

플랜트 엔지니어링 중장기 기술개발 로드맵 연구

정 의 종/ACE E&C
eijeong@unitel.co.kr

머리말

지난 해 우리나라의 해외 플랜트 수주액은 '04년에 비해 88%가 증가하여 158억달러를 기록하였을 뿐 만 아니라 최근 고유가의 지속으로 인하여 산유국 중심으로 발주가 늘어 해외 플랜트시장의 성장세가 지속되라는 것이 전문가들의 예측이다. 이러한 해외 플랜트시장의 확대가 우리기업에게는 좋은 기회가 될 것이나 현재와 같은 정유, 석유화학 및 담수 등의 전통적 분야로의 수주 편중현상이 우리기업들의 지속적 성장에 걸림돌로 작용하고 있다. 즉, 해외 플랜트산업을 성장동력 산업화 하기 위해서는 LNG 및 GTL 등과 같은 고 기술, 고부가가치 분야에 전략적 승부를 걸어야 할 필요성이 강력히 대두되고 있다.

이에 한국플랜트학회에서는 2005년 산업자원부로부터 용역을 받아 우리나라 플랜트 엔지니어링 기술수준의 현황과 기술력 향상을 위한 중장기 기술개발 분야와 방향을 연구하였으며, 본 고에 그 결과를 요약, 정리한다.

개요

우리나라는 '05년 상반기 해외 플랜트 수주금액이 지난 '04년 수주총액에 버금가는 미화 70억불을 기록하고 있다. 이러한 호황에 힘입어 연말까지는 150억불 이상의 수주를 기록할 것이며 앞으로도 당분간 이어질 것이라는 것이라 예측된다. 세계 플랜트 시장의 호황은 무엇보다도 최근 고유가를 바탕으로 충분한 재정을 확보한 중동국가

의 대규모 발주에서 비롯된 것이라고 볼 수 있다. 중동 GCC 국가들은 '05년에 650억불 이상의 발주를 계획하고 있으며 향후 2년 동안 1,250억불 정도의 추가 공사가 예정되어 있어 우리 업계로서는 매우 고무적인 일이 아닐 수 없다. '05년 상반기에 우리기업이 수주한 대표적인 프로젝트는 다음과 같다.

- 현대중공업 쿠웨이트 원유수출 터미널, 12억 5천만 불
- SK건설 쿠웨이트 원유집하 및 가압시설, 12억 2천만 불
- GS건설 +대우건설, 카타르 Condensate Refinery, 7억 불
- 현대건설 UAE Jebel Ali 'L' Plant Ph II, Power Package "P" 6억 8천만 불
- 현대중공업 나이지리아 해상가스시추 및 생산 시설, 6억 2천만 불
- 현대건설 이란 올레핀 11차 생산공장, 5억 7천만 불
- 삼성엔지니어링의 사우디 NPPC PDH/PP 플랜트, 5억 불
- 대우건설 나이지리아 Afam VI Combined Cycle Power Plant, 4억 8천만 불
- 현대건설 쿠웨이트 New Ethane Recovery Plant, 4억 불
- 삼성엔지니어링 사우디 EG Plant, 3억 5천 4백만 불

이러한 해외수주의 활성화에도 불구하고 우리기

업에게 부담으로 작용하고 있는 것은 선진국 수준의 엔지니어링 기술력을 갖추지 못하고 있기 때문에 고부가가치의 첨단기술을 요구하는 가스처리 플랜트 분야에 참여하지 못하는 반면, 현재 경쟁력을 보유하고 있는 정유나 석유화학 분야에서 인도, 그리스, 터키 및 중국 업체들이 저임금을 무기로 시장을 위협하고 있어 조만간 이들에게 자리를 내주어야 할지 모르는 위기에 직면해 있다는 것이다. 이러한 기술의 넷 크래킹 상황을 타파하기 위해서는 현재 중위권 수준에 머무르고 있는 우리의 엔지니어링 기술수준을 수익성과 성장성을 바탕으로 전략적 기술 분야를 선택하고 개발하여 선진 수준으로 이끌어야 한다.

기술개발의 큰 틀은 시장성이 있는 선진 전략기술의 조기 확보와 기존 기술우위 분야에서 차별화된 특화기술 개발에 있다. 즉, 고부가가치이며 수익성이 높으나 고도의 기술력이 요구되어, 선진 엔지니어링사들이 과점형태로 시장을 점유하고 있어 우리기업과 같은 후발 진입자에게 높은 장벽이 되고 있는 LNG, GTL 분야의 핵심기술을 개발하는 한편, 우리기업이 상대적으로 경쟁력을 확보하고 있는 정유, 석유화학 및 발전 등의 분야에서 후발 경쟁사들을 압도할 수 있는 분야별 특화기술을 개발하는 것이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 엔지니어링 기술의 고도화를 이룩하여 해외 플랜트산업의 글로벌 경쟁력을 확보하고 이를 국가 성장동력산업으로 육성하고자 하는 비전을 가지고 현재 해외 선진 플랜트 엔지니어링사의 60 ~ 80%인 기술수준을 2015년 까지 80 ~ 90%로 향상시키기 위한 방안의 제시를 목표로 하였다. 이를 위하여 플랜트 엔지니어링 개발기술을 크게 공정기술, 설계 및 IT 융합기술 및 기반지원기술로 표 1과 같이 구분하였으며 분석을 통하여 우리 플랜트 엔지니어링 분야별 기술수준을 확인하고 각 분야에서 우선적으로 요구되며 기술과급효과가 큰 선도 기술에 대한 중장기적 기술자립화 방안을 제시하고자 한다.

해외플랜트 시장의 개괄

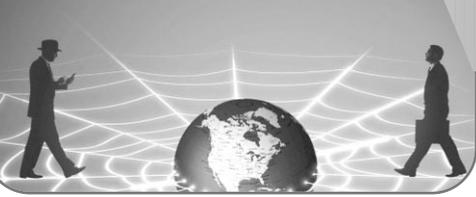
해외플랜트 시장의 동향

최근 해외 플랜트 시장의 특징으로는 시장규모의 대폭적인 확대와 함께 선진사들의 시장지배력 강화 및 수익률 상승 등을 꼽을 수 있다. 중동시장의 활황 뿐 만 아니라 남미와 아프리카 등 지역에서 '03년 이라크 전쟁 이후 지속되고 있는 고유가를 바탕으로 한 석유/가스전 개발, LNG/GTL, 정유 및 석유화학분야에 대규모 신규투자나 기존시설의 개보수 및 증설공사가 이어져 사업주가 계약자를 찾아와 프로젝트 참여를 요청하는 이른바 판매자 시장으로 환경이 변하였다. 또한 과거와는 달리 최근에는 LNG 프로젝트의 경우 10억 불 이상의 발주가 보편화되어 있는데, 이는 가격경쟁력 확보를 위한 생산시설의 극대화 전략에 기인하고 있는 것으로 판단된다. 따라서 이제는 1~2억 불 정도의 프로젝트는 중소기업으로 취급되어 대형사들이 수주를 주저하고 있는 틈새시장으로 분류되고 있는 형편이다.

아울러 해외플랜트시장의 또 다른 주요 특징은 선진 엔지니어링사들의 시장 점유율이 더욱 높아지고 있다는데 있다. '01년 중동지역에서 선진 5개사의 수주액이 전체의 63.0%였는데 '04년의 경우 이 수치가 77.6%까지 높아졌다. 이는 단위

〈표 1〉 개발기술 분류

대분류	소분류
공정기술	- 가스플랜트 - 정유플랜트 - 석유화학플랜트 - 발전플랜트 - 신재생에너지플랜트
설계 및 IT융합기술	- 설계기술 · 기본설계 · 상세설계 - IT융합기술
기반지원기술	- R&D지원체계 구축 - 인적자원 관리 - 표준화 수립



발주금액의 대형화와 LNG 플랜트 등과 같은 가스처리 분야에서 선진사들의 기술독점에 따른 결과로 판단된다. 이와 같이 선진사들과 우리기업들의 단일 수주규모 격차가 점점 더 벌어지고 있는 이유는 선진국들이 고부가가치 플랜트 분야인 LNG 분야나 GTL 분야 쪽으로 수주 중심을 이동시키고 있는 반면, 우리기업들은 기술력이 뒷받침되지 않아 상대적으로 단위 발주금액이 작은 전통적 분야인 정유나 석유화학분야 쪽에 머무르고 있기 때문이다.

한편 이러한 시장의 활황에 힘입어 세계 225대 기업 중 이익 실현을 보고한 업체들이 크게 늘고 있으며 평균이익률도 7% 대에 달하고 있다. 최근 눈에 띄는 특징은 중동 플랜트 시장에서 미국 기업들이 두드러진 약진을 하고 있는 것이다. 미국은 '02년 중동시장 점유율이 8.0%밖에 되지 못하였으나 '03년 33.4% 그리고 '04년도에는 거의 절반에 가까운 46.7%를 점유하였다. 이는 미국의 이라크전쟁 이후 이 지역에 대한 영향력 확대에 따른 결과로 예측되며, 향후 이 수치는 계속 증가할 것으로 전망된다.

또한 고유가의 지속으로 인하여 석유생산국이자 세계 최대 플랜트 시장인 중동에서 '05년 최소 650억 달러의 발주가 예상될 뿐만 아니라 표 2와 같이 향후 2년간('06~'07년) GCC 국가 발주 예정액이 1,250억 달러에 이르러 해외 플랜트 시장의 활황세는 당분간 계속될 것으로 예상된다.

<표 2> 향후 2년간 중동지역 플랜트 프로젝트 발주예상금액

국가	원유생산	가스시설	정유공장	석유화학	계
사우디	90억불	2억불	110억불	214억불	416억불
UAE	30억불	69억불	11억불	45억불	155억불
카타르	10억불	260억불	20억불	81억불	371억불
쿠웨이트	95억불	3억불	118억불	12억불	228억불
오만	25억불	12억불	-	36억불	73억불
바레인	-	-	1억불	13억불	14억불
계	250억불	346억불	260억불	401억불	1,257억불

우리나라 해외플랜트 수주현황

우리나라의 '05년 플랜트 수주 금액은 158억 달러로 전년 동기대비 88% 이상의 성장을 보이고 있다. 수주내용을 보면 지역별로는 중동지역에서 Oil&Gas, 석유화학, 발전 분야에서 고른 수주(84억불, ↑156%)를 보였고, 대형 시추설비를 수주한 아프리카지역에서의 수주 증가세(38억불, ↑448%)가 두드러진다. 다만, 지난해 대규모 발주로 사상 최고 실적을 기록했던 인도에서의 발전, 해양설비 수주 감소로 인해 아시아지역에서는 상대적으로 낮은 성장률(24억불, ↑12%)을 보였다. '05년 중동발주가 급격히 늘어난 이유는 과거와 같이 저부가가치의 원유를 수출하는 대신 고부가가치의 정제유나 석유화학 제품을 생산하기 위한 대규모의 설비투자에 기인한 것으로 볼 수 있다. 이것은 최근 중동 국가들의 공통적인 현상이다.

따라서 우리기업의 해외플랜트 수주는 고유가가 유지되는 한 당분간 활기를 띠 것으로 전망된다. 일부 전문가들은 최근 고유가는 중국이나 인도 등과 같은 산업생산이 활발하고 수요의 절대량 증가에 의한 것이어서 유가의 상승세가 지속되리라 주장하고 있다.

주요 선진 플랜트사의 글로벌 전략

'04년을 기준으로 플랜트 분야별 상위 선진업체를 살펴보면, 석유/가스 부문에 Bechtel, Snamprogetti,

Technip, 석유화학 부문에는 JGC, Technip, KBR, 발전 부문에는 Bechtel, Foster Wheeler, Enelpower 등이 있다. 이들 중에 대표적인 선진기업인 미국의 Bechtel, 프랑스의 Technip, 이탈리아의 Snamprogetti 및 일본의 JGC의 전략을 살펴보면 다음과 같다.

Bechtel

Bechtel은 샌프란시스코 소재의 비상장회사로 세계 40개 지사를 갖고 있고 종업원 수는 4만여 명에 이른다. '04년 기준 매출액은 174억불이고, 신규수주액은 157억불을 달성하였다. Bechtel은 설계와 시공의 통합을 통해 시너지 효과를 얻을 수 있는 분야에 주력하고 자사의 뛰어난 CM능력을 활용하고 있다. 또한 원자력, 발전 등 핵심경쟁력을 가진 분야에 집중하여 사업을 전개함으로써 리스크를 회피하고 있으며, 현지화를 위해 현지 영업사무소 간 유기적인 협력체계를 구축하고, 현지인 채용을 확대하고 이들을 교육하는 인력개발의 현지화를 추진하고, 우량자재의 현지조달을 강화하는 자재조달의 현지화와 함께 효율적인 기술과 금융지원전략을 전개하고 있다. 최근에는 6시그마 경영혁신활동을 도입하여 철저한 고객중심의 데이터 분석을 통한 과학적이고 합리적인 문제해결 운동을 주도하고 있다.

Technip

Technip은 1958에 설립된 엔지니어링 회사로 설계, 엔지니어링, 구매, 건설 등 다양한 사업범위를 가지고 있으며 특히 대형 터키 프로젝트에 강점을 갖고 있다. 해외활동비율은 그룹 전체의 90% 수준이며 특히 유럽, 중동, 동남아, 중남미지역에 집중 진출하고 있다. 자사의 핵심역량을 바탕으로 한 국제적인 J/V(Joint Venture)로 유대를 강화하여 석유 및 가스 생산국, 신흥공업국, 고도 경제성장지역(중동, 아시아, 남미 등)에 활발하게 진출하며, 외국 업체와의 J/V시 축적된 리스

크 매니지먼트 경험을 바탕으로 사업의 주도력을 발휘하고 있다. 또한 해외시장에 대한 기동성과 적응력을 강화하기 위해 해외지사의 개척과 합병, 신설 등을 적극 모색 중이다. 설계, 엔지니어링, 구매, 건설, PM 능력 등 터키수행력은 세계 최고 수준으로 터키계약이 매출의 85%를 차지할 정도로 터키 프로젝트에 집중하고 있으며 특히 On + Offshore 사업에 뛰어나다. 최근에는 M&A와 협력(Alliance)을 통한 시장 확대 중이다.

Snamprogetti

1965년에 설립된 Snamprogetti는 석유정제, 가스플랜트, 화학, 비료플랜트, 해양구조물, 광업, 야금 플랜트, 에너지 시스템 등 다양한 사업분야를 가지고 있으며, 최근에는 석유와 가스, 석유화학, 파이프라인 등 핵심 사업에만 전력을 다하고 있는 형편이다. '80년대 후반까지 자국 내 공사 위주로 하였으나 '90년대부터 본격적으로 해외에 진출하기 시작하여 ENR지 매출기준 세계 5위 그룹으로 성장하였다. 또한 상시 구조조정을 통하여 조직의 효율성을 강화시키고 있으며, M&A에 의한 사업 확대 전략을 지양하고 자체 성장에 의한 전문조직 확대를 통한 안정적인 성장을 꾀하는 경영전략을 취하고 있다. 특히 프로젝트의 경쟁력 강화와 자사의 약점을 보완하기 위하여 Technip, KBR, JGC, Chiyoda 등의 경쟁사와도 제휴를 맺고 다양한 프로젝트에 이들과 공동수주 성과를 올리고 있다.

Snamprogetti는 자사의 기술역량에 따른 공정한 사업전략을 따로 세워 운영하고 있다. 이를 살펴보면 암모니아 플랜트는 경쟁력 강화를 위하여 취약요소에 대한 보완을 하였으며, 요소/MTBE 플랜트는 지속적인 경쟁력 유지에 중점을 두고 있다. 탈수소분야는 차별화된 기술력을 바탕으로 수주를 강화한다는 전략이다. 수주 전략 지역으로는 중국과 구 소련지역을 공략할 계획을 세우고 있다.



JGC

JGC는 고객의 다양한 수요를 충족시키기 위해 사업영역과 기능을 확충하고 있다. 동사의 성장전략은 EPC 요소분야의 수직통합화와 참여사업 범위의 확대를 통한 수평적 확대사업화 전략으로 구성된다. 즉, EPC사업은 동사의 가장 중요한 사업이고 수익의 원천이기 때문에 요소분야의 효율성을 극대화시키기 위하여 수직통합을 추진함과 동시에 대상 사업범위를 현재의 가스처리, 정유, 석유화학, 등의 분야에서 벗어나 미래 신사업프로젝트로 사업의 수평적 외연 확대를 통해 지속적 성장과 아울러 수익확대를 추구하고자 한다. '04년 9월에 안정적인 수주확대를 위한 '프로젝트 사업추진본부'를 신설하였으며, 수평확대화를 위한 3대 영역은 자원투자, 유틸리티 인프라, 기술개발로 구성된다. 또한 해외사업의 성공을 위해 철저한 현지화를 추진하고 있다.

공정기술 개발 로드맵

개요

우리나라의 주력 플랜트 수주분야는 ENR지 기준으로 석유/가스, 정유, 석유화학, 담수 및 발전 분야로 크게 나눌 수 있기 때문에 본 기술 로드맵에서도 이들 분야에 집중하였다. 다만, 여타 플랜트 엔지니어링 분야와 달리 담수 플랜트는 해당 업체가 2개로 집약되어 연구결과의 활용이 제한적인 것과 동시에 각 개별업체가 이미 엔지니어링 기술 로드맵을 자체적으로 갖고 있기 때문에 본 연구 분야에서는 제외하였다. 또한 앞서 제시한 4대 플랜트 분야 이외에 신재생에너지 등과 같이 급격히 성장하고 있는 대체에너지플랜트 분야를 미래의 전략산업으로 인식하여 신재생에너지 플랜트로 명하여 본 연구의 범위에 포함하였다. 이 분야는 기술개발의 역사가 오래되지 않아 선진 국가와 기술격차가 기존 플랜트 분야만큼 크지 않아 우리의 개발의지 여하에 따라 그들과 기

술을 공유할 수 있는 분야로 여겨진다. 이로부터 본 연구의 플랜트 공정기술 분야는 다음과 같다.

- 가스플랜트 분야
- 정유플랜트 분야
- 석유화학플랜트 분야
- 발전플랜트 분야
- 신재생에너지플랜트 분야

가스플랜트

가스플랜트 분야 중 가스를 광구에서 채굴하기 위한 탐사 및 생산 분야가 있는데 이 분야는 원천 특허기술이 없는 오픈 아트(Open Art) 분야로 주로 생산설비 제작기술이 주도하고 있다. 한편 생산된 가스를 전처리하고 원하는 가스성분을 뽑아내는 가스처리 공정이 있는데 본 연구의 대상 및 범위는 바로 이 가스 전처리 분야와 가스처리 공정에 초점을 두고 있다.

① LNG플랜트

일본 에너지경제연구소에 의하면, 세계의 LNG 거래는 '80년 1조 1,000만 입방피트에서 '03년에는 약 6조 입방피트로 확대되었는데, 이것은 연 7.6%의 증가를 나타낸다고 한다. LNG는 불순물이 거의 없고, 탄산가스 발생률도 다른 석유화학 연료에 비해 낮은 청정연료라는 점, LNG 플랜트가 증가하고 있는 추세로 그 공급 면에서도 안정화되고 있다는 점, 또한 플랜트의 대규모화에 의해 가격이 안정화 되었다는 점 등의 이유로 수요가 증가해 왔다. 따라서 플랜트의 대규모화를 통한 LNG 생산비용을 절약하려는 움직임도 등장하고 있다. LNG 도입 초기의 플랜트는 1계열 당 100만t/y 정도였지만, 현재 진행되고 있는 SAKHALINⅡ는 1계열 당 450만t/y로 종전의 5배 이상의 규모이다. 현재 계획 중인 QATAR GASⅡ프로젝트는 1계열 당 780만 톤이라는 엄청난 규모이며 이에 따라 LNG 공급 가격은 계속

떨어지고 있는 추세이다.

관련 기술의 변천을 살펴보면 '60년대와 '70년대 전반기에는 5개 플랜트에 4개사 특허기술(Licensed Technology)이 사용되었으나 '70년대 후반기에서 '99년까지 SHIKDA 프로젝트 이외에는 APCI 기술만 사용되어 왔었다. 이러한 상황에서 '00년부터 Philips가 본격적으로 참여하고 Linde와 Shell이 신기술을 개발하여 다시 4개의 특허기술을 중심으로 하는 기술 4강 구도를 이루게 되었는데 이 중 APCI(ARI Products and Chemicals Inc.)사의 시장 독점력은 여전히 유지되고 있다.

LNG플랜트 분야에 대한 우리기업들의 기술수준은 표 3과 같이 선진 엔지니어링사들이 보유하고 있는 공정분야의 원천기술은 없고 일부 전처리분야에서 기본설계 기술을 보유하고 있는 실정이다. 아울러 LNG 프로젝트의 핵심공정에 실질적으로

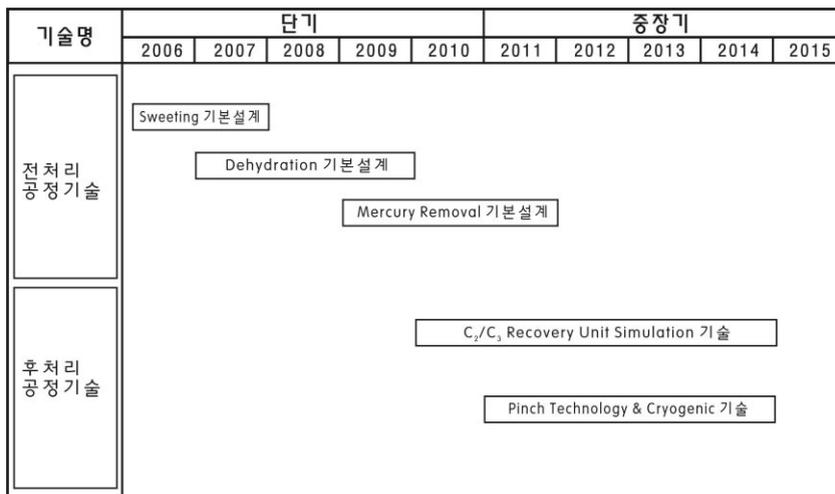
참여한 실적은 없으나 그 동안 정유나 석유화학 등의 분야에서 수행한 실적을 감안하면 상세설계 및 건설사업관리 분야는 프로젝트를 수행할 정도의 기술력을 보유했다고 판단된다. LNG플랜트의 기술 개발 로드맵은 그림 1과 같다.

② GTL플랜트

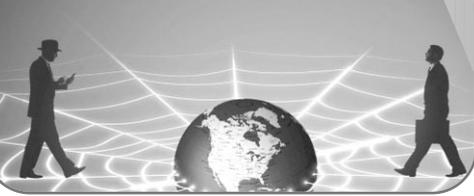
주로 천연가스를 원료로 합성가스(일산화탄소와 수소의 혼합가스)를 만들어, 이를 FT(Fischer-Tropsch)반응을 거쳐 액체석유로 제조한 후 개질공정을 거쳐 원하고자 하는 제품(가솔린, 항공유, 디젤유, 납사 등)을 생산하는 일련의 공정을 통틀어 GTL(Gas-To-Liquid) 공정이라 한다. GTL은 세탄가가 높아 경유의 대체연료로서 가능성이 높으며 PM 등의 배출가스가 적은 청정연료이다. 또한 압축천연가스(CNG)의 경우는 연료를 고압으로 충전하기 때문에 용기가 견고하고 무거우며 또한

<표 3> 우리나라 LNG플랜트 기술수준

분야	라이선스 (원천기술)	기본설계	상세설계	건설사업관리	시운전
LNG 플랜트	0	50	80	90	90



[그림 1] LNG플랜트기술 개발 로드맵



용기의 부피가 큰 단점이 있으나, GTL은 액체연료이기 때문에 용기 부피가 적고 가벼운 장점이 있어 향후 CNG 연료기술을 대체할 가능성도 있다.

현재까지 상업화 규모의 플랜트를 가동하고 있는 곳은 Sasol이 운영하고 있는 남아프리카공화국의 플랜트와 1990년대 R/D Shell이 말레이시아에 건설한 플랜트 등 세계에 단 2개만 있는 형편이다. 그러나 앞으로 석유수급 불안에 따른 고유가는 계속 유지될 것이고, 또한 기존 석유사용에 의한 심각한 환경오염으로 인해, 전 세계적으로 풍부하게 매장되어 있는 천연가스의 사용이 증가됨에 따라 경제적, 기술적 우위를 갖고 주요 석유메이저들이 우선적으로 대규모의 가스전에 GTL플랜트를 건설하여 에너지시장에 새로운 연료를 공급하려는 움직임이 점차 확대되어 가고

있는 추세이다.

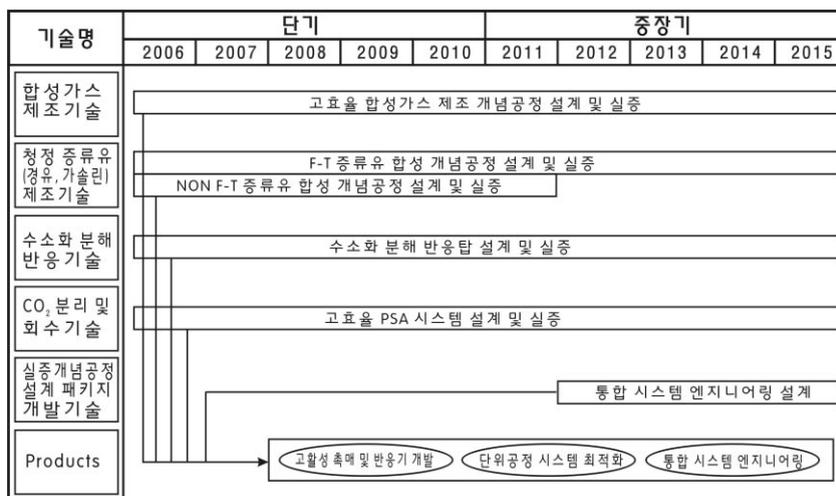
국내 업체가 GTL플랜트 공정에 참여한 경험이 전혀 없으며, 특히 FT합성공정의 경우 거의 독점적으로 기술보유업체에 의해 주도된다고 볼 수 있다. 그러나 합성가스제조공정이나 개질공정의 경우 국내 일부 엔지니어링업체가 유사한 플랜트에 경험이 있어 표 4와 같이 국내 기술수준을 예측할 수 있으며, 이와 관련된 EPC 업무를 수행할 수 있을 것으로 여겨진다. GTL플랜트의 기술 개발 로드맵은 그림 2와 같다.

정유플랜트

원유정제는 원유를 처리하여 각종 석유제품과 반제품을 제조하는 것을 말하며 이러한 시설을 정유공장(Refinery Plant)이라 한다. 정유의 목

<표 4> 우리나라 GTL플랜트 기술수준

공정구분	라이선스 (원천기술)	기본설계	상세설계	건설사업관리	시운전
합성가스제조공정	0	0	90	90	90
FT 합성공정	0	0	0	0	0
개질공정	0	0	90	90	90



[그림 2] GTL플랜트기술 개발 로드맵

적은 원유를 가장 경제적인 방법으로 처리하여 구격에 합당한 제품을 만들어 시장에 공급하는 것인데 원유의 종류, 정제과정, 시장구조, 제품규격의 다양성 때문에 그 처리방법에 따른 시설물도 각양각색이라 간단히 설명할 수는 없지만 크게 4가지 단위공정, 즉 증류공정, 전화공정, 불순물 제거공정 및 혼합공정으로 요약된다. 이 중에서 원유를 끓여 비등점의 차이로 제품을 분류하여 납사, 직류가솔린, 등유, 경유 및 중유를 얻는 증류공정과 화학적 방법에 의하여 유분의 분자구조를 변화시켜 품질을 향상시키는 크래킹 및 리포밍의 전화공정이 중요한 부분이다.

정유공정은 원천기술이 끊임없이 진화하여 공정의 효율성과 선진 환경보호 기술을 선보이고 있는 미국, 유럽 등의 선진 라이선서에 의하여 세계 시장을 독점되고 있다. 정유공장에 대한 우리의 기술은 표 5와 같이 원천기술 쪽의 분야를 제외하

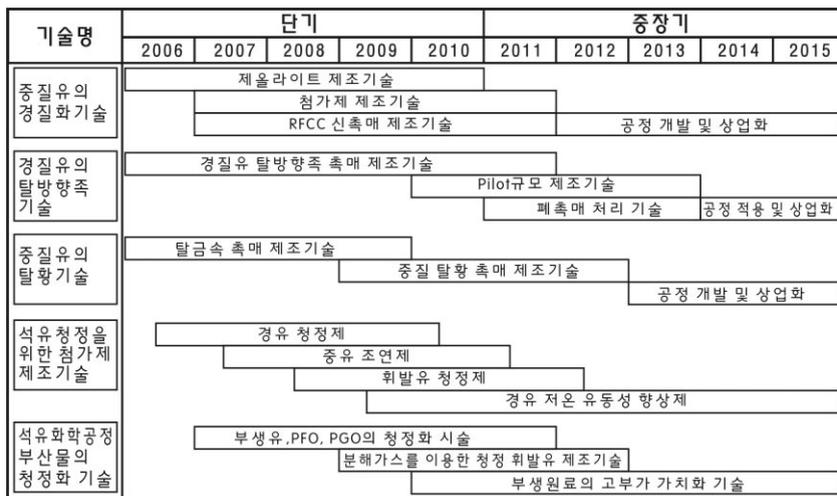
고는 선진국 수준이라 할 수 있는 편이다. 특히, 상세설계, 사업관리 및 시운전 분야에 대해서는 격차가 없으나 파이낸스 및 기본설계분야가 열세에 있다고 할 수 있다. 정유플랜트의 기술 개발 로드맵은 그림 3과 같다.

석유화학플랜트

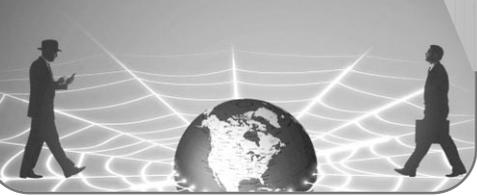
석유화학플랜트는 석유화학 원유를 상압증류 하는 공정에서 발생하는 CDU에서 납사를 원료로 하는 유화제품을 생산하는 시설물 일체를 가리킨다. 납사처리공정은 크게 스팀 리포밍(Steam Reforming), 납사 크래킹(Naphtha Cracking) 및 촉탈리틱 리포밍(Catalytic Reforming) 분야로 나눌 수 있다. 납사 분해에 사용되는 크래킹 및 리포밍 공정에는 노(Furnace) 기술이 중요한 반면 전화(Conversion)공정이나 폴리머 중압공정(Polymerization)에서는 촉매기술이 중요하다.

<표 5> 우리나라 정유플랜트 기술수준

분야	라이선스 (원천기술)	기본설계	상세설계	건설사업관리	시운전
정유플랜트	30	80	95	100	100



[그림 3] 정유플랜트기술 개발 로드맵



석유화학플랜트에 대한 우리의 기술은 원천기술 쪽의 분야를 제외하고는 대체로 기술수준이 높다고 할 수 있다. 이는 지난 40년 동안 동안, 울산석유화학단지, 여천석유화학단지 및 대산석유화학단지를 건설하고 운영하면서 쌓은 기술의 축적 때문이다. 특히, 특히 표 6과 같이 상세설계, 사업관리 및 시운전 분야에 대해서는 격차가 없고 기본설계 분야가 비교적 기술열세에 있다고 할 수 있다. 현재 우리나라의 기술력으로 원천기술이 가능한 석유화학 기술은 AA/Acrylatesd와 부타디엔(BD) 분야이고 현재 기술격차는 크나 선진업체와 장기적 협력을 통하여 확보할 수 있는 분야로는 LDPE, LLDPE, HDPE, PP 및 PVC 분야 등이다. 석유화학플랜트의 기술 개발 로드맵은 그림 4와 같다.

발전플랜트

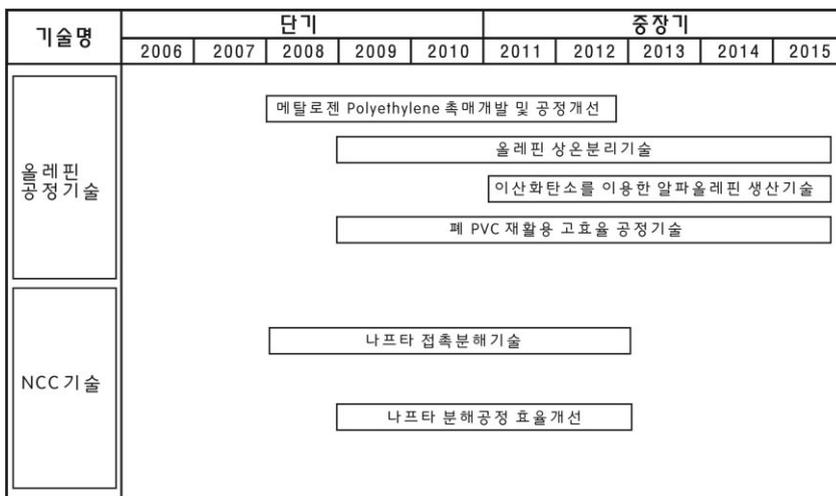
화력발전플랜트는 원유나 중유 등을 연료로 하

여 보일러로 증기를 발생시킨 다음, 그 압력으로 터빈·발전기를 돌려 발전하여 전기 에너지로 바꾸는 곳이다. 화력발전의 경우 우리나라는 초임계압 500 MW급의 표준화를 기반으로 하여 800 MW급의 영흥 1, 2, 3 및 4호기를 성공적으로 설계 및 건설한 후 이체는 일본 및 선진국에서 사용화 시킨 초초 임계압 1,000 MW급 발전소를 영흥 7, 8, 9 및 10호기에 적용할 계획이다.

화력발전플랜트 중 석탄연료를 사용하는 청정석탄발전플랜트는 연료수급 및 활용 측면에서 강점을 가지고 있다. 석탄연료는 타 화석연료에 비하여 연료수급 및 공급가격의 안정성 측면에서 매우 유리한 위치에 있고, 전력수급의 안정성측면에서 석탄연료의 지속적인 활용이 예상되기 때문이다. 그러나 국내외적인 환경규제 강화 추세에 따라 기존 발전형식의 장기간 적용에 어려움 예상되기 때문에 석탄연료의 지속적인 활용을 위한 효과적인

<표 6> 우리나라 석유화학플랜트 기술수준

분야	라이센스 (원천기술)	기본설계	상세설계	건설사업관리	시운전
석유화학플랜트	60	80	95	100	100



[그림 4] 석유화학플랜트기술 개발 로드맵

대처기술의 확보가 필요하며, 향후 석탄 기력발전 설비를 대체할 수 있는 청정석탄발전(Clean Coal Technology, CCT)기술의 도입이 필요하다.

화력발전플랜트 분야에 있어서 선진국과의 일반적인 엔지니어링 수준의 차이는 그리 크지 않다. 그러나 미국 등 구미 선진국이 일본보다 3~5년 정도의 기술격차를 보이고 있으며 우리나라가 일본에 비해 또 그만큼 뒤져있는 형편이다. 즉, 선진국의 대형화와 환경기술의 기술적 진화를 우리 업계에서 추격하기 바쁜 모습을 보이고 있는 것이 현실이지만 표 7과 같이 전반적으로 정유 및 석유화학 플랜트에 비해 상당한 경쟁력과 수행실적을 보유하고 있다.

특히 일본이나 우리나라의 경우 유연탄을 원료로 하는 화력발전이 보편화 되어있으나 독일, 중국 및 미국의 경우 갈탄(brown coal)을 원료로 하는 발전을 하기 때문에 우리도 이 분야의 기술에 대한 연구를 하여야 한다고 사료된다.

화력발전 및 청정석탄발전플랜트의 기술 개발 로드맵은 각각 그림 5 및 그림 6과 같다.

신재생에너지플랜트

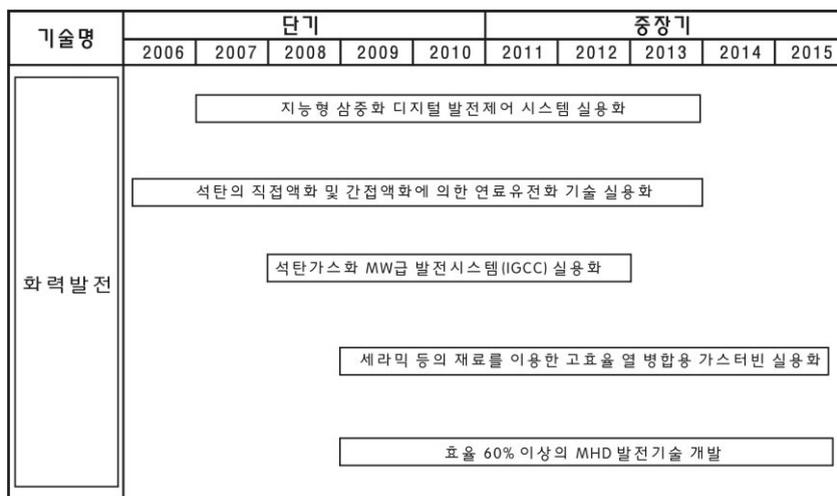
신재생에너지는 당초에는 석유를 대체하는 에너지를 칭하는 것으로서 원자력, 석탄, 신에너지를 포함한 의미로 사용되어 왔다. 최근에는 각 국가들의 에너지 분류방법에 따라 대체에너지, 신에너지, 미래에너지, 미활용에너지 등 여러 가지 용어로 중복, 혼용되어 왔으며, 우리나라는 석유, 석탄, 원자력, 천연가스가 아닌 11개 에너지로 지정하고 있으며, 이는 다음과 같다.

- 재생에너지 : 태양광, 풍력, 바이오, 태양열, 소수력, 지열, 해양, 폐기물
- 신에너지 : 수소, 연료전지, 석탄가스화·액화

우리나라는 에너지의 97% 이상을 해외에서 수

<표 7> 우리나라 화력발전소 엔지니어링 기술수준

분야	원천기술	기본설계	상세설계	사업관리	시운전
화력발전 엔지니어링	90	95	95	100	100



[그림 5] 화력발전플랜트기술 개발 로드맵



입하여 사용하고 있으며, 세계 에너지 소비 10위, 석유소비 7위인 에너지 다소비 국가이며 화석연료자원 보유 빈국이기 때문에 무엇보다 지속가능한 에너지 공급체계를 위한 미래 에너지원으로 신재생에너지의 필요성이 크다 하겠다. 신재생에너지는 연구개발에 의해 확보 가능한 기술적 자원임과 동시에 화석연료 사용에 따른 CO₂ 발생이 없는 환경 친화적 자원이고, 무제한 공급 가능이 가능하고 재생가능 에너지원인 비고갈성 자원이거나, 장기적인 선행투자가 필요하고 시장전망의 불확실성으로 정부주도 필요한 공공 미래에너지원이라는 특징을 동시에 가지고 있다.

이러한 신재생에너지의 우리나라 기술수준은 전반적으로 선진국의 50 ~ 70% 수준으로 평가되고 있으나, 수소·연료전지 등 주요 핵심기술은 30 ~ 50% 수준에 불과하다.

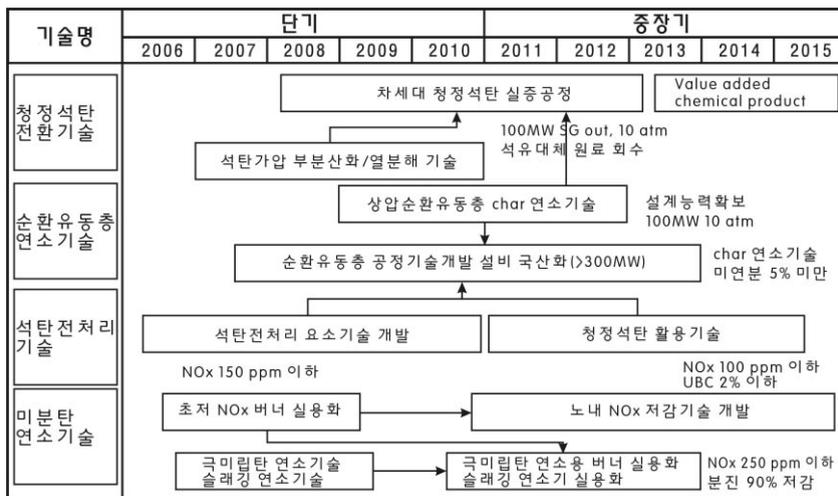
본 연구에서는 다양한 신재생에너지 중 국내에서 이용할 수 있는 중요 기술로 연료전지, 풍력발전 및 태양광발전을 선정하였으며, 이에 대한 세부적인 특징들을 다음에 나열하였다.

① 연료전지

연료전지의 주 에너지원인 수소에너지는 궁극적으로 인류가 당면해 있는 에너지와 환경문제를 해결할 수 있는 꿈의 에너지원으로 평가받고 있다. 수소는 전기와 같이 다른 에너지원으로부터 얻어지는 2차 에너지이지만 지구상에 존재하는 풍부한 물로부터 제조될 수 있어 자원의 제약이 없고, 연소 생성물이 물밖에 없는 청정연료이기 때문에 현재 인류가 안고 있는 화석연료의 한계인 부존자원의 고갈과 지구온난화 및 환경오염문제를 극복할 수 있는 유일한 대안으로 평가받고 있다. 연료전지의 기술 개발 로드맵은 그림 7과 같다.

② 풍력발전

풍력발전은 바람이 가진 운동에너지를 로터블레이드가 회전력으로 변환하고, 이를 이용하여 발전기를 구동하여 전력을 얻어 내는 기술로서 현재 신재생에너지원 중 가장 기술적 완성도가 높으며, 시장경쟁력이 뛰어난 기술이다. 풍력발전은 환경 친화적이고 무한한 자원의 활용이 가능하며 무엇보다도 구조, 설치가 다른 발전방식에 비해 간단하고 디젤, 태양광 발전과의 병렬운전도 가능하기 때문



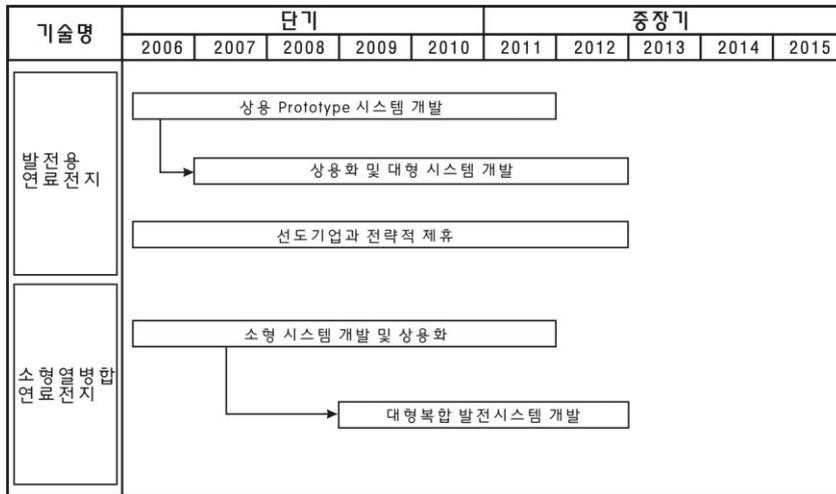
[그림 6] 청정석탄발전플랜트기술 개발 로드맵

에 그 필요성 및 활용성이 높다고 할 수 있다. 풍력 발전플랜트의 기술 개발 로드맵은 그림 8과 같다.

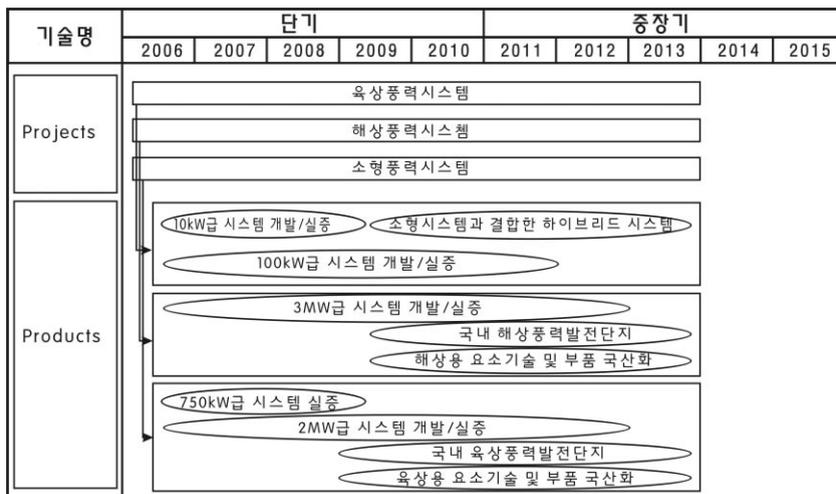
③ 태양광발전

태양에너지는 청정하고 재생가능하며 거의 무한대에 가까운 가용량을 가지고 있는 에너지원으로 태양광 기술은 이러한 태양에너지를 직접 전기에

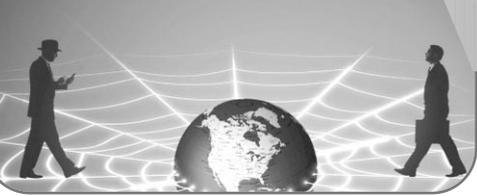
너지로 변환시키는 과정에 기계적, 화학적 작용이 없어 구조가 단순하고 안전하며 환경에 대한 악영향이 거의 없다. 또한 소규모 주택용에서부터 대규모 발전용까지 발전 규모를 다양하게 할 수 있고 기계장치가 많이 필요치 않아서 유지보수가 간단할 뿐만 아니라 수명도 20 ~ 30년으로 화력 발전소와 비슷한 장점을 가지고 있다. 이와 같은



[그림 7] 연료전지기술 개발 로드맵



[그림 8] 풍력발전기술 개발 로드맵



태양광산업 분야는 지난 6년간 평균 30%의 성장을 지속해 왔으며, 세계 여러 국가의 태양광산업 활성화 정책과 기술개발에 힘입어 2004년도에 태양전지 생산량이 1천MWp(약 70억 달러)의 벽을 넘어섰다. 태양광발전플랜트의 기술 개발 로드맵은 그림 9와 같다.

설계 및 IT융합기술 개발 로드맵

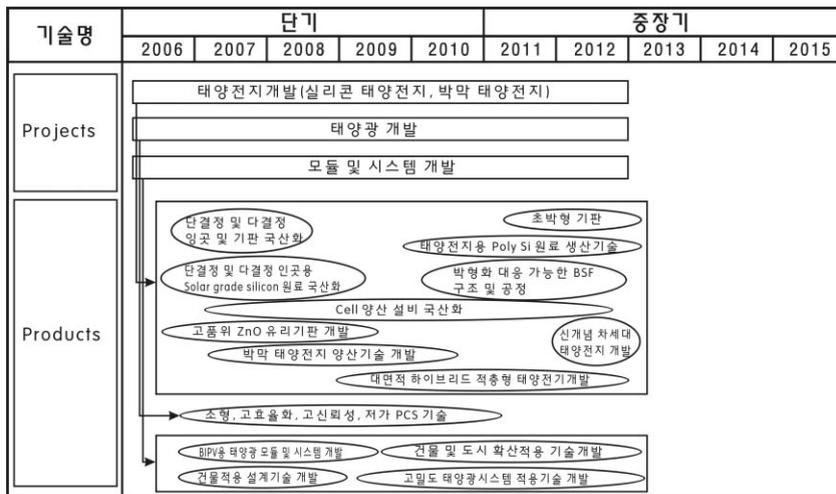
설계기술

'90년 중반까지 활발히 발전 되어오던 국내 플랜트 엔지니어링 산업이 외환위기를 맞아 구조조정을 겪으면서 대부분의 엔지니어링 전업사들은 건설 모기업에 합병되고 규모 축소에 따라 수행업무가 프로젝트의 수주와 실행에 중점을 두게 되어 엔지니어링업체의 핵심역량인 R&D 분야에 대한 기업투자가 급격히 감소하게 되었다. 이에 따라 우리 엔지니어링업체들의 기술수준은 선진국에 비교하여 전 분야에서 열세를 보이고 있으며, 특히 '00년 이후 중동에서 대규모로 발주되고 있는 LNG나 GTL 등과 같은 가스처리 프로젝트에 대한 기술은 초보적인 수준에 있다. 그리고 엔

지니어링 산업의 핵심이라 할 수 있는 R&D 고급 인력은 IMF 외환위기 시에 가장 먼저 구조조정 대상이 되어 업계를 떠나 지금과 같은 엔지니어링 호황기에 전사적 연구개발 투자를 이끌 연구 인력이 절대적으로 부족한 상황이다.

기본설계와 공통요소분야인 토목, 건축, 기계, 배관, 전기 및 계장 등에 대한 상세설계 분야에 있어서 경쟁력을 살펴보면, 부가가치가 낮고 다수의 프로젝트 수행경험에서 얻어지는 상세설계분야의 기술력은 선진국 수준의 경쟁력을 확보하고 있으나 고부가가치 창출의 원동력인 개념 설계 및 기초 설계, 그리고 시운전 영역은 취약하여 전반적으로 경쟁력이 떨어진다.

플랜트 엔지니어링 과정은 전문적인 지식 및 경험을 필요로 하는 기술 집약 산업의 성격이 강한 지식기반 산업으로 하나의 프로젝트를 수행하기 위하여 다양한 전문 부문의 기술이 동등한 수준에서 유기적으로 결집되고 통합이 이루어져야 한다. 즉 설계나 시공 중 어느 한 분야의 기술적 부족함이나 특출한 진보가 돌출하는 비균형적인 상태에서는 성공적인 프로젝트 수행의 결과를 기대할 수 없으며 플랜트 엔지니어링 산업이 우리경



[그림 9] 태양광발전기술 개발 로드맵

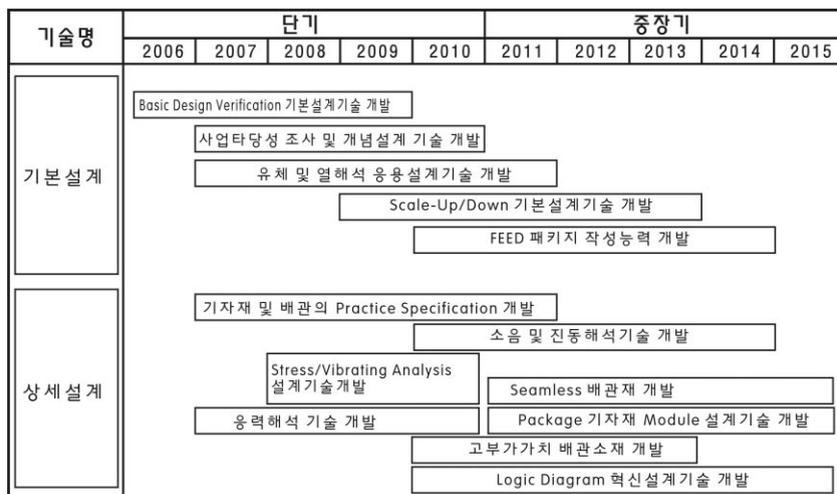
제의 중추 산업으로 자리 매김을 하기 위해서는 다양한 분야에서의 기술축적과 그 기술의 수직적, 수평적으로 유기적인 연계가 필요하다.

현재 설계 분야에서는 대기업은 기본설계, 전체 공정관리 및 품질관리를 수행하며 대기업에서 분사한 전문 중소 설계 업체에서는 상세 설계를 담당 하는 구조로 분업이 이루어지고 있으나 중소 전문설계업체들은 규모의 영세성과 자금력이 취약하여 설계 부문 경쟁력 확보에 필수적인 IT 통합설계 분야에 대한 R&D 투자에 적극적으로 나서지 못하고 있다. 따라서 과거 '97년 외환위기로 인하여 침체된 엔지니어링분야의 기본설계나 기계, 배관 등 공통요소기술의 기술력확보를 위해서는 연구의 체계적 관리를 통한 대기업과 전문협력업체의 역할분담과 유기적인 상호협조가 그 무엇보다 중요하다고 판단된다. 즉, 플랜트 프로세스에 대한 깊은 이해가 필요하며 고기술이 필요한 기본설계 분야에서는 대형 엔지니어링업체가 주도를 하여 전문 업체로부터 기능적 작업의 지원을 받는 한편 비교적 경험 및 프로젝트 수행경험이 필요한 공통요소기술 분야에 대해서는 전문 협력업체가 연구개발을 주도적으로 이끌고 대기

업은 연구의 방향과 성격에 대한 가이드가 필요하고 판단된다. 이에 대한 설계기술의 기술 개발 로드맵은 그림 10과 같다.

IT융합기술

정보화의 물결은 다른 사회 모든 분야에서와 마찬가지로 플랜트 엔지니어링 분야에서도 획기적인 변화를 촉발하고 있다. 정보통신(IT) 기술을 이용한 EPC 프로젝트 통합관리시스템 구축 및 이를 지원할 우수한 데이터베이스(D/B)의 확보는 이제 해외 플랜트시장에서 해당 기업의 프로젝트 수행능력을 결정짓는 필수사항이 되었다. 특히 본사와 현장이 원거리로 떨어져 있고 수많은 설계, 구매 및 건설의 공중(activity)이 복잡하게 얽혀 있는 턴키 프로젝트의 경우 단순한 문서나 도면 관리시스템을 넘어 프로젝트의 착수와 종료 전 과정을 하나로 통합하여 세계 전체로 퍼져있는 단위업무에 대한 실시간적인 정보공유가 가능한 PLIS(Project Life-cycle Information System) 또는 PMIS(Project Management Information System)가 필요하다고 판단된다. 이에 대한 IT융합기술 개발 로드맵은 그림 11과 같다.



[그림 10] 설계기술 개발 로드맵



기반지원기술 개발 로드맵

기반지원기술은 전통 엔지니어링 기술은 아니나 산업 전반에 공통적으로 적용되는 지원기술로서 플랜트산업을 지속발전을 위한 기반조성사업으로 다음과 같이 구성되어 있다.

- 사내 R&D센터 활성화 지원 및 중소기업과 연계 R&D 지원체계구축을 내용으로 하는 R&D 지원체계 구축
- 인력양성센터 설립 및 전문가 자격인증을 주된 내용으로 하는 인적자원 관리
- 산업분류체계 개선 및 표준업무절차서 제정을 포함한 표준화 수립

기반지원기술은 우리나라 플랜트산업의 기반지원이 매우 취약한 상태이고 또한 플랜트 산업계에서 공동으로 활용이 가능한 공공성이 강한 사업이므로 산학이 참여하고 정부가 주도하여 다른 사업보다 우선적으로 조속히 추진되어야 한다. 이에 대하여 본 연구사업의 추진방안에서 제안되는 플랜트 엔지니어링 센터는 다음의 관리 및 수행

방법을 따를 것을 제안한다.

- 공정기술개발과 설계 및 IT융합기술개발 과제는 기술수요를 발굴, 기획하고 최적의 적임기관에게 발주하여 해당 기술과제가 성공적으로 개발될 수 있도록 관리
- 기반기술개발은 설립될 센터가 주관기관이 되어 직접 수행하는 것이 효율적임

이에 대한 기반지원기술 개발 로드맵은 그림 12와 같다.

로드맵 추진방안

장단기 추진사업

지금까지 도출된 기술개발과제를 실제적인 후속사업으로 연결하여 추진하기 위해서는 주어진 자원배분의 한계와 현 단계의 기반조성 현황을 고려할 때 단기와 장기사업으로 분류하고 이에 대한 우선순위를 부여하여 선택과 집중을 통해 추진할 수밖에 없다고 판단된다.

우선 향후 5년 내에 완결되거나 사업추진이 시

기술명	단기					중장기				
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
설계 IT	플랜트 설계 데이터 구축									
	VR기반 설계성능평가 플랫폼 개발									
	STEP 기반 플랜트 데이터 통합형 설계/구조 모델 개발									
	플랜트 설계도면교환 시스템 개발									
프로젝트 관리시스템	Cash Flow 관리시스템 개발									
	Real Time 모니터링 시스템 구축									
	Risk 관리 시스템 개발									
정보 데이터베이스 구축	LCC 기반 경제성 평가모형 및 시스템 개발									
	플랜트 정보통합 시스템 구축									
	플랜트 프로세스별 WBS 공정 시스템 구축									
	해회정보서비스 센터와 전략적 제휴 추진									

[그림 11] IT융합기술 개발 로드맵

작되어야 할 기술개발사업을 단기 추진사업으로 분류하여 표 8에 나타내었다. 이는 5년이라는 짧은 기간에 추진되는 사업이므로 상당한 기간이 소요되는 공정기술의 대부분은 이에 해당되지 않는다. 이것들 중 가장 먼저 추진되어야 할 사업은 플랜트 엔지니어링 기술개발을 전문적으로 연구 관리할 구심체를 설립하는 것으로 이와 관련하여서는 따로 설명하기로 한다.

중장기 추진사업은 향후 10년 내에 완결되어야 할 기술개발사업들로 이루어져 있으며, 이를 표 9에 나타내었다. 우리나라 플랜트 엔지니어링 기술

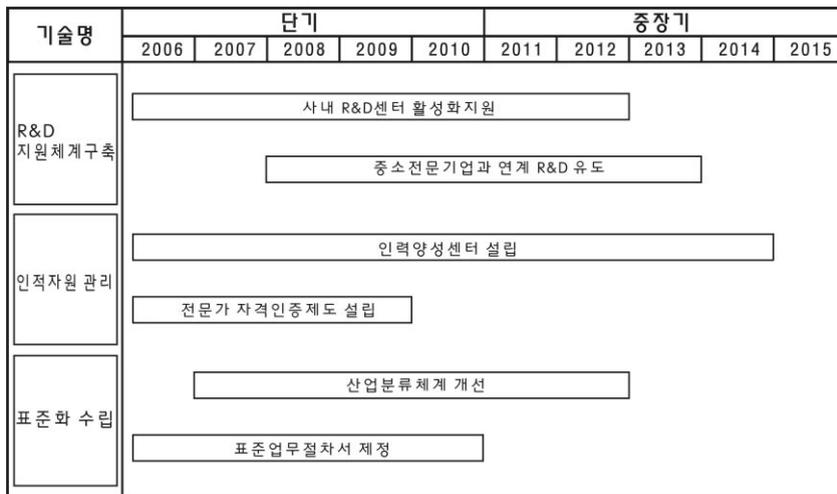
기반은 총체적으로 그 기반이 매우 취약한 상황이므로, 중장기 추진사업으로 분류되는 기술개발사업도 현실이 허락되는 한 단기 추진사업과 동시에 추진되어야 한다. 하지만 동시추진이 현실적으로 어렵다는 전제 하에 중장기 추진사업으로 분류하였고, 중장기로 분류되었다고 그 중요성이 떨어진다는 의미는 아님을 밝힌다.

플랜트 엔지니어링 센터

플랜트산업은 그동안 업역 설정이 불분명하였고 산업기반지원이 미비하였으며, 기술개발 연구추

<표 8> 단기 기술개발 추진사업

기술분류	단기 추진사업		비고
	가스플랜트	LNG플랜트 GTL플랜트	
공정기술			부가가치가 높고 시장의 수요가 높은 사업
설계 및 IT융합기술	설계기술	상세설계	일정부분의 기술경쟁력이 있어 대규모의 투자가 아니더라도 가시적인 기대효과를 기대할 수 있는 사업
		IT 융합기술	플랜트 엔지니어링 산업계에서 현재 가장 필요로 하는 사업
기반지원기술	인적자원관리		하는 사업
	표준화 수립		핵심기반지원기술이기 때문에 반드시 선행되어야 하는 사업



[그림 12] 기반지원기술 개발 로드맵



진기관이 존재하지 않았다. 따라서 앞서 언급하였듯이 본 로드맵에서 도출된 과제를 추진할 [플랜트 엔지니어링 전문연구기관]을 설립하는 것이 무엇보다도 우선적으로 추진하여야 할 사업이라 판단된다.

플랜트 엔지니어링은 설계, 건설시공, 기자재 구매조달, 유지보수 등 종합적인 프로젝트 개념이므로 산업자원부, 건설교통부, 과학기술부 등으로 부처업무와 관련법령의 수가 각각 분리되어 구분되어져 있어 플랜트엔지니어링 산업 육성을 위한 정책수립 시 명확한 법률적 근거 사항이 부재하였던 것이 사실이다. 아울러 플랜트산업에 대한 업역이 독립적으로 명확히 분리되어 있지 않고 산업분류체계에도 제대로 반영되어 있지 않기 때문에 IT, BT, NT와 같은 미래산업분야나 자동차, 조선, 철강 등과 같은 주력산업분야와는 달리 플랜트 엔지니어링분야는 지속적인 기술개발을 추진할 수 없었다.

현재 플랜트산업을 지원하는 협회로는 한국플랜트산업협회, 해외건설협회의 플랜트수주지원센터, 한국플랜트정보기술협회 등이 있으며, 상기 협회들은 2003년 이후에서야 산업자원부 및 건설교통부로부터 사단법인으로 인가받아 신설되었으므로 그 연혁이 매우 짧다. 현재까지 상기 협회의 주된 사업은 산업통계조사, 시장개척 및 해외프로젝트 타당성조사 자금지원 등과 같은 수주

지원 및 정부행정업무 대행분야였으며, 엔지니어링 기술개발과 같이 중장기적인 사업을 수행하는 것은 아니었다. 플랜트EPC산업분야의 엔지니어링 기술개발과 관련된 비영리기관으로는 한국플랜트학회와 건설기술연구원의 화재설비부 정도라 판단된다.

민간 기업에서는 대형건설회사 및 중공업사들이 개별적으로 기술개발을 시도하고 있으나, 수익성을 위주로 하는 민간기업의 특수성상 기본설계기술과 같이 장기간의 시간과 비용이 투입되는 기술개발사업은 추진할 수가 없었으며, 자체 연구소를 통해 기술개발을 하더라도 각 회사별로 개발된 기술을 타사와 공유하지 않으므로 개별회사별로 중복하여 기술개발사업을 진행하고 있다. 한국전력공사, 한국가스공사, 한국석유공사 등과 같은 공기업은 분야별 공정기술을 자체보유 연구원을 통해 개발하고는 있으나, 우리나라는 가스 및 석유자원이 부재하므로 가스 및 석유의 채취, 처리, 액화 같이 해외 시장에서 우리나라 EPC업체가 필요로 하는 자원 생산국형 공정기술개발은 그 실적이 많지 않다. 반면 미국과 유럽 등과 같은 선진국들은 자국 기업의 플랜트산업 경쟁력 확보를 위해 미국의 FIATECH, 유럽의 ECTP과 같은 산학관 플랜트 연구기관을 운영하고 있는 실정이다.

따라서 우리나라도 정부부처별, 유관기관별, 민

〈표 9〉 중장기 기술개발 추진사업

기술분류	단기 추진사업		비고
공정기술	정유플랜트		기술개발에 장기간이 소요되는 사업
	석유화학플랜트		
	발전플랜트		세계적인 기술수준과 격차가 크지 않아 단기적인 기술개발의 시급성이 상대적으로 작은 사업
	신재생에너지플랜트		EPC 플랜트시장으로 성숙하기까지는 아직도 많은 시간이 필요한 사업
설계 및 IT융합기술	설계기술	기본설계	기술개발에 장기간이 소요되는 사업
기반지원기술	R&D지원체계 구축		기반지원기술로서 제도적 장치가 우선적으로 선행되어야 하는 사업

간 및 공기업별로 흩어져서 개별적으로 개발하고 있는 플랜트 관련 기술개발 과제를 총괄적으로 파악하고, 본 로드맵에서 제안된 추진과제의 사업주체를 정부와 민간으로 분류하여 한정된 국가 기술개발자금을 효율적 관리할 플랜트 전문 연구기관(가칭 ‘플랜트 엔지니어링 센터’)을 우선적으로 설립하여야 할 것이다.

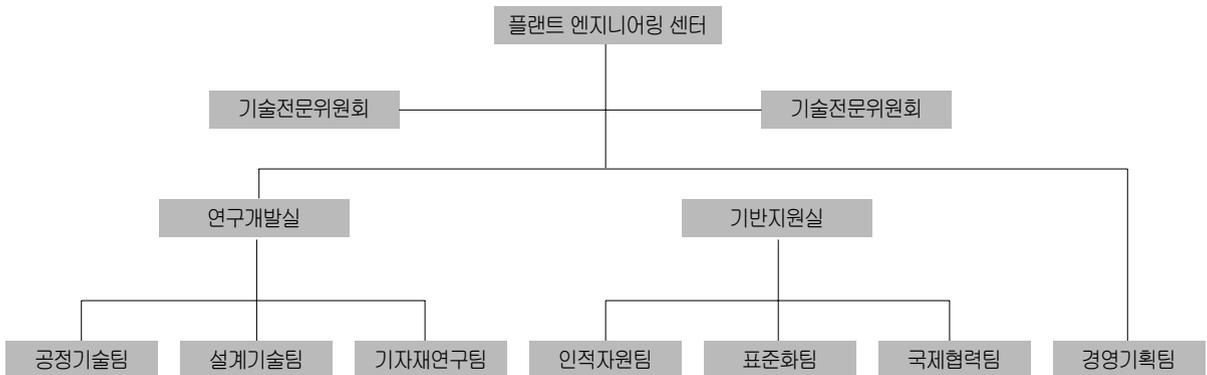
센터의 사업은 크게 공정기술, 설계기술, 기자재 기술 등을 관리할 연구개발사업과 인적자원관리, 표준화구축, 국제협력을 담당할 기반지원사업으로 그림 13과 같이 분류될 수 있을 것이다.

결론

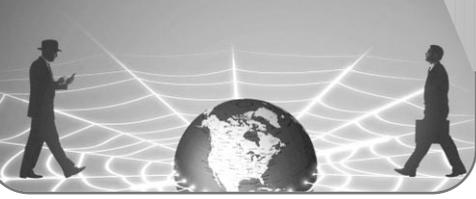
본 연구를 수행하여, 우리나라 플랜트 엔지니어링의 기술수준 및 분야별 추진사업을 공정기술, 설계 및 IT융합기술, 그리고 기반지원기술로 나누어 제시하였다. 수출동력산업으로서 우리나라 해외플랜트 산업의 위치 및 세계시장의 흐름을 살펴보았을 때, 플랜트산업에 제반 인프라와 핵심 기술지원이 효율적으로 지원되면 세계시장에서 우리나라 플랜트산업이 선진국과 충분히 경쟁할 수준으로 향상될 수 있음을 알 수 있다. 본 연구를 통하여 얻은 주요 결론은 다음과 같다.

1) 고유가로 인해 중동지역으로 오일달러가 대

- 거 유입됨으로써 향후 수년간 대규모 플랜트 프로젝트가 발주될 계획이며, 따라서 '70년대 중화학공업 육성정책 이후 수십 년 간 국내외에서 경쟁력을 축적해 온 우리나라 플랜트 EPC기업에게 절호의 기회가 도래하였다.
- 2) 우리나라 플랜트산업 지원체계는 설계, 기자재, 건설시공 등으로 구성된 플랜트산업을 통합적으로 관리할 주체가 불분명하고 업역이 명확히 설정되어 있지 않으며, 플랜트산업의 기술기반조성이 매우 취약한 상태이다.
- 3) 공정기술분야에서는 발전플랜트 정도를 제외하고는 대부분 원천기술 부문에서 기술수준이 매우 낮았으며, 특히 부가가치가 높고 시장이 폭발적으로 성장하고 있는 LNG, GTL 등과 같은 가스플랜트의 핵심기술개발이 시급히 요청되고 있다.
- 4) 설계기술분야를 기본설계와 상세설계로 나누어 살펴보았을 때, 상세설계 부문은 거의 모든 부문에서 선진국 수준에 도달했으므로 단기적으로 집중적인 기술개발지원이 이루어지면 즉각적인 효과를 기대할 수 있으며, 기본설계 부문은 비록 기술개발 기간이 장시간 소요되지만 핵심 중점분야를 중심으로 중장기적으로 기술개발지원이 이루어지면 중국, 인도 등과 같은 후발국과의 기술격차를



[그림 13] 플랜트 엔지니어링 센터 조직도



유지할 수가 있다.

- 5) IT융합기술은 플랜트 EPC 민간 기업에서 실제적으로 가장 활발히 연구개발이 이루어지고 있는 분야로 효율적인 시스템 구축이 주는 실제 프로젝트 현업활용도가 매우 높은 분야이며 IT강국인 우리나라가 기술개발하기 용이한 분야이다. 따라서 기술개발 우선순위에 서 단기 추진사업으로 분류한다.
- 6) 기반지원기술은 우리나라 플랜트산업 기반 중에서 가장 취약한 분야로서, 특히 전문 인

력 부족문제는 플랜트 산업계의 최대 현안으로 부각된다. 따라서 인적자원 관리사업과 표준화 구축사업을 우선적으로 추진해야 할 과제로 선정한다.

- 7) 향후 본 연구의 결과가 실제적이고 효율적으로 실천될 수 있는 후속조치가 반드시 추진되어야 하며, 그러한 추진의 주체로서 우리나라에도 미국의 산학관 공동연구개발센터인 FIATECH 과 같은 가칭 ‘플랜트 엔지니어링 센터’의 설립이 최우선적으로 요구된다. (KIPEC)