

被災した光ケーブルの信頼性評価技術

新潟県中越地震をはじめとする大きな地盤変動を伴う災害では、通信設備における被災個所の復旧と並んで被害が表面化していない部分の信頼性を把握することが重要です。その中で特に既設光ケーブルの信頼性評価技術について紹介します。

信頼性評価の必要性

新潟県中越地震が発生してからまもなく1年が経ちます。この地震はインフラ設備に多数の被害を与えましたが、図1、2のように通信設備に対しても甚大な被害をもたらしました。中でも中長距離通信のバックボーンである中継光ケーブルは、地滑りや土砂崩れにより10カ所で断線等の被害を受けました。これら光ケーブル被災個所のほとんどは、保守技術者の方々等の努力により早期に復旧することができました。しかし、現状では通信に支障がなくても、今後もこれらのケーブルを使用して問題が起こらない保障はありません。特に、被災したエリアには300 km以上に及ぶ中継光ケーブルが布設されており、かつその大部分が地下ケーブルであるため、全光ケーブルについてその損傷の有無を容易に外観から確認することはできません。そこで、NTT局内から効率的に光ケーブルの被災状況を把握する方法として、光ファイバの残留伸び歪と曲げ損失の測定を実施しました。

評価の内容

一般に、物質に引張り等の大きな力が加わった状態ではその強度が低下します。力の加わり具合はその物質の残留伸び歪を測定することで把握できます。この残留伸び歪は過大張力の影響による光ファイバの長期信頼性の算出に適用できます。測定には、B-OTDR (Brillouin Optical Time Domain Reflectmeter : 光ファイバ歪計測装置) を使用しました。B-OTDRは、光ファイバ中に光を通すと光ファイバの歪量に応じてブリルアン散乱と呼ばれる戻り光の周波数が変化するという原理を用いた計測装置です。

また光ファイバは曲げが加わると伝送損失が増加するという特性があります。光ファイバの曲げは光ファイバに外力が加わって発生するため、曲げ個所を特定することにより異常な外力が加わった個所を把握することができます。曲げ損失の測定には、3波長(1.31 μm , 1.55 μm , 1.65 μm)



図1 道路崩壊により露出した管路



図2 損壊したマンホール

のOTDRを使用しました。これは光ファイバの曲げは波長が長いほど損失が大きくなるという原理を利用して曲げ個所を特定するものです。

評価結果

地震発生から約4カ月経過した本年3月に、長岡市、小



出典：国土地理院HP <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/NIIGATAJISIN/jyoukyouzu/5man1029-1500.pdf>

図3 被災状況

千谷市，川口町を中心としたエリアに布設されている中継光ケーブル18ルートに対し測定を実施しました。

測定の結果，異常な残留伸び歪を10カ所で，異常な曲げ損失を35カ所で検出しました。図3に今回検出された異常箇所を示します。図3には通信設備以外の被災状況も示してあります。異常な残留伸び歪は，土砂崩れや道路陥没箇所の近傍に位置する傾向にあることがわかります。今回測定された残留伸び歪を基に30年後の光ファイバの破断確率を算出すると，10カ所の異常な残留伸び歪のうち8カ所はその値が $10^{-6}\%$ 以下であり設備上問題ないといえます。一方，残りの2カ所については破断確率が約2%と10%以上でした。よって，これらの2カ所については，長期的な信頼性が劣るためケーブルの張替を実施したほうが安全と考えられます。

また異常な曲げ損失については，図3に示すように広範囲に分布しており，その他の被災箇所との相関はやや薄いといえます。考えられる曲げ損失の要因は，地震の影響として，過大引張りによる光ファイバ心線の引張り，管路のズレによるケーブルの屈曲，クロージャ把持部でのケーブルの引き抜けによる光ファイバ心線の屈曲等が考えられます。地震以外の影響として，接続余長収納時の施工不良，浸水検知モジュールの作動，車両の振動等による光ファイバ心線の移動に伴う屈曲等が考えられます。今回検出された異常曲げ箇所は，これらのどの要因で生じたものか測定結果だけで推定することは困難なので，現地にて当該の接続点等を確認する必要があります。確認の結果，

急峻な曲げがあれば開放すると同時に，ケーブルやクロージャに損傷があれば張替や取替が必要です。

見えないところに危険が潜む

このように震災に見舞われた地域に布設された光ケーブルは，断線等の目に見える被害を受けた個所以外にも長期的に信頼性の劣る箇所が存在することがあります。よって，現時点では通信に支障が生じていない光ケーブルであっても，必要に応じて残留伸び歪や曲げ損失の測定を実施して信頼性の確認をすることが重要です。これらの調査を実施することにより，異常箇所を特定することが可能となるとともに，広範囲な調査ルートから現地確認が必要な箇所とその優先順位を選定できるので被災後の設備点検の効率化を図ることも可能となります。また今回被災したエリアに布設された光ケーブルには，調査で把握できなかった予期せぬ異常が発生することも考えられるため，定期的な監視を強化することも通信設備の信頼性を維持するうえで重要と考えます。加えて，本技術は地震で被災した光ケーブルの信頼性の評価だけでなく，台風による倒木被害等にあった架空光ケーブルの信頼性評価にも適用可能です。

問い合わせ先

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
 アクセス技術担当
 TEL 03-5739-3221
 FAX 03-6408-2902