

第7章 制御保護方式

水力発電所を適切且つ安全に運転するためには、水車や発電機など構成設備の制御方式や保護方式が、その発電所の規模や運用方法に応じて確立されていることが必要である。電気設備技術基準では500kW未満の発電所は随時巡回方式に則り、農業用水利施設を利用した、小水力発電所の監視方式について記す。

7. 1 農業用水利施設を利用した小水力発電所の制御保護の標準方式

7. 1. 1 発電所の基本条件

農業用水利施設を利用した小水力発電の特徴として、下記の事項がある。

- ① 農業用水の放流の際の落差エネルギーを利用したり、農業用の余剰水を利用した発電であって、比較的小規模なものが殆んどで、その規模も500kW未満の場合が多い。
- ② かんがい期、非かんがい期による流量や水位の変動が大きい。
- ③ 発生電力は、電力系統に接続して運用され自家消費分を差し引いた余剰電力は全量売電される。(但し、100kW未満の場合は経済性を考えて系統に接続しないで単独で運転する方式も考えられる。この方式については後で述べる。)

発電所の運用面からも土地改良区などの職員により行われるので、特に保守管理代合理化、及び省力化を考えたシステムとし、職員への負担を極力少なくする設備とする必要がある。

- ④ コージェネレーション設備等の系統関係技術要件ガイドライン（以下コージェガイドラインと略す）が500kW未満の発電所にも適応され、その概要を表7. 1-1に示す。

この観点より、発電所の計画設計に当たっては、次の項目が基本条件となる。

1) 運用方式

電力会社の系統に接続して運用され、単独運転や調相運転、試送電などの特殊運転は行わない。(100kW未満の場合には単独運転を採用する。系統接続の場合には保護方式を変更する必要がある。)

2) 運転監視制御方式

運転監視制御方式は随時巡回方式とし、発電所は常時無人とする。

制御はその発電所において一人制御方式で行い、制御項目は次のとおりとする。

- ① 運転・停止
- ② 出力調整
- ③ 放流弁（バイパス弁）の開度調整（水車停止時に農業用水確保のための放流弁を有する場合）

表7. 1-1 系統連係技術要件ガイドラインの概要

検討項目	技術的要件	技術的対応				備考
		高圧配電系統 (6kV)		特別高圧送電系統		
		逆潮流なし	逆潮流あり	逆潮流なし	逆潮流あり	
1. 設備容量	○コージェネレーションの連係により系統の設備構成上の基本に影響を与えないこと	原則として2000kW未満	同 左	系統の各電圧別の契約電力の上限の範囲内	同 左	
2. 電圧変動	○系統電圧を適正值内に維持すること 配電系統の場合 101±6V等 (低圧需要家) 変動幅が±1 送電系統の場合 ~2%程度 ○並列時の瞬時電圧低下を系統の常時電圧の10%以内に抑制すること	自動負荷遮断装置の設置 (左記対策が不可能な場合は配電線の増強等)	(専用線連係とするため不要)	必要に応じ自動電圧調整装置の設置	同 左	
3. 保護協調	○事故(コージェネレーション構内事故、配電線事故、上位系統事故)時、又は緊急時等の系統操作時にコージェネレーションが確実に解列されること ○事故時の自動再閉路を可能にするためコージェネレーションが確実に解列されていることを確認すること	同期発電機：自動同期検定装置の設置等 誘導発電機：限流リアクトル等の設置 (左記対策が不可能な場合は配電線の増強又は同期発電機の採用等)	同 左 同左 (左記対策が不可能な場合は同期発電機の採用)	同 左 同 左	同 左 同 左	
4. 短絡容量	○系統の短絡容量が需要家の遮断器の遮断容量を上回らないこと	短絡・地絡・発電機異常検出用継電器・逆電力継電器、周波数低下継電器等の設置	同左 (逆電力継電器を除く) 及び転送遮断装置の設置並びに専用線連係	高圧配電系統(逆潮流なし)と同様及び周波数上昇継電器の設置	同左 (逆電力継電器を除く) 及び転送遮断装置の設置	高圧配電系統で逆潮流がある場合は、連系容量が配電用変電所のバンク負荷を上回らないよう制限
5. 力 率	○連系点における力率を85%以上でかつ進み力率とならないこと	線路無電圧確認装置の設置	同左 (ただし、コージェネレーション設置需要家が自動再閉路を必要とするときのみ)	同 左	同 左	
6. 連絡体制	○緊急時に迅速かつ確かな連絡及び復旧が行われること	○系統の短絡容量が需要家の遮断器の遮断容量を上回らないこと	同 左	限流リアクトル等の設置	同 左	
		誘導発電機：力率改善用コンデンサの設置 (ただし進み力率とならないように制御)	同 左	同 左	同 左	同期発電機の場合は力率調整が可能
		電力会社とコージェネレーション設置需要間の保安通信用電話設備の設置並びに連絡体制及び復旧体制の整備	同 左	同 左	同 左	

*その他 ○上記概要は原則的なものであり、実際の適用に当たっては、系統の実態等に応じ、個別に検討するものとする。
○コージェネレーションの設置、運転、保守、運用に当たっては設置者と電力会社で十分協議を行い協調を図ること。
○20kV配電は比較的新しい配電方式であり、コージェネレーションの連係については、高圧配電系統の場合に準じつつ個別に検討することが必要である。

3) 出力制御方式

出力制御方式は次の3方式が一般的である。

- ① 農業用水を直接利用する場合は流量制御（落差が一定の場合は出力調整による）
- ② 余剰水利用の場合は水位調整器による制御（頭首工利用）
- ③ ダム利用の場合は、利水放流量、ダム水位に応じたプログラム制御

4) 保護方式

重故障は非常停止、軽故障は警報とする。

停止は普通停止、非常停止の2種類とする。

各故障は配電盤（発電所設置）の集合故障表示器にまとめて表示し、停止故障の場合はベル、警報故障の場合はブザーにて警報する。また、管理所に対しては、電話回線を利用した自動通報装置により報知する。

7. 1. 2 運転監視制御方式

1) 運転監視制御方式の考え方

農業用水利施設を利用した小水力発電所の監視制御方式は随時巡回方式とし、考え方は下記とする。

(1) 発電所はその構外にある技術員が平常駐在（常駐ではない）している管理所（技術員駐在所等）から、技術員が適当な間隔（5～6回/月）で巡回する。

(2) 対象となる発電所では水車、発電機等の機器と監視、制御を行う配電盤が同一床面同一室内に設置され、配電盤において一人制御できるものとする。

機器の運転・停止操作は通常は配電盤の主幹開閉器により行い、故障の場合は自動停止させる。故障はすべて非常停止とし、同時に管理所への警報を行う。

管理所又は発電所と電力会社との間に保安通信用電話設備を設置する場合もある。（設備内容は電力会社と協議により決める）

管理所への警報、電力会社との保安通信用電話設備は技術基準上は必要ないが発電所運用上及びコージェネガイドラインより設置する。

なお、場合によっては故障が復旧した場合、自動再起動可能とすることもある。（例えば、落雷による送電線故障時）

ただしこの場合電力会社の変電所側に線路無電圧確認装置を設置する必要がある。

故障表示は発電所内設置の配電盤の集合故障表示器にまとめて表示する。

(3) 並列後の負荷調整は水位調整器制御、プログラム制御等による自動負荷調整とする。但し、配電盤より手動で負荷調整を行うことが出来る。

水車が停止した場合、バイパス放流弁を開いて下流の農業用水を確保する必要がある場合もある。

(4) 遠方監視制御装置は設置しない。（管理所への警報のみは設置する）

(5) 計測装置は発電所のみ設置し、計測項目は発電所規定に基づき最小限とする。

(6) 送電線は専用線とする。

2) 監視制御の内容

監視制御の内容は下記とする。

(1) 状態表示項目

表 7. 1-2 表示項目

表示項目	表示場所		備考
	発電所	管理所	
運 転	○		
停 止	○		

しゃ断器の「入」「切」、入口弁の「開」「閉」、水位調整装置、プログラムコンローラ（以下プロコンと略す）の使用除外等は、動作表示灯で示す。

(2) 計測項目

表 7. 1-3 計測項目

計測項目	表示場所		備考
	発電所	管理所	
発電機電圧計	○		
発電機電力計	○		
送電電力量計	○		
受電電力量計	○		
ガイドベーン開度計	○		
水圧管圧力計	○		機側設置
吸出し管圧力計	○		機側設置
軸受温度計	○		機側設置
発電機固定子温度計	○		
主変圧器温度計	○		機側設置
流 量 計	○		必要な場合とする。機側設置
直 流 電 圧 計	○		直流電源盤取付
直 流 電 流 計	○		直流電源盤取付

(3) 制御項目

表 7. 1 - 4 制御項目

制 御 項 目	表示場所		器具番号	備 考
	発電所	管理所		
起 動 - 停 止	○		1	
非常停止用スイッチ	○		5 E	
水調使用 - 除外	○		43-77W	水位調整装置使用の場合
フロコン使用 - 除外	○		43-10P	フロコン使用の場合
ガイドベーン開 - 閉	○		7-77	
発電機しゃ断器入一切	○		3-52	
送電用しゃ断器入一切	○		3-152	

注 1) プログラムコントローラの設定は、必要に応じ発電所にて流量または出力の設定を行うものとする。

注 2) 発電機電圧440V以下の場合、機側操作とする。

(電動MCCB又は気中しゃ断器とする)

7. 1. 3 機器の接続方式

機器の接続は電力会社施設の6.6kV送電線とし、系統との並列は低圧同期方式とする。

送電線、主回路、所内回路などの接続については7. 1. 4項の単線接続図に示す。

7. 1. 4 主回路構成

次の4ケースの主回路構成を示すが、実施に当たっては当該電力会社との協議による。

ケース① 同期発電機 (高圧) 主変圧器無し 図7. 1 - 1

ケース② 同期発電機 (低圧) 主変圧器有り 図7. 1 - 2

ケース③ 誘導発電機 (高圧) 主変圧器無し 図7. 1 - 3

ケース④ 誘導発電機 (低圧) 主変圧器有り 図7. 1 - 4

なお、単線接続図に記載の記号・略号表を表7. 1 - 5に示す。

各ケースについての考え方を次に示す。

1) ケース① 同期発電機 (高圧) 主変圧器無し

(1) 主変圧器の省略

主回路に絶縁変圧器を設けることにより、送電線からの進入サージの低減や母線の短絡容量の低減に効果があるが、送電線引込部の避雷器、発電機主回路のサージ吸収用コンデンサ及び発電機中性点に接続する避雷器により絶縁協調が可能であり、また母線構成が簡単なため特に短絡容量の低減を図る必要もないことから、主回路の簡略化を目的に主変圧器を省略する。

(2) 送電しゃ断器の省略

所内単独運転は行わないため、送電線故障の際には発電機しゃ断器でしゃ断する。また所内変圧器一次は電力ヒューズでしゃ断容量を確保できるので、送電しゃ断器は省略する。

(3) 送電線引込部断路器の省略

主回路の保守作業時はPASの開放及び発電機しゃ断器を断路位置にすることで安全確保できるため、断路器は省略する。

(4) 励磁用変圧器の接続

初励磁装置を省略する目的で所内回路に接続する。

(5) サージ吸収用コンデンサの接続

サージ吸収用コンデンサは、真空しゃ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。ただし、真空しゃ断器の種類によって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ので、その場合はサージアブソーバ専用のコンデンサが必要となる。

2) ケース②同期発電機（低圧）主変圧器有り

(1) 主変圧器の設置

送電線電圧は6.6kVであるので昇圧のため主変圧器を設ける。

(2) 送電しゃ断器の設置

主変圧器の故障電流をしゃ断する必要があるため送電線側にしゃ断器を設ける。

(3) 送電線引込部断路器の省略

ケース①と同様の理由により省略する。

(4) 発電機中性点避雷器の省略

送電線からの進入サージは、高圧側避雷器及び主変圧器により低減できるので、発電機の中性点に避雷器は設けない。

(5) 440V回路の接地方式

主変圧器を高低圧混触防止板付とし、440V回路は非接地方式とする。地絡保護は接地形計器用変圧器（GPT）と、地絡過電圧継電器（64）にて行う。

(6) 励磁用変圧器の接続

ケース①と同様に所内回路に接続する。

3) ケース③誘導発電機（高圧）主変圧器無し

(1) 主変圧器の省略

ケース②と同様

(2) 送電しゃ断器の省略

ケース①と同様

(3) 送電線引込部断路器の省略

ケース①と同様

(4) 力率改善用コンデンサの接続

誘導発電機の場合、力率改善することが売電上有利となるので力率改善用コンデンサを

設置する。また発電所の運転、停止の頻度を考え、常時接続することとし、開閉器は手動操作式電力ヒューズ付負荷開閉器（LBS）とする。また、発電機の自己励磁現象に対し安全なように発電機しゃ断器の送電線側に接続する。

(5) サージ吸収用コンデンサ

サージアブソーバ用コンデンサと併用する

4) ケース④誘導発電機主変圧器（低圧）有り

(1) 主変圧器 設置

ケース②と同様

(2) 送電しゃ断器 設置

ケース②と同様

(3) 送電線引込部断路器の省略

ケース①と同様

(4) 発電機中性点避雷器の省略

ケース②と同様

(5) 440V回路接地方式

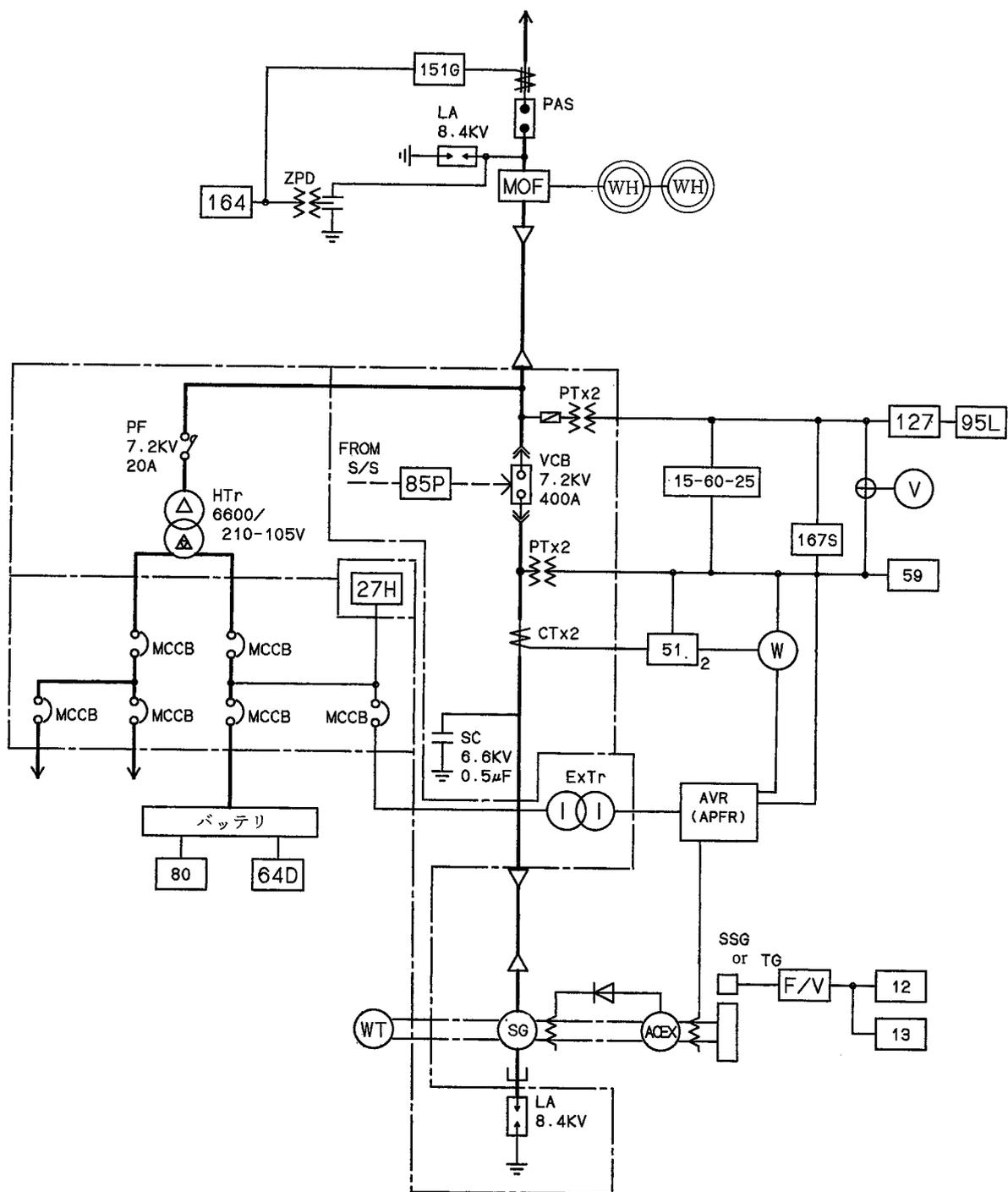
非接地方式とする。

(6) 力率改善用コンデンサの接続

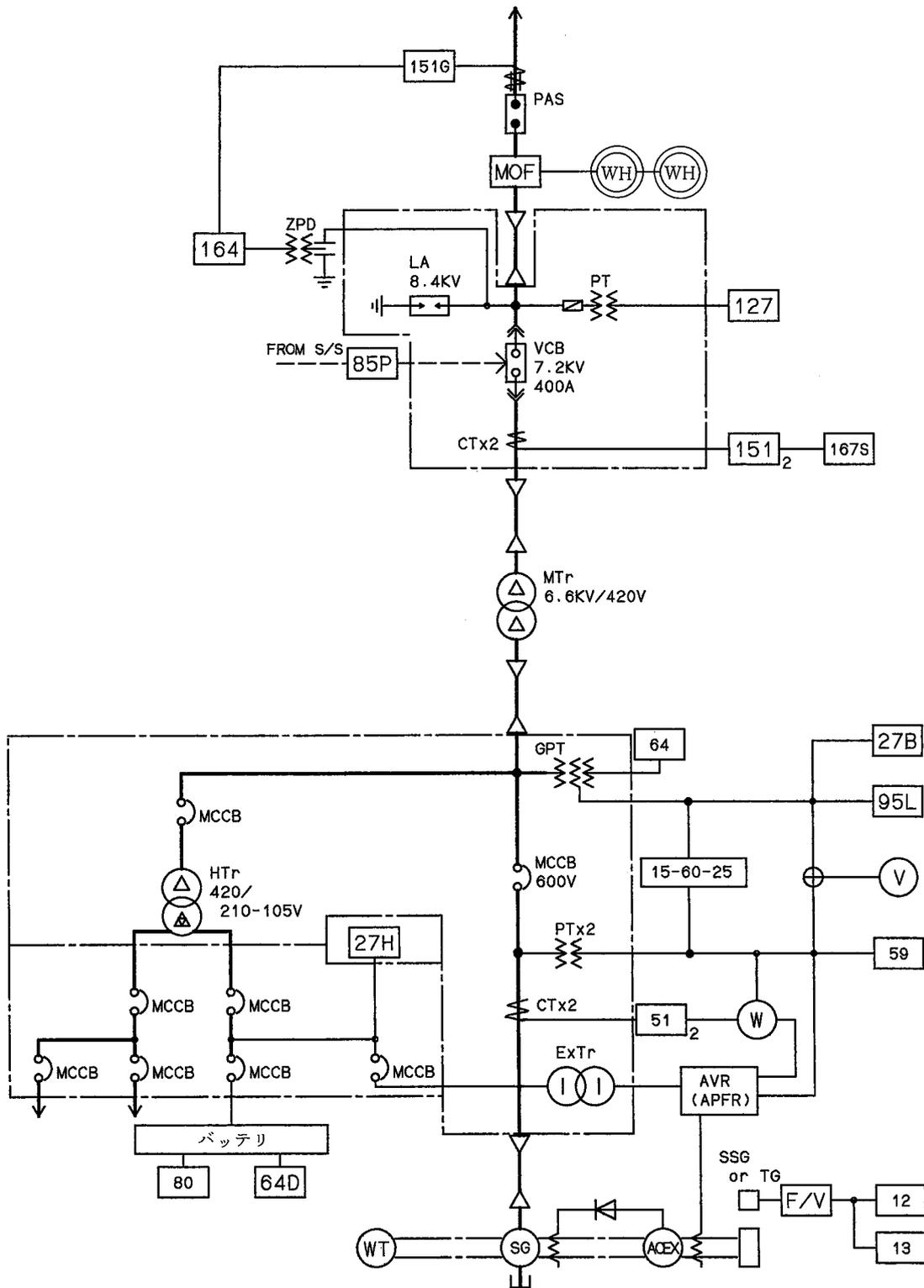
ケース②と同様

表7. 1-5 記号・略号表

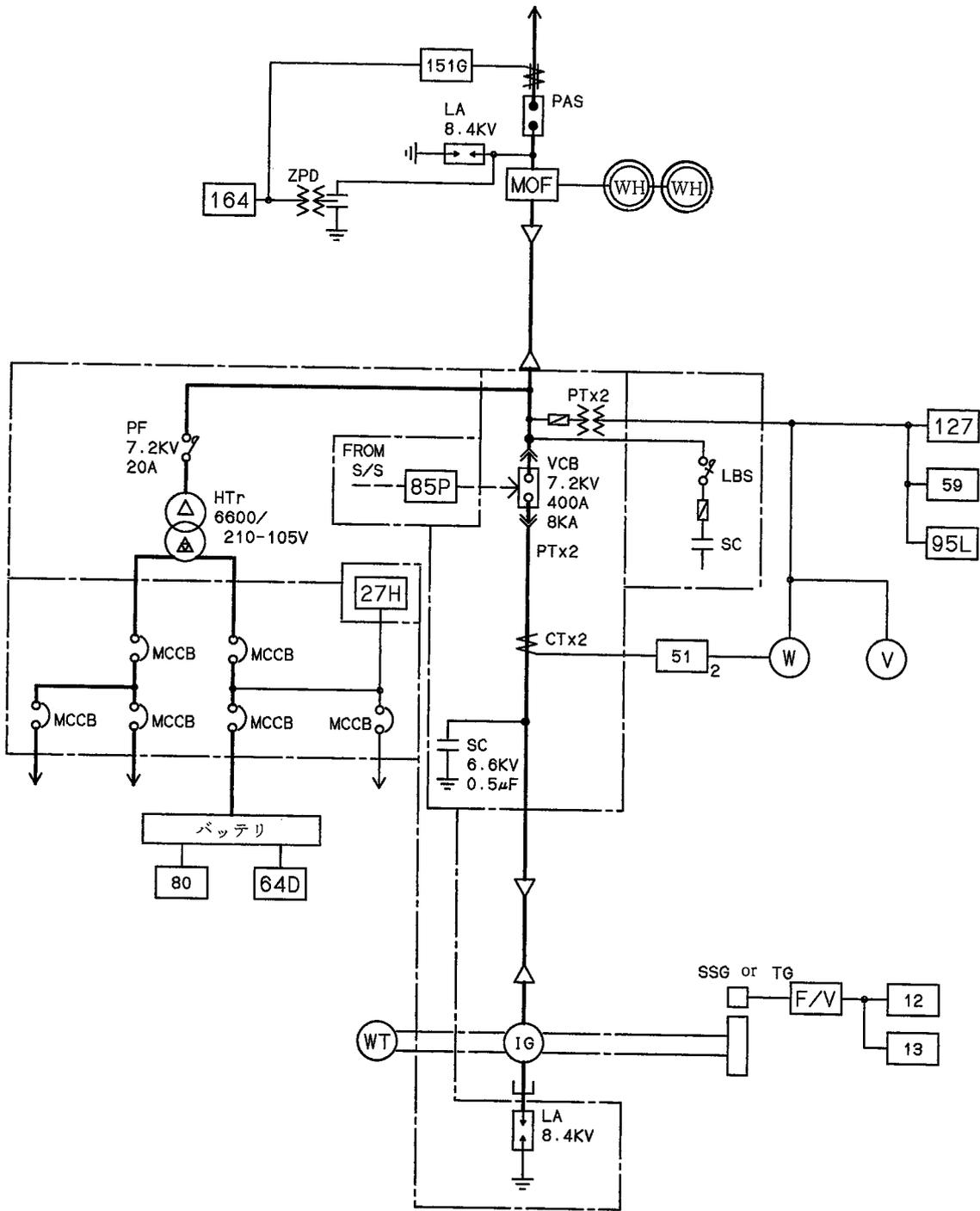
記号	機器名称	記号	機器名称
WT	水車	MCCB	配線用しゃ断器
SG	同期発電機	GPT	接地形計器用変圧器
IG	誘導発電機	ZPD	零相電圧検出コンデンサ形計器用変圧器
AC-EX	交流励磁機	LA	避雷器
SSG	速度検出器	PAS	柱上気中負荷開閉器
TG	回転計発電機	MOF	取引計器用変成器 (変圧変流器)
12	過速度継電器	WH	電力量計
13	同期速度継電器	151G	地絡過電流継電器
Ex. Tr	励磁電源変圧器	164 (64)	地絡過電圧継電器
AVR	自動電圧調整器	167S	短絡方向継電器
APFR	自動力率調整器	151 (51)	過電流継電器
SC	力率改善用コンデンサ	127	不足電圧継電器
HTr	所内用変圧器	95L	周波数継電器
PF	電力ヒューズ	59	過電圧継電器
VCB	真空しゃ断器	27H	所内不足電圧継電器
CT	変流器	80	直流不足電圧継電器
PT (VT)	計器用変圧器	64D	直流制御回路地絡継電器
W	電力計	85P	信号継電器 (転送しゃ断)
V	電圧計	S/S	電力会社変電所
15	自動揃速装置	M. C	電磁接触器
60	自動電圧平衡調整器	LBS	負荷開閉器
25	同期検出装置		



ケース① 図7. 1-1 単線接続図
同期発電機 (高圧) 主変圧器無し

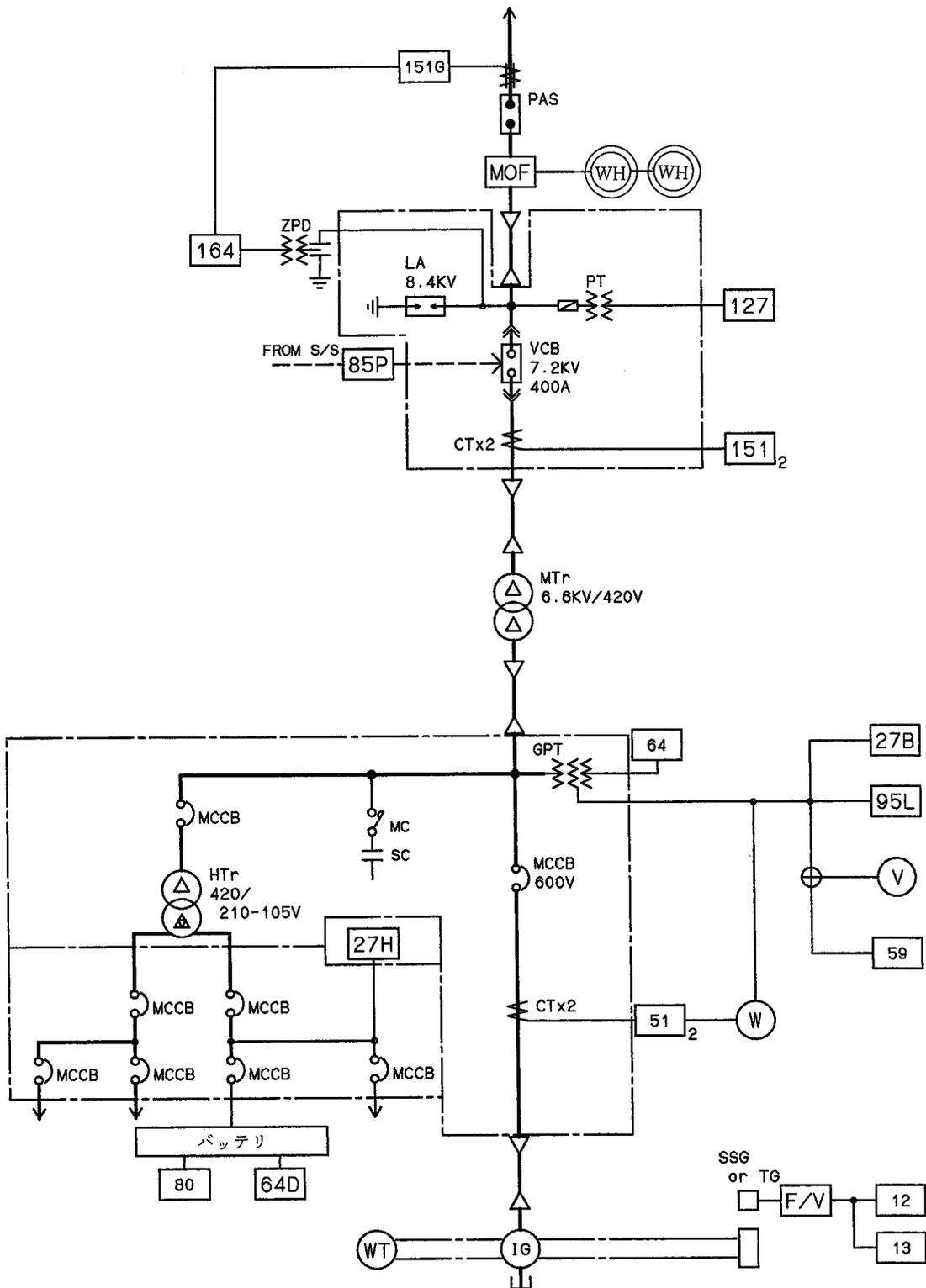


ケース② 図7. 1-2 単線接続図
同期発電機（低圧） 主変圧器有り



ケース③ 図7. 1-3 単線接続図

誘導発電機（高圧） 主変圧器無し



ケース④ 図7. 1-4 単線接続図

誘導発電機（低圧） 主変圧器有り

7. 1. 5 保護方式

発電所の安全運転のために電氣的、機械的故障に対して保護手段が講じられるが、保護方式の考え方及び項目は次のとおりである。

1) 停止及び故障表示

主機が小容量であり、非常停止時の主機回転速度の上昇及び外部故障時の再起動のための待機等考慮する必要がないので、主機の運転継続が困難な故障は全て非常停止（86-1）とし、並列用しゃ断器及び界磁開閉器の開放と同時に入口弁及びガイドベーンあるいはニードルは閉鎖する。

また同時に管理所への警報も行うこととし、技術員へ故障発生を通報することを考慮する。

又、発電所内の配電盤には集合故障表示器を設け、保守の便を図ると共に「コージェネガイドライン」による、電力会社と保護協調が可能な表7. 1-6に示す保護継電器を設置する。

2) 設置する保護継電器

表 7. 1 - 6 保護継電器一覧表

番号	継電器名称	器具番号	ケース別の設置の有無				略号
			ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	
1	地絡過電圧継電器	164	○	○	○	○	OVGR
2	地絡過電流継電器	151G	○	○	○	○	OCGR
3	交流不足電圧継電器	127	○	○	○	○	UVR
4	交流過電流継電器	151		○		○	OCR
5	方向短絡継電器	167S	○	○			DSR
6	信号継電器 (転送しゃ断)	85P	○	○	○	○	TTR
7	地絡過電圧継電器	64		○		○	OVGR
8	周波数低下継電器	95L	○	○	○	○	UFR
9	交流過電圧継電器	59	○	○	○	○	OVR
10	交流過電流継電器	51	○	○	○	○	OCR
11	交流不足電圧継電器	27H	○	○	○	○	UVR
12	直流不足電圧継電器	80	○	○	○	○	UVR
13	直流制御回路地絡 継電器	64D	○	○	○	○	GR
14	過速度	12	○	○	○	○	
15	軸受温度上昇	38-2	○	○	○	○	
16	電動サーボ故障	86DM	○	○	○	○	
17	水位低下	33HL	○	○	○	○	
18	自動制御故障	86C	○	○	○	○	
19	励磁装置重故障		○	○			
20	シーケンサー重故障		○	○	○	○	
21	火災	28F	○	○	○	○	

(注) 番号1から11まではコージェネガイドラインによる保護協調である。
その他の番号は所内保護である。

3) 保護項目

(1) 系統連系の保護協調

発電所の構内事故の保護として次の保護継電器を構内の保護協調を考慮した位置に設置する必要がある。

a. 過電流継電器 (151)

短絡事故時には、電力系統側から大きな短絡電流が流入するのでこれを検出して即時にしゃ断する。

所内送電線の短絡及び主変圧器及び所内側双方向の保護を行う。また発電機を含めた発電所内の短絡後備保護も行う。

なお、主変圧器無しの場合は、上記主保護は (51) による。

b. 地絡過電流継電器 (151G)

通常の地絡事故時には、電力系統側から地絡電流が流入するのでこれを検出して即時にしゃ断する。なお、方向性のある167Gは高価であるので、送電線引込部柱上気中負荷開閉器 (PAS) 付属の地絡過電流継電器 (151G) を用いる。なお、151Gは方向性を有しないため継電器作動時は送電線の点検とともに発電所内の点検も必要である。

c. 過電圧継電器 (59)

発電機の電圧制御系統等の異常により電圧上昇を生じた場合に、これを検出して時限を持ってしゃ断する。なお、発電機自体の保護装置によって検出・保護できる場合は省略する。

d. 不足電圧継電器 (127)

発電機及び所内配電線の異常により電圧低下を生じた場合、これを検出して時限を持ってしゃ断する。また系統短絡及び発電所所内短絡の後備保護を行う。

(2) 電力系統事故対策 (コージェネガイドラインによる)

電力系統における短絡、地絡事故時の保護は、次の継電器を発電所の送電端を含む保護協調をする必要がある。

a. 短絡事故対策

a) 方向短絡継電器 (167S) ……同期発電機の場合

同期発電機の場合には短絡事故時発電機側から電力系統へ短絡電流が及ばないように高速度の処理を行う。

b) 不足電圧継電器 (127) ……誘導発電機の場合

誘導発電機の場合、電力系統の事故時励磁電流の減衰に伴い、発電機電圧が低下する。これを検出ししゃ断する。

b. 地絡事故対策

a) 地絡過電圧継電器 (164)

発電機側から流出する地絡電流は少なく、151Gは不動作となる場合があるため164により地絡電圧を検出ししゃ断する。

c. 送電系統事故対策

a) 周波数低下 (95L)

電力会社送電線事故時周波数低下を検出して発電機を即時にしゃ断する。

b) 転送しゃ断装置 (85P)

電力会社変電所のしゃ断器が開放した場合、この信号を転送して発電所の送電用しゃ断器を即時にしゃ断するために設置する。

(3) その他事故対策

a 所内電源異常 (27H)

所内変圧器 2 次の不足電圧継電器によるもので、所内電源の低下は即主機に支障があり、直流電源電圧の低下もきたすので非常停止とする。

b 過速度 (12)

電力系統解列又は調速機故障時の水車、発電機の過速度を保護する。

c 軸受温度上昇 (38-2)

水車、発電機軸受の異常検出、保護を目的とし、計測も兼ね接点付ダイヤル温度計による。

d 電動サーボ故障 (86DM)

スピーダーレスガバナであるので、電動サーボは特に複雑な制御系を有しないが、次のものをまとめ一括故障とする。

① 操作電源電圧低下

② トルクスイッチ動作

③ サーマルリレー動作

e 水位低下 (33HL)

上水槽水位又はダム水位の低下により、水車の運転に支障を生じる場合は、水位を検出して保護する。

f 自動制御故障 (86C)

シーケンスコントローラ等自動制御部が故障した場合、運転の継続は困難であるので非常停止とする。

故障原因には①～③がある。

① シーケンスコントローラ電源異常

② シーケンスコントローラ単体故障

③ シーケンスコントローラ入力信号異常

g 直流制御電圧低下 (80)

500kW未満の発電所を対象とする電気設備技術基準では、「制御回路の電圧が著しく低下した場合」の管理所に警報する装置の施設を省略できている。しかし、機器の安全運転のため、この場合水車を自動的に停止させる。

h 直流回路地絡 (64D)

直流回路の地絡は即主機の運転に支障ないが、正負両極の接地に波及した場合、(80) 動作時と同様の危険があるので、保護の簡略化より非常停止とした。

以上をとりまとめた保護及び故障表示項目一覧表を表7. 1-7~8に示す。

4) 保護及び故障項目

(1) 重故障

表7. 1-7 重故障項目

故障項目	保護方式	警報	表示場所		器具番号	備考
			発電所	管理所		
送電線地絡過電流	非常停止	ベル	○	○ (一括表示)	151G	
送電線地絡過電圧		〃	○		164	
発電機母線地絡過電圧		〃	○		64	主変圧器有の場合
送電線不足電圧		〃	○		127	
送電線過電流		〃	○		151	
発電機過電流		〃	○		51	
方向短絡		〃	○		167S	同期発電機の場合
周波数低下		〃	○		95L	
過電圧		〃	○		59	
所内電源異常		〃	○		27H	
過速度		〃	○		12	
軸受温度上昇		〃	○		38-2	
電動サーボ故障		〃	○		86DM	
水位低下		〃	○		33HL	
自動制御故障		〃	○		86C	
直流制御電圧低下		〃	○		80	
直流回路地絡		〃	○		64D	
転送しゃ断		〃	○		85P	
励磁装置重故障		〃	○			同期発電機の場合
シーケンサー重故障	〃	○				
火災	〃	○		28F		

(2) 軽故障

表7. 1-8 軽故障項目

故障項目	保護方式	警報	表示場所		器具番号	備考
			発電所	管理所		
扉開	警報	ブザー	○	○	92PS	
起動・停止渋滞		〃	○	○	48	
主変圧器温度上昇		〃	○	○	26T	主変圧器有りの場合
励磁装置軽故障		〃	○	○		同期発電機の場合
弱点ピン折損		〃	○	○		必要な場合
AC回路MCCBトリップ		〃	○	○		
DC回路MCCBトリップ		〃	○	○		

7. 1. 6 運転方式

1) 運転準備

運転に先立ち必要な各補機を始動し、また必要な切換スイッチの切換を行う。

2) 運転条件

通常の発電設備として必要な運転条件の他、下記に示す条件が満たされている場合のみ運転する。

- (1) 水位が運転範囲にある。
- (2) 入口弁が全閉している。
- (3) ガイドベーンあるいはニードルが全閉している。
- (4) 保護継電器が動作していない。
- (5) 並列しゃ断器が開いている。

3) 運 転

主制御スイッチ（#1）は「起動-停止」の位置操作とし、（#1）を「運転」に操作すると運転状態に入る。

4) 普通停止

主制御スイッチ（#1）を「停止」に操作すると、主機は停止する。

5) 非常停止

非常停止保護装置の動作により、主機を停止する。

この時機器は次の動作を行う。

- (1) 並列用しゃ断器 開 放
- (2) 水車ガイドベーン 全 閉
- (3) 入 口 弁 全 閉

7. 2 単独運転方式（100kW未満）の場合の制御保護の標準方式

7. 2. 1 制御及び保護方式

監視方式は随時巡回方式とし、発電所は常時無人とする。

1) 運転の監視制御方式

随時巡回方式による監視制御の考え方は下記とする。

- (1) 発電所運用の為の制御所または専用の技術員駐在所は問わず、技術員は平常駐在している場所より出向く。
- (2) 発電所では水車、発電機等の機器と監視・制御を行う配電盤は同一床面に設置する。
- (3) 機器の運転・停止は発電所にて行なうものとし、故障の場合にはしゃ断器は自動的に開放するが、ガイドベーン固定及び入口弁省略のため主機は自動停止しない。よって、故障と同時に管理所への警報を発する。

故障表示は発電所内設置の配電盤面の集合故障表示器にまとめて表示する。

- (4) 水車のガイドベーンを固定する為、負荷調整はダミーロードにより行なう。
- (5) 遠方監視制御装置は設置しない。
- (6) 計測装置は発電所にのみ設置し、技術基準で要求される必要最小限とする。
- (7) 監視制御の各項目

単独運転方式での機器の運転に関する状態表示、計測、制御についての考え方を次に示す。

a. 状態表示項目（発電機盤取付）

運転（発電）表示は「白」ランプとする。

b. 計測装置（発電機盤取付）

計測項目は最小限のものとし、次の計測項目以外は除外する。

- a) 電力計
- b) 電圧計
- c) 周波数計
- d) 電力量計

上記、a) 及び b) については「電気設備に関する技術基準」に設置が義務付けられている。

c. 制御項目

機器の運転・停止は全て発電所で行ない、故障時には、配線用しゃ断器が自動開放する。電動入口弁の省略、ガイドベーンを固定し水車・発電機の停止は手動とするため、簡易通報装置等を考慮し管理所へ故障を通報する。

a) 運転、停止操作

操作は2段階とする。

以上を取りまとめた監視・制御項目を表7. 2-1に示す。

取付場所は全て発電機盤とする。

表 7. 2 - 1 監視・制御項目一覧表

区 分	項 目	備 考
状態表示	運 転	白色表示灯
計 測	発電機電力 " 電圧 " 周波数 発電電力量	
制 御	主機運転・停止	電気的な操作とし主機の停止は手動も可能とする。

2) 保護方式

発電所の安全運転のため電氣的、機械的故障に対して保護手段が講じられるが、単独運転方式での保護方式の考え方を次に示す。

ガイドベーンの固定及び入口弁の省略を標準とするため、下記解説の非常停止は電氣的(しゃ断器開放等)な意味であり、主機の停止は止水装置の手動操作による。

(1) 停止および故障警報

主機が小容量であるため、保護継電器が動作し主機の連続運転が困難な場合は全て非常停止(遮断器及び界磁開閉器の開放)とする。

また、同時に管理所への警報を行い、技術員へ故障の発生を通報する。

(2) 保護項目

a. 配電線地絡 (51G)

配電線及び所内の地絡保護を行なう。

b. 過電流 (51)

配電線、発電機及び所内の短絡及び過負荷保護を行なう。

c. 過電圧 (59)

電圧調整装置の故障保護を行なう。

単独運転の保護項目は以上3項目を標準とするが運用上で水位・流量等の低下の発生が予想され、また検出が不可能な場合は保護項目の追加を検討する必要がある。

以上、取りまとめた保護項目を表 7. 2 - 2 に示す。

表 7. 2 - 2 保護項目一覧表

No.	保護項目	器具番号	故障表示	備 考
1	配電線地絡	51G	○	
2	過電流	51	○	
3	過電圧	59	○	

7. 2. 2 単線接続図

単独運転方式の場合、次の2種類の単線接続図とする。

1) 種類

(1) 同期発電機のケース 図7. 2-1

(2) 誘導発電機のケース 図7. 2-2

上記2種類のケースについての考え方を示す。

2) 同期発電機のケースの考え方

(1) 初期励磁は直流電源によるが、長期停止期間がある発電所では永久磁石発電機を考慮する。

(2) 負荷調整はロードガバナにより行なう。

(3) 地絡検出のため、発電機の中性点は接地する。

3) 誘導発電機のケースの考え方

- (1) 単独運転のため励磁用コンデンサを設ける。
- (2) 負荷調整はロードガバナにより行なう。
- (3) 地絡検出のため、発電機の中性点は接地する。

記号	名称
SG	同期発電機
AC EX	交流励磁機
WT	水車
EX. Tr	励磁用変圧器
AVR	自動電圧調整装置
DL	ダミーロード
65	負荷調整装置
MCCB	配線用しゃ断器
51	過電流継電器
59	過電圧継電器
51 G	地絡過電流継電器
W	電力計
WH	電力量計
V	電圧計
F	周波数計
CT	計器用変流器
PT	計器用変圧器

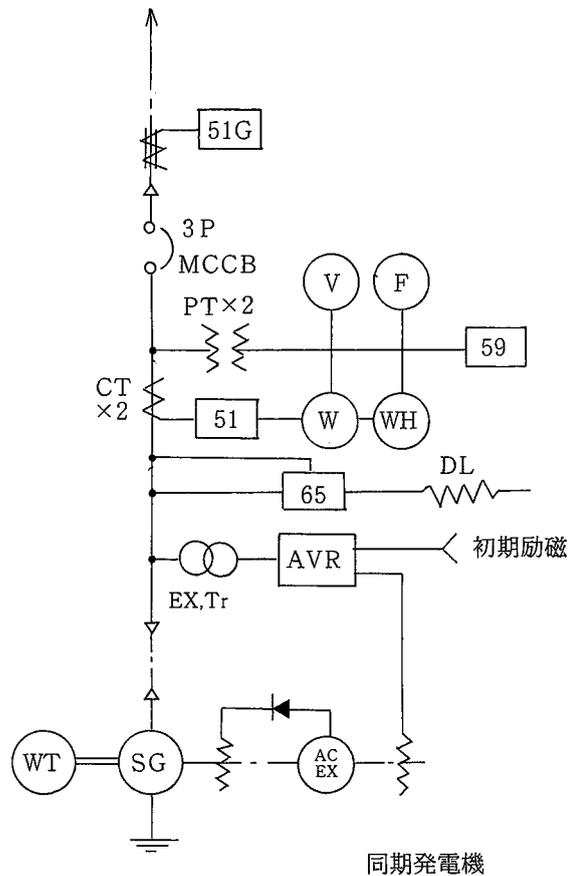


図 7. 2 - 1 単線結線図 (ケース 1)

記号	名称
I G	誘導発電機
W T	水車
C	励磁用コンデンサ
D L	ダミーロード
65	負荷調整装置
M C C B	配線用しゃ断器
51	過電流継電器
59	過電圧継電器
51 G	地絡過電流継電器
W	電力計
W H	電力量計
V	電圧計
F	周波数計
C T	計器用変流器
P T	計器用変圧器

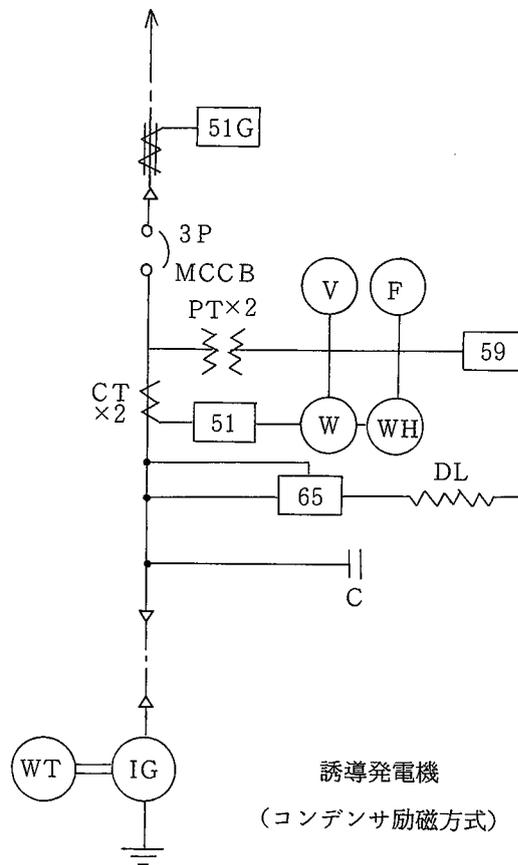


図 7. 2 - 2 単線結線図 (ケース 2)

7. 2. 3 負荷制御方式

単独運動方式では、系統接続方式で適用している周波数に応じてガイドベーンを変化させるための電動ガバナを持たず、ガイドベーンは固定とする為、電動ガバナのかわりに調整用負荷（ダミーロード）を使用したロードガバナによる負荷制御方式を適用する。

1) ロードガバナの回路構成

ロードガバナの回路構成を図 7. 2 - 3 に示す。

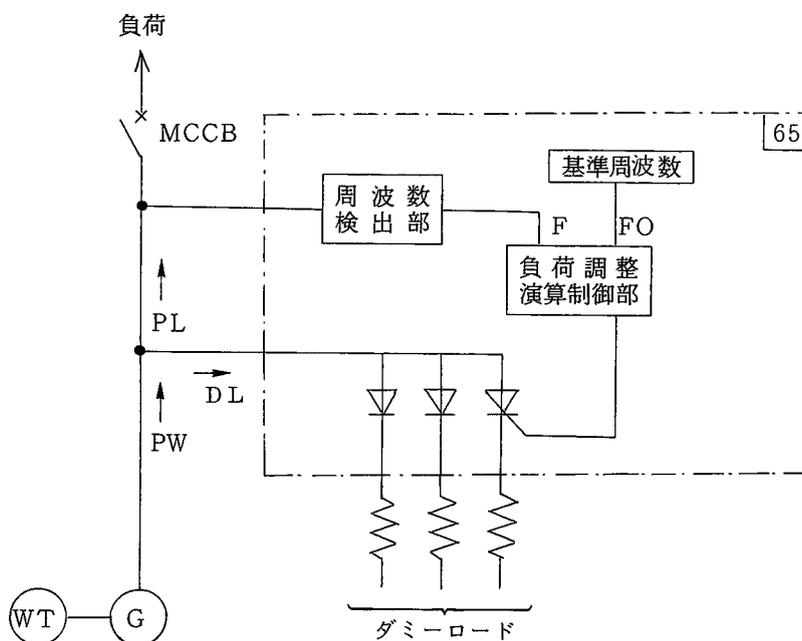


図7. 2-3 ロードガバナブロック線図

ダミーロードによる負荷制御方式は、発電機出力 (PW) と負荷容量 (PL) の差をダミーロード (DL) 給電するもので、 $PW = PL + DL$ となるように DL の容量をサイリスタにより可変制御する方式である。いま、負荷容量 (PL) が減少し $PW > PL + DL$ の変化が起きた場合、基準周波数 F_0 に対し発電機周波数 F が $F_0 < F$ となり周波数上がるため、 $F_0 = F$ となるよう DL を増加させる。

2) ダミーロードの容量

電動式入口弁、ガイドベーンを省略するため、負荷しゃ断時に水車発電機の回転上昇が起こらぬよう発電機容量と同一のダミーロード容量を持たせる。

なお、50kVAを越す発電機においてはダミーロードを分割し、サイリスター容量を減少し必要容量に見合った段階制御を行うことにより発電機枠番の増加を押える考慮をする。