

エコ多心ケーブル

電子材料事業部 中村 肇^{*1}・沢田 広隆^{*2}
材料技術研究所 馬淵 利明^{*3}・石田 克義^{*3}・渡邊 知久^{*3}
鈴木 淳^{*4}・吉野 明^{*5}

Multi Core Cable with Eco Materials

H. Nakamura, H. Sawada, T. Mabuchi, K. Ishida,
T. Watanabe, J. Suzuki & A. Yoshino

電線・ケーブルの被覆材料としては電気特性，機械特性，加工性等の特性が優れ，またコストも廉価であるためポリ塩化ビニル（以下PVCと略す）が使用されることが多い．しかし，PVCは不適切な条件で燃焼した場合のダイオキシン発生や，埋め立て処分した場合の鉛化合物の溶出による環境汚染が懸念されている．このため，電線分野においても，より安全で環境に配慮した材料が求められ，様々な品種の電線において環境対策や材料の研究開発が進められている．本報では，家電・電子機器分野におけるエコ多心ケーブルについての開発状況および今後の課題について報告する．

Polyvinyl chloride (PVC) is widely used in wire and cable sheaths due to its low cost, high workability, and exceptional electrical and mechanical characteristics. However, when burned under improper conditions, PVC generates dioxin. When buried in soil, it seeps lead into the environment. For these reasons, pressure has been mounting for some time to find alternative wire and cable materials that are less harmful to the environment. An increasing number of wires and cables are now environment-friendly, and research into the development of ecological materials for wires and cables is now picking up steam. The present report describes the current state of development of multi-core cables made from ecological materials for use in home electrical appliances and various electronic devices, and sketches future research directions.

1. ま え が き

近年，地球環境保護に対する世界的な要求から，環境にやさしい商品の開発・製品化に種々の分野で積極的に取り組まれている．現在，電線・ケーブルの被覆材料としては，電気特性，機械特性，加工性等の特性が優れ，またコストも廉価であるため，ポリ塩化ビニル（以下PVCと略す）が使用されることが多い．しかし，PVCは不適切な条件で燃焼した場合，燃焼時に有害ガスを発生させたり，鉛化合物が含まれるため埋め立て処分した場合，鉛化合物の溶出による環境汚染が懸念されている．

さらに2001年から家電製品4品目（TV，エアコン，冷蔵庫，洗濯機）において製造業者等による製品の回収・再生を法的に義務づける家電リサイクル法が施行された．このような動向から電子機器，OA機器等に使用される電線・ケーブルの環境対策がますます強く求められている．

これらの背景より，当社ではこれまでのハロゲンフリー難燃化技術¹⁾を用いて電子機器用エコ多心ケーブル（図1）の開発を行ってきたので，その開発状況および今後の課題について報告する．



図1 多心ケーブルアッセンブリ
Multi-core cable assembly

*1 開発部
*2 開発部グループ長
*3 化学材料開発部
*4 化学材料開発部主管部員
*5 化学材料開発部長

2. 要求特性と開発のポイント

電子機器およびその周辺機器に使用される電線・ケーブルには高難燃性が要求されている。多心ケーブルの要求特性にはUL規格が適用され、その難燃基準は垂直燃焼試験VW-1を満足しなければならない。また、あわせて優れた電気特性、機械特性等PVCと同等の特性が要求されている。

多心ケーブルの仕様と構造を表1、図2に示す。今回開発したケーブルは従来ケーブルのシース部分をノンハロゲン化したものである。

3. 材料の特徴

難燃化には少量添加で高難燃効果が得られるハロゲン化合物を使えないため、ノンハロゲン難燃剤として広く用いられている金属水和物（水酸化マグネシウムや水酸化アルミニウム）を使用している。金属水和物の難燃効果はハロゲン系難燃剤よりも低く多量添加が必要となる。一般にポリエチレン樹脂単体に難燃剤を多量に添加すると、機械特性は大幅に低下する。本開発品では金属水和物の多量添加ではなく、燃焼面での炭化物生成による酸素遮断、断熱作用が期待できる難燃助剤を併用することで金属水和物の添加量を抑え、かつVW-1（UL規格）に

合格する難燃性を得ることができた（図3）。さらに、難燃剤を添加しても機械特性が良好で、かつ高難燃性が得られる材料とするため、ベース樹脂はポリオレフィン系樹脂によるポリマアロイを施した。これらの手法により、機械特性を確保しつつ高難燃性を可能とした。

4. ケーブル特性

従来、機器用多心ケーブルは、UL規格に基づき品質保証している。開発したシース材料は5対の心線ケーブルで試作評価した。試作したエコ多心ケーブルの評価結果を従来のPVC多心ケーブルと比較して表2に示す。開発したエコケーブルは、UL規格に適合することを確認した。

さらに、多心ケーブルはハーネスとして機器に組み込まれて使用される場合がある。そのためケーブルの柔軟性も重要である。図4に示す方法でケーブルの可とう性を評価した。評価の結果、従来PVCと同等であることを確認した。

ほかに、電子・情報機器で使用される場合において、電気接点の導通不良や半導体製品への影響が懸念される化学物質（アウトガス）についても発生量を調査した²⁾。アウトガスの測定には、ヘッドスペースサンブラ付きGC/MS（ガスクロマトグラフィ/質量分析計）を使用した。製品からシース約2.0gを採取し、150 × 1時間の加

表1 多心ケーブル仕様
Specification of multi-core paired cable

対数	導体(すずめっき軟銅より線)		絶縁体外径(mm)	シース厚さ(mm)	仕上外径(mm)
	サイズ(AWG)	構成本/mm)			
5	28	7/0.127	0.88	1.0	6.0
10	28	7/0.127	0.88	1.0	7.5
13	28	7/0.127	0.88	1.0	8.0
17	28	7/0.127	0.88	1.0	9.0
20	28	7/0.127	0.88	1.2	10.0
25	28	7/0.127	0.88	1.3	11.0
30	28	7/0.127	0.88	1.3	12.0

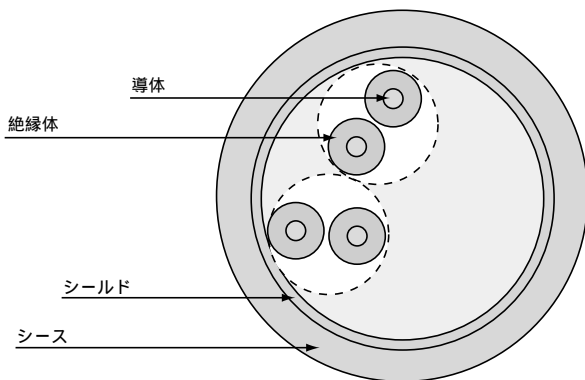


図2 多心ケーブル構造
Structure of multi-core paired cable

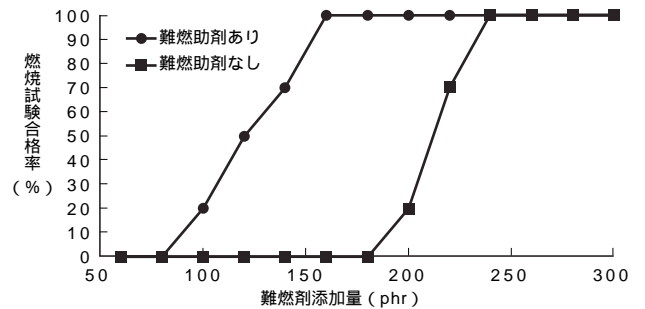


図3 難燃剤量と難燃試験（VW-1）合格率の関係
Relation between amount of flame retardant and VW-1 pass

表2 エコ多心ケーブルの特性
Comparison of Eco and PVC cable properties

項目	評価条件	単位	目標値	エコ多心ケーブル	従来PVCケーブル	
UL試験	引張強度	-	MPa	10以上	12	15
	引張伸び	-	%	100以上	250	350
	加熱老化後 引張強度残率	113 168h	%	75以上	110	110
	加熱老化後 引張伸び残率		%	75以上	80	95
	加熱変形率	100 2,000g	%	50以下	20	5
	低温巻付け試験	-20 4h	-	クラックないこと	良	良
	巻付け加熱試験	100 1h	-	クラックないこと	良	良
	難燃性VW-1	-	-	60秒以内自己消化	良	良
実用性試験	硬度	ショアD	-	40	39	38
	可とう性	荷重後の輪径	mm	150以下	130	120

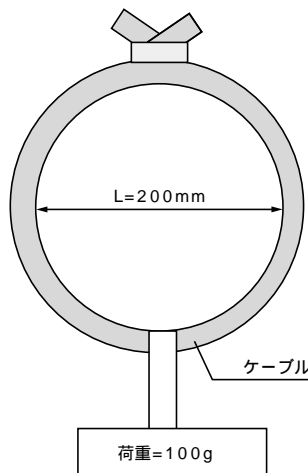


図4 可とう性評価試験
Method of flexibility measurement

表3 アウトガス試験結果
Result of outgas measurement

試料名	検出化合物	総発生ガス量(μg/試料1g)*
エコ多心ケーブル	アルコール類 低分子量成分	1.0以下
PVC多心ケーブル	アルコール類 低分子量成分	31.0

*n-デカン換算

熱により発生したガスを分析した。分析結果を表3に示す。エコ多心ケーブルの場合、化合物としてアルコール類および各種の低分子量成分が検出されたが、クリーンルーム内で問題視される可塑剤（例えば、フタル酸ジオクチル）やシリコン系物質については検出されなかった。発

生ガスの総量も1.0μg/試料1g以下であり、従来のPVC多心ケーブルよりも1桁少ない発生量となった。この結果から、エコ多心ケーブルはアウトガスの成分ならびに総発生量ともに使用に際して安全なケーブルであると言える。

5. 今後の課題

今回開発したエコ多心ケーブルのシース材料には、重金属やハロゲン化合物、環境ホルモン³⁾を含まないものの、高度な特性が要求されるため特殊な構成材料を使用しており、この結果PVCに比べて材料費が高価になる。量産による原料価格の低下を見込めるが、安価で同等以上の性能を持つ材料への代替によるコストダウンを検討する必要がある。

6. むすび

以上のように今回開発したエコ多心ケーブルは難燃性、機械特性、電気特性等各々の特性を満たしているだけではなく、実用面においても従来品であるPVC電線と同等以上の性能であることが確認できた。環境保護の観点から、エコ電線・ケーブルは、家電製品を中心として次第に普及しつつある。このような状況のもとで、今後はエコ電線・ケーブルの製品拡大をはかり、地球環境を考慮して持続可能な経済活動に努めていきたい。

参考文献

- 1) 鈴木ほか：電子機器用エコ電線とその応用製品の開発（第1報），フジクラ技報，98号，2000
- 2) 飯沼ほか：電子機器用エコ電線とその応用製品の開発（第2報），フジクラ技報，99号，2000
- 3) 椎葉茂樹：生活と環境，Vol. 43，No. 4，1998