

# 선진통합형 디지털 엔지니어링 및 경영 도구의 필요성 연구

김 양 옥<sup>1</sup>·이 경 호<sup>2†</sup>

<sup>1</sup>인하대학교 조선해양공학과 박사과정, <sup>2</sup>인하대학교 조선해양공학과 부교수

## Study of Necessity of Advanced Integrated Digital Engineering and Management Tools

Luke (Yang Ouk) Kim<sup>1</sup> and Kyung Ho Lee<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>Graduate Student, Naval Architect and Ocean Engineering, Inha University, Incheon, 22212, Korea

<sup>1</sup>Associate Professor, Naval Architect and Ocean Engineering, Inha University, Incheon, 22212, Korea

### Abstract

How the port, shipping, shipbuilding, and vender industries in Korea can have a seamless value chain through their digitally smooth cooperation by applying the latest information and communications technology through the “4th industrial revolution” was examined. Also considered was the proposition that the value chain should be a smart, seamless value chain among industries with successful hyperconnection. Their cooperative relationships were defined, and the crucial elements for the sustainable development of these industries were considered. As a result, the direction for achieving environmental, social, and governance management by realizing decarbonization through today's digitalization could be studied. In particular, the importance of digitization as a way to respond to the future market from the perspective of small and medium-sized enterprises and the role of digitization realized by small and medium-sized equipment companies in the overall industry were examined. The results simultaneously show the state of linkage between industries and the reason why the value chain must maintain a smooth relationship. In addition, using the lessons learned from recent failure cases from the Korean shipbuilding industry as a cornerstone, the direction for creating a strategic pathway for intelligent connection was investigated.

**Keywords** : digitization, decarbonization, sustainable development, ESG management

### 1. 서론

최근 4차 산업혁명은 사회 전반에 영향을 미치고 있으며, 이러한 변화의 물결과 함께 “대변화 시대에 어떻게 대응할 것인가”라는 주제 연구를 통해 모든 면에서 혁신이 일어나고 있다. 이 혁신은 해운, 조선 및 관련 기자재 산업의 가치 사슬에서도 일어나고 있으며, 혁신은 제품뿐만 아니라 생산과 유통, 이를 위한 경영활동 전반에 걸쳐 디지털화 및 탈탄소화가 동시에 함께 진행되고 있다. 이는 친환경 제품을 사용함으로써 탈탄소화가 가능해 지도록 하는 측면과, 다른 한편으로 재화나 용역 전반에 걸친 디지털화를 통해 환경 친화적인 사업 모델을 제시할 수 있다는 관계를 가지고 있다. 한편 조선해양 산업에 관련한 인근 산업 분야는 항만산업, 해운산업과 또 기자재를 공급

하는 기자재 산업이 일련의 가치 사슬로 구성되어 있다.

이러한 가치 사슬 속에서 1990년대 이후 세계 조선 시장을 선도하는 한국의 조선산업은 인근 산업과의 긴밀한 협력과 지원을 통해 발전이 가능하였다. 이를 위해서는 선박의 설계 단계에서부터 요구되는 성능을 갖춘 적절한 자재나 장비를 고려하고, 설계 승인 단계에서 실시간으로 기자재 산업과 또 발주처인 해운산업의 요구사항을 만족할 수 있도록 하는 긴밀한 협력을 통해 적기에 선박의 생산과 인도가 가능했기 때문이었으며, 그 과정에서 선박의 기자재의 완성품 공장 검사나 입고, 생산 현장 물류, 그리고 선박에의 설치, 검사나, 선상 시험 및 해상 시운전 등 다양한 단계에서 공급업체의 적절한 기술 지원과 긴밀한 협업을 통한 품질 확보를 통해 가능하였다.

한편, 최근 조선업계에서는 스마트십 솔루션(MUNIN Home-

<sup>†</sup>Corresponding author:

Tel: +82-32-860-7343; E-mail: kyungho@inha.ac.kr

Received December 16 2022; Revised January 9 2023;

Accepted January 9 2023

© 2023 by Computational Structural Engineering Institute of Korea

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

page, RRM Esa Jokioinen) 개발과 동시에 스마트 조선공장 기술 개발에도 주목하고 있다. 특히 자율운항(IMO Homepac Autonomous ship)이 가능한 스마트십 솔루션 개발을 위해서는 원격정비 기술을 반드시 갖추어야 하고, 이는 달리 표현하면 선박운항 중 적절한 시점에 예지정비를 통해 필요 부품을 교체, 교환, 정비를 가능하게 해야 하고, 또 돌발적인 고장모드 발생 시 원격정비를 할 수 있는 체제를 갖추고 현장을 지원하는 방안을 마련하는 것이 매우 중요한 사항이 될 것이다. 즉, 조선사에서 이를 고려한 자율운항선박을 건조하는 것은 이에 적절한 장비, 자재의 예지 또는 원격 정비가 가능하도록 공급된 장비와 운용하는 선사 및 선박의 기항 시 이를 지원해 줄 수 있는 산업의 구성이 사전에 계획되어 있어야 하며, 이는 이 가치 사슬에서 모든 이해 관계자(Stake Holders) 간의 긴밀한 협력이 있어야만 가능하다.

4차 산업혁명 시대를 맞아 조선산업에서도 Smart Factory (MacNet, Digitalization 4.0)는 초기 사양 검토부터 지능적인 분석, 엔지니어링 결과를 통한 적절한 장비 선택과 같은 설계 자동화를 거쳐 Scheme, Layout, 일반배치도에 이르기까지 ICT 기술을 도입하고 있다. 그런 다음 설계의 디지털 데이터를 기반으로 생산 공정을 계획하고 공장 자동화를 통해 적정 공사 장비의 적기 투입과 생산에 투입될 자재, 장비를 공사 투입 직전 작업 준비를 해주고, 이를 통한 현장 작업인력의 대기손실 (Input Manpower waiting loss)이나 자재, 장비의 손상실에 의한 낭비 비용을 막아 최종적으로는 생산을 완료하고 납기에 이르는 전 과정을 적기에 수행할 수 있도록 고려하고 있다. 즉, 이런 모든 과정은 설계에서 제공하는 데이터에 의해 이루어지는 것이며, 이 3D CAD 모델링을 통해 생성된 스마트 엔지니어링 데이터는 생산공정 계획뿐만 아니라 인적자원관리, 기업운영을 위한 재무기획 및 집행, 마케팅 전략수립 및 판매활동, 조달, 납품 및 재고 관리, 품질 보증 관리, 안전 정책 수립과 현황 모니터링 등 조선사 경영 전반에 활용되어지는데, 이는 Smart Engineering Data가 경영 전반에 걸쳐 Business Intelligent Data로 활용되어 짐을 의미한다.

기업 경영의 관점에서 보면 조선사는 또 다른 경영 현황을 고려해야만 한다. 최근 시장은 특히 상장기업들에 대해 친환경 경영을 실천하고 있는지, 기업의 사회적 책임을 다하고 있는지, 이를 실천할 수 있는 경영구조를 잘 갖추고 있는지 투명하게 공개해 달라는 요구를 하고 있다. 바로 시장이 투자할 기업이 지속가능한 경영을 하고 있는지 시장에 공개해 달라는 요구를 하는 것이고, 이를 적절하게 계획하고 실천하고 있는지를 확인하기 위함이다. 대한민국 정부는 글로벌 경영상황과 동일하게 모든 상장기업을 2030년까지 기업의 지속가능성을 공시하도록 하고 있다. 이른바 ESG 경영(Environmental, Social,

Governance Management) 관리를 요구하고 있는 것이다. 그러나 이 문제는 그리 간단한 문제가 아니다. 기업의 지속가능경영 상태를 증명하는 것은 단순히 Key Index를 감시하고 통제하는 것을 보여주는 것이 아니며, 휴일에 임직원이 실시하는 자원봉사 활동을 통한 기업의 사회적 책임과 회사 인근 동네 하천 청소를 통한 환경 관리를 잘 하고 있다는 것을 보여주는 것이 아니기 때문이다. 그러나 아쉽게도 일부 대기업을 제외하고 거의 모든 기업, 심지어 관련 관공서나 이를 지도하는 전경련, 상공회의소의 교육 자료에서도 이를 정확하게 인식하고 설명하지는 않고 있는 상황이다.

이와 같이 현재 기업이 직면하고 있는 경영상황들을 깊숙이 들여다 보면, 항만, 해운, 조선 및 기자재 산업으로 구성된 조선 해양산업과 관련된 인근 산업군 모두에게서 완벽하게 공조된 가치사슬, 즉 Seamless Value Chain을 구성하는 방법이나, 조선산업의 탈탄소화(MacNet, Decarbonization 4.0)를 통한 친환경 경영을 수행하는 방법, 스마트 선박의 개발, 또 그 스마트 선박의 운항, 운영 관리 방법과 스마트 공장으로서 스마트 조선소 관리 방법, 그리고 앞서 언급한 최근 요구되는 ESG 관리 방법의 실현 등이 모든 방법이 하나의 공통적인 키워드인 디지털화, Digitalization으로 연결되어 있음을 알 수 있다. 그리고 이 디지털화는 3D CAD 모델링을 통해 생성된 Smart Engineering Data를 기반으로 확장되어짐도 알 수 있다.

이러한 급변하는 경영환경에 한국의 3대 조선사 및 관련 글로벌 대기업들은 그래도 각자별로 대응 전략을 수립하여 각각 잘 대응하고 있는 상황이지만, 한국은 물론 한국과 비즈니스 관계에 있는 글로벌 중소기업들의 대응에 대해서도 함께 예의 주시할 필요가 있다. 조선 및 관련 산업에서 한축을 담당하고 있는 중소기업도 글로벌 시장에서 대기업과 같은 시장 환경에 놓여있기 때문이다. 그러나 중소기업은 대기업과 달리 글로벌 트렌드에 맞는 기업전략을 수립하고 대규모 투자를 받아 경영을 한다는 것이 쉽지 않은 문제이다.

이상을 다시 한번 정리해 보면, 3D CAD 모델링의 스마트 엔지니어링 데이터를 통해서 BI 데이터 즉, Business Intelligence 관리 데이터로 활용하여 경영 전 영역의 디지털화를 통해 지속 가능성을 시장에 공시 가능하게 하고, 미래 시장의 주역이 될 자율운항 선박의 발전에 기여 가능하며, 이는 설계, 연구, 엔지니어링 분야의 모든 혁신을 통해 각 분야의 자동화를 가능하도록 수행하는 것이며, 결국 스마트 조선사 경영과, 관련한 모든 사업영역의 활동에 참여하는 투자자 및 모든 이해관계자의 경영 현황에도 영향을 주게 될 것이다.

그리고 이 혁신은 궁극적으로 초연결(Hyper-Connect), 인공지능(AI), 데이터 마이닝과 같은 ICT 기술을 통해 ESG 경영으로 이어지는 연결고리가 될 것이다.

본 논문에서는 설계 및 엔지니어링 단계에서 디지털화하여 생성된 Smart Engineering Data를 활용하고, 이를 통합형 경영 데이터로 활용하여 ESG Management를 달성한 지속가능성을 시장에 공개하기 위해 산업별 현황을 분석하고, 이를 위해 선진 통합형 디지털 엔지니어링 및 경영 도구(AIDEM, “Advanced Integrated Digital Engineering&Management” Tools, 이하 AIDEM Tools)를 통해 3D CAD 모델 데이터의 필요성을 특히 중소기업의 관점에서 발전해야 하는 방향성에 대해 연구하였다.

## 2. 본 론

현재 시장이 요구하는 변화와 혁신의 방향에 대해서 각각의 분야에 대해 다양하고 심도 있게 진행된 연구 결과는 많다. 한편으로 현재 시장의 현황을 통합적으로 진단해 보고, 또 각 이해관계자의 관련성을 점검하기 위하여 현재 대변혁을 통한 새 시대의 이정표에 있는 업계의 뜨거운 이슈를 살펴보았다. 조선산업과 관련 산업계의 모든 공급망도 4차 산업혁명의 변화를 직면하고 있으며, 따라서 모든 분야에서 스마트 카테고리에 대한 연구가 이루어지고 있고, 또 많은 성과를 내고 있다. 이 성과에 기반하여 기존 산업과의 ICT 융합과의 차별화된 융합으로 새로운 시대를 맞이하고 “제품과 공장의 Smart Technology 개발”에 대한 솔루션을 제시하고 있다. 그리고 이 솔루션을 활용하여 ESG Management와 EU’s Taxonomy를 통해 “특히 디지털화를 통한 탈탄소화를 위한 기업의 사회적 책임을 달성하는 방법”으로 스마트 시대에 제시된 기업의 관점에서의 접근 방식을 고려할 필요가 있다. 또한 기업의 입장에서는 경영 자산의 디지털화를 채택하여 “CAPEX(Capital Expenditure)의 최적화와 OPEX(Operation Expenditure)의 최소화로 기업의 지속 가능성을 유지하는 방법”에 큰 관심을 가지고 있다. 이러한 핫이슈는 디지털화를 통한 산업계 스마트화의 핵심이라 할 수 있다.

### 2.1 한국 내 관련 산업에서의 ICT 현황

클라우드 슈밥 교수가 2016년 세계경제포럼(WEF)에서 4차 산업혁명이 일어나고 있다고 선언한 이후, ICT 신기술을 기반으로 한 융합기술이 산업계에 혁명을 일으키고 있다. 이러한 4차 산업혁명의 변화는 항만산업-해운산업-조선산업-기자재산업의 이른바 조선산업과 인근산업에서도 큰 변화를 일으키고 있으며, 이러한 변화는 최근 ICT 기술의 급속한 발전을 바탕으로 지속가능한 발전을 통해 산업 기술을 하나로 모아가고 있다.

ICT 강국이라는 대한민국에서 국내 관련 산업 전반에 걸친 ICT 접목 현황을 살펴보면 선진국에 비해 4차 산업혁명의 도

입이 다소 지연되고 있는 상황이다. 특히 최근 정부 주도로 일부 산업에서 발전에 박차를 가하고 있지만 이해관계자의 관심과 인프라 구축을 위해서는 보다 과감한 투자가 필요한 상황이기도 하다.

먼저 KMI(한국해양연구원)의 연구(Trend Anaysis Weekly Report, 2018)와 한국선급 산하 MacNet에서 2021년 12월 31일 발간한 정책제안집 Digitalization 4.0 Part 4에서 언급된 항만부문의 현황을 살펴보면, 최근 네덜란드의 PortXL (PortXL Homepage)과 싱가포르의 NGP(Next Generation Port) 2030(MPA Homepage, Tan CHeng Peng)을 벤치마킹하여 항만 자동화와 무인화가 상당한 수준으로 진행하고 있음을 보여주고 있다. 우리 해양수산부는 국내 서비스를 위해 LTE-M 네트워크와 위성항법/통신인 e-Navigation 제공하고 있으며, 글로벌 서비스에서도 각국과의 개발 협력을 통해 상당한 진전을 보이고 있다. 또한 부산항만공사는 BISTEP의 항만 디지털 전환 보고서를 기반으로 살펴보면 GSDC(Global Shipping&Logistics Digitalization Consortium)와 함께 항만 해운산업의 물류 디지털화를 위한 R&D를 통해 다양한 분야에 상당 부분 성과를 창출하고 있기도 하다.

또 국내 BIG3 조선사나, HMM, SK해운 같은 해운사들의 Smart Ship Solution 개발 현황과 디지털화를 통한 경영 선진화 수준과 ESG 경영을 위한 준비 등을 살펴보면 해외 글로벌 경쟁에서 뒤처지지 않고 잘 진행하고 있음을 알 수 있다. 그러나 해운-조선-기자재 산업의 기간이 되고 있는 중소기업의 입장에서 보면 이들은 아직도 기술 및 전략 개발의 출발선상에 서 있으며, 이는 각 산업계 이해관계자들의 많은 관심과 큰 투자가 필요한 영역이지만, 전체 공급망의 측면에서는 아직도 충분하지 않은 상황이고, 결국 이런 중소기업들이 제대로 혁신하지 않는다면, 전체 가치 사슬이 함께 발전할 수 없을 것이고, 가치사슬의 모든 이해관계자는 이러한 인식하는 것이 매우 중요하다 할 것이다.

특히 기자재 및 소재 산업의 중소기업 경우는 더 큰 관심을 가지고 심도 있게 접근해야만 한다. 최근 국내 조선업계는 크루저선 시장 진입과 해양 석유생산 시설 등의 고부가가치 시장에서 경쟁국들과의 초격차를 유지하기 위한 산업 포트폴리오 구성을 시도하였지만, 결과적으로 실패하였다. 이 실패의 원인을 우리는 시장상황만의 문제가 아니라 시장에 성공하기 위한 전략적 접근 관점에서 먼저 살펴봐야만 한다. 먼저 크루저선 시장 진출에 실패한 이유와 세계 최고의 해양 시설을 성공적으로 인도했음에도 불구하고 BIG-3는 대규모 적자로 무너진 이유가 그저 단순하게 시장상황이 악화하였고, 과도한 국내 조선사의 경쟁이 원가 저지선을 넘어서서 무리한 경영 상황을 유도한 것이었고, 그 때문에 관련한 인접 산업군까지 함께

경영환경이 악화되었다고 보는 것은 실패의 본질을 제대로 파악하지 못한 것이다. 이는 조선산업의 배후 산업인 기자재 산업, 그중에서도 기술력을 갖춘 중소기업으로부터의 충분한 지원을 받지 못한 것이 가장 큰 이유라는 점을 절대 간과해서는 안 된다. 이때 우리나라의 조선산업을 성공으로 이끌었던 중소기업들은 여러 가지 이유로 준비가 되어 있지 않았으며, 특히 글로벌 시장 현황을 알지 못하였으며, 특히 시장이 이런 고부가가치 제품에 요구하는 기준을 이해하지 못하고 있었고, 이러한 문제를 해결하고 결론적으로 고수익을 낼 수 있도록 만들어 주는 것이 ICT를 통한 기술 선점이라는 것을 이해하지 못하고 있었다는 점을 알아야만 한다. 그리고 서구의 조선기술 선진강국 들은 이미 이러한 대비를 중심으로 한 기술 전략을 마련하고 우리나라를 위시한 신흥 조선산업을 보유한 국가들의 추격에 대비하고 있었다는 사실도 간과해서는 안 된다.

따라서 시장에서 조선 산업뿐만 아니라 인근 산업이 모두 함께 도약하고 성장하기 위해서는 시장에서 근간을 형성하고 있는 기자재 산업의 기술수준이 먼저 시장이 요구하는 개발 수준에 도달해야 하며, 이를 위해 모든 이해 관계자의 관심과 투자를 통해 충분한 시간과 인내심을 가지고 서두르지 않고, 그러나 구체적으로 계획된 전략적 접근을 해야만 한다.

### 2.2 Seamless Smart Value Chain 시스템

항만산업-해운산업-조선산업-기자재산업의 인접 산업은 모두 서로 긴밀한 협력을 통해 상호 성장 기회를 제공할 수 있어야 한다.

Fig. 1은 항만산업-해운산업-조선산업-기자재산업의 주요 활동들 간의 연관성을 나타내고 서로 어떤 영향을 미치는지 보여준다. 그리고 이 가치사슬의 관계가 원활하게 연결될 수 있도록 하기 위해서 어떤 관련 조치와 상호 활동이 있어야 하는지를 최대한 간단히 표현하고 있으며, 이러한 매끄러운 상호간의 연결의 핵심이 ICT이고, 이 ICT를 통한 디지털화를 통해 다음과 같은 스마트 가치사슬의 필요성을 생각할 수 있다.

먼저 우리가 통상 직관적으로 알고 있던 각 산업 간의 연계성을 파악할 필요가 있다. 정부 정책을 반영한 법, 규정, 규칙 및 이들에 의해 결정되는 궁극적인 요구사항을 충족하도록 하는 것이 항만-해운-조선-기자재 산업의 원활한 가치 사슬을 구성하는 확고한 기반이 된다. 항만의 무인 AGV(Automatic Guided Vehicle 항내 화물운송자동화 차량), Smart Load/Unloading(스마트 하역)이나, 선박의 Automatic Berthing(자동 이접안) 및 해운사의 Smart Fleet Control Center(스마트 선단 운영센터)에 의한 실시간 선박 원격 모니터링 및 제어를 구현하는 Smart O&M(Operation&Maintenance, 스마트 선박 운영 및 (원격) 유지 보수)의 미래 기술을 포함한 모두가 이 스마트 가치사슬 안에서 이루어 지는 새로운 기술의 혁신이다.

한편 앞서 언급한 바와 같이 조선 산업의 지속 가능한 발전은 Down Stream Supply Chain, 즉 배후 산업인 기자재 산업의 긴밀한 지원이 있어야 달성될 수 있고, 또 이들이 제공하는 도면을 포함한 디지털 데이터를 기반으로 한 정보화된 비즈니스 모델을 통해 설계-구매-조달-물류관리-재고 관리-건설-해상 시운전-O&M 등의 전 공정에서 최적화된 CAPEX를 구현할 수 있을 뿐만 아니라 각 단계의 공정에서 기술 지원도 원활하

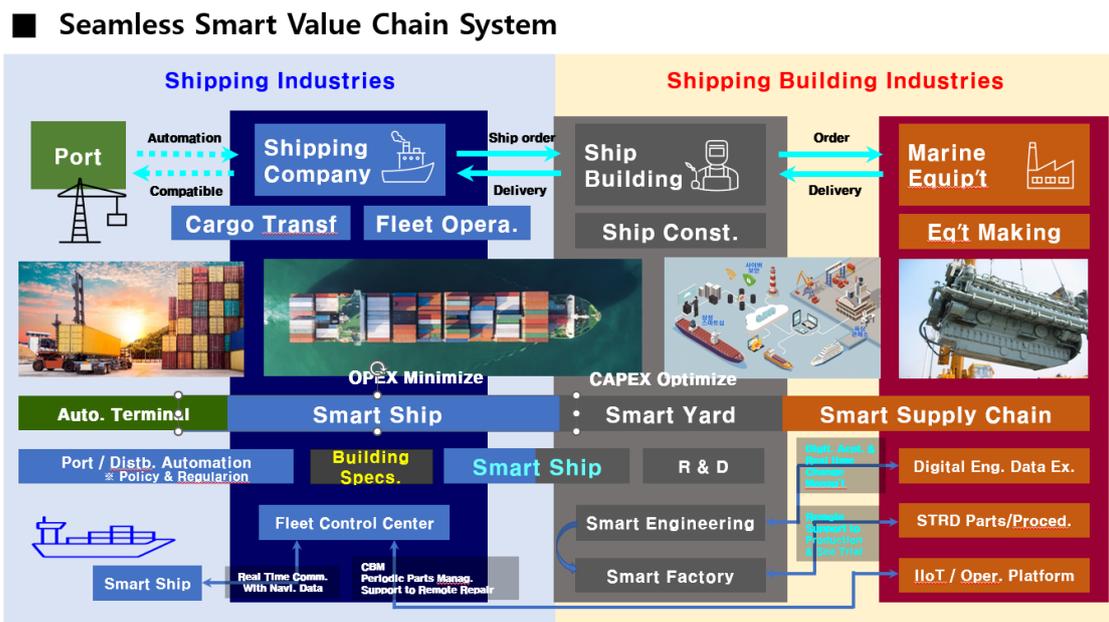


Fig. 1 Connection Concept for Seamless Value Chain System

게 받을 수 있다.

1990년대 한국 조선의 세계 시장에서 선두로 올라서는 대약진의 근간이 후방산업의 근접지원이 있었기에 가능했다는 것을 인정해야 하며, 이들이 공급하는 제품과 기술의 국제표준에 적용될 수 있는 문서화 및 기술지원 표준, 예비부품 표준화 및 A/S 관리 표준의 정립과 이 표준 디지털화 계획을 수립하고 이를 통해 이들이 공급하는 도면 및 3D CAD 모델의 디지털 데이터가 모산업과 호환성을 이룰 수 있도록 해야만 한다. 그러나 아직까지 대부분의 중소 기자재 업체들은 3D 디지털 도면 제공을 명시한 계약 조건에도 불구하고 여전히 2D 단순 도면 또는 카탈로그 데이터 수준의 디지털 정보만을 제공하고 있다.

따라서 이는 해양수산부(KMOF)가 정부공시 2022-1에 명시한 한국형 친환경 선박 공급 계획, 일명 Greenship-K Plan에 연계한 디지털 정보 제공을 통한 핵심가치(Core Value with Digital Information)에서 말하는 혁신의 핵심이라 할 수 있다.

### 2.3 ESG Management, EU Taxonomy가 산업계에 미치는 영향

최근 기업경영의 화두로 떠오른 ESG경영은 각 산업 간의 가치사슬과도 긴밀한 관계가 있으며, 이는 이 스마트 가치사슬의 디지털화 필요한 이유를 설명하는 핵심 키워드가 될 것이다.

ESG는 환경(Environment), 사회(Social), 회사의 지배구조(Governance)의 약자이며, 매우 간단한 표현이지만 사실 주식회사의 탄생이후의 매우 오랜 역사를 가진 의미이고, 이를 이해하기 위해서는 유럽이 현재의 기업 철학을 구축하게 된 역사적 배경까지 이해해야만 하는 사항이기 때문에 특히 비 EU 기업인 한국의 중소기업들이 이 같은 새로운 경영 요구사항을 따르는 매우 쉽지 않은 사항이다.

그나마 BIG 3 조선사나 메이저 해운사 등 국내 메이저 기업들은 시장이 그들에게 요구하고 있는 ESG 경영의 본질과, 지속가능성의 투명성 증명에 대해 잘 대응하고 있다고는 하지만, 이들에게도 역시 글로벌 스탠더드에 대응하는 경영 시스템의 혁신이 여전히 필요한 사항이다. 그러나 이들 대기업을 통해 미국, EU 등 선진국에서 글로벌 사업을 해야 하거나, 결국 직접 비즈니스를 해야 하는 국내 중소기업들은 무엇을 준비하고 어떻게 대응해야 할지 난감한 처지에 놓여 있다. 사실상 국제연합 산하의 UN Global Compact, UNGC(UNGC Homepae)가 지속가능한 개발 목표의 원칙으로 제시한 가이드라인을 따라 경영을 해야 하는 실정이고, 또다른 한편에서 IMO에서도 자체 제정하여 제시한 가이드라인(IMO Homepage, Sustainable Development Goals)을 따라야 하는 실정이다. 여기에 우리나라 정부 역시 가이드라인을 정하고 2030년부터 실제 모든 상

장사가 지속가능경영 보고를 공시하도록 하고 있다. 이 모든 것이 하나의 목표, ESG 경영이라는 화두를 전제로 진행되고 있는 안건이다.

그러나 현재 대기업들은 이에 대한 대응준비를 그런대로 하고 있지만, 중소기업들의 반응은 여전히 대처하기 어렵다는 불만이거나 아예 손 놓고 있는 상황이며, 이를 통해 어떤 경영상의 손익을 볼 수 있게 될런지, 이로 인한 원가 상승으로 결국 가격인상이 불가피해지고, 결국 이것이 시장진입의 장벽이 되면서 또 다른 무역장벽이 되지 않을까 하는 여러 가지 우려를 하고 있는 상황이다.

ESG 경영을 이해하기 위해서는 주식회사의 탄생과 그 역사를 잘 알아야만 하는데, 중세 유럽의 왕권 중심의 국가 경제와 상인들의 연합인 길드(Guild)와 한자(Hansa) 중심인 경제가 경쟁하던 과정과 또 대항해 시대를 거쳐 발전해 온 역사를 알아야 한다. 이 역사를 간단히 정리해 보면, 1600년 네덜란드에서 VOC(Vereenigde Oost-Indische Compagnie)의 탄생, 1601년 영국 동인도 회사의 탄생에 대한 상당한 역사적 배경과 주식거래의 역사를 통해 탄생한 유한책임의 기업이 활성화되는 과정에서 기업이 국제적인 문제를 일으키며, 발생되어진 막대한 책임을 “기업의 유한 책임”이라는 방패막이에 의해 사회적으로 전가하는데 대한 방지책의 요구되면서 기업의 환경에 대한 책임과 사회적 책임을 져야 하는 과정이라고 볼 수 있다.

이 과정에서 기업의 유한한 책임은 경영상 실행한 모든 불법 행위를 기업이 지는 책임의 상한선 뒤에서 저질러지게 되고 이를 제한하기 위해 기업의 사회적 책임(Corporate Social Responsibility, CSR)은 주식을 통한 책임 한도가 법적으로 보장되도록 제도화되었고, 또한 그 관리자는 사회적 책임을 통해 회사에서 발생하는 문제에 대해 책임을 질 수 있도록 하였다.

이런 CSR은 Howard Bowen과 Keith Davis를 거쳐 1950년대와 1960년대에 걸쳐 학문적으로 체계화되었고, 1970년대에 OECD는 다국적 기업을 위한 지침(Guidelines for Multinational Enterprises)으로 모국 밖에서의 기업 행동에 대한 지침을 제정하게 되었다. 이후 UN은 2006년 제정한 UN PRI(Principles for Responsible Investment, 책임 투자 원칙, UNGC Homepage)을 2020년부터 수행할 것을 의무화했다. 이 CSR은 기업이 지배구조를 통해 인권, 환경, 반부패 이슈에 대한 책임을 지속적으로 시스템적으로 관리할 수 있도록 요구하고 있다. 결국 이는 기업지배구조를 통해 CSR 이행을 투명하게 관리할 수 있는 제도적 장치가 필요하다는 의미이다. 따라서 모든 상장사는 투명한 지속가능성 보고서를 시장에 보고하도록 함으로써 궁극적으로 일부 국가의 국부 펀드와 같은 기금운영자인 투자자들이 안정적인 투자를 할 수 있도록 경영하고 있음을 증명하는 것이다. 그러나 이러한 역사적 배경을 이해하고 ESG 경영을

수행하는 것은 국내 대기업뿐만 아니라 중소기업에게도 쉬운 일이 아니다.

여기에 더하여 유럽국가 연합 EU는 기업의 금융을 통한 시장에서의 투명한 지속가능한 발전을 보여주도록 요구하는 EU Taxonomy의 제정을 통해 EU의 그린딜 정책 이행을 증명하고 동시에 사회적 책임 이행을 증명하도록 하고 있다.

이 EU Taxonomy는 2023년 1월 1일부터 시행될 예정이며, 만약 한국 기업이 EU의 기업과 비즈니스 관계를 가지기 위해서는 반드시 EU Taxonomy를 따라야만 할 것이고, 이는 동시에 ESG를 관리해야 함을 의미한다.

이러한 글로벌 상황을 고려하여 대한민국 정부도 2030년부터 3단계에 걸쳐 모든 상장사가 기업의 지속가능성을 공시하도록 하고 있으며, 정부가 설명하는 이 투명 경영의 지속가능한 발전은 금융 기술인 핀테크를 기반으로 한 재무관리를 통해 수행할 수 있다고 홍보하고 있는데, 이 역시 기업의 디지털화된 경영은 ICT를 통해 이루어져야 한다는 것을 의미하고 있다. 이 설명에서 ESG 경영은 디지털화를 통해 이루어지며, 이러한 디지털화는 기업 공시에서 지속가능한 발전을 보여줄 수 있기 때문에 주로 재무관리 상황, 환경 또는 사회적 책임을 나타낼 수 있다는 추상적인 관리 방법으로 설명하지만, 관련 정부 기관이나 정부의 홈페이지에 나와 있는 설명은 구체적이지 않고 간략하게 설명되어 있어 기업이 이를 이행하기란 쉽지 않을 것이다.

기업은 보다 상세하고 구체적으로 디지털화를 통한 검증 가능한 관리가 있어야 지속가능한 금융이 가능하다는 것을 인지해야만 한다. 그리고 특히 중소기업이 이해하고 이행할 수 있는 상세하고 명확한 정책의 가이드라인을 디지털화를 통한 방법으로 제시해야 하며, 어렵겠지만, 이런 방법은 찾을 수 있다.

## 2.4 디지털화의 필요성

먼저 디지털화의 필요성을 설명하기 전에 일본의 조선산업이 한국에 의해 역전된 이유를 되돌아 볼 필요가 있다. 여기에는 여러 가지가 있겠지만, 산업현장에서 직접 확인한 이유는 크게 두 가지로 요약할 수 있다.

첫째, 모두가 잘 알고 있듯이 일본 조선산업은 1970년대말 이후의 조선 산업의 급속한 경기 저점을 통과하면서 조선 산업을 마치 자동차 산업처럼 공장형 대량 생산하는 “Design One, Product Many” 전략, 즉 한 개의 선박 설계로 수척의 선박을 건조 판매하는 전략을 통해 위기를 극복하려는 선택을 하였는데, 이는 표면적으로는 원가경쟁력을 가지는 성공적인 전략처럼 보였지만, 실제로는 일본 조선산업의 성장을 가로막는 큰 패착이 되어 버렸음을 후에 인지하게 된다. 오히려 일본 조선산

업의 엔지니어링 역량 개발을 제한했던 것이다. 시장에서는 한국과 같이 고객이 원하는 사항을 실시간으로 반영하면서 새로운 기술 트렌드를 반영하여 건조되는 신형 선박이 시장에 선보여지고 있었지만, 일본에서는 자신들이 만들어 둔 표준에 따른 정형화된 선박만을 살 수 있을 뿐이었고 이것이 일본이 시장을 잃는 첫 번째 이유가 되었다. 그리고 이 첫 번째 이유는 잘 알려지지 않은 두 번째 이유와 연계되어 있는데, 이렇게 엔지니어링 수행이 가능한 인력을 축소하면서 일본의 조선 산업은 세대교체 실패와 동시에 CAD&Intelligent Engineering의 도입이 늦어지면서 현대화된 설계역량 확보가 지연되어 졌던 것이다. 더욱이 불황기에 구조조정을 미루고 신규 우수인력 확보에 실패한 일본 조선업체는 일본 최고 수재들이 모이는 도쿄대의 조선공학과를 폐지하면서 업계에 우수한 인력을 공급하는 파이프 라인마저 없애 버렸다. 이렇게 우수한 인력을 확보하지 못한 데에다 구조조정에 따른 숙련인력 부족과 임금 동결에 따른 상대적으로 저 임금으로 인한 우수인력의 ‘조선탈출 현상’으로 인해 일본 조선산업은 심각한 인력난에 빠지게 된 것이다. 그리고 이 딜레마는 아직도 계속되고 있으며, 일본 조선산업이 다시 세계 시장을 주도할 하기에는 크나 큰 난관이 되어 버렸던 것이다. 이때 일본 조선업체에서는 우수한 젊은 이들의 영입 부재와 동시에 아직까지 여전히 뛰어난 기술을 가지고 있지만, 나이가 들어가는 엔지니어들로 채워져 있었고, 그들은 나이가 들면서도 여전히 손으로 어려운 계산을 하고, Universal Draft로 도면을 그리고 있었고, 그럼에도 불구하고 산출되는 도면의 품질은 고객인 해운사가 요구하는 우수한 수준이었기 때문에 자연스럽게 컴퓨터를 통한 해석과 계산, 엔지니어링 및 CAD와 같은 디지털 기술의 도입이 지연되고 있었다. 결국 이는 일본 조선산업의 경쟁력을 약화를 초래하는 원인이 됐고, 이는 결국 1990년대 한국이 일본 조선산업을 역전하여 세계 조선산업계의 선두가 되게 하는 빌미를 제공하게 되었음은 잘 알려지지 않았다.

한편 최근 한국 조선산업이 몇 가지 이유로 어려운 시장상황을 겪으면서 심각한 구조조정을 실시하였고, 이때 유능한 청년 기술인력의 유출이 심각하게 진행되고 있다. 결과적으로 한국 대학에서의 조선공학을 전공하는 젊고 유능한 학생들이 일본학생들이 겪었던 것과 매우 유사하게 조선업체로의 진출을 거부하고 있는데, 이에 대해 정부와 산업계, 학계는 신속하고 즉각적인 해결책을 찾아야만 할 것이다.

2000년대 중반 이후 강조된 동시공학은 조선 및 관련 인근 산업계와도 폭넓게 연결되고 있다. 특히 이와 관련하여 조선 설계에서 액화 화물선의 경우를 예를 들어 그 현상을 살펴보면, 초기 엔지니어링 단계부터 선박계산 및 수치해석을 수행하면서 동시에 선박의 목적에 따른 화물 처리 공정의 흐름 개

념(Process Flow Concept)을 생성하는 과정과 공정 데이터 시트(Princess Data Sheet) 및 기계 데이터 시트(Machinery Data Sheet)를 작성하는 과정이 거의 동시에 수행되고 있다. 그리고 동시에 다른 한편에서는 엔지니어링 데이터 수집 수행과 아울러 규칙 및 규정 해석의 실시간 분석이 반영된 레이아웃을 개발하고 있다. 이러한 초기 설계의 통합공정은 컴퓨터를 활용한 ICT 기술이 설계에 반영되면서 급격히 그 발전 속도를 더하고 있는데, 최근 이에 스마트 엔지니어링 기술을 접목하여 인공지능, 머신러닝 등 첨단 ICT 기술을 활용한 지능형 CAD와 다른 한편에서는 VR/AR/XR 기술을 융합한 Total Solution으로 진화하고 있으며, 이렇게 생산된 설계의 디지털 데이터가 생산 전체 과정에서 납기 후 관리 사업 모델에 까지 활용되도록 발전을 거듭하고 있다. 즉, 지금까지 단순한 CAD 작업으로 수작업 도면을 2D 도면화하던 과정이 후속 3D 모델링을 넘어 VR(Virtual Reality, 가상현실)을 통한 가상공간에서 설계 정도를 점검하고, 온라인으로 승인을 협의하여 도면을 승인하면, 건조가 진행되는 현장에서 현재까지 진행된 건조공정위에 앞으로 적용되어질 부분의 3D 모델을 AR(Augmented Reality, 증강현실)로 투사하여 현장에서 공정 현황을 파악하거나, 이런 모든 가상현실과 증강현실을 통합한 XR(Cross Reality) 기술을 통해 경영적인 의사결정을 할 수 있는 이른바 스마트 설계/엔지니어링으로 진화하고 있다. 이런 디지털 혁신(Digital Evolution)은 설계 착수전 초기 단계부터 Rule&Regulation을 설계에 자동 반영하도록 지침을 주고, 엔지니어링, 계산 및 분석, 프로세스 간 공정 간섭 확인, 최적 Layout 자동화로 이어지며, 각종 배치도에서도 배관, 전장케이블, 공조 덕트에 대한 자동 경로 설계(Auto-Routing) 등 설계 자동화로 진화하고, 동시에 선박 운항 중 안전 관리, 예지정비를 통한 유지보수(부품 공급) 및 원격 O&M 지원, 승무원 교육 등 다양한 분야로도 진화하도록 할 것이다(DNV-GL, DNV Webinar).

스마트 엔지니어링 과정을 좀 더 상세히 분석해 보면, Layout에 따라 각종 배치도면이 완성되는 단계에서 발주처나 선급 등과 기존의 오프라인 도면 승인 절차에서 탈피하여 실시간 양자간, 또는 다자간 전자 승인 절차를 가능하게 하는데, 이미 일부 설계도면 승인 과정에서 설계자, 발주 해운사 측 승인 담당자, 선급 측 승인 담당자가 실시간으로 하이퍼커넥트를 통해 승인절차를 논의하고 진행하며, 승인과정에서 발생하는 수정사항을 전자적 상호합의 및 승인을 통해 반영 및 확인하는 과정을 수행하도록 하고 있고, 이러한 전자 승인 절차는 이미 재료, 장비 및 기기 제작 과정에서도 광범위하게 적용을 논의하고 있는 상황이다. 다른 한편으로 제조된 기재자나 특수자재 등에서도 FAT(Factory Acceptance Test) 과정에서 승인 프로세스를 동일한 방식으로 디지털 승인으로 수행할 수도 있고,

실제 이런 승인 방식을 통해 Covid 기간 중 원격을 통해 협의하고 확인된 사항의 승인에 활용되기도 하였다. 이렇게 활용되는 스마트 혁신 과정의 가장 중요한 요소는 설계 단계에서 생성된 디지털 데이터라 할 수 있다. 앞서 언급한 설계의 승인 절차를 통해 설계 확정(Design Freezing)이 완료되면 이 디지털 데이터는 생산 계획을 수립하고 BOM(Bill of Material)을 통한 자재 구매 활동, 자재 수급 계획에 따른 물류 계획 및 관리, 생산 인력의 투입계획과 실행 관리, 생산 공정에 투입될 공작, 운반기계의 투입 전과정 관리를 가능하게 하며, 또한 디지털 모니터링 및 제어를 통해 지능형 관리가 될 수 있도록 한다. 이는 이러한 엔지니어링의 디지털화가 비즈니스 모델 및 관리 전반에 영향을 미친다는 것, 그래서 새로운 형태의 비즈니스 모델이 탄생한다는 것을 의미한다.

간단히 표현하면 스마트 엔지니어링 데이터의 제공은 일반적으로 ERP(Enterprise Resource Planning)와 PLM(Product Lifecycle Management)에 연계되어져 스마트 팩토리와 지능형 사업관리(Business Intelligence)에 적용되어질 것이며, 이는 생산 현장에서 생산공정관리 및 생산공정 시뮬레이션, 공장내 물류, 자재/장비/기계장치 조달 및 구매관리, 재고 및 물류 관리, 프로젝트 관리, 생산관리, 테스트 및 시운전 관리, 안전관리 등 생산 현장 경영 전반 뿐만 아니라 시장상황 관리 및 마케팅과 영업활동에도 활용되어지며, 이런 전반적 경영활동을 위해 가장 중요한 인력 배치의 예측 및 투입 관리를 통한 통합형 인사관리(Human Resource(HR) Management)가 가능하도록 하고, 또 이런 전반적인 경영 데이터를 기반으로 궁극적인 재무 관리가 가능하도록 하고 있다.

이는 디지털화를 통한 스마트 엔지니어링이 핀테크 뿐만 아니라 전반적인 ESG 경영 혁신의 출발점으로 설계단계에서 생성된 디지털 데이터가 경영정보의 디지털화를 가능하게 하고, 이 디지털 데이터를 통해 수립된 계획 대비 성과를 모니터링하고 통제하여 환경적, 사회적 문제에 대응하고 검증 및 시행할 수 있게 한다.

이것이 ESG 경영이며, 기업지배구조가 제대로 관리되고 있는지를 계획하고 감시하며, 결과를 보고할 수 있도록 해주고 이를 통해 지속가능한 성장 보고서가 시장에 공시될 수 있도록 하는 것이다. 이것은 ESG 경영이 디지털화된 경영 상태를 시장에 공개되도록 하고, 이와 함께 공시된 기업의 지속 가능성 보고서를 통해 투자자가 회사의 미래를 예측하고 투자할 수 있도록 할 수 있게 하는 것이다.

다른 한편, 멀티버스 플랫폼을 통한 디지털 데이터는 회사 외부의 유능한 디자이너가 회사 가이드라인에 따라 디자인 서비스를 제공할 수도 있도록 하고, 공급조달 서비스, 검사 및 감독 등의 아웃소싱 역할을 가능하게 할 수 있다.

## 2.5 한국 기업의 직면 상황

앞서 스마트 엔지니어링을 통한 디지털 데이터에 의한 산업 트렌드의 변화와 ESG 경영, 메타버스 플랫폼에 미치는 디지털화의 영향을 살펴보고, 이를 통해 급변하는 글로벌 시장 트렌드에 우리나라의 대형 해운사와 Big3 조선사들이 외국의 선진국 기업에 뒤처지지 않도록 잘 대응하고 있는 상황도 소개했지만, 여전히 급변하는 글로벌 환경에서 중소기업이 대응 현황에 대해서 긍정적인 평가를 하기는 쉽지 않다. 다시 한번 정리하자면 중소기업은 정상적이고 적극적인 경영활동을 할 수 있도록 하는 명확한 법규나 가이드라인이 없는 상태에서 2030년도에 불확실한 시장 상태변화에 대한 불분명한 가이드라인을 통해 시장에 지속가능경영 보고서를 공개할 것을 요구하는 데 반해 탈탄소화 친환경 경영을 하라는 법규는 오히려 명확하게 경영성과와 그 책임을 투명하게 제시할 것을 요구하고 있는 상황이다.

그럼에도 불구하고 국내 대기업들은 자체적으로 적용한 R&D, ICT, BI(Business Intelligence) 자산을 통해 신기술 개발과 ESG 경영을 적극적 도입하여 시장의 요구사항에 대응하고 있는 것으로 보이며, 이렇게 지속가능경영체제를 구축하고 ESG경영에 적절히 대응함으로써 글로벌 시장환경에서 4차 산업혁명이 촉발한 스마트 팩토리 시스템으로의 전환하고, 또 미래를 선도할 친환경 스마트 선박 신기술 개발에 앞장서고 있다. 그러나 그렇게 잘 대응하고 있는 대기업의 현황도 좀 더 심도 있게 들여다보면 원천기술에 대해서는 선진국에 의존하고 있는 모습을 보게 된다. 이런 분야는 특히 소재부분과 첨단 기술 분야에서 두드러진다. 특히, 액화가스 화물 운송을 예를 들면, 원천 기술을 유럽 특정사에 의존하면서 실제 전 세계의 액화가스 운반선을 거의 모두 건조하면서 쌓은 기술을 송두리째 그들에게 제공해야 하고, 또 경쟁국에서 이를 이용하는데도 아무런 제재를 할 수 없는 상황은 우리나라의 현실을 잘 보여주고 있다. 이런 부분은 특정 기술 부분에 유독 심화되어 있는데, 예를 들면 향후 선박 운용의 디지털 플랫폼은 유럽 특정기업을 중심으로 확정되어 가고 있는데, 정작 그 기업이 제시하고 있는 기술의 대부분이 우리나라에서 건조한 액화가스운반선에 적용된 기술을 우리 기술진들이 적용하면서 개발한 기술이라는 점에 주목하여 볼 필요가 있다. 그럼에도 불구하고 지금까지는 이들 선진국의 원천기술 보유 회사들과 때로는 경쟁하지만, 때로는 협력하면서 우리나라의 대기업들은 그래도 어려운 시장상황에서 잘 버티고 있다고 평가할 수 있다.

그러나 중소기업들, 특히 기자재 업체를 운영하는 국내 중소기업의 현황과 실태를 깊이 들여다보면 상황이 매우 심각함을 알 수 있다.

국내에서는 연간 국내로 발주되는 선박이 대략 500척 내외로, 2021년에는 국내 조선사로 중형급 선박 총 147척이 발주됐다. 이를 건조해야 하는 조선사 뿐만 아니라, 선박을 운영하는 해운사, 그리고 이들에게 최고 품질의 기자재를 공급해야 하는 기자재 공급사들 대부분은 사실상 우리나라 경제의 중추 역할을 수행하고 있는 중소기업이다. 그리고 이들 중소기업도 역시 시장에 상장되어 공시가 필요하며, 따라서 글로벌 트렌드에 맞는 탈탄소화, 디지털화 및 ESG 경영을 접목해야만 시장에서 살아남을 수 있다. 이것은 이 사실에 대해 관련된 모든 이해 관계자의 더 많은 관심과 참여가 필요한 이유이다. 국내 중소기업들은 Smart Ship 개발을 하려고 해도 관련된 기술을 확보하기가 쉽지 않고, Smart Factory 기술에 대한 R&D 역량도 부족하여 단순한 공정의 자동화에도 어려움을 겪고 있다.

주지의 사실이지만, 앞서 언급한 스마트 엔지니어링에서 경영전반에 이르기까지 ICT 도구와 기술 확보에는 대규모 투자가 필요하다. 그리고 이렇게 어려운 시장 상황 속에서도 우리나라는 대기업을 중심으로 한 이해관계자들의 노력으로 ICT를 접목한 스마트 선박 기술과 스마트팩토리 기술, 스마트 선단 경영 기술의 발전에 뒤처지지 않게 시장에서의 활동을 하고 있다. 그리고 실제로 기업 경영 측면에서도 이를 모니터링하고 통제할 수 있는 친환경, 사회적 책임, 기업 지배구조 확보 등의 생산한 시장환경에서도 글로벌 표준에 근접하고 있다.

그러나 앞서 설명한 바와 같이 조선산업이 성장하고 특정 포트폴리오를 성공적으로 발전하기 위해서는 그 공급망에 있는 배후산업의 동반 성장이 필연적이며, 이 배후 산업에 있는 중소기업이 함께 성장해야 이들과 함께 글로벌 경쟁력을 가진 대기업이 지속가능한 경영을 할 수 있다는 사실을 직시해야 한다.

대한민국은 이미 선진국의 원천기술을 보유하고 있는 기자재나 기술 제공 기업이 없는 상황에서 의욕만으로 진출한 여객선 시장 진입 실패와 해양시설 시장에서 관련 공급망의 후방 근접 지원없이 발생한 막대한 적자 비용을 지불한 바 있고, 심지어 이 여파로 과도한 만성 적자를 내는 시장 진출의 실패 교훈을 이미 가지고 있다.

따라서 이런 레슨 런트(Lesson Learnts)를 기준으로 중소기업이 시장의 변화에 대응할 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다. 그리고 중소기업 및 모든 관련 이해 관계자들 역시 이런 실패에서 그들이 가지고 있던 글로벌 스탠더드에 대한 인식을 반드시 제고하여야만 한다. 예를 들어, 대한민국의 중소 기자재 기업들이 해양시설의 Offshore Vendor List에 상록하지 못한 이유는 글로벌 표준과 함께 적절한 문서 및 절차를 제공할 준비가 되지 않았기 때문이라는 점을 알아야 한다.

이렇게 글로벌 스탠더드를 갖춘 중소기업이 4차 산업혁명에 적합한 ICT와 스마트 산업 동향의 기술을 갖추 수 있도록

스스로 혁신을 해야만 하고, 정부나 정부 대행기관 같은 산업 전방의 관련 이해관계자는 적절한 샌드박스를 활용하여 ESG 경영 시스템에 따라 지속가능한 동반성장을 위한 배경을 조성해야 한다.

이상에서 우리나라의 중소기업이라는 카테고리과 기자재 업체라는 카테고리로 따로 분리하여 시장 현황을 설명하기 보다는 이를 복합적으로 보고, 이 속에서 시장 전체의 동향을 한 눈에 볼 필요가 있어, 이를 기자재 생산 중소기업을 중심으로 관련한 사항을 점검하였다.

## 2.6 Advanced Integrated Digital Engineering&Management (AIDEM) Tools

앞서 2.4절에서 언급한 디지털화를 위해서는 보다 경제적이고 범용적인 선진통합형 디지털 엔지니어링 및 경영 도구(이하 AIDEM Tools)가 필요하며, 이런 디지털 데이터 생산을 위한 도구, 즉 3D 모델링 CAD의 현황과 이를 국산화하고 있는 현황을 점검해 보았다.

먼저 급격한 변화에 혁신을 통해 잘 대응하고 있는 대기업들의 경우, 그들이 이미 채택하여 운영하고 있는 자체 시스템이 있고 이들을 중심으로 미래 경영환경에 대비하고 있는 상황이지만, 이를 산업계가 통합하여 운영할 수 있는지 하는 문제에서 접근하면 각 회사마다의 특성과 경영 철학에 따라 접근이 쉽지 않은 미묘한 문제가 있음을 알 수 있다.

각 대기업들은 저마다 운영하고 있는 시스템을 통해 디지털 데이터를 경영 자산으로 성공적으로 전환할 수 있고, 이미 이를 통한 각사별 통합형 스마트 운영체제(Integrated Smart Management System)을 구축하고 있지만, 이들과 거래하는 인근 산업과의 관계를 감안한다면, 한편으로 통합된 시스템의 플랫폼이 시장에 제시될 필요성도 있어 보인다.

예를 들어 Hexagon이나 Aveva Marine의 엔지니어링 도구에서 생산하는 디지털 데이터는 SAP 또는 Oracle 시스템을 통해 운영되는 경영 시스템으로 전환하고, 일치시키기 위해서는 상당히 큰 비용을 필요로 한다. 그리고 각 회사에서 요구하는 기자재 공급사에 대한 요구 조달기준이 회사마다 다르기 때문에 모든 분야의 기자재 업체 입장에서는 공급하는 대기업마다 동일한 제품을 다른 기준으로 납품해야 하는 문제를 가지게 된다. 이런 측면은 기자재를 공급하는 중소기업 입장에서 보면 앞서 언급한 디지털화나, ESG 경영과는 또 다른, 어쩌면 기업 경영의 성패를 바로 결정할 수 있는 요소가 아닐 수 없다. 따라서 중소 기자재 업체 입장에서는 이 모든 것을 통합한 플랫폼으로 하나를 공급할 수 있게 된다면 모 산업의 각 대기업이 요구하는 기준에 최소한의 변경만으로 제품을 공급할 수 있게 된

다. 즉, 동일한 플랫폼으로 대응할 수 있는 디지털 데이터를 제공할 수 있다면, 이를 통해 각 대기업이 운영하는 각각의 경영 자산의 요구사항에도 쉽게 대응을 할 수 있게 된다. 대기업이 요구하는 기준에 대응하는 디지털 데이터를 제공할 수 있다면, 대기업은 이 디지털 데이터를 통해 앞서 설명한 스마트 엔지니어링을 통한 디지털 데이터를 경영 전반에 활용할 수 있을 것이다. 따라서 중소기업은 대기업이 요구하는 디지털 데이터의 기준에 적합한 제품의 디지털 데이터를 납품할 수 있도록 하는 것이 필요하다. 또한 이들이 제품을 생산하고 공급하는 과정에서 회사 경영을 위해서도 앞서 설명한 일련의 디지털화를 통한 경영 데이터를 생산할 수 있어야 한다.

이렇게 중소기업은 4차 산업혁명에 이르기까지 대기업과 같은 업계 동향을 따라잡아야 하며, 제품뿐만 아니라 ESG 경영에 있어서도 글로벌 스탠더드 dp 부합해야만 하는데, 정작 이를 위해 중소기업들도 고가의 외국산 디지털 엔지니어링 도구로 3D 캐드 모델링을 하고 이를 경영 데이터 전환하기는 경영에 큰 부담이 될 수밖에 없다. 그렇다고 그 디지털 도구의 모든 기능을 다 사용하지도 않는다. CAD의 다기능에 대해서는 크게 생각할 필요가 없다. 중소 기자재 업체 입장에서는 오히려 작고 가벼운 시스템으로 원하는 디지털 데이터를 생산할 수 있으면 더 좋을 것이다. 그리고 이를 통해 각각 대기업이 원하는 디지털 설계 데이터를 제공할 수 있도록 하는 것이 제일 중요한 CAD 선택의 고려 사항이 될 수 있을 것이다.

이 CAD 체계 외에도 각 대기업이 저마다 요구하는 구매 조건을 통합하는 것도 중요하다. 이것을 하나의 특정한 통합된 플랫폼(Unified Platform)으로 사용하는 방법도 특별히 고려하여야 할 것이다. 이는 기자재 공급사가 혼동을 가지지 않고 표준에 따라 공급할 수 있는 플랫폼을 의미하는데, 이를 위해서는 동일한 시스템, 동일한 형식, 표준 절차에 따른 통일된 요구 사항이 플랫폼에 제공되어야 한다.

이런 통합된 기자재 공급망을 구성하는 플랫폼은 노르웨이의 경우를 벤치마킹하여, 관공서나 공공기관이 주도하여 제공하거나, 또는 시장이 알아서 기능을 발휘할 수 있도록 선도 기업이 미리 만들어 놓은 효율적인 플랫폼을 시장에서 모든 이해관계자가 활용할 수 있도록 할 수도 있다. 이 모든 경우, 중요한 것은 이를 감독하고 지도할 수 있는 기관이 절대적으로 필요하며, 초기에 이 역할을 수행하기 위한 장기적 전략을 가지고 정책이 수립되어야 할 것이다. 그리고 이 플랫폼에서도 AIDEM Tools이 필요할 것이다.

중소기업들이나 이들이 활용할 수 있는 시장의 프리랜서 엔지니어들은 보다 경제적인 솔루션으로 AIDEM Tools을 활용할 수 있도록 고려해야만 한다.

앞서 언급한 바와 같이 주요 대기업에서는 이미 자사에 적

합한 방식의 엔지니어링 도구와 경영 도구를 가지고 있다.

따라서 여기에 적합한 방식으로 쉽게 데이터의 교환이 가능한 AIDEM Tools을 이를 필요로 하는 중소기업에서 특히 혁신적으로 작업할 수 있는 환경의 샌드박스를 제공해야 한다.

한편, 앞서 플랫폼을 운영하기 위해서는 지정된 인증기관을 통해 규정, 법규, 표준 및 절차를 마련하고, 이를 관리할 수 있는 방안으로 노르웨이를 벤치마킹 할 필요성을 언급하였는데, 노르웨이가 북해 해상 유전과 여기에 투입된 해상 시설을 관리하기 위해 제정한 국가 표준인 Norsok Standard와 이 표준에 적합한 기자재를 공급하는 모든 기업들의 연합체인 Norweb, 즉, 우리나라의 기자재 협동조합과 같은 조합이나, 국영 석유기업인 Equinor나 PSA(Petroleum Safety Authority Norway, 노르웨이 석유안전공사) 등과 인적교류를 대등하게 실시하는 관공서를 참고하여 적절한 대상을 벤치마킹하는 것도 좋을 것이다. 대한민국의 경우는 중소조선연구원(RIMS) 또는 한국해양기자재연구원(KOMERI)와 같은 정부 또는 공공기관을 통해 이런 역할을 수행할 수도 있을 것이다.

여기서 한국산업기술평가원(KEIT)가 최근 승인한 (주)타임텍 컨소시엄에서 현재 수행중인 과제 “상용 3D CAD 연계 국산 호환 소프트웨어 개발”에서 AIDEM Tools 국산화 현황을 Fig. 2에서 개발하고 있는 예를 표한 바를 중심으로 점검해보자. 앞서 설명한 바와 같이 3D CAD 모델링에서 제공하는 스

마트 디지털 데이터를 얼마나 손쉽게 확보할 수 있느냐의 여부에 따라 다음 단계로의 성공적인 확장이 가능하다. 이 확장성에서 제일 우선적인 고려사항이 시장에서 쉽게 구할 수 있는 일반 상용 장비를 이용하여 쉽게 운용할 수 있느냐 하는 것이다. 아무리 좋은 도구라도 경제성이 낮고, 최신 고급 사양으로만 운용하면 극히 제한된 용도 외에는 실용성이 떨어질 수밖에 없다. 반면, 선박 설계 등 방대한 양의 데이터에 의해 생성된 CAD 결과가 저속으로 결과를 만드는 작업 환경을 제공하게 되면, 작업 효율성은 지극히 떨어질 수밖에 없다.

이러한 상충되는 상황에서 CAD 도구 운용은 사용자에게 불편을 주지 않는 수준이어야 하고 운용 환경에 경제성을 고려한 상용 장비를 사용할 수 있어야 한다는 매우 단순하지만 중요한 요소를 고려해야만 한다. 간단히 말해서, 잘 작동하지만 쉽게 사용할 수 있는 CAD 도구는 광범위한 사용을 위한 AIDEM Tools의 가장 기본적인 조건일 것이다.

또 하나 고려해야 할 사항은 기존 시장에서 사용되는 시장 선도 상용 3D CAD 모델링 도구와 호환되어 정보를 쉽게 교환할 수 있어야 한다는 것이다. 대부분의 대기업 사용자는 상용 3D CAD 모델링 도구 제품을 사용하여 엔지니어링 데이터를 사용하므로 이를 활용하는 대기업 사용자가 AIDEM Tools을 통해 생성된 엔지니어링 데이터를 제공받아 자신이 수행하는 엔지니어링 중에 필요한 데이터를 수집하고 반영하는데 문제

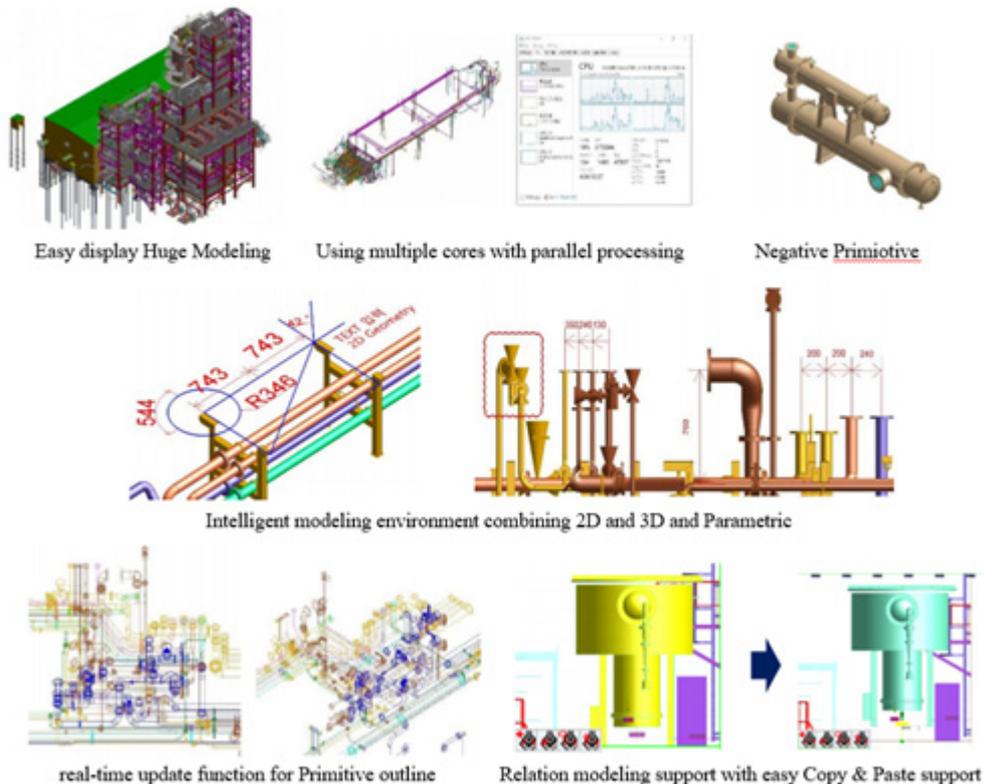


Fig. 2 Examples of 3D CAD Engine Function for AIDEM Tools

가 없어야 하며, 그 사용자가 다른 플랫폼에서 생성한 최종 엔지니어링 결과를 기존 자사 운용하는 시스템과 아무 문제없이 호환하여 사용할 수 있도록 해야 한다.

AIDEM Tools는 시장을 선도하는 상용 도구 수준을 능가하는 3D CAD 엔진이 적용되어야 한다. Fig. 2와 같이 이 3D CAD 엔진은 최소 128GB 메모리를 사용하는 64비트 기반 컴퓨팅 환경에서 동시에 병렬 처리가 가능한 다중 코어를 사용하여 거대한 모델을 빠르게 디스플레이 할 수 있어야 하며, 솔리드, Cylinder, Cube, Sphere, Dish와 같은 Primitive 및 Negative Primitive에 대한 빠른 처리를 가능하게 하여야만 한다. 또한 Torus, Cone, Ecc. Cone, General Cylinder, Rotate Cylinder, Text 3D Primitive를 최적화하고, NUBS Surface(IGES/STEP), 2D 도면에 최적화, Primitive 외곽선 실시간 업데이트 기능, 고급 2D Wire Frame 생성(속도 향상), Drawing Hidden Line Removal과 같은 기능의 제공, 2D와 3D를 결합한 지능형 모델링 환경 등을 고려하여야 하고, 복잡한 Parametric 모델 대상을 간편하게 Copy&Paste할 수 있도록 하고 있다.

따라서 AIDEM Tools는 기능 기반 객체, 유연한 데이터 구조, 데이터 추가 용이성, 설계 표준, 매개변수 및 관계 정보에 따라 자동으로 구현되는 구조를 사용하여 사용자 친화적으로 모델링 기술을 구현할 수 있으며, ySQL, Oracle, MariaDB 및 MS-SQL과 같은 상용 DB와의 데이터 교환도 쉽게 할 수 있다. 특히 XML(Extensible Markup Language)을 중립 format으로 활용하여 범용으로 가장 많이 활용하는 상용 3D CAD Modeling 도구로 활용하는 Hexagon과 AVEVA Marine 과의 상호 변환을 성공적으로 수행 가능하도록 완료함으로써 짧은 과제 진행 1차년도 기간임에도 큰 성과를 낼 수 있었다. 이때 개발된 중립 포맷은 ISO10303을 적용하여 제품 제조에 필요한 정보를 국제 표준에 적합하도록 하여 상용 CAD 체계와 데이터 교환에 적합하도록 하였고, 또 ISO15926을 적용하여 특히, 석유 가스 플랜트의 엔지니어링 분야에서도 적합한 데이터 모델이 생성되어 모든 데이터가 국제 규격에 따라 생성될 수 있도록 세심하게 고려하였다. 이렇게 생성된 3D CAD Modeling Data에서 생성된 데이터는 강재의 최적화된 네스팅 관리와 필요한 재료 및 장비의 BOM(Bill of Material)을 자동으로 생성할 수 있게 했다.

이렇게 스마트 데이터를 활용하게 되면, 공정계획부터 실제 작업인력배분에 이르기까지 적기에 적절한 인력을 배치할 수 있게 하고, 이를 통해 기획단계부터 준비된 인적자원을 운용할 수 있게 된다. 따라서 이러한 경영적 성과를 창출할 수 있도록 하고, 또 핀테크를 통한 기업회계관리 차원은 물론 경영 전반에 걸쳐 투명성을 활용할 수 있도록 함으로써 기업의 지속가능경영을 시장에 보여줄 수 있다.

### 3. 결론

본 논문에서는 현재 4차 산업혁명이 일어나고 있는 항만-해운-조선-기자재 산업의 전반에 걸친 혁신의 상황을 먼저 살펴 보았고, 특히 이들 산업이 서로 독립적이지 않은 가치사슬에 속해 있으며, 서로 간에 어떻게 밀접하게 연결되어 있는지를 단지 기술적인 부분이 아니라 산업체, 특히 기업 경영 전반에 어떤 혁신적인 영향을 주고 있으며, 따라서 어떻게 대응할 필요가 있는지를 살펴보았고, 이 혁신의 대응 핵심은 탈탄소화와 디지털화가 될 것이고, 이 중 디지털화를 통해 기업의 미래 비즈니스 환경에 어떻게 대응해야 하는지를 과거 실패 사례와 함께 고찰하였다.

본 논문에서 정의한 관련 산업 간의 물샐틈없는 완벽 공조를 통한 가치 사슬은 Seamless Value Chain이라 표현하였고 이는 탈탄소화와 디지털화를 거쳐 이를 초연결을 통해 디지털화된 데이터로 구성되며, 이 Seamless Value Chain 속에서 기업은 지속가능한 경영으로 투명성을 가시화하여 시장에서 인정받을 수 있도록 기업의 사회적 책임을 관리할 수 있도록 방향성을 정리하였다. 결국 이 완벽공조된 가치사슬 속에서 기업은 디지털화를 통하여 지속 가능한 발전을 위한 ESG 경영이 가능해짐을 설명하고 있다.

가치사슬속의 모든 이해 관계자가 아직은 그 대응을 어떻게 해야 하는지 혼돈 속에 있겠지만, 그래도 우리나라의 대기업이 각자 그 대응을 잘 준비하고 있고, 성과를 내고 있기도 하다. 그러나 모든 이해 당사자는 이러한 혁신의 본질이 무엇이고, 어떤 역사적 사실에 근거하여 미래로 나아가갈 방향으로 제시가 되었으며, 그중에서 가장 약한 연결고리를 찾아 어떤 보완을 해야 이 가치사슬, 나아가 대한민국이 앞으로도 계속 성장하고 발전할 수 있는지를 알아야만 한다. 실제로 논문을 준비하면서 인터뷰한 중견기업 경영진들의 의견을 예를 들어 보면, 이 둘이 전체 시장을 대신 할 수는 없겠지만, 다운스트림 산업, 특히 해양 장비 및 재료에 대한 다운스트림을 담당하는 기자재 산업체에 대한 긴밀한 지원과 교육이 필수적이라는 것을 다시 한 번 자각하게 되었다. 이를 위해 우리는 이들이 손쉽게 활용할 수 있는 플랫폼을 구축하고, 이를 활용할 수 있는 경제성 있는 AIDEM Tools를 제공해서 실제 배후산업의 경제성 있는 튼튼한 지원을 통해 관련 산업계 전반이 발전하는 것, 이것이 향후 이 산업계가 세계로 또 미래로 나아가는 길이라는 것을 먼저 확신해야만 한다.

그리고 이 간단하고 사용하기 쉬운 3D CAD 모델링을 통해 생성된 디지털 데이터가 모든 계획 계획에서 최종 성능까지를 관리하고 인력 투입을 제어하며, 금융 관리하는 것이 기업의 비즈니스 인텔리전스(BI)를 실현하는 것임을 다시 한번 강조

하는데, 이것이 AIDEM Tools이 반드시 필요한 이유이기 때문이다.

### 감사의 글

본 연구는 한국산업기술평가관리원(KEIT)이 주관하는 상용 3D CAD와 연동된 국내 호환 소프트웨어 개발(No. RS-2022-00144022)의 지원을 받아 수행되었습니다.

### References

**DNV-GL, DNV Webinar** (2021) Webinar Material, *Digital Transformation in the Maritime Industry, Smart, Data Driven and Secure Operations*, p.43.

**EC (European Commission)** *EU Taxonomy for Sustainable Activities*. [https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/eu-taxonomy-sustainable-activities\\_en](https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/eu-taxonomy-sustainable-activities_en) (Accessed Dec. 01, 2022)

**Esa Jokioinen, RRM (Rolls Royce Marine)** (2014) MUNIN Workshop at SMM, *Towards Remote Controlled Ships*, <http://www.unmanned-ship.org/munin/wp-content/uploads/2014/10/MUNIN-WS@SMM-140909-4-Rolls-Royce-Approach-EJ.pdf> (Accessed Dec. 01, 2022)

**Esa Jokioinen, RRM (Rolls Royce Marine)** (2016) *Remote and Autonomous Ships The Next Step*, <https://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/ship-intel/aawa-whitepaper-210616.pdf> (Accessed Dec. 01, 2022)

**Howard Bowen** (2013) *Social Responsibilities of the Businessman*, Original copyright 1953, University of Iowa Press, p.248.

**IMO, Autonomous Shipping**, <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Autonomous-shipping.aspx> (Accessed Dec. 01, 2022)

**IMO, IMO and the Sustainable Development Goals(SDGs)**,

<https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/SustainableDevelopmentGoals.aspx> (Accessed Dec. 01, 2022)

**BISTEP (Busan Innovation Institute of Industry, Science and Technology Planning)** (2021) Digital Transformation Capability Analysis for Logistics Industry of Busan, Policy Research 2021-01, BISTEP, BUSAN, p.248.

**Keith Davis** (1973) The Case for and against Business Assumption of Social Responsibilities, *Acad. Manag. J.*, 16(2), pp.312~322.

**KMI (Korea Maritime Institute)** (2018) Smart Port, Necessity Establish a Roadmap Considering the Entire Logistics Network, KMI Trend Anaysis Weekly Report, 74, KMI, BUSAN.

**KMOF (Korean Ministry of Oceans and Fisheries)** (2022) Year 2022 Korean-Style Eco-Friendly Ship (GreenShip-K) Supply Implementation Plan, Government Notice No. 2022-1, KMOF.

**MacNet, KR** (2020) *Decarbonization 4.0, Decarbonization Technology Strategy for Super-Gap Global Leading*, MacNet, BUSAN.

**MacNet, KR** (2021) *Digitalization 4.0, Maritime Industry Digitalization, How far has it come?*, MacNet, BUSAN.

**MPA, MPA Living Lab**, <https://www.mpa.gov.sg/maritime-singapore/innovation-and-r-d/mpa-living-lab> (Accessed Dec. 01, 2022)

**MUNIN, Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks**, <http://www.unmanned-ship.org/munin/> (Accessed Dec. 01, 2022)

**PORTXL, Rotterdam Program, Innovate in the Largest Port in Europe**, <https://portxl.org/rotterdam/> (Accessed Dec. 01, 2022)

**Samsung Heavy Industries' SVESSEL, Samsung Smart Ship, Advanced Solution Goes Beyond the Limits**, <http://shi.svessel.com> (Accessed Dec. 01, 2022)

**Tan Cheng Peng** (2016) *Port of Singapore -Cooperation with Ports*, Busan International Port Conference, 3, p.22.

**UNGC UN Global Compact Sustainable Development Goals**, <https://www.unglobalcompact.org/sdgs> (Accessed Dec. 01, 2022)

### 요 지

본 논문에서는 최근 4차 산업혁명을 통해 최신 ICT 기술을 접목하여 대한민국의 항만, 해운, 조선 및 기자재 산업이 물물설없는 완벽 공조를 통한 가치 사슬, Seamless Value Chain이 Smart Seamless Value Chain 성공적인 구축을 위한 산업 간의 협력관계를 정의하고, 이들 산업의 지속 가능한 발전을 위한 핵심 요소가 무엇인지를 고찰해 보았다. 이를 통해 오늘날 디지털화를 통한 탈탄소화를 실현하여 ESG 경영 달성을 위한 방향도 제시하였다. 그리고 특히 중소기업의 관점에서 미래시장을 대응하기 위한 방안으로서의 디지털화의 중요성과, 특히 중소 기자재 업체가 실현하는 디지털 화가 산업계 전반에서 어떤 역할을 하는지 중점적으로 고찰하였다. 이를 통해 산업 간의 연계 상태와 가치 사슬이 원활한 관계를 반드시 유지해야할 필요 사유를 동시에 보여준다. 그리고 대한민국의 산업에서 얻은 실패 사례를 통한 교훈으로 발판 삼아 향후 지능형 연결의 전략적 통로를 만드는 초석을 구축하는 방향성도 제시하였다.

**핵심용어** : 디지털화, 탈탄소화, 지속 가능한 발전, ESG 경영