

架空地線の素線溶損時における残存引張荷重特性に関する研究

(株)四国総合研究所 電力技術部 村上 知則
(株)四国総合研究所 電力技術部 新居 浩治

キーワード： 架空地線
溶損
残存引張荷重
レプリカ
3D データ

Key Words : Ground wire
Melting
Residual strength
Replica
3D data

Study on residual strength properties of ground wire at strand melted

Shikoku Research Institute, Inc., Electric Power Technology Department
Tomonori Murakami and Kouji Nii

Abstract

When strand of ground wire melts, the melted cross sectional area is converted into the number of strands. If the number is less than the threshold value, the ground wire will be repaired by a minor method such as repair of armor rod, and if the number is larger than the threshold value, the melting point of ground wire will be partly exchanged to the new line.

However, converting from the melted cross sectional area to the number of strands depends on the subjectivity and unlike wire breakage, the ground wire that strand has melted is not so clearly understood the degree of decrease in residual strength related to the extent of melting loss.

In this study, we found that the degree of reduction of the residual strength was larger than the rate of the disappeared cross sectional area of the ground wire which strand was melted. By using this result, it is expected that the more appropriate repair method according to the state of damage can be selected by obtaining a method for quantitatively estimating the residual strength from the state of each strand.

1. はじめに

ヘリや自走器による架空地線点検において、素線の溶損を発見した場合、溶損断面積を素線本数に換算し、軽微なものはアーマロッド補修など簡易な補修を行い、重大なものは溶損個所の部分的な新線への張替等を行っている。

しかしながら、溶損断面積の素線本数換算は主観に頼っているところがあり、また、素線が溶損したより線は素線切れとは異なり、溶損度合いによる残存引張荷重が明確には分からない。このため、溶損した架空地線の残存引張荷重を定量的に推定する手法について研究を行ったので紹介する。

2. 素線溶損より線サンプル

素線溶損度合いの違いによる残存引張荷重特性を把握するため、溶損ケース別のサンプルを作成し、引張荷重試験等を実施した。

サンプルは、直撃雷を模擬したインパルス電流発生装置および直流アーク発生装置により通過電荷量の条件を変えて作成した。

図1に作成したAC55mm²サンプルの様相例を示す。素線切れまでは至っていないものの、アークを受けた個所は、アルミ覆鋼線のアルミ覆が消失し、鋼線の断面積が減少しているのが分かる。

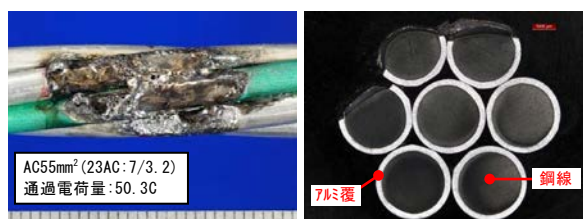


図1 素線溶損より線サンプルの様相

3. より線引張試験

作成したAC55mm²サンプルの引張試験結果を図2に示す。

電荷量が大きくなるにしたがって、残存引張荷重が減少傾向を示し、その度合いは溶損したより線の断面積減少の度合いより大きいことが分かった。

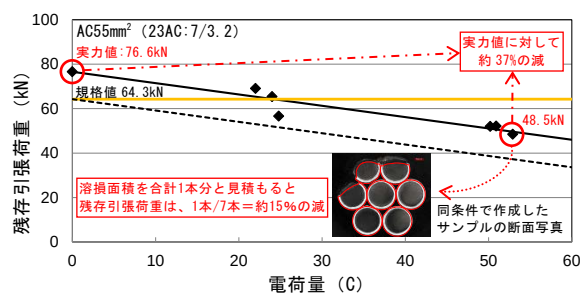


図2 より線引張試験結果

一方、図3に示すように「引張荷重－伸び特性」については、健全なより線は一般的に全素線が同時に破断するのに対し、溶損より線はのこぎり状の変化を示している。これは、溶損による引張荷重の低下度合いが大きい素線から順次破断したためと考えられる。

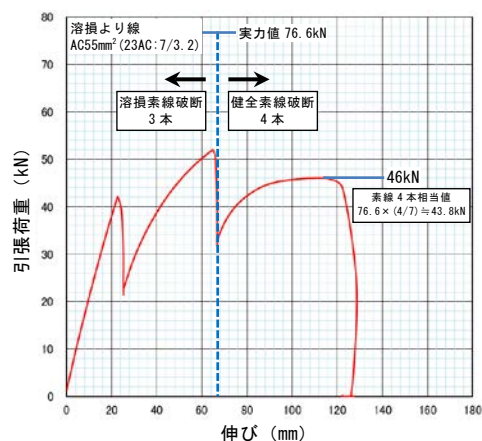
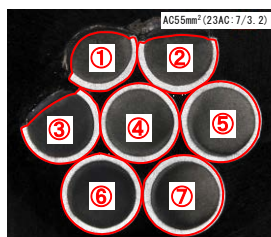


図3 引張荷重-伸び特性

4. より線残存引張荷重推定

素線が溶損したより線については、図4に示すように、各素線の溶損度合い(断面積残存率)と残存素線本数による荷重分担との関係を数式化することにより、「引張荷重－伸び特性」における素線の破断過程を推定し、最終的なより線の残存引張荷重を算出できると考えられる。



No.	断面積 (mm ²)	断面積 残存率 %ΔS(%)
①	5.12	63.7
②	6.04	75.1
③	6.41	79.7
④	8.04	100
⑤	8.04	100
⑥	8.04	100
⑦	8.04	100

健全なより線の最小引張荷重(実力値)を76.6kNとし、各素線の断面積残存率を引張荷重残存率として考えると、
①→②→③→④⑤⑥⑦の順に、
①・・・76.6×(7/7)×63.7%=48.8
②・・・76.6×(6/7)×75.1%=**49.3**
③・・・76.6×(5/7)×79.7%=43.6
④⑤⑥⑦・・・76.6×(4/7)×100%=43.8
付近の引張荷重で各素線が破断に至るものと想定される。
このため、溶損したより線の残存引張荷重はおおよそ49.3kNと推定される。

図4 より線残存引張荷重推定

いくつかのサンプルに対して上記手法を試したところ、概ね推定値に近い残存引張荷重となることが確認できた。

5. アーマロッド補修の適用可否判定

上記より線残存引張荷重推定手法と同様の考え方により、アーマロッド補修の適用については、図5に示す各素線の引張荷重残存率を基にしたフローから可否判定が可能と考えられる。

7本より線において、アーマロッド補修の適用範囲を素線切れ1本以下(規格値ベース)とする場合、溶損したより線の引張荷重残存率は規格値の $6/7 \approx 0.86$ まで許容できる。このため、判定条件は「①各素線の引張荷重残存率が86%以上」、あるいは「②最も小さい引張荷重残存率が86%未満の場合は残り6本が健全」となる。

一方、8本より線において、アーマロッド補修の適用範囲を素線切れ2本以下(規格値ベース)とする場合、溶損したより線の引張荷重残存率は規格値の $6/8 = 0.75$ まで許容できる。このため、判定条件は「①各素線の引張荷重残存率が75%以上」、「②最も小さい引張荷重残存率が75%未満の場合は二番目に小さい引張荷重残存率が86%以上」、あるいは「③二番目に小さい引張荷重残存率が86%未満の場合は残り6本が健全」となる。

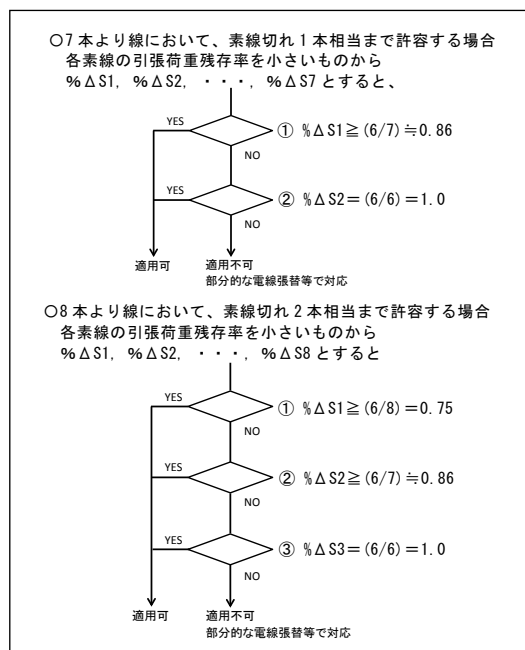


図5 アーマロッド補修適用可否判定フロー

6. 各素線の引張荷重残存率推定

これまで述べたように、溶損したより線の残存引張荷重を推定するためには、各素線の断面積残存率(引張荷重残存率)を把握する必要がある。

現地では、より線の断面を観察し、各素線の断面積残存率を把握することはできない。そのため、図6に示す溶損素線の引張試験結果から得られた「素線外径比と引張荷重比の関係」を基に、ノギス等で測定したより線外径の値から、各素線の外径減少度合いを把握することで、引張荷重残存率の推定が可能となる。

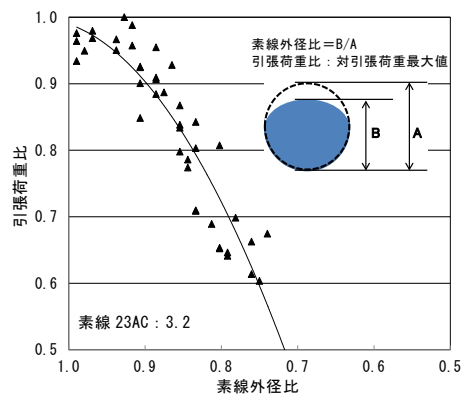


図6 素線外径比と引張荷重比の関係

7. 3D データを応用したより線残存引張荷重推定

ノギス等によるより線外径の測定が困難な場合において、溶損部を 3D データ化し、各素線の断面積残存率を把握することで、より線の残存引張荷重を推定する手法を図 7 に示す。

手順は以下のとおり。

- ①溶損部をゴム状の高分子材料等で型取り
- ②型に石膏などを流し込みレプリカを作成
- ③レプリカをレーザースキャニングし 3D データ化
- ④3D データの断面画像から各素線の断面積を把握
- ⑤得られた各素線の断面積を基に算出した断面積残存率(引張荷重残存率)と残存素線本数による荷重分担との関係から、より線の残存引張荷重を推定(4. より線残存引張荷重推定手法に同じ)



この手順により、溶損したより線サンプルの残存引張荷重を推定した結果、実測値に近い値を得ることができたことから、更なるスキャニングの精度向上等を図ることにより、残存引張荷重の推定に本手法が適用できる見通しを得た。

8. まとめ

本研究において、素線が溶損した架空地線の残存引張荷重を定量的に推定する手法を得た。これを適用することにより、損傷度合に応じた、より適切な補修方法が選択できるものと期待される。

【謝辞】

本研究は、四国電力(株)送変電部殿より委託を受け実施したもので、ご協力いただいた関係各位に深く感謝いたします。

- ⑤ 推定
- ・ 3D データ化した溶損部の断面状況から得られる各素線の断面積を基に算出した断面積残存率(引張荷重残存率)から $5.27/8.04 \approx 0.65$
 - ① $76.6 \times (7/7) \times 0.65 \approx 49.8 \text{ kN}$
 - ② $76.6 \times (6/7) \times 0.65 \approx 42.7 \text{ kN}$
 - ③ $76.6 \times (5/7) \times 1.00 \approx 54.7 \text{ kN}$
 - ④ $76.6 \times (4/7) \times 1.00 \approx 43.8 \text{ kN}$
- 付近の引張荷重において、それぞれの素線が断線すると推定

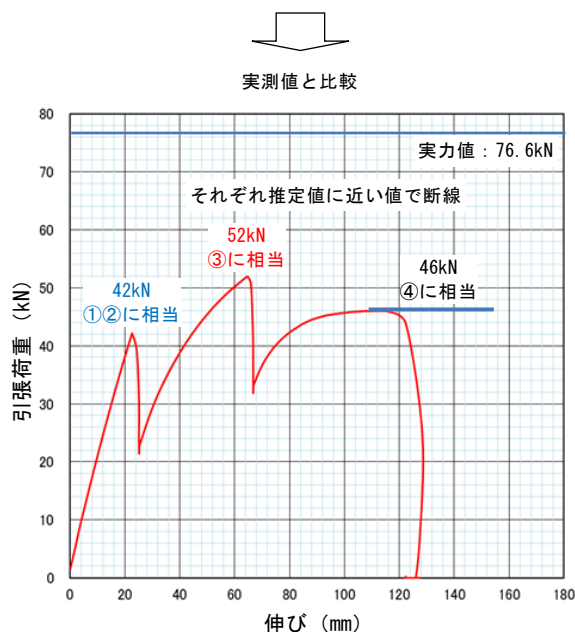


図 7 3D データを応用したより線残存引張荷重推定