



ハロゲンフリー熱融着型 ABS センサーケーブルの開発

森岡恒典*・橋本 智・早味 宏
椎名和聡・小林清英・佐伯省二
萩尾温彦

Development of Halogen-Free Small-Diameter Heat-Adhesive ABS Sensor Cable — by Tsunenori Morioka, Satoshi Hashimoto, Hiroshi Hayami, Kazuto Shiina, Seie Kobayashi, Seiji Saiki and Atsuhiko Hagio — Anti-lock brake system (ABS) has been installed as a basic system for supporting safety driving of automobile since 2000. SEI has developed the heat adhesive ABS sensor cable that contributes to the reduction of process cost for wheel speed sensor unit production. The heat-adhesion ABS cable adheres to the housing material during the injection molding process to make a waterproof seal between the cable and the sensor. SEI is promoting the use of environmentally friendly halogen free wire and cables in automotive wire harnesses. Corresponding to this program, SEI has succeeded in developing the halogen free small diameter heat adhesive ABS sensor cable.

1. 緒 言

ABS（アンチロックブレーキシステム）は車輪速センサーで検出した信号をECU（Electronic Control Unit）で受け、アクチュエーターでブレーキ油圧を制御し、路面状況に応じたブレーキングを行うシステムで、自動車の安全走行を支える基幹システムとして2000年より標準装備されている。ABSセンサーケーブルは、車輪速センサーの出力信号をECUに伝送するためのケーブルで、車輪速センサーは車輪近傍に装着されるため、着水、着氷など厳しい環境に晒され、センサーとケーブルの接続部には高度な防水性が要求される。

当社は、図1のように、車輪速センサーとケーブルの接続部において、ケーブルの外被がモールド樹脂と熱融着することで防水性が発現する熱融着型ABSセンサーケーブルを開発した⁽¹⁾。従来はケーブルの外周に防水用部材を取り付けてから、射出成形法で樹脂モールドする方法で防水性

を得ていたが、熱融着型ABSセンサーケーブルはシール部材の装着が不要となるメリットがあり、工程短縮による加工コストの低減に寄与し得る製品としてユーザーにて採用頂いている。

さて、自動車用の電線、ケーブルはJASO規格（（社）自動車技術会の規格）、ISO規格などにより難燃性が要求されるが、当社では自動車用のワイヤーハーネスにおいて、環境負荷の低減を目的に絶縁材料のハロゲンフリー化を進めており、熱融着型ABSセンサーケーブルにおいてもハロゲンフリー化を進めるとともに、コスト低減を図るべく、細径化品の開発に取り組んだ。以下に詳細を報告する。

2. ハロゲンフリー熱融着型ABSセンサーケーブルの開発

2-1 熱融着型ABSセンサーケーブル

ABSセンサーケーブルは図2に示すように、絶縁電線の外周を介在と外被で被覆した構造のケーブルである。このケーブルはタイヤハウス内を配策されるため、柔軟性ととも機械

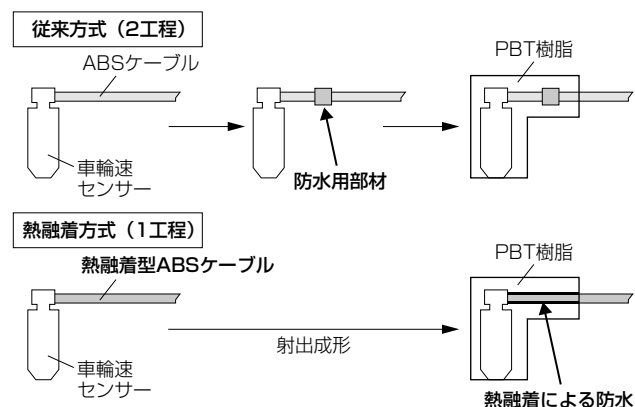


図1 熱融着型ABSセンサーケーブル

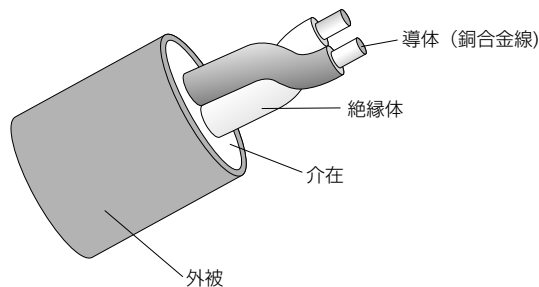


図2 ABSセンサーケーブルの構造

的強度、耐摩耗性が要求され、外被には柔軟性と機械的強度を兼ね備えた熱可塑性ポリウレタンエラストマー（以下、ポリウレタン）を採用し、電子線照射で架橋することにより、耐摩耗性と耐水性の向上を図っている。(2)

これに対し、熱融着型ABSセンサーケーブルは、外被にポリウレタンと熱可塑性ポリエステルエラストマー（以下、ポリエステル）のポリマーアロイを適用したことが特長である。車輪速センサーのモールド樹脂には、ポリブチレンテレフタレート（PBT樹脂）やポリアミド樹脂が使用されるので、これらのモールド樹脂との熱融着性を担うポリエステルをマトリックスとし、機械的強度や耐摩耗性を担うポリウレタンをドメインとして微分散したポリマーアロイを開発、適用しており、相構造の例（SEMの反射電子像）を図3に示す。

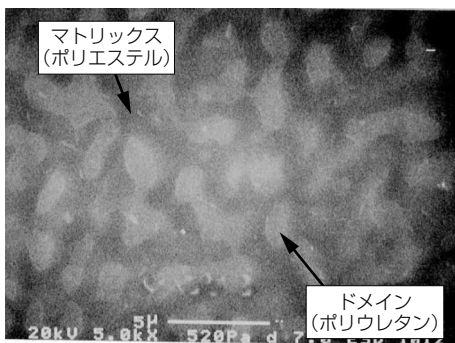


図3 ポリマーアロイ材の相構造

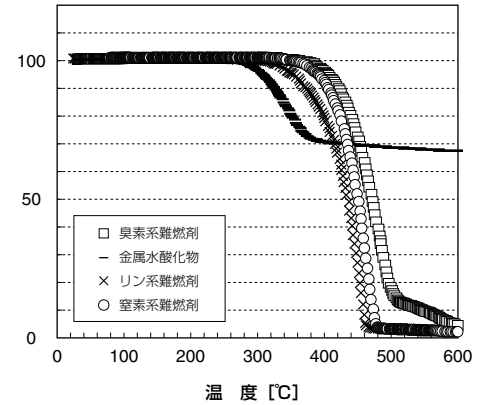


図4 各種難燃剤の熱重量分析

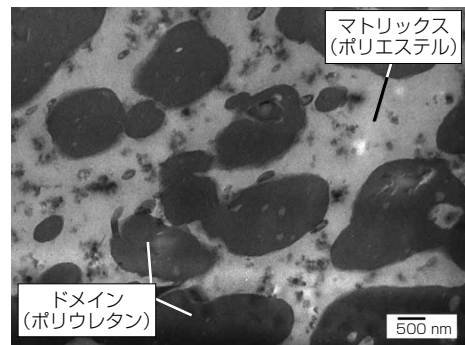


図5 難燃剤を添加したポリマーアロイ材の相構造

2-2 ハロゲンフリー難燃化 ポリウレタンやポリエステルは可燃性の樹脂であり、そのままケーブルの外被に適用すると燃焼試験において不合格となるため、難燃化する必要がある。樹脂材料の難燃化は、難燃剤を配合する、無機フィラーなどの充填剤を配合して可燃性物質の比率を低減するなどの方法がある。塩素や臭素などのハロゲン元素を含まない難燃剤には(1)水酸化アルミニウムや水酸化マグネシウムなどの金属水酸化物、(2)縮合系リン酸エステルなどのリン系難燃剤、(3)メラミン塩などの窒素系難燃剤がある。(3)

前述のように、車輪速センサーとケーブルとの接続部の樹脂モールドはPBT樹脂やポリアミド樹脂を射出成形する方法で行われるので、ケーブルの外被に用いる難燃剤は射出成形温度の260～300℃で分解してはならず、熱安定性の高いものを選定する必要がある。図4は代表的な難燃剤の熱重量測定を行った結果であり、窒素系難燃剤が従来のハロゲン系難燃剤と同等の熱安定性を有していることから、外被の難燃剤として選定した。

図5は窒素系難燃剤を添加したポリマーアロイ材の相構造をTEM（透過電子顕微鏡）で観察したものであり、図3と同様にポリエステルがマトリックスで、ポリウレタンが

ドメインとして微分散した相構造であることが確認できた。

2-3.ハロゲンフリー熱融着ABSセンサーケーブルの設計と試作 ハロゲンフリー熱融着ABSセンサーケーブルは、絶縁電線に絶縁体に照射架橋したハロゲンフリー難燃ポリエチレンを適用したHFSSX線（導体0.25SQ、絶縁外径1.4mm）を用い、介在に従来品と同じ柔軟性ポリエチレン（外径3.4mm）を適用し、外被に上記の窒素系難燃剤を配合したポリウレタンとポリエステルのポリマーアロイを適用し、外径を4.0mm（従来品5.0mm）とした。

図6は外被に添加した難燃剤量と燃焼試験におけるケーブルの燃焼時間の関係を調べたものであり、規格の燃焼時間30秒以下をクリアするには難燃剤を15vol%以上添加する必要があることがわかった。

一方、外被のモールド樹脂との熱融着性は、外被材のプレスシート（電子線照射）と、モールド材のPBT樹脂のプレートを、図7のように、熱プレス装置を用いて貼り合わせた試料を作製し、剥離強度を測定する方法で評価した。その結果、図8のように、剥離強度は難燃剤の添加量とともに低下する傾向が見られた。現行のハロゲン系難燃剤を添加した外被材はPBT樹脂に対して凝集破壊モードで

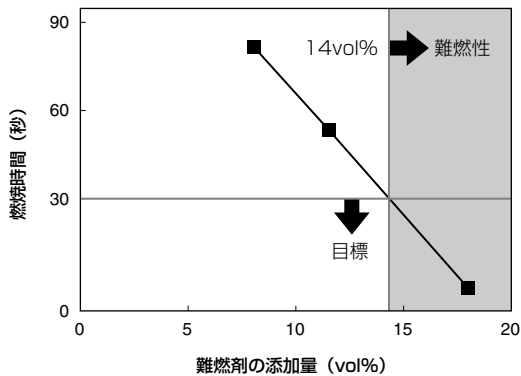


図6 ケーブルの燃焼時間と難燃剤添加量の関係

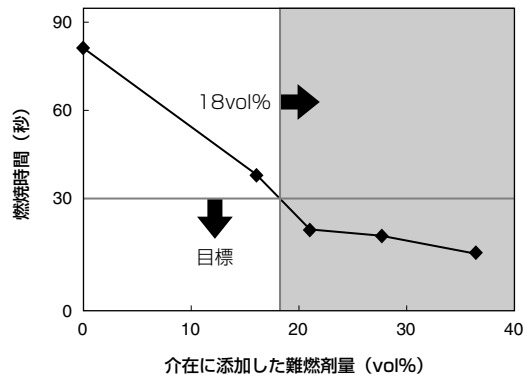


図9 ケーブルの燃焼時間と介在に添加した難燃剤量の関係

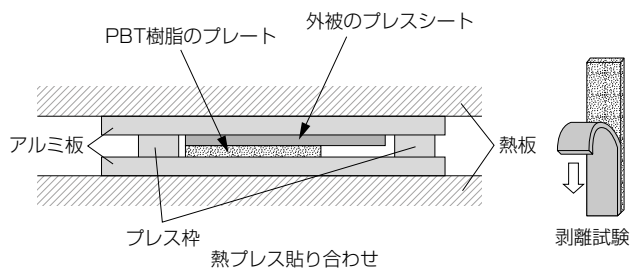


図7 熱融着性の評価方法

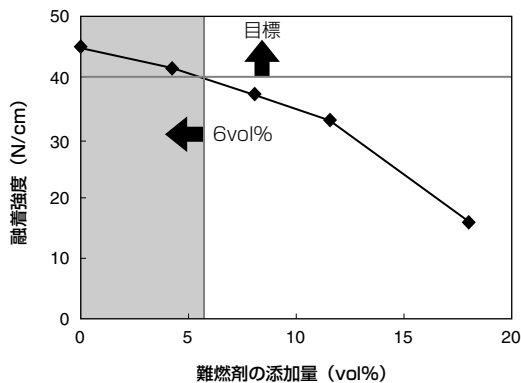


図8 融着強度と難燃剤添加量の関係

40N/cm以上の剥離強度を示すので、ハロゲンフリー系においても同等以上であることを目標とすると、難燃剤の配合量は6vol%以下とする必要があることがわかった。このことから、外被を難燃化する方法ではケーブルの難燃性と熱融着性の両立は困難であることがわかった。

2-4 介在層の難燃化 そこで、外被とともに介在も難燃化することで、ケーブルの難燃性をクリアする方法を検討することにした。介在の柔軟性ポリエチレンの難燃化は、ポリエチレンの難燃化に効果的な難燃剤である金属水酸化物の適用を検討した。

図9は外被の難燃剤の添加量を6vol%に固定し、介在の

金属水酸化物の添加量を振って、ケーブルの燃焼時間を評価した結果である。金属水酸化物の添加とともに燃焼時間は短くなり、18vol%以上の添加で燃焼時間は規格値の30秒以下をクリアすることがわかった。これにより、難燃性とPBT樹脂に対する熱融着性の両立が可能となった。

2-5 ケーブルの特性評価 上記のケーブルをJASO規格などに準拠して特性評価した結果が表1である。耐油性、耐熱性、低温性、耐熱水性に合格することがわかったが、耐摩耗性(テープ摩耗試験)が12.4mと規格値の20m以上を下回り、改良が必要であることがわかった。

表1 試作ケーブルの特性評価

項目	条件	単位	評価結果	規格値	
絶縁体	引張強さ	MPa	16.5	10.3以上	
	伸び	%	190	150以上	
外被	引張強さ	MPa	18.5	14.7以上	
	伸び	%	520	100以上	
耐油性	50℃×20Hr後、巻付耐圧試験(1000V)	-	破壊なし	破壊なきこと	
耐熱性I	136℃×168Hr熱老化後耐圧試験(1000V)	-	破壊なし	破壊なきこと	
耐熱性II	巻付、200℃×30min後耐圧試験(1000V)	-	破壊なし	破壊なきこと	
低温性	-45℃×3Hr後、巻付耐圧試験(1000V)	-	破壊なし	破壊なきこと	
耐熱水性	100℃×168Hr	引張強さ	残率%	74	30以上
		伸び	残率%	72	70以上
難燃性	JASO水平試験	秒	5	30秒以内消炎	
熱融着性	対PBT、230℃	N/cm	46	30以上	
耐摩耗性	荷重4.4N	m	12.4	20以上	

2-6 耐摩耗性の改良 外被のみを難燃化したケーブルの耐摩耗性を調べた結果、25mと規格をクリアすることから、耐摩耗性が規格を下回った原因は介在の耐摩耗性の不足であり、介在の耐摩耗性向上に取り組んだ。図10は

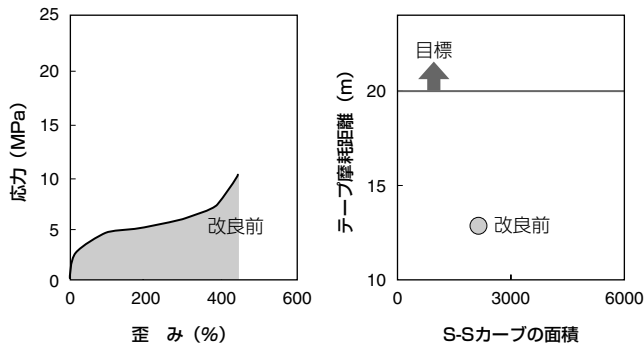


図10 材料のS-Sカーブとテープ摩耗性の関係

介在の引張試験のS-S (Stress-Strain) カーブを示したものである。S-Sカーブの面積は材料の破壊エネルギーと相関があることから、S-Sカーブの面積を大きくすることが耐摩耗性の向上に有効であると考えた。

そこで、改良のアプローチとして、(1) 柔軟性ポリエチレンの分子量アップによる引張強さ、伸びの向上、(2) 柔軟性ポリエチレンと金属水酸化物のカップリングによる凝集力の向上を考え、それぞれ効果を調べることにした。図11は、高分子量の柔軟性ポリエチレンを適用した系のS-Sカーブ、シラン系のカップリング剤を添加した系のS-Sカーブを測定したものであるが、(1) と (2) の併用により、S-Sカーブの面積はもとの約2倍に向上することがわかった。そこで、この材料を介在に適用したケーブルを試作してテープ摩耗性を評価した結果、23mと規格値の20mをクリアし、耐摩耗性の向上を図ることができた。

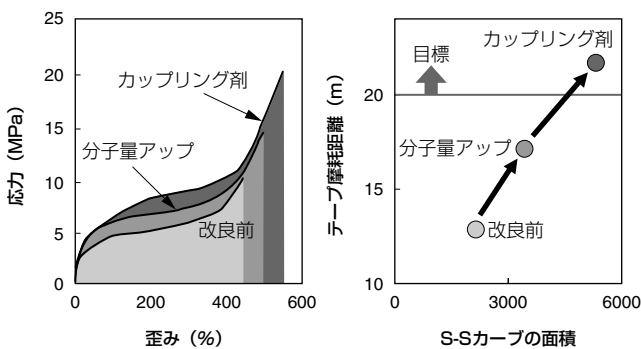


図11 介在のS-Sカーブとテープ摩耗性の関係

2-7 ケーブルの特性評価 上記のケーブルをJASO規格等に準拠して特性評価を行った結果、表2のように、全ての項目で規格値を満たすことが確認できた。開発したケーブルをユーザーに提案し、ケーブルに対するモールド成形性、モールド品の防水性を含めた信頼性評価を進めて頂いた結果、従来品同等の信頼性が得られることを確認して頂き、05年度より採用頂いている。

表2 開発ケーブルの特性評価

項目	条件	単位	評価結果	規格値	
絶縁体	引張強さ	MPa	16.9	10.3以上	
	伸び	%	189	150以上	
外被	引張強さ	MPa	17.6	14.7以上	
	伸び	%	469	100以上	
耐油性	50℃×20Hr後、巻付耐圧試験(1000V)	—	破壊なし	破壊なきこと	
耐熱性I	136℃×168Hr熱老化後耐圧試験(1000V)	—	破壊なし	破壊なきこと	
耐熱性II	巻付、200℃×30min後耐圧試験(1000V)	—	破壊なし	破壊なきこと	
低温性	-45℃×3Hr後、巻付耐圧試験(1000V)	—	破壊なし	破壊なきこと	
耐熱水性	100℃×168Hr	引張強さ	残率%	65	30以上
		伸び	残率%	74	70以上
難燃性	JASO水平試験	秒	5	30秒以内消炎	
熱融着性	対PBT、230℃	N/cm	43.8	30以上	
耐摩耗性	荷重4.4N	m	23	20以上	

3. 結 言

熱融着型ABSセンサーケーブルのハロゲンフリー細径品の開発を行った。開発したケーブルはハロゲンフリーで難燃性とモールド樹脂に対する熱融着性を両立するとともに、外径を4.0mmに細径化しつつ、耐油性、耐水性、耐摩耗性などのケーブルとしての信頼性を満足するものである。本ケーブルはユーザーの信頼性評価において、従来品同等であることが確認され、05年度より採用頂いている。今回開発したABSセンサーケーブルに限らず、熱融着による防水性の発揮という観点から自動車用センサー分野において幅広い活用が期待される。

参 考 文 献

- (1) 「SEIテクニカルレビュー」、No.159、p.115 (2001)
- (2) 「住友電気」第136号、p.174 (1990)
- (3) 「高分子材料難燃化技術の新展開」、(株)ビーケーシー

執 筆 者

- 森岡 恒典* : 住友電気電子ワイヤー(株) 技術本部 主査
橋本 智 : エレクトロニクス・材料研究所 高分子材料技術研究部
早味 宏 : エレクトロニクス・材料研究所 高分子材料技術研究部 部長
椎名 和聡 : 住友電気電子ワイヤー(株) 技術本部 主査
小林 清英 : 住友電気電子ワイヤー(株) 技術本部 課長
佐伯 省二 : 住友電気電子ワイヤー(株) 技術本部 本部長
萩尾 温彦 : 中部支社 電力電機営業部 主席

*主執筆者