

An Overview of the Underestimated Magnetic Loop HF Antenna

過小評価されているマグネチック・ループ HF アンテナの概要 — その 3

© Leigh Turner VK5KLT

訳者：小暮裕明 JG1UNE 2013/12/3 Rev.1

この文書は、執筆者である Leigh Turner 氏の許可を得て翻訳しています。一部に意訳が含まれますが、ほぼ原文(下記 URL)どおりに訳しています。原文の著作権は Leigh Turner 氏に属し、訳文は小暮裕明に属します。個人で楽しまれる以外に、出版物等に使用される場合は、Leigh Turner 氏または小暮裕明にご連絡ください。*今回は、その 3 です。

http://www.ahars.com.au/documents/the_underestimated_magnetic_loop_hf_antenna_vers%201.1.pdf

*Leigh Turner 氏と小暮裕明は、IEEE (米国に本部を持つ電気電子技術学会) の正会員です。

ループの放射特性：

スモール・ループ・アンテナは、励振されている放射モードが少なくとも 2 つ同居しています；磁気的なモードと電気的な折返しダイポール・モードです。ループ・モードの放射とダイポール・モードの放射割合の比が同等の強度になるように繰り合わされるとき、放射パターンの一部は非対称になり、有用な程度の単一方向性が得られ、標準的な FB 比は約 6dB です。

スモール・ループのドーナツ形放射パターンは、平均的なグラウンド上では通常 1.5dBi の利得で、短いラジアル(各ラジアルはループ直径の 2 倍ほど)を施した、または導電性のグラウンド面上に設置した場合には 5dBi の利得になります。対比しますと、平均的な大地に 1/4 λ 高で上げた 1/2 λ 水平ダイポール・アンテナは 5.12dBi の利得があり、1/4 λ 長のラジアル 120 本を付けた 1/4 λ バーチカルは、平均的な大地では 2dBi の利得です。バランスの良いループの FS 比は、同軸ケーブルの外導体に流れるコモンモード電流による、給電線からのスプリアス性の擬似放射を注意深くおさえている場合は、標準的に 20 から 25dB です。

しかしながら、スモール・ループには、そのユニークな放射パターンのおかげで、いかなる他のアンテナよりも非常に重要な利点が一つあります。もし、垂直に置かれたループの 8 の字ドーナツ型放射パターンのローブがグラウンド上に立っているように描けたとしたら、最大の利得は低い角度と高い角度、*両方*に現れ、ループ面上では全ての仰角で同じ位放射がよいでしょう、つまり、水平から天頂へ全ての頂角で放射が起きます。ループは、低い角度と高い角度の両方とも放射するので、ループ一つで、水平ダイポールと垂直ダイポールの両方にとって代わることができます。これは特に、160, 80, 40m で有利で、(その周波数帯では)ループはローカル/局地的な範囲を極めてよくカバーするはずで、さらに、遠距離の DX コンタクトにおいては、背の高い 1/4 λ のバーチカルに簡単に対抗できるか、時にこれを打ち負かしてしまう、つまり、例外的に優れた多目的アンテナなのです。

このスモール・ループから放射されるエネルギーは、地平線付近では垂直偏波であり、天頂方向では水平偏波になります。ループには、長距離と短/中距離の両方に対して、送信放射との受信応答を備える独特の性質があることが、すぐにわかるでしょう。これは、前者では低仰角の垂直偏波の伝播によって達成され、後者では水平偏波が斜め入射されることで達成されます。それにひきかえ、垂直モノポールは約 45 度を越える放射角でヌルすなわち応答が悪く、低仰角の垂直偏波だけに役立ちます。

そのようなアンテナは、低仰角の上空波がスキップする伝搬を使って、もちろん長距離の通信に役立ち、また、地上波伝搬モードを通して、短距離通信に役立ちます。

さらに対比すれば、波長高でわずかしかない地上高(対極は理想的な自由空間または非常に高い地上高)の、水平設置 $1/2\lambda$ ダイポール(あるいはダイポール・エレメントで構成されたビーム・アレー)は、極座標の応答表示で、頭の真上に最大があり(NVIS に好都合)、水平近くには放射がほとんどありません。このようなよく知られた「雲を温めるような」アンテナは、どこにでもあるような G5RV や、エンドフェッド、ダイポール、逆 V、などがこっそり垂れ下がっている住宅地では、斜め入射の伝搬が可能な HF 帯の一部で、短距離や中距離の通信用に最も役に立ちます。

スモール・ループと従来型のアンテナを比較するとき、例えば 20m の YAGI ビームなどを、少なくとも 1 波長(20m)という理想的な高さにして、低角度の打ち上げ角を達成し、妥協のない最良の長距離 DX オペレーションを実現できる状態にして行なうべき、というのは重要なことです。

残念ながら、そのようなタワーの高さは、市議会と都市計画者によって課されたほとんどの住宅の土地利用計画において実現されていません。もし YAGI ビームが 10m という低い設置高であれば、小型のループは、たいていビーム・アンテナよりも優れているでしょう。著者は、高性能の YAGI HF ビームを入手して、最適条件にほど遠い地上高または金属屋根の近くに設置するという、教えにそむくような配備をするといった失敗は決していたしません。問題は、20m より低いバンドで悪化することで、結果的に、アンテナが低いことによる高角度のローブ・パターン方向が、良好な DX 通信には役立たないということです。

垂直に取り付けられた/垂直方向のループと比較すると、ループの底部は大地上にループ直径以上離す必要はなく、それは制限された場所に容易に設置できます。スモール・ループを非常に高く上げても、性能に大きな改善はありません；これら全ては、ループが、望んでいる放射方向や近くにすっきり物体がないという中での話しです。高いところにある屋根のグラウンド面上に、低いマストでループを取り付けると、非常に良い結果が得られます。

長距離の DX の伝搬路を得るための良好な HF アンテナは、低放射角で Tx 電力の多くを送り出すことを要求されます；良好で効率的かつ適切に設置されたバーチカル、適切な場所にある MLA、大きなマルチバンドエレメントのビーム・アンテナを高いタワーの頂上においたとき等は、実に良く働きます。もちろん、後者のビーム・アンテナには、微弱信号が伝搬しているときにおそらく役立つ、前方利得という、ループ以上の利点があります。

受信特性:

典型的な高ノイズの都市環境では、ほぼいつでも、ループは HF 帯の大きいビームよりよく聞こえるでしょう。小さい(平衡動作の)MLA は、到達した電磁界の成分のうち磁界成分のほうに圧倒的に感應して、電界成分のほうにはあまり感應しません；これが、MLA で受信すると非常に静かである基本的な理由です；多くの場合、受信ノイズは劇的に減ります。環境雑音の中から弱い信号を引き出し、

郊外に設置したバーチカルや、ダイポール、ビーム・アンテナに切り替えても聞えたことのない局を、おそらく受信できるようになるでしょう。

伝搬している電波においては、電界ベクトルの大きさは磁界ベクトルの大きさよりその比率で 120π または 26dB 大きく、この比率は自由空間の特性インピーダンス (377Ω) に起因します。また、人工雑音(ノイズ)による誘導場では、電氣的な電界成分が正常な放射界(電波)よりもはるかに大きくなります。ダイポールやバーチカル・アンテナは、電波の電氣的成分と磁氣的成分両方を検知するのに対して、スモール・ループは磁氣的な H-field(磁界)だけに応答し、不要な人工雑音には実質的に「無感覚」で、多くを除去します。

従って、「マグネチック・ループ」アンテナという広く使われている用語は、アンテナに到達した電磁界の成分に対して、磁界を弁別する様を表してのことです。アンテナの理論では、このループはダイポールの電氣的な共役として扱われ、言い換えれば、このループは「磁気ダイポール」で、普通のダイポールの方は「電気ダイポール」です。

注目に値すべきなのは、スモール・ループ・アンテナは、通常、ノイズの多い都市部の環境下で、信号対雑音比/SNR が、水平設置のダイポールよりも 10~20dB 大きく、垂直アンテナと比べると、垂直偏波分が大きく強い電界成分を占める人工雑音の結果、SNR はさらに大きく改善されます。SNR は了解度を左右し、受信強度自体には関係ありません。強度が失われた分は、ノイズ無しに受信機の AGC システムで復帰されます。

受信で最も重要な基準は、アンテナの利得や効率ではなく、信号対雑音比です。HF 帯では、特に低い周波数から中間の周波数範囲で、外部の人工雑音や、季節変動やソーラー・サイクルによって変わる銀河雑音/大気圏雑音が支配的です。

MLA は、受信モードでは他にも重要な実用上の利点があります。前述の高 Q 共振器は、受信機のフロントエンド段の前で、非常に狭い帯域の周波数選択バンドパス・フィルターになります。このようなアンテナ自身で成り立つ偶発的なプリセレクトは、ハイパワーの放送局や落雷、空中電気放電がある地域では、混雑している、より低いバンドで受信機の性能を大幅に改善します。不要な過負荷や近接チャネルの QRM 妨害は、除去されるか、極めて減衰します。

強い信号の過負荷と混変調の影響を取り除くだけでなく、このフィルタリングは、受信機のフロントエンドに入れられ、広帯域のパルスのエネルギーに誘導される放電の量を劇的に減らし、以前は他のアンテナではできなかった、悪コンディションでの受信時にも弱い信号を聞くことができます。

このようなスモール・ループ・アンテナの全体的な特性として、しばしば、大きなダイポールや YAGI、クワッド・ビームよりも注目すべき優れた点があるというのが、直接 A/B 比較テストをする際にいえるでしょう。送信モードではこれは代わって、このアンテナ特有のフィルター作用の選択度は、送信機の高調波を大幅に減衰させ、放射させません。これは、ある種の TVI と BCI を除く助けになります。

(了)