

撤去ケーブル外被を再利用したLAPシースケーブル

LAP Sheath Cable Using Recycled Cable Sheath

田島 洋*
Hiroshi Tajima

小林 一郎*
Ichiro Kobayashi

今田 栄治*2
Eiji Konda

原 雅美*2
Masami Hara

中嶋 史紀*2
Fuminori Nakajima

概要 地球環境保全のため、使用済み製品のリサイクル及び元の製品に戻すクローズドリサイクルの実現について検討を進めてきた。今回架空・地下環境に布設された後、撤去回収されたケーブルの外被を再度ケーブル外被として利用する、クローズド・リサイクルを実現した。撤去回収したケーブルを解体し、ケーブル外被であるLAPシースからポリエチレン（以下PE）のみを取り出し、これを再度ケーブル外被として利用可能であることを確認した。NTT殿向けには再々利用を考慮して再生PE50% + パージンPE50%の混合比でケーブル化し運用を始めている。

1. はじめに

地球環境保全のための産業廃棄物削減とリサイクルの実現は我々の社会活動の重要な課題の一つになっている。当社ではこれまで三十年以上にわたり通信用ケーブルとしてプラスチック絶縁・外被ケーブルを製造し、通信インフラとして通信業者殿に広く採用されてきた。これらのケーブルは長年の使用により老朽化し撤去・回収されるケースも少なくない。撤去・回収されたプラスチック絶縁・外被ケーブルの代表例を図1に示す。ケーブルは銅、アルミといった金属と絶縁PE、外被PEといったプラスチックから構成されている。これら構成材料のうち金属類は比較的製品への再利用が容易なものもあったが、プラスチック材料に関しては製品への再利用を図る“クローズドリサイクル”の検討が進んでいなかった。今回架空・地下環境に布設された後、撤去回収されたケーブルの外被を利用して再度ケーブル外被として使用するための検討を行った。検討するケーブルに関しては今後撤去回収されるケーブルとして一番回収量が多いとされるLAPシースケーブルを選択した。

2. 撤去ケーブルのリサイクルプロセス

撤去されたCCP-LAPケーブルのケーブル外被材料を用い、再ペレット化したものを再びケーブル外被にリサイクルするプロセスを図2に示す。

図2のように、撤去ケーブル(1)を裁断装置によりケーブルを裁断(2)し、ケーブル外被を剥離(3)する。次いで、ケーブル外被とLAPテープを剥離(4)した後、外被のみを粉碎装置により粉碎(5)、洗浄(6)する。洗浄した粉碎外被を押

出機に投入することでペレット化(7)する。この再ペレット化されたものを外被の原材料ペレット(8)として、再度ケーブル化(9)することで、撤去ケーブルのリサイクルを可能とした。

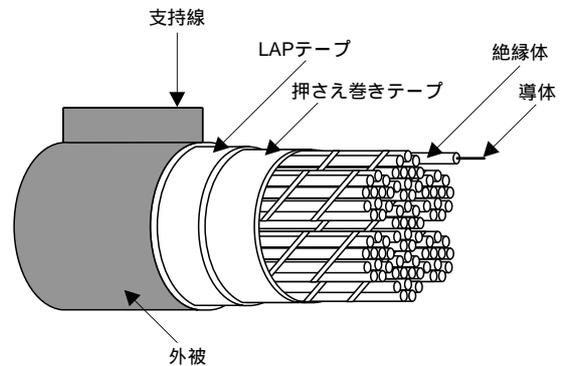


図1 撤去されたケーブル例
The example of the removed cable

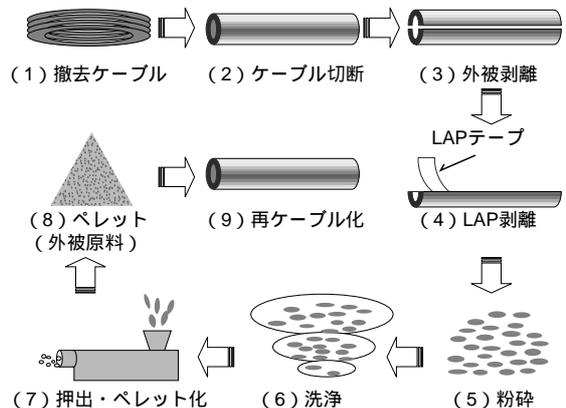


図2 撤去ケーブルのリサイクルプロセス
The recycling process of a removed cable

* オプトコム事業部 技術部 第1G

*2 オプトコム事業部 技術部 開発G

表 1 基本物性の比較検証結果
The comparison verification result of basic physical properties

項目	単位	試験方法	再生ペレット	バージンペレット		
密度	g/cm ³	JIS K 6760	0.937	0.934		
メルトインデックス	g/10 min	Max.	0.20	0.19		
		Min.	JIS K 6760	0.17	0.16	
		Ave.		0.18	0.18	
カーボン含有量	%	ASTM D1603	2.5	2.6		
耐寒性 (- 70)	破壊数 / 試験片数	JIS K 6760	0 / 5	0 / 5		
環境応力亀裂	破壊数 / 試験片数	JIS K 6760	0 / 10	0 / 10		
引張特性	引張強さ	MPa	Max.	20.4	21.3	
			Min.	JIS K 6760	19.4	19.9
			Ave.		19.9	20.8
	伸び	%	Max.	700	725	
			Min.	JIS K 6760	650	690
			Ave.		666	705

表 2 加熱劣化後の引張特性比較結果
Comparison of tensile characteristics after thermal degradation

項目	再生ペレット	バージンペレット	
10日	引張強さ残率	97	99
	引張伸び残率	105	98
30日	引張強さ残率	91	96
	引張伸び残率	97	104
60日	引張強さ残率	96	97
	引張伸び残率	100	97

(単位 : %)

* 試験方法 : JIS K 6760

* 加熱温度 : 100 ± 2

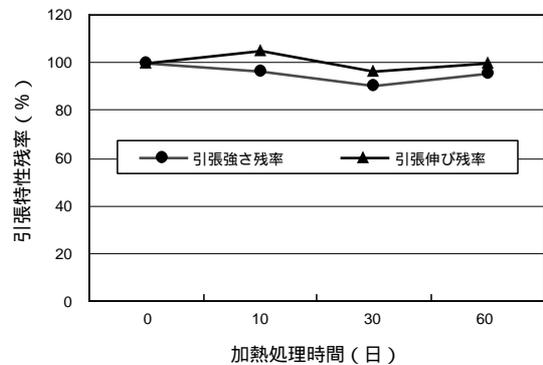


図 3 加熱劣化後の引張特性比較結果
Comparison of tensile characteristics after thermal degradation

3. 再生材料の特性検証

再生ペレット材料の特性検証にあたって、比較用にケーブル外被材料として使用実績のある、カーボン含有量 2.6 重量%の低密度ポリエチレン (以下、バージンペレット) を用いて、原材料での特性 (基本物性、長期信頼性)、及びケーブル化後での特性検証を実施した。

3.1 原材料での特性検証

ペレットをロール練り・プレス成形することで、検証用のシートを作成して、再生ペレットとバージンペレットとの比較検証を、表 1、表 2、表 3 に示した項目で実施した。

3.1.1 検証の結果

(1) 基本物性の検証結果

表 1 に基本物性の比較検証結果を示す。

バージンペレットと比較し、遜色のない基本物性を維持していることを検証した。

(2) 長期信頼性の検証結果

表 2 及び図 3 に加熱劣化後の引張特性を、表 3 及び図 4 に紫外線劣化後の引張特性の比較検証結果を示す。

バージンペレットと比較し、遜色のない特性であること、そ

の特性残率が 90 % 以上を維持していることを検証した。

この検証結果は、長年に渡って屋外の様々な環境下 (熱、光、放射線、微生物、機械的ストレス、大気汚染など) で使用されたケーブル外被が徐々に高分子としての特性が損なわれ、特性が低下しているとの懸念がなされていたが、結果で示すとおり顕著な劣化の傾向は認められず、屋外で長年暴露されて撤去されたケーブルの外被でも、十分に再利用が可能である特性を維持していることを示すものである。

3.2 試作ケーブルによる特性検証

再生ペレット材料を用い、図 5 に示す 0.4 mm 400 対 CCP-F-SS (CR) の試作ケーブルを製造し、ケーブル化後での外被材料の特性、及びケーブル機械特性の検証を実施した。

(試作ケーブル名称の意味)

- ・ 0.4 mm とは、導体外径を表すものである。
- ・ 400 対とは、絶縁心線の対数を表すものである。
- ・ CCP とは、Color Coded Polyethylene を表すものである。
- ・ F とは、Foamed Polyethylene を表すものである。
- ・ SS (CR) とは、Self Supporting With Corrosion Resistance を表すものである。

3.2.1 試作ケーブルの特性検証

図5に示した試作ケーブルを用い、表4、表5に示した項目の特性検証を実施した。

3.2.2 検証結果

(1) 完成品外被材料の物性検証結果

表4に完成品外被材料の物性検証結果を示す。

試作ケーブルより外被をはぎ取り、JIS K 6760に準拠した物性評価を実施した。一般ケーブルに要求される物性値を十分満足することを検証した。

表3 紫外線劣化後の引張特性比較結果
Comparison of tensile characteristics after ultraviolet degradation

	項目	再生ペレット	バージンペレット
2000時間	引張強さ残率	96	100
	引張伸び残率	100	101
4000時間	引張強さ残率	92	100
	引張伸び残率	93	96
6000時間	引張強さ残率	97	98
	引張伸び残率	96	96

(単位：%)

* 試験機：サンシャインウェザーメーター

* 降雨：60分中12分

* 引張方法：JIS K 6760

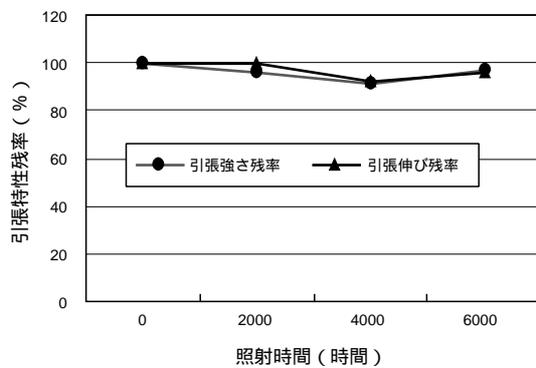


図4 紫外線劣化後の引張特性比較結果
Comparison of tensile characteristics after ultraviolet degradation

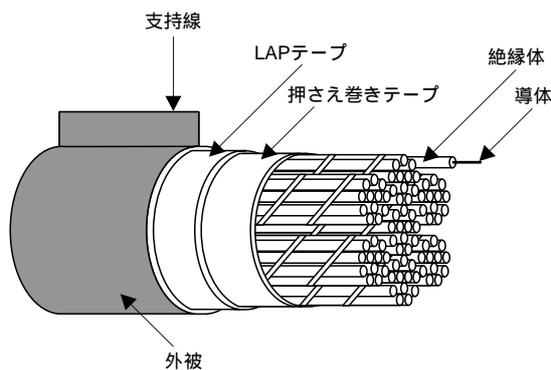


図5 試作ケーブル構造
Structure of prototype cable

(2) ケーブル機械特性の検証

(試験方法)

- ・支持線の引抜き強さ：適当な長さにケーブルを切り出し、ケーブルのほぼ中央部の10 cmを残し両端の外被及びケーブル心（押さえ巻き、絶縁導体）を除去して、図6に示した試験治具を用いて、引張速度100 mm/minで支持線を引き抜いた際の最大強さを求めた。
- ・ケーブル屈曲性：約2 m長さにケーブルを切り出し、常温下で支持線部が曲げの中性点になるような状態で、直径390 mmのマンドレルで往復曲げを6回繰り返した際の、外被の亀裂及びLAPテープの亀裂発生の有無を検証した。

表4 完成品外被材料の物性結果
Results of properties for cabled jacket material

項目	単位	完成品外被材料
密度	g/cm ³	0.936
メルトインデックス	g/10分	0.18
引張強さ	MPa	14.2
引張伸び	%	520
耐寒性 (-70)	破壊数/試験片数	0 / 5
環境応力亀裂	破壊数/試験片数	0 / 10

* 試験方法：JIS K 6760

表5 ケーブル機械特性の結果
Results of mechanical characteristics test of cable

項目	単位	ケーブル特性
支持線の引抜き強さ	N/10 cm	1200
ケーブル屈曲性	亀裂の有無	無
低温衝撃屈曲性 (-30)	亀裂の有無	無

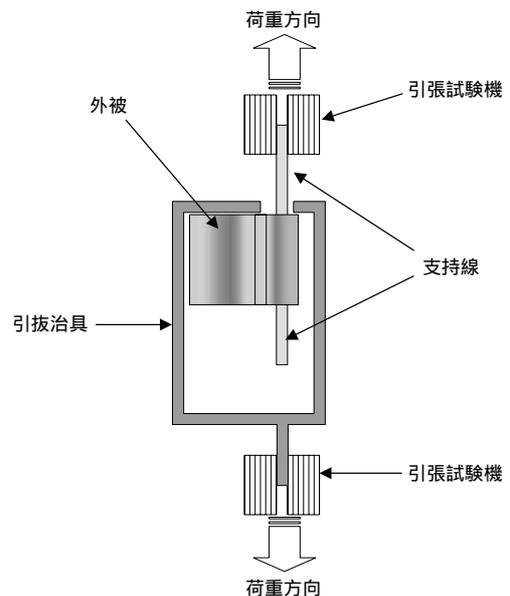


図6 支持線の引抜き試験方法
Pull-out test method for suspension wire

- ・低温衝撃屈曲性：約1 m長さにケーブルを切り出し、-30 雰囲気の室内に2時間保持した後、-30 雰囲気の室内中でケーブル外径と同じ外径のマンドレルにより、ケーブルの曲がり癖と反対方向に急激に60°の角度に曲げた際の、外被の亀裂及びLAPテープの亀裂発生の有無を検証した。

(検証結果)

- ・表5にケーブル機械特性の検証結果を示す。
- ・一般ケーブルに要求される機械特性を十分満足することを検証した。

4. おわりに

今回の検討結果により、撤去回収してきたLAPシースケーブルの外被PEを再度ケーブル外被として十分実使用に耐えられることが確認できた。しかしながら実際に撤去回収されたLAPケーブルから再度ケーブルとして利用できる外被PEを取り出すためには、まだまだかなりの工程改善が必要となる。今後ケーブル外被のクローズドリサイクルを進めるためには、これら解体技術の確立が必須となる。なおNTT殿向けには、今年3月から再々利用を考慮して再生したPE50%+バージンPE50%の混合比でケーブル化し運用を始めている。