

국내외 구동축전지 안전기준 현황

[2020. 11. 20]



한국교통안전공단 자동차안전연구원 문보현 책임연구원

CHAPTER

I

국내 전기자동차 안전기준



국내 전기자동차 안전기준

('14. 6. 10 / 12. 31 개정)

조항	세부내용 요약
제2조 정의	52. "고전원전기장치"란 구동축전지, 전력변환장치, 구동전동기, 연료전지 등 작동전압이 직류 60V 초과 1,500V 이하이고, 교류(실효치를 말한다) 30V 초과 1,000V 이하의 전기장치를 말한다. 53. "구동축전지"란 자동차의 구동을 목적으로 전기에너지를 저장하는 축전지 또는 이와 유사한 기능을 하는 전기에너지 저장매체를 말한다
제18조의2 고전원전기장치	자동차의 고전원전기장치는 별표 5의 고전원전기장치 절연 안전성 등에 관한 기준에 적합하여야 한다. [전문개정 2014.6.10]
제18조의3 구동축전지	자동차의 구동축전지는 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다. 1. 구동축전지는 차실과 벽 또는 보호판 등으로 격리되는 구조일 것 2. 자동차의 구동축전지는 설계된 범위를 초과하는 과충전을 방지하고 과전류를 차단할 수 있는 기능을 갖출 것 3. 구동축전지는 국토교통부장관이 따로 정하는 물리·화학·전기 및 열적충격 조건에서 발화 또는 폭발하지 않을 것
제91조 연료장치	④ 승용자동차 및 차량총중량 4.5톤 이하 승합자동차에 해당하는 하이브리드 자동차·전기자동차·연료전지자동차는 별표 11의3의 고전원전기장치의 충돌시험기준에 적합하여야 한다. [개정 2014. 6. 10] [시행일 2015. 7. 1]

국내 전기자동차 안전기준

■ 구동축전지 안전성평가 항목(구)

			
낙하안전시험	액중투입안전시험	열노출안전시험	연소안전시험
			
과충전·과방전안전시험		단락안전시험	고전원전기장치 안전성시험

구동축전지 시행세칙 개정안

■ 평가대상

개정 전	개정 후
모든 자동차 구동용 배터리	작동 전압이 60V 이상인 자동차 구동용 배터리

■ 시험항목별 비교

개정 전	개정 후	비 고	구동축전지 정의
	진동시험	신 설	자동차의 구동을 목적으로 전기에너지를 저장하는 축전지 또는 이와 유사한 기능을 하는 전기에너지 저장매체
	열충격시험	신 설	
연소안전시험	연소시험	휘발유 연소시험 추가	
단락안전시험	단락시험	회로저항 5mΩ으로 변경	
과충전안전시험	과충전시험	시험방법 세분화	
과방전안전시험	과방전시험	시험방법 세분화	
열노출안전시험	과열방지시험	과열방지기능 확인	
	과전류시험	신 설	
액종투입안전시험	침수시험	GTR 반영 제안	
	충격시험	신 설	
	압착시험	신 설	
낙하안전시험	낙하시험	제작사 선택	

구동축전지 시행세칙 (승용자동차와 차량총중량 4.5톤 이하의 승합·화물·특수자동차)

시험항목		시험기준 및 적용기준
진동시험		- 파열, 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것
열충격시험		- 파열, 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것
연소시험		- 폭발이 없을 것, 완성차에서 구동축전지 케이스의 최저 높이가 지면으로부터 1.5m 이상일 경우 시험 제외
단락시험		- 파열, 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것
과충전시험		- 파열, 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것
과방전시험		- 파열, 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것
과열방지시험		- 파열, 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것
과전류시험		- 파열, 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것 (4.5톤 초과 제외)
침수시험		- 발화, 폭발이 없을 것, 구동축전지의 설치 위치가 승객실보다 높을 경우 시험대상에서 제외
기계적 시험 주 ¹⁾ 주 ²⁾	충격시험	- 전해질 누출, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상이며 시험품의 이탈 및 변형이 없을 것
	압착시험	- 전해질 누출, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것 (4.5톤 초과 제외)
낙하시험 주 ¹⁾ 주 ²⁾		- 전해질 누출, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것

주¹⁾ 기계적 시험(충격시험과 압착시험) 또는 낙하시험 중 어느 하나의 기준을 적용한다. (제작사 선택)

주²⁾ 안전기준 제91조 제4항 및 별표 11의3에 따른 고전원전기장치의 충돌시험기준에 적합한 자동차의 구동축전지는 기계적 시험 및 낙하시험을 생략할 수 있다.

구동축전지 시행세칙 (차량총중량 4.5톤 초과와 승합·화물·특수자동차)

시험항목		시험기준 및 적용기준
진동시험		- 파열, 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것
열충격시험		- 파열, 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것
연소시험		- 폭발이 없을 것, 완성차에서 구동축전지 케이스의 최저 높이가 지면으로부터 1.5m 이상일 경우 시험 제외
단락시험		- 파열, 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것
과충전시험		- 파열, 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것
과방전시험		- 파열, 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것
과열방지시험		- 파열, 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것
침수시험		- 발화, 폭발이 없을 것, 구동축전지의 설치 위치가 승객실보다 높을 경우 시험대상에서 제외
기계적 시험 주 ¹⁾ 주 ²⁾	충격시험	- 전해질 누출, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상이며 시험품의 이탈 및 변형이 없을 것
낙하시험 주 ¹⁾ 주 ²⁾		- 전해질 누출, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것

주¹⁾ 기계적 시험(충격시험과 압착시험) 또는 낙하시험 중 어느 하나의 기준을 적용한다. (제작사 선택)

주²⁾ 안전기준 제91조 제4항 및 별표 11의3에 따른 고전원전기장치의 충돌시험기준에 적합한 자동차의 구동축전지는 기계적 시험 및 낙하시험을 생략할 수 있다.

구동축전지 시행세칙 개정안

● 적용시기

- 신차 : 2021년 7월 1일 부터 적용
- 양산차 : 2023년 7월 1일 부터 적용(2년 유예)

CHAPTER

II

전기자동차 GTR 제정



- UN/ECE / WP29 / GRSP가 1998 협정에 따른 EVS(전기자동차 안전성) GTR(세계기술규정)의 제정을 목표로 전문가 그룹을 구성하여 1단계 기준 제정을 '18년 3월에 완료.
'21년 까지 2단계 논의를 완료하기로 합의하였으나 COVID-19로 인해 연장 예상
 - ☞ 제156차 WP29 총회('12년 3월)에서 REESS(재충전 에너지 저장시스템)를 EVS GTR에 포함하기로 결정
- Informal Working Group 구성 : 의장(미국), 부의장(EU, 중국), 서기(일본)
- 논의 범위
 - 전기자동차와 그 구성품의 위험요소에 대한 안전성 규정
 - REESS의 잠재적 위험요소에 대한 탑승자 안전성 확보
 - 외부 충전 시 EV 시스템 또는 구성품의 전기적 안전성 확보 및 시험절차 마련
 - 사용 중 및 충돌 후 전기자동차 안전성 규정

EVS GTR20 Phase1 성과

- GTR20 연소시험에 국내 LPG 연소시험법 채택(국내최초)
 - 기존 휘발유 시험과의 열에너지 동등성을 입증하여 시험 정당성 확보
 - LPG 연소법이 기존 시험법 보다 시험 반복성 및 재현성에서 우수함 인정

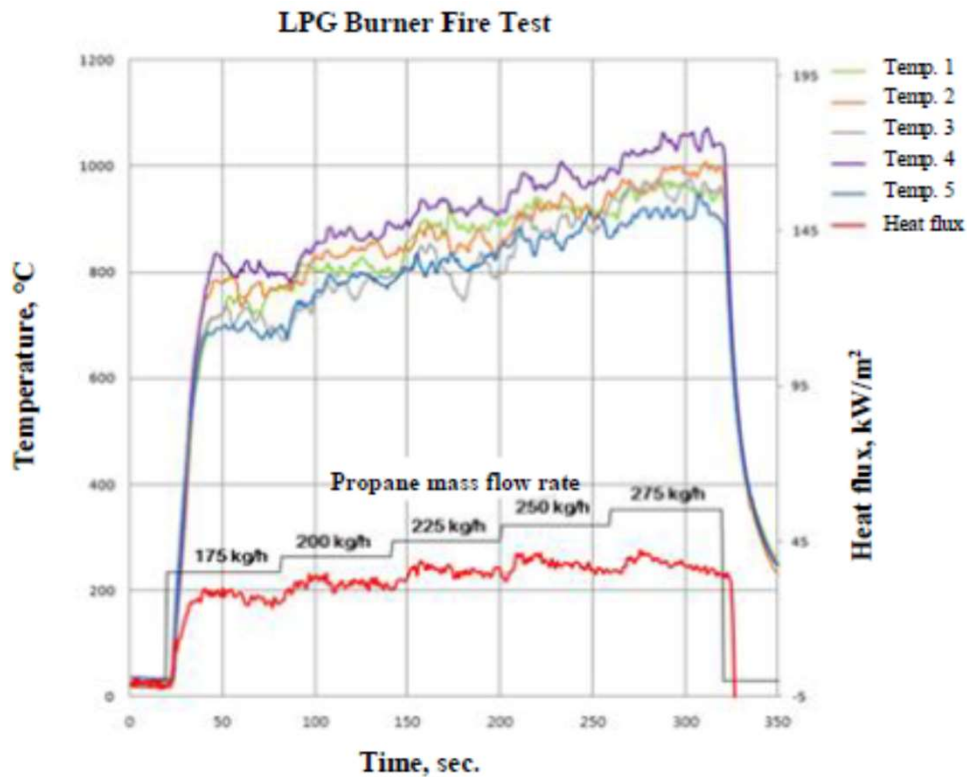
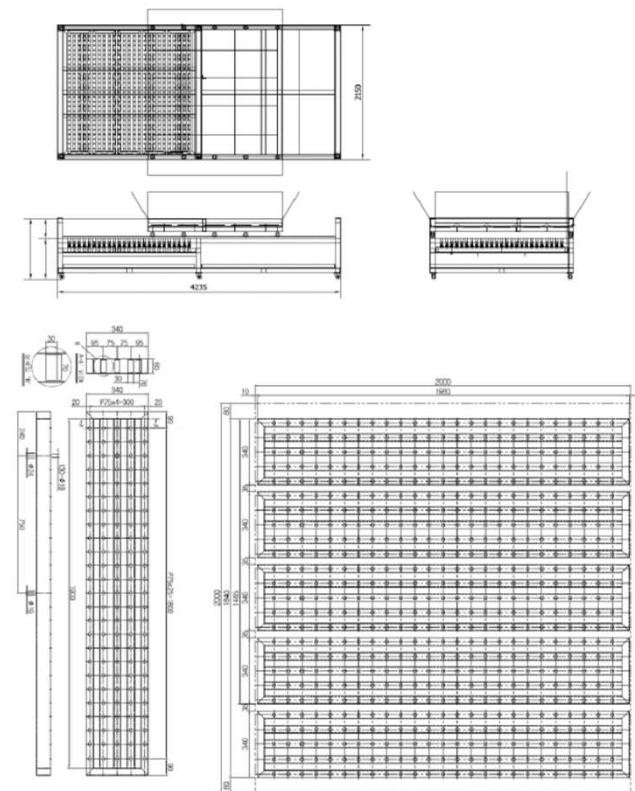


Figure 18
Illustration of KATRI LPG Burner



EVS GTR20-Phase2 추진 동향

- ✓ 열전이 시험(Thermal propagation test) 제정 논의
 - 전기차에서 발생하는 화재 및 폭발의 원인을 배터리 열폭주(Thermal runaway)로 추정
 - 열폭주 : 배터리 셀의 급격한 발열에 의한 온도 상승 및 제어 불가능한 열 발생 현상
 - 열전이(Thermal Propagation) : 배터리 셀에서 발생한 열폭주가 인접한 셀로 전이되는 현상



- Phase1 : 시험방법 제정 전까지 제작사가 문서(Engineering document)로서 열전이 안전성 보증
- Phase2 : 시험 재현성 및 반복성이 높은 시험법을 제정하여 셀의 열폭주를 모사할 수 있도록 시험조건 및 기준 개발

EVS GTR20-Phase2 추진 동향

✓ 국내 침수시험의 GTR 반영을 위한 노력

- 시험목적 : 자동차 침수상황에서의 배터리 안전성 평가

Test	Procedure	Criteria
침수시험	염도 0.6M(3.5% NaCl)의 염수에 1시간 침수	발화 및 폭발 없음

- 시험대상 변경

현행	개정안
모든 자동차	작동 전압이 60V인 구동축전지의 장착 위치가 승객실 보다 높을 경우 면제

- 구동축전지가 승객실 상단에 장착될 경우 침수상황에서 승객 탈출에 영향 없음

EVS GTR20-Phase2 추진 동향

➤ Failed DUT specification of water immersion test in KR

	Vehicle	V	Ah	kWh	Event	Remark
1	BUS	607.5	80	48.6	Fire	First event in KATRI
2	BUS	607.5	80	48.6	Fire	Retest of #1 test
3	Bus	607.2	40	24.3	Fire	LTO cells
4	Bus	706.5	120	84.8	Fire	Non-Insulated of Enclosure's inside
5	Bus	625.6	94	58.8	Fire	DUT floated
6	Truck	110.1	364.8	40.2	Fire	18650 cells
7	HEV	307.2	10	3.1	Explosion	LFP cells / IPX7

★ EVS1533-101 [KR] Statistical analysis of Water immersion test

- All failed REESS did not meet the clearance and creepage distance of its terminals
- ISO 6469-1:2019(E) included the clearance and creepage distance
- Consider the clearance and creepage distance can be applied in the GTR.

➤ ISO 6469-1:2019(E)

Electrically propelled road vehicles — Safety specifications — Part 1: Rechargeable energy storage system (RESS)

5.4.2 Clearance and creepage distance

For an open-type voltage class B RESS or RESS subsystem, where electrolyte leakage can occur, the following requirements shall apply:

NOTE An open-type lead acid battery is an example of an open-type voltage class B RESS.

The creepage distance between voltage class B terminals shall be as follows:

$$d \geq 0,25U + 5$$

where

d is the creepage distance in millimetres (mm);

U is the maximum working voltage of the RESS in volts (V).

The creepage distance between voltage class B live parts and the electric chassis shall be as follows:

$$d \geq 0,125U + 5$$

where

d is the creepage distance in millimetres (mm);

U is the maximum working voltage of the RESS in volts (V).

The clearance between voltage class B terminals shall be at least 2,5 mm.

- ISO 6469-1:2019(E) Electrically propelled road vehicles — Safety specifications — Part 1: Rechargeable energy storage system (RESS)
- ISO 6469-1:2019(E) included salt water immersion test(3.5% -5%).
- Test rationale and necessity of water immersion test were proved?
- Consider the ISO water immersion test can be applied in the GTR

5.3.2 Immersion into water

The RESS shall provide the safety performance as specified below when it is exposed to water due to water immersion.

NOTE This requirement does not cover incidents in which the primary hazard for persons is caused by the presence of water, e.g. high flooding, flooded underground parking, flooded underpass.

The requirement is fulfilled if the RESS or RESS subsystem meets one of the following conditions:

- The RESS or RESS subsystem shall be tested in accordance with 6.4.2. During the test and during the post-test observation period of 2 h, the RESS or RESS subsystem shall not exhibit any evidence of continuous emission of flames for more than 1 s, or explosion.
- The RESS or RESS subsystem including all connectors, air ducts and connections for cooling attached is water protected. It shall be tested in accordance with IPX7 in ISO 20653 and no occurrence of water is allowed inside the RESS or RESS subsystem after the exposure to water. The test may be conducted with only the housing of an RESS or RESS subsystem and all connectors, air ducts and connections for cooling attached.

Minimal appearance of water due to the condensation of air humidity is possible and not considered as an occurrence of water. In case of doubt the test may be performed with coloured water.

➤ ISO 6469-1:2019(E)

Electrically propelled road vehicles — Safety specifications — Part 1: Rechargeable energy storage system (RESS)

6.4.2 Immersion into water

Immerse the DUT in ambient temperature salt water (3,5 % – 5 % by weight NaCl in H₂O) for 2 h.

The DUT shall be built up and prepared with all connectors, ducts and flanges, interfaces for cooling and coolant according to the vehicle manufacturer's specification for vehicle operation.

If the water depth w is defined, immerse the DUT as deep as the RESS installed in the vehicle operated in the specified water depth w .

If the water depth w is not defined, the immersion depth shall be 1 m (deepest housing location) or 0,15 m water above the highest housing location, if the housing is larger than 0,85 m.

3 향후 계획(전기이륜차)

✓ 전기이륜차 기준 신설

- 11개 안전성평가 항목 신설
- 적용시기 : 22년 7월 1일 (미정)

번호	시험항목	시험기준 및 적용기준
1	진동시험	- 파열(고전원), 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것(고전원)
2	열충격시험	- 파열(고전원), 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것(고전원)
3	연소시험	- 폭발이 없을 것
4	단락시험	- 파열(고전원), 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것(고전원)
5	과충전시험	- 파열(고전원), 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것(고전원)
6	과방전시험	- 파열(고전원), 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것(고전원)
7	과열방지시험	- 파열(고전원), 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것(고전원)
8	과전류시험	- 파열(고전원), 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것(고전원)
9	침수시험	- 발화, 폭발이 없을 것
10	충격시험	- 파열(고전원), 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것(고전원)
11	낙하시험 주 ¹⁾	- 파열(고전원), 전해질 누출, 벤팅, 발화, 폭발이 없을 것, 시험 후 절연저항이 100Ω/V 이상일 것(고전원)

주¹⁾ 낙하시험은 배터리 교환식 차량에 한함

감사합니다

