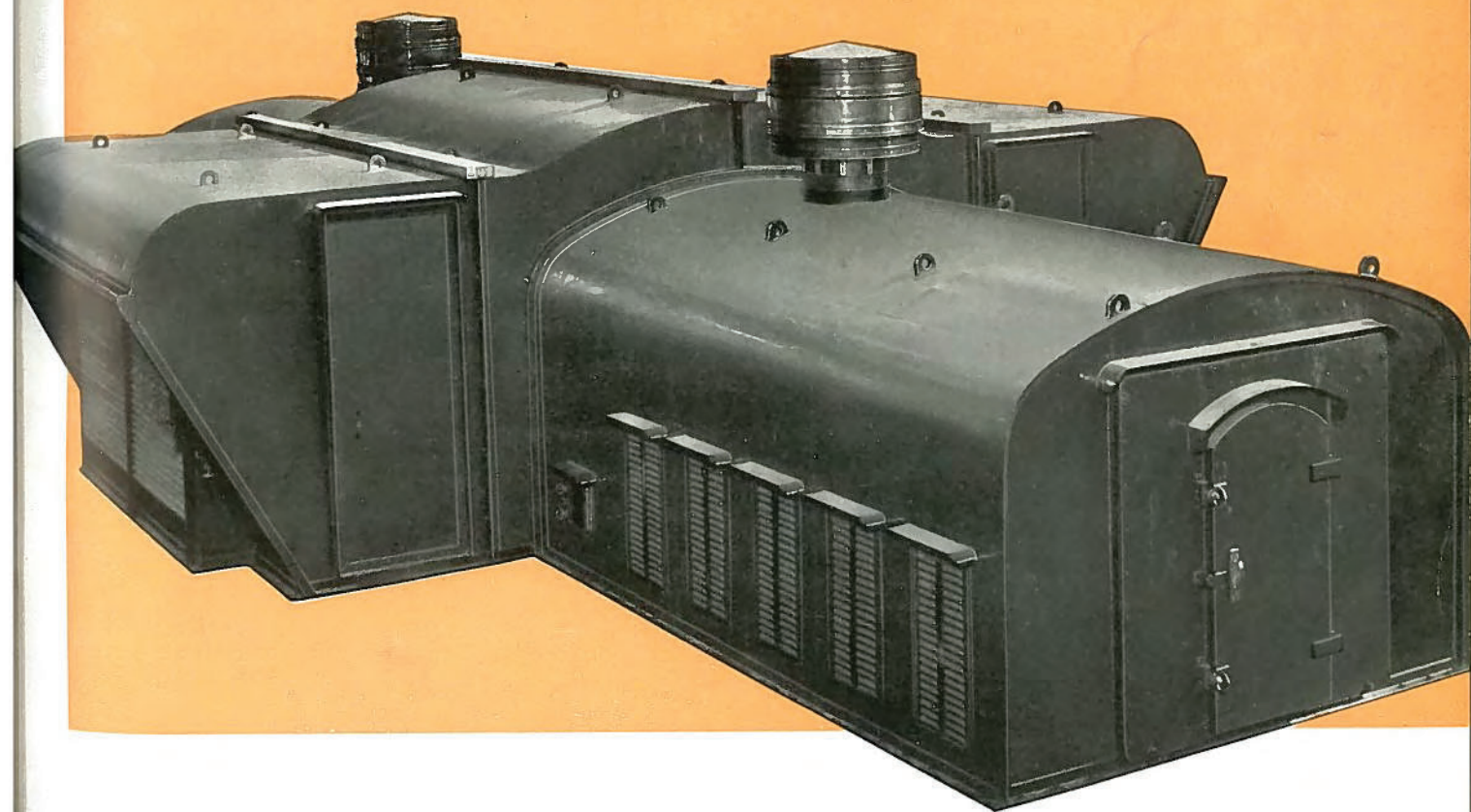


三菱電機

昭和十二年 第十三卷 第二號 二月

無鐵心式坩堝型三菱高周波電氣爐	35
電氣爐用 111 kVA 誘導子型高周波發電機	40
高周波發電機用自動電壓調整器	43
高周波用計器及繼電器	46

此處に掲げた不思議な形のものは何でしょうか？
弊社が最近朝鮮電力株式會社大邱發電所へ納入した。
20,000 kVA 11,000 V 900 R.P.M. 屋外用同期調相
機用ハウジングで、屋外用同期調相機としては我國最
大容量のものであります。



三菱電機

第十三卷

昭和十二年二月

第二號

無鐵心式坩堝型三菱高周波電氣爐

變壓器設計係 田 川 一 郎

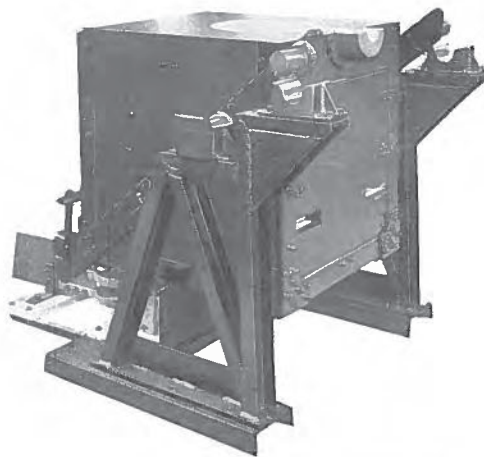
緒 言

高周波誘導電氣爐は、從來の各種の燃料爐や電氣爐に比較して非常に卓越した性能、特徴を有して居るため、本爐が實用化せられて以來、僅々數年を経たに過ぎませんが、その進歩發展は目覺しいもので、特に最近、特殊鋼其他高級材料の需要の激増と相俟つて著しくその用途が促進せられ、現在我國に於て工業用として實用に供せられて居るもの 100台、10,000 kW に及んで居り、猶盛んに増加の傾向を示しつつある狀況であります。

爐の原理と構造

三菱高周波電氣爐はアダプタックス・ノースラップ式と稱せられる型式で、熔解物を貫く鐵心を有せず、第2圖斷面圖に示す様に爐室は坩堝型構造であつてその外周に捲かれた一次線輪に高周波電力を加へると、變壓器と同様の作用により、爐室内の材料が二次回路を作り、材料自体誘導作用による渦電流を生じ、それが急激且つ高率の熱作用に變じて自ら加熱、熔解されるものであります。

高周波電力を採用する理由は、電流の表皮作用を利用し、電力を局部に集中して一定の電力を以て比較的高溫を得る事が出来るのと、磁束密度を減少して勵磁電流を低減し得る利點によるものであつて、原理は無鐵心型變壓器と何等異なる處がありません。従て裝入物の材質や形狀、寸法等によつて加熱



第1圖 無鐵心式坩堝型三菱高周波電氣爐

電力のかゝり方が大いに異なるものでありますから、非導電体を加熱する様な場合は別に導電性坩堝を用ひて間接に加熱する必要があります。

本爐は此の様に裝入材料自体から發熱しますから、他の爐の様に傳導や放射によつて加熱せられるものに比較し

て熱能率が甚しく良好であります。随つて熔解速度が迅速な事は當然で、又容易に如何程の溫度にも高める事が自由である許りでなく、爐壁は常に裝入材料よりも低溫であるため、坩堝や爐壁材の壽命を比較的長く保ち得る利點があります。

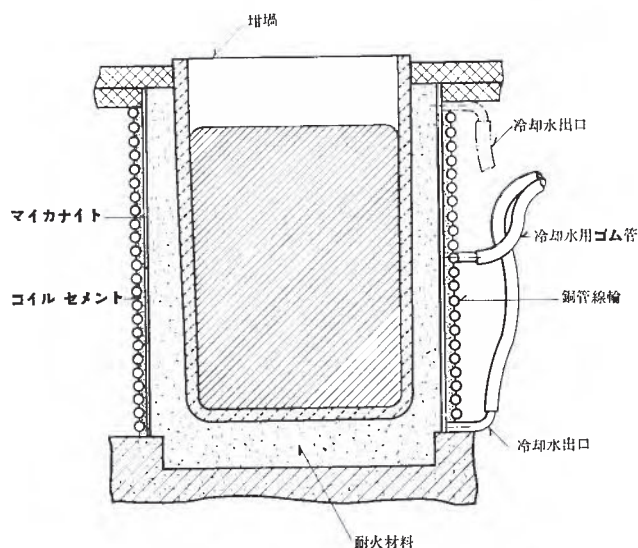
尙一次線輪は中空管で、使用中常に冷却水を通じて居りますから、爐の外周は直接手を觸れ得る程の低溫であり、容易に爐邊に近づいて内部を充分監視出來ますから、操業は非常に容易で、特に技術や熟練を要しない程であります。

特 徴

三菱高周波電氣爐は種々の特徴を有して居りますが、その重なるものを列記すれば次の通りであります。

1. 容易に高溫度を得ることが出來ます。

被熱物の内部から熱が発生しますから、如何程の高溫度にも迅速且つ容易に高めることが出來ます。又その操作は單に爐に供給する電力の制御によるのみでありますから、極めて容易であ



第 2 圖 三菱高周波誘導電気爐断面圖

ります。

2. 熔解速度が迅速であります。

加熱方法が放射や伝導に依らず、材料自体から発熱するのでありますから、爐壁や坩堝を高温にする必要がなく、従つて短時間に熔解することが出来ます。

3. 熔解能率が良好であります。

材料自体が直接加熱され、それが最も高温となりますから、熱能率は良好で、従て熔解費は安価となります。

4. 任意の同一性分のものが得られます。

不純物が混入せず、燃料や悪瓦斯の影響を受けませんから、希望の品が得られ、又何回操業しても常に同一性分のものが得られます。

5. 炭素が絶対に入りません。

炭素の影響を受けませんから、ニッケルやクローム鋼等の熔解に適します。

6. 均一組織のものが得られます。

固有の攪拌作用のために適當に熔解物が流動して、特に混合又は精鍊のため過熱させる事は不要であります。即ち此の攪拌作用は合金熔解等の場合に便利であるのみならず、熔滓を用ひて精鍊を行ふ場合に、熔解物との接觸が

急速に行はれ、迅速な操業が出来る譯であります。

7. 熔解損失が少い。

空氣や瓦斯との接觸が少く、且つ熔解速度が迅速でありますから酸化や湯の汚染が少く、場合によっては真空中や任意の雰囲気中で熔解する事も出来ます。

8. 間歇使用にも適します。

冷材から直接始動する事が出来、又間歇的に使用しても餘り能率が低下しませんから、種々異つた合金を、時々熔解する場合には最適であります。又熔解中の停電にも何等支障がなく、通電を待つて再び操業を續けることが出来ます。

9. 補修費が僅少であります。

坩堝又は爐壁の温度は熔解物よりも常に低温であり、且つ空氣や瓦斯の接觸がないために焼損が少く、普通燃料爐の数十倍の壽命を保ち、又耐火材の量も少ないため、修理費も僅少で済む事になります。

10. 操業が容易であります。

爐の周圍に於ても温度が低く、火熱や悪瓦斯に悩まされる事がなく、衛生

的であり、且つ常に工場を清潔に保つことが出来ます。

11. 爐内の監視が充分出来ます。

熔解中でも接近して充分監視が出来ますから操業に無駄がありません。

12. 追加装入が出来ます。

熔解作業中でも最も簡便に追加装入が出来ますから、嵩高いものや、削屑其他如何なる材料をも有利に使用することが出来ます。

13. 電氣的負荷状態がよい。

弧光爐と異り、電力は安全であり、又蓄電器を併用して力率を 100% 近くにすることが出来ますから、電力料金も低廉に契約することが出来ます。又爐の停止中は蓄電器を利用して配電線の力率改善を爲し得る便宜があります。

14. 使用上安全であります。

高周波電流は使用する人命に危険を及ぼしません。又充分に絶縁を施して操業中にも電撃等に對する危険を絶対に防止して居りますから安全であります。

爐 体

三菱高周波電気爐には第 1 圖に示す様な爐体傾動型と、後に説明する様な上昇線輪型とがあります。

爐体傾動型

一般に使用されるのは爐体傾動型であつて、第 1 圖に示す様に二ヶ所の支軸を側面にもつて居る箱型であり、熔湯の注出を行ふ時には先づ第一主軸を中心に回轉をし始め、次に支點を第二軸に移し、之を中心として 90 度以上に傾いて完全に注出をなすものであります。常に湯口の高さが一定し、インゴット・ケースに直接注入することが出来て、取鍋を省略し得る便宜があります。

傾動には爐体の後部に取付けられた吊手を電動巻上機又は起重機（之は材料裝入用に共用することが出来ます）等によつて引き上げて行はれ、作業中は此の吊手は床下に納められますから爐体は三方から接近出来て作業に便利であります。

爐の主電流は爐底のスイッチによつて電源に接続され、爐の傾動と共に自動的に開路する様になつて居ります。此の爐底スイッチは特殊の設計になるもので、接觸面を充分大きくし、各接觸子は發條を以て緊密に加壓せられ、又冷却水をも通じてありますから、大電流を通じても加熱、損傷する心配がありません。

爐体の外筐は非磁性金屬材料で補強された石棉板で構成された頑丈な構造であつて、特に大型爐では金屬板で囲み、熱や電磁力に対しても變形、破損することがない様注意されて居ります。

上昇線輪型

傾動型の爐体から中身坩堝を自由に抜き差し出来る構造としたものであります。又數個の坩堝を並べ、交互にそ

爐及び電動發電機の標準容量及熔解特性表

標準爐の大きさ (瓩)	標準發電機容量 (kW)	鋼 熔 解 時 の		1,000瓩鋼 熔解電力量 (kWhr)
		大約所要時間	1 時間當り 熔解量(瓩)	
50	60	35分	80	1,100
100	100	35分	160	820
150	150	30分	270	720
300	150	1時間-10分	225	770
500	150	2時間-15分	205	930
500	300	1 時間	455	710
1,000	300	2時間-15分	410	820
1,000	600	1 時間	1,000	660
2,000	600	2時間-10分	920	650
2,000	900	1時間-20分	1,500	600
4,000	1,200	2 時間	1,000	550

の上に覆つて順次加熱熔解することも出来ます。此の場合線輪を囲む爐体は坩堝と別個に上下に移動する構造にして、坩堝を回轉盤上に水平に移動さす様にすれば便利であります。

線輪の構造、内容等は全く前記の傾動型と同様であります。

電動發電機

爐の電源としては、商用周波數で運轉される普通の三相誘導電動機又は同期電動機に直結された單相高周波發電機によつて、爐の熔解量に相當する電

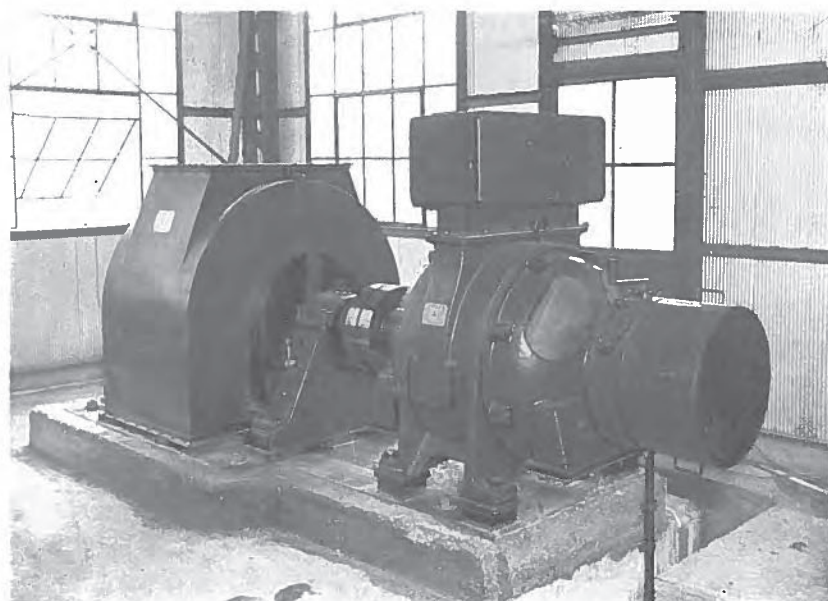
力を供給する様になつて居ります。

電動機は三相、3,300 V、50 又は60 サイクルの電源を利用して運轉され、發電機電壓は普通 800 Vで、周波數は電源が 50 サイクルの場合は 1,000 サイクル、60 サイクルの場合は 960 サイクルを標準として居りますが、爐の容量が大きくなれば電壓を上げ、一方周波數を低下することが出来ます。

高周波發電機は誘導子型構造であつて、從來の回轉界磁型に比べて遙かに頑丈に製作出来、且つ能率も著しく良好であります。小型發電機では風冷式であります、大型のものは固定子、軸受共に水冷式として加熱による故障を少くし、安全な運轉を續行することが出来る様になつて居ります。

標準の電氣爐と之に相當する發電機の容量は大約上表の通りであります。表は大略の關係を示すもので、發電機容量の大きい程、熔解に要する時間を短縮し、能率を上げることが出来る様になつて居ります。

尙高周波發電機の原動機としては上記以外に直流電動機、瓦斯、石油エンジン及び蒸氣タービン等に直結又は調帶連結して使用する事も出来ます。



第 3 圖 三菱高周波電氣爐用高周波電動發電機

電 氣 設 備

本爐に必要な電気設備としては上記高周波電動発電機の外に、下記の様なものがあります。

電動機盤並に起動装置

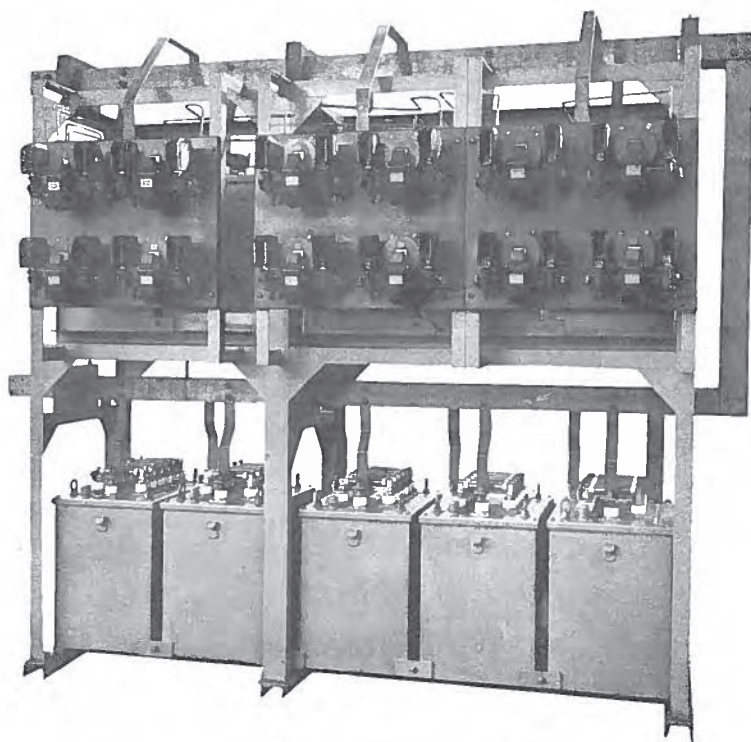
高周波発電機の前動機たる誘導電動機に用ひられるもので、普通 3,300 V を使用し、電圧計、電流計、積算電力計、過負荷繼電器其他必要な機器類を完備して居ります。

発電機盤並に調整器盤

発電機盤には発電機の電圧、電流、電力並に無効電力を指示する計器や、過負荷繼電器の外に、勵磁機用電圧計電流計等をも完備し、又調整器盤には負荷の變化に對して、自動的に電壓を一定にする自動電壓調整器や蓄電器加減制御用押釦スイッチ、爐のタップ切替用把手、電壓調整用把手等が備へられ、爐体の電氣的制御を全部此處で完全に行ふことが出来る様になつて居ります。従て之等の盤面は、爐内の状態



第4圖 三菱高周波電気爐用
発電機並に調整器盤



第5圖 三菱高周波電気爐用靜電蓄電器

がよく見えその操業に便利な場所へ設置される可きであります。

靜電蓄電器

爐の力率を改善するために使用されるもので、負荷に應じてその量を加減し、常に力率を 100% 近くで運轉出来る様、電磁接觸開閉器も同時に設備されて居ります。

切 替 盤

1 組の電気設備に對して 2 台以上の爐を設置し、爐の修理とか、異種の熔解に際して爐を切替へて操業することが便利且つ經濟的であることは申す迄ありません。かゝる場合には蓄電器や発電機回路の切替盤が必要であります。又爐のタップ切替盤は操業状況によつてタップを加減し、爐にかゝる電力を最大にして高能率で運轉出来る様にするものであります。

据付配置寸法

据付配置方法並にその寸法等は、工

場の都合や爐の容量、台數によつて大いに變化するものであります。最も普通な例として発電機 1 台に爐体 2 台を設置した代表的なものを各種容量に對して示すと第 7 圖の通りであります

耐火材料と築爐方法

第 2 圖に示す様に先づ爐の一次線輪の表面にコイル・セメントと稱する耐火材料を、押しつける様にして 6 耗乃至 10 耗位の厚さに塗りつけて徐々に乾燥せしめます。此の材料は一次コイルの保護となるものでありますから、耐火度よりも寧ろ電氣的絶縁が大きく吸濕性が少く、銅管を腐蝕することがなく、よく密着して堅牢なものが望ましいのであります。普通は硅砂の細粉に適當なバインダーを混合し、水でよく練り合せた軟い位のものがよろしい

次に電気絶縁物として厚さ 0.25 耗乃至 0.8 耗位のマイカナイト板を重ねて 1.6 耗位の厚さの圓管になる様にし

之を濡めて上記のコイル・セメントの内面に貼りつけます。

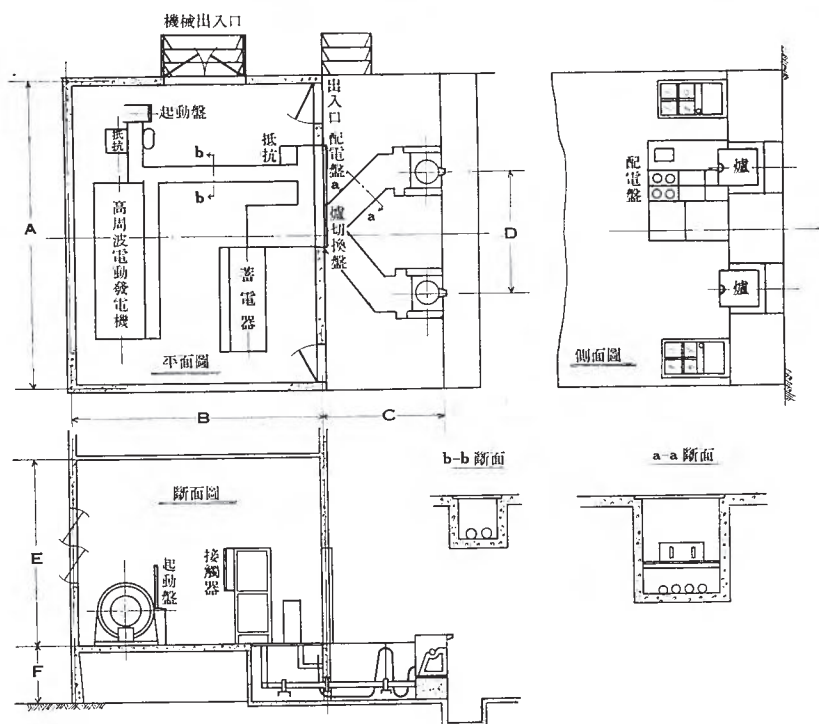
さて爐室を作るのでありますが、之に既製坩堝を使用する方法と、耐火材料粉末で撞き固める二つの方法があります。

1. 坩堝を使用する場合

適当な耐火材料粉末を以て爐底を撞き固め、その上に豫め準備された坩堝を置き、之と上記マイカナイト板との間にも同様耐火材を填めて充分撞き固め、徐々に乾燥すればよろしい。使用する耐火材料は熱の絶縁性が大きく、且つ耐火度の高いものが望ましく、珪砂、マグネシヤ粉末(焼成)、アルミナライト、ジルコニヤ等適当なものを選び、成るべく乾燥したものか、少量の水分を含んだ程度のものを固く且つ一様に撞き固める必要があります。

斯の様に注意深く作れば、坩堝に割れ目や穴が開いても、之に代つて熔融金屬を保つことが出来、又坩堝が消耗しても自ら焼成されて坩堝の代用として使用することが出来ます。

坩堝は熔解すべき材料によつて酸性、塩基性等任意のものを使用することが出来ます。又眞鍮、洋銀、銅等、炭素の影響の少ないもの、熔解には、市販の黒鉛坩堝を使用すれば非常に壽命も永



第 7 圖 標準三菱高周波電氣爐配置圖並に概略寸法圖

發電容量 (kW)	爐熔解量 (kg)	外形寸法 (mm)					
		A	B	C	D	E	F
60	50	7500	6000	3000	3000	1500	1500
100	100	8000	6500	3000	3000	1500	1500
150	150	8500	7000	3500	3500	1500	1500
300	500	9000	9000	3500	4000	1500	2000
600	1000	9000	11000	4000	4500	1500	2500

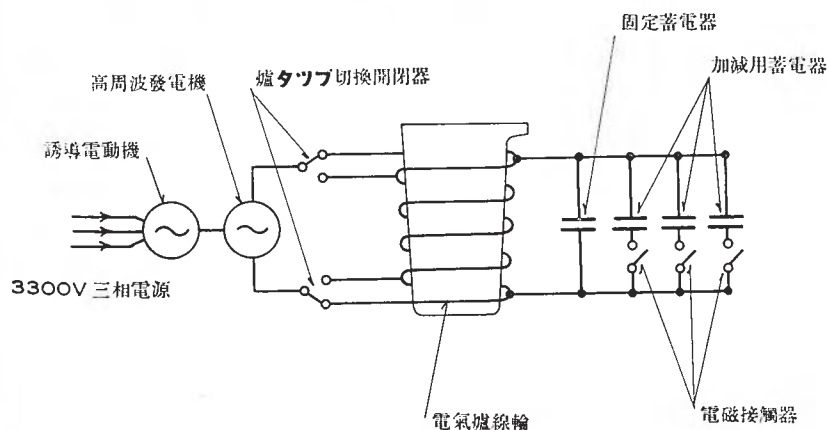
く(100回乃至300回)良い製品が得られます。

2. 坩堝を用ひず、撞き固めて築爐する場合

之は坩堝費を省略し、築爐も簡単で費用も低廉で済むため、銅の熔解用と

して最も多く用ひられます。

上記同様、坩堝の代りに爐室に相當する大いさの圓筒を鋼板其他で作り、その表面に石棉板を巻いたものを心型として用ひ、その周圍に前記同様、適当な耐火爐材を充填するものであつてその後、低い電力を加へて圓筒を徐々に赤熱せしめ、冷却後、石棉板を残して該圓筒のみを引き抜けば所要の爐室が得られます。而して此の内へ角立たない材料を、爐壁を傷けぬ様に装入し、徐々に乾燥を行ひつゝ加熱、熔解を行へば耐火材料の内面は焼結され、完全な爐室を構成することが出来ます。第一回は鉄鐵を爐室一杯に装入し上方迄充分焼結さすことがよく、アスベスト・シートは第一回熔解と共に焼



第 6 圖 三菱高周波電氣爐結線圖

け去つて了ひます。

又別法として圓筒心型を引き抜かずにそのまま第一回の熔解を行へば、爐室は傷かれず、一層完全なものとなります。此時の圓筒は消耗品となりますから 1.5 耗以下の薄鋼板で簡単に作つたものがよろしい。

爐材耐火物としては熔解材料や熔滓の性質其他によつて適當に選擇決定する必要があります。

鹽基性ライニングとしては電氣燒成マグネシヤが最もよく使はれ、酸性ライニングとしては珪石粉末、中性用と

してはアルミナ、アルマグ、スピネル、マルハルト等がよろしい。之等に水分、糖密、水硝子、苦汁、硼砂等の粘着劑を少量加へて可塑性をもたし、空氣鎚又は手で一樣に、充分撞き固める可きであつて、一度に厚く充填すれば下方は壓力不足で焼き割れを生じます。尙層や境目を作る様なことの無い様、連續的に作業を進めねばなりません。

湯口や爐壁上部は充分燒結が出來ず又外力によつて傷けられ易いから、特に低温で固まる耐火セメントや、上記粘着劑を餘分に加へる必要があります

爐材粉末の大きさも爐壁の壽命に影響する所が大きく、一般に 40 目篩から 10 目篩程度のものを混合して用ひ大型爐程大粒を使用すれば、溫度の變化や熔滓の侵蝕に對して強くすることが出來ます。

爐壁の壽命は熔解作業の種類や築爐方法の巧拙、適否等によつて非常に異り、短いのは數回にして破損する場合もありますが、現在では熟練したもので 100 回乃至 150 回位の特殊鋼の熔解が出來、又爐壁の修築も 3 時間位で施行する事が出來ます。

電氣爐用 111 kVA 誘導子型高周波發電機

交流機設計係

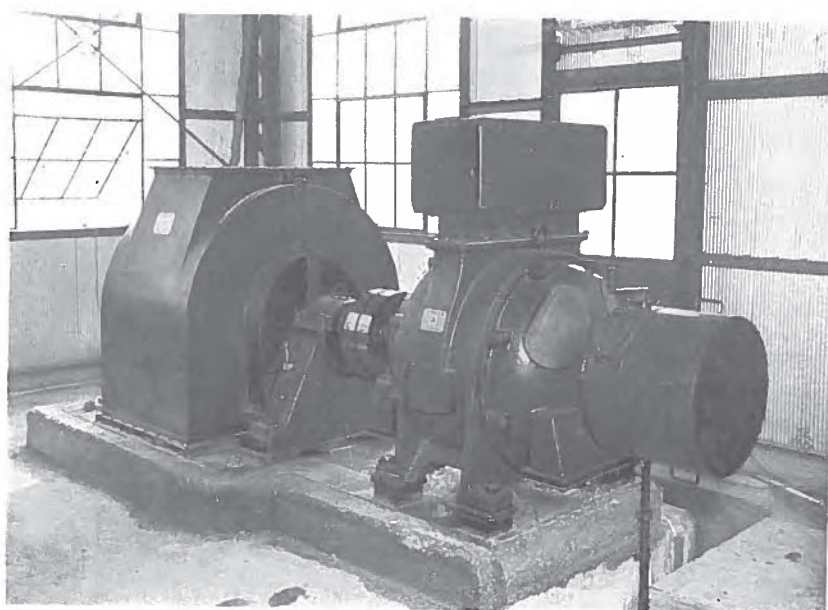
石 橋 英 樹

首題發電機は、高級合金用、熔解量 100 匁、1,000 サイクル、100kW 誘導型高周波電氣爐の電源として、東京某會社の御注文により、昨年弊社に於て製作納入したものであつて、從來の凸

極型のものに比して構造が堅固であり、能率も遙かに良好であります。その仕様要目は次に示す通りのであります。

容 量

111 kVA



第 1 圖 111kVA, 800V, 1000 サイクル 1500R.P.M. 誘導子型高周波發電機

力 率	90 %
電 壓	800 V
電 流	139 A
周波數	1,000 サイクル
相 數	單 相
極 數	80 極
回轉數	1,500 R.P.M.
型 式	閉鎖通風誘導子型
定 格	連 續
勵磁機容量	1 kW
勵磁電壓	125 V

試験の結果連轉も安定であり、振動騒音も少く、溫度上昇も高くなく、特に能率は良好であつて 87% に達し、電氣爐用高周波電源としては最も優れて居ることが明かにされました。

順序として在來の凸極型同期高周波發電機との優劣を比較し、本誘導子型同期高周波發電機の原理、構造並に特徴に就いて記述することゝ致します。

高周波発電機の型式

我國に於ける商用周波数は 50 サイクル及び 60 サイクルであつて、主として前者は關東地方に、後者は關西地方に用ひられて居ります。而して工業用大型高周波電氣爐に用ひられる周波数は、經濟的及び操業上の見地から、大略 500 サイクル乃至 1,000 サイクルの範圍であります。従て商用周波数から電氣爐用の高周波を得るためには、所謂周波数變換装置を要します。此種の大容量の周波数變換装置には現在では電動發電機が専ら用ひられて居ります。而して電動機には起動、運轉の簡易な、構造の堅固な、捲線型誘導電動機を用ひるのが通例であり、發電機は單相 800 V で、商用周波数が 50 サイクルの場合は 1,000 サイクルを、60 サイクルの場合は 960 サイクルを得るものを標準として居り、その型式には

1. 凸極型同期交流發電機
2. 誘導子型同期交流發電機

の二種類があります。

凸極型同期交流發電機

普通の凸極型交流發電機と殆んど同様の構造でありますが、唯、周波数が高いため次の點に於て異つて居ります

a. 極数が多く、回轉子は特殊構造になつて居ります

誘導電動機の同期速度及び發電機回轉子周速の見地から、回轉数は多くの場合、商用周波数 50 サイクルには 1,500 R.P.M. を、60 サイクルには 1,800 R.P.M. を採用して居ります。従て回轉子の極数は前者の場合は 80 極となり、後者の場合でも 64 極と云ふ多數であります。而して回轉子周速を安全範圍に止めるために、回轉子直徑

には制限がありますから、一極當りの場所は普通の同期機の回轉子と比較すれば甚しく小さくなります。故に誘導電動機の回轉子の鋼板の様に、薄鋼板に溝を打抜き、此の溝に界磁コイルを挿入した構造であります。

b. 空隙の小さいこと

上述の様に小さい溝内に界磁コイルを入れますから、その利用し得る斷面が小さく、而も熱の放散が悪いため、界磁コイルのアムペア・ターンは極端に制限されます。従て磁氣回路の磁氣抵抗を出来るだけ小さくすることが必要であり、空隙も出来るだけ小さく選ぶ必要があります。

c. 固定子鐵心に特殊電氣鋼板を用ひて居ります

固定子鐵心には高周波の磁束が通過します。而して周波数の高い磁束は甚だ大きい鐵損を生ずるものでありますから、磁束密度を低くすると共に、鐵損の少い、特殊材質の優良薄鋼板を用ひる必要があります。

誘導子型同期交流發電機の構造

固定子鐵心の構造は普通の同期機の

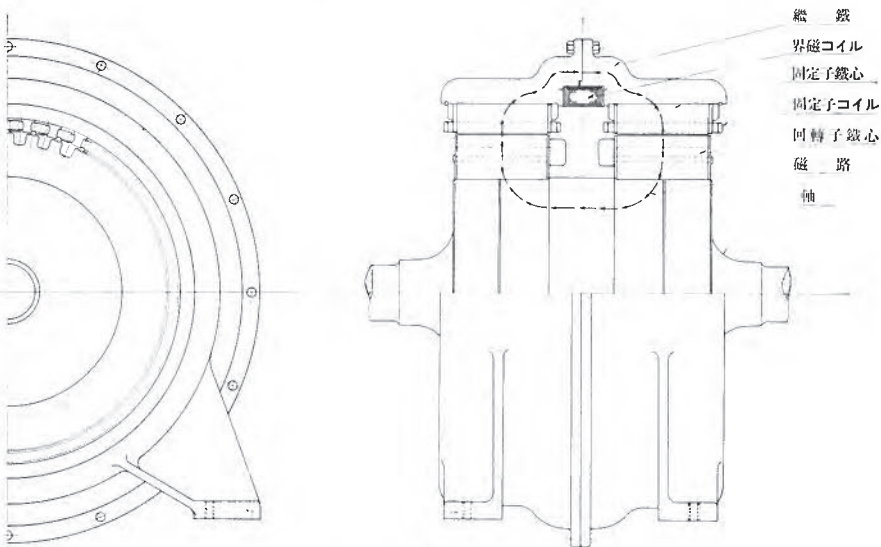
ものと同一でありますが、本機に於ては之が相等しい鐵心長を有する二つの部分に分れて居ります。

多くの場合、鐵心には極数と同数の溝があつて捲線を收容して居ります。従つてコイルは全節捲を形成します。此の二つの鐵心の間に界磁コイルがあり、上記鐵心及び界磁コイルを支持し、且つ磁路の一部をなす轡鐵があります。轡鐵は一塊の鑄物である場合がありますが、今回の弊社製 111 kVA 發電機は、界磁コイルの修理、取外し等に特に便利な様、中央で 2 個に分割される構造のものであります。

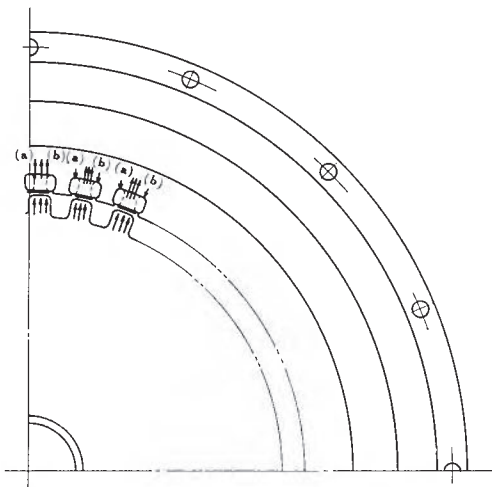
次に回轉子は軸及び鐵心から構成されて居ります。鐵心は固定子に於けると同様、相等しい鐵心長を有する二つの部分に分れて居り、捲線を有せず、恰も齒車の様な外觀を呈し軸の上に嵌められて居ります。而して齒の数は極数の半分であります。

誘導子型同期交流發電機の原理

界磁コイルを直流を以て勵磁すれば第 2 圖の點線で示す様に磁束が発生します。(界磁コイルの電流方向を逆に



第 2 圖 誘導子型同期交流發電機構造説明圖



第3圖 誘導子型同期交流発電機原理説明圖

すれば磁束の方向も逆にすることが出来ます) 従て回轉子磁極はA側に於ては總てN極となり、B側に於ては總てS極となります。故に回轉子鐵心一個については極はN又はSの一極となります。之が單極型發電機と呼ばれる理由であります。

第3圖に於て、電機子コイル a、b 内に貫通する磁束数は、回轉子齒部と相對する時に最大となり、凸部と相對する時最小となります。レンツの法則により此の變化がコイル a、b 内に電壓を誘導することになります。

誘導子型發電機の特徴及缺點

誘導子型發電機には次に述べる様な特徴及び缺點を有して居ります。

1. 界磁損失の少いこと

磁氣回路に要するアムペア・ターンは殆んど全部空隙のために消費せられます。空隙の長さは機械的條件により支配されるため、凸極型に於ても誘導子型に於ても略同様な値をとります。故に一極當りの所要アムペア・ターンは略相等しい値であります。

凸極型に於ては磁極數と同數の界磁コイルを必要としますから、全体の界磁コイルのアムペア・ターンの總和、従て勵磁電力は甚だ大きくなります。然るに誘導子型に於ては界磁コイルは僅か1個でありますからアムペア・ターン、従て勵磁電力も小であります。普通の場合に於ては誘導子型では勵磁電力は凸極型の約10%で充分であります。

2. 鐵心の少いこと

凸極型に於ては固定子鐵心全体に交番磁束が存在し鐵損を發生します。然るに誘導子型では交番磁束は存在せず、鐵損を發生する磁束としては唯脉動する磁束が固定子鐵心の齒部及びその附近に存在するのみであります。脉動磁束が發生する鐵損は、最大磁束密度の等しい場合に、交番磁束が發生する鐵損より遙かに小であります。

3. 回轉子コイル及び滑動環のないこと

凸極型に於ては界磁コイル及び滑動環を必要としますが、誘導子型に於ては之等のものではありません。遠心力によつて飛び出す心配のある界磁コイルの無いことは、過速度に對して充分の強度を有することになります。又滑動環が無いため軸受間の距離を短くすることが出来ますから軸の振動に對する強度が大となります。

4. 界磁コイルが固定子にあること

界磁コイルは固定子にあつて頑丈

に製作され、而も場所の制限を受けることが少いから、大なるアムペア・ターンを持つコイルを設計することが出来ます。

以上述べる様に誘導子型は諸種の利點を有して居りますが、又次の缺點も考へる必要があります。

5. 漏洩磁路の多いこと

凸極型に於ては有効磁束は軸と直角の平面内に通じ、軸方向の分力はありません。然るに誘導子型に於ては軸方向に磁路を形成しますから、適當な磁路遮斷の方法を講じなければなりません。本機に於ては、軸部に對しては電動機との間は可撓聯結子を、勵磁機軸との間は黃銅製聯結子を用ひ、又軸受部に對しては黃銅製軸受裏金及び軸受台フアイバー敷物を使用して磁路遮斷を行つて居ります。

6. 重量の大なること

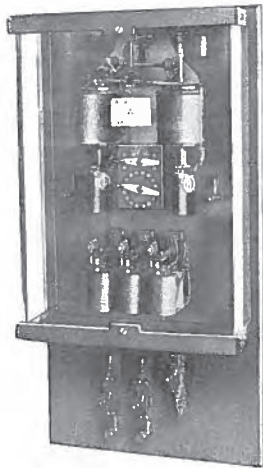
誘導子型に於ては凸極型に比し電機子有効導体數は半減します。従て之を補ふためには電氣並に磁氣材料を多量に使用せねばならぬこととなり、重量は大きくなる傾向があります。之に對しては磁束密度及び電氣的裝荷を大にして出来るだけ重量輕減に努めて居ります。

結 言

以上述べる様に誘導子型同期交流發電機は操作、能率、機械的強度の點に於て在來の凸極型發電機に優れ、重量の點に於ても材料及び設計の研究により輕減されつゝあります。故に工業用高周波交流電源としては本發電機が最も優秀であると確信致します。

高周波発電機用自動電圧調整器

配電盤設計係 更 田 健 彦



第1図 AE型自動電圧調整器

緒 言

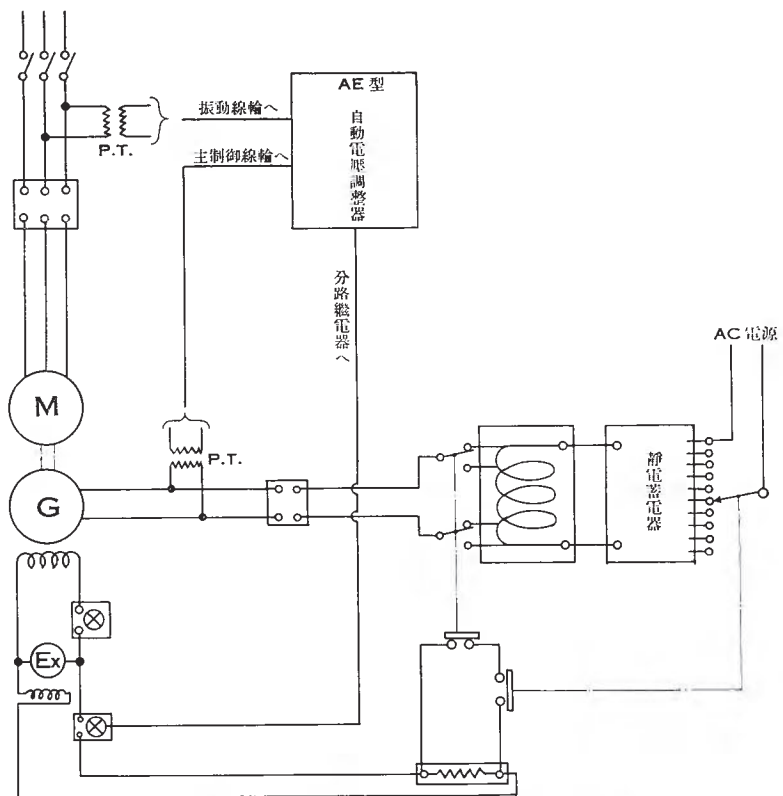
一般に高周波発電機に於ては高周波である爲めに同期リアクタンスが大となり、従つて其の固有電圧変動率も相當大きいのであります。一方誘導型電気爐としては、熔解物に對する加熱の変動は品質に直接影響するのみならず、生産能率に關係する處も大でありますから、熔解物の増減に拘らず、出來るだけ印加電圧を一定にし、且つ所要加熱溫度に従ひ、適當にその値を加減する必要があります。従つて誘導型電気爐に用ひる高周波発電機には、負荷の僅かな變動にも即應して常に確實に動作し、而も相當廣範圍に調整電圧を加減し得る自動電圧調整器を設ける事が必要であります。茲に述べんとするAE型自動電圧調整器は斯かる目的を以つて設計されたものであつて、普通の商用周波數の電力用発電機に用ひるものとは多少趣を異にする處がありますから、特に御紹介申上げることゝ致します。

一般電力用発電機に使用するAE型振動型自動電圧調整器は、自動電圧調整装置としては極めて優秀なものであつて、発電機の端子電圧に如何に僅かな變動を生じて、常に夫れに相應する調整力を生じ、確實にその電圧を調整し得るものであります。故に誘導型電気爐用電源の高周波発電機用としても、凡ての點から考察して、本調整器の原理をその儘採用する事としました。従つて根本原理に於ては一般電力用のものと全く全様であります、只だ高周波なるが爲めに特に考慮した點のみ異つて居ります。

第2圖は誘導型電気爐、高周波発電機及び自動電圧調整器間の主結線を示し、第1圖は調整器の主要部分を、第3圖はその動作を説明するに必要な結線略圖を示すものであります。而して先づ順序としてAE型振動型自動電圧調整器の原理の概略を説明し、續いて高周波用として特に考慮した點に就て述べる事と致します。

動作及び原理

AE型振動型自動電圧調整器の主要部分は第1圖及び第3圖に示す通り、主電壓制御要素、振動繼電器及び主接



第2圖 高周波発電機用AE型自動電圧調整器外部結線圖

間の割合が定まらねばならぬ事になります。實際に於ては浮動槓桿の位置に依つて主接觸子の開及び閉の時間の割合は變化し得るのであつて、例へば槓桿の左端が下れば主接觸子の可動片は固定片に近付き、従つて主接觸子の閉の時間が開の時間に比して長くなり、之と反對に槓桿が上れば開の時間が長くなります。然るに主制御線輪は發電機の端子電壓に依つて附勢せられて居り、其の電壓の高低に應じ鐵心の吸引力は増減して槓桿を上下せしめます。従つて電壓が下れば主接觸子の閉の時間が長くなり、發電機の端子電壓を上昇せしめ様とし、反對に電壓が上れば抵抗器の短絡の開放せられる時間が長く成り、電壓は次第に下る様になります。即ち勵磁機の界磁回路の實効抵抗は發電機の端子電壓の高低に應じて増減せられ、茲に完全な自動電壓調整がなされるわけであります。

附 屬 品

分路繼電器

分路繼電器は勵磁機の界磁抵抗器の一部を短絡、開放するものでありますから、大容量の發電機の電壓の變化範圍の廣いものに對しては其の個數を増さねばなりません。弊社では此の個數を以て型名稱を定め、AE-1型、AE-2型 等と稱して居ります。AE-3型迄は1個の主接觸子を以て動作せしめる事が出来ませんが、AE-4型以上に於ては主幹繼電器を経て制御する様にせねばなりません。

電壓制限抵抗器

調整器の各部の調整を行ふ際に、主接觸子が餘り長い間閉ぢられて居る場

合は、發電機に異常電壓を誘起する虞れがありますから、主制御抵抗器の外に、之と直列に可變抵抗を入れる必要があります。又、運轉の際に此の電壓制限抵抗器と主制御抵抗器とを適當に調整する事によつて極めて平滑な調整を行ふことが出来ます。

電壓調整抵抗器

調整器が一定に調整すべき電壓の値を加減するためには、電位變成器と直列に可變抵抗器を入れるねばなりません。之を電壓調整抵抗器と云ひ、一般電力用標準品の電壓調整可能範圍は±6%であります。電氣爐用の場合には裏にも述べた通り相當廣範圍に電氣を加減する必要があるので、特にその範圍を廣くして居ります。

靜電蓄電器

主電壓制御線輪は高周波の爲めにリアクタンスが大となり、吸引力が減少するので、之を打消し、吸引力を増さしめるために靜電蓄電器を直列に挿入して居ります。又分路繼電器に於ては其の接觸子の損傷を防ぐために靜電蓄電器を使用して居ります。其の容量は接觸子の負荷によつて適當に決定せねばなりません。標準品としては分路繼電器1個に對して靜電蓄電器1個を供給する事として居ります。而して靜電蓄電器1個の最大容量は2マイクロファラッドであります。口出線を適當に變更する事によつて、 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{1}{3}$ 、 $\frac{1}{2}$ 、1、 $1\frac{1}{2}$ 、2 マイクロファラッドに調整する事が出来ます。

特 徴

次に本器の特記すべき點を挙げると次の通りであります。

1. 發電機の端子電壓の變化が如何様に僅かであつても、本調整器は常にそれに相應する調整力を生じますから他の端子電壓の變化が或る値に達して初めて調整力を生ずると云ふ様な調整器と異り、極めて感度が鋭敏であります。

2. 繼電器には何れも保持、中和の線輪が設けてあり、開放は發條作用に依りますから、繼電器の動作が敏速且つ確實であり、而も之を動作せしめる主接觸子の消耗が少いのであります。

3. 電壓調整抵抗器の調整範圍を特に廣くし、電氣爐の必要に應じて發電機の端子電壓を相當廣い範圍に調整せしめることが出来ます。

又高周波であるが爲めに特に考慮された點を述べると次の通りであります。

4. 高周波であるが爲めに誘導リアクタンスが大となり、線輪の吸引力が弱まるので、線輪の導体を特に太くし、捲數を減じて誘導リアクタンスを小ならしめると全時に、靜電蓄電器を用ひて之れを打消し、吸引力の減少を補つて居ります。

5. 高周波であるが爲めに特に大きくなる渦流損に對しては、鐵心に特殊な純鐵の非常に細い鐵線を束ねたものを使用し、線輪の捲棒等も分割して可及的之を防ぐ様に工夫して居ります。線輪の附近にあるもの、例へばベース等の様なものも渦流の影響を少なからしめる様特別の工夫を巡らして居ります。

高周波用計器及繼電器

配電盤設計係

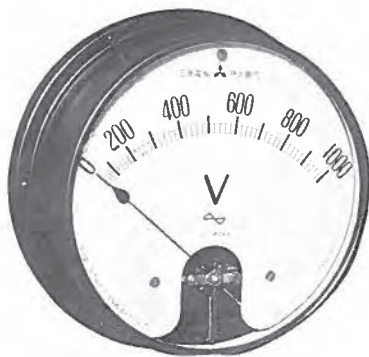
門

頼

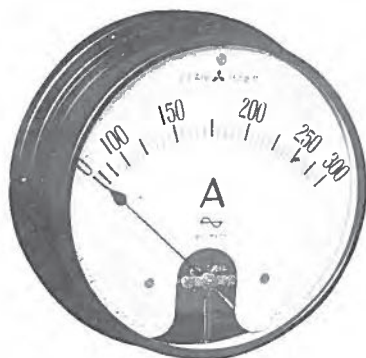
雄

高周波用計器

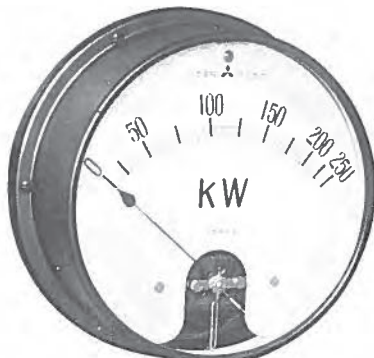
高周波回路の電流、電圧の測定には従来一般に熱線型計器が使用せられて



第1圖 整流型高周波用電圧計



第2圖 可動鐵片型高周波用電流計



第3圖 電流力計型高周波用電力計

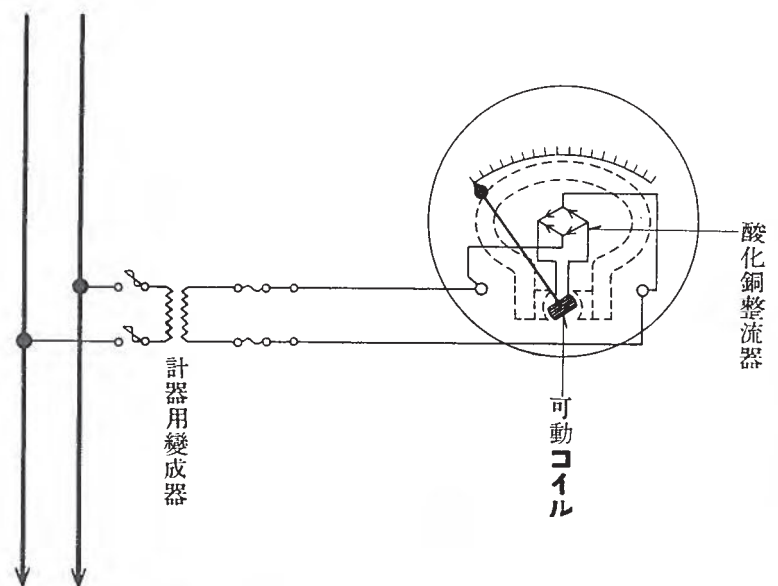
居りますが、誘導爐の様に 1,000 サイクル内外の回路には特殊の設計による整流型、可動鐵片型或は電流力計型計器を使用することも可能であります。之等の計器を設計製作する場合最も困難とする所は、コイルの自己誘導、並にコイル線間の静電容量が著しく増大すること、可動鐵片型計器では鐵片内の磁束による電力損失が普通の計器に比して著しく増大すること、又コイルの近傍の金屬体に渦流損を生じ易いこと等であります。

第1圖乃至第3圖は 960 サイクル誘導爐回路に使用するために製作した整流型電圧計、可動鐵片型電流計及電流力計型電力計の外観を示し、第4圖は整流型電圧計の内部及外部接續圖を示

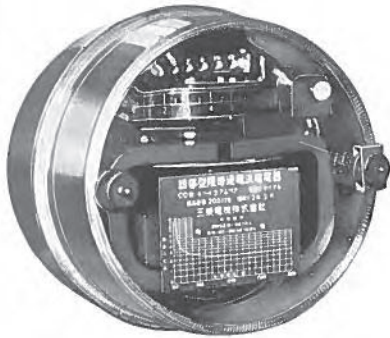
すものであります。整流型計器は普通の直流電圧計の内部に全波整流型酸化銅整流器を納めた構造となつて居り、其の特徴とする所は所要電力が極めて少く、目盛の配置が均一であることであります。

高周波用過電流繼電器

第5圖は前記 960 サイクル誘導爐の回路の短絡故障其他の過電流を保護するための誘導型過電流繼電器を示したもので、其外觀、構造は普通の商用周波数の繼電器と殆んど同じであります。一般に誘導型繼電器の可動部分の受ける回轉力は第6圖に於て主磁束 ϕ_a 及上部磁極の磁束 ϕ_b と之等磁束によ



第4圖 整流型電圧計内部及外部接續圖



第5圖

960 サイクル用誘導型過電流繼電器

り回轉圓板に生ずる渦流との相互作用によるもので、次式で示されます。

$$T = k\phi_a i_b + k\phi_b i_a$$

茲に i_b, i_a は夫々 ϕ_b, ϕ_a によつて圓板に生ずる渦流で、圓板回路のインピーダンスを Z とすれば夫々

$$i_b = -\frac{1}{Z} \frac{d\phi_b}{dt}$$

で示されるものであります。

繼電器の主コイルに流れる電流が正弦波によつて變化すれば、之等の磁束及電流も略々正弦波によつて變化し

$$\phi_a = \Phi_a \sin(\omega t + \theta_a)$$

$$\phi_b = \Phi_b \sin(\omega t + \theta_b)$$

$$i_a = I_a \sin(\omega t + \gamma_a)$$

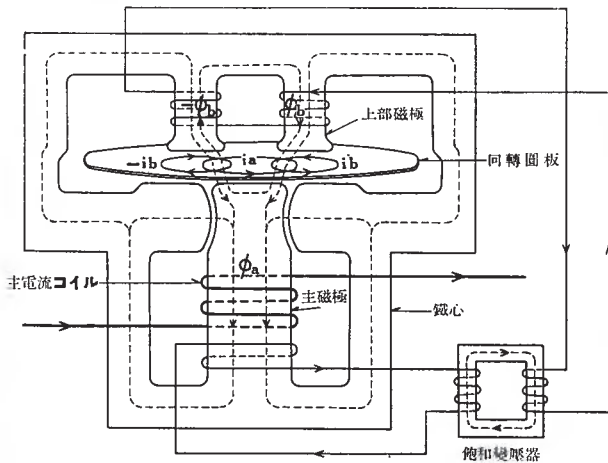
$$i_b = I_b \sin(\omega t + \gamma_b)$$

で示される故、全回轉力は

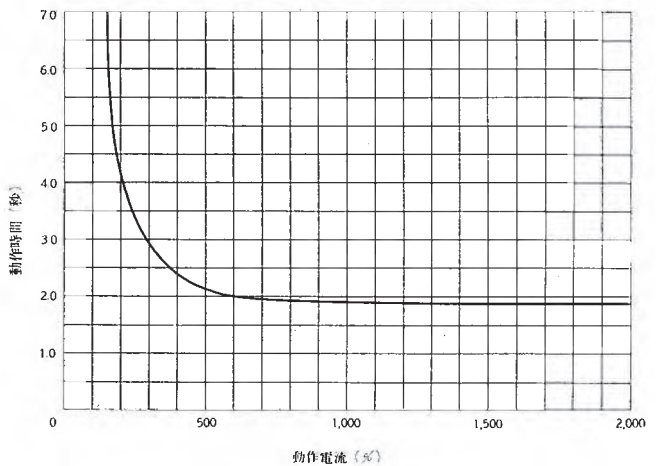
$$\begin{aligned} T &= \frac{1}{\pi} \int_0^\pi k\phi_a i_b + \frac{1}{\pi} \int_0^\pi k\phi_b i_a \\ &= K\Phi_a I_b \cos(\theta_a - \gamma_a) + K\Phi_b I_a \cos(\theta_b - \gamma_b) \end{aligned}$$

となります。従つて圓板の受ける回轉力は $\theta_a = \gamma_a$ 及 $\theta_b = \gamma_b$ の場合最大となり、磁束、電流の位相關係が變化する場合は Φ_a, Φ_b, I_a, I_b が一定である

にも拘らず回轉力は著しく變化することが明かであります。而して之等の位相關係は周波數の變化によつて著しく變化し、特に高周波繼電器に於ては、コイル回路のインダクタンスの影響が多いから商用周波繼電器と同一特性を得るためには、上記磁束並に電流の絶對値を等しくするのみならず、繼電器の内部コイルのインピーダンス、圓板の渦流回路のインピーダンスを適當に設計して、上記磁束と電流との絶對値と位相關係を相等しくしなければなりません。第7圖は之等の點を考慮して製作せられた960サイクル用誘導型過電流繼電器の特性曲線を示すものであります。



第6圖 誘導型過電流繼電器構造説明圖



第7圖 960 サイクル用誘導型過電流繼電器特性曲線圖

昭和十二年三月 六 日
昭和十二年三月 八 日
昭和十二年三月 十 日

印 刷 刷
内務省納本
發 行 行

編輯兼
發行者

印刷者

印刷所

發行所

明石市太寺三丁目三三四〇

鈴 木 貢 一

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

本誌
代價

壹部=付金貳拾錢

郵 税 不 要