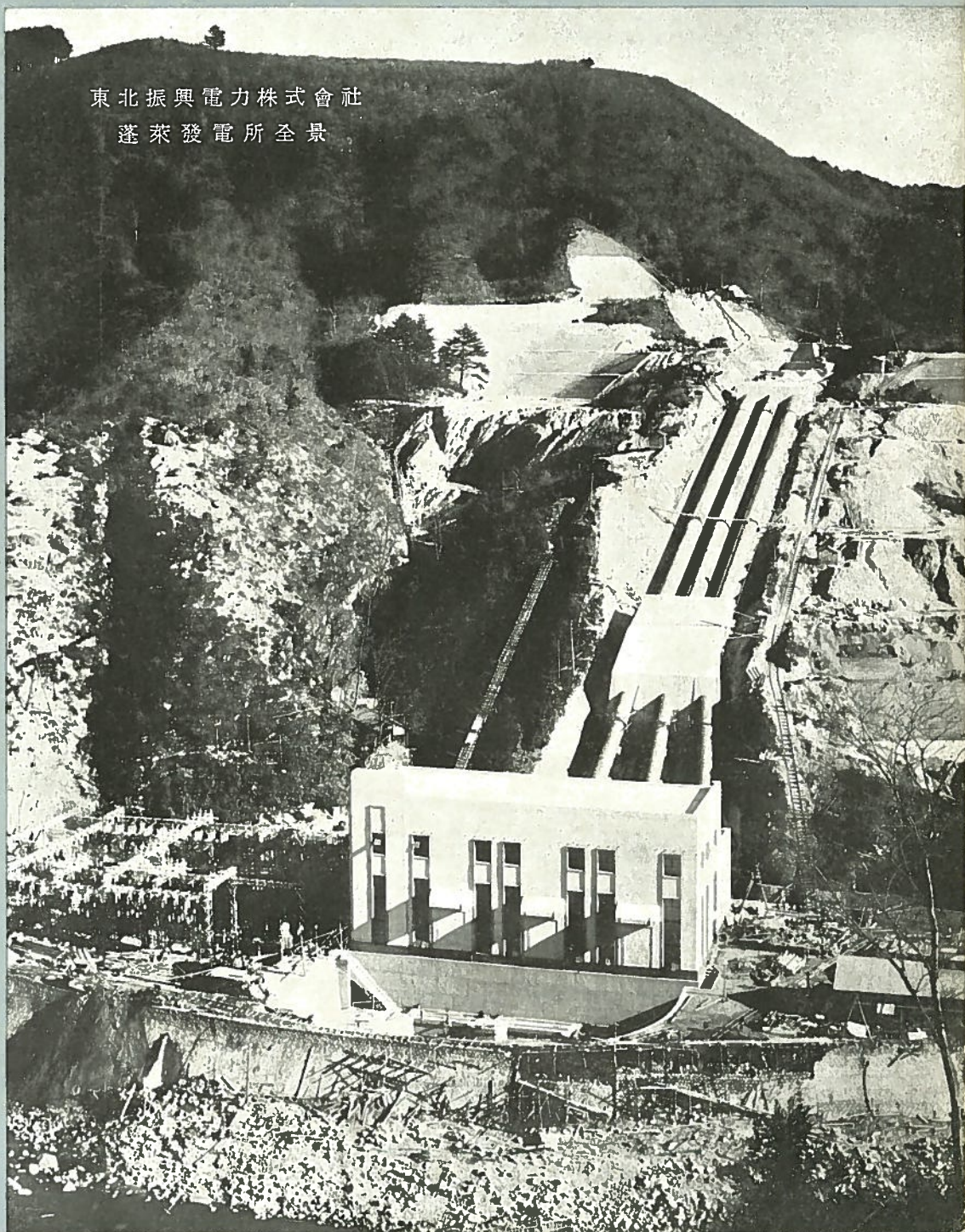


三菱電機



昭和十四年 第十五卷 第五號 五月

東北振興電力株式會社
蓬萊發電所全景



東北振興電力株式會社
蓬萊發電所の電氣設備
に就て 101

東北振興電力株式會社
蓬萊發電所 16,350 kW
豎軸フランシス水車に
就て 109

節油式遮斷器 113

5

三菱電機

第十五卷

昭和十四年五月

第五號

東北振興電力株式會社 蓬萊發電所の電氣設備に就て

神戸製作所 近 藤 昌 雄

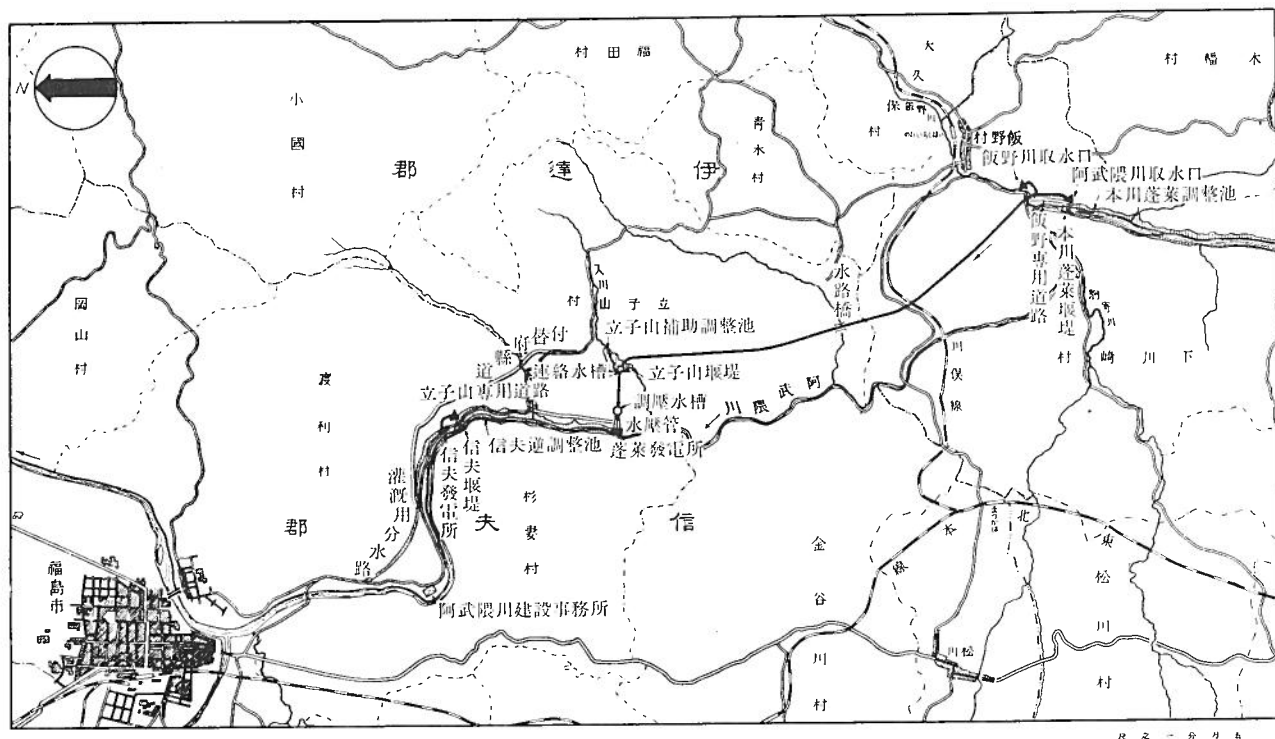
緒 言

近代文化がその母胎として大産業を必要とするのは歐米各國が産業革命を轉機として飛躍的發展を遂げた事に徴しても明かであります。東北地方が他地方に比較して文化的に恵まれなかつたのは地理的關係及氣候上の關係等でその内部に有數な産業都市を有しない事に起因するものであると思ひます。其故を以て昭和十一年東北地方發展の爲め二大國策會社が創立せられる事になつたのであります。一は東北興業株式會社であり他の一は東北振興電力株式會社であります。東北興業は東北地方に東北振興アルミ、東北振興パルプ、東北振興化學等壹千萬圓以上の會社を創立投資し又東北振興精密機械、東北振興織物、東北振興纖維、其の他水産業、油脂工業、農産等に関する壹百萬圓以上の諸會社をも創立投資し以て各種資源の開発に努めるものであります。是等各産業に對し低廉豊富な電力を供給し各種の産業を興隆せしむる重大使命を以つて特殊會社として誕生したのが東北振興電力株式會社であります。此の東北振興電力は昭和十一年より向ふ十ヶ年以内に 150,000 kW を開發せんとするもので、昭和十三年十二月一日を期してその第一歩として、阿武隈川水系の蓬萊發電所 (38,900 kW) と信夫發電所 (5,380 kW) の開發を終り營業運轉を開始せんとしたのであります。蓬萊發電所は全社としては最初の且つ最大の發電所である爲め凡ゆる犠牲を拂つても豫定通り發電しなければ特殊國策會社としての面目に関する事とて全社幹部の方々も建設の衝に當られた技術者の方々も殆んど背水の陣を敷くといふ氣慨で鋭意竣工に努力されたのであります。

弊社は先年東京電灯の小野川發電所用機を納入後日本電力瀬戸第二發電所用機、東信電氣新郷發電所用機等何れも 10,000 kVA 以上の水車發電機を受註し製作中であつた處に更に上記の蓬萊發電所用機器一切即ち水車發電機變壓器配電盤及配電器具を一括御用命を受くるの光榮を擔つたのであります。然る處その製作中に不計も今回の支那事變に遭遇する事となつた爲材料の入手難に加へ價格の昂騰となり、且時局工事の割込みにより不勘工程を阻害され更に従業員の應召による勞働力の不足を來たし加之神戸地方未曾有の水害の爲め不測の障害を喫しましたが不屈の努力を揮つて凡ゆる艱難を克服し製品の完成に一同涙ぐましい迄の努力を重ねて参つたのであります。是等の努力苦心は關係者一同にとつては今では忘れ得ぬ追憶の一つであります。

東北振興電力側に於かれても前述の通り絶対に昭和十三年十二月一日の發電は動かす事の出来ぬ事となりましたので土木工事にも不勘物質上の犠牲を拂はれ通水時期の豫定嚴守を計られました。一方機械關係の建設者も經驗深き有能の士を多數集められ機械類も其搬入を待受けて居つて現場に到着せる部分品は瞬く間に組立て据付らるの有様でありました。

斯くの如く緊張した各方面の努力は遂に成果を結び、土木工事を含めて僅々二ヶ年有餘にして斯る大發電所を完成し又敢て會社が揚言せられた通り豫定の昭和十三年十二月一日には逓信省の検査をも無事終了して芽出度く營業運轉を開始する事が出来東北地方の産業動脈は此蓬萊發電所を心臓としてプルスを打ち始めたのであります。此心臓たる蓬萊發電所は短期竣工の大發電所として電力會社間よりも驚異の眼を以て見られて居るのであります。



第 1 圖 蓬萊發電所附近地圖

就而次に本發電所の概要を記してその全貌を御紹介する事に致しませう。

蓬萊發電所計劃概要

東北地方の大河川の一で未だ發電地點の全然未開發でありました阿武隈川水系の阿武隈川並びに支流飯野川の合流點より約 0.5 軒上流に阿武隈川本流を横斷して堰堤を築造しその右岸に取水口を設け、途中飯野川を取水し大部分隧道口より約 9 軒下流（名勝蓬萊岩より下流 0.5 軒）の地點右岸に此蓬萊發電所の設置が計畫せられたのであります。此の際得らるる有効落差 78.6 米最大水量 58 立方米毎秒により最大出力 38,900 kW を發電し之を 66,000 V に昇壓して隣接せる信夫發電所の 5,380 kW を合せ各二回線宛の送電線に托して福島並に郡山方面に送電し先づ以て東北地方中福島縣下へ低廉且つ豊富なる電力を供給し振興策の源泉を形成せんとするものであります。

本發電所の要項を表記すれば次の通りであります。

(1) 一般

取水河川 阿武隈川及同支流飯野川

取水口位置 阿武隈川 福島縣伊達郡飯野村字三升蒔

飯野川 同縣同郡明治村字鶴巻

補助調整池位置 入川福島縣同郡立子山村

放水口位置 同縣同郡立子山村字大瀧

	使用水量 (立方米)	有効落差(米)	發電力 (kW)
最大	58.0	78.6	38,900
常時	19.5		13,100

(2) 調整池

本川蓬萊調整池

堰堤 コンクリート重力型溢流式可動扉付
堤頂長サ 128 米 固定堰最大高サ 12 米
可動扉（ローラゲート）高サ 6 米、
巾 14 米、7 門 高サ 9 米、巾 10.4 米
1 門

調整池 湛水面積 521,800 平方米
總貯水量 3,802,900 立方米
有効貯水量 1,406,000 立方米
有効水深 3 米

立子山補助調整池

堰 堤	コンクリート重力溢流式角落付
	堤頂長サ 110 米 最大高サ 11.7 米
調整池	湛水面積 19,742 平方米
	總貯水量 75,265 立方米
	有効貯水量 72,540 立方米
	有効水深 4.5 米

(3) 水路

總延長	7,616 米
重力隧道	(取水口より立子山補助調整池内連絡水槽迄)
	内高 5.5 米 内巾 5.5 米 馬蹄型
連絡水槽	内径 12.0 米 高サ 15.5 米
壓力隧道	(連絡水槽より調壓水槽迄)
	内径 5.0 米 圓形
調壓水槽	單動式調壓水槽
	内径 10.0 米 深サ 16.0 米 圓形
水壓管路	3 條

(4) 機器設備

水 車	3 台	15,500 kW 堅軸フランシス型
發電機	3 台	16,250 kVA 堅軸回轉界磁型
變壓器	3 台	16,250 kVA 三相三捲線自冷型
受送電設備	1 式	66,000 V 信夫發電所受電用
	1 式	66,000 V 二重母線及並行送電線二回路用機器

上記各機器の仕様の詳細については後述致します。

納入電気設備

本發電所は第2圖の單線接續圖に示す如くユニットシステムに依る 16,250 kVA 發電機、變壓器各 3 台宛及び 66,000 V 母線 66,000 V 受送電線並びに所内設備より形成され、全景は寫眞に見らるゝ通りのものであります。

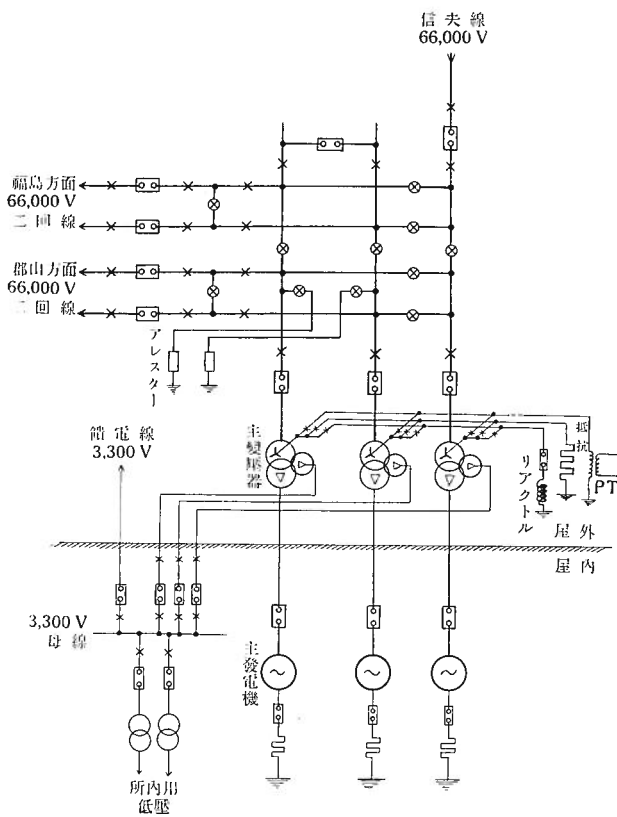
次に電氣關係の主要機器に就いて定格仕様の詳細等を記述して本發電所の電氣設備の御紹介を申上げる事に致します。

(1) 發電機

本發電機は別掲の三菱重工業株式會社神戸造船所の設計製作に係る最大出力 16,350 kW の堅軸フランシス水車に直結せられ据付終了後の運轉成績も頗る良好であります。

定 格 其 他

容 量	16,250 kVA
出 力	13,000 kW
力 率	80 %
電 壓	11,000 V
周 波 數	50 サイクル 毎秒
速 度	300 r.p.m. (20 極)
線路充電容量	13,500 kVA (9,500 V に於て)
保證過速度	550 r.p.m. 一分間
蓄勢輪効果 (GD ²)	445,000 呎米 ²
形 式	堅軸 閉鎖通風型
保證溫度上昇	固定子 60 °C
	サーモカップル法に依る
	回轉子 60 °C
	抵抗法に依る。



第 2 圖 蓬萊發電所單線接續圖

保証能率及電壓變動率

	能 率 %				電 壓 變動率
	全負荷	$\frac{3}{4}$ 負荷	$\frac{1}{2}$ 負荷	$\frac{1}{4}$ 負荷	
力率 100%	97.3	96.9	96.0	92.8	18 %
力率 80%	96.7	96.2	95.2	92.0	28 %

實測の結果は上記より何れも良好なデータを示しました。

保証短絡比 1.25 以上

(2) 勵 磁 機

勵磁機は主勵磁機の外に副勵磁機を備へ勵磁機抵抗器型の自動電壓調整器を使用して速應勵磁方式を採用し以て發電機の安定度を増大せしめて居ります。主副勵磁機の定格を列記すれば

主 勵 磁 機 125 kW 220 V
300 r.p.m. 堅軸 差動捲線型分捲
主機に直結、速應勵磁型にして保証電壓
上昇率 300 V 毎秒

副 勵 磁 機 6 kW 110 V

300 r.p.m. 堅軸 複捲

主勵磁機に可撓連結子を以て連結さる

(3) 發電機附屬品

1. 主軸結合及電動滑油唧筒
2. 配油弁並に油及水管類
3. 噴水消火管
4. 薄鋼板製風洞及通風扉機構
5. プラットフォーム、梯子類
6. 油溜、附屬ストレーナー、冷却水管類
7. 手動油壓 ジャック ポンプ 及保持スクルウ ジャック
8. 斷水、斷油警報リレー類
9. 組立分解用具一式

(4) 發電機構造の概要

本發電機は當所が舊に東京電灯小野川發電所へ納入した 14,500 kVA 250 r.p.m. と殆んど同一のものでありますから各部の構造を詳述する事は本誌第十二卷第八號と重複するので次に極く概要を紹介するに止めます。



第 3 圖 16,250 kVA 水 車 發 電 機

固 定 子

輸送重量の関係にて3個に分解し鉄心は高硅素の電気鉄板を使用し枠は鋼板より切り出し溶接した所謂フアブマリケートフレームであります。巻線は當所獨特のB級のマイカルタフオリウムで絶縁されて居ります。此の巻線を囲むエンドベルは漏洩磁束に對し高いリアクタンスになる設計をしました。風洞は薄鋼板製で振動防止の平角鐵のリムを多數有して居り、猶自動式のエヤダンパーを附しエマーゼンシイの時は配電盤の繼電器の動作により之を閉ぢる事としました。

回 轉 子

壓延厚鋼板積重ねのスパイダーで、薄鋼板打抜のボールピースをダブルテール及コッターを以て取付ける構造とし界磁巻線にはアスベストを主とするB級絶縁平打捲コイルを使用し主軸は現場に於て焼入れを行ひました。此の回轉子には通風扇をファンリングにより取付け猶制動輪を油壓制動器用として取付けました。而して此回轉子の有する蓄勢輪効果は445,000 呎米² であり水車側要求を充たすもので又工場に於てレターデーションメソッドに依り實測した結果所期以上なる事を確認しました。又一方に於て機械的強度は保證過速度 550 r.p.m. 一分間の應力に充分安全に耐え得るものであります。

ブラケット及軸承

上下のブラケットは共に鋼材溶接式で上部ブラケットは水車及發電機双方の全荷重に耐え、下部ブラケットは制動器作動時に於ても安全なる強度を保有せしめてあります。推力軸承は水冷管を有する自動調整式のキングスベリー型を用ひ上下のガイドベアリングは強力な給油ポンプにより滑油を循環させるユニット式給油系統を採つて居ります。

台床及通風

本機も小野川機と同様側部及底部をコンクリート中に埋設される頑丈な鑄鐵製輪狀の台床を設け固定子並びに下部ブラケットを共に支持するに充分な構造であり且つ据付に際しては甚だ便利なる様取計ひました。通風は發電機回轉子に附加された扇車により吸込み風洞を介して室外に導き出すものであります。

(5) 變 壓 器

本變壓器は 16,250 kVA 發電機とユニット式に使用さ

れるもので發電々壓を 11,000 V より 66,000 V に昇壓すると全時に三次巻線を備へて 3,300 V の所内電源と一つの地方饋電線とに給電する様設計したるものであります。最初の計劃は三次巻線の容量は 500 kVA の豫定でありましたが製作に當つては之を 1,500 kVA に増大しました。變壓器としては容量も電壓も普通のもので特記する程の事もないものであります。唯先方御要求により設計製作に當り充分サーヂプルーフの特性を有する様考慮した三相外鐵型である事と輸送の関係上中身を分解し現場に於て組立て乾燥をセルフタンクにて施行する爲めタンクは眞空乾燥に耐へる強度を保有し且つスチームラヂエーターを3台中の1台には取付けてある事を附記するに止めます。

定 格 其 他

容 量 3 相 16,250/16,250/1,500 kVA
50 サイクル 毎秒

電 壓 一次 10,500 V

周波數 二次 69,000-66,000-63,000 V
三次 3,450 V

接 續 Δ-人-Δ

型 式 油入自冷式 外鐵型 屋外用

保 證 能 率

	能 率 %				電壓變動率全負荷%
	全負荷	$\frac{3}{4}$ 負荷	$\frac{1}{2}$ 負荷	$\frac{1}{4}$ 負荷	
力率 100%	99.05	99.08	99.05	98.55	0.85
力率 80%	98.81	98.85	98.81	98.20	4.5

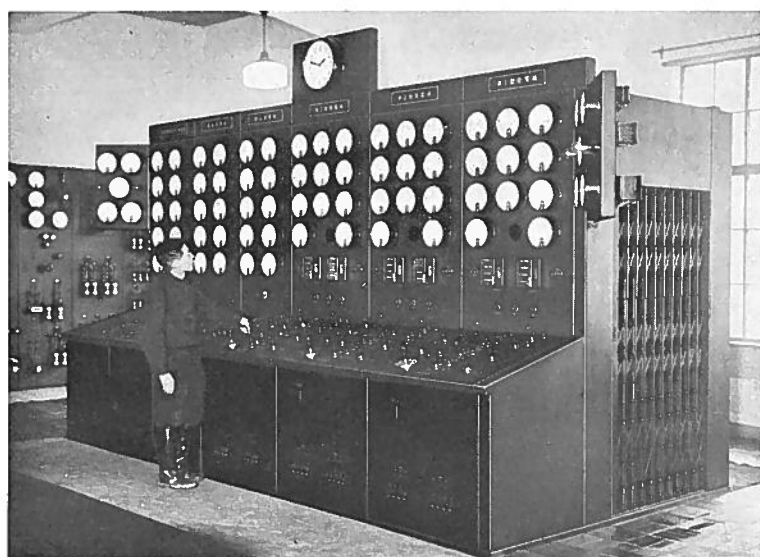
(6) 配電盤及配電器具

本發電所の配電盤は水車發電機のワンマンコントロール式自動運轉装置と 66,000 V 受送電設備並びに所内設備とを制御するもので主要配電盤と補助配電盤とに大別されますが、之等を發電所内に配置するには主配電盤、第一補助盤、第二補助盤及電磁接觸器盤の四群に分けて設置されました。配電器具としては 11,000 V, 66,000 V 回路の油入遮斷器、斷路器を始め計器用變成器類保安装置と 3,300 V 回路及び低壓交流及直流回路の器具を含んで居ります。

(イ) 配 電 盤

主要補助兩配電盤共何れも美粧鋼板のスチールパネル

であります殊に界磁遮断器電磁接觸器、双型開閉器を備へた盤も盤材料としては大理石又はアスベストランバーを使用せず適当な絶縁方法を施した（例へば是等器具を取付けたマイカルタシートを鋼板切抜箇所に嵌めるとか或は器具の導電部に絶縁ブツシュを使用し直接鋼盤に取付るとかして）スチールパネルを採用しました。計器は特に先方の御希望によつて表面型を使用して居ります。



第 4 圖 ベンチボード正面

而して主要配電盤はベンチボードとし、補助配電盤は全部直立盤としました。各群の配置並びに各盤の配列は次の表示の通りであります尙挿入した据付後の寫眞はベンチボード正面、（第 4 圖）ベンチボード裏面繼電器盤、（第 5 圖）第一補助盤正面（第 6 圖）及び第二補助盤正面（第 7 圖）であります。

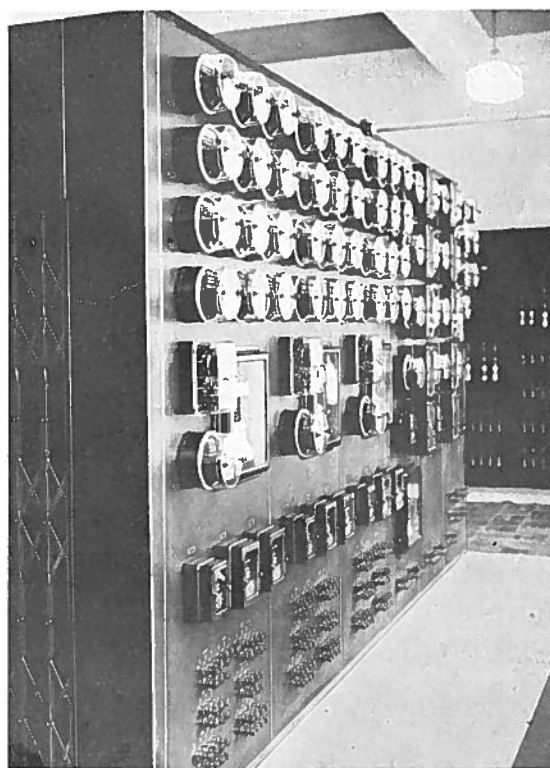
主要配電盤（ベンチボード群）6 面向つて右より（第 4 圖参照）

1. 第一號發電機盤
2. 第二號發電機盤
3. 第三號發電機盤
4. 群山送電線盤
5. 福島送電線盤
6. 母線連絡、信夫連絡線盤

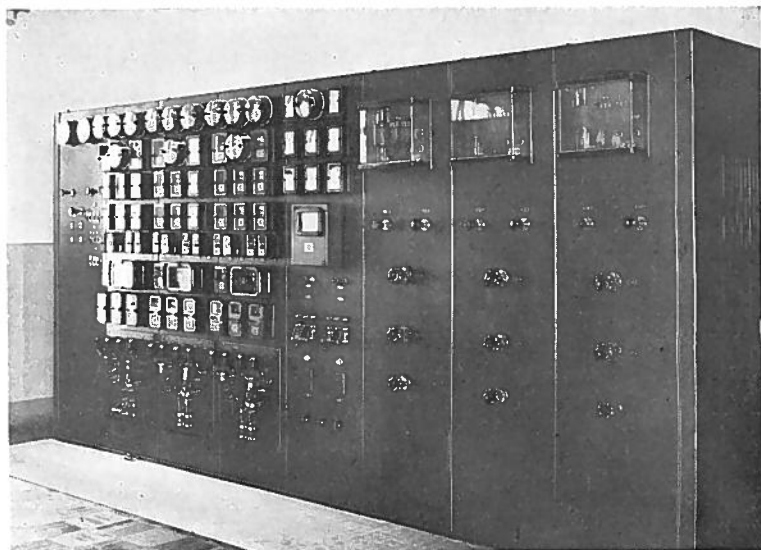
發電機盤はユニット式の發電機と變壓器高壓側油入遮断器迄を制御しますから主制御盤とも云ふべきものであり計器盤面には電氣計量器の他に水車導翼開度指示計、自動動作順序表示灯、自動閉鎖繼電器を配置しました。

制御机面には各種制御開閉器と模擬母線並びに自動シーケンススイッチ、自動手動切換開閉器を置き更に發電機室、水車室間と連絡をとる爲めの信號裝置を設けました送電盤は裏の繼電器盤面に並行送電線の選擇接地保護繼電器一式を備へてゐますが 66,000 V 二重母線が異系統送電となる場合がある事と中性點が抵抗接地又は P.T.

接地の兩様となる爲め之に適合せしむる爲め方向選擇繼電器及方向接地繼電器には双方向性を有し且 P. T. 要素を必要とせぬ CR-C 型を使用して P.T. を省略しました（前掲單線結線圖にある 66,000 V P.T. は異系統送電より同一系統に切換る際 66,000 V 側に於て同期せしむる爲めと送電線回路に指示電力計を追加された爲め追加設置したものであります。）中性點がベテルゼンコイルを介して接地される場合接地電流が著しく減少する事を考慮してそれに備へる爲め特に敏感なる方向接地繼電器 CR-2G 型を使用しました。本ベンチボードの左右兩



第 5 圖 ベンチボード裏面繼電器盤



第 6 図 第一補助盤正面

側に可揺盤を有するは一は発電機の手動同期用、他は 66,000V 側の同期検定に資するものであります。

第一補助盤（直立盤）8 面
向つて右より（第 6 図参照）

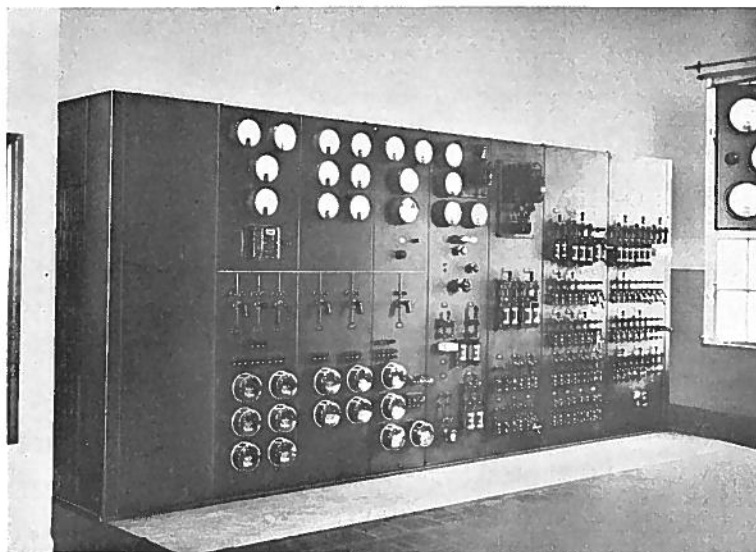
1. 第一號自動電壓調整器盤
2. 第二號 " " "
3. 第三號 " " "
4. 自動共通盤
5. 第一號自動繼電器盤
6. 第二號 " " "
7. 第三號 " " "
8. 指示計器盤

自動電壓調整器は勵磁機抵抗器型の速應式で自動繼電器盤はワンマンコントロール自動式起動及運轉に必要な諸種の繼電器と保護繼電器とを備へ自動共通盤には発電機の（自動揃速及自動同期に必要な繼電器を収納しました自動揃速同期装置は配電盤より離れた位置に設置されて居ります。之は從來と同じ二個の同期電動機を利用する當所 XZ 型のものであります）指示計器盤には発電機變壓器の溫度指示計の外水槽及放水水位用の指示型遠隔水位記録計を取付けてあります。

第二補助盤（直立盤）7 面
向つて右より（第 7 図参照）

1. 交 流 210V 盤
2. 交 流 105V 盤
3. 直 流 盤
4. 蓄電池盤
5. 3,300V 饋電盤
6. 所内變壓器盤
7. 主變壓器三次盤

上記は低壓所内動力、電灯回路及 3,300V 所内及並びに饋電回路を制御するもので特筆



第 7 図 第二補助盤正面

すべき點は別にありませんが變壓器三次側 O.C.B. は主變壓器（從つて主發電機も）が異系統送電を行ふ場合を考慮して 3 台分相互に電氣的鎖錠を施し常時 1 台のみ閉路し得他は全時には閉路し得ざる様にしてあります。猶電磁接觸器盤は自動電壓器回路用のものを集めそれに界磁遮斷器を取付配置としては發電機室の一隅へ置く事としました。又 60H.P. 200V の水車用壓油ポンプモートルは起動時のラッシュカレントを常規電流の 150% 以内に制限する爲め巻線型回轉子の誘導電動機を用ひその自動起動接觸器盤を設け水車室に設置しました。

(ロ) 配 電 器 具

配電器具に就ては 66,000 V、1,100 V、3,300 V の何れの回路に關しても新規なる製品として紹介すべきものはないので次に二三の器具について仕様を述べる程度で筆を止める事に致します。

油 入 遮 斷 器

66,000 V、11,000 V、3,300 V 各電壓の油入遮斷器は御要求によつて全部當所の特長たるデアイオングリッドを有するものとしました。即ち各電壓回路の油入遮斷器仕様は次の通りであります。

66,000 V 回路用油入遮斷器

型名: GO-3B 型 電壓: 69,000 V 電流: 600 A
遮斷容量 1,000,000 kVA 69 kV に於て
直流 110 V 電磁操作、トリツプフリー; アンチポンピング機構アングルフレーム取付、屋外用、
三極單投三槽式

11,000 V 回路用油入遮斷器

型名: O-111 A 型 電壓: 15,000 V 電流: 1,200 A
遮斷容量 500,000 kVA 15 kV に於て
直流 110 V 電磁操作式、トリツプフリー; アンチポンピング機構コンパートメント取付 屋内用 三極單投三槽式

3,300 V 回路用油入遮斷器

型名: F-124 型 電壓: 7,500 V 電流: 200 A
遮斷容量 50,000 kVA 35 kV に於て
直流 110 V 電磁操作、トリツプフリー; アンチポンピング機構 パイプフレーム取付 屋内用
三極單投單槽式

斷 路 器

66,000 V 斷路器は三極ラインスキツチと單極單投の二種であります。三極單投のラインスキツチの碍子は定格電壓 81,000 V に匹敵するピン碍子二段物を使用し單極單投の斷路器の碍子は送電線鐵構内 66,000 V 母線等と絶縁程度を協調せしむる目的で特に御要求を蒙り當所標準外の 10 吋ビラー碍子五段物を使用しました。電流量容量は何れも 600 A に統一されてゐます。

避 雷 器

避雷器は當社獨特のポーラスプロックオートバルブ型でその特長は周知のものでありますから別に説明を要し

ませぬが 66,000 V 回路のものは中性點がベテルゼンコイルを介して接地される場合動作上支障のない様豫めそれに適するギャップ セツチングを施行して出荷しました。

(7) 制 御 電 源

本發電所の制御電源としては交流三相 210 V 及び直流 110 V とし各種電動機には交流 210 V を、一般制御回路自動制御回路及釋放回路には直流 110 V を使用してゐます。蓄電池は据置型 110 V 300 AH (10 時間放電率) のものを準備され充電用としては 16 HP-10 kW の電動發電機 1 組を納入しました。而して本發電所が逆送電無く單獨に且つ全然手動にて起動する場合を考慮して壓油泵はエマゼンシー用として小水車直結のものを設備し此の際必要な電動潤滑油ポンプ用電源とし 5kVA の補助三相交流發電機をその軸に直結して置きました。

結 言

本發電所は水車發電機變壓器、配電盤、配電器具に就て特筆大書すべき斬新なもの又は記録的製品は含んでをりませんが約 49,000 kVA に及ぶ水力發電所の發電機械一式を一括受注し之を短時日で完成し得た事は當所とし誠に欣快に堪えぬ處であります。その上本發電所は異系統發送電を行ふ場合を考慮し 66,000 V 側中性點も前述の如く抵抗接地 PT 接地、リアクトル接地と三者の場合を豫定された爲め配電盤關係に於て保護繼電器方式の上に頗る複雑なものとなり繼電器の選定接続に不尠腐心したものであります。

幸ひにして製作に於ても輸送の途次に於ても何等事故を惹起せず又現場に於ける組立据付工事も東北振興電力會社側當事者各位の驚異的御努力により短期間に完全に施行され東北地方の一大發電所として昨年十二月一日以來好成績に運轉を繼續してゐる事は誠に御同慶の至りに堪えぬ次第であります。

尙此の機會に本發電所のワンマンコントロール自動方式の概要を保護装置と共に御紹介し度いと考へましたが既に本誌に再三發表せられたものと重複する上相當紙數を要する故今回は割愛し御参考迄にシーケンスダイヤグラムのみ次に掲げて置く事に致します。(終り)

東北振興電力株式會社 蓬萊發電所

16,350 kW 豎軸フランシス水車に就て

三菱重工業株式會社
神戸造船所

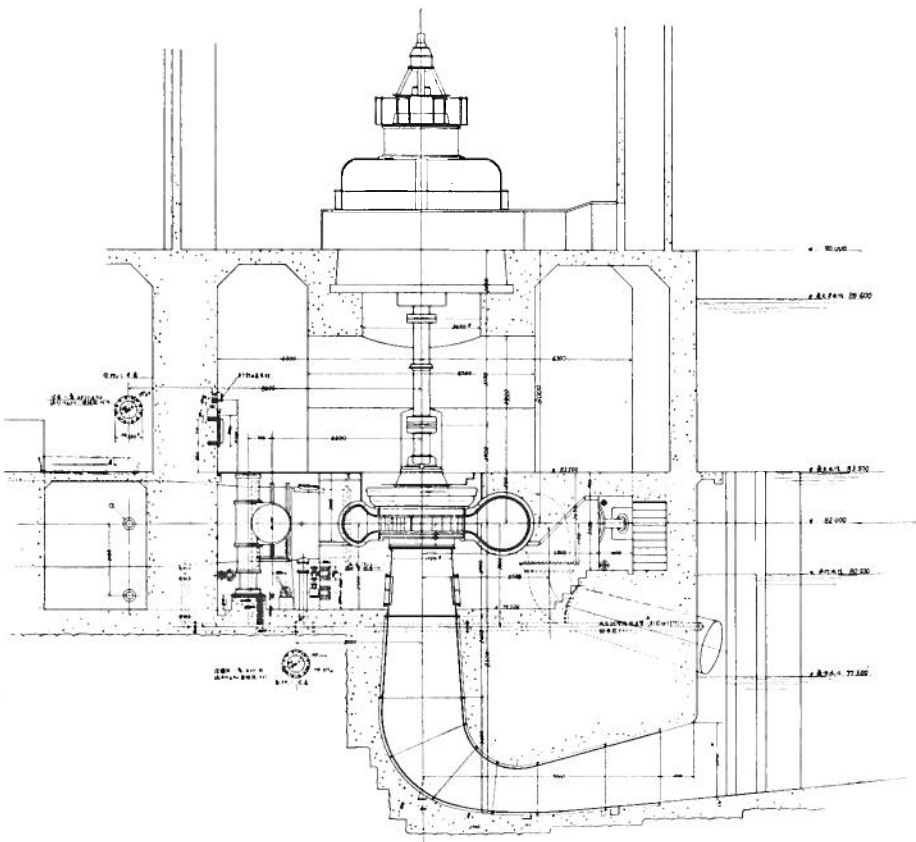
富 永 守 之

國の内外に於ける各種生産力の擴充に伴つて電力の需要は頗る増嵩し、今日我國の如き水力に恵まれた國に於ては競つて水力發電所の新設擴張が行はれ現に當所に於ける水車の製作狀態は近年非常な發展を醸生して居ります。茲に最近建設され、各種試験を施行の結果良好なる成績を修め只今運轉續行中の東北振興電力蓬萊發電所納豎軸フランシス水車に就て其概略を記述致します。

概 要

この發電所は 3 台の水車發電機を設置して總出力

39,000 kW であります。此水車は有効落差 81.2 m 最大出力 16,350 kW・常用出力 14,000 kW・回轉數 300 r.p.m.・比回轉度 184 の水車で 16,250 kVA・50 $\sim$ ・力率 80%・13,000 kW の三菱電機製發電機に直結されて居ります。第 1 圖は此發電所の縦斷面の基礎配置圖を示したものであります。尙吸出落差は現在最大 4.5m ですが近々此下流にあたる同社信夫發電所のダムが完成の時には 3m 程放水位が上昇して吸出落差は 1.5 m となる豫定です。



第 1 圖
蓬萊發電所基礎配置圖

水車本体

スパイラルケーシングは鋼板製にして 19~16 号鋼板を全部衝き合せて溶接しスピードリングに鉄付けしてあり、スピードリングは鑄鋼製にして四つ割れとし其内の一個はスパイラルケーシングの巻終りのものを鑄出してあります。此四箇は互に強固なフランジ及びボルトにて結合せられスパイラルケーシングと共に工場に於て完全な水圧試験を施行しました。ランナーはフランシス型で直径 1825 号中速度型ランナーであります。材質は鑄鋼製で羽根の補強工事には溶接を以てすることが出来ます又外周には鑄鋼製ライナーを焼嵌し磨耗の際容易に取替へ得られ又同時に漏洩損失を免れる爲にラビリンス式にしてあります。猶羽根の両面其他水の通る面は摩擦損失を少くする爲めすべて平滑なる仕上を施しました。吸出管は屈曲型で入口より出口迄全部鋼板を溶接したもので「ライニング」してあります。又吸出管上部には空気弁を設け之を開閉して軽負荷時の吸出管頂部に於ける過度の真空を調節すると共にガイドベンを急に閉鎖したときに空気を吸入せしむることが出来ます。以上のスパイラルケーシング、吸出管等は何れもコンクリート中に深く埋設してあります。ガイドベンは鑄鋼製で断面は完全な流線型をなし表面はグラインダー仕上をしてあります。其数は 24 枚あつて開閉は水量調整輪よりリンク機構を経て一律に同一角度の開閉をなす様になつて居ます。此リンクには閉鎖状態を各個に調整し得る様にし又弱點を設けて一個のガイドベンに異物が挟まれた時は單に其箇所のピンが破損して他のガイドベン及調整機構に何等の損傷を與ふることなく閉ぢることが出来る様に製作されてゐます。ガイドベン軸と之を支ふるブツシュとの間の潤滑にはグリースを用ひガイドベン頂部よりグリースガンで以て補給します。上部ケーシングカバー及下部ケーシングカバー共に鑄鐵製一体鑄物でスピードリングにボルト付けされガイドベン軸用パッキンググランドを保持して居ります。ガイドベン及ランナーに接する部分は取替へ得る鋼板製ライナーを附してあります。下部ケーシングカバーには其下部に吸出管が取付けられ、上部ケーシングカバーには更に其内側に内部カバーがボルトを以て固定されてゐます。内部カバーは鑄鐵製一体鑄物で主軸用パッキンググランド及主軸承支持台をボルトを以て

取付けてあります。主軸承は主軸承支持台にボルト付けされ出来る限り低位置を採つて、ランナー及主軸の振動を防止してゐます。ブツシュは鑄鐵製にて二つ割れとなしバビツドメタルを裏張りし適當なる油溝を作り潤滑油の循環を圓滑ならしめ又ブツシュの外周には冷却水室を設けて温度の上昇を防止して居ります。潤滑方法は循環式で軸承支持台の内側に設備した油唧筒によつて行はれます一つは齒車を仲介して主軸によつて回轉され之を常用とし他は電動機によつて起動時及危急時に運轉されます。本水車の構造上の特長として以上の内部カバー、主軸承支持台、主軸承等上部のもののみを取外しガイドベン其他水量調整装置を分解することなくランナーを取出すことが出来ます。猶水車の解体組立に便ならしむる爲發電機軸と水車軸の間に中間軸を設けてあります。主軸は鍛鋼品第五種を用ひ、兩端は打出しのフランジを備へ一端はランナーに他端は中間軸に連結して居ります。ランナー側フランジには直径方向にキーを入れトルクは全部これに負擔せしめボルトは單に軸推力を支へる様にしています。又中間軸にはリーマールボルトを以て取付けてあります。主軸がパッキンググランドを貫く部分は磷青銅のライナーを嵌装して摩損に備へて居ります。中間軸も同様鍛鋼品第五種を使用し兩端にフランジを打出しリーマールボルトにて一端は主軸他は發電機軸に連結されてゐます。此發電所は洪水位が高い爲水車中心より發電機床面迄 8 米あり、其間に中間軸承を置かざるも實際運轉の結果は之によつて振動を生ずる様な事はなく極めて圓滑なる回轉を續けて居ります。第 2 圖は第 1 號水車の据付完了の狀況を示したものであります。

調 速 機

調速機は三菱標準 V.O. 5000 型にして之はアクチュエーターとサーボモーターとが結合されて一体となりたる型式のものであります。水車室床上に設置して水車主軸より縦のスピーダー軸にベルト掛けし更に齒車を介して横のスピーダー軸を回轉し再び齒車を經て遠心錘を回轉して居ります。サーボモーターはダブルシリンドラー式とし調整軸、ベルクランク及ロッドを經て水量調整輪に連絡して居ります。調速機を水車室に設置した爲に以上の諸装置並に復歸装置或ひはパイピング等は極めて距離が短かく材料の節約と共に故障を減じ確實なる作動を期す

ることが出来ます。

主 入 口 弁

水車主入口弁には内径 2,100 耗の鑄鋼製蝶型弁を採用し口径 250 耗のスルース型バイパス弁を具備し之等の開閉操作は三菱特許の互鍵装置によつて安全にして確實なる油壓自動操作を致します。

水 圧 調 整 機

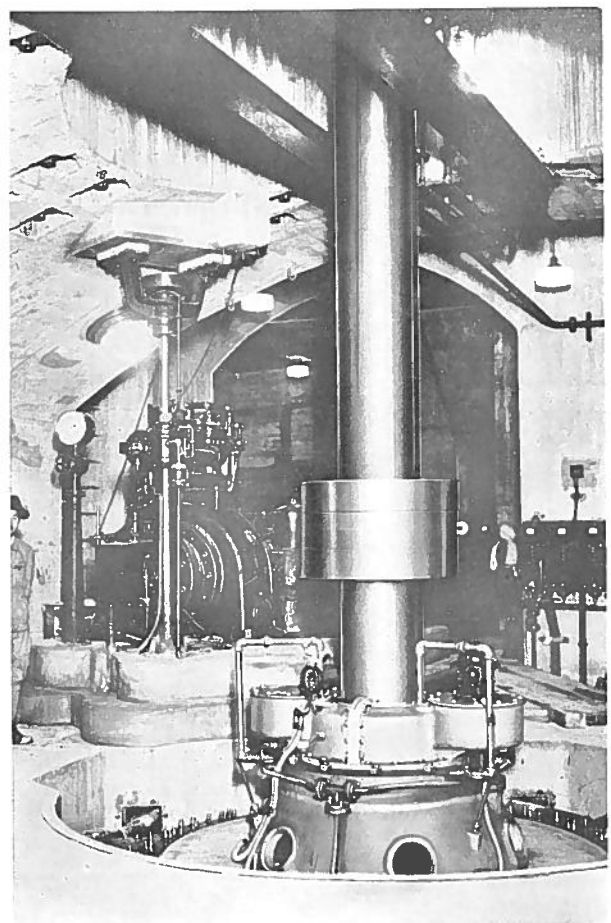
ガイドベン急閉鎖時に起る水圧の上昇を防ぐ爲に當所標準の SV 1100 型油壓平均式水圧調整機を附備し之によつて全負荷遮断時瞬間水圧上昇率は静止落差の 15 % 以内に止むることが出来ます。

壓 油 唧 筒 装 置

調速機、主入口弁、水圧調整機、自動装置等に壓油を供給する爲に壓油唧筒装置を設備して居ります。其装置の主なるものは二台の壓油唧筒、集油槽、各水車に一個宛の壓力油槽及之等を連絡する配管等より成り所謂セントラルシステムと稱せられるものであります。壓油唧筒は一台を電動とし 60 H.P. 600 r.p.m. の三相誘導電動機を直結し、他の一台は 60 H.P. 600 r.p.m. の小フランシス水車に直結され電動機電源喪失の際或ひは油壓が規定以下に降下せる場合は自動的にスタートする様になつて居ます。猶此小水車には壓油唧筒の外に 5kVA の交流發電機を直結し所内用電源の無い場合にスタートする時の發電棒滑油ポンプ電源に供せられます。壓油唧筒は何れも齒車式にして油壓は 16 kg/cm^2 吐出量は 670 lit/min で安全弁、戻止弁等を附屬して居ます。又アンローダー式壓力調整弁を具備して壓油槽に壓油の供給を必要とせざる時は直接集油槽に返還して電動機の負荷を軽減し油の過熱を防止することが出来ます。尙水車三台とも停止して居る場合は電動壓油ポンプも停止するが壓油槽の油壓が止一定値を降れば自動的に起動して其油壓を保つ様になつて居ます。集油槽は水車運轉休止時及各壓油装置自動装置等の排油漏油を集める油溜めにして集油槽の油は前記壓油ポンプ用電動機及小水車によりベルトドライブされる小型齒車式循環唧筒によつて油冷却器に送られ鐵管よりの冷却水によつて完全に冷却されます。

自 動 装 置

本發電所は所謂一人制御式半自動發電所にして水車の起動、同期、負荷、停止、運轉台数の撰定、力率の調整等總て配電盤より遠方自動操作を行ふことが出来ます。先づ水車を起動するには配電盤に於て冷却水阻止弁を開いて各軸承に冷却水を通じ同時に電動の壓油唧筒を起動して壓油槽に規定油壓を作り油壓繼電器が作動します。又油冷却用循環唧筒によつて集油槽の油が循環冷却されます。次に主軸承用電動補助滑油唧筒が起動して滑油は軸承上部油溜に汲み上げられ油流繼電器を作動します。又調速機用電動機を回轉して調速機速度調整ハンドルを無負荷規定回轉數の位置に置きます。次に制御用ハンドルを第一段の位置に回轉すれば自動壓油阻止弁を開き調速機其他に壓油を送り發電機のブレーキを緩めガイドベンの緊錠を解きます。又主入口弁用バイパス弁を開きケーシング内に水壓を生ずるを待つて配壓弁が作動して主



第 2 圖 16,350 kW 水 車 据 付

弁が開きます。次に制御ハンドルを第二段に置けば起動装置を作動してサーボモーターを起動開度迄動かし水車が回轉を開始します。同時に主軸より齒車を介して運轉せられる潤滑油唧筒が滑油を汲揚げ油流繼電器が作動して電動潤滑油唧筒は停止します。水車の回轉が次第に上昇して同期速度に達すると速度繼電器が作動して水車の速度制御は完全に調速機の作用に移されます。制御ハンドルを第三段に廻すと界磁遮斷器が閉ぢ第四段に置くと自動揃速装置が作動して水車速度を同期速度に完全に一致せしめ自動同期閉合器の作動により油入遮斷器を閉ぢて發電機を母線に接続します。之で水車は無負荷運轉に入つたわけでありす。上記は自動装置の動作を制御ハンドルにて段階的に行ひましたが制御ハンドルを一度に第一段より第四段迄廻して置けば全然自動的に上記の動作を進行し水車の起動より同期迄が行はれます。斯くして水車は調速機電動機を配電盤より動かして無負荷より次第に負荷されこゝに並列運轉を行ふ事になります。水車を停止する場合は調速機用電動機に依り水車を無負荷とし制御用ハンドルを上記の逆に回轉し各段毎にハンドルを止めるも又一氣に之を廻すも全く同様に作動し、水車を停止することが出來ます。其詳細は説明を省略します。此外軸承の過熱、潤滑油及冷却水の杜絶、油壓の

低下、水車の過速度、調速機用ベルトの切斷等の故障に對しては夫々安全装置の作動により警鈴を鳴らして水車を急停止する様になつて居ります。

試 驗 結 果

本水車の調速機試験並に能率試験の結果を概略記述致します。昭和 13 年 11 月 25 日第 1 號及第 2 號水車の調速機遞信省試験を施行されましたが何れも優秀なる成績を以て終了致しました。次に當時の第 1 號水車の試験記録を附記致します。

尚ほ速度上昇率の保證は 13,500 kW を遮斷したる時 17.5 % 又水壓上昇率は保證は 15 % であるが試験の結果は何れも保證以下であります。

次に能率試験は昭和 14 年 4 月 11 日より第 3 號水車及第 2 號水車に就て施行されましたが結果は極めて良好なる成績を得ました。水量の測定は鹽水速度法を採用し發電機出力、有効落差等の測定には正確なる計器と綿密なる計測を行ひました。其結果は發電機出力 13,000kW に於て何れも 90% 11,000 kW 附近に於ては最高能率 92% を示して居ります。

遮斷せし負荷 (水車出力) kw	速 度 上 昇			水 壓 上 昇				調速機 閉 鎖 時 間 Sec
	初 r.p.m.	最 大 r.p.m.	上昇率 %	初 m	最 大 m	無負荷の場合 の有効落差 m	上昇率 %	
13,500	300	351	17	72.5	82	84	11.3	3.0

節 油 式 遮 断 器

神戸製作所 陳 定 國

緒 言

近年回路遮断器の理論並びに製作の進歩は刮目すべきものがあります。歐洲大陸方面では少油量の遮断器或は全然油を使用しない遮断器の製作に長足の進歩を遂げて今や遮断器界の面目を一新せんとしてゐます。當社に於ても時代の要求に従ひ此種少油量式の遮断器の開発に鋭意努力して此程 69 kV 用の試作品を完成しました。

此種遮断器の設計に當つて特に留意すべき點は少油量である事と其の本体が機械的に弱い碍管より出来てゐる事であります。故に電弧エネルギーを極力制御する優秀なる消弧室を使用せねば此種の遮断器には適しません。電弧エネルギーは次式にて表はされます。

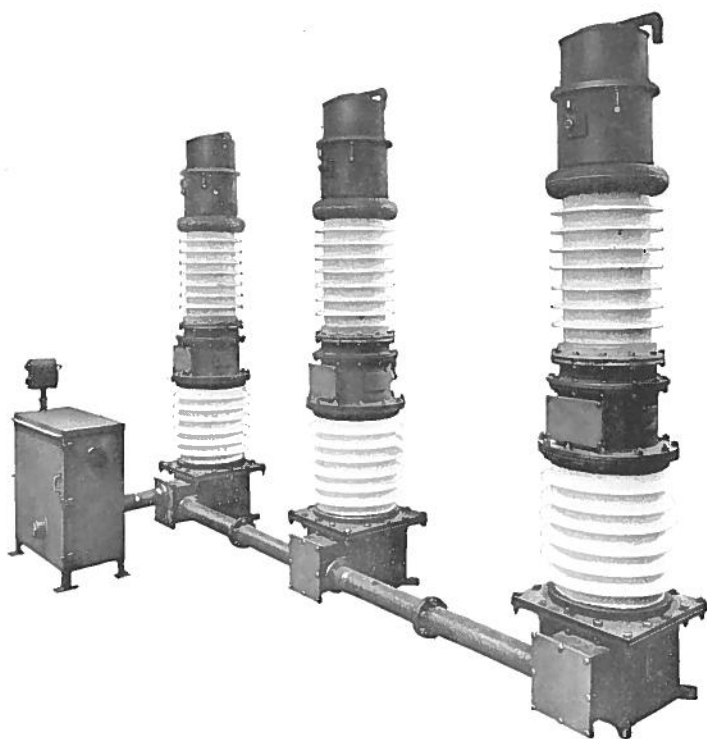
$$\int e i d t$$

故に電弧エネルギーを小さくするには電弧継続時間(t)を小さくする必要があるのみならず、電弧電壓(e)を

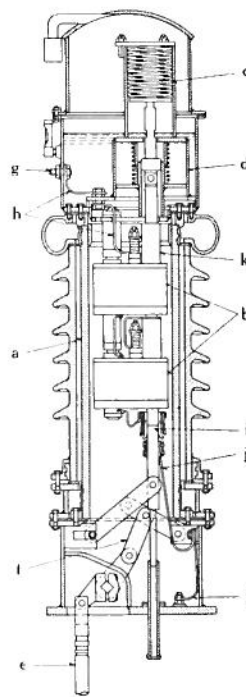
も適當に制御せねばなりません。即ち電流値最大の附近に於ては電弧電壓を小さく保持して、電流自然零値直前に於て初めて強力なる消弧作用を與へる様にせねばなりません。

構 造

本節油式遮断器の構造は第1圖及第2圖に示した通りであります。之を説明すれば、上下二段の碍管より成り下部碍管の内部には變流器を有し、上部碍管の内部には之と全心的にマイカルタ管(第2圖a)を配置して更に其の中にデアイオン・グリッド(第2圖b)を2個直列に取付けてあります。消弧室の上方には可動コンタクト加速用のメイン・スプリング(第2圖c)と遮断時發生する壓力を巧みに利用して可動コンタクトの逆動を防ぎ全時に加速の助けをなす装置(第2圖d)を備へてあります。操作棒(第2圖e)は變流器を入れてある下部碍管内を

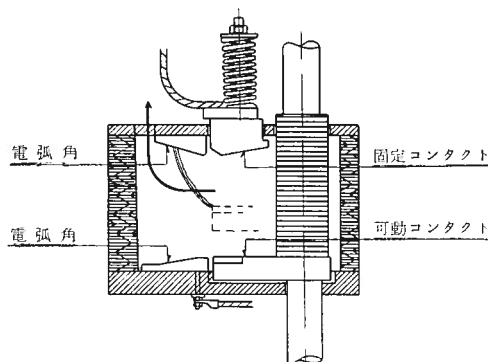


第 1 圖 節油式遮断器



第 2 圖 節油式遮断器内部構造圖

通り上部碍管と下部碍管の間にあるリンク機構（第2図f）を介して可動コンタクトと連結します。遮断器の開閉は共通の電磁操作機構によつて操作棒を上下することによつて行はれます。電気の通路は上部主端子（第2図g）より導線（第2図h）にてグリッドの固定コンタクトへ導かれ、其れよりグリッドを2個直列に通つてオイル・デスコ（第2図i）へ出ます。更にオイル・デスコより導線（第2図j）にて下部碍管内の變流器へ接続し、後下部主端子へ出る様になつて居ります。



デアイオン・グリッド

本遮断器のデアイオン・グリッドは第3圖の如き纖維質の素片の組合より成り節油式遮断器に適合する様特に注意して設計してあります。標準デアイオン・グリッドの構造及其作用に就いては已に公知の通りですから此處では其詳細なる説明を割愛します。只標準デアイオン・グリッドと異なる主なる點を挙げると

①油駆動用ピストンを備へて小電流遮断の際の消弧を助け又電弧により發生せる分解物を洗滌します。

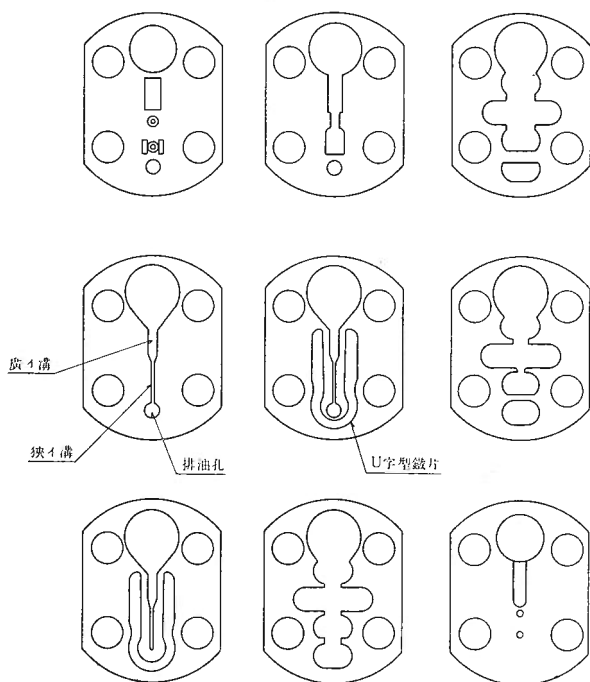
②ピストンの直下に取付けてある可動コンタクトの運動はグリッド内に制限せられ、其れによつて油の漏洩を減少し、又可動コンタクトが移動してもグリッド内の容積の變化がない様にします。

③グリッドの溝の廣い部分と狭い部分が頂端板の排油孔と適當に配置され、遮断電流の大きい間は電弧を溝の比較的廣い部分に保持し、電流自然零値直前に於て電弧を狭い部分に押込み、其處で強力なる消弧作用を行はせます。斯くする事によつて發生電弧エネルギーを制限し従つて油の劣化及内壓の上昇を防ぎます。

④保強の爲めに鋼鐵製頂端板と支持用 Wood micarta stud を使用して居ります。

動作

命令によつてトリップが動作すれば蓄勢されたメイン・スプリングは可動コンタクトを共通に取付けてゐる棒（第2圖k）を押下げます。それによつてコンタクトの分離が開始されます。最初電弧はグリッド素片の溝の比較的廣い部分に擴がります。此の素片にはU字型の鐵片を具へ電磁作用によつて電弧を溝の狭い部分へ押込まうとするが電弧の直徑が未だ大きい爲めに這入ることが出来ません。そして此の比較的廣い溝の中にある電弧は互は斯性の鞘にて包まれ直接油に觸れない爲めに油の分解旺盛ではありません。即ち此の状態では電弧は障害を受けないから電弧電壓は小さくなります。而して瓦斯の開放口は狭い溝の他の端に設けられ、此經過中に發生した瓦斯は其處より排出されます。次に電流が自然零値に近づくと電弧の周邊にある瓦斯の鞘の直徑は電弧心部の減少と共に急激に減少して電弧は溝の部分に押込まれ、電弧角に移されます。此状態では電弧心部が油に直接々觸



第3圖 デアイオン・グリッド説明圖

します電弧が板の端即ち絶縁物の壁に當つても板が多孔質であり、所々に凹みを設けてありますから其の部分の油が分解して新しい油粒や瓦斯が発生します。そして其等が電弧中に巻込まれて其れを冷却しながらイオンの再結合及擴散による消イオン作用を促進します。放出口に至るまでの溝の幅は一様に狭いから電弧は此の間に於て急激なる Cross blast を受けます。一方ピストンは可動コンタクトと共に動き、電弧の方向に新鮮なる油を流す事によつて電弧による分解物を運び去り消弧室内の壓力を低下し、又電流零値の直前に於てはイオン化してゐない瓦斯や油粒の強い Cross blast を與へることによつて甚だ有効なる消弧作用をする事が出ます。而し此の際ピストンは背壓を受けますが、水力學的連結を施すことによつて時間の遅れなしに背壓を相殺する様な装置（第2圖d）を備へてあります。

固定コンタクトスプリングは接觸抵抗を減少すると共に又遮斷時の可動コンタクトの加速を助けます。斯くして可動コンタクトの分離はある距離で停止するがオイル・デスコンは尙ほ降下運動を繼續してある間隔を與へ、電氣的漏洩を防ぎます逆に投入の場合は電磁操作機構によつて操作棒を下方へ引張り、リンク機構を介して先づオイル・デスコンを咬合せ、後蓄勢スプリングに抗しつゝコンタクトを接觸させます。

試 験

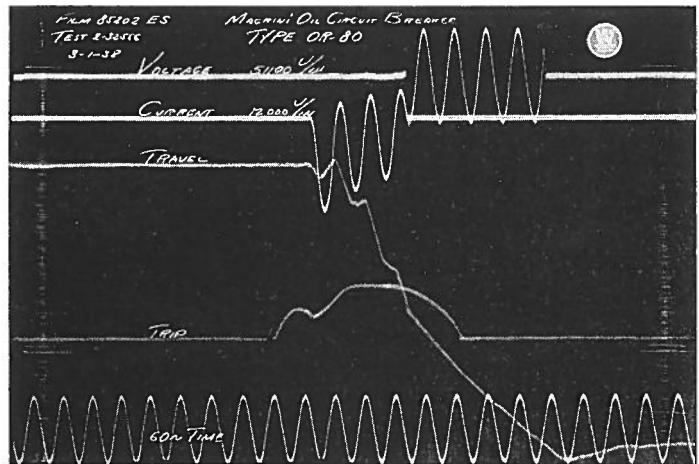
次にW社に於ける全型遮斷器の試験成績を示します。

第4圖はデアイオン・グリッド1個の場合の短絡試験オツシログラフで、電壓 30 kV、遮斷電流 6950 A（直流分 51.5 %）、電弧繼續時間 1.3〜（60〜元）。

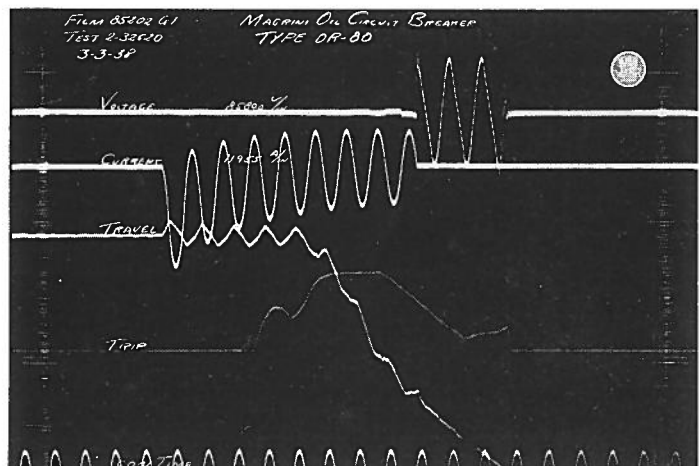
第5圖は全じくグリッド2個の場合で電壓

66 kV、遮斷電流 4700 A（直流分 8 %）電弧繼續時間 2.3〜。

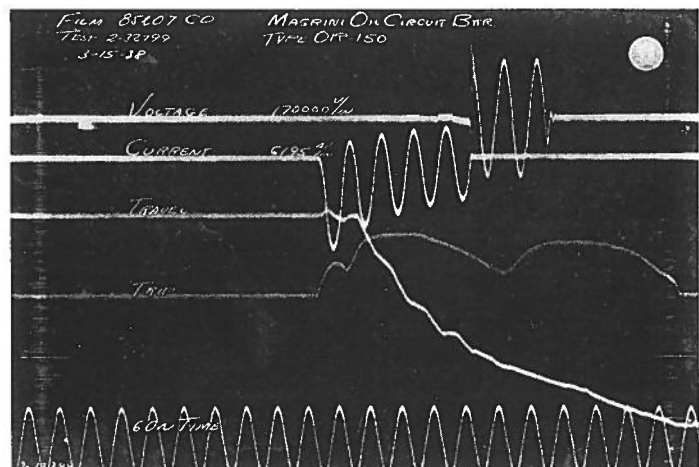
第6圖は全じくグリッド4個の場合で、電壓 132 kV、遮斷電流 3000 A（直流分 38 %）電弧繼續時間 2.6〜。



第4圖 短絡試験オツシログラフ（グリッド1個）



第5圖 短絡試験オツシログラフ（グリッド2個）

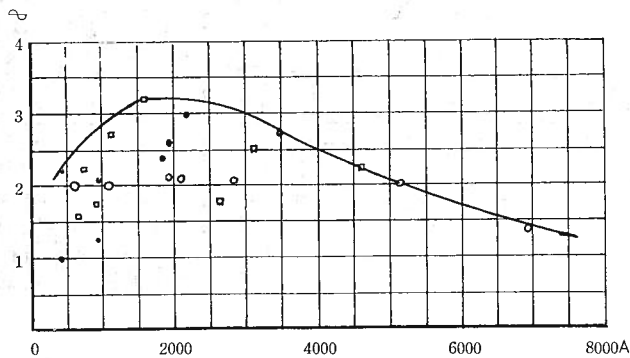


第6圖 短絡試験オツシログラフ（グリッド4個）

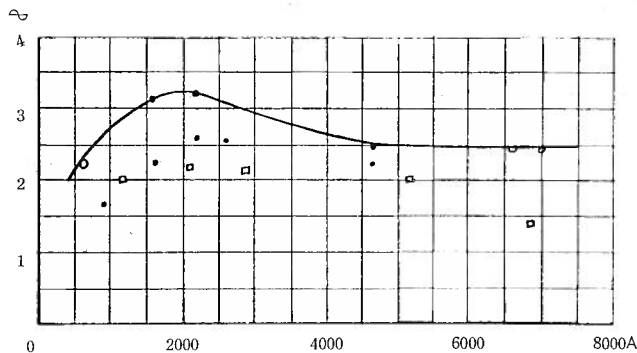
第1,2表はデアイオン・グリッド2個の場合と4個使用する場合の電圧分布の%を示します。

第1表 電圧分布(グリッド2個の場合)

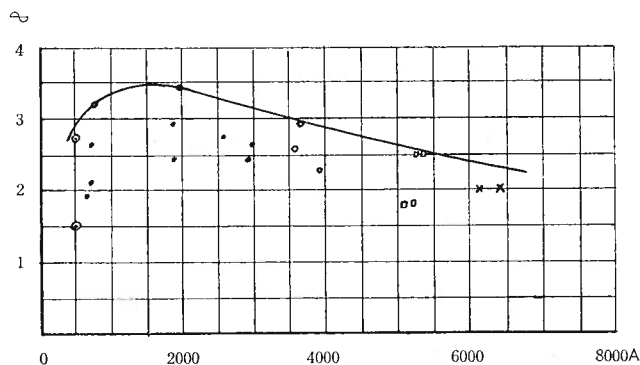
試験電圧	上部主端子	V	$\frac{2}{3}$ V	$\frac{1}{3}$ V	○	V	$\frac{2}{3}$ V	$\frac{1}{3}$ V	○
	下部主端子	○	$\frac{1}{3}$ V	$\frac{2}{3}$ V	V	○	$\frac{1}{3}$ V	$\frac{2}{3}$ V	V
電圧分布	第1遮断点	35.7	32.7	30.4	26.5	46.1	46.1	45.7	45.3
	第2遮断点	25.8	25.6	25.5	25.3	53.8	53.8	54.3	54.6
	オイルデスコ	38.5	41.7	44.2	48.2				



第7図 遮断電流=時間(グリッド1個の場合)



第8図 遮断電流=時間(グリッド2個の場合)



第9図 遮断電流=時間(グリッド4個の場合)

第2表 電圧分布(グリッド4個の場合)

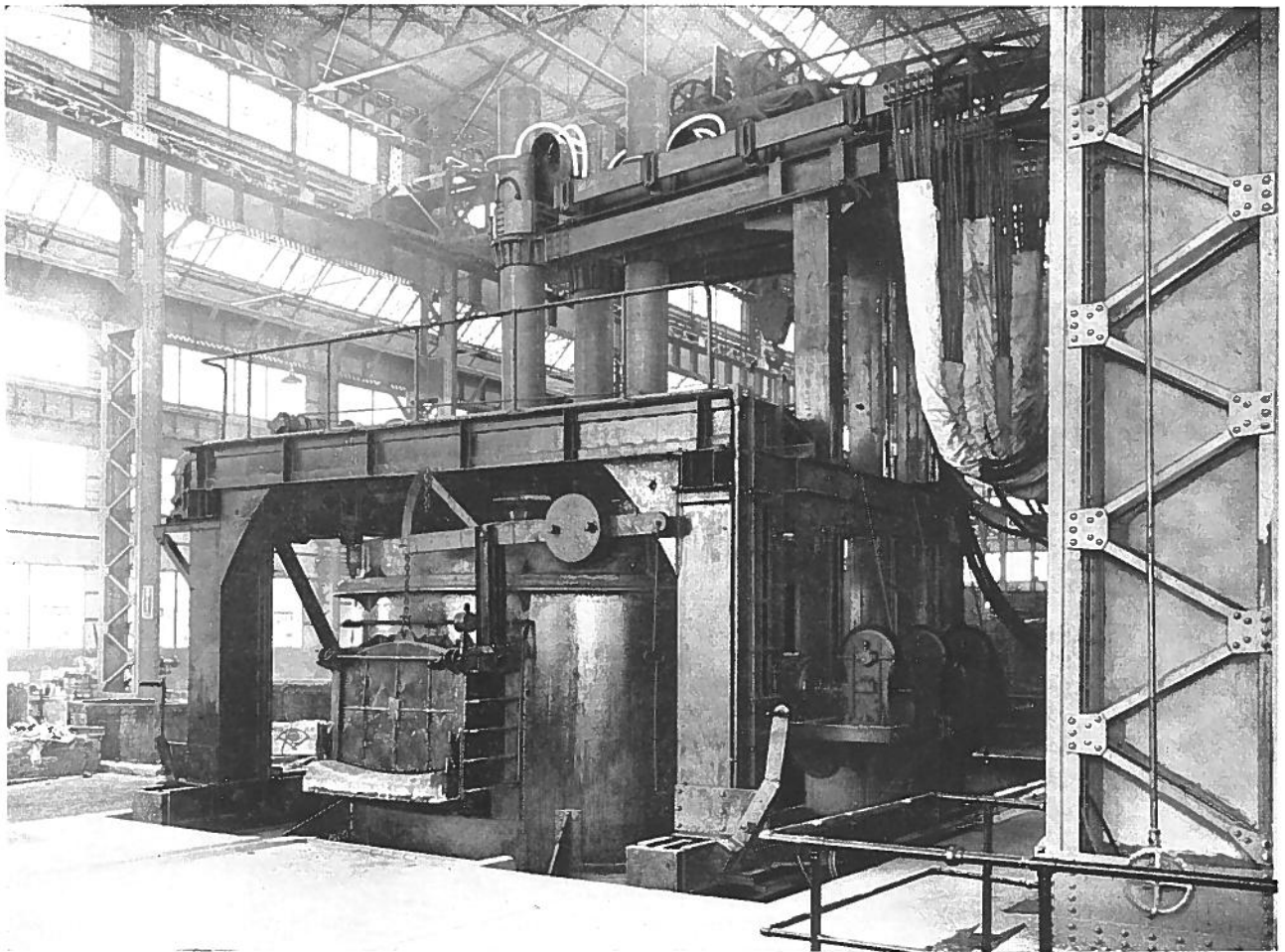
試験電圧	上部主端子	V	$\frac{2}{3}$ V	$\frac{1}{3}$ V	○	V	$\frac{2}{3}$ V	$\frac{1}{3}$ V	○
	下部主端子	○	$\frac{1}{3}$ V	$\frac{2}{3}$ V	V	○	$\frac{1}{3}$ V	$\frac{2}{3}$ V	V
電圧分布	第1遮断点	17.7	15.1	12.8	9.7	24.8	22.9	21.0	20.0
	第2遮断点	18	15.9	14.2	11.9	27.1	26.2	25.2	23.8
	第3遮断点	12.7	12.4	11.9	11.5	23.6	24.7	25.2	25.7
	第4遮断点	8.8	9.3	9.8	10.4	24.6	25.7	28.6	30.5
布	オイルデスコ	42.8	47.3	51.5	56.6				

第7, 8, 9図は夫々グリッド1個、2個、4個の場合の短絡電流に対する電弧継続時間(60 $\sim$ 元)を示してあります。何れもトリップ・コイルを付勢してからコンタクトが分離を開始する迄の時間3 $\sim$ を加へましても8 $\sim$ には尙餘裕があります。

結 言

此型の遮断器の主なる特長として次の諸点を挙げる事が出来ます。

1. 少油量である(1例を69kV, 75kVAの場合に取りますと使用油量が230立で、油槽型のものに相当します)。
2. 電弧エネルギーの小さい事。
3. 軽量である。
4. ブッシングを使用せぬ事。
5. 各遮断点の取換へが容易である。
6. 各遮断点の電圧分布が均等である。
7. 各遮断点について実負荷にて試験することが出来る。



20 吨 ト ッ プ チ ャ ー ジ 式 電 氣 爐

今回製作致しました 20 吨トツプチャージ式電気爐は如何なる不良原料にても僅々 5 分間にて裝入作業を完了し
而も作業は三菱全自動式電流調整裝置並に全電動自動式裝置によつて、裝入時間の短縮は勿論、熔解作業の時間を
も極度に短縮し得て、熔解能率を向上し作業を平易且衛生的ならしめ、生産量を著しく高める事が出来ます。

10 吨以上の大型爐には是非共本型式の御採用をお奨め致します。

昭和十四年 六 月 廿五日 印 刷
昭和十四年 六 月 廿八日 内務省納本
昭和十四年 六 月 卅 日 發 行

〔本誌代價〕 登部ニ付 金 貳 拾 錢
(郵 税 不 要)

編 輯 兼
發 行 者

印 刷 者

印 刷 所

發 行 所

神戸市兵庫區和田崎町 三菱電機株式會社神戸製作所内
稻 垣 健 三

大阪市東區北久太郎町一丁目一六
久 保 專 治

大阪市東區北久太郎町一丁目一六
サ ン 製 版 印 刷 所

神戸市兵庫區和田崎町三丁目
三菱電機株式會社 神 戸 製 作 所