

不飽和ポリエステル樹脂による通信ケーブルの ガス隔壁に関する研究

Studies on Gas Dams for Telephone Cables by
Unsaturated Polyester Resin

長 田 亀 行* 田 中 久 雄**
Kikō Osada Hisao Tanaka

内 容 梗 概

常温硬化性の不飽和ポリエステル樹脂を用いて、プラスチックケーブルと紙絶縁ケーブルとの局内成端隔壁を形成させる検討を行った。不飽和ポリエステル樹脂の隔壁作製への応用は樹脂の注型法のうちで最もむずかしいものの一つであって、さらに樹脂は良好な諸特性が要求される。そこで実用化しうる樹脂の合成的研究を完成すると同時に、従来の方法と比べて操作が非常に簡易で、しかも経済的な工法を確立した。商用試験として行った各電話局における実施例についても良好な成績をおさめることができた。また中間ガス隔壁についても検討を行い、隔壁工法を設定するための諸点を解明した。日本電信電話公社ではこの樹脂を3号特殊混和物と称している。

1. 緒 言

地下に布設された通信用ケーブルは電話局局内の洞道内において立ち上る場合、成端部分で局内ケーブルに接続される。このとき、局内ケーブル側からの湿気が本ケーブル中に浸入するのを防止するため、含浸用および充てん用の混和物を用いた防湿隔壁が設置されてきた。しかし、市内ケーブルには障害保守用としてガスが封入されるようになったので、成端隔壁はガス隔壁をもかねることが必要になってきた。そのため、従来の防湿用混和物はさらにガス隔壁にもなるように改良されたが、鉛被ケーブルのプラスチック化に伴い、従来の紙絶縁ケーブルがポリ塩化ビニルまたはポリエチレン絶縁のプラスチックケーブルに全面的に切り替えられる傾向にあるので、絶縁被覆として用いた熱可塑性樹脂の軟化点以上の高温で注入する混和物は不適當となった。そこで、線路側が紙絶縁ケーブルで局内側がプラスチックケーブルである場合の隔壁を形成させるためには、常温硬化性の混和物が必要となってくる。欧米においても、このような目的に沿う合成樹脂の開発と隔壁工法の検討が行われ、それぞれ適当な箇所に実用化されている^{(1)~(4)}。

適量の硬化剤を混ぜて放置すると、なんら揮発性物質がなくそのままの状態でも100%樹脂化する性質の、常温で液状の合成樹脂のうち、現在工業的製品で入手することができるものにはエポキシ樹脂と不飽和ポリエステル樹脂とがある。エポキシ樹脂はすぐれた性質をもっているが、特許の制限があるためにこれをすべて輸入にまたなければならぬ不利益がある。そこで、われわれは国産することができる不飽和ポリエステル樹脂を用い、通信

ケーブルの隔壁を形成する検討を行うことにした。この実験結果および商用試験実施例についての概要を紹介する。

2. 隔壁用樹脂が具備すべき諸特性

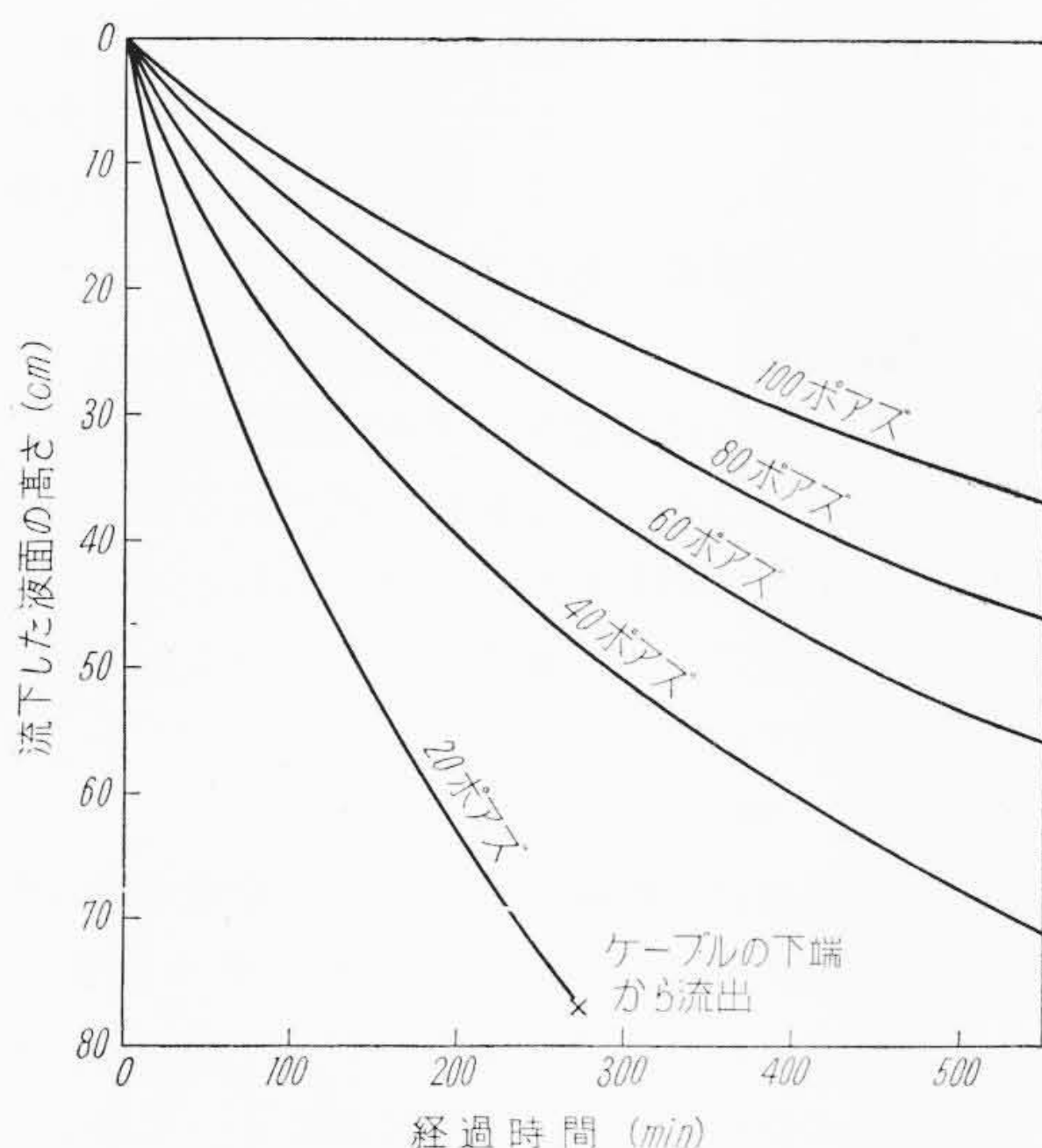
通信ケーブルの成端隔壁を設置するために充てんされた樹脂はまずケーブル線心群の間隙にすきまなく含浸し、それぞれの絶縁紙に十分に滲透して注入後一定時間ののちにはガスを封入できるように完全に硬化し、線心とよく接着することが必要である。数千本の線心群のうちわずかに1本だけが滲透不良、硬化不良あるいは接着不良であっても、その隔壁はケーブル内のガス圧力に耐えられないからしだいにガスはここを通じて漏洩してしまう。さらに、一度形成された隔壁は交換することができないから、ガスの漏洩する隔壁の形成は許されない。また、ケーブル本体の長期にわたる寿命期間を通じ、自然の冷熱サイクルに耐えてガス圧力を維持しなければならない。

また、あるきまった量の樹脂を、同様な環境で同様な形状のものに注入する操作を繰り返すのであれば、大容量の注形でも比較的容易に簡単な工法に規格化することができる。しかし、隔壁工事は年間その時節を問わず、本邦南端から北端に至る広範な地域で個々別々の環境において実施される。その上、1条の隔壁に充てんされる樹脂の所要量は線心対数によって約1kgの少量から最大約30kgにも及ぶ量的変化がある。

したがって、このような施工条件への常温硬化性樹脂の応用は、最も困難な注形の一つであるということができよう。われわれは、非常に多数の実験を行い、まずどのような工法でどのような性質の樹脂を用いるべきであるかを検討した。そのうち、隔壁形成に用いられる樹脂

* 日本電信電話公社技師長室

** 日立製作所日立絶縁物工場



第1図 自然流れ込み速さと粘度との関係

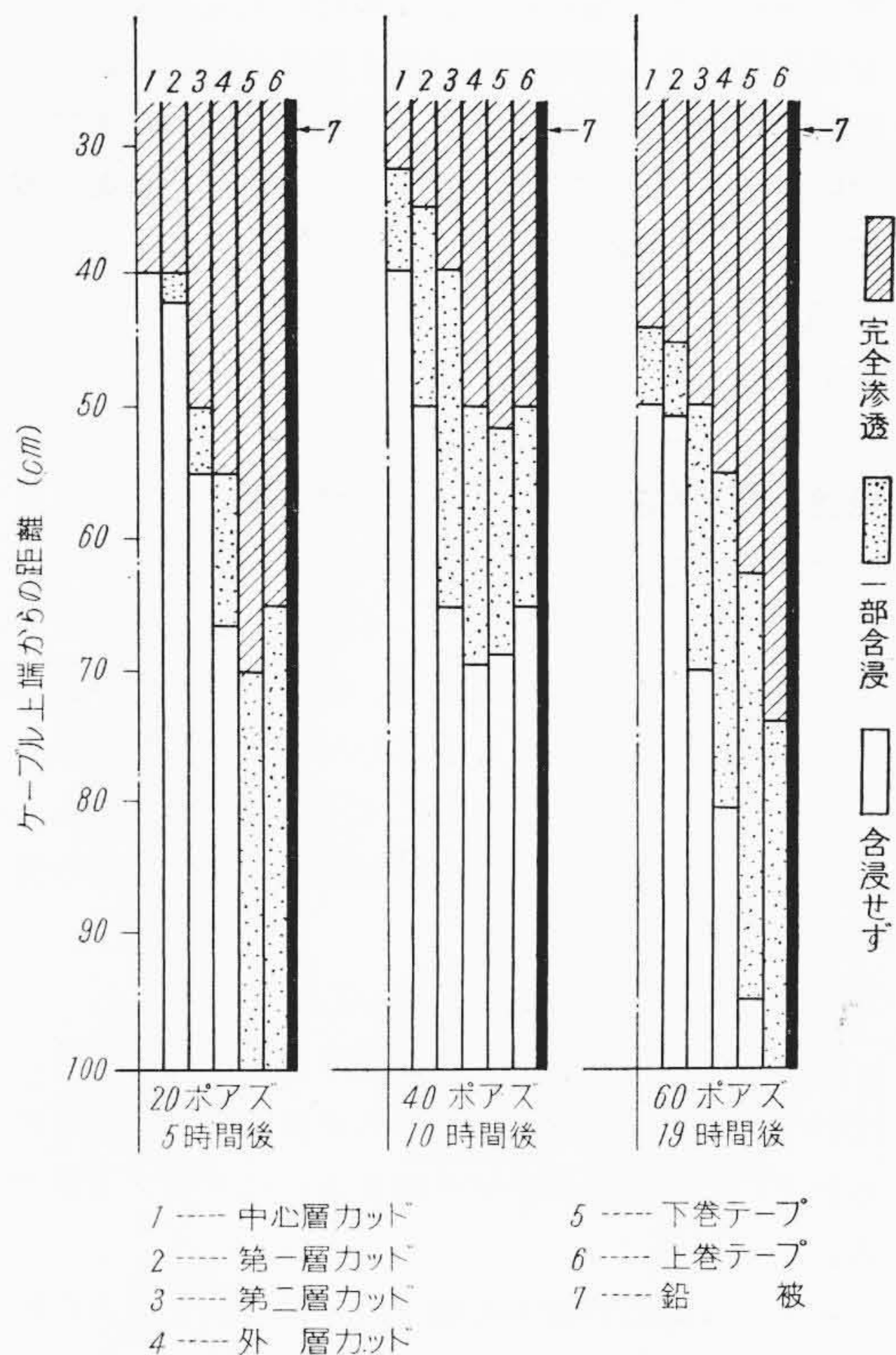
として必要な諸特性を概説すれば次のようになる。

2.1 常温および低温硬化性と注形性

充てんされた樹脂をそのままの状態で固めるということは常温で化学反応を行わせることである。硬化反応の反応速度はその反応系の温度によって著しく相違する。夏期と冬期あるいは一日のうちでも昼間と夜間というように温度変化が大きいから、たとえば24時間で硬化反応を完了させるためには、その反応系の温度によって大幅に硬化触媒量を調節しなければならない。短時間で固まると含浸不完全となってガスは漏洩し、気温が低下して硬化時間が長すぎる場合には工事計画に支障を生ずる。ことにやっかいな事柄は、冬期寒冷地でも施工できるように低温硬化性のある樹脂にすることである。すなわち、樹脂は線心間に含浸したのち、絶縁紙に滲透するのに必要な時間は固まらずに液状のままで、そののち一定時間後にそのときの環境温度の変化に無関係に硬化するように、温度変化に対して鈍感な性質にする特別の工夫が必要である。

また常温硬化性の樹脂は一般に用いた樹脂の量によって硬化反応の速さが異なり、大容量注形の場合は早く固まり少容量のときはおそい。これは反応熱によって樹脂の温度が上昇するといっそう硬化の反応速度が増大し、したがってさらに発熱することになり、樹脂の量によって温度上昇の程度が違ってくるからである。そして、もちろんプラスチックケーブルに害を及ぼしたり、硬化樹脂にヒビわれが生ずるほどの発熱があってはならない。発熱温度は低いほど良く、容量効果の少ない樹脂であることが必要である。

このように、硬化反応の感温性を制御した、常温とくに低温硬化性の、容量効果の少ない、幅の広い注形性の



第2図 樹脂の含浸状態図

ある低発熱性樹脂であることがまず第一に要求される特性である。

2.2 作業性

樹脂の取扱い方が容易であるばかりでなく、同時に隔壁工法も従来のものよりも簡便でなければならない。従来用いられてきたワックス系、アスファルト系の混和物は高温に加熱する必要がある、鉛工などやっかいな点が多い。

2.3 粘度とゲル化開始時間

線心群への浸透性は直観的に樹脂の粘度が低ければ低いほど良いと考えられる。しかし、あまり低粘度であるとかえって不必要な部分にまで流れ込み、ケーブルを汚損するばかりでなく、樹脂が硬化したときには隔壁部の樹脂量が不足してしまう場合も生じてくる。

種々の実験の結果、樹脂の粘度は必ずしも低くなくてもよいことがわかった。適正粘度を知るために行った実験のうち二、三の例を次に簡単に述べよう。

2.3.1 ケーブル内への自然流下と粘度との関係

樹脂が自然流下して線心群へ含浸する速さと粘度との関係を調べるために、内径 17mmφ、長さ 1.2m のガラス管に種々の粘度の樹脂を入れ、これを長さ 1m の 0.5mm×400P 市内星鉛被非ケーブル（鉛被内径

30.7 mm)の上端に固定して垂直に立て、ガラス管内を自然流下する樹脂の液面低下速度を測定した。25°Cで絶対粘度がそれぞれ20, 40, 60, 80, 100ポアズの樹脂を用いて、ほぼ25°Cの室温で測定した結果を第1図に示した。20ポアズのは約300分でケーブルの下端から流出し、流下速度はかなり早いことがわかる。

2.3.2 浸透した樹脂の分布

上記のケーブルを解体して樹脂がどのような分布に浸透したかを調べ、この状況を第2図に示した。おおよそ、間隙への含浸性も絶縁紙への透過性も、上巻テープ～鉛被間、下巻テープ～ユニット表面間、各ユニット表面間の順番に遅くなり、中心層カッドの線心群への浸透はかなり遅いことがわかる。しかし、第1, 2図の自然流込みは隔壁形成には不必要な部分であるので、高粘度の樹脂でさえも鉛被をかしめて樹脂の流下を防止する必要がある。

2.3.3 絶縁紙への透過性と粘度との関係

線心群の間隙に含浸した樹脂はさらに線心に巻かれている絶縁紙に十分に透過する必要がある。通常用いられている絶縁紙はマニラ紙あるいはクラフト紙である。

ケーブル線心の数本を抜き取り、これを種々の粘度の樹脂中に浸漬し、絶縁紙に樹脂が透過して線心が透明に見えてくるまでの時間を測定した。この結果、ほぼ500ポアズの高粘度の樹脂中でさえも、マニラ紙絶縁線では約60分間で透過し、クラフト紙にはさらに透過しやすく、パルプ絶縁線はさらに容易であった。

2.3.4 多対ケーブル接続部の隔壁実験結果

接続部はかなり拡張されるので、高粘度の樹脂でも線心間隙には非常に早く樹脂が行きわたり、含浸よりもむしろ絶縁紙への透過時間のほうが長いことがわかった。そこで、約30～60分でゲル化が開始するように調節された高粘度樹脂を用いて、クラフト紙絶縁の0.4 mm×2,400 P 市内星鉛被非ケーブルについて多数の隔壁実験を行った。そして、ガス封入試験および冷熱試験によって、樹脂の粘度は25°Cにおいて30～100ポアズが適正であること、ゲル化開始時間は充てん後約2時間あれば十分であることを確認した。

2.4 密着性および耐ガス圧性

不飽和ポリエステル樹脂の欠点の一つは金属との密着性がすぐれていないことである。市内ケーブルの金属外被および線心と十分に接着していないときは、冷熱サイクルが繰り返されることによりしだいにケーブル内に封入したガスは漏洩する。

種々の樹脂の合成的研究の結果、通常の素材を用いて製造された樹脂を隔壁形成に応用するには接着性が不十分であって、いかに透過性の良好な低粘度の樹脂であっ

ても、長期にわたるガス隔壁の寿命を期待することができないことがわかった。そこで、不飽和ポリエステル樹脂でガス隔壁を作るためには、特に接着性の良好な樹脂に変態することが重要であることを知った。

2.5 物理的性質

送信、信号あるいは布設ケーブルの障害測定など、通信を妨害しないだけの十分な絶縁抵抗があることが必要で、線心間で5,000 MΩあれば十分であるといわれている⁽²⁾。また、機械的強さ、耐水性などそのほかの物理的性質も良好でなければならない。

2.6 安定性

無溶剤形の常温硬化性樹脂は一般に不安定であって、貯蔵寿命も比較的短い。不飽和ポリエステル樹脂は普通、二重結合のラジカル連鎖反応によって固められる。通常の樹脂では硬化反応が分子状酸素によって著しく妨害されるので、空気と接触している樹脂の表面はいつまでもベタついて固まらない。樹脂中に酸素が溶解込むと硬化反応は遅延し、はなはだしい場合には固まらなくなる⁽⁵⁾。樹脂に溶解する酸素量はかなり多量で、さらに溶解速度は意外に早い⁽⁵⁾。

このように貯蔵中に硬化特性が変動して固まらなくなったり、あるいは異常に粘度が上昇しついにゲル化してしまうようなことがあってはならない。隔壁工事の特質上、貯蔵安定性は少なくとも1年以上であることが要求されている。

上述したように、広範な特性を具備した樹脂の完成と同時に隔壁工法の確立を要望された。われわれは多数の実験を行い、上記の要求をほぼ満足することができる樹脂の合成的研究を完了し、工法を確立することができた。日本電信電話公社ではこの樹脂を「3号特殊混和物」と称している。

3. 3号特殊混和物の特長

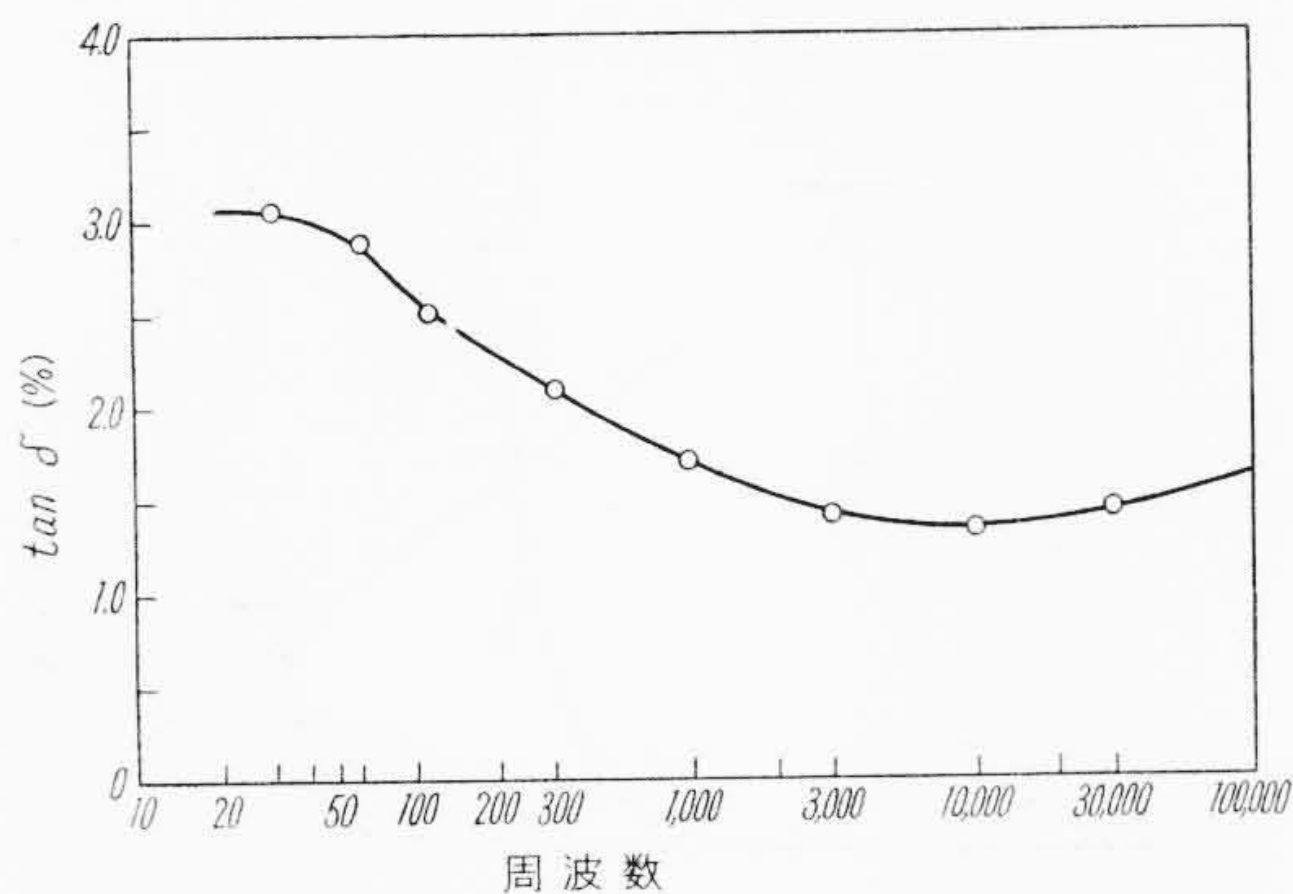
3.1 一般特性

3号特殊混和物の一般特性をまとめて第1表に示した。これはほとんど酸素の影響を受けない、本質的に空気表面硬化性の不飽和ポリエステル樹脂である。また、硬化反応の温度および触媒依存性が著しく小さく、金属とよく接着する特長がある。

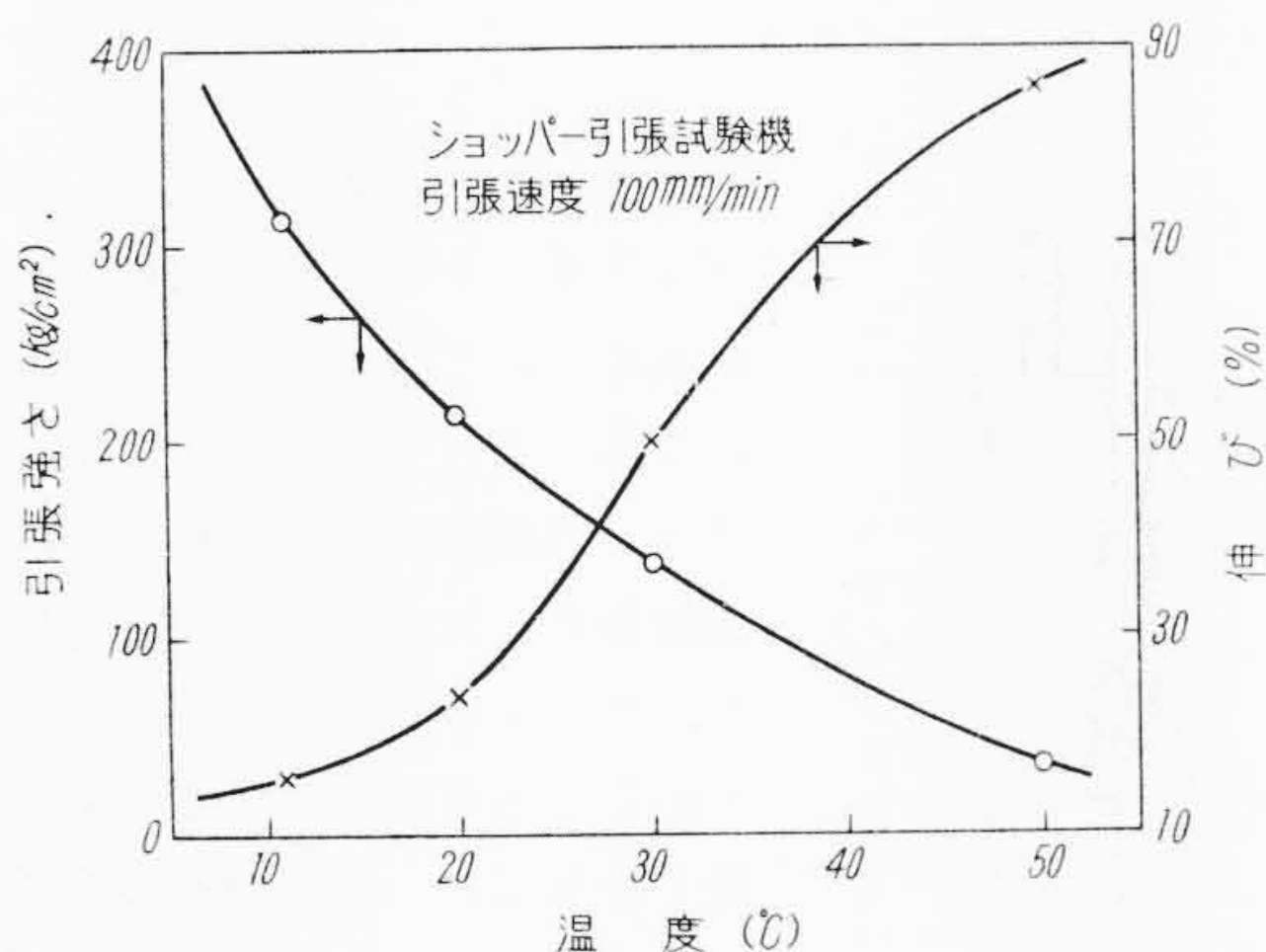
3.2 粘度

一般に高分子液体の粘度は温度によってかなり変化する。回転粘度計を用いて粘度の温度特性を測定した結果の一例を第6図に示した。氷点以下での工事では、線心群への含浸はかなり困難になることが予想される。

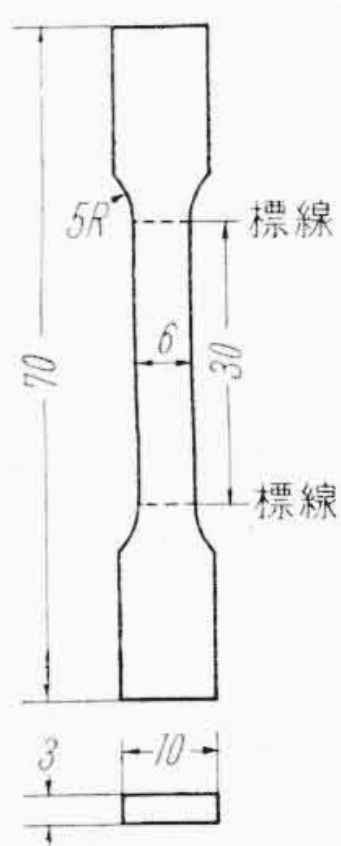
樹脂の注入に先だち、硬化促進剤および触媒を添加するので、実際の注入時の粘度はもとのものより低くなるはずである。そこで、これらを添加したときの粘度の低



第3図 誘電正接の周波数特性 (25°C)



第4図 強伸度の温度特性 (25°C)



第5図 試験片の寸法 (mm)

下する割合を調べて第7図に示した。すなわち、通常の施工温度においては、規定量の促進剤および触媒を加えたときの粘度は約30%低下する。

3.3 貯蔵安定性

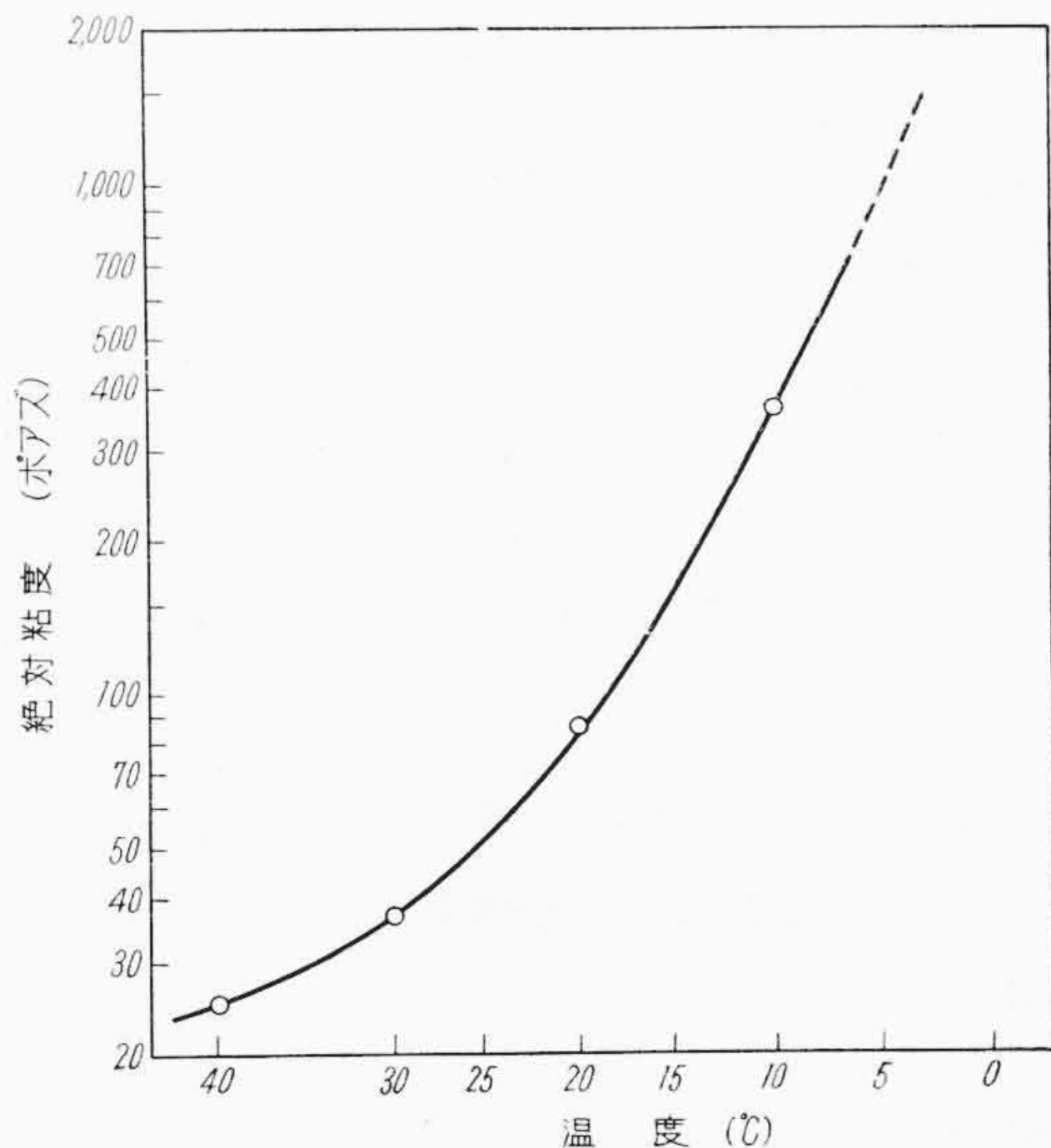
工業的に製造された3号特殊混和物を室温に長期間保存し、経日後の粘度を製造直後の測定値と比較し、数ロットの平均値を第8図に示した。

また、寿命の判定は長期間かかるから比較的短時間で推定できる

ように次のような促進試験を行った。15mmφ×150mmの試験管に樹脂を100mmの高さにまで入れ、上部をガス炎で封じ切り、これを所定の温度に調節した定温空気浴中に放置する。しだいに粘度が増して、試験管を倒立したとき樹脂中にゲルの生成が認められるまでの時間を測定した。浴温がそれぞれ80、60、50°Cの場合に得られた数個の測定値の範囲を第9図に示した。また、同

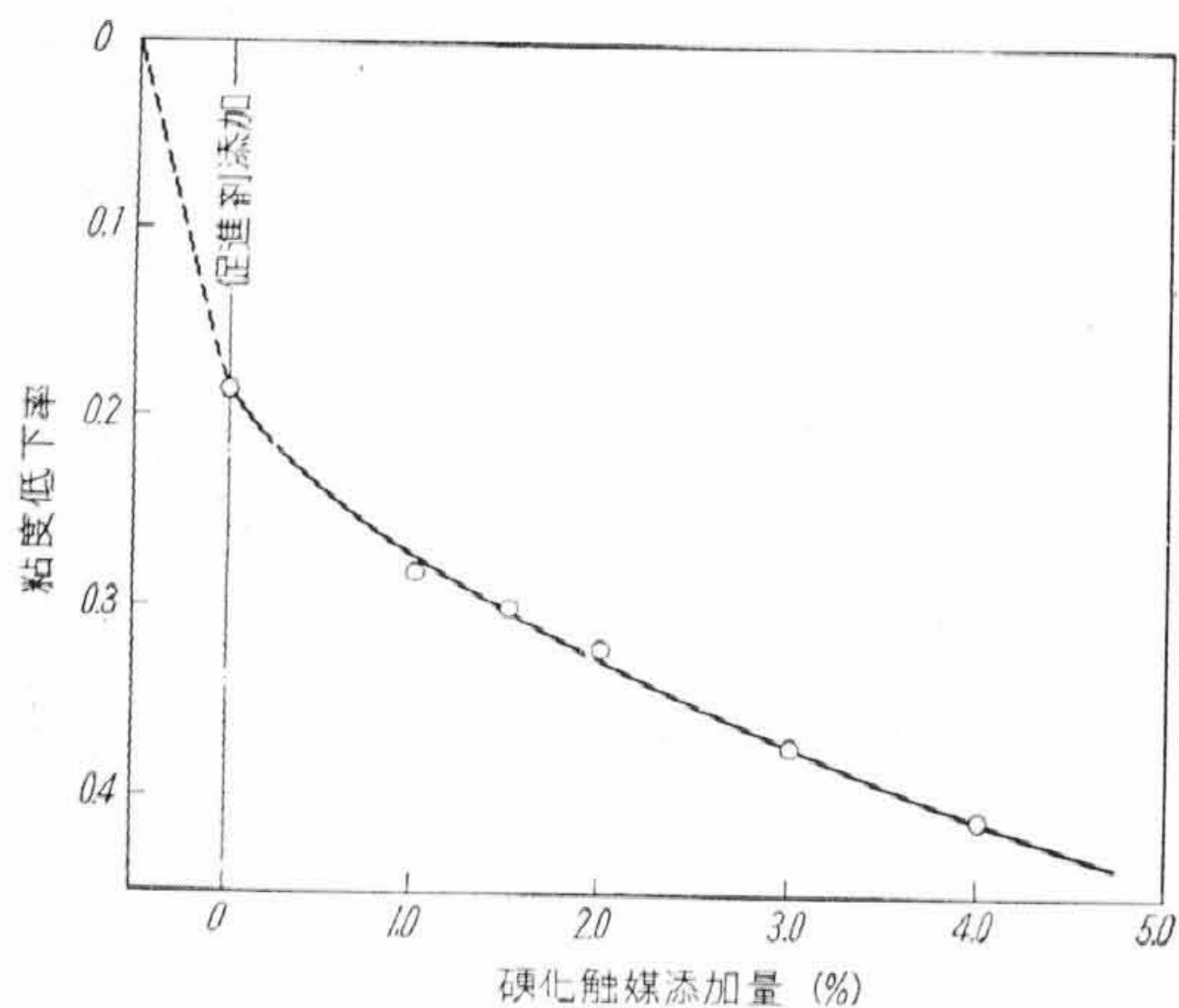
第1表 試験結果の一例

項 目		単 位		規 格 値	試 験 値	試 験 方 法
未硬化樹脂	粘 度	ポアズ, 25°C		30~100	55	ガードナー 気泡粘度計
	比 重	d ₂₅ ²⁵		1.15±0.05	1.15	浮 秤 計
	常温ゲル化時間	h, 25°C		—	4.0	—
	常温硬化時間	h, 25°C		2 ~ 18	9.5	特 仕 2739-2
	発熱最高温度	°C		60以下	28	
硬化樹脂	比 重	d ₂₅ ²⁵		—	1.24	水中置換法
	硬 さ	—		80以上	97	デュロメータ
	吸 水 率	mg/100cm ²		—	+90.0	JIS-K 6707
		重量 %		—	+0.65	
	誘 電 率 (60 cps)	25°C		—	4.55	シェーリング ブリッ ジ
		50°C		—	5.70	
	誘 電 正 接 (60 cps)	25°C		—	0.0308	
		50°C		—	0.0475	
	体 積 抵 抗 率	Ω-cm	20°C	10 ¹² 以上	>10 ¹⁴	直 偏 法
			25°C	—	>10 ¹⁴	
50°C			—	9.1×10 ¹²		
誘電正接の 周波数特性	25°C		—	第3図	T-R ブリッジ	
強伸度温度特性	—		—	第4図	第 5 図	
ガス圧試験	—		漏洩なき こと	第4, 5章 参 照	800 対以上の ケーブルを用 いて、圧力1.5 kg/cm ² で、 50~-10°C 各 1時間の冷熱 サイクルを2 回	

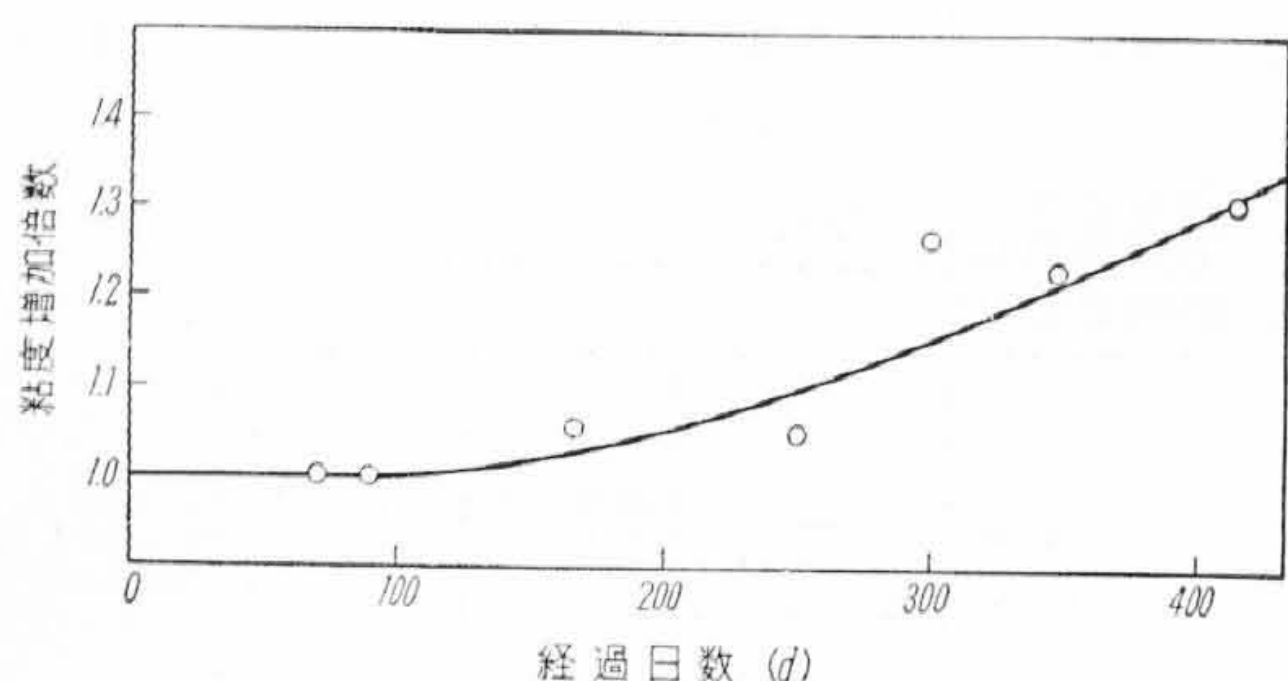


第6図 粘度の温度特性

時に粘度の変化を経日的に計り、増加倍数を第9図に示した。この促進試験方法は実際の貯蔵寿命とどのような相関関係があるかは明らかではないが、少なくともこの



第7図 促進剤および触媒を加えたときの粘度低下率曲線



第8図 室温に保存したときの粘度変化

方法で得られた結果を室温に外挿して求められる値よりも、実際の寿命はかなり長いであろうと思われる。

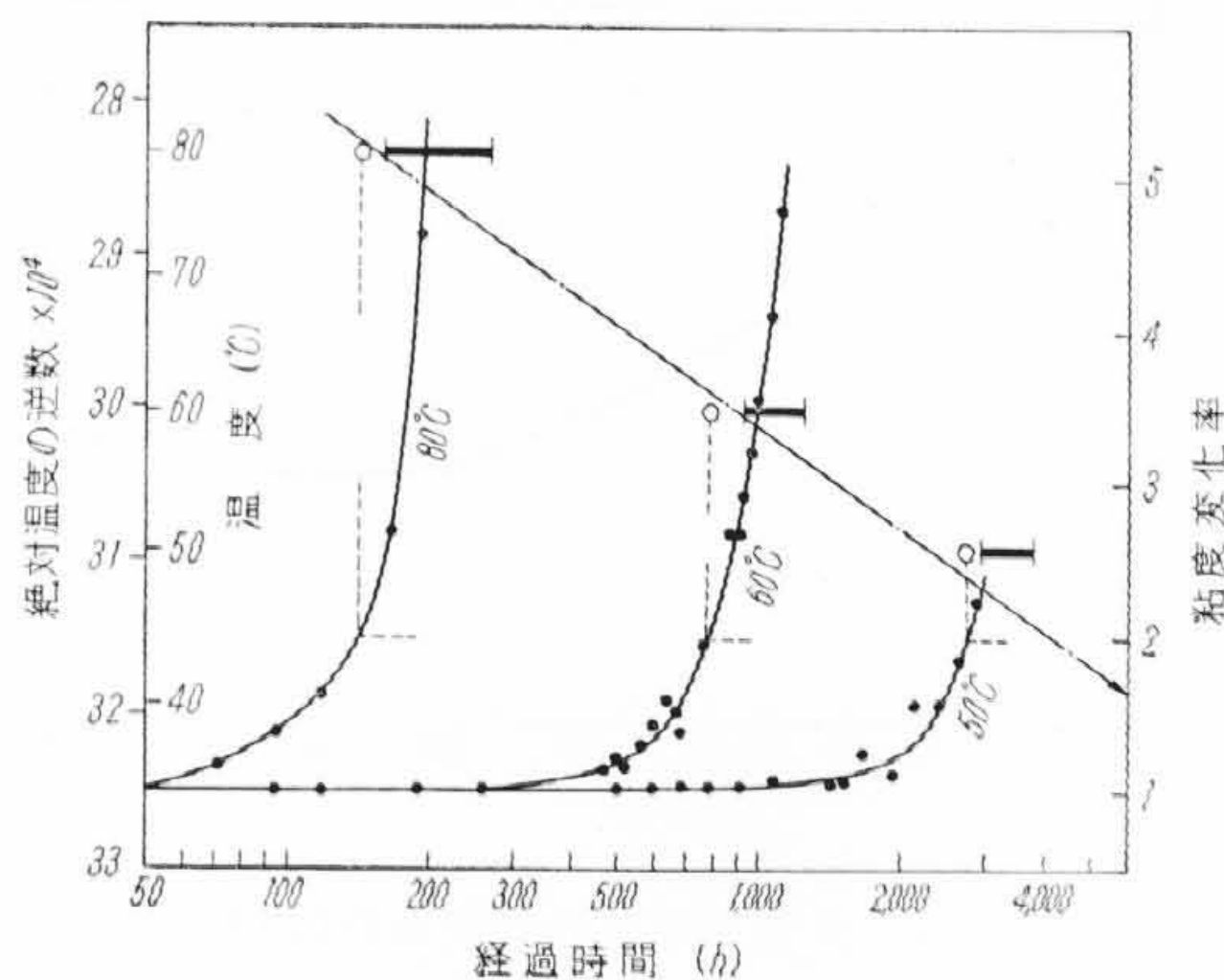
いま粘度が当初の値の2倍になったときの寿命と仮定すると、第9図に○印で示した値が得られる。これをほぼ直線関係になるものとして、図中の破線を30°Cに外挿して寿命評価を行うと約2年半となる。

これらの結果からわかるように、3号特殊混和物の貯蔵安定期間は、直射日光や熱源からの輻射あるいは放射線などの影響を受けない冷暗所に保管されるならば、十分に1年間以上を保証することができる。

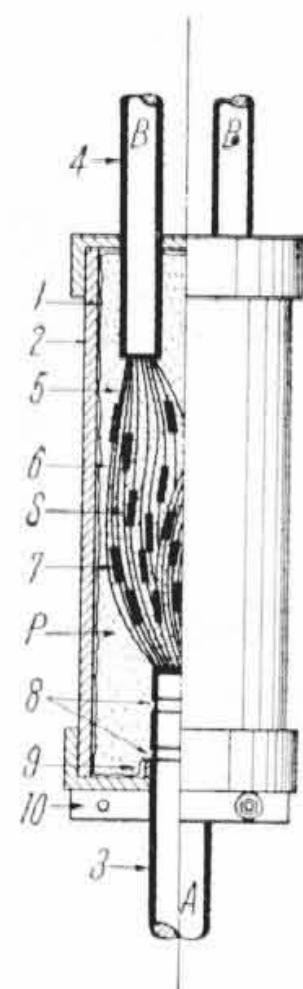
4. 接続部のタテ形局内成端隔壁工法の確立および実験結果

4.1 工法の概説

プラスチックケーブルとガス入り紙絶縁ケーブルとの接続部に、常温硬化性の樹脂を充てんして隔壁を作るには、必ずしも従来の工法で用いられてきた高価な鉛スリーブを必要とせず、これを安価な材料で作られたスリーブに置き換えることができる。そこで樹脂の合成的研究と平行して種々検討の結果、第10図に示したように、操作が簡便でしかも経済的な新工法を確立した⁽⁶⁾。



第9図 促進試験による貯蔵安定寿命の評価



第10図 接続部のタテ形局内成端隔壁工法

すなわち、鉛被ケーブル(A)とプラスチックケーブル(B)との接続部について説明すると次のようになる。それぞれのケーブルシース3,4の端末にまたがりかつ線心接続群Sをおおうように塩化ビニル、ポリエチレンあるいはゴムなどからなる可撓性気密性の薄膜の袋1をかぶせ、袋1の外側を硬質の塩化ビニル、ポリエチレンあるいは金属製の套函2をはめ合わせる。次にその袋1内に硬化剤を配合した樹脂Pを注入してSおよび3,4の一端を樹脂でおおうと同時にSの間隙を充てんし、そのまま

の状態に硬化させて水密、気密隔壁を形成させる。なお第10図で5および6は接続線心、7は接続用スリーブ、8は鉛被ケーブルのシース3に施した自然流下防止のカシメ溝、9は袋1をシース3に継縛するテープ、10は止め金具である。

この工法を用いて硬化樹脂の内部に大きなひずみを残すことなく、したがってヒビわれなどを発生させないで安全に大容量の充てんが可能となり、また気密性もいっそう確実にさせることができた。さらに、鉛スリーブを用いないので鉛工の必要がなく、また樹脂が常温で注入されるので高温に加熱する必要もなく、従来の工法と比べて著しく作業が簡易化され、工事現場の施設を汚損するようなこともなくなった。

4.2 実験結果

鉛被非ケーブルについての実験状況の一例を第11図に、スタルペスケーブルについては第12図に例示した。使用スリーブの長さは400対以上の多対ケーブルには

第2表 充てん仕様と試験結果の一例

番 号	ケー ブル の 種 類	ス リ ー ブ の 寸 法	樹 脂 粘 度 (ポアズ 25℃)	樹 脂 量 (kg)	室 温 (℃)	樹 脂 温 (℃)	硬 化 触 媒 量 (%)	ゲ 時 ル 化 完 了 間 (h)	最高発熱		ガ ス 圧 試 験				
									温 度 (℃)	時 間 (h)	2.0 kg/cm ² で各1時間の冷熱サイクル				4.0kg/cm ² 室温放置
											第 1 回 50℃/-10℃	第 2 回 50℃/-10℃	第 3 回 50℃/-10℃	室温24h後 (kg/cm ²)	
1	0.65×600P	140φ×300	70	4.0 1.7	30	26	1.0	4	41	31.0	2.20/1.85	2.20/1.80	2.15/1.80	2.0	異常なし
2	0.5× 800P	140φ×300	70	4.0 1.7	30	26	1.0	4	46	30.4	2.28/1.90	2.13/1.90	2.11/1.85	2.0	異常なし
3	0.4×1,200P	140φ×300	70	4.0 1.7	30	26	1.0	4	44	28.5	2.20/1.80	2.15/1.80	2.23/1.75	2.0	異常なし
4	0.4×1,200P	140φ×300	70	4.0 1.7	15	15	2.0	5.5	22	>33	2.25/1.95	2.20/1.90	2.25/1.95	2.0	異常なし
5	0.5×1,000P	140φ×300	55	5.0	5	4	2.0	20	—	—	2.25/1.80	2.25/1.80	2.25/1.80	2.0	異常なし
6	0.4×2,400P	200φ×300	70	10	16	27	2.0	3	39	28.5	2.20/1.90	2.20/1.85	2.20/1.90	2.0	異常なし
7	0.4×2,400P	200φ×300	70	10	16	23	2.0	3	36	36.0	2.10/2.00	2.05/2.00	2.00/1.95	2.0	異常なし
8	0.4×2,400P	200φ×300	70	10	16	17	2.0	4	35	37.5	2.15/1.90	2.20/1.80	2.15/1.95	2.0	異常なし
9	0.4×2,400P	200φ×600	59	15	10	12	3.0	6	—	13	2.20/1.90	2.20/1.95	2.20/1.90	2.0	異常なし
10	0.4×2,400P	200φ×600	59	20	10	12	3.0	6	—	13	2.20/1.85	2.25/1.90	2.20/1.85	2.0	異常なし

注：番号 1, 2, 3, 4 は、最初 4.0 kg を充てんし、これが硬化ののち第2回目に 1.7 kg を充てんし、分割注入方式をしらべたものである。

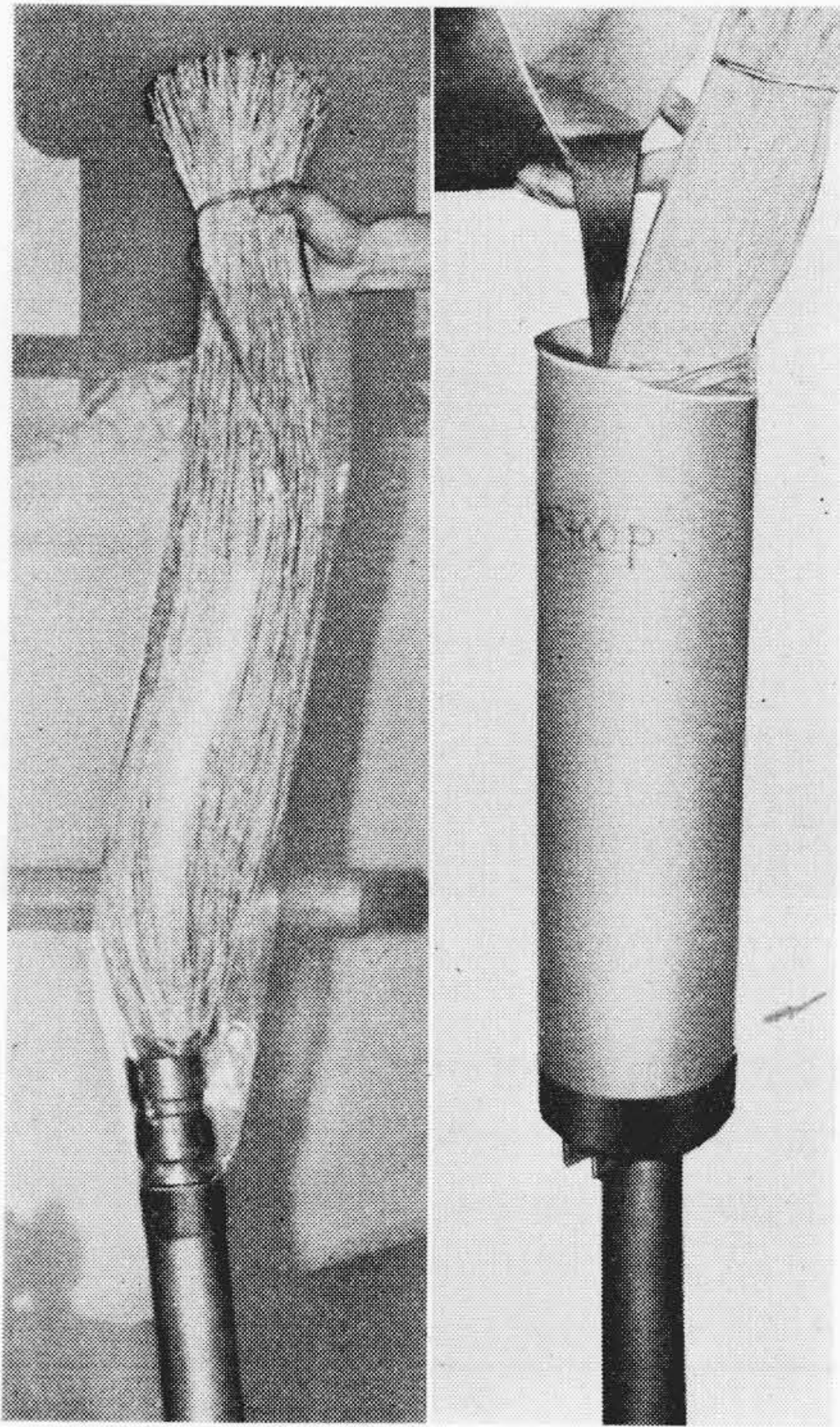
第3表 低温隔壁実験結果の一例

番号	樹脂量 (kg)	充てん時の温度 (℃)	ケーブル温時の温度 (℃)	硬化触媒量 (%)	硬化雰囲気温度 (℃)	ガスで圧の印日加数	ガス圧試験	
							4.5 kg/cm ² 1時間放置	4.0 kg/cm ² 印加後3箇月間室温放置
1	4.0	18	-5	2.5	-5~-7	15	異常なし	しだいに漏洩して圧力低下
2	4.0	-5	18	4.0	-5~-7	11	異常なし	異常なし
3	4.0	-5	16	4.0	(充てん部) 8~16	2	異常なし	異常なし
4	4.0	16	16	2.5	(ケーブル下部) -20に冷却	2	異常なし	異常なし
5	4.0	16	16	4.0		2	異常なし	異常なし

注：1. 供試ケーブル……0.5 mm×1,000P 鉛被非ケーブル
注：2. スリーブの長さ……140 φ×300 mmで、工法規格の半分

第4表 昭和33年度商用試験結果の一例

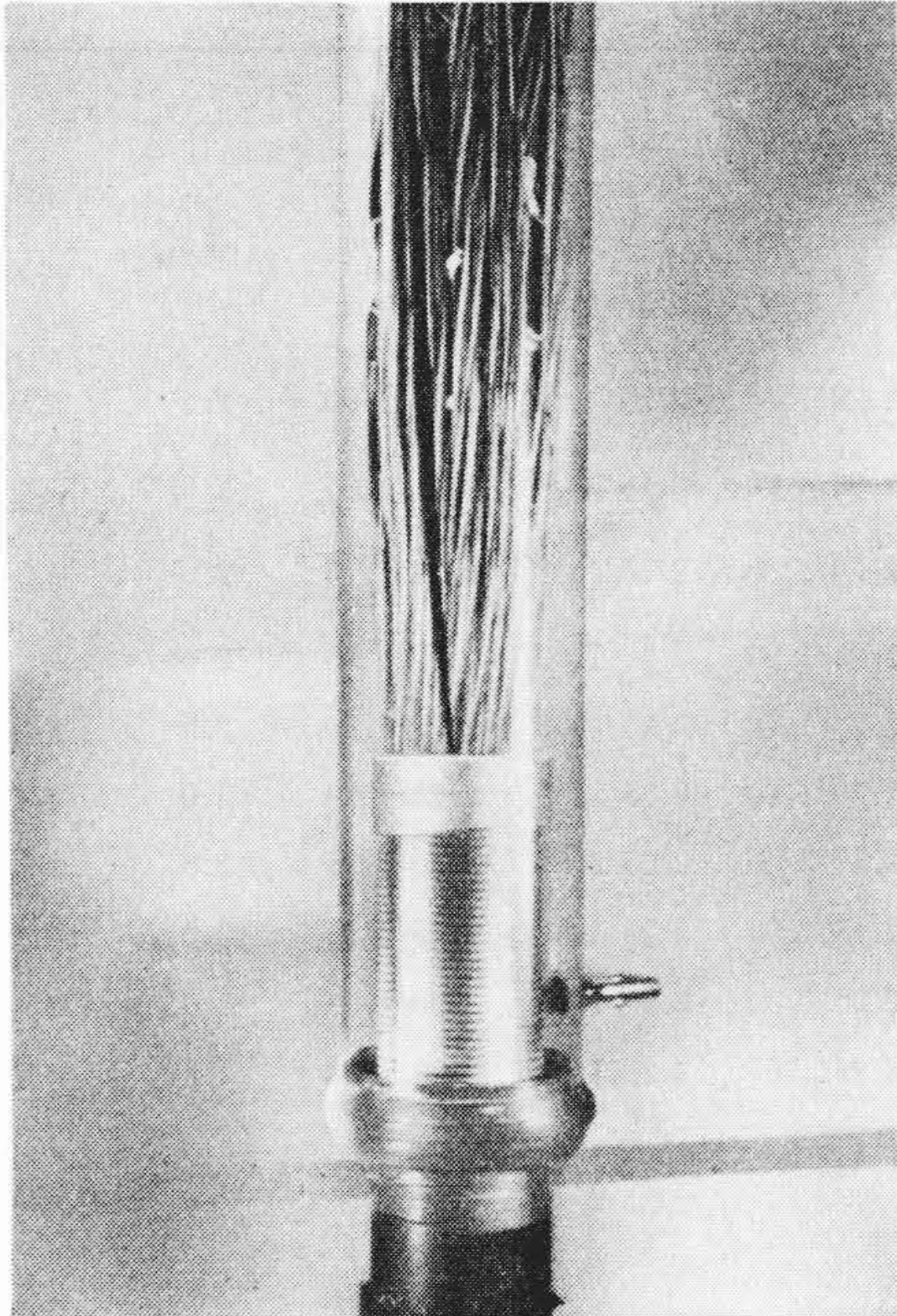
実 施 箇 所		ケーブル種別 (mmφ×対数)	条数 (本)	樹脂使用量 (kg)	ガス圧 試験結果
東京 通 信 局	白金局～蒲田局 (中継線)	0.9×400 スタルベス	1	4.6	良 好
	池袋局～新宿局 (中継線)	0.9×400 鉛 被	1	7.3	良 好
	市外～霞関局 (中継線)	0.5×1,800 鉛 被	1	20.0	良 好
	仮千代田分局 開始工事	0.4×2,400 鉛 被	1	18.0	良 好
近 畿 通 信 局	豊崎局～十三局 (中継線)	0.65×800 鉛 被	2	15.0	良 好
	堺 局 自 動 改 式 工 事	0.65×1,000 鉛 被	1	9.0	良 好
		0.5×1,200 鉛 被	5	45.5	良 好
		0.5×1,400 鉛 被	1	9.0	良 好
		0.4×2,400 鉛 被	3	37.0	良 好



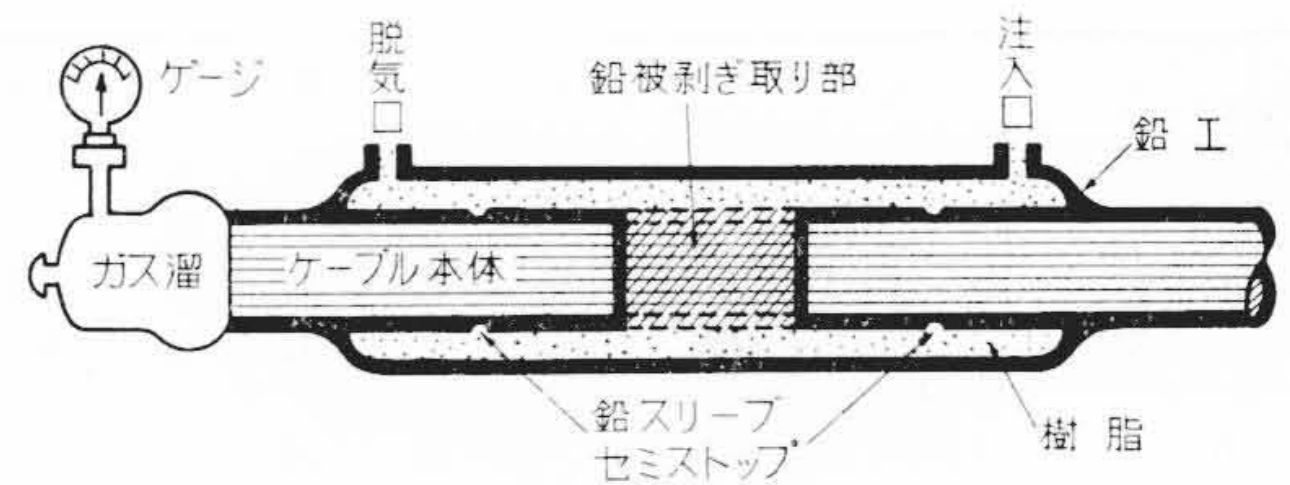
(0.4mm×2,400P)

第11図 規格工法で行った鉛被非ケーブルの隔壁実験例

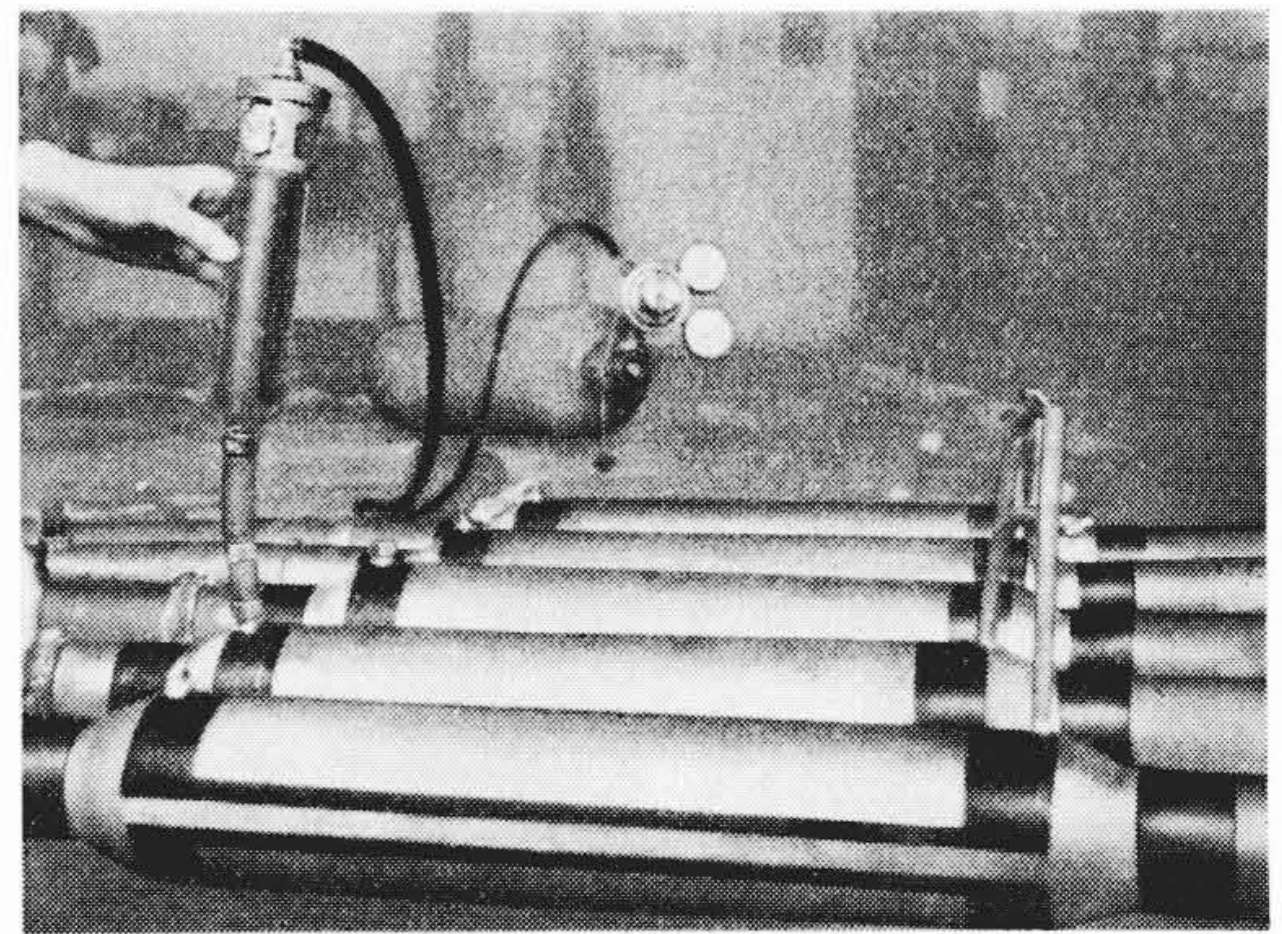
600 mm のものを使用する工法規格になっている。ガス隔壁としての信頼度を高めるために、大部分の実験は 300 mm の長さのスリーブを使用した。したがって、線心群が樹脂で固められる長さは 200 mm で、規格工法の 2/5 である。種々の室温で行った隔壁実験仕様と結果の一



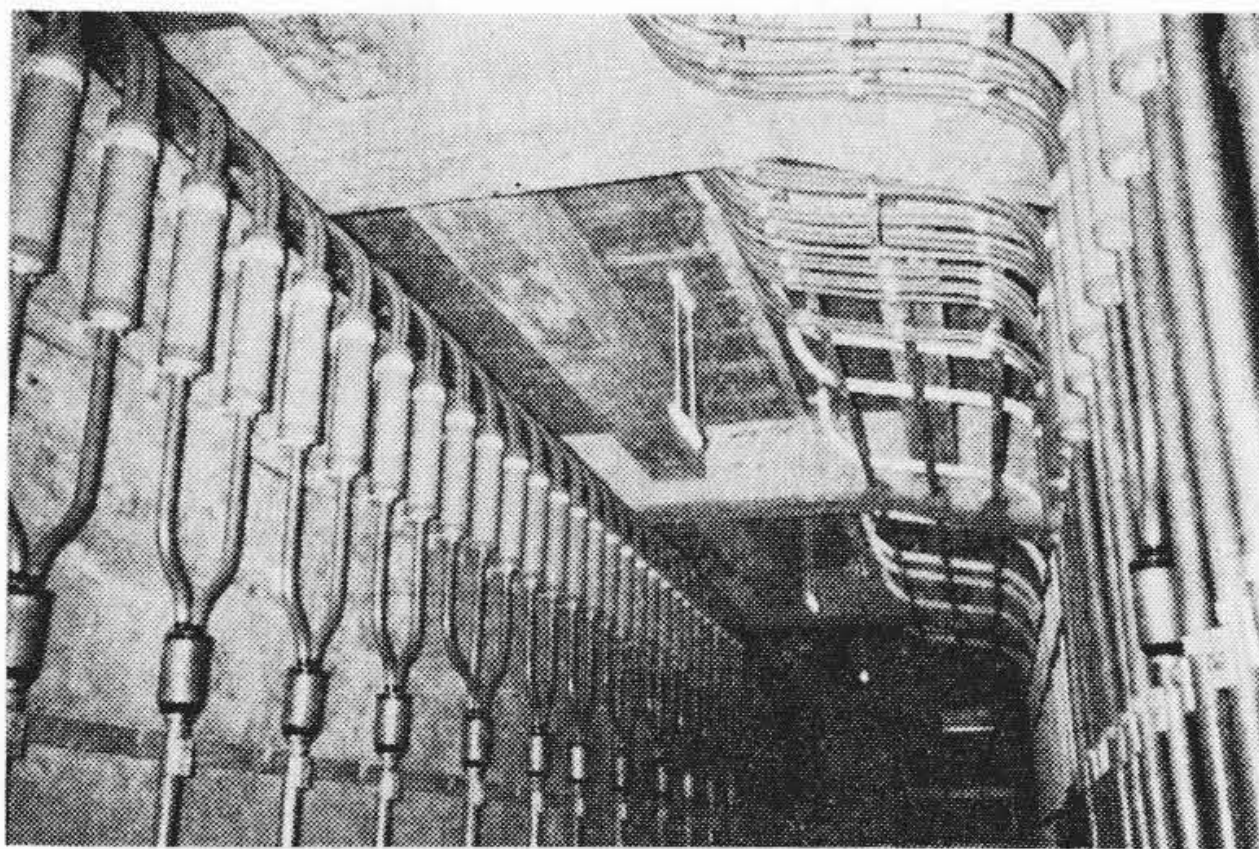
(ガラス製スリーブを使用)
第12図 スタルペスケーブルの隔壁実験例



第14図 中間隔壁工法



(0.65mm x 1,000P)
第15図 中間ヨコ形隔壁実験例



第13図 洞道内における成端隔壁実施例

例を第2表に、また低温で行った実験条件と結果の一例を第3表に示した。日本電信電話公社が行った昭和33年度商用試験の結果は第4表に例示したとおりである。電

話局の洞道内において完成した成端隔壁の実況を第13図に示した。これらの結果から、3号特殊混和物はタテ形成端隔壁用材料としてほぼ満足できる特性を持っているものと考えられる。

5. 中間ヨコ形隔壁工法の検討 および実験結果

5.1 工法の検討

接続部のタテ形成端隔壁材料として開発された3号特殊混和物を、市内ケーブルの中間ガス隔壁形成に応用できるかどうかを調べるため種々検討を行った。第14図に示すケーブル試料を作成し、たとえば第5表に示す実験仕様に従って実験を行った。実験の模様を第15図に例示した。

第5表 工法仕様および試験結果の一例

番号	ケの ー種 ブル類	はぎ取り長さ (mm)	スの リ寸 ー ブ法 (mm)	注 入 口 径 (mm)	樹 脂 量 (kg)	室 温 (℃)	樹 脂 温 (℃)	触 媒 量 (%)	注入条件		圧入条件		ガス圧力 2.0 kg/cm ² 各 1 時間の冷熱試験				4.0 kg/cm ² のガス圧力で 室温放置
									圧 力 (g/cm ²)	時 間 (分)	圧 力 (g/cm ²)	時 間 (分)	第 1 回 52℃/-12℃	第 2 回 52℃/-12℃	第 3 回 52℃/-12℃	室温放置24時間後の 圧力	
1	0.4×2,400 P	200	75φ×500	3	1.3	19	19	2.0	500	20	600~800	50	中心点から 1 カ所わずかに漏洩（透過不良）				
2	0.4×1,600 P	150	65φ×500	3	0.9	23	23	1.2	500	15	500~800	60	2.25/1.75	2.20/1.75	2.20/1.75	2.0	異常なし
3	0.4×1,600 P	150	65φ×400	10	0.9	19	19	2.0	50	8	600	30	2.25/1.75	2.23/1.75	2.23/1.75	2.0	異常なし
4	0.4×1,600 P	150	65φ×400	10	1.0	19	19	2.0	50	10	600~800	50	2.24/1.75	2.24/1.75	2.23/1.75	2.0	異常なし
5	0.4×2,400 P	200	75φ×400	10	1.3	18	19	2.0	0	9	500~800	60	2.24/1.75	2.24/1.75	2.23/1.75	2.0	異常なし

5.2 実験結果

結果の一例を第5表に示したが、絶縁紙に十分に樹脂を滲透させるためには、各カッド間をなるべく広げ、約10 mmφの注入口から樹脂を低圧で注入し、約1 kg/cm²の圧力で30分間以上圧入すればよいことがわかった。したがって、中間ガス隔壁形成に3号特殊混和物を応用することは工法的にすべて解決できる見通しを得た。

6. 結 言

3号特殊混和物は以上の実験結果および実施例に示したように、当初の製品から幾多の改良が加えられ、ほぼ局内成端隔壁用材料として実用できるものと考えられる。また作業の面でも、従来のように火気を用いて混和物を長時間高温に加熱し、しかも注入後温度管理を行うというような面倒な方法を採用ことなく、非常に簡単な工法に改善された。

昭和33年度工事の実績から従来の方法とおおよその経済比較を行うと、1,800対1条の成端で物品費が約5万円、人員が11人節約され、2,400対1条では物品費9万円、人員14人の節約が可能である。これを年間に換算す

ると、物品費が約1,400万円、人員で約2,900人の節約が予測される⁽⁷⁾。

3号特殊混和物は現在局内成端隔壁用材料として検討され実用化されたものであるが、さらに品質の向上、均質化と価格の低廉化により、大容量注形材料としてさらに広範囲に使用されることが期待される。

本研究は各方面の多数の関係者の御激励と御協力によって完成されたものである。終りに厚く御礼申しあげるとともに、今後の御指導をお願いする。

参 考 文 献

- (1) W. C. Kleinfelder: Bell Labo. Record, Nov. 405(1954)
- (2) J. A. Ratta: Ibid., Jy., 257(1954)
- (3) W. Kieser, H. J. Hilgendorff: E. T. Z. (A), Heft 12, Je. (1955)
- (4) E. J. Waddon: Post off. elect. Engr's J., 50, Jan. 219(1958), E. E. Abst., 2205(1958)
- (5) 田中, 渡辺: 強化プラスチック協会第2回総合発表会講演(昭和32-11月)
- (6) 特許 第241070号
- (7) 日本電信電話公社 施設局 設計会議資料(昭和33-12月)

製 品 紹 介

日立耐熱コイルワニス WI-292

新しい合成樹脂を主体にしたサーモセット形のコイルワニスで、耐熱性、電気特性などあらゆる面で従来のワニスを数段上まわる特性をもっている。

従来F種コイルワニスとしてはシリコーンアルキド形のものが用いられてきたが、それは普通のコイルワニスに比べて乾燥工程にやや使いづらい点がある。しかしWI-292は普通のサーモセットワニスと同様、きわめて簡単な乾燥工程でF種絶縁に使用される。特性は第1表に示した。

第1表 WI-292 の 特 性

項 目	特 性 値	試 験 結 果
比 重 (20°C)	0.92±0.03	0.902
粘 度 (30°C) ボイズ	0.6~2.7	1.15
不揮発分 %	45±3	44.2
酸 価	12 以下	10.8
乾 燥 時 間 (135°C)	3.5 時間以下	3 時間
厚さのつき方 { 中央部 mm	0.03 以上	0.037
{ 下 部 %	130 以下	114
体積低抗率 { 常 態	10 ¹⁴ 以上	1.1×10 ¹⁵
Ωcm { 浸 水	10 ¹³ 以上	2.6×10 ¹⁴
{ 高 温 (155°C)	10 ¹⁰ 以上	7.0×10 ¹⁰
絶縁破壊の強さ V/0.1mm { 常 態	8,500 以上	9,240
{ 浸 水	7,000 以上	8,100
{ 高 温 (155°C)	7,500 以上	8,950
内部硬化性 (135°C 4時間)	糸を引かない	糸を引かない
耐 磨 性 (3 mmφ)	170°C 96時間異状ない	170°C, 96時間異状ない
加 熱 減 量 (200°C 24時間) %	15 以下	11.2