

ポリエステル-平織ガラスクロス積層板の引張強度について

On the Tensile Strength of Polyester~Plain Weave Glass Cloth Laminates

宮 入 真 亀 男*

内 容 梗 概

ポリエステル・ガラス積層板は強度特性が優秀で着目すべき材料である。日立製作所では早くよりポリエステル・ガラス積層板に関心をよせ、研究を進めてきた。すでに商品として製品化されているが、本報ではその研究の一部の、ガラスクロスの種類とポリエステル樹脂の種類を変えたときの積層板の強度に関してのべた。

8種類の平織ガラスクロと、4種類のポリエステル樹脂をえらんでガラス積層板を作り、引張り強度を試験した結果、両者ともに強度に影響をおよぼすことが判明した。その原因として下記の3項目が確認され、積層板設計上の知見をうることができた。

- (1) 強度の大きな樹脂を結合剤とした積層板の強度は大きい傾向を示した。
- (2) ガラス繊維表面処理剤の効果は平織ガラスクロス積層板の引張強度に関しても十分に認められた。なお煮沸劣化による強度低下率に関しては、無アルカリガラスクロスと含アルカリガラスクロスとの間に特別な差はなかつた。
- (3) 用いたガラス基材の強度の序列と、積層板の強度の序列は必ずしも一致しなかつた。その原因としてクロスヤーンの屈曲角度が大きな影響を及ぼしていることがわかつた。

〔I〕 緒 言

ガラス繊維はプラスチックに用いられる補強材料中でもつとも強度の大きなものである。したがつてこのように強力なガラスを基材とした積層品は軽量、高強度で、加うるに結合剤の選択によつて耐熱性、電気絶縁性、光透過性などの色々な点ですぐれた特性を示す。近時ガラス積層板の建築材料あるいは電気絶縁材料分野への目覚ましい進出は、以上のような長所によるものである。結合剤として使用される樹脂には目的に応じて、シリコーン、メラミン、フェノール、エポキシまたはポリエステル樹脂などがあげられる。なかでも低圧で積層可能なポリエステル樹脂の出現が大型品の製造を容易にし、ガラス積層品の応用範囲を拡大した。

ポリエステル・ガラス積層品に使用されるガラス補強材の形状には、ロービング状、マット状、クロス状などいろいろあるが、高強度を要求される製品には一般にクロス状のものが用いられる。織機からでてきたまゝの織物は、加工工程における減磨作用と集束作用をもたせる目的でサイジング（デキストリン、水素添加植物油、非イオン性乳化剤、ゼラチン、ポリビニールアルコールなど）を施してある。クロスに施されたこれらのサイジング剤を除去しないで用いるときは、積層板製造時の樹脂含浸を困難にし、かつ硬化された積層品において繊維と樹脂の接着を妨げるため、良好な性質をもつた積層板がえられない。そこでサイジング剤を除去して使用することが行われている。もつともよい除去法は加熱による方

法である。加熱によつてサイジング剤を除去されたクロスは樹脂によつてよくウェットされるが、硬化したポリエステル樹脂が裸のガラスにはよく接着しないから、積層板の吸湿強度が低いといわれている。そこでガラスとポリエステル樹脂の接着を強固にする目的で、種々の表面処理が行われている⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾。

日立製作所では夙にポリエステル・ガラス積層板の長所に着目して研究を進めてきたが、本報ではその一部分として、表面処理剤のことなつた含アルカリ平織クロスならびにヒートクリーニングした無アルカリ平織クロスなど8種類えらび、結合剤のポリエステル樹脂をかえてつくつた積層板の引張強度におよぼす影響の有無を検定し、積層板設計上の知見をうる目的でその原因をしらべた結果を報告する。

〔II〕 実 験 方 法

(1) 積層板について

(i) 供試ガラスクロス

第1表に示したような表面処理剤のことなつた国産A社製含アルカリ平織クロスと、表面処理をしない国産B社製無アルカリ平織クロスをえらんで実験に供した。ガラスクロスは下記のような方法で試験し、結果を第1表に示した。

密度：幅 10mm の間の糸数を肉眼でかぞえ、経緯ともに3箇所 の平均値をとつた。

引張強度：幅 25mm、長さ 200mm の試験片（試験片の幅は 30mm にとり、あとから 25mm に規整した）をとり、試片の両端には引張りのさいの繊維のズレ止め

* 日立製作所日立絶縁物工場

第1表 供試平織クロス試験結果
Table 1. Test Results of Plain Weaved Glass Cloths

型式 番号	製造 会社	ヤーン の組成	標準 処理	試験値 カタログ値	厚さ (mm)	重さ (g/m ²)	打込密度				引張強度 (kg/25mm)	
							番手	経(本/cm)	番手	緯(本/cm)	経	緯
cc-230 H	国産A社	含アルカリ	ヒートクリー ニング	試験値	0.286	—	—	8	—	8	30.2	30.9
				カタログ値	0.25	213	140	7.5	140	7	—	—
cc-230 HVT	国産A社	含アルカリ	ボラン	試験値	0.285	195	—	7.7	—	8	58.6	49.2
				カタログ値	0.25	213	140	7.5	140	7	—	—
cc-230 HVT	国産A社	含アルカリ	ビニルトリ クロシラン	試験値	0.276	207	—	7.7	—	8	30.0	22.6
				カタログ値	0.25	213	140	7.5	140	7	—	—
cc-230 HVG	国産A社	含アルカリ	GS-1	試験値	0.274	—	—	8	—	7	38.6	38.8
				カタログ値	0.25	213	140	7.5	140	7	—	—
cc-210 HVX	国産A社	含アルカリ	ボラン	試験値	0.347	—	—	7	—	6	60.6	58.0
				カタログ値	—	—	—	—	—	—	—	—
M-48	国産B社	無アルカリ	ヒートクリー ニング	試験値	0.453	161	—	3.8	—	4	41.5*	34.1*
				カタログ値	0.30	307	—	3.15	—	3.15	55.0	55.0
M-10	国産B社	無アルカリ	ヒートクリー ニング	試験値	0.159	148	—	6.7	—	6.7	28.7	30.2
				カタログ値	0.18	128	—	6.3	—	6.3	28.5	28.5
M-20	国産B社	無アルカリ	ヒートクリー ニング	試験値	0.07	52	—	7.7	—	7.3	12.5	8.7
				カタログ値	0.06	36	—	9.5	—	9.5	8.5	8.5

備考： * M-48 は糸が太すぎるので、引張り試験片の幅は、糸数を単位とし、10本幅 (25mm 中に約10本の糸数) にして試験した。

のために柔軟性の瀝青系コンパウンド処理を施した。シヨッパー式振子型引張り試験機を用い、適当な紙を介してつかみ、つかみの間隔を 150mm として毎分 200mm の速度で引張り、経緯各 5 本の切断荷重の平均値をとった。

厚さ： ラチエットつき、心棒の径 6.5mm のマイクロメータを用い、幅の方向の一端から約40mm内側を50mmおきに長さ 3m の間を 50箇所測定して平均値をとった。

(ii) 供試ポリエステル樹脂

結合用樹脂には日立ポリエステルワニス PS-31 (積層成型用), PS-32 (積層成型用), PS-51 (積層, 注型用), PS-52 (成型用) を使用した。供試樹脂硬化物の強度特性を第2表に示した。

(iii) 積層板の製造法

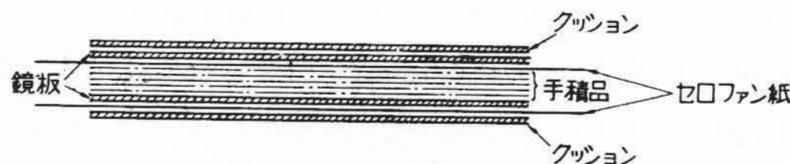
ガラスクロスを250(経)×215(緯)mmに裁断し、120°Cの空気浴中で2時間乾燥後、デシケータ中にて放冷し積層板の製造に供した。一方各ワニスにそれぞれ外割り1%の過酸化ベンゾイルを触媒として添加し、ときどき攪拌しながら40分間放置して完全に溶解して塗込み用ワニスを調製した。

まず硬質クロムメッキ板上にワニスを流してクロスをおせ、ワニスを浸透させて「ひたひた」な状態としてよく気泡を浮上させる。さらに中心部にワニスを流し、ガラスクロスをおいて、ワニスを周辺に向つてひろげながら上記の操作を所要枚数のクロスについて繰返した。本実験ではクロスを経あるいは緯方向をそろえ、第4表に示された枚数のクロスを積層した。積層を完了した手積

第2表 供試樹脂の性質
Table 2. Characteristics of Polyester Resins

名称	ワニス粘 度ポアズ (25°C)	注型物 比重 (d ₄ ²⁵)	引張試験		曲げ試験	
			強度 (kg/cm ²)	弾性率 (kg/cm ²)	強度 (kg/cm ²)	弾性率 (kg/cm ²)
PS-31	3~5	1.28	470	7.5×10 ³	860	1.7×10 ⁴
PS-32	1.5~3	1.27	690	7.6×10 ³	1,350	2.1×10 ²
PS-51	3~6	1.27	725	2.7×10 ⁴	1,100	2.8×10 ⁴
PS-52	100~150	1.32	820	3.0×10 ⁴	1,360	3.9×10 ⁴

備考： 弾性率は破壊点における値を示す。



第1図 手積品
Fig. 1. Hand Lay-up Article

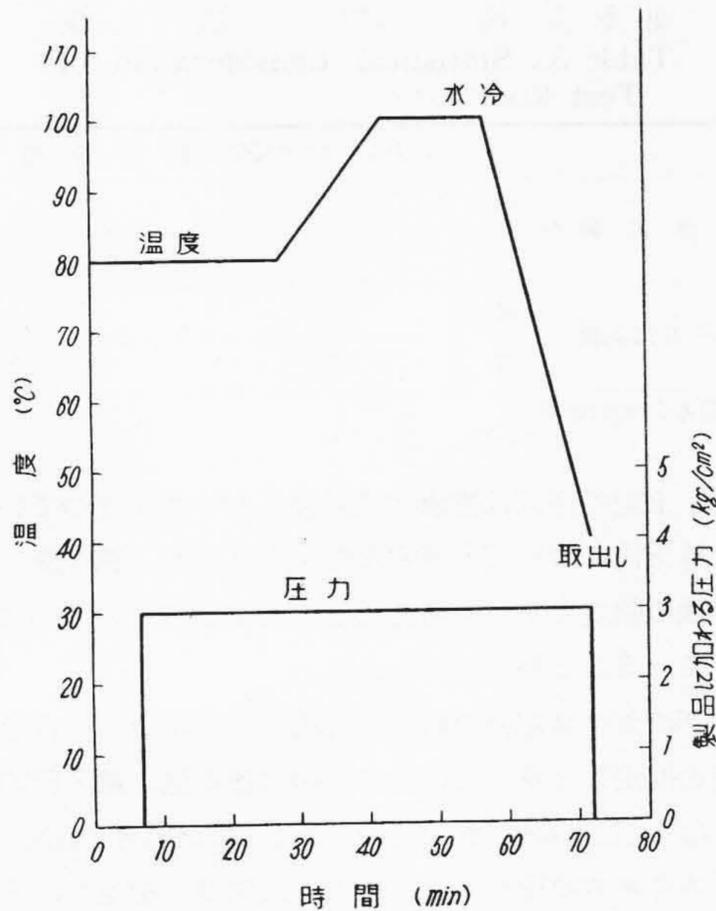
品を第1図のようにまとめ、挟み金を用いないでプレスした。

プレス作業は、プレスの熱板をあらかじめ 80°C にしておき、第2図に示したような方式で操作した。積層板に加わる圧力は 3.2kg/cm² であつた。

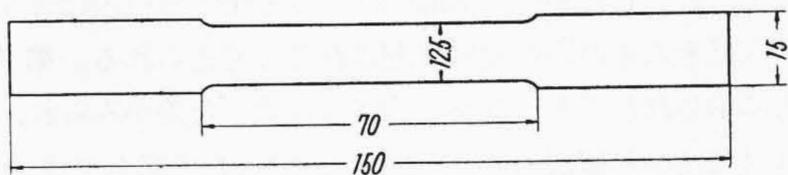
積層板製造の順序に関しては、繰返しのある二元配置法によつて実験結果を検定する目的のもとに、要因をガラスクロスの種類および樹脂の種類とし、製造の順序はくじ引で決めて無作為化した。

(2) 強度試験そのほか

引張強度 (常態試験)： ASTM, D638-52 T に準じて試片を第3図のように仕上げ、アムスラー型試験機で



第2図 プレス操作線図
Fig. 2. Press Operation Diagram



第3図 引張試験片
Fig. 3. Test Piece for Tensile Testing

6mm/min の速度で引張つた。

引張強度 (煮沸劣化試験): 100°C で2時間煮沸後ただちに試験を行つた。試験片ははじめ 15×152mm のサイズに切り出し、煮沸後第3図の形に仕上げた。

樹脂分: 10×10mm の試片1筒をニッケル坩堝中で、最初はブンゼンバーナの弱燃で試料を燃焼してから灼熱し、2回実験の減量率の平均を樹脂分とした。

〔III〕 実験結果とその考察

(1) 積層時の圧縮率

商品としての積層板の厚さは所定の公差内に規定されなければならない。ポリエステル・ガラス積層板は結合剤であるポリエステル樹脂が液体で、しかも100%硬化する特性をもっており、接触圧で成型できるものであるから、厚さを出すための挟み金を介在させることによつて規定厚さをうる事が可能である。本実験ではこのような挟み金を介在させることなく、一定圧力で加圧した場合に、積層されたクロスがなじみ合つてどの程度の厚さの積層板ができるかを検討した。もちろんこうした場

第3表 積層板の試験結果
Table 3. Test Results of Glass Laminates

試番	ガラス基材	ワニスの種類	常態試験 (kg/mm ²)		煮沸劣化試験 (kg/mm ²)		積層板の平均厚 (mm)	樹脂分 (%)
			経	緯	経	緯		
117	cc-230H	PS-31	9.0	8.9	7.6	8.0	2.19	39.8
118	cc-230 HVX	PS-31	13.5	9.6	12.4	9.6	2.12	39.6
119	cc-230 HVT	PS-31	10.2	10.3	9.8	9.6	2.05	42.8
120	cc-230 HVG	PS-31	13.2	10.3	11.1	10.4	2.34	48.9
121	cc-210 HVX	PS-31	10.8	9.9	11.1	10.0	2.31	49.7
122	M-48	PS-31	10.2	9.6	8.5	8.6	2.20	50.0
123	M-10	PS-31	14.5	14.8	12.1	12.7	2.01	49.1
124	M-02	PS-31	15.9	20.0	12.3	14.8	2.09	43.2
125	cc-230H	PS-32	10.8	8.3	8.6	7.5	2.32	40.5
126	cc-230 HVX	PS-32	16.9	13.4	14.2	12.6	2.19	43.7
127	cc-230 HVT	PS-32	11.9	12.4	12.5	11.2	2.36	37.3
128	cc-230 HVG	PS-32	13.1	13.8	13.4	11.8	2.40	45.6
129	cc-210 HVX	PS-32	15.6	13.4	14.0	11.6	2.39	44.7
130	M-48	PS-32	16.5	14.0	9.8	9.5	1.85	40.8
131	M-10	PS-32	16.3	16.9	11.8	11.5	2.30	42.1
132	M-02	PS-32	17.6	18.3	11.6	13.9	2.35	42.5
133	cc-230H	PS-51	8.6	9.0	6.6	7.2	2.06	40.0
134	cc-230 HVX	PS-51	13.9	12.9	11.5	10.2	2.15	43.8
135	cc-230 HVT	PS-51	12.1	11.7	12.2	11.0	2.32	41.8
136	cc-230 HVG	PS-51	13.0	12.0	12.3	11.1	2.20	44.5
137	cc-230 HVX	PS-51	15.1	13.2	14.6	12.6	2.26	44.2
138	M-48	PS-51	13.7	15.2	9.5	9.0	1.99	40.9
139	M-10	PS-51	22.0	20.5	12.3	14.5	2.06	42.6
140	M-02	PS-51	20.2	21.8	12.4	15.2	2.30	44.5
141	cc-230H	PS-52	14.0	13.8	7.7	7.6	2.17	36.7
142	cc-230 HVX	PS-52	13.8	11.9	12.4	11.5	2.33	51.1
143	cc-230 HVT	PS-52	13.0	9.3	10.7	9.8	2.58	56.3
144	cc-230 HVG	PS-52	16.3	12.9	14.8	13.8	2.26	42.9
145	cc-210 HVX	PS-52	13.6	10.8	13.1	11.2	2.27	42.2
146	M-48	PS-52	17.4	18.7	12.9	12.6	1.96	55.1
147	M-10	PS-52	14.4	13.8	9.0	8.8	2.15	42.9
148	M-02	PS-52	20.0	20.6	14.2	15.5	2.19	43.1

備考: 引張り強度ならびに樹脂分は試片2本の平均値を示す。

第4表 積層板の圧縮率と算出引張強度
Table 4. Compressive Rate and Calculated Strength of Laminate

クロスの種類	cc-230 H	cc-230 HVX	cc-230 HVT	cc-230 HVG	cc-210 HVX	M-48	M-10	M-02	
	積層枚数	11	11	11	11	9	7	19	43
計算厚さ(mm)	3.15	3.14	3.04	3.01	3.12	3.17	3.02	3.01	
積層板の平均厚さ(D)	2.19	2.21	2.33	2.30	2.31	2.20	2.13	2.23	
圧縮率 (%)	31	29	23	24	26	31	30	26	
計算強度 (kg/mm ²)	経	6.08	11.7	8.72	7.39	9.45	5.28	10.3	9.7
	緯	6.22	9.79	7.55	7.43	9.05	4.34	10.8	6.7

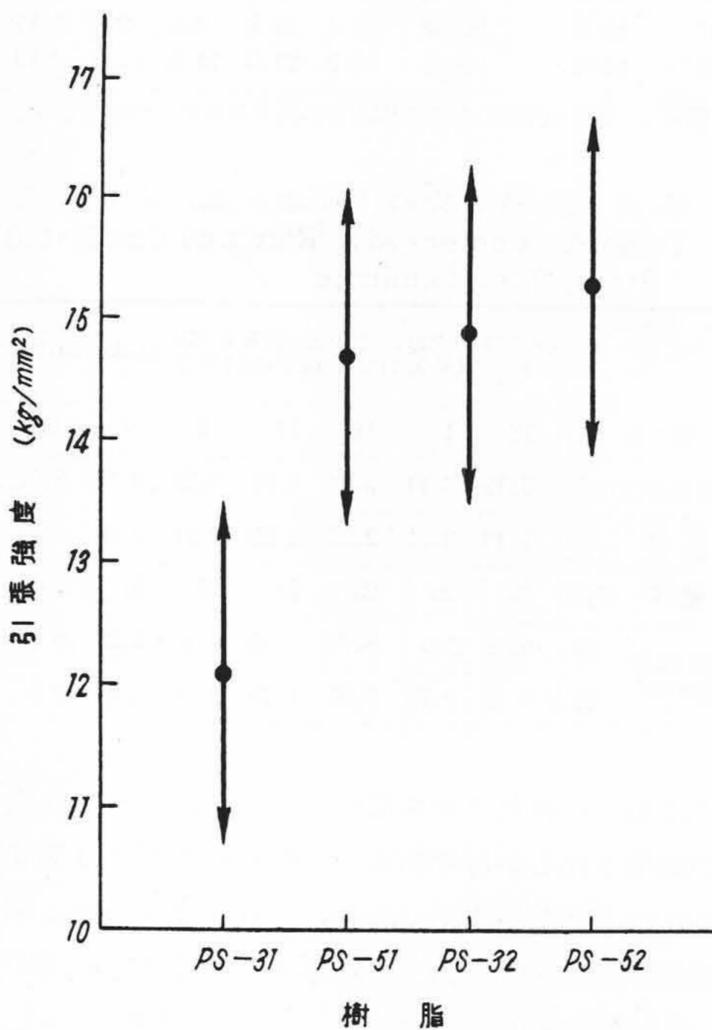
合には用いられたクロスについて最高のガラス含量と強度が期待されるからである。各積層板の厚さは第3表に示されたような値であつたが、これをクロス毎に平均して製品厚さ(D)とし、計算厚さ(ガラスクロス厚さd×積層板数n)と比較して(1)式で圧縮率(C)を計算した。

$$C = \left(1 - \frac{D}{nd}\right) \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

圧縮率は第 4 表のようになる。表から 3.2kg/cm² の圧力で平織ガラスクロス積層板を加圧したときには、クロスの加成厚さよりも約二十数パーセントないし三十数パーセント薄い積層板ができることがわかる。もつと厚い積層板についてはどのようなようになるかは不明であるが、圧縮率はさらに大きな値となるであろう。ガラスクロス積層板を製作する場合には、このような圧縮率を考慮してクロスの積層板数を算出し、さらに挟み金を併用すれば規定厚さの積層板を精度よく作ることができ、かつ使用クロス固有の強度特性も最高度に発揮できるであろう。

(2) 有意差検定結果ならびに強度差に関する考察

強度試験の結果を平均して第 3 表に示したが、積層板の強度はガラスクロスの種類および樹脂の種類によつて変化すると考えられる。要因としてこの二つをとり、繰返しのある二元配置法で実験を行い、1%の危険率で検定した結果を第 5 表に示した。すなわちガラスクロスおよび樹脂の種類により、引張強度は変化しているという結果がえられた。樹脂の種類を要因とした場合の強度の母平均を推定した一例は第 4 図、第 5 図のようになる。図では横軸に樹脂の種類をとり、縦軸に引張強度をとった。作業性を度外視すれば、結合用樹脂としては PS-52 がもつともよく、ついで PS-32, PS-51, PS-31 の順である。しかし PS-31 を除いては大きな差は認めら



第 4 図 常態における強度と樹脂との関係(経)
Fig. 4. Relation between Laminate Strength and Kinds of Resins at Dry State (Warp)

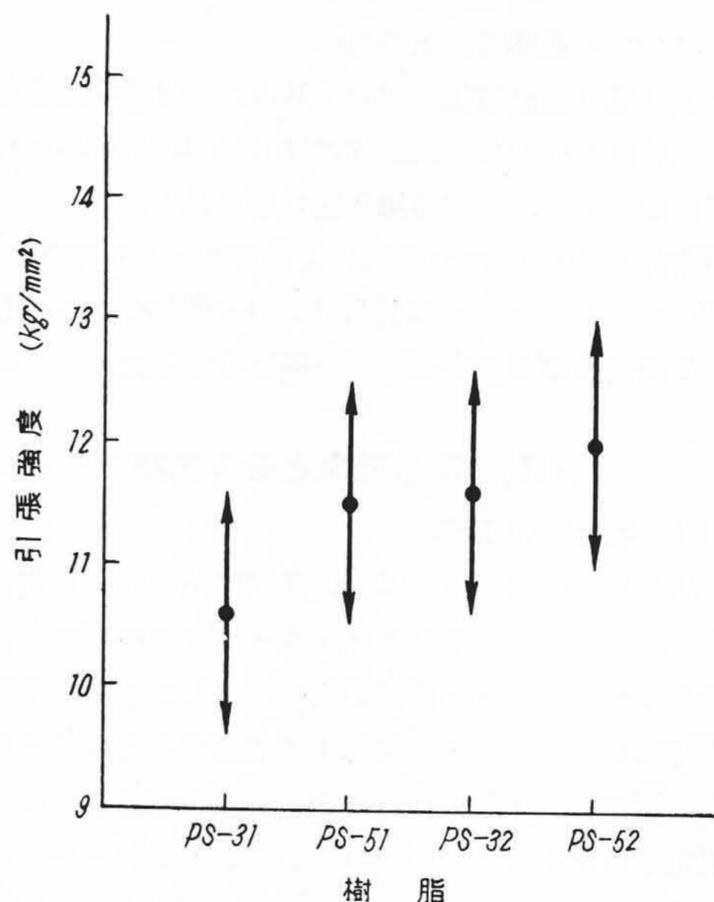
第 5 表 検 定 結 果
Table 5. Statistical Consideration of Test Results

		ガラスクロスの種類	樹 脂 の 種 類
常 態 試 験	経	◎	◎
	緯	◎	◎
煮 沸 劣 化 試 験	経	◎	◎
	緯	◎	◎

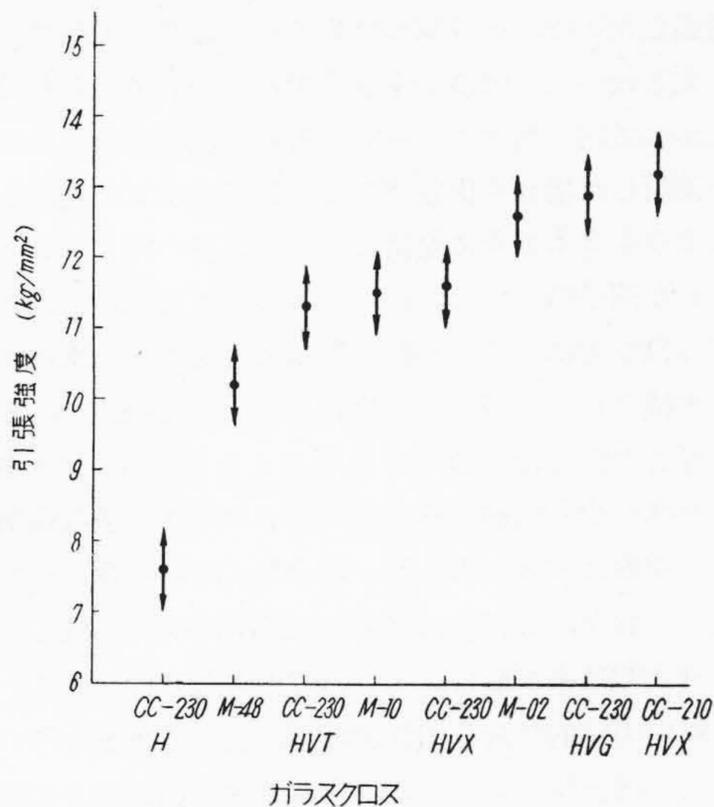
備考：◎は影響大

れず、上記の序列は煮沸劣化試験においても変っていない。緯方向においても同様な結果がえられ、第 2 表の樹脂単独の強度とあわせ考えるとき、樹脂強度の序列に関係していることがうかがわれる。

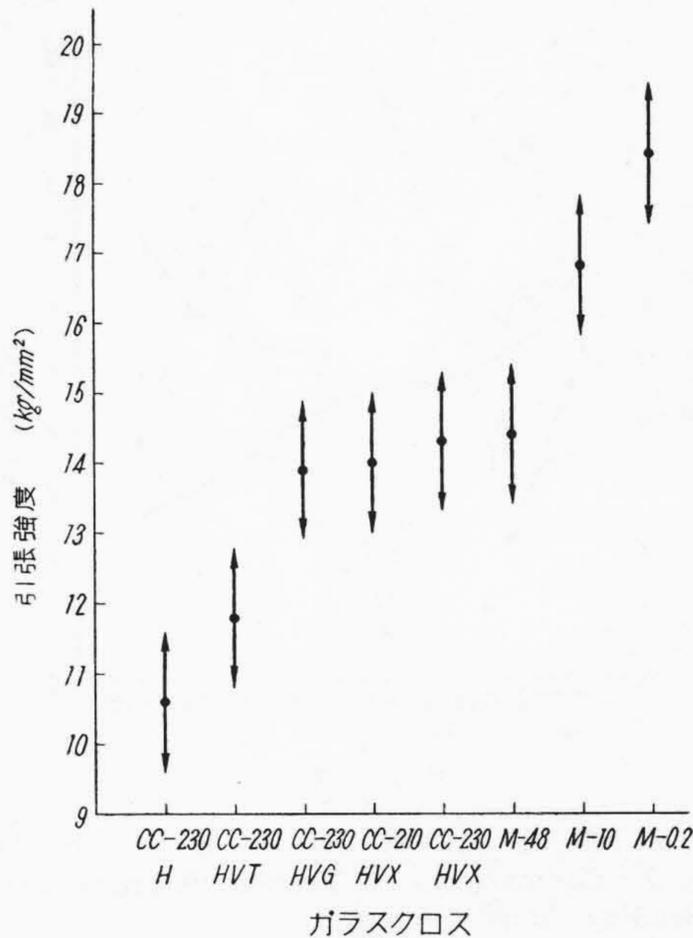
つぎにガラス基材の種類を要因とした場合の強度の母平均を推定してみると、その一例は第 6 図、第 7 図のようになる。上述の樹脂の種類を要因とした場合に比して、ガラスクロスの種類によつて大きな強度差を生じ、その上煮沸劣化によつて強度の序列も変つている。積層板の引張強度の絶対値の大部分は、補強材として使用したガラスの荷重方向に向いた繊維が負担しているものとみなしてよい。したがつて製品強度に差を生ずる原因はガラス基材そのものの強度に支配されると考えられる。第 1 表に示されたごとく基材の強さには大きな差がみられ、基材強度から積層板強度が推定できれば好都合であろう。そこでこの基材強度と製品強度間の関連を調べるために、第 3 表に示された強度試験結果を各ガラスクロス



第 5 図 煮沸後の強度と樹脂との関係(経)
Fig. 5. Relation between Laminate Strength and Kinds of Resins after Boiling (Warp)



第6図 常態における強度とガラスクロスとの関係(経)
Fig. 6. Relation between Laminate Strength and Kinds of Glass Cloths at Dry State (Warp)



第7図 煮沸後の強度とガラスクロスとの関係(経)
Fig. 7. Relation between Laminate Strength and Kinds of Glass Cloths after Boiling (Warp)

毎に平均した値を用いて、(2)式によつて製品強度と計算強度との比を求めた。

$$\frac{\text{積層板強度}}{\text{計算強度}} = \frac{Pd(100-C)}{4s} \dots\dots\dots(2)$$

ただし P は積層板強度, C は加圧成型時の圧縮率(%), d はガラスクロスの厚さ, S はクロスの強度 (kg/25mm幅) である。

計算された値は第6表のようにばらついていて、基材強度からだけでは製品強度を一義的に簡単に推定できないことを示している。そこでさらに荷重方向にならんだヤーンの屈曲性を考慮してみた。平織ガラスクロスの断面を拡大すると第8図のようになる。第1表に示したように経緯ともに番手のひとしいヤーンであるから、ヤーンの半径を r , クロスの厚さを d , 打込み密度を N (本/cm), 屈曲角度を θ とすれば, $r=d/4$ であらわされるから (3) 式が成立する。

$$\sin \theta = \frac{Nd}{4+N^2d^2} (4-\sqrt{4-3N^2d^2}) \dots\dots(3)$$

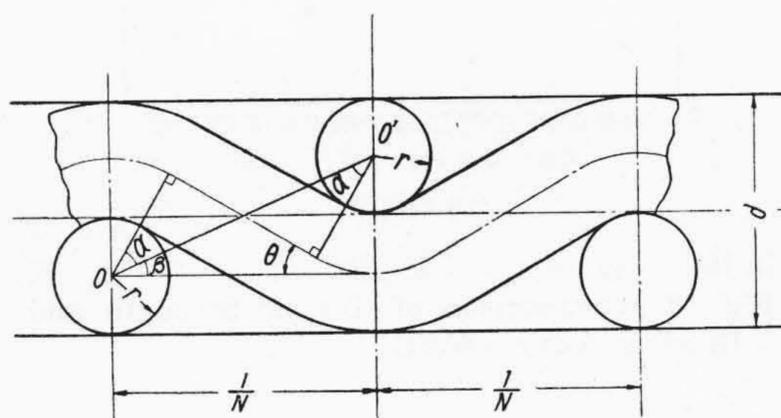
第1表に示した N と d の値を使用して θ を算出し第9図, 第10図に示した。図は横軸にガラスクロスの種類をとり, それをクロス強度の大きな順に配列し, 縦軸に強度ならびに屈曲角をとつたものである。従来積層板の強度は簡単な(4)式の関係であらわされると考えられてきた。

$$PA = P_g A_g + P_r A_r \dots\dots\dots(4)$$

P : 積層板の平均強度, A : 積層板の断面積
 P_g : ガラス繊維の単位面積当り強度

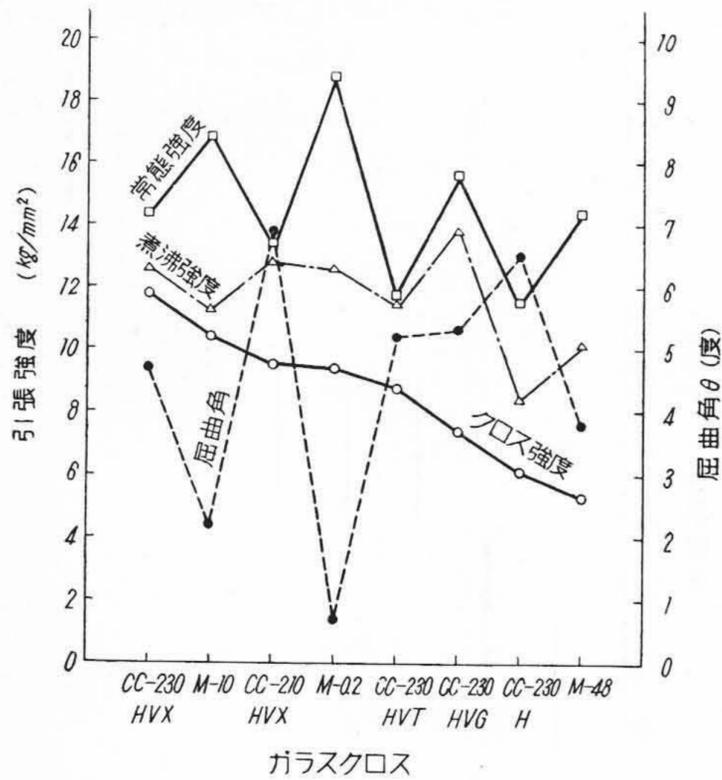
第6表 製品強度 / 計算強度
Table 6. Ratio of Observed Strength and Calculated Strength

試験条件	cc-230 H	cc-230 HVX	cc-230 HVT	cc-210 HVG	cc-210 HVX	M-48	M-10	M-02
常態試験	1.81	1.22	1.44	1.91	1.31	2.73	1.58	1.95
煮沸試験	1.32	1.09	1.42	1.81	1.28	2.11	1.10	1.22

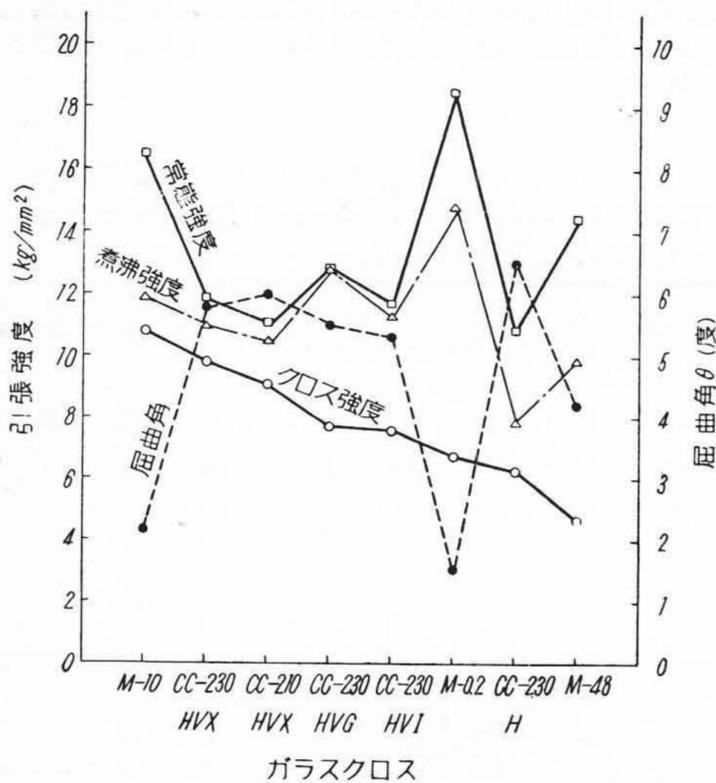


第8図 平織ガラスクロス断面図
Fig. 8. Section of Plain Weaved Glass Cloth

P_r : ポリエステルの単位面積当り強度
 A_g : ガラス繊維の A 断面積中に占める面積
 A_r : ポリエステルの A 断面積中に占める面積
が⁽⁵⁾, (4)式では不十分なことが図からわかる。すなわちガラス強度と積層板強度の序列が一致しておらず, 経緯ともに屈曲角 θ の大きさと積層板強度が逆の関係にあ



第9図 強度と屈曲角との比較
Fig. 9. Comparison of Tensile Strength and Bending Angle (Warp)



第10図 強度と屈曲角との比較
Fig. 10. Comparison of Tensile Strength and Bending Angle (Weft)

る。織物は縦横に繊維が配列されていて、引張り方向に対して横方向の繊維は強度的に寄与しないであろう。強度を分担する引張り方向の繊維は屈曲しているから、破壊するまでにまず繊維がのび切つて、しかるのち切断するものと考えてよいであろう。その場合樹脂が硬くて脆いものは、繊維がのび切るまえに樹脂内に亀裂を発生し、樹脂の強度に関する寄与と応力の均等分布作用がなくなるであろう。なお屈曲の大きな織物ほど製品内部の繊維方向が一様でなく、荷重を加えたとき全繊維が一様

に緊張しないで、のび切つたものから順次に破断する確率が大となつて、強度が小さくなるものと考えられる。したがつて同一番手のヤーンで打込み密度のひとしい織物を使用した場合を仮定すると、経緯糸交互に交錯した平織よりも2本おきに交錯した綾織、さらに7本おきに織られた縞子織という順に、上述のような屈曲機会の減少する織り方になるにつれて引張強度を増すであろう。また平織クロスの場合でも打込み密度のひとしいときは、厚さの薄くなるほどθは小さくなるから、厚さの厚いクロスを少く積層するよりは薄いクロスを多数積層した方が強度は大となる。M-10, M-02 の場合がそれに相当しており、これらは従来の経験的事実と一致している。林氏⁽⁶⁾は糸が織られている時の重なり部を考え、簡単な材料力学的な計算で強度低下に関する考察を行つてはいるが、同一厚みでも打込み密度の変化によつてどのように強度が変化するかという問題については言及されていない。

煮沸による強度低下率は第9図、第10図および第7表からわかるように一様でなく、サイジング除去後の繊維表面処理効果を認めることができる。集束剤を加熱除去したままのクロス、cc-230 ヒートクリーニング、M-48 M-10, M-02 にみられるように、含アルカリ、無アルカリ品を問わず、煮沸によつてほぼ30%の強度低下がみられる。表面処理剤のうちではビニルトリクロロシラン処理がもつとも強度低下率が小さく、GS-1, ボラン処理の順とみなされる。2時間の煮沸劣化の結果は、室温で30日間浸水された試料にほぼ相当するといわれているが⁽⁷⁾、本実験結果からは含アルカリ品が無アルカリ品に比して、劣化特性が悪いという事実は認められなかつた。なお第6図、第7図の煮沸劣化試験による強度序列の変化は、上述のような表面処理剤による低下率の大小に起因している。

〔IV〕 結 言

4種類の日立ポリエステル樹脂と、表面処理方法をかえた含アルカリ平織ガラスクロス、あるいは無アルカリ平織ガラスクロスなど8種類をえらんで積層板をつくり、これら樹脂の種類あるいはクロスの種類が積層板の

第 7 表 積層板の煮沸劣化による強度低下率
Table 7. Depression of Strength of Laminate after Boiling

クロスの種類	低下率							
	cc-230 H	cc-230 HVX	cc-230 HVT	cc-230 HVG	cc-210 HVX	M-48	M-10	M-02
経 (%)	27.0	11.8	4.1	7.2	4.1	29.8	31.3	31.3
緯 (%)	25.2	8.1	4.6	4.0	4.1	31.0	28.9	26.4

引張強度におよぼす影響を検定した。さらに強度の平均値を比較考察して、有意差を生じた原因としてつぎのような結論をえた。

(1) 結合剤としては PS-52 がもつともよく、ついで PS-32, PS-51, PS-31 の順となり、これはほぼ樹脂単独の強度の順に一致しているが、後三者については大差は認められない。

(2) ガラス繊維表面処理剤の効果は平織ガラスクロス積層板の引張強度に関しても十分に認められた。すなわち煮沸劣化試験の結果は、無処理のヒートクリーニング品は、含アルカリ、無アルカリ品ともに約 30% の強度低下があり、ビニルトリクロロシラン処理は約 4%、GS-1 処理品は約 6%、ボラン処理品は 4~10% であつた。

(3) 用いられたガラスクロス基材の強度の序列と、積層板の強度の序列は必ずしも一致しなかつた。その原因としては製織されたガラスヤーンの屈曲角度が大きな

影響をおよぼしていることがわかつた。高い引張り強度を要求する場合にはヤーンの屈曲角度の小さなクロス、たとえば平織クロスでは薄手あるいは打込み密度の少ないものをえらび、そのほか綾織り、朱子織、一方向織などをえらぶことによつて強度向上が計られることを推論した。

終りに御指導を賜つた日立製作所日月、鶴田両博士をはじめ日立絶縁物工場の関係者、および実験に協力された山内衛君に厚く御礼申し上げる。

参 考 文 献

- (1) 関野： 化学と工業 7 14-24 (1954)
- (2) L. P. Biefeld, T. E. Phillips: Ind. Eng. Chem.: 45 No. 6, 1281-86 (1953)
- (3) J. Bjorksten, L. L. Yaeger: Modern Plastics, 124 (July, 1952)
- (4) C. E. Bacon, Ibid 126 (July, 1952)
- (5) たとえば東海特殊ガラス KK カタログ： ポリエステル補強用硝子繊維 P. 8
- (6) 林： 強化プラスチック 1 No.1 17 (1955)



日 立 製 作 所 社 員 社 外 講 演 一 覧

(第88頁より続く)

(昭和31年8月受付分)

講演月日	主 催	演 題	所 属	講 演 者
11. 10~11	電 気 通 信 学 会	低速型, アナログ計算機の試作概要	中央研究所	三浦武雄 青木直 沼倉俊郎 阿部善右 衣川武
11. 10~11	電 気 通 信 学 会	三磁極電子レンズとその特性	中央研究所	木村博一
11. 10~11	電 気 通 信 学 会	チタン酸, バリウムの導電率について	中央研究所	古畑芳男
11. 上旬	電 気 通 信 学 会	進行波管 6W86 の諸特性	中央研究所	都木周作
11. 上旬	電 気 学 会	高速型リアクタンミュレータ	中央研究所	嶋井章
11. 上旬	電 気 学 会 東 海 部	ゲルマニウム, ダイオードの諸特性および測定法	中央研究所	伴野正美
10. 28	照明学会関西支部	蛍光灯の演色性の評価について	中央研究所	角野正夫
8. 30~31	工 業 技 術 院	吸光光度法によるチタニウム中微量マンガ定量法	中央研究所	相本吉人
8. 25	日本原子力産業会議	γ線液面計の試作	中央研究所	今井宗丸
11. 上旬	電 気 通 信 学 会	Ge-diode の正孔蓄積効果と伝導度変調に関する一実験	中央研究所	永田 穰
11. 上旬	電 気 通 信 学 会	離散的保留時間に対する待合せの分布について	中央研究所	島田正三
11. 上旬	電 気 通 信 学 会	広帯域整合導波管型サーミスタマウント	中央研究所	宇佐美 襄
11. 上旬	電 気 通 信 学 会	反射型クライストロン 2K44 の試作について	中央研究所	竹本 猛夫
11. 上旬	電 気 通 信 学 会	真空管委員会寿命小委員会における寿命試験中間報告	中央研究所	島田正三
11. 上旬	電 気 通 信 学 会	ピアス型集束電子銃の検討	中央研究所	草野三夫
10. 11~12	日 本 化 学 会	高分子の二次転移点と分子凝集熱	中央研究所	河合麟次郎
11. 5~6	電 気 化 学 協 会	水素電極反応の研究	中央研究所	及川 充平 岡 俊平
8. 9~11	茨城県電力協会	揚排水ポンプについて	本 社	神津修二
9. 12	日本事務能率協会	常備量および貯蔵量の適正化	本 社	家長 喜一



日立製作所社員社外寄稿一覧

(昭和31年8月受付分)

寄稿先	題目	執筆者 所属	執筆者
アグネ出版社	ステンレス鋼溶接の問題点	日立工場	小野健 二 渡辺 潔
日本金属学会	高合金工具鋼の熱処理に関する研究 1報	日立工場	根本 正
電気書院	サイクロンファーンボイラーとはどんなものか	日立工場	河原 誠 二
中央熱管理議会	サイクロンファーンについて	日立工場	河原 誠 二
日本機械学会	日立電気式调速機	日立工場	河原 誠 二
東部炭硯技術会	交流巻上機の運転方式について	日立工場	河原 誠 二
日本溶接協会	ボイラの趨勢(抄録)英文	日立工場	大島 昭 二
溶接学会	グナート法による残留応力測定上の一、二の注意	笠戸工場	菅原 三 次
日本機械学会	客車鋼体の強度解析について	笠戸工場	飯島 弘
日本機械学会	工学講座(荷役機械)の内、機械設計スキップホイストの索道	亀有工場	平 栗 保 平
丸善株式会社	機械設計便覧「リベット」	亀有工場	平 栗 保 平
機械学会	工学講座(荷役機械)の内電気部分	川崎工場	八木 政 次
日刊工業新聞社	最近における工具管理の新傾向	川崎工場	八木 政 次
日刊工業新聞社	トランスフォーマーマシン	川崎工場	花岡 浩 一
産業機械協会	バランス型圧縮機	川崎工場	花岡 浩 一
産業機械協会	ロータリーコンプレッサーについて	川崎工場	宮下 啓 一
労災協会	下請工場の安全管理について	亀戸工場	寺下 信 一
東京産業安全協会	横フライスにおける送りハンドルの改善	亀戸工場	小川 芳 雄
東京産業安全協会	梯子作業用足場および道具架の改善	亀戸工場	太田 保 俊
東京産業安全協会	シャークラッチ安全装置	亀戸工場	太田 保 俊
日本冷凍機製造協会	鉄およびほかの金属に対する境界潤滑油としてのF12	栃木工場	青木 隆 宏
日本科学技術連盟	生産管理と品質管理	戸塚工場	小林 季 八
日本勤労者教育協会	標準化の組織と教育	茂原工場	小宮 精 吉
日本伸銅協会	米国における伸銅工業 O.E.E.C 第79回技術視察団報告第三章銅の精錬溶解および鑄造	日立電線	栗本 暢 夫
オーム社	弛角測定用クリノメータ	日立電線	堀口 二三男
三重労働基準局	稔子切作業の安全化	桑名工場	大矢 二郎
ダイヤモンド社	資材管理在庫の問題(1)	中央研究所	大島 正 三
応用物理学会	高分子物質の超音波音速の温度および吸湿による変化	中央研究所	前田 庸
電気学会東海支部	ゲルマニウムダイオードの諸特性および測定法	中央研究所	伴野 正 美
J. Electrochem Soc	On the relation between the Hydrogen over-Potential and the Electromic of Cothode Materials	中央研究所	及川 充
電気通信学会	国産ゲルマニウム、ダイオード特性表国産トランジスタ特性表	中央研究所	内山 三 郎
日刊工業新聞社	金属の接着技術	中央研究所	福村 勉 郎
紙コンデンサー研究会	誘電体と水	中央研究所	黒崎 重 彦
朝日新聞社	学会余滴	中央研究所	伴野 正 美
工業資料社	色収差補償磁界型電子顕微鏡について	中央研究所	片桐 信 二 郎
港湾荷役機械化協会	大阪湾多奈川埠頭と石炭陸揚機について	本社	鈴木 実 章
通商産業省重工業局	電気集塵装置	本社	綿引 章
日本冷凍協会	空調用冷凍機の機種撰定について	本社	栗本 正 雄
日刊工業新聞社	最近の送風機	本社	青山 初 馬 佑