



계통연계형 대용량 에너지 저장장치(ESS)의 활용방안 및 경제성 평가



문승일
서울대학교 전기·정보공학부 교수

1. 개 황

2011년에 발생한 9·15 단전사태는 세계 최고 수준이라고 믿어왔던 우리나라 전력망의 허점을 여실히 보여주었고 그로부터 2년이 지났지만 아직도 전력 위기는 계속되고 있다. 올 여름에도 공공기관에서는 냉방기 가동을 중단하고 실내조명을 소등 한 채 업무를

를 보았고 산업체에서도 조업을 단축하는 등 특단의 대책으로 이 위기를 넘겼다. 그러나 전력수요가 지금과 같은 추세라면 앞으로도 당분간 전력위기는 계속될 것으로 예상되고 있다. 지금까지의 전력수급 대책은 발전소를 건설하고 송전선로를 확충하는 공급중심의 정책이었지만 이제는 더 이상 발전설비를 지을 곳이 없어 수요의 증가를 공급이 따라가지 못하고 있

다. 이에 따라 정부는 지난 8월 중순 'ICT기반 에너지 수요관리 정책'을 발표하면서 그 동안 공급중심의 전력수급 정책을 합리적인 수요관리 중심 정책으로 전환하겠다고 밝혔다. 여기에는 전력위기를 근본적으로 해결하고자 하는 정부의 강한의지가 담겨있는 것으로 보인다.

2. 현황

최근 몇 년간 발생한 전력위기는 여러 원인이 있겠으나 기본적으로 전력을 저장할 수 없기 때문에 발생한 문제이다. 예를 들어 전력이 남을 때 저장을 했다가 전력이 부족할 때 저장된 전력을 공급할 수 있다면 지금과 같은 전력 위기는 겪지 않아도 될 것이다. 지금까지는 에너지 저장 기술부족으로 인해 어려움이 있었으나 최근에 대용량 ESS(Energy Storage System: 에너지저장장치)가 개발되면서 이제는 기술적으로도 전력의 저장이 가능한 시기가 되었다.

ESS는 생산된 전력을 저장했다가 피크시간에 공급하여 전력피크를 관리하는 시스템으로 전력사용의 효율을 높이고 한편으로는 신·재생에너지의 보급에 따른 불규칙한 전력공급을 보완할 수 있어 전력위기의 해결책 중 하나라고 볼 수 있다.

ESS의 첫 번째 활용방안은 양수발전을 대체하여 수요반응(Demand Response) 자원과 예비력을 제공하는 것이다. 양수발전은 다양한 ESS 기술이 발전되기 전까지 대표적인 대규모 에너지 저장장치로서 주로 침두부하를 담당하는데 사용되었다. 그러나 양수발전 건설을 위한 적합한 부지를 찾는 데 제한이 있고 비싼 건설비용에 비해 가동률이 낮다는 단점이 있다. 실제로 2010년 양수발전의 가동률은 8.1%에 불과하였다. ESS는 양수발전에 비해 설치 장소에 대한 제약이 적고 천문학적 규모의 건설비용을 회피할 수 있으며 예비력 제공뿐만 아니라 다양하게 활용할 수 있

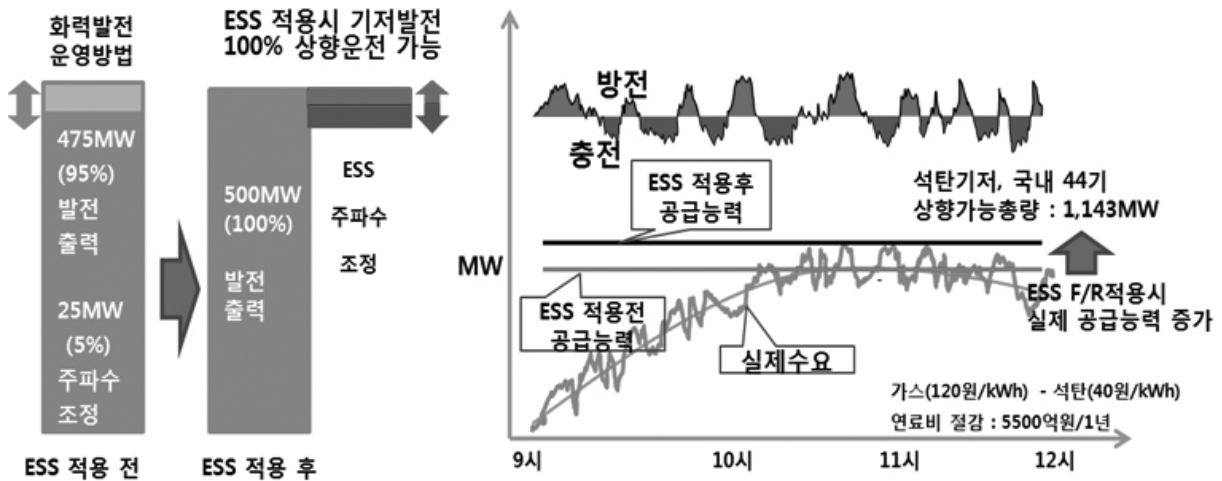
다는 점에서 양수발전의 훌륭한 대안이 될 수 있다. 또한 ESS는 양수발전에 비해 다양한 장점을 가지고 있다. 일반적으로 양수발전은 심야시간에 에너지를 저장하였다가 피크부하일 때 저장된 에너지를 계통에 공급하기 때문에 하루에 한번 정도 충·방전을 한다고 볼 수 있다. 하지만 ESS는 충·방전 속도가 빠르기 때문에 가격에 따라 실시간으로 충·방전이 가능하다. 뿐만 아니라 빠른 충·방전 속도로 인해 예비력이 필요할 때 즉시 전력 투입이 가능하여 예비력 제공 측면에서도 양수발전 보다 우수하다. 표 1은 양수발전과 ESS의 전력생산 시간과 효율을 비교한 것이다.

[표 1] 양수발전과 ESS의 전력생산 시간과 효율 비교

구분	양수발전	ESS
급전기시 후 전력생산까지 걸리는 시간	3분	0.3초
효율	70%	96%(LIB)

자료 : 스마트그리드 ESS 기술동향 보고서, 2012

두 번째는 ESS를 주파수조정 보조서비스로 활용하는 방안이다. 현재 주파수조정은 석탄화력 발전기들이 주로 담당하고 있는데 이런 발전기들은 급격한 전력수요 변동에 따른 주파수 변화를 조정하기 위하여 정격출력에서 5% 감발운전을 하고 있으며 주파수 조정으로 인해 추가 연료비용이 발생하고 있다. 만일 ESS가 이런 발전기들을 대신하여 주파수 조정에 활용된다면 그림 1과 같이 주파수를 조정하기 위해 들어가는 연료비용 약 5,500억 원을 매년 절약할 수 있다. 뿐만 아니라 석탄화력 발전기들이 감발운전을 할 필요가 없기 때문에 정격출력 운전이 가능해져 원자력 1기의 발전량에 해당하는 약 150만kW의 추가 발전량을 확보할 수 있다. 또한 석탄화력 발전기들이 정격출력으로 운전함에 따라 운전효율이 상승하고 발전기 수명이 증가하면서 그에 따른 약 1,500억 원의 편익이 발생된다.

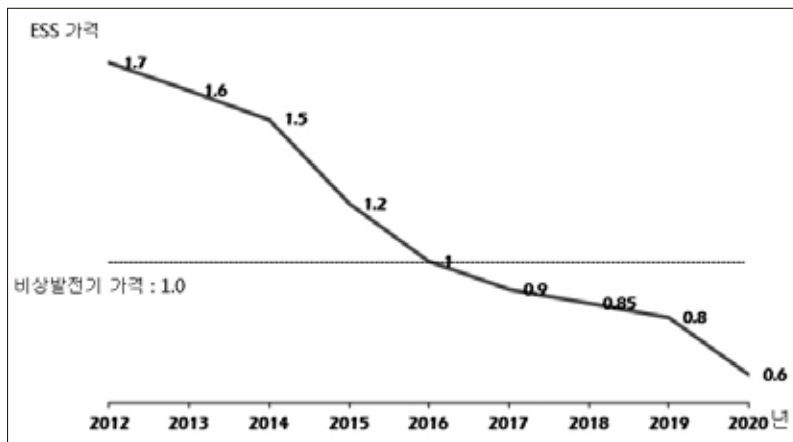


자료 : 전력거래소

[그림 1] ESS의 주파수 조정 사용 시 발전 연료비 감소량

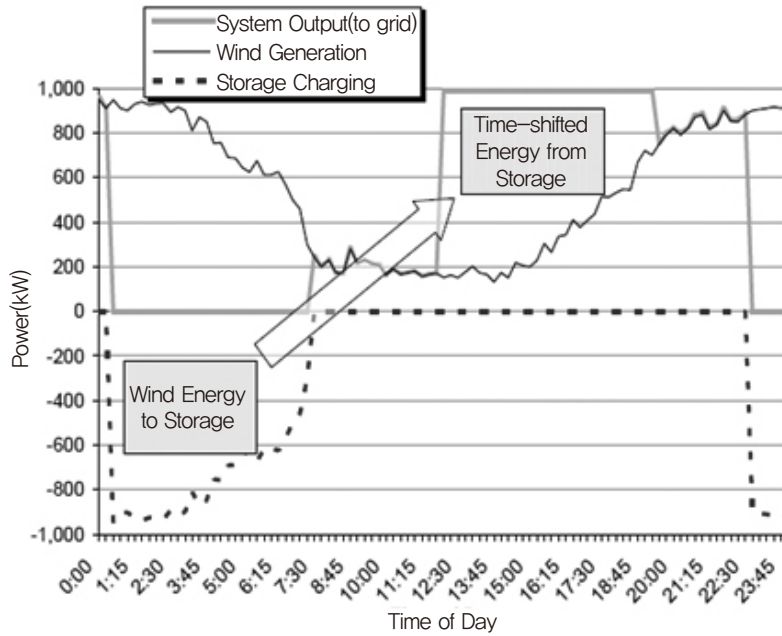
세 번째 활용방안은 ESS로 비상용 발전기를 대체하는 방안이다. 현재 우리나라의 비상용 발전기는 전국적으로 약 2,000만kW가 있으며 이는 원전 약 20기에 해당하는 용량이기 때문에 비상 시 충분히 전력공급이 가능할 것으로 보였다. 하지만 2011년 9.15 순환정전 사태가 발생했을 때 이 비상용 발전기 중 60%가 제대로 동작하지 못하였다. 이는 현재 비상용 발전기들이 유명무실하다는 것을 보여주고 있다. 뿐만 아

니라 비상용 발전기가 디젤발전기 위주로 되어 있기 때문에 유지, 보수 및 운전제어가 어려운 단점이 있다. 현재 비상용 발전기들은 정전이 발생한 후에 동작하기 때문에 정전 예방에 전혀 도움을 주지 못한다. 하지만 ESS는 필요할 때 즉시 전력을 공급할 수 있고 디젤발전기와 비교하였을 경우 유지, 보수 및 운전, 제어가 쉽다는 장점이 있다. 또한 정전이 발생하기 전에 전력을 공급함으로써 정전을 예방하는데도 도움을



자료 : LG화학, 2012

[그림 2] ESS와 비상발전기 예상 가격 추이



자료 : Energy Storage for the Electricity Grid, SANDIA, 2010

[그림 3] 풍력발전과 ESS 연계 운영

줄 수 있다. 아직은 ESS의 가격경쟁력이 비상용발전기에 비해 떨어지지만 그림 2에서 확인할 수 있듯이 ESS의 기술발달로 인해 지속적으로 ESS의 가격이 떨어질 경우 2016년 이후에는 충분히 ESS가 현재의 비상용 발전기 대체와 함께 전력위기를 극복하는데 큰 역할을 할 수 있을 것으로 예상된다.

마지막으로 ESS를 신·재생에너지원의 불규칙한 발전출력을 보정하는데 활용하는 방안이다. 풍력이나 태양광과 같은 신·재생에너지원은 기존 발전기들과 달리 출력이 불규칙한 특징이 있는데 신·재생에너지원이 전체 계통에 비해 적은 용량일 때에는 이런 출력의 불규칙성이 큰 문제가 되지 않지만 신·재생에너지원의 비중이 늘어난다면 전력계통의 안정적인 운전이 어려워질 수 있다. 특히 제6차 전력수급 기본계획에 따르면 우리나라는 2027년까지 총 발전량의 12.5%를 신·재생에너지원을 사용하는 것을 목표로 하고 있다. 따라서 그림 3과 같이 신·재생에너지원의 불규칙한 출력변화를 ESS의 충·방전을 통

하여 보정하도록 해야 한다. ESS와 신·재생에너지의 협조 운영 시설이 증가한다면 더 많은 신재생에너지

[표 2] 국내 시장형태에 따른 ESS 활용기능과 편익

구분	기능	편익 (100만 kWh당)
발전자원	1 전력공급 용량자원	25억 원/Year
	2 예비력 용량자원	11억 원/Year
	3 주파수조정서비스(GFC) 주파수조정서비스(AGC)	473억 원/Year
		167억 원/Year
부하자원	4 시간대별 요금반응(SMP)	220억 원/Year
	5 송전혼잡 감소	247억 원/Year
	6 수요관리 용량입찰	80억 원/Year
	7 시간대별 수요반응(TOU)	107억 원/Year
신·재생 보조	8 비상전원(UPS)	81억 원/Year
	9 신·재생 순간 변동 완화	272억 원/Year
전력품질	10 지속적 출력 변동 완화	104억 원/Year
	11 무효전력 제공원	87억 원/Year
	12 송전 안정도 향상	30억 원/Year
총 편익	국가 전체의 편익	1,900억 원/Year

지원 보급이 가능할 것이다.

위에서 언급한 네 가지 활용한 방안 외에도 ESS는 전력품질 향상을 위한 무효전력 공급 등의 방법과 같이 다양하게 활용될 수 있다. 표 2는 국내 시장 형태에 따른 ESS의 활용기능과 국가적 편익을 정리한 것이다.

3. 전망

ESS를 다양하게 활용할 수 있지만 아직은 경제성의 미확보로 보급이 더딘 실정인데 ESS의 보급을 활성화 시키려면 다음과 같은 노력이 필요하다. 먼저 전기사업법과 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 등을 개정하여 ESS를 발전기로 인정하고, 아울러 전력시장운영규칙 등을 개정하여 ESS사업자가 전력거래사업자로서 시장에 참여할 수 있도록

하여야 한다. 이와 함께 ESS를 RPS에 포함시켜서 초기시장이 활성화되도록 하면서 신·재생에너지의 보급에 기여하도록 해야 한다.

전력공급에 소요되는 사회적 비용이 점점 급증하고 있어 공급확대 정책만으로는 빠르게 증가하는 수요를 충족시키기에 한계가 있다. 이에 따라 이번에 발표된 정부의 'ICT기반 에너지 수요관리 정책'은 전력위기를 근본적으로 해결해야만 하는 절실한 상황을 반영한 것으로 보인다. ESS는 이런 정부의 목적을 이루기 위한 좋은 해결책이 될 수 있을 것이며, 수요관리뿐만 아니라 주파수 조정, 비상용 발전기 대체, 신·재생에너지 보조가 가능하기 때문에 높은 활용도를 가지고 있다. 정부의 적극적인 ESS 보급정책을 통해 당면한 전력수급 위기를 극복하면서 한편으로는 세계시장을 선도하는 우리나라의 새로운 성장 동력이 만들어지기를 기대한다. 