

第8章 配電盤及び開閉装置

水車・発電機など主構成設備の運転制御や保護のための配電盤、主回路用断路器、開閉器などの回路を開閉するための開閉装置がある。これらの配電盤・開閉装置の構成機器は、下記の項目で構成されている。

- ① 主配電盤
監視制御盤・遠方監視装置・直流電源装置・転送しゃ断装置
- ② 高低圧閉鎖配電盤
送電しゃ断器盤・発電機しゃ断器盤・所内盤・コンデンサ盤・配線用しゃ断器盤
- ③ 主変圧器
- ④ 屋外機器
- ⑤ 送電第1柱

8.1 主配電盤

8.1.1 盤の構成及び寸法

発電所機器の監視制御を行う主配電盤としては、監視制御盤があり、更に遠方監視装置、直流電源装置等が補足するものとして設備される。

1) 監視制御盤

次の4面構成とする。

- ① 発電機盤
- ② 保護継電器盤
- ③ AVR盤
- ④ 自動制御盤（シーケンスコントローラを使用した一体形制御盤とする）

(1) 主な盤面取付及び収納器具

機器操作は全て自動とし手動運転の為の計器、開閉器類（電圧調整、同期検定、周波数計、回転計）は設置しない。従来形の盤面器具を表8.1-1の記事欄に記載したが大幅に減少している。また、電圧計の切替開閉器は削除した。

表8.1-2に故障表示項目、表8.1-3に操作開閉器類を示す。

表 8. 1 - 1 盤面取付・収納器具

| | 項 目 | ケース 1 | ケース 2 | ケース 3 | ケース 4 | 記 事 | |
|------------------------------|------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------|--|
| | | | | | | | 従 来 形 |
| 発 電 機 盤 | 計 器 | 電 力 計 電 圧 計 | 電 力 計 電 圧 計 | 電 力 計 電 圧 計 | 電 力 計 電 圧 計 | | 電流, 周波数, 回 転, 同期検定, 力 率, 無効電力等 |
| | 30 S | 運転, 停止 自動, 手動 | 運転, 停止 自動, 手動 | 運転, 停止 自動, 手動 | 運転, 停止 自動, 手動 | | 準備, 起動, 入口 弁, 励磁, 並入, 停止, 自動, 手動 |
| | 表 示 ラ ン プ | 52(G,R) | 152(G,R) 52(G,R) | 52(G,R) | 152(G,R) 52(G,R) | | |
| | 30 F | 16個 | 18個 | 15個 | 18個 | 表8.1-2 による | 20~22個 |
| | ス イ ッ チ 類 | 5 個 | 6 個 | 5 個 | 6 個 | 表8.1-3 による | 12個 |
| | 自動同期 装 置 | 設 置 | 設 置 | 設置せず | 設置せず | | |
| 保継 電 器 繼 電 器 護 盤 | 保 護 繼 電 器 | 表8.1-2に よる 10 | 表8.1-2に よる 12 | 表8.1-2に よる 9 | 表8.1-2に よる 11 | | 17~19個 |
| A V R 盤 | 表示ランプ | 41(G,R) | 41(G,R) | なし | なし | | |
| | A V R | 設 置 | 設 置 | なし | なし | | |
| | A P F R | 設 置 | 設 置 | なし | なし | | |
| | 4 1 | 設 置 | 設 置 | なし | なし | | |
| 自 動 制 御 盤 | 調 速 機 駆 動 装 置 | 設 置 | 設 置 | 設 置 | 設 置 | | |
| | 自 動 制 御 装 置 | 設 置 | 設 置 | 設 置 | 設 置 | | |

表 8. 1 - 2 故障表示項目 (30F)

| No. | 故障表示項目 | 器具番号 | 発電機盤 故障表示 | 直流電源盤 故障表示 | 管 理 所 故障表示 | 記 事 |
|-----|----------|--------|--------------|---------------|---------------|----------|
| 1 | 送電線地絡 | 151G | ○ | | ○ (一括表示) | |
| 2 | 主回路地絡 | 64,164 | ○ | | | |
| 3 | 不足電圧 | 127 | ○ | | | |
| 4 | 送電線過電流 | 151 | ○ | | | |
| 5 | 発電機過電流 | 51 | ○ | | | |
| 6 | 方向短絡 | 167S | ○ | | | 同期発電機の場合 |
| 7 | 周波数低下 | 95L | ○ | | | |
| 8 | 転送しゃ断 | 85P | ○ | | | |
| 9 | 発電機過電圧 | 59 | ○ | | | |
| 10 | 所内電源異常 | 27H | ○ | | | |
| 11 | 過速度 | 12 | ○ | | | |
| 12 | 軸受温度上昇 | 38 | ○ | | | |
| 13 | 電動サーボ故障 | 86DM | ○ | | | |
| 14 | 水位低下 | 33HL | ○ | | | 必要な場合 |
| 15 | 自動制御故障 | 86C | ○ | | | |
| 16 | 直流制御電圧低下 | 80 | | ○ | | |
| 17 | 直流回路地絡 | 64D | | ○ | | |
| 18 | 火 災 | 28F | ○ | | | |
| 19 | 扉 開 | 92PS | ○ | | | |

表 8. 1 - 3 操作開閉器具

| No. | 制 御 項 目 | 略 号 | 制御場所 | 記 事 |
|-----|----------------|---------------------|------|----------------------|
| 1 | 水車発電機起動・停止 | 1 | 発電機盤 | |
| 2 | ガイドベーン開閉(負荷制御) | 7-77 | " | |
| 3 | 自動-手動 | 43-77Wまたは 43-10P | " | 水調運転またはプロコン運 転の場合 |
| 4 | 制御電源入一切 | 8 | " | |
| 5 | ベル, ブザー停止 | 3R-28 | " | |
| 6 | 送電用しゃ断器入切 | 152 | " | ケース 2, ケース 4 の場合 |

表 8. 1-4 盤面取付器具

| 計 器 | 電圧 (V) | 電力 (W) | | |
|----------|-------------|----------|------|-------|
| 故障表示器 | (30F) | | | |
| 動作表示器 | (30S) | | | |
| 操作スイッチ | 送電しゃ断器/切-入 | (3-152) | ハンドル | ピストル形 |
| 調整スイッチ | 負荷調整/減-増 | (7-77) | " | 卵形 |
| 切替スイッチ | プロコン/除外-使用 | (43-10P) | | 菊形 |
| | 水位調整器/除外-使用 | (43-77W) | " | " |
| 主幹スイッチ | 主制御/停止-運転 | (1) | " | 卵形 |
| 制御電源スイッチ | 制御電源/切-入 | (8) | " | 菊形 |
| 制御電源スイッチ | ベル・ブザー停止 | (3R-28) | " | 菊形 |

(2) 外形寸法

図 8. 1-1 に監視制御盤の外形寸法の 1 例を示す。この場合発電機盤、保護継電器盤、A V R 盤、自動制御盤の 4 面の盤は前後面盤としたが従来型に比し大幅な縮小化が可能となった。

また 2 射ペルトン水車、分割ガイドベーン採用のクロスフロー水車の場合若干外形寸法に変動のある場合がある。

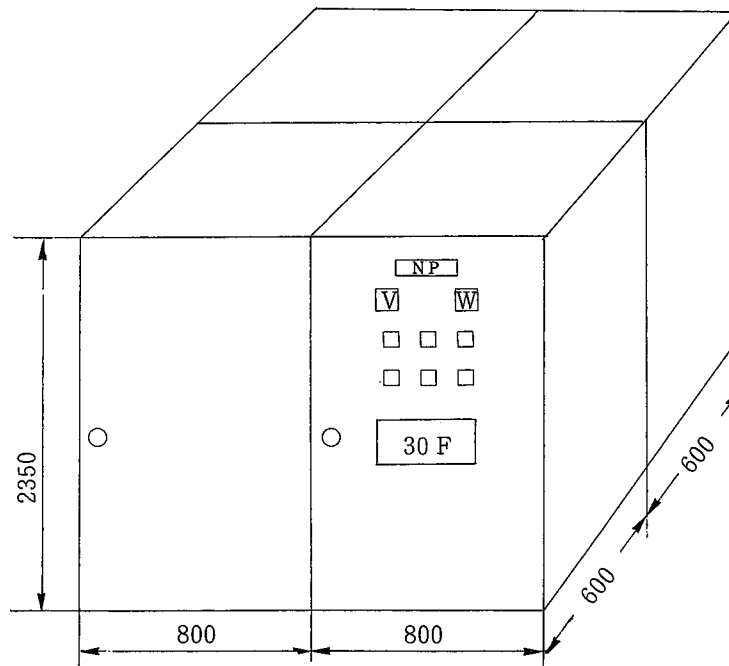


図 8. 1-1 監視制御盤 外形図

2) 遠方監視装置 (自動通報装置)

設備事故の早期発見を考慮して管理所に故障状況が確認可能な自動通報装置を設ける。

3) 直流電源装置

蓄電池内蔵のキュービクルタイプとし計器、保護継電器、配線用しゃ断器等は盤表面に取付ける。

(1) 外形寸法

キュービクルタイプ (MSE形鉛蓄電池内蔵) の外形寸法の1例を図8.1-2に示す。

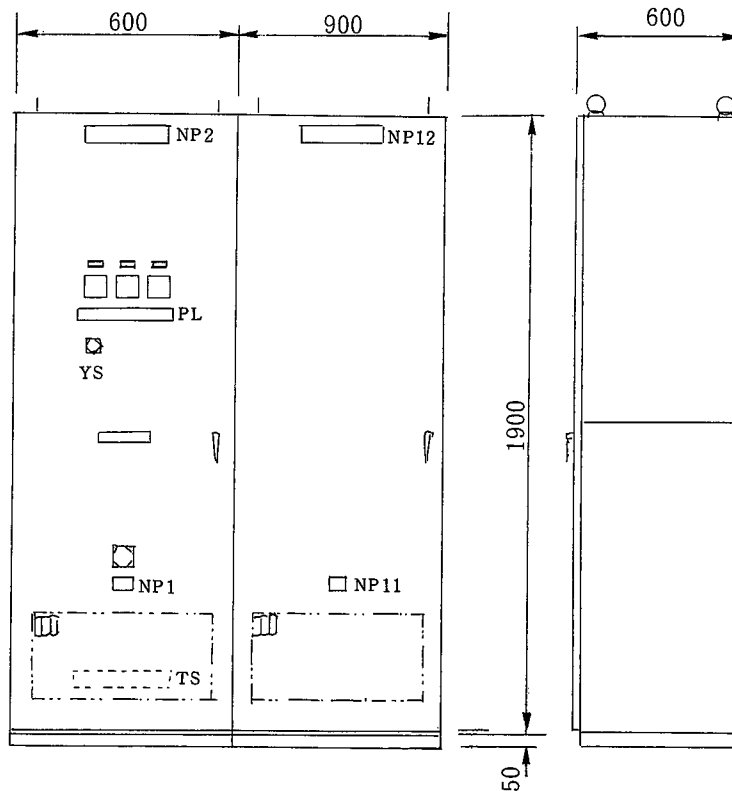


図8.1-2 直流電源装置外形図

4) 転送しゃ断装置

連系する電力会社側に設けた親局から、N T T専用回線を使って信号を送り、発電所の送電しゃ断器を開放する。

- (1) 標準仕様
 - a. 伝送方式
 - a) 情報伝送方式 サイクリック時分割伝送方式
 - b) 伝送速度 600bit/s (某電力の1例)
電力会社との協議による。
 - c) 符号形式 NRZ等長符号
 - b. システム形態 1:1方式
 - c. 適用回線 NTT専用回線
- (2) 構造

壁掛け形
- (3) 外形寸法 (mm) (某電力の1例)
高さ300×幅420×奥行き260

8. 1. 2 構成機器

1) 監視制御盤

(1) 発電機盤

主機の運転監視に必要な最少限の計器、操作スイッチ類を盤面に取付ける。主なる盤面取付器具を表8. 1-4に示す。

(2) AVR盤

AVR、界磁しゃ断器等を収納する。

(3) 自動制御盤

シーケンスコントローラ等自動制御ユニットを収納する。

(4) 保護継電器盤

表8. 1-2に示す保護継電器を取り付ける。

2) 遠方監視装置

第9章に記載

3) 直流電源装置

(1) 蓄電池の概要

蓄電池には、鉛蓄電池とアルカリ蓄電池とがある。

鉛蓄電池の充放電現象の特長は、電解液の硫酸分が直接反応に関与することである。したがって充放電により電解液の比重が変化する。

鉛蓄電池の分類は、使用する陽極板の種類により表8. 1-5に示す。

表 8. 1-5 鉛蓄電池の種類

| 蓄電池種類 | SBA規格 | 陽極板 | 陰極板 |
|-------|--------------|-------|-------|
| クラッド式 | CS, EF | クラッド式 | ペースト式 |
| ペースト式 | MSE・HS・PS・EP | ペースト式 | ペースト式 |

アルカリ蓄電池は、使用される極板の種類により、ポケット式と焼結式に大別される。また、放電特性の差により、蓄電池工業会規格（SBA）で表 8. 1-6 のように分類されている。形式に用いる記号、及び数字の意味を表 8. 1-7 に示す。

アルカリ蓄電池は鉛蓄電池にくらべ機械的強度が強く、薄い極板を作ることができる。したがって、高効率放電特性の優れた蓄電池を作ることができる。

表 8. 1-6 アルカリ蓄電池の種類

| 電池形式 極板形式 | ポ ケ ッ ト 式 | | | 焼 結 式 |
|--------------|-----------|------|-------|-------|
| | SBA形式 | AM-P | AMH-P | AH-P |

表 8. 1-7 形式に用いる記号及び数字の意味

| | 記号及び 数 字 | 意 味 |
|-----|-------------|-------------------------|
| 蓄電池 | A | アルカリ蓄電池 |
| 性 能 | M | 標準放電 (Medium Rate) 性能 |
| | MH | 標準放電と高効率放電の中間 |
| | H | 高効率放電 (High Rate) |
| | HH | 超高効率放電 (Very High Rate) |
| 容 量 | 数字 | 定格容量 |
| 極 板 | P | ポケット式極板 |
| | S | 焼結式極板 |

(2) 各種蓄電池の性能・用途

各種蓄電池の性能比較を表 8. 1-8 に示す。表に示すように鉛蓄電池のMSE形は安価で性能的にも優れた特性を有するので採用している。特に表 8. 1-8 に示すように補水不要、均等充電不要、比重計計測不要等メンテナンスが容易であり且つ、自己放電が少ない利点を有する装置である。

(3) 充電器

充電器は自動定電圧の機能と垂下（電流制限）の機能を有している。このほか、自動充電などの機能を備えているものが多い。

充電器はサイリスタ式自動定電圧装置付とし蓄電池内蔵キュービクルタイプとする。

a. 機能

a) 自動定電圧特性

整流器の交流入力電圧、周波数、または負荷電流が変動すると、直流出力電圧も変動するが、この装置では自動的に調整を行い定電圧を保つよう動作する。

b) 垂下特性

蓄電池が放電したとき、あるいは過負荷のときは、過電流が流れ整流装置を破損するおそれがある。したがって、出力電流が定格を超過すると、垂下装置が動作して出力電圧を下げ、出力電流を制限する。

b. 定格

充電器の定格を表 8. 1-9 に示す。

(4) 直流電源装置の容量

直流電源装置の容量は所内電源事故復旧時間、直流機器の内容にもよるが、下記容量とし、計算例を第12章資料に示す。

蓄電池容量 100AH

充電器容量 30A

表 8. 1 - 8 蓄電池比較表

| 比較項目 | | 鉛蓄電池 | | アルカリ蓄電池 | |
|-------|-------|--|--------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 形式名 | | ゴールデンクラッド式 (CS-E形) | ペースト式 (MSE形) | ポケット式 (AMH-E) | 焼結式 (AHH-E) |
| 作用物質 | 陽極 | 二酸化鉛 | | 水酸化ニッケル | |
| | 陰極 | 鉛 | | カドミウム | |
| | 電解液 | 硫酸 | | 苛性カリ、又はカセイ、カリ (作用物質として使用しない) | |
| 電解液比重 | | 1.215 (20℃) | 1.260 (20℃) | 1.2 (20℃) | |
| 公称電圧 | | 2 V | | 1.2 V | |
| 構造 | 陽極板 | 鉛合金の心金に、ガラス繊維を加工した微多孔チューブを挿入し、その内へ陽極作用物質を充てん | 鉛-カルシウム合金の格子体に陽極作用物質を充てん | 突孔したニッケルメッキ鋼板製のポケットに陽極作用物質を充てん | 多孔性ニッケルメッキ基板に陽極作用物質を充てんし焼結処理 |
| | 陰極板 | 鉛-アンチモン合金の格子体に陰極作用物質を充てん | 鉛-カルシウム合金の格子体に陰極作用物質を充てん | 上記ポケットに陰極作用物質を充てん | 上記基板に陰極作用物質を充てん |
| 造 | 電槽 | 合成樹脂 | | 合成樹脂又は鋼製 | |
| | セパレータ | 硬質微孔ゴム | 微細ガラスマット | 合成樹脂 | |
| 電池構造 | | 陽陰極板を各々適当枚数組合せ、かつ両極板間にセパレータを介して極板群として電解液と共に電極に収納 | | | |
| 放電特性 | | 普通 | 高率放電に優れている | 高率放電に優れている | 特に高率放電に優れている |
| 自己放電 | | 15%~1ヶ月 | 3%/1ヶ月 | 20%~1ヶ月 | 20%/1ヶ月 |
| 期待寿命 | | 10~14年 | 7~9年 | 12~15年 | 12~15年 |

表 8. 1 - 9 充電器定格

| 項 目 | | 形 式 | サイリスタ式 |
|---------|-----------|-------------------------|--------------------------------------|
| | | 全自動充電式、自動電圧調整式 | |
| 充電の方式 | 浮 動 充 電 | 自動定電圧 | |
| | 回 復 充 電 | 自動充電電圧 | |
| | 均 等 充 電 | | |
| 整 流 方 式 | | 単相全波又は三相全波 | |
| 特 性 | 電 池 の 種 類 | | 表 8. 1 - 8 |
| | 自 動 | 浮動充電設定値 (V/セル) | 同 上 |
| | | 回復・均等・充電電圧設定値 (V/セル) | 同 上 |
| | | 電圧調整範囲 | 設定値±3%以上 |
| | 垂 下 特 性 | | 垂下直流電流の120%以下の直流電流で直流電圧が公称電圧迄垂下すること。 |
| | 定 電 圧 特 性 | | 定電圧精度は±2%とする。 |
| 周 囲 温 度 | | 0～40℃ | |
| 湿 度 | | 80%以下 | |
| 冷 却 方 式 | | 自冷又は強制風冷 | |

8.2 高低圧閉鎖配電盤

8.2.1 盤の構成及び寸法

各盤の構成は主回路の構成により異なるが、その1例を表8.2-1、8.2-2に、寸法を図8.2-1に示す。ただし収納器具は1例であり、変更する場合がある。

盤面数を少なくするためMOFは送電第1柱取付としてMOF盤は省略した。MOF盤内収納品は全て屋外送電第1柱にMOFと同様に取り付ける。

主変圧器は省略することとしたが、発電機容量300kVA以下については、発電機電圧を440Vとし、主変圧器を設置することとした。

主回路構成としては主変圧器を省略した誘導発電機がもっとも簡略化されているが、電力会社との協議により1部変更を要求される場合も考えられるので、十分事前検討する必要がある。

表 8. 2-1 盤面取付及び収納器具 (薄形)

| | | ケース① | ケース② | ケース③ | ケース④ | 記 事 |
|-------------------|--------------------|----------------|------|---------------|------|-----|
| ① 送電し ゃ断器盤 | 避 雷 器 | | 設 置 | | 設 置 | |
| | 計器用変圧器 (2個) | | " | | " | |
| | 真空しゅ断器 (1台) | | " | | " | |
| | 変 流 器 (2個) | | " | | " | |
| ② 発電機しゅ 断器盤 | 接地形計器用 変圧器 (1台) | 計器用変 圧器(2台) | 設 置 | 計器用変 圧器2台) | 設 置 | |
| | 計器用変圧器 (2個) | 設 置 | " | | | |
| | 変 流 器 (2個) | 設 置 | " | 設 置 | 設 置 | |
| | 真空しゅ断器 (1台) | 設 置 | | 設 置 | | |
| | サージアブソーバ 用コンデンサ | 設 置 | | 設 置 | | |
| | M C C B | | 設 置 | | 設 置 | |
| ③ 所 内 盤 | 所内変圧器 | 設 置 | 設 置 | 設 置 | " | |
| | 励磁用変圧器 | " | " | | | |
| | 高圧断路器 (電力ヒューズ付) | " | | 設 置 | | |
| | 避 雷 器 (中性点用) | 設 置 | | 設 置 | | |
| ④ コンデンサ 盤 | 力率改善用 コンデンサ | | | 設 置 | 設 置 | |
| ⑤ 配線用しゅ 断器盤 | 配線用しゅ断器 | 設 置 | 設 置 | 設 置 | 設 置 | |

注1) ケース①②③④単線接続図7. 1-1~7. 1-4を参照

図 8. 2-1 薄形閉鎖配電盤、盤配置及び盤外形図 (平面図)

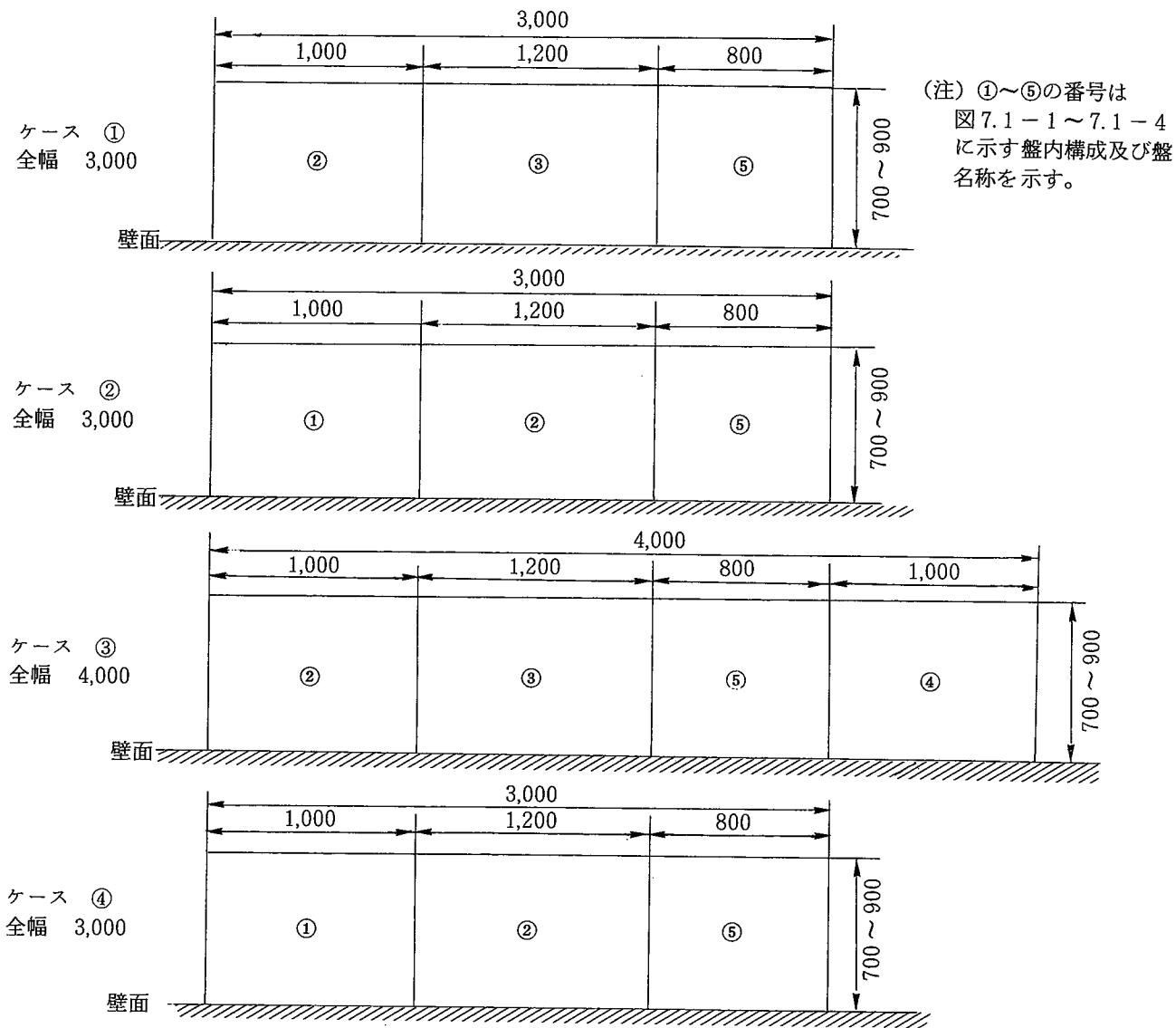


表 8. 2 - 2 主要盤面取付器具（操作開閉器）

| No. | 使用目的 | 取付個所 | 記 事 |
|-----|------------|----------|----------|
| 1 | 送電用しゃ断器開閉 | 送電しゃ断器盤 | R, Gランプ付 |
| 2 | 発電機用しゃ断器開閉 | 発電機しゃ断器盤 | R, Gランプ付 |

8. 2. 2 高低圧閉鎖配電盤の標準仕様

1) 高低圧閉鎖配電盤の規格

建屋面積の縮小化を図るため前面保守、前面操作方式の奥行寸法700～900mm、高さ2350mmに統一された壁密着式の薄型配電盤（FF式）を採用する。本方式では配電盤を建屋の壁面に密着するため従来方式の様に配電盤裏面と建屋壁面の間隔（600～1100mm）が不要となり、建屋面積が縮小可能となる。

(1) 薄形閉鎖配電盤の規格

薄形閉鎖配電盤の規格を下記に示す。

高圧閉鎖配電盤……………JEM1425（1990）C形準用

低圧閉鎖配電盤……………JEM1265準用

8. 2. 3 高低圧閉鎖配電盤の構成機器

1) 送電しゃ断器盤

主回路機器は送電用真空しゃ断器、計器用変圧器（PT、CT）、避雷器等である。

低圧発電機採用の場合にのみ昇圧用変圧器を設置する。したがって7. 1 - 4主回路構成に示すケース②、ケース④の場合に送電用しゃ断器盤を設置する。

(1) 送電しゃ断器盤の標準仕様

- a. 規 格 JEM-1425（1990）CW
- b. 形 式 金属閉鎖形スイッチギヤ（屋内用）
- c. 種 類 キュービクル形スイッチギヤ（JEM1425-C）
盤間仕切板は設置しない場合もある。
- d. 機器構造 引出し形（しゃ断器のみ）（JEM1425-CW）
計器用変成器、避雷器は固定形とする。
- e. 定 格
 - a) 定格電圧(kV) 6.9
 - b) 公称電圧(kV) 6.9
 - c) 定格周波数(Hz) 50/60
 - d) 主母線定格電流 (A) 400、600
 - e) 定格遮断電流 (kA) 8、12.5
 - f) 絶縁階級 6号A

(2) 構造概要

a. 収納器具

主なる収納器具を以下に示す。

a) しゃ断器

表 8. 2 - 3 定格及び仕様

| | |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| 準拠規格 | J E C - 2300、J I S - C - 4603 |
| 形 式 | 水平引出 (自動連結形) |
| 定 格 電 圧 電 流 しゃ断電流 しゃ断時間 | 表 8. 2 - 4 より選定する。 |
| 操作方式 | 電動ばね操作 |
| 操作電圧 | D C 100V |
| 付属品 | 銘板、開閉表示器、補助スイッチ、手動引外装置、動作回数計 |

表 8. 2 - 4 定格しゃ断電流・定格しゃ断時間・定格短時間耐電流・
定格電流・定格投入電流 (J I S - C - 4603)

| 定格電圧 kV | 定格しゃ断電流 kA | 定格しゃ断時間 サイクル | 定格電流 A | 定格短時間耐電流 kA | 定格投入電流 kA | しゃ断容量注1) MVA |
|------------|---------------|-----------------|-----------|----------------|--------------|-----------------|
| 7.2 | 8.0 | 3.5 | 400, 600 | 8.0 | 20 | 100 |
| | 12.5 | 3.5 | 400, 600 | 12.5 | 31.5 | 160 |

注1) しゃ断容量は、そのしゃ断器が適用できる系統の三相短絡容量の限度を示し、次の式によって求め、参考値とする。

$$\text{しゃ断容量 (MVA)} = \sqrt{3} \times \text{定格電圧 (kV)} \times \text{定格しゃ断電流 (kA)}$$

しゃ断容量の計算方法は第12章資料に示す。

b) 計器用変圧器

乾式モールド形を適用する。取付方法は固定形とする。

a 相数と接続方法

相数と接続方法による分類を表 8. 2 - 5 に示す。

表 8. 2-5 相数と接続方法による分類

| | | |
|----|------|---|
| 単相 | 非接地形 | 一次端子の両端を電線路間に接続して使用 |
| | 接地形 | 一次端子の一端を電線路に接続し他の一端を接地して使用 |
| 三相 | 非接地形 | V-V接続で一次端子を電線路間に接続して使用 |
| | 接地形 | 入-入接続で三相端子を電線路に接続し、中性点を接地して使用。地絡保護用には入-入-□接続のものを使用。 |

b 計器用変圧器の定格を表 8. 2-6 示す。

尚、準拠規格 JEC-1201は保護継電器用、JISC1731は一般計器用である。

表 8. 2-6 計器用変圧器の定格

| 項目 | | | 準拠規格 | |
|-------------|---------|----------|---------------------|---------|
| | | | JEC-1201, JISC-1731 | |
| 定格一次電圧 (kV) | 接地形 | 単相 | $6.6 / \sqrt{3}$ | |
| | | 三相 | 6.6 | |
| | 非接地形 | | 6.6 | |
| 定格二次電圧 (V) | 接地形 | 単相 | $110 / \sqrt{3}$ | |
| | | 三相 | 110 | |
| | 非接地形 | | 110 | |
| 定格三次電圧 (V) | 接地形、三次付 | | 110/3(190/3) | |
| 絶縁階級 (号) | | | 6 A | |
| 負 担 (VA) | 非接地形 | 50, 100 | | |
| | 接地形 | 単相 | 定格一次 | 200 |
| | | | 定格二次 | 200 |
| | | 三相 | 定格一次 | 3 × 200 |
| | | | 定格二次 | 3 × 200 |
| 確度階級 | 非接地形 | 1.0又は3.0 | | |
| | 接地形 | 三次無し | 1 P | |
| | | 三次付 | 1 P / 3 G | |
| 定格周波数 (Hz) | | | 50又は60 | |

c) 計器用変流器の定格を表8.2-7に示す。

表8.2-7 定格及び仕様

| 項目 | 準拠規格 | J I S C - 1731 J E C - 1201 |
|-------------|------|--------------------------------|
| 最高電圧 (kV) | | 6.9 |
| 公称電圧 (kV) | | 6.6 |
| 絶縁階級 (号) | | 6 A |
| 定格一次電流 (A) | | 10~100 |
| 定格二次電流 (A) | | 5 |
| 定格二次負担 (VA) | | 10~100 |
| 確度階級 (級) | | 1.0 , 1 P S |
| 過電流強度 | | 40, 75, 150 |
| 定格過電流定数 | | $n > 10$ |
| 定格周波数 (Hz) | | 50又は60 |

d) 避雷器

発電所への雷の直撃、又は送配電線の雷撃による異常電圧が発電所へ波及した場合に、この異常電圧に耐えるように機器を設計することは困難であるため、異常電圧の波高値を低めて機器を保護するため発電所には避雷器を設ける。

素子は酸化亜鉛 (ZnO) を主成分とする高非直線抵抗素子である。

避雷器の構造、適用標準値を図8.2-2、表8.2-8に示す。

表8.2-8 発電所用避雷器の適用標準値 (JEC-217)

| 接 地 系 統 | | |
|-----------|-------------------|------------------------|
| 絶縁強度 | 雷インパルス試験電圧 (kV) | 60 |
| | | 45 |
| | 開閉インパルス試験電圧 (kV) | — |
| | 交流試験電圧 (kV) | 22 |
| 適用避雷器 | | 16 |
| | 定格電圧 (kV) | 8.4 |
| | 連続使用電圧 (kV) | $\frac{6.9}{\sqrt{3}}$ |
| | 公称放電電流 (kA) | 5 |
| | | 10 |
| | 動作開始電圧 (下限値) (kV) | 14.3 |
| 保護性能(上限値) | 雷インパルス制限電圧 (kV) | 33 |
| | 開閉インパルス制限電圧 (kV) | 33 |

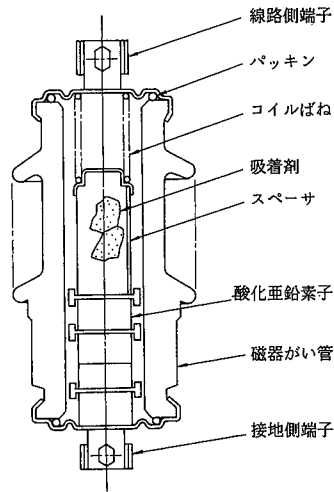


図 8. 2 - 2 酸化亜鉛形避雷器構造図

b. 盤面取付器具

主なる盤面取付器具 表 8. 2 - 9 に示す。

表 8. 2 - 9 主なる盤面取付器具 (操作開閉器)

| No. | 使用目的 | 取付場所 | 記 事 |
|-----|-----------|---------|-----------|
| 1 | 送電用しゃ断器開閉 | 送電しゃ断器盤 | R, G ランプ付 |

但し、同一階に発電機制御盤を設けて送電用しゃ断器の操作が可能な場合は省略する。

2) 発電機用しゃ断器盤

収納する主回路機器は発電機用しゃ断器、計器用変成器 (PT、CT、GPT)、SA用コンデンサ等である。表 8. 2 - 1 に示す盤内収納器具は 1 例であり変更する場合がある。また、盤形式は送電用しゃ断器盤と同様薄形配電盤とする。

ケース②、ケース④の場合には所内変圧器、励磁用変圧器、力率改善用コンデンサを収納している。

(1) 発電機しゃ断器盤の標準仕様

a. 主変圧器なし (ケース①及びケース③の場合)

8. 2. 3 の 1) の (1) の送電しゃ断器盤に同じ。

b. 主変圧器あり (ケース②及びケース④の場合)

- a) 規 格 JEM-1265
- b) 形 式 低圧閉鎖配電盤
- c) 機器構造 しゃ断器以外は固定とする
- d) 定 格 表 8. 2 - 10 による。

表 8. 2-10 標準定格

| 項 目 | 仕 様 | 備 考 |
|--------------|------------|------|
| 定格電圧 (V) | 460 | 0.5秒 |
| 定格電流 (A) | 800, 1,200 | |
| 定格周波数 (Hz) | 50または60 | |
| 母線定格電流 (A) | 800, 1,600 | |
| 定格短時間電流 (kV) | 15 | |
| 定格操作電圧 (V) | D C 100 | |
| 制御電圧 (V) | D C 100 | |

(2) 構造概要

a. 収納器具

主なる収納器具を以下に示す。

a) シャ断器

(a) 高圧回路 (ケース①、ケース③の場合)

発電機用シャ断器の形式は真空シャ断器とし、仕様概要を 8. 2. 3 の 1) の (2) の a. の a) 真空シャ断器に示す。

(b) 低圧回路 (ケース②、ケース④の場合)

発電機用シャ断器の形式は配線用シャ断器とし、仕様概要を 8. 2. 3 の 5) の (2) の a) 配線用シャ断器に示す。

b) 計器用変成器 (C T、P T、G P T)

仕様概要を 8. 2. 3 の 1) の (2) の a. の b) 計器用変成器に示す。

c) サージアブソーバ (S A)

サージ吸収用コンデンサは、真空シャ断器の開閉サージ吸収用と併用するので、発電機側に接続することとする。但し、真空シャ断器で低サージ用採用の場合は開閉サージ吸収用コンデンサを必要としないものもある。

(a) 定 格

ア. コンデンサ

| | |
|-----|-------------|
| 電 圧 | 6.6kV |
| 容 量 | 0.5 μ F |

イ. 避雷器

| | |
|------|---------|
| 定格電圧 | 8.4kV |
| 放電電流 | 10,000A |

3) 所内盤

所内変圧器、励磁用変圧器、高圧断路器 (電力ヒューズ付)、避雷器 (中性点用) 等を収納する金属閉鎖形スイッチギヤである。ケース②、ケース④の場合は発電機シャ断器盤に収納し所内盤は設けない。

(1) 標準仕様

- a. 規格 JEM-1425 (1990) CX
- b. 形式 金属閉鎖形スイッチギヤ (屋内用)
- c. 種類 キュービクル形スイッチギヤ (JEM1425-C)
- d. 機器構造 盤間の仕切り板は設置しない場合がある。また機器取付は固定とする。
- e. 定格 8.2.3の1)の(1)送電しゃ断器盤の標準仕様と同じ。

(2) 構造概要

a. 収納器具

主なる収納器具を以下に示す。

a) 所内変圧器

仕様を8.3変圧器に示す。

b) 励磁用変圧器 (Ex. Tr)

本標準方式では小水力発電の特性から励磁用電源は所内電源より受電することとしている。この利点は励磁変圧器に低圧変圧器の採用が可能なこと、又初期励磁装置 (直流電源) が省略出来ることである。

① 形式 乾式自冷式屋内形

② 電圧 一次 210V
二次 110V

③ 定格 連続定格

c) 高圧断路器 (電力ヒューズ付)

断路器の定格仕様を次に示す。

① 形式 屋内形

② 構造 単極単投

③ 操作方式 フック棒操作

④ 定格電圧 7.2/3.6kV

⑤ 定格電流 200A

⑥ 短時間電流 14kA

⑦ 絶縁階級 6号A

⑧ 定格 連続定格

4) コンデンサ盤

この盤は力率改善用コンデンサ及び高圧交流負荷開閉器 (電力ヒューズ付き) を収納する盤で、誘導発電機の場合にのみ設置される。(ケース③の場合)

又ケース④の場合コンデンサは発電機しゃ断器盤に収納し、コンデンサ盤は設けない。

(1) 標準仕様

8.2.3の3) 所内盤と同じ。

(2) 構造概要

a. 収納器具

主なる収納器具を以下に示す。

a) 力率改善用コンデンサ

力率改善用コンデンサ容量の計算方法を第12章資料に示す。

b) 高圧交流負荷開閉器

高圧交流負荷開閉器とは高圧交流電路に使用し、通常状態において所定の電流を開閉及び通電し、その電路の短絡状態における異常電流をも投入し、規定の時間通電出来るものを言う。短絡電流開放は出来ない。

本負荷開閉器は力率改善コンデンサ用として使用する。

又、力率改善コンデンサの短絡事故時の保護用として電力ヒューズを設置した。

高圧交流負荷開閉器の定格仕様を次に示す。

| | |
|-----------|---|
| ① 形 式 | 屋内形 |
| ② 操作方式 | 電動操作 |
| ③ 定格電圧 | 7.2kV/3.6kV |
| ④ 定格電流 | 100A |
| ⑤ 定格短時間電流 | 4 - 1 (kA-秒) |
| ⑥ 絶縁階級 | 6号A |
| ⑦ 定格開閉容量 | 負荷電流 200A 励磁電流 20A コンデンサ電流 75A |
| ⑧ 定 格 | 連 続 |

5) 配線用しゃ断器盤

発電所内の所内低圧回路に使用する配電用しゃ断器(MCCB)を収納する盤である。

(1) 標準仕様

8. 2. 3の2)の(1)のb発電機しゃ断器盤(主変圧器あり)に同じ。

(2) 構造概要

(a) 収納器具

a) 配線用しゃ断器(MCCB)

(b) 適用規格 J I S C 8370による。

8.3 変圧器

8.3.1 標準仕様

1) 形式

変圧器は次の形式を適用する。

- ① 油 入 送電用（屋外設置）
- ② 乾式モールド 所内用（屋内設置）

2) 標準容量

(1) 送電用変圧器

出力500kW未満の小水力発電所に適用されるものであるが、力率を考慮し300kVA以下とした。300kVA以上は高圧6.6kVとする。

50, 75, 100, 150, 200, 300 (kVA)

(2) 所内用変圧器

20, 30 (kVA)

ただし、30kVAはS形チューブラ水車の場合とする。

3) 変圧器の容量と電圧

発電機で発生する電圧は一定でも、系統又は負荷の内容によって電圧は変化する。このため変圧器の二次側にタップが設けられており、このタップ電圧により系統の電圧に合わせるようになっている。表8.3-1及び表8.3-2に変圧器容量と電圧の関係を示す。

(1) 送電用変圧器

一次側電圧はJEC-204により電圧変動率を考慮し発電機端子電圧より0～5%低い値を選定する。

表8.3-1 変圧器の容量と電圧（送電用）

| 形式 | 種別 | 容量(kVA) | 定格電圧 (kV) | | 適用規格 | 記 事 |
|--------|--------|------------------|-------------|------------------|---------|-----|
| | | | 一次側 | 二次側 | | |
| 油 入 | 三 相 | 50, 75, 100, | 420V | F6.75-R6.6-F6.45 | JEC-204 | |
| | | 150, 200, 300 | または 210V | -F6.3-6.15 | | |

(2) 所内用変圧器

標準的には20kVA程度でよい。但し、S形チューブラ水車の場合は30kVAとなる。所内用変圧器の容量計算方法を第12章資料に示す。

表 8. 3 - 2 変圧器の容量と電圧 (所内用)

| 形式 | 種別 | 容 量(kVA) | 定格電圧 (kV) | | 適用規格 | 記 事 |
|------------|--------|---------------|-------------|-------|---------------------|-----|
| | | | 一次側 | 二次側 | | |
| 乾式 モールド | 三 相 | 20, 30 | 420V級 | 210V | JEC-204 | |
| | | | または 210V | -105V | JEM-1424 | |
| | 20, 30 | R6.6-F6.3-6.0 | 210V | -105V | JEC-204 JEM-1424 | |

4) 定格と仕様

(1) 油入変圧器

表 8. 3 - 3 油入変圧器の定格と仕様

| | |
|--------------------------|------------------------------|
| 準 拠 規 格 | J E C - 204 , J I S C - 4304 |
| 形 式 | 油入開放形、窒素密封形、油入空気密封形 |
| 冷却方式 | 自冷式 |
| 定 格 相 数 容 量 電 圧 | 三相 } 表 8. 3 - 1 による。 |
| 絶縁階級 | 3号A (3.3kV用)、6号A (6.6kV用) |
| インピーダンス (参考値) | 一般用 300kVA以下 1.7~6.3% |

(2) 乾式モールド変圧器

表 8. 3-4 モールド変圧器の定格と仕様

| | |
|------------------|--|
| 準 拠 規 格 | J E C-204 , J E M-1424 |
| 形 式 | モールド形 |
| 冷却方式 | 自冷式 |
| 定 格 | 单相, 三相 } 表 8. 3-2 による。 |
| 相 数 | |
| 容 量 電 圧 | |
| 絶縁階級 | 3号A (3.3kV用) 相当、6号A (6.6kV用) 相当 |
| 付 属 品 | 標準付属品： 銘板、1次、2次端子、接地端子、 タップ切替端子、危険表示マーク、 ダイアル温度計 (300kVA以上) 特別付属品： ダイアル温度計 (300kVA未満のとき) 混触防止板、防振ゴム、車輪 |
| インピーダンス (参考値) | 容量300kVA以下 1.7~8% |

8. 3. 2 油入変圧器概略寸法及び概略重量

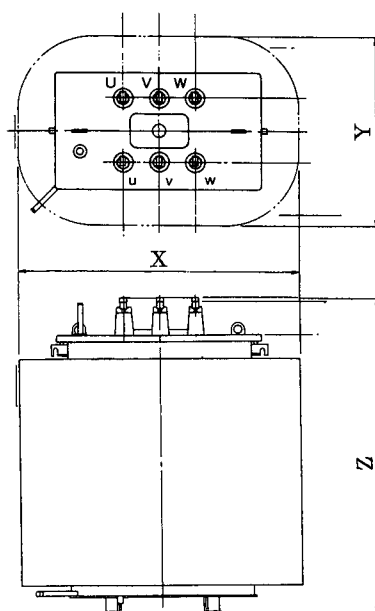


図 8. 3-1 油入変圧器外形図

表 8. 3 - 5 油入変圧器の概略寸法及び概略重量表
(三相 400V - 6kV級送電用)

| 容量 (kVA) | 周波数 (Hz) | 概略寸法 (mm) | | | 重量 (kg) |
|-------------|-------------|-----------|-----|------|------------|
| | | X | Y | Z | |
| 50 | 50 | 545 | 550 | 770 | 310 |
| | 60 | | | | 280 |
| 75 | 50 | 895 | 800 | 990 | 590 |
| | 60 | | | | 530 |
| 100 | 50 | 895 | 800 | 1045 | 620 |
| | 60 | | | | 580 |
| 150 | 50 | 985 | 805 | 1170 | 790 |
| | 60 | | | | 750 |
| 200 | 50 | 1135 | 810 | 1170 | 970 |
| | 60 | | | | 910 |
| 300 | 50 | 1310 | 840 | 1240 | 1190 |
| | 60 | | | | 1070 |

8. 4 屋外機器

8. 4. 1 屋外機器の構成

屋外機器は主として以下の機器で構成される。

- 1) 主変圧器
- 2) 計器用変圧・変流器 (MOF)
- 3) 避雷器
- 4) 高圧気中負荷開閉器 (PAS)
- 5) 零相電圧検出コンデンサ (ZPD)

8. 4. 2 構成機器の概要

1) 主変圧器

仕様を 8. 3 変圧器の項に示す。

2) 計器用変圧・変流器 (MOF)

変流器 (CT) と計器用変圧器 (PT) を一つにまとめ、外箱などに入れ結線してある計器用変成器で電力需給用として使用する。PCTとも称する。

特性を変えることのできないように検定封印を施すことができる装置を設ける。MOFの設置場所は屋外送電第1柱取付とする。

(1) 定格及び仕様

- a. 定格 6.6kV以下
- b. 仕様 表8.4-1に示す。

表8.4-1 MOF定格仕様

| | 過電流 強度 | 計器用変圧器 | | 計器用変流器 | | 階級 (級) | 絶縁階級 | 周波数 (Hz) |
|-------|-----------|------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|------|-----------------|
| | | 電圧比 (V) | 定格負担 (VA) | 変流比 (A) | 定格負担 (VA) | | | |
| 三相三線式 | 40 | 6600/110 | 15×2 | 20/5, 50/5 100/5 | 15×2 | 0.5M または 1.0M | 6号A | 50 または 60 |
| 三相三線式 | 150 | 6600/110 | 15×2 | 20/5, 50/5 | 15×2 | 0.5M または 1.0M | 6号A | 50 または 60 |

(2) 構造概要

図8.4-1に6kV級MOFの外観図を、図8.4-2に外形図を示す。

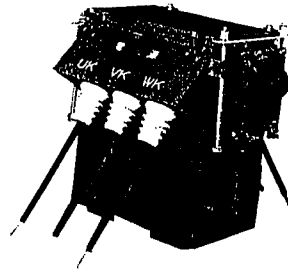


図8.4-1 6kV級MOFの外観図

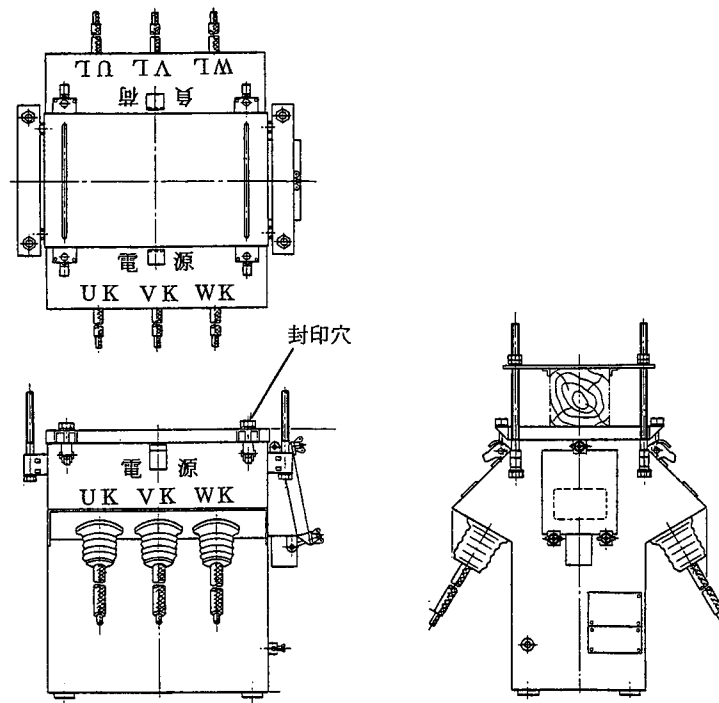


図8.4-2 MOF外形図

3) 避雷器

仕様を 8. 2. 3 の 1) の(2)の a. の d) に示す。

4) 高圧気中負荷開閉器 (PAS)

高圧交流電路に使用し、電路の開閉が大気中で行なわれる開閉器で通常状態では所定の負荷電流を開閉及び通電し、その電路の短絡状態における異常電流をも投入し、規定の時間通電できる装置(柱上気中開閉器)である。通常PAS (Pole air-break Switch) と称す。

送電第1柱に取り付け、発電所の送り出し側の電力会社との区分開閉器として使用する。

図 8. 4-3 に外観図、図 8. 4-4 にPAS外観図を示す。

(1) 形式

屋外用引き外し形高圧交流負荷開閉器 (J I S C-4607)

(2) 定格及び仕様

定格事項を表 8. 4-2 に示す。

表 8. 4-2 定格及び仕様

| 定格電圧 (kV) | 定格電流 (A) | 定格短時間電流 (実効値)(kVA) | 定格短絡投入電流 (波高値)(kA) | 定格短絡投入電流の 投入回数 |
|--------------|-------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|
| 7.2 | 100 | 2.0 | 5.0 | (注1) A級: 1回 B級: 2回 C級: 3回 |
| | | 4.0 | 10.0 | |
| | 200 | 4.0 | 10.0 | |
| | | 8.0 | 20.0 | |

注1) 定格短絡投入電流の投入回数が1回可能なものA級、2回をB級、3回をC級と称す。

(3) 定格負荷開閉容量

定格負荷開閉容量を表 8. 4-3 に示す。

表 8. 4-3 定格負荷開閉容量

(単位: アンペア)

| 定 格 電 流 | 100 | 200 |
|------------|-----|-----|
| 定格負荷電流開閉容量 | 100 | 200 |
| 定格励磁電流開閉容量 | 5 | 10 |
| 定格充電電流開閉容量 | 10 | 10 |

(4) 定格地絡しゃ断電流

地絡しゃ断電流 30A

(5) 構造概要

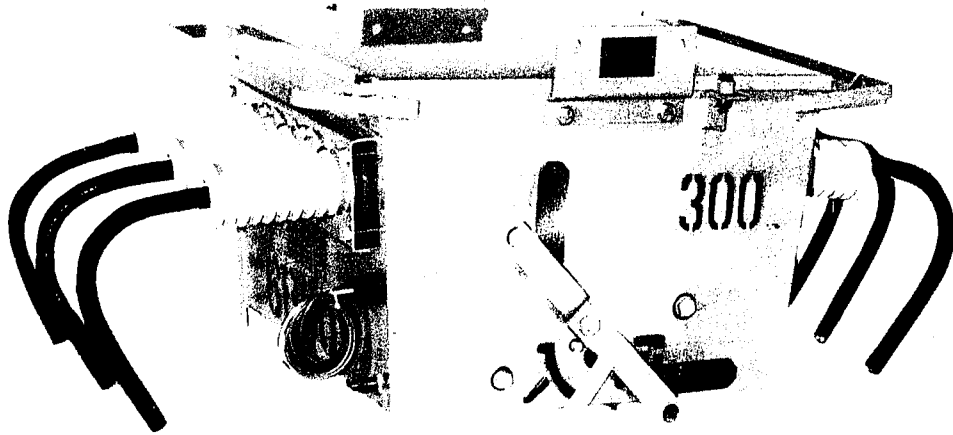


図 8. 4 - 3 外 観 図

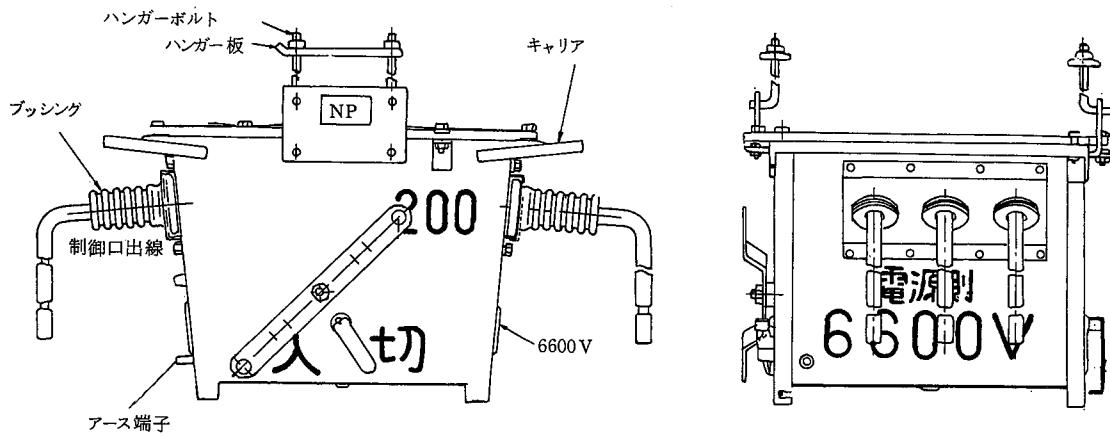


図 8. 4 - 4 PAS外形図

5) 零相電圧検出コンデンサ (ZPD)

零相電圧を検出するためのコンデンサ形計器用変成器である。高圧電路の地絡保護用継電器と組み合わせて使用される高圧気中負荷開閉器附属の継電器と組み合わせて使用される場合もある。

零相電圧検出コンデンサの外形図、内部接続の1例を図8.4-5に示すが容量によっては零相電圧検出部を内蔵した高圧気中負荷開閉器が使用される場合もある。

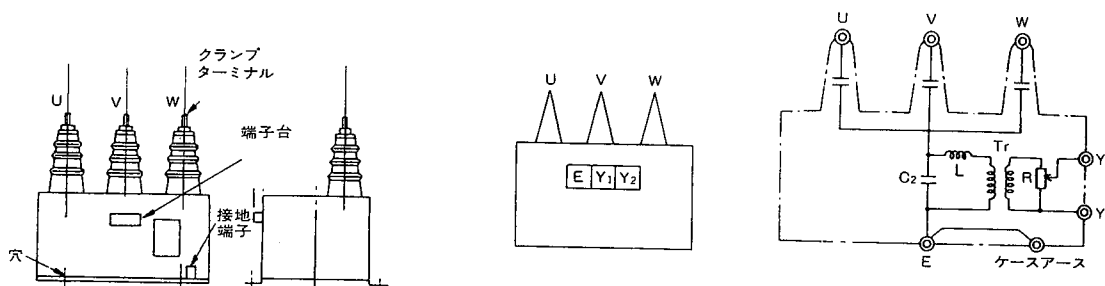


図8.4-5 零相電圧検出コンデンサ外形図

8.5 送電第1柱

送電第1柱は発電所構内の発電機室に近接した道路側に設置され、電力会社との保安上の責任分界点となる。発電機室よりケーブルで立ち上がり、図7.1-1～7.1-4に示す単線接続図のようにMOFに接続される。この送電第1柱は架空配電線の支持物であり、鉄筋コンクリート製とする。

8.5.1 形式

遠心力プレストレスコンクリート柱で長さは7m～17mまであり、未口径により100kgfまで設計過重に耐えられる。

JIS A-5309を表11.3-3に詳細に示す。

8.5.2 取付機器

コンクリート柱にはPAS、MOF、取引用計器、避雷器等を取付ける。特殊の場合には責任分界点用断路器を電力会社から要求される。

8.5.3 高圧引出線

高圧ケーブル及び高圧絶縁電線を使用する。電力会社隣接電柱まで架空の場合、表11.3-2 架空電線の高さを参照する。

8.6 単独運転方式の場合（100kW未満の場合）

本方式の場合の制御及び保護方式は第7章に記載されているが、これに基づく配電盤及び開閉装置を下記に示す。

8.6.1 配電盤及び開閉装置

1) 盤構成及び取付器具

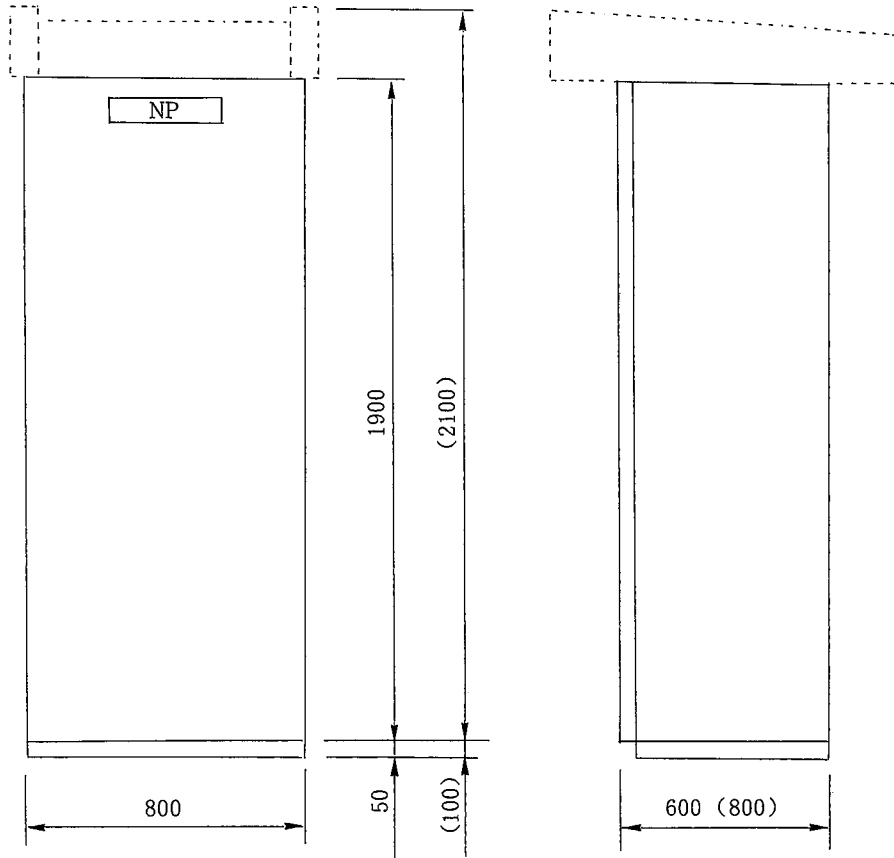
配電盤は発電機盤1面とし、取付器具を表8.6-1に示す。

表8.6-1 壁面取付、収納器具

| 項 目 | ケース1（同期発電機） | ケース2（誘導発電機） |
|-------|--------------------------------------|-------------|
| 計 測 | 電力計・電力量計・電圧計・ 周波数計・回転計 | 同 左 |
| 30S | 発 電 | 同 左 |
| 30F | なし：保護継電器ターゲットを 確認する。 | 同 左 |
| スイッチ類 | 運転・停止 故障復帰 | 同 左 |
| 励 磁 | A V R | コンデンサ |
| 保護継電器 | 地絡過電流（51G） 過 電 流（51） 過 電 圧（59） | 同 左 |
| 負荷調整 | 負荷調整装置（65） | 同 左 |

2) 外形寸法

外形寸法は、同期発電機・誘導発電機とも同一とし、図8.6-1に発電機盤の外形寸法を示す。



注1) ()内寸法は、屋外形発電機盤とした場合の寸法とする。

図8.6-1 発電機盤外形図

8. 6. 2 警報装置 (100kW未満の場合)

遠方監視は行わないものとするが、ガイドベーン固定及び入口弁省略のため事故時にダミーロード故障が重複すると、水車・発電機は連続した無拘束速度となり早急な対応を要するため、管理所に事故の通報をする警報装置を考慮する。

1) 設備の概要

故障の通報だけとする。

2) 警報の方式

次の何れかによる。

- (1) ケーブル直送方式
- (2) N T T線による自動通報装置

3) 設備の構成

- (1) 発電所側
 - a. ケーブル直送方式……………発電機盤内収納
 - b. 自動通報装置……………壁掛形
- (2) 管理所側
 - a. ケーブル直送方式……………壁掛形
 - b. 自動通報装置……………N T T一般電話

8. 6. 3 直流電源装置

1) 形 式

蓄電池内蔵キュービクルタイプ

2) 用 途

同期発電機の初期励磁用とするほか、制御電源として使用する。

3) 設置の条件

- (1) 発電所が管理用に商用低圧電源を受電すること。
- (2) 商用を受電しない場合は通年発電を行なうか、長期停止のないこと。
尚、(1)(2)項に該当しない場合は、PMGによる初期励磁を考慮する。