

ガラス布基材ジアリルフタレート樹脂積層板の特性

The Properties of the Glass-Fabric-Base Diallylphthalate Laminate

松井千里* 齊木 学* 吉川俊明*
Chisato Matsui Satoru Saiki Toshiaki Yoshikawa

内 容 梗 概

ジアリルフタレート樹脂は、成形材料、積層品、化粧板などとして広く使用されており、すぐれた電気的性質、耐熱性および寸法安定性を有するため最近注目を集めている。従来この樹脂はアメリカの Food Machinery and Chemical Corporation (F. M. C.) の独占的製品であったが、わが国においても国産化が開始され、電気絶縁用積層板としての開発が強く要求されるようになった。

そこで積層板用としてこれまで使用されているいろいろの基材のなかでもっとも耐熱性、寸法安定性にすぐれているガラス布に、ジアリルフタレート樹脂を使用し積層板を製造することとした。

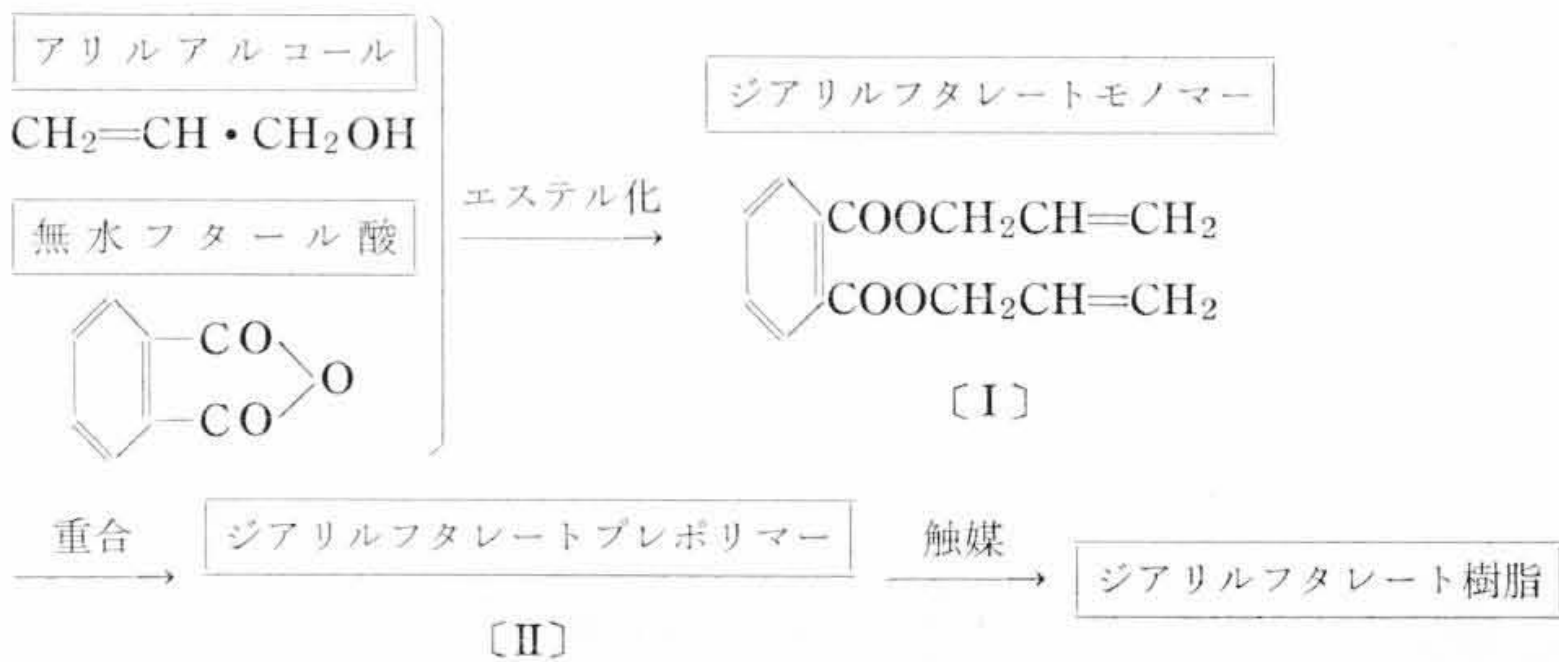
本文は、ガラス布基材ジアリルフタレート樹脂積層板（ガラス布ジアリルフタレート積層板）について求めた性能の紹介であって、その性能は重電機器用材料、電子機器用材料として十分に市場の要求をみたしている。

1. 緒 言

重電機工業、電子工業の著しい進歩に伴いこれまで広く使用されていた各種熱硬化性プラスチック積層板は、いずれも諸性能の向上、新品種の開発が強く要求されるようになった。なかでも、もっとも古くから電気絶縁材料として使用されているフェノール樹脂系積層板は、誘電特性、耐熱性などの向上が望まれ、比較的新しい品種のポリエステル樹脂系積層板は、生産方式の改善、寸法精度の向上などが要望されるようになった。そこで筆者らは、すぐれた誘電特性と耐熱性を有し、積層板製造法も比較的容易であるといわれている⁽¹⁻⁵⁾ジアリルフタレート樹脂に着目し、基材にガラス布を選択しガラス布ジアリルフタレート積層板を開発することとした。ガラス布ジアリルフタレート積層板は、ポリエステル樹脂系積層板に比べ製造方式も比較的容易であるため寸法精度も良好であり、一方フェノール樹脂、エポキシ樹脂系積層板に比べてすぐれた誘電特性を有していることがわかった。以下この積層板の性能の二、三を紹介し、使用上の参考とした。

2. ジアリルフタレート樹脂⁽⁶⁾

現在広く使用されているポリエステル樹脂は、一般に飽和ポリエステル、不飽和ポリエステルに区分されているが、アリル樹脂はその特異な性質および化学構造のちがいからポリエステル樹脂とは別に分類されている。このアリル樹脂の中で次に示すように無水フタル酸とアリルアルコールから作られたジアリルフタレートの重合物は、ジアリルフタレート樹脂と呼ばれ、種々のすぐれた性質を有しているため、積層材料、成形材料、注型品として使用されはじめている。



第1表 JIS規格による一般特性

品 種 厚さ (mm)			ガラス布 基 材 ジアリルフタレート積層板			ガラス布 基 材 フェノール 積 層 板			ガラス布 基 材 ポリエステル 積 層 板			ガラス布 基 材 エポキシ 積 層 板			
			1.6	3.2	12.7	1.6	3.2	12.7	1.6	3.2	12.7	1.6	3.2	12.7	
試験項目	単位	処理条件	—	—	8 kV 1分 OK 22.0	—	—	8 kV 1分 OK 10.0	—	—	8 kV 1分 OK 20.0	—	—	8 kV 1分 OK 24.0	
衝撃強さ	たて	kg-cm cm ²	A	—	42.8	58.9	—	32.1	49.8	—	41.7	54.5	—	68.0	63.6
	よこ			—	32.1	56.3	—	31.0	39.0	—	29.4	49.8	—	49.3	62.0
曲げ強さ	たて	kg/mm ²	A	50.3	43.8	38.8	47.4	42.9	22.0	54.5	46.9	42.8	54.2	55.2	52.7
	よこ			45.0	42.1	33.3	44.0	38.6	19.7	45.1	41.3	41.3	49.4	54.5	46.4
へ き 開 強 さ	kg	A	—	—	558	—	—	677	—	—	604	—	—	1,043	
誘 電 率	(1 Mc)	C-90/20/65	—	4.24	—	—	6.13	—	—	4.28	—	—	5.16	—	
誘 電 正 接	(1 Mc)	C-90/20/65	—	0.0151	—	—	0.0266	—	—	0.0172	—	—	0.0268	—	
体 積 抵 抗 率	Ω-cm	C-90/20/65	—	383×10 ¹¹	—	—	219×10 ¹⁰	—	—	198×10 ¹¹	—	—	401×10 ¹¹	—	
表 面 抵 抗 率	Ω	C-90/20/65	—	122×10 ¹²	—	—	305×10 ¹¹	—	—	613×10 ¹¹	—	—	122×10 ¹²	—	
吸 水 率	%	E-24/50 +D-24/23	0.12	0.05	0.02	0.45	0.19	0.62	0.08	0.06	0.02	0.08	0.04	0.02	
絶 縁 抵 抗	Ω	C-90/20/65	6.5×10 ¹²	6.5×10 ¹²	6.5×10 ¹²	3.4×10 ¹²	3.5×10 ¹²	8.6×10 ⁹	5.4×10 ¹²	1.6×10 ¹²	1.6×10 ¹²	6.5×10 ¹²	6.5×10 ¹²	6.5×10 ¹²	
		C-90/20/65 +D-2/100	2.9×10 ¹¹	1.1×10 ¹¹	3.0×10 ⁸	8.2×10 ¹⁰	1.1×10 ⁹	—	6.0×10 ⁹	2.7×10 ⁹	7.4×10 ⁷	1.1×10 ¹¹	8.1×10 ¹⁰	6.7×10 ⁷	
耐 熱 性	—	A	変 化 な し			変 化 な し			いちじるしい変化なし			変 化 な し			
比 重	—	A	1.84			1.84			1.88			1.92			

注： A：受理状態
O-0.5/90：90℃の恒温油中で30分処理
C-90/20/65：20℃、65%RHの恒温恒湿の気中で90時間処理
E-24/50：50℃の恒温空气中で24時間加熱処理
D-2/100：100℃の水中に2時間浸漬

* 日立製作所下館工場

3. 積層板の一般特性

3.1 JIS規格による特性

熱硬化性樹脂積層板に関する JIS 規格 (JIS K-6706) は、これまで等級別に分類されていたが、昭和37年1月1日から使用者に便利なように用途別に再分類された新 JIS 規格 (JIS K-6912) が発行された。

この改訂により、これまでの品種にさらに数種が追加された。特に耐熱用積層板としてガラス布フェノール積層板 (PL-GH)、ガラス布メラミン積層板 (ML-GMH)、ガラス布ケイ素積層板 (SL-GSH) などのガラス布積層板が加わった。

そこで今回製品化したガラス布ジアリルフタレート積層板を新 JIS 規格により検討し、その結果を第1表に示した。なお試験法も従来と相当異なっているため、参考までにこれを第2表に示した。

試験には比較のためガラス布フェノール積層板、ガラス布ポリエステル積層板およびガラス布エポキシ積層板を使用した。

3.2 MIL規格による特性

ジアリルフタレート樹脂に関する米国軍用規格 (MIL 規格) 適用品は、成形材料には MIL-P-14 D (Plastic-Materials, Molding, and Plastic-Parts, Molded; Thermosetting) として規定され、広く実用されているが、積層板としては見当たらない。

ガラス布基材積層板では、これまでフェノール積層板 (MIL-P-25515 A)、メラミン布積層板 (MIL-P-15037 B)、ケイ素積層板 (MIL-P-997 B)、エポキシ積層板 (MIL-P-18177 B) などが規定されている。

ガラス布ジアリルフタレート積層板が軍用機器材料として使用しうるためには、これらの軍用規格にどの程度適合できるか検討する必要がある。

各種積層板には一般に共通した試験方法があるので、この試験方法に基づいて試験を行ない、この結果を第3表に示した (試験方法の概略は第2表に併記した)。

この結果、ガラス布ジアリルフタレート積層板はガラス布フェノール積層板の MIL 規格を十分満足し、ガラス布エポキシ積層板の MIL 規格には、へき開強さ、ガラス布メラミン積層板の MIL 規格には耐アーク性、ガラス布ケイ素積層板の MIL 規格には誘電正接のみ抵触するがその他の試験項目については合格する製品であるこ

第2表 積層板の試験方法

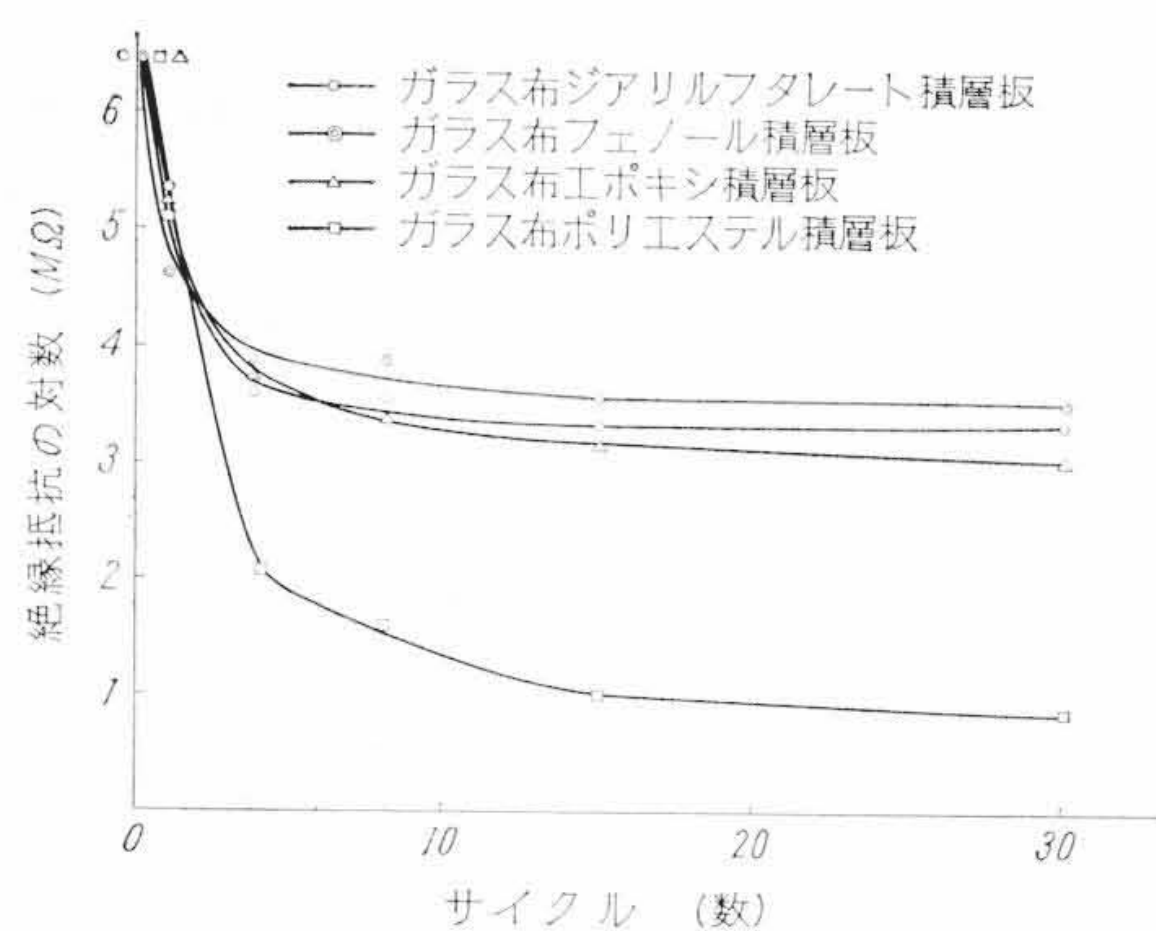
試験項目	試験片寸法		試験法概略	
	新JIS (mm)	MIL (in)	新JIS	MIL
1 沿層耐電圧	75×50×127	2×5× <i>t</i>		
2 衝撃強さ	63.5×12.7×12.7	2 1/2×1/2× <i>t</i>		JIS に同じ
3 曲げ強さ	25×60×1.6 10×70×3.2 20×400×12.7	1×3×1/16 1×4×1/8 1/2×10×1/2		JIS に同じ
4 へき開強さ	25×25×12.7	1×1×1/2		JIS に同じ
5 誘電率	100×100×3.2	4×4×1/8		JIS に同じ
6 誘電正接	100×100×3.2	4×4×1/8		
7 体積抵抗率	100×100×3.2	4×4×1/8		JIS に同じ
8 表面抵抗率	100×100×3.2	4×4×1/8		JIS に同じ
9 吸水率	50×50× <i>t</i>	1×3× <i>t</i>		
10 耐アーク性	—	4×4×1/8	—	
11 絶縁抵抗	20×40× <i>t</i>	—		—
12 耐熱性	50×50× <i>t</i>	—		—

とがわかった。

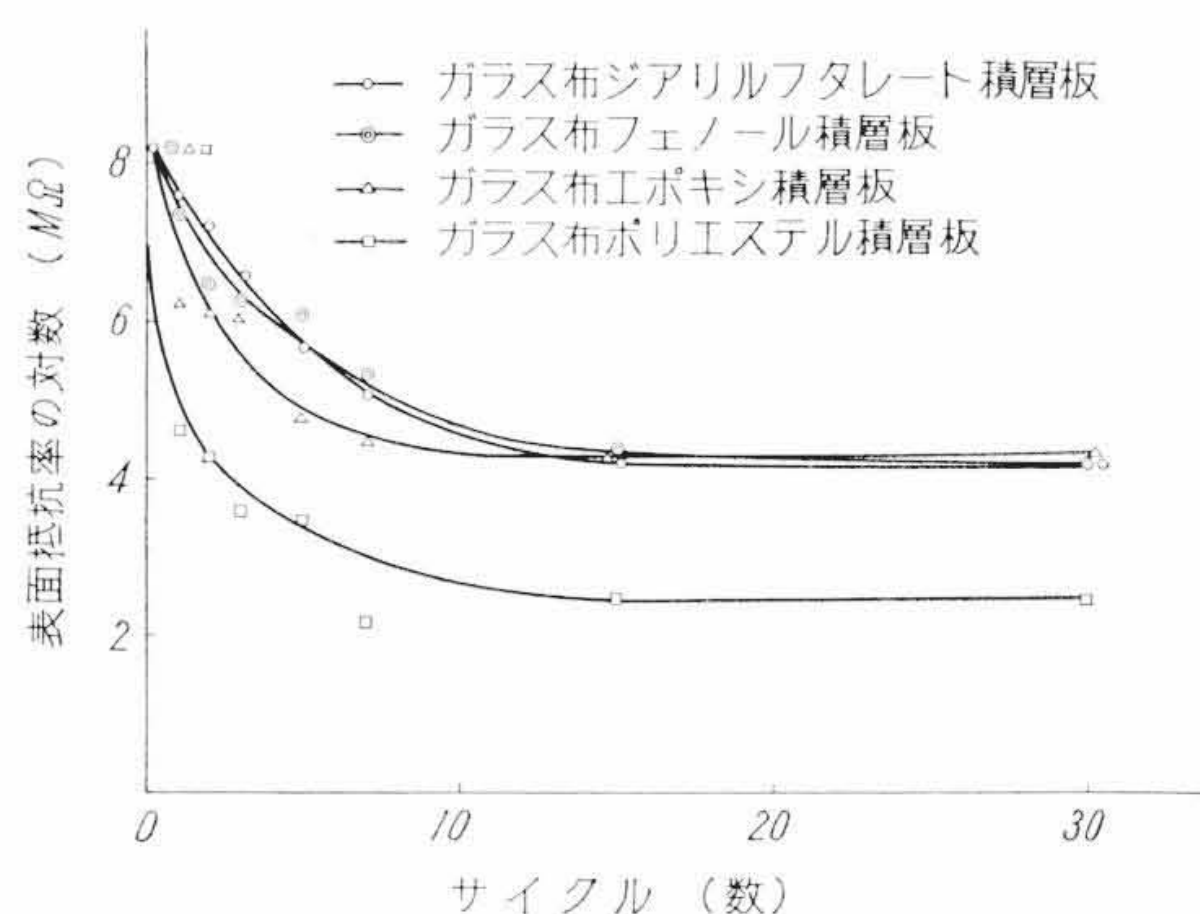
第3表 MIL規格による一般特性

品 種 厚さ (mm) 試験項目 単位 処理条件			ガラス布 ジアリルフタレート積層板			ガラス布 フェノール積層板			ガラス布 ポリエステル積層板			ガラス布 エポキシ積層板		
			1.6	3.2	12.7	1.6	3.2	12.7	1.6	3.2	12.7	1.6	3.2	12.7
沿層耐電圧	kV	A	42	35	38	38	38	15	41	38	38	42	43	40
		D-48/50	49	33	38	38	34	24	40	38	42	41	36	45
衝撃強さ	たて	ft-lb	E-48/50	—	8.0	11.0	—	6.0	9.3	—	7.8	10.2	—	12.7
	よこ	in		—	6.0	10.5	—	5.8	7.3	—	5.5	9.3	—	9.2
曲げ強さ	たて	p.s.i	A	72,000	62,500	55,500	67,700	61,300	31,400	77,700	67,000	61,100	77,500	79,000
	よこ			64,300	60,200	47,600	63,000	55,200	28,200	64,500	59,000	59,000	70,500	78,000
へき開強さ	lb	D-48/50	—	—	1,540	—	—	1,410	—	—	1,280	—	—	2,245
誘電率	(1 Mc)	D-48/50	—	4.46	—	—	6.61	—	—	4.61	—	—	5.49	—
誘電正接	(1 Mc)	D-48/50	—	0.0160	—	—	0.0254	—	—	0.0188	—	—	0.0272	—
体積抵抗率	Ωcm	C-96/35/90	—	142×10 ¹²	—	—	454×10 ¹¹	—	—	193×10 ¹¹	—	—	504×10 ¹¹	—
表面抵抗率	Ω	C-96/35/90	—	122×10 ¹²	—	—	846×10 ¹¹	—	—	316×10 ¹¹	—	—	307×10 ¹¹	—
吸水率	%	E-1/105 +D-24/23	0.12	0.05	0.02	0.21	0.17	0.55	0.14	0.08	0.02	0.07	0.05	0.02
耐アーク性	sec	D-48/50	—	100~128	—	—	8~15	—	—	100~128	—	—	100~123	—

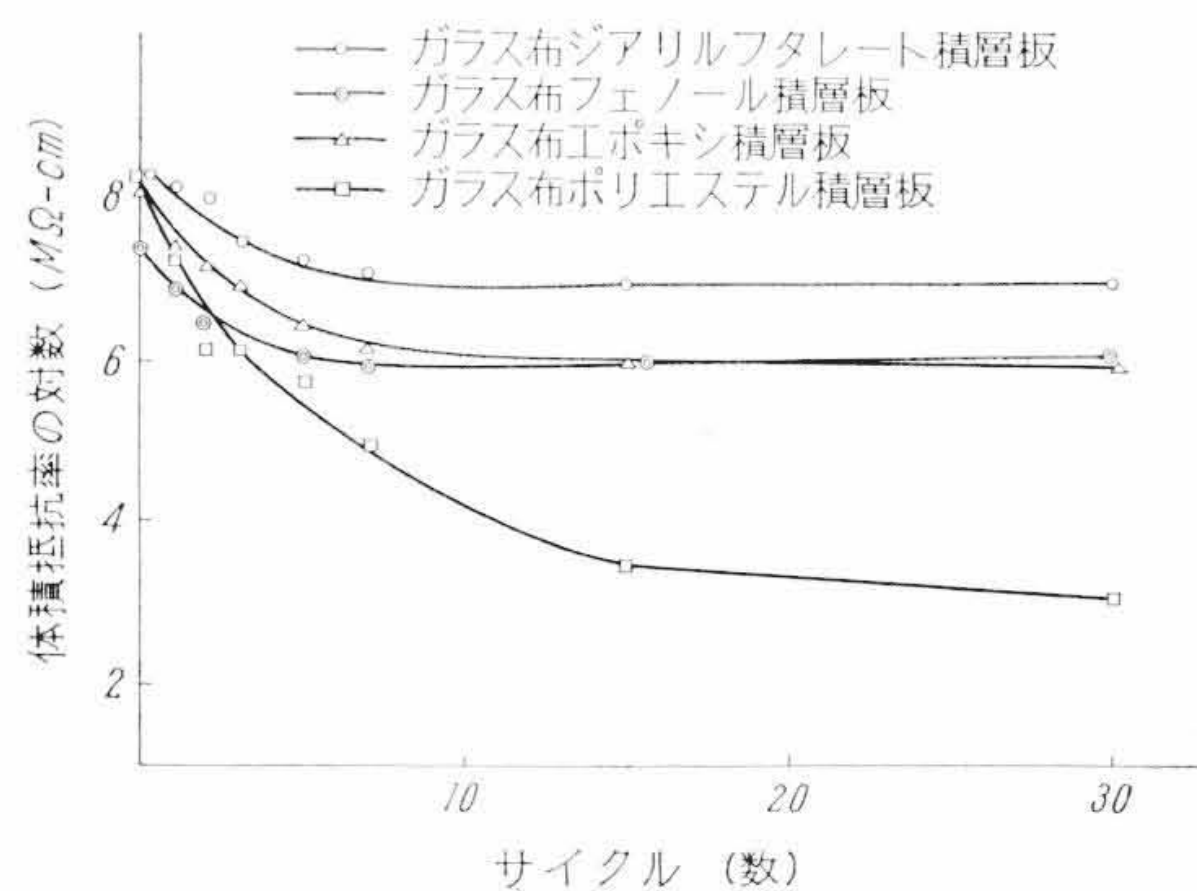
注： A：受 理 状 態
D-24/23：23℃の恒温水中で24時間浸漬処理
D-48/50：50℃の恒温水中で48時間浸漬処理
E-24/50：50℃の恒温空気中で24時間加熱処理
E-48/50：50℃の恒温空気中で48時間加熱処理
E-1/105：105℃の恒温空気中で1時間加熱処理
C-96/35/90：35℃、90%RHの恒温恒湿中で96時間処理



第 1 図 各種積層板 (厚さ 1.6mm) の煮沸くり返しによる絶縁抵抗の変化



第 2 図 煮沸くり返しによる表面抵抗率の変化



第 3 図 煮沸くり返しによる体積抵抗率の変化

4. 強制劣化試験

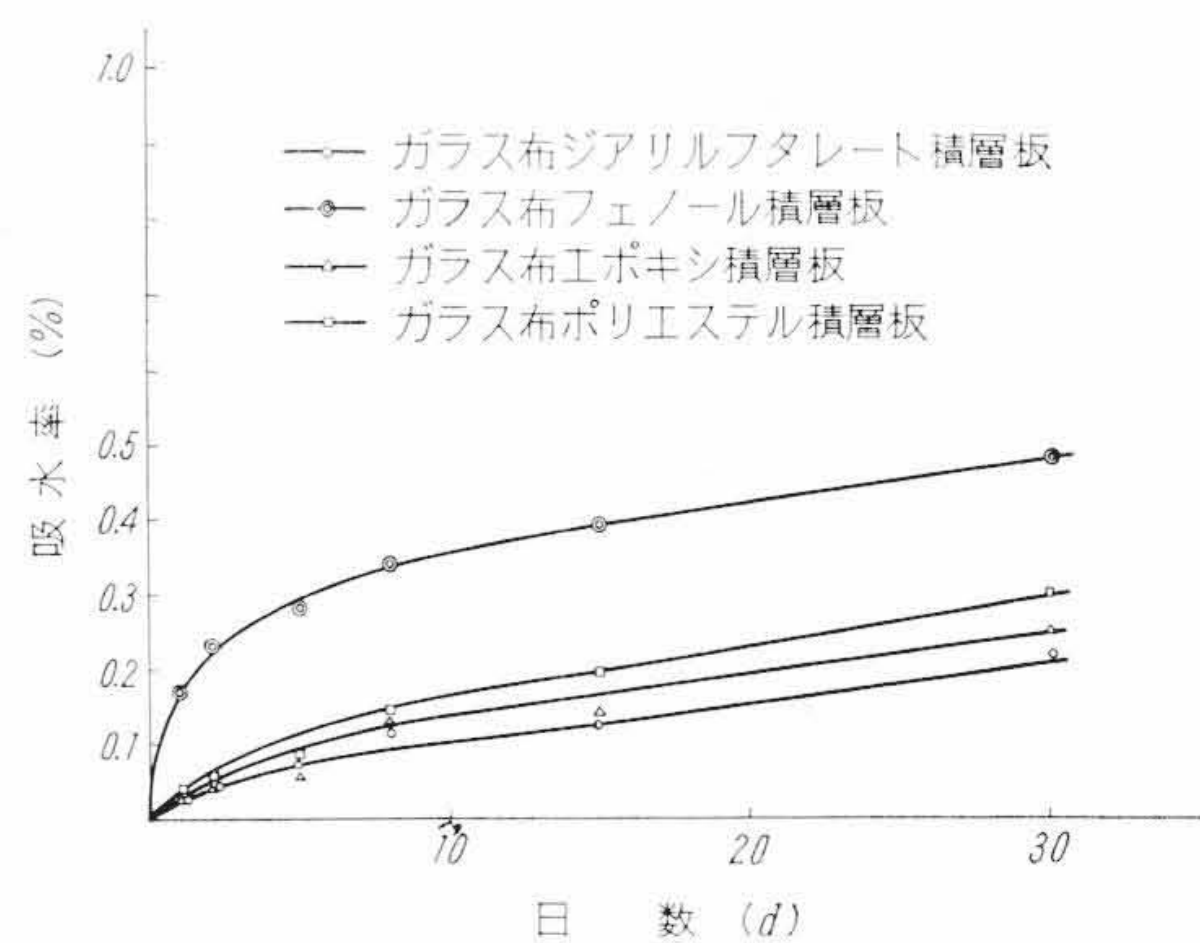
ガラス布ジアリルフタレート積層板は、前述のようにすぐれた各種の特性を有しているが、この積層板を機器に使用した場合、長期寿命が保証されなければならない。そこで機器がいろいろのきびしい条件にさらされることを推定し、種々の高温多湿条件で積層板の強制劣化試験を行なった。

この試験には、比較のためガラス布フェノール積層板、ガラス布ポリエステル積層板、ガラス布エポキシ積層板を使用した。

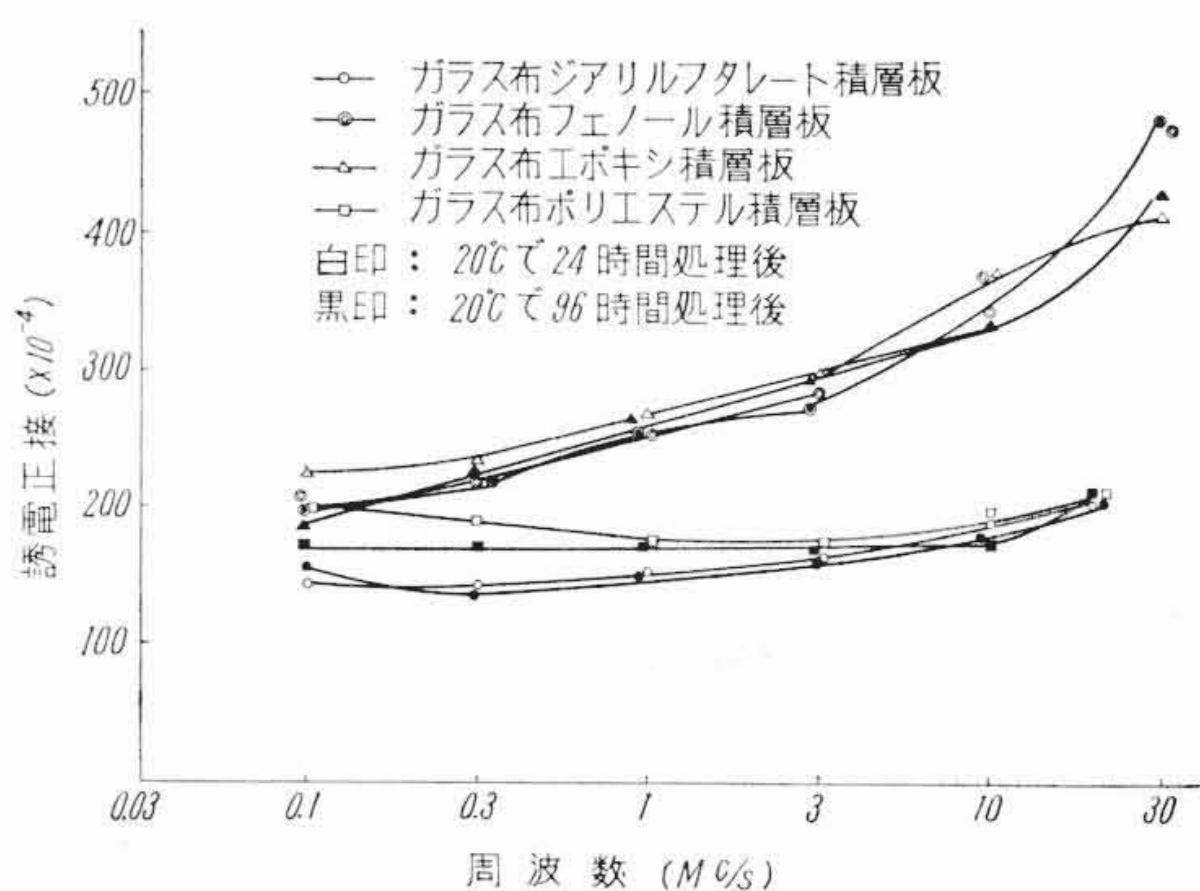
4.1 絶縁抵抗と抵抗率

機器が高温、高湿下にさらされて使用されることを仮想し、水の中で積層板を強制劣化させて、その変化を求め第 1～3 図に示した。

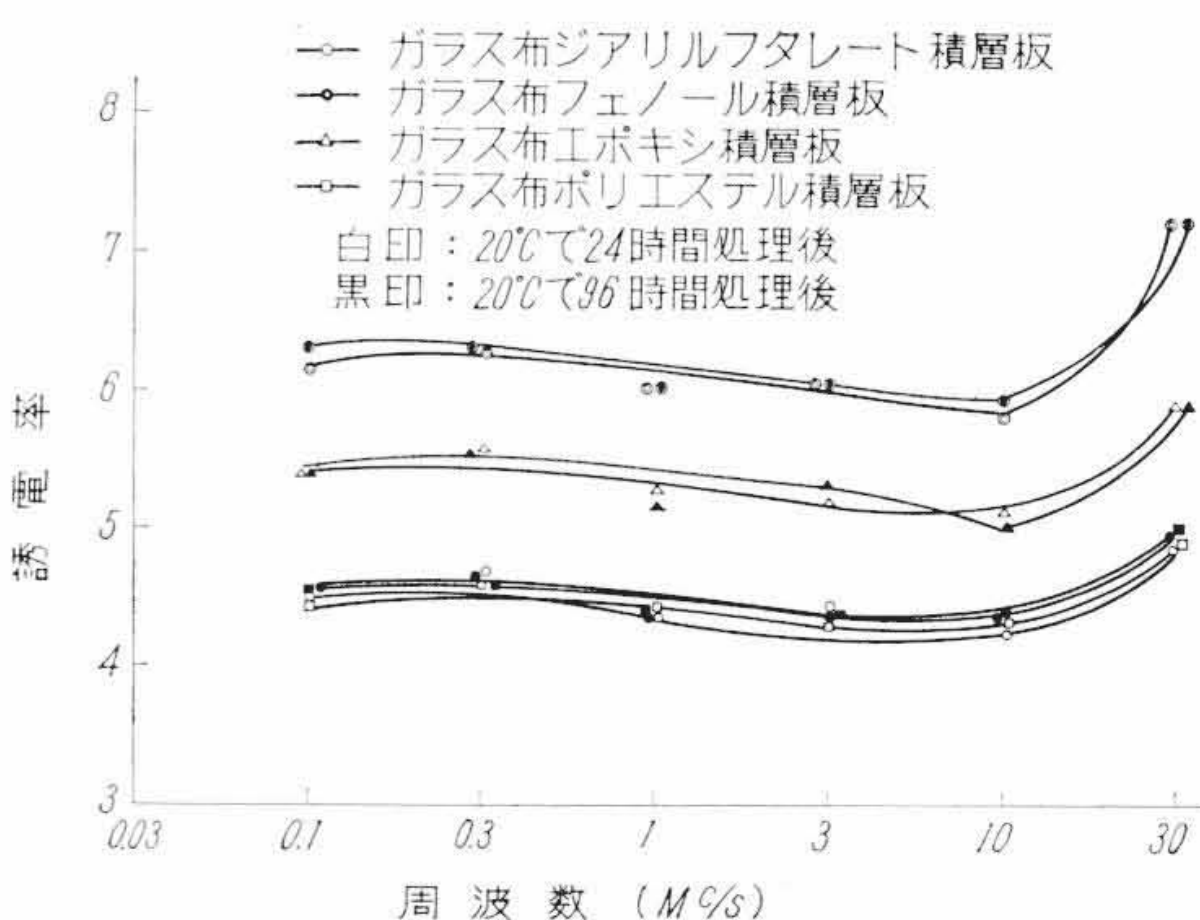
図は、試料をさきに述べた JIS 規格指定の条件により作製し、前歴の影響を少なくするため 105℃ で 1 時間加熱し、デシケータ中で 30 分放冷したものを常態 (以後すべてこの条件で処理したものを常態とした) とし、常態測定後 2 時間煮沸し、30 分水洗後測定したものを 1 サイクルとして、以後これをくり返し 30 サイクルまでの



第 4 図 各種積層板の吸水率の変化



第 5 図 各種積層板の各周波数における誘電正接の変化 (処理温度 20℃)



第 6 図 各種積層板の各周波数における誘電率の変化 (処理温度 20℃)

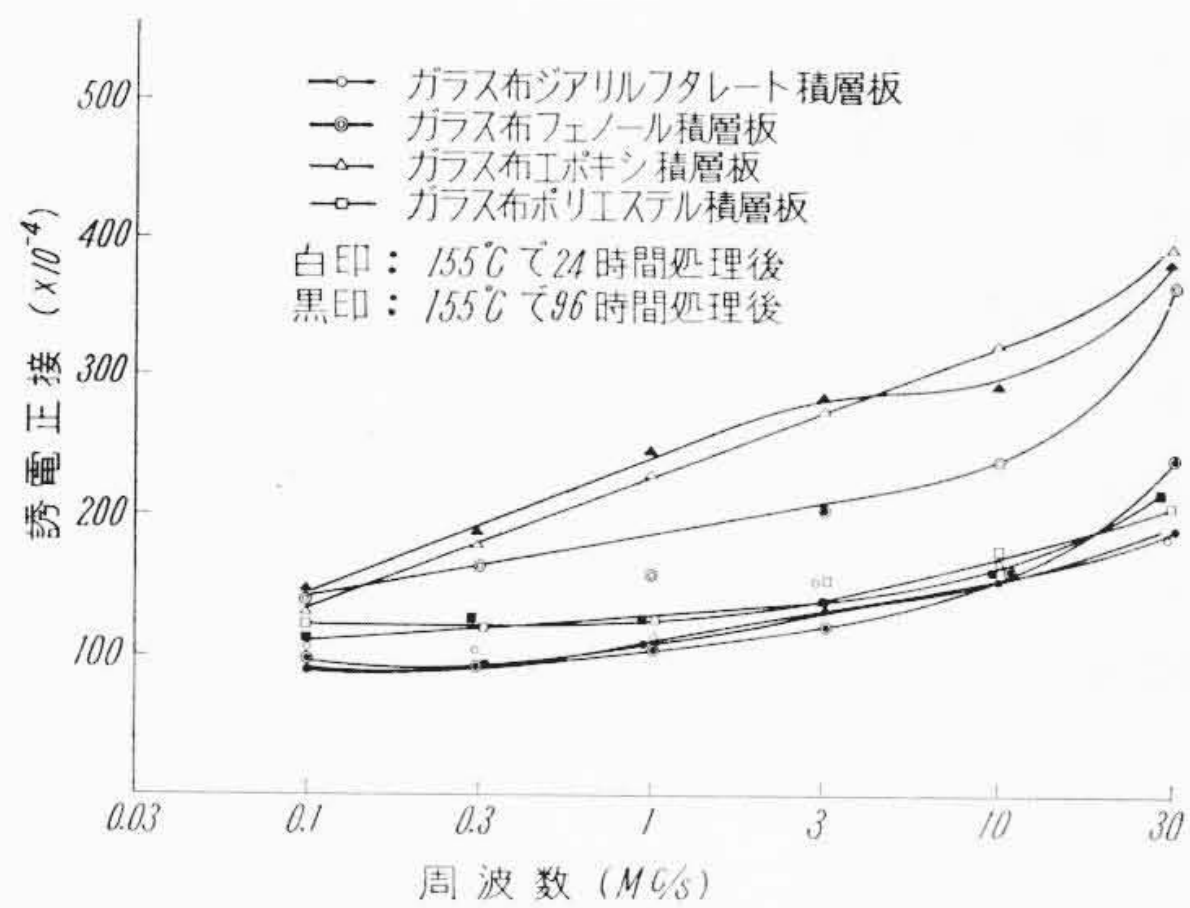
絶縁抵抗、表面抵抗率、体積抵抗率の変化を求めた。

一方、このような電気特性の変化は積層板の吸水性に関係があるものと考えられるので、積層板の吸水性について検討しこれを第 4 図に示した。試料はいずれも MIL 規格指定の条件によって作製し、23℃ の水中に約 1 个月放置し測定をくり返ししたものである。

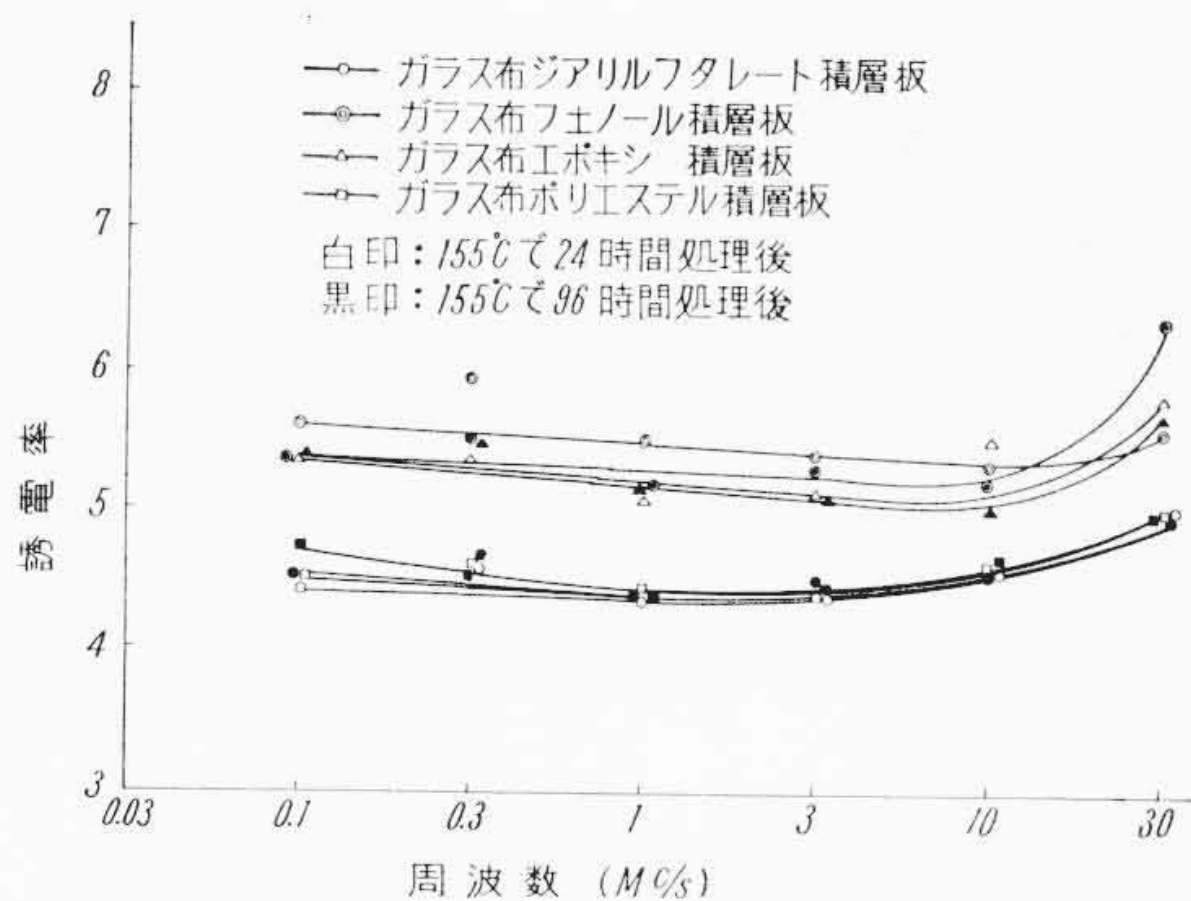
この結果、ガラス布ジアリルフタレート積層板はガラス布エポキシ積層板と同程度の寿命を有するすぐれた電気絶縁性および耐水性を有していることがわかった。そこで、機器がきびしい加熱、冷却、吸湿および脱湿処理を受けても、安定した性質を有していると考えられる。

4.2 誘電特性

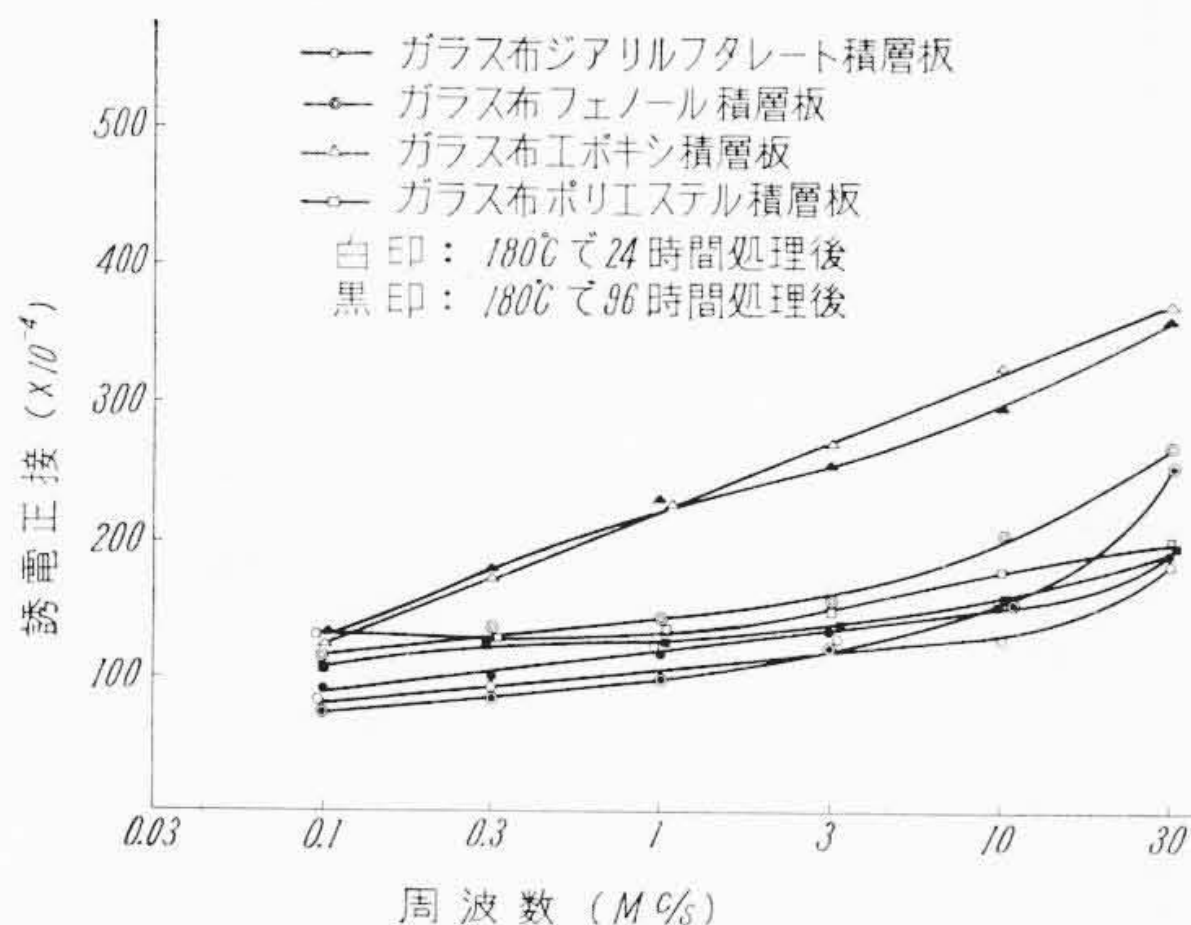
電気絶縁用積層板の誘電特性は、使用機器の性能を左右する重要な因子であって、誘電正接 ($\tan \delta$)、誘電率 (ϵ) の小さいこと、外的条件による変動の少ないこと、各周波数で安定した値を示すことなどが要求されている。そこで第 5 図および第 6 図に示した各周波数におけるいろいろの積層板の誘電正接および誘電率が、高温で加熱処理された場合の変化を求めこれを第 7～10 図に示した。



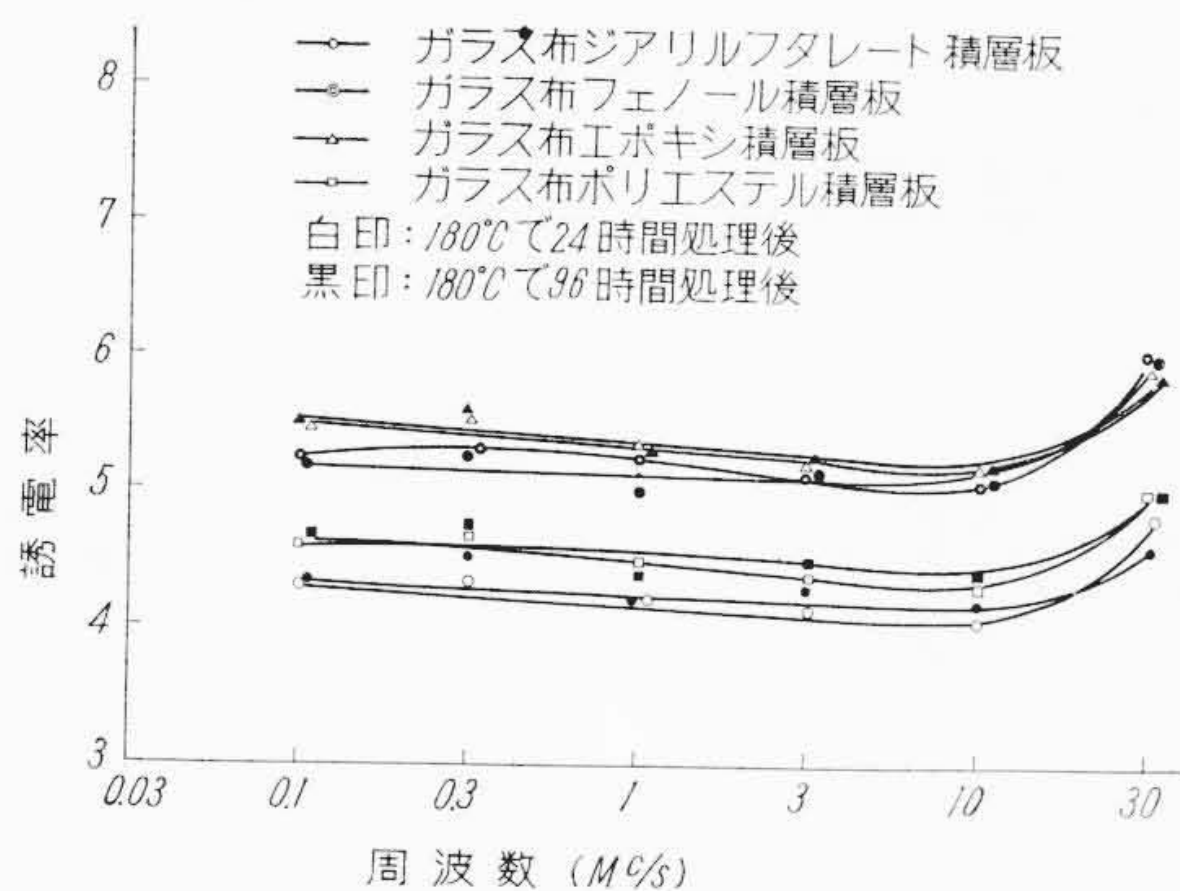
第7図 各種積層板の各周波数における誘電正接の変化(処理温度 155°C)



第8図 各種積層板の各周波数における誘電率の変化(処理温度 155°C)

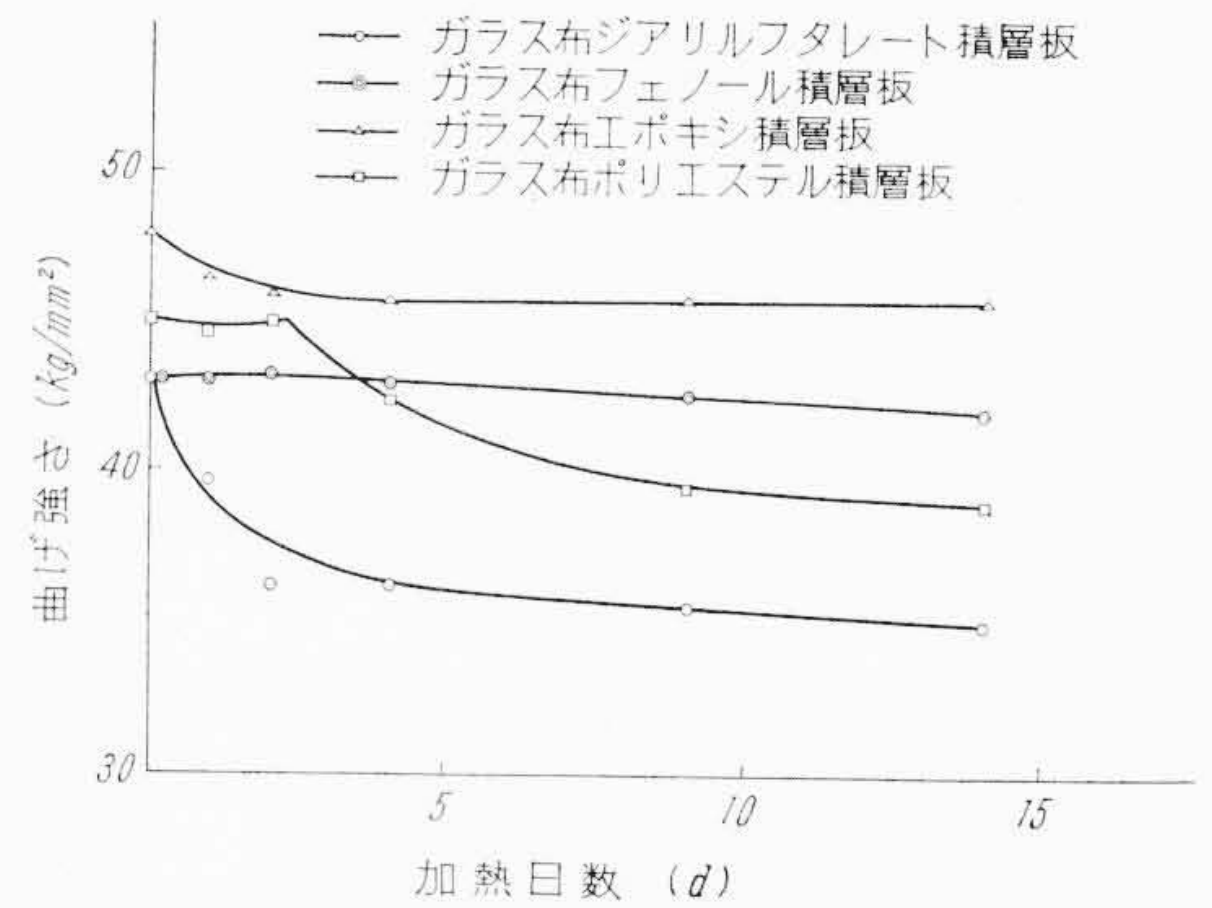


第9図 各種積層板の各周波数における誘電正接の変化(処理温度 180°C)

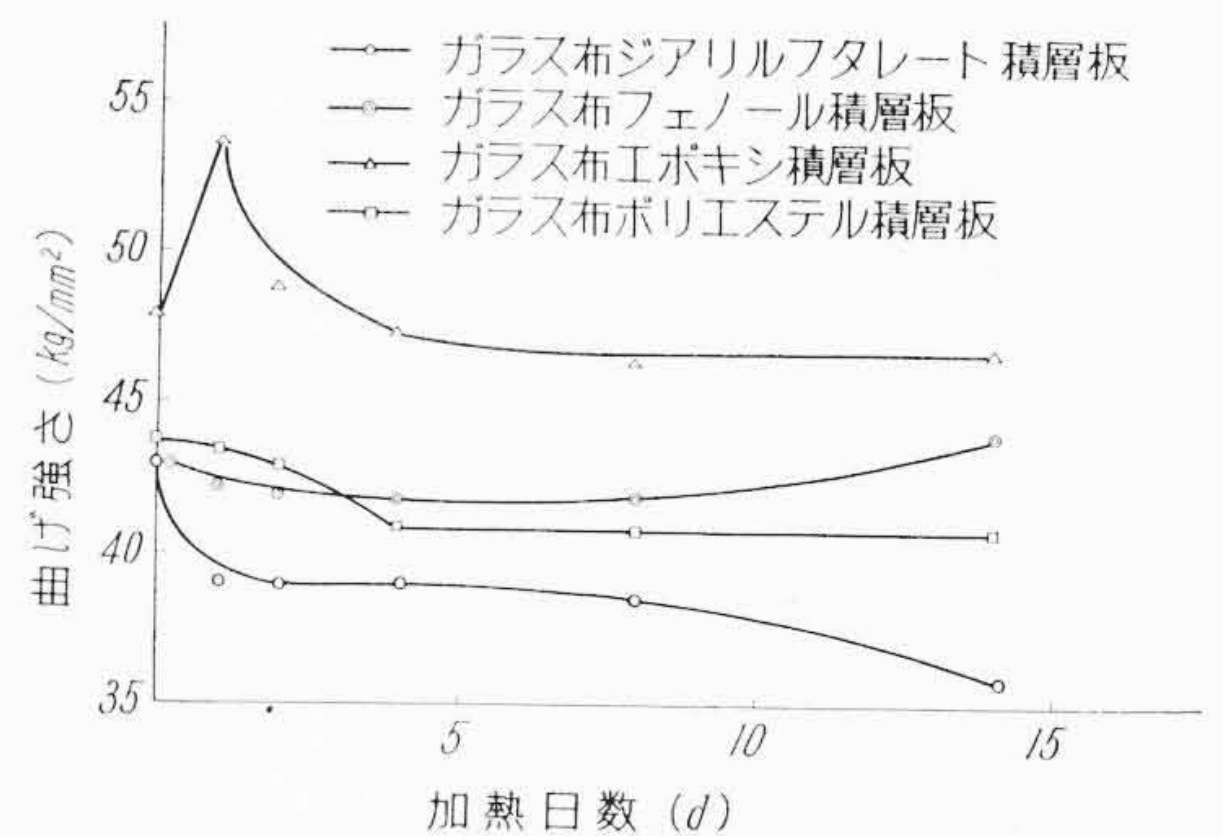


第10図 各種積層板の各周波数における誘電率の変化(処理温度 180°C)

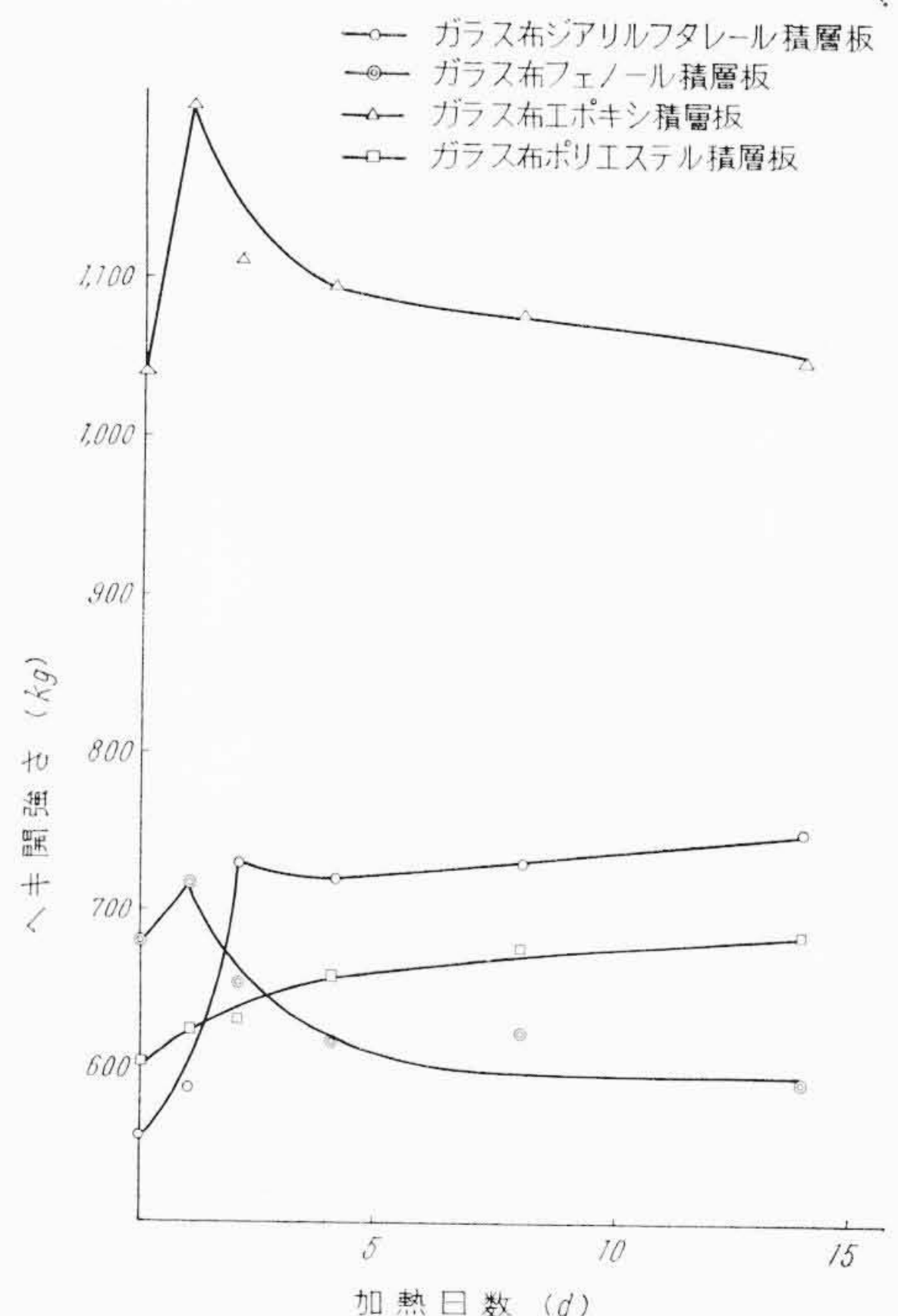
試料は JIS 規格指定の条件により作製し、これを 155, 180°C の気中で 24 時間加熱したのち、デシケータ中で常温まで放冷して測定を行ない、その後再び各温度において 72 時間加熱した後測定した



第11図 高温における曲げ強さの変化(155°C)



第12図 高温における曲げ強さの変化(180°C)



第13図 高温におけるへき開強さの変化(155°C)

ものである。

このことから、ガラス布ジアリルフタレート積層板の誘電正接および誘電率は、実験に使用したいずれの温度でも、もっともすぐれた値を示し、各周波数において安定した性質を有していることがわかった。

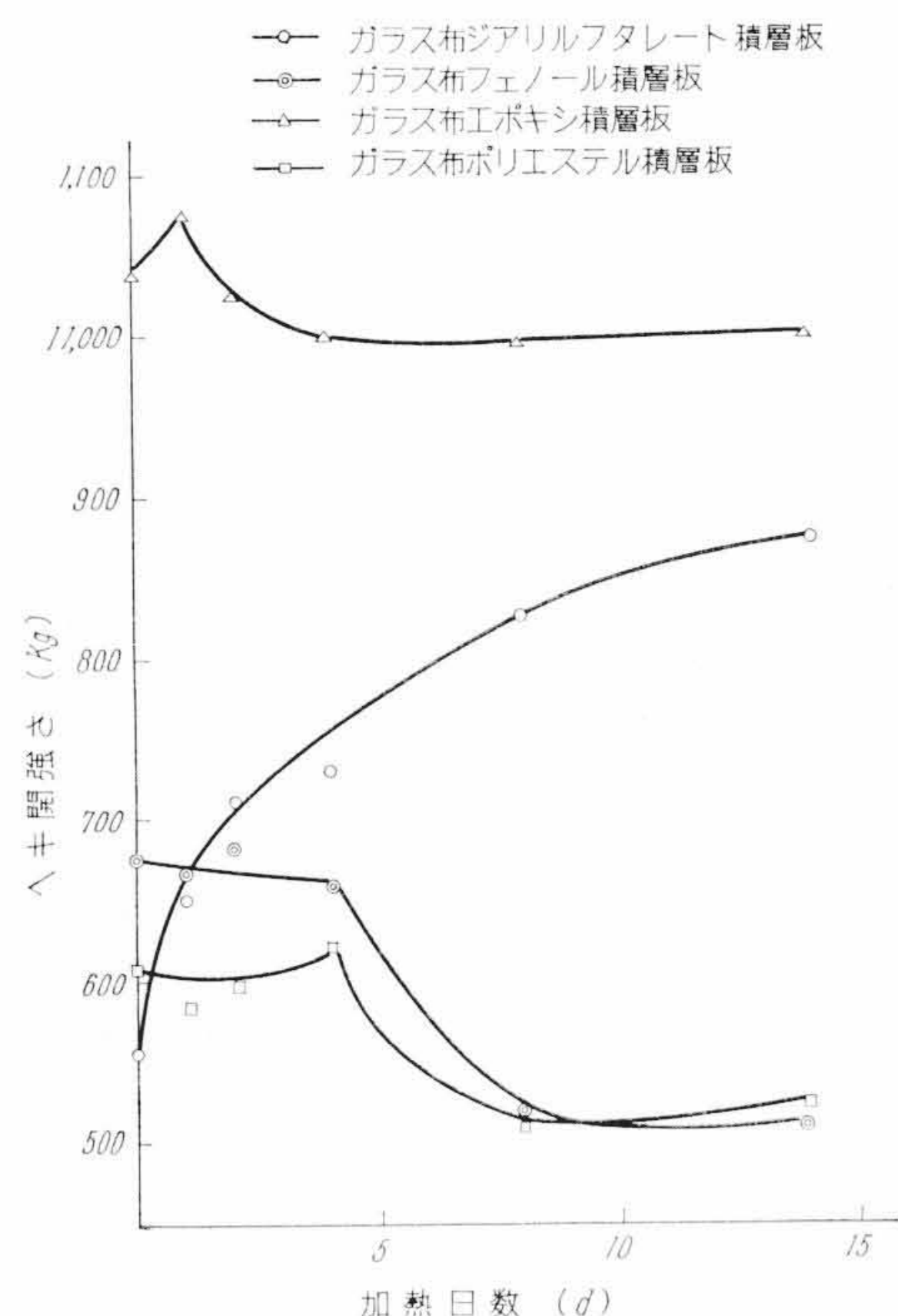
4.3 機械特性

前述の電気特性と同様に機器の温度上昇において著しい変化を受けることは、もっとも好ましくない。そこで試料を MIL 規格指定の条件により作成し、155, 180°C の高温処理により曲げ強さおよび

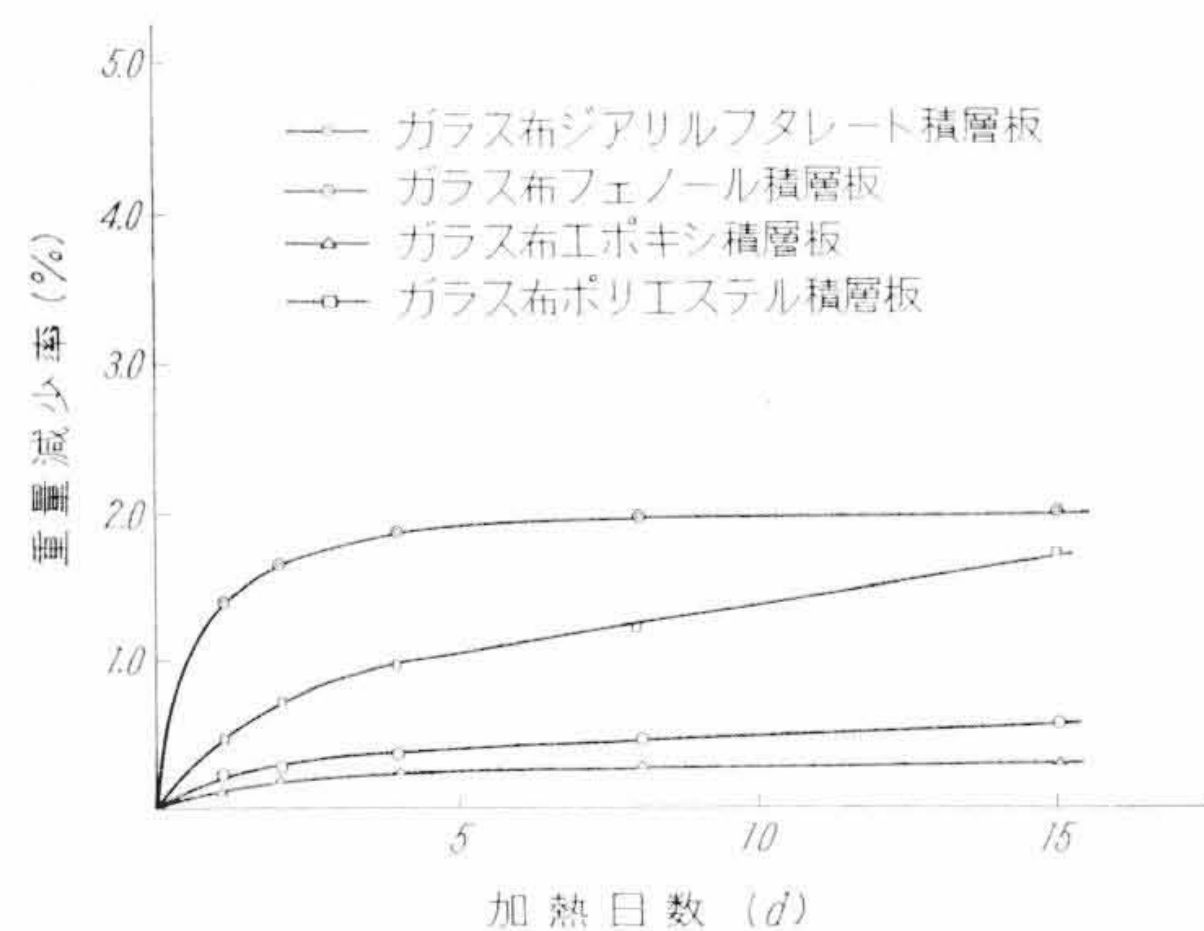
へキ開強さの変化を求め、これを第11～14図に示した。

図に示したように、処理日数の経過とともにいずれの積層板も安定した性能を示すことがわかった。そこでこれらの積層板の加熱による重量減少率を求め、これを第15図に示した。

第15図は、 $12.7 \times 50 \times 50$ (mm) の試料を用い、 180°C の気中で加熱処理した場合の重量減少率を示したものであるが、いずれも数日を経過すれば安定した数値を示すようになり、それからは著しい変



第14図 高温におけるへキ開強さの変化(180°C)



第15図 気中加熱(180°C)による重量減少

化を受けないことがわかった。

4.4 耐薬品性

積層板は、安定した電気的および機械的性能のほか、理科学機器、化学装置用材料として使用される場合には、すぐれた耐薬品性が要求される。これまですぐれた耐薬品性を有し、多方面に使用されていたエポキシ系積層板と比較し、その変化を求めこれを第4表に示した。

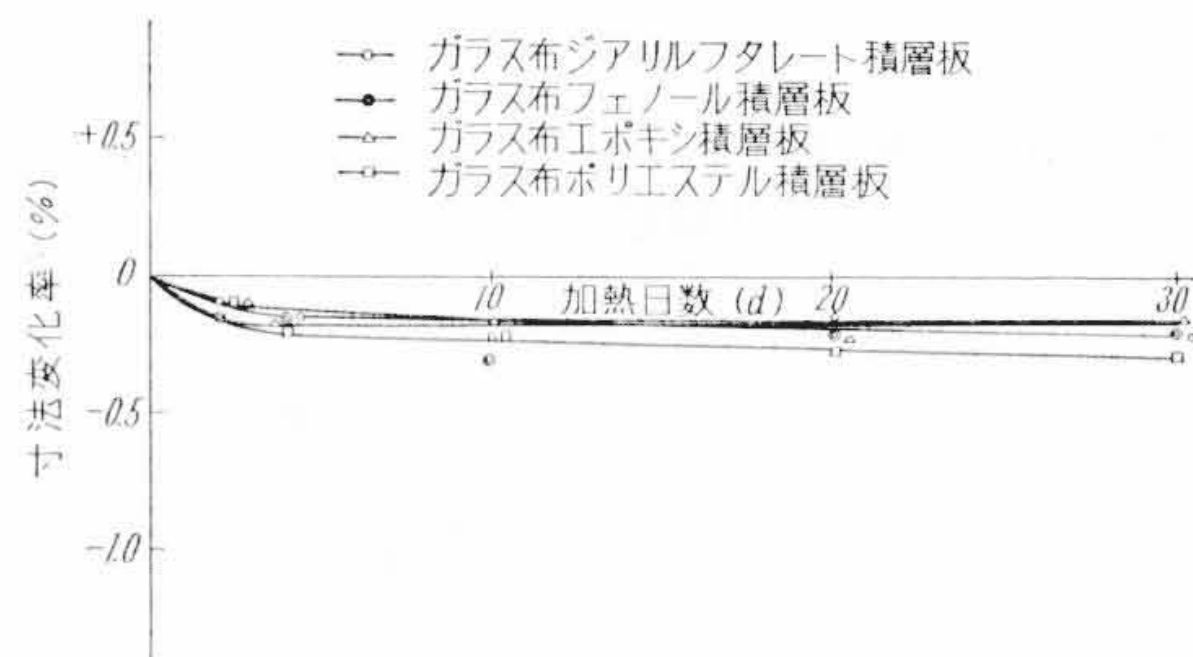
第4表は $3.2 \times 25.4 \times 25.4$ (mm) の試料を使用し、 23°C の各種薬品中に浸漬したのちの外観、厚さ変化および重量変化率を示したものである。

この結果、ガラス布ジアリルフタレート積層板は、文献で紹介され⁽⁶⁾⁽⁷⁾ているようにすぐれた耐薬品性を有していることが明らかとなった。

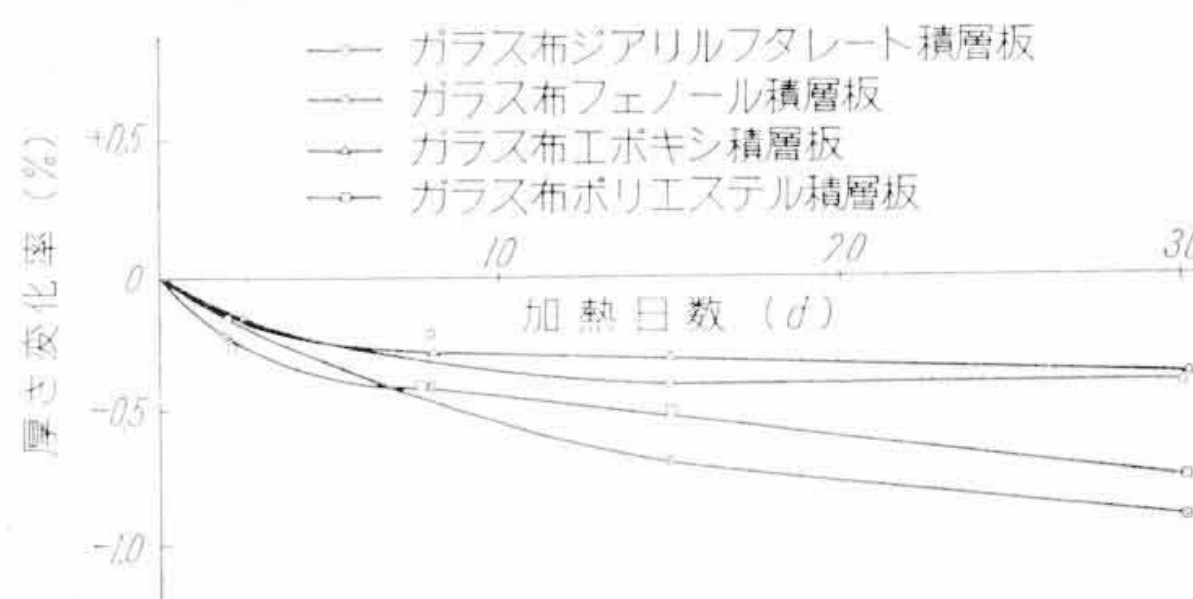
4.5 寸法安定性

積層板を機器の部品として使用した場合、機器の精度、安定性などから寸法安定性のすぐれていることが要求される。

そこでこれまで行なってきたように 180°C の恒温気中で連続加熱を行ない、寸法変化率(長さの変化)および厚さ変化率の変化を求めこれを第16図および第17図に示した。図は $12.7 \times 50 \times 50$ (mm) の試料を用い初期の長さおよび厚さに対する変化を1ヶ月にわたり求めたものであるが、ガラス布ジアリルフタレート積層板は、ガラ



第16図 各種積層板の寸法変化率



第17図 各種積層板の厚さ変化率

第4表 各種積層板の耐薬品性 (14日浸漬後)

薬品名		10% 塩酸	10% 酸性ソーダ	アセトン	メタノール	ベンゼン	水
項目	積層板名						
	ガラス布ジアリルフタレート	変化なし	変化なし	やや侵される	変化なし	変化なし	変化なし
	ガラス布フェノール	変化なし	黒く変色し樹脂がはげる	やや侵される	変化なし	変化なし	変化なし
	ガラス布エポキシ	緑変する	変化なし	緑変、膨潤大、層間接着弱まる	変化なし	変化なし	変化なし
厚み変化率 (%)	ガラス布ポリエステル	やや侵される	変化なし	やや侵される	変化なし	変化なし	変化なし
	ガラス布ジアリルフタレート	0	+0.30	+7.71	-0.16	0	0
	ガラス布フェノール	+0.17	+1.64	+0.33	0	-0.16	0
	ガラス布エポキシ	+0.31	0	+25.68	+2.94	0	-1.50
重量変化率 (%)	ガラス布ポリエステル	+14.73	0	+1.56	+2.52	+0.65	-0.16
	ガラス布ジアリルフタレート	-0.07	+0.24	+5.90	+0.14	+0.22	+0.14
	ガラス布フェノール	-0.60	+1.57	+0.03	+0.23	+0.28	+0.38
	ガラス布エポキシ	-0.17	+0.10	+11.89	+1.86	+0.20	+0.15
重量変化率 (%)	ガラス布ポリエステル	-0.25	+0.53	+5.72	+1.49	+0.61	+0.14

ス布エポキシ積層板とともにもっとも安定した性能を有している。

4.6 耐 熱 性

ガラス布ジアリルフタレート積層板のすぐれた特長の一つとして耐熱性があげられるが、この性質は第1表に示したように、またこれまで述べてきたいろいろの強制劣化試験でも明らかなようにすぐれた性質を有している。

一方、ガラス布ジアリルフタレート積層板は、155, 180℃の気中において連続的に加熱した場合や短時間さらに高温（ハンダ浴、油浴に浸漬）にさらした場合においても、ガラス布エポキシ積層板とともにまったく外観上の変化（ひびわれ、ゆがみ、ふくれ）を認めなかった。

この積層板はこのようにすぐれた耐熱性を有しているため、ガラス布エポキシ積層板とともにF種絶縁材料としての使用が期待される。

5. 結 言

本文で詳述したようにガラス布ジアリルフタレート積層板は、す

ぐれた誘電特性、寸法安定性、耐熱性、耐湿特性を有しているため利用の道は大きい。

なおいろいろの強制劣化試験でも性能の低下が少ないのでF種絶縁を目的とした重電機器用材料、高周波用材料を目的とした電子機器、通信機器用材料としてその使用が期待される。

終わりに、電気特性の測定にご援助いただいた日立製作所下館工場品質管理課の関係者に謝意を表する。

参 考 文 献

- (1) James Thomas: Insulation., 25 (Jan. 1961)
- (2) J. L. Shater: Materials in Design Eng., 54, No. 7, 99 (Dec. 1961)
- (3) R. C. Laible: Chem, Rev., 58, 807 (1958)
- (4) 藤村ほか: プラスチックス, 13, No. 5, 1 (1962)
- (5) 伊藤: プラスチックス, 13, No. 6, 57 (1962)
- (6) FMC 社技術資料 (1961)
- (7) J. Chottiner: Materials in Design Eng., 55, No. 2 88 (1962)



特 許 の 紹 介

最 近 登 録 さ れ た 日 立 製 作 所 の 特 許

(127 頁より続く)

特許番号	名 称	氏 名	登録年月日	特許番号	名 称	氏 名	登録年月日
292630	車 両 用 渡 り 板	藤 井 宏 康	37. 2. 1	293369	X 線 発 生 装 置	山 根 巖	37. 2. 7
293376	モ ノ レール カ ー	永 弘 太 郎	37. 2. 7	293395	放 射 線 治 療 装 置	小 林 長 平	"
293380	多 軸 駆 動 モ ノ レール カ ー	小 橋 正 人	"	293396	放 射 線 照 射 装 置	小 馬 山 長 勝	"
293385	モ ノ レール 転 轍 装 置	小 橋 正 人	"	293397	放 射 線 照 射 装 置	小 馬 山 長 勝	"
293386	牽 引 車	小 橋 正 人	"	294105	鉄筋コンクリート工事における施工鉄筋の継接延長法	小 馬 山 長 勝	37. 2. 16
293387	電 空 切 換 自 動 弛 め 装 置	村 上 八 次	"	293357	冷 房 用 熱 電 冷 却 装 置	角 野 正 夫	37. 2. 7
293388	モ ノ レール 転 轍 装 置	永 弘 太 郎	"	293360	冷 蔵 庫 におけるランプの点滅装置	本 横 寿 宣	"
293393	モ ノ レール 軌 道 体	小 川 野 史	"	293353	2 バンド用フェライトアンテナ	久 保 田 一 彦	"
293394	両 用 車 輪 車 両 の 停 止 位 置 調 整 装 置	村 上 八 次	"	292622	自 動 交 換 機 の 警 報 転 送 装 置	水 堀 昭 義	37. 2. 1
292629	搬 送 器	氏 井 原 男	"	293341	二つの操作部を並列に用いた自動最適制御方式	熊 田 明 生	37. 2. 7
293373	ド ラ ム カ ッ タ の ド ラ ム	青 盛 武 勝 賢	"	293343	記憶素子として強誘電体を用いる方法	江 森 五 郎	"
293363	複 動 主 軸 頭	阿 部 恒 郎	"	293345	両 方 向 ト ラ ン ク の 復 旧 監 視 方 式	江 森 五 郎	"
292624	発 電 機 自 動 電 圧 調 整 装 置	一 石 利 博	37. 2. 1	293348	電 気 発 音 器	西 口 武 雄	"
292625	ホ イ ス ト 安 全 装 置	河 村 三 直	"	293350	アナログ計算機解自動保持装置	三 浦 武 雄	"
292627	自 動 車 用 扉 開 閉 装 置	横 河 外 山 仁 博	"	293354	コネクタもしくはセレクトコネクタにおける話中表示装置	小 林 好 次	"
292631	可 搬 形 自 動 洗 濯 機	高 田 沢 亨	37. 2. 7	293359	圧 電 効 果 を 用 い た リ レー	橋 篤 志	"
293383	複 動 弁 式 気 化 器	高 鈴 木 次 中	"	293399	両 面 印 刷 配 線 基 板 の 結 合 法	福 来 友 康	37. 2. 7
293384	複 動 弁 式 気 化 器	森 横 内 朝 雄	"	293352	きわめて薄いnpnまたはpnp接合の製造方法	田 内 省 二	"
293389	内 燃 機 関 用 混 合 気 供 給 装 置	横 木 内 朝 雄	"	293351	イオン衝撃形電子顕微鏡などに於ける陽イオン銃	柳 米 一 郎	"
293390	セ ラ ミ ッ ク ス 成 形 法 装 置	横 木 内 朝 雄	"	293355	走 査 形 電 子 顕 微 鏡	江 口 勇 宏	"
293391	内 燃 機 関 用 混 合 気 供 給 装 置	横 木 内 朝 雄	"	293374	プ ロ グ ラ ム 設 定 器	小 野 寺 主 進	"
293392	加 速 装 置 付 気 化 器	横 木 内 朝 雄	"	293375	弁 などの 操 作 アーム 駆 動 装 置	小 野 寺 主 進	"
292621	回 転 陽 極 X 線 管 の 作 動 方 式	和 小 市 長 正 義	37. 2. 1	293344	円 筒 形 進 行 波 管	高 橋 信 一	"
293356	高 低 圧 重 複 撮 影 用 X 線 装 置	小 林 長 勝	37. 2. 7	293347	光 導 電 性 物 質 の 製 造 方 法	土 屋 充	"
293361	変 圧 器 式 蓄 電 器 式 両 用 X 線 装 置 における切換装置	山 根 巖	"	293378	高 純 度 珪 素 製 造 法	中 戸 武 満	"
293362	X 線 装 置 の 切 換 制 御 装 置	山 根 巖	"	293398	銅 接 用 フ ラ ッ ク ス	藤 間 孝 義	"
293366	X 線 発 生 装 置	山 根 巖	"				
293367	X 線 装 置	山 根 巖	"				
293368	間 歇 放 電 形 X 線 装 置	山 根 巖	"				