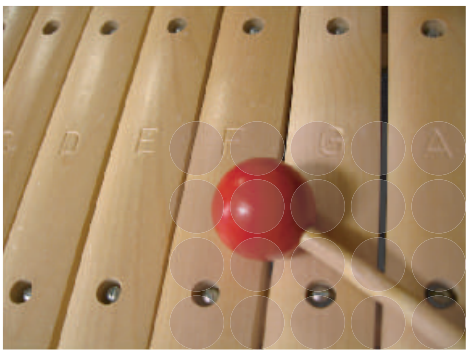
TSUKO News Letter

No. 26

2006

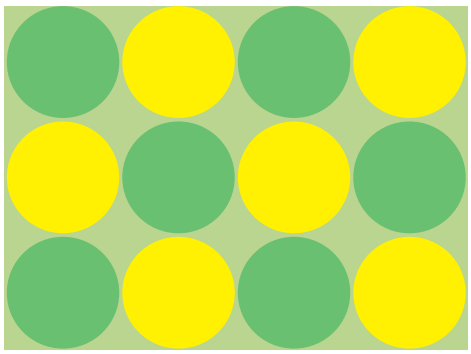
製品紹介

海外技術情報



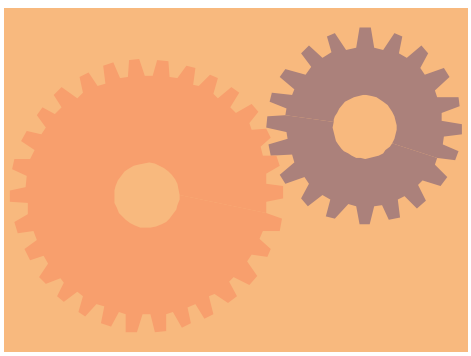
リンク試験データ

Q&A
LAN工事上の
問題点・ノウハウ



LAN
ケーブリング入門

キーワード



通信興業株式会社

TSUKO News Letter

2006 No.26

CONTENTS

製品のご紹介 1
TSUNET-MC1000E-MP
TSUNET-MC1000E-LA-MP
TSUNET-1000E-LA
「エネルギー分散型蛍光X線分析装置」を導入いたしました

海外技術情報 2
周波数帯域のボトルネックをシールドする
-Category 7: Shielding the Bandwidth Bottleneck

LANケーブリング入門 4
第4回 ケーブリングの測定について

リンク試験データ 8
コード類の長さが及ぼすCAT6チャネル特性への影響

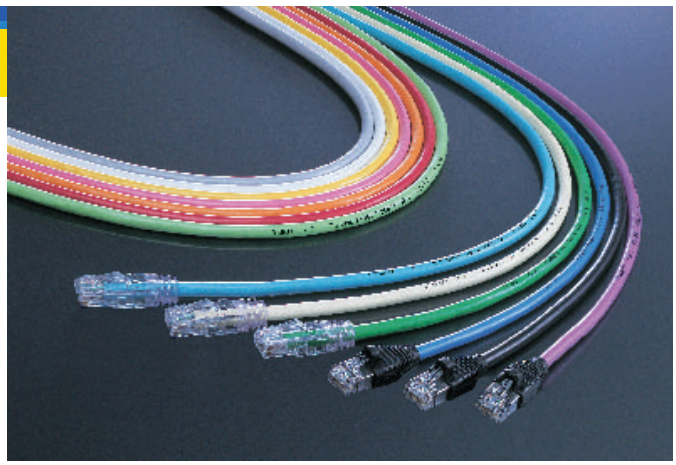
Q&A LAN工事上の問題点・ノウハウ 14
光ファイバケーブルの取り扱いについて
50/125μmの光ファイバと62.5/125μmの光ファイバの誤接続について

キーワード 16
配管に対するケーブルの収容率

編集後記 17

製品のご紹介

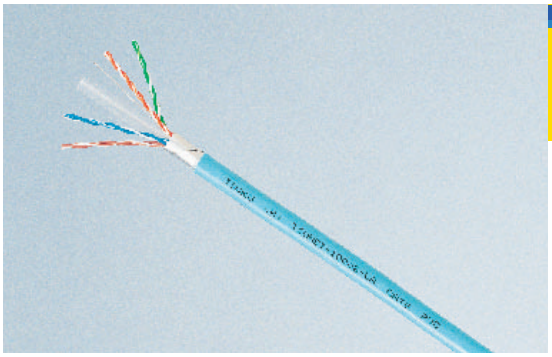
TSUNET®-MC1000E-MP



- 導体がより心線で柔軟性があるCAT6 UTPパッチコードです。
- 十字介在使用により優れた電気特性を有しています。
- 最適な電気特性が出るように、T568AおよびT568Bの2種類の対配列を用意しております。
- 外被には環境に配慮した脱鉛PVCを使用しています。
- 加工製品には結線／レングス表示チューブを取り付けています。
- 13色の外被色があります。

TSUNET®-MC1000E-LA-MP

- 導体がより心線で柔軟性があるCAT6 ScTPパッチコードです。
- 高品質／高信頼性の工場生産製品です。
- 十字介在使用により優れた電気特性を有しています。
- 最適な電気特性が出るように、T568AおよびT568Bの2種類の対配列を用意しております。
- 外被には環境に配慮した脱鉛PVCを使用しています。

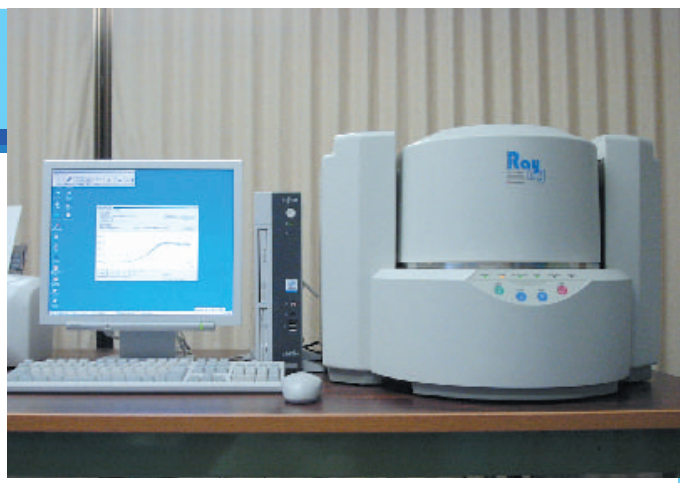


TSUNET®-1000E-LA
AWG24-4P(CAT6 ScTP)

- 導体が単線のCAT6 ScTP水平系ケーブルです。
- 十字介在使用により優れた電気特性を有しています。
- 外被には環境に配慮した脱鉛PVCを使用しています。

「エネルギー分散型蛍光X線分析装置」を導入いたしました

EUでは2006年7月にRoHS指令(電機電子機器に含まれる特定有害物質使用制限指令)が施行されます。日本においても2005年12月にJ-Moss(電機･電子機器の特定の化学物質の含有表示方法)が制定されるなど、使用材料および構成部品に含まれる環境規制物質の管理責任が要求されています。この「エネルギー分散型蛍光X線分析装置」は、規制物質であるカドミウム・鉛･水銀･六価クロム・臭素系難燃剤(PBB、PBDE)の5元素6物質のスクリーニング測定が可能です。



海外の技術情報

周波数帯域のボトルネックをシールドする
- Category 7: Shielding the Bandwidth Bottleneck

出　典:Cabling Business Magazine（2006年1月号　P.36～）　執筆者:Phil Chandler, Business Development Manager, Panduit Corp.

今回はCabling Business Magazineから、カテゴリ7（CAT7）、シールド付ケーブルに関する記事を翻訳いたしました。CAT7ケーブルは、ヨーロッパ各国では使用されているものの、米国・日本では今のところほとんど使われておりません。今後の配線動向で日本でもCAT7が使われるようになるのかを見定めていく必要がありますが、CAT7またはシールド付ケーブルを使用することで得られるメリットについて、ご参考になれば幸いです。

“将来的な保証”“スケーラビリティ”そして“高周波数帯域を必要とするアプリケーション”ーこれらは現在の最速、最高性能のネットワークシステムの条件に関連してよく使われる言葉である。LAN、MAN環境のネットワークストレージの必要性と同様に、データ、音声そしてビデオをサポートする集中ネットワークの進歩は、ビルのバックボーンやネットワーク企業の周波数帯域の必要性を大きく動かしている。

10GBase-T（10ギガビットイーサネット）は、メタル配線システムを使用した比較的低コストで、高周波数帯域を伝送する重要な役割を果たす。10GBase-Tは、高速バックボーンデータ速度、アプリケーションの統合、そしてハイエンドワークステーションやデータセンタでのアプリケーションを可能にする。

多くの規格団体は、発生するアプリケーションに適合する配線システムを定義している性能パラメータの特徴を示している。最近のIEEE802.3anからの要件によれば、10GBase-Tの帯域のターゲットは、 1～500MHzである。配線設計者は、100mの長さを10Gb/sのスループットで伝送する手段を定義する配線規格を待ち望んでいる。米国業界では、UTPソリューションとして提案されたオーグメンテッド（Augmented）CAT6ケーブルを検討している。UTPは、米国のデータ伝送の世界では最も一般的な手段である。それは主として比較的低コストであり、さらに総体的な性能、既存のシステムとのコンパチビリティ、そして最も重要なのは、国や地方が定めた規格やコードに適合していることである。

フルに10GBase-Tに適合しているかどうかに関わる重大な問題は、SNRー信号対ノイズ比（Signal-to-Noise Ratio ※ビットエラーレートを決定する主な要素）である。SNRはエイリアンクロストークの影響を強く受ける。エイリアンクロストークは、ケーブル束の隣り合ったケーブルの対から受けるノイズである。エイリアンクロストークの特徴を明確にし、フィールドテスト方法の補足事項を提供することが、提案されているオーグメンテッドCAT6でエンドtoエンドのソリューションを定義する場合の課題となるであろう。

シールドした選択

米国では多くのメーカがCAT6 FTPケーブル（一括シールド、ScTP・F/UTPともいう）を特定プロジェクト向けーEMI（電磁干渉）／RFI（無線干渉）保護、データセキュリティやエイリアンクロストーク抑制目的などーで販売している。CAT6 FTPは、業界規格であるANSI/TIA/EIA-568-B.2-1で定義された、250MHzの帯域まで使えるように設計された、4P一括シールドケーブルである。しかしながらヨーロッパのある国々では、国際規格であるISO/IEC11801-2002に適合した600MHzまでの性能条件をもち、10GBase-Tとブロードバンドビデオをサポートする、フォイルと編組の二重シールド構造のCAT7/クラスFケーブルが採用されている。

米国ではシールド付メタル配線敷設は全体の5%にも満たず、CAT7ベースの配線システムはほとんど受け入れられていない。CAT7が受け入れられていない理由は、適用される規格が認知されていないこと、敷設コストが高いこと、そして接続が難しいことなどである。しかしながらその性能や電気特性の良さにより、米国内やその他の地域でもCAT7が注意を引き始めている。

シールド付ケーブルはセキュリティ面で優れ、EMI, RFIやエイリアンクロストークを防ぐ。CAT7 S/FTPあるいはPiMF（pairs in metal foil）の各対は、フォイルスクリーンで個別にシールドされ、さらに4P全体を一括編組でシールドされている。この構造により、シールドされた配線システムは最小限度の信

号干渉しか受けず、ハッカーや侵入の被害を受けにくいシステムを確実にする。

最近ISOでドラフトが見直されており、クラスE（CAT6）とクラスF（CAT7）のチャネルのクラス分けが進められている。これらの新しいケーブルチャネルは、“クラスEa”と“クラスFa”と呼ばれ、それぞれ電気特性のキーとなる周波数帯域を500MHzまでと、1GHzまでとに定義されている。

CAT7のコネクティビティ

CAT7配線システムが世界的に受け入れられていないことには、いくつかの理由がある。接続部材はそのひとつの要素である。現在のCAT7接続のデザインは、使いやすさ、形状・フィット性・機能、そしてアベイラビリティにおいて制約がある。代替策としてヨーロッパでは、CAT7ケーブルにシールド付オーグメンテッドCAT6接続部材が使われ、高周波数帯域アプリケーション、10Gb/s伝送速度を可能にしている。

配線ルートの課題

配線設計者が性能面からエンドtoエンドをシールドしたシステムに優位性を見出したとしても、敷設業者はケーブル特性に違いがあることに気づかなければならない。この違いは敷設作業に影響を及ぼすからである。

シールドが付加されることで、CAT7ケーブルの外径は0.31～0.35インチ(8mm～9mm)になる。通常UTP CAT6ケーブルは0.25インチ(6.4mm)程度。シールド付や提案されているオーグメンテッドCAT6ケーブルをTIA/EIA規格に適合させるため、従来のケーブル外径0.25インチ(6.4mm)の仕様は、最近0.35インチ(9mm)まで広げられた。両タイプの配線で外径寸法が太くなったことにより、配線経路では太いケーブルを通すのに十分なスペースとサポートが必要になる。

バランスのとれた選択

配線設計者は、最低でも10年間のライフサイクルをもち、2世代のネットワークアプリケーションをサポートできるような配線システムをプランニングする。現時点での実質的な目的としては、これらの設計者は長期的なシステムの必要条件と同様に、即座に必要なニーズに注目すべきである。また技術、費用、敷設の必要条件やシステムの信頼性などのバランスがとれた決定をすべきである。

CAT7システムは、既存のメタルベースのLAN（CAT5eやCAT6）から電子機器の変更をすることなく容易にシステム変更することができる。光ファイバベースのLANよりは費用対効果に優れたものになる。しかしUTPベースのシステムよりは、敷設コストは高価にはなる。加えて、構造化配線システムの強固さと安全性を確実にするためには、適切にアースをとることとその作業スキルが要求される。

高速メタル配線の選択肢には、UTP・FTP・S/FTPなどいくつかある。これらの選択肢は常にイーサネットが使用できる限界を追求している。米国国内規格や国際規格が発展し認定されることにより、より高周波数帯域のアプリケーションや敷設の必要条件が定められ、設計者はそのプロジェクトの必要条件や将来のシステム保証に見合ったより多くの選択肢を得られるのである。

Reprinted with permission, Cabling Business Magazine, January 2006

記事にあるように、最近シールド付ケーブルの需要が増加しているのは事実です。シールド付エンハンスドCAT5やCAT6での施工経験をお持ちのお客様も多いのではないでしょうか。そしてさらに10GBase-Tを可能にするCAT7システムが米国でも少しずつではありますが注意を向けられているとのことです。

弊社では、本誌の製品紹介でごらんいただけるように、シールド付CAT6ケーブルで水平系、パッチコードではT568Aタイプ、T568Bタイプを各々取り揃え、マージンを持った施工をしていただける製品ラインアップをご用意しております。

オーグメンテッドCAT6, CAT7ケーブルにつきましても、業界の規格制定動向をにらみながら製品開発を進めております。製品に関するご要望がございましたら、ご遠慮なくお問い合わせください。

LANケーブリング入門

第4回 ケーブリングの測定について

1 はじめに

LANケーブリング入門も第4回となりました。前回までに、第1回「LANとケーブリングの関係」、第2回「ケーブリング部材とアプリケーションの関係」、第3回「ケーブリングの規格と要求されている電気特性」について紹介しました。今回はケーブリングの測定とデータの読み取り方について、紹介したいと思います。新しいケーブリングが開発されるたびに要求事項や測定項目が増えていき、測定方法に関しても変わっていきます。

2 測定について

LAN配線の規格にて規定されている電気特性と項目については前回ご紹介しました。規格の中には規格値と共に測定方法や条件が定められています。主な項目は下記のようになります。

◎ケーブル単体
◎コネクティングハードウェア単体
（プラグやジャック）
◎パッチコード
◎パーマネントリンク
◎チャネルリンク

(1) LANのケーブリングとケーブルの測定

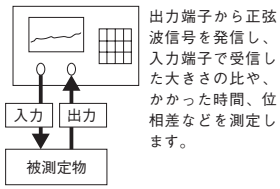
ケーブル単体は、ケーブルメーカでの検証や保証、工事前のケーブル検証などで測定されます。この方法がフィールド試験、パッチコードテストの基本となっています。

測定器

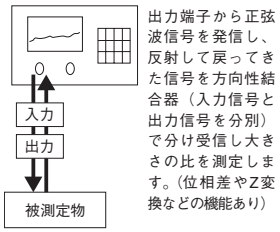
弊社LANケーブル製造工場では、工程内の性能チェックや完成品の検査、開発時の検証に必ず測定を行なっています。測定器はネットワークアナライザ（**写真1**）を用います。皆さんがご存じのハンディタイプの測定器ではなく、研究所などで使用する、より正確な測定ができるものが用いられます。測定の理論はフィールドテスタも同様です。

ネットワークアナライザは、出力ポートと入力ポートを備えています。出力された信号の大きさと入力された信号の大きさを比較して表す機能を利用し、挿入損失量（IL）や近端漏話減衰量（NEXT）などの測定を行います（**図1**）。また方向性結合器を用い、反射減衰量やインピーダンス測定も行うことができます（**図2**）。

【写真1】ネットワークアナライザ

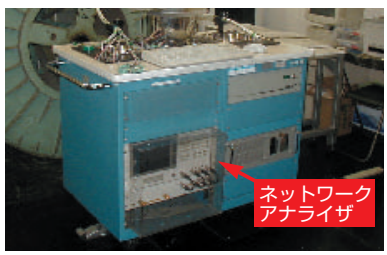


【図1】測定系構成図（入出力比）



【図2】測定系構成図（反射）

ネットワークアナライザの測定器インピーダンスは50Ω不平衡系ですので、LANケーブルとの接続にはバランと呼ばれるマッチングトランスを用います。このバランにより50Ω不平衡信号とLANケーブルで使用する100Ω平衡信号を変換します。このバランの性能も、正確な測定を行う上での重要な要素となってきます。規格で規定された周波数CAT5eは100MHzまで、CAT6の場合は250MHzまでの間を数百ポイントの測定を行います。1MHzのときの値、10MHzのときの値、というように数百のポイントの周波数での値を取ります。測定されたデータは、パソコンなどに採り入れグラフ化され、規格との比較(合否判定)を行います。弊社ケーブル工場では、つなぎ換えの手間のいらない自動測定器も導入しています。



【写真2】自動測定器

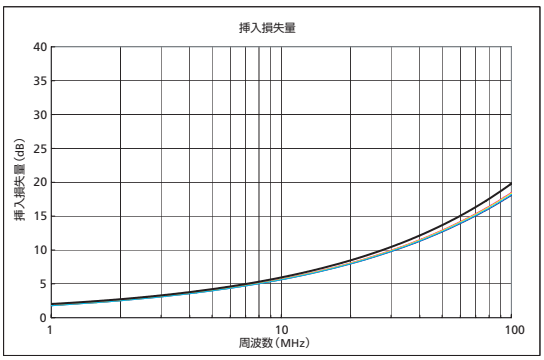
測定方法と測定されたデータ

メーカのカタログや、ニュースレターなどの実験記事に掲載されている測定とデータの読み取り方について紹介します。

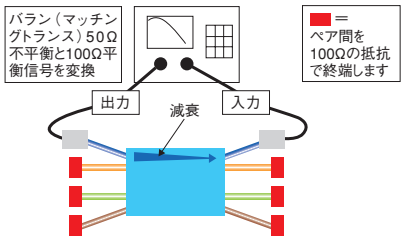
●IL（インサーションロス：挿入損失量）

挿入損失量(IL)は、LANケーブルの片方の端から信号を入射し、ケーブルの対を伝わりもう片方の端から出た信号を計測します。その比をdB表示したものとなります。

◎通常は絶対値をとります。
◎数値が大きいほど損失が大きくなります。
◎またマイナス表示のままのグラフもありますが、この場合は数字が小さい程損失が大きくなります。
◎規格線がグラフに入っている場合には、離れているほど規格に対して余裕があるといえます。



【図3】挿入損失量のグラフ

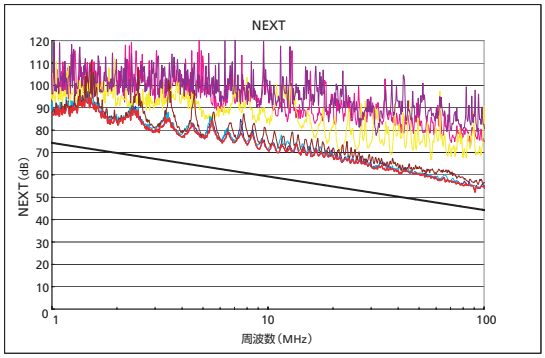


【図4】挿入損失量の測定系

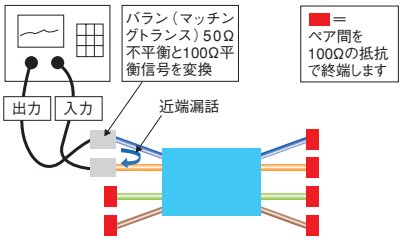
●NEXT（ネクスト： 近端漏話減衰量）

近端漏話減衰量(以後NEXT)は、入力された信号が誘導されて他の対に漏れる量を計測します。その比をdB表示したものとなります。

◎通常は絶対値をとります。
◎数値が大きいほど漏話が少なくなります。
◎NEXTの場合も、マイナス表示のままのグラフもあります。この場合は数字が小さい程、漏話が少なくなります。
◎規格線がグラフに入っている場合には、離れているほど規格に対して余裕があるといえます。



【図5】NEXTのグラフ

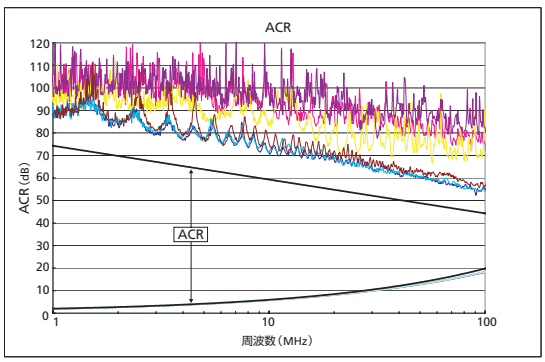


【図6】NEXTの測定系

●ACR（アッテネーション to クロストークレシオ：減衰量対漏話比)

この特性は実際に測定されたILとNEXTから計算で求められます。NEXTの値からILの値を引き算した数値となります。数字が大きいほど良い値となります。雑音と信号が減衰する量から求められますので実際に信号を伝達する上でどれだけ余裕を持った通信ができるかを計る値となります。

グラフには一般的にNEXTとILを同じグラフにプロットしたものと、計算されたACRをプロットしたものとがあります。

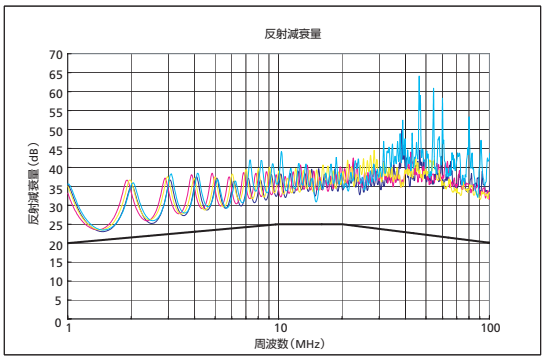


【図7】ACRのグラフ

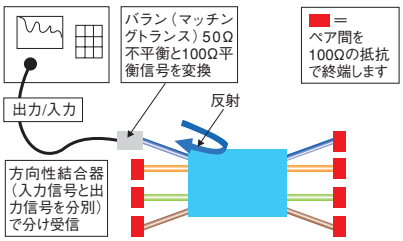
●RL（リターンロス：反射減衰量）

リターンロスは入力された信号が反射され返ってきた信号の大きさを表します。100Ωの終端抵抗で吸収されない不整合分が、反射信号として返ってきて定在波が起こります。定在波電圧比をdBで表したものになります。

ケーブルの場合は長さや巻き形状、リンクの場合はコネクションの数や、位置、部材の特性などにより変化します。



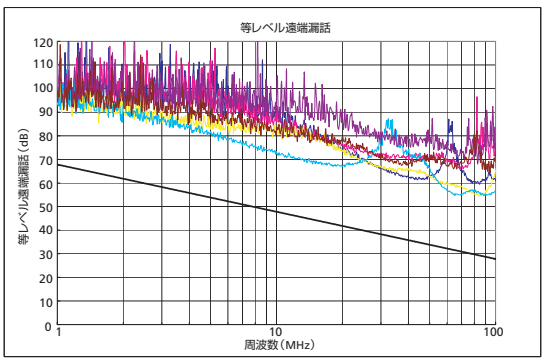
【図8】反射減衰量のグラフ



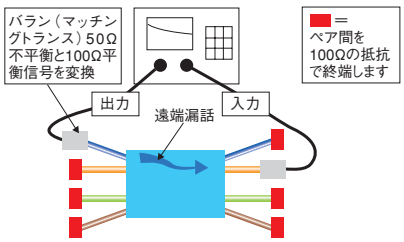
【図9】反射減衰量の測定系

●FEXT(フェクスト：遠端漏話減衰量)

遠端漏話減衰量（以後FEXT）は、NEXTが近端側への漏れに対し、遠端側への漏れる量を計測します。他の条件はNEXTと同じです。



【図10】FEXTのグラフ



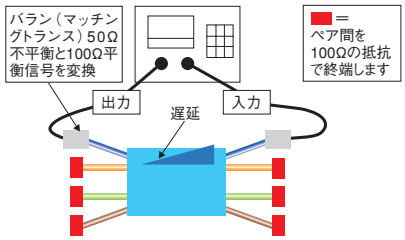
【図11】FEXTの測定系

●LCL（ロンジチュージナルコンバーションロス：縦方向変換損）

LCLは平衡度を表す指標となります。詳細はニュースレターNo.16　P5～P7にて紹介していますので、参考にしてください。

●DELAY（ディレイ：伝搬遅延）

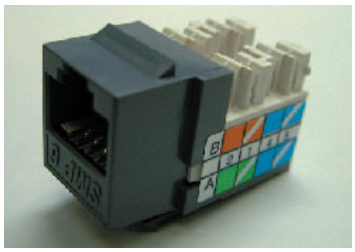
伝搬遅延の測定系はILの測定と同様になります。測定器のDELAY測定機能や、入射された信号との位相差から測定します。



【図12】伝搬遅延の測定系

(2) パッチコードの試験

パッチコードの試験はテストヘッド法という方法で測定されます。詳細な方法は、CAT5eのパッチコードの測定はニュースレターNo.15　P5～P7で紹介していますので参考にしてください。CAT6の場合も規格で与えられているテストヘッド(ジャック)を2つ含んだ値が、規格で定められています。ネットワークアナライザを用いますので、フィールドでは測定できません。代替対策としてフィールドテスタのアダプタにテストヘッドを組み込み、パッチコードの測定を可能にした製品が出ています。



【写真3】CAT6のテストヘッド

(3) リンクの試験

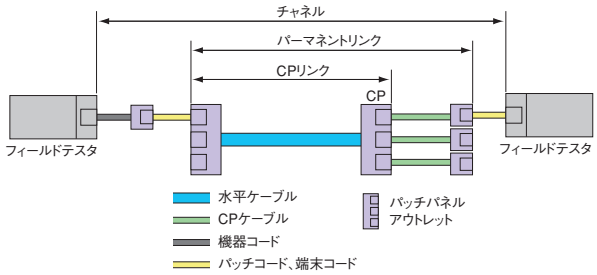
配線施工後の試験方法も規格で定められています。試験は施工現場で行うために、フィールドテスタといったバッテリーで駆動するハンディタイプのものが、各社から発売されています。規格を設定しテストボタンを押すだけで、要求されている電気特性が測定でき、合否判定も行えます。PCとのデータ交換は付属のソフトウェアなどで行い、レポート作成や、詳細なデータの解析を行えるものが各社から発売されています。基本的な測定理論は、ネットワークアナライザの測定方法と一緒ですが、ハンディタイプですのでネットワークアナライザのようなラボや工場で使用する測定器に比べ、精度面で異なるので注意が必要です。規格の中では確度レベルで精度を規定しています。

【写真4】フィールドテスタ

フィールドテスタの

使用の注意点についてはニュースレターNo.17　P10～P13で紹介していますので参考にしてください。

リンクの試験には、前回紹介した配線システムの水平配線システムのパーマネントリンク部分の試験と、機器と機器間までの配線を定義したチャネルリンクの試験があります。



【図13】リンクのテスト

◎パーマネントリンクの試験には測定器に付属しているコネクタ2つ分の値も含まれます。

◎チャネルリンク試験には配線された機器に入る両端コネクタの値は含みません。

いずれの測定も提出する顧客の工事仕様を確認の上、規格を選ばないと合否判定は行えませんので注意が必要です。

(4) 光ファイバケーブリングの測定

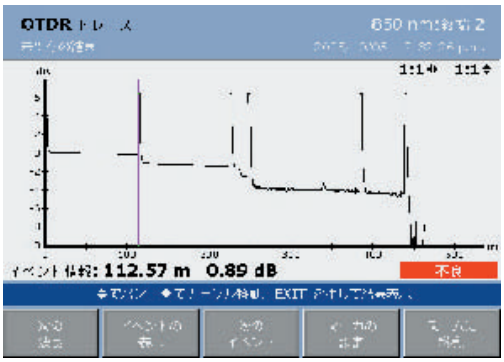
光ファイバケーブリングにおいても、ケーブルの測定と施工後に行う測定とがあります。LANの配線後には通常ロスの測定が行われます。メタルケーブリングでのインサーションロスに相当する項目となり、入射した信号がどれだけ減衰するか表されます。光を発生する光源と、センサーを持ったレベル計（パワーメータ）を用い測定を行います。光ファイバケーブリングの種類により、光源、パワーメータの種類が異なりますので注意が必要です。フィールドテスタの中にはモジュール(アダプタ)に、光源、パワーメータの機能を持たせたものもあります。交換する事によりメタル、光両方の測定が行えます。方法や注意点については、ニュースレターNo.24　P14～P16で紹介していますので参考にして下さい。

【写真5】フィールドテスタ

規格値については、リンク全体のロスの値を定めたISOや、ケーブルのロス、スプライス(接続点)やコネクタのロスの値を定めたTIA/EIAがあります。また、IEEEのイーサネットの仕様の中ではトランシーバからレシーバまでの通信に必要なパワーを定めています。顧客仕様や要求、使用する機器の仕様にあった測定が必要となります。

【写真6】OTDR

また、ロス測定の他には、光の反射(後方散乱)の強さと時間から線路の状態を測定するOTDRが用いられます。OTDRはロス、破断点の特定や接続損の状態もグラフ化する事ができます。パワーメータと合わせて使用する事により、トラブルシューティングにも活用でき、より確実な施工が行えます。



【図14】グラフ

3 まとめ

今回は、ケーブリングの測定について紹介しました。詳細な測定方法については説明書等をお読み下さい。測定方法やデータの読み取り方を理解する事は、施工後の測定データをお客様に提出した際、説明を求められる場合にも対処できます。また、提出の際に説明を行う事で、より信頼の向上につながる事になります。普段、測定器を扱わない方にとっては難しい内容かとは思いますが、ニュースレターの実験記事や、カタログのデータを読む際にお役に立てばと思います。LANのトラブルの多くはケーブリングにあるといわれています。この事から測定の内容を知ることは、トラブルが起きたときの対処にも役立ちます。

次回は、「データの見方とトラブルシューティング」として、トラブルの原因となる間違った施工をしないために配線工事のポイントについて紹介する予定です。

リンク試験データ

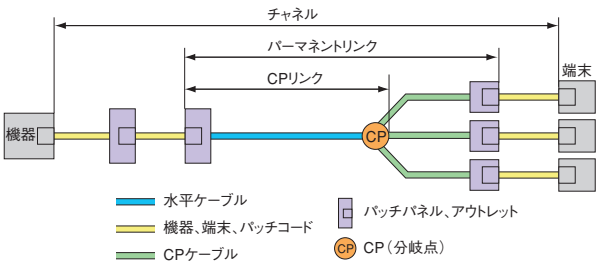
コード類の長さが及ぼすCAT6チャネル特性への影響

はじめに

水平配線システムには、ANSI/TIA/EIA-568-BやISO/IEC 11801およびJIS X 5150などで**図1**のようにリンクが定義されています。これらリンクの定義の中には、ケーブルの長さが規定されています。例えば**図1**中のチャネルの場合、チャネル100mとすると機器コード、パッチコードおよび端末コードの合計長は、10m以下でなければならなかったり、パッチパネル間をジャンパさせるパッチコードは、5m以下でなくてはならなかったり、CPリンクの場合、全長15m以上でなければならなかったり（**表1**）... とあります。

こういった規格の中にもコード類の最短の長さはどこにも規定されていないのです。ということは、コード類はいくら短くても良いことになります。実際、配線システムを設計する際、最低限の必要な長さを考え、余裕を持った長さで設計していることと思います。このときケーブルの長さの上限は気にしていても下限は気にしていないのではないでしょうか。

今回のリンク試験データでは、接続部が近接した場合（短いパッチコード、短い機器コードを使用した場合）、NEXTおよびリターンロスの特性にどのような影響があるのか確認した実験データをご紹介します。



【図1】リンクの定義(ISO/IEC 11801:2002およびJIS X 5150:2004)

【表1】リンクにおける長さ制限

長さ制限の対象	長さ制限
水平距離（通信室内の水平クロスコネクトの機械的メディア成端部～ワークエリアの通信アウトレット／コネクタに至るケーブル部）(注)	≦90m
クロスコネクトジャンパまたはパッチコード(注)（望まれる）	≦5m
パッチコード、機器コード、ワークエリアコード（端末コード）の合計(注)	≦10m
コンソリデーションポイント（CP）と通信室との距離	≧15m

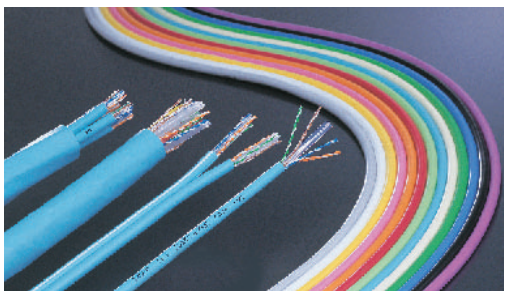
（注）ANSI/TIA/EIA-568-B.1では水平距離を制限することにより端末コードの最大長を22mまで延長できることが規定されている。ISO/IEC 11801およびJIS X 5150では、水平距離を制限することによりパッチコード、機器コードおよび端末コードの合計長を延長できることが規定されている。

予備知識

規格には確かにケーブルの下限長は規定されておりませんが、規格の中には次のような記述があります。「近端漏話減衰量における複数接続部の近接効果を減少させるために、コンソリデーションポイントは、通信室から15m以上の所に設けることが望まれる」（ANSI/TIA/EIA-568-B.1より）。これは、何を意味しているのでしょうか。おそらく規格を検討している段階で、実験によって接続部の集中により近端漏話減衰量を大きくする「近接効果」なるものが確認されたのでしょう。ここでは近接効果の詳しい解説はしませんが、次のような理解で良いと思います。まず、理想的な通信線路とは、長さ方向に一様のインピーダンスを持っていることです。しかし、その途中に接続部（コネクタ）が入ってくると、その部分は異なるインピーダンスを持ち、ここにインピーダンスミスマッチ（インピーダンス不整合）が起きます。インピーダンスミスマッチが起きると反射が発生することになります。インピーダンスミスマッチが1ヶ所なら良いかもしれませんが、何ヶ所も近くにあると、それらは干渉し合うことになり、これが近接効果となります。このときの干渉はとても複雑になり、周波数によって挙動もまちまちで予測不可能です。線路上に近接したインピーダンスミスマッチが連続すると、近端漏話減衰量（NEXT）、反射減衰量（リターンロス）、挿入損失量（インサーションロス）に影響があるといわれています。

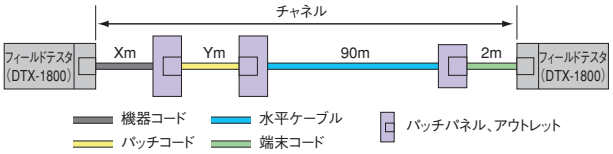
試験構成

本試験データでは、CAT6チャネルの構成で試験を行いました。CAT6パッチパネル、アウトレットと弊社製CAT6ケーブルTSUNET-1000Eシリーズ（**写真1**）を組み合わせ、CAT6チャネルを構成しました（**図2**）。本試験に用いた構成部材は**表2**の通りです。機器コードは、0.5m、1.0m、2.0m、3.0mを用意し、パッチコードは0.3m、0.5m、1.0m、2.0m、3.0m、5.0mを用意し、それぞれ組み合わせて試験を行いました。



【写真1】TSUNET-1000Eシリーズ（CAT6ケーブル）

試験機には、フィールドLANテスタDTX-1800（（株）フルーク・ネットワークス社製）を使用しました。



【図2】試験チャネル構成

【表2】チャネル構成部材

	品名
コネクタ類	CAT6パッチパネル、アウトレット
水平ケーブル、機器コード	TSUNET-1000E AWG24-4P
パッチコード、端末コード	TSUNET-MC1000E(B)AWG24-8C

本試験データは、ページの都合上、すべての特性値をご紹介することができません。主立った特性値のみご紹介させていただきます。

試験結果

次ページの**図3**は、**図2**に示したCAT6チャネルの機器コードに0.5mの機器コード、パッチコード部分に0.3mのパッチコードを用いた際のNEXT特性（**図2**の左側から測定した値）を示しています。高周波の部分で規格に対するマージン（余裕度）が小さくなっていることが確認できます。グラフ中、左上に示しているマージンは、CAT6チャネル規格に対する最悪マージンです。このチャネルのRL特性は、**図6**になります。規格は外れていませんが、3dB以上のマージンは、ほしいところです。次に**図4**は、機器コードは0.5mのままでパッチコードを1.0mに変えた場合のNEXTです。マージンは大幅に大きくなりました。RL（**図7**）は、マージン3dBをなんとか超えました。さらに次の**図5**は、機器コード0.5mのままで、パッチコードを5.0mに変えた場合のNEXTです。特に異常はなく、マージンも十分あることが確認できます。**図8**のRLについても十分なマージンが得られました。

図9～図14も同様に見ていくと、こちらは機器コードを2.0mに固定し、パッチコードを0.3m→1.0m→5.0mと変えていった場合のNEXTとRLを示しています。先ほどの**図3～図8**までの構成と同様な傾向が確認できます。パッチコードを長くしていくと特性も安定してくるようです。**図3～図8**（機器コード0.5m）のときと比べてみると、さらに安定したデータであることがマージンを比べるだけでも確認することができます。

図15～図20は、機器コードを3.0mに固定しパッチコードを変えていった際のデータです。これまで紹介してきたデータと傾向は同じですが、さらに安定したデータになっていることがグラフからわかります。

ここまでは、パッチコードの長さ変化を中心にグラフを見てきましたが、**図21～図26**は、ここまで紹介してきたデータの機器コードの変化を比較するためまとめたグラフです。**図21**は、パッチコードを0.3mに固定し機器コードを0.5m→1.0m→5.0mに変えていったときのNEXTの最悪値をプロットしたものです（**図3**、**図9**および**図15**の最悪値をまとめたものです）。**図22**以降も同様のグラフです。これらを見ても、機器コードが長くなるにつれ、特性が良くなっていることが傾向として確認することができます。

今回のデータでは、機器コードを長くするほどNEXT、RL特性は向上することがわかりました。またパッチコードを長くすることによって特性が向上することがわかりました。さらに機器コードとパッチコードが共に長い方が、さらにチャネル全体の性能を向上させることがわかりました。

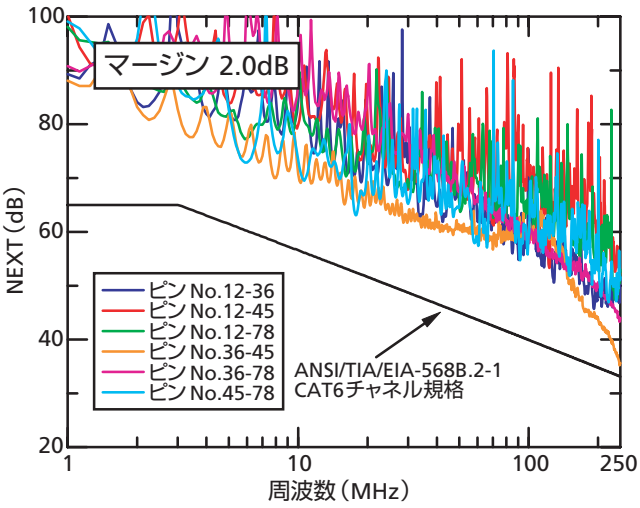
まとめ

今回は機器コードおよびパッチコードの長さ（コネクタ接続位置）が及ぼすCAT6チャネル特性の影響を確認しました。結論としては、コネクタ接続位置は、できる限り離れている方が、チャネル全体として良い特性が得られるということです。つまり長いパッチコード類を用いた方が良いチャネル特性を得られるとことになります。言い方を変えれば、短いパッチコードは、チャネル全体の性能を低下させるといった方が良いかもしれません。

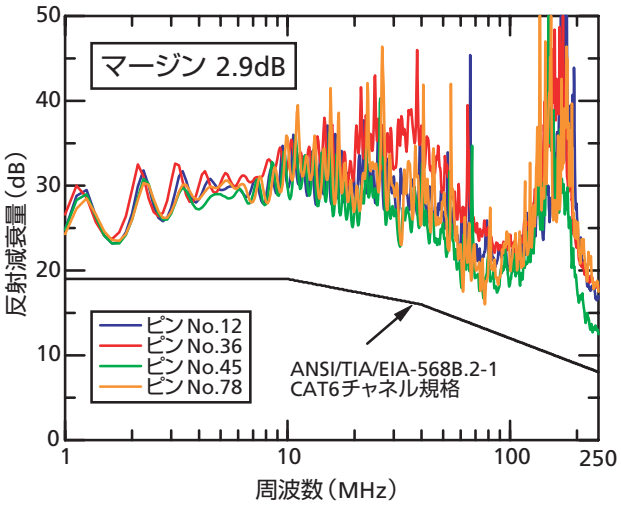
今回の試験データでNEXT、RLについて複数接続部の近接効果は、確かに存在することが確認されました。今回はご紹介できませんでしたが、他の測定項目、挿入損失量や等レベル遠端漏話（EL-FEXT）などについては、影響がなかったこともここに記載させていただきます。

本試験では、それぞれパッチコードの成端加工レベル、バラツキなど不確定要素として存在していることは間違いありません。よってパッチコードの長さを○m変えれば○dB良くなるといった予測は難しいことになります。全データを見た限りでは、機器コード、パッチコード共に2.0m以上を用いていれば長さによる影響は無視できると思われます。ケーブルの最高のスペックを引き出して使用していただくためにも、極端に短いパッチコードなどの使用は避けていただきたいです。

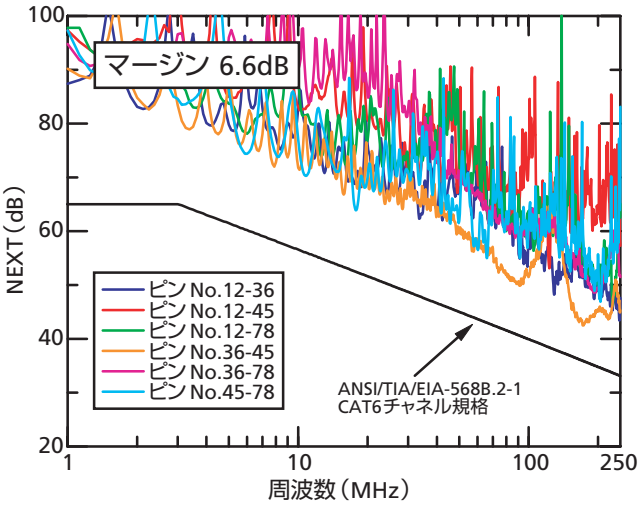
本試験データは、パッチコードの長さによるチャネル性能への影響データのご紹介を目的としております。本試験に用いている部材のメーカ、型番などに関するお問い合わせについては一切お答えできませんのでご理解下さい。弊社ではみなさまに安心してご使用いただけるようさまざまなケースを想定し、検証実験を行っております。今後も、みなさまのお仕事に参考となる情報を提供していきたいと思います。



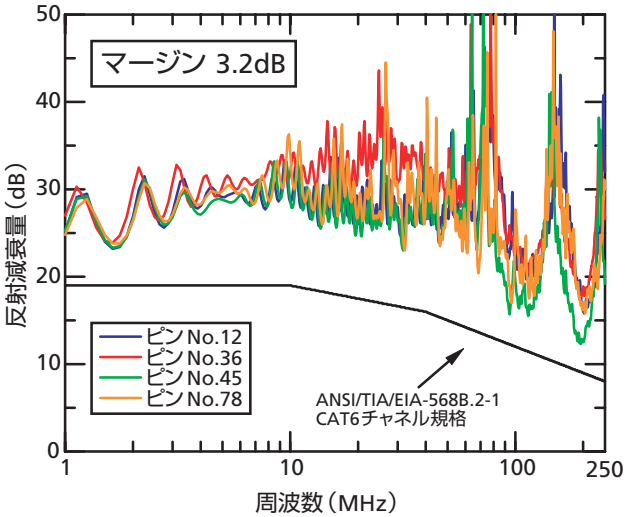
【図3】機器コード0.5m+パッチコード0.3m CAT6チャネル NEXT



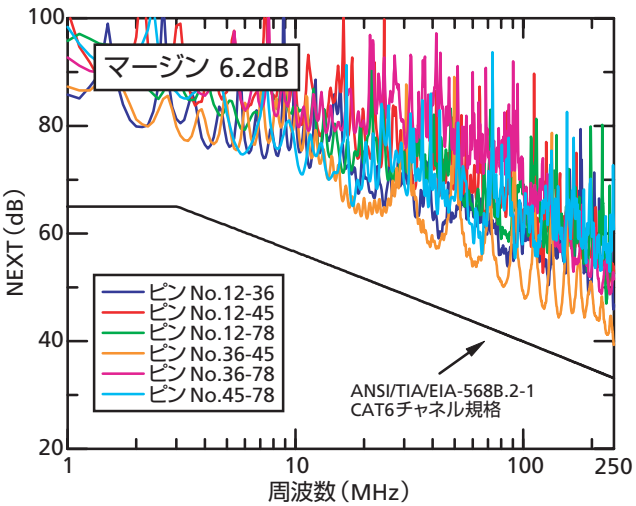
【図6】機器コード0.5m+パッチコード0.3m CAT6チャネル RL



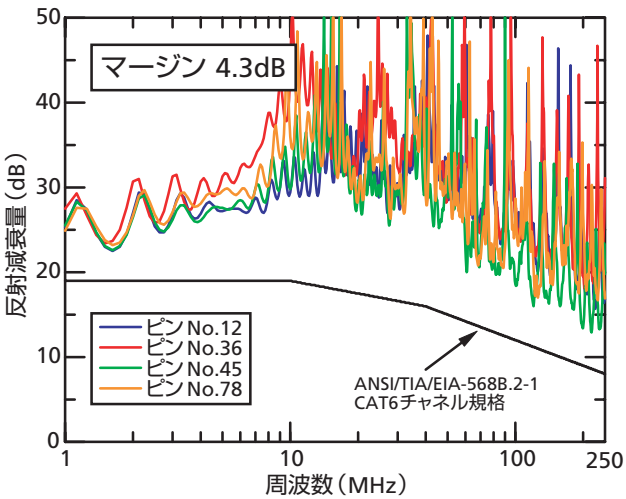
【図4】機器コード0.5m+パッチコード1.0m CAT6チャネル NEXT



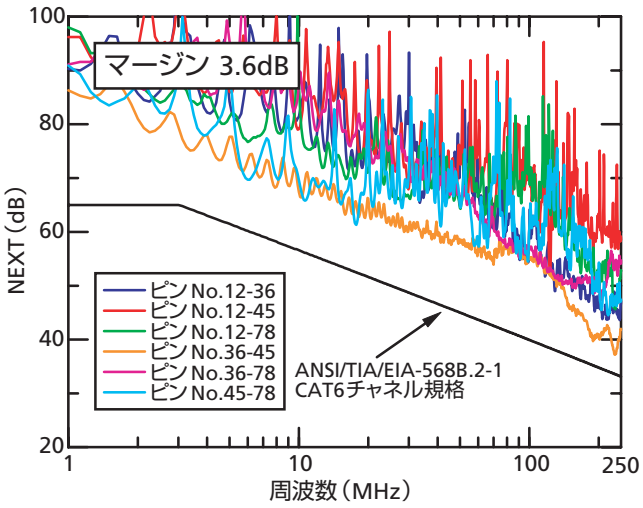
【図7】機器コード0.5m+パッチコード1.0m CAT6チャネル RL



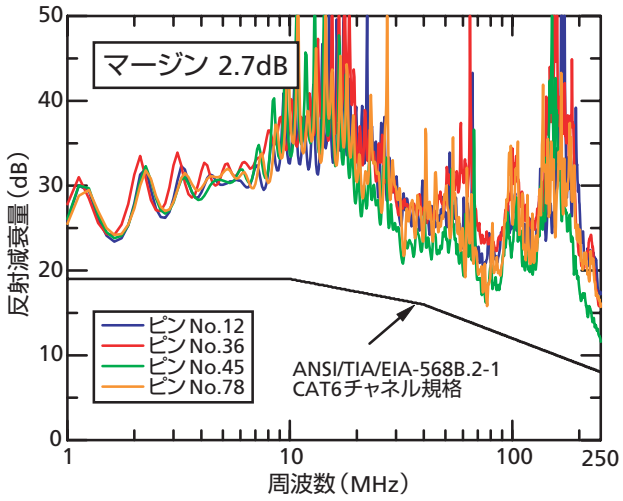
【図5】機器コード0.5m+パッチコード5.0m CAT6チャネル NEXT



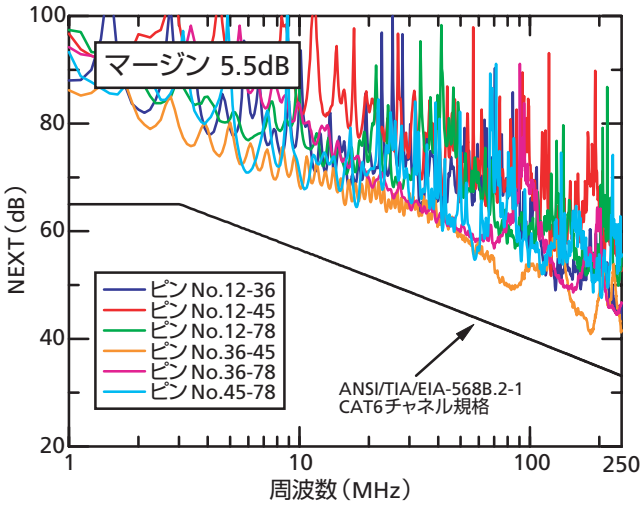
【図8】機器コード0.5m+パッチコード5.0m CAT6チャネル RL



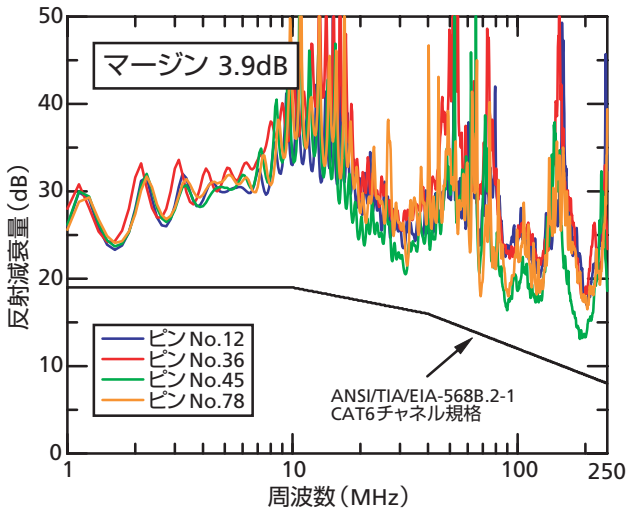
【図9】 機器コード2.0m+パッチコード0.3m CAT6チャネル NEXT



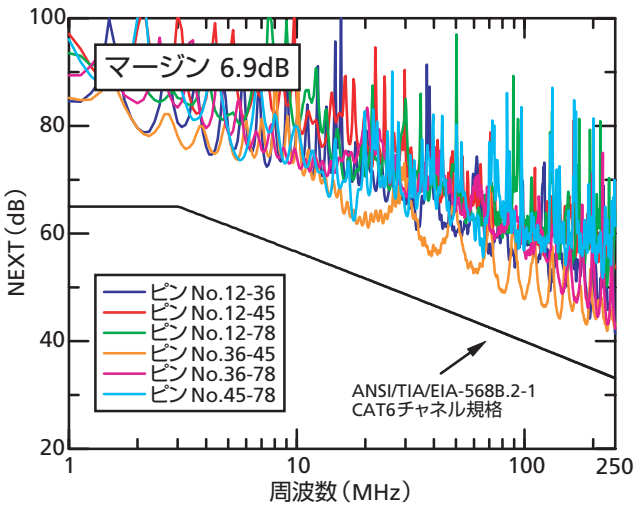
【図12】機器コード2.0m+パッチコード0.3m CAT6チャネル RL



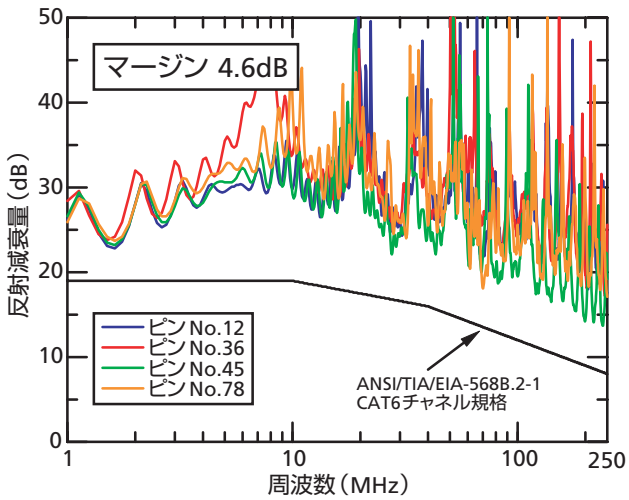
【図10】機器コード2.0m+パッチコード1.0m CAT6チャネル NEXT



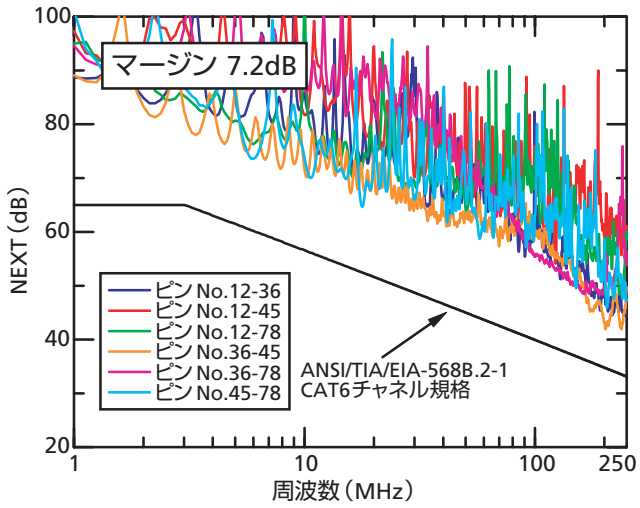
【図13】機器コード2.0m+パッチコード1.0m CAT6チャネル RL



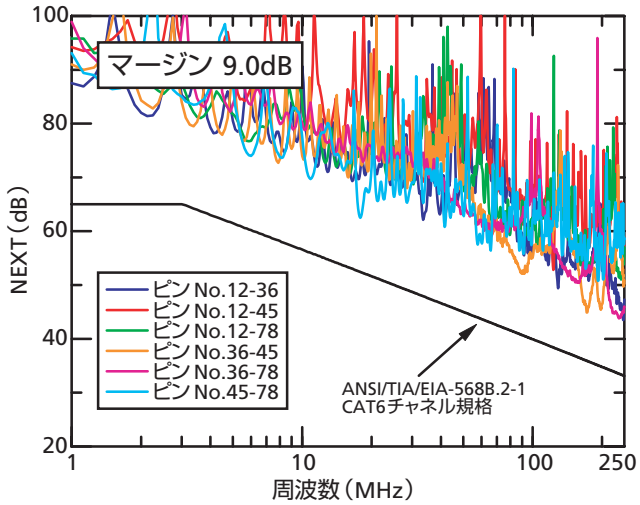
【図11】機器コード2.0m+パッチコード5.0m CAT6チャネル NEXT



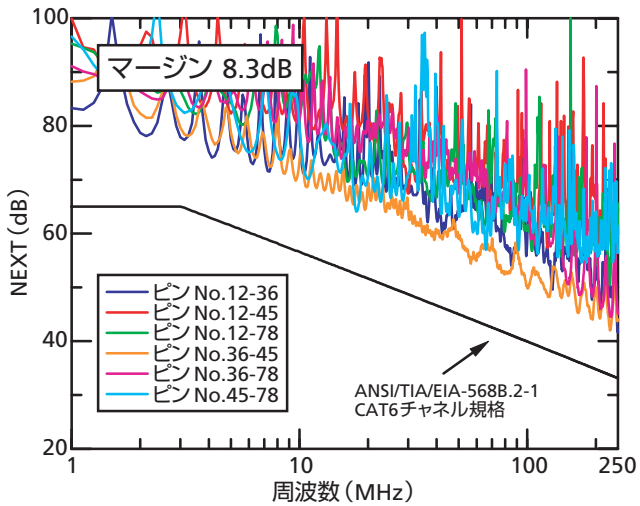
【図14】機器コード2.0m+パッチコード5.0m CAT6チャネル RL



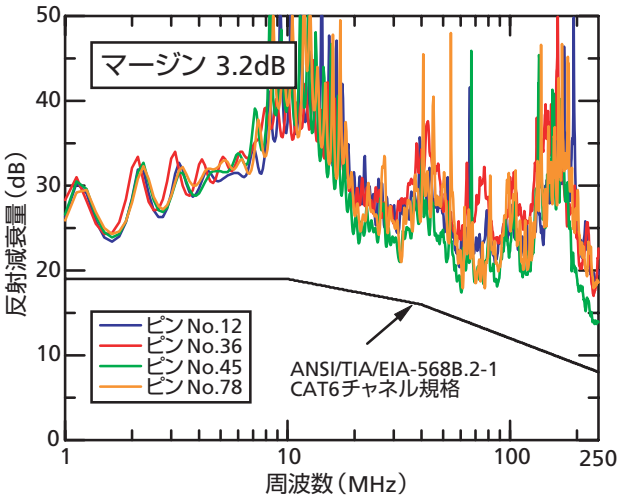
【図15】機器コード3.0m+パッチコード0.3m CAT6チャネル NEXT



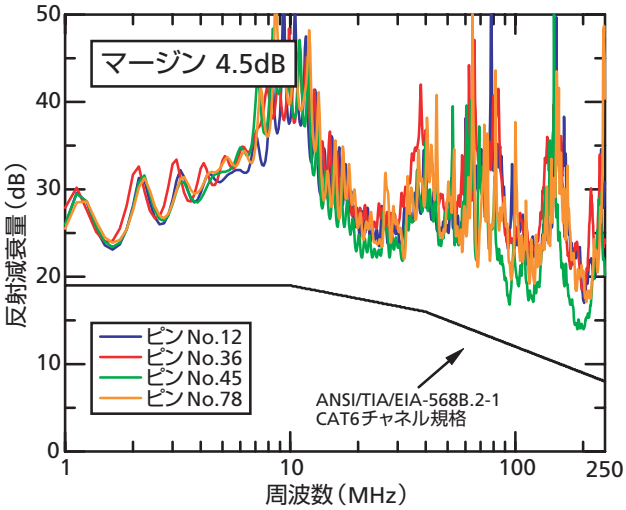
【図16】機器コード3.0m+パッチコード1.0m CAT6チャネル NEXT



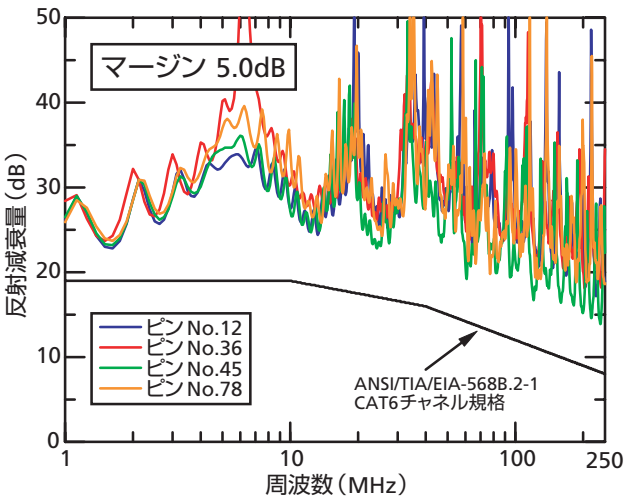
【図17】機器コード3.0m+パッチコード5.0m CAT6チャネル NEXT



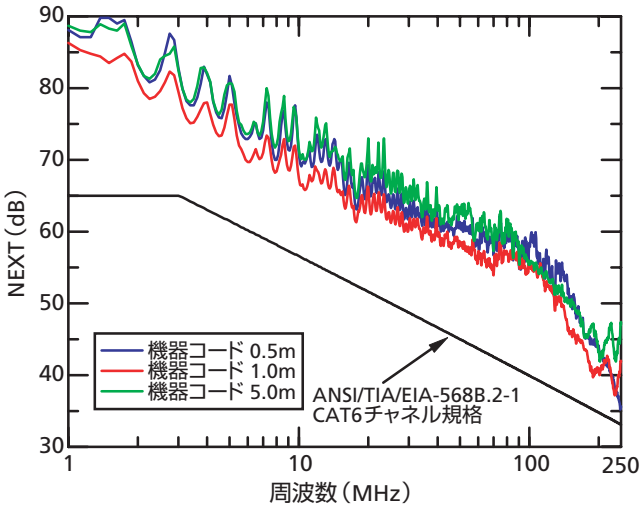
【図18】機器コード3.0m+パッチコード0.3m CAT6チャネル RL



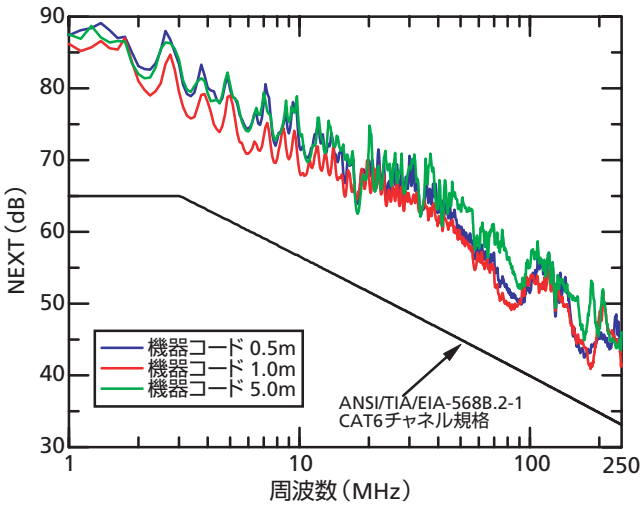
【図19】機器コード3.0m+パッチコード1.0m CAT6チャネル RL



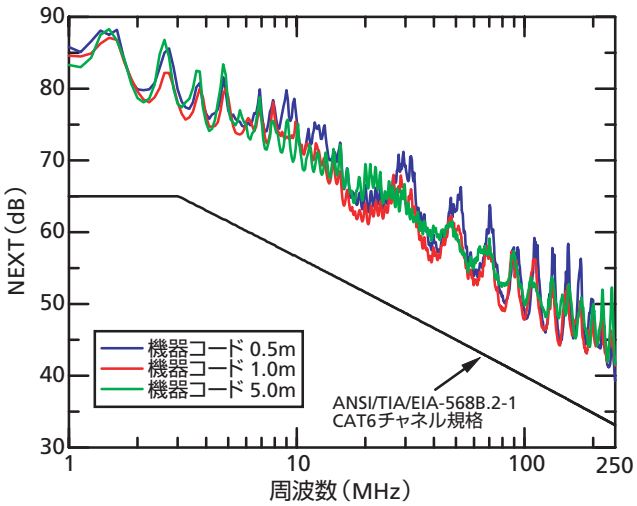
【図20】機器コード3.0m+パッチコード5.0m CAT6チャネル RL



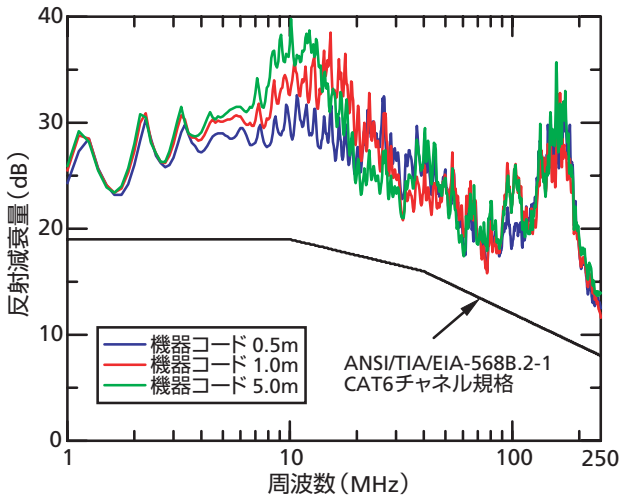
【図21】機器コード0.5m~3.0m+パッチコード0.3m CAT6チャネル NEXT(最悪値)



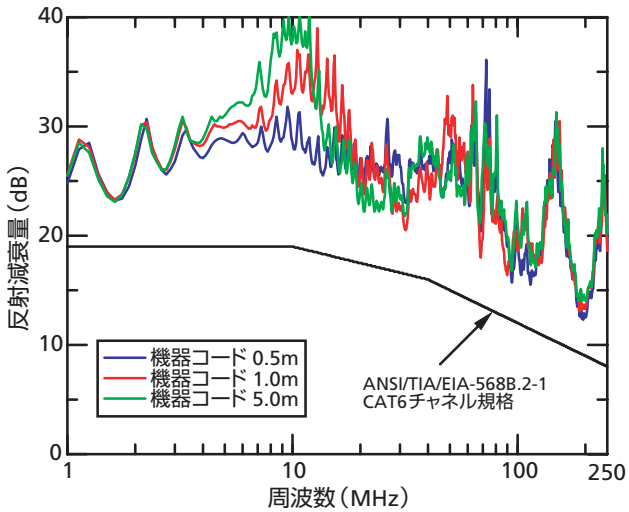
【図22】機器コード0.5m~3.0m+パッチコード1.0m CAT6チャネル NEXT(最悪値)



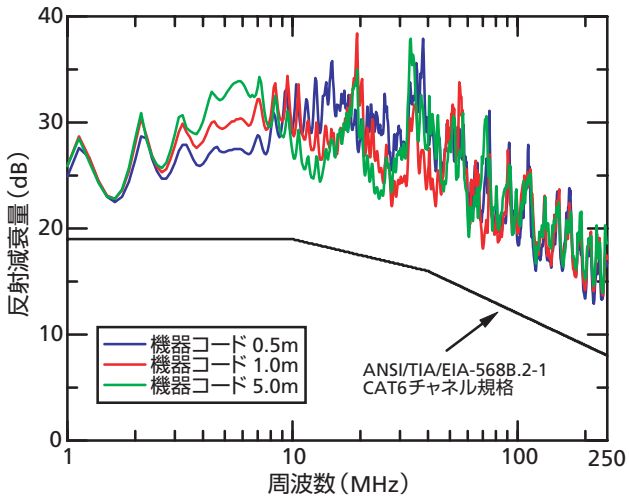
【図23】機器コード0.5m~3.0m+パッチコード5.0m CAT6チャネル NEXT(最悪値)



【図24】機器コード0.5m~3.0m+パッチコード0.3m CAT6チャネル RL(最悪値)



【図25】機器コード0.5m~3.0m+パッチコード1.0mL CAT6チャネル RL(最悪値)



【図26】機器コード0.5m~3.0m+パッチコード5.0m CAT6チャネル RL(最悪値)

LAN工事上の問題点・ノウハウ

光ファイバケーブルの取り扱いについて

50/125μmの光ファイバと62.5/125μmの光ファイバの誤接続について

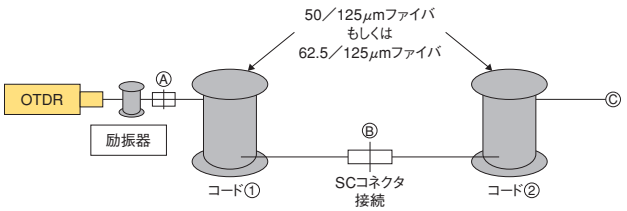
Question ? 50/125μmの光ファイバと62.5/125μmの光ファイバを接続してしまった場合、どうなるのでしょうか？

Answer ! 基本的に通信で異種のファイバを接続して使用することはできません。特性が得られないだけでなく、機器類の破損につながることもあります。もし、誤って接続していた場合にコードやケーブルの場合は、外被に光ファイバの種類がマーキングされているので見分けはつきますが、心線の場合は見た目では区別することはできません。

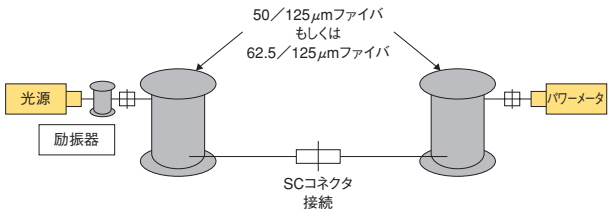
そこで今回は、実際に50/125μmの光ファイバと62.5/125μmの光ファイバを接続した場合に光学特性(光損失)はどのような特性になるのかを①OTDRを用いた場合と、②パワーメータを用いた場合について実験してみることにいたします。

1）測定構成

今回の実験は、50/125μmの光ファイバと62.5/125μmの光ファイバをコネクタで接続し、パワーメータおよびOTDRで光損失の測定を行いました。測定を行った構成を**図1**、**2**に示します。



【図1】OTDRによる測定の構成



【図2】パワーメータによる測定の構成

2）実験結果

2-1）同種光ファイバの場合

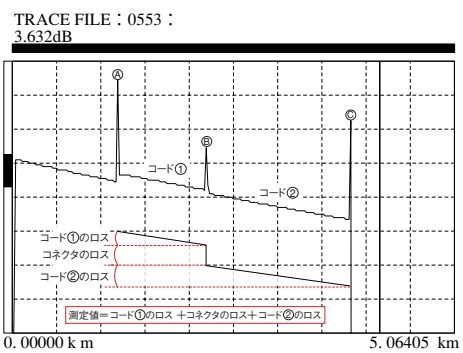
はじめに参考として同種の光ファイバ（50/125μm）を接続した場合の特性について見てみることにいたします。

パワーメータによる結果を**表1**に、OTDRによる測定結果を**図3**、**4**および**表2**に示します。

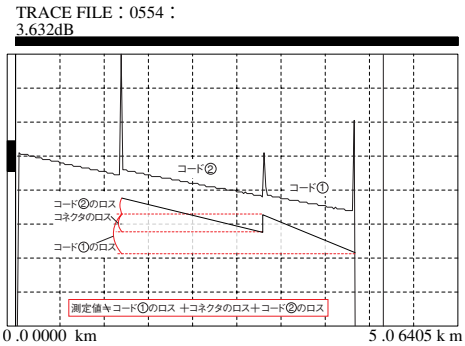
パワーメータでは、光損失は1.42ｄＢでした。OTDRの波形では、コネクタによる接続部がフレネル反射によって確認できます。フレネル反射とは、屈折率の異なる物質間で起こる反射です。OTDRによる測定は、両端から行っております。というのは、**表2**に示すように両端で光損失の測定値に違いがあるからです。これは、OTDRの測定原理に原因があります。OTDRは後方散乱光という戻ってくる光の強さを利用して測定をしています。この後方散乱光は、光ファイバの種類だけでなく、光ファイバの製造ロット等によっても異なります。つまり、戻ってくる光の強さは個々の光ファイバによって違いがあるため、後方散乱光が弱い光ファイバから強い光ファイバへ接続（測定）がなされた場合に特性が良くなっているように見えてしまうことになります。従って、OTDRによる光損失の測定は両端から行うことが重要となります。

【表1】パワーメータによる光損失測定結果

項　目	測定値（dB）
50/125 → 50/125	1.42



【図3】OTDR測定結果　その1



【図4】OTDR測定結果　その2（逆端）

【表2】OTDRによる光損失測定結果

項　目	測定値（dB）
A→C（図3）	1.254
C→A（図4）	0.460

2-2）異種光ファイバの場合

では次に異種の光ファイバをコネクタで接続した場合について見てみることにいたします。

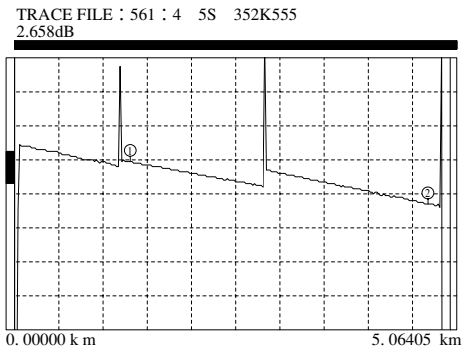
1）50/125μm→62.5/125μmの接続

この接続は、コア径の小さいものから大きいものへの接続になります。

まず、パワーメータによる測定結果を**表3**に、OTDRによる測定結果を**図5**および**表4**に示します。パワーメータでの光損失の測定では同種の光ファイバよりも大きな損失となりました。OTDRでの測定では波形からコネクタ接続部で大きな光損失が発生していることが確認できますが、（①ー②間の）光損失の値を見ると良い結果を示しています。これは、先ほど述べたことが原因と考えられます。また、接続部付近で大きなフレネル反射が発生しています。反射は、光特性の悪化の原因になるだけでなく、光源にも影響を与えますので、このような状態で通信は行えません。

【表3】パワーメータによる光損失測定結果

項　目	測定値（dB）
50/125→62.5/125	2.05



【図5】OTDR波形

【表4】OTDRによる光損失測定結果

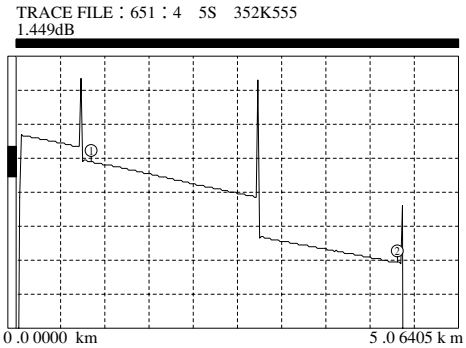
項　目	測定値（dB）
①ー②間	0.29

2）62.5/125μm→50/125μmの接続

次に逆側からのパワーメータによる測定結果を**表5**に、OTDRによる測定結果を**図6**および**表6**に示します。この接続は、先ほどとは逆にコア径の大きいものから小さいものへの接続となります。パワーメータでの光損失測定では、先ほどの測定と比べるとさらに光損失が高い結果となりました。OTDRでの測定では、波形からも測定値からも接続部で大きな光損失が発生している結果でした。また、フレネル反射は、先ほどと同様に大きくなっています。

【表5】パワーメータによる光損失測定結果

項　目	測定値（dB）
62.5/125→50/125	5.10



【図6】OTDR波形

【表6】OTDRによる光損失測定結果

項　目	測定値（dB）
①ー②間	1.01

3）結論

異種のファイバ同士のコネクタ接続は、コア径の小さいものから大きいものへと光が通る場合光損失が低くなる結果が得られました。また、接続部では大きなフレネル反射が発生していました。通信を行う状態ではないことが、ご確認いただけたかと思います。

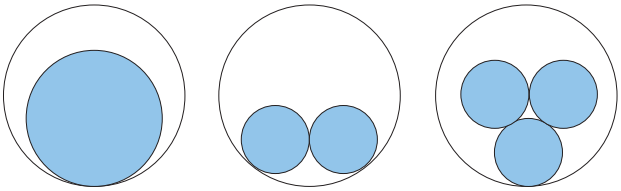
もし、誤って接続したかどうかの確認をする必要がある場合は、双方向からの測定が重要となります。しかし、光損失が大きいからといって必ずしも異種の光ファイバを接続したことが原因とは限りません。端面の汚れ、傷等でも光損失は発生しますので十分に注意してください。

最後に今回の測定は、弊社の部材を用いた場合の特性結果です。他のメーカのファイバでの試験等では、一部異なった結果が出ることもあることをご理解いただきたいと思います。

配管に対するケーブルの収容率

配管へどれだけのケーブルを入れられるかですが、読者の皆様はどのようにされていますか？配管の中へケーブルをぎっしり詰めていませんか？規格や規程は次のようになっています。

1．ANSI/TIA/EIA-569-B



ケーブル1本収容:53%　ケーブル2本収容:31%　ケーブル3本以上収容:40%

①バックボーンケーブルのコンジット（配管）の収容

表では、管の断面積とケーブル本数に対応した、収容率の限度面積を表しています。

【表1】EMT（Electrical Metal Tubing:薄い金属管）（TIA-569-Bより抜粋）

公称サイズ（管の呼び方）	管の実内径	管の内断面積（100%）	ケーブル1本（53%）	ケーブル2本（31%）	ケーブル3本以上(40%)
21㎜(3/4in)	20.9㎜	343㎟	182㎟	106㎟	137㎟
27㎜(1in)	26.6㎜	556㎟	295㎟	172㎟	222㎟
53㎜(2in)	52.5㎜	2,165㎟	1,147㎟	671㎟	866㎟
78㎜(3in)	85.2㎜	5,701㎟	3,022㎟	1,767㎟	2,280㎟
103㎜(4in)	110.1㎜	9,521㎟	5,046㎟	2,951㎟	3,808㎟

【表2】RMC（Rigid Metal Conduit:厚い金属管）　（TIA-569-Bより抜粋）

公称サイズ（管の呼び方）	管の実内径	管の内断面積（100%）	ケーブル1本（53%）	ケーブル2本（31%）	ケーブル3本以上(40%)
53㎜(2in)	52.9㎜	2,198㎟	1,165㎟	681㎟	879㎟
78㎜(3in)	78.5㎜	4,840㎟	2,565㎟	1,500㎟	1,936㎟
103㎜(4in)	102.9㎜	8,316㎟	4,408㎟	2,578㎟	3,326㎟
129㎜(5in)	128.9㎜	13,050㎟	6,916㎟	4,045㎟	5,220㎟
155㎜(6in)	154.8㎜	18,821㎟	9,975㎟	5,834㎟	7,528㎟

※【表1】の中で、EMTの公称サイズ78㎜以上は実内径のほうが太くなっています。規格を確認しましたがこの数字でした。RMCでは公称サイズと変わらないので、EMTだけ公称と実内径に差があるようです。

EMT（Electrical Metal Tubing:薄い金属管）

RMC（Rigid Metal Conduit:厚い金属管）

②水平ケーブルのコンジット（管）への収容本数

【表3】　（TIA-569-Bより抜粋）

公称サイズ	ケーブル外径5.6㎜の本数	ケーブル外径6.1㎜の本数	ケーブル外径7.4㎜の本数	ケーブル外径7.9㎜の本数
21㎜(3/4in)	4	3	2	2
27㎜(1in)	7	6	3	3
53㎜(2in)	22	20	14	12
78㎜(3in)	50	40	20	20

③ケーブルトレイへのケーブル収容率は断面積で最大50%と定められています。また、トレイの最大深さは150㎜です。さらに、トレイ経路の設計においては最大25%の収容率とすべきと定められています。通常、無作為にケーブルをトレイへ収納すると収納率50%でトレイは一杯になってしまいます。

例）深さ75mmのトレイへ直径5.5mmのケーブルを1,000本収納するための必要トレイ幅は次の通りとなります。

ケーブル1本の断面積＝ $\dfrac{(\text{ケーブル直径})^2\times3.14}{4}$

ケーブル1,000本の断面積＝ $\dfrac{(5.5)^2\times3.14}{4}\times1000=23{,}746\text{㎟}$

ケーブルトレイの有効断面積（収容率50%）＝ $\dfrac{\text{幅}\times\text{深さ}}{2}$

$23{,}746\text{㎟}=\dfrac{\text{幅}\times75\text{㎜}}{2}$

トレイの最小幅＝633.2㎜

④オフィス家具のケーブル経路（645㎟（1in²）でモールのような角型）については最初の配線では最大40%でCAT5eの4Pだと10本まで配線可能となります。この場合追加が認められていますが60%が限度となっています。

2．内線規程

低圧配線方法の金属配管で、同一の太さの絶縁電線を同一管内に収める場合、絶縁電線の本数が10本以下と10本以上の場合と、さらに厚鋼電線管、薄鋼電線管、ねじなし電線管に分けて規定されています。しかし、管の屈曲が少なく、容易に電線の引き入れおよび引き替えができる場合は前項の規定にかかわらず、電線が同一の太さの場合は電線の被覆絶縁物を含む断面積の総和が管の内断面積の48%以下、異なる太さの場合は32%以下となるように選定することとなっています。代表的な厚鋼電線管、薄鋼電線管の表は次の通りです。

【表4】厚鋼電線管の内断面積の32%及び48%　(内線規程2000より抜粋)

電線管の太さ（管の呼び方）	電線管の外径	内断面積の32%（mm²）	内断面積の48%（mm²）
16	21mm	67mm²	101mm²
22	26.5mm	120mm²	180mm²
42	47.8mm	460mm²	690mm²
70	75.2mm	1,216mm²	1,825mm²
104	113.4mm	2,843mm²	4,265mm²

【表5】薄鋼電線管の内断面積の32%及び48%　(内線規程2000より抜粋)

電線管の太さ（管の呼び方）	電線管の外径	内断面積の32%（mm²）	内断面積の48%（mm²）
19	19.1mm	63mm²	95mm²
25	25.4mm	123mm²	185mm²
39	38.1mm	305mm²	458mm²
51	50.8mm	569mm²	853mm²
75	76.2mm	1,309mm²	1,964mm²

3. NTT

表6では配管の内径とケーブルの外径の比率で表していますので注意してください。なお表中の（　）内には断面積の比率も入れてあります。

【表6】ケーブル等の許容収容率（管径比）（屋内配線マニュアルより抜粋）

配管の種類	1条収容	多条収容
ねじなし・管薄鋼管	50%(25%)	50%(20%)
硬質ビニル管	50%(25%)	40%(10%)
波付合成樹脂製可とう管	80%(64%)	50%(20%)

※（　）内は占積率（ケーブル断面積と配管内断面積の比率）

上に示すような配管へのケーブル収容方法もあります。参考にして、これに沿って工事をしていただければと思います。また、こちらにのせた情報も古くなっているかもしれません。情報をお持ちの方がいらっしゃれば、お教えいただければ幸いです。

※EMT、RMCの写真は下記Webより
http://www.ecmweb.com/mag/electric_basics_steel_conduit/index.html

編集後記

皆様、お待たせしました、ニュースレター26号をお届けします。今年の冬はとても寒い冬でしたね。雪国は記録的な大雪に大変なご苦労をされたことと思います。関東でも雪の積もった日も何回かありました。しかし春はいつもと同じに桜前線も順調に通過し、今はもう初夏の清々しい季節になっています。では、これまでの出来事ですが、昨年、秋葉原駅基点のつくばエキスプレスが開業してから、電気の街「アキバ」にメイド喫茶なるものも登場し、一躍名所の仲間入りとなりました。そして年末になって耐震偽装問題が大きな騒ぎとなり、社会不安を巻き起こしたことは記憶に新しいですね。また米国産牛肉の輸入が再開されたばかりなのに、次の1月には危険部位の混入で、ふたたび輸入停止となってしまいました。余計なことですが、筆者の好きな牛タンもまた高値が続きそうです。また六本木ヒルズの寵児と言われた人が証券取引法違反で逮捕され、好調な株価が一時、急降下しました。さらに、これに関係したガセメールがもとで国会が大混乱となって、なんと党首が辞任に追い込まれる事件に発展してしまいました。ネットワーク関連ではWinnyによる情報流失も社会に大きな影響を与えてしまいました。明るい話題では何といってもスポーツです。冬季トリノ五輪で荒川静香が金メダルを獲得したことで、不振といわれた五輪がぱっと明るくなりました。でも「イナバウアー」が演技のひとつとは知らず、それ誰？なんて思ったのは筆者だけでしょうか？不明を恥じている次第です。もうひとつはワールド・ベースボール・クラシックです。日本の優勝はないと思っていたところ、米国がまさかの負けで、日本チームが奇跡の決勝進出となりました。さらには優勝をつかむという出来事に、日本中がなんと盛り上がったことでしょうか。今年はサッカーのワールドカップもありスポーツの話題はこれからもつきないようです。

さて、本号の記事ですが、海外技術情報は「カテゴリ7：周波数帯域のボトルネックをシールドする」です。LANケーブリング入門の4回目は「ケーブリングの測定について」として、測定系やデータの読み取り方について紹介しています。リンク試験データは「コード類の長さが及ぼすCAT6チャネル特性への影響」です。Q&Aは「光ファイバケーブルの取り扱いについて」です。そしてキーワードは「配管に対するケーブルの収容率」となっています。少しでも皆様の参考になれば幸いです。

いつものお願いですが、これからのニュースレターのために、取り上げた方が良いと思うことがあれば、メールでsales@tsuko.co.jpまでお寄せください。スタッフ一同、お待ちしております。

2006年5月15日　発行責任者　営業部　大津光夫（RCDD）

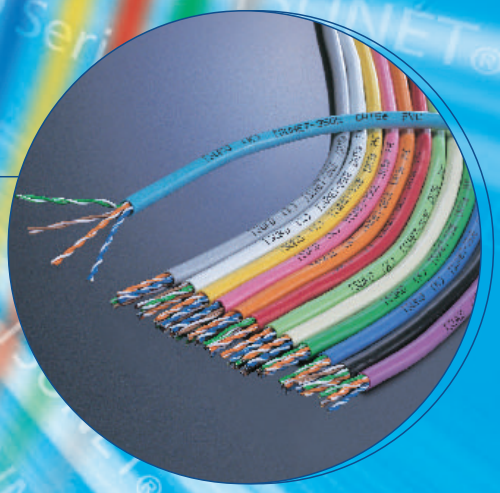
ネットワークコミュニケーション

TSUNET®

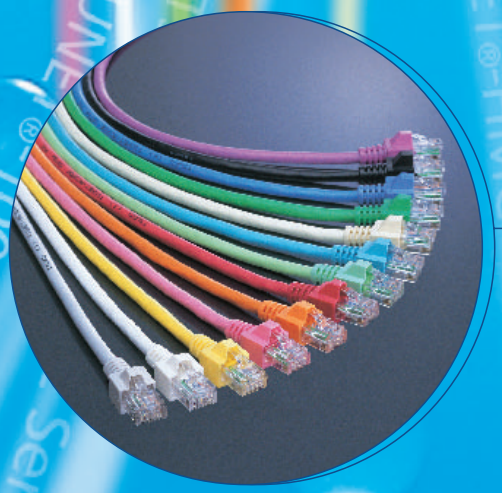
www.tsuko.co.jp

CAT5e UTP
TSUNET®-350E SERIES

TSUNET®-350E 0.5-4P
(CAT5e UTPケーブル)



- 高信頼性の100Ω系CAT5e UTPケーブルです。
- 超高速LAN 1000BASE-T(ギガビットイーサネット等)に対応しています。
- 外被は環境に配慮した脱鉛PVCを使用しています。
- 13色の外被色がありTSUPAC巻です。
- 残量のわかるレングスマーク入りです。



TSUNET®-MC350E-MP
(CAT5e UTPパッチコード)

- 高信頼性の100Ω系CAT5e UTPパッチコードです。
- 導体がより心線で柔軟性があるパッチコードです。
- 加工製品には結線／レングス表示チューブを取り付けています。
- 13色の外被色があります。

代理店

連絡先 **通信興業株式会社**
営業部：大津（RCDD）
TEL.03-3542-2781 FAX.03-3542-6725
E-mail:sales@tsuko.co.jp
http://www.tsuko.co.jp/

R100 本冊子は地球にやさしい再生紙を使用しています。