

# 原電

...

# 가

국제 유가의 고공행진 랠리가 멈추지 않고 있다. 또한 온실가스 감축 의무라는 무거운 짐을 짊어질 날도 멀지 않았다. 모든 상황을 둘러 볼 때 국내 에너지 산업은 위기에 처해 있다고 해도 과언이 아니다. 특히 시간이 갈수록 그 위기는 점점 크게, 그리고 더 빨리 다가올 것이다.

상황이 급박하게 돌아가는 지금 세계 에너지 산업에서 '원자력발전'은 매력적인 대안이 아닐 수 없다. 향후 세계적으로 치열하게 벌어질 석유, 석탄 등을 둘러싼 자원 쟁탈전에서 살아남기 위해서라도 원전은 필수불가결한 존재이다.

에너지 전문가들은 인도와 중국 등 거대한 개발도상국들이 향후 더 많은 에너지원 확보에 나서게 되면 자원 쟁탈전은 더욱 치열해 질 것으로 예상하고 있다. 이미 세계 각국은 미래에 벌어질 상황을 예견이라도 한 듯, 원전 확보에 열을 올리고 있다. 특히 지난해부터 원전을 포기했던 국가들이 원전 확대 정책을 수립하고, 추진하는 등 원전 확보 '붐'이 일고 있다.

이러한 '원전 붐'은 어떻게 보면 우리나라에게 있어서는 기회로 다가온다. 해외진출을 위한 노력이 꾸준히 이어져왔지만, 그동안 이렇다할 성과는 사실 없었다. 그러나 이제 그 서막을 알리는 신호탄이 곧 쏘아 올려질 것으로 보인다.

원전의 해외진출에 있어 가장 중요한 것은 원전기술이지만, 그에 따른 운영능력이 필수적으로 뒷받침돼야 한다. 원전의 경우 안전성이 매우 중요하기 때문에 얼마나 잘 운영돼 왔는지에 대한 검증이 반드시 뒤따르게 된다.

무엇보다 국내 원전 산업의 해외진출 가능성이 어느 때보다 높은 것은 기본이 탄탄하기 때문이다. 우리나라의 경우 원전 이용률, 가동률, 고장률 등 어느 하나 빠지는 것이 없다. 특히 2005년도 세계 원전 이용률에서 1위부터 5위까지 우리나라 원전이 모두 차지한 것으로 나타나 국내 원전 운영 능력의 우수성을 한껏 뽐내고 있다. 즉 가동 중인 원전

을 가장 잘 활용하는 국가라는 것이다. 그만큼 운영능력과 기술력이 뛰어나다는 뜻이기도 하다.

국내 원전의 해외진출 가능성이 높다는 분석도 여기서 출발한다고 볼 수 있다. 그동안 나타난 국내 원전 운영 능력을 종합적으로 정리해봤다.

## 작년 이용률 상위권 싸움이

원전의 이용률과 가동률은 모두 원전의 안전성, 경제성을 나타내는 중요한 지표중의 하나다. 특히 원전설비 이용의 효율성과 활용도를 나타내는 지표인 원전 이용률은 설비의 건전성 및 운영인력의 우수성 등 발전소 운영기술수준을 평가하는 중요한 척도이다.

그러나 우리나라의 경우 원전을 처음 가동했던 초기에는 이렇다할 두각을 나타내지는 못했다. 우리나라 원전 이용률은 1978년 국내 최초로 고리 1호기가 상업운전을 시작한 이래 1990년 초까지는 70% 수준에 불과했다. 하지만 원전 운영기술과 경험이 부족했던 초창기의 어려움을 극복하고 지속적인 운영기술을 향상시켜 1991년부터 80%대로 진입했고, 1993년 이후에는 87% 이상의 높은 이용률 수준을 유지했다.

특히 지난 2001년 발전부문의 경쟁체제가 도입된 이후에는 국내 원전 평균이용률이 2001년 93.2%, 2002년 92.7%, 2003년 94.2%, 2004년 91.4%를 기록하는 등 세계 원전 평균 실적인 78.8%(2004년 기준)를 크게 웃돌았다.

지난 2003년도에는 미국의 원자력 전문지인 'Nucleonics Week'지의 세계 원전 이용률 조사에서 국내 원전 중 고리3호기, 울진3호기, 영광 4호기가 각각 104.8%, 104.42%, 102.93%의 이용률을 나타내 1, 2, 4위를 각각 차지하는 기염을 토했다.

당시 이용률 10위권 이내에는 우리나라 원전 3기를 비롯

해 미국 원전 5기, 일본 원전 2기 등이 포함됐다.

2004년도에는 세계 원전 436기 중 올진 4호기가 103.3%로 일본의 이카타 3호기(104.1%)에 이어 2위를 차지했으며, 고리2호기(101.9%)가 5위를 차지한바 있다.

그리고 드디어 지난해 세계 원전 이용률에서 1위부터 5위까지 우리나라 원전이 모두 차지하는 성과를 거뒀다.

최근 'Nucleonics Week' 가 작년 세계 원전 운영실적을 분석한 결과, 고리4호기가 104.85%로 1위를 차지했고, 영광3호기가 104.14%로 2위를, 올진1호기와 영광1호기가 각각 103.80%로 공동 3위를, 월성3호기가 102.29%로 5위를 기록했다.

1위부터 5위까지 최상위권을 모두 석권한 것이다. 작년 평균 이용률 면에서도 세계 443기의 원전 평균 이용률이 79.2%에 불과했지만 우리나라가 운영중인 20기의 원전은 평균 94.97%의 높은 이용률을 기록했다.

### 일본은 2010년 85%가 목표

이러한 국내 원전의 이용률 수치는 이웃나라 일본의 이용률 수치와 비교해보면 얼마나 대단한 성과인지를 쉽게 비교할 수 있다.

일본 경제산업성 원자력안전·보안원이 지난해 초 발표한 '2004년도 일본의 원자력 발전소 설비 이용률'에 따르면, 상업용 원자력 발전 53기의 설비 이용률은 68.9%인 것으로 나타났다. 이것도 전년도 실적보다 9.2포인트 증가한 것이다.

물론 동경전력의 원자력 데이터 부정 문제 등으로 정검 기간이 장기화된 플랜트 등이 2004년 운전을 차례차례 재개한 것 등이 영향을 줬지만, 원전 선진국이라 할 수 있는 일본의 경우에도 이용률은 그다지 높지 않다.

일본은 이처럼 원전의 이용률이 낮아지자, 이를 향상시키기 위한 다각적인 방안을 지난해 마련하기도 했다.

지난해 초 일본 전력업계는 이산화탄소의 배출원단위를 2010년도에 90년도 대비 약 20%를 삭감하는 것을 목표로 '환경 자주 행동 계획'을 수립했는데, 이는 2010년도 원전 이용률을 85%로 상정하고, 장기 사이클 운전의 도입, 원자

로 출력 증강, 정기 검사의 유연화 등을 통해 대응한다는 방침이었다.

현재 국내 원전 평균 이용률이 90%를 한참 상회하고 있는 점을 감안하면 매우 낮은 수치다.

### 가동률도 평균 80% 이상

이처럼 국내 원전 이용률은 이미 오래전부터 선두권을 유지하고 있었다. 지난 1985년 월성 1호기가 이용률 세계 1위(98.4%)를 달성한 이래 이번 고리 3호기까지 수십 차례에 걸쳐 1위를 기록했다. 이용률 100% 이상을 기록한 횟수도 23차례나 된다.

이와 함께 원전 가동률(연간시간에 대한 발전소의 연간 실제 가동시간) 역시 꾸준히 향상돼 1990년 이후 평균 80% 이상의 높은 실적을 보이고 있다.

이처럼 국내 원전이 해를 거듭할수록 보다 우수한 운영 실적을 기록하는 것은 건설단계부터 각종 기기 및 설비를 철저한 기준과 규정에 따라 설계, 제작 및 설치하고 있으며, 운전 중 기기와 계통의 성능이 저하되지 않도록 철저한 유지, 보수 및 설비를 운영하는 운전 및 정비요원들의 정예화를 목표로 체계적인 교육훈련을 실시하고 있기 때문이다.

### 고장건수도 호기당 1회 미만

국내 원전 운영의 우수성은 고장정지 건수에서도 나타난다. 고장정지는 1년 동안 정상 운전 중 기기고장 또는 인적요인에 의해 발전소가 일시 정지한 건수를 의미하는데, 안전성과 전기품질 확보 측면에서 원전의 운영관리 수준을 나타내는 지표이다.

원전에서 발생한 사건은 그 영향을 고려해 '0등급'에서부터 '7등급'으로 사건을 분류하고 있다. '0등급' 사건은 '등급이하' 사건, '1~3 등급' 사건은 '고장(Incident)', '4~7 등급' 사건은 '사고(Accidnet)'로 구분하고 있다.

원자력 발전 초기단계인 1980년대 중반까지 호기당 연 평균 5건 이상의 높은 고장정지율을 보였으나, 1990년대 들어서부터는 운영경험과 관련 기술의 축적으로 호기당 1

건 내외로 안정됐으며, 1998년 이후에는 연간 호기당 1회에도 미치지 않는 우수한 실적을 보이고 있다.

국내의 경우 2004년도에는 가동원전 19기에서 모두 12건의 고장정지가 발생해 호기당 연평균 고장정지율은 0.6건을 기록했다.

한국원자력안전기술원이 발표한 '2005년도 원전 사고·고장 사례' 내용에 따르면 지난해 총 20기의 국내 원전에서 발생한 사건은 1월 6일 울진 5호기가 제어봉위치지시기 고장에 의해 원자로가 정지된 이래 12월 20일 영광 2호기의 주발전기 보호용 거리계전기 동작에 따른 터빈-발전기 및 원자로 정지까지 총 18건인 것으로 나타났다. 역시 호기당 1회 미만이었으며, 모두 '0등급' 즉, 등급 이하 사건인 '경미한 고장'으로 평가됐다.

이러한 실적이 역시 그냥 얻어지는 것은 아니다.

고장정지를 감소시키고 운영실적 향상을 위해 국내 각 원전에서는 국·내외 인적요소와 관련된 고장 및 정지사례를 집중 분석한 후 국내 원전의 운전 및 정비 업무에 적용하고, 인적실수 및 아차사례 경험 발표회를 통해 유사사례의 재발장비를 위해서도 적극 노력한 결과이다.

이와 함께 고장정지와 관련된 취약설비 개선과 설비 신뢰도 향상에도 최선을 다한 결과라는 분석이다. 각 원전에서는 고장정지 관련 주요 기기와 고장 빈발가능 기기에 대한 체계적인 관리와 주요회로의 다중화, 주요 전자회로 패널의 운전환경 개선, 그리고 비정상 신호를 유발할 가능성이 있는 부품에 대해서는 일정기간 사용 후 교체 등 설비의 안전성과 신뢰성 확보에 많은 노력을 기울여 왔다.

## 2004년 OCTF 10기 달성 기록도

한주기 무고장 안전운전(OCTF) 현황을 봐도 국내 원전 운영의 우수성을 파악할 수 있다. OCTF는 연료교체 후 다음 연료교체 시기까지 발전정지 없이 연속운전 하는 것을 의미하는데, 원전의 운전·정비·관리 등 모든 분야에서 우수한 능력을 직접적으로 보여주는 지표이다.

'2005 원자력백서'에 따르면 국내 원전의 경우 2004년도에는 19기의 가동원전 중 고리1,2,3,4호기 및 영광 1,2호

기, 월성 1,4호기, 울진 1,3호기 등 10기의 원전에서 OCTF를 달성, 한해 최다 무고장 안전운전을 기록하는 쾌거를 이뤘다.

지난해에도 월성 2호기, 영광 3호기, 월성 3호기 등이 OCTF를 달성했다.

이러한 원전의 높은 이용률·운영률 실적은 원전운영경험 및 기술력도 바탕이 되어 하지만 우선적으로 설비의 신뢰도 및 안전성이 확보돼야 가능하다.

## 신규원전 건설로 초석 다진다

국내 원전 운영자인 한국수력원자력(주)은 신규원전 건설에 있어서도 원전 설비의 안전성 및 신뢰도 확보에 최선을 다하고 있다.

건설에 들어간 신고리 1,2호기와 신월성 1,2호기의 경우 한국표준형원전을 참조발전소로 해 3년간의 설계개선 1,2단계 사업을 통해 일체형원자로상부구조물, 복합건물 등 97개의 개선사항이 반영된 개선형 한국표준원전으로서 한국표준형원전 대비 안전성과 경제성의 향상은 물론, 원전 종사자의 운전 편의성과 방사선피폭 저감을 도모하는 한편 합성구조물공법과 원자로냉각재계의 자동융접 등 신공법 적용으로 건설성을 제고했다.

특히 이러한 설계 최적화외에도 전사적자원관리시스템(ERP)을 건설에 적용해 건설에 필요한 모든 자원을 실시간 관리하는 선진화된 업무 프로세스를 통해 원전건설의 궁극적인 목표인 설비의 신뢰성과 안전성 확보를 이룬다는 계획이다.

한편 신고리 3,4호기는 설비용량 140만kW급 가압경수로형(PWR)으로 신형경수로1400(APR1400)을 최초로 적용하는 발전소이다.

'APR1400'은 그동안의 국내 원전건설 및 운전경험을 토대로 세계 신형원전에서 채택하고 있는 최신의 안전설비와 기준(원자로용기직접주입, 비상노심냉각수 유량조절장치, 안전감압계통, 원자로건물 내 핵연료 재정전수조설치 등)을 적용해 사고방지는 물론 만일의 경우 사고가 발생해도 그 영향을 최소화할 수 있도록 중대사고 완화 측면을 설

계개념에 대폭 반영했다.

'APR1400' 이 상업운전에 들어갈 경우 그동안의 원전 운영 실적등과 함께 국제적으로 안전성이나 경제성 측면에서도 국제적인 경쟁력을 갖출 수 있게 돼 해외 시장 진출에 매우 유리한 고지를 선점할 수 있을 것이라 전망이다.

### 해외진출 '꿈' 만은 아니다

한수원은 지난해 루마니아 원자력공사(SNN)가 발주한 체르나보다 원전 2호기 안전성 분석수행 국제경쟁입찰에 참여해 미국 Washington, 영국 NNC와 캐나다 AECL 등 세계 유수의 원전 기술업체와 경쟁한 결과 낙찰자로 선정돼 루마니아 원자력공사와 용역수행 계약을 체결하기도 했다.

특히 이번 용역은 체르나보다 원전2호기의 핵심설비인 원전연료취급계통에 대한 안전성을 분석하는 고도의 원전 기술로서 우리나라가 원전해외사업을 추진한 이래 국제경쟁입찰에 참여해 수주한 최초의 계약으로 우리의 기술력과 경쟁력이 세계적으로 입증된 쾌거로서 그 의미가 크다.

이처럼 국내 원전 산업의 해외진출에 있어 충분한 경쟁력을 갖고 있다고 볼 수 있다.

우리나라는 전력수요 둔화, 환경문제 등으로 원전건설을 중단한 선진국과는 달리 국내에 원전을 지속적으로 건설하고 있어 기술이 계속 발전하고 있을 뿐 아니라, 국내 사업과 해외사업을 연계해 추진함으로써 국내 원전사업에서 형성된 팀워크 및 노하우 활용과 공동설계, 공동제작, 공동구매를 통한 경비절감의 가능하기 때문에 해외시장에서 경쟁력을 확보하고 있다.

특히 세계 원전 시장도 국내 원전 사업의 해외 진출의 가능성을 높여주고 있다는 지적이다. 무엇보다 기후변화협약에 따른 교토의정서 발표 이후 원전 건설을 중단했던 국가들마저 원전 정책을 재검토하기로 하는 등 르네상스 시대의 도래를 예고하고 있다. 이처럼 시장이 커진다는 것은 그만큼 진출 경로가 다양하는 것을 의미하며, 이는 곧 성공가능성을 높여준다.

중국, 베트남, 인도네시아 등 아시아 국가 및 루마니아 등 동구권 국가들을 중심으로 원전 도입 노력이 두드러지고 있

는데, 이미 한수원이 이러한 국가들과 함께 원전사업을 중점적으로 추진하고 있어 매우 낙관적이라는 지적이다.

한편 현재 세계 원전 시장에 있어 가장 큰 관심을 받고 있는 곳은 다름 아닌 중국이다. 중국의 경우 2003년 기준으로 전체 발전설비용량(3억5500만kW)에서 원전은 약 1.7%(610만kW)에 불과하다. 현재 원전 9기(670만kW)가 운영 중에 있으며 2기(200만kW)는 건설 중에 있다. 하지만 중국은 급증하는 전력수요에 대처하기 위해 2020년까지 전체 발전설비를 8억kW로 건설하고 원전설비는 3600만kW(전체설비용량의 4%)로 확대할 계획이다.

이는 총 20~30기의 원전이 들어선다는 것을 의미하는 것으로 이를 금액으로 환산하면 약 500억 달러 규모가 될 전망이다.

이미 미국, 캐나다, 러시아, 프랑스 등 세계적인 원전 국가들이 중국 원전 건설 시장을 차지하기 위해 치열한 물밑 수주전을 벌이는가 하면 정부 고위 관계자들이 중국을 제3차처럼 찾아다니면 원전 비즈니스를 벌이고 있다. 우리 정부도 지속적으로 중국과 유기적인 관계를 맺으며, 한국형 원전의 중국 진출을 모색하고 있다.

우리나라의 경우 국외선진기술 도입, 표준화 및 반복건설을 통한 기술자립화 경험을 보유하고 있어, 중국 측에 노하우 전수가 가능하다. 무엇보다 지리적으로 인접해 실시간 기술자문 및 애로사항 해결, 공동 부품관리 등 협력가능성이 높다. 중국으로서도 속내는 '국산화'로 원전기술의 국산화 경험을 갖고 있는 우리나라를 벤치마킹할 가능성이 매우 크다는 분석이다.

아울러 인도네시아, 베트남, 루마니아 등 실현 가능성이 있는 국가에 대해서도 적극적인 노력이 필요하다. 특히 인도네시아의 경우 2016년 최초 원전 상업운전 목표로 장기적인 원전 도입 계획을 재추진하고 있으며, 최초 원전 건설 이후 2025년까지 5~7기의 신규원전을 추가 건설할 계획이라 향후 한국표준형원전 사업 진출에 잠재력이 매우 큰 국가로 접쳐지고 있다. 또 베트남 역시 2020년까지 1200~4000MW 규모의 원전을 도입할 계획으로 우리에게 있어 매우 중요한 국가로 떠오르고 있다.

< >