

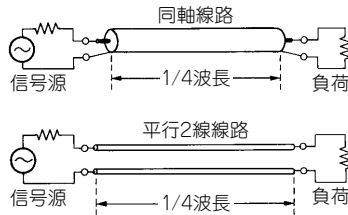
## 第3章 伝送線路トランス

### 3.1 伝送線路トランスについて

伝送線路トランスは、この素子を伝送線路として取り扱って、初めてその動作を明確に理解することができます。伝送線路トランスは、インダクタや旧来型トランスのような集中定数素子ではなく、インダクタンスや容量が分布している分布定数素子ですので、伝送線路トランスにおける理論はおのずと分布定数回路のものになります。しかし、幸いなことに、この理解に必要な分布定数についての知識はかなりおおざっぱなものでよく、伝送線路は周波数特性が良いことや、特性インピーダンスをもつこと、そしてアンテナにみられるように、 $1/4$ 波長や $1/2$ 波長ごと共振現象があること、といった程度で十分です。

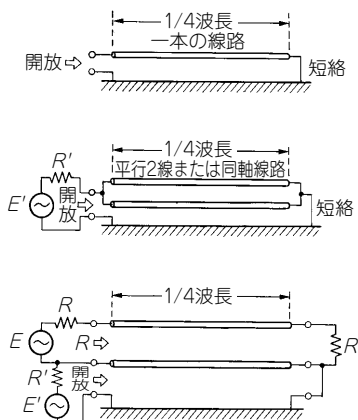
#### ① 伝送線路トランスの基本概念

$1/4$ 波長の伝送線路を考えます。伝送線路とは、同軸ケーブルや平行線フィーダなどのような広い周波数範囲にわたって損失の少ない導線対のことをいいます。この伝送線路に信号源と負荷を接続すると、信号は信号源から負荷へと伝達されます(図3.1)。このとき、広い周波数にわたって損失が少ないのは、伝送線路の性質から当然のことです。いま、この伝送線路を1本の電線として考えると長さは $1/4$ 波長ですから、もし片端がアースされ

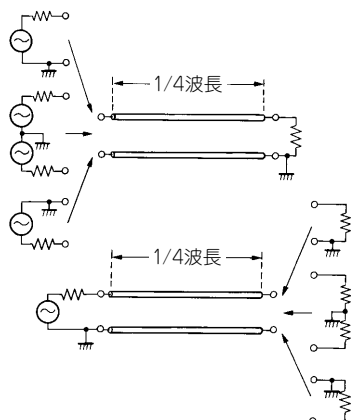


【図3.1】 伝送線路による電力の伝達  
線路長にかかわらず電力伝達効率がよく、  
損失は少ない。

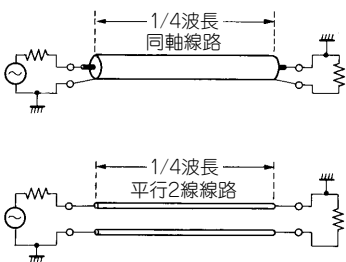
ていれば、他方から見たインピーダンスは無限大になります(図3.2)。これは分布定数線路の性質によるもので、アンテナのラジアルの動作と同じです。1/4波長の伝送線路で、負荷側で片方の導体がアースされていたとすると、信号源側では伝送線路の二つの導体に信号源が接続されてさえいればよく、信号源の置かれる電位はどのようなものであってもかまわないことになります(図3.3)。つまり、信号源側ではどちらの端子をアースしても、また他の状態に置いてもよいのです。図3.4の回路を作ると、入力側と出力側で位相が反転する位相反転回路を作ることができます。



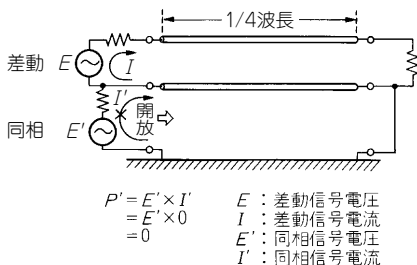
【図3.2】1/4波長線路の性質  
片方を短絡すると、他方からはインピーダンスが無限大に見える。



【図3.3】1/4波長伝送線路による電位の分離  
信号源、負荷がどのような状態にあっても、電力は損失なく伝達される。



【図3.4】1/4波長伝送線路による位相反転



【図3.5】差動信号と同相信号  
同相信号源に対してはインピーダンスは無限大になるので、同相電流I'は流ることができない。

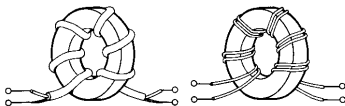
図3.5を用いて考えてみましょう。差動成分の信号は、伝送線路の正規の動作により負荷へと導かれます。同相成分は伝送線路の二つの導体に均等に電圧を与えるので、こちらは伝送線路を1本の電線として見ていることになり、1/4波長に起因する高いインピーダンスに阻止されて電流を流すことができません。すなわち、差動成分に電位を与えるだけで何の仕事もしないわけです。したがって、差動信号源からの信号は失われることはなく、信号源からの電力はすべて負荷へと伝達されていきます。

この回路で特異なのは、信号を差動成分と同相成分に分けて考えていることです。同相成分に対して電流の流出を阻止するような高いインピーダンスを示すことによって、上記の動作を得ています。同相成分に対して高いインピーダンスを作る方法は、ほかにも存在します。伝送線路としての働きを損なわないでこれを実現するのが、インダクタンスを用いる方法です。

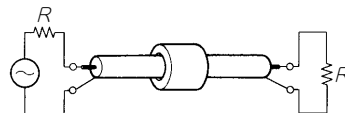
伝送線路をコイル状に巻いて大きなインダクタンスを作り出すことにより、同相信号成分に対して高いインピーダンスを作ることができ、さらにコアを用いればより大きなインダクタンスを得ることができます。この中では、図3.6のようなトロイドを用いたものが、インダクタンスをたいへん大きくできるのもっとも適しています。伝送線路をトロイダル・コアに巻くことにより、回路が動作する周波数を低い方向に広げることができます。

1/4波長線路を使った回路は、伝送線路の分布定数的な性質を利用して高いインピーダンスを作り出しているため、本質的に狭帯域で、その動作はアンテナに用いられるシュベルトップに酷似しています。高いインピーダンスをインダクタンスによって得ているものは、そのインピーダンスが十分に高い範囲では良好に動作するので本質的に広帯域です。

コアは電力の伝達を行わず、伝送線路をローディングするだけの役割をもっています(図3.7)。2本の導線がコアに巻いてあるという点では旧来からある磁気結合によるトランスと似ていますが、その動作は全く異なるので、伝送線路を用いたものは伝送線路トランス (transmission-line transformer)、旧来からある磁気結合によるものはコンベンショナル・トランス (conventional transformer) と呼び、区別されています。



【図3.6】 阻止インピーダンスにインダクタンスを用いる方法  
トロイダル・コアを用いて大きなインダクタンスを得ている。



【図3.7】 コアのローディング作用としての考察  
コアの部分で線路は短縮される(同相成分に対して)。また、これは1回巻きのトロイダル・コイルでもある。(図1.48参照)