



발전플랜트 EPC산업의 해외진출 전략

박해조 / 두산중공업
haejo.park@dosan.com

1. 서론

선진국들의 지속적인 경제성장과 BRICs(Brazil, Russia, India & China)를 중심으로 한 개발도상국들의 산업화 및 생활수준의 향상 등으로 전력시장의 성장세가 크게 높아지고 있다.

발전플랜트 건설시장은 설계, 기자재 구매, 시공 및 시운전 등으로 각각 분리 발주되거나 서로 조합하여 발주되고 있으며, 우리나라 기업의 진출이 활발하거나 진출 가능성이 큰 중동, 동남아시아 및 서남아시아 발전플랜트 시장의 발주방식은 점차 이들을 통합한 EPC 턴키방식으로 바뀌고 있는 추세이다.

발전플랜트 EPC 산업은 고부가가치를 창출하는 대표적인 기술 및 자본 집약적인 복합 장치산업이다. 2005년 2월부터 발효된 기후변화협약 이행에 따라 발전플랜트의 배출가스 저감기술 활용은 불가피하게 됨으로써 발전플랜트 EPC 산업의 부가가치는 더욱 높아질 전망이다.

본 연구에서는 부가가치가 크고 지속가능한 발전플랜트 EPC 산업의 해외진출을 위하여 세계 발전플랜트 건설시장의 규모와 조건, 우리기업의 경험과 실적 그리고 강점과 약점 등을 조사·분석하여, 가장 활발한 건설이 예상되는 화력발전플랜트 건설 사업을 중심으로 수주 기회 확대를 위한 몇 가지 방안을 제시코자 한다.

2. 발전플랜트 건설시장의 이해

2.1 발전플랜트의 개요

발전플랜트의 1차 목적은 가정 및 사회생활과 산업에 필요한 전력을 경제적인 가격으로 안정성 있게 생산하는 것이다. 발전플랜트는 사용 연료에 따라 원자력발전플랜트, 석탄·천연가스·석유 등을 이용하는 화력발전플랜트, 수력·풍력·태양열을 이용하는 재생에너지발전플랜트 등으로 나누어지는 대표적인 사회간접자본으로서 기술 집약형의 고부가가치 산업이다. 2005년 2월 교토의정서(Kyoto Protocol) 이행 이후 환경 규제가 강화됨으로서 석유, 석탄, 천연가스 등의 연료를 사용하는 화력발전플랜트는 배출가스 저감을 위한 고효율 기술 채택은 물론 각종 환경설비를 갖추어야 하기 때문에 더욱 높은 부가가치를 창출하게 될 것으로 전망된다. 발전플랜트 건설사업의 특성은 고도의 신뢰성을 요구하는 기술 및 자본집약적인 복합장치산업으로서 장기간에 걸친 대규모 사업이기 때문에 체계적인 종합사업관리 기술의 확보가 필수적이며, 또한 개도국을 중심으로 프로젝트 파이낸싱을 포함하는 개발형 Project도 증가하는 추세임으로 국제시장에서 발전플랜트 EPC 사업수주 및 시행을 위해서는 기술력은 물론 종합 사업관리 및 파이낸싱 기법 역시 중요한 과제로 부각되고 있다.

2.2 발전플랜트 건설시장 현황

(1) 발전량

미국 에너지성 (Department of Energy, DOE)



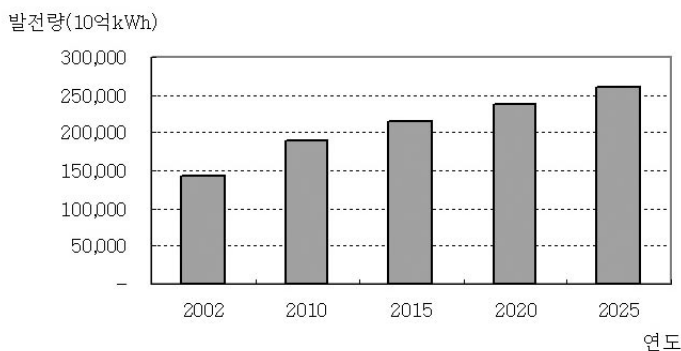
에서 발간되는 EIA(Energy Information Administration)의 2005년도 세계에너지 전망(International Energy Outlook, 2005)에 의하면 2002년 기준 전 세계의 발전량은 14조 2,750억 kWh이었다. 선진국의 지속적인 경제성장과 개발도상국의 경제개발 및 생활수준 개선 등으로 전력 수요가 연 평균 약 2.6%씩 증가하여 **그림 1**에서 보는 바와 같이 20년 후인 2025년도에 필요한 전 세계의 발전량은 2002년도보다 약 82%가 증가한 26조 180억kWh가 될 것으로 전망하고 있다.

그림 2에서 나타낸 발전원별 발전량 분포를 보면 석탄발전플랜트의 발전량이 2002년 기준 약 40%를 차지하고 있으나 2025년에는 38%로 줄어들며, 천연가스발전플랜트의 발전량은 2002년 18%

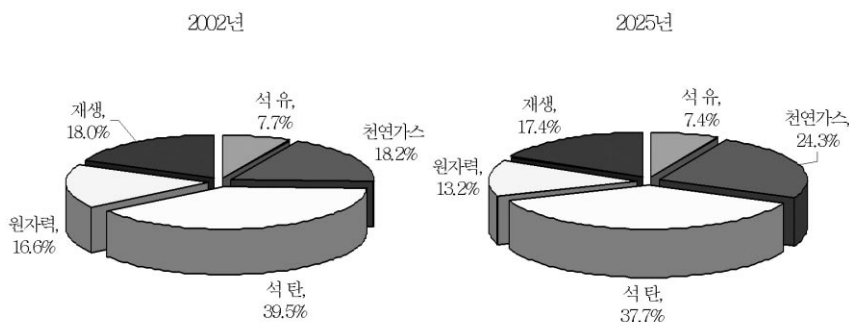
에서 2025년에는 24%로 대폭 증가할 것으로 전망되고 있다. 석탄발전플랜트의 발전량 감소와 천연가스발전플랜트의 발전량 증가의 주 원인은 온실가스 배출량과 깊은 관계가 있다. 원자력발전플랜트의 발전량 분포는 3% 이상 감소 할 것으로 예측하는 것은 선진국의 원자력발전플랜트의 증설 정책 결정 불확정에 기인하고 있다. 재생에너지의 경우 발전량 분포는 약간 줄어들지만 설비량 및 발전량은 크게 증가할 것으로 전망하고 있다.

(2) 발전플랜트 용량

EIA에서 발표한 세계에너지 전망 2005의 발전플랜트 용량 추이에 의하면 2002년도의 전 세계 발전플랜트 용량은 32억 5,200만kW이며, 매년



[그림 1] 전세계 발전량 추이



[그림 2] 전세계 발전원별 발전량 분포 추이



2~3%의 지속적인 전력 수요 증대로 그림 3과 같이 2010년에는 42억 1,400만kW, 2015년 45억 5,400만kW, 2020년 49억 2,200만kW, 그리고 2025년에는 53억 2,100만kW로 증대 될 것으로 전망하고 있다.

발전원별 설비용량 추이를 보면 천연가스(석유 포함) 발전플랜트의 설비용량 증가가 가장 많으며, 천연가스(석유 포함) 발전플랜트의 설비용량은 2002년도 기준 11억 6,300만kW에서 2025년도에는 108%가 증가된 24억 2,300만kW이다. 석탄발전플랜트는 2002년도 기준 9억 8,600만kW에서 2025년도에는 42%가 증가된 14억 200만kW이고, 재생에너지(수력 포함) 발전플랜트는 2002년도 7억 4,200만kW에서 2025년도에는 약 45%가 증가된 10억 760만kW가 될 것으로 예측하고 있으며, 원자력발전플랜트의 설비용량은 2002년 기준 3억 6,100만kW에서 2025년도 4억 2,000만kW로 예측되어 이 기간 동안 가장 적은 증가량인 5,900만kW, 약 16%가 늘어날 것으로 전망하고 있다.

한편, 2002년을 기준한 2025년의 발전원별 구성비를 그림 3에서 보면 석탄발전플랜트는 30%에서 26%로 약 4% 포인트가 줄고, 천연가스복합발전플랜트는 36%에서 46%로 10% 포인트가 증가되며, 원자력발전플랜트는 11%에서 8%로, 재생에너지발전플랜트의 23%에서 20%로 구성비가 각각 3% 포인트씩 낮아짐을 알 수 있다.

그림 3에서 보여주는 바와 같이 향후에 건설될 발전플랜트의 대부분이 천연가스발전플랜트와 석탄발전플랜트임을 알 수 있다. 특히 천연가스(석유포함)의 경우 그림 3에서 언급하고 있지는 않으나 산유국을 제외한 국가에서는 연료 가격과 공급의 불안정, 온실가스 배출 등의 문제로 석유발전플랜트 건설 계획을 수립하고 있지 않기 때문에 향후에 증설될 발전플랜트는 거의 대부분이 천연가스복합발전플랜트로 예측하고 있다.

2.3 교토의정서 발효에 의한 시장변화

(1) 국제기후협약의 개요

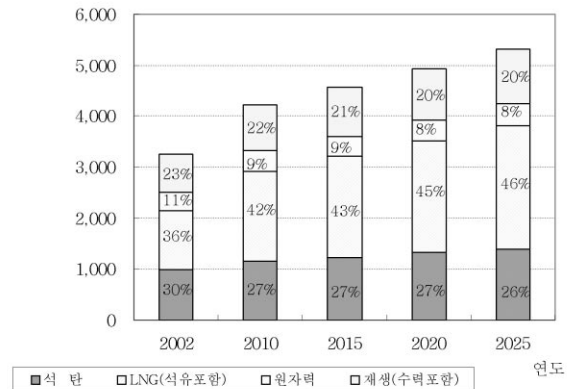
교토의정서는 규제대상 온실가스를 6가지(CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆ 등)로 확정짓고, 3차의 기간으로 나누어 온실가스 저감목표를 설정하도록 하였으며, 선진국은 1차기간인 2008년부터 2012년까지 1990년 배출량 대비 평균 5.2% 감축할 것을 합의하고 이를 위해 8개 지역으로 나눠 감축 의무를 차등 부과하고 있으며 2005년까지는 가시적인 진전을 보일 것을 촉구하고 있다.

(2) 국제기후협약 발효에 의한 시장변화

① 천연가스복합발전플랜트의 선호도 상승

천연가스의 주성분이 메탄(CH₄), 에탄(C₂H₆), 프로판(C₃H₈), 부탄(C₄H₁₀) 등 탄소 대비 수소 함량이 많은 탄화수소로 이루어져 있고, 가스처리 과정에 유황, 질소 등 불순물을 제거한 청정연료로써 연소 시 이산화탄소 등의 온실가스 발생량이 적어 발전용 연료로 각광을 받고 있다.

지속적인 발전플랜트 건설이 필요한 미국 등 선진국은 천연가스복합발전플랜트를 선호한다. 이러한 배경에는 연료가격은 비싸지만 천연가스는 구성성분이 대부분 수소화합물로 되어 있어 연소 중 온실가스 발생량이 거의 없다는 커다란 장점



[그림 3] 전세계 발전플랜트 용량 추이



과 천연가스복합발전플랜트는 석탄발전플랜트에 비해 건설비용이 적게 들고 건설기간이 짧은 점 때문이다.

② 탈황·탈질 환경설비를 갖춘 초임계압 석탄발전 플랜트의 선택

EIA의 2005년도 세계에너지 전망에 의하면 천연가스 수급 및 가격 불안정에 대비하여 상대적으로 연료가격이 저렴한 석탄을 사용하는 초임계압 석탄 발전플랜트의 건설을 천연가스복합발전 플랜트의 건설과 병행 계획하고 있다.

초임계압 석탄발전플랜트 설계기술 개발 배경은 1970년대 석유과동을 겪은 후 대부분의 발전용 연료를 수입에 의존하여야 하는 독일과 일본을 중심으로 석유발전플랜트 중심에서 상대적으로 저렴한 가격과 장기간 안정적으로 공급이 가능한 석탄발전플랜트로 대체하기 위하여 시작하였다. 1970년대부터 석탄발전플랜트를 건설하면서 급수 및 주증기 계통의 초임계압 설계기술을 개발하여 적용함으로써 발전플랜트의 고효율 운전은 물론 연료 사용량 절감과 온실가스로서의 역할이 가장 큰 CO₂ 가스 발생량도 현저히 줄이고 있다.

초임계압 발전플랜트 계통설계의 선두 주자인 독일은 더 높은 발전효율을 얻고자 주증기의 압력과 온도를 각각 306kgf/cm².g, 590℃, 재열증기 온도를 607℃까지 높인 발전플랜트를 설계·건설하였고, 일본은 그 뒤를 이어가고 있다. 미국 역시 향후 건설될 석탄발전플랜트는 주증기 계통을 초임계압으로 계획하고 있다.

우리나라는 1986년 제1세대 500MW급 초임계압(주증기압력 : 246kgf/cm².g, 주증기 온도 : 538℃, 재열증기 온도 : 538℃) 석탄발전플랜트 설계기술을 개발하였으며, 이 기술을 적용한 발전플랜트 22기가 상업운전 중에 있다. 1996년에는 발전플랜트의 효율을 더욱 향상시킨 제2세대 초임계압(주증기압력: 246kgf/cm².g, 주증기 온도: 566℃, 재열증기 온도: 593℃) 석탄발전플랜트

설계기술을 개발하였으며, 이를 적용한 800MW급 석탄발전플랜트 2기와 500MW급 1기가 운전 중에 있으며, 500MW급 9기와 800MW급 2기가 현재 건설 중에 있다. 향후 1000MW급 석탄발전 플랜트에 적용할 제3세대 초초임계압(주증기압력: 260kgf/cm².g, 주증기 온도: 610℃, 재열증기 온도: 621℃) 설계기술을 개발 중에 있으며 2007년도 개발 완료를 목표로 추진하고 있다.

석탄화력 발전플랜트의 주증기 조건을 초임계압을 선택함으로써 흔히 사용하는 증기조건(주증기압력 : 169kgf/cm².g, 주증기 온도 : 538℃, 재열증기 온도 : 538℃)의 아임계압 발전플랜트 효율은 39.5%이나, 제1세대 초임계압 발전플랜트의 효율은 41.1%로서 1.6% 포인트, 제2세대 초임계압 발전플랜트는 43.6%로서 4.1%포인트, 그리고 제3세대의 초초임계압 발전플랜트의 효율은 45%가 될 것으로 예측되어 아임계압 발전플랜트 대비 약 5.5% 포인트의 효율 향상을 기대하고 있다.

플랜트의 효율 향상은 연료 사용량 저감뿐만 아니라 동일 출력 대비 배기가스량도 줄일 수 있기 때문에 선진국과 개도국을 중심으로 향후에 건설될 석탄발전플랜트의 상당부분이 초임계압 증기 조건을 채택할 것으로 전망 된다.

석탄발전플랜트는 석탄을 연소하는 과정에 먼지, 황산화물, 질소산화물, CO₂ 가스 등을 발생하기 때문에 대기환경보전을 위하여 집진설비, 탈황설비, 탈질설비 등을 반드시 갖추어야 한다. 대기환경 규제가 강화된 선진국의 석탄·석유발전플랜트는 집진설비, 탈황설비, 탈질설비 등을 갖추고 있다.

③ 유동층보일러 석탄발전플랜트

유동층 보일러는 연소실에 석탄과 석회석을 동시에 투입하여 연소시키는 보일러로서 연소 중 황산화물과 석회석이 반응하여 연소가스 중의 황산화물을 제거하도록 설계되어 있다. 유동층연소 보일러는 연소 중 황산화물의 제거뿐만 아니라 저온의 연소로 인한 Thermal NO_x 발생도 줄일



수 있어 친환경 보일러로 최근에 널리 사용되고 있다. 따라서 유동층보일러 석탄발전플랜트는 연소 중 탈황과 탈질이 이루어지기 때문에 탈황과 탈질의 규제 정도에 따라서 별도의 탈황설비와 탈질설비를 설치하지 않고도 운용이 가능하다. 또한 유동층연소 보일러는 연소특성상 석탄뿐만 아니라 거의 대부분의 고체 연료를 연소 시킬 수 있기 때문에 활용도가 커지고 있다.

유동층보일러 석탄발전플랜트와 탈황·탈질설비를 갖춘 미분탄발전플랜트의 건설비와 운영비 등을 비교하면 유동층보일러발전플랜트의 경제성이 비교 우위에 있기 때문에 향후에 건설될 석탄발전플랜트는 유동층 보일러를 많이 채택할 것으로 전망된다. 단 현재까지 검증된 유동층보일러발전플랜트의 최대 용량은 300MW 정도이므로 용량에 한계가 있다.

④ IGCC 및 PFBC

IGCC(Integrated Gasification Combined Cycle) 기술 및 PFBC(Pressurised Fluidized Bed Combustion) 기술은 석탄을 건류시키는 과정에 발생하는 석탄가스과 열을 이용하여 가스터빈과 증기터빈을 동시에 사용하는 발전 형식으로서 고효율이며 환경오염 물질의 발생이 적은 장점이 많은 차세대 청정석탄발전기술(Clean Coal Technology)이다. 이 기술을 채택한 발전플랜트가 미국과 일본 등에서 실증운전을 하고 있어 상업화 시대로 돌입 하는 시기가 멀지 않을 것으로 보여 향후 석탄화력 발전플랜트의 대표적인 형식이 될 것으로 예측하고 있다. 우리나라는 2000년 도입타당성조사를 완료하였고, 제3차 전력수급계획(안)에 의하면 한국서부발전(주)는 2015년 준공계획으로 되어있는 300MW급 IGCC발전소 건설을 준비하고 있다. 300MW급 IGCC 실증플랜트는 두산 중공업이 가스화 설비 개발을, 한국전력기술이 발전소 종합설계 기술을 개발하고 한전기술연구원은 발전소 운용과 관련된 연구를 수행

하고 있다.

3. 국내 발전플랜트업계 현황

3.1 엔지니어링업계 현황

엔지니어링(Engineering) 산업은 고부가가치 산업으로 검증된 과학기술의 지식을 응용하여 사업 및 시설물에 활용될 수 있도록 가공 또는 합성 등의 방법을 통해 새로운 실용적 가치를 창출하는 것이다. 국내법에서는 ‘엔지니어링 활동’을 “과학기술의 지식을 응용하여 사업 및 시설물에 관한 기획, 타당성조사, 설계, 분석, 구매, 조달, 시험, 감리, 시운전, 평가, 자문, 기타 대통령령이 정하는 활동과 그 활동에 대한 사업관리를 말한다(엔지니어링 기술진흥법 제2조 제1호, 1992.11.25)”라고 정의하고 있다.

발전플랜트건설과 관련하여 국내·외에서 설계 엔지니어링 영업활동을 하고 있는 엔지니어링업체는 한국전력기술(주)과 현대엔지니어링(주)이며, EPC(Engineering Contractor)업체로는 두산중공업, 현대건설, 대우건설, 대림산업, 현대중공업 등이 복합화력을 중심으로 해외에서 EPC 사업을 수행하고 있다. 국내에서는 지난 30년 동안 전 세계적으로도 흔하지 않은 많은 발전플랜트 건설사업이 있었으나, 발전소 건설사업 발주형태를 보면 사업주가 주도하는 분할발주(Piece Meal) 방식이었기 때문에 국내의 EPC 업체가 양성될 수 없었다. 지난 30년간 이러한 국내의 환경으로 인하여 전 세계적으로 발전플랜트 건설사업이 활발인 요즘 국내 EPC 업체들은 실적 및 경험인력 부족으로 수주활동 및 사업수행에 이중고를 겪고 있다. 국내에서는 처음으로 2004년 한국남부발전(주)이 하동화력 7,8호기(초임계압, 석탄화력 500MW×2기) 건설사업을 Island EPC(터빈, 보일러, 옥외설비) 방식으로 발주하였고, 두산중공업(주)이 보일러와 터빈 Island를, 삼성물산(건설부문)이 옥외설비 계약자로 선정되어 사업을 시행



하고 있어, 준공시점인 2009년부터는 500MW 석탄화력발전소 건설경험을 활용하여 국제시장에서 활약이 증대될 것으로 기대된다.

3.2 기자재 제작업체 현황

(1) 주기기

발전플랜트에서 가장 핵심이 되는 것은 주기기인 증기터빈과 보일러의 설계 및 제작기술이다. 정부의 발전플랜트 일원화 정책으로 국내의 발전플랜트 주기기는 두산중공업이 전담하고 있다. 아래의 표 1은 두산중공업의 보일러와 터빈발전기의 원천기술사, 제작설계 및 제작능력, 해외 진출 가능성 등을 나타내고 있다. 두산중공업이 설계·제작하여 국내에 공급한 보일러 및 터빈의 용량은 200MW, 500MW, 560MW, 800MW 등이며, 해외에 공급한 실적은 인도의 SIPAT 화력발전플랜트 660MW 2기이다. 한편 두산중공업이 해외에 공급한 복합화력발전소 용폐열보일러(HRSG)는 ESSAR 복합화력 플랜트를 포함 약 40여기에 달한다. 두산중공업은 최근에 보일러 원천기술사인 영국의 Mitsui-Babcock을 인수하여, 발전용 보일러 원천기술 확보는 물론 세계 시장 진출의 장애요소를 해결함으로써 적극적인 해외 진출이 이루어질 것으로 예상된다.

현재 두산중공업의 설계/제작 능력 및 실적, 그리고 해외 진출 시의 장애요인을 알아보면 다음의 표 1과 같다.

(2) 보조기기

1990년대 초기까지 팬, 펌프, 밸브 등의 주요기기는 국외로부터 수입하여 설치하였으며 국산화율은 약 50%정도에 불과하였다. 그러나 국내의 발전플랜트 건설 물량이 풍부해짐으로써 주기기인 보일러, 터빈발전기를 비롯한 주요기기를 국내 기술로 개발하여 수입을 대체하게 되어 현재는 약 95% 정도의 국산화를 이루어 순수 우리기술로 기자재를 설계 및 제작하는 기술을 확보하게 되었다.

3.3 시공 및 시운전 전문업체 현황

(1) 국내실적

1970년대 이후 원자력, 석탄, 석유, LNG, 수력 및 양수 등 모든 발전원의 발전플랜트가 대규모로 건설되었다. 그러나 발주자인 한국전력공사가 거의 모든 사업을 설계·기자재구매·시공·시운전을 분리한 분할(Piece Meal) 발주 형식으로 수행하였기 때문에 국내발전플랜트 건설 사업에 참여한 대형 건설회사들이 EPC 일괄 사업경험과 실적

〈표 1〉 주기기 설계제작 능력 및 실적(두산중공업)

구 분	미분탄보일러 (Note1)	유동층보일러 (Note2)	증기터빈	발전기
기술 제휴사	Alstom Power	Alstom Power	General Electric company (GE)	General Electric company (GE)
설계/제작	기본·상세설계·제작 가능	기본설계 불가 상세설계·제작 가능	기본·상세설계·제작 가능	기본·상세설계·제작 가능
공급실적	국내표준발전플랜트 및 인도 SIPAT 발전플랜트	동해화력#1,2	국내발전플랜트	국내발전플랜트
해외진출 장애 요소	Licenser에 의한 입찰제한 (12개국:Note3)	Licenser와 협의 필요	Licenser와의 협의 필요	Licenser와의 협의 필요

*Note1 : 미분탄 보일러에 대해서는 최근(2006. 11) 보일러 원천기술사인 Mitsui-Babcock을 인수하여 해외진출 장애요소를 해결함.

*Note2 : 유동층 보일러에 대해서는 최근(2006. 11) Foster Wheeler와 기술협약 체결

*Note3 : 미국, 스위스, 핀란드, 독일, 벨기에, 네덜란드, 스웨덴, 프랑스, 이탈리아, 폴란드, 일본, 호주



을 갖지 못하고 시공부분의 경험과 실적을 보유하고 있다.

(2) 해외 실적

우리나라 건설업체의 해외 진출은 1970년대 오일달러에 힘입은 중동지역의 대규모 발전 및 담수, 석유화학 플랜트 건설사업의 시공자로 공사에 참여하면서 시작되었다. 1970년대에 발전플랜트 건설과 관련하여 해외에 진출한 기업은 대림산업, 현대건설과 삼성물산 등 3개 업체이며, 이들은 대부분의 사업을 중동지역인 사우디아라비아, 이란, 쿠웨이트 등에서 수행하였다. 1980년대에 와서는 해외 플랜트 건설사업에 참여하는 기업의 수도 대폭 증가하였고 사업 참여 범위도 확대되어 계약금액이 1970년대 대비 약 5배로 늘어났다. 1990년대에 들어서는 1970년대와 1980년대의 경험과 실적을 바탕으로 단순 시공 역무에서 EPC 형태로 발전되었으며, 발전플랜트 건설사업 뿐만 아니라 발전플랜트 수명연장, 성능복구, 기자재 공급분야에까지 확대되었다. 진출기업의 수도 약 15개사로 늘어남과 동시에 계약금액도 50억 달러를 초과해 1980년대의 16억 달러 대비 3배 이상 규모가 증대되었다. 시장의 범위도 전통적 강세지역인 중동 일변도에서 필리핀, 싱가포르, 인도 등 아시아권역으로 넓혀졌고, 규모는 작으나 대양주, 아프리카까지 시장 개척을 확대하게 되었다. 그러나 1997년의 외환위기 이후 많은 건설기업들이 구조조정을 거치면서 해외 플랜트 건설 사업이 소강상태에 머물렀으나 2000년대에 들어오면서 다시 활기를 되찾고 있으며 동유럽까지 시장을 확장시키고 있다.

3.4 발전플랜트 건설기업의 경쟁력 분석

발전플랜트 건설기업의 경쟁력은 우선 가격적인 면과 기술적인 면으로 나눌 수 있다. 가격적인 측면에서는 입찰금액에 대한 적절성, 합리적이고 경제적인 기자재 조달 능력 등을 들 수 있으며, 비가

격적·기술적인 측면에서는 해당지역에서의 사업수행 경험과 실적, 기술력 및 컨설팅 능력, 프로젝트 관리능력 및 수행 능력, 유리한 조건의 프로젝트 파이낸싱 능력 등을 경쟁력으로 볼 수 있다.

국내의 발전플랜트 건설기업에 대한 분야별 능력을 알아보면 다음과 같다.

첫 번째, 석탄, 석유, LNG발전플랜트 등 전 분야에 걸쳐 독자적인 Process Engineering 기술을 확보하고 경쟁력을 갖추고 있다. 특히 기후변화협약 이행에 의한 환경규제 강화에 대응할 수 있는 초임계압 석탄발전플랜트 설계기술과 유동층보일러 석탄발전플랜트 설계기술을 보유하고 있다. 또한, 대기환경 보전을 위한 석회석 사용 습식탈황 기술과 촉매를 사용하는 탈질 시스템기술은 특허를 보유하고 상용화하고 있다.

두 번째, Process Engineering 기술을 바탕으로 발전플랜트의 전 계통에 대한 기본 설계기술을 확보하고 있다.

세 번째, 상세설계 능력은 세계적 수준에 도달하였다고 평가된다. 최근에는 전산 장비의 활용도가 높아지면서 3-D CAD(Computer Aided Design) System을 활용함으로써 공사 중에 발생할 수 있는 설계오류는 기술 선진국 수준으로 개선되었다.

네 번째, 우리나라의 발전플랜트건설기업은 국내외에서 많은 경험을 축적하여 왔기 때문에 최대출력, 효율, 출력 증·감발 속도, 기동시간 등을 나타내는 성능보장 능력이 선진국 수준에 도달한 것으로 평가된다.

다섯 번째, 우리나라 기업들의 공기 준수 또는 단축 능력은 국제적으로 인정받고 있다. 그러나 사업 비용관리 및 적정이윤 추구를 위하여 제3국의 노무인력과 기능 인력을 활용하는 사례가 많아지고 있어 지속적인 공기 준수 또는 단축을 위해서는 보다 조직적이고 체계적이며 합리적인 사업관리 기법의 도입 및 개발이 요구되고 있다.

여섯 번째, 우리나라 기업의 가격경쟁력은 선진



국을 앞서고 있는 것으로 평가되고 있으나, 지속적인 가격경쟁력을 유지하기 위해서는 Value Engineering 기법을 적용한 최적의 설계, 적정하고 합리적인 가격의 기자재 구매, 경제적인 임금의 현지인력 활용, 시공기법 제고 등과 종합적인 프로젝트관리능력이 서로 조화를 이루도록 하여야 할 것이다. 해외사업인 경우 지역 간의 시차를 적극 활용하는 Remote-Engineering 체제 도입 방안도 고려하여야 할 것이다. IT 기술을 활용함으로써 24시간 일하는 체제 구축도 가격 경쟁력과 공기를 단축시키는 방안이 될 수 있을 것이다.

일곱 번째, 우리나라 기업들의 대부분은 ISO 규정에 의한 인증은 받았으나, 실제 운용차원에서는 ISO 규정에 의한 인증은 수주를 위한 장식품일 뿐 품질보증 활동은 품질관련 부서의 일로 치부하고 있다. 따라서 품질보증 및 관리에 관한 국제적인 신인도는 매우 낮으며, 이에 대한 대폭적인 개선이 요구되고 있다.

여덟 번째, 프로젝트 파이낸싱은 개별기업의 능력 외에 국가의 신인도와 국가의 정책적 지원이 중요한 요소로 작용하고 있다. 즉, 정부와 기업 간 공조체제의 강화가 시급히 요구되고 있다.

아홉 번째, 현지화와 국제화는 상통하는 것으로서 얼마나 현지화 할 수 있는 제도와 조직, 그리고 경험 인적자원을 갖추고 현지 파트너와 얼마나 원활히 사업을 수행할 수 있는냐를 평가하면 우리기업의 국제화 정책은 성공적이지 못한 것으로 평가받고 있다.

마지막으로 해외 발전플랜트 건설 사업을 수행해온 극히 제한적인 기업들만이 EPC 턴키 사업 수행실적을 가지고 있기 때문에 종합서비스 제공은 아주 취약한 부분이다. 이러한 문제점을 보완하기 위해서는 범 국가차원에서 설계, 시공, 사업관리, 시운전, 유지·보수 분야의 전문가 또는 전문조직이 특정프로젝트에 한시적으로 참여하는 가칭 『발전플랜트 EPC 지원단』을 설립하여 경쟁력을 갖추도록 하는 방안도 구상해 볼 수 있다.

4. 발전플랜트 해외진출 전략

4.1 진출가능지역별 발전플랜트 형식의 선택과 집중

1970년대 우리나라 건설기업들이 가장 많이 진출한 중동의 사우디아라비아, 오만, 이란, 이라크, 쿠웨이트, 이집트 등과 아시아 지역의 인도, 베트남, 필리핀, 인도네시아 등은 전통적으로 우리기업들의 인지도가 높은 지역으로 나타나고 있다. 1970년대 초기 해외 플랜트건설시장 진출 시에는 저 임금의 노무인력과 기능 인력들의 높은 생산성으로 우리나라기업에 대한 선호도가 높았다. 1980년대에는 1970년대의 대규모 원자력발전플랜트 건설과 중화학플랜트 건설을 통한 기능 인력의 기술수준 향상과 설계인력의 저변 확대로 EPC 수행능력이 향상되었으며, 기술력과 사업관리 능력을 인증 받아 대형 프로젝트의 수주가 가능하게 되었다. 1990년대부터는 한국의 국제적 위상이 높아지고 플랜트 설계기술력 및 사업관리 능력이 선진국 수준으로 향상됨으로써 대형 EPC 프로젝트의 수주와 성공적인 사업 수행을 하고 있다. 이러한 지역별 국가별 건설기업에 대한 인지도와 신인도를 조사하여 입찰 시 Consortium 구성 등에 적극적으로 활용하여야 할 것이다.

향후 대규모 발전플랜트의 건설이 계획되고 있는 지역으로는 미국과 중국, 인도, 브라질, 러시아 등의 BRICs 국가들, 동남 아시아지역을 중심으로 산업화 정책을 추진하고 있는 필리핀, 베트남, 인도네시아, 말레이시아, 태국 등을 들 수 있으며, 최근 고유가 행진으로 중동의 산유국들이 주요 발전플랜트 건설시장이 될 것으로 전망되고 있다.

발전플랜트 건설산업의 해외진출을 위하여 전 세계 시장을 무대로 영업 활동을 전개하는 것은 여러 가지 난제에 부딪쳐 예상보다 훨씬 적은 결과를 가져올 수도 있다. 앞에서 살펴본 바와 같이 우선 지역별 시장의 규모와 과거 실적, 우리기업의 인지도, 기술과 가격의 경쟁력, 발주예산 설비의 형식과 용량, 통용되는 건설관련 Code &



Standard, 발주조건 및 시기 등에 관한 정보를 가칭 『발전플랜트 EPC산업 정보Center』를 통하여 수집·평가후 해당 사업과 우리기업의 강점·취약점정밀 분석하여 수주 가능성이 큰 사업에 집중하는 것이 바람직 할 것이다.

4.2 구체적 전략

단기 전략으로는 우선 각국에 파견된 대사관 상무관, KOTRA, KOICA 요원들과 해외 건설협회, 플랜트산업협회 등이 공조체제를 유지하여 정보를 입수, 분석하는 가칭 『발전플랜트 EPC산업 정보 Center』를 설립하여 운용하는 것이 필요하다.

그리고 발전플랜트 건설산업 관련기업들의 기술 및 비 기술 분야의 분석결과 모든 부분의 국제경쟁력을 갖추고 있지 않거나 단독기업으로서의 한계성이 있으므로 이러한 약점의 보완책으로 당해 프로젝트의 지역적인 연고 및 인지도와 신인도, 유사사업 수행실적, 업역별 전문성 등을 고려한 유력기업간의 Consortium을 구성함으로써 기술수준의 고도화는 물론 경쟁력을 강화하는 방안을 찾아야 할 것이다.

또한 우리나라 기업이 진출가능성이 높은 나라 중 중동을 제외한 중국, 인도, 베트남, 필리핀, 브라질 등 대부분의 국가들은 발전플랜트 건설자금 부족으로 계획 이행에 난항을 겪고 있다. 따라서 우리나라 기업들이 공적 자금을 활용하여 각 국의 전력회사 또는 에너지산업부의 협조 하에 장기전원개발계획 수립과 특정 발전플랜트건설 타당성 조사를 수행하여 고급정보 입수 및 후속사업 연결 고리를 만들도록 하는 것이 바람직할 것이다. 더불어, 플랜트산업회의의 타당성조사 자금을 활용하여 특정 플랜트의 타당성조사를 통하여 자연스럽게 후속 사업과 연계시키는 방안도 훌륭한 대안이 될 것이다.

산업화 또는 경제 개발을 시작하는 국가들의 재정 자립도가 낮아 발전플랜트건설 등 사회간접자본 건설에는 해외자본 차입을 선호하고 있다. 따라

서 발전플랜트 건설사업에 프로젝트 파이낸싱(BOO/BOT 포함)을 적극 활용하는 것을 고려하여야 할 것이며, 프로젝트 파이낸싱에 따른 위험도를 분석하고 평가할 수 있는 Global Standard 수준의 'Risk Assessment & Management' 프로그램을 개발하여 활용하는 체제를 갖추어야 할 것이다.

마지막으로 국제 경쟁력 제고를 위하여 진출 잠재력을 가진 지역을 거점으로 EPC 수행에 필요한 상세설계 및 건설기능 인력 확보 전략을 수립하여야 할 것이며, 공식 언어로 영어를 사용하면서 상당한 기술수준을 보유하고 대규모 발전플랜트 건설계획을 수립한 국가를 대상으로 기술 인력과 기능 인력을 공유할 수 있는 회사와 Global Resourcing 체계를 수립하는 것도 한 가지 방안이 될 것이다.

장기 전략으로는 첫째, 국내의 발전회사가 발주하는 발전소 건설사업을 세계적인 추세에 맞춰 EPC 턴키 형태로 발주하도록 하여 발전플랜트 EPC 전문기업이 양성되도록 하는 것이다. 우리나라는 과거 30년 동안 원자력, 화력, 수력 등 거의 모든 형태의 발전플랜트를 가장 많이 건설한 나라 중의 하나이다. 그러나 국내 발전플랜트의 발주 특수성으로 설계, 기자재 공급, 시공, 시운전 분야가 분리된 Piece Meal 방식으로 건설되었기 때문에 국제시장에서 선호하고 있는 EPC Turn-key 방식(BOT/BOO 포함)의 건설경험은 일천하다. 발전소 설계엔지니어링 전문회사와 주기기 제작사, 건설사가 전략적으로 제휴하여 입찰에 참여하고, 수행하게 함으로서 발전플랜트 EPC 전문기업을 양성하여야 할 것이다. 한시적으로 석탄·LNG 발전플랜트 건설을 EPC 턴키로 수행하도록 함으로서 관련사 간의 자발적인 전략적 제휴나 조직 및 인력보강이 이루어질 것이며, 이 과정에 각계의 전문가 그룹과 설계·건설·주기기 제작사 간에 자연스런 이합집산이 이루어져 우수한 EPC 기업이 탄생하게 될 것이다.

두 번째로 EPC 기술력 향상을 위해서 공과대학



에 플랜트 엔지니어링 교과 과정 개설과 산학 협동 인프라 구축 및 행정지원 중복기능의 통합을 추진해야 한다. 해외 발전플랜트건설시장의 발주 형태가 EPC 턴키사업으로 전환함으로써 플랜트 엔지니어링의 중요성이 더욱 강조되고 있다. 따라서 장기적인 방안으로 공과 대학에 플랜트엔지니어링 과목을 전공 필수 과정으로 개설하여 플랜트 설계의 이론 및 응용, 경제성 공학, 사업관리, 프로젝트 파이낸싱 등 현재 기업이 겪고 있는 문제점들을 대학 교과과정에서 공부하고 배울 수 있도록 하는 것도 훌륭한 방안이 될 것이다. EPC기술력 향상을 위한 산학 협동 연구체제 구축 및 기술 교환·공동개발을 위한 제도적 인프라를 구축하고 민간의 자발적 참여를 유도할 수 있도록 세제 및 보조 정책을 제공하는 것도 중요하다.

또한, 정부 조직의 업무분장을 보면 설계 및 엔지니어링분야는 과학기술부, 설비분야는 산업자원부, 시공분야는 건설교통부가 관장하고 있어 업무 통합의 비효율성은 물론 EPC 프로세스 간의 공조가 결여될 가능성이 잠재되어 있다. 따라서 해외 플랜트수주 및 이행을 위한 효과적인 지원과 기술개발, 그리고 정보력 강화를 위해서 정부의 창구를 일원화하는 것이 필요 하다. 창구 일원화 방안에는 최적의 수출효과를 낼 수 있는 조직을 중심으로 이루어져야 할 것이다.

5. 결론

발전플랜트 EPC 산업은 고부가가치를 창출하는 대표적인 수출 산업으로서 가장 활력 있는 시장은 미국, 중동, 그리고 중국·인도를 포함한 동·서남아시아가 될 것이며, 장기간에 걸쳐 풍부한 물량으로 지속가능한 산업으로 분석되었다. 또한 발전플랜트의 발주형식은 EPC 턴키방식이며, 재원이 부족한 개도국과 후발국에서는 프로젝트 파이낸싱을 포함한 BOO 또는 BOT 턴키방식이 주류를 이루고 있다.

교도프로토콜 이행에 따라 향후에 건설될 발전

플랜트는 천연가스복합, 초초임계압 및 유동층 석탄발전플랜트가 주류를 이룰 것으로 전망된다. 천연가스발전플랜트는 고 효율 운전을 위해 복합사이클(Combined Cycle)을 채택하고 질소산화물 배출량을 줄이기 위해 탈질설비를 갖추어야 할 것이며, 석탄발전플랜트는 300MW급 이하는 연료가 연소되는 과정에 탈황·탈질저감이 가능한 유동층보일러를 사용할 것이며, 500MW급 이상은 고효율 운전을 위해 초초임계압 증기조건을 채택하고 황·질소산화물 제거를 위한 탈황·탈질설비를 갖추어야 할 것이다.

국내 엔지니어링 및 건설기업들의 사업수행 실적과 경험을 조사한 결과 설계엔지니어링회사는 설계엔지니어링 분야만, 건설기업은 시공분야에만 편중되어 있고, 발전플랜트에서 가장 중요한 위치를 차지하는 주기기 제작업체는 엔지니어링 분야 및 시공 분야의 한계로 인하여 해외 진출에 제약을 받고 있다. 이와 같은 취약한 여건들을 극복하고 발전플랜트 EPC산업이 해외 시장으로 진출하기 위해서는 다음과 같은 장·단기적인 전략을 수립하고 추진하는 것이 효과적일 것이다.

단기적인 방안으로 첫째, 정부 주관하에 세계 주요시장의 정보입수 및 평가를 위하여 각국주재 대사관과 KOTRA, 민간기업 주체원이 참여하는 가칭 『발전플랜트 EPC산업 정보 Center』의 설립 운영하는 시스템을 제안한다. 둘째, 입찰시 발주사업의 제반 환경 즉, 지역적인 연고 및 인지도와 신인도, 유사사업 수행실적, 업역별 전문성 등을 고려한 국내 유력 기업간의 Consortium을 구성함으로써 기술수준의 고도화는 물론 경쟁력을 강화하고 국내 기업간 경쟁을 최소화하는 방안을 찾아야 할 것이다.

장기적인 방안으로는 첫째, 국내발전회사가 발주하는 석탄·LNG 발전플랜트 건설사업을 EPC 턴키로 발주하는 것이다. 주기기 제작사 또는 대형 건설사의 취약분야인 종합설계와 사업공정관리 등은 설계전문회사와 전략적 제휴를 통한 입



찰 및 수행을 유도함으로써, 이 과정에 각계의 전문가그룹과 설계·건설·주기기 제작사 간에 자연스런 이합집산이 이루어져 우수한 EPC 기업이 탄생하게 될 것이고, 이러한 경험과 자원을 바탕으로 한 발전플랜트 EPC 기업만이 해외 시장에서 경쟁력을 확보할 수 있을 것이다. 둘째, 공과대학에 필수 과목으로 플랜트엔지니어링 교과과정을 개설하여 대학에서부터 체계적인 연구와 공부

를 통하여 플랜트엔지니어링의 중요성과 기술을 습득하도록 하는 것도 플랜트엔지니어링 산업 부흥에 일조할 것으로 믿는다.

발전플랜트 EPC산업의 해외시장 진출방안은 여러 가지가 있을 수 있으나 범정부차원에서 상기와 같은 전략을 수립한 후 강력한 구심점을 가지고 추진한다면 단기간에 소기의 목적을 달성할 수 있을 것이다. (KIPEC)