

2차 전지의 본질안전 방폭성 평가

오종용, 박민영, 옥경재, 이춘하*

호서대학교 안전공학부 소방전기연구실, 호서대학교 환경안전공학부*

A Study on the Intrinsic - Safety Characteristic Evaluation by speck of rechargeable battery

J.R. Oh, K.M. Ok, M.Y. Park, C.H. Lee*

Fire Electrical Lab Safety Engineering to Hoseo University, Environmental safety engineering to Hoseo University

1. 서론

최근 우리나라는 사회 일상 주변에 각종 폭발성 가스의 취급이 많아지고, 휴대용 전화기, 캠코더, 노트북 등 휴대용 전자기기의 급속한 발전과 보급 확대로 여기에 사용하는 2차 전지의 수요가 급증하고 있다.¹⁻⁴⁾

따라서 폭발성 가스가 존재하는 폭발위험장소에서 사용하는 휴대용 전자기기중 충전이 가능한 기기는 반드시 방폭구조로 만들어져야 할 필요성이 있으며, 이들 휴대용 전자기기에 사용되는 전지 또한 점화가능성에 대비해야 할 필요가 있다.

본질안전 방폭구조란 정상시 및 사고시에 전기회로부터 발생하는 전기 불꽃이나 전기회로 중의 고온부에 의해 폭발성 가스에 점화하지 않는 구조로서, 이러한 본질안전 방폭구조와 전기회로는 보통 소형 건전지, 저유도 인덕턴스, 소용량 커패시턴스 및 저항 등으로 구성되어 있다.⁵⁾

본 논문에서는 국내에서 시판되고 있는 2차 전지 중에서 주종을 이루고 있는 품목에 대하여 IEC(International Electrotechnical Commission)에서 폭발등급 Group IIC구조의 방폭형 전기기기의 방폭성능 평가에 사용하도록 권고하고 있는 수소가스를 대상으로 2차 전지의 단락에 의한 점화한계를 측정함과 아울러 온도상승 시험을 실시함으로써 2차 전지 자체의 본질안전 방폭성에 대한 실험적 고찰을 하고자 한다.⁶⁻¹²⁾

2. 본질안전 방폭성능의 평가

2.1 IEC형 불꽃점화 실험 장치

폭발성 가스의 점화시험에 이용되는 불꽃점화 시험장치는 기계적으로 동작하는 개폐전

극을 사용하여 통전중인 전기회로를 개폐할 때 발생하는 방전불꽃에 의한 가스 점화유무를 시험하는 장치이다.

본 실험에 이용한 IEC형 불꽃점화시험장치는 불꽃발생용의 전극부가 들어있는 폭발조와 소정의 가스 농도를 가진 혼합가스의 공급 및 배기계통으로 크게 나눌 수 있으며 그 구성도는 그림 1과 같다.

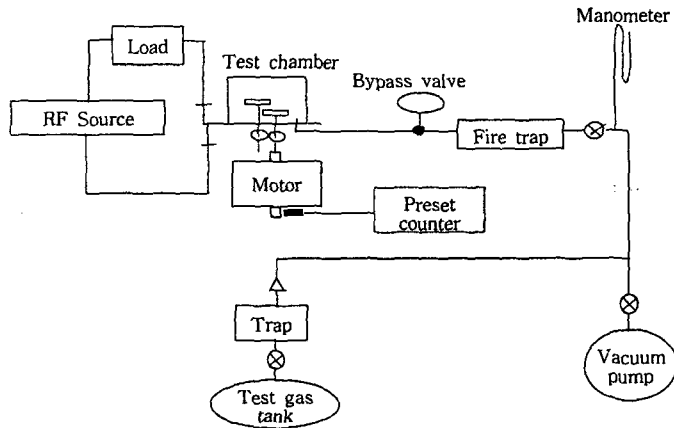


Fig. 1. Schematic diagram of spark ignition test apparatus for explosive gas

폭발조는 내용적이 250cm^3 로서 플라스틱 뚜껑과 베이스 플레이트 및 기밀유지를 위한 패킹 등으로 구성되어 있으며 그 내부에 전극부가 들어있는데 양극은 직경 0.2mm의 텅스텐(W)선으로 정사각형의 금속판 네 모퉁이에 1개씩 고정되어 있고 음극은 2줄의 평행한 홈(폭2mm, 깊이2mm)이 있는 카드뮴의 원판으로 그림 2와 같은 구조로 되어있다.

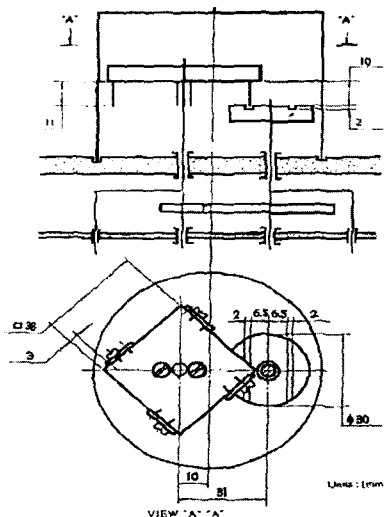


Fig. 2. Explosive test chamber

텅스텐이 고정되어 있는 금속판의 회전축과 카드뮴 원판전극의 회전축은 각각 80[rpm]과 19.2[rpm]의 속도로 서로 반대 방향으로 회전하며 양 중심축 사이에 시험회로를 접속하여 회전시키면 텅스텐의 끝이 차례로 카드뮴의 평면과 접촉하면서 개폐불꽃이 발생한다.

양전극(텅스텐 카드뮴 원판)의 상대적인 개폐속도는 텅스텐선이 카드뮴의 표면위를 이동중일때는 약 25[cm/sec]이지만 텅스텐선이 카드뮴의 원주에서 떨어져 나갈때는 텅스텐선의 스프링 작용에 의하여 약 2,000[cm/sec]에 이른다.

가스공급 및 배기계통에서는 특정 농도의 혼합가스를 혼합조 내에 준비해 두고 폭발조를 진공펌프에 의해 진공상태로 한다. 그리고 혼합조와의 압력 차이에 의해 혼합가스를 폭발조 내에 채워 넣어 점화가 되면 폭발압력 스위치에 의해 전원이 차단됨과 동시에 뚜껑을 열어서 배기시키도록 되어 있다.

3. 실험

3.1 2차 전지의 단락점화 실험

IEC에서 본질안전 방폭성을 평가할 때의 불꽃 발생 횟수는 극성을 바꾸어 가며 800회 이상으로 규정하고 있다. 그러므로 본 실험에서는 그림 3과 같은 임의의 회로조건을 설정하고 불꽃발생장치의 전 극간에 극성을 바꾸어 각각 800회까지의 개폐불꽃을 발생시켜 폭발성 가스(수소-공기 21±2[Vol.%])에서의 점화유무를 확인하였다.

그리고 실험에 이용된 전지는 제조 후 6개월 이내의 것으로 시중에 시판되고 있는 전지를 임의로 선택하여 각 전지별로 권장하는 정품 충전기를 사용하여 완전충전하여 단자 전압을 측정하고 이의 평균치를 구한다음 이 값 이상의 전지만을 선택하여 직렬연결시와 그렇지 못한 경우 그 자체만의 점화 유무를 확인하였다.

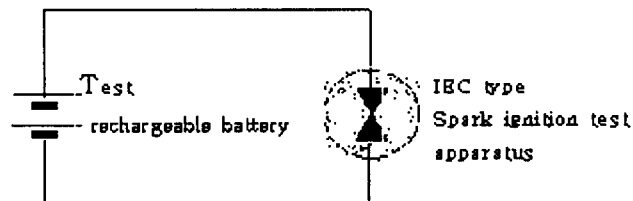


Fig. 3. Test circuit for short-circuit ignition of rechargeable battery

4. 실험결과 및 고찰

4.1 2차전지의 단락점화

2차 전지의 단락방전에 의한 점화시험 결과를 표 1, 2에 나타내었다.

표 1은 직렬로 연결하여 사용되어지는 전지를 선택하여 직렬 연결하였을 때 점화가 되는 전지의 최소수량을 표시하였다. 표 2는 직렬로 연결하여 사용되지 않는 전지의 경우로 하나의 전지만으로 단락전류에 의한 점화유무만을 나타내었다.

Table 1. The minimum ignition limits of rechargeable battery (series connection)

형식	공칭전압 [V]	10개의 평균전압[V]		점화된 건전지 수[개]		대상가스 수소-공기 21±2 [Vol.%]
		A사	B사	A사	B사	
R6	1.2	1.3286	1.4156	3	3	"
R03	1.2	1.2796	1.4145	3	3	"
각형	1.2	1.3952	1.4225	2	3	"

Table 2. Ignition of rechargeable battery (itself)

형식	공칭전압 [V]	제조사	10개의 평균전압 [V]	점화유무	대상가스
					수소-공기 21±2 [Vol.%]
ES 1.2-12	12	C사	12.8	○	"
ES 4-6	6	C사	6.84	○	"
NP-QM91	7.2	D사	8.31	×	"
NP-FS11	3.6	D사	4.22	×	"

4.2 건전지의 온도상승

전지 자체의 지속적인 단락전류에 의하여 전지 자체 과열에 의한 현상과 폭발성 가스에 의한 점화 위험성을 판단할 수 있는 전지의 온도상승에 대한 시간 변화 값을 그림 4,5,6에 각각 나타내었다. 그림에서 전지 자체의 온도상승에 의한 현상은 생각 이상으로 위험하며 기준 주위온도 20[°C]에서 100[°C]를 넘어 최고 180[°C]까지 상승하여 대부분의 가스에 노출될 경우 안전하지 못한 것으로 판단되어진다.



Fig. 4. The external appearance of rechargeable battery

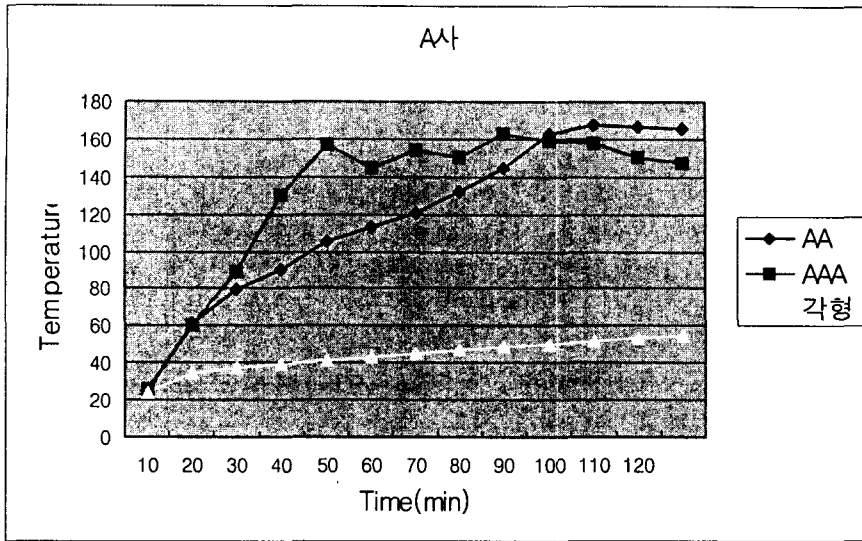


Fig. 5. Temperature rise of rechargeable battery (A사)

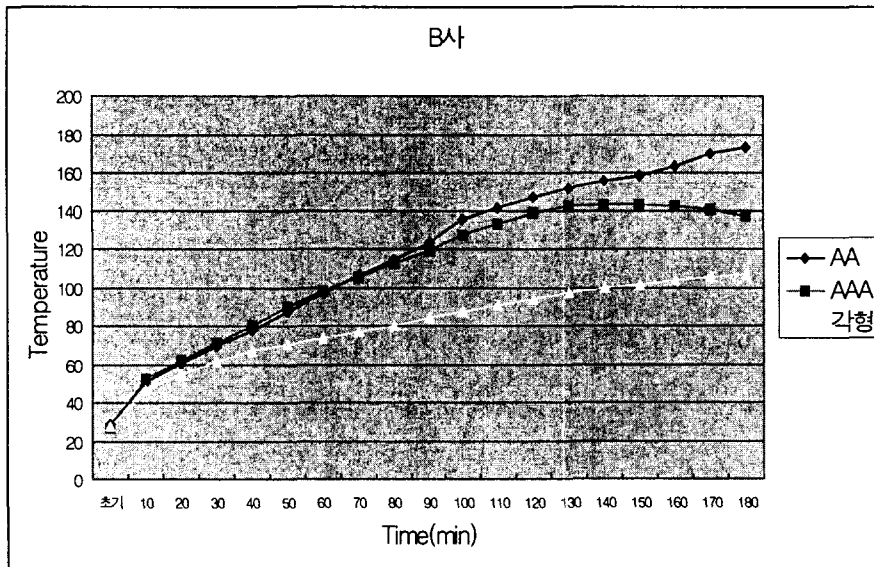


Fig. 6. Temperature rise of rechargeable battery (B사)

5. 결론

IEC형 불꽃점화 시험장치를 이용하여 국내에서 시판되고 있는 2차전지의 점화한계를 구하고 온도상승을 측정하였다.

그 결과 3가지(R6, R03, 각형)의 형식으로 구분하여 최소점화 개수를 측정한 결과 두 회사에서 시판되는 R6형식과 R03형식은 직렬연결시 3개까지 점화가 되었으며 각형은 A

사는 2개까지, B사는 3개까지 점화가 되었다.

2차 전지의 단락에 의한 자체 온도 상승은 기본 100[°C]를 넘어 최고180[°C]까지 올라가는 것으로 나타났으며 온도가 상승하는 시간도 형식 R6, F03의 경우, 빠르면 30초 느린 경우도 1분 이내에 100[°C]에 도달하였다. 각형의 경우 온도상승 시간이 늦고 형식 R6, R03의 경우보단 기울기가 완만한 모습을 보이지만 온도 상승은 110[°C]이상까지 나타났기 때문에 전지를 사용하는 휴대용 본질안전 방폭기기를 사용할 때에는 2차 전지의 사용을 자제하고 휴대용 본질안전 방폭기기를 설계, 제작시에는 충분한 안전율을 고려하여 2차 전지를 선택하여야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 에너지와 화학. 소형 2차 전지의 시장동향 및 기술동향, 화학세계, 1997년 3권 1호.
2. 2차 전지 최신기술 및 시장동향, 전자통신동향분석, 제 14권 제 6호. 1999년 12월.
3. Ni-MN 2차 전지의 특성과 연구동향, 전기전자재료, 제 12권 제 1호. 1999년 1월.
4. 最新 實用 二次 電池, 第 2版, 日本電池株式會社, 2001.
5. 이춘하 : 건전지의 방전에 의한 수소-공기 혼합가스의 점화에 관한 연구, 湖西大學 校 論文集, 第5輯, 1996.
6. 이춘하 외 : "본질안전 방폭을 위한 폭발성 가스의 최소점화 전류에 관한 연구", 한국기계연구소, 1988.
7. 이춘하 외 : "방폭시험 평가 방안에 관한 연구(I)", 한국기계연구소, UCN199-1328 · D, 1990.
8. IEC 6007-11: "Electrical apparatus for explosive gas atmosphere-Part II : Intrinsic safety", 1991.
9. 이춘하, 송현식, 이광식, 이동인 : "건전지의 방전에 의한 폭발성 가스의 점화에 관한 실험적 연구". 대한전기학회 하계학술대회 논문집[C], pp.1543-1546, 1994.
10. 이춘하, "본질안전 방폭 전기회로의 점화한계에 관한 연구". 박사학위 논문, 영남대학교., 1995.
11. KS C 8519, 소형 밀폐형 납 축전지, 1999.
12. KS C 8522, 밀폐형 니켈, 수소 축전지, 2000.