



三菱電機

第 17 卷 昭和 16 年 5 月 第 5 號

内 容 目 次

SV 型 230,000V オートバルブ 避雷器	149
電氣的位置平衡裝置	152
石炭酸樹脂積層板の收縮	153
三菱高周波電氣爐最近の進歩に就て	158
組立式回轉子軸	162
爪 車 裝 置	163
161 kV 用節油型 デアイオン 遮斷器完成	164

三菱電機株式會社

三菱電機

第十七卷

昭和十六年五月

第五號

SV 型 230,000V オートバルブ 避雷器

神戸製作所 更田健彦

久しく待望せられて居た 220 kV 送電線も愈々満洲に於て近く送電の開始を見んとしつつあり、茲に我國電氣界に於ける一紀元を劃するの時機の到來したのは眞に慶賀に堪えない。當社は超高壓用機器として、本送電線の中央變電所たる〇〇變電所に 230 kV、50,000 kVA 單相變壓器及び 230 kV 用 SV 型 オートバルブ 避雷器を送り、此の劃期的事業に協力して、我國の電機製作技術の水準昂揚に應分の寄與を爲し得た事は、我等としても衷心より喜悅を感じる次第である。220 kV 用變壓器に就ては既に本誌二月號に於て詳細報告せられて居るから、次いで茲には 230 kV 用避雷器の概要を記述し、その特長の紹介を試みよう。

先づ本避雷器の定格を述べれば次の通りである。

型式 SV 型 オートバルブ 避雷器

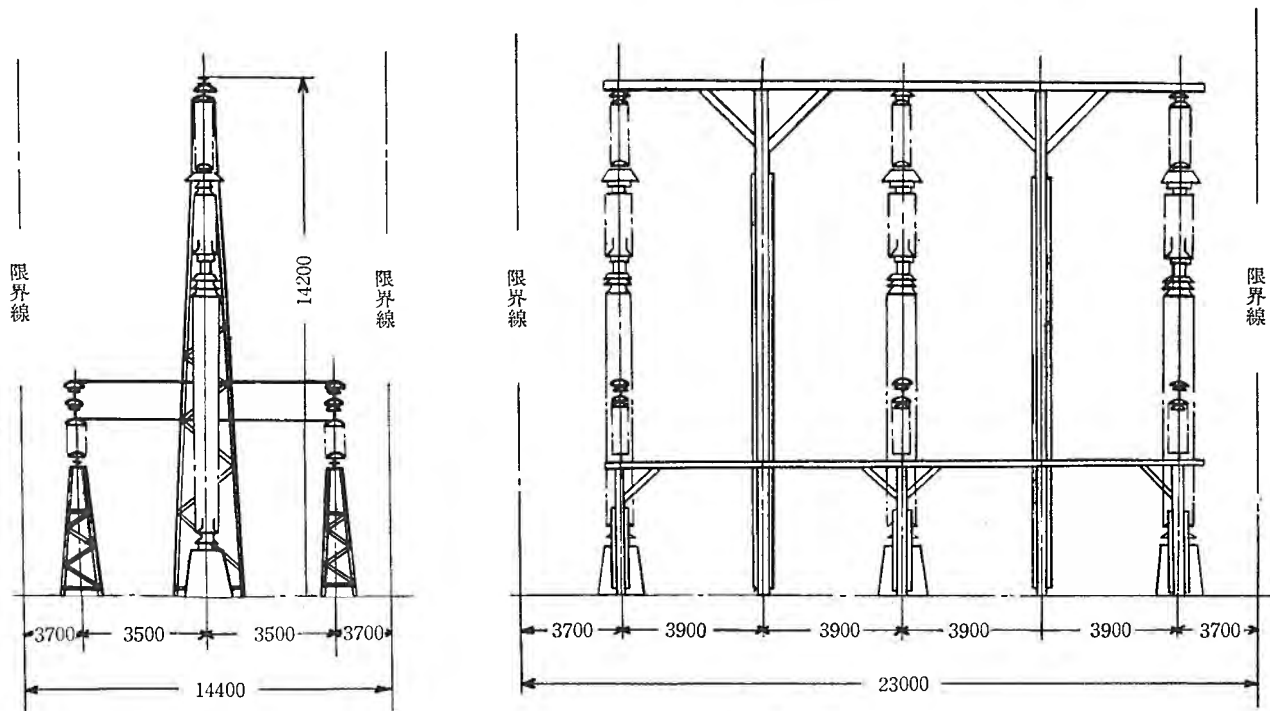
三相 屋外 中性點非接地式系統用

定格電壓 230,000 V

商用周波最大許容電壓 242,000 V

即ち本避雷器は定格電壓に於て我國に於ける記録品の一つたる事は勿論であるが、更に系統の中性點の接地條件をも併せ考へれば、米國 Boulder Dam 送電線の 287.5 kV 避雷器とも比肩せらる可きものであると云ふ事が出来る。

230 kV 用避雷器も從來當社が標準として採用して居る 161 kV 級の オートバルブ 避雷器と構造に於ては大差ないのであるが、然し乍ら使用電壓が超高壓に成るに従つて、自ら設計、工作、試験に就て慎重検討の要ある事は



第 1 圖 SV 型 230,000 V オートバルブ 避雷器組立概観

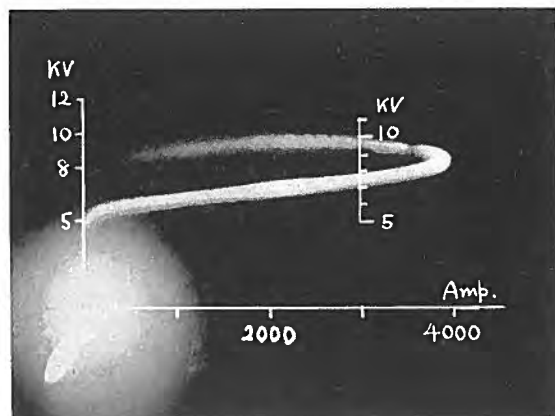
申す迄も無い處である。特に超高壓避雷器として具備すべき必須條件と目されるのは、その制限電壓特性が保護せられる可き機器との間に於て協調を保つて居ると同時に避雷器自身の放電耐量が十分大きく、且つ續流を完全に遮断し得る能力を有す可きことである。本避雷器に於ては之等を設計上の最重點と爲し、制限電壓特性の平滑化と續流遮断能力の増進を圖らんが爲に、特に消弧間隙なるものを附加して居るが、此の點が從來のものとは異なる著しい特長である。之れに就ては順を追つて説明を加へる事として、先づ概略の構造から申述べよう。

第1圖は本避雷器の組立概観を示すものである。避雷器單相一脚分は大別して直列開閉間隙(又は先間隙)、消弧間隙及び特性要素の三部分より成つて居る。即ち特性要素部分は避雷器に於て主役を果たす可き辨特性要素を包藏する部分であつて、之れは4個の單位磁器容器より成つて居る。消弧間隙部分も同じく4個の磁器容器に分藏せられ、特性要素部分の下部に配置せられて居り、之等二部分はコンクリート床より自立して居る。直列開閉間隙部分は3個の磁器容器より成り、之等は前二者に反して鐵塔より懸垂碍子17個を通じて懸垂せられ、地上よりの直立部分とは發條を経て、可撓連結を爲して居る尙直列開閉間隙部分の最上部には傘型の靜電遮蔽と、上中、下の三磁器容器の下部には圓環型の靜電遮蔽が附してあるが、之等は多間隙構造を有する直列開閉間隙部分の電位分布を一様ならしめ、その動作特性を改善し、且つ効果的ならしめると同時に、外物の影響を去除く爲のものである。懸垂部分を吊下げる鐵塔は三相分を取付くる様II型鐵塔より成り、又直立部分を地震、其他の機械力に對して補強する爲に、兩側に補強鐵塔を建て、ピン

型碍子に依つて絶縁せられた2枚の支持板を以つて最下部より5番目とその上下の磁器容器との間を保持して居る。

第2圖の オッシログラム は本避雷器に使用した特性要素自体の電壓電流特性を示すものであつて、從來のものに比して理想的避雷器として目指す辨特性に一步宛近付きつゝある事は充分之れで看取出來るであらう。即ち特性要素1個に就て云へば、約7,000Vに於て(オッシログラムには此の點が明瞭に現はれて居らないが)放電を開始し、放電電流が漸次増加して4,000Aに達した時に、特性要素の端子に現はれる制限電壓は約10,000Vである。次いで放電電流が減少して、約5,000Vに低下すれば、特性要素の放電は停止し、極く僅かの漏洩電流のみを通ずるに過ぎない。従つて特性要素のみを回路に接續しても雷電流放電後の續流を殆ど完全に遮断する事が出来るわけである。此の放電電流4,000Aに於ける制限電壓と放電を停止し機流を遮断し得る遮断電壓との比、即ち避雷器の保護比は新型 オートパル 避雷器に在つては約2であつて、此の値は約10年前のオートパル 避雷器開發當時の3乃至3.5に比べて格段の進歩を來したものと云ふ事が出来る。事實保護比が2であれば、現在實用せられて居る被保護機器の絶縁強度に對し十分保護し得る事は次に説明する通りである。

發變電所又は之れに近接した線路に直撃を受けた場合に被保護機器たる變壓器を襲ふ異常電壓は相當の高値に達し、且つ之れを豫測する事は困難であるから、之れに對して變壓器の絶縁を完全に保護し得る様避雷器の制限電壓特性を設計することは現状に於ては先づ不可能とせねばならない。寧ろ直撃に對する保護は所謂避雷器以外の他の避雷裝置乃至は避雷施設の負ふ可き使命であつて之等に依つて能ふ限り直撃が線路の導線内に襲來する機會を少くする様考慮す可きである。其處で避雷器としては、線路を傳播して襲來する進行波に對しては、完全に變壓器を保護する事を目標として設計するものとし、假りに襲來進行波の最高値は發變電所附近の線路碍子の閃絡に依つて制限せられるものと考へれば、公稱電壓200kVの送電線に於ける最高襲來進行波は、一連15個の標準懸垂碍子を用ひた場合の正極性標準波に對する閃絡電壓である1,345kVと見做して差支なからう。而して此の襲來進行波が線路の終端にある變壓器に到來して、反

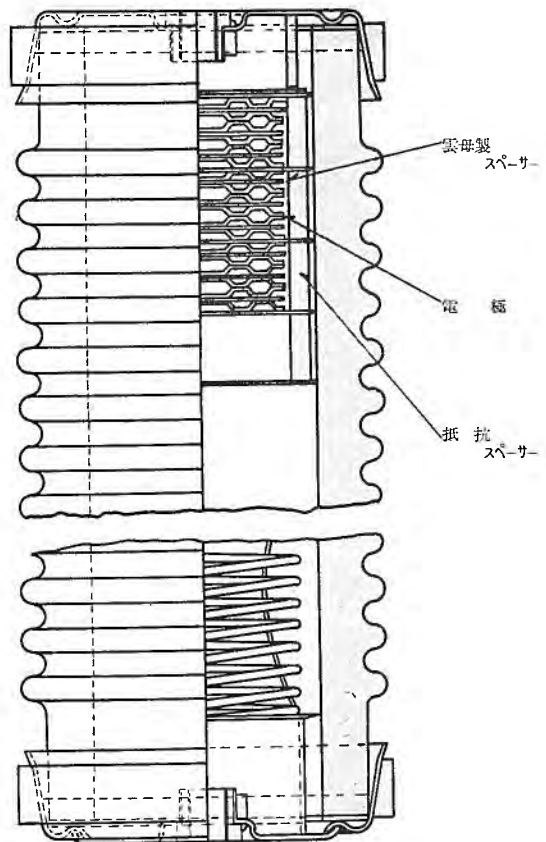


第 2 圖

射に依つて入來波の2倍の波高値に上昇する様な最悪の場合にも、避雷器はその動作に依つて變壓器の衝撃電壓試験に於ける全波試験電壓値たる 1,050 kV の 95%、即ち 1,000 kV 以下に變壓器に加はる電壓を制限するものとすれば、此の場合避雷器の放電す可き放電電流は線路のサージ、インピーダンス 其他に若干の假定を設ける事に依つて計算する事が出来、その値は約 3,380 A である。(参照文献：變壓器衝撃電壓試験標準規程草案、電氣學會雜誌、昭和 15 年 8 月號、325 頁)

扱て此處で嚮に述べた特性要素を適當數撰定して、之れを直列に積重ね、放電電流 3,380 A に於ける制限電壓を 1,000 kV ならしめたとすれば、此の避雷器の續流を遮斷し得る電壓の最大値は、保護比を 2 と見る事に依つて 500 kV と成る。或は之れを商用周波の正弦波の實効値に換算すれば 354 kV である。即ち此の避雷器は商用周波の機壓が常規對地電壓なる 220 kV の $1/\sqrt{3}$ 倍、即ち 127 kV の約 280% 迄上昇しても機壓による續流を遮斷し得ると云ふ事が出来る。或は更に悲觀的に考へて此の場合運悪く一線接地を生じ、對地電壓がその $\sqrt{3}$ 倍に成る事を顧慮すれば、此の値は 162% である。即ち線路電壓が 220 kV の 162% 即ち公稱電壓 200 kV の 178% に上昇した状態に於て一線接地故障に依り對地電壓が $\sqrt{3}$ 倍に上昇するも、尙續流を遮斷し得ると云ふ事が出来るわけである。尤も此の續流遮斷能力の計算は何等安全率を考慮に入れてない、單なる紙上の計算に過ぎないのであつて、實際には遮斷時に於ける系統の回復電壓、一線接地時に於ける波形の變歪等による機壓波形の尖鋭化等の現象が現はれ、之等は何れも續流の遮斷を困難ならしめる原因と成るのみならず制限電壓を衝撃試験電壓値の 95% と採る事にも更に安全率を見越す必要があるから、此の數字を以つて直ちに此の避雷器に對する保護値とする事は到底出来ない。併し乍ら本避雷器の商用周波最大許容對地電壓として、銘板に記載して居る 242 kV なる數字に對しては、上述の種々の因子を考慮に入れても尙相當の余裕を有するものと考へて差支ない尙之れは特性要素自身の有する續流遮斷能力であるが、次に述べる消弧間隙は此の目的に對しても相當効果的であるから、商用周波許容電壓値に對しては更に余裕を期待する事が出来るであらう。

消弧間隙とは要するに分路抵抗を有する多間隙であつ



第 3 圖

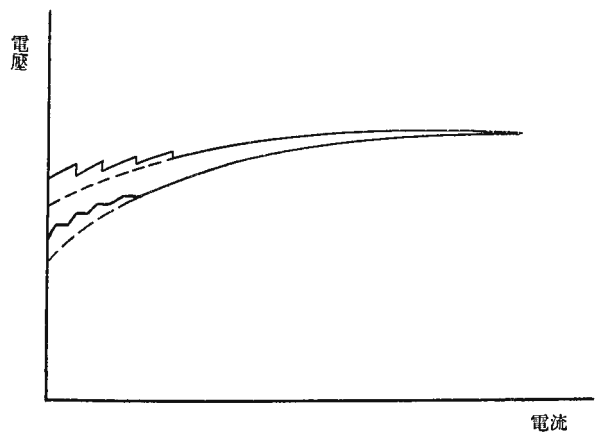
て、第 3 圖はその断面を示して居る。即ち 1 個の抵抗スペーサーの間隙に、雲母製スペーサーを間に挟んだ電極より成る 3 組の間隙が納められ、之れが電壓定格に應じて必要な個數丈け積み重ねられたものである。その動作原理は、以前に廣く使用せられた多間隙避雷器と大体に於て同じであつて、最初内部の間隙が放電する迄は抵抗スペーサーを通じて電流が流れるが、印加電壓が漸次増加して、抵抗スペーサー中の抵抗電壓降下が十分大に成るとその間の間隙中で最も放電開始電壓の低いものから放電を開始し、抵抗スペーサーを短絡する。従つて残りの抵抗スペーサーに加はる電壓が増加し、次いで次に放電開始電壓の低い間隙が放電を始め、斯くして順次に他の間隙が放電を開始し、最後には總ての抵抗スペーサーを短絡するに至る。故に之れを特性要素と直列に使用すれば、直列開閉間隙が放電開始後は抵抗スペーサーと特性要素とに全電壓が加はり、消弧間隙が一つ宛放電すると共に抵抗スペーサーは順次短絡せられ、結局全体としての電壓電流特性は第 4 圖に示す通り階段的に成る事は明らかである。

次に消弧間隙が放電を停止する電流は如何と云ふに、

分路抵抗の存在の爲に、火花間隙の消弧が容易に成る事は第4圖に示す處よりも諒解出来る通りであつて、舊型多間隙避雷器は此の特性を利用したもの過ぎない。即ち此の場合も放電停止電流の高い間隙から順次放電を停止するから、特性要素と組合したものゝ放電停止點附近に於ける特性は、第4圖に示す通りに階段的に變化して行くわけである。

之れを要するに消弧間隙を用ひれば、その分路抵抗の値並に多間隙の數等を適當に撰定する事に依り、避雷器全体としての電壓電流特性を一層平滑化せしめ、更に一步理想的辨特性に近づかしめる事が出来る。只だ此の場合抵抗値及び多間隙の放電開始電壓が宜しきを得ない場合は却つて特性に悪影響を及ぼす許りでなく、抵抗材料の信頼度も十分高めて置かないと、之れが原因と成つて却つて避雷器全体としての故障を惹き起す事に成るから十分注意する必要がある。

以上申述べた通り、本避雷器に於ては優秀な特性を有



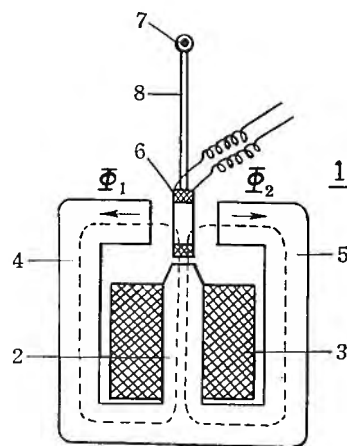
第 4 圖

する特性要素と、之れに配するに消弧間隙なる特殊工夫を巡らした附加装置を用ひて、超高壓避雷器として最も重要な合理的制限電壓特性と、續流遮斷能力の増進とを圖つて居る。幸にして本器が、此の劃期的超高壓送電線に於て所期の成績を擧ぐるを得ば、製作者としては之れに過ぐる喜びは無い。

電 氣 的 位 置 平 衡 装 置

電氣的位置平衡装置として、從來使用せらるゝ「ケルビンバランス」は入力の変化に應じて、電氣的接點の開閉を行ふものであるから、火花の發生により接點を劣化し又接點の閉合により、電動機を起動して平衡位置を採らしむるから、惰性により亂調を生じ易く而も測定電力は比較的大なる缺點が有る。本發明は斯かる缺點を除きたる感度優秀なるものである。

圖は原理を示すものにして、三脚鐵心(1)の中央鐵心(2)に勵磁線輪(3)を捲回し、兩脚鐵心(4)(5)の對向極間には、可動線輪(6)を挿置してある。可動線輪は回轉軸(7)に固定された搖動杆(8)に吊下せらる。茲に鐵心(1)及線輪(3)は可動線輪に交はる磁場を作り可動線輪の變位に従ひ鐵心(1)に於ける反對方向の磁束(Φ_1)及(Φ_2)に交はる。線輪(3)に交番電壓を加へれば、可動線輪(6)には兩磁束 Φ_1 、 Φ_2 の差に比例せる交番電壓を發生し、線輪(6)に交はる兩磁束の大き相等しく方向反對ならば、交番電壓は消失する。



今線輪(6)が兩脚鐵心(4)(5)の何れかの方向へ變位する事によりて之と交はる兩磁束 Φ_1 、 Φ_2 の差に比例せる交番電壓を發生し、該電壓により線輪(6)をして前記偏位と反對方向へ移動せしむる應力を與へる様にすれば、線輪(6)は常に一定の平衡位置を採る事が出来る。

三菱特許第 141816 號

(中野)

石炭酸樹脂積層板の収縮

神戸製作所 原 次 郎 市

1 緒 言

石炭酸樹脂積層板は電気絶縁物として今日広く使用され、その電氣的並に機械的に優秀なることは周知の通りである。又此等の性質に關しては各方面でよく研究が行はれてゐる。近來電気機器の設計、工作の進歩による製品向上に伴ひ、絶縁物の電氣的、機械的乃至化學的の性能以外に寸法上の精度を要求せらるゝことが甚だ多くなり、金屬部分品と同様な寸法精度が石炭酸樹脂系絶縁物に對しても必要となつて來た。

然るに石炭酸樹脂は、その初期縮合生成物より縮合が進むに従つて体積、重量の減少をなし、加熱硬化後に於ても収縮をなすものなる故上記目的に添はざる恐れがある。即ち積層板に於ては加熱成型時に相當大なる収縮を起すものであるが、この場合には成型後の寸法（主として厚さ）は他の因子即ち處理材料の厚さ、乾燥程度等により影響されるところが甚だ大であるから収縮は大した問題ではない。

然るに成型後における収縮は積層板使用中における収縮であるから、締付けボルトの緩み其の他の故障の原因となるものであるから極めて重要なものである。

依つて筆者は、石炭酸樹脂積層板につき加熱硬化條件が如何に収縮の大きさに影響を及ぼすかを實驗的に考察しこれより収縮の原因を探究し、これに對する對策を考究せんとするものである。

尙ほ、積層板の加熱収縮曲線を求めることにより、簡單なる積層板の良否判定をなし得るものなることを認めたり。

II 加熱加壓硬化條件が成型後の

収縮に及ぼす影響

一般に積層板に於ては層方向即ち加壓直角方向と層直角方向即ち加壓方向とでは収縮（膨脹することもあるがこれは負の収縮と考へる）の狀況が全く異なる故以下加壓方向と加壓直角方向の二つに分けて考へることとする。

加熱加壓硬化條件としては加熱温度、加熱時間、加壓

力が主要なものであるが加熱温度は $160^{\circ}\sim 165^{\circ}\text{C}$ が適當と考へられる。即ち、これ以下では硬化に長時間を要し、高温に過ぎると電氣的性質を害する故加熱温度は $160^{\circ}\sim 165^{\circ}\text{C}$ とし加熱時間を變へることによつて加熱程度を變更することゝせり。

試験片は帆布基材とし厚さ 13mm、 $50\times 50\text{mm}$ のものを成型せり。加熱硬化時間は 160°C に達してより冷却を開始するまでの時間とし、成型せる試験片を 130°C に加熱乾燥してその収縮狀況を測定せり。

a) 加熱時間

成型時に加熱を充分に行へば成型中に充分硬化が進む故成型後の収縮は少なくなる。

次に加壓方向と加壓直角方向の兩者に分けて實驗結果を示す。

i) 加壓方向（層直角方向）

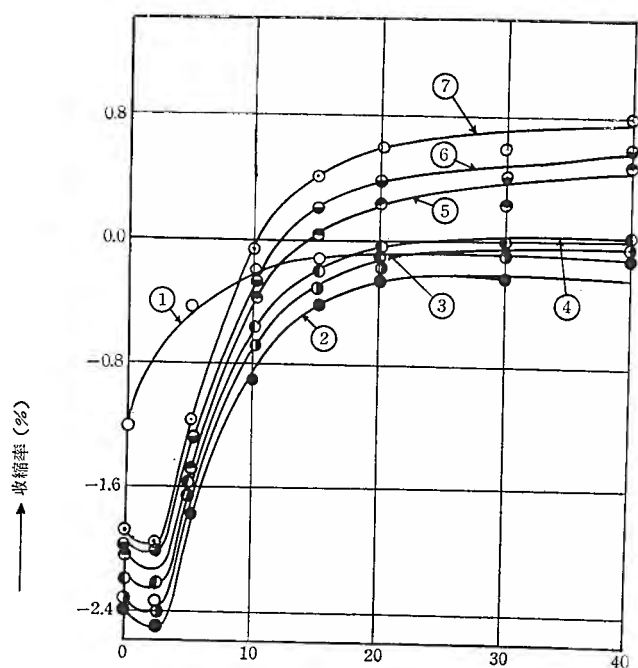
加熱硬化時間と硬化後の乾燥による収縮との關係を示せば第 1 圖の如くなる。第 1 圖 (A) より明かなる如く加熱硬化時間の少ないものは再加熱により著しき膨脹を示し次第に収縮に移る。(第 1 圖 B)

膨脹の原因は充填劑の纖維が壓縮された状態にて固化せられてゐるものが再加熱により樹脂の多少軟化せる時再び原形に復さんとする爲に膨れ上るものと考へる。

故に樹脂の軟化程度の大なるもの及び加壓力の大なるものが大なる膨脹を示す。膨脹は加熱乾燥の初期に於て甚だ大であるが次第に少くなり、次に収縮が現はれて來る。収縮の大きさも加熱乾燥の初めに極めて大である(第 2 圖 B、第 4 圖 B、第 5 圖、第 6 圖参照)が収縮と膨脹が同時に起つてゐる爲に、結局絶對値の大なる膨脹が初期に於て外部に現はれて來たのである。乾燥の進むに従つて収縮の方が大となり、第 1 圖の場合では乾燥 2 時間後は總て収縮を示してゐる。

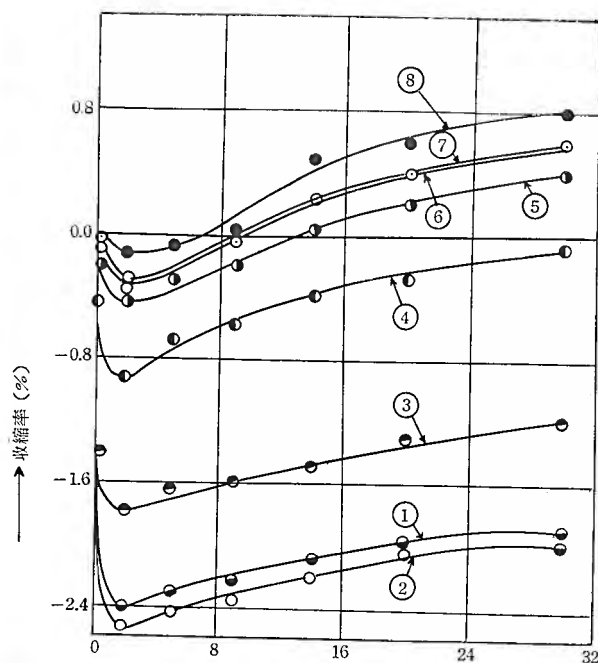
ii) 加壓直角方向（層方向）

この方向には膨脹は全く現はれず収縮のみであるが加熱程度少なきものは収縮が大である。矢張り加壓方向と同様に 20 分以上の硬化時間のものは収縮の大きさに大差



(A) 硬化時間 (分)

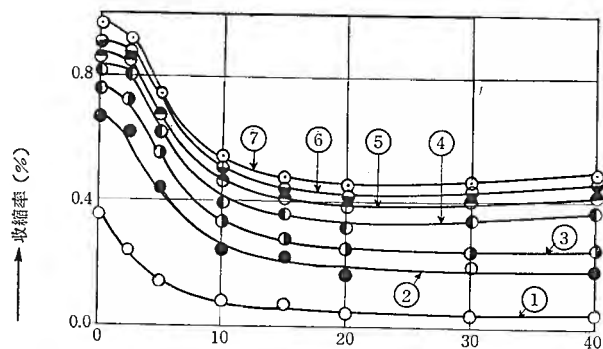
① 加熱乾燥時間 0.5 時間	② 加熱乾燥時間 2 時間
③ " 5 "	④ " 9 "
⑤ " 14 "	⑥ " 20 "
⑦ " 30 "	



(B) 加熱乾燥時間 (時間)

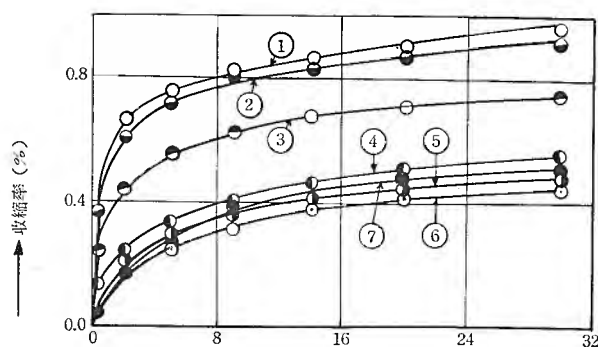
① 硬化時間 0 分	② 硬化時間 2.5 分
③ " 5 "	④ " 10 "
⑤ " 15 "	⑥ " 20 "
⑦ " 30 "	⑧ " 40 "

第 1 図



(A) 硬化時間 (分)

① 加熱乾燥時間 0.5 時間	② 加熱乾燥時間 2 時間
③ " 5 "	④ " 9 "
⑤ " 14 "	⑥ " 20 "
⑦ " 30 "	



(B) 加熱乾燥時間 (時間)

① 硬化時間 0 分	② 硬化時間 2.5 分
③ " 5 "	④ " 10 "
⑤ " 15 "	⑥ " 20 "
⑦ " 40 "	

第 2 図

がない。(第2図 A, B) 而して収縮の程度(収縮曲線の傾度)は加圧直角の方が加圧方向より小である。

加熱程度の差による収縮の大きさには方向性がない。

b) 加 圧 力

加圧力は充填剤の繊維の張力に影響を與へ膨脹、収縮の原因となる。

i) 加圧方向(層直角方向)

第3圖(A)の如く加圧力の増加と共に加圧方向の膨脹が増加するのは當然の結果であるが、充填剤の繊維が完全弾性体とすればこの曲線は直線となるわけである。

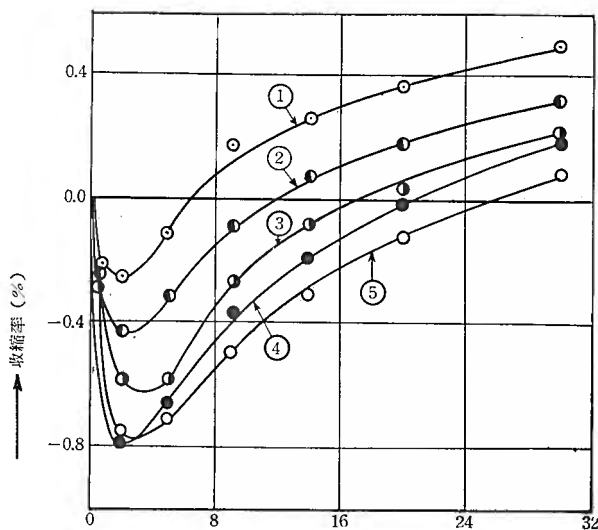
120 kg/cm² 以上の加圧力で極端に彎曲してゐるのはこの附近で繊維が伸び切り乃至滑動を起してゐるものと考へられるからかゝるものは機械的強度が減少するのは勿論である。この限界は處理材料の厚さ、縮合進行程度によつて異なる。

第3圖Aを乾燥時間と収縮との関係に書き正せば第3圖Bのようになる。即ち収縮の大きはいづれも同一程度で膨脹の大きさのみが異つてゐる。

ii) 加圧直角方向(層方向)

加圧直角方向には加圧方向の膨脹の影響を受けて加圧力の差により収縮の大きさが僅かに異なる。(第4圖A)

即ち加圧力の大きなるに従つて加圧直角方向の収縮は多少大となる傾向がある。第4圖Aを乾燥時間と収縮との関係に書き正せば第4圖Bのようになる。要するに加圧力による影響には方向性を有する。



(B) 加熱乾燥時間(時間)

① 加熱乾燥時間 0.5 時間	② 加熱乾燥時間 2 時間
③ " 5 "	④ " 9 "
⑤ " 14 "	⑥ " 20 "
⑦ " 30 "	

Ⅲ 一般積層板の収縮曲線

種々の積層板の加熱乾燥による収縮状況は次の通りである。

a) 紙基材積層板

第5圖は市販品及三菱製紙基材の石炭酸樹脂積層板の加熱収縮曲線である。

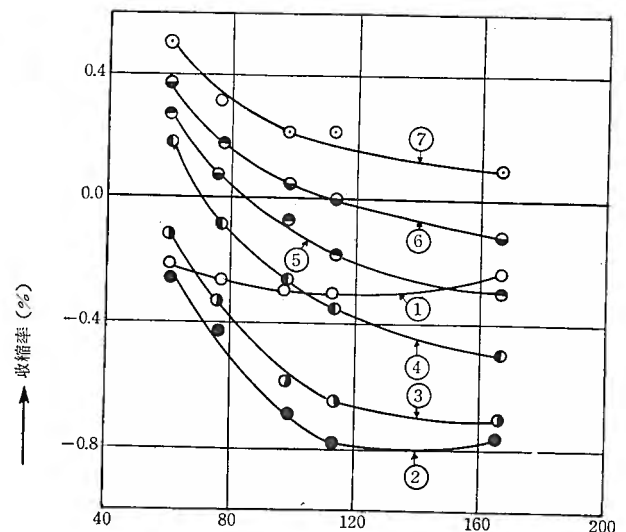
クラフト紙基材のものは加圧方向に對して著しき収縮を示す。マニラ紙基材のものは収縮は甚だ少ないが同時に樹脂含有量も少く加圧力が大なりと思はれる。

即ち紙基材のものに於てはクラフト紙基材のものが収縮大である様である。

b) その他の基材のもの

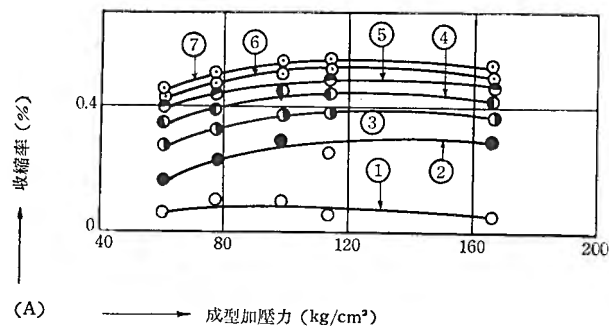
第6圖は布、木、を基材とせるものゝ加熱収縮曲線である。

帆布基材のもの及び帆布細斷片基材のもの(これは積層板にあらずとも成型に際し繊維方向が大体加圧直角方向となり積層板に近き性質あるを以てここに参考とする)を比較するに帆布細斷片基材のものが樹脂含有量多

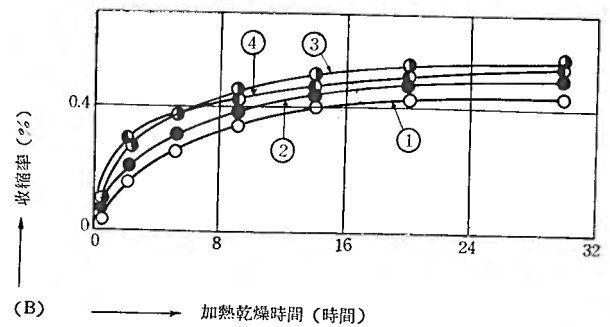


(A) 成型加圧力(kg/cm²)

① 加 壓 力 60 kg/cm²	② 加 壓 力 75.5 kg/cm²
③ " 98 "	④ " 112 "
⑤ " 167 "	



- (A) 成型加圧力 (kg/cm²)
- | | |
|-----------------|---------------|
| ① 加熱乾燥時間 0.5 時間 | ② 加熱乾燥時間 2 時間 |
| ③ " 5 " | ④ " 9 " |
| ⑤ " 14 " | ⑥ " 20 " |
| ⑦ " 30 " | |



- (B) 加熱乾燥時間 (時間)
- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| ① 加 圧 力 60 kg/cm ² | ② 加 圧 力 75.5 kg/cm ² |
| ③ " 112 " | ④ " 167 " |

第 4 圖

き爲に加圧直角方向の収縮大なり。

木の薄板を積層せるものは加圧方向に著しき膨脹を示す。加圧直角方向は繊維方向と繊維直角方向とで収縮の大きさが全く異なる。即ち繊維方向に對しては殆ど収縮をなさず繊維直角方向には大きな収縮をなす。

IV 収縮の原因に對する一考察

石炭酸樹脂の収縮には必ず重量の減少が伴ひ兩者がほぼ比例的關係にあることから水分の發散が収縮の原因をなしてゐると考へられてゐる。

而して筆者の實驗によれば成型材料中に含有されてゐる水分の發散による収縮は主として加熱成型時に起るものであり、成型後の収縮の大きさは成型材料の縮合程度に左右されるから、縮合による生成水分の發散によるものと思はれる。

積層板とした場合には外部に現はれる収縮（膨脹をも含めた）は充填剤の収縮及び膨脹力を加へて考慮する必要がある。

即ち収縮（膨脹を含めた）の直接原因は樹脂の収縮、充填剤の収縮及び膨脹力であり、収縮の大きさに間接的に影響を與へる因子として充填剤の種類、繊維の方向、繊維及樹脂の配列、加圧力等を擧げることが出来る。

この原因によつて成型後には加圧方向及加圧直角方向に種々なる寸法變化を起す。

これを表示すれば次の如し。

樹 脂	縮合による	加圧方向	収縮	方向性なし
		直角方向	収縮	
	汲濕による	加圧方向	収縮	方向性なし
		直角方向	収縮	
充填剤	膨脹による	加圧方向	膨脹	方向性を有す
		直角方向	収縮	
	汲濕による	加圧方向	収縮	方向性を有す
		直角方向	収縮	
樹脂充填剤の配列		加圧方向	収縮	方向性を有す
		直角方向	収縮	

上記の如き方向性（加圧方向と加圧直角方向と収縮の大きさに差のあるもの）ある原因と然らざる原因とがある。

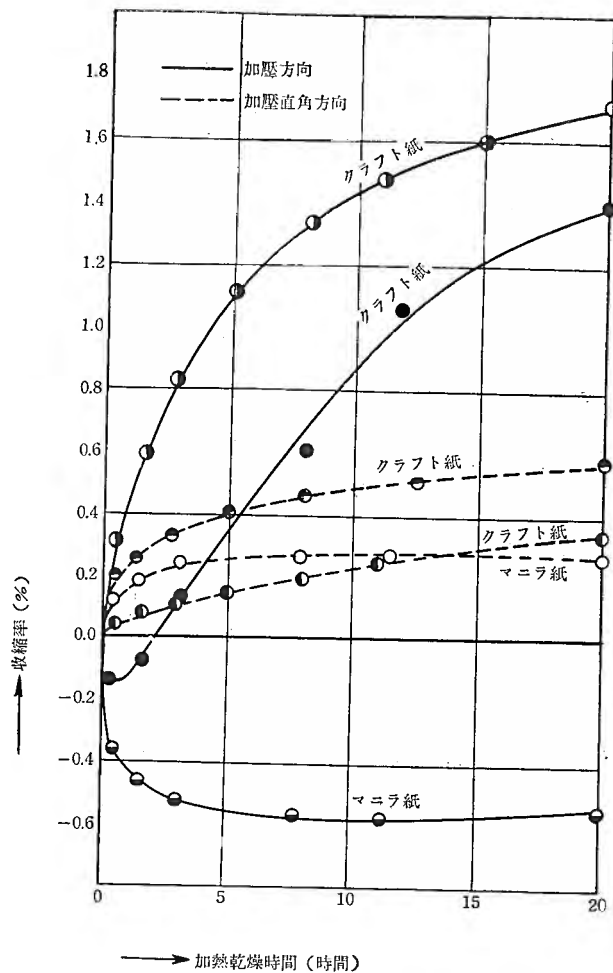
故に加圧方向と加圧直角方向の硬化後における加熱による収縮曲線を求むれば、その原因を推定判別することが出来、製造條件の適不適を判定し積層板の良否を検査し得ると思ふ。

即ち第5圖のクラフト紙の如きものは樹脂含有量多く（無方向性の収縮が大なる故）加圧力少く（膨脹少き故）マニラ紙の如き場合には反對に樹脂含有量少く（無方向性収縮が大）加圧力大（膨脹大）なりと判定さる。

これには勿論充填剤の性質、處理材料の乾燥程度（縮合進行程度）樹脂の性質も考慮すべきである。

V 硬化後の収縮に對する對策

積層板が機械部分品として使用中収縮を起すことを防止するには充分加熱したるものを加工すべきである。



第 5 圖

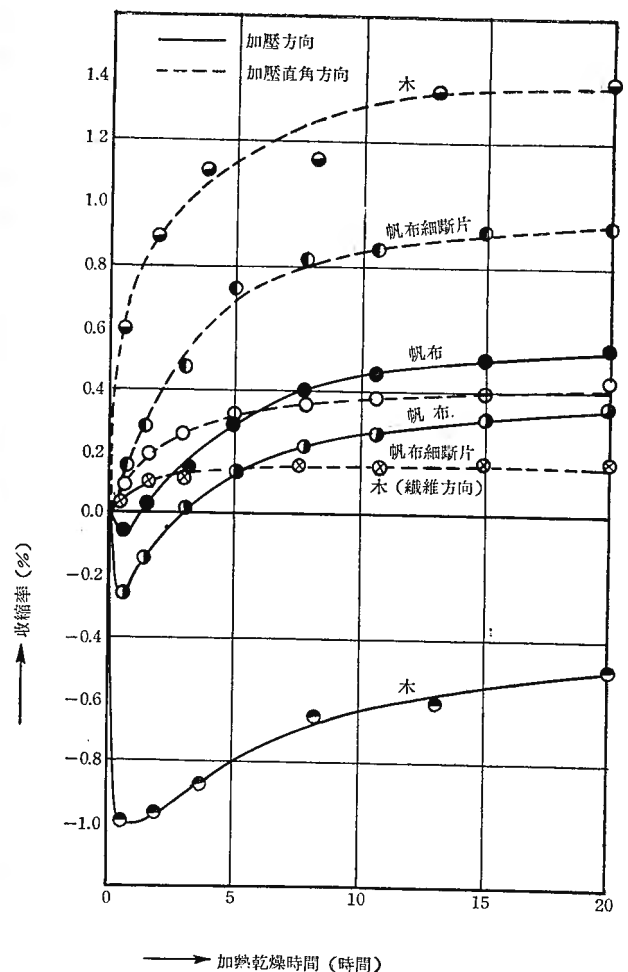
加熱時間は収縮曲線より自から明かである。

即ち収縮曲線が水平に近づくまで加熱乾燥を行つて後加工を行ふのであるが、この場合問題となるのは乾燥による歪と外観の劣化である。歪の生ずる原因は加熱の不均一による収縮の差による場合と、樹脂の硬化程度の差により樹脂の膨脹係数が異り、この爲に温度変化により歪を生ずる場合とがある。故に乾燥に當つては歪を生ぜしめざる様に深甚の注意を必要とする。

電氣的性質其の他は乾燥により更に良好となるのが普通である。

Ⅵ 結 言

石炭酸樹脂積層板の硬化後における加熱による収縮は加熱の程度及加圧力によつて相當異なるもので、加熱の程度は樹脂の硬化程度に影響を與へ無方向性の収縮の大き



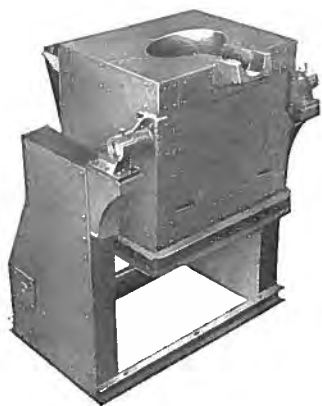
第 6 圖

を支配する。

加圧力の影響は繊維に張力を與へ加圧方向の膨脹、加圧直角方向の収縮の原因となり繊維の方向と共に方向性を有する収縮の原因となるものである。

加圧方向及加圧直角方向の加熱収縮曲線を求めて無方向性の収縮と方向性を有する収縮とに分析して積層板の硬化程度、加圧力、加熱程度等を推察し積層板の検査をなし得ると同時に安定なる状態にするに要する加熱乾燥程度を定めることが出来る。即ち積層板使用に際して加熱による収縮曲線を試験片より求めて、その安全性を知ると同時に安定なる状態に移すに必要な手段を講じ得るのである。

尚ほ積層板の収縮は一般に加圧方向（層直方向）に豫想外に大きいことは特に注意せねばならぬ。



第2図 2000 ㏾電動傾注式高周波爐

従来は之を防止するために爐を建物の端部に据付け、傾動用と取鍋用と二段の起重機を採用するか、或は取鍋は据置いて、一台の起重機で傾注後復位してから取鍋を吊上げて運搬する外仕方がなかつた。之は熔湯の温度も低下し、出湯後爐内の點檢等を行ふ事が出来兼ねて不便である。此等の點を考慮し1 ㏾以上の大型爐では第1 圖及第2 圖に示す様な電動傾動装置を各爐毎に装置し、爐の操業に最も都合の良い位置から隨時操作出来る様にした。

尙本装置は其他の電動傾動方式に比べて次の様な特徴を有してゐる。

- (イ) 全機構を作業床面下に納めてあるから操業には少しも邪魔にならず、且爐の側方下部の別室に据付られるから塵埃や熔湯の飛沫を浴びる心配もなく、點檢保守に甚便利である。
- (ロ) 傾動しても出湯口の位置が變らないから鑄型に直注ぎする事も出来、又普通の回轉式爐の様に取鍋を移動調整する必要がない。
- (ハ) 電動装置が停止した折には、そのまゝ直ちに他の起重機によつて、従來の爐の様に吊上げて傾動する事が出来るから、停電や故障の時にも出鋼に支障を來さない。之は第1 圖に示す様に鋼索によつてゐるから齒車其他の機構の様に解体せぬと動かせぬ様な事は起らない。
- (ニ) 又爐体の熱による變形に對しても機構の操作に支障を起さない様になつてゐる。

(2) 爐底 スイッチ の改良

爐の一次線輪に流れる電流は數千乃至數萬 アンペア に

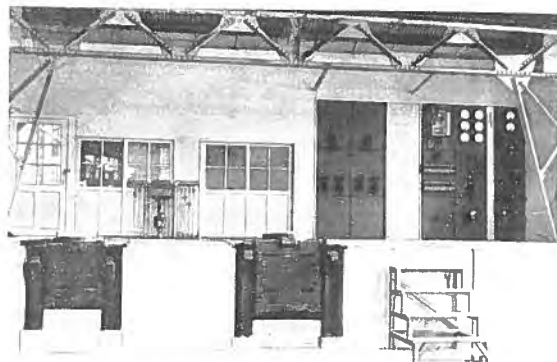
及び、之を導く スイッチ 類及び導線には最も注意を要する處である。従來は爐底下部に發條附の特殊 スイッチ を設け、爐の重量によつて接觸片を押し開いて入れてゐたが、塵埃や出湯時の飛沫等によつて接觸不良となつて過熱損傷し易く、又點檢にも大變不便であつた。

尙萬一爐壁の破損等のため熔湯が漏出した様な時には底部にある本 スイッチ は被害を受け易く、修理にも甚面倒である。

之等の欠點を除去するために爐側設置締寄せ式スイッチを1,000 ㏾以上の大型爐に採用する事にした。之は第1 圖に示す様に爐の手前側方に スイッチ 部分を設けてあるから、常時監視する事が出来て保守にも便利である上に、配線用 ピット が浅くてすみ、配線材料並に工事費も節減出来る。上方に突き出た一個の把手で全部の接觸部を同時に開閉出来て、爐の傾動は常に開いた状態で輕快に行ふ事が出来る。従つて接觸部は磨耗損傷を受ける事もなく、塵埃や熔鋼の飛沫を受けて不良になる虞がない

(3) 爐底 スイッチ の廢止

500 ㏾ 300 kW 以下の爐では従來の底部のスイッチを廢止して、可撓 ケーブル を使用して爐と接續母線とを直接々續する事にした。従來保守上最も面倒だつたスイッチが省かれたので爐の操業上、非常に有利となる事と考へられる、又必要な時には出湯中爐を正確な位置に復位せずとも電力を掛けて温度の低下を防止する事が出来る。數千 アンペア の大電流が流れるので通常の ケーブル では甚しく重量が増し、爐体の傾動も重く、取扱も面倒となるが、150 kW 爐以上は獨得の考案による水冷式可撓ケーブルを採用して居るから輕快で損傷することなく耐

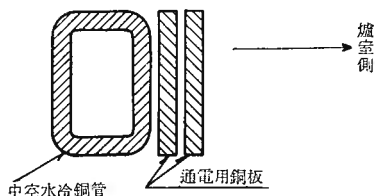
第3図 300 kW 三菱高周波爐
(300 kg・500 kg)

久力も大である。

第3圖は本水冷式可撓 ケーブル を採用した 300kW 爐の一例である。

(4) 爐線輪の改良

誘導爐設計の主眼をなすものは一次線輪の形状寸法等で、之が設計の巧拙は爐の能率を左右する最大要素である。當社は多年研究の結果、特殊の形状を有する銅管を採用し爐の能率を向上せしめた。尙爐の使用電壓は電力の増大と共に高められる傾向にある。之は能率を上げ且配線用銅材を著しく節減する利點があるが、一方爐の作業取扱上危険が伴ひ易いので、爐線輪の絶縁が重要問題となる。之に對して最近線輪の上下兩端を磁器等の耐濕耐熱性絶縁台を挿入し、築爐後の濕潤状態に於ても漏電等の危険を防止し作業に不安不快を起さしめない様になつてゐる。

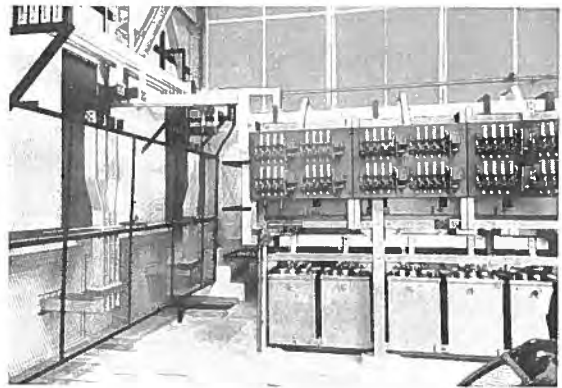


第4圖 高周波爐線輪断面圖

又第4圖の様に普通的水冷式銅管線輪の内側に別個の銅帯を張り付けてあり、有効導電面積を増大せしめて一次線輪内の抵抗損を減少せしめ能率を良好ならしめ得る外に、萬一爐壁の破損時にも熔鋼は先に内側の銅帯に接して繼電器を作用せしめて運轉を停止せしめるから、普通の構造の様に直接通水銅管を破つて漏水し事故を擴大する危険を防止する利點がある。

(5) アルミニウム 母線の使用

高周波爐の蓄電器回路には大きな電流が流れるので、此が配線用として多量の銅材が必要である。一例として 600 kW 800 V 用爐では約 10,000 A が流れ且 1000 サイクルの高周波電流であるために、6×100 耗銅板が往復回路で 16 枚以上を要し、爐二台切替の時は 32 枚以上となり、設備全体には相當量の銅材が使用される事となる。之を假に 6×133 耗のアルミニウム板で代用するとすれば銅量の約 40% のアルミニウムにて略同等の役目を果す事が出来る。第5圖は 300 kW 高周波爐用の上記



第5圖 アルミニウム 母線を使用せる高周波電氣爐配線 (300 kW 800 V 960 〰 爐二基の例)

配線に アルミニウム 母線を使用した一例で、表皮作用と歸線による接近効果 (Proximity effect) を減殺せしめるため實際は正負交互に配設せられ施工も仲々面倒であるがアルミニウムを採用すれば上述の如く輕量にて加工取扱共に容易なるため施工は却つて便利となつた。

併し アルミニウム を採用する上に最も難關は其の接續部分の處置で、純良な アルミニウム を使用すれば ツセリン 其他を塗つて單に締付ければ良いかも知れぬが、我々が現在利用せんとするものは純度 99.0~99.3% 程度の低品位で容易に多量入手出来るものであつて銅の代用品の意義にも添ふ譯であるが、かゝるアルミニウム 材の接合部分は繼續使用して酸化腐蝕する虞が多い。之に對しては下記の様な二つの方法を採用する事とした。

- (1) アルミニウム 板相互の接續部分は出来る限り直接熔接を行ひ、締付 ボルト 並に加工費を節減する上に接觸抵抗を無くして此部の損失を少くし使用後も點檢保守の面倒を省く事が出来た。
- (2) 取付け取外しの必要あるもの、並に施工上熔接が不可なもの、或は銅材と接續する場合等は夫々の板に豫め特別の半田鍍金を施して後、普通の様 に ボルト 締を行ふ様にし、接觸部の腐蝕を抑制し抵抗の増加を防止する様心掛けた。

使用後約 1 年の経過であるが別に何等の心配もなく今後出来る限り本方式を採用したく考へておる。

アルミニウム は銅に比し比抵抗高きため高周波 による表皮作用のため等價抵抗の増加率は少くなるから比抵抗より求めたる寸法よりも輕少で足りる譯で、此の點より見ても高周波回路に アルミニウム 材を採用する事は一層有効有意義と考へられる。

(6) 爐壁 ライニング と破損保護装置

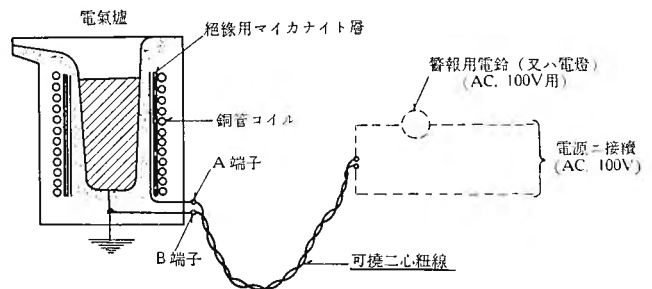
高周波爐で今後最も研究を要するものは爐壁耐火材で之が良否・壽命の長短は爐の操業成績を左右するものと云つても過言ではない。茲にその詳細を述べる事は出来ないが、材質のみならず、之が搗き固め作業や・粒の大きさその配合割合・結合剤等によつて影響する處が多く、各場合に應じて最適の方法を研究せねばならない。

一般に高温焼成 マグネシア 又は電融 マグネシア が使用されるが、2 吨以上の大型爐では銀砂等の酸性材も使用せられる。マグネシアは高温に於ても熱膨脹大であるため大型爐では全体の膨脹が大きくなり龜裂が生じ易いため、特に銀砂等を使用する必要があるが、間歇作業を行つて常温迄冷すことは却つて變化を多くして不可である。

一般に機械的強度を増し、龜裂を防止するためには大粒を使用し、爐の大きい程その割合・粒度を増す要あり。細粉は粘結力を増し熔湯の浸透や熔滓の侵蝕に耐する様に適宜に混合されるものでこの兩者の割合を適當に選ばよ。ニガリ・酸化鐵(スケーラ)・各種の耐火セメント等の結合剤を使用する場合も、0.5~0.1%の極少量に止めないと耐火度を低下する他に、焼結層が深くなり従つて冷却した場合、それだけ深く龜裂が出来て熔湯が潜り込み爐壁の壽命を短縮する原因となる。

熔湯に接する表面より順次深部に到るに従つて焼結が進んで行く様にし、温度の急變に對しても未焼結の粗粒部によつて、クラックを防止する様に考慮されねばならぬ。

一度爐材内に潜入した金屬は、他の爐の様にそのまま冷固する事なく、一次線輪に近づくため益々過熱せられて高温となり順次擴つて侵入して行くから、電力の損失は勿論、爐壁の壽命を著しく低下する。之は出鋼後空爐の状態で電氣を掛けるとその部分が熱せられ潜入金屬の



第 6 圖 誘導電氣爐保護裝置説明圖

有無がよく判明するから取除いて修理せねばならない。溶解作業中爐壁の良否が判定出来て、且萬一損傷時には一次コイルに被害が及ばない先に警報出来ると都合がよい。第 6 圖は此の一案を示すもので、一次コイルの絶縁用マイカナイト圓筒の内側に適宜に絶縁した銅線を一面に貼り繞らして A 端子に導き、一方熔鋼を接地して之を B 端子とする。爐壁が破損して金屬が A 端子側に接觸すると警報を發し又は通電を停止する等の處置を自動的に行つて、一次コイルを安全に防護する事が出来る。又 A, B 兩端子間の絶縁抵抗を測定比較するとその變化によつてライニングの浸蝕程度を豫知する事も出来る。之は同一爐材と同一温度によつて一定の規準を作つておけば容易にその良否を見分ける事が出来る。

併し裝置を挿入するためそれだけ爐壁を厚くする必要がある。小型爐では却つて手数を増すため、主に大型爐に採用して効果多いと思はれる。

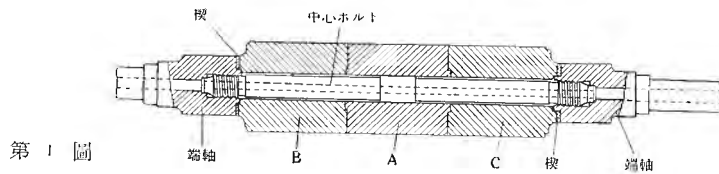
一般に誘導爐の操業は始動より電力は安定で、熔け掛る時に多少増加するものであるが、爐壁の損傷時は不規則に電力計や電流計が振れるから計器に留意しておれば或程度事故を防止する事も出来る。現在の處大型爐に於けるライニングの壽命を長くする事は尙相當の問題を残してをり今後の研究によつて、操業能率の向上を計りたく考へる。

組立式回轉子軸

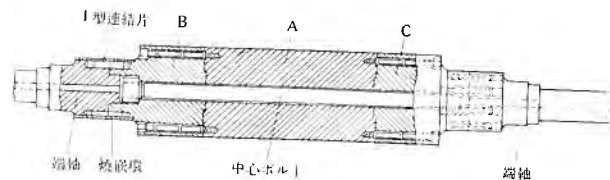
高速度回轉電機例へば「タービン」發電機等に於ける大型回轉子軸は、材質均齊なるものが得難き爲、近時は數區分に分割して之等を一本の軸に組立てゐる。

分割區分の組立には、一連の中心通し「ボルト」を必要とするが、中心「ボルト」の径が、大に過ぐれば軸主體の中心圓孔に於ける應力を大ならしめ、小に過ぐれば、機械的に弱い。下記四例は、何れも比較的小径の中心「ボルト」を使用し、而も軸の回轉力に充分耐へ得る如く考案せられたるものである。

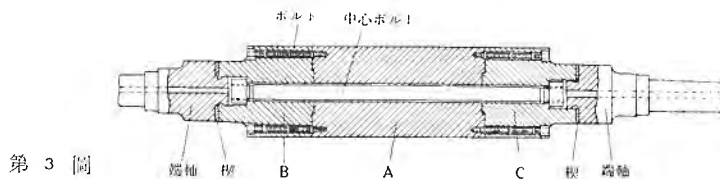
第1圖は、複數區分(A)(B)(C)を同軸上に突合はせた回轉子主體に、一連の中心「ボルト」を貫通し該「ボルト」の突出兩端に端軸を螺合し、兩端軸と回轉子主體との緊迫突合面に半径方向の「ピン」は楔を挿入した例である。



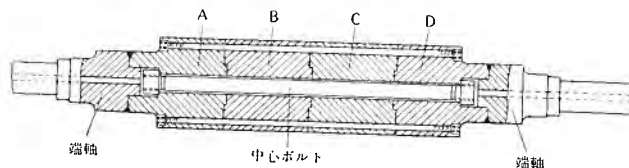
第1圖



第2圖



第3圖



第4圖

第2圖は、回轉子軸主體と端軸との突合面を跨りて、I型連結片により連結し、連結片の外面に、焼嵌環を設けた例である。

第3圖は、中心「ボルト」の兩端を、回轉子軸主體兩端區分(B)(C)の外端中央に穿設せる凹部に延在して締付け、凹部の内周に、端軸の内端突出「ネズ」部を螺着し、主體の磁極部には、「ボルト」を通して各區分を締結した例を示す。

第4圖は、複數區分(A)(B)(C)(D)を連結する中心「ボルト」の外に、磁極部に於ける貫通「ボルト」を通し、端軸と區分(A)(D)との突合面は、熔接により組立てた例である。

三菱登録實用新案 第297934號

第298172號

第298173號 (中野)

爪 車 装 置

電機鉄心の スロット 切抜機械は、一定の歯数を有する爪車と、之に嚙合する送り爪とより成り、爪車の送り即ち切抜の ピッチ は、爪車の歯数により一定である。

若しその ピッチ を變更せんには、歯数を異にする他の爪車に組換へる必要がある。然るに所謂 ノッチングマシン等に於ける此種爪車は、極めて高價なるが故に、歯数を夫々異にする數個の爪車を準備する事は、不經濟である。

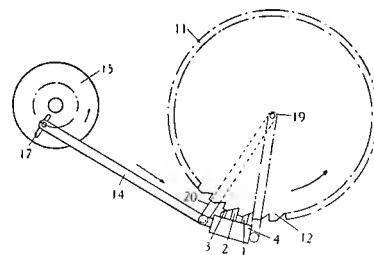
本發明は、爪車の歯数を變更する事無く、送り装置の爪の數及 ピッチ を任意に變更し得べくして、爪車の送りを多種多様ならしむる事を要旨とするものである。

第 1 圖及第 2 圖は、本發明の一實施例を示すもので、任意數の爪例へば三個の爪 (1) (2) (3) を、支持函 (4) に植立せしめ、之等の爪は、一定數の齒を有する爪車 (11) の齒 (12) の傾斜部と一致する傾斜面を有し、且支持函内に彈性的に支持されて居る。支持函は、連桿 (14) に樞着せられ該連桿は定速度電動機により回轉せらるゝ圓盤 (15) に偏心的に樞着せられてゐる。偏心軸は圓盤の半径方向に位置を變更し得べくせられ、又支持函の一部は腕 (20) により爪車の軸 (19) に連結してある。

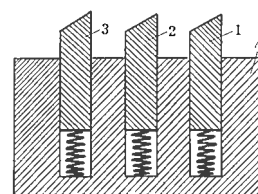
圓盤 (15) が、矢印方向に回轉し始めると、連桿 (14) の移動により、爪 (2) は爪車 (11) を一齒だけ矢印方向へ進め、圓盤の連續回轉により連桿 (14) が、逆方向に引かれ次の送り位置に於いては、他の爪が、爪車と嚙合し、送りを反覆する。その送りの順序は、第 3 圖に示すが如くである。

今爪の數及 ピッチ を變更すれば、爪車の送りを變更せしむる事が出来る。齒數 180 の時、爪數及その ピッチ を種々變更した場合の鐵心 スロット 數を求めて見ると次表の如くである。

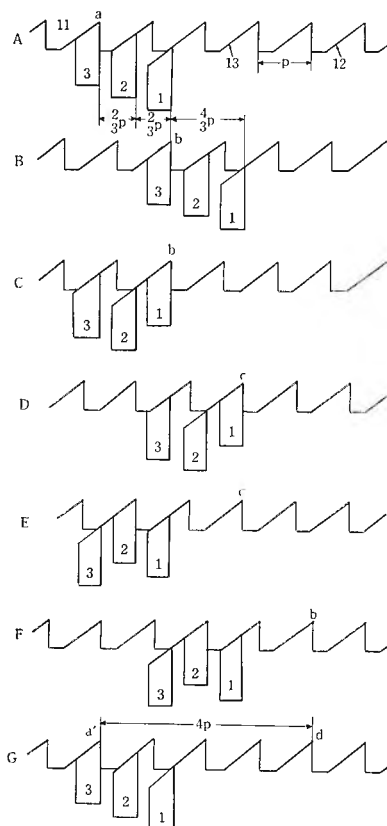
爪 の 數	t/p	l/p	スロット	但し
3	2/3	2/3	270	t は爪の ピッチ
5	4/5	3/5	300	l は爪の送り
7	6/7	3/7	420	p は爪車の ピッチ
7	6/7	6/7	210	



第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖

左表より明かなる如く、比較的安價なる支持函を取換へ又は之れに植立する爪の數及 ピッチ の變更のみにより一枚の爪車を使用して、多種多換の送りが可能である。

(特許第 143777 號)

(中野)

161kV 用節油型 デイオン 遮断器完成

軍需資源愛護を強く要請せられて居る折柄鐵鋼及び絶縁油等の緊要資材を極度に切詰めた所謂節油式遮断器は時局の緊迫と共に益々重要性を高められつゝある。當社は此の時勢の推移に鑑み、此の種の少油量式遮断器の開発に鋭意努力して一昨年 69 kV 用節油式遮断器の開発を完了した事は既に御報告した通りであるが、最近に於ては此の開発は更に進捗し、161 kV 用をも完成するに至つた。

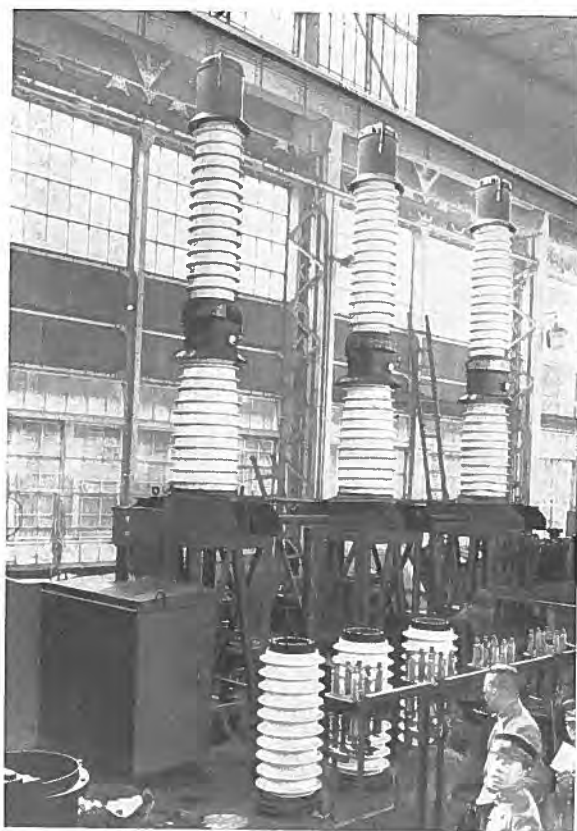
本節油型遮断器は某社納入の R-5 型と稱する定格電圧 161 kV、定格電流 600 A、遮断容量 2,000,000 kVA、用のもので、從來の鐵槽型用 デイオン・グリッド 消弧室を節油型遮断器に適する様に工夫改良を加えた消弧室を使用してをり、第 2 圖は本消弧室を示す。消弧室並に機構の詳細に就いては既に本誌 14 年 5 月號に發表せる 69 kV、用節油型遮断器と同様であるからこゝでは割愛する

が、異なる點は 69 kV、用の方は第 2 圖に示せる デイオン・グリッド を 2 個直列に接続してゐる代りに本 161 kV、用の遮断器では同様な デイオン・グリッド を 5 個直列に接続して使用してゐる、斯くの如き多量遮断に於て注意すべき點は遮断時に各遮断點にかゝる電壓分布状態であるが、我々は之を設計するに當つて特に此の點に留意して充分満足なる成果を収めてゐる。

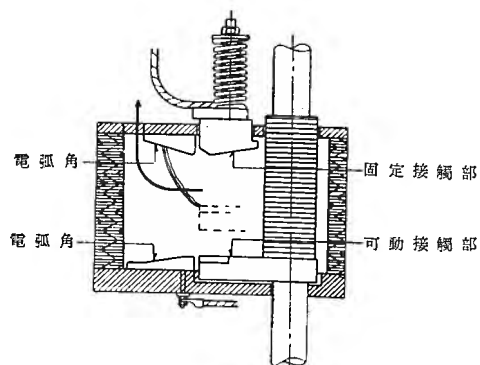
此の遮断器に於ては油の所要量は從來の型式のものに比し僅か 20 分の 1 (但し變流器のある場合) に過ぎない。従つて時局柄此の種遮断器の需要は急激に増加し、目下 69 kV 乃至 161 kV 用のものを大小取交せて 50 台以上も製作中である。尙此の外 V 型と稱する他力消弧能力を有する節油式遮断器の 265 kV 用のものをも開發中であるが、之れに就ては何れ完成の曉に御紹介する豫定である。

本遮断器は

1. 少油量である (鐵槽型の $\frac{1}{20}$)
2. 電弧 エネルギー の僅少なる事
3. 輕量である
4. バットコンタクト を使用してゐるから強固である
5. 各遮断點の電壓分布が均等である
6. 各遮断點について實負荷にて試験するが出来る等の特長を有して居る。



第 1 圖 R-5 型 169 kV 600 A 節油式遮断器



第 2 圖 消 弧 室



編輯兼發行者

三菱電機株式會社 神戶製作所內

中 台 一 男

印刷者

大阪市東區北久太郎町一丁目一六

久 保 專 治

印刷所

大阪市東區北久太郎町一丁目一六

サ ン 製 版 印 刷 所

發行所

神戶市兵庫區和田崎町三丁目

三菱電機株式會社 神戶製作所

昭和16年6月25日 印刷

昭和16年6月30日 發行

〔本誌代價〕 ㊦ 壹部=付 金貳拾錢
(郵稅不要)

三菱電機株式會社

本店	東京市麴町區丸ノ内二丁目四
神戶製作所	神戶市兵庫區和田崎町三丁目
名古屋製作所	名古屋市中區矢田町
長崎製作所	長崎市平戸小屋町
大阪工場	兵庫縣川邊郡立花村塚口
大船工場	神奈川縣鎌倉郡大船町
直方出張所	直方市大字下新入
札幌出張所	札幌市北二條東一二丁目九八
奉天駐在員	奉天大和區浪速通二八
新京駐在員	新京大同大街(康德會館內)
京城駐在員	京城府黃金町一丁目一八〇

三菱商事株式會社

機械部	東京市麴町區丸ノ内二丁目十番地
橫濱支店	橫濱市中區本町四丁目四三番地
青森出張員	青森市大字古川町一七番地
仙臺出張員	仙臺市國分町二番地
小樽支店	小樽市色内町八丁目三番地
函館出張所	函館市東濱町六番地
名古屋支店	名古屋市中區廣小路通二丁目
機械部大阪支部	大阪市南區安堂寺橋通三丁目
神戶駐在員	神戶市神戶區海岸通八番(神戶支店內)
姫路駐在員	姫路市堅町二五番地
吳支店	吳市堺川通一丁目八番地
門司支店	門司市東湊町二番地
佐世保出張所	佐世保市元町四三番地
長崎出張所	長崎市小曾根町二一番地
八幡出張所	八幡市枝光白川町一丁目
臺北支店	臺北市表町二丁目九番地
基隆出張員	基隆市日新町二丁目六番地
高雄支店	高雄市堀江町三丁目三二番地
京城支店	京城府黃金町一丁目一八〇番地
釜山出張所	釜山府大倉町四丁目二二番地
清津出張所	清津府港町四番地
群山出張員	群山府本町一丁目四〇番地
平壤出張員	平壤府黃金町三番地(東拓ビル內)
大連支店	大連市山縣通一六五番地
奉天支店	奉天大和區富土町
安東出張員	安東大和區市場通五丁目
新京支店	新京特別市大同大街(康德會館內)
哈爾濱支店	哈爾濱埠頭區水道街二九番地
牡丹江出張員	牡丹江市大平路一五番地
天津支店	天津日本租界須磨街一六ノ一番地
北京支店	北京東單牌樓大街三四五號
青島支店	青島館陶路三號
濟南支店	濟南商埠經三路四六八號
上海支店	上海九江路三六號
漢口支店	漢口江漢路一五號
香港支店	Holland House, No. 9, Queen's Road Central Hongkong.