



## 전기 에너지 산업 現場을 가다

# 한국수력원자력(주) 월성원자력본부

우리나라의 유일한 가압중수로형 원전  
신월성 1,2호기 한국형원전 신기술 적용, 안전성 한층 강화

경북 경주시 양남면 나아리에 위치하고 있는 월성원자력본부는 총 4기(월성 1~4호기)의 중수로 원전이 가동 중이며, 시설용량 67만 8천kW의 월성 1호기는 고리원전 1호기에 이은 국내 두 번째 원전이다.

월성 1호기에 이은 70만kW급 월성 2, 3, 4호기는 각각 1997년, 1998년, 1999년에 준공되어 운전 중에 있으며, 월성원자력(총 4기)은 총 277.8만kW 용량으로 우리나라 전기

생산량의 약 6.4%를 공급하고 있다. 또한 2012년 3월과 2013년 1월 준공을 목표로 신월성 1, 2호기가 건설 중에 있다.

월성원자력은 국내 유일의 가압중수로형 원전으로 천연우라늄을 연료로 사용하고, 감속재와 냉각재로 중수를 사용해 운전 중에 핵연료를 교체하는 특성을 가지고 있다.

월성 1호기는 지난 1983년에 준공된 이래 5번의 한주기 무고장 안전운전과 전 세계 약 436기의 원자력발전소 중 발전설비 이용률 1, 2위를 각각 4회, 3회씩 달성하였고, 월성 3호기와 4호기는 발전설비 이용률 세계 1위를 각각 2회, 1회 기록했으며, 한주기 무고장 안전운전도 3호기가 5회, 4호기가 6회를 달성해 운영 실적이 우수한 원전으로 평가 받고 있다.

신월성 1, 2호기는 각각 시간당 100만kW의 전기를 생산하게 되며, 본격적인 상업운전이 이뤄지면 경북지역에서 사용하는 전력의 90% 공급을 담당하게 될 전망이다.

## 청정 에너지메카 월성원자력 본부

시설 용량 67만 8600kW급의 월성 1호기는 우리나라 두 번째 원전이자 최초의 중수로형 원전이다. 1975년 공사에 들어간 월성 1호기는 1983년 4월 22일 역사적인 상업운전을 시작했다.

월성 1호기 준공으로 우리나라의 발전설비는 1,030만 4,000kW로 늘어났다. 1945년 8월 15일 광복 당시 19만 9,000kW로 출발했던 우리나라의 전력설비는 이날 드디어 설비용량 1,000만kW 돌파 기록을 달성하게 된다. 특히 가압중수로형인 월성 1호기는 천연우라늄을 연료로 사용하기 때문에 농축우라늄을 사용하는 경수로에 비해 원전 연료의 국산화를 촉진하는 계기가 됐으며, 중수로 연료는 사용 후 연료의 교체도 운전 중에 수시로 할 수 있어 연료교체를 위해 운전을 멈춰야 하는 경수로보다 이용률이 높은 장점이 있다.



▲ 월성 1호기 기공식 장면

월성 1호기의 준공을 계기로 우리나라는 원전 연료 공급원의 다각화와 함께 캐나다와의 기술협력 증진 및 해외 협력 진출에도 밝은 전망을 안겨 주었다.

1988년 올림픽 이후 경제 활성화로 인해 전기수요가 늘어남에 따라 1990년대 안정적인 전력공급을 위해 1989년 5월 한전은 월성 2호기의 건설기본계획을 최종 확정하고, 1992년

8월 전문기관의 안전성 평가 및 원자력위원회의 심의 의결을 거쳐 과학기술처로 부터 건설 허가를 최종 승인받게 된다.

월성 2호기는 1991년 7월 착공하여 월성 1호기 옆에 70만kW급의 중수로형 원전으로 건설됐다.

1997년 월성 2호기의 준공으로 우리나라는 원전 도입 19년 만에 1,000만kW를 돌파했으며, 이로 인해 원자력발전은 국내 전력수요의 약 36%를 담당하는 중추적 에너지로서의 위상을 굳히게 됐다.



▲ 월성 2호기 원자로 설치



▲ 월성 3호기 최초 콘크리트 타설

월성 3·4호기 건설은 1991년 10월 정부의 장기 전력수급계획에 따라 가시화되어 그해 11월 기압중수로형(각각 70만kW급)으로 월성 1호기 인접 부지에 건설기로 건설기본계획이 확정했다.

공사는 1992년 10월 부지정지공사를 시작으로 1993년 8월 본관 기초굴착공사 착수와 함께 착공식을 갖고 본격적인 공사에 들어갔다. 이듬해 3월 3호기 최초 콘크리트 타설에 이어 7월에 4호기도 최초 콘크리트 타설 공사를 시행했다.

특히 4호기 격납용기 축조 공사는 '슬립 폼'이라는 특수한 공법을 이용해 이음매가 없는 철근 콘크리트 일체형으로 벽체를 축조함으로써 착공 17일 만에 완료하는 신기록을 달성했다.

1995년 후반부터 주요설비 설치공사가 본격화되어 그해 10월 3호기 원자로 건물 벽체 및 상부 돔 축조 완료, 원자로 설치에 이은 한국중공업이 제작한 3호기의 터빈발전기가 11월 설치됐다.



월성 4호기의 주요 설비 설치공사도 1996년부터 본격화되어 5월 14일 국내 최초로 국산화한 70만kW급의 천연우라늄을 사용하는 중수로형 원자로가 설치되었다.

월성 3,4호기 건설 계약 시 한전은 중수로 원전 기술 자립기반 및 유지보수와 설비개선 기술 확보를 위해 가압중수로 원자로 설비 자료와 전산코드를 비롯해 중수로 연구개발 배경 정보 및 향후 10년 동안 한전이 사용권을 소유하는 내용이 포함된 '중수로 기술전수 협정' 을 캐나다 원자력공사와 체결하는 성과를 거뒀다.

월성 3,4호기 건설은 국산화율이 69%로 국내 중수로 원전 기술의 축적에 큰 역할을 담당했으며, 이러한 경험을 바탕으로 중국 친산원전 시운전 요원 훈련, 기술자문용역, 한국중공업의 원자로 기기 수출 추진 등 본격적인 중수로 원전의 해외수출 기반을 구축하는데 밑거름이 됐다.

선형 발전소인 월성 1,2호기와 동일한 가압중수로형으로 건설되어 설비개선은 물론 최신 기술기준과 인허가 요건을 적용해 안전성과 신뢰성을 최대한 증진시켰다.



▲ 월성 4호기 최초 연료 장전

또한 동일 설계개념 적용 및 건설 경험의 활용으로 월성 3호기의 경우 당시로서는 국내 원전 건설사상 52개월이라는 최단기간에 건설을 완료하여 공사비를 크게 절감하기도 했으며, 월성 3, 4호기의 준공으로 연간 100억kWh의 전력을 생산해 약 1,600만 배럴의 석유대체 효과를 얻게 됐다.

월성원자력 발전량 누계 (2011년 8월말 기준)

(단위 : MWh)

구 분	누계 발전량	상업운전일
1호기	132,742,638	1983. 04. 22
2호기	83,093,459	1997. 07. 01
3호기	78,215,668	1998. 07. 01
4호기	71,767,422	1999. 10. 01
계	365,819,187	-

월성원자력본부 설비현황

구 분	설계용량	건설 소요기간	원자로형	사용연료	기기공급		건설 방식
					원자로	터빈발전기	
월성 1호기	67.8만kW	5년 10개월	가압 중수로형 (PHWR)	천연우라늄	캐나다 원자로공사 (AECL)	PARSONS	계약자 주도형
월성 2호기	70만kW	5년 8개월				두산중공업 /GE	한전 주도형
월성 3호기		4년 10개월					
월성 4호기		6년 1개월					
신월성 1,2호기	개선형 한국표준 경수로 원전 (100만kW × 2기)						

- 가동 현황(2011년 9월 기준)

67.8만kW급의 월성 1호기와 70만kW급의 2,3,4호기가 정상 가동 중에 있다. 월성원자력은 국내 총 발전량(화력 등 포함)의 약 6%를 담당하고 있으며, 신월성 1,2호기 상업운전 및 월성 4개 호기의 정상 운전 시 국내 총 발전량의 약 8%를 담당, 경북지역 연간 전력 소비량의 99%를 공급할 것으로 예상된다.

- 계속운전 등 향후 계획 및 전망

2012년 11월로 운영 허가기간이 만료되는 월성 1호기 계속운전에 대한 정부의 심사를 받기 위해 2009년 12월 교육과학기술부에 안전성평가보고서를 제출, 현재 정부가 종합적이고 엄격하게 계속운전 안전성 평가를 수행 중에 있으며, 계속운전 승인은 법령에 제시된 '안전기준을 만족할 경우'에만 가능하다.

우리나라는 설계 시 예상된 수명 이후 원전의 안전성 확보를 위해 국제원자력기구(IAEA)에서 권고한 주기적 안전성 평가(PSR, Periodic Safety Review)에 미국의 운영허가 갱신 제도(LR, License Renewal)를 추가 도입해 한층 강화된 기술 기준을 적용하고 있다.

즉, 유럽(프랑스, 독일, 스위스 등)이나 일본 등 선진 국가들에서 적용하는 10년 주기의 주기적 안전성 평가(PSR)에 주요기기 수명 평가, 방사선 환경영향 평가를 추가해 더욱 엄격한 기준으로 안전성을 평가하며, 정부에서 이를 18개월 이내에 철저히 심사하게 된다.

## 신기술 · 신공법으로 건설되는 명품 발전소 신월성 1,2호기

신월성 1, 2호기는 2005년 9월 전원개발사업 실시 계획 승인 후 부지정지공사를 시작해 현재 약 96%의 사업 종합공정률을 보이고 있다.

총 사업비 4조 7천억 원이 투입되는 신월성 1, 2호기 공사는 약 7년에 이르는 대규모 플랜트 공사로 수만 명의 일자리를 창출해 지역경제 활성화에도 큰 기여를 하고 있다.

현재 신월성 1호기는 원자로를 비롯해 증기발생기, 원자로 냉각재 펌프, 터빈 발전기 등 핵심 설비 설치를 완료하고, 연료장전 및 1호기 준공을 위해 마무리 작업이 한창 진행 중이다. 신월성 2호기는 지난해 5월 원자로 설치 후, 올해 1월에 초기전원가압을 수행했고, 11월에 상온수압 시험을 실시할 계획이다.

계획대로 순조롭게 공사가 진행되면 1호기는 2012년 3월, 2호기는 2013년 1월인 준공예정일에 맞춰 모든 공사가 마무리 된다. 세계 최고수준의 원전 수출국에 걸 맞는 명품 원전 건설을 위해 신월성 1, 2호기는 지금까지의 국내외 건설 경험을 모두 반영해 다양한 신기술, 신공법이 가장 많이 적용되고 있는 원전이다.



▲ 신월성 1,2호기 건설 전경

국내 최초로 수중 취배수 방식을 채택해 해안으로부터 860m, 바다 속 20m 깊이에서 저온의 수중 해수를 취수함으로써 취수량을 줄이고 낮은 온도의 해수를 사용할 수 있다. 이를 통해 발전소의 냉각 효율을 높이고 냉각과정에서 열 교환된 온배수는 560m 떨어진 수중에 방류해 온배수가 해양 생태계에 미치는 영향을 최소화하도록 친환경적으로 건설되고 있다.

신월성 원전은 공기 단축과 공정개선을 위해 다양한 신공법이 적용되어 건설되고 있다. 원자로 건물 격납철관(CLP)을 기존 2단 모듈 설치에서 3단 모듈 인양 공법으로 적용하고, 원자로 건물 상부돔도 3회에서 2회 인양으로 줄여 후속 공정인 철근작업 기간을 단축하였다. 이외에도 원자로 냉각재 배관의 경우 자동용접 방법으로 개선하고 원자로 냉각재배관(RCL) 작업과 원자로내부구조물(RVI) 작업의 병행 시공 등 최신 기술을 적용해 건설 품질향상과 공정을 단축시키고 작업효율도 높였다.

아울러 시공분야에서는 공장이나 현장 가공장에서 설비를 사전 제작하고 모듈화 공법을 적용해 설치 공정을 단순화하는 한편 안전성 관련 건물인 보조건물과 복합건물의 철근콘크리트 슬라브 시공에 Deck Plate 공법을 적용했다.

기존에 사용하던 철근 연결방법인 케드웰드 방법을 나사식 연결방법인 BMS 방법으로 개선했고, 복잡한 설비로 구성되는 원자로 상부구조물을 일체화하여 제작하였다. 이에 따라 원전이 정상 운전에 들어가면 계획 예방정비 기간을 단축할 수 있어 이용률 향상에도 많은 기여를 할 것으로 기대된다.



▲ 신월성 1호기 원자로건물 내부

신월성 원전은 동경주 지역을 국내 원전의 중심지로 변모시키는 중요한 요소가 될 전망이다. 신월성 원전과 방폐장이 준공되면 동경주는 캐나다 중수로형 원자력 발전소, 한국형표준원전인 기압경수로, 방폐장, 한수원(주) 본사 등 원전 관련 산업들이 집결된 원자력에너지의 총 본산지로 자리매김하면서 우리나라 원전사업을 주도해 나갈 추진력이 한층 강화될 것으로 예상된다.

또한, 우리나라 전력수급 안정화 역할 담당은 물론, 이에 따른 에너지 절감은 연간 약 1,800만 드림의 석유(석탄의 경우 약 540만 톤) 수입 대체효과를 거두게

되면서 에너지 해외의존도 저감에도 크게 기여할 것으로 예상된다.

신월성 1,2호기의 본격적인 가동에 따라 1년간 생산되는 전력량은 약 164억kWh로 이는 울산광역시에서 8개월간 소비할 수 있는 전기소비량에 해당하며 지역경제발전에도 큰 기여를 할 전망이다.

그동안 우리나라는 지속적인 원전건설 및 무사고 운영의 노하우를 축적함으로써 작년 UAE 원전수주라는 쾌거를 이뤘다. 이를 시작으로 신월성 1,2호기는 OPR1000노형의 참조 발전소로 안전하게 건설·운영됨으로써, 우리나라의 원전수출에서 APR1400과 함께 수출모델로서 중요한 역할을 담당하게 될 전망이다.

## 본부장 Interview

### 본부장 경영방침

나의 경영 철학은 '살맛나고 신나는 직장 월성본부' 를 만드는 것입니다.

우리는 지난해 전 직원이 각고의 노력을 기울인 결과 한수원 내부 경영평가에서 5개 본부 중 최우수 사업소로 선정됐습니다. 올해는 지난해의 장점은 더욱 발전시키고 부진한 점은 철저하게 분석해 2년 연속 최우수 사업소로 선정되는 것이 최대 목표입니다.

저는 취임식에서 '법고창신(法古創新)' 이란 고사성어를 강조했습니다. 옛것을 본받아 새로운 것을 창조한다는 뜻으로, 옛것에 토대를 두되 그것을 변화시킬 줄 알고 새 것을 만들어 가되 근본을 잃지 않아야 한다는 뜻입니다.

법고창신의 뜻을 새기며 주어진 목표를 향해 조직원 하나하나가 각자 역할에서 최선을 다한다면 그 어떠한 목표가 주어지더라도 이룰 수 있고, 이런 목표를 달성하는 것이야말로 조직원이 바라는 '신나고 살맛나는 직장' 을 만드는 것이라고 생각합니다.

### 원전건설 및 운영에 따른 안전성, 친환경성 문제에 대한 견해

원전의 안전성은 아무리 강조해도 지나치지 않습니다. 원전 종사자 모두가 안전 최우선 마인드를 갖고 초기 건설 과정에서부터 원전 운영에 이르기까지 각고의 노력을 기울이고 있습니다. 기술적으로는 "이정도면 되지 않겠느냐"고 판단할 수 있지만 지금 국민들이 원자력발전에 요구하는 수준은 그야말로 완벽한 안전성, 한줌의 의심할 여지가 없는 무결점에 가까운 안전성입니다.

원전 건설에 있어 안전성이 갖는 의미는 기술적 관점을 초월했다는 것입니다.

최고의 안전성은 본부장 한사람에게서 나오는 것이 아니라 원전 운영에 참여하는 개개인 모두의 손끝에서 열의와 열정으로 발휘되는 안전의식, 즉 안전문화가 일상화 되어야 할 것입니다. 원자력은 지구온난화를 대비할 수 있는 최선의 에너지원입니다. 적은 양의 연료로도 많은 에너지를 만들 수 있는 원자력에너지는 온실가스를 많이 배출하는 석유나 석탄 같은 화석 에너지와 달리 연료 공급이 안정되고 가동 중 이산화탄소를 배출하지 않는 깨끗한 에너지원입니다.



월성원자력본부 이용태 본부장

- 산업대 기계공학과, 한양대학교산업대학원 기계공학과 졸업
- 1979년 한국전력공사 입사
- 2004년 영광원자력본부 2발전소 기술실장
- 2006년 고리원자력본부 제1발전소장
- 2007년 월성원자력본부 신월성건설소장
- 2008년 원자력발전기술원 건설기술실장
- 2009년 울진원자력본부장
- 現 한수원 월성원자력본부장



### 계속운전 등의 민원 또는 장애 대처방안

원전의 건설·운영에 있어 민원 예방이나 원만한 해결을 위해 지역과의 신뢰 구축이 무엇보다 중요하다고 생각합니다. 지역민과의 민원을 해결하는데 주민의 입장에서 생각하고 추가민원 발생이 없도록 최선의 노력을 기울이고 있으며, 지역과 함께하는 월성원자력이라는 목표 아래 지역공동체 경영의 실현을 위해 노력하고 있습니다. 월성 1호기의 계속운전 여부는 지역은 물론 우리나라 원전 산업의 중요 현황 중 하나입니다. 계속운전 여부는 사업자인 월성원자력이나 한수원에서 선택할 수 있는 것이 아니라, 교육과학기술부에서 발전소의 건전성과 방사선 등 주변 환경영향을 엄격하게 평가한 후 필요한 설비와 시설의 개선을 통해 충분히 안전성이 확보될 경우에만 허용하고, 그렇지 못할 경우 폐로 수순을 밟게 될 수도 있습니다.

원자력 사업은 안전성 확보와 주민들의 동의 없이는 원활하게 진행할 수 없습니다. 월성 원자력 인근 지역은 한수원 직원 및 협력사 직원과 가족 약 3,000여명이 지역주민들과 30여 년을 동고동락 해 온 안전한 공간이며, 우리는 지역의 정서에 대해 누구보다 잘 알고 지역경제 발전을 위해 힘써왔습니다.

앞으로도 지역과 상생하고 함께 발전하기 위해 노력할 것입니다. 지역과 공감대를 형성하여 월성 1호기의 계속운전을 보장하고, 원전 안전 운영을 위해 주민들과의 지속적인 대화로 모든 정보를 공유하고 원활한 의사소통을 해나갈 것입니다.

### OPR1000 노형인 신월성 1,2호기 사업 의미

개선형 한국표준원전으로 건설되고 있는 신월성 1,2호기는 신기술·신공법이 가장 많이 적용된 원전으로 각종 설계 개선 및 경제성 제고를 통해 건물체적 16%, 시공물량은 최대 27%를 감소시킴으로써 약 2,600억 원의 건설비가 절감됐습니다. 운영 및 유지보수 비용 절감까지 포함할 경우 경제성은 더욱 높아지게 됩니다.

한국형 표준원전(OPR1000)의 선진 건설 기술 및 공법은 건설공기 단축뿐만 아니라, 건설 품질 향상과 운영성과를 통해 안전성을 높여 세계 원전시장에서 OPR1000의 경쟁력 확보에 기여할 수 있을 것으로 기대하고 있습니다.

신월성 1,2호기는 OPR1000으로 국내에서 건설되는 마지막 발전소로서 동남아시아 등 100만kW급의 원전이 요구되는 지역에 원전수출 시 참조 발전소가 될 것입니다.



▲ 신월성 2호기 원자로 설치

우리나라 산업 원동력을 제공하게 될 신월성 1,2호기는 건설 및 운영 시 지역주민의 채용과 지역 업체의 공사 참여를 확대해 지역경제 활성화 및 지역사회와의 공존공영에 기여함은 물론, 지속적인 품질관리와 기술혁신 노력으로 세계 최고의 신뢰도를 자랑하는 원자력발전소를 건설해 국가경제 발전에 크게 기여할 것입니다.

### 월성원전의 강점 등 본부의 자랑거리

월성원자력은 2010년 한수원 내부 경영평가에서 5개 사업 본부(월성, 고리, 울진, 영광, 한강수력)중 최우수 사업소로 선정됐습니다.

평가 항목 중 청렴도 분야에서 종합 1위를 달성한 월성원자력은 협력 회사와의 동반성장을 위해 전 직원이 혼연일체가 되어 고객만족도 향상을 위한 다양한 노력을 기울였으며, 내부 청렴도 부문에 있어서도 단 한 건의 비리나 부패 행위 없이 투명하고 공정한 기업이미지를 구축하는 데 크게 기여하였습니다.



▲ 원전 주제어실

이외에도 경영효율 향상을 위한 예산·조직·민원 관리 및 국가정책에 부응하기 위한 환경친화경영과 중소기업 지원 분야 등에서도 좋은 평가를 받았습니다. 특히, 안정적인 원전 운영에 심혈을 기울여 단 한 건의 고장도 없었으며, 산업안전 사고 부문에서도 무재해 목표를 달성, 올해는 지난해에 이어 무재해 목표 5배수 달성에 박차를 가하고 있습니다.

올해도 원전 안전운영과 청렴도 향상을 비롯한 경영효율성 극대화로 월성원자력이 국가와 회사의 기대에 부응하는 최고의 사업소로 자리매김할 수 있도록 각고의 노력을 기울여 나갈 계획입니다.

### 전기인에 대한 당부의 말씀

최근 전국적으로 발생한 정전사태를 보듯이 전기는 사람이 살아가는데 반드시 필요한 에너지입니다. 특히 우리나라 전력 공급의 약 40%를 공급하고 있는 원자력에너지는 석유 한 방울 나지 않는 우리나라의 경제성장을 이끌어준 소중한 에너지원입니다.

하지만 지난 3월 일본에서 발생한 후쿠시마 원전 사고 이후 원자력발전이 전 세계적으로 위기를 맞고 있습니다. 위기는 기회라고 했습니다. 위기를 전화위복의 발판으로 삼아 원자력 발전에 종사하는 모두가 하나가 되어 책임감을 갖고 자신의 위치에서 최선을 다한다면 원자력 발전의 안전성 확보는 물론 국민들의 신뢰를 받는 좋은 기회가 될 것이라고 생각합니다. KEA