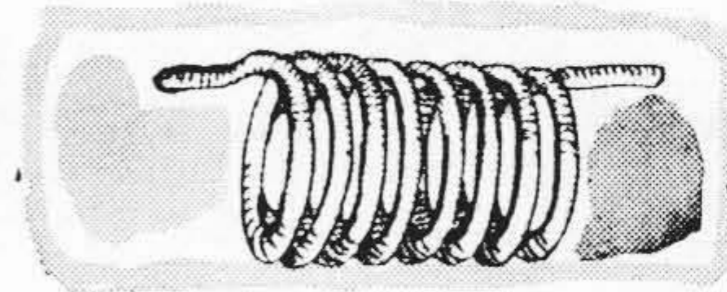


[V] 遮断器及配電盤

Circuit Breakers & Switch Boards



遮断器

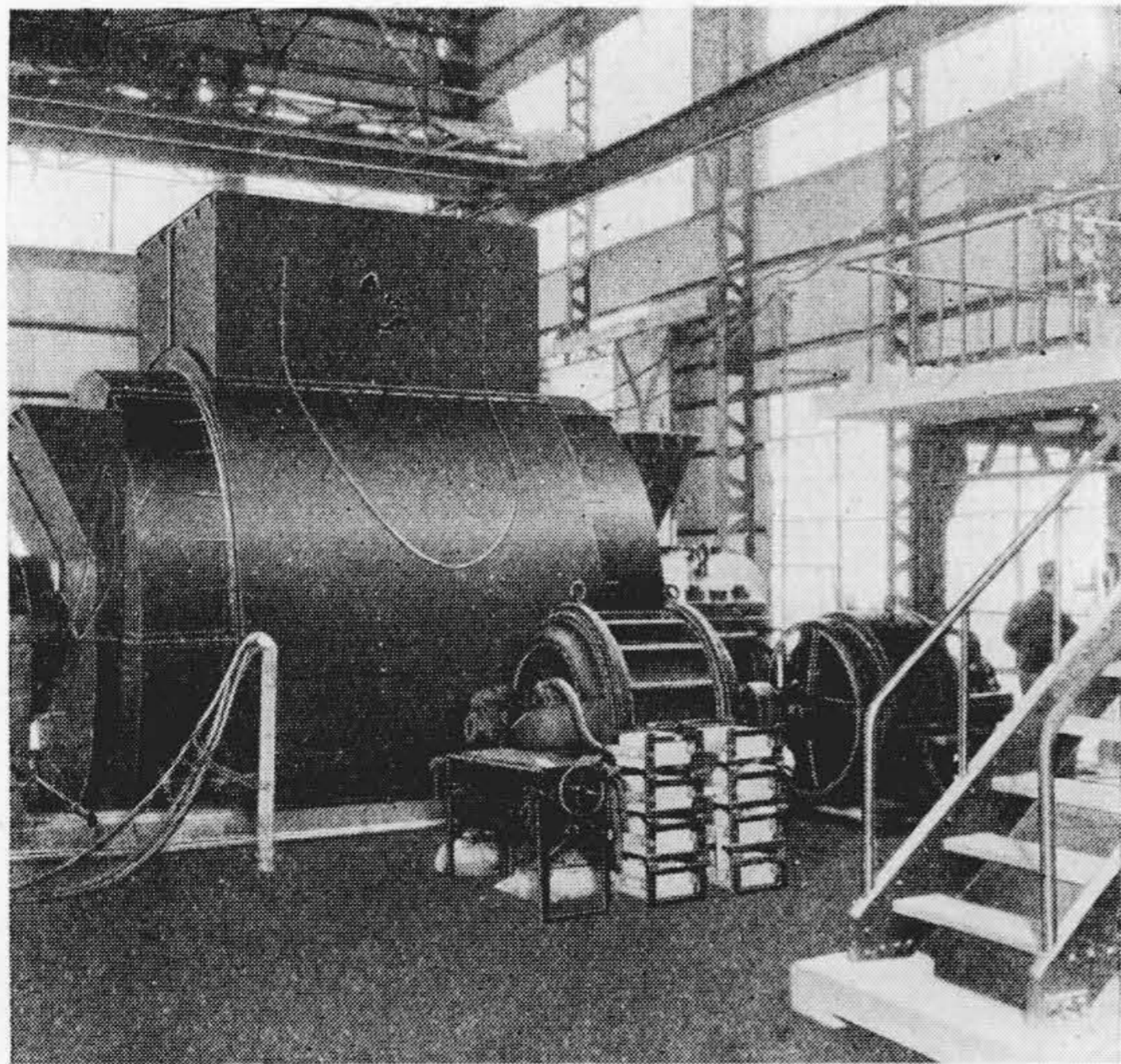
Circuit Breakers

50,000 kVA 短絡試験設備

50,000 kVA Short Circuit Testing Plant for Circuit Breaker

戦災により昭和 20 年より休止中であった、日立製作所の短絡試験設備は昨 25 年 11 月に復舊漸く成り 5 年振りに短絡遮断試験を開始した。本設備は 50,000 kVA 交流発電機を主體とし、230 kV 變壓器 1 臺、66 kV 變壓器 2 臺、100 kV 重電流變壓器 1 臺等から成るものである。275 kV の超高壓新北陸幹線の實現を間近にひかえて、遮断器の躍進が要望されているとき、本設備の完成は制弧遮断器に取つて一威力が加えられたものと云えよう。

第 1 圖は今回復舊完成した短絡試験用 50,000kVA 交



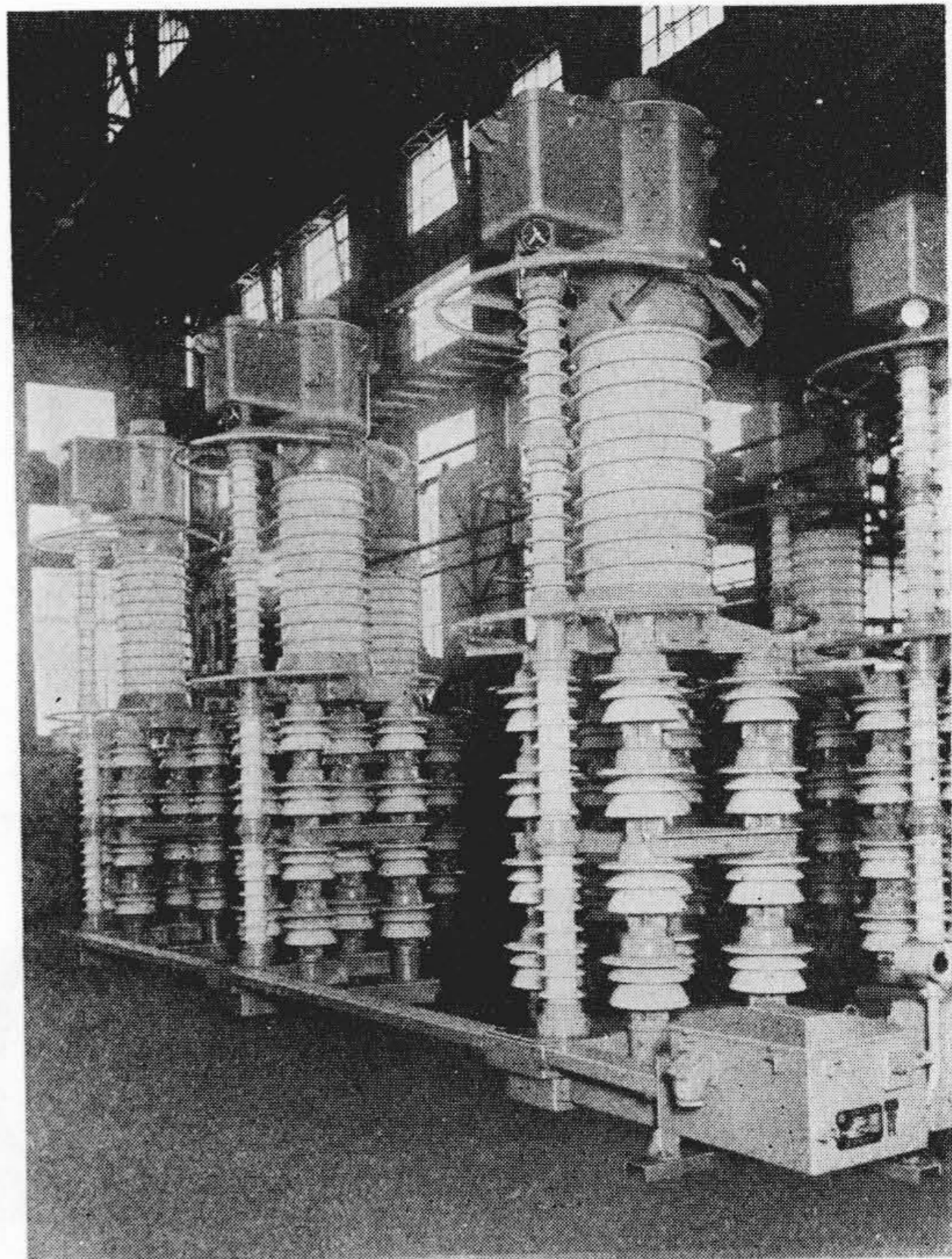
第 1 圖 復舊成つた短絡試験用 50,000 kVA 交流発電機

Fig. 1 50,000 kVA AC Generator for short Circuit Breaking Test.

流発電機である。

絶縁が強化された 161 kV 制弧遮断器

161 kV Contrarc Breaker



第 2 圖 國鐵山邊發電所用制弧遮断器。

Fig. 2 Contrarc Circuit Breaker for Yamabe Power Station of Government Railway.
161 kV 800 A 2000 MVA.

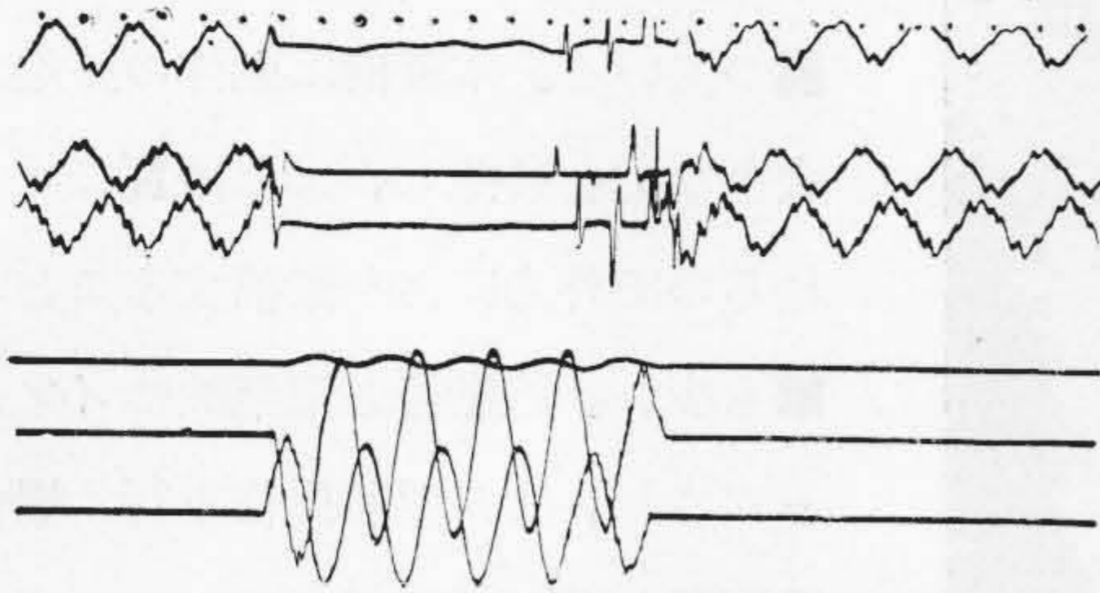
第 2 圖は國鐵山邊發電所用として製作された。161kV 800 A 遮断容量 2,000 MVA の制弧遮断器である。本器の特徴は絶縁協調の見地から、衝撃電壓に對す強度を大きくする目的で遮断部の上下に遮蔽環を施したことである。この結果定格電壓 161 kV に對する基準衝撃電壓 570 kV の 110% たる 825 kV に、同相端子間及び對地間が耐えることが出来た。

尙本遮断器は新に復舊された短絡試験設備によつて、JEC-57 交流遮断器標準規程の型式試験に準據した短絡遮断試験が實施せられた。その結果は本遮断器が開發された當時行われた型式試験結果と殆んど同じで、制弧遮断器の性能が終戦前後を通じて均一なことを示し、全遮断時間 5 \sim を充分満足することが明かとなつた。

制弧遮断器の現地大容量遮断試験

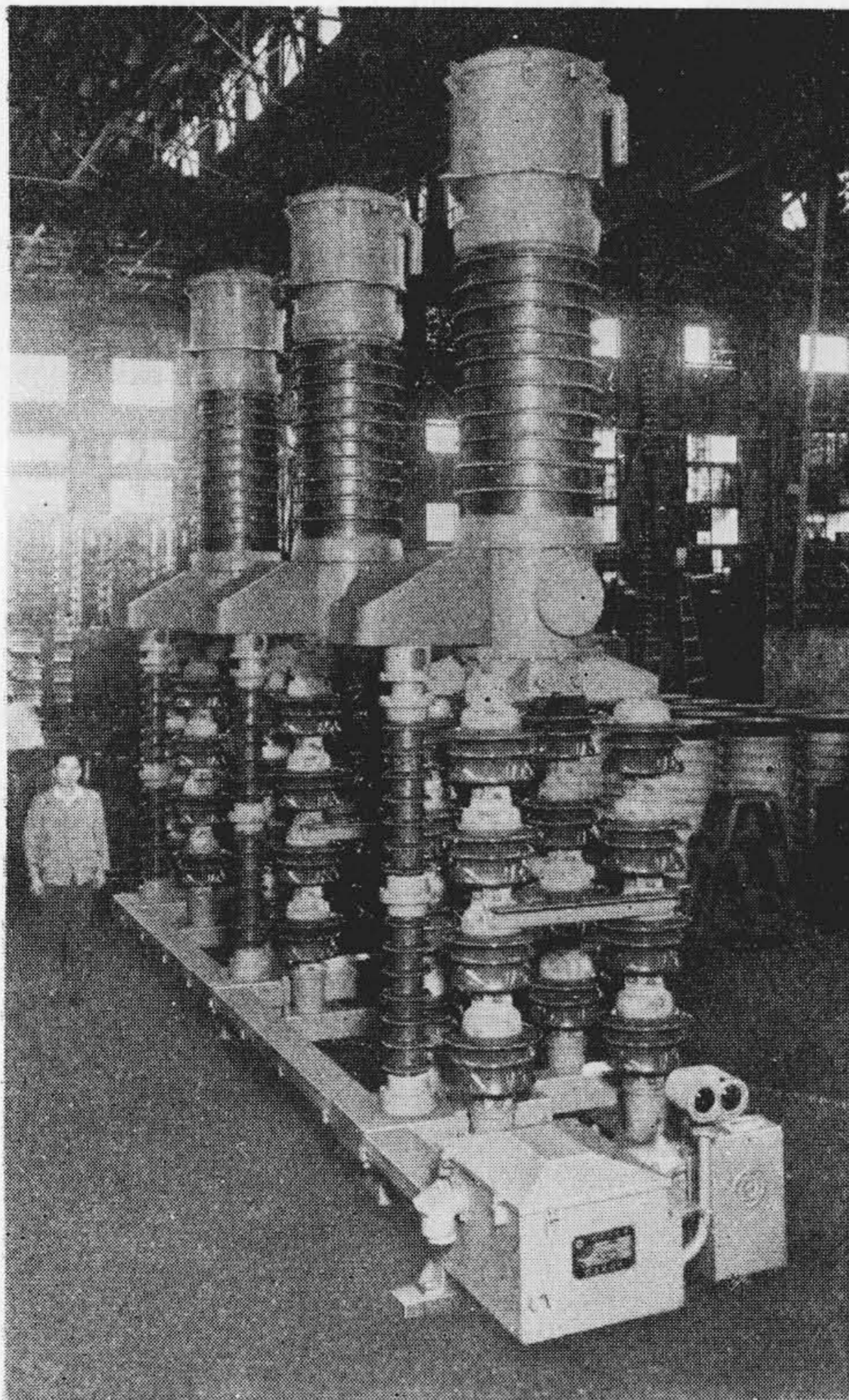
Large Staged Test of Contrarc Circuit Breaker.

現在の 161 kV 制弧遮断器は開発されてよりすでに 10 年を経過しており、この間各地の変電所において充電電流遮断試験が実施せられて、優秀な結果をおさめて



第 3 圖 161 kV 制弧遮断器による現地遮断試験
オシログラム。

140 kV 4400 A (1000 MVA) 三相金属接地。
Fig. 3 Staged-Fault Test Osilogram of 161 kV
Contrarc Circuit Breaker.
140 kV 4400 A (1000 MVA) 3 ϕ Metallic Earth.



第 4 圖 制弧遮断器 161 kV 800 A 2000 MVA
全遮断時間 3 \sim 充電電流再点弧 1 回以下
Fig. 4 3 \sim Contrarc Circuit Breaker
161 kV 800 A 2000 MVA. Total Breaking
Time 3 \sim . Charging Current 1 Restriking.

来たが、昨 25 年 11 月日本発送電會社姫路變電所において現地遮断試験が実施された。短絡容量は最大 1,000 MVA に達し、その規模において吾國最初のものである。この結果は 50,000 kVA 短絡試験設備による遮断試験結果と對比して興味をもたれたが、短絡容量 180 MVA から 1,000 MVA に涉り、電弧時間は 2.1 \sim より 2.7 \sim (60 \sim) で、比較的均一で良好な成績であつた。

尙供試遮断器は 161 kV 800 A, 遮断容量 2,000 MV A の従來の標準型制弧遮断器である。第 3 圖は 140 kV 4400 A (1,000 MVA) 遮断時のオシログラムである。

超高壓 3 \sim 制弧遮断器

3 Cycle Contrarc Circuit Breaker

吾國最初の超高壓 275 kV の送電線、新北陸幹線の計畫が具體化されようとしているが、日立製作所においてはこれに對應して定格電壓 287 kV, 遮断容量 5000 MV A の 3 \sim 遮断器を製作中である。その第一歩として定格電壓 161 kV, 3 \sim 新型遮断器が完成した。第 4 圖は本器の工場における寫真である。仕様は大要次の如くである

定格電壓電流	161 kV 800 A
遮断容量	2,000 MVA.
全遮断時間	3 \sim
充電電流遮断	再点弧 1 回以下
動作責務	0-0.4 秒-CO

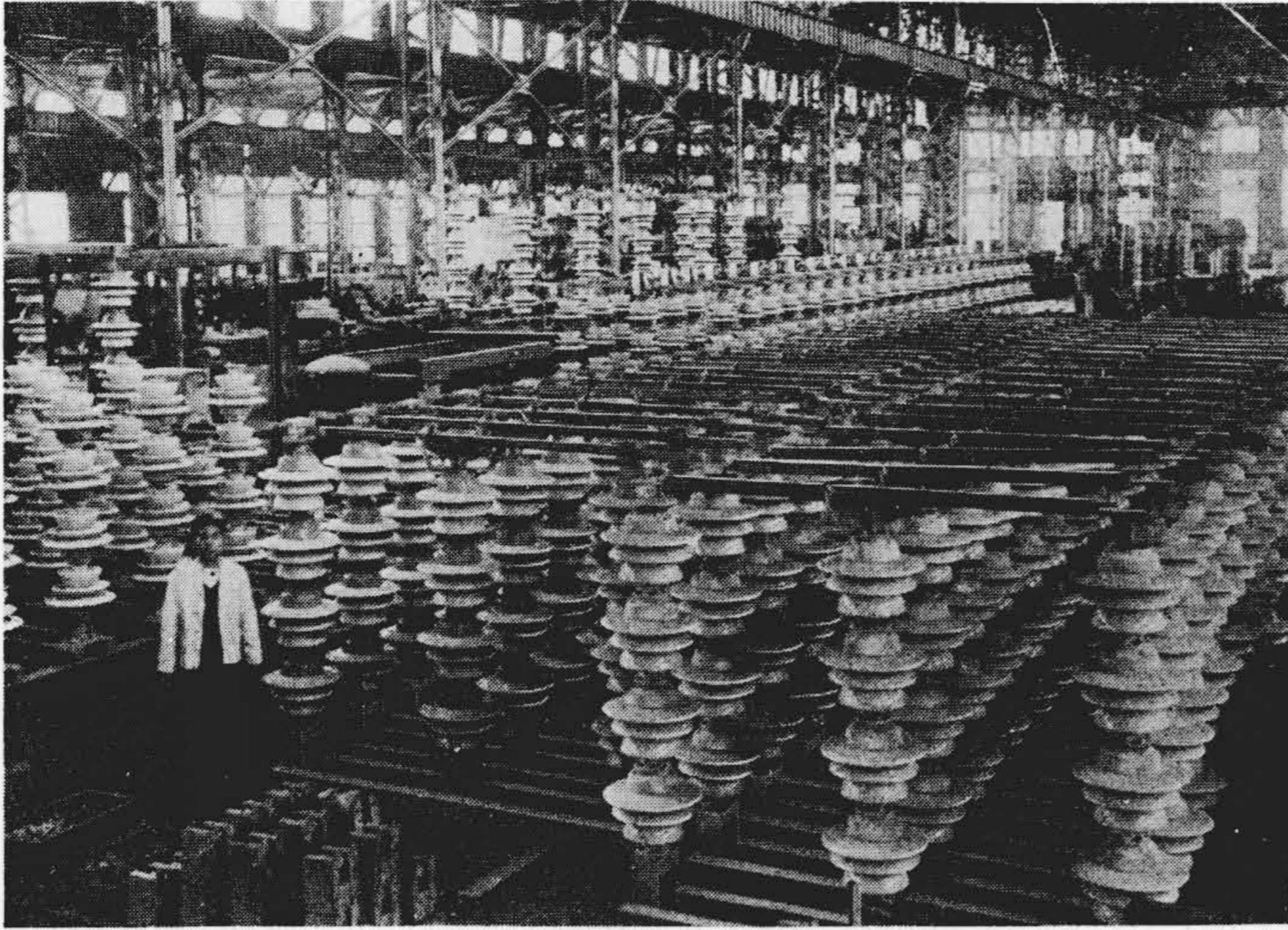
これらの仕様を満足するために、遮断部及び引外機構は従來の 5 \sim 遮断器によつて得られた經驗を基礎として新しい構想の構造を採用している。

NHL 型 断 路 器

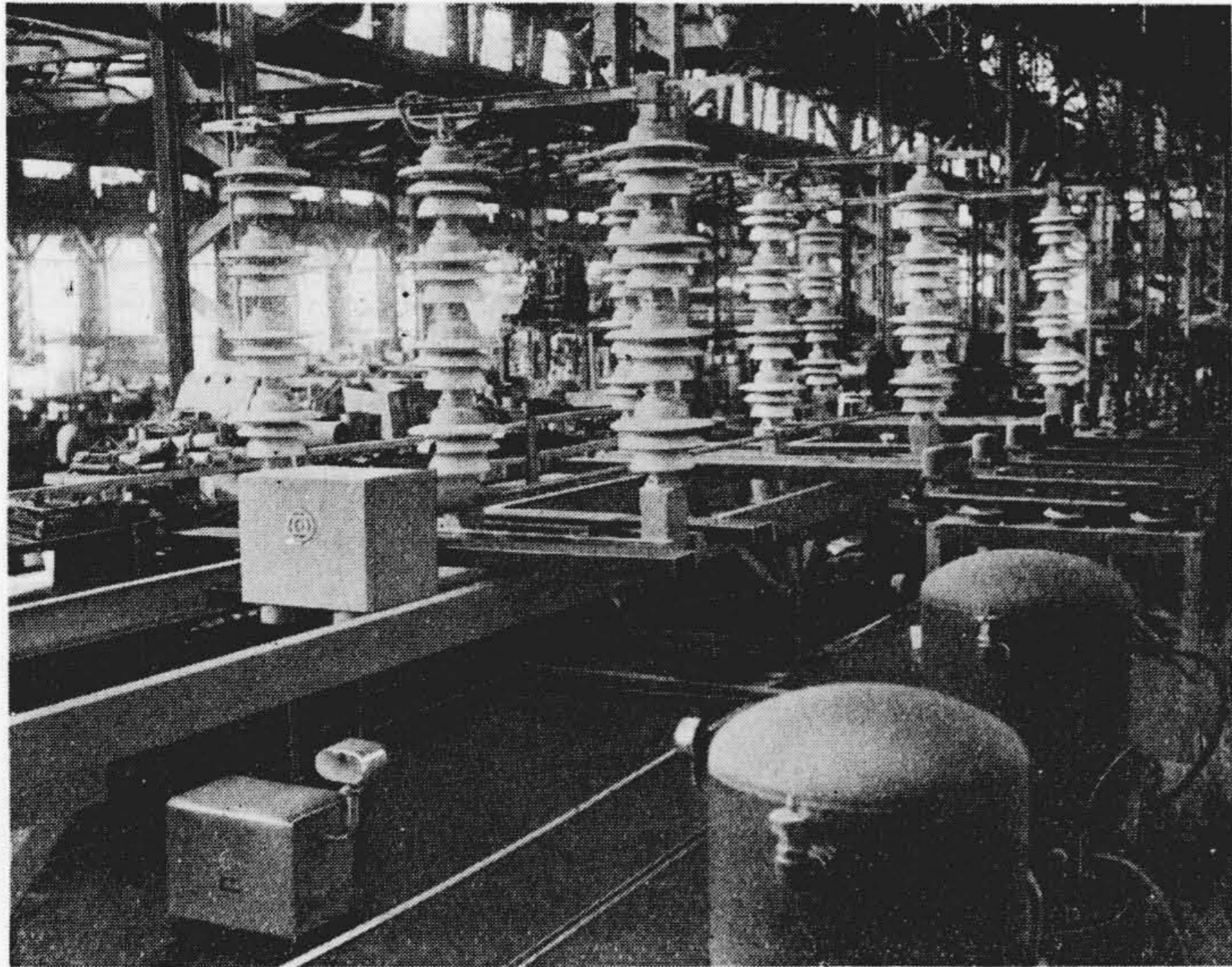
Type NHL Form Disconnecting Switch

断路器の確實な動作と接觸、輕快な操作等はその要求される重要な點であるが、従來の遠方操作式断路器では使用中に年月と共に操作が重くなり、また接觸も不確實となるものが多かつた。

NHL 型断路器はブレードが固定接觸部内で回轉して締付接觸を行う所謂プレッシャーコンタクト (Pressure Contact) 構造であるため、回轉碍子ベアリング部の輕快さと相俟つて、常に操作が輕く、確實な接觸が行われる。従來の三極遠方操作式断路器は二人掛りで漸く開閉



第 5 圖 國鐵山邊、千手發電所納 161 kV 800 A 壓縮空氣操作式斷路器
Fig. 5 161 kV 800 A Pneumatic Operated Disconnecting Switches for Yamabe and Senjyu Power Station of Government Railway.



第 6 圖 國鐵千手發電所納 NHL 型 PA 式 161 kV 800 A 壓縮空氣操作式斷路器
Fig. 6 Type NAL from PA 161 kV 800 A Pneumatic Operated Disconnecting Switch for Senjyu Power Station of Government Railway.

出来る程度のものもあるが、NHL 型では片手で操作することが出来、高電圧用として最も適當した構造であることは既に定評があり、日本發送電株式會社並びに各配電會社等に多數納入されている。

第 5 圖及び第 6 圖は最近日本國有鐵道山邊發電所及び千手發電所（山邊受電）に納入した NHL 型 161kV 斷路器合計 46 臺の工場に於ける組立狀況を示すものであ

る。46 臺中主回路用の 24 臺は壓縮空氣操作式となつている。本壓縮空氣操作器は標準操作氣壓 4.5 kg/cm^2 で制弧遮斷器と共通の配管系が使用される。構造は單一のシリンダーにデットセンター式カム機構となつているため、全體が小型に纏つている。本機構は動作の終端に於て大きな力を發揮し、また確實にロックされるので外力により動揺することなく、撃も少い。遮斷器と電氣的にインターロックされ、また手動操作を行う場合にも遮斷器と機械的にインターロックされるようになつている。

山邊發電所の如く積雪の多い地方では従來型の斷路器を以てしては冬期接觸部氷結等の問題が起り勝ちであるが、NHL 型ではそのようなことなく、國鐵の大動脈とも云うべきこの系統の電力輸送にその眞價を發揮するものと期待される。

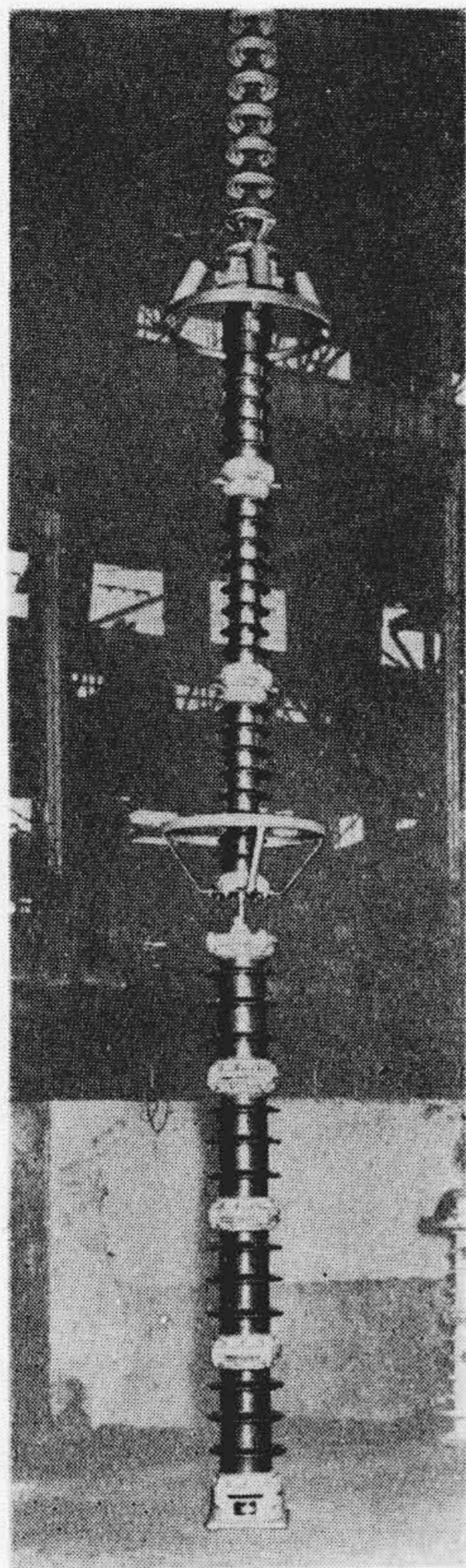
ドライバルブ避雷器

Dry Valve Arresters

送電線路の特異性或は學會等による實測の結果によつて、系統に起る異常電壓の性質が明かにされるに及んで線路絶縁の防護を避雷器に頼ろうとする傾向が益々強くなつて來たが、同時に避雷器の性能も著しい進歩が行われた。制限電壓は約 30% 改善され、放電耐量は數倍特に續流遮斷限度（許容端子電壓）は公稱電

壓の 140% 以上に引上げられた。

特性要素は避雷器の保護性能を左右するものであつて、その抵抗板は SiC を主成分としこれに適當量の結合劑を配合し、成型、焼成して作られるものである。SiC 粒度、化學的組成、成型壓力、焼成溫度時間等種々實驗研究の結果、必要な條件を確立したので、僅かの變形品を除いては殆んど不良品なく、且つ焼成裝置の改良によ

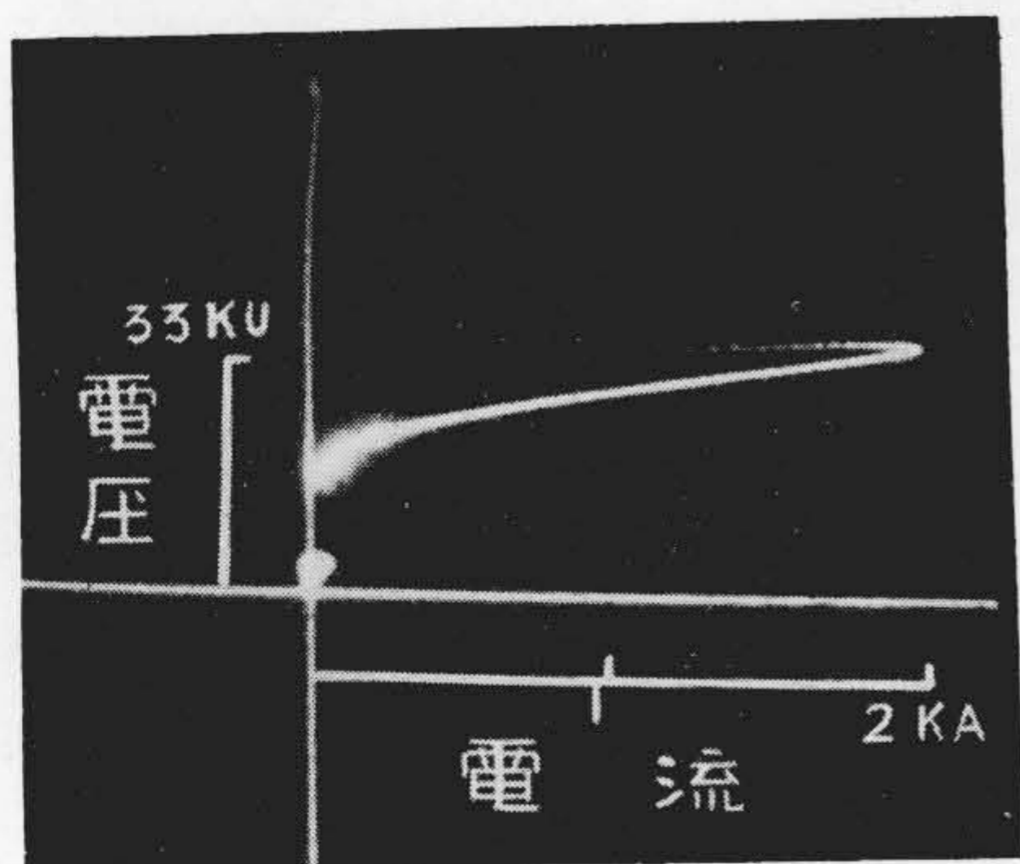


つて、抵抗板の衝撃電流に対する局部的不均一性が除かれ、均一なもの出来る様になり、製品が安定した。このために放電耐量は 20kA 以上となり 30 kA のものも作られる様になった。弁特性又極めて優れ放電電流 1500 A 以上に對しては殆んど一様に近い制限電圧特性を有してい

第 7 圖 161 kV 新型ドライバルブ避雷器

Fig. 7 161 kV New Type Dry Valve Arrester.

る。第 8 圖は 10 kV 單位の V-i 特性、第 1 表はドライバルブ避雷器特性標準表を示す。



第 8 圖 ドライバルブ避雷器 10 kV 單位 V-i 特性
Fig. 8 Volt-Ampere Characteristic Curve of the 10 kV Unit of Dry Valve Lightning Arrester.

直列間隙には高抵抗シールドを使用して、衝撃放電電圧と交流放電電圧との關係を適當に調節して、内雷に對しては過度に高いものを除き無用な動作から避雷器を保

第 1 表 ドライバルブ避雷器特性標準表

公稱電壓	基準衝擊絶縁強度 KV	ドライバルブ避雷器				
		衝擊放電開始電壓 kV	商用周波放電開始電壓 kV (eff)	制限電壓		
				1500 A	5000 A	10000 A
10	90	44	30	39	42.5	48
20	150	88	60	78	85	96
30	200	120	90	117	128	145
40	250	160	120	156	170	194
50	300	200	150	195	213	240
60	350	230	180	234	255	290
70	400	270	210	273	300	335
100	550	380	300	390	425	480
140	750	530	420	545	595	670
200	1050	750	600	780	850	960

護し、且續流遮斷の向上を行つている。その高抵抗體は抵抗値で 10~300 MΩ の廣範圍に有效であり、合成ゴムの變質し難いものであるが、更に外氣の影響を受けぬ様に保護覆を附している。直列間隙の内部構造に改良を加え續流遮斷能力は著しく増大したが、更に交流過電壓に對しては局部コロナ放電の發生を抑える構造とし、放電電壓を安定せしめた。防濕には幾多の試験の結果最上と認められたヒタコールパッキングと液體コンパウンドの三重密封法により濕氣の浸入を實用上安全に防止して、濕氣による避雷器の損傷や特性の劣化等の事故を皆無ならしめている。

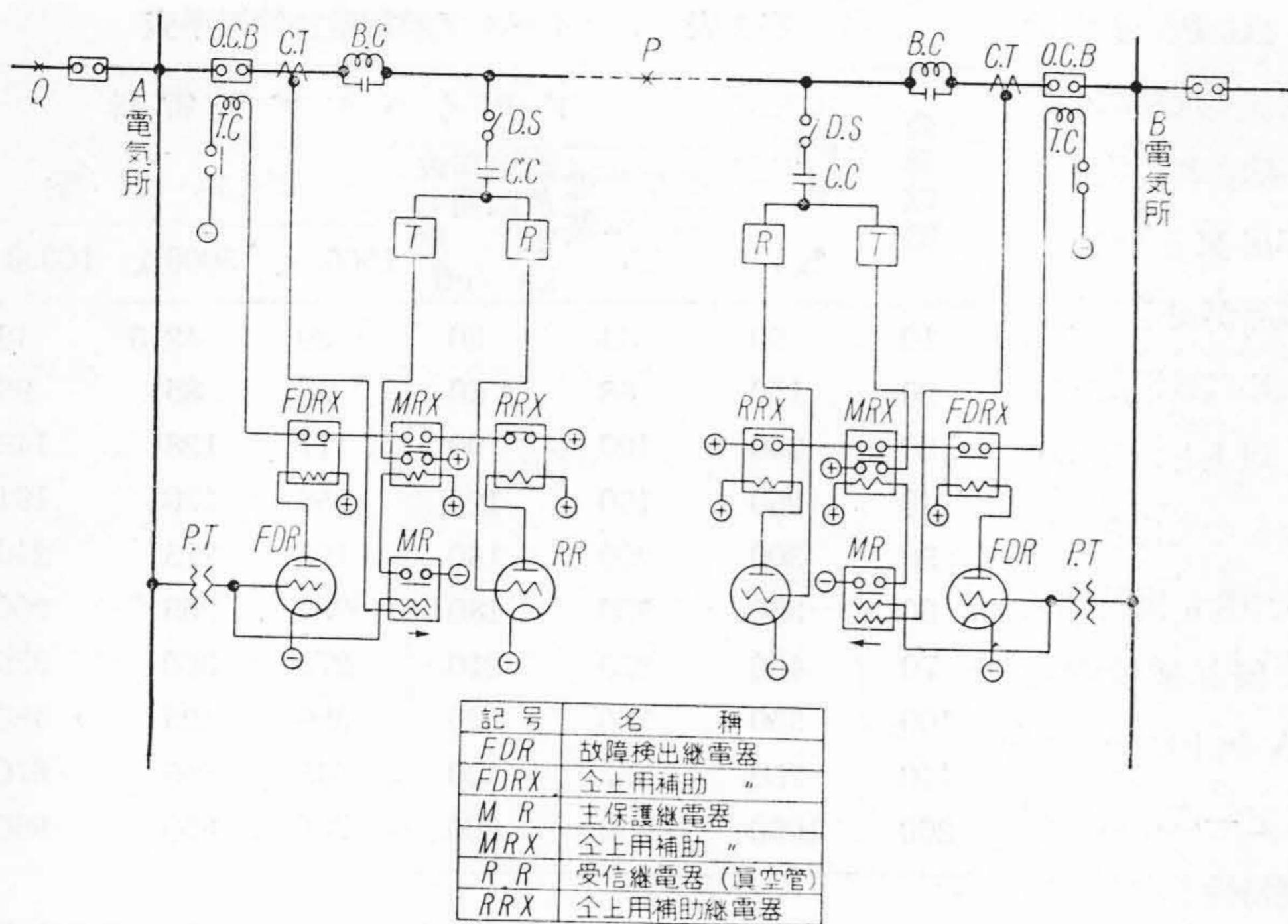
本年 10 月、日本發送電網島變電所に於て 30,000 kVA の同期調相機と 154 kV 變壓器 2 臺を電源として、3 メーカーの 100 kV 避雷器統流遮斷試験で實施されたが、その際日立のドライバルブ避雷器は許容端子電壓の標準型のもので、150% (150 kV) (これ以上は變電所の設備の都合で電壓が上げられなかつた) の續流遮斷試験に充分餘裕を以つて合格して、優秀な成績を示した。

繼電器

Electric Relays

我國最初の搬送保護繼電裝置

Carrier Current Protective Relaying System for 140 kV Power Line



第 9 圖 搬送保護継電方式説明圖

Fig. 9 Schematic Diagram of Carrier Current Protective Relaying System.

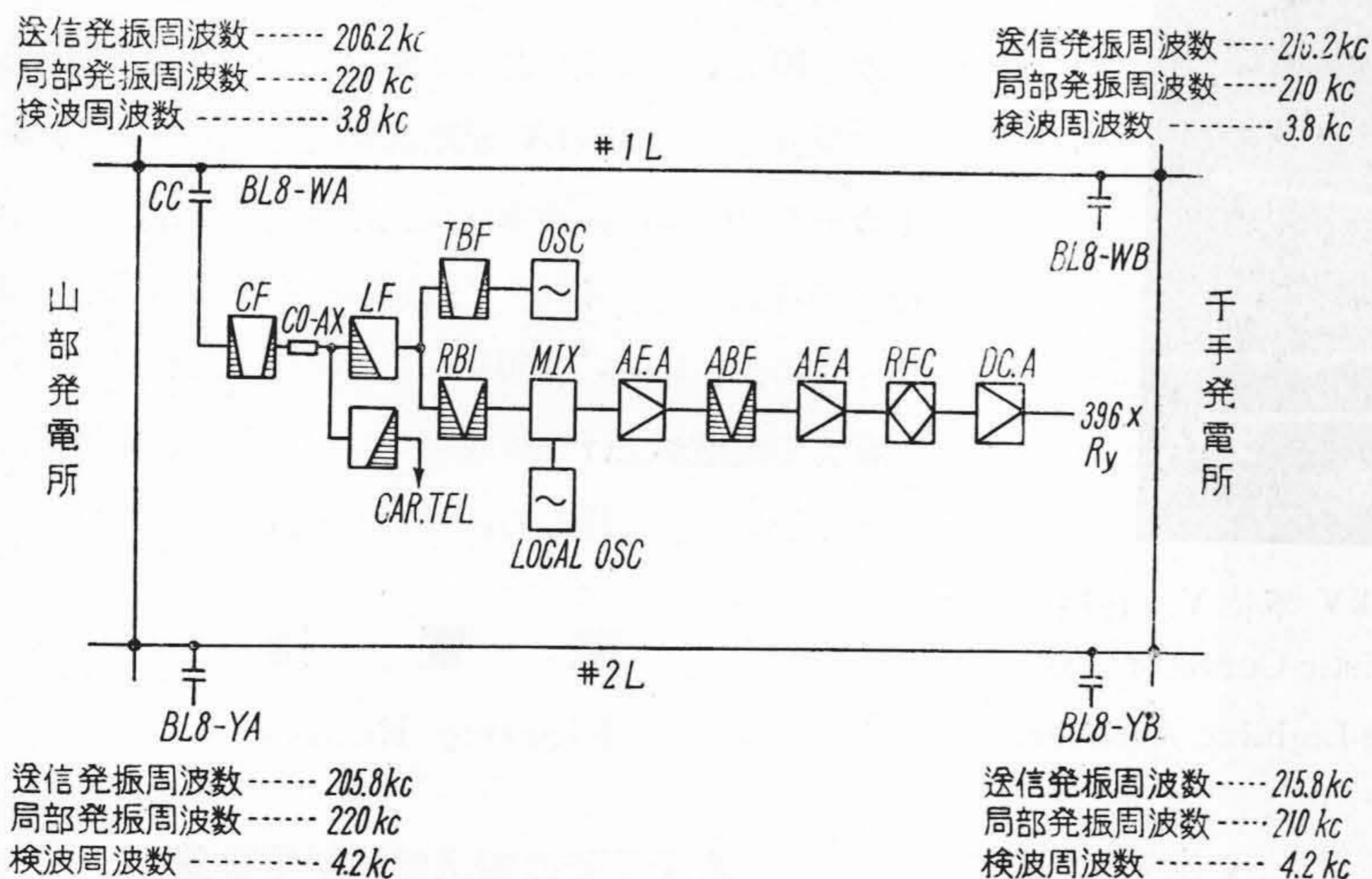
日立製作所に於ては、國鐵山邊發電所の水車發電機及び配電盤を受注し最近完成したが、これと共に山邊、千手發電所間連絡送電線 (140 kV 二回線互長約 18 km) の保護継電方式として搬送保護継電方式が國鐵の英斷により採用されたので方向比較常時送出釋放式による装置を完成納入した。第 9 圖に示すのは本装置の方式説明圖である(特許出願中)。受信継電器 (RR, RRx) は相手端より常時發發信されている搬送により接點を開いてい

るが故障が、発生すると故障回線の兩端の主保護継電器 (MR, MRx) は動作して發信を停止するので、各端の FDR, は接點を閉成し、故障検出継電器 (FDR, FDRx) と MRx 及び RRx の接點が直列になつて同時遮斷を行うのである。故障が保護區間内の他回線又は保護區間外にあるときは、その回線の中少なくとも一端に於て電流が外部に流出するのでその端の MR は動作せず、従つて搬送波を送出し續けて相手端の RRx は勵磁状態に保たれ各端共遮斷

は阻止される。短絡保護の場合、故障検出継電器としては放電管を利用した電壓降不率に應動するものを採用し、又主保護継電器としては電壓抑制効果を持つた高速度誘導環型電力方向継電器を使用している。地絡保護に對しては、故障検出継電器として零相電壓に應動する電壓継電器を、主保護継電器としては瞬時動作方向接地継電器を使用している。次に本装置の周波數配置は第 10 圖に示す如くであつて、傳送回路は一線大地歸線とし、送

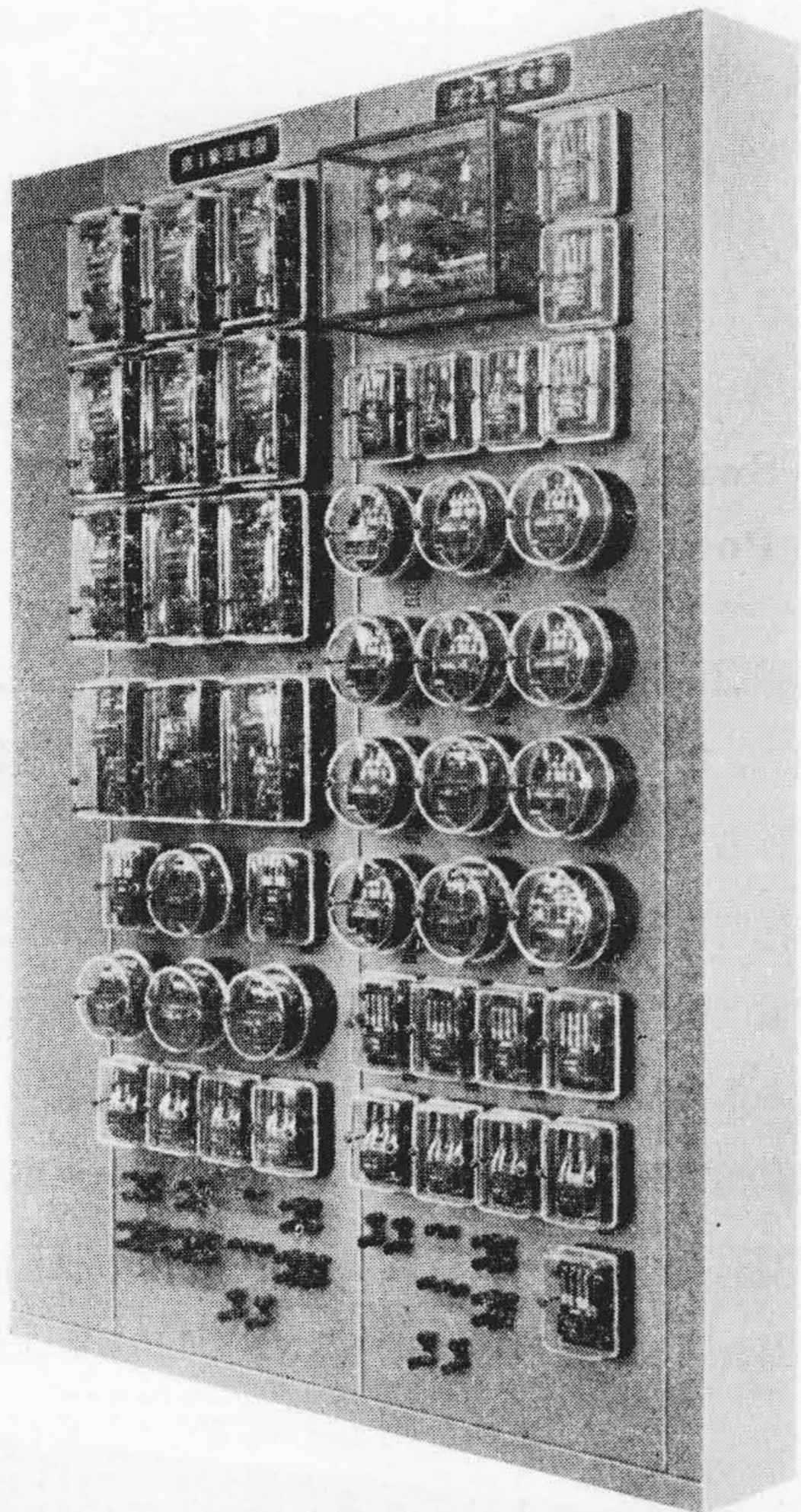
信機は水晶發振方式、受信機は同じく水晶による局部發振器を具えたスーパーヘロテダイソ方式によつている。第 11 圖は山邊發電所の送電線用保護継電器盤であつて、搬送保護係継電器の他に後備保護継電器が收容されている。又、第 12 圖は搬送装置。2 端局分の外觀である。本装置の製作に當り、特に留意された點及び特長を擧げると次の如くである。

(1) 搬送装置の各部の故障及び傳送状態の不良は總て受信

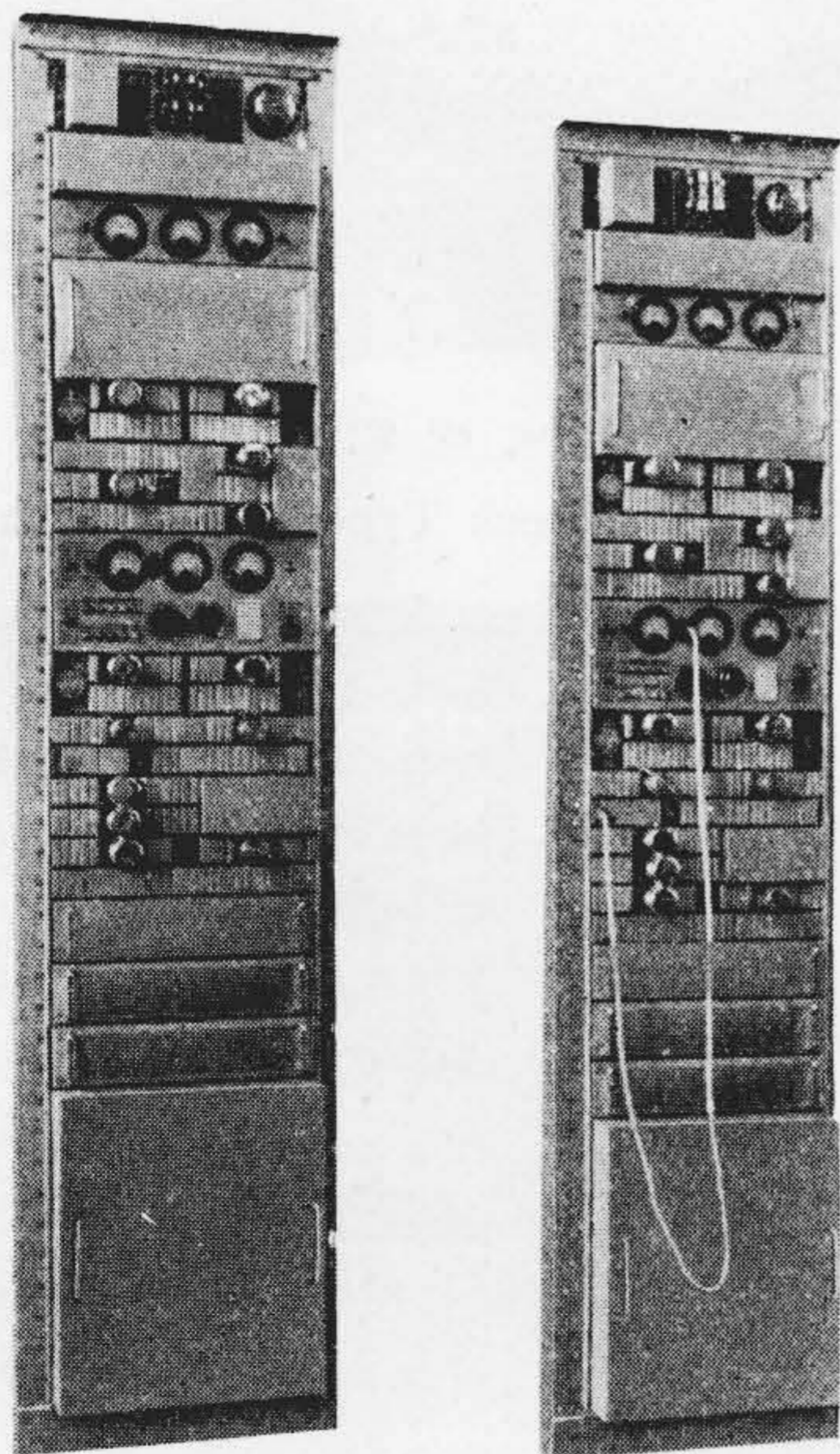


第 10 圖 周 波 數 配 置 圖

Fig. 10 Frequency Arrangement.



第 11 圖 送電線用保護継電器盤
Fig. 11 Relay Board for Transmission Lines.



第 12 圖 搬送装置
Fig. 12 Carrier Sets.

電流の消滅となるので、この場合は直ちに自端の発信も停止し両端の装置を自動的にサービスより除外して爾後の保護は後備保護継電器に委ねる如くなっている。従つて装置の事故乃至傳送不良による誤動作は全くない。

(2) 水晶發振方式を採用して周波數の安定性を確保し、且狹帶域の水晶濾波器を採用しているので混信なく、受信は極めて安定である。

(3) 電力動搖時の如く電流は大きい電壓變動の比較的緩慢な現象に對しては、電壓降下率繼電裝置（故障檢出繼電器）が動作しないから該動作のおそれは全くない。

(4) 保守點檢に便なる様充分の考慮が拂われている。

(5) 綜合動作時間は 2 サイクル以下である。

國鐵茅ヶ崎變電所納遠方監視制御装置
Supervisory Control Set for Chigasaki
Substation of Government Railway

日立繼電型遠方監視制御装置は戦後、東北配電鹽釜築港變電所、東京地下鐵澁谷變電所、國鐵小田原變電所等と相次いで完成し、電力界の再建整備に伴う自動化に寄與してきたが、昭和 25 年掉尾の製品として國鐵茅ヶ崎變電所納の遠方監視制御装置を完成した本變電所は既納の小田原變電所と共に二宮變電所から本装置により遠方制御される。即ち二宮變電所は兩側に無人變電所を持つて三變電所を一體とした合理的運轉を行うことが出来る譯で、電化方式に新しい發展をもたらすものである。本變電所の概要を列記すると次の如くである。

- (1) 受電電壓 60 kV, 2 回線
- (2) 水銀整流器 D.C. 1,500 V, 2,000 kW × 2
基、60 kV 直落し方式
- (3) 直流饋電線 8 回線
- (4) 遠方監視制御装置 日立繼電器型遠方監視制御
方式
- (5) 制御所 二宮變電所
制御所との距離 約 10 km
- (6) 連絡線 1.6φ×7 芯鉛皮ケーブル

	<table border="0"> <tr> <td rowspan="3" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">}</td> <td>遠方監視制御装置</td> <td>4 本</td> </tr> <tr> <td>遠隔測定及び電話</td> <td>2 本</td> </tr> <tr> <td>豫備</td> <td>1 本</td> </tr> </table>	}	遠方監視制御装置	4 本	遠隔測定及び電話	2 本	豫備	1 本					
}	遠方監視制御装置		4 本										
	遠隔測定及び電話		2 本										
	豫備	1 本											
(7) 機器選擇數	55												
	<table border="0"> <tr> <td rowspan="4" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">}</td> <td>遠方操作</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>遠隔測定</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>故障表示</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>豫 備</td> <td>4</td> </tr> </table>	}	遠方操作	13	遠隔測定	6	故障表示	32	豫 備	4			
}	遠方操作		13										
	遠隔測定		6										
	故障表示		32										
	豫 備	4											
(8) 遠隔測定裝置	日立衝流搬送式遠隔測定方式												
測定の種類	<table border="0"> <tr> <td>饋電線電流</td> <td>……</td> <td>常時表示</td> </tr> <tr> <td>直流母線電壓</td> <td>……</td> <td>常時表示</td> </tr> <tr> <td>受電交流電壓</td> <td rowspan="3" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">}</td> <td rowspan="3">選擇測定</td> </tr> <tr> <td>整流器勵弧電流</td> </tr> <tr> <td>整流器直流電流</td> </tr> </table>	饋電線電流	……	常時表示	直流母線電壓	……	常時表示	受電交流電壓	}	選擇測定	整流器勵弧電流	整流器直流電流	
饋電線電流	……	常時表示											
直流母線電壓	……	常時表示											
受電交流電壓	}	選擇測定											
整流器勵弧電流													
整流器直流電流													

なお、本變電所は當初から遠方監視制御方式による無人變電所として計畫された新設變電所であるため、種々斬新な設計を盛ることが出来た。その主なものを記すと下記の如くである。

(1) 飽和リアクトルを用いた尖頭負荷制限装置により格子制御を行つて尖頭負荷を制限した。

(2) 眞空及び冷却水等の補機類はすべて全自動とし、その保護には萬全を期し、且つ如何なる故障も遲滞なく制御所に警報表示し得る様にした。

(3) 直流電壓及び直流電流の測定はすべて直流變壓器或は直流器變流を使用し、配電盤に高壓配線を引込むことを避けた。

(4) 饋電線全電流及び直流母線電壓の測定は常時表示方式とし、その他の遠隔測定も選擇操作により瞬時に読み得るようにした。

(5) 遠隔測定用交流電源は所内電源停電時には蓄電池電源による電動發電機に切換えて受電電壓、直流母線電壓等の測定を可能とした。

(6) 連絡線は饋電線の下方に添架されるので、D.C 1,500 V との混觸に對する保護裝置として、混觸時には兩變電所の饋電用高速度遮斷器を瞬時遮斷させる繼電保

護方式を採用した。

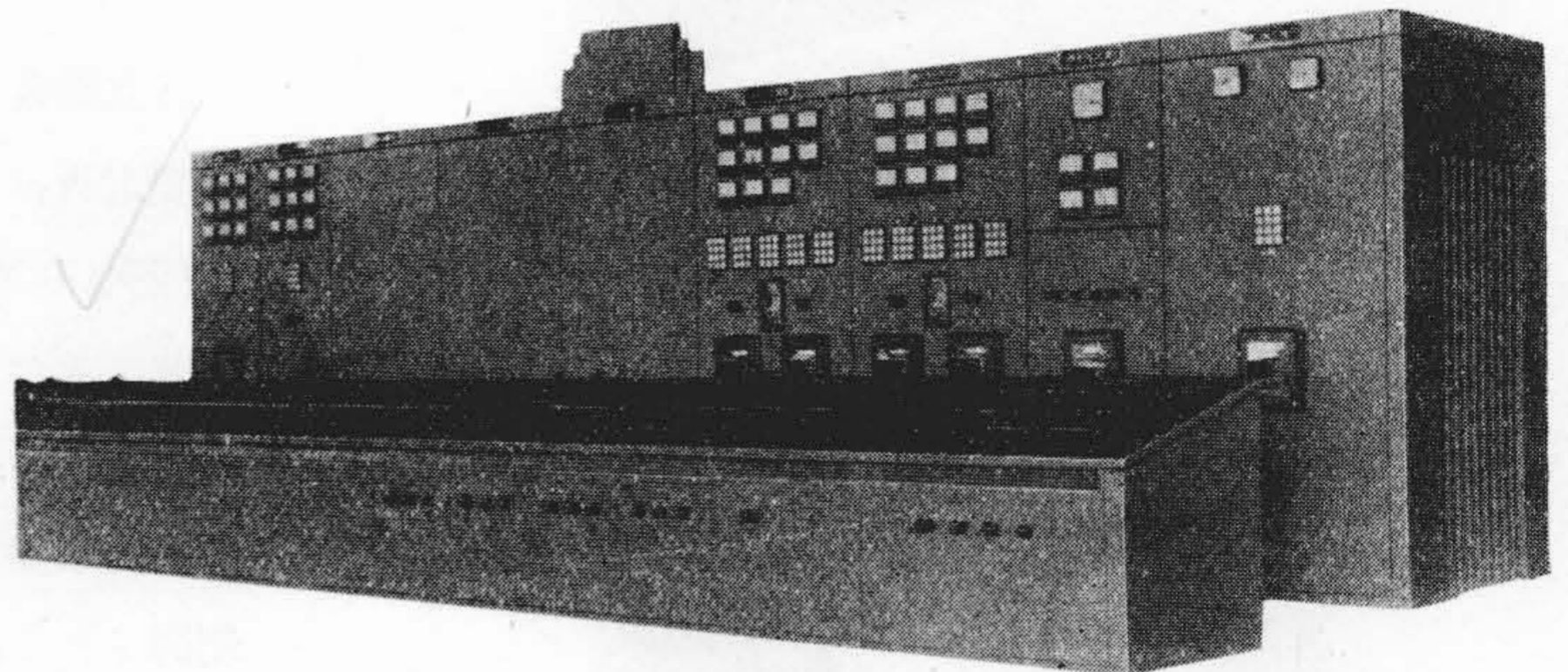
配 電 盤

Switch Board

記録的水力發電所用配電盤 Switch Boards for Hydraulic Power Station.

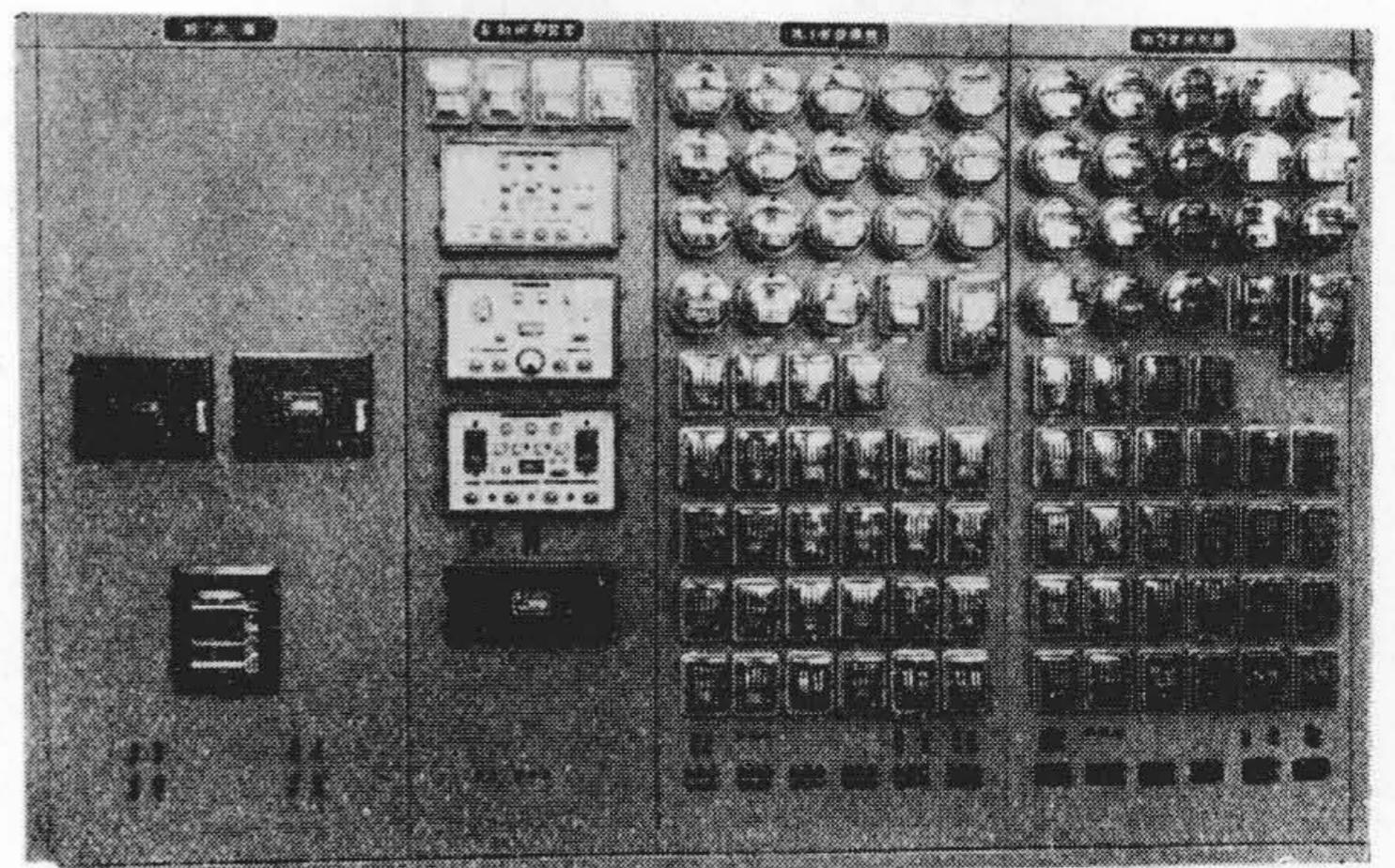
國有鐵道電化の心臟部をなす千手發電所と相並んでその下流に、 $2 \times 28,000$ kVA (將來 5 臺) の山邊發電所が建設されることになり、その配電盤は水車發電機と共に日立製作所において鋭意製作に當り、この程完成した。本配電盤は幾多斬新な方式を採用した戦後最大にして、最新式の水力發電所用配電盤である。

本配電盤は第 13 圖の如く、28,000 kVA 水車發電機並に變壓器のユニット式發電盤 2 面、將來増設用ブランク盤 3 面、同期檢定盤、制水盤各 2 面、140 kV 並行送電



第 13 圖 BD+EF 型分離机型主配電盤

Fig. 13 Type BD+EF Separated Desk Type Main Switch Boards.



第 14 圖 背 面 繼 電 盤

Fig. 14 Rear Panels for Relays.

盤 2 面よりなり、BD+EF 型鋼板製分離机型で計器直立盤の背面には第 14 圖に示す繼電器盤を付し、電子管式自動同期装置及び搬送保護繼電装置等を装備している。自動電壓調整器盤は別室に設けその動作状態を主盤に表示するようにしている。本盤の特徴を列記すれば次の通りである。

(1) 140 kV 送電線の保護繼電方式として、國鐵の大英斷により我國最初の搬送保護繼電方式を採用した。

(2) 水車発電機の制御方式は二段操作の順序制御器と照明式集合運轉表示器による一人制御方式で、発電機室においても水車発電機の起動、停止が出来る。

(3) 発電機の同期投入は 140 kV 側遮断器による、所謂高壓同期で電子管式自動同期装置により自動投入される。

(4) 水車発電機及び送電盤等の故障表示装置は遮断停止又は警報表示等の如くその處置法により色別した照明式集合表示器によるもので、これらに対する試験装置も完備している。警報のみの故障に對しては故障が回復したときはその故障表示を點滅することにより處置の過誤をなくしている。又交流遮断器の自動遮断に對してもその信號灯を點滅して監視を容易にしている。

(5) 水槽水位の遠隔測定は TFL 型遠隔水位計を採用した。この水位計は真空管式發振器の發振周波數を水位に應じて變化させ、高周波電流を傳送し直流周波計により水位を指示せしめるものである。

(6) 交流発電機 5 臺の出力を綜合する綜合電力計は變流器による綜合と、TFP 型衝流遠隔測定方式とを併用したものである。

(7) 指示計器は S₂₃ 型角型計器に更に改良を加えた

S₂₄ 型半埋込角型計器を採用した。同期檢定器は高壓側同期に適した小勢力可動鐵片型で特に監視を容易にするため 180 mm 角の SD₁₁ 型を採用した。

火力發電所用配電盤

Switch boards for Steam Power Plant

火力發電增強の一環として日本發送電株式會社砂川發電所配電盤が、冬期渇水期を前にして完成し電力供給に一役買う事になつた。本發電所は主發電裝置 31250 kV·A. 發電機と變壓器のユニット式、送電線は 66 kV 並行二回線及び單一送電線二回線である。所内補助電源裝置としては 2670 kVA, 3450 V 交流發電機と 5000 kVA, 66000/3450 V 所内變壓器がある。この制御用配電盤は BD+EF 型分離机型背面盤付でその塗裝は周圍との調和と明朗な感じを與えるため暗灰色とした。又盤裏配線は耐燃性ゴム線を使用すると共に點檢し易い様に盤裏面の塗裝も從來の黑色を止め明るい色で塗裝した。指示計器は S₂₃ 型半埋込を採用したが記録計器も Q₅ 型の全埋込型を用いる等體裁外觀は面目を一新した。3250 kV·A. 11 kV 主發電機と 2670 kVA 3450 V 所内發電機の綜合電力計はその容量、電壓が異なるため、TFP 型衝流式遠隔測定裝置の方式を採用し定格の異なる送量器 2 臺を設計その受量側で綜合指示するように工夫した。保護繼電器の動作に對しては集合表示器により表示警報すると共に、その自動遮断せる遮断器の信號灯及び計器盤頂部に取付けてある照明式銘板を點滅して、監視を容易にしてある。