

## 소수력발전의 기술 및 시장 동향

이경배\*, 이은웅\*\*  
한국수자원공사\*, 충남대학교\*\*

### Market Trends and Technology of the Small Hydro Power

Gyeong-Bae Lee\*, Eun-Woong Lee\*\*  
Korea Water Resources Corporation\*, Chungnam National University\*\*

**Abstract** - 에너지 자원의 절대부족으로 국내 수요의 97%를 해외에서 수입해야 하는 우리나라는 화석에너지의 고갈과 환경오염 및 지구 온난화에 대처하고 에너지 자립도를 향상시키기 위하여 국내 부존에너지인 소수력 개발이 필요하다. 소수력은 다른 신·재생에너지원에 비해 천혜의 자연조건과 기술력이 확보되어 있고 국부 유출이 적어서 경제성이 높은 것으로 평가되고 있다. 이처럼 소수력발전은 신·재생에너지 분야에서 비교적 우위에 있는 에너지임에도 불구하고 개발이 저조하다. 그래서 소수력발전의 기술 개발 현황과 시장동향을 정리하여 국내의 소수력 발전 개발을 위한 기초자료로 사용하고자 한다.

#### 1. 서 론

우리 나라의 에너지 대외환경은 배럴당 130달러가 넘는 고유가로 에너지 시장의 수급 불안과 세계 각국의 에너지 자원 확보 경쟁심화로 날로 어려워지고 있다.

에너지자원의 절대부족으로 국내 수요의 97% 이상을 해외에서 수입해야 하는 우리나라는 기후변화협약을 이행하고 환경오염 및 지구온난화에 대처하기 위해 2011년까지 총 에너지의 5%를 신·재생에너지로 달성하려는 계획아래 다양한 정책수단들을 수립해 추진하고 있다. 11개 신·재생에너지 중 소수력은 지형이나 기후 등 자연적인 조건과 조화를 이루며 국내 부존 잠재량이 많은 분야이다. 또한, 타 에너지원에 비해 꾸준한 발전 공급이 가능하고, 특히 전력 수요량이 가장 많은 하절기에 강수량이 집중되어 효과 전력 공급원의 역할을 할 수 있다.

최근 각국의 친환경 에너지 개발은 국제적인 환경요인에 부응한 기술적, 사회적 및 환경적 효과의 높은 기대치로 인하여 가장 안정적인 기반기술이 확보되어 있는 소수력 개발의 투자를 더욱 확대하고 있다[1].

우리나라는 연평균강수량이 1,245mm로써, 강수량이 풍부하고 전 국토의 2%가 산지로 구성되어 있는 지형에 맞는 치수사업으로 댐이나 저수지를 건설하여 생·공용수, 관개용수, 하천유지용수, 수력발전 등으로 이용할 수 있다. 그리고 각 지역에 일반하천의 낙차이용, 다목적댐 및 양수발전소의 수위조절을 위한 낙차이용, 농업용 저수지의 낙차이용, 하수종말처리장의 방류수 이용, 수도관로의 관압이용, 화력발전소의 온배수 이용, 양어장의 순환수 이용, 공장의 냉각수 이용, 방조제 수문 이용 등의 천혜의 미활용 소수력 자원이 많이 산재되어 있다.

소수력발전은 국내 부존에너지를 활용하여 전력을 생산할 수 있을 뿐만 아니라 청정에너지원의 개발을 통하여 지역개발을 촉진하고, 이로 인한 경제적 파급효과도 매우 큰 것으로 알려져 있다. 그리고 소수력발전 기술은 고전적인 기술에 새로운 국내의 IT기술과 친환경 기술을 접목하는 순수 국내 기술로 계획, 설계한다면 세계 최첨단 기술로 기술상품이 되고 우리나라의 발전된 건설기술은 다른 발전소 건설보다 빠르게 이뤄질 것이다.

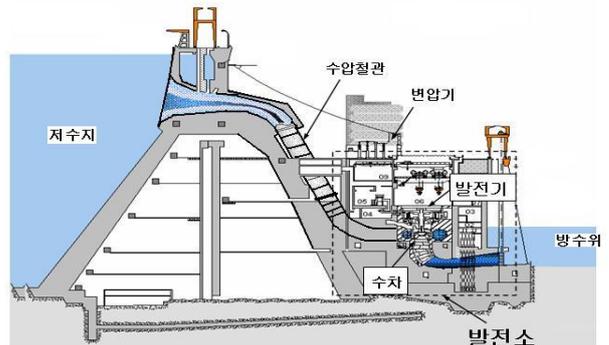
본 논문에서는 소수력발전의 기술현황과 시장동향에 대해 정리하여 국내에서 새롭게 부각되고 있는 소수력 발전의 보급확대를 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

#### 2. 기술개발 현황

소수력은 ‘물의 유동에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 설비’이다. 다양한 자원조건에 적용할 수 있는 친환경적인 소수력 자원조사 및 활용 기술, 발전설비의 국산화 및 표준화 기술, 계통보호 및 자동화 기술, 수차 발전설비 성능평가 및 현대화 기술 등으로 1만kW이하가 연구개발 대상이다.

그림 1과 같이 하천이나 수로에 댐이나 보를 설치하고 수압관

로로 발전소까지 물을 유동시켜 전력을 생산하는 소수력발전시스템은 수차, 발전기 및 계통연계장치 등으로 구성되어 있다.



〈그림1〉 소수력발전소의 단면도

선진국의 경우 1970년대에 두 차례의 석유파동 이후 정부가 소수력 기술개발에 집중적으로 투자하여 낙차와 유량에 적합한 수차발전기의 표준화 기술개발을 지원하고 있다. 그리고 시스템운용 자동화 기술을 함께 개발함으로써 건설비용을 절감시켜 경제성을 향상하고 가능한 자원개발을 강력하게 지원하고 있다.

국내의 소수력발전 기술수준은 선진국에 비해 전반적으로 뒤쳐져 있고 소수력 자원조사 및 활용기술은 선진국과의 기술격차는 적으나 핵심 소재나 발전설비 설계제작 기술, 수차 효율, 성능측정 및 인증 시험 분야는 선진국과의 기술격차가 크다.

따라서 소수력 발전기술을 선진국 수준으로 조기에 진입하기 위해서는 기술개발에 집중 투자할 필요가 있다. 소수력 기술개발은 투자 회수기간이 길고 협소한 시장규모 때문에 민간자본의 시설투자만으로 기술개발을 투자하기에는 어려운 실정이다. 따라서 자원조사 및 원천기술개발은 정부에서 지원하여 개발하여야 한다.

그리고 향후 소수력 산업 분야의 미래 변화를 전망하고 이를 토대로 소수력 기술개발의 비전을 설정하여 성공적 목표달성을 위한 실천전략의 수립도 정부의 몫이다. 소수력의 핵심기술이 개발되고 확보되면 동남아 및 대북사업의 시장 개척과 공익적 목적을 달성하는 기술이 될 것이다.

#### 3. 소수력 시장동향

##### 3.1 소수력 보급 현황

소수력 보급현황은 표 1와 같이 2008년 05월말 51개 지점, 6만 5,412kW, 2007년도 연간전기생산량은 22만40MWh이다. 민간기업 16개소, 한국수자원공사 16개소, 한국전력공사 및 발전회사 8개소, 지자체 5개소(하수종말처리장 4개소, 정수장 1개소), 한국농촌공사 6개소가 가동중에 있다.

〈표 1〉 소수력 발전소 현황

구 분	설비용량(kW)	점유율(%)
51개소	65,412	100
민간 발전사업자(16개소)	28,609	43.8
한국수자원공사(16개소)	15,434	23.6
한전 및 발전회사(8개소)	14,145	21.6
지자체(5개소)	475	0.7
한국농촌공사(6개소)	6,749	10.3

2000년도 이전에 건설된 소수력 발전소는 민간 발전사업자가 다수를 차지하였으나, 2001년도 지역에너지보급사업과 발전차액 지원제도가 시행된 이후 개발된 소수력은 지자체의 하수종말처리장이나 상수도 관로, 한국수자원공사의 다목적댐이나 상수도 관로, 한국농촌공사의 농업용저수지, 한전 발전회사의 양수발전소 하부댐 및 화력발전소의 냉각수를 이용한 발전소 등 대부분 공공기관이 건설하였고, 경기도 연천군 소재의 고문소수력발전소(설비용량 1,500kW)는 민간 발전사업자가 유일하게 개발하였다.

신·재생에너지 발전차액지원제도에 의한 적용 설비용량은 5천kW 이하만 지원하고 있으며 소수력의 총 발전량은 표 2와 같이 2003년부터 2007년까지 약 82만MWh의 전력을 생산하였으며, 발전차액지원금은 약 118억원이다. 전체 신·재생에너지 발전량중에서 소수력이 차지하는 비중은 2003년 59%에서 2007년 26%로 점진적으로 감소하고 있다[2]. 이와 같은 현상은 LFG, 풍력, 태양광 등 타 신·재생에너지원의 보급 확대에 따른 것으로 분석된다.

그러나 2007년도 신·재생에너지 발전량의 26%를 점유하고 있는 소수력의 발전차액지원금이 7.6%에 불과한 것은 소수력발전의 참여를 꺼리게 하는 것이므로 이러한 발전차액지원제도는 개선해야 한다.

〈표 2〉 소수력 발전량 현황

(단위 발전량:MWh, 금액:백만원)

구분	계	2003	2004	2005	2006	2007	
신·재생 에너지	발전량	2,298,104	269,458	293,589	389,956	489,936	855,165
	금액	55,362	5,707	5,142	7,551	9,962	27,000
소수력	발전량	817,871	158,851	124,189	157,512	157,279	220,040
	금액	11,803	3,847	2,842	2,390	661	2,063
기여도		35.6%	58.9%	42.3%	40.4%	32.1%	25.7%

### 3.2 소수력발전 보급 잠재량

신·재생에너지백서에 의하면 공해가 없는 청정에너지인 소수력 발전은 1,500MW 정도의 국내 부존량이 있으며, 시장잠재량은 2030년까지 660MW로 예측되고 있다[3]. 국내 부존량을 모두 개발하면 연간 70만MWh, 약 700억원 규모이다. 한편, 정부에서는 2011년까지 소수력발전 보급목표량을 80MW로 정해 추진하고 있다. 소수력 개발이 가능한 후보지 대상은 표 3과 같이 유효저수량 3백만톤에 유역면적 15km<sup>2</sup> 이상의 농업용 저수지, 2만톤/일 이상의 하수종말처리장, 시설용량 5만톤/일 이상의 정수장, 높이가 2m 이상인 농업용 보 등이다. 이와 같은 친해의 미활용 소수력 자원을 이용할 수 있는 개발지점은 매우 다양하다. 국내 보급잠재량이 많은 일반하천을 이용한 소수력 개발은 하천에 가동보나 콘크리트 보를 설치하여 하천유지용수와 관개용수 등으로 이용하면서 수상레저와 같은 관광자원으로 개발하면 지역경제에 도움을 줄 수 있으므로 경제성 확보방안을 마련한 적극적인 개발이 필요하다.

향후 소수력발전소의 규모는 점차 작아지고, 기존의 발전소들 보다 원거리에 위치하며 개발비용은 점차 증가할 것으로 예상된다[4]. 따라서 주위 환경과 관련된 새로운 기술개발 도입과 국가적 차원에서 재정적 지원강화와 개발지점 주변 지역민의 이해와 협력이 필요하다.

〈표 3〉 소수력발전 보급 잠재량

구분	지점수	잠재량(kW)	특징
일반하천	120	1,412,500	가동보를 이용한 개발
하수종말처리장	63	5,300	이용율 70~80%
수도관로	58	2,500	이용율 90%
농업용 저수지	163	48,000	저수량 3백만m <sup>3</sup> 이상 계절 영향 큼
농업용 보	18,252	5,000	이용율 40%
다목적댐 용수로/조정지	6	6,744	이용율 60%
화력발전소 냉각수 이용 및 양식장 순환수, 기타	25~30	19,956	이용기술을 확보하여 건설
합계		1,500,000	

### 3.3 최근 시장 동향

지금까지 우리나라의 소수력개발은 산과 계곡이 많은 지역적 특성을 이용하여 댐이나 소하천을 이용한 발전방식이 주종을 이

루었다. 그러나 개발 주변지역의 각종 민원과 강우량의 계절별 편중에 따른 가동율이 40%정도로 경제성이 부족하여 소수력개발이 원활하게 이루어지지 않았다. 그런데 최근에 정부의 신·재생에너지 보급 정책에 따른 지역에너지 보급사업, 신·재생에너지의 무공급제도(RPS)와 발전차액지원제도로 소수력개발 필요성이 증폭되면서 공공기관에서 민원발생 우려가 없는 기존 시설물인 댐이나 농업용 저수지, 하수처리장, 수도용 관로, 하수종말처리장, 화력발전소의 냉각수 등을 이용한 소규모 소수력 개발이 활발하게 추진되고 있다.

소수력개발 예로 한탄강유역의 일반하천에 농업용 보를 이용하여 2007.08에 상업발전을 개시한 경기도 연천군 소재의 고문소수력발전소(설비용량 1,500kW, 신에너지(주))는 민간 발전사업자가 '93년도 이후 14년 만에 개발한 사례이며, 동진강(설비용량 850kW), 덕치(설비용량 800kW), 분천(설비용량 1,500kW) 등 3개소가 건설중에 있으며, 지역에너지사업으로 곡성군 및 괴산군에서 일반하천에 소수력을 개발중에 있다.

## 4. 제언

에너지 해외의존도가 높은 우리나라는 친환경적이고 부존자원의 적극적 개발과 활용이 가능한 소수력을 적극적으로 개발하여야 한다. 소수력 자원의 적극적인 개발은 사장되는 에너지원의 개발 차원뿐 아니라 경제·사회적으로 전력 수요 급증시의 부하 평준화 효과, 민간중도의 반영구적 사업으로서 환경 친화적인 에너지원의 개발과 부수적으로 지역개발의 촉진과 관련기술의 수출 산업화 등의 효과를 거둘 수 있다. 특히, 기후변화 협약에 대비한 부존에너지인 소수력 산업의 경쟁력을 시급히 제고하여야 한다.

교토의정서 발효에 따라 CO<sub>2</sub> 배출저감을 위한 각국의 친환경에너지 개발노력과 관련기술을 보유한 업체간 생존경쟁이 치열할 것으로 예측된다. 따라서 향후 소수력 산업 분야의 미래 변화를 전망하고 이를 토대로 소수력 기술개발의 비전을 설정하여 성공적 목표달성을 위한 실천전략을 수립해야 한다. 그리고 소수력의 핵심기술개발을 확보하여 동남아 및 대북사업의 시장을 개척하고 공익적 목적을 달성해야 한다.

소수력발전은 환경 훼손이 상대적으로 적은 청정에너지이면서 에너지 밀도가 높고 지역의 분산전원에 적합한 에너지원이다. 그러므로 정부에서 기술개발 지원사업을 활발하게 추진하여야 한다. 경제성이 부족하여 개발이 미진하였지만 최근 수차기술개발에 따른 국산화와 정부의 보급 확대정책 등이 뒷받침되어 공공기관에서 민원발생 우려가 없는 기존 시설물을 이용한 소수력 개발하여 경제적 타당성이 입증되고 있다. 이런 시점에서 소수력 개발을 활성화하기 위해서는 타당성 조사, 개발방식, 발전설비 및 발전소 운영방법에 대한 원천 기술력이 확보되어야 한다. 아울러 건설비용과 상업발전개시후의 운영비용을 절감시킬 수 있도록 IT기술을 접목한 무인 자동화시스템을 구축하여 경제성을 높여야 한다. 그리고 일반 하천이나 기존 시설물을 이용한 농업용 보, 수도관로, 하수종말처리장, 화력발전소, 방조제, 양어장 등 친해의 자연조건을 살리는 국내의 소수력 발전에 대한 정확한 홍보가 필요하다.

정부는 소수력 기술개발 투자예산의 대폭 확대와 소수력에 관련된 법령을 전면 개정하여 상용화를 위한 본격적인 개발보급사업의 추진모색이 필요하다.

따라서 소수력의 보급 확대를 위해서는 국민의 인식변화, 관련 기술개발, 인·허가 절차의 획기적인 간소화, 정부의 제도적 기반조성 및 관련 산업의 육성 등 다각적인 노력이 필요하며 민간 투자를 촉진하기 위한 지원 대책을 서둘러서 마련해야 한다. 부족한 에너지를 분담하고 환경오염을 덜게 하는 소수력발전의 보급 활성화를 위하여 일관성 있는 정책을 통해 안정적 투자환경을 조성하고, 선택과 집중에 따른 전략적 투자로 기술개발과 산업화를 지원해야 한다.

### [참고 문헌]

- [1] 소수력기술연구회 “신·재생에너지 RD&D 전략 2030”, 산업자원부, pp.3~55, 2007.11
- [2] “신·재생에너지 발전차액지원제도개선 및 RPS 제도와 연계 방안”, 산업자원부, 2004-N-PS04-P-04, p.128, 2006.03
- [3] “2005년 신·재생에너지백서”, 산업자원부, 2006.08
- [4] 日本 新 Energy·産業技術綜合開發機構(NEDO : New Energy and Industrial Technology Development Organization), “Micro 水力發電導入 Guide Book”, pp.5~54, 2003.03