장관, 정무관이 고위급 세일즈 약 40건을 실시함. 일본 나가노 현에서 개최된 G7국토교통장관 회의에서 "자동차 및 도로에 관한 최첨기술의 개발 보급" 및 "교통 인프라 정비 노후화 대응을 위한 기본적 전략"에 대해 의논함(2016년 9월).
- 국토교통성 해외교통도시개발사업지원기구(JOIN)⁸⁾이 인도네시아, 자카르타 교외 복합 도시 개발 사업에 약 34억 엔을 출자하고, 인도네시아 냉동냉장고 정비 운영

8) 해외교통도시개발사업지원기구(JOIN)은 일본에 축적된 지식, 기술 및 경험을 활용하여 해외 교통사업 및 도시 개발을 하는 자에 대해 자금 공급, 전문가의 파견 등의 지원을 통하여 일본 사업자의 해당 해외 시장 진입을 촉진하고 이와 함께 관련 기계 메이커, 오퍼레이터 등의 비즈니스 찬스를 확대하고자 2014년 10월 국토교통성이 민간기업과 공동으로 설립한 기구(Japan Overseas Infrastructure Investment Corporation for Transport & Urban Development)

사업에 9억 엔을 출자함. 국토교통성은 정부 전체 전략인 "인프라 시스템 수출 전략"을 통해 국토 교통 분야의 계획을 상세히 규정하고, 앞으로 인프라 해외 수출에 있어서 중요하다고 판단하는 정책을 명확히 한 "국토교통성 인프라 시스템 해외 전개 행동계획"을 국제 정세의 변화에 맞추어 개정함(2017년 3월 23일).

- 국토교통성 "인프라 시스템 해외 전개 행동 계획 2017"에 따라 계속적으로 중점 프로젝트에 대해 고위 세일즈 등의 전략적인 움직임을 강력하게 진행함과 동시에 다음의 대응을 강화할 예정임. ① 치열한 수주경쟁에서 이기기 위한 일본의 경쟁력 강화 ② 인프라 시스템 해외 수출의 추진 체제 강화 ③ 인프라 해외 수출에 민간 자금의 추가 활용 ④ 신기술 등을 활용한 새로운 인프라 해외 수출을 위한 노력 ⑤ 국토 지역 개발계획과 마스터 플랜 등의 타국가의 상류 계획 형성에 적극적으로 참여할 계획임.



[그림 III-19] 고품질 인프라의 해외 전개

19) 자동차의 ICT혁명 - 자동운전 사회 실현

□ 자율주행기술의 실용화를 통해 안전성 향상, 운송효율 향상, 새로운 교통 서비스 창출을 도모하고, 큰 폭의 생산성 향상에 이바지할 예정임.

- 국토교통성 자율주행 전략본부에서 자율운전 실용화를 위한 연구 과제를 정리하고, 실증실험 계획과 환경정비에 대해서 논의함(2016년 12월, 20-17년 3월). 2017년 2월, 핸들·악셀레이터·브레이크 등을 갖추지 않은 자율주행 자동차를 도로에서 실증 실험을 할 수 있도록 규정을 정비함. 자율 운전에서 발생할 수 있는 손해배상책임에 관한 연구회를 설치하고, 자동차 손해 배상 보장법 상의 손해배상 책임에 대해 신속한 피해자 구제 보장, 부담을 국제적인 의논 상황에 유의하면서 검토 진행하고 있음. 국토교통성은 2016년 12월 내부에 국토교통성 장관을 본부장으로 하고 자동차국과 도로국이 참가하는 자율운전 전략본부를 설치함.
- 자율운전에 대응한 자동차 손해 배상 보장법의 개정 방안을 포함한 손해 배상 제도에 대하여 지속적으로 검토할 예정임. 2018년 1월부터 경제산업성과 연계하여 최종 목적지까지 단거리 이동을 자율주행기술을 활용하여 제공하는 “라스트 마일” 자율운전 실증실험을 개시할 예정임. 2017년 여름 산속 도로휴게소를 거점으로 한 자율운전 서비스 실증실험 개시 예정임.

실용화를 위한 현황과 과제

교통사고의 96%가 운전자 원인
법령위반별 사망사고 발생건수 (2013년)

[과제1]
자율주행차가 만족해야만 하는 기술기준과 사고시의 배상 기준이 정해져 있지 않음

부적절한 차간거리나 가감속에 의한 정체가 발생

트럭 운전수의 약4할이 50대 이상
[출처: 총무성 노동력조사(2015년)]

[과제2]
자율주행차의 안전성·신뢰성에 대해 사회적으로 아직 충분히 인지되고 있지 않음

(지방부를 중심으로) 이동수단이 감소
노선버스 1일당 운행횟수(1970년을 100으로 한 지수)

자율주행의 실용화를 위한 대처

[④ 규정의 정비]

- G7교통장관회의에서 UN의 기준조화활동의 중요성 공유
- UN의 국제적 회의를 주도하고, **Defect Standard를 확보하며, 조기에 기준을 책정**
- **자율주행차가 사람에게 피해를 입힌 경우의 책임 기준에 대해 검토 개시**

프로젝트의 추진
장관을 본부장으로 하는 국토교통성 자율주행전략본부를 설치(2016년12월9일)
자율주행분야에서 일본이 세계를 리드할 수 있도록 국제기준의 규정을 정비, 사회실험·실증 등을 착실히 추진

[② 시스템의 실증]

- **트럭의 대열 주행** 실현을 위하여 **기술개발·실증실험** 실시
- 산속 지역의 도로휴게소 등을 거점으로 한 **자율 주행 서비스의 실증실험**을 실시

2018년도부터 가능한 구간에서 실증

[그림 III-20] 자동차의 ICT혁명 - 자동운전 사회 실현

20) 기상 비즈니스 시장의 창출

□ IoT 및 AI 등 기술의 발전으로 다양한 산업에서 기상 데이터를 활용하여 생산성을 비약적으로 향상시킬 수 있을 것으로 전망됨. 산업과 기상 서비스를 매칭하는 「기상 비즈니스 추진 컨소시엄(가칭)」을 설립하고, IoT나 AI 등의 선진기술을 활용한 새로운 기상 비즈니스의 창출 활성화를 강력하게 추진할 예정임.

- 2017년 1월 30일 45단체로 구성된 컨소시엄 설립의향서를 확정하였고, 3월 7일 설립 총회 및 제1회 기상 비즈니스 포럼을 개최함. 2017년 3월 유저 인식 기상정보 제공을 위한 기상 데이터 고도이용 포털사이트를 개설하여 기상청 정보 카달로그, 방재기상정보(XML형식), 과거 기상정보(CSV형식) 등을 제공함.
- 기상 비즈니스 추진 컨소시엄을 통해 기상 데이터에 관한 정보, 의견을 공유하고, 기상데이터 활용의 선진사례 창출을 위한 실증실험을 실시할 예정임. 기상데이터를 고도 이용할 수 있는 포털 사이트를 확충할 예정임. 일본을 방문하는 외국인에게 기상정보를 제공할 수 있는 환경을 정비할 예정임.

현황·과제
기상 데이터는 선진기술이나 다른 데이터와 조합하여 활용함으로써 생산성 향상을 시킬 수 있는 잠재력이 있으나 사용되고 있지 않는 데이터

과제1: 산업계가 요구하는 기상서비스※1의 제공
※1 기상데이터를 활용한 비즈니스 지원 서비스

과제2: 새로운 기상 비즈니스※2를 실현하는 대화-연계
※2 IoT, AI 기술을 구사하여 기상 데이터를 고도 이용하는 산업활동

【 기상 비즈니스 구체 사례(미국) 】

- 리얼 타임 기상정보와 토양모니터링 등을 조합하여 농업 클라우드 솔루션을 제공



The Climate Corporation

구체적 시책
기상 서비스 강화
기상 비즈니스 연계 강화

① 유저 인식 기상정보 제공

- 새로운 기상 데이터의 제공
- 정보이용환경의 고도화


→


② 기상 서비스의 체질 강화

- 기상 서비스에 필요한 노하우를 전국적으로 전개

③ 기상 서비스와 산업계의 매칭

기상 비즈니스 추진 컨소시엄(가칭)

- 선진적 기상 비즈니스 모델 창출
- 기상 비즈니스 포럼 개최
- 기상 비즈니스 추진의 환경정비

기상청	기상 서비스	산업계
<ul style="list-style-type: none"> · 기상 비즈니스의 기반이 되는 지원 추진 	<ul style="list-style-type: none"> · 기상정보의 중계, 가공 · 기상정보나 선진기술을 활용한 시스템 고도화 	<ul style="list-style-type: none"> · 선진기술을 활용한 기상 리스크의 관리나 선제적인 수의 추구
<ul style="list-style-type: none"> 農家 建設 	<ul style="list-style-type: none"> 小売 製造 	<ul style="list-style-type: none"> 金融 エネルギー 運輸 サービス

→ 2020년까지 GDP 상승효과 약 2000억 엔을 실현

[그림 III-21] 기상 비즈니스 시장의 창출

40 · 건설정책리뷰 2017-03

4. 소결

- 4차 산업혁명에 대한 일본 정부의 대응 방안으로 경제산업성의 신산업구조비전과 내각부의 일본재흥전략 2016이 있음.
- 국토교통성에서는 건설 산업 성장의 열쇠는 생산성 향상에 있다고 판단하였으며, 이를 위해 국토교통성 내부에 생산성 혁명 본부를 설치하고, 20개의 대표 생산성 혁명 프로젝트를 설정함.
- 생산성혁명 프로젝트는 사회베이스형, 산업별형, 미래형의 3가지로 나뉘며, 교통, 부동산, 인프라, 항공, 해운, 관광, 기상 등의 폭넓은 분야를 다루고 있음. 이 가운데 건설부문과 직접 관련이 있는 프로젝트는 인프라 유지보수 혁명, i-construction, 고품질 인프라의 해외 전개 등을 들 수 있음.

IV. 건설자동화 i-construction

1. I-construction의 배경

1) 생산성 향상의 필요성

- 과거 버블 경제 붕괴 이후 건설 투자가 감소하는 국면에서는 건설투자 감소폭이 건설노동자 감소폭보다 커서 인력이 충분해왔기 때문에 저인력으로 이어지는 건설현장의 생산성 향상이 보류되어 옴. 현재 낮은 출산율, 고령화 사회를 맞아 앞으로 노동력이 부족해질 것이 확실해짐에 따라 건설현장의 생산성 향상은 피할 수 없는 과제가 됨.
- 향후 10년 간 건설현장에서 일하는 기술노동자 약 340만 명(2014년 기준) 가운데 1/3에 해당하는 약 110만 명이 고령화 등으로 퇴직(이직)할 가능성이 높은 것으로 예상됨. 현재는 55세 이상인 분들이 건설현장에 지탱하고 있음으로써 일본의 건설현장이 유지되고 있으나, 이 가운데 대부분이 이직할 것으로 예상되는 10년 후에는 건설현장에서 현재와 같은 수준의 생산성은 확보할 수 없음. 일본의 인구구조로 인한 노동력 부족은 전 산업에 공통되는 과제이지만 건설업은 중장년층의 비율이 높기 때문에 더욱 심각함.
- 앞으로 10년간에 고령화 등으로 인해 노동력의 대폭 감소가 불가피한 건설업에서는 지금 생산성을 향상시키지 않으면 건설현장을 유지하고 사회적 기능을 다할 수 없는 상황이나, 이러한 노동력 부족은 혁신의 기회이기도 함. 일본은 세계 우수의 ICT기술을 가지고 있으며, 생산성 향상을 위한 혁신을 진행할 수 있는 찬스에 직면하고 있는 나라임. 건설기업의 실적이 회복하고 있는 가운데 지금이야말로 일본 건설현장이 세계 최첨단이 될 수 있도록 산·학·관이 연계하여 i-Construction을 진행해야 할 때임.

2) i-construction 추진을 위한 3가지 관점²⁰⁾

- 최근 야외 건설현장에서도 위성 측위기술 등의 발전에 따라 ICT화에 의한 로봇 기술과 데이터를 활용한 품질관리 및 공정관리가 적용되고 있음. 인터스트리 4.0으로 대표되는 세계의 흐름을 반영하여 건설현장에서도 ICT기술의 본격적인 도입, 보급

을 도모함으로써 건설현장을 자동화·로봇화 등 기술집약형의 최첨단 공장으로 전환할 수 있음. 조사·측량에서 설계, 시공, 검사, 유지관리 및 업데이트까지의 모든 건설생산과정에서 3차원 데이터를 도입하고, ICT 건설중장비 등 신기술의 활용을 실현해야 함.

- 건설현장에서는 단품수주생산이 기본이며, 발주 후 사양 확인, 제작의 순으로 진행하며, 납기까지 시간이 걸리고, 대기시간이 발생하는 것이 일반적임. 초기 단계에 자원을 투자하여 후속 공정에서 이루어지는 작업을 앞당겨 진행하는 프런트 로딩(Front-loading) 기법에 입각하여 설계단계에서 시공성과 품질관리를 고려하여 전체 최적 설계안을 수립하고, 부재 등의 규격 표준화를 실시함으로써 철근 조립화에 필요한 공장 제작이 도입하기 쉽게 됨. 최첨단의 서플라이 체인 매니지먼트 개념을 도입하여 시공단계에서 원자재 조달, 각 부재 제작, 운송, 부재의 조립 등의 공장화 현장의 각 공정의 개선되고, 대기 시간 등의 손실이 줄어들고, 건설생산 시스템 전체의 효율화, 생산성 향상을 실현할 수 있음.
- 혁신을 저해하고 최신 기술이 고려되지 않은 종래의 기준 등의 규제와 연도 말에 공사기간을 설정하는 등의 고정 관념을 타파하는 것으로 한층 더 건설현장의 생산성 향상이 실현될 수 있음. 이러한 건설현장의 생산성 향상을 막는 규제나 고정 관념 등 제도적 과제에 대해서는 건설현장에 종사하는 관계자가 문제를 이야기하고, 지속적으로 개선을 해야 할 필요가 있음.

3) 선두 정책의 추진²⁰⁾

- i-Construction을 추진하기 위한 관점을 바탕으로 국토교통성은 “① ICT의 전면적인 활용(ICT토공)”, “② 전체최적도입(콘크리트공의 규격표준화 등)” 및 “③ 시공 시기의 평준화”를 선두 정책으로 추진함. 이러한 정책은 건설현장에서 많이 이용되고 있는 토공과 현장 타설 콘크리트 공의 생산성이 30년 전과 거의 변하지 않은 것 외에도 이 공사에 종사하는 기능노동자의 비율은 직할 공사에서 일하고 있는 전체 기능노동자의 약 4할에 달하기 때문에 개선 효과가 클 것으로 기대됨. 또한 개별 건설현장에서는 정보화시공과 프리캐스트(Precast)화 등의 실적을 가지고 있는 상황을 감안하면 조속히 도입할 수 있을 것으로 판단됨.
- ICT의 전면적인 활용(ICT 토공)은 2008년부터 시행하고 있는 정보화시공의 시범 결과로부터 생산성 향상이 확인되었음. 정보화 시공은 국토교통성 직할 토공공사의 약13%(2014년도)에 시행되어 최대 약1.5배의 일 당 시공량이 증가하는 것으로 확

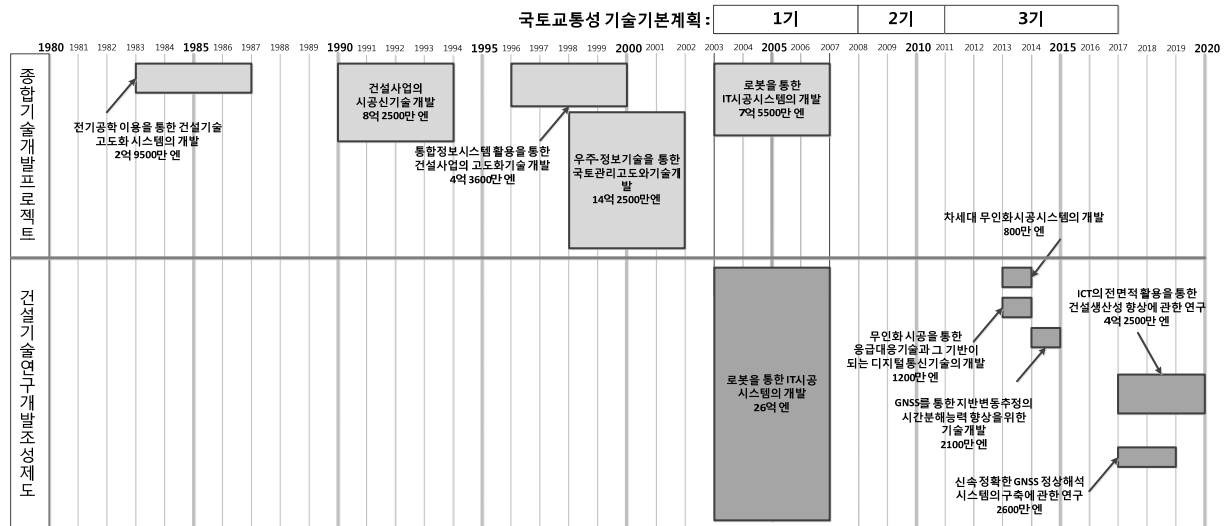
인됨. 또한 건설중장비 주변의 계측작업 등을 감소시키기 때문에 안전성이 향상되며, ICT를 통해 정밀하게 시공할 수 있기 때문에 경험이 부족한 젊은 오퍼레이터도 조기에 건설현장에서 활약할 수 있음. 정보화 시공은 시공 단계만의 정보화이지만, 앞으로는 토공의 조사 측량에서 설계, 시공, 검사, 유지 관리 및 갱신까지의 모든 건설 생산 프로세스에서 3차원 데이터를 일관하게 사용하는 ICT를 전면적으로 도입하고 토공의 근본적인 생산성 향상을 도모함.

- 구조물의 설계에 있어서는 기술적, 사회적, 경제적 측면에서 여러 공법과 공종을 비교 설계하고, 건설현장 별로 최적화를 피하고, 부분최적 개념에 기초한 설계가 기본임. 그러나 건설현장 별로 단품수주생산이기 때문에 하나하나의 건설현장에서 완결하고, 그 생산 공정에서 대기시간 등의 손실 발생에 대해 개선을 도모하는 인센티브가 기능하기 어려운 상황임. 또한 구조물 별로 최적화가 이루어지기 때문에 사이즈가 다소 다르더라도 새로이 설계해야 하며, 동종의 것을 사용함으로써 얻을 수 있는 규모의 경제가 적용되기 어려움. 또한 형식이 표준화되어 있지 않으면 유지관리 점검에서도 개별대응이 필요하게 되어, 비효율적으로 비싸게 되는 등 건설현장에서는 최적이라든가 일련의 사업 구간이나 전국 레벨에서 생각하면 반드시 경제적으로 최적이지 않은 경우가 있음. 그래서 토목구조물의 대표적 공정인 콘크리트 공에서 전체 최적 개념을 도입하고, 구조물의 설계, 발주, 자재 조달, 가공, 조립 등의 일련의 생산 공정과 유지관리를 포함한 프로세스 전체의 최적화를 목표로 서플라이 체인의 효율화, 생산성 향상을 도모함. 또한 부재의 규격을 표준화함으로써 프리캐스트 제품과 유닛 철근 등의 공장제작화를 진행하는 기자재의 활용을 통한 비용 감소, 생산성 향상이 예상됨. 이 검토에 대해서는 구조, 재료배합, 시공계획의 원활한 전체 최적 설계(품질, 비용, 시간)를 가능하게 하는 구조로 해야 함.
- 공공공사는 연도 별로 예산에 따라 진행되는 것이 기본이기 때문에 예산 수립 후에 입찰계약 절차를 진행하는 것이 일반적임. 따라서 4월부터 6월의 1사분기에는 공사량이 적어지고 매 달 공사량의 최대치와 최소치의 차이는 1.8배에 달하는 등 편차가 심함. 한정된 인력을 효율적으로 활용하기 위해서는 시공시기를 평준화하여 연중 공사량을 안정화하는 것이 바람직함. 이 정책은 새로운 투자가 필요 없이 발주자의 업무 방식을 변경하여 제공할 수 있으므로 각 발주자가 적극적으로 진행해야 할 정책임. 또한 평준화의 진전에 따라 건설 업체의 경영 건전화, 노동자의 처우 개선, 가동률 향상에 따른 건설기업 중장비 보유 촉진 등의 효과도 예상됨.

2. I-construction의 연구·개발 현황

1) 국토교통성 건설자동화 연구비 집행

- 국토교통성에서 실시하는 건설기술 연구·개발 투자는 종합기술개발 프로젝트와 건설기술연구개발조성제도의 2가지 방식이 있음.
- 종합기술개발 프로젝트는 특별히 긴급성이 높고, 대상 분야가 넓은 과제에 해당함. 산·학·관의 연계를 통해 종합적, 조직적으로 기술연구개발을 실시함²¹⁾. 외부평가위원회를 설치하고, 사전·중간·사후평가를 실시함. 1년에 1~3개의 과제가 선정됨. 일반적으로 하나의 과제는 4년 단위로 진행함. 연구 프로젝트 1건당의 규모가 건설기술연구개발조성제도의 연구보다 큼.
- 건설기술연구개발조성제도는 대학, 공익법인, 민간기업 등의 연구자에 의한 연구개발을 보조하는 형태임²²⁾. 건설뿐만이 아니라 타 분야와의 연계에도 용이함. 평가는 종합기술개발 프로젝트와 동일하게 외부평가위원회를 설치하고, 사전·중간·사후평가를 실시함. 1년에 20~30개의 과제가 선정됨. 과제의 수행 기간은 제안에 따라 다르며 1년~4년 정도임.



[그림 IV-1] 국토교통성 건설자동화 연구과제

- 1980년 이후 건설 자동화 기술과 관련된 연구비는 종합기술개발프로젝트가 5건, 건설기술연구개발조성제도가 6건이며, 합계 금액은 68억 엔에 이릅니다.
- 종합기술개발프로젝트는 1980년도 중반부터 시작해서 2000년대 후반까지 꾸준히 진행되어 옴. 5건 합계 약 37억 엔(약 370억 원) 규모의 연구비가 집행되었음.

○ 건설기술연구개발조성제도 과제는 2000년대 후반에 시작되었으며, 6건 합계 약 31억 엔(약 310억 원)규모의 연구비가 집행되었음.

□ 1980년대 후반부터 2000년대 중반까지는 정부가 주도하는 기술개발을 진행해왔으나, 2003년부터 2007년까지 종합기술개발프로젝트, 건설기술연구개발조성제도가 동시에 진행되고, 이 시기에 전체 50% 약 33.5억 엔의 예산이 집중됨. 이 시기 이후는 민간을 중심으로 한 소규모 연구개발이 중심이 되고 있음.

[표 IV-1] 국토교통성 건설자동화 부문 종합기술개발 프로젝트²¹⁾

기간	연구과제	주요내용	연구비
1983 - 1987	전기공학 기술을 활용한 건설기술 고도화 시스템의 개발	① 레이저를 이용한 불도저의 배토판 제어 기술을 개발 ② 로봇을 통한 자동화 시공에 적합한 건축 공법을 개발하고 시험시행 ③ 건축 기획에서 설계, 시공까지 생산 과정 정보의 표준화와 정보처리 체계를 정비	2억9500만 엔 (약29억5천만 원)
1990 - 1994	건설사업의 시공신기술 개발	① 건설공사에 저인력화를 피하기 위하여 자동화 오픈 케이슨 공법, 자동화 피니셔 등의 자동화 시공기계 및 시공 자동화 기술의 개발 ② 공장생산 부재를 활용하여 철근 콘크리트 구조물의 시공 합리화 기술 개발	8억2500만 엔 (약82억5천만 원)
1996 - 1998	통합정보시스템 활용을 통한 건설사업의 고도화기술 개발	① 건설사업의 각 단계에서 수발주자 간에 교환되는 지형, 지질, 측량, 설계, 시공 정보의 교환 기본 원칙을 제시함 ② 디지털 사진 관리 기준안을 수립 ③ CAD도면 작성 기준을 작성 ④ 건설 사업의 정보 공유 시스템 구축 매뉴얼 작성 ⑤ 건설 사업 정보 통합 관리하는 통합 정보 데이터베이스 시스템 제안	4억3600만 엔 (약43억6천만 원)
1998 - 2002	우주·정보기술을 통한 국토관리 고도화 기술개발	① CAD 데이터 활용을 촉진하기 위해 CAD 데이터 고도이용의 업무 모델 수립 ② 업무 지원 시스템 모델 개발의 우선순위 정리 ③ 항공 레이저 스캐너 이용 기술에 관한 조사 ④ 하천, 도로, 도시계획 업무에 있어서 GIS 데이터의 통합 활용	14억2500만 엔 (약142억5천만 원)

기간	연구과제	주요내용	연구비
2003 - 2007	로봇을 통한 IT시공시스템의 개발	① 3차원 정보를 활용한 시공관리기술 개발 ② 건설기계의 IT시공기술의 개발 ③ 시공상태의 3차원 정보 측정 시스템 개발 ④ 건설 기계의 자동 제어 시스템 개발 ⑤ 3차원 데이터 압축 기술 개발	7억5500만 엔 (약75억5천만 원)

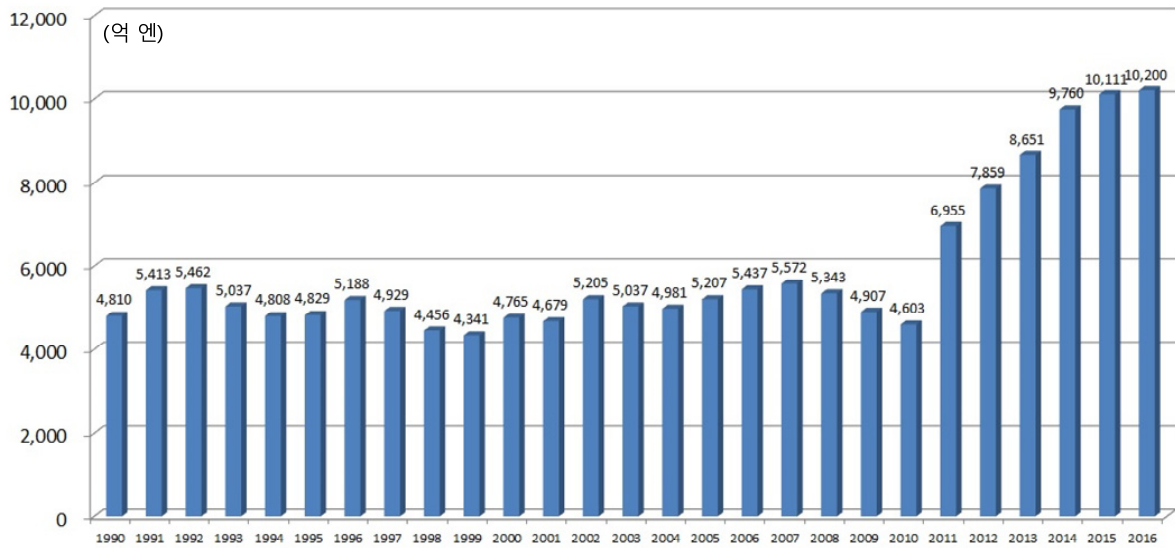
[표 IV-2] 국토교통성 건설자동화 부문 건설기술연구개발조성제도 프로젝트²²⁾

기간	연구과제	주요내용	연구비
2003 - 2007	로봇을 통한 IT시공시스템의 개발	▷ 첨단 IT와 로봇 기술을 활용하여 토목시공의 위험성을 해소하고, 일반시공현장에 도입하여 효율화, 비용 저감, 품질향상을 꾀하는 것을 목적으로, 3차원 공간데이터를 활용한 시공, 처리기술의 개발 및 그 성과를 활용한 원거리 조작 로봇에 의한 IT시공 시스템 기술을 개발	26억 엔 (약 260억 원)
2012	차세대 무인화 시공 시스템의 개발	▷ 장래 무인화 시공에서는 건설기계의 오퍼레이터가 기기 주변에 설치된 복수의 카메라 영상을 보면서 조작하는 형태가 된다. 따라서 조작의 숙련도, 카메라 차 등 복수의 지원기기, 동영상 전송을 위한 고속통신장비가 필요하게 되었다. 기기가 스스로 판단하고 작업하는 인텔리전트 형 무인화 시공기기를 통해 앞선 문제를 해결하고, 실내작업에도 적용 가능한 미래형 무인화 시공 시스템을 연구 개발함	800만 엔 (약 8천만 원)
2013	무인화 시공을 통한 응급대응기술과 그 기반이 되는 디지털 통신기술의 개발	▷ 무인화시공을 통한 고속추제기술이나 기반개량기술을 개발하고, 실증실험을 수행	1200만 엔 (약 1억 2천만 원)

기간	연구과제	주요내용	연구비
2014 - 2016	GNSS를 통한 지반변동추정의 시간분해능력 향상을 위한 기술개발	▷ GNSS해석기술을 고도화하고, 과거의 지진과 화산활동에 관하여 시간분해능력5분 정도로 5mm정도의 지각변동정보를 도출하는 기술을 개발하고, 지각변동 감시에서 적시적으로 화산활동 시의 마그마 상태를 측정하는 시스템 프로토타입을 개발함.	2100만 엔 (약 2억 1천만 원)
2017 - 2020	ICT의 전면적 활용을 통한 건설생산성 향상에 관한 연구	▷ 건설현장의 생산성혁명을 추진하기 위하여 설계단계의 3차원화를 위해 데이터 유통을 목적으로 한 3차원 설계 모델의 표준화, 3차원 모델을 통한 수량산출방법의 검토, 토공 이외의 공종에서 ICT활용 적용성 분석함.	4억2500만 엔 (약 42억 5천만 원)
2017 - 2019	신속 정확한 GNSS 정상해석 시스템의 구축에 관한 연구	▷ 현재의 GEONET(GNSS연계관측시스템)의 정상해석보다 빠르고 높은 시간분해능력을 가지고, 현재 지각변동감시 정밀도에 필적하는 GNSS의 해석방법을 구축함	2600만엔 (약 2억 6천만 원)

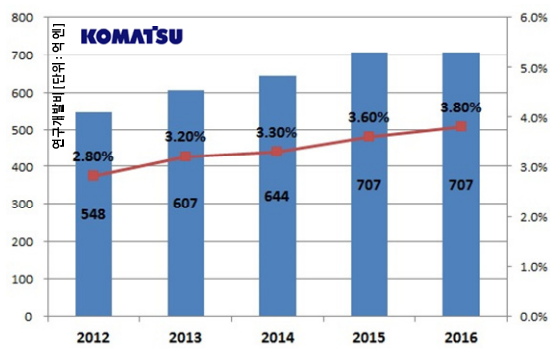
2) 민간 부문 건설자동화 연구비 집행

- 일본의 건설중장비 시장은 전체 약 6조 3500억 엔 규모이며, 27개 사가 경쟁하고 있음²³⁾. 건설중장비 매출 기준으로 Komatsu사가 1조 8,500억 엔(29.2%)로 1위, Kubota사가 1조 200억 엔(16.0%)으로 2위, Toyota 사가 1조 엔(15.8%)로 3위, Hitachi사가 7,500억 엔(11.9%)으로 4위, Kobelco사가 2,700억 엔(4.3%)에 위치하고 있음.
- 일본 건설 기계 렌탈 시장은 약 1조 4000억 엔 규모임²⁴⁾. 국토교통성 직할 공사에 정보화시공이 도입된 2008년 이후 일시적으로 매출액이 감소하였으나, 이후 2011년부터 비약적으로 증가함.

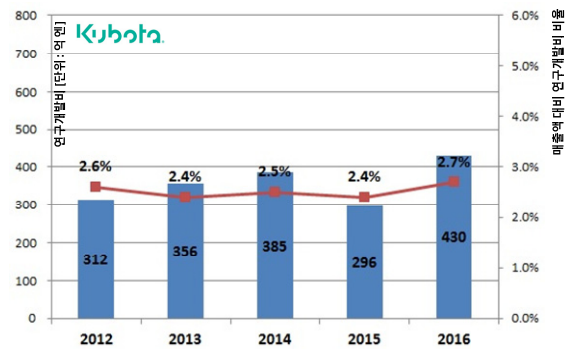


[그림 IV-2] 일본 건설 기계 렌탈업 매출액 추이²⁴⁾

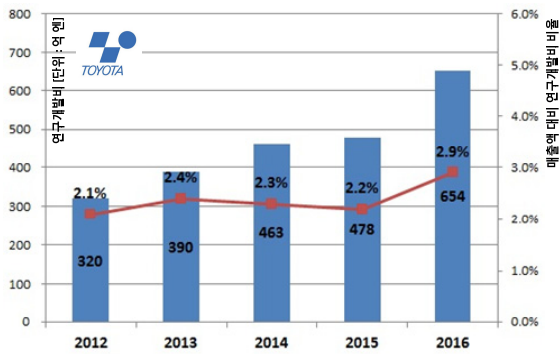
- 일본의 5개 대형 중장비 제작사는 연구개발비로서 연간 약 2,000억 엔(약 2조 원)을 투자하고 있으며 구체적인 상황은 아래와 같음.
- Komatsu 사는 매출의 약 3.5%를 연구개발비로 투자하고 있으며, 연간 약 700억 엔(약 7,000억 원)규모임²⁵⁾. Kubota 사의 경우 약 2.5%를 연구개발비로 투자하고 있으며, 연간 약 350억 엔(약 3,500억 원) 규모임²⁶⁾. Toyota 사의 경우 약 2.4%를 연구개발비로 투자하고 있으며, 연간 약 450억 엔(약 4,500억 원) 규모임²⁷⁾. Hitachi 사의 경우 매출의 약 2.3%를 연구개발비로 투자하고 있으며, 연간 약 180억 엔(약 1,800억 원) 규모임²⁸⁾. Kobelco 사의 경우 매출의 약 1.6%를 연구개발비로 투자하고 있으며, 연간 약 300억 엔(약 3,000억 원) 규모임²⁹⁾.



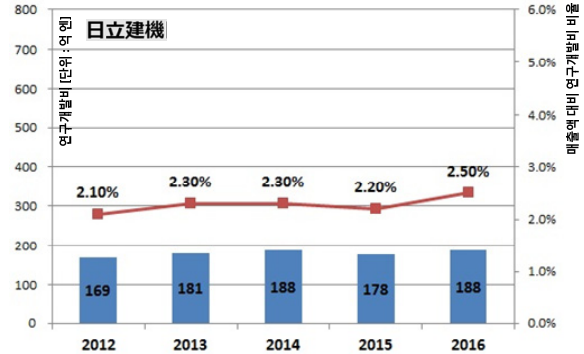
[Komatsu 사]



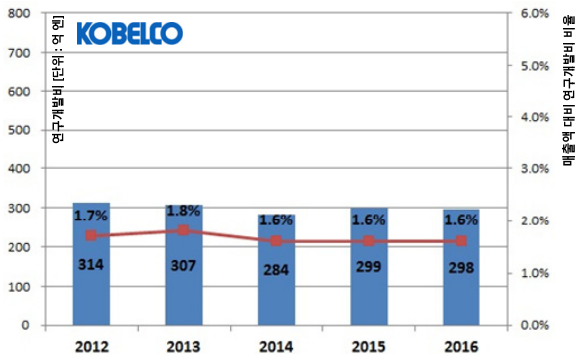
[Kubota 사]



[Toyota 사]



[Hitachi 사]



[Kobelco 사]

[그림 IV-3] 민간 건설중장비 메이커 최근 5년간 연구개발비 현황

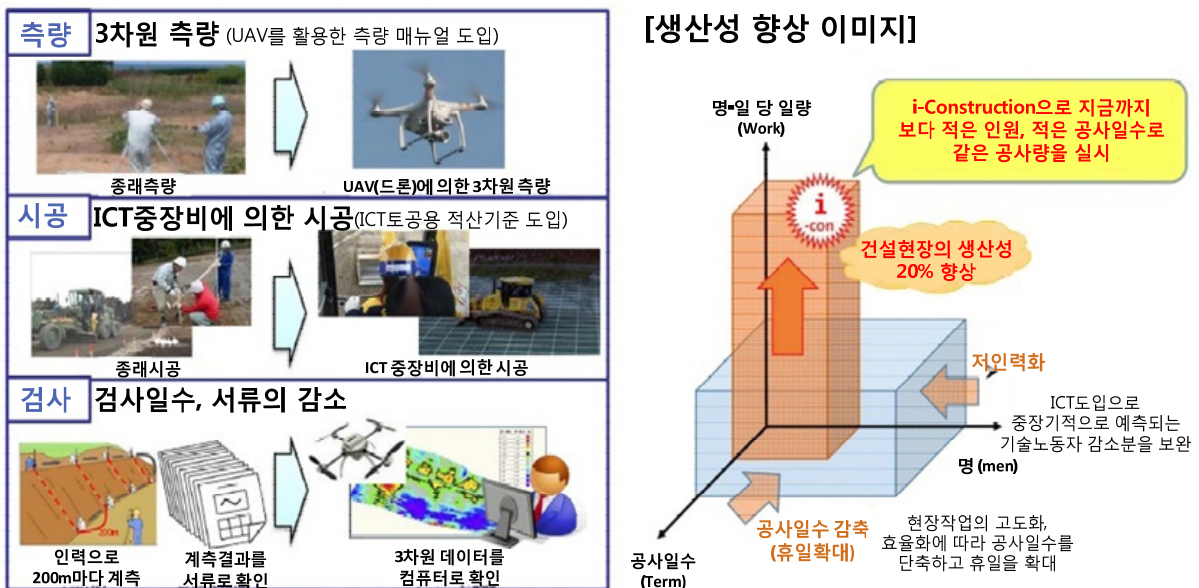
- 현재 일본의 건설 중장비 메이커 가운데 Komatsu 사와 Hitachi 사만이 i-construction에 대응하는 건설 중장비 개발이 완료됨.

3. I-construction의 진행과 지원 방안

□ 인구 감소와 고령화가 진행되는 가운데 건설업의 임금수준 향상과 휴일 확대 등을 통한 근무 환경 개선과 함께 생산성 향상은 필수불가결임. 국토교통성에서는 조사 측량에서부터 설계, 시공, 검사, 유지관리, 갱신까지의 모든 건설생산 프로세스에서 ICT등을 활용한 i-Construction을 추진하고, 건설현장의 생산성을 2025년까지 2할 향상을 목표로 함.

- 출산율 저하와 고령화로 인해 국가 전체의 젊은 인구가 감소하였으며, 특히 건설업은 3D업종이라는 인식이 강하여 타 산업에 비해 젊은 층의 유입이 적은 실정임. 따라서 앞으로 건설업의 인력이 줄어들 것으로 예상됨.

- 건설업의 부정적 인식 가운데 한가지로 충분한 휴일을 확보할 수 없다는 점이 지적되고 있음. 이에 대해 일본 정부에서는 건설현장의 일요일 작업을 금지⁹⁾하였으며, 토요일 작업도 단계적으로 금지할 예정임¹⁰⁾.
- 국토교통성은 이와 같이 인력이 감소하고, 휴일은 확대되는 상황에서 같은 공사량을 대응하기 위해서는 더 높은 생산성이 뒷받침 되어야 한다고 판단함. 높은 생산성을 확보하기 위한 방안으로서 1980년대부터 진행해온 정보화 시공, 로봇, CIM의 연구과제들을 융합한 성과로서 드론 및 ICT 기술들을 활용한 i-construction을 추진함.

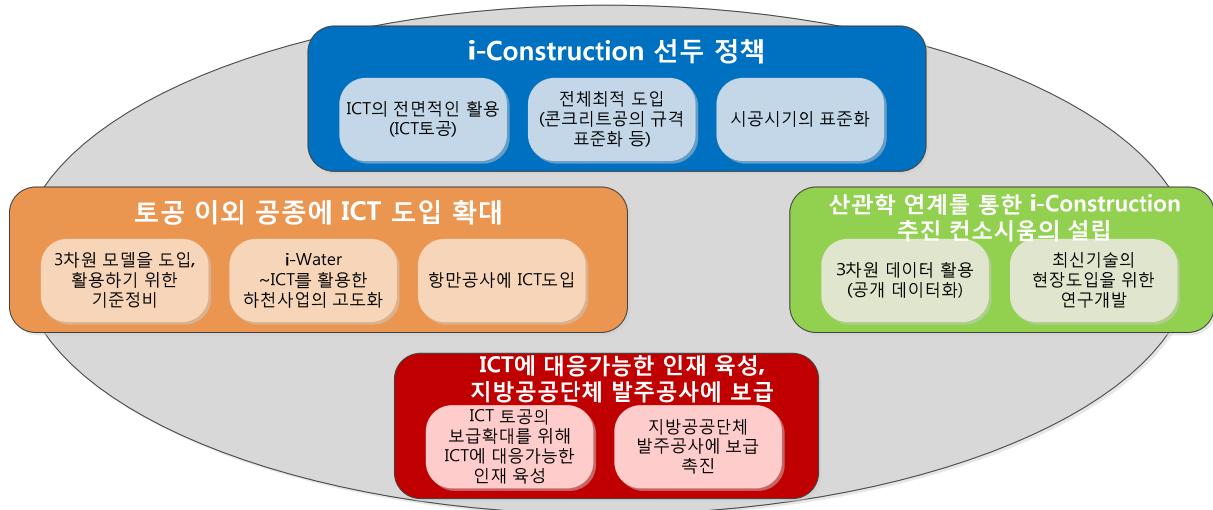


[그림 IV-4] i-construction의 개요

□ 측량·시공·검사 등의 전체 프로세스에서 ICT를 활용하고, 건설현장의 생산성 향상을 꾀함과 동시에 “임금수준의 향상”, “안정적인 휴무 획득”, “안전한 현장”, “여성 및 고령자의 활약” 등 건설현장의 새로운 변화를 목적으로 함. ICT 토공의 선두 정책의 착실한 추진을 비롯하여 토공 이외의 공종에 ICT기술의 도입, 컨소시엄을 통한 연구개발의 추진, 지방공공단체 발주공사에도 보급 촉진 등을 꾀함.

9) 건설작업에 동반되는 소음 진동을 발생하는 작업을 소음규제법(2014년 6월 18일 개정) 및 진동규제법(2014년 6월 18일 개정)에서는 시 및 구의 행정지역에서 모든 일요일, 공휴일 작업을 금지하고 있음

10) 국토교통성에서는 2014년도부터 주2일 휴무 시범사업을 실시하고 있으며, 2015년도에는 56건의 공사에서 주 2일 휴무를 확보할 수 있도록 민간과 연계하고 있음.



[그림 IV-5] i-construction의 방향성

1) i-construction의 내용

- i-Construction의 선두 정책이며 핵심이 되고 있는 것이 ICT 토공임. ICT 토공은 UAV(드론)을 활용한 측량, ICT중장비를 활용한 시공, CIM플랫폼을 활용한 검사의 3가지 항목으로 구성되어 있음. 국토교통성에서는 각각의 기술 개발이 완료되었으며, 시범 사업 등의 적용을 통해 충분한 효과가 검증되었다고 판단하고, 전면적인 적용을 추진함.
- 측량에 있어서는 기존에 기준점측량 1일, 중형단측량 3일, 측량성과 정리 등의 내부작업 4일의 8일이 소요되었으나, UAV(드론)을 활용한 측량의 경우 기준점측량 1일, UAV측량 1일, 측량성과 정리 등의 내부작업 2일의 4일에 완료되는 것으로 분석됨³⁰⁾.
- ICT중장비는 과거 진행해 온 정보화시공에서 효과를 검증하였음. 국토교통성에서는 2008년부터 국토교통성이 직접 발주하는 직할 공사에서 정보화시공을 시범 적용해 왔음. 2014년에는 규모 관계없이 토공공사의 약 13%에 적용하였음. 그 결과 종래시공방식에 비해 1일당 시공량은 약 1.5배(노반공 기준) 향상되었고, 중장비 주변의 보조 작업이나 안전표지물 설치작업이 불필요하기 때문에 중장비 오퍼레이터 외의 노동자가 1/3로 감소하였음³⁰⁾.
- 검사 부문은 GNSS와 CIM 연구개발과 관련이 있음. 인력으로 검사를 수행하는 경우 과거 2km 기준 10단면을 계측하여 10일이 소요되었으나, GNSS로버로 계측하는 경우 1현장에 1단면만 체크하여 2일이 소요되어 생산성 향상을 검증. 또한 2km 당

50장의 보고서류 작성이 필요했으나 3차원 데이터 통합을 통해 1현장에서 1장만의 보고서류로 감소함³⁰⁾.

- ▷ 공공측량 매뉴얼이나 감독 검사기준 등 15개의 새로운 기준 및 ICT기기의 임대비를 포함하는 새로운 적산기준이 2016년부터 도입

드론에 의한 측량이 확대



[종래측량]



드론을 활용한 측량 매뉴얼 도입에 따라 3차원 측량이 확대



[레이저 측량 뿐 아니라 드론에 의한 3차원 측량도 가능하게]

ICT중장비에 의한 시공이 확대



[종래시공]



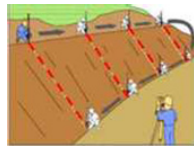
ICT토공용 적산기준 도입에 따라 ICT중장비에 의한 시공이 확대



[ICT중장비에 의한 시공]

검사 일수가 크게 단축

[인력으로 계속]

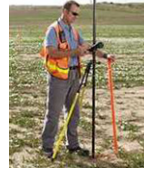


10단면 / 2km



감독 검사요강(토공편)의 도입에 따라 검사일수가 약1/5로 단축 (2km공사의 경우 10일→2일로)

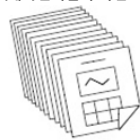
[GNSS로버로 계속]



1단면만 / 1현장

검사서류가 크게 감소

[공사서류] (계측결과를 수작업으로 작성)

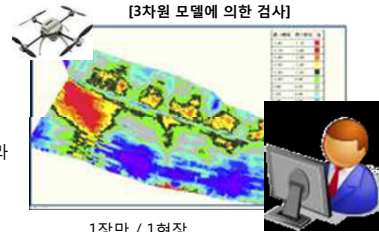


수주자 (설계와 완성형태의 비교도표) 50매 / 2km



감독, 검사요강(토공편)의 도입에 따라 검사서류가 1/50로 감소

[3차원 모델에 의한 검사]



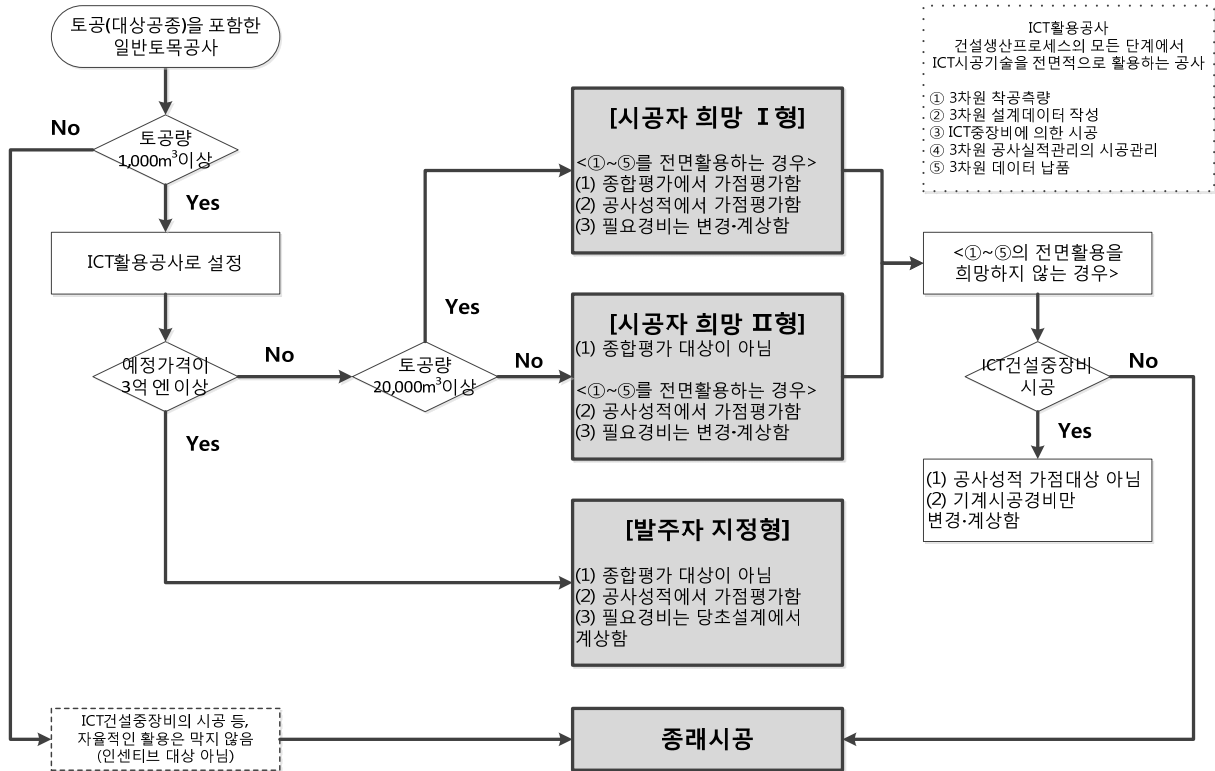
1장만 / 1현장

- ▷ i-Construction의 목표 : 생산성향상 효과는 ICT기술의 전면적인 활용에 따른 저인력화, 공사시기의 평준화에 의해 1인 당 생산성이 약 50% 향상을 목표

[그림 IV-6] i-construction의 생산성 향상 효과

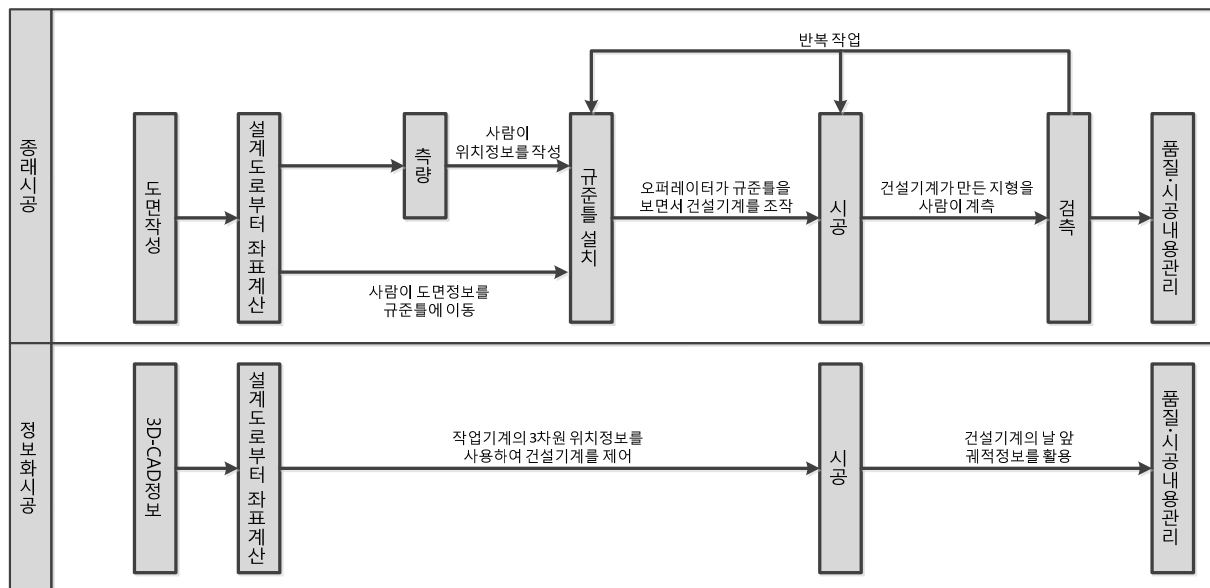
- 2016년도부터 1080 개소 이상의 공사를 ICT 기술이 탑재된 건설중장비를 활용하는 ICT토공을 조건으로 발주 할 예정이며, 현재 279 개소의 공사에서 실시하고 있음.
- 도쿄도 및 카나가와(神奈川)현 군마(群馬)현 등을 담당하는 국토교통성 관동지방정 비국의 ICT토공 설정 프로세스³¹⁾는 그림 IV-6과 같음.

- ICT 전면 활용은 건설생산프로세스의 모든 단계에서 ICT시공기술을 전면적으로 활용하는 공사를 의미하며, ① 3차원 착공 측량, ② 3차원 설계데이터 작성, ③ ICT중장비에 의한 시공, ④ 3차원 공사실적관리의 실적관리, ⑤ 3차원 데이터 납품을 모두 적용한 것을 의미함.
- 토공량 1,000m³미만의 공사는 ICT공사의 대상이 되지 않으나, 자율적으로 ICT 건설중장비를 사용할 수 있음. 그러나 이에 대한 인센티브는 지급되지 않음.
- 토공량 1,000m³이상의 공사는 ICT공사의 대상이 되며 특히 예정가격이 3억 엔 이상인 경우에는 발주자가 직접 ICT 전면 활용을 조건으로 설정하는 발주자 지정형으로 발주됨. 이 경우 공사 성적 평가에서 가점을 받으며, 필요경비는 당초 설계에서 이미 포함되어 있음.
- 토공량 1,000m³이상지만 예정가격이 3억 엔 미만인 공사는 토공량이 20,000m³를 넘고 ICT 전면 활용을 하는 경우 종합평가 대상(시공자 희망 I형)이 되며, 토공량이 20,000m³ 미만이고 ICT 전면 활용을 하는 경우 종합평가 대상이 아님(시공자 희망 II형). 공사 성적 평가에서 가점이 부가되며, 당초 설계에 ICT 토공이 반영되어 있지 않았기 때문에 필요 경비는 변경절차에 따라 계상됨.
- 토공량 1,000m³이상지만 예정가격이 3억 엔 미만인 공사는 토공량이 20,000m³를 넘지만 시공자 희망 I형 및 II형의 ICT 전면 활용을 원하지 않는 경우에는 ICT 건설중장비 시공을 적용하면 공사성적 평가의 가점 대상은 되지 못하지만 기계시공경비는 변경절차에 따라 계상됨. 이 경우 ICT 건설중장비를 사용하지 않으면 종래시공과 동일하게 진행함.



[그림 IV-7] ICT 공사 발주방식 설정 프로세스³¹⁾

□ ICT중장비를 활용한 시공 프로세스는 다음 그림 IV-8과 같음. 종래 시공에서 측량과 기준틀 설치에 필요한 작업이 생략되고, 검측 작업이 생략됨. 사람이 개입함으로써 정보가 분단되고 비효율이 발생하던 부분을 하나의 데이터가 별도의 사람 개입 없이 준공까지 진행하는 것이 정보화시공의 개념임.



[그림 IV-8] 종래시공과 정보화시공의 프로세스 비교

2) 국토교통성 지침 개정

- 2016년 4월 국토교통성은 ICT토공의 전면실시에 맞추어, 토공에서 조사, 측량, 설계, 시공, 검사의 프로세스에서 현재 종이 도면을 전제로 한 기준류를 변경하여, 3차원 데이터를 활용하는 새로운 15개 기준을 발표함³²⁾.
 - 각 기준은 ICT시공을 적용하여 공공공사를 수행하는 경우에 필요한 조사, 측량, 설계와 시공의 관리 방법 및 기성 청구 및 검사 방법에 규정하고 있음.

[표 IV-3] 새로이 도입하는 15개 기준 및 적산기준³²⁾

		명칭	신규	개정
조사·측량·설계	1	UAV를 활용한 공공측량 매뉴얼	○	
	2	전자납품요강(공사 및 설계)		○
	3	3차원 설계 데이터 교환표준 운용 가이드라인	○	
시공	4	ICT기술의 전면 활용 실시방침	○	
	5	토목공사 시공관리기준		○
	6	토목공사수량산출요강	○	○
	7	토목공사공통시방서 시공관리관계서류	○	
	8	공중사진측량(무인항공기)을 활용한 시공내용 관리요강	○	
	9	레이저 스캐너를 활용한 시공내용 관리 요강	○	
검사	10	지방정비국 토목공사검사기술기준		○
	11	기제부분 검사기술기준 및 해설		○
	12	부분지불에 따른 기성 취급 방법		○
	13	공중사진측량(무인항공기)을 활용한 진행상황 관리 감독, 검사요강	○	
	14	레이저스캐너를 활용한 시공내용 관리 감독, 검사요강	○	
	15	공사완성평정요강의 운용에 대해		○
적산기준		ICT활용공사 적산요강	○	

□ 새로운 기준에서는 ICT시공을 활용한 프로세스 모든 단계에서 필요한 내용을 모두 포함하여, 실제 건설 현장에서 운용이 가능하도록 함.

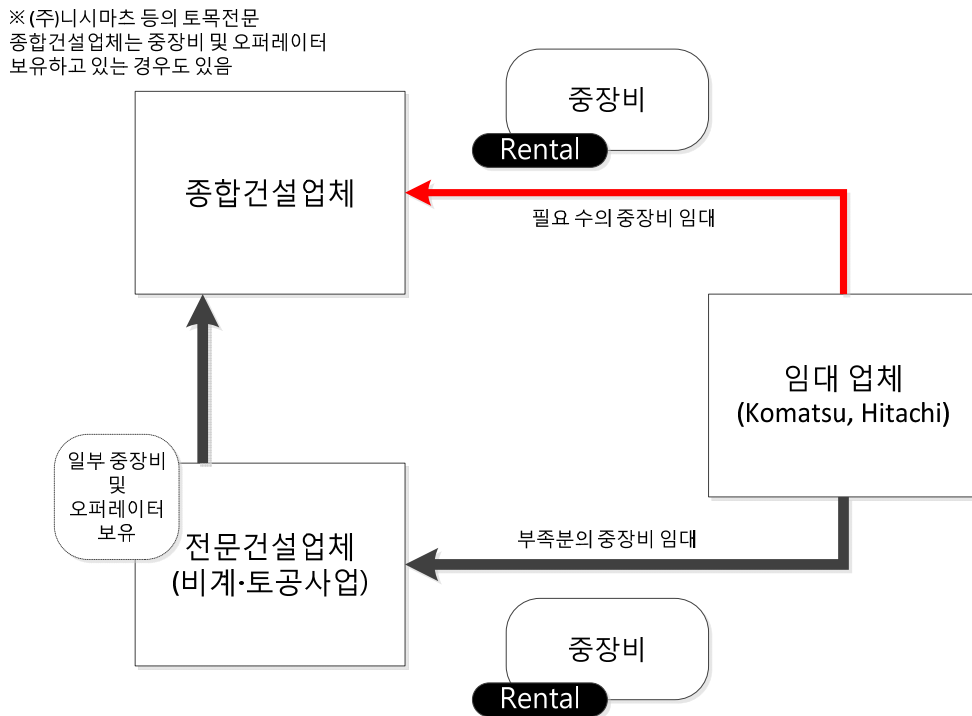
- ① 3차원 시공 측량, ② 3차원 설계 데이터 작성, ③ ICT건설기기에 의한 시공에 대해서는 ICT경비적산 규정이 정해졌으며, 경비로서 인정이 되는 부분과 인정이 되지 않는 부분을 명확히 하고 있음. ④ 3차원 진행 상황 관리 및 시공관리와 ⑤ 3차원 데이터 납품에 대해서는 별도의 규정이 아닌 간접비에 포함되는 형태로 계상됨.

[표 IV-4] ICT 시공의 적산 기준 수정⁵³⁾

ICT활용 공사의 흐름	① 3차원 시공측량	② 3차원 설계 데이터 작성	③ ICT건설기기에 의한 시공	④ 3차원 진행상황 관리 및 시공관리	⑤ 3차원 데이터 납품
내용	드론을 통한 사진측량이나 지상형LS를 통한 단시간에 면적(고밀도)의 3차원 측량을 실시	시공단계에서 일련의 이용을 전제로 시공 전 발주도면을 3차원화	3차원 설계 데이터를 가지고, 효율적인 작업을 실시	3차원 설계데이터와 다점측량결과를 가지고 면적 진행상황 관리를 실시	ICT토공에 대응한 요령, 전자납품 운용 가이드에 따라 3차원 데이터로 납품
ICT 경비 적산	있음	있음	있음	비율 계상	비율 계상
경비의 대상 범위	<ul style="list-style-type: none"> ④의 다점측량에 의한 진행상황 관리대상 범위 3차원 측량을 실시하는 경우의 경비(노무 및 기재) 3차원 측량 데이터의 불요점 처리 등의 작업에 드는 경비(업무비) ※ 상기 범위 외의 측량은 시공자 부담	<ul style="list-style-type: none"> ICT활용공사의 토공부분에서 ④의 다점측량에 의한 진행상황 관리 대상 범위 ※ 상기 범위 외의 측량은 시공자 부담	<ul style="list-style-type: none"> 일반기기에 추가하는 ICT기기 비용(렌탈) 시스템의 설치 철거 및 운영 지도 등의 경비(초기비용) ICT 건설중기의 일상점검에 드는 비용 	<ul style="list-style-type: none"> 진행상황 관리의 시공관리 및 3차원 데이터 납품에 필요한 경비는 간접비에 포함되므로, 별도 계상하지 않는다. 	좌동
적산 기준 (요약)	<ul style="list-style-type: none"> 공사 별로 참고견적을 가지고 협의 ※ 표정점과 검증점의 설치 작업, 점군작성, 점군 노이즈 처리를 포함 (x) 공사기준점 설치 대상 외	<ul style="list-style-type: none"> 공사 별로 참고견적을 가지고 협의 ※ ICT토공에 의한 진행상황 관리대상 부분 (x) 설계검토, 설계 변경작업, 완성도서 작성에 관한 작업은 대상 외	<ul style="list-style-type: none"> 2015년도 조사를 통해 산정 2015년도 조사를 통해 ICT 증장비 작업성 향상을 추가 	-	-

3) 국토교통성 지원책

- 일본에서는 개인이 건설중장비를 소유하고 영업하는 것을 인정하지 않기 때문에 건설중장비 공급 구조는 그림 IV-9와 같이 단순함.
- 종합건설업체는 토공사가 필요한 경우 Komatsu 사나 Hitachi 사와 같은 건설중장비 임대 업체로부터 필요한 수의 건설중장비를 직접 임대할 수 있으며, 상황에 따라서는 비계·토공사업 허가를 가지고 있는 전문건설업체에게 이를 하도급 할 수도 있음. Nishimatsu 사와 같이 대형 토목 전문 종합건설업체는 건설중장비와 오퍼레이터를 상당수 보유하고 있는 경우도 있음.
- 비계·토공사업 허가를 가지고 있는 전문건설업체는 일부 중장비 및 오퍼레이터를 보유하고 있으나, 공사 상황 및 물량에 따라 부족분이 발생하는 경우 임대 업체로부터 부족분을 임대함.



[그림 IV-9] 건설중장비(굴삭기) 공급 구조

- ICT 건설중장비의 활성화를 위한 국토교통성의 지원³⁴⁾은 주로 비계·토공사업의 전문건설업체를 대상으로 하고 있으며, 크게 보조금과 세제우대의 2가지 방법으로 나눌 수 있음.

□ ICT 건설중장비 도입과 관련하여 적용 가능한 보조금은 다음 표 IV-5의 2가지 보조금이 있음. 저에너지형 건설기계 도입 보조금은 2017년 3월에 종료하였으며, 혁신적 제조·상업·서비스개발 지원 보조금은 2016년 11월부터 시작하였음.

- 저 에너지형 건설기계 도입 보조금은 민간 기업을 대상으로 고연비 및 배출가스 기준을 만족하는 건설기계를 도입하는 경우에 지원되며, 건설기기 차액의 2/3까지 지원 가능함. 직업적으로 ICT 건설중장비가 포함되어 있지는 않지만, ICT 건설중장비의 대부분이 고연비 및 배출가스 기준을 만족하고 있기 때문에 적용 가능함.
- 혁신적 제조·상업·서비스개발 지원 보조금은 건설에 한정하고 있지는 않지만 중소기업 대상으로 4차 산업혁명에 대응하기 위한 IoT, 빅 데이터, 로봇을 활용하는 기술을 도입하는 경우 지원함. 하드웨어인 경우 최대 3,000만 엔까지, 소프트웨어는 최대 1,000만 엔까지 지원함.

[표 IV-5] ICT 중장비 및 소프트웨어 구입 시의 보조금³⁴⁾

	저에너지형 건설기계 도입 보조금	혁신적 제조·상업·서비스개발 지원 보조금
기간	~ 2017년 3월 16일	2016년 11월 중순 ~
이용 대상	민간기업 등(민간기업, 기타법인(독립 행정법인은 제외) 및 개인사업자)	중소기업·소규모사업자 • 3~5년에 부가가치액 연율 3% 및 경상이익 연율 1% 향상을 향상할 수 있는 계획 • 「중소 제조 고도화법」에 기초하여 특정 제조기반기술을 활용한 생산 프로세스의 개선을 실시하여, 생산성을 향상시키는 계획
대상 설비	<ul style="list-style-type: none"> • 국토교통성 책정의 연비기준치를 넘는 (별 3개 이상) 연비성능을 가질 것 • 배출가스 4차 규제 등에 적합한 유압 굴삭기, 불도저 또는 휠 로더 • 「하이브리드 구조」, 「정보화 시공」 또는 「전기구동」 등의 첨단 에너지 절약 기술이 탑재됨 • 관리단체에서 설치한 교수위원회에서 심사, 결정한 형식 	① 제4차 산업혁명에 대응하기 위한 IoT, 빅 데이터, AI, 로봇을 활용한 혁신적 제조·상업·서비스의 개발을 지원 ② 중소기업·소규모 사업자 가운데 경영력 향상에 이바지하는 혁신적 제조·상업·서비스 개발을 지원
보조 비율	<ul style="list-style-type: none"> • 보조대상차량의 구입가격과 기준가격의 차액의 2/3 또는 일정액 • 보조금 상한 : 300만 엔 	① 보조금 상한 : 3,000만 엔, 보조율 : 2/3 ② 보조금 상한 : 1,000만 엔, 500만엔, 보조율 : 2/3

- ICT 건설중장비 도입과 관련하여 활용할 수 있는 세제 우대는 다음 표 IV-6의 3가지가 있음. 중소기업 등 경영강화법은 2019년 3월까지 적용가능 하며, 중소기업 투자촉진세금제도 및 생산성향상설비투자촉진 세금제도는 2017년 3월로 종료되었음.
- 중소기업 등 경영강화법에서는 자본금 1억 엔 이하의 건설업 중소기업이 경영력 향상계획을 국토교통성에 승인을 받고, 이 계획에 따라 160만 엔 이상의 신규 중장비를 구입하는 경우 고정자산세를 3년간 경감시켜 주며, 이 외에도 금융기관으로부터 경영력 향상계획 추진에 필요한 비용을 낮은 이율로 융자할 수 있도록 지원함.
- 중소기업 투자촉진세금제도는 자본금 1억 엔 이하의 중소기업을 대상으로 하고 있으며, 160만 엔 이상의 생산성 향상에 기여하는 장비를 구입하는 경우 법인세에 혜택을 주고 있음.
- 생산성향상설비투자촉진 세금제도는 기업규모와 관계없이 우수납세 기업을 대상으로 하고 있으며, 생산성 향상 또는 이익개선을 위한 160만 엔 이상의 장비를 구입하는 경우 법인세의 혜택을 주고 있음.

[표 IV-6] ICT 건설중장비 구입 시에 활용할 수 있는 세제 우대³⁴⁾

	중소기업 등 경영강화법 (2016년 7월 1일 시행)	중소기업 투자촉진세금제도	생산성향상설비투자촉진 세금제도
기간	~ 2019년 3월 말	~ 2017년 3월 말	~ 2017년 3월 말
이용 대상	중소기업(자본금 1억 엔 이하), 개인사업자 담당부처(건설업은 국토교통성)에 의한 경영력 향상계획 승인 필요	중소기업(자본금 1억 엔 이하), 개인사업자 단 임대업은 제외	청색신고(우수납세)를 가지고 있는 법인, 개인사업주 (대상 업종이나 기업규모에 제한 없음)
대상 설비	160만 엔 이상의 기기 또는 장비일 것 • 경영력 향상계획에 따라 획득하는 신규 기기장치 (생산성이 연평균 1% 이상 향상되는 설비)	160만 엔 이상의 기기 또는 장비일 것 • 생산성향상에 기여하는 일정 설비 등(오른쪽의 A유형, B유형)은 가산 조치	160만 엔 이상의 기기 또는 장비일 것 • 최신설비를 구입하는 경우(A유형), 이익개선을 위한 설비를 구입하는 경우(B유형)

	중소기업 등 경영강화법 (2016년 7월 1일 시행)	중소기업 투자촉진세금제도	생산성향상설비투자촉진 세금제도
우대 내용	고정자산세 • 고정자산세의 과세표준을 3년간 50% 경감	법인세 • 개인사업주, 자본금 3천 만 엔 이하 특별상각 30% 또는 세액공제7% • 자본금 3천만 엔 초과 1억 엔 이하 특별상각 30%	법인세 • 특별상각 50% 또는 세액공제4%
기타	기타 지원조치 • 정책금융기관의 저리융자, 민간금융기관의 융자에 대한 신용보증, 채무보 증을 통한 원활한 자금 조달을 지원	가산 조치의 내용 • 개인사업주, 자본금 3천 만 엔 이하 → 특별상각 즉시 또는 세액공제10% • 자본금 3천만 엔 초과 1억 엔 이하 → 특별 상각즉시 또는 세액공제 7%	대상설비의 요건 ① A유형 • 최신 모델일 것 • 생산성이 연평균 1% 이상 향상할 것 ② B유형 • 투자이익율이 15%이상 (중소기업은 5%)일 것

- 일본 정부의 ICT 건설중장비와 관련한 지원제도는 직접 ICT 건설중장비를 대상으로 하는 지원제도는 없으나, 중소기업이 생산성 향상을 위한 투자를 하고자 하는 경우 이를 지원하는 구조이며, ICT 건설중장비가 생산성 향상을 위한 방안이 될 수 있음.

4) 민간 중장비 메이커 ICT 대응 사례 - Komatsu 사

- Komatsu 사의 ICT 굴삭기는 GNSS(글로벌 위성 위치측정 시스템)을 통한 위치정보와 3D의 설계 데이터, 암 제어 시스템을 통해 작업기구의 반자동화를 실현한 세계 최초의 머신 컨트롤 굴삭기임. 버킷의 앞부분이 설계 면에 닿으면 기기가 자동 정지하기 때문에 오퍼레이터는 너무 많이 파는 것을 신경 쓸 필요 없이 안심하고 작업을 진행할 수 있음. 컨트롤 박스(정보화시공 전용 모니터)에는 보기 쉽고, 쓰기 쉬운 12.1인치 대화면을 설치. 아이콘 표시 및 터치 패널로 간단하게 조작할 수 있음³⁵⁾.



[그림 IV-10] Komatsu 사의 굴삭기³⁵⁾

[표 IV-7] Komatsu 사의 ICT 굴삭기 요소 기술

부분	설명
오토록 센서 장착 실린더	본체에 스트로크 센서를 내장하고 있기 때문에 작업 중에 부상의 위험이 없음. 정밀도 검출 응답성도 뛰어나고 버킷의 위치를 빠르게 표시할 수 있기 때문에 시공 작업을 빠르게 진행할 수 있음.
관성 센서 유닛(IMU)	가속설계와 자이로 신호로부터 차체의 회전각을 정확히 검출하는 센서
GNSS 안테나	GNSS의 신호(GPS< GLONASS)를 확실하게 수신하는 고성능 안테나. 안테나는 핸드레일에 장착되어 있어, 작업 시에 접촉을 피할 수 있으며, 유지보수 작업에도 안전함.
컨트롤 박스	크고 보기 쉬운 정보화시공 전용 모니터임. 적은 조작회수로 움직일 수 있는 사용하기 쉬운 모니터임.

□ Komatsu 사의 ICT 불도저³⁵⁾는 선진 ICT기술을 사용하여 세계 최초로 굴착에서 마무리 땅고르기까지의 불도저 블레이드 조작을 자동화함. 오퍼레이터는 차량을 전후좌우로 움직이기만 하면 설계도면 대로 시공이 가능해짐. 또한 블레이드의 부하가 증가하면 슈 슬립을 방지하기 위해 자동으로 블레이드를 올리고 부하를 컨트롤함. 항상 최대의 토량으로 효율적으로 시공이 가능함. 운전석에 있는 컨트롤 박스에는 작업상황이 실시간으로 표시되며, 그 데이터는 현장에서 떨어져있는 곳에서도 인터넷을 통해 즉시 확인할 수 있음.



[그림 IV-11] Komatsu 사의 불도저³⁵⁾

[표 IV-8] Komatsu 사의 ICT 불도저 요소 기술

부분	설명
GNSS 안테나	파손과 도난 리스크가 적은 조종석 지붕 위에 장착됨.
스트로크 센서 장착 실린더	코마츠 최첨단 센서기술을 응용한 스트로크 센서 장착 유압 실린더를 통해 고정밀 마무리 땅고르기 성능을 실현
고정밀 관성 센서(IMU+)	차량에 장착된 고정밀 관성 센서(IMU+)를 통해 블레이드 틸트 센서 없이 높은 정밀도로 마무리 땅고르기를 실현
컨트롤 박스	다색 컬러 모니터의 오른쪽 위에 장착된 컨트롤 박스는 조작하기 쉽고 시안성이 높음

- Komatsu 사에서는 상기의 건설중장비를 제작하고 판매, 임대하는 것뿐만 아니라 아래 표 IV-9와 같은 솔루션을 제시하고 있음. 이러한 솔루션은 시공자 또는 발주자가 요구할 경우 Komatsu 사가 제공할 수 있는 서비스임.
- 측량 업무 및 시공도면의 3차원화(설계), 리스크 분석, 시공계획 시뮬레이션 등의 건설 프로젝트와 관련된 다양한 범위의 서비스를 제공함.

[표 IV-9] Komatsu 사가 제한하는 솔루션²⁵⁾

솔루션	항목	내용
Solution 01	현황의 고정밀도 측량	<ul style="list-style-type: none"> • UAV(드론)이 사람을 대신하여 현황을 정확히 측량함 • UAV(드론)과 3D레이저 스캐너, 건설중장비에 장착된 스테레오 카메라에 의한 3차원 측량을 통해 고정밀도 현황 측량 실시
Solution 02	시공완성도면의 3차원화	<ul style="list-style-type: none"> • 시공하는 범위와 토사량이 사전에 정확하게 알면 보다 생산성이 높은 현장이 될 수 있음. • 고객으로부터 시공완성도면을 접수하여 2차원 시공완성도면을 3차원으로 변환하는 작업을 수행 • 시공완성도면의 3차원 데이터는 ICT건설중장비에 전송되어 자동제어를 위한 정보로 활용됨 • 현황의 3차원 데이터와 시공완성도면의 3차원 데이터 분석을 통해 시공 범위, 형태, 토사량을 정확히 파악함.
Solution 03	변동요건의 조사·해석	<ul style="list-style-type: none"> • 시공기간 중에 발생할 수 있는 다양한 리스크(토질, 지하의 매설물 등)을 미리 조사, 해석함
Solution 04	시공계획 시뮬레이션	<ul style="list-style-type: none"> • 시공조건을 입력하여 공기를 최대한 단축하는 경우, 비용을 가장 줄이는 경우 등 다양한 최적공정을 제안함. 최신 시공 상황이 실시간으로 반영되기 때문에 시공 중에도 최적안을 받을 수 있음
Solution 05	고도 지능화된 시공	<ul style="list-style-type: none"> • 시공완성도면의 3차원데이터를 통해 지능화된 ICT건설중장비가 자동적으로 제어되고 경험이 적은 오퍼레이터라고 하더라도 어려운 작업을 수행할 수 있게 함. • 자동제어를 통해 건설중장비 옆에서 눈으로 확인하면서 지시하는 작업자가 필요 없게 되어 현장의 안전이 향상됨. • 건설중장비 메이커만이 가지고 있는 노하우를 활용하여 가장 효율적인 시공 동작을 가이던스 함.
Solution 06	시공후의 데이터 활용	<ul style="list-style-type: none"> • ICT 건설중장비로 시공한 정보는 공사의 개시부터 완료까지 모든 정보가 중앙데이터시스템(KomConnect)에 축적됨. 장래에는 납품도서작성과 재해발생 시 등 필요한 때에 제공할 예정임.

5) 민간 중장비 메이커 ICT 대응 사례 - Hitachi 사

□ Hitachi 사에서는 건설공사 시공 분야에 집중하여 ICT기술에서 얻어진 전자정보에 기초하여 고효율·고정밀 시공을 실현하는 것을 정보화시공이라는 명칭으로 표현하고 있음. 또한 시공과정에서 얻어진 전자정보를 다른 공정에서 활용함으로써 건설공사 전체의 생산성 향상이나 품질 확보를 꾀할 수 있다고 설명하고 있음.



[그림 IV-12] Hitachi 사의 ICT 시공시스템³⁶⁾

- 사전에 시스템에 인스톨한 3차원 데이터에 기초하여 굴삭기 버킷 위치를 계측·표시하고, 작업을 지원하는 것이 굴삭기 3D 가이드스 시스템임. 시공 품질 확보와 공기 단축, 안전성 향상은 물론 2D 시스템에서는 대응하기 어려운 형태의 시공도 가능하게 됨. 오퍼레이터는 굴삭기 전용 모니터에서 버킷의 각도나 높이, 굴삭기의 위치정보가 문자와 그림으로 안내되므로 시공위치를 정확하게 판단할 수 있음.
- 굴착공·법면정형공사에서는 굴착 위치 확인이 유효하고, 기준틀 설치가 감소하고, 검측작업이 줄어들므로, 작업효율이 향상되고 안전성이 향상됨. 또한 설계변경에도 신속하게 대응할 수 있고, 직접 눈으로 확인하기 어려운 굴착도 가능함.
 - 준설공사에서는 눈으로 볼 수 없는 공사에도 버킷 위치를 실시간으로 정확하게 파악할 수 있음. 작업개소의 마킹을 통해 효율적으로 작업할 수 있음.



[그림 IV-13] Hitachi 사의 굴삭기 3D 가이드 시스템³⁶⁾

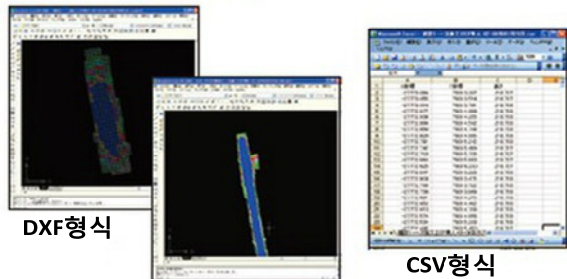
□ GNSS를 통한 시공현장의 위치정보에 기초하여 다짐 에어리어에 대해 좌표에 따라 면을 관리하고, 확실한 다짐을 지원함. 다짐기계의 다짐 위치와 지반높이를 자동측정, 다짐횟수를 색으로 구분하여 표시하는 기능이 있으며, 이러한 정보를 현장사무소와 다짐기계의 컴퓨터에서 실시간으로 확인할 수 있음.

- 성토·도로공사에서 다짐횟수의 기록, 관리가 가능하고, 품질관리에서 정리 시간이 감소함. 종래의 점적 관리에서 시각적으로 뛰어난 면적 관리가 가능하고, 높이, 시공결과, 토량계산 등의 파일 출력이 가능함. 전체 비용 절감이 가능함.

■ 조종석 내 모니터 표시 예시



■ 입출력 파일 예시



■ 사용 시스템

- GNSS 수신기
- GNSS 보정정보획득용 무선기
- 컴퓨터



[그림 IV-14] Hitachi 사의 다짐 관리 시스템³⁶⁾

- Hitachi 사에서는 기업체질 강화를 지원하기 위해 현장의 작업개선 방법인 HI-CEC (Hitachi Constructive Engineering for Customer support)를 개발함. HI-CEC는 제조업이나 건설업 등의 다양한 생산현장에 적용할 수 있는 컨설턴트 서비스임.
- Hitachi 사는 Komatsu 사와 같이 측량부터 도면의 3D화, 리스크 관리 등의 솔루션은 제공하지 못하고, 시공 관리에 집중되고 있는 실정임.

4. 소결

- 건설 인력 감소에 대응하고 건설현장의 휴일을 확대하기 위해서는 건설현장의 생산성 향상이 필요함. 2016년부터 측량, 시공, 검사 부분에서 ICT기술을 활용하는 i-construction이 추진됨.
- 국토교통성에서는 건설자동화와 관련하여 1980년부터 약 68억 엔의 연구개발투자를 진행하였으며, 2003년부터 2007년까지 전체 약 50%가 집중적으로 투자됨.
- 민간의 중장비 제작사 5사는 각기 매출의 약 2.5%를 연구개발비로 투자하고 있으며, 5사 합계 1년 연구개발비는 약 2,000억 엔에 달함.
- 2016년 4월 국토교통성은 ICT토공의 전면실시에 맞추어, ICT기술을 뒷받침할 수 있는 15개 신기준을 발표함. 이 기준에 기초하여 조사, 측량, 설계, 시공, 검사의 모든 건설생산 프로세스에서 ICT기술이 실전 배치될 수 있음.
- 일본 정부의 ICT 건설중장비와 관련한 지원제도는 ICT 건설중장비와 직접 관련한 지원제도는 없으나, 중소기업이 생산성 향상을 위한 투자를 하고자 하는 경우 이를 지원하는 구조이며, ICT 건설중장비가 생산성 향상을 위한 방안이 될 수 있음.
- 대표적인 건설중장비 업체 Komatsu 사는 ICT건설중장비의 개발 뿐 아니라 이들과 관련된 도면3차원 서비스 및 시공계획 시뮬레이션 서비스 등 다양한 솔루션을 제공하고 있음.

V. 결론 및 시사점

1. 요약 및 결론

- 2016년 1월 스위스 다보스에서 개최된 세계경제포럼에서 4차 산업혁명에서는 인공지능, 머신러닝, 로봇틱스, 나노기술, 3D 프린팅, 유전학, 생명공학의 7가지 영역이 상호 유기적으로 결합하며 산업을 바꾸어 나갈 것으로 전망함. 각 국에서는 4차 산업혁명에 발맞추기 위한 정책 및 대응 전략을 수립하고 있음. 일본 국토교통성에서는 4차 산업혁명을 건설 산업이 겪고 있는 심각한 인력난을 해소하기 위한 건설 자동화 기술의 실전 투입 기회로 삼기 위한 생산성 혁명 프로젝트를 수립함.
- 이에 본 연구에서는 일본 국토교통성에서 추진하고 있는 생산성 혁명 프로젝트의 현황과 내용을 분석하고, 핵심 프로젝트가 되고 있는 i-construction 프로젝트를 정리하여, 우리나라에서 4차 산업혁명 관련 대응 방안을 수립함에 있어 기초자료로서 참고할 수 있게 하고자 함.
 - 주요 연구내용 및 방법으로는 일본 국토교통성을 비롯한 일본 정부 부처의 관련 보고서 및 자료를 분석하고 정리함. 국토교통성에서 추진하고 있는 20대 생산성 혁명 프로젝트를 정리하고, 국토교통성의 연구개발 현황 및 건설자동화 개발 현황을 정리하였음. 일본 국토교통성의 정책에서 얻을 수 있는 시사점을 제시하였음.
- 일본 건설 산업은 1992년 이후 지속적으로 축소되고 있었으나, 2011년 동일본 대지진, 2013년 2020년 도쿄 올림픽 개최 확정 이후 건설 투자가 증가하고 있음.
- 일본의 인구는 2번의 베이비 붐 세대로 이루어져 있으며, 현재 1차 베이비 붐 세대의 은퇴와 장기간의 저출산으로 인한 젊은 층이 줄어드는 문제에 직면하고 있음. 특히 건설업은 젊은 층의 기피현상에 의하여 타 산업에 비해 젊은 층의 유입이 더욱 부족한 실정이며, 앞으로 10년 이내에 60만 명의 인력(대부분 숙련공)이 부족해질 것으로 예상되고 있음.
 - 정부는 국내 일자리 확보와 품질 및 안전 확보, 기술 계승 문제를 이유로 건설 부문의 외국인 단순 노동자 사용을 금지하고 있음.
 - 따라서 일본 건설업은 부족한 인력 문제를 해결하기 위하여 외국인 노동자라는 방

법이 아닌, 젊은 층(비숙련공)과 여성을 건설업에 진입하도록 유도하고 이들의 기술적 능력을 보조하는 방안을 모색하게 됨.

- 4차 산업혁명에 대한 일본 정부의 대표적인 대응 방안으로 경제산업성의 신산업구조비전과 내각부의 일본재흥전략 2016이 있음.
- 국토교통성에서는 건설 산업 성장의 열쇠는 생산성 향상에 있다고 판단하고 국토교통성 내부에 국토교통성 장관을 본부장으로 하고 모든 국장이 참가하는 생산성 혁명 본부를 설치하고, 20개의 대표 생산성 혁명 프로젝트를 설정함.

[표 V-1] 국토교통성 20대 생산성 혁명 프로젝트

프로젝트 명	
1	핀 포인트 정체 대책
2	고속도로를 현명하게 사용하기 위한 요금제
3	크루즈 새로운 시대의 실현 - 일본을 방문하는 크루즈 여행객 500만 명을 위하여
4	컴팩트 플러스 네트워크 - 밀도의 경제에서 생산성을 향상
5	부동산최적상황의 촉진 - 토지, 부동산에의 재생투자과 시장의 확대
6	인프라 유지보수 혁명 - 확실하고 효율적인 인프라 정비 추진
7	댐 재생 - 지역경제를 지지하는 치수 능력의 조기 향상
8	항공 인프라 혁명 - 공항과 관제의 베스트 조합
9	i-construction의 추진
10	주생활산업의 새로운 전개 - 기존 주택 유통, 리모델링의 활성화
11	I-shipping와 j-Ocean - 해상 생산성 혁명, 강한 산업, 고성장, 운택한 지방
12	물류생산성혁명 - 효율적이고 고부가가치 스마트 물류의 실현
13	도로의 물류 이노베이션 - 화물 운송 생산성 향상
14	관광산업의 혁신 - 관광 산업을 일본의 기간산업으로(숙박업 개혁)
15	하수도 이노베이션 - 일본산 자원창출 전략
16	철도 생산성 혁명 - 차세대 기술 전개에 의한 생산성 향상
17	빅데이터를 활용한 교통안전대책
18	고품질 인프라의 해외 전개 - 거대시장을 일본의 기폭제로
19	자동차의 ICT혁명 - 자율 운전 사회 실현
20	기상 비즈니스 시장의 창출

- 생산성혁명 프로젝트는 사회베이스형, 산업별형, 미래형의 3가지로 나뉘며, 교통, 부동산, 인프라, 항공, 해운, 관광, 기상 등의 폭넓은 분야를 다루고 있음. 이 가운데 건설부문과 직접 관련이 있는 프로젝트는 인프라 유지보수 혁명, i-construction, 고품질 인프라의 해외 전개 등을 들 수 있음.

- 건설 인력 감소에 대응하고 건설현장의 휴일을 확대하기 위해서는 건설현장의 생산성 향상이 필요함. 2016년부터 측량, 시공, 검사 부분에서 ICT기술을 활용하는 i-construction이 추진됨.
- 국토교통성에서는 건설자동화와 관련하여 1980년부터 약 68억 엔의 연구개발투자를 진행하였으며, 2003년부터 2007년까지 전체 약 50%가 집중적으로 투자됨.
- 민간의 중장비 제작사 5사는 각기 매출의 약 2.5%를 연구개발비로 투자하고 있으며, 5사 합계 1년 연구개발비는 약 2,000억 엔에 달함.
- 2016년 4월 국토교통성은 ICT토공의 전면실시에 맞추어, ICT기술을 뒷받침할 수 있는 15개 신기준을 발표함. 이 기준에 기초하여 조사, 측량, 설계, 시공, 검사의 모든 건설생산 프로세스에서 ICT기술이 실전 배치될 수 있음.
- 일본 정부의 ICT 건설중장비와 관련한 지원제도는 ICT 건설중장비와 직접 관련한 지원제도는 없으나, 중소기업이 생산성 향상을 위한 투자를 하고자 하는 경우 이를 지원하는 구조이며, ICT 건설중장비가 생산성 향상을 위한 방안이 될 수 있음.
- i-construction에 대응하는 건설중장비는 Komatsu 사와 Hitachi 사가 개발 완료하고 공급하고 있음. 대표적인 건설중장비 업체 Komatsu 사는 ICT건설중장비의 개발 뿐 아니라 이들과 관련된 도면 3차원 서비스 및 시공계획 시뮬레이션 서비스 등 다양한 솔루션을 제공하고 있음. Hitachi 사는 ICT건설중장비를 활용한 시공 관리에 집중하고 있음.

2. 정책적 시사점

- 일본은 1980년대 후반부터 1990년대 초반까지 약 80조 엔의 건설투자를 가지는 최대의 호황기에도 베이비 붐 이후 인구가 감소하게 될 것을 예상하고 생산성 향상 및 저인력화에 관련된 연구를 꾸준히 진행해 옴. 일본 국토교통성은 4차 산업혁명을 1회성 이벤트로 대응하는 것이 아니라 1980년대부터 연구하고 준비해오던 기술의 실전투입의 기회로 삼고 있음.
- 눈앞에 닥친 4차 산업혁명을 대응하기 위한 1회성 대응보다 우리의 건설 산업의 실정에 정확히 맞는 단기적, 중·장기적 대응을 정리하여 진행하여야 함. 우리의 건설 산업이 어떠한 상황이며, 어떠한 문제를 가지고 있는지의 현재를 정확히 파악하고 앞으로 다가올 미래에 발생할 수 있는 문제를 예상해야 함. 4차 산업혁명과 관

련된 기술을 이러한 미래 문제를 해결하는데 어떻게 활용할 것인지에 대한 검토가 필요함.

- 정부와 민간 사업자는 각자에게 주어진 역할을 적극적으로 수행해야 함. 국토교통성은 1980년대 중반부터 30년간 약 68억 엔을 지속적으로 투자하여, 연구 개발 사업을 진행함. 특히 국토교통성은 건설 산업 연구개발의 방향성을 수립하여, 이를 민간에 공개하고 이슈 및 정치 등과 같은 환경적 영향을 받지 않고 정책적 일관성을 유지하였음. 즉 국토교통성의 투자는 민간 사업자가 건설 산업의 방향성을 이해하고 안심하고 투자할 수 있는 마중물 역할을 수행하였음. 민간 사업자도 정부의 연구 개발 사업에만 의존하는 것이 아니라 자사 규모와 관계없이 자신의 경쟁력 확보를 위해 적극적으로 자체 연구개발에 투자하고 있음.
- 예를 들어 국토교통성이 건설 산업의 많은 업종 가운데 우선적으로 자동화가 진행되어야 할 분야로서 토공사를 선정하고 관련 중장비 업체들도 토공사와 관련된 장비를 집중적으로 투자함. 토공사 관련 장비가 실전 투입되기 시작하는 지금은 국토교통성에서 다른 공종의 자동화로 연구개발의 방향성을 설정하고자 하고 있음.
- 정부는 새로운 기술과 장비가 시장에서 적극적으로 도입될 수 있도록 지원정책을 작성하고 제도 환경을 정비해야 함. 지원 정책은 적극적으로 대응하기 어려운 중소기업을 주 대상으로 하고 있으며 보조금 제도와 세제 혜택의 방법이 있음.
- 보조금 제도는 ICT 건설중장비가 자립적으로 경쟁력을 가지지 못하는 도입 초기에 활용하였고, 이후에는 지속적으로 중소기업의 체질 개선을 유도하기 위한 세제 혜택을 진행하고 있음.
- 국토교통성에서는 ICT 건설중장비의 개발이 충분히 완료된 상황에서 ICT 건설중장비의 전면 도입을 선언하고 그 준비기간 동안 공공공사에서 ICT 건설중장비 도입에 필요한 설계도서 작성방법부터 기성신청, 검사방법까지 각종 규정을 정비하였음.

• 조재용 선임연구원 (adelid83@ricon.re.kr)

참고문헌

1. 국토교통省, 「建設業を取り巻く情勢・変化」, 2016.3
2. 崎山建樹, 「18兆円に達した東日本大震災の復旧・復興経費」, 立法と調査, No.329, pp.3 - 13, 参議院事務局企画調整室編集, 2012.6
3. 三菱UFJ モルガンスタンレー証券, 「2020年東京五輪が日本経済に与える影響」, 景気循環研究所レポート, 2013
4. 日本銀行調査統計局, 「2020年東京オリンピックの経済効果」, 2015
5. 国土交通省 総合政策局 「建設経済統計調査室, 平成28年度建設投資見通し, p.9, 2016.7
6. 国土交通省 土地・建設産業局 建設業課, 「建設業許可業者数調査の結果について(概要)」, p.3, 2016.5
7. 総務省統計局, 「人口推計(平成26年10月1日現在)」,
<http://www.stat.go.jp/data/jinsui/2014np/>
8. 佐野哲, 「日本とアジア諸国における外国人単純労働者の受け入れ政策」, 経営志林, Vol.45, No.3, pp. 37-52, 2008.10
9. 厚生労働省 「技能実習制度」
http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/shokugyououryoku/global_cooperation/gaikoku/
10. 厚生労働省 「白書-年次報告書」
http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/shokugyououryoku/global_cooperation/gaikoku/
11. 日本首相官邸, 産業競争力会議 第15回会議資料, 2014.1
12. 国土交通省, 「建設分野における外国人材の活用に係る緊急措置」, http://www.mlit.go.jp/totikensangyo/const/totikensangyo_const_tk2_000084.html
13. 入国管理局, 「平成28年入管法改正について」,
http://www.immi-moj.go.jp/hourei/h28_kaisei.html

14. 内閣府, 「日本再興戦略 -JAPAN is BACK-, 2013.6
15. World Economic Forum, 「The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond」
<https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/> 2016.1
16. 経済産業省 産業構造審議会, 「新産業構造ビジョン - 第4次産業革命をリードする日本の戦略」 2016.4 p.30
17. 内閣府, 「日本再興戦略2016 -第4次産業革命に向けて-, 2016.6
18. 国土交通省総合政策局, 「国土交通省生産性革命プロジェクト」, 2017.1
19. 国土交通省, 「国土交通省生産性革命本部の設置について」, 国土交通省の生産性革命プロジェクト第1回会議, 資料1, 2016.3
20. 国土交通省 i-Construction 委員会, 「i-Construction-建設現場の生産性革命-, p.5-8, 2016.4
21. 国土交通省, 「総合技術開発プロジェクト」,
<http://www.mlit.go.jp/tec/gijutu/kaihatu/soupro.html>
22. 国土交通省, 「建設技術研究開発助成制度」,
<http://www.mlit.go.jp/tec/gijutu/kaihatu/josei.html>
23. 業界動向SEARCH.COM, 「建設機械業界」, <http://gyokai-search.com/3-kenki.htm>
24. 経済産業省, 特定サービス産業動態統計調査, 「レンタルの物件別売上高」, http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/tokusabido/result/result_1.html
25. 研究.net, 「株式会社小松製作所」,
<http://www.kenq.net/kenq/rdsch.nsf/det?OpenForm&cd=6301>
26. 研究.net, 株式会社クボタ」,
<http://www.kenq.net/kenq/rdsch.nsf/det?OpenForm&cd=6326>

27. 研究.net, 「株式会社豊田自動織機」,
<http://www.kenq.net/kenq/rdsch.nsf/det?OpenForm&cd=6201>
28. 研究.net, 「日立建機株式会社」,
<http://www.kenq.net/kenq/rdsch.nsf/det?OpenForm&cd=6305>
29. 研究.net, 「株式会社神戸製鋼所」,
<http://www.kenq.net/kenq/rdsch.nsf/det?OpenForm&cd=5406>
30. 国土交通省, 「情報化施工の実施結果について」, 第1回ICT会議資料, 2016.2
31. 国土交通省関東地方整備局, 「i-Constructionの取り組みについて」, 建設業協会説明資料4, 2017.5
32. 国土交通省, 「新たに導入する15 の基準及び積算基準について」, Press Release 資料1-1, 2016.3
33. 国土交通省, 「ICT施工普及促進に関する重点プログラム(提案)」, ICT導入協議会 第3回会議資料3-1, 2016.11
34. 国土交通省九州地方整備局, 「建設機械関係の補助金, 低利融資, 税制優遇」2017
35. Komatsu Smart Construction, 「スマートコンストラクションの建設機械の紹介」,
<http://smartconstruction.komatsu/introduction/ictkenki.html>
36. 日立建機日本, 「レンタル商品紹介」, <https://japan.hitachi-kenki.co.jp/>

4차 산업혁명에 따른 일본 건설산업의 대응 전략 및 시사점

2017년 07월 28일 인쇄

2017년 07월 28일 발행

발행인 서명교

발행처 대한건설정책연구원

서울특별시 동작구 보라매로5길 15, 13층(신대방동, 전문건설회관)

TEL (02)3284-2600

FAX (02)3284-2620

홈페이지 www.ricon.re.kr

등록 2007년 4월 26일(제319-2007-17호)

I S B N 979-11-5953-028-9

인쇄처 경성문화사(02-786-2999)

©대한건설정책연구원 2017

