



KC 62619

(제정 : 2019-10-21)

IEC Ed 1.0 2017

전기용품안전기준

Technical Regulations for Electrical and
Telecommunication Products and Components

산업용 리튬이차전지 안전

Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Safety requirements for secondary Lithium cells and batteries, for use in industrial applications

KATS 국가기술표준원

<http://www.kats.go.kr>

목 차

전기용품안전기준 제정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황	1
서문	2
1 적용범위 (Scope)	3
2 인용 표준 (Normative references)	3
3 용어와 정의 (Terms and definitions)	3
4 측정 허용 오차 (Parameter measurement tolerances)	6
5 일반 안전 고려 사항 (General safety considerations)	6
6 형식 시험 조건 (Type test conditions)	8
7 특정 요구사항 및 시험 (Specific requirements and tests)	9
8 배터리 시스템 안전(기능 안전성 검토) (Battery system safety (considering functional safety))	16
9 안전 정보 (Information for safety)	20
10 표기 및 명칭 (Marking and designation)	20
부속서 A (Annex A)	21
부속서 B (Annex B)	24
부속서 C (Annex C)	25
부속서 D (Annex D)	26
참고문헌 (Bibliography)	36
해 설 1	37
해 설 2	38

전기용품안전기준 제정, 개정, 폐지 이력 및 고시현황

제정 기술표준원 고시 제2019-0309호 (2019.10.21)

부 칙(고시 제2019-0309호, 2019.10.21)

제1조(시행일) ① 이 고시는 공포한 날부터 시행한다. 다만, “8. 배터리 시스템 안전(기능 안전성 검토)” 중 8.2.2~8.2.4절을 제외한 내용은 시행 후 6개월이 경과한 날부터 시행한다.

제2조(적용례) ① 안전기준 제정규정은 이 규칙이 시행된 이후 출고되거나 통관되는 제품부터 적용한다.

전기용품안전기준

산업용 리튬이차전지 안전

Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes —
Safety requirements for secondary Lithium cells and batteries, for use in industrial
applications

이 안전기준은 2017년 제 1.0판으로 발행된 IEC 62619, Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Safety requirements for secondary Lithium cells and batteries, for use in industrial applications 를 기초로, KS C IEC 61629 : 2017을 인용 채택한다. 형식시험을 위한 시료의 수, 배터리 시스템의 기능 안전성 검토(부속서 D)의 기술적 내용 및 대응 국제표준의 구성을 국내 실정에 맞도록 일부 변경하여 작성한 안전기준이다. 안전기준의 적용범위는 에너지저장장치(또는 전기저장장치라고도 한다)에 사용되는 리튬이차전지로 한정한다.

산업용 리튬이차전지 안전

Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes
— Safety requirements for secondary Lithium cells and batteries, for use in industrial applications

1 적용범위

이 기준은 에너지저장장치(Energy Storage System)용 리튬 이차 단전지 및 전지의 안전성 및 오용 환경 시험법과 이에 따른 요구 사항에 대하여 규정한다.

다음은 이 표준의 범위에 속하는 셀 및 배터리를 활용하는 용도 및 범위를 나타낸 것이다.

- 정치형 용도: 에너지저장시스템 및 기타 유사한 용도(가정용 에너지저장장치 포함)
- 범 위 : 정격용량 300 kWh 이하의 에너지저장장치용 리튬이차전지시스템

전기적 안전성은 8절의 위험분석의 한 부분에 포함되어 있다. 전기적 안전성에 대한 구체적인 내용은 최종 사용 용도와 관련된 표준 요구사항에서 고려되어야 한다.

이 표준은 셀과 배터리에 적용된다. 배터리가 작은 구성단위로 구분되는 경우, 구성단위는 배터리를 대표하여 시험될 수 있다. 제조자는 시험된 구성단위를 명확히 명시해야 한다. 제조자는 시험된 구성단위에 최종 배터리에 있는 기능을 추가할 수 있다.

2 인용 표준

다음의 인용표준은 전체 또는 부분적으로 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 추적을 포함)을 적용한다.

KS A ISO/IEC Guide 51, 안전 측면 — 규격에 안전 측면을 포함시키기 위한 지침

KS C IEC 62133:2013, 비산성 및 알칼리 전해액을 포함하는 이차전지 - 휴대형 밀폐 이차 단전지 및 휴대기기용 전지의 안전성 기준

KS C IEC 62620:2015, 알칼리 또는 기타 비산성 전해질을 포함하는 리튬 이차 단전지 및 전지 — 산업용으로 사용되는 리튬 이차 단전지 및 전지

SPS-C KBIA-10104-03-7312:2018 배터리에너지저장장치용 리튬 이차 전지시스템 - 성능 및 안전 요구사항

3 용어와 정의

이 표준의 목적을 위하여 용어와 정의는 KS A ISO/IEC Guide 51에서 주어지고 다음을 적용한다.

ISO와 IEC의 표준화를 위한 용어 데이터베이스는 다음의 주소를 참조한다.

- IEC Electropedia : <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform : <http://www.iso.org/obp>

3.1

안전(safety)

받아들일 수 없는 위험으로부터의 자유

3.2

위험(risk)

유해가 일어날 가능성과 그 유해의 심각성의 조합

3.3

유해(harm)

사람의 건강에 대한 육체적 부상이나 손상 또는 재산 혹은 환경에 대한 손상

3.4

위해(hazard)

유해의 잠재적인 근원

3.5

의도된 용도(intended use)

공급자에 의해 제공된 시방, 지침 및 정보와 부합하는 제품, 공정 또는 기능의 사용

3.6

합리적으로 예측 가능한 오용(reasonably foreseeable misuse)

공급자에 의해 의도된 바는 아니나 충분히 예측할 수 있는, 사람의 행동으로부터 기인할 수 있는 제품, 공정 또는 기능의 사용

3.7

리튬 이차 단전지(secondary lithium cell) 단전지; 셀(cell)

리튬 이온의 삽입/제거 반응 또는 음극과 양극 전극 사이에서 리튬의 산화/환원 반응으로 발생하는 전기 에너지를 사용하는 리튬 이차 단전지

비고 대표적으로 셀은 액체, 젤 또는 고체 형태의 리튬 염과 유기 용매 화합물로 구성된 전해질을 포함하며, 금속 혹은 라미네이트 필름 케이스로 구성된다. 이는 아직 최종 하우징에 장착, 단자 배치 및 전자 제어 장치가 완성되지 않았으므로 실제 사용 준비 상태는 아니다.

3.8

셀 블록(cell block)

보호 장치(예: 퓨즈 또는 PTC) 및 모니터 회로가 있거나 없는 상태로 병렬 구성으로 연결된 셀 그룹

비고 이는 아직 최종 하우징에 장착, 단자 배치 및 전자 제어 장치가 완성되지 않았으므로 실제 사용 준비 상태는 아니다.

3.9

모듈(module)

보호 장치(예: 퓨즈 또는 PTC) 및 모니터 회로가 있거나 없는 상태로 직렬 및/또는 병렬 구성으로 연결된 셀 그룹

3.10

배터리 팩(battery pack)

전기적으로 연결된 하나 또는 그 이상의 셀과 모듈로 구성된 에너지 저장 장치

비고 1 배터리 시스템에 정보(예: 단전지 전압)를 제공하기 위한 모니터링 회로를 포함하고 있다.

비고 2 이는 보호 하우징을 포함할 수 있으며 단자 또는 기타 연결장치가 제공될 수 있다.

3.11

배터리 시스템(battery system); 전지시스템

배터리(battery)

하나 또는 그 이상의 셀, 모듈 또는 배터리 팩을 포함하는 시스템

비고 1 배터리 시스템은 과충전, 과전류, 과방전 및 과열 상황을 차단시키기 위한 배터리 관리 시스템을 가지고 있다.

비고 2 제조자와 고객 간의 합의가 있을 경우, 과방전 차단 기능은 필수 항목이 아니다.

비고 3 냉각 또는 가열 장치를 포함할 수 있다.

3.12

배터리 관리 시스템(battery management system); 전지 관리 시스템

BMS

과충전, 과전류, 과방전 및 과열의 경우에 차단시키는 기능이 있는 배터리 관련 전자시스템

비고 1 BMS는 배터리의 상태를 모니터링 및/또는 관리하고, 이차 데이터를 계산하며, 데이터의 보고 및/또는 배터리 안전, 성능 및/또는 서비스 수명에 영향이 있는 환경을 제어한다.

비고 2 제조자와 고객 간의 합의가 있을 경우, 과방전 차단 기능은 필수 항목이 아니다.

비고 3 BMS의 기능은 배터리 팩이나 전지를 사용하는 장비에 할당될 수 있다(그림 5 참조).

비고 4 BMS는 분리될 수 있으며, 배터리 팩에 일부분, 배터리를 사용하는 장비에 나머지 부분이 포함될 수 있다(그림 5 참조).

비고 5 BMS는 때로 BMU(배터리 관리 장치)로 부르기도 한다.

3.13

누액(leakage)

육안으로 확인 가능한 액체 전해질이 나오는 현상

3.14

벤팅(venting)

전지의 폭발을 방지할 목적으로 설계된 전지 내부로부터 과도한 압력을 밖으로 배출시키는 것

3.15

파열(rupture)

내부적 또는 외부적 요인으로 기인한 단전지 또는 전지 케이스의 기계적 결함, 내용물의 노출 또는 전해질 등의 누액을 초래하지만 내부 물질의 방출이 일어나지는 않는 것

3.16

폭발(explosion)

단전지 또는 전지의 케이스가 급작스럽게 개방되어 내부의 주요 구성 요소들이 방출되는 현상
비고 액체, 기체 및 연기가 분출된다.

3.17

발화(fire)

단전지, 모듈, 배터리 팩 또는 배터리 시스템으로부터 불꽃이 방출되는 현상

3.18

정격 용량(rated capacity)

제조자가 지정한 조건에서의 셀이나 배터리의 용량 값

비고 정격 용량은 단일 셀이나 배터리가 KS C IEC 62620, 6.3.1에서 지정된 조건에서 n시간 동안

충전, 보관 및 방전할 수 있다고 제조자가 제시한 $C_n \text{ Ah}$ (암페어-시)의 전기량

[출처: KS C IEC 60050-482_2004, 482-03-15에서 개작 — 비교를 추가]

3.19

상한 충전 전압(upper limit charging voltage)

단전지 제조자가 명시한 단전지 운영범위 내 최고 충전 전압

3.20

최대 충전 전류(maximum charging current)

단전지 제조자가 명시한 단전지 운영범위 내 최대 충전 전류

3.21

열 폭주(thermal runaway)

발열반응에 의해 발생하는 제어가 불가능한 단전지의 강렬한 온도 상승

3.22

하한 방전 전압(lower limit discharging voltage)

단전지 제조자가 지정한 최저 방전 전압

4 측정 허용 오차

규정된 또는 실측된 값에 대한 조작 및 측정의 전반적인 정확도에 대한 오차 한계는 다음과 같다.

- a) 전압: $\pm 0.5 \%$
- b) 전류: $\pm 1 \%$
- c) 온도: $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$
- d) 시간: $\pm 0.1 \%$
- e) 질량: $\pm 1 \%$
- f) 치수: $\pm 1 \%$

이 허용오차는 측정 기구, 측정 방법 등 시험 절차의 모든 오차 요인을 종합한 정확도이다.

장비에 대한 상세한 사항은 결과보고서에 포함되어야 한다.

5 일반 안전 고려 사항

5.1 일반사항

리튬 이차 단전지와 전지의 안전을 위해 다음의 두 가지 적용조건을 고려하여야 한다.

- 의도된 용도
- 합리적으로 예측 가능한 오용

단전지 및 전지는 의도된 용도 및 합리적으로 예측 가능한 오용 환경에서 안전하도록 고안되고 만들어져야 한다. 오용 시험을 거친 단전지 또는 전지는 정상적으로 작동하지 않을 것으로 예상되지만 치명적으로 위험한 결과를 나타내서는 안 된다. 또한 의도된 용도의 안전성 시험을 거친 단전지 및 전지는 안전한 결과뿐 아니라 모든 측면에서 정상 작동될 것으로 예상된다.

기준에 규정된 각 시험 항목의 잠재 위험성은 다음과 같다.

- a) 발화
- b) 파열/폭발
- c) 전해액의 누출로 인한 치명적인 전기적 단락
- d) 발화성 가스가 지속적으로 유출되는 벤팅
- e) 내부 구성 부품의 노출을 동반하는 전지, 모듈, 배터리 팩 및 배터리 시스템 케이스의 파열

5.1~5.6의 적합성은 6절, 7절과 8절의 시험 및 적절한 표준에 의거하여 확인한다(2절 참조).

5.2 절연 및 배선

배선과 배선의 절연은 예상되는 전류, 전압, 온도, 고도 및 습도의 최대 값에 충분히 견뎌야 한다. 배선 설계는 도체들 간에 충분한 공간거리 및 연면거리를 유지해야 한다. 전체 배터리 시스템(단전지/모듈/BMS) 및 배터리 시스템 내 각 부품 간 연결의 기계적 완결성은 예측 가능한 오용 시험의 조건을 만족하여야 한다.

5.3 벤팅

단전지, 모듈, 배터리 팩 및 배터리 시스템의 케이스는 파열 또는 폭발을 예방하기 위하여 압력을 배출할 수 있는 기능을 포함해야 한다. 만약 외부 케이스 내에 단전지를 지지하기 위해 별도의 캡슐을 사용한다면 캡슐의 유형과 제조방법은 정상 작동 중 전지의 과열을 유발하거나 압력 배출을 저해하지 않도록 하여야 한다.

5.4 온도/전압/전류 관리

전지는 비정상적인 온도-상승 조건을 예방할 수 있게 설계하여야 한다. 전지는 단전지 제조자가 명시한 온도 및 전압, 전류 한계 값 이내가 되도록 설계하여야 한다. 배터리 시스템은 사양과 장비 제조자를 위한 충전 지침과 함께 제공하여 명시된 온도 및 전압, 전류 한계 값 이내에서 충전을 유지하게 충전기를 설계한다.

비고 필요하다면 충전 및 방전 시간 동안 전류를 안전한 수준으로 제한할 수도 있다.

5.5 배터리 팩 및/또는 배터리 시스템의 단자

배터리 팩 또는 배터리 시스템의 외부 표면에는 극성 표시를 분명하게 표시해야 한다.

비고 예외 사항으로 특정 최종 제품에 접속하도록 설계된 키 방식의 외부 커넥터가 있는 전지 팩에는 외부 커넥터 설계가 반대 극 접속을 방지하는 경우 극성을 표시할 필요가 없다.

접촉 단자의 크기와 모양은 예상되는 최대 전류를 흘릴 수 있도록 하여야 한다. 외부 단자 접촉면은 기계적 강도와 내부식성을 가진 전도성 물질로 만들어져야 한다. 접촉 단자는 단락의 위험을 최소화할 수 있도록 배열되어야 한다(예시: 금속 공구에 의한 단락의 위험성을 최소화).

5.6 배터리 시스템 내 단전지, 모듈 또는 배터리 팩의 조립

5.6.1 일반사항

배터리 시스템을 구성하기 위하여 단전지 배터리 시스템에 대한 위험의 적절한 경감을 위하여 다음 사항들을 고려하여야 한다.

- 각 배터리 시스템은 독립적인 제어 및 보호장치가 있어야 한다.

- 단전지 제조자는 전류, 전압 및 온도 한계치와 관련된 권고사항을 제공하여 배터리 시스템 제조자/설계자가 적절한 설계 및 조립을 할 수 있게 하여야 한다.
- 직렬연결 단전지의 일부 부분을 선택적으로 방전하도록 설계한 전지는 불균등한 방전에 의해 야기된 단전지 방전을 방지하기 위해 별도의 회로가 있어야 한다.
- 적절한 경우와 최종 기기 애플리케이션을 고려하여, 보호회로 부품을 추가하여야 한다.

5.6.2 배터리 시스템 설계

배터리 시스템 설계에서 전압 제어 기능의 경우, 각 단전지 또는 셀 블록의 전압이 단전지 제조자에 의해 명시된 충전 전압의 상한 값을 초과하지 않도록 제어할 수 있어야 한다.

전지 제조자는 배터리 시스템 차원에서 다음을 고려하여야 한다.

직렬 연결된 복수의 단일 단전지 또는 직렬 연결된 복수 단전지 블록으로 구성된 전지의 경우, 모든 단전지 또는 셀 블록의 전압을 관찰하여, 여러 단전지 또는 셀 블록에 속한 단전지 전압이 제조자에 의해 명시된 충전 전압의 상한 값을 초과되지 않게 할 것을 권고한다.

5.7 안전한 사용을 위한 리튬 단전지 및 배터리 시스템의 운영 범위

단전지 제조자는 단전지 운영 범위에 대해 지정해야 한다. 전지 제조자는 단전지 운영 범위에 적합하도록 배터리 시스템을 설계해야 한다. 단전지 운영 범위에 대한 결정은 **부속서 A**에 설명되어 있다.

5.8 품질 계획

배터리 시스템 제조자는 재료, 구성 요소, 단전지, 모듈, 배터리 팩 및 배터리 시스템의 검사에 관한 절차들을 정의하고, 각 유형의 단전지, 모듈, 배터리 팩, 및 배터리 시스템 생산 공정을 아우르는 품질 계획을 마련하여야 한다[예를 들면, **KS Q ISO 9001**(품질경영시스템 — 요구사항)등]. 제조자는 자신의 프로세스 능력을 이해하여야 하고 프로세스 관리가 제품 안전과 연결되기 때문에 필요한 프로세스 관리를 수행하여야 한다.

6 형식 시험 조건

6.1 일반사항

운영 범위 밖에서 사용되는 배터리 시스템은 단전지 또는 전지로부터 위험한 결과를 초래할 수 있다. 그러한 위험은 안전성 시험 계획을 준비하는 데 있어서 고려되어야 한다.

시험 설비는 시험 결과 발생할 수 있는 과도한 압력 및 화재로부터 견디기 위하여 충분한 구조적 안전성 및 화재 진압시스템을 갖추어야 한다. 설비는 시험 중에 발생한 가스의 제거 및 포집을 위한 환기 시스템을 갖추어야 한다. 상기 내용을 적용 시 고전압에 대한 위해도를 고려해야 한다.

경고 — 다음의 시험은 적절한 예방조치를 취하지 않는 경우 피해를 입을 수 있다. 시험은 적절한 자격 및 경험을 갖춘 자가 적절한 보호장치를 사용하여 실시하여야 한다. 시험 결과 케이스 온도가 75℃를 초과할 수 있는 단전지 또는 전지 취급 시에는 화상 예방을 위해 적절한 주의 조치를 취하여야 한다.

6.2 시험 항목들

표 1에서 명시된 개수의 단전지 또는 전지로 시험을 실시하며 단전지 또는 전지는 6개월 이상된 것은 사용하지 않는다.

7.1에 명시된 방법으로 충전된 단전지 또는 전지는 $(25 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ 에서 0.2 I_A 의 정전류로 특정 종료 전압까지 방전될 때, 정격 용량 또는 그 이상을 방전해야 한다. 이러한 용량 확인은 제조자 출하검사 시 행해져야 한다. 전지의 경우, 용량은 출하검사 시 단전지 용량측정을 바탕으로 계산될 수 있다.

다르게 명시하지 않은 한, 시험은 주위온도 $(25 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ 에서 실시한다.

비고 시험 조건은 형식 시험만을 위한 것이며 의도된 용도가 이러한 조건에서 작동한다는 것을 의미하지는 않는다. 또한 6개월의 제한은 일관성을 위해 도입된 것이지만 전지의 안전이 6개월 후에 감소한다는 것을 의미하지는 않는다.

표 1 — 형식시험을 위한 시료의 수

시험 항목		시험 대상	
종류	시험	단전지 (비고1 참고)	전지시스템 (비고2 참고)
제품 안전성 시험 (단전지 및 배터리 시스템의 안전성)	7.2.1 외부단락 시험	3	—
	7.2.2 충돌 시험	3 (비고3 참고)	—
	7.2.3 낙하 시험	3	1
	7.2.4 고온 시험	3	—
	7.2.5 과충전 시험	3 (비고4 참고)	—
	7.2.6 강제 방전 시험	3	—
	7.3 내부단락 검토(두 시험 중 한 가지 선택)	7.3.2 내부단락 시험 3 7.3.3 열 폭주 전이 시험 —	— 1
기능 안전성 시험 (배터리 시스템의 안전성)	8.2.2 과충전전압제어시험	—	1
	8.2.3 과충전전류제어시험	—	1
	8.2.4 과열제어시험	—	1
“—” = 불필요 또는 적용되지 않음.			
비고 1 제조자는 이 표준에서 시험대상으로 표시된 단전지 대신 셀 블록을 사용하여 시험할 수 있다. 제조자는 각 시험에 대해 시험 대상을 명확히 선언해야 한다. 비고 2 만일 배터리 시스템이 보다 작은 유니트로 나뉘어져 있다면, 대상 유니트는 배터리 시스템을 대표할 수 있다. 제조자는 배터리 시스템에 존재하는 기능을 시험 대상 유니트에 추가할 수 있다. 제조자는 시험 대상을 명확히 선언해야 한다. 비고 3 원통형 단전지 또는 셀 블록 : 1 방향, 각형 단전지 또는 셀 블록: 2 방향 비고 4 시험은 충전 전압 제어에 대한 단일 제어 또는 보호기능이 갖추어진 배터리 시스템으로 수행되어야 한다.			

7 특정 요구사항 및 시험

7.1 시험 목적을 위한 충전 방법

충전 전에 전지는 $(25 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ 에서 0.2 I_A 의 정전류로 명시된 최종 전압까지 방전되어야 한다.

특별한 언급이 없는 한, 시험 목적의 충전은 주위온도 $(25 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ 에서 제조자가 제시하는 조건으로 충전한다.

비고 1 시험을 위한 충전 및 방전 전류는 정격 용량(C_n Ah)의 값을 바탕으로 설정되어야 한다. 이러한 전류는 I_t A의 배수로 표현된다. 단, $I_t A = C_n Ah/1h$ (KS C IEC 61434참조)

비고 2 정전류 $0.2 I_t A$ 로 방전이 불가능한 배터리 시스템은 제조자가 지정한 전류로 방전될 수 있다.

7.2 합리적으로 예측 가능한 오용 시험

7.2.1 외부단락 시험(단전지 또는 셀 블록)

a) 요구 사항

양극 단자 및 음극 단자의 단락으로 인하여 발화 및 폭발되어서는 안 된다.

b) 시험

완전히 충전된 단전지를 $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 의 주위온도에 저장한다. 각 단전지는 양극 및 음극 단자에 $(30 \pm 10) \text{ m}\Omega$ 이하의 외부 저항을 연결하여 단락시킨다. 시험은 단락된 상태로 6시간이 경과하거나 단전지 케이스의 온도가 상승된 최대 온도의 80 %만큼 감소되면 시험을 종료하며, 둘 중 하나가 먼저 충족되면 종료한다.

c) 합격 기준 발화 및 폭발이 없어야 한다.

7.2.2 충돌 시험(단전지 또는 셀 블록)

a) 요구 사항

아래에 언급된 단전지에 대한 충격은 화재나 폭발의 원인이 되어서는 안 된다.

b) 시험 조건

단전지 또는 셀 블록은 정전류 $0.2 I_t A$ 로 50 % 충전상태까지 방전되어야 한다. 단전지 또는 셀 블록은 평평한 콘크리트 또는 금속 바닥에 위치시킨다. 직경 $(15.8 \pm 0.1) \text{ mm}$ 스테인리스 환봉을 단전지 또는 셀 블록의 중앙에 가로지르게 배치한다. 단, 환봉의 길이는 최소 60 mm 또는 단전지의 최대길이 중 보다 긴 것으로 선정되어야 한다. 시료 위에 놓여진 환봉으로부터 높이 $(610 \pm 25) \text{ mm}$ 에서 9.1 kg의 중량물을 환봉 위로 낙하시킨다.

원통형 또는 각형 단전지는 평평한 콘크리트 또는 금속 바닥과 평행하게 하여, 세로 축에 충격을 가하며, 시료의 중앙에 가로지르게 하여 곡면에 놓고 15.8 mm 직경의 세로에 직각으로 하여 충격을 가한다. 또한 각형 단전지는 세로 방향에 대해 90° 를 회전하여, 넓은 면과 좁은 면 모두에 충격을 가한다. 각각의 시료는 각 충격 시험에 대해 다른 시료를 사용한다.(그림 1 참조).

비고 금속바닥 위에서 시험할 경우, 전지 단자와 바닥간의 외부단락이 발생하지 않도록 조치를 취해야 한다.

c) 합격 기준 발화 및 폭발이 없어야 한다.

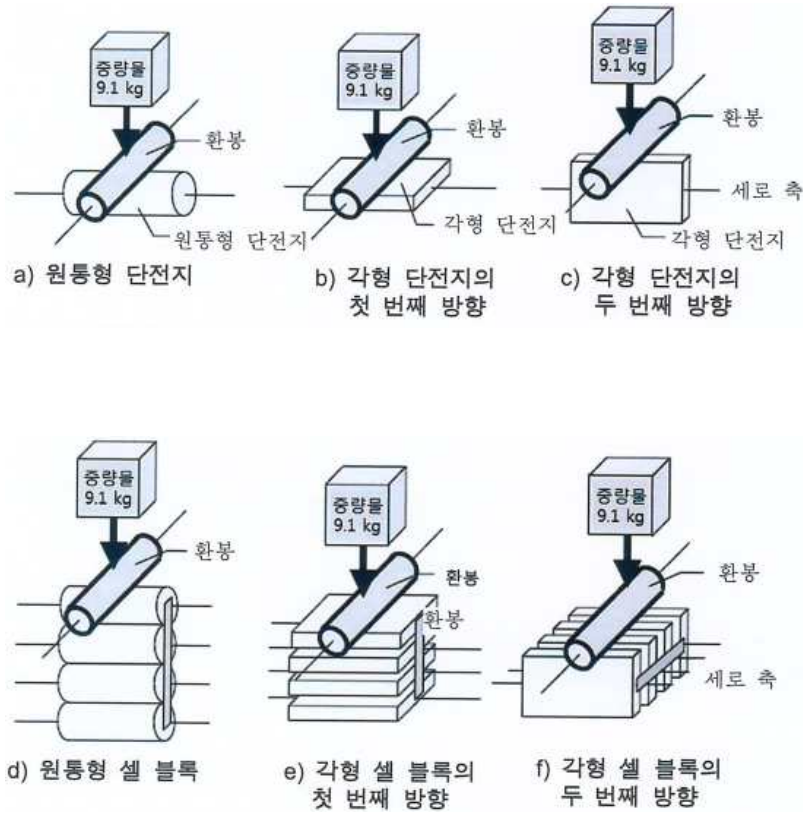


그림 1 - 충돌 시험의 예

비고 단전지 또는 셀 블록은 시험에 적합한 위치를 유지하기 위하여 시험에 영향을 미치지 않는 재료를 활용하여 지지될 수 있다.

7.2.3 낙하 시험(단전지/셀 블록 및 배터리 시스템)

7.2.3.1 일반 사항

낙하 시험은 단전지/셀 블록 및 배터리시스템에 대해 실시된다. 시험방법 및 낙하 높이는 표 2에 따라 시험 시료의 질량에 의해 결정된다.

표 2— 낙하 시험방법 및 조건

시험 시료의 질량	시험방법	낙하 높이
7 kg 미만	전체	100.0 cm
7 kg 이상~20 kg 미만	전체	10.0 cm
20 kg 이상~50 kg 미만	모서리 및 꼭지점	10.0 cm
50 kg 이상~100 kg 미만	모서리 및 꼭지점	5.0 cm
100 kg 이상	모서리 및 꼭지점	2.5 cm

비고 만일 배터리 시스템이 보다 작은 유니트로 나뉘어져 있다면, 대상 유니트는 배터리 시스템을 대표할 수 있다. 제조자는 배터리 시스템에 존재하는 기능을 시험 대상 유니트에 추가할 수 있다. 제조자는 시험 대상을 명확히 선언해야 한다.

7.2.3.2 전체 낙하 시험(단전지 또는 셀 블록 및 배터리 시스템)

이 시험은 시험 시료의 질량이 20 kg 미만일 때 적용된다.

a) 요구 사항

시료의 낙하로 인하여 발화 및 폭발되어서는 안 된다.

b) 시험 조건

완전히 충전된 각각의 시험 시료를 표 2에 나타난 높이로부터 평평한 콘크리트 또는 금속 바닥에 3면을 낙하시킨다. 시험 시료의 질량이 7 kg 미만인 경우, 시험 시료가 무작위 방향으로 충격을 받을 수 있도록 낙하시킨다. 시험 시료의 질량이 7 kg 또는 그 이상이고 20 kg 미만인 경우, 시험은 밀면을 아래방향으로 하여 낙하되어야 한다. 시험 시료의 밀면에 대한 정의는 제조자에 의해 정해진다.

시험 후, 시험 시료는 최소 한 시간 그대로 놔둔 후 육안 검사를 실시한다.

비고 금속바닥 위에서 시험할 경우, 전지 단자와 바닥간의 외부단락이 발생하지 않도록 조치를 취해야 한다.

c) 합격 기준

발화 및 폭발이 없어야 한다

7.2.3.3 모서리 및 꼭지점 낙하 시험(단전지 또는 셀 블록 및 전지시스템)

이 시험은 시험 시료의 질량이 20 kg 또는 그 이상일 때 적용된다.

a) 요구사항

시료의 낙하로 인하여 발화 및 폭발되어서는 안 된다.

b) 시험조건

완전히 충전된 각각의 시험 시료를 표 2에 나타난 높이로부터 평평한 콘크리트 또는 금속 바닥에 2회 낙하시킨다. 낙하 시험 조건은 재현 가능한 최단 모서리 낙하 지점과 꼭지점이 있는 그림 2, 그림 3 및 그림 4에 나타난 것과 같이 준비되어야 한다. 충격 종류별로 같은 꼭지점 및 같은 최단 모서리에 두 번의 충격이 가해져야 한다. 꼭지점 및 모서리 낙하의 경우, 시험 시료는 그려진 직선을 통하여 꼭지점/모서리에 충격이 가해지는 방향이 되어야 하고, 시험 시료의 기하학적 중심은 대략적으로 충격 표면에 수직이다.

비고 금속바닥 위에서 시험할 경우, 전지 단자와 바닥간의 외부단락이 발생하지 않도록 조치를 취해야 한다.

c) 합격 기준

발화 및 폭발이 없어야 한다.

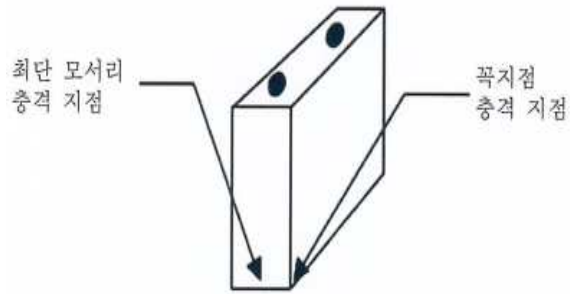


그림 2 - 충격 지점

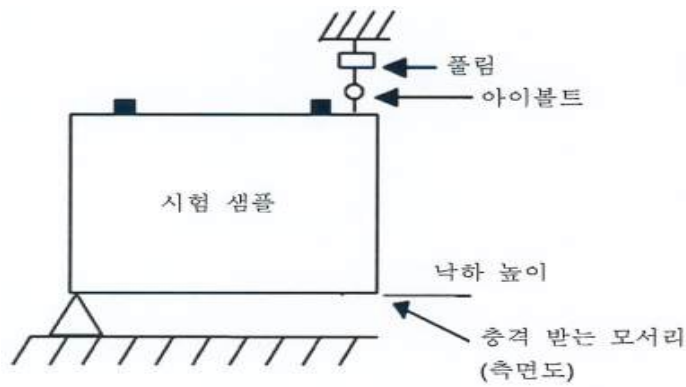


그림 3 - 최단 모서리 낙하 시험에 대한 시험 준비

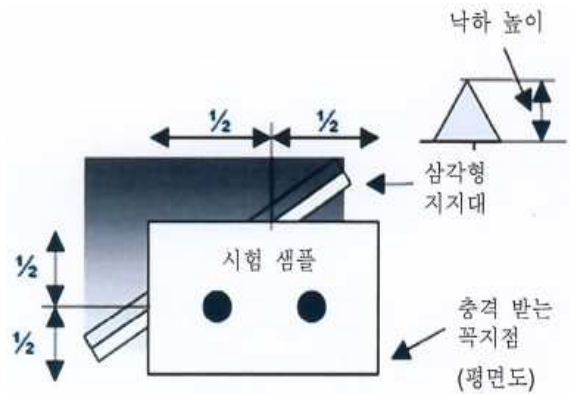


그림 4 - 꼭지점 낙하 시험에 대한 시험 준비

보다 작은 시험 시료는 손으로 잡을 수 있는 위치에서 낙하가 가능하다. 만일 낙하 시험 장비가 사용되었다면, 시험 시료를 낙하시킬 때 부분적으로 회전시키거나, 옆으로 돌아가게 해서는 안 된다.

7.2.4 고온 시험(단전지 또는 셀 블록)

a) 요구사항

상승된 온도로 인하여 발화 및 폭발되어서는 안 된다.

b) 시험

(25 ± 5) °C의 주위온도에서 안정화된 완전히 충전된 단전지를 중력 또는 열풍 순환 방식 오븐에 둔다. 오븐의 온도를 (85 ± 5) °C까지 (5 ± 2) °C/min의 속도로 상승시킨다. 단전지를 이 온도에서 3시간 동안 저장한 후 시험을 종료한다.

c) 합격 기준

발화 및 폭발이 없어야 한다.

7.2.5 과충전 시험(단전지 또는 셀 블록)

이 시험은 충전 전압 제어에 대한 단일 제어 또는 보호기능이 제공된 배터리 시스템으로 수행되어야 한다. 전압 제어에 대한 2개 이상의 독립된 보호기능 또는 제어가 제공된 배터리 시스템의 경우, 이 시험을 생략할 수 있다.

비고 2개 또는 그 이상의 독립적인 보호기능 또는 제어에 대한 예시는 다음과 같다.

- 최대 단전지 전압이 충전 전압 상한 값을 초과하지 않도록 충전 전류 제어기능을 가지고 있는 배터리 시스템 내에서 각 단전지 전압을 감시하기 위한 측정 장치.
- 단전지 전압 감시 장치 및 충전을 종료하기 위한 기능의 오류를 감지하기 위한 진단 감시시스템. 예를 들면, 진단 감시 시스템은 직접 측정된 전체 전지 전압과 각 단전지 전압의 합으로 계산된 전지 전압을 비교하여 확인할 수 있다.

a) 요구사항

제조자가 제시한 것보다 더 장시간 충전하여도 발화 및 폭발이 없어야 한다.

b) 시험

시험은 (25 ± 5) °C의 주위온도에서 실시하여야 한다. 각 시험 단전지는 정전류 0.2 I_A의 전류로 제조자가 제시한 최종 방전 전압이 될 때까지 방전한다.

시험 단전지는 지정된 최대 충전 전류와 같은 정전류로 초기의 충전 제어가 작동하지 않는 조건 하에서 최대 전압이 될 때까지 충전되어야 한다. 그 후, 충전이 종료된다. 전압과 온도는 시험이 진행되는 동안 측정되어야 한다.

단전지 표면의 온도가 점차 정상상태 조건(30분 동안 10 °C이하의 변동)이 되거나 주위온도가 될 때까지 시험을 계속 실시한다.

c) 합격 기준

발화 및 폭발이 없어야 한다.

7.2.6 강제방전 시험(단전지 또는 셀 블록)

a) 요구사항

복수 단전지를 적용한 경우, 각 단전지는 발화 또는 폭발을 야기하지 않고 강제 방전을 견뎌야 한다.

b) 시험

방전된 단전지는 90분 동안 1.0 I_A의 정전류로 강제 방전시킨다. 90분이 지난 후 육안검사를 실시한다. 만일 방전 전압이 시험 시간(90분)내에 목표 전압에 도달한다면, 남은 시간 동안 전류를 줄여서 목표 전압이 유지되도록 해야 한다. 목표 전압은 다음과 같이 결정된다.

i) 방전 전압 제어를 위해 2개 또는 그 이상의 독립적인 보호기능/제어가 장착된 배터리 시스템 또는 배터리 시스템이 단일 단전지/셀 블록으로 구성된 경우 목표전압 = -(단전지의 충전전압 상한 값)

ii) 배터리 시스템이 방전 전압 제어에 대해 단일 보호기능 또는 보호기능이 없는 경우: 목표전압 = -[(단전지의 충전전압 상한 값 × (n-1)], n은 배터리 시스템에서 직렬 연결된 단전지 개수이다.

만일 단전지의 최대 방전 전류가 1.0 I_t A 미만이라면, 다음의 식으로 계산된 시험시간 동안 해당 전류로 역 충전을 수행한다.

$$t = \frac{1I_t}{I_m} \times 90$$

여기에서

t : 시험 시간(분)

I_m : 단전지의 최대 방전 전류(A)

비고 2개 또는 그 이상의 독립적인 보호기능 또는 제어에 대한 예시는 다음과 같다.

- 최대 단전지 전압이 충전 전압 상한 값을 초과하지 않도록 충전 전류 제어기능을 가지고 있는 배터리 시스템 내에서 각 단전지 전압을 감시하기 위한 측정 장치
- 단전지 전압 감시 장치 및 충전을 종료하기 위한 기능의 오류를 감지하기 위한 진단 감시 시스템. 예를 들면, 진단 감시 시스템은 직접 측정된 전체 전지 전압과 각 단전지 전압의 합으로 계산된 전지 전압을 비교하여 확인할 수 있다.

c) 합격 기준

발화 및 폭발이 없어야 한다.

7.3 내부단락에 대한 검토 — 설계평가

7.3.1 일반사항

이 시험의 목적은 단전지 내에서 발생하는 내부단락이 배터리 시스템 전체의 화재 또는 배터리 시스템 외부로 화재 열 폭주 전이의 원인이 되지 않는 것을 확인하기 위함이다. 본 시험은 단전지 대상인 7.3.2(내부단락 시험) 또는 배터리 시스템 대상인 7.3.3(열 폭주 전이 시험)에 따라 수행되어야 한다.

7.3.2 내부단락 시험(단전지)

a) 요구사항

원통형 및 각형 단전지에 대한 강제 내부단락 시험에서는 발화가 일어나지 않아야 한다. 단전지 제조자는 이 요구사항을 만족하기 위해 기록을 유지하여야 한다. 시험을 전지 제조자 또는 제3자 시험실에서 실시한 후 전지 제조자는 새로운 설계를 평가하여야 한다.

b) 시험

시험 온도를 제외한 시험방법에 대하여 KS C IEC 62133, 8.3.9를 참조한다. 모든 시험은 (25 ± 5) °C의 주위온도에서 수행된다.

시료 준비 과정은 KS C IEC 62133, 8.3.9에 따른 충전 절차에 해당하는 최종 압착 공정을 수행하기 전에 KS C IEC 62133의 절차에 따라 변경될 수 있다.

예를 들면,

- 방전된 전극 부품에 니켈 입자를 삽입 후 충전하는 것.
- 전해질 주입 전에 니켈 입자를 삽입 후 조립될 수 있고, 전해액 주입 후 충전하는 것. 조립 과정에서 실제 단전지에 사용되는 금속 케이스 대신 폴리에틸렌 및/또는 알루미늄-적층 케이스가 사용될 수 있음.

스태킹 타입 또는 폴딩 타입 전극 부품을 사용한 각형 단전지의 경우, 니켈 입자는 양극 최종단 및 음극 양단의 중앙부에 삽입되어야 하고, 최대 가압력은 **400 N**이다.

양극 및 음극 또는 기판간 내부단락 발생 여부를 판단하기 위하여, 충분한 정확도를 지닌 계측기를 이용한다면 **50 mV** 미만의 전압 강하 여부가 활용될 수 있다. 그리고, 실제 단락 위치는 시험 종료 후 시료 상에서 내부단락 위치의 검사로 확인될 수 있다.

인가된 압력과 전압 특성은 기록되어야 하며, 단락 위치의 형상은 사진 또는 다른 방법으로 기록되어야 한다.

c) 합격 기준

발화 및 폭발이 없어야 한다.

7.3.3 열 폭주 전이 시험(전지시스템)

a) 요구사항

이 시험은 단일 단전지의 열 폭주 현상에 대해 배터리 시스템이 견딜 수 있는지를 평가하는 것이며, 결과적으로 열 폭주 현상은 배터리 시스템 화재의 원인이 되어서는 안 된다.

b) 시험

배터리 시스템이 완전히 충전된 후 단전지가 $(25 \pm 5) \text{ }^{\circ}\text{C}$ 의 주위온도에서 안정화 될 때까지 기다린다. 배터리 시스템에서 한 개의 단전지를 열 폭주가 발생할 때까지 저항 가열기 또는 외부 열원을 사용한 열 전도기(예시)를 사용하여 가열한다. 한 개의 단전지에서 열 폭주를 발생시키기 위한 방법은 시험보고서에 서술되어야 한다. 단전지에서 열 폭주 발생 시작 후, 히터 전원을 꺼야 하며, 배터리 시스템을 1시간 동안 관찰한다.

단전지에서 열 폭주를 발생시키기 위해 서술된 상기의 예시 이외의 다른 방법은 **부속서 B**를 참조한다.

c) 합격 기준

배터리 시스템으로부터 외부 화재가 없을 것 또는 전지 케이스의 파열이 없을 것.

만일 배터리 시스템이 외함을 가지고 있지 않을 경우, 제조자는 화재 보호를 위한 영역을 명시해야 한다.

비고 첫 번째 단전지가 원인이 된 화재는 시험 목적의 의도된 열 폭주로 인한 것이므로, 용인될 수 있다.

8 배터리 시스템 안전(기능 안전성 검토)

8.1 일반사항

주요 안전관련 전기, 전자, 소프트웨어 제어 및 시스템에 대한 신뢰는 기능 안전성 분석에서 다루어진다.

KS C IEC 61508(모든 부) 관련 표준, KS C IEC 60730-1, 부속서 H, 본 문서의 부속서 D 또는

다른 적절한 기능안전성 규격들이 참고 자료로 사용될 수 있다.

배터리 시스템의 위해, 위험 평가 및 완화에 대한 절차는 배터리 시스템 제조자에 의해 수행되어야 한다(즉, FTA, FMEA).

비고 FMEA 및 FTA와 같은 안전 분석 방법에 대한 가이드는 KS A IEC 60812 및 KS A IEC 61025와 같은 문서에서 확인될 수 있다.

절차:

- a) 위해 분석
- b) 위험 평가
- c) 안전 무결성 기준(SIL)목표

위해 또는 위험의 예시: EMC, 감전, 침수, 외부단락, 내부단락, 과충전, 과열, 낙하, 압착, 과방전, 과전류로 인한 과방전, 과방전 후 과충전, 전해액 누출, 방출 가스의 점화, 화재, 지진, 지진에 의한 해파 등

8.2 전지 관리 시스템(BMS) [또는 전지 관리 장치(BMU)]

8.2.1 BMS에 대한 요구사항

BMS는 단전지 및 전지의 상태를 평가하고, 단전지와 전지가 지정된 단전지 운영 범위 내에 있도록 유지시킨다. **BMS**는 8.1 c)에서 정의된 안전 무결성 기준(SIL) 목표에 적합하도록 설계되어야 한다. 단전지 운영 범위에서의 주요 사항은 전압, 온도 및 전류이다(그림 A.1 참조).

안전성 측면에서 충전 제어를 평가하기 위하여, 배터리 시스템 제조자는 8.2.2에서 8.2.4에 따른 시험을 수행해야 한다.

이러한 시험을 위하여 만일 설계에 적용 가능할 경우, 전지시스템은 응용측에서도 **BMS** 기능을 포함한다.

비고 1 BMS의 기능은 전지 팩 또는 전지가 사용되는 기기에 할당될 수 있다(그림 5 참조).

비고 2 BMS는 분리될 수 있으며, 전지 팩에 일부분, 전지사용기기에 나머지 부분이 포함될 수 있다(그림 5 참조).

비고 3 BMS는 때로 **BMU**(전지 관리 장치)로 부르기도 한다.

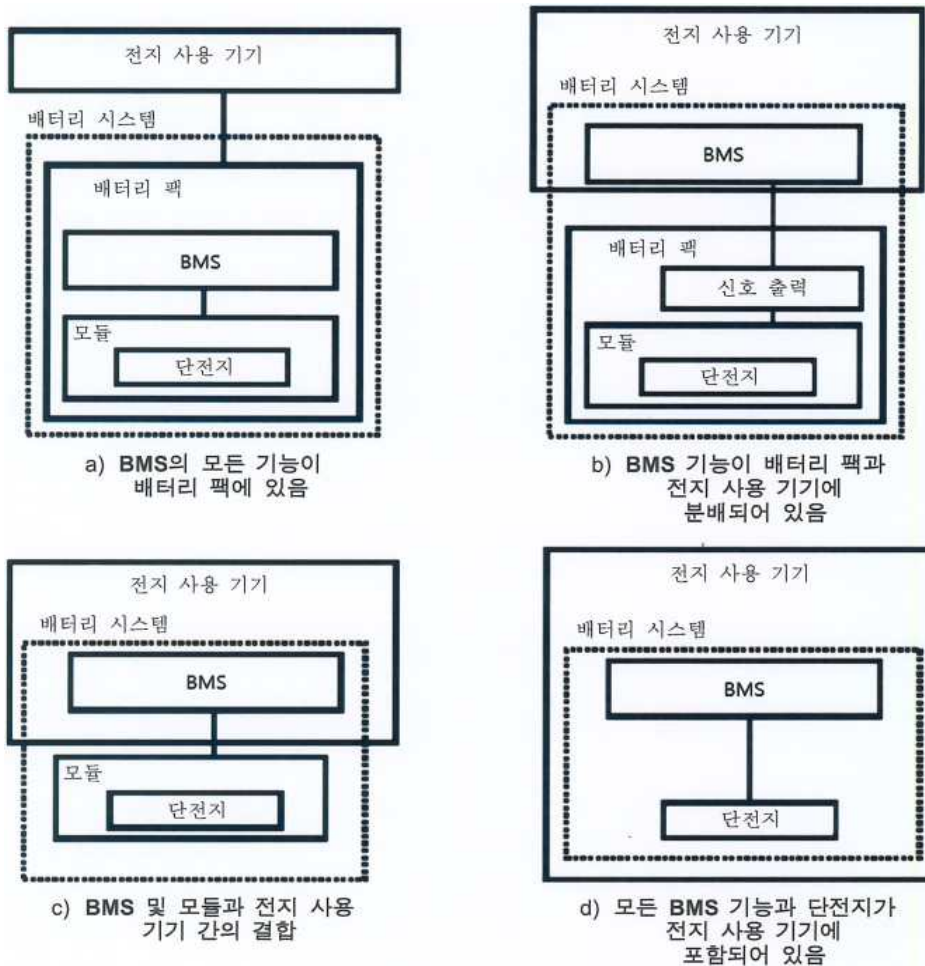


그림 5 - BMS 위치 및 배터리 시스템 구성도에 대한 예시

8.2.2 과충전 전압 제어(배터리 시스템)

a) 요구사항

BMS는 단전지 사양의 충전 전압 하에서 충전 전압을 제어해야 한다.

b) 시험

이 시험은 $(25 \pm 5) \text{ }^{\circ}\text{C}$ 의 주위온도 및 냉각 시스템(만약 존재한다면)이 작동되는 정상적인 운영 조건 하에서 수행된다(주 스위치가 BMS에 의해 제어되는 배터리 시스템과 근접해 있음).

각각의 배터리 시스템은 제조사에서 지정한 종료 전압까지 정전류 $0.2 \text{ } I_A$ 로 방전되어야 한다. 이후, 시료 전지는 전지 내 각 단전지의 상한 충전 전압을 10% 초과하는 전압으로 설정하여 권장된 충전기의 최대 전류로 충전되어야 한다.

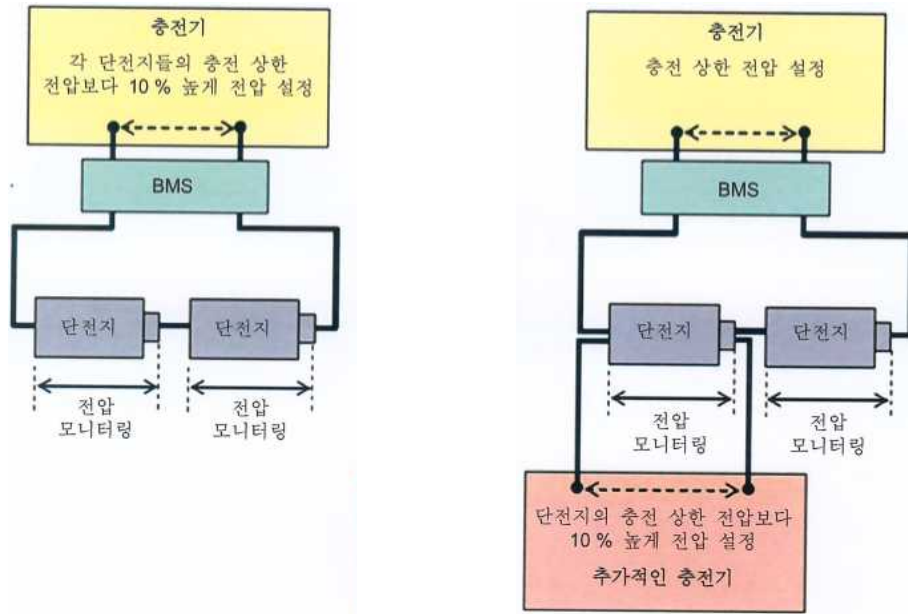
만일 보유한 충전기에 의해 진행하는 것이 어렵다면, 초과된 전압은 추가적인 충전기로 충전될 수 있다. 또한, 만일 배터리 시스템 전체에 적용하기 어렵다면, 추가된 전압은 전지시스템 내 단전지와 같은 시스템의 한 부분에 적용될 수 있다. 그림 6을 참조한다.

이 시험은 BMS가 충전을 종료할 때까지 수행되어야 하며, 충전 종료는 충전 전압 상한 값의 110%에 도달하기 전에 발생되어야 한다. 데이터 저장/감시는 충전 종료 후 1시간 동안 지속되어야 한다. 시험이 진행되는 동안 배터리 시스템의 모든 기능은 설계된 것과 같이 동일하게 작동되어야 한다.

c) 합격 기준

발화 및 폭발이 없어야 한다.

BMS는 심각한 영향으로부터 배터리 시스템을 보호하기 위하여 주 스위치의 자동 단선을 통해 과충전 전류를 종료시켜야 한다.



a) 초과된 전압은 배터리 시스템 전체에 적용됨.

b) 초과된 전압은 배터리 시스템 내의 단전지와 같은 일부분에 적용됨.

그림 6 - 과충전 전압제어를 위한 회로 구성도의 예시

8.2.3 과충전 전류 제어 시험(배터리 시스템)

a) 요구사항

단전지 및 배터리로 인가되는 전류가 셀의 최대 충전전류를 초과할 경우, BMS는 충전을 중지시켜서 배터리시스템을 위험으로부터 보호해야 한다.

비고 충전시스템이 인가할 수 있는 최대 전류 값이 배터리의 최대 충전전류 값보다 낮으면, 이 시험은 생략할 수 있다.

b) 시험

이 시험은 $(25 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ 의 주위온도 및 냉각 시스템(만약 존재한다면)이 작동되는 정상적인 운영 조건 하에서 수행된다(주 스위치가 BMS에 의해 제어되는 배터리 시스템과 근접해 있음).

각각의 배터리 시스템은 제조자가 지정한 종료 전압까지 정전류 0.2 I_A 로 방전되어야 한다. 그 후, 시료 전지는 최대 충전 전류의 20% 초과하는 전류로 충전되어야 한다. 데이터 저장/감시는 충전 종료 후 1시간 동안 지속되어야 한다. 시험이 진행되는 동안 배터리 시스템의 모든 기능은 설계된 것과 같이 동일하게 작동되어야 한다.

c) 합격 기준

BMS는 과충전 전류를 감지하여야 하고, 심각한 영향으로부터 배터리 시스템을 보호하기 위하여 최대 충전 전류 이하로 충전을 제어해야 한다.

발화 및 폭발이 없어야 한다.

8.2.4 과열 제어 시험(배터리 시스템)

a) 요구사항

BMS는 단전지 및/또는 전지의 온도가 단전지 제조자에 의해 지정된 상한 값을 넘을 때 충전을 종료해야 한다.

b) 시험

이 시험은 $(25 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ 의 주위온도 및 정상적인 운영 조건 하에서 수행되어야 한다(주 스위치가 BMS에 의해 제어되는 배터리 시스템에 근접해 있음). 다만, 냉각 시스템이 제공될 경우, 냉각 시스템은 사용되지 않아야 한다. 각각의 배터리 시스템은 제조자가 지정한 종료 전압까지 정전류 0.2 I_A 로 방전되어야 한다. 그 후, 시료 전지는 권고되는 전류로 50 %의 충전상태까지 충전되어야 한다. 배터리 시스템의 온도는 최대 운영 온도보다 $5 \text{ }^\circ\text{C}$ 높게 상승되어야 한다. 충전은 BMS가 충전을 종료할 때까지 지속적으로 온도를 상승시킨다. 데이터 저장/감시는 시험이 종료된 후(즉, BMS가 충전을 종료시킨 후) 1시간 동안 지속되어야 한다.

c) 합격 기준

BMS는 과열 온도를 감지하여야 하고, 심각한 영향으로부터 배터리 시스템을 보호하기 위하여 충전을 종료해야 한다. 시험이 진행되는 동안 배터리 시스템의 모든 기능은 설계된 것과 같이 동일하게 작동되어야 한다.

발화 및 폭발이 없어야 한다.

9 안전 정보

리튬 이차 단전지 및 전지의 사용 및 특히 남용 시, 위험할 수 있으며 피해를 줄 수 있다. 단전지 제조자는 제품의 전류 및 전압, 온도 한계 값에 관한 정보를 제공하여야 한다. 배터리 시스템 제조자는 장비 제조자와 직접 판매의 경우 최종 사용자에게 위험을 완화하기 위한 정보를 제공하여야 한다.

장비 제조자는 리튬 이차 단전지와 전지가 들어 있는 장비의 사용 시 발생할 수 있는 잠재적 위험을 최종 사용자에게 알려야 할 책임이 있다.

10 표기 및 명칭(참고사항)

KS C IEC 62620:2015을 참조한다.

부속서A (규정)

안전한 사용을 위한 단전지의 운영 범위

A.1 일반사항

이 부속서는 단전지의 안전한 사용을 확인하기 위하여 단전지의 운영 범위의 결정 방법에 대해 설명하고 있다. 운영 범위는 단전지들의 안전을 보장할 수 있는 충전 전압 및 단전지 온도의 상한 값과 같은 충전 조건에 의해 명시된다.

단전지 제조자는 전지 팩 및 시스템의 제조자와 같은 소비자들에 대한 안전 예방조치를 위하여 단전지의 사양으로 운영 범위에 대한 정보를 규정해야 한다. 배터리 제어 시스템에는 충전제어에서 예상되는 고장에 대비하기 위한 적절한 보호 장치 및 기능이 포함되어 있어야 한다.

최소한의 안전을 위하여 운영범위에 대한 제한은 명시되어야 하며, 이는 수명과 같은 단전지의 성능을 최적화하기 위한 충전 전압 및 온도와는 구별되어야 한다.

A.2 안전한 사용을 위한 충전 조건

단전지의 안전한 사용을 보장하기 위하여, 단전지 제조자는 충전 동안 단전지에 적용할 전압 및 온도 상한 값을 설정해야 한다. 단전지는 상한 값을 넘지 않는 전압에서 미리 정해진 온도 영역(표준온도범위) 내에서 충전되어야 한다. 낮은 충전 전압과 같은 안전 조치가 적용되면, 단전지 제조자는 표준 온도범위보다 더 높거나 또는 더 낮은 온도 범위를 설정할 수 있다. 운영 범위는 단전지가 안전하게 사용될 수 있는 전압 및 온도 영역을 의미한다.

안전한 운영 범위를 위하여 최대 충전 전류도 설정될 수 있다. 만일 새롭게 개발된 단전지에 기존 단전지와 동일한 전극 소재, 두께, 설계 및 분리막이 사용되었고, 기존 단전지 용량 대비 120 %이내라면, 새롭게 개발된 단전지에는 기존 단전지와 동일한 운영 범위가 적용될 수 있다. 새롭게 개발된 단전지는 기존 단전지와 같은 제품군으로 고려될 수 있다.

A.3 충전전압 고려사항

충전 전압을 이차 단전지에 적용하여 충전 동안 화학적 반응을 촉진한다. 하지만, 충전 전압이 너무 높으면 과도한 화학반응 또는 부작용이 발생하고 전지는 열적으로 불안정하게 된다(과열되고 열 폭주가 발생할 수 있다). 결과적으로 충전 전압이 전지 제조자가 명시한 값(즉, 충전 상한전압)을 초과하지 않는 것이 가장 중요하다. 리튬 이온 전지를 충전 전압의 상한 값보다 더 높은 전압에서 충전할 때, 과도한 리튬 이온 양이 양극 활물질에서 빠지고 그 결정구조는 붕괴될 수 있다. 이러한 조건에서 내부단락이 발생할 때, 전자의 명시된 조건 하에서 충전할 때보다 열 폭주가 더 쉽게 발생할 수 있다. 결과적으로, 리튬 이차 전지는 권고 상한 충전 전압보다 더 높은 전압에서 절대 충전하지 말아야 한다.

충전 상한 전압은 다음의 예시와 같은 시험결과를 바탕으로 단전지 제조자에 의해 설정되어야 한다.

- 양극재료의 결정구조에 대한 확인 시험 결과
- 단전지가 충전 상한 전압에서 충전될 때, 음극 활물질에 있는 리튬 이온의 적합성 확인 시험 결과
- 충전 상한 전압에서 충전된 단전지를 이용하여 표준 온도범위의 상한 온도에서 안전성 시험을 수행하고 각 시험들의 합격 기준을 만족한 시험결과

A.4 온도 고려사항

충전은 화학적 반응을 일으키고 온도의 영향을 받는다. 부반응의 양 또는 충전 결과물의 조건은 심지어 동일한 상한 충전 전압과 충전 전류를 사용하더라도 온도에 좌우된다. 저온 또는 고온 영역에서의 충전은 보다 많은 부반응의 원인으로 여겨지고 있으며, 안전 관점에서 이는 표준 온도 영역에서 안전하게 적용할 수 있는 상한 전압 보다 더욱 심각하다. 결과적으로 상한 충전 전압과 최대 충전 전류 중 하나 또는 두 가지 모두를 저온 범위와 고온 범위 모두에서 줄여야 한다.

A.5 고온 영역

단전지가 표준 온도 영역보다 높은 온도에서 충전될 때, 단전지의 안전능력은 결정구조의 안정성 저하로 인하여 감소되는 경향이 있다. 또한 고온 영역에서 열 폭주는 상대적으로 적은 온도 변화에 의해 발생하는 경향이 있다.

그 결과 고온 영역에서의 단전지 충전의 경우, 다음 사항들이 제어되어야 한다.

- 단전지의 표면온도가 단전지 제조자가 제시한 고온 영역 내에 있으면, 보다 낮은 충전전압 및 전류와 같은 특정한 충전 조건을 적용한다.
- 단전지의 표면온도가 고온 영역의 상한 값보다 높으면, 해당 단전지를 어떠한 충전 전류 하에서도 충전하지 말아야 한다.

A.6 저온 영역

단전지를 저온 범위에서 충전 시, 물질 전달 속도가 감소하고 탄소 활성물질로의 리튬 이온 삽입률이 낮아진다. 결과적으로 금속 리튬이 쉽게 탄소표면에 축적된다. 이러한 조건에서 단전지는 열적으로 불안정해지고 과열되어 열 폭주로 이어질 수 있다. 또한 저온 범위에서 리튬 이온의 수용 여부가 온도에 크게 좌우된다. 직렬연결의 복수 단전지로 구성된 리튬 배터리 시스템에서 각 단전지의 리튬 이온 수용은 단전지 온도에 따라 달라질 수 있으며, 이는 배터리 시스템의 안전성을 저하시킨다.

결과적으로, 저온 영역에서의 단전지 충전은 다음과 같이 제어되어야 한다.

- 단전지의 표면온도가 단전지 제조자가 제시한 저온 영역 내에 있으면, 보다 낮은 충전전압 및 전류와 같은 특정한 충전 조건을 적용한다.
- 단전지의 표면온도가 저온 영역의 하한 값보다 낮으면, 해당 단전지를 어떠한 충전 전류 하에서도 충전하지 말아야 한다.

A.7 안전한 사용을 위한 방전 조건

방전하는 동안 안전을 보장하기 위한 주요 항목은 전압, 전류 및 온도이다. 전압은 항상 단전지의 방전 전압 하한 값보다 높아야 한다. 전류는 단전지 제조자가 지정한 최대 전류를 절대 초과해서는 안된다. 온도의 경우, 항상(최소 및 최대)온도 한계 내에 있어야 한다. 단전지 전압은 예상치 못한 치명적인 오류를 피하기 위하여 단전지의 방전 전압 한계 값보다 높도록 제어되어야 한다.

추가적으로, 단전지 제조자는 적절한 여유를 갖고 단전지 운영 범위를 유지하고 성능의 최적화를 위하여 종료 전압이 하한 방전 전압보다 높도록 지정해야 한다.

A.8 운영 범위에 대한 예시

그림 A.1은 충전에 대한 전형적인 운영 범위를 보여준다. 표준 온도 범위보다 더 높거나 더 낮은 온도 영역의 경우, 더 낮은 충전 전압 및/또는 전류를 사용하여 단전지를 충전하는 것은 가능하다. 운영 범위는 그림 A.1의 계단 모양 또는 대각선으로 지정될 수 있다. 그림 A.2는 방전에 대한 전형적인 운영 범위를 보여준다.

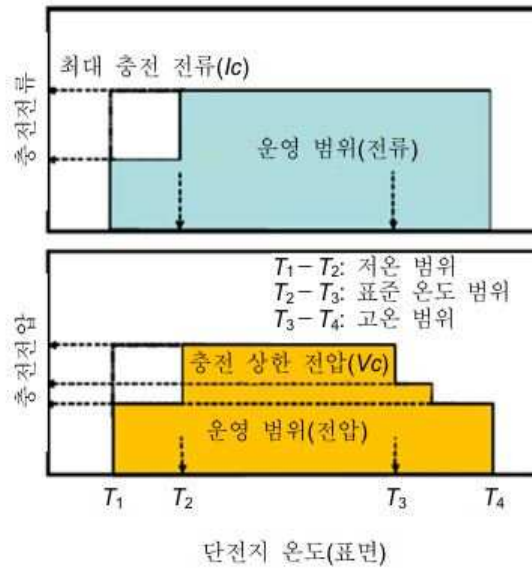


그림 A.1 — 리튬 이차 단전지의 전형적인 충전 운영 범위

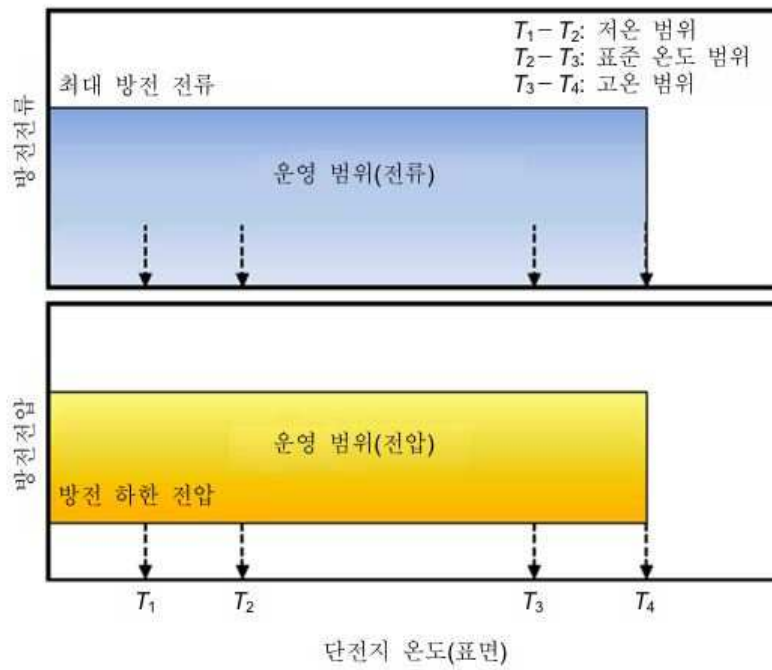


그림 A.2 — 리튬 이온 단전지의 전형적인 방전 운영 범위

부속서B (참고)

열 폭주 전이 시험의 절차(7.3.3 참고)

B.1 일반사항

단전지의 열 폭주를 발생시키는 방법은 B.3에 정의된 여러 방법 중 하나가 선택될 수 있다. 시험기관은 단전지 또는 전지 제조자와 연락을 취하여 단전지 열 폭주를 위한 상세 절차를 받아야 한다.

비고 시험의 목적은 단전지 평가가 아니라 배터리 시스템 내에서의 열 폭주 전이 양상에 대한 평가이다. 그러므로 열 폭주를 일으키기 위한 하기의 방법들은 단전지 내부 강제단락의 모의 시험이 아니라 열 폭주 전이를 시작하기 위한 방법이다.

B.2 시험조건

- 1) 제조자 권고 조건에 따라 전지를 완전히 충전한다.
- 2) 목표 단전지는 시험의 시작점으로서 열 폭주가 발생하도록 사용된다. 전지가 3개 또는 그 이상의 단전지들로 구성되어 있을 경우, 전지 구성에서 최종 단전지는 목표 단전지로 사용되면 안 된다.
즉, 목표 단전지는 최소2개의 단전지들과 인접해 있어야 한다.
- 3) 이 시험은 시험의 용이성을 위해 제공된 히터 또는 못 관통을 위한 구멍을 가지고 있는 특수한 시료로 수행될 수 있다. 그러나 시험의 용이성을 위해 제공된 특수한 형상은 전지의 열 확산에 영향을 주어서는 안 된다.

B.3 열 폭주를 발생시키기 위한 방법

1) 가열

목표 단전지는 다음의 방법에 의해 가열된다. 각각의 방법은 한 개의 목표 단전지만 가열해야 한다. 목표 단전지에서 열 폭주가 발생하면 열원을 꺼야 한다.

- 히터에 의한 가열
- 버너에 의한 가열
- 레이저에 의한 가열
- 유도 가열에 의한 가열

2) 과충전

목표 단전지에서 열 폭주가 발생할 때까지 제조자 권고 조건으로 과충전한다. 전지 내에서 어떤 다른 단전지도 과충전되어서는 안 된다. 만일 단전지가 전류 차단 장치(CID)를 갖도록 설계되어 있다면, CID기능을 상실시킨 단전지가 사용될 수 있다.

3) 단전지의 못 관통

양극과 음극 간 단락을 발생시키기 위하여 단전지에 못 관통을 수행한다. 못은 시험에 앞서 가열될 수 있다.

4) 상기 방법들의 조합

5) 이론 및 데이터를 바탕으로 선정된 적절한 방법

부속서C (참고)

포장

이차 단전지 및 전지의 운송용 포장의 목표는 단락 및 기계적 손상, 수분 침투 가능성의 방지이다. 의도치 않았던 전기 전도의 형성과 단자의 부식, 환경 오염물질의 침투를 방지할 수 있는 재료와 포장 설계를 선택하여야 한다.

리튬 이차 단전지, 모듈, 배터리 팩 및 배터리 시스템은 ICAO, IATA, IMO와 관련 정부기관에 의해 규제된다. 추가적인 정보는 **KS C IEC 62281**을 참조한다.

부속서D (참고)

배터리 관리 시스템 기능안전성 고려

<부속서 D 목차>

D.1 적용범위	26
D.2 인용 표준	26
D.3 용어	26
D.4 제출문서	29
D.5 기술기준	30

D.1 적용범위

에너지저장장치(ESS)에 사용되는 배터리 관리 시스템의 기능안전 확보를 목적으로 작성한 것이다. 본 부속서는 KC 62619 표준에서 명시하고 있는 기능안전 관련 표준인 IEC 61508과 IEC 60730 Annex H를 참고하여, 배터리 관리 시스템 내 안전기능의 무결성 확보를 위한 최소한의 시스템 수준의 설계 요구사항을 기술하고 있다. 따라서 본 기준보다 IEC 61508과 IEC 60730 annex H의 적용이 우선한다.

D.2 인용 표준

다음의 인용표준은 전체 또는 부분적으로 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 추록을 포함)을 적용한다.

KS C IEC 61508(모든 부)
KS C IEC 60730-1, 부속서 H

D.3 용어

가. 아키텍처(Architecture) : 구성요소와 구성요소 경계 및 인터페이스를 식별하고 이러한 구성요소에 대한 요구사항 할당을 포함하는 시스템 또는 요소의 구조 표현

나. 구성요소(component) : 논리적으로 또는 기술적으로 분리 가능하며 둘 이상의 하드웨어 부품 또는 하나 이상의 소프트웨어 유닛으로 구성된 비시스템 레벨 요소

다. 고장(failure) : 결함 징후로 인한 요소 또는 시스템의 의도된 동작 종료

라. 고장 모드(failure mode) : 시스템 또는 항목이 의도된 행동을 제공하지 못하는 방법

마. 결함(fault) : 요소나 시스템의 고장을 일으킬 수 있는 비정상적인 상태

바. 기능안전(functional safety) : E/E 시스템의 오작동으로 기인한 위협으로 불합리한 위협의 부재

사. 안전 아키텍처(safety architecture) : 안전 요건을 충족하기 위한 요소 집합 및 그 상호 작용

아. 하드웨어 우발 결함(random hardware failure) : 하드웨어 요소의 수명 동안 예측할 수 없이 발생할 수 있고 확률 분포를 따르는 고장

자. 의도된 기능(intended functionality) : 안전 메커니즘 제외한 시스템에 대해 지정된 동작

차. 안전관련 기능(safety-related function) : 위협의 발생 또는 방지에 기여할 가능성이 있는 기능

카. 안전메커니즘(safety mechanism) : 의도된 기능을 유지하거나 안전한 상태를 달성 또는 유지하기 위해 고장을 감지 및 완화 또는 용인하거나 제어 또는 회피하기 위해 E/E 기능 또는 요소 또는 기타 기술에 의해 구현된 기술 솔루션

타. 안전개념(functional safety concept) : 관련 정보를 포함한 안전 요구사항의 명세, 아키텍처 내의 요소에 대한 할당 및 위해 방지에 필요한 상호 작용

파. 결함 허용 시간간격 (fault tolerant time interval) : 결함 한 개 또는 여러 결함들이 위험한 사건이 발생하기 전에, 시스템에 존재할 수 있는 시간

하. 기능 시험되고 있는 단일채널(single channel with functional test) : 작동 전에 시험 데이터가 기능 유닛에 유입되는 단일 채널 구조

거. 주기적 자가 시험되고 있는 단일 채널 (single channel with periodic self-test) : 작동 중에 제어 구성 요소가 주기적으로 테스트되는 단일 채널 구조

너. 주기적인 자가 시험 및 모니터링 되고 있는 단일 채널(single channel with periodic self-test and monitoring) : 독립적 수단으로 각각 선언된 응답을 제공할 수 있는 정기적 자체 테스트를 통해 안전 관련 타이밍, 시퀀스 및 소프트웨어 작동과 같은 측면을 모니터링 하는 단일 채널 구조

더. 주파수 모니터링(frequency monitoring) : 클럭 주파수를 독립적인 고정 주파수와 비교하는 고장/오류 제어 기법

예시 라인 공급 주파수(line supply frequency)와의 비교가 있다.

러. 프로그램 시퀀스의 논리적 모니터링(logical monitoring of the programme sequence) : 프로그램 시퀀스의 논리적 실행을 모니터링 하는 고장/오류 제어 기법

예시 프로그램 자체 또는 독립 모니터링 장치에 의해 선택된 데이터 또는 루틴을 카운트하는 것을 들 수 있다.

머. 프로그램 시퀀스의 타임 슬롯 모니터링(time-slot monitoring of the programme sequence) : 프로그램 기능 및 시퀀스를 모니터링하기 위해 독립된 시간축을 가진 타이밍 장치를 주기적으로 트리거하는 고장/오류 제어 기술

예시 와치독 타이머(watchdog timer)를 들 수 있다.

버. 타당성 확인(plausibility check) : 허용되지 않는 프로그램 순서, 타이밍 또는 데이터에 대해 프로그램 실행, 입력 또는 출력을 검사하는 고장/오류 제어 기술

예시 일정 수의 사이클을 완료한 후 추가 인터럽트를 실행하거나 0으로 나누기 확인을 하는 것 등이 그 예다.

서. 프로토콜 테스트(protocol test) : 내부 통신 프로토콜의 오류를 감지하기 위해 컴퓨터 구성요소로 데이터를 전송하는 고장/오류 제어 기술

어. 예약 전송(scheduled transmission) : 특정 신호전송기(transmitter)의 정보가 미리 정의된 시점과 순서에 의해서만 전송되도록 허용되거나, 그렇지 않으면 수신자가 통신 오류로 취급하는 통신 절차

저. 중복 전송(transfer redundancy) : 데이터가 연속적으로 두 번 이상 전송된 후 비교되는 안전한 코드 형식

처. 수정된 체크섬(modified checksum) ; 메모리에 있는 모든 워드의 내용을 나타내는 단일 워드가 생성 및 저장되는 고장/오류 제어 기술

비고 자가 테스트(self-test) 중에 체크섬은 동일한 알고리즘에서 형성되어 저장된 체크섬과 비교된다.

비고 이 기술은 모든 홀수 오류와 일부 짝수 오류를 인식한다.

커. 다중 체크섬(multiple checksum) : 테스트될 메모리 영역의 내용을 나타내는 별도의 워드가 생성 및 저장되는 고장/오류 제어 기술

비고 자가 테스트 중에 체크섬은 동일한 알고리즘에서 형성되며 해당 영역에 대해 저장된 체크섬과 비교된다.

비고 이 기술은 모든 홀수 오류와 일부 짝수 오류를 인식한다.

터. CRC - 단일 워드(CRC - single word) : 메모리의 내용을 나타내기 위해 하나의 워드가 생성되는 고장/오류 제어 기술

비고 자가 테스트(self-test) 중에 저장된 단어와 비교되는 다른 서명 단어를 생성하기 위해 동일한 알고리즘을 사용한다.

비고 이 기술은 모든 단일 비트 및 높은 확률로 멀티비트 오류를 인식한다.

퍼. 정적 메모리 시험(static memory test) : 정적 오류만 감지하는 고장/오류 제어 기술

허. 다중 비트 리던던시가 있는 워드 보호(word protection with multi-bit redundancy) : 테스트 대상 메모리 영역의 각 워드에 대해 중복 비트가 생성되어 저장되는 고장/오류 제어 기술

비고 각 워드를 읽으면서 패리티 점검을 실시한다.

비고 예를 들면 해밍 코드가 하나 및 두 개의 비트 오류뿐 아니라 일부 3비트 및 다중 비트 오류를 모두 인식한다.

고. 단일 비트 리던던시가 있는 워드 보호(word protection with single bit redundancy) : 테스트 대상 메모리 영역의 각 단어에 단일 비트를 추가하고 저장하여 짝수 패리티 또는 홀수 패리티를 생성하는 고장/오류 제어 기술

비고 각 워드를 읽으면서 패리티 점검을 실시한다.

비고 이 기술은 모든 홀수 비트 오류를 인식한다.

D.4 제출문서

가. 배터리 관리 시스템의 안전개념을 제출해야 한다. 안전개념은 다음의 내용을 포함해야 한다.

- 안전 아키텍처 상에서 제어흐름 및 데이터 흐름을 고려하여 안전기능 및 안전메커니즘의 동작 방식
- 안전상태
- 결함허용시간 간격
- 소프트웨어 구조에 대한 문서

나. 시스템 아키텍처를 대상으로 안전분석을 실시하고 안전분석 보고서를 제출해야 한다. 안전분석 보고서는 다음의 내용을 포함해야 한다.

- 시스템 아키텍처 상의 구성요소의 고장 모드가 식별
- 시스템 아키텍처 상의 구성요소의 고장 모드의 영향 분석
- 시스템 아키텍처 상의 구성요소의 고장 모드의 대응 방안 (안전메커니즘)

비고 안전분석 방법은 연역적, 귀납적 방식의 안전분석 방식이 사용될 수 있다.

다. 안전개념에서 식별된 안전기능 및 안전메커니즘 시험 보고서를 제출해야 한다. 시험 보고서는 다음의 내용을 포함해야 한다.

- 안전기능 및 안전메커니즘의 정상동작을 확인하기 위한 테스트 케이스
- 테스트 환경
- 테스트 케이스를 실행한 결과

D.5 기술기준

가. 안전개념

안전개념이란, 시스템 수준에서 구현되어야 하는 안전기능과 안전메커니즘이 시스템 아키텍처상에서 어떻게 구현되고, 어떻게 동작하는지에 대한 설계 사양으로 이해 될 수 있으며, 이러한 안전기능과 안전메커니즘에 대한 설계 사양은 시스템 아키텍처에 의해 표현 될 때, 그 정확한 의미가 이해 될 수 있다.

- 1) ESS BMS(Battery Management System) 제어기 내에 최소한 다음의 안전기능이 설계되어야 한다.
 - 고전압 검출 기능 : 셀의 충전 제한범위에 대한 모니터링 및 제어 기능
 - 과전류 검출 기능 : 셀의 최대 충전전류 제한범위에 대한 모니터링 및 제어 기능
 - 과열 검출 기능 : 셀 및 배터리의 온도 제한범위에 대한 모니터링 및 제어 기능
- 2) 안전기능은 본질적으로 페일 세이프가 되도록 설계 되어야 한다. 이를 위해 안전상태가 정의되어야 한다.
- 3) 안전개념은 제어기의 안전 아키텍처를 식별하고 소프트웨어와 하드웨어의 제어흐름, 데이터흐름, 타이밍을 고려하여 구조적인 설계가 되어야 한다.
- 4) 안전기능의 반응 시간은 관련 결함 허용 시간간격보다 같거나 작아야 한다.

5) 안전 아키텍처

안전개념은 시스템 아키텍처에 의해서 구체화되기 때문에, 시스템 아키텍처가 갖추어야 하는 속성에 대한 이해가 매우 중요하다

비고 시스템 아키텍처 설계서의 속성

- 시스템 설계에 대한 개요
- 시스템 구성요소간의 상호 연관성
- 시스템 구성요소와 소프트웨어간의 관련성
- 각 시스템 구성요소에 대한 설계 사양
- 시스템 구성요소와 시스템 요구사항간의 매핑 관계
- 시스템 구성요소의 동작 모드
- 시스템 구성요소간의 의존성
- 시스템 및 시스템 컴포넌트의 동적 기능

위 속성은 시스템 아키텍처관점에서 크게 3개의 분류로 나뉠 수 있다. 첫 번째는 시스템 아키텍처를 구성하는 구성요소이고, 두 번째는 각 구성요소간의 상호 연관성이며, 마지막으로 시스템 구성요소와 각 구성요소간의 상호 연관성을 통해 구현되는 시스템 수준의 기능이다. 즉, 안전개념을 설계하기 위해서는 최소한 위의 3가지 요소가 적절하게 표현된 시스템 아키텍처에 대한 구상이 우선적으로 요구 된다.

예제 안전 아키텍처는 하드웨어 관점에서 다음의 구성요소와 인터페이스가 식별될 수 있다.

- 전원부

- 센서부
- 하네스 및 커넥터
- 프로세싱 유닛
- 메모리 (RAM, ROM)
- 클럭
- 액추에이터

가) 안전기능은 다음 중 하나의 구조를 가져야 한다. 하기 구조보다 더 높은 수준의 무결성을 가지는 구조를 가질 수 있다.

- 기능 시험되고 있는 단일채널
- 주기적 자가 시험되고 있는 단일 채널
- 비교 없는 이중화 채널

비교 더 높은 수준의 무결성을 가지는 구조

- 주기적인 자가 시험 및 모니터링 되고 있는 단일 채널
- 비교가 있는 이중화 채널
- 비교가 있고 다양성을 가지는 이중 채널

나) 이런 구조는 안전메커니즘은 안전기능과의 독립적인 동작을 보장해야 한다. 즉, 안전기능과 안전메커니즘 사이의 의존고장이 없어야 한다.

비교 시스템 설계는 독립성의 확보 및 고장의 전파를 방지하기 위해 기능 및 시스템 컴포넌트에 대한 분할(Partitioning) 기법을 적용 할 수 있으며, 시스템 설계는 적용된 분할 기법에 부합해야 한다.

안전개념을 통해 구현하고자 하는 대상은 주로 안전메커니즘으로, 안전메커니즘은 안전과 관련된 결함을 검출하고 해당 결함 또는 결함에 따른 영향을 제어함으로써, 발생 할 수 있는 안전 관련 리스크를 특정 수준 이하로 낮추는데 목적이 있다. 이러한 안전메커니즘을 무력화 할 수 있는 요소를 안전개념 설계 단계에서 미리 분석하고, 설계 사양을 결정하는 것은 매우 중요하다. 안전메커니즘을 무력화 시킬 수 있는 공통 원인 고장 및 연계 고장의 주요 원인 중, 설계 관련 사항은 아래의 5가지로 분류 될 수 있다.

표 3-공통원인 고장 및 연계 고장의 주요 원인

번호	이름	공통원인 고장 및 연계 고장의 주요 원인
1	공유 입력	여러 개의 시스템 기능 및 시스템 구성요소에서 사용하는 공유 입력
2	내부 상호 작용	시스템 내부의 기능 또는 구성요소간의 통신, 정보교환, 제어와 같은 상호 작용 (예, 안전 기능 수행에 필요한 정보를 비 안전 관련 기능으로부터 수신함)
3	공유 자원	시스템의 내부 기능 및 구성요소간에 공유하는 자원 (예, 안전 기능이 사용하는 메모리 영역이 비 안전 기능에 의해 침범됨)
4	동일 시스템	동일한 시스템 구성요소 (즉, 동일한 시스템 구성요소가 복수 개로

	구성요소	사용되는 경우, 해당 시스템 구성요소의 결함은 동일한 타 시스템 구성요소에서도 발생 할 수 있음)
5	환경적 영향	전/자기적 간섭과 같은 환경적인 요인

6) 하드웨어 우발고장 제어

가) 안전기능의 무결성을 확보하기 위해 하드웨어 우발 고장(Random Hardware Failure)을 고려하여 안전메커니즘이 설계되어야 한다. 최소한 표 1에 식별된 안전관련 데이터 및 구성요소의 결함/오류를 해결하기 위한 조치를 제공해야 한다.

나) 단일 결함으로 안전기능의 동작을 위협하는 경우, 안전관련된 출력은 안전상태를 유지하도록 동작해야 한다.

다) 안전메커니즘의 반응 시간은 관련 결함 허용 시간간격보다 같거나 작아야 한다.

표 4-결함/오류를 해결하기 위한 조치

구성요소		고장/에러	안전메커니즘의 예
주	부		
CPU	레지스터	끼임(Stuck at)	기능 시험되고 있는 단일채널
			주기적 자가 시험되고 있는 단일 채널
			정적 메모리 시험
			단일 비트 리던던시가 있는 워드 보호
	프로그램 카운터	끼임(Stuck at)	기능 시험되고 있는 단일채널
			주기적 자가 시험되고 있는 단일 채널
			프로그램 시퀀스의 타임 슬롯 모니터링
			프로그램 시퀀스의 논리적 모니터링
			주기적인 자가 시험 및 모니터링 되고 있는 단일 채널
인터럽트 처리 및 실행		인터럽트 미실행 또는 빈번한 인터럽트 실행	기능 시험되고 있는 단일채널 프로그램 시퀀스의 타임 슬롯 모니터링
클럭		잘못된 주파수(쿼츠 동기식 클럭의 경우: 고조파/하모닉만 해당)	주파수 모니터링 프로그램 시퀀스의 타임 슬롯 모니터링
메모리	변경할 수 없는 메모리	단일 비트 고장	수정된 체크섬
			다중 체크섬
			단일 비트 리던던시가 있는 워드 보호
	변경 가능한 메모리	DC 고장	정적 메모리 시험 단일 비트 리던던시가 있는 워드 보호

구성요소		고장/에러	안전메커니즘의 예
주	부		
	주소 지정(변경 가능한 메모리 및 변경할 수 없는 메모리와 관련)	끼임(Stuck at)	단일 비트 리던던시가 있는 워드 보호
내부 데이터 경로	데이터	끼임(Stuck at)	단일 비트 리던던시가 있는 워드 보호
	주소	잘못된 주소	단일 비트 리던던시가 있는 워드 보호
외부 통신	데이터	해밍 거리 3	다중 비트 리던던시가 있는 워드 보호
			CRC - 단일 워드
			중복 전송
			프로토콜 테스트
	주소	잘못된 주소	다중 비트 리던던시가 있는 워드 보호
			CRC - 단일 워드
중복 전송			
타이밍	잘못된 시점	프로그램 시퀀스의 타임 슬롯 모니터링	
		예약 전송	
	잘못된 순서	프로그램 시퀀스의 논리적 모니터링	
		프로그램 시퀀스의 타임 슬롯 모니터링	
입/출력 주변장치	디지털 I/O	고장	타당성 확인
	아날로그 I/O -A/D및D/A컨버터	고장	타당성 확인
	아날로그 I/O - 아날로그 멀티플렉서	잘못된 주소	타당성 확인
ASIC, GAL, Gate array등의 커스텀 칩		정적 및 동적 기능 사양을 벗어난 모든 출력	주기적 자가 시험되고 있는 단일 채널

나. 안전분석

- 1)시스템 아키텍처에 대한 안전분석이 수행되어야 한다. 안전분석은 다음의 정보를 제공해야 한다.
- 고장의 원인과 결함의 영향에 대한 식별
 - 안전과 관련된 구성요소 및 인터페이스의 식별
 - 안전메커니즘의 효과성 근거 제시를 통한 안전기능의 무결성 확보에 대한 증거
 - 안전기능과 안전메커니즘 간의 독립성에 대한 증거

2) 안전분석은 귀납적 또는 연역적인 방법으로 수행될 수 있다.

비고 귀납적인 방법에는 FMEA, ETA 등이 있고 연역적인 방법에는 FTA, RBD 등이 있다.

3) 안전분석은 정성적 또는 정량적으로 수행될 수 있다.

다. 오류주입 시험

1) 안전기능의 기능시험은 8.2절에 따라 수행되어야 한다.

2) 안전메커니즘의 정확한 구현이 오류주입시험을 통해 검증되어야 한다.

3) 안전메커니즘의 구현 시험을 위해 다음의 방법을 고려하여 테스트 케이스가 생성되어야 한다.

- 안전메커니즘 사양 분석
- 내외부 인터페이스 사양 분석
- 동등분할 분석
- 경계값 분석
- 기능의 의존성
- 조건, 순서, 의존고장의 원인 분석

4) 안전메커니즘이 프로세싱 유닛 내부의 안전메커니즘에 의존하는 경우, 칩 제조사에서 제공하는 사양 정보로 대체할 수 있다.

5) 결함 허용 시간간격이 평가되어야 한다.

라. 원격 작동 제어 기능

1) 원격 작동 제어가 이루어지는 경우, 장치 사이의 데이터 교환은 안전 기능의 무결성을 훼손하지 않아야 한다.

2) 원격 작동 제어 기능 작동 중의 경우, 사이클 종료 시 자동 끄기가 실현되거나 시스템이 영구 작동을 위해 설계되지 않는 한, 켜기 전에 작동 시간 또는 한계를 설정해야 한다.

3) 안전관련 데이터에는 운영 데이터, 설정 데이터, 소프트웨어 모듈 등이 있을 수 있다. 안전 관련 데이터는 다음의 고장모드에 대응하여 전송되어야 한다.

- 데이터 손상
- 어드레스 손상
- 잘못된 타이밍 또는 시퀀스

비고 외부 통신과 관련하여 다음의 내용들이 고려되어야 한다.

- 원본 메시지에서의 데이터 삭제
- 원본 메시지에 데이터 삽입;
- 원본 메시지 데이터 손상

- 원본 메시지의 데이터 순서 변경
- 인증되지 않은 메시지를 실제 메시지처럼 보이게 함.
- 불완전한 주소;
- 원본 메시지 주소 손상
- 주소가 잘못됨;
- 주소 추가
- 메시지를 두 번 이상 수신;
- 메시지 전송 또는 수신 지연;
- 잘못된 송신/수신 순서

참고 추가적인 조치 예는 표 5에 제시되어 있다.

모든 종류의 안전기능 관련 데이터 교환시스템에 대한 접근은 분명히 제한되어야 한다.

제어 기능에 대한 무단 액세스가 불가능하도록 하기 위해 적절한 하드웨어/소프트웨어 조치를 취한 경우, 작동 데이터와 관련된 안전 기능의 경우, 구성 파라미터 및/또는 소프트웨어 모듈을 통신을 통해 전송할 수 있다.

암호 또는 암호 기법은 적절한 조치로 간주되지만, 다른 기법은 허용될 수 있으며, 그 예는 표 5에 제시되어 있다.

표 5-무단 액세스 및 전송 고장 모드에 대한 방어 예제

	시퀀스 번호	타임 스탬프	타임아웃	피드백 메시지	소스대상 식별자	식별절차	안전코드	암호기술
메시지 반복	x	x						
메시지의 데이터 삭제	x							
메시지에 데이터 삽입	x			x	x	x		
메시지 순서 변경	x	x						
메시지의 손상된 데이터							x	x
메시지 보내기/받기 지연		x	x					
가짜로, 비양심적인 메시지를 진짜 메시지로 보이게 함				x		x		x

참고문헌

- [1] KS C IEC 60050-482:2004, 국제 전기용어 - 제482부: 1차 및 2차 단전지와 전지
- [2] KS C IEC 60730-1:2013, 가정용 및 이와 유사한 자동 제어 장치 - 제1부: 일반 요구 사항
- [3] KS A IEC 60812, 고장 모드 및 영향 분석 절차(FMEA)
- [4] KS A IEC 61025, 결함 나무 분석(FTA)
- [5] KS C IEC 61434, 알칼리 및 비산성 전해액계 이차전지의 전류표시법
- [6] KS C IEC 61508(모든 부), 전기/전자/프로그램 가능한 전자장치 안전관련 시스템의 기능 안전성
- [7] KS C IEC 61511-1, 프로세스 산업을 위한 계측제어시스템의 기능안전 - 제1부: 일반구조, 시스템 소프트웨어 정의 및 하드웨어요구사항
- [8] KS C IEC 61513, 원자력발전소 - 안전에 중요한 계측제어 - 계통 일반요건
- [9] KS C IEC 61960, 휴대기기용 리튬 2차전지
- [10] IEC 62061, Safety of Machinery—Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems
- [11] KS C IEC 62660(모든부), 전기 자동차용 리튬 이차전지셀
- [12] KS C IEC 62281, 리튬 전지의 운송을 위한 안전성 기준
- [13] KS Q ISO 9001:2015, 품질경영시스템 - 요구사항

해설 1 전기용품안전기준의 한국산업표준과 단일화의 취지

1. 개요

이 기준은 전기용품안전관리법에 따른 안전관리대상 전기제품의 안전관리를 수행함에 있어 국가표준인 한국산업표준(KS)을 최대한 인용하여 단일화한 전기용품안전기준이다.

2. 배경 및 목적

전기용품안전관리법에 따른 안전관리대상 전기제품의 인증을 위한 시험의 기준은 2000년부터 국제표준을 기반으로 안전성 규격을 도입·인용하여 운영해 왔으며 또한 한국산업표준도 2000년부터 국제표준에 바탕을 두고 있으므로 규격의 내용은 양자가 거의 동일하다.

따라서 전기용품안전관리법에 따른 안전기준과 한국산업표준의 중복인증이 발생하였으며, 기준의 단일화가 필요하게 되었다.

전기용품 안전인증기준의 단일화는 기업의 인증대상제품의 인증시 시간과 비용을 줄이기 위한 목적이며, 국가표준인 한국산업표준과 IEC 국제표준을 기반으로 단일화를 추진이 필요하다.

또한 전기용품 안전인증기준을 한국산업표준을 기반으로 단일화 함으로써 한국산업표준의 위상을 강화하고, 우리나라 각 부처별로 시행하는 법률에 근거한 각 인증의 기준을 국제표준에 근거한 한국산업표준으로 일원화할 수 있도록 범부처 모범사례가 되도록 하였다.

3. 단일화 방향

전기용품안전관리법에서 적용하기 위한 안전기준을 동일한 한국산업표준으로 간단히 전기용품안전기준으로 채택하면 되겠지만, 전기용품안전기준은 그간의 전기용품 안전관리제도를 운용해 오면서 국내기업의 여건에 맞추어 시험항목, 시험방법 및 기준을 여러번의 개정을 통해 변경함으로써 한국산업표준과의 차이를 보이게 되었다.

한국산업표준과 전기용품안전기준의 단일화 방향을 두 기준 모두 국제표준에 바탕을 두고 있으므로 전기용품안전기준에서 한국산업표준과 중복되는 부분은 그 내용을 그대로 인용하는 방식으로 구성하고자 한다.

안전기준에서 그간의 전기용품 안전관리제도를 운용해 오면서 개정된 시험항목과 시험방법, 변경된 기준은 별도의 항을 추가하도록 하였다.

한국산업표준과 전기용품안전기준을 비교하여 한국산업표준의 최신판일 경우는 한국산업표준의 내용을 기준으로 전기용품안전기준의 내용을 개정기로 하며, 이 경우 전기용품안전기준의 구판은 병행 적용함으로써 그간의 인증받은 제품들이 개정기준에 맞추어 개선할 시간적 여유를 줌으로써 기업의 혼란을 방지하고자 한다.

그리고 국제표준이 개정되어 판번이 변경되었을 경우는 그 최신판을 한국산업표준으로 개정 요청을 하고 그리고 전기용품안전기준으로 그 내용을 채택함으로써 전기용품안전기준을 국제표준에 신속하게 대응하고자 한다.

그리고 전기용품안전기준에서만 규정되어 있는 고유기준은 한국산업표준에도 제정요청하고, 아울러 필요시 국제표준에도 제안하여 우리기술을 국제표준에 반영하고자 한다.

4. 향후

한국산업표준과 전기용품안전기준의 중복시험 항목을 없애고 단일화 함으로써 표준과 기준의 이원화에 따른 중복인증의 기업부담을 경감시키고, KS표준의 위상을 강화하고자 한다.

아울러 우리나라 각 부처별로 시행하는 법률에 근거한 각 인증의 기준을 국제표준에 근거한 한국산업표준으로 일원화할 수 있도록 범부처 모범사례가 되도록 한다.

또한 국제인증기구(IEC)는 국제표준 인증체계를 확대하는 추세에 있으며, 표준을 활용하여 자국 기업의 경쟁력을 강화하는 추세에 있다. 이에 대응하여 국가표준과 안전기준이 국제표준에 신속히 대응함으로써 우리나라의 수출기업이 인증에 애로사항을 감소하도록 한다.

해설 2 전기용품안전기준의 추가대체항목 해설

이 해설은 전기용품안전기준으로 한국산업표준을 채택함에 있어 추가대체하는 항목을 적용하는 데 이해를 돕고자 주요사항을 기술한 것으로 규격의 일부가 아니며, 참고자료 또는 보충자료로만 사용된다.

심 의 :

구 분	성 명	근 무 처	직 위
(위 원 장)			
(위 원)			

(간 사)

원안작성협력 :

구 분	성 명	근 무 처	직 위
(연구책임자)			
(참여연구원)			

전기용품안전기준의 열람은 국가기술표준원 홈페이지(<http://www.kats.go.kr>), 및 제품안전정보센터(<http://www.safety.korea.kr>)를 이용하여 주시고, 이 전기용품안전기준에 대한 의견 또는 질문은 산업통상자원부 국가기술표준원 제품안전정책국 전기통신제품안전과(☎ 043-870-5441~9)으로 연락하여 주십시오.

이 안전기준은 전기용품안전관리법 제3조의 규정에 따라 매 5년마다 안전기준전문위원회에서 심의되어 제정, 개정 또는 폐지됩니다.

KC 62619 : 2019-10-21

**Secondary cells and batteries containing
alkaline or other non-acid electrolytes
- Safety requirements for secondary Lithium
cells and batteries, for use in industrial
applications**

ICS 29.220.30

Korean Agency for Technology and Standards
<http://www.kats.go.kr>



산업통상자원부 국가기술표준원

Korean Agency for Technology and Standards

Ministry of Trade, Industry & Energy

주소 : (우) 369-811 충북 음성군 맹동면 이수로 93

TEL : 043-870-5441~9 <http://www.kats.go.kr>

