

通信機器の MFP 処理と防湿包装

池 田 恭*

MFP Treatment and Moisture Proof Packaging of Communications Equipment

By Kyō Ikeda
Totsuka Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

For all the communications equipment to be used in tropical climate or such a wet atmosphere as in Japan's rainy season, MFP (moisture and fungus proof) treatment is one of the essential processes of finishment, because of its efficacy in accomplishing the following:

- (1) To give moisture-resistance to the apparatus surface.
- (2) To envelope terminals and connections with a low moisture absorbing film and thereby minimizing surface electrical leakage and arc-over.
- (3) To retard the absorption of moisture.
- (4) To prevent the growth of fungi.

The MFP treatment is now extensively in use for the products for export as well as the provisions for the National Security Corps. The writer has disclosed in this article some results of his experiment of MFP treatment on the communications apparatus, discussing them chiefly in biochemical and electrical standpoints, together with the problem concerning moisture proof packaging as it is apt to be neglected.

〔I〕 緒 言

通信機器の使用状態を見ると、都市電話網の心臓部に当る自動交換機が、温度湿度共に調節された近代的交換局舎に取付けられる一方、或種の通信機器は船舶上に、車輛上に、時には風雨に暴露されて使用されることは一般に知られる通りである。このような場合、自然の環境は機器に対し、相当悪い条件を伴ってくるもので、輸向、保安庁向通信機等にあつては、苛酷な気象中に使用されることが前提とされ、 -30°C より $+65^{\circ}\text{C}$ に至る温度範囲、又相対湿度 90% の高湿試験も行なわれる。

一般に気候寒冷の場合は、機器構成物質は凍結脆化等の障害を生じ易く、夏季又は熱帯地の場合は、湿度や黴による障害を伴い易い。MFP 処理は通信機を湿度や黴や腐蝕の害より防ぐもので、今日広く採用されつつある処理方法である。筆者は MFP 材料、部品に対する処理

方法等の実用化研究を行なつて来た立場から、比較的重要な問題に就いて記述し、尙防湿上極めて関連の深い防湿包装に就いても些か実験を行なつたので、後に付け加えた。関係各位の御参考に供し、併せて御教示を賜りたいと希望する次第である。

〔II〕 有機材料の活用

電子装置一般、通信機及びこれ等の部品に使用される電気絶縁材料の中、成型品、積層品、電線被覆等を除き、液状又は粘稠状で操作し、酸化、重縮合、温度変化等の現象によつて、固化皮膜を形成させる材料だけに限定して見ても、その種類は材質的には勿論、塗装、含浸、乾燥方法、使用場所等の相違により、広く有機材料各種に就いて、活用の道を考慮せねばならない。或物は比較的硬度や剝離抵抗性の大きなることを要求し、或物は主として電氣的損失の小なることを要求する。望ましい性能を如何なる場合でも発揮出来る材料はあり得ず、こゝに多

* 日立製作所戸塚工場

種材料の中より、処理に適した選択をする重要さがあり、結局彼此比較検討することが大切になつてくる。MFP 塗料はワニス、ラッカー等の中に防黴剤を分散させてあり、防湿防黴両性を附与することがねらわれている。比較的乾燥性のものに就いては、先般保安庁でも第 1 表を骨子とする規格を制定した⁽¹⁾。

常温乾燥材料にはニトロセルローズが主成分として使われる。この種の皮膜は耐熱性は弱く、120°C 連続数時間で変質を来し、黒褐色を呈してくることが多い。加熱乾燥型には原料も色々使われ、第 2 表に加熱乾燥型をも含んで、筆者が従来実験して来た材料の一例を示した。

これ等の有機材料の中で、パラフィンやアスファルトのように単独で用いられるものもあり、ロジンのように溶剤に溶解したのみで直ぐ用いられるものもあるが、概して数種類を混合し、構成各材料の特質を発揮するようにしている。例えばフェノールフォルムアルデヒドレジンだけでは塗膜を作つても非常に脆いので、乾性油を混和すると塗膜は遙かに強靱となる。殆どの合成樹脂に就いて、このような変性の操作が加えられるのが普通である⁽²⁾⁽³⁾。通信機器の多様性に相応して、処理用材料も絶えず工夫されねばならない。

〔III〕 防 黴 性 の 検 討

MPF 処理の特徴である防黴性に就いて、検討を行なつてみた。

実験の記述をする前に予備知識として、微生物乃至黴の植物学的位置及び分類を簡単に述べてみる。通常植物界を二大部門に分けて顕花植物と隠花植物とし、隠花植物は更に羊歯類、苔蘚類、菌藻類の三類に分けられる。そのうち菌藻類は次のように説明されている⁽⁴⁾。

- (1) 藻 属 葉緑素有し、同化作用を営む。
- (2) 菌 属 葉緑素を欠き、他の有機物に寄生し、これより栄養料を仰ぎ、繁殖を営む。
 - (A) 細菌類 微生物中最も微細なもので、顕微鏡でも 800 倍以上に拡大しなければ明視出来ない。
 - (B) 酵母類 イーストと通称されるもので、醸造やビタミン製造上重要視される。発芽繁殖するものが多い。
 - (C) 黴 類 麴黴の如く醸造上有用なものもあるが、病源となるものもあり、一般に糸状態を呈し特色ある胞子を附着するため肉眼でも容易に区別出来る。

第 1 表 通 信 機 用 防 湿 防 黴 塗 料 規 格 概 要

Table 1. Summarized Standard of MFP Coating Materials for Communications Equipment

種 別 項 目		常 温 乾 燥		加 熱 乾 燥		特 殊 用	区 分
		ク リ ヤ ー	エ ナ メ ル	ク リ ヤ ー	エ ナ メ ル		
乾 時 間	指 触	1 hr 以内	1 hr 以内	約 120°C 30min 以内の条件に相当するもの	約 120°C 30min 以内の条件に相当するもの	1 hr 以内	A B C
	硬 化	2 hr 以内	2 hr 以内			2 hr 以内	A B C
不 揮 発 分 (%)		20 以上	25 以上	35 以上	40 以上	5 以上	A B C
粘 度 (ポイズ)		0.5~1.5	—	0.5~1.5	—	—	A B C
比 重		0.8~1.0	1.0~1.5	0.8~1.0	1.0~1.5	0.8~1.0	A B C
透 湿 恒 数		5×10^{-11} g/sec/cm/mm Hg 以下	5×10^{-11} g/sec/cm/mm Hg 以下	5×10^{-11} g/sec/cm/mm Hg 以下	5×10^{-11} g/sec/cm/mm Hg 以下	5×10^{-11} g/sec/cm/mm Hg 以下	A B
絶 縁 耐 力 (常 態)		2,000 V/0.1mm 以上	—	2,000 V/0.1mm 以上	—	2,000 V/0.1mm 以上	A B C
絶 縁 耐 力 (浸水後)		1,400 V/0.1mm 以上	—	1,400 V/0.1mm 以上	—	1,400 V/0.1mm 以上	A B
体積固有抵抗 (常 態)		$10^{11} \Omega \text{cm}$ 以上	—	$10^{11} \Omega \text{cm}$ 以上	—	$10^{13} \Omega \text{cm}$ 以上	A C
体積固有抵抗 (浸水後)		$10^{10} \Omega \text{cm}$ 以上	—	$10^{10} \Omega \text{cm}$ 以上	—	$10^{12} \Omega \text{cm}$ 以上	A
高周波損失		—	—	—	—	150×10^{-4} 以下	A B C

註 上記以外の項目として、耐熱耐寒、延焼、耐絶縁油、耐塩水、耐菌、対銅板、衝撃、貯蔵性、毒性、色相、蛍光性試験等を定めてあり、それぞれ合格するを要する。

A: 品質判定試験 B: 社内試験 C: 受入試験 を行なう。

第2表 通信機用防湿処理材料の一例

Table 2. An Example of Moisture Proof Materials for Communications Equipment

品 種	項 目	絶縁耐力 (kV/mm)	絶縁固有抵抗 ($10^9 \Omega \text{cm}$)	誘電率	誘電体力率 (周波数)	物理的・化学的特性	用 途
天然材料	亜麻仁油	8~18	^a 13~16	3.2~3.5	$\times 10^{-4}$ 15	植物油としては乾燥性良好、生亜麻仁油は吸水膨潤性あるため、ボイル油として用いている。長期間に酸化分解し易い。	ボイル油単独の塗膜として、又合成樹脂と混合しワニスとする。
	ロジン	20~30	15~17	2~3.5	15~40 100~200 (10 ⁷)	軟化点低く、テルペン、エステルと共にアビエチン酸が主成分をなす。グリセロールとエステルを生ずる。	エステル化してフェノールレジン変性ワニスの成分とする。
	シエラック	8~25	8~14	2.3~3.8	16~50 60~250 (10 ⁷)	樹木に寄生する昆虫の分泌物で、天然可塑物たる軟性のものから、引掻強度大なるものまである。	フェノールレジンに混じ絶縁物とし、又バインダとして良好。
	アスファルト	20~60	14~16	3.1~3.2	50~120	安価な割に耐水性、電氣的性質、接着等良好、軟化点は低い、芳香族、脂肪族炭化水素溶剤に易溶。	単独で又は他物と混和して、防湿、絶縁充填剤、含浸剤に用いる。
	パラフィン	20~45	16~19	2.2~2.9	3~8	電氣的性質、耐酸、アルカリ、耐水性優秀、軟化点 50~60°C 耐寒性脆くなる。アルコールに微溶、有機溶剤に可溶。	
	マイクロクリスタリンワックス	20~35	16~19	2.5~3	3~8	化学的組成にパラフィンと同系にて、軟化点高く 85°C 附近。	
	蜜 蠟	16~20	8~14	2.5~2.9	70~170 (10 ⁷)	パラフィンより稍軟化点高く、結着性に富む。	
合成樹脂	フェノールレジン、純樹脂及び変性樹脂	15~45	13~15	4~8	250~ 1,000	加熱縮合型レジン、稍脆性であるが、変性によつて補える。耐熱性 150°C である。	含浸ワニスの成分として、広く用いられている。
	アミノレジン	12~16	11~12	6~9	200~700	加熱縮合型レジン、尿素、メラシン等あり、メラシンの方が硬度、耐水性に秀れる。着色性自由。	耐化学薬品性、耐弧性皮膜、鮮明な着色自由。
	アミノレジンア ニリンフォルム アルデヒド	20~30	16	3.5~4	20~80 (60~10 ⁶)	絶縁性特に各周波にわたり誘電体損失小である。耐溶剤性も良好。	耐水性、電氣的性能良好、特に高周波損失が少い。
	ポリエチレン	20	15~16	2.3	5 以下 (10 ² ~10 ⁶)	可撓性、耐寒性 -70°C で脆化せず無極性で可塑剤溶剤の相溶性がない。老化防止剤を少量使用する。	
	ポリスチロール	20~50	16~18	2.3~2.7	5 以下 (10 ² ~10 ⁶)	クマロン、アルキッド、ダンマル等と相溶して接着力を増す。耐紫外線性、着色性良好。	
	ニトロセルローズ	40	11~12	6~7	500~ 1,500	溶剤蒸発により常温乾燥皮膜を作る。耐熱性に乏しい。	ラッカー原料として樹脂と混用する。
	アルキッド	15~30	15~16	3~5	140~240	脂肪酸エステルで無水フタル酸、マレイン酸セバチン酸等用いる。他樹脂や油と相溶性あり。	セルローズ、メラシン、フェノール、植物油等と混用する。塗料として用途は広い。
	不飽和 ポリエステル	16~20	14	3~5	30~260	スチレンモノマとコポリマを作り、コンタクトレジンとして利あり。	重合度、他樹脂との相溶性等多様であり、通信機に於ても新分野は広い。
	エポキシ	16~20	16~17	3.6~3.9	24 (10 ³) 190 (10 ⁶)	各種金属、紙等と接着性良好。耐アルカリ性優秀。	
	シリコーン	20~40	12~16	3.7~4	30~200 (10 ³)	珪素主体鎖状化合物、耐熱耐寒性撥水性。	
脂	アクリレート	20~30	12~16	3~6	150~300 (10 ⁶)	耐磨耗性、耐水、耐溶剤性。	
	ビニル	20~50	12~16	3.2~4	160~200	コポリマ、三次元結合等変性し得る	

第 3 表 菌 種 及 び 培 養 基 組 成

Table 3. Fungi and Ingredients of Culture Medium

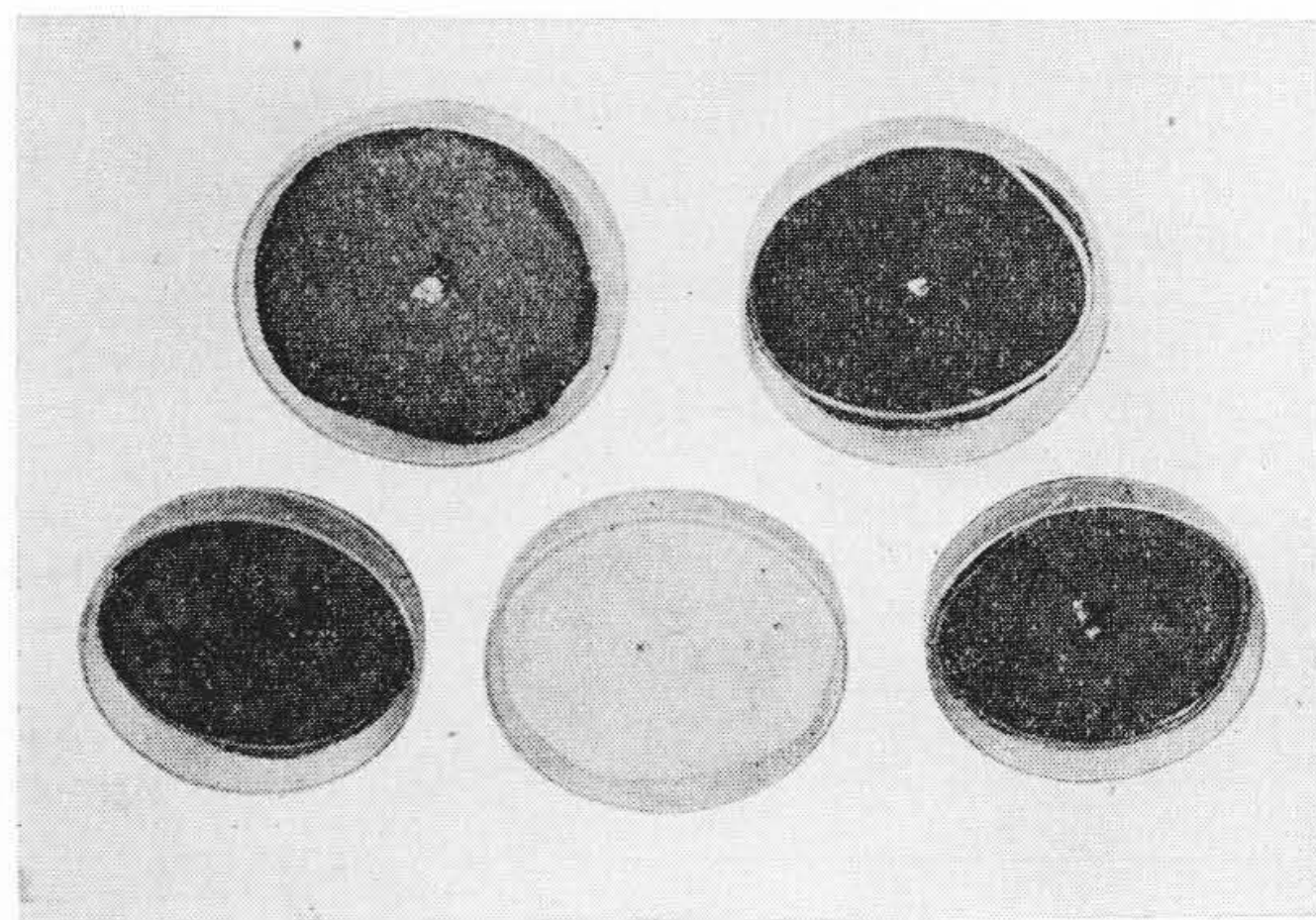
区 分	名 称	説 明
菌 種	アスペルギルス・ニゲル (<i>Aspergillus niger</i>)	黒黴であつて菌叢は黒褐色、頂囊は大球形、梗子は分岐し、芽胞子は球形滑面又は粒面、菌核を作る。
	ペニシリウム・ルテウム (<i>Penicillium luteum</i>)	青黴に属し、菌叢は緑色を呈し、梗子長くその先端は尖つている。芽胞子は卵形滑面、被子器及び子嚢を作る。
	アスペルギルス・フレーヴァス (<i>Aspergillus flavus</i>)	麴黴及び白黴の類であつて、MFP 実験に指定されるものであるが、大体上記 2 種を用いれば良いので、本報告の実験には供用しなかつた。
	トリコデルマ T-1 (<i>Trichoderma T-1</i>)	
培 養 基	蒸 溜 水..... 1,000 cc 葡 萄 糖..... 10 g 硝酸アンモニウム..... 2 g 磷酸第二加里..... 0.5 g 硫酸マグネシウム..... 0.3 g 精 製 寒 天..... 20 g	左記を混合し、100 cc づゝ三角フラスコに分取し、綿栓を施し、蒸気殺菌釜内で 3~4 hr 加熱後、25 cc づゝをペトリ皿に分けて用いる。

黴の発育温度は最低 0~7°C, 最適 25~35°C, 最高 39~46°C で、体成分は多量の水分及び蛋白、油脂、炭化水素等、無機質では加里及び磷酸を多く含んでおり、これ等の成分は黴の培養時の栄養料と密接な関係がある。培養に使用した菌種、栄養等は第 3 表に示した⁽⁵⁾。黴の発育及び抑制される状態の一例を第 1, 2 図に示した。第 1 図の中央はワットマン濾紙、右下は綿繊維に共に MFP 処理を施し、菌種を植えたもので 1 週間後に発育は見られなかつたが、左上下の無処理綿繊維、右上の無処理羊毛繊維には、相当量の発育が見られた。

第 2 図も菌種植え付けより 1 週間後の状態で、左上は保安庁納めの遠隔操縦操置に用いる綿布を未処理で供試し、右上は処理済のもので、明瞭な相違が見られる。

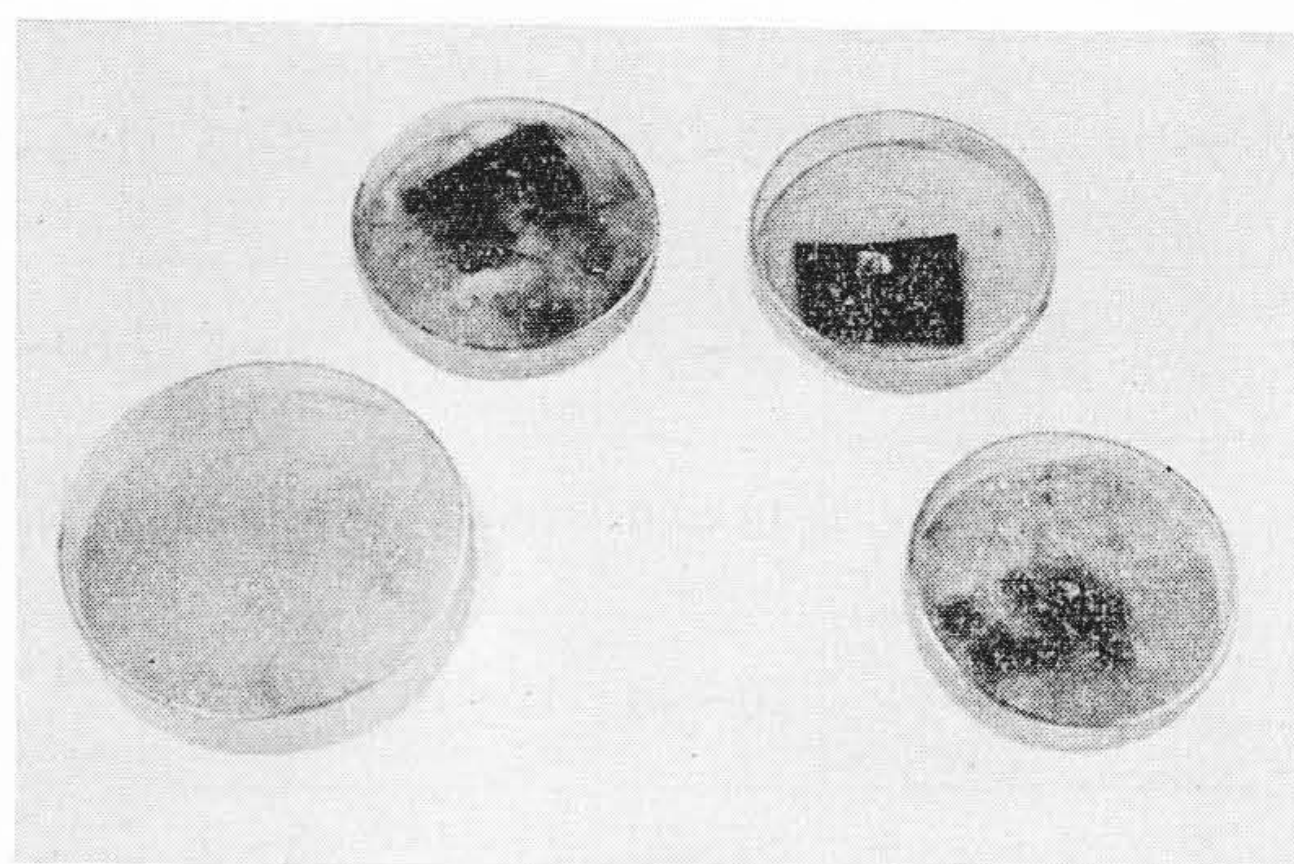
左下は防黴剤を添加してあるラッカー塗膜、右下は同じ材料を用いて、防黴剤を加えない場合で、図に見られるように黒黴による黒白の識別が容易に出来る。

これ等はいずれも温度 28~32°C に保つた恒温槽内で、第 3 表に示される栄養料を与えて、人工的に黴の繁殖を図つたものであるが、J. M. Leonard, A. L. Pitman 両氏は、パナマのジャングル中に小屋を作り、この中に繊維被覆電線試料を多数放置して実験したことを報告している⁽⁶⁾。この実験は 6 箇月の長期に亘つて、各種の防黴剤の効果を調べたものであるが、実験期間中の湿度は、殆ど 90% 以上を継続し、稀に 80% 程度に下つたことがあるとされているから、日本国内等にはない極めて苛



第 1 図 ペトリ皿中の黴の繁殖状態

Fig. 1. View of Fungus Propagating in Petri Dishes



第 2 図 ペトリ皿中の黴の繁殖状態

Fig. 2. View of Fungus Propagating in Petri Dishes

酷な環境である。われわれは防黴剤としては、殆ど五塩化フェノールを添加しているが、両氏はフェノール塩化物は大して効果がなく、第4表の化合物が最も効果を表わしたといっている。この点に就いては今後十分に検討を要するところであろう。

両氏は水銀化合物を採用しているが、これは通信機に於ては、特に整流器等に悪い影響を与えるから、必らずしも防黴の効果からのみ防黴剤を判定することも出来ない。五塩化フェノール5%程度をワニスやラッカーに添加した場合も、その効果は著しく、配線被覆材料に対して、1年余経過し、処理しない方は相当青黴を生じているが、処理した方は全然発生を見ていない実例もある。

第5表は各種の材料の上に、MFP処理をした場合としない場合との発黴状態の比較である。処理の種類毎に

4箇の試料を取り、2日、7日、14日後に観察し、試料面積に対する発黴面積の比で表わした。この表現方法は前記Leonard, Pitman両氏も採用している。黴が風通しの悪い処に発生し易いことは常識として認められるが人工培養基中で、気流、温度、湿度等を変化させ第5表と同様に測定した結果を第6表(次頁参照)に示した。気流の影響に就いては、アスペルギルス・グレーヴァス(Aspergillus glavous)とゆう菌種を用いて、パン、大豆その他の食品上に発育を観察した報告があるが⁽⁷⁾、それによれば0.5 m/secでは発生は遅延せず、3.0 m/secを通じた場合は、糸状菌は基質面の粗密に関せず発生しないと報ぜられている。しかしいづれにしてもMFP処理をした場合の効果は、即時的に又皮膜の亀裂や剝離を生じない限り、長期にわたつて維持されることは確実である。

第4表 J.M. Leonard, A.L. Pitman 両氏によつて発表された効力顕著な防黴剤

実験に於ける使用量はワニス又はラッカーの1, 5, 10%が使われた。配列順付は効力順を示す。

Table 4. The Fungicides Remarkably Effected which were Reported by J.M. Leonard and A.L. Pitman. The Quantities used in the Experiments were 1, 5 and 10% of Varnish or Lacquer. Arranged Order indicates Effect.

(1) O-Hydroxyphenylmercuric chloride	(6) <i>p</i> -Aminophenylmercuric acetate
(2) Salicylanilide	(7) Phenylmercuric-O-benzoic acetate
(3) Pyridylmercuric chloride	(8) <i>p</i> -Acetylaminophenylmercuric acetate
(4) <i>p</i> -Toluene sulfonylamide	(9) Hydroxymercurisalicylic acid anhydride
(5) Uranyl nitrate	(10) Phenylmercuric phthalate

第5表 各種試料の黴発生比較

Table 5. Comparison of Some Samples for Fungus Growth Test

経過日数 試料別		2 日				7 日				14 日			
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
乾性植物油	T	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
	N	1	1	1	1	2	2	3	2	3	3	3	3
アルキッド変性レジン	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	N	0	0	0	1	2	1	1	1	3	2	2	2
フェノールフォームアルデヒド変性レジン	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	1
保安庁納遠隔操縦装置用綿繊維	T	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
	N	1	1	0	1	2	2	1	1	3	3	2	2
牛皮革粗面	T	0	1	0	0	0	2	1	0	0	2	2	1
	N	1	1	1	1	2	3	2	3	3	3	3	3

摘要: TはMFP処理済、Nは無処理

0は発黴せず

2は発黴が試料面積が25~50%間にあるもの

1は発黴が試料面積の25%以下に止まるもの

3は発黴が試料面積の50%以上に達したもの

第 6 表 温度低下及び気流による黴発育の抑制

Table 6. The Growth of Fungi Prevented by Temperature Decrease and Air Current

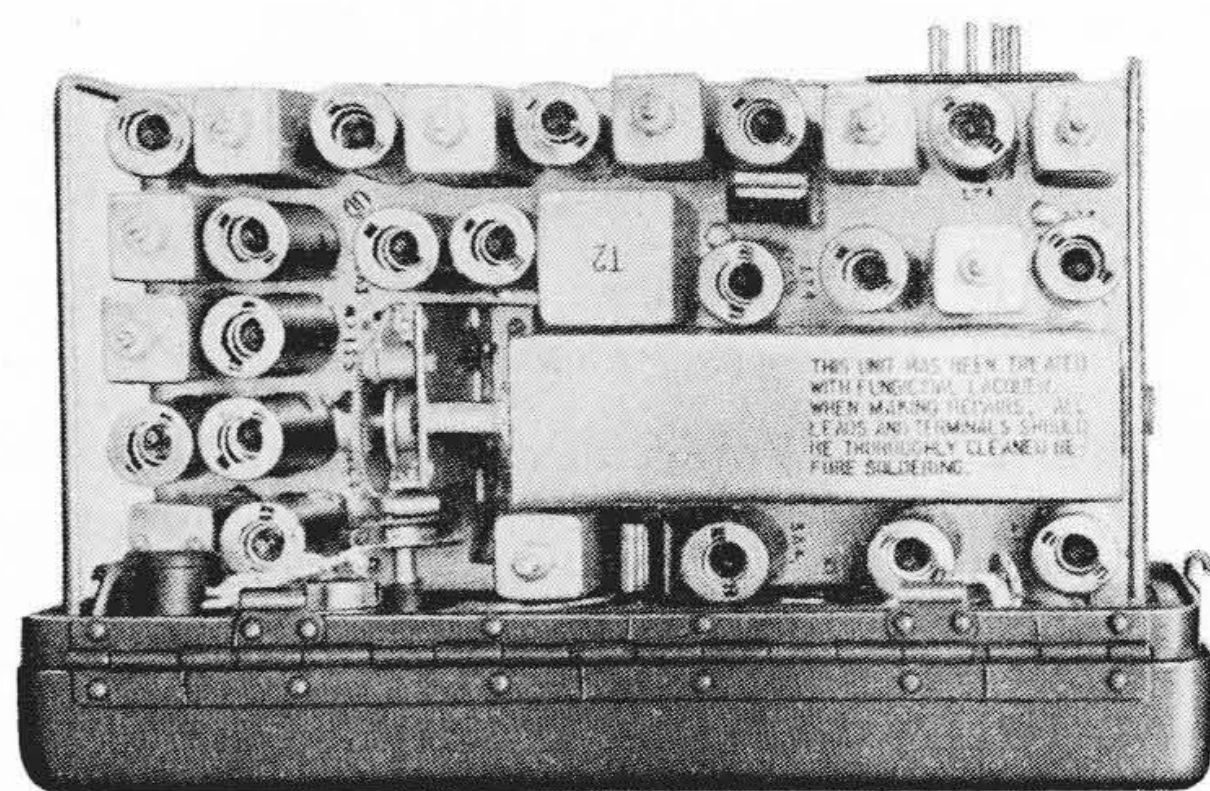
試 料	経 過 与えた 条件	1 週 間 後 の 状 態			
		発育に最適の条件	温度は最適なるも扇風機により気流を与う	温度を 10°C に下げ気流を少し与う	温度湿度共減少させ気流は与えず
人 工 培 養 基 + ラ ッ カ ー	A	3	2	1	0
	B	3	3	1	0
	C	3	2	1	1

摘 要: 0, 1, 2, 3 の数字の意味は第 5 表と同じ。

使用菌はアスペルギルス・ニゲル及びペニシリウムルテウム混用。

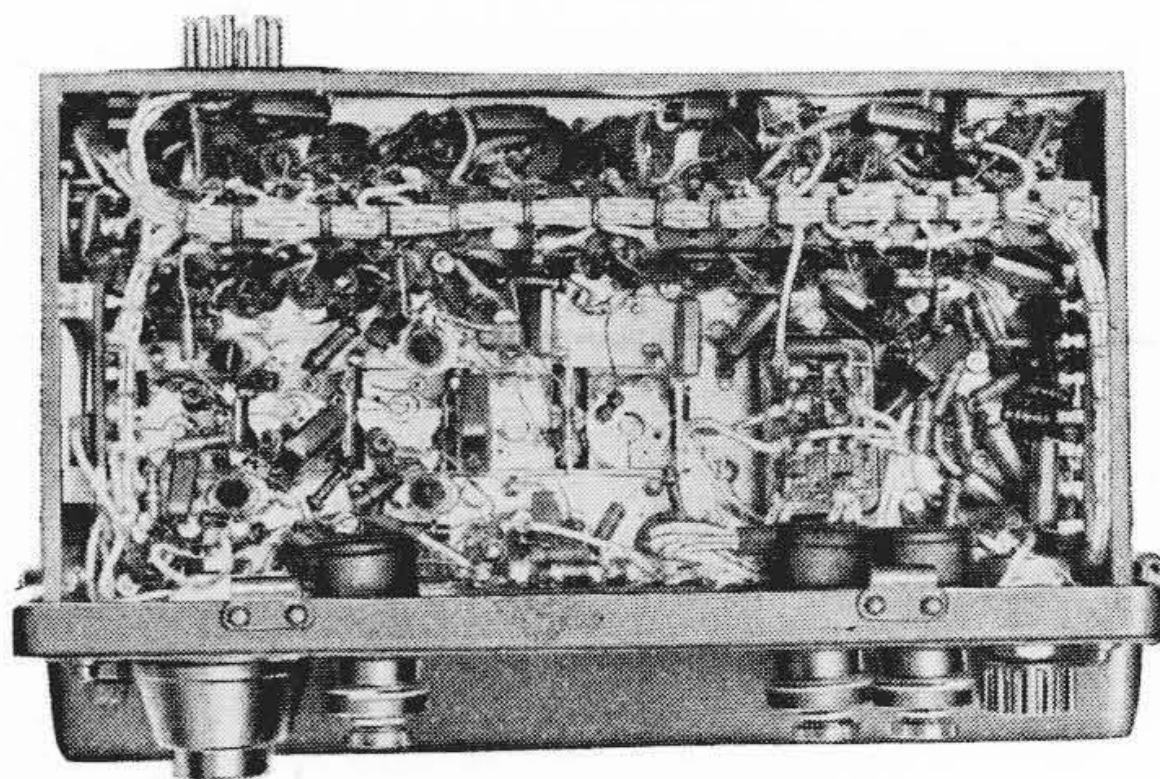
〔IV〕 処理の実施及び絶縁性能

通信機器の表面に MFP 処理を施し、回路端子間の電流漏洩、電弧閃絡等を抑止するのであるが、その方法は大別して次の二つになると思う。第 1 は通信機の組立が完了してから、或は相当な程度に部品が組込まれてから、全体に対して MFP 材料を噴霧状態で、吹付ける方法であり、第 2 は材料部品の特質から、そのような一律的な処理では目的を達せず、予め箇々に、決った仕様で処理する方法である。第 3, 4 図は上記の第 1 の処理を施した JSCR-300 無線機の上面及び下面を示し、上面の見易い処には MFP 処理をしたこと、修理に際し端子の MFP 除去の注意が書かれている。第 5 図の右側には上記の第 2 の種類の処理を施した部品の例を示し、左側には MFP 処理が各種金属に如何なる作用を及ぼすかを調べた試料の若干を示してある。MFP 処理を施した結果、鉄の発錆は勿論、アルミニウム、亜鉛等白色の腐蝕を生じ易い材料も、著しくその変化を抑制出来、銅、黄銅等に就いては、特に腐蝕は認められないが、表面が桃色になることが多かつた。これは防黴剤が、銅と反応し易いためといわれ、MFP 処理下地として、普通ラッカーを用いる等今後の検討問題となつている。第 1 の噴霧吹付けは塗装作業では広く用いられ、均一な塗面を得ることが出来るが、通信機器では塗装を避けねばならない処も数多くあるから、第 7 表に区分されるそれぞれの部品に就いて、処理上の注意が必要である。従つて吹付処理を避けねばならぬ部分には、処理に際し予め紙、テープ等を用いて遮蔽を施さねばならない。組立完了品に対しては、一般に高温処理は不可能であるから、第 1 表に示す常温乾燥型塗料を用い、この場合でも、防湿の見地から、機器の表面は 50~60°C で 2~3 hr 予熱し、加温槽より取り出して、その表面が室温より 5°C 以上は高い状態で吹付ける必要がある。吹付け回数も、塗膜の厚さを少なくとも 0.05 mm 以上とし、ピンホールの存在を完全になくするには、3 回行なうことが適當である。塗装材料について



第 3 図 MFP 処理をした無線機 (上面)

Fig. 3. MFP Treated Radio Set (Upper Sight)



第 4 図 MFP 処理をした無線機 (下面)

Fig. 4. MFP Treated Radio Set (Lower Sight)

は、第 1 表に示すように種々の性能を要求せねばならないが、輸出向通信機等にあつては、湿気による表面の絶縁抵抗低下を極力防止することが、今日までの経験上、第一義的に考えられねばならない。勿論皮膜の絶縁耐力、硬度、接着性、体裁等をおろそかにすることは出来ないが、絶縁抵抗が材質や周囲の条件に非常に鋭敏に作用するので、これに関する実験を述べてみよう。

MFP 材料の固有絶縁抵抗測定法は、他の絶縁物と全く同様に第 6, 7 図に示すリング及び水銀で電極を構成し、直流 300~500 V, 1 min 充電後直偏法を用い、次式により求める。

第 7 表 吹付処理の要否区分

Table 7. Division of the Need or Not of Spray Coating

要 否	必らず処理を要するもの	処 理 を 避 け る も の	含 浸 は 不 可 能 な も の 処 理 し て も よ い も の	吹 付 処 理 は 行 な わ ず 別 に 処 理 す る も の
部	(1) 装置内固定被覆線表面 (処理済品、ナイロン ジャケットのように MFP の保証されたも のは処理する必要はな い)	(1) コネクタ、ヒューズ、 可変コンデンサ、可変 抵抗等の電氣的接触部 分	(1) ナイロン、醋酸セルロ ーズ、ガラス、合成ゴ ム、ビニル製品の表面	(1) 屈曲度数の多いケーブ ル、コード数
品	(2) ターミナル接続部	(2) ベアリング、ギヤー、ピ ボット等の表面	(2) 白金、金、ニッケル、 ロジウム、不銹鋼等で 作つた部分及び発錆の おそれ少いクロム、ニ ッケル等鍍金面	(2) フェルト、ファイバ コルク、レザー、ロープ ズック、木材、天然ゴ ム等の表面
名	(3) 固定抵抗、コンデンサ コイル類	(3) プラスチック部分で処 理により却つて絶縁抵 抗の下るもの	(3) コイル、電子管、トラ ンス等のシールド内面	(3) ダイナモータ発電機、 モータパワーユニット 等の回転部分及びセレ ン整流器
	(4) シャーシ内部及び表面 の電氣的接続と関係な い部分	(4) 動作中の温度が 100°C を超える部分	(4) ねじ及びスプリング等 の表面	(4) 導波管
	(5) 標識紙の表面	(5) 透明な窓やレンズの表 面	(5) プラスチック製成型品	
	(6) 異種金属類の接続部	(6) 動作電圧 600V 以上の 磁器製碍子		
	(7) シールド罐やシールド 線カバーの表面	(7) 耐弧性材料の表面		
	(8) スイッチ、リレー、ジ ヤック類の電氣的接続 と関係ない部分	(8) 塗料剤により、溶解さ れるようなプラスチッ ク材料		
	(9) プラスチック積層板			

$$\rho = \frac{\pi d_2}{4t} R_v$$

$$\sigma = \frac{\pi(D+d)}{D-d} R_s$$

ここに ρ : 体積固有抵抗 Ωcm

t : 皮膜の厚さ cm

d : 内側電極の直径 cm

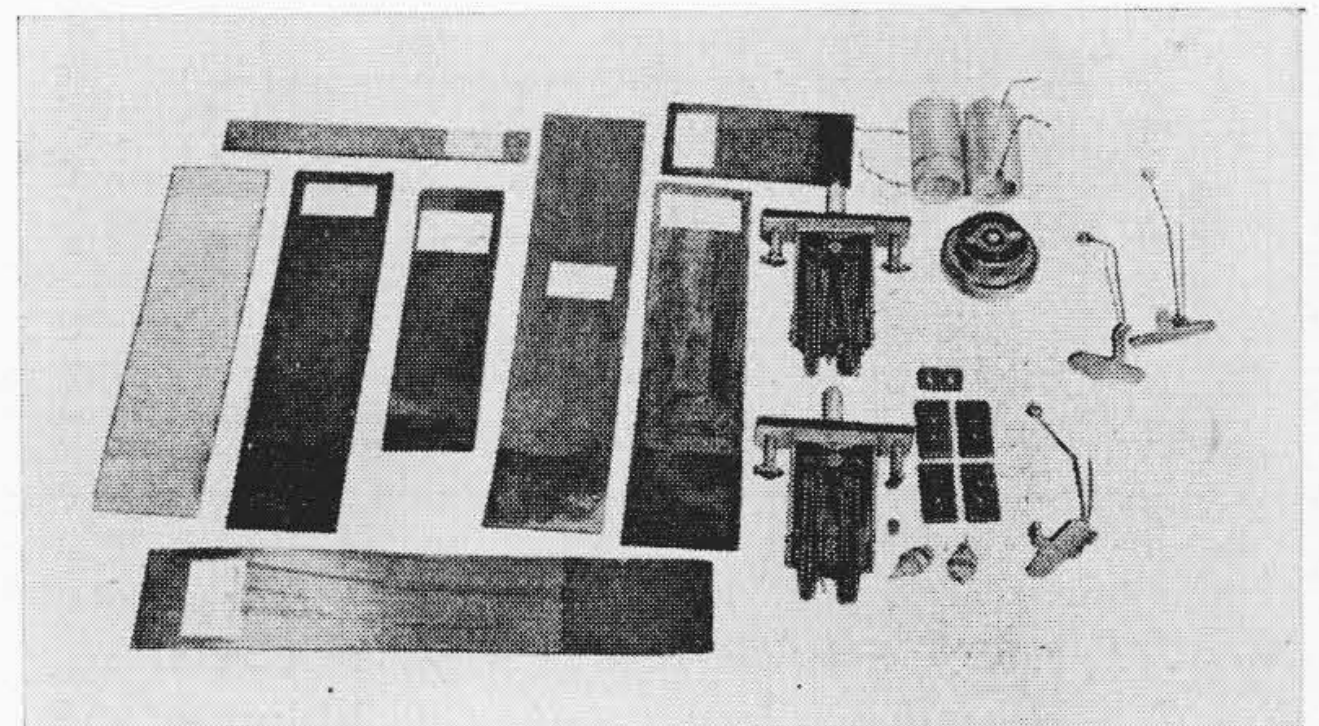
R_v : 体積抵抗 Ω

σ : 表面固有抵抗 Ωcm

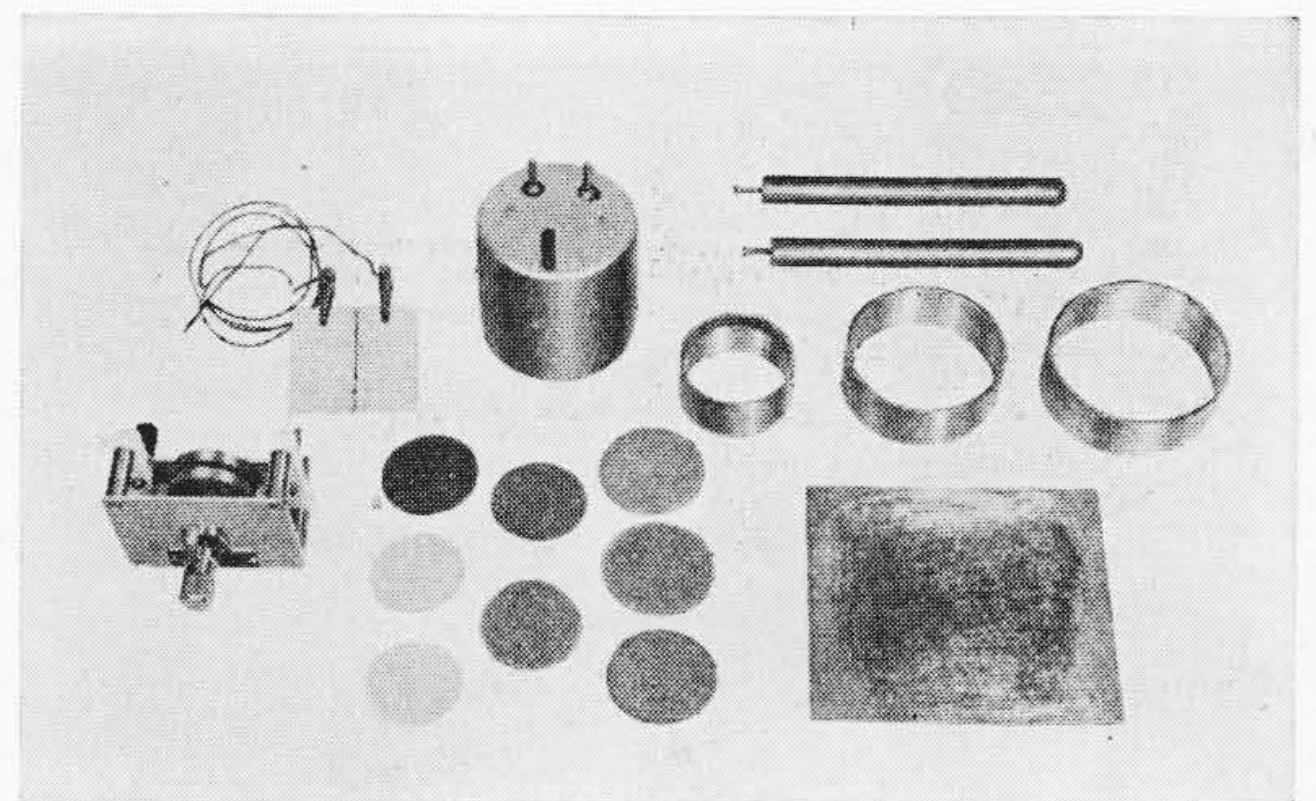
D : 環状電極の内径 cm

R_s : 表面抵抗 Ω

保安庁の材料規格では表面固有抵抗は規定していないが、湿度大なる場合は、先づ表面の絶縁が次第に低下することを一応注意せねばならない。MFP 塗料に就いて行なつた試験結果を第 8 表(次頁参照)に示した。この場合の試料は含浸処理、刷毛塗装で注意深く塗膜を作つたから、何時でもこれと同等の値が出るとはいえないが、略見当を得ることが出来る。第 6 図右上に示す黄銅棒(直径 0.6", 長さ 6" 片側は半球形とする)に 0.05~0.1mm 程度の厚さの塗膜をつけ、5% 食塩水中に吊して絶縁抵抗を測定した結果を第 8 図(次頁参照)に示した。第 8 表からいえることは、25°C で 1 昼夜浸水とゆうことは、相当苛酷な試験であつて、合格値には入っているが、十分に余裕のある値ではない。尤もニトロセルローズの量が多い場合、その懸念があるのであつて、日立絶縁ワニス W28 では、120°C/2.5 hr 処理されれば、同様浸水後でも $10^{13} \Omega\text{cm}$ の好成績を示した。このような



第 5 図 MFP 処理をした部品及び金属と MFP との反応を見る試料
Fig. 5. MFP Treated Parts and Plates of Some Metals to See the Reaction on Them



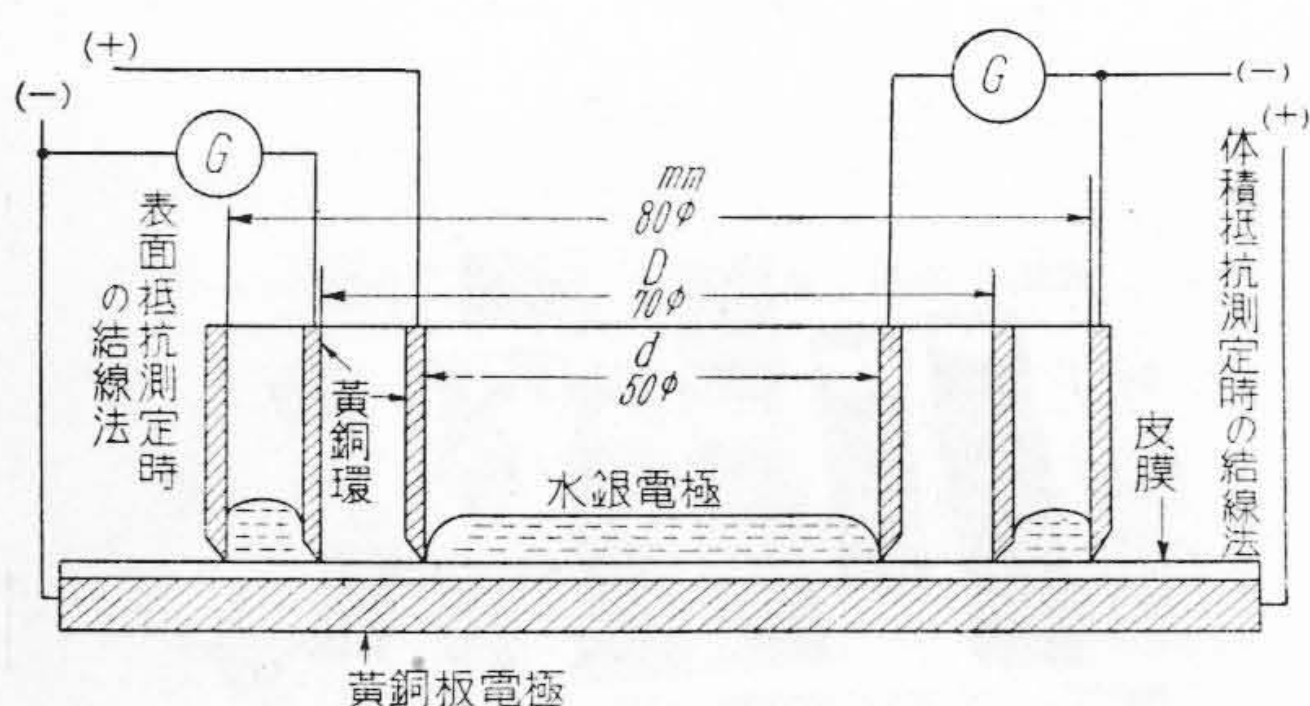
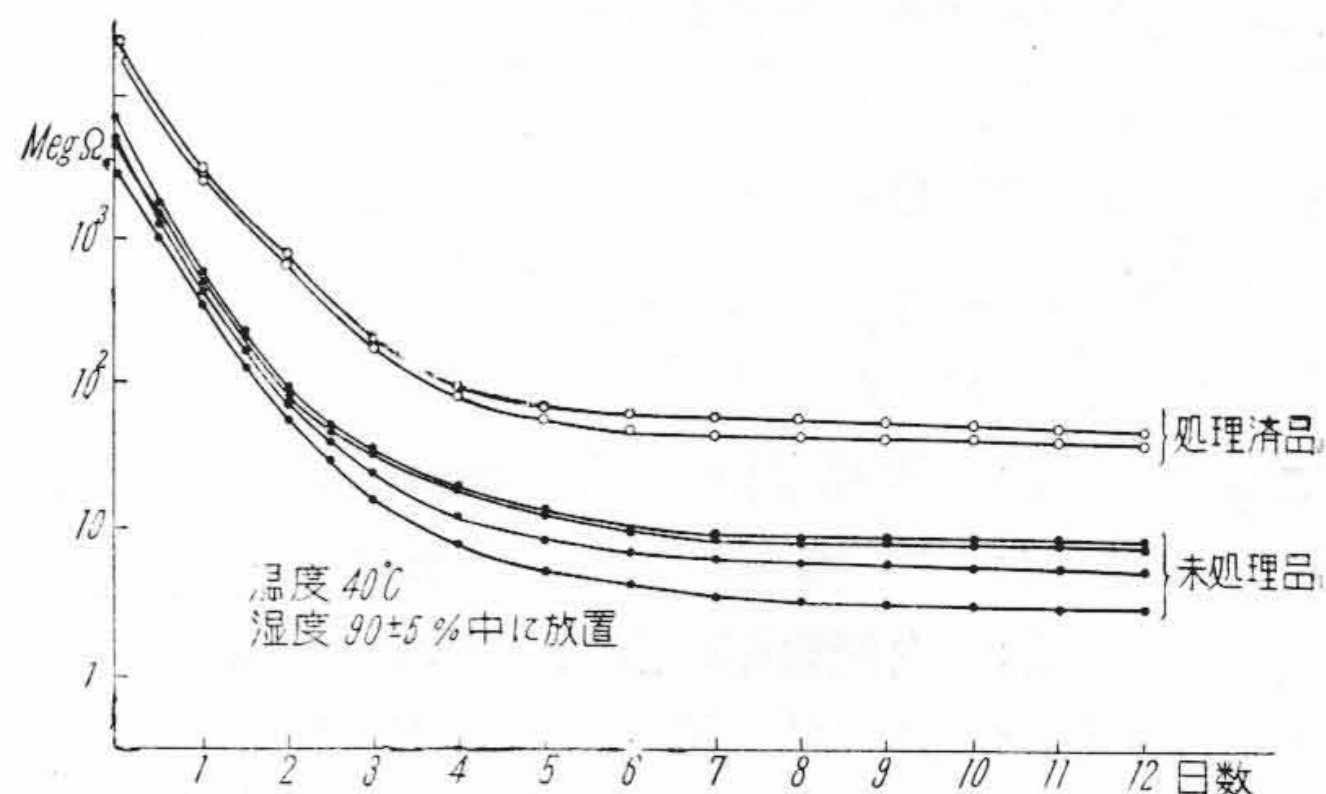
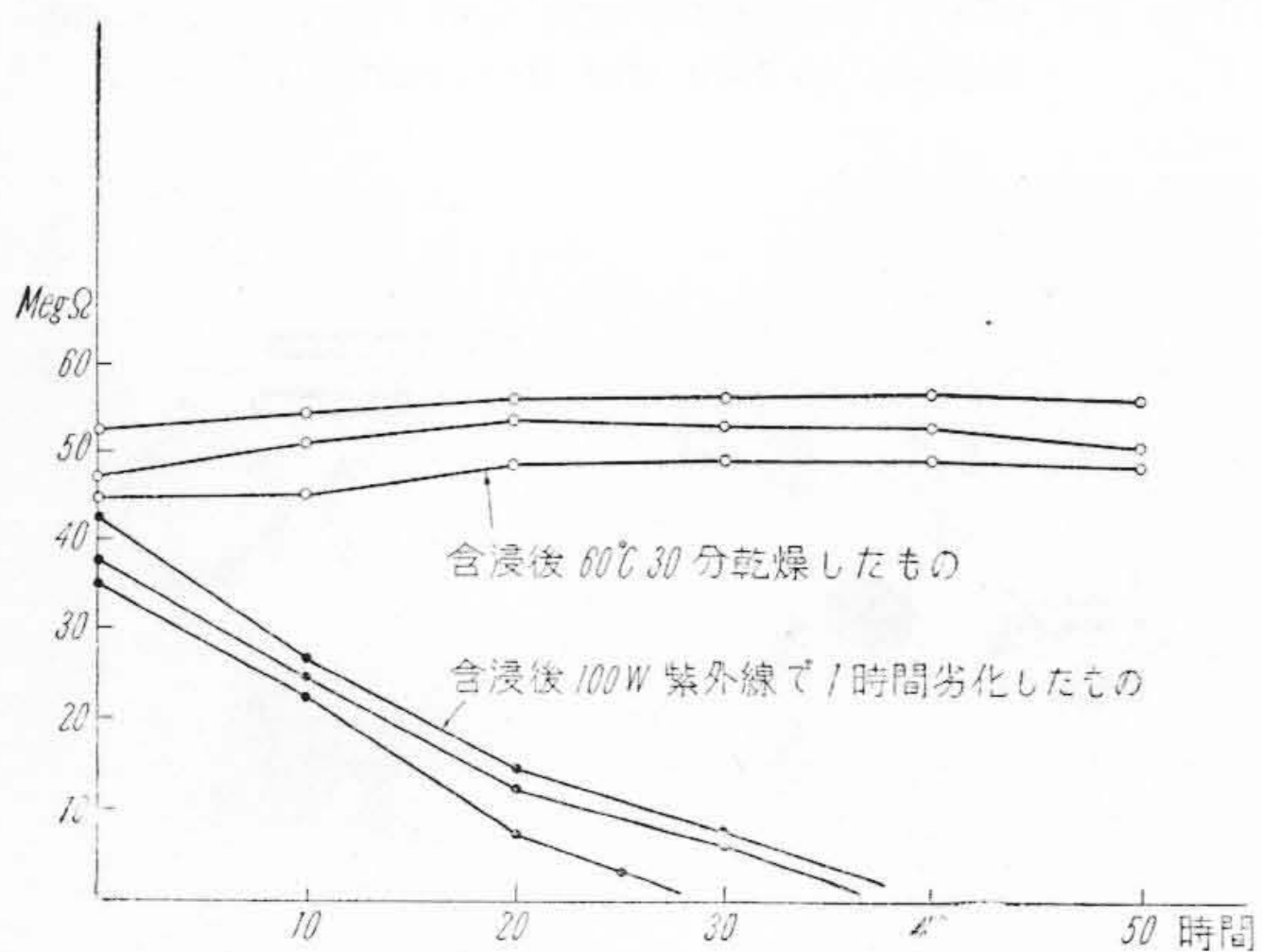
第 6 図 絶縁抵抗測定電極及び測定試片(右上食塩水中に使用した黄銅電極、右中、環状電極、右下、板状電極、中上、共振用線輪、中下、高周波測定試作、左上、湿度測定抵抗素子、左下、高周波損失測定用電極)
Fig. 6. Electrodes for Measuring of Insulation Resistance and Test Specimens

第 8 表 MFP 塗膜の絶縁性能一例

Table 8. An Example of Insulation Characteristics of MFP Coatings

測 定 種 別		含 浸 処 理			刷 毛 塗 装		
		A(Ω cm)	B(Ω cm)	C(Ω cm)	A(Ω cm)	B(Ω cm)	C(Ω cm)
体積固有抵抗	20°C 相対湿度 60% 24 hr 保持後	10^{14}	10^{14}	10^{14}	5×10^{13}	5×10^{13}	10^{14}
	30°C 85% 7 hr 保持後	5×10^{12}	10^{12}	10^{12}	10^{12}	10^{11}	5×10^{11}
	25°C 浸水 24 hr 後	10^{11}	10^{11}	8×10^{10}	2×10^{10}	2×10^{10}	5×10^{10}
表面固有抵抗	20°C 60% 24 hr 保持後	5×10^{13}	5×10^{13}	10^{14}	2×10^{13}	10^{13}	10^{13}
	30°C 85% 7 hr 保持後	10^{11}	10^{12}	10^{12}	10^{10}	10^{10}	5×10^{10}
	25°C 浸水 24 hr 後	10^{10}	5×10^9	5×10^9	10^8	10^8	10^9

備 考 A: 品質判定試験 B: 社内試験 C: 受入試験を行う

第 7 図 塗膜の体積及び表面固有抵抗測定装置
Fig. 7. Measuring Instrument of Volume and Surface Resistivity of Coating第 9 図 紙基材フェノールレジン積層絶縁板の性能
Fig. 9. Insulation Characteristics of Phenol Resin-Paper Combined Laminate第 8 図 黄銅棒電極の上に処理された MFP 皮膜の 5% 食塩水中に於ける絶縁抵抗
Fig. 8. Insulation Resistance of MFP Films Treated on Brass Bar Electrodes in 5% Salt Solution

値の違いは、前にも述べた通り、材料の良否として結論づけるべきではなく、それぞれ用途を異にする処から、起因するものであることを認めておく必要がある。第 8 図では、適切に処理された MFP 塗膜は、食塩水につけた当初は、幾分絶縁抵抗値が上り気味になっている。この点、第 8 図以外の試料に就いても、20 箇程試験してみたのであるが、16 箇は同様な上り傾向を示した。劣化を与えたものは予想通り、1 昼夜後には 10 Meg Ω 以下に降下してしまつた。以上の第 8 表の実験にしても、第 8 図の実験にしても、塗膜の仕上りが、絶縁性能に至大の影響を及ぼすもので、若し乾燥時の温度を急激に上昇させるとか、粘度の高い材料に、荒い刷毛のタッチを与えたりすれば、必らずピンホールを生じて、絶縁抵抗値の減少は勿論、500 V 位の電圧でも、容易に絶縁破壊が起る場合がある。

組立完了した通信機に、全体として MPF 処理をする場合は噴霧吹付となるから、概ね性能的に、甚しい欠陥を生ずるおそれは無くなると考えられる。第2の処理方法である箇々の部品を適当な材料で処理することに就いては、第2表に示したように、有機材料の性質がそれぞれ違う故、全般に亘つて記述することは出来ないが、最も普通に知られている紙基材フェノールレジン積層板で作られた絶縁端子板の性能比較を第9図に示した⁽⁹⁾。第9図の処理済品は加熱縮合型樹脂を用いているから、加熱によつて基材紙質を痛めない範囲で処理しなければならない。次に高周波絶縁処理の問題に少し触れてみると第2表でも判る通り、絶縁塗料として非常に普及しているフェノールレジン、アルキッドレジン、ニトセルローズ等はいずれも誘電体力率は好条件下で測つても2~3%、或はそれよりももつと大きな値である。交流電場内の誘電体損失は $W=2\pi f C_0 E^2 \epsilon \tan \delta$ で表わされ、最近の無線機のように周波数 f が大きくなつてきている場合は、回路部品の絶縁材料は慎重に選択されねばならない。第6図左側に示すのは、高周波絶縁処理用材料の共振法による測定具及び測定供試見本である。

これらによつて測定した結果は、概ね第2表の値と一致したが、尙今後残された問題としては、広範囲に亘る温度、湿度等の変化する条件下で、材料が如何なる特性を示してくるかという事で、引続き検討を進めている。

〔V〕 防 湿 包 装 と 湿 度 の 測 定

従来は防湿包装に対して関心は薄かつたのであるが、最近輸出及び特需関係の要求から、全国的に防湿包装に関心が持たれてきた。通信機自体の防湿防黴処理は既に述べたように高度に技術も進んできたが、事包装となると、定量的な測定は皆無に等しかつた。われわれはこゝ

に着目して研究の対象として早くより取り上げていた欧米に於ては最近特に多くの包装に関する規格や文献の発表を見ることが出来る。通常われわれが通信機用に使っている包装材料も、使用期間、輸送、保存の方法、美観価格等の観点より十分検討される必要がある。唯問題は防湿包装という、極めて実用的な取扱なのであるから、電気用の防湿絶縁材料のように、純粹な形で実験台上の数値を求めるよりは実験の成果も出来るだけ実用品の中から生み出すことが大切である。こうした考え方で防湿包装材料の透湿性をカップ法により測定した結果を第9表に示した。これは温度を40°Cに上げて、高湿中で測つた値であるから、相当苛酷な実験である。実用上では荷造り包装費は、製品価格の何%と抑えねばならない性質のものであるから、最高級品をねらうことなく、これ等の中から状況に応じて、取捨選択することは必要なことである。

透湿量の測定は、一定面積を透過した湿気をシリカゲル、無水磷酸、塩化カルシウム等の強力な吸湿剤に吸収させ、その重量増加を秤量して計算した。従つて包装内に吸湿剤を置く場合には、秤量するのにどうしても開梱しなければならない。或る試験用防湿包装に就いて、時日の経過に伴つて、どのような透湿が行なわれたかは、変化に再現性のある感湿抵抗素子を作り、リード線によつて包装内に導き、リード線が包装材料から出る出口の部分は、アスファルトのような粘稠な材料で、厳密なシールをしておけば測定可能である。感湿抵抗素子は、第6図左上に示すもので、金属電極間の狭い間隙にポリ醋酸ビニルと吸湿塩の混合物が塗着してある。時間の経過に伴つて、防湿面より次第に透湿すれば、包装内空間の湿度が増加し、抵抗素子のインピーダンスは変化する。既にインピーダンスは再現性があることは確かめられて

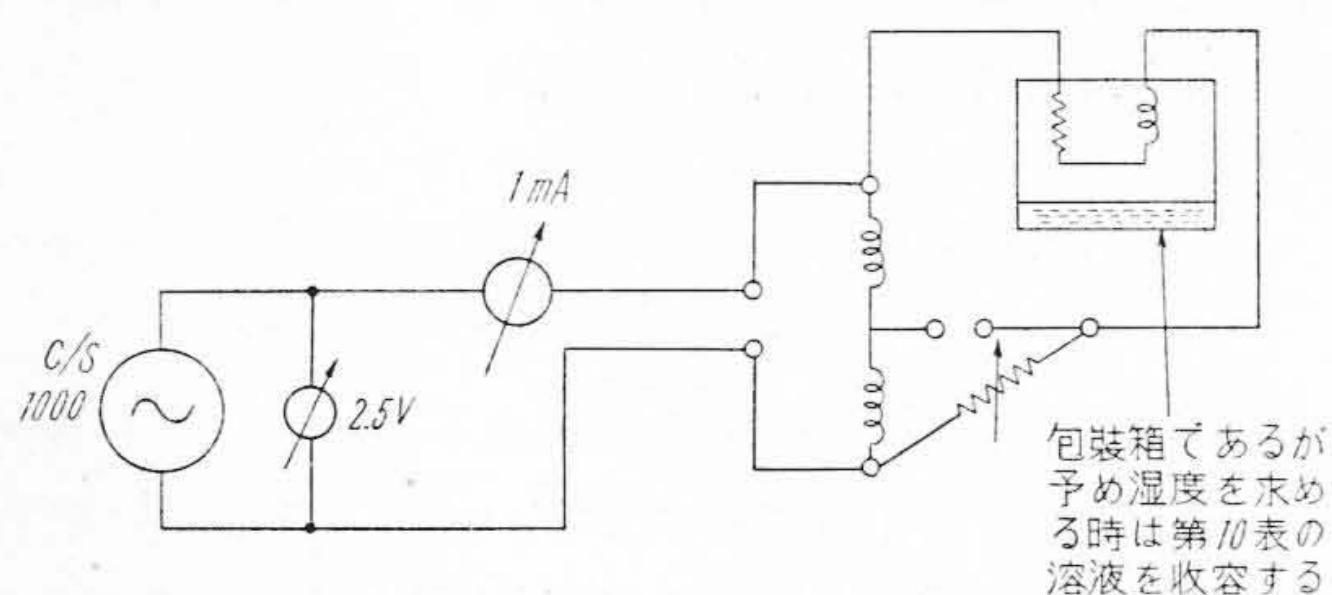
第9表 防 湿 包 装 材 料 の 透 湿 量
Table 9. Moisture Permeability of Packing Materials

名 称	厚 さ (mm)	透 湿 量 (g/m ² /24 hr)	紙 と の 結 合 材 料
樹 脂 加 工 紙	0.18	600~800	天然ゴム変性品
油 紙	0.12~0.14	300~500	亜 麻 仁 油
油 紙	0.16	200~250	亜 麻 仁 油
タ ー ポ リ ン 紙	0.12	100	アスファルト
パ ラ フ ィ ン 含 浸 紙	0.18~0.2	20~40	低軟化点パラフィン
タ ー ポ リ ン 紙	0.18	30~80	アスファルト
樹 脂 加 工 紙	0.18	20~40	ビニルコポリマ
バ リ ャ ー メ タ ル フ ォ イ ル	0.3	0~5	アルミニウム、アスファルト、 ビニルブチラール

第 10 表 湿度測定に於ける測定値

Table 10. Measuring Values at Humidity Measurement

塩類(飽和溶液用)酸	相対湿度・温度	インピーダンス 20°C 1,000 c/s
NH ₄ Cl	79.0% 20°C	1,015 Ω
Na ₂ Cr ₂ O ₇ ·2H ₂ O	52.0% 20°C	4,020 Ω
CaCl ₂ ·6H ₂ O	32.3% 20°C	10,480 Ω
H ₂ SO ₄ Be' 44.1	25.0% 20°C	160 kΩ
H ₂ SO ₄ Be' 47.8	16.0% 20°C	645 kΩ



第10図 インピーダンス測定回路

Fig. 10. Circuit Diagram of Impedance Measurement

おり、インピーダンスと相対湿度との関係も求めてあるから、計器の読みによつて包装内への透湿を測定することが出来る。この実験に於ける基準湿度の求め方は、塩類及び酸を用いる⁽⁸⁾。溶液、湿度、温度、インピーダンスとの関係は第10表に、インピーダンス測定回路略図は第10図に示した。

この方法は特殊の電源、ブリッジを要するから、何処でも簡易に利用は出来ないが、防湿包装の実験としては参考になる処が多かつた。

〔VI〕 結 言

通信機器の MFP 処理と、防湿包装に就いてその一端を述べたが、これ以外にも残された問題は多い。例えば、防黴剤の銅系金属に対する反応とか、耐熱耐寒性の含浸剤とか、包装の問題にしても、雨季に於ける理想的脱湿法等重要なことがある。終りに当つて本研究は、昭和 27 年度通産省工業化試験研究補助金交付の題目「輸出用電話機交換機の実用化研究」と密接な関連の下に行なわれ、各方面の関係者各位の御指導御鞭撻を戴いたが特に電々公社電気通信研究所小川材料課長、保安庁第一幕僚監部岡三正の両氏よりは特に懇切なる御教示を賜つたので厚く御礼を申し上げますと共に、尙未開拓の問題も多く、引続き研究を行ないつゝあるので、今後の御指導御協力をお願いする次第である。

参 考 文 献

- (1) SSS-C-50 (昭 28-1)
- (2) "Paint varnish, and plastics chemistry" C.R. Bragdon and M.M. Renfrew, Ind. Eng. Chem. (June 1951)
- (3) Modern Plastics Encyclopedia and Engineers Hand Book (1952)
- (4) 応用微生物学 上巻 宮路憲二 岩波書店 (昭 27-8)
- (5) JAN-C-173 (Dec. 1948)
- (6) "Tropical performance of fungicidal coatings" J.M. Leonald and A.L. Pitman, Ind. Eng. Chem. (Oct. 1951)
- (7) 工業技術庁発酵研究所調査報告 (昭 26-8)
- (8) ASTM D 1041-49 T (1950)

