

## 발전소비상전원용 2V/500Ah고정형연축전지의 성능제고에 대한 연구

최문일, 리문혁, 리성균

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《우리는 인민경제 선행부문 특히 전력공업부문에 큰 힘을 넣어 전력생산을 결정적으로 늘이고 생산된 전력을 나라의 전반적경제발전과 인민생활에 최대한 효과적으로 리용하도록 하며 그에 대한 감독통제사업을 강화하여야 합니다.》

화력발전소들의 비상전원용 고정형연축전지는 발전소의 정상운동을 보장하는데서 중요한 역할을 한다.

우리는 비상전원용 고정형연축전지제작에서 관건적고리로 되는 격자합금조성과 격자 모양, 전극합제의 조성과 제조방법[1]을 새롭게 제기함으로써 충전때의 가스방출량과 활성물질탈락을 줄이고 용량과 주기수명, 비출력, 비에네르기, 자체방전률 등의 성능[2, 3]을 훨씬 높이며 여러가지 규격의 고정형연축전지들에 응용하기 위한 연구를 진행하였다.

### 실 험 방 법

시험에 리용한 금속과 류산을 비롯한 시약들은 모두 분석순이다.

Pb-As중간합금과 Sb, Pb금속으로 Pb-2.3%Sb-0.13%As합금을 만들고 일정한 형태에서 주조하여 2V/500Ah고정형연축전지의 격자를 제작하였다. 시험에 리용한 격자는 어긋매끼형이며 양극격자와 음극격자의 크기와 질량은 표 1, 격자에 연도한 양극합제와 음극합제의 조성 및 연도량은 표 2와 같다.

표 1. 2V/500Ah고정형연축전지 격자의 크기와 질량

전극	크기/mm			질량/g
	너비	높이	두께	
양극격자	180	280	6	920
음극격자	180	280	4	490

표 2. 양극합제와 음극합제의 조성 및 연도량

지표	양극합제		음극합제	
조성	연가루(산화도 68.4%)	100kg	연가루(산화도 68.4%)	100kg
	PP충진섬유(길이 4~5mm)	100g	PP충진섬유(길이 4~5mm)	100g
	중류수 또는 나노흑연분산액	12.5L	중류수 또는 나노흑연분산액	9L
	류산( $\rho=1.4\text{g/mL}$ )	8.4kg	류산( $\rho=1.4\text{g/mL}$ )	9kg
			BaSO <sub>4</sub>	600g
겉밀도	4.0~4.1g/mL		4.2~4.3g/mL	
	젖은 합제연도량		990g/장	

연도한 양극판, 음극판을 고화전조하고 양극판 10장, 음극판 11장과 PVC격리판 20장을 PP수지전해조에 넣어 조립하여 축전지를 제작하였다. 여기에  $\rho=1.07\text{g/mL}$ 의 류산용액 12L를 넣고 여러 단계에 따라 화성하였다.(표 3)

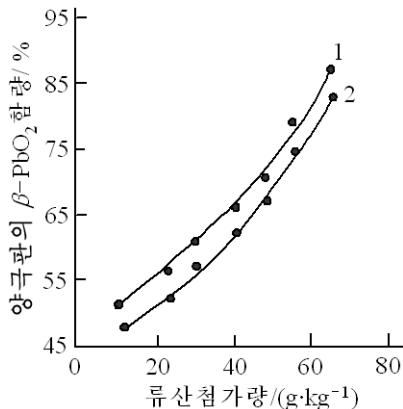
표 3. 2V/500Ah고정형연축전지의 전지화성조건

단계	침산	1	2	3	4	5	6	7	8
전류/A	—	140	200	140	—	200	—	200	140
시간/h	1	1	8	10	1	10	1	10	10
방식		정전류	비대칭	비대칭		비대칭		비대칭	비대칭

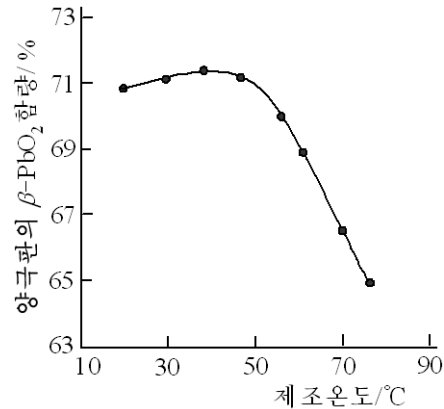
### 실험결과 및 해석

양극합제제조때 첨가한 류산량과 화성한 양극판의  $\beta\text{-PbO}_2$ 함량사이의 관계는 그림 1과 같다. 그림 1에서 합제온도가 45, 70°C일 때 합제속의 류산함량이 증가함에 따라 양극판의  $\beta\text{-PbO}_2$ 함량이 증가하며 합제온도 45°C일 때가 70°C일 때보다  $\beta\text{-PbO}_2$ 함량이 평균 6%정도 더 높았다.

한편 합제제조온도에 따르는 양극판속의  $\beta\text{-PbO}_2$ 함량변화를 보면 45~50°C근방에서  $\beta\text{-PbO}_2$ 함량이 가장 높다.(그림 2)

그림 1. 양극합제의  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 첨가량과 양극판의  $\beta\text{-PbO}_2$ 함량사이의 관계

1, 2는 합제제조온도가 각각 45, 70°C인 경우

그림 2. 합제제조온도에 따르는 양극판의  $\beta\text{-PbO}_2$ 함량의 변화

$\text{H}_2\text{SO}_4$ 첨가량은 연분말 100kg당 8.4kg

양극합제속의  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 첨가량과 양극판의 0.2C<sub>10</sub>방전용량사이의 관계를 보면 방전용량은 류산첨가량이 증가함에 따라 증가하는데 합제제조온도 45°C일 때가 70°C일 때보다 용량이 합제 1g당 3mAh정도 더 높았다.(그림 3) 그리고 류산첨가량이 연분말 1kg당 23g일 때에 비하여 58g일 때 용량이 합제 1g당 6mAh정도 더 높았다. 이것은 전극합제제조때 류산첨가량에 따라 합제의 산도가 변하여 3염기성류산염(3BS)과 4염기성류산염(4BS)의 함량이 변하는 결과 완성양극판에서  $\beta\text{-}$  및  $\alpha\text{-PbO}_2$ 의 함량비가 변하는것과 관련된다고 볼수 있다.

일반적으로  $\beta\text{-PbO}_2$ 의 비용량이  $\alpha\text{-PbO}_2$ 보다 크기때문에 연축전지의 용량과 비에너지를 비롯한 성능을 높이기 위해서는 양극판의  $\beta\text{-PbO}_2$ 의 함량을 높여야 한다.

다른 한편 전기화학반응에 의한  $\beta\text{-PbO}_2$ 의 생성조건을 보면  $\alpha\text{-PbO}_2$ 는 약알칼리성 매질에서 생성되고  $\beta\text{-PbO}_2$ 는 산성매질에서 생성되는데 합제에 대한 류산첨가량을 늘이면 합제속의 산도가 높아져  $\beta\text{-PbO}_2$ 의 생성에 유리하게 되어 양극판의 방전용량이 높아지게 되는것이다. 이로부터 축전지의 비용량을 높이기 위해서는 양극합제를 제조할 때 류산첨가량을 높이고 온도를 낮추어야 한다는것을 알수 있다.

실험결과 연분말 1kg당 류산첨가량이 양극합제에서 46.7g, 음극합제에서 50.3g일 때 그리고 합제제조온도를 45~50°C로 하였을 때 축전지의 성능이 가장 높았다.

전극합제의 결밀도에 따르는 전극용량의 변화를 보면 합제의 결밀도가 커질수록 양극과 음극의 방전용량은 다같이 감소하며 양극이 음극에 비하여 합제결밀도의 변화에 따라 크게 달라진다.(그림 3)

이것은 전극합제제조때 합제의 결밀도 특히 양극합제의 결밀도를 잘 조절해야 축전지의 용량을 높일수 있다는것을 보여준다. 실험결과 양극합제와 음극합제의 결밀도가 각각 4.0~4.1, 4.2~4.3g/mL일 때 축전지의 성능이 좋았다.

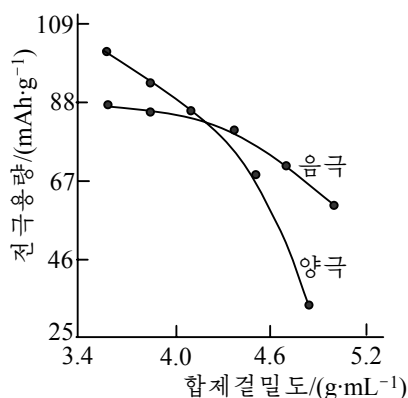


그림 3. 합제결밀도에 따르는 전극용량의 변화

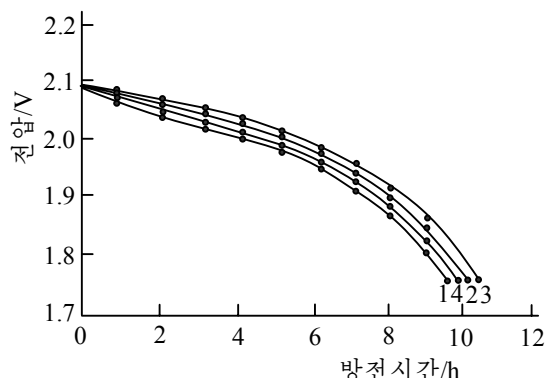


그림 4. -18°C에서 LSS합량에 따르는 고정형 연축전지의 0.1C<sub>10</sub>방전특성  
1-4는 LSS합량이 각각 0.2, 0.3, 0.4, 0.5%인 경우

LSS합량에 따르는 고정형연축전지의 0.1C<sub>10</sub>방전특성을 보면 방전온도 -18°C에서 리그닌술폰산소다합량이 0.4%일 때 축전지의 용량이 제일 크다는것을 알수 있다.(그림 4)

음극합제속의 LSS합량이 축전지의 자체방전률과 충방전주기수명에 주는 영향을 보면

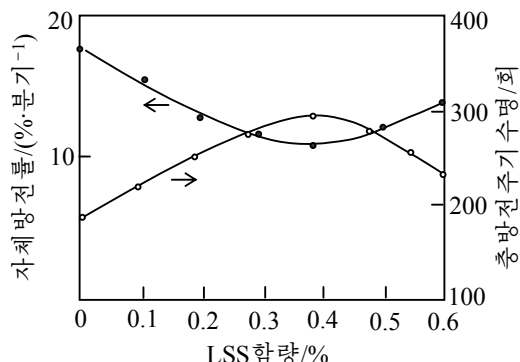


그림 5. 음극합제속의 LSS합량이 축전지의 자체방전률과 충방전주기수명에 주는 영향(T=20°C)

충방전주기수명은 LSS합량이 증가함에 따라 커지다가 0.4%이상에서 감소하면서 극대값을 이루고 자체방전률은 감소하다가 0.4%이상에서 커지면서 극소값을 이룬다.(그림 5) 이로부터 축전지의 충방전주기수명을 늘이고 자체방전률을 낮추기 위해서는 LSS합량을 0.4%정도로 하는것이 적합하다는것을 알수 있다.

그림 6은 비상전원용 2V/500Ah고정형 연축전지의 충방전특성을 보여준다.

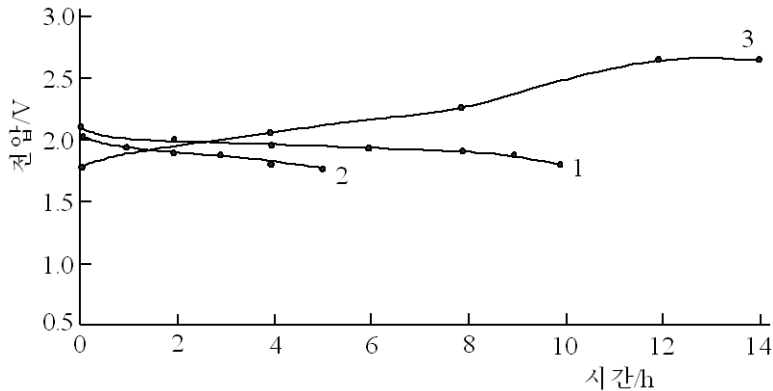


그림 6. 비상전원용 2V/500Ah고정형연축전지의 총방전특성  
1-0.1C<sub>10</sub>방전, 2-0.2C<sub>10</sub>방전, 3-0.1C<sub>10</sub>충전

그림 6의 방전곡선 1과 2로부터 비상전원용 2V/500Ah고정형연축전지의 0.1C<sub>10</sub>방전 용량(종지전압 1.75V)과 0.2C<sub>10</sub>방전 용량(종지전압 1.72V)을 구하면 각각 550, 500Ah로서 공칭용량보다 10%이상이나 높다.

고정형축전지는 보통 부동충전상태에서 작업하므로 단자에 항상 정전압이 걸려있으며 이 전압이 전지가 거의 완전한 충전상태에서 유지할수 있게 하고 정상전원이 고장나면 전기회로에 전기를 공급할수 있다.

부동충전의 기술적요구에 따라 충전전압을 일정하게 해야 하는데로부터 우리는 축전지운영조건으로 매개 단전지에 대하여 2.20~2.25V로 설정하였다. 운영시험기간에 환경온도를 15~25℃로 유지하고 3개월에 한번씩 매개 단전지의 전해액밀도, 전압과 전해액높이를 검사한데 의하면 임의의 단전지의 밀도가 평균밀도에 비하여 (0.025±0.001)g/mL보다 크거나 전압이 평균전압보다 ±0.05V만큼 초과하는 현상이 없었다. 6개월시험후 전해액손실은 전해액최고높이와 최저높이사이에 있는 전해액용적의 50%를 넘지 않았다.

## 맺는 말

우리는 고정형연축전지에 리용할 전극합제의 조성과 제조방법을 확립하였다.

우리가 연구개발한 고정형연축전지의 용량과 수명, 자체방전률 등의 성능은 발전소비상전원용 고정형연축전지의 기술적지표에 충분히 부합되었다.

## 참고 문헌

- [1] T. Kimura et al.; J. Power Sources, 85, 149, 2000.
- [2] 汪毅 等; 蓄电池, 49, 5, 204, 2012.
- [3] 张海鹏 等; 电器与能效管理技术, 12, 45, 2015.

## **On the Performance Raising of 2V/500Ah Stationary Lead-Acid Battery for Emergency Power Supply of the Electric Station**

*Choe Mun Il, Ri Mun Hyok and Ri Song Gyun*

We established the composition and the preparation method of the plate paste for stationary lead-acid battery.

The performance of lead-acid battery developed by us coincides with technique parameter of stationary lead-acid battery for the emergency power supply of the electric station.

Key words : emergency power supply, stationary lead-acid battery, electric station