

第2章

コイルの電気的特性 「インダクタンス」の正体はこれだ!

磁界と磁束を取り込むコアのふるまい

富澤 祐介 Yusuke Tomizawa

「インダクタって何のために使うの?」という質問に、皆さんは答えられますか? 抵抗は電流の量を制限したいときに使用します。コンデンサは電荷を蓄えたいときに使います。それでは、インダクタはどんなときに必要となるのでしょうか?

本章では、インダクタの動作原理を理解するために、インダクタの電気特性を表す、「インダクタンス」の意味を理解します。インダクタに用いる鉄心材料の特性を、 $B-H$ 曲線(ヒステリシス・カーブ)から読み解く方法もここで理解しましょう。

2-1 インダクタンスって何?

■ インダクタンスは 「磁力線の本数/コイルに流れる電流」

● インダクタンスの定義… $L = \Phi / I$

インダクタ(inductor)は、磁性体の鉄心にコイルを巻き付けた構造の電気部品です。インダクタの電気特性はインダクタンス(inductance)と呼ばれる値で表されます。

インダクタンスは、コイルに流した電流 I [A] と、流した電流によって発生する磁力線がコイルと鎖交する本数 Φ [本] の比です。式で表すと次のようになります。

$$L = \frac{\Phi}{I} \dots\dots\dots (2-1)$$

左辺のアルファベット大文字の L はインダクタンスを表し、インダクタに蓄えることのできる磁気エネルギーの大きさを意味しています。コンデンサの C (キャパシタンス)が電荷を蓄えられる量を表しているのと同じ関係です。

L の単位は、一般に[H]と書いて、「ヘンリー」と読むことになっていますが、回路中でインダクタンスの意味を考えると、定義である $[\Phi/I]$ または[本/A]と覚えておいたほうが便利でしょう。なぜならば、回路に電流が流れ、流れた電流が磁力線を発生する実際の物理現象を連想させてくれるからです。

同じような話は、他にもあります。例えば、水の浮力を考えるとき、浮力を表す単位[N](ニュートン)は、水が押しつけた水の体積[cm^3]と同じです。実際に

目に見える量を考えることは難しくありません。浮力はもちろん力ですが、必ずしも[N]で考える必要はありません。式(2-1)に示す Φ は、磁力線の本数です。 I はコイルに流れる電流です。したがって、インダクタンスの単位は、

$$\left[\frac{\text{磁力線の本数}}{\text{アンペア}} \right] = \left[\frac{\text{本}}{\text{A}} \right]$$

となるわけです。

教科書に記載されているSI単位系では、[本/A]といった表現はありませんが、[H]よりも具体的に実感がわくのではないのでしょうか?

■ インダクタンスは 「コイルに流れる電流の増減しやすさ」

● 抵抗は電流と電圧の比

電気抵抗が電流の流れやすさを表します。図2-1のように、抵抗の両端を電源に接続すると回路に電流が流れます。電流の大きさ I_R [A]は、与えた電位差 V_R [V]に比例し、抵抗値 R [Ω]に反比例します。つまり、

$$\text{電流} = \frac{\text{電圧}}{\text{抵抗値}}$$

の関係が成り立ちます。これをオームの法則といいますが、数式で書くと、

$$V_R(t) = RI_R(t) \dots\dots\dots (2-2)$$

となります。この式は、直流回路、交流回路ともに成り立つ法則です。

抵抗の両端に電位差を与えたとき、抵抗値 R が大きいと流れる電流は小さく、抵抗値 R が小さいと流れる電流は大きくなります。これをグラフにしたのが図2-2です。電源電圧を一定にして、抵抗値を横軸に、流れる電流を縦軸にとったものです。

抵抗値がゼロの状態(ショート状態)では非常に大きな電流が流れ、抵抗値が十分に大きい状態(オープン

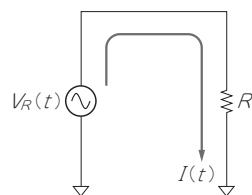


図2-1 抵抗は電流と電圧の比で簡単に求まる