

第1章 電気機器一般

- 1.1 回転電気機械の損失
- 1.2 回転電気機械の振動と騒音
- 1.3 電気機器の冷却方式

第2章 変圧器

- 2.1 変圧器の冷却方式
- 2.2 変圧器の絶縁媒体
- 2.3 変圧器の呼吸作用と油の絶縁劣化防止対策
- 2.4 変圧器の機械的保護リレー
- 2.5 変圧器の騒音の原因と低減対策
- 2.6 変圧器の結線
- 2.7 変圧器の励磁電流
- 2.8 変圧器の定格周波数とは異なる周波数での運転
- 2.9 変圧器の試験法
- 2.10 単巻変圧器

電気機器一般

1.1 回転機械の損失

(1) 無負荷損

① 鉄損

┌ ヒステリシス損
└ 渦電流損

$$P_h = \sigma_h f B_{max}^2 \quad [W/kg]$$

└ 材料に依存

$$P_e = \sigma_e (\tau k_f f B_m)^2$$

└ 起磁力の波形状

② 機械損

┌ 摩擦損
└ 風損

$$\propto \rho Q v^2$$

※ 水の密度は空気の14倍

③ 界磁抵抗損

回転界磁形回転機の場合、

ブラシとスリップリングの接触電圧
降下も含まれる

(2) 負荷損

① 直接負荷損 (銅損)

② 漂遊負荷損

負荷に起因、銅損以外

$I_L \rightarrow$ 渦電流損他

(3) 効率

① 実測効率

② 規約効率

1.3 電気機器の冷却方式

(1) 冷却媒体の種類による形式

① 空冷形

② 水素冷却形

密度が空気の 7%
熱伝導率 7倍
熱伝係数 1.5倍

③ 水冷形

導体直冷は不純物除去し、高純度純水!

④ 油冷形

湿気、酸素を油劣化

油入 ON 自冷 AN
送油 OF 風冷 AF

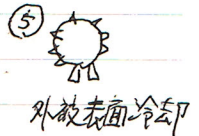
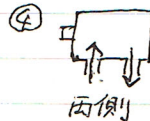
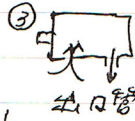
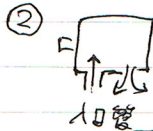
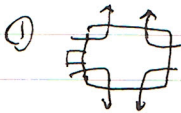
⑤ その他

SF6ガス, 液体ナトリウム

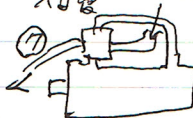
(2) 冷媒の通路および熱放散の形式 記号 → P.34

① 自由通風形 冷媒直接周囲媒体に伝わる

② 入口管通風形



熱交換器形1種



熱交換器形2種

(3) 冷媒の送り方 自冷, 自力, 他力

(4) 耐熱クラス

ヤエスビールフルハイト

15 15 10 25 25
15 15 10 25 25

Y A E B F H 200 220 250 °C

80 105 120 130 155 180

15 15 10 25 25

2.2 変圧器の絶縁媒体

- (1) 油入変圧器 銅油は絶縁耐力復水超高压OK
- (2) シリコン油入変圧器 耐熱性, 耐寒性, 耐酸化性良
 • 熱膨張係数が大きい • 難燃性
 • ガス溶解量が大きい • 吸湿量が大きい
- (3) H種乾式変圧器 (シリコン乾式変圧器)
 ガラス繊維・シリコンニス含浸
- (4) モールド変圧器
- (5) ガス絶縁変圧器

2.3 変圧器の呼吸作用と油の絶縁劣化防止対策

(1) 変圧器の呼吸作用

酸化 → スラッジ → 熱伝達悪化 → 劣化

(2) 油の絶縁劣化防止対策

開放形, 密閉式

吸湿
コンサーバ: 空気出入り, 呼吸器

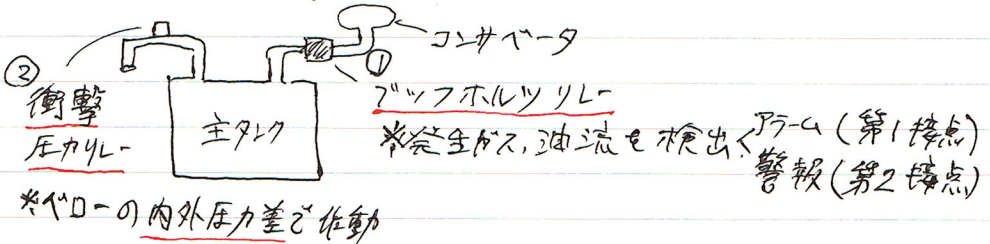
窒素封入, 密閉式

隔膜式, 活性アルミナ式

ゴムセル

…水分, 酸化物吸着

2.4 変圧器の機械的保護リレー



③ 警報接点付温度計

④ 警報接点付油面計

2.5 変圧器の騒音の原因と低減対策

(1) 騒音の原因

- ① 本体騒音 ... 鉄芯, 巻線, タンク
磁気歪 電磁力
- ② 冷却器騒音

(2) 騒音の低減対策

- ① (同上記 No) 高配向性けい素鋼板 ... 2~4 dB down
組立時応力加えない
共振防止寸法, 防音壁 ... 10~40 dB down

- ② 防振継手
FAN回転数 down
送油式 → 自冷式

音圧レベル
$$= 10 \log \frac{P_1^2}{P_0^2}$$

2.6 変圧器の結線

長所

短所

(1) $\Delta-\Delta$ 結線

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 3rd励磁電流循環
→誘導EがA • 相Iが線路Iの$\frac{1}{\sqrt{3}}$
→大電流に適す • 1相故障にもV-V可 | <ul style="list-style-type: none"> • 中性点接地X • 巻数が$\sqrt{3}$倍
→高電圧で占積率悪 • 相バラツキで循環電流 |
|--|---|

(2) Y-Y

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 中性点接地でも接地保護容易 | <ul style="list-style-type: none"> • 中性点不安定になり一般的に使用されない • 中性点 → 3倍周波数電位 • 3バリエで ↓ 地絡時異常電圧発生 |
|---|---|

(3) $\Delta-Y$, $Y-\Delta$

- | | | | |
|--------------|--------------------|--|--|
| <p>巻所昇圧用</p> | <p>変電所
降圧用</p> | <ul style="list-style-type: none"> • 3rd循環電流 • 中性点接地で可 | <ul style="list-style-type: none"> • 90°角変位発生 |
|--------------|--------------------|--|--|

(4) Y-Y- Δ

(5) V-V

(6) スワッチ

