

RISHO NEWS

NO. 229
Apr. 2023



【今月の表紙】 セルロースナノファイバーの箏爪（関連記事を2ページに）

- プロダクツニュース/skew対策に好適 PPE樹脂 低誘電率接着シート AD-3379
Products News/Low Dk & Low Df bonding sheet for 5G communication equipment.
- プロダクツニュース/リショーライト 熱硬化性樹脂積層管の工業用巻き芯
Products News/Role cores made of RISHOLITE thermosetting resin laminated tubes.
- プロダクツニュース/リショーキャスト 風力発電用変圧器
Products News/RISHOCAST step-up transformer for Wind turbines.
- リショーインソサエティ/プリント配線板ドリル穴あけ加工用治具板 リコライト
Risho in Society/PWB drilling support board RICOLITE.

今月の表紙

象牙に替わる箏爪用

セルロースナノファイバーを主成分とする成型体を開発

象牙に近い音色・弾き心地・耐久性で好評販売中

Risho Kogyo developed a novel CNF-based compound for the pick to playing the Koto (stringed instrument). The CNF-pick is durable and good feeling as the ivory one. The CNF-picks are now on sale at Rakuten from Mishimaya Gakkiten.



▲新たに開発したCNF成型体を切削加工して得られた箏爪「玄武」
ご提供：株式会社三島屋楽器店(新潟県長岡市)様

■象牙に替わる材料として

このたび利昌工業では、象牙に替わる箏爪（ことづめ）の材料として、セルロースナノファイバー(CNF)を主成分とした成型体（以下、CNF成型体）を開発しました。

象牙はワシントン条約で国際取引が原則禁止。象牙製の箏爪は、法律に基づく管理のもと限定的に国内で取引されていますが「持続可能」という点では懸念が残ります。

これを受けて開発したのがCNFの成型体です。



▲CNF成型体(右)とこれを切削加工した箏爪

■90年の技術で開発

利昌工業では約90年前より紙や布、あるいは木材（単板）といったセルロースをベースとする素材で、フェノール樹脂を強化したタイプのプラスチック板（積層板）を製造販売しております。

これらは現在に至るまで、電気絶縁をはじめ、さまざまな工業用途で多くのご愛顧を賜るロングセラー商品です。

国内では大きな市場シェアを占めており、この得意とする「セルロースを改質・使いこなす技術」で新たに開発したのがCNF成型体です。

■高度な加工技術に感服

当社の積層板は切削加工を経て、さまざまな形状をした部品になりますが、これらは専ら工業用途です。

いっぽう音楽という芸術の用途に使用される箏爪は、何百年にわたり製造技術が受け継がれた「伝統工芸品」の部類に入るかと存じます。



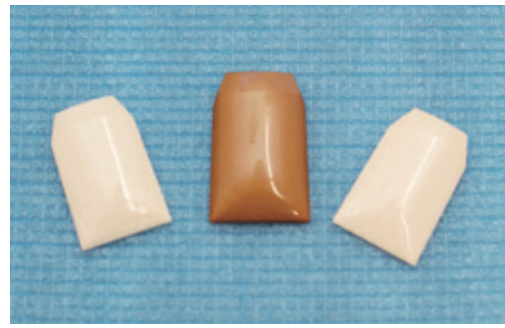
▲サイズは18×28mmで厚さ4mm。爪の先ほどです。表面は「餡色の光沢」が出るまで研磨されています。

箏爪のサイズは18×28mmで厚さ4mm。まさに「爪の先ほど」です。この微細なパーツの、どこを、どんな治具で啜えて（くわえて）、どんな形の刃物で削り出したのか？常日頃より「加工屋さん」のお世話になっている材料屋として興味は尽きません。

さらに表面は「餡色の光沢」が出るまで研磨されているのですから、バフ工程も気になります。

■遜色ない音色・弾き心地・耐久性

箏爪は、まさに「琴線に触れる」ための道具です。象牙の他に多くの代替材がある中、おかげさまでCNF成型体の箏爪は、著名な箏奏者より、音色、弾き心地、耐久性、いずれも象牙製のものと較べて、最も遜色ないとの評価を賜り、NHKのニュースでも報じられました。



著名な箏奏者より、CNF成型体から得た箏爪(褐色)は音色、弾き心地、耐久性、いずれも象牙製と遜色ないとの評価を賜りました。

■「先祖返り」の用途

プラスチックが開発される契機となったのはビリヤードの球です。当時のものは象牙製で、材料の枯渇に鑑み代替材として開発されたのがセルロイドです。続いて登場したフェノール樹脂も、当初は象牙の代替材として、パイプ（喫煙具）やアクセサリに加工され、象牙製など高嶺の花であった人々に歓迎されました。

こういった意味でCNF成型体の箏爪は、先祖返りの用途であると言えます。

■好評発売中

CNF成型体の箏爪は、伊藤忠商事様、三島屋楽器店（新潟県長岡市）様との共同開発品です。ただいま三島屋楽器店様の楽天サイト、ならびに全国の和楽器店様で好評発売中です。ご購入の際は「三島屋 玄武」でご検索下さい。

おかげさまで無錫化成 創業20周年

MUFGバンク(中国)有限公司様より水墨画

A piece of Chinese ink painting depicting a bright future was presented from MUFG Bank (China), Ltd. in commemoration of 20th anniversary of RISHO KOGYO(WUXI)CHEMICAL CO.,LTD.



▲利昌工業(無錫)化成有限公司

■おかげさまで創業20年

おかげさまで利昌工業(無錫)化成有限公司が創業20周年を迎えました。無錫化成は、利昌工業にとって初の海外製造拠点である利昌工業(無錫)電気有限公司(1998年)に続く、第2の拠点として2003年に開業しました。

先日、これを記念して取引銀行のMUFGバンク(中国)有限公司 無錫支店(中国語名:三菱日联銀行(中国)有限公司 无锡分行)様より旭日東昇の水墨画をいただきました。

中国では次のような思いを込めて「旭日東昇」の水墨画を描くのだそうです。

「朝は太陽が東から昇ったばかりで、生気と活力に満ちている。素晴らしい日は始まったばかり。素晴らしい未来に憧れ、明るく広い将来性を持っている。」

20歳は人間に例えると学校や家庭、地域でかけがえのない経験をし、多くのことを学び、新たに大人として第一歩を踏み出す年齢です。無錫化成もこれからますますの発展を目指し、成長するために努力して参る所存です。

創業20周年の節目を迎えられたのも、ひとえにお客様のご愛顧の賜物であると深く感謝申し上げます。今後ともよろしくお願ひ申し上げます。



▲三菱日联銀行(中国)有限公司 无锡分行様よりお贈りいただいた旭日東昇の水墨画

Low Dk and Low Df bonding sheet for 5G communication equipment

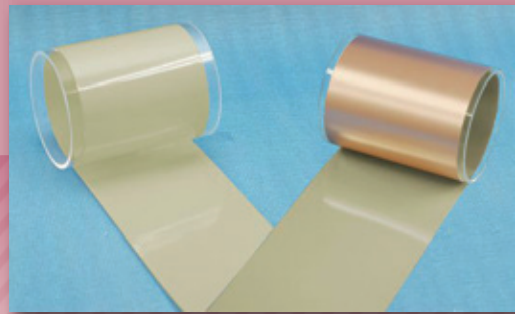
RISHOLITE

PPE樹脂 低誘電率接着シート AD-3379

姉妹品: CD-3379 (樹脂つき銅箔)

高速・大容量通信のskew対策に好適

We have developed Low Dk and Low Df bonding sheet, AD-3379, for 5G communication equipment. Not containing glass fabric, AD-3379 is effective for reducing skew caused by variation of dielectric constant of CCL.



▲AD-3379(左)とCD-3379(姉妹品の樹脂つき銅箔)

■30年で10万倍

令和2年版の情報通信白書（総務省）によると、第1世代、すなわち音声通話のみのアナログ式であった移動通信システムの最高通信速度は毎秒10キロボット(10kbps)。これに対し第4世代のそれは毎秒1ギガビット(1Gbps)。ざっくり平成の30年間で10万倍の高速かつ大容量化です。

的を外していないと良いのですが、iPhoneのメインカメラで撮影した写真データ（1200万画素）1枚あたりの容量は3メガバイト程度。1バイト=8ビットですから、この2400万ビットのデータを、無理からに1G通信のシステムで送ったとしたら最短40分。4G通信なら最短0.024秒。このような切り口の比較もできそうです。

5G通信ではさらにこの10倍。2030年代に予定されているBeyond 5Gでは、データを運ぶ電波の周波数帯もギガヘルツからテラヘルツと、この先さらなる高速大容量通信の時代が控えています。

■プリント配線板材料もこれに対応

これを受けて高速大容量通信のアンテナ、サーバー、スイッチといった機器に搭載されるプリント配線板材料にも「低誘電率」や「低誘電正接」すなわち信号速度の低下や減衰が少ないという特性が求められています。

◇比誘電率(Dk / Dielectric constant)

多くのプリント配線板は、絶縁板の両面あるいはその内部にも回路が形成されており、導体と絶縁体が層をなすコンデンサのような構造になっています。このような状態で銅箔回路に信号（電流）が流れると、その電子の一部が回路と絶縁板

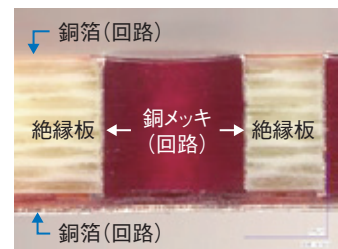
の界面に滞留するという、コンデンサに似た現象が生じます。

ここに滞留しようとする電子の動きは、信号が前進するスピードを減速させる方向に作用します。進む方向とは別の方向に寄り道するものが出てくるわけですから、

その動きに引っ張られるような格好で信号の前進スピードが落ちる…というのが、ざっくりとしたイメージです。

電子の一部が滞留する程度は「誘電率」で表されますが、絶縁物は固体、粉体、液体、あるいは気体であるかを問わず、それぞれが固有の誘電率を持っています。そこで電極に挟まれた真空の誘電率を1として、これとの比率である「比誘電率(Dk)」で表されることがほとんどです。

▼プリント配線板の断面



導体と絶縁物が層をなすコンデンサのような構造になっています。

◇誘電正接(Df / Dissipation factor)

本稿の流れに鑑みご説明を割愛します。

■同じデータを並行する2本の回路で同時に

高速大容量通信の分野では、ノイズ対策の観点から同じ内容を持つ信号データを並行する2本の回線で同時に送るといった技術があります。これは「差動伝送」という技術です。ご興味のある方は、ぜひウェブでご検索下さい。

本稿では「2線で同時に」のみをフィーチャーしてご説明を進めます。

■誘電率のバラツキによる伝送遅延時間の差

プリント配線板材料（銅張り積層板）は、絶縁樹脂、ガラス布、そして回路用の銅箔からなる複合材です。樹脂はガラス布の間隙の隅々に浸みわたり熱硬化しています。

前述のごとく、絶縁物はそれぞれが固有の誘電率を持ちます。樹脂とガラス布のそれを比較すると、後者の方が倍ほども高くなります。それゆえ同じ基板上にあっても、ガラス布が多いところに敷かれた回路の電気信号は、樹脂が多いところのそれよりも信号遅延の程度が増します。ガラス布

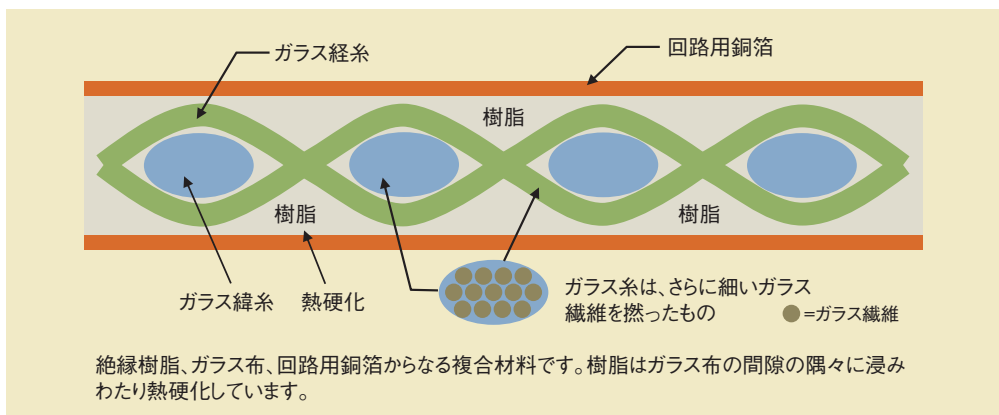
が多く誘電率が高いところでは、信号の足を引っ張ろうとする電子が多く出てくるからです。

差動伝送の回路設計において、この誘電率のバラツキで生じる伝送遅延時間の差はskewと呼ばれています。

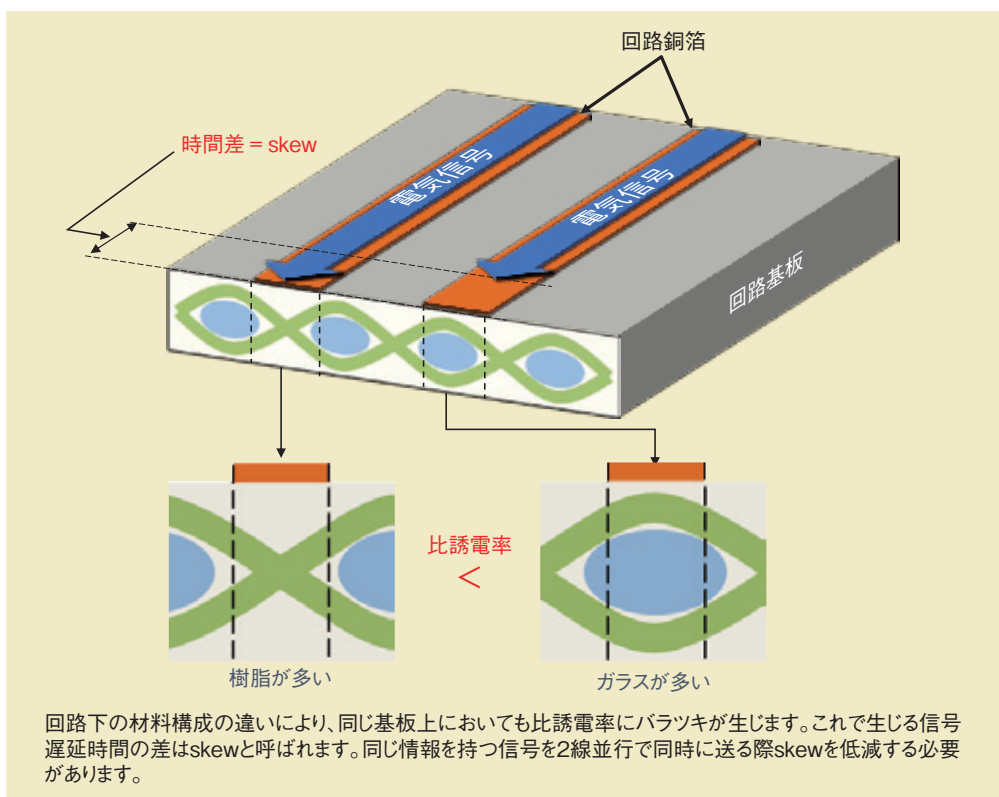
ガラス布メーカーさんや、基板を製作される業者さんでは、さまざまな工夫やノウハウでskewの低減に取り組んでおられます。

それでも基板がガラス布入りの複合材である限りskewの発生は避けられません。

▼銅張り積層板の材料構成(デフォルメした断面イメージ)



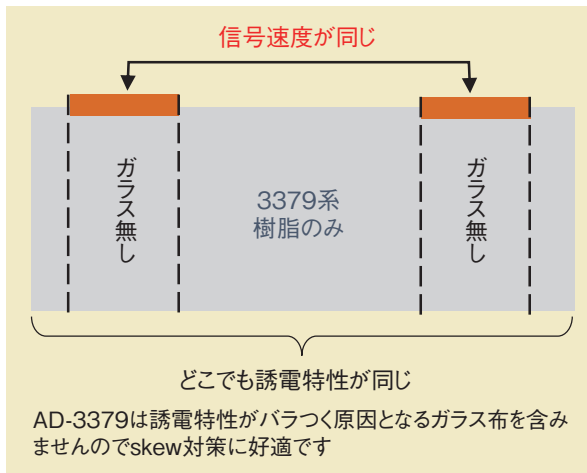
▼skew(伝送遅延時間差)が生じるイメージ(デフォルメしています)



■ガラス布なしの半硬化樹脂のみでご提供
PPE樹脂 低誘電接着シート AD-3379

これを受けて利昌工業では、低誘電率かつ低誘電正接の特長をもつ3379系樹脂のみを、半硬化の状態でご提供する接着シートAD-3379をラインナップしております。

誘電特性がバラつく原因となるガラス布を含みませんので、基板面のどこに回路を敷いても信号速度に差が生じず、skew対策に好適です。



◆材料構成と仕様

3379系樹脂は、5G通信帯(28ギガヘルツ)はもとより、自動車の衝突防止などに利用されるミリ波レーダ帯の80ギガヘルツにおいても $Dk=3.09$ あるいは $Df=0.0024$ の誘電特性を維持します。

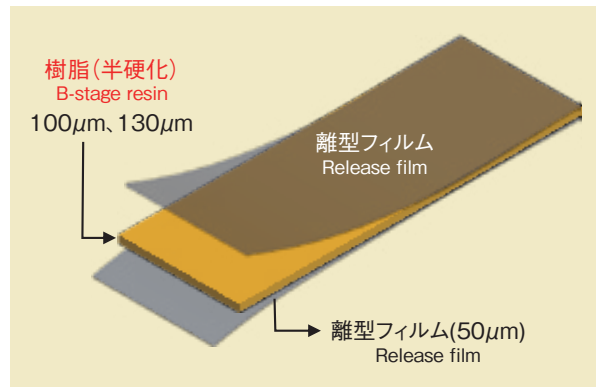
耐熱性の指標となるガラス転移温度(T_g)は 240°C (DMA)です。

これを半硬化の状態 (Bステージ) で 0.1mm 程度に薄く伸ばし離型フィルムに挟んだ格好でご提供するのがAD-3379です。この業界でワークサイズと呼ばれる 500mm 角や $340 \times 500\text{mm}$ サイズにカットした後、真空パックでお届けします。

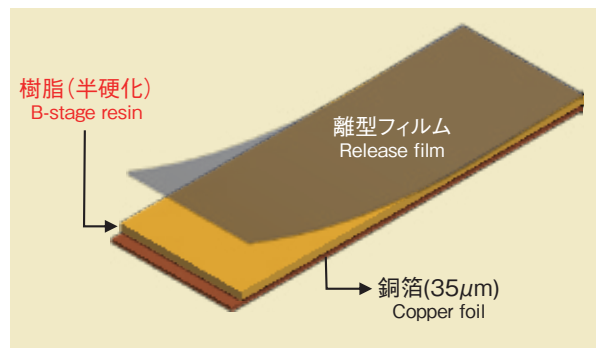
姉妹品で $35\mu\text{m}$ 厚の銅箔に3379系樹脂を塗工、この表面を離型フィルムで覆った「樹脂つき銅箔」CD-3379もございます。

◆コストパフォーマンスに優れる

低誘電率プリント配線板材料の主流は、PTFE (フッ素樹脂) やLCP (液晶ポリマー樹脂) といった熱可塑性の樹脂ですが、利昌工業ではPPE樹脂 (ポリフェニレンエーテル) をベースにした低伝送損失基板材料をリリースしており、約30年の



▲AD-3379の材料構成と標準仕様



▲CD-3379の材料構成と標準仕様

実績があります。

PTFEやLCPより低価格でありながら、これらと同等の低伝送損失特性を発揮することで、これまでに多くのご愛顧を賜っております。

PPE樹脂はもともと熱可塑性[※]で、成型品が電気機器の筐体 (ハウジング) などに使用されていますが、利昌工業の低伝送損失基板材料は、これを得意とする熱硬化性樹脂^{※※}に変えた「変性PPE樹脂」をベースにしております。

※熱可塑性樹脂

熱を加えると溶け、これが何度も行えるチョコレートタイプ

※※熱硬化性樹脂

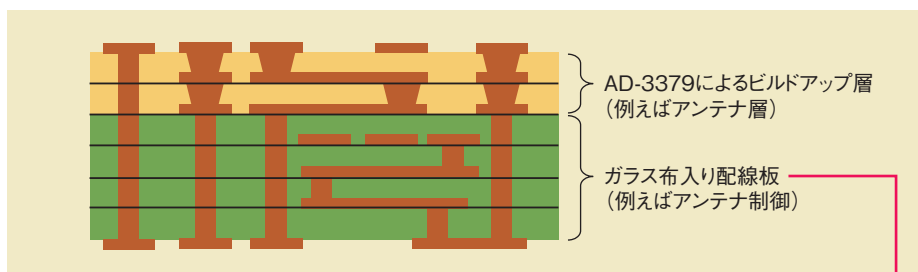
熱を加えると硬化して再び元の姿には戻らないビスケットタイプ

■低誘電率ビルドアップ層の形成

AD-3379 / CD-3379はガラス布を含まず剛性がありませんので、ガラス布入りのプリント配線板 (コア材) に張り付けてご使用いただけます。

たとえばアンテナを制御する機能を担当する回路の表面に、skew対策が必要なアンテナ層を積み重ねる (ビルドアップ) ような場合に好適です。

PPE樹脂は接着性に優れますので、PTFE基板と張り合わせたハイブリッド基板の製作もご検討いただけます。



▲AD-3379によるビルドアップアンテナ層の形成(イメージ)

下記アイテムをご検討下さい



その他のラインナップ (銅張り積層板 / プリプレグ)

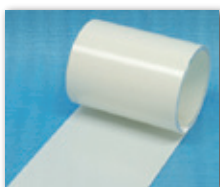
■CS-3379M



- ◇製品形態 CCL
- ◇用途 5Gアンテナ
- ◇特長 PTFEと比較して安価。
多層化される場合はAD-3379やES-3329AD (プリプレグ) の採用をご検討ください。

▲CS-3379M
DK=3.35 / Df=0.0024 (@80GHz)

■CS-3379A/ES-3329A



- ◇製品形態 CCL/プリプレグ
- ◇用途 5G基地局アンテナ、サーバー、スイッチなど
- ◇特長 高多層化が可能です。
低誘電率ガラスをベースにしたCS-3379AD / ES-3329ADもございます。

▲CS-3379A(CCL) ES-3329A(プリプレグ)
DK=3.57 / Df=0.0059 (@80GHz)

■CS-3379AD/ES-3329AD



- ◇製品形態 CCL/プリプレグ
- ◇用途 5G基地局アンテナ、サーバー、スイッチなど
- ◇特長 高多層化が可能です。
CS-3379A/ES-3329Aと樹脂は同じで、低誘電ガラスで補強したタイプです。

▲CS-3379AD
DK=3.32 / Df=0.0046 (@80GHz)

■CS-3376G



- ◇製品形態 CCL
- ◇用途 5Gアンテナ
- ◇特長 低コストタイプ
Sub6 (サブシックス) とよばれる3.7GHzや4.5GHz帯での5G基地局アンテナ向けで多くの実績がございます。

▲CS-3376G
DK=3.09 / Df=0.0046 (@10GHz)

■一般特性

項目 Test items	単位 Unit	処理 Treatment	AD-3379 CD-3379	CS-3379M	CS-3379A	CS-3379AD	CS-3376G
					E-glass	Low Dk glass	RTF [☆]
比誘電率(Dk) Dielectric constant	10GHz	—	C-24/25/50	3.10	3.36	3.60	3.09
	28GHz			3.09	3.35	3.59	—
	80GHz			3.09	3.35	3.57	—
誘電正接(Df) Dissipation factor	10GHz	—	C-24/25/50	0.0018	0.0018	0.0041	0.0046
	28GHz			0.0020	0.0019	0.0045	—
	80GHz			0.0024	0.0024	0.0059	—
絶縁抵抗 Insulation resistance	常態 RT	MΩ	C-96/20/65	5×10 ⁸	3×10 ⁸	1×10 ⁹	2×10 ⁹
	処理後 Treated		C-96/20/65 +D-2/100	1×10 ⁸	3×10 ⁷	—	6×10 ⁷
体積抵抗率 Volume resistivity	常態 RT	MΩm	C-96/20/65	6×10 ⁸	8×10 ⁸	7×10 ⁷	1×10 ⁸
	処理後 Treated		C-96/20/65 +C-96/40/90	4×10 ⁸	6×10 ⁷	—	4×10 ⁷
表面抵抗 Surface resistance	常態 RT	MΩ	C-96/20/65	9×10 ⁹	3×10 ⁹	2×10 ⁹	2×10 ⁹
	処理後 Treated		C-96/20/65 +C-96/40/90	9×10 ⁹	6×10 ⁸	—	1×10 ⁸
曲げ強さ Flexural strength	タテ Warp	MPa	A	—	160	400	360
	ヨコ Fill			—	160	385	310
曲げ弾性率 Flexural modulus	タテ Warp	GPa	A	—	6	18	12
	ヨコ Fill			—	6	18	11
ガラス転移温度 Glass transition temp.	DMA	°C	A	240	205	220	200
熱膨張率(厚み) Thermal expansion(Z)	30°C→260°C	%	A	1.0	1.4	2.4	5.5
熱膨張係数(α ₁) Coefficient of thermal expansion	タテ Warp	ppm/°C	A	—	—	13	—
	ヨコ Fill			—	—	13	—
熱膨張係数(厚み) Coefficient of thermal expansion(Z)	α ₁			38	30	46	150
	α ₂	41	150	211	380		
はんだ耐熱性 Solder limit	260°C Float	sec.	A	300<	300<	300<	300<
T-300 Time to delamination at 300°C		min.	E-2/105	—	—	120<	—
銅箔引き剥がし強さ Peel strength(HVLP)	18μm	kN/m	A	—	0.7	0.6	—
	35μm			0.7	0.9	—	1.4
熱伝導率 Thermal conductivity		W/mK	レーザーフラッシュ Laser flash	—	0.6	—	0.3
比重 Specific gravity		—	A	—	1.83	—	—
吸水率 Water absorption		%	E-24/50 +D-24/23	0.08	0.03	0.07	0.12
ヤング率 Young's modulus		GPa	A	0.55	—	19	—
ポアソン比 Poisson's ratio		—	A	0.36	—	0.18	—
耐燃性 UL flammability		—	UL94	V-0 equiv.	V-0 equiv.	V-0	V-0

※試験方法はJIS C 6481に準じます。比誘電率/誘電正接の測定は、CS-3376Gがストリップライン共振器法、その他は平衡型円板共振器法によります。

※A-受理状態、C-恒温恒湿処理、D-浸水処理、E-加熱処理、数字は時間/温度/湿度を表します。

※試料厚さは、AD-3379=1.0mm、CS-3379M=0.72mm、CS-3379A/CS-3379AD=1.0mm、CS-3376G=0.8mmです。

※上記の数値は測定値の一例であり、保証値ではありません。☆RTFは両面処理箔(Reverse Treated Foil)を表します。

RISHOLITE

熱硬化性樹脂積層管 工業用巻き芯

多くのコンバーティング業界でご採用

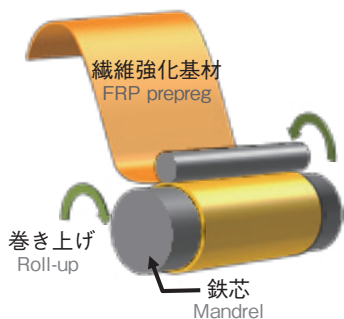
RISHOLITE thermosetting resin laminated tubes are many used as roll cores in many converting industries.



熱硬化性樹脂積層管

熱硬化性樹脂積層管は、フェノールやエポキシといった熱硬化性樹脂を、紙や布、ガラス布といった基材に含浸させた基材を作り、これを鉄心に強固に巻き上げて製造するFRPパイプです。

軽量のプラスチック管でありながらも、強度や耐熱性に優れ、クリーンルームの大敵である発塵がないことから、紙や布、フィルムやフォイルといった薄くて長い素材を加工するコンバーティング業界において、巻き芯として多くのご採用を賜っております。



▲熱硬化性樹脂積層管の製造 (イメージ)



▲紙フェノール積層管



▲ガラスエポキシ積層管

多彩なラインナップで最適な巻き芯をご提案

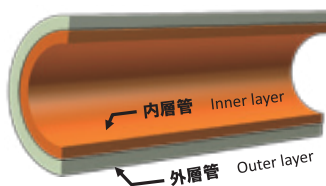
利昌工業では、巻き取る材料ごとに、さらにはご需要家様ごとに異なる、さまざまなご要望に対して、積層管の特長を最大限に生かしたカスタムメイド巻き芯でお応えしております。

◆多層管

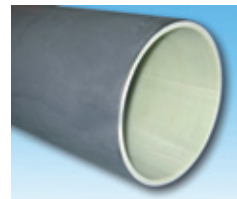
2種類以上の異なる基材を、同心円上に巻き上げた巻き芯です。

タフな内層とデリケートな表面をあわせ持つ巻き芯など、積層管を巻き芯にご採用いただくメリットのひとつです。

▼多層管のイメージ



▼多層管の製作例



内層に丈夫なガラスエポキシ、外層にきめ細かな紙フェノールを配した例▲

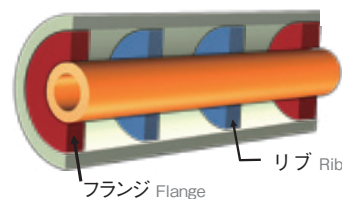
◆二重管

チャックの径に合わせた内層管と、所定の外径、あるいは巻き取る材料に相応しい表面状態に仕上げた外層管を、フランジでカップリングした中空構造の巻き芯です。

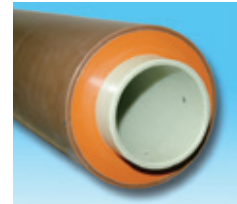
吊り下げベルトやリフトの爪があたる部分にリブを入れて補強することもできます。

径が太い巻き芯は、極薄材料を巻き取る際の「しわ不良」対策に有効です。ご使用中の巻き芯を手軽に「インチアップ」することができ、さらには軽量化も実現します。

▼二重管のイメージ

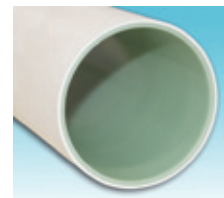


▼二重管の製作例



◆ゴムライニングつき巻き芯

極薄の材料を巻き取ると、保管中などに「巻き縮り」が生じて、巻きはじめの段差や、層間に入った気泡のふくらみが、その後の幾層にもわたって転写されることがあります。ゴムライニングつき巻き芯をご利用いただくと、この転写が緩和され、材料ロスに有効です。



▲ゴムライニングつき巻き芯



一隅の経営 (132)

利昌工業(株) 取締役名誉会長
利倉 暁 一

【指揮官先頭】

☆私は1951年、21歳の時に利昌工業に入社しました。私が入社した時、従業員は数十人程度でした。それから70年間、この会社で働いてまいりました。

利昌工業は戦時中、軍需工場で海軍の艦船や潜水艦用の絶縁材料をつくっていました。国家総動員法のもと、あらゆる経済活動が戦争遂行のために行われた時代です。それが一転、終戦とともに軍がなくなり、唯一のお得意先を失ってしまったわけです。

そんな時期に入社した私の頭にあった考えは「指揮官先頭」という言葉です。「我々は指揮官である。指揮官は先頭に立ち、嫌なことも困難なことも、危険なことも自分が先に受け止める」という考え方です。

現代人には、あまり馴染まない考え方も知れませんが、この考えをもつ人が多かったからこそ、日本の戦後は繁栄したと思います。

当時私は、指揮官先頭だ、これから私がこの会社を大きくしてゆく、という思いで、わずかな仲間と一緒に頑張っていました。

まずやったことは営業です。軍という得意先がなくなったのですから、新しい得意先の開拓のため、東北から北海道、西日本、四国、九州と日本全国を営業でまわりました。他のみんなも指揮官に続けと同じことをしました。

指揮官が先頭に立つ姿を見て、社員ひとり一人が夢を抱いて自発的に、名古屋や富山、広島へと赴任して営業所をつくり、今日の利昌工業の基礎を築きました。

当社の6か月にわたる大労働争議が勃発した時、私は26歳でしたが、自ら先頭に立ち、背を向けることなく総評に立ち向かいました。

皆さん、指揮官先頭の気持ちで頑張りましょう。男性も女性も「自分で解決する」という気持があれば、戦えるはずですよ。逃げてはいけません。他人に悩みを打ち明けたところで所詮、他人の問題であって解決にはなりません。解決するのは自分自身です。最後まで逃げない、と自分に言い聞かせておれば大丈夫です。

世の中には、たくさんの困難や辛いことがありますと思いますが、頑張ってください。

私から「指揮官先頭」という言葉をおくります。

(2023年 年頭訓辞より)

【研究開発の重要性】

◆ふたつのショック

☆研究開発の重要性を認識し、私が尼崎工場内に鉄筋コンクリート3階建ての小さな研究所をつくったのは1962年のことです。



▲最初の研究所(1962年)

私は当初、研究設備の導入、研究員の養成など、研究開発体制が確立するまでに30年くらいはかかるだろうと計算していました。それが予想以上、結果的には50年以上もかかってしまった理由はふたつあります。

ひとつは、利昌工業の主力商品であった家電

向けのプリント配線板材料の需要が壊滅的な減り方をしたこと。

いまひとつは、これは当社だけの事情ではなく日本全体の問題ですが、バブルが崩壊し、その後30年以上にわたり日本経済が停滞していることです。

このふたつの大きなショックがあって、研究開発体制の立ち上げは、私の計算より遅れました。しかし、私の構想の集大成として「開発本部棟」が2017年に完成したことで研究開発の体制は、だいたいできたのではないかと思います。

これを土台にして、利昌工業はこれから益々研究開発を中心とした企業として頑張りたいと考えております。

◆試験設備の充実

さて創業当初に立ち戻ると、利昌工業の場合、研究所というのは、あったようではなかったのです。当時はまだ、欧米に追いつこう、模倣しようという時代でしたから、自ら新しい商品を開発するというよりは、輸入したものや、自社の商品を試験する装置、あるいは、それらを改良するために、いろいろな実験を試みるという程度の設備があるのみでした。

尼崎工場の高圧実験室に併設された部屋に、技術部研究課という組織がありましたが、研究所というよりは技術部の下部組織で、人数も少なかったのです。ただ、当社は発電や送配電に使われる電気絶縁材料からスタートした会社ですから、企業規模の割には、得意先である電力会社や重電機メーカーに比肩する程度の試験装置はもっていました。

例えば1929年に導入した試験用変圧器は12万ボルト。当時の送電電圧は大都市に向けたもの



▲高圧実験室(尼崎工場)

でも、まだ6万ボルトや7万ボルトが主流でした。

また1953年に導入した衝撃電圧発生装置（インパルス）は105万ボルト。これはその後本格化する27万5千ボルト送電を視野に入れたもので、黒部ダムはまだ工事中でした。



▲12万ボルト試験用変圧器(1929年)



▲105万ボルト衝撃電圧発生装置(1953年)

これらは一例ですが、絶縁材料メーカーとしては、分に過ぎた試験設備をもっていたほうだと思います。

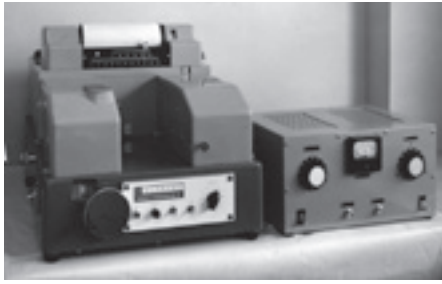
◆分析装置の充実

それでも、当時は試験装置と実験設備だけで、分析装置などを備えた本格的な研究所が、尼崎工場にできたのは、冒頭に述べたとおり1962年になってからです。

利昌工業が初めて買った分析装置は、赤外分光光度計でした。机の上にいる程度の小さな分析器でしたが、私はその値段の高さにびっくりしたことを覚えています。

とはいえ、その後もいろいろな分析装置を買いました。また図書も、必要なものはどんどん買いなさいと指示し、研究所からあがってくる設備や図書の稟議は拒否したことはありません。

といいますのは、ある程度の設備なり態勢な



▲赤外分光光度計(初めて買った分析装置)



▲倍率10万倍の電子顕微鏡(1980年)

りは、早く調える必要があると考えていたからです。

ある時は電子顕微鏡を買いたいという稟議書もあがってきました。最初は10万倍、その次は30万倍のもので、値段の高さにいささか驚きましたが、そこまでのものが欲しい、そしてそれを使いこなすというのは、当社の研究開発のレベルが上がってきたものと解釈して、買いました。

その後も予算の許す範囲で、多くの分析機械、実験・試験設備を調えさせました。それは研究員の意欲を高めるために必要なことでした。

また、プリント配線板材料を試作するための小型のプレスや、プリプレグをつくるための塗布機も、研究所の別館の中に設けました。

◆50年かけて

さて、設備はお金を出せば買い集めることはできますが、それを使いこなせる人材を養成するには相当の時間がかかるだろうと思いました。途中で辞める人も出てくるでしょうし、いろいろな問題を考えると30年にはなるだろうと予想していたわけです。

大きな企業なら数年でできるかもしれませんが、われわれ程度の規模の会社が、設備も人もゼロから出発するわけですから。

毎年、設備に投資できる金額は限られていま

すし、人材を集めるにしても、知名度の低い利昌工業が理系の大学をまわって募集するわけで、それなりの時間がかかると踏んだのです。

しかし、結果50年以上かかりました。

◆化学技術研究所・電気技術研究所

最初の小さな研究所の次に、鉄筋5階建て、延べ面積が1100平方メートルの「化学技術研究所」(現・第二研究開発センター)を作りました(1976年)。

1988年には「化学・電気技術研究所本館」(現・第一研究開発センター)を作りました。この建物は単に研究するためだけのものではなく、研究開発の成果を発表するためのホールを設け、書籍を保管・閲覧するための図書室、また研究データを保管する耐火ロッカーを備えた特別な保管室がつけられました。研究をサポートする場所を併設したのが、この研究本館です。

◆商品開発研究所

1993年には「商品開発研究所」(現・第三研究開発センター)をたちあげました。専用棟の竣工は2001年です。

この研究所をつくった目的は、企業の研究というのは、どうしても改良研究が主体になるものですが、それだけではダメだと考えたからです。実際に商品売っている営業担当から、こう改良してほしいという要望がきます。それは営業がまわっている得意先の要望で、われわれがつくっている商品の範囲内のことなのです。

つまり現行商品の品質改良や、コストダウンが主体です。企業としては当然、そこに力を入れませんと競合他社に負けてしまいます。ですが、いつまでも改良研究だけで果たして日本は生きていけるのだろうかと考えますと、それだけでは不十分だと思いました。技術革新が早いテンポで進み、グローバル化の時代になると、商品の寿命はますます短くなっていきます。

◆本当の意味での新しい商品

私は若い頃、いろいろな国を視察しています。訪ねた都市はおそらく70ヶ所以上になります。

その時つくづく感じたことは、芸術、美術や音楽というものは国際化しており国境がないということです。すると恐らく将来は技術も国際化してゆくのではないかと考えました。

技術を支えている学問も国際化するでしょうし、また、それを具現化する企業も国際化してゆきます。何回も海外へゆくうちに、それを肌で感じたでわけです。

商売も国境がなくなるわけですから、新しい技術、新しい商品が、日本に入ってくる頻度は増えます。そういう時代に、改良研究だけで生きていけるだろうか？海外からもっと安くて品質の優れた商品が入ってくれば、われわれは駆逐されてしまいます。あるいは、新しい技術によって、従来の商品を全く使う必要がない時代がくるかもしれません。そうなると、それをつくっていたメーカーの存在は不要になります。

本当の意味での新しい商品、その開発研究が必要と考えて、利昌工業の従来路線にこだわらない、その名も「商品開発研究所」をつくったわけです。

◆社内版オープン・イノベーションの場

現在の技術というのは、ひとりやふたりの技術で完成するものではありません。大勢のひとが知恵を出しあってつくってゆく時代になっています。

昔は発明した人の名前がはっきりしております

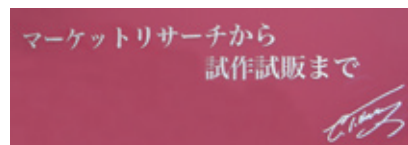


▲研究棟群(尼崎工場内)

- ①第一研究開発センター(1988年)
- ②第二研究開発センター(1976年)
- ③第三研究開発センター(2001年)
- ④開発本部棟(2017年)



▲開発本部棟(2017年)



▲利倉暁一による研究開発指針

した。飛行機といえばライト兄弟。電話はベル。蓄音機はエジソン…。しかし現代は、大勢のひとが係わっていますから、特定の人の名前は出てきません。

そこで研究開発のスタッフ全員が一ヶ所に集まる場所があるといいだろうと考えて「**開発本部棟**」をつくりました。私の構想の総仕上げとなる施設です。みんなが一堂に会し、知恵を出し合う社内版のオープン・イノベーションができる施設として**2017年**に完成しました。

◆成し遂げるまで諦めない

今考えますと、私は、やると決めたことを成し遂げるまで諦めなかった。それは私の力ではなく運が良かったからだと思います。そして今日まで生かされている私の寿命に感謝します。

(利倉暁一 著

『三代でつないだ利昌工業100年史』より)

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変流器(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きました(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

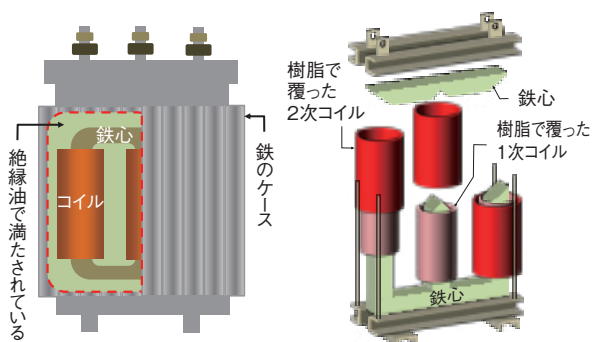
これを受けて利昌工業は、大企業では製造されていないモールドタイプ、つまり絶縁油を使用しないタイプの変圧器でこの市場に参入することを決意しました。

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出来ます。

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。

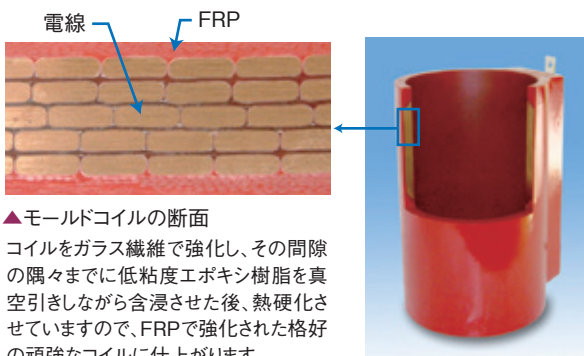
◆FRPで強化されたコイル

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。



▲エアダクト構造

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。



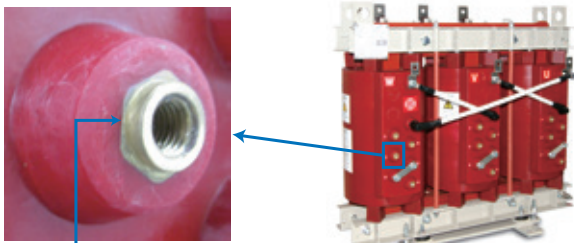
▲更新にあたり3000kVAの変圧器(既設品)があったスペースに納まった4000kVAのリショーキャスト変圧器

◆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間隙（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。

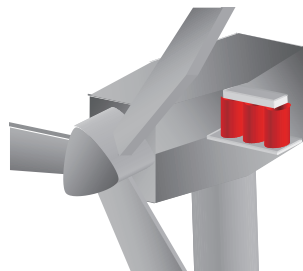


エポキシ樹脂は接着剤としても使用されることから、端子など金属部品との密着性に優れ、隙間（ギャップ）から異物が侵入しません。

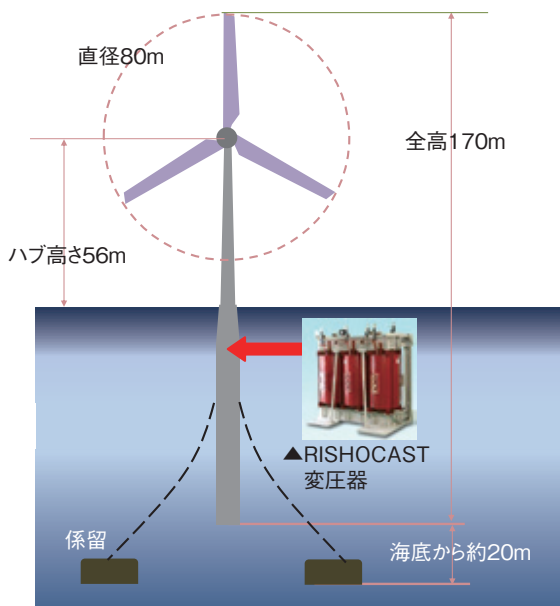
■風力発電用途への展開

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。

■リプレースにも最適

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

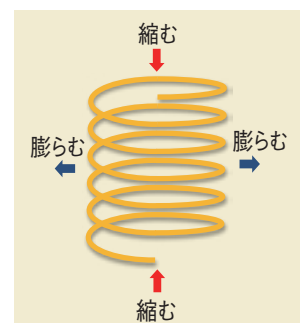
■繰り返しの電流変化に耐える

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考えられます。

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

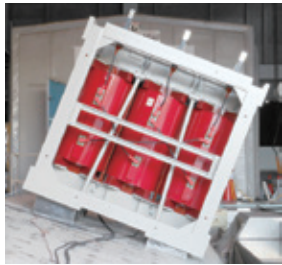
利昌工業ではこれまで、リショーキャスト変圧器が過酷な環境におかれることを想定した、さまざまな試験を行い、良好な結果を得ております。

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

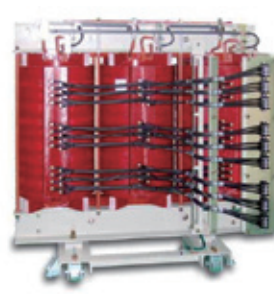
リショーキャスト 特殊用途変圧器



▲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.

プリント配線板ドリル穴あけ加工用治具板

リコライト

多くの基板加工業者様にご採用

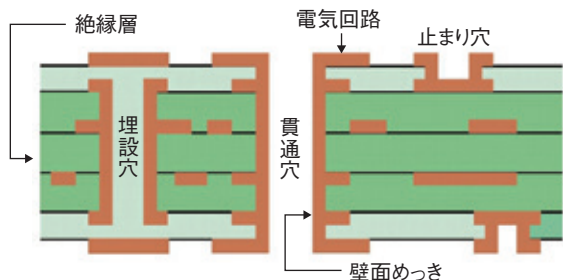
リコライトはプリント配線板のドリル穴あけ補助に使用されるプラスチック板です。ドリル穴の良し悪しは、電子機器の信頼性に影響するため、利昌工業ではこれを重要な電子材料として取り扱っています。用途は限られますが、基板加工業者様より多くのご愛顧を賜るドメスティック・ニッチ・トップ商品です。使用済みリコライトを高機能活性炭材料(前駆体)へとアップサイクルするシステムを構築。これは20年以上も継続する事業となっています。



▲プリント配線板ドリル穴あけ加工用治具板「リコライト」

縦方向の電氣的接続

スマートフォンやノートブックパソコンなど、コンパクトでも高性能な機器に搭載されるプリント配線板の多くは、限られたスペースに多くの回路を形成する必要があるため、多層構造(マルチレイヤー)になっています。各層に敷設された回路どうしの電氣的接続は、壁面に銅メッキを施した縦穴を介して行われています。



▲多層プリント配線板の断面イメージ
縦方向の電氣的接続は、壁面に銅メッキを施した穴を介して行われます。

大小無数の穴

プリント配線板には、先にご紹介した電氣的接続用をはじめ大小無数の穴が穿ってあり、これらの多くはドリル加工によるものです。ドリル錐の直径は0.1mm程度であることも多く、これが1分間に十何万回も回転して穴をあけます。



▲直径0.13mmのドリル錐
(0.5mmシャープ芯との比較)

穴と穴の間隔(ピッチ)は1mm以下になることもしばしばで、ものによってはまさに「立錐の余地がない」ほどです。非常に高度な技術が必要となるため、この穴あけに関連するさまざまな事柄を主な事業とされる会社もあります。話が脱線して恐縮ですが、皆さんが中学校の授

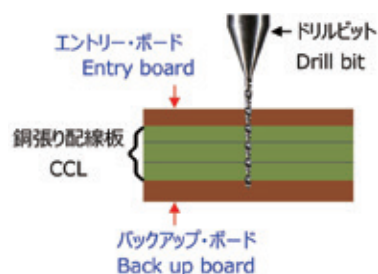
業で作られたラジオの基板のように、片面のみに回路が描かれた基板の穴は、金型ですべて一気に打ち抜いたものです。このほか左下図にある止まり穴は、レーザー光線であける場合もあります。

ドリル穴あけ加工用治具板「リコライト」

本稿でご紹介する「リコライト/RICOLITE」は、プリント配線板用銅張積層板(CCL)にドリル穴あけ加工を施す際、重ねたCCLの上下にセットされる治具板です。

「治具(じぐ)」とは、さまざまな加工の現場で位置決めなどに使用される補助具の総称です。英語の「jig」にこの漢字を当てたもので、製造現場の数と同じだけ、それぞれの作業にそれぞれの治具があります。「drilling jig」や「machining jig」で画像検索すると治具の例がヒットします。

リコライトにも、錐を立てる側にセットされる「エントリー・ボード」と、錐が基板から抜ける側にセットされる「バックアップ・ボード」がございます。国内トップクラスのシェアを持ちますが、用途が限られるため、本誌に登場するのは14年ぶりです。



▲リコライトの適用イメージ
「エントリー・ボード」と「バックアップ・ボード」があります。

リコライトの役割と特性

リコライトの役割には…①銅箔面のキズ防止。②錐を抜き差しする際に生じるバリ(銅箔のささくれ)を抑える。③錐の位置決め精度の向上。④

錐を垂直に通すためのガイド。…といったものがあります。リコライトは、まもなくリリース90周年を迎える紙基材フェノール樹脂積層板（リショーライト）の姉妹品です。

ドリル穴あけ治具として積層板に必要とされる特性には…①錐の「食いつき」が良い。②錐の摩擦を抑える③高速回転する錐の摩擦熱に耐える。④切削粉の排出が良い。⑤細い錐でも折れにくい…といったものがあります。リショーライト積層板にこれらの特性を付与、ドリル穴あけ加工用治具板としたのがリコライトです。

■生産性や信頼性の向上のために

CCLは絶縁板の表面全体に銅箔を張った電子材料です。このあと穴あけ、めっき、エッチングで回路を形成するなどの工程を経てプリント配線板（PWB）になります。

穴あけは、これら工程の早い順番に来ることが多く、ここで不具合が生じると後の工程が目詰まりします。



▲CCLの外観
全面銅箔張りです。
このあとさまざまな加工を経てプリント配線板(PWB)になります。

無数の穴をあけている途中で錐が折れると、これを交換して作業を続けるのではなく、新たなCCLをセットしてのやり直しとなります。同じことが内層に回路をもつ多層CCLの穴あけで起きると、事態はもっと深刻です。

また先にご紹介した、壁面めっきの厚みは0.02mm程度。錐の先が摩耗するなどして穴の壁面が、ささくれ立つと、めっきの品質が低下。これは基板の電氣的接続性に影響します。自動車に搭載されるなど、過酷な環境に置かれる機器の基板には、この接続信頼性が厳しく問われます。

■重要な電子材料として

リコライトは治具板として優れた特性をもつ一方で「捨て板」と呼ばれることもある消耗品です。それでも利昌工業では、基板加工の効率や機器の信頼性に鑑み、原料となる紙を厳選したり、顧客のニーズに応える改良を行ったりと、これを重要な電子材料として大切に取り扱っています。

■ビスケットタイプのリサイクル

樹脂には、熱を加えると溶け、これが何度も行

えるチョコレートタイプと、熱を加えると硬化して再び元の姿には戻らないビスケットタイプがあり、リコライトの樹脂は後者です。チョコレートタイプなら、不良品や端材が出ても、これを溶かして別の製品をつくることもできるのですが、ビスケットタイプでは、こうも行きません。

■使用済みリコライトのアップサイクル



▲使用済みリコライトのアップサイクル(イメージ)

これを受けて1999年、利昌工業は使用済みリコライト（捨て板）を回収・粉砕。これを炭化させて高機能活性炭の材料（前駆体）へとアップサイクルするシステム

を確立しました。この前駆体を賦活して得られる活性炭は、微細な穴を多くもち、5グラムでも甲子園球場のグラウンド面積に匹敵する表面積です。穴の容積が大きく、しかも穴径のバラツキが少ないため、捨て板が、電気二重層キャパシタの電極材料へとアップグレードするわけ



▲使用済みバックアップ・ボード。高機能活性炭へとアップグレード。

敵する表面積です。穴の容積が大きく、しかも穴径のバラツキが少ないため、捨て板が、電気二重層キャパシタの電極材料へとアップグレードするわけ

開発にあたっては、通産省（当時）の新規産業創造技術開発費補助金を受けました（2000年に全額返納）。この事業は今日まで20年以上も順調に継続。社業を支えています。

RISHO Products List

電子材料・電子部品

プリント配線板用RISHOLITE®銅張積層板
LED放熱基板材料
内層回路入り多層銅張積層板リショーマルチ
半導体実装用高耐熱性ガラスエポキシテープ
コンデンサ用RISHOLITE®ゴム張積層板
半導体評価用高耐熱性バーン・イン・ボード

電気絶縁材料・工業材料・加工品

RISHOLITE®熱硬化性樹脂積層板・積層棒・積層管
変圧器用絶縁筒RLPシリンダー®
フィラメントワインディング法FRPパイプ
プリント配線板ドリル加工用治具板リコライト®RICOLITE®
プリント板実装用耐熱パレットリコセル®RICOCEL®
変圧器コイル層間絶縁用パターン絶縁紙
耐摩耗性キャストナイロンRISHO MC®ナイロン
各種プリプレグ(紙、ガラス布、不織布、フィルム)
プラスチック加工品(ウエアリング、強化巻芯)



▲紙基材フェノール樹脂積層棒

電気機器

トップランナーエポキシモールド変圧器
風力発電用昇圧モールド変圧器
電力変換器用モールド変圧器
高圧インバーター用多重変圧器
エポキシモールド計器用変成器(CT、VT、ZCT)
エポキシモールド進相コンデンサモルコン®MOLCON®
インバーター用リアクトル
コンデンサブッシング、エポキシ樹脂ブッシング
断路器操作用フック棒、アースフック、
エポキシ樹脂がいし、エポキシ樹脂注型品

®は利昌工業(株)の登録商標です。

Locations

大阪本社 OSAKA HEAD OFFICE	〒530-0003	大阪市北区堂島2丁目1番9号 1-9, 2-CHOME, DOJIMA, KITA-KU, OSAKA, JAPAN	TEL: 06-6345-8331 (代)	FAX: 06-6345-1380
東京本部 TOKYO HEAD QUARTER	〒103-0028	東京都中央区八重洲1丁目3番22号(龍名館ビル) RYUMEIKAN BLDG. 3-22, 1-CHOME, YAESU, CHUO-KU, TOKYO, JAPAN	TEL: 03-3272-3771	FAX: 03-3272-8010
名古屋支社 NAGOYA BRANCH	〒450-0003	名古屋市中村区名駅南1丁目18番19号(第二原ビル) DAINI-HARA BLDG. 18-19, 1-CHOME, MEIEKI-MINAMI, NAKAMURA-KU, NAGOYA, JAPAN	TEL: 052-582-2971	FAX: 052-583-1591
仙台営業所	〒984-0806	仙台市若林区舟丁 16 番地(小林ビル)	TEL: 022-214-1803	FAX: 022-214-1804
新潟営業所	〒955-0046	新潟県三条市興野2丁目1番47号(オフィスビルK&B)	TEL: 0256-34-6021	FAX: 0256-34-6034
高崎営業所	〒370-0053	高崎市通町93番地の18(野中ビル)	TEL: 027-323-8009	FAX: 027-326-7659
茨城営業所	〒316-0015	日立市金沢町1丁目2番12号(金沢ハイツ)	TEL: 0294-35-1921	FAX: 0294-35-1922
沼津営業所	〒410-0833	沼津市上香貫三園町1386-1(香貫山ビル)	TEL: 055-932-8281	FAX: 055-932-8284
富山営業所	〒938-0801	富山県黒部市荻生 2589 番地 5	TEL: 0765-57-1241	FAX: 0765-57-1242
松本営業所	〒390-0814	松本市本庄1-13-11(本庄ビル)	TEL: 0263-33-4486	FAX: 0263-32-9780
岡山営業所	〒700-0975	岡山市北区今1丁目4番28号(サンシャイン今)	TEL: 086-244-3185	FAX: 086-244-3186
福岡営業所	〒813-0004	福岡市東区松香台1丁目7番37号(神野ビル)	TEL: 092-673-4360	FAX: 092-673-4365
ソウル・オフィス SEOUL OFFICE	04144	Seoul 特別市 麻浦区 麻浦大路 127, 722号(孔徳洞, 豊林VIP) (POONGLIM BLDG, GONGDEOK-DONG) ROOM No.722, 127, MAPO-DAERO, MAPO-KU, SEOUL, KOREA	TEL: +82-2-701-0355	FAX: +82-2-3275-0250
台北・オフィス TAIPEI OFFICE	10692	台湾台北市大安区忠孝東路4段222號(3樓108室) #108, 3F, NO.222, SEC.4, ZHONG XIAO E. ROAD, TAIPEI, TAIWAN, R.O.C	TEL / FAX: +886-2-27316593	
シンガポール・オフィス SINGAPORE OFFICE	228208	1 Scotts Road #24-05, Shaw Centre Singapore	TEL: +65-6536-4460	
フランクフルト・オフィス FRANKFURT OFFICE	60322	Hansaallee 29F, Frankfurt am Main, Germany	TEL: +49-69-76725140	FAX: +49-69-76725141
無錫オフィス WUXI OFFICE	214028	中国江蘇省無錫市新区錫坤北路3号 NO.3, XIKUN NORTH ROAD, NEW DISTRICT, WUXI, JIANGSU, CHINA	TEL: +86-510-8528-0990	
尼崎工場 AMAGASAKI FACTORY	〒661-0012	尼崎市南塚口町4丁目2番37号 2-37, 4-CHOME, MINAMI-TSUKAGUCHI, AMAGASAKI-CITY, HYOGO, JAPAN	TEL: 06-6429-5645	FAX: 06-6428-2163
滋賀工場 SHIGA FACTORY	〒520-3026	滋賀県栗東市下鈿959番地2 959-2, SHIMOMAGARI, RITTO-CITY, SHIGA, JAPAN	TEL: 077-552-3701	FAX: 077-553-6153
湖南工場 KONAN FACTORY	〒520-3211	滋賀県湖南市高松町2番4号(湖南工業団地内) KONAN INDUSTRIAL PARK, 2-4, TAKAMATSU-CHO, KONAN-CITY, SHIGA, JAPAN	TEL: 0748-75-1351	FAX: 0748-75-1473
利昌工業(無錫)電気有限公司 RISHO KOGYO (WUXI) ELECTRIC CO., LTD.	214028	中国江蘇省無錫市新区錫坤路5号 NO.5, XIKUN ROAD, NEW DISTRICT, WUXI, JIANGSU, CHINA	TEL: +86-510-8528-1495	FAX: +86-510-8528-2233
利昌工業(無錫)化成有限公司 RISHO KOGYO (WUXI) CHEMICAL CO., LTD.	214028	中国江蘇省無錫市新区錫坤北路3号 NO.3, XIKUN NORTH ROAD, NEW DISTRICT, WUXI, JIANGSU, CHINA	TEL: +86-510-8528-0070	FAX: +86-510-8528-0032
利昌工業シンガポール株式会社 RISHO KOGYO SINGAPORE PTE. LTD.	228208	1 Scotts Road #24-05, Shaw Centre Singapore	TEL: +65-6536-4460	
利昌インタープライズ株式会社	〒661-0047	兵庫県尼崎市西昆陽4丁目1番13号	TEL: 06-6431-5267 (代)	FAX: 06-6431-0589

ホームページアドレス <http://www.risho.co.jp/>



利昌工業株式会社

SINCE 1921

RISHO KOGYO CO., LTD.

2023年4月10日発行 発行: 利昌工業株式会社

編集: リショージャーナル編集委員会