

## ブログ 挿入損失対リターンロス



本ブログは、フルーク・ネットワークスのブログ「[Insertion Loss vs. Return Loss](#)」(2024年8月14日 / 一般、基礎学習、設置と試験)を、Cabling Cert Techにて日本語に翻訳したものです。翻訳内容に疑問点がある場合は、オリジナルの英語版をご参照ください。

ケーブリング・サート・テック  
2024年9月10日

挿入損失 (Insertion Loss) と反射損失 (Return Loss) は、ツイストペアメタルおよび光ファイバー配線リンクの性能を左右する最も重要なパラメーターです。それぞれ信号伝送において異なる側面を表し、メディアの種類に応じて異なる影響を及ぼします。本資料では、これら2つのパラメーターの主な違い、それらが重要である理由、そしてその評価方法について詳しく説明します。

## 挿入損失と反射損失の違いとは？

挿入損失とは、ケーブルリンクを通じて信号が伝達される際に失われるエネルギーのことを指します。これは光信号や電気信号のすべてにおいて自然に発生する現象で、信号の減衰 (attenuation) とも呼ばれます。挿入損失はケーブルの長さが長くなるにつれて増加し、接続ポイント (コネクタ、スプリッタ、スプライスなど) も挿入損失を引き起こします。挿入損失はデシベル (dB) で正の数値として測定されます。

- 光ファイバー配線システムにおける反射損失  
反射損失は主に接続点での反射によって引き起こされます。そのため、コネクタの製造業者は、特定のファイバーコネクタに対して反射損失を指定しています。汚染されたコネクタの端面、ギャップ、ずれも信号の反射を引き起こす原因となります。また、製造中にファイバーに混入する不純物、ひび割れ、開放端、ファイバーの曲げ半径の超過も反射損失を悪化させる要因です。
- メタル配線リンクにおける反射損失  
挿入損失と同様に、反射損失は周波数が高くなるにつれて悪化します。これは、部品間のインピーダンスの不整合やケーブルの長さに沿ったわずかなインピーダンスの変動によって引き起こされます。反射損失を改善するために、銅ケーブルおよび接続機器の製造業者は、プラグとジャックのインピーダンスを一致させるように設計し、ケーブル製造プロセス全体での均一性を管理しています。銅配線システムにおける反射損失は、ケーブルの折れや損傷、不適切な終端処理 (終端点での余計な対の解きほぐしなど) によっても引き起こされることがあります。反射損失およびその原因について詳しく知るには、[こちら](#)をご参照ください。

対照的に、反射損失は送信源に向かって反射される信号の量に関連しています。入力信号のパワーと反射された量を比較して測定されます。挿入損失と同様に、反射損失もデシベル (dB) で正の数値として測定されます。しかし、挿入損失とは異なり、反射損失の値は高いほど良いとされます。もし信号が全く反射されない場合、反射損失は無限になります。

- 光ファイバー配線システムにおける反射損失  
反射損失は主に接続点での反射によって引き起こされます。そのため、コネクタの製造業者は特定のファイバーコネクタに対して反射損失を指定しています。汚染されたコネクタの端面、ギャップ、ずれも信号の反射を引き起こす原因となります。さらに、製造中にファイバーに混入する不純物、ひび割れ、開放端、ファイバーの曲げ半径の超過も反射損失を悪化させる要因となります。
- メタル配線リンクにおける反射損失  
挿入損失と同様に、メタル配線リンクでは周波数が高くなるにつれて反射損失が悪化します。これは、部品間のインピーダンスの不整合やケーブルの長さに沿ったわずかなインピーダンスの変動によって引き起こされます。反射損失を改善するために、メタル・ケーブルおよび接続機器の製造業者は、プラグとジャックのインピーダンスを一致させるように設計し、ケーブル製造プロセス全体で均一性を管理しています。銅配線システムにおける反射損失は、ケーブルの折れや損傷、不適切な終端処理 (終端点での余分な対の解きほぐしなど) によっても引き起こされることがあります。反射損失およびその原因について詳しく学ぶには、[こちら](#)をご参照ください。

## なぜ挿入損失と反射損失が重要なのか？

挿入損失と反射損失は、配線システムの健全性を示す重要な指標です。

- 挿入損失が高すぎる場合  
送信信号がリンクの遠端で十分な強度を持たないため、アクティブな機器で正確に解釈されないことがあります。これにより性能が低下したり、リンクが機能しなくなったりする可能性があります。そのため、業界標準では、特定のファイバーアプリケーションおよびメタル配線カテゴリに対して挿入損失の上限が定められています。
- 反射損失が重要な理由  
反射された信号が送信信号と干渉する可能性があるため、反射損失は重要なパラメーターです。反射損失が低いと、ケーブルの遠端で利用可能な電力が減少し、結果的に挿入損失が発生することになります。言い換えれば、反射損失の値が高いほど挿入損失が低くなる傾向にあります。銅配線システムにおいては、反射損失はノイズの測定と同義です。反射損失が低いと、クロストークが増加し、信号が歪み、ビットエラーレートが増加します。

## 挿入損失の解釈方法

挿入損失は、TIAやISOの配線規格で記載されているように、ファイバーシステムのTier 1認証テストを行う際に測定される主要なパラメーターです。挿入損失は、Fluke Networksの[CertiFiber® Pro](#)などの光損失試験セット(OLTS)を使用してリンク全体で測定されます。OLTSはリンクの一端で光源を放出し、他端で受信した信号を測定して放出された量と比較します。もし挿入損失がOLTSによる認証テストに合格しなかった場合、Fluke Networksの[OptiFiber® Pro OTDR](#)などの[光時間領域反射計\(OTDR\)](#)を使用して、断線、曲がり、スプライス、コネクタなどの特定のイベントによる損失を測定できます。これにより、損失イベントの原因と正確な位置を特定することができます。OLTSとOTDRの関係について詳しく学ぶには、[こちら](#)をご参照ください。

光ファイバーシステムにおける挿入損失のテストの主な手順は、1ジャンパー法です。これには最初と最後のコネクタの損失が含まれ、ケーブルリングプラントの最終的な使用方法を表しています。マルチモードファイバーシステムでは、挿入損失のテストにはエンサークルド・フラックス(EF)励振条件が必要であり、これは光がファイバーにどのように入射されるかを制御し、全モード励振による悲観的な結果や、限定モード励振による楽観的な結果を防ぐためのものです。

挿入損失は、メタル認証テストおよびメーカー保証の取得にも必要な重要な性能パラメーターです。[Fluke Networks DSX CableAnalyzer™シリーズ](#)のようなメタル認証テスターを使用して、特定のタイプのメタル配線に対して各ペアの全周波数範囲で挿入損失をテストします。例えば、カテゴリ6システムでは1MHzから250MHzの範囲で挿入損失がテストされ、カテゴリ6Aシステムでは1MHzから500MHzの範囲でテストされます。

光ファイバーおよびメタル配線システムにおける挿入損失のテストについて詳しく学ぶには、[こちら](#)をご参照ください。

## 反射損失の解釈方法

光ファイバーシステムにおいては、[OptiFiber Pro](#)のようなOTDR(光時間領域反射計)を使用してリンク全体で反射損失を測定します。OTDRはファイバーに高出力の光パルスを送信し、これらのパルスが反射イベント(例えば接続、断線、亀裂、スプライス、急激な曲がり、ファイバーの終端)に到達したときに反射された光を測定します。リンク内のすべてのイベントから反射された光の合計とリンク全体の後方散乱の合計がリンクの総反射損失値となります。OTDRは、各個別イベントに対する反射率の値とその位置も提供できることに注意してください。ただし、反射率は反射損失の逆であり、負の数値で表されます。反射損失と反射率の違いについて詳しく学ぶには、[こちら](#)をご参照ください。

反射損失はメタル認証テストおよびメーカー保証の取得に必要な性能パラメーターです。挿入損失と同様に、DSX CableAnalyzerのようなメタル認証テスターを使用して各ペアの全周波数範囲でテストします。反射損失が単一の周波数点でのみ不合格になる場合、通常はケーブルの問題を示します。4ペアすべてが(特に低周波数で)不合格になる場合、低品質のケーブルやケーブル内の水の存在を示すことがあります。

光ファイバーおよびメタル配線システムにおける反射損失のテストについて詳しく学ぶには、[こちら](#)をご参照ください。

## 挿入損失 (Insertion Loss) 対 反射損失 (Return Loss)

