SPSPSPSPS
SPSPSPSP
SPSPSPS
SPSPSP
SPSPS
SPSP
SPS

SPS-C KBIA-10304-02-7386

SPS

-

배터리에너지저장장치용 흐름 전지 시스템 – 성능 및 안전 요구사항

SPS-C KBIA-10304-02-7386

한 국 전 지 산 업 협 회

2020년 1월 21일 제정

http://www.batteryenergy.org

심의위원: 한국전지산업협회 단체표준 심사위원회

	성 명	근 무 처	직 위
(대표전문위원)	안 상 용	이비씨코리아	기 술 이 사
(위 원)	남 대 호	LG화학	팀 장
(위 원)	오 성 환	에이코	대 표 이 사
(위 원)	김 효 석	SK 이노베이션	부 장
(위 원)	남 경 완	동국대학교	교 수
(위 원)	전 현 종	KEICO	수 석
(위 원)	이 명 훈	한국화학융합시험연구원	책 임
(위 원)	송 준 호	전자부품연구원	책 임
(간 사)	김 유 탁	한국전지산업협회	팀 장

원안작성협력: 한국전지산업협회 흐름 전지 W.G

	성 명	근 무 처	직 위
(연구책임자)	신 경 희	한국에너지기술연구원	책 임
(위 원)	강 태 혁	롯데케미칼	연 구 위 원
(위 원)	노 희 숙	에너지와공조	연 구 소 장
(위 원)	허 지 향	에이치투	이 사
(위 원)	이 건 우	코리드에너지	주 임
(위 원)	김 영 권	전자부품연구원	책 임
(위 원)	최 일 범	스탠다드에너지	팀 장
(간 사)	조 민 영	한국전지산업협회	책 임

표준열람 : 한국전지산업협회 (http://www.k-bia.or.kr)

제 정 자 : 한국전지산업협회
제 정 : 2020년 1월 21일
심 의 : 2020년 1월 21일
원안작성협력 : 한국전지산업협회 흐름 전지 W.G

이 표준에 대한 의견 또는 질문은 한국전지산업협회(☎ 02-3461-9409)로 연락하거나 웹사이트를 이용하여 주십시오(http://www.batteryenrgy.org).

목 차

머 리 말 ii

1 적용범위 1

2 인용표준 1

3 용어와 정의 1

4 구조 및 정보 제공 5
4.1 모듈의 구조 5
4.2 흐름 전지 시스템의 구조 5
4.3 정보 제공 6

5 성능 6
5.1 에너지 용량 6
5.2 에너지 효율 6
5.3 사이클 수명 6
5.4 최대 에너지 용량 7
5.5 최대 출력 7

6 안전성 7
6.1 절연저항 7
6.2 외부단락 7
6.3 열노출 7
6.4 전해질 누출 7
6.5 비상정지 8
6.6 외부단락 제어 기능 8
6.7 과충전 제어 기능 8
6.8 과방전 제어 기능 8
6.9 과전류 제어 기능 8
6.10 과열 제어 기능 8
6.11 고압 차단 기능 8
6.12 누출 차단 기능 9

7 시험대상 및 요구사항 9

8 시험 방법 11
8.1 시험 조건 11
8.2 성능 시험 방법 12
8.3 안전성 시험 방법 15

9 검사 및 샘플링 19

10 표시 사항 19

부속서 A 20

해 설 21

머 리 말

이 표준은 산업표준화법을 근거로 단체표준심사위원회의 심의를 거쳐 제정한 한국전지산업협회 단체표준이다.

이 표준은 저작권법에 의해서 보호 대상이 되고 있는 저작물이다.

이 표준의 일부가 기술적 성질을 가진 특허권, 출원공개 후의 특허출원, 실용신안권 또는 출원공개 후의 실용신안등록출원에 저촉될 가능성이 있다는 것에 주의를 환기한다. 한국전지산업협회장 및 단체표준심의회는 이러한 기술적 성질을 가진 특허권, 출원공개 후의 특허출원, 실용신안권 또는 출원공개 후의 실용신안등록출원에 관계되는 확인에 대하여 책임을 지지 않는다.

한국전지산업협회 단체표준

SPS-C KBIA-10304-02-7386

배터리에너지저장장치용 흐름 전지 시스템 – 성능 및 안전 요구사항

Flow battery system for
battery energy storage systems
— performance and safety requirements

1 적용범위

이 표준은 에너지저장장치용 직류 1 500 V 미만의 흐름 전지 스택, 모듈 및 흐름 전지 시스템의 성능과 안전성 시험방법과 요구사항에 대해 규정한다.

이 표준의 시험절차와 조건은 배터리에너지저장장치의 설계를 위해 사용되는 스택, 모듈 및 흐름 전지 시스템의 성능 및 안전성 시험을 수행해야 하며, 만약 해당되는 시험항목에 유사한 구조의 단위로 시험을 하고자 한다면, 제조자는 객관적이고 합리적인 입증자료를 제시하여야 한다.

본 표준의 적용 대상인 모듈 및 흐름 전지 시스템의 구성도는 아래와 같다. 모듈은 하나 이상의 스택에 배관 시스템, 전지관리장치(BMS), 에너지 저장 유체 등이 결합되어 구성된 독립운전이 가능한 최소단위이다. 하나 이상의 모듈이 전기적으로 직렬 또는 병렬 연결된 것이 흐름 전지 시스템이다.

2 인용표준

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 8547, 에너지 저장 장치용 레독스 흐름 전지 – 성능 및 안전성 시험방법
KS C IEC 62619, 알칼리 또는 기타 비산성 전해질을 포함하는 이차 단전지 및 전지 – 산업용 리튬 이차 단전지 및 전지의 안전 요구사항
SPS-C KBIA-10304-01-7311, 에너지저장장치용 레독스 흐름 전지 용어
SPS-C KBIA-10104-03-7312, 배터리에너지저장장치용 리튬 이차 전지시스템 – 성능 및 안전 요구사항
KS Q 1003:2014, 랜덤샘플링 방법

3 용어와 정의

3.1
흐름 전지 셀(flow battery cell)
분리막을 중심으로 음극과 양극 전극이 위치하며, 단위 셀과 단위 셀을 분리판으로 연결된 전기화학

적 반응의 최소 단위

3.2
스택(stack)
적층되어 하나의 연결된 형태로 조립된 흐름 전지 셀의 그룹

비고 1 일반적으로 2개 이상의 셀이 전기적으로 직렬로 구성될 수 있다.
비고 2 체결판을 포함하거나 또는 일체형으로 구성될 수 있다.

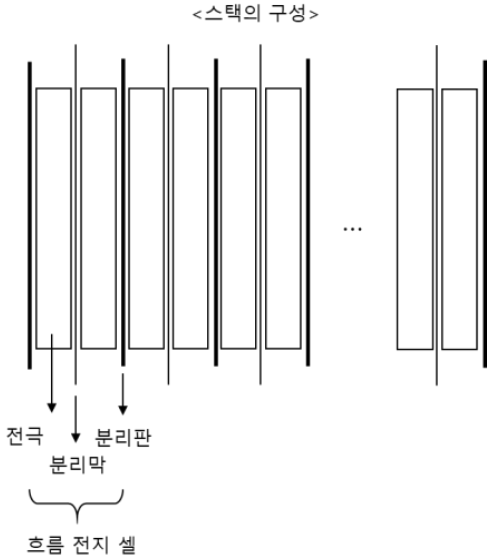

그림 1 스택의 구성도

3.3
모듈(module)
하나 이상의 스택에 전지 관리 장치(BMS), 탱크, 펌프, 배관 시스템 및 에너지 저장 유체 등이 결합되어 구성된 독립 운전이 가능한 최소 단위

비고 1 하나 또는 그 이상의 스택들이 직렬 또는 병렬로 구성될 수 있다.
비고 2 전해질 탱크로부터 펌프를 이용하여 전해질이 이동하게 되는 독립된 배관 시스템으로 각종 밸브, 센서, 열 교환기 등으로 구성되며, BMS와 전장 부품(전원공급기, 배전반, 컨택터 등)을 포함한다.

3.4
흐름 전지 시스템(flow battery system)
전기적으로 직렬 또는 병렬 연결된 하나 이상의 모듈이 반복된 형태로 구성된 그룹

비고 1 흐름 전지 시스템 내 포함된 모듈은 모두 동일한 설계와 디자인을 가져야 한다.
비고 2 흐름 전지 시스템은 하나의 모듈로 구성될 수도 있다.

3.5
보조기기(balance of plant)
BOP
전체 시스템의 일부로 전력원 또는 특정 장소의 요구사항에 따른 보조 부품

비고 일반적으로 스택을 제외한 구동을 위한 부품(펌프, BMS, 밸브 액추에이터)을 보조기기라고 한다.

3.6
전지 정격 에너지 용량(battery rated energy capacity)
정격 출력으로 흐름 전지 시스템을 방전할 때 외부 부하에 사용할 수 있는 에너지 총량(Wh)

3.7
전지 순 에너지 용량(battery net energy capacity)
정격 방전 에너지 총량에서 방전되는 동안 보조기기(BOP)에서 사용되는 에너지량을 차감한 에너지 용량(Wh)

3.8
전지 순 에너지 효율(battery net energy efficiency)
전지를 정격 출력으로 방전하는 충전/방전 사이클에서 보조기기(BOP)에서 사용되는 에너지량을 가감한 방전된 에너지 총량(Wh) 대비 충전된 에너지 총량(Wh)의 백분율

3.9
전지 정격 에너지 효율(battery rated energy efficiency)
전지를 정격 출력으로 방전하는 충전/방전 사이클에서 방전된 에너지 총량(Wh) 대비 충전된 에너지 총량(Wh)의 백분율

3.10
정격 입력 전력(rated input power)
제조자가 제시한 운용 조건 하에서 작동하도록 설계된 입력 전력

비고 정격 입력 전력은 보통 와트(W)로 표현된다.

3.11
정격 출력 전력(rated output power)
제조자가 제시한 운용 조건 하에서 작동하도록 설계된 출력 전력

비고 정격 출력 전력은 보통 와트(W)로 표현된다.

3.12
정격 에너지(rated energy)
완전 충전된 흐름 전지 시스템을 연속적인 직류(DC)로 규정된 조건에서 완전 방전 시 제조자에 의해 제시된 에너지 양

비고 정격 에너지는 보통 와트·아워(Wh)로 표현된다.

3.13
보조 에너지(auxiliary energy)
흐름 전지 시스템의 모든 설비 및 구성요소에 의해 소비된 에너지

비고 설비 및 구성요소는 펌프, 밸브 및 BMS를 포함하며, 이에 국한되지 않는다.

3.14
사이클 수명(cycle life)
충전/방전 사이클에서 매 사이클 정격 출력으로 방전하여 초기 에너지 용량 대비 일정 수준 이상을 유지할 수 있는 사이클 수

3.15
충전 상태(state of charge)
SOC
에너지 용량 대비의 백분율로 표현되는 스택/모듈/흐름 전지 시스템의 가용 에너지 용량

비고 충전 용량의 백분율로 나타내며, 방전용량의 백분율인 방전심도(DOD, depth of discharge)의 반대 표현이지만(1-SOC=DOD), 일반적으로 전지의 사용 가능한 용량을 나타낸다.

3.16
입력 전력(input power)
충전 동안 흐름 전지 시스템으로 공급되는 전력

3.17
출력 전력(output power)
방전 동안 흐름 전지 시스템에 의해 공급되는 전력

3.18
음극 단자(negative terminal)
흐름 전지 시스템의 음극을 외부 전기 회로로 연결하기 위한 도전부

3.19
양극 단자(positive terminal)
흐름 전지 시스템의 양극을 외부 전기 회로로 연결하기 위한 도전부

3.20
전해질 누출(electrolyte leakage)
스택 또는 보조기기(BOP)로부터 액체 상태의 전해질이 의도치 않게 새어 나와 외부에 노출되는 현상

3.21
전지 관리 장치(battery management system)
BMS
각종 센서를 통하여 전류, 전압, 전해질 수위, 전해질 유량 등 전지 운영에 필요한 정보를 모니터링하고, 펌프, 밸브 등의 흐름 전지 시스템 주요 부품의 제어를 통하여 전지의 충전 및 방전을 관리하는 장치

3.22
개폐기(switchgear)
기계식 개폐 장치로 정상적인 회로 조건하에서 통전 및 차단할 뿐 아니라, 특정 시간에 전류를 통전시키고 단락과 같은 비정상적인 회로조건하에서는 전류를 차단하는 개폐 장치

3.23
에너지 저장 유체(energy storage fluid)
활물질을 포함하는 액체, 용약, 현탁액 또는 가스로 구성된 유체

3.24
유체 순환 시스템(fluid circulation system)
탱크, 배관, 수동 밸브, 전기 밸브, 펌프 및 센서와 같이 에너지 저장 유체를 저장하고 순환시키기 위한 구성요소 및 장비로 이루어진 시스템

3.25
상한 충전 전압(upper limit charging voltage)
전지의 안전에 영향을 주지 않는 범위 내에서 충전 가능한 최대 충전 전압 또는 충전을 종료하도록 규정한 전지전압

3.26
하한 방전 전압(lower limit charge voltage)
전지의 안전에 영향을 주지 않는 범위 내에서 방전 가능한 최대 방전 전압 또는 방전을 종료하도록 규정한 전지 전압

4 구조 및 정보 제공

4.1 모듈의 구조

모듈의 구조는 스택의 배열(직렬, 병렬)로 구분하며, 구조는 다음과 같다.

- 운반 및 조립을 쉽게 할 수 있도록 할 것
- 통상의 포장 및 운반에서 모듈이 손상을 받지 않는 구조 및 재질일 것
- 모듈의 설계 시 스택의 안전권고사항을 고려해야 하며, 모듈의 절연은 예상되는 전류, 전압, 온도, 압력, 고도 및 습도의 최대 값에 충분히 견디게 설계되어야 한다. 또한, 도체들 간에 충분한 공간거리 및 연면 거리를 유지해야 한다.
- 모듈의 절연 설계는 최종 흐름 전지 시스템을 고려해야 한다.

4.2 흐름 전지 시스템의 구조

흐름 전지 시스템은 다음의 구조를 가져야 한다.

- 운반 및 모듈 조립을 쉽게 할 수 있도록 해야 한다.
- 비금속성 배관은 위험 지역에서 사용되는 플라스틱이나 탄성 중합체 재료들은 전기적으로 전도성이 있거나 정전기가 축적되지 않도록 설계되어야 한다.
- 금속성 배관은 흐름 전지 시스템의 최대 작동 온도와 압력에 적합해야 하고, 수리 및 관리 동안 접촉하게 될 화학물질과 다른 재료들과 적합해야 한다.
- 외함은 사용 상태에서 내부에 기능상 지장이 되는 침수나 결로가 생기지 않는 구조여야 한다.
- 흐름 전지 시스템은 출력 단자와 전기적으로 절연되고 인체에 대하여 안전해야 한다.
- 흐름 전지 시스템의 외곽 재료는 불연 재료 또는 난연성 재료로 설계 되어야 한다.
- 화학적 안전성 관점에서 흐름 전지 시스템의 전해질은 탱크에 저장되고 배관 및 스택으로 이동하기 때문에 운전 시에 전해질 누출, 가스 발생 등에 대한 적절한 방지책이 포함되어야 한다.
- 대체 퓨즈, 센서나 유사 부품은 그들의 정격 또는 특정 규격에서 요구된 것 또는 설계 된 것과 동일 해야 한다.
- 흐름 전지 시스템은 비정상적인 상황을 감지하고, 비상 정지를 개시하기 위하여 적절한 보호 장치를 장착하고 있어야 한다. 보호 장치는 최소한 과전류, 과전압, 저전압, 과충전, 지락사고, 누출, 고온, 저온, 유체의 고압, 유체의 저압 및 제어 전원의 손실을 감지하도록 설계해야 한다.

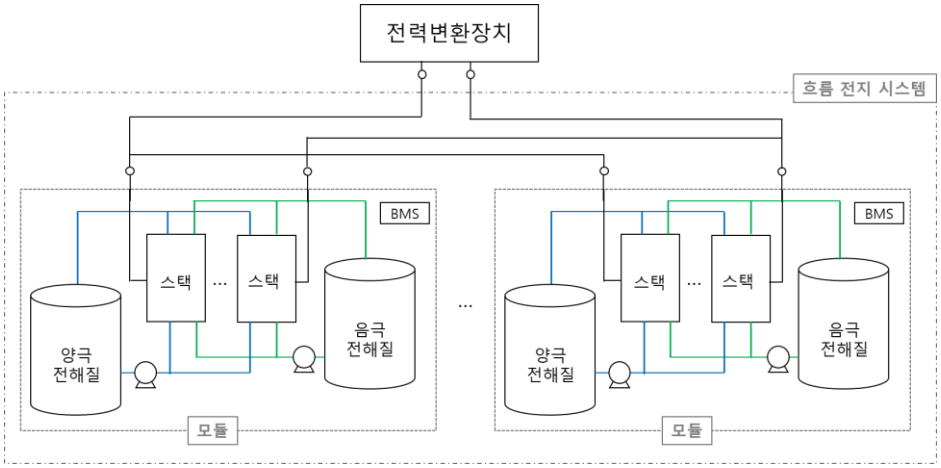

그림 2 모듈 및 흐름 전지 시스템의 구성도 예시

4.3 정보 제공

흐름 전지 시스템은 다음의 정보를 사양서에 포함해야 한다.

- 제조자는 흐름 전지 시스템에서 발생될 수 있는 누출 액체에 대해 액체에 노출되었을 때 취해져야 할 긴급 조치 및 개인 보호 장비에 대한 정보
- 환기는 자연적 환기 또는 구역의 강제 환기의 방법들 중 하나 또는 조합들로 제공
- 흐름 전지 시스템에 개입하는 동안 위험성을 줄이기 위하여, 모든 유체 배관에 흐름의 방향을 표시하는 화살표와 탱크 및 배관 위에 두 가지 색상으로 된 양극 유체와 음극 유체의 명칭을 정확하게 제공하여야 한다. 식별 표시로서, 양극은 “+” 표시 및 음극은 “-” 표시의 사용이 가능하다.
- 설치 시 주의사항 및 유지보수 관련 지침 정보와 권장 사양(전압, 전류, 출력, 에너지, 온도 등)을 제공하여야 한다.

5 성능

5.1 에너지 용량

이 시험의 목적은 에너지 용량을 검증하는 것이며, 모듈 또는 흐름 전지 시스템에 적용한다. **8.2.1**에 따라 시험하였을 때 에너지 용량 측정을 통해 얻어진 값은 제조자가 제시한 정격 에너지 용량 이상이어야 한다.

5.2 에너지 효율

이 시험의 목적은 충전과 방전 시의 에너지 용량 효율을 검증하는 것이며, 스택, 모듈 또는 흐름 전지 시스템에 적용한다. **8.2.2**에 따라 시험하였을 때 스택의 경우 제조자가 제시한 정격 에너지 효율 이상, 모듈 또는 흐름 전지 시스템의 경우 정격 순 에너지 효율은 75 % 이상이어야 한다.

5.3 사이클 수명

이 시험의 목적은 반복된 충전과 방전으로 인한 에너지 용량의 열화 정도를 확인하는 것이며, 모듈 또는 흐름 전지 시스템에 적용한다. **8.2.3**에 따라 시험하였을 때 100번째 사이클의 방전 에너지 용량이 1번째 사이클 방전 에너지 용량의 95 % 이상이어야 한다.

5.4 최대 에너지 용량

이 시험의 목적은 흐름 전지 시스템에서 발현할 수 있는 최대 에너지 용량을 확인하는 것이며, 모듈 또는 흐름 전지 시스템에 적용한다. **8.2.4**에 따라 시험하였을 때 최대 에너지 용량 측정을 통해 얻어진 값은 제조자가 제시한 최대 에너지 용량 이상이어야 한다.

5.5 최대 출력

이 시험의 목적은 지정된 SOC에 따른 흐름 전지 시스템의 최대 출력을 확인하는 것이며, 모듈 또는 흐름 전지 시스템에 적용한다. **8.2.5**에 따라 시험하였을 때, 각각의 SOC에서 최대 출력으로 방전이 10분 이상이어야 하며, 그 출력을 기록한다.

6 안전성

6.1 절연저항

이 시험의 목적은 흐름 전지 시스템의 능동 회로와 접지 또는 전기적 접지에 연결된 회로 사이의 절연 저항을 평가하는 것이며, 모듈 또는 흐름 전지 시스템에 적용한다. **8.3.1**에 따라 시험하였을 때 2회(양극과 음극)의 시험에서 1분 그리고 10분 후 절연저항 값이 모두 1 MΩ 이상이어야 한다.

6.2 외부단락

이 시험의 목적은 외부단락에 의한 스택의 변화를 평가하는 것이다. **8.3.2**에 따라 시험하였을 때 전해질 누출, 발화 및 폭발이 없어야 한다.

비고 1 본 시험에서의 시료는 지정된 흐름 전지 시스템에 설치되는 스택과 동일한 제품이어야 한다.
비고 2 스택에 연결된 부품은 시험 대상에서 제외한다. 단, 모듈이 1개의 스택으로 구성될 경우 모듈로 외부단락 시험을 할 수 있으며, 이 경우 연결된 부품도 전해질의 누출, 발화 및 폭발이 없어야 한다.

6.3 열노출

이 시험의 목적은 전해질 순환 시 고온과 저온의 열노출에 의한 스택이 견딜 수 있는 열 응력 정도를 평가하는 것이며, 본 시험에서의 시료는 지정된 흐름 전지 시스템에 설치되는 스택과 동일한 제품이어야 한다. **8.3.3**에 따라 시험하였을 때 스택의 외관상의 변형 및 순환 시 스택에서의 전해질 누출, 발화 및 폭발이 없어야 한다.

비고 1 본 시험에서의 시료는 지정된 흐름 전지 시스템에 설치되는 스택과 동일한 제품이어야 한다.
비고 2 스택에 연결된 부품은 시험 대상에서 제외한다. 단, 모듈이 1개의 스택으로 구성될 경우 모듈로 열노출 시험을 할 수 있으며, 이 경우 연결된 부품도 전해질의 누출, 발화 및 폭발이 없어야 한다.

6.4 전해질 누출

이 시험의 목적은 전해질 순환 시 최대 운전 압력 조건하에서 전해질의 누출 여부를 확인하는 것이며, 스택 및 모듈 또는 흐름 전지 시스템에 적용한다. **8.3.4**에 따라 시험하였을 때 전해질 누출, 발화 및 폭발이 없어야 한다.

6.5 비상정지

이 시험의 목적은 흐름 전지 시스템 운전 중 오작동 발생 시 수동으로 정지하는 기능적 설계 여부를 확인하는 것이며, 모듈 또는 흐름 전지 시스템에 적용한다. **8.3.5**에 따라 시험하였을 때 비상정지 버튼을 눌렀을 시 제조자가 제시한 안전 기능(시스템 정지 등)이 실행되어야 한다.

6.6 외부단락 제어 기능

이 시험의 목적은 흐름 전지 시스템의 '+' 및 '-' 단자가 연결되었을 때, 양 단자 사이에 전류가 흐르지 않도록 제조자가 설계한 외부단락제어 기능을 확인하는 것이며, 모듈 또는 흐름 전지 시스템에 적용한다. **8.3.6**에 따라 시험하였을 때 BMS, 퓨즈, 차단기 등 하나 이상의 안전장치가 외부단락을 감지하여 양 단자 사이에 흐르는 전류를 차단해야 하고, 전해질 누출, 발화 또는 폭발이 없어야 한다.

6.7 과충전 제어 기능

이 시험의 목적은 제조자가 제한하는 상한 충전 전압이나 SOC 상한에 도달할 경우, 더 이상 충전이 되지 않도록 제조자가 설계한 과충전 제어 기능을 확인하는 것이며 모듈 또는 흐름 전지 시스템에 적용한다. **8.3.7**에 따라 시험하였을 때 모듈 또는 흐름 전지 시스템은 상한 충전 조건(전압, 충전 용량 등)을 초과하지 않아야 한다. 초과할 경우 BMS, 퓨즈, 차단기 등 하나 이상의 안전장치에 의해 차단되어야 하고, 전해질 누출 및 발화나 폭발이 없어야 한다.

6.8 과방전 제어 기능

이 시험의 목적은 제조자가 제한하는 하한 방전 전압이나 SOC 하한에 도달할 경우, 더 이상 방전이 되지 않도록 제조자가 설계한 과방전 제어 기능을 확인하는 것이며, 모듈 또는 흐름 전지 시스템에 적용한다. **8.3.8**에 따라 시험하였을 때 모듈 또는 흐름 전지 시스템은 하한 방전 조건(전압, SOC 등)을 초과하지 않아야 한다. 초과할 경우 BMS, 퓨즈, 차단기 등 하나 이상의 안전장치에 의해 차단되어야 하고, 전해질 누출, 발화 및 폭발이 없어야 한다.

6.9 과전류 제어 기능

이 시험의 목적은 방전 중 제조자가 제한하는 전류를 초과할 경우 더 이상 방전이 되지 않도록 제조자가 설계한 과전류 제어 기능을 확인하는 것이며, 모듈 또는 흐름 전지 시스템에 적용한다. **8.3.9**에 따라 시험하였을 때 모듈 또는 흐름 전지 시스템은 최대 전류를 초과하지 않아야 한다. 초과할 경우 BMS, 퓨즈, 차단기 등 하나 이상의 안전장치에 의해 차단되어야 하고, 전해질 누출, 발화 및 폭발이 없어야 한다.

6.10 과열 제어 기능

모듈 또는 흐름 전지 시스템 운전 시, 전해질 온도 또는 모듈, 흐름 전지 시스템 내 주변온도가 제조자가 제시하는 상한 온도 범위를 벗어나는 경우 과열 제어 기능이 작동되어야 하며, 모듈 또는 흐름 전지 시스템에 적용한다. **8.3.10**에 따라 시험하였을 때 모듈 또는 흐름 전지 시스템은 제조자가 제시한 상한 온도를 초과하지 않아야 한다. 초과할 경우 BMS, 퓨즈, 차단기 등 하나 이상의 안전장치에 의해 차단되어야 하고, 전해질 누출, 발화 및 폭발이 없어야 한다.

6.11 고압 차단 기능

모듈 또는 흐름 전지 시스템 내 스택 또는 배관 등의 이상으로 인해 압력이 높아지는 경우 펌프의 동작이 정지될 수 있도록, 이를 감지하고 차단하는 기능이 작동되어야 한다.

제조자는 배관에 부착된 압력센서를 이용하거나 펌프의 부하를 측정하여 배관의 이상 압력을 감지하여야 하며. 최대압력의 105 %를 초과하는 경우 모듈 또는 흐름 전지 시스템은 이를 차단할 수 있는 장치를 가져야 한다. 단, 펌프 부하의 출력, 전류 또는 전압 중 측정 가능한 항목으로 시험 시 제조자 제시값이 최대압력의 105 % 조건에 동등하다는 산출근거 및 기준을 제시하여야 한다. **8.3.11**에 따라 시험하였을 때 모듈 또는 흐름 전지 시스템은 압력 상한을 초과하지 않아야 한다. 초과되는 값이 발생하는 경우, BMS, 퓨즈, 차단기 등 하나 이상의 안전장치에 의해 차단되어야 하고, 전해질 누출, 발화 및 폭발이 없어야 한다.

6.12 누출 차단 기능

예상치 못한 사고 등에 의해 전해질의 누출이 발생한 경우 이를 감지하고 펌프의 운전을 정지하여야 하며, **8.3.12**에 따라 시험하였을 때 모듈 또는 흐름 전지 시스템의 운전 중 누출이 감지되는 경우 BMS, 퓨즈, 차단기 등 하나 이상의 안전장치에 의해 차단되어야 한다. 전해질 누출, 발화 또는 폭발이 없어야 한다.

7 시험대상 및 요구사항

시험항목에 따른 시험대상과 요구사항은 표 1에 제시된 바에 따라 스택, 모듈, 흐름 전지 시스템으로 개별 수행하여 확인한다.

표 1 – 시험대상 및 요구사항

구분	시험방법	시험대상			요구사항
		스택[a]	모듈	흐름 전지 시스템[b]	
성능 시험	8.2.1 에너지 용량		O	O	정격 용량 이상이어야 한다.
	8.2.2 에너지 효율	O	O	O	스택 : 제조자 제시 정격 에너지 효율 이상 모듈 및 흐름전지시스템 : 정격 순 에너지 효율 75 % 이상
	8.2.3 사이클 수명		O	O	초기 사이클 방전 에너지 용량의 95 % 이상
	8.2.4 최대 에너지 용량		O	O	제조자 제시 최대 에너지 용량값 이상
	8.2.5 최대 출력		O	O	각각의 SOC에서 최대 출력으로 방전 10분 이상
안전성 시험	8.3.1 절연저항		O	O	1 MΩ 이상

	8.3.2 외부단락	O			누출, 발화, 폭발이 없어야 한다.
	8.3.3 열노출	O			누출, 발화, 폭발이 없어야 한다.
	8.3.4 전해질 누출	O	O	O	누출, 발화, 폭발이 없어야 한다.
	8.3.5 비상정지		O	O	기능 정상 작동
	8.3.6 외부단락 제어 기능		O	O	보호 기능이 작동하며 누출, 발화, 폭발이 없어야 한다.
	8.3.7 과충전 제어 기능		O	O	보호 기능이 작동하며 누출, 발화, 폭발이 없어야 한다.
	8.3.8 과방전 제어 기능		O	O	보호 기능이 작동하며 누출, 발화, 폭발이 없어야 한다.
	8.3.9 과전류 제어 기능		O	O	보호 기능이 작동하며 누출, 발화, 폭발이 없어야 한다.
	8.3.10 과열 제어 기능		O	O	보호 기능이 작동하며 누출, 발화, 폭발이 없어야 한다.
	8.3.11 고압 차단 기능		O	O	보호 기능이 작동하며 누출, 발화, 폭발이 없어야 한다.
	8.3.12 누출 차단 기능		O	O	보호 기능이 작동하며 누출, 발화, 폭발이 없어야 한다.

[a]모듈/흐름 전지 시스템은 스택의 독립된 운전이 가능한 형태의 전지이나, 스택의 경우는 모듈/흐름 전지 시스템을 구성하는 구성품으로 평가를 위해서는 펌프, 전해질, 전해질 탱크 등 주변 장치가 필요하다. 따라서 이 시험의 경우, 모듈과 동일한 전해질을 사용하고, 주변 장치는 모듈의 스케일 다운(scale down) 기준으로 구성되어야 한다. 예를 들어 모듈이 N개의 스택으로 구성될 경우, 전해질 양은 모듈 기준의 전해질 양을 기준으로 1/N로 사용되어야 하고, 전해질 공급은 시험방법에서 특정 조건이 명시되어 있지 않다면, 제조자가 제시한 최대 운전 압력 또는 유량(제조자가 제시한 최대 펌프 운전 조건)으로 시험을 실시한다.

[b]흐름 전지 시스템 구성이 모듈의 반복된 형태로 되어 있는 경우, 흐름 전지 시스템의 해당 시험 항목은 모듈 시험으로 대체 가능하다.

8 시험 방법

8.1 시험 조건

8.1.1 측정 기기

측정에 사용된 기기의 상세 사항은 결과 보고서에 반드시 기록하여야 한다.

8.1.1.1 측정 기기의 범위

사용되는 측정 기기는 측정될 전압 및 전류값을 잘 나타낼 수 있어야 하며, 각 시험에 대해 규정된 또는 실측된 값에 대한 조작 및 측정의 전반적인 정확도는 **8.1.1.2**의 허용 오차 이내 여야 한다.

8.1.1.2 허용 오차

규정된 또는 실측된 값에 대한 제어 및 측정에 사용되는 시험 장비의 전반적인 정확도에 대한 오차 한계는 다음과 같다.

a) 전압 : ± 0.5 %
b) 전류 : ± 1 %
c) 온도 : ± 2 ℃
d) 시간 : ± 0.1 %
e) 질량 : ± 1 %
f) 치수 : ± 1 %
g) 압력 : ± 2 %

이 오차는 측정 기기의 정밀도, 측정 오차 및 기타 시험 과정에서 발생하는 다른 모든 요소들을 포함한다.

8.1.1.3 데이터 수집

용량, 출력 등을 포함하는 다른 측정값들은 **8.1.1**에 제시된 측정 기기로 측정하며, 측정 중 데이터 수집 간격은 통상 10초를 넘기지 않도록 한다.

8.1.2 열 안정화

특별한 언급이 없으면 각 시험 전에 스택, 모듈 및 흐름 전지 시스템을 시험온도에서 최소 12시간 이상 안정화 시켜야 한다. 만약 열 안정화가 빨리 이루어진다면 이 시간은 단축될 수 있다. 3시간 동안 유지 후 온도변화가 2 ℃ 미만이라면 열 안정화가 이루어졌다고 본다.

이 표준에서 별다른 언급이 없다면 스택, 모듈 및 흐름 전지 시스템은 제조자가 제시하는 방법에 의하여 주변온도(25 ± 5) ℃에서 시험한다.

비고 1 충전과 방전 사이의 휴지기간은 30분 이내로 지정한다.
비고 2 시험과 시험 사이의 열 안정화를 위한 휴지기간은 3시간 이상으로 지정한다. 단, 기능시험의 경우는 배제한다.

8.1.3 표준 사이클

이 표준 사이클 목적은 스택, 모듈, 흐름 전지 시스템의 각 시험에 대해 동일한 초기 상태를 유지하는데 있다.

표준 사이클은 주변온도(25 ± 5) ℃에서 수행하여야 한다.
표준 사이클은 표준 충전(**8.1.3.1** 참조)과 표준방전(**8.1.3.2** 참조)으로 구성해야 한다.
만약, 어떤 이유로 표준 사이클의 종료와 새로운 시험 시작 사이의 시간 간격이 3시간 보다 길어지면, 표준 사이클을 반복 할 수 있다.

8.1.3.1 표준 충전

표준 충전 조건 : 제조자가 제시하는 출력

충전 절차 및 충전 종료 판단기준은 제조자 정한 사양에 따라 적용하고, 전반적인 충전 진행에 대한 제한시간을 포함해야 한다.

충전 절차 : 제조자가 제시하는 방법으로 충전 종료 상태까지 충전한다. 충전 후 안정상태에 도달하기까지의 휴지시간은 30분 이내이다.

8.1.3.2 표준 방전

표준 방전 조건 : 제조자가 제시하는 정격 출력

방전 절차 : 정격 출력으로 제조자가 제시하는 방전 종료 상태까지 방전한다. 방전 후 안정상태에 도달하기까지의 휴지시간은 30분 이내이다.

8.1.4 SOC 조절

이 표준에서 규정하는 시험에 요구하는 SOC 상태를 만들기 위한 절차에 관한 것이다.
스택, 모듈 및 흐름 전지 시스템은 다음에 규정된 바와 같이 제조자가 제시한 출력으로 충전되어야 한다.

a) **8.1.3.1**에 따라 충전 한다.
b) 충전 후 **8.1.2**에 따라 주변온도(25 ± 5) ℃에서 30분 이내의 휴지상태로 둔다.
c) 제조자가 제시하는 정격 출력으로 방전 종료 상태까지 방전 한다. 이때 시험 대상의 SOC 조절은 다음과 같이 식(1)을 적용한다.

$$(\frac{P \times t}{E_d}) \times 100 = \mathrm{SOC}(\%) \quad \text{..... (1)}$$

여기에서
P : 정격 출력(kW)
t: 조절하고자 하는 SOC(%) 도달 방전 시간(h)
E_d: 정격에너지용량(kWh)

8.2 성능 시험 방법

8.2.1 에너지 용량 시험

a) **8.1.3**에 따라 표준 사이클을 2회 실시한다

b) 모듈 또는 흐름 전지 시스템을 정격 입력으로 100 % SOC까지 충전한다.
c) 모듈 또는 흐름 전지 시스템을 정격 출력으로 0 % SOC까지 방전한다.

방전 동안 흐름 전지 시스템의 SOC를 기록한다.

d) b) 에서 c) 단계를 3 회 반복한다.
e) 흐름 전지 시스템의 마지막 방전 사이클에서 정격 에너지 용량 및 보조 에너지 소비량을 측정한다.
f) 식 (2)에 따라 흐름 전지 시스템의 순 에너지 용량을 계산한다.

$$E_{net} = E_{d,E} - E_{aux,d,E} \quad \text{..... (2)}$$

여기에서,
E_{net}는 흐름 전지 시스템의 순 에너지 용량(W·h)
$E_{d,E}$는 방전 사이클에서 흐름 전지 시스템의 방전 에너지 용량(W·h)
$E_{aux,d,E}$는 방전 사이클에서 소비된 보조 에너지 소비량(W·h)

비고 보조기기에서 소비되는 에너지량은 별도로 측정하며, 보조기기에서 소비되는 에너지는 반드시 외부의 별도 전원에서 공급하고 흐름 전지 시스템 내부에서 공급하지 않는다.

8.2.2 에너지 효율 시험

8.2.2.1 스택 시험

스택의 시험은 모듈과 동일한 전해질을 사용하고, 주변 장치는 모듈의 스케일 다운(scale down) 기준으로 구성되어야 한다. 예를 들어 모듈이 N개의 스택으로 구성될 경우, 전해질 양은 모듈 기준의 전해질 양을 기준으로 1/N로 사용되어야 하고, 전해질 공급은 제조자가 제시한 최대 운전 압력 또는 유량(제조자가 제시한 최대 펌프 운전 조건)으로 아래와 같이 시험을 실시한다.

a) **8.1.3**에 따라 표준 사이클을 2회 실시한다.
b) 정격 입력으로 100 % SOC까지 충전한다.
c) 정격 출력으로 0 % SOC까지 방전한다.
d) b)에서 c) 단계를 3회 반복한다.
e) 각 사이클의 충전과 방전 시 정격 에너지 효율을 식(3)를 이용하여 계산하며, 계산된 값의 평균값을 산출한다.

$$\eta_{S,E} = \frac{E_{S,d,E}}{E_{S,c,E}} \times 100\% \quad \text{..... (3)}$$

여기에서

$\eta_{S,E}$는 스택의 에너지 효율
$E_{S,d,E}$는 방전 사이클에서 스택의 방전 에너지 용량(W·h)
$E_{S,c,E}$는 충전 사이클에서 스택의 충전 에너지 용량(W·h)

8.2.2.2 모듈/ 흐름 전지 시스템 시험

a) **8.1.3**에 따라 표준 사이클을 2회 실시한다.
b) 모듈 또는 흐름 전지 시스템을 정격 입력으로 100 % SOC까지 충전한다.

c) 모듈 또는 흐름 전지 시스템을 정격 출력으로 0 % SOC까지 방전한다.
d) b)에서 c) 단계를 3회 반복한다.
e) 각 사이클의 충전과 방전 시 정격 순 에너지 효율을 식(4)를 이용하여 계산하며, 계산된 값의 평균값을 산출한다.

$$\eta_E = \frac{E_{d,E} - E_{aux,d,E}}{E_{c,E} + E_{aux,c,E}} \times 100\% \quad \text{..... (4)}$$

여기에서

η_E는 흐름 전지 시스템의 에너지 효율
$E_{d,E}$는 방전 사이클에서 흐름 전지 시스템의 방전 에너지 용량(W·h)
$E_{aux,d,E}$는 방전 사이클에서 소비된 보조 에너지 용량(W·h)
$E_{c,E}$는 충전 사이클에서 흐름 전지 시스템의 충전 에너지 용량(W·h)
$E_{aux,c,E}$는 충전 사이클에서 소비된 보조 에너지 용량(W·h)

비고 보조기기에서 소비되는 에너지량은 별도로 측정하며, 보조기기에서 소비되는 에너지는 반드시 외부의 별도 전원에서 공급하고 흐름 전지 시스템 내부에서 공급하지 않는다.

8.2.3 사이클 수명 시험

a) **8.1.3**에 따라 표준 사이클을 2회 실시한다
b) 100 % SOC가 될 때까지 정격 입력으로 충전한다.
c) 제조자가 제시한 방전 차단 상태가 될 때까지 정격 출력으로 방전한다.

비고 충전 및 방전 중에 SOC를 기록한다.

d) 단계 b) ~ c) 를 100회 반복한다.
e) **8.2.1**에 명시된 방법에 따라 1번째 방전 시 에너지 용량을 측정대상의 용량으로 취한다.
f) 100번째 사이클 방전 시 에너지 용량을 기록한다.
h) e)와 f)에서 측정한 용량에 대한 비율을 산출한다.

8.2.4 최대 에너지 용량 시험

a) **8.1.3**에 따라 표준 사이클을 2회 실시한다.
b) 흐름 전지 시스템을 정격 입력으로 100 % SOC까지 충전한다.
c) 흐름 전지 시스템을 정격 출력보다 낮은 제조자가 제시한 일정 출력으로 방전한다.

비고 1 방전 시 출력 값은 정격 출력의 30 %를 권장한다.

d) 방전 차단 상태가 될 때까지 방전한다.

비고 2 방전 동안 흐름 전지 시스템의 SOC를 기록한다.

e) b)에서 d) 단계를 3회 반복한다.
f) 흐름 전지 시스템의 마지막 방전 사이클에서 정격 에너지 용량 및 보조 에너지 소비량을 측정한다.
g) 식 (2)에 따라 흐름 전지 시스템의 최대 순 에너지 용량을 계산한다.

8.2.5 최대 출력 시험

8.2.5.1 100 % SOC 최대 출력 측정 시험

a) **8.1.3**에 따라 표준 사이클을 2회 실시한다.
b) 흐름 전지 시스템을 100 % SOC까지 충전한다
c) 흐름 전지 시스템을 일정한 최대 출력으로 방전하고 방전 시간이 10분 이상이어야 한다.
d) 단계 c)의 출력을 기록한다.

8.2.5.2 50 % SOC 최대 출력 측정 시험

a) 흐름 전지 시스템을 50 % SOC까지 충전한다.
b) 흐름 전지 시스템을 일정한 최대 출력으로 방전하고 방전 시간이 10분 이상이어야 한다.
단계 b)의 출력을 기록한다.

8.3 안전성 시험 방법

8.3.1 절연저항 시험

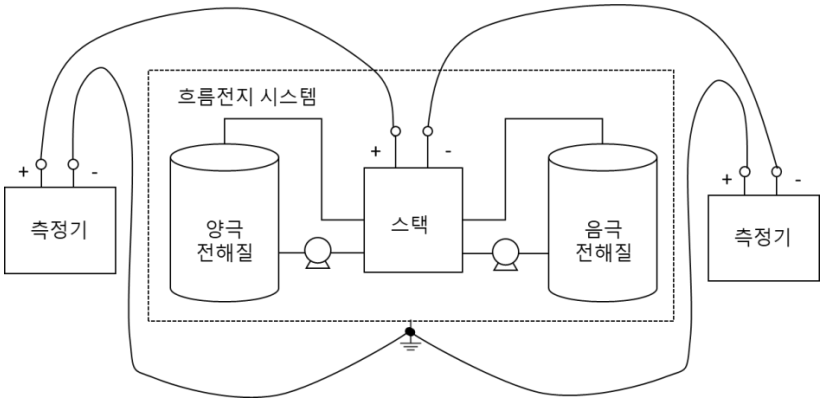

그림 3 절연저항 시험 측정 위치 모식도

a) 주변 온도는 (25 ± 5) ℃로 유지한다.
b) 유체 순환 시스템 및 접지를 포함한 DC 회로 간 절연 저항은 절연 저항계를 이용하여 제조자가 제시한 최대 DC 전압의 1.5배나 500 V 중 큰 값으로 측정되어야 한다. 1분 후 측정된 값은 기록되어야 한다.
c) 전압은 0 V부터 규정된 전압까지 점진적으로 올려야 하며, 지정된 값에서 10분 동안 유지하여야 한다.
d) 시험은 '+' 전압을 양극 단자에 적용하여 한번 수행하고, '−' 전압을 음극 단자에 적용하여 또 한번 수행하여 총 2회 수행한다.

비고 1 측정 단자 반대편의 전압은 직렬로 연결된 스택들의 전체 전압만큼 감소한다. 예를 들면, 스택들의 전체 전압이 700 V일 경우 양극 단자에 1 050 V의 시험 전압이 적용되고, 이때 음극 단자 전압의 350 V가 된다.
비고 2 안전 측면에서 '+' 전압이 음극 단자에 적용되지 않도록 또는 '−' 전압이 양극 단자에 적용되지 않도록 특별한 주의를 기울여야 한다. '+' 또는 '−' 전압이 다른 극성의 단자에 적용되면 다른 극성에서의 전압은 시험 전압을 초과하게 된다. 또한, AC 전압이 적용되지 않도록 주의한다. AC 전압이 적용될 경우, 양 단자에서의 피크 전압이 시험 전압을 초과하게 된다.

8.3.2 외부단락 시험

스택의 시험은 모듈과 동일한 전해질을 사용하고, 주변 장치는 모듈의 스케일 다운(scale down) 기준으로 구성되어야 한다. 예를 들어 모듈이 N개의 스택으로 구성될 경우, 전해질 양은 모듈 기준의 전해질 양을 기준으로 1/N로 사용되어야 하고, 전해질 공급은 제조자가 제시한 최대 운전 압력 또는 유량(제조자가 제시한 최대 펌프 운전 조건)으로 아래와 같이 시험을 실시한다.

a) 주변 온도는 (25 ± 5) ℃로 유지한다.
b) 스택을 완전히 충전한다.
c) 시료의 양극 및 음극 단자를 아래의 동작을 수행하며 총 외부 저항이 20 mΩ 이하인 저항성 회로 부하를 연결하여 시료를 단락 시킨다.

   1) 완전 방전될 때까지
   2) 보호 장치의 작동될 때까지
   3) 기타 다른 보호장치 작동 또는 시료의 결과가 발생할 때까지

비고 실제적으로 스택은 완전히 방전되지 않을 수 있다. 스택에 포함된 퓨즈와 같은 다른 보호 장치에 의해 단락 전류 경로를 차단할 수 있으며, 보호 장치의 작동 또는 기타 결과를 확인 및 기록한다.

8.3.3 열노출 시험

스택의 시험은 모듈과 동일한 전해질을 사용하고, 주변 장치는 모듈의 스케일 다운(scale down) 기준으로 구성되어야 한다. 예를 들어 모듈이 N개의 스택으로 구성될 경우, 전해질 양은 모듈 기준의 전해질 양을 기준으로 1/N로 사용되어야 하고, 전해질 공급은 제조자가 제시한 최대 운전 압력 또는 유량(제조자가 제시한 최대 펌프 운전 조건)으로 아래의 e) 시험을 실시한다.

a) 주변 온도는 (25 ± 5) ℃로 유지한다.
b) 스택을 0.13 ℃/min 이상 하강 온도 속도로 제조자가 제시한 최저 온도보다 5 ℃ 낮은 온도에서 1시간 이상 노출시킨다.
c) 스택을 0.7 ℃/min 이상 승온 속도로 제조자가 제시한 최고 온도보다 5 ℃ 높은 온도에서 1시간 이상 노출시킨다.
d) b)와 c)를 총 3회 반복한다.
e) 스택을 주변 온도 (25±5) ℃에서 안정화 시킨 후 전해질을 최대 운전 압력(제조자가 제시한 최대 펌프 운전 조건)으로 1시간 이상 순환시키며 관찰한다.

8.3.4 전해질 누출 시험

8.3.4.1 스택 시험

스택의 시험은 모듈과 동일한 전해질을 사용하고, 주변 장치는 모듈의 스케일 다운(scale down) 기준으로 구성되어야 한다. 예를 들어 모듈이 N개의 스택으로 구성될 경우, 전해질 양은 모듈 기준의 전해질 양을 기준으로 1/N로 사용되어야 하며, 아래와 같이 시험을 실시한다.

a) 주변 온도는 (25 ± 5) ℃로 유지한다.
b) 전해질은 제조자가 제시한 압력에서 순환을 유지한다.
c) 스택에 인가되는 전해질의 최소 압력은 제조자가 제시하는 최대 운전 압력의 1.2배 조건으로 시험을 진행한다.

d) 시험 시간은 최소 1시간 동안 진행하며, 외부 전해질 누출이 없음을 확인할 때까지 지속할 수 있다.

8.3.4.2 모듈/흐름 전지 시스템 시험

a) 주변 온도는 (25 ± 5) ℃로 유지한다.
b) 전해질은 제조자가 제시한 압력에서 순환을 유지한다.
c) 모듈 또는 흐름 전지 시스템의 경우, 제조자가 제시하는 최대 운전 압력 조건으로 시험을 진행한다.
d) 시험 시간은 최소 1시간 동안 진행하며, 외부 전해질 누출이 없음을 확인할 때까지 지속할 수 있다.

8.3.5 비상정지 시험

a) **8.1.3**에 따라 표준 사이클을 2회 실시한다.
b) 주변 온도는 (25 ± 5) ℃로 유지한다.
c) 모듈/흐름 전지 시스템을 충전 또는 방전한다.
d) 충전 또는 방전이 진행되는 중에 수동 비상정지 버튼을 누른다.

8.3.6 외부단락 제어 기능 시험

a) 주변 온도는 (25 ± 5) ℃로 유지한다.
b) 모듈 또는 흐름 전지 시스템을 **8.1.3.1**에 따라 표준 충전을 수행하여 SOC 100 %까지 충전한 후 충전 종료 시의 펌프 운전 조건으로 펌프 작동을 1분 동안 유지한다.
c) 외부 저항에 “+” 및 “−” 단자를 서로 연결하여 외부 단락을 시킨다. 전선을 포함하는 전체 외부 저항은 50 mΩ 이하로 구성한다.
d) 시험은 전류가 흐르지 않는 상태가 5분 동안 지속되면 종료한다. 제조자가 제시한 기능이 작동하지 않으면 제어 실패로 간주하고 시험을 종료한다.

8.3.7 과충전 제어 기능 시험

a) 주변 온도는 (25 ± 5) ℃로 유지한다.
b) 제조자가 제시하는 충전 종료 조건(전압, SOC 등)이 초과되는 조건으로 충전을 실시한다.

비고 충전 종료 조건이 전압인 경우 상한 충전 전압의 110 %로 충전 종료 전압을 설정하며, 충전 용량인 경우 이 용량의 110 %로 충전 종료 용량을 설정한다.

c) 충전 종료 조건에 도달하였을 경우 충전이 중지되는지를 확인한다.

8.3.8 과방전 제어 기능 시험

a) 주변 온도는 (25 ± 5) ℃로 유지한다.
b) 제조자가 제시하는 방전 종료 조건(전압, SOC 등)이 초과되는 조건으로 방전을 실시한다.

비고 방전 종료 조건이 전압인 경우 하한 방전 전압의 90 %로 방전 종료 전압을 설정하며, 방전 용량인 경우 이 용량의 - 10 %로 방전 종료 용량을 설정한다.

c) 방전 종료 조건에 도달하였을 경우 방전이 중지되는지를 확인한다.

8.3.9 과전류 제어 기능 시험

a) 주변 온도는 (25 ± 5) ℃로 유지한다.
b) 제조자가 제시하는 최대 전류가 초과되는 조건으로 방전을 실시한다.

비고 제조자가 제한하는 최대 전류의 110 %로 전류 제한값을 설정한다.

c) 과전류 보호 기능의 작동을 확인한다.

8.3.10 과열 제어 기능 시험

a) 주변 온도는 (25 ± 5) ℃로 유지한다.
b) 전해질 온도는 제조자가 지정한 상한 온도 범위보다 5 ℃ 이상 높아지도록 온도를 상승시킨다.
c) 모듈 또는 흐름 전지 시스템을 **8.1.3**에 따라 연속적으로 표준 사이클을 실시한다.
d) 과열 보호 기능이 작동하거나 온도가 상한 온도보다 5 ℃ 이상 높아지면 시험을 종료한다.
e) 1시간 동안 모듈 또는 흐름 전지 시스템을 주변온도 (25 ± 5) ℃에서 관찰한다.

비고 1 과열 온도 구현이 어려울 경우, BMS 제한 온도를 실제 흐름 전지 시스템이 도달 가능한 온도로 설정값을 변경한 후 c)를 진행할 수 있다.
비고 2 BMS 제한 온도 설정값 변경 시, 현재 온도가 설정값을 벗어나는 형태로 변경해서는 안 된다. 다시 말해, 연속 표준 사이클 실시 중에 모듈/흐름 전지 시스템의 온도가 상한 온도를 벗어나는 형태로 시험이 진행되어야 한다.

8.3.11 고압 차단 기능 시험

a) 제조자는 압력의 최대값을 제시한다.
b) 제조자가 제시한 최대값의 105 %를 초과하도록 모듈 내 배관 등에 압력을 조절한다.

비고 1 각 펌프 토출구의 공통 배관과 분기점 사이에 위치한 밸브(이하 메인 밸브)의 개방률을 조절하여 모듈 또는 흐름 전지 시스템 내의 압력을 변화시켜 압력센서 또는 펌프 부하(출력, 전압. 전류 등)를 제조자가 제시한 값으로 조정한다.
비고 2 메인 밸브의 개방은 다음과 같이 순차적으로 진행하며, 압력 혹은 펌프 부하의 변화가 제조자가 제시하는 최대압력의 105 %를 초과하도록 한다.
- 완전 개방
- 75 % 개방
- 50 % 개방
- 25 % 개방

비고 3 펌프가 2개 이상 존재 시, 펌프의 밸브를 모두 조정한다.
비고 4 펌프에서 스택까지 배관에 밸브 등이 설치되지 않은 모듈이나, 설치할 수 없을 정도로 짧은 배관을 가진 제품의 경우 전해질의 밀도나 점도를 높일 수 있는 증점제 등을 투입하여 펌프 부하를 조절 할 수 있다. 이 경우 증점제는 해당 전해질의 100분의 1에 해당하는 양을 제조자가 제시한 펌프 부하 최대값의 105 %를 초과하도록 순차적으로 전해질에 투입한다.

c) 고압 보호 기능의 작동을 확인한다.

8.3.12 누출 차단 기능 시험

a) 펌프를 정상적인 조건에서 구동시킨다.
b) 누출 발생 상황을 모사한다.

비고 액체 등을 부어 누출 센서를 작동시키거나 누출 감지 센서를 수동으로 강제 작동한다.

c) 전해질 누출 차단 기능을 확인한다.

9 검사 및 샘플링

검사는 7절의 시험대상에 따른 지정 시험항목을 8절의 시험방법으로 실시하여야 하며 각 시험에 대하여 6절 또는 7절의 각 시험결과에 대한 요구사항에 적합해야 한다. 또한 시험대상의 샘플링 방식은 KS Q 1003(랜덤 샘플링 방법)에 따라 실시한다.

10 표시 사항

표시방법은 각인, 인쇄 또는 라벨 부착으로 식별 가능한 크기여야 한다.

스택의 경우 다음의 정보를 표기하여야 한다.

a) 제품 명칭, 모델명
b) 제조사 또는 상표
c) 제조국가
d) 정격 출력
e) 제조일자(기호로 표시 가능)

모듈 및 흐름 전지 시스템의 경우 다음의 정보를 표기하여야 한다.

a) 제품 명칭, 모델명
b) 제조사 또는 상표
c) 제조국가
d) 정격 출력
e) 정격 에너지 용량
f) 제조일자(기호로 표시 가능)

부속서 A
(참고)
시험 시 기록 요구사항

정보	데이터	
완전 충전 도달 방법	전압	
	출력	
방전 종료 조건		
방전 정격 출력		
방전 시간 (선택 사항)		
방전 동안 소모된 보조 에너지		
보조 장치 전력원		
정격 에너지 용량		
순 에너지 용량		

SPS-C KBIA-10304-02-7386
해 설

이 해설은 본체에 기재한 사항 및 이들과 관련된 사항을 설명하는 것으로 표준의 일부는 아니다.

1 개요

1.1 제정의 취지

최근 이차전지를 이용한 에너지저장장치의 수요 증가와 안전성 확보에 대한 이슈가 대두되고 있으며 다양한 이차전지 중 높은 안전성과 수명특성을 가진 흐름 전지시스템이 크게 주목 받고 있다.

흐름 전지 시스템은 일반적인 리튬이차전지 대비 높은 안전성, 우수한 수명특성 및 대용량 설계의 용이성 등의 장점으로 차세대 에너지저장장치로 부각되고 있지만, 소비자에게 우수한 특성의 객관적인 정보제공을 통한 이차전지 시장 활성화와 산업적 보급 제도를 위한 시험방법 및 요구사항에 대한 기준이 부재한 상황이다.

따라서, 흐름 전지 시스템의 성능 및 안전성 시험방법과 요구사항 개발을 통해 ESS용 이차전지 제품의 소비자 선택에 대한 다양성을 확보하고자 본 표준을 제정하였다.

시험기관의 설비환경을 고려하여 본 표준의 적용범위는 직류 1 500 V 미만인 스택, 모듈 및 흐름 전지 시스템으로 한정하였다.

2 제정 내용

2.1 성능·안전 주요사항

성능 및 안전에 대한 시험방법 및 요구사항은 아래의 항목 기입 근거에 따라 제정하였다.

종류	시험항목	항목 기입 근거	참고 표준과의 차이점
성능 시험	8.2.1 에너지 용량	• SPS-C-KBIA-10104-03-7321를참고하여 흐름 전지 시스템의 에너지 용량 성능을 확인하기 위해 기입	• 시험방법 구체화 (SOC 범위 지정) 및 요구사항 지정 (정격 용량 이상)
	8.2.2 에너지 효율	• KS C 8547:2017를 참고하여 흐름 전지 시스템의 현재 기술로 발현할 수 있는 효율을 고려하여 75% 이상의 기준 제시	• 시험방법 구체화 (SOC 범위 지정, 보조에너지 공급방법 명기, 스택과 모듈 또는 흐름 전지 시스템 시험방법 구분) 및 요구사항 지정 (스택은 제조사 제시 정격 에너지 효율 이상, 모듈 또는 흐름 전지 시스템은 정격 순 에너지 효율 75% 이상, 평균값 산출 및 적용 도입)
	8.2.3 사이클 수명	• KS C 8547:2017를 참고하여 흐름 전지 시스템의 큰 치수 및 중량 등의 시험 장소적 제한과 시험소의 설비 가동률을 고려하여 최소 사이클 수로써 100회 실시	• 사이클 횟수(100회) 지정 및 요구사항 (95 % 이상) 지정으로 성능 요구사항의 명확화

		와 흐름 전지 시스템의 우수한 수명특성에 근거하여 최소 요구사항으로 95 % 이상 기준 제시	
	8.2.4 최대 에너지 용량	• 신규로 개발한 시험방법으로 흐름 전지 시스템의 최대 에너지 용량 성능 검증	• 신규
	8.2.5 최대 출력	• 신규로 개발한 시험방법으로 흐름 전지 시스템의 최대 출력 성능 검증	• 신규
안전성 시험	8.3.1 절연저항	• KS C 8547:2017를 참고하여 최소 안전 확보 목적으로 기입	• 흐름 전지 시스템의 전압에 따른 절연저항 측정방법 제시 및 측정위치 명확화를 위한 모식도 삽입
	8.3.2 외부단락	• KS C 8547:2017를 참고하여 최소 안전 확보 목적으로 기입	• 실제적으로 발생할 수 있는 스택의 방전 상태 표기 및 단락전류 차단 조건 추가
	8.3.3 열노출	• KS C 8547:2017를 참고하여 최소 안전 확보 목적으로 기입	• 스택의 열 응력 내성 시험의 요구사항 제시 및 시험의 목적성 명확화
	8.3.4 전해질 누출	• KS C 8547:2017를 참고하여 최소 안전 확보 목적으로 기입	• 스택과 모듈 또는 흐름 전지 시스템 단위의 시험방법 구분
	8.3.5 비상정지	• KS C 8547:2017를 참고하여 최소 안전 확보 목적으로 기입	• 안전대책 방안으로 흐름 전지 시스템의 비상 시 작동 중지의 기능적 설계 및 작동 여부 확인에 대해 명시
	8.3.6 외부단락 제어 기능	• KS C 8547:2017를 참고하여 최소 안전 확보 목적으로 기입	• 표준 충·방전 조건과 요구사항으로 안전장치 및 차단장치 구분 명확화 추가
	8.3.7 과충전 제어 기능	• KS C 8547:2017를 참고하여 최소 안전 확보 목적으로 기입	• 강화된 안전성 평가기준으로 예외 전압 설정 방지를 위한 충전 종료전압조건을 상한 충전전압으로 변경
	8.3.8 과방전 제어 기능	• KS C 8547에 없는 항목으로 흐름 전지 시스템의 제조사 제시 이상의 과방전 전압 발생 시 BMS의 차단 기능 제어 확인 시험 추가 • SPS-C-KBIA-10104-03-7321를 참고하여 최소 안전 확보 목적으로 기입	• 리튬 이차 전지시스템에 적용되는 항목을 흐름 전지시스템에 도입
	8.3.9 과전류 제어 기능	• KS C 8547에 없는 항목으로 흐름 전지 시스템의 제조사 제시이상의 과충전 전류인가 시 BMS의 차단 기능 제어 확인 시험 추가 • SPS-C-KBIA-10104-03-7321를 참고하여 최소 안전 확보 목적으로 기입	• 리튬 이차 전지시스템에 적용되는 항목을 흐름 전지시스템에 도입
	8.3.10 과열 제	• KS C 8547:2017를 참고하여 최	• 시험조건으로 제조사 제시 상한 온

	어 기능	소 안전 확보 목적으로 기입	도 이상의 환경조건 추가 및 시험 종료 후 관찰시간 추가
	8.3.11 고압 차단 기능	• 신규로 개발한 시험방법으로 105 % 이상의 압력 상승 시 경고 또는 제어 기능 작동에 대한 제조사의 설계 사항 반영	• 신규
	8.3.12 누출 차단 기능	• 신규로 개발한 시험방법으로 흐름 전지 시스템의 전해질 누출 감지 및 차단 보호의 기능 제어의 검증	• 신규
부속서 A	A.1 시험 시 기록 요구사항	• 실제 시험 시 필요한 기록사항들에 대한 항목들을 표준 상에 제시하여, 시험 기준에 대한 판별 용이성 확보 목적으로 기입	• 신규

SPS-C KBIA-10304-02-7386

SPSPSPS
SPSPSP
SPSPS
SPSP
SPS
SPSP
SPSPS
SPSPSP
SPSPSPS

Flow battery system for battery energy storage systems —performance and safety requirements

ICS 29.220.99