



鹽化ビニル電線の特性に關する一考察

久 本 方^{*} 川 和 田 七 郎^{*}

Consideration on Properties of Polyvinyl Chloride Insulated Wires and Cables

By Tadashi Hisamoto, Shichiro Kawawata
Hitachi Electric Wire and Cable Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

In this paper we have chiefly considered on properties of polyvinyl chloride insulated wires and cables, and compared with rubber.

Toughness and high resistance to aging, moisture, combustion, oils, solvents, ozone, chemicals and etc. —electrical properties, especially insulation resistance, are a little lower than rubber—have led to wide usage, particularly in the low voltage and communication fields; but because of thermoplasticity of polyvinyl chloride plastics, we must avoid to expose to heat.

As compared with rubber, features of manufacture are those next,

Easy supply of materials in our country.

Shorter process of manufacture.

Easy and fresh coloring, etc.

But high plasticizing temperature of plastics causes high extruding temperature, and above this point plastics decompose easily, so special technique are necessary to manufacture the polyvinyl chloride insulated wires and cables.

Most suitable usage of these are next, (for example)

(1) Low Voltage field

Wires and Cables for Small machine and apparatus, Vehicles, Shipping, Switch board, Indoor lighting, etc.

(2) Communication field

Jumper, Switch and Bunk wires, Indoor telephone wires etc.

〔I〕 緒 論

鹽化ビニル樹脂は Regnault によつて 1838 年に始めて作られたものであるが、これを工業的に多量に使用するようになったのは最近十年間のことであり、殊に第 2 次大戰中米、獨等に於て急速に發展したものである。その用途は非常に廣範圍にわたつており電氣絶縁材料とし

ても重要な位置を占めつゝある。米國に於いては從來のゴム被覆電線に代つてこの難燃性、耐老化性、耐溶劑性耐藥品性等から諸種の低壓線或は通信用線の絶縁被覆として多量に使用されている。又鹽化ビニル樹脂はゴムのように輸入によらず國內の資源を用いて合成可能なものであるから我が國に於いても遠からずゴム絶縁電線の相當量がこの鹽化ビニル絶縁電線に置きかえられるようになるらう。

* 日立製作所日立電線工場

日立製作所に於いてはか様な情勢からこの電線の試作

研究を積極的に進展させ既に各種の機器用及び通信用電線から船舶用电線のようなもの迄工業的に製作出来るようになってきているが、これらの線の概要については既報¹⁾したので本報告ではその特性について従来のゴム線と比較検討したいと思う。

〔II〕 鹽化ビニル電線の製造上の特徴

鹽化ビニル樹脂を電線被覆材料として使用するためには第1表のような可塑劑、安定劑、充填劑、着色劑、滑

第1表 鹽化ビニル樹脂の配合劑

分 類	種 類 (例)
可塑劑	フタレート (D.B.P, D.O.P), ホスフェート (T.C.P), ポリグリコール及びセバケート等の高級エステル ²⁾ リシノレイン酸、ステアリン酸及びオレイン酸等のエステル、ニトリルゴム ³⁾
安定劑	リサーチ、鹽基性炭酸鉛、脂肪酸の鉛、カルシウム及びカドミウム鹽、燐酸の有機鹽、重合錫化合物 ⁴⁾
充填劑	クレタ、炭酸カルシウム
滑 劑	ステアリン酸、パラフィン、蠟、安定劑として使用する脂肪酸鹽
着色劑	カーボン黒、チタン白、クロム黄及び緑、アンスラキノン或はインダスレンの青、黄及び橙、フタロシヤニン青及び緑、カドミウム及びリトール赤 ⁵⁾

劑を配合して柔軟性のある可塑物にしたものを用いる。

これら配合劑は製品の電氣的、機械的、物理的、化學的性質に影響することが多いので特に吟味したものを適量配合しなければならない。この配合物を混合機でよく混合、熱ロール (140~160°C) にかけて混練し樹脂を融合させてから押出機により導體上に押出被覆して電線をつくる。⁽⁶⁾

この製造工程をゴム絶縁電線の場合に比較すると、

- (1) ゴムの場合より配合劑の種類が少い。
- (2) 加硫工程が不必要である。
- (3) 編組、塗料等の保護被覆工程が省略出来る。

等の利點はあるが、ゴムに比べて作業温度が高く (170

~200°C), 作業中過熱してこの温度をこえると容易に分解するやうになり分解發生した鹽酸ガスが押出機の内面を腐食するので特殊な製造技術を必要とする。しかし鹽化ビニル可塑物は任意の鮮明な着色が可能であり、表面着色或は模様づけ等も容易である。これもこの電線の特徴の一つである。

〔III〕 鹽化ビニル可塑物と絶縁ゴムとの比較

電線被覆物としての鹽化ビニル可塑物と普通ゴム線に用いる 30% 級絶縁ゴムとの性能を比較すると第2表の

第2表 電線被覆物としての鹽化ビニル可塑物と絶縁ゴムとの比較

項 目		單 位	鹽化ビニル 可塑物	30%級 絶縁ゴム	備 考
抗 張 力		kg/mm ²	1.5~2.5	0.7~1.2	室 温
伸		%	50~300	250~350	室 温
硬 度		—	80~90	65~75	ショアー式 デュロメー ター室温
耐老 化性	抗 張 力	%	110~140	30~60	老化前に對 する老化後 (100°C5日) の値を%で 示す
	伸	%	60~90	50~80	
電氣 特性	固有抵抗	Ωcm	10 ¹² ~10 ¹⁵	10 ¹⁴ ~10 ¹⁶	20°C
	絶縁耐力	kV/mm	20~50	30~50	
	誘 電 率	—	4~8	3~5	20°C 60~
比 重		—	1.30~1.40	1.55~1.65	
耐 燃 性		—	延焼しない	延焼する	
使用温度範圍		°C	-10~60*	-40~60	
耐 油 性		—	優 秀	乏しい	
耐 薬 品 性		—	優 秀	良 好	耐酸及び耐 アルカリ性 を含む
耐 水 性		—	優 秀	良 好	
耐 光 性		—	良 好	乏しい	
耐オゾン性		—	優 秀	乏しい	
外 観		—	光澤あり 良 好	光澤少く餘 り良くない	
着 色		—	鮮 明	不鮮明	共に着色は 容易

* 吟味した配合劑を適當に配合したものは -40~80°C の範圍で使用出来る。

ようになる。勿論使用目的例えば絶縁用と保護被覆用ではこの配合も違うので一様ではないが、我々が現在迄に測定して来た結果或は文献⁽⁷⁾ 其他⁽⁸⁾に発表されたところでは大體この範囲にはいるものである。

〔IV〕 鹽化ビニル電線の特性

鹽化ビニル可塑物は前述したようにゴムに比べ優れた点が多い。この特性を活かしてゆくと極めて廣範な用途の電線を作ることが出来る。次にこの電線の特性をゴム絶縁電線と比較検討しよう。勿論それらの總ての電線について述べることは紙數の関係で不可能なので目下日本標準規格の制定を急いでいる器具用コード類（構造は第3表参照）を主として日立製作所に於いて製造した電線について測定した結果を紹介する。

（1） 機械的特性

鹽化ビニル被覆物の抗張力は30%級絶縁ゴムの1.5～2倍である。一例として0.75mm² 器具用コード（輸入スクラップを原料としたもの）の被覆物について測定した結果は第4表のようである。

伸はやゝゴムより少いが實用上は差支えない。耐磨耗性もよく第5表に示したようにゴムとして耐磨耗性の大きいキャブタイヤゴムに比較しても十數分の一の磨耗率

第4表 器具用鹽化ビニルコード被覆物の抗張力及び伸試験（26℃）

種 別	試 料	抗 張 力 (kg/mm ²)	伸 (%)
2 こ 撚	管 狀	1.75	242
平 形	管 狀	1.99	275
丸 形	絶縁被覆	1.56	267
	保護被覆	1.70	220

第5表 磨 耗 試 験

類 別	磨 耗 率 (%)
鹽 化 ビ ニ ル 被 覆 物	1.18
キ ャ ブ タ イ ヤ ゴ ム	20.7

である。引裂抵抗もゴムより遙かに強く耐衝撃性等もよい。

か様に鹽化ビニル電線の機械的強度は大きく従来のゴム絶縁線のような補強被覆物も必要でなくなりむしろ鹽化ビニルを保護被覆とすることも出来る。そのため電線の径も少くなりコンヂット工事等には多數の線を收容出来るので工事費の軽減となる。

（2） 電氣的特性

鹽化ビニル電線の電氣的特性はゴム絶縁線に比較してやゝ劣るが實用上その用途の選擇さえ誤らなければ充分優秀な電線として使用出来る。例えば日立製作所で最近製造した船舶用鹽化ビニル電線の電氣的特性は第6表のようにゴム絶縁電線に比べ決して遜色のあるものではなくむしろ耐電圧特性等はゴムに比べて優れていることがわかる。

但し鹽化ビニル電線は温度上昇による絶縁抵抗の低

第3表 器具用鹽化ビニルコードの構造

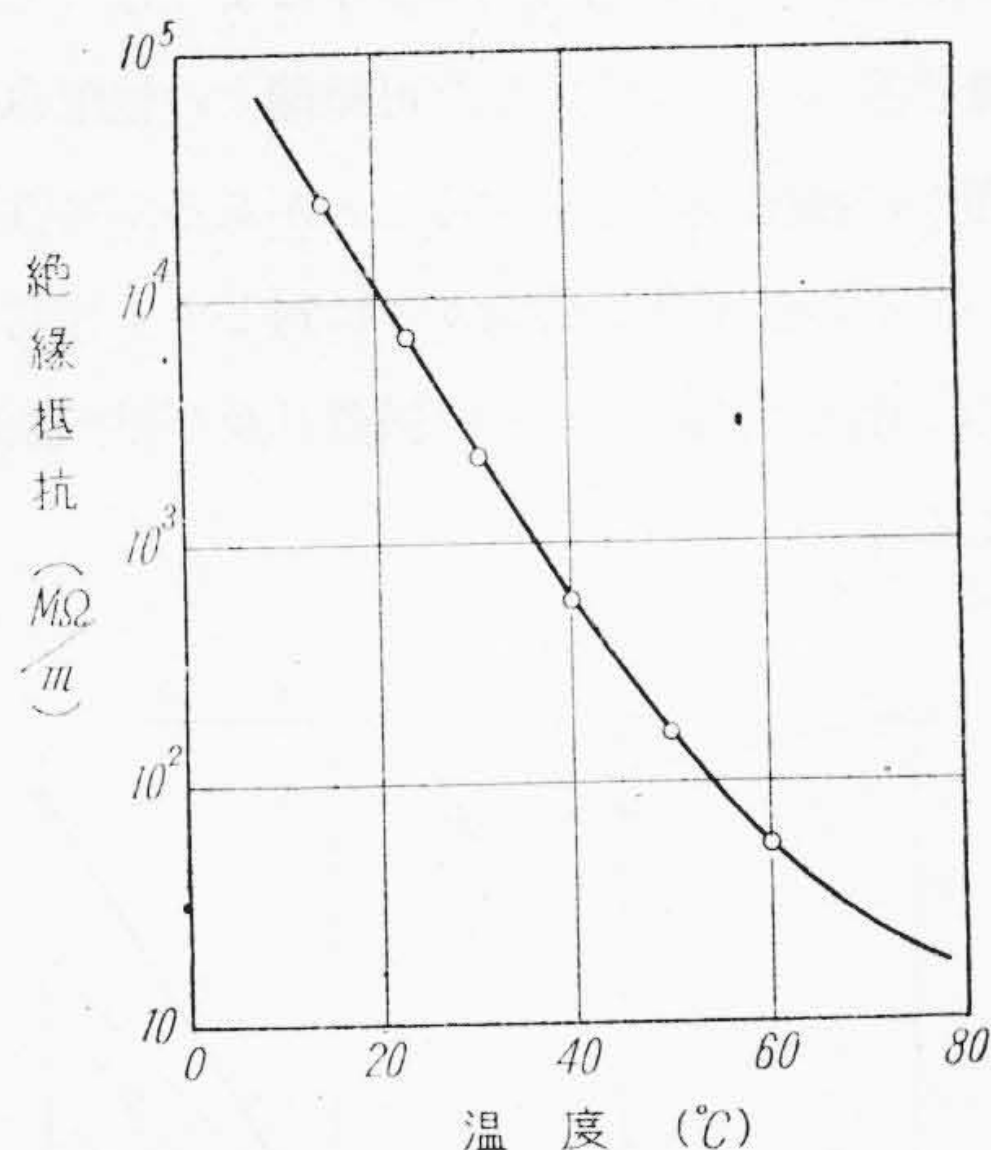
項 目 種 別	導 體			絶縁體		撚 程 (約)mm	保護被覆		備 考	
	公稱斷面積 mm ²	構 成 本/mm	外径 mm	厚さ mm	外径 mm		厚さ mm	外 徑 mm	許容電流 A	一條の長さ m
2 こ 撚	1.25	50/0.18	1.5	0.8	3.1	50	—	6.2	10	100
	0.75	30/0.18	1.2	0.8	2.8	40	—	5.6	6	100
	0.50	20/0.18	1.0	0.8	2.6	30	—	5.2	4	100
平 形	1.25	50/0.18	1.5	0.8	—	—	—	たて 3.1 よこ 6.2	10	100
	0.75	30/0.18	1.2	0.8	—	—	—	たて 2.8 よこ 5.6	6	100
	0.50	20/0.18	1.0	0.8	—	—	—	たて 2.6 よこ 5.2	4	100
丸 形	1.25	50/0.18	1.5	0.8	3.1	50	約 1	約 8.2	10	100
	0.75	30/0.18	1.2	0.8	2.8	40	約 1	約 7.6	6	100
	0.50	20/0.18	1.0	0.8	2.6	30	約 1	約 7.2	4	100

第 6 表 船舶用鹽化ビニル電線の構造と特性試験

構造	特性	導 体	
		AWG 14 (7/0.61mm)	
		鹽化ビニル被覆厚	
		0.020 inch (0.51mm)	
特性	電氣的性質	アスベスト横巻厚	
		0.020 inch (0.51mm)	
		編 組 厚	
		0.016 inch (0.41mm)	
特性	機械的性質	耐 電 壓	
		3000V 5 分間異状なし	
		絶 縁 抵 抗	
		660M Ω /km	
特性	機械的性質	抗 張 力	
		2.40kg/mm ²	
特性	機械的性質	伸	
		196%	

下が第1圖のようにゴムに比べて大きいので高温に曝される個所に使用することは避けなければならない。

又 0.75mm² 器具用コードの絶縁耐力を實測した結果は第7表のようになりゴム線の場合に比較して大差はなく、材料さえ選擇吟味すれば船舶用電線のようにゴム線



第 1 圖 鹽化ビニル電線の絶縁抵抗—温度特性 (心線 0.75mm² (30/0.18) 絶縁厚さ 0.8 mm)

Fig. 1. Effect of Temperature on Insulating Resistance of Polyvinyl Chloride Insulated Wires.

第 7 表 耐電圧試験

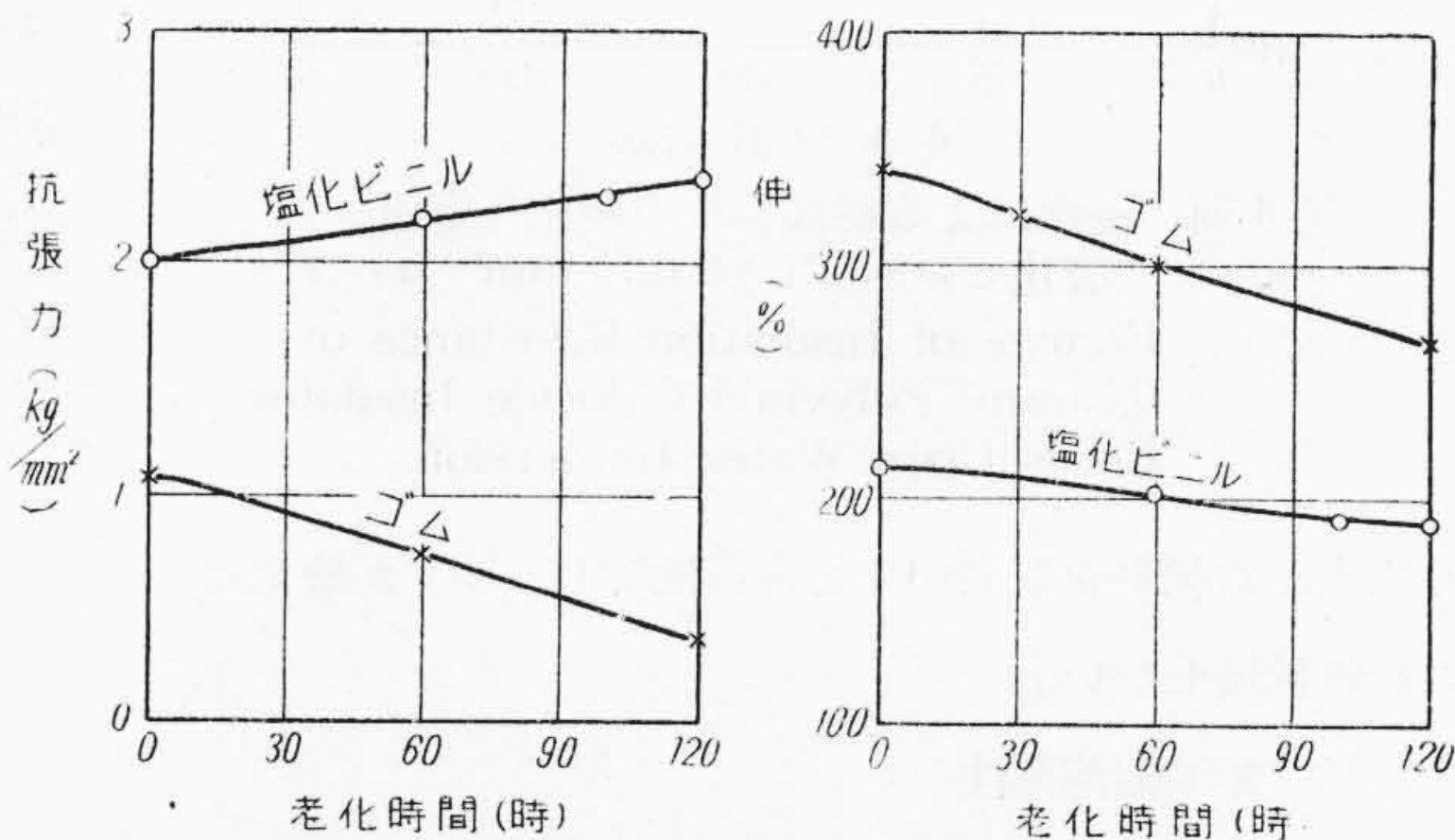
種 別	破 壊 電 圧 (kV)	備 考
2 こ 撚	28	温 度 27°C 濕 度 68%
平 形	19	
丸 形	18	

よりも遙かに絶縁耐力の大きい電線を作ることとも可能である。このことは米國等に於いて X線用ケーブル⁹⁾として廣く使用されていることによつても明かである。

(3) 耐老化特性

電線のように一度布設すると半恒久的なものは特に耐老化性であることが望ましい。鹽化ビニル電線の耐老化性はこのような目的に充分叶うもので 100°C の流通空氣中で促進老化を行つた結果でも第2圖のように伸はやゝ減少するが抗張力はむしろ増加する傾向にある。

なお同圖には比較のために 30% 級絶縁ゴム (チューラム配合、耐老化性ゴム) の値を併記したが鹽化ビニル被覆物は遙かに優れてゐることが明かである。電氣的特性も又長期間の老化によつて極く僅かしか低下しない。次に「ヂオンプラスチックス」の老化特性⁹⁾を参考に第3圖に示す。



第 2 圖 促進老化特性 (100°C 流通空氣)

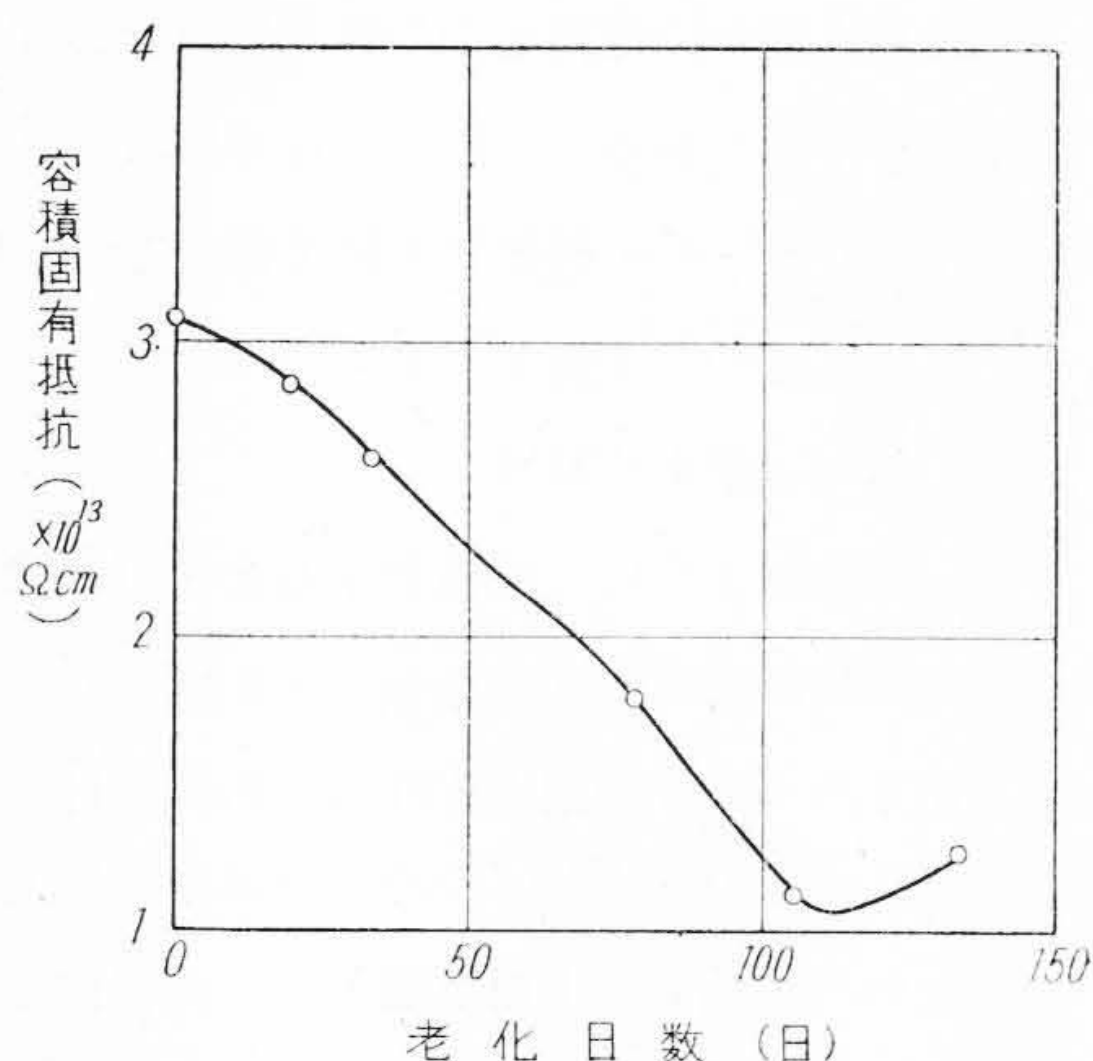
Fig. 2. Relation of Tensile Strength and Elongation to Days Aging at 100°C in Circular Air.

(4) 耐水特性

鹽化ビニル電線は長期間浸水しても第4圖のように絶縁抵抗は僅かしか變化せず吸水量も極めて少い。

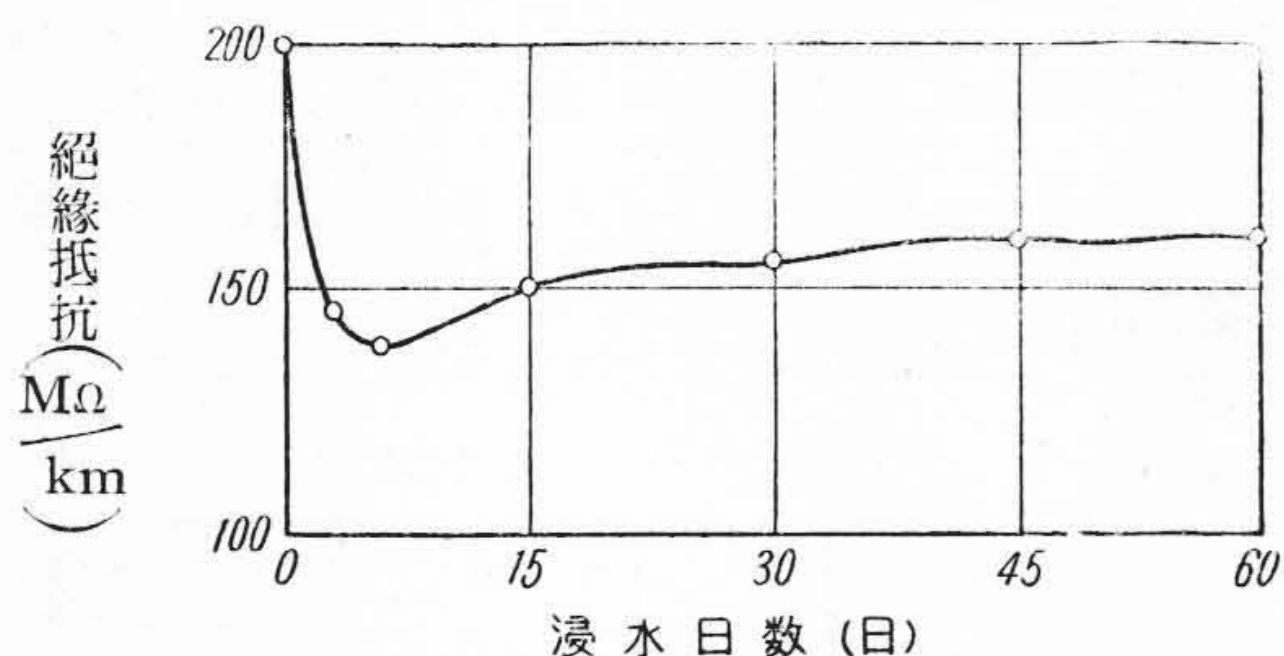
(5) 耐 燃 性

鹽化ビニル樹脂はこの構成元素からも考えられるように不燃性の鹽素を含むために他の炭化水素等の絶縁材料に比べて極めて耐燃性である。即ち例えばゴムは焰によ



第3圖 促進老化による固有抵抗の變化
(70°C デオンプラスチックス)

Fig. 3. Change of the Volume Resistivity of Geon Plastics, due to Aging at 70°C.



第4圖 浸水による絶縁抵抗の變化 (室温)
(塩化ビニル 2 芯 燃 0.75 mm² コード)

Fig. 4. Change of Insulation Resistance of 0.75mm² Polyvinyl Chloride Insulated Cords Upon Water Immersion.

り着火した後焔を取去つても自ら延焼してゆくが塩化ビニルは延焼しない。

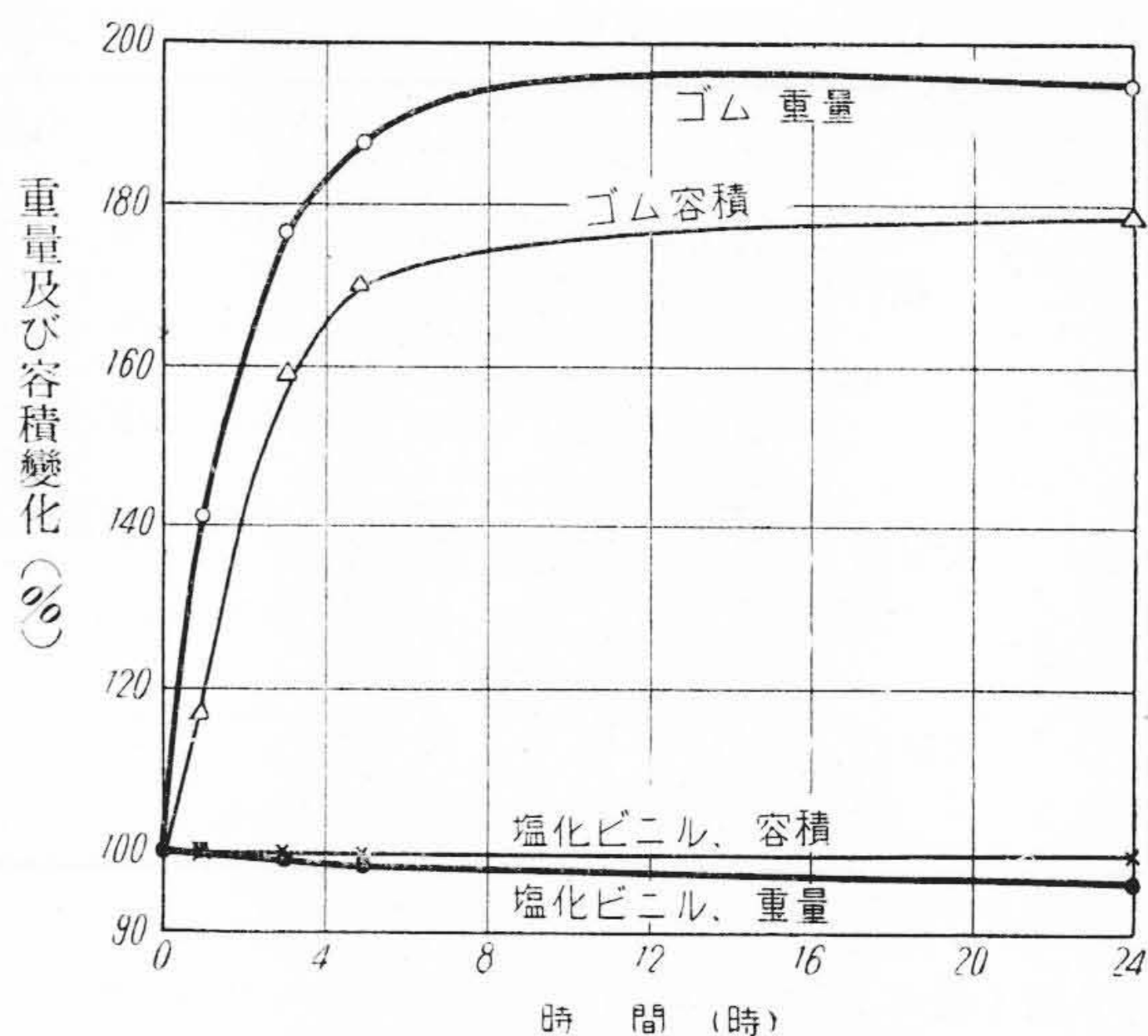
(6) 耐油耐溶剤性

塩化ビニル樹脂は油によつて浸されることが全くない。しかし塩化ビニル混和物は可塑劑等が僅かに溶出されるためやゝ硬直するが第5圖及び第6圖に示したようにゴムに比べると桁違いに優秀である。

但し塩化ビニル混和物はケトン類、エステル類、ニトロ化合物及び鹽化物、芳香族炭化水素等一部の溶劑に對しては膨潤或は溶解するがその他の溶劑に對しては全く安定である。

(7) 耐藥品性

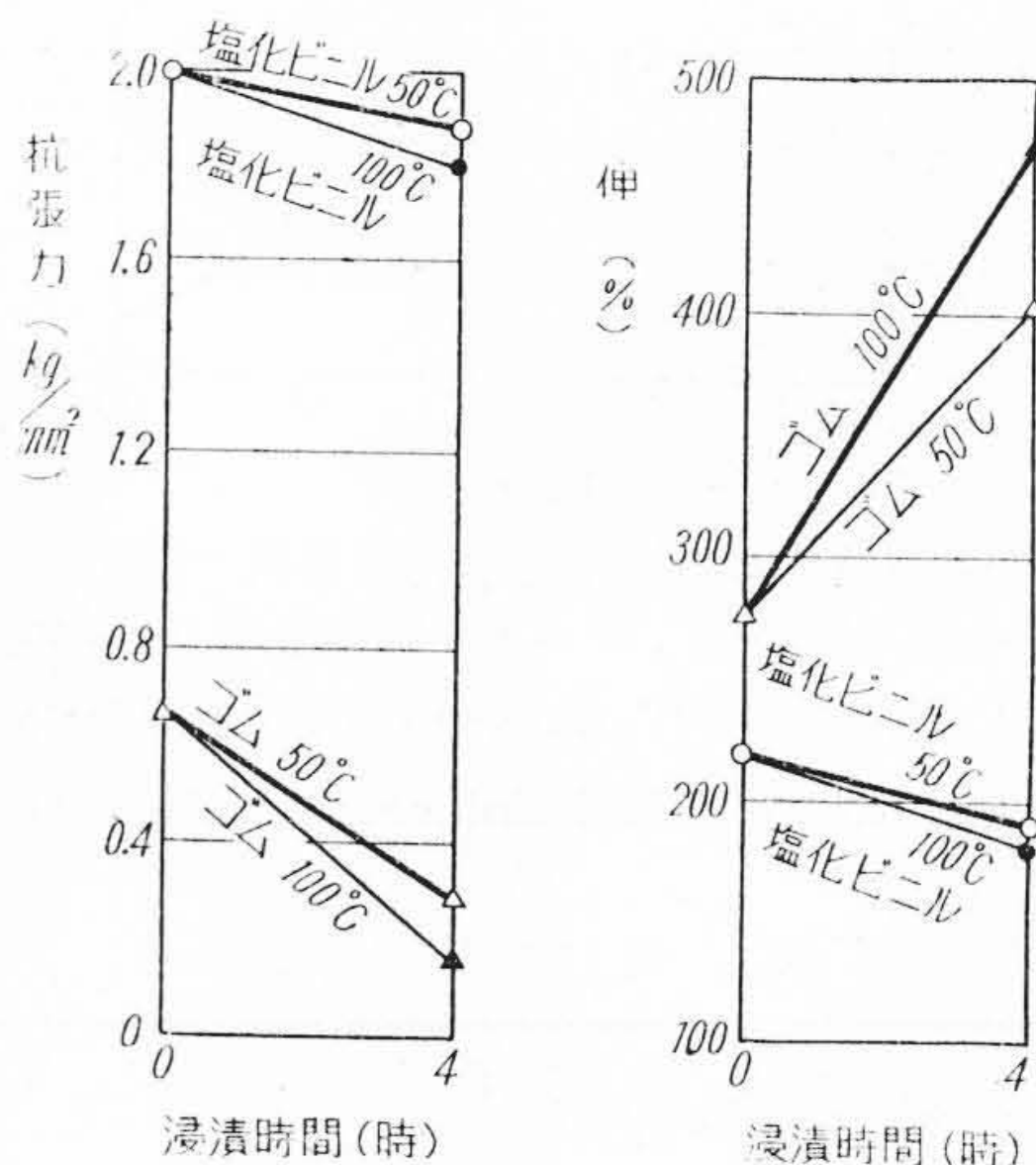
塩化ビニル可塑物は長期間強酸、強アルカリに浸漬すると僅かにそれを吸収するが變質することなくよくこれ



第5圖 吸油試験 (室温)
(變壓器油使用)

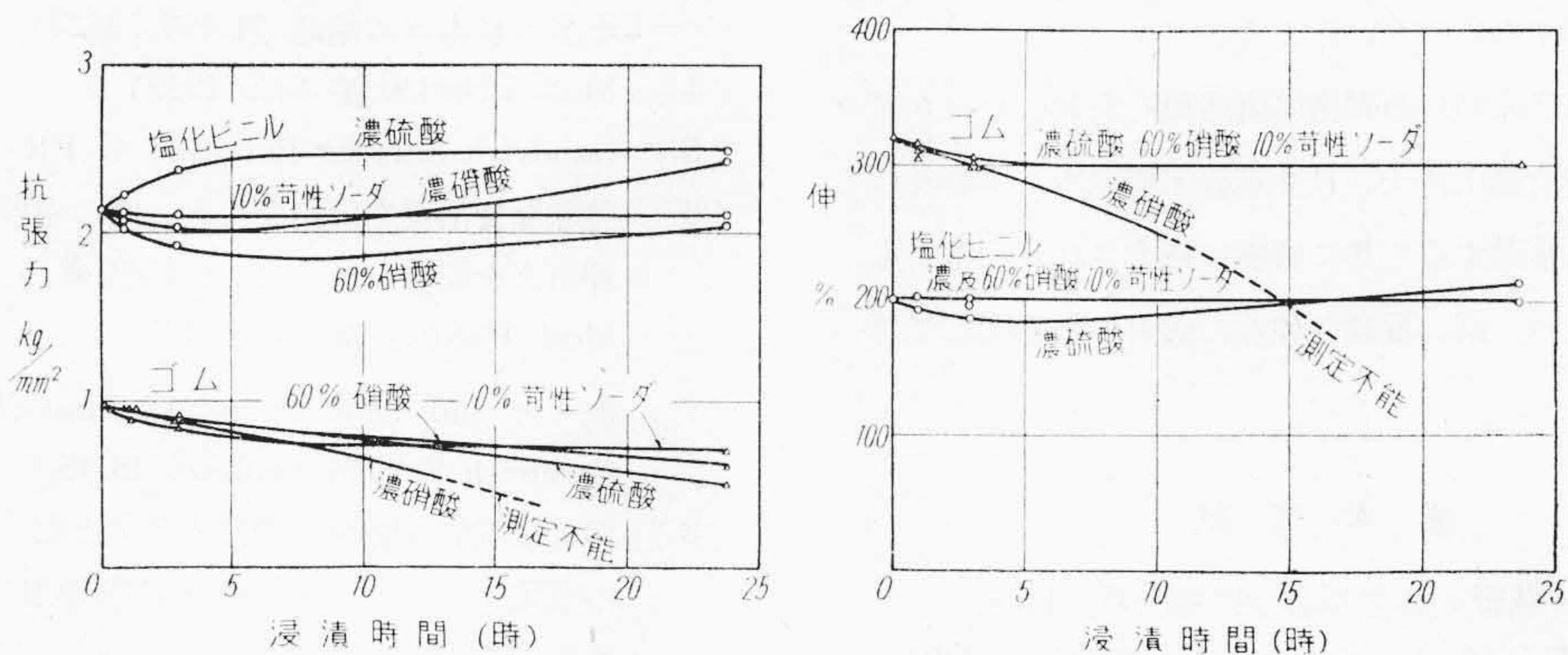
Fig. 5. Change of Volume and Weight of Plastics and Rubbers Upon Oil Immersion.

に耐える。殊にゴムは硝酸によつて容易に浸されるが塩化ビニル可塑物はこれに耐え分解するようなことがない(第7圖参照)。たゞ使用した可塑劑その他配合劑によつては僅かに抽出或は分解することがあるが特性には影響がない。その他鹽素、鹽酸ガスに對しても相當抵抗力があるので化學工場に於ける機械器具及び屋内配線には好適である。



第6圖 耐油試験
(浸漬温度 50°C 及び 100°C に於ける抗張力)
(及び伸 變壓器油使用)

Fig. 6. Change of Tensile Strength and Elongation of Plastics and Rubber Upon Oil Immersion.



第7圖 鹽化ビニル及びゴムの耐酸耐アルカリ性 (浸漬温度室温)

Fig. 7. Resistance to Corrosive Chemicals of Plastics and Rubber.

(8) その他の特性

鹽化ビニルはオゾンに對しても安定である。又使用上、端末處理 (電線より被覆物を切り取つて口出しする作業) も容易であるから電話交換器配線等のように端末處理の多い場合は作業能率も向上する。

〔V〕 結 論

以上を總括し鹽化ビニル電線の用途を述べると、

(1) 鹽化ビニル可塑物による電線の被覆は容易であつて配合劑の選擇用法を充分吟味すれば電線被覆物として廣範な用途に應用出来る。

(2) 鹽化ビニル電線はゴム絶縁線に比較して機械的特性、耐老化性、耐水性、耐燃性、耐油耐溶劑性、耐藥品性、耐オゾン性、着色外觀等が優れ、電氣的特性も使い途さえ選ばば充分使用に耐える性能をもっている。

(3) 鹽化ビニル電線を資源上から考えても從來の電線絶縁材料であるゴム、綿糸、パラフィン等と違つて國內で自給出来るものでありこの點よりも好ましい電線であるといえる。

(4) 鹽化ビニル電線の最も適した用途は低壓用、通信用電線類であつて日立製作所に於いては輸出用扇風器、ミシンモーター (第8圖参照) レーヨンモーター、ポットモーター等の器具用コード、電車、自動車、列車等の車輛用電線、配電盤用電線、ジャンパー線、バンク線、屋内電話線等の通信用電線及び船舶用電線等に使用する鹽化ビニル電線を製造している。この外鹽化ビニル電線の適するところは化學工場、鑛山、油田等であり、屋内の電灯線等に我が國のように木造家屋の多い場合には火災



第8圖 鹽化ビニル電線の應用
鹽化ビニル器具用コードを日立製作所で製作している
輸出用扇風器及びミシンモーターに應用した一例を示す。

Fig. 8. Application of Polyvinyl Chloride Insulated Wires.
(Desk Fan and Sewing Motor for Export)

防止上特に適するものといえよう。

終りに臨み終始變らぬ御指導御激勵とを載いた日立製作所日立研究所鶴田博士、日立電線工場前原工場長及び山野井部長に感謝すると共に實驗に協力された山本、大内、會澤、大竹、原、堀口、佐藤の諸君の勞を謝して筆を擱く。

参 考 文 献

- (1) 間瀬・荻野：日立評論 31 4號 33 (昭24)
- (2) W. E. Scheer; Rubber Age 63 596 (1948)
- (3) Young, Newberg and Howlett; Ind. Eng. Chem. 39 1446 (1947)

- 小島：日本ゴム協誌 21 109 (昭23)
- (4) Mod. Plastics 26 143 (1949)
- (5) Goodrich Service Bulletin: 47 PR-1 (1947)
- (6) 特殊な押出機を使用すると一回の處理で混練と押出とを同時に行うことも出来る。例えば Mod. Plastics 26 87 (1949)
- (7) 例えば Ind. Eng. Chem. 37 June (1945)
Goodrich Service Bulletin 48 IS-2
- (8) 例えば電氣試験所久野博士が主となつて審議中の鹽化ビニルコード規格制定委員會に於ける各社の發表。
- (9) Geon Polyvinyl Materials (Goodrich Catalogue) June (1948)

× × × × × ×

蓄 電 池 の 充 電

多賀工場 若林圭次郎 著

A 列 5 判 34 頁 定 價 30 圓 千 6 圓

日 立 評 論 社 發 行

第 32 卷 日 立 評 論 第 4 號

- 螢光放電灯に於ける電弧電壓の波形及振動現象……………日立製作所中央研究所・好本 寛
- 回轉式石炭乾燥機……………日立製作所日立工場・小玉 美芳
- 點火コイルの新短絡試験法……………日立製作所日立研究所 { 西堀 博
片木劍三郎
- 小鑄物の肌砂に就いて……………日立製作所多賀工場・江刺 清夫
- ガラス面の精密加工法に關する研究……………日立製作所日立電線工場・久本 方
—ガラス面の荒研磨法—(第3報)
- 低タンゲステン高速度鋼に及ぼす錫アンチモン及び……………日立製作所安來工場・小柴 定雄
チタニウムの影響(第1報)

東京都品川区
大井坂下町 2717

日 立 評 論 社 發 行

誌代 ￥ 30,00 千 6,00
六册 ￥200,00 (送料共)