

第2章

高効率化のための基本パラメータ② インダクタンス

眞保 聡司 Satoshi Shinbo

磁気シミュレーションを使って、トランスやインダクタの形状から、インダクタンスを導出することができます。インダクタンスは電気回路では基本的なパラメータの1つであり、結果を回路シミュレータにも入力できます。また、実際に巻き線を行ったりコアを製作したりする前にインダクタンスが求められるので、試作前のトランスやインダクタの検証や、実製品における設計検証に使うことができます。

今回使っている Maxwell の場合は「Parameters」の中にある「Matrix」を設定すると、自動的に設定した巻き線数ぶんのインダクタンス・マトリクスを計算することができます。このインダクタンス・マトリクスは、自己インダクタンスと相互インダクタンスを行列で表したものです(交流解析では抵抗ぶんを含んだ複素数で結果が得られる)。

得られた値は、解析分割数や巻き線状態を基に、実際の巻き線数に換算して使用します。

なお経験上、この解析で得られるインダクタンスは、実際に試作したトランス/コイルのインダクタンスとよく合います。

2-1 ソレノイド・コイルの場合

まずは、前章で解析したソレノイド・コイルのイン

ダクタンスを計算します。

● 計算式

理論式による計算では、有限長ソレノイドのインダクタンス L は、有名な長岡係数を用いて計算します。

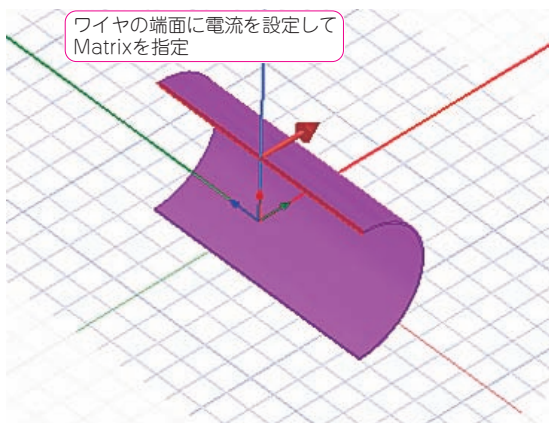
$$L = \frac{K\mu_0SN^2}{\ell} = \frac{K\mu_0\pi r^2N^2}{\ell} \dots\dots\dots (3)$$

- ℓ : コイル長さ
- r : コイル半径
- N : コイル巻き数
- μ_0 : 真空透磁率

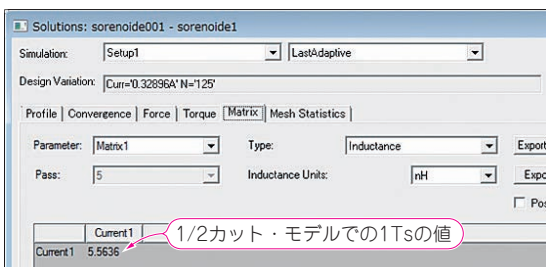
式(3)の K が長岡係数ですが、楕円積分を含む複雑な計算が必要で、手計算では容易には求まりません。昔はコイルの半径と長さから長岡係数を計算した計算表から値を得ていました。今は幸いPCで計算することで直接求めることができます。また、自分で計算しなくても長岡係数を計算してくれるウェブ・ページもあるので、それを利用することもできます。

ここで半径 $r = 12.7$ mm, コイル長さ $\ell = 45$ mm, 巻き数 $N = 125$ Ts とすると、長岡係数は $K = 0.799$ となります。

式(3)より、 L を計算すると $176.6 \mu\text{H}$ になります。



(a) ソレノイド・コイルの解析モデル



(b) (a)のMatrix計算結果

Maxwellの場合は、解析時にMatrixを設定すると、自動的に計算してくれる。表示されている5.5636nHは1Tsで1/2カット・モデルでの値なので、換算して使用する。換算ミスを防ぐため、どのような条件で解析したかを理解していることが重要となる

図2-1 インダクタンス計算の設定と確認

シミュレータには、場の状態だけでなく巻き線のインダクタンスも自動的に計算する機能がある