

LNG 플랜트 사업관리 요소 도출 및 중요도 평가

Elicitation Project Management Factors and Evaluation of its Weight to Ensure LNG Plant Success

한 재 구* 진 경 호** 박 환 표***
Han, Jae-Goo Chin, Kyung-Ho Park, Hwan-Pyo

Abstract

The propose of this research is derive project management factors and evaluate its decision weight in LNG plant EPC phases. In order to research, we studied the demestic and international research trend and analysed expert opinions. Initially we derived nine project management factors in each phase of EPC. Elicited factors in research are project management, design management, cost management, time management, contract and craim management, safety management, environment management, and risk management. Then, we evaluated the weight of project management factors with expert survey method and elicited. Finally, The remarkable points in the result are that key management factors of EPC project are project management and risk management.

키 워 드 : 자립형 철골 접합부, 철골설치 작업, 경제성 평가
Keywords : Self-supported Steel Joint, Steel Erection, Economic Evaluation

1. 서 론

1.1 연구의 목적

LNG 플랜트는 가스전에서 채취된 천연가스에서 CO₂, H₂S 등의 불순물을 제거하고, 가압을 통해 -160℃의 액화상태로 변환된 가스를 생산하는 일련의 공정을 말한다. 천연가스로부터 변환된 LNG는 초저온 상태이므로 천연가스의 액화 기술뿐만 아니라 시장 공급을 위한 LNG의 수송·저장 기술 또한 중요한 분야이다. LNG의 주성분은 메탄이며, 가스 상태에서 액화되면서 부피가 1/600으로 감소하므로 파이프가 연결되지 않은 원거리까지 저렴하게 운송 가능하며, LNG 플랜트는 저장과 수송과정이 다른 플랜트보다 중요하게 취급되고 있다.

특히, LNG 플랜트사업은 가스탐사 및 생산, 물리적인 액화 및 화학적인 전환공정, 수송, 저장 등의 가치사슬로 구성되며, 주로 천연가스를 액체원료나 연료로 전환하는 장치를 중심으로 액화공정(초저온 액화) 및 FEED 패키지, 제어운영, 건설수행 등 EPC 기술을 대상으로 하고 있다.

한편, 국내 가스플랜트의 경우 해외 산유국에서 생산된 자원을 해상으로 운반하여 저장 및 정제시설에 비축한 후 에너지 사용처로 보급하고 있다. 현재 충남 서산의 9개 지역에서 가스를 정제 또는 비축기지를 구축하고 있다.

국내 해외 플랜트(산업설비)의 수주액(1969~2009년) 중에서 가스처리시설이 계약금액과 계약건수에서 차지하는 비중은 11.7%, 6.7%를 차지하고 있어 아직까지는 플랜트 전체분야에서 가스플랜트 분야의 수주실적이 미약한 수준이다.

그러나, LNG 플랜트의 수요는 2004년 1억 3,000만톤 에서 2010년 2억 5,000만톤으로 늘어나고, 천연가스 전체에서 차지하는 비중도 7%에서 11%로 높아질 전망이다. 특히, LNG 플랜트의 건설 수요 투자비용을 분석해보면, 2015년 연간 10조원에서 연간 30조원 수준으로 예측된다. 따라서, 평균적으로 2015년 경에는 연간 20조원의 LNG 플랜트 건설비용이 투자될 것으로 예측할 수 있다.¹⁾

이러한 LNG플랜트사업과 관련하여 국내는 가스저장기지 건설 및 관리 경험을 통해 다년간의 경험은 축적되어 있으나, 건설사업 관리기술의 확보는 미흡하며 이에 대한 수행 경험과 역량도 부족한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 이러한 LNG플랜트 사업관리기술을 확보하기 위한 전단계로 LNG플랜트분야의 EPC(Engineering,

* 한국건설기술연구원 건설관리·경제연구실 전임연구원, 공학석사, 교신저자(jghan@kict.re.kr)
** 한국건설기술연구원 건설관리·경제연구실 수석연구원, 공학박사 수료
*** 한국건설기술연구원 건설관리·경제연구실 연구위원, 공학박사

1) 박환표, LNG 가스플랜트 사업관리 개발방향, 건설Brief, pp.7, 2009.12

Procurement, Construction)단계별 사업관리요소 항목을 도출하고 도출된 각 항목에 대하여 중요도를 평가하는 것이다. 이를 통하여 향후 LNG 플랜트의 사업관리를 함에 있어서 주요 의사결정 항목 요소로 활용하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구의 범위는 국내외 현황분석 및 전문가 자문을 통해 LNG 플랜트 사업관리요소를 도출하고 도출된 각 사업관리 항목에 대하여 관련분야 전문가들을 대상으로 중요도를 평가하는 것이다. 이를 위하여 본 연구는 다음과 같은 방법으로 수행되었다.

첫째, 국내외 관련 연구동향 및 사업관리 매뉴얼 등을 조사, 분석한다.

둘째, 분석된 자료를 바탕으로 관련분야 전문가들의 자문을 통하여 LNG 플랜트에 적합한 EPC 단계별 사업관리요소 및 세부항목을 도출한다.

셋째, 도출된 LNG 플랜트 EPC 단계별 사업관리 요소에 대하여 관련분야 전문가들을 대상으로 각 항목별 중요도를 평가하여 중요항목을 도출한다.

2. 국내외 동향

2.1 국내 플랜트 건설사업관리 동향조사

국내 플랜트 건설산업의 사업관리 요소를 파악하기 위하여 국내 대형건설사 4곳의 업무절차서 수집 및 업무절차서 관련 연구동향을 조사하였다. 특히, 최근 수행된 플랜트 프로젝트 표준화기술개발(주관 : 현대건설(주), R&D/05건설핵심 D01-01, 2007.12)의 연구결과를 통하여 기존 국내 플랜트 건설산업의 사업관리 요소를 파악하는데 기초자료로써 활용하였다. 이는 국내 플랜트 건설을 수행한 경험이 있는 대형건설사들이 사업관리 업무절차서 관련 자료를 대외비로 하고 있어 관련자료 획득에 한계가 있으며, 가장 최근에 조사된 플랜트 관련 사업관리 업무절차서 비교연구이기 때문이다.

조사결과 국내 건설사들의 경우 표준화, 국제화된 사업관리 업무절차서로써 부족함이 있는 것으로 나타났다. 특히 전체 업무간 연계성 및 중점관리요소의 파악이 어려우며, 일부의 경우 양이 매우 방대하여 현장적용성이 떨어지는 것으로 조사되었다.

한편, 관련 연구동향에서 조사된 일반 산업플랜트의 EPC 수행 단계별 사업관리 업무절차의 경우 사업관리, 사업비관리, 공정관리, 품질관리, 계약/클레임관리, 안전관리, 환경관리 등 7개의 주요 사업관리 요소로 정의하고 있으며 각 사업관리 요소는 EPC 수행 단계별로 각각의 상세 업무를 정의하였다. 특징은 설계관리, 리스크관리 등에 관해서는 별도로 정의하고 있지 않으며 사업관

리분야에 일부 포함하고 있는 것으로 분석되었다. 그러나 일반적인 산업플랜트에 있어서의 EPC 수행단계별 업무절차에 관한 정리로써 본 연구의 대상인 LNG 플랜트의 특성에 맞는 사업관리 업무절차서로 활용하기에는 미흡한 것으로 나타났다.

2.2 국외 사업관리요소 파악

미국의 경우 프로젝트의 효율적인 관리를 위하여 많은 연구가 진행 중에 있으며, 특히 PMI에서 제정한 PMBOK(Project Management Body Of Knowledge)과 CMAA(Construction Management Association of America)의 건설사업관리 서비스표준은 합리적이고 효율적인 프로젝트 관리를 위한 기반으로 평가받고 있다.

우선, PMBOK의 기본 구성은 프로젝트의 관리를 이해하는데 있어 기본 구조를 제공하는 프로젝트 관리 프레임워크(project management framework)와 프로젝트 관리지식과 실무를 프로세스 측면에서 9개의 지식영역으로 구분하여 기술하는 프로젝트 관리지식 영역(knowledge area) 등 크게 두개의 부분으로 구성되어 있다. 특히 프로젝트 관리지식 영역의 경우 프로젝트 관리에 필요한 지식과 실무로서 9가지 핵심분야를 구분하고 있으며 각 프로세스의 수행에 필요한 정보(input)와 최종 결과물(output), 각종 관리기법을 소개하고 있다.

최근 PMI에서는 건설산업분야의 특수성을 반영하여 상기의 9가지 사업관리요소 이외에 다음의 4가지 요소를 추가하여 건설분야 사업관리요소를 별도로 제시하였다.

- 프로젝트 안전관리
- 프로젝트 환경관리
- 프로젝트 재무관리
- 프로젝트 클레임관리

또한, 미국 건설사업관리협회(CMAA)가 제정한 건설사업관리 서비스 표준은 건설사업관리 업무범위를 건설공사의 생애주기를 기준으로 공사계획단계, 설계단계, 구매조달단계, 시공단계, 완공 후 단계 등 5단계로 구분하고 있으며, 이를 대상으로 사업관리요소를 프로젝트관리, 원가관리, 공정관리, 품질관리, 프로젝트 행정 및 계약관리, 안전관리 등 6개로 구분하고 있는 것으로 조사되었다.

3. EPC단계별 LNG 플랜트 사업관리요소 도출

EPC단계별 LNG 플랜트 사업관리 요소를 도출하기 위하여 우선 국내외 동향분석 등 사례조사 결과를 바탕으로 기본적인 LNG 플랜트 사업관리 주요항목을 도출하였다. 이렇게 도출된 LNG 플랜트 사업관리항목(안)에 대하여 7개의 대형건설사와 엔지니어링 회사의 LNG 플랜트 경험이 있는 관련분야 전문가 11명을 대상으로 자문 및 협의를 실시하여 EPC 수행단계에 따라 총 9개의

LNG 플랜트의 건설사업관리 요소를 선정하였다.

선정된 항목은 사업관리, 설계관리, 사업비관리, 공정관리, 품질관리, 계약 및 클레임관리, 안전관리, 환경관리, 리스크관리로 구분된다.

단, 본 연구에서는 사업생애주기를 기반으로 하되, 계약이후의 단계를 전제로 계약 및 설계단계, 구매 및 조달단계, 시공 및 시운전단계로 구분하여 각각의 단계별로 사업관리 요소의 세부항목을 선정하였다.

선정된 각 단계별 사업관리요소는 다음 <표 1>과 같다.

표 1. LNG 플랜트 건설사업관리 요소

구분	계약 및 설계단계	구매 및 조달단계	시공 및 시운전단계
사업 관리	①프로젝트 조직구성 ②프로젝트 계약관리 ③문서관리체계 수립 ④기록관리체계 수립 ⑤프로젝트 목표관리 ⑥프로젝트 정보교환체계 수립 ⑦인허가 계획수립 및 수행관리	①구매조달 절차 수립 ②자재 구매계획 수립 ③자재 관리책임자 선정 ④자재 모니터링 업무 ⑤자재시험 및 운송관리계획수립 ⑥Spare part 공급계획 수립 ⑦Special tool 공급계획 수립	①현장사무실 개설 및 착공 ②시공관련회의 ③현장목표관리 ④시공관리정보시스템 운영 ⑤프로젝트 평가 ⑥시공관련 문서 및 자료관리 ⑦시공단계 보고서 작성 및 기록보관 ⑧시운전 및 교육 ⑨준공계획 수립 ⑩준공검사 ⑪사후평가 ⑫기술검토의견서 작성 ⑬시설물 인수, 인계 ⑭건설사업관련문서 인수 인계 ⑮유지관리 방침 및 계획 수립 ⑯유지관리 지침서 작성 ⑰프로젝트 완료보고
설계 관리	①분야간 설계검토회의 ②설계계획 수립 ③설계기준서 작성 ④설계업무절차 ⑤설계계산서 작성 ⑥설계도서 작성 및 개정관리 ⑦설계검토 ⑧설계시공성 검토 ⑨설계협력업체 수행도 평가	①설계구매 내역서 작성 ②자재구매 사양서 작성 ③자재 제작도면/설계서 작성 ④자재구매조달 공급업체선정 ⑤불용 및 잉여자재관리	①시방서 작성 ②시공상세도 검토 ③시공성 검토 ④설계변경도서 작성 및 관리 ⑤준공도서 작성 및 관리
사업 비관리	①원가관리 ②비용 및 견적관리 ③기성계획 수립 및 관리 ④사업 및 공사비 예산 작성 ⑤선실행예산편성	①자재원가 및 실행예산 변경관리 ②자재 대금지급관리	①공사비경향분석 ②기성검사 ③공사비 대안분석 ④실행기성관리 ⑤기성 및 준공금 관리 ⑥준공정산 ⑦현장품질관리

구분	계약 및 설계단계	구매 및 조달단계	시공 및 시운전단계
공정 관리	①프로젝트 일정관리기준 설정 ②프로젝트 공정표작성 및 관리 ③프로젝트 공정계획 검토 ④설계일정관리	①구매조달 일정 수립 ②자재 구매계약 일정관리 ③자재 제작 공정관리 ④자재 지급 공정관리 ⑥핵심자재 Long Lead Item 상세일정 검토	①공종별 세부공정표 검토 ②공종별 세부공정표 운영 ③공종별 시공계획 수립 ④시공 공정관리 및 진도점검 ⑤시공분야별 관리기준 공정표 작성 ⑥공종별 시공관리 ⑦공정만회대책 수립 및 이행 ⑧공사진도 점검 ⑨공사기간 연장 ⑩공정회의 운영
품질 관리	①품질관리계획 및 절차수립 ②품질관리의 목표와 범위설정 ③품질관리 시방서 작성 및 관리	①자재 품질관리 계획 ②자재 공급원 승인 ③자재 검사 및 입고관리 ④자재 상주관리업무 ⑤기자재 납품관리 ⑥기계제작 승인 ⑦자재 부적합품 관리 ⑧자재 검측장비 관리 ⑨자재 공급업체 수행도 및 품질평가 ⑩현장 공급자재관리 ⑪건설자재 검사관리	①품질조정회의 운영 ②품질검사자 자격부여 및 관리 ③현장품질교육 및 훈련 ④시공 품질관리 지침서 검토 ⑤검측 및 시험 ⑥현장기자재 관리 ⑦품질경향분석 및 관리 ⑧부적합사항 시정 및 예방조치 ⑨하차관리 처리 및 기술협력
계약 /클레임 관리	①계약방법 결정 ②입찰 및 계약절차 수립 ③입찰공고 및 현장설명 ④계약관리 ⑤계약변경 ⑥설계자 선정 ⑦설계유역계약 ⑧설계유역관리	①구매계약 ②구매계약 사후관리 ③자재 공급업체 부도관리 및 후속조치 ④물품구매(소액구매) ⑤물품구매(수익계약) ⑥물품구매(입찰)	①공사중지명령 ②계약이행 지체대응 ③클레임 대책 ④클레임 관리(일반) ⑤클레임 관리(공사비) ⑥공사관련 협력업체계약 ⑦물가변동에 따른 계약금액 조정 ⑧설계변동에 따른 계약금액 조정 ⑨시공단계 설계변경 검토 및 관리

구분	계약 및 설계단계	구매 및 조달단계	시공 및 시운전단계
안전 관리	①안전관리계획 및 규정 수립 ②안전요구사항 및 지침 작성 ③잠재적 위험요소 검토 ④안전관리비 책정	①구매조달 안전관리비 책정 ②구매조달관련 안전요구사항 및 지침 작성	①건설현장 안전조직체계 검토 ②현장안전점검 ③무재해운동추진 ④안전관리 이행감독 ⑤안전조절회의 운영 ⑥안전교육훈련 ⑦안전관리 문서관리 ⑧안전관리자 배치 ⑨안전보건회의 ⑩안전장구 및 시설물 관리 ⑪안전진단 및 정기점검 ⑫안전활동 및 모니터링 ⑬안전감사
환경 관리	①환경관리 기본계획 수립 ②잠재적 환경위험요소파악 및 결정 ③환경영향평가 ④교통, 재해 영향평가 ⑤환경영향평가 협의 이행	①구매조달 품목 환경영향 검토 ②환경관련 물품 구매조달관리	①환경조직체계 검토 ②환경관리계획 시행감독 ③환경관리 문서관리 ④친환경 활동관리 ⑤환경교육 ⑥환경비상사태계획 및 훈련 ⑦환경오염 측정 및 모니터링 ⑧비산먼지관리 ⑨소음 및 진동관리 ⑩수질관리 ⑪오수처리관리 ⑫지하수관리 ⑬폐기물 관리 ⑭환경클레임 분석 및 대응 ⑮환경민원관리
리스크 관리	①기본설계리스크관리 ②기계 및 설비설계리스크관리 ③배관설계리스크관리 ④전기설계리스크관리 ⑤건축설계리스크관리 ⑥토목설계리스크관리	①공급자선정지연, 원자재가격 상승 등에 대한 리스크관리 ②핵심기자재 납기지연, 재하청에 따른 품질저하 등의 리스크관리 ③운송지연, 운송과정 중 기자재 손상 등의 리스크관리 ④현장 기자재 성능 부적합, 기자재 불량 등의 리스크관리 ⑤인터페이스 관리	①노무인력 리스크관리 ②공사대금지급 리스크관리 ③공기관리 장애요인 리스크관리 ④시공안전 장애요인 리스크관리 ⑤시운전 결함요인 관리 ⑥협력업체 리스크 관리

4. LNG 플랜트 사업관리요소의 중요도평가

LNG 플랜트 사업관리에 대한 의사결정 지원체계를 갖추기 위해서는 앞서 선정된 LNG 플랜트 사업관리업무 항목에 대한 중요도 평가를 통하여 의사결정을 하는데 있어서 우선 고려해야할 사업관리 항목을 도출하는 것이 필요하다.

이러한 중요도를 평가하는데 있어서 다음의 세가지 단계에 걸쳐 평가하였다.

첫째, 앞서 선정된 EPC 단계별 9개의 LNG 플랜트 사업관리 항목에 대하여 공정, 품질, 안전, 사업비, 리스크 측면에서 1~5점 척도로 중요도를 평가하였다.(중요도1)

둘째, EPC 단계별 9개의 LNG 플랜트 사업관리 항목에 대한 세부항목을 대상으로 각 사업관리 항목내에서 1~5점척도로 중요도를 평가하였다.(중요도2)

셋째, 이때 상기에서 평가한 사업관리 항목별 중요도1을 기준으로 활용하여 세부항목별 중요도2와 곱함으로써 각기 다른 사업관리요소별 세부항목간의 비교가 가능하도록 하였다.(중요도3)

이는 향후 LNG 플랜트의 프로젝트 성격에 따라서 지배적으로 작용하는 영향요인이 발생 할 경우 이를 우선 고려함으로써 사업 단계별 의사결정에 활용하고자 하는 것이다.

다음 <그림 1>은 이러한 방법론을 정리하여 도식화 한 것이다.

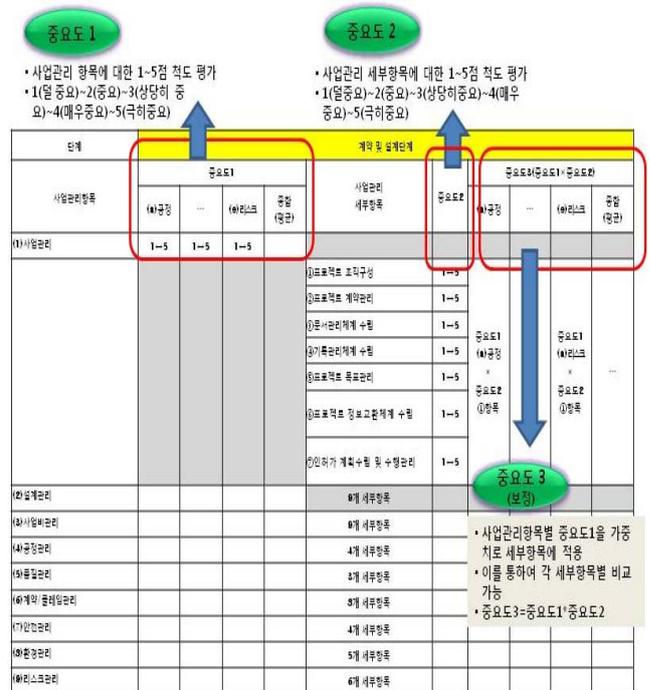


그림 1. 의사결정항목 정의 도출방법

조사결과 상기 생애주기별 사업관리업무 중 중요도가 높게 나타난 사업관리업무를 중심으로 각각의 세부업무에 대한 중요도 평가 결과는 다음 <표 2>와 같다.

표 3 사업관리항목 및 세부항목별 중요도 조사결과

계약 및 설계단계		구매 및 조달단계		시공 및 시운전단계	
사업 관리	②프로젝트계약 관리	사업 관리	②자재구매계획 수립	사업 관리	①현장목표관리 ⑧시운전 및 교육
설계 관리	②설계계획수립	계약/ 클레 임관 리	①구매계약	공정 관리	②공종별 세부공종표 운영 ③공종별 시공계획 수립 ④시공, 공정관리 및 점검
리스크 관리	①기본설계 리스크관리	리스크 관리	②핵심기자재 납기지연, 재하청에 따른 품질저하 등의 리스크관리	리스크 관리	③공기관리 장애요인 리스크관리

5. 결 론

본 연구의 목적은 LNG플랜트 사업관리기술을 확보하기 위한 전단계로 LNG플랜트분야의 EPC단계별 사업관리요소 항목을 도출하고 도출된 각 항목에 대하여 중요도를 평가하는 것이다. 이를 위하여 국내외 동향조사 및 전문가 자문을 통해 LNG플랜트의 EPC 단계별로 9개의 사업관리항목을 도출하였다. 도출된 항목은 사업관리, 설계관리, 사업비관리, 공정관리, 품질관리, 계약/클레임관리, 안전관리, 환경관리, 리스크관리 등이다. 또한 이들 9개의 항목과 각각의 세부항목에 대하여 관련분야 전문가의 자문을 거쳐 중요도를 평가하였으며 평가결과 EPC 단계별로 사업관리와 리스크관리 항목이 공통적으로 중요한 것으로 도출되었다.

향후 이러한 중요도 평가결과와 연계하여 LNG 플랜트의 설계 단계, 구매 및 조달단계, 시공 및 유지관리단계별로 세부업무와 상세한 사업관리 요소를 도출하여 LNG 플랜트 사업관리메뉴얼과 의사결정지원시스템을 구축할 계획이다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 플랜트기술고도화사업의 연구비지원(08 가스플랜트 B05)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 박환표, LNG 가스플랜트 사업관리 개발방향, 건설 Brief, 한국건설 기술연구원, pp.7, 2009.12
2. 이영남 외 10인, 플랜트프로젝트 표준화기술개발, 건설교통부, 2007.12