

제품안전동향

리튬2차전지의 안전관리



박인규

생활제품안전과장
02-509-7246

I. 머리말

기술표준원은 품질경영 및 공산품 안전관리법에 의해 91개 공산품을 안전인증, 자율안전확인, 안전·품질표시 등 안전관리 대상으로 정하고 제품의 위험로부터 소비자의 안전을 도모하고 있다. 리튬2차전지를 사용한 노트북컴퓨터 등에서 지난 4년간 46건의 반화·폭발 등의 사고가 보고될 정도로 리튬2차전지는 우리의 안전을 위협하고 있는데 작년 12월31일 자율안전확인품목인 건전지의 일부로 안전기준(휴대기기용 리튬2차전지의 안전성)을 마련하여 금년 7월1일부터 안전관리대상 품목으로 포함하여 관리하고 있다. 우리나라의 리튬2차전지의 안전기준 시행과 관련하여 미국, 일본 등은 우리나라로의 수출에 장애가 되지 않는 지 민감한 반응을 보이고 있는데 이하에서는 동 품목에 대한 안전관리를 소개하고자 한다.

II. 리튬2차전지 현황

1. 리튬2차전지의 특징

휴대용 전기전자제품의 대중화와 다양화로 전원으로써 재충전이 가능한 2차전지의 수요는 지속적으로 늘어나고 있으며 다양한 종류의 전지가

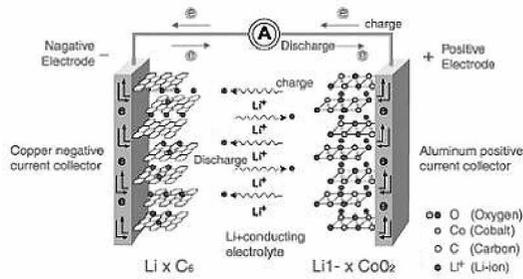
사용되어 오고 있다. 2차전지는 그 특성에 따라 여러 형태로 구분될 수 있으나 전지를 구성하고 있는 물질의 종류에 따라 리튬계, 알칼리계, 산성계로 나눌 수 있겠다. 알칼리계에는 니켈카드뮴 전지, 니켈아연 전지 등이 있고 주로 진동공구, 전기면도기 등에 사용되며 산성계의 납축전지는 주로 부정전장치(UPS) 등 산업용에 많이 사용된다.

최근 그 수요가 늘어나고 있는 리튬계는 리튬이온 전지와 리튬폴리머 전지로 나눌 수 있는데 2차전지 중에서 동일 부피당 가장 가벼운 금속인 리튬을 사용하고 있고 전압이 높아 상대적으로 높은 전지 전압과 큰 에너지 밀도를 구현할 수 있는 장점이 있다. 그 동안 리튬2차전지는 휴대전화, 노트북컴퓨터, PDA 등 고가의 휴대용 IT 기기를 중심으로 사용되어 왔으나 그 사용 범위가 충전공구, 휴대용 청소기 등으로 다양화되고 있다.

리튬 2차전지의 특징을 리튬이온 전지와 리튬폴리머 전지로 나눠 살펴보면 다음과 같다.

리튬이온 전지는 공칭전압은 3.7V로 가벼우면서도 양산 2차전지 중에서 성능이 가장 우수하며 충·방전시 전해액을 통하여 리튬이온의 전달이 이루어진다. 전이금속인 리튬의 특성상 전해액이 누출되어 리튬 금속이 공기 중에 노출될 경우

전지가 폭발할 수 있고 과충전시에도 화학반응으로 인해 전지 케이스 내의 압력상승으로 인한 폭발 가능성이 있어 이를 차단하기 위한 보호회로를 필요로 한다.



〈그림 1〉 리튬이온 전지 개략도

그림 1에서 보듯이 리튬2차전지는 크게 집전체(current collector), 음극(negative electrode), 양극(positive electrode), 전해액(electrolyte)으로 구성된다. 집전체는 활물질의 전기화학 반응에 의해 생성된 전자를 모으거나 전기화학 반응에 필요한 전자를 공급하는 역할을 한다.

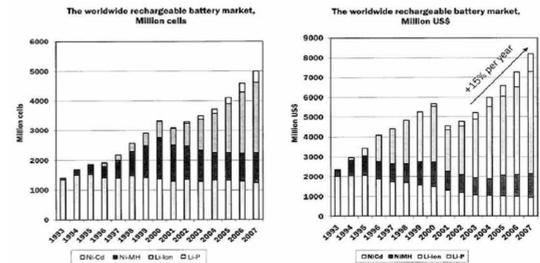
리튬폴리머 전지는 작동전압이 3.7V로 전해질이 젤 타입이기 때문에 폭발위험이 적고 전지 모양을 다양하게 만들 수 있으며 양극, 전해질, 음극으로 구성되어 있다. 양극과 음극 사이의 고분자 전해질이 분리막의 역할을 동시에 수행한다. 초박형 징량화가 가능하며 전해질에 폴리머를 사용함으로써 안전성이 뛰어나고 보호회로가 필요 없어 가격을 낮출 수 있는 장점은 있으나 리튬이온 2차전지에 비해 체적 에너지 밀도가 떨어지며 제조공정이 다소 복잡하여 아직까지는 상대적으로 가격이 높다.

리튬2차전지는 이러한 장점과 사용의 편리성을 얻을 수 있으나 안전성 확보가 가장 중요한 문제로 대두된다.

2. 리튬2차전지의 시장

세계 2차전지 시장을 살펴보면 단전지 생산량의

경우 2001년 이후 리튬이온 전지는 생산량이 급격하게 증가하는 것을 알 수 있으며 2003년 이후 리튬폴리머 2차전지는 생산량이 견조하게 증가 추세를 알 수 있다. 또한 가격으로 비교하였을 경우에는 기존의 일반적인 2차전지보다 리튬이온 2차전지가 압도적인 것을 알 수 있으며 연간 15%의 성장세를 나타낸다.



〈그림 2〉 세계 2차전지 시장 규모

우리나라의 2차전지 생산은 삼성SDI, LG화학을 중심으로 이루어지고 있으며 이외에 SK에너지가 연구개발에 적극 나서고 있다. 국내 2차전지 시장규모는 2007년 기준 30억 달러 수준으로 휴대폰, 노트북컴퓨터 등 IT기기에 사용되는 소형 리튬2차전지가 상당부분을 차지하고 있다. 이중 리튬2차전지는 17억 달러에 달하는데 휴대용 IT기기의 발전과 함께 2004년부터 2007년까지 31%의 높은 성장세를 보이고 있다.

우리나라의 리튬2차전지 생산량은 2008년 기준 690백만개(셀)로 세계 생산량의 약 22%를 차지하고 있으며 일본, 중국에 이어 세계 3위를 차지하고 있다.

3. 리튬2차전지의 안전성

2차전지 중에서도 가장 광범위하게 사용되고 다양한 제품에 적용되고 있는 리튬2차전지는 전지를 구성하는 물질들 중 리튬을 사용함으로써 발생할 수 있는 위험성을 내재하고 있기 때문에 그 안전성이 다른 2차전지에 비해 부각되고 있는 것이 사실이다.

리튬이온 2차전지의 안전사고 사례를 보면, 해외에서는 2006년 8월 소니가 공급한 리튬이온전지를 탑재한 델 노트북컴퓨터가 폭발하여 대규모 전지 리콜을 불러온 사례가 있고 국내에서도 2008년 초 LG 노트북컴퓨터의 전지가 폭발하여 노트북컴퓨터를 리콜한 사례가 있다. 또한 삼성 전자 노트북컴퓨터의 경우에는 배개 위에 올려 놓고 사용하는 도중 전지가 녹아내리면서 화재가 난 사례도 있다.



〈그림 3〉 리튬이온 2차전지 사고사례

2005년부터 2008년까지 4년 동안 노트북 PC, PMP, MP3 등 휴대용 기기에 사용되는 리튬2차전지 관련 발화, 폭발 등 국내 사고건수는 46건으로 보고되고 있다.

이러한 사고를 예방하기 위해서는 기기 제조자와 전지 제조사간에 제품특성에 맞는 전지와 제품을 공급해야 하며 설계단계에서부터 협력관계를 유지하는 것이 중요하다. 또한 리튬 2차전지에 대한 철저한 검증과 함께 전지 제조업자뿐만 아니라 전기전자기기 제조업자도 전지의 안전성에 대한 인식을 같이 해야 할 것이다. 최근 보고된 국내 리튬2차전지 관련 화재사고 현황을 정리하면 다음과 같다.

일시	지역	제품 종류	전지종류	제조회사	전지 제조사
2006.03	경기부	PMP	리튬폴리머	국내 A사	중국 셀 제조, 국내제조사 배제
2006.04		PMP	리튬폴리머	국내 B사	중국
2006.02	서울	노트북	리튬이온	국내 C사	국내 E사
2006.01	서울	노트북	리튬이온	국내 D사	국내 E사
2008.01	부산	MP3	리튬이온	국내 F사	
2007.12		PMP	리튬이온	국내 F사	

〈표〉 최근 국내 리튬2차전지 관련 화재사고 현황

4. 리튬2차전지의 국제규제 동향

리튬2차전지에 대한 국제적 규제 동향을 살펴보면 다음과 같다.

일본의 경우 경제산업성 주도로 2008년 11월 20일부터 리튬이온 2차전지에 대하여 신고제를 시행하고 있으며, 시험 방법으로는 IEC 62133를 수정한 JIS C 8712(밀폐형 소형 2차전지의 안전성)와 JIS C 8714(휴대전자기기용 리튬이온 축전지의 단전지 및 조전지의 안전성)를 채택하고 있다. 제조자 자체 평가에 의한 시험성적서도 인정하는 신고제로 운영되고 있으며 에너지밀도 400W/L 이상인 리튬2차전지에 대해 규제하고 있다. 시험항목 중 국제표준에 없는 강제 내부단락시험이 있다.

미국의 경우 2006년 10월부터 리튬2차전지에 대하여 미국셀룰러통신산업협회(CTIA) 주관으로 IFFE 1725(Standard for Rechargeable Batteries

for Cellular Telephones)를 적용하고 있다.

중국의 경우 2차리튬전지에 대해서는 IEC 62133을 기본으로 한 GB/T 18287-2000(General specification of lithium-ion battery for cellular phone)을 제정하여 2001년 7월부터 시행하고 있으며 자국내 생산 전지의 경우 시험성적서 제출 없이 공장심사로 대체하고 있다. 수입품에 대해서는 관련 표준을 만족하는 성적서를 수출입 검역총국에 제출하도록 하고 있으며 제조자 자체 평가성적서도 인정하고 있다.

유럽의 경우 2차전지 및 휴대용 제품에 사용되는 전지에 대한 표준은 있으나 강제인증제도를 운영하고 있지는 않고 대신 폐전지 지침을 시행하고 있다.

세계 각국은 2차전지에 대한 안전성 확보를 위하여 자국의 상황에 따라 현실에 맞게 제도를 운영하고 있는 것으로 판단된다.

5. 우리나라의 리튬2차전지 안전요건

우리나라는 2009년 7월 1일부터 휴대기기용 리튬2차전지에 대해 제품검사 시험성적서를 안전인증기관에 제출하도록 하는 자율안전확인 대상 품목으로 하고 있다. 적용대상은 제적당 에너지 밀도가 400 Wh/L 이상인 리튬 2차전지이며 안전요건, 시험방법, 표시사항 등에 대해 규정하고 있다. 네비게이션 기능이 있는 휴대기기의 경우 사용자가 많고 자동차 내부환경에서 사용되기 때문에 안전성을 고려하여 사용되는 리튬2차 단전지 및 전지는 에너지 밀도와 관계없이 적용하는 것으로 하였다. 단, 차량 구동용, 상업용, 의료용(휴대용 의료기기는 제외), 단추형은 적용대상에서 제외하였다.

신고의무 대상자는 제품의 제조업자 또는 수입업자이며 출고 또는 통관전에 신고해야 한다. 리튬2차 단전지의 경우 모델은 단전지의 형태, 양

극 및 음극 활물질, 전류 용량변, 에너지 밀도변로 구분되며 전지의 경우 단전지의 구성, 보호회로의 구성, 단전지의 연결 구조에 의해 구분된다.

국내외 전지 제조업자 및 전기전자기기 제조업자의 리튬2차전지 유통경로에 따른 신고의무자는 유통과정이 국내로 한정되어 있는 경우 단전지 제조업자, 전지 제조업자, 단전지 제조 겸 전지 제조업자, 전지 제조 겸 기기 제조업자가 된다. 국외에서 리튬2차전지가 포함된 기기를 수입하는 경우 기기 수입업자, 전지·기기 수입업자, 기기 수입 겸 판매업자에 의한 판매시 신고의무가 발생하게 된다. 단전지, 전지 형태로 수입되는 경우에는 전지 수입업자와 전지제조업자의 판매시 신고의무가 있다.

휴대기기용 리튬2차전지의 안전성을 확보하기 위한 일반적인 안전 고려사항으로 절연 및 배선, 벤트 작동, 온도·전류 관리, 단자, 전지내 단전지의 조립품전 계획에 대한 검사를 실시하고 의도된 용도 및 합리적으로 예측가능한 오용시험을 실시하게 된다.

의도된 용도의 안전성은 ①고온방치시험(이 시험은 네비게이션 기능이 있는 제품에 사용되는 전지에 한함) ②온도사이클 시험(Temperature cycling)을 실시한다. 합리적으로 예측 가능한 오용에 대해서는 ①고온단락시험, ② 열노출시험, ③압착시험(crushing of cell), ④과전류충전 시험을 실시한다.

리튬2차전지의 안전기준은 우리나라의 특성을 감안하여 국제수준(IEC 62133) 이상으로 정함으로써 소비자의 안전을 도모하고 있는데 고온방치시험의 경우 90℃(국제기준 : 70℃)에서 발화 및 폭발이 없어야 하고 ②고온단락시험의 경우 단자를 고온에서 단락시켰을 경우 표면온도가 150℃ 미만(국제기준 :제한 없음)이고 발화 및 폭발이 없어야 하며 ③열노출 및 압착시험의 경우 45℃(국제기준 : 20℃) 충전조건에서 발화 및 폭발이 없어야 하는 등이 주요 내용이다.

리튬2차전지의 안전기준은 금년 7월1일부터 시행되 관련 업체의 적용기간을 고려하여 안전마크 등 표시사항에 대하여는 12월말까지 계도기간을 두고 있다.

휴대기기용 리튬2차전지의 자율안전확인 신고와 관련된 자세한 안전기준과 지침의 내용은 기술표준원 홈페이지(www.kats.go.kr) 및 제품안전포털시스템(www.safetykorea.kr)에서 열람할 수 있다.

Ⅲ. 맺음말

리튬 2차전지는 단위 체적당 에너지밀도가 높아 노트북컴퓨터, 휴대폰, 내비게이션 등 각종 휴대기기에 사용될 뿐만 아니라 전기자전거 및 전기자동차 등 녹색성장을 실현하는 데 없어서는 안 될 핵심부품이다. 앞으로 전력저장장치 등으로 그 적용영역이 확대될 것이나 리튬사용으로 인한 위험성을 내재하고 있기 때문에 안전성의 확보가 무엇보다도 중요함은 아무리 강조해도 지나치지 않을 것이다.

리튬2차전지에 대한 자율안전확인 시행을 계기로 리튬2차전지를 제조하는 업체는 더욱 안전한 제품을 공급하고, 휴대기기를 제조하는 업체는 검증된 전지를 사용하며, 소비자도 안전에 관심을 갖고 유의해서 휴대기기를 사용함으로써 제품안전이 한걸음 더 나아가기를 기대한다.

! 기술표준 2009. 7

