

最近に於ける火力発電所用制御装置

斎 藤 武*

Hitachi's Latest Switchboard and Controlling Equipment for Steam Power Stations

By Takeshi Saitō

Kokubu Branch Works of Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

Hitachi, Ltd., backed by years of experience and indefatigable effort, are manufacturing almost every sort of machines for steam power plants. Recently all the equipment for the steam power plants of Chiba Works, Kawasaki-Seitetsu Corporation containing two sets of 12,500 kW steam turbines, 15,625 kVA generators and 16,000 kVA main transformers, switchboards and control equipment are completed. Several unique control system and apparatus are adopted for automatic controlling of the generator, complete supervision of auxiliaries, connection between machine-room and switchboard room, etc. Features include the centralizing control of the generator and the complete protection of the equipment in order to insure the most rational, effective, and safe control of the plant. In this paper, the details of these equipment are described.

〔I〕 緒 言

戦後電源開発の急務なる事が叫ばれ水力発電所の建設が盛んに行われているが、一方火力発電設備は渇水期の補給電源としてのみならず、流水式の多い我国の水力発電を最も経済的に運転する為にも重要なものであり、各電力会社に於ては水力電源開発と並行して火力発電所の新設、増設が進められている。又各事業会社に於ても変動の多い我国の電力事情に左右されない確実にして良質な電源の確保の為、工期が短く建設費低廉にして需要地の近くに建設し得る自家用火力発電所が計画され相次いで建設、竣工を見つゝある。

日立製作所に於ては火力発電設備についても多年の経験と不断の研究に依り、総合技術の妙味を遺憾なく発揮して着々とその成果をあげており、最近では輸出用火力発電設備として、我国戦後最大の印度政府マドラ発電所(1×12,500 kVA)納品を初め宇都宮達株式会社自家用発電所(1×1,500 kVA)、常陸セメント株式会社自家用発電所(1×6,250 kVA)及び川崎製鉄株式会社自家用発電所(2×15,625 kVA)、東京電力株式会社潮田火力発電所(67,000 kVA)、北海道電力株式会社江別火力発電所

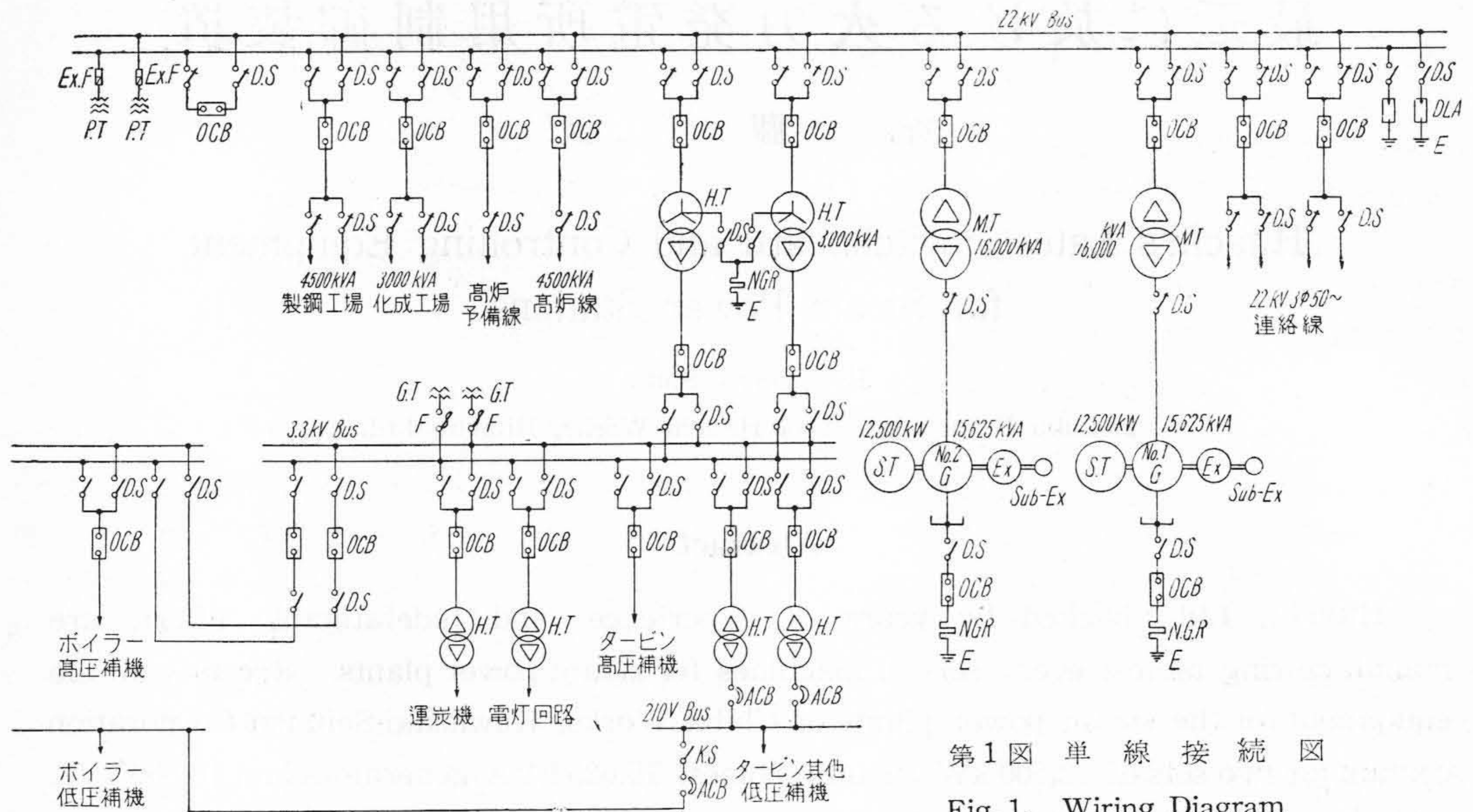
(31,250 kVA)、常磐炭礦株式会社平発電所(6,250 kVA)等の火力発電設備を製作納入した。而してこれ等火力発電所を最も能率の良い安全確実なる合理的運転をなす為には配電盤及び制御装置がまさにその中枢をなすもので多年の経験に加うるに種々の新しい構想を織込んだ優秀なものを製作納入している。本文ではその代表的製品としてこの程完成納入した川崎製鉄納のものを例に挙げて最近に於ける火力発電所用配電盤及び制御装置の概要と特長を紹介する事にしたい。

川崎製鉄株式会社に於ては千葉市に銑鋼一貫の近代的な大製鉄所の建設を計画されその重要な電源として同製鉄所内に自家用発電所が新設される事になったもので、その配電盤及び制御装置は火力発電所用としては勿論製鉄所の電源用として特に考慮してあり、発電機制御の自動化、所内補機類の運転監視、機械室と電気室との連絡、タービン室の熱管理等に幾多の新しい方式と装置を採用し運転の安全確実、保守の簡素化、統制の完璧をはかり以て安定なる電源の確保に遺憾なきを期しており、以下順次その大要と特長を述べる。

〔II〕 設備概要及び接続方式

発電所主要機器の概要は次の通りである。

* 日立製作所日立国分分工場



第 1 図 単線接続図

Fig. 1. Wiring Diagram

蒸気タービン 12,500 kW 日立衝動式単車室単流
排気型 回転数 3,000 r.p.m.
蒸気圧力 40 kg/cm²
蒸気温度 430°C

発電機 15,625 kVA 11 kV 3φ 50 ~
閉鎖通風非凸極回転界磁型

励磁機 70 kW 220 V

副励磁機 2 kW 110 V

主変圧器 16,000 kVA 10.5 kV/22 kV Δ/Δ
三相屋外用送油水冷式

所内主変圧器 3,000 kVA 22 kV/3.45 kV 人/Δ
三相屋内用自冷式
一次側中性点抵抗接地

連絡線 22 kV 並行二回線 ケーブル回路

配電線 22 kV 四回線 ケーブル回路

尚将来 25,000 kVA ターボ発電機一台増設される予定である。

第 1 図は本発電所の接続方式を示す単線接続図である。発電機は所謂ユニットシステムで発電機側遮断器を省略してあり主変圧器を通して 22 kV の母線に接続され此の母線は並行二回線に依り電力会社系統に連絡されている。22 kV 主回路及び 3.3 kV 高圧補機回路は二重母線として負荷の種類、一般電力事情、発電用機器の保守状況等に応じて自家発電と電力会社系統との切換を適宜行う等十分融通性をもたせてあり、又発電機の中 1 台は調相運転も出来るよう考慮してあるので、運用の妙が期待される。

火力発電所は多数の補助機を有しその殆どが電気運転で、中には一刻の停電も許されない重要補助機を有する為、所内電源の確保には特に注意が肝要でその方式も種々あるが本発電所に於ては操作保守最も簡単にして建設及び維持費を節減し得る所内変圧器に依る方式を採用し所内主変圧器及び低圧補機用変圧器は、それぞれ 2 組設け、1 組を以て全ての所内機器に供給し得る容量としてある。又主変圧器は冷却水が手近に得られる為効率が良く据付場所を節約し得る送油水冷式とし所内変圧器類は保守簡便なる自冷式とした。

直流制御電源としては 270 AH 110 V の蓄電池とその充電用として 7.5 kW の電動発電機を設け常時浮動方式としている。

〔III〕 制御装置

火力発電所に於ては多種多様の補助機を有し水力発電所の如く原動機関係から発電機迄総て配電盤室にてこれを制御する事は困難である。この為電気室と機械室との連絡を密接にする為の信号装置を設け又所内補機監視盤を設ける等、発電所の全体を良く把握して能率の良い合理的運転が出来るよう特に考慮してある。更に各種保護装置を完備して運転操作を安全確実なものとしている事は勿論である。

(1) 主機制御装置

先ず電気室と機械室との連絡の為主配電盤室には信号指示計盤、タービン及びボイラー室には信号スタンドを設けそれぞれブザー、信号灯に依り互に任意の相手を出して信号指示装置に依り指令、応答が簡便に出来るよ

うにしており又タービン室の熱計器盤には電力計を、ボイラー室の制御盤には総合電力計を取付け運転制御の便を図っている。

発電機同期化は動作確実にして保守簡便なる IS 型自動同期継電器及び HA-V 型振動型電圧平衡継電器に依って行い、又自動同期の時でも必要に応じてその儘の状態で手動同期も出来るようにしてある。

発電機電圧調整には NTA₂ 型振動型三相自動電圧調整器を採用した。この自動電圧調整器の振動電磁石には副励磁機電圧と共にセレン整流器に依る三相整流電圧を加えて速応性を増すようにしてあり、振動型としての感度鋭敏にして確実なる動作と相俟つて製鉄所に於ける特にストリップミル等の激しい負荷変動に即応して電圧を確立し安定なる運転が出来るようにしている。

(2) 補機制御装置

高圧補機用の油入遮断器は電気室に設置されその制御は電気室の高圧盤からも出来るが、常時は現場近くに設置される操作スタンド又は制御盤側に切換えられて各関係機器と連動して操作されるが、危急の際にはどちらからも遮断出来るようにしてある。而してこれ等補機の状態は主配電盤室の所内監視盤に表示される。

即ちこの監視盤には高圧主回路から低圧補機までの遮断器及び接触器等の開閉及び主なる回路の電圧電流を各系統別に解り易く表示しており、又保護継電器の動作は総て盤上の集合故障表示器に表示すると共に自動遮断に際しては信号灯を点滅させる等、判断を容易ならしめている。

これに依り主配電盤室に於ては 22 kV 主回路より複雑なる低圧補機回路迄その状態を一見して掌握出来るので、運転操作を極めて便にし又非常の際にも迅速にして誤りない判断処置をとる事が出来る。

(3) 保護装置

(a) 発電機保護継電方式

発電機巻線事故は接地故障より進展するが多いがその時に鉄心の損傷を軽減する為、最大接地電流は小さくする事が望ましい。この接地保護として特別小勢力式 IGY 型比率差動接地電流継電器を採用している。この方式は比率要素に依り誤動作の惧れをなくし又三次巻線との組合せ方式であるから変流比と無関係に最高の特性が得られ、接地電流を 100A に制限しても十分高感度のものとする事が出来た。又界磁巻線に対しても特に CG-T 型接地継電器を設けて検出、警報するようにしている。

(b) タービン保護装置

蒸気回路の故障等に依る発電機の電動機化に対しては IR-WL 型逆電力継電器に依り保護しているが、その他次のような保護装置を備え万全を期している。

非常调速機（過速度又は油圧低下にて動作及び必要の時は手動にて操作出来る）

推力軸受磨耗警報装置

復水器真空低下警報装置

復水器真空破壊装置

抽気弁遮断装置

危急回路遮断装置

電磁式遮断装置

(c) 22 kV 回路保護継電方式

22 kV 連絡線、配電線は全て地中ケーブルである為接地保護には特に考慮してある。即ち保護継電器の動作を安定確実なるものとし而も接地故障時の異常電圧の抑制に有効なる中性点抵抗接地方式とし、対地充電々流分をも利用するよう考慮された特別小勢力式 IG-WXL₁₂ 型接地継電器及び IO-L₁₂ 型接地電流継電器を零相変流器と組合せ使用し、感度の良い而も誤動作の惧れのない保護継電方式としている。

(d) 高圧補機保護継電方式

高圧補機回路にはその選択接地保護用として既に定評のある高感度の IGF 型接地継電器を使用しており、又電動機用として IV-UC 型低電圧継電器を設けて保護している。

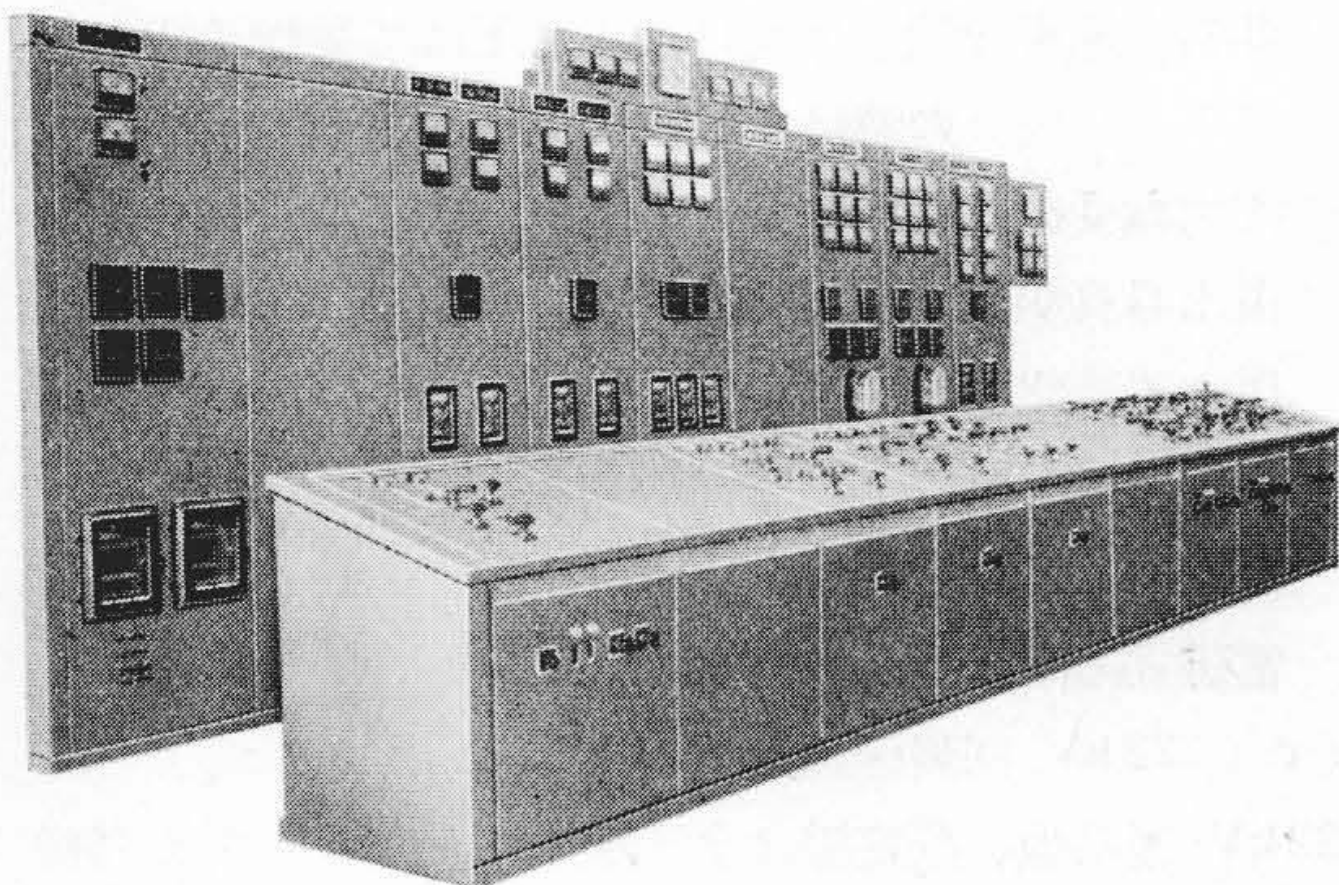
〔IV〕配電盤

配電盤はそれぞれ下記の如く主配電盤室、主電気室、ボイラー電気室に分れて配置されている。

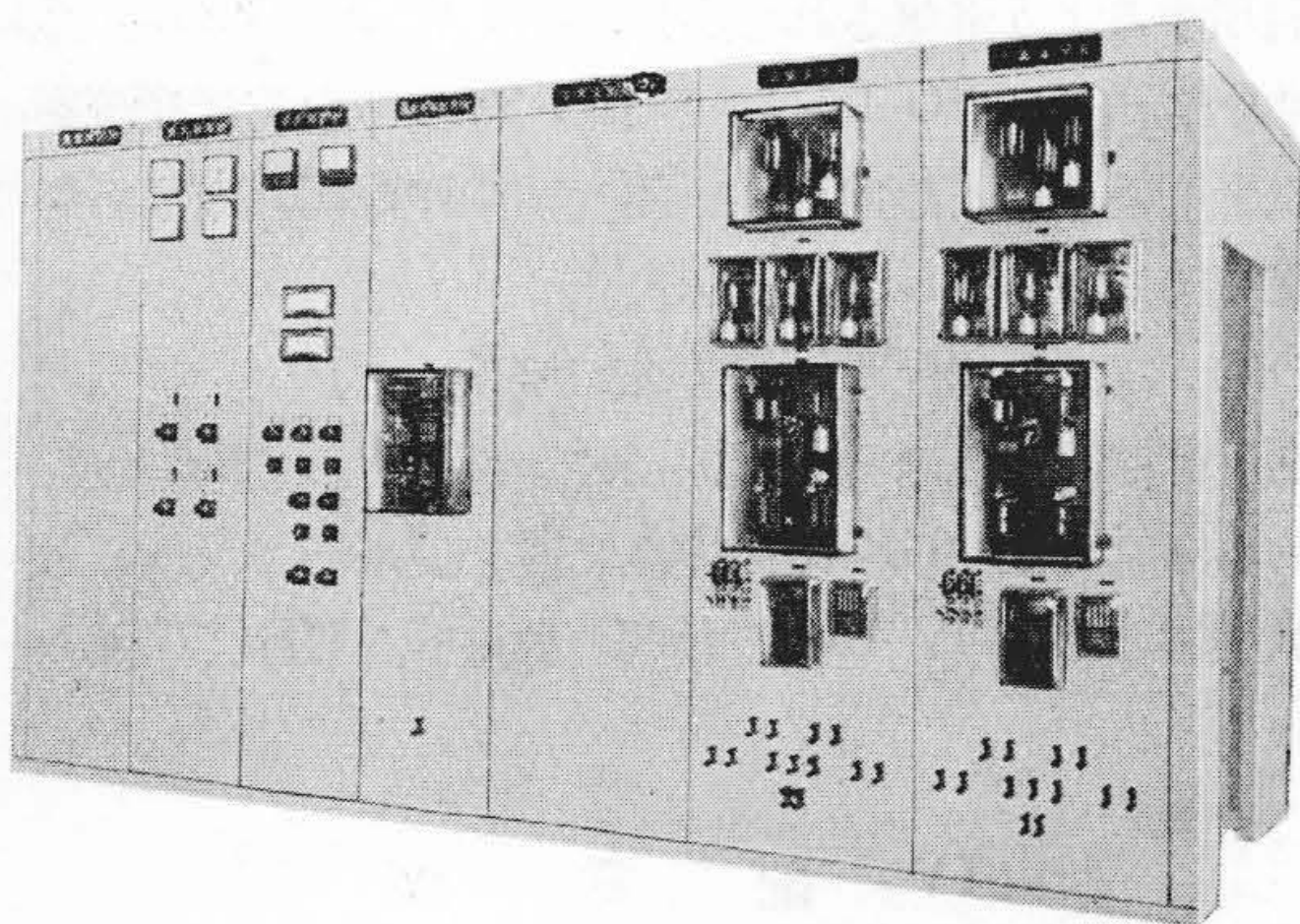
主配電盤（制御機及び直立盤）	各 9 面	主配電盤室
補助盤	7 面	
所内監視盤	9 面	
一般高圧及びタービン補機用	7 面	主電気室
高圧盤		
一般低圧及び各種低圧補機用		
低圧盤	23 面	
ボイラー高圧補機盤	15 面	ボイラー電気室
ボイラー低圧補機盤	4 面	
合計	83 面	

これ等配電盤は何れも近代的火力発電所の建築とよく調和するよう構成してあり、その色も明るい淡灰色仕上としている。計器は S₂₄ 型角型半埋込式を採用し積算電力計、記録計器類も埋込式として体裁の良いものとしている。

操作開閉器類は QS 型捻回式として制御の目的、種類に依り把手の形状を変えて誤操作を防止し各電圧毎に色別された模擬母線と共に合理的に配置され操作の迅速確実を図っている。配電盤裏面は明るい淡青色とし配線点検に便ならしめ裏面配線としては耐燃、耐湿その他種々



第2図 BD+EF 型 分離机型 主配電盤
Fig. 2. Type BD+EF Separated Desk Type Main Switchboards



第3図 EF 型 補助盤
Fig. 3. Type EF Auxiliary Switchboards

特長を有する塩化ビニル線を使用し回路の性質に応じた色別をなし、線番号及び相別を示す色バンドを附して整然と配線している。

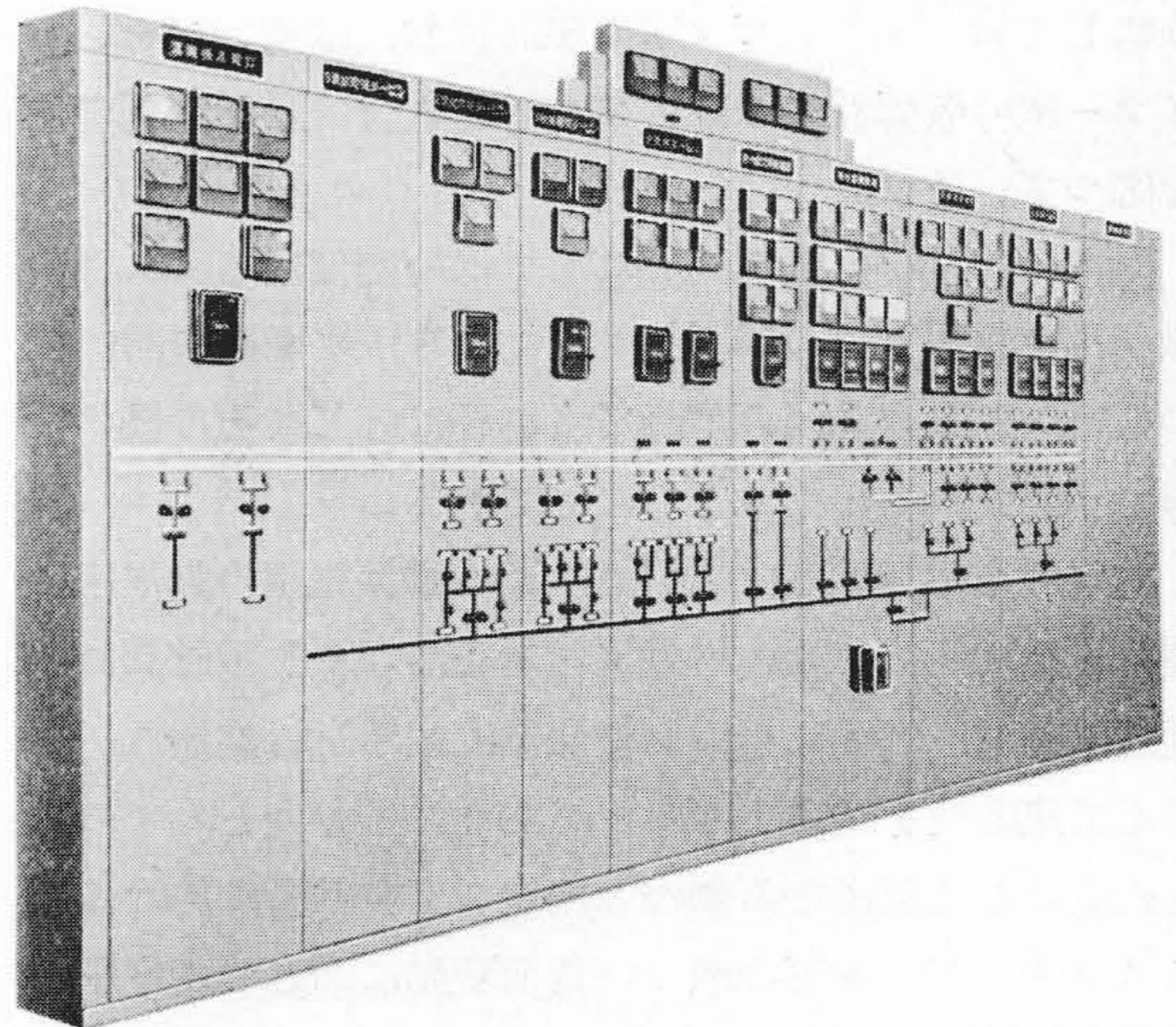
(1) 主配電盤

主配電盤は第2図の如く BD+EF 型分離机型鋼板盤で制御盤、正面直立計器盤、背面直立継電器盤にて構成され、発電機及び 22 kV 主回路の制御監視をなすもので、同期検定器は大型の SD₁₁ 型、周波計は指針型として共に見易くしてあり発電機回路には最大需要電力指示計付積算電力計を使用し電力使用合理化に便ならしめている。尚各盤毎に制御電源開閉器を設け保守点検の便を図っている。

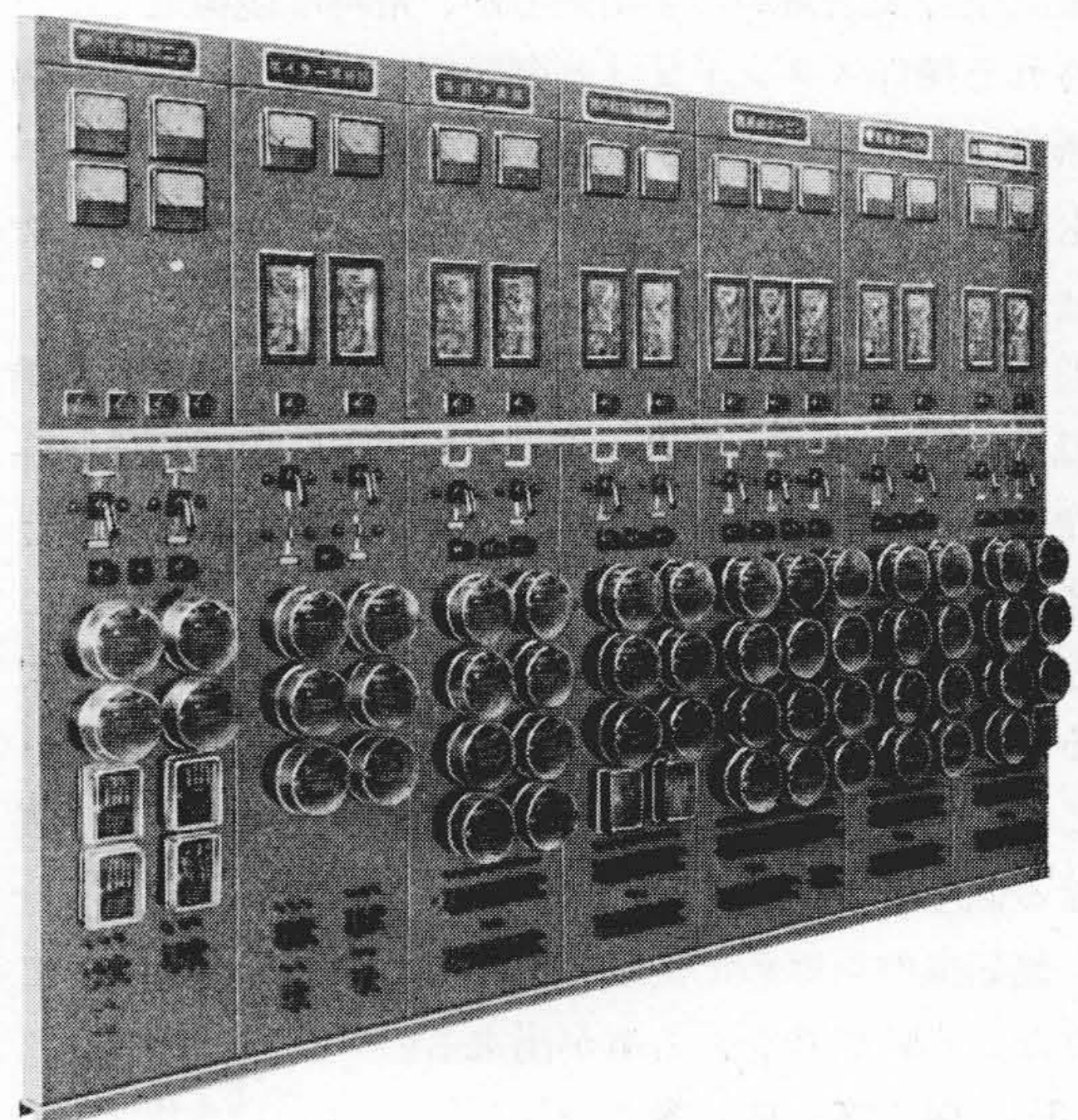
補助盤は第3図の如く EF 型自立型鋼板盤で自動電圧調整器盤、自動同期盤、温度指示計盤、信号指示計盤よりなり温度指示計盤には特に H₁₃ 型回転子温度指示計を取付けてあり苛酷な条件にあるターボ発電機の回転子の温度を常時監視して保守に万全を期してある。

(2) 所内監視盤

所内監視盤は第4図の如くで主配電盤の右側に補助盤と相対して設置される EW 型壁支持型鋼板盤で所内主



第4図 EW 型 所内監視盤
Fig. 4. Type EW Switchboards for Supervision of House-Auxiliaries



第5図 高圧盤
Fig. 5. Switchboards for High Tension Circuit

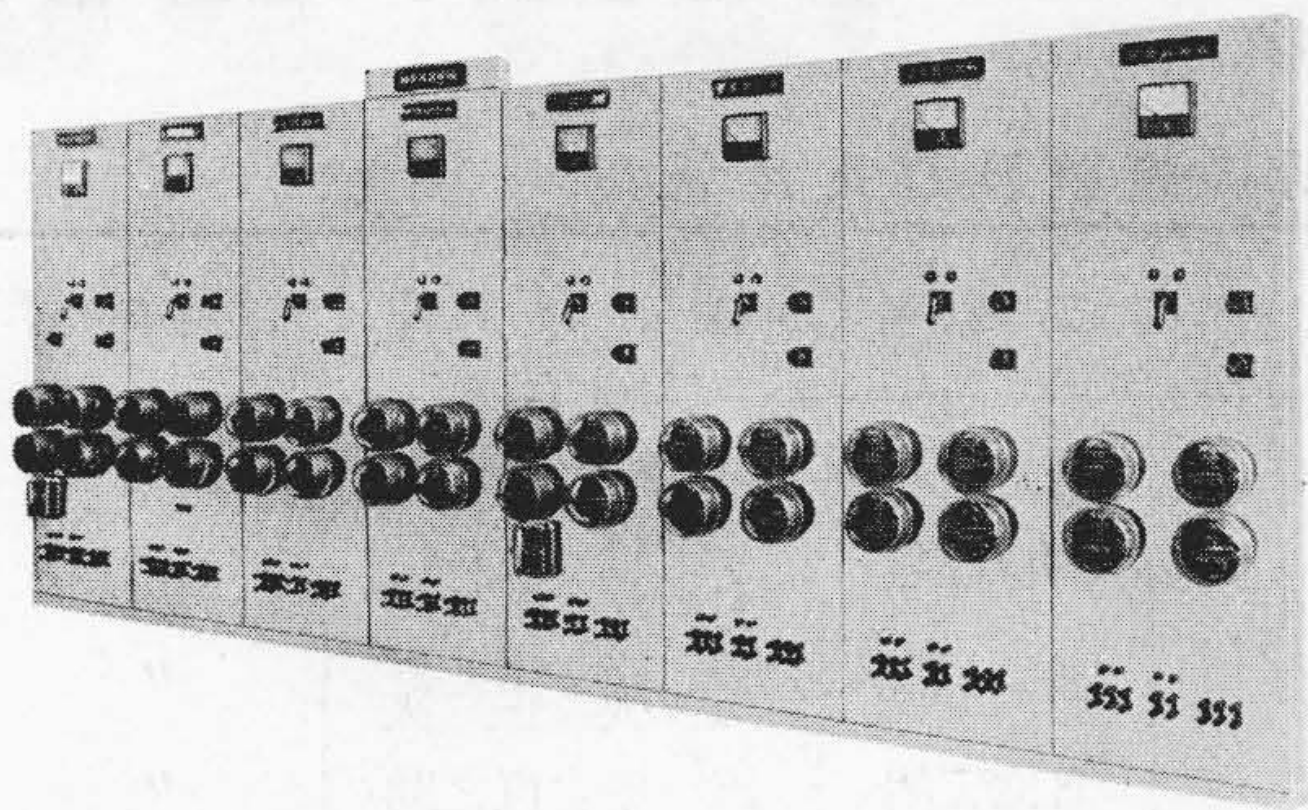
変圧器二次側から高圧、低圧回路の電圧、電流及び遮断器、補機用接触器等の開閉を表示しそれぞれの系統回路を示す模擬母線と相俟つて所内機器の状態を一目瞭然たらしめている。

(3) 補機用配電盤

これ等はそれぞれ最も配線の便利なように主電気室及びボイラー電気室に分けて設置されており、第5図は主電気室の高圧盤、第6図はボイラー電気室の高圧補機盤を示す。

(4) タービン室熱計器盤

尚以上のような配電盤の外タービン室には熱計器盤を設置して下記のタービン関係の計器類の監視に便なるよ



第6図 ボイラー補機用高圧盤

Fig. 6. Switchboards for High Tension Circuit of Boiler Auxiliary

う取纏めてあるので運転保守並びに熟管理等の便宜をはかりその合理化に寄与するところ大である。

2—記録温度計（蒸気及び給水）

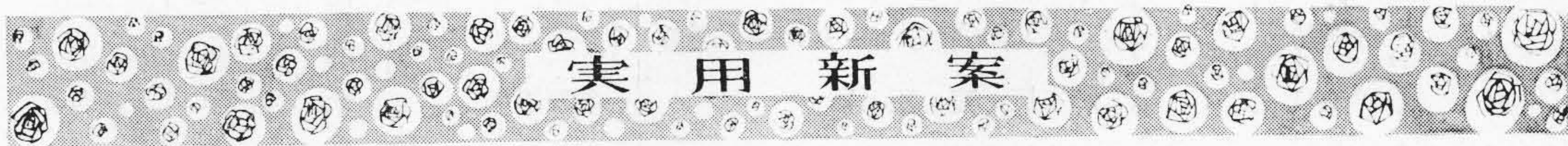
2—記録流量計（蒸気及び復水）

1—記録圧力計

- 1—記録真空計
- 1—水銀真空計
- 1—指示振動計
- 1—指示塩分計（警報接点付）
- 1—電力計
- 2—丸型温度計（警報接点付）
- 15—圧力計及び連成計等

〔V〕 結 言

以上この程完成納入した川崎製鉄株式会社千葉製鉄所のものを例に挙げ最近に於ける火力発電所用配電盤及び制御装置の概要と特長を述べたが、発電機制御の自動化を始め制御の簡素化を図り又各種保護装置を完備すると共に特に所内監視盤、信号装置を設ける等制御の中央集中化に考慮を払っているので発電所の全体を良く把握して首尾一貫した意図の下に安全にして能率の良い合理的運転が出来る事が期待される。



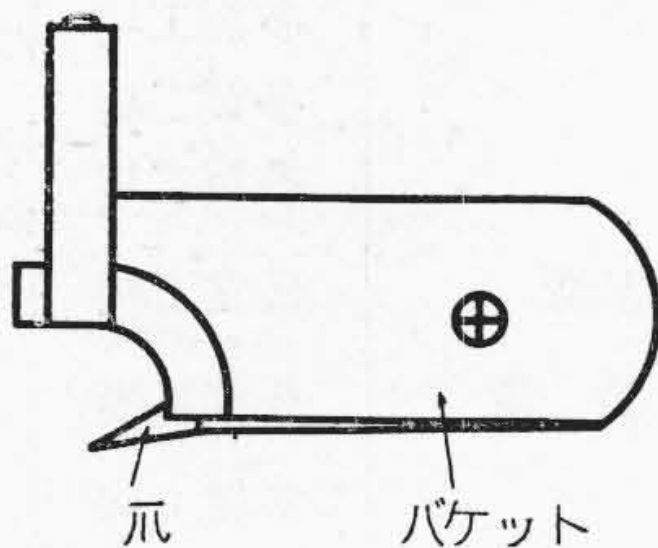
実用新案 第392287号

安 井 厚

土 掘 機 の 爪

この考案は、土掘機の爪の先端を、その取付中心線上から適当距離 b ずらしたものである。

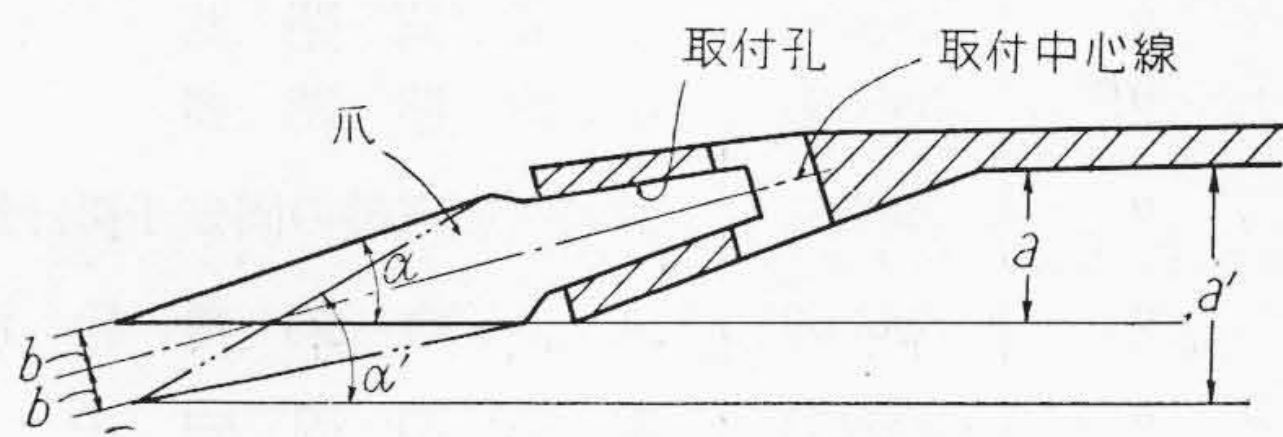
爪を実線の状態から上下反転して取付孔にはめ込めば、爪の切削角 α 及びバケット底面からの爪先端の出張り量 a はそれぞれ α' , a' となる。切削角及び出張り量は、硬質・粘土質の土に対しては小さい方が良く、砂土・泥土に対しては大きい方がよい。



バケットの側面図

この考案の爪は上記のような構造なので、上下を反転して取りつけることにより、異つた土質に容易に適応することが出来る。

（富田）



爪の構造図

「日 立 評 論 社」新 社 屋 完 成 移 転 完 了

終戦以来、永らく仮事務所で何かと御不便をおかけ致しましたが、かねてより建築中でありました東京駅前新丸の内ビルディングの完成に伴い、11月30日愈々本社編集局並びに営業関係すべて下記の通り新社屋へ移了、一切の事務は新社屋で執務しております。

（新社屋） 東京都千代田区丸の内1丁目4番地（新丸の内ビルディング7階）

電話 千代田 (27) { 0111-(10), 0211-(10), 0311-(10)
1111-(10), 1211-(10), 1311-(10)

振替口座東京 71824 番（従前通り）電信略号 トウケウ」ヒタチ

日 立 評 論 社

特 許 月 報

最近登録された日立製作所の特許及び実用新案

区 分	登録番号	名 称	工 場 名	発 明 考 案 者	登録年月日
特 許	195962	耐 熱 絶 縁 電 線	日立電線工場	間 瀬 喜 好	27. 9. 17
"	195963	振 動 型 自 動 電 圧 調 整 装 置	戸塚工場	小 林 季 八	"
"	195964	電圧抑制式誘導円板型過電流継電器	多賀工場	石 島 渡 房 吉 次	"
"	195965	紡 糸 ポ ッ ト 給 水 装 置	日立工場	黒 沢 正 次	"
"	195966	冷 蔵 庫 の 警 報 装 置	日立工場	田 中 貞之助	"
"	195967	エレベータ階床扉インターロックスイッチ	多賀工場	田 中 貞之助	"
"	195968	斜 坑 ス キ ッ プ 自 動 積 込 装 置	亀有工場	神 峯次郎	"
"	195969	ス キ ッ プ 自 動 積 込 装 置	亀有工場	田 小 中 川 春 雄 儀 郎	"
"	195970	スキップカーの連続自動積込装置	亀有工場	田 中 春 雄	"
"	195971	質 量 分 析 器 記 録 装 置	中央研究所	氏 原 良 男	"
特 許	195972	起重機の横行自動減速装置	日立工場	神 原 豊 三	"
実用新案	396238	圧 縮 型 冷 却 装 置	日立工場	檜 垣 登	27. 7. 17
"	396239	冷 蔵 庫 用 棚 網	栃木工場	楠 本 陽一郎	27. 9. 18
"	396240	遠心分離機に於ける軸とプーリの結合装置	栃木工場	楠 本 陽一郎 章 郎	"
"	396241	交 流 熔 接 変 圧 器	多賀工場	秋 河 川 崎 三 光 郎 彦	"
"	396242	積 算 電 力 計 回 転 力 調 整 装 置	多賀工場	久 米 平 助	"
"	396243	バ ネ 圧 力 表 示 装 置	多賀工場	鈴 宗 木 像 一 夫 介	"
"	396244	油 浸 式 整 流 管 取 付 装 置	日立工場	水 越 正 義	"
"	396245	直 流 高 電 圧 発 生 用 変 圧 器	日立工場	松 村 亀 男	"
"	396246	印 刷 機 械 の 印 刷 圧 力 指 示 装 置	日立工場	滑 川 清	"
"	396247	印刷機に於ける印刷圧力指示装置	川崎工場	猪 島 正 雄	"
"	396248	抵 抗 器 支 持 装 置	川崎工場	猪 島 正 雄	"
"	396249	電 磁 開 閉 器	多賀工場	河 村 三 郎	"
"	396250	電 磁 開 閉 器	多賀工場	河 井 章	"
"	396251	横軸回転電機の固定子揚げ卸し装置	多賀工場	久 米 平 助	"
"	396252	堅 型 電 動 機 給 油 装 置	日立工場	菊 地 弥十郎 善 右衛門	"
"	396253	電 動 機 固 定 子	多賀工場	長 尾 善 昭	"
"	396254	紡 糸 電 動 機	多賀工場	萩 野 谷 忠 雄 平	"
"	396255	電弧熔接機の電極送給制御装置	多賀工場	藤 井 俊 昌	"
"	396256	高 速 度 回 転 電 機 の 通 風 装 置	多賀工場	安 川 宏	"
"	396257	紡 糸 電 動 機 ケ ー ス 密 閉 装 置	多賀工場	大 岡 宏 阜 郎	"
"	396258	ターボ冷凍機用電動機の冷却装置	日立工場	田 沢 田 四 郎	"
"	396259	巻 線 型 回 転 子	多賀工場	塚 本 茂 昌	"
"	396260	軸 受 箱	栃木工場	大 岡 宏	"
"	396261	防 音 風 冷 式 整 流 器	亀戸工場	栗 本 正 雄	"
"	396262	火花衝合熔接機電極加圧装置	日立工場	中 沢 義 次	"
"	396263	高温高压タービンのラピリンスパッキン	日立工場	高 木 地 弥十郎 正 郎	"
実用新案	396264	冷 蔵 庫 用 凝 縮 器	日立工場	菊 桑 緑 水 平 佐 藤 富 司 則	"
			栃木工場	楠 本 陽一郎	27. 9. 18