

技術基礎講座

現場組立コネクタの早期故障の削減に向けた取組み

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

NTT東日本技術協力センターでは、さまざまな通信設備の故障の解決に継続して取り組んでいます。今回は、現場組立コネクタの故障を未然に防止するための取組みについて紹介します。

図1にFTTHの設備概要図を示します。お客様近傍の柱上やお客様宅内の各接続点に使用されている現場組立コネクタは、融着やメカニカルスプライスと比較してサービス開通の迅速化、切替え作業を容易にする等のメリットがあります。しかし、コネクタ組立作業の手順誤り、工具のメンテナンス不足によって、施工後数日から数カ月で早期の故障が発生してしまうことがあります。

2. 現場組立コネクタ起因の早期故障への取組み

現場組立コネクタ起因の早期故障は、これまでの故障事例調査や再現検証から、コネクタ組立作業の手順誤りやファイバカット等の工具のメンテナンス不足^[1]により発生することがわかっています。過去の現場組立コネクタの組立て不良による損失発生メカニズム^[2]を図2に示します。正常なコネクタでは、挿入ファイバと内蔵ファイバがメカニカ

ルスプライス部で隙間なく突合せ接続されますが、不良コネクタでは、ファイバのカット不良やカット長間違いにより、突合せ部に微小な隙間が生じます。このような場合、組立直後は、隙間が屈折率整合剤で充填されているため、大きな損失とはなりません。しかし、屈折率整合剤の中に混入した気泡が温度変化等で移動し、隙間の通信光が通る位置に達

してしまうと、大きな損失が発生するため、早期故障の原因となることがあります。

これらの対策として、挿入ファイバのカット面を確認するファイバカットチェッカや、施工上のポイントを記載したポケットマニュアル等、施工中の注意を促すツールを考案し展開してきました。これにより、故障は減少してきたものの、早

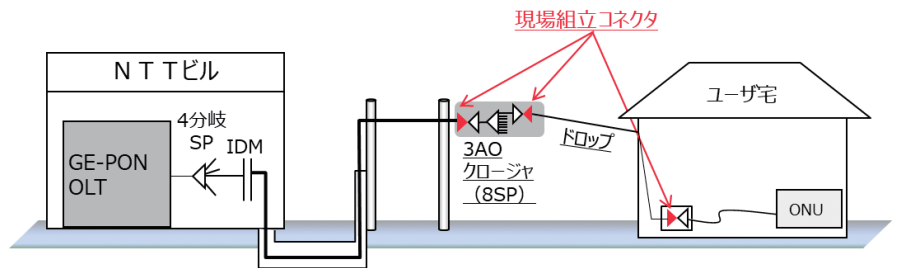


図1 FTTHの設備概要図

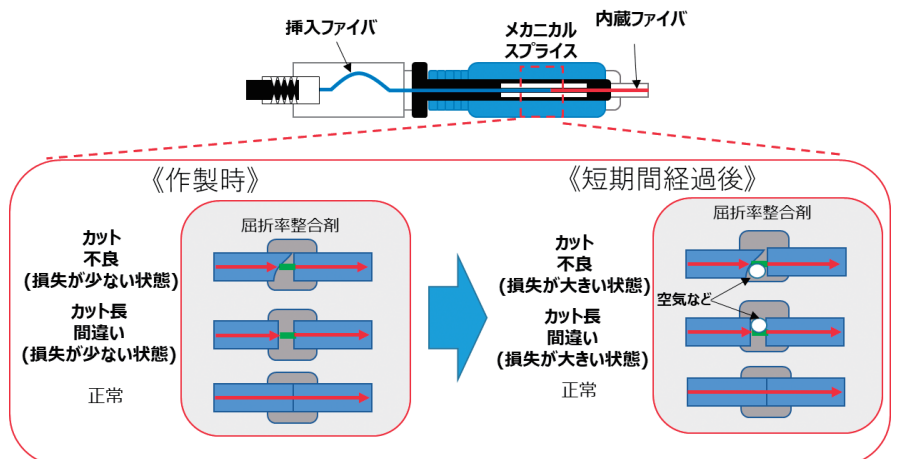


図2 現場組立コネクタのメカニカルスプライス部

期故障撲滅には至っていません。

そこで、さらなる対策として、作成したその場で不良コネクタを容易に判定可能な現場組立コネクタチェッカを開発いたしました。

3. 現場組立コネクタチェッカ

①考案した現場組立コネクタチェッカの原理

前述の通り、正常コネクタと不良コネクタの違いは、通信光が通る経路上の屈折率整合剤の有無であるといえます。そのため、屈折率整合剤の有無を判断できれば、隠れた不良コネクタの良否判定ができると考えました。

屈折率整合剤には図3に示すように、損失に波長依存性があることが分かってきました。そこで、正常コネクタと不良コネクタの損失値を波長ごとに調査したところ、正常コネクタでは損失値のばらつきが少なく、不良コネクタでは図3と同様、損失値にばらつきが多く発生することが分かりました。以上より、現場組立コネクタチェッカでは複数波長

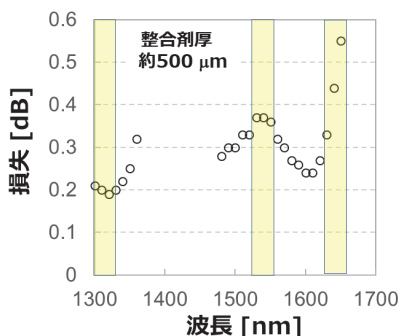


図3 屈折率整合剤の損失の波長依存性

の損失値を比較することで隠れた不良コネクタを判別する仕組みを採用しました。

②装置搭載に向けた検討

現場で作業者が簡単に不良コネクタ判定を実施できるよう、持ち運びの容易さや作業性も重視して多波長光パルス測定装置（多波長OTDR：Optical Time Domain Reflectometer）への搭載を検討しました。

持ち運びが容易な小型OTDRでは、一般的に2波長タイプ（1310, 1550nm）と3波長タイプ（1310, 1550, 1625nm）があり、実際に現場での使用を想定すると、検出精度、操作性、価格などを総合的に検討する必要があります。そこで、実験環境において2波長測定と3波長測定での不良コネクタ検出精度を検証しました。検証は、100個の現場組立コネクタを作製し、作製直後の損失値にばらつきが生じたコネクタと、ヒートサイクル中に3 dB以上の損失変動が生じたコネクタを選択し、2波長と3波長で検出精度を比較したところ、2波長測定で96%、3波長測定で100%となりました。3波長の方が高いものの、2波長でも良好な結果を得ることができました。

③試作測定機

試作機開発においては、2波長タイプと3波長タイプのOTDRに現場組立コネクタチェック機能を搭載し、さらに作業性等について検討することとしました。試作した現場組

立コネクタチェッカの外観を図4に示します。現場組立コネクタチェッカはアンリツ社製のMT9090A（2波長タイプと3波長タイプ）に搭載しました。2波長タイプ、3波長タイプともにMT9090Aのサイズを変えことなく、実装できています。2波長タイプと3波長タイプの外観上の差分として、2波長タイプは1つのポートで2波長測定可能ですが、3波長タイプは1310, 1550nmのポートと1625nmのポートは2つに分かれているという違いがあります。

④作業イメージ

本試作機を使用した不良コネクタ判定の作業イメージについて紹介します。

本試作機は、図1にあるような柱上、もしくはお客様宅内において、現場組立コネクタを作製したその場で、本測定器を測定用光コードで現場組立コネクタと接続するだけで不良判定を実施できます。

試作機のSTARTボタンを押すと、1310 nmと1550 nmの2波長を30秒ずつ測定し、2波長タイプでは、その後自動で良否判定結果を表示します（図5）。また3波長タイプでは、2波長測定後に1625nmのポートへ接続替えを促すガイダンスが表示（図6）され、1625nmの測定が終了すると良否判定結果が表示されます（図7）。これにより、作業者が測定値を分析することなく、機器が自動で判定できる試作機が完



図4 現場組立コネクタチェッカの外観

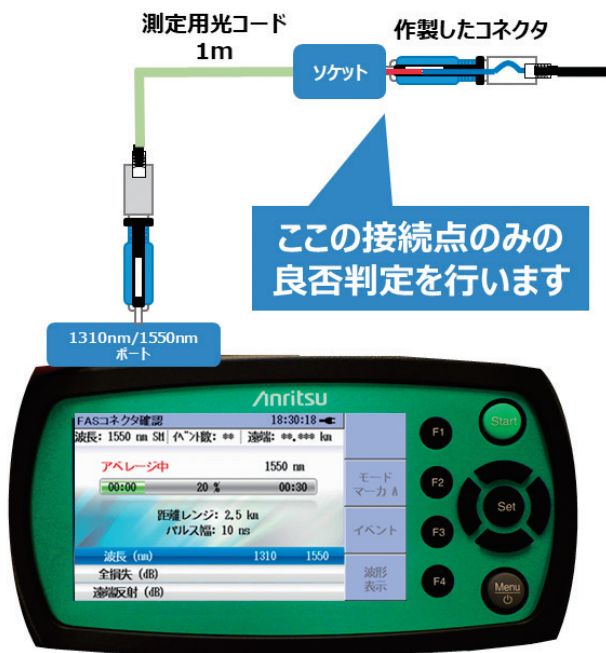


図5 2波長タイプの測定画面

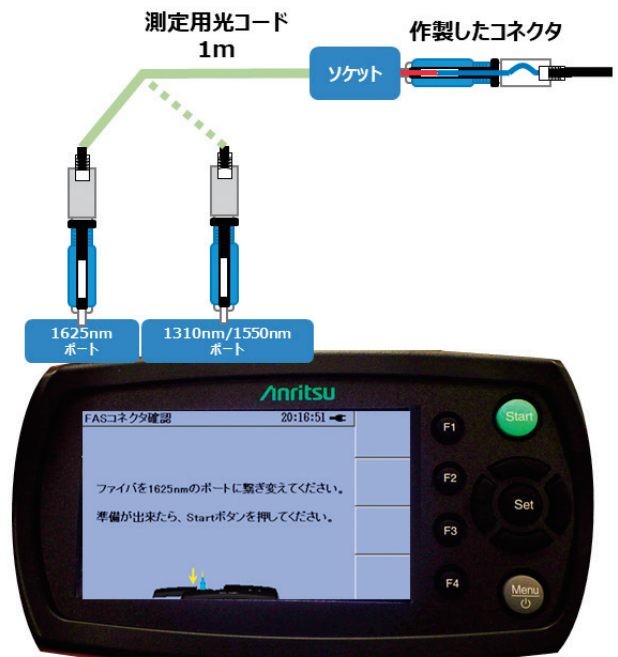


図6 3波長タイプのガイダンス



図7 結果表示
(左：2波長タイプ 右：3波長タイプ)

成しました。なお、作業時間を比較すると、2波長タイプでは約1分、3波長タイプでは接続替えも含め約2分で判定結果が表示されます。

4. まとめと今後の取組み

以上のような取組みにより、2波長タイプと3波長タイプの現場組立コネクタチェッカの試作機が完成しました。2波長タイプでは接続替えが不要なことによる操作性と、部品構成から想定される価格面で優位性がありますが、3波長タイプの方は検出精度が高い優位性があります。

今後、実際の現場でのトライアルを通して、両タイプの優位性を比較し早期の製品化に向けて検討を進めてまいります。

5. 終わりに

本稿では、現場組立コネクタの故障対策の取組みについて紹介しました。現状、OTDRやパワーメータの測定では、損失が発生していないと不良を判別できませんでした。しかし、今回開発した現場組立コネクタチェッカを使用することで隠れた不良コネクタの判別が可能となります。これにより、早期故障の削減やお客様へ提供するサービス品質向上に大きく貢献できるものと考えています。

技術協力センターでは、蓄積された知識と経験、新たな技術を基に、引き続き通信設備の信頼性向上、故障低減に向けた取組みを進めてまいります。

参考文献

- [1] “現場組立コネクタにおける故障事例と対策,” Raisers 2016年5月号, Vol.64 No.3, 2016.
- [2] “カット不良端面が使用された光ファイバ接続部の性能劣化の分析,” 信学技報, Vol. 110, No. 397, OFT2010-62, pp. 75-79, 2011.

お知ろせ

【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]