

소수력 발전 활성화를 위한 분류 기준



김 성 철

(주)이산 수력부 부장
연세대학교 전기,전자공학 석사
kgrium@naver.com



정 용 규

(주)이산 수력부 부사장
고려대학교 이학사
지질 및 지반 기술사
yong05062@hanmail.net



최 병 규

(주)이산 에너지사업본부 부회장
서울시립대학교 박사
수자원개발 기술사
bkchoisae@naver.com



박 정 혁

(주)이산 수력부 전무
인하대학교 학사
hawk00700@naver.com



박 래 건

(주)도화엔지니어링 수자원2부 이사
수자원개발 기술사
exspo@naver.com



이 용 진

(주)이산 수력부 차장
경성대학교 석사
apc201co@hanmail.net

산업화 사회의 발전은 생활의 편리성을 확보할 수는 있었지만, 환경파괴라는 부수적인 폐해로 이어진다는 사실을 간과하여 왔다. 산업화가 이루어지던 초창기에는 산업화와 환경이 같은 방향을 바라보는 위치에 있었지만, 현재는 역방향의 위치를 바라보고 있어서 한쪽 방향의 발전은 다른 쪽 방향의 황폐화로 이어지는 관계가 되어 버렸다. 또한 산업 발전은 환경 파괴만이 아닌 자원 고갈의 문제도 야기 시켰다. 현재 우리는 산업의 지속적

인 발전성 유지, 파괴된 환경의 복구, 고갈된 자원을 대체할 새로운 자원 제시라는 세 가지 문제의 해결책 제시를 강요받게 되었다. 이와 같은 세 가지 문제의 해결을 위한 대안으로 제시되고 있는 것이 신재생 에너지 기술이다. 신재생에너지 기술은 환경 파괴를 최소화 하여 환경 스스로 복구될 수 있는 자정 시간을 확보하여 줄 수 있고, 부족한 에너지 자원을 공급하여 친환경적인 산업이 지속적으로 발전할 수 있는 원동력을 제공할 수 있기

때문이다. 국내에서는 1987년 “대체에너지 기술 개발 촉진법”을 토대로 신재생에너지 기술 개발이 태동 하였고, 1990년대의 성장기를 거쳐 2000년대 들어서면서 관련 기술 산업이 장년기에 접어들고 있다. 현재 국내에서는 신재생 에너지 기술을 10개 항목으로 분류하여 육성하고 있다. 그 가운데 신재생에너지 기술의 태동기에는 포함되지 않았지만 현재에는 구체적으로 세분화된 기술이 수자원을 이용하는 기술이다. 수자원을 이용하는 기술은 수력발전 기술과 해양 발전 기술로 나누어진다. 수력 발전 기술의 경우 수력과 소수력으로 분류되며, 해양 발전 기술은 최초 조력, 파력, 조류, 해수 온도 등의 기술로 분류 되었으나, 현재에는 바닷물을 이용하는 소수력도 포함하고 있다. 수자원을 이용하는 기술은 수자원이 가진 물리적 에너지를 전기 에너지로 변환하는 친환경적인 에너지 확보 기술이다. 최근의 기술 동향은 신재생에너지 가운데 수자원을 활용하는 수력발전기술에 많은 관심이 집중되고 있다. 수력발전기술이 많은 관심을 받은 이유는 친환경적인 방법으로 전력을 생산하고 공급하기 때문이다. 특히 해외에서는 수력 발전 기술보다는 소수력 발전기술에 더 많은 관심이 집중되고 있는 추세다. 수력발전기술은 대규모의 토목공사가 수반되어야 하기 때문에 경제 자립도가 부족한 신흥 공업 국가들에게는 경제적인 부담이 있고, 전력 생산에 필요한 충분한 수자원 확보도 어렵기 때문에 상대적으로 소규모로 수자원을 활용하는 소수력 발전에 더 많은 관심을 가지게 된 것이다. 국내의 경우에는 원자력과 화력 중심의 전력 생산 구조를 가지고 있어 수력과 소수력이 갖는 의미는 미비하다. 그러나 최근 국내에서도 소수력 발전에 많은 관심을 보이고 있다. 국내에서는 소수력 발전과 관련하여 크게 두 가지 관점에서 접근이 이루어지고 있다. 첫 번째 관점은 신재생에너지 관련 정부 지원 정책에 따른 관점이고, 두 번째 관점은 향후 소수력의 시장에 대한 관점이다. 소수력 산업의 시장성은 현재까지

는 현저히 떨어지기 때문에 민간 사업자의 지속적인 투자가 이루어지지 않고 있는 실정이다. 따라서 관련 기술의 발전을 위해서 정부에서는 지속적인 지원정책을 제시하고 있다. 그러나 최근의 정세 변화로 인하여 북한과의 관계 개선에 따른 북한지역 개발이 본격화 되는 경우에는 북한의 험준한 지형을 극복할 수 있는 전력 생산 산업으로 소수력발전산업이 가장 적합하다는 점과 동남아시아, 남미 등 경제 자립도가 낮은 국가를 상대로 한 해외 건설 시장 개척의 측면에서도 시장성이 크게 확대될 것 이라는 예측으로 인하여 다양한 각도에서 관심을 받고 있다. 소수력 발전 기술은 최근처럼 많은 관심을 받지 못하였기 때문에 소수력 발전으로 분류하는 기준이 모호한 상태를 유지하여 왔다. 모호한 분류 기준으로 인하여 정부에서의 지원정책에도 여러 가지 문제점이 발생하고 있고, 관련 기술의 집중적인 발전에도 저해 요인으로 작용하고 있는 실정이다. 따라서 다음의 내용들을 통하여 여러 측면에서 소수력 발전기술을 분석하고 명확한 분류 기준을 제시하여 소수력 발전 기술이 활성화되기 위한 초석이 되고자 한다.

1. 소수력 발전 특성

소수력 발전의 사전의미는 현행 법령에서 찾을 수 있다. “신에너지 및 재생에너지 개발·촉진법” 시행규칙 제2조 6항에는 소수력 발전에 대하여 “물의 유동 에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 설비”로 명시하고 있다. [그림-1]은 소수력 발전설비 계통이다.



[그림-1] 소수력 발전설비 계통

[출처: 신재생에너지 백서, 2016년]

[그림-1]의 소수력 발전 설비 계통은 일반적인 수력발전의 설비 계통과 동일하다. 수력발전은 일

반적으로 발전 용량을 기준으로 대수력, 중수력, 소수력으로 분류한다. 소수력발전은 수력발전의 발전용량 분류에서 가장 작은 형태의 수력발전이기 때문에 설비의 계통이 동일할 수 밖에 없다.

[그림-2]의 소수력 발전 설비 개념 및 구성도 일반 수력발전의 설비 개념과 동일하다. 소수력 발전은 저수위와 수차의 회전을 통하여 전기를 생산하는 방식이기 때문이다. 소수력 발전은 큰 하천에 설치되어 있는 수력발전 설비가 작게 축소되어 작은 골짜기에 설치 한 것이라고 이해하면 된다. 따라서 소수력 발전은 협소한 공간이나 험준한 산악 지형에 위치한 수자원을 쉽게 사용할 수 있다는 점에서 수력발전이 갖을 수 없는 장점을 가지고 있는 것이다.

2. 소수력 발전 분류기준

2.1 관련 법령의 분류 기준

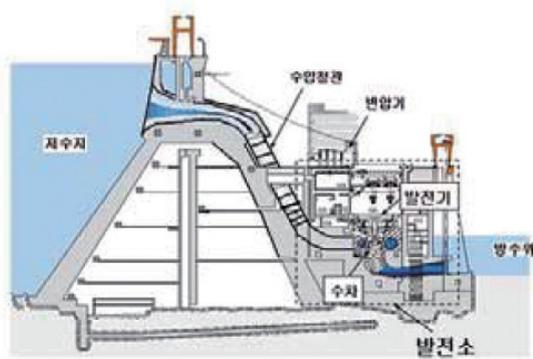
2.1.1 관련법의 변화

소수력 발전설비를 분류하는 기준은 크게 1987년, 2003년, 2005년에 바뀌게 된다. 1987년에는 “소수력발전 개발방안에 관한 업무지침”과 “대체에너지 개발 및 이용·보급 촉진법”에 따라 3천 kW이하를 소수력 발전으로 분류하였다. 2003년

에는 동법을 개정하여 소수력 발전설비를 10MW 이하로 분류하였다. 2005년에 와서 소수력 발전 설비의 기준이 모호해지기 시작하였다. 2005년 “대체에너지 개발 및 이용·보급 촉진법”이 폐지되고 “신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법”이 신설되면서 기존 법령에 명시되어 있던 용량 기준이 삭제되고, 양수발전과 수력발전으로 수자원 에너지를 이원화 하면서 수력발전설비에 일원화 시키게 된다. 이후 현재까지 관련 법령은 개정되거나 유사한 법령이 신설되지 않은 상황으로 유지되고 있어 소수력 발전의 분류에 혼란이 가중되고 있는 상황이다.

2.1.2 관련 법의 문제점

2005년을 기점으로 변경된 관련 법령에 의해 소수력 발전 분류기준은 모호해진 것과 반대로 2005년 이후에는 정부 주도의 신재생에너지와 관련된 산업 육성이 가속화 되고 있었다. “신·재생에너지공급의무화제도 (RPS)”와 “발전차액지원제도”의 지원 범위를 소수력 발전 범위로 차용 적용하였지만 별도의 분류기준이 없어 지원정책 기관별로 1,000~10,000kW 설비용량(발전용량)을 임의 적용하여 지원정책의 일관성이 상실되었다. 지원정책의 일관성 부재는 지원정책을 소극적으로 변화 시켰고, 정부 지원이 필요한 현 시점에서



[그림-2] 소수력 발전 설비 개념 및 구성

[출처: 신재생에너지 백서, 2016년]

는 민간 개발 및 투자자의 소수력 발전설비에 대한 투자를 감소시키는 원인으로 작용하고 있다.

2.2 국내 분류 기준 분석

2.2.1 2005년 이전 분류방법

수력발전은 [표-1]과 같이 대수력, 중수력, 소수력, 미니수력, 마이크로 수력, 피코 수력 등으로 총 6개 항목으로 나눌 수 있다. 이 가운데 소수력 발전설비 분류 방법은 일반적으로 [표-2]의 발전용량, [표-3]낙차에 의한 분류, [표-4]의 발전방식에 의한 분류와 같은 3가지 방법이다.

[표-2]에서와 같이 소수력은 발전설비 용량에 따라 소수력과 미니 수력, 마이크로 수력으로 나누며 피코수력은 발전용량이 너무 작기 때문에 마

이크로 수력에 포함하는 경우가 많다. 발전용량에 의한 분류는 발전 설비 용량에 따른 시설 규모를 결정할 수 있다.

[표-3]은 낙차에 의한 분류방법이다. 일반적인 수력 발전의 원리는 댐을 설치하고 물을 저장한 후 물의 위치 에너지인 낙차에 따른 수차의 회전 에너지를 전기에너지로 변환하는 원리를 적용하는 것이므로 소수력 발전도 동일한 원리를 적용하고 있다. 낙차에 따른 분류에 따라 댐의 규모가 결정된다. 일반적인 국내 기준에서 소수력 발전의 댐은 “댐”이라는 명칭으로 사용되지 않고 “보”라는 명칭으로 사용된다. 이는 낙차가 적고 시설물의 규모가 작기 때문이다. 소수력 발전에서 일반적인 검토 사항 가운데 하나가 낙차의 높이이다. 소수력발전이라는 명칭에서 의미하는 것과 같이 수력

[표-1] 발전설비용량에 따른 수력발전 분류

구분		설비용량 기준
수력발전	대수력(large hydropower)	100,000kW 이상
	중수력(medium hydropower)	10,000 ~ 100,000kW
소수력 발전	소수력(small hydropower)	1,000 ~ 10,000kW
	미니수력(mini hydropower)	100 ~ 1,000kW
	마이크로수력(micro hydropower)	5 ~ 100kW
	피코수력(pico hydropower)	5kW 이하

[출처 : 소수력 발전소 발전 특성 및 고효율 운전에 관한 연구, 2012]

[표-2] 발전설비용량에 의한 소수력 분류

설비용량	분류	비고
	<ul style="list-style-type: none"> • Micro hydropower, • Mini hydropower, • Small hydropower 	<ul style="list-style-type: none"> • 100kW 미만, • 100 ~ 1,000kW, • 1,000 ~ 10,000kW

[출처 : 소수력 발전소 발전 특성 및 고효율 운전에 관한 연구, 2012]

[표-3] 낙차에 의한 소수력 분류

낙 차	분류	비고
	<ul style="list-style-type: none"> • 저낙차(Low head) • 중낙차(Medium head) • 고낙차(High head) 	<ul style="list-style-type: none"> • 2~20m • 20~150m, • 150m 이상

[출처 : 신재생에너지 백서, 2016년]

발전과 유사하거나 동일한 발전방식에 의한 설비이므로 분류기준에는 최소한의 낙차가 포함된다. 일반적으로 낙차에 의한 소수력 발전설비 분류기준에서는 저녁차 설비를 적용하고 있다.

[표-4]는 발전방식에 의한 분류방법이다. 발전방식의 분류방법은 발전기 또는 수차와 같이 직접 전력을 생산하는 방식에 의한 분류가 아닌 토목 구조 시설물에 의한 분류 방법이다. 세 가지 방식 모두 소수력 발전으로 분류한다.

2.2.2 2005년도 이후 분류방법

2000년도에서 2015년도까지는 분류기준에 큰 변화는 없었다. 2000년대 초반의 경우 소수력 발전에 대한 필요성이 크게 부각되지 않았고 신재생 에너지 기술과 관련한 정부지원 정책에도 불구하고 활성화 되지 못했다. 2010년도 이후 해외 발전소 건설공사의 형태가 화석에너지나 원자력을 사용하는 발전 설비에서 수력발전을 포함한 신재생 기술이 적용된 발전설비로 다각화되면서 소수력 발전에 대한 관심이 커지게 되었다. 소수력의 장점인 수력발전에 비해 적은 투자비용에 비해 버려지는 수자원과 험준한 지형을 극복할 수 있다는

장점 때문이었다. 2015년 이후에는 공기업을 중심으로 소수력발전과 수력발전을 구분하기 위한 연구 활동이 활성화 되고 있다.

[표-5]는 2005년 관련법이 정비되면서 적용된 분류기준이다. 현재까지 소수력 발전과 관련해서는 [표-5]의 분류 기준을 따르고 있다. 2015년 이전에는 소수력 발전과 관련된 사업이 많지 않아서 인허가 기관에서는 발전용량 1,000~10,000kW의 범위에서 임의로 소수력 발전설비라 판단해 주었다. 그러나 최근에는 신재생에너지 기술에 대한 정부의 지원정책이 다양화 되어 소수력 사업에 적극적으로 참여하려는 사람들이 늘어났었다. 그러나 기존의 분류 기준은 소수력 발전과 마이크로 수력의 경계가 모호하여 다양한 정부 지원정책의 일관성을 저해하는 원인이 되었고, 지원정책의 범위의 축소를 가져왔다. 최근에는 다시 소수력발전 사업 참여에 대한 관심이 소강상태에 들어서게 되었다.

[표-6]과 [표-7]은 기존의 설비들을 정리하여 분류기준을 재정립하려는 연구 보고서들의 내용에서 발췌한 것이다. [표-6]은 발전용량을 제외한 수력발전에서 수자원을 이용하는 방법과 구조물 등의 특성을 정리한 분류 방법이다. [표-7]은 [표-6]의 내용 중 물의 이용과 구조면에 대한 분

[표-4] 발전방식에 의한 소수력 분류

분류		비고
발전방식	<ul style="list-style-type: none"> • 수로식 (run-of-river type) • 댐식 (Storage type) • 터널식 (Tunnel type) 	<ul style="list-style-type: none"> • 하천경사가 급한 중·상류지역, • 하천경사가 작고 유량이 큰 지점 • 하천의 형태가 오메가(Ω)인 지점

[출처: 신재생에너지 백서, 2016년]

[표-5] 수력발전 용량 분류

구분		설비용량 기준
수력 발전	대수력(large hydropower)	100,000kW 이상
	중수력(medium hydropower)	10,000 ~ 100,000kW
	소수력(small hydropower)	1,000 ~ 10,000kW

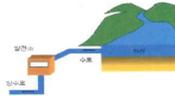
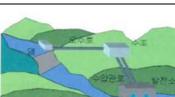
[출처: 소수력 발전소 발전 특성 및 고효율 운전에 관한 연구, 2012]

[표-6] 수력발전의 수자원 및 구조물에 따른 분류

분류 항목	종류
물의 이용	유입식, 저수식, 조정지식
구조면	수로식, 댐식, 댐수로식
낙차	저낙차, 중낙차, 고낙차
발전소 건물	옥내, 옥외, 반옥외, 지하, 반지하, 수중
기계의 배치	종축, 횡축, 사축
제어 방식	수동, 직접제어, 원격제어, 원격감시제어

[출처 : 소수력 발전소 발전 특성 및 고효율 운전에 관한 연구, 2012]

[표-7] 구조 및 물이용 방법에 따른 분류

종류	내용	설비용량 기준
물 이용방식에 의한 발전방식 분류	유입식	
	조정지식	
	저수지식	
구조에 의한 발전방식 분류	수로식	
	댐식	
	댐수로식	

[출처 : 소수력 발전소 발전 특성 및 고효율 운전에 관한 연구, 2012]

류 내용을 세분화한 것이다.

[표-8]은 낙차와 낙차에 따른 수차를 분류한 기준이다. 저낙차 부분이 소수력 발전에 해당된다. 그러나 35m 미만이라고 표기 되어 있어 소수력과 마이크로 수력을 구분하기 어렵다.

[표-9]는 수차가 설치되는 방향에 따른 분류방법이다. 수차의 설치방향에 대한 분류법은 수력이나 소수력이 모두 동일하기 때문에 수력발전의 형식을 표시하는 것은 가능하지만, 수력발전의 종류별 특성을 구분하기에는 어렵다.

[표-8] 낙차와 수차의 종류에 따른 분류

구분	낙차 범위(m)	수차 종류	비고
저낙차	H(35)	카플란, 프란시스, 튜블러	남강, 부안, 밀양, 보령, 광천, 합천, 안동 충주제2
중낙차	H = 35~250	프로펠러, 카플란, 프란시스, 사류	소양강, 충주제1, 안동, 합천, 대청, 섬진강, 주암, 용담
고낙차	H > 250	프란시스, 펄턴	강릉, 청평, 삼랑진, 무주, 산청

[출처 : 소수력 발전소 발전 특성 및 고효율 운전에 관한 연구, 2012]

[표-9] 수차 방향에 따른 분류

구분	내용
중 축	발전기와 수차의 주축이 일직선이며, 수직으로 접속되어 있고, 저낙차 또는 중낙차의 발전소에 넓게 채용되는 방식이다. 고낙차에 있어서도 입축 펄턴 수차가 개발됨에 따라 고낙차 발전소에도 많이 채용됨.
횡 축	수차와 발전기가 동일 기초상에 설치되어 주축이 일직선상으로 접속되어 있는 방식으로 소용량 기기 및 펄턴 수차에 널리 채용됨.
사 축	저낙차의 개발에 튜블러 수차를 채용하여 수력 에너지 이용효율을 높이기 위해 주축이 경사지게 설치되는 경우가 있다. 또한, 유수 수차를 채용하는 경우에도 주축이 경사지게 됨.

[출처 : 소수력 발전소 발전 특성 및 고효율 운전에 관한 연구, 2012]

국내 소수력 발전의 분류 기준에 대한 연구와 적용 기준을 살펴보면 수력, 소수력, 마이크로 수력을 구분할 수 있는 것은 낙차와 발전용량 뿐이다. 구조, 시설물 형태, 수차 등의 요소는 비슷한 형태로 사용되기 때문에 명확한 분류의 기준점을 제시해주지 못하고 있다. 그래서 일반적으로 소수력발전이나 수력발전을 이야기 할 때에는 발전용량과 낙차에 대해서만 언급하는 것을 볼 수 있다.

2.3 해외 분류 기준 분석

2.3.1 해외 분류기준

수력과 소수력을 분류하는 명확한 특성을 가진 기준이 발전용량과 낙차이다. 그러나 국내의 분류

기준은 이 두 가지 기준 모두 모호하게 되어 있어 소수력발전을 명확히 구분하기 어렵다. 따라서 해외에서는 어떠한 기준으로 분류하는 지 살펴보면 [표-10]과 [표-11]같이 발전용량과 낙차에 대한 기준으로 분류하고 있다.

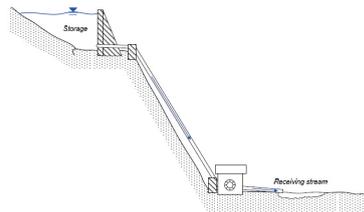
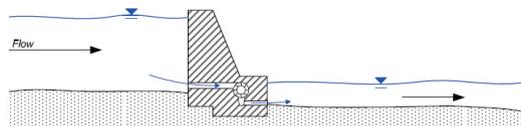
[표-10]에서 소수력 발전을 국내와 같은 1,000~10,000 kW를 기준으로 분류하고 있음을 알 수 있다. 낙차의 경우 국내는 35m 미만이지만 15m 미만을 기준으로 사용하고 있다. 이 기준은 최초 주요 선진국에서 적용했던 기준을 국내 기업들이 동남아시아 등지에서 소수력발전 사업 수행 과정에 적용했던 기준이다. 주요 선진국 기준을 적용한 우리나라의 기준과 해외의 기준은 유사성을 가지고 있다. 그러나 초기의 소수력 분류기준을 선

[표-10] 발전용량에 따른 수력발전 해외 분류기준

Size	Installed Capacity	Memo
Large Hydropower	100,000 kW over	Hydropower Facilities
Medium Hydropower	10,000 ~ 100,000 kW	Hydropower Facilities
Small Hydropower	1,000 ~ 10,000 kW	Hydropower Facilities
Mini Hydropower	100 ~ 1,000 kW	Hydropower Facilities
Micro Hydropower	5 ~ 100 kW	Construction Facilities Application Range
Pico Hydropower	5 kW under	

[출처 : Primary Industry Action Plan in S&T Master Plan, 2013]

[표-11] 낙차에 따른 수력발전 해외 분류기준

Class	Height of the head [m]	Example
High pressure plant	$50 < h > 2000$	
Medium pressure plant	$15 < h < 50$	
Low pressure plant	$h < 15$ [m]	

[출처 : Civil works for micro hydro power units]

정한 미국과 유럽에서는 소수력 발전에 대한 관심, 정부 지원, 관련 기술 등이 많지 않았기 때문에 분류기준의 폭이 넓어 적용에 모호한 문제를 안고 있었다.

최근에는 동남아시아나 후진국 등에서 부족한 전력자원을 소수력발전을 통하여 확보하려는 움직임으로 인하여 관련 건설 시장이 확대되어가고 있다. 해외 시장이 활성화 되면서 해당 국가들은 자국에 적합한 분류기준을 제 정립하고 있다.

2.3.2 해외 주요 국가별 분류기준

기후 변화에 관한 정부간 패널(IPCC)에서 정기적으로 발간되는 보고서에 의하면 국가별로 소수력발전을 구분하는 기준이 달라져 있음을 알 수 있다. [표-12]는 IPCC의 2012년 보고서의 내용이다.

[표-12]에서 보면 후진국으로 갈수록 발전용량이 높고, 선진국으로 갈수록 발전용량이 작은 것을 알 수 있다. 발전용수가 충분한 국가의 경우에는 발전용량이 수력발전용량에 견줄 만큼 큰 것을 알 수 있다.

[표-12] 발전용량에 따른 IPCC 분류 기준-1

Country	Installed Capacity (MW)	Reference Declaration
Brazil	≤ 30	Brazil Government Law (1998)
Canada	<50	Natural Resources Canada (2009)
China	≤ 50	Jinghe (2005); Wang (2010)
European Union (EU)	≤ 20	EU Linking Directive (2004)
India	≤ 25	Ministry of New and Renewable Energy (2010)
Norway	≤ 10	Norwegian Ministry of Petroleum and Energy (2008)
Sweden	≤ 1.5	European Small Hydro Association (2010)
USA	5 ~ 100	UN National Hydropower Association (2010)

[출처 : Economic Analysis of Small Hydropower Project, A Case Study of Lower Khare Small Hydropower Project]

[표-13] 발전용량에 따른 IPCC 분류 기준

Country/International Organization		Classification(kW)		
		Micro	Mini	Small
International Conferences on small hydropower		<100	101~500	501~10,000
Asia	Thailand	<200	201~6,000	6,001~15,000
	China	<100	101~500	501~50,000
	Malaysia	<25	25~500	<5000
	Nepal	<50	<500	<5,000
	India	<100	<2000	<15,000
Americas	Panama	<100	101~1,000	1,001~10,000
	U.S.	<500	501~2000	<15000
Europe	Turkey	<100	101~1,000	1,001~5,000
	France	<500	501~2,000	2,001~8,000

[출처 : Report 2012, IPCC(Intergovernmental Panel)]

[표-13]은 지역별 발전량의 차이에 대한 IPCC의 보고서 내용인데, 아시아권 국가들은 낮게는 500kW에서 크게는 50,000kW까지의 발전용량을 분류기준으로 사용하고 있다.

[표-14]는 IPCC에서 작성한 낙차에 의한 분류이다. 낙차에 의한 분류는 소수력 자원이 많은 동남아시아와 미국을 중심으로 서술되어 있다. 큰 특

징은 협곡이 많은 인도는 최소 2m에서 최대 30m로 범위를 정하고 있다. 상대적으로 수자원이 풍부한 말레이시아는 30m이하로 기준 범위를 넓게 적용하고 있다. 해외의 경우 소수력 발전과 관련하여 발전용량의 범위 1950년대에는 500kW미만을 소수력으로 분류하였다. 1960년대에는 3,000kW 미만이었던 기준이 1960년대 후반에 12,000kW으로

[표-14] 낙차에 따른 IPCC 분류 기준

Country	Height of the head [m]		
	Low-pressure plant	Medium-pressure plant	High-pressure plant
India	2 ~ 30	30 ~ 100	100m and above
Malaysia	Less than 40m	Above 40m	Above 40m
U.S	20m		

[출처 : Report 2012, IPCC(Intergovernmental Panel)]

변경되었다. 1980년대에는 25,000kW미만으로 확대되었다. 1990년대에 들어서면서 50,000kW를 기준으로 사용하거나, 100,000kW를 기준으로 사용하는 국가가 늘고 있다.

해외에서는 소수력발전과 관련된 특징비교를 통하여 소수력 발전의 장점을 최대한 활용 하려는 연구가 늘고 있다. [표-15]는 소수력발전설비와 수력발전설비의 특성을 비교한 것이다. 소수력에 발전의 특성은 소형이며, 설치가 간편하고 적은 비용이 소요되며, 좁은 지역에 설치할 수 있다고 명시하고 있다. 소수력 발전설비에 대한 해외기술 기준

은 과거의 통일된 기준에서 국가별로 지형조건과 국가의 경제력에 따라 기준을 다르게 적용하고 있다는 점에 주목해야 한다. 후진국일수록 수력발전과 같은 대규모 토목사업을 수행할 수 없기 때문에 상대적으로 비용이 적은 소수력을 통하여 전력 생산량을 늘리고 싶어 한다. 따라서 소수력을 적용할 수 있는 범위를 넓게 잡아서 다양한 소수력발전설비 사업이 진행될 수 있도록 돕고 있다. 반면 선진국의 경우에는 기존의 전력생산 방식에서 신재생에너지 기술로 생산 방식을 교체하는 과정이므로 소수력 발전 기술은 다른 신재생에너지 관련 기술

[표-15] 수력과 소수력 특성비교

Class	Small Hydropower / turbine type	Big Hydropower / Turbine type
Character	<ul style="list-style-type: none"> Needs : supply electricity, high technology specialized tech. low investment cost Storage method, miniaturization, long PLC easy to install, easy to check and repair miniature product 	<ul style="list-style-type: none"> Main Purpose : Generating Electricity Need high investment & specialists Require broad area, becoming larger, short PLC Require a tower with a certain height over Need high quality maintenance, repair and test
ApplicationRange	<ul style="list-style-type: none"> Horizontal axis structure, generating facilities for small and narrow area 	<ul style="list-style-type: none"> Build a Dam complex for generation, variable types of turbine, large type product, vertical axis
Equipments	<ul style="list-style-type: none"> helical current product (Micro, Pico, Turbine) 	<ul style="list-style-type: none"> counteraction type, impulse type (Pelton, Francis)

[출처 : Primary Industry Action Plan in S&T Master Plan, 2013]

가운데 하나라는 인식이 지배적이다. 따라서 분류의 범위를 넓게 잡지 않고 있다는 점이다.

다만, 국내와 해외의 기준 적용의 차이점을 살펴보면 국내 기준 적용은 주로 발전용량에 관심이 집중된 것에 비하여 해외는 발전용량과 낙차 조건에 부합하여야 하는 특징을 가지고 있다.

3. 소수력 발전 분류 기준의 새로운 정의의 필요성

최근의 전력산업에서 수자원의 역할은 미비하였다. 1940년대 산업화 시기에는 수력에 의한 전력 생산이 전체 전력 생산의 핵심이었다. 과학기술의 발전은 급격한 산업화를 가져왔고, 산업화는 다양한 형태의 전력사용량 증가로 이어져 전력 인플레이션 문제를 심화 시켰다. 전력 인플레이션에 대한 대안으로 제시된 것이 화석에너지와 원자력에너지에 의한 전력생산 방식이었다. 최근까지 화석에너지와 원자력에너지 중심의 전력 생산 방식은 효과적으로 수요·공급의 균형을 잘 맞추어 왔다. 그러나 화석에너지와 원자력에너지의 사용은 자원의 고갈과 환경파괴라는 문제를 낳았고, 이 문제는 인류의 생존권을 위협하는 상황으로 발전되었다. 따라서 전력산업은 환경파괴를 최소화하고 현재와 같은 양의 전력을 생산할 수 있는 에너지원을 찾게 되었다. 대안으로 제시되고 있는 것이 신재생에너지이다. 신재생에너지는 친환경적이라는 면에서 대안이 될 수 있지만 생산되는 발전 전력량은 현재의 수준을 충족시키지 못하는 실정이다. 수자원에너지 가운데 수력발전의 경우 충분한 발전량을 확보할 수는 없지만 다른 신재생에너지에 비해서는 안정적인 전력량을 생산할 수 있기 때문에 최근 많은 관심을 받고 있다. 수력발전은 특히 경제적 자립도가 낮은 국가에서 많은 관심을 보여 왔다. 대규모 토목 공사로 인하여 많은 초기 투자비용이 필요하지만 자연조건을 효과적으로 이용할 수 있기 때문에 상대적으로 다른 발전설비에 비

해 운영 비용이 적다는 장점이 있다. 그러나 수력 발전에 필요한 충분한 유량 확보의 문제가 단점으로 지적 받고 있다. 따라서 최근에는 대규모 수력 발전의 단점을 보완하면서도 작은 하천등지에서도 전력을 생산할 수 있는 소규모의 수력발전설비인 소수력발전으로 관심이 옮겨가고 있다. 특히, 최근 기술동향을 살펴보면 재정자립도가 낮은 국가는 자국의 하천 등지에 설치할 수 있는 소수력 발전과 생산된 전력을 Micro Grid에 연결하는 방법에 많은 관심을 보이며 새로운 전력생산 플랫폼을 만들어가고 있다. 해외의 높은 관심에도 불구하고 국내에서는 관련 산업과 기술이 관심을 받지 못하고 있다. 그 원인은 해외의 경우 재정자립도가 낮은 국가는 가정용 자가 발전기에서 생산되는 전력 조차도 귀하기 때문에 작은 하천의 물까지 전력 생산에 활용할 수 있다는 점 때문이다. 반면 우리나라를 포함한 선진국들은 충분한 전력망이 구축되어 있기 때문에 환경파괴의 원인이었던 발전설비에서 친환경적인 발전설비로 전환하는 과정에서 중요성을 부여받고 있기 때문에 소수력 발전사업자에 대한 정부지원 정책에 따라 관심도가 큰 폭의 변화를 보이는 것이다. 따라서 유한한 정부 지원정책 내에서 효과적인 발전방향을 모색하기 위해서는 소수력발전의 분류기준에 대한 재정의가 필요하다. 소수력발전의 분류기준의 재정의의 필요성은 크게 2가지 관점 살펴보아야 한다. 첫째 관점은 발전용량의 기준점이 모호한 경우에 나타나는 문제점이다. 현재 국내 규정에는 소수력발전과 다른 수력 발전설비를 구분하는 분류기준이 명문화 되어 있지 않고, 2005년 분류기준이 삭제전의 기준인 1MW~10MW의 발전량을 준용하고 있다. 수력발전설비에서 발전량과 시설공사의 관계는 비례 관계이므로, 대규모 토목공사와 소규모 기계장치 설치 공사의 완충은 중수력발전과 소수력발전이 말아야 한다. 엄밀히 말하면 중수력 발전설비는 대수력 설비와 같이 대규모 토목공사의 특성에 가까워야 하며, 소수력발전설비는 미수

력발전설비와 같이 작은 용량의 기계장치 설치공사의 특성에 가까워야 한다. 중수력 발전과 소수력 발전에서의 공통요소인 발전용량 10MW은 국소 전력망(Micro Grid)이 아닌 전력망(Power Grid)에도 연계가 가능하기 때문에 중수력발전과 소수력발전의 경계가 사라지는 것이다. 소수력발전과 관련된 지원 정책은 버려지는 수자원도 에너지로 확보하려는 취지임에도 일부 사업자에 의한 대용량 소수력발전을 통하여 지원금과 지원정책을 독식하게 되는 문제점이 발생된다. 또한, 현재까지의 수력발전의 한계성으로 지적되고 있는 건기와 우기의 수자원의 양에 따른 발전량 변동폭의 심화가 전력계통에 그대로 영향을 주어 전력품질을 저하 시킬 수 있다. 현재 에너지 관리공단에서는 5MW 이하의 사업에 대해서만 소수력발전사업으로 인정하고 금융 및 지원 혜택을 주고 있다. 두 번째 관점은 유지가 가능한 시설물인지 쉽게 철거할 수 있는 시설물인지의 관점이다. 미니수력과 소수력이 가진 특징은 생산 전력은 적지만 시설물 설치 및 철거등이 용이하다는 장점이 있다. 또한 규모가 작기 때문에 다양한 사전조사 없이도 인허가만으로 발전설비를 운영할 수 있어 버려지는 수

자원을 에너지화 시킬 수 있는 것이다. 반면 대규모의 수력발전설비는 토목구조물을 설치하고 운영해야 하므로 사전조사를 충분히 거쳐 시설물 운영하기 때문에 충분한 수자원이 확보되어야 한다. 필요에 따라서는 별도의 수자원 확보를 위한 개발이 선행되어야 한다. 국내의 경우 에너지 관리공단등에서 소수력발전설비의 상한선을 5MW로 보는 것은 10MW부터는 일반 발전사업으로 전력망(Power Grid)에 직접 연계가 가능하지만 5MW이하의 경우에는 전력망(Power Grid)에 직접 연계보다는 국소 전력망(Micro Grid)에 연계하는 것이 효과적이기 때문이다. “5MW이하”라는 범위는 신재생에너지 관련 정책을 지원할 수 있는 근거가 될 수 있기 때문이다. 2008년 5월14일 지식경제부장관에 의한 “신·재생에너지 이용 발전전력의 기준가격 지침”에서도 5MW 이하에 대하여 일반과 기타로 구분하여 기준가격을 고시하고 있다. 해외의 경우도 5MW를 소수력의 상한선으로 보는 경향이 많다. 설비 규모와 생산전력의 계통 연계를 고려하여 볼 때 소수력발전의 특징을 최대화할 수 있는 범위로 1MW~5MW 분류기준의 재정립이 필요하다.



참고문헌

- [1] 에너지 관리공단, 신재생에너지 백서, 2016년
- [2] 농어촌 환경 연구원, 소수력 발전소 발전 특성 및 고효율 운전에 관한 연구, 농어촌 연구원, 2012.12
- [3] Li Zhiwu, China's Small Hydropower in Rural Energy Development, National Research Institute for Rural Electrification, China, 2012.8.1.
- [4] Primary Industry Action Plan in S&T Master Plan, KOICA, KISTEP, CSD consulting, 2013. 4
- [5] Christian Ardser, Lief Karcheter, Civil works for micro hydro power units, University of Applied Sciences Northwestern Switzerland
- [6] Ravi Kishor Dutta, Economic Analysis of Small Hydropower Project, A Case Study of Lower Khare Small Hydropower Project
- [7] Report 2012, IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change, 2012