

# 技術基礎講座

## 架空メタルケーブル絶縁不良事象に対する予防保全策の有効性について

NTT東日本 ネットワーク事業推進本部 サービス運営部  
技術協力センター アクセス技術担当

### 1. 背景

架空メタルケーブルの絶縁不良事象は、ケーブル心線被覆が劣化することにより銅線部分が剥き出しになっている状態において、降水量や湿度の変化による外気の影響を受けた場合に発生する可能性があります。

架空メタルケーブル区間の絶縁不良事象に伴う故障では、絶縁不良箇所の探索修理に多くの稼働がかかるため、サービス品質の維持のみならず探索修理の稼働抑制の観点からも、降水量・湿度の変化に左右されないよう未然に予防保全策を実施することが重要となります。

本稿では、架空メタルケーブル絶縁不良事象への予防保全策の有効性について実設備環境で検証した結果を紹介します。



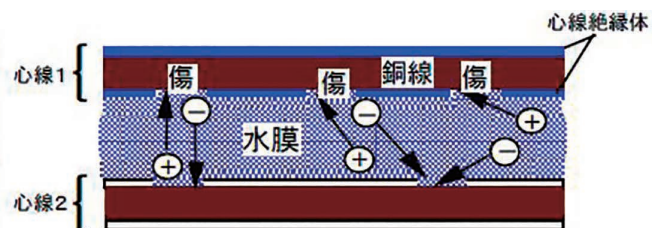
図1 心線絶縁体の劣化

### 2. 絶縁不良事象のメカニズム

架空メタルケーブルにおける絶縁不良事象の発生メカニズムは以下のとおりです。

- ①心線被覆が空気中の酸素による酸化反応で劣化
- ②熱・紫外線・海塩等により劣化が進行する
- ③心線の被覆上に連続して亀裂が入る
- ④剥き出しになった銅線に水分（結露や雨水）が付着
- ⑤心線の絶縁抵抗値が下がり絶縁不良が発生

主に接続端子かん内のケーブル心線被覆は酸素、熱等により劣化して、銅線部分が剥き出しとなります（図1）。剥き出しになった銅線部分に水分が付着して水膜が形成され、メタル心線間の絶縁抵抗値が低下し



・心線1、2間を満たすように水膜が形成し 両心線間の絶縁抵抗が低下

図2 絶縁抵抗値の低下の仕組み

（図2）、一定のしきい値を下回ると絶縁不良故障となって通信に影響を与えます。

### 3. 予防保全策の概要

現在、雨や湿度条件により発生する接続端子かん内の水分（結露等）への対策として、NTT東日本、NTT西日本で使用されている調湿材やコーティング材があります（図3）。

調湿材は優れた吸水特性を示す高吸水性ポリマー微粒子を用いた高分子調湿材となっており、高湿度環境下では湿気を吸い、低湿度環境下には吐き出すことができるため、半密閉の接続端子かん内の水分や湿気を吸排湿することで湿度を一定に保ち結露を防ぐ効果が期待できます（図4）。

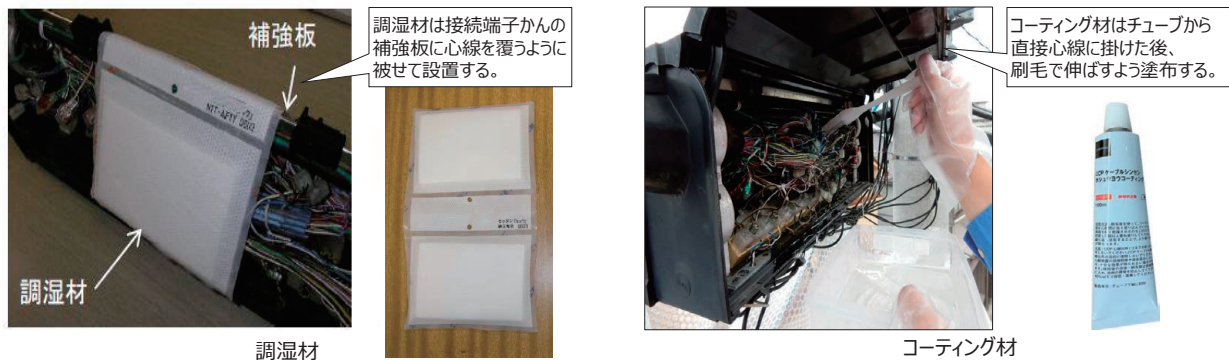


図3 予防保全策の取り扱い方法

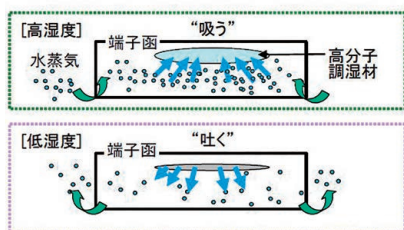


図4 吸排湿特性のイメージ

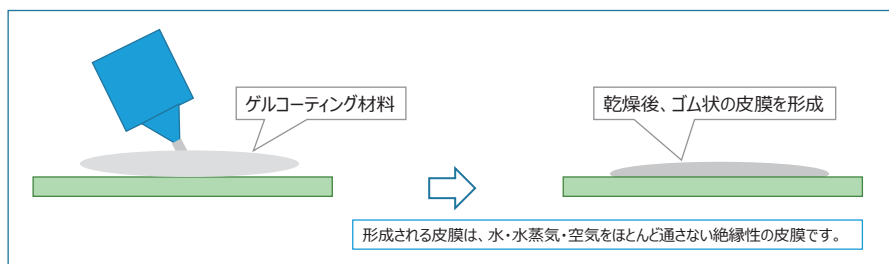


図5 皮膜の形成イメージ

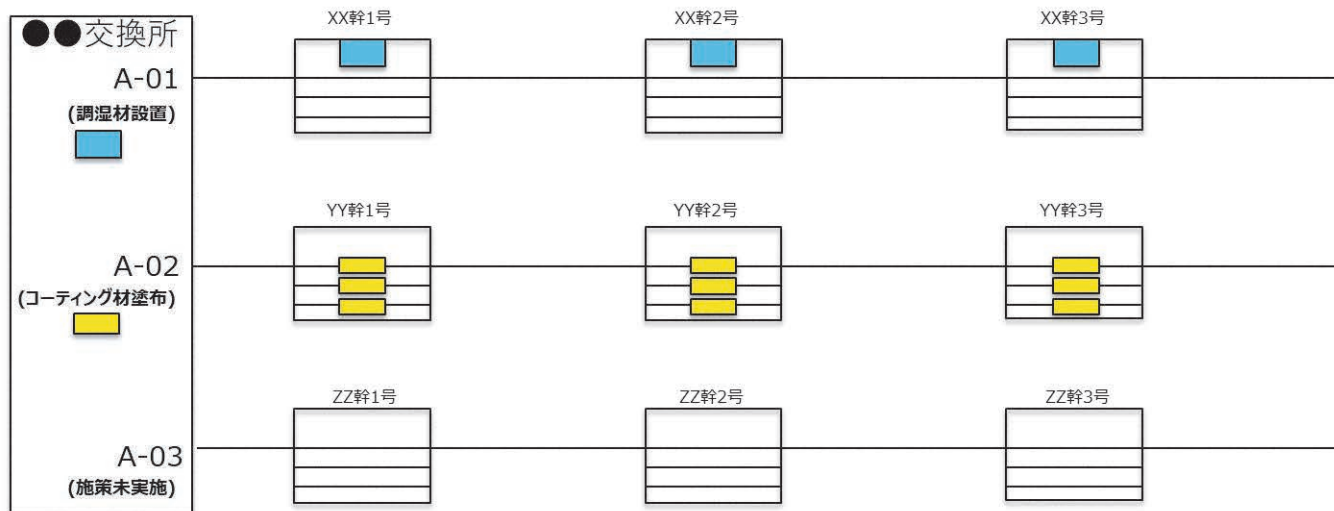


図6 検証構成

コーティング材は耐水性、電気絶縁性に優れたゲル状のコーティング材料となっており、乾燥後はゴム状の皮膜を形成するため、心線に塗布することで剥き出しとなった銅線部分への水分付着や銅線間の接触を防ぐ効果が期待できます(図5)。

#### 4. 実設備環境での検証内容

##### 4.1 検証エリアの選定

年間通して架空金属ケーブルの故障率が高く、かつ7月～9月(高湿度ならびに雨が多い時期)において故障率の上昇が高いエリアをサンプリングし、その中から検証可能な3エリアを選定しました。

##### 4.2 検証構成

3エリア内それぞれにおいて、同一環境下で予防保全策の効果が比較できるように、エリア内の各所にある交換所収容下で「調湿材設置」「コーティング材塗布」「施策未実施」による3パターン構成とし(図6)、故障率が比較的高いユニッ

ト※1を各エリア2交換所の6ユニット（計18ユニット）に振り分けました（図7）。

調湿材設置ならびにコーティング材塗布（以下、予防保全策）は、正確な効果を確認するためユニット配下の全端子かんへ実施しました。

### 4.3 分析方法

計18ユニット内のすべての検証用回線の回線試験を雨が少ない時期にあたる予防保全策前の2月（以下、2月（事前））と予防保全策後の3月（以下、3月（事後））に実施し、その後、雨が深い時期にあたる約5カ月間（6/5～10/16）においても回線試験を一定の時刻に毎日実施し、絶縁抵抗値の変動状況（一定のしきい値を上回る状態：正常）を観測しました。検証用回線における正常数の割合（以下、正常率）に着目し、正常率が降水量・湿度の変化との相関があるか否か、予防保全策により降水量・湿度の変化の影響を抑制できているか否か、について

※1 交換所の成端架でメタルケーブル心線を収容している単位。各方面へ向かっている心線を1ユニットあたり100心線収容している。

確認しました。

### 4.4 検証結果

雨天時および湿度上昇における正常率については3エリアすべてにおいて、予防保全策を未実施のユニット（以下、未対策ユニット）は低下が大きく不安定でしたが、予防保全策を実施済のユニット（以下、対策済ユニット）は低下が小さく安定していました（図8）。

なお、未対策ユニットでは9月18日以降に正常率が2月（事前）と3月（事後）の試験時の結果に近似しており、増加傾向となっていました（図8）。

### 5. 考察

対策済ユニットと未対策ユニットのどちらにおいても、多雨および高湿度の場合に正常率の低下が見られ

エリア	エリア：交換所：ユニット	実施内容
I	I：●●：A-01	調湿材
I	I：●●：A-02	コーティング材
I	I：●●：A-03	施策未実施
I	I：○○：B-01	調湿材
I	I：○○：B-02	コーティング材
I	I：○○：B-03	施策未実施
II	II：▲▲：A-01	調湿材
II	II：▲▲：A-02	コーティング材
II	II：▲▲：A-03	施策未実施
II	II：△△：B-01	調湿材
II	II：△△：B-02	コーティング材
II	II：△△：B-03	施策未実施
III	III：■ ■：A-01	調湿材
III	III：■ ■：A-02	コーティング材
III	III：■ ■：A-03	施策未実施
III	III：□□：B-01	調湿材
III	III：□□：B-02	コーティング材
III	III：□□：B-03	施策未実施

図7 選定した検証ユニット

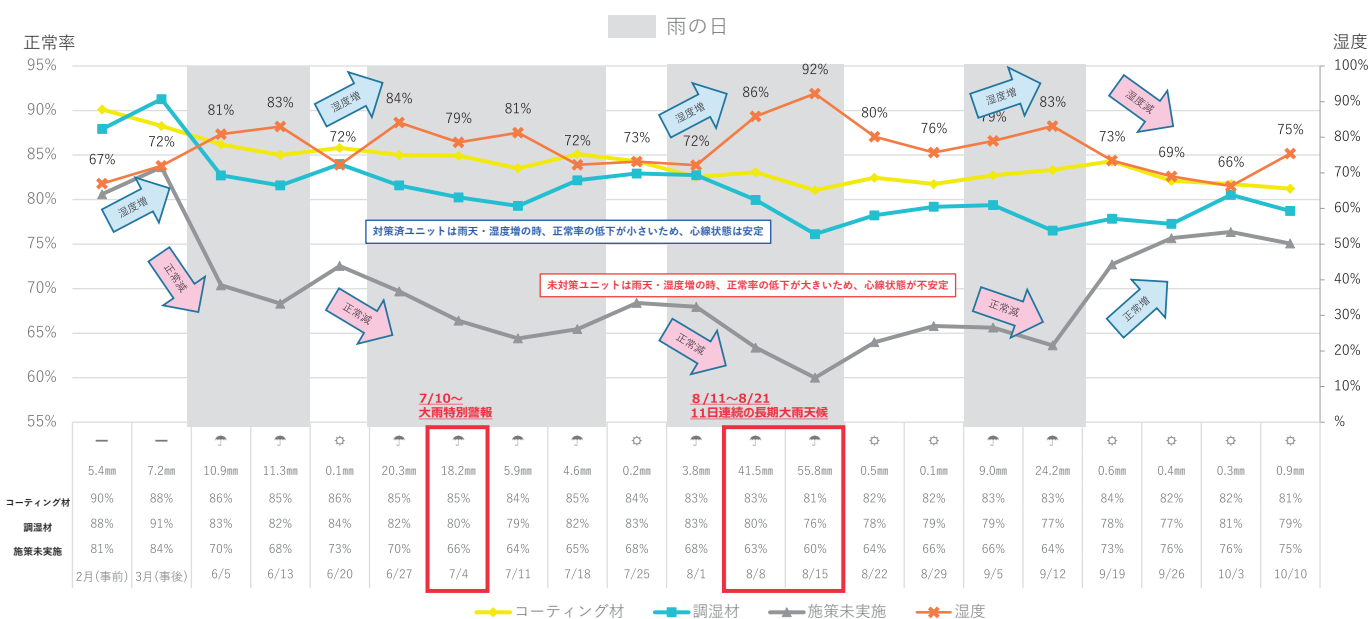


図8 検証用回線の回線試験状況（週ごと平均：6/5～10/16）

	正常数の割合 (平均値)			分散値※
	2月(事前)	3月(事後)	6～10月	
コーティング材	90%	88%	84%	10.4
調湿材	88%	91%	80%	17.8
施策未実施	81%	84%	69%	80.1

分散値※：データの平均値とばらつき具合を数値で示したものの値が小さいほど平均値に近い複数データが集合(安定している状況)

図9 予防保全策ごとの正常数の割合 (平均値・分散値)

ていることから、正常率と降水量・湿度の間に相関があると考えられます。また、未対策ユニットにおいて、9月19日以降の降水量および湿度の低下に伴い正常率の回復傾向がみられたことから、正常率と降水量・湿度の間に相関があると考えられます。

予防保全策により降水量・湿度変化の影響を抑制できているかについては、検証期間中(6/5～10/16)において対策済ユニットは正常率が終始安定していたため(図9)、高湿度下の結露等で引き起こされる絶縁不良事象に伴う故障の抑制が期待できると考えられます。

## 6. まとめ

本稿では、架空メタルケーブル絶縁不良事象への予防保全策の有効性について、実設備環境で実施した検証結果を基に紹介いたしました。

未対策ユニットの絶縁抵抗値は高湿度および多雨の時期とそれ以外の時期とで大きく異なりますが、対策済ユニットの絶縁抵抗値は年間通して安定すると考えられます。なお、架空メタルケーブルはマルチ接続※2で構成されているため、調湿材

※2 接続端子かん内で本線と分岐線を接続している設備構成。広範な地点におけるお客様需要に柔軟な対応が可能。

の設置ならびにコーティング材の塗布を一部の接続端子かんのみに実施している状況では、ユニット内で潜在の可能性がある絶縁不良の事象発生を抑制できない場合があります。

本検証結果から確認できたとおり、予防保全策は可能な限り対象ユニット内のすべての端子かん内に実施することでより高い予防保全効果が得られると考えられます。

NTT東日本 技術協力センター アクセス技術担当では、全国の現場で生じるアクセス設備の難解な故障の解決に向けた技術支援を行っています。

引き続き現場の困りごとの解決に貢献するとともに、技術支援で得たノウハウや故障原因究明で得た知見等を活用しながら、現場の技術力向上や効率化に貢献するようなツール等の開発を行ってまいります。

## お・知・ら・せ

### 【Pエリア・協業エリアの皆様へ：OJT募集について】

NTT東日本技術協力センターでは、Pエリア・協業エリアの保守に従事する通信建設会社の皆様に対し、OJTとして来ていただける方を募集しております。

OJTでは、アドバイザーの指導のもと、基礎知識や各種測定器の使い方に加え、故障現場での切り分けノウハウの習得等を通じて高度かつ専門的な技術力の向上を目指します。また、期間、内容等については、ご要望に応える形で決めていますので、OJTについてのご質問・お問合せは、下記の連絡先までお気軽にご相談ください。

電話 03-5480-3711 メール gikyo-ml@east.ntt.co.jp

#### ◆技術相談の問合せ先

NTT東日本 ネットワーク事業推進本部 サービス運営部 技術協力センター

- アクセス技術担当  
03-5480-3701 [光・メタルケーブル設備、光アクセスシステム 等]
- ネットインターフェース技術担当  
03-5480-3702 [電話/各種NWサービス故障対応 等]
- 材料技術担当  
03-5480-3703 [腐食・防食、材料劣化、延命対策 等]
- EMC技術担当  
03-5480-3704 [無線LAN、ノイズ・雑音、誘導対策、雷害対策 等]