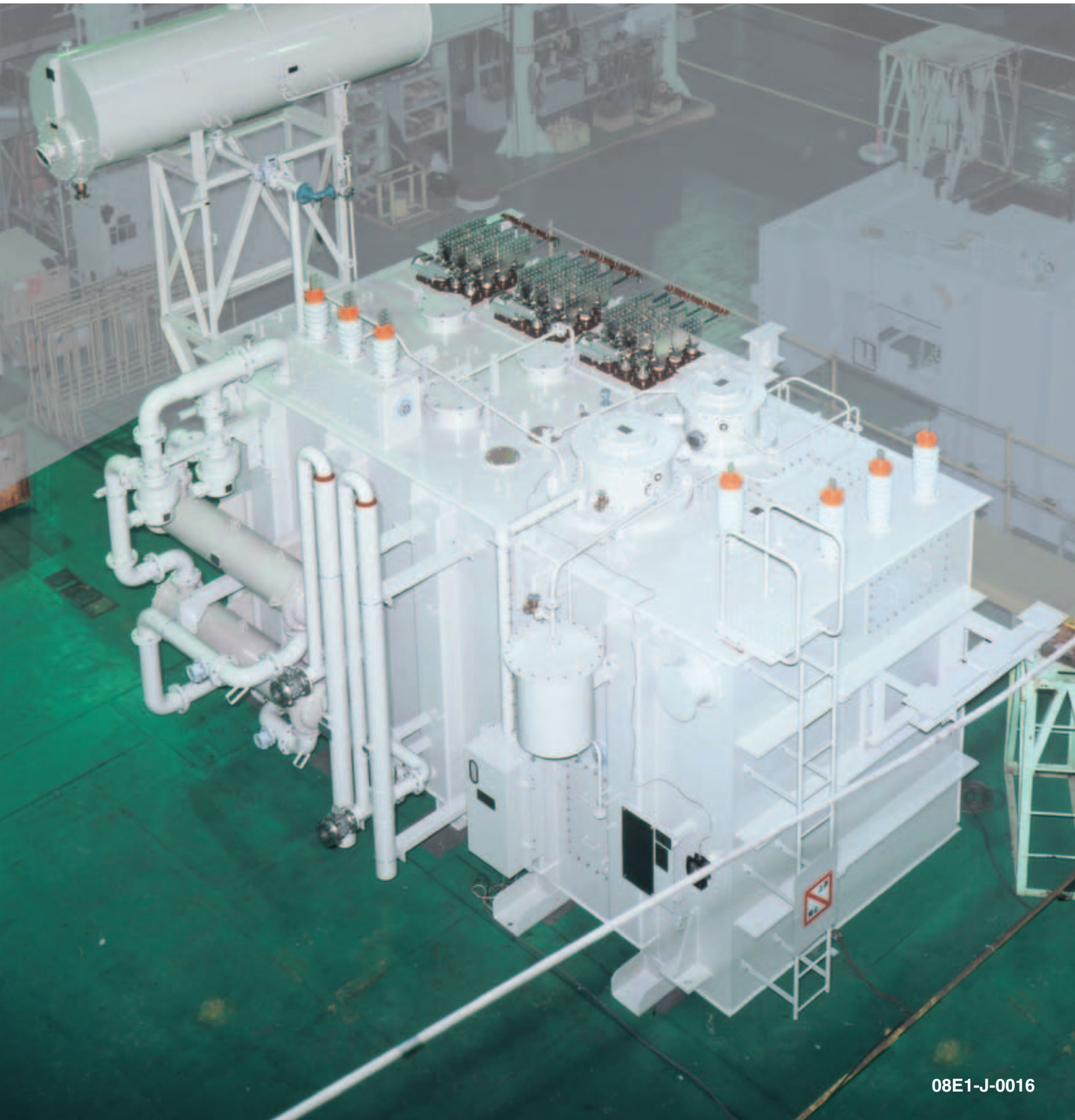


電気炉用変圧器



富士の電気炉用変圧器は、豊富な電気炉設備の経験に基き最適な性能を提供します。

富士電機は 1929 年より電気炉用変圧器を製作開始し、2002 年 3 月現在で 463 台、9,441MVA の豊富な実績をもち、防じん空調設備（クリーンルーム）などの最新鋭設備を備えた最大級の変圧器専門工場での、たゆまぬ努力と研究開発により、最新にして信頼性の高い技術で製作しています。

電気炉用設備の特徴

- 高ひん度負荷遮断
製鋼用アーク炉または合金鉄炉などは、1 日数十回以上の負荷開閉をしますが、炉が大容量になりますと 60kV・70kV あるいはそれ以上の大電力系統から直接受電するのが経済的で、電力損失を低減できます。
- 力率改善・高調波フィルタ用コンデンサ
電気炉は低電圧で交流大電流を流します。回路のわずかなリアクタンスが大きく影響するため、力率は 70 ～ 85% くらいが普通です。したがって力率改善設備が必要となります。また操業中のアーク変動、直流炉の場合は整流器自身が発生する高調波が付加され、この量を減少させる設備が必要となります。
- フリッカ補償
製鋼用アーク炉は操業中のアーク変動により、電力系統の電圧動揺に起因するフリッカが発生します。したがって大形炉においてはほとんどの場合、フリッカ補償装置の設置が必要です。
- 直列リアクトル
フリッカ補償・安定操業のため、直列リアクトルを挿入する場合があります。

電気炉用変圧器の特長

- 合理的な鉄心構造
鉄心は鉄損・励磁電流・磁気ひずみなどの励磁特性を改善した方向性けい素鋼板などを使用し、その優れた磁気特性を充分に発揮するために強化絶縁筒とくさびによる鉄心の均等締付けをし、小形・軽量化を達成しています。
- 絶縁信頼性の高い巻線構造
超高压変圧器の巻線に対しては衝撃電圧印加時の巻線内電位振動を極小に抑えた編巻円板巻線を採用しています。
巻線内・巻線間・巻線大地間などの絶縁構造は多数の基礎実験とコンピュータによる電位分布・絶縁強度の解析および改善により、信頼性の高い絶縁構成としています。
- 巻線の耐短絡強度が大
幾多の実器およびモデル器による短絡強度検証試験などの経験をふまえて、また外部短絡時の電磁機械力をコンピュータによる精密な計算により、巻線は合理的に設計され、かつ電磁機械力に対応する締付力で前締処理をしたうえ、強固に締付けられています。したがって永年にわたって十分な短絡強度が保持されます。
- 低電圧・大電流に適した巻線構造
低圧巻線には多並列双線輪円板巻線を採用しています。各並列導体間での充分な転位により、並列導体間の電流分担が均一化して、負荷損の低減や局部過熱をさけられるため、低電圧・大電流という目的に最も適しています。

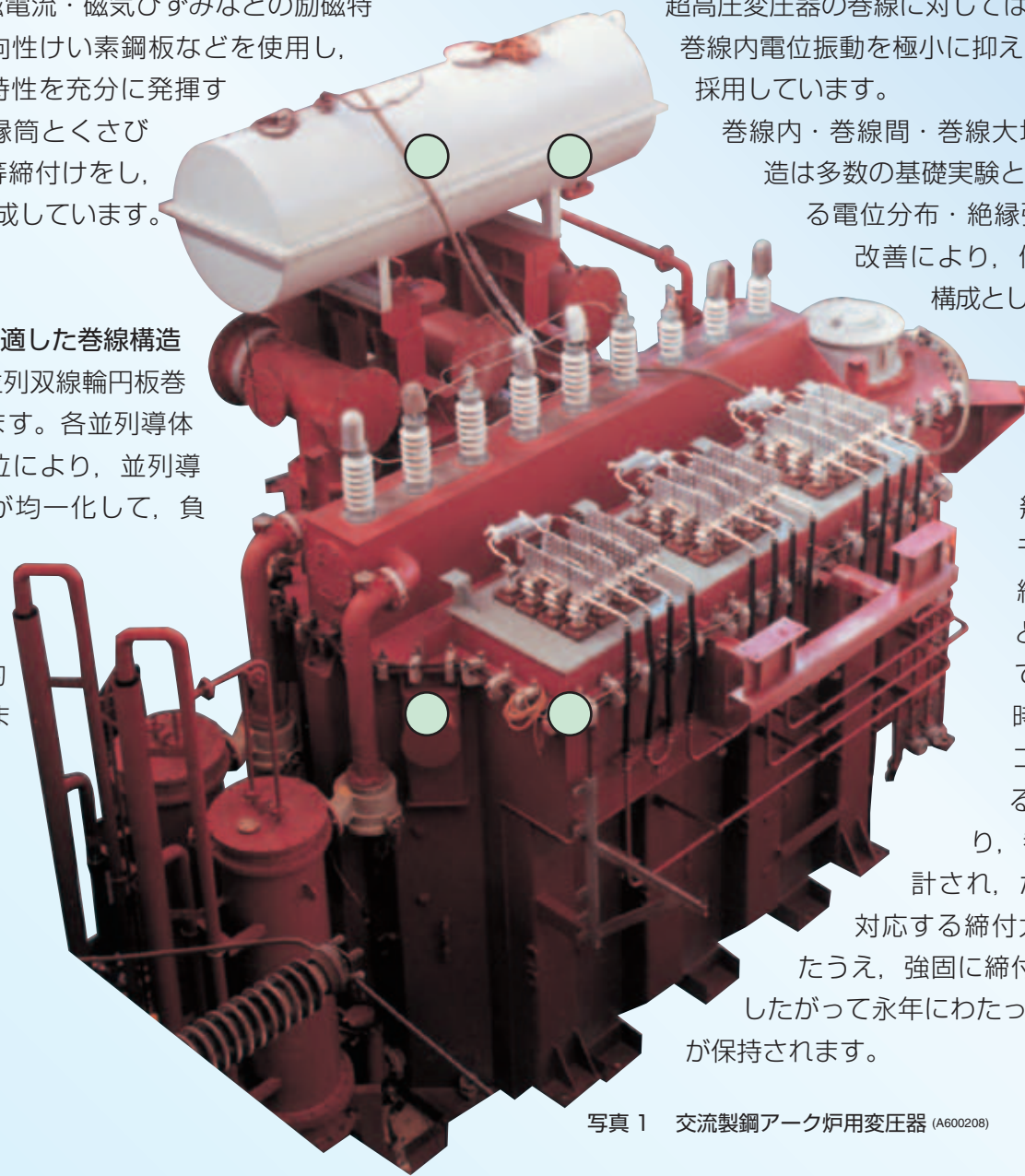


写真 1 交流製鋼アーク炉用変圧器 (A600208)

対象炉

- 製鋼用アーク炉（交流炉・直流炉）
- 製鋼用取鍋精錬炉
- 合金鉄精錬炉
- 特殊炉（黒鉛化炉・灰溶融炉・カーボンシリコン炉など）

- 高品質・高信頼性
中身組立作業における絶縁物の吸湿・じんあいの付着防止は、絶縁信頼度上非常に重要です。このため絶縁物加工・巻線・組立作業など一連の工程は防じん空調室内で行い、天井クレーンのじんあい落下防止策、真空掃除器による清掃など作業環境を整備し、高品質・高信頼度の変圧器を完成させています。さらに組立後、高真空乾燥炉により高水準の乾燥処理・真空油含浸処理をしています。
- 信頼性の高い高頻度切換負荷時タップ切換器
世界で初めて抵抗切換方式による真空バルブ式負荷時タップ切換器を開発し、電氣的 100 万回・機械的 300 万回の負荷時タップ切換を可能にしました。
- 最適な油劣化防止装置を提供
油劣化防止装置は開放式・ゴムセル式・隔膜式など、環境条件や冷却方式に合わせて最適のものを選択し取付けます。

電圧調整・結線方式

製鋼用アーク炉ではスクラップの溶解期と精錬期とで投入電力を変えるために、また精錬炉では炉内抵抗の変化・生産量の調整・あるいは操業開始時の自己焼成式電極の焼成など、いずれも二次電圧を大幅に変えなければなりません、一般に二次電圧の最高と最低との比が、2：1 または 3：1 にも達するきわめて広い範囲が要求されます。

出力電圧の調整方法

直接式：第 1 表の ① のように一次巻線に等価タップを設け、これを切換えて種々の二次電圧を得る方法。

間接式：第 1 表の ③ ④ のように二次側に直列変圧器を設けるとともに、主変圧器に三次巻線（タップ巻線）を巻き、そのタップを切換えて直列変圧器に印加する電圧を調整し、直列変圧器の二次誘起電圧をそれに応じて変化させて、必要な出力電圧を得る方法。

写真 2 直流製鋼アーク炉用変圧器



DK11063

第 1 表 出力電圧の調整方法

単線結線図	変圧器内部結線図	特長・条件
1 直接式		特長・条件 条件 1) 電圧調整範囲が比較的狭いこと（2：1 程度） ただし一次巻線を△－人に切換えれば、電圧調整範囲を√3 倍程度に広げられる。 2) タップ電圧が等間隔とならなくても良い場合。 3) 一次電圧が 77kV 以下であること。 4) 力率改善設備・高調波フィルタ設備・フリッカ補償装置・直列リアクトルは変圧器一次側に接続。 特長 1) 一鉄心、二巻線構造のため経済的である。 2) 損失が少ない。 3) インピーダンスが小さくできる。
2 単巻変圧器内蔵直接式		特長 1) 一次電圧 30 号以下で、タップ調整範囲の広いものに適する。 2) 力率改善設備・高調波フィルタ設備、フリッカ補償装置・直列リアクトルは、高圧側変圧器の一次側②あるいは二次側①、②に接続する。

単線結線図	変圧器内部結線図	特長・条件
3 間接式		特長 1) 直列変圧器により、電圧調整範囲は自由に選べる。 2) 一次電圧が自由に選べる。 3) タップ間隔が均一にできる。 4) 三次側に力率改善設備・高調波フィルタ設備・直列リアクトル（内蔵形①と外部接続形②）を接続できる。
4 間接式		特長 1) 直列変圧器により電圧調整は自由に選べる。 2) 三次側で負荷遮断するので、一次電圧は 60 ～ 200kV から一段落しにできる。 3) 力率改善設備・高調波フィルタ設備・フリッカ補償装置・直列リアクトル（内蔵形①と外部接続形②）を三次側に接続できる。 また電圧・容量に応じて三次側に接続するかわりに、別に四次巻線を設けて、それに接続も可能である。
5 降圧変圧器内蔵直接式		条件 1) 同一容量の変圧器を 2 台収納するためタンクが大形になるので、輸送制限・設置スペースに制約がないこと。 特長 1) ④ の方式と同じであるが、負荷遮断器により一次側・二次側が完全に遮断できる。

機械的強度

冷却方式

電気炉用変圧器の特異事項の一つであり、かつ最重要事項は、頻繁な炉内短絡や負荷変動あるいは線路の短絡などに起因する大きな電磁力に耐えることを要求されてることです。このためには、発生する電磁力を可能な限り小さく押えたとともに、その電磁力に対し巻線を充分強固に保持し、緩ませないことが肝要です。

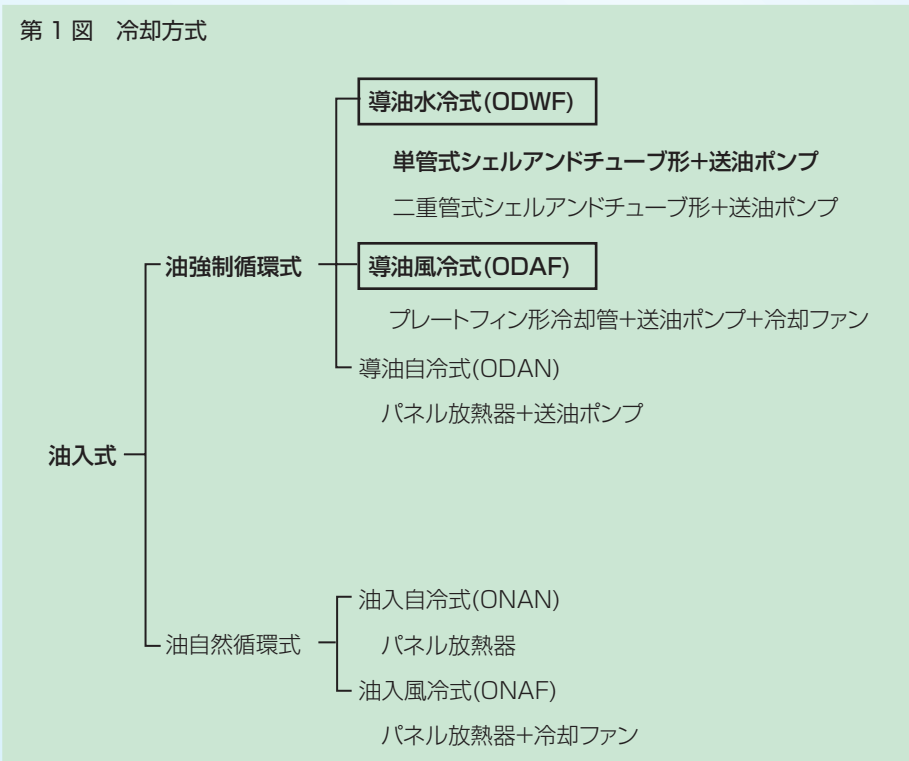
当社の変圧器は、対向巻線間の軸方向ずれを零とするよう磁気中心を合せ、かつタップ部分を数ブロックに分散するなどの対策をして軸方向電磁力が最小となるように配慮しています。

広範囲のタップの場合は独特の並列巻円筒タップ構造を用いて、軸方向力をほとんど発生させないようにしています。またコンピュータにより短絡巻線に発生する電磁力を算定し、それに基づいて巻線自体の耐短絡強度および巻線に加えるべき前締力を決定し、全体として充分な耐短絡強度をもつよう慎重な配慮をしています。これに対しては多数のモデルコイルおよび実器による短絡強度の結果から、充分な信頼性があることを確認しています。

巻線自体は充分な前締め乾燥処理をし、経年変化による絶縁物の枯れを極小にし、永年使用に全く心配のないものとしています。巻線は連結板と強固なフレームで保持された強力な巻線押えで締付けられ、短絡時に発生する電磁力に対し、充分耐える構造としています。

冷却方式はご要求に応じ、また変圧器容量と据付け場所などの周囲条件とを

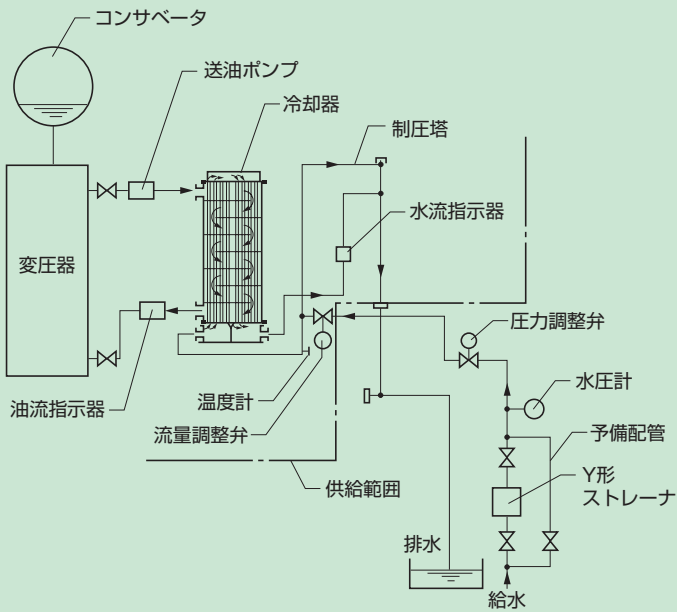
考慮し、次の中から最適な方式を選定します。



一般に□で囲んだ2種が最も多く採用される方式であり、太字が当社の標準です。大形鉄心では鋼板積み重ね方向と直角な冷却用油ダクトを設けて鉄心内部の温度上昇を限度以下に保ちます。巻線は必要に応じて線輪内に油ダクトを設けて冷却効果を高めます。特に多巻線をもつ大容量器は、ほとんど例外なく絶縁油を強制循環させて内部を冷却し、局所的な温度上昇を起さぬよう

にします。導油水冷式は据付面積を最も小さくできる利点があり、炉体に近接配置される電気炉用変圧器には最適の方式です。当社標準の単管式冷却器の水配管には、万一伝熱管に腐食が生じても変圧器内に水の漏入がないように冷却水入口側に制圧塔を設け、常に水側圧力が油側より低くなるよう配慮しています。また特別なご要求に対しては、二重管式冷却器を採用することもあります。

第 2 図 導油水冷単管式冷却器配管系統図



特長

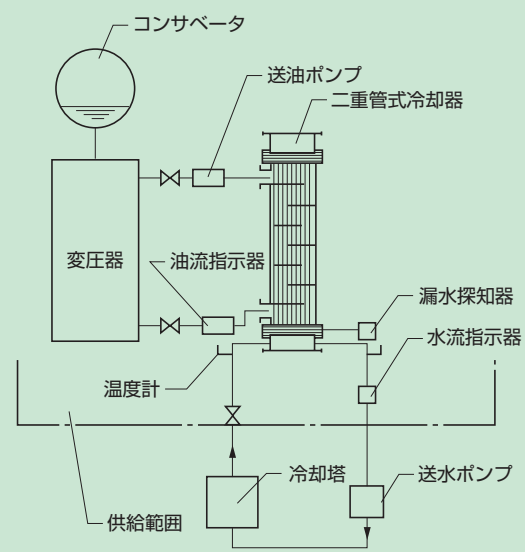
当社の単管式冷却器の水配管には、万一水側伝熱管に腐蝕が生じても変圧器内に水の漏入がないように、冷却水入口側に制圧塔を設け、常に水側圧力が油側より低くなるよう配慮しています。

写真 3 水冷式冷却器外観



N99-2570-4

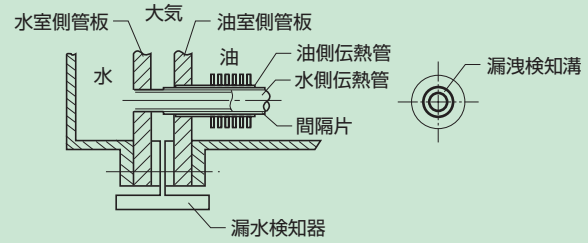
第 3 図 導油水冷二重管式冷却器配管系統図



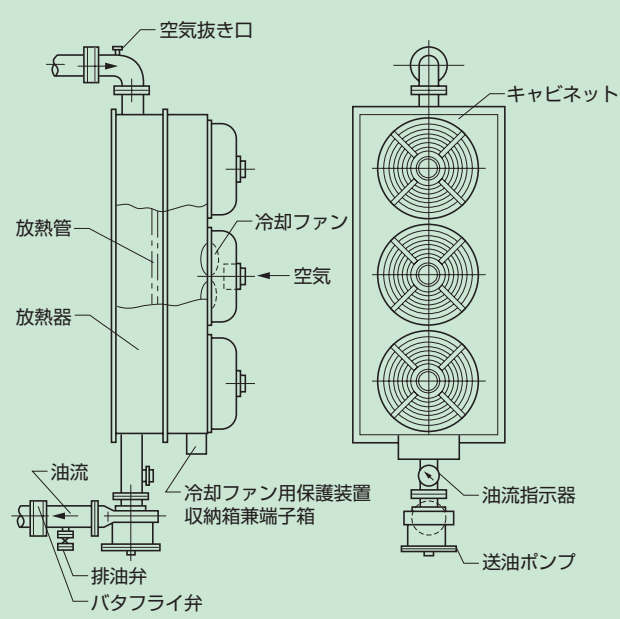
特長

二重管式では万一水側伝熱管が腐蝕しても油側伝熱管で水密が保たれ、二重管の間隙から直接大気中へ水が出るだけで変圧器内への漏入を防止できます。この漏水をキャッチする目的で漏水探知器を取付けています。

水冷二重管式冷却器原理図



第 4 図 導油風冷式冷却器

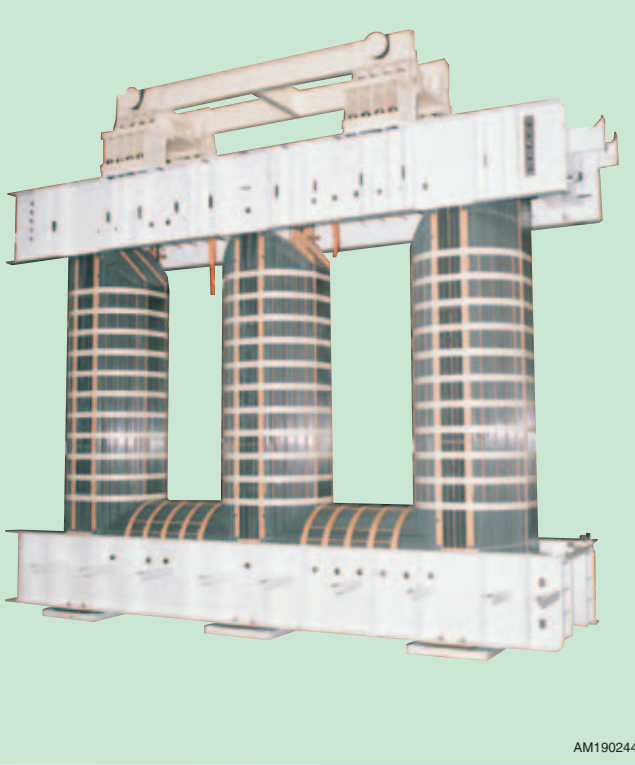


鉄心構造はいわゆる内鉄形で、三相三脚鉄心・単相中央脚鉄心を標準とし、さらに製作実績は単相二脚鉄心・三相五脚鉄心あるいはその他の特殊構造鉄心にもおよんでいます。鉄心には鉄損・励磁電流・磁気ひずみなどの磁気特性を改善した方向性けい素鋼板を使用し、強化絶縁筒とくさびを併用した締付方法などにより鉄心占積率の向上を図り、小形化を図っています。

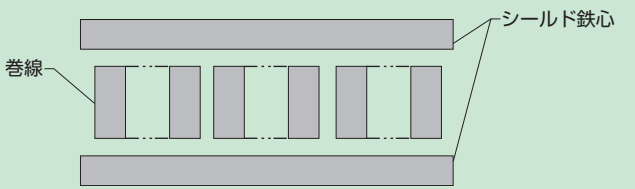
リアクトルが原理的に変圧器と異なる点は、各相 1 巻線であることおよび磁気回路にギャップがあることです。直列リアクトルは、一般的には回路に直列に接続して回路の短絡電流を制限するために用いられますが、電気炉用設備ではアーク炉から発生するフリッカ現象の抑制対策として設置する場合があります。このような直列リアクトルでは、通過電流に対しリアクタンス変化が小さい空芯形を、一般的に採用しています。空芯形は巻線内に鉄心脚をもたないもの、すなわち巻線内を完全ギャップとしたものであり代表的な構造例を第 5 図に示します。

空芯形は磁束がタンクその他の金属部分を加熱させることを防ぐため、けい素鋼板を積層したしゃへい鉄心(シールド鉄心)を設けています。また空芯形では変圧器に比べ鉄心質量の占める割合が小さいことおよび巻線から発生した磁束が鉄心にスムーズに吸収可能なように、上下シールド鉄心には無方向性けい素鋼板を使用し、積層方向は締付けボルトで強固に最適な締付けをしています。

写真 4 巻線挿入前の鉄心外観



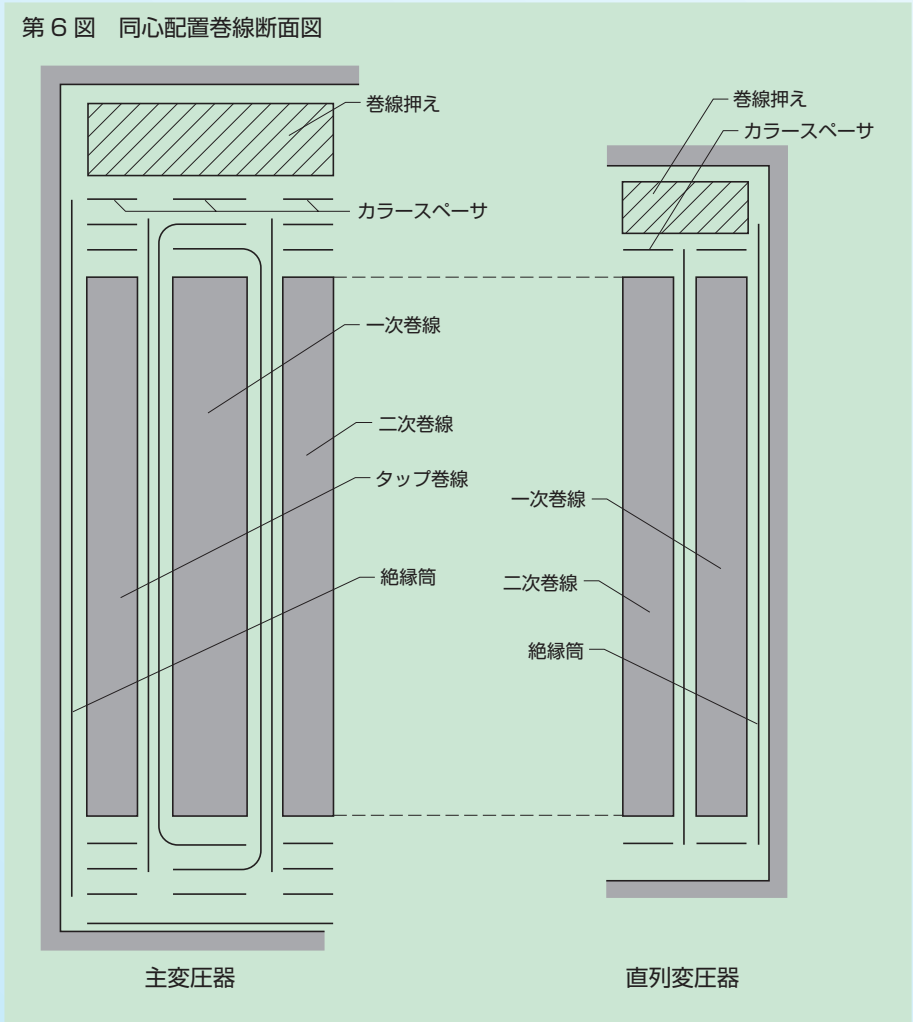
第 5 図 三相空芯形



巻線

信頼性が高く特性の良い巻線を作るために次の点に留意して設計製作しています。

- 巻線の配置方法は同心配置を採用しています。これは各巻線を鉄心に対して同心的に配置する方法で、一般に二次低圧大電流巻線を最外側に配置します。これは大電流リードの引出しや接続を容易にし、工作を確実にするためです（第6図）。
- 耐短絡強度を高めるために、独特な巻線構造と巻線自体に十分な前締め乾燥処理をします。頻繁な炉内短絡



や負荷変動あるいは線路端短絡などに起因する大きな電磁力に耐えるよう、巻線自体には十分な前締め乾燥をし、経年変化による絶縁物の枯れを極小にしています。

- 巻線は連続巻きを原則として、導体の接続箇所を少なくし、品質を向上させ、安全度の高いものになっています。
- 漂遊負荷損の低減や特性の向上および軽量化・小形化のために、巻線導体として従来の平角銅線に加えて平角アルミ線も使用しています。

巻線構造

電気炉用変圧器の巻線構造については、在来 of 双線輪円板巻線のほかに各種の新構造を開発改良し、それぞれ目的に応じ次のように最適のものを選択し、すでに数多くの製作実績をもち順調な運転を続けています。

- 高電圧巻線には
双線輪円板巻線
編巻（高直列容量）円板巻線
円筒成層巻線
- 低電圧大電流用の巻線には
多並列双線輪円板巻線
ヘリカル巻線
- 広範囲なタップ用の巻線には
並列巻円筒成層タップ巻線

双線輪円板巻線（第7図a）は途中で接続のない連続巻線です。とくに2本以上の並列導体となる場合には、適宜転位をし、導体間の循環電流を低減させます。

編巻（高直列容量）円板巻線（第7図b）は線輪間の接続を入り組ませることにより、巻線の実効直列静電容量を著しく増加させて衝撃電圧特性を改良した巻線です。この巻線では衝撃電圧を印加した場合、巻線内の電圧分布はほぼ一様であり、過電圧を発生させませんので、巻線各部に均一の絶縁信頼度を与えることができ、超高压には最適の巻線です。

円筒成層巻線（第7図c）は編巻（高直列容量）円板巻線と同様に衝撃電圧特性に優れたものです。

多並列双線輪円板巻線（第8図a、写真5）は双線輪円板巻線を複数個軸方向に積み重ねて構成したもので、並列間の電流バランスの改善や巻線内局部過熱の防止に種々の方策をとっています。また間接調整方式の場合には主変圧器と直列変圧器にまたがって連続的に巻かれた、いわゆる8字形の構造を採用します。

ヘリカル巻線（第8図b）は比較的電圧の高い大電流巻線に使用されますが、これも電流に応じて並列導体数を選択することにより漂遊損の少ない、しかも機械的強度のきわめて大きい巻線を製作できます。

並列巻円筒成層タップ巻線（第9図）は数本の導体を一括して円筒上に巻き、それを直列に接続したもので、いかなるタップ位置でも巻線に発生する軸方向の電磁力をきわめて小さくできるという特長を持っています。

直列リアクトルはフリッカ抑制対策のため、回路に直列に挿入しますが、そのリアクタンス値は一定ではなく数種のリアクタンス値が必要となり、そのためリアクトル巻線は数種のリアクタンス値に対応したタップ付きの巻線になります。巻線構造は一般的に双線輪円板巻線が用いられ、タップは巻線外周のコイル渡り部から引き出します。また使用タップ位置によっては非通電部が生じますが、非通電部の電位振動抑制のために、非通電部を巻線中央部に配置した巻線構成としています。

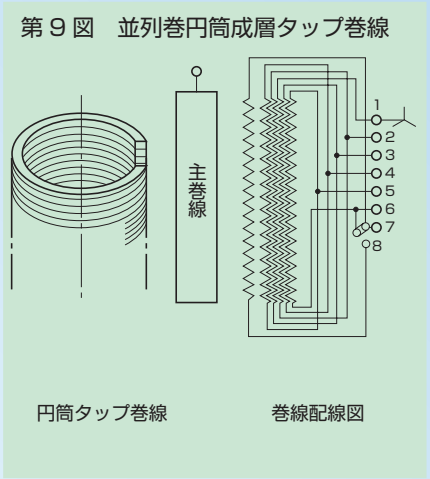
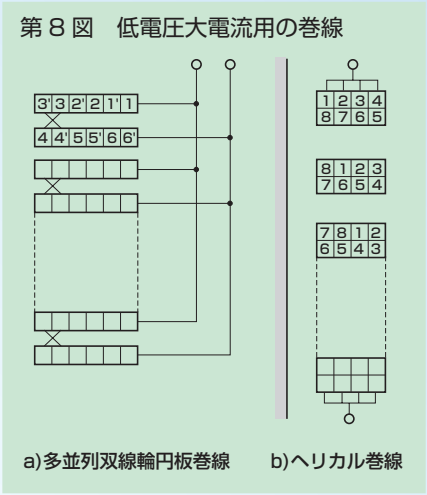
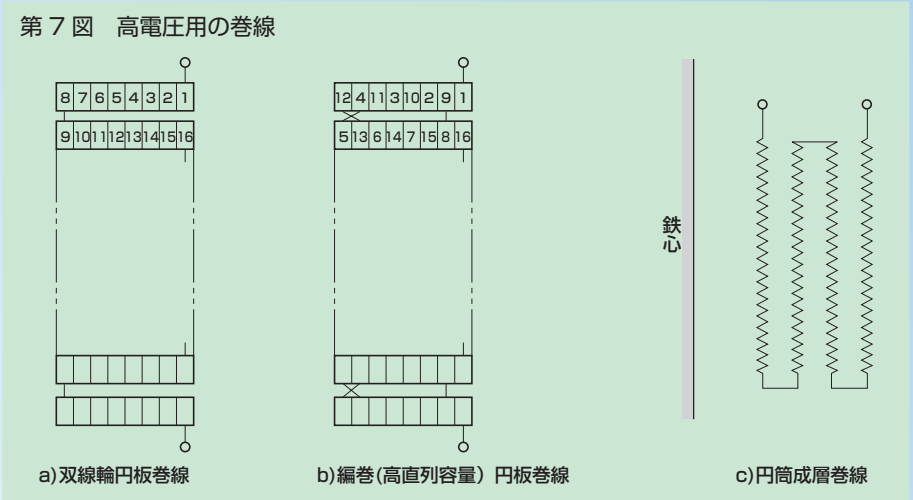
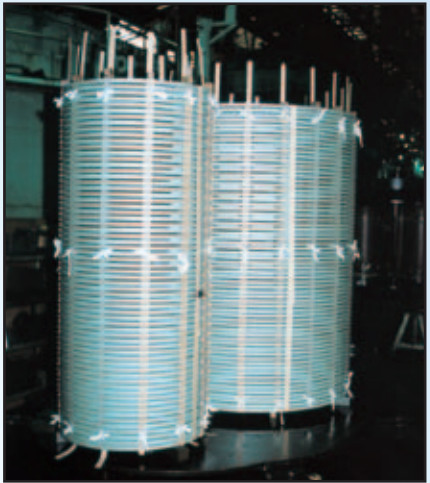


写真5 多並列双線輪円板巻線



絶縁

各巻線間および巻線と大地間の絶縁構成は、油ギャップをプレスボードバリアで細分するいわゆる分割オイルダクト構造となっており、これは多数の基礎研究によって得られたデータを基に確立されたもので、しかも十分な安全率をもつ基準に従って決定しています。さらに超高压の分野では電位分布をコンピュータによって把握し、局所的な電界集中が起きないように万全を期しています。衝撃電圧特性については、実物大モデルについてコンピュータを利用した理論解析および過渡現象直読装置を利用した実験など幾多の研究成果をふまえ、設計段階で詳細に検討し、十分な絶縁信頼性を確保しています。巻線などに使用されている絶縁紙およびプレスボードは、鉄心へ入れる直前に単体で前締め乾燥され、中身組立完成后さらに気相乾燥炉で本乾燥し、高真空下で脱気油を含まします。

乾燥

巻線は寸法・形状の安定性を確保するため鉄心へ入れる直前に、単体で前締め乾燥をします。このとき巻線は所定の荷重で締め付けて、真空加熱乾燥処理をします。

次に組立の終わった変圧器の中身を気相乾燥炉に入れて、ある種の溶剤蒸気により真空加熱乾燥をします（写真 7）。

なお乾燥完了の判定は、絶縁抵抗・ $\tan \delta$ ・露点の測定および変圧器巻線の温度測定で判断します。絶縁物は効果的な前締め乾燥および気相乾燥によって、完全に収縮させた後強固に再締め付けしますから、経年使用中枯れによってさらに収縮を生ずることはほとんどありません。

輸送などの制限から、据付け現場で乾燥する必要がある場合は、設備が簡単で良好な乾燥効果が得られる熱油循環真空乾燥法を採用することもあります。

写真 6 大形気相乾燥炉



N89-2649-4

写真 7 巻線の単体前締め乾燥処理



AC339207

高压側

変圧器からの口出し方式は次の 3 種類があり、経済性・保守性・保安上にそれぞれ特長があります。

●普通形ブッシング

JEC - 183 に準拠した単一形ブッシング・コンデンサブッシングを使用しています。これらは線路端の絶縁階級や電流・汚損度によって適宜選択します。

●エレファント形（GIS 直結形も含む）

この方式はケーブルを直接タンク内に引き込むために、充電部の露出がなくコンパクトにまとめることができ、空間利用率の向上が図れるとともに保守保安上の危険がなく、電気炉用変圧器には最適な方式です。当社では線路端の絶縁階級が 30 号以下は気中式、60 号以上は油入式を標準としています。また写真 8 は SF₆ ガス絶縁開閉装置（GIS）と直結した特殊エレファント形で、電力流通設備全体をコンパクト化した一例です。

●ブスダクト形

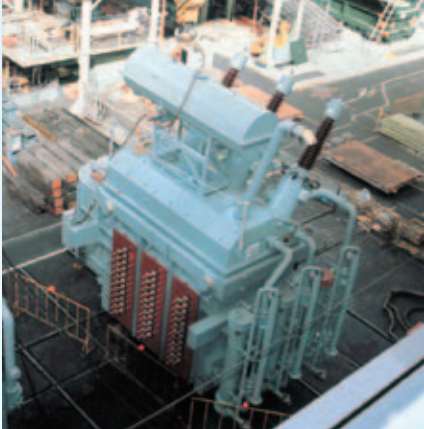
これは普通形ブッシングおよび接続導体を気中ダクトで覆ったもので、保安上の危険がないため 30 号以下のものに多用されています。

写真 8 GIS 直結エレファント形



N99-937-4

写真 9 合金鉄炉普通形ブッシング

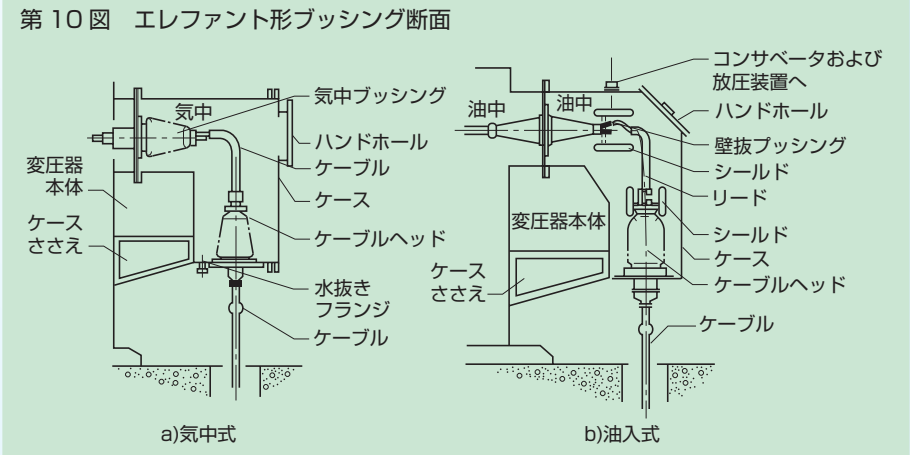


AC353215

写真 10 油入エレファント形ブッシング



N99-541-13



低圧側

電気炉用変圧器は低圧側の大電流を引き出す端子構造に大きな特長があります。当社では電気炉の構造やご要求に応じ、各種の特長ある方式を考案適用しています。大電流端子はその冷却方式から次の２種類に大別されますが、いずれも各相の正負端子を密接して引き出し、インダクタンス・リアクタンスを最小にするよう考慮しています。

●自冷式平形端子

ターミナルバーは電気用銅板またはアルミ板を使用し、導体貫通部の仕切り板には特殊配合の不飽和ポリエステル樹脂を使用しています。電流は１枚あたり約 13kA を限度とし電流に応じてシリーズ化しています（写真 13）。

●水冷式端子

水冷式端子は継目無厚肉銅管を U 字形に曲げ加工し、管内に冷却水を通水したもので、並列数を増やすことによって超大電流でも無理なく引き出せます。当社標準は第 11 図、写真 11 のように端子頂部金具付きですが、写真 12 のように電気炉側の水冷導体と直結して、共通の冷却水によって冷却する方式のものや、写真 14 のように低圧大電流巻線を変圧器内部で三角結線し、各相を等距離の三角配置で引き出したものなど各種の方式を開発適用しています。

写真 11 水冷式端子

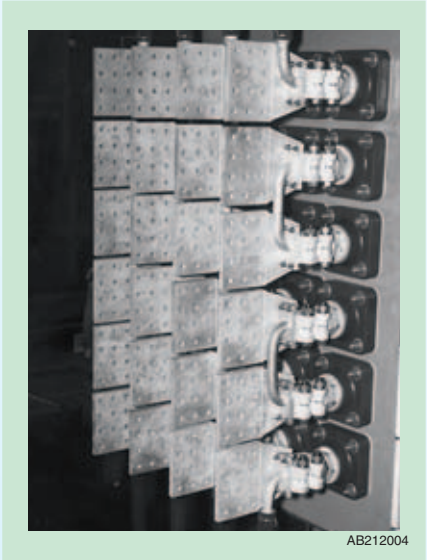


写真 12 電気炉側水冷導体と直結式の水
冷式端子

（上下左右の各端子はそれぞれ正負端子として密接して引き出しています）



写真 13 大電流自冷式端子

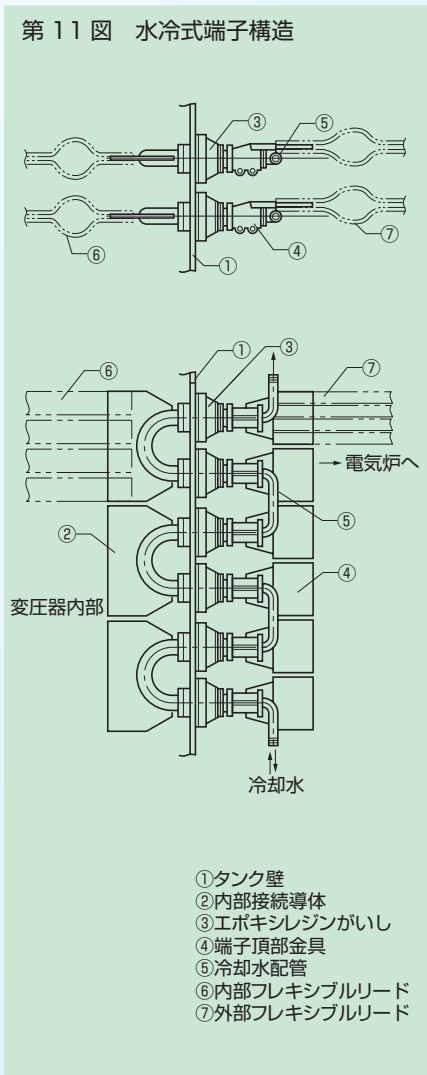
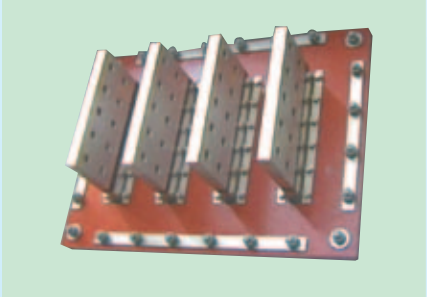
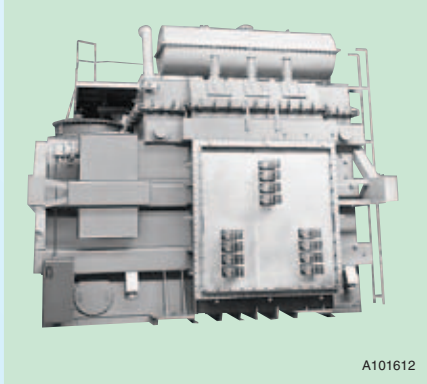


写真 14 変圧器内でクロスデルタ結線をしたアーク炉用変圧器



付属品

大容量電気炉用変圧器（5,000kVA 超過）用付属品の種類と、構造・機能などを示します。

第 2 表 付属品一覧表（●：標準付属品）

区分	名称	油劣化防止装置			備考およびご指定事項 （開閉電流は直流 100V 時定数 7ms の場合）
		開放式	ゴムセル式	隔膜式	
標準付属	主銘板	●	●	●	取付けは高圧側が標準
	冷却装置	●	●	●	冷却方式により、冷却ファン・送油ポンプ・油流指示器・水流指示器を付属
	放熱器弁	●	●	●	自冷式放熱器には、下部のみ付属
	コンサベータ	●	●	●	
	吸湿呼吸器	●	●	●	
	ブッシング（二次端子）	●	●	●	普通形ブッシング・エレファント形・ブスダクト形、耐塩仕様（自冷、水冷）
	接地端子	●	●	●	本体・活線浄油装置・避雷器にそれぞれ標準取付け、接地線の種類と寸法、標準：締付形構造、圧縮形
	補助回路端子箱	●	●	●	ファン・ポンプ・計器類の入力・出力端子を 1 箇所に集めた端子箱
	無電圧タップ切換器または 負荷時タップ切換器	●	●	●	負荷時タップ切換器の場合は電動操作機構を含む、無電圧タップ切換：本体カバー上で手動操作・床上操作・電動操作、タップ位置表示方式、操作電源
	ブッフホルツ継電器	●	●	●	第 1 段・第 2 段 a 接点付き 接点：開閉 0.5A、通電 5A
	ダイヤル温度計	●	●	●	最高指示針・a 接点付き 接点：開閉 0.1A、通電 1A
	ダイヤル油面計	—	●	●	下限：a 接点付き 接点：開閉 0.5A、通電 5A
	板状油面計	●	—	—	
	排油弁	●	●	●	検油栓付き
	つり耳	●	●	●	
	油入弁	●	●	●	
	ジャッキボス	●	●	●	
	ベース	●	●	●	
	サージ吸収器	●	●	●	
ご 要 求 に よ り 付 属	放圧装置				a 接点付き、自動復帰式 接点：開閉 0.5A、通電 15A
	バンク名称板				
	主回路接続端子				圧縮端子などの種類と寸法
	ブッシング変流器、 内蔵変流器				定格：6kV、100A 以上
	ブスダクトフランジ				
	ケーブル接続箱				エレファント形ブッシング
	活線浄油装置				ヤンセン式 LTC 用、開閉器室絶縁の信頼度向上と保守用停電の頻度を減らす目的で使用、VS-LTC には不要
	切換開閉器短絡装置				切換開閉器取外し時の主回路用ダミーインサート
	導油管				放圧装置用
	油圧継電器				
	棒状温度計				
	測温抵抗体				
	基礎ボルト				
	はしご				
	はしご上昇禁止板				
	車輪				フランジ車輪と平車輪の別、レールゲージ移動方向、90°方向変換可否
	巻線温度計				接点：開閉 0.5A、通電 15A
	油流指示器				
	水流指示器				
	二次導体支持架台用台座				
	油循環ポンプ・モータ				

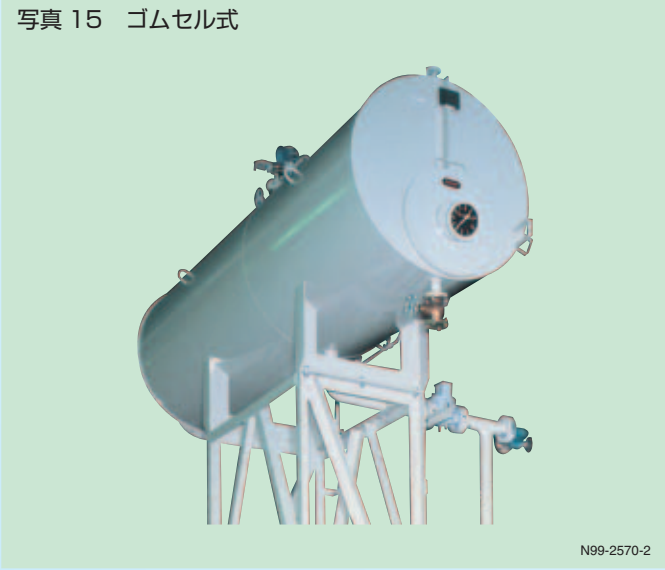
油劣化防止装置

変圧器に封入する絶縁油は気温変化や負荷の変化により体積が変化しますが、その変化のための必要油槽空間がコンサベータです。コンサベータは構造により、開放式・ゴムセル式・隔膜式に大別され、それぞれ次の特長があります。当社では環境条件や冷却方式により適宜選択します。

●開放式
変圧器油がコンサベータ油面で直接大気に接するため、空気側には吸湿呼吸器（シリカゲル）を設け、油中への水分混入を極力少なくするよう考慮しています。この方式は定期的に絶縁油を採取し、tan δ や全酸化・耐電圧などをチェックすることが必要です（第 12 図）。

●ゴムセル式
絶縁油と大気とが直接接しないよう、ゴムセルにより密封し油の酸化を防止する構造のもので、油の膨張・収縮によりゴムセルの体積が変動します（第 13 図）。

●隔膜式
絶縁油と大気との間に空気の透過性のきわめて少ない隔膜を挿入し、絶縁油を大気から隔離する方式のもので、一度脱気処理した絶縁油は再生や交換などの必要がなく、保守がきわめて簡単です（第 14 図）。



負荷時タップ切換器

電気炉の投入電力を調整するためには、電気炉用変圧器の二次タップ電圧を切換えなければなりません。この切換は負荷時に行うのが多く、しかも一日数十回から百回以上におよぶものであり、切換頻度の多いことは、一般電力用変圧器の比ではありません。このためタップ切換器の選定時は、特に高頻度の切換操作に対して信頼性の高いものが要求されます。

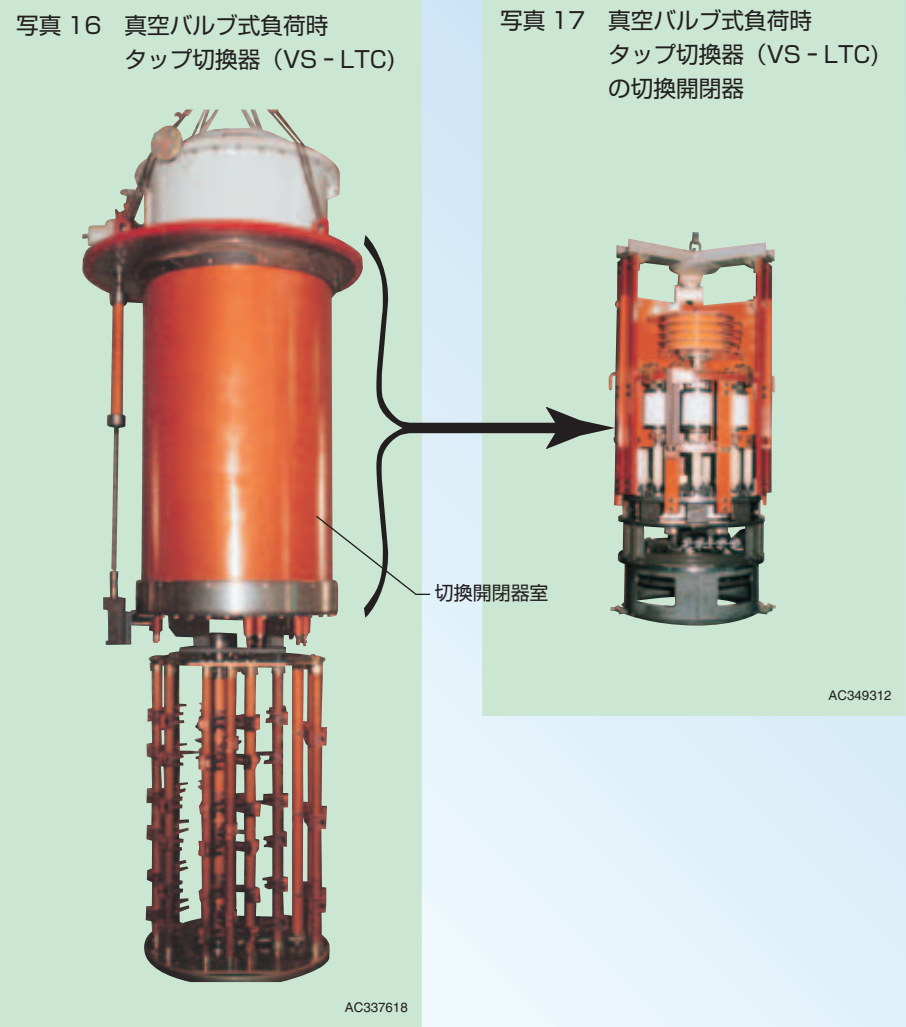
当社ではこの点を考慮してヤンセン式負荷時タップ切換器と、当社が世界に先駆けて開発した真空バルブ式負荷時タップ切換器（電氣的耐用切換回数：100 万回が期待、活線浄油装置が不要）の 2 種類のタップ切換器を用意しています。

- 特長

 - 1.優れた適用性
豊富なシリーズをそろえ、小容量変圧器から超大容量変圧器まで適用できます。
 - 2.優れた性能・信頼性
過酷な各種特性試験・寿命試験による検証と豊富な実績により、優れた性能と高い信頼性が保証されています。
- 3.抵抗式切換方式
限流抵抗の採用により、コンパクトになっています。
 - 4.容易な保守点検

耐用切換回数比較 〔単位：万回〕

	真空バルブ式	ヤンセン式
機械的耐用切換回数	300	80
電氣的耐用切換回数	100	20
補機類	20	20



工場完成時に得られた高度の絶縁性能を、そのまま現地組立時まで保持させるとともに、現地組立に要する設備および日数を節約する目的で、当社は大容量変圧器の車両形封じ切り方式（ファールバル）なる組立輸送方式を採用しています。本方式の利用はめざましく、各種用途の変圧器を含めすでに

その納入実績は 200 台を突破しています。これらは当社所有のシキ 280（165t 用）を用い独特の車両形タンクにより輸送するものですが特殊構造の電気炉用変圧器にも採用可能です。また工場試験終了後変圧器をエアベアリング車により岸壁へ引き出し、容易に貨物船へ積載できます（写真 18）。

写真 18 つり上げ状況



DK10970

写真 19 はしけ積み状況



DK0082

写真 20 船積み状況



DK0083

台数・用途	
設置場所	●屋内用・屋外用 ●塩害・じんあい・有毒ガス・振動・衝撃の多い場所など特殊環境のときはその旨注記ください。
相数	●三相・単相
周波数	● 50/60Hz
定格容量	
定格電圧およびタップ電圧	●一次定格電圧・二次タップ電圧・ステップ数をご指定ください。なおタップ電圧については全容量タップ電圧と低減容量タップ電圧をご指定ください。
タップの切換	●負荷時か、無負荷時かの別 ●ヤンセン式か、真空バルブ式かの別
結線	●三相器のとき、△または人の標準結線をご指定ください（オープン形またはクローズド形）。
定格の種類	●連続定格・短時間過負荷のあるときは、過負荷比率と過負荷時間・負荷サイクルをご指定ください。
油劣化防止方式	●開放式・ゴムセル式・隔膜式など油劣化防止方式をご指定ください。
冷却方式	●油入自冷・導油風冷・導油水冷（冷却水温・水質）の別、媒体の最高温度
使用状態	●常規使用状態（周囲温度：40℃以下、標高：1000m 以下）
輸送条件	●輸送中の制限寸法・制限質量があるときはご指定ください。
据付条件	●変圧器を据付（搬入・設置）けるときの寸法・質量に制限のあるときは、ご指定ください。
その他の条件	●一次端子引込方式・二次端子引出方式などの構造の指定・準拠規格の確認、その他の条件がありましたらご指定ください。

⚠ 安全に関するご注意

*ご使用の前に、「取扱説明書」や「仕様書」などをよくお読みいただくか、当社またはお買上の販売店にご相談のうえ、正しくご使用ください。
*取扱いには当該分野の専門の技術を有する人が行ってください。

FE 富士電機株式会社

ホームページURL <http://www.fujielectric.co.jp>

本社 ☎(03)5435-7111 〒141-0032 東京都品川区大崎一丁目11番2号(ゲートシティ大崎イーストタワー)

支社・支店・営業所

[東日本]

北海道	☎(011)261-7231	〒060-0031	北海道札幌市中央区北一条東二丁目5番2号(札幌泉第一ビル)
道南	☎(0143)44-6800	〒050-0083	北海道室蘭市東町二丁目23番6号(第二大通りビル)
東北	☎(022)225-5351	〒980-0011	宮城県仙台市青葉区上杉三丁目3番30号
岩手	☎(0198)26-5161	〒025-0311	岩手県花巻市卸町23
北関東	☎(048)834-3121	〒330-0071	埼玉県さいたま市浦和区上木崎二丁目11番21号
前橋	☎(027)251-4577	〒371-0855	群馬県前橋市問屋町二丁目6番1号
東関東	☎(043)266-7622	〒260-0843	千葉県千葉市中央区末広四丁目20番1号
松本	☎(0263)48-2763	〒390-0852	長野県松本市島立943番地(ハーモネートビル)
北陸	☎(076)441-1231	〒930-0004	富山県富山市桜橋通り3番1号(富山電気ビル)
新潟	☎(025)284-5325	〒950-0965	新潟県新潟市中央区新光町16番地4号(荏原新潟ビル)

[中部]

中部	☎(052)746-1000	〒460-0007	愛知県名古屋市中区新栄一丁目5番8号(広小路アクアプレイス)
静岡	☎(054)280-6673	〒422-8051	静岡県静岡市駿河区中野新田57番46
三島	☎(055)976-3331	〒411-0036	静岡県三島市一番町15番33号(朝日生命三島ビル)
浜松	☎(053)413-6161	〒430-0926	静岡県浜松市中区砂山町355番地4(静銀あいおい砂山ビル)
三重	☎(059)353-3471	〒510-0086	三重県四日市市諏訪栄町1番12号(朝日生命四日市ビル)
豊田	☎(0566)83-9915	〒472-0031	愛知県知立市桜木町桜木43番地(Mプラザ)
金沢	☎(076)291-8830	〒921-8001	石川県金沢市高島三丁目192番

[西日本]

関西	☎(06)6455-3800	〒553-0002	大阪府大阪市福島区鷺州一丁目11番19号(富士電機大阪ビル)
神戸	☎(078)371-3288	〒651-2271	兵庫県神戸市西区高塚台四丁目1番地の1
滋賀	☎(0748)31-1360	〒523-0893	滋賀県近江八幡市桜宮町289番地(フジビル)
中国	☎(082)247-4231	〒730-0022	広島県広島市中区銀山町14番18号
山口	☎(0836)21-3177	〒755-8577	山口県宇部市相生町8番1号(宇部興産ビル)
東中国	☎(086)422-0922	〒710-0842	岡山県倉敷市吉岡572番地11
四国	☎(087)851-9101	〒760-0017	香川県高松市番町一丁目6番8号(高松興銀ビル)
松山	☎(089)933-9100	〒790-0011	愛媛県松山市千舟町四丁目5番4号(松山千舟454ビル)
高知	☎(088)824-8122	〒780-0870	高知県高知市本町四丁目2番44号(朝日生命高知ビル)
徳島	☎(088)657-4110	〒770-0943	徳島県徳島市中昭和町一丁目3番地(山一興業ビル)
九州	☎(092)262-7800	〒812-0025	福岡県福岡市博多区店屋町5番18号(博多NSビル)
小倉	☎(093)562-2323	〒803-0846	福岡県北九州市小倉北区下道津一丁目2番地1号(U&Iビル)
大分	☎(097)532-9161	〒870-0036	大分県大分市寿町5番20号
長崎	☎(095)822-6165	〒850-0037	長崎県長崎市金屋町7番12号
熊本	☎(096)334-7781	〒860-0834	熊本県熊本市江越二丁目14番18号
宮崎	☎(0985)24-7281	〒880-0015	宮崎県宮崎市大工二丁目27番地
鹿児島	☎(099)286-1234	〒890-0053	鹿児島県鹿児島市中央町9番地1(鹿児島中央第一生命ビル)
沖縄	☎(098)862-8625	〒900-0004	沖縄県那覇市銘対二丁目4番51号(ジェイソービル)

このカタログは再生紙を使用しています。