

자동차용 탄성체의 현황 및 전망

오 상 열 · 이 영 민

1. 서 론

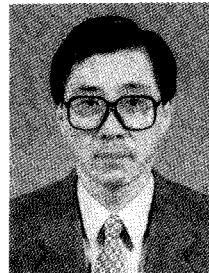
자동차 산업은 자동차의 대중화 추세에 따라 안전성이 강조되면서도 저가격화 되어 가고 있고, 환경관련규제 및 관련산업 발전으로 고기능화 되어가고 있다. 최근 자동차에 요구되는 문제를 표 1에 요약하여 나타낸 바와 같이 매우 다양하지만, 크게 2가지로 보면 안전성 증시 및 환경문제를 들 수 있다.

안전성이 증시되면서 air bag 및 ABS brake 등이 보급되었고, 환경문제는 SHED 규제, CAFE 규제 등과 같은 환경보호법(표 2)이 제정되어 특히 고무부품에 엄격히 적용되면서 대체소재 개발 및 기능성 소재의 보강이 필요하게 되었다. 자동차에 요구되는 이러한 문제가 전반적으로 고무부품에도 그대로 반영되어 표 3에 나타낸 바와 같이 cost down, 환경대책, 상품성 향상, 경제성, 고성능화 등의 필요성이 제기되었다.

1995년부터 강화된 SHED(Evaporation) 규제에 따르면 20℃에서 시간당 CH(탄화수소) 2g 증발규제가 40℃에서 24시간당 2g으로 강화되어 이에 대한 대응으로 불소 함유량이 많은 3원계 FKM 재료를 사용하고 있다. 또한 SHED 규제에는 10만 마일 보증도 있어 tank packing에서의 장기 seal성과 내오존성의 측면에서 H-NBR을 병용하고 있다. ORVR(給油蒸散 가스 규제)에 대해서는 '98년 말부터 적용할 예정이며, SHED 규제에 따라 ORVR용 호스류도 연료투과성이 필요하므로 새로운 장치개발도 요구되고 있다. 배기가스 규제에 대해서는 TLEV에서 LEV, ULEV로 강화³되어가고 있고, 용제규제에 대해서는 사업화탄소의 생산 중지 시에 대체용제를 사용한 CSM, 염화고무의 동향에 따른 대체재료 검토도 필요하다. 리사이클 문제에 있어서는 고무부품의 크기가 작고 금속, 섬유, 이종 고무 등과의 복합체이므로

회수방법, 처리방법이 쉽지 않으므로 cost down과 더불어 Thermo Plastic Elastomer(TPE)화 및 수지화가 관련업체에서 활발히 진행되고 있다. 예를 들면 Lack, pinion boot 및 등속 Joint boot(CVJ)는 종래의 CR 고무에서 올레핀계 탄성체로의 대체를 들 수 있다.

상품성 향상은 NVH(Noise, Vibration, Harshness) 개선이 우선적이므로 진동고무재료의 동적 특성 개선, Weather strip(W/S)류의 개량이 필요하며, 연비 향상은 경량화, 소형화에 영향을 받는데 자동차용 고무부품이 타이어를 제외하곤 무게가 적으므로(차 1대당 10~15kg 즉 약 1%)아직까지 큰 issue가 되고 있지는 않다. Maintenance Free화는 열노화 내구수명, 피로내구수명



오상열

- 1974 서울대 화학과(B.S.)
- 1983 Polytechnic University 고분자 공학(M.S.)
- 1990 Polytechnic University 고분자 화학(Ph.D.)
- 1995 코오롱 중앙연구소
- 현재 화승화학 기술연구소 소장



이영민

- 1987 부산대 고분자 공학과(B.S.)
- 1989 부산대 고분자 공학과(M.S.)
- 1994 부산대 고분자 공학과(Ph. D.)
- 현재 화승화학 기술연구소 책임연구원

Current Status and Trend of Elastomers for Automobile

화승화학 기술연구소(Sang Yeol Oh and Young Min Lee, HS Chemical Co., Ltd., R&D Center, 147-1, Kyo-Ri, Yangsan-Eup, KyoungNam, 626-800, Korea)

표 1. 자동차에 요구되는 최근 문제

최근 문제	자동차에의 영향과 대응		
환경문제	오존층 파괴	특정 프레온 폐지	대체 프레온 (냉매, 세정제, 발포제)
	지구 온난화	탄산가스 배출량 격감	연비 향상 → 경량화
	산성비	배기가스 규제	촉매의 고성능화, 대체연료, 전기자동차
	유해물질 오염	석면, 유기용제	대체재료 적용, 연료의 투과 규제
	차 외부 소음	소음규제	엔진의 밀폐화
	폐기물	Recycle 법안예외의 내용	Recycle 실시, Recycle 용이한 재료적용
고객의 다양한 요구	Fashionable style	소량 생산, 공기저항 감소	엔진룸의 고온화
	고성능화	엔진의 고출력화	윤활유의 첨가제에 의한 고성능화
	Easy Drive	Auto 차량, Power steering의 보급확대	엔진룸의 밀집화에 따른 고온화, 차음재, 제진재의 증가
	쾌적성	에어컨, 청정차량	
	안전성	Brake, 충돌시 안전	ABS, air bag의 보급
	Maintenance free	교환비용, 저감	내열고무의 사용량 증대
환경 변화	무역 마찰의 격화	해외생산의 증대	효율적인 생산 process 정착
	해외생산 거점	해외부품 조달문제	품질문제
	제조업 숙련도	노동력 부족	공장의 부인화
	수익성 악화	수익확보	부품의 공용화, 첨가재료의 적용

표 2. 환경보호법 규제 개요

법 규	목 적	법 규 내 용
대기정화법(미)	CO ₂ , NO _x 억제	대체연료 자동차의 개발 무공해 자동차의 판매 의무
Evapo 규제(미) (SHED법)	가솔린 대기 방출억제	차 전에서 증발되는 탄화 수소량을 2g/24hr 이하로 억제
CAFE규제(미) 신연료 규제(일)	연비향상	'88년에 비하여 '96년 20%, 2001년 40%로 maker별 연비향상 2000년까지 1990년의 실적에 비해 8.5% 연비향상
Freon 규제	오존층 보호	Freon 사용금지

의 연장과 동일하며, 고무부품 품질 차이를 포함한 신뢰 평가가 필요하다.

현재 자동차의 보증기간은 3~5년이며, '95년부터 시작되는 SHED 규제에서는 10만 마일(16만km) 보증이

표 3. 자동차용 고무부품에 요구되는 최근 과제

자동차에 대한 요구 사항	고무부품에 대한 요구사항	
코스트 다운	VA/VE 개발(코스트+기능) 수입재료/수입부품평가 부품의 공용화-기능향상	
	Evapo 규제 (SHED)	Evapo 대응부품의 VA Hose/Diaphragm-저투과성 Packing-장기 seal성/내오존성 양립
환경대책	ORVR	연료 저투과성 Hose
	배기가스규제 대체연료	한산소연료성 (FFV) CNG, EA 차용 부품
	용제 규제	대체용제에 의한 CSM, 접착제, 세정제의 변경
	F,사이클링	TPE화, 수지화
상품성 향상		NVH 기감기술 Weather strip의 개량
경제성	연비 향상(환경)	경량화, 소형화
	Maintenance-Free화	내구신뢰성의 향상 동일제품의 성능 불균일 축소 평가기술
고성능화	출력향상	내열성 개선

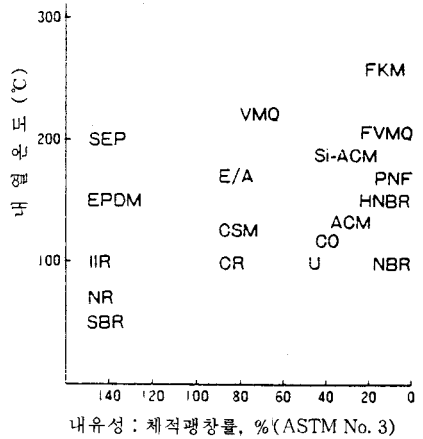


그림 1. 고무의 내열 및 내유성.

필요하므로 자동차의 폐차도 10년 이상이 되어 10년/16만km를 충분히 보증할 수 있는 재료 설계가 필요하다. 또한 자동차 부품 중에서도 고무부품은 열에 의한 노화 및 피로에 의한 열화가 큰 부품이다.

차의 엔진룸은 엔진의 고출력화 및 각종 보조기구의 증가, 공력특성 향상요구 등으로 엔진룸 내의 온도는 상승하여 점점 과숙화(過酷化)되어가고 있으므로 특히 고무부품은 점점 우수한 내열성을 요구하게 되었다. 내열성 문제는 불소고무 및 실리콘고무, 아크릴고무, H-NBR, peroxide계 EPDM (그림 1)을 사용함으로써 해결 가능하다. 이러한 고무부품에 요구되는 제반 문제 외에도 고무부품은 품질 불균일도가 크기 때문에 수명평가가 어렵고, 따라서 평가기술도 模寫(simulation)할 수 있는 복합평가 방법이 강구되어야 하며, 테스트 설비 확충을 통

한 신뢰성 평가가 꾸준히 행해져야 한다.

자동차용 고무부품은 표 4에 나타나 있듯이 자동차에 장착되는 장소 및 부위에 따라 기능, 형상 및 재질이 달라지기 때문에 획일적으로 설명하는 것은 불가능하다. 따라서, 본고에서는 크게 Weather Strip(W/S)류, Hose 류, 방진고무류, Sealing류 및 Belt류 등으로 나누어 주로 각 부품의 종류 및 특성, 재료 동향 등을 개관하고자 한다.

2. Weather Strip류

W/S류는 자동차의 차체 및 창유리에 부착되어 차체

의 sealing 기능을 하는 system을 말한다. 따라서 자동차의 style 및 차종에 따라 부품의 단면 형상, 재료 성능이 결정된다. 이것은 그림 2와 표 5에 요약하여 나타내었다. 통상 window 및 side 유리를 지탱하는 W/S은 solid 고무가 사용되고 있으며, Door 및 Trunk의 개폐부에는 sponge 고무를 사용하고 있다. W/S의 기능은 누수 및 소음에 대한 seal성이 좋고, 차체의 진동 및 유리의 요동을 방지하며, 차체 부위의 완충을 목적으로 한다. 따라서 W/S 제품은 차체 치수의 불균일성, 개폐시의 불균일성을 흡수하고, 조립작업성이 용이해야 한다.

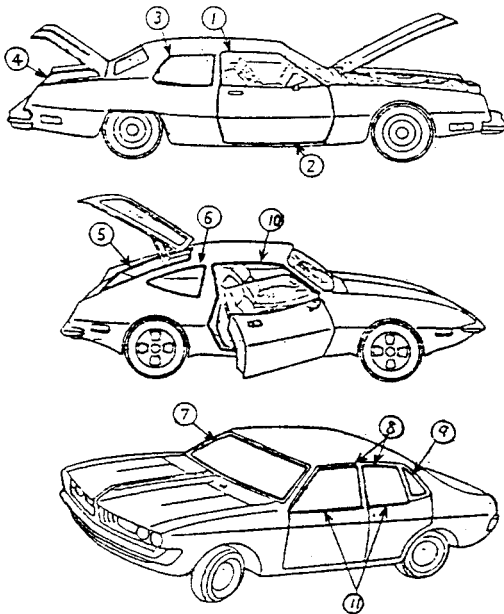
또한, W/S 재료는 그 성능상 공통된 요구특성이 내후성, 내오존성이 우수해야 함은 물론 panel의 오염성이

표 4. 자동차용 고무재료의 종류, 특성 및 용도

Polymer 명칭	기 호 ASTM D1418	Type, class ASTM D200	적용온도범위 (°C)	기능고무부품에 적용시 유의점		자동차용 주용도
				장점/활용특성	단점/유의점	
천연고무	NR	AA	-50~70	기계적 강도 내피로 특성	내열성	방진고무
스타이렌 부타디엔고무	SBR	BA	-40~120	내brake액성 방진특성	내광물유성	Brake packing/seal, Mount, Bush, Damper
부틸고무	IIR	BA	-50~130	방진특성, 저가스투과성	내광물유성	Accumulator, Diaphragm
에틸렌 프로필렌고무	EPM EPDM	BA CA DA	-50~150	내수성, 내후성, 절연성, 내압축영구줄음성	내광물유성	Radiator hose, Packing, Weather strip
니트릴고무	NBR	BF BG CH	-20~120	내유성, 내마모성, 물성 Balance	내약품성, 내후성	Vapor hose, Oil seal, O-ring, Gasket, Diaphragm
고포화 니트릴고무	H-NBR	CH	-20~140	내약품/연료유성 내유성 (첨가제)	내한성	Timing belt, Oil seal, O-ring, Gasket, Diaphragm
클로로프렌고무	CR	BC BE	-40~120	내후성, 내피로성, 내grease성	내유성 (저aniline접유)	Ball joint, Dust cover, CVJ boot, Mount
클로로술폰화 폴리에틸렌	CSM	CE	40~130	전기절연성, 내약품성, 난연성, 내후성	가공성	Oil cooler hose
염소화 폴리에틸렌	CM (CPE)	DE	-40~130	전기절연성, 내약품성, 난연성, 내후성	가공성	전선피복, Hose
에피클로로 히드린고무	CO ECO GECO	CHC	-20~170	저온성 물성 Balance	금속부식성 열연화노화성	연료 hose cover, 배기제어 Diaphragm
아크릴고무	ACM	DF DH	-20~70	내유성	기계적강도, 압축응력완 화 및 영구줄음율	Gasket, Oil seal, O-ring, Oil cooler hose
에틸렌 아크릴고무	AEM	EF	-20~170	내유성	내유성 (저aniline접유)	실린더 cover seal, 냉 각수계 valve, O-ring
실리콘고무	MQ VMQ PVMQ	PC FE GE	-60~230	내한성, 내후성, 내압축영구줄음성	내유성, 투과성, 기계적강도	Oil seal, Gasket, O-ring
플루오로 실리콘고무	FVMQ	FK	-60~200	내유성, 내한성	기계적강도	배기제어 Diaphragm
불소고무	FKM	HK	-10~230	내유성, 내연료유성, 내약품성	내한성	엔진 Oil seal, Valve stem seal, 연료 hose 내면

표 5. 자동차용 Weather strip의 종류, 기능 및 구성

종 류	주 요 기 능	주 요 부 품	구 성
Fixed Window seal	* Glass를 잡아주는 기능	Wind shield seal Back glass seal Fixed quarter window seal	Fixed seal : 사출/프레스 성형 단일/이중경도 이중고무/sponge
Flenge seal	* 고정부와 유동부의 seal * 먼지, 물 차단 * 접촉면에 일정 sealing Force로 flenge cover역할	Hood-to-cowl seal Lift gate seal sunroof seal trunk lid seal	장착부 : 금속, wire insert 압축물 sponge 고무
Primary seal	* 자체와 door의 일차적인 sealing * 먼지, 물, 소음 차단	Body side weather strip Door side weather strip	금속 wire insert 압축물 이중경도(고무/sponge) 압축물
Secondary seal	* 보조 seal로 Primary seal 보완 * Door와 sash사이 공간에서 물과 먼지를 흘러내림 * Door아래 edge 부위 막아줌	Drip rail Roof line seal Lower auxiliary seal	sponge 또는 sponge/순고무 조합의 압출물
Glass run channel	* 유동 glass의 sliding guide * run날개, glass edge, inner door frame sealing		연속 가류물의 joint물 flocking 또는 표면 coating
Belt strip seal	* Body와 door glass 사이 내외 틈을 막아줌 * 창문 이동저항 최소, 습기, 소음, 먼지 sealing		다중 압출물 flocking : 불순물 유입방지 glass 유동원활 금속 insert SUS decorative trim



- ① W/S BODY SIDE ② W/S DOOR SEAL
- ③ W/S SIDE WINDOW
- ④ W/S TRUNK LID
- ⑤ W/S TAIL GATE
- ⑥ W/S QUARTER
- ⑦ W/S WINDOW or DIRECT SEAL
- ⑧ W/S GLASS RUN
- ⑨ W/S PARTITION
- ⑩ W/S DOOR OPENING
- ⑪ W/S WIND CHANNEL

그림. 2. W/S의 부위별 명칭.

없어야 하며, 용도에 따른 물성 변화 및 고착성이 작아야 한다.

성능향상을 위해 Glass Run에는 nylon file을 flocking하거나 표면코팅⁴ 처리도 행해지며, 부품 형상에 따라 corner부를 접착 성형하는 것이 많으므로 재료의 접착성도 고려해야 한다. 그러나 일부 선진국에서 재활용이 가능한 TPE를 엔진 Hood용⁵으로 채택하고 있고, 국내에서도 TPE 적용 W/S를 개발하고 있으므로 향후 EPDM도 점차 TPE로 대체될 전망이다. 따라서 CR은 온도의 존성이 크므로 거의 사용되지 않으며, 현재는 EPDM이 주로 사용되고 있다.

3. Hose류

자동차용 고무 hose 및 tube는 직선적인 경우는 드물고 차량의 layout 및 취부 부위 상태에 따라 3차원적으로 구부러진 것이 특징이다. 또한 자동차 주행시 진동, 충격 방지기능, 액체 및 기체 통과, 2점간의 유연한 접합기능 등이 필요하므로 특히 유연성이 요구된다. 더구나 SHED 및 CAFE 규제 등이 강화되면서 내면에 수지(불소, 나일론 등)를 보강하는 방법이 많이 사용되고 있으며, 금구와의 체결부위도 증발 gas 방출을 방지하는 중요 인자가 된다. 그림 3에 hose의 각 부위별 명칭을, 표 6에 전반적인 자동차 호스 동향을 나타내었다. 그 중에 대표적인 호스 몇 가지만 소개하고자 한다.

3.1 연료 Hose

연료 hose는 연료유계 호스의 대표적인 부품으로 연료

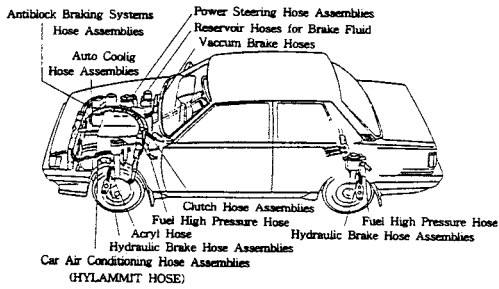


그림. 3. 자동차용 hose의 부위별 명칭.

표 6. 자동차 호스 동향

구 분	부 품 명	현 행 재 료	개 량 요 구	재 료 동 향
Fuel계	Fuel Hose	NBR, PVC/CSM FKM/NBR/CHC	Cost, 저투과, 경량	수지 Tube
	Evapo계 Hose	NBR, PVC/CSM		
	Filler Neck Tube	NBR·PVC FKM/ NBR·PVC	Cost	저투과재료
	Breather Tube	NBR·PVC FKM/ NBR·PVC	Cost	저투과재료
Oil계	Oil Cooler Hose	ACM		
	Power Steering Hose	NBR/CR	내열성	H-NBR, CSM, ACM
	Brake Hose	SBR/CR	내열성, 수분투과성	EPDM
	Brake Oil계 Hose	EPDM		
Air계	Vacuum Control Tube	NBR/CSM CHC/CSM H-MBR/CSM FKM/CSM Mylon		
	Air Flow Tube	NBR, PVC	경량, Recycle	TPE
	Air Intake Hose	CR	경량, Recycle	TPE
	Vacuum Brake Hose	NBR/CSM	내오존성	NBR·PVC
Water계	Water Hose	EPDM	내열성	비합개선
Freon계	Cooler Hose	Nylon/IIR/EPDM		

펌프와 strut 사이, strut와 카브레다 사이 등에 접속되어 가솔린을 공급하는 부품이다. 카브레다 사용 연료 hose의 내층은 NBR, 외층은 CR 또는 CSM이 사용되고 있으며, 브레다까지는 2중 1층 구조지만 EGI(Electric Gas Injection) 사용 hose는 산화 가솔린에 강한 H-NBR 또는 FPM을 내층으로 하고 외층은 CHC를 사용한 2중 1층 구조를 하고 있다.

3.2 라디에타 Hose

라디에타 호스는 수계 호스의 대표적인 호스로서 자동차용 고무 호스 중에서는 가장 크다. 라디에타 호스는 라디에타와 엔진을 접속하여 엔진 및 엔진오일을 냉각시키

는데 사용되는 호스이다. 호스구조는 저압이지만 내압이 걸리므로 보강층이 필요하며, 보강섬유는 비닐론 또는 Dadron을 사용한다.

고무재질은 유체가 물이므로 내층은 NR, SBR을 많이 사용하지만, NR 및 SBR은 내오존성, 내후성이 나쁘므로 외층은 내후성이 좋은 CR을 사용하여 이중일층 구조를 만든다. 그러나 근년에는 내외층에도 내오존성 및 내열성이 우수한 EPDM의 이중일층 구조도 많이 사용하고 있으며 향후에는 내열성이 개선된 수지로의 대체도 검토되고 있다.

3.3 오일계 호스

오일계 호스는 주로 power steering 호스 및 auto transmission oil cooler hose로 내열성 및 내구성이 특히 요구되는 부품이다.

Power steering hose는 고압 측에는 NBR/CR, 저압 측은 아크릴 고무를 주로 사용하고 있으나, 고압측의 내열성 개선을 위해 H-NBR로의 대체개발이 진행중이다. 그러나 oil cooler hose는 아크릴 고무를 계속 사용하고 있다.

3.4 에어컨 호스

에어컨 호스는 냉매 및 냉동유가 내부에 들어 있으므로 내가스 투과성 및 내유성이 특히 요구된다. 기존에는 내층에서 순서대로 NBR/보강사/CR 등을 많이 사용하였으나, 최근에는 대부분의 자동차가 신냉매를 사용하면서 나일론/부틸고무/보강사/염소화부틸 cover로 대체되고 있다.

3.5 브레이크 호스

브레이크는 제동을 확실히 전달하는 중요 안전 부품이다. 브레이크액은 에틸렌 글리콜이 주성분이므로 내유성 polymer인 NBR은 사용될 수 없어 내층은 SBR이 주로 사용된다. 재료선택에서 고무 중에 염분이 함유되어 있으면 브레이크액(알콜계)에 의해 염이 추출되어 실린더 내부에 녹이 발생하므로 응고체에 염을 사용해서는 안된다.

또한, 브레이크액을 오염시키지 않는 배합설계도 중요하다. 브레이크 호스는 내층이 SBR, 외층은 내후성이 좋은 CR계를 주로 사용하지만 내열성 및 내오존성이 우수한 EPDM, 나일론 보강층이 들어 있는 호스 등을 개발 중에 있다.

4. 방진고무류

방진고무는 진동, 충격의 전달방지 또는 완충의 목적으로 사용되는 가황고무 제품이라고 정의 되고 있다. 이것은 복원력(spring)을 목적으로 하지 않는 packing과는 구분되어 사용되어진다.

자동차용 방진고무는 샤시에 적용되는 부품으로서 차종 및 차의 style에 관계없이 엔진종류 및 현가 장치에

따라 좌우되며 그 지지 방식 및 지지장소에 따라 형상도 각각 변하게 된다.

방진고무의 장점은 형상 수치를 적당히 선택하면 3방향(상하, 좌우, 전후)의 spring 정수를 구할 수 있고, 가교 고무의 내부 마찰이 금속보다 1000배 이상 크므로 감쇄성이 우수하며 금형에서 제작되므로 단가도 싸다는 점이다.

자동차의 품질을 높이는 한 방편으로 정숙한 자동차가 요구되는 요즘 소음발생의 원인이 되는 진동을 감쇄시키는 방진고무의 중요성은 부각된다. 표 7에 자동차의 진동, 소음 특성을 나타내었으며, 표 8에는 자동차용 방진고무의 방진특성과 요구특성을 나타내었다. 소음발생 원인은 크게 동력발생, 전달과정의 소음, 차표면 공기의 마찰소음, 타이어와 노면과의 마찰 소음으로 크게 대별할 수 있으며 방진고무는 첫 번째 항에 크게 관련되어진다. 표 9에는 자동차용 방진고무 동향을 나타내었다.

자동차용 방진고무 중 engine mount는 엔진에서의 진동과 소음을 차내에 전달되지 않도록 하기 위하여 사용되므로 특히 다른 고무보다도 엄격한 동적 특성이 요구된다. 또한 엔진을 장기간에 걸쳐 지지해야 하므로 특히 내구성 및 내열성도 중요하다.⁶

방진고무 재료는 방진, 제진 특성과 내구성 등을 고려하면 NR이 우수하나 NR은 내열성이 약한 것이 단점이다. 또한 최근 diene계 재료의 방진고무 적용은 사용온도가 확대되어 120℃까지의 내열성이 요구되므로 NR의 사용은 제한된다. 내열성을 고려하면 CR, EPDM, Chloro-butyl 등이 적합하지만 내유성이 요구되면 NBR 또는 우레탄 rubber를 사용한다.

5. 전동 Belt류

표 7. 자동차의 진동, 소음 특성의 분류

현상	진동수	요구성능
Body shake	10~15Hz	tanδ 크게 할 것
Engine Shake	(약 ±0.8% 변형)	
실내소음	100Hz (약 ±0.2% 변형)	

표 8. 자동차용 방진고무의 방진특성과 요구특성

방진고무	방진특성	주파수	진폭	온도범위	요구성능
Engine Mount	저주파 idling shake 대책 실내소음, 고주파 진동대책	10Hz 전후 100Hz	대소	0~60℃	tanδ 크게 동배율 적게
Suspension (Strut, Bush)	실내소음 승차감 주행안정성	100Hz대	대	0~60℃	고경도 (Shore A 60 ↑) 저동배율
구동계 방진 (Damper)	구동계의 진동 소음대책	200~500Hz	중	60~100℃	고온의 tanδ ↑

5.1 마찰 전동 Belt

전동 Belt는 크게 마찰전동 belt와 timing belt로 나눌 수 있다(그림 4). 또한 자동차용 전동 belt의 변천사를 그림 5에 나타내었다. 초기의 belt는 wrapped belt가 일반적이었다. 그러나, raw edge belt는 측면에 포가 없는 구조이므로 굴곡 피로성이 우수하고, 고무가 노출되어 있으므로 마찰계수가 높고 전달능력도 우수하다. 따라서 wrapped belt는 대부분 raw edge belt로 대체되었다. 이후 품질면에서 우수한 V ribbed belt가 개발되었는데 V ribbed belt는 薄型이므로 굴곡성이 우수하며 소형화, 에너지 절감형이므로 보기 구동용 belt로서는 Vribbed belt가 주류를 이루고 있다. V belt용 고무재료로서는 초기에는 천연고무 또는 NR/SBR blend가 사용

표 9. 자동차용 방진고무 동향

구분	부품명	현행재료	개발요구	재료동향
엔진	Engine Mount	NR(+SBR, +BR)	내열성, 동특성	SBR, CR, EPDM
	Torsional Damper	NBR, SBR	내열성	H-NBR, ACM
프레임	Damper Mount	NR(+SBR, +BR)	동특성	폴리머·배합개질
	Spring Mount	NR(+SBR, +BR)	동특성	폴리머·배합개질
	Bump Stopper	발포우레탄	내피로성	
	Suspension Bush	NR(+SBR, +BR)	동특성	폴리머·배합개질
	Stabilizer Bush	NR(+SBR, +BR)	섬동성	배합개질
	Subframe mount	NR(+SBR, +BR)	동특성	폴리머·배합개질
	Equify Mount Silencer Mount	EPDM	내열성, 동특성	배합개질
Fuel	Intank fuel	H-NBR	Cost	NBR·PVC
	Pump Mount			

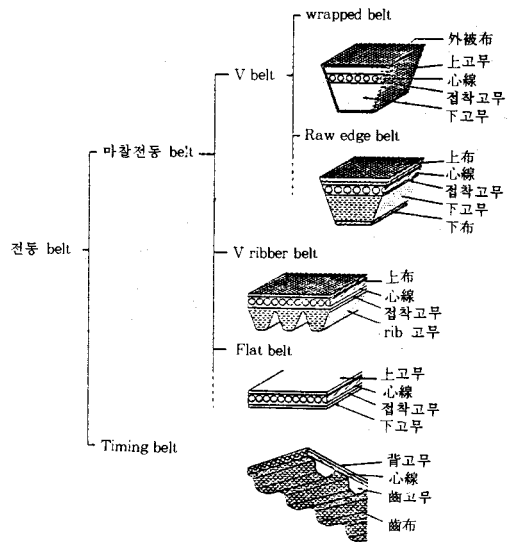


그림 4. 전동 belt의 종류.

연 대	1950	1960	1970	1980	1990	2000	품질상의 과제
법규제			배기가스규제 연비경쟁	강화	강화	CAFE Freon 규제	<ul style="list-style-type: none"> ● 내열성 ● 경량화, 밀집화 ● 내고부하
요구변화	동력전달	장수명화	고품질, 고신뢰성, 강기보증	경량화, 고출력화, 고급감화, 절속화	저cost화		<ul style="list-style-type: none"> ● 고신뢰성 ● 내고부하 ● 저소음성 ● 저cost화
마찰 전동 belt	wrapped belt			raw edge belt	V ribbed belt		<ul style="list-style-type: none"> ● 내열성, 내마모성 ● 내굴곡피로성 ● 치수안정성 ● 고탄성, 고강도화 ● 내열성 ● 내마모성
(고무)	NR, SBR	CR	纖維補強 CR		H-NBR		
(心線)	레이온	PEI			p-아라미드		
(帆布)	繩	繩, 繩/PET			m-아라미드		
Timing 전동 belt			사다리꼴의 폴리합		등간 폴리합		<ul style="list-style-type: none"> ● 내열성 ● 내수성 ● 고탄성, 고강력 ● 내마모성
(고무)		CR			CSM, H-NBR		
(心線)		Glass		고강력 Glass	p-아라미드		
(帆布)		나일론		고강력 나일론			

그림 5. 자동차용 전동 belt의 변천.

표 10. 자동차용 Belt 및 Diaphragm 동향

구 분	부 품 명	현행재료	개량요구	재료동향
Belt	Timing Belt	H-NBR	내유성, 내구성	
	Poly V belt	CR	내구성	CSM
Diaphragm	데스비	Fluorosilicone, H-NBR		
	Fuel	KFM, H-NBR, NBR	연료투과성	
	Device	CHC		

되었으나 현재는 CR이 많이 사용되고 있다. 또한 엄격한 내열성이 요구되는 특수 용도에는 단섬유 보강 H-NBR도 사용되고 있다.⁷ 표 10에 자동차용 belt 및 diaphragm 동향을 요약하여 나타내었다.

5.2 Timing 전동 Belt

전동 belt로서는 비교적 새로운 제품이 timing belt이다. Timing belt는 내측에 탄성체의 취부를 가지고 있어 slip이 없고 동기 전동이 가능하고 소음이 적은 것이 특징이다. 자동차 용도에 사용되는 timing belt는 cam축의 거동에 사용되어 보기구동 belt보다 엄격한 내열성이 요구된다. layout의 compact화, 배출가스 규제, 엔진 주위의 온도 상승으로 80년대에는 CSM 및 H-NBR8, 9이 사용되었지만 현재는 H-NBR이 주로 사용되고 있다.

6. Sealing류

자동차용 sealing 부품은 크기는 작지만 기능적으로는 상당히 중요한 부품이다. 이것은 표 11에 요약하여 나타내었다.

Oil seal 중 대표적인 것은 crank shaft oil seal인데 crank case와 회전하는 crank shaft 사이에 있는 틈을 메워주며, 기름의 누설을 방지하는 부품이다. 재료로서는 내유성이 중요하므로 주로 NBR, ACM, VMQ, FKM 등이 사용되고 있다.¹⁰

Rocket cover gasket은 cylinder head와 rocket arm cover를 sealing하는 부품이다. 이것은 내열성 및 내구성이 요구되므로 NBR에서 아크릴계 고무로 대체되고 있으며, 일부 VMQ도 사용되고 있다.

근년의 소형차는 FF(전륜구동형)화된 등속 joint(그림 6)가 증가하고 있으므로 dust cover인 CVJ cover가 급증하고 있다. Joint부는 마모가 심해 grease를 다량 사용하므로 재질은 CR을 주로 사용하고 있고, 가혹한 조건에서의 내구성이 요구되면 blow 성형한 폴리에스테르 수지가 사용되고 있다. 그러나 수지는 고무에 비해 탄성이 약해 seal성이 부족하므로 seal성을 보완하는 가공설계가 중요하다.

표 11. 자동차용 Seal동향

구 분	부품명	현행재료	개발요구	재료동향
fuel계	Tank Packing	NBR·PVC H-NBR	Cost	NBR
	Injector Seal	FKM	Cost	
Engine Oil계	Oil Seal	FKM, VMQ		
	Valve steam Seal	FKM		
	Head Cover Packing	ACM	저온성 향상	Polymer 개질
	Oil Pan Packing			
Transmis- sion Oil계	O-Ring, Packing	FKM, ACM		
	Oil Seal	ACM		
Power Steering계	Oil Seal	NBR, ACM	내열성	ACM
	O-Ring, Packing	NBR	내열성	H-NBR, ACM
Brake계	Cylinder rubber Cap	SBR, EPDM	내열성	EPDM
	Calliper Seal	EPDM		
	Bush 류	EPDM		
Water계	O-Ring, Packing	EPDM		
Freon	O-Ring, Packing	H-NBR	Cost(R-134a 전용화)	EPDM
Weather- strip	Door Seal		Cost	TPE
	Glass Run Trunk Lib Seal	EPDM	경량 Recycle	
	Window Seal	PVC, EPDM		
기 타	Drive Shaft Bush	CR, CM	내구성 저온성 Recycle	TPE
	R & P Bush	CR	Cost 경량 Recycle	TPE
	Wire Harness Bush류	CR	Cost	EPDM, TPE

7. 향후 재료 동향 및 고무대체소재 전망

앞에서 대부분 언급하였지만, 요약해보면 다음과 같다. 방진고무류는 고무 외의 대체소재는 어려우나, 엔진 마운트용 고무재료는 일부 다른 polymer개발도 기대되며, 배합개선에 의한 동특성(低動倍率, 高減衰化)과 내열성 향상이 더 시급한 문제이다.

Hose류는 동적인 배관 접속시 굴곡 등으로 유연성이 필요하므로 수지 또는 고무/수지의 복합화, TPE화로의 전환시 이 점을 고려해야 한다.

Bush류는 최근 TPE화가 상당히 이루어져 있다. 그 밖에 용도가 다양해진 불소 고무도 가솔린계에서 NBR/PVC, H-NBR 재료나 수지재료로 대체되며, Grommet와 Dust seal 등에서 주로 사용되어온 CR 재료는 내열성, cost면에서 EPDM으로 대체되었고¹¹, 또한 TPE로의 변경도 검토될 것으로 본다.

TPE는 리사이클성이 용이하고 경량화, 가공시간 및 가공비 절감이 기대되지만, 아직은 고무 특성에 미치지 못하고 있다. 특히 W/S에 필수적인 영구압축 줄음율의 문제, cost down 문제가 향후 TPE 소재의 자동차용 부품 적용에의 최대 관건이라 여겨지지만, 현재 저기능성 일부 부품에 적용되고 있고, 고무대체 개발이 급속히 이루어지고 있으므로 점차 각광받는 소재로 대두하리라 본다.

8. 맺 음 말

자동차용 고무는 자동차 전 무게의 4~5% 밖에 되지 않지만 자동차의 쾌적성, seal성, NVH 개선 등을 위한 필수적인 부품임에도 불구하고 재활용이 불가능하고, 내열성 및 내가스 투과성의 한계 등으로 인해 수지로의 대체 및 TPE로 점차 전환되어 가고 있다. 또한 고무 원부자재의 인상과 맞물려 점차 가격적 격차도 줄어들 뿐만 아니라 자동차의 각종 환경 규제에 의해 새로운 소재 개발은 관련업계에서 꾸준히 진행되고 있다. 그러나, 고무대체 소재로 여겨지는 TPE가 아직은 고무특성을 능가하지 못할 뿐만 아니라, TPE의 재활용 면에서도 기대에 미치지 못하고 있으므로, 향후에도 상당 부분은 고무부품 사용이 불가피할 것으로 여겨진다. 따라서 새로운 고무대체 소재만이 아니라 고무재료 성능의 향상도 중요하다고 여겨지며, 이것은 고무원료 maker 및 첨가제 maker들의 각종 원부자재 개발이 병행되어야 가능하다고 본다.

또한, 고무가공업계에는 고무업계가 지닌 낙후성을 탈피하여 고무배합 개발, 고무 가공공정의 최적화, 고무 compound의 표준화 및 원부자재 관리 표준화가 이루어져야 한다. 이러한 노력이 R&D 투자와 병행되어 지속적으로 이루어진다면 취급 곤란하고 물성변화가 예측 불

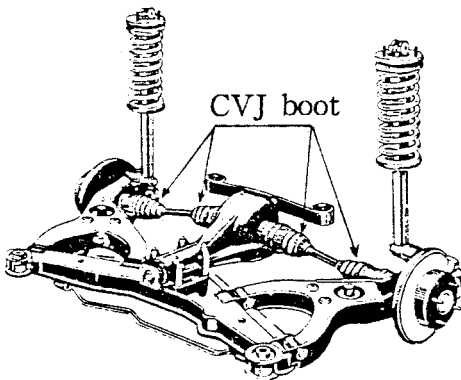


그림 6. 자동차용 등속 Joint.

가능하게 다양한 분야, 낙후된 분야라는 인식보다는 고성능화된 고무부품 분야라는 고유영역을 지킬 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 승전창차, "자동차와 고무재료", 자동차기술, 43(6), 3 (1989)
2. The Rubber Industries, Nov., 37 (1993)
3. The Rubber Industries, Jan., (1993)
4. 일본특허공보 昭 63182378 (1988)
5. The Rubber Industries, Apr., 12 (1994)
6. 덕중도부 외, "자동차용 방진고무의 신기술 현상", 자동차기술, 44(12), 24. (1990)
7. 일본고무협회지, 68, 7, 463 (1995)
8. Klingender R.G. and Bradford W.G. : Elastomerics, Aug., 10 (1991)
9. Gunther H. : European Rubber J., June, 31 (1991)
10. Oil Seal 기술 세미나 자료, 평화 Oil Seal 공업(주)
11. The Rubber Industries, Jan., (1995)