

제9장 수 력

이용천 · 김영랑

9.1 수력개발의 연혁

9.1.1 1960년대 이전

국내 수력발전의 구성 비율은 1996년말 기준으로 설비 용량으로는 우리 나라 전체 발전설비 용량 3,570만kW의 8.7%인 309만kW에 지나지 않으며 발전량으로는 전체의 3%에도 미치지 못하는 실정이지만, 우리 나라의 전력사업은 초기에는 수력 위주로 시행되었다. 해방전 발전 설비의 대부분이 산악지역이 많아 수력발전의 입지 여건상 유리하고 중공업 시설이 편재되어 있던 북한지역에 집중되어 있었기 때문에 해방후 1948년 5월 북한 측의 일방적인 단전으로 남북의 전력계통이 단절됨으로서 북한으로부터 총 전력수요의 60% 이상을 공급받고 있던 남한은 극심한 전력난을 겪게 되었다.

해방 당시 남한 지역에 건설되어 있던 수력발전 설비로는 북한강 청평 발전소의 39,600kW와 섬진강의 구 섬진강댐에서 동진강으로 유역변경시켜 발전한 후 동진강 하류 지역의 농경지에 관개용수를 공급하던 운암 발전소 5,120kW와 칠보 발전소(현재의 섬진강 발전소) 14,400kW, 그리고 섬진강 지류 보성강에 위치한 보성강 발전소의 3,120kW 등 총 62,240kW에 불과하였다.

남북 분단 후 38선 이남에 위치한 전력 공급원으로서 중요한 역할을 수행하던 청평 수력발전소는 6.25사변으로 발전설비의 대부분이 파괴된 것을 전쟁 기간중 복구하고 60년대말에 79,600kW로 설비를 증설하여 오늘에 이르고 있다.

섬진강댐은 종전 후 국토건설사업의 일환으로 구댐 지점에 댐높이를 높인 신댐을 건설하고 섬진강 발전소의 기존 1호기에 더하여 14,400kW의 2호기를 증설하는 공사를 1961년에 착수하여 1965년 완공하였다. 또한 섬진강댐의 저수량을 유효하게 발전에 이용하기 위하여 1985년에 운암 발전소를 폐쇄하고 더 큰 낙차를 얻을 수 있는 섬진강 발전소에 6,000kW 1기를 증설함으로써 운암 발전소를 통하여 공급되던 관개용수를 포함하여 동진강 유역으로 공급되는 관개용수는 전량 섬진강 발전소의 발전 방류수로 충당되도록 하였다. 이로써 섬진강 발전소의 설비용량은 총 34,800kW로 증대되었다. 현재 댐은 수자원공사에서 관리하고 발전설비는 한국전력공사에서 담당하고 있으며, 발전소는 동진 농조 관할의 관개용수 수요를 우선적으로 고려하는 방안으로 운영되고 있다.

일제시 수력발전과 남해안 득량만 지역의 농업용수 공급을 위해 건설된 보성강 수력발전소는 1937년 발전을 개시한 이래 50여년간 장기 사용하여 노후된 발전설비를 1990년

4,500kW로 증설 교체하였다.

남한에서 최북단에 위치한 수력 발전소로서 휴전선에 인접해 있는 북한강의 화천 발전소는 38도선 이북에 위치해 있으나 6.25 동란중 수복되어 우리의 전력계통에 편입되었으며, 6.25동란 직후 기존의 54,000kW를 복구하고 1957년에 27,000kW, 1968년에 27,000kW를 각각 증설하여 현재 108,000kW 용량의 발전 설비를 갖추고 있다.

6.25사변으로 파괴된 기존 전력설비의 복구와 더불어 자주적 전력 사업을 위하여 소계곡 발전소 건설이 계획되었으며, 충남북과 경남북 등 10개 후보 지점에 대한 현지 답사를 거쳐 남한강 지류 달천강 상류의 괴산 지점이 최종 개발지점으로 선정되었다. 1952년 발전소 공사를 착공하였으나 자금난 등으로 몇 차례 중단되었다가 1957년에 완공되었다. 괴산 수력발전소는 2,600kW의 소규모이나 당시로서는 어려운 여건 하에서 국내 기술로 설계 시공한 최초의 수력발전소로 평가된다. 괴산댐을 완공하기까지는 해방후 별도의 수력 개발은 전무한 실정이었다.

9.1.2 1960년~1980년

정부는 어려운 전력 사정을 타개하기 위하여 표 9.1에 나타낸 바와 같이 1962년을 기점으로 제1차 전원개발 5개년 계획을 수립하여 당시 가장 긴급한 과제였던 전력난 해소에 역점을 둬으로써 전원개발에 정부 투자의 최우선 순위가 주어졌다. 따라서 수력개발도 급속도로 확충되어 1976년 제3차 전원개발 5개년 계획이 끝나기까지 한강 수계에 1965년에 57,600kW의 춘천, 1967년에 45,000kW의 의암, 그리고 1974년에 80,000kW의 팔당 등 발전 단일목적의 댐이 준공되었다.

춘천시 서북방 12km 지점의 북한강 본류에 위치한 춘천 수력발전소는 일제말엽부터 계획되어 당시 시추 및 도상계획까지 시행된 바 있으며, 1957년에는 한강 종합개발계획의 일환으로 기본조사를 시행하고, 1961년 국토건설 자금으로 한국전력(주)에서 공사를 착수하였다. 춘천댐의 유역면적 4,736km²에는 화천댐 유역면적 3,901km²가 포함되므로 자체 유역은 835km²에 지나지 않는다.

소양강과의 합류점 하류 10km의 북한강 본류에 위치하고 있는 의암 수력발전소는 당초 민간 기업체에 의해 1962년 착공되어 1966년말 준공 예정이었으나 개발규모의 변경 등으로 공정이 지연되다가 정부 시책에 의해 1966년 한전에 이관되어 1967년 공사가 완료되었다.

팔당 수력발전소는 남·북한강 합류점 하류 7km, 서울 북방 약 35km 지점에 위치하며, 북한강 상류 각 댐에서 조절, 방류되는 유량과 남한강에서 유입되는 유량을 이용하여 발전하고 있다. 현재 팔당댐은 전력 생산과 함께 수도권 지역의 생활용수 공급원으로서 더욱 중요한 역할을 담당하고 있는데, 용수는 발전 방류수를 댐 하류에서 취수하여 공급되 발전 불능 시에는 수문을 개방하여 방류시켜 취수하고 있다. 한편 팔당 수력은 충주댐

표 9.1 수력발전소 설비 추이

(단위 : kW)

번호	소유주	발전소명	1961년	1985년	1990년	1995년
1	한국전력공사	화 천	81,000	108,000	108,000	108,000
2	"	춘 천	-	57,600	57,600	57,600
3	"	의 압	-	45,000	45,000	45,000
4	"	청 평	39,600	79,600	79,600	79,600
5	"	섬진강	14,400	34,800	34,800	34,800
6	"	운 압	2,560	폐쇄	폐쇄	폐쇄
7	"	보성강	3,120	3,120	4,500	4,500
8	"	괴 산	2,600	2,600	2,600	2,600
9	"	남 강	-	12,600	12,600	보강공사
10	"	팔 당	-	80,000	80,000	80,000
11	"	강 룡	-	-	-	82,000
12	"	청평 양수	-	400,000	400,000	400,000
13	"	삼량진 양수	-	600,000	600,000	600,000
14	"	무주 양수	-	-	-	600,000
15	"	안 홍	-	450	450	450
16	"	추 산	-	1,400	1,400	1,400
17	"	서귀포	200	폐쇄	폐쇄	폐쇄
18	한국수자원공사	소양강	-	200,000	200,000	200,000
19	"	안 동	-	90,000	90,000	90,000
20	"	대 청	-	90,000	90,000	90,000
21	"	충 주	-	412,000	412,000	412,000
22	"	합 천	-	-	101,200	101,200
23	"	임 하	-	-	-	50,000
24	"	주 압	-	-	-	22,500
25	현 대 건 설	연 천	-	6,000	6,000	6,000
26	한국수력발전	포 천	-	-	400	880
27	대 동 기 업	임 기	-	-	1,100	1,100
28	동 진 농 조	정읍(동진)	-	-	2,000	2,000
29	서 우 수 력	방우리	-	-	2,120	2,120
30	한 여 울	소 천	-	-	2,400	2,400
31	수자원기술공단	광 천	-	-	-	450
32	한 국 수 전	영 월	-	-	-	2,800
33	현 대 건 설	금 강	-	-	1,350	1,350
34	"	금 봉 화	-	-	2,000	2,000
35	현대산업개발	단 양	-	-	2,100	2,100
36	산내소수력	산 내	-	-	820	820
37	영동소수력	덕 송	-	-	-	2,000
38	동진소수력	봉 정	-	-	-	1,920
39	한국수력개발	대 아	-	-	-	3,000
40	경천소수력	경 천	-	-	-	800
수 력 계			143,480	2,223,170	2,340,040	3,093,390

완공으로 조절유량이 증가하고 한강 종합개발사업의 시행으로 방수위가 저하되어 댐 건설 당시보다 낙차가 증가하는 등 발전소의 운용 여건이 크게 변화됨에 따라 현재의 8만 kW의 시설용량을 12만kW로 4만kW 증대시키는 설비 개체 공사를 '95년에 착수하여 '99년 준공을 목표로 하고 있다.

산업사회의 발달에 따라 용수수요가 급격히 증가하고 토지 이용의 고도화 등에 따라 하천 연변의 홍수 피해액이 증대됨에 따라 4대강 유역 종합개발 사업이 수립되고 그 일환으로 발전과 용수공급 및 홍수조절을 겸한 대규모의 다목적댐 건설을 계획하게 되었다. 한강 수계의 소양강 다목적댐은 이와 같은 수자원 종합개발사업으로서 시행된 최초의 다목적댐으로서 1967년 착공하여 1973년 준공되었는데 당시로서는 국내 최대인 200,000kW의 발전 시설용량을 갖추고 있다. 원래 소양강댐은 한국전력주식회사에서 1950년경부터 수력발전 단일 목적댐으로서의 개발 계획을 검토해 오고 있었는데 정부에서 1967년 들어 다목적 개발방식으로 재검토에 착수하여 1968년 소양강 다목적댐 건설계획이 수립되었다.

소양강 다목적댐에 이어서 1976년에 완공된 낙동강 수계의 안동 다목적댐과 1980년 완공된 금강 수계의 대청 다목적댐에는 각각 90,000kW 용량의 발전설비를 갖추고 있으며, 안동댐에는 국내 최초로 양수 겸용의 발전 설비가 설치되어 침투 부하 시에 발전한 물을 본댐 하류의 역조정지에 저류해 두었다가 비침투 부하 시에 본댐으로 다시 양수하여 재사용토록 계획되었다.

9.1.3 1980년 이후

1985년 준공된 충주 다목적댐도 당초는 발전 단일 목적댐으로 검토되었으나 한강 유역 조사사업에서 다목적댐으로 변경 제안되었다. 충주 다목적댐은 1일 2.6시간 침투 발전으로 계획되어 발전 사용수량이 788m³/s에 달하며, 일반수력으로서로는 국내 최대인 400,000kW(100,000kW 4기) 용량의 제1발전소(본댐)와 12,000kW 용량의 제2발전소(역조정지댐)를 갖추고 있다.

이후 1988년에 낙동강 지류 황강에 합천 다목적댐, 1992년에 섬진강 본류에 주암 다목적댐, 1992년에 낙동강 지류 반변천에 임하 다목적댐이 차례로 준공되었으며, 합천댐은 101,200kW(역조정지댐 1,200kW 포함), 주암댐은 22,500kW, 임하댐은 50,000kW의 발전 시설용량을 갖추고 있다.

합천 수력발전소는 댐하류 4.5km에 설치되었는데, 이는 약 3km의 수로 터널을 설치하는 댐수로식으로 개발함으로써 댐식의 발전 방식보다 40m 정도의 총낙차를 더 얻을 수 있었기 때문이다.

주암 수력발전소는 본댐에 설치되어 있지 않고 이사천에 건설된 주암 다목적댐의 조절지점에 설치되어 있으며, 본댐에서 직접 공급하게 되는 광주권의 용수공급량이 증가함에 따라 본댐에서 조절지점으로의 용수보급량은 줄어들 수밖에 없기 때문에 발전설비의 이용율은 점차 감소하게 될 것이다. 임하 발전소의 경우도 2000년에 영천댐 도수로가 완공

되어 임하댐으로부터 2.85m³/s를 금호강 유역으로 도수하게 되면 발전 사용수량 감소로 인하여 20% 정도의 발전량 감소가 예상된다.

1985년 착공하여 6년에 걸친 공사 끝에 1991년 완공을 본 82,000kW 용량의 강릉 수력 발전소는 우리 나라의 수력 개발 역사에 여러 가지의 새로운 기록을 남긴 발전소이다. 강릉수력은 서해로 흐르는 남한강 상류의 송천에 만수위 표고 707.0m의 경사 코어형의 록필댐을 축조하여 저류된 물을 태백 준령을 관통하는 압력 수로 터널을 통하여 동해안 쪽으로 유역 변경시켜 발전한 후 강릉의 남대천으로 방류하는 유역변경 댐수로식 발전소이다. 압력 수로 터널은 국내 수력발전소로는 최대인 15.6km에 달하며, 640m인 낙차 또한 국내 최대를 자랑한다. 수차는 국내에서는 처음으로 입축 펠톤 수차가 설치되었다.

9.1.4 국내 수력발전소의 운전 특성

전력계통의 안정화를 도모하여 주파수와 전압 등의 변동이 작은 우수한 품질의 전력을 공급하기 위해서는 원자력 발전이나 대용량의 화력발전과 같은 기저 부하용의 발전설비와 함께 수력(양수 포함)또는 가스 터빈 등과 같이 부하 변동에 대한 대응 기능이 뛰어난 첨두 부하용의 발전 설비를 갖출 필요가 있다. 특히 수력은 발전 정지에서 최대 출력에 이르기까지의 기동 시간이 2~5분 정도로 짧고(화력은 3~4시간) 부하 변동에 대한 추종 능력이 뛰어나기 때문에 첨두 부하용으로 가장 우수한 발전 설비이다. 따라서 전력계통을 효율적으로 운용하기 위해서 의암, 팔당 등과 같이 유입량에 비하여 저수용량이 작아서 저수지의 조절 능력이 없는 유입식(run-of-river) 발전소나 소수력 발전소를 제외하고는 국내의 모든 수력 발전소는 제한된 댐 유입량과 저수용량 조건하에서 높은 출력을 얻을 수 있도록 댐의 저류량을 1일 4-5시간 정도 첨두 부하 시에만 집중적으로 사용하는 첨두 운전을 하고 있다.

9.1.5 양수발전

가. 양수발전의 특성

우리 나라는 부존 수력자원이 한정되어 있기 때문에 급속히 신장하는 수요에 맞추어서 일반 수력을 계속 개발해 나가는 것은 불가능한 실정이다. 더구나 수력 자원의 개발에는 조사에서 완공까지 최소한 10여년이라는 장기간이 소요되므로 폭발적으로 증가하고 있는 전력 수요와 가용 수력 설비간의 격차는 점점 커질 수밖에 없다.

이상과 같은 일반 수력 개발에서 당면하게 되는 문제점을 상당 부분 해소시키면서 대용량 개발을 가능케 하는 방안으로서 최근 세계적으로 널리 건설되고 있는 수력 개발의 형식이 양수발전이다. 양수발전은 심야 또는 주말과 같이 전력 수요가 상대적으로 적은 시간대에 대용량의 기저(base) 부하 발전소에서 발전한 잉여 전력을 이용하여 하부 저수지의 물을 상부 저수지로 끌어 올려 위치 에너지로 저장하여 두었다가 전력 수요가 많은 시간대에 다시 발전하는 방식이다. 운전 특성은 일반 수력발전과 완전히 동일하지만 일반

수력에 비하여 아주 작은 규모의 저수지를 필요로 하는 반면에 발전 설비는 대용량화 할 수 있기 때문에 침투 부하용으로서는 가장 이상적인 발전 방식이라 할 수 있다.

양수발전이 경제적 타당성을 가지게 되는 두 가지 요인은, 첫째 양수발전소를 건설함으로써 전력 계통의 침투 부하가 증가할 경우 이에 대응하기 위하여 필요하게 되는 대용량 화력 발전소의 추가 건설을 대체하는 효과를 얻을 수 있고, 둘째 침투 부하시에 이에 대응하는 전력 공급을 위해서는 고가의 연료비가 소요되는 화력발전(가스 터빈, 내연 터빈 등)의 운전이 필요하지만 전력계통에 양수발전소가 있을 경우에는 상대적으로 연료비가 저렴한 기저 부하용의 발전소를 계속 운전하여 얻은 동력으로 양수해 두었던 물을 이용하여 침투 부하시에 발전을 하게 됨으로써 전력 계통의 운전비용을 절감할 수 있기 때문이다.

나. 개발 현황

양수발전은 20세기초에 실용화되었는데, 우리 나라에서는 1970년 타당성 조사를 완료하고 1975년초 공사를 착수하여 1980년 2월 상업운전을 개시한 400MW 용량의 청평 양수발전소가 최초이다. 청평 양수발전은 만수위 표고 51m인 기존의 청평댐을 하부 저수지로 이용하고, 만수위 표고가 535m인 상부댐을 축조함으로써 최대 유효낙차 473m를 얻고 있다. 이후 시설용량 600MW의 삼랑진 양수(유효낙차 345m), 600MW의 무주 양수(유효낙차 580m) 등 2개 양수발전소가 각각 1985년과 1995년에 완공되어 전력계통의 효율적 운영에 크게 기여하고 있다. 1994년 공사에 착수한 700MW의 산청 양수발전소(유효낙차 423m)와 1995년에 착공한 1,000MW의 양양 양수발전소(유효낙차 783m)가 각각 1999년과 2003년에 완공되면 우리 나라는 총 3,300MW 용량의 양수발전 설비를 갖추는 셈이 된다.

우리 나라에서 가동중이거나 건설중인 양수발전소는 상부 저수지의 저수량을 거의 대부분 하부 저수지로부터 양수된 수량으로 채우는 순 양수식 발전이다. 발전 설비는 모두 심층 암반에 대규모의 지하 공동을 굴착하여 설치하며, 프란시스 형식의 펌프/터빈은 가역 식으로서 발전 시에는 터빈으로, 양수 시에는 펌프로서 작동한다. 양양 양수 발전소의 경우 세계적으로 손꼽힐 정도로 낙차가 크기 때문에 1단 펌프가 설치된 국내의 다른 양수발전소와 달리 2단 펌프가 설치된다

9.1.6 소수력 개발

가. 개발 특성

정부는 자주적인 에너지 공급기반 구축의 일환으로 대체에너지 기술개발사업을 적극 추진하고 있는데, 10개 사업 분야 중의 하나로 소수력 자원의 개발을 지원하고 있다. 소수력 발전은 민간인이 사업주체가 되어 시행하는 시설용량 3,000kW 이하의 규모가 작은 수력 발전을 말하며, 정부의 다목적댐 또는 한국전력공사의 발전 개발계획 및 지방자치단체의 개발계획에 저촉되지 않는 지점을 선정할 수 있다.

수차에서는 설계유량의 20-30% 정도가 발전이 가능한 최소 유량이기 때문에 물의 이용율이 높은 즉 경제성이 있는 소수력 개발이 되기 위해서는 개발 지점의 유량의 변동폭이 작아야 한다. 따라서 하천의 하상계수(최대 유량/최소 유량)가 대단히 큰 우리나라에서는 자연 하천의 유하량을 이용하는 개발 형식으로는 일반적으로 개발의 경제적 타당성이 확보되지 않는 실정이다. 이런 점에서 관개 용수나 하천유지 용수 등과 같이 거의 일정한 유량이 공급되는 댐의 방류수를 이용하는 소수력 개발이 가장 유리하다고 할 수 있으며, 대다수의 국내 소수력 발전소는 이와 같은 개발 형식이다.

나. 개발 현황

소수력 개발자에게는 에너지 기술개발 및 대체에너지 보급 사업자금에서 기전설비 100%, 토건설비 25%에 대하여 총 소요자금의 80% 범위 내에서 연리 5%의 저리로 시설자금을 융자해 주며, 생산전력의 판매를 원하는 경우는 한국전력공사에서 전량을 구입하고 있다(1996년 구입전력요금: 48.38원/kWh).

1996년말 현재 가동중인 소수력 발전소는 17개소(표 9.2 참조)에 32,800kW이고, 건설중이거나 추진중인 소수력 발전소는 5개소에 6,410 kW이다. 동력자원연구소에서 1982년도에 54개 지점, 1983년도에 39개 지점, 1984년도에 50개 지점을 소수력개발 유망지점으로 조사한 바 있으며, 한국 에너지 기술연구소에서 1992년에 48개 지점을 선정해 두고 있다.

9.2 수력개발의 성과

원래 수력발전은 한국전력공사에서 건설, 운영하게 되어 있었으나, 소양강 수력발전소의 주관 문제로 관련 기관의 엇갈린 주장이 오가다가 다목적댐에 설치되는 수력발전소는 한국수자원공사(당시 수자원개발공사)에서 주관하도록 함으로써 현재 소양강 수력을 비롯하여 이후 건설된 안동,대청, 충주 및 기타 다목적댐의 수력발전소에서 생산되는 전력은 수자원공사로부터 한전이 구매하여 급전하고 있다. 민간이 운영하는 소수력 발전 또한 한전의 송전계통에 연결시키고 생산된 전력을 한전에서 구입하고 있다.

한강 수계의 한국전력공사 산하의 6개 수력발전소(화천,춘천,의암,청평,팔당,청평양수)는 강원도 춘천의 한강계 원격감시 제어소에서 전력설비 및 댐 설비의 운전 상황을 원격계측,감시,제어하는 자동화 운전을 함으로써 인력 감축, 수계의 효율적 이용 등 한강 수계 수력의 합리적 운용을 기하고 있다.

국내 수력발전소의 발전량 추이는 표 9.3과 같으며, 수력 발전소별 최근 5개년의 발전 실적은 표 9.4와 같고 수력발전소의 위치는 그림 9.1과 같다. 이하 발전 단일목적 개발, 양수발전, 다목적댐의 수력 개발 등의 순서로 국내 수력발전소의 주요 특성을 간추려 정리하기로 한다.

표 9.2 소수력 개발 현황

구분	발전소명	위 치	사 업 자	시설용량(kW)	유효낙차(m)	상업운전
가 동 중 소	연천	경기 연천 청산	현대건설	6,000	21.1	'85. 5. 4
	포천	경기 포천 영북	한국수력발전	880	5.0	'86. 2. 1
	임제	경북 봉화 소천	대동기업	1,100	8.0	'86. 8.20
	정읍	전북 정읍 정우	동진농조	2,000	13.0	'86. 1.19
	방우리	충남 금산 부리	서우수력	2,120	10.0	'87. 3. 2
	소천	경북 봉화 소천	한여울	2,400	22.5	'87. 7.20
	금강	충북 옥천 동이	현대건설	1,350	3.5	'88. 3.21
	봉화	경북 봉화 명호	현대건설	2,000	13.7	'88. 9.22
	단양	충북 단양 영춘	현대산업개발	2,100	3.8	'89. 4.12
	내산	전북 남원 산내	산내소수력	820	30.0	'89. 9.20
	광천	전남 승주 주암	수자원기술공단	450	26.4	'91.11.10
	영월	강원 영월 팔괴	한국수전	2,800	6.0	'92. 4. 7
	덕송	강원 정선 덕송	영동소수력	2,000	11.9	'93. 5.20
	봉정	강원 정선 북면	동진소수력	1,920	23.7	'93. 6.17
	대천	전북 완주 동상	한국수력개발	3,000	48.0	'95. 6. 1
	경반	경북 문경 동로	경천소수력	800	26.4	'95. 6. 1
	반변	경북 안동 임하	수자원기술공단	1,060	5.0	'96. 12.
소 계		17 개소		32,800 kW		
건설중 또는 추진중	장남	전북 장수 산서	한국수력전기	750		
	엘림	경북 봉화 소천	엘림	1,220		
	향산	충북 단양 가곡	삼영전력	2,850		
	보령	충남 보령 미산	수자원기술공단	120/530	31.5/19.5	'97. 6.
	영천	경북 영천 자영	수자원기술공단	940	27.1	'99. 6.
소 계		5 개소		6,410 kW		
합 계		22 개소		39,210 kW		

주: 한국전력공사 소유의 추산, 안홍수력은 제외

표 9.3 발전량 추이

단위 : MWh

구분	1961년	1985년	1990년	1995년
수 력	652,611 (한전: 652,611) (기타: -)	3,659,080 (한전: 2,159,226) (기타: 1,499,854)	6,361,353 (한전: 3,738,870) (기타: 2,622,483)	5,477,918 (한전: 3,972,214) (기타: 1,505,704)
전 체	1,772,921	58,007,377	107,669,514	184,660,825
비율(%) (수력/전체)	36.8	6.3	5.9	3.0

표 9.4 수력 발전소별 발전 실적

(단위 : MWh)

발전소명	1991년	1992년	1993년	1994년	1995년	평 균
화 천	250,843	285,425	405,802	197,131	323,310	316,345
춘 천	127,608	156,902	204,001	107,350	160,248	151,222
청 평	278,402	308,217	342,340	211,206	263,753	280,784
의 암	148,823	160,801	195,600	112,100	154,537	154,372
섬진강	136,306	72,305	161,829	62,126	12,293	88,972
보성강	20,121	17,596	12,281	14,774	17,341	16,423
괴 산	9,487	10,906	12,620	6,449	7,081	9,309
남 강	36,764	26,141	34,702	18,655	-	29,065
팔 당	330,638	336,193	374,890	255,027	166,511	292,652
강 룡	244,786	200,526	229,129	126,686	145,075	189,240
청평 양수	645,713	684,628	685,412	610,867	648,151	654,954
삼량진 양수	918,873	1,081,147	1,093,118	1,141,293	1,132,912	1,073,469
무주 양수	-	-	-	-	936,932	936,932
안 흥	1,815	2,140	2,351	1,763	1,676	1,949
추 산	3,645	4,332	4,834	2,761	2,394	3,593
소양강	470,360	457,430	540,820	275,620	453,381	439,522
안 동	152,800	111,110	130,580	115,870	31,796	108,431
대 청	225,670	125,240	282,290	84,030	94,306	162,307
충 주	752,980	568,030	898,800	493,380	718,217	686,281
합 천	227,580	161,350	168,230	142,900	60,637	152,139
임 하	-	5,400	118,330	34,630	18,044	44,101
주 암	57,420	39,960	40,960	22,070	58,736	43,829
연 천	18,586	28,046	28,230	24,144	20,393	23,880
포 천	-	-	-	187	-	94
임 기	2,399	2,950	3,047	2,213	2,088	2,539
정읍(동진)	-	2,094	3,326	1,909	801	2,032
방우리	8,530	8,204	9,382	6,199	5,103	7,484
소 천	9,862	9,362	9,897	6,274	6,431	8,365
광 천	395	3,666	3,512	3,835	3,546	2,991
영 월	-	4,314	5,880	6,465	5,074	5,433
금강	3,046	3,189	4,228	2,269	1,624	2,871
봉 화	8,341	8,311	5,825	6,627	5,533	6,927
단 양	-	9,324	11,491	7,407	7,015	8,809
산 내	3,509	2,453	3,396	1,695	1,734	2,557
덕 송	-	-	-	4,315	5,240	4,777
봉 정	-	-	2,936	3,535	3,918	3,463
대 아	-	-	2,140	2,841	1,119	2,033
경 천	-	-	-	-	970	970
합 계	5,095,302	4,897,692	6,032,209	4,116,603	5,477,918	5,123,945

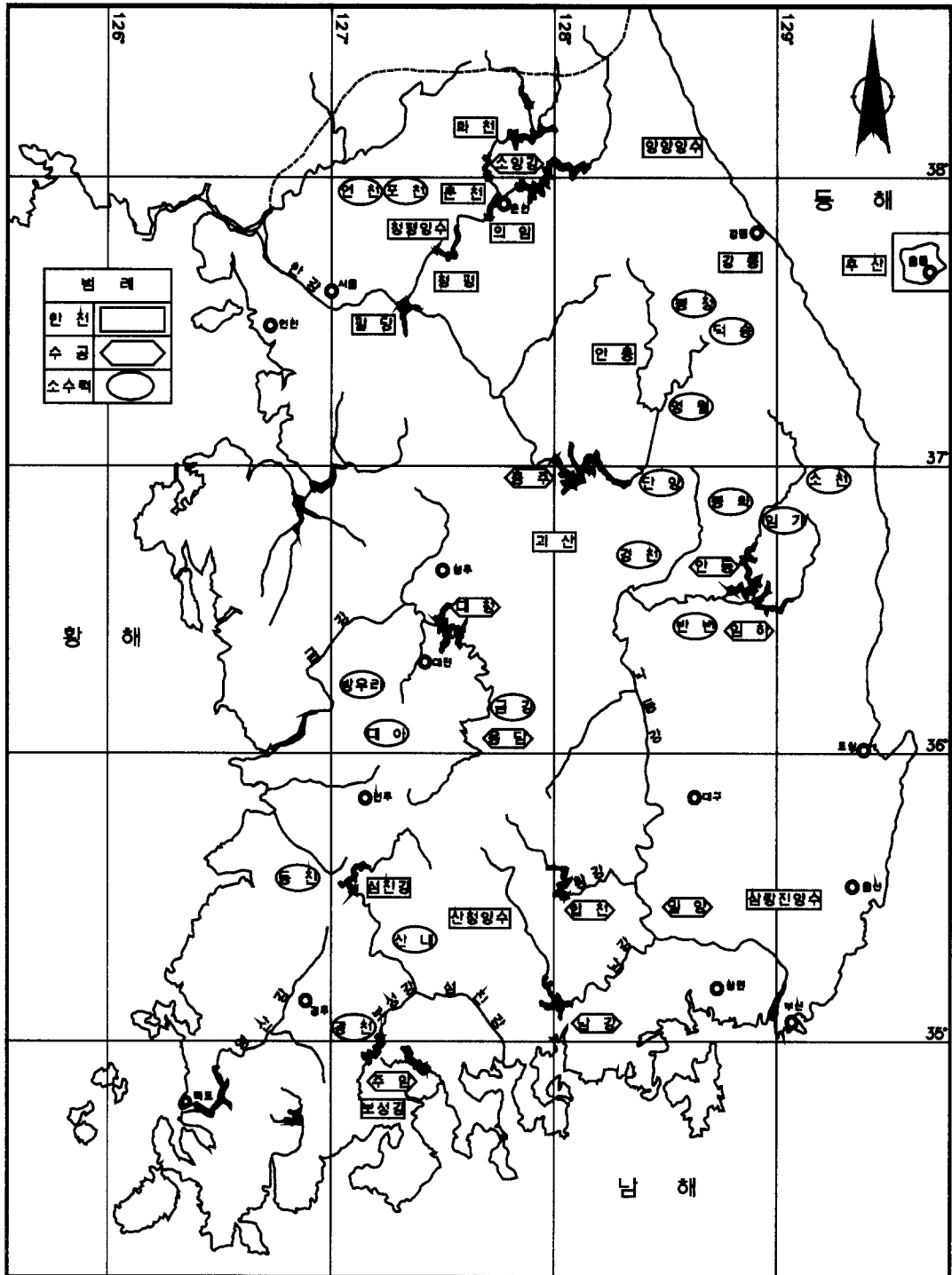


그림 9.1 수력발전소 위치도

9.2.1 발전 단일목적 개발

가. 화천 수력발전소

수계 및 하천	: 한강수계 북한강
유역면적	: 3,901 km ²
댐 위치	: 우안- 강원도 화천군 화천면 조명리 좌안- 강원도 화천군 간동면 어룡리
댐 형식	: 콘크리트 중력식
댐 높이	: 78 m
총 저수용량	: 1,018,426,000 m ³
유효 저수용량	: 658,000,000 m ³
연평균 유입량	: 74.54 m ³ /s
상시 만수위	: El. 181.0 m
이용 수심	: 24.2 m
발전 방식	: 댐수로식
발전소 위치	: 강원도 화천군 간동면 구만리
방수위	: 최고 El. 103.4m , 상시 El. 103.0 m , 최저 El. 102.05 m
발전 사용수량	: 185 m ³ /s
유효 낙차	: 74.5 m
설비 용량	: 108,000 kW (27,000kW × 4)
연간 발전량	: 326,000 MWh
수차 형식	: 입축 프란시스
설비 이용율	: 34.5 %
준공 연월일	: 1호기-1944. 5, 2호기-1944. 10, 3호기-1957. 11, 4호기-1968. 6

나. 청평 수력발전소

수계 및 하천	: 한강수계 북한강
유역면적	: 9,921 km ²
댐 위치	: 우안- 경기도 가평군 외서면 청평리 좌안- 경기도 가평군 설악면 회곡리
댐 형식	: 콘크리트 중력식
댐 높이	: 31 m
총 저수용량	: 185,500,000 m ³
유효 저수용량	: 82,600,000 m ³
연평균 유입량	: 198.67 m ³ /s

상시 만수위	: El. 51.0 m
이용 수심	: 5 m
발전 방식	: 댐식
발전소 위치	: 댐좌안 직하부
방수위	: 최고 El. 27.05 m , 상시 El. 25.0 m , 최저 El. 24.75 m
발전 사용수량	: 372.9 m ³ /s (91.0m ³ /s×2, 190.6m ³ /s×1)
유효 낙차	: 26.0 m(1,2호기), 24.0 m(3호기)
설비 용량	: 79,600 kW (19,800kW×2, 40,000kW×1)
연간 발전량	: 271,500 MWh
수차 형식	: 입축 카플란(1,2호기), 입축프로펠라(3호기)
설비 이용율	: 38.9 %
준공 연월일	: 1호기-1943. 7, 2호기-1943. 10, 3호기-1968. 4

다. 춘천 수력발전소

수계 및 하천	: 한강수계 북한강
유역면적	: 4,736 km ²
댐 위치	: 우안- 강원도 춘천시 서면 오월리 좌안- 강원도 춘천시 신북면 용산리
댐 형식	: 콘크리트 중력식
댐 높이	: 40 m
총 저수용량	: 150,000,000 m ³
유효 저수용량	: 61,000,000 m ³
연평균 유입량	: 89.19 m ³ /s
상시 만수위	: El. 103.0 m
이용 수심	: 5.0 m
발전 방식	: 댐식
발전소 위치	: 댐좌안 직하부
방수위	: 최고 El. 83.6 m , 상시 El. 74.1 m , 최저 El. 72.91 m
발전 사용수량	: 228.4 m ³ /s
유효 낙차	: 28.8 m
설비 용량	: 57,600 kW (28,800kW×2)
연간 발전량	: 145,000 MWh
수차 형식	: 입축 카플란
설비 이용율	: 28.7 %
총 공사비	: 2,284백만원 (외자 3,679천\$, 내자 1,904백만원)

건설 기간 : 1961. 9 - 1965. 2
 설계 용역사 : 일본공영

라. 괴산 수력발전소

수계 및 하천 : 한강수계 남한강 지류 달천강
 유역면적 : 671 km²
 댐 위치 : 우안- 충청북도 괴산군 칠성면 의사리
 좌안- 충청북도 괴산군 칠성면 사은리
 댐 형식 : 콘크리트 중력식
 댐 높이 : 28 m
 총 저수용량 : 15,329,000 m³
 유효 저수용량 : 5,727,000 m³
 연평균 유입량 : 14.52 m³/s
 상시 만수위 : El. 135.65 m
 이용 수심 : 4 m
 발전 방식 : 댐식
 발전소 위치 : 댐좌안 직하부
 방수위 : 최고 El. 115.4 m , 상시 El. 112.6 m , 최저 El. 111.03 m
 발전 사용수량 : 11.54 m³/s
 유효 낙차 : 23.77 m
 설비 용량 : 2,600 kW (1,300kW×2)
 연간 발전량 : 10,836 MWh
 수차 형식 : 입축 카플란
 설비 이용율 : 47.5 %
 총 공사비 : 내자 1,529.5백만원
 건설 기간 : 1952. 11 - 1957. 2

마. 의암 수력발전소

수계 및 하천 : 한강수계 북한강
 유역면적 : 7,709 km²
 댐 위치 : 우안- 강원도 춘천시 서면 덕두원리
 좌안- 강원도 춘천시 신동면 의암리
 댐 형식 : 콘크리트 중력식
 댐 높이 : 23 m
 총 저수용량 : 80,000,000 m³

유효 저수용량	: 57,520,000 m ³
상시 만수위	: El. 71.5 m
이용 수심	: 5.2 m
발전 방식	: 댐식
발전소 위치	: 댐좌안 직하부
방수위	: 최고 El. 56.3 m , 상시 El. 55.3 m , 최저 El. 54.2 m
발전 사용수량	: 340 m ³ /s
유효 낙차	: 15.9 m
설비 용량	: 45,000 kW (22,500kW×2)
연간 발전량	: 161,000 MWh
수차 형식	: 입축 카플란
설비 이용율	: 40.84 %
총 공사비	: 5,869백만원 (외자 4,875천\$, 내자 4,569백만원)
건설 기간	: 1962. 3 - 1967. 11

바. 팔당 수력발전소

수계 및 하천	: 한강수계 남.북한강 합류 지점
유역면적	: 23,800 km ²
댐 위치	: 우안- 경기도 남양주시 조안면 능내리 좌안- 경기도 하남시 배알미동
댐 형식	: 콘크리트 중력식
댐 높이	: 29 m
총 저수용량	: 244,000,000 m ³
유효 저수용량	: 18,000,000 m ³
연평균 유입량	: 283 m ³ /s
상시 만수위	: El. 25.5 m
이용 수심	: 0.5 m
발전 방식	: 댐식
발전소 위치	: 댐우안 직하부
방수위	: 최고 El. 28.8 m , 상시 El. 13.5 m , 최저 El. 11.3 m
발전 사용수량	: 800 m ³ /s
유효 낙차	: 14.2 m
설비 용량	: 80,000 kW (20,000kW×4)
연간 발전량	: 338,000 MWh
수차 형식	: 횡축 발브형

설비 이용율	: 48.3 %
총 공사비	: 19,365 백만원 (외자 14,080천\$, 내자 13,996백만원)
건설 기간	: 1966. 6 - 1974. 5
설계 용역사	: 프랑스 Sofrelec사
시공사	: 대림산업
기타 사항	: 40,000kW 용량 증대 공사를 1995년 착공하여 1999년 준공 예정임.

사. 보성강 수력발전소

수계 및 하천	: 섬진강수계 보성강
유역면적	: 275 km ²
댐 위치	: 전라남도 보성군 겸백면 용산리
댐 형식	: 콘크리트 중력식댐
댐 높이	: 11.9 m
총 저수용량	: 5,695,000 m ³
유효 저수용량	: 4,695,000 m ³
상시 만수위	: El. 127.27 m
이용 수심	: 6.82 m
발전 방식	: 유역변경 댐수로식
도수로	: D= 2.12 m~2.15 m (원형 압력터널) L= 2,202 m
발전소 위치	: 전라남도 보성군 득량면 삼정리
발전 사용수량	: 6.4 m ³ /s
유효 낙차	: 76 m
설비 용량	: 4,500 kW (2,250kW×2)
연간 발전량	: 20,970 MWh
수차 형식	: 횡축 프란시스
설비 이용율	: 53.2 %
발전 개시	: 1937. 3
발전설비 교체증설	: 1988. 10 - 1990. 5

아. 강릉 수력발전소

수계 및 하천	: 한강수계 남한강 지류 송천
유역면적	: 144.9 km ²
댐 위치	: 강원도 평창군 도암면 수하리
댐 형식	: 경사 코어형 록필댐

댐 높이	: 72 m
총 저수용량	: 51,400,000 m ³
유효 저수용량	: 39,700,000 m ³
연평균 유입량	: 4.4 m ³ /s
상시 만수위	: El. 707.0 m
이용 수심	: 27 m
발전 방식	: 유역변경 댐수로식
발전 수로	: 상부 도수터널: D= 3.8 m (비라이닝 수정마제형 터널) L= 11,620 m
	수직 수압터널: D= 2.7 m (콘크리트 라이닝 원형 터널) L= 504 m
	하부 수압터널: D= 2.7 m (콘크리트 라이닝 원형 터널) L= 840 m
	수압 철관 : D= 2.7 m~1.85 m (터널 매설 철관) L= 2,592 m
발전소 위치	: 강원도 명주군 성산면 오봉리
수차 중심표고	: El. 67.0 m
발전 사용수량	: 16.8 m ³ /s
유효 낙차	: 577.7m
설비 용량	: 82,000 kW (41,000kW×2)
연간 발전량	: 179,782 MWh
수차 형식	: 단륜 4노즐 입축 펠톤
설비 이용율	: 25 %
총 사업비	: 내자 112,000 백만원
건설 기간	: 1985.3 - 1991.1 (71개월)
설계 용역사	: 한국전력기술/삼안건설기술
시공사	: 대림산업/한국중공업

자. 안홍 수력발전소

수계 및 하천	: 한강수계 남한강 지류 주천강
유역면적	: 287.5 km ²
웨어 위치	: 강원도 횡성군 안홍면 월현리
웨어 형식	: 콘크리트 중력식 월류 웨어
웨어 높이	: 4.8 m
연평균 유입량	: 7 m ³ /s

상시 만수위	: El. 375.65 m
발전 방식	: 댐식
방수위	: 최고 El. 367.6 m , 상시 El. 362.6 m
발전 사용수량	: 5.1 m ³ /s
유효 낙차	: 12 m
설비 용량	: 450 kW (150kW×3)
연간 발전량	: 2,380,000 kWh
수차 형식	: 입축 프란시스
설비 이용율	: 60 %
총 사업비	: 내자 350백만원
공사 기간	: 1976. 9 - 1978 .5

차. 추산 수력발전소

	제1수력 발전소	제2수력 발전소
수계 및 하천	: 나리분지 용출수	: 나리분지 용출수
만수위	: El. 161.6 m	: El. 274.0 m
이용 수심	: 2.4 m	: 2.5 m
발전 방식	: 댐수로식	: 댐수로식
발전소 위치	: 경북 울릉군 북면 나리동	: 경북 울릉군 북면 나리동
방수위	: 상시 El. 7.9 m	: 상시 El. 161.1 m
발전 사용수량	: 1.02 m ³ /s	: 0.266 m ³ /s
유효 낙차	: 143.6 m	: 106.8 m
설비 용량	: 1,200 kW (600kW×2)	: 200 kW (100kW×2)
연간 발전량	: 4,120,700 kWh	: 832,200 kWh
수차 형식	: 횡축 프란시스	: 횡축 펠톤
설비 이용율	: 39.2 %	: 47.5 %
총 사업비	: 201백만원	: 162백만원
건설 기간	: 1964. 4 - 1966. 5	: 1977. 7 - 1978. 8
설계 용역사	:	: 정우개발
시공사	: 울릉도 전업	: 정우개발

9.2.2 양수발전 개발

가. 청평 양수발전소

상부 저수지	: 댐 위치	: 경기도 가평군 외서면 호명리
	유역면적	: 0.16 km ²

	총 저수용량	: 2,677,000 m ³
	유효 저수용량:	2,408,000 m ³
	댐 형식	: 중심 코어형 록필댐
	댐 높이	: 62 m
	만수위	: El. 535.0 m
	저수위	: El. 514.0 m
하부 저수지	: 댐 위치	: 기존 청평댐
	만수위	: El. 51.0 m
발전 수로	: 수압관로	: D= 3.6~1.9m (철관 매설), L= 732 m×2조
	방수터널	: D= 5.1 m 마제형, L= 2,475 m
발전 방식	: 순 양수식	
방수위	: 최고 El. 51.0 m , 최저 El. 46.0 m	
발전 사용수량	: 210 m ³ /s (105m ³ /s×2)	
양수 사용수량	: 156 m ³ /s (78m ³ /s×2)	
발전 최대낙차	: 473.0 m	
양수 최대양정	: 498.5 m	
설비 용량	: 400,000 kW (200,000kW×2)	
발전소 형식	: 지하 발전소	
수차 형식	: 입축 가역식 단단 프란시스 펌프/터빈	
총 사업비	: 68,033백만원 (외자 47,983천\$, 내자 45,661백만원)	
건설 기간	: 1975. 9 - 1980. 2	
설계 용역사	: 일본공영	
시공사	: 대림산업	

나. 삼랑진 양수발전소

상부 저수지	: 댐 위치	: 경상남도 양산군 원동면 용당리
	유역면적	: 1.5 km ²
	총 저수용량	: 6,464,000 m ³
	유효 저수용량:	4,766,000 m ³
	댐 형식	: 중심 코어형 록필댐
	댐 높이	: 88 m
	만수위	: El. 401.6 m
	저수위	: El. 374.4 m
하부 저수지	: 댐 위치	: 경상남도 밀양시 삼랑진읍 안태리
	유역면적	: 10.2 km ²

	총 저수용량	: 10,089,000 m ³
	유효 저수용량	: 4,766,000 m ³
	댐 형식	: 중심 코어형 록필댐
	댐 높이	: 78 m
	만수위	: El. 68.2 m
	저수위	: El. 53.7 m
발전 수로	: 도수터널	: D= 7.6 m(원형 콘크리트 라이닝), L= 1,164 m
	: 수압관로	: D= 5.0~2.82m(철관 매설), L= 611 m×2조
	: 방수터널	: D= 7.6 m(원형 콘크리트 라이닝), L= 755 m
발전 방식	: 순 양수식	
방수위	: 최고 El. 68.2 m ,	최저 El. 53.7 m
발전 사용수량	: 242.0 m ³ /s (121.0m ³ /s×2)	
양수 사용수량	: 206.6 m ³ /s (103.3m ³ /s×2)	
발전 최대낙차	: 345 m	
양수 최대양정	: 355 m	
설비 용량	: 600,000 kW (300,000kW×2)	
발전소 형식	: 지하 발전소	
수차 형식	: 입축 가역식 단단 프란시스 펌프/터빈	
총 사업비	: 153,200백만원 (외자 22,500천\$, 내자 135,700백만원)	
건설 기간	: 1979. 10 - 1985. 12	
설계 용역사	: 일본공영	
시공사	: 현대건설/한국중공업	

다. 무주 양수발전소

상부 저수지	: 댐 위치	: 전라북도 무주군 적상면 적상산
	: 유역면적	: 0.6 km ²
	: 총 저수용량	: 3,390,000 m ³
	: 유효 저수용량	: 3,160,000 m ³
	: 댐 형식	: 중심 코어형 록필댐
	: 댐 높이	: 60.7 m
	: 만수위	: El. 860.0 m
	: 저수위	: El. 832.0 m
하부 저수지	: 댐 위치	: 전라북도 무주군 적상면 포내리
	: 유역면적	: 39.7 km ²
	: 총 저수용량	: 5,200,000 m ³

- 유효 저수용량: 3,160,000 m³
- 댐 형식 : 중심 코어형 록필댐
- 댐 높이 : 42.6 m
- 만수위 : El. 278.0 m
- 저수위 : El. 271.0 m
- 발전 수로 : 도수터널 : D= 5.5 m(철근콘크리트 라이닝), L= 563 m
- 수압관로 : D= 5.5~4.0m(철관 매설), L= 883.4 m
- D= 2.8~2.25m(철관 매설), L= 65.0 m×2조
- 방수터널 : D= 3.8 m×2조(철근콘크리트 라이닝), L=472.m/460m
- 발전 방식 : 순 양수식
- 방수위 : 최고 El. 278.0 m , 최저 El. 271.0 m
- 발전 사용수량 : 130.0 m³/s (65m³/s×2)
- 양수 사용수량 : 102.8 m³/s (51.4m³/s×2)
- 발전 최대낙차 : 579.5 m
- 양수 최대양정 : 601.2 m
- 설비 용량 : 600,000 kW (300,000kW×2)
- 발전소 형식 : 지하 발전소
- 수차 형식 : 입축 가역식 단단 프란시스 펌프/터빈
- 총 사업비 : 299,700백만원
- 건설 기간 : 1988. 5 - 1995. 4
- 설계 용역사 : 일본 전원개발/현대엔지니어링 ('80. 2 - '81. 11)
- 한국전력기술 ('89. 4 - '95. 9)
- 시공사 : 동아건설/한국중공업

라. 산청 양수발전소 (공사중)

- 상부 저수지 : 댐 위치 : 경상남도 산청군 시천면 반천리
- 유역면적 : 2.06 km²
- 총 저수용량 : 6,366,000 m³
- 유효 저수용량: 5,650,000 m³
- 댐 형식 : 콘크리트 표면 차수벽형 록필댐
- 댐 높이 : 90.8 m
- 만수위 : El. 676.5 m
- 저수위 : El. 634.0 m
- 하부 저수지 : 댐 위치 : 경상남도 산청군 시천면 내대리

	유역면적	: 36.3 km ²
	총 저수용량	: 7,370,000 m ³
	유효 저수용량	: 5,650,000 m ³
	댐 형식	: 콘크리트 표면 차수벽형 록필댐
	댐 높이	: 72.3 m
	만수위	: El. 272.5 m
	저수위	: El. 249.0 m
발전 수로	: 도수터널	: D= 7.8 m(원형 콘크리트 라이닝), L= 557.5 m
	수직 수압터널	: D= 7.8 m(원형 콘크리트 라이닝), L= 339.0 m
	수평 수압터널	: D= 7.8 m(원형 콘크리트 라이닝), L= 266.9 m
	수압철관	: D= 3.7 m , L= 120.0 m×2조
	방수터널	: D= 5.6 m×2(원형 콘크리트라이닝), L=469.4/459.4m
발전 방식	: 순 양수식	
방수위	: 최고 El. 272.5 m , 최저 El. 249.0 m	
발전 사용수량	: 208.0 m ³ /s (104.0m ³ /s×2)	
양수 사용수량	: 188.8 m ³ /s (94.4m ³ /s×2)	
발전 최대낙차	: 421.3 m	
양수 최대양정	: 431.4 m	
설비 용량	: 700,000 kW (350,000kW×2)	
발전소 형식	: 지하 발전소	
수차 형식	: 입축 가역식 단단 프란시스 펌프/터빈	
총 사업비	: 379,800백만원 (외자 22,500천\$, 내자 135,700백만원)	
건설 기간	: 1994. 7 - 1999. 12 (예정)	
설계 용역사	: 삼안건설기술	
시공사	: 삼부토건/한국중공업	

마. 양양 양수발전소 (공사중)

상부 저수지	: 댐 위치	: 강원도 인제군 기린면 진동리
	유역면적	: 0.47 km ²
	총 저수용량	: 4,932,000 m ³
	유효 저수용량	: 4,276,000 m ³
	댐 형식	: 콘크리트 표면 차수벽형 록필댐
	댐 높이	: 95.5 m
	만수위	: El. 934.0 m

	저수위	: El. 900.0 m
하부 저수지	댐 위치	: 강원도 양양군 서면 공수전리
	유역면적	: 124.9 km ²
	총 저수용량	: 9,222,000 m ³
	유효 저수용량	: 4,323,000 m ³
	댐 형식	: 콘크리트 중력식댐
	댐 높이	: 53 m
	만수위	: El. 121.5 m
	저수위	: El. 115.0 m
발전 수로	수직 수압터널: D= 6.4 m(원형 콘크리트 라이닝), L= 779.7 m	
	수평 수압터널: D= 6.4 m(원형 콘크리트 라이닝), L= 1,271.7 m	
	수압철관	: D= 4.4~2.2 m , L= 646.2 m (총합계)
	흡출터널	: D= 2.6~6.4 m , L= 486.6 m (총합계)
	방수터널	: D= 6.4 m(원형 콘크리트 라이닝), L= 3,060.8 m
발전 방식	: 순 양수식	
방수위	: 최고 El. 121.5 m , 최저 El. 115.0 m	
발전 사용수량	: 149 m ³ /s (37.25m ³ /s×4)	
양수 사용수량	: 126 m ³ /s (31.5 m ³ /s×4)	
발전 최대낙차	: 817.8 m	
양수 최대양정	: 832 m	
설비 용량	: 1,000,000 kW (250,000kW×4)	
발전소 형식	: 지하 발전소	
수차 형식	: 입축 가역식 2단 프란시스 펌프/터빈	
총 사업비	: 527,100백만원	
건설 기간	: 1995. 7 - 2003. 10	
설계 용역사	: 삼안건설기술공사	
시공사	: 삼환기업	

9.2.3 다목적댐의 수력 개발

가. 섬진강 수력발전소

취수원	: 섬진강 다목적댐
연평균 유입량	: 15.77 m ³ /s
상시 만수위	: El. 196.5 m (관개 확보수위: El. 184.68 m)
이용 수심	: 27.5 m

발전 방식	: 유역변경 댐수로식
도수로	: D= 3.4 m (원형 압력터널) L= 6,215.9 m
발전소 위치	: 전라북도 정읍군 칠보면 시산리
발전 사용수량	: 26.39 m ³ /s (21.93m ³ /s×2, 4.46m ³ /s×1)
유효 낙차	: 151.7 m (1,2호기), 162.22 m (3호기)
설비 용량	: 34,800 kW (14,400kW×2, 6,000kW×1)
연간 발전량	: 182,008 MWh
수차 형식	: 입축 프란시스
설비 이용율	: 63.5 %(1,2호기), 59.5 %(3호기)
준공 연월일	: 1호기-1945. 4, 2호기-1965. 12, 3호기-1985. 3

나. 소양강 수력발전소

취수원	: 소양강 다목적댐
상시 만수위	: El. 193.5 m
이용 수심	: 43.5 m
발전 방식	: 댐식
발전수로	: 도수로 : D= 8.5 m (마제형), L= 54.8 m D= 8.5 m (원형), L= 513.2 m
발전소 위치	: 소양강댐 우안 직하부
방수위	: 최고 El. 87.2 , 최저 El. 80.7
발전 사용수량	: 251 m ³ /s
유효 낙차	: 100 m
설비 용량	: 200,000 kW (100,000kW×2)
연간 발전량	: 353,000 MWh
설비 이용율	: 20 %
수차 형식	: 입축 프란시스
상업발전 개시	: 1973. 11

다. 안동 수력발전소

취수원	: 안동 다목적댐
상시 만수위	: El. 160.0 m
이용 수심	: 30 m
발전 방식	: 댐식 (양수 겸용)
발전소 위치	: 안동댐 좌안 직하부

방수위 : 최고 El. 98.0 m , 최저 El. 92.0 m
 발전 사용수량 : 66.6 m³/s
 유효 낙차 : 100 m
 설비 용량 : 90,000 kW (45,000kW×2)
 연간 발전량 : 158,000 MWh
 설비 이용율 : 20 %
 수차 형식 : 입축 가변익 사류형 가역 펌프 수차
 상업발전 개시 : 1976. 10

라. 대청 수력발전소

취수원 : 대청 다목적댐
 상시 만수위 : El. 76.5 m
 이용 수심 : 16.5 m
 발전 방식 : 댐식
 발전소 위치 : 대청댐 우안 직하부
 방수위 : 최고 El. 30.0 m , 최저 El. 25.0 m
 발전 사용수량 : 222 m³/s
 유효 낙차 : 38.7 m
 설비 용량 : 90,000 kW (45,000kW×2)
 연간 발전량 : 206,000 MWh
 설비 이용율 : 26.1 %
 수차 형식 : 입축 프란시스
 상업발전 개시 : 1980. 11

마. 충주 제1수력발전소

취수원 : 충주 다목적댐
 상시 만수위 : El. 141.0 m
 이용 수심 : 31 m
 발전 방식 : 댐식
 발전소 위치 : 충주댐 우안 직하부
 방수위 : El. 71.3 m
 발전 사용수량 : 788 m³/s
 유효 낙차 : 72.1 m
 설비 용량 : 400,000 kW (100,000kW×4)
 연간 발전량 : 764,600 MWh

설비 이용율 : 21.8 %
 수차 형식 : 입축 프란시스
 상업발전 개시 : 1985. 5

바. 충주 제2수력발전소

취수원 : 충주 다목적댐 역조정지
 상시 만수위 : El. 65.1 m
 이용 수심 : 1.6 m
 발전 방식 : 댐식
 발전소 위치 : 역조정지댐 좌안 직하부
 방수위 : 최고 El. 66.2 m , 최저 El. 53.8 m
 발전 사용수량 : 150 m³/s
 유효 낙차 : 9.2 m
 설비 용량 : 12,000 kW (6,000kW×2)
 연간 발전량 : 79,500 MWh
 수차 형식 : 가변익 발브 수차
 상업발전 개시 : 1985. 12

사. 합천 제1수력발전소

취수원 : 합천 다목적댐
 상시 만수위 : El. 176.0 m
 이용 수심 : 36 m
 발전 방식 : 댐수로식
 발전 수로 : 도수터널 : D= 5.5 m(철근콘크리트 라이닝 원형단면)
 L= 2,536.4 m
 수압철관 : D= 4.8 m, L= 108 m
 D= 3.4 m, L= 105 m
 발전소 위치 : 경상남도 합천군 용주면 내가리 (본댐 하류 4.5 km)
 방수위 : 최고 El. 65.5 m , 최저 El. 52.0 m
 발전 사용수량 : 116 m³/s
 유효 낙차 : 95 m
 설비 용량 : 100,000 kW (50,000kW×2)
 연간 발전량 : 222,970 MWh
 설비 이용율 : 25.4 %
 수차 형식 : 입축 프란시스
 상업발전 개시 : 1988. 12

아. 합천 제2수력발전소

취수원 : 합천 다목적댐 역조정지
 상시 만수위 : El. 57.5 m
 이용 수심 : 5 m
 발전 방식 : 댐식
 발전소 위치 : 역조정지댐 좌안 직하부
 발전 사용수량 : 19 m³/s
 유효 낙차 : 7.3 m
 설비 용량 : 1,200 kW (600kW×2)
 연간 발전량 : 9,430 MWh
 수차 형식 : 입축 프란시스
 상업발전 개시 : 1987. 12

자. 주암 수력발전소

취수원 : 주암 다목적댐의 조절지댐
 상시 만수위 : El. 108.5 m
 이용 수심 : 48.5 m
 발전 방식 : 댐식
 발전소 위치 : 조절지댐 하류 1.4km 이사천 우안
 방수위 : 최고 El. 23.5 m , 최저 El. 21.0 m
 발전 사용수량 : 39 m³/s
 유효 낙차 : 69.25 m
 설비 용량 : 22,500 kW (11,250kW×2)
 연간 발전량 : 76,000 MWh
 설비 이용율 : 25.4 %
 수차 형식 : 입축 프란시스
 상업발전 개시 : 1991. 4

차. 임하 수력발전소

취수원 : 임하 다목적댐
 상시 만수위 : El. 163.0 m
 이용 수심 : 26 m
 발전 방식 : 댐식
 발전소 위치 : 임하댐 우안 직하부
 방수위 : El. 102.0 m

발전 사용수량	: 119.2 m ³ /s
유효 낙차	: 48.4 m
설비 용량	: 50,000 kW (25,000kW×2)
연간 발전량	: 영천도수로 준공전: 96,700 MWh, 영천도수로 준공후: 78,700 MWh
설비 이용율	: 22 %
수차 형식	: 입축 프란시스
상업발전 개시	: 1992. 8

카. 남강 수력발전소(보강공사 중)

취수원	: 남강 다목적댐
상시 만수위	: El. 41.0 m
이용 수심	: 9.0 m
발전 방식	: 댐식
발전소 위치	: 남강댐 우안 직하부
방수위	: 최대 El. 24.5 m , 최저 El. 21.15 m
발전 사용수량	: 105 m ³ /s
유효 낙차	: 16.0 m
설비 용량	: 14,000 kW (7,000kW×2)
연간 발전량	: 38,700 MWh
수차 형식	: 횡축 발브
상업발전 개시	: 1997. 10

타. 용담 제1수력발전소 (공사중)

취수원	: 용담 다목적댐
상시 만수위	: El. 263.5 m
이용 수심	: 35 m
발전 방식	: 댐수로식
발전소 위치	: 전북 완주군 고산면 소향리 (도수터널 출구)
방수위	: El. 69.7 m
발전 사용수량	: 17.62 m ³ /s
유효 낙차	: 159.5 m
설비 용량	: 22,500 kW (11,250kW×2)
연간 발전량	: 189,700 MWh
설비 이용율	: 상시 발전
수차 형식	: 입축 프란시스
상업발전 개시	: 1999. 12

파. 용담 제2수력발전소 (공사중)

취수원	: 용담 다목적댐
상시 만수위	: El. 263.5 m
이용 수심	: 35 m
발전 방식	: 댐식
발전소 위치	: 용담댐 우안 하부
방수위	: El. 204.9 m
발전 사용수량	: 6.2 m ³ /s
유효 낙차	: 46.5 m
설비 용량	: 2,300 kW (1,150kW×2)
연간 발전량	: 18,100 MWh
설비 이용율	: 상시 발전
수차 형식	: 입축 프란시스
상업발전 개시	: 1999. 12

하. 밀양 수력발전소 (공사중)

취수원	: 밀양 다목적댐
상시 만수위	: El. 207.2 m
이용 수심	: 57.2 m
발전 방식	: 댐식
발전소 위치	: 가배수터널 출구
방수위	: El. 122.0~125.0 m
발전 사용수량	: 2.98 m ³ /s
유효 낙차	: 66.9 m
설비 용량	: 1,300 kW (650kW×2)
수차 형식	: 입축 프란시스
상업발전 개시	: 1997. 12

9.3 향후 개발 방향**9.3.1 개발 현황**

현재 우리 나라는 1991년에 완공된 강릉 수력이 양수발전과 소수력 개발을 제외할 때 1973년 팔당댐 준공 이후 건설된 유일한 수력발전 전용 개발일 정도로 일반 수력발전 단독개발은 정체된 상태에 있다. 따라서 1962년 이후 추진되어 온 6차에 걸친 경제개발 5개년계획의 성공적인 수행에 따른 고도 성장과 함께 폭발적으로 증가하는 전력수요에 부

응기 위해서는 앞으로도 대용량의 화력발전소와 원자력발전소의 건설이 그 해결책이 될 수밖에 없을 것이다. 그러므로 타 전원에 대한 수력발전의 상대적인 우수성(무공해, 순간기동, 부하 적응성)에도 불구하고 부존 수력자원이 빈약한 우리 나라의 경우 전력 계통에서 차지하는 수력발전의 구성비율은 점차 낮아지고 있다. 1961년 36.8%이던 수력의 설비 구성비율은 1995년말에는 9.6%로 낮아졌으며, 2005년에는 1.5% 수준까지 낮아질 것으로 전망되고 있다.

9.3.2 개발 전망

우리 나라의 경우 화력 발전소 건설과 비교한 수력 발전소 건설의 상대적인 경제성은 점차 낮아지고 있다. 그 주된 요인은 우리 나라는 하천 유하량의 계절별 편차가 극심하여 유하량을 조절하여 이용할 수 있기 위해서는 대규모의 저수 용량을 갖는 댐이 필요한데 반하여 이와 같은 조건을 갖춘 댐의 적지가 많지 않을 뿐 아니라 인구 밀집, 토지의 고도 이용, 지가 상승 등으로 인해 댐 건설을 위해서는 점차 높은 수몰 보상비를 필요로 하기 때문이다. 이에 덧붙여 자연환경 보존 측면의 압력 또한 점차 강화되고 있기 때문에 필연적으로 낙차가 큰 협곡부의 비교적 경관이 수려한 지역에 자리잡을 수밖에 없는 수력발전으로서의 더욱더 개발 입지를 확보하기가 힘들어 지고 있다. 현재 일반 수력발전의 신규 개발의 명맥은 용수 공급을 위해 건설되는 다목적댐에서 어렵게 이어지고 있을 뿐이다.

증가 일로에 있는 용수 수요에 부응하기 위해서는 신규 댐의 건설이 필연적이지만 댐 개발 입지의 고갈과 수몰 예정지 주민의 거센 반발 등으로 앞으로 대규모 다목적댐의 개발은 극히 제한적일 수밖에 없을 것이다. 중소규모의 다목적댐의 경우는 발전 사용수량과 낙차가 미미하여 기껏해야 소수력 규모의 발전 설비를 갖추 수 있을 뿐이다. 따라서 2001년 상업 운전을 예상하고 있는 19,600kW 용량의 영월 다목적댐을 마지막으로 다목적 개발에서 큰 수력발전 용량을 기대하기는 힘들 것으로 전망된다. 더욱이 저수지의 낙차를 이용하는 자연 유하식의 생공용수 공급 시스템에서는 이 생공 용수량을 발전 용수로 이용할 수 없을 뿐 아니라 대부분 발전용수로 이용할 수 있는 별도의 여유 용수가 없기 때문에 다목적댐에서 수력 발전을 전혀 포함시킬 수 없는 경우도 발생하고 있다.

기존 다목적댐에 있어서도 소양강댐, 안동댐, 합천댐 등의 경우는 전량 발전 방류수로부터 타 목적의 용수를 이용하게 되지만 저수지에서 직접 취수하여 생공용수를 공급하게 되는 기타 다목적댐(남강댐, 주암댐 등)에서는 필요한 용수 공급분을 빼고 남는 수량만이 발전용수로 사용될 수 있기 때문에 생공용수 수요량이 증가함에 따라 발전 부문의 축소가 불가피할 것이다.

나아가 기존댐의 용수공급 측면에서의 효율적 활용 방안으로서 그동안 발전용으로 운영되고 있는 댐을 용수 공급 위주의 댐으로 변경시켜 운영 관리하는 방안까지 검토되고 있을 정도로 수자원 이용 측면에서 수력 부문이 점하는 상대적 중요도는 점차 저하되고 있는 실정이다.

9.3.3 개발 형식

이상과 같이 우리 나라의 수자원 개발 방향은 산업화와 도시화에 수반하여 증가 일로에 있는 생공용수 수요를 충족시키는데 우선권이 주어질 수밖에 없다. 그러므로 부존 수자원에 여유가 없는 우리 나라의 현실에서 앞으로 고려할 수 있는 대용량의 수력개발은 저류수의 순환 이용으로 물 소비가 전혀 없는 양수발전과 조석간만의 차를 이용하는 조력발전이라고 볼 수 있다.

가. 양수발전

양수발전은 설비의 대용량화가 가능할 뿐 아니라 수몰지가 작아서 일반 수력에 비하여 생태계에 미치는 영향과 보상비 부담이 크지 않다. 따라서 개발의 경제성이 비교적 쉽게 확보될 뿐 아니라 전력 계통의 첨두 부하 공급원으로서의 기능이 뛰어나기 때문에 화력, 원자력 등 기저 부하용의 전원 개발과 더불어 지속적으로 건설되어야 할 것이다.

정부의 장기 전력 수급계획에는 현재 건설 중에 있는 산청, 양양 2개 지점을 포함한 기존의 5개 양수 발전소 외에 2005년과 2008년에 각각 청송, 예천 등 2개소의 양수발전을 전력계통에 투입하는 것으로 계획하고 있으며, 이밖에도 기타 가능 지점에 대한 타당성 조사와 함께 장기적인 입지 확보를 위해 지점 예비조사 등을 꾸준히 시행하고 있다.

그러나 양수발전의 경우 상호 낙차가 큰 2개 저수지를 인접해서 건설할 수 있는 지형적 여건이 갖추어져야만 경제적인 개발이 가능하게 되므로 우리 나라에서 이와 같은 입지 여건을 충족하는 지점을 확보하는 데에는 적지 않은 어려움이 따르고 있다. 따라서 장기적으로는 지하 공동을 하부지로 사용하는 양수발전의 개발 방안에 대한 검토가 필요한 시기가 도래하게 될 것이다.

나. 조력발전

조력발전은 조석간만의 차이를 이용하여 해수를 인공적으로 조성한 저류지에 출입시키면서 저류지와 외해의 수위차를 이용하여 발전하는 방식이며, 여타 형식의 수력발전과 마찬가지로 무공해, 비고갈성 에너지이다.

세계적으로 현재 운영중인 대규모의 조력발전은 프랑스의 Rance 강 하구를 가로질러 건설되어 1966년부터 운전되고 있는 Rance 조력발전으로서 10,000kW 용량의 터빈 24기가 설치되어 연간 544,000MWh의 전력을 생산하고 있다. 이밖에 러시아, 영국, 캐나다, 중국 등지에 시험 발전소 또는 상업용 발전소가 운영되고 있다.

우리 나라의 서해안 중부, 경기만 일대는 최대조차 8m, 평균조차 4.8m로서 조석간만의 차이가 클 뿐 아니라 리아스식 해안으로서 크고 작은 만이 발달되어 있어서 비교적 작은 공사비로 해수의 저류지를 조성할 수 있기 때문에 세계적으로 손꼽히는 조력개발의 적지이다. 이와 같은 천혜의 조력자원을 개발하기 위하여 1920년대부터 조선총독부에서 인천해역 조력개발을 위한 예비 검토를 실시하였고 이후에도 간헐적인 조사 검토가 있었으

나 본격적인 조사는 한국전력의 주관 하에 1970년대 후반부터 시작되었으며, 1980년에 가로림만과 천수만을 조력개발 후보지로 결정하였다. 1980년부터 1981년에 걸쳐 수행된 가로림조력 타당성 조사 결과 시설용량 48만kW의 조력 개발이 타당성이 있는 것으로 나타났다며 투자 우선 순위 조정에 의해 조력개발은 1987년 이후에 착수기로 결정되었다. 그러나 1986년 완료된 가로림조력 타당성 조사 재검토에서는 당시 유류 가격의 하락 추세 및 공사비의 상승 요인 등으로 개발의 경제성이 미흡한 것으로 평가되어 개발이 보류되었다.

그러나 에너지원의 대부분을 수입에 의존하고 있는 우리 나라의 실정에서 조력자원은 대규모 개발이 가능한 중요한 대체 에너지원의 하나이기 때문에 1991년 당시 동력자원부는 조력자원을 적정 시기에 개발함과 아울러 개발 시까지 개발 적지를 계속 보존하기 위한 조력개발 추진 방안을 수립하였다. 아울러 조력발전과 수산양식을 병행하는 다목적 개발로 조력발전을 성공적으로 실용화시키고 있는 중국에 한국전력공사와 한국중공업의 기술진을 포함시킨 합동 조사단을 파견하여 중국의 조력발전 현황과 관련 기술 보유 현황에 대한 실태를 조사하였다.

이와 같은 조사로 확인한 바에 의하면 조력 선진국인 중국으로부터 비교적 저렴한 조력발전 핵심 기기와 관련기술을 도입하여 사업비를 절감하면 개발의 타당성이 있는 것으로 판단하여 그 동안의 여건 변동을 고려한 가로림 조력개발 타당성 조사를 재실시하였다(1992.3~1993.6). 조사 성과에 의하면, 조력발전 단일 목적만으로는 경제성이 다소 미흡하지만 수산자원 증식, 관광, 교통, 매립개발 효과 등 부수적인 편익을 고려할 경우 경제적으로 개발의 타당성이 충분한 것으로 조사되었으며, 단조지 단류식(單潮池 單流式) 발전 방식으로 시설용량 480MW (20MW×24기), 연간 발전량 883,000MWh의 발전 효과를 얻을 수 있는 것으로 평가하였다.

조력개발은 발전 단일목적보다 양식장 조성, 간척지 매립, 관광자원 개발 등 다목적 종합개발이 바람직하며 발전소 건설, 간척, 수산 양식 등의 사업에는 막대한 자본이 소요되기 때문에 지방 자치단체, 한국전력공사, 기타 민간기업이 공동으로 참여하는 방안이 바람직한 것으로 보고 있으며, 가로림 조력개발의 경우 한국전력공사와 충청도 간에 협의가 진행된 바 있다.

가로림만 이외의 조력개발 가능 지점에 대한 민간 차원의 조사로서 현대건설에서 1994년 8월부터 1개년에 걸쳐 인천만의 조력발전에 대한 예비 타당성 조사를 시행하여 520MW 용량의 사업계획을 검토한 바 있다. 조력자원의 확보 차원에서 여타 조력개발 가능 지점에 대한 조사도 필요할 것으로 판단된다.

9.3.4 수력발전의 재평가

1973년과 1980년 2차에 걸친 석유파동을 경험한 이후 석유 일변도의 전원개발 계획에서 탈피하여 에너지원을 다변화하기 위한 정책의 일환으로 1980년대에 수력 지점에 대한

타당성 조사가 비교적 활발하게 시행되기도 하였으나, 유류 가격의 안정화 추세 및 원자력과 석탄화력 위주로 전원계획이 전환됨에 따라 대체화력을 기준으로 평가하고 있는 수력 개발의 경제적 타당성은 현 시점에서는 상당히 낮은 수준에 머물러 있다. 그러나 계량화 할 수 없다는 이유로 통상 경제성 평가에서 고려되지 않고 있는 수력 발전의 계통 운영에 기여하는 편익(dynamic benefit)과 발전 단일 목적의 댐이라 할지라도 부수적으로 확보되는 홍수조절 효과, 갈수량 증가, 관광 등의 간접 편익 및 앞으로 계속 강화될 대체화력의 환경 관리비용을 고려한다면 수력 개발의 경제성은 달리 평가될 수 있을 것이다.

선진국에서는 개발도상 국가에서와는 달리 양수 발전을 침두 부하시의 부족한 전력 공급용으로서가 아니라 단지 수력이 가진 계통 운용의 융통성(dynamic benefit)을 활용하여 전력의 품질을 높이기 위한 목적으로 건설하고 있다는 사실을 참조한다면 장기적으로 우리 나라에서도 수력발전에 대한 평가 기준을 변화시켜야 할 것이다. 아울러 기초사하였으나 개발이 보류된 수력지점에 대한 재평가 작업도 뒤따라야 할 것이다.