

小型アンテナの帯域幅から放射効率を抽出する手法

有限会社ソネット技研
www.SonnetSoftware.co.jp tovy@SonnetSoftware.co.jp

石飛徳昌

2015年10月9日

1 アンテナの帯域幅と放射効率

図1に共振型アンテナの等価回路を示す。ここに R_i は信号源の内部抵抗, R_a はアンテナの内部損失, R_r はアンテナから空間に放射されるエネルギーを意味する, L は, 系全体の誘導リアクタンス分で, 動作角周波数 ω_0 では, リアクタンス分は無いものとする。この時この系の3dB帯域幅 Bw は $Bw = \frac{R_i^{-1} + R_r^{-1} + R_a^{-1}}{(\omega_0 L)^{-1}}$ である。信号源とアンテナが完全に整合しているときは $R_i^{-1} = R_r^{-1} + R_a^{-1}$ であるから, 3dB帯域幅は $Bw = 2 \frac{R_r^{-1} + R_a^{-1}}{(\omega_0 L)^{-1}}$ となる。さらにアンテナの損失が無い場合を考えると, $R_a = \infty$ であるから, 3dB帯域幅 Bw_0 は $Bw_0 = \frac{R_r^{-1}}{(\omega_0 L)^{-1}}$ となる。

一方, 放射効率 η は各抵抗で消費される電力から $\eta = \frac{v^2 R_r^{-1}}{v^2 R_a^{-1} + v^2 R_r^{-1}}$ と現すことができる。この分子分母

に $\frac{2}{v^2(\omega_0 L)^{-1}}$ を乗ずれば, $\eta = \frac{2 \frac{R_r^{-1}}{(\omega_0 L)^{-1}}}{2 \frac{R_a^{-1} + R_r^{-1}}{(\omega_0 L)^{-1}}}$ となる。ここに, 分母は Bw , 分子は Bw_0 であるから, 放射効率 η はアンテナに損失がある場合の帯域幅 Bw とない場合の帯域幅 Bw_0 から

$$\eta = \frac{Bw_0}{Bw}$$

で求めることができる。

2 帯域幅を抽出する場合の注意

■**桁落ち** 一般に帯域幅 Bw は2つの周波数の差 $Bw = f_1 - f_2$ をマーカー操作などの方法によって読み取るが, 帯域幅 Bw が狭い場合は桁落ちが生じ, Bw の有効桁はあつてなく失われる [1]。しかしア

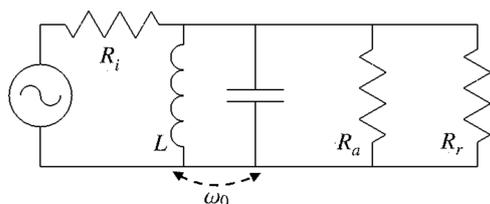


図1 共振型アンテナの等価回路

ンテナ効率の解析のように導体損失を厳密に解析する場合 [2], CellSize を少なくとも導体幅の半分, 望ましくは 1/4 程度に細かく設定することで, 高周波電流の経路を厳密に再現しなければならない。この場合はシミュレータや測定器の周波数分解能を高めるなどの工夫が必要になる。

■**Sonnet 電磁界シミュレータのアンテナモデル** Sonnet 電磁界シミュレータを使ったアンテナ解析の注意点については [3][4][5] にまとめてある。

■**Sonnet 電磁界シミュレータの CellSize** Sonnet 電磁界シミュレータでは, 解析要素の大きさ CellSize を粗く設定しても, 一般的に解析が早くしかも誤差の増加は少ない [1]。しかしアンテナ効率の解析のように導体損失を厳密に解析する場合 [2], CellSize を少なくとも導体幅の半分, 望ましくは 1/4 程度に細かく設定することで, 高周波電流の経路を厳密に再現しなければならない。

参考文献

- [1] 石飛徳昌, “数値計算シミュレータ常識のウソ,” 数値計算について誤解されがちな常識を短く紹介した文書. <http://www.SonnetSoftware.co.jp/product/seminar/tsy2010/>, 2010.
- [2] 石飛徳昌, “波長による高周波の分類とそれぞれの性質,” 波長ごとの理論, シミュレータ, 放射の性質などを解説した文書. <http://www.SonnetSoftware.co.jp/support/tips/rfbasics.pdf>, 2010.
- [3] 石飛徳昌, “Sonnet 入門,” 例題を実際に入力解析しながら操作を説明する自習書. <http://www.SonnetSoftware.co.jp/free/>, 2010.
- [4] 石飛徳昌, “Sonnet によるアンテナ解析のガイドライン,” Sonnet でアンテナを解析する場合に考慮すべき点をまとめた文書. <http://www.SonnetSoftware.co.jp/support/tips/antenna.pdf>, 2012.
- [5] 石飛徳昌, “ドロナワのアンテナ設計,” <http://www.SonnetSoftware.co.jp/product/seminar/ttk2012/ttk2012.pdf>, 2012.