

ホワイトペーパー： オーディオ/ビデオ（AV）ケーブル配線時の考慮点

教室での遠隔授業、役員室でのビデオ会議、あるいはカフェテリアでのデジタル・サイネージなど、構内情報配線システムを使用する音響・映像(AV) システムを導入している企業がますます増えています。



今日の AV システムのテスト： 隠れた課題とその試験パラメータ

高解像度のビデオ・ストリーミングやビデオ会議からデジタル・サイネージ、コンテンツ共有まで、これらをサポートするためのアプリケーションの多くが、家電製品および商用向けの接続規格、HDBaseT を活用する一方で、Internet Protocol (IP) ベースのビデオを利用しているアプリケーションもあります。

これら AV システムをサポートするための構内情報配線を構築および試験するにあたって、AV システムには目に見える以上の課題があります。また、エラーのない映像および画像の伝送を実現するための重要なパフォーマンス・パラメータおよび最適な試験の適用方法を把握しておくことが重要です。

目次

- HDBaseT および IP ベース・ビデオの概要
- 一般的なケーブル配線、手法、およびパラメータ
- 伝搬遅延および伝搬遅延時間差
- どちらでも給電可能
- 認証試験は必須
- 直流抵抗アンバランス・テストの推奨

HDBaseT および IP ベース・ビデオの概要

HDBaseT Alliance によって推進および進展が図られている、家電製品および商用向けの接続規格 HDBaseT は、一般的なカテゴリ・ケーブルと RJ45 コネクタ接続で、無圧縮の 4K 映像信号、音声、100BaseT イーサネット・データ、電力、制御信号を最長 100 m まで伝送します。これは、最大 100 m まで伝送できる一般的なカテゴリ・ケーブルと RJ45 接続を使用する IP ベースのビデオ・システムに似ています。

しかし、HDBaseT のケーブル配線の基盤となるプロトコルは、パケット・ベースのイーサネットによる IP ベースのビデオと同じように思われるかもしれませんが、実際は異なるプロトコルを使用しています。HDBaseT とイーサネットはどちらもパルス振幅変調 (PAM) の符号化技術を使用し、イーサネット・チャンネルをサポートする一方で、HDBaseT はパケット・ベースのデータではありません。

さらに、HDBaseT システムは、HDBaseT 送信機と HDBaseT 受信機を接続する専用ケーブルを使用しており、データ・ネットワークとは分離されています。IP ベースのビデオ信号は、IP ベースの音声とデータを伝送する同じケーブル配線、および一般的なイーサネット・スイッチやルーターを介して伝搬されます。HDBaseT 専用機器に関しては、HDBaseT システムにおける相互運用性を確保するため、送信機/受信機からプロジェクター、ディスプレイに至るすべてが、HDBaseT Alliance によって認証されたものとなっています。IP ベースのイーサネット・ネットワークに接続された HDBaseT 機器は、通常イーサネット機能を有効にしているだけで、映像/音声を伝送しません。

一般的なケーブル配線、手法、およびパラメータ

HDBaseT と IP ベースのビデオがどちらも同じくケーブル上を流れることから、ツイストペア・ケーブルの撚りを一定に保持することや、曲げ半径の許容値を超えないようにすること、さらには電源からできるだけ遠ざけるようにするなど、LAN ケーブルの取扱いおよび成端に関する同様な注意事項に従わなければなりません。しかも、どちらも 100 m のチャンネル上で伝送されます。

これら AV システムが持つその他の共通点としては、ケーブル品質の重要性が挙げられます。ケーブルが良質であるほど、信号がよくなります。より高品質のケーブルを使用すれば、HDBaseT および IP ベースのビデオ信号をより長い距離にわたり伝送することができます。どちらのシステムにおいても、外部雑音の多い環境では、シールド付きケーブルが推奨されます。

もう一つの共通点は、エイリアン・クロストークです。HDBaseT は、カテゴリ 5e またはカテゴリ 6 ケーブルを使用できますが、いずれもエイリアン・クロストークに関する仕様を定めていません。これは、個々の HDBaseT チャンネルでは問題になりません。しかし、高速イーサネット信号を伝送するケーブルの束と同様に、HDBaseT を伝送するケーブルの束は、エイリアン・クロストークの悪影響を受けます。そのため、同じ経路内で複数の HDBaseT ケーブルをサポートできるように設計されたカテゴリ 6A の使用が推奨されます。

伝搬遅延および伝搬遅延時間差

AV システムにおいて意識しておくべきその他の性能パラメータには、伝搬遅延と遅延時間差があります。遅延は、ケーブルの種類を問わず、すべての信号に起きます。伝搬遅延とは、一端から送信された信号がリンクまたはチャンネルのもう一端に届くまでの時間です。カテゴリ 6 や 6A などのツイストペア・メタル配線における伝搬遅延には、公称伝搬速度（NVP）のほか、ケーブルの長さや動作周波数が関係しています。

ケーブル・メーカーによって規定され、パーセンテージで表記される NVP は、ケーブルの材質によって異なります。NVP とは、信号がケーブルを伝わる速度を真空中の光速度と比較したものです。真空中の光速度は、実現し得る最大速度であるため、NVP の値は必ず 100% 未満となります。ほとんどのツイストペア・ケーブルは、60 ~ 80% の範囲に収まります。NVP が低いほど、遅延が大きくなります。

すべてのペアが信号を伝送する 4 ペア・ケーブルを見てみると、ペアによって遅延が異なる場合があります。これを伝搬遅延時間差と呼び、遅延が最も小さいペアと最も大きいペアの差異でもって計算されます。



最大長の遅延 = 98 ns、最短長の遅延 = 75 ns、遅延時間差 = 23 ns

遅延は、一般的にケーブル全体の構造が要因になるものの、遅延時間差は、主にペア配列の不整合性やツイストペア線の撚り率に起因します。例えば、ペア間で極端な撚り率の違いがあると、遅延時間差が大きくなります。ツイストペア・メタル線ケーブルはどれも、クロストークを最小化するために意図的に撚り率にばらつきを持たせているため、わずかながら遅延時間差が発生します。しかし、この性能パラメータ（ナノ秒単位）が不合格になったケーブルは、今日求められる AV アプリケーション性能に対しては重大な影響を与える可能性があります。

通常、機器はこれらペア間の時間のズレを補正しているものの、遅延時間差が大きすぎると、ビット・エラー率やジッターが増加してしまいます。各色が別々のペアに伝送される高解像度の RGB ビデオ信号では、遅延時間差が大きすぎると、画質が悪化します。

業界規格では、上の図で示しているように、遅延時間差を 50 ns（ナノ秒）未満と規定しているものの、ビデオ・アプリケーションでは遅延時間差が 25 ns 未満の方がより望ましいと言えます。商用環境における AV システムの普及が高まり続ける一方で、多くのケーブル・ベンダーは、遅延時間差の値が 2 または 3 ns に近い「低遅延時間差」ケーブルを提供し始めています。

2018/05/14 5:53:49 pm

VRESIV-001 合格

	伝搬遅延 (ns)	遅延時間差 (ns)	長さ* (m)
1,2	141	3	24.0
3,6	135	2	23.8
4,5	137	0	23.5
7,8	140	0	23.4
リミット値	498	44	90.0

*長さは、最短ペアについてのみ評価されます。

DSX CableAnalyzer シリーズは、長さ測定の一環で遅延時間差も測定します。

どちらでも給電可能

HDBaseT および IP ベースの AV システムは、どちらも電力を供給できます。一方が Power over HDBaseT (POH)、もう一方が Power over Ethernet (PoE) を使用しています。IEEE 802.3 PoE 規格に基づく POH は、4 ペアのカテゴリー・ケーブルを通して、HDBaseT ビデオ信号とともに最大 100 W の DC 電力を給電できます。まもなく承認される予定の IEEE 802.3bt 規格は、4 ペアのカテゴリー・ケーブルを通して、最大 60 W (タイプ 3) または 90 W (タイプ 4) の DC 電力を給電できます。これは、一般的な LED ビデオ・ディスプレイを動作させるのに十分な電力レベルです。実際、Energy Star™ 6.1 は、60 型以下のテレビの消費電力を 100 W 以内と制限しており、そのワット数も減少し続けています。

PoH および PoE テクノロジーは、ビデオ・ディスプレイに給電するコスト効率の高い、かつ簡単な方法を実現し、AC 電力の必要性を無くします。その一方で、4 ペアすべてを通して高い DC 電力を送ることに関しては、どちらも同じような懸念が生じています。これはケーブル束内の温度上昇です。そして、この温度上昇が考慮すべき最大の懸念事項です。温度は挿入損失に直接影響するため、遠隔給電アプリケーションにおいては、ケーブルの温度が TIA 規格によって規定される最高使用温度、および推奨される最大温度上昇 15° C を超えないようにすることが極めて重要です。

DC 電力を供給する際には、温度上昇を抑制するため、ケーブル束のケーブル本数を減らし、より高いカテゴリーまたはシールド付きのケーブルを使用して、チャンネル長を減らすことが推奨されます。例えば、60 本のカテゴリー 6A ケーブルの束は、カテゴリー 6 よりも 12 % 低い温度上昇を示します。また、シールド付きであれば、シールドが断熱材の役目を果たし、さらに温度上昇が抑えられます。

認証試験は必須

システムが稼働し始めたら、解像度、フレーム・レート、その他のビデオの使用をテストする専用の AV ツールは存在しますが、音声やデータ伝送に使う IP ベース LAN を構築する時と同じように、HDBaseT および IP ベースの AV システム用のケーブル配線基盤もテストする必要があります。実際、HDBaseT Alliance は、どのような種類のケーブルを使用しようが、適切な TIA 規格への適合性をテストしなければならないと規定しています。

つまり、ケーブル・テストの必要性に関して言えば、HDBaseT のビデオでも IP ベースのビデオでも違いはありません。カテゴリー 6A ケーブルをどちらかのシステムに使用する場合であっても、エイリアン・クロストークのテストも含め、TIA カテゴリー 6A 規格に基づいた認証試験を行う必要があります。メーカーの保証を受けたい場合には、その必要性が特に高まります。HDBaseT および IP ベースのどちらの AV システムの展開にも、フルーク・ネットワークスの DSX CableAnalyzer™ シリーズ・メタル配線認証試験ツールなどのメタル線ネットワーク・テスターを使用できます。

直流抵抗アンバランス・テストの推奨

HDBaseT システムも IP ベース・システムも POH および PoE を通して高い DC 電力を供給できるため、直流抵抗アンバランスが重要なテスト・パラメータとなります。直流抵抗アンバランスが大きすぎると、画質が劣化する原因となるからです。

ツイストペア・ケーブルの 4 ペアすべてを使用した PoH または PoE の電力供給は、ペア内の各導体間で電流を均一に配分するコモンモード電圧を加えることで実現されます。ペアに電力を均一に分割するには、各導体の DC 抵抗が等しく、均等な値が確保されていなければなりません。2 本の導体間の抵抗差は「DC 抵抗アンバランス」と呼ばれます。ネットワーク機器はある程度の直流抵抗アンバランスに耐えられるものの、アンバランスが大きすぎると、変圧器が飽和を起こし、ビデオ信号の波形が歪む可能性があります。また、問題となるのは各ペアの直流抵抗アンバランスだけでなく、複数のペア間の過剰な直流アンバランスも問題になります。

さらに不適切な施工や粗悪なケーブル品質が原因で、導体間で電流を均一に分割するためのコモンモード電圧を実現できないことがあります。実際、HDBaseT 機器のメーカーは、導体の直径、同心度、滑らかさにはばらつきがあり、抵抗アンバランスが生じるリスクが高い銅クラッドアルミニウム (CCA) などの規格適合外の安価なケーブルを使用することの影響について警告しています。

信頼できるメーカーから高品質なケーブルを選び、一貫した質の高い成端処理を行うことで、過剰な直流抵抗アンバランスを防ぐことができますが、AV システムのパフォーマンスに重大な影響を与えるため、実際にテストすることが推奨されます。業界規格では、1 ペアの導体間の最大 DC 抵抗アンバランスを 3 % に規定しています。また、近く標準化される IEEE 802.3bt 規格でも、2 ペア間の DC 抵抗アンバランスを 2 ペアの総並列抵抗の 7 % 以下に抑えることが要求されます。

幸いに、HDBaseT および IP ベースのビデオ・インフラ用の配線システムの認証に使われるフルーク・ネットワークスの DSX CableAnalyzer™ シリーズ・メタル配線認証ツールは、直流抵抗および抵抗アンバランスをテストすることもできるため、一般的な性能パラメータの他、ケーブルが効果的に POH や PoE をサポートできるかも確認することができます。

もしも、この DC 抵抗アンバランス試験で 2 本の導体間または 2 つのペア間の直流抵抗の差異が最大許容値を超える場合、HDBaseT および IP ベースのビデオの画質が完璧ではなくなる可能性が高まります。



参考資料: 直流抵抗のアンバランス試験: PoE システムのための簡単かつ低コストな保険

<https://jp.flukenetworks.com/content/dc-resistance-unbalance-testing-easy-low-cost-insurance-your-poe-systems-jp>

フルーク・ネットワークスについて

フルーク・ネットワークスは、優れた認証/トラブルシューティング/インストレーション・ツールを提供する世界大手企業です。当社の製品は、重要なネットワーク・ケーブル配線インフラを設置・保守する技術者を対象にしています。弊社は、信頼性と比類ない能力において高い評価をいただいております。最先端のデータセンターの設置から災害時の電話サービスの復旧作業に至るまで、すべての作業を効率的に行います。

DSX-8000 CableAnalyzer™ – メタル配線認証手順のステップの時間短縮を加速化します



最も厳しい測定精度要件である TIA の精度レベル 2G に適合する一方、比類のないスピードで Cat 8 および Class III 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てくれます。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。

CertiFiber® Pro – 光ファイバー認証試験プロセスのすべての段階の作業効率を上げ、加速化します

2 波長、2 本の光ファイバー認証の効率を改善し、試験をわずか 3 秒で実施できます。Taptive (タップティブ) インターフェースにより、セットアップの簡素化、間違いの排除、さらにトラブルシューティングのスピードアップが図れます。基準値設定の自動ガイダンス機能により、確実な基準値設定が可能になり、負の損失結果発生もなくなります。OptiFiber Pro モジュールと組み合わせて、Tier 1 (基本) / Tier 2 (拡張) 試験とレポート作成のすべてを行えます。便利な 4 波長モジュール によって、シングルモードとマルチモードの両方に対応できるばかりでなく、マルチモードの EF 適合性能もサポートします。



OptiFiber® Pro OTDR – データセンター/企業向け光パルス試験器



業界初の企業/データセンターの課題解決向けにからデザインされた光パルス試験器です。シンプルでこれまでにない効率性、さらにキャンパス、データセンターおよびストレージ・ネットワークのトラブルシューティングに正に必要な機能群を組み合わせたツールで、現場の技術者を、専門知識を備えた光ファイバー専門技術者に変えてしまいます。すなわち、業界唯一のスマートホン・タイプのユーザー・インターフェースを備えることで光ファイバー試験を新たな高みに導きました。そして、DataCenter OTDR コンフィギュレーションにより、データセンター試験における不確実性やエラーが排除されます。その極めて短いデッドゾーンにより仮想化データセンターにおける光ファイバー・パッチコード試験も可能にします。

FI-7000 FiberInspector™ Pro – 光ファイバー・コネクタ端面を 2 秒で自動合否判定

汚れ、へこみ、小片、および傷による問題箇所をグラフィカルに表示します。業界標準規格の IEC 61300-3-35 に基づき判定できるため、端面検査における主観的な判断を削除することができます。



Versiv 製品選択ガイド

Versiv をどのように
使用しますか?

選択ガイドへのリンク

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 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 7002540B