

# 전기설비의 고장진단 10

전기설비를 운전·관리하는 전기 기술자는 설비가 안전한지 항상 마음을 쓰게 될 것이다.

전기설비를 장기간 안전하게 사용하는 것은 바람직한 일이지만 최근 그런 경향이 강해져, 과거에 시행했던 사후보전을 넘어서 예지보전의 요망이 점차 높아가고 있다.

이와 같은 전기설비의 예지보전을 목표로 고장진단기술에 관한 근본적인 고찰과 그 응용기술을 전기기술자에게 제공, 활용토록 하기 위하여 그 내용을 연재한다.

<편집자주>

## 축전지의 고장진단 요령

### 1. 머리말

전기기기의 조작, 제어나 통신용, 비상조명용 등의 비상전원으로 사용되는 것을 고정설치 축전지라고 하며 연 축전지와 알칼리 축전지가 사용되고 있다.

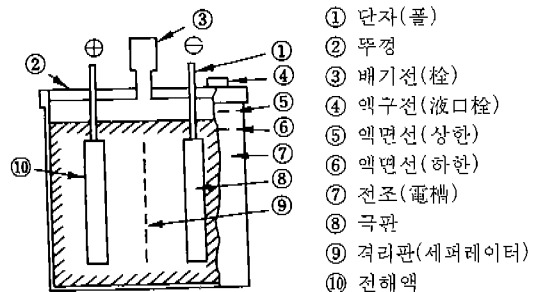
축전지는 화학반응을 응용하여 직류전력의 축적, 재사용을 반복할 수 있는 전기 화학 기기이며 일반 전기기기와 같이 상태의 변화가 소리나 냄새, 움직임의 변화가 나타나지 않는다. 무리한 취급을 해도 즉시 사용불능이 되는 일은 드물고 장기적인 경과를 거쳐 치명적인 현상으로 표면화되는 일이 많다.

축전지 설비는 여러개의 단전지(셀)를 직렬로 접속하여 구성되며 모두가 동시에 불량해지는 고장은 드물다.

여기서는 고장만 아니라 고장의 전조가 되는 불량현상도 포함하여 해설하기로 한다.

### 2. 축전지의 종류, 구조 및 고장의 개요

축전지의 종류, 성능 등에 대해서는 KS 규격에 규정되어 있다. 그림 1에 개략적인 구조를 들었다.



주. 배기전과 액구전을 겸한 구조의 것도 있다.

<그림 1> 축전지의 개략도

〈표 1〉 연 축전지의 종류

종 류	형 식	양 극 판	음 극 판
클래드식	CS	클래드식	파스타식
파스타식	HS PS	파스타식	파스타식

(1) 연 축전지의 종류와 구조

사용되는 양극판의 종류에 따라 클래드식과 파스타식으로 분류된다. 표 1에 그 종류와 형식을 들었다.

전해액은 희류산(希硫酸), 격리판은 미공고무제가 사용된다. HS형의 경우 양극활물질의 탈락방지를 위해 글라스매트가 이격판과 병용된다. 전조로서 일반적으로 사용되고 있는 것은 보통 투명한 합성수지제이다. 1셀당 기전력은 약 2V이다.

(2) 알칼리 축전지의 종류와 구조

현재 주로 고정설치용으로 사용되고 있는 것은 니켈, 카드뮴 축전지라고 하는 것으로, 극판의 구조에 따라 포켓식과 소결식(燒結式)으로 분류된다. 표 2에 종류와 형식을 들었다.

전해액은 하성(荷性) 칼리(수산화 칼륨)수용액이 사용된다. 격리판은 포켓식에는 합성수지제, 소결식에는 합성섬유나 부직포가 사용된다. 전조는 일부를 제외하고는 투명합성수지제가 사용된다. 1셀당의 기전력은 약 1.3V이다.

(3) 형태

축전지는 충전 종말에는 양극에서 산소가스, 음극에서 수소가스를 방생하여 전해액면이 저하하기 때문에 정기적으로 보수(補水)해야 된다. 장기간 보수를 필요로 하지 않는 구조로 된 것을 실(Seal)형이라고 한다.

실형식에는 축매전식과 음극흡수식이 일반적으로 사용되고 있다. 실형에 대하여 종래의 타입을 도시락형이라고 한다.

〈표 2〉 알칼리 축전지의 종류

극판형식 전지형식	포켓식				소결식	
	SBA형식	AL	AM	AMH	AH-P	AH-S

주. A는 알칼리, L, M, H는 고율방전특성의 랭크를 표시하는 기호, L:저, M:중, H:고, P는 포켓, S는 소결을 표시한다.

(4) 축전지 고장의 개요

표 3, 4에 연, 알칼리 축전지에서 예상할 수 있는 고장, 불량형상과 추정원인을 들었다. 다음에 표에 예시된 현상 또는 원인별로 집약하여 설명하기로 한다.

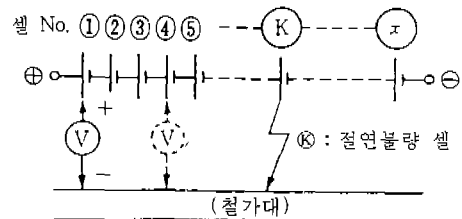
3. 연, 알칼리 축전지에 공통되는 고장의 진단과 요령

(1) 전조, 뚜껑 등의 파손, 절연저하

(a) 충격에 의한 파손

강한 충격을 받는 등의 원인에 기인하는 경우가 많다. 외관 체크 또는 누액, 전해액의 감소가 빠른 등의 현상에 의해 발견된다. 그 대부분은 설치시 또는 그 직후에 발견된다.

누액 또는 절연 이상저하의 체크는 육안점검 외에 직류전압계를 사용하여 대지전위를 측정하는 방법이 있다. 그림 2와 같이 전압계를 축전지단자와 절가대 사이에 삽입한다. 축전지의 중간에서 절연저하가 있으면 일정한 전압을 지시한다. 측정점을 서서히 이동하여 지시가 영이 되는 점이 절



〈그림 2〉 축전지 절연불량 조사도



<표 3> 연 축전지의 고장, 불량현상과 추정원인

	현 상	추 정 원 인	진단방법
초기 고장	전조, 뚜껑의 파손, 절연 이상저하	수송, 설치시의 충격으로 인한 파손	3-(1)-(a)
	접속부의 온도상승, 변색	접속부의 접촉 불완전	3-(3)-(a)
장	전체 셀의 전압 불균형이 크고 비중이 낮다	사용 개시시의 충전보충 부족	4-(1)-(a)
	단전지 전압의 비중 저하, 전압계 역전	역접속	4-(1)-(b)
우발	전체 셀의 전압 불균형이 크고 비중이 낮다	(1) 부동 충전전압이 낮다 (2) 균등 충전의 부족 (3) 방전후의 회복충전 부족	4-(1)-(a)
	어떤 셀만이 전압, 비중이 극단적으로 낮다.	극부 단락	4-(1)-(b)
	전체 셀의 비중이 높다 전압은 정상	(1) 액면이 낮다 (2) 보수(補水)시에 희류산 주입	4-(2)
	충전중 비중이 낮고 전압은 높다. 방전중 전압은 낮고 용량이 감퇴	(설폐이션)(1) 방전 상태에서 장기간 방치 (2) 충전부족의 상태에서 장기간 사용, (3) 보수를 잊어 극수가 노출, (4) 불순물의 혼입	4-(3) 4-(4)
	전해액 변색, 충전하지 않고 정치(靜置)중에도 다량으로 가스가 발생	불순물의 혼입	4-(4)
고장	전해액의 감소가 빠르다	(1) 환동 충전전압이 높다 (2) 실온이 높다	3-(4)
	접속부의 과열 또는 녹발생	(1) 접속부의 압착 이완 (2) 접속부의 부식	3-(3)
	축전지의 현저한 온도상승, 또는 소손	(1) 충전장치의 고장, (2) 과충전, (3) 액면저하로 인한 극판의 노출, (4) 교류분전류의 유입이 크다	3-(5)
	전조 뚜껑의 파손	(1) 외부에서의 충격 (2) 나화(裸火) 등의 접근으로 폭발	3-(1)-(a)(b)
	액구건, 배기전 등에서의 누액	(1) 과보수, (2) 마개의 잠상태 불량, (3) 패킹의 열화	3-(2)
열화	양극 스트랩이 바리됐다	(1) 충전부족의 상태에서 장기간 사용 (2) 고온에서 장기간 사용 (3) 충전전류에 종류분을 많이 포함하고 있다 (4) 충전하지 않고 장기간 방치	4-(5)
	파스타식 극판의 환물질의 탈락, 격자의 절손, 클레드식 극판의 튜브 펑크	(1) 과충전, 과방전의 반복사용, (2) 충전부족상태에서 장기간 사용, (3) 고온에서 장기간 사용, (4) 보수를 잊어 극판 노출, (5) 불순물의 혼입	4-(7)
	양극주, 부근의 뚜껑 균열	(극주 부식) 극주 관통부의 기밀불량으로 인한 농담 전지 등의 원인에 의한 부식	4-(6)
마모	파스타식 극판의 활물질의 탈락, 격자의 절손, 클레드식 극판의 튜브의 펑크	경년 열화에 의한 수명	4-(8) 4-(7)
	전압, 비중의 불균형이 크다. 충전하면 회복되는데 단기간에 불균형이 커진다	경년 열화에 의한 수명	4-(8) 4-(1)

연불량 장소이다. 전조의 오손으로 표면누설에 의한 절연저하의 경우도 있으므로 청소, 보수를 한 후에 다시 체크한다.

전조의 파손으로 인한 누액을 발견했을 때는 즉시 그 셀을 회로에서 분리시킨다. 전해액이 쏟아

졌을 때는 다량의 물로 닦는다. 누액량이 많을 때에는 중화제를 사용한다.

(b) 인화폭발에 의한 파손

전해액면에서 상부의 전조, 뚜껑부에 파손이 집

<표 4> 알칼리 축전지의 고장, 불량현상과 추정원인

	현상	추정원인	진단방법
초기 고장	전조, 뚜껑 파손, 절연 이상 저하	수송, 설치시의 충격으로 인한 파손	3-(1)-(a)
	접속부의 온도상승, 변색	접속부의 썩상태 불완전	3-(3)-(a)
	전체 셀의 전압 불균일, 과대	사용개시시의 충전보충 부족	5-(1)-(a)
	단전지 전압강하, 전압계 역전	역접속	5-(1)-(b)
우발	전체 셀의 전압 불균일 과대	(1) 부동충전 전압이 낮다, (2) 균등충전의 부족, (3) 방전후의 회복충전의 부족	5-(1)-(a)
	어떤 셀만의 전압이 극단적으로 낮다	극부 단락	5-(1)-(b)
	전압저하, 용량 감퇴	불순물의 혼입	5-(2)
고장	전해액의 감소가 빠르다	(1) 부동충전 전압이 높다, (2) 실온이 높다	3-(4)
	접속부의 과열 또는 녹발생	(1) 접속부의 이완, (2) 접속부의 부식	3-(3)
	축전지의 현저한 온도상승 또는 소손	(1) 충전장치의 고장, (2) 과충전, (3) 액면저하로 인한 극판 노출, (4) 교류분 전류의 유입 과다	3-(5)
장	전조, 뚜껑의 파손	(1) 외부로부터의 충격, (2) 나화 등의 접근으로 폭발	3-(1)
	액구전에서 누액	(1) 과보수, (2) 마개의 썩상태 불량, (3) 패킹의 열화	3-(2)
	방전용량의 감퇴	(1) 부동충전 전압이 낮다, (2) 회복, 균등충전의 부족, (3) 극판의 노출, (4) 부순물의 혼입	5-(3) 5-(2)
열화	극주부에서의 액 누설	극주 관통부 기밀 불량	5-(4)
	비중의 현저한 증가, 방전용량의 감퇴	전해액 중의 탄산칼리량 증가	5-(3)
마모	전체 셀의 전압 불균일이 크고 용량의 현저한 감퇴	경년 열화	5-(5)
	전압 저하 셀의 증가	경년 열화	5-(5)

중되어 있는 경우는 이 원인으로 인한 것이다.

축전지는 충전중 산소 가스, 수소 가스를 발생하여 배기전으로부터 배출되고 있는데 축전지 내의 상부 공간에는 가스가 채류되어 있다. 축전지 부근에 나화를 접근시키거나 전기불꽃이 발생하는 등의 원인이 있으면 내부 가스에 인화하여 폭발되는 일이 있다. 전기불꽃의 원인으로서는 접속부의 접촉불량, 회로단락 등의 원인도 생각할 수 있다. 파손 셀은 (a)항과 같은 조치를 한다.

(c) 용제에 의한 클래크

가솔린, 벤젠, 신나, 알코올 등의 유기용제를 사용하면 합성수지 전조에 클래크가 발생하는 일이 있다.

(2) 액구전, 배기전 등에서의 누액

액구전, 배기전 등 주변 뚜껑 위에 전액이 넘치

는 일이 있다. 원인으로서는 과보수(過補水)로 인하여 균등 충전시에 액면이 상승하여 넘치거나 마개의 썩상태 불량, 패킹의 불량으로 누액되는 등의 원인을 생각할 수 있다. 각각 육안점검, 측수에 의하여 체크한다. 패킹의 불량이 발견되면 교환한다. 전조, 뚜껑 표면에 전해액이 부착되면 절연저하의 원인이 되므로 정기적으로 보수하여 깨끗하게 유지해야 된다.

(3) 접속부의 과열 또는 녹발생

(a) 접속부의 접촉불량에 의한 과열, 변색

접속부의 과열, 변색은 없는지 육안으로 체크한다. 접촉불량은 방전중 또는 균등충전중에 비교적 큰 전류가 흐르고 있을 때 측수로 체크하면 쉽게 발견된다. 접촉불량을 발견했을 때에는 즉시 더 죄어준다. 정기적으로는 1~2년에 1회, 메이커가 지정하는 토크로 더 죄어주고 체크한다. 썩상태 점검



후에는 가볍게 녹발생 방지유를 도포(塗布)한다.

(b) 접속부에 녹발생

(i) 연 축전지의 경우 : 전해액의 회류산은 부식성이 강한 것이므로 접속판, 볼트, 너트는 방식을 위한 납도금이 되어 있는데 죄어 줄 때 생긴 손상부분에 유산분(硫酸分)이 부착하면 국부전지를 구성하여 전기화학적으로 부식이 진행된다. 청색의 녹이 발생하는 것은 이같은 원인에 의한 것이다.

부식이 진행되면 접속부가 이완되며 대전류가 흘렀을 때 과열, 용단되는 일이 있다.

녹을 발견했을 때에는 회로를 끊고 접속부를 점검, 손질하고 다시 죄어준 후에 녹발생 방지유를 도포한다. 부식이 심한 때에는 접속판 및 볼트, 너트를 교체한다.

(ii) 알칼리 축전지의 경우 : 단자접속부에 전해액인 하성 칼리액이 부착하면 탄산칼리의 백색결정이 생긴다. 나일론 브러시 등으로 손질을 하거나 손수에 적신 헝겊으로 닦아낸다. 녹이 생겼을 때에는 앞에서 설명한 바와 같이 처치하면 된다.

(4) 전해액의 과도한 감소

부동 충전(浮動 充電)에서 사용되는 밴트형 축전지는 통상 4~6개월에 한번 정도의 정제수 보급이 필요하다. 1~2개월마다 보수를 필요로 할 때는 부동 충전전압이 규정보다 높거나 실온이 높은 등의 조건 때문에 충전전류가 증가되고 있는 때이다.

0.5급 전압계를 사용하여 충전전압을 측정하여 취급설명서에 지정되어 있는 값인지를 체크한다. 충전전압이 높은 때는 조정한다.

고정설치 축전지의 최고 사용온도는 전해액 온도가 45℃로 규정되어 있다. 그러나 상시 35℃ 이상에서 사용되고 있으면 전해액의 감소가 빠를 뿐만 아니라 극판, 세퍼레이터의 열화가 촉진되어 수명이 짧아진다.

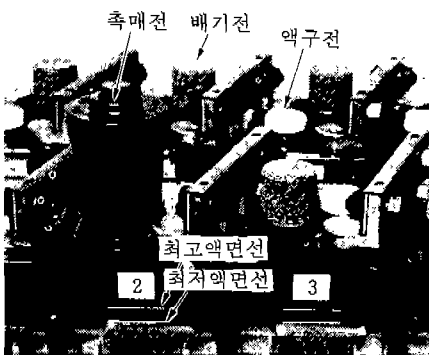
실형 축전지는 장기간 보수를 필요로 하지 않지만 충전전압, 사용온도의 상한이 제한되어 있다. 또한 축매전은 5년에 한번 교체해야 된다.

(5) 축전지의 현저한 온도상승 또는 소손

(i) 충전장치의 고장 등으로 충전전압이 상승한 경우 과충전 전류에 의하여 축전지 온도가 급속히 상승하여 소손에 이르는 일이 있다. 또한 균등충전상태를 장기간 계속했을 경우 전해액이 감소하여 서서히 온도가 상승한다. 또한 전해액이 감소하여 극판이 노출되면 온도상승이 가속된다. 축전지의 온도가 상승하면 충전전류의 증가를 촉진하며 축전지 온도가 가속적으로 상승하게 된다. 보수를 태만히하여 극판을 노출시켰을 때도 같은 현상이 야기된다. 실온이 높고 환기가 나쁜 것도 가속조건이 된다.

(ii) 충전장치 또는 부하로서 사용되는 인버터에서 축전지에 유입되는 교류분 전류가 크면 발열의 원인이 된다. 따라서 실제로는 교류분 전류를 적당한 값 이상으로 제한하도록 설계되어 있는데 이 처치가 충분하지 않으면 발열의 원인이 된다.

(iii) 축전지 온도가 45℃를 초과할 때는 즉시



<그림 3> 연 축전지 배열구조의 일례 (설명을 위해 축매전은 1개 부착했다)

충전을 정지하여 원인을 추구하고 개선대책을 세워야 된다.

축전지가 과충전될 경우 과충전량에 비례하여 전해액 수분이 상실되기 때문에 액면이 저하된다. 따라서 표시전지에 감액센서를 부착하여 경보하는 장치를 부착하면 이같은 사고를 미연에 방지할 수가 있다. 이밖에 축전지 온도 경보장치도 사용된다(그림 3).

#### 4. 연 축전지에 발생하는 고장의 진단과 방법

##### (1) 각 셀간의 전압 불균등이 크고 비중이 낮다

부동 충전 중의 각 셀 전압의 허용범위는

CS형 :  $2.15V \pm 0.05V$

HS형 :  $2.18V \pm 0.05V$

각 셀 전해액 비중의 허용범위는 (20℃로 환산하여)

CS형 :  $1.215 \pm 0.01$

HS형 :  $1.240 \pm 0.01$

이다. 이 범위를 초과했을 때 불균일이 크다고 한다.

##### (a) 전체 셀의 전압 불균등이 크고 비중이 낮다

충전부족 상태이다. 즉 (i) 고정설치시의 보충전의 부족, (ii) 부동 충전전압이 낮다. (iii) 균등충전의 부족(충전전압, 시간), (iv) 방전 후의 회복충전의 부족, (v) 전해액면이 규정보다 높다는 등의 원인을 생각할 수 있다.

0.5급 전압계로 부동, 균등충전 전압을 체크하여 낮은 때에는 조정한다. 그 후 취급설명서에서 지칭하는 방법에 따라 균등충전을 한다. 일반적으로 채용되고 있는 비교적 낮은 전압의 균등충전에서는 충전 종말전류가 작기 때문에 가스에 의한 교반이 충분하지 못하므로 충전 후 바로 비중이 상승하지는 않아도 서서히 회복된다. 비중이 낮다고 해서 진한 유산을 주입하여 비중조정을 해서는 안된다.

##### (b) 어떤 셀만이 전압, 비중이 극단적으로 낮다

이 경우 역접속, 국부단락의 두 가지 원인을 생각할 수 있다. 전자의 경우 장시간 부동 충전한 경우에는 단전지의 전압은 역전한다. 또한 뚜껑 표면에 표시된 극성기호에 의하여 용이하게 확인된다. 불량전지는 회로에서 분리시킨다.

국부단락이라고 하는 것은 양, 음극판간에서 미소한 단락이 구성되는 것으로, 균등충전을 실시하여 회복되지 않을 때는 메이커에 조사를 의뢰한다.

##### (c) 축전지는 수명말기에 가까워짐에 따라 자기방전량이 커진다

각 셀간의 자기방전량의 불균일이 커지기 때문에 전압, 비중의 불균일도 커진다. 국부단락되는 것도 있다. 기대되는 수명에 접근한 축전지는 1년에 여러번, 각 셀의 전압, 비중을 측정하여 그 변화에 주의해야 된다. 균등충전을 하여 비중이 상승해도 바로 저하되는 셀이 증가했을 때는 교환시기에 도달한 것으로 판단된다.

##### (2) 전체 셀의 비중이 높다

전해액의 비중은 액면이 최고 액면선에 있을 때 액온 20℃ 환산치가 규정 허용범위내에 있도록 조정되어 있다. 액면이 낮은 때는 비중치를 표시한다. 규정 액면에서 20℃로 환산한 비중이 높은 때는 보수시에 희류산을 주입한 것으로 추정된다. 메이커와 상의하여 필요하면 비중을 조정한다.

##### (3) 설페이션

(i) 축전지는 사용하지 않아도 자기방전에 의하여 1일당 약 0.5%~1%의 용량을 소모한다. 부동 충전전압이 적당하지 않으면 충전부족이 된다. 방전상태 또는 충전부족상태가 장시간 경과하면, 양·음극판이 모두 활물질이 흰색을 띠게 된다. 이것을 설페이션이라고 한다. 이 경우 보통 충전방법으로는 용이하게 회복시킬 수 없다.



- (ii) 전해액면이 저하하여 극판이 노출되면 음극판이 산화한다. 주수함으로써 전해액이 잠기면 유산납으로 변화하여 설폐이션 상태가 된다. 불순물이 혼입된 경우에도 자기방전이 커져 설폐이션을 야기한다.
- (iii) 설폐이션을 야기한 연 축전지는 용이하게 용량회복이 되지 않으면 회복되어도 긴 수명을 기대하기는 곤란하다. 이와 같은 사고를 방지하려면 보관중에도 1개월에 1회는 균등충전을 실시한다. 부동 충전전압을 규정치로 유지한다. 방전 후에는 회복충전을 실시한다. 실온이 높은 곳에 설치하지 않는다는 등의 주의사항을 지켜야 된다.

양호한 충전상태에서는 양극활물질은 초콜렛색, 음극판은 회백색이다.

(4) 불순물의 혼입

- (i) 백금, 은, 니켈, 동 등이 혼입되면 음극판 상에 국부전지가 구성되어 자기방전이 증가하기 때문에 충전하지 않는 정치중에도 가스 발생이 계속된다.  
철, 망간이 혼입되면 양, 음극판의 활물질이 유산납화하여 자기방전이 증가한다. 망간이 혼입된 경우에는 전해액이 담홍색으

로 변색되는 일이 있다.

해수가 혼입되면 충전중, 염소 가스를 발생하여 음극판의 자기방전이 증가한다.

- (ii) 불순물은 극판의 열화를 촉진시켜 용량을 저하시킨다. 불순물의 혼입을 피하기 위해 사용하는 회류산, 정제수는 규격에 맞는 것을 사용해야 된다.

(5) 양극 스트랩부에 박리 발생

그림 4와 같이 양극 스트랩부에 얽은 벗겨짐이 생기는 수가 있다. 이 현상은 장기간 사용하면 다 소간은 발생하는 것인데 사용기간이 1년 이내인 경우에도 상당히 심한 박리(剝離)가 일어나는 일이 있다.

이 원인은

- (i) 부동 충전전압이 너무 낮은 등의 원인에 의해 충전부족의 경향이 있을 때 발생하기 쉽다.
- (ii) 온도가 높은 상태에서 발생하기 쉽다.
- (iii) 충전전류에 교류분을 많이 포함하고 있는 경우에 발생하기 쉽다.
- (iv) 미사용 상태로 장기간 방치된 경우나 야간이나 휴일 등 통전을 정지할 경우에 발생하기 쉽다.

양극 박리현상은 일반적으로 인정되는 현상이며 부식생성물이 이동 또는 탈락되어도 용이하게 내부단락이 되지 않도록 구조상 배려되어 있으므로 일반적으로는 축전지 기능에 장애가 발생하지 않는다. 그러나 사용기간이 짧은데도 불구하고 현저하게 박리현상이 발생한 때는 그 원인을 찾아 제거해야 된다.

(6) 양극주 부식에 의한 뚜껑의 균열

제조 후 5~6년 이상 경과된 것으로 극주부(極柱部) 주변 뚜껑부에 균열이 생겼을 경우 이것이 원인이 되는 일이 있다.

극주의 뚜껑 관통부는 여러가지 방법에 의하여 액밀(液密)구조로 되어 있다. 그러나 장기간 사용



<그림 4> 납 축전지의 양극 박리현상

하면 액밀구조가 이완되어 전해액이 젖어 올라오는 현상이 생긴다.

침투된 전해액이 극주의 합금납과 반응하여 이 부분의 유산농도가 저하되는데 이 부분에서는 유산의 보정이 곤란하기 때문에 극주 하부의 농도가 높은 전해액 부분과의 사이에 농염전지가 형성되어 전기화학적으로 부식이 진행된다.

극부전지에 의하여 발생한 유산납이 서서히 발달하여 체적이 팽창하기 때문에 결국 뚜껑이 파손되기에 이르는 것이다. 이 현상을 발견했을 때는 메이커에 연락하여 점검을 의뢰한다.

점검결과 부식발생이 인정될 때는 극주부의 보수 및 뚜껑 교체를 한다. 또한 최근의 축전지는 이같은 고장이 쉽게 발생하지 않는 극주관통부의 구조로 되어 있다.

### (7) 극판의 파손, 탈락

과스타식 축전지는 양극활물질의 다량의 탈락, 격자의 절손, 음극활물질의 팽창, 탈락, 클레드식 축전지의 양극 튜브의 펑크, 음극활물질의 팽창, 탈락 등의 현상은 축전지의 수명말기에 나타나는 현상인데 비교적 사용기간이 짧은 시기에 이같은 현상이 나타날 때는

- (i) 과충전, 과방전의 반복사용
- (ii) 충전부족의 상태에서 장기간 사용
- (iii) 고온에서의 장기간 사용
- (iv) 보수를 잊어버려 극판이 노출
- (v) 불순물의 혼입

등의 원인을 생각할 수 있다.

이같은 현상이 발견됐을 때는 용량이 저하되어 있다. 극부단락이 발생하기 쉬운 상태가 되어 있는 것이다.

각 셀의 전압, 비중을 체크한 기록과 상황소견을 첨부하여 메이커와 상의한다. 일반적으로 교환이 필요한 것으로 판단된다.

### (8) 연 축전지의 수명말기 현상

연 축전지에 기대할 수 있는 수명은 양호한 부

동 충전 사용에서 일반적으로 다음과 같다.

CS형 ; 10~14년, HS형 ; 5~7년

연 축전지의 수명이 다되면 (i) 전압, 비중의 불균일이 커진다((1)-(c)항 참조), (ii) 극판의 파손이 나타난다((7)항 참조) 등의 현상이 나타난다. 정확한 것은 용량시험에 의존하지만 많은 비용이 소요되기도 하므로 사용 연수와 상황소견에 의하여 교환시기를 판단하는 일이 많다.

## 5. 알칼리 축전지에 발생하는 고장의 진단과 방법

### (1) 각 셀간의 전압의 불균등이 크다

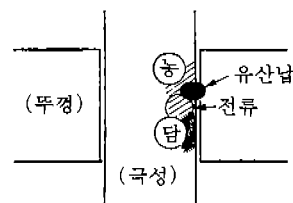
알칼리 축전지의 셀당 부동 충전전압은 메이커, 형식에 따라 포켓식은 1.42~1.45V, 소결식은 1.35~1.40V의 값이 채용되고 있다. 각 셀의 부동 충전전압의 허용범위는 취급설명서에 기재된 (셀당 충전전압)  $\pm 0.05$ 의 범위내면 된다. 이 범위를 초과했을 때 불균등이 크다고 한다.

알칼리 축전지의 경우 전해액 비중은 충전전에 의해서는 거의 변화하지 않는다. 비중의 허용범위는 1.160~1.250이다.

#### (a) 전체 셀의 전압 불균등이 크다

충전부족 상태이다. (i) 사용 개시시의 보충전의 부족, (ii) 부동 충전전압이 낮다, (iii) 균등 충전의 부족, (iv) 방전후의 회복충전의 부족 등의 원인을 생각할 수 있다.

0.5급 전압계를 사용하여 부동, 균등 충전전압을 체크하여 낮은 때는 조정한다. 그 후 취급설명서



<그림 5> 연 축전지의 양극주 부식현상





에 지정한 방법에 따라 균등 충전을 한다.

(b) 어떤 셀만의 전압이 극단적으로 낮다

이 경우 역접속, 극부단락의 두가지 원인을 생각할 수 있다. 전자의 경우 장시간 부동 충전한 경우에는 단전지의 전압이 역전된다. 또한 뚜껑 표면에 표시되어 있는 극성기호에 의하여 용이하게 판단된다. 불량전지는 회로에서 분리시킨다.

극부단락이란 축전지 내부에서 양·음극판간에 미소한 단락이 발생하는 것이다. 균등충전을 실시해도 회복되지 않을 때는 메이커에 조사를 의뢰한다.

(c) 수명 말기에 가까워짐에 따라 점차로 전압의 불균등이 커진다

축전지는 사용 연수가 경과됨에 따라 셀간의 자기방전의 차이도 커지기 때문이다. 수명 말기에 가까운 축전지는 1년에 몇번은 각 셀의 전압을 측정하여 그 변화에 주의해야 된다. 균등 충전은 6개월에 한번으로 되어 있는데 측정결과에 따라 균등 충전의 회수를 증가시킬 수도 있다.

## (2) 불순물의 혼입

(i) 초산근(硝酸根:  $NO_3^-$ )이 혼입되면 자기방전이 증가한다. 유산근(硫酸根:  $SO_4^{2-}$ )이 혼입되면 극판을 부식시켜 축전지를 손상시킨다. 연 축전지의 전해액인 희류산을 실수로 혼입시킨 경우에는 즉시 전해액 교환

등의 처치를 한다.

(ii) 칼슘, 마그네슘, 주석이 혼입되면 특히 음극판의 용량을 감퇴시킨다. 철은 양극판의 충전효율을 저하시킨다. 규소, 염소도 유해하다.

(iii) 이같은 불순물이 혼입되면 용량의 감소, 전압의 저하 등의 원인이 된다. 따라서 보급용의 정제수는 알칼리 축전지용으로 지정된 것을 사용한다. 보수용구(保守用具)나 보수용구(補水用具)는 알칼리 축전지용과 연 축전지용을 혼용해서는 안된다. 실수로 불순물이 혼입되었을 때에는 신속히 메이커에 연락하여 조속히 전해액 교체 등의 처치를 해야 된다.

## (3) 방전용량의 감퇴

(a) 충전부족

(i) 부동 충전전압이 낮은 상태에서 장기간 사용된 경우, (ii) 총방전 회수가 많은 것으로 회복충전이 충분히 실시되지 않는 경우, (iii) 균등 충전이 실시되지 않은 경우 등의 보수불량이 있으면 극판의 불활성화가 진행되어 용량이 감퇴한다.

용량이 감퇴되었을 때는 총방전을 반복하여 활성화 충전을 한다. 전해액 교환을 동시에 하면 더욱 효과적이다.

(b) 전해액중의 탄산칼리량의 증가

전해액인 하성 칼리는 공기중의 탄산가스나 전지구성부품의 전해산화 등으로 탄산칼리로 변화한다. 전해액 중의 탄산칼리량이 증가하면 전해액의 비중이 상승하여 전기저항이 증가하기 때문에 방전시의 전압강하가 커지고 특히 대전류 방전시에 나쁜 영향을 미친다.

탄산칼리가 축적되면 음극 활물질의 주성분인 카드뮴이 총방전시에 결정의 조대화(粗大化)를 촉진시켜 외관상의 표면적 저하를 가져오는 외에 수산 이온( $OH^-$ )의 감소가 방전반응에 브레이크를 걸게 된다. 이것은 고율 방전시에 전압강하나 용량부족을 야기하게 된다.



<그림 6> 알칼리 축전지 배열구조의 일례

전해액 교체시기에 대해서는 사용조건, 용도 등에 따라 다르므로 일률적으로 결정하기는 곤란하며 극판에 대한 영향이 나타나기 시작하는 것은 탄산칼리(K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)로서 전해액 중의 농도가 100g/l 부근이다. 비교적 경부하에서는 150g/l 까지 증가해도 직접 부하에 큰 영향을 미치지 않는다.

따라서 전해액 교체시기를 결정하기 위해서는 6~8년을 하나의 시기로 하여 전해액을 분석하고 메이커와 상담하도록 한다. 전해액 교환조작시, 활성화 조작을 하는 것이 보다 효과적이다.

#### (4) 극주부에서의 액누설

알칼리 축전지의 전해액인 하성 칼리는 매우 침투성이 강한 것이며 부동 충전으로 사용하고 있으면 특히 음극주 주변에 약간의 탄산칼리가 생성되는 일이 있다.

그러나 5년 이상 사용한 것으로 극주 주변에 다량의 탄산칼리 생성이나 전해액이 넘치는 때는 극주 패키지의 열화로 인한 기밀불량으로 추전된다. 메이커에 연락하여 대책을 강구한다.

#### (5) 알칼리 축전지의 수명 말기현상

알칼리 고정설치 축전지에 기대할 수 있는 수명

은 양호한 부동 충전 사용에서 12~15년이다.

알칼리 축전지의 수명이 다 되어가면 (i) 각 셀의 전압의 불균등이 커진다((1)항 참조), (ii) 용량이 감퇴한다, (iii) 전압이 저하되는 셀이 증가하는 등의 현상이 나타난다. 교환시기를 결정하는 것은 정확하게는 용량시험에 의존하게 되는데 많은 비용이 소요되기도 하므로 사용 연수와 상황 소견에 따라 판단하는 경우가 많다.

### 6. 맺음말

축전지의 고장은 메인テナンス가 적절하게 실시됨으로써 그 대부분은 방지된다. 고정설치 축전지의 대부분은 충전장치와 함께 구성된 부동 충전방식 또는 유지(트리클) 충전방식으로 사용된다. 따라서 충전장치의 성능, 유지관리가 적절해야 된다는 것도 중요한 의미가 있다.

일상적인 보수, 정기점검시에도 이상과 같은 내용을 충분히 활용하면 고장방지에도 유익할 것으로 본다.

## 순국선열과 호국영령들의 나라사랑하는 마음을 기리며 6월을 맞이합니다

6월은 호국·보훈의 달입니다.

나라가 위기에 처해 있을 때 오직 국가와 민족을 위해 내 한몸을 던져 산화해 간 순국선열과 호국영령들의 숭고한 애국정신을 기리고 그 분들을 추모하는 마음으로 6월을 맞이합니다.

순국선열과 호국영령들의 고귀한 희생에 보답하는 길이 무엇인지 다함께 생각하는 기회를 갖고 국민 개개인의 의지를 한데 모아 다가오는 21세기를 통일된 우리민족의 무대가 될 수 있도록 다 함께 노력합니다.

나라를 위해 공헌을 세웠거나 희생한 분들이 존경과 예우를 받고 그분들의 은공에 보답하는 것은 오늘을 풍요롭게 사는 우리후손들의 당연한 도리요 의무이기도 합니다.

우리 이웃에 있는 국가유공자와 그 유족들을 찾아 감사드리고 따뜻한 위로와 격려의 말씀을 드립니다.