

關西電力株式會社成出發電所用
275 kV 70,000 kVA 變壓器

首藤 清*

275 kV 70,000 kVA Transformer

Narude Hydraulic Power Station of Kansai Denryoku Company

By Kiyoshi Shudo

Hitachi Works, Hitadhi, Ltd.

Abstract

Two sets of 275 kV 70,000 kVA Transformer have been manufactured by Hitachi, Ltd. recently. These transformers are installed at the Narude Hydraulic Power Station of Kansai Denryoku Co., which is one of the sending end of the 275 transmission line (Shinhokuriku Line). The 275 kV transmission is the first plan and our products are the first 275 kV transformer in Japan.

They have many excellent features. Not only they are designed with very high efficiency, but also all the figures very compact from the economical stand point of both materials and spaces, utelizing the solidly grounded neutral.

The line terminals of 275 kV windings are lead out from the middle points of windings and the neutral from the top and the lowest points, using upper and lower parts in parallel. By this way, the insulating method of 275 kV windings is much simplified.

As the insulation, adequate for 275 kV, is required only at the middle points of the windings, the tanks are designed so as to be large at the middle point and small at the upper and lower parts, as shown in Fig. 5. The nitrogen gas filled oil conservator is stuated partly at the top of the tanks and partly at the bottom, utelizing the iddle spaces of the tanks.

The tanks is transported in several pieces, but totally welded except manholes and valevs after being constracted at the power station.

[I] 緒 言

我國に於ける 230 kV 送電がはじめて計畫されて以來十餘年を経過した今日、關西電力株式會社の新北陸幹線に於いて、一躍 275 kV 送電の實現をみるに至つたことは、我國電力界の飛躍的發展の一表徴として、同慶の至りである。

日立製作所に於ては、此の送電端、成出發電所に据付けられる、275 kV 70,000 kVA 遞昇變壓器 2 臺を受註し昭和 26 年 8 月好成績裡に、工場に於ける立會試験を完了した。

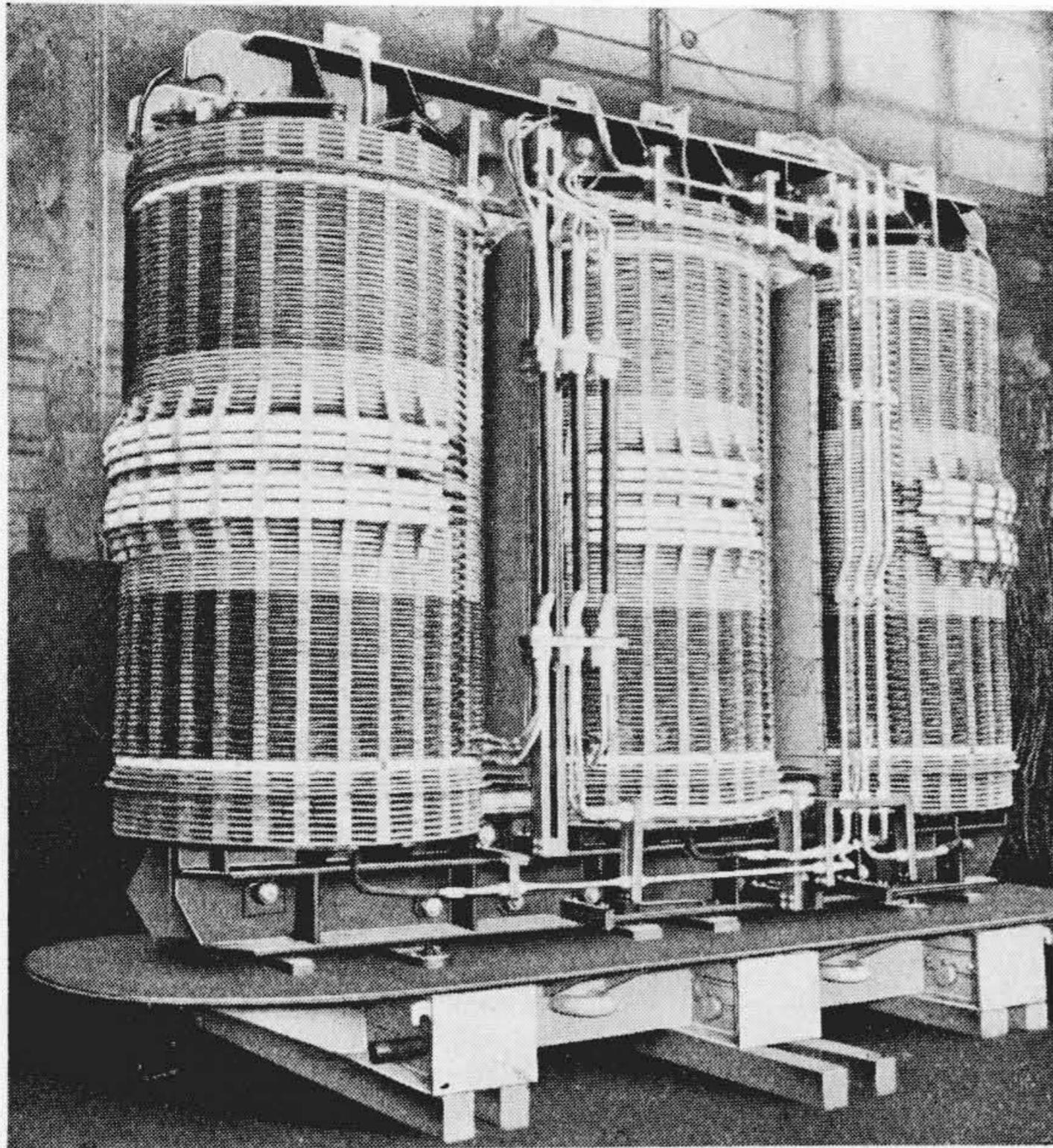
昭和十年以來、滿洲及び朝鮮に多數の 230 kV 變壓器を納入したが、我國内に於いては、現在迄は 161 kV を最高としており、一躍 275 kV が實現することとなつたのである。日立製作所に於いて今回完成した此の變壓器は、我國に於ける最初の 275 kV 變壓器であり、今後の電力界に重要な役割を演ずることとなるものである。

日立製作所としては、最初の 275 kV 變壓器であり、且、中壓が 154 kV と云う高電壓の特殊變壓器なるため設計製作には、特別の考慮を拂つた。以下此の變壓器の概要を紹介する。

本器の仕様は下記の通りである。

一次 154 kV 50,000 kVA ↓

* 日立製作所日立工場



第1圖 275kV 70,000kVA 變壓器 中身
Fig. 1. Inner body of 275kV 70,000kVA Transformer

二次 275-262.5-250 kV 70,000 kVA 人

三次 11 kV 40,000 kVA △

三相 60 サイクル 送油水冷式 内鐵型

二次中性點直接接地

總重量 239 t 油量 70,000 立

床面積 7.78m×5.4m (冷却器不含) 高さ 7.6 m

能率 154kV/275kV 50,000kVA 基準で 99.24%

第1圖及び第2圖は、中身及び外觀寫眞である。

特殊仕様として下記がある。

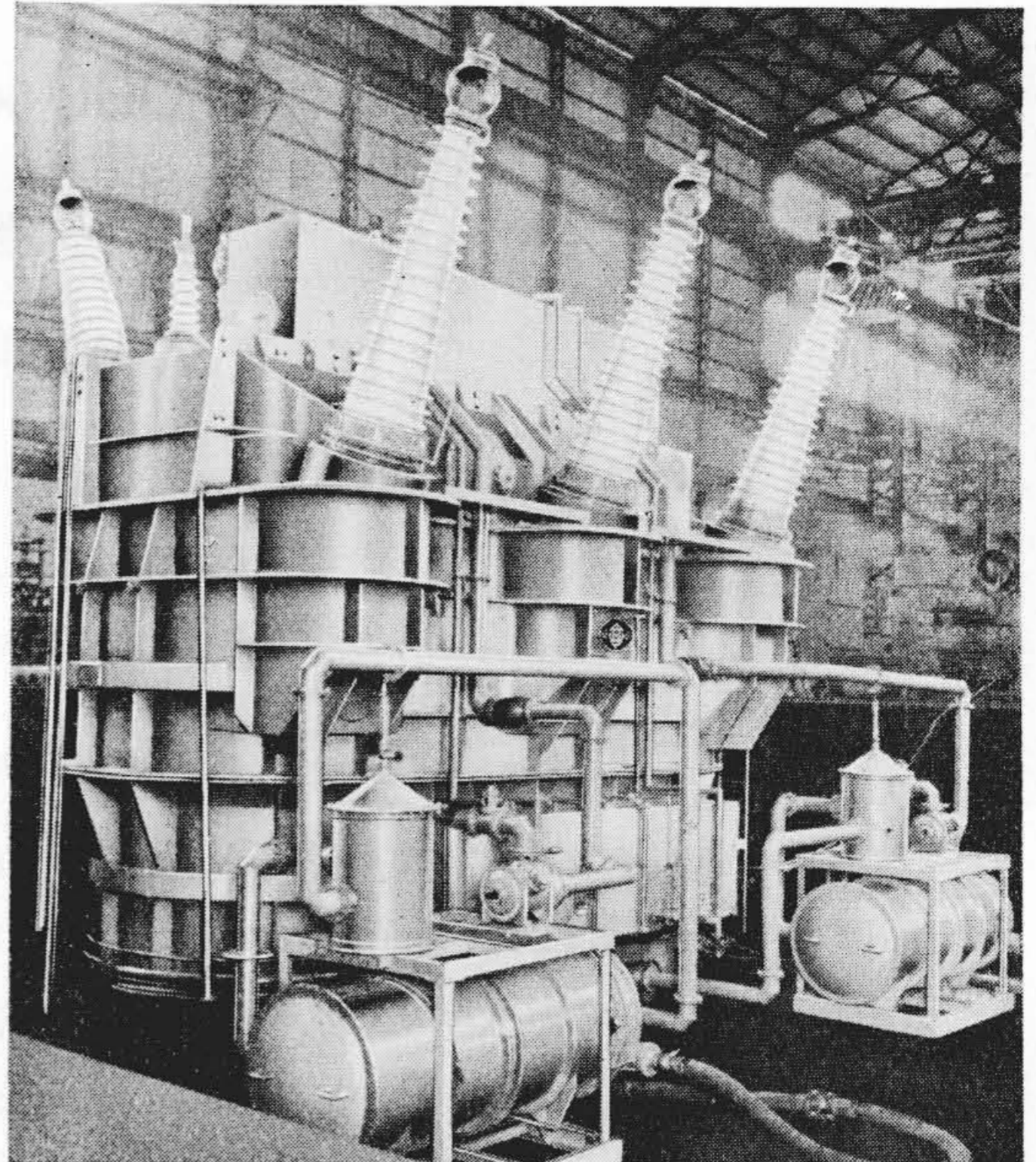
1. 20% の過勵磁にて使用可能のこと。
2. 二次線路端子の絶縁試験電壓は交流 460kV 1分、衝撃電壓全波 1,050 kV, 截斷波 1,210 kV, 中性點は交流 70 kV, 1分、衝撃電壓全波 200 kV, 截斷波 230 kV

〔II〕 中身構造

高性能と、20% の過勵磁と云う負擔の重い性能を要求されており、又中壓 154 kV と云う變壓器は、我國に於いては例がなく細心の注意を以つて設計した。

又中性點直接接地方式は、我國最初の方式であるが、此の特長を高度に利用する方法を種々研究の結果、275 kV 線路端子を巻線の中央におき上半分と下半分線輪を並列として、接地端子を上下の鐵心側におくと云う特殊な設計を採用した。

元來、全絶縁の場合の様に、上下巻線端の鐵心又は他巻線に對する絶縁は、275 kV ともなれば、甚しく複雑

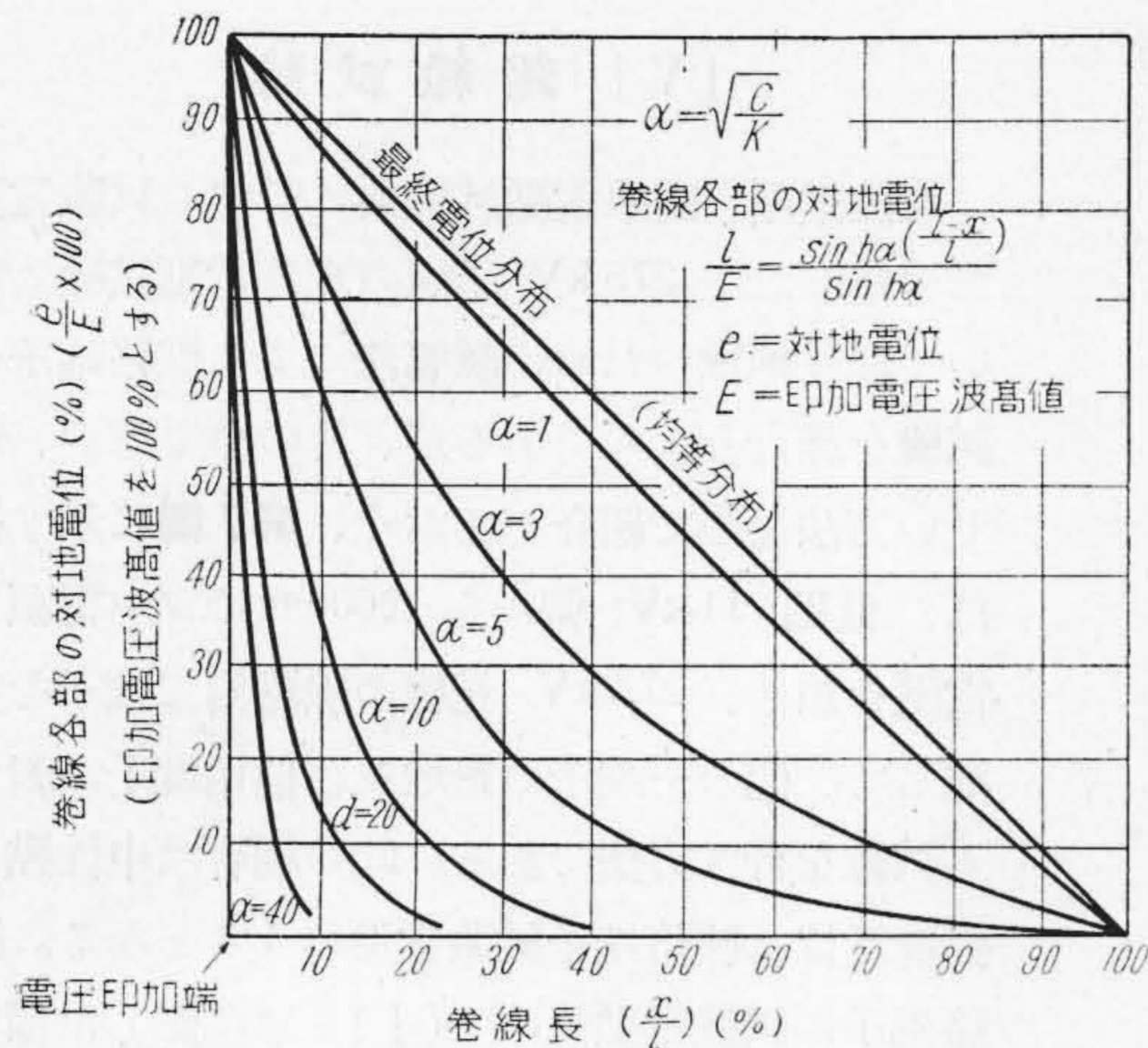


第2圖 275kV 70,000kVA 變壓器
154/275-262.5-250/11 kV 3 相送油水冷式

Fig. 2. 275 kV 70,000 kVA Transformer.
154/275-262.5-250/11 kV three phase
Forced-oil, water-cooled

で、絶縁圓筒とL型絶縁リングとの組合せを必要とするが、此の構造によれば、巻線の上下端では單に中性點相當の絶縁でよいので、頗る簡單となり又最も高い絶縁を必要とする中央部に於いては、他巻線に對しては單に數個の、絶縁筒をおくのみでよく、外部の外函に對しては必要な絶縁距離をとればよいので構造至つて簡單となる。

又變壓器巻線に最も脅威を與える、衝撃電壓襲來の場合の電位分布も著しく改善される。即ち巻線に衝撃電壓が印加された場合の、印加瞬時に於ける對地電位分布は $\alpha = \sqrt{\frac{c}{k}}$ なるその變壓器固有の常數により定まり、第3圖の如きものとなる、茲に c は巻線の對地靜電容量であり k は直列靜電容量である。線路端子を巻線の中央にとれば線路の端子と接地端子間の巻線が2組並列の形となり電位分布はその一組について考えればよく、他の一組も全く同様になる一組の巻線の對地靜電容量は普通に行われる如く、線路端子を巻線上部に他を下部においたものに比較すれば、ほぼ $1/2$ となり k は1乃至2倍となるので α は $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 乃至 $\frac{1}{2}$ となる、第3圖を見ればわかる通り、 α の小なる程、衝撃電壓印加瞬時の對地電位分布は直線に近ずき、電壓印加端に於ける、電位集中の程度は少くなり、内部振動を減じ、絶縁上の安全性を増す



第3圖 衝撃電圧印加時の巻線電位分布

Fig. 3. The Initial Voltage Distribution along the Winding when the Impulse Voltage is applied

わけである。

次に高中壓間の絶縁に関しては、巻線の中央部で、275 kV 相当、巻線の上下端で 154 kV 相当の絶縁でよいわけであるが、構造上、相互間の絶縁距離は、巻線の全體に涉つて同一とし、上下端に於いて、絶縁距離に餘裕を生ぜしめ、此の空間を利用して、154 kV 巻線の遮蔽を行つた。275 kV 巻線の遮蔽は、巻線中央部、即ち線路端子附近の巻線の外側に取付けた。

次に 275 kV 巻線のタップは中性點側、即ち巻線の上下兩端につけた。此の方法は此の巻線構造に於いてのみ可能である。此のため調比装置の絶縁は中性點絶縁と同一でよく、三相を1個の調比装置で切替可能の構造とすることが出来た。

[III] 套 管

套管は全部密閉型を採用してある。普通の油入型套管では、溫度變化による、油の膨脹、收縮に伴つて空気を呼吸し濕氣が侵入して油劣化の原因となるので外部からは、全然呼吸をしない様にし、油の膨脹、收縮に對しては、その分を變壓器本體の油を中心管を通じて、吸入又は排出する方式としてあるため、外氣侵入の心配はない。

[IV] 外 函 構 造

外函の設計に當つては、巻線及び套管等との絶縁距離の合理的な設計による、油量の減少を特に心掛けた。即ち前節に述べた様に、巻線中央部のみ、275 kV 相當の絶縁を行えばよいので、第5圖(次頁参照)に示す様に、巻線と外函との絶縁距離もこれに應ずる如くし、外函中

央は出張り上下は狭められた形となつて居る。

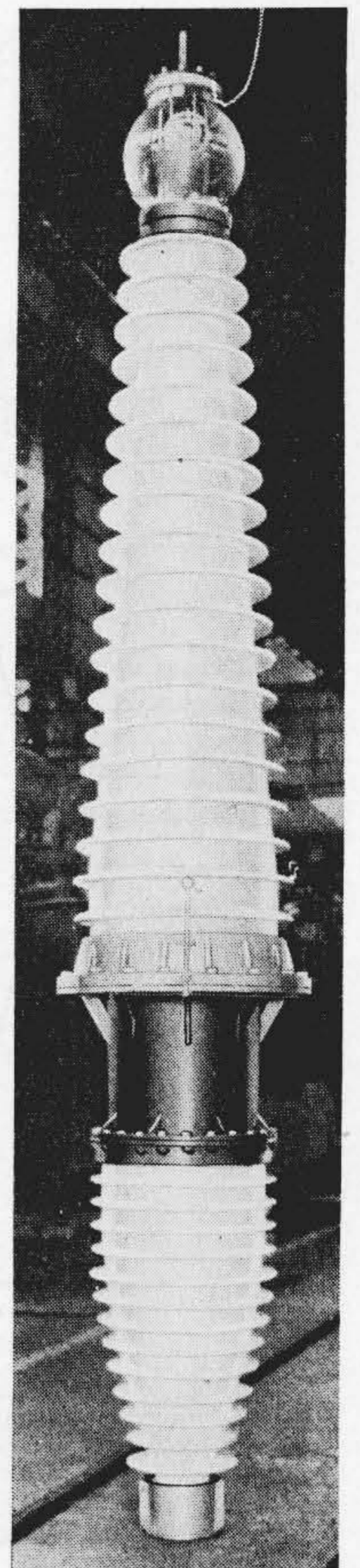
套管は下部端子が、巻線端子に直に接続出来る様に外函の側面に取付け、外函の容積を極力、少からしめる様に心掛けると共に、制限寸法高さ 7.6 m 内に納まる様に設計されている。

コンサーベーターは窒素瓦斯封入型⁽¹⁾であり、三室に分けられているが、變壓器本體に通じる第一室は外函の上におかれ、普通のコンサーベーターと同じ様な役目をさせてあるが、第二及び第三の室は外函下部の凹部を利用して置き、保守、點檢に便ならしめてある。

外函の設計で特に苦心したのは、輸送方法及び現地での組立方法である。從來の大型變壓器の外函は輪切り方向に數個に分割して輸送するのが普通であつたが、此の變壓器ではそれだけでは、國鐵の輸送限界内に納まらぬため、縦方向にも分割を餘儀なくされた。

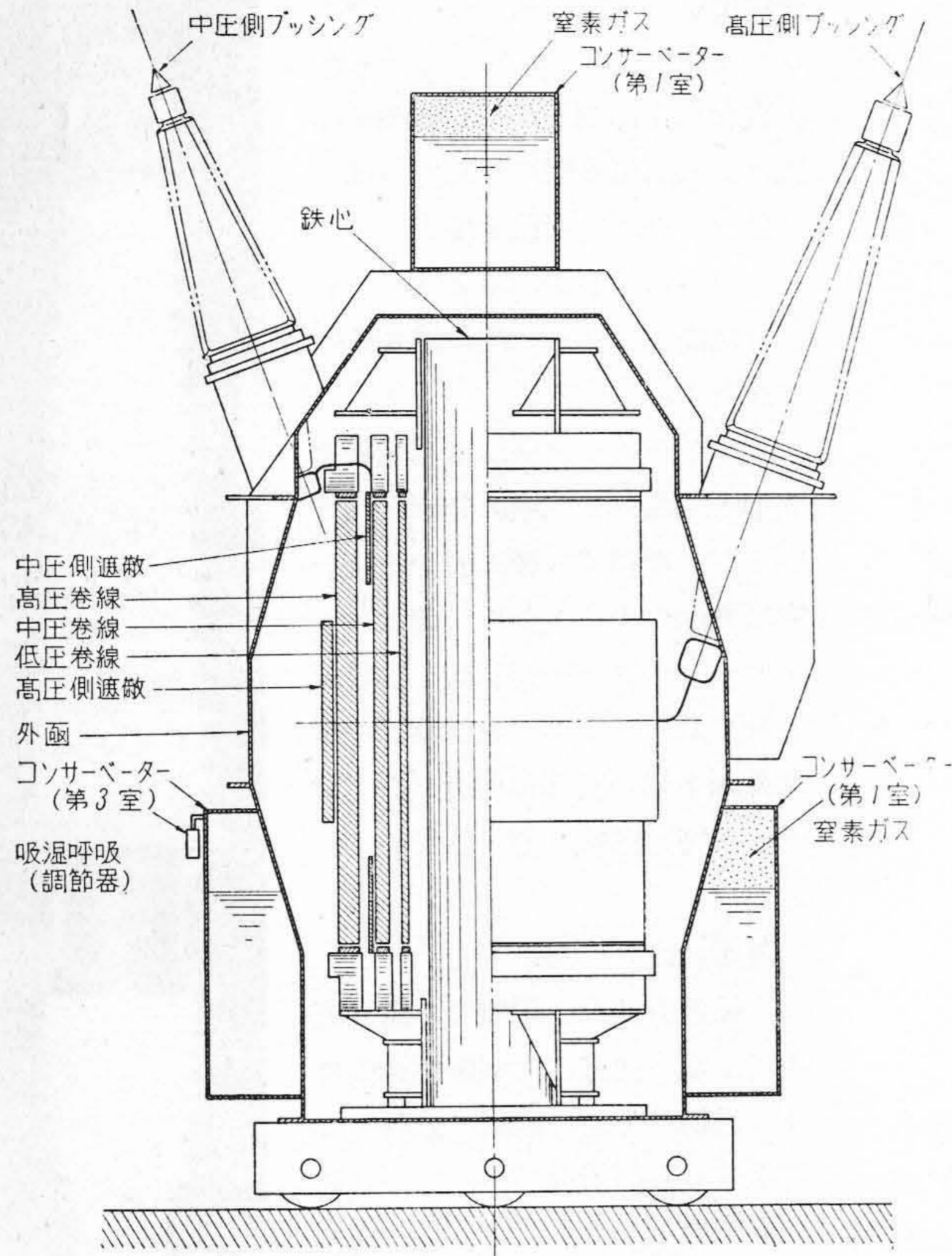
即ち上部蓋、上部、中部及び下部外函の4個に輪切り方向に分割すると共に、下部を除き他は縦方向

にも分割して輸送せざるを得ないため、工場試験終了後これらを縦方向にガス切を行つた。輪切り方向は普通の様子にフランジで繼ぐ方法であるが、これも工場試験のための組立のときは、パッキングを入れて萬力で締付けたが、現地では、全部熔接することとした。即ち現地組立後は、マンホール、油の引出口、バルブ等を除き他は全部熔接されて居るので油洩れの心配は全然ない。現地で熔接の場合縦方向の熔接は組立前に行えるが、輪切り方向の熔接は起重機の揚程の都合上組立前に行うことは出来ない。即ち中身組立後自身の外函内で乾燥を行い、乾燥終了後、乾燥用加熱管を取り出してから熔接せねばならぬ、又熔接個所が相當多い。このため普通の手段では中身を長時間外氣に曝すこととなる。これを避けるため中身を外函内に納め濕氣の入らぬ状態においたまま熔接をする必要があるため、第6圖(次頁参照)に示す如き方法で此の熔接を行つた。即ちフランジ部に耐熱性パッキングを入れて萬力で締付けておき濕氣侵入を防止する



第4圖 275 kV 套管

Fig. 4. 275 kV Bushing



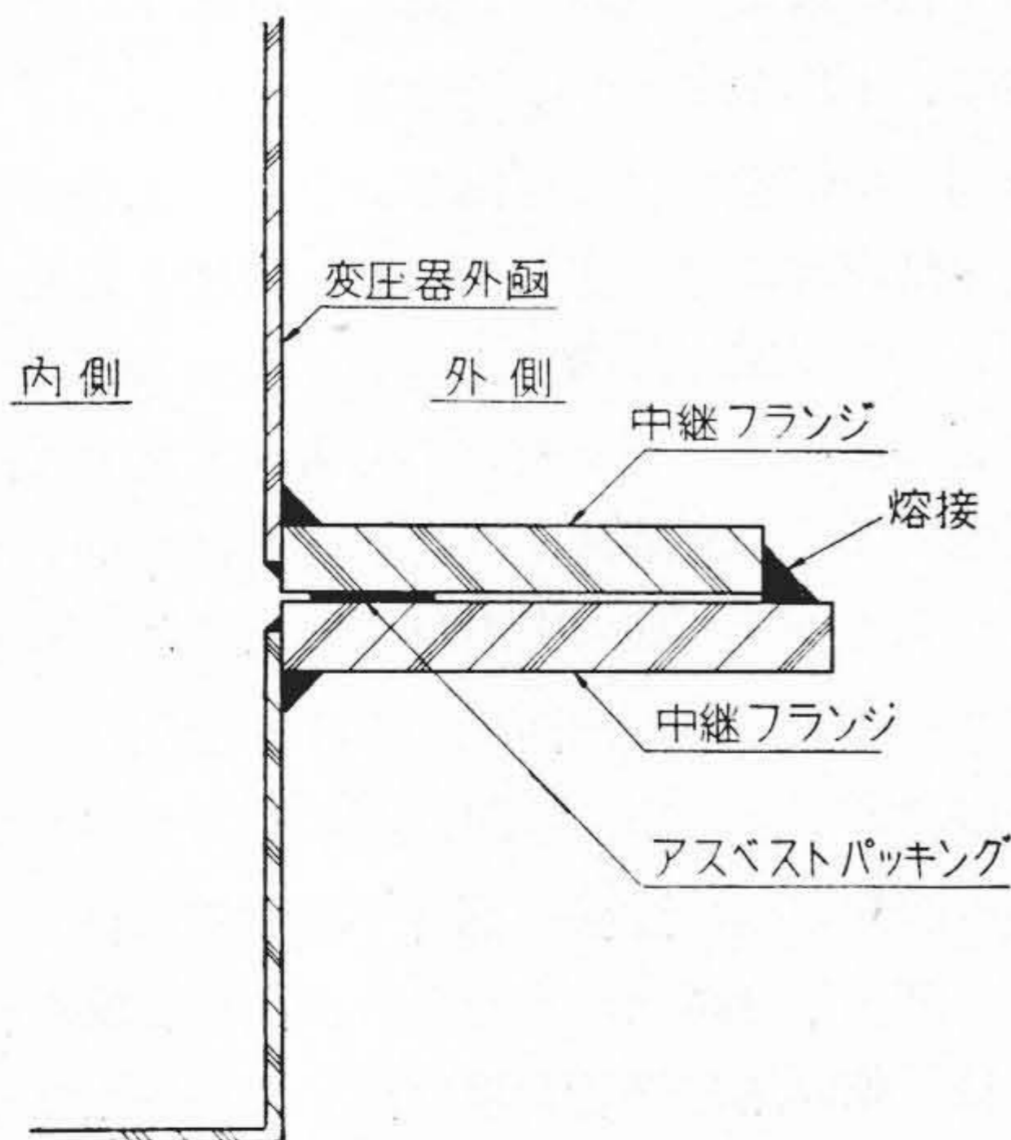
第 5 圖 70,000 kVA 變 壓 器 構 造 圖
 Fig. 5. The Construction of 70,000 kVA Transformer

[V] 絶 縁 試 験

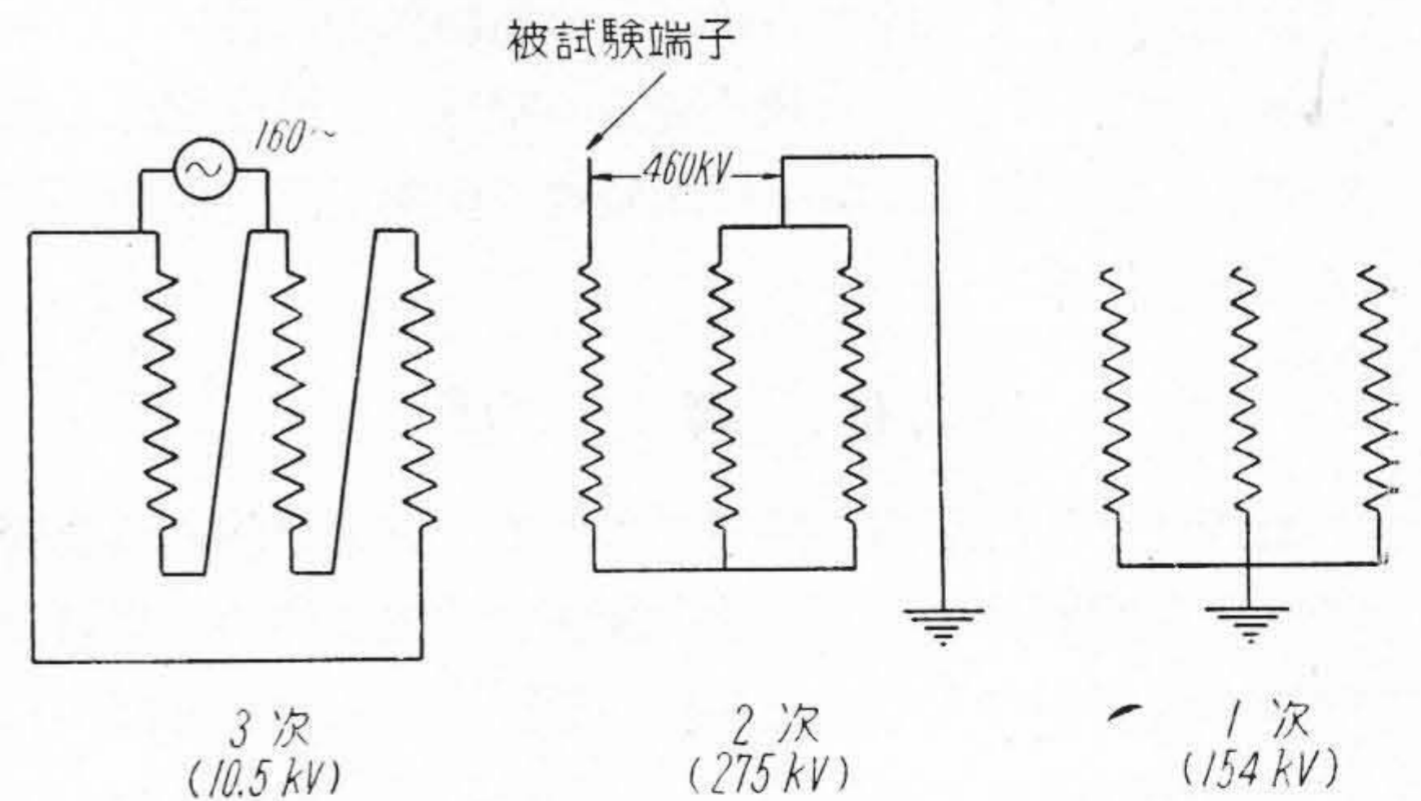
交流電壓、衝擊電壓試験共に所定の試験電壓で合格した。275 kV 巻線の交流電壓試験に於いては段絶縁のため、誘導法による線路端子の試験を施行したのであるが、そのやり方が、新しい方法なので紹介しておく、第 7 圖に示す様に、低電圧 11kV 側から 160 サイクル電源で電圧を加え、275 kV 巻線の線路側二端子を接地して、他の一端子の対地及び他相端子に対する試験を行う方法である。此の場合は中性点の対地電位は線路端子試験電壓の 1/3 となる。線路端子の試験電圧値は (I) 章に記した様に 460 kV であるから $460/3=153$ kV となるので、中性点の試験電壓 70 kV より遙に大であるが、他に適當な方法がないので此の方法によつた。したがつて中性点の絶縁は勿論これに差支ない絶縁としてある。他に適當な試験法がないために實用上不必要に強い絶縁強度をもたせると云ふことは、今後製造者と使用者との協力によつて打開すべき問題である。

[VI] 結 言

275 kV 變壓器は我國最初の製品であり、又直接接地方式も我國に於いては劃期的な方式で



第 6 圖 外 函 熔 接 法
 Fig. 6. The Method of Welding of the Tank



第 7 圖 275 kV 巻線の絶縁試験法
 Fig. 7. The Method of Insulation Test of 275 kV Windings

ため、乾燥した窒素瓦斯を封入し、フランジの外側を熔接した。

ある。この特色を生かした變壓器を製作すべく、萬全の努力を拂つた。茲に無事試験も完了し、現地据付をなし、今後の電力界に多大の寄與をなすこととなつたのは、その衝に當つた者の此の上なき喜びである。今後我國に於ける 275 kV 送電は續々計畫されることと思われるが、我々機器製作者としては、これだけの成果で満足するこ

となく、今後の製品に對しては益々改良進歩を加えてゆき度いと念願する次第である。

終りに此の變壓器の製作に當り、並々ならぬ努力を重ねられた、變壓器部及び試験部の各位に深甚な感謝の意

を表す。

参考文献

- (1) 首藤、木澤 日評 33 597 頁 (昭 26-8)



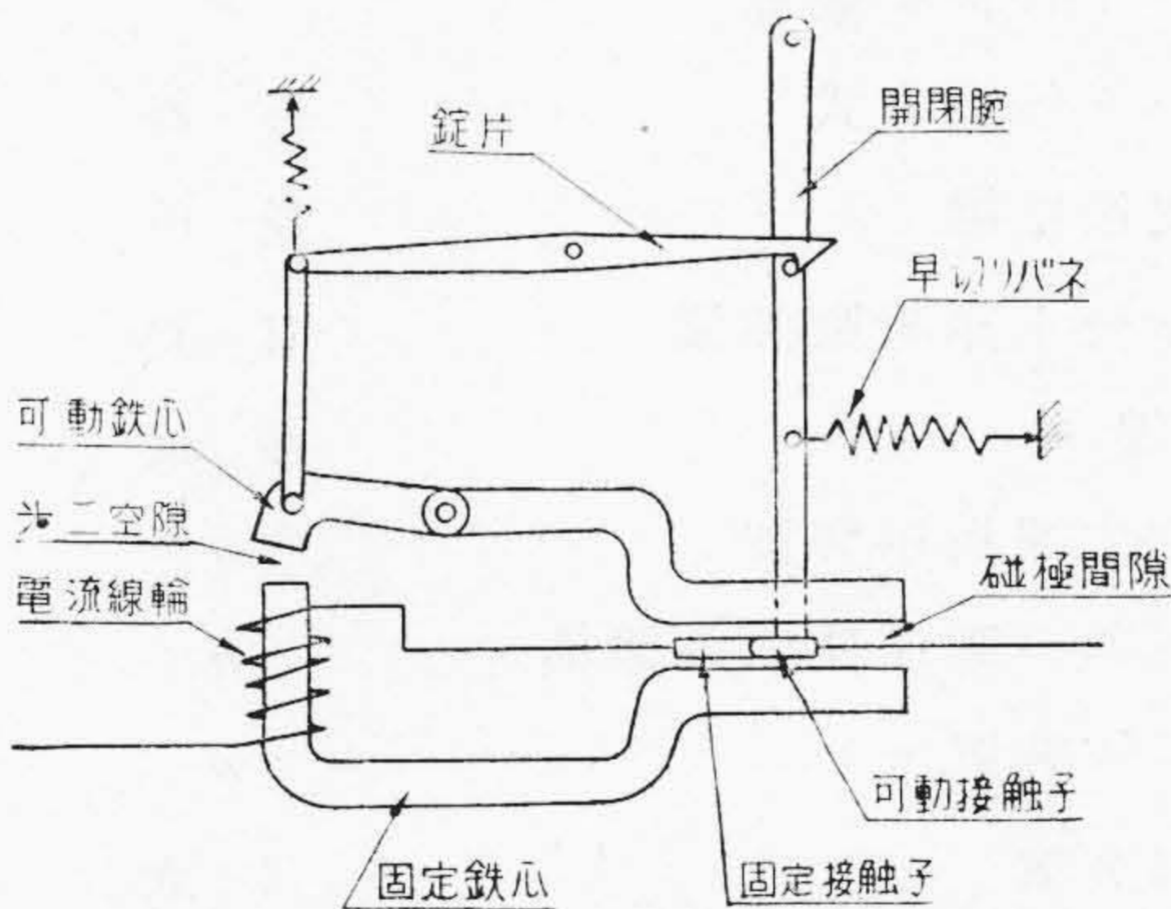
特許第 185046 號

岩 田 利 次

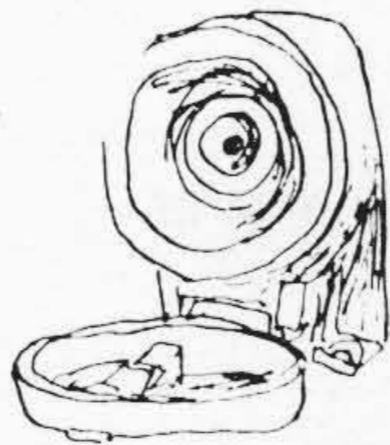
電 路 遮 斷 器

この發明は消弧磁界を發生する磁極間隙内で固定可動接觸子を開離するようにした磁氣吹消装置付電路遮斷器に於て、磁氣回路を形成する鐵心の一部を可動鐵心となし、常時は磁氣回路に第二の空隙を有するも、電流線輪に過負荷電流が流れ、前記可動鐵心を吸引すると、可動接觸子を擔持した開閉腕に對する錠片の閉路鎖錠が外れ、開閉腕は早切りバネの張力により開離作動を行ひ、固定可動接觸子が開離し、兩接觸子間に電弧を引成する。一方前記可動鐵心の吸引により、磁氣回路に於ける第二空隙が消去するため、磁

氣回路の抵抗は急減し、磁極間隙を通る消弧磁束を増大して、強力な電弧吹消作用を行うことができる。



從來の遮斷器では磁氣吹消用電磁石と過負荷引外用電磁石とは別個に設けていたが、この發明では兩電磁石を一個の電磁石で兼用したから、遮斷器の構造は小型緊密となり、所要資材を節減し得たものである。この發明になる遮斷器は、直接制御器を裝備した 600 V 級市内電車等に於ける自動遮斷器に實施し好評を博して居る。
(滑 川)





最近登録された日立製作所の特許及び實用新案(1)

區分	登録番号	名稱	工場名	發明考案者	登録年月日
實用新案	384610	回轉電機水素冷却装置	日立	高林乍人	26~9~15
//	384611	整流子の短絡装置	//	田中貞之助	//
//	384612	整流子短絡装置	//	田中貞之助	//
//	384613	分相電動機の接續切換装置	龜戸	友貞陸夫	//
//	384614	推力軸受	日立	林田穰	//
//	384626	遠方監視制御装置に於ける操作保護装置	多賀	森井進	//
特許	190235	昇降機の起動方式	龜戸	{森泉袈裟彌 平井喜一 郎	26~10~17
//	190236	中性點接地抵抗方式	日立	三浦倫義	//
//	190237	起重機	龜有	平栗保平	//
//	190238	起重機の走行保安装置	//	平栗保平	//
//	190239	エレベータ停止方式	多賀	{神峰次郎 益江紀吉	//
//	190240	多段軸流送風機	龜戸	鈴木公一	//
//	190241	可動翼軸流水車起動装置	日立	伊佐清治	//
//	190242	力率積算計	多賀	辻田正一	//
//	190243	最低平均力率指示装置	//	辻田正一	//
//	190244	電路遮断器の高速引外機構	//	桑山正俊	//
//	190245	定電壓發電装置	//	倉岡勇	//
//	190246	力率制御装置	日立	{泉千吉 今尾隆博	//
//	190247	電動機用ローターコアの製造装置	龜戸	白井博	//
實用新案	385581	切羽積込機の防爆用安全装置	龜戸	{鈴木繁好 大和利丸	//
//	385582	複動式戸閉機械	龜有	久保澤稔	//
//	385583	蓄電器回轉軸固定装置	戸塚	{儘田信五郎 酒井健二 平岩久夫 角七 男	//
//	385584	中間周波變成器	//	//	//
//	385585	變壓器油濾過装置	日立	寺島菊二	//
//	385586	衝流式遠隔測定装置較正装置	戸塚	中谷信夫	//
//	385587	空氣逃し弁	龜有	久保澤稔	//
//	385588	鐵板製函の密閉装置	龜戸	鬼頭國忠	//
//	385589	變壓器	//	鬼頭國忠	//
//	385590	防爆型抵抗器	日立	高橋健造	//