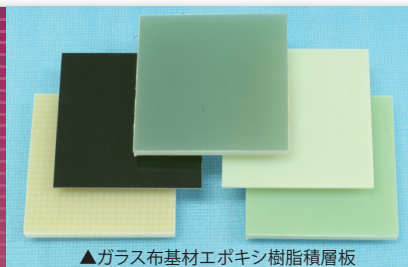


電気絶縁性/耐熱性/機械的強度/耐薬品性
バランス良く整ったGFRP

ガラス布基材エポキシ樹脂積層板

Glass/Epoxy laminates is a kind of GFRP that RISHO has manufactured for over 50 years. This GFRP has excellent properties in insulation, heat, mechanical or chemical strength. With substitution for other material, Cost reduction, Weight saving or Function improvement would be achieved.



▲ガラス布基材エポキシ樹脂積層板

■エポキシ樹脂とは

エポキシ樹脂は、石油分解ガス中に含まれるプロピレンから合成されるエピクロロヒドリンと、多価フェノール多価アルコールなどを反応させて得られる樹脂状物です。

この時点では熱可塑性で機械的強度も弱く、ほとんど利用価値のないものですが、分子の末端に反応性に富む「エポキシ基」を持っていますので、これを架橋反応させることで熱硬化性とすることができます。

エポキシ樹脂は1930年代に、スイスや米国において研究が始められていましたが、我が国における登場は1950年頃です。初期においては硬化剤の研究が充分でなかったため、塗料や接着剤としてのみ使用されていました。

(以上、RISHO NEWS No.10/1959年10月号「進歩するエポキシ樹脂」より要旨抜粋)

■利昌工業とエポキシ樹脂

利昌工業は、エポキシ樹脂の電気絶縁材料としての特性に注目し、これが我が国に登場した当初より、研究・開発に取り組んでまいりました。

エポキシ樹脂は、組み合わせる架橋剤によって作業条件、硬化法、反応機構が異なり、硬化後の加工性、電気的・機械的特性、特に熱変型温度に重大な差異を与えます。そのため研究・開発に着手した頃に発行されたRISHO NEWSのバックナンバーには、前述のように架橋剤に関する研究員のレポートが毎号のように登場しています。

そして今も毎号、この樹脂をベースにした各種製品についてのレポートをご紹介しているわ

けですから、利昌工業は50年以上にわたってエポキシ樹脂の研究・開発に携わっていることになります。

■さまざまな製品に展開

既述のごとくエポキシ樹脂は、架橋剤を変えることによって、さまざまな用途にカスタマイズできます。

利昌工業では、このカスタマイズの技術に「積層技術」を融合させることで、高機能プリント配線



▲プリント配線板材料

板材料や電気絶縁材料を、また「注型技術」と融合させることで、我が国初となるエポキシモ



▲エポキシモールド変圧器

ールド変圧器（受配電用）や、世界初となるエポキシモールド高圧進相コンデンサを開発するなど、さまざまな製品に展開してまいりました。

本稿では、利昌工業の代表的な絶縁材料・工業材料である「ガラス布基材エポキシ樹脂積層板」についてご紹介いたします。

■ガラス布基材エポキシ樹脂積層板

ガラス布基材エポキシ樹脂積層板は、ガラス布にエポキシ樹脂を含浸させた基材（プリプレグといいます）を所定の枚数に重ね、これに高温をかけながら高圧でプレスして作る、ガラス

繊維強化プラスチック(GFRP:Glass Fiber Reinforced Plastic)です。

利昌工業の50年以上となるロングセラーですが、FRPといえば、ポリエステル樹脂がベースになったもの、炭素繊維で強化されたもの、あるいは所定の形に金型成型されたものが一般的であり、注目されています。

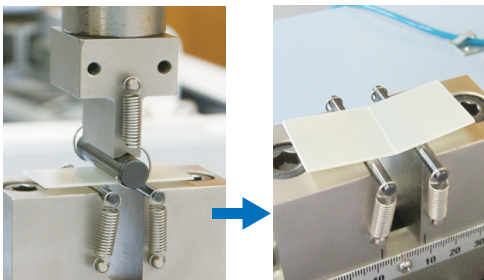
そこで今回は「ガラス布&エポキシ樹脂」という組み合わせで、かつ「積層板」という素材の形状で供給されるGFRPがあることについて、より多くの方にご承知いただきたく、開発に50年をかけた「新商品」をリリースするような切り口で、ご案内します。

■特長

ガラス布基材エポキシ樹脂積層板の特長は下記の通りです。

- 機械的強度に優れ、厚さ1mmの試験片の曲げ強度は450メガパスカル、引張り強度は350メガパスカルです。(JIS K 6911)
- 耐熱温度は130℃で、180℃×2時間の熱処理後でも、強度や寸法に大きな変化がありません。
- 電気絶縁性にすぐれ、材料1mmあたりの絶縁耐力は28,000ボルトです。(JIS K 6911)
- 経年劣化による変色や寸法変化がきわめて少ないプラスチックです。
- 油、溶剤、酸、アルカリなど、耐薬品性に優れます。

お手頃な価格でご提供できる割には、優れた特性をバランスよく兼ね備えるGFRPですから、用途によっては、これまでご使用になっていた他の材料と置き換えることで、機能向上やコストダウンが実現する可能性を秘めています。



▲曲げ強度試験 1mm厚の強度は450メガパスカルです。

■用途

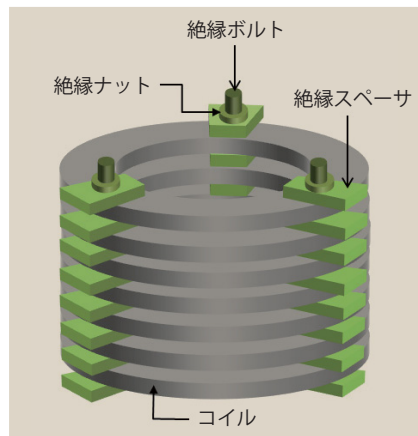
ガラス布基材エポキシ樹脂積層板は、機械的強度が必要な部品に切削加工され、金属では不都合な箇所、たとえば電気絶縁、断熱、さび対策・腐蝕（電蝕）対策、磁化対策などが必要な箇所に取り付けられる…といった格好でのご採用が多くを占めています（以下参照）。

【重電・装置関係】

発電所・変電所の屋内配電盤の絶縁板・絶縁サポータ、変圧器・発電機などの絶縁スペーサ、絶縁ボルト&ナット・ワッシャ、機械加工機の電気絶縁板、鉄道車両・車載用絶縁板ほか

【弱電・家電関係】

携帯電話・スマートフォンなどの絶縁部品、液晶テレビなど家電製品の絶縁板



▲コイル周りの絶縁に使用される例(イメージ)



▲絶縁スペーサに加工される例

■軽量化にも貢献

ガラス布基材エポキシ樹脂積層板の比重は1.8程度です。さびや腐蝕対策でステンレス(比重=8.0程度)の部品が採用される場面で、これとの代替に適えば、80%近い軽量化が実現します。

■ラインナップ

利昌工業では、樹脂をカスタマイズすることにより、用途に応じた様々なタイプのガラス布基材エポキシ樹脂積層板を取り揃えております。

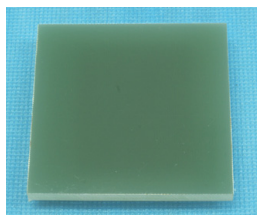
出荷サイズは1000mm×1000mmが基本ですが、ご希望のワークサイズに切断して出荷することも可能です。

厚みは品種により異なり、表面研磨で精度のご要求にお応えします。1200mm、1500mm、2000mmといった長尺に対応できるものもございますので、当社ホームページをご参照下さい。

以下に、代表的な品番をご紹介します。

1. ES-3230

- ANSI規格 G-10の代表的なガラス布基材エポキシ樹脂積層板です。
- 耐熱性、電気特性、機械的強度など、最高レベルの性能を示します。
- 耐薬品性では、特に耐アルカリ性に優れます。
- 厚みは0.1~50mmまで製造可能です。



▲ES-3230 (G-10)

2. ES-3350N

- ANSI規格 FR-4の難燃タイプです。
- ULのフレームクラス（難燃性）は94V-0です。
- 炊飯器やオープン



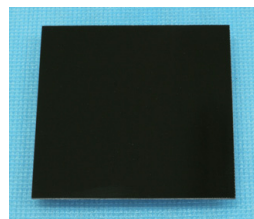
▲ES-3350N (FR-4)

など安全性が重視される家電の絶縁材料にも使用されます。

- 厚みは0.1~50mmまで製造可能です。

3. ES-3520J

- ES-3230の黒色タイプです。
- 長期にわたる高温中で、劣化の少ない材料として高い評価を得ています。
- 黒色の外観を活かし、遮光性が必要な用途へのご採用例もあります。
- 難燃化タイプ (FR-4)のES-3550Jもございます。



▲ES-3520J (黒G-10)

4. ES-3260

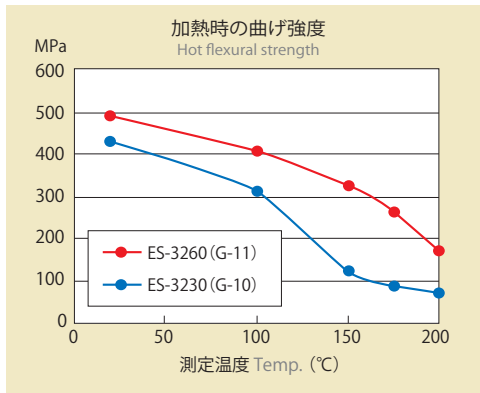
- ANSIグレード G-11、耐熱クラス H (180℃) 相当の最高級品です。
- 加熱による強度の劣化が少なく、耐熱スパーサや断熱材などに使用されています。



▲ES-3260 (G-11)

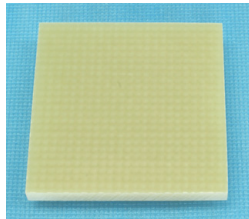
[加熱時の曲げ強度] Hot flexural strength

測定温度 Temp. (℃)	ES-3260 (G-11)		ES-3230 (G-10)	
	測定値 Strength (MPa)	保持率 Retention (%)	測定値 Strength (MPa)	保持率 Retention (%)
20	490	100	430	100
100	407	83	310	72
150	325	66	120	28
175	262	53	85	20
200	169	34	70	16



5. ES-3440

- ガラスロービング布とガラス不織布を交互に組合せ、更に機能性充填材を配合した利昌独自の構成によるコンポジット材です。



▲ES-3440 (利昌オリジナル)

- 耐アーク性、耐トラッキング性に優れます。
- 鉄道車両用材料難燃性認定品※ (3mm) です。
- ハロゲン系難燃剤は使用していません。

項目 Test items	試験方法 Test method	単位 Unit	ES-3440	ES-3230
耐トラッキング性 Tracking resistance	IEC法	V	600 OK	350 OK
耐アーク性 Ark resistance	JIS法	sec.	185	135

6. ES-3753K

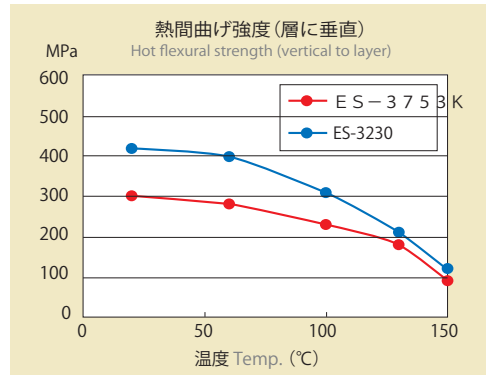
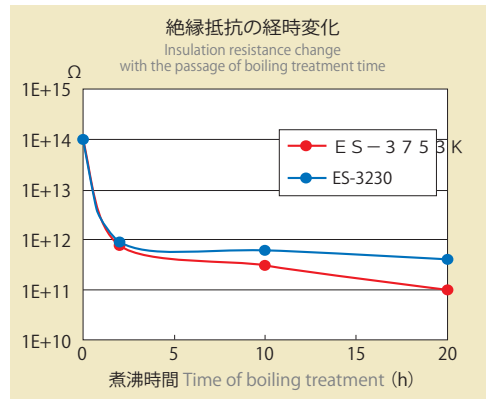
- ガラス布とガラス不織布を組み合わせたコンポジット材です。
- 電気的特性はガラス布基材積層板と同等で、機械的特性についてもガラス布基材積層板の



▲ES-3753K (CEM-3タイプ)

70%を維持しています。

- 切削や打ち抜きによる加工性に優れます。
- 鉄道車両用材料の難燃性認定品 (3mm) です。
- ガラス不織布のみのES-3711もございます。

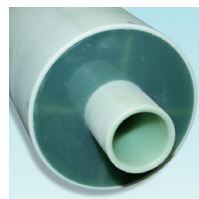


■ 積層管もございます

パイプの形状でご提供する、ガラス布基材エポキシ樹脂積層管もございます。



▲積層管



▲工業用巻芯

絶縁用途のほか、高機能フィルムなどの「工業用巻芯」を軽量化する用途でもご採用が増えております。

※日本鉄道車両機械技術協会(JRMA)による「鉄道車両用材料燃焼試験」の判定結果です。英国鉄道車両難燃材料試験 (BS 6853) に合格したES-3751SHもございます。

■一般特性 (板厚=15.0mm) General properties(15.0mm thick.)

試験項目 Test items		単位	品番	ES-3230	ES-3350N	ES-3520J	ES-3260	ES-3440	ES-3753K
			J I S	EL-GEM	EL-GEF	—	EL-GEH	—	—
			A N S I	G-10	FR-4	G-10	G-11	—	—
貫層 1 分間耐電圧 Withstand voltage vertical to layers	油中 1min./In oil	kV/mm	C-90/20/65	16 OK	16 OK	16 OK	16 OK	16 OK	13 OK
貫層破壊電圧 Breakdown voltage vertical to layers	油中 In oil		C-90/20/65	28	28	28	28	28	21
沿層 1 分間耐電圧 Withstand voltage parallel to layers	高温油中 1min./In 90℃ oil	kV/6mm	O-0.5/90	9 OK	9 OK	9 OK	9 OK	9 OK	9 OK
沿層破壊電圧 Breakdown voltage parallel to layers	高温油中 In 90℃ oil		O-0.5/90	35	35	35	45	40	40
絶縁抵抗 Insulation resistance	常態 RT	MΩ	C-90/20/65	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁸
	煮沸後 After boiling treatment		C-90/20/65 +D-2/100	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁶
体積抵抗率 Volume resistivity	常態 RT	MΩ・cm	C-90/20/65	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰
	吸湿処理後 After hygroscopic treatment		C-90/20/65 +C-96/40/90	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹
表面抵抗 Surface resistance	常態 RT	MΩ	C-90/20/65	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹
	吸湿処理後 After hygroscopic treatment		C-90/20/65 +C-96/40/90	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷
誘電正接(1MHz) Dissipation factor	常態 RT	—	C-90/20/65	0.019	0.019	0.019	0.015	0.012	0.019
	浸水処理後 After soak treatment		C-90/20/65 +D-24/23	0.021	0.021	0.021	0.016	0.013	0.021
誘電率(1MHz) Dielectric constant	常態 RT	—	C-90/20/65	4.4	4.4	4.4	4.4	5.0	4.4
	浸水処理後 After soak treatment		C-90/20/65 +D-24/23	4.6	4.6	4.6	4.6	5.1	4.6
曲げ強度 Flexural strength	層に垂直 Vertical to layers	MPa	A	450	450	500	500	500	300
	層に平行 Parallel to layers			450	450	450	450	500	300
圧縮強度 Compressive strength	層に垂直 Vertical to layers	MPa	A	440	440	440	500	400	320
	層に平行 Parallel to layers			340	340	340	360	380	290
引っ張り強度 Tensile strength		MPa	A	350	350	350	500	350	200
アイゾット衝撃強度 Izod impact strength	層に平行 Parallel to layers	J/cm	A	5.8	5.8	5.8	8.0	15.0	1.5
へき開強度 Cleavage strength	層に平行 Parallel to layers	kN	A	9	9	7	8	8	9
ロックウェル硬さ Rockwell hardness		—	A	M-115	M-115	M-115	M-115	M-105	M-105
吸水率 Water absorption		%	E-24/50 +D-24/23	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
2 時間加熱後の外観 Appearance after 2-hour heat treatment		℃	A	180 OK	180 OK	200 OK	200 OK	180 OK	180 OK
加熱時曲げ保持率 Hot flexural retention		%	A	120℃/30以上	120℃/30以上	120℃/50以上	150℃/40以上	120℃/10以上	120℃/30以上
比重 Specific gravity		—	A	1.8	1.9	1.9	2.0	1.9	1.9
耐トラッキング性 Tracking resistance	I E C 法	V	A	350	250	300	250	600	300
耐アーク性 Arc resistance		sec	A	135	135	135	135	185	140
UL 耐燃性 UL flammability		—	A	94HB	94V-0	94HB	94HB	94V-0相当	94V-0
ガラス転移温度 Glass transition temperature	DMA 法	℃	A	130	140	160	180	100	140
鉄道車両用材料燃焼試験の結果 Burn test result based on method of Japan Railway Rolling Stock & Machinery Association				難燃性(3mm) Flame retardant	難燃性(3mm) Flame retardant	—	—	難燃性(3mm) Flame retardant	難燃性(3mm) Flame retardant

※試験方法は、J I S K 6 9 1 1 に基づきます。※処理条件：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/湿度をそれぞれ示します。
 ※上記値は実測値であり、保証値ではありません。