

# 電線用合成ゴム混和物の可塑性と電氣的 および物理的性質

— ネオプレン GNA 混和物のカーボン配合量の影響 —

山 本 三 郎\*

## The Plasticity, Electrical and Physical Properties of Synthetic Rubber Compounds for Electric Wires

— Effect of Carbon-Content in the Neoprene GNA Compounds —

By Saburō Yamamoto

Hitachi Electric Wire and Cable Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

The purpose of the research herein disclosed was to establish the most suitable conditions under which the thermoplastic high polymer materials for electric wire use should be extruded. In the previous report, the writer suggested that the plasticity of thermoplastic materials should be represented by three constants,  $n$ ,  $\eta^*$ , and  $f$ , asserting at the same time that the plasticity of both polyvinyl chloride and natural rubber compound could be represented as well by these three constants, based on his theoretical research and experiments. Also, the relation between the mixing rate of softener and rubber for the synthetic rubber compounds, the three constants of its plasticity and electric, physical properties of it were discussed.

In the present report, the relation between carbon content in synthetic rubber (Neoprene GNA) compounds and their plasticity, electrical and physical properties is the subject of discussion which may be summarized as follows:

- (1) The three constants, especially the value of  $\eta^*$  representing the plasticity, varies with the carbon content, and the plasticity shows a marked decrease with the increase of it.
- (2) According to the outcome of the study of the relation between the carbon content and electric properties, the latter decreases with the increase of the former.
- (3) It was also found that the physical properties of the compounds could be improved by increasing carbon content.

### 〔I〕 緒 言

電線用熱可塑性高分子物質の最適押出作業条件を把握する目的で被押出物質の可塑性をとりあげ、電線用熱可塑性物質の可塑性を表わす尺度としては3 常数  $n$ ,  $\eta^*$ ,  $f$  を用いることがよいことを提唱してきた。この3 常数の

\* 日立製作所日立電線工場

うち  $\eta^*$  は粘数係数に相当する流れの常数、 $f$  は単位面積当りの降伏値である。 $n$  については荷重指数とよぶことにする。

先に試作押出式プラストメータを用いて塩化ビニル樹脂混和物の可塑性の3 常数を求め<sup>(1)(2)(3)</sup>、理論および実験の両面より塩化ビニル樹脂混和物の可塑性は3 常数をもつて表わしうることをあきらかにした。試作圧縮型プ

ラストメータを使用して塩化ビニル樹脂混和物の可塑性計粘度を求め<sup>(4)</sup>、引続き天然ゴム混和物の各種配合量、混練時間と可塑性<sup>(5)(6)</sup>を求め、流線形状および流出量に対する理論値と、実験値の類似性をあきらかにした。既報<sup>(7)(8)(9)</sup>においては合成ゴム(ネオプレンGNA)混和物の軟化剤ソバロイドおよびゴム配合量と可塑性の3常数および電氣的、物理的諸性質の関連性について実験的に論究した。

本報告においては合成ゴム(ネオプレンGNA)混和物のカーボン配合量を変えた場合の電氣的諸性質すなわち固有抵抗( $\Omega\text{-cm}$ )、絶縁耐力(V/mm)、誘電率、誘電正切の測定結果、および物理的諸性質すなわち比重、硬度、弾性、熱空気老化試験による抗張力(kg/mm<sup>2</sup>)、伸び(%), 100%伸びモジュラス(kg/mm<sup>2</sup>)および磨耗率(%)の測定結果について述べる。

〔II〕 カーボン配合量と荷重および流出量

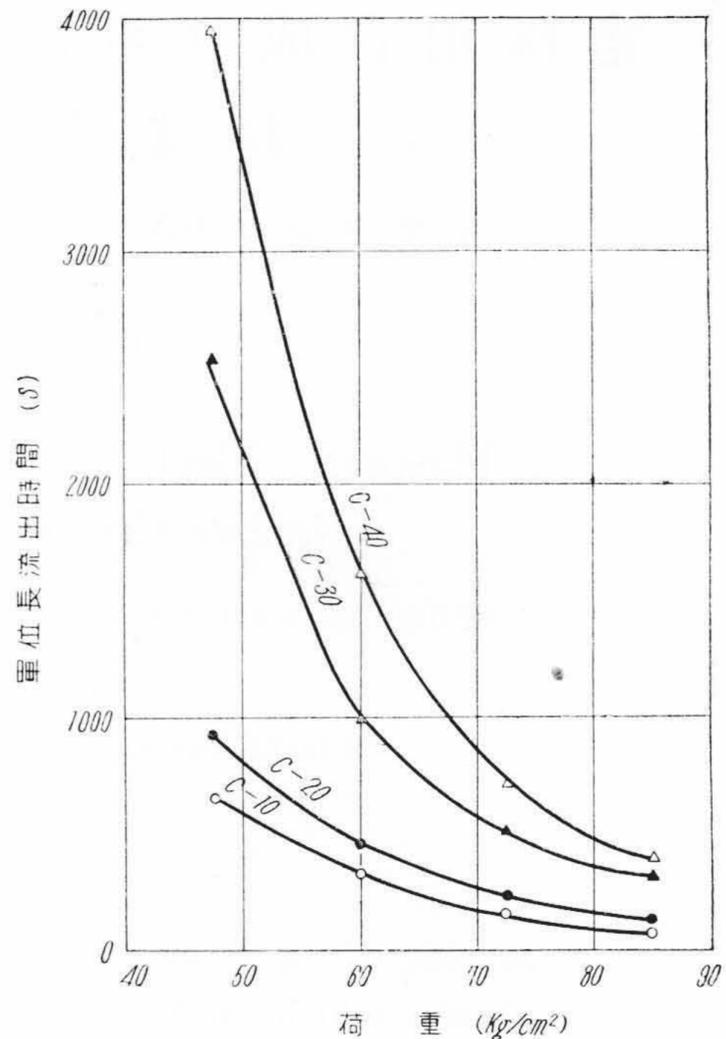
最近の文献にはレオロジー<sup>(10)(11)</sup>およびラストメータ<sup>(12)</sup>について報告されているが、電線用熱可塑性物質の可塑性の3常数について報告はないようである。それで引続き合成ゴム混和物としてネオプレンGNAのカーボン配合量を変えた場合について、試作押出式ラストメータを使用して可塑性の3常数を求めため荷重と流出量の関係について実験した。

(1) 試料

本実験に用いた合成ゴム混和物の配合は第1表の通りであり、ゴム量100部に対しカーボンの配合量が10, 20, 30, 40部になっている。試料のロール練作業は実験用5吋×12吋ロールで回転比1:1.13, ロール温度65±5°Cで行った。ロール練時間は素練5分、混練32分、精練3分である。このように練つたものを10φの穿孔器を使用して厚さ8mmの円柱型試料を作つた。

(2) 荷重と流出量

前述の方法で作製した試料を荷重47.6, 60.1, 72.7, 85.2 kg/cm<sup>2</sup>の場合について試作押出式ラストメータを使用してゴム量100部に対しカーボンの配合量を変えた場合の単位長さ当りの流出時間を測定した結果は第1図の通りであり、また単位時間の流出量は第2表の通り



第1図 合成ゴム(ネオプレンGNA)混和物のカーボン量を変えた場合の荷重と流出時間の関係

Fig.1. Relation between Load and Flowing Time of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds Varying the Carbon Concentration

である。なお流出時間は3~5回の測定結果の平均値を示してある。また流出量は流出時間より換算した値であり、ダイヤルゲージ1mmの体積は0.0798 cm<sup>3</sup>に相当する値になっている。

〔III〕 カーボン量と可塑性の3常数

(1) 流線の形状

可塑性の3常数より流出量算出の理論の仮定が、この場合にも成立するか否かを実験的に確かめることとした。本理論の仮定は流線分布においてオリフィス内の流れの状況がオリフィスの周囲で流速が零であるということである。流線分布が妥当であるかどうかを調べるため、白

第1表 供試合成ゴム(ネオプレンGNA)混和物の配合表

Table 1. Mixing Ratio of Testing Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds

試料番号	配合薬品名	ネオプレン GNA	酸化マグネシウム	亜鉛華	ソバロイド A	カーボン	ステアリン酸	白蠟華
C-10		100	4	5	10	10	0.5	100
C-20		100	4	5	10	20	0.5	100
C-30		100	4	5	10	30	0.5	100
C-40		100	4	5	10	40	0.5	100

(注) C-10, C-20, C-30, C-40 はゴム量100に対するカーボン量の百分率である。

第2表 合成ゴム(ネオプレン GNA)混和物のカーボン量を変えた場合の流出量

Table 2. Flowing Volume of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds Varying the Carbon Concentration

試料番号	荷重 (kg/cm <sup>2</sup> )	流出時間 (s)	流出量 (cm <sup>3</sup> /s)
C-10	47.6	652.6	1.220×10 <sup>-4</sup>
	60.1	335.8	2.380×10 <sup>-4</sup>
	72.7	173.5	4.600×10 <sup>-4</sup>
	85.2	92.1	8.660×10 <sup>-4</sup>
C-20	47.6	930.5	0.858×10 <sup>-4</sup>
	60.1	456.7	1.750×10 <sup>-4</sup>
	72.7	214.2	3.730×10 <sup>-4</sup>
	85.2	123.7	6.450×10 <sup>-4</sup>
C-30	47.6	2,535.0	0.315×10 <sup>-4</sup>
	60.1	992.2	0.804×10 <sup>-4</sup>
	72.7	535.7	1.490×10 <sup>-4</sup>
	85.2	331.4	2.410×10 <sup>-4</sup>
C-40	47.6	3,965.0	0.201×10 <sup>-4</sup>
	60.1	1,622.0	0.492×10 <sup>-4</sup>
	72.7	732.3	1.090×10 <sup>-4</sup>
	85.2	410.0	1.950×10 <sup>-4</sup>

(注) 測定温度: 80°C

艶華およびカーボンで試料を白, 黒に着色し, プラストメータのオリフィス内に白黒の試料を重ねて押し出し, 流れた紐状の試料を加硫して2つに縦に切つて反射光線を利用して撮影した結果は第2図のように流線分布は先端が尖っており中央部の流速に比較して周速は無視しうる程度に小さいので押出量の理論が成立するとみなしうるから, つぎに可塑性の3常数を求めることとした。

(2) カーボン量と可塑性の3常数

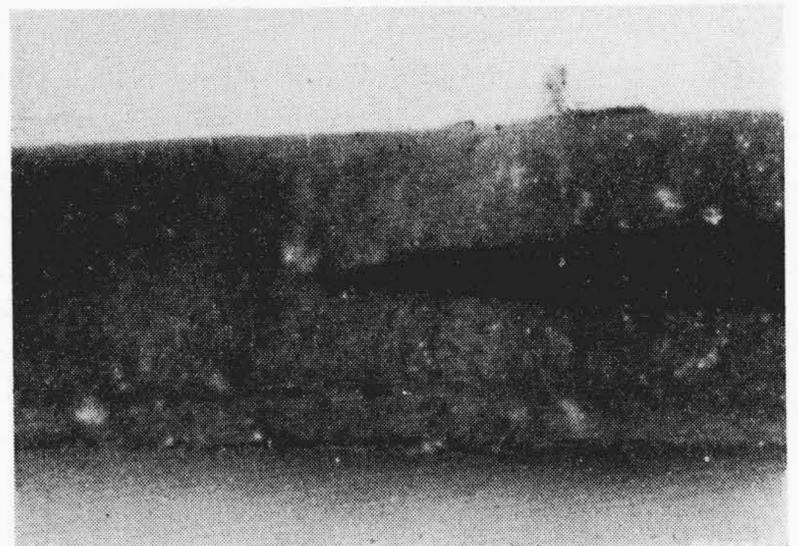
可塑性の3常数とは(1)式に示す  $\eta^*$ ,  $n$ ,  $f$  のことである。

$$\eta^* \frac{du}{dr} = -(\tau - f)^n \quad \tau \geq f \dots \dots \dots (1)$$

- ここに  $\frac{du}{dr}$ : 流れの方向の速度勾配
- $\eta^*$ : 粘性係数に相当する流れの常数
- $\tau$ : 単位面積当りの剪断応力
- $f$ : 単位面積当りの降伏値
- $n$ : 荷重指数

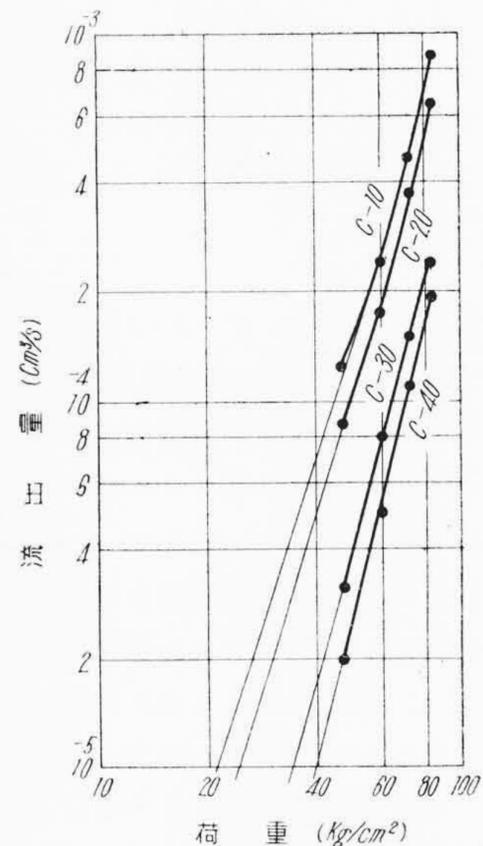
$n$  については従来文献に命名されていないが, 本研究の可塑性の理論と実験の関係づけにおいて  $n$  は流出量と荷重の両側対数座標についての関係曲線の切線方向係数であることを証明してあるのでこの関係から荷重指数と名づけることとした。

つぎにカーボン量を変えた場合の可塑性の3常数  $\eta^*$ ,  $n$ ,  $f$  はつぎのようにして決定される。合成ゴム(ネオプレン GNA) 混和物のカーボン量 10, 20, 30, 40 部の



第2図 合成ゴム(ネオプレン GNA) 混和物の流線形状  
温度: 80°C, 荷重: 29.3 kg/cm<sup>2</sup>, 倍率: ×30

Fig. 2. Distribution of the Flowing Velocity of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds



第3図 合成ゴム(ネオプレン GNA) 混和物のカーボン量を変えた場合の荷重と流出量の関係

Fig. 3. Relation between Load and Flowing Volume of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds Varying the Carbon Concentration

場合の流出量 (cm<sup>3</sup>/s) と荷重 (kg/cm<sup>2</sup>) との関係を両側対数グラフにとると第3図に示す通りである。この曲線に荷重の大きいところで切線を作る。この切線を作る位置に関しては, 試作押し出しプラストメータで試料を押し出す場合に荷重を大きくすると流れがみだれるから, 本実験では流れにみだれを生じない範囲の荷重で試験を行っているので, この測定荷重の最大のところで切線を引き。この切線の引き方でスロープが変わると誤差の原因に

なるから切線は光学プリズムを利用して誤差の少いように引く。この直線上の任意の2点  $P, Q$  上において荷重および流出量の値を読みとり、それらの値をそれぞれ  $\Delta P_1, \Delta P_2$  および  $V_1, V_2$  とすればつぎの連立方程式をうる。

$$\left. \begin{aligned} \log V_1 &= A + n \log(\Delta P_1) \\ \log V_2 &= A + n \log(\Delta P_2) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

ここに

$$A = \log \frac{\pi}{n+3} \cdot \frac{a^{n+3}}{(2l)^n} \cdot \frac{1}{\eta^*} \dots\dots\dots (3)$$

したがって上式  $A, n$  を未知数として解けば可塑性の3常数の一つである  $n$  はつぎのようにして求められる。

$$n = \frac{\log V_1 - \log V_2}{\log(\Delta P_1) - \log(\Delta P_2)} \dots\dots\dots (4)$$

また同様に  $A$  は

$$A = \frac{\log V_2 \cdot \log(\Delta P_1) - \log V_1 \cdot \log(\Delta P_2)}{\log(\Delta P_1) - \log(\Delta P_2)} \dots\dots (5)$$

として求められる。この  $A$  の値を (3) 式に代入して  $\eta^*$  は決定される。また別に単位面積当りの降伏値  $f$  はつぎのようにして求められる。荷重を負荷してまさに試料が流れ始めようとするときの圧力差  $P_1 - P_2$  をとれば

$$f = \frac{P_1 - P_2}{2l} a \dots\dots\dots (6)$$

以上で可塑性の3常数  $n, \eta^*, f$  は決定される。この方法により合成ゴム(ネオプレンGNA)混和物のカーボン量を変えた場合の可塑性の3常数を求めると第3表のようになる。第3表からわかるようにカーボン量を10部から40部に増加することにより  $n$  は3.25から3.86と増しやや流れの方向の速度勾配を増すが、 $\eta^*$  は4.61から37.41と増加して約8倍となり可塑性は非常に減少する。まは  $f$  は0.203から1.218と増加して可塑性は減少する。すなわちカーボンの場合は  $n, \eta^*, f$  について前報のソバロイドおよびゴム分の場合と反対の結果になり、可塑性は減少することがわかった。

(3) 流出量についての理論値と実験値の比較検討

第1表に示すカーボン量10部の場合のネオプレン混和物について試作押出式プラストメータによる実験値を第3表に示す。C-10の  $n$  と  $\eta^*$  の値を用いて下記の(7)式より流出量の理論値を示すと第4図の通りである。

$$\log V = \log \frac{\pi}{n+3} \cdot \frac{a^{n+3}}{(2l)^n} \cdot \frac{1}{\eta^*} + n \log(P_1 - P_2) \dots\dots\dots (7)$$

ただし  $l$ : オリフィスの長さ

$a$ : オリフィスの半径

$P_1, P_2$ : オリフィス両端の圧力

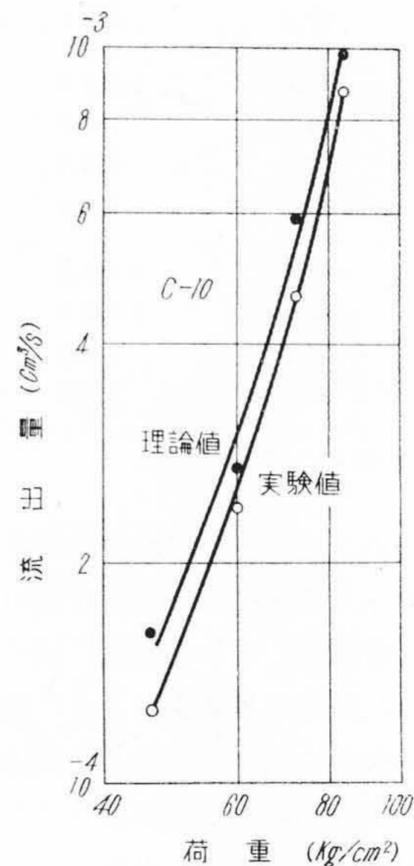
$V$ : 流出量

この場合の理論値と実験値は近かよっているが、既報<sup>(5)</sup>の天然ゴム混和物の場合のように一致していないこ

第3表 合成ゴムネ(オプレンGNA)混和物のカーボン量を変えた場合の可塑性の3常数

Table 3. Plastic Flowing 3 Constant of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds Varying the Carbon Concentration

試料番号	可塑性の3常数		
	$n$	$\eta^* \text{ sec (kg/cm}^2\text{)}$	$f \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
C-10	3.25	4.61	0.203
C-20	3.35	6.68	0.284
C-30	3.40	16.76	0.812
C-40	3.86	37.41	1.218



第4図 合成ゴム(ネオプレンGNA)混和物の流出量と荷重の実験値と理論値の比較 (カーボン量10部の場合)

Fig. 4. Comparison between the Observed Value and Calculated Value of the Relation between Load and Flowing Volume of Synthetic Rubber (Carbon 10) Compounds

とがわかった。これは合成ゴム(ネオプレンGNA)混和物は天然ゴム混和物に比較すると流線分布が乱れがちになる傾向があるのと焼けの現象が生じやすいので、これらの影響によるものと考えられる。

[IV] カーボン量と電気的諸性質

電気的諸性質測定に用いた試料としては可塑性の3常数を測定したと同様な第1表に示すネオプレンGNA混和物を用い、カーボン量が40, 30, 20, 10部の場合の電気的諸性質、固有抵抗 ( $\Omega\text{-cm}$ ), 絶縁耐力 (V/mm), 誘電率, 誘電正切について測定した。

## (1) 固有抵抗

測定電圧は D.C. 100V で直偏法により 1 分充電後の価を測定した。電極は水銀電極で 70 mmφ リングを用い、検流計の感度は  $1 \times 10^{-10}$  A である。実験に供した試料の大きさは 100 mmφ、厚さは 0.6~0.8 mm である。恒温槽を使用して、測定温度 30, 40, 50, 60, 70°C で測定した結果は第 4 表に示す通りである。本結果から固有抵抗は温度の上昇にしたがって低下し、カーボン量が 10 部から 40 部と増加するにしたがって低下する傾向にあり、ゴム配合量の場合と同一傾向を示していることがわかった。

## (2) 絶縁耐力

電極は直径 25 mmφ、周辺は  $R=5$  mm にまるみをとった真鍮製のものを使用した。試料にかかる全荷重は 500 g である。試料は大きさ 50 mmφ、厚さは 0.6~0.8 mm 程度のものを使用した。測定温度は 0, 10, 40, 70°C で行い、10°C 以下はシリコン油、40°C 以上は第 1 種変圧器油中で電圧は 500 V/s の連続上昇で行った。測定結果は第 5 表に示す通りであつてバラツキが多く標準偏差もかなり大きくなつてはいるが、各温度を通してカーボン量 10 部から 40 部の間ではカーボン量が増加するにしたがって絶縁耐力は減少して行くことがあきらかであり、測定温度と絶縁耐力の関係は、0°C から 70°C の間では温度の上昇にしたがって絶縁耐力は減少しているようである。

## (3) 誘電率および誘電正切

試料は大きさ 100 mmφ、厚さ 0.6~0.8 mm のものを用い、水銀電極ではさみ、湿気の影響を防ぐために無水燐酸入りのデシケータ内で測定した。測定器は GB-11 型リーカンスブリッジ<sup>(7)</sup>を用い、測定方法<sup>(7)</sup>は試料のコンダクタンス  $G$ 、容量  $C$  を測定し、これより誘電率  $\epsilon$  および誘電正切  $\tan \delta$  を算出した<sup>(7)</sup>。以上の方法によつて、測定温度 -10, 0, 10, 40, 70°C および周波数 1 kc から 100 kc の間において  $\epsilon$  および  $\tan \delta$  を算出した結果は第 5 図(次頁参照)より第 10 図の通りである。カーボン量と誘電率の関係は第 5 図より、カーボン量が 10 部から 40 部に増加するにつれて -10, 0, 10°C とともに誘電率は増加の傾向があるが、40°C では 30 部と 40 部の間では増加の程度が小さくなり、周波数によつては減少するものがある。70°C においては 30 部配合のものが最大になる。カーボン量配合の場合にも、ソバロイドおよびゴム量配合の場合と同様に誘電率に関する混合の理<sup>(7)</sup>は成立しない。誘電率と温度との関係は第 6 図(次頁参照)から一般に -10°C から 10°C の間ではカーボン量、周波数によつて多少異なるが、10°C から 70°C の間では一般に誘電率は減少する傾向を示している。カーボン量

第 4 表 合成ゴム(ネオプレン GNA)混和物のカーボン配合量と固有抵抗 ( $\Omega\text{-cm} \times 10^{10}$ )

Table 4. Carbon Concentration and Volume Resistivity of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds

カーボン配合量(部)	測定温度				
	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C
10	40	16	6.8	3.4	1.9
20	44	19	8.4	4.4	2.6
30	56	23	11.0	6.0	3.6
40	3	2.4	1.9	1.6	1.3

(注) 測定電圧 D.C. 100V, 直偏法, 1 分充電後, 水銀電極 70 mmφ リング

第 5 表 合成ゴム(ネオプレン GNA)混和物のカーボン配合量と絶縁耐力

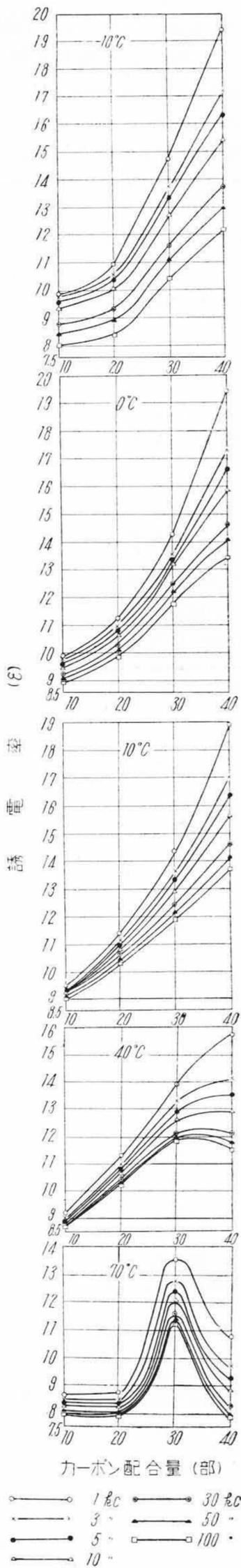
Table 5. Carbon Concentration and Dielectric Strength of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds

測定温度(°C)	カーボンの配合量(部)	絶縁耐力(kV/mm)	標準偏差
0	10	28.7	2.0
	20	23.3	2.5
	30	20.1	0.6
	40	—	—
10	10	29.2	1.1
	20	19.4	0.9
	30	20.1	0.5
	40	—	—
40	10	21.4	0.7
	20	19.3	0.8
	30	16.2	0.8
	40	11.2	0.6
70	10	21.2	0.7
	20	19.4	0.8
	30	16.1	0.4
	40	13.2	0.8

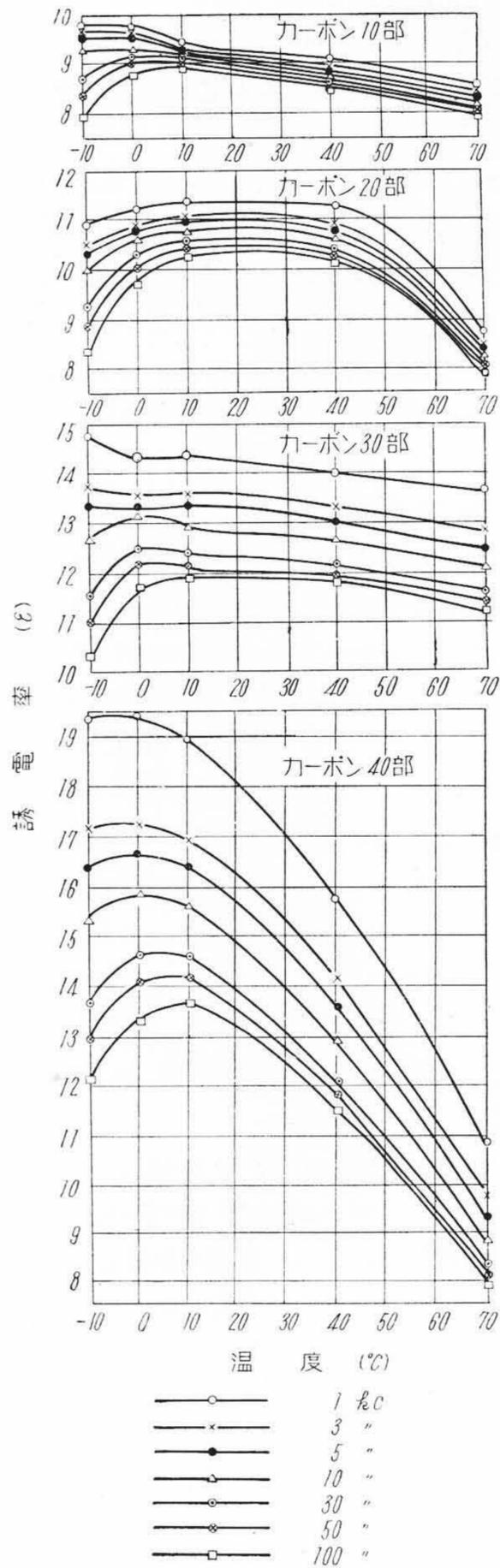
(注) カーボン量 40 部の 0, 10°C の場合は充電電流大のため、破壊に到る前に遮断器が働いて測定が出来なかった。

40 部の場合には 10°C から 70°C の間で減少する傾向が特に著しい。誘電率の周波数特性は第 7 図(次頁参照)に示すように周波数が大きくなるにしたがって各温度とも誘電率は小さくなる傾向を示しゴム配合の場合と同一傾向である。この減少の傾向はカーボン量が 40 部から 10 部に減少するにしたがって、次第に平坦になるようである。

つぎにカーボン配合量と誘電正切との関係は第 8 図(次頁参照)に示すようにカーボン量が増加するにしたがって、誘電正切は各測定温度とも著しく増加する傾向にある。

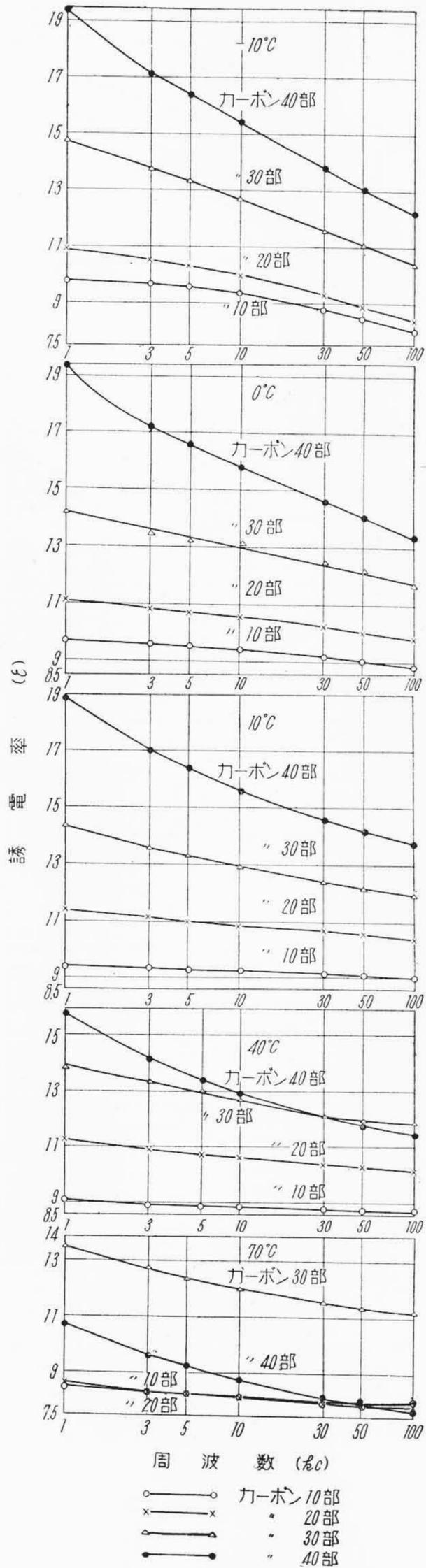


第5図 合成ゴム(ネオプレンGNA)混和物の各温度におけるカーボン配合量と誘電率の関係  
 Fig.5. Relation between Carbon Concentration and Dielectric Constant of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds Varying the Temperature

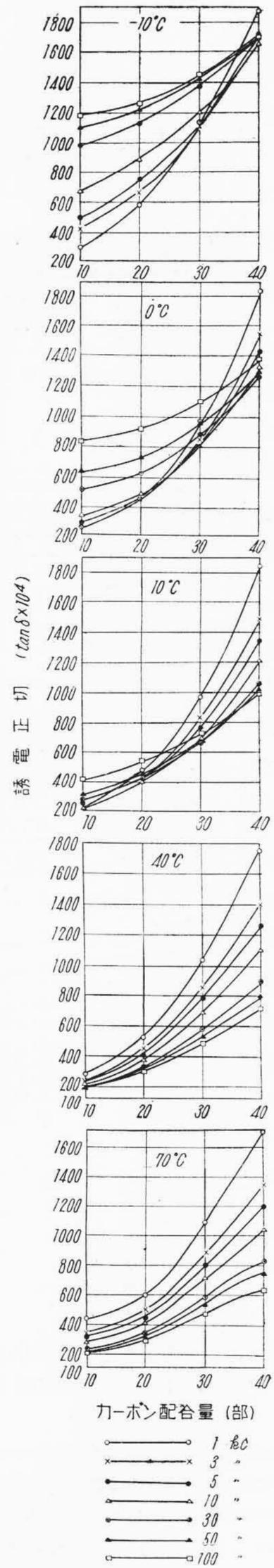


第6図 合成ゴム(ネオプレンGNA)混和物のカーボン量変化による誘電率と温度との関係  
 Fig.6. Relation between Dielectric Constant and Temperature of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds Varying the Carbon Concentration

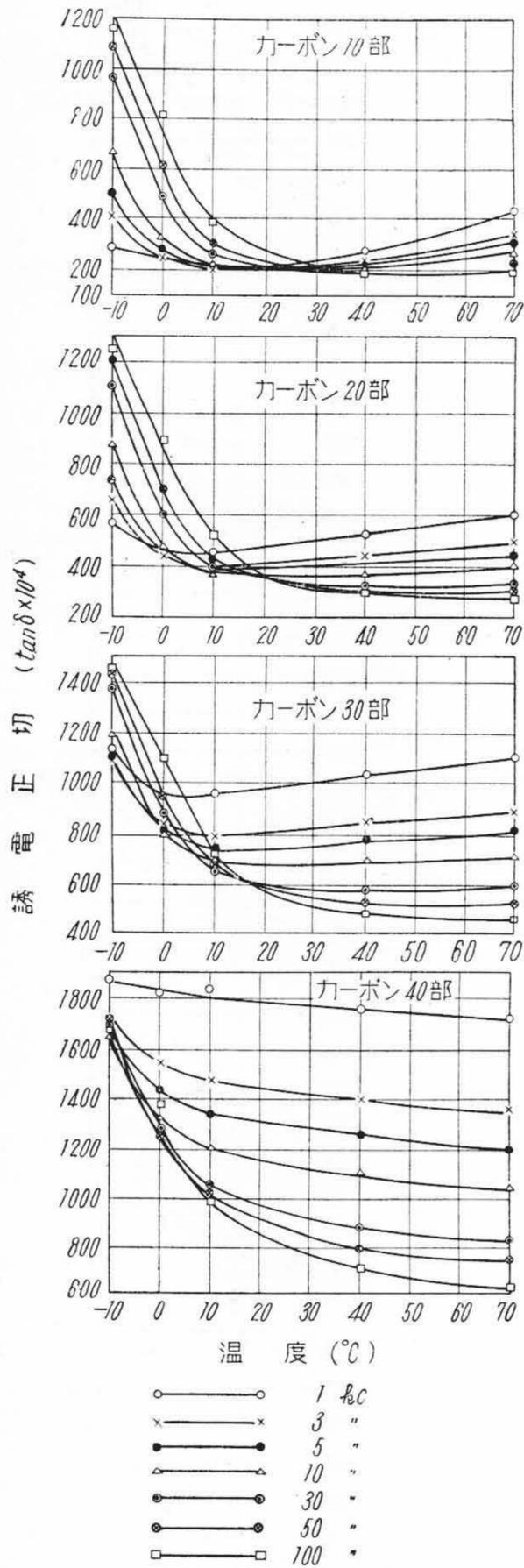
誘電正切と温度との関係は第9図(第84頁参照)のように、 $-10^{\circ}\text{C}$  から  $10^{\circ}\text{C}$  の間では誘電正切は急に減少し、 $10^{\circ}\text{C}$  から  $70^{\circ}\text{C}$  の範囲では次第に平坦な傾向を示している。誘電正切の周波数特性は第10図(第84頁参照)に示す通りであり、 $-10^{\circ}\text{C}$  ではカーボン40部の場合には平坦



第7図 合成ゴム(ネオプレン GNA)混和物のカーボン量変化と各温度における誘電率の周波数特性  
 Fig. 7. Carbon Concentration and Frequency Characteristic of Dielectric Constant Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds Varying the Temperature

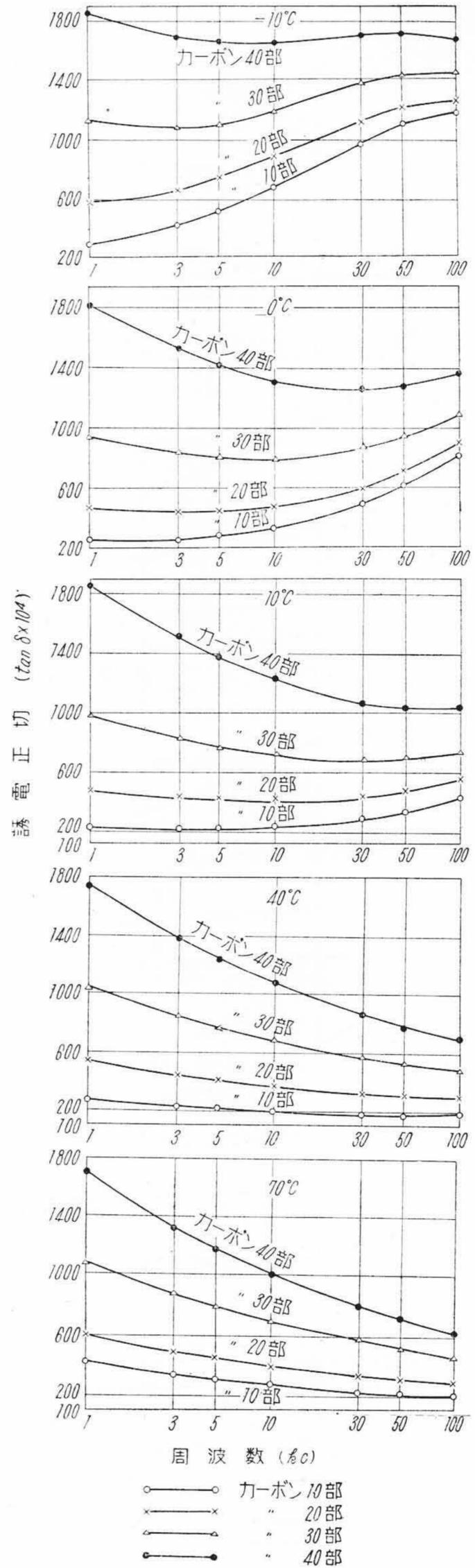


第8図 合成ゴム(ネオプレン GNA)混和物の各温度におけるカーボン配合量と誘電正切(tan δ)との関係  
 Fig. 8. Relation between Carbon Concentration and Dielectric Loss of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds Varying the Temperature



第9図 合成ゴム(ネオプレンGNA)混和物のカーボン量変化による誘電正切 ( $\tan \delta$ ) と温度との関係

Fig.9. Relation between Dielectric Load and Temperature of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds Varying the Carbon Concentration



第10図 合成ゴム(ネオプレンGNA)混和物のカーボン量変化と各温度における誘電正切 ( $\tan \delta$ ) の周波数特性

Fig.10. Carbon Concentration and Frequency Characteristic of Dielectric Load of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds Varying the Temperature

第 6 表 合成ゴム (ネオプレン GNA) 混和物のカーボン配合量と比重

Table 6. Relation between Carbon Concentration and Specific Gravity of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds

試料	比重
C-10	1.64
C-20	1.63
C-30	1.58
C-40	1.28

であるが、30, 20, 10 部の場合には周波数が増すと誘電正切は大きくなる。0°C ではカーボン 40 部の場合には多少減少するが、カーボン量 30, 20, 10 部の場合には平坦で次第に上昇の傾向にある。10°C ではカーボン量 40 部の場合には減少し他の配合では平坦である。40, 70°C では反対に周波数が増加すると誘電正切は減少する。

### 〔V〕 カーボン量と物理的諸性質

#### (1) 比重

第 1 表に示したネオプレン GNA 混和物を 140°C で 40 分加硫した試料を用いてピクノメータ法によつて比重を求めた結果は第 6 表の通りである。すなわちカーボン量の増加とともに比重は減少している。

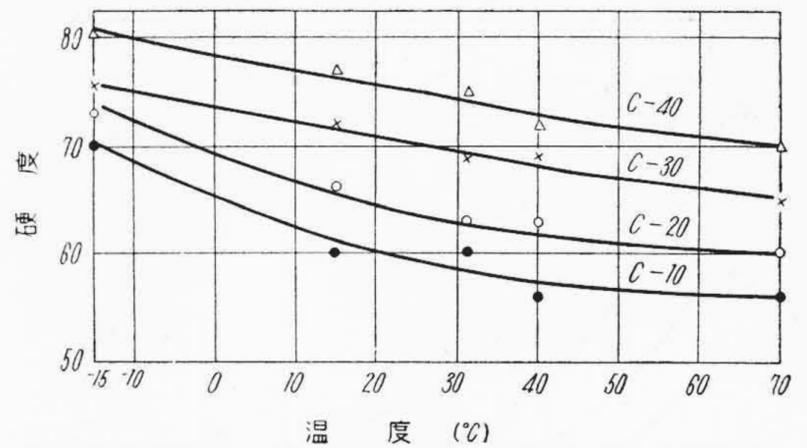
#### (2) 硬度および弾性

JES 硬度は厚さ約 2mm, 大きさ 50×60mm の加硫合成ゴム混和物を 3 枚重ねて約 6mm の厚さとし、下の受台の影響が表われないようにして島津製 JES 硬度計を用いて測定した。その結果は第 11 図に示す通りである。すなわち硬度はカーボン量が増加するとともに増加し、温度が高くなるにしたがつて減少している。その傾向は可塑性の 3 常数のうち  $\eta^*$  と同一傾向を示している。

ショップ弾性値は硬度測定に使用したものと同一試料を使用し、3 枚重ねて約 6mm としてショップ弾性試験機を用いて測定した。ハンマーの重量は 200g, 落下の高さ 250mm とし、第 5 回目の打撃の読みをとつた。その結果は第 12 図の通りであつて弾性はカーボン量の増加にしたがつて減少し、温度の上昇とともに大きくなる傾向がある。測定温度のうち高温部は恒温水槽を使用し、低温度は低温槽を使用した。これらの予熱時間は 30 分である。これは 70°C において予熱時間と硬度および弾性を検討した結果から決定した。なお測定にあつては各温度に保持した試料を恒温水槽、低温槽よりとり出し、直ちに測定したものである。

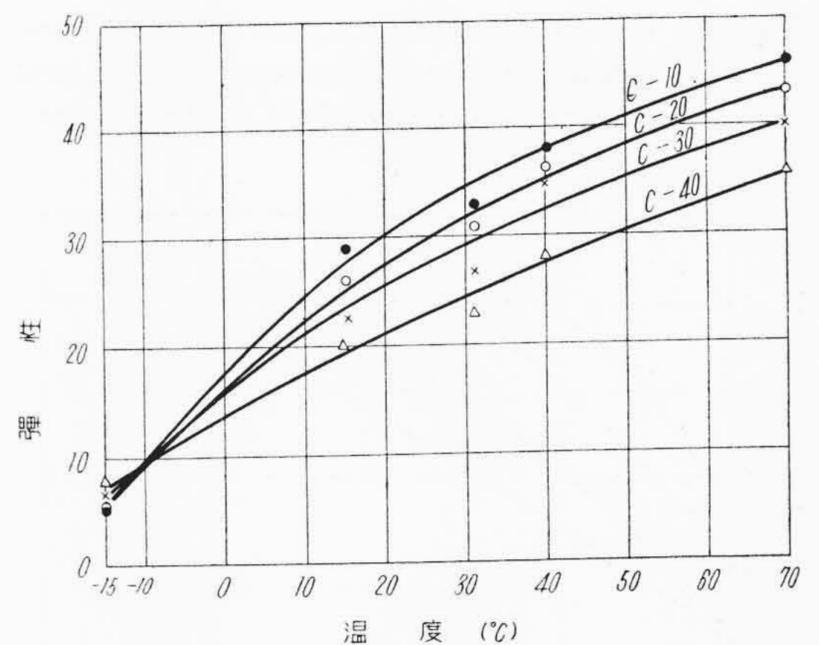
#### (3) 熱空気老化試験

第 1 表配合の合成ゴム (ネオプレン GNA) 混和物より亜鈴型試料を作り、ギヤー式熱空気老化試験機を用いて



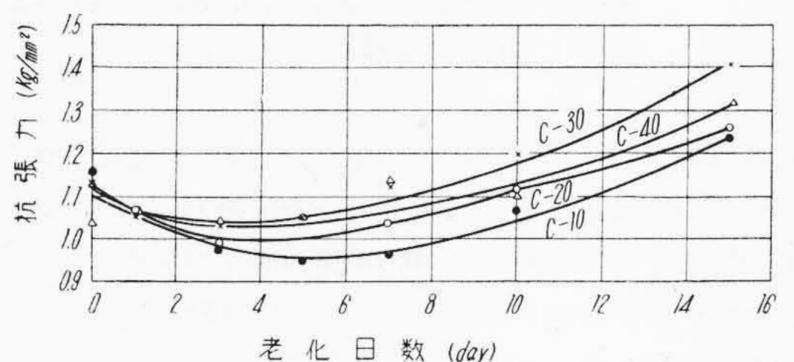
第 11 図 合成ゴム (ネオプレン GNA) 混和物のカーボン配合量と硬度と温度との関係

Fig. 11. Relation between Carbon Concentration, Hardness and Temperature of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds



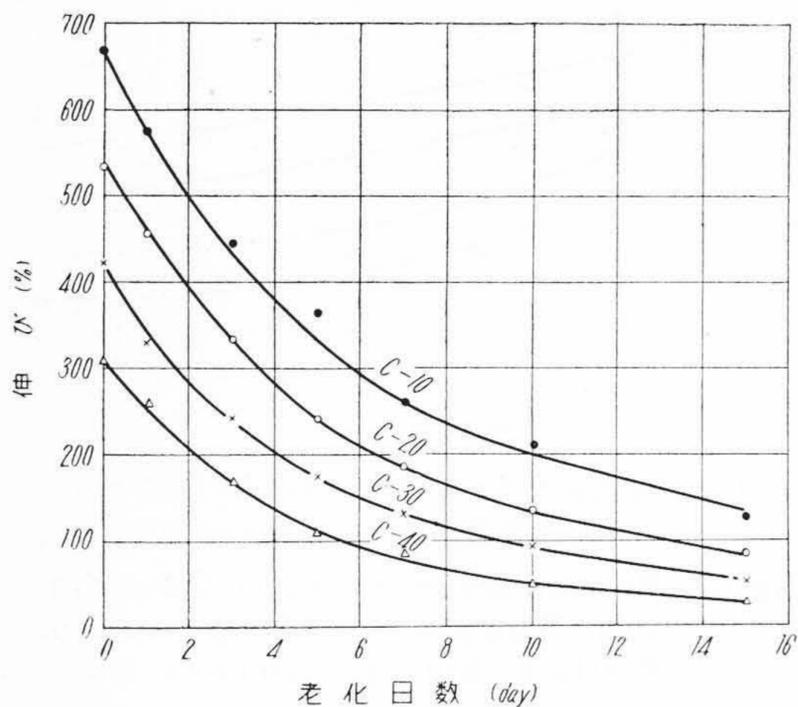
第 12 図 合成ゴム (ネオプレン GNA) 混和物のカーボン配合量と弾性と温度との関係

Fig. 12. Relation between Carbon Concentration, Elasticity and Temperature of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds

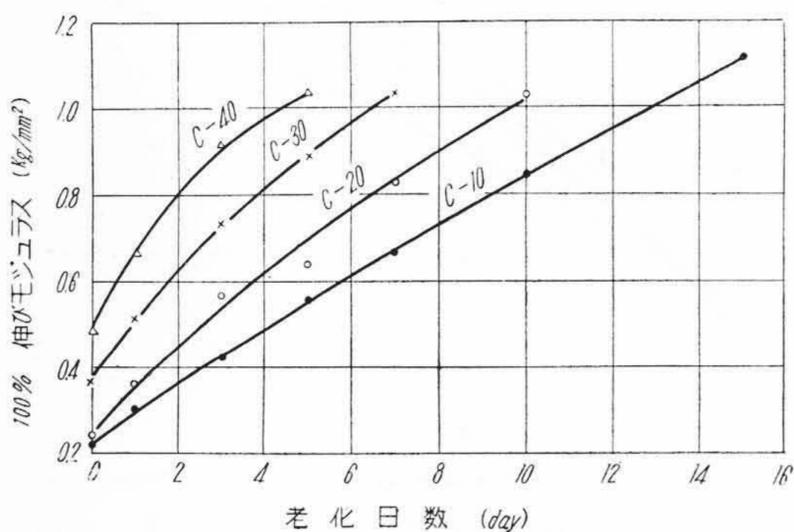


第 13 図 合成ゴム (ネオプレン GNA) 混和物のカーボン配合量と老化日数および抗張力との関係

Fig. 13. Relation between Carbon Concentration, Ageing Day and Tensile Strength of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds



第14図 合成ゴム(ネオプレン GNA)混和物のカーボン配合量と老化日数および伸びの関係  
 Fig. 14. Relation between Carbon Concentration, Ageing Day and Elongation of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds



第15図 合成ゴム(ネオプレン GNA)混和物のカーボン配合量と老化日数および100%伸びモジュラスの関係  
 Fig. 15. Relation between Carbon Concentration, Ageing Day and 100% Elongation Modulus of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds

温度 100°C で 1, 3, 5, 7, 10, 15 日間老化し, 老化が終わってから一度に抗張力試験機を用いて抗張力, 伸びを測定した結果は第13図および第14図の通りである。抗張力については一旦低下した抗張力が老化日数の進むにつれてやや上昇しているが, 伸びは各配合とも老化日数とともに低下して天然ゴムと同様な傾向を示している。伸びはカーボン量が少くなるほど大きくなっている。

100% 伸びモジュラスを測定した結果は第15図に示す通りであつて, カーボン量が多いほど大であり, 老化日数の増加にしたがつて大きくなる。

第7表 合成ゴム(ネオプレン GNA)混和物のカーボン配合量と磨耗率 (%)

Table 7. Relation between Carbon Concentration and Abrasion Ratio of Synthetic Rubber (Neoprene GNA) Compounds

試料	磨耗率
C-10	13.06
C-20	9.31
C-30	6.21
C-40	4.98

(4) 磨耗試験

測定機はウイリアムス試験機を使用し, 試料は摩擦面の大きさ 20×20mm であつて表面のすべりからくる誤差をなくするために 150 回転した後の重量  $W_1$  を原重量とし, さらに 600 回転した後の重量  $W_2$  を測定して磨耗率は次式により求めた。

$$\text{磨耗率} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

磨耗率の測定結果は第7表の通りである。すなわちカーボン量が増加するにしたがつて磨耗率は減少している。

[VI] 結 言

以上を総括すると

(1) 合成ゴム(ネオプレン GNA)混和物のカーボン量を変えたものについて試作押出式プラストメータオリフィス内における流線の分布を写真にとり, その流線の形状は先端が尖つていて, オリフィス周辺は中央部の速度に比較するときわめて小であることがわかつたので流出量に対する理論を適用しうることがわかつた。

(2) 合成ゴム(ネオプレン GNA)混和物のカーボン量を変えた場合の可塑性の3常数  $n, \eta^*, f$  を算出した結果は  $\eta^*$  が最も大きく影響し, カーボン量を 10 部から 40 部に増加することにより  $\eta^*$  は 4.61 から 37.41 と増加して約 8 倍となり可塑性は非常に減少する。

(3) 合成ゴム混和物としてネオプレン GNA 混和物についてカーボン配合量と電気的諸性質を実験した結果は

- (A) 固有抵抗はカーボン量が 10 部から 40 部と増加するにしたがつて低下する傾向にある。
- (B) 絶縁耐力はカーボン量が10部から40部の間ではカーボン量の増加するにしたがつて減少してゆく。
- (C) カーボン量と誘電率の関係は, カーボン量が 10 部から 40 部に増加するにつれて  $-10, 0, 10^\circ\text{C}$  と誘電率は増加の傾向があるが,  $40^\circ\text{C}$  では 30 部と 40 部の間では増加の程度が小さくなり, 周波数によつては減少するものがある。

(D) カーボン配合量と誘電正切との関係はカーボン量が増加するにしたがって誘電正切は著しく増加する傾向にある。

(4) カーボン配合量と物理的諸性質の実験結果は

(A) 比重はカーボン量が増すにしたがって減少している。

(B) 硬度はカーボン量が増加するとともに増加し、温度が高くなるにしたがって減少している。弾性はカーボン量の増加にしたがって減少し、温度の上昇とともに大きくなる傾向がある。

(C) 抗張力はカーボン量 30, 40 部がよく、伸びはカーボン量が少くなるほどよくなっている。100% 伸びモジュラスはカーボン量が増加するほど大であり、老化日数の増加にしたがって大きくなる。

(D) カーボン量と磨耗率の関係はカーボン量が増加するにしたがって磨耗率は減少している。

以上可塑性および電気的諸性質の面からはカーボン配合量の少い程よく、物理的諸特性の面からはカーボン量が多い程よいことがわかった。

終りに貴重なる御討論御指導を戴いた東北大学林威教

授、鳥山前日立製作所中央研究所所長、御指導御鞭撻を戴いた日立電線工場齋藤工場長、内藤、山野井両部長、久本課長および実験に援助を頂いた試作課の大内、平野、堀口の諸君に厚くお礼申し上げる次第である。

#### 参 考 文 献

- (1) 山本, 大内: 日立評論 35 457 (昭 28-2)
- (2) 山本: 高分子化学(物理) 10(102)405 (昭28-10)
- (3) 山本: 電気三学会連大 105 (昭 28-5)
- (4) 山本: 高分子化学(物理) 11 (110) 227 (昭29-6)
- (5) 山本, 大内: 日立評論 35 (6) 977 (昭 28-6)
- (6) 山本: 高分子化学(物理) 11 (112) 317 (昭29-8)
- (7) 山本, 大内: 日立評論 36 661 (3) (昭 29-3)
- (8) 山本: 電気三学会連大 179 (昭 29-5)
- (9) 山本, 大内: 日立評論 36 (9) 1385 (昭 29-9)
- (10) H. Leaderman, R.G. Smith and R.W. Jones: J. of Polymer Sci, XIV (73) 47~80 (July, 1954)
- (11) L. Leaman: Rubber Age 75 (4) 537~544 (July, 1954)
- (12) E. F. Linhorst: Rub. Chem. and Technology 27 (2) 545~546 (Apr.-June, 1954)

### 日立製作所社員社外寄稿一覧表 (昭和29年11月分受付) (その3)

(第70頁より続く)

寄稿先	題名	執筆者所属	執筆者
オーム社	主幹ケーブルの配列における諸問題	日立電線工場	橋本博治
近畿工業化学会 有機珪素化学部会	$\alpha$ -ナフチルアミノおよび $\alpha$ -ナフチルアミノフェニルシランの合成と性質	中央研究所	高谷通
近畿工業化学会 有機珪素化学部会	芳香族シランと金属塩化物との反応による有機金属化合物の生成	中央研究所	高谷通
プラスチック協会	電力機器用合成樹脂系絶縁ワニス	日立絶縁物工場	松島喬
ジャパンサイエンス レビュー幹事学会	ポンプの最近における動向	亀有工場	寺田進
運輸弘報協会	日立の車輛部門	本社	河合輝
電線工業会	シリコン	日立電線工場	渡辺茂隆 吉川充雄
American Institute of Physics	The Transformation of Adsorbed Water upon Solids Surfaces and its Dielectric Losses and Conductivities	中央研究所	黒崎重彦
真空機器協会	空気輸送機について	川崎工場	相沢武夫

# 日立トビック

## 小河内貯水池ダム建設用 25 t ケーブルクレーン 25 t Cable Crane for Dam Construction for Ogouchi Reservoir Dam

東京都小河内貯水池ダム建設用 25t ケーブルクレーンは「たま」号と命名され目下大活躍をしている。その概略仕様はバケツ容量 6 m<sup>3</sup>、荷重 25t、径間 418m、巻上速度全負荷時 90 m/mn、空バケツ時 180 m/mn、巻下速度全負荷時 150 m/mn、横行速度 370 m/mn である。

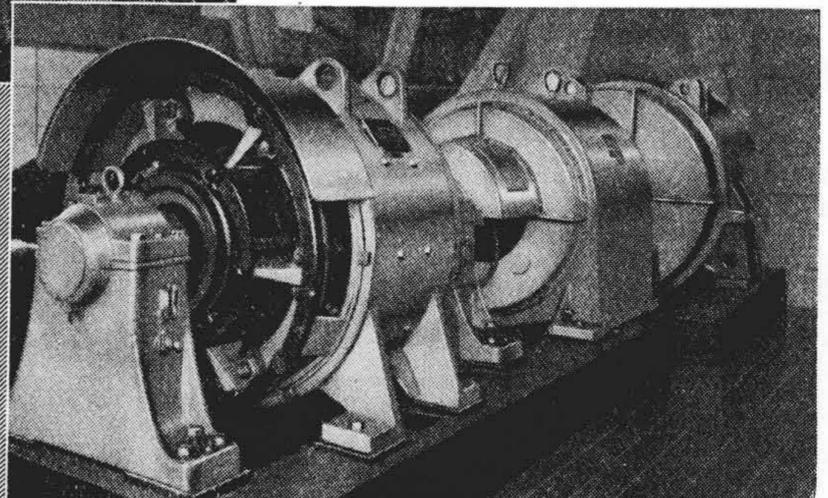
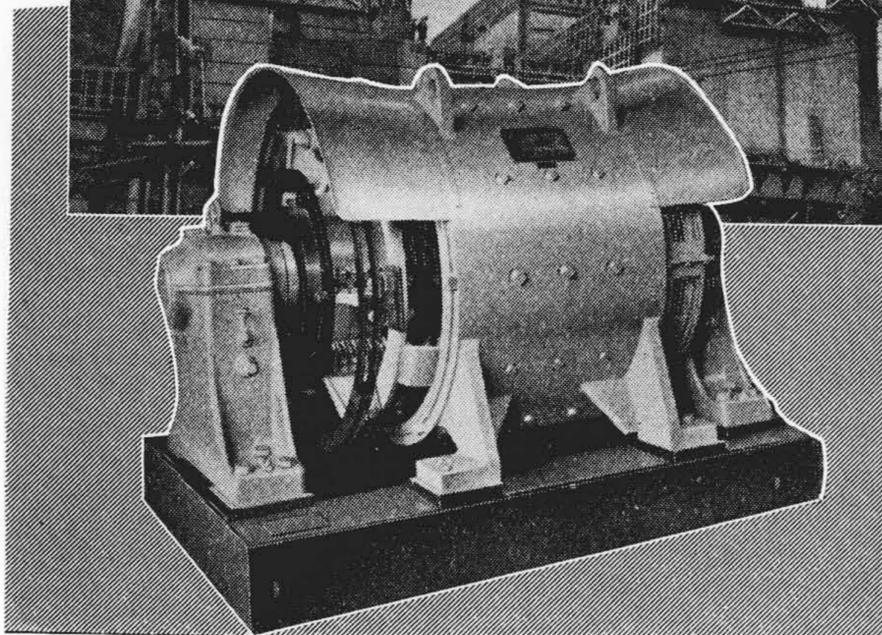
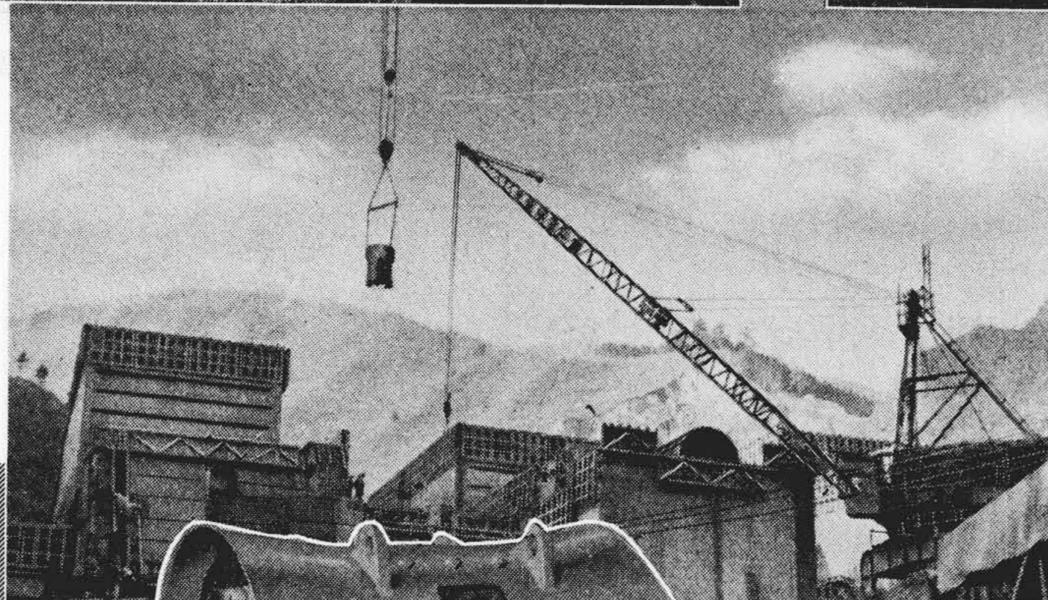
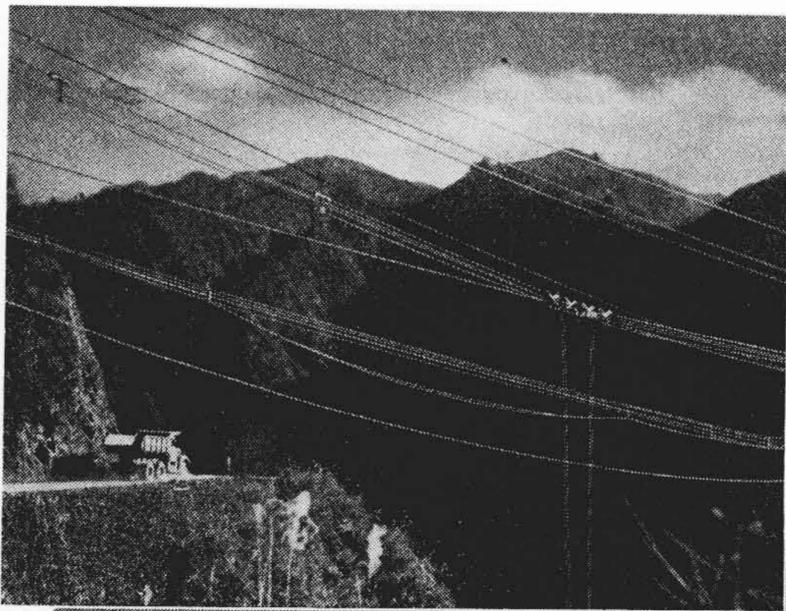
本機は日立製作所において製作されたもので、国産記録製品であるばかりでなく、そのすぐれた性能は世界にも誇りうるものである。

特筆すべき特長はロープ索引式無衝撃キャリヤを用いた日立独得の機構を備えておくことで、キャリヤは専用の曳索に固定され、曳索はトロリと常に一定比の速度で

移動して、キャリヤがトロリと両塔間を常に等区分するごとく移動しつゝ巻上索を支持するので、全然衝撃がない。しかも区分距離は必要な精度を有し、調整は点検時にトロリを片側に寄せるだけでよく、本装置の完成によつて多年各国でも困難視されていた高速ケーブルクレーンのキャリヤの問題が解決されたものである。

日立製作所はケーブルクレーンの電気品として、巻上用 200 kW 直流電動機 2 台を始め横行用 300 kW 直流電動機 1 台、電動発電機 1 組(巻上用 450 kW 直流発電機、横行用 350 kW 直流発電機、駆動用 750 kW 三相誘導電動機)、励磁機セットなどを併せ納入している。

なお小河内貯水池ダム建設用の機器としてケーブルクレーンの他 9t 37m ジブクレーン、セメント輸送機、セメント車等が日立製作所より納入され現地でそれぞれ活躍している。



### 写真説明

- 上右 「たま号」  
25 t ケーブルクレーン
- 上左 ロープ索引式無衝撃キャリヤと 25 t トロリ
- 中 小河内ダム工事現場
- 下右 25 t ケーブルクレーン用レオナード電動発電機セット  
350 kW D.C.G.-750 kW,  
I.M.-450 kW D.C.G.
- 下左 25 t ケーブルクレーン横行用  
300 kW 電動機