

프로젝트형 SCM의 개념적 틀에 관한 탐색적 연구 : 플랜트 엔지니어링 기업을 중심으로

김태웅
성균관대학교 경영대학 교수

An Exploratory Study on Conceptual Framework for Project-based Supply Chain Management : Focusing on Plant Engineering Firms

Tae Ung Kim
Professor, SKK Business School, SungKyunKwan University

요 약 본 연구는 플랜트 엔지니어링 산업에 속하는 대기업들의 공급망관리 도입과 운영에 대한 문제점을 살펴보고 이를 개선하기 위한 기본틀을 제시하는데 목적이 있다. 관련 자료의 축적을 위한 사례연구결과, EPC 형태의 사업운영과 더불어 프로젝트 관련 결정의 조정능력 및 정보공유 부족, 적절한 위험 및 변화시스템의 부재 등은 납기 지연 및 예산 초과로 이어진다는 것도 알 수 있게 되었다. 공급망의 정보화는 경쟁력 제고와 직결되므로, EPC 프로젝트 공급망의 협업관련 정보화와 정보공유 수준을 살펴보기 위해 공급망을 구성하는 협력업체에게 설문조사를 실시하였다. 통계적 분석결과, 정보공유, 디자인과 설계활동의 조기참여 및 SCM에 대한 인식은 공급망 상의 협업에 긍정적 영향을 미치나 협력업체의 정보화나 평가는 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이외에도 설계 및 엔지니어링, 조달, 시공의 여러 부문을 통합하는데 기여할 수 있는 프로젝트 공급망관리 모형을 제안했으며 이를 통해 몇 가지 실무적 시사점도 기술하였다.

주제어 : 플랜트 엔지니어링, 공급망관리, 정보화, 협업, 프로젝트, 변화관리

Abstract The objective of this paper is to investigate the issues related to the supply chain management in plant engineering industry, and propose the framework to improve the project efficiency. The preliminary case study shows that EPC's fragmented nature, lack of coordination and information sharing, and lack of proper risk and change management contribute to project delay and cost overrun. To examine the level of informatization and information sharing in supply chain, survey responses from the suppliers and subcontractors have been collected. The statistical results show that information sharing, early involvement in design process and awareness in SCM have influenced the level of collaboration, but supplier assessment and informatization have no impact on the collaboration. A conceptual model is proposed in order to facilitate the integration of design, procurement and construction functions. Implications from the study are also provided.

Key Words : Plant engineering, Supply chain management, Informatization, Collaboration, Project, Change management

1. 서론

최근까지도 지나친 저가 수주와 대규모 적자로 많은

논란을 불러일으키고 있는 플랜트 엔지니어링 및 해양플랜트 엔지니어링은 설계, 기자재 조달, 시공, 시운전 및 가동 등의 과정을 거쳐 완제품을 발주사업주에게 인도하

*This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2017S1A5A2A01024078)

*Corresponding Author : Tae Ung Kim(tukim@skku.edu)

Received September 11, 2018

Accepted December 20, 2018

Revised October 23, 2018

Published December 28, 2018

는 글로벌 엔지니어링 서비스 산업이다. 설계 및 엔지니어링(engineering), 조달(procurement), 시공(construction)의 영문 첫 글자를 따 EPC 산업이라고도 불리는 플랜트 엔지니어링 산업은 지식서비스와 기계설비·건설 등 제조업이 융복합된 산업으로서 타산업에 대한 파급효과가 매우 크고, 석유화학, 철강, 기계, 조선, 에너지 등 주력 장치산업의 고부가가치화에도 큰 기여를 한다. 특히 산업 자체의 부가가치율도 소프트웨어 산업의 부가가치율 50% 보다 높은 56%를 나타내고 있어 고용 및 소득 창출 측면에서 국가 경제에 대한 기여도가 매우 높다[1].

국내 플랜트 엔지니어링 산업의 경우 단일 프로젝트 사업을 일괄 수주, 즉 턴키(turn-key) 방식으로 수주하는 경우가 대부분이다. 상세설계와 시공능력에서 세계적 수준의 기술 경쟁력을 보유하고 있는 국내 기업들도 기획·타당성조사, 기본설계, 프로젝트 관리 등 프로젝트를 마무리하기 위해 필요한 다양한 분야의 기술이 요구되기 때문에 기업 내부 부서간의 긴밀한 정보공유와 협업이 필요할 뿐만 아니라 다양한 외부 협력업체와의 협업이 절대적이다. 일괄 수주 사업을 전제로 하기 때문에 설계, 엔지니어링, 기자재 제작 등을 협력업체에 아웃소싱 하더라도 원가와 납기에 대한 모든 책임은 프로젝트 주관사인 원청기업이 질 수밖에 없기 때문에 프로젝트의 위험도 역시 그만큼 증가한다. 첨단기술이 융복합화된 플랜트 건설에는 세계적인 독자기술을 보유하는 엔지니어링 설계업체와 대형 첨단기자재를 제작하는 협력업체들과의 협업이 요구된다. 국내 플랜트 엔지니어링 기업의 기술력이 일부 영역에 치우쳐 있기 때문이다.

다양한 기술력을 지닌 글로벌 기업들과의 협업관계는 국내에서의 갑과 을 간의 일방적 하청관계와는 격을 달리한다. 개념·기본설계, 프로젝트 종합관리 등과 같은 고부가가치 엔지니어링 기술영역은 EPC 사업방식에서 수주 경쟁력을 좌우할 뿐 아니라 프로젝트 전체의 부가가치를 결정하는 핵심영역임에도 불구하고[1], 사업주의 요구나 국내 기업의 기술력 부족으로 외국 전문엔지니어링 기업에 아웃소싱하기 때문이다. 효율적인 네트워크 인프라가 뒷받침하지 못한다면 기술 및 시공환경 변화에 대한 외부 협력업체와의 협업체계 운영이 어려워진다. 이는 곧 플랜트 엔지니어링 사업을 전략적으로 지원할 수 있는 공급망관리의 도입이 시급함을 의미한다.

공급망관리(Supply Chain Management, SCM)는 제품의 생산과 유통과정에서 부가가치를 창출하는 설계와

디자인, 원자재 공급, 제조, 물류 및 유통, 대리점 판매 등 공급망 전반에 걸쳐 정보공유와 협업을 통해 의사결정의 최적화를 추구하는 혁신적 경영기법이다[2]. 정보흐름, 자재와 상품의 흐름속도를 높여 공급망 내의 자금회전속도를 최대화하고자 한다. 자사 중심의 ERP를 확장하여 공급망 내에서 협력관계에 있는 모든 기업들을 정보망을 통해 연결하고 결절 없는(seamless) 의사결정체계 구축을 목적으로 한다[3,4]. 델컴퓨터, 삼성전자, 애플, 자라, 로레알 등과 같은 글로벌 제조업체들이 선도적으로 도입·운영하고 있는 공급망관리의 개념이 이제는 플랜트 엔지니어링 산업에도 도입될 필요성이 절실해지고 있다.

EPC산업에서 볼 수 있는 프로젝트형 공급망관리는 동일한 상품이나 서비스를 반복적으로 생산하지 않는 대형 프로젝트를 대상으로 하는 전략적 관리도구로서, 공급망 선도기업은 입찰과 입찰 성공후의 프로젝트 진행계획 및 자금조달·운영을 책임질 뿐 실제 디자인, 기술개발 및 시공 등은 공급망에 참여하는 수많은 협력업체들이 이끌어간다. 유사상품을 반복적으로 생산하는 제조업체들과는 달리 1회성 프로젝트 위주의 사업을 전개하는 업(業)의 특성상 협력업체들은 필요에 따라 일정 기간 동안만 프로젝트에 참여하며 차후 다음 프로젝트에도 참여한다는 계약의 연속성은 보장받지 못한다. 따라서 프로젝트형 공급망은 일반 제조기업의 공급망과는 달리 협력업체 입장에서 장기적인 협업관계가 보장되지 못하며, 프로젝트 참여 자체도 불연속적이어서 장기적인 투자가 요구되는 기술부문의 개발에는 참여를 꺼리는 경우가 많다. 그러나 공급망 구성기업 간의 긴밀한 정보공유와 협업만이 생존의 전제조건이라는 측면에서는 일반 기업의 공급망관리와 다를 바가 없다.

프로젝트형 공급망관리의 목표는 프로젝트 수주 및 진척과정에서의 정보축적과 공유를 통한 가시성 확보, 설계와 엔지니어링, 조달, 시공과정에서의 다양한 의사결정과 협업체계를 최적으로 이끌어낼 수 있는 지능화(smart)된 운영체계, 주관사인 원청업체는 물론 발주한 사업주의 설계변경 요구까지도 신속하게 반영할 수 있는 프로세스 혁신과 이의 결과물인 리드타임 최소화에 있다. 일반 제조업과는 달리 플랜트 엔지니어링 공급망은 프로젝트 단계별로 서로 다른 협력업체들이 참가한다. 따라서 중간에 참여하는 많은 협력기업들과의 협업을 효율적으로 진행하기 위해서는 정보공유를 기반으로 프로젝트 전 과정에 걸쳐 계획에서 실행, 문제의 실시간 해결이 가

능하게 하는 기반 인프라가 요구된다. 더불어 프로젝트 진행과정에서 설계변경이 요구될 때에도 프로젝트 비용과 시간 측면에서 어떤 영향을 미치게 될 것인지를 실시간으로 분석할 수 있는 역량이 요구된다.

산업의 규모는 커졌지만 시공위주의 기업문화로 인해 공급망 관리에 대한 관심은 그리 높지 않다. 대형 프로젝트를 진행하다 보면 규모에 묻혀서 어떤 요인으로 인해 프로젝트 비용과 리드타임이 늘어났는지 이해하기 힘들고 일단 프로젝트가 마무리되면 더 이상 그 일에 대해 관심을 두지 않기 때문이다. 플랜트 엔지니어링 산업의 경쟁력 강화를 위해서는 협업적 공급망관리 도입이 절대적이다. 수천 개의 협력업체로 구성된 공급망을 단순히 프로젝트 관리의 대상으로 삼기에는 위험요소가 많다.

본 연구는 대형 플랜트 엔지니어링 사업을 이끌어가는 국내 대기업들의 공급망 운영상의 문제점을 비공식적인 사례분석을 통해 살펴보고, 경쟁력 강화를 위해 프로젝트 공급망관리 시각에서 고려해야 할 대안들을 제시하는데 목적이 있다. 이를 위해 본 연구에서는 우선 현업에 종사하는 실무전문가들과의 비공식적 인터뷰와 사례분석을 통해 수집한 국내 플랜트 엔지니어링업체들의 공급망 측면 문제점을 요약·정리해보고자 한다. 공급망관리의 운영은 정보공유를 기반으로 하는 동시적 관리가 핵심인데, 이미 정보화가 고도화된 공급망 선도 기업들과 협력관계에 있는 협력업체들의 정보화와 공급망관련 활동 수준을 설문조사를 통해 분석 봄으로써 EPC사업 전체의 공급망관리 수준을 평가해 보고자 한다. 본 연구의 최종적인 목표는 협업과정의 프로세스화, 실시간 정보공유와 대응의 동기화 등을 가능하게 하는 프로젝트형 공급망관리시스템의 기본적인 인프라와 운영전략 제시에 있는데, 이를 위해 프로젝트형 공급망을 움직이는데 필수적인 계획수립과 모니터링 기능의 구조와 역할에 대해서도 제안해보고자 한다.

2. 플랜트 엔지니어링 공급망관리

플랜트 엔지니어링 사업은 설계와 시공과정을 거친다는 측면에서 건설업과 상당히 유사하지만, 다음과 같은 독특한 특성을 지닌다. 첫째, 시공에만 통상 2년에서 5년 정도의 상당히 오랜 시간이 소요되며 건설 분야와는 달리 효율적인 운영·유지보수 계획 수립도 중시된다. 둘째,

대규모 투자가 소요되는 장치산업이 대상이므로 투자회수에도 장기간이 소요되어, 원청 사업주뿐만 아니라, 금융, 엔지니어링 라이선스 제공업체, 기자재 제공업체, 유지·보수업체 등 여러 협력업체들의 이해관계가 복잡하게 얽혀 있다[2]. 따라서 설계, 관련법규 및 환경 영향에 따른 비용, 공기 지연에 따른 책임 및 비용 분담 등 다양한 이슈에 대한 의견 조정과 협업이 필요하다[1]. 셋째, 프로젝트 완료까지 소요시간이 길고 턴키방식으로 수행되기 때문에 잠재적 위험요인의 존재가능성이 크다. 그러므로 프로젝트는 설계·기자재·시공 등의 여러 부문이 협업을 통해 통합적으로 진행 및 관리되지 않으면 이익을 창출하기가 쉽지 않다.

전통적인 플랜트 엔지니어링 사업에서는 설계, 조달, 시공 등의 핵심프로세스 간 상호연결성을 중시하지 않았다. 단계별로 프로세스가 마무리되면 그 다음 단계로 이어지는 일종의 선형관계 유지만으로도 충분했기 때문이다. 그러나 최종 산출물의 구조가 복잡해지고 발주자인 사업주의 설계변경 요구가 빈번해지면서 기존의 기업 간 협력관계로는 설계 수정, 부품 및 기자재 공급의 지연, 날씨와 같은 외부환경의 변화 등으로 인해 발생하는 프로젝트 지연현상을 체계적으로 대처하기가 어려워졌다[5]. 즉, 일반 제조업에 비해 디자인과 시공프로세스 측면에서 불확실성이 높아 프로젝트수행 경험을 거듭하더라도 제조업에서와 같은 일관성을 확보 및 유지가 어렵기 때문이다. 특히 프로젝트 시공현장이 외국에 위치하며 기자재나 부품을 공급하는 협력업체가 여러 국가에 산재한 경우에는 물류관리의 중요성은 더욱 높아진다. 모든 필요 자재와 부품, 기자재들이 시방서(specifications)에 요구된 규격 및 품질을 준수하도록 관리가 필요한 것은 물론이며, 정시에 정량이 제 위치에 공급될 수 있도록 정교한 계획수립과 통제과정이 요구된다. 특히나 이들 기자재가 프로젝트 상의 주공정(critical path)에 해당되는 작업과 연계된다면 그 중요성은 더해진다.

플랜트 엔지니어링 사업은 프로젝트로 진행되므로 다수의 협력업체와 파트너기업들이 프로젝트 진행에 따라 공급망에 참여하기도 하고 빠져나가기도 한다. 따라서 프로젝트형 공급망 내에서의 협력업체와의 협업은 공급망 경쟁력에 지대한 영향을 미치며, 이와 같은 협업은 구성원간의 정보와 지식공유를 기반으로 한다[6]. 특히 프로젝트를 운영하기 위해 지리적으로 멀리 떨어져 있는 여러 현장 사업장을 관리하고 다양한 분야의 협력업체와

의 협업이 요구되는 경우, 하청 수준의 아웃소싱이 아니라 수평적 관계에서의 의사소통, 정보공유, 협업이 요구된다. 이러한 과정을 통해 공급망 선도기업과 공급망 구성기업들은 다양하며 지역적으로 넓게 산재되어 있는 정보와 자원에 접근이 가능해지고[7], 네트워크 형태로서 복잡한 공급망 상의 다양한 업무와 활동을 결합하여 새로운 가치와 서비스를 창출할 수도 있으며, 자연스럽게 조직의 학습이 진행된다.

그러나 플랜트 엔지니어링 산업의 경우 이와 같은 협력관계의 연속성이 떨어지는 것이 보통이고 교섭력에 따라 다소 적대적 관계가 형성되기도 한다. 프로젝트 선도기업은 가급적 수주 및 설계, 시공관련 정보를 공유하기 꺼리고 특히 개발과 프로젝트 시공과 관련한 위험관련 정보는 감추는 경향이 있다[8]. 이러한 행위는 프로젝트 공급망에 참여한 협력업체 입장에서 선도기업인 EPC사에 대한 신뢰에 부정적으로 작용하며 더불어 장기적 협업관계를 해치는 요인으로 작용한다.

프로젝트 선도 기업이 필요에 따라 업무협업을 요구하고 관련업무가 종료되면 그것으로 관계 관리를 종결하는 방식은 선도 기업 입장에서는 관리업무가 편하고 단순해진다. 협력업체 입장에서도 해당업무에 참여했던 팀을 해체하여 새로운 프로젝트로의 전환배치가 가능해지므로 별 문제될 것이 없다. 그렇지만 이런 비연속적 협업관계는 프로젝트상의 예상하지 못한 변화가 생기는 경우에 납기와 원가관리 측면에서 상당한 취약성을 보인다. 예를 들어 사고나 갑작스러운 발주 사업주의 요구사항 추가 또는 설계 및 시공과정의 변경 등으로 인하여 프로젝트 일정의 대폭적인 수정이 이루어질 때, 협력업체와의 협업이 요구된다. 그러나 이 경우 단절적 관계에 있는 협력업체를 다시 프로젝트에 참여시키는데 상당한 추가 비용과 시간이 소요된다. 뿐만 아니라 기회주의적 행위에 취약한 단절적 협업관계는 신뢰구축을 어렵게 하기 때문에 기자재 및 장비의 플랫폼 기반 개발과 같은 장기적 협업관계 구축을 가로막는다.

또 하나의 전략적 유의사항은 프로세스 간의 인터페이스가 SCM 안에 자연스럽게 녹아들어가 있어야 한다는 점이다. 설계, 기자재 제작, 시공 등의 프로세스를 각기 독립된 부문으로 고려하고 프로젝트를 운영한다면 여러 다양한 문제에 봉착하게 된다. 다시 말해, 설계, 기자재 제작, 시공 등을 독립된 프로세스로서 순차적으로 진행되면 충분하다는 사고는 공급망관리 개념과는 대치된

다. 다양한 부문 간 인터페이스와 상호작용에서 발생할 수 있는 문제점을 예시하면 다음과 같다[9].

- 사업주·설계부문 간 인터페이스 - 사업주의 니즈 정의 및 프로젝트 진행과정에서의 수정요구에 대한 신속한 대응력
- 설계·엔지니어링 부문 간 인터페이스 - 부정확한 설계정보, 수정 및 변경에 대한 부적절한 대응, 신속한 대응력결여, 시공 자체가 어려운 설계도면의 제시, 시도된 바 없는 공법의 요구
- 엔지니어링·구매·협력업체 간 인터페이스 - 데이터의 부정확성, 엔지니어링 도면의 가독성 미비와 실제 적용의 어려움
- 엔지니어링·공사현장 인터페이스 - 엔지니어링 팀의 현장 부재로 인해 시공 상의 어려움을 신속히 대응할 수 있는 능력 부족
- 구매·부품 및 기자재 공급업체·공사현장관리 간의 인터페이스 - 부정확한 데이터와 스펙, 협업 부재 및 부품 및 기자재 품질의 미비
- 구매·물류·공사현장 관리 간의 인터페이스 - 구매 물품 배송시점과 루트의 부적절, 통관이나 검사과정의 지연, 배송시점 오류로 인한 장기보관 상의 문제, 부적합 포장 등으로 인한 품질문제

이외에도 Whyte, Stasis & Lindkvist[10]는 복잡한 프로젝트형 공급망의 경우 설계나 기자재 제조 및 시공과정에서의 수정이나 변경이 불가피한 경우에 이를 승인하고 그 과정을 실시간으로 추적하는 변화관리(change management) 시스템이 구축되어 있지 않은 경우가 많다고 지적한 바 있다. 플랜트 엔지니어링 사업을 전개하다 보면 사업주의 요구나 시공현장에서의 예상치 못한 변수로 인해 작업과정의 수정이나 현격한 변경이 요구되는 경우가 있다. 그렇지만 이런 사건에 대비한 실시간 진행상황 업데이트, 상시적 변경관리 모듈 활용, 관련 정보의 협력업체와의 실시간 정보공유 등은 아직도 요원한 단계인 것으로 평가되고 있다[11].

3. 플랜트 엔지니어링 공급망의 취약점

3.1 플랜트 엔지니어링 공급망의 비효율적 요소

플랜트 엔지니어링 사업을 단순히 엔지니어링, 구매,

시공과정을 단계별로 거쳐 가는 사업으로 간주한다면 예측 불가능한 외부 환경의 변화와 설계 변경요청에 대한 대응력은 저하될 수밖에 없다. 엔지니어링은 글로벌 기업에 외주를 주고, 구매는 프로세스 수행만 인터넷 기반의 e-procurement 형태를 유지하며, 시공은 아예 별도의 건설공사 정도로 간주한다면 복잡다단한 프로젝트의 효율적인 운영은 거의 불가능해진다.

ERP의 적용이 재무, 회계, 구매, 인사 부문에 한정되고, 설계파트너 기업이나 기자재 공급업체 및 시공하청업체 등과 전자정보망을 통한 연결성이 미진하다면 대부분의 정보흐름은 오프라인으로 이루어질 수밖에 없다. 원청 사업주의 설계 변경요구와 외부환경의 변화는 내부 관련 부서뿐만 아니라 프로젝트 공급망을 구성하는 다양한 외부 주체들의 협조와 적극적인 대응이 요구된다. 프로젝트 운영과정의 유연성 부족은 곧바로 시간의 근무, 재고 비축, 값비싼 운송수단 사용, 반복적인 재작업, 기자재의 추가 주문 등으로 이어져 해당 프로젝트 전체 영업이익의 급격한 하락을 초래한다. 프로젝트의 구조가 복잡할수록 이와 같은 문제점은 더욱 심각하게 부각된다. 현업에 종사하는 실무전문가들과의 비공식적 인터뷰와 사례연구를 통해 정리한 국내 플랜트 엔지니어링 업체들의 공급망 측면 문제점을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 외국 엔지니어링 업체들을 포함한 협력업체와의 정보공유가 미흡하여 프로젝트 진행에 대한 가시성이 낮은 점이 가장 큰 문제이다. 플랜트 엔지니어링 프로젝트는 복잡하고 다양한 기술력을 요구하는 경우가 대부분이기 때문에 프로젝트의 상당 부분을 아웃소싱 한다. 프로젝트 일정이 진행되면서 특정 과업이 마무리되면 공급망에서 명시적인 관계가 종료된 협력업체들과 새로운 과업을 맡게 될 신규 협력업체들로 인해 공급망의 네트워크 구조 자체도 지속적으로 변하게 된다. 따라서 이들을 신속하게 연결시킬 수 있는 신속성 있는 공급망관리 시스템이 요구된다. 이 관리시스템의 물리적 기본구조가 되는 정보전달 및 공유인프라가 부실하면 협력업체들도 효율적인 정보 제공 자체가 어려워 능동적인 정보제공을 기피하게 된다.

이런 상황에서는 프로젝트의 진척과정 상의 수정내역을 확인하고 문제점을 검토하는 변경관리 시스템이 구축되어 있을 가능성도 매우 낮다. 오프라인으로 프로젝트 관련 정보를 관리하게 되면 데이터의 시의성은 물론 정확성이나 신뢰성도 떨어질 수밖에 없다.

둘째, 설계변경에 관한 긴급한 정보는 공급망 전체에 걸쳐 실시간으로 공유되어야 함에도 불구하고, 조직구조와 정보망의 미흡함으로 인해 상당히 지연되어 전달된다. 플랜트 자체의 설계 변경은 플랜트를 구성하는 부품이나 기자재 구조 변경 그리고 시공과정변경 등을 초래한다. 예를 들어, 변경 관련 정보의 공유가 늦어질수록 협력업체는 불필요한 기자재 제작과 시공 작업을 시작할 가능성이 있다. 공급망 내에서의 정보공유에 소요되는 시간이 길어질수록 프로젝트 비용은 급증할 수밖에 없다. 설계변경 정보가 설계부문에서 조달을 거쳐 기자재 제작업체나 시공협력업체로 순차적, 간접적으로 흘러들어가게 된다면 납기지연과 원가상승을 초래한다. 경우에 따라서는, 협력업체에게 구매오더가 나간 후 정보시스템 상의 설계정보 변경 없이 오프라인으로만 변경내역을 통보하여 시공현장의 실물정보와 시스템 상의 정보가 불일치하는 혼란이 야기되기도 한다.

이와 같이 정보전달 및 공유 자체가 오프라인으로 진행되는 경우 기준정보의 신뢰성이 저하되고 가시성 확보도 미흡해지며, 결과적으로 불필요한 자재의 재고화(不盡在庫), 설계변경에 따른 재작업의 반복, 전체적인 프로젝트 일정 지연 등으로 이어진다.

셋째, EPC사 내부적으로도 엔지니어링 및 설계, 견적/발주, 제작 및 검사, 포장, 운송 및 통관, 입고 등 다양한 프로젝트 내 과업들이 거의 독립된 사내 기능으로 운영되고 있다. 관련 정보의 실시간 업데이트와 공유가 이루어지지 않고 있는 경우가 많아 프로젝트 진행과정에 대한 가시성이 저하됨은 물론이고, 이런 정보 확산의 지연은 프로젝트 공급망 내 기준정보의 정확성과 신뢰성을 해쳐 오프라인 위주의 소통을 조장하는 폐해도 낳게 되며 프로젝트 진행과정에서 발생하는 문제에 대한 사전적 대응도 어려워진다. 실질적으로 새로운 정보를 업데이트 하여 손쉽게 공유할 수 있는 시스템 구축도 쉽지 않다.

넷째, 프로젝트 진행과정에서 문제나 사건이 발생한 경우 그 과정과 내역을 협력업체나 사업주에게 실시간으로 정보 공유한 뒤 발생 원인을 분석하여 원가에 반영하는 관리회계체제가 미흡하다. 문제나 하자의 책임소재가 협력업체에 있는지 또는 설계변경을 요구한 사업주에 있는지 혹은 불가항력적인 환경변화에 의한 것인지를 판단하고 추가적인 원가발생에 대한 부담주체를 결정짓는 프로세스 정립이 필요하다. 이런 프로세스가 확립되지 않으면 재무적 손실과 유사 품질문제의 재현으로 인한 프

로젝트 일정 지연이 일어날 수 있다.

다섯째, 상세설계부문에서 기자재 별 설계 및 규격 기록 미비와 누적 데이터 부족으로 공용화·표준화된 자재나 부품, 기자재보다는 프로젝트마다 새롭게 설정한 세분화된 설계규격을 협력업체에 요구하는 경향이 있다. 상세설계 내용 자체를 이해하는 데에도 상당한 시간적 낭비를 초래할 뿐만 아니라 다품종소량생산을 초래하여 조달 리드타임을 증가시키고 빈번한 원가 상승과 품질 문제를 불러일으키기도 한다. 특히 설계변경으로 인해 투입 자재나 기자재 요구가 변경되는 경우 선행 발주한 자재의 타 용도로의 전환도 어려워지고 요구량 추정오류로 인해 잉여자재가 발생할 경우에도 다른 용도로의 전환이 어려워진다. 크기가 큰 경우에는 통합물류센터로의 이동이나 보관 자체가 어려워 폐기되는 경우도 많다.

3.2 플랜트 엔지니어링 공급망 참여기업의 정보공유와 협업 및 공급망관리에 대한 인식 조사

대기업들로 구성된 플랜트 엔지니어링 공급망 선도 기업들에게 조직 내부의 문제점도 혁신의 큰 장애요인이지만, 공급망을 구성하는 다양한 참여·협력기업들의 정보공유, 협업, 공급망관리 관련 이슈에 대한 인식수준도 문제가 될 수 있다. 국내 플랜트 엔지니어링 공급망 선도 기업들은 공급망관리 도입을 위한 정보시스템을 구축하고 협력업체 포털까지 운영하고 있는 경우가 많다. 글로벌 기업으로 평가받고 있는 만큼 프로젝트형 공급망의 효율적 운영을 위한 다양한 정보화 도구에 투자를 아끼지 않고 있다. 다만 이들과 협력관계에 있는 다수의 기업들도 공급망의 정보화에 노력을 기울이고 있느냐가 문제이다. 일시적인 필요에 의해 구축되는 계약기반의 협업관계는 정보공유를 가로막으로 신뢰구축을 어렵게 하며 환경변화에 대한 신속한 대응을 어렵게 한다.

프로젝트 공급망 참여기업들도 적절한 수준의 정보화 노력을 투입해야만 공급망 내에서의 효율적 협업이 가능해질 것이며 납기와 품질, 원가에도 부정적 영향을 미치지 않게 된다. 공급망 내에서의 협업과 정보화 수준에 관한 상황을 살펴보기 위해 본 연구에서는 국내의 대표적인 플랜트 엔지니어링 공급망 선도 기업들의 1차 협력업체들을 대상으로 설문조사를 실시하였다.

공급망 내에서의 협업에 영향을 미치는 요인은 매우 다양하다. 프로젝트 공급망 참여기업 간의 의사소통 및 피드백은 구성원 간의 통합적 의사결정 및 신뢰 형성에

긍정적 영향을 미치지만, 인터넷 기반의 정보시스템 지원 없이는 거의 불가능하다. 프로젝트형 공급망의 경우, 일정 변경사항에 대한 통보, 현장 문제발생시 대응시간 단축, 설계변경 등의 변화에 대한 참여기업 간의 내부 연결성[13]이 매우 중요하다. 이와 같은 정보공유는 쌍방 간 장기적 협력관계, 경영의사결정 및 행위의 투명성, 파트너 간의 다양한 지식공유 연결망 등이 전제되어야만 가능하다[2]. 또한 공급망 파트너십 구축은 해당 주도기업에 특화된 자산과 협업체제 구축으로 이어진다. 그러나 협력업체 입장에서는 사업 자체가 일회성이며 자체적으로 독립기업이기 때문에 적절한 평가가 수반되지 않으면 강력한 파트너십 요구가 쉽지 않다[24,25].

이러한 기존 연구를 토대로 본 연구에서는 협업, 정보공유, 디자인과 설계활동의 조기참여, SCM에 대한 인식, 협력업체의 정보화, 협력업체에 대한 평가 등에 관한 설문을 조사에 포함시켰다.

구체적인 연구요인 관련 설문내역은 Table 1과 같으며 ‘전혀 동의할 수 없음’에서 ‘매우 동의함’까지의 7점 만점 리커트 척도로 구성하였다. 협업은 ‘선도기업과의 다양한 협력 및 환경변화에 대한 대응활동의 정도’로 정의하였으며, 김태웅[2]과 Sanders[12] 등의 연구를 기반으로 본 연구 상황에 맞게 6개 항목을 수정하여 사용하였다. 정보화는 ‘협력업체의 정보시스템 구축계획 및 지속적 보완에 대한 전략적 의지’로 정의하고 Zhang et al.[13]과 Peppard & Ward[14]를 참조하여 6개 항목을 개발하였다.

정보공유는 ‘협력업체가 선도기업과의 의사소통과 정보공유에서 컴퓨터와 인터넷을 기반으로 하는 조직간 정보시스템을 활용하는 정도’로 정의하였으며 Al-Busaidi et al.[15], Wu et al.[16], Lee et al.[17], Park et al.[18] 등을 참고하였다. 조기참여(early involvement)는 ‘협력업체가 선도기업의 프로젝트 설계와 계획수립과정에 조기 참여하는 정도’로 정의하였으며 Zainol et al.[19]과 Persson et al.[20]을 참조하여 3개 항목을 사용하였다.

공급망에 대한 인식은 ‘협력업체가 공급망관리의 중요성과 공급망 전체의 목표 달성이 개별기업의 목표달성으로 이어진다는 것을 인정하는 수준’으로 정의하였으며 Arantes et al.[21], Singh et al.[22], Park과 Park[23] 등의 연구를 참조하여 3개 측정항목을 개발하였다. 공급업체 평가는 ‘협력업체가 공급망관리 차원에서 선도기업이 시행하는 평가 및 인센티브 공유 정도’로 정의하였으며 Ho et al.[24]와 Eriksson[25]를 참조하였다.

대표적인 플랜트 엔지니어링기업들의 1차 협력업체를 대상으로 설문조사를 의뢰하였다. 회사대표 및 구매·자재 총괄 책임자, 관리책임자 등에 설문참여를 요청하였으나 관련 산업의 부진과 구조조정으로 응답률이 매우 저조하여 72개 설문만이 회수되었다. 최종 분석대상으로 설정된 71개 사의 매출액 규모를 살펴보면 50억원 미만 이 5%, 50억 이상 100억 미만 35%, 100억원 이상 200억

미만이 37%, 그 이상이 23%를 차지하고 있으며, 공급망 선도기업과의 거래기간은 모든 기업들이 5년을 넘는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 기존 문헌을 통해 추출된 변수와 해당 변수의 조작적 정의를 통해 만들어진 다항목 변수들에 대한 단일 차원성을 검증하기 위해, 즉 설문지의 각 문항들이 측정하고자하는 요인으로 잘 묶이는지를 평가하기

Table 1. Scale items and Reliability

construct	scale items	factor loading	Cronbach's alpha
collaboration 1	Our company receives and shares the information about the changes in the requirement or specification without delay, and gets involved in the joint planning process.	.719	.833
collaboration 2	Our company shares the information about the event or changes that may have some influence on the project, with the leading company of the supply chain.	.694	
collaboration 3	Our company maintains the communication channel with the leading company of the supply chain, in order to check and adjust the work schedule.	.812	
collaboration 4	Our company and the leading company of the supply chain frequently check and adjust the project information, in order to have common understanding about the needs and preferences of plant client(owner).	.625	
collaboration 5	Our company and the leading company of the supply chain frequently check and adjust the project contents, in order to have common understanding about the work process, needs and expectations about each other.	.645	
collaboration 6	Our company and the leading company regularly have pre-inspection meeting to maintain the overall project quality.	.772	
the level of informatization 1	Our company constantly reviews the innovative opportunity for strategic use of information technology.	.655	.934
the level of informatization 2	Our company's information technology provides the systematic data base management function.	.863	
the level of informatization 3	Our company's information system generates and uses the real-time data.	.865	
the level of informatization 4	Our company's information system is based on ERP system.	.919	
the level of informatization 5	Our company's information system provides the data standardization tool for sharing and better access to high quality data.	.922	
the level of informatization 6	Our company has the appropriate information systems planning for introduction and use of new information technology	.833	
information sharing 1	Our company has installed the integrated information system to connect our company with the leading company of the supply chain.	.839	.897
information sharing 2	Our company provides our work schedule to the leading company of the supply chain through the inter-organization information.	.834	
information sharing 3	Our company shares the data and information concerning the design and the requirement specification with the leading company of the supply chain through the inter-organization information system.	.867	
information sharing 4	Project schedule for the entire plant construction can be obtained through the inter-organization information system.	.841	
early involvement 1	Our company gets involved in the joint planning process for the new technology introduced and implemented in the project.	.738	.898
early involvement 2	Our company get involved in the basic and detailed design process for the leading company of the supply chain	.896	
early involvement 3	Our company get involved in the process of early supplier involvement.	.851	
awareness in SCM 1	Our company and the leading company of the supply chain devise multilateral cooperative plan to accomplish the goals of the entire supply chain.	.512	.806
awareness in SCM 2	Our company and the leading company of the supply chain agree on the strategic importance of the supply chain.	.674	
awareness in SCM 3	Our company and the leading company of the supply chain agree on the fact that each firm accomplishes its goal by accomplishing overall supply chain optimization goal.	.816	
supplier assessment 1	Our company knows exactly how the leading company of the supply chain uses the supplier selection and assessment process.	.792	.782
supplier assessment 2	The leading company of the supply chain establishes the supplier evaluation and incentive system, and shares the evaluation results with our company.	.710	

위한 타당성 검증을 위해 탐색적 요인분석을 실시하였다. 요인추출은 주성분분석방법과 베리맥스회전 방식을 이용하였다. 요인분석 결과 Table 2에서 알 수 있듯이 고유치가 1이상인 요인이 모두 6개로 이들 요인에 의해 전체 변동의 74.6% 정도가 설명됨을 알 수 있었다. 크론바하 알파값도 모두 0.7을 상회하여 신뢰도도 확보된 것으로 평가할 수 있다[26,27]. 더불어 각 요인의 평균값을 구해보면, 7점 척도기준으로 조기참여가 4.82로 제일 높고 협업이 4.68로 그 다음을 차지하고 있다. 정보화가 4.62, 공급망 인식이 4.22, 공급업체 평가가 4.10, 그리고 정보공유가 2.87로 가장 낮은 수준을 보이는 것으로 나타났다.

설문 내역을 참고하면 협력업체의 정보화 추진의지는 어느 정도 확인되지만, 공급망 선도기업과의 디지털화될 연결고리를 통한 정보공유나 커뮤니케이션은 극히 부진한 것으로 사료된다. 아직도 많은 경우 이메일이나 면대면 또는 그 외 통신수단을 활용하여 정보 및 데이터 공유가 이루어지는 것으로 판단된다. 시공 차원에서는 글로벌 경쟁력을 보유하고 있는 것으로 평가되지만, 프로젝트 리드타임의 상당 부분을 차지하는 협업을 위한 정보공유와 커뮤니케이션은 아직도 기존 채널을 그대로 사용하는 것으로 사료되어 공급망내의 심각한 주의환기가 요

구된다. 그 외 공급망의 전략적 중요성에 대한 인식이나 공급업체 평가 및 인센티브의 중요성 평가도 그리 높지 않은 것으로 평가된다. 7점 만점에 평균 5점 이상을 나타낸 요인이 전무하다는 것도 특기할 만하다. 그만큼 공급망관리는 플랜트 엔지니어링산업에서 전략적인 이슈로 논의되지 않고 있다는 의미로도 해석할 수 있을 것이다.

한편 협업을 종속요인으로 설정하고 정보화, 정보공유, 조기참여, 공급망에 대한 인식, 공급업체 평가 등의 요인들을 독립변수로 설정하여 회귀분석을 시도하여 보았다. 통계적 분석 결과 회귀식의 F값은 12.177(p값 = 0.001)로 나타나 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 또한 결정계수(R^2)값은 0.484로 5개의 독립변수가 종속변수인 협업 변동의 48.4%를 설명하고 있고 볼 수 있다. Table 3에서 알 수 있듯이 분산팽창요인값(VIF)도 모두 10을 넘지 않아 다중공선성도 문제되지 않는 것으로 나타났다. 개별 독립변수의 통계적 유의성을 살펴보면 정보공유(계수값 = 0.219, p값 = 0.006), 조기 참여(계수값 = 0.259, p값 = 0.009), 공급망 중요성에 대한 인식(계수값 = 0.308, p값 = 0.004)이 협업에 유의한 영향력을 나타내고 있으며, 정보화와 공급업체 평가는 5% 유의수준에서 직접적 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

Table 2. Total Variance Explained and Eigenvalues

Factor	Initial eigenvalue			Extraction sums of squared loadings			Rotated sum of squared loadings		
	TOTAL	% variance	% cumulative	TOTAL	% variance	% cumulative	TOTAL	% variance	% cumulative
1	7.689	30.754	30.754	7.689	30.754	30.754	4.523	18.094	18.094
2	3.745	14.981	45.735	3.745	14.981	45.735	3.688	14.753	32.847
3	3.433	13.732	59.467	3.433	13.732	59.467	3.506	14.024	46.871
4	1.521	6.084	65.551	1.521	6.084	65.551	3.389	13.557	60.428
5	1.213	4.850	70.402	1.213	4.850	70.402	1.784	7.136	67.563
6	1.055	4.221	74.623	1.055	4.221	74.623	1.765	7.060	74.623

factor 1 : the level of informatization , factor 2 : information sharing factor 3 : collaboration,
factor 4 : early involvement, factor 5 : awareness in SCM, factor 6 : supplier assessment

Table 3. Regression Analysis

Dependent Variable : collaboration		coefficients		t-value	p value	multicollinearity test	
		B	standard error			tolerance	VIF
Independent Variable	constant	1.160	0.555	2.090	0.041		
	the level of informatization	-0.059	0.091	-0.648	0.519	0.874	1.144
	information sharing	0.219	0.077	2.841	0.006	0.888	1.126
	early involvement	0.259	0.095	2.711	0.009	0.746	1.340
	awareness in SCM	0.308	0.104	2.946	0.004	0.702	1.424
	supplier assessment	0.151	0.095	1.593	0.116	0.685	1.459

공급망의 성공적인 운영과 성장은 다양한 협력업체 및 공급업체와의 효율적 협업이 가장 중요하다. 복잡다단한 플랜트 엔지니어링 산업의 특성상 소수의 기술선도기업이 모든 프로세스를 독점적으로 이끌어갈 수 없기 때문이다. 이음새가 보이지 않는, 즉 다소 간의 업무나 작업의 지연을 허용하지 않는 공급망을 이끌어가기 위해서는 수많은 협력업체와 선도기업 간의 끊임없는 정보교환과 공유, 그리고 이를 기반으로 하는 협업이 요구된다. 본 연구의 회귀분석에서는 정보공유와 계획수립과정에서의 조기 참여, 공급망 중요성에 대한 인식 등이 협업에 유의한 것으로 나타났다. 그러나 정보공유의 경우 평균값이 극히 낮은 수준인 것으로 보아, 예상치 못한 변동이나 사건에 대한 신속한 대응이나 리스크관리는 쉽지 않을 것으로 생각된다. 결과적으로 협업이 이루어질 수밖에 없겠지만 대응에 소요되는 리드타임 측면에서 충분하지 않을 수 있다.

협력업체의 정보화는 조직 자체의 효율화를 위한 것이며 공급망 성과에 기여할 수 있는 측면은 별로 고려하고 있는 것으로 보이지 않는다. 또한 공급업체 평가도 협업에는 직접적 영향을 미치지 않는다는 것은 성과평가를 통한 인센티브 제공이나 장기적 파트너십 관계로의 발전보다는 계약내용의 준수 여부 정도를 평가하는데 그치는 것으로 사료되어 공급망관리 차원에서의 평가와 이를 반영한 인센티브 제공 등을 고려한 유의성(valence)과 수단성(instrumentality) 측면과는 상당한 괴리가 있는 것으로 추정된다.

4. 플랜트 엔지니어링 공급망의 구조

플랜트 엔지니어링 사업의 효율적 운영을 위한 SCM은 공급망 인프라 구축, 협업과정의 프로세스화, 실시간 정보공유와 대응의 동기화 등을 요구한다.

공급망 정보인프라는 시의적절한 효율적 의사결정을 도모하기 위해 필요한 전제조건으로 데이터와 정보의 정합성과 표준화, 그리고 데이터를 창출해내는 업무프로세스의 표준화 등을 포함한다. 관련 데이터와 정보에 대한 접근성이 우선적으로 확보되어야만 공급망내의 정보흐름이 촉진되고 가시성이 확보되며, 결과적으로 의사결정의 효율화도 가능해진다. 필요한 대안을 도출할 때마다 자료나 데이터를 찾고 니즈에 맞는 형태로 재구조화하는데 낭비하는 시간을 최소화할 필요가 있기 때문이다.

공급망 정보인프라 구축으로 가시성이 제고되면 협업과정의 프로세스화가 정착될 수 있다. 즉, 필요할 때마다 협업을 논의하는 것이 아니라 공급망내의 연결고리를 통한 정보공유를 통해 상호작용이 지속적으로 유지되어야 한다는 의미를 내포하고 있다. 그렇지만 협업과정의 프로세스화가 가능하기 위해서는 신뢰가 뒷받침해야 한다. 신뢰는 주로 상당기간 동안의 거래경험을 토대로 형성되며 일종의 실증적 의미로 이해해야 한다. 공급망을 이끌어가는 선도 기업 그들 고객과 협력업체에게 약속한 내용을 지킨다는 실제적인 경험이 일정 수준이상 축적되어야만, 협력업체들은 상보적(complementary)으로 신뢰라는 신호를 선도 기업에게 보내게 될 것이다. 이런 신호가 양방향으로 구체화되면서 공급망 내의 신뢰가 사회적 자본으로 쌓여가게 된다[3].

따라서 현실적으로 아무런 인센티브가 협력업체에게 돌아가지 않는 상황이라면 동반성장이나 신뢰는 단순한 주장에 불과하게 된다. 설문조사 결과에서 협력업체에 대한 평가나 인센티브 제도가 협업에 유의한 영향이 없던 것은 현실적으로 주도기업이 원하는 바와 같이 공급망 내의 연결고리 구축이나 지속적인 상호작용이 쉽지 않다는 의미로 해석할 수 있다.

연결고리가 구축되지 않으면 플랜트 엔지니어링 프로젝트 원가 및 납기준수에 가장 큰 영향을 미치는 동기화(synchronization)는 거의 불가능한 과제이다. 예를 들어 여건 변화나 예상치 못한 이벤트 발생에 대한 대응 등 업무활동의 동기화는 실시간적인 정보공유를 토대로 해야 하며, 이는 곧 공급망 내의 정보시스템을 비롯한 다양한 연결고리를 기반으로 한다. 하지만 본 연구의 회귀분석 결과에 따르면, 평가 및 인센티브가 협력업체에게 긍정적인 신호나 경험으로 자극되지 않는다면, 협력업체는 선도기업과 연결이나 긴밀한 상호작용에는 별다른 관심을 두지 않는다고 볼 수 있다.

이러한 플랜트 엔지니어링 프로젝트의 특성과 목표를 일부나마 달성하기 위해서는 Fig. 1에 제시되어 있듯이 프로젝트 전체를 조망할 수 있는 체계적인 계획과 모니터링 기능이 시급하다. 구체적으로 그 내용을 정리해보면, 첫째, 공급망관리와 관련한 혁신활동을 이끌어갈 e-SCM 팀을 구축한다. 예정가격 산정 및 수주활동, 설계, 기자재 조달, 시공, 시운전 등의 프로젝트 스케줄 관리, 예상치 못한 사건에 대한 리스크관리 등의 담당할 팀이 공식적 조직 구조 안에 구성되어 있어야 한다. 이 팀

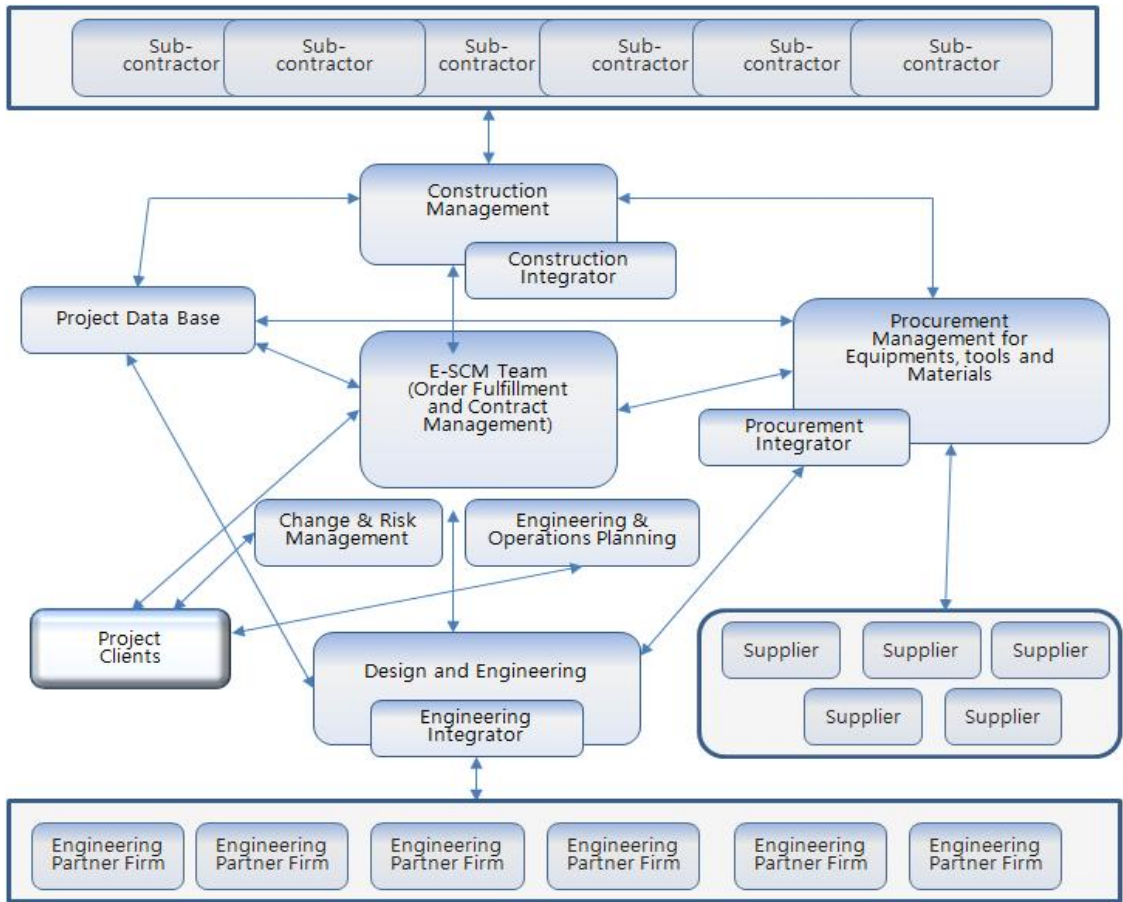


Fig. 1. The Basic Structure of Project-based Supply Chain Management

으로 하여금 프로젝트의 모든 과정을 점검하고 실시간으로 관련 정보의 추적·관리·공유가 가능하도록 공급망관리를 전담하도록 한다. 또한 새로운 솔루션의 니즈분석, 협력업체의 체계적 관리 및 발굴·육성 등을 지속적으로 추진하는 중추적인 역할도 담당하도록 한다. 제조업에서 흔히 활용하는 생판회의와 유사한 개념의 가치 엔지니어링 진척회의(engineering & operations planning, 이하 E&OP)를 주단위 회의로 일상화할 필요가 있다. E&OP 회의를 통해 중장기 프로젝트 진행에 있어 핵심적인 의사결정 및 계획을 확정하고 산업과 시장전망을 검토하고, 손익, 각종 자재 재고의 운영방침 및 계획을 확정하고, 주요 프로젝트 과업 진행에 관련된 기술적인 이슈와 원가 측면의 문제를 논의한다. 공식적이고 주기적인 E&OP 회의에서 프로젝트 관련 이슈가 토의되고 합의체 형식으로 결론이 도출된다는 사실을 조직 전체에 확산시킬 필요가 있다.

둘째, e-SCM 팀이 중심이 되어 프로젝트 데이터베이스를 구축할 필요가 있다. 프로젝트 데이터에는 여러 프로젝트와 시공 사이트에서 공용화할 수 있는 자재 및 기자재 데이터베이스 구축이 요구된다. 프로젝트 간 자재 공유 및 글로벌 통합구매를 위한 정보를 제공하고 잉여 재고의 최소화를 위해서도 자재코드의 표준화, 자재 및 부품, 기자재별 카탈로그 관리와 재고 및 제작업체에 대한 정보가 구축되어야 한다. 프로젝트 관리를 위한 스케줄링·모니터링용 정보시스템도 바로 이 프로젝트 데이터베이스를 중심으로 개발·운영되어야 한다.

셋째, 협력업체들이 선도기업의 정보시스템에 접속할 수는 없으므로 조달 프로세스의 효율화를 위해서는 협력업체와의 정보공유와 상호작용이 실시간으로 이루어질 수 있도록 프로젝트 포털을 구축해야 한다. 프로젝트 포털을 통해 협력업체와의 설계 및 스펙, 프로젝트 스케줄 관련 정보 공유, 조달과정에서의 공급문제 발생 시 설계

팀과의 정보공유 및 대안 제공 프로세스 확립, 협력업체의 자재공급, 기자재 제작활동 등에 관한 진행과정 정보의 전사적 공유 및 정시공급 가능성의 실시간 체크 등이 이루어져야 한다. 오프라인을 통한 체크활동을 대체할 수 있는 프로세스가 요구된다.

조달과정 외에도 통합적 시공관리에도 프로젝트 포털이 요구된다. 실시간 시공 상태의 모니터링, 현장정보의 피드백, 시공하자 사례의 축적과 공유, 각 현장 및 본사통합공유체제 구축 등이 요구된다. 공급망 내외의 가시성을 확보함으로써 의사결정의 스피드를 제고할 수 있으며, 시공과정에서의 난제 극복을 위한 리스크 관리팀의 운영도 용이해진다.

넷째, 설계와 조달, 시공프로세스 간의 정보통합을 도모하고 이를 기반으로 부문 간 상호작용이 촉진되어야 한다. 프로젝트 수주 및 입찰을 위한 준비단계에서도 설계 및 조달프로세스의 협업을 통한 예정가격 추정이 이루어져야 한다. 협업이 가능하기 위해서는 모든 구성원들이 공유할 수 있는 단일 통합 데이터베이스의 구축이 요구된다. 설계과정에서 사업주의 요구를 제대로 반영했는지 여부를 평가할 수 있는 소프트웨어 기반의 평가시스템이 요구된다. 이런 시스템이 뒷받침되지 못할 경우 설계과정에서 다양한 설계 대안에 대한 원가 및 소요시간 분석 자체가 불가능해지는데, 특히 설계 변경시 조달 및 시공과정에서의 영향 정도를 분석할 수 있는 프로세스 구축이 시급하다. 예를 들어 프로젝트관리에서의 시간·비용분석, 프로젝트 비용 및 리드타임에의 영향 정도 분석, 주공정의 영향 여부 분석 및 자원의 재할당 등의 업무가 소프트웨어 기반으로 자동화될 수 있어야 한다. 더불어 다중 접속이 가능한 소프트웨어 기반의 품질기능 전개(quality function deployment)의 활용도 유용할 것이다. 이 기법은 1960년대 말 미쓰비시의 고베조선소에서 최초로 활용한 원리로서 여러 분야의 담당자들을 한 팀으로 모아 제품 및 공정에 관한 제반 의사결정에 필요한 자료와 그 결과를 체계적으로 정리·기록하는 것을 제도화하는 설계지원방식이다. 설계상의 특정 요소가 다른 요소에 미치는 영향을 손쉽게 파악할 수 있도록 설계 프로세스를 구조화하는데 도움을 준다. 이런 도구들의 지원 없이는 빈번한 설계 및 디자인 변경이 프로젝트 진반에 미치는 영향을 신속하게 파악하기가 용이하지 않다.

5. 결론

표준화·정형화된 프로젝트의 수주에는 원가경쟁력을 기반으로 하는 시공능력이 주로 요구된다. 현장의 자연적 환경이나 경제적 환경이 설계나 디자인 측면에서 구조적 변경요구를 할 가능성이 거의 없는 사업은 정보공유와 동시적 협업을 필요로 하는 공급망관리의 도입 필요성이 상대적으로 줄어든다. 그러나 글로벌 EPC산업분야에서 이런 프로젝트는 더 이상 수주하기가 용이하지 않다. 글로벌 기술표준을 개발·구축하여 관련 산업을 이끌어 갈 수 있는 원천기술역량이 충분하다 하더라도 시공 상의 어려움을 효율적으로 제거하면서도 신속대응과 고객만족을 이끌어낼 수 있는 있는 프로젝트형 공급망관리의 개발과 도입이 시급하다.

경제적, 기술적 환경변화에측이 현실적으로 쉽지 않기 때문에 발주자의 빈번한 설계변경은 글로벌 EPC사업에서 일상적인 사건이다. 설계 변경이나 일부 핵심설비의 품질이나 규격 변경은 프로젝트 진행 일정에 대한 시뮬레이션과 원가분석 및 리드타임에 대한 계량적 분석을 요구해야 하므로 정보화 기반의 공급망관리 도입은 글로벌 경쟁력으로 이어진다. 문제는 공급망 선도 기업뿐만 아니라 다수의 협력업체의 공급망관리 관련 정보화가 일정 수준 이상 확보되어야만 정보축적과 공유를 토대로 하는 면밀한 계량적 분석과 협력이 가능해지며 이를 통해 발주자 및 협력업체와의 협상 및 일정 조정도 가능해진다. 부실한 정보시스템 네트워크는 기술 및 시공환경 변화에 대한 외부 파트너기업들과의 매듭 없는 협업체제 운영을 어렵게 만드는 장애요인으로 프로젝트 비용증가와 일정 지연으로 이어진다.

공급망을 구성하는 참여·협력기업들에 대한 설문조사 결과는 이와 같은 문제점을 확인해주고 있다. 국내 플랜트 엔지니어링 기업들은 글로벌 기업으로 평가받고 있는 만큼 프로젝트형 공급망의 효율적 운영을 위한 다양한 정보화 도구에 투자를 아끼지 않고 있다. 다만 이들과 협력관계에 있는 다수의 기업들은 공급망의 정보화에 별다른 노력을 기울이지 않고 있으며 선도 기업들의 차별화된 지원도 찾아보기 힘들다. 정보공유, 디자인과 설계활동의 조기참여 및 SCM에 대한 인식 등은 공급망 상의 협업에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났지만, 협력업체의 정보화나 평가는 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다는 것은 프로젝트형 공급망 전체를 아우

르는 정보시스템의 구축이 아직 미진하다는 반증이다. 즉, 협력업체의 정보화 자체도 해당 기업의 효율화를 위한 투자이지 공급망 협업성과 개선에는 별다른 기여를 하지 못한다는 의미이기도 하다. 이러한 점을 미루어 볼 때, 효율적 프로젝트 운영을 위한 정보화는 선도기업의 노력과는 관계없이 매우 부진한 상태인 것으로 사료된다. 주요 요인의 평균값을 보더라도 7점 척도기준으로 그나마 조기참여가 4.82로 제일 높고 협업이 4.68로 그 다음을 차지하고 있지만 정보공유가 2.87로 가장 낮은 수준을 보이고 있어 공급망관리는 EPC 산업에서 전략적인 이슈로 논의되지 않고 있다는 의미로도 해석할 수 있다.

국내 EPC 산업의 선도 기업들은 ERP 시스템과 함께 공급망관리 시스템을 운영하고 있지만, 본 연구에서 제안한 프로젝트 전체를 조망할 수 있는 체계적인 계획수립 및 모니터링 기능의 고도화는 미진한 상황이다. 가장 시급한 변화는 일반 글로벌 제조업체에서 흔히 활용하는 생판회의 역할을 대신할 엔지니어링 진척회의(E&OP)를 주단위 회의로 정착시켜주는 것일 것이다. E&OP를 통해 프로젝트의 모든 과정을 점검하고 실시간으로 관련 정보의 추적·관리·공유가 가능하도록 공급망관리를 전담하도록 한다. 프로젝트라는 커다란 배가 어떤 방향으로 흘러가는지에 대한 정확한 판단과 추진전략이 E&OP를 통해 수립되고 주기적으로 리비유되어 핵심 KPI와 연계되어야 한다. E&OP와 더불어 Fig. 1에 도시되어 있듯이 수주 및 계약관리를 전담하는 E-SCM팀, 변화 및 리스크관리팀, 시공팀, 구매팀, 설계 및 엔지니어링 팀 등을 구축하여 E&OP에 적극적으로 참여하도록 유도해야 한다.

본 연구는 EPC산업의 지속적 성장을 위한 전략적 도구로서의 공급망관리의 구성과 역할에 대한 기본 틀을 제시하는데 목적이 있다. 사례 분석차원의 자료 수집으로 인해 학술적 접근과는 다소 거리가 있을 수도 있지만, EPC산업분야에서의 프로젝트형 공급망관리에 대한 연구가 거의 관심을 끌지 못하는 현 상황에서 본 연구의 결과는 상당히 의미 있는 시사점을 제시해 줄 수 있을 것이다. EPC산업이 국가 경제에 미치는 영향 정도를 감안한다면 앞으로도 프로젝트 기반에 특화된 공급망관리에 대한 심도깊은 연구가 필요할 것이다.

REFERENCES

- [1] J. Cho, H. Seo, K. Tak & H. Han. (2016). *How to Survive the Crisis in the Korean Plant Ebgineering Industry, focusing on the FEED*. Seoul : KEIT.
- [2] T. U. Kim. (2012). An Exploratory Study on Information Sharing, Incentives and Collaboration in Project-based Supply Chain. *Journal of the Korean Production and Operations Management Society*, 23(1), 71-87.
- [3] J. H. Seo, K. R. Park & M. S. Yoon. (2017). Design and Implementation of web-based production monitoring system for small manufacturers. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(8), 89-94.
- [4] T. Y. Ha & Y. Y. You. (2018). A study on the effect of ERP Construction strategy and IT Consulting Service Quality on Performance. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(9), 217-228.
- [5] H. G. Cheong, S. T. Park & T. U. Kim. (2012). Concept and Issues in Supply Chain Management for Plant Engineering Project. *Journal of Digital Convergence*, 19(9), 212-224.
- [6] A. Hartmann & J. Caerteling. (2010). Subcontractor procurement in construction: the interplay of price and trust. *Supply chain management: an international journal*, 15(5), 354-362.
- [7] J. H. Dyer & K. Nobeoka. (2000). Creating and managing a high-performance knowledge-sharing network: the Toyota case. *Strategic management journal*, 345-367.
- [8] F. J. Ying, J. Tookey & H. Roberti. (2014). *Development of SCM competencies in construction: lessons learned from New Zealand*. Auckland : New Zealand Government.
- [9] G. A. Papadopoulos, N. Zamer, S.P. Gayialis, & L.P. Tatsiopoulou. (2016). *Supply Chain Improvement in Construction Industry*.
- [10] J. Whyte, A. Stasis & C. Lindkvist. (2016). Managing change in the delivery of complex projects: Configuration management, asset information and big data. *International Journal of Project Management*, 34(2), 339-351.
- [11] H. A. Hornstein. (2015). The integration of project management and organizational change management is now a necessity. *International Journal of Project Management*, 33(2), 291-298.
- [12] R. Sanders. (2008). Pattern of information technology use: The impact on buyer-supplier coordination and performance. *Journal of Operations Management*, 26, 349-367.
- [13] J. F. Zhang, Z. J. Wu, P. F. Feng & D. W. Yu. (2011). Evaluation systems and methods of enterprise informatization and its application. *Expert Systems with Applications*, 38(7), 8938-8948.

[14] J. Peppard & J. Ward (2016). *The strategic management of information systems: Building a digital strategy*. John Wiley & Sons.

[15] K. A. Al-Busaidi & L. Olfman. (2017). Knowledge sharing through inter-organizational knowledge sharing systems. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*, 47(1), 110-136.

[16] L. Wu, C. Chuang & C. H. Hsu. (2014). Information sharing and collaborative behaviors in enabling supply chain performance: A social exchange perspective. *International Journal of Production Economics*, 148, 122-132.

[17] H. Lee, M.S. Kim & K. Kim. (2014). Interorganizational information systems visibility and supply chain performance. *International Journal of Information Management*, 34(2), 285-295.

[18] S. T. Park, M. K. Rhee & S. Ryu. (2014). A study on the effect of network embeddedness on collaboration and performance in the project supply chain : focusing on second-tier suppliers. *Journal of Digital Convergence*, 12(6), 93-103.

[19] M. A. Zainol, Z. Abas & A. S. Ariffin. (2016). Supply Chain Integration and Technological Innovation for Business Performance of Aquaculture Contract Farming in Malaysia: A Conceptual Overview. *International Journal of Supply Chain Management*, 5(3), 86-90.

[20] M. Persson, M.J. Eklind & M. Winroth. (2016). Coordinating External Manufacturing of Product Modules. *Decision Sciences*, 47(6), 1178-1202.

[21] A. Arantes, L. Ferreira & A. Costa. (2015). Is the construction industry aware of supply chain management? The Portuguese contractors' perspective. *Supply Chain Management: An International Journal*, 20(4), 404-414.

[22] G. Singh, R. Arora & V. Mishra. (2014). Emerging Trends in Supply Chain Management. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3(10), 100-103.

[23] S. W. Park & S. T. Park. (2013). A study on the impact of supply chain partnership on performance of suppliers. *Journal of Digital Convergence*, 11(10), 169-179.

[24] W. Ho, X. Xu & P.K. Dey. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of operational research*, 20(1), 16-24.

[25] P. E. Eriksson. (2008). Procurement effects on competition in client-contractor relationships. *Journal of Construction Engineering Management*, 134(2),

103-111.

[26] Y. S. Cho & K. I. Khoe. (2018). The moderating effects of organizational culture on the relationship among open information innovation, strategic alliance and export performance of SMEs, *Journal of Convergence for Information Technology*, 8(2), 219-225.

[27] S. M. Jang & K. I. Kim. (2018). The effects of the environmental factors for ICT adoption on globalization capabilities and business performance of SMEs. *Journal of Convergence for Information Technology*, 8(4), 219-224.

김 태 응(Kim, Tae Ung)

[정회원]



- 1978년 2월 : 서울대학교 언론정보학과(문학사)
- 1982년 5월 : 미국 인디애나대학교 경영대학원(경영학석사)
- 1986년 8월 : 미국 퍼듀대학교 경영대학원(경영학박사)

- 1988년 3월 ~ 현재 : 성균관대학교 경영대학 교수
- 관심분야 : 공급망관리, 생산전략, 디지털콘텐츠
- E-Mail: tukim@skku.edu