# 4차 산업혁명시대의 BIM 역할

KICEM

**문현석** 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 수석연구원, hsmoon@kict.re.kr

## 1. 개요

최근 4차 산업혁명이란 키워드는 특정산업에 국한되지 않고 유행어처럼 사용되고 있다. 2016년 1월 세계경제포럼(WEF; World Economic Forum)에서 제창된 4차 산업혁명은 제조업을 중심으로 한 생산방식의 혁신과 인간의 삶의 질을 변화시키는데 방점이 있다. 즉 미래 ICT기술(인공지능, 사물인터넷, 빅데이터, 모바일 등)이 경제·사회 전반에 융합되어 혁신적인 변화가 나타나는 차세대 산업혁명으로 정의할 수 있다.

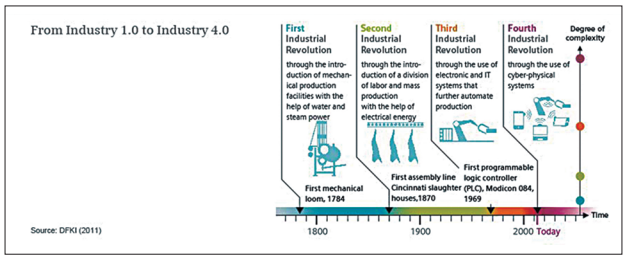


그림 1. Industry 1.0 to Industry 4.0

독일은 이미 '11년부터 Industry 4.0을 통해 제조업 혁신을 도모하고 있고, 미국은 국가첨단제도 전략('11)으로 ICT기술을 제조업에 이식하는 등 글로벌 IT기업 등이 전략적으로 주도하고 있다. 일본은 산업재흥계획('15), 중국은 제조2025('15)를 통해서 4차 산업혁명의 변화에 대비하고 있다. 반면에 한국은 제조업혁신 3.0('14) 전략을 통해 2025년까지 스마트팩토리 3만개 구축 계획을 수립한 바 있다. 이와 같이 4차 산업혁명은 제조업 분야의 핵심으로 사용되나 과연 건설분야에서는 어떠한 고민을 하고 있는지 앞으로 무엇을 준비해야 하는지 미리 생각해볼 필요가 있다. 건설은 ICT융복합에 의한 자동화 시공으로 Zero재해(안전) 구현, 디지털 설계와 시공으로 건설 생산성 증대를 목표로 하고 있다. 하지만 맥킨지 보고서('12)에서 제시한 제조업과의 생산성 변화 비교를 보면 그 격차('12년 기준 약 1.7배)를 수십년째 줄이지 못하고 있는 실정이다. 한국은행에서도 20년 뒤 건설업 생산성이 타 산업과 비교하여 50% 하락할 것으로 전망하였다(한국은행, 고령화 산업구조 영향분석 보고서, 2017.8). 건설산업은 타 산업과 비교하여 외부 환경변화에 취약하고 Risk를 내포하고 있어 수십년간 건설관리 기술을 발전에도 불구하고 좀처럼 생산성을 개선하는 것이 쉽지 않아 보인다. 최근 해외 선진국에서는 디지털 설계와 시공 즉 VDC(Virtual Design & Construction)를 통해 건설생산성 개선을 시도하고 있다. 이러한 과정에 BIM(Building Information Modeling) 기술을 활용하고 있는데 세계경제포럼, 맥킨지보고서, BCG보고서 및 영국 Construction Product 2025 Roadmap 등에서는 BIM을 4차산업혁명을 구현하기 위한 핵심 플랫폼으로서 기술적·사회적 전략 및 방향성을 제시하고 있다. BIM은 건설생애주기 정보를 3차원 모델을 기반으로 수집, 갱신, 관리 활용하기 위한 체계로 적용되는데 이러한 관점에서 정보의 선순환 체계를 갖는다. 이를 통해 건설 디지털정보의 활용가치를 높이고 나아가 Digital Twin으로의 모델 활용과 CPS 운영을 위한 핵심 모델로 적용된다. 영국 Roadmap에서는 순환경제 모델을 구현하기 위한 핵심기술로서 생애주기 BIM을 제시하고 있다.

이와 같이 본 고에서는 과연 건설생산성을 높이기 위한 관점에서 BIM이 순환경제 모델을 어떻게 구현할 수 있는지 알아보고 과연 BIM이 4차 산업혁명에서 순환경제 관점, 기술관점, 정부관점에서 어떠한 역할을 할 수 있는지 고찰해본다.

## 2. 건설분야 4차 산업혁명 도입 전략

### 1) 국내 전략

국토부는 전세계적인 4차 산업혁명의 변혁기에서 건설산업이 향후 미래 가치를 창출하기 위해 '7대 신산업 육성 전략('16)'을 수립한 바 있다. 또한 4차 산업혁명 여건 조성 및 국민 삶의 질 제고를 위해 추진전략으로서 2017년 4월 스마트 국토조성, 교통서비스 산업혁신, 공공인프라 안전효율제고 및 혁신기반 조성 과제의 중점 추진과제를 선정한 바 있다. 여기에는 건축물의 지능형 정보관리를 위해 BEMS(Building Energy Management System) 시스템을 개발하고 건축물 관련 모든 정보를 3차원 기반으로 수집 관리 활용할 수 있는 BIM 기술의 활용을 본격화할 것이라고 하였다. 이를 통해 수요자 맞춤형의 건축물 생애주기정보 통합서비스를 제공할 것이라고 한다. 공간정보 고도화 및 융복합 서비스를 위한 BIM의 핵심 기능인 VR/AR을 활용하여 재난재해 대응, 가상훈련 등의 실감형 컨텐츠 기술을 제시할 것이라고 한다. 또한 건설사업 안전효율 제고를 위해 BIM 기반 설계 시공 자동화 기술을 개발하여 이를 활용한 자동화 기계 및 3D 프린팅 기반의 시공 무인화 기술도 개발할 것이라고 하였다. BIM은 생애주기 정보의 통합 활용도구로서 IoT, 클라우드, 드론을 통한 원격 SOC 성능 정보 수집 및 모니터링 체계를 구축할 것이라고 한다. 이와 같이 건설분야 4차산업혁명의 핵심기술로 BIM기술을 포함하고 있다. 이러한 점에서 BIM기술의 역할과 범위가 확대될 것으로 보인다.

국내 기업에서는 두산건설이 터널 공사에 ICT기술 적용으로 근로자 위치/공정의 실시간 파악, 삼성물산은 현장 안전관리에 태블릿과 VR을 활용하고 있으며, 대우건설은 드론을 활용하여 공사현장에 3차원 지형을 구축하여 토공 및 공사관리에 적용하고 있다. 연구분야에서는 소형건축물 3D 프린팅 기술 개발, 지능형 굴삭 시스템, 지능형 드론, 도로·하천·철도·항만 등 BIM 통합 플랫폼 개발관련 국가 R&D가 수행 중이다. 이와 같이 건설의 경쟁력 강화와 생산성 개선을 위해 민간뿐만 아니라 국가적 차원의 건설분야 4차 산업혁명 관련 투자가 이미 시작되었다.

### 2) 해외 전략

영국의 Construction Manufacturing 2025에서는 2025년 지속가능한 디지털 건설을 목표로 건설분야 4차 산업혁명을 수립중이다. 이를 위해 Construction Product 2025 Roadmap을 마련하였다. 여기에는 Industry 4.0, IoT에 의한 지능형 자산(Intelligent), 재사용, 재분배, 재생산, 재생의 순환경제(Circular Economy)를 통합하며, 설계 및 시공분야 핵심기술로 BIM을 포함하고 있다.

## 3. 건설분야 핵심플랫폼으로서 BIM

### 1) Digital Twin

Digital Twin은 제너럴 일렉트릭(GE : General Electric)에서 만든 개념이다. 실제 물리적인 자산 대신 소프트웨어로 가상화한 자산의 디지털 트윈(쌍둥이)을 만들어 모의실험(시뮬레이션)함으로써 실제 자산의 특성(현재 상태, 생산성, 동작 시나리오, 등)에 대한 정확한 정보를 얻을 수 있다. 에너지, 항공, 헬스케어, 자동차, 국방 등 여러 산업 분야에서 디지털 트윈을 이용하여 자산 최적화, 돌발 사고 최소화, 생산성 증가 등 설계부터 제조, 서비스에 이르는 모든 과정의 효율성을 향상시킬 수 있다. 이러한 개념에서 보는 바와 같이 건설에서의 4차 산업혁명 핵심 기술은 물리적 사물과 환경이 동일하게 디지털공간에 표현되는 가상모델인 디지털 트윈(Digital Twin)과 이를 플랫폼에 연계하여 주변 환경과 실시간으로 제어, 통합되는 사이버 물리 시스템(CPS; Cyber Physical System)이 핵심이 된다. 즉 BIM 기반의 설계(Designing)를 통해 Digital Twin기반의 구조물 제작(As-built) 및 시공(Manufacturing/Construction)하고 센서들과 데이터 통합을 통해 실시간으로 서비스되고 모니터링(In-Service Monitoring) 된다.

세계에서 가장 큰 건설분야 클라우드 S/W 회사인 Aconex는 IoT와 증강된 자동화를 위해 새로운 기술을 준비하고 있다. 이 회사의 CEO인 Leigh Jasper는 "미래에는 구조물의 준공시 물리적 그리고 디지털 자산 모두를 납품해야 할 것이다."라고 언급하였다.[1] 이러한 Digital Twin의 핵심이 모든 H/W가 인터넷으로 접속되고 IoT 센서정보가 상호 연결되며, 이들은 BIM과 연계된다. 특히 건축분야에서는 빌딩의 운영과 유지관리에 활용성이 높을 것이라고 보고 있다.

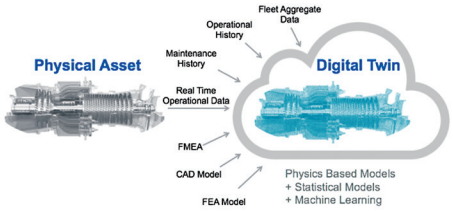


그림 2. Digital Twin in Construction 개념도 (Source: GE Oil & Gas site)

1) The Australian Financial Review that in the next few years, construction companies would have to deliver a physical building and a "digital twin".

Digital Twin기반 CPS의 기본은 센서와의 연계와 얼마나 실제 환경을 가상으로 물리적 환경을 구현하느냐 하는 것이다. 즉 모사현실(Simulated Reality)을 구현하는 것이다. 우리가 지진이 발생할 경우 CPS를 통해 가상으로 피해예측을 모의하거나, 구조물의 시공방법과 과정을 센서를 통해 취득하고 빅데이터 및 AI 기술 등을 활용한 스마트 건설정보 분석을 통해 자동화된 시공이 가능하도록 디지털 정보를 제공할 수 있다. 이러한 기술을 구현하는 대표적인 사례가 다쏘시스템에 의해 구현된 Virtual Singapore 사례나 CityCloud 사례가 대표적이다. 또한, 3D 프린팅에 의한 물리적 시공방식의 변화도 기대할 수 있지만 디지털 정보에 의한 신뢰성 있는 지능형기반 자동화 시공을 가능하게 할 수 있다.

### 2) BIM기반 건설 생애주기 플랫폼

세계경제포럼은 BCG와 공동으로 발간한 "Shaping the Future of Construction : A Breakthrough in Mindset and Technology"의 Industry Agenda 보고서에서 건설분야 4차 산업혁명의 미래 변화 대비를 위해 기술, 재료, 도구, 프로세스 및 운영 관점의 개발전략을 수립하고 여기에 BIM을 핵심 플랫폼으로 정의하고 있다.

기술, 재료, 도구의 관점에서 차세대 시공재료, 표준화/모듈화 구조물 제작, (반)자동 건설 시공장비, 3D 프린팅, 지능형/생애주기 최적관리 장치, 디지털 및 빅데이터 기술을 포함한다. 특히 프로세스 운영관점에서는 비용중심 설계 및 프로젝트 계획, 혁신적 계약 모델, 프로젝트 관리 공통 프레임워크, 개선된 하도 관리, 안전관리, 모니터링 및 운영을 포함한다.

특히 WEF는 디지털 기술과 빅데이터 운영을 위한 핵심기술로서 생애주기 BIM 적용 체계를 구축하고 있다. 여기에는 개념화→설계→분석→스케줄링→조립→시공→조달→운영관리→개축과정의 Life Cycle에 BIM활용을 포함한다.

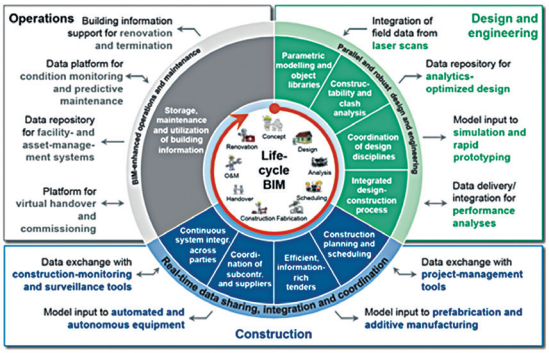


그림 3. 건설가치사슬에서의 BIM의 역할 및 적용 (Source: BCG 보고서)

## 4. 4차 산업혁명에서의 BIM 역할

### 1) 순환경제 관점의 역할

영국은 '16년 10월 CPA(Construction Products Association)에서 발간한 "The Future for Construction Product Manufacturing" 보고서에서 영국은 2025년 The built environment 전략을 통해 건설분야 4차 산업혁명을 위해 Industry 4.0, Intelligent assets, Circular economy를 목표로 한다. 이러한 관점에서의 BIM이 순환경제를 구현하는 핵심 모델로 정의된다. BIM이 건설의 Digital Built를 구현하기 위해 최근 건설산업의 디지털화(Digitalization)을 구현하고 있다. 지능형 자산을 위해 IoT를 활용하고 BIM과 같은 Product 데이터와 연계하여 정보의 활용성을 확대하고 있다. 특히 이러한 지식 자산을 통해 순환경제를 이루고 있다. 지식자산은 빌딩, 인프라 시설이 어떻게 구성되는지 지식을 제공하고 Connected CPS를 통해 구조물, 시스템, 관리자 들 사이의 상호작용을 가능하게 한다. 특히 BIM과 같은 디지털 정보의 활용을 통해 건설자산과 시스템이 재사용, 재분배, 재제작, 재생이 가능하도록 한다. 이를 통해 원재료와 제품수입 등에 대한 요구를 감소시키며, 자산활용의 유연성을 증대시키는 역할을 하는 것으로 보고되고 있다.

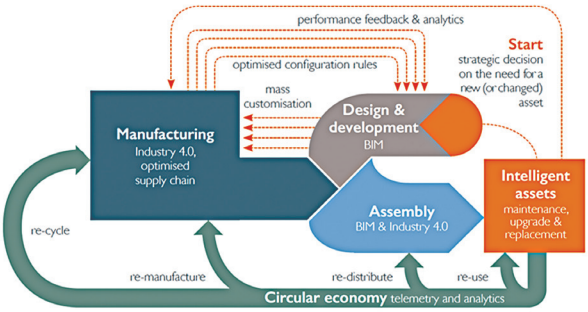


그림 4. 순환경제 모델에서의 BIM 역할 (Source: APC)

### 2) 기술활용 관점의 역할

4차 산업혁명 시대의 BIM 활용을 위해서는 정보의 가치창출과 사용자 서비스 측면의 개선을 통해 건설 생산성을 증대시켜야 한다. 이를 위해 4차 산업혁명 도래에 따라 건설 프로세스의 혁신, 생산성 고도화, 지능화 및 통합 운영을 위한 수요자 중심의 BIM 가치를 창출할 필요가 있다.

이의 구축핵심에는 BIM-CPS가 요구된다. 이는 건설의 사이버물리시스템으로서 GIS와 물리엔진을 융합한 BIM 플랫폼이 대체 활용되며, IoT, 빅데이터, 드론, 3D 프린팅, 역설계 등의 기술 통합 체계로 운영된다. 다음은 WEF에서 정의한 건설 생

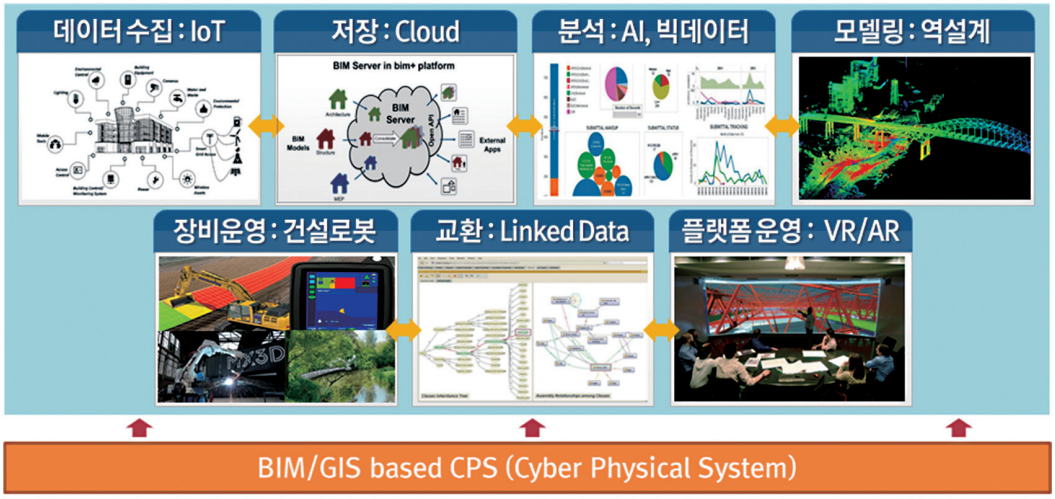


그림 5. 순환경제 모델에서의 BIM 역할

애주기 단계에서의 BIM 적용 체계를 기반으로 구성한 BIM 기술 활용 및 역할을 도출한 것이다. 하기의 기술들이 단일의 플랫폼으로 연계, 통합, 운영될 경우 BIM-CPS로의 역할을 할 수 있다.

① 데이터 수집 : 사물인터넷(IoT) 통해 구조물을 무선으로 상호연결하고 방대한 환경 데이터의 자동화 수집으로 BIM과의 연계 활용한다. 이와 같이, 다양한 센서 연계를 위한 센서정보 교환을 위한 표준 적용이 필요하다. 이러한 데이터정보는 구조화를 통해 BIM의 표준화된 속성Set으로 정의가 가능하며, 공간 및 구조물 엘리먼트 연계를 통한 데이터 관리를 가능하게 한다.

② 저장 : 클라우드 컴퓨팅 환경에서 생애주기 BIM 정보 및 기존시스템에 저장된 데이터를 공통된 표준으로 데이터 변환하여 통합 환경에서 저장 · 관리하는 기술이 요구된다.

③ 분석 : BIM형상 내 저장된 데이터 활용하여 빅데이터 기반 자동화된 시공계획, 비용 및 성능기반 최적 설계 대안, 인공지능(AI)에 의한 건설안전 및 검검상태 분석 등에 활용할 수 있다.

④ 모델링 (VR/AR) : 신규 시설은 비용관점 자동 BIM 설계 수행, 드론과 3D스캔기술활용 디지털 지형 구축 및 기 구축시설 역설계를 통한 BIM 재구축으로 CPS운용 대상으로 활용된다.

⑤ 장비운영 : 건설로봇 개발로 시공자동화를 구축하고, BIM 데이터와의 실시간 연계를 통한 시공데이터 지원(장비제어). 3D 프린팅을 통한 구조물 시공방식 전환하는데 활용된다.

⑥ 정보교환 : 모든 건설 데이터의 BIM/GIS 플랫폼 저장, 분석, 활용을 위해 공통 BIM 표준 연계 및 건설 데이터의 지능화를 위한 연결데이터(Linked Data)체계가 활용될 수 있다.

⑦ 플랫폼 : VR(가상현실) 및 AR(증강현실)을 BIM Room과 융합하여 가상세계를 실세계와 유사한 형태로 모사(몰입감)함으로써 사실감 있는 가상설계 및 시공구현이 가능하다. 여기에서는 현장과의 실시간 협업을 위한 모바일 플랫폼으로 활용하여 협업설계, 시공 및 영상기반 유지점검 관리, 고장진단체계 구축하며, 향후 스마트시티(스마트빌딩, 스마트로드 등)의 CPS 시스템으로 BIM/GIS 플랫폼이 활용될 것이다.

### 3) 정부의 역할

새정부 출범 및 건설 분야 4차 산업혁명시대의 BIM 도입 및 확산을 위한 국가지원 전략 수립이 필요하다. 특히 4차 산업혁명과 BIM의 융합 및 확산 측면에서 제도, R&D, 교육, 시범사업 관점의 전략 수립이 요구된다.

① (제도) 4차 산업혁명 시대의 BIM 도입 확산을 위해 공통 가이드라인, 실적 및 성과관리 체계 등 제도 개선 필요하다. 4차 산업혁명 전략과 연계한 BIM 적용 로드맵과 정책, 기술, 확산 등의 관점에서의 통합 가이드라인이 요구된다. 특히 최적의 BIM 도입을 위한 발주방식의 근본적 변화 필요하고 민간의 기술개발 및 적극적 참여유도를 위한 유인책(인센티브, BIM 펀드 등) 활용이 요구된다.

②(R&D) 미래 스마트시티 구현 위해 Hybrid BIM/GIS 플랫폼(사이버물리시스템) 및 IoT, 빅데이터, AI 등을 융합한 건설 부가서비스 모델 개발 R&D 발굴해야 한다. 예를 들어 IoT, 빅데이터, AI 기술을 융합하여 구조물 상호 연결에 따른 지능화 통한 건설데이터 수집, 저장, 관리, 분석, 예측분야 융합 R&D를 발굴하고 국가차원의 적극적인 투자가 선결되어야 한다.

③(교육) 건설의 4차 산업혁명+BIM 환경 변화 대비 공학(대학) 및 실무전문가 교육 강화를 위한 미래 맞춤형 인력양성 체

계 구축이 필요하다. 대학은 전공교육에 BIM 기술 교육 확대하여 미래 변화 대비 기초 · 전공 · 실무역량 강화해야 한다. 실무에서는 다학제적 융복합 BIM 실무인력 양성하여 미래의 건설 생산체계의 변화에 적응력을 높일 필요가 있다.

④ (시범사업) 스마트 도로건설에 IoT, 클라우드, 빅데이터, AI 등과 연계한 BIM을 확산할 수 있는 대상을 발굴하고 시나리오를 구성하며, 시범사업 투자를 통해 조기에 경험을 공유하여 미래의 건설산업 변화에 준비되어야 한다.

## 6. 결 론

국내외에서 4차 산업혁명이라는 키워드가 화두다. 제조업 뿐만 아니라 건설분야에서도 국가마다 나름대로의 전략을 수립하고 미래의 기술 선점을 위한 노력을 기울이고 있다. 이미 한국의 모든 산업 전분야에 4차 산업혁명 시대로 가기위한 정책공장의 스위치를 막 올렸다.

최근 정부는 4차산업혁명위원회를 발족하여 "혁신 성장을 위한 사람 중심의 4차 산업혁명 대응계획"을 발표하였다. 건설분야에서는 특히 도시 분야에서 시설관리 중심의 U시티 수준에서 탈피해 스마트 기술 기반으로 도심문제를 해결하기 위한 '스마트 도시재생 뉴딜'을 2022년까지 추진함으로써 스마트시티 통합플랫폼을 지차제에 확산하는 계획을 담고 있다. 한편, 스마트홈도 자율작동 지원 지능형으로 고도화하도록 지원한다. 특히 교통 분야에서는 주요 고속도로 · 안전취약 구간에 차세대 지능형 교통체계를 적용해 전면 스마트화하고, 지능형 신호등과 안전표지판 설치를 2020년까지 의무화함으로써 2022년까지 도심지 교통사고를 5% 감소시키고 교통혼잡을 10% 개선하는 것을 목표로 한다. 또한 안전분야에서는 노후 시설물 유지관리에 IoT시스템 도입 계획을 발표하였다.

4차 산업혁명의 활용기술이 더 이상 새로운 것이 아니다. 다만 현실의 문제를 좀 더 사용자 관점에서 효율성과 생산성을 높이기 위해 기술의 융합 측면에서는 새로운 것으로 보인다. 그러나 핵심은 이러한 BIM, CPS와 같은 기술이 단순히 기술적인 구현 관점에서 접근한다면 기술과 수요간에 간극이 클 경우 과거의 실패사례를 또 겪을 수 있다. 이러한 관점에서 기술이 아닌 "사람"과 "서비스" 중심의 수요를 고려한 기술 개발이 이루어져야 할 것이다. 특히 건설의 특수성으로 새로운 기술 유입에 한계를 겪고 있으므로 최근의 환경변화에 민감하지 않도록 유연한 정책을 펼쳐야 할 것으로 기대한다.

## 참고문헌

1) TIME Tech., http://www.smh.com.au, 2017

2) [네이버 지식백과] 디지털 트윈 [digital twin] (IT용어사전, 한국정보통신기술협회)

3) GE Oil & Gas, https://www.geoilandgas.com/, 2017

4) CPA, The Future for Construction Product Manufacturing, Report, 2016. 10

5) WEF with BCG, Shaping the Future of Construction : A Breakthrough in Mindset and Technology, Industry Agenda, 2016