

전력저장에 의한 DSM

고 요
(에너지자원기술개발지원센터 전기1팀장, 기술지도사)

1. 개 요

최근 우리나라의 전력부문 수급 상황은 수요증가의 불확실성이 커지고 전력공급 예비율의 저하 등 수급 불안현상을 보이고 있으나, 건설기간이 길고 대규모 투자가 필요한 발전소 신규건설과 같은 공급측 대안만으로는 효과적인 수급 안정화를 이루기에 어려운 실정을 맞고 있다.

전력부하의 증가, 감소, 부하곡선에의 영향을 목적으로 하는 수요관리 (DSM) 방안이 점차 전력수급에 있어서 중요한 역할을 갖기 시작한 것은 DSM 대안을 활용함으로써 에너지자원의 효율적인 활용을 통한 지원의 최적이용으로 사회적 후생을 극대화할 수 있는 점 뿐만아니라, 전력설비 신증설 수요 감축에 의한 전원입지난 경감, 그리고 최근에 부각되고 있는 환경문제의 완화등 여러가지 장점이 있기 때문이다.

DSM을 전력수급 대안으로 활용하기 위한 노력은 미국을 비롯한 전세계적인 추세이며 여러나라들이 자국의 실정에 맞는 장기적이고 세계적인 전력수립과 일관성 있고 구체적인 실행 프로그램에 의해 꾸준히 추진해 나가고 있다. 특히, 미국에서는 DSM대안을 포함한 공급측 자원, 전력사업 경영능력 개선 등의 자원을 포괄적으로 포함하고 있는 통합자원계획(IRP)이 상당 주에서 실시되고 있거나 그 실시를 위한 법적인 제도 정비를 준비하고 있다.

우리나라에서도 DSM 방안을 시행중에 있으며, 여기에는 계절별, 시간대별, 요금제도, 심야전력요금제도, 전력수급조정 요금제도 및 하계휴가 보수기간 조정 요금제도 등 주로 요금제도를 중심으로 하는 DSM방안과, 에너지 절약형 기기의 보급과 같은 기술개발과 기기 Marketing에 의한 방안이 동시에 추진되고 있다. 에너지절약형 고효율기기의 보급은 현재로는 미미한 형편이지만 앞으로 이를 활성화하기 위하여 일반용이나 산업용 전기대체 냉방기기 보급확대를 위한 정책자금의 저리용자, 가스요금수준의 인하 등의 조치를 고려중에 있다. 아울러 DSM 제도의 적극적인 시행을

뒷받침하기 위한 DSM 관련법규(에너지 이용 합리화 법등)의 개정 등의 제도, 또는 경제적 기반을 구축하는 단계에 있다.

한편 우리나라의 DSM 추진상황을 보면, 많은 정책의 제시나 실천의 필요성은 제기되고 있으나, 정책의 잦은 변화, 목표의 모호함, 효과 측정 및 정량적 분석 부족, 실행계획의 구체성 부족 등 국가적 장기전략에 따른 효율적인 대책이라기 보다 단기적, 단편적 전술의 개념을 크게 벗어나지 못하고 있다.

이러한 모든 상황을 타개할 수 있는 커다란 방안의 하나가 원자력발전소의 보급확대이다. 물론 원자력발전소의 보급 확대에는 입지난이 문제이긴 하다. 그러나 입지난이 해결될지라도 감발운전이 불가능한 원자력발전소의 단점으로 인하여 원자력발전은 기저부하로 이용되고 있을 뿐이어서 이를 보완할 필요가 있다.

이의 보완은 심야에 발생하는 원자력발전에 의한 잉여전력을 에너지(전력)저장설비를 이용하여 일정량 저장하였다가 주간에 사용하는 것이다. 이미 양수발전소가 이를 대응하고 있지만 양수발전소도 입지난에 봉착하고 있어서 새로운 전력저장방식의 도입이 필요한 실정이다.

2. 새로운 전력저장장치

최근 산업경제의 발전과 국민 생활수준의 향상에 따라 전력수요가 급격히 증가하여 향후 10년간 전력설비투자는 지금의 2배로 늘어날 전망이다. 우리나라가 앞으로 OECD에 가입할 경우 기후변화 협약에 가입하게 되고 이로 인하여 2000년에는 이산화탄소 배출량을 57%로 줄여야 한다.

이를 극복하기 위해서는 산업경제의 구조개편과 혁신적인 기술개발이 필요하다. 만약 이것이 이루어지지 않으면 경제사회적으로 커다란 희생이 필요하게 된다. 혁신적인 기술개발면에서 보면 에너지 절약과 원자력 발전의 보급확대가 주요 과제가 된다.

표 1 특성 및 입지환경, 경제성 면에서의 비교

항 목		전 지	양수발전	초전도	압축공기	플라이휠
기술의 특성	규모 (MWh/MW)	자유 천-만(-천)	중-대 천-만(-1200)	대 천-만(천-)	소-중 백-천(-250)	소 1-10(-20)
	운전단위 hr	일·주	일·주	일·주	일	분·시간
	m ² /MWh	10-45	-650	4-8	2-28	6-23
	KWh/m ³	-42	약 1	약 10	약 5	약 10
	효율(%)	70-80	65-70	80-90	65-75	60-70
	수명(년)	중(10-20)	대(약30)	대(약30)	중(약20)	대(약30)
	부하용담성	대	중	대	소	중
	기동전자hr	순 시	수 분	순 시	20-30분	순 시
입지환경	보수관리	간 편	간 편	복 잡	복 잡	복 잡
	입지특성	자유(수요지역 내 가능송전선 실적다)	산간지역 (원격입지, 송전 손실 크다)	지반건고 지역 (좌동)	좌 동	자유(전지의 경 우와 동일)
	환경영향	없 다	광범위, 수물	없 다	소 음	소음, 진동
경제성	안전대책	활물질 누설 방지	-	초전도붕괴 시의 대응	고압공기 누설 방지	회전이상시의 대응
	건설비용 (목표치)	21-25만엔 /KW(일) 500-700S/ KW(미)	15-30만엔 /KW(일)	30-60만엔 /KW(일)	약 15만엔 /KW(일)	30-40만엔 /KW(일)
	발전비용	소	소	중	중	대
현기술개발수준		중	기존기술	소	서독·유	소규모가능

표 2 설치 장소에 다른 전력 저장 기술 비교

기술 \ 설치장소	1차변전소 10-100MW(8h)	배전용변전소 1-5MW(8h)	고압수용가, 낙도 100-500KW(4h)	간헐전원, etc 100KW(8h이하)
양수발전	(○) • 입지계약 있음 • 순동예비력 AFC용이	(×) • 분산배치 곤란	(×) • 개별대용 곤란, 수용 가 개개의 피커트 곤란	(×) • 적정규모 크다 • 순시용답 곤란
초전도저장	(○) • 입지계약 있음 (견고한공동 필요) • 순동예비력 AFC용이	(▲) • 도시근교 설치시 Toroidal coil로 되어 건설비 높다 • 분산배치 곤란 (입지계약)	(×) • 수용가 개개의 피커트 곤란	(×) • 적정규모 크다 • 소요량에 부적합
압축공기저장	(○) • 입지계약 있음 (견고한 공동 발전기 필요) • 순동예비력 곤란(기동정지시간 길다)	(▲) • 입지상 제약으로 분산 배치가 곤란	(▲) • 수용가 개개의 피커트 곤란	(×) • 소규모에 부적합
플라이휠	(×) • 대규모 곤란	(×) • 분산배치 가능 • 저장시간 길면 손실증대된다.	(▲) • 피커트에 대응 가능	(○) • 소형일 경우 손실 중대 하지만 간헐적인 피커트에 대응 가능
중기저장	(○) • 입지계약 있음 (증가원필요) • 원자력 석탄 화력 등과의 병합이 유리	(▲) • 지열, 온천등의 중기저장 가능 지역	(▲) • 중기사용 가능한 특정 수용기에 설치	(×) • 간헐전원의 흡수는 곤란

(주) ○:가능성이 높다 ▲:가능성이 작다 ×:가능성이 없다

원자력발전은 그 특성상 기저부하로서 24시간 출력이 일

정하여 주간 피크시에는 점유율 50%에 못마치게 된다. 원자력발전의 점유율을 높이기 위해서는 심야에 발생하는 잉여전력을 흡수해야 한다.

현재로서는 양수발전소가 이 역할을 하고 있으나 건설기간의 장기화, 입지조건의 제약, 인건비 상승에 따른 건설비 상승, 원거리배치에 따른 송전 손실, 중소규모시스템의 건설관란 등의 취약점을 안고 있어 새로운 저장기술의 개발 필요성이 대두되고 있다.

수십년전부터 양수발전을 대체하는 기술을 개발되어오고 실증되고 있다. 이러한 장치에는 전지전력저장장치, 초전도전력저장장치, 압축공기저장장치, 플라이휠저장장치 등이 있으나 이중 전지전력저장장치가 가까운 시일내에 양수발전을 대체하리라고 전망되고 있다. 이들 시스템을 비교하면 표 1, 2와 같다.

이상의 비교표에 따라 전력 저장 전지 시스템의 장점을 요약하면 다음과 같다.

- ① 높은 에너지 밀도를 갖고 있다.
- ② 기동 정지 및 부하추종 등의 운전특성이 우수하다.
- ③ 모듈 구조로 분산 배치가 가능하다.
- ④ 진동, 소음이 적고 환경에 끼치는 영향이 거의 없다.
- ⑤ 저장 효율이 비교적 우수하다.
- ⑥ 입지 제약이 없어 수요지 근방에 설치가 가능하다.
- ⑦ 모듈구조로 양산될 수 있어 건설 기간이 짧고, 비용절감(Cost Down)이 될 가능성이 높다.

⑧ 자원 적인 문제에 있어서 그 공급이 무난하다.

⑨ 적용 범위가 광범위하며, 가까운 시기에 실현 가능성이

높다.

이상의 표에서 비교된 바와 같이 전력저장 전지 시스템이 다른 저장기술에 비해서 다각적인 측면에서 우수한 잇점들을 가지고 있지만 부식성물질의 사용으로 인해서 다른 설비보다 내용년수(전지 수명)가 짧은 것과 다수의 단전지로 구성된 시스템이기 때문에 고도의 보수, 유지 관리 기술이 요구된다는 것이 취약점이다.

이러한 전력저장 전지시스템은 부하평준화용과 침투부하삭제, 주파수안정화, 전력계통안정화, 부하변동억제, 조상용, 분산형전원등에 이용되며 일본에서는 1990년 Moon Light 프로그램으로 1MW전력저장 전지 시스템의 운전에 돌입하였고, 독일에서는 주파수제어용으로 8.5MW시스템을 운전중 있다.

표 3 도입 형태에 따른 비교(전지전력저장기준)

도입형태	설치규모	경쟁할 수 있는 전력저장기술
대용량 집중배치	10-100MW(8시간)	○ 양수 발전 기술 ○ 초전도 저장 기술 ○ 증기 저장 기술 ▲ 압축 공기 저장 기술
분산배치	1-5MW(8시간)	▲ 초전도 저장 기술 ▲ 증기 저장 기술
수용가설치	100-500KW(4시간)	○ 플라이 휠
단독 또는 낙도 설치	10-500KW(4시간)	
간헐전원 출력제어	10KW(8시간 또는 그 이하)	

(주) ○ : 경쟁대상이 됨

▲ : 경쟁이 되지만 가능성이 비교적 낮은것

3. 전지전력저장장치(Battery Energy Storage system)의 적용 방안

BESS는 저장과 발전능력을 모두 갖고 있기 때문에 부하관리 기술중 부하평준화(Load shifting)의 기능이 강한 시스템이다. 그러므로 전력회사의 경우에 있어서 이 시스템의

주된 활용목표는 한정된 시간과 한정된 용량범위내에서 Load Shifting의 효과를 최대한 가져오도록 즉, 계통의 일부하율을 최대로 유지하도록 운용하는데 있다고 할 수 있다.

이 부하평준화의 대상은 다음과 같이 크게 3가지로 분류할 수 있으며 이중에서 부하평준화는

- ① 전체계통(부하평준화)
- ② 지역(부하평준화)
- ③ MTR BANK(부하평준화)

배전 전력회사 및 다수의 전력회사들이 존재할 경우 의미가 있는 성질의 것으로 우리와는 상관이 별로 없다. 따라서 실제 적용시에 그 대상선정 및 적정용량을 결정하고자 할 때에는 ①, ③의 공동 조건을 만족시켜주도록 해야한다.

그러나 MTR BANK의 년중 월별일 부하 패턴이 배전지역의 부하특성(다종 다양한 부하가 광범위하게 분산되어 있다는 것)상 대부분이 일정치 않기 때문에 이에 따라 월별 총방전시간, 총방전용량, 기동용량이 변화함으로 적정용량과 운용방안의 결정에 있어 어려움이 있다.

이 점은 BESS의 적용대상 지역을 배전용변전소에 적용하는 한 피할수 없는 과제이며, 고압 수용가에 적용할 경우에도 그 월별일 부하 패턴이 년중을 통하여 거의 일정치않다면 역시 마찬가지로 응용상 어려움이 뒤따르게 된다.

저 자 소 개



고 요(高 鎬)

1959년 1월 25일생. 1981년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1983년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사, 제어공학). 1995년 중앙대 대학원 졸업(공학, 전력전자)예정. 1983년-95년 한국전기연구소 선임연구원. 1995년 5월-현재 에너지자원기술개발지원센터 전기1팀장.