

架橋ポリエチレンリサイクル材適用 OC 絶縁電線

OC Insulated Wire Using Recycled Cross-Linked Polyethylene

(株)ビスキャス

1. はじめに

電線・ケーブル分野のリサイクルシステムは比較的確立している分野であるといわれています。しかし、リサイクル率で見ると銅やアルミニウム導体が約99%と非常に高いのに対し、被覆材についてはPEやPVCではマテリアルリサイクルが比較的進んでいるものの、被覆材全体としては低いのが現状です。PEやPVC以外の被覆材の1つに架橋ポリエチレンがありますが、これは一部が補助燃料としてサーマルリサイクルされているのを除くと大半が産業廃棄物として埋立処理されています。マテリアルリサイクルが困難な原因は架橋ポリエチレンが持つ優れた特性にあり、三次元網目構造が融点以上に加熱しても形状を保持し、容易に押出加工可能な状態にできないためです。

そこで、架橋ポリエチレンのリサイクル技術として検討されてきた熱可塑性化技術をOC電線撤去後に発生する架橋ポリエチレン被覆廃材へ適用可能であるかを試みました。これは架橋ポリエチレンリサイクル材を再度OC電線被覆に戻すクローズドリサイクルを目指し実施したものです。今回、実際に撤去された被覆廃材を用いて熱可塑性化処理を行い、得られたリサイクル材でOC電線を製造し、要求性能を満足するものが開発できたので報告します。

なお、開発した架橋ポリエチレンリサイクル材適用OC電線については、東京電力(株)殿より型式承認を受け、製品を納入しました。

2. 熱可塑性化技術

架橋ポリエチレンに適切な熱とせん断を与え、架橋構造を破壊し低分子量化することで熱可塑性化したリサイクル材を得る工程を熱可塑性化処理と称しています。熱可塑性化の模式図を図1に示します。

得られるリサイクル材は、三次元構造を有していないため、架橋前のポリエチレンと同様に融点以上に加熱することで溶融する熱可塑性の材料に変化しています。

3. OC電線被覆廃材のリサイクル工程

OC電線の被覆廃材を原材料としリサイクル材を得るまでの熱可塑性化工程は①必要に応じて分別・洗浄・粉碎を行う、②熱可塑性化処理装置に連続的に供給する、③最適化された熱可塑性化装置の構成・処理条件で、低分子量化され成形加工可能な状態

となって装置本体から連続的に排出される、④排出されたりリサイクル材を冷却後に造粒しペレットとして得ることになります。この一連の処理を「溶融せん断混練法」と称します。

熱可塑性化の模式図

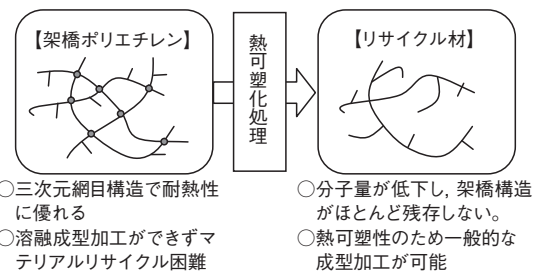


図1 架橋ポリエチレン熱可塑性化の模式図
Schematic of thermoplasticizing of cross-linked polyethylene.

4. リサイクル材の特性

現在OC電線で一般的に採用されている架橋方式には水蒸気架橋とシラン架橋があります。原材料の影響を評価するためにこれら架橋方式の異なるOC電線被覆を分別し、それぞれに熱可塑性化処理を行い、得られたリサイクル材と新材ポリエチレン(以下、新材)を混合して、シートを作成し伸び特性を評価しました(図2)。

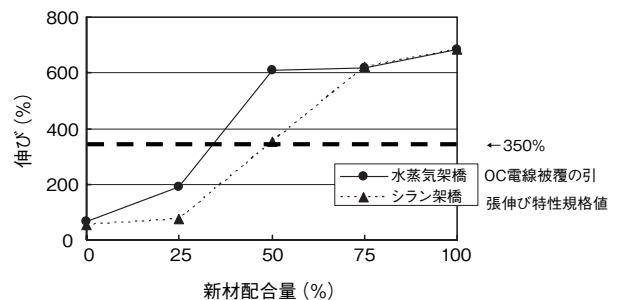


図2 リサイクル材への新材配合率と伸びの関係
Relationship between the content of recycled material and elongation.

表1 試作電線の特性結果
Typical properties of prototype OC insulated wire.

	規格値	試作①	試作②	試作③	比較用*1
リサイクル材の配合率	—	50%	50%	25%	0%
リサイクル材の特性	原材料の架橋方式	水蒸気架橋*2	シラン架橋		—
	MFR (g/min)	5.8 ~ 7.5	0.1 ~ 0.6		—
	ゲル分率 (%)	1.3 ~ 2.7	31.1 ~ 33.4		—
加工性	— (製造時の押出加工性)	良好	良好	良好	—
外観	実使用上問題のないこと	良好	良好	良好	良好
耐電圧	12 kV/1分課電	良	良	良	良
絶縁抵抗	1000 MΩ以上	2.3E+5	—	1.5E+5	1.0 ~ 2.4E+5
引張強度	10 MPa以上	12.2	12.2	14.3	18 ~ 24
引張伸び	350%以上	490	330	497	560 ~ 620
加熱(引張強度)	残率80%以上	132	124	113	99 ~ 115
加熱(引張伸び)	残率65%以上	102	143	101	96 ~ 102
加熱変形	40%以下	44.3	28.2	30.2	12 ~ 30
耐トラッキング	電流100 mA以下, 燃えないこと	良	否	良	良
AC破壊値*3	— (規格外試験)	90 kV以上	—	80 kV BD	50 ~ 90 kV以上

*1 新材100%で製造したOC電線HAL-OC 240 mm²(特性値は目安であり, 上記の範囲外となる場合がある)。

*2 電線可塑化処理を行った水蒸気の原材料には若干のシラン架橋品が含まれている。

*3 90 kVを試験電圧の最大値として評価を行っており, 「以上」は90 kVで絶縁破壊しなかったことを示す。「BD」は絶縁破壊したことを示す。

水蒸気架橋方式の原材料を熱可塑化したリサイクル材(以下, 水蒸気リサイクル材)は新材への配合率が50%まで新材と同様の特性を示しています。一方, シラン架橋方式のリサイクル材(以下, シランリサイクル材)は, 新材への配合率が50%では新材のほぼ半分程度に留まるが, 配合率が25%であれば新材とほぼ同様の特性となっています。

5. リサイクル材適用OC電線

5.1 リサイクル材適用OC電線の試作

シートサンプルの伸び特性の結果をもとにOC電線を試作しました(図3)。水蒸気リサイクル材は配合率50% (試作①), シランリサイクル材は配合率50% (試作②)及び25% (試作③)としました。導体はHAL240 mm², 被覆の厚さ3 mmとし架橋方式はシラン架橋方式です。

5.2 リサイクル材適用OC電線の特性

各試作電線の試験結果を表1に示します。

- 1) 外観・・・リサイクル材の配合により, 新材と比較して若干荒れが目立つが, 実使用上問題となるレベルではありません。
- 2) 耐電圧/絶縁抵抗/AC破壊値・・・電気性能に著しい低下は見られず, 新材とほぼ同様です。
- 3) 引張特性(常温/加熱)・・・シートサンプルと同様, 水蒸気再生品は配合率50%で, シランリサイクル材は配合率が25%で新材に近い特性が得られています。
- 4) 加熱変形特性・・・シランリサイクル材は配合率50%でも規格値を満足していますが, 水蒸気リサイクル材は配合率50%で加熱変形率約45%と規格値を満たしていません。
- 5) 耐トラッキング・・・シランリサイクル材は配合率50%で不良となり, 配合率25%で良くなりました。リサイクル材による表面形状のアレが影響していると考えられます。
- 6) 長期耐候性・・・サンシャインウェザオメータにより2000時

間まで評価し, 新材と比較して同等の特性でした。

以上の結果, シランリサイクル材は配合率25%で全ての規格値に満足する特性が得られました。水蒸気リサイクル材は, 配合率50%で加熱変形率を除く全ての項目で規格値を満足しており, 配合率を25%にすることで加熱変形率の特性も改善されるものと容易に推測できます。シランリサイクル材, 水蒸気リサイクル材ともに25%程度までの配合であれば, 要求されるOC電線の規格値を満足するものと考えられます。



図3 リサイクル材適用OC電線
OC insulated wire using recycled cross-linked polyethylene.

6. おわりに

従来再加工が困難であった架橋ポリエチレンについて, 熱可塑化処理により再加工可能とし, 架橋ポリエチレンリサイクル材適用OC電線を開発しました。

<製品問合せ先>

(株)ビスキャス
配電事業部 配電技術部

TEL: 03-5783-1916 FAX: 03-5783-1862