

韓國의 改良型輕水爐 開發問題

J. R. Redding
GE社 ALWR 사업본부장

개량형 원자로는 현재 전세계 전력회사의 수요를 충족시키기 위해 실용단계에 들어갔다. 이들 원자로의 대표적인 것으로는 1980년대에 많은 비용을 들여 개발한 새로운 개량형 경수로(ALWR)를 들 수 있다. 이 신형 원자로는 최신형 전자장치를 도입하고 Man-Machine Interface 기술을 광범위하게 적용했으며 안전성 개선, 중대사고 예방, 재래형 원자로의 취약점 보안 등 여러가지 개선이 이루어졌다.

대형 ALWR의 개발이 끝나 일본에서는 이미 이 노형에 대한 승인이 남아 있고 미국 원자력규제위원회(NRC)에서도 노형승인을 위한 검토가 거의 마무리단계에 있다.

현재 2기의 ALWR이 건설되고 있는데 이는 ALWR이 상업용으로 건설되는 첫 케이스가 될 것이다. 이 2기는 일본의 가시와자키 가리

와 원전 6, 7호기로 현재 각각 30%와 10%의 건설공정을 보이고 있다. 이 2기는 東京電力 소유로 GE社, 히다치社, 도시바社 3사 합작으로 건설되고 있다. 상업운전 개시는 1996년과 1997년으로 예정돼 있다. 이 ABWR은 日本의 차세대 표준노형으로 이미 지정됐고 앞으로 10기 이상이 더 건설될 전망이다.

미국 전력회사와 에너지성은 최근 미국내에서 개량형 원자로를 상업화할 것을 약속했다. 전력회사, 에너지성, 공급업체들은 모두 신기술개발(FOAKE) 사업에 투자하고 있다. 이 사업은 총 2억달러의 자금규모로 두 가지의 ALWR 설계를 마무리하기 위한 것이다. 이 설계작업이 끝나면 이 두 가지 노형은 1990년대 후반에 미국에서 실용화될 전망이다. 미국 전력회사와 에너지성은 신규의 표준노형으로 130만kW급으로는 GE社의 ABW

R을, 60만kW급으로는 웨스팅하우스社의 AP-600 PWR을 선정했다. ABWR은 미국 원자력규제위원회의 검증을 받게 되는 최초의 ALWR이다. 이 노형의 최종안전평가보고서가 곧 제출되어 이 노형에 대한 최종설계승인(FDA)이 올해 하반기중에 날 것으로 전망된다.

이밖에 臺灣電力에서도 Lungmen 원전에 건설될 2기의 대형 ALWR을 국제입찰에 붙이고 있다. 이 발전소의 상업운전은 1호기가 2000년에, 2호기가 그 다음해에 이루어질 전망이다.

한국에서의 원전문제

원자력발전은 한국의 發展을 위해 절대 필요하다. 이것은 경제적, 환경적으로 건전한 전원이다. 한국은 자국의 원전사업을 유지, 발전시키기 위해 개량형 원자로기술을 도입하려고 계획하고 있다. 국제적인 차원에서 볼 때 가장 중요한 문제는 한국의 원자력업체가 이같은 기술을 자체개발할 것인가 아니면 이미 개발돼 있는 개량형 경수로 기술을 자국의 여건에 맞추어 이용할 것인가 하는 것이다. 만약 기존의 ALWR 기술을 이용하는 쪽으로 결정이 내려진다면 그 다음 문제는 한국이 국제협력사업에 참여하는 문제와 기존의 모든 개량형 원자로를 비교검토하는 문제로 귀결된다.

개량형 원자로의 특징

ALWR의 성공적인 개발과 이에

〈표 1〉 ALWR의 특징

구 분	대 형	소 형
전기출력(MWe)	1,350	600
가동률(%)	87	87
건설공정(개월)	48	36
연간 계획외정지율	<1.0	<1.0
노심손상확률	<10 ⁻⁵	<10 ⁻⁵
저준위 폐기물 발생량(m ³ / 유니트/ 년)	<100	<100
연간 유니트당 man-rem	<100	<100
건설원가(달러/ kW, 1992년 시가 기준)	1,360	1,650
발전원가(센트/ kWh)	3.8	4.5

(주) 건설원가, 발전원가는 미국에너지개발협의회(USCEA)에서 발행한 「개량형 원자로의 경쟁력, 경제성, 출력 등에 관한 보고서(1992년 6월)」에서 전제

따른 세계적인 수용태세는 이것의 우수한 성능과 낮은 원가에 기인하는 것으로 그 특징을 요약하면 〈표 1〉과 같다.

ALWR은 안전성이 높고 발전원가가 낮다. 예를 들어 ABWR의 노심손상확률은 10⁻⁶ 미만(ALWR 요구조건보다 훨씬 낮음)이고 중대 사고가 발생하더라도 피해를 최소화하도록 설계돼 있다. 이렇게 함으로써 바람직하지 못한 사고가 발생하더라도 인근주민들의 건강과 안전에는 영향을 주지 않게 된다. ALWR은 또 발전원가가 낮아 한국의 경우 현재의 1,000MWe급 발전소의 발전원가보다 20% 정도 낮아질 것으로 예상된다. 따라서 한국은 국제적인 추세로 볼 때 ALWR을 조기에 도입하는 문제를 신중히 고려하지 않으면 안될 것으로 본다.

국제협력

개량형 원자로를 개발하는데는 수천만달러의 자금과 10년 이상의 노력이 필요하다. 이같은 장기적이

고 비용이 많이 드는 개발사업을 회피하면서 ALWR의 이득을 단시일내에 누리기 위해서는 한국은 국제적으로 획득할 수 있는 기술을 이용하지 않으면 안된다.

ALWR을 개발하기 위한 국제적인 협력은 몇가지 이점이 있다. 첫째 시험과 개발을 위한 투자는 어느 한 기관에서 감당하기에는 벽찬 것이어서 전력업체, 공급업체, 정부가 혼연일체가 되어 그들의 자원을 공동관리하고 공동목표를 세워서 그 결과를 나누어 가질 수 있다. 또 다른 개발방법으로는 세계적인 최선의 기술과 노하우를 규합해서 이루는 협력사업을 들 수 있다. 이같은 접근방식이 GE社의 ABWR 개발에서 성공적으로 이루어졌고 최근에는 동사의 SBWR(단순화 BWR) 개발사업에 전세계에서 40개 기관이 협력하고 있는 실정이다.

이 협력사업의 또다른 특징은 이 원자로가 많은 수요자들의 다양한 요구에 부응할 수 있도록 설계돼 있다는 것이다. 이의 바탕이 돼 있는 기술은 표준화돼 있지만 전세계의 어느 전력회사의 요구도 충족시

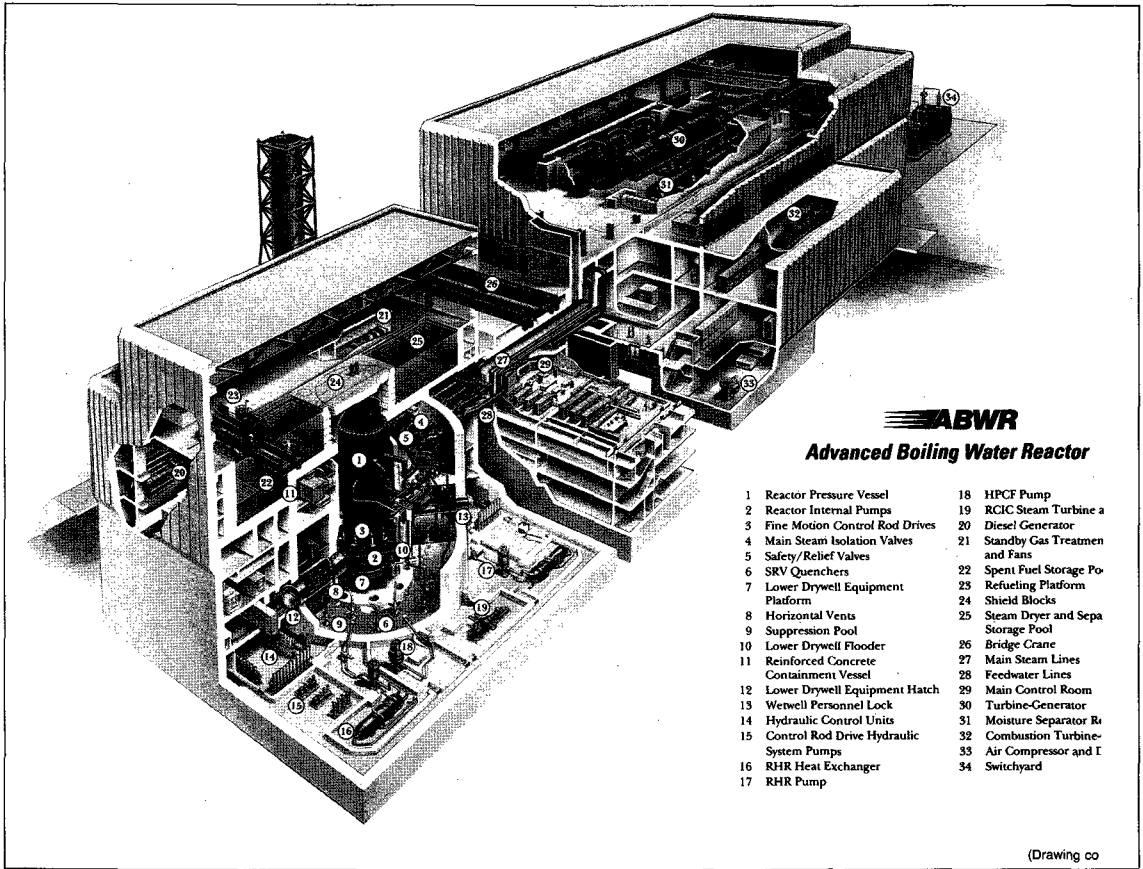
킬 수 있다.

만약 한국이 ALWR을 선택하는 경우에는 이 점이 한국에게는 매우 중요하다. ABWR 발전소는 가까운 장래에 日本에서 상업운전이 이루어질 것이고 장차 미국과 臺灣에서도 상업운전을 시작할 가능성이 높다. 따라서 ABWR의 기술적인 바탕은 이미 확립돼 있는 셈이다. 이같은 기술의 지원은 한국이 자체적인 능력을 확보하는데 이용될 수 있을 것이다.

국제적인 차원에서 볼 때 국제협력사업에 참여한다는 것은 한국에게는 큰 이득을 가져올 것으로 보인다. 또한 이같은 협력사업에 참여하는 비용은 그다지 많은 것은 아니다. 만약 한국이 이 ABWR의 FOAKE 사업에 참여하기를 원한다면 1천만달러 정도만 투자하면 된다. 이같은 투자로 한국은 이미 3억달러가 투자된 원자로 설계자료에 접할 수 있을 것이다. ABWR 개발을 위해 앞으로도 FOAKE 사업을 통해 1억달러가 더 투자될 것으로 보인다. 이 사업에 투자함으로써 얻는 이득은 이것을 양적으로 나타내기는 어렵지만 예를 들면 한국의 엔지니어들이 GE社 엔지니어들과 함께 설계작업도 할 수 있게 된다. 한국 엔지니어들은 원자로설계에 관한 이해를 높이고 원자력발전소 설계에서 처음 시도되는 정보관리시스템의 운용을 경험하게 되는 것이다.

모든 유형의 비교선택

최근의 국제적인 추세로 보아 한



ABWR
Advanced Boiling Water Reactor

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1 Reactor Pressure Vessel | 18 HPCF Pump |
| 2 Reactor Internal Pumps | 19 RCIC Steam Turbine a |
| 3 Fine Motion Control Rod Drives | 20 Diesel Generator |
| 4 Main Steam Isolation Valves | 21 Standby Gas Treatment and Fans |
| 5 Safety/Relief Valves | 22 Spent Fuel Storage Pool |
| 6 SRV Quenchers | 23 Refueling Platform |
| 7 Lower Drywell Equipment | 24 Shield Blocks |
| 8 Horizontal Vents | 25 Steam Dryer and Sepa Storage Pool |
| 9 Suppression Pool | 26 Bridge Crane |
| 10 Lower Drywell Flooder | 27 Main Steam Lines |
| 11 Reinforced Concrete Containment Vessel | 28 Feedwater Lines |
| 12 Lower Drywell Equipment Hatch | 29 Main Control Room |
| 13 Wetwell Personnel Lock | 30 Turbine-Generator |
| 14 Hydraulic Control Units | 31 Moisture Separator R |
| 15 Control Rod Drive Hydraulic System Pumps | 32 Combustion Turbine-System Pumps |
| 16 RHR Heat Exchanger | 33 Air Compressor and I |
| 17 RHR Pump | 34 Switchyard |

(Drawing co)

국도 단 한 가지 ALWR 노형만을 고려할 것이 아니라 모든 노형을 비교검토할 필요가 있다. 예를 들어 미국의 전력회사와 에너지성은 최근 미국의 1,300MWe급 표준노형으로 GE社의 ABWR을 선택했고 미국 원자력규제위원회도 이 ABWR의 형식승인 검토작업을 마무리하고 있는 단계여서 가까운 시일내에 이 노형이 ALWR로서는 미국에서 최초로 형식승인을 받을 것으로 전망된다. 이같은 두 가지 사태발전으로 앞으로 미국에서 일련의 ABWR 건설이 이루어질 것으로 보인다. 앞서도 말했듯이 ABWR이 현재 日本에서 건설되고 있고 이에 따른 동형의 후속기 건설이 계획돼 있다. 또한 ABWR은 臺灣電力의 7, 8호기 입찰에서 강력한 후보로 경합을 벌이게 될 것

이다.

이같은 이유 때문에 ABWR이 한국의 합리적인 선택대상으로 등장하고 다른 노형도 이같은 기준에 따라 검토될 것이라는 것이 일반적인 전망이다.

결론

어떤 ALWR을 선택한 다음에는 한국의 기술자립을 위한 기술이전과 ALWR 프로젝트 착수시기가 문제로 남을 것이다. 최근의 국제적인 관행으로 보아 기술이전은 이제 더 이상 문제될 것이 없다. 세계를 상대로 사업을 벌이고 있는 다른 공급업체와 마찬가지로 GE社도 자체능력을 보유하려는 한국과 같은 나라들의 정당한 요구를 수용하고 있다. 예를 들어 GE社의 원

전사업본부는 日本과 유럽을 비롯해 세계적으로 많은 기술이전계약을 맺고 있다. 한국에서도 GE社는 터빈과 관련된 기술이전계약을 맺고 있고 한국원자력연구소에서 진행중인 한국형 액체금속냉각로 개발사업에도 협조하고 있다.

오늘날과 같은 세계 경제구조에서는 어떤 제품이 성공을 거두게 되면 이것이 즉각 전세계의 바이어들에 의해 채택되는 경향이 있다. 원자력발전분야도 예외가 아니어서 GE社의 ABWR과 같은 개량형 경수로도 신규 원자력발전소의 표준노형으로 급신장할 조짐을 보이고 있다. 국제적인 추세로 보아 한국도 이제 ALWR 기술을 도입할 시기가 되지 않나 생각된다.■