

特殊絶縁材料「パピロン」について

溝 口 毅

緒 言

従来電気絶縁材料として、木綿糸を用いて織布した『エムパイヤクロス』は、電気工業界に広く用いられている。ここに述べんとするのは、木綿糸を全然用いないで製造した、『エムパイヤクロス』代用の新絶縁材料『パピロン』である。これは国産和紙原料として広く関東近畿、中国、四国等、殆んど全国的の山野に自生する、楮（かうぞ）雁皮（がんび）三又（みつまた）等から製造したもので、所謂紙布ともいふべきものである。

紙布といえは戦時中我国において、既に作られつつあつたものであるが、当時は其製法も進歩せず、従つて製品も相当に難点が多かつた。

ここに紹介する新製品「パピロン」はこれと異り、和紙原料かうぞ及びみつまた等の繊維から直接此「パピロン」を製造するものではなく、かうぞから一旦和紙を作り、（即ち原料繊維を漂白し、叩解した後、トロ、アホイから抽出したネリとゆう粘着剤を入れ抄紙する）その後特殊製法によつて、この紙を巾約 0.8mm 位に裁断し、これを撚つて一応紙撚りの様ないわゆる紙糸とも稱すべき繊維（これには経繊維と緯繊維とあり。それぞれちがう。）をつくり、最後にこれを用いて布を織つたものである。その装作にもなお色々の種類があつて、糸にも大小種々の太さがあり。従つて布としても、色々の種類の製品を得ている。

故にこれに応じて、その性能外観等も色々ちがう。然し大体においてその色は、白又は淡褐色を呈し、頗る弾力性のある柔軟且つ強靱な布である。又その表面は概して平滑で、中には一種の光沢を帯びたものもある。これを繻帯材料、カーテン布、卓子掛、エプロン地等の、あらゆる木綿材料の代用品等にも用い得られるし、又一方電気絶縁材料として木綿製品、例えば、『エムパイヤクロス』等の代替品としても用い得られるものである。次にこれらの新製品と、木綿製品との性質について比較検討して見よう。

1. 供 試 品

- (1) Empire cloth (Eと略稱)
繊維数 1 mm 当り縦 5 本横 5 本厚さ 0.171 mm 含浸処理してない。
- (2) パピロンクロス I (C, I, と略稱)
繊維数 1 mm 当り縦 5 本横 3.5 本
但し縦の素線は細いのを二本撚り合せてつくる。横は一本。厚さ 0.311 mm
- (3) パピロンクロス II (C, 2. と略稱)
繊維数 1 mm 当り縦 3 本横 4 本素線はいずれも各二本宛よりなる。厚さ 0.360 mm
- (4) パピロンテープ I (T, 1.)
繊維数 1 mm 当り縦 3.5 本横 4.5 本
素線の数は縦は二本横は一本。
幅 22 mm 厚さ 0.220 mm
- (5) パピロンテープ II (T, 2.)
繊維数 1 mm 当り縦 4 本横 5 本
素線の数は縦横いずれも一本づつ。幅 21.3 mm 厚さは 0.17 mm

素線の重量。但し gr/km/本 (第 1 表)

E;	C, 1.	C, 2.	T, 1.	T, 2.	
28.5gr	24.7	19.5	25.5	25.7	縦 線
18.3	21.4	22.2	12.1	20.6	横 線

織布の重量 (第 2 表)

E	C, 1.	C, 2.	T, 1.	T, 2.	
6.7	23.8	27.3	20.6	14.4	mgr/cm ²
1.0	3.5	4.1	3.1	2.1	比 率

この比率とはエムパイヤをもととしてパピロンのこれに対する比率を求めたものである。表に見る如く重量は割合大きい。

2. 抗張力及び伸張率試験

Louis Schopper Rapid Paper Tester によつて試験した結果は、次の表 3 に示す如くである。試験試料は周知の如く巾 1 cm 長さ 10 cm のものについて、行なつたものである。

又乾燥状態と吸湿状態とにわけてやつて見た。

(a) 乾燥時 (常温) 第3表

厚 さ mm	E		C, 1.		C, 2.		T, 1.	T, 2.
	0.171		0.311		0.360		0.220	0.177
	縦	横	縦	横	縦	横	縦	横
抗 張 力 kg	7.39	5.38	6.67*	3.63	6.27	8.48*	6.92	6.84
伸 張 率 %	8.21	24.60	13.5*	22.51	17.02	13.05*	16.30	9.48
抗 張 力 対エムパイヤ比率	1	1	0.93	0.67	0.85	1.57	0.94 (対縦)	0.93 (対縦)
全 上							1.29 (対横)	1.27 (対横)
伸 張 率 対エムパイヤ比率	1	1	1.65	0.92	2.95	0.53	1.98 (対縦)	1.15 (対縦)
全 上							0.66 (対横)	0.39 (対横)

第三表の如く抗張力伸張率は殆んどエムパイヤクロスに劣らない。表中*印は特に弾性強く、一度 Tester の伸張率測定の見盛一杯、即ち30%の伸張をしてもなお切断しない。これをさ

らに改めて引張りなほし漸く切断した時の値をとつたものである。

(b) 浸水後 20°C 室湿度 84%

第4表

名 稱 浸水時間	E				C, 1.				C, 2.				T, 1.		T, 2.	
	縦		横		縦*		横		縦		横*		縦		縦	
	抗	伸	抗	伸	抗	伸	抗	伸	抗	伸	抗	伸	抗	伸	抗	伸
1/4時	8.25	16	5	22									10.5	21	6.4	12.3
1/2時	5.6	14	5.5	24.5					6.55	19.5	10.3	16.7	7.5	21	8.0	13.6
1時	4.25	23	5.2	20					6.7	21.0	11.3	19.5	8.6	15.3	8.5	28.3
24時	6.45	17.3	5.38	21.5	9.5	20.35	5.75	20.3	9.5	19.7	11.6	15.3	8.6	11.8	8.6	24
48時	6.8	14.5	6.0	20					9.3	19.8	11.3	17.3	8.3	17.5	7	24

第5表 対エムパイヤ比率

名 稱 浸水時間	E				C, 1.				C, 2.				T, 1.		T, 2.	
	縦		横		縦		横		縦		横		縦		縦	
	抗	伸	抗	伸	抗	伸	抗	伸	抗	伸	抗	伸	抗	伸	抗	伸
24時	1	1	1	1	1.47	1.17	1.07	0.95	1.47	1.14	2.15	0.71	1.33	0.68	1.32	1.39
48時	1	1	1	1					1.36	1.36	1.88	0.88	1.22	1.21	1.03	1.66

上表において抗は抗張力(kg)伸は伸張率%を表わす。又 T, 1. T, 2. の浸水後の対エムパイヤ比率の値は、エムパイヤの縦と比較したものである。エムパイヤを1とする。

次に乾燥時の値と浸水後の値を比較すると、次の表第6のようになる。但し乾燥時の値を1にとるものとする。

第6表

名称 浸水時間	E				C, 1.				C, 2.				T, 1.		T, 2.	
	縦		横		縦		横		縦		横		縦		縦	
	抗	伸	抗	伸	抗	伸	抗	伸	抗	伸	抗	伸	抗	伸	抗	伸
24時	0.83	2.10	1.0	0.9	1.67	1.5	1.58	0.9	1.51	1.15	1.37	1.17	1.24	0.72	1.24	2.58
48時	0.92	1.77	1.11	0.8					1.48	1.15	1.34	1.33	1.2	1.07	1.02	2.54

表でわかるように、浸水によつてもその性質弱くならないばかりでなく、かえつて強くなるうとする傾向がある。

3. 絶縁破壊電圧測定試験

絶縁破壊電圧測定試験は二種の場合について行なつた。即ち單に乾燥爐の中で約 80°C 位の温度で、3 時間余乾燥したままのものと、これを乾燥後取り出して直ちに上質変圧器油中に油浸し後 10 分位にて取り出し、表面を軽く乾燥したものと二種の材料について行なつた。

その結果は次の表に見るように、「エムパイヤクロス」に比べて KV/mm はやや劣るがほぼこれに匹敵する程度であることが分る。

測定電源交流 60~

(a) 油浸の場合 第7表

a. c.	E	C, 1.	C, 2.	T, 1.		T, 2.	
破壊電圧 mm	680	1092	1185	一枚	二枚	一枚	二枚
厚さ	0.17	0.31	0.36	0.22	0.44	0.18	0.36
KV/mm	4.0	3.52	3.15	2.98	2.42	3.43	3.08

(b) 乾燥した場合 第8表

a. c.	E	C, 1.	C, 2.	T, 1.		T, 2.	
破壊電圧 mm	638	900	1000	一枚	二枚	一枚	二枚
厚さ	0.17	0.31	0.36	0.22	0.44	0.18	0.36
KV/mm	3.75	2.91	2.78	3.61	3.01	4.16	3.32

次にこの各場合に於ける値の対エムパイヤ比率を求めると、第9表

a. c.	E	C, 1.	C, 2.	T, 1.		T, 2.	
対エムパイヤ比率 油浸	1	0.88	0.79	0.75	0.61	0.87	0.77
全上 乾燥	1	0.78	0.74	0.95	0.89	1.11	0.89

但しエムパイヤの値を 1 とする。

次に直流の場合について試験結果を示すと、

(a) 油浸の場合 第10表

d. c.	E	C, 1.	C, 2.	T, 1.		T, 2.	
破壊電圧 KV/mm	975	1180	1171	一枚	二枚	一枚	二枚
	5.73	3.81	3.25	4.26	2.94	4.58	3.22

(b) 乾燥した場合 第11表

d. c.	E	C, 1.	C, 2.	T, 1.		T, 2.	
破壊電圧 KV/mm	1150	1190	1153	一枚	二枚	一枚	二枚
	6.8	3.84	3.22	3.9	3.0	5.2	3.1

次に上の各場合に於ける KV/mm を Empire のそれと比較すると、第12表のようになる。但し Empire cloth の値を 1 とする。

第12表

	E	C, 1.	C, 2.	T, 1.		T, 2.	
対エムパイヤ比率 油浸	1	0.67	0.57	一枚	二枚	一枚	二枚
				0.47	0.51	0.8	0.56
全上 乾燥	1	0.57	0.47	0.57	0.44	0.77	0.46

上表に於て Tape. 1. 及び 2 はいづれも一枚の場合と、二枚の場合とについて試験したのは、テープ類は半重ねにして使用するのが常であるからである。直流の場合は交流の時に比べてやや対エムパイヤ比率がわるい。

4. 絶縁抵抗測定試験

絶縁抵抗測定は其抵抗の大なるものについては、真空管電圧計を用いて測定し其値を、電圧計の更正曲線から決定した。又その抵抗の小なるものについては、ガルバノソーターにより測定した。結果は次の如くなる。

第13表 (油浸の場合)

	E	C, 1.	C, 2.	T, 1.		T, 2.	
				一枚	二枚	一枚	二枚
体積固有抵抗 Ωcm	6.23×10^9	4.0×10^9	3.15×10^9	2.7×10^9	1.0×10^{11}	5.9×10^{10}	3.9×10^{11}
表面固有抵抗 Ω	3.42×10^6	2.78×10^6	1.32×10^9	5.7×10^5	6.2×10^8	2.3×10^6	2.3×10^6

次に此場合における値の対エムパイヤ比率を求めれば第14表の如くなる。但し例によりエム

パイヤの値を1とする。なお室内湿度は72%附近にてほぼ一定であつた。

第14表

	E	C, 1.	C, 2.	T, 1.		T, 2.	
				一枚	二枚	一枚	二枚
体積固有抵抗	1	0.64	5.05	0.43	1.5×10	9.45	6.1×10
表面固有抵抗	1	0.80	3.86×10^2	0.17	1.8×10^2	0.67	0.67

固有抵抗値は大して劣らない。

5. 誘電率及び誘電体力率測定

続いて材料の誘電率及び誘電体力率について、横河電機製のQメーターを用いて、測定した結果を次に掲げる。これによると損失率 $\tan \delta$ は相当に大であるから高周波回路に、これらを使用せんとする時には充分考慮をしなければならぬ。測定周波数は1 MCと500kcの二種である。

第15表 20°C

	~	E	C, 1.	C, 2.	T, 1.	T, 2.
$\tan \delta$	MC	0.01245	0.0694	0.0337	0.0342	0.0200
ϵ	MC	1.07	1.83	1.15	3.22	2.40
$\tan \delta$	500kc	0.0139	0.0509	0.0342	0.0370	0.0236
ϵ	500kc	1.07	1.39	1.78	3.30	2.46

例によつてこれらの値の対エムパイヤ比率を挙げると、第16表の如くなる。但しエムパイヤの値を1とする。

第16表

	~	E	C, 1.	C, 2.	T, 1.	T, 2.
$\tan \delta$	MC	1	5.6	2.7	2.75	1.6
ϵ	MC	1	1.7	1.07	3.03	2.24
$\tan \delta$	500kc	1	3.68	2.48	2.68	1.71
ϵ	500kc	1	1.3	1.66	3.06	2.30

6. 吸水と乾燥

繊維製品は当然吸水性が甚しいから、これに対する検討をして見た。方法は次の如くである。巾1cmの各材料の一端を、水に触れしめ、浸水により一定時間(30分)内に濕潤する長さを見てこれで比べた。濕潤の長さは時間と共に増加し、ある時間後には飽和状態をとる。これを見ると大略次の如くなる。室温度84%

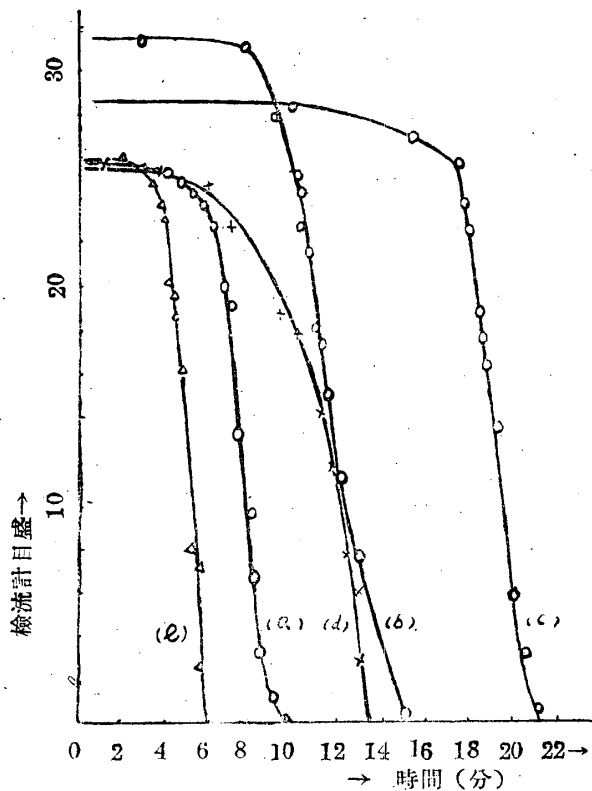
第17表

E	C, 1.	C, 2.	T, 1.	T, 2.
cm	cm	cm	cm	cm
2.7	5.5	4.6	4.8	7.6

但し各試料は皆縦方向に切りとつたものである。上の如く吸湿性は、Empire よりもすつとはげしい。これを改善するために、ワニスを含浸させればほとんど吸水しなくなつた。これはもとより当然予想されていた結果である。

最後に試料の乾燥について、調査する。各材料の幅1cm長さ10cmのものをとり、これに長さの方向に6V乾電池を電源とし、直列抵抗を通じて電流を流しつつ、30°Cの恒温内にて乾燥させる。この場合の時間に対する電流の変化を図示すれば次図の如くなる。但し

(a)はE (b)はC, 2. (c)はT, 1. (d)はT, 2. (e)はC, 1 直列抵抗はそれぞれ 0Ω , $20K\Omega$, $250K\Omega$, $250K\Omega$, $20K\Omega$ であり、使用検流計感度は、 5.3×10^{-7} Ampであつた。



第 1 図

これによると、一定時間中の乾燥の進行程度は、エムパイヤに比べていずれも良好である。すなわちパピロンは吸湿することも速かであり且大きい乾燥もまた早い。

6. 結 論

以上の色々の測定結果から考えると、供試品

『パピロン』は『エムパイヤクロス』に比べて或る点においてはやや劣る性質があるが、又他の点においてはこれに、ほとんど劣らないほど、否これを凌ぐほどの優秀な性能をもつていた。その著しい欠点である吸湿性の問題も、これをワニス含浸の法により解決することができる。ゆえにこれをもつて、従来綿製品に全然取つてかわるほどの、応用価値は考えられないけれども、少なくともこれが代用品代替品としては、充分其利用価値があるものと考えられる。特に将来綿の輸入が相当円滑且低廉になるとも又国際情勢の変転により、何時不円滑にならぬとも保しがたいものがある。この場合これが国産のかうぞ、がんび、みつまた等を原料としている点に於て非常なる強味をもつていられると思われる。なお現在多少経済的に生産原価が低廉でないようであるが、近き将来コストが低減した暁は、綿製品代用として相当に大きな需要の起るものと想像される。

終りに臨み御指導を賜つた恩師京大阿部先生並びに材料を供給された先輩妹尾吉次氏始め皆様様に厚く感謝する次第である。

終

参考文献

Rudolf Nitsche und Gerhard Pfestorf:
Prüfung und Bewertung electrotechnischer
Isolierstoffe 1940

磁歪圧力測定器

白井源慧

1. 緒 言

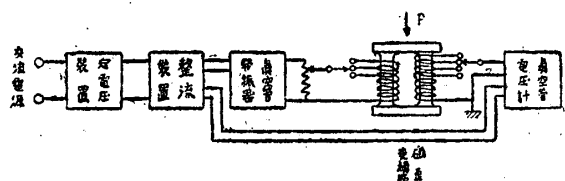
磁歪受圧器の製作の依頼を受け、種々文献を調査した結果下の如きことがいえる。

1. 全体の精度を±2%まですることが出来る。
2. 変位を伴わざる力の測定は、パーマロイ系の鉄合金の導磁率変化を利用する磁歪測定法によるとき最も満足に行われる。
3. 容易に耐水型となすことができる。
4. 外力の変化に対して導磁率の変化は、測定範囲内において、ほぼ直線的であるが、

十分な直線とわならない。

筆者は4.の測定値の非直線性を直線化すべく考慮しながら磁歪圧力測定器を製作せんとしたが、パーマロイ系の鉄合金が入手できなく市販の純鉄にて製作を試みた。

2. 実験装置



第 1 図