



表面形状を溝型としたアルミ導体低風圧絶縁電線

Low Wind-Pressure Aluminum Conductors Insulated Wire with Grooved Surface

山田 俊介*
Shunsuke Yamada

山崎 直哉
Naoya Yamasaki

電柱に架設される架空配電線として、銅導体に架橋ポリエチレンを被覆した絶縁電線が広く用いられているが、銅に比べ軽量で地金相場が低位安定しているアルミに導体を置換える動きがある。単純な置換えでは、銅とアルミの導電率の差があることから、同一の電流容量を確保するためには太径化が必要となるが、太径化に伴い電線に架かる風圧荷重が増大し、電柱など支持物の建替えも必要となる場合がある。当社では、電線の表面被覆に溝を設けることにより、銅導体品に比べて太径化しても風圧荷重が同等以下のアルミ導体低風圧絶縁電線を開発した。この低風圧電線は、都市部の風を想定した28m/sおよび沿岸部の台風を想定した40m/sの2つの風速に対し低風圧効果を有することに最大の特徴がある。当該品は、電気的特性や、コネクタなどの付属品との適合性・架線作業性も確認し、既の実線路で適用されている。

Copper conductors cross-linked polyethylene insulated wires are widely used for overhead distribution lines in Japan. On the other hand, a trend can be seen in the shift from copper conductors to aluminum conductors because aluminum is light and moderately priced. For the replacement, however, the increased diameter of insulated wires is inevitable due to the difference of conductivity between aluminum and copper. This causes an increase in wind pressure on wires, occasionally requiring rebuilding supporting structures (for example poles). Under such a circumstance, we have developed a low wind-pressure aluminum insulated wire with an original grooved surface. This helps reduce the wind pressure at a wind velocity of both 28 m/s and 40 m/s. Featuring competent electrical performance and workability for connection and other wiring work, the wire has been applied to actual distribution lines.

キーワード：低風圧絶縁電線、アルミ導体、甲種・丙種風圧荷重

1. 緒言

電柱に架設され、各所に電力を供給する架空配電線路として、銅またはアルミ導体に架橋ポリエチレンなどの絶縁被覆を施した絶縁電線が用いられている。図1に、架空配電線路とそれに用いられる絶縁電線の模式図を示す。

近年、アルミが銅に比べ、軽量（銅の30%）であること、地金相場が比較的低位安定であることといった理由から、従来銅導体の電線を用いていた系統でも、アルミ導体

の電線に張替えを検討する動きが出てきている。

しかし、アルミは、その導電率が銅の63%と小さいため、銅導体の電線と同等の電流容量で使用するためにはより大きい導体断面積が必要となる。一例としては、6.6kV系統で用いられる80mm²の銅導体を架橋ポリエチレンで被覆した電線（OC電線^{*1}）は電線外径約16mmであるが、これをアルミ導体OC電線で置換するには120mm²の導体断面積が必要となり、その電線外径は約19mmとなる。

電線の太径化で問題となるのは、受風面積が大きくなることに伴う風圧荷重増大である。電線は、その使用環境に応じて、都市部の風に相当する28m/s、または台風に相当する40m/sの風による重力と垂直方向の風圧荷重を受けるとして、電柱などの支持物の設計を行う必要があると、経済産業省が定める電気設備の技術基準の解釈（以下、電技解釈という）に示されている。（28m/sおよび40m/sでの風圧荷重は、電技解釈においては、それぞれ、「丙種風圧荷重」および「甲種風圧荷重」として規定されている。）従って、アルミ電線への張替えで風圧荷重が増大すると、電柱の建替えなど、大掛かりな設備投資が必要となる場合がある。

このような背景から、電線の形状を工夫することにより、風圧荷重を低減する低風圧電線の開発が進められてき

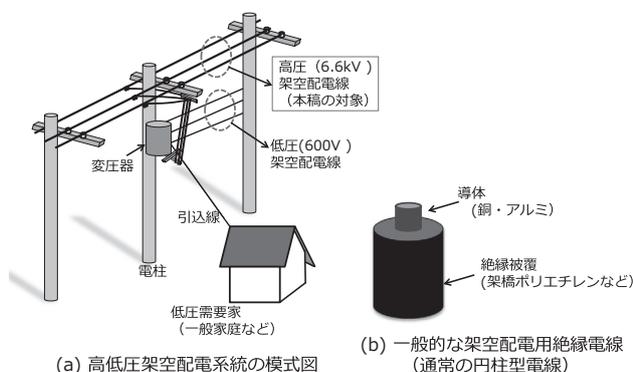


図1 架空配電線路とそれに用いられる絶縁電線

たが、従来技術では、ある特定の風速に対してのみ効果を持つものに限られており、架設箇所に応じた使い分けなどが必要であった。当社では、電線の絶縁被覆に独自の溝加工を加えることにより、28m/sおよび40m/sの両方における風圧荷重を低減した低風圧形OC電線を開発したので、本稿にて報告する。

2. 風圧荷重低減の原理と方法^{(1),(2)}

まず、風圧荷重が発生する機構について述べる。通常の円柱型の電線が風を受けると、表1の(a)のような、風の流れが発生する。風は比較的前方で電線表面から剥離、電線の背後に風が渦を巻く領域が発生し、この渦の領域は低圧力であるため、電線前後の圧力差により、電線が風に押されるように荷重が発生する。

ここで、電線は通常は円柱型であるが、その表面に凹凸をつけると、表1(b)のように、風の剥離点が後方へ移動し、渦が発生する低圧力領域が狭くなる。結果として、前後の圧力差を小さくし、風圧荷重の低減効果を得ることができる。

表1 電線の風圧荷重

(a) 通常円柱型電線	(b) 低風圧電線(表面凹凸有)
風の剥離点が前方にあり 後流が広く発生 風圧荷重(前後圧力差)大	風の剥離点を後方に移動させ後流の発生を抑制 風圧荷重 小

この効果の応用としては、身近な例ではゴルフボールがあり、ボールの表面に窪みを付けることで風圧荷重を低減させ、飛距離を大きくしやすくしている。電線においては、鉄塔に架設され裸導体で長距離送電を行う架空送電線の分野で、2000年頃には、捻回楕円形状や、溝つき形状など様々な方式が検討されてきている。

当社では、低風圧形OC電線についても、その絶縁被覆について、必要な電気絶縁性能を保ちつつ、低風圧効果を実現できるような凹凸形状を検討した。

3. 当社の溝型低風圧電線の特性

当社では、表面形状を溝型とした低風圧OC電線を開発・上市した。最も一般的な120mm²アルミ導体の低風圧形6.6kV線路用OC電線(当社品名: 6.6kV ACSR/AC^{*2}-OC-L^{*3} 120mm²)について、その外観、風圧荷重特性、

電気的特性などを、具体的に述べる。

3-1 外観

外観は写真1に示す通り、絶縁被覆の長手方向に溝を形成している。後述するような表面に微小な球状凹凸をつける構造等、様々な候補を検討したが、低風圧特性・電気特性・加工容易性の観点から、溝型形状を選定し、溝の数、深さ、幅などを最適化した。また、当社製電線は、主に線路保守上の要請のため、表面に電圧・品名・製造社名・製造年などを浮き彫り表示しているが、その視認性にも配慮して、構造選定を行った。



写真1 (新規技術) 溝型低風圧電線の外観

3-2 風圧荷重特性

低風圧電線の風圧荷重特性は、風洞内に電線を架渡し、各風速に対する風圧荷重を実測することで評価した。

新規溝型低風圧電線を含む、同等電流容量(約300A)の①~④まで4種類のOC電線の風圧荷重を表2に示す。表2において、①の新規溝型アルミ120mm²導体低風圧電線は、②の同外径の単純な円柱型電線より風圧荷重が低減している。さらに、③に示した、外径が小さいながらも

表2 風圧荷重特性

電線種類	導体種別	導体断面積 [mm ²]	表面形状	電線外径 [mm]	許容電流 [約A]	風圧荷重 [N/m]	
						28m/s	40m/s
① 開発品	アルミ	120	新規溝型(写真1)	18.6	300	6.8~7.6	14.0~15.2
②	アルミ	120	通常円柱	18.6	300	9.1	18.2
③	銅	80	通常円柱	15.6	300	7.6	15.2
④	アルミ	120	微小凹凸(写真2)	18.6	300	8.6	13.6

同等の許容電流を持つ従来の銅導体80mm²円柱型電線と①を比較すると、28m/sおよび40m/sの両風速で、同等以下の風圧荷重が得られている。このことは、従来③の銅導体電線を用いていた系統でも、①の構造を用いれば、電柱などを建て替えることなくアルミ導体電線に置き換えることが可能ということの意味する。

④は従来技術の例であり、電線表面に溝ではなく、半球状の微小な凹凸を施した電線（外観を写真2に示す）の評価結果である。①の新規技術と比較すると、40m/sにおいては風圧荷重が低くなるが、28m/sでは高い。③の同等電流容量の銅導体電線と比較しても、風圧荷重低減効果は40m/sでは十分であるが28m/sでは不十分であることがわかる。このように、表面凹凸などによる風圧荷重低減効果は、風速に依存することが知られており⁽²⁾、28m/sと40m/sの両風速で十分な風圧荷重低減効果を持つ電線は一般に実現困難である。一方で、当社の低風圧電線は表面形状を最適化することにより、両風速における風圧荷重低減効果を実現している。



写真2 (従来技術) 微小凹凸型電線

3-3 電気的特性

電気的特性については、主に電力会社で用いられる用品の仕様について定めた規格などにに基づき、耐電圧試験・絶縁抵抗試験・耐トラッキング試験などを行い、絶縁被覆に凹凸がある形態でも、実線路での使用に十分耐える電気性能を持つことを確認した。

3-4 接続部材との適合性や作業性検証等

当該品については、コネクタなど接続部材との適合性や架線作業性についても確認し、既に数多くの実線路でご使用頂いている。

4. 結 言

当社の、風速28m/sおよび40m/s（電技解釈における丙種風圧荷重および甲種風圧荷重に相当する風速）で低風圧効果をもつ溝型低風圧電線について報告した。本稿では、

最も一般的な6.6kV級の導体サイズ120mm²品の特性を中心に述べたが、大径・小径品や、より高い耐電圧性能が要求される22/33kV用への展開なども進捗中であり、ラインアップ拡充に努めている。

この電線の風圧荷重低減技術は、緒言で述べた銅からアルミ導体への切り替えによる電線太径化・風圧荷重増大の対策としてだけでなく、系統の容量増のための電線太径化や、電柱の荷重負荷低減など、様々な需要に対応するものであり、我が国の配電網構築の中で大きな役割を果たすものと考えている。

用語集

※1 OC電線

Outdoor Cross-linked Polyethylene Insulated Wireの略称であり、架橋ポリエチレン樹脂で銅またはアルミ導体を被覆した絶縁電線を指す。600V～33kVまでの架空配電線用途として広く用いられている。

※2 ACSR/AC

ACSR/AC: Aluminum Conductor Steel Reinforced / Aluminum Cladの略称であり、強度補強のためのアルミ覆鋼線を中心にもつアルミ導体のこと。

※3 -L

Low Wind Pressure の略称であり、低風圧形電線であることを示す。

参考文献

- (1) (一社)電線総合技術センター編、「身近な電線のはなし」、pp.42-47、オーム社 (2011年)
- (2) 雪野昭寛、岡田英幸、江口譲、西原崇、伊藤英人、岩間成美、菊池直志、「架空送電線用の低風圧電線の開発」、日本風工学会誌、第98号、pp37-44 (2003年)

執 筆 者

山田 俊介* : 電力事業部 主査



山崎 直哉 : 電力事業部 グループ長



*主執筆者