

원전 기자재산업의 국산화 평가 및 촉진방안

정 만 태

산업연구원 연구위원, 경제학박사

1. 머리말

우리 나라는 원전 건설을 시작한 이후 약 30년만에 한국표준형 원전인 울진 3, 4호기를 자체 건설하는 등 자립기반을 구축해 왔다. 원전건설에 소요되는 기자재도 정부 및 한전의 적극적인 국산화 추진 노력과 업계의 기술수준 향상으로 국산화율이 지속적으로 높아지고 있다. 그러나 국내에서 생산되는 원전 기자재의 경우 핵심부품의 해외 의존비율은 여전히 높은 실정이다. 원전 기자재의 국산화율은 기자재의 적용 범위, 평가 및 조사방법에 따라 결과가 다르게 나타날 수 있으며, 현재 원전 기자재의 국산화율도 조사기관마다 차이를 보이고 있다. 원전 기자재 국산화 제고를 위한 효율적인 정책 추진을 위해서는 원전 기자재에 대한 정확한 국산화율 파악이 선행되어야 한다.

원전 기자재는 핵증기 발생장치, 터빈 및 발전기, 보조기기로 분류할 수 있는데, 본 연구의 국산화율 현황은 영광 5, 6호기 BOP(Balance of Plant)를 대상으로 분석한다. 이하에서는 원전 기자재산업과 관련된 국내외 현황과 전망, 원전 기자재 가운데 전기 패키지를 중심으로 기술변화 추이를 살펴보고, 원전 기자재의 국산화율을 산정

하기 위한 기준을 마련하여 국산화율 현황을 분석하고 그 시사점을 알아본다. 마지막으로 원전 기자재 국산화의 효율적 추진을 위한 정책적 지원방안과 기업차원의 추진방안을 모색해 본다.

2. 세계 원전 기자재산업의 현황과 전망

세계의 원전설비 건설현황을 살펴보면 건설중인 발전설비의 基數는 우리 나라가 세계에서 가장 많은 것으로 나타났으나 용량면에서는 프랑스가 610만kW로 가장 큰 것으로 나타났다. 특히 프랑스는 건설중인 발전설비의 기당 용량이 약 153만kW로 우리 나라 표준 원전의 용량인 100만kW를 크게 상회하고 있다. 프랑스의 원전설비는 유럽에서 적극 개발되고 있는 대용량 원전설비의 실용화를 의미하며, 이는 효율이나 건설비용면에서 훨씬 앞선 것으로 평가되고 있다(표 1 참조).

미국은 건설중이거나 계획중인 원전설비가 전무한 것으로 보아 원전의 안전측면 때문에 화력 및 수력설비 등으로의 대체가 이루어진 것으로 판단된다. 러시아는 체르노빌 원전사고에도 불구하고 건설중인 원전설비가 4기,

〈표 1〉 세계의 원전설비 운전 및 건설 현황

단위: 백만 kW, 기

국가	현황		운전중		건설중		계획중		계	
	용량	기수	용량	기수	용량	기수	용량	기수	용량	기수
미 국	104.8	107	-	-	-	-	-	-	104.5	107
프 랑 스	70.3	56	6.1	4	-	-	-	-	76.4	60
일 본	45.2	53	1.1	2	4.7	4	-	-	51.0	59
독 일	23.5	20	-	-	-	-	-	-	23.5	20
러 시 아	21.3	26	3.6	4	5.4	7	-	-	30.2	37
영 국	14.2	35	-	-	-	-	-	-	14.2	35
캐 나 다	13.4	16	-	-	-	-	-	-	13.4	16
스 웨 덴	10.4	12	-	-	-	-	-	-	10.4	12
한 국	10.3	12	5.4	6	2.0	2	-	-	17.7	20
중 국	2.3	3	2.2	3	8.4	9	-	-	12.9	15
인 도	1.8	10	0.9	4	5.9	12	-	-	8.6	26
브 라 질	0.7	1	1.3	1	1.3	1	-	-	3.3	3
이 란	-	-	2.3	2	1.5	4	-	-	3.8	6

자료: 일본전기협회 자료, 대한전기협회 「전기저널」, 1999.2에서 재인용.

계획중인 것이 7기로 나타나, 중국, 인도 등과 함께 전력 부족으로 인한 이 분야에 대한 설비확충이 활발한 것으로 나타나고 있다. 우리 나라를 위시한 아시아지역 국가들 역시 원전 건설 및 계획이 활발히 진행되고 있다. 인도는 건설중인 원전설비가 4기(90만kW), 계획중인 것이 12기(590만kW)로 아시아지역에서 가장 많은 기수를 차지하고 있고, 중국은 건설중인 것이 3기(220만kW), 계획중인 것이 9기(840만kW)로 용량면에서 가장 큰 것으로 나타나고 있다.

IEO(International Energy Outlook)에 의하면 원전설비는 1997년 352GW에서 2010년 356GW로 소폭 증가되었다가 그 이후에는 감소추세를 보일 것으로 전망하고 있다. 현재 미국 등 여타 국가의 원전설비 폐지규모가 신규 건설규모를 초과하고 있으며, 특히 미국은 경제성 측면에서 원전설비를 단계적으로 폐쇄할 계획인 것으로 나타나고 있다(6기는 20년의 추가 수명연장을 계획

중). 캐나다도 Bruce 3, 4호기를 비롯한 노후 원전설비 8기를 폐지했고, 독일도 구체적인 일정은 확정되지 않았으나 향후 원전설비를 모두 폐지하기로 결정했다.

세계 원자력발전 전망에 대해 세계적으로 일치된 견해는 없는데, 이는 개별 국가나 국제기구마다 원자력 발전에 대한 경제성 평가, 재정상태, 환경문제에 대한 인식의 정도 등이 다르기 때문이다. 다만 일반적인 견해로는 일부 동북아 국가를 제외하고는 원자력발전 산업이 당분간 침체 상태를 벗어나지 못할 것이라는 점이다. 이는 대규모 수요 지역이라 할 수 있는 유럽을 비롯한 북미 국가들의 전력이 공급과잉 상태이기 때문에 최소한 10년(교체 수요가 필요한 시기) 동안은 원전은 물론 타 발전원에 대한 신규 수요가 많지 않은 데다가 반핵운동 등 시민단체들의 원자력에 대한 반발이 갈수록 강화되고 있기 때문이다.

그러나 최근의 고유가 추세의 장기화 조짐, 기후변화협약에 따른 이산화탄소 감축의 현실적 대안 등의 이유로

원자력발전 필요성이 다시 대두되어 지금보다 한층 활발하게 될 가능성도 배제할 수 없다. 최근 국제원자력기구(IAEA)가 각국의 전력회사를 상대로 조사한 설문조사에 따르면 각국의 전력회사들이 원자력발전소의 운전기간 연장을 구체화하고 있음을 알 수 있다. 전력회사나 기종마다 차이는 있지만 설문조사에 따르면 당초 운전 인가나 설계수명을 40년으로 설정한 경우가 대부분인데 이를 60년으로 상향조정하는 수명연장이 미국과 유럽 국가들을 중심으로 활발하게 추진되고 있다. 이와 같은 원전의 수명연장 추세로 원전관련 교체 및 보수대상 원전 기자재의 수요가 부분적으로 늘어날 수는 있겠지만 신규 원전 건설의 수요를 감소시켜 원전의 수명연장은 원자력발전 산업의 확대에 부정적 요인으로 작용할 것으로 보인다.

세계 주요 NPP(Nuclear Power Plant) 벤더들은 당분간 지속될 세계 원전 시장 침체에 대비하여 침체 상태를 벗어나기까지는 가동중 원전의 유지보수 서비스, 원전 연료 공급 서비스, 방사성 폐기물 처분관리 등의 분야에 주력하면서 생존전략을 구사하고 있다. 그리고 이들 벤더들은 기후변화협약과 관련하여 앞으로 있을 교체 및 신규전원의 필요성 때문에 결국에는 원전시장이 크게 확대될 것이 확실하다고 판단하고 있어 이에 대비하고 있는 중이다. 이를 위해 대규모 구조조정을 통해 세계 원전산업계 구조조정을 추진하는 한편, 미래기술의 완속도를 확보하기 위해 신형원자로 개발에 지속적으로 투자하고 있다. 이에 따라 앞으로의 세계 원자력 기술 산업계의 구도는 신형원자로 중심으로 전개될 것으로 예상된다.

3. 우리 나라 원전 기자재산업의 현황과 전망

우리 나라 원전기자재 산업은 수요가 한국전력에 집중되어 있는 전형적인 수요독점 상태에 있으며 현재는 빅딜

에 의한 발전설비 일원화로 인해 동시에 공급독점 상태에 있다. 원전기자재는 先생산, 後판매 방식의 대량 생산방식의 제품과 달리 수주에 의해 제품을 제작하기 때문에 수요규모에 의해 공급수준이 결정된다.

1887년 발전을 시작한 이래 1970년대 중반 이전까지 발전에 관련된 모든 기자재는 수입에 의존해 왔다. 1980년대에 들어서도 우리 나라 발전설비 산업은 유치산업 단계에서 벗어나지 못했기 때문에 발전설비의 수입의존도는 70%를 상회했고 특히 원전 기자재는 80%를 넘어서는 상태에 머물러 있었다. 1980년대 하반기 및 1990년대에 들어서면서 정책적 지원 하에 꾸준히 기술자립을 추진한 결과 1999년의 발전설비 수입의존도는 20% 이하로 크게 줄었고 원전기자재도 많이 낮아졌다.

원전기자재의 생산은 1980년 8월 발전설비업체의 일원화 조치 이후 최근까지 한국중공업이 주축이 되어 대용량 발전소(1,000MW)용 주기기 및 보조기기를 생산해 왔다. 발전설비 일원화조치에 따라 유일한 발전설비 생산업체로 부상한 한국중공업은 여러 기의 화력 및 복합화력 발전설비를 제작, 설치하여 기술자립을 이루어왔다. 원전 기자재의 경우도 외국업체의 하청 제작에서 출발하여 일괄도급 계약자로 올라서면서 외국업체에 하청을 주는 방식으로 변화되었다.

원전기자재에 대한 수요는 원자력 발전소의 건설에 의해 발생되며 원전 발전소의 건설은 전력수요를 예측하여 수립된 전원개발계획에 의해 추진되므로 계획기간 동안의 수요가 결정된다. 원자력 발전규모는 발전원별 설비 특성, 경제성, 환경영향, CO₂ 배출량, 연료조달 특성 등을 고려하여 도출된다. 또한 입지 확보, 재원조달, 건설 불확실성 등도 추가적인 고려 요소가 된다. 여러 인자들을 고려할 때 원자력 발전소는 경제성과 안정성 면에서 유리하고 환경 측면에서 비교우위에 있으나 NIMBY(Not In My Backyard) 현상으로 부지 확보가 어려운

〈표 2〉 원전기자재의 수요추이

단위: MW, %						
구 분	1980	1985	1990	1995	2000	연평균증가율 (80~2000)
원 전 기자재	587	950	950	1,000	1,700	5.5

자료: 산업자원부, "전원개발계획"

편이다. 노후 발전소의 폐쇄는 신규 수요의 발생요인으로 작용하며, 제4차 및 5차 장기전원개발계획 기간중에는 원자력 발전소 2기, 1,270MW가 폐쇄대상으로 예정되어 있다(표 2 참조).

원전기자재에 대한 수급전망은 중·장기 전력수요를 예측하고 시공단가, 운영단가, 부지, 기자재 효율 등을 감안하여 종류별 발전소를 짓는 계획(발전소 건설계획)을 참고로 하여 추정할 수 있다. 국내 전력수요는 외환위기 이후 처음으로 1998년에는 감소하였으나 이후로 지속적 증가가 예상되고 있다(표 3 참조).

〈표 3〉 중·장기 전력수요 전망

단위: MW, %						
구 분	1999	2000	2005	2010	2015	연평균증가율 (99~2015)
최대수요	37,290	39,510	51,660	60,720	67,510	3.8

자료: 산업자원부, 전계서

산업자원부의 제5차 장기전력수급계획(1999~2015년)에 입각하여 국내 원전기자재에 대한 수요규모를 추정해 볼 수 있다. 전력수급계획에 따르면 원전기자재는 1999년 이후 2015년까지 14기, 15,300MW가 확충되며, 특히 2010년부터는 1,400MW급의 고용량 차세대 원자

〈표 4〉 국내 원전기자재의 수급전망

단위: MW, %					
구 분	2000 (누계)	2005	2010	2015	연평균증가율 (2005~2015)
원전기자재	13,720	1,000	2,400	1,400	3.4

자료: 산업자원부 전력산업과, 전계서

력 발전소를 지을 계획이다(표 4 참조).

따라서 2015년의 원전기자재는 30기, 총용량 26,050 MW로 발전기자재의 33.0%에 해당될 것으로 전망된다.

4. 원전 기자재의 기술발전 추이 — 주요 전기 패키지 품목을 중심으로 —

가. 배전반

배전반은 고압차단기반, 저압차단기반, 교류전동기 제어반, 직류전동기 제어반, 기타 분전반 등으로 구분되는데 영광 3, 4호기 이전에는 배전반 대부분이 해외에서 제작되었으며 교류 전동기 제어반과 같은 일부 품목의 경우 국내 제작이 이루어지긴 했으나 해외업체의 하도급 형태로, 제작설계 및 부품이 모두 해외로부터 도입되었다. 영광 3, 4호기 및 울진 3, 4호기에서는 직류전동기 제어반을 제외하고는 모두 국산화 품목으로 분류되어 해외 제작사들과의 기술협력을 통하여 국내 제작사들이 제작 공급하였으나 배전반에서 가장 중요한 차단기를 비롯한 주요 부품을 대부분 해외에서 수입하여 사용하였다.

영광 3, 4호기 및 울진 3, 4호기를 거치면서 국내 제작업체의 원전용 배전반 제작능력은 빠르게 향상되었으며 영광 5, 6호기부터는 모든 배전반을 국내에서 설계하여 납품하고 있다. 차단기는 IEC 규격에 따라 개발되어 이미 수화력발전소 및 산업 플랜트에 적용되어 왔으나 미국의 NRC 및 ANSI를 주요 요건으로 하여 건설되는 국내의 원전에는 적용할 수 없어 외제를 전량 수입하여 적용하던 중 영광 5, 6호기부터 일부 제작업체가 원전용 차단기 개발에 착수하여 교류 전동기 제어반 및 분전반에 적용되는 몰드차단기가 국산화되었다. 이어 울진 5, 6호기에서는 고압차단기 및 저압차단기가 원전용(ANSI 요건)으로 국산화 개발완료 단계에 있다. 그러나 직류차단기의 경우 시험비용 및 시장성 등의 이유로 현재까지 외제를

수입하여 적용하고 있다.

국내 차단기 제작업체의 기술수준은 원전용 차단기를 충분히 개발, 제작할 수 있는 능력을 보유하고 있으나 시장성 및 개발비용 등의 이유로 소수의 대기업 업체에서만 국산화에 관심을 가지고 있다. 배전반에 적용되는 주요기 자재들은 보호계전기류 일부를 제외하고는 대부분 국산화가 완료되었거나 완료단계에 있다.

나. 케이블

원자력 발전소에 적용되는 케이블은 전력케이블, 제어 케이블, 계장용케이블, 특수 케이블, 조립케이블 등으로 구분된다. 영광 3, 4호기 이전의 원전에서는 모든 케이블을 해외에서 수입하여 사용하였다. 영광 3, 4호기부터 특수 케이블 및 조립케이블을 제외한 모든 케이블이 국산화되었으며 올진 5, 6호기에서는 일부 특수케이블(Thermocouple 케이블)도 국산화하였다. 영광 3, 4호기에서는 안전급 케이블의 외장의 색상이 검정색으로만 제작 가능하였으나 올진 3, 4호기부터는 안전급 케이블의 외장색을 Segregation 코드별로 빨강, 초록, 노랑, 파랑 등으로 제작할 수 있게 되었다. 특수케이블의 경우 국내 제작업체에서 국산화 노력을 계속하고 있으므로 후속호기부터는 조립케이블을 제외한 대부분이 국산화될 것으로 전망된다.

다. 변압기

원전에 적용되는 변압기는 주변압기, 소내보조변압기 및 대기보조변압기 등의 전력용(유입식) 변압기와 조명 및 전기보온설비용의 배전용(건식/몰드) 변압기로 분류할 수 있다. 전력용 변압기 및 배전용 변압기는 모두 비안전급 전기기기로 영광 3, 4호기 이전부터 외국업체와의 기술협력을 통하여 국내에서 제작하고 있었으며 영광 3, 4호기부터 국산화 품목으로 분류되어 이미 국산화가 완

료된 품목이다. 배전용 변압기는 특별한 부속장치가 없는 간단한 변압기로 완전 국산화가 완료되었다고 판단되며, 전력용 유입식 변압기의 경우 부하탭전환장치, Sudden Pressure Relay, 브호홀쓰 계전기 등 일부 주변기기를 해외에서 수입하여 적용하고 있으나, 핵심 부품인 철심 및 권선을 비롯한 변압기의 전체적인 설계, 제작이 국내에서 가능하게 되었다.

라. 362kV 가스절연개폐소

옥외개폐소(스위치야드)로 옥외철구형 또는 부분 가스절연개폐소가 적용되어 오다 영광 1, 2호기부터 전폐 가스절연개폐소가 적용되기 시작하였다. 362kV 전폐 가스절연개폐소는 영광 3, 4호기 이전에는 1개 업체만이 외국업체와의 기술제휴로 국내 제작이 가능하였으며 영광 3, 4호기부터는 2개 업체에서 제작이 가능하게 되었다. 가스절연개폐소는 차단기, 단로기/접지개폐기, 가스절연 모선, 변압변류기, 피뢰기, 압축공기장치, 기타 제어반 등으로 구성되며 대부분의 부품을 일본 및 유럽 등지에서 구매하여 사용해오다가 최근에는 변압변류기 및 피뢰기를 제외하고는 대부분 국산화되었다. 362kV 가스절연개폐소 개발 완료후 초기에는 실제 사업에 적용시 고장도 많이 발생하였으나 현재는 지금까지 발생한 문제점이 모두 개선되어 안정단계에 접어들었으며 최근에는 362kV 63kA 및 800kV 50kA 가스절연개폐설비도 개발되었다.

마. 축전지

영광 3, 4호기 이전에도 비안전급 축전지는 국내 제작이 가능하였으나 안전급 축전지의 제작이 이루어지지 않아 원전에 적용하지 못하다가 영광 3, 4호기에서 처음으로 안전급 축전지가 개발되어 사용되기 시작하였다. 안전급 축전지의 개발은 축전지 자체의 특성보다는 기기 검증 측면에서의 비용이 문제되어 국내에서는 아직 1개 업체

만이 원전에 공급 가능한 것으로 평가되고 있다.

5. 원전 기자재의 국산화를 현황과 평가

가. 국산화를 정의

협의를 국산화는 순수 국산(Pure Home Production)을 의미하며, 자국의 자본·노동자·원자재 및 기술을 이용하여 자국 영토 내에서 생산한다는 개념이다. 정부기준에 의한 국산화율은, 정부의 “국산화율 판단기준”에 의해 부품을 도입하여 국내에서 제작하는 경우에도 국내 조달로 간주한다.

수요측면에서의 국산화율(자급률)은 국내에서 소요되는 재화 및 서비스에 대해 국내에서 생산·공급되는 비중을 의미하며, 총 내수에 대한 국산품 공급의 비율로 산출된다. 자급률 개념은 제품의 수요면을 중시한 개념으로 수요자의 국산제품에 대한 선호율, 시장개방도를 반영하는 지표로도 활용 가능하다.

생산측면의 국산화율은 정책적 국산화율, 로컬 콘텐츠율(Local Content Rate), 직접 기술기준의 국산화율 등의 개념으로 혼용된다. 로컬 콘텐츠율은 생산에서 국산품의 투입 정도를 나타내는 지표로 생산자가 원자재를 얼마나 수입하는지는 생산과정 측면에서의 기술적 관계를 반영하기 때문에 직접 기술기준의 국산화율 개념으로도 활용된다.

부가가치기준의 국산화율은 제품의 생산에 직·간접으로 투입되는 재화 및 서비스의 투입(부가가치)뿐 아니라 수입 원재료 부문도 감안한다. 원재료의 수입부분을 비국산적 생산요소로 간주하여 배제하는 것이 특징이며, 제품가치의 얼마가 국내에 남아있는지를 비율(부가가치의 국내 잔류율)로 표시할 수 있다. 국산품 원료, 수입품 원료, 부가가치의 3종류로 무한 분할하면 최종 생산물의 가치는 해외에 수출되는 수입원재료와 국내에 잔류하는 부가

가치로 분할된다는 개념이다.

나. 본 연구의 국산화를 산정방법

지금까지 원전기자재 국산화율은 계약금액을 내자분과 외자분으로 구분하고 이 중 내자분에서 생산에 필요한 부품수입, 하도급 또는 구매시 부품수입이 차지하는 비중을 차감한 순수 내자분 비중을 도출하여 이를 국산화율로 산정해 왔다. 한편 국산화율 산정에서는 이외에도 생산을 위해 필요한 해외로부터의 기술도입 및 품질인증에 소요되는 비용도 반영되어야 하기 때문에 이를 내자계약분에서 차감하고 국산화율을 산정하는 것이 보다 정확한 국산화율이라고 할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 요인들을 고려하여 국산화율을 산정하며 이를 국내 생산분 기준 국산화율이라고 명명하고 구체적으로 다음과 같은 방식으로 결과를 도출하였다.

$$\text{국내 생산기준 국산화율(Ni)} = \frac{\Sigma X_i - \Sigma W_i}{\Sigma X_i + \Sigma Y_i} \times 100$$

ΣX_i : 내자분 계약금액의 합계

ΣY_i : 외자분 계약금액의 합계

ΣW_i : 생산에 필요한 부품 수입, 하도급 또는 구매시 부품 수입, 기술도입료, 품질인증비 등의 합계

상기의 국산화율 산정기준에 의하여 패키지별 또는 원전 기자재 전체의 국산화율을 산출할 수 있다. 그 결과는 ΣW_i (생산에 필요한 부품수입, 하도급 또는 구매시 부품수입, 기술도입료, 품질인증비 등의 합계)를 고려하지 않았을 경우에 비해 국산화율이 낮아질 것이다.

다. 국산화를 현황

(1) 패키지별 국산화 현황

영광 5, 6호기에 있어서 국내생산 부가가치분을 기준으

로 산정한 134개 내자분의 국산화율은 78.4%로 조사되었고 외자분 61개를 포함한 전체 195개 기자재의 국산화율은 66.9%로 나타났다(표 5 참조).

패키지별 국산화율 현황을 보면 건축 패키지(Architecture Package)의 전체 국산화율은 91.0%인 것으로 조사되었으며 품목별로는 세탁장비의 경우 국산화가 완료되었고, 엘리베이터의 경우도 일부분을 제외하고는 거의 국산화가 이루어져 국산화율이 90%에 달하였다.

토목 패키지(Civil Package)는 전체 국산화율 88.7%, 내자부분의 국산화율 90.9%로 건축 패키지 다음으로 국산화율이 높은 패키지라 할 수 있다.

전기 패키지(Electrical Package)내 내자계약분 생산 품목은 총 29개이며 전체 국산화율이 64.4%, 내자분 국산화율이 77.3%인 것으로 조사되었다. 계측 및 제어 패키지(Instrument & Control Package)의 전체 국산화율은 19.9%로 원전 기자재 패키지 가운데 가장 저조하며, 외자분이 총계약 금액의 64.3%를 차지하고 있다. 기계 패키지(Mechanical Package)는 계약금액의 규모나 품목의 수가 기자재 패키지들 가운데 가장 많으며 기계 패키지의 전체 국산화율은 70.5%로 조사되어 기자재 전체 평균수준을 상회하고 있다. 전체 42개 품목 가운데 복수기를 비롯한 5개 품목은 국산화가 완료된 것으로 조사

되지만 소화수 펌프 및 구동기기의 경우는 국산화율이 11%에 불과하여 매우 부진한 것으로 나타나고 있다.

핵 패키지(Nuclear Package)는 전체 국산화율이 45.2%, 내자분 국산화율이 78.6%인 것으로 조사되었다. 배관 패키지(Piping Package)는 전체 국산화율이 78.7%, 내자분 국산화율이 80.8%인 것으로 조사되었다.

(2) 전기 패키지의 세부 품목별 국산화 현황

Electrical Package의 국산화율 현황을 보다 세부적으로 보면 축전지 및 가대, 345kV 유입절연전선, 교/직류 분전반 및 전환스위치, 고장기록계, 강제전선관, 안전등급 전력케이블, 안전등급 제어/계장케이블, 비안전등급 전력/조명 케이블, 비안전등급 계장케이블, 비안전등급 제어용케이블, 통신케이블 등의 경우 국산화율이 100%로 나타났다. 반면 직류전동기 제어반(30.0%), 옥외변전소 제어반(20.0%), 옥외변전소 모선/연결선로 보호반(10.0%) 등의 일부 품목은 패키지 평균 국산화율 64.4%를 훨씬 하회하는 등 국산화가 매우 저조한 상태이다. 그럼에도 불구하고 전기 패키지의 국산화율이 기자재 전체 국산화율을 상회하고 있는 이유는 계약금액이 많은 품목은 국산화율이 높고 계약금액이 적은 품목이 국산화율이 낮은 양상을 보이고 있기 때문이다.

〈표 5〉 영광 5, 6호기 원전 기자재 패키지별 국산화율 현황

단위 : 백만원, %

패키지 구분	A	C	E	J	M	N	P	합계
내자분 계약금액(A)	1,340	105,829	80,129	25,969	232,636	24,037	91,259	561,199
내자분 국산화금액(B)	1,220	96,224	61,977	14,440	173,466	18,882	73,711	439,920
내자분 국산화율(B/A)	91.0	90.9	77.3	55.6	74.6	78.6	80.8	78.4
외자분 계약금액(C)	0	2,628	16,174	46,752	13,338	17,731	2,375	96,623
총 계약금액(D=A+C)	1,340	108,457	96,303	72,721	245,974	41,768	93,634	657,822
국산화율(B/D)	91.0	88.7	64.4	19.9	70.5	45.2	78.7	66.9

자료: 실태조사, 2000. 3

주: A(Architecture), C(Civil), E(Electrical), J(Instrument & Control), M(Mechanical), N(Nuclear), P(Piping) Package임.

특히 국산화율이 낮은 품목들의 수입세부품목 및 수입 사유를 보면 다음과 같다. 직류 전동기 제어반의 주요 부품의 수입사유를 보면 64R(Recoder)은 기술 및 품질면에서 국내생산이 안되고 있으며, ACB 및 Fuse의 경우 국내생산이 충분한 편이나 수요 물량 부족으로 국내생산이 어려운 경우이며, MCCB, AM, VM 등의 경우 수요자의 요구에 의해 수입 장착되고 있는 것으로 나타났다.

옥외 변전소 제어반은 단락, 지락 등의 이상상태가 발생한 경우 이를 상태화하여 운전자가 인식할 수 있도록 감시하고 조작할 수 있도록 구성되어 있다. 주로 Annunciation, Meter(AM, VM, W, Var), 25V (Syncheck Ry), Lamp, Fuse 등이 수입되는 것으로 나타났다. 옥외변전소 모선/연결선로 보호반에 있어서 모선 보호계전기반의 경우 Differential Ry, Under Voltage Ry, Timing Ry, Lock-out-Ry 등의 품목이 주로 수입되는데 이는 기술 및 품질면에서 국내생산이 어려운 것으로 나타났다. 그리고 1차 송배전 보호계전기반의 경우 Digital Distance Ry, Out of Step Ry, Aux. Ry, Case, Condenser, Changeover Sw 등의 품목도 국내생산이 불가능하여 수입되는 것으로 조사되었다. 교/직류 분전반 및 전환스위치는 분기용 차단기, 개폐기를 기관에 모아서 부착한 것으로 분전반은 Box, Door, Cover, 조립판 등으로 구성되는데 주요 수입품목은 MCCB, Disconnect Sw., Fuse, 64R(Recoder), 27(UVR) 등으로 나타났다(표 6 참조).

라. 원전 기자재 국산화에 대한 시사점

본 연구의 영광 5, 6호기 원전 기자재 국산화율은 66.9%로, 기존 한전자료(한전 원전처, 1998. 8)의 국산화율 64.9%보다 다소 높게 산정되었다. 본 연구에서는 한전연구의 고려 변수에 기술도입 및 해외품질 인증비 등 2개 변수를 추가하여 총 4개 변수를 고려하였다. 본 연구

〈표 6〉 전기패키지 품목별 국산화율 현황

국산화율 수준	품 목 명
~30%	직류전동기 제어반, 옥외변전소 제어반, 옥외변전소 모선/연결선로 보호반, 제어 및 계전기반
31~50%	상분리모선, 교/직류 분전반 및 전환스위치
51~70%	고압차단기반, 안전등급 충전기 및 전압 조정용 변압기
71~90%	대기보조 및 소내보조 변압기, 배전 변압기, 480V 저압차단기반, 비안전등급 충전기 및 전압조정용 변압기, 362kV 가스절연개폐설비, 제어 및 계전기반
91%~	주변압기, 480V 전동기 제어반, 축전지 가대, 345kV 유압 절연전선, 강제전선관, 안전등급 제어/계장케이블, 비안전등급 전력/조명 케이블, 비안전 등급 계장케이블, 비안전 등급 제어용 케이블, 통신케이블, 전식방자설비, 케이블트레이 및 부속류, 비상통신설비

자료: 실태조사, 2000. 3

결과와 한전 결과의 주요 차이점은 환율, 수입대체, 국산화의 진전 등에서 발견할 수 있다. 평가시점 시차에 해당하는 기간은 환율 변동이 극심했던 시기로 환율급등에 의해 국산화율이 하락할 수 있다. 고 환율 하에서 수입부담의 가중으로 국산대체 움직임이 활발해지고 신규 국산개발도 적극적으로 추진되었다고 평가된다. 실질적인 국산화를 정확하게 산정하기 위해서는 대금지불 시점을 기준으로 국산화율 산정이 필요하다.

한편 원전 기자재 산업의 국산화에 영향을 미치는 요인을 보면 다음과 같다.

첫째, 환율 인상은 단기적으로 환율인상 만큼 해외 수입 기자재에 대한 지불대금의 증가를 초래하여 국산화율의 하락요인으로 작용한다. 동시에 수입 기자재의 국산으로의 대체효과가 나타나 원전 기자재의 수입이 감소하는 경향도 발생하고, 중장기적으로는 국산 기자재의 수요가 늘어나면 기자재의 국산개발 움직임이 활발하다. 환율인상이 기자재 국산화에 미치는 영향은 마이너스(-)의 직접효과와, 플러스(+)의 대체효과의 크기에 좌우된다. 안전 요건이 중시되고 수요자의 옵션이 많은 원전기자재

의 특성을 고려할 때 마이너스(-)의 직접효과가 크고, 따라서 영광 5, 6호기의 경우도 환율인상의 직접적인 영향이 크게 나타나 국산화율이 하락하게 된다.

둘째, 핵심 기자재류는 수요가 가격 비탄력적이고 세계적으로 독점가격이 형성된 경우가 많으나 범용 기자재는 공급구조가 경쟁적이고 가격탄력성이 커 기자재 가격변동의 국산화에 대한 영향도 직접적이다. 수입기자재의 가격이 인상되면, 수입 기자재의 수요가 감소하고 국산기자재의 수요가 증가하여 국산화를 촉진한다.

셋째, 국내 기자재산업의 전반적인 기술수준이 향상될 경우 이는 국산 기자재의 국산화율을 증가시키는 요인으로 작용한다. 소재 및 요소부품산업과 같은 후방산업의 기술수준이 향상될 경우에도 원전 기자재의 국산화에 긍정적으로 영향을 미친다.

넷째, 원전 기자재의 수요가 증가하면 기자재 업체의 국산화 의지가 높아져 국산화를 제고에 긍정적인 영향을 미친다. 국내 원전 기자재업체 국산화의 가장 큰 애로사항은 수요의 불확실성으로 나타나고 있어 이를 뒷받침한다.

6. 원전 기자재 국산화의 효율적 추진 방안

가. 정책적 지원 방안

첫째, 원전 기자재의 국산개발을 위한 목표 및 기준을 포함한 전략이 명확해야 효율적인 국산화 추진이 가능하다. 시장개방으로 국산화 추진시 기술적 파급효과보다 경제성 확보가 더욱 중요해졌다. 국산화율의 적정수준에 대한 목표도 국산제품을 개발 및 양산할 것인지 기술력만을 확보하는 수준으로 할 것인지에 대한 전략이 필요하다.

둘째, 원전기자재 국산화의 기본전략 하에서 국산화 대상품목의 중요도, 기술보유여부 등을 고려하여 대상품목

을 합리적으로 선정하여야 할 것이다. 현재 국산화 선정 품목의 지정은 한전 수요부서나 기자재 개발업체의 요청에 의해 수행되고 있어 대상품목의 경제성에 대한 검토가 충분히 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 경제성 검토를 강화하기 위해 산·학·연·관의 전문가들로 구성된 「국산화 경제성 평가팀」을 구성하여 운영하는 방안을 강구해야 할 것이다. 한전 수요부서에서 원전 기자재의 중요성 평가, 조달상태, 해외 기자재업체 및 시장에 대한 지속적인 평가 등을 전담할 수 있는 팀을 구성하여 국산화 대상품목의 선정 등을 체계적으로 유도해 나가야 한다. 원전 기자재 공급 유자격자 등록을 위한 심사기준을 국산화를 활성화시킬 수 있도록 조정할 필요가 있으며, 적격 심사기준 및 결과도 공개하여 탈락업체들이 자격을 보완할 수 있도록 유도해 나가야 한다.

셋째, 국산개발 촉진을 위한 인센티브를 제공하여야 한다. 원전 기자재업체들이 국산화를 기피하는 가장 큰 이유는 개발소요 기자재의 수량과 금액이 경제성이 보장될 정도로 충분하지 못하다는 것이다. 소량·소액 기자재의 경제성을 제고하기 위해 반복 발주를 보장해 주는 방법도 강구할 수 있을 것이다. 또는 원전 기자재의 형태, 재질, 가공공정, 치수 등이 유사한 기자재들을 묶어 일괄발주함으로써 생산비용을 줄이고, 생산단위도 증가하여 경제성이 제고될 수 있을 것이다. 한전 및 KOPEC의 구매체계 및 Spec 적용을 보다 탄력적으로 운용함으로써 국산개발업체의 납품기회를 확대시켜 나가야 한다. 국산화 개발 직후 납품단가를 인하함에 따라 국산화에 대한 인센티브가 거의 없는 실정이다. 따라서 국산화 가격이 수입가격보다 낮을 경우 국산화 보상 차원에서 일정기간동안에는 수입가격을 기준으로 구매하는 방안의 도입도 필요하다.

넷째, 원전 기자재 중에서 Q등급 기자재의 경우에 필요한 내진 및 내환경 검증을 위해 국내 내진 및 내환경

검증기관을 확충하는 방안을 강구해 나가야 할 것이다. 한편의 중소기업 기술지원사업을 확대·시행하는 방안의 일환으로 협력연구개발지원사업에서 국산개발비가 많이 소요되는 기자재의 경우 자금지원액을 확대하고, 간이연구개발지원사업도 상향조정할 필요가 있다.

다섯째, 국산화의 효율적 관리체계를 확립해야 한다. 구매기술규격, 구매일정 및 기기 검증개요 등은 사전에 제공하고 구매정보를 한전 홈페이지 게재 등 정보 네트워크를 통해 원자력 기자재의 구매 및 기술관련 정보를 공유할 수 있도록 한다. 한전이 중심이 되어 공급업체와 주기적인 토론회 개최 등을 통해 유기적인 관계를 유지하고, 기자재 공급업체 종사자들에게 원전기자재의 최근 동향 등에 관한 교육 및 정보교류를 활성화하여야 한다. 원전 기자재 국산화율 자료에 대한 신뢰성을 제고하기 위해 기자재업체로부터 제출된 자료를 데이터베이스로 만들어 지속적으로 관리할 필요가 있다. 원전 기자재의 공동연구개발을 활성화하기 위해 산·학·연·관 공동으로 「원전 기자재 국산화 공동 추진협의회」를 구성하는 방안을 강구해야 할 것이다.

나. 기업차원의 추진 방안

첫째, 원전 기자재는 각 단위별 기자재가 거대한 구조물 내에 편입되어 유기적인 기능을 수행하게 되는 만큼 공동개발을 통해 기자재의 문제점을 보완하고 평가하여 수정해 나갈 수 있는 평가체제의 구축이 필요하다. 특히 주기기의 경우는 플랜트 엔지니어링 업체, 수요자인 한전, 기자재 업체 등이 유기적으로 협력하여 신기술의 공동개발 및 활용 → 미비점 보완 → 제품 평가 → 활용 등의 순환과정을 통해 국내업체에 전문기술이 축적되고 확산될 수 있도록 해야 한다. 기본설계 등 설계기술의 자립을 도모하고, 기자재의 제작에 필요한 정밀가공기술 등의 취약기술 확보를 위해 기술개발에 대한 지속적인 투자가

필요하다. 선진국 인증기관의 검사와 확인을 거쳐야 하는 Q등급 기자재의 경우 인증비용 및 시간의 절감을 위해서는 품질인증을 얻기 위한 노력을 지속적으로 해야 한다. 원전기자재 분야는 플랜트 엔지니어링 기술이 축적되어 있어야 지속적 발전이 가능하며, 이를 위해서 아직 취약한 기본설계, 설비 운용기술의 최적화 등에 대한 능력 제고가 필요하다.

둘째, 원전 기자재의 설계 및 제작기술과 관련한 기술 도입이나 제휴시 핵심 설계 및 제작기술, 원천기술의 습득이 가능하도록 노력해야 한다. 국내 기술이 어느 정도 축적된 만큼 자체 기술능력 제고에 필요한 핵심부분을 가려 계약을 할 수 있는 능력을 키워야 한다. 국내업체가 기술도입 및 제휴에 임할 때는 현재 세계시장이 공급과잉 상태에 있는 점을 최대한으로 활용하여 원하는 핵심기술을 충분히 이전받을 수 있도록 협상력을 높이고 기술제휴의 효율성 제고에 노력해야 한다.

셋째, 수출전략을 추진하는 방안의 일환으로 해외 원전 기자재 공급 네트워크에의 편입을 도모해야 한다. 원전기자재의 경우 국내시장이 크지 않아 수익성 제고를 위해서도 해외에서의 수요 확보에 노력해야 할 것이다. 특히 세계의 원전기자재 공급 네트워크에 편입되면 수요가 발생할 때마다 납품기회가 발생할 수 있을 것이다. 그리고 해외 마케팅 전문인력을 양성해 나가야 한다. 현재 대부분의 국내 기자재업체들은 해외 영업인력의 비중이 미미한 실정이며, 해외지사가 있는 경우에도 기자재에 소요되는 부품 및 자재의 조달에 필요한 역할을 수행하는 경우가 대부분인 것으로 나타나고 있다. 원전 기자재에 대한 신규수요가 거의 대부분 아시아, 중동, 남미 등의 지역에서 발생하고 있으나 이에 대한 기자재 공급은 다국적 플랜트 업체인 GE, Alstom, Siemens 등의 업체를 통해서 이루어지므로 이들 업체에 대한 교섭을 통해 시장의 확보에 노력해야 한다.