

# 산청양수발전소 준공과 그 의의

주 성 철  
한국동서발전(주) 건설처장

## 1. 에너지의 선택

인류가 처음 불을 사용하기 시작하면서 인간의 생활에 커다란 변화가 일어나기 시작하였다. 불을 이용하여 음식을 가공하고 추위로부터 자신을 보호하였으며 가축의 에너지, 풍력 및 수력과 같은 자연에너지를 기술적으로 이용하는 방법을 터득하였다.

그 이후 동력기관인 증기기관의 발명으로 에너지 이용방법에 비약적인 발전을 가져왔으며 전기의 발견과 전기에너지의 이용기술은 인류문명을 획기적으로 바꾸는 계기가 되었다. 이제 전기는 국가 경제성장을 뒷받침하고 국민생활을 풍요롭게 하는 원동력이 되었으며 전기사용량은 곧 산업발전과 문화수준을 가름하는 척도가 되고 있다.

그러나 세계적으로 산업활동이 활발해짐에 따라 에너지 소비가 급격히 증가되면서 화석연료의 고갈과 지역간의 갈등, 환경문제 등 에너지 다량 소비로 인한 많은 문제점이 야기되고 있다.

앞으로 많은 발전설비를 확충해야 하는 반면 부존자원이 없어 에너지의 대부분을 수입에 의존하고 있는 우리의 실정을 고려할 때 보다 적극적이고 합리적인 에너

지 정책의 추구가 필요하며, 전기에너지를 생산해내는 전원을 무엇으로 어떻게 구성하는가 하는 문제는 향후 에너지 산업의 구도와 전력산업의 발전은 물론 국가 경쟁력 확보에도 지대한 영향을 미치기 때문에 국가적 차원의 신중한 접근이 필요하다.

## 2. 에너지 정책과 전원개발사업

우리 나라의 전원개발은 '60년대에는 주로 무연탄과 수력이 주종을 이루었으나 '60년대 후반에 들어 급격한 수요 증가에 대응하기 위해 석유화력 중심의 건설이 이루어졌다. '70년대 초반 이래 석유파동으로 인한 고유가와 그 여파는 경제성장 둔화 등으로 나타나 전반적인 에너지정책의 변화와 탈석유 전원개발 정책을 촉발하는 계기가 되었고 '70년대 중반 이후 탈석유 전원개발 정책을 지속적으로 추진해 온 결과 오늘날 다양한 전원을 확보할 수 있게 되었다.

그 동안의 전원구성 추이를 살펴보면, 전력계통의 규모가 그리 크지 않았던 '60년대 중반까지는 국내 부존 에너지원인 수력자원의 개발과 무연탄에 의존하여 전원개발을 추진하여 왔으나, 경제규모의 확대에 따라 국내

〈에너지원별 설비용량〉

(단위 : MW, %)

구 분	원자력	유연탄	국내탄	가스	석유	양수	일반수력	계
1961년	-	-	223 (60.8)	-	1 (0.3)	-	143 (38.9)	367 (100)
1970년	-	-	537 (21.4)	-	1,642 (65.5)	-	329 (13.1)	2,508 (100)
1980년	587 (6.3)	-	750 (8.0)	-	6,897 (73.4)	400 (4.3)	757 (8.0)	9,391 (100)
1990년	7,616 (36.2)	2,680 (12.7)	1,020 (4.9)	2,550 (12.1)	4,815 (22.9)	1,000 (4.8)	1,340 (6.4)	21,021 (100)
2000년	13,716 (28.3)	12,740 (26.3)	1,291 (2.7)	12,689 (26.2)	4,866 (10.0)	1,600 (3.3)	1,549 (3.2)	48,451 (100)

※ ( ) 안은 구성비

에너지 자원만으로는 증가하는 전력수요를 충당할 수 없게 되자 당시로서는 경제성과 물량확보 측면에서 유리했던 석유화력을 주종으로 전원개발을 추진하였다.

그러나 '70년대 초 제1차 석유파동의 영향으로 전력 공급이 불안해짐에 따라 '70년대 중반부터는 석유의존도 경감과 전원 다원화를 위하여 원자력과 유연탄화력을 주 전원으로 하기 위한 정책전환을 적극적으로 추진하였는데, 기저전력 공급은 유전소화력으로부터 원자력 및 유연탄 화력으로 전환하였고, 첨두전력 공급은 양수 발전을 기저와 조화시켜 적정량을 계획하였는 바, 이는 '80년대 전반의 제2차 석유파동의 후유증을 다소나마 슬기롭게 극복할 수 있었던 기반이 되었다.

또한 단위기 설비용량의 증대와 선진화된 건설기술로 발전소 이용률과 열효율이 선진국 수준에 이르고 이로 인해 발전원가가 낮아지는 등 발전설비의 양적 확충과 질적 개선을 동시에 이루었는데 이는 에너지 정책방향

이 적절했음을 말해준다.

### 3. 양수발전 방식의 도입

우리 나라는 최초의 원자력발전소인 고리원자력 1호기가 준공되면서 세계 21번째 원자력발전소 보유국으로 원자력발전 시대를 개막하였고 그 이후 1980년 4월에는 우리 나라 최초의 양수발전소인 청평양수발전소가 준공되었는데 당시로서는 새로운 형식의 발전소였다. 이와 같이 선진분야였던 원자력과 양수발전소를 건설할 수 있었던 것은 20~30년 앞을 내다 본 장기적 안목의 성과였다.

이후 대용량 기저발전설비가 지속적으로 건설됨에 따라 심야시간대 부하감소로 인한 설비운영에 어려움을 겪게 되었으며 이를 해소하기 위하여 삼랑진, 무주 등의 양수발전소가 건설되었다. 또한 지난 해 12월에는 산청

〈가동 및 건설중인 양수발전소〉

발전소 명	청평양수	삼랑진양수	무주양수	산청양수	양양양수	청송양수
총 설비용량	400MW	600MW	600MW	700MW	1000MW	600MW
단위기 구성	200MW × 2	300MW × 2	300MW × 2	350MW × 2	250MW × 4	300MW × 2
상업운전일	1980. 1	1985. 12	1995. 4	2001. 12	2006. 6	2006. 12

양수발전소 1, 2호기가 준공되면서 가동중인 양수발전설비는 8기 2,300MW가 되었고 양양양수발전소(250MW 4기)와 청송양수발전소(300MW 2기)가 준공되는 2006년 말에는 14기 3,900MW에 달할 전망이다.

#### 4. 양수발전의 특징

양수발전소는 무한순환 사이클을 통하여 수자원활용을 극대화하기 위한 설비로서 전력계통 운영측면에서 가장 필요로 하는 순시적 수요조절 능력과 대용량 전기저장 능력을 보유하고 있다. 기동과 정지에 소요되는 시간이 짧고 부하추종을 위한 출력조정 특성이 양호하여 전력계통 수급조절에 탁월한 기능을 발휘하고 경부하 시간대의 여유전력을 이용한 양수운전으로 기저부하 발전소의 이용률과 열효율 향상을 기할 수 있으며 발전에 이용될 양수된 수력은 전력의 저장과 같은 효과를 나타낸다.

〈양수발전의 역할〉

**경부하시 양수(부하 기능)**

- 대규모 심야부하 창출
- 화력발전소 기동정지 감소로 이용률 및 열효율 향상
- 대용량발전소 고장 시 양수동력 차단으로 계통안정도 향상

**첨두부하시 발전(전원 기능)**

- 운전예비력으로 활용
- 발전원가가 높은 발전기의 대체 효과
- 부하 추종능력 우수로 주파수 조정용 발전소 역할 수행

#### 5. 양수발전의 적정 건설규모

양수발전설비는 부하/전원 가역성과 순시 응답성으로 보유설비가 많을수록 전력계통 운영에는 유리하나 설비비중이 적정수준보다 높을 경우 이용률이 저하되고 잉여설비에 대한 투자비 손실로 종합발전원가가 상승하게 된다. 반대로 적정수준보다 비중이 낮을 경우에는 양수발전설비보다 발전원가가 비싼 LNG 복합화력 및 일부 석유화력이 첨두전력 공급설비로 운영되므로 역시 종합발전원가가 상승하게 되어 적정규모 유지가 필요하다. 과거 장기전력수급계획시 계획한 양수발전설비 구성비는 계획 최종년도 기준으로 5~7% 수준이었다.

〈장기전력수급계획의 전원구성계획〉

구 분	전원 구성비(%)					
	원자력	석탄	가스	석유	양수	기타
1991계획(2006년 기준)	39.6	30.2	17.0	3.0	7.3	2.9
1993계획(2006년 기준)	37.7	29.8	17.6	4.8	7.0	3.1
1995계획(2010년 기준)	33.1	27.3	27.7	4.4	5.4	2.1
1998계획(2015년 기준)	34.2	26.8	24.5	5.9	6.7	1.9
2001계획(2015년 기준)	33.0	26.8	23.8	7.6	6.9	1.9

외국의 경우 양수발전설비는 국가별 부하형태, 전원구성, 지리적 여건 등에 따라 달라 직접 비교는 어려우나 전원구성비 측면에서 대략 3~11% 수준을 유지하고 있다.

〈외국의 양수발전설비 비중〉

(단위 : %)

구분	한 국	일 본	대 만	영 국	프랑스	독 일	이태리
1995	5.0 (70.6)	11.2 (55.2)	10.9 (67.5)	4.1 (67.4)	4.0 (66.2)	5.1 (69.9)	10.5 (50.3)
2005	5.6	10.7	6.1	3.5	3.8	5.1	8.6

\* ( ) 안은 부하율, 영국, 프랑스, 독일, 이태리는 '94년 부하율

## 6. 산청양수발전소 준공과 그 의의

산청양수발전소 1호기의 상업운전 개시로 우리 나라 발전설비는 5000만kW를 넘었으며 이는 지난 1997년 9월 4000만kW를 넘어선지 4년 만의 일로 1961년 한국 전력공사 출범 당시의 발전설비용량 36만kW에 비해 무려 136배가 증가한 것이다.

그 동안 발전설비 건설기술도 비약적으로 발전하여 플랜트 설계, 기자재 제작, 설치 및 시운전 등을 대부분 국내 기술로 수행하고 있고 이 과정에서 축적된 기술과 경험인력을 바탕으로 국내 연관산업이 발전하였음은 물론 해외사업 진출에도 크게 기여하였다.

아울러 발전소 운영기술도 비약적으로 향상되어 열효율, 소내전력률, 고장정지율, 발전원가 등 발전회사의 운영능력을 가름하는 주요지표는 선진 전력회사 수준을 능가하고 있으며, 지난 해 12월에는 한국동서발전(주)가 보유한 당진화력발전소가 미국 유수의 전력전문지인 Power Engineering사가 세계 각국의 발전소중 건설과 운영 측면에서 가장 우수한 발전소에 수여하는 “올해의 발전소상(Project of the Year Award)”을 수상하여 건설 및 운영능력이 세계적 수준임을 입증하였다.

산청양수는 국내 양수발전소 중 국내 최대용량인 70만kW(35만kW 2기)로서 총 낙차 427.5m인 순양수식 지하발전소로 건설되었으며 플랜트설계는 삼안건설기술공사, 수차발전기 제작은 두산중공업/알스툼, 설치시공은 삼부토건과 두산중공업이 수행하였다.

산청양수발전소는 제1차 장기전력수급계획시(1991. 10) 건설이 계획되어 1995년 2월에 착공하였으며 1호기는 2001년 9월, 2호기는 2001년 12월에 상업운전을 개시하였고 총사업비는 5800억원이 소요되었다.

또한 환경친화적 발전소 건설을 목표로 지역주민의

생활환경 개선과 환경보호에도 많은 투자를 하여, 발전소 인근 거림계곡을 가로막아 만든 하부담 주위에 이주단지를 조성하여 현대식 마을이 들어섰으며 주변도로 건설로 교통여건도 예전과 비교할 수 없을 정도로 편리해지는 등 지역과 함께 하는 발전소로서 그 역할을 다하고 있다.

뿐만 아니라 환경훼손을 최소화하기 위하여 건설중에도 절개지 등에 주위환경과 조화를 이루는 대규모 조경사업을 병행하고 댐 건설로 인한 기상변화를 조사하기 위해 3개소에 기상관측설비를 설치하였으며 저수지내 수질오염 방지를 위한 수중보, 어류서식지 보호를 위한 뗏목, 어류산란장을 설치하는 등 환경친화적 발전소 건설을 위하여 노력하였다.

산청양수발전소 건설에는 여러가지 최신공법이 적용되었는데 수직 수로터널 굴착시 종전에 사용했던 RC(Raise Climber) 공법 대신 진동, 소음이 거의 없고 사고 발생률이 적으며 정밀도가 높은 RBM(Raise Boring Machine) 공법을 채택하였다. 댐 형식도 기존의 사력댐이나 콘크리트 중력댐이 아닌 콘크리트 표면 차수벽식 석괴댐(Concrete Faced Rockfill Dam)을 발전용으로는 처음 적용하여 시행하는 공법이며, 기존 댐에 비하여 건설비를 약 30% 절감하였다. 또한 시공중 기상영향을 적게 받아 공사기간도 단축할 수 있어 경제성을 높이는 효과도 거두었다.

산청양수발전소 건설에 적용된 이들 최신 공법은 우리나라의 건설기술을 한 단계 끌어올린 것으로 평가되며 향후 건설기술 발전에 큰 도움이 될 것으로 기대하고 있다.

끝으로 최신의 발전기술과 건설기술이 도입된 국내 최대규모의 산청양수발전소 준공으로 전력계통의 안정적인 운영과 경제급전에 따른 계통비용 최소화에 크게 기여할 것으로 기대된다. 