

自動車用高耐熱電線

環境・エネルギー研究所 深井 猛¹・渡邊 知久²・直江 邦浩³
自動車電装事業部 望月 淳⁴

High Heat-Resistant Cable for Automobiles

T. Fukai, K. Naoe, T. Watanabe, and M. Mochizuki

近年、環境保護への関心の高まりから、モータを併用した Hybrid Electric Vehicle (HEV) の普及が急速に進んでいる。HEV ではエンジンとモータの位置関係から、耐熱性に優れ、狭いスペースを有効利用するための取り回しの良い柔軟なケーブルが求められている。そこで高耐熱性と高柔軟性をあわせ持つ自動車用高耐熱電線を開発した。

In recent years, HEV with motor and engine has become popular because of increasing environmental conservation awareness. Considering the relative position of engine and motor, cable of HEV needs to have heat resistance properties. Moreover, for effective wiring in confined space, HEV cable should be flexible. To meet the above requirements, Fujikura has developed heat-resistance and flexible silicon rubber cable.

1. ま え が き

近年、環境保護への関心の高まりから、モータを併用した HEV の普及が急速に進んでいる。HEV ではエンジンとモータの位置関係から十分な安全性を得るために、耐熱性の優れた材料である必要がある。また狭いスペースを有効利用するための取り回しの良い柔軟なケーブルが求められている。しかし一般的には高耐熱を有する高分子は結晶性が高く強硬であり、高耐熱と高柔軟をあわせもつ材料は少ない。また柔軟性が高く安価なポリオレフィン、架橋することで耐熱性を向上することができるが十分な耐熱性とは言い難い。自動車用途で多く用いられるフッ素ゴムは、高耐熱と高柔軟をあわせもっているが高価であること、またハロゲン原子を含有していることから廃却時の環境への負荷が問題である。そこで高耐熱性と高柔軟性をあわせ持ち、ハロゲンを含まない環境にやさしい自動車用高耐熱電線を開発したので、これを報告する。

2. 開 発 目 標

今回開発したケーブルの耐熱性については自動車用電線規格である ISO 6722 の要求特性 Class D を目標とした。またその他の特性については表 1、表 2 に示す項目を目標性能として本開発を行った。

1 ケーブル技術研究部
2 ケーブル技術研究部グループ長
3 ケーブル技術研究部部長
4 電装品技術部グループ長

3. 自動車用高耐熱電線の開発

3.1 材料の調査と開発

高柔軟が求められることからゴム材料に注目し、また高耐熱を求められることからシリコンゴム材料に着目して開発を行った。一般的にシリコンゴムは耐薬品性、特にガソリンや軽油に脆弱であることが知られている¹⁾。そこで耐薬品性を改善するために配合剤²⁾の検討を行った。シート試験の結果、図 1 に示すように大きく耐薬品性を改善することができた。また、その他の項目についても ISO 6722 Class D に合格することを確認した。

3.2 自動車用高耐熱電線の作製と評価

シート試験で良好な結果を得たことから、開発した材料を用いてケーブルを作製し、評価を行った。試作したケーブルの構造を図 2 に示す。また端子付けを行い図 3 に示すようなパワーケーブルを試作した。

作製したケーブルを ISO 6722 に準拠して評価し、その結果を表 3 にまとめた。また規格で求められるもので

表 1 ISO 6722 によるクラス分け
Table 1. Classification by ISO 6722.

クラス	使用温度域
A	-40 ~ 85
B	-40 ~ 100
C	-40 ~ 125
D	-40 ~ 150
E	-40 ~ 175
F	-40 ~ 200

略語・専門用語リスト		
略語・専門用語	正式表記	説明
HEV	Hybrid Electric Vehicle	ハイブリッド自動車，本文中では主としてガソリンエンジンと電気モータを組合わせた自動車を指す

表2 ISO 6722 による要求特性の一部
Table 2. A part of demand characteristic by ISO 6722.

項目	規格	要求特性
耐熱性	ISO 6722 クラス D	長期：3000 時間, 150 の加熱試験の後, 巻付け試験をし破断なきことを確認した後, 耐電圧試験で絶縁破壊が起きないこと 短期：240 時間, 175 の加熱試験の後, 巻付け試験をし破断なきことを確認した後, 耐電圧試験で絶縁破壊が起きないこと
耐寒性	ISO 6722	-40 に4時間冷却の後, 巻付け試験をし破断なきことを確認した後, 耐電圧試験で絶縁破壊が起きないこと
耐電圧		塩水に4時間浸漬させた後, 1 kVを30 分, 5 kVを5分負荷させ絶縁破壊が起きないこと
耐薬品性		20 時間薬品に浸漬後, 巻付け試験をし破断なきことを確認した後, 耐電圧試験で絶縁破壊が起きないこと. ケーブル外径の最大変化が±15 %以下であること
難燃性		70 秒以内の消炎, 加えて絶縁体が50 mm以上残ること

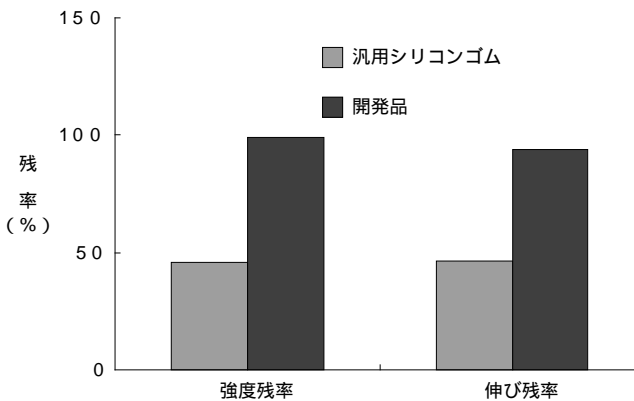


図1 耐薬品性の改善効果

Fig. 1. Improvement effect of chemical resistance.



図2 シリコンゴム電線の構造
a) 導体, b) シリコンゴム絶縁, c) 編組, d) シリコンゴムシース

Fig. 2. Structure of electric wire

a) Conductor, b) Silicon rubber insulation, c) Braided shield, d) Silicon rubber cable sheath.



図3 シリコンゴムパワーケーブル
Fig. 3. Silicon rubber power cable.

はないが、その他の特性を表4にまとめた。表4に示す硬度は直接的に柔軟性を示すものではないが、従来のポリオレフィンの場合ショアD硬度を用いることを考慮すると開発品の硬度は十分に低く、柔らかい。耐熱特性に関して従来のポリオレフィン架橋品と比較し調査した結果を図4に示す。図4からもわかるように従来品、架橋ポリオレフィンタイプでは融点を越える温度付近から急激に軟化を始める。著しい形状の変化は伴わないが、被覆材料としての強度は大きく低下する。しかし、開発品では150の加熱変形を考慮した設計のため、このような現象は生じず、高温域での安定性が高い。この高い温度特性から許容電流を向上することができるため、図5に示すように導体サイズを小さくして、発熱量が増加しても十分に使用することができる。

表3 試作ケーブルの試験項目とその合否
Table 3. Test results of preproduction cable.

試験名および項目		Siゴム絶縁
耐熱試験	絶縁破壊の有無	短期(175 , 240 h)
		長期(150 , 3000 h)
耐寒試験	絶縁破壊の有無	
耐電圧試験	絶縁破壊の有無	
耐薬品試験	絶縁破壊の有無	
難燃試験	燃焼の有無	

表4 試作ケーブルの特性
Table 4. Preproduction cable characterizations.

試験名および項目		Siゴム絶縁
引張試験	機械特性	強度(MPa)
		伸び(%)
加熱変形試験	変形率(%)	
絶縁破壊試験	破壊電圧(kV)	
硬度測定	ショアA	

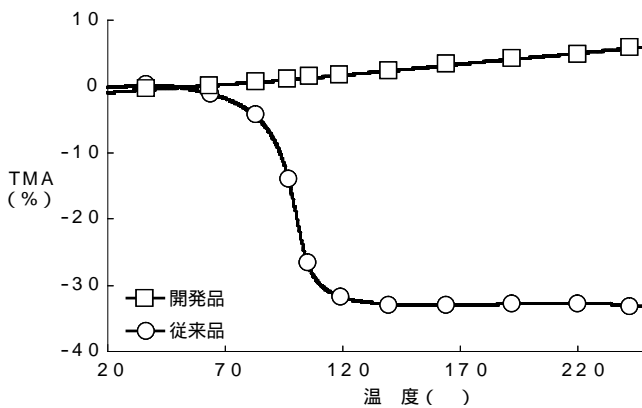


図4 熱機械分析による軟化特性
Fig. 4. Measurement of softening characteristic.

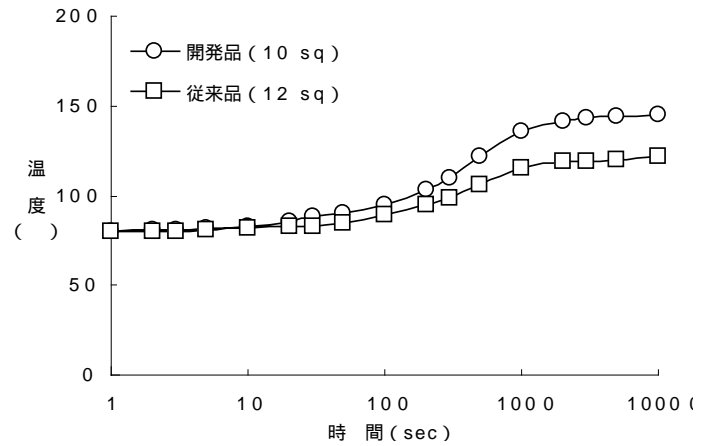


図5 ケーブルサイズによる発熱量の差
* 90A 通電したときの発熱量の差
Fig. 5. Heat value difference by cable size.

4. むすび

本報告のようにシリコンゴムの耐薬品性を配合剤により改善した耐熱シリコンゴム材料を開発した。またこの材料を用いてケーブル試作を行い、ISO 6722 Class Dに合格することを確認した。さらに150 を超える高温域でも高い安定性を有するため、強度低下を生じないことを確認した。従来よりもケーブルサイズを小さくすることができ、軽量化、低コスト化に期待が持てる。今後はさらなる柔軟化、低コスト化を検討する。

参考文献

- 1) 日本ゴム協会：ゴム技術の基礎，pp.131-133
- 2) フィラー研究会：フィラー活用事典，pp.11-15