

東北大学自営光ファイバーの経年劣化調査

七尾 晶士¹⁾, 森 倫子¹⁾, 千葉 実¹⁾, 水木 敬明²⁾, 曾根 秀昭²⁾

1) 東北大学 情報部情報基盤課

2) 東北大学 サイバーサイエンスセンター

nanao@tohoku.ac.jp

Aging Investigation on Optical Fibers Owned by Tohoku University

Masashi Nanao¹⁾, Noriko Mori¹⁾, Minoru Chiba¹⁾, Takaaki Mizuki²⁾, Hideaki Sone²⁾

1) Information Infrastructure Division, Information Department, Tohoku University.

2) Cyberscience Center, Tohoku University.

概要

東北大学では、各キャンパス間、並びに建物間において自営の光ファイバーを敷設しネットワークを構成している。本稿では、敷設から 20 年が経過し途中東日本大震災をも経験した光ファイバーの劣化状況の調査を行ったので、その結果について報告する。

1 はじめに

東北大学では、キャンパスネットワーク TAINS (Tohoku Academic/All-around/Advanced/Information Network System)の運用を 1988 年から開始しているが、現在使用している光ファイバーは 1995 年にスタートした第 2 世代キャンパスネットワーク SuperTAINS (TAINS95)以降に敷設した物である。その後、第 3 世代 TAINS/G (2003 年)、第 4 世代 StarTAINS (2009 年)、そしてその更新 (2016 年)と、基幹ネットワーク機器の更新を行っており、その間、ネットワークの構成の変化や建物の新築・移転に合わせ順次光ファイバーも拡張と増強を行ってきた。今回、敷設より 21 年経過した光ファイバーが通信品質にどの程度影響を与えているかを調査したので、本稿で報告する。

2 光ファイバーの構成

東北大学は大きく分けて、5 つのキャンパス(片平地区、川内地区、青葉山北地区、青葉山南地区、星陵地区)から構成されており、それぞれのキャンパスを接続するように自営の

光ファイバーが敷設されている。キャンパス間光ファイバーは、1995 年当初、シングルモード光ファイバー(SM)の 40 芯を敷設し、それぞれのキャンパスに 10 芯ずつ割り当てを行ない直接接続可能な構成[1]となっていたが、現在は改修や拡充を経て、次のような構成(図 1)となっている。

• 青葉山北・青葉山南間

40SM 1995 年敷設

128SM 2009 年敷設

• 青葉山北・川内間

40/60SM 1995 年、2002 年敷設混在

120SM 2009 年敷設

• 青葉山南・川内間

40/60SM 1995 年、2002 年敷設混在

• 片平・川内間

40/80SM 1995 年、2009 年敷設混在

• 星陵・川内間

40/80SM 1995 年、2009 年敷設混在

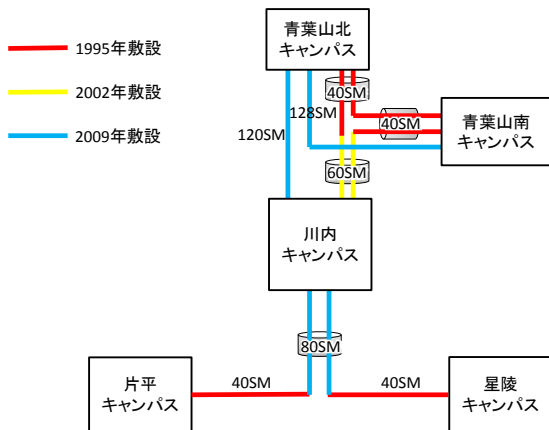


図1 光ファイバーの構成図

3 調査方法

今回の調査には OTDR、B-OTDR、概観評価の3種類の手法を用いた。それぞれの検査の方法と結果について説明する。

3.1 OTDR (光パルス試験器) による検査

OTDR(Optical Time Domain Reflectometer)は、一方の光ファイバー端から計測用の光パルスを入射することにより、光ファイバーの長さ方向の損失状態を測定し異常を検知することができる。したがって、この測定により融着接続やコネクタ接続などの接続損失の影響を調べることができる。



写真1 OTDR(光パルス試験器)

3.2 B-OTDR (歪分布測定器) による検査

B-OTDR(Brillouin Optical Time domain Reflectometer)は、一方の光ファイバー端から計測用のパルス光を入射することにより、フ

ァイバーに生じている長手方向の歪みや温度変化を高精度に測定することができる。したがって、この測定により光ファイバーへの物理的な曲げ応力や荷重負荷による圧縮などの影響を調べることができる。

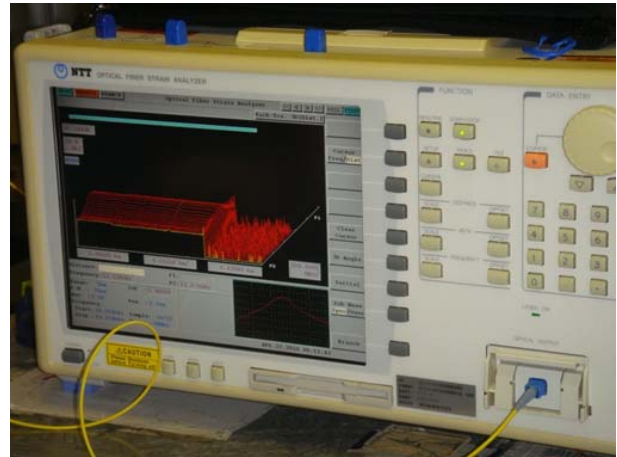


写真2 B-OTDR (歪分布測定器)

3.3 撤去ケーブルの芯線状態の概観評価

同時期に敷設し先に撤去された一部のファイバーに対して、デジタルマイクロスコープを使用してその芯線の目視検査を行う。この検査では外的要因による劣化具合を調査する。

4 調査結果

4.1 OTDR (光パルス試験器) 結果

4.1.1 キャンパス間光ファイバー (川内～片平)

川内キャンパスと片平キャンパス間の光ケーブルの芯線の内、#35 と#36 を調べた結果、図2に示す通り伝送損失がほぼ新品状態の光ファイバーの典型値に一致する結果が得られた。このことから、芯線の劣化はないものと推定できる。

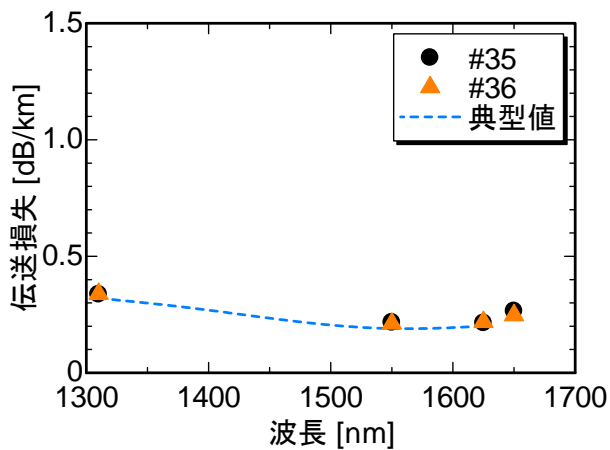


図2 伝送損失 (川内～片平)

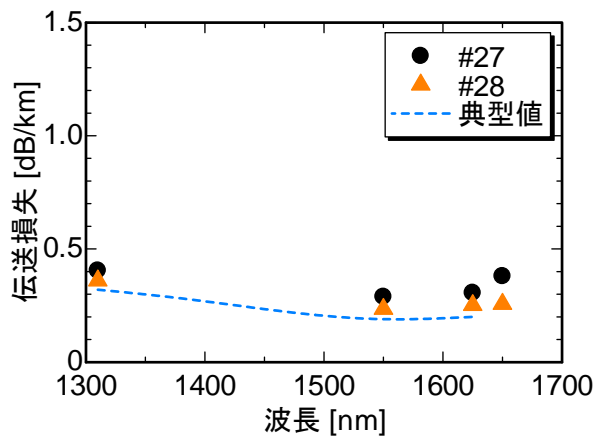


図4 伝送損失 (川内～星陵)

4.1.2 キャンパス間ファイバー (川内～星陵)

川内キャンパスと星陵キャンパス間の光ケーブルの芯線の内、#27 と #28 を調べた結果、共に川内側から 1km のところで、比較的大きな損失 (図 3) が発生しているが、これは 1995 年に敷設した光ファイバーと 2009 年に敷設した光ファイバーの相互の接続点による損失と思われる。また図 4 で示す通り #28 の芯線は伝送損失がほぼ新品状態の光ファイバーの典型値に一致する結果が得られており、距離あたりの伝送損失はほぼ典型値に一致する結果が得られたことから、芯線の劣化はないものと推定できる。

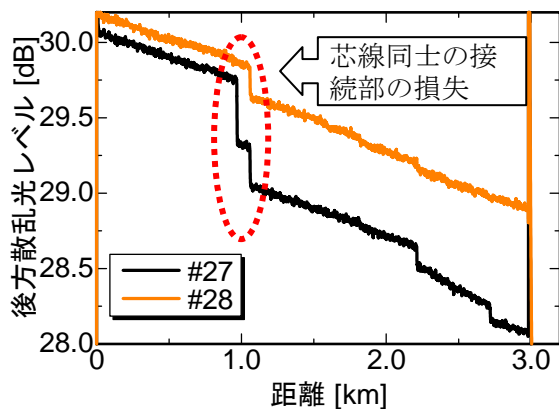


図3 OTDR 損失測定結果

4.2 B-OTDR (歪分布測定器) 結果

川内～星陵間の #27、#28 のいずれも川内から 2.8km 付近に歪を確認した (図 5, 図 6)。この歪は曲げ等の影響ではなく、製造時期の異なる芯線同士を接続していることから生じたブリルアン周波数シフトの変化によって生じたものであり、芯線自体は問題ないと思われる。

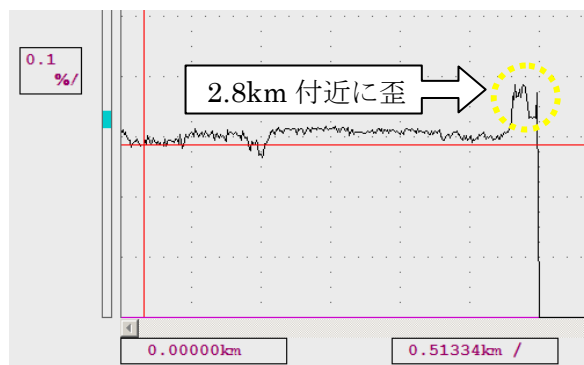


図5 #27 の歪み特性

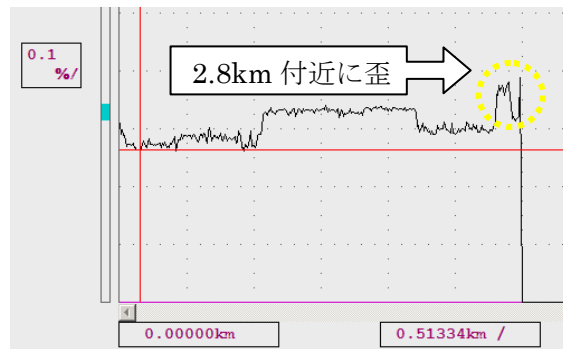


図6 #28 の歪み特性

4.3 撤去ケーブルの芯線状態の概観評価結果

1995年に敷設し、その後拡充のため2002年に新しい光ファイバーと交換のため撤去されたケーブルを使用して調査を行った。デジタルマイクロスコープでの観察結果では、いずれのテープ芯線も接着部に気泡が見つかった(写真3)。この気泡は接着剤部分にのみに見られることからテープ心線接着時に混入(発生)したものと推測され、気泡自体は光ファイバーの被覆の外側に存在しているので問題ないと思われる。

また、図2, 4に示した伝送損失は典型値に近い値であり、長波長ほど損失が増加するというマイクロバンドロスの特徴は確認されなかった。したがって、この接着部の気泡は光ファイバーの損失には影響を与えていないと思われる。

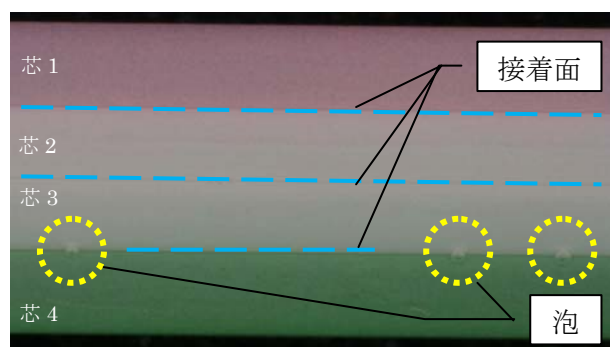


写真3 芯線観察写真

参考文献

[1] 亀山 幸義、千葉 実、”SuperTAINS の設計から完成まで”、TAINS ニュース、No.3、pp.4-10、1995.

5 おわりに

当初想定された光ファイバーの劣化は、測定の結果ほとんど確認できなかった。また震災による影響も受けていないことがわかった。今後は、ファイバーの外装皮膜の強度試験や浸水による浸潤など、多角的な劣化調査についても考えていきたい。

謝辞

本調査にあたり、技術的な調査協力、助言をしてくださった東日本電信電話株式会社の皆様に感謝申し上げます。