



전력저장용 중대형 2차전지 기술개발 현황



진 창 수
한국에너지기술연구원 책임연구원

전력저장 중대형 2차전지의 필요성

전기에너지는 저장이 곤란하고 공급과 수요가 동시에 이루어지는 특징을 갖고 있어 전력공급에 필요한 발전설비는 최대전력수요에 상응하는 용량을 보유하지 않으면 안된다. 전력을 수요측면에서 볼 때 최근 10년간 우리나라 피크 수요는 연 6.7% 증가하면서 편차도

2배로 확대되는 등 국내 전력 수용의 지속 증가 및 수요의 편차가 심화되고 있다. 이러한 편차는 선진국일수록 더욱 확대되고 있어 설비 이용률이 저하되고 있으며 공급 측면에서도 원자력에 의한 발전 및 신재생에너지 비중 등이 증가하면서 전력량을 제어하거나 예측하기가 점점 어려워지고 있다. 전력저장은 기본적으로 전력

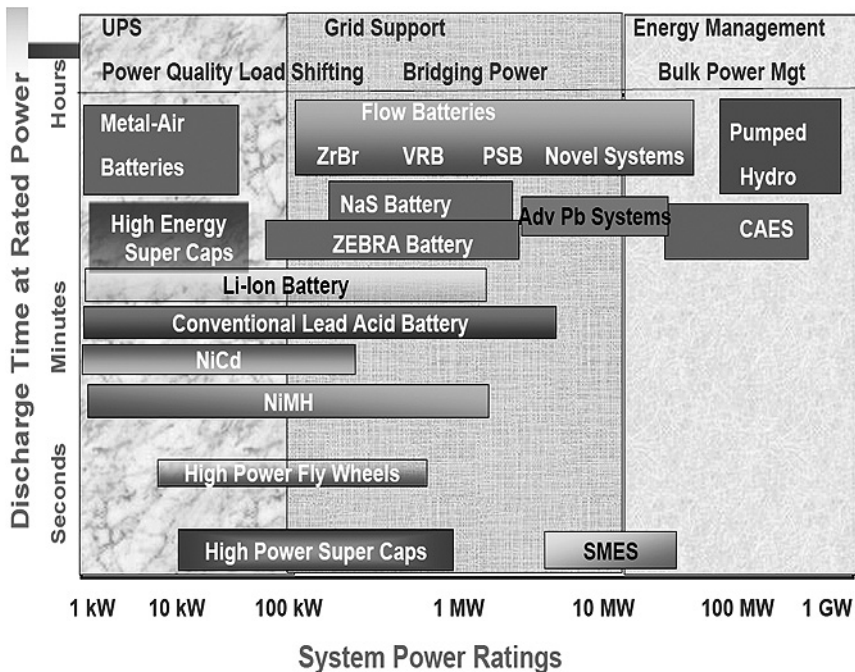
수요가 적을 때 에너지를 저장해 과부하 또는 비상시에 전력을 공급함으로써 전력 품질 및 에너지 사용 효율을 제고하는 장치이다. 주야간 부하격차의 심화와 일별, 계절별 수요의 격차는 더욱 심화되고 있기 때문에 발전소 전원설비의 이용률을 높이는 측면에서 전력저장 기술은 대단히 중요한 의의를 가진다. 따라서 발전설비의 추가 건설억제와 운영효율을 제고하기 위한 부하평준화의 일환으로 에너지 저장기술이 적극 개발되고 있다. 더욱이 지속가능한 성장을 위한 국가전략산업으로써 신재생에너지기술 및 스마트 그리드 기술의 조기 상용화하고 세계시장을 선점하기 위해서는 출력 변동성, 간헐성 같은 특성을 갖는 신재생에너지의 대량 보급시 발생하는 전력 인프라와의 상호 운용성에 대한 기술 솔루션으로 대용량 2차전지 기술을 개발하는 것이 중요한 선결 과제이다.

미국의 시장조사기관인 PikeResearch사에 따르면

2010년 전세계 에너지저장시스템 시장 규모는 17억 달러(한화 약 2조500억 원)이며, 10년뒤인 2020년에는 412억 달러(47조9000억 원) 규모로 급성장할 것으로 예상되고 있다. 에너지저장시스템은 전력을 저장해 필요한 장소와 시간에 사용할 수 있도록 지원하는 저장장치로 친환경적인 특성으로 인해 최근 각광을 받고 있다. 국내에서도 최근 개최된 '제8차 녹색성장위원회 보고대회'에서 정부는 2차전지 산업의 육성 강화를 위해 범국가적 통합로드맵을 추진키로 하고 2020년까지 총 15조 원을 투자키로 했다.

중대형 2차전지 개념

중대형 2차전지는 소형 모바일을 제외한 kW에서 MW급의 출력을 가지는 2차전지를 의미하며, 용도로는 xEV용, 가정용, ups용 및 장주기 전력저장용이 있다. 그림 1과 같이 각 전지별 출력과 출력 지속시간에 따라



(출처: 2009 Electric Power Research Institute)

【그림 1】 에너지저장 시스템 특성 및 적용 분야

차별화되는 특성을 가지고 있으며 적용 분야가 다양하다. 이들 중 리튬전지, 플로우 전지 및 NaS 전지가 대표적이며 용도에 따라 각자의 시장을 형성할 것으로 예상된다. 리튬이온/폴리머 전지는 안전성과 비용이 합리적인 수준에 도달하게 되면 10kWh 이상의 중대형 에너지 저장장치 개발이 본격화되어 전기자동차용 및 가정용 저장장치로 유망하다. 대용량(MW급) 장주기 전력 저장 시스템에는 플로우 전지와 NaS 전지가 오랜 기간 시범설치와 실증사업을 통하여 성능확인이 어느정도 이루어지고 있으며, NaS 전지는 상용화가 이루어졌다. 최근에는 높은 에너지밀도가 장점인 리튬전지도 MW급 실증이 시작되고 있으나 비용, 안전성 및 수명의 검증에는 더 많은 시간이 걸릴 것으로 판단된다.

대용량 전력저장용 전지인 플로우 전지와 NaS 전지는 스마트그리드 시스템 및 신재생 에너지에 의한 분산전원 시스템에의 활용뿐만 아니라, peak shaving, load leveling, 예비전력 공급, 고품질 전력공급도 가능한 저장 시스템으로 전망이 밝다.

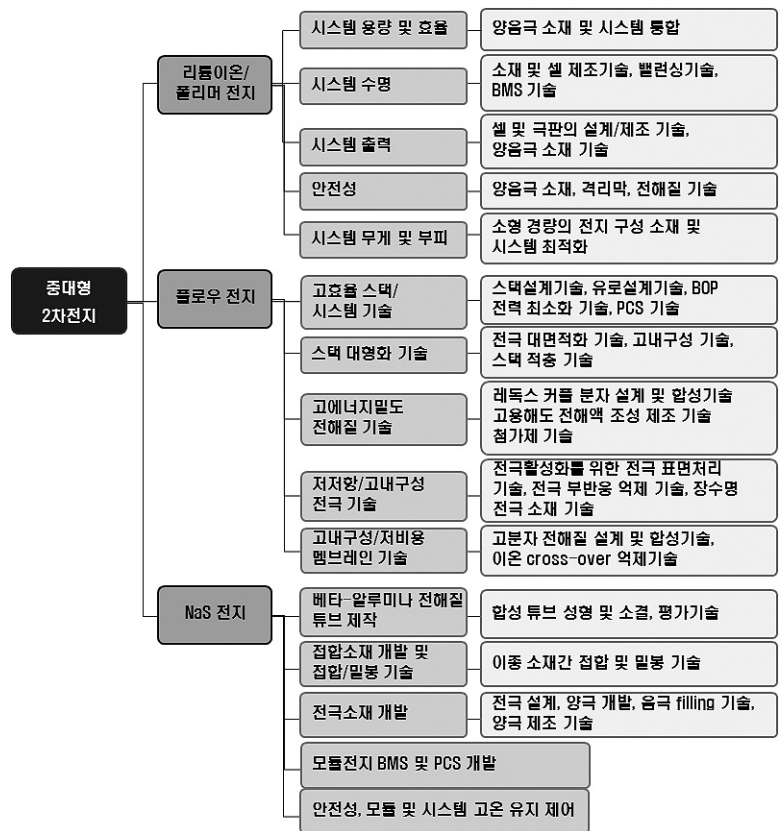
중대형 2차전지 핵심 기술

중대형 2차전지 시스템은 그림2와 같이 저가 고안전성 소재뿐만 아니라 셀 및 모듈 그리고 제어기술 및 연계 기술까지 다양한 핵심기술들이 중요하다.

중대형 2차전지 기술개발 현황

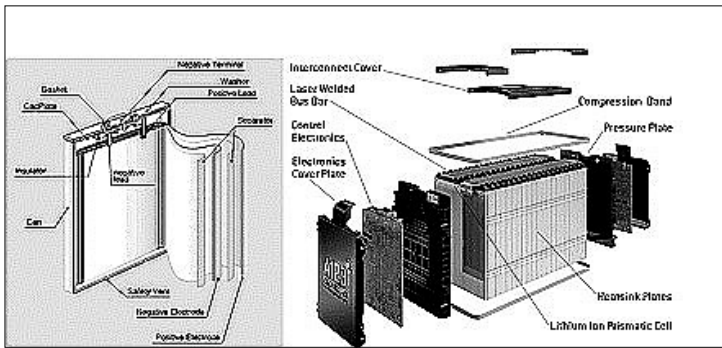
리튬 이온/폴리머 전지는 세계 각국에서 PHV, EV용 및 가정용으로 개발이 진행중이거나 일부 장착이 되고 있다. 리튬전지를 장착한 일부 xEV들이 시장에 등장하고 있는 실정이나 상용화를 위한 해결과제로써 안전성 확보와 고비용 문제가 남아 있다.

국내에서는 올해 9월 현대자동차에서 고속 EV인 블루온(BlueOn)이 개발되었으며 보급 실증을 거쳐 양산화할 것으로 예상된다. 삼성SDI는 독일 Bosch와 합작사인 SB Limotive를 설립해 하이브리드용 중대형 전지를 개발하여 생산중이다. 이 밖에 LG화학은 미국 GM의 세계 최초 상용화 전기자동차인 Chevy Volt에 들어



【그림 2】 중대형 2차전지 주요 연구내용 및 핵심기술

갈 리튬2차전지를 공급할 예정이다. 한편 국내에서는 가정용으로는 10kWh급 전지개발 과제가 진행 중이다. 국내 전지 메이커들은 중대형 리튬전지의 안전성을 확보하기 위하여 격리막, 양·음극 소재 등의 기술 개발에 가시적인 성과를 발표하고 있다. 또한 A123에서는 MW급 리튬전지의 설치 및 실증에 나서고 있으며, 국내에서도 제주도 스마트그리드 실증단지에 MW급 리튬전지를 설치할 예정이다.



【그림 3】 리튬이온전지 (A123, USA)

플로우 전지는 용량과 출력을 독립적으로 설계할 수 있으며 설치의 유연성이 장점이나, 현재까지 개발된 VRB, ZnBr 시스템의 낮은 에너지 밀도가 단점으로 꼽힌다. 독일 Fraunhofer ICT에서 에너지밀도를 획기적으로 향상시켜 리튬전지와 동등한 에너지밀도를 갖는 플로우 전지 기술 개발을 통하여 EV에 적용할 계획을 갖고 R&D 추진 중이다. 일본은 NEDO에서 50Wh/kg의 에너지밀도를 갖는 플로우 전지 개발 목표를 제시하고 있으며, 스미토모전공은 2007년 4MW 바나둠 레독스 플로우 전지를 북해도 풍력발전단지에 설치한 경험 등 대형 시스템 설치 경험이 풍부하다. 미국은 ZBB에서 ZnBr 시스템의 플로우 전지를 개발하여 지속적으로 실증시험 중이며, 그 외의 업체들도 바나둠이나 Ce를

사용한 플로우 전지 개발을 진행하고 있다. 2007년 EPRI에서는 대용량 전력저장 시스템으로 바나둠 레독스 플로우 전지를 심층분석하여 2013년 이후 비용이 40% 정도 낮아질 것으로 예측하면서, 5~10MW/8hr 이상의 대용량 장주기 에너지저장시스템에 유리한 전력저장용 전지라고 제시하였다. 2009년말에는 스마트그리드 실증사업에 플로우 전지 과제가 4개 선정되어 실증시험이 진행 중이다. MIT에서는 스마트 그리드의

장시간용 전지로써 획기적으로 비용을 절감할 수 있는 플로우 전지 기술(24M Technology) 개발이 진행되고 있다. 중국에서는 풍력발전, 태양광발전 및 수력발전에서 안정적이고 지속적으로 전기를 공급하거나 예비전원으로 사용하는 데 필요한 플로우 전지 연구개발이 중요한 과제로 대두되었으며, 2006년부터 ‘재생

가능에너지법’을 실시하고 플로우 전지를 포함한 재생에너지 시스템에 대한 정부 차원의 지원을 대폭 강화하고 있다. 중국과학원 대련화학물리연구소, 칭화대학, 중국공정물리연구원, Prudent Energy, GEFC 등이 플로우 전지 시스템 및 핵심소재를 개발하고 있으며, 10kW 및 100kW급을 개발하여 장기간 연구중에 있다. 네델란드 KEMA는 연료전지의 공기전극을 활용한 V/Air one tank system을 개발하고 있으며, 공기극 촉매 개발과 특수 전해액 및 멤브레인을 개발 중이다. Cellennium사는 기존과는 구조가 다른 Series flow 스택 시스템을 개발하고 있다. 호주에서는 바나둠 레독스 플로우 전지의 양극을 Halide로 대체하여 에너지 밀도를 2배 향상시키는 기술을 개발하여 상용화를 추진 중이다. 국내에서는 1990년대 명지대에서 플로우 전지 기초연구를 수행한 실적이 있으며, 2007년부터 한국에

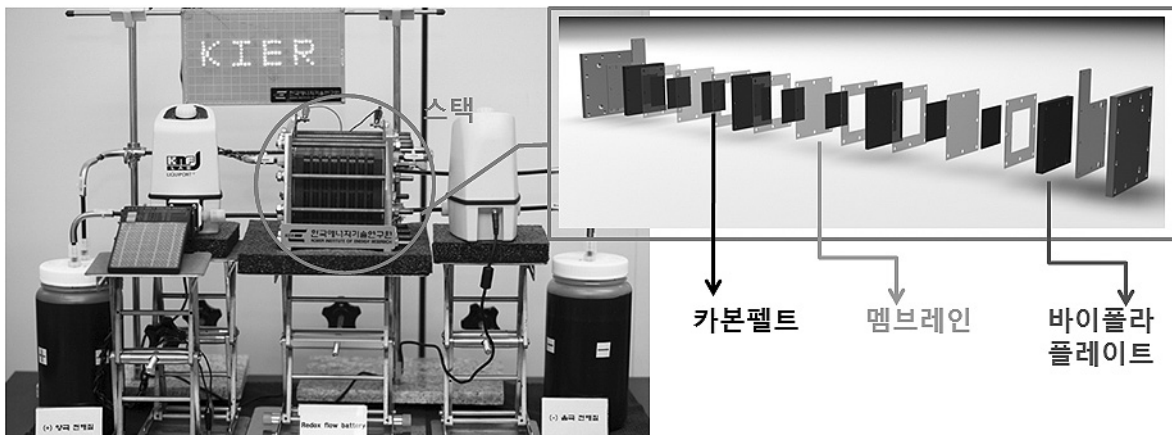
너지기술연구원에서 플로우 전지 시스템 및 소재 연구를 수행하면서 2009년에 5kW급 플로우 전지 시제품을 개발하였다. 또한 삼성중공업에서는 셀 전압이 2.5V 이상인 신규 Redox couple 원천기술 개발을 목표로 과제 진행중이며, 2009년 하반기부터 호남석유화학, LS산전 등에서 플로우 전지 개발을 위한 검토 및 개발을 진행하고 있다.

세계적인 플로우 전지 연구개발 추세는 바나듐 시스템과 ZnBr 시스템이 상용화 기술에 집중하고 있으며, 동시에 에너지밀도를 획기적으로 향상시킬 수 있는 기술 및 신규 Redox couple (신물질) 개발이 진행되

실중 연구 끝에 2002년 TEPCO와 NGK가 공동으로 NaS 전지의 상용화에 성공하여 일본 내외에서 수십 MW급까지 설치하여 운용하고 있다. 미국에서는 2002년부터 DOE/EPRI program에 AEP, ABB 등이 참여하고 NGK의 NaS 전지를 적용하여 전력저장 시스템 실용화를 추진하고 있다.

중국은 1980년부터 SICCAS에서 NaS 전지 연구를 시작하였고, 최근 단전지 및 모듈을 개발하여 상해전력과 공동으로 MW급 NaS 전지 시스템 개발을 진행 중이다.

국내에는 G7사업인 ‘전기자동차 개발’의 일환으로

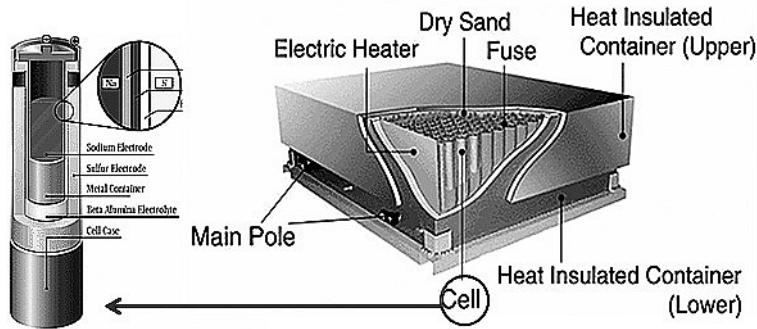


【그림 4】 플로우 전지 스택 구성 및 데모(한국에너지기술연구원)

고 있다.

NaS 전지는 고체 전해질을 사용하여 고온에서 작동되는 전지로서 용융상태의 Na(나트륨) 금속과 S(유황)을 전극활물질로 사용하는 전지로서 에너지 밀도와 효율이 높은 것이 장점이다. 일본 NEDO 프로그램의 일환으로 TEPCO에서 시작되었으며 NGK가 독일의 BASF AG., ABB, NASTECH 등과 함께 협력사업에 착수하여 1994년 Field에 실용화하였다. 이후, 장기간의

NaS 전지에 대한 연구개발이 유공, 기아자동차, 자동차부품연구원 등을 중심으로 시작되었으나, 사업축소와 ZEV 강제 판매규정이 지연되면서 1995년 사업이 중단되었으며, 2000년초 에너지기술연구원 자체 과제로 전해질구조체에 대한 기초연구가 수행되었다. 최근 에너지 분야의 신사업을 추진하고 있는 기업들을 중심으로 NaS 전지 개발에 대한 관심이 고조되고 있는 상황이다.



【그림 5】 NaS 전지 셀 및 모듈 (New IERE, Japan)

전 망

대량의 전기를 저장하고 원하는 시간에 전기를 사용하게 해주는 중대형 2차전지는 최근의 저탄소 녹색성장과 맞물려 향후 그린카와 신재생에너지 산업에서 중요한 역할을 차지할 전망이다. 본고에서는 전력저장 시스템 중대형 2차전지의 개념을 정의하고 가능한 전지 기술로써 리튬전지, 플로우 전지, NaS 전지의 기술 개발 현황을 살펴보았다. 중대형 2차전지가 상용화되고 산업에 적용하기 위해서는 핵심기술의 개발과 가격 경쟁력이 우선적으로 확보되어야 하며, 실증을 통한 검증 후 시장 선점이 가능할 것으로 예상된다. 실증 사업을 성공적으로 추진하기 위해서는 정부의 지원과 기업의 적극적인 참여가 필요하다.

참고문헌

1. PikeResearch Report (2009)
2. Electric Power Research Institute(EPRI) Report (2010)
3. 한국에너지기술평가원, '그린에너지전략로드맵-에너지저장' (2009)
4. 진창수, '대용량 에너지저장 전지', KIC News, Volume 13(2), 23 (2010)