

보(湫)를 이용한 ‘저낙차대유량’ 소수력발전소 건설

신홍섭, 박경환, 송인규
한국수자원공사

Reference project of Small hydro power system Using low head

Hong-Seob Shin, Kyung-Hwan Park, In-gyu Song
Korea Water Resources Corporation

Abstract - 우리나라는 연평균 강수량이 1,245mm로써, 비교적 강수량이 풍부하고 전국토의 2/3가 산지로 구성되어 있어 지형적 및 수문학적 소수력자원 부존량이 많은 편이다. 하지만 수력자원 활용을 통한 발전소 건설은 매우 미미한데 이는 수력발전소 개발지점이 제약되어 있고 개발지점의 가동률 또한 매우 낮아 경제성 확보가 어렵기 때문이다. 수력발전은 전력수요 급증 시 부하 평준화 효과와 석유 수입대체 및 환경 친화적인 에너지원이라는 장점이 있다. 따라서 국산화된 수차발전시스템의 사용으로 초기투자비를 낮추고 하천형 수력발전소 건설을 통하여 가동률을 높인다면 우리나라의 수력발전사업은 크게 활성화 될 것이다. 본 논문에서는 하천형 수력발전소 시공사례를 통하여 주요 시공사례를 소개하고, 하천공사의 특징으로 인하여 설계 및 시공 시 반영해야 할 사항에 대해 몇 가지 소개하였다. 표준화를 통하여 건설비용을 절감, 발전 단가의 기준가격 현실화를 통한 재정적인 지원 및 법규 정비를 통한 제도적인 도움 이 세가지를 해결한다면 경쟁력 있는 소수력발전소 건설이 가능 할 것이다.

1. 서 론

11개 신재생에너지의 한 분야인 소수력은 지형이나 기후 등 자연적인 조건과 조화를 이루며 국내 부존 잠재량이 많고 이산화탄소 배출량이 적어 환경규제에 적극적으로 대비하는 친환경 청정에너지이다. 무엇보다 에너지 밀도가 높아 타 에너지원에 비해 꾸준한 전기 공급이 가능하고, 전력 수요량이 가장 많은 하절기에 강수량이 집중돼 특히나 중요한 전력공급원이 될 수 있는 유용한 자원이다. 2010년 신재생에너지백서에 따르면 소수력발전의 국내 부존량은 57,659MW (연간발전가능량505,094 GWh/Yr)이며 가용 잠재량은 29,777MW (연간발전량260,8434 GWh/Yr)로 평가되고 있다. 29,777MW를 모두 개발하면 국내 원자력 총 20기(17,716MW)의 약 2배의 전력을 생산할 수 있는 규모다. 이 같은 이유로 국내에서 신재생에너지 가운데 가장 경제성이 높은 것으로 평가되고 있지만 개발이 저조한 분야라는 평가도 받고 있다. 우리나라는 대규모 다목적댐 위주로 수력발전을 개발해 왔으나 이제는 자원 잠재력이 거의 없다. 최근에 4대강사업을 통해 하천을 이용한 수력발전소 건설이 이루어지고 있으며 향후에는 댐 없는 하천형 수력발전소 건설을 통해 기존의 고낙차/소유량 기술이 아닌 저낙차/대유량의 수력발전소들이 많이 개발 될 것이다.

2. 본 론

2.1.1 국내 소수력 현황

우리나라의 소수력 개발은 제1차 석유파동 이후 에너지 개발의 필요성을 절감한 정부에 의해 추진되어 1974년 소수력개발 입지 및 자원조사 연구와 1975년 시험소계곡발전소의 연구조사 설계가 수행되었으며, 강원도 횡성군 안흥 소수력발전소(설비용량 450kW)가 1978년에 최초로 준공되었다. 1978년 제2차 석유파동이후 소수력에 대한 관심이 더욱 고조되면서 1982년에 소수력발전 개발방안을 마련하여 민간자본에 의한 소수력발전소 건설을 유도하고 1982년부터 1984년까지 국내에서 소수력 발전 개발이 가능할 유망 후보지의 자원을 실측하여 실제적인 소수력 개발 가능한지점을 조사하였다. 에너지자립도 향상 및 대체에너지 개발을 위한 대체에너지개발촉진법(1987.12) 및 동법 시행령(1988.05)을 제정·공포하고 정부 주도로 소수력 개발에 관한 연구를 지원하였다. 국내 소수력발전소 45개소 중 국내 하천에 설치한 소수력발전소는 14개소를 설치 운영중에 있으며, 하천수위와 홍수량의 변화 등 불규칙한 유황변동으로 인해 여러대의 발전기를 설치하여 정격사용량을 연평균수량-저수량구간에 걸쳐 발전하고 있다. 소수력발전의 연도별 준공현황을 보면 1999년 이전의 건설된 소수력발전소는 민간발전사업자가 다수를 차지하였으나, 지역에너지보급사업과 대체에너지발전전력 우선구매 및 차액지원제도가 2001년도 시행된 이후 새로 준공되는 소수력은 대부분 공공기관인 지자체의 하수종말처리장이나 상수도관로, 한국수자원공사의 다목적댐이나 상수도 관로, 한국농촌공사의 농업용저수지, 한전 발전회사의 양수발전소와 화력발전소의 냉각수를 이용한 발전소가 대부분을 차지하고 있다.

2.1.2 국내 소수력발전소의 문제점

소수력 개발이 활성화 되지 않은 원인은 소수력 개발지점이 제약되어 있고, 개발지점의 가동률이 낮아 경제성 확보가 어렵다는 점을 들 수 있다. 또한 부존량이 많은 일반하천의 경우 소수력개발에 따른 환경피해를 염려한 환경단체의 반대, 지역주민의 인신부족과 마이크로급(100kW급 이하) 소수력 자원의 활용을 위한 제도적 지원책이 없다는 점이다. 일반하천을 이용한 소수력은 가동률이 40%내외이고, 유량확보를 위한 구조물 설치가 필요하여 경제성 확보가 어려운 점이다. 따라서 이를 해결하기 위해서는 일반하천에 적합한 수차발전기 기술개발을 통한 초기투자비를 절감 시켜 협소한 소수력시장을 부가가치가 높은 시장으로 확대시켜 기업의 투자가치를 높여 주는 것이 급선무이다. 또한 소수력은 발전소의 시방조건인 개발지점의 유량 및 낙차에 따라 수차의 설계조건을 각각 계산하여 주문생산에 의한 수차제작으로 표준화가 되어 있지 않으며, 한전의 분산형 전원배전계통연계 기술기준에 의하면 발전설비용량 100kW초과는 특고압(22.9kV)에 연계하도록 되어 있어 전용선로 공사비 때문에 3000kW이하만 개발가능하다. 발전소에서부터 변전소까지의 전용선로 건설비용을 발전사업자가 부담할 경우 경제성이 거의 없다.

2.2.1 보(湫)를 이용한 소수력건설 현황(낙동강)

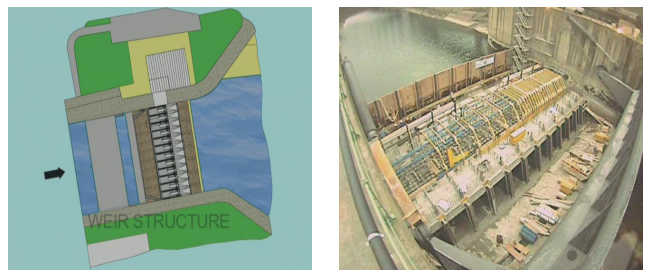
4대강살리기프로젝트는 보와 하천을 활용하여 친환경 수력발전소를 건설하였다. 낙동강유역의 다기능보를 활용한 수력발전소의 현황은 표1과 같다.

<표 1> 다기능보를 이용한 수력발전

구 분	사용수량 (m ³ /s)	낙차 (m)	설비용량 (kW)	수량(대)		연간발전량 (MWh)	
				단위기	대수		
낙 동 강	함안보	194	6.8	10,000	5,000	2	43,029
	합천보	123	2.6	2,600	1,300	2	10,764
	달성보	114	3.1	2,800	1,400	2	11,646
	강경보	73	5.1	3,000	1,500	2	12,917
	칠곡보	66	5.6	3,000	1,500	2	13,011
	구미보	57	6.6	3,000	1,500	2	13,571
	낙단보	52	7.1	3,000	1,500	2	13,279
	상주보	56	6.6	3,000	1,500	2	12,890

2.2.2 하천을 이용한 소수력발전소건설 고찰

하천을 이용한 수력발전소 건설(그림1)은 긴 시간과 높은 투자비를 필요로 하지만 화석연료 절감효과가 크다. 또한 최근 원자력사고가 급증하고 원자력위주의 국내 에너지정책의 변화가 필요한 지금 수력발전소 개발은 향후 수십 년 동안 지속될 것이다. 수력발전의 댐 의존성을 감소시키면 댐 건설과 수물에 따른 주민의 이주비용을 크게 절감할 수 있다. 또한 수력발전은 온실가스 배출량이 적은 장점 이외에도 가장 저렴한 발전기술이고 거의 완전한 국내 자원이라는 장점이 있기 때문에 이러한 방식의 수력발전 개발을 증가시켜야 할 것이다.



<그림 1> 하천을 이용한 수력발전소 건설(Nussdorf, 비엔나)

2.2.3 하천을 이용한 소수력발전소 시공절차

하천의 상·하류를 막고 중간에 물을 퍼낸 후 기초 콘크리트를 타설한다. 이후 구조물을 완성하고 장비반입구를 통하여 수차와 발전기를 넣어 수력발전소 건설을 완료한다.



1. 기초 콘크리트 타설



2. Draft Tube 설치



3. 소수력발전소 건설(토목공정)



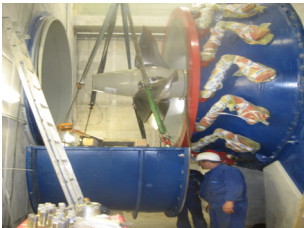
4. 장비반입구 설치



5. 수차 반입



6. 2차 콘크리트 타설



7. 런너설치



8. 발전기 설치

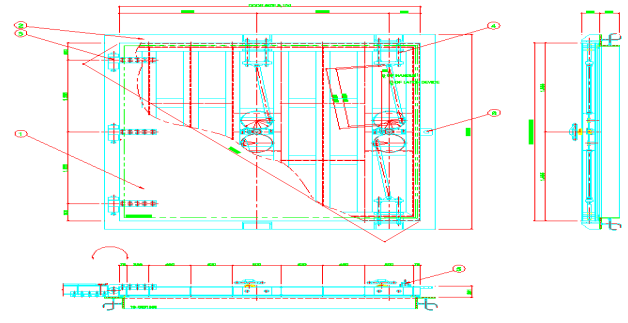
<그림 2> 하천형 수력발전소 주요 시공절차

하천을 이용한 소수력발전소는 부유물에 의해 수차의 효율저하가 예상되므로 제진설비 및 수거된 부유물은 자동 운반장치 등을 설치하여 무인 운영이 가능토록 한다.



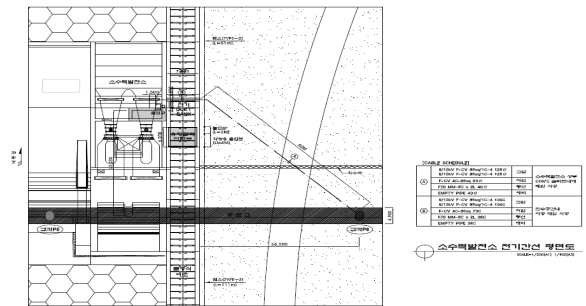
<그림 3> 제진설비 설치 사진

유입, 유출 수문의 경우는 장시간 권양상태를 유지하므로 Dogging Device를 적용하여 설비의 피로도를 줄인다. 또한 하천에 설치되는 대부분의 소수력발전소는 물이 발전소 건물을 월류하는 형태이므로 장비 반입구를 하천 밖으로 설계를 하거나 방수문 형태로 설계하여 발전소 내부로 물이 들어오는 것을 방지하여야 한다. 4대강살리기 사업에 설치된 소수력발전소의 경우는 4방 전면 수밀방식의 일체형구조 압축형 Gasket방식을 적용하여 차수문의 핸들을 돌려 래치핀이 잠김과 동시에 4면의 Gasket을 압축해 주는 수밀방식으로 방수문을 설계하였다. 진동 및 캐비테이션을 일으키지 않는 구조로 폐쇄 시 누수가 없도록 적용되었다.



<그림 3> 장비반입구 방수문 적용 도면

하천형 수력발전소는 이외에도 어류의 이동을 위한 환경문제에도 관심을 가져야 한다. 강 좌우(또는 중간)에 어도를 만들어 어류의 이동경로를 확보해야 하는데 이 경우 수력발전소에서 인출된 특고압 전선이 어도를 지나가야 한다. 특고압 전선이 외부에 보호 없이 노출되어 안전사고가 나지 않도록 콘크리트보호공 등을 통하여 어도를 횡단하는 방법도 미리 설계에 반영하여야 한다.



<그림 4> 어도를 지나가는 특고압 전선

3. 결 론

경쟁력 있는 소수력발전을 위해서는 소수력 개발지점의 특성에 적합한 수차, 발전설비 개발 및 발전소 건물의 간소화, 표준화 기술을 도입하여 건설비용을 절감시켜 경제성을 향상시켜야 한다. 그리고 발전단가의 기준가격을 현실화 하는 등 재정적인 측면의 정부지원이 필요하다. 소수력발전사업을 하기 위한 제도적인 측면도 개선되어야 하는데 현재는 전기사업법, 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급촉진법, 건축법, 하천법, 산림법, 환경법 등 10여개의 법령과 한국전력거래소, 한국전력 등에서 제정한 규칙, 지침이 있어 발전사업자가 모든 법, 규정을 파악하여 관련법에 따라 추진하는 것이 힘든 실정이다. 관련부처도 중앙 및 지자체, 정부산하기관, 협회 등 너무 많이 관련되어 있다. 따라서 이러한 법, 제도 등에 따른 인·허가에 대한 행정절차 간소화, 발전소 운영비 등을 감소 시킬 수 있는 관련법과 제도를 개선하여 발전사업자가 사업하기 좋은 여건을 만드는 것도 중요하다. 전기사업법은 하천을 이용한 댐식 발전방식의 맥락으로 제정되어 있어 관련법(전기사업법 및 환경영향평가법)과 한국전력의 분산형 전원 배전계통연계기술기준에 따른 배전선로 연결문제 문제로 3,000kW이하만 개발되고 있으므로 3,000kW이상이 개발될 수 있도록 근본적인 개선대책 수립이 필요하다. 수력발전은 가장 저렴한 신재생에너지 발전기술이며, 거의 완전한 국내 자원이다. 특히 대규모 하천에서의 수로식(자연유하) 수력발전과 소하천을 이용한 소수력발전은 기존의 수력발전이 가지는 단점들을 해소할 수 있기 때문에 우리나라는 이러한 수력개발을 하기 위해 노력해야 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 남기웅, "우리나라의 신재생에너지현황", 신재생에너지백서, P174, 2010년
- [2] 이경배, "수력", 신재생에너지백서, P513, 2010년
- [3] 이경배, 이은용 "소수력 발전의 보급 활성화전략", 한국신·재생에너지학회 2006년도 추계학술대회는문집, P230'233, 2006년