

原点から考え、NDMに貢献する。

(有) アイ・エス・エル

Non-Destructive Measurement

〒631-0063 奈良市帝塚山中町 1 2 - 7

Imaging Supersonic Laboratories Co.,Ltd.

+81-742-40-2345 FAX:+81-742-40-2346

Home-page: <http://www1.kcn.ne.jp/~isl/> or <http://www.i-sl.co.jp>

Email: isl@kcn.ne.jp

オシロスコープのみによる同軸等の簡易長さ測定

長い探触子（同軸）ケーブルが、途中で短絡したり、切断したりする事があります。外観から容易にその場所が分かる場合もありますが、配管などの中に入っている場合は場所特定が大変です。以下にオシロスコープのみを用いた測定方法を記します。この方法での精度は1m程度と考えてください。同軸ケーブルであれば何でも測れますし、ツイストケーブルもOKです。長いケーブルの長さをメジャーで測るのは大変です。そんな場合にも使えます。ロールに巻かれた同軸等の長さの測定も可能です。

本方式は筆者が生まれた1950年頃に既に使われていた技術で、実時間反射法（TDR）と呼ばれる技術です。この応用の一つとして、インピーダンスアナライザがあります。反射波形から接続されているインピーダンスを求めます。

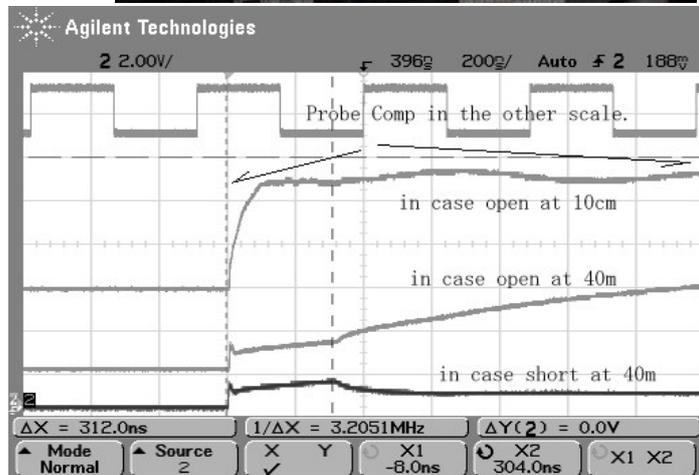
- 1) オシロスコープは10nS程度の時間軸測定分解能があつて、プローブ補正用の方形波形の出力があるものがが必要です。（ほぼ100%のオシロスコープはこの条件です）
- 2) 写真の様に、プローブ補正用出力をオシロスコープの入力（写真ではCH2）に接続します。
- 3) その信号を分岐し、対象の同軸ケーブルに接続し、立ち上がり同期を取ります。以上の配線長さはなるべく短くしてください。



- 4) 波形を測定します。
 右のオシロスコープの波形は
 最上段：スケールは異なりますが、プローブ補正用の方形波形の波形です。
 次の段：その拡大図。何も接続されていないか非常に短いケーブルの場合単に指数関数的右上がりの曲線です。
 次の段：40mの端部が開放（オープン）同軸を付けた場合です。立ち上がりから

312nsに何らかの反射があつて、全体的には、右上がりです。最下段：40mの同軸の端部を短絡させた場合です。312nsまでは、上段と同じですが、そこから0Vに向かいます。減衰が少ないケーブルの場合は312nsの整数倍の位置に変化が見られます。

この312nsは同軸を信号が往復する時間です。通常同軸は1mあたり4~4.5ns程度かかります（空中では3.3ns/m）。312nsを4nsで割ると



$312/4=78\text{m}$ 。往復ですので半分の 39m となります。

同軸に種類によって伝播速度に差がありますので、正確な長さが知りたい場合は長さが既知の数mのケーブルで測定して単位長さ当たりの伝播時間を測定すると良いでしょう。

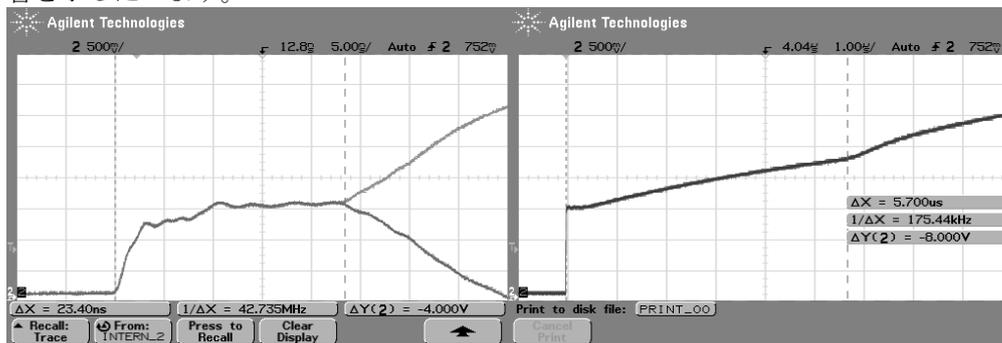


他の例：

1) ロール巻きのツイストケーブル

2 m のツイストケーブル (約特性インピーダンス 100Ω) の終端を開放&短絡した場合。2 m 当たり 23.4 ns なので 11.7 ns/M

ロールに巻かれたツイストケーブルは 5700 ns なので、 487m 。なお、途中の凸凹はツイストの不均一性やこの場合は巻いている為近づいたツイスト間の影響を示しています。



2) 減衰の比較的小さい同軸の長さ

3 m の同軸 (約特性インピーダンス 50Ω) の終端を開放&短絡した場合。3 m 当たり 33.4 ns なので 11.13 ns/m 。11ns までの凸凹は主に網線の不均一やオシロとの接続リード線を示します。アルミ巻同軸など高周波用同軸の場合凸凹はより小さくなります。同軸は巻かれた状態で、同軸間の影響は $1/50$ 程度以下でツイストに比べ影響は少ないが、矢張りあります。網線の隙間を電磁界が漏洩します。これを積極的に使ったのが、新幹線線路沿いに通信用に埋設した漏洩同軸です。長距離に渡って弱い電波が漏洩し、これを使って通信します。

巻かれた同軸は 1310 ns なので、 118m

