

2000年代 原子力展望 및 對處方案

The Prospects and the Countermeasure
for Nuclear Power Industry in the 2000s



(下)

丁奎昶

動力資源部 原子力發電課長

IV. 2천년대를 향한 원전 추진방향

1. 전원개발계획과 원전 건설

가. 전력수요 예측

'88년말 현재 판매 전력량은 '61년의 63배에 달하는 743억kWh로서 기간중 연평균 16.6%의 높은 증가율을 기록하고 있다. 중기 전력수요에 측정과 연평균 증가율을 살펴 보면 '89~'91년까지는 7.4%, '92~'96년까지는 6.2%이며, '97~2001년까지는 5.0%로서 향후 2001년까지는 6.0%의 성장률이 예상된다.

최대 전력수요 추이를 살펴 보면, '87년 11,039천kWe에서 '91년 16,085천kWe, '96년 21,673천kWe, 2001년에는 27,899천kWe가 되어 동기간 중 연평균 6%의 최대전력 수요를 나타낼 것으로 예측되고, 2001년부터 2030년 기간을 대

상으로 장기 수요예측을 살펴보면, 2031년의 판매 전력량 예측치는 454,158kWe로서 1988년 대비 6.1배 증가할 것이며 그 기간별 연평균 증가율은 표1과 같다.

나. 전원개발계획 수립방법 개선

우리나라 경제규모가 크게 성장한 현 시점에서 중장기 발전수요를 감안할 때 지금까지의 장기 전원개발계획 수립방법으로는 활용상의 한계점에 부딪치고 있다고 하겠다.

〈표 1〉 전력 수요 증가율 전망

기 간	연평균 증가율
1989~2001	6.0%
2002~2011	4.0%
2012~2021	3.6%
2022~2031	3.1%

즉, 기존의 평가방법은 경제성 위주의 최소비용 관점에서 전원설비를 구성함에 따른 비계량적 요소의 평가가 미흡한 실정이며, 에너지원 배분의 적정화나 파급효과, 실현 가능성, 환경영향, 사회정치적인 요인 등에 대한 고려가 미흡하고 또한 입력자료의 기준설정에 대한 타당성, 경제성 과잉의존에 따르는 특정 발전원의 편중된 선택 및 전원계획의 불연속성 등은 장기적인 전력공급의 측면에서 문제발생의 가능성을 가지게 되며 장기적인 전력수급 계획상 미래의 불확실성에 대한 유연한 대처가 곤란한 것으로 판단된다.

따라서 전원개발계획의 종합검토를 위한 총체모형의 개발 활용이 요구되는 바, 장기계획에는 총체적인 접근(Top-Down Approach) 방식을 채택하고 단기계획에는 종전의 WASP 기법을 활용하여 상호 보완해 나가야 할 것이다.

총체적인 접근방식의 전원개발계획은 발전원별 목표 구성비에 영향을 끼치는 제반 인자의 현재상황과 앞으로의 전망을 예측하고 그것을 기반으로 목표설비 구성비를 결정하여 구체적인 전원개발계획을 수립하는 것을 말하며, WASP 모형은 미(美) TVA에서 개발한 모형을 IAEA가 국제 원전시장을 조사하기 위해 수정, 개발한 것으로 IBRD가 도입을 권장, '77년부터 현재까지 한전이 도입, 활용하고 있다.

다. 원전 건설 시나리오

발전원별 향후 전망, 경제성, 기술성, 계통의 안전성, 전문가의 조사 의견 등을 거친 총체적인 접근방식(Top-Down Approach)에 의한 최적의 목표 전원설비 구성비는 원자력 40%, 유연탄 40%, 기타 20%가 가장 바람직한 것으로 연구결과 결론지어졌다. 따라서 중장기 전력수요 예측과 단계적인 원전 기술개발 전략 등을 반영하였을 경우 2030년에는 총 발전설비 101,567천kW중 원자력은 40,627천kW로서 약 40%를 점유하게 되고 동 기간중 약 50기의 신규 원전 건설이 불가피한 것으로 전망되고 있다.

2 원자력 개발전략

우리나라 원전 정책은 상황적 편의에 따라 불완전한 가운데 해외 의존을 탈피하지 못하고 원전건설 위주의 인력수급 및 기술자립, 기술개발 계획이 수립, 시행되어 왔다. 그러나 이제는 원전의 규모도 확대되었고 원전 산업의 엄연한 실체를 감안할 때, 원전의 건설, 운용 및 사회성이 고려된 원전 종합개발 정책을 수립, 시행할 단계에 와 있다고 하겠다.

따라서 정책의 주된 목표는 안전성 고도화, 경제성 제고 및 효율성 확보에 두어야 하며 이를 위해서는 장기 원전개발 종합전략(노형 전략, 핵연료 주기 전략, 표준화 전략 등) 및 최적 원전 건설계획과 국민적 합의(P·A)에 바탕을 둔 안정적인 부지확보 대책, 환경보전, 공해대책 등을 수립, 시행하고 원자력 안전규제 체계를 재정비하여 원전의 안전성 고도화를 기하여야 한다.

가. 노형전략

현재 우리나라에 도입된 원자로는 미국의 W. H사 및 C. E사, 프랑스의 Framatome사가 공급한 가압 경수로(PWR)형과 캐나다 AECL이 공급한 가압 중수로(PHWR)가 있다.

2천년대에는 원자력 발전이 유연탄 발전과 더불어 전력공급의 주종을 이루게 됨으로써 지금까지의 다양한 노형의 외국기술 의존을 지양하고 효과적인 원자력의 이용 개발을 위해서는 나름대로의 노형 전략이 우리 실정에 맞게 정립되어야 한다. 아울러 노형 전략은 우리나라 자원을 전량 해외 수입에 의존하고 있는 실정을 감안한 핵연료 주기 기술 확보전략, 원전 기술자립계획과 연계시켜 효율적이고 안전한 신형 원자로의 연구개발 및 도입을 목표로 추진되어야 한다.

전세계적인 원전의 주종 노형은 경수로형으로서 2천년대에도 절대다수를 점할 것으로 예상되나 주요 선진국에서는 90년대 후반 대형 발전용

으로 개량형 경수로(Advanced LWR)를 개발 중에 있다.

따라서 1단계 노형 전략(~2006년까지)으로서 영광 3, 4호기를 참조 발전소로 우리나라 실정에 적합한 개량형 경수로를 개발, 원전 건설 계획에 반영하고 중수로를 보완 노형으로 하여 핵연료 이용의 최적화를 도모하여야 하는 바 즉, 다음 세대의 중수로인 고전환형 중수로 핵연료로서 경수로에서 기 사용한 핵연료의 재처리에서 얻어지는 우라늄 및 플루토늄을 사용하는 핵주기 전략을 개발하여야 한다.

2단계 전략(2007~2015)으로서는 수동안전성 개념과 고유안전성 개념의 신형로를 개발하여야 한다. 이 신형로는 아직 개념적인 설계 단계에 있으나 앞으로의 개발상황에 따라 도입 시기가 결정될 것이고 2천년대 초에는 실용화될 전망이다. 이 노형은 노심 용융과 같은 최악의 원전 사고가 원천적으로 배제되기 때문에 궁극적으로 채택하여야 할 노형이다. 보완 노형으로서는 혼합 핵연료를 이용하는 핵주기와 고전환 개념의 중수로형을 선택하여야 할 것이다. 아울러 부지문제를 근본적으로 해결할 수 있는 해상발전소(Barge-Mounted Modular Type)도 수출겸용으로 고려하여야 한다.

3단계 전략(2016~2025)으로서는 고전환로(H. C. LWR)로서 핵연료의 이용효율을 높이고 2천년대에 예상되는 플루토늄 저장문제의 해결과 우라늄 자원 이용개선의 일환으로 고속 증식로가 상용화되기 전까지 잠정적인 단계로서 도입을 고려하여야 한다.

4단계 전략(2025~)으로서는 국가의 정책적인 뒷받침 하에 고속증식로를 도입하는 것이다. 따라서 고속증식로 핵심기술의 연구개발을 위한 재정지원과 함께 우리나라도 국제 공동연구에 적극 참여하여야 하겠다.

나. 핵연료 주기 전략

핵연료의 선행 핵주기를 살펴 보면 중수로 핵연료가 '88년부터 변환 및 성형 가공 국산화에

성공함에 따라 우라늄 정광을 제외하고는 중수로의 선행 핵주기는 기술자립을 달성하였다.

향후 중수로 핵연료에 대한 기술개발 계획은 '98년까지 개량 핵연료를 개발하며 2008년까지는 경수로의 사용후 핵연료를 이용한 Tandem 핵연료를 개발하여 중수로 고전환로에 공급하는 것이다.

경수로 핵연료는 '88년까지 국내 원전 소요 핵연료 전량을 해외에서 수입하여 충당하여 왔으나, 성형가공 부분은 '88년 국산화 사업이 성공리에 수행됨에 따라 '89년부터 국내 소요량 전부를 국산으로 공급할 수 있게 되었다.

아울러 '89년 12월 재변환 공장이 준공되면 수요량의 절대부족으로 개발의 경제성이 없는 변환 및 농축 과정과 정광을 제외하고는 전량을 국산으로 공급하게 되고 2015년까지는 상용 농축 공장을 건설할 수 있도록 다각적인 노력을 기울이고, 혼합 핵연료 개발을 완료하여 국내 생산으로 공급할 계획이다.

한편 우라늄 이용효율의 증진에 필수적인 후행 핵연료 주기의 재처리는 선진국의 핵무기 확산규제 정책으로 현재는 착수계획조차 없는 실정이므로 앞으로 정부차원의 정책적인 배려가 요구된다 하겠다.

최근 일반의 관심이 고조되고 있는 원전에서 발생하는 중저준위 폐기물 및 사용후 핵연료의 처리 처분이 중요한 과제로 대두되고 있다.

현재 원전 부지내 저장고에 보관중인 중저준위 폐기물은 일부 발전소의 경우 '90년대 초에 포화가 예상되나 '96년까지 영구처분 시설을 완공할 계획으로 사업을 추진중이며 영구처분장 완공 이전에 저장능력이 부족한 발전소는 부지별로 중간저장 시설을 확장할 계획이다.

국토가 협소하고 인구밀도가 높은 실정을 감안하여 중저준위 폐기물은 집중적인 처분을 하되 동굴처분방식을 택하도록 하나, 장기적으로는 외국의 추세를 주시하며 해양처분도 고려한다. 동굴처분의 비용이 고가이므로 처분량을 줄이는 것이 중요하며 폐기물을 안전하게 관리하

기 위해서는 폐기물 관리기술을 지속적으로 개발해 나가야 한다.

다. 원전 표준화/최적화 전략

중장기 전력수요 및 원전 구성비 40%를 감안할 때 2000년부터 2030년까지 약 50기의 원전이 가동되어야 하는 바, 이는 연평균 1.5기 이상이 신규로 건설되어야 한다는 것이다.

한편, 현재까지 도입한 원전의 건설 및 운영상의 개선여지는

- 주문설계에 의한 원전 도입에 따라 발전소별 주기기 공급자와 플랜트 설계자가 다양하여 상세설계 개념이 상이하고 인허가 및 기술기준이 상이하어 일관성 있고 체계적인 공사관리와 기자재 국산화에 애로가 많았으며,

- 또한, 운전·보수절차가 노형별·용량별로 다양함에 따라 운전·보수요원의 효율적인 활용 및 기자재의 상호대체 사용이 제한되었으며 여러 기종의 시뮬레이터 도입 및 훈련 등에 따라 투자자의 비효율성이 노출되는 등, 경제성이 저감되는 요인이 발생하였다.

- 따라서 이러한 요인들이 발전소 이용률 향상 및 원가절감 상의 간접적 저해요인으로 작용되고 투자와 노력, 의지에 비해 기술자립 수준 및 국산화 증대가 미흡한 실정이다.

산업의 선진화에 따른 외국의 원전 건설방식 추이를 살펴보면

첫번째 단계로서는 단위사업별 최적 건설단계로 국내기술 수준 미성숙 및 전력수요 신장규모가 작으므로 각 단위 원전 사업마다 사업수행시점에서 경제성과 기술도입 가능성을 감안한 건설방식을 추구하는 단계이며 (한국), 두번째 단계로는 국내 기술기반 성숙으로 독자적인 원전 건설이 가능한 상태에서 경제규모 확대에 따른 대폭적인 전력수요 증가를 다수기 반복 건설로 경제성을 개선하고 원전 표준화를 최적대안으로 선택하는 단계이며 (일본, 프랑스), 세번째 단계로는 신형로 개발적용 단계로서 전력공급의 안정을 달성한 후에 보다 안전하고 경제적인 새로

운 노형을 개발하기 위한 과도기 단계이며(미국, 프랑스), 마지막으로 신형로 개발단계에서 채택된 노형으로 노후 원전을 대체하는 단계를 거친다.

따라서 2000년대 우리나라 경제 및 전력수요를 감안해볼 때 우리나라의 원전 건설은 70년대의 프랑스, 80년대의 일본과 유사한 경로에 돌입할 것으로 예상되는 바 다수기 동시건설의 최적방안으로 이미 원전 표준화를 채택한 선행 국가들의 경로를 거칠 수밖에 없는 상황에 다다른 것이다.

원전 표준화의 개념은 기존 원전의 건설 및 운전경험과 현재의 여건을 고려하여 다수기의 원전 건설 및 운전에 공통적으로 적용할 수 있는 제반요건을 최대한으로 통일화하는 작업이라 할 수 있다.

즉 원전건설 계획, 타당성 조사, 설계, 제작, 구매, 시공, 시운전, 운영 등 전과정에 걸쳐 유사한 방법을 반복적으로 수행할 수 있는 공통적인 최적 방안을 집대성한 총체적인 작업을 뜻하며, 그 장점을 살펴 보면 인허가 간소화 및 기간 단축, 건설기간 단축, 안정성 향상, 신뢰도 및 이용률 향상, 운전성 및 보수성 향상, 기자재 국산화 촉진, 급증하는 전력수요의 효과적인 충족, 해외수출 용이 등을 들 수 있다.

아울러 효과적인 원전 표준화를 추진하기 위해서는 원자력위원회를 통해 원전 표준화 종합계획을 확정, 수행조직을 체계화하여야 한다. 따라서 이를 위해 10년 단위의 원전 투입계획 및 원전 건설, 운용에 대한 관리목표, 지침을 설정한 중장기 원전 건설계획을 수립하고, 표준노형, 형, 용량 및 핵주기 정책, 국산화계획, 기술자립계획, 인력개발계획 등과 인허가를 포함한 단계별 표준화 계획 및 단계별 표준화 간의 상호관계를 정립한 표준화 종합계획을 수립, 시행하여야 하며 표준화 추진 주체기관과 역할을 분담하고, 재원조달계획을 수립하여야 한다.

이를 위한 실행기구로서 원전 표준화 추진위원회(가칭)의 설립이 바람직하다.

라. 원전의 경제성 제고대책

원전의 경제성은 TMI사고 이후 과도한 규제 지침의 증가, 석유와 석탄가격의 하락 등에 따라 상대적인 경제성 우위가 약화되고 있는 실정이다.

아울러 건설 단가의 경우 미국의 경우보다는 낮지만 프랑스, 스웨덴 등 구주 일부 국가보다는 비교적 높은 편으로서 산업기술 수준향상 및 원전 기술자립 정도에 따라 경제성 제고 요인이 잠재되어 있음을 간접적으로 확인할 수 있다.

아울러 원전의 경제성 제고야 말로 원전이 우리나라의 기술, 경제적 측면에서 유용한 발전원으로 살아남기 위한 기본 조건임은 두말할 나위도 없으며 장기 전략적 측면에서 면밀한 분석을 거친 후 세부 경제성 제고대책을 수립, 시행해 나가야 한다. 그러나 경제성 제고가 안전성의 하향조정을 의미해서는 안될 것이며 오히려 경제성 제고는 원전의 안전성 향상과 결부되어 있다.

원전의 경제성 제고 요인은 전원개발계획 단계에서부터 발전소 폐기까지 모든 과정에 그 요소들이 내포되어 있으며 대표적인 예를 들면 원전의 기술성 고도화, 건설관리 개선, 합리적인 원전운영 등이 있다.

원전의 기술성 고도화에 따른 경제성 제고대책은 계통의 단순화, 표준화 및 건설공기의 단축, 이용률 향상, 설계수명의 연장, 첨단기술의 지속적인 응용 및 인허가의 단순화 측면에서 제시될 수 있다.

계통의 단순화는 불필요한 계통이나 기기, 부품들을 제거하여 건설비의 절감뿐 아니라 정상운전이나 사고시 효율적인 대처능력의 향상을 기하여 이용률 증대를 도모하고, 이를 표준화하며 효과를 극대화한다. 원자력 발전단가의 60%를 차지하는 자본의 지출은 건설비와 비례하므로 건설비 중 많은 부분을 점하는 건설이자를 감소시키기 위해서는 건설공기의 단축이 매우 중요하다. 이를 위해 원전 설계의 단순화, 모듈화,

신건설 공법의 이용, 건설의 그룹화 및 반복건설, 인허가 요건의 간소화 및 표준화가 필요하다.

이용률 향상은 정기보수를 위한 계획정지 기간의 단축과 운전중 고장에 의한 불시정지의 방지를 통해서 이룩될 수 있으며 계획정지기간 단축을 위해서는 고연소 핵연료의 개발을 통해 핵연료 교체주기를 연장하고 효율적인 정기보수를 통해 보수기간을 단축하며, 불시정지의 방지를 위해서는 그간의 운전경험 및 기록을 분석하여 사전에 그 원인을 제거하는 것이다.

원전의 수명 연장에 관해서는 우선 문제가 되는 것은 인허가 요건 및 규제기준상의 원전수명에 관한 정의로서 현재의 국내 법규상에는 구체적인 조항이 없으며 다만 회계처리상의 감가상각연수만을 고려한 경제적 수명을 기준으로 하고 있다. 일반적으로 원전의 경제수명은 25년, 설계수명은 40년이며 미국의 경우 개량형 경수로 개발계획에는 설계수명을 60년으로 책정하고 있다.

2030년경에는 고리 1호기가 경제수명이 다할 것으로 보여지는데, 수명연장의 최우선 과제는 설계수명을 경제수명으로 연장하는 것으로서 원전의 수명 및 수명연장에 대한 인허가 기준이 마련되어야 한다. 또한 안전성 평가를 위한 발전소의 종합적 평가기술이 개발 확립되어야 하며, 각 기기별 노화상태 측정 및 수명평가 기술도 아울러 개발되어야 하고 이를 위해서는 정량적인 평가가 이루어져야 한다.

그간의 수명연장 방안에 따르면 국내의 원자력발전소는 1차적으로 경제수명 25년에서 설계수명 40년으로 연장할 때 약 15년의 연장효과를 얻을 수 있으며 40년 운전 후에도 현재의 기초적인 기술적, 경제적 분석결과 약 30여년의 수명 연장이 가능하리라고 전망하고 있다.

원자력 선진국들은 원전 운전의 안정성과 신뢰성을 확고히 하기 위한 다각적인 연구개발을 추진하고 있으며 특히, 새로운 개념의 기술, 즉 첨단기술의 접목에 주력함으로써 원전 안전운전

의 달성을 도모하고 있다. 이러한 분야로는 인간공학을 반영한 최신의 정보표시 기술, 인공지능, 극한 환경하에서 유지, 보수를 수행하는 로봇 개발 등이 있다.

원전건설 관리개선을 통한 경제성 제고는 다른 발전소에 비해 초기 투자규모가 막대하고 건설기간과 투자회수기간이 장기적인 대규모 사업이므로 합리적인 건설관리를 통해 달성될 수 있다. 건설계획의 합리화를 위해 설계의 조기 착수, 시공의 적기 추진, 표준 건설공기 재검토 등이 이루어지고 사업착수전 투자재원 조달방법에 대한 정부 관계부처간 사전 업무협의 제도가 필요하다.

시공 단계에서의 종합적인 사업관리 유경험 인력 부족 및 건설 유관기관과의 상호협조 미흡 등을 해결하기 위한 전문 건설관리 조직이 운영되어 공정 및 공사비 관리제도를 개선하고 건설실적을 정보 자료화하여 전산화해 나가야 한다.

합리적인 원전의 운영을 통한 경제성 제고는 원전 가동률 향상이 매우 중요한데 원전의 가동률은 이용률 향상과 밀접한 관계로서 정기 보수기간의 단축, 강제 운전정지 고장의 감소, 핵연료 교체 주기의 연장 여하에 달려 있다.

국산화 추진과 경제성 제고와의 관계를 살펴보면 원자력발전소의 기자재 국산화는 막대한 외화의 절감과 국제수지 개선에 기여함은 물론, 국내 중화학공업의 발전과 타 산업분야에 미치는 기술파급 효과가 크고 국내 산업기술의 선진화에 크게 기여할 수 있다. 또한 기자재 국산화로 건설공기 단축에 따른 비용절감, 보수용품의 신속한 조달에 따른 가동률 향상과 재고량의 적정화에 따른 자금부담 경감 등 여러가지 이득을 얻을 수 있으므로 국산화의 경제성은 단순한 제품가격의 비교평가보다는 이러한 파급효과가 고려되어야 한다.

마. 원전의 안전성 고도화 대책

원전의 안전성 확보를 위하여서는 부지선정에서 폐로까지의 원전사업 전단계에 걸쳐 안전성

확보에 대한 명확한 기본목표, 구체적인 안전확보 개념, 기술적인 요건과 기준 및 절차, 안전관리 체제 및 책임주체, 책임한계 그리고 이에 필요한 기술능력과 기술개발 계획 등이 명확히 설정되어야 한다.

안전성 목표달성을 위해서는 구체적인 방안으로 심층방어 개념에 근거한 다중 방호, 다단계 안전보호 조치, 사고관리, 방사선 비상대책 등이 수립되어야 하며 아울러 차세대에는 고유 안전성 개념이 적용된다. 이에 대한 세부 안전기준의 엄격한 적용여부를 확인하는 안전관리 체제가 필요하며 체제에 수반하는 책임 소재를 분명히 하여야 한다.

다중방호 개념은 핵연료가 용융되는 최악의 사고시에도 다중의 차폐벽(핵연료 소자, 핵연료봉 피복재, 1차냉각계통, 강철격납용기, 콘크리트 격납 구조물)으로 하여금 방사능 누출을 억제시키는 방법이다.

다단계 안전보호조치는 품질보증과 검사, 시험 등을 통해 고장이나 사고를 미연에 예방하고 원자로 보호계통과 공학적 안전설비를 확보하여 사고에 대한 효과를 최소화하는 것을 말한다.

사고완화 개념으로서의 사고관리는 중대사고에 대한 운전원, 종사원, 관련기관간의 상호 긴밀한 협조체제를 통해 사고완화를 목적으로 하고 비상대책으로서는 원전에 재해가 발생할 우려가 있는 경우에 필요한 방재계획 및 활용을 말하며 우리나라는 '83년부터 민방위계획중 재난별 대책계획에 한전과 지방 행정기관이 방재대책을 수립, 시행하여 오고 있다.

최근 원전의 안전성 확보개념은 운전원 부재 원칙과 자연현상을 이용한 수동 개념이 사용되고 있다. 즉 중대사고의 요인이 발생하였을 경우 운전원의 도움 없이도 자연대류 현상이나 중력 등에 의한 냉각재의 자동유입으로 원자로 노심 이용용하는 사고에서 탈피할 수 있도록 하는 개념이다.

기존의 원전들은 중대사고가 1만년에 한번 발생될 수 있는 정도의 안전도를 갖고 있는데,

이는 자동차, 항공기 등이나 타 에너지 원인 석탄, 수력, 풍력, 태양력 등에 비해서는 훨씬 우수한 수준이다. 현재 우리나라에서 운전중인 원전은 $5.0 \times 10^{-5}/R.Y$ 로서 약 2만년중에 한번 중대사고가 발생할 수 있는 확률을 갖고 있으나 신형 안전로에서는 중대사고에 의한 노심용융의 확률을 10만년 또는 100만년중의 한번으로 목표를 상향 조정할 예정이다.

원전의 안전성은 일차적으로 국가별 책임으로 여기고 있기 때문에 통일된 국제협약은 없지만 현실적인 안전성 목표와 이를 성취하기 위한 실질적 방법에 관한 국제적 공감대를 형성해 가고 있으며, 이러한 노력은 회원국들의 협조로 IAEA가 주도하고 있다.

국내 원전의 안전성 확보를 위하여 현재까지는 원전 공급국의 안전기준을 적용하는 한편 외국의 안전관리 법령을 토대로 우리나라의 법령을 제정하였고 세계 각국의 안전규제 활동을 수집, 분석하여 국내 원전에 적용하였으며 안전관련기술의 도입 및 개발 응용을 위한 노력도 게을리 하지 않았다.

우리나라는 원자력 정책에 관한 최고 의결기관으로 원자력위원회가 있으며 안전규제 업무는 과학기술처로 일원화되어 있다. 전문기관으로 원자력안전센터가 안전규제업무를 지원하고 있으나 행정조치 권한은 갖고 있지 않다. 국내의 인허가 절차는 파기처가 인허가 행정, 원자력안전센터가 기술검토를 담당하며 원자력위원회에서 이를 종합 조정하고 있다.

일반 국민들의 안전성에 대한 이해는 논리적, 정량적인 측면보다는 감성적인 측면에서 더 큰 작용을 하므로 안전성에 대한 국민홍보(P. A)도 강화하여 원전 관련기관에서 어떻게 안전성 확보 내지 고도화를 위한 활동을 하고 있는지를 공개하는 것이 필요하며 이를 위해 점진적이고 단계적인 공청회 제도를 도입하고 안전성 관련 문서를 공개하여 주기적으로 원전지역 주민에게 안전성에 관한 설명회를 개최하며 원전의 안전요건, 기술기준, 표준제정을 위한 관련학회 및

대학의 적극적인 참여를 유도해 나가야 한다.

바. 원전산업 활성화 및 체계화 전략

원전 산업은 과학기술과 산업의 거의 모든 분야가 망라되는 거대한 종합산업으로서 원전 산업의 활성화는 과학기술의 수준과 산업기반의 정도에 따라 좌우되며 정부의 원자력산업에 대한 의지와 일관된 정책의 추진이 요체임은 말할 나위도 없다.

우리나라 원전 산업은 초기 원전 건설이 일괄발주(Turn-Key)방식에 의해서 건설되는 동안에는 기술수준이나 산업구조가 취약한 실정이었으나 고리 3, 4 호기 건설부터는 정부의 강력한 의지에 의해서 분할발주 형식의 건설방식을 도입함으로써 원전 산업의 태동이 시작되었다. 이에 따라 원전 산업기술의 자립과 선진화를 위해 그동안 많은 노력과 투자가 병행되어 '87년에 발주된 영광 3, 4 호기는 국내 관련업체가 주계약자가 되는 국내 주도형 건설체제를 갖추게 되었다.

그간의 원전산업 육성경위를 살펴 보면 정부 주도로 원자력 이용개발 정책과 원전의 안전성 확보, 경제성 제고대책을 수립, 시행함으로써 원전 표준화사업을 태동시켰으며 이에 따라 원전 산업은 단일업체를 정부 및 전력회사가 주도하여 집중 육성하고 업무분장을 체계화하였으며 원전 기술의 자립 및 효율적인 원전 운영을 위한 관련업체들의 조직인 전력그룹 협의회를 통해 협력체제를 강화하였고 원전 산업체간의 공동 이해의식을 고취하고 전문적인 의견교환을 위해 전력그룹 Workshop을 개최하고 있으며, 원전 11, 12호기(영광 3, 4 호기)와 후속기와의 연계방법으로 참조(Reference) 방식을 채택하여 단기 노형전략을 수립하였다.

이러한 원전 정책방향이 현재의 원전 산업구조를 형성하는 데 기본이 되었으며 아울러 핵연료 주기사업과 방사성 폐기물 관리에 대한 사업규모의 확정 및 재원 조달방법 등이 구체화되어 기본방향이 정립되어 있는 상태이다.

그러나 중장기적인 관점에서 근본적으로 국내 원전 산업이 활성화되기 위해서는 관련기술의 자립과 선진화, 국내외 원전 시장의 확보 및 보장, 필요 기술인력의 확보와 양성, 정부의 적극적인 육성정책 등이 조화있게 시행되고 원전 산업에 대한 국민적인 합의가 이루어져야 가능하다.

이를 위해서는 원전 산업 진흥을 위한 국가의 주체기관과 그 기능을 명확하게 정립하고 원전에 대한 뚜렷한 국가정책 및 추진계획을 수립, 시행하여야 한다. 또한 원전 산업체의 계열화와 상호간 합치되는 기능을 정립하며, 관련되는 국내 법규간의 합리적인 조정과 진흥 재원의 조달 방안을 마련하고 관련산업과의 유기적인 관계설정과 협조체제를 구축하며 국민합의 도출을 위한 원전 산업 공동협의기구의 활성화와 민간의 참여폭을 확대하여 원전 산업의 진흥과 안전규제가 상호 보완되도록 조직간 긴밀한 유대관계가 유지되어야 한다.

사. 원전의 사회성 향상대책

전세계적으로 반원전운동은 '79년 미국의 TMI사고와 '86년의 소련 체르노빌 원전 사고를 계기로 고조되었다가 이후 어느 정도 진정되는 추세에 있으나 TMI 사고 이전 수준의 원전 지지율로 회복되지는 못하였다. 그러나 공급이 안정된 대규모의 상용화된 대체 에너지가 원자력 이외에는 현실적으로 가능하지 않다는 전망 역시 점차 부각되고 있는 실정으로서 에너지의 과도한 해외의존 탈피, 최근에 대두되고 있는 지구온실효과, 산성비 등의 환경문제는 원자력 산업의 회복이 강하게 전망되는 측면이다.

그러나 국내의 민주화, 개방화, 자율화 추세는 일반국민의 지지기반하에 각계 각층의 여론수렴을 통한 원전 정책의 수립 및 추진을 요구하기에 이르렀다.

일반국민들의 경제적, 기술적, 사회적 원전 추진의 타당성에 대한 이해정도는 극히 미미한 실정으로서 단지 감성적인 측면에서의 원전에

대한 시각을 고수할 수밖에 없는 형편이다.

따라서 원전 추진의 불가피성과 원전의 안전성에 대한 심층적인 확신을 주시킴으로써 이해를 확보하기 위해 원전에 대한 사회성 향상대책을 수립 시행하는 것은 원전의 효과적인 추진을 위한 기본전제이기도 하다.

원전에 대한 일반국민의 지지기반 확충 및 이해획득을 위해서는 원전사업의 철저한 자체관리를 통해 국민의 신뢰를 증진시키며, 적극적인 홍보활동, 국제협력의 강화를 통해 이를 구현해가야 한다.

오늘날 반원전 운동은 전세계적으로 파급되어 국제적 조직망을 갖추기에 이르렀으므로 이에 대응한 국제협력 체제의 구축도 필요하다.

(이 외에 원전기술의 자립과 신기술개발 및 응용, 국제협력에 대한 연구결과는 지면 관계상 다음 기회에 소개하였으면 한다)

V. 결 론

중국산 에너지인 원자력 발전은 우리나라 전력 에너지 수급에 있어서 중요한 공급원으로서 타 발전방식과 비교하여 경제적인 우위를 점하고 있으며 막대한 수입대체 효과는 물론 에너지 자립도 측면에서도 큰 기여를 하고 있다. 국내 전력수요는 '88년에 16%라는 놀라운 신장률을 나타내고 있으며, 이후의 전력수요 증가율은 1차 에너지 소비증가 추세를 훨씬 능가하여 '89~2001년간은 연평균 6.0%, 2002~2011년간은 4.0%, 2012~2021년간은 3.6%, 2022~2031년간은 3.1%로 예측되며, 이를 근거로 한 최적 원구성비에 따르면 신규발전소 건설수요는 2031년까지 원자력 50기를 포함하여 총 160기의 신규 발전소 건설이 추가로 이루어져야 한다.

원전의 최적 구성비 도출을 위해 경제성 평가의 불확실성을 고려하여 기존경제성 평가에서 나타나는 불연속적 최적 구성비 문제를 개선한 단순 경제성 평가 모델을 개발, 활용한 결과 유

연탄 화력과 원자력의 경제성이 비슷한 조건에서 경제적 원전 구성비의 하한 최적 구성비율은 약 40% 수준으로 설정되었다. 즉 경제성, 실현 가능성, 기업성, 기술성, 사회성 등 복합적인 요인을 고려한 전문가 집단의 Delphi 조사결과도 이를 뒷받침하고 있으며 2030년까지의 이상적인 목표설비 구성비는 원자력 40%, 유연탄화력 40%, 기타 LNG 및 수력 등이 20%로 결론지어졌으며, 이와 함께 장기 전원개발계획 수립시에는 기존의 WASP 기법만을 활용할 것이 아니라 장기계획에서는 총체적인 기획분석 방법 (Top-Down Approach)을 활용하는 새로운 접근방식도 제시하였다.

노형 전략을 살펴 보면 2006년까지는 개량형 경수로로 주종으로, 중수로로 보완형으로 추진하되 장기 노형개발 전략은 혼합핵연료를 이용한 고전환로와 고속증식로의 실증로를 병행 추진하는 것이 최적으로 판단되며, 2025년 이후에는 고속증식로의 상용화가 예상되나 핵융합로에 대한 기술개발 전망도 고려하여 적절한 노형을 선택, 개발해 나가야 한다. 이러한 노형 전략하에서 핵연료주기 정책은 중수로의 경우 1998년까지 개량핵연료를 개발하고 2008년까지는 경수로의 사용 후 핵연료를 사용하는 Tandem 핵주기를 개발한다. 경수로의 경우 2015년까지는 변환 및 농축 기술개발을 완료하고 상용 농축공장 건설을 착수하도록 하여야 하겠다.

원전의 사회성 향상과 안전성 및 경제성 제고를 위하여 표준설계를 정립하고 부지문제를 최소화시킬 수 있는 해상 원전(Barge Mounted Modular Type)의 개발도 고려하여 해외시장 진출도 모색하여야 한다.

원전의 건설 형태로는 단위사업별 건설방식을 지양하고 원전의 안전성 확보와 원전 사업의 활성화, 인력의 효율적 활용, 능률적인 사업관리 측면에서 원전 건설의 거시적 최적화 방안을 수립하여야 하며, 이를 위해 원전 표준화를 추진하여야 한다. 원전 표준화의 효과적 추진을 위해 관련기관의 의견을 수렴하고 종합표준화 계

획을 심의하는 가칭 “원전 표준화위원회”의 설립도 요망된다.

앞으로 건설될 원전의 안전성 확보를 위해서는 심층방어 원리를 최대한 적용하고 관련기관의 긴밀한 협조로 총체적인 “원자력 안전문화”를 정착시켜 안전제일주의에 입각한 원자력 사업의 수행을 통해 국민의 이해와 신뢰를 구축하여야 한다. 아울러 적극적인 인간공학 및 자동제어분야의 첨단기술과 고유안전성 확보를 위한 기술의 개발, 활용이 향후 꾸준히 추진될 것이다.

2000년대의 원전 사업은 국민적 합의를 기반으로 추진되어야 하며 이를 위해서는 대 국민 홍보 강화로 사실을 진실되게 알리는 노력과 더불어 부지 확보시에는 주민의 이해를 우선적으로 구해야 한다. 특히 원전지역 주민에 대해서는 원전 시설의 건설 및 운영에 관한 모든 과정을 공개하고 공청회, 설명회 등을 통해 지역주민의 의견을 수렴하며, 지역사회 개발에 참여하여 경제적, 사회적, 문화적 발전에 기여하는 등 능동적인 자세가 요구되는 바 이를 위해 전담활동기구로서 “원자력문화원”의 설립도 고려하여야 한다.

이러한 일련의 원전 정책이 제도적으로 추진되도록 보장하기 위해서는 가칭 “원자력기술 심의위원회”가 구상되어 상위 정부기관 자문기구로 운영되도록 하며 수립된 정책은 매 2년마다 여건 변화를 반영하여 수정, 검토가 이루어지도록 하여야 한다.

모든 나라가 원자력 외교역량을 중시하는 이유는 자국의 원자력사업 수행에 유리한 국제적 환경의 조성에도 있으며, 원전 사업을 원활하게 추진하기 위해서도 긴밀한 국제관계를 유지할 수밖에 없다. 즉, 원자력 사업은 그 특성상 긴밀한 국제협력 관계를 유지하면서 수행될 수밖에 없는 것이므로 원자력의 평화적 이용을 위한 원자력 장기정책이 정부로부터 확고히 수립, 제시되어야 하며 원자력 외교역량의 향상을 위한 꾸준한 노력이 요구된다 하겠다.