

전문연구발표 신청 마감 **3. 30 FRI.**

논문 제출 마감 **4. 6 FRI.**

사전 등록 마감 **5. 11 FRI.**

창립 40주년

2018 한국자동차공학회 춘계학술대회

2018. 6. 7 THU. ~ 9 SAT.

BEXCO

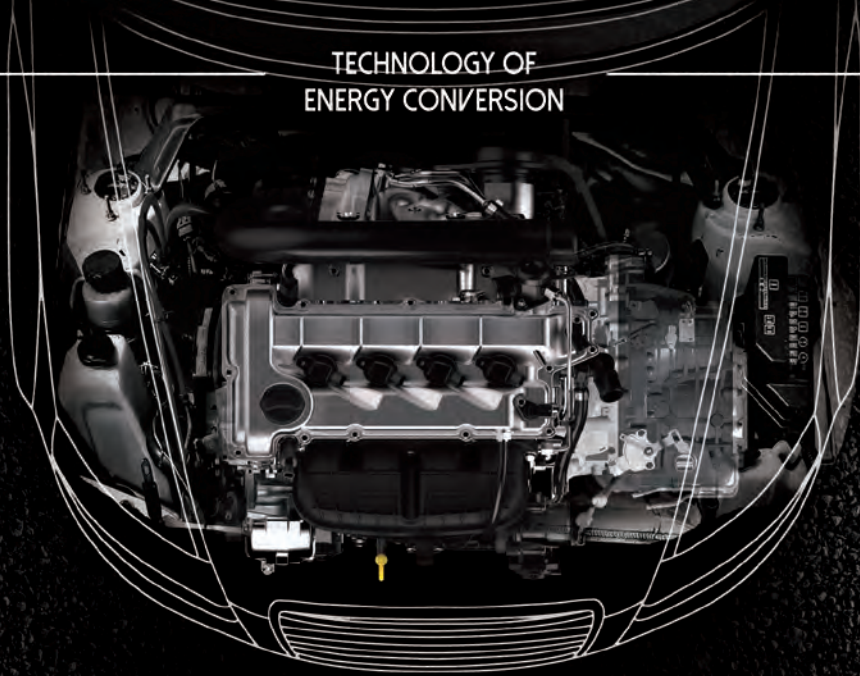
※ '2018 부산국제모터쇼'와 함께 개최합니다.

차세대 친환경 자동차 기술 동향 - 일본
국내 자동차 에코이노베이션 기술 인정 목록 규정
타이어 내부 공기압이 타이어 특성 또는 자동차 성능에 미치는 영향
이륜자동차 성능평가 측정방법의 부합화 필요성
전기자동차 분야 표준특허 현황



사단법인 **한국자동차공학회**
The Korean Society of Automotive Engineers

TECHNOLOGY OF
ENERGY CONVERSION



TENERGY

아시아 최대 파워트레인 엔지니어링 전문 기업

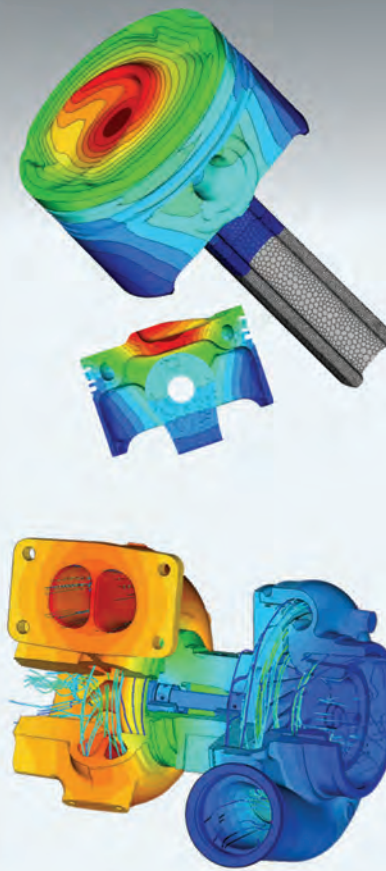
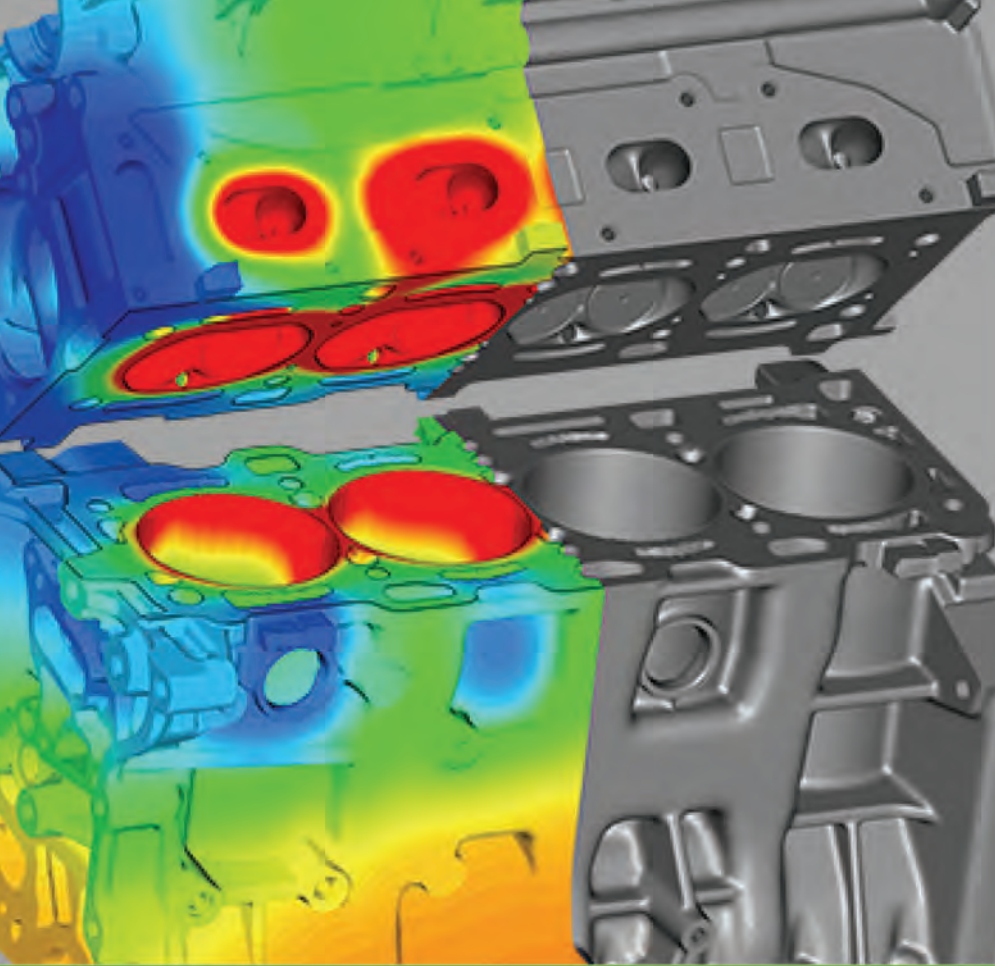
엔진 및 트랜스미션 Dynamometer 시험실 : 21실
차량 Dynamometer 시험실 : 2 Wheel / 4 Wheel
PM측정기, PEMS 장비, 밸브트레인 시험기 등 각종 시험 장비 보유

120명의 연구 · 개발진이 파워트레인 개발을 위한 최상의 Solution을 제공합니다.

엔진 설계 및 CAE, 시험개발
트랜스미션 설계 및 개발
차량 캘리브레이션
차량 연비 분석 및 개선

2008년 창립 후 10년간의 실적이 테너지의 능력을 입증합니다.

차량용 및 산업용, 군수용 등 국내외 30여개 엔진 개발
서울시 시내버스 8,000대 대상 연비절감 사업 시행 중
10년 연속 흑자 기업



AVL Predictive Thermal Load Analysis

비용 효율적인 개발, 분석, 최적화, 시험을 위한 가상 프로토타입

자동차 엔진을 포함한 기계의 부품들은 항상 열부하를 받고 있으며, 대다수의 작동 문제나 종대한 성능 저하는 이러한 열적 문제로 인해 발생합니다. 특히 엔진의 경우, 연료의 화학적 에너지가 기계 일과 열 에너지로 변환되는 연소 과정 동안 상당량의 열 에너지가 엔진 구조 및 부품들에 영향을 줍니다. 따라서, 신뢰성 있는 엔진의 동작을 보장하고 필드 문제를 방지하기 위해 개발자들은 모든 엔진 부품들에 미치는 열부하에 특별한 관심과 주의를 기울여야 합니다.

열부하 해석을 위한 AVL의 해석 프로세스는 다음과 같은 특징을 가지고 있습니다.

- 다중 도메인/물리 현상에 대한 통합 해석
- 정확한 열전달 모델링
- 온도에 따른 고체 가변 물성치 고려
- 인접 도메인 간의 열접촉저항 고려
- 독자적인 핵비등(nucleate boiling) 모델

3월 28일 수요일 오후 4시, 한국어로 진행되는 웨비나에 참여하십시오!

www.avl.com/webinars

PLEXIGLAS®
피아노 블랙,
화려함이
표준이 된다.

세계 최고의 화학 전문 그룹과 자동차 디자인은 어떤 관계가 있을까요? 지난 60년 동안 PLEXIGLAS® 사출 성형 재료를 이용한 에보닉 (Evonik)은 자동차 산업의 숨은 동력원이었습니다. 그 이유는 바로 PLEXIGLAS®로 인해 무한한 디자인의 가능성을 열어 주었기 때문입니다. 대표적인 예로 검정색의 고품질 PLEXIGLAS® 피아노 블랙은 라디에이터 그릴, 자동차용 필라 트림, 또는 미러 하우징 용도로 내구성 있는 정교하고 우아한 디자인을 선보입니다. 더 놀라운 PLEXIGLAS®의 제품들은 www.plexiglas-polymers.com 에서 만나볼 수 있습니다.

PLEXIGLAS®



 **EVONIK**
POWER TO CREATE

Ready for the Next Level of Embedded Development



우리 삶의 모든 곳에 적용되는 임베디드 소프트웨어의 구현을 통해 세상을 더 풍요롭게 변화시키고자 이타스는 임베디드 소프트웨어 개발 전 영역에서 품질과 효율성을 향상시키는 제품과 서비스를 제공합니다.

Software Engineering

Test and Validation

Measurement and Calibration

Real Time Applications

Cyber Security



제품, 컨설팅 및 엔지니어링 서비스

ASCET
SCODE
EHOOKS
ISOLAR

LABCAR
COSYM

INCA
ASCMO/MOCA
xETK
EHANDBOOK
PLCA/EADM

RTA-OS
RTA-RTE
RTA-BSW

CycurHSM
CycurLIB
CycurV2X
CycurKEYS



Test with Confidence

A&D는 Model Based Simulation 기술을 기반으로,
파워트레인 시험, 주행 성능 시험, 배터리 시험 등
자동차 시험 분야에 있어 정밀도 높고 효율적인 시험 기술을 제공하고 있습니다.

DSP Platform

Model Base Simulation을
실현하기 위한 고성능 DSP를
제공하고 있습니다.



VMS

1/1000 이상의 정밀도로 실제 주행
데이터를 계측, 차량 주행 평가 및
고정밀 차량 모델 평가를
실시합니다.



HILS

차량 모델을 적용하여
실제 차량에 탑재된 상태를 재현한
고정밀 시뮬레이션이 가능합니다.



Powertrain Testing

엔진/변속기 테스트, 엔진
캘리브레이션, 배기 가스 분석 등을
호환성과 유연성 높은 시험
환경으로 제공하고 있습니다.



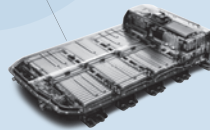
Tire Testing

실제 주행 시험에서는 정밀
측정이 어려운 항목들을 테스트
벤치에서 고정밀도로 테스트가
가능합니다.



Battery Testing

다양한 테스트 하드웨어 및
배터리 종류에 호환 가능한
하나의 프로그램을 제공하여,
보다 편리한 테스트 환경을
제공합니다.



Digital
Signal
Processing

2018년도 오토저널 광고 모집 안내

우리학회는 전문가들은 물론 관련 업종 종사자에게 높은 호응을 얻고 있는 학회지 '오토저널'을 매월 발간하여, 학회 회원 및 유관기관에 배포하고 있습니다.

귀사의 우수한 제품과 기업 이미지 홍보를 오토저널 광고를 통하여 경제적인 비용으로 극대화 할 수 있도록 많은 이용을 부탁드립니다.



■ 광고 요금 (1회, 1쪽 기준)

색도	게재면	요금(원)	비고
칼라	표지 1면 (결표지)	3,000,000	학회지 성격에 맞아야하고, 신청업체로부터 자료를 받아 학회에서 디자인
	표지 2면	1,500,000	
	표지 3면	1,500,000	-
	표지 4면 (맨뒷면)	2,000,000	
	내지 1면	1,500,000	
	내지 2면부터	1,000,000	
	패키지 광고 (연간)	12,000,000 - 표지4면 : 1회 - 표지2, 3면 : 2회 - 내지 : 9회 - 홈페이지 배너광고	게재면의 위치는 학회에서 결정

※ 패키지광고 : 법인회원사 및 2면 이상의 할인율도 해당 (광고 횟수에 따른 할인율은 해당 없음)

■ 할인대상 및 할인율

구분	법인 회원사	2면 이상	광고 횟수(회)			
			6~11회	12~17회	18~23회	24회 이상
할인율	20%	10%	10%	20%	25%	30%



■ 광고 파일

크기 : 4×6배판 (188mm×257mm)

상하좌우 여백 각 3mm 포함 (194mm×263mm)

※ 광고 디자인은 신청 회사에서 준비하여야 합니다.

■ 기타안내

- 광고요금과 게재면은 학회 사무국과 협의하여 주시기 바라며, 한정된 게재면은 선착순입니다.
- 광고요금의 할인을 대상이 중복될 경우는 합산하여 적용됩니다.

신청 및 문의처

한국자동차공학회 편집재무팀

전화 : 02-564-3971 이메일 : yrhan@ksae.org

2018

KSAE 대학생 자작자동차대회 후원사 모집 안내



2018 대학생 자작자동차대회 KSAE Baja/Formuula/EV

후원사 모집



문대흥 대회장

- ◆ 現 현대파워텍 사장
- ◆ 前 현대자동차 부사장
- ◆ 2018 한국자동차공학회 회장
- ◆ 2018 대학생 자작자동차대회 대회장



박정국 조직위원장

- ◆ 현대케피코 사장
- ◆ 2018 한국자동차공학회 부회장
- ◆ 2018 대학생 자작자동차대회 조직위원장

대한민국 자동차 산업의 밝은 미래! 여러분의 후원으로 시작됩니다!

한국자동차공학회는 지난 1978년 설립된 우리나라 자동차공학을 대표하는 학술기관으로 2007년부터 대학생들을 위한 자작자동차대회를 매년 개최하고 있습니다.

미래 한국의 자동차공학을 대표할 학생들에게 꿈을 실어주고 기술에 대한 성취욕을 높이기 위해 실시하는 이번 대회를 통해 서로간의 협력과 배움의 기회를 갖는 학술의 장, 그리고 축제의 장을 마련할 것입니다.

'자동차공학은 한국의 힘!'입니다. 대학생은 그 힘을 만들어낼 미래의 주역입니다. 그리고 그 힘은 선의의 경쟁력과 협력이 있어야만 이뤄낼 수 있습니다. 이번 대회를 통해 자동차공학에 관한 학문 및 기술의 발달과 산업발전에 기여할 수 있기를 바라며, 성공적인 대회 개최와 앞으로의 대회 발전을 위해 아낌없는 지원 부탁드립니다.

2018 대학생 자작자동차 대회

- 기 간 2018년 8월 17일(금)~19일(일)
- 장 소 새만금군산자동차경주장
- 주 최 한국자동차공학회 / 한국자동차산업협회
- 주 관 대학생 자작자동차대회 조직위원회



경기부문



Baja (Off-Road Type)
오토크로스/내구1/내구2



Formula (On-Road Type)
가속/스키드패드/
오토크로스/내구



EV
가속/슬러럼/내구1/내구2



기술부문
기술아이디어/디자인



발표대회
KSAE 추계학술대회 기간
별도개최

KSAE 대학생 자작자동차대회



대학생 자작자동차대회를 통한 자동차산업의 우수한 인력양성을 위해 여러분의 후원이 필요합니다.

후원사 기준

구분	기준	후원금액
후원	★ PLATINUM	2,000만원 이상
	★ GOLD	1,000만원 이상
	★ SILVER	500만원 이상
	★ BRONZE	300만원 이상
	★ IRON	100만원 이상 또는 현물

후원사 혜택

혜택사항	지원대상				
대회 홈페이지 후원사 로고 배너광고 및 웹사이트 링크	★	★	★	★	★
대회 포스터, 안내서 등 각종 인쇄물 후원사 로고 표기	★	★	★	★	★
개·폐막식 무대 및 주최자 현수막 후원사 로고 표기	★	★	★	★	★
공식행사(개·폐막식) 및 만찬 초청	★	★	★	★	★
행사 기념 브로마이드 및 결과보고서 제공	★	★	★	★	★
대회장 서킷 내 후원사 현수막 설치	★	★	★	★	
요청 시 행사장 내 홍보공간 제공(제품 및 기업홍보, 리크루트 등)	★	★	★		
참가팀 Kit에 브로셔, 차량용스티커 등 홍보물 삽입(기업 제공 시)	★	★	★		
행사기간 숙박 지원(대표자 및 임원 대상)	★	★	★		
행사장 내 단독 플랜카드 설치	★	★			
감사패 증정	★	★			
공식행사 시 후원 내용 소개	★				
참가자 명찰 기업로고 표기	★				
대회 자문위원 위촉	★				

접수마감 1차) 2018년 4월 6일(금) (포스터 기업로고 삽입)
2차) 2018년 7월 27일(금)

제출서류 후원신청서 1부, 사업자등록증 1부, 로고파일(C)

납부계좌 농협 366-17-000342 [예금주 : (사단) 한국자동차공학회]

문의 한국자동차공학회 사업팀 남궁석 주임

Tel. 02-564-3971 Fax. 02-564-3973 E-mail. nkseok@ksae.org

홈페이지 <http://jajak.ksae.org>



사단
법인 **한국자동차공학회**
The Korean Society of Automotive Engineers

- **임원 회장** 문대홍(현대파워텍) · **부회장** <총무> 이종화(아주대학교), <재무> 심재경(고려대학교), <사업> 배충식(한국과학기술원), <부문 및 연구회> 지요한(현대자동차), <교육> 권상순(르노삼성자동차), <편집> 김영일(아주자동차대학), <대외협력> 민경덕(서울대학교), <홍보> 서경석(한국지엠), <표준화> 표영덕(한국에너지기술연구원), <저작차> 박정국(현대캐피탈), <지회> 송철기(경성대학교) · **무임소부회장** 박찬식(한국로버트부쉬), 안정규(유니크), 윤대성(한국수입자동차협회), 김한준(비스티온), 성명호(지능형자동차부품진흥원), 유재식(포레시아), 최지선(케이씨모터스), 홍성수(서울대학교) · **감사** 허승진(국민대학교), 이장희(한국기계연구원) · **총무이사** 이진욱(숭실대학교), 민승재(한양대학교) · **재무이사** 이성욱(국민대학교), 황성호(성균관대학교) · **사업이사** 김성수(신라대학교), 김진형(이타스코리아), 김민철(자동차부품연구원), 박용성(자동차안전연구원), 김성경(쌍용자동차) · **부문 및 연구회이사** 강형식(현대모비스), 박성욱(한양대학교), 송봉섭(아주대학교) · **교육이사** 차석원(서울대학교) · **편집이사** 구 상(국민대학교), 김경미(환경부), 김득상(두산인프라코어), 이재관(자동차부품연구원), 최세범(한국과학기술원) · **대외협력이사** 김창기(한국기계연구원), 송순호(연세대학교) · **홍보이사** 전문수(한국교통대학교), 최용석(르노삼성자동차) · **표준화이사** 손영욱(자동차부품연구원), 이소연(한국전자통신연구원), 주구상(현대자동차) · **저작차이사** 도영민(두원공과대학교) · **지회이사** 김정운(대구가톨릭대학교), 최영(한국기계연구원) · **무임소이사** 박종원(산업통상자원부), 김정환(환경부), 박대순(국토교통부), 김동호(국가기술표준원), 김성수(이튼인더스트리), 권상일(교통환경연구소), 이천환(자동차부품연구원), 조은정(코오롱글로텍), 최인혁(현대파워텍)

- **부문 파워트레인부문회장** 이기형(한양대학교)
- **연료 및 배기부문회장** 이춘범(자동차부품연구원)
- **새시 및 차량동역학부문회장** 최규재(군산대학교)
- **전기·전자·ITS부문회장** 김경수(한라그룹) · **차체 및 안전부문회장** 김동석(한국지엠) · **생산 및 재료부문회장** 김홍규(국민대학교) · **전기동력자동차부문회장** 홍정표(한양대학교) · **자동차자원순환 및 튜닝부문회장** 하성용(신한대학교)

- **연구회 철도차량연구회위원장** 목재균(한국철도기술연구원) · **퍼스널모빌리티연구회위원장** 우종운(한국로봇산업진흥원) · **기동체계연구회위원장** 계중읍(산업통상자원 R&D전략기획단) · **디자인연구회위원장** 구 상(국민대학교) · **어스무빙머신리연구회위원장** 이동욱(두산인프라코어) · **미래자동차통합열관리연구회위원장** 김민수(서울대학교)

- **지회 부산·울산·경남지회장** 제우성(경성대학교) · **광주·호남지회장** 김재열(조선대학교) · **대구·경북지회장** 황 평(영남대학교) · **대전·세종·충청지회장** 전오환(서연오토비전)

- **위원회** **오토저널편집위원장** 김영일(아주자동차대학)
- **국문논문집편집위원장** 임원식(서울과학기술대학교)
- **IAT편집위원장** 박영진(한국과학기술원) · **표준위원장** 표영덕(한국에너지기술연구원) · **부품산업위원장** 안정규(유니크) · **여성위원장** 최지선(케이씨모터스)

- **사무국** **사무총장** 김은태 · **편집재무팀** 오창호 차장, 김우리 주임, 한유리 주임, 김민지 사원 · **사업팀** 장명희 차장, 남궁석 주임, 김혜주 사원, 김선아 사원 · **표준협력팀** 서윤주 차장, 권국현 주임, 허은정 사원



Contents

	13	사진으로 보는 학회 활동
세계 자동차 기술동향 : 일본	14	차세대 친환경 자동차 기술 동향 - 일본 정선호
국내 자동차 관련 법규	18	국내 자동차 에코이노베이션 기술 인정 목록 규정 권상일
자동차 성능과 타이어 특성의 최적화	25	타이어 내부 공기압이 타이어 특성 또는 자동차 성능에 미치는 영향 오영락
자동차 표준화	32	이륜자동차 성능평가 측정방법의 부합화 필요성 김강출
자동차 분야의 표준특허	36	전기자동차 분야 표준특허 현황 김병년



SFC-KOENIG EXPANDER®

www.samjinworld.co.kr





전문가 칼럼

40

피에조 액추에이터 응용기술 | 이진욱

44

내연기관의 현실과 미래 | 이기형

연구회 소개

48

어스무빙머시너리연구회

50

후지산 등산 | 김은태

53

자동차 관련 기술 및 업계소식

55

2월 학회소식

56

한국자동차공학회 국문논문집 목차

57

2018년도 행사일정

WWW.WUERTH.CO.KR

DEUTSCHE TECHNIK

WÜRTH

1945년 독일에서 설립된 이래 전세계 80여개국의 약 400여 직원 및 법인들을 통하여 약 100,000여가지의 70년 뷔르트 품질의 제품들을 개발생산하여 전세계 전문가들에게 직접 공급해 드리고 있습니다.

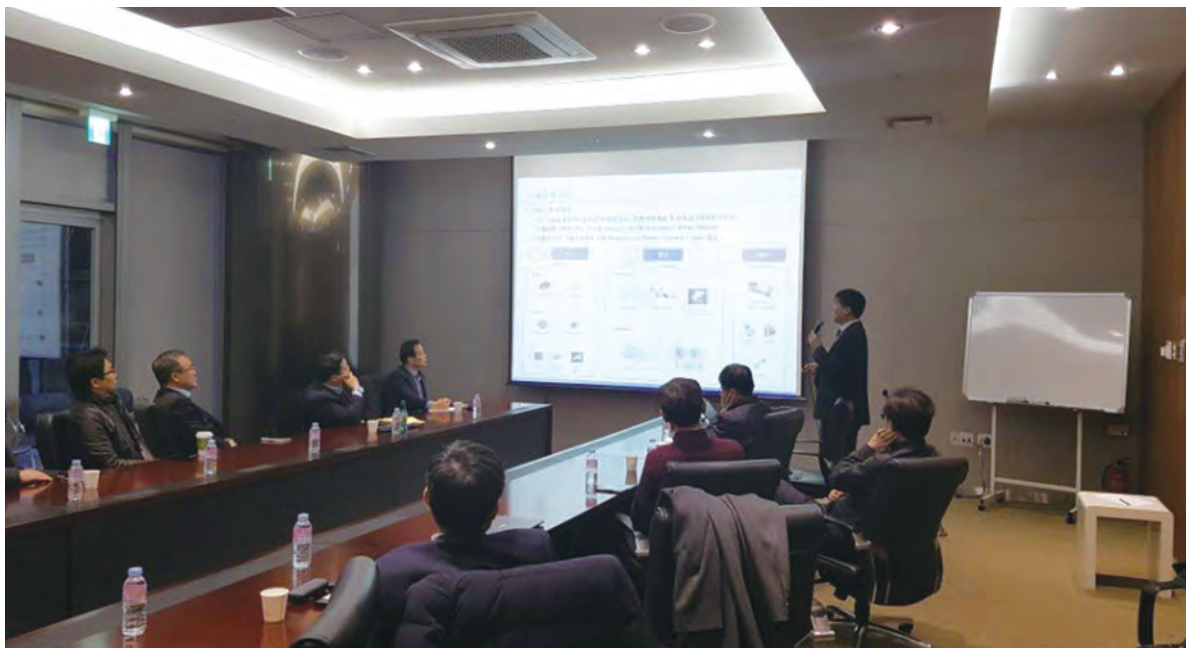
1588 6322

경기도 하남시 서하남로 451번길 93-8 (13016)



**친환경차 연구위원회
한온시스템 업체탐방**

친환경차의 장기목표 수립을 위한 정책환경 연구 과제의 친환경차 연구위원회는 1월 31일에 한온시스템 연구시설을 방문하였다. 업체탐방에는 국무조정실 백경동 과장, 이종렬 사무관, 손영욱 표준화 이사 등이 참석하였으며, 한온시스템 R&D 개요와 기술개발 현황 등 친환경차 부품 생태계에 대하여 많은 의견을 나눌 수 있는 시간을 가졌다.



우리학회 전기·전자·ITS부문에서 2월 13일에 판교 만도중앙연구소에서 부문 모임을 겸한 부문회원을 위한 특별강연을 개최했다. 특별강연에는 강형진 만도 상무의 자율주행 플랫폼 기술 동향에 관련된 기술발표가 진행되었으며, 2018년도 부문사업과 행사계획을 논의하였다. 이번 모임에는 김경수 부문회장, 부문소속 회원 22명이 참석하였다.

**전기·전자·ITS부문 신년회
및 세미나 개최**

차세대 친환경 자동차의 기술 동향 - 일본

A Recent Trend of Technology in Green Cars - Japan

탄소섬유강화플라스틱(CFRP)은 그 비중이 스틸, 알루미늄에 비해 1/5, 1/1.8로 가볍고, 동시에 인장강도가 높은 장점을 가지고 있다. 최근 전세계적으로 강화되고 있는 차량 연비규제는 자동차 제조사들이 더 큰 비용을 지불하고서라도 더 가벼운 재료를 사용하도록 하는 원인이 되고 있으며, 그동안 제한적으로 검토되던 CFRP 역시 알루미늄, 마그네슘 등의 경량금속과 함께 경량화 소재로써 기대를 받고 있다. CFRP는 열경화성, 열가소성으로 분류되고 현재까지는 대부분의 CFRP부품 탑재 차량 모델들에 열경화성 CFRP가 적용되어 있지만, 열가소성 CFRP도 경제성, 친환경성으로 인해 주목을 받고 있다. 본 고에서는 자동차 경량화 소재로써의 CFRP의 종류 및 활용 사례에 대해 살펴보기로 한다.



정선호
지능형자동차부품진흥원
Sunho Jung
KIAP



자동차 소재용 열경화성 및 열가소성 CFRP의 특성

열경화성(Thermosetting) 탄소섬유강화플라스틱(CFRP)은 가열하면 화학반응이 일어나 고체 상태가 되는데, 다시 가열해도 연화(Softening)되지 않는 특성이 있다. 통상적으로 CFRP는 열경화성 CFRP를 가리키는 경우가 많다.

열가소성(Thermoplastic) CFRP는 가열하여 연화시킨 후 냉각시키면 고체 상태가 되지만, 재차 가열하면 다시 연화시킬 수 있다. 일본에서는 자동차 차체용 재료로서 열경화성 CFRP와 더불어 열가소성 CFRP를 적극적으로 도입하려는 움직임을 보이고 있는데 열가소성 CFRP에 큰 관심을 갖는 이유는 다음과 같다.

● 높은 생산효율에 의한 생산비 절감 효과

이미 일부 소량 양산차에서 CFRP가 이용되고 있지만, 높은 생산 비용으로 인해 대중적인 경량화 소재로서 자리 잡기에는 어려움이 있다.

열경화성 CFRP는 화학반응에 의해 경화(Hardening)되기 까지 시간이 다소 걸리지만, 열가소성 CFRP는 성형 과정에서 화학반응이 필요없어 성형시간이 짧다. 성형가공비는 그 제품을 만드는데 걸리는 시간과도 직결되기 때문에 성형시간과 전후의 가공시간의 단축은 곧 비용 절감으로 이어진다고 할 수 있다. 장차 1분만에 성형 가능한 기술이 양산기술로서 자리매김할 수 있다면 1대의 프레스기에서 매달 1만 5천대에서 2만대 정도의 생산량을 기대할 수 있게 된다.

● 기존의 투자 설비와 노하우의 활용 가능성이 높음

열가소성 CFRP의 프레스 성형가공은 재료를 가열/냉각하는 공정을 제외하면 지금까지 스틸 모노코크 구조 설계에서 축적해 온 프레스 부품의 제품설계, 금형제작, 성형가공, 생산설비, 품질속성 등의 많은 설비나 노하우 등이 응용 가능한 경우가 많다. CFRP는 소재의 비용이 높기 때문에 판매 가격이 비교적 저렴한 다량생산차에는 도입이 어렵지만, 기존 설비 활용이 가능하다면 설비 투자를 줄임으로써 생산

비용을 절감할 수 있다.

● 재활용이 용이

열경화성 CFRP는 재차 가열해도 연화되지 않아 재사용이 기술적으로 어렵지만, 열가소성 CFRP는 가역성이 있기 때문에 재활용에 적합하다고 할 수 있다. CFRP 재활용의 한 예로 일본의 Carbon Fiber Recycle Industry와 Gifu University는 <그림 1>과 같은 열가소성 CFRP의 재생 공정을 개발했다. 이 공정은 탄소섬유를 섬유상태 그대로 회수함으로써 다양한 용도로 사용할 수 있고, 폐CFRP가 갖는 수지 성분을 연료로 쓰기 때문에 에너지 절약이 가능하다. 재활용을 위해서는 이러한 공정 개발과 함께 중고차 폐차 시 재활용이 가능하도록 접합된 부품의 해체/분리가 쉽도록 하고, 열경화성과 열가소성 CFRP의 조합 또는 접착제에 의한 접합은 분리가 어려워 재사용하기 어렵다는 전제에서 설계 방침을 정해야 한다.

열경화성과 열가소성의 주요 특징을 정리하면 <표 1>과 같다. 이와 같이 열가소성 CFRP는 재활용이 용이하여 친환경적이라는 큰 장점을 갖고 있는 반면, 열경화성 CFRP에 비해 강도(Strength), 강성(Rigidity, Stiffness) 및 접착 강도가 낮으며, 자동차 바디의 구조설계 기술이 정착되어 있지 않은 이슈가 있다.

그림 1. CFRP의 재생 공정의 예 (출처 : 스마트 저팬)



표 1. 열경화성과 열가소성 CFRP의 특성 비교

항목	열경화성 CFRP	열가소성 CFRP
가열에 의한 성질	경화되면 가열해도 연화되지 않음	경화 및 연화 상태가 가역적
성형시간	10분 (고속 RTM성형) ~4시간 (오토클레이브)	약1분 (Stamping)
재료비(상대적)	높음	낮음
생산설비	대형 (냉동고 필요)	비교적 소형 (냉동고 불필요)
인장강도(상대적)	인장강도 높음	인장강도 낮음
재활용 용이성	어려움	용이
모체(Matrix) 종류	적다	많다
중간기재보관	섭씨 -20도 보관	상온 보관
접합	접착, 기계적 접합	용접, 기계적 접합
재료비, 생산비용 (상대적)	높음	낮음

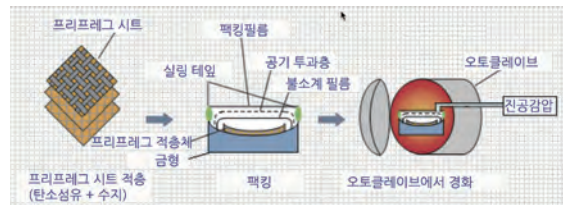
일반적으로 열가소성은 열경화성에 비해 기계적 특성이 떨어진다. 자동차 바디는 기본적으로 주행 중의 불규칙한 하중을 받아도 재료의 탄성 변형이 일어나는 한계를 넘지 않아야 하고, 충돌사고 시 탑승자의 안전 확보를 위해 캐빈의 변형을 최소한으로 억제해야 한다. 이러한 특성을 만족시키는 바디용 열가소성 CFRP 개발에는 앞으로 많은 연구가 필요하다고 볼 수 있다.

열경화성 CFRP 성형가공법

자동차 바디에 열경화성 CFRP를 적용하는 경우의 성형 가공법은, 오토클레이브 성형법(그림 2) 또는 RTM 성형법이 사용되고 있다.

오토클레이브에 의한 성형은 섭씨 -20도에 냉동보관된 중간기재의 프리프레그 시트를 가공전에 도출하고 제품의 형상에 맞춰 커팅한다. 그 다음 커팅된 시트를 드라이어 등으로 가열하여 부드럽게 하면서 수작업으로 성형틀에 붙여 간다. 이때 부분적으로 강도를 높이고 싶은 영역에는 여러 장 겹쳐 적층한다. 그 후, 공기주입구가 설치된 비닐 봉지로 성형틀 전체를 감싸고 오토클레이브에 투입한다. 오토클레이브에서는 비닐 봉지로 내포된 공기나 휘발물을 진공제거

그림 2. 오토클레이브 성형 (출처 : Mitsubishi)



하고, 가열·가압하여 시트를 성형틀에 밀착시켜 성형하고, 경화시킨다. 투입하여 2시간 이상 정도 경과한 후 꺼내고 제품 형상에 맞게 커팅, 구멍을 워터젯 등으로 가공한다. 손이 많이 가고 시간이 걸리는 성형가공법이지만, 성형틀에 완벽하게 맞추는 것이 가능하기 때문에 정확도가 높고 표면이 깨끗한 제품을 얻을 수 있다.

또한, 대형 오토클레이브라면 스틸 모노코크 구조의 경우, 분할하고 있던 부품을 정돈해서 일체화하거나, 여러 개의 부품을 넣고 동시 성형하는 작업도 가능하다. 반면에, 대형 오토클레이브 설비가 필요하고, 성형가공이 완료될 때까지 4시간정도 시간이 소요되며, 가공 비용이 많이드는 문제점이 있다.

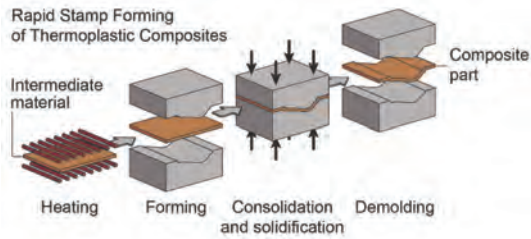
RTM 성형은, 열경화성수지를 함침시키지 않은 탄소섬유 강화시트를 예비 성형하여 성형용 프레스기에 투입한 후, 녹은 열경화성수지를 성형틀 내에 주입(함침)하고, 가열, 경화시킨다. 최근, 성형시간을 10분 정도로 단축가능한 기술(고속RTM)이 개발, 양산화되어 생산성을 높이고 있다. Toyota Lexus LFA나 BMW i3도, 고속RTM공법이 적용되어 있다.

열가소성 CFRP 성형가공법

(그림 3)에 나타낸 열가소성 CFRP의 Stamping 성형은 탄소섬유에 미리 열가소성수지를 함침시키고 프리프레그 시트와 성형용 금형을 가열시켜 시트를 연화시킨 상태에서 성형한다. 예비 성형을 거치지 않은 시트로부터 직접 성형하는 것도 가능하다.

열경화성과 같은 모체(Matrix)가 되는 수지의 중합 반응에

그림 3. Stamping 공정의 이미지 (출처 : ETH Zurich)



필요한 시간이 배제됨에 따라 성형시간을 크게 단축할 수 있다.

열가소성 CFRP는 미리 가열하여 고분자 중합이 되어 있는 시트를 상하의 금형에서 성형하는 Stamping 공법 개발이 중점적으로 추진되고 있다. <그림 4>와 같이 일본 이시카와현에서 추진하고 있는 프로젝트 '열가소성 CFRP의 Stamping 가공 기술개발'에서는 성형성에 크게 영향을 주는 열가소성수지의 온도 특성에 대해, 프레스기의 가압력과 금형의 온도를 정밀하게 제어함으로써 바디의 B필러와 같은 난이도가 높고 복잡한 형상도 1분 이하로 성형 가능한 가공 기술을 확보해 나가고 있다. 따라서 생산량이 많은 자동차 바디에서는 가공속도가 빠른 열가소성 CFRP에 대한 기대가 커지고 있다.

최근 유럽, 중국, 인도 등 대표적인 세계 자동차 시장을 중심으로 내연기관을 제한하고 친환경차를 장려하겠다는 미래 정책 계획들이 발표되고 있고, 전기차를 중심으로한 친환경자동차의 판매량은 실질적으로 높은 증가세를 이미 보여주고 있다. 특히 전기차의 1회충전 주행거리가 늘어나면서 배터리 중량이 크게 증가하게 되는데, 이로 인한 차량 효율 감소를 회피하기 위한 경량화 소재 접목 사례는 더욱 증가할 것으로 예상된다.

수소전기자동차 역시 고중량을 회피하기 위한 기술들이 필요하게 되고, Toyota MIRAI의 Stack frame<그림 5>에 열가소성 CFRP가 적용된 사례와 같이, 향후 자동차 소재에서 CFRP의 적용범위는 점진적으로 확대될 것으로 판단된다.

그림 4. 열가소성 CFRP로 만든 B필러 성형 시험 (출처 : 이시카와현 산업 창출 지원 기구)

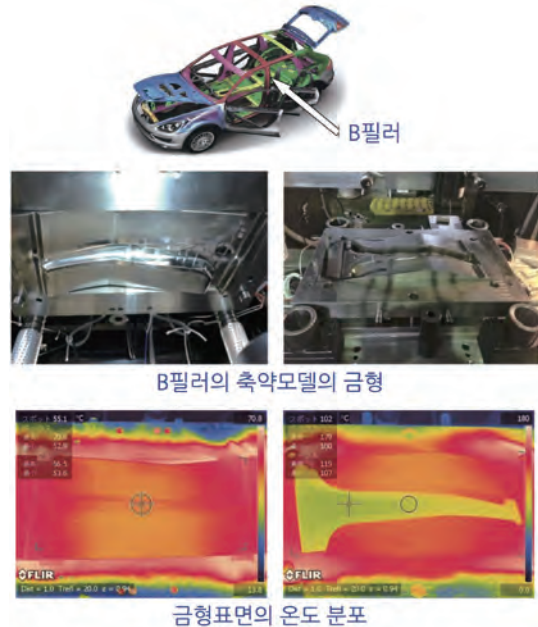


그림 5. Toyota MIRAI의 탄소소재 부품 (출처 : Toray)



정선호 선임연구원 : id4touch@kiapi.or.kr



국내 자동차 에코이노베이션 기술 인정 목록 규정

The Domestic Regulations on Recognition List of
Automobile Eco-Innovation Technology



권상일
국립환경과학원
Sangil Kwon
National Institute of
Environmental Research

우리나라는 국가 온실가스 감축 목표를 달성하기 위하여 수송부문에서는 교통수요 정책, 바이오 연료 보급, 자동차 온실가스 기준 강화, 친환경차 보급 등이 추진중이다. 이 중에서 가장 저감 효과가 큰 정책은 자동차 제작사별로 판매된 모든 자동차의 평균 온실가스를 기준 이내로 제한하는 자동차 평균 온실가스 규제로 2020년 자동차 온실가스 및 에너지소비효율 기준을 각각 97g/km, 24.3km/l로 설정하고 있다. 이 기준은 유럽에 상응하는 기준으로 자동차제작사가 달성하는데 있어 도전적인 목표이므로, 기존의 자동차 배출가스 측정방법으로 측정하지 않는 신기술(에코이노베이션)을 적용한 경우 자동차 제작업체의 전체 평균값으로 최대 온실가스는 14g/km, 에너지소비효율은 3.5km/l까지 실적에서 감하는 인센티브를 허용하고 있다. 또한, 제작사의 에코이노베이션 기술 개발을 촉진하고 쉽게 적용하게 하기 위하여 별도의 평가 없이 저감량을 인정하는 에코이노베이션 기술목록을 관련 규정에 지정하고 있다.

본 고에서는 우리나라에서 규정으로 정하고 있는 에코이노베이션 기술목록 및 인정 저감량을 소개하고자 한다.

관련 규정

- 「저탄소녹색성장기본법」 제47조, 「대기환경보전법」 제76조의2
- 자동차 온실가스 배출허용기준 및 적용·관리 등에 관한 고시
- 에코이노베이션 기술에 의한 자동차 온실가스 배출 저감 및 에너지소비효율 개선 효과 인정 지침

에코이노베이션 기술 인증 목록 및 저감량 산정방법

● 일반사항

동 규정은 2016년 1월 1일 이후 출고되는 자동차에 적용한다.

● 에어컨 냉매 누기 감소 기술

1) HFC-134a, HFO-1234yf 냉매를 적용하는 경우 누출율은 SAE J2727의 절차에 따라 0.1g 단위로 계산한다. 이때 냉매 호스의 투과율은 SAE J2064의 절차에 따라 계산한다. 자동차 제작사가 기타 냉매를 적용하는 경우 누출율 산정 방법에 대해 환경부 장관의 승인을 받아야 한다.

2) 에어컨 냉매 누기 감소 기술에 대한 온실가스 배출저감량 (g/km)은 다음과 같이 산정한다. 다음 수식의 $HiLeakDis$ 는 2017년 1월 1일 이후 출고차량부터 적용한다.

가) 10인승 이하의 승용 및 승합자동차

$$Leakage\ Credit = Max\ Credit \times \left[1 - \left(\frac{LeakScore}{16.6} \right) \times \left(\frac{GWP_{REF}}{1430} \right) \right] - HiLeakDis$$

여기서,

- $MaxCredit$: HFC-134a의 경우 7.0, 저온난화지수냉매의 경우 7.9
- $LeakScore$: 1)호에 따라 산정된 냉매 누출율로서 8.3 미만인 경우 8.3으로 하고, 전기 압축기 방식은 4.1로 한다.
- GWP_{REF} : 냉매의 지구온난화지수

$$HiLeakDis = 1.1 \times \left(\frac{LeakScore - LeakThreshold}{3.3} \right)$$

※ 냉매의 지구온난화지수가 150보다 크거나 계산값이 0보다 작은 경우 0으로 하고, 계산값이 1.1 보다 큰 경우 1.1로 한다.

• $LeakThreshold$: 냉매용량 733g 이하인 경우 11.0으로 하고, 냉매용량 733g 초과인 경우 냉매용량의 1.5%로 한다.

나) 11인승 이상 15인승 이하 승합 및 화물자동차

$$Leakage\ Credit = Max\ Credit \times \left[1 - \left(\frac{LeakScore}{20.7} \right) \times \left(\frac{GWP_{REF}}{1430} \right) \right] - HiLeakDis$$

여기서,

• $MaxCredit$: HFC-134a의 경우 8.6, 저온난화지수냉매의 경우 9.9

• $LeakScore$: 1)호에 따라 산정된 냉매 누출율로서 10.4 미만인 경우 10.4로 하고, 전기압축기 방식은 5.2로 한다.

• GWP_{REF} : 냉매의 지구온난화지수

$$HiLeakDis = 1.3 \times \left(\frac{LeakScore - LeakThreshold}{3.3} \right)$$

※ 냉매의 지구온난화지수가 150보다 크거나, 계산값이 0보다 작은 경우 0으로 하고, 계산값이 1.3 보다 큰 경우 1.3으로 한다.

• $LeakThreshold$: 냉매용량 733g 이하인 경우 11.0으로 하고, 냉매용량 733g 초과인 경우 냉매용량의 1.5%로 한다.

3) 2)호에 따른 저감량 산정시 사용 냉매의 종류에 따른 지구온난화지수는 다음과 같이 적용한다.

(가) HFC-134a : 1430

(나) HFC-152a : 124

(다) HFO-1234yf : 4

(라) CO₂ : 1

● 에어컨 효율 개선 기술

1) 에어컨 효율 개선 기술의 종류와 온실가스 배출저감량 (g/km)은 <표 1>과 같다.

2) <표 1>의 기술 중 2가지 이상이 동시에 적용된 경우 온실

국내 자동차 관련 법규

표 1. 에어컨 효율 개선 기술의 종류와 온실가스 배출저감량 (g/km)

효율개선 기술의 종류	10인승 이하 승용 및 승합	11인승 이상 15인승 이하 승합 및 화물
재가열 감소 기술, 외부 제어 가변 압축기	0.9	1.4
재가열 감소 기술, 외부 제어 고정 압축기 또는 공압식 가변압축기	0.6	0.9
실내 공기순환 모드 초기화 설정, 외기온도 24℃ 이상에서 폐회로 공기 공급량 제어 (실내 공기 제어를 위한 센서 피드백 필요)	0.9	1.4
공기순환 모드 초기화 설정, 외기온도 24℃ 이상에서 폐회로 공기 공급량 제어 (내부 공기 제어를 위한 센서 피드백 필요)	0.6	0.9
블로워 전동기의 전기에너지 손실 감소를 위한 제어 기술	0.5	0.7
내부 열교환기	0.6	0.9
증발기 및 응축기 개선 기술 (기존 기술 대비 10% 이상 개선)	0.6	0.9
오일분리기	0.3	0.4

가스 저감량은 적용 기술별 온실가스 저감량을 합산하여 산정하되, 최대 저감량은 다음을 초과할 수 없다.

가) 10인승 이하의 승용 및 승합자동차 : 3.1g/km

나) 11인승 이상 15인승 이하 승합 및 화물자동차 : 4.5g/km

3) <표 1>의 기술들은 다음의 요건에 적합해야 한다.

가) 재가열 감소 기술, 외부 제어 가변 압축기

① 센서신호를 이용하여 압축기 내부 체적을 전자제어 해야 한다.

② 센서신호는 실내 온도 제어 위치 또는 설정값, 실내온도, 증발기 출구 공기온도, 냉매 온도 등을 포함한다.

③ 증발기 출구 공기 온도는 5℃ 이상으로 제어될 수 있어야 한다.

나) 재가열 감소 기술, 외부 제어 고정 압축기 또는 공압식 가변압축기

① 센서신호를 이용하여 압축기 출력을 전자 신호에 의한 클러치 작동을 통해 제어해야 한다.

② 센서신호는 실내 온도 제어 위치 또는 설정값, 실내온도, 증발기 출구 공기온도, 냉매 온도 등을 포함한다.

③ 증발기 출구 공기 온도는 5℃ 이상으로 제어될 수 있어야 한다.

다) 실내 공기순환 모드 초기화 설정

① 운전자 또는 자동 공조시스템이 에어컨을 작동시킬 때 에어컨 시스템의 공기 공급 방식이 외부 공기 유입에서 실내 공기 순환으로 전환되는 모드를 기본으로 설정하는 방식이다.

② 시야 확보를 위해 유리창의 습기 제거가 필요한 경우는 제외한다.

③ 습도 센서 또는 CO₂ 센서 등 내부 공기질 센서를 탑재한 경우, 신선한 실내 공기질 유지와 유리의 습기 방지를 위해 최대한 실내 공기를 순환시키면서 외부 공기 유입 및 실내 공기 순환 비율을 조정할 수 있다.

④ 운전자는 운전 중에 수동으로 외부 공기 유입 모드로 설정을 변경할 수 있으나, 다음 운전을 위해 시동을 걸었을 때 자동차의 제어시스템이 실내 공기 순환 모드로 초기화해야 한다.

⑤ 공조 시스템은 자동차의 실내온도가 외부 온도 보다 낮아질 때 까지 실내 공기 순환 모드 전환을 지연시킬 수 있다. 다만, 실내 온도가 외부 온도 보다 낮아지는 시점에서 내부 공기 순환 모드로 전환되어야 한다.

⑥ ⑤호의 규정에도 불구하고 자동차 제작사가 기술적으로 타당한 분석 자료를 환경부 장관에게 제출할 경우 실내 공기 순환 모드 초기화를 위한 별도의 외부 온도를 설정할 수 있다.

라) 블로워의 전동기 전기에너지 손실 감소를 위한 제어 기술 : 팬과 블로워의 속도를 제어하기 위하여 전동기 공급 전압을 감소시킬 때 저항 요소를 이용하지 않아야 한다.

마) 내부 열교환기 : 증발기로 유입되는 고압 액상 냉매의 열을 증발기에서 토출되는 저압 기상 냉매로 전달하여야 한다.

바) 증발기 및 응축기 개선 기술

① 자동차 제작사는 부품에 대한 시스템 분석을 통해 성

능 계수가 기존의 산업 표준 설계와 비교하여 10% 향상되었음을 증명하여야 한다.

- ② ①호의 산업표준 설계는 SAE J2765의 단품 시험 방법을 적용한다.
- ③ 자동차 제작사는 기본 설계와 비교하여 시스템의 효율 개선을 증명하는 기술적인 분석 결과를 환경부 장관에게 제출하여야 한다. 비교 대상 기본 설계는 자동차 제작사가 동일 차종 또는 유사 모델에 가장 최근에 적용한 기술을 의미한다.
- ④ 튜브 구조, 두께, 크기, 핀 밀도 등의 자료에 대해 기본 부품과 개선 부품에 대하여 비교하여 성능이 개선되었음을 증명하여야 한다.

사) 오일분리기

- ① 압축기에서 토출되는 오일-냉매 혼합물 내의 오일을 50% 이상 제거하여 압축기 입구 또는 하우징으로 회수할 수 있어야 한다. 또는 압축기의 윤활을 위하여 오일-냉매 혼합물의 순환을 사용하지 않는 압축기 설계 방법을 적용하여야 한다.
- ② 자동차 제작사는 기본 설계와 비교하여 시스템의 개선을 증명하는 기술적인 분석 결과를 환경부 장관에게 제출하여야 한다. 비교 대상 기본 설계는 자동차 제작사가 동일 차종 또는 유사 모델에 가장 최근에 적용한 기술을 의미한다.
- ③ 기본 부품과 개선 부품의 특성에 대하여 비교하여 성능 개선을 증명하여야 한다.

● 폐열회수장치

- 1) 엔진, 배기가스, 라디에이터 등으로 손실되는 폐열을 회수하여 차량의 전기 에너지로 변환할 수 있는 장치를 의미한다. 전기에너지는 차량의 전기 장치 요구사항에 부합하여 사용되거나, 차량 실내 난방, 능동 엔진 워업 또는 변속기 워업 장치 등 부하 감소 기술의 온도 상승을 보조하는 기능으로 적용되어야 한다. 회수되는 에너지의 양은 5-cycle 시험방법으로 산정한다.

2) 온실가스 배출 저감량은 다음의 식으로 산정한다.

$$Credit = ELR \times 0.004$$

여기서, *ELR* : 폐열회수장치 적용에 따른 전기 부하 저감량(W)으로서 5-cycle 시험의 평균값으로 산정한다.

● 고효율 등화장치

- 1) 차량에 장착될 경우 기존의 등화장치 대비 전기 소모량이 감소될 수 있는 등화 장치를 의미한다.
- 2) 온실가스 배출 저감량은 등화장치의 종류에 따라 <표 2>와 같다. 장착된 등화장치의 종류에 따른 온실가스 저감량을 합산하되, 최대값은 0.6g/km를 초과할 수 없다. 다음 표 보다 적은 온실가스 저감효과를 나타내는 등화장치는 저감량을 인정받을 수 없다.

● 태양전지판 기술

- 1) 차량의 외부에 수평 방향으로 장착되어 태양 빛에 직접적이고 간섭받지 않는 상태로 장착되어야 한다. 전기차, 하이브리드자동차, 플러그인 하이브리드 자동차, 수소연료 자동차의 배터리에 전기를 충전하여 전기 모터 구동 또는 냉난방 및 환기 장치 가동에 적용되어야 한다. 내연기관 자동차에 적용될 경우 태양 전지판을 이용하여 생산된 전기를 별도로 저장할 수 있는 전용 배터리를 장착해야 한다. 온실가스 저감량의 산정에 적용되는 정격 출력은 전지판 온도 25±2°C, 공기량 AM 1.5, 태양 복사 조도 1,000 W/m²의 표준 조건으로 측정한다.

표 2. 등화장치의 종류와 온실가스 배출저감량(g/km)

등화장치	온실가스 배출저감량 (g/km)
하향등	0.24
상향등	0.03
주차, 위치	0.06
전방 방향지시등	0.04
전방 차폭등	0.04
미등	0.06
후방 방향지시등	0.04
후방 차폭등	0.04
번호등	0.05

국내 자동차 관련 법규

2) 온실가스 배출 저감량은 다음과 같이 산정한다.

가) 배터리에 전기를 충전하는 기능으로 적용되는 경우 :

$$Credit = 0.02431 \times P_{panel}$$

나) 배터리 전기 충전 및 능동제어 환기 장치 가동에 적용되는 경우 :

$$Credit = C_{vent} + 0.02431 \times (P_{panel} - P_{vent})$$

여기서,

P_{panel} : 태양전지판의 정격출력(W)

C_{vent} : 능동제어 공기 순환장치의 온실가스 배출 저감량 (g/km)

P_{vent} : 능동제어 공기 순환장치의 정격출력(W)

● 능동제어 공기저항 저감 기술

1) 특정 조건에서 자동으로 작동하여 공기저항 효율을 개선할 수 있는 기술을 의미한다. 장치 작동시에 차량의 다른 특성 또는 기능은 유지되어야 한다.

2) 온실가스 배출 저감량은 다음과 같이 산정한다.

가) 10인승 이하의 승용 및 승합자동차 :

$$Credit = 12.03 \times CD_{reduced}$$

나) 11인승 이상 15인승 이하 승합 및 화물자동차 :

$$Credit = 20.61 \times CD_{reduced}$$

여기서,

$CD_{reduced}$: 공기저항계수 감소율로서 SAE J2881 등 적절한 산업 규격에 따라 측정한다.

● 엔진 공회전 제한 장치

1) 차량이 정지할 경우 자동으로 엔진이 정지되고, 운전자의 가속 페달, 브레이크 또는 클러치 페달 조작으로 엔진이 재시동되는 기술을 의미한다. 공회전 제한장치는 주 운전 모드로 작동되는 경우에 온실가스 배출 저감량을 인정한다.

2) 주운전모드는 자동차의 시동이 꺼진 후 다음 운전을 위해 시동을 걸었을 때 이전 운전에서 선택되었던 운전 모드에 관계없이 항상 선택되는 단일운전 모드이다. 주운전모드의 설정은 임의로 변경될 수 없고, 운전자의 의도적인 스위치 조작을 통해서만 주운전모드에서 다른 운전모

드로 전환되어야 한다.

3) 온실가스 배출 저감량은 다음과 같이 산정한다.

가) 10인승 이하의 승용 및 승합자동차 : 전기난방 순환장치 또는 이와 유사한 장치가 장착된 경우 2.3g/km, 미장착된 경우 1.6g/km

나) 11인승 이상 15인승 이하 승합 및 화물자동차 : 전기난방 순환장치 또는 이와 유사한 장치가 장착된 경우 4.0g/km, 미장착된 경우 3.1g/km

다) 가)와 나)호의 전기난방 순환장치 또는 이와 유사한 장치는 외기 온도 0°C에서 자동차 실내에 난방이 가동될 때 1분 이상 엔진이 꺼진 상태로 유지되어야 한다.

● 능동제어 변속기 조기 예열 장치

1) 차량에서 발생하는 폐열을 회수하여 열교환기 등을 이용하여 변속기 오일 온도를 정상 작동 온도까지 조기에 상승시킴으로서 변속기 오일의 마찰과 점성에 관련된 손실을 저감하여 변속기의 효율을 향상시키는 장치를 의미한다.

2) 온실가스 배출 저감량은 다음과 같이 산정한다.

가) 10인승 이하의 승용 및 승합자동차 : 0.9g/km

나) 11인승 이상 15인승 이하 승합 및 화물자동차 : 2.0g/km

● 능동제어 엔진 조기 예열 장치

1) 차량에서 발생하는 폐열을 회수하여 엔진의 특정 부품 온도를 정상 작동 온도까지 조기에 상승시킴으로서 엔진의 마찰 손실을 저감하고, 연료의 폐회로 제어를 조기에 수행할 수 있도록 하는 장치를 의미한다. 동 장치는 냉간 운전에서 열간 운전으로 조기에 전환함으로써 CO₂ 배출량을 저감하고, 연료 소비율을 향상시킨다.

2) 온실가스 배출 저감량은 다음과 같이 산정한다.

가) 10인승 이하의 승용 및 승합자동차 : 0.9g/km

나) 11인승 이상 15인승 이하 승합 및 화물자동차 : 2.0g/km

● 차량실내 온도 상승 억제 기술

차량 실내 온도의 상승을 억제하기 위해 아래의 기술들을 적용하는 경우, 기술별 온실가스 저감량의 합은 10인승 이하

의 승용 및 승합자동차는 1.9g/km, 11인승 이상 15인승 이하 승합 및 화물자동차는 2.7g/km를 초과할 수 없다.

1) 클래이징 기술

가) 차량 유리로 투과되는 태양에너지를 저감하여 차량 실내 온도 상승을 억제하는 기술을 의미한다.

나) 온실가스 배출 저감량은 다음과 같이 산정한다.

$$① \text{Credit} = \left[Z \times \sum_{i=1}^n \frac{T_i \times G_i}{G} \right] / 1.609$$

여기서,

Z = 0.3(10인승 이하의 승용 및 승합), 0.4(11인승 이상 15인승 이하 승합 및 화물)

G_i : 창문 i의 유리 면적(m²)

G: 전체 유리 면적(m²)

T_i : 창문 i 유리 면적의 예상 온도 저감치로서 다음의 수식을 적용

$$T_i = 0.3987 \times (T_{\text{isbase}} - T_{\text{isnew}})$$

T_{isnew} : 유리의 총 투과도(ISO 13837)

T_{isbase} = 62(전면, 후면, 측면 창), 40(루프)

② 온실가스 배출 저감량은 10인승 이하의 승용 및 승합 자동차는 1.8g/km, 11인승 이상 15인승 이하 승합 및 화물자동차는 2.4g/km를 초과할 수 없다.

2) 능동제어 좌석 환기장치

가) 공기 순환 또는 열전달을 통해 승객과 좌석의 접촉면 사이에 열을 좌석으로 부터 떨어진 위치로 방출하는 장치를 의미한다. 온실가스 배출 저감량을 인정받기 위해서는 최소한 운전석과 앞좌석에 동 기술을 적용해야 한다.

나) 온실가스 배출 저감량은 다음과 같이 산정한다.

① 10인승 이하의 승용 및 승합자동차 : 0.6g/km

② 11인승 이상 15인승 이하 승합 및 화물자동차 : 0.8g/km

3) 태양열 반사 표면 코팅

가) 태양 적외선 에너지의 65% 이상을 반사할 수 있는 차량 페인트 또는 표면 코팅 기술을 의미한다. 반사 성능은 ASTM E903, E1918-06, C1549-09 중의 하나를 이용하여 평가한다. 온실가스 배출 저감량을 인정받기 위해서는 최소한 승객과 화물칸 경계를 이루는 차량의 모든 수평면

에 동 기술이 적용되어야 한다.

나) 온실가스 배출 저감량은 다음과 같이 산정한다.

① 10인승 이하의 승용 및 승합자동차 : 0.2g/km

② 11인승 이상 15인승 이하 승합 및 화물자동차 : 0.3g/km

4) 수동제어 실내 공기 순환 장치

가) 차량 실내 내부 열을 외부로 배출하기 위하여 대류 열 전달을 이용하는 덕트 및 기타 방법을 의미한다.

나) 온실가스 배출 저감량은 다음과 같이 산정한다.

① 10인승 이하의 승용 및 승합자동차 : 1.1g/km

② 11인승 이상 15인승 이하 승합 및 화물자동차 : 1.4g/km

5) 능동제어 실내 공기 순환 장치

가) 차량 실내의 열을 기계적인 장치를 이용하여 외부로 배출하는 기술을 의미한다.

나) 온실가스 배출 저감량은 다음과 같이 산정한다.

① 10인승 이하의 승용 및 승합자동차 : 1.3g/km

② 11인승 이상 15인승 이하 승합 및 화물자동차 : 1.7g/km

● 고효율 발전기

1) 차량 발전기의 구성 부품 및 시스템 개선을 통해 기존 보다 높은 전기 효율을 나타내는 발전기 기술을 의미한다. 기존 발전기의 효율은 65%로하며, ISO 8854:2012의 규정에 따라 평가한다. 고효율 발전기 적용에 따른 전기부하 저감량은 5-cycle을 이용하여 평가한다.

2) 온실가스 배출 저감량은 다음의 식으로 산정한다.

$$\text{Credit} = \text{ELR} \times 0.004$$

여기서, ELR: 고효율 발전기 적용에 따른 전기 부하 저감량(W)으로서 5-cycle 시험의 평균값으로 산정한다.

3) 발전기 효율은 다음의 절차에 따라 평가한다.

가) ISO 8854:2012 규격에 적합한 시험장비를 이용하고, 신뢰도에 부합해야 한다.

나) 발전기 회전수 1,800/3,000/6,000/10,000rpm의 50% 부하 조건에서 효율을 산정하고, 가중계수는 각각 0.25/0.40/0.25/0.1로 하여 가중평균값을 계산하여 최종 효율로 산정한다.

● 엔진룸 단열기술

1) 차량이 운전되고 정지된 후 엔진룸을 밀폐하고, 라디에이터 차단장치를 이용하여 그릴을 닫아서 엔진룸의 열손실을 저감할 수 있는 장치를 의미한다. 저장된 열을 통해 차량 동력장치의 냉각을 지연시켜 재시동시 동력장치의 마찰력을 감소시킴으로서 CO₂ 배출량을 저감하고 연료소비를 향상시킬 수 있어야 한다.

2) 온실가스 배출 저감량은 다음의 방법으로 산정한다.

가) 냉각 특성 곡선 산정

① 냉각 특성 곡선은 기본 차량과 엔진룸 단열기술 적용 차량을 이용하여 산정하며, 14°C의 시험실 온도에서 24시간 동안의 냉각수 온도 변화를 측정해야 한다. UDDS 모드를 이용하여 예비 주행을 실시하며 엔진 냉각수 온도를 최대한으로 상승시키기 위하여 반복 수행할 수 있다.

② 예비 주행을 완료한 후 모든 펌프와 팬의 작동을 중단하기 위하여 엔진의 시동을 끄고, 시동키를 제거하며, 차량의 보닛을 완전히 닫아야 한다. 시험실 내에 인위적으로 설치한 공기 순환 장치의 전원을 꺼야한다.

③ 냉각 특성 곡선은 다음의 수식으로 산정한다. 최소자승법을 이용하여 냉각 특성 곡선을 산출하되, 엔진 정지 후 비정상적인 냉각수 온도 변화가 반영되는 것을 방지하기 위하여 최초 20분의 데이터는 적용하지 않는다.

$$T(t) = (T_O - T_A) \cdot e^{(-dt)} + T_A$$

여기서,

$T(t)$: 시간에 따른 냉각수 온도(°C)

T_O : 엔진 운전중 냉각수 온도(°C)

T_A : 시험실온도(°C)

d : 감쇄계수

나) 열간시동 효과 산정

① 온실가스 시험모드에서 열간 시동과 냉간 시동시의 CO₂ 배출량 차이를 다음과 같이 산정한다.

$$HSB = 1 - \frac{CO_2(hot)}{CO_2(14^\circ C)}$$

여기서,

$CO_2(hot)$: 열간시동시의 온실가스 시험모드 CO₂ 배출량(g/km)

$CO_2(14^\circ C)$: 냉간시동시의 온실가스 시험모드 CO₂ 배출(g/km)

② 냉간시동시에 시험실 온도는 14°C를 초과할 수 없다. 시험전후의 배터리 충전 상태 변화를 측정하여야 하며, 5% 이내여야 한다.

다) 온실가스 배출 저감량 계산

① 온실가스 저감 포텐셜을 다음의 수식에 따라 계산한다.

$$\Delta CO_2 = 1443 \ln \left(\frac{e^{-dB} + 1}{e^{-dE} + 1} \right) \cdot HSB$$

여기서,

dB : 기본 차량의 감쇄계수(1/h), (가)호에 따라 산정

dE : 개선 차량의 감쇄계수(1/h), (가)호에 따라 산정

HSB : 열간시동효과, (나)호에 따라 산정

② 주차시간에 따라 가중 평균된 온실가스 배출 저감량을 다음의 수식으로 산정한다.

$$C_{CO_2} = TA_{CO_2} \cdot \sum_{pt=1}^{24} \Delta CO_2(t)_{pt} \cdot SVS_{pt}$$

여기서, TA_{CO_2} 는 기본차량의 온실가스 배출량이며, 주차시간(pt) 점유율(SVS)은 <표 3>의 값을 적용한다.

표 3. 주차시간별 점유율

주차시간 (h)	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5
점유율 (%)	36	13	6	4	2	2
주차시간 (h)	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5
점유율 (%)	1	1	3	4	3	1
주차시간 (h)	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5
점유율 (%)	1	3	3	2	1	1
주차시간 (h)	18.5	19.5	20.5	21.5	22.5	23.5
점유율 (%)	1	1	1	1	1	1

지금까지 관련 규정에서 인정되는 에코이노베이션 기술 목록 및 저감량에 대해 살펴보았다. 향후 환경부에서는 자동차 제작사에서 개발되는 온실가스 저감기술에 대해 에코이노베이션 인정목록을 확대하여 기술의 적용을 촉진할 계획이다.

타이어 내부 공기압이 타이어 특성 또는 자동차 성능에 미치는 영향

Effects of Tire Inflation Pressures on Tire Characteristics or Vehicle Performance



오엽락
한국타이어 중앙연구소
Yumrak OH
Hankook Tire R&D Center

● 타이어 공기압 사용상태와 온도 민감도

일반적으로 승용차 소유주들의 차량성능에 대한 관심은 매우 높지만, 차량 또는 차량 부품의 유지/보수에 대한 관심도는 매우 낮은 것이 현실이다. 타이어는 노면에 동력을 전달하고, 제구동과 방향 전환을 책임지는 등 차량 성능을 좌우하는 가장 중요한 요소임에도 불구하고 일반인들의 타이어에 대한 관심도는 더욱 기대하기 어렵다. 그나마 차량튜닝에 관심을 갖고 있는 일부 자동차 마니아층에서 튜닝 관점에서 타이어에 대한 관심을 표명하는 정도다.

〈그림 1〉과 같이 실제로 타이어는 차량의 일반적인 성능뿐만 아니라 더 나아가 조종안정성, 제동성능 그리고 수막현상

에 관한 Hydroplaning 특성 등 차량 안전에도 직, 간접적으로 영향을 줄 수 있는 요소임에도 불구하고 관심을 가지고 관리하고 있는 경우는 찾아보기 어렵다.

European Automobile Manufacturers' Association에 따르면 실제 주행 중인 승용차 타이어 공기압을 모니터링 한 결과 〈그림 2〉와 같이 적정 공기압을 사용하는 차량은 53%에 불과하고, 과다 공기압 차량이 12% 그리고 저공기압 사용 차량이 35%, 즉 약 47%의 차량들이 부적절한 공기압을 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

본 고에서는 타이어 과다 또는 부족 그리고 적정 공기압 사용 여부에 따른 차량의 성능 변화를 일반 소비자의 유지, 관리 관점에서 설명하고자 한다. 〈표 1〉은 외부의 충격이나

자동차 성능과 타이어 특성의 최적화

그림 1. 차량/타이어에 대한 타이어 공기압 영향



그림 2. 타이어 공기압 사용 현황



표 1. 계절적 요인에 따른 타이어 공기압 변화

		Summer	Winter
Temperature		30°C	-10°C
공기압	압력 (psi)	30psi	26psi
	압력차 (psi)	4psi (15%) 감소	

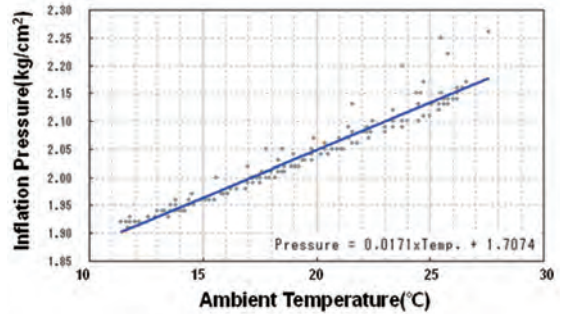
타이어 결함이 없어도 계절적인 요인에 따라 여름과 겨울의 온도 차이로 인하여 공기압이 이론적으로는 약 15% 가까이 변하게 된다. 순차적으로 설명하겠지만 실제 공기압 감소는 이론적으로 생각하는 것보다 더 크게 발생한다. 공기를 이상 기체로 생각하고, 부피변화 등을 고려하지 않는 단순한 경우를 가정했기 때문이다.

말폐된 타이어 내부를 고려할 때, 타이어 부피의 변화가 없다고 가정하면 이상기체 방정식 식 1)과 2)로부터 여름철과 겨울철의 온도 변화에 따른 공기압 변화를 예측해 볼 수

식 1) $PV = nRT$

식 2) $\frac{P_s}{T_s} = \frac{P_w}{T_w} \Rightarrow P_w = P_s \frac{T_w}{T_s}$

그림 3. 타이어 공기압에 대한 대기 온도의 영향



있다. 여기서 P_w , P_s 는 겨울철과 여름철의 공기압을 의미하고, T_w 와 T_s 는 겨울철과 여름철의 평균 온도를 의미한다.

〈그림 3〉은 온도변화에 따른 공기압 변화를 확인하기 위하여 동일 타이어로 온도 변화를 주면서 이에 따른 내부 공기압 변화를 측정하여 분석한 내용이다. 본 분석 결과에 따르면 대기 온도 변화에 의한 타이어 공기압 변화는 선형적으로 변하는 것을 볼 수 있었다. 〈그림 3〉으로부터 구한 온도와 공기압 상관식을 식 3)으로 표현하였다.

실제 시험을 통하여 구한 식 3)에 의하면 〈표 1〉에 표현된 여름철과 겨울철의 온도를 고려시 공기압 변화보다 훨씬 큰 온도 변화가 유발된다. 실제 온도차이를 30°C만 반영해도 실제 공기압 차는 약 6.8psi가 발생하게 된다.

식 3)
$$\begin{aligned} \text{Inflation Pressure [kg/cm}^2\text{]} \\ = 0.017 \times \text{Temperature} + 1.074 \end{aligned}$$

타이어 공기압이 타이어 주요 성능에 미치는 영향을 성능별로 공기압 영향도 평가를 진행하였고, 그 분석 결과를 정리하였다.

● 타이어 공기압과 자동차 연비

일반적으로, 주행하고 있는 자동차의 진행 방향과 반대로 작용하여 진행을 방해하는 힘이 존재하며 이 몇 가지 힘들의 합이 자동차의 연비를 결정하게 된다. 첫째, 차량의 공기 저항으로 인하여 발생하는 Aerodynamic force가 있다.

Aerodynamic force는 차량의 주행 속도의 제곱에 비례하는 것으로 알려져 있다. 둘째, 노면과 타이어 계면에서 발생하는 타이어의 회전 저항력 즉 Rolling Resistance이다. 마지막으로 자동차 내부 동력 전달과정에서의 발생하는 Internal Friction, 마지막으로 움직이는 물체의 관성 등의 요소들이 자동차의 연비를 결정하게 된다.

〈표 2〉에 표현되어 있는 것처럼 각 항목들은 도로 종류에 따라 연비 기여도는 일부 차이를 보이고 있다. 이들 항목 중 타이어 특성에 의하여 연비에 영향을 주는 유일한 요소가 Rolling Resistance이다. 즉 Rolling Resistance에 의한 기여도는 거의 타이어에 의한 연비 기여도로 이해해도 큰 무리가 없을 것이다. 〈표 3〉에서 특이한 사항은 통상 고속으로 주행하는 자동차 전용도로에서는 Aerodynamics 항목의 기여도가 매우 크고, 저속 주행이 이루어지는 시내 도로 주행의 경우에는 Aerodynamics 항목의 기여도가 자동차 전용도로에 비하여 매우 낮은 것을 볼 수 있다. 이는 Aerodynamics에 의한 주행 저항력은 차량 주행 속도의 제곱에 비례하기 때문이다. 18~30% 수준에 해당하는 타이어에 의한 연비 기여도는 자동차 연비와 밀접한 관계를 가지고 있다. 특히 타이어의 Rolling Resistance(RR) 특성은 자동차 연비에 지대한 영향을 준다. 그리고 RR 특성은 타이어 공기압에 많은 영향을 받으므로 타이어 공기압 관리는 매우 중요한 의미를 갖는다.

〈그림 4〉는 타이어 공기압 변화에 따른 타이어 회전 저항 변화 추이를 의미한다. X축은 타이어의 공기압, Y축은 타이어 회전 저항 Index로, 적정 공기압인 2.1bar에서의 타이어 회전 저항을 100% 기준으로 Coefficient of RR 값이 클수록 연비 성능이 나빠지는 것을 의미한다. 예를 들면 타이어 공기압이 0.5bar 수준이면 적정 공기압 2.1bar에 비하여 Coefficient of RR(Rolling Resistance) 180%, 연비는 80%가 나빠지는 것을 의미한다. 요약하면 타이어 공기압이 적정 공기압보다 낮은 공기압을 사용하게 되면 연비가 크게 나빠지게 되는 것을 의미한다.

이번에는 주행속도와 공기압 변화에 대한 타이어 RR 특성을 살펴보자. 〈그림 5〉는 자동차 주행 속도 40~100KPH(km/h)까지, 공기압을 2.2~2.8(kgf/cm²)까지

표 2. 주행도로 특성에 따른 항목별 연비 기여도

연비 기여도 (%)	Rolling Resistance	Internal Friction	Aero-dynamics	Inertial	총합 (%)
시내	30%	12%	9%	49%	100%
시외곽	27%	10%	40%	23%	100%
주요도로 & 소도로	30%	11%	43%	16%	100%
자동차 전용도로	18%	7%	69%	6%	100%

그림 4. 타이어 공기압 변화에 따른 자동차 연비

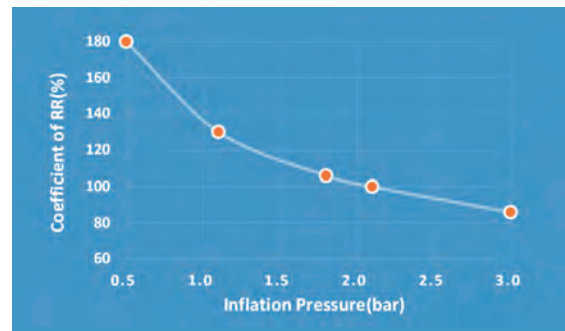
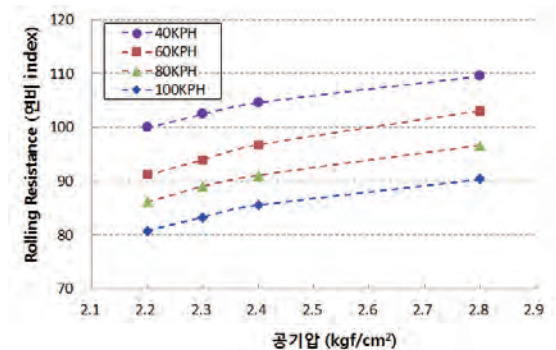


그림 5. 주행속도/공기압 변화에 따른 연비 특성



변화시키며 연비 변화를 살펴보았다. 〈그림 5〉에서의 Y축은 성능 Index로 값이 클수록 연비 성능이 우수함을 의미한다. 분석 결과에 따르면 속도가 40에서 100km/h로 빨라질수록 연비가 나빠지고, 공기압이 증가할수록 연비 성능이 우수해지는 것을 볼 수 있다. 정량적 분석결과에 따르면 공기압 10% 증가에 따라 연비가 6.3% 개선되는 것으로 나타났다.

자동차 성능과 타이어 특성의 최적화

● 타이어 공기압과 Hydroplaning 특성

흔히 자동차가 고속으로 주행하는 경우, 타이어와 노면 사이의 물이 배수 되지 못하여 타이어가 접지면적을 일부 소실하고 수막 위를 활주하는 현상을 Hydroplaning 또는 수막현상이라고 한다. 수막현상이 발생하게 되면 차량의 Steering 및 Traction 성능의 급격한 저하로 차량의 안전성이 크게 감소하게 된다.

〈그림 6〉은 수심 6mm의 수막 위를 통과하는 차량의 타이어 접지형상을 고속 카메라를 이용하여 촬영한 것이다. 타이어 접지형상에서 검은색 부분은 실제로 타이어가 노면에 접지하고 있는 부위를, 회색 부분은 수막현상으로 타이어가 노면에서 이탈하여 접지력을 상실하는 것을 의미한다. 본 시험 방법은 차량이 수막 위를 고속으로 주행할 때 발생하는 수막현상을 해석하는데 매우 유용한 시험법 중의 하나로 알려져 있다. 수막을 형성하고 있는 Wet 노면에서 주행속도/타이어 공기압별 접지형상을 표시한 〈그림 7〉과 이를 정량적으로 분석한 〈그림 8〉에 따르면 주행속도가 빨라질수록(60→90km/h), 공기압이 감소할수록(40→26psi), 수막을 뚫고 타이어와 노면이 실제 접지하고 있는 접지율(Contact Area)이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 속도가 증가할수록 공기압이 낮을수록 수막이 형성된 Wet 노면에서의 차량 안전성과 Grip력은 감소하게 된다.

● 타이어 공기압과 제동성능

이번에는 차량의 안전성과 직접적인 관련이 있는 제동 성능에 대한 공기압 영향을 논하도록 하겠다. 〈그림 9〉에 표현된 μ -slip ratio 특성 곡선은 차량의 제동성능을 대표하는 타이어 단품 특성치로 많이 활용된다. X축의 Slip ratio는 식 4)에 표현된 것처럼 차량과 타이어 속도 비를 의미한다. 식 4)에서 $V_{vehicle}$ 과 V_{wheel} 은 차량과 타이어 선속도를 의미한다.

〈그림 9〉는 적정 공기압을 100%로하고 저공기압(80%)부터 과공기압(130%)까지 공기압을 다양하게 변화시키며 마른

그림 6. 차량 주행 속도별, 수막현상으로 인한 타이어 접지면적 손실

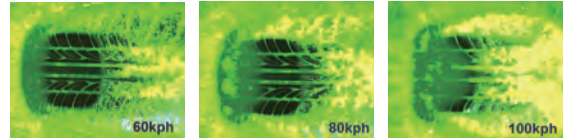


그림 7. 차량의 주행 속도/공기압별 수막현상으로 타이어 접지면적의 감소

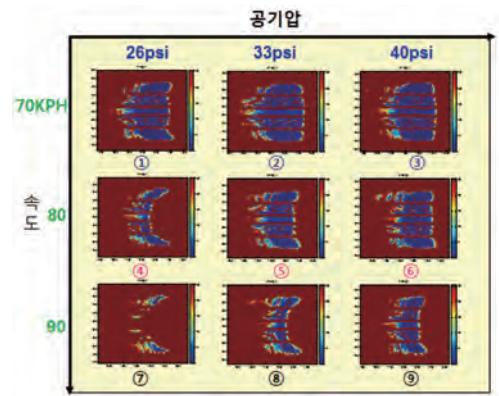
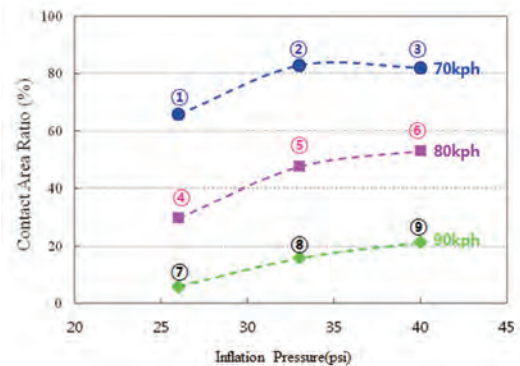


그림 8. 주행속도/공기압변화에 따른 접지율변화



$$\text{식 4) } \text{Slip ratio} = \frac{V_{vehicle} - V_{wheel}}{V_{vehicle}} \times 100\%$$

그림 9. 타이어의 μ -slip ratio 특성 곡선

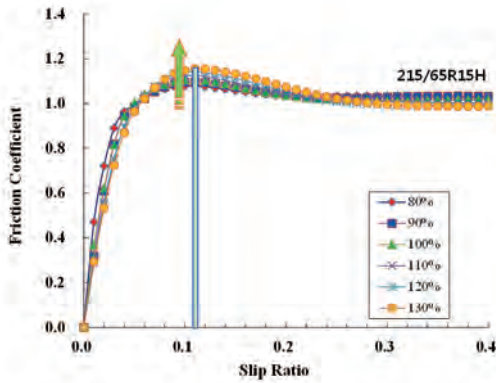


그림 10. 공기압 변화에 따른 PFC 변화 추이

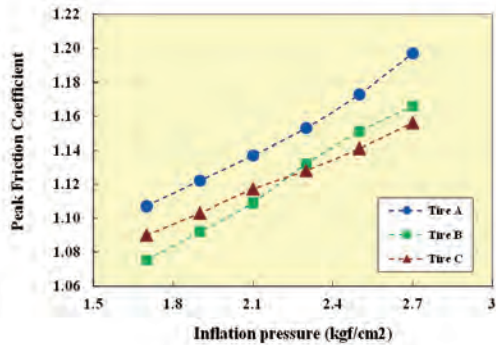
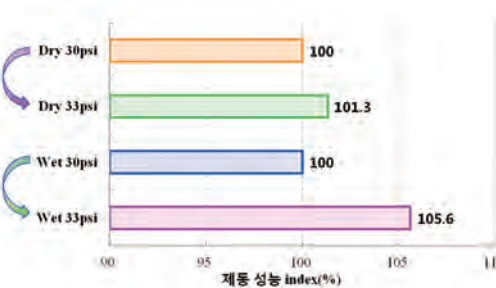


그림 11. 타이어 공기압과 Dry/Wet 제동성능 변화



노면에서의 마찰력에 대한 평가를 진행하였다. 본 평가에 사용한 타이어는 215/65R15 규격이며, 시험에 사용한 장비는 현재 당사 보유 장비인 Flat Trac이라는 실내 동특성 시험기를 사용하여 Dry 노면에서 진행하였다. 그리고 평가 속도는 100km/h에서 진행되었다.

일반적으로 ABS가 장착된 차량의 경우, 보통 10~20% Slip ratio 영역에서 발생하는 Peak Friction Coefficient(PFC)를 활용하여 제동성능을 분석한다. 일반적으로 타이어는 높은 PFC 값을 가질수록 우수한 제동성능을 보인다. 이러한 결과는 Dry, Wet, Ice 등 노면의 종류에 관계없이 적용된다. 이러한 분석법은 매우 높은 정확도를 가지고 있으며, 수많은 시험을 통하여 검증된바 있다. 본 시험결과에 따르면 공기압이 증가할수록 PFC가 커지는 것을 명확하게 볼 수 있다. 이를 보다 명확하게 하기위하여 3종의 타이어로 공기압 변화 결과를 <그림 10>으로 표현하였다. 공기압 증가에 따라 Dry PFC는 타이어 3종 모두 증가하는 경향을 보이고 있다. 다만 특이한 점은 Tire B와 Tire C처럼 공기압 민감도가 달라, 저 공기압에서는 Tire B보다 Tire C가 높은 PFC 값을 가지나, 고 공기압에서는 오히려 Tire C가 높은 PFC 값을 가질 수도 있다.

<그림 11>과 같이 차량을 이용한 제동 거리 시험결과에서도 동일한 경향을 보인다. 타이어 공기압을 30psi에서 약 10% 증가시켰을 때 제동성능은 Dry 제동성능은 약 1.3% 상승하였고, Wet 제동성능은 상대적으로 높은 약 5.6% 상승하는 것을 볼 수 있다. 5~6%의 제동성능 차이는 운전자 또는 보행자의 안전을 위협할 수 있는 충분한 수준이다.

공기압 저하가 제동 성능 저하를 유발하는 것은 타이어가 노면과 접지하는 형상에 기인한다. 수막현상처럼 공기압이 증가하면 타이어 강성증가로 노면과 타이어의 접지면적을 확보하는데 유리하기 때문이다.

● 타이어 공기압과 마모성능

이번에는 공기압 변화가 마모성능에 어떠한 영향을 주는 지 살펴보기로 한다. 타이어 공기압은 타이어의 수명과 관련 있는 절대마모 성능과 적정 공기압의 과/부족에 따른 편마

자동차 성능과 타이어 특성의 최적화

모 현상 모두에 지대한 영향을 준다. 편마모 현상은 타이어가 균일하게 마모되지 않고 트레드 위치별로 마모 정도가 달라 차량 성능에 악영향을 크게 미치는 것을 의미한다. <그림 12>와 같이 일반적으로 공기압이 증가하면 마모 성능은 향상한다. 다만 타이어의 규격, 타이어 트레드를 구성하는 재료의 특성에 따라 타이어 마모성능에 대한 공기압 민감도는 매우 상이하게 반응하므로 본 그림은 특정 조건에서의 경향성 또는 개념도를 의미하는 것으로 이해하길 바란다.

<그림 13>의 적정 공기압을 사용하는 타이어 사진 b)는 균일하게 마모가 진행되지만 과다 공기압을 사용하는 a) 타이어는 센터 쪽이 빠르게 진행되고, 반면에 저공기압 조건에서 사용하는 c) 타이어는 Shoulder 쪽의 마모가 빠르게 진행되어 불균일한 마모 양상을 띠게 된다. 이러한 마모양상에 대한 메커니즘은 매우 복잡한 내용을 포함하고 있어 본 고에서의 설명은 제외하기로 한다.

● 타이어 공기압과 Standing Wave

<그림 14>처럼 타이어가 하중을 받은 상태에서 빠르게 회전하면, 타이어는 원주상으로 변형과 복원이 반복되어 일어나게 된다. 회전 속도를 증가시키면 접지부에 닿아 변형된 부위가 회전 후 다시 접지할 시점까지 복원이 되지 않고 접지의 뒤쪽이 굴곡되어 나타나는 현상을 Standing Wave라 한다. 특히 낮은 공기압 조건에서 주행을 하게 되면, 적정 공기압을 사용하는 타이어에 비하여 보다 낮은 속도에서 Standing Wave 현상이 발생하게 된다. Standing Wave가 발생한 상태에서 계속주행을 하게 되면 진동수가 빠른 변형을 받기 때문에 타이어 내부 마찰의 급속한 증가에 따른 이상발열에 의해 타이어가 급격히 피로를 받게 되고 파손이 일어날 수밖에 없다.

Standing Wave를 유발하는 3대 요소는 다음과 같다. 공기압의 부족, 고속 주행, 과다한 하중 조건 등이 Standing Wave 현상을 유발하는 주요 인자가 된다. 역설적으로 Standing Wave를 막기 위해서는 적정 공기압, 적정 하중의 사용과 한계 속도의 유지가 반드시 필요하다.

그림 12. 공기압과 절대 마모성능

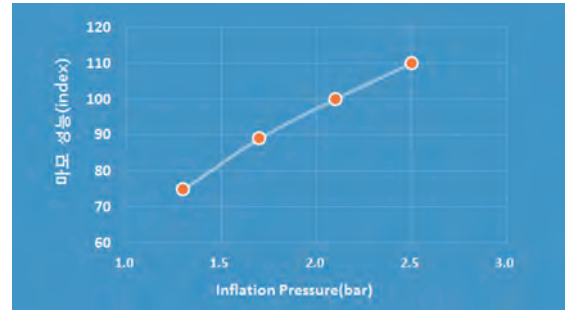


그림 13. 공기압 과부족에 따른 타이어 이상 마모



그림 14. 타이어 Standing Wave 현상



그림 15. 타이어 Standing Wave 방지



● 타이어 공기압과 Flat Spot

차를 장시간 타지 않고 방치해두면 타이어는 어떻게 될까? 특히 여름철에 공기압을 체크한 후 타이어 공기압을 관리하지 않은 채 방치하여 겨울철이 되면, 전술한 것처럼 온도 저하에 따른 공기압 저하가 약 16% 이상 발생한다. 이러한 상태에서 고속 주행을 하게 되면 흔히 말하는 Standing wave 현상이 발생하게 된다. 전술한 것처럼 노면과 접지한 타이어의 변형 부분이 고속주행으로 채 복원되기 전에 새로운 변형의 발생으로 변형이 누적되고 발열과 함께 타이어 파손이 일어난다. 뿐만 아니라 특히 추운 지역에서는 “Flat Spot” 현상이 발생한다. 주로 겨울철, 전날 밤에 주차하였다가, 다음날 아침 주행시 발생하여 “Morning Spot”이라고도 한다. 타이어 접지면이 추위로 인하여 접지면 형상이 평평한 형태로 영구 변형이 발생하여, 주행시 차량이 덜컹거리는 진동현상 발생하기 때문에 승차감이 극히 저하되는 것을 말한다.

일반적으로는 단기간에 형성된 Flat Spot 현상은 주행을 시작하면 타이어 온도 상승으로 원래 Tire 형태로 복원되지만, 장기간 차량을 주행하지 않고 정차해 두는 경우에는 타이어의 접지부분이 영구 변형(Flat Spot)이 발생하게 된다. 특히 차량을 배에 선적하여 추운 지역으로 장거리 이동 수출시는 타이어가 장시간 변형된 상태로, Flat Spot 현상의 발생이 다반사다. 이를 예방하기 선박 이동 중에는 타이어 공기압을 약 20% 정도 추가 주입하고, 현지 도착 후 적정 공기압으로 재조정한다. 일반적으로 Flat Spot 현상이 발생하면 타이어 공기압을 증가 조정하고 그래도 복원되지 않거나, 변형 및 표면 균열 등을 점검하여 새로운 타이어로 교환하여야 한다.

● 타이어 공기압과 경제성

타이어의 경제성을 살펴보기 위하여 타이어 마모수명과 연비 특성 등 두 가지 항목으로 분석하였다. <표 3>과 같이 공기압 변화에 대한 두 가지 성능을 공기압이 2.1kgf/cm²에서의 성능을 100으로 하여 상대 비교 분석을 하였다. 분석 결과에 따르면 공기압이 증가할수록 경제성이 우수해지는 것을 볼 수 있다.

표 3. 공기압과 타이어 경제성

평가항목 (index %)	경제성 Index (%) @ 2.1kgf/cm ² (100%)			
	1.3kgf/cm ² (62%)	1.7kgf/cm ² (81%)	2.1kgf/cm ² (100%)	2.5kgf/cm ² (119%)
연비 성능	71%	87%	100%	110%
마모 성능	79%	90%	100%	110%
경제성	75%	89%	100%	110%

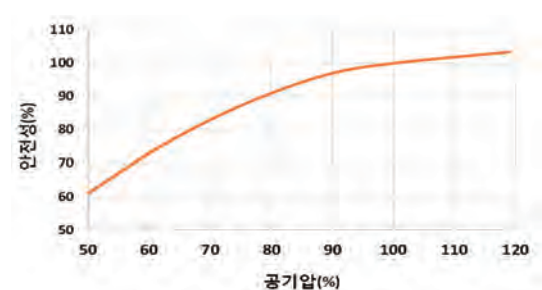
● 타이어 공기압과 안전성

타이어 안정성을 대변할 수 있는 내구성능, Standing Wave 임계 속도 제동 성능 등 8가지 항목에 대하여 공기압 별 특성치를 <표 4>로 정량화하였다.

표 4. 타이어 안정성 평가 항목 분석결과

평가항목 (index %)	안전성 % @ 2.1kgf/cm ² (100%)			
	1.3	1.7	2.1	2.5
주행내구성	82	93	100	102
Standing wave	79	89	100	111
Belt Edge 발열온도	84	92	100	108
Tread 성장 변형	91	94	100	106
급제동시 안전성	60	80	100	100
급회전시 안전성	60	100	100	100
직진 쏠림	60	100	100	100
제동 성능	97	99	100	100

그림 16. 타이어 안전성에 대한 공기압 변화 경향



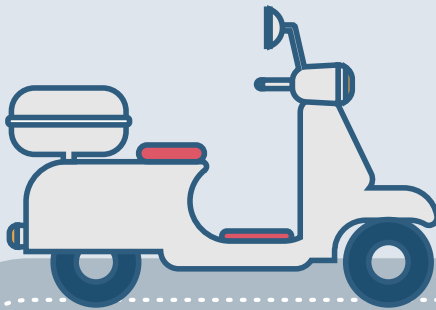
8개 항목에 대하여 가중치를 균등하게 하여 평균값을 구하여 공기압 변화에 따른 안전성 경향을 <그림 16>로 표현하였다. 분석 결과에 따르면 타이어의 안전성은 공기압 120% 미만 영역에서는 공기압이 증가할수록 향상되는 경향을 볼 수 있었다.

이륜자동차 성능평가 측정방법의 부합화 필요성

The Need for Harmonization of Motorcycle
Performance Testing Methods



김강출
한국에너지기술연구원
Gangchul Kim
Korea Institute of
Energy Research



자동차에서 배출되는 오염물질은 도심지역의 미세먼지 및 대기오염에 큰 영향을 미치고 있다. 특히 이륜자동차의 경우는 2017년 12월 기준으로 2,196천대가 등록되어, 등록된 자동차 22,528천대의 약 10% 정도에 불과하지만, 수송부문 대기오염물질 배출에 차지하는 비중은 25~35%로 매우 높아서 이에 대한 환경규제가 강화되고 있는 추세이다. 신규 인증 이륜자동차는 2017년부터, 기존 인증 이륜자동차는 2018년부터 “EURO 4” 기준이 적용되고 있다.

또한 2020년부터는 유럽과 동일하게 “EURO 5” 기준을 적용해서 배출가스 규제를 더욱 강화할 전망이다. 그리고 260cc 이상 대형에만 적용하던 운행 이륜자동차의 정기검사도, 2018년 이후 제작된 이륜자동차에 대해서는 50cc 이상 확대 적용하는 것으로 2017년 8월 11일 “대기환경보전법 시행규칙 일부개정령(안)”을 입법 예고했다.

이륜자동차의 에너지소비효율 시험방법에 대해서는 아직까지 명확한 규정이 없으며, 이에 대한 관리가 체계적으로 이루어지고 있지 않은 상황이다. 따라서 소비자들이 이륜자동차의 정확한 에너지소비효율을 알기도 어렵고, 비교 선택을 통한 구입도 어려운 상황이다. 다만, 자동차관리법 시행규칙에서 연료소비율(km/l)을 포함하는 이륜자동차의 제원표를 제출하게 되어 있으나, 시험방법에 대한 명확한 규정이 없어서 주로 정속주행 연료소비율(km/l)을 사용하고 있다. 현재 이러한 이륜자동차의 에너지소비효율 시험방법에 대한 규정 개정을 위한 연구가 자동차안전연구원에서 진행되고 있다.

한국에너지공단에서도 자동차에 적용되고 있는 에너지소비효율 제도를 이륜자동차에 확대 적용하는 것에 대한 타당성 연구를 진행하였다. 따라서 향후에는 이륜자동차의 에너지소비효율에 대한 관리가 보다 체계적으로 이루어질 것으로 기대되고 있다.

최근 환경부에서 2012년도부터 전기이륜자동차 보급사업을 재개하여 시행하고 있으며, 문재인 대통령의 임기 내에 노후 이륜자동차 260만대를 전기이륜자동차로 교체하겠다

는 공약 발표를 계기로 환경부에서도 2022년까지 전기이륜자동차 5만대 보급을 목표로 세웠으며, 2018년도 보급계획도 5천대로 크게 증가되었다. 전기이륜자동차 성능평가 시험방법은 환경부의 “제작자동차 시험검사 및 절차에 관한 규정”에서 전기이륜자동차의 에너지소비효율(Wh/km) 및 1회 충전주행거리 시험방법을 정의하고 있으며, 이에 대한 시험 결과를 제시하도록 되어있다.

앞으로 이륜자동차에 대한 환경규제는 더욱 강화될 것으로 예상되며, 이는 배출가스 규제에 국한되는 것이 아니고, 온실가스 저감 및 미세먼지 저감을 위해 이륜자동차의 에너지소비효율에 대한 관리도 이루어질 것으로 전망되고 있다. 그리고 전기이륜자동차에 대한 보급도 증가되어 1회충전주행거리 및 에너지소비효율에 대한 관리도 중요해질 것으로 전망된다. 하지만, 앞에서 언급한 이륜자동차의 배출가스 및 에너지소비효율 측정방법, 전기이륜자동차의 1회충전주행거리 및 에너지소비효율 측정방법 등에 사용되는 시험모드 및 방법에 다소 차이가 있어서 이에 대한 부합화가 필요한 상황이다.

이륜자동차 배출가스측정 시험모드는 2017년 1월부터 삼륜 및 사륜의 경우에는 <그림 1>의 CVS-40(ECE R 40) 시험모드를, 50cc 미만이면서 최고속도가 45km/h 이하인 경우는 <그림 2>의 CVS-47(ECE R47) 시험모드를 그리고 50

그림 1. CVS-40(ECE R40) 시험모드

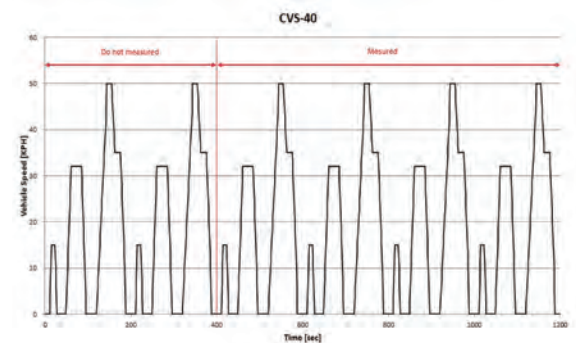


그림 2. CVS-47(ECE R47) 시험모드

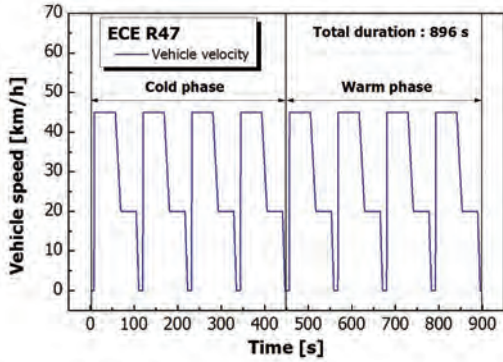


그림 3. WMTC 시험모드

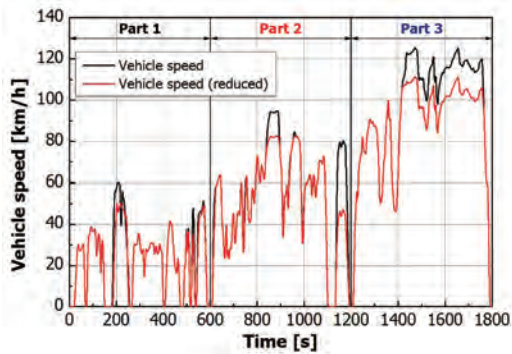


표 1. WMTC 적용 시험자동차 분류

시험자동차분류		정의
1형		엔진배기량 150cc 미만 & 최고속도 100km/h 미만
2형	2-1형	엔진배기량 150cc 미만 & 100km/h ≤ 최고속도 < 115km/h
	2-2형	엔진배기량 150cc 이상 & 최고속도 < 115km/h
3형	3-1형	115km/h ≤ 최고속도 < 130km/h
	3-2형	130km/h ≤ 최고속도 < 140km/h
	3-2형	엔진배기량 1,500cc 초과 or 140km/h ≤ 최고속도

cc 이상 및 최고속도가 45km/h 이상인 경우는 <그림 3>의 WMTC 시험모드를 사용하게 된다. 2020년부터는 “EURO 5” 기준이 적용되면서 이륜자동차는 모두 WMTC 시험모드로 측정이 이루어진다.

WMTC 시험모드의 경우는 엔진배기량 및 최고속도에 따라서 <표 1> 및 <그림 4>와 같이 시험자동차를 구분하며, 시험자동차 종류에 따라서 <표 2>와 같은 WMTC 시험모드를 적용한다. 1형에 해당되는 차량의 경우 배출가스 측정 시험모드는 WMTC 시험모드의 감속된 Part 1을 2회 반복하여 수행한다. 1형에 해당하는 차량은 작은 배기량으로 인하여 고속 주행이 불가능하기 때문에 위와 같이 감속된 저속구간을 주행하도록 되어 있다. 두 번의 반복 중 첫 번째 사이클은 저온시동구간(Cold phase), 두 번째 사이클은 고온시동구간(Warm phase)을 의미한다.

그림 4. WMTC 시험자동차 적용 차종분류

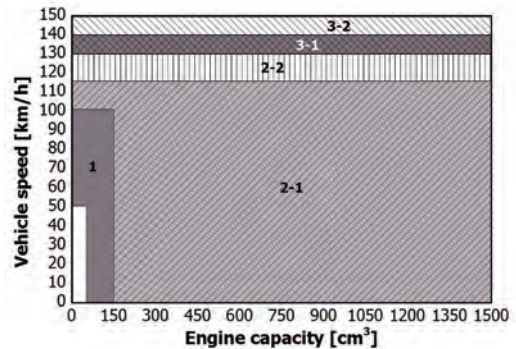


표 2. 시험자동차 분류조건에 따른 WMTC 모드

시험자동차분류	시험모드	
1형	감속된 Part 1 + 감속된 Part 1	
2형	2-1형	감속된 Part 1 + 감속된 Part 2
	2-2형	Part 1 + Part 2
3형	3-1형	Part 1 + Part 2 + 감속된 Part 3
	3-2형	Part 1 + Part 2 + Part 3

WMTC 시험자동차분류에서 가장 넓은 영역에 걸쳐있는 2-1형의 경우에는 감속된 Part 1 및 감속된 Part 2로 구성된 주행모드를 적용한다. 2-1형에 속하는 차량은 최고속도가 100km/h 이상이거나, 150cc 이상의 고배기량을 갖는 차량이기 때문에 최고속도 약 85km/h 부근까지 도달하는 감속된 Part 2 주행모드 적용이 가능하다.

2-2형은 배기량의 구분 없이 차량의 최고속도가 110km/h 이상, 130km/h 이하로 정의되어 있다. 이러한 차량은 최고속도가 110km/h 이상이기 때문에 Part 1 및 Part 2에 대하여 감속하지 않은 모드 적용이 가능하다. 따라서 2-2형 차종에 대해서는 총 1,200초간 감속하지 않은 Part 1, Part 2 주행모드를 배출가스측정 시험모드로 적용한다.

3-1형에 해당하는 차량은 Part 1, Part 2 및 감속된 Part 3 주행모드를 총 1,800초 간 적용한다. 최고속도 130km/h를 초과하는 차량에 대해서 적용되는 주행모드이며, 마지막 고속구간인 Part 3에 대해서만 감속된 모드를 주행하도록 설정되어 있다. 모드의 최고속도는 약 110km/h 내외로, 3-1형으로 분류되는 차량의 경우 모드를 주행하는데 무리가 없을 것으로 판단된다.

WMTC 차량 세부 분류 중 3-2형은 140km/h 이상의 속도로 주행이 가능한 차량들을 포함한다. 1,500cc 이상의 이륜자동차들은 3-2형에 포함되며, 이러한 차종들은 Part 1, Part 2, Part 3 전체에 대해 감속하지 않은 원래의 모드를 주행하도록 설정되어 있다. 감속되지 않은 Part 3의 경우 주행모드의 후반부에서 최고속도가 125km/h 내외로 상당히 높은 편이다.

전기이륜자동차의 경우에는 차종 구분 없이 <그림 1>의 CVS-40(ECE R40) 모드를 반복 주행하여 1회충전주행거

리 및 에너지소비효율을 측정하고 있다. 단, 여기서 동력계에 2% 경사도를 가정한 부하를 설정하는데, 이는 실제 실험실(차대동력계 이용 성능평가)에서 측정된 1회충전주행거리 및 에너지소비효율 측정값이 실제 도로 운행조건에서 소비자들이 체감하는 값과의 오차를 줄여서 소비자의 불만을 줄이기 위한 것이다.

초기에 보급되는 전기이륜자동차는 50cc급 또는 100cc급 내연기관 이륜자동차를 대체하기 위한 목적이어서 제품별로서 성능 차이가 크지 않았지만, 향후 보급되는 전기이륜자동차는 삼륜 및 사륜 전기이륜자동차, 보급형 또는 고성능 전기이륜자동차 등도 보급이 확대될 것으로 예상되어 기존 방식과 같이 동일한 주행모드를 적용하는 것보다, 전기이륜자동차의 성능에 따른 차종 분류 및 시험방법을 세분화하는 것이 필요할 것으로 전망된다.

앞에서 언급한 것처럼, 향후 배출가스 측정 시험모드는 이륜자동차의 배기량 및 최고속도에 따라서 WMTC 주행모드를 조합한 시험모드로 성능평가가 이루어질 전망이다. 따라서 에너지소비효율 시험모드도 배출가스 시험모드와의 부합화를 위해서는 동일한 시험모드를 적용하는 것이 좋을 것으로 판단되나, 실제 소비자들이 체감하는 에너지소비효율과의 차이를 줄이기 위해서 보정계수를 도입하거나 전기이륜자동차 성능평가에 적용하는 것처럼 차대동력계에 일정한 경사도 부하를 적용하는 것에 대한 검토가 필요하다. 그리고 전기이륜자동차의 경우도 1회충전주행거리 및 에너지소비효율 시험방법에 차종에 대한 구분 없이 CVS-40(ECE R40) 모드를 적용하고 있는데, 향후 보급되는 차종이 다양해지고 있어서 차종에 대한 구분 및 시험방법에 대해 보다 체계적인 접근이 필요하다.

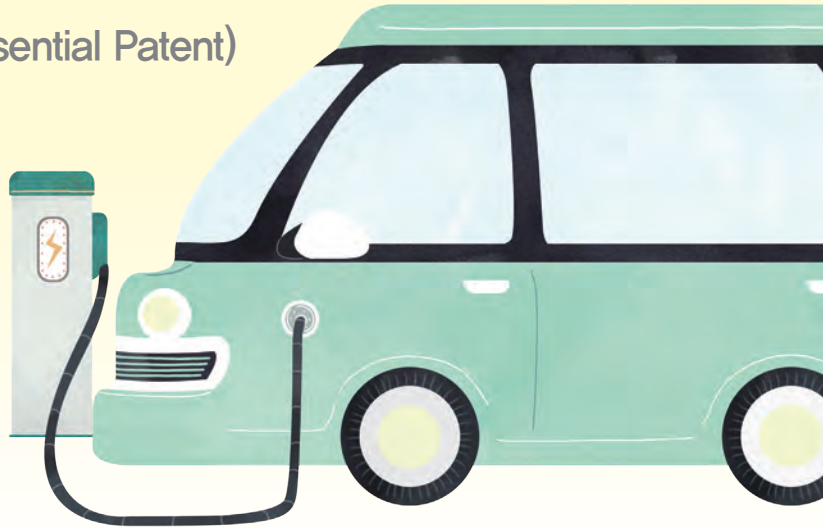
김강출 책임연구원 : kimgc@kier.re.kr

전기자동차 분야 표준특허 현황

Trend of SEP(Standard Essential Patent)
for Electric Vehicles



김병년
한국특허전략개발원
Byoungyoun Kim
Korea Intellectual Property
Strategy Agency



● 표준화 회의에서의 표준특허 논란

2013년 4월, 캐나다 토론토에서 IEC TC69 WG4 표준화 회의가 열리던 어느 날, 회의석상에서 표준특허에 대한 논의가 시작되었다. 핵심 내용은 지멘스(Siemens)가 전기자동차 충전 시스템에 적용되는 커넥터 락킹(Locking) 기술에 관한 특허를 보유하고 있는데, 표준 기술에 대응되는 특허이며, 아직까지 특허 선언을 하지 않고 있다는 것이었다(결과적으로, 지멘스는 같은 해 9월에 RAND¹ 조건으로 특허선언함).

기존 자동차 분야는 각 업체별, 모델별 제품(부품)들이 서로 호환될 필요가 없었으므로 특허 기술을 표준에 포함시킬 필요가 없었으나, 전기자동차에서는 충전 방식 및 통신 방식을 반드시 사용하게 됨으로써 특허 기술이 표준에 포함될 가능성이 커졌다.

이와 같이 자동차 분야에서도 표준특허가 중요해짐에 따라 표준특허가 무엇인지 이해하고, 전기자동차분야에는 어떤 선언특허들이 존재하는지 현황을 살펴보고자 한다.

그림 1. IEC 61851-1 표준특허 관련 발표 자료

Patent application blocking IEC 61851-1

Socket outlet with mechanical locking

Why is this blocking the IEC61851-1?

- Unlocking for a Case- A connection

1085 AAA-A Operation of locking mechanism and cable release procedure
1081 (R1108-010) The plug, if in the locked state shall only be unlocked automatically under one of the following conditions
1082
1084
1085
1085 • a specific action is taken on the EVSE to disconnect the AC supply;
1085 • anomalous operation conditions of the EVSE (e.g. loss of power to the EVSE);

3.7		G2, G2 - A1 or A2	F10) Plug disconnected from the EVSE or EV connector disconnected from the inlet during charging, the EVSE circuit shall be open under load.	Max 10S max
		A2 - A1	Delay for turning off the square wave oscillator.	No Max. 60S
		A1 or A2	G20) EV not reconnected The EVSE unlocks the socket outlet at: maximum 10 s after	
			In case A, EV with attached cable, a button may be added on the plug line, on the EV inlet (cable, plug, vehicle), to simulate the EV reconnection (state A).	



● 표준특허의 개념

표준특허는 표준에 기재된 내용을 실행하기 위해서 특허 기술을 침해하지 않고는 해당 표준을 실행할 수 없도록 설계된 특허, 즉 표준기술을 구현하기 위해 반드시 실시되어야 하는 특허를 의미한다. <그림 2>에서처럼, 특허 청구항(Claim)의 구성요소들 중 하나 이상이 표준규격에서 그대로 읽히는 특허를 말한다.

● 표준특허의 중요성

표준특허가 중요한 이유는 표준으로 정해진 기술을 후발 주자로부터 보호하고, 표준을 따르는 다른 기업 등으로부터 표준특허에 따른 로열티를 받게 해줌으로써 표준특허 보유권자가 시장지배력을 강화하고 지속적인 수익을 창출할 수 있도록 해주기 때문이다. 표준으로 제정된 기술은 시장에 큰 영향을 미치기에 해당 표준에 대한 특허는 매우 중요하다.

표준특허를 통해 수익을 창출하는 다양한 사례가 있는데 그 중 Qualcomm의 사례가 대표적이다. 이동통신 기술을 국제표준화시키고 해당 표준기술을 권리화한 표준특허를 통해 로열티 수익을 창출하고 있다. 또한 LG전자는 미국 디지털방송 관련 표준특허를 보유한 제니스를 인수하여 2008년에 약 1억달러(1,200억원)의 특허로 수익을 창출한 바가 있다.

● 표준화 기구의 IPR 규정과 특허 선언

표준화 기구에서는 표준특허 남용으로 인해 발생하는 시장에서의 불공정 경쟁을 방지하기 위해 특허 가이드라인을 운용하고 있으며, 이를 지식재산권(IPR: Intellectual Property Rights) 규정이라고 부른다. 공식 국제표준화 3대 기구인 ITU, ISO, IEC 에서는 “공통 IPR 정책(Common IPR Policy)”을 펼치고 있다.

IPR 정책에서, 표준 기술에 대한 특허를 출원한 특허권자가 관련된 특허의 보유 여부를 가능한 즉시(빠른 시기에) 신고하여 공개하도록 하고 있는데, 이를 특허 선언(IPR

Declaration)이라고 부른다. 이러한 부분은 사실상 표준화 기구인 IEEE, 지역 표준인 ETSI 등 대부분의 표준화 기구에서 채용하고 있는 정책이기도 하다. 추후 표준특허로서 특허권을 행사하기 위해서는 표준화 기구에 특허선언을 했는지 여부가 매우 중요한 요소로 작용한다. 특허 선언을 하지 않을 경우 표준특허의 권리 행사가 제한될 수 있으므로, 특허권자는 반드시 특허선언을 할 필요가 있다.

그림 2. 표준특허의 개념



그림 3. 표준특허로 인한 수익 창출 사례



표 1. 표준특허 권리 행사 제재당한 사례

제소	내용	피소
QUALCOMM	① 필립스가 브로드컴을 영상 표준(H.264) 관련 특허 침해로 제소 ② 필립스가 H.264의 표준화 과정에 참여했음에도 표준특허 선언을 하지 않았음(이) 발령금 ③ 법원은 필립스가 국제표준화기구(ITU)의 IPR 규정을 위반함으로써 특허권 행사를 할 수 없다고 판결	BROADCOM
PHILIPS	① 필립스가 LG전자를 자사 JPEG 표준특허 침해로 제소 ② 법원은 유럽에서 LG전자의 휴대폰 판매를 금지 ③ LG전자는 필립스가 JPEG 표준화 과정 시 표준특허 선언을 하지 않은 점을 발견하여 조정신청 ④ 법원이 판매금지 명령 번복	LG

자동차 분야의 표준특허

● 전기자동차 분야 주요 국제 표준화 기구

전기자동차 기술에 대한 표준은 공식 표준화 기구(IEC, ISO 등) 및 사실 표준화 기구(SAE, IEEE 등)에서 충전 커넥터 형상, 유/무선 충전 방식, 배터리 등 다양한 기술 분야에 대해서 제정 및 개발되고 있다. 그 중에서 주요한 국제 표준화 기구는 ISO, IEC가 있다.

- IEC TC69 : Electric road vehicle and electric industrial trucks
- ISO TC22 SC37 : Electrically propelled vehicles

IEC에 선언된 특허는 <http://patents.iec.ch>로 접속하여 검색할 수 있으며, ISO에 선언된 특허는 www.iso.org/iso-standards-and-patents.html로 접속하여 선언특허 DB를 다룬받아서 확인할 수 있다.

● 전기자동차 분야 선언특허 현황

각 표준화 기구에 선언되어 있는 특허를 살펴본 결과, 전기자동차에 대해서는 IEC에는 14건, ISO에는 2건의 선언특허가 있는 것으로 확인되었다.

표준화 기구에 특허를 선언할 때 특허번호를 기재하는 것과 기재하지 않는 것 두 가지 경우가 있는데, 후자를 포괄선언이라고 한다. 특허청에서는 각 표준화 기구에 제출된 선언문을 바탕으로 표준특허(선언특허)에 대한 통계를 공개하고 있는데, 포괄선언의 경우는 1건으로 통계 처리하지만, 실제로 표준관련 특허가 몇 건인지는 알 수 없다. 참고로, 표준특허 통계는 '표준특허포털'에 접속하여 확인할 수 있다(<http://biz.kista.re.kr/epcenter/>).

ISO, IEC, ITU 세 개의 표준화 기구에 선언된 특허 건수에 비해 전기자동차 분야에 대한 선언특허는 아직까지는 미미한 수준이다. 하지만, 전기자동차에 대한 새로운 기술이 개발되고 표준이 만들어지면서 선언특허 건수는 늘어날 가능성이 크다. 지금 우리나라는 전기자동차 분야에 선언특허를 한 건도 보유하지 못하고 있는 점은 아쉬운 부분이다.

표준화 기구별로 살펴보면, IEC에는 프랑스, 독일, 미국,

일본 4개국에서 선언특허를 보유하고 있으며, 기업은 EDF SA(프랑스), Siemens(독일), Witricity(미국), Qualcomm(미국), Nissan Motor(일본) 등이 있다.

ISO에는 미국에서만 선언특허를 보유하고 있는데 Witricity와 Qualcomm이 특허를 선언하였다. 선언특허와 관련된 표준은 다음과 같다.

- A. IEC 61851-1 : Electric vehicle conductive charging system
- B. IEC 61980 : Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems
- C. ISO 19363 : Magnetic field wireless power transfer – Safety and interoperability requirements

표 2. 전기자동차 선언특허 현황

구분	한국	미국	일본	프랑스	독일
전체 선언특허 ②	1,218	4,219	2,531	1,782	880
전기차 선언특허	0	5	2	5	4

※ 선언특허 : 특허청 표준특허 일반통계 (2017. 6. 기준)

표 3. 전기자동차 선언특허 리스트

표준기구	표준	선언주체	특허번호	선언일	
IEC TC 69	A	EDF SA (프랑스)	EP1932066	2009. 04. 09	
			US12/088600		
			IN1179/KOLNP/2008		
			HK08114059.1		
			CN01297247A		
	Siemens (독일)	CN102574476	2013. 09. 05		
		DE102010011162			
		EP2454117			
	B	Witricity (미국)	US20120112697	2013. 10. 22	
			-		
B-2 Qualcomm (미국)			-		2013. 11. 25
B-3 -					
B-2	Nissan Motor (일본)	PCT/JP2012/063143 PCT/JP2014/058091	2015. 01. 08		
ISO TC22 SC37	C	Witricity	-	2016. 09. 30	
		Qualcomm	-	2016. 11. 09	

전기자동차 선언특허 리스트를 보면, 미국 기업인 Witricity와 Qualcomm의 특허번호가 없는데, 이것은 선언문에 특허번호를 기재하지 않고 포괄선언 했다는 것을 의미한다.

● **전기자동차 충전 분야 외국기술에 종속될 우려**

전기자동차 분야의 선언특허를 살펴본 결과, 전기자동차 충전 분야에 관련된 기술이고 특히 미국과 일본은 무선충전(WPT : Wireless Power Transfer) 분야에 집중하고 있는 것으로 나타났다.

일반적으로 특허권자는 시장이 커지기 전에는 조용히 있으면서 때를 기다린다. 시장이 성숙되기도 전에 특허침해 소송을 하면, 보상 받을 수 있는 배상액 자체가 적을뿐더러 특허권 때문에 더 이상 그 시장에 후발주자들이 뛰어들지 않게 되기 때문이다. 전기자동차 분야가 현재 그런 상황이다. 선언특허를 보유하고 있는 기업들은 표준화에 적극적으로

참여하여 자사 기술을 표준에 포함시키는 동시에 해당 기술들을 특허로 권리화시킨다.

이것이 글로벌 기업들의 대표적인 표준특허 창출 전략이다. 일단 자사의 특허 기술을 표준화 시키고 나면 그 시장이 커질 때를 조용히 기다린다. 충분한 배상액을 받을 수 있을 때라고 판단되면 그때 가서 특허침해 소송을 시작하는 것이다.

최근 들어 전기자동차 시장이 점점 커지고 있다. 한국에서 만든 전기자동차가 어느 나라에 가더라도 충전을 할 수 있으려면 국제표준을 따라야 한다. 무선충전 기술이 발전하여 충전효율이 높아지고, 충전 케이블에 대한 불편함을 호소하는 이용자들이 많아질수록 무선충전 시대는 빨리 다가올 것이다. 그런데 이미 무선충전에 대한 국제표준이 만들어져 있고 해당 표준기술이 특허로 권리화되어 있다면? 이미 그 표준에 대한 특허를 보유하고 있는 외국 업체의 기술에 종속되는 것은 당연한 결과이다.

지금까지 표준특허에 대해 알아보고, 전기자동차 분야의 선언특허를 살펴보았다. 본 고를 통해 자동차 분야의 표준 및 기술 개발에 헌신하고 계신 분들이 표준특허에 대한 이해 및 향후 표준특허 전략 수립에 조금이나마 도움이 되기를 바란다. 또한 우리나라에서도 표준특허 창출을 위해 적극 노력하여 자동차 분야의 표준특허 강국이 되기를 기대해본다.

김병년 전문관 : kbn78@kista.re.kr

- ① RAND : Reasonable and Non-Discriminatory(합리적이고 비차별적인 조건)
- ② 전체 선언특허는 ISO, IEC, ITU 공적 표준화 기구를 대상으로 함



신입회원

정회원 Regular Member

성명	회사명
김성환	현대파워텍
김윤정	광주그린카진흥원
김준희	세덕
류요엘	한국로봇산업진흥원
송경석	광주그린카진흥원
신상규	테슬라코리아
윤성영	평화정공
윤홍준	디젠

이정진	명신자동차정비
정연우	자동차부품연구원
최익황	세덕
허재형	현대파워텍

학생회원 Student Member

성명	소속
백정열	강원대학교
이대식	한양대학교
채영호	홍익대학교

피에조 액추에이터 응용기술

Application Technology of Piezo-based Actuator



이진욱
송실대학교
Jinwook Lee
Soongsil University

전기적 신호를 통해 기계적 변위나 응력을 변환시키는 역할을 하는 액추에이터(Actuator)는 IoT시 대로의 발전에 핵심요소 중 하나이다. 물리적 변화를 감지하여 전기적신호로 변환해 주는 센서 (Sensor)와는 다른 것으로써, 자동차 분야에서는 물리적 변환을 생성하는 방식에 따라 다양하게 개발·적용 중이다(예, 유압식, 공압식, 전기식 등). 따라서 본 고에서는 피에조 소재의 에너지 변환 특성(압전 효과)에 의해, 변위 변환 또는 이를 통한 역학적 시스템 제어에 활용한 자동차용 주요 부품의 특징에 대해 간략히 살펴보고자 한다.

피에조 액추에이터 구동요소 : 압전 소자

압전 효과(Piezoelectric effect)는 1880년 퀴리(Curie)에 의하여 실험적으로 발견된 이후, 초기(1920년)에는 로셀염(Potassium sodium tartrate) 계통과 인산화(Phosphorylation) 수소가리 계통의 두 종류가 있었고, 1950년대에 분극 처리된 티탄산바륨($BaTiO_3$) 세라믹에서 압전 효과가 있음이 발견되었다. 이들은 특정한 온도(상전이온도 또는 퀴리온도) 이하에서 “물체내의 자발적 분극(Spontaneous polarization)”이 존재하여, 외부의 전기장 없이도 잔류 분극(Remanent polarization)이 존재하게 된다. 이때 외부 전기장에 의해서 극성의 방향이 바뀌는 것이 강유전성이다. 압전 효과는 이러한 강유전성 결정, 즉 강유전체(Ferroelectrics) 중에 존재한다.

대표적인 강유전성 재료인 티탄산바륨 세라믹은 ABO_3 로 표현되는 페로프스카이트(Perovskite)형의 결정구조를 가지고 있으며, A 및 B를 여러 종류의 원소들로 치환하여 많은 다양한 압전 세라믹이 존재할 수 있게 된다. 이러한 강유전체는 어떤 특정온도 이하에서 높은 대칭성(예, 입방정상)을 가지는 결정상태가 불안정해지면서 결정의 특정 방향으로 “자발적인 전기 분극(전기쌍극자)”이 발생하고 낮은 대칭성의 상태로 되며, 외부에서 교류 전기장을 걸어주면 이에 대응하여 전기 분극 벡터의 방향이 바뀌는 두 가지 기본 특성을 가지고 있다.

티탄산바륨 계통의 압전 소자는 상전이온도가 130°C 로 낮고 온도에 대한 압전 특성이 민감하게 변하기 때문에, 현재에는 지르코산납($PbZrO_3$)과 티탄산납($PbTiO_3$)을 일정한 비율로 섞은 이성분계인 $Pb(Zr,Ti)O_3$ 이하 PZT라 약칭하는 세

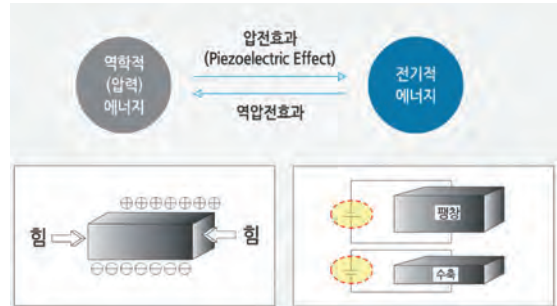
라믹 압전 소자가 주로 사용되고 있다.

PZT 세라믹은 $PbZrO_3$ 와 $PbTiO_3$ 의 완전고용체이고 상전이온도가 $350^{\circ}C$ 이상이기 때문에, 압전 특성의 온도 안전성이 뛰어나며, 결정구조는 $BaTiO_3$ 와 동일하다. 또한 PZT 세라믹은 취성 재료이지만, 온도 변화에 의해 열팽창을 일으키며, 압력을 가하면 작게 수축된다. 전기장이 인가할 때에도 마찬가지로 이런 현상들은 일어나게 된다. 다결정체인 압전 세라믹의 처음 상태에 있어서 각각의 결정체 내부는 일반적으로 분극방향이 다른 몇 개의 분극으로 나누어져 있다. 즉, 양이온과 음이온이 탄성적으로 연결되어 결정격자를 형성하지만, 이 상태에서 전체로의 분극은 상쇄되어 외부로는 표현되지 않는다. 이때 압전 세라믹에 전기장을 인가하면 결정내부의 분극방향은 전계방향에 따라 분극(양이온은 전기장 방향, 음이온은 역방향)되며, 동시에 결정체의 길이가 변형된다. 이 후, 전기장을 제거하면 처음 상태로 돌아오지 않고, 전체가 거의 분극된 상태를 그대로 유지하게 된다. 분극 처리 후에는 역방향의 전기장을 가하여 결정체의 변형을 복원시킨다.

압전 세라믹에 적용 가능한 전압 범위는 최대 약 $2kV/mm$ 범위내이다. 그러나 실제 사용 가능한 저전압을 유지하기 위해서는 압전 소자들은 평행하게 전기적으로 연결된 활성 세라믹 재료의 판 모양 웨이퍼들로 얇게 조립되어지게 된다. 전체 이동 변위는 각 압전 세라믹들의 변위 합으로 구할 수 있는데, 별도의 이동 부품이 없어 고체사이의 부차-미끄럼 영향이 없는(No stick-slip effect) 특징이 있다. 그리고 이들 각 압전 세라믹들의 두께는 피에조 액추에이터에 인가되는 최대 전압을 결정하게 된다.

일반적으로 저전압용인 경우, 사용 가능한 세라믹 두께는 $0.02\sim 1mm$ 범위이나, $1kV$ 이상의 고전압 피에조 액추에이터는 두께가 $0.4\sim 1mm$ 인 벌크 세라믹(Bulk ceramic)으로 구성된다. 최대 전압 범위를 초과할 경우, 피에조 세라믹은 분극성을 잃게 되어, 궁극적으로 압전 성질을 다시 갖지 못하게 된다. 그리고 피에조 소자는 공명 주파수 주기의 대략 1/3 지점에서 공칭 변위에 도달할 수 있으며, 최소 상승시간을 위해서는 충분한 출력 전류와 상승시간을 가진 증폭기

그림 1. 압전 액추에이터 구동 개념



가 필요하게 된다. 전기적으로 피에조 소자는 공명 주파수에 잘 조작될 때, 축전기처럼 작동하며, 변위는 전하에 비례한다.

또한 피에조 소자는 상대적으로 다른 재료들보다 열적 안정성이 뛰어나, 넓은 온도 영역에서 작동한다. 피에조 효과를 나타내기 위하여 극성을 띠어야만 하며, 최대 허용 구동 온도 이상으로 가열될 때에는 비극성화된다. 그리고 피에조 소자의 수명은 적절한 조건하에서 109 Cycle을 수행할 수 있으나, 많은 변수들 즉, 비선형적 영향을 유발시키는 온도, 습도, 전압, 가속성, 부하, 구동 주파수 등의 영향으로 피에조 스택의 수명을 결정하는 일반적인 공식은 없다.

이러한 특징을 가지는 PZT 세라믹은 우수한 전기 분극성과 높은 상전이온도, 낮은 커패시터 제조온도, 우수한 압전성 등으로 인해, 각종 정밀 센서, 마이크로 액추에이터, 초음파 영상 탐지기 등에 사용 중이다. 특히 전기적 입력에 의해 기계적인 진동 혹은 변위를 발생시키는 “압전 마이크로 액추에이터”에 대한 응용은 비약적으로 발전하고 있다.

피에조 액추에이터 응용분야

● 가스/액체 분사용 피에조 인젝터

피에조 액추에이터의 대표적 응용분야인 가스/액체용 분사기(Fuel injector)의 경우, 먼저 PZT 세라믹 압전 소자를 활

용하여 연료를 분사하기 위해서는 다음 사항들이 반영되어져야 한다. (다음) 미소 변위의 고정밀 제어가 가능하고, 응답성이 빠르고, 상대적으로 큰 발생력에 의한 에너지 변환 효율이 높으며, 또한 전자적인 간섭이 없어야 한다.

주로 자동차에 사용하고 있는 고압 연료분사장치에는 솔레노이드 또는 압전 액추에이터에 의해 유압밸브를 작동시켜 분사하는 구동방식이 적용 중이다. 정확한 분사시기와 구동 응답성을 위해 전자적으로 제어되며, 현재 유압서보 구동 방식 인젝터(Hydraulic-servo driven injector)가 대부분 사용되고 있다.

유압서보 피에조 인젝터의 경우, 피에조세라믹금속이 수십·수백개의 웨이퍼 적층으로 이루어진 피에조 스택(Piezostack)은 충·방전을 통해 전류를 제어하며, 이를 통해 “수십 μm 의 작은 변위”를 발생시켜 고압연료를 분사하는 구동방식을 가지고 있다(역압전 효과). 즉, 축압된 고압의 연료는 입구 오리피스(Inlet orifice)를 통과하여 압력 제어실로 유입되며, 출구 오리피스(Outlet orifice)의 개폐에 따라 제어 피스톤에 연결된 인젝터 니들의 상하운동이 결정된다.

출구 오리피스의 상태는 바로 상단부에 위치한 구형 밸브에 의해 제어되는데, 이 밸브는 “피에조 스택의 동작에 비례”하게 된다. 피에조 스택의 작동에 의해 이 구형 밸브가 열리면 하단부에 위치한 제어실과 이 밸브 전후에 작용하는 연료 압력차에 의해 인젝터의 니들이 윗 방향으로 움직이면서 고압의 연료는 분사된다. 이러한 서보 유압형 피에조 인젝터는 기존의 솔레노이드 액추에이터의 응답성을 향상시킬 수 있다는 장점이 있지만 여전히 내부에 복잡한 유압회로를 가지고 있다.

이를 극복하기 위한 직접니들구동방식 피에조 인젝터(Direct needle-driven piezo injector, DPI)는 별도의 유압서보회로 없이 니들이 “피에조 스택의 변위”에 의하여 직접 활성화되도록 한 것이다. 따라서 유압회로와 이와 관련된 니들 구동을 위한 에너지소비량을 줄이고, 다만 분사 유연성으로 분사횟수 7회 이상 가능하며, 분사장치 내 역류방지를 위한 압력저장기가 있어 분사장치와 압력 공급 간의 압력파를 피할 수 있으며, 이로 인한 니들 거동과 분사량에 미치는 영향

을 제거할 수 있는 특징이 있다.

이러한 DPI용 피에조 세라믹 액추에이터는 2,000bar 이상의 고압분사를 위해 분사장치의 니들 밸브를 직접 구동시켜 니들을 작동시키고, 니들 작동 증폭기는 분사량을 늘리기 위하여 간극을 완벽하게 조절하도록 설계해야 한다. DPI용 피에조 스택의 변위는 인가되는 전압의 크기에 영향을 받게 되며, 피에조 세라믹의 성질 및 단열 재질에 따라 최대 인가 전압의 범위가 결정되어진다. 따라서 피에조 스택을 구성하는 PZT 세라믹 소자의 두께 및 단면적은 중요한 설계 인자이며, 피에조 스택에 인가되는 전압의 크기를 반드시 고려해야 한다.

● 압전 모터 (초음파 모터)

자동차용 전기모터는 대표적인 액추에이터로서, 전기적 신호의 변화를 통해 직선 또는 회전운동과 물리적 구동을 생성하게 되며(역압전 효과), 생성된 구동력의 적절한 배분을 위해 변속장치(특히 감속기능)가 요구된다. 이는 자석의 자기력 즉 자계와 함께 모터의 최적 활용(예, 중량 또는 부피 대비 출력 등)에 중요한 인자가 된다. 압전 모터는 초음파 영역(약 200kHz)의 주파수에 해당하는 압전체의 교류 진동을 활용한 것으로서, 공진주파수의 AC전압을 압전체에 인가하여 초음파 영역의 압전소자 탄성진동에 의한 압전체의 표면 운동을 통하여 선형 또는 회전에너지를 발생하게 된다. 따라서 자계와 무관하고 별도의 감속장치 없이 저속에서 높은 효율과 토크를 발생시키는 압전 모터는 소형차의 창유리 개폐, 시트의 각도 및 위치 조정용 등으로 활용 가능하다.

● 유압제어용 피에조밸브

유압제어밸브는 기능에 따라 크게 방향제어, 압력제어, 유량제어로 구분할 수 있으며, 적용 시스템에 적합한 유압 회로 및 제어 밸브를 사용해야 한다. 제어밸브에 있어서 기존 솔레노이드 밸브는 솔레노이드 코일의 특성상 일정 지연시간이 필요하여 상대적으로 느린 응답성을 가진다. 따라서 최근에는 적은 충전전류로 빠른 응답성과 선형성을 가지는 피에조 밸브가 다양한 분야에서 이용되고 있다(역압전 효과).

● 자동차 경음기(Klaxon)

자동차에 사용되는 경음기는 크게 작동원리에 따라 공기식, 전기식, 전자식으로 구분할 수 있으며, 전자식의 경우, 운전자가 조향핸들(Steering wheel)의 외부 표면부를 누르면, 내부에 설치된 압전 모듈을 통해 전류가 흐르게 되어(역압전 효과), 일종의 스위치 역할을 하는 것으로써, 궁극적으로 다이어프램이 진동하여 소리를 발생시키게 된다. (참고) 이와 유사한 개념인 피에조 부저(Piezo buzzer)는 압전 소자에 얇은 판을 부착하여 미세한 떨림으로 작은 소리를 발생시키는 것으로써, 차량도어의 열림과 닫힘에 따라서 신호음을 발생시키게 된다.

● 전자 제어 현가장치(ECS)

자동차의 주행상태와 노면에 따라 차체의 높이를 제어할 수 있는 전자-유압식 현가시스템으로써, 기존의 새시스트프링과 진동감쇄 기능에, 응답성이 빠른 압전 소자를 사용하여 노면에 의한 차체의 바운싱을 판별(압전효과)/제어하여 승차감과 주행 안전성을 높일 수 있도록 한 것이다. 즉, 급선회시 전/후 차축의 차고를 동일하게 유지할 수도 있으며, 오프로드에서는 차고를 높여 차체를 보호하며, 고속도로에서는 낮은 차고를 유지하도록 해서 공기저항을 감소시키도록 한다.

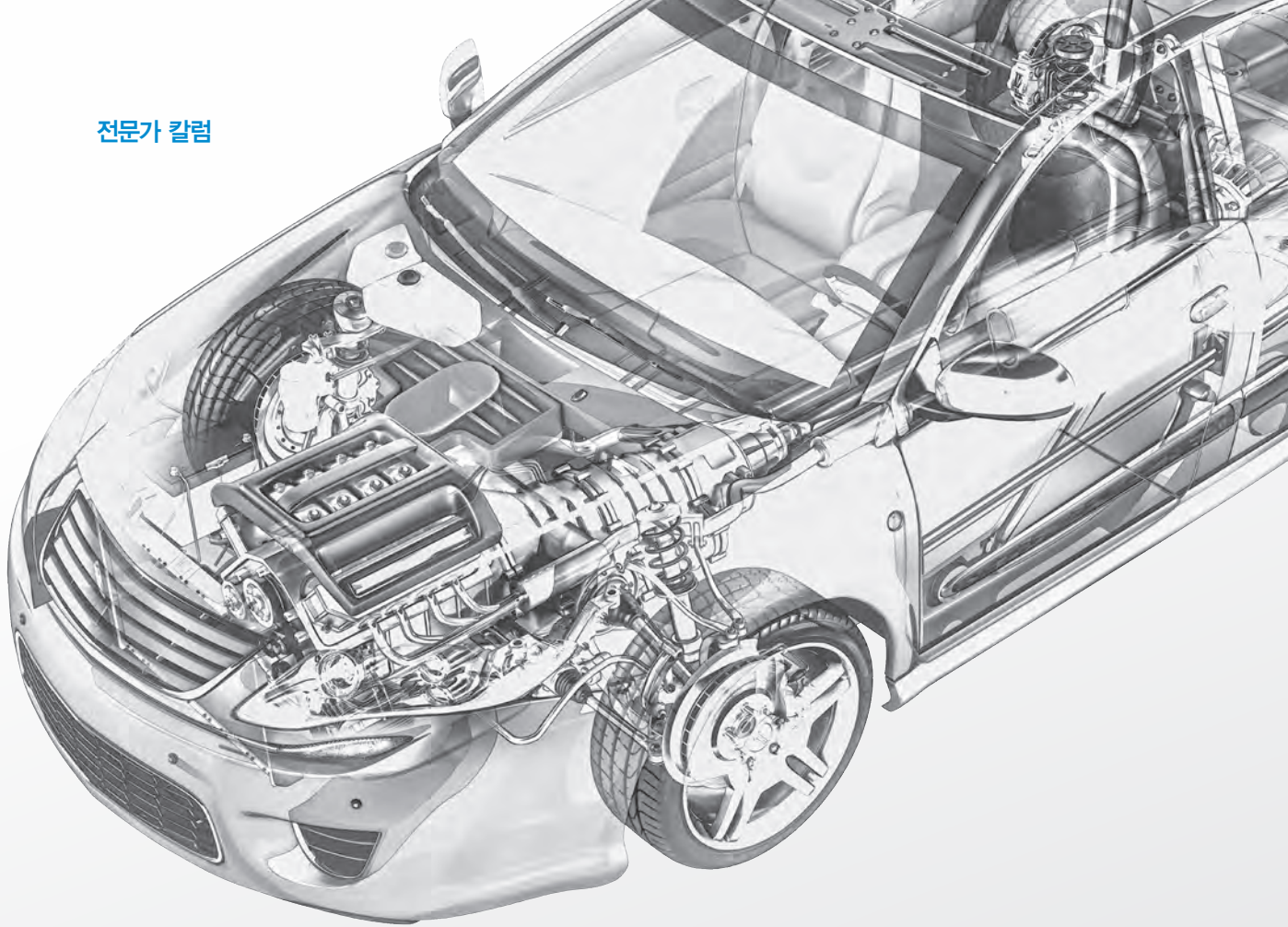
● 타이어 내부 압전모듈

자동차 부품 중에서 유일하게 노면과 접지되는 타이어는 차량의 전체 하중을 지지하며, 차량의 구동력과 제동력 실현 및 노면으로부터의 충격 등에 견딜 수 있어야 한다. 타이어 내부의 공기 온도와 압력은 주행속도와 주행거리에 따라 증가한다. TPMS(Tire Pressure Monitoring System)는 차량 정차 및 운행 중 타이어의 공기압 변화를 지속적으로 모니터링하는 시스템으로써, 공기압 변화로 주행 안전성에 방해가 될 상황에 도달하면 운전자에게 경고해서 차량의 주행안정성을 확보하도록 한다.

이러한 압력변화와 함께 타이어가 노면과의 접촉에 의해 발생하는 구름저항에 의해 에너지 손실이 발생하는데, 이는 주로 타이어의 접지면이 노면과 마찰하면서 타이어의 형태가 변형됨에 따라 주로 발생한다. 즉 타이어가 노면과 접촉 시에는 차량의 주행방향으로 찌그러지고, 반대방향으로 팽창하는 것을 반복하게 되는데, 이 과정에서 지속적으로 동력을 소모하게 되어 에너지 손실을 유발하게 된다. 이러한 손실을 만회하기 위해 타이어 내부표면에 압전 모듈을 부착하여 주기적인 타이어 변형에 의한 접지면 응력 변화를 전기적 출력으로 변환(압전효과)하여 활용하는 연구가 진행되고 있다. (참고1) 도로의 노면에 압전 모듈을 설치하여, 이를 통행하는 차량 타이어와의 접지하중에 의해 발생하는 전기에너지를 이용하는 발전장치도 실제 활용 중이다. (참고2) 이와 동일한 개념인 압전효과를 이용하는 자동차용 노크(Knock) 센서는 압력 또는 기계적 진동이 압전소자에 가해져 전기신호(전압)로 변환시킨 것이다.

상기 예시를 통해 살펴본 바와 같이, 압전 효과와 역압전 효과의 실제 응용에 있어서 압전 모듈 시스템에 대한 최적 설계가 필수적임은 주지의 사실인데, 특히 기계역학적 관점에서 볼 때, 유압, 압축공기, 전기 등을 이용하는 구동장치를 지칭하는 기존 액추에이터 기술과 더불어서, 정밀제어 및 고응답성을 위해 전기적인 신호에 반응하는 압전 모듈 기반 구동장치를 지칭하는 “피에조 액추에이터 설계 기술개발”은 매우 중요하다. 따라서 이를 응용한 자동차부품 기술이 4차 산업혁명시대의 가상 환경과 물리 환경을 통합한 가상 물리 시스템(Cyber-Physical System)을 구축하는 핵심기반 요소기술로 발전할 수 있도록, 이에 대한 체계적 R&D지원이 필요함을 제언하면서 이 글을 맺고자 한다.

이진욱 한국자동차공학회 총무이사 : immanuel@ssu.ac.kr



내연기관의 현실과 미래

The Recent and Future Trend of an Internal Combustion Engine

지난해의 세계 주요 모터쇼에 이어서 올해 초 라스베이거스에서 개최된 CES에서도 주인공은 단연 “전기차(EV)”와 “커넥티드카(Connected car)”이다. 당분간은 그 여세를 몰아갈 것으로 예상된다. 미래의 자동차 산업에서의 새로운 일자리 창출과 친환경성을 생각한다면 어느 누구도 이러한 세계적인 트렌드에 반론을 제기할 사람은 없을 것이다. 물론 평생 내연기관을 전공해 온 필자도 이러한 시대적인 추세에 역행하고자 하는 생각은 추호도 없으며, 우리나라가 자율주행으로 대표되는 미래자동차 기술을 선도할 수 있는 날이 하루라도 빨리 도래하기를 기대하고 있다.

본 고에서도 미래 자동차 기술에 대한 새로운 내용을 소개하고 싶은 마음도 있었으나, 최근 많은 사람들이 자동차 동력원에 대한 너무 편향된 지식을 접하는 현실이 안타까웠고, 올해 새로이 파워트레인부회장 역할도 맡게 되었기 때문에 내연기관의 현실과 미래에 대한 팩트를 전달하고자 한다. 심지어 주유소를 경영하는 분을 만났더니 5년 후에는 내연기관 차량이 없어지므로 다른 분야로 업종을 변경해야 할지를 고민하는 분들이 대다수라는 얘기를 듣고 자동차 동력원에 대한 정확한 정보가 얼마나 중요한지를 다시한번 실감하게 되어서 본 내용이 조금이나마 내연기관의 현황을 파악하는 데에 도움이 되었으면 하는 바람이다.



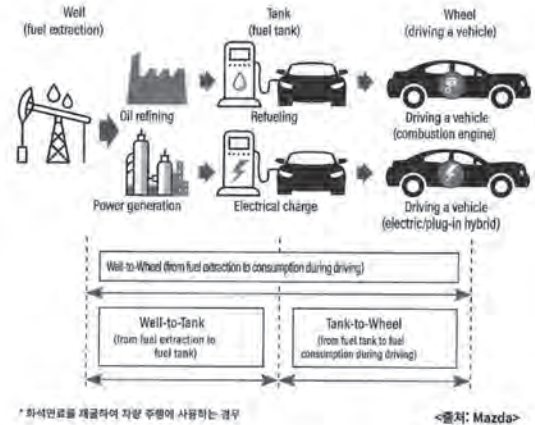
이기형
한양대학교
Kihyung Lee
Hanyang University

내연기관 분야의 대표저서인 “Internal Combustion Engines Fundamental”의 저자이자 메사추세츠공과대학(MIT) 기계공학과 교수인 존 헤이우드(John Heywood) 박사는 2050년에 경량차량의 60%가 여전히 연소 엔진에 의존할 것이며, 그 일부가 하이브리드 시스템과 터보차저를 탑재할 것으로 전망했다. 순수 배터리 전기차 판매량은 전체의 15% 정도로 추정했으며, 2050년까지도 내연기관이 건재함을 예견하였다. 이 외에도 IEA 자료에서는 “2035년 시점에 내연기관 자동차가 차지하는 비율이 약 84%를 차지할 것”으로 예측하였다.①

2015년 발생한 폭스바겐 디젤 스캔들로 인하여 배기 규제는 더 강화되었고, 내연기관은 배척 대상이 되기 시작하였으며 그 대신 배터리 전기차(BEV)가 급부상하였다. 그러나 2016년 글로벌 자동차 시장에서 배터리 전기차 판매대수는 플러그인 하이브리드자동차를 포함하여 76만 1000대에 불과하였다. 세계 신차 판매대수가 9369만대에 달하는 것을 감안하면 실질적으로 점유율은 1% 이하이다.② 이와 같은 통계와 예측결과를 보면 향후 가까이는 10년에서 멀게는 20년 사이에도 자동차 동력원의 상당부분은 현재 사용 중인 내연기관이 유지될 것이므로 균형 잡힌 시각에서 향후 자동차 동력원에 대한 분석이 필요할 것으로 사료된다.

최근 스웨덴을 중심으로 하는 북유럽 국가들과 프랑스와 영국 등 서유럽 국가들, 그리고 중국까지도 가까운 장래에 내연기관을 퇴출시킨다는 뉴스를 접하는 경우가 있다. 스웨덴은 자동차 운행대수가 500여만대 정도로 2,000만대가 넘는 우리나라 자동차 운행대수에 비하여 월등히 적은 나라이며, 영국은 자국자본의 자동차 회사가 없는 실정이고, 중국은 아직 엔진 기술력이 현저히 떨어지는 나라이기 때문에 어쩔 수 없이 현재의 내연기관 자동차를 대신하여 전기자동차로 전환을 시도하는 나라들이다. 프랑스의 경우는 원자력 발전 의존도가 높으므로 전기 생산 시의 이산화탄소의 배출이 작아서 전기자동차 수가 많아지더라도 국가 전체의 이산화탄소 증가가 크지 않으므로 나온 정책임을 명심해야 한다. 이와 같이 국가나 지역에 따라 에너지 인프라 상황이 다르고, 소비자의 이용환경과 도로사정 등이 다르므로 이런 점

그림 1. 웰투휠(Well-to-wheel) 개념도



을 고려하여 최적인 동력원을 선정하는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다. 그 동안 많은 노력을 경주해 온 결과, 세계 5위의 생산력을 가진 우리의 자동차 산업을 지탱해 온 엔진 기술을 포기하는 것은 매우 위험하고 어리석은 일임은 자명한 사실이다.

자동차 산업의 선진국인 일본과 독일은 전기자동차가 대세임을 인정하면서도 내연기관의 가능성에 여전히 무게를 두고 있다. 이런 가능성의 이유를 웰투휠(Well to Wheel, WTW)로 설명할 수 있다.③ WTW는 <그림 1>과 같은 에너지 생성 단계부터 소비 단계까지의 효율에 대한 개념이다.

즉 내연기관 자동차 운행을 통해 배출되는 유해배출 가스뿐만 아니라 전기나 수소의 생성 단계에서 발생하는 유해배출가스까지 고려해야 한다는 것이다. 전기의 생성을 위하여 다양한 종류의 에너지를 사용하고 있지만, 청정에너지로 분류되는 풍력이나 태양광의 비율은 5% 미만이고, 여전히 화석연료의 비율이 매우 높은 실정이다. 현재의 내연기관 연비를 30% 정도 개선한다면 내연기관 자동차는 LNG(액화 천연가스) 발전으로 생산된 전기를 사용하는 전기자동차와 동등한 CO₂를 배출한다. 이처럼 내연기관 자동차도 가능성은 있지만, 현재의 기술수준에 만족하고 안주한다면 가까운 시일 내에 다른 동력원에게 자리를 내어주게 될 것임이 명

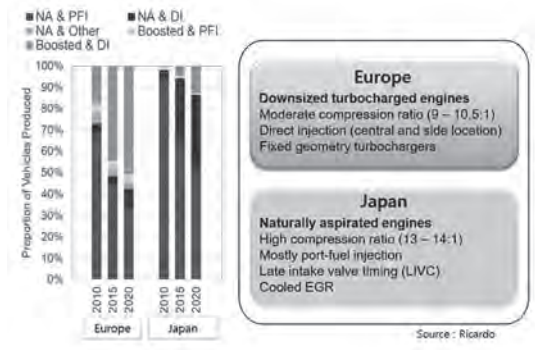
백한 사실이므로 현재도 많은 자동차 회사들은 내연기관 엔진 개발에 많은 비용을 투입하고 있다. 그러나 과거와는 달리 대부분의 엔진들이 전동화를 앞세우며 개발에 박차를 가하고 있다는 사실이다. 순수 내연기관 자동차 기술만으로는 한계가 있기 때문에 내연기관을 베이스로 하는 하이브리드 자동차와 플러그 인 하이브리드 자동차 개발에 많은 관심을 두고 있음을 시사하고 있다.

최근 전동화의 첫 번째 시도로 48V 시스템이 주목을 받고 있다. 엔진의 크랭크 샤프트에 연결된 벨트나 체인으로 작동되는 많은 부품들(냉각펌프, 오일펌프, 캠 샤프트 등)은 엔진의 구동력을 소비하기 때문에 연비를 악화시키는 경향이 있으며, 특히 벨트 구동 펌프인 경우 원하는 시기에 적절한 유량을 공급하기가 매우 어려운 상황이다. 이를 해결하기 위하여 전기적으로 펌프유량과 밸브 개폐시기를 조절할 수 있는 기술이 필요하지만, 전력소모가 많아져서 기존 12V로는 한계가 발생한다. 따라서 48V 시스템을 이용하여 적절한 시기에 최적한 유량을 공급할 수 있는 전동 펌프와 전기적으로 밸브 개폐시기와 밸브량을 임의로 조절할 수 있는 캠이 없는 전기구동식 밸브시스템을 채택함으로써 엔진의 효율 향상뿐만 아니라 마찰저항도 줄여줄 수 있으므로 기존 엔진의 열효율을 한층 더 향상시킬 수 있는 가능성이 커졌다고 할 수 있다. 이 외에도 과급시의 지연현상(Turbo lag)을 줄일 수 있는 전동 압축기도 사용이 가능하게 됨에 따라 저속 고부하 특성을 향상시킬 수도 있다.

이와 같이 모든 자동차 회사들은 엔진의 효율을 높이기 위한 많은 기술들을 적용하고 있지만, 자동차용 엔진의 열효율 향상을 추구하는 방식은 <그림 2>와 같이 지역마다 다르다고 할 수 있다.

유럽의 자동차 회사들은 직접분사방식과 다운사이징 터보차저 기술을 통해 저연비 및 고출력을 지향하고 있다. 반면, 일본은 종래와 같은 자연흡기식 포트분사방식을 일반적으로 많이 채택하고 있다. 그 대신 고압축비(13~14:1)와 낮은 흡기밸브 닫힘 시기 및 EGR기술을 적용하여 엔진의 열효율을 향상시키고 있다. 우리나라는 유럽 방식을 따르고 있는 실정이라고 말할 수 있다. 우리나라에서도 주류가 되고 있는

그림 2. 국가 별 엔진 효율 향상 접근 방식 차이



직접 분사식 엔진의 경우, 가솔린 엔진임에도 불구하고 PM 배출이 문제가 되고 있으므로 혼합기 형성에 유리한 흡기포트 분사방식을 주로 이용하는 일본의 방식도 눈여겨 볼만한 대목이다.

최근 NISSAN은 가변압축비 엔진을 개발하여 운전 조건에 따라 노킹을 피할 수 있는 최적 압축비를 선정하도록 하여 현재 40%수준의 열효율을 2015년에는 60%까지 끌어올리겠다고 선언하였다. 이는 지금의 배터리 전기차와 유사한 수준의 효율이므로 내연기관의 미래를 밝게 해 주는 기술임에는 틀림이 없을 것이다. BMW는 2015년 연비를 향상시키기 위하여 물 직분사 엔진을 출시하기도 하였다. 물을 분사함으로써 증발잠열에 따른 고압축비화와 충전효율 향상 효과를 이용하는 기술로서 이미 M4차종에 적용을 시작하였고, 소형엔진으로 시장을 확대하고 있는 실정이다.

최근에는 가솔린 엔진의 연소방식에는 디젤엔진과 같은 자착화 원리를 적용하고, 반면 디젤 엔진의 열발생 패턴은 가솔린 엔진의 열발생 패턴인 예혼합 연소방식으로 바꾸는 신 연소 기술인 예혼합 압축착화(Homogeneous Charge Compression Ignition, 일명 HCCI)엔진이 주목을 받고 있다. 가솔린 엔진을 자착화시킴으로써 압축비를 높일 수 있고, 희박연소가 가능하며 펌핑손실도 줄일 수 있으므로 가솔린 엔진의 단점을 극복하여 디젤 엔진 정도로 열효율을 향상시킬 수 있게 되었다. 또한 디젤 엔진의 경우는 열효율은 좋지

만 확산 연소 원리 상 NOx와 PM의 배출이 문제가 되었으나, 가솔린 엔진과 같은 균일 예혼합 열발생 패턴을 적용함으로써 급격한 온도 상승을 막을 수 있어서 NOx를 줄이고, 균일한 혼합기 형성에 따라 PM도 줄일 수 있는 획기적인 연소기술이라고 할 수 있다. 그러나 이 기술은 착화시기를 제어할 수 있는 기술이 어려워 상용화에 걸림돌이 되었으나, 최근 착화성이 서로 다른 이중 연료를 사용하거나, 가변압축비(VCR) 기술들이 개발되어 시판 시기를 앞당길 수 있게 되었다. 2019년에는 이러한 기술을 탑재한 엔진이 출시될 것이라는 보도가 나오고 있다.

이와 같이 엔진의 연소를 개선하여 효율을 향상시키는 기술이 외에도 주목을 끄는 기술들이 있다. 엔진에서 발생하는 에너지 중 60% 정도가 배기가스와 냉각수 열로 버려지는 문제점에 착목하여 엔진 폐열 회수 시스템에 관한 기술이 각광을 받고 있다. 이 기술은 크게 두 가지로 분류되어 개발이 진행 중이다. 하나는 엔진의 배기가스 열을 이용하여 물을 끓인 후 발생하는 증기를 이용하여 터빈을 돌려서 에너지를 발생시키는 랭킨 방식과 열전 소자를 이용하여 직접 전기 에너지를 얻는 방식을 채택하고 있다. 두 기술 모두 비용 상승 문제가 있어서 상용화에 시간이 걸리고 있지만, 열효율 향상에는 확실한 효과가 검증되었으므로 하이브리드 자동차에 비하면 비용 상승이 작기 때문에 빠른 시일 내에 시장

에 투입될 가능성이 크다고 예상된다.

요즘 가장 관심이 큰 4차 산업 혁명의 대표주자라고 할 수 있는 자율주행자동차의 경우, 동력원은 당연히 배터리 전기차라는 인식이 널리 확산되어 있는 실정이다. 물론 제어 측면에서는 전기 모터가 편리할 수는 있으나, 자율주행의 가장 큰 장점인 장거리 주행 시의 편리함을 고려한다면 주행거리 면에서 장점이 많은 내연기관도 충분히 동력원으로서 가치가 있다고 생각된다. 특히 내연기관은 지금까지 축적되어 온 기술들이 많아서 충분한 신뢰성을 가지고 있으며, 특히 자율주행은 일정 속도로 주행하는 경우가 많으므로 가장 효율이 좋은 상태로 엔진을 작동시키기 때문에 열효율 면에서 매우 유리하다고 할 수 있다.

한국자동차산업협회에 따르면 2년 연속 수출이 감소되어 이제는 세계 자동차 생산국 5위의 자리도 지키기 어렵다고 한다. 국가 총 수출의 14%(2015년 기준)를 차지하는 자동차 산업은 고용에 미치는 영향도 상당히 크다. 다시 말하면 자동차 산업 침체가 지속할 경우, 고용대란이 빚어질 공산이 크므로 미래의 자동차 기술에 투자를 하는 것도 중요하지만, 현재 우리나라 자동차 수출의 대부분을 차지하는 내연기관의 효율을 높이기 위해 많은 시간과 비용을 투자해야 할 시점이라고 생각한다.

서두에 얘기한 바와 같이 친환경 자동차로 대표되는 전기자동차와 수소연료 전기차에 대한 필요성은 더 이상 언급하지 않아도 될 만큼 높으며, 자율주행자동차 기술 역시 빠른 시일 내에 확립하여 경쟁력을 높여야 함에는 어느 누구도 반론을 제기하지 않는다. 다만 현재와 가까운 미래에도 주력 동력원으로 역할을 수행해야 하는 내연기관에 대하여 애정과 관심을 가져주기를 바라는 마음이다. 많은 내연기관 엔지니어들은 오늘도 내연기관 효율 향상을 위하여 묵묵히 노력하고 있으며, 우리 학회 파워트레인부문도 내연기관의 위상 정립과 새로운 기술에 대한 방향 설정을 위하여 미력이나마 기여를 하고자 한다.

이기형 한국자동차공학회 파워트레인부문회장 : hylee@hanyang.ac.kr

〈참고문헌〉

- ① 윤범진, 마쓰다 차세대 가솔린 엔진 “SKYACTIV-X”, Automotive, Vol.1, pp.78-81, 2018.
- ② 채영석, 내연기관 ‘조용한 진화’, 매일경제, 1월 22일, C05, 2018.

한국자동차공학회 어스무빙머시너리연구회

● 어스무빙머시너리(Earth-moving Machinery) 연구회

어스무빙머시너리 라고 불리는 토공기계는 토사의 굴삭과 운반 작업에 쓰이는 기계를 뜻하지만, 넓은 의미로는 토목공사나 건축공사에 쓰이는 기계의 총칭의 의미로써 건설기계로 불리기도 한다. 국내 건설기계관리법 시행령 제2조에서는 건설기계의 범위에 대해서 규정하고 있으며, 토공기계, 포장기계, 운반기계, 기타기계 등 총 27종의 기계를 건설기계로 규정하고 있다.

국내 건설기계산업은 두산인프라코어, 현대건설기계, 볼보건설기계 등 주요 완성차 제조사를 포함해서, 어태치먼트 제조사, 부품 제조사 등 수백여 개의 업체들이 활동하고 있으며, 전세계적으로도 Originate 기준 4대 건설기계 개발 국가의 위상을 보유하고 있다.

어스무빙머시너리연구회는 건설기계 업계에 종사하는 인원들에게 건설기계 기술에 대한 활발한 토의와 지식 공유의 장을 마련하고, 산학연 네트워크 확대를 통해 한국 건설기계 분야의 학문적 발전과 인적 교류를 확대할 목적으로, 완성차 제조사, 부품 제조사, 건설기계 관련 연구소에 종사하는 10명의 인원이 모여 발기인 워크숍을 실시하였고 2015년 연구회가 설립되었다. 설립 이후 현재까지 두산인프라코어 이동욱 전무가 연구회 위원장을 맡아 활동하고 있다.

● 연구활동 범위

어스무빙머시너리연구회에서는 기술 발전과 산업 발전을 동시에 꾀할 수 있는 연구를 수행하는 것을 지향하고 있다. 기술 측면에서는 건설기계 관련 기술이라면 특별한 분야를 한정하지는 않으나, 업계에서 공통적으로 관심을 갖고 있는 미래 기술, 해석 기술 등에 대한 연구 활동이 보다 활발히 진행될 것으로 예상된다. 산업 측면에서, 부품 제조사와 완성차 제조사의 연계, 산학연 협력 방안 발굴 등 건설기계산업 발전을 위한 생태계 조성에 대한 연구를 수행하는 것을 지향하고 있다.

● 활동 내역

어스무빙머시너리연구회에서는 매년 건설기계와 관련된 주요 기술 내용과 동향, 기술 개발의 개선/성공 사례를 중심으로 산학연 정보교류의 장을 마련하는 워크숍을 개최해오고 있다. 2015년, 2016년 워크숍에서는 산학연 전문가를 초빙하여 건설기계

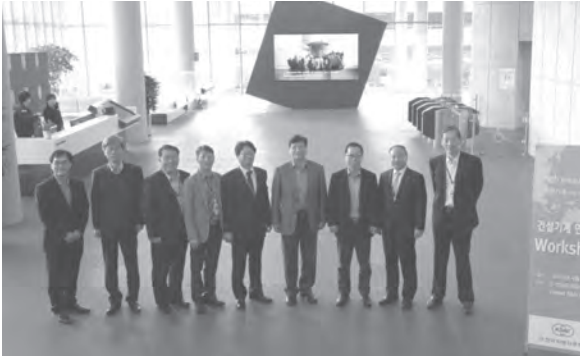
<임원 소개>



이동욱
위원장



임정우
간사



▲ 어스무빙머시너리연구회 발기인 워크숍 (2015년 4월)



▲ 어스무빙머시너리연구회 “건설기계의 가상제품개발” 워크숍 (2017년 4월)

용 디젤엔진과 전자유압시스템의 기술 동향에 대한 강연을 하였고, 건설기계부품연구원과 한국생산기술연구원 건설기계연구센터 등 건설기계관련 연구소의 소개와 기술 개발 사례에 대한 강연을 실시하였다. 2017년 4월에는 “건설기계의 가상제품개발 (Virtual Product Development)”이라는 주제의 워크숍을 개최하여 업계 내에 가상제품개발과 해석을 담당하는 연구 인력들이 한 자리에 모여 각 사의 가상제품 개발 기술 개발 사례를 공유하고, 동일 기술 분야에 종사하는 연구원들이 공감대를 형성하고 활발하게 토론하는 자리가 되었다.

또한 연구회에서는 2015년 추계학술대회 이후 매년 춘·추계학술대회에서 어스무빙머시너리연구회 분야로 논문 발표 세션을 운영하고 있으며, 논문 발표 편수 또한 점차적으로 늘어나고 있다. 논문 발표 세션을 통해 업계와 연구소의 실무 연구인력이 모여 활발하게 기술교류를 하고, 네트워크를 확대하는 기회의 장이 되고 있다.

● 향후 계획

어스무빙머시너리연구회에서는 건설기계기술 분야 전문가 집단의 기술정보 교환과 토론의 장을 마련하는 워크숍을 지속적으로 개최하고자 한다. 2018년에는 11월 추계학술대회 기간 내 연구회 워크숍을 개최하는 것을 계획하고 있다. 2015년 연구회가 설립된 이후 태동기를 넘어서 안정화 단계에 접어들고 있다. 아직까지는 다소 미흡하다고 판단되는 실무 연구 인력의 기술 교류와 네트워킹의 확대, 학계와의 교류 확대를 통해서 연구회 활동을 점진적으로 활성화시키고 이를 통해 궁극적으로 건설기계 산업발전에 기여할 수 있기를 기대한다.

〈어스무빙머시너리연구회 임원〉

- | | | |
|--------------|------------------|----------------------------------|
| ● 위원장 | 이동욱 전무 (두산인프라코어) | E-mail : dongwook.lee@doosan.com |
| ● 간사 | 임정우 부장 (두산인프라코어) | E-mail : jeongwoo.lim@doosan.com |



후지산 등산



김은태 사무총장 (한국자동차공학회)

2017년은 참으로 힘든 한해였다. 어려움을 이겨내는 기준이 다들 다름에야 쉽게 힘들다고 말을 해서도 안되고, 누구나 쉽게 이해할 수 있는 내용도 아니지만 지나고 나면서 스스로 2017년을 돌이켜 보면서 여러가지 힘든 한해였다는 생각을 지울 수 없다. 직장에서는 말은 업무의 책임과 추진, 하고자하는 일에 대한 결과가 성취감을 가지는데 박봉에 조그만한 자긍심으로 버티는 아련함이 나를 슬프고 힘들게 한다.

나는 산을 좋아한다. 직장 and 삶의 스트레스를 휘날려 버릴 수 있는 방법 중 하나가 산에 가는 것이 아닌가 느껴진다. 그럼에도 올해에는 한달에 한번도 제대로 산행하지 못했다. 다 본인의 게으름과 핑계이지만 올해에는 주말에 뭘 일들이 그렇게 나를 잡았는지 모르겠다.

나는 산을 가더라도 거의 혼자 간다. 나이가 들면서 한순간에 어떤 일이 닥칠지 모르니 이제는 혼자 가는 것을 삼가라는 집사람의 이야기도 늘 귓등에 머물고 있지만 산에 가는 이유를 굳이 밝히자면 두가지다. 하나는 건강을 위하여, 또 하나는 머리를 비우기 위해서이다. 맑은 공기를 마시며 경사진 산을 오름으로써 건강을 챙기고, 생각을 떨쳐 마음을 비우기 위해서이다.

무상무념, 종교인이나 명상하는 사람들만이 얻고자하는 것이 아니라 산에 올라가며 머리를 비우는 것이 나에게서는 무상무념이 되고 있다. 한발 한발 내딛음에 가쁜 호흡과 뛰는 심

장속에 머리는 맑아지고 생각은 저 만큼 달아나기에 나는 산에 혼자 간다.

그동안 마음속에 늘 언젠가는 한번 꼭 올라가 보리라 했던 후지산을 다녀왔다. 일본을 상징하는 랜드마크, 뾰족한 삼각 형태의 산 윗머리 부분에 늘상 만년설이 있어 보기만 해도 일반 산과 다르며 일본인들이 신성시 하는 산, 태평양지역 불의 고리 위, 화산지대에 있어 지진과 지각변동이 심한 곳의 산으로 그냥 쉽게 한번 등반해보자 하기에는 어려움이 느껴지는 산이기에 지난 몇 년간 한번 올라가보자하는 생각을 가졌으나 2017년도에 드디어 실행에 옮겼다.

우연히 본 신문에 여행사에서 등산객을 모집한다기에 일단 비용을 지불하면 나 또한 얽매어 결국은 올라가겠지 하는 마음으로 추진하였다. 일본의 후지산은 3,766m로 하절기 2개월 정도만 개방하고 일반인의 출입을 금지하고 있다. 2017년에는 7월초부터 9월 2일까지만 일본 정부에서 등반을 허락한다고 하며, 이는 일본인들이 신성시하는 산이라기서보다 경사도가 높고 기온차가 심하기에 안전을 위한 조치로 생각된다.

2017 대학생 자작자동차대회가 끝난 후 지난 2017년 8월 26일부터 3일간 주말을 이용하고 휴가를 하루 더해 후지산에 다녀왔다. 인천공항에서 출발하여 일본 시즈오카(静岡) 국제공항에 내려 준비된 관광버스로 바로 산을 향해 출발했다. 버스로 2시간 정도 이동 도중 중간에 식당에서 간단히 늦은 점심을 하고 산행 시작 장소인 고고메로 향했다.

그런데 이번 등산에서는 여행사에서 허영호 산악인을 모시고 같이 추진하는 프로그램이라 허영호씨가 같이 동행하게 되었다. 처음 여행사에 신청할 때에는 몰랐는데 아주 좋은 기회가 되었으며 우연히 인천공항에서 여행사와 미팅할 때 바로 내 뒤에 서있어 통성명을 했으며 산행시작하기 전에 사진도 찍을 기회가 있었다.

후지산 정상에 오르기 위해서는 3개의 등산로가 있다고 한다. 우리는 후지노미야 등산로를 이용할 계획이며, 동경쪽에서 오는 사람은 통상 스바시리 등산로를 이용하거나 요시다 등산로를 이용한다고 한다. 후지산에는 사람이 쉬어야 하는 높이와 위치마다 산장과 같은 휴게소가 있고 이를 합목(合目)으로 구분하고 있다. 각 합목의 휴게소에서는 유료 화장실

과 식음료를 팔고 있는데 북한산이나 설악산, 지리산에 있는 산장처럼 제대로 지어지지 않고 임시로 나무로 가린 형태의 오래된 고가(古家)처럼 조금 부실한 느낌을 주는 산장이다.

더욱이 이 산장에서만 화장실이 있고, 화장실 사용료는 높이가 올라갈수록 비싸다. 정상인 십합목에는 500엔으로 각 합목의 모든 화장실에는 문에다 열쇠를 잠가놓고 직접 사람이 화장실 문 앞에서 돈을 낸 사람만 열쇠가 확인하면서 사용하게 하고 있어 이건 문화의 차이인지 등산개념이 우리와 다른 건지 어리둥절하다.

후지산의 최정상이 10합목이며 최정상 분화구 옆에도 산장을 겸한 휴게소가 있다. 환경보호 측면에서 정상에는 고정 시설물을 해놓은 이유가 궁극하다. 지진 전문가들이 상주하면서 화산의 분화활동과 지진을 조사한다고 하는데 그렇더라도 시설물의 규모가 너무 크고 쇼핑상가처럼 널찍한 매장이 혼란스럽게 느껴졌다.

비행기로 도착한 당일 오후 4시에 산행을 시작했다. 내가 등산을 시작한 고고메는 2,400m 지점으로 5합목(五合目) 지점이며 정상까지는 1,366m 표고차이가 난다. 우리는 고고메에서 오후 4시경부터 등반을 시작했다. 후지산 등산로가 거의 30도에서 45도에 가까운 경사로가 끊임없이 계속되어 매우 가파르며 험난하다. 더욱이 지반은 화산재로 이루어져 있어 바닥이 평탄하지 않고 사람들이 다니는 등산로는 화산재가 밟혀 가루화되어 있어 한발짝 옮길때마다 먼지가 풀럭거리며 맑은 공기를 마시기에는 적합하지 않다.

일단 7합목 2,780m까지 올라가 여행사에서 예약한 고라이코산소 산장에서 저녁을 하고 일박을 하게 되었다. 오합목인 고고메에서 표고가 380m 밖에 차이가 나지않지만 비행기를 타고 내려 여기까지 오느라 피곤했는지 제법 힘들었다. 저녁 식사 후 8시가 넘어 40명 이상이 들어가는 군대 내무반 같은 곳에서 제대로 오지않는 잠을 청하고 내일을 기약하였다.

잠드는지 마는지 하는 시간의 지체 속에 옆 사람들이 부석 거림에 눈을 비비니 일부는 벌써 산행을 준비중임이 보였다. 시계는 자정이 아직 안되어 채 4시간을 누워있지 못했는데 해뜨기 전에 정상에 오르려는 사람들이 벌써 산행준비나 나도 이왕 여기까지 왔으니 후지산 정상에서 월출을 보리라 생



각하고 부산히 움직였다.

심호흡을 하고 싸가지고 온 간단한 간식으로 입막음을 하고 복장을 갖추어 산행을 시작하였다. 산장을 나와 아래를 내다보니 어두움 속에 저 밑에서부터 헤드랜턴 불빛이 끊임없이 이어져 뒤를 돌아 산위를 보니 계속되고 있었다. 이렇게 많은 사람들이 등산할 줄 몰랐다. 어제 오후에 올라올때에는 그렇게 많은 사람들이 있지 않았는데 말이다.

산장에서 잠깐 머무르려고 하는 사람, 출발하는 사람들이 뒤여겨 산장 근처에서는 한발짝 띠기도 어려웠지만 꾸역꾸역 한걸음씩 오르기로 했다. 경사가 심하여 절대적으로 빠르게는 오르기가 어려웠지만 많은 사람들로 인해서라도 빠르게 오르기도 어려웠다. 한여름임에도 기온이 너무 낮아 모두들 파카를 입고 헤드랜턴을 설치한 모자를 쓰고, 어떤 이는 입막음까지 하면서 체온을 유지하고 올라가고 있었다.

그래도 저녁잠을 자서 그런지 초반에는 힘이 있어 주변 사람들을 추월하면서 나가기 시작했다. 우리도 통상 산행할 때 그렇지만 일본사람들은 앞사람이 늦게 가도 거의 추월하는 경우가 없었다. 그래서 그런지 어떤 경우에는 늦는 사람 때문에 밑에서는 밀리는데 뒷길은 비어있어 그럴 경우 앞사람을 추월하면서 나가기 시작했다. 그런데 이게 쉬운게 아니다. 워낙 가파른 길이다 보니 추월이 그렇게 쉬운가.

8합목 아마구치소 산장, 9합목 만넨유키소 산소 산장을 거쳐 오를수록 입에서 단내가 나기 시작했다. 오를수록 왜 이리 추운지... 나는 파카를 준비하지 않았다. 짐도 줄일 겸 가져오지 않았는데 이렇게 추울줄은 몰랐다. 이 한여름에 다른 사람은 귀마개를 하고 입가리개까지 하고 있는데 어설픈 준비로 이 옷, 저 옷 가져온 옷을 몽땅 껴입고 내가 어떻게 여기까지 왔는데 하는 마음으로 정상으로 내디뎠다.

새벽 4시가 좀 지나 정상에 올랐다. 정상에도 많은 사람들

이 모여 있었고 일찍 올라온 사람들은 벌써 일출을 잘 볼 수 있는 장소를 선점해하고 있었다. 나도 두리번 거리며 자리를 찾았다. 그런데 왜 이리 추운지.. 어제 공항에 도착했을 때에는 일본이라 습도도 높고 기온도 거의 30도에 육박하여 너무 더웠는데 핸드폰을 꺼내들고 온도에 입을 켜니 영하도란다. 옷이란 옷을 몽땅 껴입어도 몸이 떨리기 시작했다. 너무 춥고 시간도 어지간하여 1시간이 소요되는 분화구 한 바퀴 일주는 못했지만 그래도 정상에 올라 한국인의 가슴을 펴고 깊은 호흡을 하고 사진을 찍고 내려왔다.

내려올 때 미리 여행사가 예약해놓은 지난밤 숙박 장소인 고라이코 산장에서 아침을 하고 출발장소인 오합목에 도착하니 아침 9시가 가까이 온 시간이었다. 이후 여행사에서 같이 온 등산객들을 기다리다 12시가 넘어 가장 늦은 사람이 도착하여 버스를 타고 점심장소로 이동한 후 쇼핑장소를 둘러 숙박장소인 온천욕을 할 수 있는 료칸으로 안내되었다. 저녁식사 후 편히 쉬고 다음날 오전에 다시 시즈오카 국제공항을 출발하여 인천공항에 도착하니 오후 2시, 이후 집으로 귀가 하면서 후지산 등산일정은 끝났다.

가깝고도 먼나라 일본의 후지산 등산은 쉽지 않은 계획이었다. 업무상 일본을 여러번 갔어도 관광이나 등산은 이번이 처음이고 더욱이 3,000m가 넘는 산을 등산해 올라가기는 처음이라 나름 큰 추억을 만든 것 같다. 1,000m 산을 올라가나 3,000m 산을 올라가나 힘들기는 마찬가지로이고 동네 뒷산인들 어디 쉬운 산이 있겠나만은 그래도 이번 후지산, 일본의 최정상인 산을 발아래 두고 싶어 다녀왔다는 기억을 만든 소중한 시간이었다. 더욱이 후지산 정상에서 구름위로 떠오르는 태양을 본 것이 잊지 못할 기억이지 않겠는가.

김은태 사무총장 : ksae@ksae.org



현대자동차 신타페 유아 보호기술

현대차의 중형 SUV인 신타페가 어느덧 4세대로 진화를 거쳤다. 2000년 처음 출시된 신타페는 지금까지 3세대를 거치는 동안 누적 판매 100만대를 돌파하였다. 신타페는 1세대부터 강인하면서 남성적인 이미지를 줄곧 강조해왔다. 근육질의 디자인이 2세대와 3세대 모델에 접어들면서 근육질의 디자인은 다른 형태로 바뀌어나갔지만, 강인하면서 남성적인 이미지는 줄곧 그대로 유지해 왔다. 탑승객을 위한 배려는 실내 디자인으로 대시보드는 크래시패드의 높이를 낮추는 형태로 개방감을 강조하고, 운전석과 센터페시아에서 버튼의 수가 상당히 많이 줄어들었다. 전체적으로는 운전에만 꼭 필요한 것을 가까이에, 다른 것은 멀리

두는 방식으로 실내를 넓고 개방감이 느껴지도록 제작하였다고 한다. 이외에 2열 시트배열이나 공간확보에도 신경을 쓴 것이 보이나 안전한 하차를 돕는 전자식 차일드록, 실내 승객을 감지하는 승객 알림 시스템으로 나타났다. 그러한 기술들 중 전자식 차일드록과 승객 알림 시스템은 처음 소개되는 것이다. 전자식 차일드록은 운전자가 아이의 안전을 위해서 2열 도어의 잠금장치를 직접 조정하는 장치이지만, 실수로 해제했다가 아이가 갑자기 차에서 뛰쳐나가면서 교통사고가 발생하는 경우도 있다. 이를 방지하기 위해 후방에서 접근하는 자동차를 감지하는 시스템이 동작하며, 차일드록 해제 버튼을 눌러도 자동차가 접근할 때는 록이 풀리지 않는다. 승객 알림 시스템은 미국과 한국을 비롯해 여러 나라에서 문제가 되고 있는 '아이를 뒷좌석에 태웠다가 깜박 잊고 차문을 잠그고 내리는 상황'을 방지하는 시스템이다. 신타페의 시스템은 운전자가 내린 후 문을 잠갔을 때 지붕에 장착된 센서가 유아를 감지하는 시스템으로, 만약 유아가 감지되면 바로 경적, 램프, 휴대폰 문자 등을 통해 현 상황을 알린다. 부주의하게 아이를 차에 두고 내려 발생할 수 있는 문제를 사전에 차단할 수 있는 것이다.

후석 승객 알림 기능

운전자 하차 시 유아가 자동차 실내에 있는지 감지하여 문자메시지 발송 및 경보음 발생으로 유아방치 사고 예방

01
시동을 끄고 운전석 문을 열었을 때 클러스터에 경고메시지 표시 및 음성안내

02
운전자 하차 후 문 잠금 시 에드라이닝에 장착된 센서가 뒷좌석의 유아를 감지

03
운전자가 차량을 벗어난 상태에서 감지센서가 유아를 감지하면 경적음 발생, 램프 점멸, 문자 발송

산업부, 미래의 자동차산업 적극 지원

정부가 미래가 강국으로의 도약을 위해 민관합동 향후 5년간 35조원을 투자할 계획이다. 정부는 지난 2월 2일 '미래차 산업 간담회'를 개최했다. 이 자리에서 정부는 지난 1월 '규제 혁신 토론회'를 통해 발표한 바와 같이 시험운행허가 간소화 등 자율차 규제혁신 과제를 조속히 추진하고 상용화에 필요한 안전 기준·보험제도도 선제적으로 마련할 계획이라고 밝혔다. 또한 2022년까지 향후 5년간 미래차 분야에 민관합동으로 35조원 이상을 투자한다고 한다. 이날 간담회에서 산업부는 전기·자율차 등 미래차 시장에서 새로운 성장 돌파구를 마련하기 위해 관계부처 합동으로 수립한 '미래차 산업 발전전략'을, 국토부는 2020년 자율주행차 조기 상용화와 2022년 완전자율주행 기반 마련을 위한 구체적 실천계획인 '자율주행 스마트교통시스템 구축방안'을 보고했다.



●전기차 주행거리 개선 및 충전소 1만기 확충

산업부는 '미래차 산업 발전전략'의 일환으로 전기차의 약점인 주행거리와 충전문제를 획기적으로 개선하겠다고 밝혔다. 이를 위해 1회 충전으로 서울에서 부산까지 문제없이 달릴 수 있는 500km 이상 전기차와 속도가 2배 이상 빠른 슈퍼차저 충전 기술을 개발한다고 한다. 또한 급속 충전소도 대형마트 등 주요 이동거점을 중심으로 매년 1,500기씩 설치해 2022년에는 전국 주유소 12,000개와 비슷한 수준인 1만기까지 확충한다. 올해 전기차 구매 보조금 조기 소진 시 추가 예산 확보를 추진하는 한편, 내연차와 가격차를 감안해 2022년까지 보조금 제도를 유지할 계획이다. 환경개선 효과가 큰 버스, 택시, 소형트럭 등을 전기차로 집중 전환을 추진한다. 올해 중 5개 내외의 지자체를 선정, 2019년부터 연평균 10%씩 교체해 2030년까지 100% 전기차로 전환한다는 전망이다.

●자율주행 핵심부품 국산화와 표준화 추진

자율주행자동차의 주요 핵심부품인 라이다, 영상센서 등을 국산화하고, 5G 기반 자율주행 통신기술도 개발한다. 한편, 자율주행 국가표준도 2017년 93종에서 2021년 200종까지 확대하는 등 국제 표준 논의에도 적극 참여할 계획이다. 또한 기술개발을 지원하기 위해 세계 최고 수준의 자율주행 테스트베드 '케이-시티(K-City)'를 올해 내로 완공해 국내외에 개방한다. 초고속·대용량 5G 통신시설을 함께 구축하고 향후 눈·비·안개 등 기상재현시설도 설치해 K-City를 고도화해나갈 계획이다. 다양한 상황·환경의 주행정보를 공유하는 데이터센터도 올해 내로 구축해 빅데이터를 형성하고 딥러닝 기술개발을 촉진한다. 실제 도로에서 기술성능과 다양한 서비스 모델을 평가할 수 있

록 대규모 자율주행 실증단지도 조성한다. 올해 중 산업융합촉진법을 개정해 2곳 내외에 각종 규제를 탄력적으로 적용하고, 추후 관련 인프라 구축과 기업·연구소 유치도 추진한다. 아울러 자율주행에 필수적인 스마트 인프라를 전국 고속도로 등에 구축해 완전자율주행의 기반을 마련한다. 2022년까지 전국 고속도로 5,000km를 스마트화해 실시간으로 주변 정보를 자율주행차에 제공하고 차량간 통신을 가능하게 하고, 주요 도심에도 스마트도로를 구축해 향후 자율주행 대중교통 및 공유경제 도입을 준비한다. 자율주행의 기초자료가 되는 정밀도로지도는 정부와 민간이 함께 전국 고속도로, 주요 도심 등 5,500km를 2020년까지 조기 구축한다고 한다. 또한 2020년에는 세종시(스마트시티) 등에서 미니셔틀버스를, 2021년에는 수도권·고속도로 등에서 자율주행버스를 운행할 계획이다.

우리나라 전기차 등록 지난해 131% 증가

2017년 지난해 전기차 등록대수가 전년에 대비해 131.3%나 증가한 것으로 나타났다. 국토교통부가 발표한 자동차 등록 현황에 따르면 지난해 12월까지 등록된 자동차의 총 대수는 22,528,295대에 달했다. 이는 전년 대비 724,944대 증가한 수치다. 각 연료별로는 휘발유차 10,369,752대, 경유차 9,576,395대, LPG차 2,104,675대, 전기차 25,108대, CNG차 38,918대, 휘발유+전기 하이브리드차 295,654대, LPG+전기 하이브리드차 17,809대, 기타연료 99,415대 등이다. 이는 전년대비 휘발유차는 277,353대, 경유차는 405,939대 증가했다. 반면 LPG차는 62,419대 줄었다.

김은태 사무총장 : ksae@ksae.org

2월 학회 회의개회

- 이동형 충전기 통신 표준안 연구위원회 제3차 회의 (2. 2, 학회 대회의실)
- OTA 원천 기술 개발 과제 관련 회의 (2. 2, 학회 소회의실)
- 이동형 충전기 통신 인프라 및 전기안전 3차년도 킥오프 회의 (2. 6, 한국전기연구원)
- 친환경차 연구용역 현장 방문 회의 (2. 7, SK이노베이션)
- COSD 지원사업 설명회 회의 (2. 7, 한국표준협회)
- 전기자동차 국제표준화 대응과제 워크숍 및 회의 (2. 8~9, 디오션리조트)
- RDPS 3차년도 킥오프 회의 (2. 9, 학회 대회의실)
- 자동차 기능안전 준수 Work Product 중간점검 회의 (2. 13, 한국산업기술시험원)
- 전기·전자·ITS부문 신년회 및 특별강연 (2. 13, 만도 중앙연구소)
- 자율주행차 분야 표준화 신규과제 회의 (2. 21, 학회 소회의실)
- COSD 지원사업 평가위원회 회의 (2. 21, 한국표준협회)
- 제2차 대학생 자작자동차대회 조직위원회 회의 (2. 22, 학회 대회의실)
- 학회 40주년기념사업준비위원회 회의 (2. 23, 학회 대회의실)
- 전기동력자동차용 모터 소위원회 5차년도 3차 회의 (2. 23, 학회 소회의실)
- 자율주행차 표준분과위원회 회의 (2. 27, 융합얼라이언스 사무국)
- 자율주행차 분야 표준화 신규과제 회의 (2. 28, 학회 소회의실)

2018년 춘계학술대회 개최 안내

- 개최일자 및 장소 : 2018. 6. 7(목) ~ 9(토), BEXCO(부산)
- 추진일정 확정

내용	일자(안)	비고
온라인 프로그램 가동	2월 09일(금)	
포스터 배포	2월 23일(금)	
전문연구발표 신청 마감	3월 30일(금)	
발표논문 접수 마감	4월 06일(금)	발표자 사전등록 필수
발표논문 심사 마감	4월 17일(화)	
심사결과 통보	4월 20일(금)	
최종 수정논문 제출 마감	5월 11일(금)	논문 마감
사전등록 마감	5월 11일(금)	

※ 세부내용은 학회 학술대회 홈페이지(www.ksae.org/conference) 참조

• 춘계학술대회 등록비 결정

회원종류	사전등록		현장등록	
	일반	법인회원사	일반	법인회원사
정회원	140,000	130,000	160,000	150,000
비회원	190,000	180,000	210,000	200,000
학생회원	A-50,000 / B-115,000		A-70,000 / B-135,000	
학생비회원	A-60,000 / B-125,000		A-80,000 / B-145,000	
학부생	A-10,000			
비고	학생 및 학부생 A는 만찬 불포함 / 학생 B는 만찬 포함			

- 등록자 전원에게 부산모터쇼 입장권 무료제공

간행물 발행

- 학회지 "오토저널" 제40권 제2호 (2. 1)
 - 특집 : 기후변화 대응과 미세먼지 저감을 위한 수송부문의 정책 과 기술개발 동향 (담당 : 환경부 김경미 사무관)
- 영문논문집 JAT 제19권 제1호 발행 (2. 1)

외부행사 참석

- 한국자동차산업협동조합 총회에 이종화 총무부회장 참석 (2. 27, 엘타워)

기타사항

- ISO/TC40/WG40(Capacitors, Inductors and Filters) 국제표준화 회의 보고서를 홈페이지에 게재함 (2. 1)
- 영문논문집(JAT) Editor-in-Chief 모집 (2. 5~3. 9)



한국자동차공학회 논문집 목차

제26권 제2호
2018년 3월



자율주행자동차의 종방향 주행지원시스템 기능안전 컨셉 설계 및 검증	149
안대룡 · 신성근 · 박기홍 · 최인성 · 이혁기	
다양한 가변 압축비 엔진 기구의 기구학적 구조 분석	159
모영광 · 심재경 · 임득재	
듀얼 클러치를 가진 플러그인 하이브리드 동력전달 시스템	167
김진성 · 김기수 · 신재훈 · 박영일	
정상유동 장치에서 유동 특성 평가 방법에 대한 연구(6) - 축 방향 속도의 영향	174
양철호 · 엄인용	
전력 가용량에 따른 전력 분배가 가능한 완속 충전용 스마트 배전반	187
손영욱 · 조준호 · 김용은	
고속 제동 시 브레이크 시스템 성능의 영향 인자에 대한 분석	196
정성필 · 박형배	
Deep Neural Network 기반의 차량 주행 경로 예측	202
정동기 · 백민진 · 김우중 · 이상선	
제어용 실시간 평균값 디젤 엔진 모델	211
이성화 · 정재우 · 이형철	
부식가속시험 조건에서 자동차강판의 부식 거동 연구	221
류석중 · 유윤하	
피해차량용 능동안전 시스템 개발을 위한 차대차 사고 시나리오 설계	229
정수현 · 김주희 · 안창선	
자율 주행 차량의 In-Vehicle 시스템 관점에서의 공격 시나리오 도출 및 대응 방안 연구	240
서은비 · 김휘강	
T-GDI 엔진용 고효율 실린더헤드 일체형 오일분리기 개발을 위한 실험 및 수치적 연구	254
정수진 · 오광호 · 하동현 · 임종대 · 이명현 · 최원세	
반응 표면법을 이용한 버스 리어바디 공력 변수 최적화에 관한 연구	264
김민호 · 정영기 · 김지민	
도어 내 마운팅 위치와 차체 강성이 프레스 도어 임팩트 빔 굽힘강도에 미치는 영향	272
조경래 · 강성중	
LSTM 기반의 차선 정보와 조향 각을 활용한 LKAS 요각속도 예측 모델	279
김현우 · 박상현	

2018년도 행사일정

2월	• 부문 및 연구회	- 자동차자원순환 및 튜닝부문 시연회 (26일, 인선모터스 자원순환센터)
3월	• 본회	- 전기동력자동차 부품평가표준 기술 워크숍 (23일, 한국과학기술회관)
5월	• 부문 및 연구회 • 지회	- 차체 및 안전부문 및 생산 및 재료부문 공동워크숍 (25일, 송도 포스코센터) - 대전·세종·충청지회 춘계학술대회 (25일, 장소미정)
6월	• 본회 • 부문 및 연구회	- 춘계학술대회 (7~9일, BEXCO) - 학회 창립 40주년 기념식 (7일, BEXCO) - The 4th ISO/TC22/SC32 Meeting (4~8일, BEXCO) - 표준 워크숍 (8일, BEXCO) - 연료 및 배기부문 초청 강연 세션 (8일, BEXCO) - 군기동체계연구회 워크숍 (8일, BEXCO) - 미래자동차통합열관리연구회 특별세션 (날짜미정, BEXCO)
7월	• 부문 및 연구회	- 전기·전자·ITS부문 및 차체 및 안전부문 공동워크숍 (5일, 현대오트론)
8월	• 본회	- KSAE 대학생 자작자동차대회 (17~19일, 새만금군산자동차경주장)
10월	• 부문 및 연구회	- 전기·전자·ITS부문 워크숍 (25일, 장소미정)
11월	• 본회 • 부문 및 연구회	- 추계학술대회 및 전시회 (14~17일, 하이원리조트 강원랜드 컨벤션센터) - 표준 워크숍 (16일, 하이원리조트 강원랜드 컨벤션센터) - 여성위원회 워크숍 (16일, 하이원리조트 강원랜드 컨벤션센터) - 퍼스널모빌리티연구회 특별세션 (날짜미정, 하이원리조트) - 디자인연구회 워크숍 (날짜미정, 하이원리조트) - 어스무빙머시너리연구회 워크숍 (날짜미정, 하이원리조트)

* 일정 및 장소는 상황에 따라 변동될 수 있습니다. 자세한 내용은 학회 홈페이지(www.KSAE.org)를 확인하시거나 학회로 연락주시기 바랍니다.

회원 동정

우리학회에서는 회원들의 소식을 알리고자 회원동정을 게재하고 있습니다.

회원 여러분의 인사이동(소속 기관의 변경 및 승진, 직급의 변경 등)이나 개인 또는 단체(법인)의 회원 동정(수상현황 및 경조사 등) 소식이 있을 경우 학회(yrhan@ksae.org)로 알려주시기 바랍니다.

법인회원

- 한온시스템 : 중국 자동차부품회사인 FAWER와 합자회사 설립 (1. 22)
- 자동차부품연구원 : 터키 Standard Profits와 자동차 및 자동차부품 분야의 상호협력을 위한 양해각서 체결 (1. 23)
- 한국타이어 : 프로젝트B 어워드 개최 (1. 25)

개인회원

- 박기홍 (국민대학교) : 자동차공학전문대학원장 겸 자동차산업대학원장 겸 자동차융합대학장으로 임명 (2. 1)
- 권문식 (현대자동차) : 장남 결혼 (2. 24)

2018 한국자동차공학회

오토저널 편집위원회

- **위원장**
김영일 (아주자동차대학, yikim@motor.ac.kr)
- **편집이사**
김경미 (환경부, sanso69@korea.kr)
김득상 (두산인프라코어, duksang.kim@doosan.com)
이재관 (자동차부품연구원, jklee@katech.re.kr)

회원가입 안내

회원의 종류

- 개인회원 : 정회원 연회비 50,000원, 학생회원 연회비 25,000원
- 단체회원 : 법인회원 1종~10종, 자리아용회원 연회비 200,000원
- ※ 회원에 대한 세부내용 및 가입은 학회 홈페이지 (www.KSAE.org)를 참조하거나 학회 사무국(T. 02-564-3971)으로 문의바랍니다.
- ※ 자동차공학을 전공하시거나 자동차를 사랑하시는 분 누구나 자동차공학회 회원이 되실 수 있습니다.
- ※ 학회 회원이 되시면 학회지 "오토저널"을 받아보실 수 있으며, 자동차공학에 대한 많은 정보를 알 수 있게 됩니다.

한국자동차공학회 논문 심사 및 온라인 논문 투고

국문논문집

- 논문심사비 : 무료, 논문할증료 : 없음, 논문게재료 : 8쪽까지 160,000원
- 투고 : journal.ksae.org (국문논문심사시스템)

영문논문집(IJAT)

- 논문심사비 : 무료, 논문할증료 : 없음, 논문게재료 : 6쪽까지 150,000원
- 투고 : www.IJAT.net (IJAT논문심사시스템)



제40권 제3호 | 통권 257호 | 2018. 03

발행 사단법인 한국자동차공학회

06212 서울시 강남구 테헤란로 52길 21, 13층
(역삼동, 파라다이스벤처타워)
전화 : 02-564-3971/2
팩스 : 02-564-3973
이메일 : yrhan@ksae.org
홈페이지 : www.KSAE.org

발행일 2018년 3월 1일

발행인 문대홍

편집인 김영일

발행소 사단법인 한국자동차공학회

사무국 김은태, 오창호, 한유리

인쇄 정일사 (Tel : 02-2269-3057)

광고 목차

표지광고

- 표지2면 : 테너지
- 표지3면 : 아이제이
- 표지4면 : 자동차안전연구원

내지광고

- 1면 : 한국AVL
- 2면 : EVONIK
- 3면 : 이타스코리아
- 4면 : 한국에이엔디



상대습도 조절 기능

Q-FOG CRH 복합부식시험기는 염수분무시험, 복합부식시험, 더 나아가 여러 자동차회사에서 다양하게 수행하는 대부분의 부식시험을 수용합니다. 챔버 내의 상대습도를 완벽하게 조정하며 램프타임(실험 단계 별 조건 변동을 위한)도 정확하게 조정할 수 있습니다.

주요 자동차 메이커의 부식시험 조건 충족

Q-FOG CRH모델은 세계 주요 자동차 메이커의 해당 규격, 즉, GMW14872, SAE J2334는 물론, FORD, ISO, GB/T, VW, VOLVO, Chrysler, Renault 등의 부식시험 조건을 충족시킵니다

경쟁적 가격

Q-FOG CRH 는 최첨단 기술이 적용 되었으며, 사용하기 간편하고 유지 및 관리가 용이합니다. 또한 관련 분야에서 폭 넓게 사용될 수 있도록 경쟁적 가격으로 제공해 드립니다.



2018 국제코팅접착필름산업전(COATING KOREA)에 고객 여러분을 초대합니다

폐사는 금번 송도 컨벤시아 에서 개최되는 COATING KOREA 2018 전시회에서 내광/내후성 시험기 및 도막두께 측정기를 전시할 예정 입니다. 고객 여러분의 많은 관심 바랍니다.

- 전시품목 : 내광/내후성 시험기 QUV, 표준시편 및 부식쿠폰, 도막두께 측정기 등
- 개최일시 : 2018년 3월 28일(수) ~ 3월 30일(금)
- 장 소 : 송도 컨벤시아 H113

Q-PANEL

Corrosion Test Coupons 부식 시험용 표준 시편

품질에 대한 신뢰 Q-PANEL

50년이 넘는 기간 동안 Q-PANEL 은 일관성(consistency)과 균일성(uniformity)의 세계 표준으로 인식되어 왔습니다. 이번에 새롭게 출시한 부식 시험용 표준 시편 CX 시리즈에서도 이러한 명성을 이어갑니다.

주요 부식 시험 조건을 완벽하게 충족

Q-PANEL CX test coupon 은 반복성(repeatability)과 재현성(reproducibility)을 보장합니다. 또한 다음과 같은 주요 부식 시험의 엄격한 조건을 충족합니다.

GMW14872, GM9540P, SAE J2334, SAE J2721, ASTM B117, ISO 9227, VDA-233-102.

편리한 사용

사용의 용이함과 편리함을 위해 쿠폰의 모서리를 다듬고 일부는 시험조건에 따라 둥글게 처리 하였습니다. 모든 쿠폰은 Q-Lab 의 뛰어난 세정 및 포장 작업을 거치기 때문에 포장을 뜯고 바로 사용하실 수 있습니다.

비용 절감

시중에 나와 있는 타 회사의 쿠폰보다 더 높은 품질과 경쟁적인 가격으로 제공해 드립니다.



지을주행자동차 실험도시 (K-City)

TS 한국교통안전공단
자동차안전연구원

하부 도로 및 기속차로



지동저전용도로
기속차로 이용 및
본선 합류 가능 평가



건물면
건물면(이동식, 다양한 높이)으로 인한
환경 인지 영향 평가



본선부

고속주행환경에서의 주행
첨단운전자원시스템 기능 평가



도로 시설물

도로시설물 (스승바우며, 기드레일, 중앙분리대)
환경인지 성능평가



버스전용차로

버스전용차로(중앙/기변) 인지 및
버스로 인한 영향 평가



버스/택시 정류장

버스/택시 정차 및 출발 시
상용발생 상황 대처 평가



어린이 보호구역

어린이보호구역(스쿨존)에서
교통안전의 중요발생
상황 대처 평가



가로수길

기동수로 환경
인지 성능 영향 평가



공사도로/도로 노면 노이즈

공사도로 및 다양한 도로 노면 상태에 따른
도로환경 인지 성능평가



지적거도로/보도

자전거 이용자(지적거도로) 및
보행자(보도)와의 상용발생 상황 평가



지을주차시설

직각/편행/사선주차 기능 평가,
상용발생 상황 대처 평가,
지을발레 주차 기능 평가



노건주차시설

직각/편행/사선
주차 기능 평가



회전교차로

회전교차로 인지 및
차량간 으스스한 결정,
상용발생 상황 대처 평가



터널

터널구간에서
방원(방각화/방각화)에 의한
환경인지 성능평가



합로

양방향 비분리구간(합로)
인지 및 상용발생
상황 대처 평가



신호교차로

교차로 및 횡단보도 인지 여부,
차량 및 보행자 신호형식 인지 여부,
차량/보행자 상용발생 평가,
불발상황에 대한 대처 여부 평가 등



비포장도로

비포장 노면상태에 따른
도로환경인지 성능평가

www.kotsa.or.kr

I 문의 I

경기도 화성시 송산면 심촌로 200
한국교통안전공단 **지동차안전연구원**
K-City준비팀(031-369-0434~6)