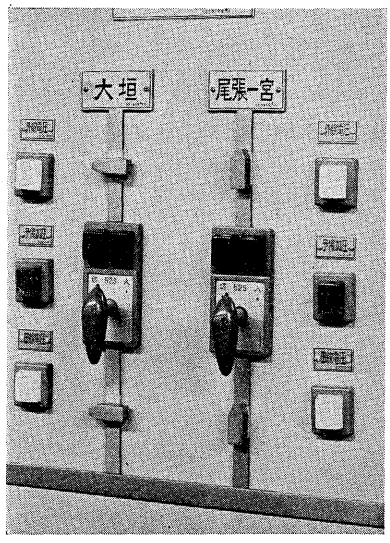
器ながら，寸法の上では通信用継電器程度までの小型化に成功し，方式の合理化とともに全装置が極めて小型になった。

X. 3 盤 上 器 具
(Panel apparatus)

運営の合理化のため装置なり系置なりをより広く総括的に制御するため，制御盤は1人の制御員の手のとどく範囲内に多数の監視，制御器具を整然と配置し，1面の盤に1電気所の監視制御装置をまとめるため計器，操作



第 X・13図　小型操作開閉器および信号燈
Fig. X・13.　Miniature control switch and signal lamps

開閉器，切換開閉器，信号燈等は表示，操作に不便でない範囲において小型化する必要を生じた．先ず計器は広角度計器において本邦最小の 100mm 角の型式 WF を製作し，この幅を1回線を監視制御するに必要な盤面の幅として操作開閉器は幅を 40mm に定めた．すなわち 100mm の幅に計器は縦に数個並び，操作開閉器や切換開閉器は横に2個並んで縦に数個取付け得るから，遮断器の操作開閉器の他に種々の操作，調整，切換等の開閉器を設けることができる．開閉器は停止位置が 1，2，3 および4個所のものをそれぞれ SS111，SS121，SS131，SS141 とし，信号燈付のものは後尾に L を付し，その後にハンドルの型に応じてH，G，T，W，R等を加える．これによって操作，調整，切換等各種の用途に適する型が選び得る．例えば通常の操作開閉器は SS111LH である．この開閉器は直例2点切りで小形ではあるが充分の接点容量を有し，端子は密接配置して配線できるように全部背後部に集中している．表示燈，信号燈は角形で合成樹脂製のグローブは内面に縦縞を有し光を左右方向に拡散するから横の方からも明瞭に点燈の有無を認め得る．信号燈付開閉器の寸法（mm）は40×80，信号燈無しは 40×50，単独の信号燈は 26×30 である。

参考文献

1）小沢　富士時報　26巻7号（昭和28年）
2）菊地　〃　28巻2号（昭和30年）
3）河栗，北浜　〃　28巻3号（昭和30年）
4）田岡，小林　〃　28巻3号（昭和30年）
5）村上　〃　28巻1号（昭和30年）
6）村上　〃　28巻6号（昭和30年）
7）斎田　〃　28巻1号（昭和30年）
8）相馬　〃　28巻3号（昭和30年）
9）斎田　〃　28巻5号（昭和30年）
10）竹田　〃　28巻3号（昭和30年）

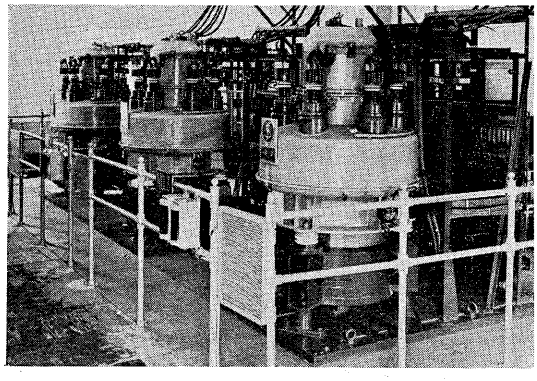
XI. 水　銀　整　流　器
Mercury Arc Rectifiers

最近2年間の水銀整流器の進歩の跡を顧みて特に顕著だったことは，ポンプ無し封じ切り風冷整流器が試験期から実用期に入ったこと，ならびに格子制御の特長を利用した応用方面への進出である。

既にポンプ無し封じ切り整流器第1号として昭和28年末京王帝都電鉄和泉変電所に納入された 1,500V 1,000kW 器重負荷公称定格は以来2年間無事故で運転している．その後引続いて電鉄用ならびに一般工業用として納入されたポンプ無し封じ切り整流器は既に24台に及び，納入予定のものも含めると第XI・1表のごとくなる，当社ポンプ無し封じ切り整流器が風冷多極型を採用したのは風冷式が水冷式に比し優れているからで，すなわち温度調節装置が低廉なこと，変電所立地条件として冷却水の有無が問題とならないこと，器槽の電蝕現象がないので整流器の寿命が長引くこと等で電鉄用および工業用水銀整流器の趨勢が水冷式から風冷式に転換されつつある現況がそれを立証している．多極整流器構造を採用したのは耐逆弧性，格子制御特性を向上させ易いからである．電極封緘部は特殊硝子焼嵌方式を採用し機械的強度および気密性を高めている．格子封緘部は初期において

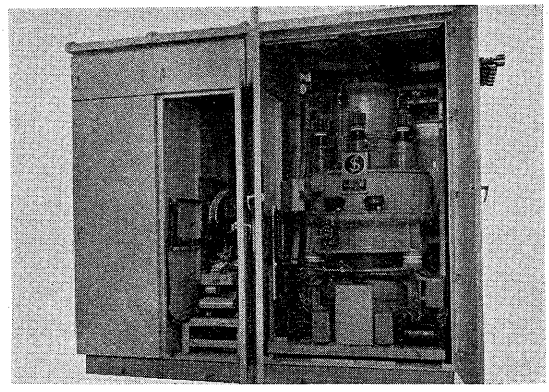
第XI・1表　ポンプ無し封じ切り風冷式水銀整流器納入表
Table XI・1. Supply list of pumpless air cooled mercury rectifier

年度	納入先		定格	電圧(V)	出力(kW)	台数	用途	備考
28	京王帝都電鉄	和泉	重負荷公称	1,500	1,000	3	電鉄用	
	古河鉱業	雨龍	公称	550	300	2	坑内電鉄	
29	東武鉄道	荒沢	重負荷公称	620	500	2	電鉄用	
	旭化成	延岡	連続	1,500	1,500	2	周波数変換器	150～ ポットモータ用
	当社機械工場	川崎	連続	750	150	1	工作機制御用	
30	神戸製鋼	神戸	工業定格	250	250	1	クレーン電源	
	京阪電鉄	馬場	重負荷公称	600	500	1	電鉄用	
	日本国有鉄道	伊那八幡	重負荷公称	1,500	1,000	1	電鉄用	
	近畿日本鉄道	鶴橋	重負荷公称	600	500	4	電鉄用	4台1セット 600V 2,000 kW 用
	京成電鉄	日暮里	重負荷公称	1,500	1,000	3	電鉄用	
	京阪電鉄	滋賀	重負荷公称	600	500	1	電鉄用	
	日本国有鉄道	伊那八幡	重負荷公称	1,500	1,000	1	電鉄用	
	日本国有鉄道	水窪	重負荷公称	1,500	1,000	1	電鉄用	
	日本国有鉄道	来宮	重負荷公称	1,500	1,500	4	電鉄用	2台1セット 1,500V 3,000 kW 用
	日本鋼管	川崎	連続	750	1,000	3	圧延機電源	
	日本鋼管	川崎	連続	750	600	2	圧延機電源	
	日本鋼管	川崎	連続	600	720	1	圧延機電源	
	神戸製鋼	神戸	連続	750	1,000	3	圧延機電源	
	神戸製鋼	神戸	連続	750	750	2	圧延機電源	
	小田急電鉄	経堂	重負荷公称	1,500	1,000	4	電鉄用	
	北越製紙	新潟	連続	750	475	1		
	[redacted]							
	日本国有鉄道	豊川	重負荷公称	1,500	1,000	1	電鉄用	



第 XI・1図　京王帝都電鉄 K.K.和泉変電所納入
ポンプ無し封じ切り整流器
Fig. XI・1. Pumpless mercury rectifier delivered to Izumi S.S., Keio Teito Dentetsu K.K.

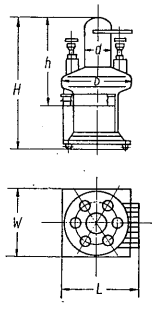
は陽極腕側面に設けていたものを改めて格子導体を円筒形として陽極導体と同心円状に配置して焼嵌式硝子封緘を施した．この構造では格子支持筒が陽極を包囲しているので格子の制御特性がこの点から向上されている．ポンプ無し封じ切り整流器の寿命に重大影響を与えるガスの漏洩に対しては質量分析計型ヘリウム漏洩検出器を用いて厳格なる検査をおこなっている．漏洩検出器は単位時間の漏洩ガス量（$\mu l/s$）を示すものであるから，同一感度の検出器を用いて製作されたポンプ無し封じ切り整流器の真空低下の割合は整流器内容積に逆比例するから，この点からも単極型に比し多極型が有利となる．整流器の運転特性に影響を与える整流器温度の調整は，器槽に取付けられたサーモスタットにより陽極加熱器，陰極加熱器および送風扇が自動的に投入開放され整流器を一定温度範囲にて運転せしめ，この結果整流器の保守は極度に簡素化され遠隔制御はすこぶる容易になった．この長所を利用したものとして屋外用変電所があり，京阪



第 XI・2図　京阪電鉄 K.K.馬場変電所納入
600 V 500 kW 屋外用封じ切り整流器
Fig. XI・2. 600 V 500 kW outdoor use pumpless rectifier delivered to Bamba S.S., Keihan Dentetsu K.K.

第 XI・2表　風冷式水銀整流器のデータ一覧表
Table XI・2. Ratings of air cooled mercury rectifier

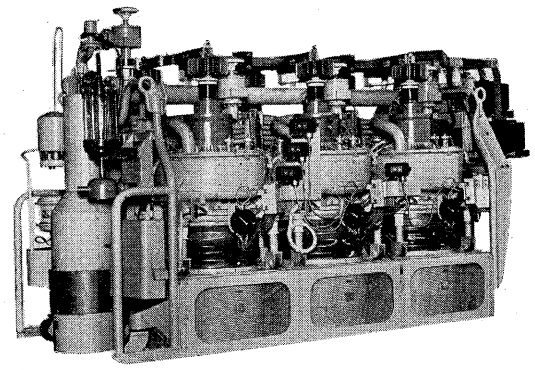
型名称（型式）		0311（6極） PSL	0611（6極） PSL	1211C（6極） PSL	2011A（6極） PSL
電流容量（A）		350	700	1,250	2,000
電圧（V）		600/1,500	600/1,500	600/1,500	600/1,500
出力（公称定格）（W）		125/300	250/500	500/1,000	750/2,000
寸法（単位mm）	D	715	990	1,235	1,535
	d	370	460	595	690
	h	1,100	1,300	1,693	1,885
	W	1,000	1,100	1,420	1,700
	L	1,000	1,100	1,235	1,535
	H	1,770	2,000	2,512	2,815
床面積（m^2）		1	1.21	1.75	2.61
本体重量（kg）		430	630	750	1,300
総重量（kg）		660	920	1,050	2,300
送風扇（HP）	50～	¼	½	1	1.5
電動機（送風扇型式）	60～	¼	½	1.5	1.5
所要風量（m^3/s）		0.35	0.5	1.5	1.5



第 XI・2表付図

電鉄馬場変電所納入の 600 V 500 kW 重負荷公称定格メタルクラッド型はこの1例である．第XI・2表は当社ポンプ無し封じ切り整流器標準型の寸法，重量および送風扇一覧表である．ポンプ付水銀整流器で電鉄用として納入されたものに多極風冷整流器では名古屋鉄道新一宮変電所納入 1,500 V 2,000 kW（重負荷公称定格）1台および京成電鉄津田沼変電所納入 1,500 V 1,000 kW（重負荷公称定格）2台があり，単極風冷整流器では国鉄大垣変電所および岐阜変電所納入の 1,500 V 2,000 kW（重負荷公称定格）がそれぞれ3台および2台ある．この単極整流器では陽極電流消滅時の電流時間変化率を利用して補助励弧極に間歇的に通電せしめる衝流励磁方式を採用し従来単極整流器の欠点として数えられてきた大電流における励弧極の失弧現象を克服した。

格子制御水銀整流器は電子機器であり電気的慣性が少くかつ出力増幅率が大きいので速応性ならびに精度の高い自動制御が容易であるので一般工業用特に電動力応用

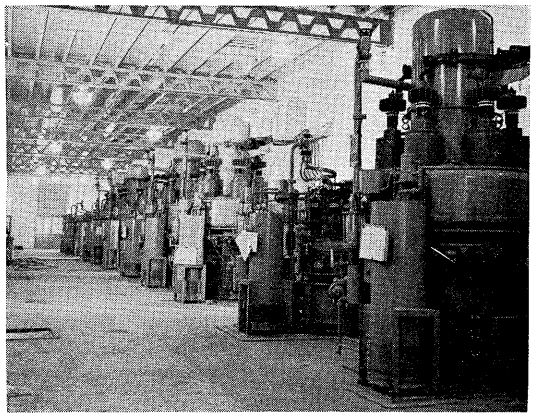


第 XI・3図　国鉄大垣岐阜変電所納入 1,500 V 2,000 kW 単極風冷水銀整流器

Fig. XI・3. 1,500V 2,000kW single pole air cooled mercury rectifier delivered to Ogaki and Gifu S.S., J.N.R.

方面へ盛んに使用されつつある。

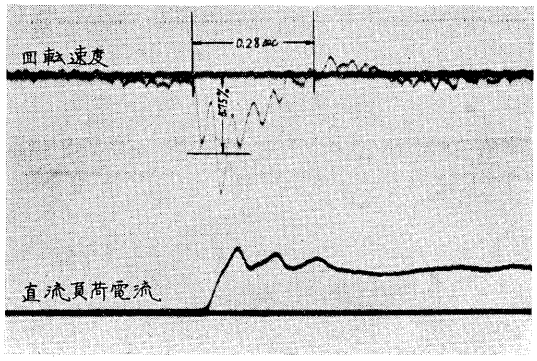
日本鋼管 K K. 川崎製鉄所へ納入したスケルプミル連続圧延装置は本邦最初の個別運転静止レオナード方式で



第 XI・4図　日本鋼管 K.K. 川崎製鉄所納入連続圧延装置用水銀整流器

Fig. XI・4. Mercury rectifier for continuous rolling mill delivered to Kawasaki iron works, Nihon Kokan K.K.

あり，粗圧延区間ロール4台エッジャ2台，仕上区間ロール6台エッジャ3台で仕上区間9台と粗圧延区間2台の各種電動機をおのおの別個の整流器で制御した．水銀整流器はポンプ付風冷多極型で 300 A, 650 A, 2,000 A の各種容量のもの 12 台を使用した．圧延速度の非常に早い連続熱間圧延用直流電動機の速度変動を最小限に抑え，かつこれを速応的に回復させるという要望に応えたものである．水銀整流器格子制御回路には直流励磁リアクトルを用いた電気的移相器と，直流励磁リアクトルに速度変化の信号を増幅して与える電子管増幅器を有している。

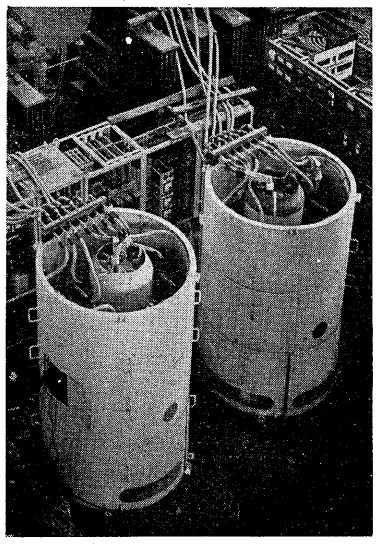


第 XI・5 図　日本鋼管 K.K. 川崎製鉄所における水銀整流器による速度制御状況

Fig. XI・5. Speed control oscillogram by mercury rectifier at Kawasaki iron works, Nihon Kokan K.K.

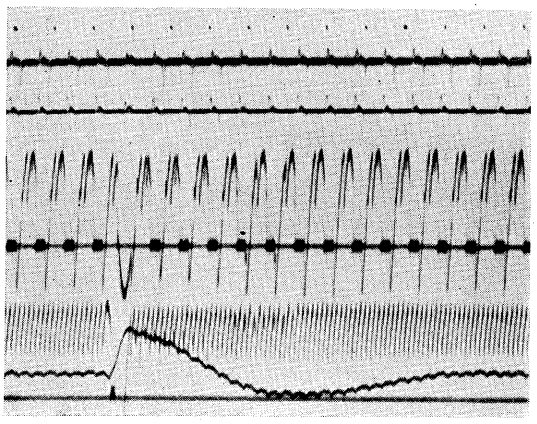
当社川崎工場に設置したポンプ無し封じ切り整流器 750 V 150 kW は，従来大型工作機械の直流電動機速度制御にも使用されていたワードレオナード方式に対し静止レオナード方式を使用したもので効率，軽量，速度制御の速応性の点で遙かに優っている方式である．特長とする所は 1 台の整流器を切換運転して整流器をインバータとして使用することによって電気的回生制動をおこない急停止をせしめ得た。

旭化成 K K 延岡工場納入の人絹工業用周波数変換装置は，ポンプ無し封じ切り整流器 1,500 V，1,500 kW 2 台をそれぞれ整流器およびインバータとして使用し 50～→150～ に電力を変換し人絹用ポットモータ電源とした本邦最初の 150～ の水銀整流器として記録的製品である．新型電気的移相器を水銀整流器格子回路に挿入さ



第 XI・6 図　旭化成 K.K. 延岡工場納入 60/150サイクル周波数変換器

Fig. XI・6. 60/150 cycle frequency changer delivered to Nobeoka Works, Asahi Kasei K.K.

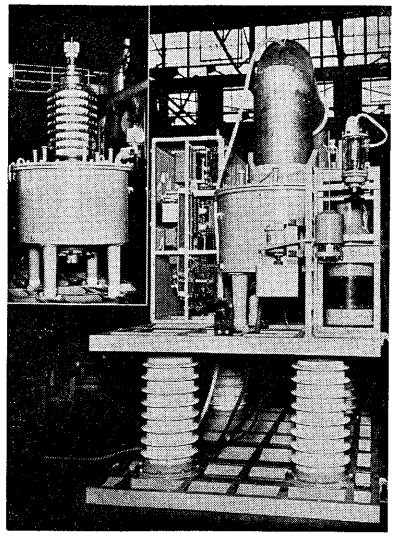


第 IX・7 図　旭化成延岡工場納入ポンプ無し封じ切り水銀整流器による急速制御状況

Fig. XI・7. Rapid control oscillogram by pumpless mercury rectifier at Nobeoka Works, Asahi Kasei K.K.

せ，電子管自動制御回路により直流出力定電流制御ならびに変換装置内外の事故に際し，急速インバータ制御と自動再起がおこなわれる等の種々なる特長を有するものである。

欧洲においては既にスウェーデンにおいて本国とゴットランド島のヴィスビイまでの 60 マイルにわたる直流送電が実施されており，わが国においては屋久島—鹿児島間，四国—明石間，佐渡ケ島—本州間等の直流送電が計画されているのは直流送電が交流送電に比して幾多の経済的利点を有するためである．この現況にかんがみ当社は既に昭和 27 年度通産省研究助成金を得て研究を開始したが，幾多の改良工夫を得て遂に昭和 29 年末 50 kV，300 A，15 MW 超高圧水銀整流器を完成した．超



第 XI・8 図　50 kV 300 A 15 MW 超高圧水銀整流器

Fig. XI・8. 50 kV 300 A 15 MW super high voltage mercury rectifier

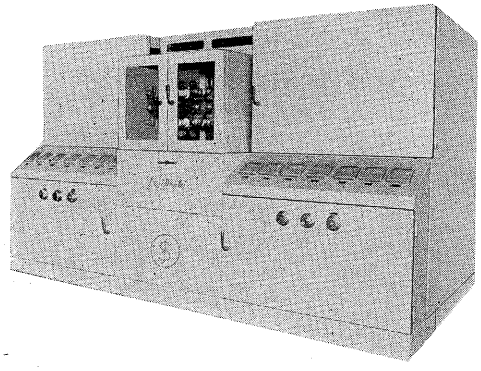
高圧のため特に他陽極よりのイオン拡散を抑制する必要から単極型を採用し陽極部内電界強度の均一を与えるためSS.W.社 Steenbeck 博士の創案になる中間電極電位分布方式を採用した．陽極グラファイトの温度を低減せしめるため特に中間電極は絶縁碍子を介して積重ねた構造を取り，陽極を包囲する構造を避けている．中間電極（5枚）は電子の直進による陽極グラファイトへの激突その結果発生する2次電子放射およびガス放出を避けるため特殊構造を取っている．陽極部の冷却は保守の便から風冷式とし真空槽および陰極の冷却は温度変化範囲を極力低減させるため油冷式を用いた。

XII. 接觸変流機（Kフォルマー）
Contact Converters (K-Former)

XII. 1 緒　　言　（Preface）

1937年に独逸 S.S.W. 社で，第1号機の接触変流機を電解用設備電源として運転を開始してから，早や16年間を経過しその発展は比較的順調な途をたどった．当社では1952年に実用機の製作が始められ，1955年までに23台を製作し，総電流容量は 131,000A に達した．第XII・1図は1953年に食塩電解用電源として旭化成工業に納入されたものである．今日では海外総数すでに百台余のものが運転されている。

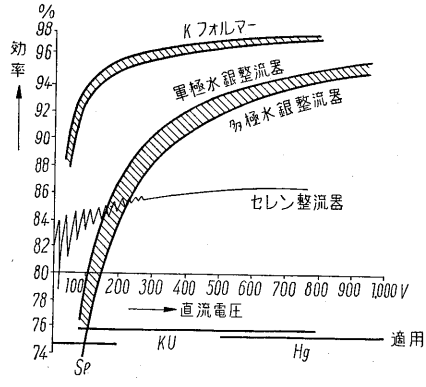
約十数年以前では電解用設備の使用電圧は水銀整流器の効率を向上せしめるために800ないし850Vまでに上げていた．最近の電解技術の発達は大電流設備となり槽の数を減少せしめる傾向にあり，電解槽の1槽当りの電圧は数ボルトであるにかかわらず電流は数千ないし数万アンペアに達し，水溶液電解槽では高電圧にすれば水溶液の電解液を通じて漏洩電流が多くなり電蝕を生じ電力損失も増加する．このように大電流の水溶液電解設備では保安上からも 100～300V の電圧範囲に移ってきたことは当然の趨勢であろう．Kフォルマーの出現によって100ないし600Vでも最も経済的に変流できるので今や電解槽の設計が電圧，電流の制限を受けず自由にできるようになった。



第XII・1図　旭化成工業納入電流容量 10,000A 304V T 型接触機構
中央有機ガラス窓の部分に接点12個が取付けられている
Fig. XII・1.　10.000 A 304 V T type contact mechanism; delivered to Asahi Kasei Kogyo K.K.

XII. 2 経済性と適用（Economy and application）

Kフォルマーの最も優れている点はなんといっても非常に高効率である点である．第XII・2図はKフォルマーの全装置（主変圧器，転流リアクトル，平滑リアクトル，接点，その他補助装置）の効率とセレン整流器，水銀整流器との比較を示している．10,000A 機程度のものに対しての水銀整流器（Hg），セレン整流器（Se），接触変流機（KU）の initial cost を参考のために比較してみると現在 Hg と KU との initial cost の交点が約 D.C. 500V 付近にあり最近生産の増加と構造の標準



第XII・2図　大電流設備の効率と適用範囲
Fig. XII・2.　Applicating range and efficiency of large current equipment

＊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。