

趙 京 海

韓國電力公社 技術研究院 發電研究室長

## 1. 개 요

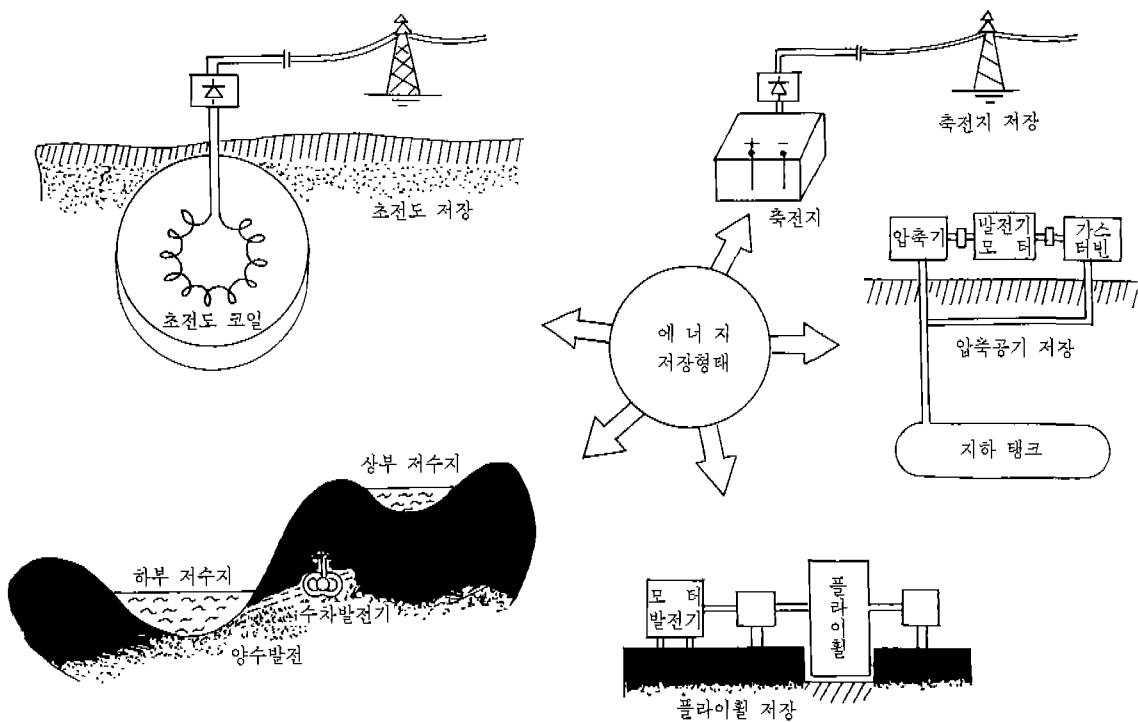
최근의 電力需要는 産業의 高度化, 情報産業의 發達 및 國民生活水準의 향상으로 晝夜間의 電力需要差는 커지고 負荷率은 점점 下落하는 추세에 있다. 한편 電力需要增加를 充足시키기 위한 手段으로 大容量 原子力·石炭火力發電所 建設이 불가피해짐에 따라 發電原價가 저렴한 이들 大容量 發電所의 利用率을 높이기 위한 에너지貯藏技術이 큰 관심을 끌게 되었다. 더욱이 최근의 지속적인 業務用 빌딩의 電力需要增加, 産業體 晝間負荷增加 및 夏季節 冷房負荷增大에 따른 季節別 晝夜間의 隔差는 확대 추세에 있다. 이러한 電力需要側面을 고려한 負荷平準化(Load Levelling) 효과와 系統安定度側面, 즉 都心地 근방의 집중적인 負荷增加에 따른 定電壓, 定周波數維持, 無效電力補償 및 電力系統安定化를 위하여 대책이 필요하게 되었다. 이와 같은 필요성에 따른 에너지貯藏設備 즉, 電力貯藏裝置는 負荷應答特性이 빠르고 높은 에너지貯藏電力을 갖고 있어 深夜의 값싼 電氣를 貯藏, 晝間尖頭負荷에 공급함으로써 安定的인 電

力供給이 가능하고 發電設備의 效率向上을 기할 수 있어 發電原價를 낮출 수 있다. 동시에 投資費가 많이 所要되는 發電設備의 追加建設도 遲延시킬 수 있으며, 電力需給計劃 樹立時에도 탄력적으로 對應 가능한 것 등의 長點을 갖고 있다.

우선 電力貯藏技術을 에너지貯藏型態別로 분류하면 그림 1과 같이

- 電氣에너지……超電導貯藏
- 位置에너지……揚水發電
- 化學에너지……蓄電池貯藏
- 運動에너지……플라이휠 貯藏
- 壓力에너지……壓縮空氣貯藏

으로 크게 나눌 수 있는데, 현재는 이중 揚水發電만이 實用化되어 使用中에 있는 형편으로 立地環境上의 制約이 있고 遠距離에 설치됨에 따른 送電損失, 送電設備費 등의 문제점이 있어 이에 대신하는 에너지貯藏技術開發이 필연적으로 대두되었다. 이들 에너지貯藏技術 가운데 揚水發電을 제외한 네 가지 技術 중 國內與件上 가장 빠른 시일내에 實用化가 예상되는 技術은



<그림 1> 전력 저장형태에 따른 에너지 저장기술

都市近郊에 설치가능하고 環境立地制約도 받지 않는 蓄電池電力貯藏 시스템으로 예상된다. 표 1은 에너지貯藏技術을 비교하여 표시하였다. 또한 본 電力貯藏에서는 이들 네 가지 에너지貯藏型態에 대한 技術概要, 特徵, 技術開發現況 및 向後展望 등에 대해 기술하고자 한다.

## 2. 蓄電池貯藏

### 가. 技術概要 및 特徵

1960년대부터 시작된 蓄電池 電力貯藏에 대한 研究는 揚水發電所建設의 立地가 부족한 美國에서 시작되어 큰 관심을 모으게 되었다. 蓄電池는 이미 100여년 전부터 우리 日常生活에 사용되어 왔으나 그것의 대부분은 鉛蓄電池 및 니켈-카드늄계의 알칼리電池로서 에너지密度

改善 및 Cost-down에 한계가 있기 때문에, 大規模的인 電力貯藏用으로 이용하기 위해 開發되고 있는 것이 新型電池으로서 그 대표적인電池는 나트륨-硫黃電池(Sodium-Sulphur), 亞鉛-塩素電池(Zn-Cl<sub>2</sub>), 亞鉛-臭素電池(Zn-Br<sub>2</sub>) 및 레독스플로電池(Redox-flow)가 있다. 이들 4種의 新型電池는 기존의 鉛蓄電池에 비해 理論에너지 密度가 3~4배 높고 使用材料가 풍부하며 값이 저렴한 長點을 갖고 있다. 그러나 信賴性 및 經濟性에 대한 지속적인 研究開發이 필요하며 현재 信賴性面에서 가장 우수한 特性을 가진 電池는 改良型 鉛蓄電池이다. 표 2는 이들 新型電池와 鉛蓄電池와의 여러 가지 特性을 보여준다.

蓄電池貯藏 시스템의 주요 構成要素로는 그

축전지

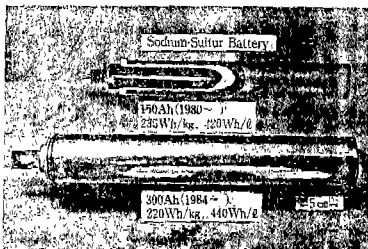
<표 1> 전력저장 기술의 비교

항목	종류	권카 저장	초전도 저장	압축공기 저장	플라이휠	양수발전
기술의 특 징	규 모	자유	대	소 ~ 중	소	중 ~ 대
	MWh(MW)	천~만(~천)	천~만(천~)	백~천(~250)	1~10(~20)	천~만(~1200)
	운전단위	일, 주	일, 주	일	분, 시간	일, 주
	m <sup>3</sup> /MWh	10 ~ 45	4 ~ 8	2 ~ 28	6 ~ 33	~ 650
	kWh/m <sup>3</sup>	~ 42	약 10	약 5	약 10	약 1
	효율(%)	70 ~ 80	93 ~ 97	65 ~ 75	85	65 ~ 70
	수명(년)	10 ~ 20	약 30	약 20	약 30	약 30
	부하응답	대	대	소	중	중
	기동정지	순시	순시	20 ~ 30분	순시	수분
	보수관리	간편	복잡	복잡	복잡	간편
임지 환경	입지특성	자유(수요지역내 가능, 송전손실 작다)	지반 견고지역 (좌동)	좌 동	자유(전지의 경우 와 동일)	산간지역(원격 입지 송전손실 크다)
	환경영향	거의 없다.	거의 없다.	소음	소음·진동	수계
	안전대책	활물질 누설방지	초전도 붕괴대응	고압공기누설방지	회전이상 대응	-
경제 성	건설비용 (목표치) (\$/kW)	1,000	2,000	1,000	1,000	1,000
	발전비용	소	중	중	대	소

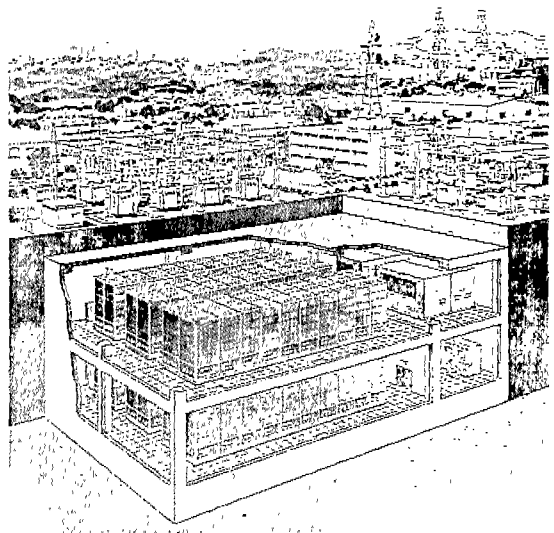
※ 자료 : KIST 에너지자원연구개발 보고서('91)



<그림 2> 개량형 연속전지 (일본전지)



<그림 3> 나트륨·유황전지(유아사)

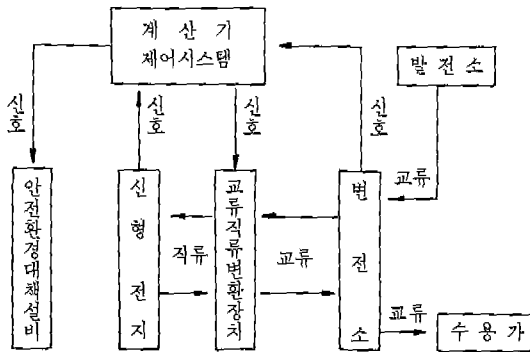


<그림 4> 신형전지 및 이를 이용한 축전지 저장 시스템(NEDO)

<표 2> 각종 電池特性 比較

項目	電池	나트륨-황電池 (NaS)	亞鉛-塩素電池 (ZnCl <sub>2</sub> )	亞鉛-臭素電池 (ZnBr <sub>2</sub> )	레독스-플로電池 (Redox-flow)	改良型 鉛電池 (PbPbO <sub>2</sub> )
反應式		Na+S ≒ Na <sub>2</sub> S <sub>x</sub>	Zn+Cl <sub>2</sub> ≒ ZnCl <sub>2</sub>	Zn+Br <sub>2</sub> ≒ ZnBr <sub>2</sub>	Cr <sup>2+</sup> +Fe <sup>3+</sup> ≒ Cr <sup>3+</sup> +Fe <sup>2+</sup>	Pb+PbO <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ≒ PbSO <sub>4</sub> +H <sub>2</sub> O
理論에너지密度 (Wh/kg)		780	834	428	103	167
電壓 (V)		2.1	2.1	1.8	1.0	2.1
電解質		β 알루미나	ZnCl <sub>2</sub> 수용액	ZnBr <sub>2</sub> 수용액	HCl 수용액	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 수용액
作動溫度		300~350°C	20~50°C	20~50°C	40~60°C	5~50°C
開發課題		◦ 電解質 製造 ◦ 斷熱 및 시스템 설계	◦ Dendrite 방지 ◦ 信賴度 향상	좌 동	◦ 電極材料技術 ◦ 이온 交換膜	저코스트화
기타		◦ 完全密閉型	◦ 電壓特性 양호	좌 동	-	◦ 가장 安定된 特性 保有

된다.



<그림 5> 축전지 저장 시스템 구성도

나. 技術開發現況 및 展望

蓄電池를 이용한 에너지貯藏 시스템은 1966년 美國 Ford社가 世界最初로 나트륨-硫黃電池 (Na-S)인 일명 Ceramic 電池를 開發, 발표함으로써 世界의 주목을 받아 왔으며, 이 計劃은 그 이후 BEST (Battery Energy Storage Test) 計劃에서 實現을 보게 되었다. 그러나 BEST 計劃의 研究目標 完成이 어려워지게 되고 오일쇼크가 진정됨에 따라 豫算이 削減되는 등의 어려움을 겪게 되었다. BEST에서 開發試驗된 蓄電池貯藏 시스템은 50kWh의 亞鉛-塩素電池 (Zn-Cl<sub>2</sub>)이며, 그의 GE, Exxon, Gould, NASA 및 EPRI 등에서도 깊은 관심을 갖고 研究開發하고 있으며, 현재 가장 큰 研究 Project 事業으로 추진하고 있는 대표적인 蓄電池貯藏 시스템은 EPRI 支援下에 Edison 電力會社에 設置, 運營 및 試驗중인 40MWh의 CHINO 플랜트이다.

한편 日本은 美國의 BEST 計劃을 본받아 美國의 蓄電池 研究所인 Argone 研究所에 技術者를 파견, 相關기술을 습득하여 既存의 鉛蓄電池

림 5와 같이 2次電池, 電力變換裝置 및 시스템 制御裝置로 構成되며 이 시스템의 長點으로는

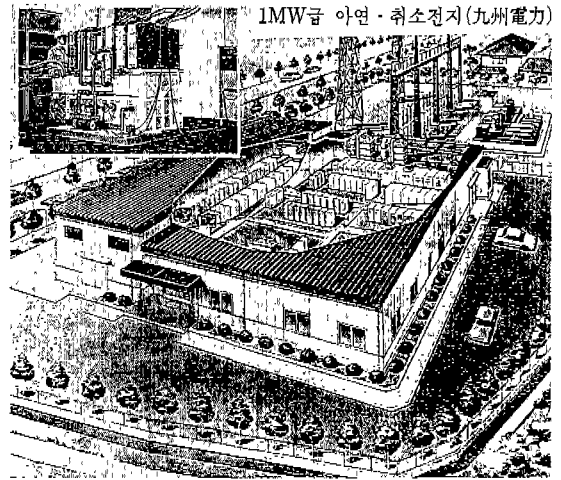
- ① 需要地 近郊에 설치가 가능함에 따른 送電 設備費 節減,
- ② 起動, 停止나 負荷追從性이 뛰어나고,
- ③ 震動이나 騒音이 적고,
- ④ 技術開發에 의한 量産體制時 Cost-down이 가능하며,
- ⑤ 短時間에 건설이 가능한 점

등을 들 수 있어 尙後 技術開發의 結果가 주목

改良 및 新型電池開發에 착수하였다. 특히 1981년부터 시작한 Moon-light 計劃에 의거 NEDO 主管下에 蓄電池 技術開發을 段階別로 착실히 隨行, 많은 成果를 얻었다. 開發中인 蓄電池로는 기존 鉛蓄電池의 性能을 대폭 改善한 改良型 鉛蓄電池와 新型電池인 나트륨-硫黃電池, 亞鉛-塩素電池, 亞鉛-臭素電池 및 레독스플로 (Redox-flow)電池가 있으며, 1989년에는 이들에 가지 新型電池의 技術開發成果를 綜合評價하여 實用化에 가장 適合한 두 가지 電池 즉, 나트륨-硫黃電池 및 亞鉛-臭素電池를 선정, 집중적인 技術開發을 추진하여 현재 九州電力 및 關西電力에 각각 4MWh 및 8MWh의 新型電池 電力貯藏 시스템을 設置, 試驗稼動中에 있다. 앞으로 新型電池 技術開發의 加速化로 蓄電池貯藏 시스템의 보급이 확대되면 長期的으로 系統安定化, 負荷平準化 및 에너지節約側面에서 상당한 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대하고 있으며, 그 時期는 2000년 이후로 생각된다. 그림 6은 日本 九州電力에 設置한 亞鉛-臭素電池 1MW급 시스템의 조감도이다.

또한 유럽에서는 독일이 이미 2次大戰 때 戰時 非常用電源으로 활용한 바 있고, 최근 統一되기 전의 舊東獨構內에 있는 서베를린 地域에 鉛蓄電池貯藏 시스템(17MW)을 설치, 1987년부터 運營中에 있다.

國內의 研究開發現況은 韓電 및 에너지技術 研究所를 주축으로 하여 推進되고 있는데, 韓電 技術研究院은 電氣研究所와 共同으로 1989년 4월, 20kW급 系統線連結型 蓄電池貯藏 시스템을 國內 最初로 自體設計에 의해 系統試驗運轉을 완료한 바 있으며, 에너지研究所는 科技處 支援下에 현재 300kW급 시스템을 試驗準備中에 있다. 이러한 技術開發을 바탕으로 韓電은 '92년 下半期부터 1000kW급 시스템을 研究推進할 計劃으로 있다.



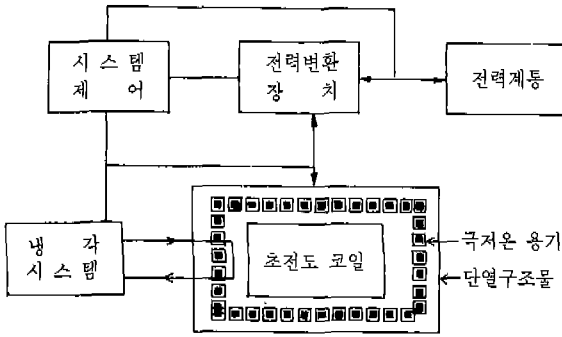
<그림 6> 일본의 신형전지 전력저장 시스템

### 3. 超電導貯藏

#### 가. 技術概要 및 特徵

超電導에너지 貯藏裝置(Superconducting Magnetic Energy Storage : SMES)의 基本原理는 極低溫에서 超電導現象이 일어나는 導體를 이용한 超電導體의 大電流와 永久電流 모드 의 特性을 이용, 超電導 Coil에 電氣에너지( $1/2 LI^2$ )를 貯藏하는 새로운 개념의 貯藏裝置이다. SMES는 電氣에너지를 직접 貯藏하기 때문에 效率이 높고, 應答速度가 빠르며 有效 및 無效 電力을 同時에 制御할 수 있는 特徵을 갖고 있다.

主要 構成機器要素로는 에너지貯藏 및 放出을 위한 超電導 코일, 冷却 시스템 및 斷熱裝置, 系統과 連系하여 에너지를 高速으로 充放電시킬 수 있는 電力變換 시스템과 制御 시스템, 그리고 각 시스템을 Software, Hardware적으로 綜合構成하여 시스템 最適化 및 運用技術을 實現시키기 위한 Total 시스템으로 構成되어 있다(그림 7).



<그림 7> 초전도 저장 시스템 구성도

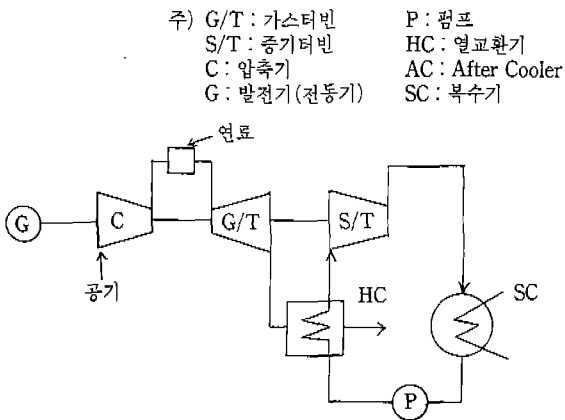
초전도 코일은 전력에너지의 저장,放出을 위한 초전도磁石으로 저장容量에 따라 그 크기와型態가 다르다. 大規模급에서는 솔레노이드型態로 코일을 감아 사용하고, 系統安定用으로는 高速充放電에 따른 交流損失을 줄이기 위해 펄스 마그네틱으로 設計하여 사용한다. 또한 冷却 시스템은 低溫用器內的 液化헬륨 안에 초전도 마그네틱을 침전시켜 사용하게 되며 이를 回收하여 再液化시킬 수 있는 附帶施設도 필요하다. 그리고 電力變換器는 Thyristor를 이용한다.

Graetz Bridge 變換器로서 에너지를 貯藏할 때에는 Converter로 動作하고, 電力系統에 에너지를 放出할 때는 Inverter로 動作, 交流를 發生시킨다.

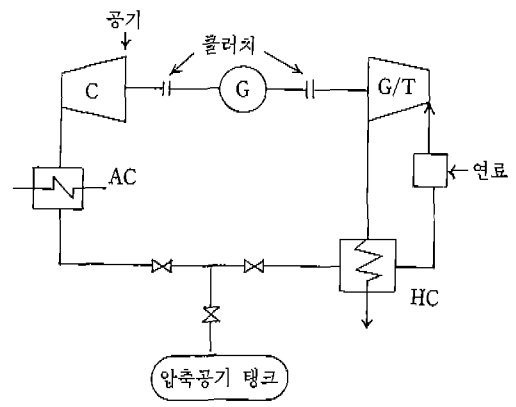
마지막으로 斷熱, 眞空, 支持構造物에서는 中·大容量級の SMES는 半徑方向으로 作用하는 電磁力을 支撐하기 위해 岩盤으로 지지하는 방식이 經濟性面에서 有利하며, 부수적으로 안반內的 支持物·發生熱의 冷却, 外部熱을 遮斷하기 위한 眞空構造物에 대한 機械, 土木分野의 技術確保도 중요한 要素技術의 하나라고 할 수 있다.

나. 技術開發現況 및 展望

SMES는 주로 美國, 日本, 소련을 中心으로 많은 研究가 추진되 오고 있다. 우선 美國의 경우는 DOE 主管下에 위스콘신大學, 벡텔, EPRI 등에서 系統 設計, 設置, 適用技術 등을 수행해 왔으며, 1987년에는 30MJ급의 系統連系特性試驗을 完了한 바 있다. 最近에는 EPRI가 SDI 計劃의 일환으로 1989년 200 MWh급 SMES Project를 시작, Laser Beam



(a) 가스터빈 중기 복합발전 시스템



(b) CAES 시스템

<그림 8> 가스터보 複合發電과 CAES 시스템

용 電源(400MW-100초)과 電力貯藏用電源(10 MW-2시간)이라는 二重用途로 設計하여 1999년에 實證試驗을 完了할 예정으로 있다.

日本은 1969년 九州大學에서 SMES에 대한 理論研究가 시작되어 '80년대에 들어서는 基礎 基盤技術을 文부성 주관하에 SMES 研究協會가 시스템 技術을, NEDO에서 시스템 設置 및 適用技術을 각각 役割分擔하여 研究開發하여 왔으나 '85년 이후에는 超電導研究組合(RASMES)이 결성되어 總括的인 研究를 수행하고 있다. 또한 國際超電導研究센터(ISTEC)에서도 中·小規模의 SMES 應用研究가 進行되고 있으며, 현재의 SMES 規模는 20MWh급으로 初期에는 美國의 技術이 앞서 있었으나, 지금은 오히려 日本이 앞서 있어 海外로의 技術移轉을 政府次元에서 가로막고 있는 實情이다.

소련에서의 SMES 研究는 Kurchatov 原子力研究所에서 基礎基盤技術, 設計, 製作 등을 맡고 있고, 電力綜合研究所가 시스템 適用技術을 담당하고 있다. 그의 1989년에는 SEN-E라는 SMES Project가 科學아카데미研究所에서 시작되어, 1996년 系統試驗을 目標로 100MJ

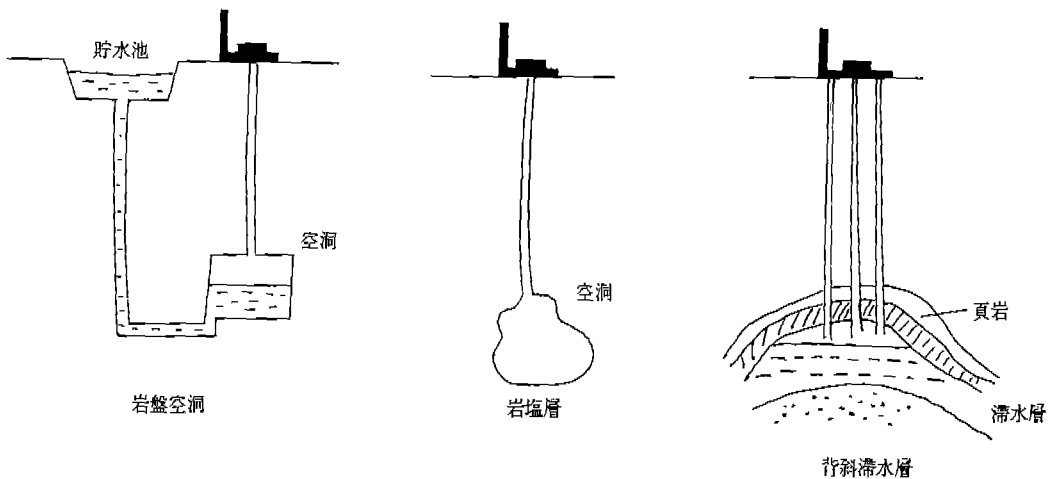
SMES가 推進中인 것으로 알려지고 있다.

한편 國內에서는 서울大學校에서 基礎研究를 시작한 것이 始發點이며, 1984년에는 韓電技術研究院과 서울대가 共同으로 小規模의 25KJ Proto Type 貯藏裝置의 設計 및 製作에 관한 研究를 착수, 基礎技術을 확립하였다. 이어서 '89년부터는 0.5MJ급 펄스 마그넷 시스템 設計를 完了, 현재 製作中에 있어 '93년부터는 系統安定度向上을 위한 각종 要素技術을 獲得할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 4. 壓縮空氣貯藏

##### 가. 技術概要 및 特徵

壓縮空氣貯藏(Compressed Air Energy Storage : CAES)이란 夜間電力을 이용하여 壓縮機를 구동하여 空氣를 60~80kg/cm<sup>2</sup> 정도로 壓縮해 두었다가 晝間の 電力需要 Peak시 貯藏해 둔 壓縮空氣와 함께 LNG 등의 燃料를 燃燒하여 가스터빈을 돌려 發電하는 方式이다. 從來의 가스터빈과 다른 점은 그림 8과 같이 가스터빈 發電機는 發電機와 空氣壓縮機를 동시에 回轉시켜 壓縮된 空氣를 燃料와 함께 燃燒시켜서 發



<그림 9> 壓縮空氣貯藏方式

電하는 반면, CAES 시스템은 夜間に 電動機로 壓縮機를 가동하여 壓縮空氣를 貯藏해 두었다가 晝間に 壓縮空氣와 함께 燃料를 燃燒시켜 發電하는 것이다.

가스터빈 發電은 이미 확립된 技術이기 때문에 CAES 發電에서는 壓縮空氣를 貯藏하기 위한 空洞의 建設技術과 그 經濟性이 주요한 課題로 되어 있다.

壓縮空氣貯藏을 위한 空洞建設技術을 地質構造로 大別하면

- ① 岩盤空洞方式
- ② 岩塩空洞方式
- ③ 滯水層方式(不透水層의 地層을 利用)

이 있고(그림 9), 貯藏空氣壓의 利用方法으로 분류하면

- ① 定壓式(空氣壓力을 一定하게 維持)
- ② 變壓式(壓縮空氣使用에 따라 壓力이 低下한다)

으로 구분된다.

#### 나. 技術開發現況 및 展望

海外에서의 CAES 開發은 岩塩層을 利用한 경우가 많다. 현재 가동되고 있는 發電所는 독일의 Huntorf 發電所(290MW)가 唯一하다(그림 10). 이 發電所는 地下 약 700m의 岩塩層을 利用한 것으로 1974년부터 3년간에 걸쳐 工事を 實施, 1978년부터 運轉하였으며 현재는 1日 2시간 정도 周波數調整用으로 사용하고 있다. 地下 岩塩層은 15만 m<sup>2</sup>의 크기로 두 개가 만들어져 있으며 空氣壓力은 70 kg/cm<sup>2</sup>으로서 50 kg/cm<sup>2</sup>까지 利用할 수 있는 變壓式 方式이다.

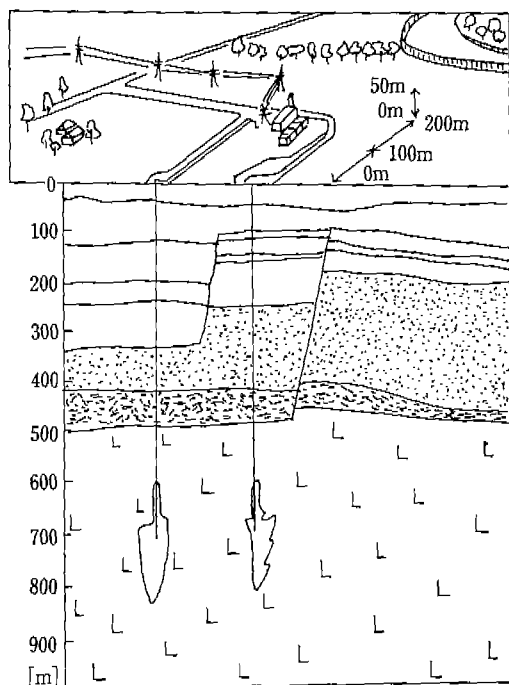
최근 美國의 Alabama 電力會社도 51만 m<sup>2</sup>의 岩塩層을 이용, 50MW의 CAES Plant를 建設中이며 소련에서는 黑海北部 Donbass 地域에 1050 MW(350MW×3基) CAES 시스템을 建設中인 것으로 알려지고 있다. 또한 日本은 岩塩層이

없기 때문에 硬岩과 軟岩을 利用한 壓縮空氣탱크를 經濟적으로 만드는 技術을 電力中央研究所(CRIEPI)와 關西電力에서 開發하고 있다.

한편 國內에서는 CAES 技術에 대한 研究가 아직은 추진되고 있지 않으나, 閉炭鑛을 利用한 CAES 技術에 관심을 가질 필요가 있다.

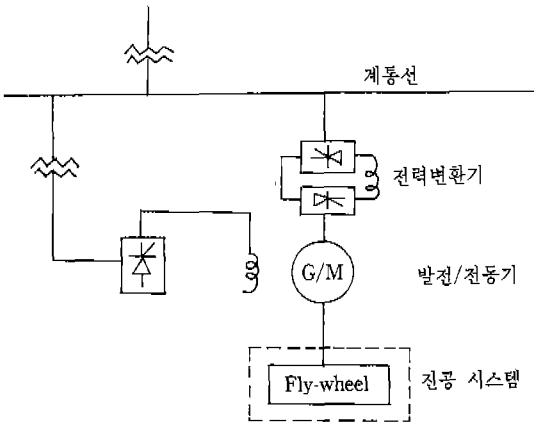
### 5. 플라이휠(Fly-wheel) 貯藏

Fly-wheel은 우리 주변에서 어린이 장난감에서부터 증기기관차에 이르기까지 널리 이용되어 오고 있으며, 최근에는 이를 이용한 에너지貯藏技術이 開發中에 있다. 이 에너지貯藏方法은 에너지貯藏時에는 入力에너지(電氣)를 에너지變換裝置를 통해 回轉에너지로 바꾸어 Fly-wheel에 貯藏하고, 에너지放出時에는 回轉에너지를 逆으로 電氣에너지로 變換시켜



<그림 10> Huntorf 發電所





<그림 11> Fly-wheel 貯藏 시스템 構成圖

使用한다. 따라서 주요 機器構成은 發電/電動機, Fly-wheel, 眞空裝置(시스템)로 되어 있다 (그림 11).

貯藏에너지는 回轉角速度( $\omega$ )로 回轉하고 있는 慣性모멘트( $I$ )에 比例( $E = \frac{1}{2}I\omega^2$ )하므로, 가능한 한 回轉速度를 높여야만 많은 에너지를 貯藏할 수 있다. 또한 單位重量當의 에너지( $e_w$ )는  $e_w = 2.72K_s \cdot \sigma_a / \rho$ 로서 Fly-wheel의 形象係數( $K_s$ )와 材料의 許容應力( $\sigma_a$ ) 및 比重量( $\rho$ )에 比例한다. 그러므로  $e_w$ 를 크게 하기 위해서는 比強度( $\sigma_a / \rho$ )가 높은 材料, 즉 가볍고 강한 材料가 필요하다. 이러한 觀點에서 현재 FRP(섬유강화 플라스틱)가 가장 바람직한 素材로 판단되고 있다. FRP Fly-wheel은 일명 Super Fly-wheel로 불려지고 있는데 앞으로 이 素材를 이용한 Fly-wheel의 實用化가 중요한 技術開發의 課題로 남아 있다.

Fly-wheel 에너지貯藏은

- ① 慣性이 크기 때문에 적은 外亂이 있어도 安定的으로 回轉을 할 수 있으며,
- ② 에너지貯藏 및 放出을 자유로이 할 수 있고,
- ③ 單位重量當의 에너지 密度가 크고,

④ 用途, 容量에 따라 크기 및 回轉數를 임의로 결정할 수 있으며,

⑤ 需要地 近處에 分散하여 設置可能한 點 등의 여러 長點을 갖고 있다.

Fly-wheel 貯藏 시스템의 應用分野로는 電車線 電力貯藏裝置, 核融合電源設備, 컴퓨터 無停電電源裝置, 電力系統安定化用 및 電力貯藏 시스템에 活用할 수 있다.

지금까지의 主要利用分野는 주로 컴퓨터용 電源 및 核融合用電源으로 사용되었으며, 가장 큰 貯藏 시스템은 日本原子力研究所의 核融合用電源用(JT-60)으로서 그 容量은 28Ton의 물을 1초 동안에 0°C에서 100°C로 올릴 수 있는 熱量(12MJ)에 해당된다.

앞으로 Fly-wheel의 擴大適用을 위해서는 Fly-wheel 材料의 開發, F.W 製造技術確立 및 動力損失低減技術 등 解決해야 할 課題가 많이 남아 있다.

## 6. 結 論

電力貯藏技術은 揚水發電所의 立地가 不足하고, 大容量火力 및 原子力發電의 比重이 增加하고 있는 現實에서 필수적인 技術이라 할 수 있다. 이 技術이 開發되어 電力系統에 活用되면 負荷平準化效果에 의한 全發電 시스템의 效率向上과 原價節減을 기할 수 있음은 물론, 電力系統安定化에도 크게 奇與할 수 있을 것으로 展望된다. 또한 他分野에의 波及效果로는 超電導發電機, 超電導 Coil, 電氣自動車 및 高速電鐵 등에 擴大適用될 수 있어 그 活用分野로는 상당히 넓다.

그러나 이들 貯藏技術을 適用하기 위해서는 각종 要素技術, 材料開發, 시스템 開發 등이 先行되어야 하며 政府, 産業體, 研究所 및 大學 등에서도 貯藏技術에 대한 깊은 관심을 갖고 지속적인 R & D가 추진되어야 할 것이다.