

# 전지전력저장시스템 기술개발

글/고 요(에너지자원기술개발지원센터 전기 1팀장/공학박사)

## 1. 개 요

산업경제의 발전 및 생활수준의 향상으로 전력 수요가 급격히 증가함과 동시에 주야간 부하격차가 점점 심화되어 부하율이 현재의 70%, 60%대에서 2000년대에는 60%, 50%대로 하향될 전망이다. 이와 같은 수요변동에 대응하여 중간부하용 또는 피크부하용 전원에는 중규모 화력발전 및 가스터빈 발전이, 기저부하용 전원에는 원자력발전 및 대형 화력발전(일정출력운전)이 각각 이용되어 전체적으로 적절한 수급균형을 이루며 운전되고 있다. 그러나 현재 발전량의 약 50%(설비용량으로서는 약 36%)를 점유하고 있는 원자력발전의 구성비율이 점점 증가추세를 보이고 있으며 이대로 계속될 경우 머지 않아 심야 경부하시에 ① 공급력이 수요를 상회하는 소위 심야 잉여전력이 발생하며, ② 심야에 주파수 조정용량의 부족 등 수급조정능력이 저하하는 현상이 발생한다.

이러한 문제점을 해결할 수 있는 것이 전력저장 기술이며, 현재 실용화되어 있는 전력저장기술인 양수발전은 건설기간의 장기화, 입지조건의 제약, 인건비 상승에 따른 건설비 증가추세, 원거리배치에 따른 송전손실 및 송전설비의 추가, 중소규모 시스템의 건설곤란 등의 문제점이 있어 새로운 전력저장기술이 요구된다. 새로운 전력저장기술에는 전지전력저장, 초전도전력저장, 압축공기저장, 플라이휠저장, 증기저장 등 많은 저장시스템들이 있으나 가장 실용화가 가까운 시스템은 역시 전지전력저장시스템(BESS)으로 ① 높은 에너지밀도를 가지고 있고, ② 기동정지 및 부하추종 등의 운전특성이 우수하며, ③ 모듈구조로 분산배치가 가능

하고, ④ 진동, 소음이 작아서 환경에 끼치는 영향이 거의 없고, ⑤ 저장효율이 비교적 우수하며, ⑥ 입지제약이 거의 없어 수요지 근방에 설치가 가능하고, ⑦ 모듈구조로 양산이 가능하여 건설기간이 짧고, 비용절감 가능성이 높으며, ⑧ 자원적인 문제에 있어서 그 공급이 무난하고, ⑨ 적용범위가 광범위하여 가까운 시기에 실현가능성이 높은 등의 여러가지 장점을 가지고 있다.

선진국에서는 이러한 전지전력저장시스템의 기술개발에 대한 필요성을 느껴, 미국이 제일 먼저 기술개발을 시작하여 독일, 일본 등이 각국의 용도에 맞는 시스템을 설치 운용 중에 있으며, 현재 시험운용을 완료하고 실용화 된 곳도 있으며, 대표적인 시스템으로는 미국 SCE사 Chino 변전소의 10MW 4hr 연속전지시스템과 일본 관서전력 Tatsumi 변전소에 설치된 1MW 8hr Na/S 신형전지전력저장시스템 등이 있다. 국내에서는 1988년부터 한국전기연구소와 에너지기술연구소가 전지전력저장시스템에 관한 연구를 시작하여 에너지기술연구소는 독립형 200kW급 시스템을 건설하였고, 한국전기연구소는 한국전력과 공동으로 20kW 전력계통 연계 시스템을 개발 국내 최초의 운전 및 평가시험을 완료하였으며, 빠른 시일 내에 선진국 수준까지 기술 개발하여 부하조절용 전원을 국산화 개발하여야 할 필요성이 있다.

## 2. 전지전력저장시스템의 적용방안

실규모의 전지전력저장시스템을 전력계통에 도입하여 부하평준화용으로 적용하기 위해서 본 장

에서는 필요성과 어느 장소가 적당하고 어느 정도의 규모가 도입효과 측면에서 적정한가를 제시하여야 한다. 따라서 본 장에서는 실용화를 위한 적용방안으로 필요성, 적정용량, 적정장소 및 부하평준화 기능외에 부가기능은 어떤 것이 있는지에 대해서 알아보았다.

### 가. 전력저장의 필요성

전력에너지는 제어성이 높고, 다용도이며 청결한 성질을 갖고 있기 때문에 사회여건이 고도정보화, 생활패턴의 다양화로 변천해감에 따라 더욱 그 수요와 활용범위가 증대되고 있다. 최근 우리나라의 경우도 이의 현상으로 인하여 나타나고 있는 문제점으로서, 냉방설비가 그 요인으로 되고 있는 하계피크시 적정공급 예비율 유지곤란, 지구 및 지역 환경문제의 현실화와 이에 따른 전원입지 확보곤란, 원자력 발전 등의 대용량 전원과 대도시 부하밀집지역과의 원격화로 인한 지역간 수급 불균형 등을 들 수 있다.

그림 1, 2는 1994년 7월중의 1주간 우리나라 전체의 부하곡선의 예로서 시간대별 평균치를 나타낸 것이다. 그림에서의 평균치에 대한 부하곡선은 완만해 보이나 순시치에 대한 부하곡선을 그리면 하루의 최대 및 최소 부하곡선에 대한 변동폭은 매우 크게 된다. 이러한 문제점의 대책으로서는 철두부하용 LNG, 석유, 양수 발전소, 그리고 대용량 석탄, 원자력 발전소 등이 고려될 수 있지만, 이들 대부분은 환경 및 안전 제약, 부하지역의 전원배치, 계통운용상의 제약으로 인하여 전원계획

수립 및 수행상 상당한 어려움이 수반될 것으로 보인다. 따라서 앞으로는 상기와 같은 문제점 해결방안 및 전력계통의 효율적 운용측면을 고려할 때 부하지역 근방에 모듈단위로 설치하여 운용이 가능한 분산형 저장설비의 역할이 기대된다.

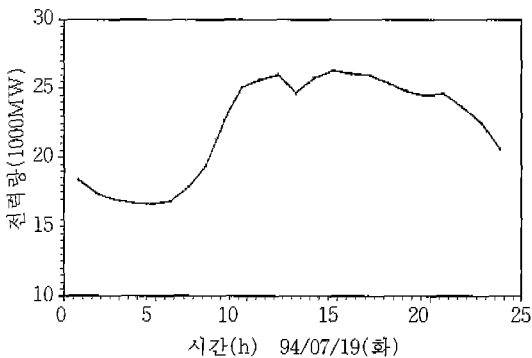
그러므로 본 연구는 이러한 분산형 저장설비 즉, 압축공기저장, 플라이휠, 초전도저장, 전지저장 기술 중에서 가장 가까운 장래에 실현가능성이 높은 전지저장기술인 개량형 연축전지에 의한 전지전력저장시스템을 실용규모 1,000kW(4hr)급으로 개발/제작한 후, 실질적으로 상기문제를 안고 있는 지역의 배전용변전소 2차측 모선에 연계하여 실운용 시험/평가를 수행하여 "부하관리(Load Management)용 전지전력저장시스템"의 실용화를 위한 적용방안을 제시함으로써 전력설비(발전, 송배전설비) 및 자원의 효율적 이용을 극대화시키는 데에 있으며, 간단히 요약하면 그림 3과 같다.

### 나. 전력시장의 도입가능량 분석

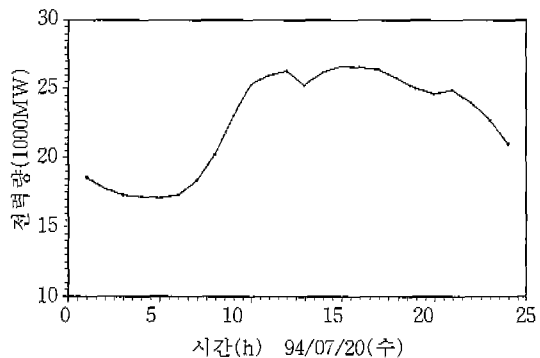
국외의 도입가능량을 토대로 국내에서의 전력저장시스템에 대한 도입을 전망하기 위하여 장기 전원계획에 의거한 전력수급 조정측면과 심야전력 이용측면 등으로 나누어 도입전망을 검토하였다.

#### (1) 국 외

국외에서의 전력저장의 도입가능량에 대해 정확한 자료를 공표한 국가는 없으나, 미국은 전체 발전용량의 3%를 계획하고 있고, 일본의 경우는 표 1에서와 같이 대규모 시스템, 중소규모



<그림 1> 시간대별 전국 부하곡선('94년 7월 19일)



<그림 2> 시간대별 전국 부하곡선('94년 7월 20일)

<표 1> 일본의 전력저장 도입 잠재량 및 시장규모

구분 규모별	시 산 방 법	잠재도입가능량		시장규모(억엔)		비 고	
		2000년	2030년	2000년	2030년		
평 준 화	대 규모	총전원 설비의 10% 정도	2200만kW	3600만kW	55,000	90,000	2000년대 경제성 목표 25만엔 /kW
	중 규모	배전용 설비(77kV)의 10%	2억 2200만kW	3억 7000만kW	555,000	925,000	
	소 규모	도서지역 발전설비의 20%	79만kW	135만kW	2,000	3,000	
피크 절단용	대형수용가 설비의 20%	7200만kW	8100만kW	180,000	202,000		
기타 전기, 자동차용 등	소형자동차의 5%(2000년) 20%(2030년)	125만대 (30kWh/대) 500만kW	500만대 (30kWh/대) 1875만kW	12,500	45,000		
총 계			32,179만kW	50,710만kW	804,500	1,265,000	
실현가능 규모			1,600만kW	25,000만kW	40,500	63,000	

주) 일본 통산성 1989년 자료

시스템, 피크 부하용, 기타 전기자동차용 등에 대해서 추진기간으로 2000년대 이전을, 그리고 보급기간은 비용절감이 가일층 이루어져 본격적으로 보급할 수 있는 기간으로 2000년 이후를 검토하였다.

우선 대규모시스템은 부하평준화가 주목적이기 때문에 양수발전에 대응되는 기술이므로 장래 전원용량의 10% 정도(양수발전소 설비용량 비율에 상당)를 필요로 한다고 계산하고, 중규모시스템은 배전용 변전소에 설치하여 변전소 자체부하에 대한 부하평준화용임을 감안하여 배

전용 변전설비용량의 20% 정도, 소규모시스템은 단독전원에 사용되므로 도서지역의 내연발전설비 용량의 20%, 피크 부하용은 대형 수용계약 전력의 20%, 그리고 기타 전기자동차 등은 현 보유승용차의 5~20%를 예상하여 잠재 도입량을 시사하였다.

(2) 국 내

(가) 도입 전망

국내의 전력저장시스템의 도입전망을 위하여 전력수급 조정측면과 심야전력 이용측면에서 살

전력저장기술의 필요성

배 경
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 주간간 부하의 격차 심화</li> <li>◆ 원자력 발전량 증대</li> <li>◆ 전력수요의 계절간 격차 심화</li> </ul>

문 제 점
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 설비 이용률 저하</li> <li>◆ 부하용 60~70% → 2000년 50~60%</li> <li>◆ 심야잉여전력 발생 심야 수급 조정 능력 저하</li> </ul>

전력저장이 필요

발전소, 변전소  
송전선 용지의 제약

- 대 책
- 전력저장
  - 원자력의 부하추종 운전
  - 화력의 DSS 운전

새로운 전력저장 설비의 연구

배 경
<ul style="list-style-type: none"> <li>양수발전은 원저지에 설치될 수 밖에 없고, 입지상, 환경상의 제약이 많다</li> </ul>

신 전력저장 방식 연구
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 전지 전력저장</li> <li>◆ 초전도 전력저장</li> <li>◆ 압축공기 저장</li> <li>◆ 플라이 휠</li> <li>◆ 증기저장</li> </ul>

전지전력저장시스템의 특징
① 수요지 근방의 배전용 변전소에 설치될 수 있으므로 ⇒ 송전선, 변전설비를 포함한 설비의 유효이용
② 건설공기가 짧다 ⇒ 수요증가에 즉시 대처 가능
③ 부하응답이 빠르다
④ 부하평준화 이외의 기능을 추가할 수 있어 ⇒ 계통주파수 조정, 순동예비력, 무효전력 조정, 비상용 전원 등으로 사용 가능

<그림 3> 전력저장 기술의 필요성

<표 2> 전력저장과 화력 DSS, 원자력 부하추종운전의 비교

항 목	전 력 저 장	화 력 DSS	원자력 부하추종
운전성	• 기동·정지·부하응답 특성이 우수	• 조류 등의 제약에 따라 DSS의 실시 에 한계가 있다 • 실재는 기동회수에 제약이 있다	• 미리 정해놓은 부하패턴에 따라 운전 이 가능하지만 부하 추종의 유연성 부족
경제성	• 연료비가 싼 원자력 등 베이스 전원의 이용률이 증대한다 • 저장에 따른 손실이 있으나 효율이 높으므로 유리	• 기동시 기동손실을 가져온다	• 연료비가 싼 원자력의 설비 이용률이 저하
	우 수	보 통	나 뵈
평 가	• 원자력 정상운전을 고려하는 경우 저장 장의 경제성은 극히 양호 • 부하변동 등에도 유연하게 대응할 수 있다	• DSS의 실시는 계통의 공급신뢰도와 큰 관계를 가지고 있으므로 실시에 한계가 있다 • IEA에서 정한 국제협약에 따르면 석유 화력발전소의 신설은 원칙적으로 금지	• 원자력의 출력 억제는 경제성 측면 에서 손실이 매우 크다

<표 3> 계통운용상 필요한 심야부하 조성량

(단위 : MW)

년 도	원자력 발전	필요부하	최소부하	심야부하 조성량
1989	7,616	10,880	6,566	4,314
1990	7,616	10,880	6,966	3,914
1991	7,616	10,880	7,432	3,448
1996	9,416	13,451	10,194	3,257
2001	12,116	17,309	13,378	3,931

<표 4> 심야부하 창출 필요량 및 개발 계획량에 따른 부족량

(단위 : MW)

년 도	필요량 (A)	계획량 (B)	차 이 (A - B)	양수동력 (C)	부족량 (A - B - C)
1989	4,314	455	3,859	1,000	2,859
1990	3,914	830	3,084	1,000	2,084
1991	3,448	890	2,558	1,000	1,558
1996	3,257	930	2,327	1,600	727

해보면 다음과 같다.

① 전력수급 조정 측면

전력계통을 운용하는데 있어서 발전 원가의 절감과 전력계통의 원활한 운용이 가장 큰 관심사다. 이들 발전원가의 절감과 원활한 운용에 대한 문제점은 연동적이면서도 개별적으로 검토될 수 있다. 예를 들어 대용량 원자력, 석탄 화력의 감발운전 및 기동정지를 줄이기 위한 방안으로 심야전력 창출기기를 사용하는 것은 발전원가의 절감보다는 계통의 원활한 운용에 목적을 둔 것이다. 반면에 양수 발전과 같은 전력저장시스템은 계통의 원활한 운전과 아울러 주간 피크전력을 담당할 수 있으므로 발전원가의 절감에도 기여하게 된다.

전원의 특성을 고려할 때 이들 대책은 근본적으로 차이가 있다. 즉 대체적으로 원자력은 설비 이용률을 가능한 한 높게 유지하기 위하여 기저부하용 전원으로, DSS 화력은 주간의 부하 증가에 대응하는 중간부하용 전원으로, 전력저

장은 부하추종 능력이 우수한 첨두부하용 전원으로 각각 운용되고 있다. 이러한 특징, 운용을 근거로 심야 원자력 부하추종, 화력 DSS의 장래 전망을 분석하면 표 2와 같이 된다.

이와 같이 화력 DSS 및 원자력 부하추종 운전에는 운용성 및 경제성의 제약이 있고, 원자력 비율의 증대, 부하율의 저하 경향이 진전되어 가고 있으므로 원활한 전력수급조정과 에너지 및 전력설비의 효율적 이용을 위한 전력저장설비의 도입이 필요하다.

② 심야전력이용 측면

최근 심야전력 활용이 문제로 대두된 것은, 발전원가의 절감을 위한 원자력발전소의 급격한 도입에 있다. 이러한 원자력발전소를 감발 운전하지 않으면서, 계통운용상 주파수를 60±0.1Hz의 범위 내로 90% 이상 유지하려면, 심야 시간대의 원자력 발전비중을 60~70% 이하로 억제시켜야 한다. 실제로 표 3에서와 같이 계통운용상 필요한 심야부하는 약 3,000~4,000MW에 이

<표 5> 발전소 건설계획(1995~2001)

(단위 : MW)

년도	시설용량	최대수요	설비예비율	비 고
1996	34,410	28,752	19.7	
1997	36,708	30,617	19.9	
1998	39,216	32,532	20.5	
1999	41,768	34,353	21.6	양수 700MW (산정계획)
2000	44,103	36,336	21.4	
2001	46,898	38,409	22.1	

르고 있는 반면 심야부하 창출, 필요량 및 개발 계획량에 따른 심야부하 부족량은 표 4와 같다.

아울러 심야부하 창출 계획량은 계약전력을 기준으로 한 것으로 온도조절기 등이 부착된 전기 온수기와 전기 난방기를 고려한 경우, 부족량은 이보다 훨씬 심화될 것으로 보인다. 물론, 양수발전소 건설이 더 계획되어 있으나, 부하조절이 어려운 원자력발전소와 유연탄 화력발전소의 도입은 계속 계획되고 있어, 심야전력을 흡수할 수 있는 대책이 시급하다고 생각된다. 표 5는 1995년 이후 발전소 건설계획으로 이 표에 의하면 원자력 이외에도 1995년부터 2001년 사이에 석탄화력이 9,320MW나 도입되게 되며, 이에 대비하여 1999년 양수 1, 2호기(700MW) 및 2001년 양수 3호기(500MW)가 도입될 예정이나 여러가지 문제점으로 진척이 지연되고 있으며 기저부하의 대량 도입에 따른 심야부하 창출의 필요성은 더욱 절실하다.

이러한 계통운용상의 문제를 해결하기 위한 심야부하 창출 대상을 수용가별로 분석해 보면, 산업용 대동력의 경우 이미 시차제 요금제에 의하여 심야 시간대에 저렴한 요금을 적용받고 있으므로 추가 창출은 어렵고, 산업용 소동력은 대부분 중소기업으로 심야전력을 이용하는 심야 작업시, 시간외 근무에 따른 인건비의 추가 지불로 심야전력 이용의 경제적 이익이 그리 크지 않게 된다. 따라서 심야부하의 창출대상은 심야 시간에 축열을 하였다가 주간시간에 축열된 에너지를 이용하는 가정용 및 업무용 수용가에 국한되게 된다. 그러나 이러한 심야전력을 이용한

<표 6>

항 목 규 모	적 응 대 상	용 도	도입가능량	
			2000년	2010년
대규모 부하평 준화용(GW급)	전 력 회 사	양수발전대체	160만kW	410만kW
중규모 분산배 치용(MW급)	전 력 회 사 산업체	·주간피크 커팅 ·심야부하 창출 ·정전압, 정주파수 유지	363만kW	672만kW

축열시스템도 아직까지는 경제성이 문제가 되어 도입이 미미한 실정이다.

상기 문제를 해결할 수 있는 방안은 각종 저장설비뿐이며, 현재로서는 양수발전소와 비교하여 경제성이 다소 떨어지나, 앞으로 기술개발 및 주위여건(양수발전 부지확보의 어려움) 등을 고려하면 충분한 가능성이 있다고 예상된다.

③ 주간 피크부하 저감측면

최근 전원설비 확보가 심각한 문제로 제기되고 있어 가까운 시일내에 제한송전이 불가피하다는 발표가 있었으며, 현재도 예비율이 충분하지 못한 상태로 유지되고 있어서 계통운용상 어려운 점이 많은 실정이다. 이러한 상황에서 심야에 전기를 저장하였다가 피크부하대에 방전하는 전력저장시스템은 심야부하 창출과 함께 주간피크를 저감하는데 효과적인 대책이 되리라 예상된다.

④ 지역내 전력수급 불균형 측면

특히 경인지역의 경우가 전력수급 불균형으로 인한 전압강하, 정주파수 유지 등의 문제점이 있어, 현재 차기초고압 격상대책 등이 논의되고 있는 실정이다. 이러한 차기초고압 격상대책은 지역간 전력수급 불균형문제를 해결할 수는 있으나 지역내의 전력수급 불균형 문제를 해결될 수 없으므로 전력저장시스템 등의 분산형 전원 시스템을 도입함으로써 지역내의 전력수급 문제에 기여할 수 있다.

(나) 도입가능량 분석

부하평준화용 대규모의 경우 양수발전설비에 대응되는 용도인 점을 감안하여 “장기전력 수급 공청회(1991. 7)” 자료에 따라 2000년과 2010년의 도입가능량은 각각 1.6GW 및 4.1GW로 산정하

<표 7> 전지전력저장시스템의 기대효과

항 목	구 분	계통전체 측면에서의 효과	분산배치시 지협적인 효과
경제성 및 에너지 절약 측면에서의 기대 효과	계통전체 측면에서의 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 저발전비용 전원의 가동률 향상</li> <li>• 유통설비 신설억제</li> <li>• 전원개발 지연</li> <li>• 송변전설비 증강 지연</li> <li>• 송전손실 경감</li> <li>• 화력의 기동, 정지횟수 저감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 송변전설비 이용률 향상</li> <li>• 송전손실 저감</li> <li>• 지협적인 피크커트</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전원개발계획의 유연성</li> <li>• 건설기간의 단축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 입지의 유연성</li> <li>• 송변전설비 증설 지연</li> <li>• 조상설비 절감</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 충수요 부하곡선의 부하평준화</li> <li>• 특정 송배전선의 부하평준화</li> <li>• 피크전원의 확보</li> <li>• 순동예비력의 확보</li> <li>• 부하급증에의 대응</li> <li>• 수급조정의 용이</li> <li>• 계통안정도 향상</li> <li>• 간헐전원, 난조부하 등의 흡수억제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전압유지</li> <li>• 정전시 긴급전원</li> </ul>

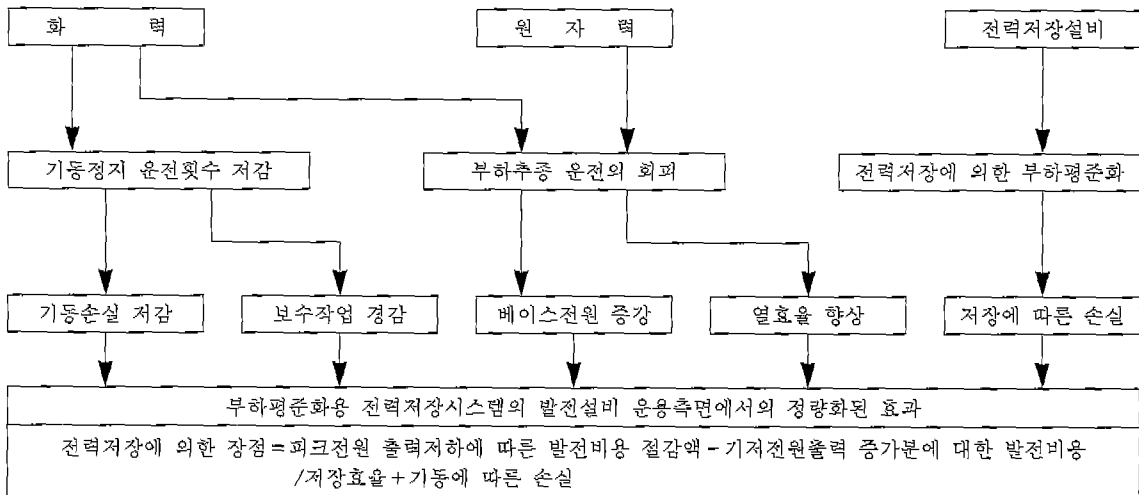
었다.

분산배치형 중규모의 경우는 변전소의 부하특성을 세분하여 실제 1988년 배전용 변전소를 대상으로 정출력 운전의 경우에 대해 도입가능량을 분석한 결과 도입가능 용량은 주변압기 용량의 약 15%를 적용한 결과 향후 2010년까지의 도입가능량은 표 6과 같이 각각 3.6GW 및 6.7GW로 산정하였다.

### 3. 전력저장의 적용효과

#### 가. 도입효과

이미 앞서서도 언급했던 바와 같이 전력수요의 부하율은 당분간 저하될 것으로 보이며 전원구성은 원자력을 주축으로 한 전원다양화 추세에 있는 등 전력계통의 수급 운용은 커다란 전기를 맞이하



<그림 4> 부하평준화용 기대효과

<표 8> 전력저장전지시스템의 용도별 적용분야

적용분야	기능	설치위치	비고	
1. 부하평준화 (Load Leveling)	일부하 폭선상의 전력수요를 평탄화시킴으로써 각 발전기의 일일 운전출력을 적정하게 유지될 수 있도록 한다	초고압 변전소 배전용 변전소 분산배치	• 발전설비 효율적 이용(중강지연) • 양수발전소의 대체효과 DSS, WSS 대체효과 • 부하관리와 일치	
2. 첨두부하 삭제 (Peak Shaving)	비첨두기간에 저장된 전력을 첨두기간에 사용함으로써 수송(송전, 배전)설비와 이용률을 향상시키거나 고압수용가의 과중한 전력요금부담을 줄일 수 있게 한다	초고압 변전소 배전용 변전소 고압 수용가	• 수송설비건설 지연(Tr. 용량증가 억제) • 설비이용률 향상 • 고압수용가 전력요금 절감 • 부하관리와 일치 • 첨두부하 삭제용 전원과 비교	
3. 주파수 안정화	조속기 Free(10초~2, 3분) : Fringe Component LFC(2, 3~10, 20분) : Sustained Component, ELD (10, 20분 이상)의 기능으로 부하주파수 제어한다	초고압 변전소 분산배치	• 주파수 안정화 • Turbo or Combustion Turbine(주파수 제어용 전원)과 비교	
4. 전력계통 안정화	과도 안정화용	비상상태하에서의 불안정현상을 방지하기 위해서 중요 변전소에 분산 배치하여 중요도를 억제한다	중요 초고압 변전소에 분산 배치	• PQ, P, Q 제어
	정태 안정화용	직렬 콘덴서가 삽입된 장거리 송전계통에 있어서 지속적인 저주파 전력동요발생을 억제한다	직렬 콘덴서 삽입 계통에 적용	• P 제어
	운전에 비력	전원탈락시 빠른 시간내에 대전력 공급, 부하탈락시 전력을 흡수함으로써 수급관형을 신속하게 유지하게 한다	초고압 변전소 취약지역에 분산 배치	• P 제어 • 전원탈락 및 부하탈락(모선전압의 상승방지) 이용
	필부하(P 제어)	제철소의 밀모터, 전철수송 기관용 전력 등과 같은 빈번한 기동정지를 필요로 하는 경우 전압, 주파수가 변화한다. 이와 같은 부하에 전압, 주파수 안정화를 피할 수 있게 함	수전 변전소 또는 변동원 가까이 설치	• 첨두부하 삭제의 효과도 동시에 일어날 수 있음
	전기로부하(Q 제어)	전기로 또는 용접기 운전으로 인한 전압 프리커 현상에 의해 변전소 모선전압이 시시각각 변화하게 되어 어떤 경우에는 전등의 깜빡거림, TV화면의 신속현상이 생기게 된다. 따라서 로내에서 아크단락시 전압급변으로 생기는 변동량이 큰 무효전력을 제어하여 공급전압 변동을 억제한다	수전 변전소 또는 변동원 가까이 설치	
5. 조상용(Q 제어)	분로리액터(Shunt Reactor) 및 전력콘덴서(Static Condenser)의 기능을 겸비할 수 있다	배전용 변전소	• SVC 대응 • 장주기(분로리액터+CB, 전력용콘덴서+CB) + 단주기(BES)의 형태로 BES 용량의 축소를 꾀할 수 있다	
6. 분산전원(풍력, 태양력 등)의 출력 조정(Dispatched Control of Cogenerated Power)	균일한 출력을 내기가 곤란한 분산전원의 출력을 일정하게 제어한다	분산전원이 설치된 곳	• 낙도 발전설비(풍력, 태양력, 디젤발전 등)와 동시에 이용. 또한 비상시 예비력으로도 사용	
7. 기타	작업용 전원, 전기자동차, 가정용 부하평준화			

고 있다. 전원중 원자력 발전 등과 같은 많은 저부하용 전원들의 이용률을 높이기 위해서는 중간부하용 및 첨두부하용 전원을 이것들과 적절히 조합시켜 갈 필요가 있다. 현재 중간 부하대 전원으로서는 석유화력, LNG 화력의 DSS화 등이 진전되어 가고 있지만, DSS 운전은 기동손실도 있고

신뢰도 등을 고려할 경우 그 실시에는 한계가 있다. 또한, 변동하는 수용에 유연하게 대응하기 위해서는 수요지점 근방에 분산배치가 가능한 전력 저장설비가 이들의 기대에 적합한 공급력으로서 금후 점점 중요하게 인식되고 있다. 일반적으로 전력저장설비의 도입으로 인한 전력계통에서의 효

과를 분석하면 표 7 및 그림 4와 같이 다양한 형태의 도입효과를 가져올 수 있으며 수송에너지, 의료, 산업기기 및 전자 등의 기술적 파급효과 또한 막대하므로 그 기술개발은 추진할 의미가 충분히 있다고 생각된다.

### 나. 적용 분야

전력사업분야에서 전력저장은 전력계통 측면에서의 부하평준화, 피크 전원 삭감 등의 효과, 발전설비와 송전손실 저감 등의 효과 및 빌딩이나 공장내에 설치하는 분산배치용으로 적용이 가능하며 각각의 기능 및 설치위치 등을 요약하면 표 8과 같다.

### 다. 전지전력저장시스템의 다기능성

전지전력저장시스템이 하위계통의 모선측에 적당히 분산배치 되는 것으로 상·하위 계통의 부하평준화를 시작으로 부하주파수 제어, 전압·무효전력 제어, 계통설비의 유효이용, 무정전공급 기능 등이라고 하는 다기능성을 가지는 것이 가능하다. 구체적인 예는 아래와 같다.

#### (1) 부하평준화 기능

하위계통의 부하평준화 뿐만 아니라 상위계통의 부하도 효율적으로 평준화하는 것을 기대할 수 있고 비용이 적게 드는 발전기의 가동이 증가되어 계통전체의 운전비용이 적어지게 되는 경제적 효과가 있다. 또한 이러한 것에 반하여 상위계통의 조류 평준화도 기대할 수 있는 전력계통 유통설비의 유효이용도 가능하다.

#### (2) 부하주파수 제어

분산형 전력저장시스템은 하위계통에서 생기는 부하변동 성분을 신속하고 과도적으로 보상하는 것이 가능하고 긴급 예비용 발전기의 유연한 주파수 제어가 기대된다.

#### (3) 전압·무효전력 제어

분산형 전력저장시스템은 전력변환장치에 의

해서 전력계통에 연계되어 무효전력 제어가 과거의 전압제어 기기(SC, OLTC)보다 월등하기 때문에 상·하위 계통의 전압안정화에 기여할 것으로 고려된다.

#### (4) 설비유효 이용

하위계통에 있어서 부하증가에 따른 일정치 이상의 총합뱅크 이용률, 또는 사고시의 공급용량 등을 고려하여 하위계통설비(변전소나 뱅크 등)의 신증설을 행한다. 분산형 전력저장시스템을 하위계통의 2차측에 배치하고 침투부하 시간대의 공급원으로서 이용하면 하위계통 설비의 유효이용에 반하여 신증설을 어느 정도 지연시키는 것이 가능하고 투자비의 측면에서 경제적인 효과가 기대된다.

#### (5) 무정전 공급기능

일반적으로 수지식 배전계통에 있어서는 동일 변전소 내에는 3대의 45/60MVA 뱅크가 있고 각 뱅크는 6~7개씩의 피더로 3분할 3연계 방식으로 구성되어 있다. 각 뱅크는 456MVA를 기준으로 운전되고 있으나 어느 하나의 뱅크에 사고가 발생하여 전력을 공급할 수 없는 경우 다른 뱅크에서 전력이 공급되는 것으로 한다. 그러나 다른 뱅크의 용량의 한계에 의해, 사고 뱅크가 담당할 전지역의 부하에 전력을 무정전으로 공급하는 것이 어렵고 더욱이 전압강하나 배전손실 등의 문제점을 고려하지 않으면 안된다.

분산형 전력저장시스템을 하위 계통의 2차측에 설치한 경우, 평상시에는 부하평준화 기능으로서 운전하고 사고 등의 긴급시에는 무정전 공급기능을 우선적으로 운전하면 사고 지역의 공급 신뢰도를 어느 정도 향상시키는 것이 가능하다. 예를들면, 전지전력저장시스템은 전지 수명이나 충전시간을 고려하여 55~60%의 방전심도로 90%의 매일 총방전 운전을 한다. 그러나 긴급시에는 30~35%의 방전심도까지 이용하고, 평소의 약 1.5배의 전력량을 방전하며, 정전시간을 줄이는 것이 가능하다.