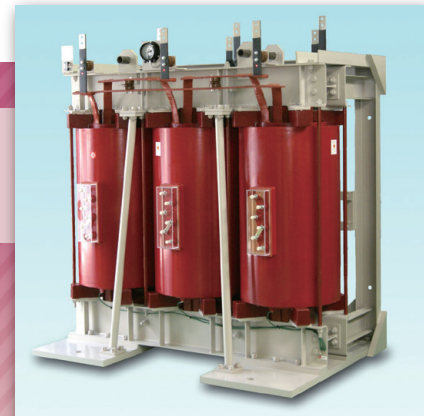


Step up transformer for Wind turbines

RISHOCAST
風力発電用 モールド変圧器

FRP強化コイル / 耐環境性が評価され多くの採用実績

RISHOCAST transformers have come to be installed in wind turbines with evaluation of their tough coils and excellent weather resistance. They also could be designed so compact as to be installed through hatches without disassembling.



▲浮体式洋上風力発電用昇圧変圧器

■我が国初、樹脂によるコイルの完全固体絶縁

利昌工業が製造する変圧器は、巻線（コイル）をエポキシ樹脂で完全に覆って絶縁する「モールド」タイプです。

この絶縁方法は1953（昭和28）年、利昌工業が我が国で初めて開発したもので、まず受配電設備の異常電流や異常電圧を検知するための「計器用変成器(CT/VT)」の絶縁から始めました。これにより自然劣化や雷撃による絶縁不良が激減し、停電を減らすことで戦後の復興に貢献しました。



▲エポキシモールド計器用変成器（CT・左）と変圧器（VT）

現在3万ボルトクラスまでのCT/VTは、他社で生産されるものも含めて、このモールドタイプが主流になっています。

■モールド技術で受配電用変圧器市場へ参入

利昌工業では、CT/VTで培った絶縁技術で「いつかはモールド変圧器を…」と考えておりましたが、受配電用変圧器の市場には歴史も実績も申し分のない錚々たる専門メーカーがあり、中堅の絶縁材料メーカーである利昌工業が立ち入る余地はないように思われました。



▲我が国初となるモールド変圧器（1973年）

そんなおり、変圧器の絶縁油として、当時さかんに使用されていたPCB（ポリ塩化ビフェニール）を原因とする大規模な健康被害が起こりました（1968年）。

リショーキャスト変圧器

【風力発電用途に適した特長】

- 激しい振動や動揺、あるいは傾斜といった過酷な条件下でも運転が可能です。
- 塵、埃、結露、あるいは塩分が多いといった過酷な環境下でも使用できます。
- 繰り返しの電流変化にさらされても、コイルを絶縁する樹脂にクラックが入りにくい設計となっています。
- コンパクトに設計できますので、分解することなく、タワーやナセル内に搬入することができます。
- 変圧器をタワー内に設置した後、タワー本体を横倒しにして輸送するのに耐える設計も可能です。

【製作可能範囲】

- 定格容量 6000kVA以下
- 高圧側電圧 36kV以下
- 低圧側電圧 1.1kV以下
- 周波数 50Hz or 60Hz
- 冷却方式 自冷式 or 冷却ファン式
- 耐熱クラス F種

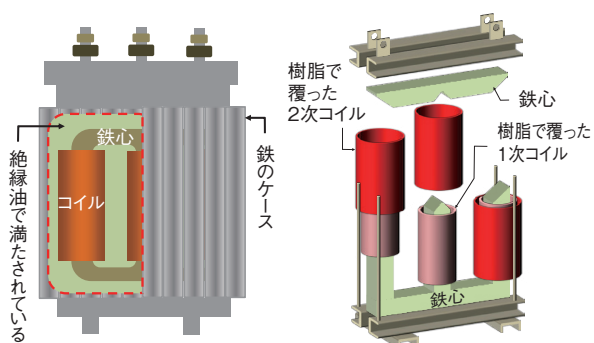
これを受けて利昌工業は、大企業では製造されていないモールドタイプ、つまり絶縁油を使用しないタイプの変圧器でこの市場に参入することを決意しました。

そして1973（昭和48）年、西ドイツ（当時）のメイ&クリステ社と技術提携を結び、我が国で初めて受配電用変圧器のモールド化に成功しました。

■軽量でコンパクトな防災型変圧器

当時、大企業で製造されていたのは、コイルと鉄心を鉄のケース入れ、ここに絶縁油を満たした「油入り」というタイプの変圧器が主流でした。

一方モールド変圧器は、コイルをエポキシ樹脂で覆って絶縁します。変圧器の鉄心には電気が流れませんので、コイルのみを絶縁するのは合理的な方法です。しかも絶縁油を溜める鉄のケースが



▲油入り変圧器の構造
(イメージ)

鉄心とコイルを鉄のケースに入れて、絶縁油を満たします。

▲モールド変圧器の構造
(イメージ)

コイルのみをエポキシ樹脂で絶縁します。鉄のケースも不要で軽量・コンパクトになります。

不要となりますから、油入り変圧器と同じ容量なら、これよりも軽量かつコンパクトに仕上げることができます。

発売当初は、こんな「がいこつ」のような変圧器で本当に大丈夫なのか…と心配される方もいましたが、絶縁油を使用しない変圧器は、万一火災に遭っても爆発の心配がなく、さらにエポキシ樹脂には「自己消火性」を付与していますので、公共施設を中心に「防災型変圧器」としてのご採用が広まり、現在では大企業からもモールドタイプがリリースされています。



①炎を近づけても
容易に着火せず

②かりに着火しても、
炎を外すと

③すぐに自己消火

▲自己消火性のイメージ

■リショーキャスト変圧器の特長

利昌工業では、モールド技術を用いて製造する配電盤用電気機器の製品群に「リショーキャスト/RISHOCAST」という商標を登録しております。

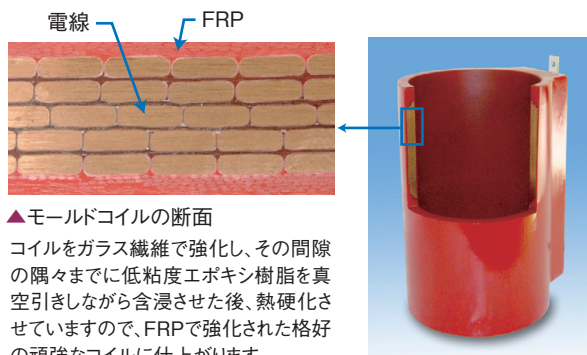
◆FRPで強化されたコイル

リショーキャスト変圧器の最大の特長は「ガラス繊維で強化されたコイル」です。

その製法は、ガラス繊維で強化したコイルを金型に入れ、これらの間隙の隅々までに、低粘度、つまりシリカなどの充填物を含まないエポキシ樹脂を、真空引きで含浸させ、さらに熱硬化させる

というものですので、FRPで強化された格好の非常に頑強なコイルができあがります。

このひと手間もふた手間もかけた「金型式真空含浸法」は、国内では利昌工業のみが採用するもので、樹脂の内部に気泡が入らないため絶縁信頼性に優れ、さらに機械的強度にも優れたモールドコイルを作るため、半世紀も頑なに守り続けている製造方法です。



▲モールドコイルの断面

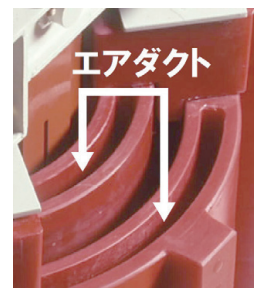
コイルをガラス繊維で強化し、その間隙の隅々までに低粘度エポキシ樹脂を真空引きしながら含浸させた後、熱硬化させていますので、FRPで強化された格好の頑強なコイルに仕上がります。

▲モールドコイル

◆エアダクト

もうひとつの特長は「エアダクト」です。先にご紹介した製造方法を採用すると、コイルを覆う樹脂を薄くすることができますので、ここにエアダクトを設けています。

このためリショーキャスト変圧器は5000キロボルトアンペアといった大容量になっても、エア・ナチュラル、つまり冷却ファンを取り付けずとも、自然な空気の対流のみで効率よく冷却することができ、これがさらなる軽量・コンパクト化につながります。



▲エアダクト構造



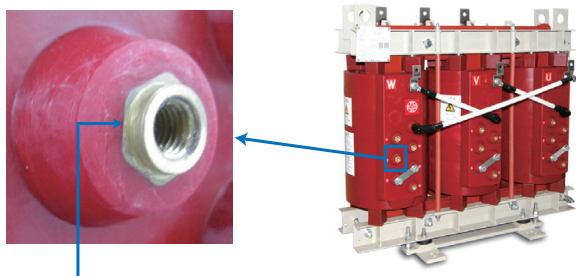
▲更新にあたり3000kVAの変圧器(既設品)があったスペースに納まった4000kVAのリショーキャスト変圧器

◆耐環境性に優れる

コイルを絶縁するエポキシ樹脂は、接着剤としても使用されるものですから、端子の埋め込み部、あるいはコイル(電線)の引き出し部といった箇所において金属製部品との密着性に優れます。

このため樹脂と金属製部品の隙間（ギャップ）から、水分（結露）やこれに溶け込んだ塩分などの導電性物質、あるいは塵埃などが侵入しません。

リショーキャスト変圧器は気候や地域など、さまざまに異なる環境下でのご使用に耐えることから、世界各国への納入実績がございます。

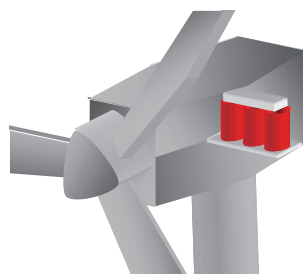


エポキシ樹脂は接着剤としても使用されることから、端子など金属部品との密着性に優れ、隙間（ギャップ）から異物が侵入しません。

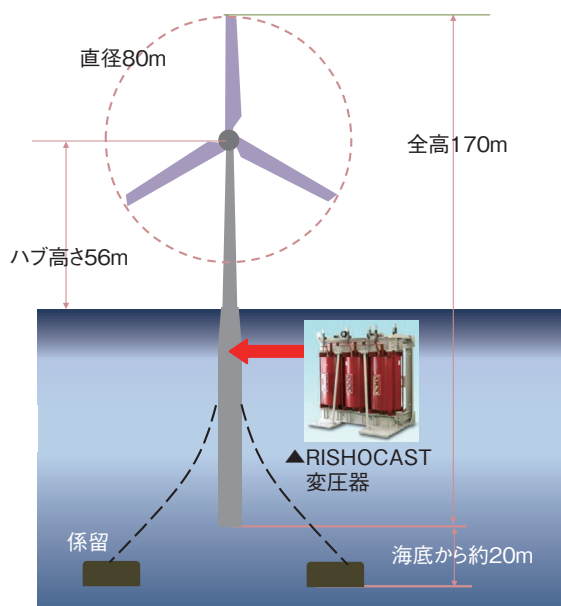
■風力発電用途への展開

これまでにご紹介した特長が評価され、リショーキャスト変圧器は、近年、風車で得られた電力を昇圧する用途へのご採用が増えています。

変圧器が格納される箇所は、ナセル内、タワー内、あるいはタワーに併設される屋外キュービクル内と多岐にわたり、陸上風車はもとより、着床式洋上風車や



▲ナセル内格納のイメージ



▲浮体式洋上風力のタワー内へご採用いただくイメージ

浮体式洋上風車といったように、風力タワーが設置される場所も様々です。

■リブレースにも最適

風力発電用の変圧器を更新するにあたり、既設の油入り変圧器やモールド変圧器から、堅牢なコイルを持つリショーキャスト変圧器への取り替えといったご相談も増えております。

この際、コンパクトに設計できるリショーキャスト変圧器なら、分解することなく、既設の搬入口（ハッチ）からタワー内へと格納できます。



▲既設のハッチから格納した一例

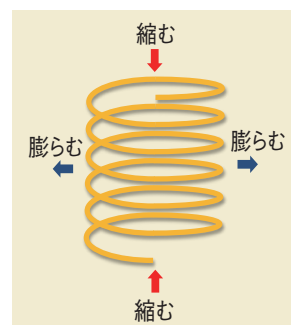
■繰り返しの電流変化に耐える

一般的な用途に使用される変圧器は、発電所や変電所からやってくる非常に安定した電気を受電しています。さらに、減多な事では、この電気の供給がストップすることはありません。

一方、風力発電用の変圧器は、風の状態によって変化する電気を受電しており、時にはこの発電がストップすることもあります。

このように風力発電用の変圧器は、一般的な変圧器と比べ、生涯のうちで電気の変化に遭遇する機会が圧倒的に多く、その程度もかなり大きいものと推察できます。

コイルのような「つるまきバネ」に電流を流すと、長さ方向には縮み、幅方向へは膨らむという寸法変化が起こります。このようなことが繰り返されると、コイルを絶縁する樹脂にストレスが蓄積して、クラックが生じることで絶縁性能が低下します。



▲コイルに電流が流れた際の寸法変化(イメージ)

リショーキャスト変圧器の頑強なコイルは、このようなストレスにもよく耐えますので、更新の回数を減少させることで、風力発電事業の収益改善に貢献するものと期待しております。

■まとめ

利昌工業ではこれまで、リショーキャスト変圧器が過酷な環境におかれることを想定した、さまざまな試験を行い、良好な結果を得ております。

風力発電用途としては、国際規格(IEC 60076-16/風車用変圧器)に定められた電圧クラス

で製作いたします。

また同規格が要求する、耐候性(Climatic class)、耐環境性(Environmental class)、燃焼挙動性(Fire behavior class)に係る仕様についてのご相談も承りますので、ご下命を賜りたくお待ちしております。

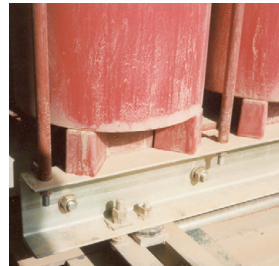
▼過酷な状況に置かれることを想定した、さまざまな試験で良好な結果を得ております。



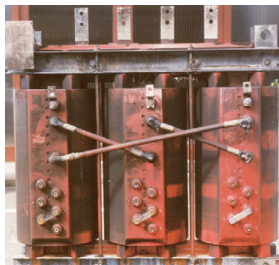
▲傾斜試験



▲耐震試験



▲汚損試験



▲燃焼試験



▲結露試験



▲耐クラック試験
(コイルを冷熱試験機にセット)



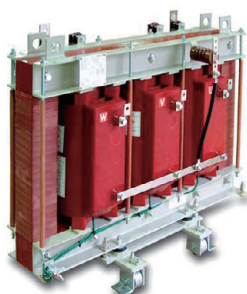
▲スプリンクラー試験

RISHOCAST

www.risho.co.jp/

一品仕様にお応えします

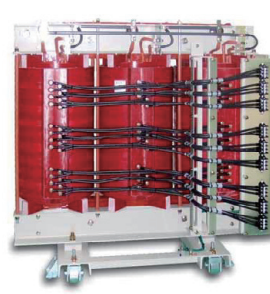
リショーキャスト 特殊用途変圧器



▲発電機用接地変圧器



▲発電機用励磁変圧器



▲高圧インバータ用変圧器



▲洋上風力発電用変圧器

☆この他、試験設備用、特殊容量仕様など、ご要望に応じて設計・製造承ります

大 阪 本 社：大阪市北区堂島2丁目1番9号
東 京 本 部：東京都中央区八重洲1丁目3番22号
名古屋支社：名古屋市中村区名駅南1丁目18番19号

TEL.06-6345-8335
TEL.03-3272-3771
TEL.052-582-2971



利昌工業株式会社
RISHO KOGYO CO., LTD.