UDC 621.311.22:665.5.01

出光興産・千葉製油所納入受発電設備

川崎工場火力部設計課　中島由嵩
綜合技術部制御企画第二課　横川純男
綜合技術部電力技術第一課　宗像克幸
綜合技術部電力技術第二課　長村正夫

Receiving Substation and Thermal Power Plant Delivered to Chiba Seiyujo of Idemitsu Kosan Co., Ltd.

Yoshitaka Nakajima
(Design Sect., Thermal Power Dep't., Kawasaki Works)
Nobuo Yokokawa
(Second Control Planning Sect., Central Technical Dep't.)
Katsuyuki Munakata
(Second Power Technical Sect., Central Technical Dep't.)
Masao Osamura
(First Power Technical Sect., Central Technical Dep't.)

Synopsis

The equipment has been installed for the electric power use and also process steam for the Chiba Oil Refinery Factory, the Goi District, Chiba Prefecture, erected by Idemitsu Kosan Co., Ltd.

The equipment consists of 2 banks of 3 phase 60 kV 6,000 kVA receiving transformer, 1 unit of 3,200 kW H.P.-back pressure turbine and 1 unit of 3,500 kW L.P.-extraction condensing turbine.

One of two receiving transformer banks is not yet completed, however the other equipment has been put in business operation since April 1963. We wish to introduce outline of the equipment as follows.

I. まえがき

本設備は出光興産が千葉県五井地区の海岸埋立地に建設した千葉製油所の電力ならびに工場蒸気供給用として設置されたものである。

製鉄所などの場合と同じく，製油所においても電力および工場蒸気の供給が一時たりとも停止するということは，工場の生産上に重大な支障を及ぼす．特にそれが新設工場の場合には万一のときにも既設設備にたよるわけにはいかないのでなおさらである．この点本設備では受電を2バンクにし，タービンも2台にする計画で，万全を期している。

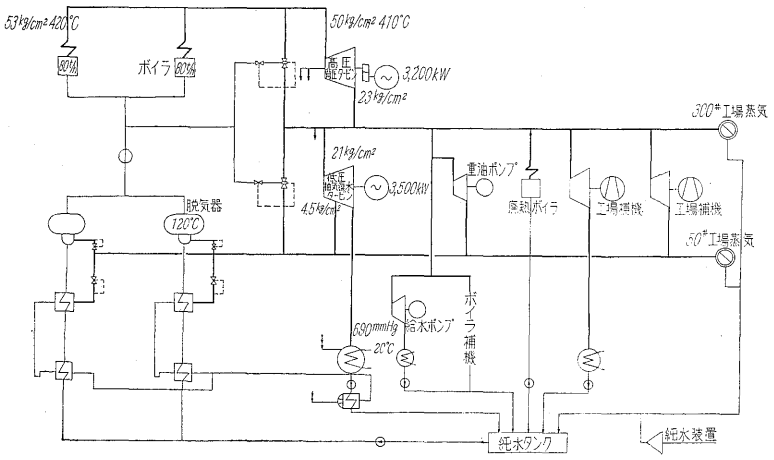
現在受電設備は1バンクのみ運転中で，あとの1バンクは将来増設する予定である．また現在計画中の追加設備もあるが，去る昭和 38 年4月タービン2基の官庁検査も無事終わり営業運転に入ったので以下本設備の紹介をする。

II. 設備概要

受電設備，発電設備ともに製油所用という特種事情により屋外式としている．これは建家の建設費節減という理由の他に，工場の性格上から万一好ましからざるガスが発生しても，そのガスのたまり得るような建造物をできるだけ減らそうという考慮に基づいているものである．そのため，たとえば1階タービン補機室についても周囲の壁は設けず，柱と天上すなわち2階のタービンフロアがあるのみである．

受電設備は 60 kV 6,000 kVA 1バンクが完成し運転中であるが，将来さらに1バンク増設する予定であり，その際には2バンクが並列運転可能な方式となっている．受電変圧器は電動自動電圧調整器付とし，さらに負荷時タップ切換装置のヤンセンスイッチ室の絶縁油を無停電で循環ろ過できる構造としている．また断路器としてはパンタグラフ形断路器を使用し，アルミパイプブスの使用とあいまって据付面積の縮小を計っている．もちろん屋外式であり，かつ海岸埋立地でもあるため，スプレー式とジェット式の両方を併用した活線注水洗浄装置を設備している。

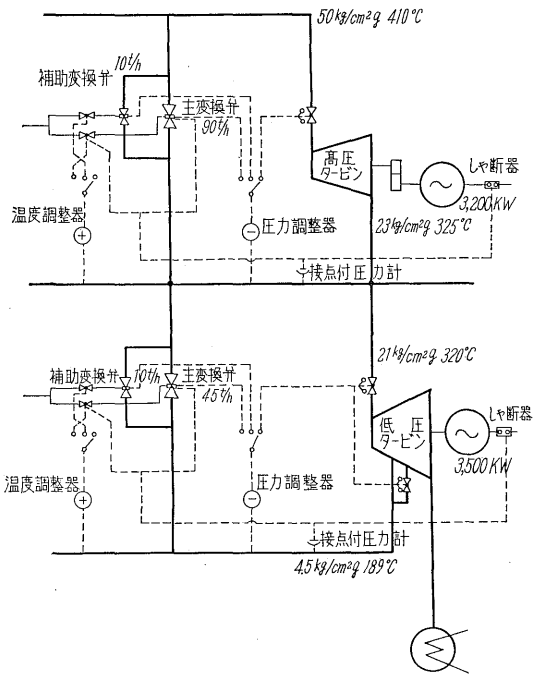
発電設備の熱系統図を第1図に示す．前述のような理由からタービンは高・低圧の2機とした．工場側負荷と



第1図 熱 流 線 図

Fig. 1. Heat flow diagram

しては電動機駆動の補機とタービン駆動の補機とがあり，それらの使用状況により所要電力と工場蒸気量が決まってくるわけであるが，季節により，その電力対蒸気量の割合が相当に変動し，かつ電力の増した時には蒸気は少なくてよいというプラントのバランス上からは好ましからざる方向に変化する．このため，上記に対処し，次のような種々の考慮がはらわれている．まず電力不足側に対しては低圧タービンを抽気復水形式とし，受電系統故障の際にも必要な電力を供給できるようにした．一方蒸気量不足に対しては高圧—中圧—低圧の各ライン間に蒸気変換弁を設け，必要な蒸気をタービンをバイパスさせて供給する．蒸気変換弁とは一つの弁で減圧と減温を

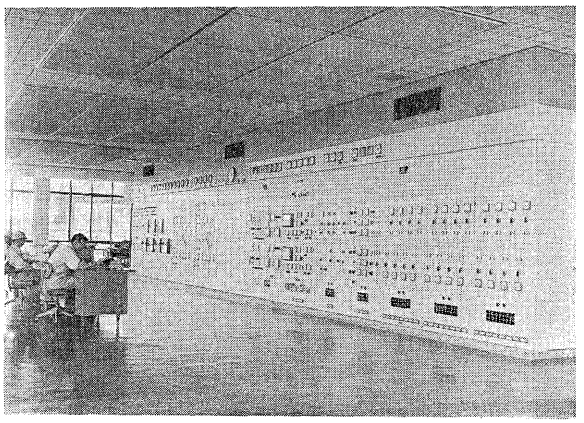


第2図 蒸気圧力制御系統図

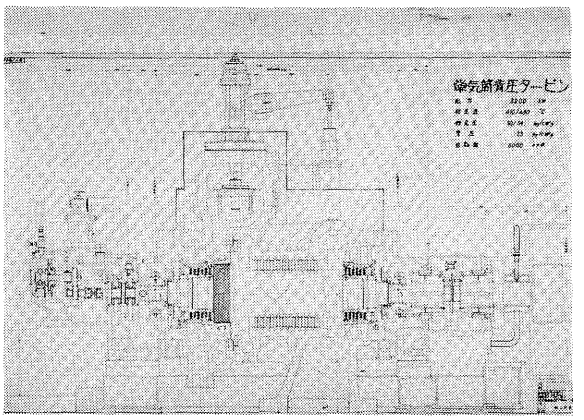
Fig. 2. Skeleton diagram of steam pressure control

同時に行なう特長ある弁であり，これについてはタービンの項にて詳述する．この蒸気変換弁とタービンとを組み合わせた圧力制御系統を第2図に示す．図からわかるように蒸気流量の微少な変化にも応じられるよう，高圧側，低圧側とも主蒸気変換弁と補助蒸気変換弁とから成っている．タービン制御弁も含めてこれらはそれぞれ手動でも制御できるが，自動運転に入れた場合には次のように動作する．すなわちまずタービン通過蒸気量が次第に増しタービン制御弁が全開してもなお背圧（または抽気圧）が下がるような場合には，タービン制御弁全開のリミット・スイッチ信号により自動的に補助蒸気変換が背圧（または抽気圧）を制御するよう動き出す．同様に補助蒸気変換弁が全開したら次の動作は主蒸気変換弁に移る．背圧（または抽気圧）が上昇し弁が閉じて行く状況の場合には上と全く逆の動作を行なう．また主蒸気変換弁には急速始動装置が付属している．これは故障時弁を急速に開くためのもので，普通制御用電動操作機に別途高出力の電動機を取り付け普通制御時の数倍～10倍位の速度で弁を開けるようにしたものである．この動作信号として本プラントでは発電機トリップの信号と背圧（または抽気圧）低圧の信号との両方で行なえるようにしているが，さらに弁の開きすぎを防ぐため背圧（または抽気圧）上昇の信号と限時継電器の設定との両方によって自動的に弁の開動作を停止するよう考えられている．なお蒸気変換弁を急速始動する場合には，それに見合わって注水弁も開ける必要があるので，その際には注水弁駆動電動機の極数を変えて動作を追じうさせている。

第3図は中央制御室である．左からボイラ，発電，受電，フイダの各制御盤を一列に並べてある．グラフィック形としてパネル上部および側面と建家との間をすべ囲てってあるためちょうど壁埋込形と同じことになり，き



第3図　中　央　制　御　室
Fig. 3.　Central control room



第4図　高圧背圧タービン断面図
Fig. 4.　Section of H.P.-back pressure turbine

わめて体裁のよいものとなっている。

III. タ　ー　ビ　ン

1. 高圧タービン

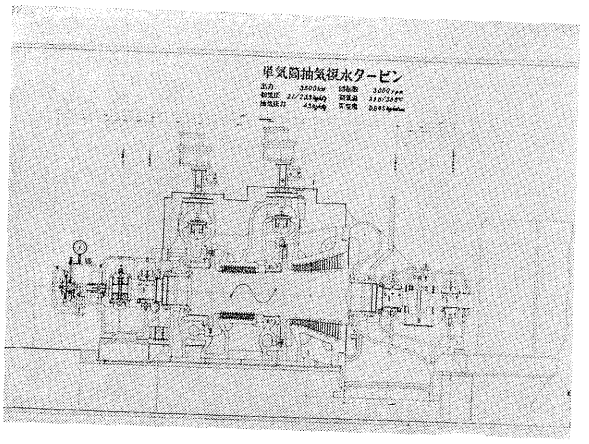
仕様は第1表に示すとおりである．タービンの回転速度は 5,000 rpm であり，減速歯車により 3,000 rpm に減速して発電機を駆動している．車軸危険速度は 7,030 rpm で回転速度より 41% 上にとってある剛性軸となっている．タービンの初蒸気は 60 kg/cm²g，420℃ の高圧蒸気管よりとり，排気は 25.5 kg/cm²g，380℃ の中圧蒸気管と結ばれ，この中圧蒸気管が低圧タービンの初蒸気となっている．2基のボイラに対応して，高圧蒸気管はタービン入口止め弁まで2系列となっている．タービンの断面図を第4図に示す．背圧は電動の背圧制御用サーボモータにより 23 kg/cm²g±0.5 kg/cm² の範囲で設定し，一定に保たれるようになっている。

第1表　タ　ー　ビ　ン　仕　様
Table 1.　Specification of turbine

項目		高圧タービン	低圧タービン
タービン	形式	反動単気筒背圧	反動単気筒抽気復水
	台数	1	1
	出力(発電機端)	3,200 kW	3,500 kW
	初蒸気圧力(定格)	50 kg/cm²g	21 kg/cm²g
	(最大連続)	54 kg/cm²g	23.5 kg/cm²g
	初蒸気温度(定格)	410℃	320℃
	(最大連続)	450℃	380℃
	抽気圧力	—	4.5 kg/cm²g
	背圧または真空度	23 kg/cm²g	690 mmHg
	回転速度	5,000 rpm	3,000 rpm
	車軸危険速度	7,030 rpm	4,440 rpm
復水器	形式		表面復水式4折流形
	台数		1
	処理蒸気量		14.6 t/h
	冷却面積		370 m²
	冷却水		海水
	冷却水温度(標準)		20℃
	(最高)		30℃
	冷却水量		700 m³/h
減速歯車	形式	ダブルヘリカル式	
	台数	1	
	回転速度(高速側)	5,000 rpm	
	(低速側)	3,000 rpm	

2. 低圧タービン

仕様は第1表に示すとおりである．タービンと発電機は直結されており，回転速度は 3,000 rpm である．車軸危険速度は 4,440 rpm で回転速度より 48% 上にとってある剛性軸となっている．タービンの初蒸気は 25.5 kg/cm²g，380 ℃ の中圧蒸気管よりとり，抽気は 4.9 kg/cm²g，285℃ の低圧蒸気管に結ばれている．抽気量



第5図　低圧抽気復水タービン断面図
Fig. 5.　Section of L.P.-extraction condensing turbine

の最大は40t/hであり，このときの高圧部流量は53 t/h，低圧部流量は 13 t/h となっており，高圧部流量に比し低圧部流量が非常に少ないが，1台の制御器によって入口制御弁（高圧部制御弁）と抽気制御弁（低圧部制御弁）を所要の関係で開閉して，出力一定にして抽気量を変化，あるいは抽気量一定にして出力を変化できるようになっている．タービン断面図を第5図に示す。

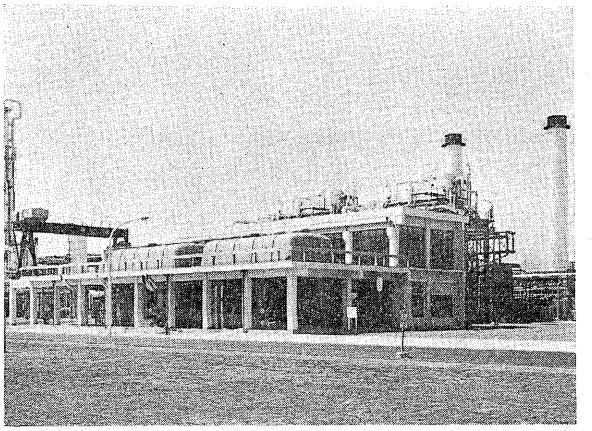
復水器は表面復水式の4折流であり，水室は特に腐食を考慮して，SB 42 B を母材としABPをクラッド材としたアームスブロンズ合板による溶接構造となっている．復水器内圧上昇に対しては，水封式の逃し弁を設けてある。

3. タービンの配置

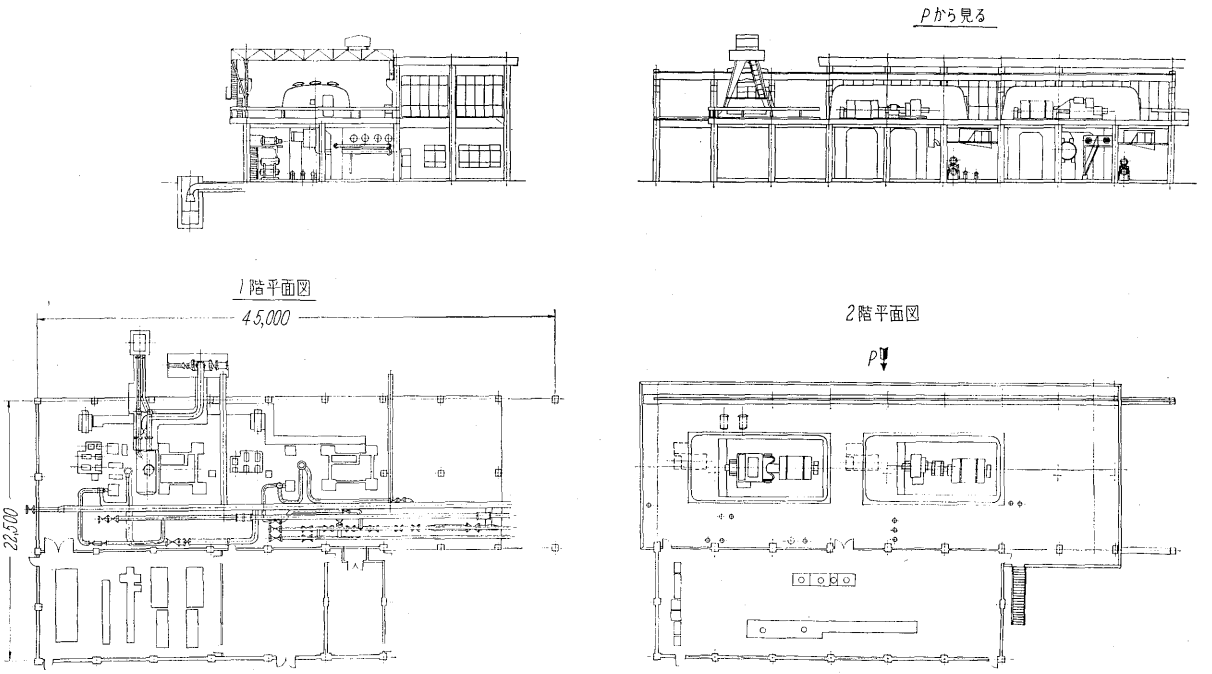
高圧タービンおよび低圧タービンの仕様は先に述べたとおりであるが，このタービン設備の特長は屋外式となっていることである．当社では先にやはり出光興産・徳山製油所に屋外式の3,400 kW 背圧タービン設備を納入しているが[1]，今回納入したタービンもこれと同形式のものである．第6図のタービン設備全景からわかるように，高圧タービンおよび低圧タービンは，それぞれ耐候性を有するタービンケース内に収められている．第6図において向って左側が高圧タービン，右側が低圧タービンである．タービンケースおよびケース内のタービン発電機の配置は第7図タービン室配置図に示すとおりである．タービンの始動停止の際にはタービンケースの内部に入って操作を行なうという点では，タービンケースの外側から操作を行なうところの一般にいう屋外式タービンとは異なっているものである．このためタービンケース内には比較的広いスペースをとっており，タービンケース内面には吸音材を取り付け騒音を吸収し，換気のためタービンケースの天井には換気ファンを設けてある。

なお当社は引続き出光興産・徳山石油化学工場向けに5,750 kW 抽気復水タービンのご注文を受けており，同じくこれを屋外式タービン設備として計画，鋭意製作中である。

4. 蒸気変換弁



第6図 タービン設備全景
Fig. 6. General view of turbine equipments



第7図 タービン室配置図
Fig. 7. Arrangement in turbine room

第2表　蒸気変換弁仕様
Table 2. Specification of steam converting valve

	高圧蒸気変換弁		低圧蒸気変換弁	
	主	補助	主	補助
蒸気流量最大 (t/h)	90	10	45	10
一次側蒸気圧力 (kg/cm²g)	45～53		21.5～27.5	
温度 (℃)	380～450		290～390	
二次側蒸気圧力 (kg/cm²g)	22～24		3～4	
温度 (℃)	300～350		150～200	
口径	10B	3B	10B	4B
注水圧力 (kg/cm²g)	65			
温度 (℃)	120			

蒸気変換弁とは一つの弁において，蒸気の減圧と減温を同時に行なう弁である．構造的には減圧弁において，最小断面よりわずか上流側において冷却水を注入し，蒸気と冷却水との速度差によって冷却水を微細化し，瞬間に蒸発させて蒸気を減温するものであり，その動作の即応性と占有空間の小さいことなどの特長を有している弁である．本発電設備においては工場用蒸気確保のため高圧低圧各一組ずつの蒸気変換設備を有している（第2図参照）．すなわち高圧蒸気管と中圧蒸気管との間に主および補助各1台，計2台で1組の高圧蒸気変換弁をおき，中圧蒸気管と低圧蒸気管との間にもやはり主および補助各1台，計2台で1組の低圧蒸気変換を設けてある．これら4台の蒸気変換弁の仕様は第2表に示すとおりである。

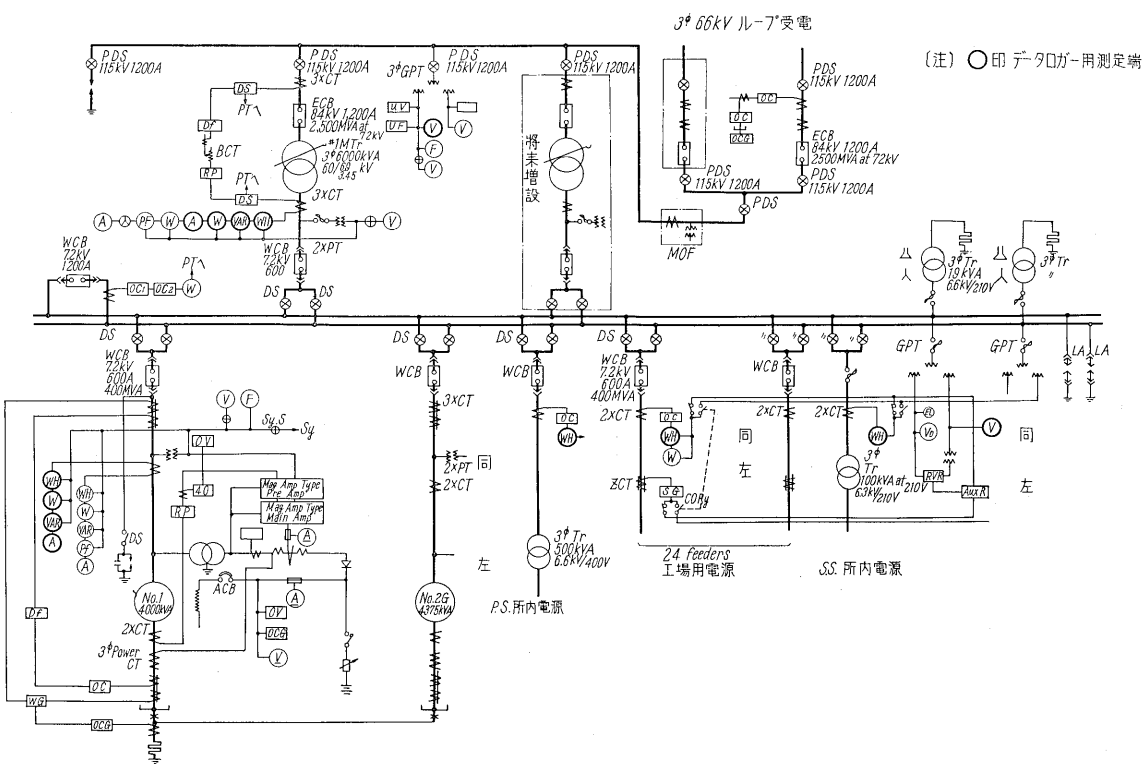
IV. 受電設備

受電設備の特長について次に説明する．単線結線図は第8図に，機器配置図は第9図に示す。

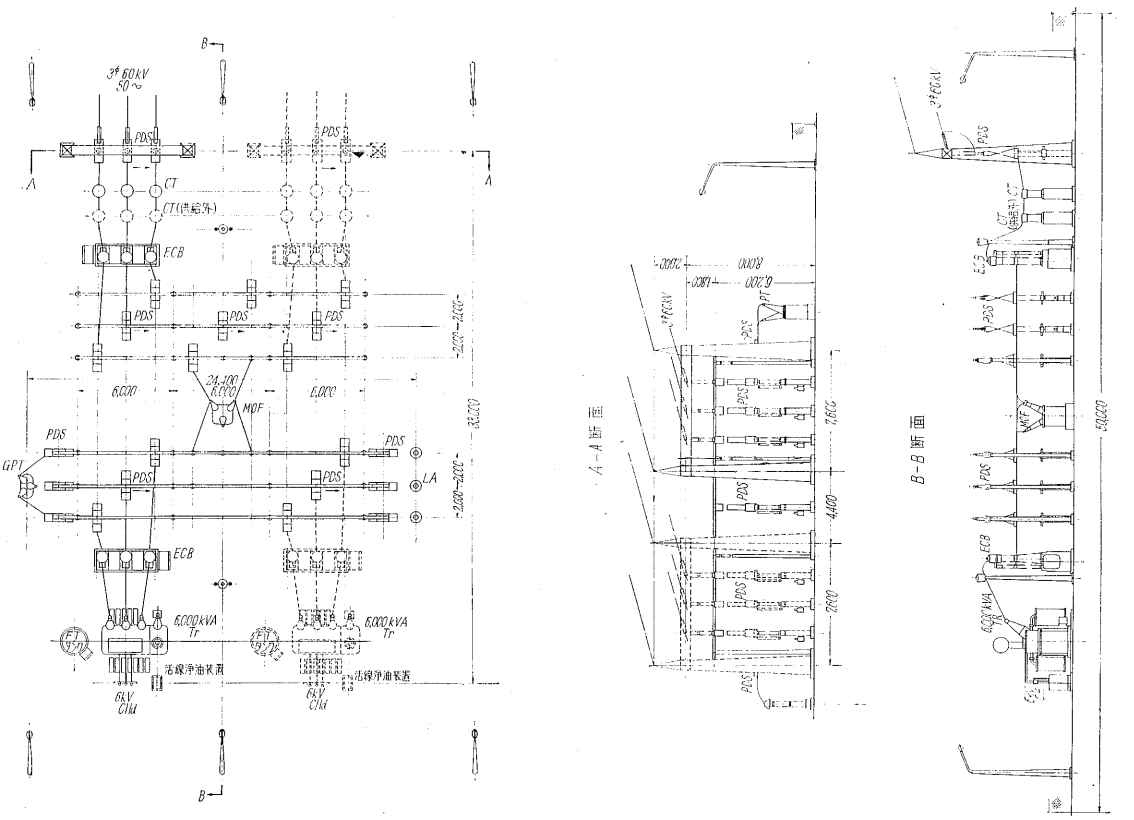
1. 電圧調整

受電電圧の変動および負荷の軽重による電圧変動を吸収して，工場電源電圧を一定に保つために受電用変圧器は負荷時タップ切換装置付とした．すなわち変圧器一次側中性点に最高 66 kV から最低 57 kV まで 1,500 V タップステップで7タップを設け，この範囲の電圧調整を可能なものとした．また電圧の制御は電動操作機構によって，自動電圧調整継電器を使用し，自動的に電動操作できるとともに手動の場合は遠方，直接いずれでも運転可能なものとした．さらに将来の1バンク増設も考慮して2バンク並列運転可能な方式とした。

負荷時タップ切換装置自体としては，変圧器タンクに



第8図　単線結線図
Fig. 8. Skeleton diagram

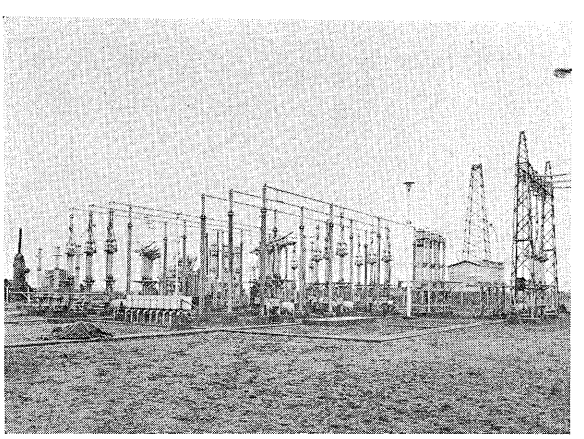


第 9 図　60 kV 受電設備機器配置図
Fig. 9.　Layout in 60 kV receiving equipment

ヤンセンスイッチ室を内蔵させたいわゆる埋込形ヤンセンスイッチを採用しているので，外部に高電位部分が露出せず，輸送時にも取りはずす必要がないため信頼度の高いものとなっている．さらにヤンセンスイッチ室に活線浄油装置を付属させてヤンセンスイッチ室の絶縁油を無停電で循環沪過できる構造としている。

2. スペースの縮小および鉄構の削減

受電設備の全景を第 10 図に示す。



第 10 図　60 kV 受電設備全景
Fig. 10.　General view of 60 kV receiving substation

変電所の所要スペースは使用する断路器の構造によって異なってくるものであり．また注水洗浄を行なう場合にはその費用の増減が左右され，鉄構の設備費用にも影響するものである．この点から本受電設備では 60 kV 断路器にはパンタグラフ形断路器を，単一母線の母線用にはアルミパイプブスを採用することによって，据付スペースを縮小するとともに，架線用鉄構は受電線引込口の門形鉄構だけに削減することができた．パンタグラフ形断路器は水平 2 点切形あるいは縦切形断路器とは異なる独特の構造によって，がいしの数が少なくなるので，鉄構架台を設ける必要はなく 1 相につき 10 in のガス管 1 本を支持柱として使用するにとどまった．またパンダグラフ形断路器は各相が単独で設置できるため，母線の直下に配置してスペースを有効に利用できた．さらに構造的には開路時に機構部が完全に無電圧状態になるため保守点検に便利な利点もある．ただし富士パンタグラフ形断路器の場合は，一般に固定接触子を母線からつり下げる構造の縦切断路器に生じる風圧により導体が横振れを起こして投入しにくいという問題に対してもはさみ形接触子を採用して解決されているが，本設備では母線にアルミパイプを使用するので，この問題は無い．またパイ

プブスの場合はテンションブスのように導体を張るために鉄構を設ける必要はなく，今回はパイプ支持には 8in のガス管と支持がいしを使用することで，充分目的を達することができた．このことは本設備の敷地のように海岸の埋め立て地などの地盤の比較的弱いところでは，鉄構の削減による重量の軽量化によって基礎費用を安くできる点でも有利である．アルミパイプブスの仕様を第3表に示す．パイプブスには銅パイプ，アルミパイプの二つが考えられるが，アルミパイプは銅パイプに比して導体の費用および支持金具，分岐金具などの付属品の費用は半分以下で済み，アルミ溶接のための工事費が高価になるのを計算に入れてもなお安価であるのと，パンタグラフ形断路器の採用とを考慮してアルミパイプブスを使用している．なお，アルミパイプブスのスパンは機器の配置から決まってしまうので寸法は機械的強度から決定されるのが普通であり，本設備でも平常の導体自体のたわみ量，台風襲来時の風圧，短絡による電磁力の総合力を計算して決めている。

第3表　アルミパイプブスの仕様

Table 3. Specification of aluminium pipe bus

母線間隔	2 m
スパン	6 m
使用パイプ	耐食アルミニウム合金管
寸法	外径 88 mm×内径 77 mm×肉厚 5.5 mm
接続方法	溶接ならびに締付

3. 塩じん害対策

本受電設備は東京湾に隣接した敷地にあるため塩害と砂じん害が甚しいので，これに対処するため 60 kV 側機器はすべて絶縁階級を1階級以上上げるとともに，活線注水洗浄装置を設備して，がいしの水洗を行なう方法をとった．本装置はスプレーとジェットの両方式を併用したもので，平常はスプレー式により機器のがいしおよび支持がいしに対して固定ヘッドを設備して自動弁の開閉によって自動的に洗浄を行ない，台風襲来時などにスプレー式の補助としてジェット式を使用しモニタノズルを操作することによって洗浄を行なうものである．また自動弁の開閉は主配電盤室に設置した専用の遠隔操作盤によって操作できるものとした．また機器の気密は注水時の水圧にも充分耐える構造としている．なお 6 kV 側はすべて屋外用メタルクラッド方式として，塩じん害の被害を受けないものとするとともに，スペースの縮小化，工事費の節約，保守の簡便さを図っている。

V. 制御継電装置

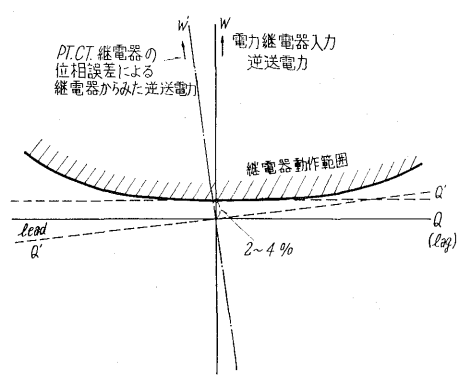
本プラントの受電設備と自家発電設備の運用上の大きな問題は，系統短絡事故，系統停電事故，受変電関係事故などに対してすみやかな系統分離，事故分離によって自家発電による保安電力を確保することである．また工場負荷と受電電力量，発電機出力との電力バランスは高圧，低圧タービンの蒸気系変動，負荷変動などのある条件下においては系統のサイクル変動により所定値からはずれ，系統への逆送電の問題などが上げられる．さらに 6 kV 工場フィーダの ケーブル 対地容量が大きくなるために，故障地絡検出も大きな課題となる。

これら諸問題に関する制御装置，継電方式について良好な結果が得られたのでその概要をのべる。

1. 系統分離

自家発電が系統と並列運転時，系統事故，受変電所の事故に対して，6 kV フィーダ母線は二重母線とし，一方を受電，他方を自家発電母線とし，保安電力負荷は発電機出力に見合わって後者に接続し，両母線の母線連絡しゃ断器により，系統分離と自家発電の負荷との電力バランスを行なわせている．その分離指令は系統停電時の発電機の過負荷による周波数低下を検出する瞬時形不足周波数継電器 UFR 2 PF（48～50%）の動作を主とし，さらに受電変圧器まわりのしゃ断器の故障トリップ接点によって行なわれる。

また並列時，負荷急変，系統停電（外部に負荷を有する場合）により自家発電の系統への逆送電が生じる場合があるので，これに対しては高感度電流抑制付電力継電器 WJ 3 PF（5A，110V 入力に対して整定値は 2～4%）が設けられ，この動作接点がやはり母線連絡しゃ断器を開放させる．電流抑制付とした埋由は第 11 図の



第 11 図　電流抑制付逆送電力保護継電器動作特性

Fig. 11. Characteristic of reverse power protection relay with current restrain

ように PT，CT，さらに電力継電器の総合した位相誤差が数度でも，継電器電流入力が無効電流の流入流出によって誤動作することが考えられるので，これを防止するためである。

60 kV π 受電端の母線保護は系統側のパイロット保護装置とともに π 回路差電流を用いた高速度簡易インピーダンス継電器（瞬時形高速度過電流，および同じく不足電圧要素を含む）を設けて，60 kV 受電回路の母線保護を確実にしている。

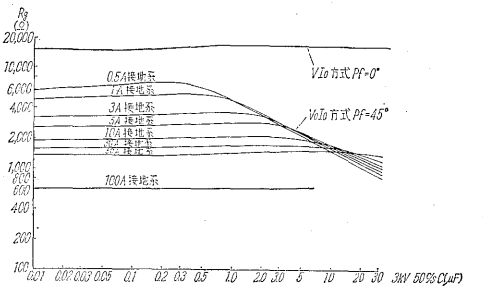
なお，ボイラ発生蒸気量の有効利用を考えれば，それに応じて受電電力量が減少する．

このような時に抽気復水タービンの速度調定率が 3～5%であるのに対して，系統周波数低下が 0.4 サイクル程度であれば逆電力継電器が動作し得る場合がある．これを避けかつ，ボイラ発生蒸気量有効利用を目的として，受電電力量を一定値以上に制御すべく自動電力制御装置を計画検討中である。

2. 接 地 保 護

6 kV フィーダ地絡故障に対しては，地絡点アークによる工場内浮遊ガスの引火などの特殊事情のため，確実かつ高感度の選択地絡保護が必要となった．さらにフィーダのケーブル全対地容量 C_0 が三相一括 12 μF にもおよぶため，従来の選択接地継電器入力が零相電圧 V_0 と零相電流 I_0 なる方式，地絡継電器の電流電圧入力をそれぞれ零相電流 I_0 と地絡によって変化しない各相電圧とGPT三次のそれぞれ対応した相電圧の大きさを比較する電圧比率継電器によって故障相を選別検出し，地絡相からみて 30° 進み線間電圧を印加する方式では感度が望めない．その理由は地絡時の等価回路からわかるように C_0 が大となると，地絡点抵抗 R_g を固定すれば零相電圧は C_0 によって決まるので，前記2方式ともにその零相電圧の最小動作値を決めれば最大検出地絡点抵抗値は C_0 により左右されることになる．すなわち C_0 が大きくなると感度は低下する．以上の問題を解決し，高感度でかつ確実な動作を目的とする選択地絡検出継電装置を開発し，本プラントに採用すべく検討中であるがその概要を述べる。

選択地絡継電器の入力としては零相電流 I_0 と地絡相からみて 30° 進み線間電圧を切り換え印加する方式で，故障地絡相選別継電器として，3個の高感度電力継電器を各相に設け，その電圧入力には地絡によって変位しない相電圧（GPT 二次から，補助変成器のY－△変換結線により得られる）を印加し，電流入力には抵抗およびコンデンサを介して零相電圧に比例した電流を印加する．ただし抵抗およびコンデンサの大きさは零相電圧 $-\dot{V}_0$ ベクトルに応じて決め，入力電流位相を地絡相に近ずける．また零相電圧が一定値を越した場合，コンデンサ両端に電圧リミッタ回路を設け，電流ベクトルのコンデンサによる進み効果を電圧に応じて低下させ，地絡相からみて 120° 進み相の地絡相選別継電器の誤動作を防ぐ。



第 12 図　3 kV 50% 系の地絡検出感度曲線

Fig. 12. Sencible characteristics of earth fault protection relay at 3 kV 50% system

以上の方法で，故障地絡相選別において微地絡故障範囲では高感度，完全地絡故障範囲では接点インターロックなしに誤動作を避けることができる．第 12 図は中性点接地電流値をパラメータに系統対地容量 C_0 に対する選択接地検出継電装置の $V_0 I_0$ 方式と前述の方式の検出感度の計算値を示したものである。

3. 発電機自動電圧調整装置

本プラントの発電機は可動部，接触部のないOH式自励装置を採用し，その速応励磁特性と相まって，全磁気増幅器形自動電圧調整装置を有し，安定な運転を続けている．特に自家発電の系統との並列運転から単独運転への切換が系統事故などの要因により突発的に行なわれても自動電圧調整器の動作特性を無接点で切り換え応動するよう考慮されている．すなわち，系統と並列運転中は，系統電圧変動が一定値以内ですれば，無効電力検出感度が高くいわゆる自動力率調整器特性とし，このままの状態で並列から単独に移行しても，単独負荷総合力率と発電機設定力率との差が一定値以内ならば，並列中に想定した系統電圧変動量と同じ変動範囲に押えることができる．単独時負荷総合力率が一定値を越しても電圧の異常上昇，降下を抑制するよう，電圧調定率を前者に比較して小さく設定できるようになっている．これは発電機を含めた励磁系の無効電力に対する電圧調定率に折線特性を持たせたことによる。（富士時報第 35 巻第 12 号昭和 37 年自家用火力発電所の制御方式参照）

このほか，自動電圧調整器は kVA 制限部，過電流防

止回路を含んでおり，前述の動作特性と相まって，安定な運転を続けている。

VI. データロガ

最近工場プラント，火力発電所などでは集中監視自動データロガが設置され，その保守運用面に多大な貢献をなしているが，本プラントにおいても，富士通と協力製作したFIDAP 100 A形集中監視自動データロガが設置され，受変電設備，および自家発電設備の電力，電圧，電流，温度などの自動作表と上下限警報の役目を果している．本データロガは高信頼度のトランジスタ方式を採用しており．また電子回路部はほとんどすべて標準化されたそう入式プリント板にて構成されて保守点検が容易

第4表　データロガ作表項目一覧表

Table 4. List of data logger

A．アナログ量

No.	測定点	目盛	警報設定値
1	60 kV 受電電圧	0～90 kV	なし
2	1号受電変圧器二次電流	0～600A	なし
3	2号受電変圧器二次電流	0～600A	なし
4	1号受電変圧器電力	0～6MW	なし
5	2号受電変圧器電力	0～6MW	なし
6	受電変圧器電力合計(4+5)	0～12MW	なし
7	1号受電変圧器電力無効電力	0～6 MVr	なし
8	2号受電変圧器電力無効電力	0～6 MVr	なし
9	6 kV 甲母線電圧	0～9 kV	なし
10	6 kV 乙母線電圧	0～9 kV	なし
11	1号発電機電流	0～500A	なし
12	2号発電機電流	0～500A	なし
13	1号発電機電力	0～5MW	なし
14	2号発電機電力	0～5MW	なし
15	発電機電力合計(13+14)	0～10MW	なし
16	1号発電機電力無効電力	0～5 MVr	なし
17	2号発電機電力無効電力	0～5 MVr	なし
18	受発電電力合計（6+15）	0～22MW	なし
19	トップタービンスラスト軸受前部温度	0～120℃	65℃
20	トップタービンスラスト軸受後部温度	0～120℃	65℃
21	トップタービン前部主軸受温度	0～120℃	65℃
22	トップタービン後部主軸受温度	0～120℃	65℃
23	トップタービン減速歯車排油温度	0～120℃	65℃
24	1号発電機前部軸受温度	0～120℃	65℃
25	1号発電機後部軸受温度	0～120℃	65℃
26	1号発電機冷却風入口温度	0～120℃	40℃
27	1号発電機冷却風出口温度	0～120℃	70℃
28	1号発電機固定子巻線(U)温度	0～120℃	120℃
29	1号発電機固定子巻線(V)温度	0～120℃	120℃
30	1号発電機固定子巻線(W)温度	0～120℃	120℃
31	ベースタービンスラスト軸受前部温度	0～120℃	65℃
32	ベースタービンスラスト軸受後部温度	0～120℃	65℃
33	ベースタービン前部主軸受温度	0～120℃	65℃
34	ベースタービン後部主軸受温度	0～120℃	65℃
35	2号発電機前部軸受温度	0～120℃	65℃
36	2号発電機後部軸受温度	0～120℃	65℃
37	2号発電機冷却風入口温度	0～120℃	40℃
38	2号発電機冷却風出口温度	0～120℃	70℃
39	2号発電機固定子巻線(U)温度	0～120℃	120℃
40	2号発電機固定子巻線(V)温度	0～120℃	120℃
41	2号発電機固定子巻線(W)温度	0～120℃	120℃

B．ディジタル量

No.	測定点	変成比	電力量(1hr)	パルス数(1hr)
1	1号受電変圧器積算電力	PT：6.6−3.3 kV /110V CT：600/5A	3.43MWH 6.86MWH	
2	2号受電変圧器積算電力	同上，ただし将来使用する		
3	受電変圧器積算電力合計(1+2)	—	—	—
4	1号発電機積算電力	PT6.6 kV / 110V CT 500/5A	5.7MWH	200
5	2号発電機積算電力	同上		
6	発電機積算電力(4+5)	—	—	—
7	受発電積算電力(3+6)	—	—	—
8～28	送電線積算電力	PT6.6 kV / 110V CT300−150/5A	1,710 kW H 3,430 kW H	
29～43	予備（積算電力）			
44～47	コンデンサ回路積算無効電力	PT：6.6 kV / 110V CT：150/5A	1,710 kVr	
48	所内変圧器積算電力（火力発電用）	PT：6.6 kV / 110V CT：300/5A	3,430 kW H	200

に行なえるようになっている．また警報装置は各アナログ量をそれぞれ基準値と比較しつつ，一定時限間隔で走査され上下限を越した場合は警報し，かつ異常値の印字を行なわせるようになっている。

本装置の主仕様項目は次のとおりである。

電　圧　入　力	44 点
接点入力(積算入力)	31 点
計　　算	6
走　査　速　度	0.6 sec/チャンネル
プ　リ　ン　タ	2 台

なおロガの作表項目は第4表に示す。

VII. む　す　び

以上で本設備の紹介を終わる．自家用受電設備または発電設備を計画する際の一つの重要なポイントは，その両者の関連および運用上の問題であると思う．本文ではこの点に重点を置き述べたつもりである．以上が個々の設備とともに自家用受発電設備計画に際して関係各位のご参考になれば幸いである。

終わりに本設備の計画ならびに製作にあたって種々ご協力いただいた出光興産の関係各位に深く感謝の意を表する。

参考文献

(1) 中島：出光興産・徳山製油所納入背圧式蒸気タービン
富士時報 **34** No.11 28～30（昭 36）
(2) 大森・野々村：新形断路器の特長
富士時報 **36** No.4 25（昭 38）

発明の紹介

盤状巻線変圧器の静電しゃへい装置

（登録第 511895 号）

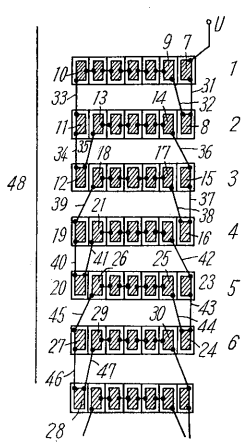
サージ電圧侵入の際の変圧器巻線内における初期電位分布は，巻線の対地静電容量と相互間直列静電容量との比で定まり，巻線のサージ電圧侵入端子の近くに特に急しゅんな電位傾度を生じ，巻線の絶縁をそこなうおそれがあります．これを防止するために，特別なしゃへい導体を変圧器巻線に配置するなどの手段をとっております．しかしながらこのしゃへい導体の使用により変圧器が高価となり，またアンペア回数の不均衡が生ずるという難点があります。

本考案は，このような特別なしゃへい導体を用いることなく，変圧器巻線自体の特別な接続構成により，従来のものと同様な静電しゃへい効果を達するようにしたものであります。

本考案を図について説明しますと，1～6 は鉄心 48 に沿って配置された盤状巻線の各層で，導体7～30の巻回から成っております．線路端子Uに接続される第一の巻線層1の最外側導体7およびその内側隣接導体9と，次の層2の最外側導体8との間は，接続部31および 32 により直列巻回接続され，また最内側導体 10 は，次の層2の最内側導体と接続部 33 で双線輪式に接続され，さらに層 2，3 間においては，層2の最内側導体 11 およびその外側隣接導体 13 と，層3の最内側導体 12 とが，接続部 34 および 35 で直列巻回接続されます．以下の層間も，接続部 36～47 により同様に接続されます。

このような構成により，巻線各層の外側においては，たとえば層2の巻回導体 14 は，到来電圧の値とほぼ等しい電位に充電される導体8と密に静電結合しているため，導体8の電位に近く保たれ，また層3の導体 17 は，層2の導体 14 と直接結ばれ，これと同電位にある導体 15 と密に静電結合しているため，巻回 14 の電位に近く保たれます。

巻線の内側においても同様で，層2の導体 13 は層1の導体 10 と同電位にある隣接導体 11 と密に静電結合して，この導体の電位を引き上げ，また導体 12 は導体 18 と密に静電結合してこの電位を引き上げます。



このようにして，特別なしゃへい導体を設けることなしに，巻線自体でもって線路側端子付近の電位傾度を緩和し，その初期電位分布を定常電位分布に近づけることができます。　　（特許課　中平）

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。