

合成ゴムの絶縁電線への応用 (第7報)

—ネオプレンの加硫特性と充填剤の補強効果—

The Application of Synthetic Rubbers to Insulated Wire and Cable (Part VII)

—The Vulcanization Properties and Filler Reinforcement of Neoprene Compounds—

牛尾 久* 吉川 充雄*
Hisashi Ushio Michio Kikkawa

内 容 梗 概

ネオプレンを絶縁電線に応用する場合、加硫特性と充填剤の補強効果を明らかにする必要があるが、従来の引張試験のみでは不十分であるため、モジュラスおよびベンゼン中の膨潤度を測定し、架橋結合数を求めて考察を行った。加硫反応はモジュラスの変化から、一次反応であることが確かめられ、活性化熱は約 16 kcal である。モジュラスによる架橋度は、充填剤の配合により著しい差を示すが、膨潤後の架橋度は、充填剤には無関係に一定であり、純ゴムの場合と一致する。充填剤の補強効果は、カーボンブラックが最大であり、白色充填剤にはほとんど認められず、ハイシルが中間であり、カーボンブラックは HAF が特にすぐれている。充填剤の配合は、用途により慎重な考慮を要する。

〔I〕 緒 言

ネオprenは耐老化性、耐候性、耐蝕性、耐油性がすぐれ、機械的にも強靱であり、さらに難燃性であるため電線およびケーブルの保護被覆としてもつとも適当した材料である。わが国でも数年以前から一般に使用され始め、最近では用途も確立し、需要も急激に増大してきている⁽¹⁾。すでに筆者らは、ネオプレンの一般的特性⁽²⁾と耐候性⁽³⁾について本誌上に報告したが、引続きネオprenについて最高の特性を発揮させるため研究を進めている。

ネオprenを使用するに当つてもつとも重要なことは、ネオpren混和物の加硫特性と、充填剤の補強効果をあきらかにすることである。いずれも天然ゴムと異なつた点があり、基礎的に究明する必要がある。これらの特性を検討する場合に、従来は主として引張強さと伸びの変化から考察されてきたが、これでは不十分であり、モジュラスと溶剤中の膨潤度から加硫の架橋結合数を求めるとさらに直接的な知見が得られる。本報にはカーボンブラックを配合した試験配合について、加硫温度と加硫時間を変えて架橋結合数の変化を測定して加硫特性を考察し、ついで代表的な数種類の充填剤について補強効果の比較を行った結果を報告する。

〔II〕 モジュラスおよび膨潤度と架橋結合数

ゴムの加硫はゴム分子間に架橋化をおこす反応がおこることによつて進行する。ゴムに充填剤を配合するとゴム分子間の架橋化のほかにさらにゴム分子と充填剤粒子の間にも Van der Waals 力⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾あるいは化学結合⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾により一種の架橋化に相当する結合ができる。この

結合の強さは充填剤の種類によつて異なり、充填剤の補強効果をもつとも直接的に表わす尺度となる。したがつて加硫にともなう架橋結合数を測定することが、加硫特性および充填剤の補強効果を究明する上にもつとも基礎となる。

充填剤を含まない純ゴムについては、ゴム弾性の理論からモジュラス τ と 1g 当りの架橋結合数 ν_m (mol) と間に次の (1) 式が成立する⁽¹⁰⁾。

$$\left. \begin{aligned} \tau &= 2RT\rho_1\nu_m\varphi(\alpha) \\ \varphi(\alpha) &= \alpha - \frac{1}{\alpha^2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

R : 気体定数
 α : L/L_0 (L, L_0 はそれぞれ伸長時の長さと同原長)
 T : 絶対温度
 ρ_1 : ゴムの密度

また加硫ゴムを液体に浸漬した場合の膨潤度 v_2 と架の橋結合数 ν_s との間に次の (2) 式が成立する⁽¹¹⁾⁽¹²⁾。

$$\nu_s = \frac{-[\ln(1-v_2) + v_2 + \mu v_2^2]}{2V_1\rho_1\left(v_2^{\frac{1}{3}} - \frac{v_2}{2}\right)} \dots\dots\dots (2)$$

μ : ゴム—溶媒の相互作用を表わす定数 (ネオpren—ベンゼンでは $\mu=0.302$)⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾
 V_1 : 溶媒の分子容

純ゴムについては ν_m と ν_s が一致する。

充填剤を含んだ加硫ゴムにも (1) 式の関係が根本的に成立することが最近ブチルゴム⁽¹⁵⁾、GR-S⁽¹⁶⁾のカーボンブラック配合について証明された。A.M. Bueche 氏⁽¹⁷⁾はネオprenのカーボンブラック配合についてモジュラス測定値から (1) 式に適当な容積補正をおこない架橋結合数を算出し、充填剤粒子の表面積と関連して充填剤の補強効果を論じている。さらに同氏ら⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾は珪素ゴム—シリカ配合についてもモジュラスと膨潤度から架橋結

* 日立電線株式会社電線工場

合数を求め、両者がよく一致することを述べている。しかしモジュラスから得られる結合数の方が大であつて、ゴム-充填剤間の結合のなかには膨潤によつて切断される結合(いわゆる二次的結合)が含まれることの方が一般的と考えられる。したがつてモジュラスと膨潤による架橋結合数を同時に比較することは重要な意味があろう。

(1) 式および (2) 式に対する容積補正を行つた式として筆者らは次の (3) および (4) 式⁽¹⁸⁾を用いた。

$$\tau = 2RTv_0\rho_1\nu_m\varphi(\alpha) \dots\dots\dots (3)$$

v_0 : 加硫物中のゴムの体積分率

$$\nu_s = \frac{-[\ln(1-v_2) + v_2 + \mu v_2^2]}{2V_1\rho_1\left(v_0^3 v_2^{3/2} - \frac{v_2}{2}\right)} \dots\dots\dots (4)$$

〔III〕 実験方法

(1) モジュラスの測定方法

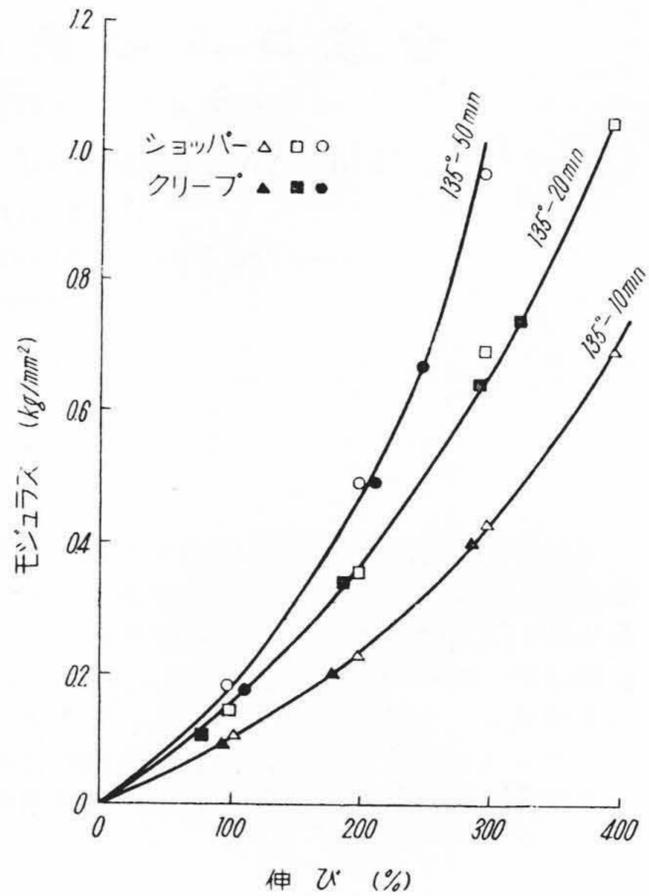
JIS ダンベル3号型試料についてショッパー引張試験機を用い、引張速度 340 mm/min 温度 20±0.5°C で測定を行い4試料の平均値をとつた。

ゴム充填剤系加硫ゴムでは、二次的な結合があり、かなり粘弾性的な性質があることが予想される。したがつてモジュラス測定の場合には、時間の影響が入ってくるので、クリープの起らない瞬間的な値をとらなければならない。本実験ではモジュラス測定は、引張試験機を用いたが、この問題について検討してみる必要がある。一般には応力緩和かクリープを測定して、モジュラスを求めることが行われる。

筆者らは、厚さ 1.0±0.1 mm JIS ダンベル3号型ゴム試料に 20°C で一定荷重をかけ、時間と伸びの関係を測定して、時間 t=0 の伸びを外挿より求め、伸びとモジュラスの関係をショッパー引張試験機の結果と比較した。第1図に第1表配合の黒色ネオプレン混和物について、加硫条件を変えて測定した結果を示したが、ほぼ一致していることを確かめた。将来はさらに正確なモジュラス測定装置を組立てる考えである。

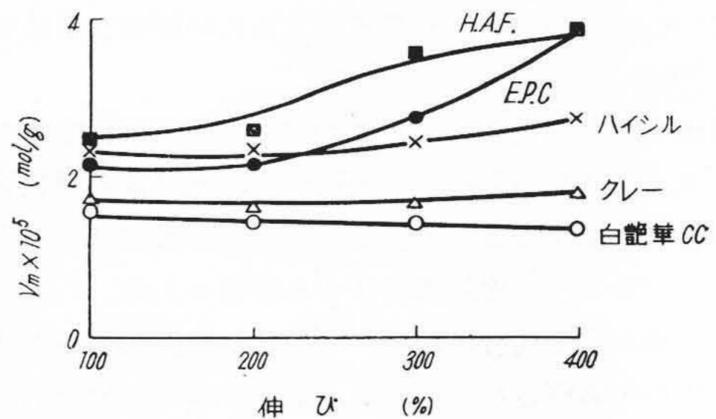
なお同一配合ゴムについて伸びを変えてモジュラスを測り、(3) 式から ν_m を求めると、 ν_m は伸びによつて変化する結果となる。各種充填剤について配合量が10部および50部の配合で 135°C-50 分の加硫ゴムについて伸びと ν_m の関係を第2図に示した(配合は第2表に示した)。

白色充填剤の場合は、伸びはほとんど影響しないが、カーボンブラックの場合は 200% 以上の伸びでは ν_m が大きくなる傾向が認められる。これは弾性以外たとえば結晶化などの因子が入るためと考えられる。200% 以下のモジュラスは今回の測定法では誤差が大きいため、以下の考察は 200% モジュラスについておこなつた。

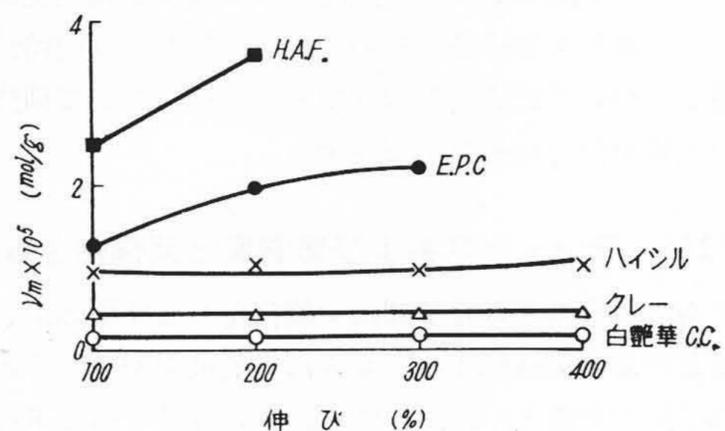


第1図 ショッパー試験とクリープ試験によるモジュラスの比較

充填剤10部配合



充填剤50部配合



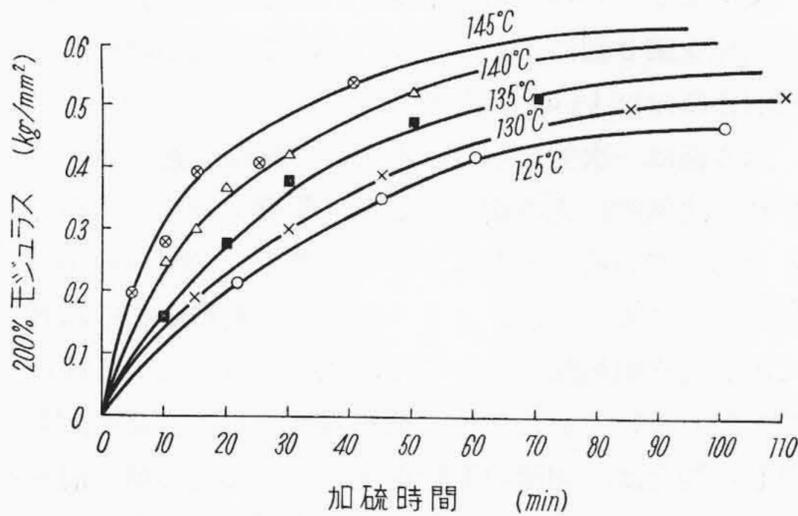
第2図 モジュラスより求めた架橋結合数 ν_m の伸びによる変化 (加硫条件 135°C-50分)

第1表 カーボンブラック配合および加硫条件
(1) カーボンブラック配合

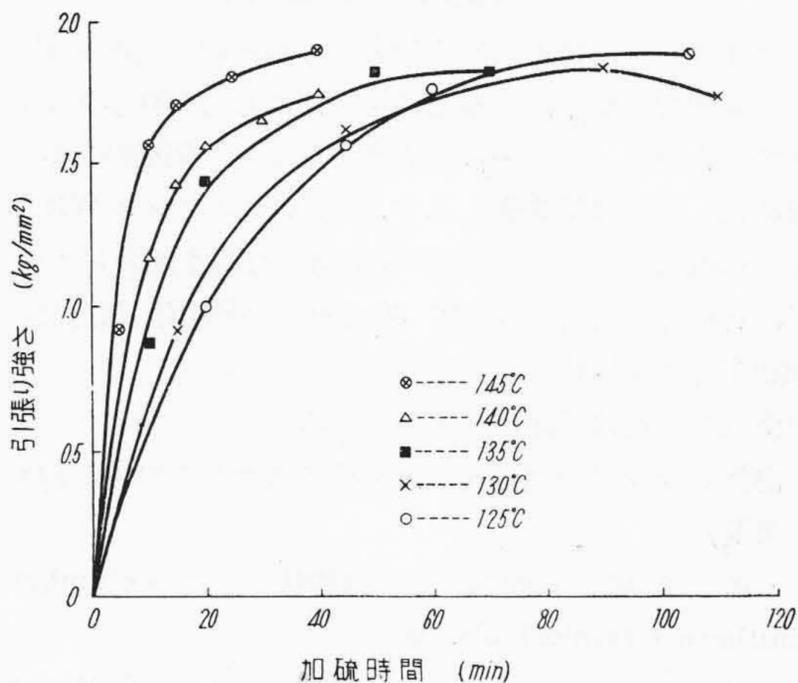
配合剤	配合量
ネオプレン WR-T	100.0
酸化マグネシア	4.0
亜鉛華	5.0
滑剤	6.5
操作油	13.0
カーボンブラック	35.0
白色充填剤	20.0
NA-22 (促進剤)	0.35
老化防止剤	3.5

(2) 加硫条件

加硫温度	加硫時間 (min)				
145°C	5	10	15	25	40
140°C	10	15	20	30	50
135°C	10	20	30	50	70
130°C	15	30	45	85	110
125°C	21	45	60	105	—



第3図 加硫時間と200%モジュラスの関係



第4図 加硫時間と引張り強さとの関係

(2) 膨潤度の測定法

2.5×6.3mm厚さ 2.0mm の膨潤試料6枚を正確に秤量する。各試料を秤量ビン中に入れ 40cc の過剰のベンゼン中に浸漬し、20±0.1°C の恒温室中に入れて48時間放置した後試料をとり出し、表面についている余分のベンゼンを濾紙で拭い去り、あらかじめ重さのわかっている秤量ビン中に入れて秤量する。その差が膨潤試料の重量を示す(なお48時間で平衡に達することは重量の時間的变化から確かめた)。膨潤度は膨潤したゴム中のゴムの占める体積分率であり、次式によつた。

$$v_2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{W_a}{W_b} - 1\right) \frac{\rho_1}{\rho_2 \gamma}} \dots \dots \dots (5)$$

W_b, W_a : 膨潤前, 後の重量

γ : 加硫ゴム中のゴムの重量分率

ρ_2 : ベンゼンの密度

(3) ゴムの容積分率

各配合についてゴムの容積分率 v_0 を次式にしたがつて算出した。

$$v_0 = \frac{\rho_3 \gamma}{\rho_1} \times 100 \dots \dots \dots (6)$$

ρ_3 : 加硫ゴムの密度

[IV] ネオプレンの加硫特性

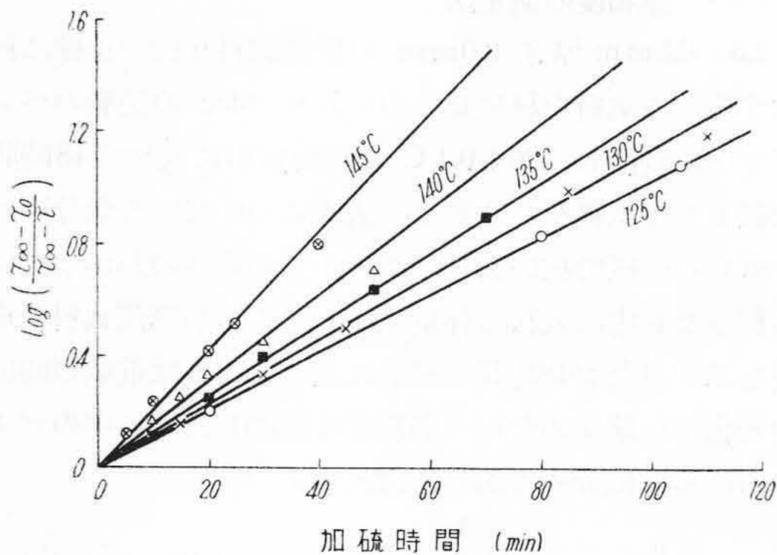
第1表に示した配合のものについて、加硫条件を変え、200%モジュラスおよびベンゼン中の膨潤度を測定した。各温度について加硫時間 t と 200%モジュラス τ の関係を第3図に示した。なお同じく引張強さとの関係を第4図に示した。

いまモジュラスに関する第3図の関係を書き直し、縦軸に $\log\left(\frac{\tau_\infty - \tau_0}{\tau_\infty - \tau}\right)$ をとると第5図が得られる。ただし τ_∞ および τ_0 はそれぞれ加硫時間 $t = \infty$ および $t = 0$ の値である。第5図は原点を通る直線関係となる。(3)式に示すようにモジュラスと架橋結合数は比例するので加硫反応が一次反応の式でまとまることがわかる⁽²⁰⁾。

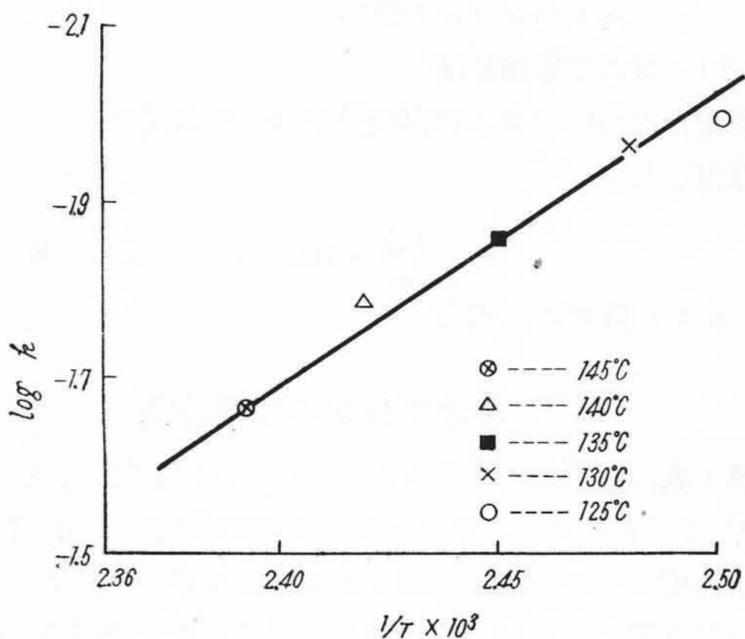
第5図の斜傾から反応速度恒数 k を求め、 $\log k \sim \frac{1}{T}$ (T : 絶対温度)との関係を求めると、第6図に示すようにほぼ直線関係が成立し、活性化エネルギーとして約 16 kcal/mol の値が得られる。

第3図と第4図を比較すればあきらかなように、引張強さについては一次反応の式が成立しない。したがって従来引張試験の測定結果から加硫反応の温度特性を求める場合には、第4図の立上りの直線部分の傾斜から求める以外になかつた⁽²¹⁾。この方法は、実用上の見地からしばらく別としても、化学的にはあまり意味のないこととなる。このことからモジュラスの測定がきわめて重要であることがわかる。

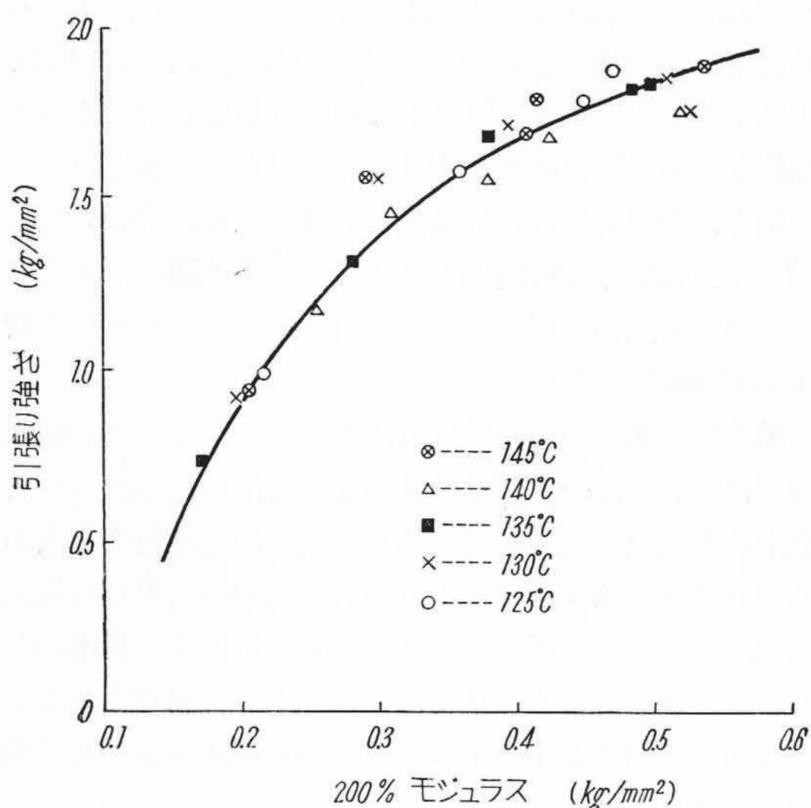
なお引張強さと200%モジュラスとの間に第7図に示



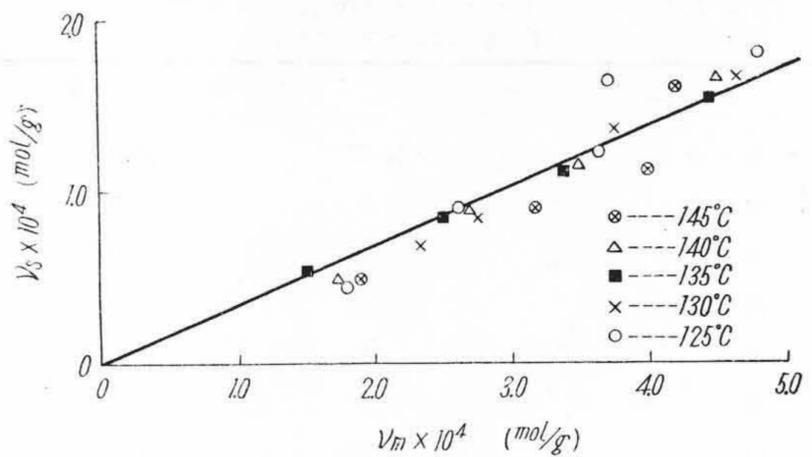
第5図 加硫時間と $\log \left(\frac{\tau_{\infty} - \tau_0}{\tau_{\infty} - \tau} \right)$ との関係



第6図 絶対温度 T と反応速度恒数 k との関係



第7図 引張り強さとモジュラスの関係



第8図 膨潤より求めた架橋結合数 ν_s とモジュラスから求めた架橋結合数 ν_m との関係

す関係が成立する。この実験式を求めると

$$TS = 2.7 \left(1 - \frac{1}{5.69 \times \tau_{200} + 0.345} \right) \dots\dots\dots (7)$$

TS : 引張強さ (kg/mm^2)

τ_{200} : 200% モジュラス (kg/mm^2)

(7) 式の関係は P.J. Flory 氏⁽²²⁾ が結晶性ゴム状物質の引張強さに関して出した関係式より説明が可能である。

モジュラスから得られる ν_m と膨潤から得られる ν_s との関係を図8に示した。 ν_m と ν_s の比は加硫程度には無関係にほぼ $1/3$ の一定の値を示している。

第8図は一次的な結合にもとづく架橋が進行すれば、それと比例的に充填剤にもとづく架橋も増加してゆくことを示している。一般にカーボンブラック配合の場合、加硫条件によつてモジュラスが非常に変化するのに対して、白色充填剤配合のものは、加硫条件によつてほとんど変化しない。したがつて補強効果の大きな充填剤を使用した場合は、加硫の進行程度によつて充填剤の補強効果が著しく変つてくることゝがきらかである。これについては A.M. Bueche 氏は理論的に考察している⁽¹⁸⁾。

〔V〕 充填剤の補強効果

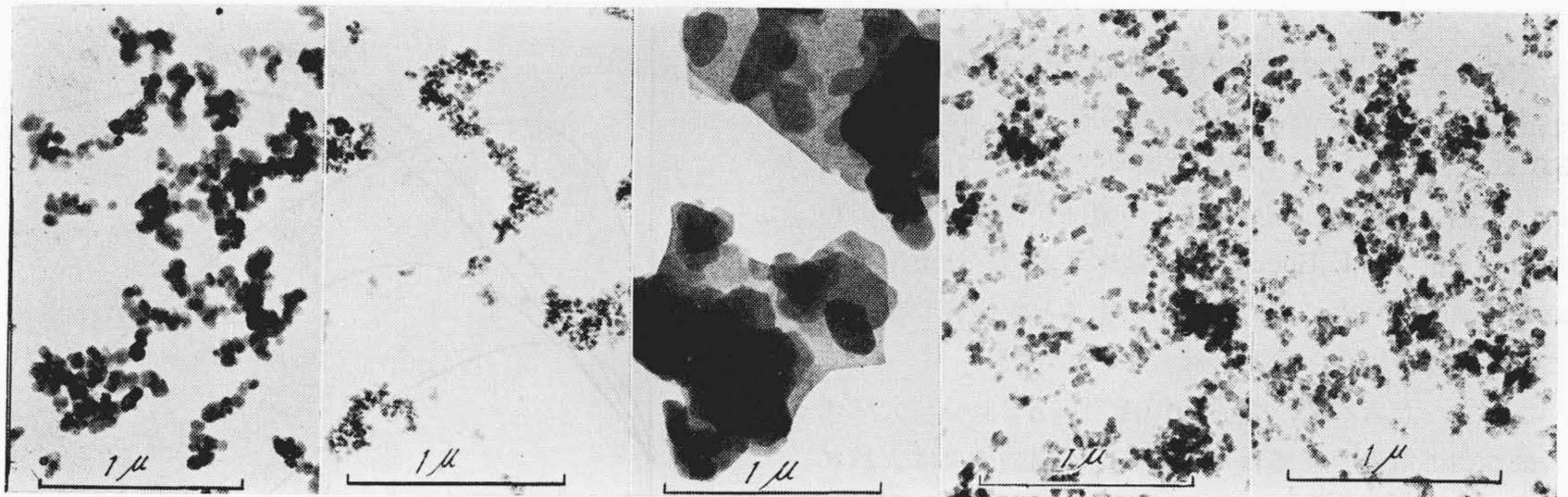
ネオプレンに使用される代表的な数種の充填剤を配合した混和物につき、加硫条件を一定にして 200% モジュラスおよびベンゼン中の膨潤度を測定し、架橋結合数を求めた。配合は第2表に示すように、ネオプレン WR-T 型に加硫剤と老化防止剤のみを加えた基本配合について、各種充填剤を 10, 20, 30, 50 部 (PHR) 加えた。加硫条件は 135°C—50 分である。

供試配合剤は下記の5種類である。

白艶華 c. c. (表面処理した沈降炭酸カルシウム, 白石工業製)

ハイシル 202 (表面処理した微粉状シリカ Columbia-Southern Chemical Co. 製)

ホワイトテックス (ゴム用煨焼クレー, Southern Clay Co. 製)



日艶華 c.c. ハイシル 202 ホワイトテックス E. P. C. H. A. F.

第9図 各種充填剤の電子顕微鏡写真

E. P. C. (Continental A A Continental Co. 製)

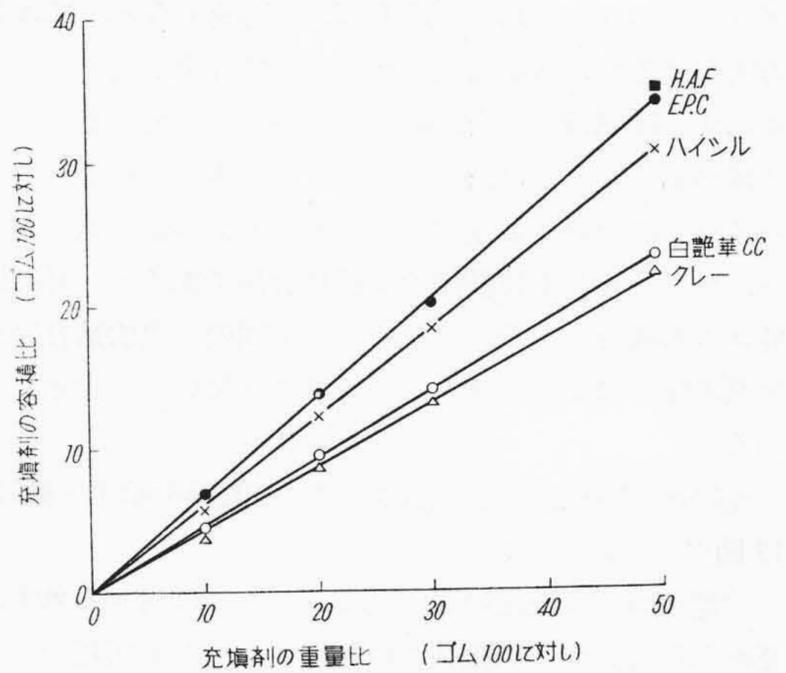
H. A. F. (Philblack O Phillips Chemical Co. 製)

これら充填剤の電子顕微鏡写真を第9図に示す。

同じ重量比で充填剤を配合しても容積比は充填剤によつて異なるのでその関係を第10図に示す。

各種充填剤配合について配合量と v_m および v_s との関係を示すと第11図のようになる。

充填剤を配合しない純ゴムでは、 v_m と v_s はほぼ一致している。充填剤を配合すると、補強効果の大きい充填剤では、 v_m は著しく増大するが、 v_s の増大はわずかであり、H. A. F. 以外は配合量を変えても v_s はほぼ一定である。白艶華 c.c. では、 v_m についてもほとんど増大がみとめられない。 $v_m - v_s$ の値は、膨潤によつて切断される結合であり、充填剤の補強効果をもつともあきらかに示すものと考えられる。充填剤を配合した場合の v_s と純ゴムの v_s との差がゴムと充填剤間の結合のうち膨潤



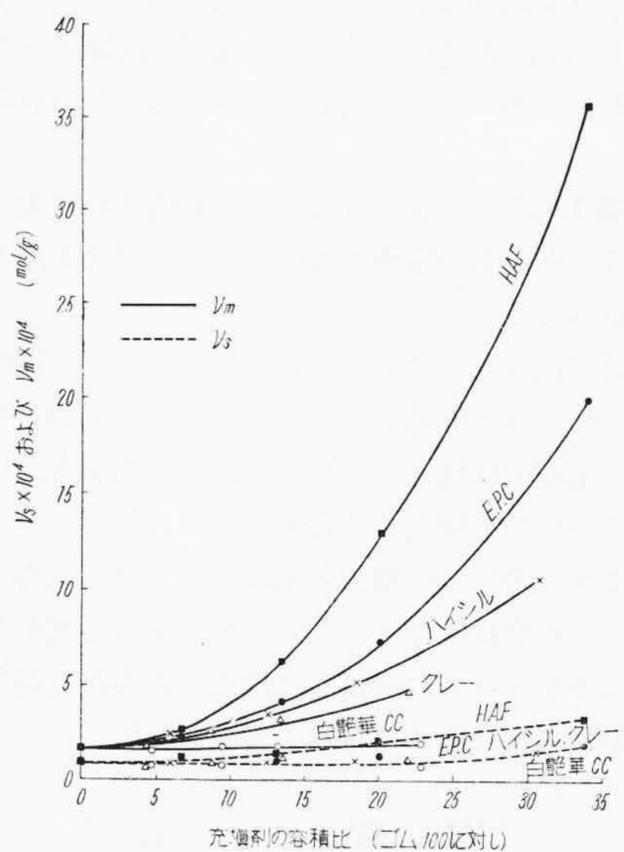
第10図 充填剤の重量比と容積比の関係

第2表 各種充填剤配合
(1) 基本配合

配合剤	配合量
ネオプレン WR-T	100.0
酸化マグネシア	4.0
亜鉛華	5.0
NA-22 (促進剤)	0.4
老化防止剤	2.0

(2) 充填剤配合

充填剤	配合量	配合量			
		I	II	III	IV
ハイシル	H	10	20	30	50
クレー	K	10	20	30	50
白艶華 c.c.	S	10	20	30	50
E. P. C.	E	10	20	30	50
H. A. F.	B	10	20	30	50



第11図 充填剤の容積比と v_s , v_m との関係

によつても切断されない部分を示すものと考えられる。

さきに〔IV〕節で加硫特性を検討した場合、第8図に示すように ν_m/ν_s が加硫程度を変えても、ほぼ一定で3.0になつたのは、この配合についてだけであり、一般には ν_m/ν_s の比が一定でも3.0の値は変化することがわかる。また A. M. Bueche 氏が珪素ゴムのシリカ配合で ν_s と ν_m がきわめてよい一致を示すことを報告したが、これも特殊な場合と考えられる。

このような考察は、最近古川氏⁽²⁴⁾らによつて天然ゴムについて報告されており、充填剤の補強効果は天然ゴムとネオプレンについて、かなり差異があるようである。

供試充填剤について $\nu_m-\nu_s$ の値から補強効果を比較すると、カーボンブラック H. A. F., E. P. C. およびハイシル202, クレー, 白艶華 c. c. の順となる。カーボンブラックの H. A. F. と E. P. C. を比較すると、H. A. F. の方がはるかに ν_m は大でゴムとの結合力が大きいことを示す。H. A. F. の方が耐摩耗性がすぐれていることと関係があることと思われる。白色カーボンと称せられるハイシルは白色充填剤中では、もつとも ν_m の値が大きい、ただいずれも膨潤後の架橋結合数である ν_s の値は、純ゴムの場合と大差なく、ゴム分子間の一次的結合は充填剤の配合によつてほとんど影響されないことを示している。

充填剤の容積比と引張強さ、伸びの関係を示すと第12, 13図のようになる。

白艶華c.c. は上記のようにモジュラスに対する効果は認められないが、引張強さは増大する。なお実用上の強靱さは引張強さよりもモジュラスで決定されてるものと考えられる。これに対してカーボンブラックはモジュラスは出るが伸びが低下する傾向が大きい。特にネオプレンの老化では、硬化による伸びの低下が問題になるから用途によつては、白色充填剤を混用することが有利である。

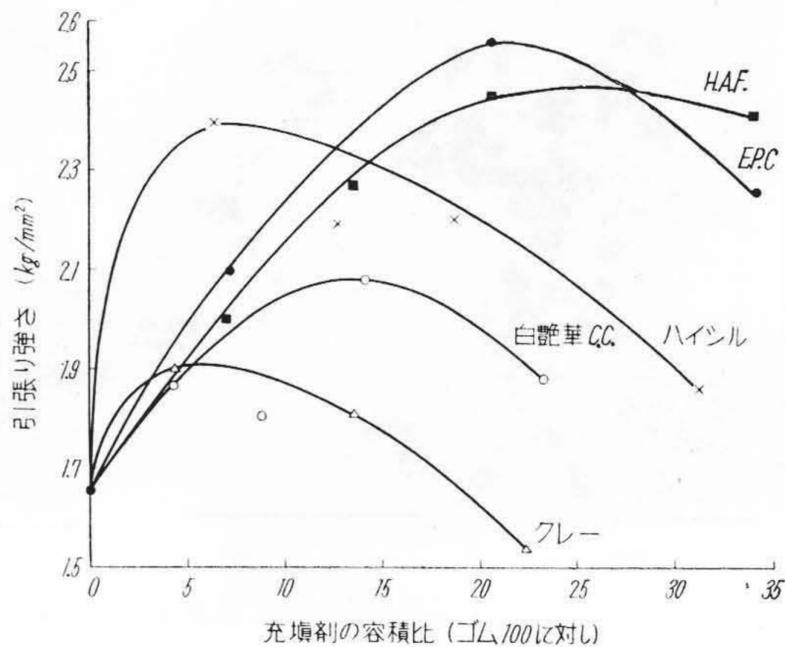
また第13図に示されるように引張強さの極大値を示す配合量が充填剤の種類によつて著しく異なる点も注目する必要がある。

なお耐油性はネオプレンにおいては、重要な特性であり、ベンゼン中の膨潤度から ν_s を求めることは、耐油性の検討に基礎的に役立つが、さらに膨潤剤を変えた場合の影響についても検討する必要がある。

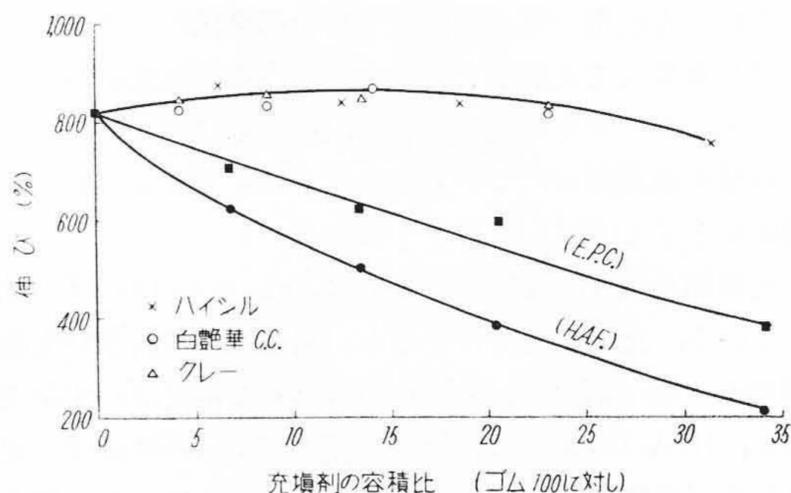
一般にゴムの場合の補強効果はモジュラス以外に引張強さ、伸び、耐摩耗性などをあわせ検討する必要がある。これらはモジュラスに比較してはるかに複雑な現象であつて詳細な考察は改めて行うこととした。

〔VI〕 結 言

以上報告した結果を要約すれば次のようになる。



第12図 充填剤の容積比と引張強さの関係



第13図 充填剤の容積比と伸びの関係

(1) 従来ゴム混和物の加硫程度は、主として引張強さと伸びで表わされてきたが、膨潤度、モジュラスから架橋度を求めるとさらに精密な知見が得られる。

(2) ネオプレンの加硫は一次反応にしたがい、活性化エネルギーは約 16 kcal/mol である。

(3) モジュラスから求められる架橋結合数 ν_m はゴム分子間および充填剤ゴム分子間の架橋の総和を示し、 $\nu_m-\nu_s$ は膨潤によつて切断される部分の結合数を示すものと考えて考察することができる。

(4) ν_m の値を充填剤について比較すると著しい差があり、カーボンブラック H. A. F., E. P. C., ハイシル, クレー, 白艶華 c. c. の順に小さくなる。これに対して ν_s は充填剤を配合しても大差なく純ゴムにほぼ等しい値を示す。

(5) カーボンブラックは補強効果が、もつとも大であるが、特に H. A. F. はゴムとの結合力が大きい。一般の白色充填剤はほとんど結合力がなく、ハイシルは中間にある。

引続き各種合成ゴムと天然ゴムとの比較、モジュラス

と他の機械的強度との関係、膨潤剤の影響などについても実験を進め、実用配合改善の資料としたい考えである。

参考文献

- (1) 電線工業会調査部：電線時報 9, 2, (1956)
- (2) 吉川, 福田, 渡辺：日立評論, 35, 721 (1953)
- (3) 福田, 吉川：日立評論, 37, 1451 (1955)
- (4) F.H. Amon, W.R. Smith, F.S. Thomhill: Ind Eng Chem Anal Ed., 15, 256, (1943)
- (5) E.M. Dannenberg: Ind. Eng. Chem, 40, 2119 (1948)
- (6) D. Parkinson: Trans Inst Rubb Ind, 25, 267 (1947)
- (7) W. J. S. Nauton, J. R. S. Waring: Trans Inst Rubb Ind, 14, 340 (1939)
- (8) R. S. Stearns, B. L. Johnson: Ind Eng Chem, 43, 146. (1951)
- (9) F.S. Thomhill, W.R. Smith: Ind Eng Chem 34 218 (1942)
- (10) P. J. Flory: Chem Rev, 35, 51 (1944)
- (11) P. J. Flory, J. Rehner: J. Chem, Phys, 11, 521 (1943)
- (12) 中島：高分子展望, 第3集, 21 (1951)
- (13) R.L. Scott, M. Magat: J. Polym Sci, 4, 555 (1949)
- (14) D.E. Andersen, P. Kovacic: Ind Eng Chem 47, 171 (1955)
- (15) R. Zapp, E. Guth: Ind Eng Chem, 43, 146 (1951)
- (16) R. S. Stearns, B. L. Johnson: Ind Eng Chem, 43 146 (1951)
- (17) A.M. Bueche: J. Appl. Phy, 23, 154 (1952)
- (18) A.M. Bueche: J. Polym. Sci., 15, 105 (1955)
- (19) E. L. Warrck, P. C. Lauterbur: Ind. Eng. Chem., 47, 486 (1955)
- (20) G. Gee, S.H. Morrell: Rubb. Chem. and Tech 25, 454 (1952)
- (21) 山本, 伊勢：日立評論, 36, 1007 (1954)
- (22) P.J. Flory, N. Rabjohn, M.C. Schaffer: J. Polym Sci., 4, 222 (1949)
- (23) N. Catton, D. Thompson: Rubb. Chem. and Tech., 22, 812 (1949)
- (24) 古川, 山下, 伊藤：日化第9年会, 18076, (昭31-4)



特許の紹介

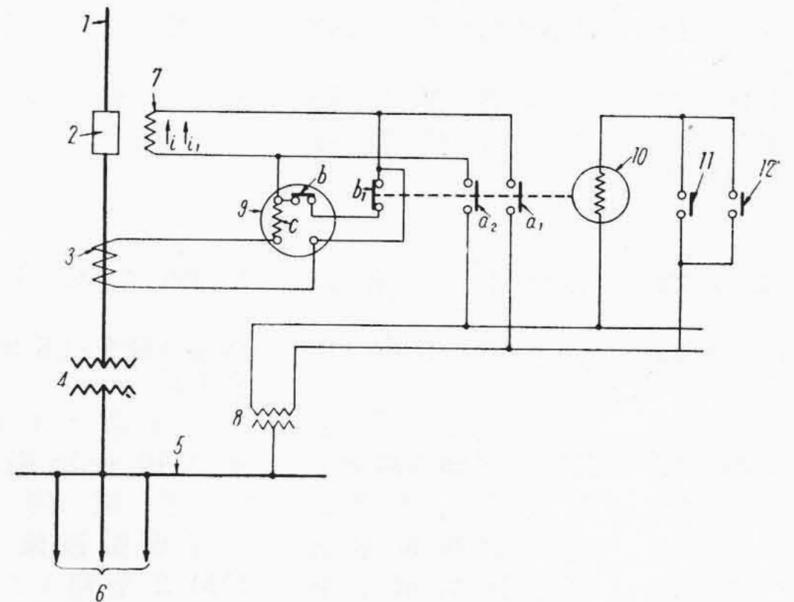


特許第226639号

池田正一郎

遮断器引外作動装置

ユニットサブステーションの故障時に主回路の自動遮断を確実にするための発明である。すなわち主回路変圧器の故障でブッフホルツ継電器や温度継電器が働いた場合には主回路は一応過電流ではあつても過電流継電器の整定値までには達せず、一方受電母線電圧もかなり低下しているとすると、過電流継電器によるシリーストリップは作用せず、またシャントトリップは磁力不十分という形で遮断器の自動遮断ができず、このため故障の拡大を招く欠陥があつた。本発明はこのような弊害を一掃するものである。図において1は受電線路、2は回路自動遮断器、3は変流器、4は主変圧器、5は二次母線、6は並行配電線を示す。7は2の過電流引外線輪、8は操作用補助変圧器、9は過電流継電器でcは線輪、bは常時閉路接触子で常時これによつて3の二次側は短絡される。10は補助継電器で8の二次側に接続され主変圧器の温度継電器接触子11およびブッフホルツ継電器接触子12を介して附勢される。10の接触子 a_1 , a_2 は7と8の接続回路を常時開路し b_1 接触子は前記のbと直列になつて3の二次側を7に対して短絡する。このようにすれば9が動作するに十分な過電流状態でないためにb接触が閉路のままであつても、一方において接触子11, 12が閉成して10が動作すると b_1 接触が開き a_1 と a_2 が閉成する結果引外線輪7には過負荷電流または故障電流に比例する電流*i*が3を経て流れ、また8の二次電圧と7のインピーダンスによつてきまる電流 i_1 が*i*に重畳して流れることになり、この両電流の作用によつて線輪7の附勢を十分ならしめ不安なく2の自動遮断をとげるのであ



る。ここに i_1 なる電流は8の電圧低下時に生ずるのであるが線輪7のインピーダンスは一般に7と共用されることある交流分路引外線輪のそれに比して顕著に小なるものであるから相当の値を保有しうるものであり、また一方継電器9の動作整定は全負荷電流の150~200%であるのに対して線輪7は全負荷電流の70~80%程度の整定になつていたので、継電器9はたとえ動作しなくともそのときの*i*の値は相当の値に達しているのが実状であるから、 i_1 と*i*との合成は線輪7の確実な動作のために十分な値となるものである。(宮崎)

日立製作所社員社外講演一覽

(昭和32年3月受付分)

講演月日	主 催	演 題	所 属	講 演 者
32年3/16	日刊工業新聞	最近の制御機器	日立工場	泉 千吉郎
3/27	日本化学会	煙霧体の捕集装置	日立工場	橋本 清隆
5/10	日本電気協会	発電気コイルの新絶縁方式について	日立工場	石坂 清靈
4/中旬	自動制御研究会	動力用BWR自動制御系のアナコンによる検討	日立工場	鈴木 栄守二
3/28	火力発電技術協会	原子力発電における三つの型式	日立工場	小松本 栄政
3/27	科学技術庁	放射性煙霧質の処理装置の試作研究	日立研究所	諫早 典夫
4/5	鉄鋼の炭化物研究会	特殊鋼中の炭化物の挙動	日立研究所	厚母 栄夫
2/14	日本フェロアロイ協会	電気炉用変圧器ならびに制御方式	国分工場	小川音 毅透
5/10	日本電気協会	大型変圧器の組立輸送について	国分工場	秋丸 舜二
5/10	日本電気協会	直接式簡易遠方制御方式	国分工場	池田 正一郎
5/14~15	日本水道協会	ブレードレスポンプについて	亀有工場	寺田 進郎
2/28	ショベル整備および運転	日立0.6ショベルの整備および運転について	亀有工場	佐藤 一
3/15	産業経理協会	原価報告制度	亀有工場	麻生 武進
4/19	全国炭鉱技術会	石炭の水力輸送について	亀有工場	寺田 一弘
3/30	日刊工業新聞社	歯車研削盤とその作業	亀有工場	森田 幸男
5/11	自動車技術会	自動車台上走行試験装置による箱根登坂試験結果について	多賀工場	森田 幸男
3/22	日刊工業新聞	外注単価の決定方法について	亀戸工場	近藤 政太郎
3/23	親子共栄のための外注管理講習会	わが社における外注管理の実施法とその効果	亀戸工場	飯嶋 正昭
3/8	東京電力新宿支社	モータルの趨勢について	亀戸工場	益田 貞三
3/23	徳島県X線技師会	日立X線装置の特長について	亀戸工場	和田 正三
3/18	日本結核療養所協会	診療用X線装置の放射線防護について	亀戸工場	和田 正三
3/2	日本機械学会	ターボ冷凍機の現状について	栃木工場	関川 勝美
3/22, 23	航空自衛隊通信学校	超短波空中線について	戸塚工場	関古 勝喜
3/18	日本通信機部品協会	品質管理の実際について	戸塚工場	岩間水口 薫二
5/16~18	日本音響学校	カップラー較正における気象状態の影響	戸塚工場	西橋山 本根 一次
31年	ラジオ技術社	ブラウン管のできるまで	茂原工場	山辻 小泉 喜八郎
11/12				北村 川一 公郎
32年4/25	電気化学協会	腐蝕に対する流速の影響(2報)	中央研究所	北村 川一 公郎
4/25	電気化学協会	腐蝕の研究(8報)ある種イオンの腐蝕に及ぼす影響	中央研究所	北村 川一 公郎
3/16	光学懇話会	日立工業テレビ用ズームレンズについて	中央研究所	川合 敏博
5/14~15	13回電子顕微鏡学会	永久磁石励磁電子レンズ系の設計	中央研究所	川合 敏博
3/27	質量分析研究会	電子幾何光学の基礎(1回)	中央研究所	川合 敏博
5/14	電子顕微鏡学会	電子顕微鏡像のコントラストについて	中央研究所	森田 倉次郎
5/15	電子顕微鏡学会	UM-2型超マイクロームの設計とこれによる連続切片の観察	中央研究所	森田 倉次郎
5/中旬	日本繊維機械学会 日本化学会高分子学会	ナイロンのγ線照射の効果について	中央研究所	森田 倉次郎
3/14	明治乳業KK	冷凍機の取扱法	本社	大古原 田合 豊郎
3/3~4	農業電化協会	農地用ポンプの計画保守について	本社	河川前 田合 治庸
3/14	明治乳業KK	冷凍機の取扱法	本社	河川前 田合 治庸
2/28	北海道土地改良区連合会	ショベル系の掘削機について	札幌営業所	前田 昭三