

ツイストシールド線のお話し

電磁干渉防止のために

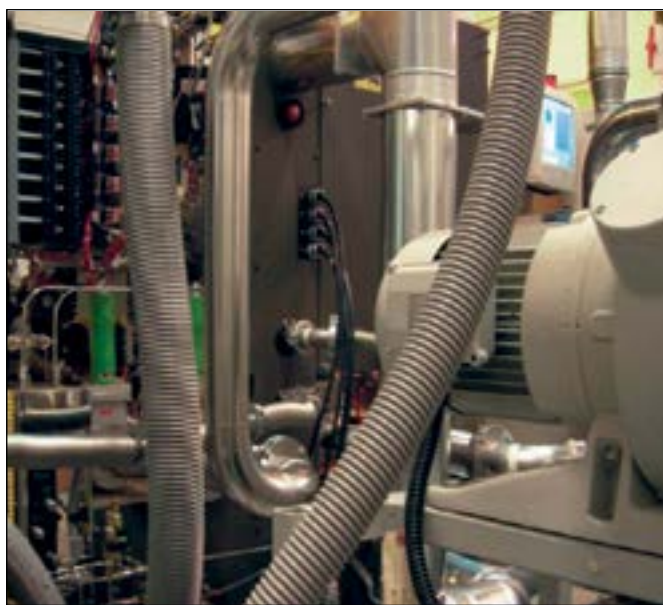
夏のある暑い日、フィラデルフィア郊外の工場で、大型空調設備の工事業者が作業の結果を確認するために温度を測定しようとしていました。全面再構築された空調システムの一部で、熱電対プローブをできたばかりの空調ダクトに差し込んだところ、異常な温度が検出されました。

空調工事のクルーは周囲温度 32℃をかなり下回る温度を期待していたのですが、チャートはレンジをオーバーしてしまい、温度計の LED 表示は 999.9 が点滅していました。

経験のあるエンジニアが、熱電対の配線が空調機のコンプレッサモーターの近くを通っている事に気がきました。プローブが感知した温度を、温度計が表示していないのです。コンプレッサからの電磁干渉がシールドされていない熱電対の素線に、大きなノイズを発生させて測定値を狂わしたのです。

多くのモーターは電磁干渉 (EMI) や電波障害 (RFI) として知られているノイズを発生します。他の電気機器も多かれ少なかれ、同様にノイズを発生します。家の中でも EMI の発生源は、調光スイッチ (耳障りなうなり音)、古い扇風機、ランニングマシンなどの健康器具、電子レンジ (初期の電子レンジの電磁波の漏れは心臓ペースメーカーを装着している人に危険が及ぶ可能性があったが、現在は漏れとシールド線に対する政府の厳しい規制もあり、ペースメーカーへの心配はほとんどなくなっている) などいろいろあります。

工場現場では、スパークが発生するスポット溶接機、アーク溶接機、誘導圧接機などの他にも数値制御 (CNC) 型の旋盤やフライス盤など大きなモーターで動いている機械、高輝度照明、リレー、トランシーバなども大きな EMI を発生します。



クリーンルーム内の電気機械設備



クリーンルームの大容量空調システム

沢山ある携帯電話については、発生するエネルギーが小さいので、フィラデルフィアの工場で使われていたような温度計装システムにはほとんど影響しません。

どうすれば先ほどの誤った測定を防ぐことができたのでしょうか。最初にやるべき最も安い EMI 対策は熱電対の素線にツイストシールド線を使用する事です。

オメガエンジニアリングの駐在 EMI 対策班の Frank Welsh 氏は、「温度計のリード線は、防護してなければアンテナのように働くので、ツイストシールド線は、最初に取りべき対策です。」また「熱電対のプローブは EMI ではなく温度を感知するように設計されています。問題は熱電対回路が外部のノイズ信号を拾い測定器に送ることです。」と述べています。

ニュージャージー州ブリッジポートのオメガの工場には、厚い壁と数千個の角錐型スポンジバッフルで覆われた壁のなかの気味が悪いほど静かな電波暗室があります。バッフルが電磁波を吸収するので、温度計や圧力トランスデューサなどのオメガ製機器の厳密な試験が行われています。

ブリッジポート工場では、熱電対用のツイストシールド線を量産しています。熱電対配線の全体がノイズを収集するアンテナになっていたものを、センサ先端以外を全てシールドすることにより、ノイズが防止できます。極端な場合では、プローブ自体にもシールドが必要になりますが、測定時間がミリ秒から秒の単位まで増える事になります。オメガの専門家によれば温度計の熱電対線にツイストシールド線を使うと EMI は 500 分の 1 から 1000 分の 1 に下がります。ほとんどの用途で問題が解決します。

「予防的対策として使うにしても、すでにあるノイズの対策として使うにしても、ツイストシールド線は低コストで現場で対策可能なソリューションです。」とブリッジポート工場の Jim Ferguson 工場長は述べています。

配線長が 90cm 以上の場合、または、大きなモーターなどからノイズを受ける可能性がある場合には、このシールド線を使うことを推奨しています。「オメガ社内で使用しているプローブアセンブリの配線は、全てオメガ製です。これは最高の品質水準にこだわっているからです。」と Ferguson 氏は強調しています。

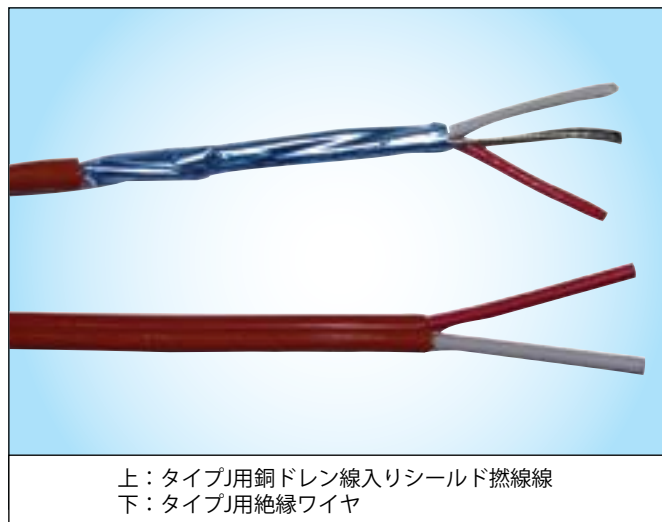
オメガ製の熱電対用の標準ツイストシールド線は、ANSI または IEC のカラーコードを使用した PVC で絶縁された素線が 2 本と錫めっき銅線のドレン線を撚り合わせて製作されています。その上にアルミ蒸着ポリエステルテープが巻かれています。さらにその上から PVC でもう一度カバーします。アルミ蒸着ポリエステルフィルムとドレン線が EMI を遮断し、PVC は湿気、薬品、摩耗、紫外線から守ります。メーカーによっては PVC だけで絶縁しますが、オメガは高級な用途向けに PTFE (フッ素樹脂) の製品も用意しています。究極の耐久性と柔軟性の要求に対しては、ステンレス線と錫めっき銅線の編組線も用意しています。錫めっき銅線を使うとシールド性がさらに上がります。

長さは便利な 25 フィート巻きから 10,000 フィート巻きまであります。

「ケーブルの生産では細部にまでこだわります。」とオメガのコンポーネント生産事業部の OEM 販売担当の Robert Lesutis 氏は言います。「ツイスト線を作るとき、グラウンドの線を 2 本の導線の間に置くようにしています。当社のケーブル製造マシンは独特で、導線の上にただ置くのではなく、間に来るように 3 本の線をツイストしてあります。」オメガはプローブや測定器の接続部分をノイズからシールドするための補完部品も生産、在庫、供給しています。その中には HGKMQSS シリーズの低ノイズ熱電対プローブや、EMI 抑制錫フェライトコアが入った HFSTW-K-M 高温標準コネクタなどがあります。また、グラウンド線をプローブや延長コードに簡単に接続できる標準 GST やミニ GMP 低ノイズコネクタも生産しています。



シールド撚線の加工



上：タイプJ用銅ドレン線入りシールド撚線線
下：タイプJ用絶縁ワイヤ

おそらく、ツイストシールド線の最大の需要は、IC メーカーや医療機器の製造のような、大きな自動設備を使っているハイテク製造業です。そのような現場ではリアルタイムのデータを常にフィードバックする必要がありますが、測定器は大きな EMI を発生する環境に置かれています。



電波暗室

以前は、生産データは主に、電磁的にいえば比較的静かな研究室で収集されていました。

しかし、今日では、生産現場で大きなノイズを潜り抜けて情報を収集しています。

ツイストシールド線で保護された配線は、EMI に常にさらされている航空宇宙分野でもよく使用されます。宇宙探査や衛星通信では、宇宙線 (極めて高い周波数の電磁波) の問題があるので、適切な EMI の防護がなければ、これらのアプリケーションで必要な複雑で敏感な電子機器システムは、使用不能になります。電圧信号に比べて、電流信号は EMI に対して比較的耐性があり、また長距離を伝送することができます。

従ってノイズレベルが高い場所では、電圧から電流に変更する対策が使用できます。例えば、ツイストシールド線とともにオメガの iDRN/iDRX シリーズトランスミッターのような信号コンディショナを使います。このシリーズは DIN の 35mm レールに搭載できます。このシリーズの全モデルが多くのセンサに直接接続できるように設計されており、追加部品は不要です。

