

# 機器配線用EM (エコマテリアル) ケーブル

長谷川 茂巳 伊崎 雅宏

近年、地球環境保全の活動が世界規模で進行しており、産業界もその取り組みが加速してきた。日本では、大量廃棄社会から循環社会への転換を図るため、廃棄物の削減、および再利用のための基本理念をまとめた「循環型社会形成推進基本法」が平成12年6月に制定された。この基本法によると生産者と排出者の双方に廃棄物処理に関する責任や生産者には使用済み製品を一定の範囲で回収、再利用することが義務付けられている。

電線ケーブルにおいてはそれ以前より電線各社によって、電線、ケーブルが廃棄処理されたときに環境に与える影響の少ない脱有害物（脱鉛、脱ハロゲン）、難燃性を有する「EM（エコマテリアル）電線、ケーブル」が開発され、官公庁やNTT等の施設で使用するケーブルを中心に普及が拡大してきた。また、各社とも独自のグリーン調達計画を作成し環境負荷物質の削減を推進しようという動きも活発になってきている（図1）。

しかし、機器配線用のケーブルではケーブルの柔軟性、UL規格対応品、コストなどの厳しい要求からEM電線の

開発は遅れていた。本報では、家電、電子機器、産業用機器で使用される機器配線用UL規格対応エコケーブルの開発をフラットケーブルおよび多心ケーブルの例で報告する。

## 要求特性と開発のポイント

主に機器内配線として使用されるフラットケーブルでは当社の開発した熱圧着方式により絶縁体を相互に熱と圧力で融着させるために、それに適した材料を選択する必要があるとともにULで規定される老化試験、難燃性試験を満足する必要がある。また、従来のエコケーブルのようにポリエチレンを主成分とする材料のような高硬度材料では機器配線用では適さないで柔軟性を兼ね備えた材料選定がポイントである。

主に機器間配線として使用される多心ケーブルにおいても難燃性を含めたUL規格を満足することと柔軟性を兼ね備えた絶縁体材料、シース材料の選定がポイントである。表1に要求性能の一覧表を示す。

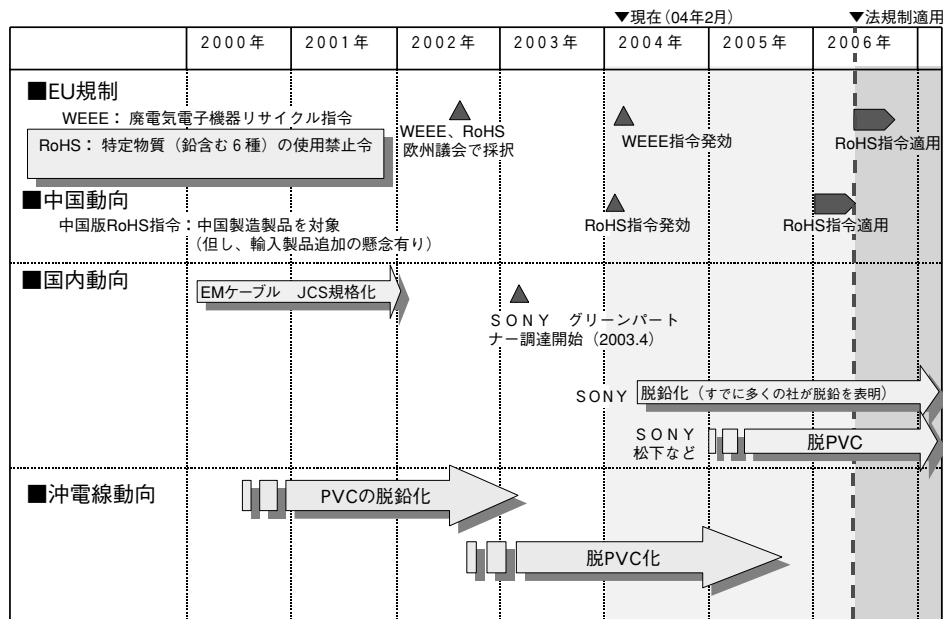


図1 エコ化に関する国内・外の動向

表1 要求性能の一覧

項目	要求性能		
		フラットケーブル	多心ケーブル
UL規格 80℃300V定格	常温時引張強度	10.3MPa以上	8.27MPa以上
	老化後引張強度残率	老化前の値の70%以上	老化前の値の75%以上
	常温時の伸び	100%以上	100%以上
	老化後伸び残率	老化前の値の65%以上	老化前の値の75%以上
	老化条件	113℃ 168時間	113℃ 168時間
	低温曲げ	-20℃で亀裂の無いこと	-20℃で亀裂の無いこと
	加熱曲げ	113℃ 168時間で亀裂の無いこと	113℃ 168時間で亀裂の無いこと
	加熱変形	100℃ 変形率50%以下	121℃ 変形率50%以下
	難燃性 水平	合格	合格
	難燃性 垂直	合格	合格
柔軟性	PVCケーブルと同等の柔軟性を有すること		
製造上	絶縁体同士が相互に熱融着可能であること。寸法安定性があること。		
接続信頼性	圧接タイプコネクタに対して接続できること。		
構成材料	重金属、ハロゲン化合物などの有害物質を含有しないこと。		

表2 ケーブルの材料組成

ケーブル		絶縁体	シース材
エコフラットケーブル	樹脂	ポリオレフィン系 エラストマー	-
	難燃剤	水酸化マグネシウム	-
エコ多心ケーブル	樹脂	高密度ポリエチレン	ポリオレフィン系 エラストマー
	難燃剤	なし	水酸化マグネシウム

オレフィン樹脂とともにEPDMゴムをブレンドした樹脂を使用し、柔軟性、耐熱性を向上することで要求性能を満足することを可能とした。

(2) 多心ケーブル

多心ケーブルではケーブルを安価にするために絶縁材料には難燃剤を含まない高密度ポリオレフィンを使用し、シース材に高難燃材料を使用してケーブルとしての難燃性を確保した。シース材料には単一のオレフィン材料では同様に80℃定格のUL特性を有し柔軟な特性を出せないためにEPDMゴムをブレンドした材料を使用した。

材料の選定

表2にケーブルの材料組成を示す。

(1) フラットケーブル

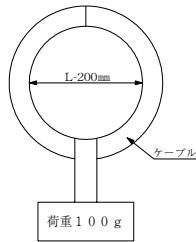
フラットケーブルでは絶縁体材料としてポリエチレン、ポリプロピレンといった一般的なエコ材料では柔軟で、かつ80℃定格のULの要求特性を満足することはできなかった。そこでポリプロピレンを主成分とする混合ポリ

ケーブル特性

完成したケーブルの特性を表3および表5に示す。また、フラットケーブルの完成品写真を写真1に示す。表に示す

表3 フラットケーブルの性能

項目	項目	規格	エコフラット	従来PVC
UL規格 80℃ 300V定格	常温時引張強度	10.3MPa以上	13.5	14.7
	老化後引張強度残率	老化前の値の70%以上	106	98
	常温時の伸び	100%以上	216	220
	老化後伸び残率	老化前の値の65%以上	92	89
	老化条件		113℃ 168時間	136℃ 168時間
	低温曲げ	-20℃で亀裂の無いこと	良	良
	加熱曲げ	113℃ 168時間で亀裂の無いこと	良	良
	加熱変形	100℃ 変形率50%以下	21	35
	可とう性	113℃ 168時間後の巻き付けで亀裂の無いこと	規定なし	良
	難燃性 水平		合格	良
難燃性 垂直		合格	良	良
柔軟性 ※図2	PVCケーブルと同等の柔軟性を有すること		110mm	120mm



ケーブルで図のように輪を作り変形度合いにより柔軟性を比較した。

図2 柔軟性試験方法



写真1 エコフラットケーブル完成品写真

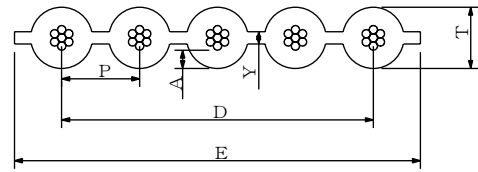
通りUL規格に適合しPVCケーブルと同様の特性を得ることができた。

また、フラットケーブルの寸法精度に関しては表4に結果を示す。この結果からは問題の無い精度で製造することができた。これはPVCケーブルの場合と同等の水準である。

### 仕様

ケーブルの最終的な仕様をフラットケーブルについて

表4 構造寸法評価結果



	測定値 mm
P	1.276
D	49.77
E	51.12
T	0.944
A	0.338
Y	0.306

は表6、多心ケーブルについては表7に示す。

### 接続信頼性

コネクタとの接続信頼性については圧接コネクタとして3M社の50140-B000ELにフラットケーブルを接続し、環境試験に投入し試験前後の抵抗測定から差分を接触抵抗として算出し調査を行った。試験条件は-55℃(30分)+85℃(30分)の1時間を1サイクルとして計30サイクル行った。試験後の変化量は10mΩ以下であり全く問題の無いことが確認された。結果を図3に示す。

### 今後の課題

環境負荷物質の削減が強く求まれている中で機器配線

表5 多心ケーブルの性能

項目	項目	規格	エコ多心ケーブル	従来PVC多心
UL規格 80℃300V定格	常温時引張強度	8.27MPa以上	13.0	16.8
	老化後引張強度残率	老化前の値の75%以上	95.7	99.4
	常温時の伸び	100%以上	260	308
	老化後伸び残率	老化前の値の75%以上	103.1	92.2
	老化条件		113℃ 168時間	
	低温曲げ	-20℃で亀裂の無いこと	良	良
	加熱曲げ	113℃ 168時間で亀裂の無いこと	良	良
	加熱変形	100℃ 変形率50%以下	15.9	18.2
	可とう性	113℃ 168時間後の巻き付けで亀裂の無いこと	規定なし	良
	難燃性 水平	合格	良	良
	難燃性 垂直	合格	良	良
	静電容量 pF/m		62	89
	伝播遅延時間 ns/m		5.1	5.6
柔軟性	PVCケーブルと同等の柔軟性を有すること		160mm	150mm
実用試験	屈曲試験	±90度 屈曲R=30mm 荷重1.5N	86,000回	77,000回
電気特性	特性インピーダンス		86Ω	73Ω
	静電容量 pF/m	25対シールド付ケーブル	62	89
	伝播遅延時間 ns/m		5.1	5.6

表6 フラットケーブルの仕様

項目	エコフラットケーブル	従来PVCフラット
導体 本/mm	7/0.127錫めっき軟銅線	7/0.127錫めっき軟銅線
導体径 mm	0.38	0.38
絶縁体	特殊ポリオレフィン樹脂	耐熱PVC
線間ピッチ mm	1.27	1.27
心数	8~64	8~64
UL	スタイル21264	スタイル2651
定格	300V 80℃	300V 105℃

表7 多心ケーブルの仕様

導体	種別	エコ多心ケーブル	従来PVC多心
	外径 mm	7/0.127錫めっき軟銅線	0.38
絶縁体	種別	高密度ポリエチレン	耐熱PVC
	外径 mm	1.10	1.10
対燃	絶縁体を互いに対燃りする		
シールド	方法	編組シールド	
シース	種別	特殊ポリオレフィン樹脂	耐熱PVC
UL		スタイル20850	スタイル2935
定格		300V 80℃	300V 80℃

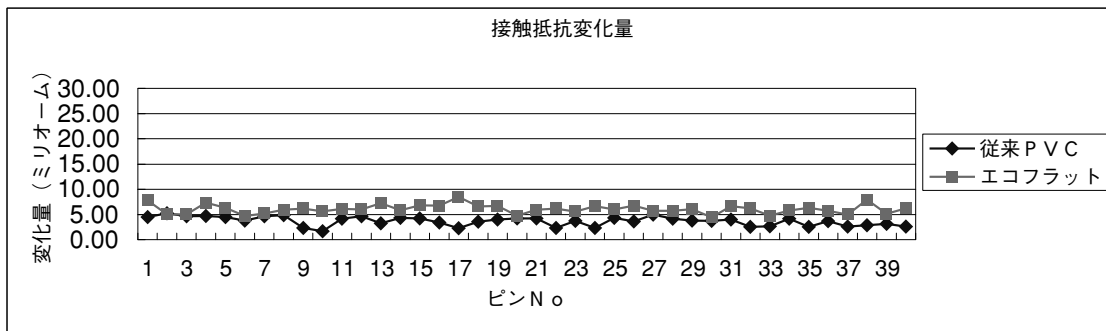


図3 熱衝撃試験後の接触抵抗変化

用電線のノンハロゲン化の普及拡大に障害となっているもののひとつにコストがある。PVCの非鉛化は原料価格は若干コストアップにはなっているがほぼ同性能、同価格で置き換えができたため急激に進んだが、現在の技術ではPVCと比較するとエコ材料は高価である。さらに柔軟性や高難燃性の性能を付加することによってより高価なものになっているのが現状である。今後も材料のコストダウン検討は必要である。

### むすび

以上のように、ULエコケーブルは重金属やハロゲン化合物を含まない材料で構成されていて、UL80℃定格の性能を持つものとして開発ができた。圧接タイプコネクタへの接続信頼性も確認され、PVCケーブルと同様にコネクタ付けが可能である。家電メーカーを中心にグリーン調

達の方針を明確に打ち出し実行に移す企業が増えている中で、供給側としてはそれに応えるべく製品を提供していく必要がある。本製品がその一助になれば幸いであり、今後も地球環境を考慮した製品の開発に努めていきたい。

### ● 筆者紹介

長谷川茂巳：Shigemi Hasegawa. 沖電線株式会社 電線ケーブル事業部 技術部 課長

伊崎雅宏：Masahiro Izaki. 沖電線株式会社 電線ケーブル事業部 技術部 部長