

Global Report

건설산업의 미래 혁신을 위한 전략과제와 문제의 재정립

1. 개요
2. 소개
3. 4차 산업혁명과 건설업
4. 연구방법론
5. 4차 산업혁명을 향한 건설산업의 해결 과제
6. 검토내용
7. 결론

1. 개요

건설 산업은 환경 파괴의 여지가 있다. 건설 부문의 전 생애주기를 혁신하는 빠른 속도의 신기술로 인하여 건설 산업의 혁명은 필수 불가결하다고 볼 수 있다. 디지털화(digitization) 아이디어와 4차 산업혁명에 있어서의 디지털화(digitalization)는 현재 건설 산업을 포함한 대부분의 산업 시장에 진입하고 있다. 대부분의 다른 산업들이 최근 엄청난 변화를 겪고 있지만 건설 산업은 새롭게 등장하고 있는 기술 채택을 충분히 수용하려 함에 있어서 주저해 온 것이 사실이다. 건설 산업의 특성을 반영코자 이 보고서에서는 설문 조사 데이터 형태를 활용하여 4차 산업혁명 시대의 건설 산업 부문의 과제에 관한 대형 건설사의 관점을 실증적으로 평가하였다. 조사결과 건설회사들은 다양한 PESTEL(political, economic, social, technological, environmental, and legal - 정치, 경제, 사회, 기술, 환경 및 법적 영향) 문제점을 처리해야 할 필요가 있는 것으로 드러났다. 4차 산업 혁명을 받아들이면서 건설회사들은 정책 부족 문제, 재정 문제, 대규모 경제 주체 간의 혁신 수요의 한계, 외국 파트너에 대한 신뢰 부족, 그리고 외국 소프트웨어의 제한된 적응력으로 인한 장애물에 직면하게 되었다. 분명히 이 보고서는 학자 및 업계 관계자들이 건설 산업의 발전을 향후 세부 전략 또는 정책으로 재정립하는데 도움이 될 것이다. 간단히 말하자면 건설 산업을 정보화(digitization) 및 디지털화(digitalization)로 전환하는 것은 몇 가지 문제에 직면할 수 있지만 실재 현장적용 전반에 걸쳐 얻어진 장기적인 이점을 잊어서는 안 된다.

2. 소개

건설업계는 현재 기술적인 측면에서 엄청난 변화가 일어난 제4차 산업혁명을 목격하고 있다. 기술은 끊임없이 변화하고 있으며 건설업계의 성과에 급속한 발전을 초래하고 있다. 이전 세계에서는 제1차 산업혁명을 위해 인력에 지나치게 의존하였으며, 이러한 인력 의존성을 최대치까지 끌어올려서 말레이시아 같은 특정 국가들에서 이민자 문제의 원인을 초래기도 하였다. 현재 정보화(digitization)와 디지털화(digitalization)라는 개념은 건설 산업을 포함한 대부분의 산업에서 시장에 진입하고 있으며, 이는 건설업의 품질을 향상시키고 시간과 비용을 감소시킬 수도 있는 새로운 해결책이 될 수 있는 것이다. 디지털화(digitalization)의 급속한 발전으로 인한 디지털 기술의 혼란은 산업의 비즈니스 프로세스에 변화를 가져다주었다. 이러한 시대의 흐름에 대처하기 위해 일부 국가에서는 그들 고유의 이니셔티브와 전략적 계획을 수립하였다. 동시에 일부 산업체에서는 2011년 독일에서 인더스트리 4.0(Industry 4.0)이 일어난 이후 이 새로운 혁명을 시작할 준비를 하였다.

건설 산업의 경우는 다른 산업에 비해 4차 산업 혁명이 비교적 느리게 진행되었다. 대부분의 산업에서는 생산성, 정확성, 효율성 및 고객 만족에 대한 긍정적인 영향으로 인해 제조 분야, 자동차 및 은행업계와 같은 일상적인 비즈니스 활동에서 이미 디지털화에 진입하였다. 건설 부문은 전 세계 GDP의 6%를 차지하며 개발도상국의 경우에는 GDP의 8% 이상을 차지할 수도 있다. 따라서 신기술의 성공적인 채택은 경제발전에 큰 영향을 가져올 수 있다. 그러나 신기술의 성공적인 구현은 예상만큼 용이하지 않은 실정이다. 디지털 기술의 구현이 아무 문제가 없다고 생각하는 것은 매우 비논리적일 수 있다. 이러한 배경을 바탕으로 본 논문에서는 말레이시아 4차 산업혁명의 시대에서 건설 산업의 문제점에 대한 소고를 제공코자 한다. 이 새로운 시대에 성공적으로 진입하기 위해서는 건설 산업에서 4차 산업혁명 구현 문제에 대한 이해가 명확하게 검토되어야만 하는 것이다.

이 논문에서는 그 내용을 몇 개의 장으로 구분하였다. 제3장에서는 건설 산업에 앞서 제4차 산업혁명 관련 내용을 살펴보았다. 이어서 제4장은 4차 산업혁명 시대에서 건설 산업의 문제와 과제를 해결하는 과정을 명확하게 설명하였다. 그 다음으로 주요 결과는 제5장에 제시하였다. 제6장은 전체적인 검토 결과의 중요성을 담고 있다. 끝으로 제7장은 결론을 기술하고 향후 관련 작업을 제시하였다.

3. 4차 산업혁명과 건설업

3.1 산업혁명의 새로운 시대

현재 세계는 4차 산업혁명의 시대에 접어들었으며 본문 그림 1과 같이 그 경로를 도식화하여 제시할 수 있다. 제1차 산업혁명은 기계화의 결과로 탄생 되었으며 주로 물과 증기 동력에 의한 것이었다. 이로 인해 산업계는 수작업으로부터 최초의 제조 공정으로 나아갈 수 있도록 하였으며 인류의 삶의 질을 변화시키는 데 도움이 되었다.

두 번째 산업혁명은 전기 에너지가 주도하는 대량생산으로 탄생 되었다. 이로 인해 생산 프로세스가 더 복잡해지면서 자동화가 촉발되었다. 결과적으로 전기의 덕택으로 사람들 사이에 정보통신이 확산될 수 있었다.

전자 및 자동화 생산의 적용으로 제3차 산업혁명이 탄생 되었다. 이로 인해 프로그래밍이 가능한 기계를 사용하여 다양한 제품이 생산되는 유연한 생산이 가능한 기회가 태동되었다. 이 단계에서 정보기술과 컴퓨터의 초기 통합의 사례를 찾아볼 수 있다. 현재 업계에 사물인터넷과 서비스의 도입으로 4차 산업혁명이 시작되고 있다.

4차 산업혁명은 산업계를 다음 단계로 끌어 올릴 것이며, 기계는 개별적인 기능들을 수행하고 상호 통신하는 방식에 의해 그들 스스로 역할을 재정립할 것이다. 4차 산업혁명은 첨단 디지털화(digitalization) 및 통합, 인터넷의 이용과 스마트 개체를 특징으로 하는데 오늘날 상호 연결된 디지털 세계에 기여할 것이다.

본문 참고문서 [11]에 따르면 사물인터넷 또는 클라우드 컴퓨팅 기술이 4차 산업혁명을 대변하는 용어라고 한다. 4차 산업혁명의 정의는 모든 사람이 다양한 관점을 가지고 있기 때문에 다를 수 있다. 반면에 본문 참고문서 [8]에서는 4차 산업혁명은 산업용 사물인터넷을 탄생시킨 사물인터넷, 빅데이터, 증강현실(AR), 가상현실(VR), 사이버 보안, 에너지 효율적 도구 및 장비 등과 같은 기술들과 주로 관련이 있다고 기술하고 있다. 디지털화, 정보화(digitalization, digitization) 및 스마트 팩토리는 이 단계에서 다른 주요 키워드 중 하나이다.

4차 산업혁명은 광범위한 주제이다. 국가마다 4차 산업혁명을 정의하는 방법이 다양하다. 산업계에서도 다양하게 4차 산업혁명을 정의하고 있다. 인더스트리 4.0(Industry 4.0)이란 용어의 개념은 제조업체의 최신 혁명을 나타내기 때문에 독일에 의해 처음으로 제안되었다. 사람들은 흔히 4차 산업혁명(fourth industrial revolution)과 인더스트리 4.0(Industry 4.0)의 개념을 혼동하고 있다. 간단히 말해서 인더스트리 4.0은 4차 산업 혁명의 일부분을 말한다. 최근에는 많은 국가에서 다양한 이니셔티브와 그 대부분의 4차 산업혁명을 나타내기 위해 다양한 용어들이 만들어졌다. 본문 그림 2에서는 4차 산업혁명 이전에 여러 나라에서 사용된 용어들을 보여주고 있다.

3.2 건설 산업의 미래

디지털화의 확산은 전체 산업을 변화시킬 잠재력을 가지고 있다. 엔지니어링 및 건설 산업도 예외는 아니다. 건설 산업은 건축 및 토목공학과 관련된 회사들만 포함하는 산업으로 정의된다. 생산성 증가는 스크럼 기술의 사용이나 현장 노동인력을 대체하기 위해 로봇을 사용하는 것과 같은 최신 기술을 확산시키는 것을 포함하여 아주 다양한 방식으로 일어날 수 있다. 그러나 건설의 변화는 신흥 기술을 지향하는 실무진의 개방성에 의해서만 촉발될 수 있다. 신흥 기술에 개방적이라는 것은 현재와 미래에 직면한 도전과제들을 극복하는데 도움이 되는 핵심이다. 본문 표 1은 건설을 언급할 때 관련된 신흥 기술들

을 나타내고 있다.

4차 산업혁명은 모든 국가를 현대 건설의 새로운 시대로 인도할 예정이다. 건설이 디지털화 되면 건설 4.0(Construction 4.0), 건설 자동화(Construction automation) 등과 같은 새로운 용어를 탄생시킬 것이며, 디지털 건설은 현재의 건설 혁명을 표현하는데 사용되는 용어 중 하나가 될 것이다. 경제적 관점에서 건설이 경제발전에 큰 영향을 미친다는 것은 부정할 수 없다. 그러나 디지털화, 정보화(digitalization, digitization)는 건설업계에 하나의 콘크리트 벽인 것처럼 보인다. 본문 참고문서 [16]에 따르면 건설은 다른 산업에 비해 정보기술에 대한 예산을 지속적으로 최소로 편성하고 있다. 이것은 이해 당사자들이 그들 기업을 위한 신기술에 투자하는 것에 관심이 없다는 것을 나타낸다. 일부 사람들은 그 기여 정도가 다른 부문처럼 강력하지 않고 별로 중요하지 않다고 주장한다. 그러나 건설은 GDP에 직접적이고 중요한 기여를 한다. 요약하자면 건설은 다른 산업의 발전을 지원하는 기반 산업이라는 것이다.

4. 연구방법론

본 연구에서는 건설 부문 전문가의 관점을 기반으로 이 주제를 다루고자 한다. 이 논문에서는 4차 산업혁명 구현과 관련하여 건설기업들이 직면한 도전과제들을 파악하기 위하여 설문조사 기법이 활용되었다. 설문지는 응답자가 자신의 의견에 따라 가장 잘 기술된 가능한 답변을 선택할 수 있도록 질문이 설정되어지는 폐쇄형 질문(closed-ended questions)의 형태로 작성되었다. Fowler (2011)에 따르면 폐쇄형 질문에 따른 조사는 많은 사람들로부터 피드백을 얻고 통계 분석 프로세스를 통해 연구진이 용이한 일처리를 하는데 편리하다고 한다. 응답자에게 정보를 제공함에 있어 제한 없이 자신의 답변을 제공할 수 있는 개방형 질문(open-ended question)과 비교할 때, 폐쇄형 질문은 응답자들이 “적극적으로 동의함”에서 “강하게 동의하지 않음”에 이르기까지 주어진 선택에 따라 하나의 답변을 찾기만 하면 됨으로 포괄적이고 배타적이다.

본 연구는 섹션 A와 섹션 B 단지 두 섹션으로 구성되어 있다. 섹션 A는 설문 응답자의 인구통계학적 프로필을 기술하고 있는데, 회사 규모, 근무 경험 및 회사에서의 역할을 정의 할 수 있게 한다. 섹션 B는 건설 산업에서 디지털화를 구현하는데 있어서 문제가 되는 과제들로 구성되어 있다. 객관식 질문을 적용하여 문제를 조사하고 리커트 척도(Likert scale)를 기반으로 회사에서 경험한 문제가 실제인지가 조사되었다. 설문조사지는 온라인 링크로 배포되었다.

얻어진 데이터를 기반으로 인구 통계학적 정보를 빈도분석(Frequency Analysis)으로 분석해 내기 위해 SPSS를 사용하고 리커트 척도 질문에 대한 신뢰성 분석 및 요인분석을 수행하는데 SPSS를 사용하여 분석이 이루어졌다. 온라인 플랫폼을 사용하여 우리는 32개의 답변내용을 받아 분석을 실시하였다. 대부분의 응답자는 전문직 및 대기업 출신이며 근무 경력은 16~20년 정도이고 각 조직의 근로자는 50명 이상에 해당하였다.

5. 4차 산업혁명을 향한 건설 산업의 해결 과제

이 장에서는 현재 건설 산업에서 4차 산업혁명을 구현하는 동안 발생한 이슈와 도전과제의 결과물을 제시하고 검토한다. 다음 절의 사항들은 건설 부문의 산업혁명에 대한 주요 도전과제를 식별하기 위해 섹션 B에서 제기되었다. 도전과제의 실행 가능성은 1~5등급을 기준으로 분석되었다.

질의 사항은 Q9부터 Q14까지 설문지에 번호가 부여되었다.

- Q9 - 건설부문의 산업혁명에 정치적 도전과제

- Q10 - 건설부문의 산업혁명에 경제적 도전과제
- Q11 - 건설부문의 산업혁명에 사회적 도전과제
- Q12 - 건설부문의 산업혁명에 기술적 도전과제
- Q13 - 건설부문의 산업혁명에 환경적 도전과제
- Q14 - 건설부문의 산업혁명에 법률적 도전과제

본문 표 4에서 표 9까지에서는 PESTEL 프레임워크를 사용하여 6개 부문으로 그룹화하여 이 도전과제들을 요약하고 있다. 그 6개 부문(PESTEL)은 정치적(P-Political), 경제적(E-Economic), 사회적(S-Social), 기술적(T-Technical), 환경적(E-Environmental) 및 법률적(L-Legal) 부문이다. 이를 통해 각 부문의 도전과제들이 명확히 조사될 수 있다.

관리적 관점에서 볼 때, 계획된 정책의 부족과 세분화된 사업구조 및 관행은 4차 산업혁명을 촉진하는 기업이 직면한 가장 큰 두 가지 도전과제이다. 건설 프로젝트의 복잡한 특성뿐만 아니라 건설 산업의 특성으로 인해 비즈니스 관행의 리엔지니어링에 심도 있는 연구가 요구되었다. 경제적인 관점에서 볼 때, 건설 회사들은 기술장비 투자와 인프라 유지관리뿐만 아니라 교육 훈련을 포함하여 고도의 구현 비용으로 인해 투자를 주저하고 있다. 초기단계에서 투자수익은 명확히 드러날 수 없다 따라서 인센티브 감소 및 자금조달 프로그램은 투자를 시작하는 디딤돌로 볼 수 있다. 나중에 이점이 구현 비용보다 클 때, 프로젝트 완료의 품질과 시간에 더 큰 기여를 가져다 줄 수 있다.

사회 문화적 및 윤리적 관점에서 볼 때, 새로운 기술을 채택하려면 새로운 기술이 요구되며 기존 근로자들에게 해를 끼칠 수 있다는 결론을 내릴 수 있다. 신기술에 투자하려면 그 신기술을 능숙하게 다룰 수 있는 근로자가 요구된다. 건설회사의 선택은 기존 근로자를 재교육 시키거나 또는 미숙련 작업자를 숙련 작업자로 변화시키는 것이다.

6. 검토 내용

이러한 문제들에 대해 새로운 혁명의 시대에서 제기되는 모든 도전과제를 극복하기 위한 전략적 개발의 결정적인 필요성이 존재한다. 6개 부문 모두가 중요하며 이들은 4차 산업혁명 구현의 전반적인 문제점을 나타내므로 상호간 서로 관련성이 있다. 특히 개발도상국의 경우 그것은 아직 새로운 것이기 때문에 건설 산업에 신기술을 개발하고 채택하는 것은 위험성이 있다. 그러나 이들 나라의 해당 부문에 독일과 같이 4차 산업혁명을 수준 높게 구현한 선진국의 성공사례를 벤치마킹하는 것은 모든 개발도상국의 첫 걸음이 될 수 있다.

4차 산업혁명의 장점을 광범위하게 습득하려면 정치적, 경제적, 사회적, 기술적, 환경적 및 법적 문제가 파악되어야 한다. 예를 들어, 기업들은 해당 기업의 접근방식을 재구성하고 재구축하여 불명확한 디지털 운영 비전을 해결해야만 한다. 그 밖에도 불분명한 투자수익, 숙련된 직원 부족, 환경 영향 및 데이터 보안과 데이터 보호 문제와 더불어 고도의 구현 비용을 잊어서는 안 된다. 기업들은 4차 산업혁명에 동참하는 결정을 당분간 보류할 수 있지만 그 장점과 도전과제를 벤치마킹하는 과정은 지금부터 이루어져야 한다. 그 장점이 해결해야 할 도전과제들을 능가한다는 것을 안다면 다양한 관점을 야기할 가능성이 있다. 산업 활동에 디지털화는 서서히 적용될 수 있을 것이다.

그럼에도 불구하고 4차 산업혁명 개념을 채택하는 것은 건설산업을 기술 주도산업으로 전환하는데 도움이 될 수 있고, 인더스트리 4.0(Industry 4.0)을 성공적으로 구현한 다른 산업, 특히 제조업을 따라 잡는데 도움이 될 수 있다. 디지털 미래 건설 산업으로의 전환을 가속화하기 위한 향후 과제에는 전략 및 실행 계획이 포함되어야 한다. 또한 새롭게 등장하는 과제를 다루고 있는 논문의 수도 극소수에 불과하다. 이러한 의미에서 향후의 논문에서는 기업 임원들이 도전과제에 관한 벤치마킹을 연습할 수 있도록

해야 할 뿐만 아니라 기업 임원이나 연구자들에게 어떤 전략을 수행해야 할 필요가 있는지에 대한 아이디어를 제공하는가에 대한 지원도 제공해야만 한다.

7. 결론

이 보고서에서는 그 주요 목표가 다양한 범주의 건설 산업 기술과 관련한 4차 산업혁명의 과제를 탐색하는 것이었다. 대형 건설사를 대상으로 한 설문 조사를 바탕으로 다음과 같은 결론이 도출되었다.

- 건설 산업은 미래에 집중해야 할 필요가 있는 부문이다.
- 4차 산업혁명 생산 개념을 더 광범위하게 확산시키는 길은 아직 요원하다. 4차 산업혁명 기업들은 극소수에 불과하며 대부분은 그 개념을 입증하려는 신생기업이며 건설 산업은 아직 많이 뒤처져 있다
- 4차 산업혁명의 맥락에서 건설 산업이 직면한 다양한 과제들이 존재하고 있다.
- 공공 정책의 부족, 과도한 실행 비용, 신뢰할 수 없는 광대역 연결, 기업들 간에 인더스트리 4.0(Industry 4.0)에 대한 인식 부족과 활용 저조, 여러분들 기업의 지적재산 통제력 상실에 대한 우려감 등이 4차 산업혁명 시대의 건설 산업의 주요 과제이다.

<원문제목> REVOLUTIONIZING THE FUTURE OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY - STRATEGIZING AND REDEFINING CHALLENGES

<원문출처> Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations