

リサイクル水密型ポリエチレン絶縁電線の開発

地球環境に配慮した新しい電線の提案

Development of Recyclable Water-Proof Polyethylene Electrical Insulated Wire

Proposal for New Electric Wires with Due Consideration for the Global Environment

(電力技術研究所 お客さまネットワークG 配電T)

導体の応力腐食対策として広く使用されている水密型電線は、絶縁体(被覆材)回収時に水密材の混入が避けられず、これが特性低下要因となって再生使用を困難にしている。そこで、水密材が相当量混入しても絶縁体を再生使用できる新しい環境配慮型電線を、タツタ電線(株)と共同開発した。この電線は、従来の水密型電線と同等の性能を有し、製造時に発生するCO₂も少ない。

(Distribution Team, Customer Supply Network Group, Electric Power Research and Development Center)

Water-proof electric wiring widely used for conductor stress corrosion strategy cannot avoid contamination with water-proof materials at insulation (covering) collection time. This creates difficulties for recycle use due to degradation factors. Therefore, in conjunction with Tatsuta Electric Wire & Cable Co., Ltd. we developed an environmentally friendly electric wire which makes it possible to recycle insulation even when water-proof materials are considerably contaminated. This electric wire has the same level of quality as the conventional water-proof wiring, while also producing a lesser amount of CO₂.

1 背景と目的

今日、使用済み電線の導体は、ほぼ100%リサイクルされており、絶縁体のリサイクルについても徐々に拡大してきている。この場合、絶縁体として再生させるクロードリサイクルが望ましいが、電線の種類や構造によっては難しい面もある。例えば、導体の応力腐食対策として広く使用されている水密型電線においては、絶縁体と水密材が互いに融着した構造を有しており、絶縁体回収時の水密材の混入が避けられない。その結果、電気的特性や機械的特性等が低下し、絶縁体として再生させることが一層難しくなると予想される。

そこで本研究では、絶縁体回収時に相当量混入しても諸特性を低下させない水密材を検討し、これを用いた新しい水密型電線を開発することにした。

公称導体断面積60mm²の600V用水密型電線をモデルケースとして計算した結果、絶縁体に混入する水密材の最大量は約19vol%と見積もられた。

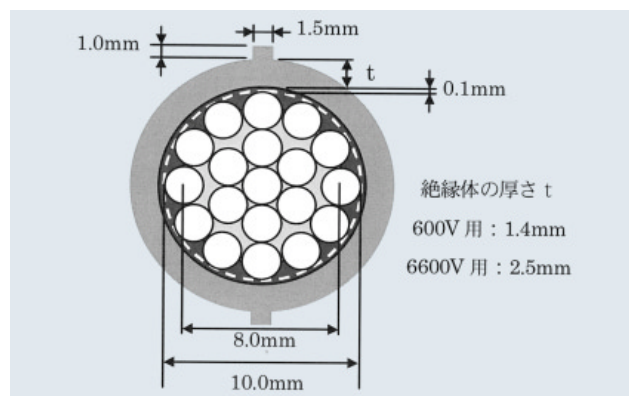
これらの開発コンセプトならびに予備検討結果を基に、リサイクル水密型ポリエチレン絶縁電線(以下、リサイクル水密型OE電線と記述)の開発を目指した。

2 開発コンセプト

水密型電線に要求される一般的な性能を具備するものとし、次の3項目を開発コンセプトとした。

- リサイクルが容易であり、かつ最終処分時にも低環境負荷であること
- 絶縁体に混入しても諸特性を悪化させない水密材であること
- 万一雨水が浸入した場合でも導体の腐食を促進しない水密材であること

ここで については、熱可塑性で、かつ焼却しても有害物質が発生しないポリエチレンを絶縁体として選択した(塩ビと比べて耐熱性があり、許容電流が30%程度増大する利点もある)。 については、予め第1図に示す計算モデルにより、絶縁体回収時に混入する水密材の割合を推定した。図中の黒色部は、絶縁体回収時に混入すると予想される水密材の部分である。この割合は、必然的に絶縁体が薄い600V用の方が大きくなる。そこで、



第1図 水密材混入量の計算モデル

3 水密材の選定

EEA(エチレンエチルアクリレート共重合体)、EVA(エチレン酢酸ビニル共重合体)、ブチルゴムおよび熱硬化性ウレタンを水密材の候補として、これらを新品ポリエチレンにドライブレンドした絶縁材料をラボ機でベルト押し出しし、外観を調査した。さらに、ロール混練後プレス成型した試料にて、引張特性、体積抵抗率を測定した。ここで、絶縁体への水密材混入量は、予備検討結果を踏まえて5、10、20vol%の3水準とした。

第1表に、水密材混入絶縁体の特性を示す。表より、EEAまたはEVAを混入しても外観、引張特性および体積抵抗率を悪化させることはなかった。

一方、熱硬化性ウレタンを混入した場合は、ロール混練時に粉碎されるものの原形を保ったまま押し出されるため、結果的に異物として振る舞い、外観や引張特性が

著しく悪化した。さらに、体積抵抗率が低いため、混入絶縁体の体積抵抗率も3桁程度低下した。

これらの結果から、EEAがリサイクル水密型OE電線の水密材として最適であると結論された(EVAは使用時の加水分解による酸の生成が懸念された)。

第1表 水密材混入絶縁体の特性

評価項目	水密材(新品ポリエチレンに20vol%混入)			
	EEA	EVA	ブチルゴム	熱硬化性ウレタン
押出外観	良	良	練りムラが発生	水密材が溶融せず
引張特性	良	良	良	著しく低下
体積抵抗率	低下なし	低下なし	低下なし	低下

4 電線の開発

(1) 電線の試作

前述の選定結果を基にEEAベースの硬質系樹脂を水密材として開発し、電線を試作した。絶縁体には新品ポリエチレンの他、10年以上使用したOE電線(従来品)から回収したポリエチレンに上記の水密材を20vol%混入することによりクローズドリサイクルを模擬した再生ポリエチレンを製造・使用した。また、使用電圧階級の適性を把握するため、絶縁体の厚さは、1.4mm(600V/低圧仕様)ならびに2.5mm(6600V/高圧仕様)の2種類とし、計4種類の電線を試作した。

なお、再生ポリエチレンには、特性改善のため酸化防止剤を適量添加した。

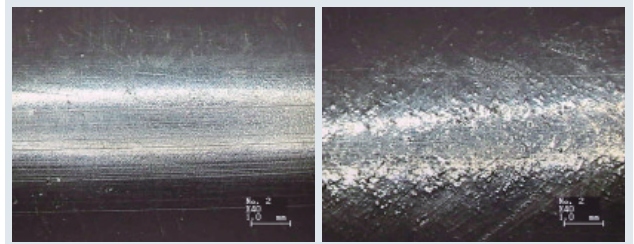
(2) 特性評価試験

現在適用されている水密型屋外用ビニル絶縁電線(低圧架空電線路用)および水密型屋外用架橋ポリエチレン絶縁電線(高圧架空電線路用)の規格に準拠して、試作した電線の特性評価試験を行った。第2図に電線表面の写真を、第2表に主な特性の評価結果をそれぞれ示す。

第2図より、再生ポリエチレン使用品の電線表面には小さな凹凸が無数にあって多少ざらつくが、後述するように電線の性能に影響を及ぼすものではない。

第2表より、新品ポリエチレン使用品は、低圧仕様、高圧仕様に関わらず、全ての項目について良好な特性が得られた。再生ポリエチレン使用品についても、水密材の混入による諸特性の悪化は見られず、サンシャインウエザーメータを使用した耐候性試験の結果も良好であった。

なお、再生ポリエチレン使用品は絶縁体の剛性が若干低下するため、高圧仕様品において高温時(60)の皮剥作業の円滑さが若干損なわれたが、実用上は問題ないレベルと判断された。



新品ポリエチレン使用品

再生ポリエチレン使用品

第2図 試作した電線の表面

第2表 特性評価試験の結果(導体サイズ: 60mm²)

評価項目	低圧仕様 (絶縁体厚: 1.4mm)		高圧仕様 (絶縁体厚: 2.5mm)	
	ポリエチレンの種類			
	新品	再生	新品	再生
外観	良	良	良	良
耐加熱変形性	良	良	良	良
絶縁体引張特性	良	良	良	良
耐電圧	良	良	良	良
耐トラッキング性	-	-	良	良
絶縁体耐候性 (クラックの有無)	無	無	無	無
皮剥性	良	良	良	高温時に円滑さが若干低下
雨水浸入防止性	漏水なし	漏水なし	漏水なし	漏水なし
絶縁体密着性	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし

5 環境負荷の評価

ライフサイクルアセスメント解析ソフト(NIRE-LCA Ver.2)により、電線製造時におけるCO₂排出量を算出し比較した。第3表にその結果を示す。多くの電力を必要とする銅の精錬を含めた電線完成品として見た場合でも、再生ポリエチレン使用品のCO₂排出量は新品ポリエチレン使用品の95%に低減でき、今回開発したリサイクル水密型OE電線が、環境負荷の低減に寄与することが示された。

第3表 電線製造時におけるCO₂排出量の比較

絶縁体種別	CO ₂ 排出量 (kg/km)	新品ポリエチレン使用品を 100としたときの割合(%)
新品ポリエチレン使用品	675	100
再生ポリエチレン使用品	639	94.6
新品塩ビ使用品(参考)	737	109.2

6 今後の展開

開発したリサイクル水密型OE電線(特許出願済み)は、水密型屋外用ビニル絶縁電線よりも許容電流が30%程度大きく、さらに製造時のCO₂排出量が少ないことから、新しい環境配慮型電線として魅力がある。今後は、適用規格の制定や効率的なりサイクルシステムの構築に向けて、社内外への積極的なPRを図りたい。



執筆者 / 熊澤孝夫
Kumazawa.Takao@chuden.co.jp