



한국의 원자력 현황과 전망

최 양 우

한국수력원자력(주) 사장

세 계 원자력산업은 그동안 지속적인 성장을 거듭하며 국제원자력기구의 발표에 의하면, 2000년 말 현재 전세계 31개 국가에서 438기의 원전이 가동중에 있으며, 전세계 전력 수요의 약 17%를 원자력 발전이 담당하고 있다.

TMI 및 체르노빌 원전 사고 이후, 서방 세계의 원자력산업이 크게 위축되어 신규 원전 건설이 거의 중지되고, 가동중인 원전조차 조기 폐쇄하라는 압력을 받고 있는 한편, 일본·한국 등 아시아 지역에서는 활발한 원전 건설과 함께 괄목할만한 원자력산업의 성장이 이어져 왔다.

그러나 최근 미국에서 원전 운영 실적의 향상과 더불어 캘리포니아 전력 사태로 인하여 원자력이 새로이 평가받고 있으며, 몇몇 전력 회사에 의해 신규 건설이 추진되고 있음은 매우 고무적인 현상이라고 하겠다.

국내 부존 에너지 자원이 부족하

여 에너지 수요의 97%를 수입에 의존하고 있는 한국은 지난 1970년대 석유 파동 이후 에너지원의 다양화 정책에 따라 원자력 개발을 확대해 왔다.

지속적인 원자력 개발의 결과, 오늘날 한국은 세계 주요 원자력 발전국으로 성장하게 되었고, 건설과 운영에서의 기술 자립은 물론 원자력산업이 수출 전략 산업으로 육성되기에 이르렀다.

또한 한국의 원자력산업은 국내 총생산(GDP)의 약 1.7%를 차지하는 등 국민 경제에 대한 기여도가 점차 커지고 있으며, 정부의 장기 전력 수급 계획에 따라 향후에도 원자력의 역할이 계속 증대될 것으로 예상된다.

원전 운영 현황

한국의 원자력 발전은 고리 1호기가 1978년 4월 상업 운전을 개시한 이래 지속적인 발전을 거듭하여 현재 총16기의 원전이 운전중에 있

다.

2000년 말 현재 원자력 발전 설비 용량은 1,371만 6천kW로 전체 설비의 약 28%를 점유하고 있으며, 발전량은 2000년도에 1,090억 kWh를 기록하여 국내 총발전량의 40% 이상을 차지하였다.

특히 국내 원자력 발전 개시 23년이 되는 작년 말에는 원자력 발전량 누계가 1조kWh를 돌파함으로써 국내 원자력산업의 새로운 전기를 맞이하였다.

한편 한국의 원자력발전소는 원전 설비 이용률 향상 및 고장 정지 최소화를 위하여 운영 관련 각 분야에서 지속적으로 노력해 온 결과, 괄목할 만한 성과를 얻고 있다.

2000년도에 국내 원전의 평균 설비 이용률은 90.4%로서 1993년 이후 연속하여 87% 이상의 이용률을 달성하고 있으며, 불시 정지 횟수도 지속적으로 감소하여 2000년에는 호기당 평균 0.5회의 불시 정지를 기록했다.

**전력 산업 구조 개편 및
원자력산업 민영화 추진**

1. 전력 산업 구조 개편

한국 정부는 지난 40년간 한국전력이 독점해 온 전력 산업을 단계적으로 경쟁 체제로 전환하기 위하여 1999년 1월 「전력 산업 구조 개편 기본 계획」을 확정하여 추진해 왔다.

단기적으로 2002년까지 발전 부문을 6개의 자회사 체제로 분할하여 경쟁 체제를 도입하고, 분할된 발전 회사의 단계적 민영화 추진을 통한 효율성 증진과 이로 인한 발전 원가 절감을 도모하고 있다.

또한 장기적으로 2009년까지 배전 부문도 수 개의 자회사로 분할하여 판매 부문의 경쟁도 도입하는 한편, 송전망을 개방하여 민간 전력 회사의 자유로운 사용의 보장을 추진하고 있다.

전력 산업 구조 개편은 독점 전력 산업에 경쟁을 도입, 전력 공급의 효율성을 제고하고, 전력 사용에 있어서 소비자 선택권의 확대를 통한 편의 증진에 주안점을 두고 있다.

우선 구조 개편을 위한 제도적 장치로서 우여 곡절 끝에 작년 12월 「전력산업구조개편 촉진에 관한 법률」이 제정되고, 전기사업법이 개정되었다.

이에 따라 이미 지난 4월 한국전력의 발전 부문이 6개의 발전 회사

로 분리되었으며, 각각의 회사에서 생산한 전력을 전력거래소에 입찰하고, 전력거래소는 가격과 거래량을 결정하여 전력 계통을 운영하는 발전 경쟁 체제에 돌입하게 되었다.

전력 산업 구조 개편이 완성되는 2009년 이후에는 전력 소비자가 전력 판매사를 선택할 수 있는 전력 시장의 완전 자유 경쟁 체제가 시행될 예정이다.

2. 발전 부문 민영화 추진

전력 산업 구조 개편 추진의 일환으로 발전 부문의 민영화가 추진되고 있다. 민영화는 발전 부문의 경쟁을 활성화하여 전력 산업의 효율성을 제고하고, 발전소 건설 자금의 효율적인 조달을 도모하며, 장기적으로 전기 요금 인하 및 서비스 개선 등 소비자의 편의 증진을 목적으로 하고 있다.

민영화는 수력 및 원자력 부문을 제외한 5개 발전 자회사를 대상으로 하며, 수력 및 원자력 발전 자회사는 공기업 형태로 운영될 예정이다.

발전 부문 민영화는 1개 발전 자회사를 우선적으로 추진하고, 그 결과 및 제반 여건을 고려하여 나머지 4개 발전 자회사의 민영화를 추진할 예정이며, 주식 매각 방식을 채택하여 다수의 국민과 종업원들이 민영화에 참여할 수 있도록 하는 방안이 검토되고 있다.

한편 수력 발전 부문은 용수 공급과 홍수 조절 등 수력의 공공적 기능을 고려하여, 국내 전력 수급 환경, 원자력 개발, 신규 원전 건설 등으로 인해 민영화 대상에서 제외된 원자력 발전 부문과 통합되었다.

3. 한국수력원자력(주) 설립

한국의 전력 산업 구조 개편에 따라 지난 4월 2일 발족한 한국수력원자력주식회사는 기존 한국전력의 수력 및 원자력 부문을 완전히 승계하며, 지금까지 한전이 담당해 온 관련 권한 및 책임을 인수하였다.

사업 영역은 원자력발전소 및 수력발전소의 운영과 건설, 그리고 이와 관련된 사업의 연구, 기술 개발과 방사성 폐기물 관리를 포함하는 부대 사업이다.

현재 운영중인 발전 설비 용량은 수력을 포함하여 총 1,425만 1천 MW이며, 총자산은 17조 5,600억 원, 종업원 수는 6,100명에 이르고 있다.

4. 기타 관련 기관 민영화 추진

지난 30여년간 국내에서 발전 설비를 공급해 온 한국중공업이 두산중공업에 매각됨으로써 민영화되었다. 두산은 한국 정부의 공기업 민영화 추진 계획에 따른 입찰 결과, 지난해 말 한중의 과반수 지분을 확보하게 되었다.

한편 한전의 자회사인 한국전력



기술주식회사와 한전기공주식회사의 민영화가 추진되고 있다. 한국 정부 및 한국전력은 금년도에 각 회사의 매각을 위한 우선 협상 대상자를 선정하여 협상 및 계약 체결할 예정이다.

한전원자력연료주식회사는 원전 연료 공급의 안정성 확보와 국내 원전 연료 시장의 비경쟁 환경을 고려하여 공기업 형태를 유지할 계획이다.

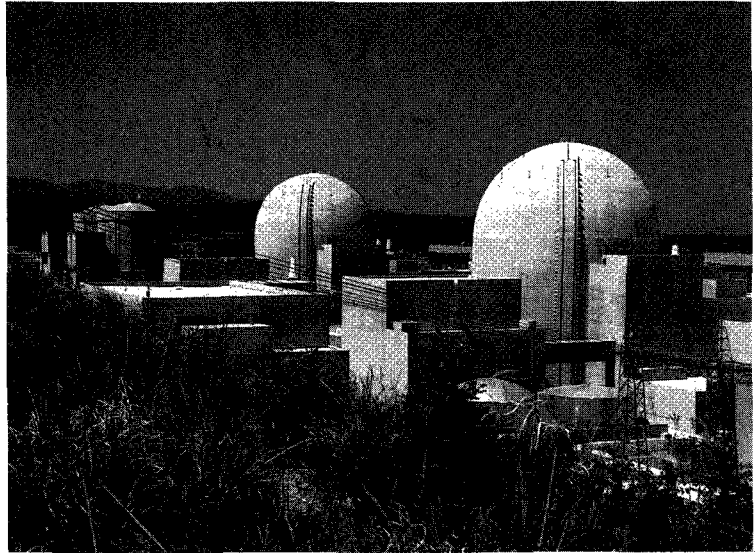
향후 원자력 개발 계획

향후 한국의 원자력 개발의 기본 방향은 기존 원자력 발전 설비의 안전 운영과 적정 수준의 추가 건설을 통하여 환경 규제 및 에너지 공급의 불확실성에 대비하는 것이다.

그 일환으로 100만kW급 한국 표준형 원전의 안전성 및 경제성을 높이는 설계 개선 작업을 지속적으로 추진하고 있으며, 140만kW급 차세대 원자로의 개발도 꾸준히 추진중에 있다.

2000년 1월에 확정된 제5차 장기 전원 개발 계획에 의하면, 2015년에는 현재 가동중인 발전소를 포함하여 총 28기, 2,605만kW 설비 용량의 원전이 가동되어, 원자력 설비 구성비가 33% 수준에 도달할 예정이며, 경제 및 환경을 고려한 전력 생산에 기여할 것이다.

또한 원자력은 기저 부하의 역할



한국 표준형 원전 올진 3·4호기. 2000년 말 현재 원자력 발전 설비 용량은 1,371만 6천kW로 전체 설비의 약 28%를 점유하고 있으며, 발전량은 2000년도에 1,090억kWh를 기록하여 국내 총발전량의 40% 이상을 차지하였다.

을 확대하여 2015년에 국내 총발전량의 44.5%를 차지하게 될 것이다.

지난 7월 확정, 발표된 제2차 원자력 진흥 종합 계획은 현행 장기 전원 개발 계획에 따른 원전 건설 계획을 재확인하였다.

2006년까지 현재 건설중인 영광 5·6호기 및 올진 5·6호기를 포함하여 총 20기의 원전이 가동될 예정이며, 신고리 1·2호기 및 3·4호기와 신월성 1·2호기를 포함하여 6기의 원전 건설이 착수될 예정이다. 특히, 신고리 3·4호기는 차세대 원전인 신형 경수로 1400(APR 1400)으로 건설될 예정이다.

1. 한국 표준형 원전 설계 개선

1984년에 수립된 원자력 기술 자립 계획에 따라 영광 3·4호기가 1995년 및 1996년에 각각 상업 운

전을 개시한 데 이어, 이를 참조로 하여 최초의 한국 표준형 원전인 올진 3·4호기가 1998년 및 1999년 각각 성공적으로 준공되어 운전중에 있다.

그 이후 선행 호기의 경험을 토대로 하는 한국 표준형 원전의 설계·건설·운전 및 정비의 지속적인 개선이 추진되어 후속기에 적용되고 있다.

한국 표준형 원전의 설계 개선 사업은 3단계로 추진되어 왔다.

1단계에서는 세부 기술적·경제적 타당성 검토 후 87개 설계 개선 과제의 사업 적용이 확정된 데 이어, 올해 10월 완료 예정인 2년간의 2단계 사업에서는 한국 표준형 원전 설계의 경쟁력을 제고하기 위하여 1단계에서 제안된 개선 과제가 심층 검토되었으며, 건설·운전

및 정비 편의성의 개선을 통하여 초기 투자 비용 및 운전 비용의 저감을 중점적으로 추진해 왔다.

올해 착수되는 3단계 사업에서는 2008년 및 2009년에 각각 상업 운전 예정인 신고리 1·2호기의 건설에 본 설계 개선 사업이 적용될 예정이다.

2. 차세대 원자로 기술 개발

한국은 1992년 말부터 국가 선도 기술 개발 사업 일환으로 안전성과 경제성이 한층 향상된 140만kW급 대용량 신형 원전인 차세대 원전 개발에 착수하였으며, 이는 중장기 연구 개발 계획 및 장기 전력 수급 계획과 연계하여 진행되고 있다.

차세대 원전은 국내 원전 기술 자립과 운전 경험을 바탕으로 하여 세계적인 신형 원전 설계 요건을 반영한 차세대 원전 설계 요건에 따라 설계되었다. 건설 계획 확정에 따라 신형 경수로 1400(APR 1400)으로 명명된 차세대 원전은 1999년에 기본 설계를 완료하고, 2001년 12월까지 상세 설계를 개발하여 2010년 첫 호기 준공을 목표로 하고 있다.

신형 경수로 1400은 완전히 디지털화된 MMI 시스템을 적용하고 있으며, 용기 내 직접 안전 주입과 격납 용기 내 핵연료 재장전수 저장 탱크 설계를 채택하고 있다.

안전성을 제고하기 위해 안전 계통의 단순화, 일부 피동형 안전 설

비 채용, 중대 사고 완화 설비, 인간 공학을 반영한 주 제어실 설계 등을 채용하였으며, 경제성 향상을 위해 용량 격상, 신건설 공법 적용, 3차원 CAD 모델 구축에 의한 시공 방법 개선 등을 추진하고 있다.

방사성 폐기물 관리

우리 회사의 방사성 폐기물 관리 기본 방향은 다음과 같다. 첫째, 안전한 방사성 폐기물 관리를 통해 일반 국민에게 좋은 인식을 심어주고, 둘째, 중·저준위 처분장이 운영되기 전까지 방사성 폐기물을 원전 부지 내에 안전하게 관리하며, 셋째, 처분장 부지 선정에 국민적 합의를 통해 이루어내는 것이다.

원전 운영 기수의 증가와 방사성 동위원소 이용의 확대에 국내 방사성 폐기물량은 계속 증가하는 추세이며, 2000년 말 현재 약 57,000드림의 중·저준위 방사성 폐기물(LILW)과 약 4,760톤의 사용후 연료를 원전 부지 내에 저장하고 있다.

우리 회사는 한국원자력위원회에서 결정한 국가 방사성 폐기물 관리 대책에 따라 지역 주민과의 합의하에 부지를 선정하여 2008년까지 중·저준위 방사성 폐기물 처분 시설을 운영하고, 2016년까지 사용후 연료 중간 저장 시설을 운영할 계획이다.

한편 발생하는 방사성 폐기물은 이러한 관리 시설이 운영될 때까지 원전 부지 내의 방사성 폐기물 저장 능력을 확보하여 저장할 계획이다.

또한 원전 부지 내의 방사성 폐기물 저장 능력을 확대하기 위하여 중·저준위 폐기물에 대한 고온 용융 유리화 기술과 사용후 연료의 조밀 저장, 이송 저장, 건식 저장 기술 등의 개발을 적극적으로 추진함으로써 큰 성과를 거두고 있다.

현재 우리 회사는 방사성 폐기물 관리 시설을 유치할 지방 자치 단체를 공모하고 있으며, 몇몇 지방 자치 단체에서 유치 청원이 있었으나, 아직까지 부지 확보에 어려움을 겪고 있다.

향후 원자력 개발의 과제

원자력의 지속적인 개발을 원활히 추진하기 위해서는 원전의 안전성 및 경제성 확보를 통하여 경쟁력을 제고해야 한다.

원전의 안전성을 제고하기 위하여 원전의 설계·건설 및 운영 등 원전 사업 전반에 안전 문화가 보다 증진되도록 해야 하며, 이러한 원전 안전성은 IAEA·WANO 등 원자력 관련 국제 기관이나 설비 공급사 및 원전간의 협력을 통하여 운영 경험 및 기술 정보의 적극적인 공유를 통하여 진작될 수 있다.

경제성 차원에서 신규 원전 사업



추진의 어려움을 극복하기 위하여 기존 원전의 적절한 수명 연장 추진이 세계 원전 산업의 주요 요소가 되고 있으며, 경쟁 상태에서 성능이 우수한 원전의 수명 연장의 기회가 신장될 것이다.

또한 가동중 정비 등 최신의 정비 기법을 도입하여 기존 원전의 신뢰도를 유지·향상하는 것이 안전성 및 경제성 증진에 도움을 줄 것이다.

최근 세계적으로 원전 설비 이용률 상승과 불시 정지 감소 등 원전 운영 능력 향상은 원자력의 경쟁력을 제고하고 있다.

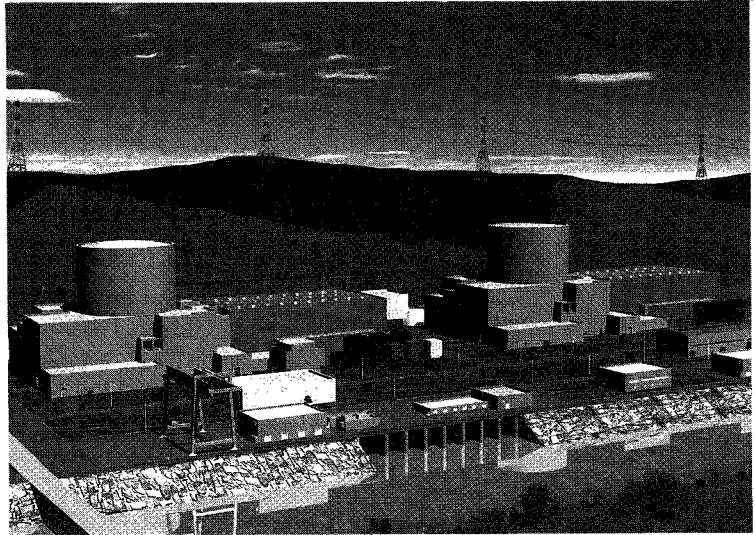
이러한 원전 운영 능력의 개선은 합리적인 방향으로의 규제 완화와 함께 원전의 신뢰성을 제고하는 데 기여하고 있다.

또한 전반적인 운영 실적 향상은 발전 원가 저감 등 경제성 향상을 야기함으로써 원전의 안전성 및 경제성이 양립 가능함을 잘 보여주고 있다.

이러한 결과는 향후 원자력의 지속적인 발전을 예상하게 하고 있으며, 원자력산업에 대한 새로운 도약의 가능성을 열고 있다.

한편 원자력은 화석 연료, 재생 에너지 및 수요 관리 등 광범위한 에너지 공급의 대안들과 전체 발전 비용, 즉 투자·운영·유지 및 연료비 차원에서 경쟁해야 한다.

원전의 대규모 투자 비용은 탈규



차세대 원전 조감도. 차세대 원전은 국내 원전 기술 자립과 운전 경험을 바탕으로 하여 세계적인 신형 원전 설계 요건을 반영한 차세대 원전 설계 요건에 따라 설계되었다. 건설 계획 확정에 따라 신형 경수로 1400(APR 1400)으로 명명된 차세대 원전은 1999년에 기본 설계를 완료하고, 2001년 12월까지 상세 설계를 개발하여 2010년 첫 호기 준공을 목표로 하고 있다.

제 경쟁 시장에서 재정적인 위험을 갖고 있으며, 투자비를 선정할 때 적용되는 할인율에 매우 민감하게 된다. 따라서 이러한 원자력의 투자 비용을 낮추기 위한 연구 개발을 지속하는 것이 중요하다.

원자력 발전의 향후 경쟁력은 각 나라에서 지구 환경, 국지적 공기의 질 같은 환경 자원과 에너지 공급의 다양화 및 안보 같은 사회적 목적에 대한 가치에 영향을 받게 될 것이다.

결 어

전력 산업의 경쟁 체제 도입 등 대내외적인 경영 환경 변화와 강화되고 있는 기후변화협약 이행은 원자력 발전에 새로운 도전과 기회를 부여하고 있다.

한국은 원자력 에너지의 환경적 이점과 국가 에너지 안보 문제를 고려하여 지속적으로 원자력을 개발할 예정이다.

향후 원자력 사업의 원활한 추진, 확대를 위해서는 원전 안전성 및 신뢰성 제고와 더불어 원자력의 경쟁력 확보가 무엇보다도 긴요하며, 이 점은 한·일 원자력 산업계의 공통적인 문제가 되고 있다.

이런 차원에서 한·일 양국의 원자력 산업계 전문가 여러분이 모인이 자리가 공동의 과제를 해결하기 위한 토의의 장이 되고, 나아가 양국 원자력계의 새로운 부흥을 촉진하며 상호 협력을 공고히 다질 수 있는 뜻깊은 한 마당이 되기를 기대한다. ☞