



## [요약문]







에너지자원 확보 경쟁으로 인하여 급격히 성장하고 있는 플랜트 산업의 분류와 관련 기술 체계를 살펴보았다. 국내외 플랜트 산업의 현황 분석을 통하여 국내 플랜트 산업이 가진 장단점을 분석하고 향후 나아갈 방향을 제시하였다. 선진국과 후발국 사이의 Net-Cracker 상황 탈피를 위해 국내 플랜트 산업은 전방 가치 사슬인 엔지니어링 부분의 경쟁력 향상이 필수적이며, 플랜트 EPC 산업과 기자재 산업의 동반 성장을 위해 플랜트 기자재 기술 개발이 필요하다.

## 1. 플랜트 산업 정의 및 분류

플랜트란 발전소나 정유공장과 같이 기계와 장치를 기술적으로 설치하여 생산자가 목적으로 하는 원료 또는 중간재, 최종 제품을 제조할 수 있는 생산설비로 정의된다. 이러한 플랜트를 개발자로부터 수주 받아 기획, 설계(E, Engineering)하고 필요한 자재를 조달(P, Procurement)하여 시공(C, Construction)하는데 이르는 모든 분야를 포함해 플랜트 산업이라 칭한다.

플랜트산업은 플랜트의 목적에 따라 Oil&Gas, 정유/석유화학, 발전/담수, 해양플랜트 등으로 분류할 수 있다.

표 1. 플랜트의 분류

분야	정의	
Oil&GAS	유전·가스전 개발, 액체원료 및 연료 전환, LNG·PG, GTL, GTH 등의 채굴, 개발, 수송, 보급과 관련한 설비	
해양	석유, 가스 등 해양자원을 탐사·시추하거나 생산된 에너지 자원을 저장, 처리, 하역하는 해상설비 플랜트	
정유	원유를 정제하여 휘발유, 경유 등을 제조하는 플랜트	
석유화학	석유제품 및 천연가스를 원료로 하여 합성수지, 에탄올 등을 제조하는 플랜트	
발전	중유, 가스, 석탄, 우라늄 등을 원료로 하여 전기에너지를 생산하는 플랜트	
담수	바닷물을 이용하여 음용수, 생활용수 및 공업용수 등을 처리 생산하는 플랜트	



## 2. 플랜트 산업 특징 및 서플라이 체인

플랜트 산업은 일괄수주가 보편화되어 있어서 설계(E), 기자재(P), 시공(P) 등의 기술개발이 통합적이고 체계적으로 이루어져야(그림 1) 시너지 효과를 얻을 수 있으며, 개발품을 상용화하기 위해서는 인증 및 신뢰성확보가 필수적인 산업이다. 제품 및 서비스에 대한 융합이 요구되는 분야로 지적가치가 경쟁력과 직결되며, 기술주기가 긴 편이며 후발 개도국의 시장진입이 어렵다.

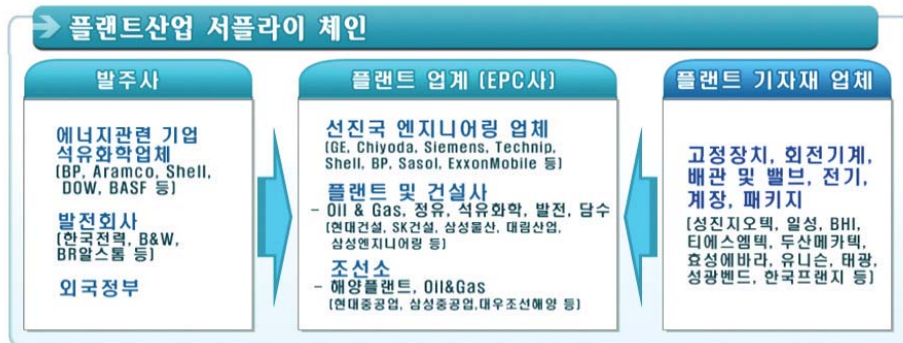


그림 1. 플랜트 산업 서플라이 체인<sup>01)</sup>

플랜트가 발주 되면 설계(Engineering), 기자재 구매(Procurement), 시공(Construction)의 과정을 거쳐 인도되는데 그 주요 과정은 다음과 같다.

### 2.1 설계(Engineering)

#### 2.1.1 개념설계(Conceptual Design)

플랜트 Process에서 요구되는 원료, 생산품, 용량 및 품질에 적합한 공정의 개념 설계 단계로, 필요한 세부 공정들을 선정하고 각 세부 공정의 방식을 결정하는 단계이다. 각각의 세부 공정은 일반적으로 이미 기술이 입증된 Licenser가 공정에 개한 License를 소유하고 있다. 플랜트 사업에서는 대형 사업의 위험성 경감을 위해 검증된, 안정적인 공정이 선호되기 때문에 신규 개발 공정의 시장 진입이 어렵다. EPC 업체는 각각 세부 공정의 Licenser로부터 licence를 받아 개념설계에 활용한다.

#### 2.1.2 기본설계(Basic Design)

개념설계 결과를 바탕으로 설계를 구체화하는 단계로, 전체 EPC 과정에서 기술적으로 가장 중요한 과정이다. 이 기본 설계에서는 Basic Design Package가 완성되어 공정에 대한 성능을 보장하게 된다. Basic Design Package는 Design Basis, Operating Philosophy, HSE(Health, Safety, Environment), PFD(Process Flow Diagram), UFD(Utility Flow Diagram), P&ID(Piping & Instrument Diagram) 등을 포함한다. 최근 들어 플랜트의 공정 효율보다 위험도 감소를 위한 설계가 중요시 되고 있어, 기본 설계 Package를 검증하기 위한 정량적 위험도 평가가 강화되고 있다.

#### 2.1.3 상세설계(Detail Design)

Basic Design Package의 설계안을 더 구체화하여 시공업체에서 시공이 가능한 정도의 도면을 작성하는 과정이다. 우리 나라의 EPC 업체는 일반적으로 상세설계 단계부터 기자재 구매, 시공을 담당하는 경우가 많다. 상세 설계

단계에서는 부품 제작 업체로부터 각 기기 및 부품에 대한 상세 도면을 받고, 토목, 건축, 기계, 계장, 전기 등의 모든 연계성을 고려하여 시공이 가능한 형태의 도면을 작성한다.

### 2.2 구매/조달(Procurement)

Basic Design Package의 각 기기 및 부품의 사양을 충족시키는 기자재의 구매/조달 과정이다. 일반적으로 플랜트는 신뢰성이 가장 중요하기 때문에 대부분의 핵심 기자재는 발주사로의 공급자등록이 되고, 사용실적(Track Record)을 가진 기자재가 사용된다. 구매 조달은 전체 플랜트 원가의 약 60%를 차지하는 중요한 분야로 실제 플랜트의 성능은 설계의 적정성과 신뢰성 있는 기자재에 의해 담보된다.

### 2.3 시공/시운전(Construction/Commissioning)

상세 설계 도면과 조달된 기기 및 부품을 이용하여 시공을 하고, 시공 완료 후, 발주자에게 인도하기 전의 시운전 과정이다.

일반적으로 시운전은 기본설계 업체에서 작성하는 시운전 절차서를 기준으로, 문제점 파악 및 기기의 안전을 위해 구간별로 순차적으로 운전 후, 통합 운전을 수행한다.

## 3. 플랜트 산업 시장 현황

'10년 기준 세계적으로 발주되는 플랜트의 발주 규모는 8,240억 달러에 달하는데, 에너지 자원의 고갈에 따른 고유가 및 에너지 자원 개발 활성화와 맞물려 2010~2020년까지는 연 6%대의 고성장세가 지속될 것으로 전망된다.



그림 2. 전세계 플랜트 시장 규모<sup>2)</sup>



그림 3. 국내업체 플랜트 수주 규모<sup>3)</sup>

한편 국내 플랜트 업체의 해외 플랜트 수주는 '10년 645억불을 기록하여 세계시장 점유율 약 7.8%로 세계 6위 수준이며, 2004년부터 연평균 40% 이상 급격히 성장하고 있다.

대림산업, 삼성엔지니어링 등 국내 EPC社(9개)의 해외 EPC 프로젝트(31개)를 분석하여 수주액 대비 원가구성

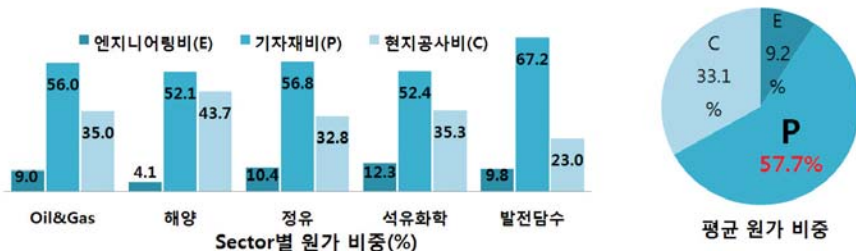


그림 4. 플랜트 세부 과정별 원가비중<sup>2)</sup>



을 살펴보면, 후방 가치사슬인 기자재와 공사에 직접적인 영향을 미치는 엔지니어링(설계)이 약 9%, 플랜트 기자재(구매조달)가 약 58%, 시공 33%로 플랜트 기자재 산업의 중요성을 알 수 있다. 엔지니어링의 경우 그 원가 비중은 9%에 불과하지만 엔지니어링 역량이 플랜트 주주사 전체 원가 절감에 미치는 영향이 크다는 점에서 매우 중요한 영역이라 할 수 있다.

## 4. 국내 플랜트 산업 문제점 및 개선 방안

### 4.1 고부가가치 분야 경쟁력 취약

'04년 이후 해외주주는 시공부분의 강력한 경쟁력을 바탕으로 연 40% 이상 증가하였으나, 시공부분 위주의 사업 모델에 치중하여 고부가가치 분야 경쟁력이 미흡한 실정이다. ADL 이 분석한 국내외 플랜트 업계의 세부 과정 별 부가가치율 및 경쟁력<sup>6)</sup>을 살펴보면 선진 업체는 부가가치가 높고 가치사슬의 상위 영역인 프로젝트 관리운영, 설계, 구매 조달 부분까지 경쟁력을 강하게 가지고 있는 반면, 국내 업체는 부가가치가 낮은 상세설계, 구매조달, 시공 등의 영역에서 강점을 가지고 있다. 그러나 구매조달의 경우 수수료의 대부분이 해외 핵심 기자재를 구입하는데 사용되고, 시공 분야의 경우 중국, 인도 등 후발업체의 강력한 추격에 처하고 있음을 알 수 있다. 후발업체와 선진업체 사이의 벽을 극복하지 못하면 세계 시장 위축 시, 우리 플랜트 산업도 급격한 퇴보를 맞을 우려가 있다.

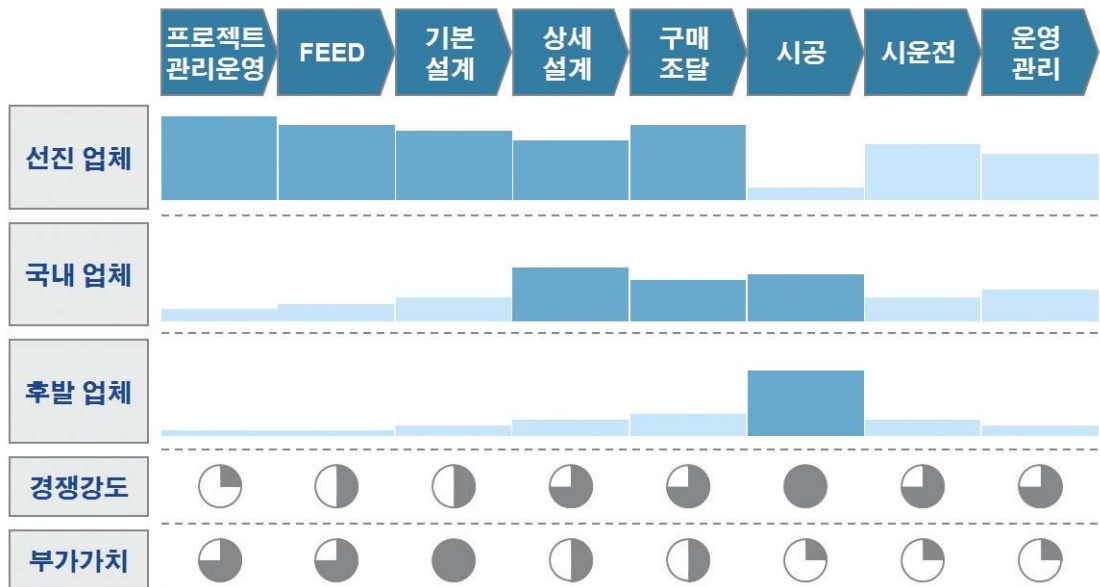


그림 5. 플랜트 사업 세부 과정별 경쟁력 및 부가가치<sup>6)</sup>

따라서 국내 플랜트 업계는 수익률이 높은 원천기술, 기본설계, 핵심기자재에 대한 경쟁력 강화를 통하여 국내 플랜트 산업의 고부가가치를 실현해야 한다. 특히 설계 엔지니어링은 플랜트 기자재 산업의 경쟁력 강화에도 결정적인 역할을 한다. 중요 기자재들은 FEED 단계에서 채택 여부가 결정되게 되므로, FEED 능력이 부족한 우리나라의 기자재 업체들은 채택될 가능성이 그만큼 낮아진다. 기자재와 플랜트 중간 수준인 대부분의 패키지들도 FEED 능력이 없이는 설계가 불가능하다.

또한 국내 플랜트 산업은 시공 중심 모델로 현재까지 성장하여 왔으나, 선진국형의 경쟁력 높은 엔지니어링 및 사

업관리 중심(EPC, PM+EPC)으로의 운영모델 고도화가 필요하다.

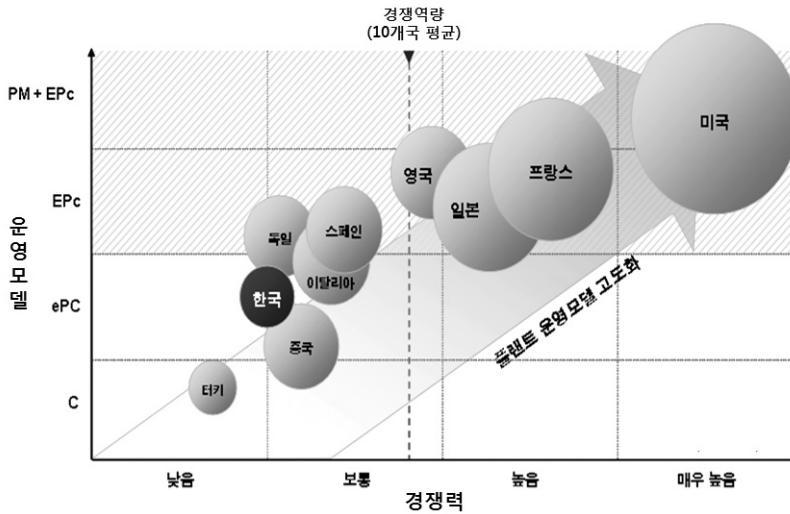


그림 6. 주요 국가간 플랜트업체 운영모델 및 경쟁력 비교<sup>4)</sup>

#### 4.2 높은 해외 의존도

국내 플랜트 산업의 원천 설계 기술, 핵심 기자재의 해외 의존 등으로 외화가득률은 30%( 선진국 수준 : 40~45%, 국내 자동차 산업 외화가득률 : 73%)에 불과한 상황이다. 이러한 낮은 외화 기득률은 플랜트 기자재의 해외 의존이 심각하기 때문이다.

국내 플랜트 EPC사의 외형적 성장에도 불구하고, 플랜트 원가의 가장 큰 비중(57.7%)을 차지하는 기자재 산업의 동반성장 극히 미미하다. 대림산업, 삼성엔지니어링 등 국내 EPC社(9개)의 해외 프로젝트(67개)를 분석한 표 2에 의하면 국내 EPC업체 수주 플랜트의 경우에도 국산 기자재 적용 비율은 평균 40.5%에 불과하다.

부문별로는 발전·담수분야(57%)를 제외하고는 낮은 수준이며, 특히 세계적으로 급성장하고 있는 Oil&Gas(25%), 해양 분야(35%)가 매우 저조하다. 기자재 분류별로 살펴보면 핵심 기자재로 분류되는 펌프, 터빈, 컴프레서 등의 회전장치와, 공정장치를 포함하는 Package 부분의 국산 적용률은 각각 12%와, 13%에 불과하다. 특이한 점은 국산화율(국내에서 개발된 해당 상품이 있는 경우)과 국산 조달률(국산 제품이 실제 플랜트에 적용된 비율) 사이의 괴리이다. 전체적으로 국산화율은 61%이나, 국산 조달률은 40.5%에 불과하다. 이는 기본적으로 플랜트 업체가 가진 신뢰성을 중시하는 보수성에 기인하는 것으로 대부분의 핵심 기자재는 발주사로의 공급자등록이 되고, 사용실적(Track Record)을 가진 기자재가 사용되며, 특히 플랜트 공정의 핵심이 되는 회전장치류와 Package류는 극도의 신뢰성이 요구되어 기존 사용실적으로 성능과 신뢰성이 검증된 제품을 발주자가 지정하는 경우가 많다.

한국기계연구원이 2008년 수행한 국내 203개 플랜트 기자재업체의 13개 기자재 대상 설문조사(중복 응답)에서, 국내의 EPC 업체가 국산 플랜트 기자재를 사용하지 않는 주요 이유는 ‘국제적으로 품질/신뢰성 인증 미확보’(63.1%), ‘기자재 관련 독자 설계기술 및 원천기술 미확보’(48.3%), ‘플랜트 기자재업체의 브랜드 인지도 저하’(44.8%) 등으로 나타났다.

따라서 기자재의 국산화 개발과 더불어 인증, 공급자등록 등의 지원을 위한 국가 차원의 지원이 필수적이다.

표 2. 플랜트 기자재 국산 조달률<sup>[1]</sup>

(단위:%)

항목		Oil&GAS		해양		정유		석유화학	
수주비중		26.8%		11.3%		33.3%		5.7%	
기자재 비중		56.0%		52.1%		56.8%		52.4%	
구분	비율	국산화율	국산 조달률	국산화율	국산 조달률	국산화율	국산 조달률	국산화율	국산 조달률
기계	고정장치	57.2	33.3	54.0	54.0	96.0	51.3	87.1	70.9
	회전장치	45.7	9.9	18.4	18.4	33.7	2.6	31.0	22.0
	패키지류	1.1	0.0	6.5	6.5	86.3	32.1	20.6	0.0
배관	밸브	20.2	11.1	88.8	88.8	100.0	77.9	57.5	57.5
	벌크	45.3	34.6	25.3	25.3	100.0	54.5	93.3	84.1
전기		51.5	24.7	47.8	37.6	100.0	32.7	62.0	54.6
계장		33.6	27.1	46.6	44.5	94.1	41.9	64.0	38.1
기타		57.5	51.2	52.2	49.6	62.3	51.2	92.2	22.7
계		45.1	25.4	36.9	35.8	80.5	43.5	55.7	38.8
항목		발전		담수		전체평균			
수주비중		13.0%		3.6%					
기자재 비중		65.1%		74.8%		57.7%			
구분	비율	국산화율	국산 조달률	국산화율	국산 조달률	기자재 비중	국산화율	국산 조달률	
기계	고정장치	34.7	30.3	71.0	62.0	22.7%	74.5%	47.2%	
	회전장치	32.7	9.4	100.0	59.9	15.6%	36.1%	12.0%	
	패키지류	99.1	34.8	50.7	12.6	11.0%	38.7%	13.2%	
배관	밸브	100.0	67.9	20.5	20.5	6.5%	51.3%	39.5%	
	벌크	95.8	85.4	100.0	100.0	14.0%	70.4%	50.5%	
전기		87.9	86.6	100.0	100.0	10.2%	78.0%	51.9%	
계장		98.5	98.5	56.0	56.0	9.4%	68.5%	40.0%	
기타		100.0	82.9	100.0	100.0	10.7%	66.4%	52.1%	
계		64.4	56.7	74.2	60.8	100.0%	61.5%	40.5%	

\* 대림산업, 삼성엔지니어링 등 국내 EPC社(9개)의 해외 프로젝트(67개) 분석자료  
\* 국산화율(%) : (국산화 완료된 기자재 해당 금액 / 기자재 총금액) × 100  
\* 국산조달률(%) : (국산화 제품 중 국내 조달 기자재 금액 / 기자재 총금액) × 100 = (국산화율 - 국산화 품목 해외 조달률)

## 5. 플랜트 산업 방향 및 제언

유가 상승에 따라서 심해진 국가 간의 에너지·자원 확보 경쟁은 Oil&Gas, 해양 플랜트 등 에너지·자원 플랜트의 발주를 꾸준히 증가시키고 있다. 특히 육상 에너지원의 고갈에 따른 해양에서의 자원 채취를 위한 해양플랜트는 급격한 성장이 예상된다. 또한 지구 온난화 문제와 에너지 자원문제를 동시에 해결할 신재생에너지 및 미활용에너지 활용을 위한 플랜트는 향후 플랜트 산업의 화두가 될 것이다.

이렇듯 앞으로 계속 성장하게 될 플랜트 산업은 적용 분야와 기술 범위가 매우 넓다. 그러나 그동안 국내 플랜트 산업이 가진 문제점을 토대로 전략적으로 개발해 나가야 할 핵심 부분은 다음과 같다.

선진 업체의 license에 의존하는 엔지니어링 분야는 관련 기술을 선점하고 있는 선진국을 추격하고, 중국, 인도 등 후발 경쟁 국가와의 차별화를 위해 반드시 기술 자립화가 필요한 분야이다. 또한 플랜트 전체 수주액의 60%를 점유하는 플랜트 기자재의 경우, 다양한 플랜트에서 공통적으로 활용이 가능하며, 외화기득를 제고를 통한 국부 창출, 국내 관련 기자재 산업의 발전을 통한 플랜트 업계의 대중소 Eco-system 구축의 기반이 되므로 이를 위한 기술개발이 중요하다. 또한 개발된 제품의 적용을 위한 인증 및 Track Record 확보를 위한 정부 차원의 노력이 필요하다.

## ❁ 참고 문헌

- [1] 해외 플랜트시장의 성장 전망과 관련 기자재산업의 수혜 가능성 평가, 하나 산업정보 제16호, 하나금융연구소, 2009
- [2] 대한민국 플랜트강국 보고서, ADL, 2009
- [3] 산업·기술비전 2020, 플랜트·엔지니어링 산업, 지식경제부, 2011
- [4] Eco-Ener 플랜트 경쟁력 확보 상세 기획 최종보고서, 지식경제부, 2010



최 병 일

- 한국기계연구원 환경·에너지기계연구본부 에너지플랜트안전연구실 책임연구원
- 관심분야 : 플랜트 안전, 플랜트 IT 융합
- E-mail : cbsey@kimm.re.kr



이 정 호

- 한국기계연구원 극한기계부품연구본부 열공정극한기술연구실 책임연구원
- 관심분야 : 다상유동, 해양플랜트 유동안정성, 극한 열공정 및 공정 열전달
- E-mail : jungho@kimm.re.kr



윤 의 수

- 한국기계연구원 극한기계부품연구본부 책임연구원/본부장
- 관심분야 : 유체기계, 플랜트 기자재
- E-mail : esyoorn@kimm.re.kr