

여름철 전력난 장기대책 전력저장기술

고 요

에너지자원기술개발지원센터 전기 1팀장

1. 서언

근래 지속적으로 문제가 되고 있는 여름철 전력난은 전원공급상의 문제이긴 하나 가만히 생각해보면 피크부하를 담당하고 있는 가스, 내연력, 수력발전소의 부족이 야기한 문제라고 생각할 수 있다. 이 문제는 이들 발전소의 증설에 의하여 해결된 문제이지만 가동률이 떨어지거나 건설입지의 한계로 그러지도 못하고 있는 실정이다.

이러한 문제를 해결하기 위해서 근래 미국, 일본, 서독을 중심으로 전력저장시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이 문제는 환경문제와도 직결된다.

우리나라가 OECD에 가입하게 되면 자동적으로 기후변화협약에 가입하게 되고 이럴 경우 2000년경에는 이산화탄소 배출량을 40% 이상 줄여야 한다.

이산화탄소의 배출량을 크게 줄이기 위해서는 원칙적으로 석탄, 석유, 가스, 목재 등의 연소를 줄여야겠고, 이를 위하여는 이들 연료를 사용하는 업종에서 연료의 전환을 가져와야 한다.

즉 석탄, 석유, 가스 등의 화석연료 사용이 불가피한 수송분야 등을 제외하고는 그 에너지를 전기로 바꾸어야 하며, 전력사업 또한 발전소의 연료 중 가스, 석유, 석탄 등을 사용하던 것을 원자력, 수력, 대체에너지전원으로 바꾸어야 한다.

이러한 근본적인 문제외에도 산업구조의 개편을 통하여 에너지저소비형 산업의 육성과 에너지절약 기술의 개발 및 보급확대에 주력하여야 한다.

원자력발전의 보급확대를 위해서는 폐기물처리장의 확보, 원전입지 확보 등의 난제가 있으나 에너지위기에 직면하는 미래를 내다볼 때 이 문제는 곧 국민적 공감대를 얻어 해결되리라고 본다.

환경문제외에 원자력발전의 보급확대에 가장 걸림돌이 되는 것은 발전출력이 일정한 운전특성으로, 현재는 이를 기저부하담당용으로 하고 중간부하는 석탄 및 석유발전소가 담당하고 피크는 LNG 발전소와 내연력발전소가 담당함으로써 해결하고 있다.

그러나 양수발전과 같은 전력저장설비가 확충되면 더욱 보급이 활성화될 것이다. 여기에서는 먼저 원자력발전소의 보급확대를 위한 대안의 하나로 입지난을 겪고 있는 양수발전소를 대체할 새로운 전력저장설비에 대하여 그 필요성과 연구개발현황에 대하여 기술하고자 한다.

2. 전기에너지저장기술의 필요성

가. 새로운 전기에너지저장기술의 필요성

최근 우리나라 전력부문의 수급상황은 수요증가

의 불확실성이 커지고 전력공급저하 등 수급 불안 현상을 보이고 있으나, 건설기간이 길고 대규모 투자가 필요한 양수발전소 건설과 같은 대안만으로는 효과적인 첨두부하억제를 달성하기에 어려운 실정이다.

전력부하의 증가, 감소, 부하곡선에의 영향을 목적으로 하는 수요관리(DSM)방안이 점차 전력수급에 있어서 중요한 역할을 하기 시작한 것은 DSM 대안을 활용함으로써 에너지자원의 효율적인 활용을 통한 자원의 최적이용으로 사회적 후생을 극대화할 수 있는 점 뿐만이 아니라, 전력설비 신증설 수요 감축에 의한 전원입지난 경감, 그리고 최근에 부각되고 있는 환경문제의 완화 등 여러 가지 장점이 있기 때문이다.

이러한 DSM방안의 중요한 방법의 하나가 전기 에너지저장이다. 이는 전세계적인 추세이며, 여러 나라들이 자국의 실정에 맞는 장기적이고, 체계적인 전략수립과 일관성 있고 구체적인 실행 프로그램에 의해 꾸준히 추진해 나가고 있다.

우리나라에서도 이의 방안을 시행중에 있으며, 이외에 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 현재로서는 미미한 형편이지만, 앞으로 이를 활성화하기 위하여 일반용이나 산업용 전기대체 냉방기기 보급확대를 위한 정책자금의 저리용자, 가스요금수준 인하 등의 조치를 고려중에 있다. 아울러 DSM 제도의 적극적인 시행을 뒷받침하기 위한 DSM 관련법규(에너지 이용 합리화법 등)개정 등의 제도, 또는 정책적 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 등 국가적 장기전략에 따른 효율적

인 대책이라기보다 단기적, 단편적 전술의 개념을 크게 벗어나지 못하고 있다.

이러한 모든 상황을 타개할 수 있는 커다란 방안의 하나가 원자력발전소의 보급 확대이다. 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 전력저장 방식의 도움이 필요한 실정이다.

이러한 전력저장시스템은 대형의 경우 한국전력의 변전소나 대규모 전력사용업체에서 사용하게 되고 빌딩의 경우에도 MW급 설비에서 수십kW급의 설비가 설치되어 피크커트에 의한 전력요금 절감의 효과 및 비상전력으로서의 사용, 전기품질의 향상에 기여하게 될 것이다(표 1, 표 2 참조).

나. 새로운 전기에너지저장기술

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 기술개발에서 보면 에너지 절약과 원자력 발전의 보급확대가 주요 과제가 된다.

원자력발전은 그 특성상 기저부하로서 24시간 출력이 일정하여 주간 피크시에는 점유율 50%에 못 미치게 된다. 원자력발전의 점유율을 높이기 위해

<표 1> 특성 및 입지 환경, 경제성 면에서의 비교

항 목	전 지	양수발전	초 전 도	압축공기	플라이휠	
기술의	규 모 MWh(MW)	자 유 천~만(~천)	중-대 천~만(~1200)	대 천~만(~천)	소-중 백~천(~250)	소 1~10(~20)
	운전단위	일, 주	일, 주	일, 주	일	분, 시간
	m ³ /MWh	10~45	~650	4~8	2~28	6~33
	kWh/m ³	~42	약 1	약 10	약 5	약 10
	효율(%)	70~80	65~70	80~90	65~75	60~70
특성	수명(년)	중(10~20)	대(약 30)	대(약 30)	중(약 20)	대(약 30)
	부하응답성	대	중	대	소	중
	기동전지	순 시	수 분	순 시	20~30분	순 시
	보수관리	간 편	간 편	복 잡	복 잡	복 잡
입지 환경	입지특성	자유(수요 지역내 가 능 송전손실 작다)	산간지역(원격입지, 송전손실 크다)	기반견고 지역 (좌동)	좌 동	자유(전지의 경우와 동일)
	환경영향	없 다	광범위, 수물	없 다	소 음	소음, 진동
	안전대책	활물질 누설방지	-	초전도붕괴시의 대응	고압공기 누설방지	회전이상시의 대응
경제성	건설비용 (목표치)	21~26만엔/kW(일) 600~700불/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 따른 전력 저장 기술 비교

기술	설치장소	1차변전소 10~100MW(8h)	배전용변전소 1~5MW(8h)	고압수용가, 낙도 100~500kW(4h)	간헐전원, etc 10kW(8h 이하)
양 수 발 전	(○)	(○) • 입지제약 있음 • 순동예비력 AFC용이	(×) • 분산배치 곤란	(×) • 개별대용 곤란, 수용가 개개의 피크커트 곤란	(×) • 적정규모 크다 • 순시응답 곤란
초 전 도 저 장	(○)	(○) • 입지제약 있음(견고한 공동 필요) • 순동예비력	(△) • 도시근교 설치시 To- roidal Coil로 되어 건 설비 높다 • 분산배치 곤란 (입지제약)	(×) • 수용가 개개의 피크커 트 곤란	(×) • 적정규모 크다 • 소요량에 부적합
압축공기저장	(○)	(○) • 입지제약 있음(견고한 공동, 발전기 필요) • 순동예비력 곤란(기동 정지시간 길다)	(△) • 입지상 제약으로 분산 배치가 곤란	(×) • 수용가 개개의 피크커 트 곤란	(×) • 소규모에 부적합
플 라 이 휠	(×)	(×) • 대규모 곤란	(×) • 분산배치 가능 • 저장시간 길면 손실증 대된다	(△) • 피크커트에 대응 가능	(○) • 소형일 경우 손실증대 하지만 간헐적인 피크 커트에 대응 가능
증 기 저 장	(○)	(○) • 입지제약 있음 (증기원 필요) • 원자력, 석탄화력 등과 의 병합이 유리	(△) • 지열, 온천 등의 증기 저장 가능 지역	(△) • 증기사용 가능한 특정 수용가에 설치	(×) • 간헐전원의 흡수는 곤란

(주) ○ : 가능성이 높다 △ : 가능성이 작다 × : 가능성이 없다

서는 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 건설곤란 등의 취약점을 안고 있어, 새로운 저장기술의 개발 필요성이 대두되고 있다.

수십년전부터 양수발전을 대체하는 기술이 개발되어 오고 실증되고 있다. 이러한 장치에는 전지전

력저장장치, 초전도전력저장장치, 압축공기저장장치, 플라이휠저장장치 등이 있으나 이중 전지전력저장장치가 가까운 시일내에 양수발전을 대체하리라 전망되고 있다. 이들 시스템을 비교하면 다음 표 3과 같다.

다. 1MW 전지전력저장시스템 (Battery Energy Storage System)

앞서 밝힌 바와 같이 통상산업부와 에너지자원기술평가개발지원센터에서는 한국전기연구소를 통하여 1MW 급 전지전력저장시스템 개발에 박차를 가하고 있다. 이 과제에서는 시스템의 주요부분인 감시 제어장치와 인버터 개발에 주력하고 있으며 앞으로 전지시스템에도 타 과제를 통하여 연구자금을 투입하고자 한다.

이 시스템의 용량은 1MW로 보통 가정 1,000 수용가에 전력을 공급할 수 있는 수준이다. 심야 8시간 충전, 주간 8시간 방전으로 원자력발전이 주가 되는 순수한 심야전력을 저장하였다가 방출하는 시스템이다.

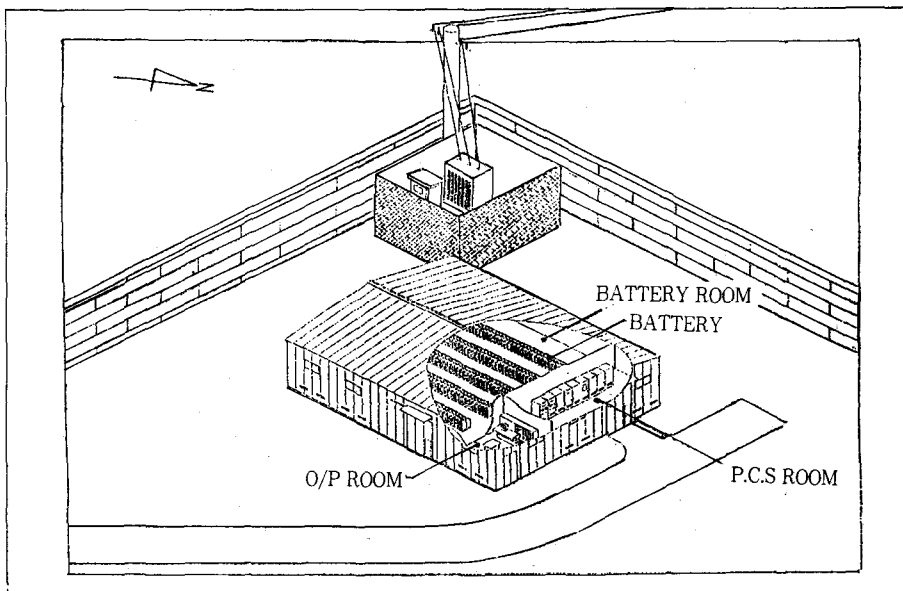
그림 1은 1MW 전지전력저장시스템의 열개도이다.

<표 3> 도입 형태에 따른 비교(전지전력저장기준)

도입형태	설치규모	경쟁될 수 있는 전력저장기술
대 용 량 집 중 배 치	10~100MW(8시간)	○양수 발전 기술 ○초전도 저장 기술 ○중기 저장 기술 △압축 공기 저장 기술
분 산 배 치	1~5MW(9시간)	△초전도 저장 기술 △중기 저장 기술
수용가설치	100~500kW(4시간)	○플라이 휠
단독 또는 낙도 설치	10~500kW(4시간)	
간헐 전원 출력 제어	10kW(8시간 또는 그 이하)	

(주) ○ : 경쟁 대상이 됨

△ : 경쟁이 되지만 가능성이 비교적 낮은 것



<그림 1>

3. 전력저장설비 연구개발 현황

근래 해마다 여름철이면 우리를 긴장시키는 것이 있다. 소위 전력예비율이라는 단어이다. 일반 국민은 말 그대로는 실감나지 않지만 여름이면 전기가 부족하다는 것은 실감하고 있다. 그도 그럴 것이 매스컴에서는 전기가 부족하니 전기를 아껴야 된다고 하고 엘리베이터 복층제 운영, 에어컨 안켜기 운동, 적정 실내 온도 유지, 에어컨 1대는 선풍기 30대와 맞먹는 전기를 소비한다는 등의 짜증 날 정도의 말들이 그렇지 않아도 스트레스에 젖어 사는 현대인을 괴롭히고 있는 것이다.

사람들은 간단히 이의 원인을 전력수급예측의 실패로 간주하고 한전과 정부의 처사를 비난하지만 이 문제로 징계를 받은 한전 직원이나 전력수급관계자가 있다는 기사는 매스컴에서 본 적이 없다.

이는 무엇을 의미하는가? 이는 총체적 책임이 전력수급방안 입안자들에게만 있는 것이 아니라 온 국민에게 있기 때문이다. 경제성장률을 앞지르는 전력소비증가율이 그것이다. 우리나라가 전력다소비 업종을 장려하지 않은 마당에 이러한 상황이 전개되는 것은 경제성장에 따른 국민소득의 증대와 하나 에어컨 켜는 데 무슨 문제가 있으랴, 또는 내돈 주고 내 에어컨 켜는데 무슨 상관이나는 등의 발상이 이러한 상황을 심화시키고 있는 것이다.

그렇다고 무턱대고 사채와 차관을 얻어 발전소를 짓게 되면 고정비가 늘어나 전기요금은 인상되고 산업의 전력원단위에 영향을 끼쳐 상품값이 상승하고 그로인해 매출이 줄어 기업 활동이 위축되어 고용이 감소되고 결국 실직자가 생기고 국민소득이 저하되며 다시 에어컨은 줄어들게 되겠지만 이렇게 빈곤의 악순환을 만들 수는 없다.

우리나라에는 값싼 연료를 사용하는 석탄화력발전소와 원자력발전소가 있다. 이를 잘 활용하면 여름철 피크를 해결할 수 있을 것이다. 심하 경부하시에 남아도는 전력을 저장하여 주간 피크에 사용하면 되는 것이다.

이러한 기술로 대표적인 것이 양수발전이나 우리

나라도 외국과 마찬가지로 환경의 파괴 및 입지안으로 더 이상의 증설은 어려운 실정이다. 이를 대체하는 기술이 외국은 물론 우리나라에서도 개발되고 있다.

한국전기연구소와 한국전력이 공동으로 '89년 프로젝트 20kW급 전지전력저장시스템 기술개발, 과기처·에기연·전기연구소 공동으로 '87~'91 프로젝트 200kW급 전지전력저장시스템 기술개발, 한국전력과 기초전력공학공동연구소의 500KJ 초전도 전력저장장치 등이 그것이다.

에너지관리공단 부설 에너지자원기술개발지원센터에서는 통상산업부의 주관아래 이 분야의 연구에 박차를 가하고 있다. 플라이휠 에너지저장기술개발에 '94~'97 3년 동안 7억여원의 연구비를, 전지전력저장시스템기술개발에 '94~'98 4년 동안 30억원의 연구비를 그리고 0.7MJ 초전도 전력저장기술개발 및 요소기술 확보에 '95~'98 3년 동안 14억원의 연구비를 지원하고 있다.

이러한 연구들은 다가오는 2000년대를 대비한 국가 핵심기술로 외국에 비하면 Seed Money를 지원하는데 그치고 있으나 시작이 반이라는 말이 있듯이 이제 곧 정부와 산업계의 자금지원과 학계, 연구계의 저변 확대의 기폭제가 되리라 본다.

4. 전력저장기술의 미래

초전도, 플라이휠, 전지, 압축공기 등을 매체로 하는 전력저장기술은 앞으로 다가올 그린라운드에 대비하는 기술로 수소에너지와 함께 각광받을 전망이다. 화석연료가 앞으로 핵융합발전이 도래하기 전까지 원자력연료로 대체될 전망이고 이의 활성화를 위하여는 전지전력저장 등 전력저장기술의 도입은 불가피하다. 반면 화석연료의 사용이 불가피한 수송용 연료의 경우 원자력발전, 핵융합발전, 대체에너지발전에 의하여 해수를 전기분해한 후 얻어지는 수소연료를 사용하게 될 전망이다. 어느 경우에도 전력저장기술은 발전된 전력을 자유롭게 활용하기 위해서 필수 불가결한 기술이 될 전망이다.