

ホワイト・ペーパー

ケーブル配線におけるバランス測定の重要性

DSX ケーブルアナライザーによる 6 つの重要なバランス測定パラメーター

目次

1. はじめに.....	2
2. ペア内の DC 抵抗アンバランス.....	2
3. ペア間の DC 抵抗アンバランス.....	3
4. TCL(横方向変換損失).....	4
5. ELTCTL(等レベル横方向変換損失).....	6
6. CDNEXT (コモン・モード・ディファレンシャル・モード NEXT).....	7
7. CMRL(コモン・モード・リターンロス).....	7
8. 参考情報.....	8

フルーク・ネットワークス

Rev. 01
2019/10/3

1. はじめに

バランス測定は、ネットワークが適切に動作することを確認するのに役立ちます。ツイスト・ペアの 2 つの導体のバランスは、ケーブルに注入されたノイズをキャンセルするものです。また、バランスの別の役割は、ケーブルからの信号漏れを防ぐことです。より高周波および高速なデータ・レートほど、ケーブルはノイズに敏感になり、適切なバランスを維持することは極めて重要になります。バランス測定に合格すると、ネットワークが必要な PoE 電力と信号を確実に伝送できるようにもなります。

本テクニカル・ハンドブックでは、DSX ケーブルアナライザーの標準で装備されている PoE および 10GBASE-T のサポートを保証する一連の拡張テスト機能について解説します。

2. ペア内の DC 抵抗アンバランス

抵抗アンバランスは、ケーブル・システムの 2 つの導体間の抵抗の差の測定値です。(図 1 を参照)

これは、デジタル・テスターとも呼ばれる電気測定用のテスターで通常見られる抵抗値測定とは違って、DC ループ抵抗とも呼ばれ、しばしば単に抵抗と略されます。

図 1 で示すように DC ループ抵抗は、DSX ケーブルアナライザーでは 2 つの導体の合計、 3.7Ω ($1.87\Omega + 1.85\Omega$) を小数点以下 1 桁に丸めたものです。

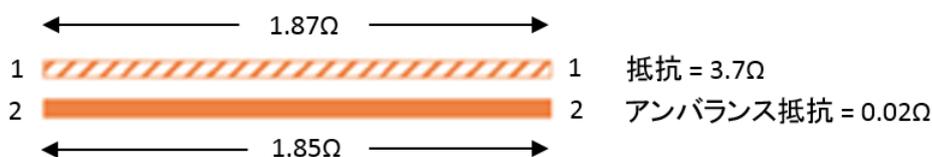


図 1. 各導体で DC 抵抗が測定されます。

差(抵抗アンバランス)は 0.02Ω ($1.87\Omega - 1.85\Omega$) です。

抵抗アンバランスは、IEEE 802.3af、IEEE 802.3at、または IEEE 802.3bt の規格に準拠して、PoE (Power over Ethernet) を配線システムに実装する場合に注意を払わなければいけません。このような実装の例には、IP 電話、ワイヤレス・アクセスポイント、ビルディング・オートメーション、およびネットワーク (IP) カメラなどのセキュリティ・デバイスが含まれます。

抵抗のアンバランスは、電源供給機器 (PSE) トランスの飽和を引き起こす可能性のあるケーブル配線チャネル内の電流アンバランスをもたらします。その結果、必要な電力が供給されず、同じ導体上を伝送されるデータが破損する可能性があります。

ANSI / TIA-1152-A や IEC 61935-1 などのフィールド試験規格では、フィールドでの測定は必須項目としていません。ただし、ANSI / TIA-568.2-D、ISO / IEC 11801:2010、および IEEE の中には抵抗アンバランスに関するテスト・リミット値があります。

それでは、なぜフィールド試験要件がないのでしょうか？ DSX ケーブルアナライザー・シリーズの発売前は、抵抗アンバランスの試験ができるフィールド・テスターがなかったため、実験室での測定としてのみ残されて

いました。このパラメーターはインストールの方法によって影響を受ける可能性があるため、リンクの敷設が終わった後に抵抗アンバランスを測定することは理にかなったことです。

抵抗アンバランスを測定する場合は、図 2 に示すように、DSX-5000 または DSX-8000 ケーブルアナライザーのテスト規格画面で規格名称の後ろに (+ All) の表記があるテスト規格を選択します。



図 2 テスト規格選択画面例

3. ペア間の DC 抵抗アンバランス

ペア間の DC 抵抗のアンバランスを計算するために、DSX-5000 および DSX-8000 ケーブルアナライザーはペアの各ワイヤーの抵抗を個別に測定します。(図 3 を参照) 4 ペアで最大 60W または 90W を供給する今後のタイプ 3 およびタイプ 4 PoE では、注意を払う必要のあるものは、もはや各ペアの DC 抵抗の不均衡だけではなくなりました。

また、複数のペア間で過度の DC 抵抗のアンバランスが発生すると、データ伝送性能に大きな影響を与えることになり、PoE の動作が停止する可能性もあります。

図 4 に示すように、測定結果はペア UBL、P2 PUBL のそれぞれのタブ画面に表示されます。選択したテスト規格名に(+ All)が含まれている場合、このテスト結果が自動的に表示されます。

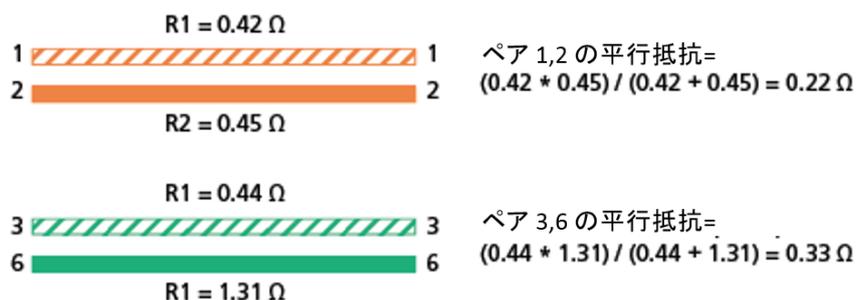


図 3 ペア 1、2、3、6 間の DC 抵抗アンバランスは 0.22Ω-0.33Ω= 0.11Ω

ループ	ペア UBL	P2P UBL
1,2	1.33	
3,6	1.25	
4,5	1.27	
7,8	1.03	
リミット値	25.0	

ループ	ペア UBL	P2P UBL
1,2	0.017	0.20
3,6	0.006	0.20
4,5	0.012	0.20
7,8	0.261	0.20

ループ	ペア UBL	P2P UBL
1,2-3,6	0.018	0.20
1,2-4,5	0.004	0.20
1,2-7,8	0.102	0.20
3,6-4,5	0.014	0.20
3,6-7,8	0.084	0.20
4,5-7,8	0.099	0.20

図 4. DSX-5000 および DSX-8000 の 3 つのタイプの抵抗アンバランス試験結果表示画面例

4. TCL(横方向変換損失)

TCL は、ANSI / TIA-568.2-D、ANSI / TIA-1005、および ISO / IEC 11801 Edition 2.2 2011-06 にある 2 つのバランス測定のうちの一つで、もう一方は ELTCTL です。TCL と ELTCTL(次のセクションで解説)を説明するには、コモン・モード(アンバランス)と差動モード(アンバランス)の違いを理解することが重要です。(図 5 を参照)

イーサネット信号は、正負反対の電圧がペアの各導体同志が基準となって差動モードで印加されます。これとは対照的に、ノイズ信号は、コモン・モードでペアの導体に誘導されます。これらのノイズは導体上を同時に伝播し、グラウンドを基準に印加されます。

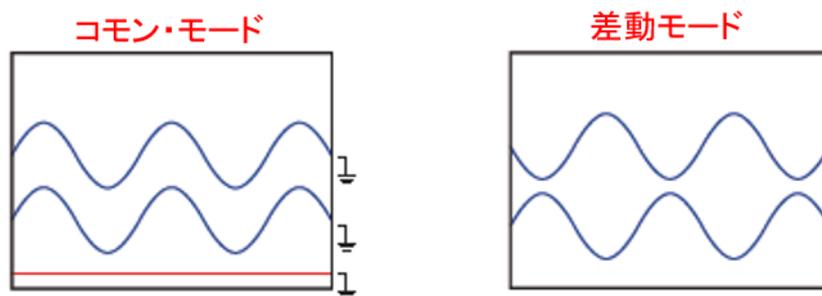


図 5

ケーブルにノイズが誘導されると、このコモン・モード信号の一部が差動モードに変換され、イーサネット信号の一部になる可能性があります。モード変換と呼ばれるこの現象は、イーサネットの差動信号のバランスが取れなくなり、潜在的なビットエラーと再送信を引き起こす可能性があるため、イーサネット伝送には有害です。

横方向変換損失(TCL) は、1つのペアの一方の端でのモード変換を測定します。図 6 に示すように、この測定は、ペアに差動モード信号を注入し、同じペアで同じ端に返されるコモン・モード信号を測定することで行われます。返されるコモン・モード信号が小さいほど、バランスが良くなります。

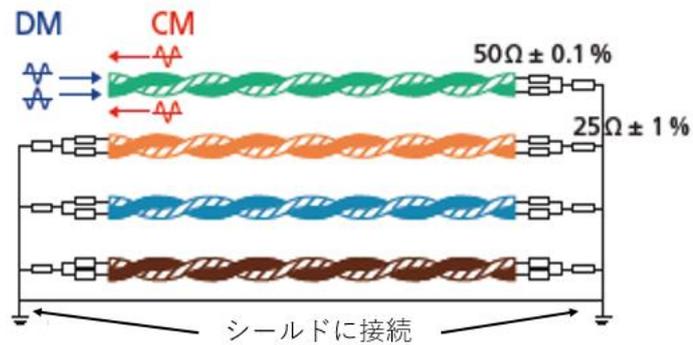


図 6 横方向変換損失(TCL) の測定

他のすべての伝送パラメーターが規格値を超える十分なマージンを示している場合でも、TCL の障害により 1000BASE-T および 10GBASE-T が誤動作する可能性があるということの裏付けになる事象が実際、数多く上がっています。たとえば、ユーザーは ISO / IEC 11801 Edition 2.2 2011-06 Class E_A 準拠のリンクをテストしたところ、良好なマージンが得られまったく問題なく合格しました。(図 7 を参照)

ところが、このケーブル配線システムを使用して接続したギガビット・スイッチが 1000 Mbps から 100 Mbps に自動的に切り替わってしまいました。しかも、このケーブル配線システムが、500 MHz 帯域に適合していたにも関わらずです (図 7 参照)。



図 7

トラブルシューティングの一環として、ユーザーは DSX-5000 ケーブルアナライザーを使用して、このリンクに対し TCL のテストを行い、クラス E_A チャンネルの ISO / IEC 11801 Edition 2.2 2011-06 の規格要件と測定結果を比較しました。

リンクは、ISO / IEC 11801 Edition 2.2 2011-06 クラス E_A チャンネルの TCL 性能要件を満たせず、-6.6 dB の負のマージンがありました。(図 8 を参照)。6dB の電圧差は 2 倍を表しますので、このリンクは、許容 TCL の 2 倍以上を示したと言えます。



図 8. TCL が不合格の結果画面とグラフ表示例

ユーザーは、コネクタが原因であること思い込みコネクタを交換しました。残念なことに、TCL は依然として良ならず、1000 Mbps スイッチは引き続きスピードの遅い 100 Mbps に自動的に切り替わり続けました。この TCL の不合格はケーブルに問題があることを示しているため、新しいケーブルが調達され、元のコネクタを使って成端がなされました。その後、TCL テストが再度実施され、結果は合格となり TCL マージンの大幅な改善がもたらされました。そして、今度は、スイッチは 1000 Mbps で動作し、100 Mbps には戻ることはありませんでした。

これらの規格適合性パラメーターに関してフィールドテストが必須となっていない場合、敷設品質が TCL (および ELTCTL) に適合しているかどうかの評価を行うかどうかは、敷設工事業者あるいは顧客の判断に委ねられます。規格適合チャンネルがアプリケーション・エラーまたは他のアプリケーションの問題を示している状況では、潜在する問題を調査するためにもバランス測定を通常のパラメーターに加えて行うことを推奨します。

5. ELTCTL(等レベル横方向変換損失)

モード変換は、TCL を介して測定されることに加えて、横方向変換損失 (TCTL) を介しても測定されます。TCL との違いは、ペア内のモード変換測定が反対側で行われることです。返されたコモン・モード信号を測定する代わりに、TCTL はペアに差動モード信号を注入し、リンクの他端でコモン・モード信号を測定することにより測定されます。繰り返しますが、コモン・モード信号が小さければ小さいほど、バランスが良くなります。

TCTL テストのコモン・モード信号の量は、挿入損失のためにリンクの長さに依存して減衰します。これを考慮した結果イコライゼーションを適用して ELTCTL(Equal Level TCTL)が計算で得られます。これらの TCL および ELTCTL モード変換パラメータのテストのために、通常のテスト時間に追加される時間はわずか約 6 秒です。さらに、メーカー仕様に対する安心感も得ることもでき、しかも、障害発生時のトラブルシューティングにも役立つ情報を提供してくれます。これには、名称の後に(+ ALL)のついたテスト規格を選択して、このテストを実施するだけです。

6. CDNEXT (コモン・モード・ディファレンシャル・モード NEXT)

CDNEXT は、チャンネルのエイリアン・クロストーク・テスト問題に役立つトラブルシューティング・ツールです。ANSI / TIA-568.2-D、ANSI / TIA-1005、または ISO / IEC 11801:2010 にはリミット値はありません。ただし、TIA-TSB-1197 には解説があります。

CDNEXT の不良は、主にコネクタの選択の問題です。あまりないことですが、作業者の技量によることもあります。測定は、差動モード信号(DM)を 1 つのツイスト・ペアに注入してから、別のペアのコモン・モード信号(CM)を測定することによって行われます。戻される CM 信号が小さいほど、CDNEXT は良くなります。通常のカテゴリー5e、6、6A またはクラス D、E または E_A テストに CDNEXT を追加する場合は、名前の最後に(+ ALL)が最後についたテスト規格を選択します。

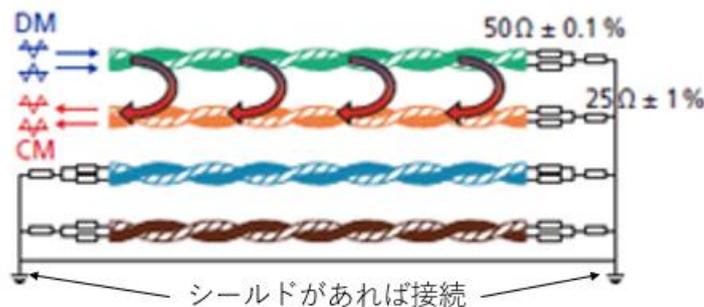


図 9

7. CMRL (コモン・モード・リターン・ロス)

CMRL は、10GBASE-T を超えたシステムを展開するユーザーにとって関心のある測定項目です。ANSI / TIA568.2-D、ANSI / TIA-1005、または ISO / IEC 11801:2010 にはテストのリミット値はありません。

測定は、コモン・モード信号(CM)を 1 つのツイスト・ペアに注入してから、その同じペアで返される CM 信号を測定することで行われます(図 10 を参照)。

CMRL を通常のカテゴリー5e、6、6A またはクラス D、E または E_A テストに追加する場合は、名前の最後に(+ ALL)のついたテスト規格を選択します。

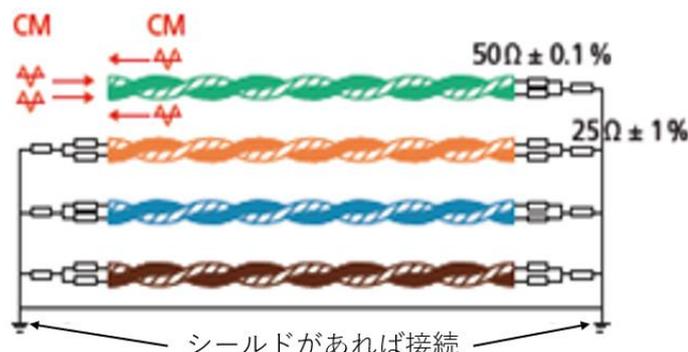


図 10

8. 参考情報

DSX-8000/5000 ケーブルアナライザーの製品情報はこちらからご覧いただけます。

<https://jp.flukenetworks.com/datacom-cabling/Versiv/dsx-cableanalyzer-series>



DSX-8000 の特長:

DSX-8000 CableAnalyzer は、最も厳しい測定確度要件である TIA の確度レベル 2G に適合する一方、比類のないスピードで Cat 8 および Class I/II のメタル認証試験を効率化します。ProjX 管理システムは、作業の確実な実施を実現し、試験のセットアップからシステムの検収までの作業進捗状況の把握を容易にします。Versiv プラットフォームは、光ファイバー試験（OLTS と OTDR の両方）もサポートします。このプラットフォームは、将来の規格改定へのサポートに備え、容易にアップグレードが可能です。近端漏話、反射およびシールド不良を含む不良原因のグラフィカルな表示を行う Taptive（タップティブ）インターフェースにより不良原因のより素早いトラブルシューティングができます。また LinkWare PC 管理ソフトウェアを使用し、試験結果の解析と専門的なテスト・レポートの作成が可能です。

メタル配線試験に役立つ追加テクニカル情報をこちらからご覧いただけます。

<https://jp.flukenetworks.com/solutions/learn-about>

フルーク・ネットワークスについて

■ 全世界で 4 万台以上の販売実績を持つ LAN ケーブル・テスター

フルーク・ネットワークスは、米国の精密電子計測器メーカーである「フルーク・コーポレーション」のネットワークス部門が 2000 年に分社化して生まれたネットワーク関連ツールのメーカーです。お客様の重要な IT インフラであるネットワークを常に最適な状態に保つための配線システムの試験やトラブルシューティングをサポートしています。

現在、日本を含む世界 50 ヶ国以上で事業を展開しており、弊社の高品質、高付加価値ソリューションは既に世界 20,000 以上の企業ネットワーク、システム・インテグレーター等のネットワーク構築・敷設の専門企業などで使用されています。

詳細は以下の URL をご参照ください。

<https://jp.flukenetworks.com/>

フルーク・ネットワークス

株式会社 テクトロニクス&フルークF フルーク社

〒108-6106

東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 6F

TEL 03-4577-3972 FAX 03-6714-3118

Web サイト: <https://jp.flukenetworks.com>

©2022 Fluke Networks Inc. All rights reserved.

Printed in Japan 11/2022 7003255B