

キャパシティ・アンテナの原理と効果

はしがき

家庭でラジオを聞く場合アンテナ、アースを張ることは仲々面倒なことで、スイッチを入れればすぐに使えるラジオが望ましい。ラジオ用アンテナとしては第1図に示すような高さ8m、水平距離12mの逆L型アンテナを標準としているが、このようなアンテナを立てることは容易ではないので、現在ではほとんど用いられていない。これに代るものとしていわゆるアース・アンテナがあり最も広く用いられている。しかしこれとてもアースを張る面倒があり、理想的にはどうしても自蔵アンテナでなくてはならない。自蔵アンテナにはループ・アンテナとこのキャパシティ・アンテナとがある。米国のラジオでは専らループ・アンテナが使用され、日本においても戦後一時はかなり広く用いられたが、現在ではキャパシティ・アンテナにおき変えられてしまった。これは日本とアメリカの国情の相異で、日本においてはループ・アンテナよりキャパシティ・アンテナの方が使いやすいアンテナであるからである。

キャパシティ・アンテナというのは妙な名前であって実は本当のアンテナではないのである。この点アース・アンテナも同様であって、何れの場合もアンテナとして使うのは実は電燈線である。アース・アンテナの場合アンテナと称するのは実はアースそのものであり、キャパシティ・アンテナの場合是一種のカウンター・ポイズに他ならない。順序として電燈線アンテナから始める。

電燈線アンテナ

電燈線にも色々あるが、最も多く見られる架上配電線は高さ数m、水平距離数百mの逆L型アンテナに相当する。もちろん高さ、水平距離は個々の場合について異なり、また正規の逆L型アンテナと異り柱上変圧器があること、及び何軒かの家に分岐していること等のため非常に複雑な現象を呈するので、その状態を簡単な定数で表わすことは困難である。同じ柱上変圧器から同じ配電線で給電される隣同士の家ですら電燈線アンテナとしての状態は異なる場合が多い。一例をあげれば第2図のようになかなか大きな相違があることが分る。

アンテナを一つの電気回路として取扱う場合は電波によりアンテナに誘起する電圧 E_a を起電力とし、アンテナの形状寸法から定まるインピーダンス Z_a を内部インピーダンスとする電源として考えることができる。アンテナに誘起する電圧 E_a の値は電界強度(電波の強さ) E によっても異なるので、アンテナ自体としては E_a/E の値が本質的なものであり、これをアンテナの実効高 h と名づける。実効高の実際の数値がどの位になっているかを調べて見ると

標準逆L型アンテナ	4.0m
電燈線アンテナ(架空線平均)	2.0m

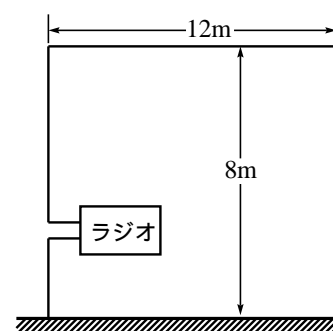
これらの値にその土地の電界強度 E を掛けあわせたものが E_a となるわけである。

電燈線アンテナの実効高は平均2.0mであるが0.5m位から8~9m位もあり、場合によっては逆L型標準アンテナより大きいことすらある。従って苦労してアンテナを張るのはつまらない事分る。

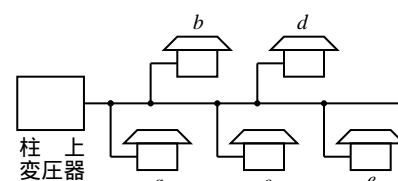
次にインピーダンスであるが、これが千差万別で一々の場合について測定しなければ決定的なことはいえない。平均していえることは、抵抗が大きいこと容量性である場合より誘導性である場合が多いこと等である。このため高一などでは分離が悪くなる等の現象があるが、スーパーではまず問題にはならない。

アース・アンテナ

電燈線アンテナに生じた起電力を完全に利用するものがアース・アンテナである。アンテナ・コイルは一次コイルに同じ大きさの電流が流れれば二次側に生ずる電圧は同じになるのであって電流がどの方向に流れるかは問題にならない。

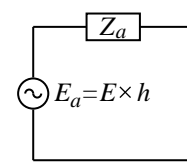


第1図 標準アンテナ



測定場所	a	b	c	d	e
実効値	6.0	2.0	4.0	2.5	2.2

第2図 同一柱上変圧器より給電される電燈線アンテナの実効高の実例



Z_a : アンテナのインピーダンス
 E : 電界強度
 h : アンテナの実効高

第3図 アンテナの等価回路

ところでアース・アンテナで使用する場合電燈線アンテナは E 端子に接続されたことになる。すなわち電燈線は電源トランスの一次巻線に接続されているが、ここで一次巻線と鉄心間の静電容量または外部に取付けられたコンデンサーによってシャシーに接続される。ところで E 端子はシャシーに接続されているので、結局電燈線アンテナに誘起した起電力により第 5 図のように電流が流れて A 端子からアース線を通して大地に戻る。つまり屋外アンテナを使用するときと電流の方向が逆になるだけでその作用は同じである。アンテナ端子をアースするためにアース・アンテナという言葉が生れたに過ぎない。

容量アンテナの原理

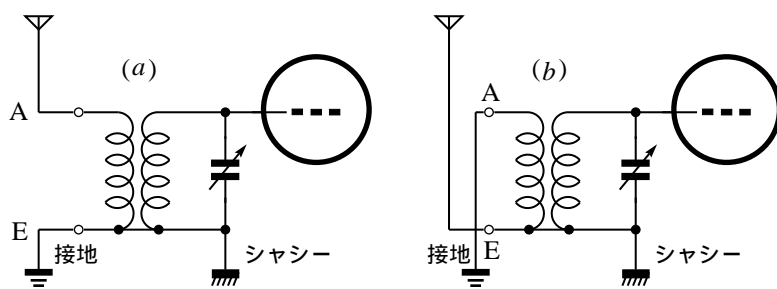
キャパシティ・アンテナは電燈線アンテナを利用することはアース・アンテナと同じであるが、アンテナ端子を直接接地する代りに静電容量を通してアースするものである。つまり大地との間に静電容量をもった物体をアンテナ端子に接続したものがキャパシティ・アンテナである。従ってアース・アンテナの場合にくらべてキャパシティ・アンテナの静電容量だけアンテナ回路のインピーダンスが大きくなるためにアンテナ・コイルの一次を流れる電流は減少する。静電容量が小さくなればなるほど、それに比例して電流が減少しラジオの感度は悪くなる。しかしアース・アンテナに較べて安値であるので電波の強い地方では盛に用いられるのである。

大地との間に静電容量を持たせる物体としては金属板(板アンテナ)又は電線(室内アンテナ)を使用する。金属板を使用する場合はこれをキャビネットの内側に張り、アンテナ端子とリード線で接続する、従って完全な自蔵アンテナとなり取扱いも最も容易である。室内アンテナの場合は 2~4m 位の電線を室内に張る。この場合名前はアンテナであっても実質的にはカウンター・ポイズであるから上方に張るより地面に接近するようにして地面との間の静電容量を大きくする方が効果的でもあるし、また上に張るよりラジオの後ろに垂らした方が取扱いも容易である。

キャパシティ・アンテナは大地との間の静電容量を利用するものであるから、ラジオの置き場所により静電容量が変化しラジオの感度も変わるのではないかと想像される。ところが、例えば板アンテナと大地との間の静電容量を調べて見ると第 7 図の如くなって地面から 1m 以上離れると距離にあまり関係がなくなる。従ってキャパシティ・アンテナを使用した場合ラジオの置き場所は感度にほとんど影響しないということができるのであって、この点が本方式の実用性を増している点である。

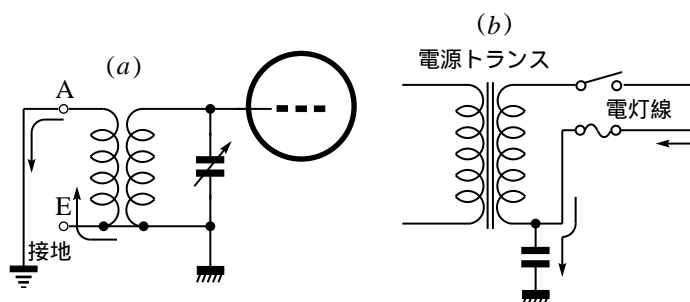
キャパシティ・アンテナの効果

キャパシティ・アンテナの効果はアース・アンテナとループ・アンテナの中間を行くものである。

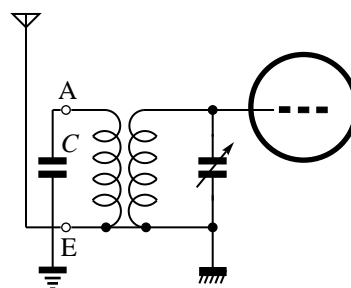


(a)(b) 何れも結果は同じ。アース・アンテナは (b) の回路に外ならない

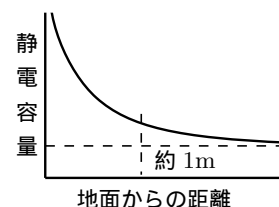
第 4 図 アンテナ接続



第 5 図 電灯線アンテナ



第 6 図 容量アンテナの原理



第 7 図 板アンテナの容量

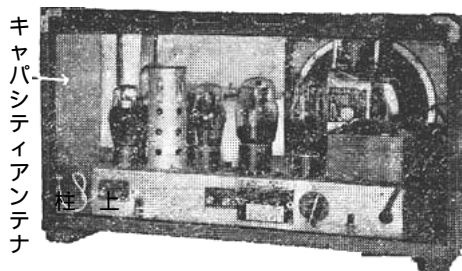
ところでループ・アンテナの動作を調べてみると、電燈線が地下ケーブルで電燈線アンテナとしての実効高が極めて低い場合にはループ・アンテナ本来の動作をするが、電燈線が架空配電線で実効高の大きい場合は、実は容量アンテナとして働いているのである。すなわちループ・アンテナは相当大きな面積を占めているので当然地面との間に静電容量をもっている。

この静電容量が容量アンテナとして動作し、ループ・アンテナの本来の動作によって生じた電圧よりも高い電圧を発生するのである。このようにループ・アンテナが容量アンテナとして動作する以上、わざわざ線をコイル状に巻く必要はないわけで、同じ面積をもった金属板であれば同じ静電容量をもつわけであり、しかも製造も容易であり、設計上もループ・アンテナのように同調回路に入れる必要がないので色々な利点を生じ感度も増加する。

このような理由で板アンテナはループ・アンテナの地位を奪ってしまったのであって、電燈線を利用するラジオの自蔵アンテナとしては最も理想的な形である。板アンテナの効果はその面積が大きいほど静電容量が大きくなり、感度を増す。しかし自蔵アンテナにするためにはキャビネットの内側に張るので自ら大きさを制限される。

写真はキャビネットの側面に取付けた例である。アンテナを必ずしも自蔵しなくてもよい場合は室内アンテナを使用してもよい。この場合静電容量は線の長さに比例するから、長いほど効果は大きいわけである。

ここに繰返し注意しておきたいことは室内アンテナが十分な実効高を持ち、それ自体として働かせた方が有利な場合は別として、長さ2~3m位の場合は容量アンテナとして使用した方が有利なので、骨を折って上方に張る必要は毛頭ないことである。



PDF 化にあたって

本 PDF は、『無線と実験』1953 年 3 月号を元に作成したものである。

PDF を作成するに当り、pL^AT_EX 2_ε で組版し、dvipdfmx で PDF 化した

ラジオ関係の古典的な書籍及び雑誌のいくつかを

ラジオ温故知新(<http://fomalhaut.web.infoseek.co.jp/index.html>)

に、

ラジオの回路図を

ラジオ回路図博物館 (<http://fomalhaut.web.infoseek.co.jp/radio/radio-circuit.html>)

に収録してある。参考にしてほしい。