

KIGEM

## LNG Plant 사업의 생애주기비용 평가 모듈 및 평가지침 개발

박문선 중앙대학교 건축학부 박사과정  
강현욱 중앙대학교 건축학부 박사과정  
김용수 중앙대학교 건축학부 교수



### 1. 서론

2007년을 기준으로 세계 플랜트 시장의 규모는 약 1조 6,000억 달러로 추정된다. 이 중 석유 및 가스, 발전 등 에너지 분야 플랜트 시장은 연간 약 1조 1,000억 달러로 전체의 약 65%를 차지한다. 석유화학, 담수 플랜트 등 비에너지 분야의 시장은 연간 약 5,000억 달러 규모로 추정된다. 해외 플랜트 시장은 2010년 8,200억 달러에서 2013년 9,800억 달러 향후 2015년 1조 1,100억 달러로 꾸준한 증가세를 보일 것으로 전망된다. 또한 아랍에미리트, 사우디아라비아, 쿠웨이트, 카타르 등의 Gulf Cooperation Council 국가들은 플랜트 및 인프라 건설공사를 늘리고 있으며, 특히 가스 및 석유화학 등의 시설에 대한 지속적인 투자로 가스플랜트 분야의 수요가 급증할 것으로 예상된다.

현재 국내 건설 산업은 시장 침체로 해외건설 신규 진출이 대폭 늘고 있으며, 해외수주 지원책도 강화되고 있다. 이러한 결과로 국내 플랜트 Engineering, Procurement, Construction(이하: EPC) 업체들은 2005년을 기준으로 현재까지 꾸준히 수주의 호조세를 보이고 있으며, 이는 다음의 <표 1>과 같다.

표 1. 국내 EPC 업체들의 해외 플랜트 수주현황<sup>3)</sup>

년도	(단위 : 억 달러, 전년동기대비 %)				
	2005	2006	2007	2008	2009
수주액	158	254	422	462	463
증감률	88.1	61.1	66.0	9.6	0.2

국내 플랜트 건설기술은 백텔, JGC 등 세계 선진업체들의 독자적인 원천기술을 확보에 따라 원천기술 수준 및 사업수행 능력에서 뒤처지고 있다. 이는 국내의 플랜트 건설 시공과 상설설계 등은 국제적인 수준인 반면 고부가가치를 창출할 수 있는 기획 및 기본설계, 시운전 및 유지보수 등은 여전히 선진업체에 뒤쳐져 있는 실정이기 때문이다. 최근 플랜트 건설사업에서 EPC분야는 물론 사업관리(Construction Management)분야에 대한 요구가 늘고 있으며, 이에 따라 사업타당성 조사(Feasibility Study), 자금조달(Financing), 운전 및 유지관리(Commissioning, Operating & Maintenance) 등에 대한 서비스가 점차 중요하게 부각되고 있는 실정이다.

현재 LNG 플랜트 사업의 생애주기(Life Cycle)에 대한 연구는 생애주기 데이터의 근거제시 및 구축의 문제로 인하여 LNG 플랜트 생애주기에 대한 연구들은 원론적인 수준의 연구가 대부분이다. 우리나라의 플랜트 시공 기술은 자립되어 있다고 볼 수 있으나, 그 외의 기술은 확보가 미비하여 해외 건설시장에서 경쟁에 필요한 기술개발이 시급한 것으로 판단된다. 또한 EPC 업무의 전체 프로세스를 통합관리할 수 있는 시스템이 구축되어 있지 않다고 할 수 있다. LNG 플랜트 건설의 지속적 성장 및 고부가가치 확보를 위해서는 본 연구인 “생애주기비용 평가 모듈 및 평가지침 개발” 수행으로 최적 프로세스를 개발하여 사업의 손실을 막고 사업계획 기술 개발, 건설사업관리 기술 개발을 수행함으로써 관련 산업의 지속적 성장 및 고부가가치 확보를 위한기술기반을 조성해야 할 것이다.

1) KIET 산업연구원, 산업경제정보 제475호(2010.07)

2) ADL·한국플랜트산업협회 자료 참조

3) 지식경제부, 보도자료(2010.1) 기준

## 2. 연구내용

### 1) 연구의 목표

본 연구의 목표는 “생애주기비용 평가 모듈 및 평가지침 개발”이다. 이와 같은 모듈 구축으로 LNG 플랜트 기획 및 생애주기비용 평가 기술 확보를 통하여 LNG 플랜트 해외 시장 진출 시 계획 리스크 사전감소와 의사결정지원, 수익성 확보를 위한 컨설팅지원을 효과적으로 수행할 수 있을 것이며, 본 연구 목표에 관련된 세부목표 주요 연구내용은 아래의 <그림 1>과 같다.

세부목표	연구내용
생애주기 분석/자료수집	<ul style="list-style-type: none"> <li>LNG 플랜트 생애주기분석</li> <li>건설 종래인 LNG 플랜트의 시공지역, 기간, 총사업비, 사업범위 등의 자료수집</li> <li>설계/엔지니어링, 시공, 운영유지 관련 기초 비용자료 수집</li> </ul>
기초제품 검토	<ul style="list-style-type: none"> <li>LNG 플랜트 건설의 개략적인 WBS 조사</li> <li>생애주기비용 분류체계 개발</li> <li>LCC 분석관련 기존 모델/제품 자료수집</li> <li>LCC 분석관련 기존 모델/제품 장단점 분석</li> <li>기존 모델/제품 자료분석</li> <li>기존 시스템에 대한 개선방안 수립 및 실현 가능성 검토</li> </ul>
위험도 평가모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>연달/실문 조사시 작성</li> <li>관련기법, 범위 등 실문조사 실시 및 결과분석</li> <li>사용자 요구사항 분석서 작성</li> <li>위험도 평가모델 개념설계</li> <li>위험분석기법 검토</li> </ul>
생애주기비용 평가 모듈 및 평가지침	<ul style="list-style-type: none"> <li>필요 자료 확인 및 분석</li> <li>데이터 모델링</li> <li>LCC 기법에 의한 분석 절차 수립</li> <li>분석에 필요한 데이터 정의</li> <li>생애주기비용 평가 모듈</li> <li>평가시스템의 체계</li> <li>입력자료 및 입력법</li> <li>출력자료 및 결과분석</li> </ul>

그림 1. 연구 목표 및 내용

상기의 <그림 1>에서 보는 것과 같이 본 연구인 “생애주기비용 평가 모듈 및 평가지침 개발”의 목표를 위하여 첫째, 생애주기 분석/자료수집을 통하여 LNG 플랜트 생애주기 비용분류체계를 개발할 것이다. 둘째, 기존제품 검토(기존모델/데이터수집)를 실시 할 것이며, 셋째, 사용자 요구사항 조사 및 분석을 통하여 모듈의 실제 사용자를 위한 모델링을 설계할 것이다. 또한 동시에 위험도 평가모델 개념설계 및 생애주기비용 데이터 분석/기초 DB화를 실시할 것이다. 마지막으로 상기의 연구수행을 기반으로 생애주기비용 평가 모듈 및 이를 사용하기 위한 생애주기비용 평가지침을 개발할 것이다.

### 2) 본 연구의 생애주기 정의

건설생산과정의 생애주기는 차례대로 Feasibility Study, Pre-Design, Engineering, Procurement, Construction, Commissioning, Maintenance에 이르기 까지 공통적인 단계를 거치게 된다. 상기에 언급한 단계들로 구성된 건설생

산과정을 생애주기(Life Cycle)로 정의할 수 있다. 하지만 본 연구에서는 과업의 기간이 1년으로 짧고, 자료 획득의 한계로 인하여 생애주기를 Feasibility Study단계에서부터 Commissioning 단계까지로 한정하고자 하며, 이를 간단히 그림으로 설명하면 아래의 <그림 2>와 같다.



그림 2. 본 연구의 생애주기 정의

### 3) 선행연구 분석

최근 전 세계가 당면하고 있는 최대 현안 과제 중 하나는 배출가스로 인한 지구온난화로부터 지구를 보존 및 환경을 살리는 문제 일 것이며, 이로 인하여 환경문제가 이슈화되면서 건설산업에서는 Life Cycle Cost(이하:LCC)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재 전 세계의 많은 엔지니어들이 LCC 프로그램을 활용하고 있는 것으로 추정된다. 그러나 건축과 토목에서 사용하고 있는 LCC 프로그램 및 분석절차가 플랜트 건설사업과는 사업규모 자체가 상이하여 적용하기에는 다소 무리가 있다.

현재 미국 CII<sup>4)</sup>는 플랜트 건설에서 설계 개발 프로세스의 비효율성에 대하여 연구하였고, NIST<sup>5)</sup>는 Capital Facilities Industry에서 생애주기(Life-Cycle)를 통해 공유되고 활용되는 정보의 불합리한 운용으로 인한 비용에 대하여 연구를 진행하였다.

국내의 생애주기에 대한 연구를 살펴보면, 한국도로공사는 “고속도로 LCC 분석기법 잠정지침(안)”(2001)에서 기존의 고속도로 유지관리 이력 DB를 분석 LCC 분석시 활용할 수 있게 정리하였다. 또한 시설안전관리공단은 “교량의 LCC 분석 모델 및 DB 구축 방안”(2002) 연구에서 기존 교량에 대한 LCC 분석 모델을 개발하였다. 상기의 연구들은 건설의 생애주기에 대한 연구들로서 플랜트 건설의 생애주기에 대한 연구는 미흡한 상황이다. 따라서 LNG 플랜트 건설 기술수준 및 집적도를 향상 시킬 수 있도록 LNG 플랜트

4) Construction Industry Institute

5) National Institute of Standards and Technology

의 LCC 분석 및 기초 DB화와 생애주기비용 평가 모듈이 절대적으로 필요하다고 할 수 있다.

#### 4) 연구방법 및 체계

본 연구를 위하여 생애주기 분석/자료수집을 통하여 LNG 플랜트 생애주기비용 분류체계를 개발할 것이며, 생애주기비용 평가 기존모델의 현황 및 적용사례를 조사하고, 모델을 분석하여 기존 시스템에 대한 개선방안을 수립 이를 바탕으로 생애주기비용 분석 모듈의 사용자 요구사항을 조사 및 분석 할 것이다. 또한 생애주기비용 평가 모듈을 구축함에 있어 위험도 평가 모델 개념설계를 통하여 사업 리스크를 최소화 시키며, DB화를 위한 생애주기 기본데이터 분석을 실시 할 것이다. 상기의 연구 방법에 따라 생애주기비용 평가 모듈 및 평가지침을 개발할 것이며, 이와 같은 연구의 방법 및 체계는 아래 <표 2>, <그림 3>과 같다.

표 2. 연구방법에 따른 월 단위 추진계획

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1. 생애주기 분석/자료수집												
- LNG 플랜트 생애주기 분석												
- 건설 종료된 LNG 플랜트의 시공지역, 기간, 총사업비, 사업범위 등의 자료수집												
- 설계/엔지니어링, 시공, 운영유지 관련 기초비용자료 수집												
2. LNG 플랜트 생애주기비용분류 체계 개발												
- LNG 플랜트 건설의 개략적인 WBS 조사												
- 생애주기비용분류체계 개발												
3. 기존제품검토(기존모델/데이터 수집)												
- LCC 분석관련 기존모델의 현황 및 적용 사례 조사												
- 기존 모델/제품 자료분석												
- LCC분석관련 기존 모델의 장·단점 분석												
- 기존 시스템에 대한 개선방안 수립 및 실현 가능성												
4. 사용자 요구사항 및 분석												
- 면담/설문 조사서 작성												
- 관련 실무자 및 협회 면담 및 설문조사 실시												
- 사용자 요구사항 분석서 작성												
5. 위험도 평가모델 개념설계												
- 위험변수 조사 및 도출												
- 위험도 분석기법 검토												
- 위험도 평가 모델 개념설계												
6. 생애주기비용 데이터 분석 및 기초 DB화												
- 필요 자료 확인												
- 데이터 모델링												

표 2. 연구방법에 따른 월 단위 추진계획<계속>

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
- 필요자료 DB화 방안수립												
7. 생애주기비용 평가 모듈 구축												
- LCC 기법에 의한 분석절차 수립												
- 분석에 필요한 데이터 정의												
- 생애주기비용 평가 모듈												
8. 생애주기비용 평가지침 개발												
- 재무적 타당성 평가 시스템의 체계												
- 입력자료 및 입력법												
- 출력자료 및 결과해석												

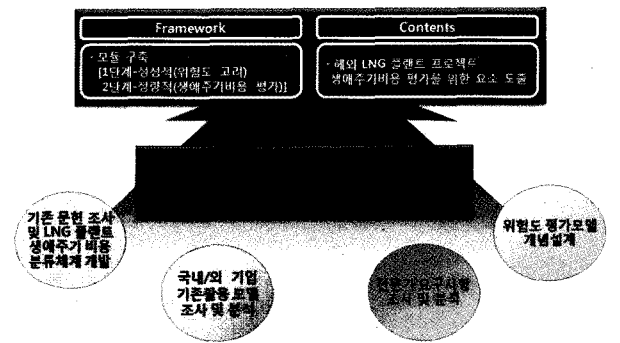


그림 3. 연구의 체계

또한, 추후 개발될 “시나리오 기반의 사업계획전문가 시스템”의 전년도 연구인 “시나리오 기반 사업 타당성 평가 모듈 및 평가지침 개발 연구”를 발전 및 본 연구에 활용하여 초기 조사 및 분석기간을 최소화하는 전략을 활용할 것이다.

### 3. 맺음말

본 연구의 목표는 “생애주기비용 평가 모듈 및 평가지침 개발”이다. 현재 우리 건설기업이 LNG 플랜트 건설에서 담당하는 것은 주로 전처리 및 시공분야의 업무를 수행하고 있다. 하지만 본 연구의 진행으로 향후 EPC의 부분적인 공사 수행이 아닌 기본공정 기획 요소의 확보 및 능력향상으로 플랜트 요소 기술을 한 단계 발전시킬 수 있을 것으로 사료된다. 또한 플랜트 정보 인프라 구축 및 LNG 플랜트 사업의 정보 제공으로 공사 수주 및 입찰 시장에서 수익성 확보를 위한 컨설팅 지원 등에 활용 될 수 있으며, 이는 현재 국내 기업이 LNG 플랜트 시장에서 선진 업체로써 도약할 수 있을 것이다.

현재까지 미비한 국내 플랜트 생애주기와 관련된 시스템은 계획단계였다면, 추후 개발될 LNG 플랜트 생애주기비용

평가 모듈 및 평가지침은 실행 및 검증단계라고 할 수 있다. 본 연구의 진행으로 LNG 플랜트 사업 수행 시 프로젝트에 대한 기본계획 및 생애주기비용 분석에 관한 체계적인 기획 능력을 확보 할 수 있을 것이다. 또한, LNG 플랜트 사업개발 및 기획단계에 발생 할 수 있는 생애주기에 관한 사업 오류를 저감시켜 사업비 절감 및 리스크 회피의 큰 도움을 줄 수 있을 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부 가스플랜트사업단의 연구지원에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. Annual Report, Bechtel Corporation, 2005
  2. Bahram Ghaemmaghami, GTL: Progress and Prospects - Study yields generic, coastal-based GTL plant, Oil&Gas Journal, 2001
  3. Capital Project Roadmap, FIATECH, 2004
  4. Gas to liquids industry development discussion paper, Industry Science Resources, 2001
  5. Gas to liquids life cycle assessment synthesis report, ConocoPhillips and Sasol Chevron and Shell, 2004
  6. Michael Barclay, Natural gas liquefaction process selection for emerging markets, 5th Doha Conference on natural Gas, 2005
  7. Michael Barclay and Noel Denton, Selecting offshore LNG process, LNG Journal, 2005
  8. Moon-Sun Park, The Research on Conceptual Model of LNG Plant Project Planning Expert System, ICCEM, 2009
  9. NIST 연구 조사 보고서, 2004, 8
  10. Ronald M. Smith, New developments in gas to liquids technologies, CERl Petrochemical Conference, 2004
  11. The Study on the Analysis of Elemental Maintenance Costs for Educational Facilities, ICCEM, 2009
  12. 강경인, 시뮬레이션을 이용한 건축개발사업의 사업타당성 분석, 2006
  13. 강현욱, 민병준, 김용수, 해외 플랜트 건설사업 위험요인을 통한 비용 변동범위 분석, 대한건축학회, 2010
  14. 김정수, 플랜트 건설공사를 위한 사업관리 전문가 시스템의 개발, 2000
  15. 김형근, 플랜트 건설의 대외경쟁력 향상방안, 한양대학교 석사학위논문, 2004
  16. 권오현, 정재호, 건설업체의 사업 타당성 조사 · 분석 실태 연구, 한국건설산업연구원, 2004
  17. 박문선, 강현욱, 김용수, LNG Plant 사업의 시나리오 기반 사업타당성 평가 모듈 및 평가지침 개발, 한국건설관리학회, 2009
  18. 박의승, 21C를 맞이하는 한국 LNG 산업의 현황 및 고찰, 2001
  19. 이원규, 박문선, 김용수, 해외 플랜트 건설사업의 타당성 분석 문제점 및 개선방안, 한국건설관리학회, 2010
  20. 플랜트 프로젝트 관리체계 표준화 기술개발, 현대건설, 2005
- 박문선 e-mail : moonsun-park@wm.cau.ac.kr
  - 강현욱 e-mail : hyunuk84@hanmail.net
  - 김용수 e-mail : yongsu@cau.ac.kr