



표 1. 자동차용 고무재료의 종류, 성질과 용도

POLYMER 명칭	기호 ASTM D1418	Type, class ASTM D2000	적용온도범위 (°C)	기능고무부품에 적용시 유의점		자동차용 주용도
				장점/활용특성	단점/유의점	
천연고무	NR	AA	-50~+70	기계적강도 내피로특성	내열성	방진고무
스타이렌 부타디엔고무	SBR	BA	-40~+120	내brake액성 방진특성	내광물유성	Brake pack- ing/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(-40)	내유성, 내마모성 물성balance	내약품성 내후성	Vapor hose, Oil seal, O-ring, Gasket, Diaphragm
고포화니트릴고무	(HNBR)	CH	-20~+140(-40)	내약품/연료유성 내유성(첨가제)	내한성	Timing belt, Oil seal, O-ring, Gasket, Diaphragm
클로로프렌 고무	CR	BC, BE	-40~+120	내후성, 내피로성 내grease성	내유성 (저aniline点油)	Ball joint Dust cover, CVJ boot, Mount
클로로술폰화 폴리에틸렌	CSM	CE	-40~+130	전기절연성 내약품성, 난연성 내후성	가공성	Oil cooler hose
염소화폴리에틸렌	CM (CPE)	DE	-40~+130	전기절연성 내약품성, 난연성 내후성	가공성	전선피복, Hose
에피클로로 히드린고무	CO, ECO, GECO	CH	-10~+140 (-30~+130)	저온성 물성balance	금속부식성 열연화노화성	연료 Hose cover, 배기제어 Diaphragm
아크릴고무	ACM	DF, DH	-20~+170(-30)	내유성	기계적 강도 압축응력완화 및 영구줄음율	Gasket, Oil seal, O-ring, oil cooler hose
에틸렌 아크릴고무	AEM	EF	-20~+170	내유성	내유성 (저aniline点油)	실린더cover seal, 냉각수계 valve, O-ring
실리콘고무	MQ, VMQ PVMQ	FC, FE GE	-60~+230	내한성, 내후성 내압축영구줄음성	내유성, 투과성 기계적 강도	Oil seal, Gasket, O-ring
플루오로 실리콘고무	FVMQ	FK	-60~+200	내유, 내한성	기계적 강도	배기제어 Diaphragm
불소고무	FKM	HK	-10~+230 (-30)(+300)	내유, 내연료유성 내약품성	내한성	엔진Oil seal, Valve stem seal 연료 hose 내면

自動車用 고무部品の 動向과 展望

표 2. 자동차에 대한 사회적 요청과 대응

	최근과제	자동차에의 영향과 대응	
	환경문제	오존층파괴	특정프레온폐지
지구온난화		탄산가스배출량저감	연비향상→경량화
산성비		배기가스규제	촉매의고성능화, 대체연료, 전기자동차
유해물질오염		석면, 유기용제	대체재료적용, 연료의 투과규제
차외부소음		소음규제	엔진의 밀폐화
폐기물		Recycle법안예의 대응	수지와 고무의 Recycle실시, Recycle용이한 재료의 적용
고객의 다양한 요구	Fashionable style	소량생산, 공기저항감소	엔진룸의 고온화
	고성능화	엔진의 고출력화	윤활유의 첨가제에 의한 고성능화
	Easy Drive	Auto차량, Power steering의 보급확대	엔진룸의 밀집화에 따른 고온화, 차음재, 제진재의 증가
	쾌적성	에어콘, 청정차량	
	안정성	Brake, 충돌시안전	ABS, air bag의 보급
	Maintnace free	교환비용의 저감	내열고무의 사용량 증대
환경변화	무역마찰의 격화	해외생산의 증대	효율적인 생산 Process 정착
	해외생산거점	해외부품조달문제	품질문제
	제조업숙련도	노동력부족	공장의 무인화
	수익성악화	수익확보	부품의 공용화 염가재료의 적용사용

표 3. 자동차의 기술동향과 고무재료에의 요구(1)

자동차기술동향	부품의 대응 수단, 영향	대응고무 부품(기능부품)	고무재료의 요구특성	주사용재료		
				현행	장래	
환경 대책	배기가스 규제	가소린무연화	Seal, diaphragm, valve	내연료유성	NBR, ECO, FVMQ, FKM	HNBR, FVMQ, FKM
		Reactor, 촉매의 채용	(공통)	내열성	(공통)	(공통)
	소음규제	소음원 밀봉화(고온)	(공통)	내열성	(공통)	
		방음, 방진장치	Engine mount	흡음, 충격 흡수성	NR, SBR	EPDM, IIR, ACM, CR
	EVAPU규제	가솔린비산 방지, Carnister	Valve, diaphragm, gasket, 연료hose	내연료투과성	NBR, 2원계 FKM	HNBR, 3원계 FKM
	석면규제	비석면화	Gasket	내열성	NBR, ACM	HNBR, ACM, FKM
프레온가스규제	신프레온 가스화	Seal, gasket, Air con. hose	신내프레온 가스성		HNBR, ACM, CSM	

표 3. 자동차의 기술 동향과 고무 재료에의 요구(2)

자동차기술동향		부품의 대응 수단, 영향	대응 고무 부품 (기능부품)	고무재료의 요구특성	주사용재료	
					현행	장래
에너지 대책	연비대책 (경량화)	구조변경 (FF화)	CVJ boot	내후성, 내피로성	CR	CSM, TPE, CM, Q
		엔진룸의 소형화	(공통)	내열성	(공통)	
	주행저항 저감 (마찰저감)	윤활유의 저점도화, 첨가제의 변경	Seal	내유성(윤활/첨가제노화)	NBR, ACM, VMQ, FKM	HNBR, ACM, FVMQ, 고불소 함유 FKM
		회전/습동부저 Torque화	Seal	마찰저항감소	NBR, ACM, VMQ	
	연비효율 향상	전자제어연료 분사장치	Seal, diaphragm, valve	내 Sour 가솔린성	NBR, FKM	HNBR, FKM
	대체연료	Alcohol혼합 가솔린	Seal, diaphragm, valve, 연료 hose	내 alcohol 가솔린성	NBR, FKM	HNBR, FVMQ, 고불소 함유 FKM
Maintenance free화 신뢰성 향상	재료의 장수명화	(연료)	내열/내피로성	(공통)		
	윤활유의 장수명화	Seal	내유성(첨가제)	NBR, ACM, FKM	HNBR, ACM, FKM	
고성능/고출력화		Turbo charge, DOHC, V6등	Seal, turbo charge hose	내열성	NBR, ACM, FKM	HNBR, ACM, FKM
안전 및 승차감	안전규제	충격흡수 Bumper, steering	Bumper	충격흡수성	TPE	TPE
	조종 안정성 신뢰성 향상	Brake system의 장수명화	Seal, cup, valve, hose	내액성, 내열성 내후성	NR, SBR	EPDM
		ABS	Accumulator (breather)	내가스 투과성	IIR	IIR
		AT, power steering	Seal, hose	내열성	NBR, ACM, FKM	HNBR, ACM, FKM
	진동소음 대책 승차감 향상	방진장치(Shock absorber)	Seal	저마찰, 내열성	NBR, FKM	HNBR, FKM
		방진장치(Mount, bush, damper)	방진고무	방진특성 내열성	NR, SBR, CR	EPDM, IIR, ACM
		車高 조절장치	Accumulator (breather)	내가스 투과성	NBR	HNBR
	高級感化	내장개량 Design, color화	Oil level gauge	고무의 착색화	NBR	ACM, HNBR
차내환경개선	Air con의 소형화	Seal, gasket	내프레온 가스성	CR, NBR, FKM	HNBR EPDM	
수출	사용환경확대	고~저온분위기	Seal	내후성, 내한성	NBR, ACM, FKM	ACM, FVMQ, FKM
		고농도오존분위기	CVJ boot, dust cover	내후성, 내한성,	CR	TPE, CSM, CM, VMQ
		부식방지	Connector seal	내후성, 밀봉성	NBR, VMQ	ACM, VMQ, FVMQ

표 4. 대표적인 자동차용 방진고무의 종류

Engine관련	Engine mount Torsional damper
Suspension관련 (현가장치)	Suspension bush Strut mount Member mount Bumper stopper Air spring
Power train 관련 (구동장치)	Center bearing shaft Rubber coupling
Steering 관련 (조향장치)	Steering column bush Rubber coupling
Body(차체)관련	Body mount
Muffler(배기관)관련	Muffler hanger

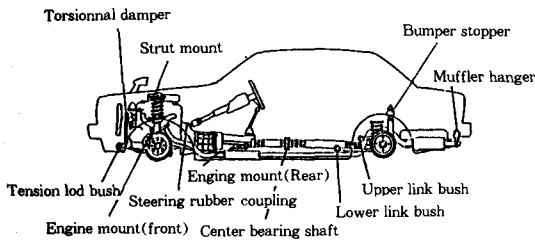


그림 1. 자동차용 방진고무의 사용부위의 예.

대기환경규제에 따른 연료 hose는 내sour gasoline 성이 요구되는 것은 당연하고 최근 증발가스(evaporated emission) 규제가 강화됨에 따라 내 가솔린 투과성이 요구되고 있는 상황에서 불소합유량이 높은 불소고무를 호스 내면에 적용하면서 저온에서의 고무본래의 탄성을 잃지 않는 방향으로 재료의 적용이 요구되고 있는 실정이다. 또한, 프레온가스 대책으로 사용되는 신 냉매용 에어컨 호스의 최내층에 변성 나일론(PA6/PA11/polyolefine)이 사용이 예상되고 있다.

### 3. 각 부품별 요구사항 및 향후 동향

#### 3.1 방진고무

##### 3.1.1 방진고무의 종류 및 요구특성

자동차용 방진고무는 자동차의 승차감(진동제어 및 소음억제) 및 조종안정성과 관련이 깊은 부품으로서 그 중요성이 증대되고 있다. 방진고무는 사시에 적용되는 부품들로서 차종 및 차의 style에 관련 없이 엔진의 종류 및 현가장치에 따라 좌우되며 그 지지방식 및 지지장소에 따라 형상도 각각 다르게 변하게 된다. 표 4에 대표적인 방진고무의 종류를 나타내었고 그 적용부위를 그림 1에 나타내었다.

그림 2에 자동차의 진동, 소음의 대표적인 종류와 그 전달경로에 대하여 나타냈고, 방진고무의 기본적인 역할에 대하여 나타내었다. 승차감을 좋게 하기 위하여서는 방진고무의 특성중에서 스프링정수가 중요한데 그 주요 요구특성에 대하여 표 5에 나타내었다.

##### 3.1.2 엔진마운트

자동차용 엔진마운트는 자동차의 승차감 및 저소

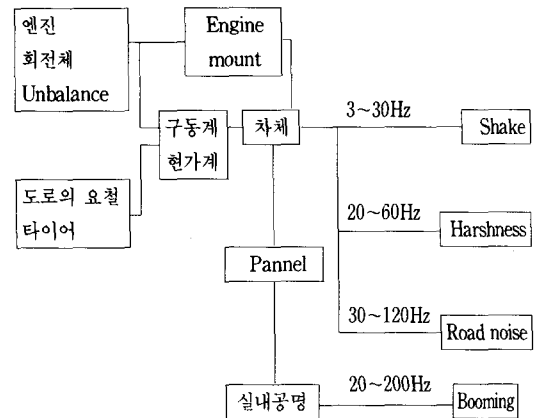


그림 2. 진동소음의 대표적 종류와 전달경로.

표 5. 방진고무의 요구 특성

방진성능	스프링 특성(정스프링정수, 동스프링정수, Loss factor) 스프링 특성의 각종의존성(온도, 주파수, 진폭)	
내구성	내피로성	내한성
	내열성	내오존성
	내Creep성	對금구접착성

표 6. 엔진마운트의 향후 요구 특성

내열성  
전주파수 영역, 온도 및 시간에 따른  
저 동배율 및 높은 Tan δ 유지  
내압축영구줄음을 및 내 Creep성  
금속과 접착부의 내열성능  
내피로특성

음 특성을 유지하기 위하여 종래의 순고무형 엔진 마운트에서 액체봉입형 엔진마운트로 최근에는 전자제어식 엔진마운트의 적용이 기대되고 있다. 차체의 유선형화 및 고도 기능 부품 추가로 인한 엔진룸의 협소화 및 엔진의 고성능화에 따른 엔진룸의 온도가 상승하게 되고 현행의 엔진마운트용 재료도 추가로 내열성능이 요구되고 있는 상황이다. 장래에 요구되고 있는 엔진마운트의 요구성능을 표 6에 나타내었다.

현 엔진마운트 재료로서 각광을 받은 천연고무의 재료는 기계적 강도, 내피로특성 및 진동절연능력이 비교적 우수하고 가격적으로 안정되어 전통적으로 널리 쓰여왔고 이를 대체하려는 노력이 별로 없었으나 최근 천연고무가 내열성에서 성능을 보증하는 한계의 폭이 좁아지고 있어 새로운 천연고무 Blend 및 기타 합성고무에 대한 엔진마운트의 적용성 검토가 이루어지고 있고 일부는 이미 실용화 및 실용화 단계에 있다. 그 일례로 EPDM이 자동차용 방진고무로 개발되었다고 보고되어 있고, CR에 대

표 7. 내열 엔진마운트의 개발 목표

항 목	현재	개발목표
상용온도상승	70℃	100℃ (추가목표 120℃)
내열노화후 내구수명중대 노화조건(120℃, 70시간)	50,000회	250,000회
초기상태에서의 내구수명	1,000,000회	1,000,000회 1,500,000까지
동특성		현재와 동일 또는 변화폭이 적을것

표 8. 내열 엔진마운트의 평가결과에

항 목	재 료 별					
	NR	CR(G)	CR(GW/WD)		CR(WD)	
	89	89	89	87	87	87 with S
상온내구강도 (K cycles)	1,000	4,000	700	2,000	718	2,000
내열노화후 내구강도 (K cycles)	50	20	150	250	250	250
Creep(mm)	3	11	12	7	1.8	2.9

한 적용성 평가가 완료단계에 있다. 내열 엔진마운트 재료에 대한 개발목표 및 그 평가 결과를 표 7, 8에 각각 나타내었다.

이러한 개발결과를 보면 종래의 천연고무를 충분히 대체할 수 있을 것으로 판단이 되며 이러한 노력을 고무부품 및 원재료업체와 지속적으로 이루어져야 한다고 본다. 현재 사용되고 있는 천연고무 역시 그 장점을 충분히 살려 그 내열성을 보완하는 개선의 노력이 이루어져야 한다. 또한 자동차용 방진고무의 설계 및 system적인 측면에서 보면, 자동차에서 요구되는 진동소음 대응기술을 높이기 위해서는 진동해석기술, simulation, FEM등 유효한 예측 해석기술의 확립이 시급하며 이러한 분야가 자동차업계뿐 아니라 부품업체에서도 조속히 달성해야 할 과제이다.

### 3.2 hose류

외부환경규제 및 고성능화가 가장 많이 요구되고 있고 재료의 변화가 가장 많이 이루어지고 있는 분야가 자동차용 hose부품 분야이다. 연료의 변화, 증발가스규제강화, 프레온가스 대체에 따른 에어컨 system의 변화 및 내구성대책 등 다양한 재료가 변화되고 있는 실정이다.

#### 3.2.1 연료호스

북미의 low evap. emission 법규가 95MY부터 20℃에서 1시간의 증발량이 2g에서 40℃에서 24시간

표 9. 북미의 Low evap. emission 규제현황(내구성능은 10만 mile을 만족하여야함)

항 목		현 재	강화내용	
Hot soak & diurnal	규제값		2g/Test 2g/Test	
	시험절차	Hot soak 시험온도	20~30°C 41°C	
		Diurnal	시험시간	1 시간 7 2 시간
			가열온도	16~29°C 18~41°C
		시험Cycle	가열부위	Fuel tank Shed room
	1시간 1회 실시시		24시간 3회 실시	
내 구		5만 MILE	10만 MILE	

표 10. Low evaporated emission규제 준수 의무 규정

년도	Low evap. emission
94	
95	신차의 10% 규제 만족
96	신차의 30% 규제 만족
97	신차의 50% 규제 만족
98	신차의 100% 규제 만족

의 증발량이 2g으로 규제가 강화되어 확정되었다. 그 확정된 규제 현황 및 의무규정을 표 9 및 표 10에 각각 나타내었다.

이같이 강화된 북미의 low evap. emission 법규를 만족시킬 수 있는 연료호스개발에 수년간 노력을 기울인 바 연료 gas 투과성이 우수한 고무 재료가 개발 완료되어 그 적용이 눈앞에 있다. 표 11에 GM의 연료 hose의 변천과정을 나타내었고 내연료 gas투과성 규제를 만족하기 위하여 연료 hose의 내

면을 불소고무로 치환한 것을 볼 수 있다. 그 결과 내열성 및 내gas 투과성이 급격히 향상 되었음을 확인할 수 있다.

최근에 수립된 미국의 3대 자동차 maker의 연료계 hose 규격을 표 12에 나타내었다. 대부분 fuel line hose는 불소함유량이 높은 불소고무(최고 70%)로 치환되어 있음을 나타내고 있다. 연료 gas 투과량의 규제치 및 시험유가 다른 것은 사용연료의 다양화에 따른 이유도 있겠지만, 통상의 시험유(fuel C)로는 즉 일반 gasoline에서는 그 투과량이 미미하기 때문에 시험의 정확도를 위하여 투과량이 많은 시험유를 선택하여 적용하고 있는 것을 확인할 수 있다. 최근 투과량 측정 시험방법에 대한 정확도에 대한 논란이 일고 있고 그 시험방법에 대한 정립이 이룩될 것으로 예상된다.

환경보전과 공해방지대책으로 강화된 규제에 맞추기 위한 노력의 일환으로 고가의 불소 함유량이 높은 불소고무가 hose 내면층에 적용이 확대 될 것으로 예상된다.

### 3.2.2 냉각계 라디에타호스

냉각계 hose는 radiator hose와 heater hose등이 있는데 engine의 고성능화에 의해 engine room의 온도가 상승하고 있어 이 부품들 역시 내열성 및 내구성능 향상이 요구되고 있으며 최근 각 자동차 회사에서 내열성이 향상된 radiator hose를 개발 및 적용중에 있고 그러한 추세는 계속 될 전망이다.

표 11. 최근 GM의 연료 hose 재료 및 규격의 변천

	Fuel hose			Fuel filler hose		
	GM 6109	GM 6165	GM 6163	GM 6196	GM 6271	GM 6289
재료/ 구성	NBR/CSM	NBR/CSM or CM	FKM/ CSM/ CSM or CM	NBR/CSM or CM	NBR (코 ACN)/ CSM or CM	FKM/NBR/ CSM or CM
내열성	100°C/ 70h	125°C/ 720h	125°C/ 1000h	125°C/ 720h	125°C/ 720h	125°C/ 720h
시험연료	Fuel C	Fuel C+ Sour gas	Fuel C+ Sour gas	Fuel C	Fuel C	Fuel C
내Gas 투과성	200g/m <sup>2</sup> / 24h	200g/m <sup>2</sup> / 24h	25g/m <sup>2</sup> / 24h	250g/m <sup>2</sup> / 24h	90g/m <sup>2</sup> / 24h	5g/m <sup>2</sup> / 24h

표 12. 북미 Big 3의 연료 hose 규격 요약

규격	General motors GM 6163	Ford WSAM 96D33A2	Chrysler MSEA 235
Fule line 재료/구성	FKM/CSM or CM	FKM/ECO	FKM/ECO
시험유	Fuel C/ sour gas	M25	Gasahol/sour gas
내gas투과성	25g/m <sup>2</sup> /24h	90g/m <sup>2</sup> 24h	25g/m <sup>2</sup> 24h
Fuel filler hose 재료/구성	GM 6289 FKM/NBR/CSM or CM	ESA M 36D 19A NBR/CSM or CM	MSEA 219C NBR/CSM or CM
내열성	125°C/720 h	125°C/70h	125°C/70h
연료유	Fuel C	M15	Gasahol/sour gas
내gas투과성	5g/m <sup>2</sup> /24h	350g/m <sup>2</sup> /24h	250g/m <sup>2</sup> /24h

표 13. 내열용 Radiator hose의 적용가능 재료 현황

재료명	현황			
	가격율	공정성	품질	
			내열성	내한성
현사용 EPDM	1.0	양호	130°C	-40°C
EPDM+황가황 (high sulfur doner)	1.0~1.5	기존공정과 동일	140°C~150°C	현품수준
EPDM+과산화물 가황	1.0~1.5	공정변경 필요	150°C~160°C	현품수준
SEP고무	2.0	기존공정과 동일	160°C~170°C	현품수준이상
Silicone 고무	3.0	기존공정과 동일	180°C~200°C	현품수준이상

표 13에 radiator hose의 적용가능재료 및 현황을 나타내었다. 내열성을 높이기 위한 개발 방향은 기존의 EPDM의 순고무함량을 높이면서 sulfur doner 또는 peroxide가황계를 선택하는 것으로서 개발이 진행되어 왔고 일부 자동차 회사에서는 사용되는 것으로 확인되었다. 대형트럭 등 극도의 내열성을 요구하는 냉각계 hose의 경우에는 Silicone 고무 또는 Silicon modified EPDM(SEP) 등이 사용되는 것으로 알려져 있다.

고무재료의 개선과 함께 보강사에 대한 성능개선의 요구도 이루어지고 있다. 그 내용을 보면 초기 rayon에서 polyester로 개선되어 사용되고 있고 향후 nylon 또는 aramid로 개량이 이루어 질 것으로 예상되고 있다.

이와 같은 성능의 개선이 모두 원가상승을 수반

하는 것으로서 자동차에서의 요구조건이 부품성능상 필요성에 부합될 때 그 적용이 확대될 것으로 예상된다.

### 3.2.3 오일계 호스

오일계 hose는 주로 power steering hose 및 auto transmission oil cooler hose로 최근 oil의 성능향상을 위한 각종 첨가제에 내성이 요구되고 있고 또한 엔진룸의 온도상승 및 내구성 측면에서 내열 내구성능이 요구되고 있는 부품중의 하나이다. 표 14에 내열성이 개선된 power steering hose의 재료 구성 및 고온분위기 항에서의 impulse test 결과를 나타내었다. 기존의 NBR/PA66/CR에서 H-HBR/PA66/CSM으로 개발된 hose의 impulse 내구성능을 보면 120°C 분위기에서 2배이상, 150°C 분위기 온도에서는 3배의 내구성능이 향상된 것을 나타내



표 14. Power steering hose의 재료 및 Impulse 내구 결과

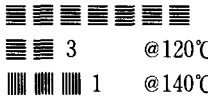

	사용재료			Impulse 내구수명 반복 압력: 0~11.8MPa 속도: 60~70회/분 내구회수×10 <sup>6</sup> 회
	Cover	Tube	보강사	
기존 Hose	CR	NBR	PA66	
개선 Hose	CSM	H-NBR	동일	

표 15. Brake hose의 재료와 성능

	기존Hose	개량Hose
외면고무	CR	EPDM
보강사	PET	Vinylon
내오존성	480시간후 crack	1000시간후 NO crack
저온취하성	-56°C	-60°C
내수침투성	17%	11%
Hose팽윤 (10MPa)	0.27cc/ 305mm	0.16cc/ 305mm

고 있다.

ATF(auto transmission fluid) cooler hose의 경우에는 종래의 내열성을 향상시키기 위하여 NBR/CR의 구조에서 ACM/ACM 또는 AEM/AEM으로 대부분 치환되어 현재 내열성이 향상된 재질을 대부분 적용하고 있고 향후에도 큰변화는 없을 것으로 예상된다.

### 3.2.4 브레이크 호스

Brake hose는 보안부품으로서 그 내구성능이 한층 요구되는 부품으로서 외면고무에 CR을 주로 사용하던 것을 EPDM으로 대체하여 내오존성, 저온에서의 성능 및 내수침투성을 크게 개선하였음을 보여주고 있다. 또한 고무재료를 EPDM으로 치환하면서 보강사도 PET에서 vinylon으로 보강개량하

여 고성능의 brake hose를 개발하여 적용하게 되었다. 표 15에 brake hose 재료의 변경현황과 성능을 나타내었다.

### 3.2.5 에어콘 호스

지구 오존층 파괴물질인 CFC물질의 사용이 금지되면서 자동차용 에어컨의 냉매도 변화하게 되었으며 그에 따른 재료의 변화도 뒤따르고 있다. 주요 요구 특성으로서는 내 신냉매성, 저냉매 투과성 및 내냉매용 첨가제/윤활제성이 요구되고 있으며 기존의 NBR/보강사/CR에서 변성 nylon(PA6/PA11/Polyolefine)/IIR/보강사/CI-IIR의 사용이 예상되고 있다.

### 3.3 Weather strip

자동차용 weather strip은 차체의 sealing을 하는 system을 말한다. 이들은 door, trunk lid, sunroof, 유동 및 고정 유리창에서 발생하는 틈을 막아주는 데 필수적인 부품으로서 최근 자동차의 styling이 공기역학적인 형태로 이상적인 design으로의 변화가 일어나고 있고, 사용조건이 강화되는 동시에 차 자체의 내구성증대에 따른 내구성능과 품질의 향상이 요구되고 있는 부품의 하나이다. Weather strip의 기본적인 요구사항은 기능, 외관과 내구성인데, 외부 환경으로 부터의 sealing기능, 균일하고 일정한 면적(면압) 분포가 이루어 져야하고 시간경과에 따른 기능과 형상이 유지되어야 하는 것이다.

자동차에 적용하는 weather/strip의 종류는 fixed window seal, flange seal, primary door seal, secondary seal, glass run channel 등이 있으며 그 각각의 종류와 기능을 표 16에 나타내었다. 사용재료는 대부분 EPDM solid 또는 sponge고무로서 사용된다.

자동차용 weather strip을 설계하는데는 다음의 기술적 기능적 요구사항을 고려하여야 한다.

1. 차량내부를 유입물로 부터 막아주는 요소

표 16. 자동차용 Weather strip의 종류, 기능 및 구성

종 류	주요기능	주요부품	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 cover 역할	Hood-to-cowl seal Lift gate seal Sunroof seal Trunk lid seal	장착부: 금속, wire insert 압출물 sponge 고무
Primary seal	* 차체와 door의 일차적인 sealing * 먼지, 물, 소음 차단	Body side weather strip Door side weather strip	금속 wire insert 압출물 이중경도 (고무/sponge) 압출물
Secondary seal	* 보조 seal로 primary seal 보완 * Door와 chassis사이 공간에서 물과 먼지를 흘러내림 * Door 아래 edge부위 막아줌	Drip rail Loof line seal Lower auxiliary seal	sponge 또는 sponge/순 고무조합의 압출물
Glass run channel	* 유동 glass의 sliding guide * run 날개, glass edge, Inner door frame sealing		연속가류물의 joint 물 flocking, 또는 표면 coating
Belt strip seal	* Body와 door glass사이 내외틈을 막아줌 * 창문 이동 저항 최소 습기, 소음, 먼지 sealing		다중압출물 flocking: 불순물 유입방지 glass 유동원활 금속 insert SUS decorative trim

표 17. Weather strip용 재료의 기능적 요구사항

내후성	내산소, 내오존성능, 내한성, 저흡습량
내오염성	차체에 접촉 및 이행성 오염이 없어야 함.
마찰계수	Sliding되는 부위의 윤활성이 요구됨
접착성	여러 조합부품과의 접착성이 요구됨
표면마무리	seal의 외관상 미적 요구 만족을 요구

차량의 glass, door 및 차체에 작용하는 환경요인들을 완벽하게 차단해야 한다. 즉, 물, 소음 및 먼지 등이 절대로 차량내부로 들어가지 않도록 고려 하여야 한다.

2. Closing/sliding force에 대한 고려

Door, trunk나 hood 등을 닫을 때 필요한 힘 뿐 아니라, glass run channel안에서 glass가 움직일 때 필요한 힘은 최소가 되어야 한다.

3. 성능확보

자동차의 다양한 부위에 장착되어 있는 weather strip은 장시간이 경과하여도 본래의 정확한 위치에서 본래의 기능을 해야 한다.

4. 장착의 용이성

Weather strip의 기하학적 형구조는 sealing의 본래 모습을 손상하지 않고 쉽게 장착 되어야 한다.

이러한 기계적인 요구사항은 단순하게 보일지는 모르지만 각각의 기능은 서로 유기적으로 연결되어 있다.

Weather strip용 재료의 기능적인 요구사항을 표 17에 나타내었다. 고무 및 elastomeric polymer는 상기 기계적인 요구사항들의 대립을 최소화하면서

금속 조립체 내에서의 다양한 공차를 보상해 줄 수 있는 재료이다. 최근에는 내구성, 내후성, 표면을 미려하게 하는 노력들이 있으며 이는 재료의 개선 개발, 공정의 개선 및 특수 coating제의 도입 등 그에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

### 3.4 Sealing 부품

#### 3.4.1 Oil seal

자동차용 oil seal중 대표적인 것은 crank shaft oil seal로서 고정되어 있는 crank case와 회전하는 crank 축과의 사이에 있는 틈에 매워주며 기름의 누설을 방지하는 역할을 한다. oil seal 이 갖추어야 하는 기본적인 성질은 1) 누설방지 2) 수명이 길것 3) 장착 스페이스가 적을 것 4) 경제적인 것 5) 밀봉하는 유체의 침해를 받지 않을 것 6) 사용온도에 충분히 견딜 것 7) 밀봉하는 유체를 오염시키지 말 것 8) 장착과 분해 작업이 용이 할 것 등이다.

oil seal용 재료로서는 대체로 내유성 고무재료를 사용하고 있으며 그것들은 NBR, ACM, VMQ, FKM 등이 있으며 최근 엔진의 고성능화 및 내구성능을 고려하여 종래 NBR, ACM에서 FKM으로 내열성 및 신뢰성을 보강한 재료가 사용되고 있다.

#### 3.4.2 Rocker cover gasket

Rocker cover gasket은 cylinder head와 rocker arm cover를 -seling하는 부품으로 engine gasket이라고도 한다. 이 부품 역시 고성능 엔진과 함께 내열성 및 내구성에서 보다 높은 신뢰가 요구되고 있는 부품중의 하나이다. 또 하나는 엔진 oil의 성능향상을 위하여 oil에 첨가되는 첨가제에 대한 내성도 요구되고 있는 실정이다. 종래의 NBR에서 acryl계 고무로 치환되었거나 치환이 되고 있는 상황이며 이는 내열 신뢰성에 대한 요구에 의한 것이다. VMQ 역시 일부 북미 차종에서 사용중인 것으로 알려 저있다.

최근 발표된 자료에 의한 engine gasket 재료의 주요한 물성 요인을 표 18에 정리해 놓았다.

표 18. Rocker cover gasket의 주요 물성인자

주요 물성	요구사항	이유
압축영구줄임율 150°C, 70시간	30% 이내	
인열강도 ASTM D24, Die B	25dN/m 이상	작업공정에서의 불량방지
Engin oil체적변화 단, 경도저하 25pt 이내에서	0~25%	조립후 나타나는 압축영구줄임율을 증가된 체적으로 보상
인장강도, 신율변화율 modulus	초기값 대비 잔 존비율이 높을 것	장시간 사용하는 차의 성능에 영향 을 미침

표 19. 폴리에스테르계 TPE와 Silicone rubber boot의 장단점 비교

	폴리에스테르계 TPE	Silicone rubber
장점	내오존성우수 (내구성 향상) 저온성우수 (내구성 향상) 고강도(이물질과의 간섭에 강하고 고속 회전에 유리)	내오존성우수 (내구성 향상) 내열성우수 (내구성 향상) 저온성우수 (내구성 향상) gas투과성이 좋고 내합물 성 우수(통기작용 있음) CR boot와 동일 형상 설계 가능
단점	Hard 하므로 체결 부위 별도설계 필요 체결력이 큰 Band 필요 Boot 자체, 외륜, shaft, band가 고가	인열강도가 약해 내구성 유지 위한 Boot끝부에 O- ring장착 필요 조립시 손상방지 위한 주 의 필요 재료가 고가

또 실제 차에서 가장 적절하게 필요한 물성을 평가하여 보증을 위한 적절한 시험방법에 대한 연구도 진행되고 있는바 이는 engine oil 및 분위기 온도하에서의 압축응력완화를 변화에 대한 평가 및 보고가 있었다.

#### 3.4.2 CVJ boot

전륜구동형 차량에 필수품인 등속조인트(Con-

stant velocity joint)의 재료로 사용되는 CR은 고저온에서의 열적인 내구성, 내후성, 내그리스성 등 조화가 잘된 재료 알려져 있고, 그의 내구성도 차의 주행거리 기준 8만에서 10만 km를 보장하고 있어 널리 사용되고 있고 향후 계속 상용될 전망이다. 내구성 측면에서 더욱 가혹한 조건(택시의 경우 3년 30만 km주행)을 요구하게 된다면 그재료의 전환이 필요하다고 판단되어 그에 부응하는 재료가 개발되어 일부차종에 적용중에 있다. 그것들은 실리콘고무와 폴리에스테르계 TPE이다. 각각 CVJ boot의 장단점을 표 19에 나타내었다.

### 3.5 Belt

#### 3.5.1 Fan belt

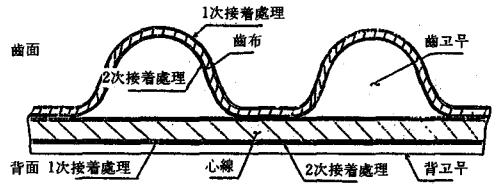
자동차용 fan belt는 V-belt 또는 V-ribbed belt가 사용된다. 냉각 fan을 구동하는 동시에 water pump 및 alternator를 구동하는 데 사용된다. 최근에는 엔진의 고성능화에 따른 고무부 및 고속회전이 요구되어 대부분이 V-ribbed belt로 치환되어 적용되고 있다. V-ribbed belt는 두께가 얇아 굴곡성이 좋고, 내부발열량이 적어 내구수명이 길어지고 벨트 1개로 여러개의 축을 구동하는 효과를 보고 있기에 폴리의 소형화를 가져올 수 있었다.

사용되는 재료로는 심선에 폴리에스테르가 주류이고, 일부 Aramid 섬유가 사용되기도 한다. 접착고무는 CR이고, 하고무 또는 RIB 고무는 단섬유 보강 CR이 사용되고 있다. 향후 내열성 및 고강도에 대한 요구로 예상되는 재료로는 V-belt의 경우는 하포가 aramid 섬유로, V-ribbed belt의 경우는 접착고무가 H-NBR로 전망된다. 하부고무에는 CSM의 내열성이 향상된 acrylated CSM이 예상되고, 심선에는 고modulus 폴리에스테르 적용이 예상된다. 향후에도 계속 굴곡성능 향상으로 인한 내구성능의 연장 및 slip noise 저감 등이 요구된다.

#### 3.5.2 타이밍 벨트

타이밍 벨트는 크랭크 샤프트로부터 캠샤프트의

표 20. 타이밍 벨트의 구조 및 그 기능



재 료	기 능	비 고
齒 고무	CR	* 치고무와 배고무는 일체성형
背 고무	H-NBR	
齒 布	PA66	* 고무, 치포 심선간의 접착이 중요
齒 布 1차 접착처리		
齒 布 2차 접착처리		
心線	유리	* 고무, 치포 심선간의 접착이 중요
心線 1차 접착처리	섬유	
心線 2차 접착처리	아라미드	
心線 3차 접착처리	섬유	

회전을 전달하는데 사용되는 벨트로 표 20에 그 구조 및 각각의 기능에 대해서 설명해 놓았다. 엔진의 고출력화 및 소형경량화에 따라 타이밍 벨트에도 전달부하가 커지게 되고 그 폭이 작아지는 경향이 있어 내구성능이 우수한 재료의 요구가 높아지고 있다.

향후 요구되는 재료 특성으로서는 엔진고성능화에 따른 타이밍 벨트의 전동부하가 증대됨과 동시에 폭이 좁아지는 요구에 부응하기 위해서 치의 내구성 향상과 동시에 벨트 자체의 내구성 향상이 요구되고 있고 기타 문제로는 치의 접합음등 소음저감 등이 있다. 이러한 기술적인 과제를 해결하기 위하여 기대되는 재료는 齒(背)고무재료로 alloy화 H-NBR, 우레탄, 열가소성 엘라스토머, 치포용 재료로는 아라미드섬유, 심선용 재료로는 고강도 유리섬유, 금속섬유(SUS) 등이 거론되고 있다.

#### 4. 열가소성 엘라스토머(TPE)에 대한 전망

최근 리사이클 문제가 대두되면서 TPE에 대한 검토가 아주 적극적으로 이루어지고 있는 상황이다. TPE는 가공성이 용이하고, 설계의 자유도가 고무보다 많고, 또 경량화 및 원가절감이 가능한 재료로 각광받아 여러 분야에서 부품개발이 되어 적용중이고 개발이 진행중에 있다. 이미 개발된 부품을 보면 rack & pinion boot가 CR에서 대체 되었고, CVJ boot, 차체 bumper류, 기타 튜브류 등이 있다. TPE는 다양하고 재료 선택의 폭이 넓지만 점점 가혹해지는 고무부품의 요구 특성(변형이 많이 요구되거나 고온 사용 조건)을 맞추어 가면서 대체해 나가려면 세심한 주의를 기울여 초기 design에서부터 재료의 선정, 공법까지 고려를 하지 않으면 안 된다. 하지만 TPE는 리사이클성이 용이하고 경량화 및 원가절감, 가공시간 및 가공비 절감이 가능한 재료로 향후 각광을 받을 것임에 분명하고, 상기 요구조건에 맞는 고성능 TPE 소재 개발 연구가 절실히 요구 되고 있다.

#### 5. 맺음말

현재 자동차가 당면하고 있는 사회적 환경적 요구사항에 부응하기 위한 고무 부품이 가져야 할 요구 특성과 재료상의 요구사항에 대하여 정리를 하여 보았다. 이러한 요구사항을 만족하기 위한 신재료나 부품을 신속하게 개발해 나가기 위해서는 원료 polymer maker, 부품 maker 및 자동차 maker의 공동의 노력이 아주 절실하게 필요하다. 현존하는 고무재료 중에는 모든 물성을 만족하는 이상적인 재료는 존재하지 않으며 각각 그 종류별로 문제점 및 결점을 가지고 있다. 그러나 자동차 maker가 요구하는 가장 이상적인 고무재료는 적절한 가격의 내유, 내연료유, 내후성 및 내한성을 가진 고

강도 고무인 것이다. 부품 maker에 요구되는 사항은 과거와는 달리 규격을 만족하는 수준에서의 부품개발 보다는 그 기능 부품을 보증하기 위한 더 많은 연구개발과 시험을 해 주길 바라고 있는 것이다. 즉 단지 시험편이나, 규격을 통과하는 것으로만은 충분치가 않고 그 개발과정 및 시험평가가 어떻게 이루어 졌는지가 중요하며 한 batch의 물성 data가 아닌 5~6batch 나아가서는 10batch의 data가 요구되고 있는 상황이며 최종 양산시 그것이 서로 비교가 되어야 한다. 이것이 시간과 노력이 필요할 지라도 점점 가혹해지는 자동차의 사회적, 환경적 요구사항에 부응하는 고성능, 고신뢰성 자동차를 만들기 위한 공동의 노력으로 받아 들여져야 한다. 결국 자동차 고객들은 그로 인하여 더 많은 이득을 볼 수 있다는 것이다.

#### 참 고 문 헌

1. 신관 고무재료 선택의 포인트, 日本規格協會, 東京 (1988).
2. 자동차용 고무자 재료, CMC, 東京 (1989).
3. 선단 자동차재료기술, 日本工業技術進興協會編, 東京 (1992).
4. Oil seal 기술세미나 자료, 평화오일셀공업(주)
5. 勝田昌次, "자동차와 고무재료", 自動車技術 43 (6), p3-6 (1989).
6. 자동차 고무부품 특집, "Rubber Industry", 1, p2-13 (1994).
7. Masao Owaki, "Current Trend of Automotive Elastomers" paper presented at 132rd Meeting of Rubber Division, ACS (1987).
8. 徳重道夫 外, "자동차용 방진고무의 신기술의 현상", 自動車地術, 44(12), p24-30(1990).
9. Seong-Hoon Lee, Yang-Soo Lim, "The Development and Performance Simulation of Polychloroprene High Temperature Bush Type

- Engine Mount", SAE paper # 940888.
10. 仲濱秀齊外, "내열 방진고무용 고무 조성물" 일본국特開 平6-1891, 1993.
  11. R. Vera and J. R. Dunn, "Development in fuel hoses to meet changing environmental needs", Rubber World, 209(6), p24-30 (1994).
  12. D. Bayne, "Selecting coolant hose for vehicle", 1992 Technical Yearbook, p56-59, Rubber and Plastics News (1992).
  13. Yoshii, S. Uchida, Y. Matsuura, "Development of Long-Life C. V. J. Boot Seals for Taxi Cab Applications" SAE paper #890659.
  14. S. Jyawook "Automotive Body Sealing: Design & Technology" paper presented at 132rd Meeting of Rubber Division, ACS (1987).
  15. T. M. Dobel, & D. A. Kotz, "Ethylene Acrylic High Performance Elastomers-Extended Aging in Selected Automotive Fluids" paper presented at the Meeting of Rubber Division, ACS, Orlando, Florida Oct. 26-29, 1993.
  16. D. A. Kotz, & T. M. Dobel, "Stress Relaxation of Ethylene/Acrylic and Other Gasket Materials in Automotive Fluids" SAE paper # 940958
  17. E. P. Purgly & C. P. Rader, "TPEs and automotive parts", 1992 Technical Yearbook, p85-90, Rubber and Plastics News (1992).