

새로운 EAE 시일고무

崔 俊 鐵*

1. 紹 介

에틸렌과 아크릴산 메틸의 共重合體(ethylene/acrylic elastomer, 以下 EAE)는 시일分野, 特히 自動車工業에서 크게 脚光을 받는 새로운 合成고무¹⁾이다.

EAE의 利用度는 그림 1에서와 같이 실리콘고무 또는 플루오르고무만이 性能을 發揮할 수 있는 耐熱, 耐候, 機械的 特性, 耐低溫性에 EAE가 代替使用할 수 있기 때문이다. 自動車工業에서는 실리콘 또는 플루오르系 彈性體가 上記 特性에 優秀함을 알고 있으나 이들이 다른 고무에 비하여 高價格이란 點에서 多量으로 使用하지 못하고 있다.

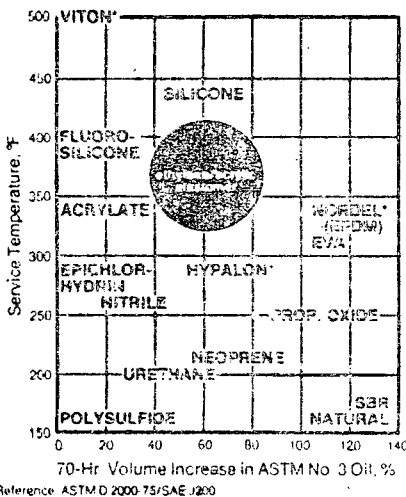


그림1. EAE와 다른 고무와의 耐熱 및 耐油性 比較

* 韓國科學技術研究所

表 1. EAE의 代表的 特性

項 目	摘 要
使用溫度(°C)	-54~177
耐摩耗性	優
硬度範圍	45~95
耐腐食性	優
壓縮늘음率	秀
耐오존 및 耐候性	秀
耐溶劑性	
트란스밋손液	優
엔진 오일	秀
SAE-90 기어오일	優
Power steering 液	優
물 및 엔진用 冷媒	優
브레이크 液	不適合
揮發油	不適合
디에스테르系	不適合
鹽素化 올레필系	不適合

EAE의 基本特性은 表 1에서와 같이 自動車の 여러 시일링材로 使用할 수 있음을 보여주고 있는 바, 이 고무를 利用하면 지금까지 發揮하지 못하는 競爭價로 生産補給할 수 있을 것이며 自動車業界에서도 不良으로 인한 返品低減, 信賴度を 向上시킬 것이다.

自動車用 시일링材料로 지금까지 使用되고 있는 고무는 NBR인데 이는 物理·化學的 2가지 모두가 理想의이기 때문이다. 다시 말하면 NBR을 利用한 製品의 使用溫度範圍는 -54~149°C이다. 그러나 不幸하게도

表 2. EAE와 실리콘고무, 폴리아크릴레이트 및 NBR과의 物性比較

	NBR	폴리아크릴 레이트고무	실리콘고무	EAE
ASTM D-2000 SAE J-200에서의 區分	BF, BG, CH	DF, DH	FC, FE, GE	DE, EE, EF
ASTM D-1418에서의 號稱	NBR	ACM	SI	—
Base Polymer의 比重	0.98	1.12	1.10	1.03
物理 및 機械的 性質				
引張強度(最高) (kg/cm ²)	210	141	106	210
伸張率(最大) (%)	650	450	700	600
硬度(쇼아 A) (도)	40—100	50—90	25—85	40—95
壓縮늘음率	秀	優	秀	秀
耐摩耗性	優	優	可	優
耐電氣性	可	可	秀	優
強性 高溫	優	優	優	優
低溫	良	可	可	良
使用溫度 (°C) 最高	149	177	289	177
最低	-54	-40	-85	-54
耐酸化性	優	優	秀	秀
耐오존性	良	優	秀	秀
空氣透過性	低	低	高	低
耐放射性	良	良	良	良
耐候 및 耐光性	良	秀	秀	秀
耐溶劑性				
酸 類	良	不	良	良
알코올類	良	不	良	優
脂肪族系 헥산, 이소옥탄 等	秀	優	不	良
芳香族系 톨루엔, 벤젠 等	良	不	不	不
알칼리溶液	優	不	優	秀
鹽素化 溶液	可	不	可	不
酸素化 溶液	不	不	良	不
물	秀	不	秀	秀
耐油性, 官能基 含有				
動植物油	優	優	優	優
브레이크液, 非石油系	不	不	良	不
디에스테르系의 合成 潤滑油	良	可	不	不
E.P. 기어用 潤滑油	良	優	良	良
揮發油 납含有一般用	良	不	不	不
高납含有用	良	不	不	不
非납含有	良	不	不	不
하이드릴릭油				
石油系	優	優	不	良
磷酸에스테르系	不	不	優	不
실리케이트 에스테르系	優	良	不	優
물과 글리콜	優	良	不	優
Lube油(石油系)				
高 아닐린點用	優	優	優	優
低 아닐린點用	優	優	良	良

한 極限溫度에 맞추어 製造하면 極限溫度에서는 滿足한 값을 나타내지 못한다. 또 121°C 以上の 溫度에서는 使用壽命을 短縮시키는 缺點을 가지고 있다.

지난 10餘年동안 自動車の 稼動溫度는 점차 上昇되어 135°C에서 149°C까지 되었는데, 이같은 條件下에서 NBR를 使用하게 되면 硬化現象과 함께 재빨리 破壞된다.

現在까지 高溫과 耐油用 彈性體로서 폴리아크릴레이트, 실리콘고무 및 플루오르고무가 利用되었는데 다음 表 2는 EAE와 지금까지 使用되어온 特殊合成고무들 과를 比較한 것이다. 이에 따르면, 폴리아크릴레이트고무는 高溫霧圍氣(177°C)와 耐油性에서는 좋은 結果를 보이나, 低溫霧圍氣下에서는 劣勢를 보여 -17.8°C에서 부러져버린다. 어떤 特殊等級의 폴리아크릴레이트고무는 上記條件에 合當한 物性을 보이는 等級이 있으나 一般級 보다 高價格인 뿐만 아니라 耐摩耗性이 좋지 못하며 官能性 溶媒에 對한 耐油性 및 全般的 物理的 特性에 低下를 가져 온다.

실리콘고무는 135°C에서 滿足한 값을 보이나 149°C에서는 점차 物性的 低下를 가져오며 마침내 반죽狀으로 變한다. 때문에 실리콘고무는 嚴한 耐油條件을 要求치 않는 곳, 摩耗를 必要치 않는 곳에 適當하다.

한편 플루오르고무는 疑心할 必要없이 高溫에서의 시일링材로 物理·化學的 特性에 均衡을 이룬다. 그러나 어떤 種類는 低溫에서 多少 脆弱點을 보이기도 하며, 特히 製品單價가 高價이어서 一般 商品用 시일링材로서는 不適合하다.

2. EAE 彈性體의 開發과 用途

지금으로부터 約 4年前 새로운 彈性體의 開發을 示

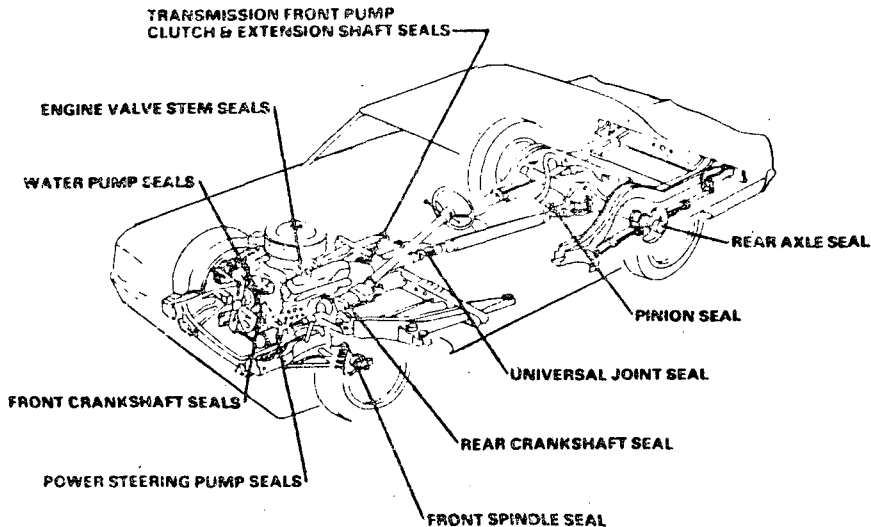


그림 2. EAE의 利用可能 部分

圖하였는데 그때는 MPE라고 紹介되었으나, 現在는 商品名으로 Vamac이라 하며 Du Pont에서 販賣하고 있다.

EAE의 시일材로서의 使用溫度는 -54°에서 177°C이며, 耐摩耗性이 優秀하며 物理·化學的 2가지 特性을 고루 具備하고 있다. 價格面에서 보건대, 低溫用의 폴리아크릴레이트고무와 거의 同一하므로 高溫用의 시일材로 代替使用할 수 있다.

EAE彈性體는 基本的으로 에틸렌과 메틸아크릴레이트와의 共重合體로써 商品化形態는 검정색을 비롯하여 各種 色相으로 된 他合成고무와 同一한 形態이다. 그러나 着色된 配合物에서는 耐熱性, 壓縮줄음率이 黑色 配合物보다 多少 낮은 數値를 나타낸다.

EAE配合物은 엔진, 트랜스미션, power steering 등의 기름 외에도 기어오일에 만족한 耐油性을 나타내며, 耐水性 및 엔진用 冷媒에도 좋은 保持力을 준다. 그러나 配合할 때에는 어떤 特定 기름에 對한 耐油性 配合를 하여야만 EAE의 效果를 더욱 發揮할 수 있는 바, 예컨대 어떤 着色配合物을 100°C의 물에 浸漬하면 弱한 耐水性을 나타낼 수도 있기 때문이다. EAE고무는 廣範圍한 溫度와 周波數에서도 優秀한 振動制御作用을 한다. 한편 EAE 彈性體는 大部分의 다른 고무와 마찬가지로 揮發油, 乘用車用 브레이크液, 磷酸에스테르를 基材로 한 高壓用 기름, 強한 酸類의 시일材로 使用할 수 없다.

그러나 EAE 彈性體는 高溫下에 長時間 露出되는 곳의 시일材로 適當할 뿐만 아니라, -40°C의 低溫에서도 耐衝擊性이 優秀하므로 이같은 方面에 應用함이 適當하며 耐摩耗, 特히 3RMS에서 부터 22RMS 까지 適當함을 나타내었다.

3. 시일材의 應用

EAE 彈性體는 그림 2에서와 같이 自動車用 시일材로서 여러 部品에 活用할 수 있음을 보여주고 있다. 그러나 開發品은 아직도 不足한 面을 가지고 있으므로 技術開發向上으로 이를 克服하여야 한다. 오일시일 工業에 있어서, 어떤 새로운 材料로 만들어진 製品의 商品化條件은 적은 不良率로서 多量으로 生産되어야 한다. 때문에 EAE의 시일材로 利用擴大하기 위한 手段의 一環으로 現段階에서는 機械의 特性 및 周圍環境 即 耐候性, 耐老性, 耐溶劑性 등에 基準한 研究, 開發이 廣範圍하게 遂行되고 있다.

다음 表 3과 4는 一般用 EAE 彈性體의 配合과 이의 代表의 特性을 再確認하여 주고 있다. 同 配合表에 의하면 EAE를 비롯한 카아본 블랙, 補強性 및 生産價節減을 위한 鑛物性 充填劑, 加工助劑 및 加黃, 促進劑 등이 包含되어 있으며 加黃條件도 一般 고무와 同一하다.

表 3. EAE의 基本配合

配 合 材	部
Vamac B-124MB*	124.00
스테아르 酸	2.00
프로세스 오일	1.00
可塑劑(低溫用)	20.00
카아본 블랙	45.00
鑛物性 充填劑	45.00
加黃促進劑	4.00
加黃劑	1.50

加黃條件: 프레스加黃, 204°C에서 3分後 加黃
177°C에서 4時間

* du Pont의 商品名

表 4. EAE 加黃體의 物理的 特性

項	目
硬度(도)	74
比重	1.38
100% 모듈러스(kg/cm ²)	62
引張強度(kg/cm ²)	98
伸張率(%)	230
老化試驗: 149°C, 70時間	
硬度變化(도)	+4
100% 모듈러스變化(%)	+22
引張強度의 變化(%)	+12
伸張率의 變化(%)	-19

老化試驗: 177°C, 70時間

硬度變化(도)	+7
100% 모듈러스變化(%)	+51
引張強度의 變化(%)	+15
伸張率의 變化(%)	-31

耐油試驗: 149°C, 168時間

ASTM #1 오일

硬度變化(도)	+3
100% 모듈러스變化(%)	+28
引張強度의 變化(%)	+23
伸張率의 變化(%)	-7
體積變化(%)	-2

ASTM #3 오일

硬度變化(도)	-26
100% 모듈러스變化(%)	-18
引張強度의 變化(%)	-6
伸張率의 變化(%)	+1
體積變化(%)	+38.3

自動車用 트란스밋손液

硬度變化(도)	-8
100% 모듈러스變化(%)	+1
引張強度의 變化(%)	+12
伸張率의 變化(%)	+1
體積變化(%)	+12.6

SAE 10W 30 엔진오일

硬度變化(도)	-3
100% 모듈러스變化(%)	-5
引張強度의 變化(%)	-5
伸張率의 變化(%)	-12
體積變化(%)	+11

Power steering 液

硬度變化(도)	-8
100% 모듈러스變化(%)	+6
引張強度의 變化(%)	+14
伸張率의 變化(%)	-2
體積變化(%)	+14.4

壓縮卷縮率: 149°C

22時間(%)	25.7
70時間(%)	26.6

耐寒試驗 (ASTM D-1053) (°C)

T-2	-6.1
T-5	-22.2
T-10	-27.5
T-100	-43.0

低溫衝擊試驗 (ASTM D-746) (°C)

通過	-37.2
不通過	-40.0

4. EAE의 實驗

現在까지 시일材料에 適合한가를 判定하기 위하여 여러가지 項目을 試驗중에 있는데 우선 整理된 資料만을 紹介하기로 한다. 自動車の transmission front pump seal(나선型)에 있어서 실리콘시일은 reversion 또는 摩耗 등에 問題가 있으나 約 50餘個의 EAE를 使用한 結果 어떠한 漏損도 없었을 뿐만 아니라, 極少量의 摩耗, reversion, 고무의 굳어짐 또는 기름에 의한 劣化로 漏損이 發生치 않았다. 特히 EAE를 실리콘, 폴리 아크릴레이트 등의 시일材와 比較컨대, 실리콘시일은 低溫에서 相當한 摩耗와 reversion을 나타내었고 폴리 아크릴레이트도 摩耗 外에 lip에 劣化를 일으켰으나, EAE는 그렇지 않았다. 全體的으로 볼때 EAE는 上記 2가지 보다 優秀하다고 할 수 있다. 그러나 試驗條件을 300時間 維持시킨 後, 上記 3가지 고무의 漏損如否를 測定한 結果 3가지 모두 漏損이 없었다.

4.1 低溫衝擊試驗

彈性體의 低溫特性을 評價하기 위한 手段으로써, 다음과 같은 機器를 考案하였다. 衝擊棒의 速度는 實際 시일의 使用도와 最大限 同一하겠끔 衝擊과 偏向力을 再顯할 수 있도록 하였고 試驗方法은 試驗시일을 一定한 直徑으로 固定된 샤프트에 놓을 수 있도록 하였다. 衝擊棒은 空氣가 作動하는 실린더에 裝着시켰으며 assembly는 一定한 時間동안 미리 調整된 低溫室에 裝着시켰는데 이는 실린더가 作動한 後에 衝擊棒이 一定한 試驗溫度下 미리 測定된 距離의 시일에 놓을 수 있게 한 것이며 시일材의 不合格判定은 어떠한 龜裂도 發生하지 않아야 된다.

이 低溫衝擊試驗은 動的 및 靜的 2가지로 區分된다. 動的試驗(또는 衝擊試驗)에서는 90psi의 空氣를 실린더에 注入시킴으로 말미암아 실린더가 約 30×1/10秒 動作할 수 있게 하며, 靜的試驗(또는 偏向試驗)에서는 空氣壓력을 시일의 屈折이 될때까지 점차적으로 注入하며, 偏向(비틀림)은 오실로스코프로 判讀할 수 있는 裝置이다.

4.2 傳動펌프用 시일(Transmission pump seal)의 比較

8個의 EAE와 4個의 폴리 아크릴레이트로 된 自動車用 傳動알 펌프用 시일을 上記 機器로 行하였는 바, 試驗溫度는 變化시킬 수 있고, 時間은 4時間으로 固定시켰다. 試驗시일은 各溫度마다 方斜角으로 0.51mm로 變化시켰으며 샤프트의 直徑은 47.6mm로 하였다.

이같은 條件으로 行한 試驗結果는 表 5에 나타내었

는바, EAE가 低溫에서 優秀함을 알 수 있음에 反해, 모든 폴리 아크릴레이트로 된 시일은 -42°C에서 屈折이 生겼다. 即 同溫度에서는 어떠한 EAE 시일도 屈折이 生기지 않았고 단지 -46.7°C에서 屈折이 일어났다. -52.8°C에서도 3/4의 EAE가 滿足한 값을 보였다.

表 5. EAE와 폴리 아크릴레이트의 低溫 Shock Test

시일番號	고무種類	試驗溫度 (°C)			
		-42	-46.7	-51.1	-52.8
U-281	EAE	通過	通過	切損	—
U-282	EAE	通過	通過	通過	—
U-283	EAE	通過	通過	通過	—
U-284	EAE	通過	通過	通過	—
U-275	EAE	通過	通過	—	通過
U-278	EAE	通過	通過	—	通過
U-279	EAE	通過	通過	—	通過
U-280	EAE	通過	通過	—	切損
Y-16	폴리 아크릴 레 이 트	切損	—	—	—
Y-17	폴리 아크릴 레 이 트	切損	—	—	—
Y-8	폴리 아크릴 레 이 트	切損	—	—	—
Y-9	폴리 아크릴 레 이 트	切損	—	—	—

4.3 其他 試驗結果

現在 클러치用 시일이 여러 곳에서 試驗중에 있으며, 한 自動車製造社는 EAE의 耐摩耗性과 耐低溫特性을 參酌하여 制限된 車種이긴 하나 이미 클러치用 시일材로서 EAE를 使用하고 있다. 이것이 아마도 EAE가 自動車 시일용으로 처음 使用한 材料로 믿어진다.

이 외에도 프로토타입의 試驗에 더욱 要求된다. 高壓用 시일과 같은 分野에서는 EAE가 適合하지 않는 것으로 생각되는 바, 예컨대 power steering pressure seal은 耐摩耗 및 耐低溫性 뿐만 아니라 더욱 重要한 項目은 豫想 稼動壓力이 1600 psi(11MPa) 또는 그 이상에서도 견디어야 하기 때문이다. 그러나 高壓用 power steering을 除外한 一般用으로는 適合하다.

5. 實驗結果

EAE가 開發된지는 몇년에 지나지 않으나 上記 實驗 外에 各種 資料를 綜合하여 보진대 다음과 같은 結論을 얻을 수 있다.

EAE 配合物은 使用溫度範圍가 -54~177°C이며, 이같은 條件下에서 引張強度, 伸張率, 耐壓縮율은,

耐腐蝕性 引裂強度, 耐오존性 및 耐候性을 비롯한 物理的 特性이 優秀하였다.

또한 耐油·耐溶劑性에 있어서, EAE가 自動車用 傳動液, 엔진오일, 몇몇 기어오일과 炭化水素로 된 그리이스, 물, 엔진冷却煤, 묽은 酸 및 묽은 鹽基의 存在 下에 우수한 耐性을 나타내었다.

그러나 몇몇 溶劑下에서는 不適合한 것으로 判斷되는데, 例를 들자면 揮發油, 強酸, 高壓蒸氣, 制動液, 디에스테르系的 合成潤滑油, 磷酸에스테르를 基材로 한 高壓用 기름, 鹽素化 파라핀系 등이다.

EAE를 시일材로 應用할 때에는 이를 위한 特殊 디자인을 考慮치 않아도 되며, 다른 彈性體처럼 摩擦을 減少하기 위하여 또 耐摩耗性을 向上시키기 위하여 黑鉛, 黃化몰리브덴, 綿몽치 등의 潤滑材를 添加할 必要 없다. EAE는 特히 시일 lip(被과이프 또는 被接觸面과 接觸하는 튀어나온 고무部門)으로써 耐摩耗性이 優秀하다. 어떤 시일, 다시 말하면 内部直徑의 크기가 76.2mm 또는 그 以上되는 틀(모울드)을 使用할 경우에는 一般 合成고무用 틀과는 다르게 製作할 必要가 있는데 이러한 理由는 고무別 서로 收縮率이 다르기 때문이다.

EAE는 壓縮成型, 移送成型 또는 射出成型을 行할 수 있으며, 經濟的인 侧面에서 高品質의 製品을 生産하고자 할 때에는 特殊한 모울드製造方法을 確立하여야 한다.

6. EAE의 시일材로서의 展望

EAE가 시일材로서 使用하기가 適合한가를 判斷하기에는 이에 關한 꾸준한 研究·開發에 左右된다. 現

在까지 EAE를 使用한 工業製品의 量은 少量에 不過하다. 그러므로 이에 對한 品質評價는 制限된 分野 또는 回分式 試驗에 의한 結果이므로 이를 벗어난 廣範圍 評價가 期待된다.

過去の 實驗과 實驗結果를 綜合하여 보건대, EAE 彈性體이 代表的인 用途는 自動車의 transmission front pump, 클러치 및 engine front shaft seal 등을 꼽을 수 있으며, 앞으로 이의 期待되는 用途는 engine rear crank shaft를 비롯하여 transmission extension과 shifter shaft, power steering pump 또는 pinion seal 등을 들 수 있다.

오늘날 在來 自動車에는 EAE가 적은 比率로 利用되고 있으나, 앞 車輪部門에 새로운 시일材로 脚光을 받게 될 것으로 豫想된다. 물론 經濟的 侧面으로 볼 때 마땅히 考慮되어야 할 事項이나, EAE 彈性體는 特殊 合成고무로써 실리콘고무 또는 폴리아크릴테이트고무와 競爭的으로 使用할 수 있다.

自動車用 시일材로서 市場에 깊숙히 파고들 수 있는 EAE의 成功與件은 무엇 보다도 앞으로 作動되는 自動車의 使用溫度에 달려있다.

EAE 고무의 特性으로 보아 自動車用 시일材 外에 期待되는 곳은 spark plug boots, 라디에터, transmission과 power steering 호오스, body와 engine mount 또는 diaphragms 등이다.

參 考 文 獻

1. John Carr and Arthur Ginn, Ethylene/Acrylic Elastomers New Candidates for sealing Application, Elastomerics 110, #12, 24 (1978).

<토막소식>

耐熱性을 向上시키는 새로운 架橋劑

西獨의 Rhein-Chemie Rheinau社(Bayer의 子會社)가 밝힌 바에 따르면, 同社는 天然·合成고무의 耐熱性과 耐老化性을 向上시키는 2가지의 새로운 架橋劑를 開發하였다고 함.

商品名으로 Rhenocure M이란 것은 白色粉末로 4,4-디티오디모르폴린이며, Rhenogram DTDM은 化學組成이 前者와 同一하나, 形態面에서는 어떤 重合體가 이의 周圍에 둘러 쌓인 棘立狀인.

架橋에 있어서, 이들은 從來의 黃과는 달리 黃이 모노 또는 디숄라이드形態로 加黃되며, 高溫에서 加黃하여도 不良要因을 同伴하지 않고 빠른 架橋를 할 수 있

다고 함.

Elastomerics 111 #3 (1979)

Dow, 太陽熱 시스템 設置

조지아州 Dalton工場에서는 라텍스生産用 蒸氣發生機로 太陽熱 시스템을 採擇하리라 하는 바, 同工場은 SBR라텍스工場으로서 世界에서 第一 큰 것이며 市場占有率이 約 20%임. SBR라텍스의 主用途는 카펫트製造用임.

이 시스템의 主要 特徵을 보면, 太陽이 集積器를 通하여 移送液을 約 500°F 加熱시키며, 加熱된 液體는 보일러로 循環되어 366°F에서 150PSI의 蒸氣壓을 發生시킴.

Elastomerics 111 #3 (1979)