

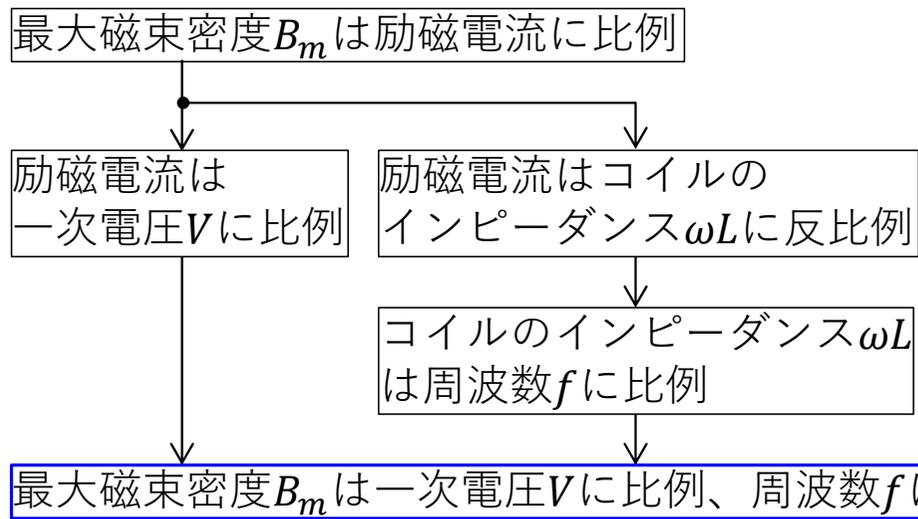
変電 (20) - 1 《変圧器の無負荷損 1 : ヒステリシス損》

■ 鉄心(磁性体)単位体積当たりのヒステリシス損  $P_h$  [W/m<sup>3</sup>] ……鉄心内の磁区が交番磁束によって向きを変えるときに生じる損失

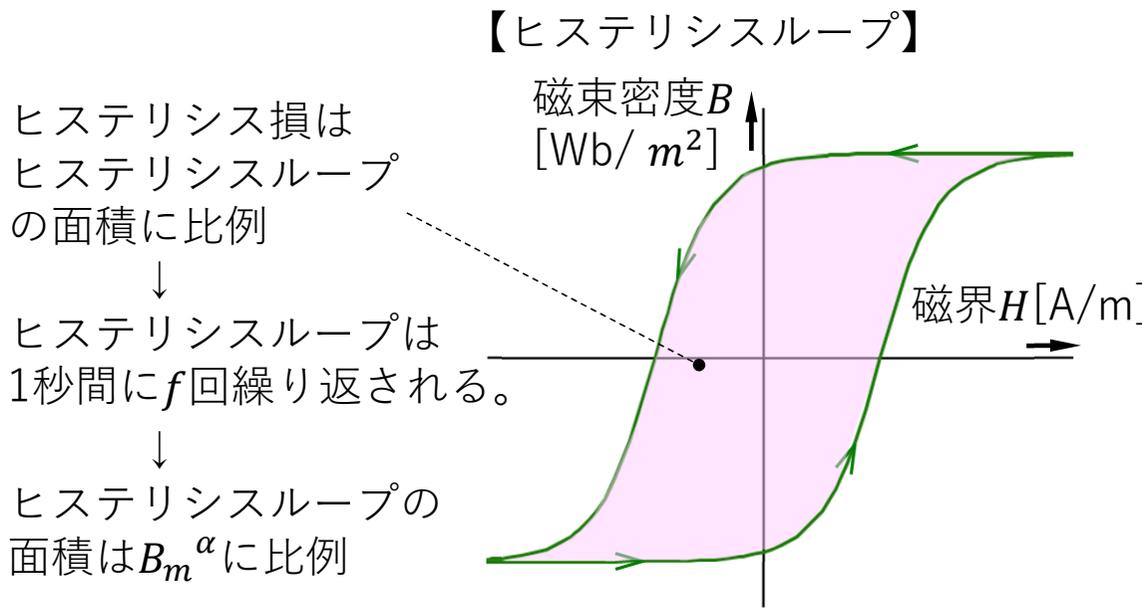
スタインメッツの実験式

$$P_h = K_h \cdot f \cdot B_m^\alpha$$

- $K_h$  : 比例定数(ヒステリシス損係数)
- $f$  : 周波数[Hz]
- $B_m$  : 最大磁束密度[T]
- $\alpha$  : スタインメッツ定数(1.6~2.0)



$\alpha = 2.0$  とおくと、 $P_h = K_h' \cdot f \cdot \left(\frac{V}{f}\right)^2 = K_h' \cdot \frac{V^2}{f}$



$$P_h = K_h' \cdot \frac{V^2}{f}$$

ヒステリシス損は一次電圧の2乗に比例し、周波数に反比例する。

変電 (20) - 2 《変圧器の無負荷損 2 : 渦電流損》

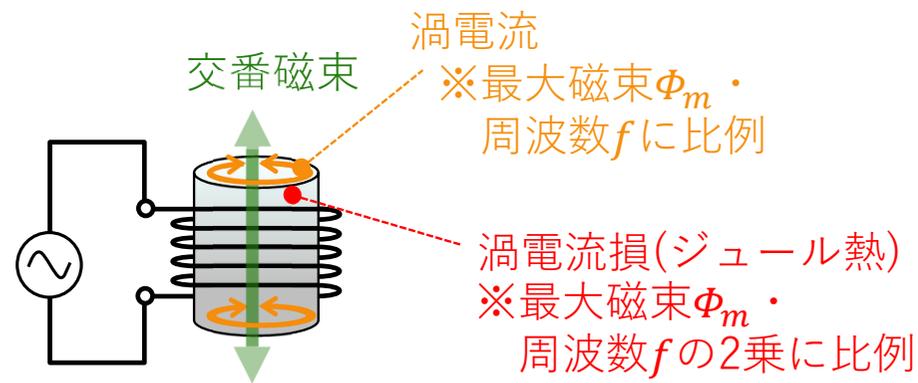
■ 鉄心(磁性体)単位体積当たりの渦電流損  $P_e$  [W/m<sup>3</sup>] ……交番磁束によって鉄心に生じる渦電流のジュール熱損

$$P_e = K_e \cdot f^2 \cdot B_m^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} K_e : \text{比例定数(渦電流損係数)} \\ f : \text{周波数[Hz]} \\ B_m : \text{最大磁束密度[T]} \end{array} \right.$$

$$B_m \propto \frac{V}{f} \text{より}$$

$$P_e = K_e' \cdot f^2 \cdot \left(\frac{V}{f}\right)^2 = K_e' \cdot V^2 \quad P_e = K_e' \cdot V^2$$

渦電流損は一次電圧の2乗に比例する。



ファラデーの法則  $e = -N \frac{d\Phi}{dt}$

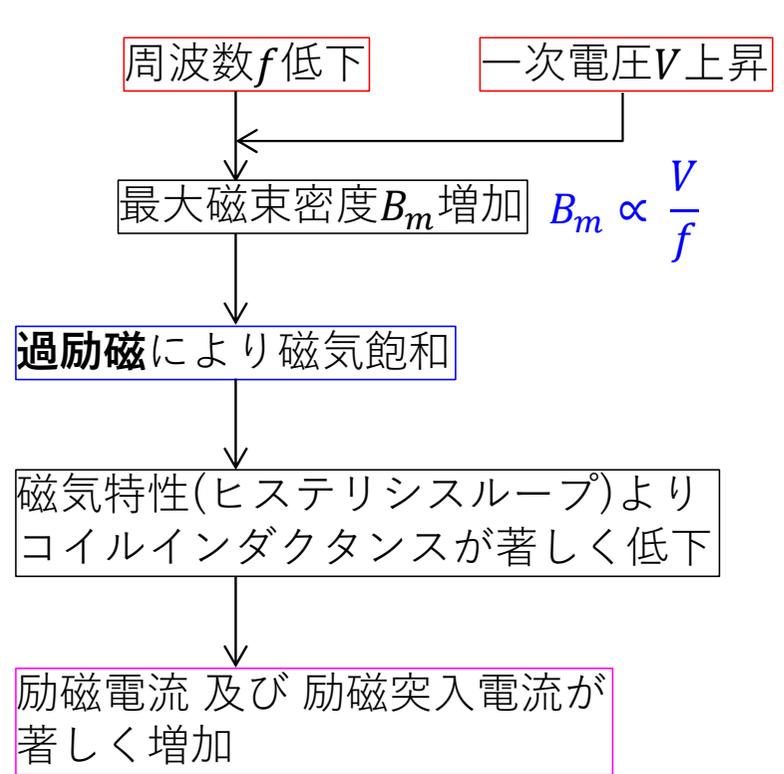
$\Phi$ 変化量大 $\rightarrow e$ 大
$\Phi$ 変化量小 $\rightarrow e$ 小

■ 全無負荷損(全鉄損) :  $P_i = P_h + P_e = K_h' \cdot \frac{V^2}{f} + K_e' \cdot V^2 = V^2 \cdot \left(\frac{K_h'}{f} + K_e'\right)$

全無負荷損は周波数が一定の場合、一次電圧の2乗に比例する。

一般的に無負荷損の内訳はヒステリシス損が大きいため、一次電圧が一定の場合は周波数にほぼ反比例する。

変電 (20) - 3 《変圧器の過励磁》



- ・ 無負荷損増大により温度上昇
- ・ 磁歪現象による騒音増大

$$P_e = V^2 \cdot \left( \frac{K_h'}{f} + K_e' \right)$$

過励磁の許容限界 (JEC-2200)

全負荷連続運転の場合

定格周波数： $f_n$   
使用タップ一次側電圧： $V_n$

{	一次電圧変化	$\frac{V - V_n}{V_n} \leq 0.1$
	周波数変化	$\frac{f_n - f}{f_n} \leq 0.1$
	一次電圧と周波数の同時変化	$\frac{V - V_n}{V_n} + \frac{f_n - f}{f_n} \leq 0.1$

■ 60Hz仕様の変圧器を50Hz地区で使用

周波数変化  $\frac{60 - 50}{50} = 0.2 \geq 0.1 \rightarrow$  **使用不可(過励磁)**

■ 50Hz仕様の変圧器を60Hz地区で使用

周波数変化  $\frac{50 - 60}{50} = -0.2 \leq 0.1 \rightarrow$  **使用可**

無負荷損減少で効率UP  
但し、インピーダンス・電圧変動率増加に注意