

環境適合電線の開発

Development of Electric Wires Harmonized with Environment

山田 仁*
Hitoshi Yamada

西口 雅己*
Masaki Nishiguchi

概要 近年、環境への配慮が社会的課題となっており、また法規制の面においても2001年には家電リサイクル法が施行されることとなり埋立て・焼却しても環境への影響の少ないノンハロゲン材料が求められている。これまでのノンハロゲン材料は例えば機械的特性が低かったり、傷つきやすい、耐熱性に乏しい等の種々の問題があった。本開発のノンハロゲン材料は優れた難燃性を有しているのみならず、外傷、こすれ等の機械的特性にも優れている。またハロゲンのみならず、有害重金属やリンを含んでいないことから、リサイクルにも対応でき、今後の電線被覆材料として非常に有益であると言える。更にこの材料は家電用電線のみならず自動車用電線等の他の電線材料としても適用が可能である。また同時に開発を行ったモールド材料は電源コードモールド材等に使用可能である。

1. はじめに

廃棄物の処理と再生が社会的課題となっており、ゴミの減量化、再資源化・リサイクルが求められてきている。また法整備面においても2001年に家電リサイクル法等が施行され、環境に適合した商品開発は重要な課題である。電線・ケーブルの処理システムを図1に示す。電線内部の導体についてはリサイクルが確立され再利用されているものの、被覆材については一部が再生されているにすぎない。大部分が埋立てや焼却処理されているのが現状である。ところで廃棄された電線被覆を埋め立てると土中への有害重金属等の溶出が問題となる。現在、汎用の電線被覆材料であるポリ塩化ビニルには安定剤として通常鉛化合物が使用されているが、鉛化合物は埋立てにより溶出し環境を汚染する可能性がある。近年この対策として安定剤は、鉛から亜鉛等へ置き換えられている。更に焼却時に有害ガスの発生を抑えるためにはハロゲン物質を全く含まない系にする必要がある。しかし、ポリ塩化ビニル樹脂にはポリマー自体にハロゲン元素の一つである塩素が含まれており、またポリエチレンについても難燃性を付与するため、ハロゲン物質が使用されている。したがってこれまでの難燃性材料にはハロゲンが含まれている。(表1参照)

我々はこのような状況に応じて、従来の電線と同等の特性を有しながら、ハロゲンや有害重金属等の環境負荷物質を含まない処理として埋立てや焼却しても環境負荷が少ない環境適合材料とこれを用いた電線を開発したので報告する。

2. 従来の電線に用いられている難燃材料の問題点

これまでもハロゲンを含む難燃材料の開発は様々な検討がなされてきた。しかしながらハロゲン系難燃剤より難燃効果が低い非ハロゲン系難燃剤を添加して所望の難燃性を得るためには、ハロゲン系難燃剤と比較して多量に配合しなくては

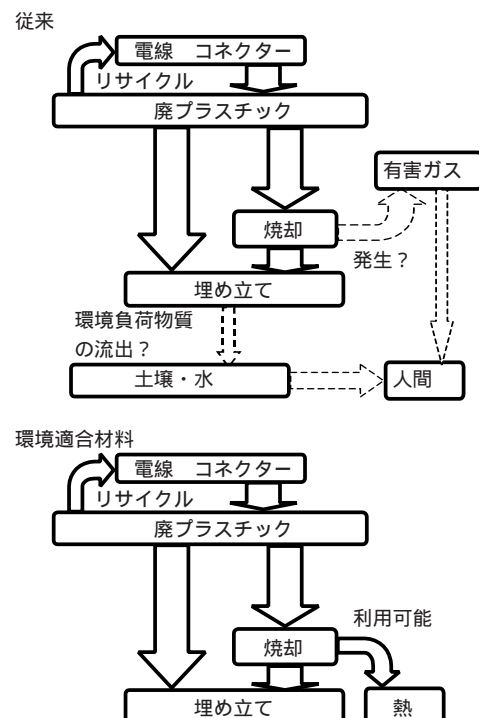


図1 廃プラスチックの処理システム
Flowchart of plastics waste process from wires and connectors

* 研究開発本部 光技術研究所 研究部 電子材料グループ

ならない。このため従来のハロゲン含有難燃組成と比較すると特に以下のような問題が発生する。(1)機械的特性の低下 (2)成形加工性の低下 (3)端末加工性の低下。それぞれの問題について以下に述べる。

2.1 機械的特性の低下

ポリマー中に分散する難燃剤は、添加量が一定量を超えると材料の機械的特性を著しく低下させる。具体的には引張り強さ、伸び、耐摩耗性の低下としてみられる。また爪で引っ掻いただけで傷が残るなど材料表面が傷つきやすくなる。また柔軟性が損なわれるので電線にした場合、常温では折り曲げ時に挫屈を起こしやすい。更に低温においては柔軟性がより損なわれるため、クラック等が発生しやすい。

2.2 成形加工性の低下

金属水和物等の無機難燃剤の多量添加は材料溶融時の流動性を低下(溶融粘度が増大)させ、押出・射出成形において加工性を低下させる。また流動性の低下は生産性や製品外観に影響を及ぼす。特に射出成形においては成型物の成形不良(ショート、ひけ、フローマーク)を起こしやすい。

2.3 端末加工性の低下

電線は端末で被覆を除去しコネクタと接続されるが、この時導体露出部に切断不良による絶縁残渣等が発生し、電氣的接続に不具合が生じることがある。この電線端部での切断加工性(切断刃の平刃かV刃の選択等)は特に家電製品等の量産端末組立てを行う場合に極めて重要となる。

表 1 一般的な電線被覆材料
Conventional material for wire insulation

	PVC	PE
価格	安価	やや高価
加工性	容易	容易
難燃性	極めて高い、自己消火性	低い、可燃性 難燃性付与のためには ハロゲン系難燃剤を添加
対環境	ポリマー自体にハロゲン元素(塩素)を含むため燃焼時に有毒ガスが発生する可能性がある	ハロゲン系難燃剤が添加されている場合、燃焼時に有毒ガスが発生する可能性がある

表 2 環境適合材料の特性
Properties of materials harmonized with environment

項目	評価条件	単位	開発材料	従来PVC材料
引張り強さ	JIS K 6723	Mpa	18.0	20.0
伸び		%	180	250
硬度	JIS K 7215	-	86	85
OI	JIS K 7201	-	32	28
耐寒性	JIS K 6723		-52	-35
加熱変形性	JIS K 6723	%	8.0	7.0

3. 開発

本開発においてはハロゲン等の環境負荷物質を含まないことはもちろん、従来の難燃電線の抱える問題を解決することを目指した。具体的にはPVC並の機械特性(強度・傷つき性等)、成形性・端末加工性を有する電線被覆材料とコネクタ成形材料を開発することを目指した結果、前述の問題を解決しJIS規格に合致する材料を得た。

4. 開発品とその特性

得られた環境適合材料について試作・評価を行ったので以下にその結果を述べる。

4.1 環境適合材料の一般特性

- 1)引張強さ、伸び [JIS K 6723]
- 2)硬度 [JIS K 7215]
- 3)OI [JIS K 7201]
- 4)耐寒性 [JIS K 6723]
- 5)加熱変形 [JIS K 6723]

これらの評価結果を電源コード用PVC材料と比較して表2に示す。この表から明らかなように開発環境適合材料は従来のPVC材料と各特性においてほぼ同等の特性を有しており、また優れた耐寒性を有することが確認された。更にリン等を含まないため開発材料はナチュラル色が白色である。このため通常用いられているカラーマスターバッチによる着色も可能である。

4.2 電源コードへの適用

上記開発環境適合材料を用いて JIS C 3306 ビニルコードの規格に基づき、単心コード(VSF-0.75SQ)、平型コード(VVF-0.75SQ)の試作を行った。得られたコードの同規格に基づく評価結果を従来のPVCコードと比較して表3に示す。表から明らかなように開発材コードは従来のPVCコードと同等の特性を有すると共に、JIS C 3306 の1種(VSF)及び2種(H-VSF)の両規格に適合することが確認された。また得られた電源コードはこすっても非常に傷がつきにくく、電源コードの実用にも十分耐えられるものと考えられる。更に開発コードは端末加工性に優れており、従来のPVCと同様な加工方法(平刃)が適用可能である。

4.3 電気機器用絶縁電線への適用

開発ノンハロゲン材料を JIS C 3316 電気機器用ビニル絶縁

表 3 電源コードの特性
Properties of insulated flexible cord

項目	評価条件	単位	開発材コード	従来PVCコード
耐電圧	JIS C 3306	-	良	良
引張り強さ	JIS C 3306	Mpa	15.2	19.6
伸び	JIS C 3306	%	180	240
加熱後の引張り強さ	JIS C 3306 120 96h	残率 %	103	102
加熱後の伸び	JIS C 3306 120 96h	残率 %	102	95
難燃性	JIS C 3306	-	良	良
低温性	JIS C 3306	-	良	良
巻付加熱	JIS C 3306	-	良	良

表4 電気機器用絶縁電線の特性
Properties of insulated wire for electrical appliances

項目	評価条件	単位	開発電線	従来PVC電線
耐電圧	JIS C 3316	-	良	良
引張り強さ	JIS C 3316	Mpa	18.0	20.0
伸び	JIS C 3316	%	173	250
加熱後の引張り強さ	JIS C 3316 120 96h	残率 %	99	99
加熱後の伸び	JIS C 3316 120 96h	残率 %	96	106
耐油JIS#2後の引張強さ	JIS C 3316 85 4h	残率 %	90	97
耐油JIS#2後の伸び	JIS C 3316 85 4h	残率 %	104	98
難燃性	JIS C 3316	-	良	良
低温性	JIS C 3316	-	良	良
巻付加熱	JIS C 3316	-	良	良
加熱変形	JIS C 3316	%	21	5
加熱収縮	JIS C 3316	%	0	0

表5 自動車用電線の特性
Properties of automotive wire

項目	評価条件	単位	開発電線	従来AVSS電線
耐電圧	JASO D 611	-	良	良
引張り強さ	JASO D 611	Mpa	18.5	21.8
伸び	JASO D 611	%	200	190
耐油性	JASO D 611	-	良	良
難燃性	JASO D 611	-	良	良
低温性	JASO D 611	-	良	良
耐熱性	JASO D 611	-	良	良
耐摩耗性	JASO D 611	回	約1500	約1500

電線の規格に基づき、電気機器用ビニル絶縁電線 KIV-0.75SQ) を試作し、同規格に基づく評価を行った結果を従来 PVC 電線 (H-KIV) と比較として表4に示す。表から明らかなように開発電線は JIS C 3316 の1種(KIV)及び2種(H-KIF)規格の両規格に適合することが確認された。

4.4 自動車用電線への適用

自動車に使用される電線には、他の部材との接触などによる絶縁破壊を防止するため家電用電線よりも更に高い耐摩耗性が必要である。上記開発材料を用いて自動車電線規格(JASO D 611)に基づき、0.5SQのAVSS線相当の電線を試作し同規格に基づく評価を行った。この結果を表5に示す。比較として従来のAVSS電線の評価結果も示した。表から明らかなように開発電線は自動車電線規格に適合するのみならず、従来のPVC被覆のAVSS電線と同等の優れた摩耗性を有していることが確認された。

4.5 電源コードモールド材料への適用

電源コードモールド部には優れた柔軟性と成型外観が必要である。これまで述べてきた環境適合材料は押し出し成型用のものであるが、射出成型用の環境適合材料の開発にも成功した。この開発した射出成型用環境適合材料を用いて家庭用電源コードのモールド試作を行った。成型したサンプルはJIS C 3316に基

表6 電源コードモールド材料
Properties of molding material for insulated flexible cord

項目	評価条件	単位	開発モールド材料	従来PVCモールド材料
絶縁抵抗	JIS C 8303	MΩ	>1000	>1000
耐電圧	JIS C 8303	-	良	良
耐熱性	JIS C 8303	-	良	良
耐折り曲げ	JIS C 8303	-	良	良
外郭押圧	JIS C 8303	-	良	良
耐アンモニア	JIS C 8303	-	良	良
防水	JIS C 8303	-	良	良
難燃性	JIS C 8303	-	良	良
全断線屈曲	JIS C 8303	回	約5万回	約4万回

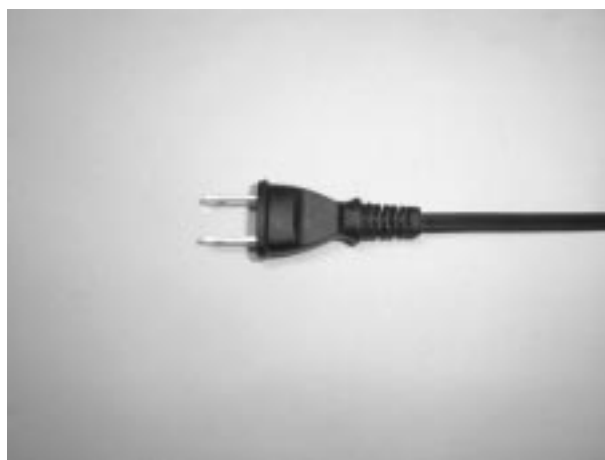


写真1 電源コードモールド部
Molded terminal of cord

づく評価と全断線までのコード短径方向、全角180度の屈曲試験を行った。この結果を表6に示す。このように開発した射出成型用の環境適合材料は JIS C 3316 に適合しているばかりでなく屈曲性についても従来プラグと同等以上であることが分かった。得られた電源コードプラグ部は外観も良好であり、更にこすれ等の外傷に対しても十分な耐性をもつ(写真1参照)。本モールド樹脂はコード部と同系統の材料で構成されており、プラグ部と電源コードは完全に一体化している。

5. おわりに

今回開発した環境適合材料は優れた耐寒性、難燃性を有しているばかりか、PVC並の柔軟性で耐摩耗性などの機械特性に優れている。また本材料はハロゲンのみならず、有害重金属やリン等の環境負荷物質を含んでいないことから、廃棄における安全性、リサイクル性等においても優れた特性を持つ。更に射出成型材料においても環境適合材料の開発に成功した。本材料は電線のみならず種々の電線部品としても有益な材料であると確信する。