
カテゴリ 6A
UTP ケーブル
-AX テープの利点-





はじめに

今後、新たなケーブル配線では、10GBASE-T ポートの普及に伴う 10 ギガビットデータレートへの高速化に対応するために、引き続きカテゴリ 6A チャンネルが選択されるでしょう。従来のネットワークを 10GBASE-T 機器にアップグレードする際にも、低カテゴリの配線インフラストラクチャ (カテゴリ 6、カテゴリ 5E など) をカテゴリ 6A にアップグレードする必要が生じます。一般に、カテゴリ 6A 配線の外径は、従来のカテゴリ 6 および 5E ケーブルより大きくなります。ケーブル径が大きくなる原因の 1 つは、カテゴリ 6A チャンネルに課せられるエイリアンクロストーク要件です。

エイリアンクロストークは、隣接するケーブルが緊密に結束されているために導体間で有害な電磁結合が生じる結果です。隣接ケーブル間の結合を減らすためのシンプルで直接的な方法は、ケーブル導体同士を物理的に離すことです。ケーブル径を大きくすると、影響を受けるケーブル内の導体と隣接するケーブル内の導体とが必然的に離れます。この方法は、特に初期のカテゴリ 6A ケーブル設計で効果が実証されてきましたが、ケーブル径が大きくなるという弱点は無視できません。

ケーブル径が大きくなると、レースウェイやラダーラックなどのケーブル配線インフラストラクチャの収容性が低下します。カテゴリ 6 および 5E より径の太いカテゴリ 6A ケーブルでは、適切な敷設に必要なケーブル管理要素も増える可能性があります。カテゴリ 6A 配線へのアップグレードを検討していても、こうした理由のために既存の配線経路のままでは必要なケーブル数を収容できず、対処費用の問題でアップグレードが困難あるいは不可能と判断されるシナリオも考えられます。低カテゴリケーブルを配線および管理していた同じインフラストラクチャで、同じ数のカテゴリ 6A ケーブルを配線および管理できれば理想的です。ケーブル設計者は、カテゴリ 6A 配線の導入開始以来何年も、エイリアンクロストーク要件を満たすと同時にカテゴリ 6A ケーブルの外径を小さくするため、多大の努力を傾けてきました。

このホワイトペーパーではまず、カテゴリ 6A ツイストペアケーブルにメタルテープを巻き付けるとケーブル径とエイリアンクロストークの問題がどのように改善されるかについて説明します。均質な (不連続性のない) テープを巻き付けるとこのような外径と性能上の利点を得られますが、ランダムにカットされたテープと比較すると、電磁両立性 (EMC) 性能の面では劣ります。ランダムにカットされた不連続性区間を持つ AX テープケーブルにより、均質なテープによる同一ケーブル径およびエイリアンクロストークの利点を楽しむと同時に、優れた EMC 性能を実現できます。優れた EMC 性能は、ケーブルの放射妨害波と耐性の両方に表れます。このホワイトペーパーではその点を詳しく説明し、AX テープケーブルで EMI に対する耐性が改善された事例をご紹介します。

カテゴリ 6A ケーブル径の進化

2007 年にパンドウイトが市場に導入した手法は、不連続性区間を持つメタルフォイルをツイストペアケーブルに巻き付けて保護層とするというものでした (AX テープ)。隣接するケーブルからの電磁結合が、不連続性メタルフォイルで効果的に減衰される結果、エイリアンクロストークが減少します。この手法のメカニズムは以下のとおりです。

- データがケーブル内部の撚り導線の 4 つのペアに沿って伝搬される際に、伝搬の方向に対して横方向の電磁界が発生する
- エイリアンクロストークノイズを発生させるペアからの磁界が、隣接するエイリアンクロストークノイズを受信するペア内で、ノイズの発生ペア側の磁界の強さに比例した電流を誘導する
- ノイズの発生ペア側からの磁界がメタルフォイルに衝突すると、メタルフォイル内に渦電流が発生し、これが逆磁界を誘導する
- 2 つの反対の磁界が打ち消し合う結果、隣接ケーブルのメタルフォイル内にあるノイズの受信ペア側に見られる発生ペア側からの磁界の強さが減少する
- 電磁結合がこのように減少するため、径の小さいケーブルを束ねてもエイリアンクロストーク要件を満たせるようになる

従来のカテゴリ 6A UTP (シールドなし) ケーブルの設計には一般に、エイリアンクロストーク要件から来るサイズの制約があります。不連続性メタルフォイルの保護層を組み込んだパンドウイトの AX テープ設計は、エイリアンクロストーク性能が大幅に向上しており、ケーブルサイズに従来のような制約がありません。AX テープでは、エイリアンクロストーク要件で最小のケーブルサイズが決まるのではなく、内部導体のワイヤーゲージがケーブル径を決定する主要な要素となります。その結果、低カテゴリのケーブルとほとんどサイズが変わらず、かつ従来の UTP より優れたエイリアンクロストーク性能を備えるカテゴリ 6A ケーブルが生まれました。図 1 に示すように、パンドウイトはカテゴリ 6A のケーブルサイズを改良してきました。

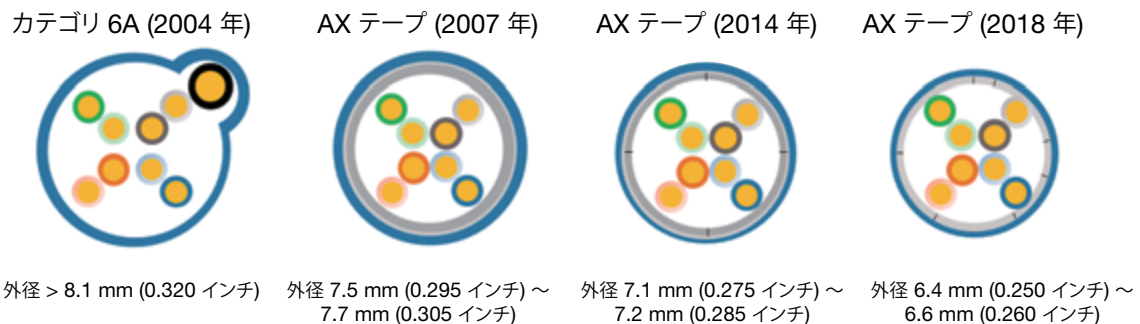


図 1. パンドウイトにおけるカテゴリ 6A ケーブルの歴史

設計上の課題

業界他社もそれ以来、サイズとエイリアンクロストーク面での性能向上を目指して、UTP ケーブルの設計にメタル保護層を組み込んできました。ただし、一部のケーブルでは、連続したフォイル保護層 (フローティングシールド) が組み込まれています。これでは、フォイルが成端されないためにシステムの電磁耐性が低下するおそれがあります。UTP チャネルにこの種のケーブル構造を使用するのは、成端されていない F/UTP シールドケーブル (ツイストペアにフォイルを巻き付けたもの) を使用するのと同じです。連続したシールドが成端されないため、UTP ジャックおよびプラグインターフェイスごとにフォイルが大きく分割されることになります。業界の一部では、固定長の不連続性区間をメタル保護層に組み込んでいます。こうした設計は、耐性の点では、連続した非成端のフォイル保護層より優れていると考えられますが、不連続性区間の固定長によっては特定のインバンドやアウトオブバンドの EMC が弱くなりやすい可能性が残ります。メタル保護層の不連続性区間をランダムな長さにしたバンドウイットの AX テープケーブルなら、インバンド、アウトオブバンドを問わずシステムの EMC 性能が低下することはありません。これらのフォイル設計を比較したのが図 2 です。

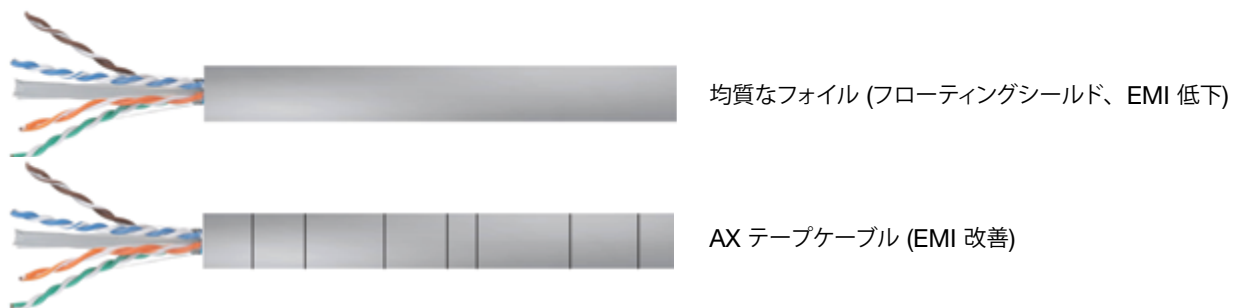
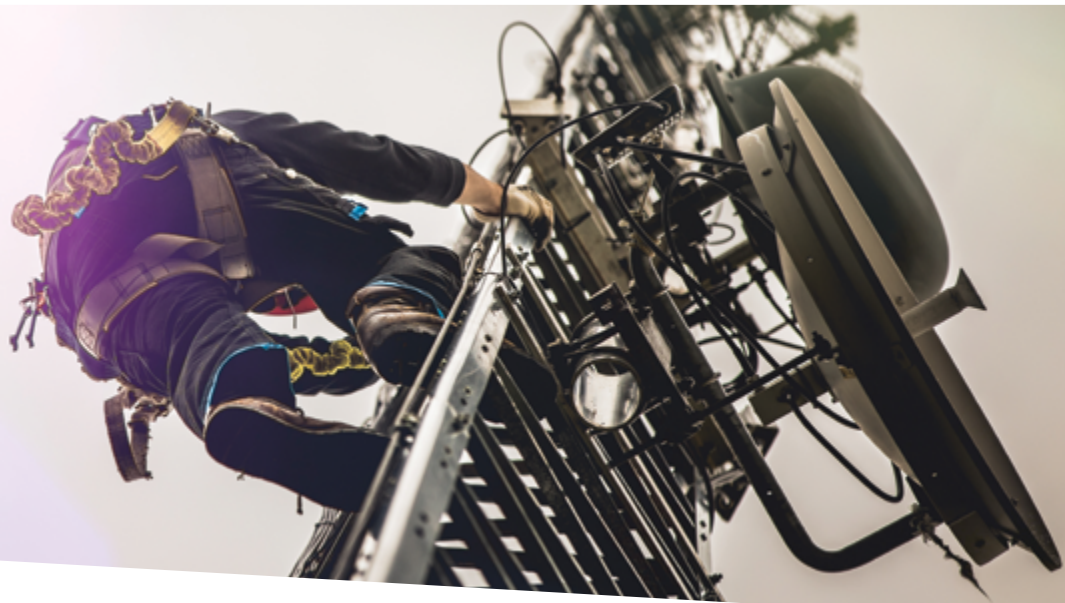


図 2. 均質なフォイルと AX テープケーブルの例

ここでは、成端されていないフォイル保護層はケーブルの電磁耐性に影響を及ぼすこと、およびそれが AX テープケーブルや従来の UTP ケーブルの場合と比較して 10GBASE-T 通信にどのように悪影響を与えるおそれがあるかについて説明します。測定によれば、成端されていないフォイル保護層が組み込まれたケーブルを使用すると、システムの EMC 性能が受けるおそれのある悪影響は 3 倍の大きさになります。フローティングシールドのあるケーブル配線で接続された実際のネットワークでは、電磁妨害 (EMI) の感度が高くなる結果、パケットエラーおよびリンク損失率が増大してスループットに深刻な制限が発生するおそれがあります。バンドウイットの AX テープケーブルは、こうした不要な EMC リスクが発生しないだけでなく、業界トップクラスのケーブル径およびエイリアンクロストーク性能を備えています。



アンテナ現象

均質なメタルフォイルは一般に、シールドケーブルでのみ使用されています。均質なフォイルを使ったこれらのケーブルが1つのチャンネルに束ねられ、シールド付きのジャックおよびプラグに正しく接地された場合、シールドシステムは放射妨害波と電磁妨害 (EMI) 耐性の両面で卓越した EMC 性能を示します。モーター、発電機、溶接機などの重機が稼働している可能性が高い一部の過酷な産業環境では、エラーのないネットワーク通信を保証するためにシールドケーブルシステムが最善の選択と考えられます。企業ネットワークやデータセンターなどその他の大半の環境では、UTP ケーブルシステムで BASE-T ネットワーク用として十分な電磁耐性を実現できます。

これらの環境では、UTP ケーブルシステムによって放射妨害波の規制要件にも適合できます。

チャンネル全体でシールドケーブルを正しく施工すれば、このシールドが、外部の EMI 源から誘導されるあらゆるノイズに対する低インピーダンスの接地経路となります。正しくシールドされたケーブルシステムには、優れた電磁耐性に加えて、ケーブルから周囲の環境に不要な放射がされないようにする働きもあります。導体のツイストペア経由で差分信号が伝送される BASE-T 通信システムは、本質的にバランス型の設計です。製作公差および実際上の制限があるため、完璧なバランスのシステムは存在しません。そのため、配線チャンネル全体である程度のコモンモードエネルギーが発生します。正しく施工されたシールドは、このコモンモードエネルギーに対する低インピーダンスの戻り経路となります。

シールドシステムにこうした利点があるのは確かですが、一般的な傾向として導入に多額の費用がかかり、接地や施工を間違えた場合の設置リスクを無視できません。シールドの施工が不適切または低品質だと、過酷な環境に求められる高レベルの EMC 性能を実現する鍵となる、シールドからの低インピーダンス接地経路が破壊されてしまいます。劣悪な施工が原因で、非常に低い周波数でしかシールドの効果を得られず、高周波数妨害からの保護が弱くなることがあります。最悪のシナリオは、シールドが完全にされておらず、シールド上の EMI 誘導電流の接地経路が存在しない場合に生じます。シールドの施工が劣悪だったり成端されていないために、EMI で誘導されたシールド上の電流がケーブルシステムに侵入するノイズを増大させ、ネットワーク通信に悪影響を及ぼすおそれがあるのです。こうした状況では、シールドケーブルシステムの劣化した EMC 性能は、UTP ケーブルシステムより悪くなりかねません。

インピーダンスの不連続性の発生

シールドなしプラグ、シールドなしコネクタ、および連続するメタルフォイル外被覆を組み込んだケーブルを使って、シールドなしチャンネルを構成すると、基本的には 6 ページで説明されているシールドシステム最悪のシナリオになります。企業ネットワークやデータセンターに見られる EMC 環境においては、UTP ケーブルシステムでネットワークを問題なく運用できます。それらの環境に、成端されていないシールドケーブルシステムを導入すると、EMC に新たな弱点が生まれ、ネットワーク通信が中断する原因となり得ます。EMI が存在すると、ケーブルに巻かれたメタルフォイル内で電流が誘導される可能性があります。成端されていないとこの電流が接地に短絡されません。一方、チャンネル全体でシールドの低インピーダンスが連続しているために、その連続性が途絶える UTP コネクタやプラグインターフェイスの箇所です誘導電流が反射されます。反射は、ケーブル上で非成端シールドのコモンモードインピーダンスが変化する箇所でも発生します。それらの箇所では、金属表面がケーブルに非常に近いためにインピーダンスが低下します。こうした金属表面の例として、図 3 に示すようなラダーラック、HVAC ダクト、コンジット、構造梁などがあります。インピーダンスが変化すると、誘導電流の一部がその不連続箇所でも反射される原因となります。



図 3. インピーダンスの不連続が発生しやすい金属表面の例

定常波

上記のような不連続箇所 2 カ所以上の間で電流が反射して行ったり来たりすると、定常波が形成される可能性があります。ダイポールアンテナのように、シールドの不連続性から引き起こされる累次反射の組み合わせにより、波長の半分が不連続箇所間の距離と等しくなる周波数で定常波が生じます。図 4 と図 5 は、インピーダンスの不連続性および複数の反射が発生する可能性のある場所の例です。機器のラックやキャビネットなど近接する金属表面も、メタルフォイルで誘導される電流の基準面として作用する可能性があります。成端されていないフォイルの共振挙動が増大する原因となります。ケーブルの EMI 障害が前述の周波数付近で発生している場合、この非成端フォイル上の定常波が起こります。その結果、非成端シールドのフォイルに沿って、隣り合う不連続性箇所の間で電圧が最大または最小になる箇所ができることになります。フォイルと導体間の強力な容量結合により、定常波の周波数に対応するノイズ電圧がケーブル内の導体に誘導されます。配線チャンネル内の不均衡でこのノイズの一部が差分信号に変換され、残りのノイズはコモンモード信号として残ります。EMI からノイズが配線チャンネルに結合するというこのメカニズムは、非成端のフォイル保護層を組み込んだケーブルに特有のものです。従来の UTP 配線チャンネルでは、定常波の原因となる非成端の導体はないので、この現象の影響を同じように受けることはありません。

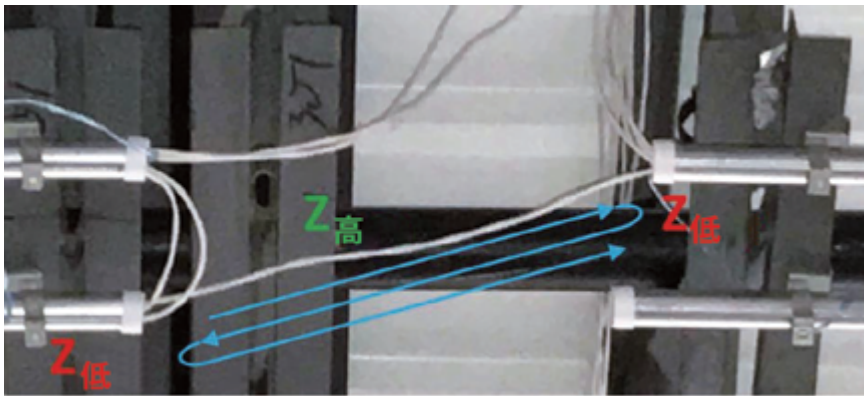


図 4. 定常波を発生させるインピーダンスの不連続性の例 1

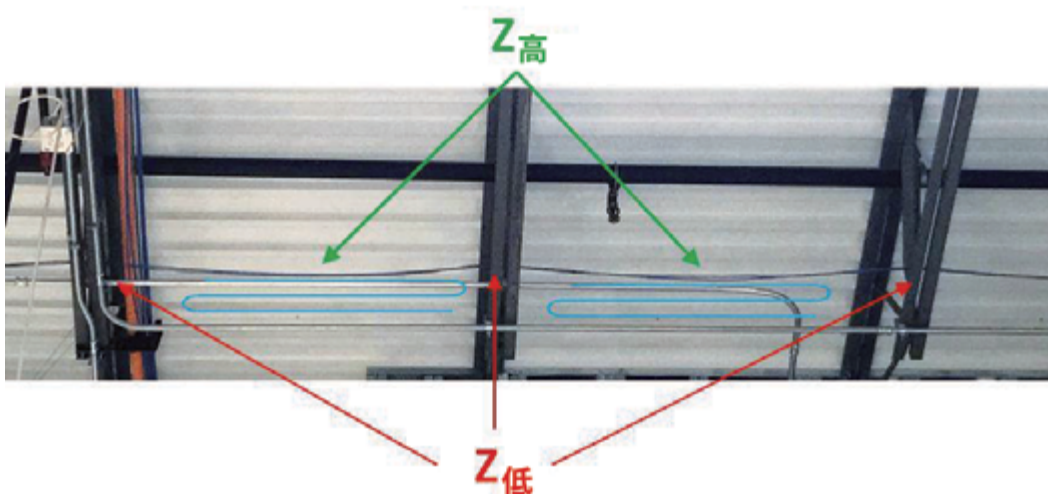


図 5. 定常波を発生させるインピーダンスの不連続性の例 2



定常波の問題を解決する

バンドウイットのカテゴリ 6A AX テープケーブルもこの EMC 現象の影響を受けません。短く、ランダムな間隔で分割したメタルフォイルが組み込まれているため、不連続性箇所には挟まれている区間と、動作帯域幅よりも高い周波数の波長が比例関係になります。このようなケーブル設計でも、もっと高いアウトオブバンド周波数の定常波を原因とする干渉の影響を受ける可能性があります。BASE-T レシーバーは、アウトオブバンドノイズからの影響を防ぐデータ入力フィルタリング設計になっています。加えて、さまざまな長さの不連続性フォイル区間がさまざまなアウトオブバンド波長に対応するので、特定のアウトオブバンド周波数でのケーブルと外部妨害源の間のコヒーレント相互作用を最小化できます。動作帯域幅内で定常波が誘導される可能性を排除する AX テープケーブルは、EMI に関して従来の UTP ケーブルと同様の効果があります。バンドウイットの AX テープケーブルは、企業ネットワークやデータセンター向けの用途で従来の UTP ケーブルと同等の EMC 性能があります。この EMC 性能に加えて、優れたエイリアンクロストーク性能と業界で最小のケーブル径を備えています。

ネットワークがこの EMC 現象の影響を受けるかどうかを判定するための変数は少なくありませんが、そのうちの多くは予測することも制御することもできません。主要な変数は以下のとおりです。

- EMI の分極に対するケーブルの相対的な方向。妨害信号からの電界がケーブルの方向に沿っているとき、メタルフォイル上の誘導電流は最大化します。
- 妨害が発生するチャンネル方向の場所も重要な役割を果たします。チャンネルの末端付近で発生する妨害はレシーバーに到達するまでの距離が遠くないので、ケーブルの挿入損失による大幅な減衰がありません。
- EMI に曝されるチャンネルの長さも全体的な影響の判定時に考慮する要素です。長いチャンネルでは通信が中断する可能性があるほどの EMI でも、短いチャンネルでは何の中断も引き起こさない可能性があります。短いほうが必然的に S/N 比 (SNR) が高く、ノイズの増大に対する耐性もあるからです。

実際のケーブル配線はそれぞれ異なりますから、EMI の性質は動的かつ予測不能になり得ます。シールドなしタイプのケーブルはどれも EMI の影響を受けやすいと言えますが、特に成端されていないフォイルが組み込まれたシールドなしケーブルは、非成端フォイルで定常波が誘導されるおそれがあるため、影響の受けやすさ (感受性) と放射の面で深刻なリスクが生じます。バンドウイット AX テープケーブルにはこのリスクがありません。

試験設定と結果

成端されていないフォイル保護層がどれくらい電磁妨害の影響を受けやすいのかを確認するため、試験設定を構成して、10GBASE-T 通信に対する EMI の影響を実験してみました。チャンネルは 4 つのコネクタで構成され、総チャンネル長は実際によく見られるケーブル配線を想定して 40m にしました。チャンネル経由の減衰はわずか 40m 分なので、リンクの両端でかなり高い S/N 比 (SNR) が保証されます。クロストークおよびエコーによる内部ノイズ源は、レシーバーでの信号強度と比較して小さくなります。この堅牢なベースラインの動作条件から開始すると、EMI に起因するノイズの追加が 10GBASE-T 通信に大きな影響を与えます。さまざまなケーブル構成の EMI 感受性を正確に比較するには、感受性の影響がテスト中のデータ通信に影響するノイズの主な原因であることが重要です。

試験は、実際にあり得るアプリケーション環境に倣った構成にしました。具体的には 図 6 に示す構成で、IXIA 10GBASE-T ラインカード (LSM10GXM2GBT-01) を使用して、双方向の 10GBASE-T トラフィックをチャンネル全体に渡って生成および監視しました。IXIA トラフィックジェネレーターの 1 つのポートを、シールドケーブルで電波暗室内にある機器ラックのシールドポートに接続しました。IXIA ボックスから電波暗室内の機器ラックへのすべてのシールド接続は連続性があり、ベストプラクティスで正しく成端されています。このように接続すれば、データソース (IXIA) からのトラフィックを機器ラックに配信するために、IXIA を電波暗室内の EMI に曝す必要はありません。次に、EMI に曝される試験対象のチャンネル部分を機器ラックに接続しました。

試験は、シールドなしプラグで成端された 1m の水平ケーブル (パッチコードに類似) の性能と比較して行われました。シナリオごとに、ケーブルタイプを評価対象のタイプ (フォイルなしの UTP ケーブル、均質なフォイル、AX テープケーブルのいずれか) に交換しました。これらの試験対象デバイス (DUT) は、UTP ジャックで 10m の UTP 水平ケーブルに接続され、これが電波暗室外への戻り配線になります。最後は、水平ケーブルを IXIA トラフィックジェネレーターの 2 番目のポートに接続する 2m の UTP パッチコードです (図 6)。使用した DUT は以下のとおりです。

- DUT1: 1m の実物の UTP パッチコード
- DUT2: 1m のパッチコードの導体に成端されていないフローティングフォイルを巻き付けたもの。この構成では、シールドの不連続性箇所間の距離は 1m です。
- DUT3: フォイル上にさまざまな長さの不連続性箇所を持つメタルフォイル保護層を使用する AX テープケーブルの 1m パッチコード。

EMI の周波数および電磁界強度は、信号ジェネレーター、パワーアンプ、および対数周期アンテナを使って正確に制御できます。完全な電波暗室内で試験を実施すれば、妨害信号の分極を、試験対象のケーブルとの相対的な位置によって制御できます。これは EMI と関連する重要な変数ですが、実際のすべての環境で予測することは不可能です。最悪のシナリオは、ケーブル内の誘導電流が最大化されるため、干渉波の電界がケーブルの位置と一致する場合に発生します。この実験中、試験対象ケーブルは、対数周期アンテナの水平分極に沿ってテーブルの上に水平に配置されました。デバイスが隙間なく並べられた機器ラックは 1 つの金属表面を形成し、試験対象ケーブルで誘導される電流の基準面として作用します。試験条件間での正確な比較を保証するため、EMI に曝される DUT および他のすべてのチャンネルコンポーネントの位置と方向は DUT1、DUT2、DUT3 でまったく同じです。

試験設定と結果 (続き)

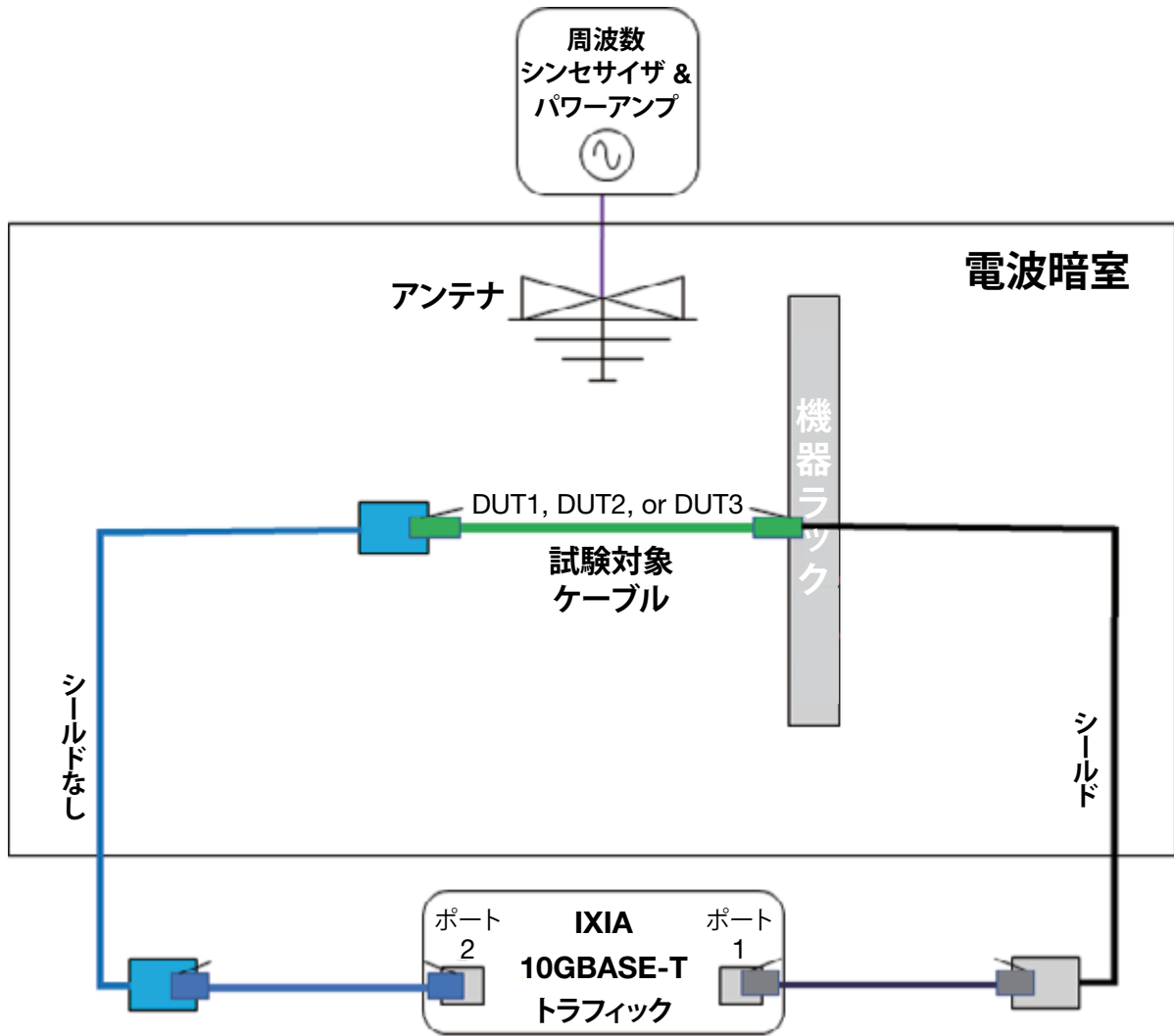


図 6. 均質なフォイルと AX テープケーブルの評価に使用した試験設定

チャンネル全体に双方向の 10GBASE-T トラフィックを流し、101 MHz ~ 131 MHz の周波数を 2 MHz の間隔で掃引しました。すべての周波数ポイントで、パケットエラーの発現が IXIA トラフィックテスターで捕捉されるまで EMI の電磁界強度が増大しました。その後、電磁界強度はさらに増大してリンクの損失を引き起こすまでに妨害が強くなり、すべての 10GBASE-T 通信の中断に至りました。3 つすべての DUT で「パケットエラーの発現」および「リンク損失」時の電力レベルが、周波数ごとに記録されました。

パケットエラーの影響

実際のネットワークでは、パケットエラーで業務に破壊的な影響が及ぶ可能性があります。TCP/IP イーサネットリンク上でエラーが発生したパケットは受信システム側で失われ、ソースからの再送信が必要になります。パケットサイズ、バッファサイズ、ラウンドトリップ時間などのネットワーク要素によって異なりますが、パケットの損失を控えるために(10,000 パケットに 1 つ) 見積もってもスループットが最大 90% 低下するおそれがあります。イーサネットリンクに依存するアプリケーションにとって、これは単に応答が遅いという話ではなく、使い物にならないという状況です。完全なリンク損失が発生すると、そのリンク経由の通信を再確立するためにイーサネット接続全体で自動ネゴシエーションシーケンスを実施せざるを得なくなり、問題ははるかに深刻になります。この種のイベントでも正常に動作するアプリケーションはごく少数です。

3 つの DUT で電磁妨害の影響の受けやすさ (感受性) を比較した結果を図 7 と図 8 に示します。図 7 は、パケットエラー発生時に、フローティングシールドと AX テープケーブル構造の EMC が、従来の UTP ケーブルと比較してどの程度低下したかを示しています。DUT2 (フローティングシールド) では、約 105 MHz で 5dB をわずかに超える最大低下幅が観察されました。105 MHz でケーブル上を伝搬する信号の波長の半分は約 1m です。これはフローティングシールドの不連続性箇所間の距離とまさに一致します。105 MHz で妨害によってフローティングシールド上で誘導される定常波が原因で、10GBASE-T リンクの感受性が従来の UTP ケーブルより 5dB 低下したのです。図 8 は、リンク損失時に、フローティングシールドと AX テープケーブル構造の EMC が、従来の UTP ケーブルと比較してどの程度低下したかを示しています。DUT2 (フローティングシールド) では、またもや約 105 MHz で 6dB の最大低下幅が観察されました。非成端のフォイルが原因でチャンネルの感受性が従来の UTP よりも低下したのは明らかです。6dB 低下すると、電磁耐性は 2 分の 1 になる計算です。これと比較して、AX テープケーブルでは、パケットエラー発生時にもリンク損失時にも EMC の低下はありませんでした。

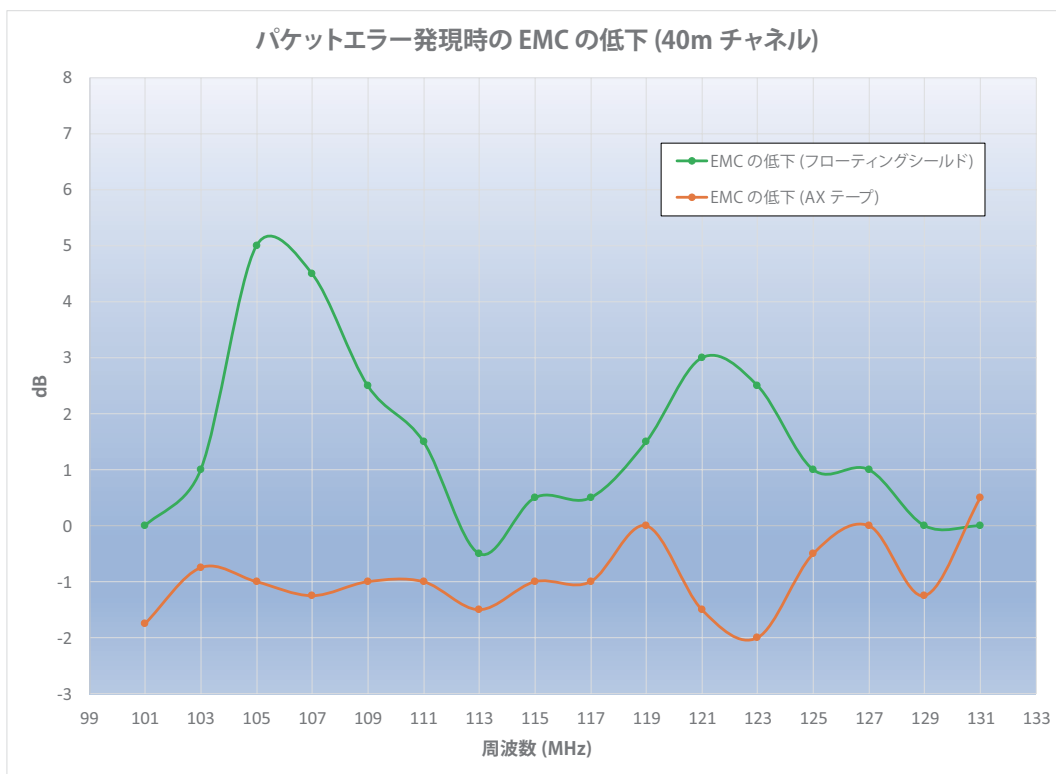


図 7. 1m の試験対象デバイスにおける、エラー発生時のフローティングシールドと AX テープの EMC 低下幅

パケットエラーの影響 (続き)

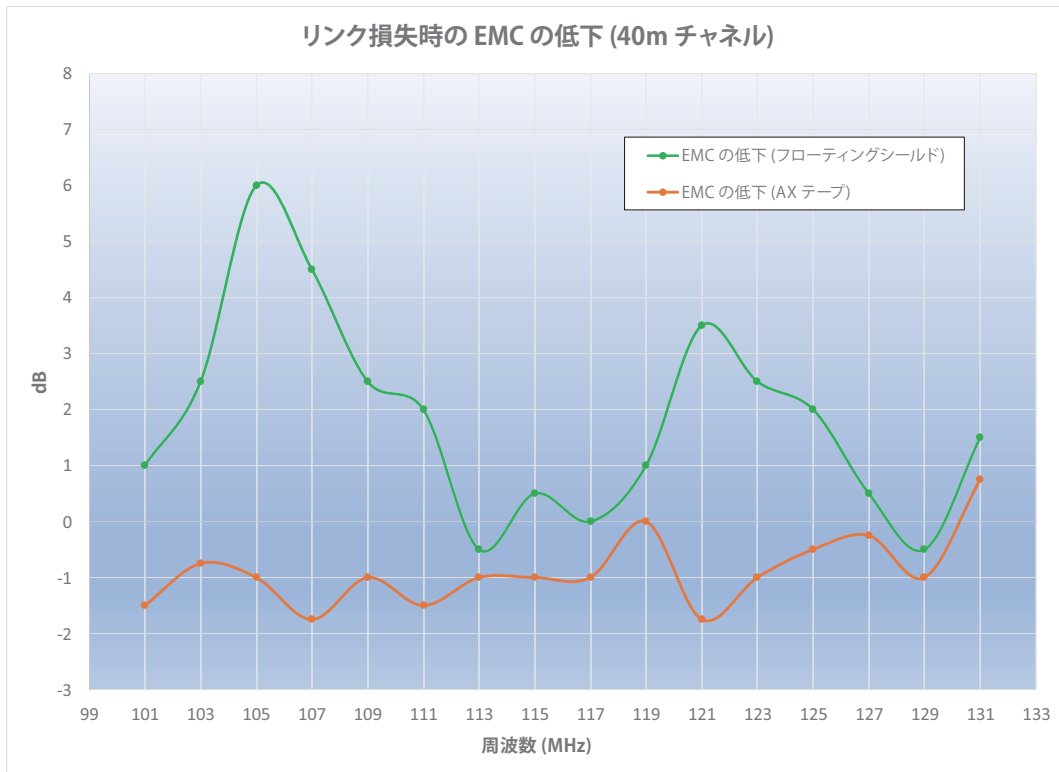


図 8. 1m の試験対象デバイスにおける、リンク損失時のフローティングシールドと AX テープの EMC 低下幅

この 2 分の 1 の低下を実際の例に当てはめたのが図 9 です。FM ラジオ放送のような 105 MHz の EMI 源を考えてみてください。データセンター内に AX テープ配線チャンネルが敷設されている場合、放送塔が 2 マイル (約 3.2km) 以上離れていれば、センター内の EMI は安全なレベルに保たれます。成端されていない均質なフォイル保護層を組み込んだ配線の場合、FM 放送塔との必要な安全距離は 2 倍の 4 マイル (約 6.4km) 以上になります。「安全」距離とは、感受性に関するすべての変数が最悪の条件で揃ったとしても、ネットワークは妨害ノイズの影響を受けないという意味です。

パケットエラーの影響 (続き)

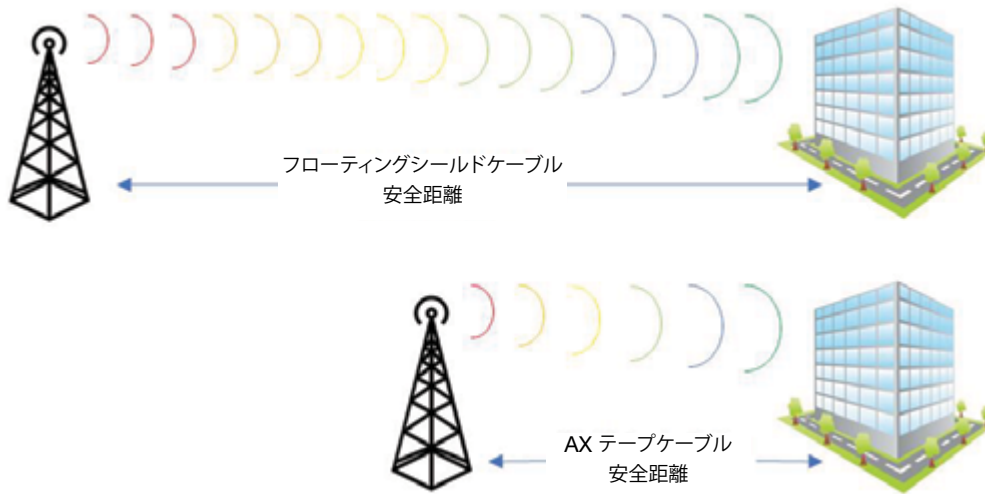


図 9. EMI 源からの AX テープ EMC 安全距離は 2 分の 1

この現象をさらに検証するため、およそ 0.5m に短くした DUT で試験してみました。チャンネル全体に双方向の 10GBASE-T トラフィックを流し、198 MHz ~ 228 MHz の周波数を 2 MHz の間隔で掃引しました。すべての周波数ポイントで、パケットエラーの発現が IXIA トラフィックテスターで捕捉されるまで EMI の電磁界強度が増大しました。その後、電磁界強度はさらに増大してリンクの損失を引き起こすまでに妨害が強くなり、すべての 10GBASE-T 通信の中断に至りました。3 つすべての DUT で「パケットエラーの発現」および「リンク損失」時の電力レベルが、周波数ごとに記録されました。

3 つの DUT で電磁妨害の影響の受けやすさ (感受性) を比較した結果を図 10 と図 11 に示します。図 10 は、パケットエラー発現時に、フローティングシールドと AX テープケーブル構造の EMC が、従来の UTP ケーブルと比較してどの程度低下したかを示しています。DUT2 (フローティングシールド) では、約 220 MHz で 8.5dB の最大低下幅が観察されました。220 MHz でケーブル上を伝搬する信号の波長の半分は約 1m です。これはフローティングシールドの不連続性箇所間の距離とまさに一致します。220 MHz での干渉によってフローティングシールド上で誘導される定常波が原因で、10GBASE-T リンクの感受性が従来の UTP ケーブルより 8.5dB 低下したのです。図 11 は、リンク損失時に、フローティングシールドと AX テープケーブル構造の EMC が、従来の UTP ケーブルと比較してどの程度低下したかを示しています。DUT2 (フローティングシールド) では、またもや約 220 MHz で 9.5dB の最大低下幅が観察されました。非成端のフォイルが原因でチャンネルの感受性が従来の UTP よりも低下したのは明らかです。9.5dB 低下すると、電磁耐性は 3 分の 1 になる計算です。これと比較して、AX テープケーブルでは、パケットエラー発現時にもリンク損失時にも EMC の低下はありませんでした。この 3 分の 1 の低下を前の実際の例に当てはめると、成端されていない均質なフォイル保護層を組み込んだケーブルを使用した場合、220 MHz の EMI 源からの必要な安全距離は、AX テープケーブルや従来の UTP ケーブルを使用した場合の 3 倍になります。

試験設定と結果

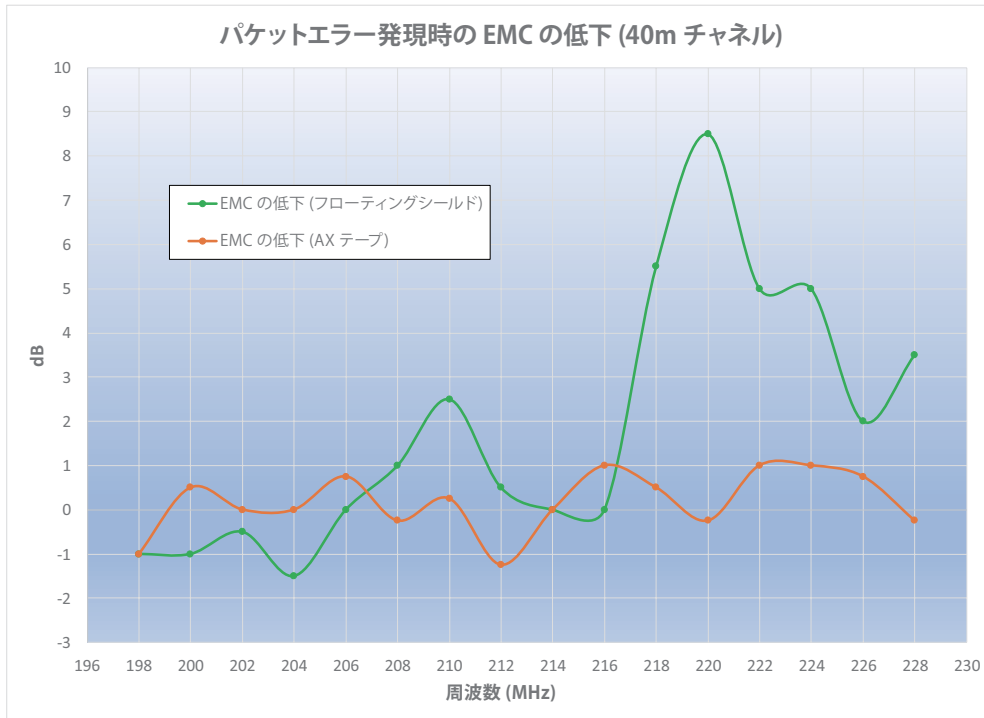


図 10. 0.5m の試験対象デバイスにおける、エラー発現時のフローティングシールドと AX テープの EMC 低下幅

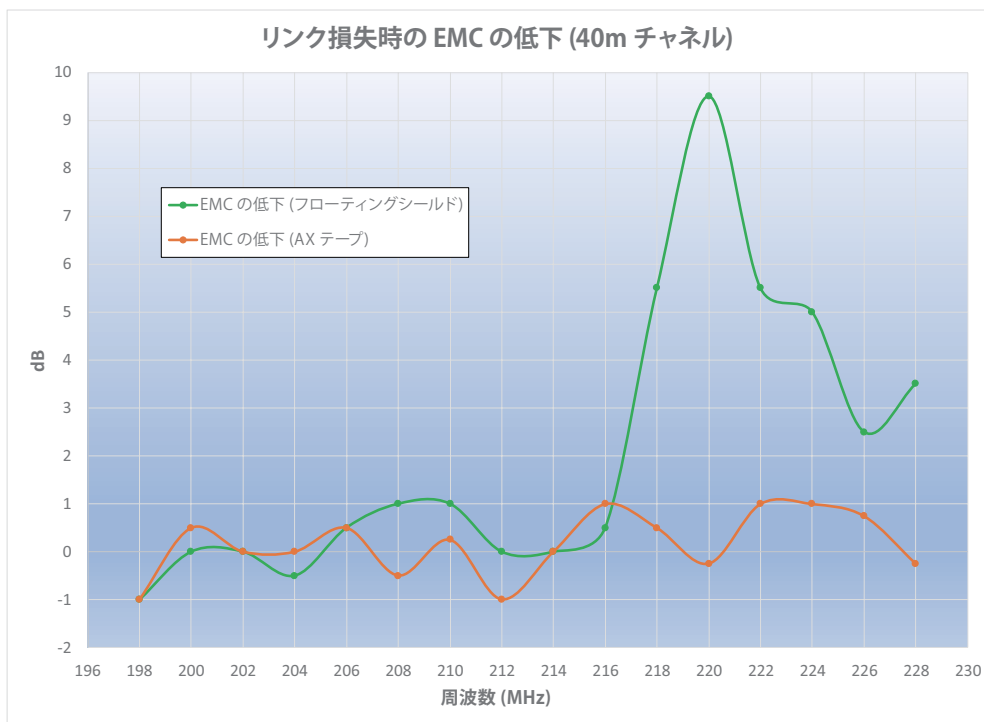


図 11. 0.5m の試験対象デバイスにおける、リンク損失時のフローティングシールドと AX テープの EMC 低下幅

産業界の視点

非成端シールドまたはフローティングシールドの EMC への影響については、これまで当社以外でも調査され、発表されてきました。1 つの例は、2006 年 1 月に IEEE 802.3an 規格に寄稿された『Using ScTP Patch Cords for Mitigating Alien Crosstalk (エイリアンクロstalkを緩和するための ScTP パッチコードの使用)』です。この報告では、UTP チャンネル内のフローティングパッチコードシールドが、従来の UTP パッチコードに比べてどのように放射妨害波を増大させる原因となるかが説明されました。放射妨害波が増大すると、ネットワーク機器が FCC 準拠試験に合格しない原因となる場合があります。

この業界で発表されてきたレポートやマーケティング資料は、ケーブルのフローティングシールドにネットワークの EMC 性能を低下させるリスクはないと主張しています。中には、フローティングケーブルシールドがネットワークの EMC 性能を高めると主張するレポートさえあります。それらのレポートでは、放射妨害波または放射感受性のいずれかに関連して電波暗室内で実施された試験に時折言及されます。しかし、それらの試験の具体的な詳細を調査すると、試験の構成に関係する 1 つ以上の重要な変数が、明らかに非成端シールドの影響が観察されないような設定になっています。たとえば、以下のような状況です。

- 妨害信号の周波数とフローティングシールドの不連続性箇所間の距離に相関関係がないと、UTP ケーブルとフローティングシールドケーブルの間に測定可能な差異が現れません。
- 試験対象ケーブルの方向が EMI の分極に沿っていない場合、従来の UTP ケーブルと比較して識別できる差異が現れません。
- 干渉を差分ノイズに変換する主な手段であるコネクタなど、モード変換メカニズムなしでケーブルの耐性を試験しているレポートもあります。
- ケーブル全体を空中に架線し、基準面として作用する構造物が近くにない状況で試験したレポートもありました。そのようにすると、ケーブルがアンテナとして作用する実際の可能性が排除されます。
- BASE-T 通信には適用されない方法で試験されたケーブルもありました。例えば、送信機に 1 ペアのケーブルのみを接続し、他の 3 ペアはケーブルの両端で負荷が一致する状態で施工した方法です。

その試験結果は当然の内容になるか、根本的に間違っているかのどちらかです。つまり、そのような試験は、EMC 性能の低下を引き起こすのに必要な要素を念入りに揃えて、当然の結果を確認しているだけです。またその結果を受けて、非成端シールドがケーブルの EMC 特性を絶対に低下させないと拡大して主張するなら、それは間違っています。非成端シールドで EMC 性能が必ず低下するとは言えませんが、それらが潜在的な EMC の問題のリスクを不必要に高めることもまた事実なのです。



まとめ

実際の敷設環境においてケーブルシステムの電磁耐性に影響を与え得る要素は数多くありますが、パンドウイトの AX テープケーブルには、均質なフォイルを組み込んだケーブルに起こるような影響がなく、その結果、優れた電磁耐性を示すことが実証されています。AX テープケーブルは電磁耐性が優れているため、ノイズ源に近い場所でも配線が可能で、スルーブットが減少するリスクを抑制できます。

このホワイトペーパーでは、外部のノイズ源に対するケーブルの耐性に特に注意を向けていますが、特定の周波数の影響を受けやすいケーブルには、放射と感受性の相互関係のゆえに同じ周波数のノイズを放射する性質もあります。非成端シールドが原因で増大した電磁放射の影響のために、システムが FCC Part 15 や CISPR 32 に規定されている米国連邦規制および国際規制違反になるおそれがあります。これを現実には当てはめると、周囲の電子機器の正常な動作を妨げて中断させる可能性があるという意味で、企業環境やデータセンター設備でごく普通に見られる、ワイヤレスアクセスポイント、ビデオ監視カメラ、ビルディングオートメーションハードウェア、その他の監視デバイスが影響を受けます。

成端されていないフォイル保護層がケーブルの電磁耐性に影響があり、それは AX テープケーブルや従来の UTP ケーブルの場合と比較して 10GBASE-T 通信に悪影響を与えかねません。測定によれば、成端されていないフォイル保護層が組み込まれたケーブルを使用すると、システムの EMC 性能が受けるおそれのある悪影響は 3 倍の大きさになります。フローティングシールドのあるケーブル配線で接続された実際のネットワークでは、EMI の感度が高くなる結果、パケットエラーおよびリンク損失率が增大してスルーブットに深刻な制限が発生するおそれがあります。

外径わずか 6.6mm (LSZH およびライザー) のパンドウイト AX テープケーブルを導入すれば、有害な EMC リスクを回避できるだけでなく、均質なフォイルを使用する他のケーブルに比べて卓越したエイリアンクロストーク抑制機能およびきわめて優れた EMC 性能を享受できます。10GBASE-T が稼働する次期ネットワーク環境で最高のネットワーク性能を保証するため、パンドウイトのカテゴリ 6A AX テープケーブルの導入をぜひご検討ください。

標準規格

IEEE Std.802.3an.『Using SCTP Patch Cords for Mitigating Alien Crosstalk (エイリアンクロストークを緩和するための ScTP パッチコードの使用)』、2006 年。

米国連邦通信委員会。FCC Part 15.『Radio Frequency Devices (無線周波デバイス)』、2018 年。

CISPR 32.『Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements (マルチメディア装置の電磁両立性 – 放射要件)』、2015 年。



1955年の創業以来、問題解決への飽くなき挑戦を文化とするパンドウイットは、企業のビジネスを市場での成功へと「有意義に結びつける」役割を果たしてきました。

パンドウイットは、データセンターから通信施設に至るまで、またオフィスのデスクから工場施設のフロアに至るまで、企業全体にわたる環境下の物理、電気、ネットワークのインフラストラクチャーに最先端のソリューションをもたらします。

米国イリノイ州ティンレイパークのパンドウイット本社および世界 112 の拠点は、強固なパートナーエコシステム、定評ある品質と技術的リーダーシップを通じ「つながる世界」のビジネスをサポート、さらなる成長と発展に寄与します。

詳しい情報は

www.panduit.co.jp/ をご覧ください。

カスタマーサービスのメールアドレス: jpn-toiawase@panduit.com

電話番号: 03-6863-6060

このホワイトペーパーは、技術的スキルを持つ作業者が自分の判断と責任においてガイドとして使用することを前提に作成されています。パンドウイットのいかなる製品についても、購入者には、使用前に当該製品が目的の用途に適合することを確認する責任があります。また購入者は、それに伴うあらゆるリスクおよび責任を負うものとします。パンドウイットは、この文書に記載された、または記載されていないいかなる情報から生じるいかなる責任も負いません。

パンドウイットのすべての製品には、当該時点で最新の限定製品保証の利用条件および制限事項が適用されます。詳しくは、www.panduit.com/warranty をご覧ください。

PANDUIT US/CANADA
電話: 800.777.3300

PANDUIT EUROPE LTD.
英国、ロンドン
cs-emea@panduit.com
電話: 44.20.8601.7200

PANDUIT SINGAPORE PTE.LTD.
シンガポール共和国
cs-ap@panduit.com
電話: 65.6305.7575

PANDUIT JAPAN
日本、東京
cs-japan@panduit.com
電話: 81.3.6863.6060

PANDUIT LATIN AMERICA
メキシコ、グアダラハラ
cs-la@panduit.com
電話: 52.33.3777.6000

PANDUIT AUSTRALIA PTY.LTD.
オーストラリア、ビクトリア
cs-aus@panduit.com
電話: 61.3.9794.9020