

플랜트 EPC 기업의 해외 원자력 발전 프로젝트 진출방안

조찬형, 문승재*, 유호선**†

대우건설, *한양대학교 기계공학부, **승실대학교 기계공학과

Penetration of Korean EPC Companies into International Market for Nuclear Power Plant

Chan-Hyoung Cho, Seung-Jae Moon*, Hoseon Yoo**†

Daewoo E&C Co., Ltd., Seoul 110-713, Korea

*School of Mechanical Engineering, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

**Department of Mechanical Engineering, Soongsil University, Seoul 156-743, Korea

(Received August 19, 2009; accepted September 28, 2009)

ABSTRACT : This study aims to develop a strategy for South Korean companies to penetrate into the global NPP(nuclear power plant) market with their strength as the sixth biggest nuclear power generator in the world. With 20 nuclear plants in commercial operation and 6 more in construction, South Korea has the best technology in construction and operation of NPP. Despite these capabilities as demonstrated on its domestic market, Korean companies' constraint to enter and play a key role in global NPP market would be the lack of experience in overseas NPP projects, original technologies, and diplomatic effectiveness. This study analyzes the competitiveness of Korean standardized nuclear power plant, construction management skills, construction technologies, manufacturing equipment and materials and operation skills. In this research the current status of existing NPP and the forecast of building NPP according to countries was analyzed in order to work out strategies with technology, cost-effectiveness, and diplomatic consideration.

Key words : 플랜트 EPC 기업(plant EPC company). 원자력 발전소(nuclear power plant), 원전시장(nuclear power plant market)

1. 서론

2000년대 후반기에 들어서면서 세계 에너지 시장의 정세는 급격히 변화하고 있다. 화석연료 공급의 한계와 온실가스 배출억제를 위한 국제적 규제는 원자력 시장의 확대를 갖고 왔다. 원자력발전소(이하 원전)은 안전성을 최우선으로 하고 대규모의 비용과 장기간의 사업기간이 필요로 하는 국가전략시설이다. 이러한 원전의 특성으로 인하여 전 세계적으로 원전을 공급할 수 있는 국가는 많지 않다. 우리나라

라는 30년간에 걸쳐 상업운전중인 20기의 원전과 건설 중인 6기의 원전을 보유하고 있는 세계 6위의 원전 선진국이다. 또한 원전 선진국들이 원전사고의 위험 때문에 신규원전 건설을 등한시 하는 동안에도 우리나라는 지속적인 연구개발과 한국표준형원전의 건설을 통해 상용원전을 늘려 나갔다. 이러한 노력의 결실로 우리나라는 안전하고 경쟁력 있는 표준형 원전의 설계와 시공기술을 보유하고 있으며, 지금 도래하고 있는 원자력 르네상스에서 시장을 선점할 수 있는 좋은 여건을 갖추게 되었다.^[1]

본 연구에서는 우리나라의 강화된 원자력 경쟁력을 분석하고 이를 바탕으로 세계시장에 성공적으로 진출할 수 있는 전략을 도출하고자 한다.

† Corresponding author

Tel.: +82-2-820-0661; Fax +82-2-820-0668

E-mail address: hsyoo@ssu.ac.kr

2. 세계 에너지 정세 및 원자력 시장 동향

2.1 세계 에너지 수요전망

2008년 세계는 앞으로의 에너지 자원 확보경쟁을 예견할 수 있는 초고유가를 경험했다. 1~3차 석유 파동을 거쳐 2000년대 초까지 안정세를 보이던 국제유가는 석유수출국기구(OPEC)를 중심으로 한 산유국들의 생산량 조절과 비OPEC 국가들의 감산, 개발도상국들의 석유소비 증가로 2003년부터 서서히 상승하였다. 최근에는 중동과 아프리카 산유국들의 정정불안으로 인한 석유공급 차질, 중남미 산유국의 자원무기화 강화, OPEC 국가들의 추가증산 한계로 2007년부터 폭등하기 시작하여 2008년 7월 서부텍사스산원유(WTI)가 장중 147.27달러로 최고가를 기록했다. 최고가 이후 세계적인 금융위기와 경기침체로 유가는 급속도로 폭락하였지만 국제 에너지시장은 수급불안정으로 인해 쉽게 가격이 폭등할 수 있는 민감한 시장임을 모두에게 일깨워 주면서 안정적인 에너지 확보에 대한 근본적인 한계를 절감하게 되었다.

앞으로 전 세계의 에너지 수요는 지속적으로 증가할 것이고 이에 맞춰 화석연료의 공급도 계속 확대될 것이다. 세계 에너지 소비의 38%를 차지하는 석유는 2030년에도 34%로 여전히 주종의 에너지원이 될 전망이다. 2007년 ~ 2008년 경험한 초고유가는 앞으로 석유수요의 비중을 감소시키는 기폭제가 될 것이다. 고유가는 천연가스나 석탄 등의 다른 화석연료의 가격도 동반 상승하게 만들었다. 세계 에너지 수요증가는 앞으로도 지속될 전망이고 이에 비하여 불안한 공급을 안정적으로 유지하면서 증대하는 에너지수요를 충족시킬 수 있는 근본적인 대책을 세계 각국은 요구받게 되었으며, 결국 신재생에너지와 원자력의 수요도 빠른 속도로 증가하게 되었다.

지구온난화 방지를 위해 2005년 발효된 교토의정서(Kyoto Protocol)는 세계 에너지 시장 관도에 영향을 미칠 중요한 요소 중에 하나이다. 교토의정서는 UN 환경개발회의에서 채택된 지구온난화 규제 및 방지의 국제협약인 기후변화협약을 바탕으로 온실가스 배출억제를 위한 구체적인 이행방안으로 선진국의 온실가스 감축 목표치를 규정하였다. 에너지 소비분야에서 발전부문의 CO₂ 배출량이 가장 많이 차지하는 만큼 온실가스 배출량을 감축하기 위해서는 저탄소, 고효율 에너지 소비구조로의 변화는 필연적일 수밖에 없다. 우리나라의 경우 발전부문이

총 연료소비량의 38%, CO₂ 배출의 28%를 차지하고 있다. 세계 각국의 에너지 정책은 화석연료 소비로 인한 오염물질의 감소를 목적으로 하는 환경법을 강화하여 시행할 것이며, 비화석 연료의 사용을 장려하는 정부 정책이 시행될 것이다.

세계는 화석에너지를 대신할 수 있는 대체에너지로 신재생에너지와 원자력에너지를 주목하게 된다. 과거에도 태양광·태양열, 풍력, 조력, 지열, 파력, 바이오매스, 바이오 알콜 등의 다양한 신재생에너지를 이용하고 있었지만 화석에너지에 비하여 경제성 떨어지고 기술적 제약으로 인해 크게 활성화되지는 못했다. 신재생에너지는 최근 기술의 발전과 고유가로 인해 경제성이 좋아지고 있어 점차 각광받고 있다. 또한 교토의정서에 의하여 친환경에너지로서의 신재생에너지의 중요성은 더욱 증대되고 있다. 기후변화협약과 같은 국제환경규제에 대응하기 위해서는 CO₂ 배출을 감축해야 하는데, CO₂ 배출이 거의 없는 신재생에너지와 상대적으로 석탄발전보다 CO₂ 배출이 적은 원자력 및 천연가스발전이 활성화될 전망이다.^[2]

태양광·태양열, 풍력, 조력, 지열, 파력과 같은 신재생에너지는 지리적 특성에 크게 영향을 받고 발전용량이 비교적 작으며, 아직은 가격 경쟁력이 낮아 기존의 화석에너지와 같이 대규모의 전기를 생산할 수 없는 단점이 있다. 원자력 발전은 대용량의 전원을 안정적으로 공급하며, 온실가스를 절감할 수 있는 훌륭한 에너지원이다. 원자력발전도 화석연료의 가격상승과 교토의정서의 발효로 세계 각국의 관심이 높아지게 되었으며, 원자력 기술의 발전으로 설비 이용율이 향상되고 안정성이 높아지면서 선진국과 개발도상국의 원자력발전의 확대가 급격하게 증가하고 있다.

2.2 원자력 시장 동향

OECD/NED 분석에 따르면 2030년 세계에너지 수요가 2004년보다 1.5배, 원자력 발전 용량은 2005년보다 1.4배 증가할 것으로 전망되고 있으며, 교토의정서에 의한 이산화탄소 의무감축으로 원자력에 대한 인식변화가 가속화될 것으로 예상하고 있다. 이에 따라 석유 및 석탄과 같은 화석연료와 비교하여 우수한 원자력의 안전성, 경제성, 환경친화성이 부각되면서 기존의 원전 보유국은 원전의 추가 건설을 추진하고 있으며, 원전 미 보유국은 신규원전의 도입을 적극 추진하고 있다. 2000년대 말에는 고유가와 지구환경변화 대응으로 전 세계적인

Table 1 Present state of major NPP company

구 분	웨스팅하우스(미)	GE(미)	AREVA(프)	AEP(러)	AECL(캐)
주요상품	AP-1000	ABWR	EPR-1600	VVER	ACR-1000
시장점유율	28%	20%	24%	10%	5%
최근동향	도시바가 인수(06.10)	히타치와 제휴(07.5)	미쯔비시와 MOU(06.10)	-	-

원전이용 확대정책이 활성화 될 것으로 예측되어 제 2의 원전 르네상스가 도래할 것이다. IAEA의 예측에 따르면 2007년 435기의 원자력 발전소는 2030년까지 300기가 추가로 건설되어 전 세계적으로 700기가 운영될 것으로 예상되며, 국제 시장의 원자력 발전시장은 약 900조에 이를 것으로 추정되고 있다.

원자력 선진 13개국은 안정적인 에너지 공급원의 확보를 위해 안전성, 경제성, 핵 비확산성이 증가된 제4세대 원자력시스템(GEN-IV)의 국제 공동 개발을 추진 중에 있다. 2005년 국가간 공동개발을 위한 기본협력 체결에 이어 2006년 원자로형별 시스템 약정을 체결하였다. 우리나라는 소듐냉각고속로(SFR), 초고온가스로(VHTR) 및 초임계압수냉각로(SCWR)개발에 참여하고 있다. 또한 미국, 프랑스, 일본은 제4세대 원자력시스템의 공동 개발과 병행하여 미래 혁신기술의 선점을 위하여 독자적인 기술개발을 추진하고 있다. 미국은 사용 후 핵연료재순환과 연계하여 소듐냉각고속로의 개발에 집중 투자기로 결정했으며, 프랑스는 2040년 상용화를 목표로 2020년까지 제4세대 원자력시스템의 원형로(Prototype)를 자국에 건설할 계획이다. 일본은 2050년까지 상용화를 목적으로 2025년까지 소듐냉각고속로 실증로 건설을 추진하고 있다.

세계 주요원전기업 현황을 Table 1에 나타내었다. 세계의 원전 공급사는 2006년 이전에는 미국계인 WEC, GE, CE, B&W사와 유럽계인 프라마툼, 지멘스, 브라운보베리, 일본계인 도시바, 히타치, 미쯔비시와 같이 국가별로 분할되어 있었다. 최근에는 활발한 인수합병 및 제휴를 통하여 규모를 키우고 있다. 2006년 도시바가 WEC를 인수하였고, 2007년 GE와 히타치가 제휴하였으며, 2006년 AREVA와 미쯔비시가 합작하였다. 러시아는 2007년 원자력 산업의 구조개편을 통해 원자력 지주회사인 아톰프롬을 설립하였다. 프랑스, 러시아 등은 원전산업체를 국영기업체 형태로 운영하여 국내외 원전사업을 국가주도로 추진하고 있다.

3. 우리나라의 원자력 산업 기술수준

3.1 원자력발전소 건설 기술수준

1959년 연구용원자로 1호기로 시작된 우리나라 원자력 기술개발의 역사는 지금까지 20기의 상업 원전 건설과 한국표준형원전의 개발을 통해 눈부신 원전기술의 자립화를 이루어왔다. 1999년부터 2006까지 수행된 정부의 원전기술 고도화사업과 전력설비 성능향상 원자력분야 사업성과 분석 결과를 보면 우리나라의 원전기술 자립도와 고도화 기술은 상당수준 달성하였다. 하지만 해외 진출을 위한 핵심 원전기술의 확보나 획기적인 성과지향 측면의 선진 기술개발은 다소 미흡한 것으로 평가하고 있다. 특히 미래 지향적인 원전기술의 확보와 상용화를 향상시킬 수 있는 대형 실용화 기술은 원자력 선진국에 비해 많이 부족하다.

원자력 발전소에 대한 세계적인 경쟁력을 지니기 위해서는 모듈화된 대용량의 표준형 원전을 개발하여 경제성을 높이는 기술력을 확보하는 것이 필수적이다. 우리나라는 1987년 영광 3, 4호기 착수로부터 시작하여 올진 6호기까지 한국표준형 원전(OPR1000; Optimized Power Reactor) 6기를 건설하여 운영함으로써 1,000MW급 원전건설의 기술을 완전히 확보하였다. 이후 경제성과 안정성을 보완하여 개선형 한국표준형원전으로 신고리 1, 2호기와 신월성 1, 2호기를 건설하고 있다. 정부는 그동안 건설했던 한국표준형원전의 뒤를 이어 대외 경쟁력을 지닌 차세대원자로의 기술개발을 위해 정부주도의 국가선도기술개발사업(G7 PJ)을 진행하였다. 1992년부터 정부와 산학연이 공동으로 개발에 들어가 2001년에 개발에 성공한 차세대 원전은 대용량인 1400MWe급의 신형 가압경수로형(APR1400; Advanced Power Reactor) 원전으로 국내외의 최신 원자로 설계요건을 반영하고 중대사고 대처설비를 대폭 강화하여 기존 한국표준형원전 보다 안전성과 경제성을 대폭 향상시켰다. 신형경수로1400은 2002년 정부로부터 표준설계인가를 취득하여 신고리 3, 4호기부터 적용되어 건설중에 있다.^[3]

3.2 원자력발전소 운영 기술수준

발전설비 운영의 효율성과 활용도를 나타내는 지표인 원전 이용률은 원전의 설비 건전성과 운영 인력의 우수성을 보여주는 발전소 운영기술 수준의 대표적인 척도이다. 우리나라는 2000년 이후부터 연속적으로 90% 이상의 높은 원전이용률을 나타내고 있다. 세계 원전의 평균 이용률이 75 ~ 80% 수준임을 비교할 때 90%가 넘는 우리나라의 원전이용 기술은 세계 최고의 수준이다. 세계 평균이용률보다 12% 이상 높은 이용률은 100만kW급 원전 2기의 운전시 발생하는 전력량으로 건설투자비 5조원과 운영을 위한 화석연료 수입대체 및 이산화탄소 발생억제의 효과를 거두고 있다.

원전 이용률과 더불어 원전의 안전성과 경제성을 나타내는 중요한 지표인 원전 가동률은 연간시간(calender hour)에 대한 원전의 연간 실제 가동시간(operation hour)의 비율을 의미한다. 1980년대에는 70% 수준이었던 우리나라의 원전 가동률은 1990년대에는 80% 수준으로 올라왔으며, 2001년 이후부터는 90%의 높은 가동률을 유지하고 있다. 현재 우리나라의 원전 운영기술은 자립단계를 넘어서 세계 최고 수준임을 입증하고 있다.

고장정지 건수는 1년 동안 정상 운전중 기기고장 또는 인적요인에 의해 원전이 불시 정지한 건수로 원전의 안전성과 전기품질 확보측면에서의 운영관리 수준을 보여준다. 우리나라는 1980년대 중반까지 호기당 평균 5건 이상의 높은 고장 정지율을 보였으나, 1990년대에는 축적된 기술력과 운영경험으로 호기 당 1건 내외로 안정되었다. 2007년에는 호기 당 0.6건의 우수한 고장 정지율을 기록하였다.

연료교체 후 다음 연료교체 시기까지 발전정지 없이 연속운전 일수를 표시하는 한주기 무 고장 안전 운전(OCTF : One Cycle Trouble Free)은 운전·정비·관리 등 원전 운영의 모든 분야에서 우수한 능력을 보여주는 대표적인 지표이다. 우리나라는 2007년 20기의 가동원전중 7기에서 한주기 무고장 안전운전을 달성하였으며, 우리나라 원전의 상업운전 이후에 총 67회의 OCTF를 달성하였다.

이러한 성과는 30년간의 원전운영 경험을 바탕으로 한 운전 및 정비기술이 향상된 결과로 고장정지의 지속적인 감소와 계획예방 정비기간의 최적화, 연료교체주기가 긴 연료사용이 가능하게 해주었다. 또한 최적의 운전경험과 철저한 예방정비로 모든 설비가 최적의 상태에서 운전되도록 유지관리를 수행하여 고장발생을 최소화함으로써 세계 최고수준의

원전운동을 가능하게 하였다.^[4]

4. 플랜트 EPC 기업의 해외 원자력발전 프로젝트 진출방안

4.1 원자력발전소 단계별 접근 전략

4.1.1 원전도입을 위한 정책수립 단계

원전을 건설하는 모든 국가는 가장 먼저 해당 국가의 실정에 맞는 원전도입정책을 수립하게 된다. 원전도입의 당위성 검토, 추진일정, 법령정비 및 재원조달 방법, 대국민 홍보 등에 대한 광범위한 전략을 수립하고 정책을 집행하게 된다. 정책수립 단계에서 필요한 핵심전략은 다음과 같다.^[5]

- ① 정부 및 산업계간 기술 및 인력교류
- ② 법령정비, 재원조달, 교육, 전문 인력 육성, 홍보 노하우 지원
- ③ 예비타당성조사 및 타당성조사 참여

4.1.2 예비검토와 노형선정 단계

원전도입을 구체적으로 추진하는 예비검토와 노형선정 단계에서는 한국표준형원전의 우수성을 적극적으로 홍보하고 원전건설 입지선정 지원, 재원조달 지원, 대국민 원전 홍보활동 지원, 원전건설 사전준비 및 건설계획수립 공동연구 진행, 원자력 전문 인력 양성, 원전기기 국산화 연구 등의 협력 사업을 지속적으로 진행하여 상호 신뢰구축과 인적 네트워크를 공고히 한다. 무엇보다도 한국표준형원전의 우수성을 적극적으로 홍보하여 노형선정에 반영될 수 있도록 정부 및 산업계의 인적 네트워크를 활발히 활용해야 한다. 예비검토 및 노형선정 단계에서 필요한 핵심전략은 다음과 같다.

- ① 노형 우수성 홍보
- ② 공동연구 수행
- ③ 정부, 산업 인적 네트워크 활용

4.1.3 원전공급자 선정 및 계약 단계

원전공급자 선정단계에서는 다국적 원전공급사와의 경쟁에서 승리하기 위해 정부와 산업계가 총력으로 수주에 나서야 한다. 한국표준형원전의 경제성 있는 공사비와 운영비, 20기를 운영하고 있고 6기를 건설중인 원전공급사의 사업수행 능력과 경험, 건설을 위한 최소한의 공기와 공기단축 방안을 제시하여 경쟁업체와 비교하여 확실한 우

수성을 입증해야 한다. 도입국에서 요구하는 전수 가능한 기술을 전향적으로 제공하고 교육훈련을 통한 전문 인력양성, 운영기술 및 검사, 정비기술의 전폭적 지원을 통해 소프트웨어부문의 우수성도 인정받아야 한다. 원전공급자 선정 및 계약 단계에서 필요한 핵심전략은 다음과 같다.

- ① 사업수행 능력, 경제성 있는 공사비, 공기단축 방안 제시
- ② 기술제공, 교육훈련지원, 운영 우수성 제시
- ③ 정부 및 산업계의 공동 대응
- ④ Package Deal 등 전략적 접근

4.2 원자력 발전소 추진 시기별 접근 전략

4.2.1 최초도입국가

최초로 원전을 도입하는 국가들은 원전도입을 위한 기술능력, 국가법률 및 규범, 위치선정, 자금조달, 대국민 홍보 등 원전도입을 위해 필요한 광범위한 사업추진방식에 대한 지식을 필요로 한다. 30년 전 원자력 불모지의 척박한 환경에서 지금의 원자력 선진국으로 도약한 우리나라의 원전건설 경험은 원전의 최초도입국가에게는 매력적인 모델이 될 수 있다. 원전건설 및 운영에 대한 법안의 정비로부터 시작해서 인력교류, 기술정보 제공, 인력양성 및 교육을 통해 도입국의 원전건설 저변확대와 인적 네트워크를 형성한다. 최초도입 국가가 필요로 하는 초기의 사업관리를 적극적으로 지원하여 우리 원전의 우수성과 사업관리 능력을 각인시킨다. 최초도입국가 진출을 위한 핵심추진 전략은 다음과 같다.

- ① 정부 및 산업계간 기술 및 인력교류
- ② 법령정비, 재원조달, 인력양성, 홍보 노하우 지원
- ③ 예비타당성조사 및 타당성조사 참여
- ④ 파격적인 기술전수 조건의 제시 (건설-기자재-운영-정비)
- ⑤ 국산화 기술협력 및 원전 인프라개선 투자
- ⑥ 핵연료의 장기 안전공급을 위한 핵연료사업 제공

이러한 전략이 필요한 국가로는 터키, 모로코, 인도네시아, 베트남, 두바이 등이 있다.

가. 터키

2020년까지 5,000MW 규모의 원전을 건설할 예정인 터키는 원전공급업체를 선정하고 있다.

터키의 원전건설은 국내외 기업의 공동투자를 통한 독립발전사업자 방식으로 최대 15년간 전력 구매를 보증하며, 발전사업자가 발전소 폐쇄 및 해체 책임을 갖는다. 우리나라는 현지 업체와의 합작투자를 통해 한국형표준형원전의 우수성인 최단공기, 성능보증, 기자재 국산화 지원 등이 필요하다.

나. 모로코

2017년 준공을 목표로 추진중인 모로코 최초의 원전은 모로코 전력청과 해외공급사가 공동 투자하는 민간발전사업자(IPP) 방식으로 추진중이다. 모로코 전력청은 노형선정을 위해 성능, 안전성, 신뢰성이 입증된 한국, 프랑스, 러시아, 캐나다에서 운영중인 원전에 대하여 예비기술평가를 수행하고 있다. 우리나라는 모로코 원전시장의 진출을 위해 국내 원전공급업체와의 동반진출 추진 및 모로코 원전 인프라구축 지원 등 다각적인 협력이 필요하다.

다. 인도네시아

2016년 최초원전의 상업운전을 목표로 추진중인 인도네시아는 2025년까지 최소 4기의 원전을 건설할 계획이다. 1990년 후반부터 전략적으로 한국표준형원전의 진출을 추진하였던 우리나라는 인도네시아 정부 및 전력공사와 협력을 지속하면서 원전건설 사전준비 및 건설계획수립 타당성조사를 수행하였다. 양국은 원전사업 협력기반 마련을 위한 협력협정을 맺어 한국수력원자력(주)과 인도네시아 전력청을 협력이행 주도기관으로 선정하고 인도네시아의 원자력 전문인력 양성, 노형선정, 부지허가 취득, 국산화계획 수립 등의 기술협력 지원과 대국민 홍보활동을 지원이 필요하다.

라. 베트남

베트남은 2020년까지 2,000 ~ 4,000MW 규모의 원전을 도입할 계획으로 정부산하에 원전추진 위원회를 설치하여 예비타당성조사를 실시하였다. 베트남 정부는 원전도입을 위한 인력양성, 법규제정 등의 인프라 구축에 우리나라의 지원을 요청하고 있으며, 이에 양국은 원전관련 협력 양해각서를 체결하고 타당성 조사, 원전기기 국산화 여건조사, 인력양성 등을 지원하는 것이 필요하다.

마. UAE

아랍에미레이트의 두바이는 경제성장에 따른 전력수요에 대처하기 위하여 2017년을 목표로 원전도입을 검토중이다. 우리나라는 두바이 과학기술원과 협력 양해각서를 체결하고 원전건설을 위한 정보교환, 타당성조사, 인력양성을 지원이 필요하다. 최근 턴키방식의 원전도입을 추진하고 있으므로 한국형 원전의 경제성과 기자재 적기공급 능력, 설계, 제작, 건설, 운영 등 분야별 종합공급능력의 차별화된 장점을 부각하는 것이 필요하다.

4.2.2 재원부족국가

신규 원전의 도입을 추진중인 국가에게는 원전건설에 필요한 수십억달러의 사업비를 해결해야 하는 것이 최우선 과제이다. 특히 자본이 충분하지 못한 대부분의 개발도상국에게는 자원조달문제가 원전도입의 성공을 좌우하게 된다. 개발도상국은 부족한 재원을 확보하기 위해서 차관도입이나 풍부한 자원을 활용한 선진국의 자본투자를 원하고 있다. 또한 국제투자자를 통해 원전을 건설하고 투자자가 직접 전력을 인수해서 판매하는 민간발전사업자(IPP: Independent Power Provider) 방식도 선호하고 있다. 따라서 재원부족국가의 원전시장 진출을 위해서는 자본의 제공이 수주를 위한 핵심요소이며, 주요추진 전략은 다음과 같다.

- ① 해외건설 재원조달 및 유리한 차관조건의 공여
- ② Package Deal 등 전략적 접근
- ③ 다국적 원전공급사와 공동으로 진출 Risk 절감
- ④ 정부, 산업 인적 네트워크 활용

가. 요르단

요르단 정부는 2015년까지 원전 1기의 건설을 목표로 원전건설, 홍해-사해 대수로 공사, 담수화 시설 건설을 패키지로 묶는 대형 프로젝트를 추진하고 있다. 죽어가는 사행에 홍해의 물을 끌어들이는 대수로 공사와 물 부족을 해결하기 위한 담수화시설의 건립, 이 시설들을 운영하는데 필요한 막대한 에너지를 충당할 수 있는 원전을 건설하겠다는 계획이다. 이를 통해 요르단은 2030년까지 전력의 30%를 원전이 담당할 계획이다. 원전, 대수로 공사, 담수화시설은 우리나라가 세계적인 경쟁력을 확보하고 있는 분야로 이를 패키지로 수행할 경우 엄청난 부가가치가 창출될 전망이다. 우리나라는 요르단의 원전시장에 참여하기 위해 원

자력위원회와 양해각서를 체결하고 원전 부지조사, 타당성조사, 인력양성, 재원조달 등의 분야에서 상호 협력을 확대가 필요하다.

4.2.3 원전확대국가

기존의 원전을 운영하면서 추가원전 건설을 추진하는 국가에 진출하기 위해서는 무엇보다도 원전에 대한 높은 기술력이 중요하다. 상업성이 검증된 원전을 대상으로 낮은 건설단가와 짧은 건설공기, 안정적이고 편리한 운전 및 유지보수성, 높은 원전이용률과 낮은 고장정지 건수를 적극 홍보해야 한다. 최고수준의 원전기술력과 경제성을 바탕으로 기술지원 및 교육훈련, 안전세트 공급과 같은 소프트웨어도 체계적으로 지원해야 한다. 원전확대국가 진출을 위한 핵심추진 전략은 다음과 같다.

- ① 사업수행 능력, 경제성 있는 공사비, 공기단축 방안 제시
 - ② 기술제공, 교육훈련지원, 운영 우수성 제시
 - ③ “안전세트 공급 시책”에 의한 안전성 확보
- 이러한 전략이 필요한 국가로는 중국, 루마니아, 핀란드 등이 있다.

가. 중국

중국은 계획중인 원전만 20여기에 달하는 세계 최대시장으로 지리적 여건이나 우리의 기술적 능력으로 고려할 때 전략적으로 진출해야할 핵심 시장이다. 우리나라는 원자력 거대시장인 중국시장 진출을 위하여 한중원전기술포럼 개최, 고위정부당국자 상호방문, 핵 전람회 참여, 한국표준형원전의 우수성 홍보등 양국간의 협력체제 구축이 필요하다.

나. 루마니아

루마니아는 월성원전과 동일노형인 중수로형으로 원전을 건설하고 있다. 1980년대 체르나보다 지역에 5기의 원전건설에 착수하여 2호기까지 운전중이며 3개호기는 재원문제로 공사가 중단되었으나 최근에 2014년부터 연차적으로 준공을 목표로 공사재개를 준비하고 있다. 우리나라는 중수로 원전건설 및 운영경험을 바탕으로 루마니아 원전사업에 참여하기 위해 협력협약 및 기술교류 협력 양해각서를 체결하여 사업참여 기반을 강화해 나가고 있다. 루마니아 정부는 3, 4호기 건설을 위해 투자자가 직접 전력을 인수·판매하는 조건으로 사업을 진행중으로 본격적으로 공사

가 착수될 전망이다. 중수로형인 월성원전의 시공경험을 바탕으로 실적사 중심의 입찰참여 전략을 추진한다.

다. 핀란드

핀란드 원전운영사인 TVO사는 2017년 가동을 목표로 4,500MWt 이내의 신규원전을 추진하고 있다. 핀란드는 원전의 단순 도입·운영의 원칙에 따라 설계기술의 전수는 불필요한 국가로 TVO사는 1기의 원전을 터키 또는 원자로/터빈-발전기 분할발주 방식으로 사업을 추진할 예정이다. 우리나라는 신형 한국표준형 원전인 APR1400의 수출을 목표로 최단건설공기와 경쟁력 있는 가격, 우수한 사업관리 능력을 집중 투자시킬 필요성이 있다.

4.3 원자력 발전소 사업추진 방식별 추진 전략

4.3.1 터키 발주방식의 경우

터키방식의 원전건설에는 우리나라의 분야별 원전공급업체가 컨소시엄을 구성하여 입찰에 참여한다. 원자력공기업인 한국전력 및 한국수력원자력이 주도하고 한국원자력 연구소, 기자재공급사인 두산중공업, 설계사인 한국전력기술, 원자력 시공 경험이 풍부한 대우건설, 현대건설등의 원전실적건설사를 주축으로 국내 컨소시엄을 구성하여 참여한다. 국내업체간의 컨소시엄 구성을 통한 입찰참여는 한국표준형원전의 공급이 가능한 가압경수로형의 입찰에 유효하며, 유망한 국가로는 모로코, 베트남, 인도네시아와 같은 아시아국가가 있다.

중수로형 원전도입의 경우 우리나라는 시공 및 운영기술을 갖고 있지만 중수로의 원천기술을 갖고 있지 않으며 주기자재의 경쟁력도 떨어진다. 이런 경우 외국의 주기기사와 우리의 원전 분야별 담당업체가 역할분담을 통한 공동 진출을 추진한다. 외국 업체와의 공동 진출은 루마니아, 네덜란드와 같은 유럽국가가 적합하다.

4.3.2 분리 발주방식의 경우

원전건설의 사업관리를 발주자 스스로가 책임지고 사업을 총괄하게 되는 분리발주방식에 있어서는 국내 원전사업 추진 체제 그대로를 적용하여 컨소시엄을 구성하여 진출한다. 한국전력 및 한국수력원자력의 지원을 통해 한국원자력 연구소, 기

기자재공급사인 두산중공업, 설계사인 한국전력기술, 원자력 시공 경험이 풍부한 대우건설, 현대건설 등의 원전실적건설사들이 컨소시엄을 구성한다. 원전 발주처의 입찰기준에 따라 각각의 경쟁력이 있는 분야의 기업들을 주축으로 진출을 추진한다. 이러한 방식의 진출은 원전건설이 활발한 중국이 유망하다.

5. 결론

본 연구에서는 우리나라의 강화된 원자력 경쟁력을 분석하고 이를 바탕으로 세계시장에 성공적으로 진출할 수 있는 최적의 전략방안 제안하였다.

- (1) 원정공급을 위한 정보수집-타당성조사-사업관리-설계-시공-기자재공급-시운전-운전-점검-폐기의 과정에서 원활한 상호협력과 명확한 역할분담, 주도적인 사업추진이 가능할 수 있도록 업체간의 협약체결과 상시적인 공동추진체의 구성이 필요하다.
- (2) 해외건설 재원조달을 위해 정부는 원전수출을 위해 수출입은행, 산업은행 등 국책은행을 통한 유리한 차관제공과 대외경제협력기금(EDCF)의 지원이 요망된다. 또한 수출에 참여하는 민간 기업에서도 Project Financing 등 자체자금 동원 및 해외에서의 자금조달이 가능하도록 수출보험제도의 지원도 필요하다. 자원부국들의 Package Deal 방식도 적극적으로 추진해야한다. 원전건설의 사업비를 자원개발권으로 보장받고 원전을 제공하는 방식을 정부가 주도적으로 지원해 줘야 한다.
- (3) 우리가 수출경쟁의 우위에 서기 위해서는 공격적인 기술전수 조건을 제시하고, 또한 기술전수를 실질적으로 담당할 국내 관련기관과 상대방 기관과의 기술전수 계약을 체결하는 등 신뢰를 구축이 필요하다.
- (4) 차세대 표준형원전의 실증운영을 통한 경제성과 건설비의 절감을 증명하여 수출경쟁력을 확보한다. 향후에도 지속적인 기술개발과 국산화를 통해 경쟁력을 확보하고 진일보된 차세대원전의 실증운영을 병행하여야 한다. 또한, 수입에 의존하고 있는 핵심부품들에 대한 조기 국산화와 이를 통한 가격 및 기술 경쟁력의 확보가 필요하다.
- (5) 원전수출과 함께 운전관리 기술, 검사·정비 기술 그리고 안전규제 제도 등 안전관련 시스

템의 소프트웨어 이전도 같이 한다는 이른바 “안전세트 공급”이라는 개념아래 수출이 이루어져야 한다. 또한 ‘원자력 안전에 관한 조약’ 등 원전사고시를 대비한 국제협약의 가입을 지원할 필요가 있다.

- (6) 원전을 도입하는 개발도상국은 원전수출국에 대하여 핵연료의 장기 안전공급 보장을 요구하게 된다. 이를 위해 해외농축시설에 투자 등과 같이 한반도 핵비확산 선언이나 또는 NPT에 저촉되지 않는 범위에서의 핵연료의 장기 안정적 확보를 추진해야 한다. 또한 핵폐기물 처리 노하우를 제공하는 것도 필요하다.
- (7) 광범위한 세계 원전시장과 원전공급국에 대한 원활한 정보수집과 공유를 위한 시스템이 구축되어야 한다. 원전관련 공동추진체간의 정기적인 정보공유 체계의 구축과 해외 원자력산업 시찰단 파견, 원전 수출 유망지역에 대한 국가

별 정보서비스 제공, 국내종합상사, 한국무역투자진흥공사(KOTRA) 등 기존 해외정보망과의 원자력진출 네트워크를 구성토록 한다. 한국형 원전의 인지도 제고를 위한 정부 고위급의 채널 구축 및 협력, 공기업과 민간 기구를 활용한 민관공동 세일즈의 강화가 필요하다.

참고문헌

- 1. 한국원자력산업회의, 2008년 원자력연감(I, II).
- 2. 에너지경제연구원, 2003, 바람직한 중장기 에너지정책 방향.
- 3. 지식경제부, 2008, 제4차 전력수급기본계획.
- 4. 최일경, 2008, 원전 해외진출 비전 및 전략 한국수력원자력(주).
- 5. 해외건설협회, 건설교통부 2002, 중동·아프리카 건설시장 수주확대전략.