

KOSHA GUIDE

E - 10 - 2013

축전지 취급에 관한 기술지침

2013. 11.

한 국 산 업 안 전 보 건 공 단

- o 작성자 : 서울과학기술대학교 정재희 교수
- o 개정자 : 안전보건공단 산업안전보건연구원 안전연구실
- o 개정자 : 서울과학기술대학교 정재희 교수

o 제 · 개정 경과

- 2009년 7월 KOSHA CODE 전기분야제정위원회 심의
- 2012년 4월 전기안전분야 제정위원회 심의(개정)
- 2013년 11월 전기안전분야 제정위원회 심의(개정)

o 관련규격 및 자료

- 안전보건기술지침(전기설비 설치상의 안전에 관한 기술지침)
- 안전보건기술지침(가스폭발위험장소 설정 및 관리에 관한 기술지침)
- 안전보건기술지침(가스폭발위험장소에서의 전기설비 설계, 선정 및 설치에 관한 기술지침)
- 안전보건기술지침(배터리실의 폭발위험장소 설정에 관한 기술지침)
- HSE, Using electric storage batteries safely, Guidance INDG 139
- IEC(International Electrotechnical Commission) 60079-14 : Electrical Apparatus For Explosive Gas Atmospheres

o 관련법령 · 고시 등

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제2편 제3장 제1절(전기기계·기구 등으로 인한 위험방지)

o 기술지침 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2013년 11월 30일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

축전기 취급에 관한 기술지침

1. 목적

이 기술지침은 축전기 취급에 관하여 필요한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 기술지침은 산업용 축전기의 취급, 관리 및 정비하는 경우에 대하여 적용한다.

3. 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

(가) “축전기(Electric storage batteries)”라 함은 전기에너지를 화학에너지로 바꿔 모아두고, 필요할 때 다시 전기에너지로 바꿔 쓰는 장치를 말한다.

(나) “알칼리축전기(Alkaline batteries)”라 함은 수산화물질과 같은 알칼리용액으로 전해액이 구성된 축전기를 말한다.

(다) “연축전기”라 함은 양극판(PbO_2), 음극판(Pb), 격리판, 전해액(H_2SO_4) 및 전조(Container)로 되어 있는 축전기를 말한다.

(라) “개방 축전기(Vented batteries)”라 함은 가스제거장치 없이 대기로 가스가 방출되는 구조의 축전기를 말한다.

(마) “단자(Terminal)”라 함은 전기회로에서 전류가 흘러 들어가거나, 나오도록 만든 장치를 말하며, 하나 또는 그 이상의 회로요소가 단자에 연결되어 복잡한

회로망을 구성한다.

(바) “무정전 전원장치(Uninterruptible power supply)”라 함은 상용전원에서의 전원 장애를 극복하고자, 좋은 품질의 안정된 교류전력을 공급하는 장치를 말한다.

(2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 축전지 종류

(1) 축전지의 종류에는 연축전지와 알칼리 축전지 두 가지가 있다. 연축전지는 가장 흔한 대용량 재충전이 가능한 축전지로서, 자동차, 오토바이, 화물자동차에 탑재되어 있다. 축전지는 전기자동차, 컴퓨터·통신, 프로세스와 기계 제어시스템의 무정전 전원장치에도 사용된다.

(2) 니켈 카드뮴, 니켈 금속 수소화물 그리고 리튬 이온과 같은 알칼리 축전지는 노트북과 같은 소용량 고급품목에 널리 사용되고 있으며, 대용량의 전지는 무정전 전원장치에도 사용된다.

(3) 서로 다른 종류의 납·산 재충전 축전지와 알칼라인 재충전 축전지는 밸브로 조정되는 축전지이다. 밸브조정 축전지는 충전 중 생긴 수소와 산소가 외부로 빠져나가지 않고 물로 다시 전환된다.

(4) 이와 대조적으로 개방 축전지는 생성된 수소와 산소가 대기 중으로 빠져나가도록 한다. 이 축전지는 물을 정기적으로 채워주어야 한다.

5. 축전지 사용의 위험

5.1 화학적 위험

5.1.1 화학적 위험

- (가) 축전지에는 황산 혹은 수산화칼륨을 포함하는 전해질 용액이 채워져 있으며, 이는 부식성이 강한 화학물질로서 눈을 영구히 손상시키거나 피부에 심각한 화학적 화상을 초래할 수 있으며, 황산과 수산화칼륨을 삼키게 되면 인체에 매우 유독하다.
- (나) 축전지의 납, 니켈, 리튬, 혹은 카드뮴 화합물은 인간과 동물에게 해로우며, 이들 화학물질은 환경을 심각하게 손상시킬 수 있다.

5.1.2 화학 · 폭발 위험

- (1) 축전지가 충전되고 있을 때 수소와 산소가 축전지 내에서 생성된다. 점화원(예를 들어, 화염, 전기불꽃, 담뱃불 혹은 뜨거운 물체, 전기장비, 핸드폰)은 이들 가스의 혼합물에 불을 붙여 폭발하게 되며, 폭발이 격렬하면 축전지를 파손시키고 위험한 파편과 부식성 화학물질이 배출된다.
- (2) 축전지가 완전 충전에 가까워지면서 수소와 산소는 더 많이 생성되며, 축전지가 완전히 충전된 후에도 계속 충전하게 되면, 많은 가스가 생성되어 폭발의 위험이 크게 증가한다.
- (3) 충전 중 가스 거품으로 인해 축전지 안이 자주 막히며, 생성된 수소와 산소의 2:1 혼합은 폭발에 매우 위험한 조건이 된다. 개방 축전지를 이동시키면 막혀 있던 가스가 축전지 주위의 공기로 방출되어 작은 전기불꽃 하나면 가스를 발화시킬 수 있고, 밀폐공간(예를 들어 축전지 내, 철회용기 내 혹은 통기가 잘 안 되는 축전지실)에서 발생하게 되면 격렬한 폭발이 일어날 가능성이 크다.
- (4) 충전 중 개방 · 연축전지에서 나오는 가스들은 거의 미세한 황산을 포함하고 있으므로, 이 가스를 사람이 마시지 않도록 하고 적절한 눈 보호장구를 착용하여야 한다.
- (5) 밸브조정 축전지는 개방 축전지보다는 수소를 방출할 가능성이 훨씬 적지만, 이 축전지를 너무 빨리 혹은 너무 오랫동안 충전시키게 되면 축전지 내에서 가스압력이 축적될 수 있다. 가스압력이 축적되어 축전지 내의 안전밸브가 열리면서 가스가 점화원 가까이에서 새게 되면 폭발이 일어날 가능성이 크다.

5.2 전기적 위험

- (1) 축전지는 많은 에너지를 저장할 수 있고, 어떠한 상황 하에서도 에너지를 빠르게 방출할 수 있으나, 이때 방출된 에너지가 절연되지 않은 금속 스패너, 드라이버 등에 의해 단락이 발생하면 위험할 수 있다.
- (2) 단락이 발생하면 많은 양의 전기가 금속체를 통해 흘러 물체를 고온으로 만든다. 만약 이것이 발화원이 되어 폭발하게 되면, 폭발로 인해 생긴 용융된 금속은 심각한 화상을 초래하거나 축전기 주위의 폭발성가스를 발화시킬 수 있으며, 전기 불꽃은 눈을 손상시키기에 충분한 자외선을 발산할 수 있다.
- (3) 대부분의 축전지는 비교적 낮은 전압으로 감전위험은 거의 없지만, 직류 120 V 이상의 일부 축전지는 근로자에게 전격 위험을 줄 수 있으므로 근로자 보호를 위하여 다음과 같은 조치를 한다.
 - (가) 전기가 통하는 도전체는 반드시 절연하거나 보호할 것
 - (나) 위험을 경고하는 적절한 표시·라벨을 부착할 것
 - (다) 위험한 전압이 있는 곳의 접근 통제 할 것

6. 축전기 연결 및 분리

- (1) 폭발사고는 축전지를 연결하거나 분리할 때 발생하는 전기불꽃에 의해 일어난다. 부적절한 작업에 의해 발생한 전기불꽃은 축전지를 폭발하게 할 수 있는데, 특히 축전지가 충전되어 있으면 위험성이 크다. 축전지를 안전하게 연결하고 분리하는 방법은 다음과 같다.
 - (가) 회로의 모든 스위치를 차단하고 축전지를 분리한다. 만약 축전지가 차량에 있으면 점화 스위치도 끈다.

KOSHA GUIDE
E - 10 - 2013

(나) 축전지가 여러 개의 작은 축전지들로 연결되어 있으면, 축전지를 분리할 때 단락 또는 섬락(Flashover)을 방지하기 위해 다른 단자들을 덮어 놓는다.

(다) 축전지의 접지된 단자를 먼저 분리한다.

(라) 연결기와 단자가 반드시 깨끗하고 안정적이도록 한다. 마지막으로 접지된 단자를 다시 연결한다.

(2) 금속도구를 축전지 위나 부근에 놓지 않도록 주의한다. 만약 금속도구가 축전지 단자에 걸쳐 떨어지면 단락을 초래할 수 있다.

7. 축전지 충전

축전지를 충전할 때 폭발성 가스가 방출되어 체류하게 되면 폭발의 위험이 크므로 축전지를 충전할 때 아래의 절차를 따라야 한다.

7.1 준비

(1) 충전에 관한 축전지 제조사의 지시사항을 이해하도록 한다.

(2) 항상 환기가 잘 되는 충전지역을 설정하여 사용한다.

(3) 충전영역에서 담배를 피우거나, 불꽃이 튀는 작업(예를 들어 용접, 연마 등)을 하거나 핸드폰을 사용해서는 안 된다.

(4) 온도가 높은 백열전구나 등기구 또는은 발화원이 될 수 있는 장비 아래에서 축전지를 충전하면 안 된다.

(5) 충전장비가 축전지에 전압 등 전기적으로 적절한지 확인한다.

7.2 충전하기

- (1) 축전지의 충전을 시작하기 전 폭발성 혼합가스가 축적되는 것을 방지하기 위하여 축전지 실의 문을 열어 둔다.
- (2) 개방 축전지의 충전을 시작하기 전, 전해질 수위가 모든 전지의 판 상부 이상인지 확인한다. 만약 전해질 농도가 너무 낮으면 증류수 혹은 탈 이온수로 축전지를 채운다.
- (3) 축전지에 충전도선을 연결하기 전 충전기 제조사가 다른 절차를 명시하지 않는 한 충전기가 꺼져 있는지 확인한다. 충전기의 양극(+) 도선과 음극(-) 도선을 축전지의 양극 단자와 음극 단자에 연결한다.
- (4) 충전기를 켜기 전 충전도선이 제자리에 안전하게 고정되어 있는지 확인한다.
- (5) 축전지 제조사의 최대충전율 이상보다 더 빠르게 축전지를 충전하지 않도록 한다. 따라서 축전지 제조사에서 공급하는 충전기 사용을 권장한다.
- (6) 충전기가 켜져 있는 동안에는 충전도선을 제거하거나 조정하지 말고, 먼저 충전기를 꺼야 한다.
- (7) 축전지에서 충전도선을 분리하기 전 제조사의 지시사항이 달리 명시되어있지 않는 한 충전기를 끈다.
- (8) 개방 축전지에서 충전기를 분리한 후 적어도 20분 동안 놔둔다. 제조사가 권장하는 수위로 증류수 혹은 탈 이온수를 채운다.
- (9) 충전기를 켰을 때 단락을 예방하기 위하여 충전도선의 절연되지 않은 부분이 서로 접촉하거나, 접지된 금속물에 얹혀 있지 않도록 충전도선을 관리한다.
- (10) 축전지 수명기간 동안의 기술적 사항을 상세하게 기록한다.(예를 들어 설치일, 충전성능, 전지에 보충된 물의 양 등)
- (11) 축전지가 완전충전 상태에 가까워지면 충전전류가 자동적으로 감소하게 되는 기능을 가진 장비는 과 충전의 위험을 크게 줄이고 충전을 훨씬 안전하게 시행

KOSHA GUIDE
E - 10 - 2013

할 수 있다.

7.3 축전지 취급 시 주의사항

(1) 이행사항

- (가) 장갑과 적절한 눈 보호장치, 가급적이면 보호안경 또는 바이저(Visor)를 착용한다.
- (나) 황산 혹은 수산화칼륨과 같은 축전지 화학물질을 다룰 때 비닐로 된 앞치마를 입고 적절한 부츠를 신는다.
- (다) 축전지 위로 떨어지거나 축전지 단자들을 연결시킬 금속물체를 주머니에서 제거한다.
- (라) 화염, 전기불꽃, 전기장비, 뜨거운 물체, 핸드폰과 같은 점화원을 충전되고 있는 축전지, 최근에 충전된 축전지 또는 이동 중인 축전지에 가까이 두지 않는다.
- (마) 절연된 손잡이가 달린 도구를 사용한다.
- (바) 축전지 단자 위에 임시로 절연고무 커버를 씌운다.
- (사) 축전지는 환기가 잘 되는 전용구역에서 충전한다.
- (아) 무거운 축전지를 들 때는 두 사람이 같이 든다.
- (자) 절연재질의 들기 장비를 사용하고, 걸려 넘어질 수 있는 도구, 케이블 혹은 다른 어지럽혀진 것이 없는지 확인한다.
- (차) 축전지 작업을 한 후에는 손을 깨끗이 씻는다.

(2) 금지사항

- (가) 훈련을 받지 않은 상태에서 축전지 취급

KOSHA GUIDE
E - 10 - 2013

(나) 흡연

(다) 시계, 반지, 줄, 팔찌 혹은 다른 금속물의 착용

(라) 과도한 축전지 충전

8. 전기 차량

(1) 지게차와 같은 전기차량은 크고 특별하게 설계된 트랙션 축전지를 사용하며, 이 축전지는 큰 전기적 힘을 갖고 있으나 재충전 중 상당한 전류를 사용한다.

(2) 축전지를 충전할 때 9.3의 내용과 다음을 숙지하여야 한다.

(가) 차량·축전지 제조사가 권장하는 충전기를 사용한다.

(나) 축전지 충전을 시작하기 전 환기를 돕기 위하여 축전지 밀봉 뚜껑을 올리거나 문을 연다.

(다) 축전지를 연결 혹은 분리하기 전 모든 전기회로를 차단한다.

(라) 가연성가스가 분산되도록 충전 후 적어도 20분 동안 축전지를 놔둔다.

9. 환기 계산

9.1 일반 사항

(1) 최대 충전전류를 알고 있으면 충전 중에 수소가 방출되는 비율을 계산할 수 있다. 내용을 가지고 효과적인 환기를 위해 필요한 공기흐름을 계산할 수 있고, 가연성의 혼합공기가 충전구역에 형성되는 것을 피하기 위한 필요 공기량을 결정할 수 있다. 이 접근법은 위험장소 분류를 할 때 축전지의 바로 근접부분 외의 모두를 위험하지 않은 구역으로 간주할 수 있게 한다.

- (2) 위험장소 분류와 적절한 전기장비 선택과 사용에 관한 자세한 정보는 안전보건 기술지침(가스폭발위험장소 설정 및 관리에 관한 기술지침), 안전보건기술지침(가스 폭발위험장소에서의 전기설비 설계, 선정 및 설치에 관한 기술지침) 및 안전 보건기술지침(배터리실의 폭발위험장소 설정에 관한 기술지침)을 참조한다.

9.2 안전한 충전을 위해 필요한 환기량 계산

- (1) 수소농도가 4 % (폭발하한)에서 75 % (폭발상한)인 공기의 혼합물은 쉽게 점화 되어 폭발하므로, 효과적인 환기를 제공하는 것은 수소와 공기·산소의 가연성 혼합물이 축적되는 것을 방지하는 한 방법이다.
- (2) 정상작동 중의 수소농도를 폭발하한 이하로 유지하기 위하여 충분한 환기가 제공되어야 한다.
- (3) 사람들이 들어가는 충전영역의 수소농도는 0.4 vol% (LEL의 10 %)를 초과하지 않아야 하고, 사람들이 들어가지 않는 구내에서 충전하는 경우의 수소농도는 1 vol% (LEL의 25 %)를 넘지 말아야 한다.
- (4) 효과적인 회석을 위해서는 수소 생성률, 축전지 위치, 구역의 형태와 크기, 그리고 공기의 자연스러운 순환의 방해요인 등을 고려하여야 한다. 그러나 밀집되지 않은 지역에서는 자연적인 환기로 인해 회석을 제공하기에 충분하다.
- (5) 충전지역과 축전지 칸 혹은 철제용기에는 낮은 곳에 흡입구를, 높은 곳에 방출구를 설치하여야 한다.
- (6) 환기구를 통한 공기흐름 속도가 적어도 0.1 m/s 이내여야 하며, 요구되는 공기흐름을 얻기 위해 필요한 흡입구와 방출구의 최소 면적은 다음과 같은 식으로 주어진다.

$$\text{필요한 흡입구와 방출구의 최소 면적} = 0.3 \times N \times I \times S \text{ cm}^2$$

여기서

N = 축전지 전지의 수

KOSHA GUIDE
E - 10 - 2013

I = 과충전 전류 (A)

S = 회석 계수(작업실 : 10, 둘러싼 구내 : 4)

- (7) 자연 환기로 필요한 환기가 충족되지 않을 경우, 강제 환기를 검토하여야 한다. 이때 환기용 공기는 안전한 곳에서 끌어와 안전한 곳으로 배출하여야 하며, 수소 농도와 환기시스템 고장을 탐지하기 위한 경보시스템을 구비하여야 한다.