

친환경 자동차 보급과 안전

[2020.07.02]



한국교통안전공단 자동차안전연구원 김시우 연구위원 (Ph.D)



- I. 친환경차 개발 현황
- II. 친환경차 안전기준
- III. 친환경차 안전 향상 방안

CHAPTER

I

친환경차 개발현황



친환경차 필요성



국제적 도심 대기질 규제 강화

- 내연기관 자동차 판매금지
(무공해차 의무판매 제도 도입)
연비 규제 강화

온실가스 감축

미세먼지 관리정책



친환경 차 보급 및
활성화 정책 추진

▶ 내연기관 자동차 판매금지 검토

국가	시점	규제내용	비고
노르웨이	'25~	판매금지	여야합의('16.6)
네덜란드			상원의결('16.4)
독일	'30~	판매금지	상원의결, 하원부정적
인도		EV만 판매	교통부 장관 발표('17.4)
영국	'40~	EV만 판매	정부발표('17.7)
프랑스		판매금지	환경부 장관 발표('17.7)

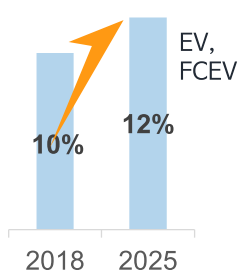
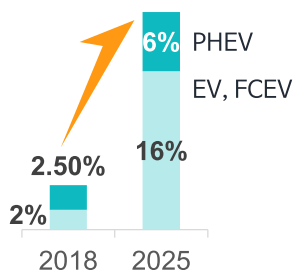
▶ 무공해차 의무판매 규제치



미국



중국



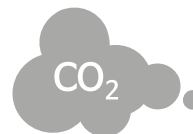
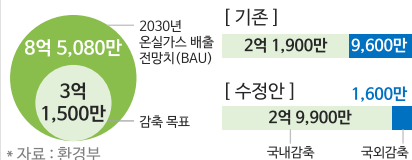
▶ 자동차 연비규제 강화

국가	'17 → '25
미국	40 → 56 mpg (+40%)
유럽	130 → 80 g/km(+39%)
중국	6.4 → 4.0 L/100km(+38%)
한국	140 → 82 g/km(+41%)

- 15년 부터 매년 약 5%씩 강화
- 불만족 시 전체 자동차 판매량 비례 벌금부과 또는 판매금지

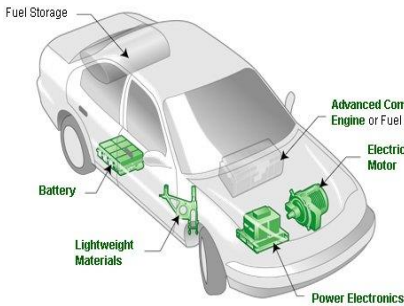
▶ 국내 온실가스 감축 / 미세먼지 관리

2030년 국가 온실가스 감축 로드맵 (단위 : 톤)

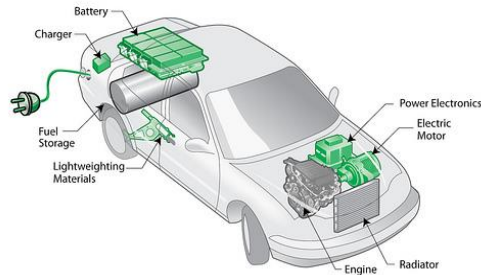


정의

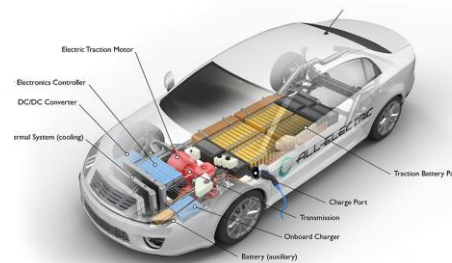
▶ 에너지소비 효율이 우수하고 무공해 또는 저공해 기준을 충족하는 자동차 (HEV, PHEV, EV, FCEV 등)



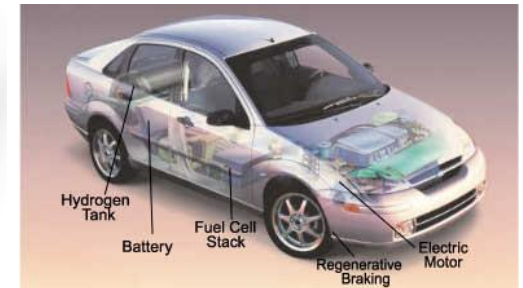
HEV(하이브리드)



PHEV(플러그인 하이브리드)

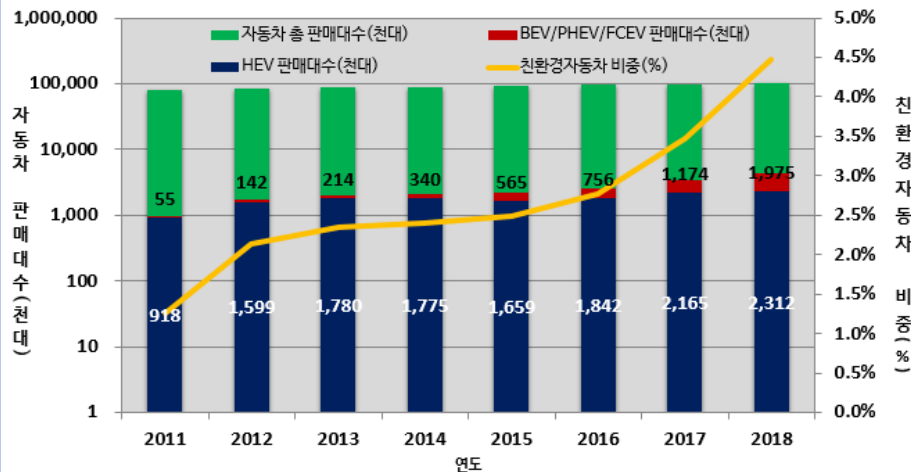


EV(전기)

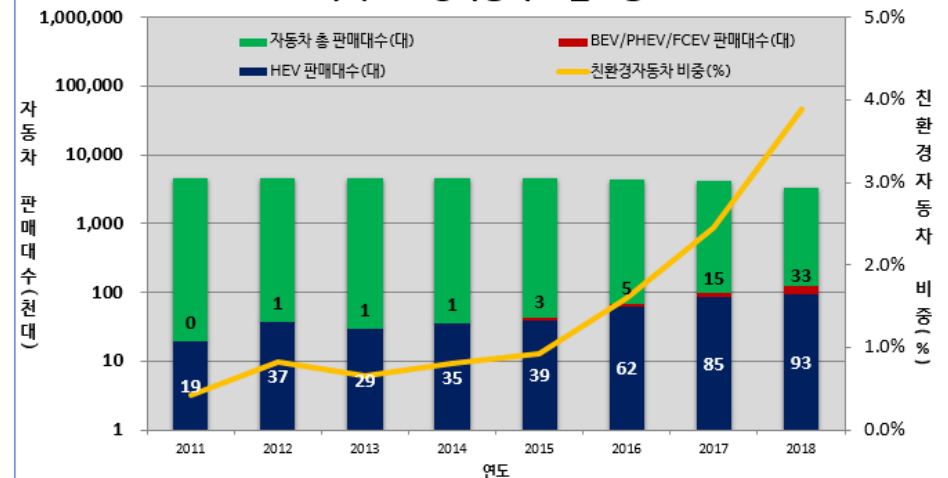


FCEV(수소전기)

글로벌 친환경자동차 보급현황



국내 친환경자동차 보급현황



CHAPTER

II

친환경차 안전기준



친환경(전기차) 안전기준

출력, 고전원
배터리

- ▶ 국내 : 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙
- ▶ 해외 : 수소전기 자동차 국제기준 (UN GTR 20, UN R 85, UN R 100)

차량단위

▶ 구동전동기 출력

- 최고출력 $\pm 5\%$ (양산차 -5% 이하), RPM $\pm 2\%$



▶ 고전원(EV, HEV, FCEV)

구분	항목	안전기준
직접 접촉 보호	보호등급	IPXXD(철사모형) 직접 접촉 X(승객 또는 수화물 공간) IPXXB(손가락 모형) 직접 접촉 X(승객 또는 수화물 이외 공간)
	커넥터	공구를 사용하지 않으면 개방 · 분해 · 제거되지 않는 구조 등
	점검 · 수리 차단장치	공구 없이 개방 · 분해 · 제거되는 구조인 경우 IPXXB 접근 시 접촉되지 않을 것
	경고표시	고전원전기장치 외부 또는 보호기구에 경고 표시
	전기배선	피복은 주황색
간접 접촉 보호	전기연속성	저항(노출도전부와 전기적샤시 사이) $< 0.1 \Omega$
	절연저항	직류/교류 회로 독립 구성: 직류 $> 100 \Omega/V$ / 교류 $> 500 \Omega/V$ 직류/교류 회로 전기적으로 조합: 절연저항 $> 500 \Omega/V$
기타	충전시 구동여부	구동충전시 충전하는 동안 자동차가 구동되지 않아야 함

부품단위

▶ 배터리

□ 국내만 규제

■ 낙하시험 : 4.9m 높이에서 자유낙하	발화 및 폭발이 없을 것
■ 액중투입시험 : 0.6mol/L 염수에 침수	
■ 과충전시험 : 충전량의 150%까지 충전	
■ 과방전시험 : 정격전압의 25%까지 방전	
■ 단락시험 : 50 mΩ 이하 저항으로 회로구성 후 단락	폭발이 없을 것
■ 열노출시험 : 80℃ 챔버에서 4시간 동안 유지	
■ 연소시험 : 800℃ ~ 1,000℃ 화염으로 2분동안 직접 가열	



연료장치

- ▶ 국내 : 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙, 자동차용 내압용기 안전에 관한 규정
- ▶ 해외 : 수소전기 자동차 국제기준 (UN GTR 13, UN R 134), 수소내압용기 유럽기준(EC79/2009)

차량단위



 국내만 규제



1. 수소누출 118NL/min/h ↓
2. 수소농도 $3 \pm 1.0\%$ ↓ or 차단밸브 작동
3. 내압용기 이탈여부(1곳 이상 부착)
4. 충돌 후 절연저항100Ω↑, 전압 60V ↓ 등

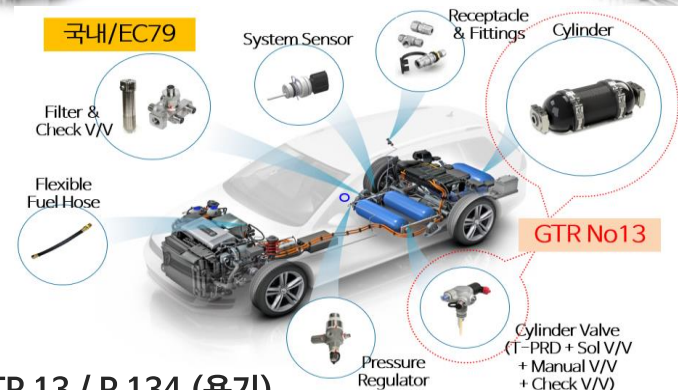


연료장치 차체/지면 접촉 X 고정장치 파손 X



고정장치 파손 X

부품단위



➤ GTR 13 / R 134 (용기)

파열시험	화염 시험	
상온압력반복시험 Proof 시험 낙하시험 H_2O 표면충격 흡집 시험 화학시험및상온반복시험 고온압력 시험 극한온도 반복시험 압력 잔류 시험 파열압 시험	Proof 시험 상온/극한가스반복시험 리크/투과시험 압력잔류 시험 파열압 시험	

※ 실사용환경과 유사한 시험 조건 및 안전 성능 대폭 강화

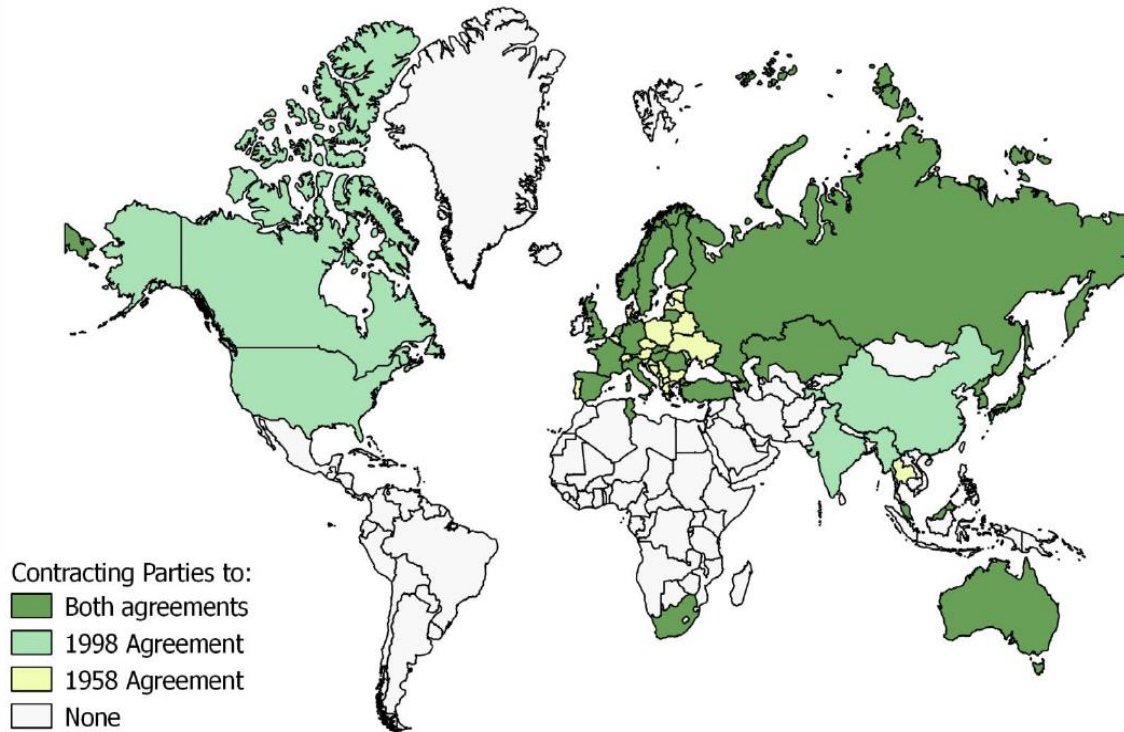
WP.29

▶ 국가별로 상이한 자동차 기준이 무역장애 요소로 작용, 문제해결을 위한 국제적 기준 조화를 추진(1952)
(WP.29 : World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations)

1958협정

- 계약 당사국간 차량 규정 및 인증 조화
- 계약국 : 57개국
(EU 포함)
- 부속 기준 : 152항목
(UN R No.)
- 한국 가입 : 2004.12.31
- 국가 인증 마크 : **E51**
- 적용 : 협정국 선택 적용

Countries Contracting Parties to the 1958 and 1998 Agreements



1998협정

- 글로벌 기술 기준
- 계약국 : 38개국
- 부속 기준 : 20항목
(UN GTR No.)
- 한국 가입 : 2001.1.1
- 적용 : 협정국 의무 적용

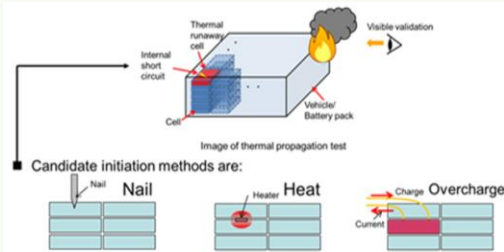
전기차 국제기준(GTR/UN R) 2단계 개정

> 배경

- UNECE/WP29/GRSP 전기차 안전성 GTR 13 제정(2018)
- 시험항목 및 절차 개정을 위한 GTR 2단계 논의(2017~2021)
(진동시험 프로파일, 열전이시험, 침수시험, L카테고리 확대 등)
- 미국, 유럽, 중국, 일본 및 한국 주도 (2단계 14~19차 회의 진행)

> 쟁점 사항

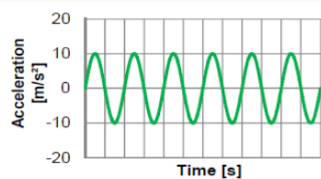
■ 배터리 열전이 시험



- 배터리 셀 내부 단락으로 인한 발열반응이 주변의 셀로 전달되어 배터리 발화 및 폭발 등을 방지하기 위한 시험

(시험방법의 재현&반복성 이슈)

■ 배터리 진동시험



- 현행 GTR 시험조건이 실차 조건 미반영 (새로운 조건 필요)

■ 침수시험

- 침수 및 방수 시험 필요성 인정



■ 초소형자동차(L-카테고리)

- 적용범위 확대 논의중



수소 전기차 국제기준(GTR) 2단계 개정

> 배경

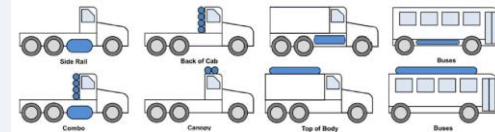
- UNECE/WP29/GRSP 수소전기차 GTR 13 제정(2013)
- 수소차 개발 초기 단계로 기술개발로 인한 개정 필요성 제기
(대형차 확대, 충전구, 화재 및 재료시험 등)
- 한국, 미국, 일본 및 유럽 주도, GTR13 개정 승인(2017.3)
- 2017년~ 총 8차 회의 개최(한국 부의장국)

> 쟁점 사항

■ 대형수소 내압용기 충돌 안전성



- 길이 6.6g, 너비 5g : 용기 고정성 확인
- ▽ 시험 적정성 : 충돌 모의 가속도 및 연료누출 측정



■ 내압용기 안전밸브 방출방향 안전성

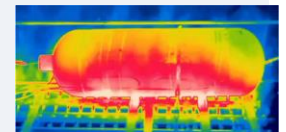


- ▽ 수소 방출 방향 설계 제한 우려 등 제기

■ 수소 취성 관련 재료 적합성 시험 : SAE 제안 시험방법 적정성

■ 대형 수소내압용기 화재 시험 절차

- ▽ 화염 전달 균질성 및 대형용기 시험 방법 등

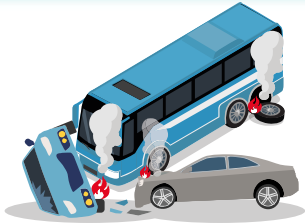


CHAPTER

III

친환경차 안전 향상방안





교통사고 발생



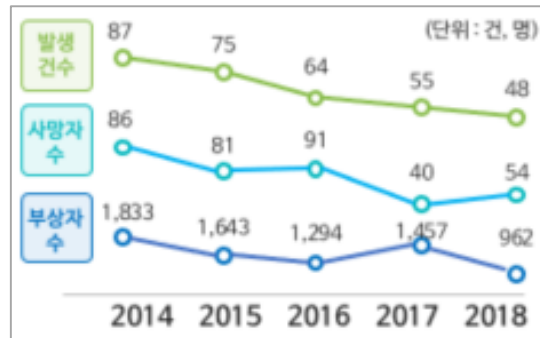
다양한 사고/화재 위험성



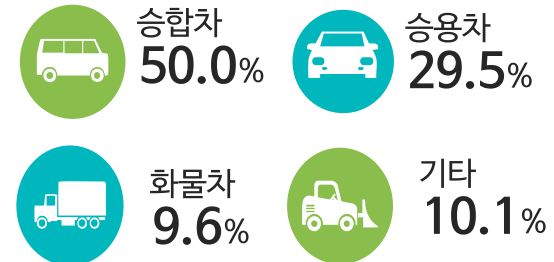
친환경차 특성 반영
사고 안전성 강화 필요

▶ '18 대형 교통사고(사망 3명 이상, 사상 20명 이상) 주요특성

■ 최근5년간 대형 교통사고 추세

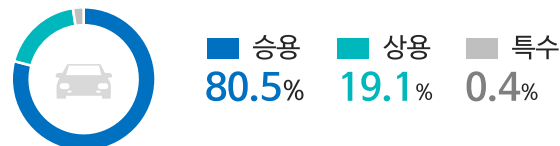


■ 차종별 사상자

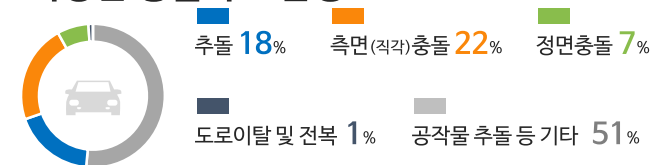


▶ '18년 사상자(사망 3,781명, 부상 323,037명) 통계

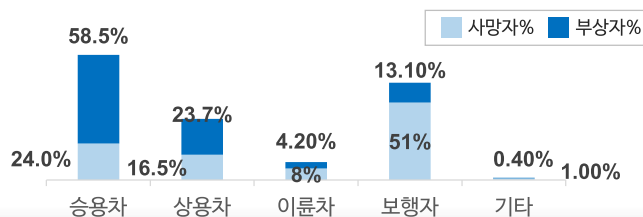
■ 2018년 자동차 종별 등록대수 비율



▶ 다양한 충돌사고 발생



■ 2018년 교통사고 사망자/부상자 비율



01

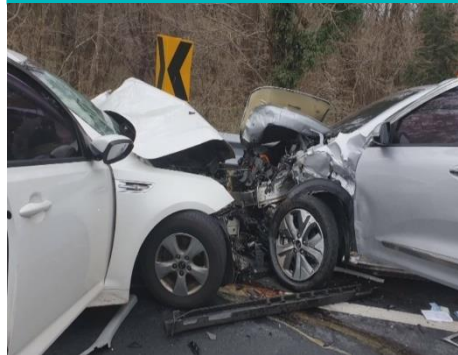
전기차 화재사고



- > 사고날짜 | 19년 07월 28일
- > 사고내용 | 충전 중 화재
- > 유 형 | 단독사고
- > 장 소 | 주택
- > 원 인 | 차량결함
- > 사 상 | -

02

전기차 충돌사고



- > 사고날짜 | 19년 01월 02일
- > 사고내용 | 중침 차량과 충돌
- > 유 형 | 정면충돌
- > 장 소 | 일반도로
- > 원 인 | 중앙선침범
- > 사 상 | 부상 4명

03

수소차 화재사고



- > 사고날짜 | 19년 07월 16일
- > 사고내용 | 시험 운행중 화재
- > 유 형 | 단독사고
- > 장 소 | 일반도로
- > 원 인 | 차량결함
- > 사 상 | -

04

수소차 충돌사고



- > 사고날짜 | 19년 08월 30일
- > 사고내용 | 차음벽 충돌
- > 유 형 | 정면충돌
- > 장 소 | 일반도로
- > 원 인 | 선행차 급 차선 변경
- > 사 상 | 부상 3명

다양한 사고 고려 / 친환경차 안전성 검증 강화 필요

버스 및 화물차 사고 사례

01

전복사고



- > 사고날짜 | 17년 7월 5일
- > 사고내용 | 빗길 전복
- > 유형 | 단독사고
- > 장소 | 일반도로
- > 원인 | 노면상태
- > 사상 | 사망 1명, 부상 6명

02

화재사고



- > 사고날짜 | 16년 10월 14일
- > 사고내용 | 가드레일 충돌 후 전소
- > 유형 | 단독사고
- > 장소 | 고속도로
- > 원인 | -
- > 사상 | 사망 10명

03

측면충돌



- > 사고날짜 | 19년 10월 21일
- > 사고내용 | 작업차량 측면 충돌
- > 유형 | 측면충돌
- > 장소 | 고속도로
- > 원인 | 졸음운전
- > 사상 | 사망 3명

04

추돌사고



- > 사고날짜 | 15년 12월 28일
- > 사고내용 | 버스 후미 추돌
- > 유형 | 정면충돌
- > 장소 | 일반도로
- > 원인 | 운전미숙
- > 사상 | 사망 1명

다양한 사고 고려 / 친환경차 안전성 검증 강화 필요



차량 단위 세부시험절차 부재

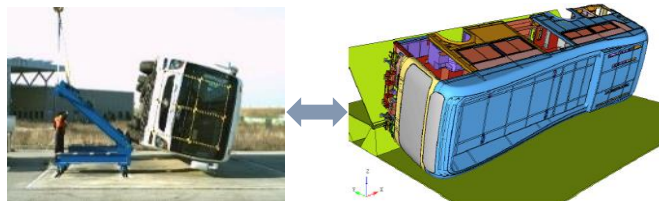
운행차 검사기준 부재

내압용기, 수소부품 평가 부재

GTR 조화 평가장비 부재

대형 및 수소 특성 반영
안전성 향상
평가 기술/장비
개발 필요

▶ 차량단위 세부시험 / 검사 방법, 장비 부재



안전기준 91조(연료장치) 수소 연료누출 전복시험 관련
해석 적정성 검증 세부시험 절차/방법 부재

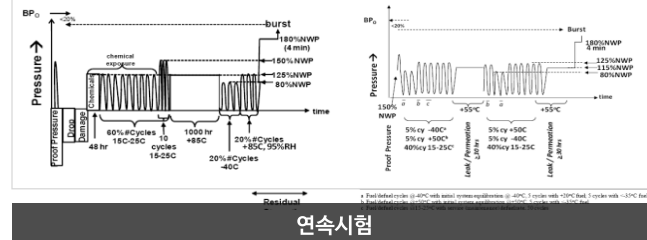


안전기준 111조(원동기출력) 수소버스 구동시스템 출력
시험관련 시스템 통합 출력 시험 방법/기준/장비 부재



수소가스 특성반영 누설
측정장비 및 내압용기 안전성
검사장비 부재

▶ 내압용기, 시스템 평가 기술 및 장비 부재

▶ GTR 13 Phase 1 기준 부합화 평가장비 부재
: 인증시험기관(가스안전공사) 시험장비 부재

PRD 시험장비

고압수소부품 반복시험장비

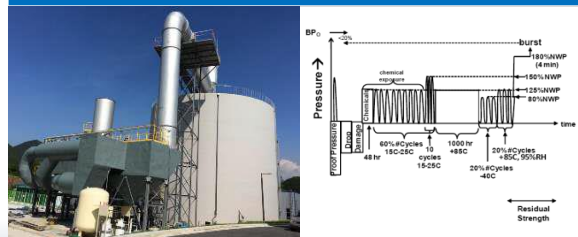
과제명	수소버스 안전성 평가기술 및 장비개발 사업
전문기관	국토교통과학기술진흥원
주관기관 및 연구책임자	한국교통안전공단 자동차안전연구원 김시우 연구위원
세부별 주관/협동연구기관	1세부(한국교통안전공단), 2세부(주지엔씨오토), 3세부(한국교통안전공단), 4세부(한국가스안전공사)
연구목표	수소버스 수소누출 사고 예방과 다 동력원 구동시스템 성능 검증 등을 위한 차량 및 부품 단위 안전성 평가기술/장비개발과 안전기준 제/개정 및 국제화
연구기간	2020. 4. 7. ~ 2023. 12. 31.(총 4차년도, 1차년도 : 20. 4. 7. ~ 20. 12. 31.)
총 연구비(정부출연금)	총 27,852백만원 (정부출연금, 1차년도 : 5,763백만원)

수소버스 안전성 평가기술 및 장비 개발

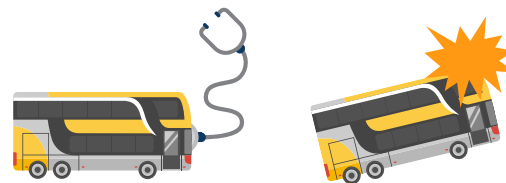
수소버스 사고상황 등 자료 수집/분석



국내 장비 국제화 대응



수소버스 운행 및 사고 안전성 확보 (법제화)



정기검사

충돌사고 안전성

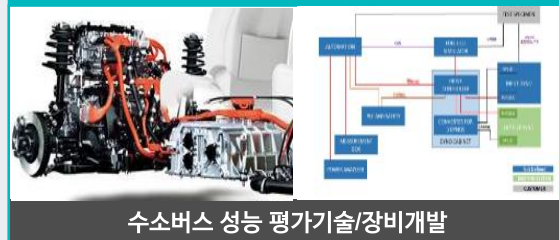
수소버스 충돌 안전성 평가기술 개발/법제화



전복 해석/실차 평가기술

측면충돌 평가기술 개발

수소버스 구동시스템 성능 평가기술 및 장비개발



수소버스 성능 평가기술/장비개발

고전압배터리

수소 내압용기

SAFETY

연료전지 모듈

모터

수소버스 운행차 검사기술 및 장비 개발

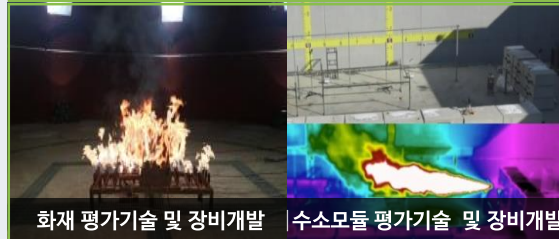


수소 투과

배출량 검사기술

장비 개발

수소부품 안전성 평가기술 및 장비개발



화재 평가기술 및 장비개발

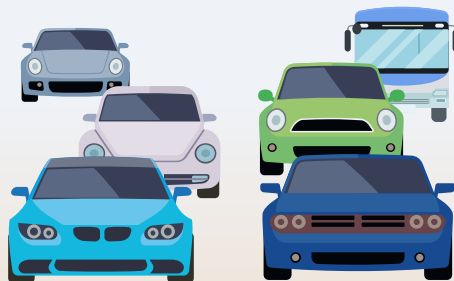
수소모듈 평가기술 및 장비개발

안전한 친환경차 (제안)

사고 시 안전



+



+

운행 시 안전

부품 / 인프라 안전



대형 수소 전기차 R&D



국제 기준 조화 협력

Contracting Parties to

- Both agreements
- 1988 agreement
- 1958 agreement
- None



정부 역할

전기차 배터리 R&D



안전한 친환경차 보급 활성화 지원

친환경차 보급과 안전

감사합니다

