

技術基礎講座

メタルケーブル不良位置探索技術

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 はじめに

加入電話の大量架設時代に設置された所外のメタルケーブルは、近年、経年により不良心線が多く見受けられるようになってきています。各保守拠点では発見の都度、修理を行っている状況です。一方で光ファイバケーブルの加入者系ネットワークへの普及に伴いメタルケーブルの設備は徐々に減少していくと想定されますが、すぐにメタルケーブルがなくなるとは考えにくく、回線故障の未然防止の観点からメタルケーブルの不良位置を速やかに推定し、当該位置の手当てを行うことは重要といえます。

2 メタルケーブルの故障

メタルケーブルの故障には、ケー

ブルの水没・湿気等によって生ずる混線、絶縁不良、アースへの接触（地気）等があり、通信の途絶や雑音など回線故障を引き起こす要因となります。

これらの故障時には現地でケーブル接続点开き、絶縁抵抗計などによりその上部（設備センタ側）または下部（お客様側）のどちら側に故障があるかを判断し、順次それを繰り返して不良位置を確定させていくという、保守稼働が多くかかる手法により探索が行われてきました。

3 不良位置推定の現状

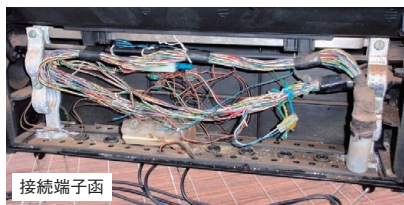
メタルケーブルを評価する方法として、絶縁抵抗や静電容量、ループ抵抗、外来電圧・電流等をテストや試験ツール等を用いて測定すること

で、良否の判定を行っています。しかし、不良位置そのものの測定器による推定は、実際の現場ではあまり行われてはいませんでした。

以前からメタルケーブルの不良位置を推定できる測定器は存在していますが、測定器を活用して推定するためには測定法の十分な理解や測定心線の状態（断線故障、混線（ショート）故障、地気（アース）故障）の把握、心線の状態や線路構成等に応じた測定法の選択が必要であり、運用上の困難さがありました。

4 不良位置探索技術の紹介

そこで今回は、市販の測定器を用いてメタルケーブルの不良位置を推定する方法として、まずは、現在入



接続端子箱

縦クラック

被覆剥離

写真1 メタルケーブル心線不良の状況

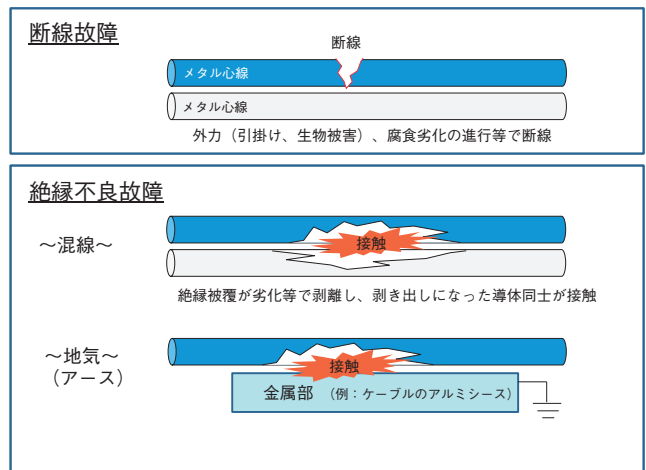


図1 心線故障のメカニズム

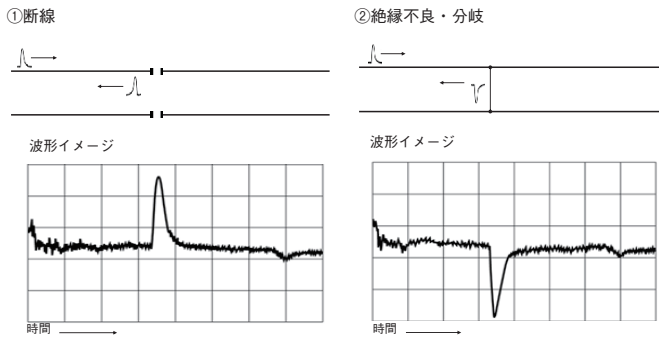


図2 パルスレーダ法による波形のイメージ



比較法

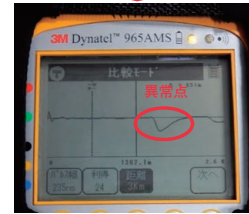


写真2 比較法のイメージ

手可能なメタル不良位置探索機が採用している方式を以下に紹介します。

①パルスレーダ法

断線故障、混線故障における不良位置探索に有効な測定方法です。心線にパルス電圧を印加し、異常点から反射するパルス電圧の往復伝搬時間をグラフ化し、異常点までの距離を推定します。パルス電圧の伝搬速度はケーブル種別により異なり、伝搬速度と往復伝搬時間の積により故障点までの距離を導き出します。伝搬速度は例えば心線径0.4mmCCPでは96m/ μ secとなります。

パルス信号はケーブルのインピーダンス不均衡点では反射する性質を持っています。インピーダンス不均衡点とはケーブルの「断線点」や「絶縁不良点・分岐点」などのことを指します。断線点はインピーダンスが高い状態であるため波形が上向きに、絶縁不良点・分岐点はインピーダンスが低い状態であるため波形は下向きになって表示されます。

本方式においては心線径種別および線路形態の条件により、断線波形が読み取りにくいことがあります。この場合、比較法を使うと有効です。比較法とは、同一条件の線路の不良線と良線を同時に測定器に接続し、得られたパルス波形の差分を表示して不良位置のみを明らかにする方法です(写真2)。

パルスレーダ法の弱点として分岐線路においては各分岐線路の端末

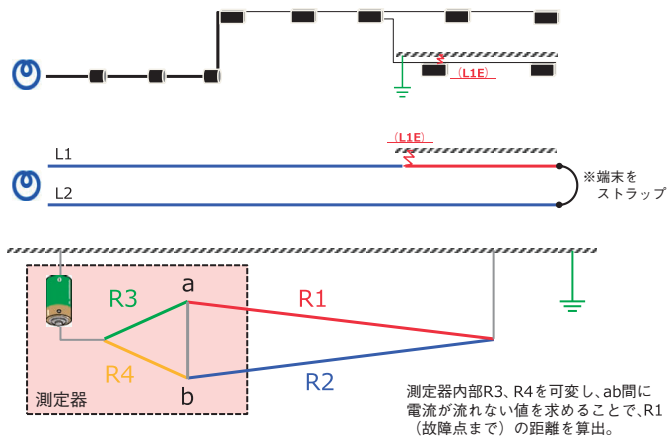


図3 マーレーループ法の概念

表 各測定法の比較

測定法	線路構成	測定可能な心線の状態	測定に関する留意点
パルスレーダ法 (TDR測定) パルス信号の反射を測定し得られた波形から被疑箇所を推定	マルチ× 非マルチ○	断線 絶縁不良※ (SC) ※状態によってはRFLで対応	・波形の解析が必要
マーレーループ法 (RFL測定) 得られた抵抗値を線路長へ変換し、被疑箇所を推定	マルチ○ 非マルチ○	地気 (L1/L2 E L1L2E) 絶縁不良 (SC)	・測定心線の端末をループする必要あり ・比較測定用の良心線が必要

TDR … Time Domain Reflectometry (時間領域反射測定)
RFL … Resistance Fault Locate (抵抗故障点探索)

(開放端) から全て断線点と同じ反射が発生します。それによりグラフが複雑化して不良位置の表示(推測)には至らない場合があります。よってパルスレーダ法は分岐のない線路における、断線故障や混線故障に対する不良位置探索に有効な手法といえます。

②マーレーループ法

混線故障、地気故障の不良位置探

索に有効な測定方法です。ホイットストーンブリッジの原理を応用し、線路抵抗値より不良点を推定します。抵抗値を距離と読み替えるために測定線路の線路長をあらかじめ測定器に入力すること、測定回路を形成するために被測定線路の端末をストラップ(ループ)する必要があります。

先に述べたパルスレーダ法では分

- ①NTT交換センターにて心線の状態把握（絶縁不良・地気）
- ②測定線路端末をストラップ①
- ③所内からマーレーループ法で測定⇒異常距離2,500m（a点）
- ④a点を確認。異常があれば修理。なければそこから出る分岐線路が被疑。
- ⑤分岐線路端末をストラップ②
- ⑥所内からマーレーループ法で測定⇒異常距離2,700m（b点）

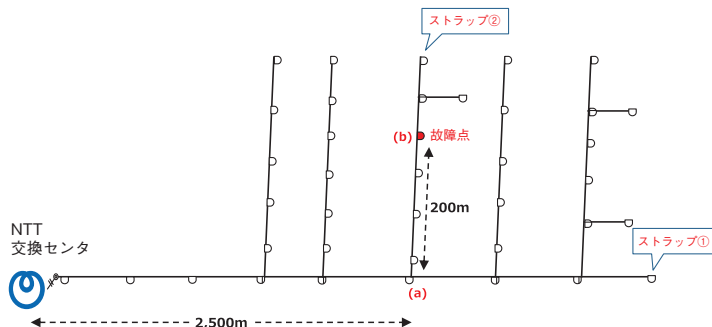


図5 架空線路における不良位置探索の実例

レーループ法で不良箇所を再度探索する、というように不良箇所を確定させていきます。

メタルケーブルは風雨や紫外線等の外的要因を受けやすい架空区間で不良が多く発生しているといえます。架空区間は分岐線路を有することが通常であり、まずはマーレーループ法を用いて大まかな区間特定を行い、区間を絞り込んだ上でパルスレーダ法で位置を確定させる等、1つの方式にこだわらず複数の方式を複合的に活用することも有効です。

岐線路における測定が比較的困難ですが、マーレーループ法は分岐がある線路でも不良位置の推定が可能です。例えば、本線の端末をストラップした状態で測定し、分岐線路上に不良点があった場合は、本線上の分岐が始まる箇所（距離）が不良点として測定されます。仮にその場所が不良でなければその位置から分岐される線路区間が被疑となります。よってマーレーループ法は地気故障、混線故障であれば、分岐の有無を問わず不良位置探索に有効な測定方法といえます。

かを判断します。地下区間で発生していると判断できる場合は位置を特定し探索は終了です。架空区間で発生していると判断した場合、分岐線路を有する場合はマーレーループ法を採用し、本線上の任意の線番をストラップした後に測定し、不良点を確定させます。当該位置を確認し、不良がなければそこから接続された分岐線路を疑います。分岐線路に分岐がなければ分岐の開始位置からパルスレーダ法でも測定は可能ですが、分岐線路にさらに分岐があれば分岐線路の端末をループし、マー

6 終わりに

今回はメタルケーブルの回線故障を未然防止する観点から、不良位置を省稼動で速やかに推定する手法を紹介しました。

技術協力センタは、これまでに蓄積してきた各種設備の保守運用に関する知識と経験を活かしながら、今後もアクセス設備の信頼性向上に貢献できるよう皆さまからの技術相談、支援依頼や技術普及に取り組んでまいります。

5 不良位置探索の実例

メタルケーブル不良位置探索の実例を紹介します。

まずは、不良位置探索を行う心線が断線なのか混線なのか地気なのか等、今の状態を確認することが重要です。その結果により不良位置探索の方式を選定することになります。当該心線が断線・混線・地気以外の状態では測定器による不良位置の探索には適さないので注意が必要です。

次に不良が地下区間で発生しているのか、架空区間で発生しているの

お・知・ら・せ

【Pエリア・協業エリアの皆さまからの技術相談受付について】

技術協力センタでは、所外系の故障修理業務・線路保全業務に従事されているPエリア・協業エリアの通信建設会社の皆様からの技術相談を受け付けています。NTT設備における原因・対策方法のわからない故障やお困りごと等がございましたら、お気軽にお問合せください。

◆下記へお気軽にお問合せください

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
 ・アクセス技術 03-5480-3701（光・メタルケーブル設備 光アクセスシステム 等）
 ・ネットインタフェース技術 03-5480-3702（ユーザ設備 IP/NWサービス 等）
 ・材料技術 03-5480-3703（腐食・防食 材料劣化・延命対策 等）
 ・EMC技術 03-5480-3704（雷害対策 誘導対策 電磁関連 等）
 E-MAIL gikyo@ml.east.ntt.co.jp