

ケーブル鉛被の内圧試験と補強効果

Test Under Internal Pressure and the Effect of Reinforcement for Cable Lead Sheath

山路賢吉* 大畠芳昭*

内 容 梗 概

OF ケーブルや低ガス圧ケーブルの場合には、使用する鉛被に耐内圧性の良好なことが要求される。したがって純鉛のシースを使用する場合には適当な補強層を設ける必要がある。本論文はその補強層の効果を検討するため、純鉛の鉛被、種々の金属テープをラップ巻きして補強した鉛被、真鍮帯の間隔を変化させて開放らせん状に巻いた鉛被、金属テープと真鍮帯の2重補強した鉛被について内圧試験を行うとともにネオプレン防蝕層の補強効果についても実験を行った結果を述べたものである。

えられた結果を要約するとつぎの通りである。

- (1) 純鉛の内圧強度は、E合金、Pb-2% Sn合金に比べて応力が大きい場合には劣るが、応力が小さくなると、その内圧強度差は小さくなる。
- (2) 鉛被上にラップして巻きつける金属テープとしては、応力の小さい場合は軟銅、硬銅などの材質による補強効果の差はほとんど認められない。
- (3) 鉛被上に真鍮帯を間隔をあけて巻く場合、その間隔は 10mm 位が有効である。
- (4) 薄い金属テープを重ね巻きし、その上にやや厚い金属帯を間隔をあけて巻きつけて鉛被を補強することは効果的である。
- (5) ネオプレンなどの防蝕層も鉛被の内圧強度に対して補強効果がある。

〔I〕 緒 言

電力ケーブルの発達と電力需要の増加にともなつて、最近わが国でも OF ケーブルやガス圧ケーブルを使用するケースが多くなつてきた。これらのケーブルでは、ケーブル内に圧力を加えた油やガスを注入しているため、普通のソリッド型ケーブルと異なり鉛被に円周応力(Hoop Stress) およびケーブルの長さ方向の引張り応力が生じてくる。そのためクリープによる破壊や伸びのために鉛被とケーブル絶縁物の間隙がいちじるしく大きくなつて電氣的な破壊を生ずる懸念がある。またソリッド型ケーブルでも布設ケーブルに高低差がある場所では、絶縁油が次第に低部に移動して鉛被に圧力がかかり圧力ケーブルの場合と同様な鉛被事故を生ずる。

以上のような用途に用いられる場合に純鉛、鉛-錫合金および鉛-銅合金などを使用する際には、通常鉛被の外側に金属帯の補強層を設けている⁽¹⁾。

最近諸外国ではケーブルの重量を減少するためと経済上の見地から耐クリープ性および耐疲労性にすぐれ補強層を必要としない種々の新しい鉛合金^{(2)~(6)}あるいは機械的性質の鉛よりすぐれたアルミニウムを使用する研究が行われている^{(7)~(10)}。

しかしながら我国の現況では、OF ケーブルや低ガス圧ケーブルのシースとしては純鉛または鉛-錫合金鉛被の上に補強層を設けている。補強層の構造としては銅帯や真鍮帯をケーブルの屈曲性能を阻害しない程度にらせん状に巻き付け、さらに鉛被をほどこす方法が一般に採

用されている。この点に関する報告によれば^{(11),(12)}、鉛被の上に真鍮帯を開放らせん状に巻きつけた場合には、そのピッチを小さくした方が内圧強度は増大するが真鍮帯のみでは長時間圧力を加えていると鉛被はクリープの結果真鍮帯の間隙から圧出されて破断するため真鍮帯の下に薄い金属テープを重ね巻きするのが効果的であるといわれているが、補強鉛被の耐内圧強度やクリープ特性などについてのくわしい研究は少なく、設計上の基礎となるような資料にとぼしい現状である。

したがってわれわれは圧力ケーブルの補強層について内圧強度、クリープ特性、屈曲性および内圧の加わった状態におけるケーブルの曲げ疲労など一連の研究に着手しているが、本論文においては補強層の構造としてはどのようなものが耐内圧強度の点で良好であるかを決定するため純鉛の鉛被上に種々の補強層をほどこした試料を用いて内圧試験を行った結果について報告する。

〔II〕 内 圧 試 験 の 意 義

電力ケーブルで鉛被に内圧が生ずる場合を考えて見るとケーブルの種類や構造および布設場所などによつてその大きさも種々変化するが、これを大別するとつぎの四つの場合が挙げられる^{(2),(13)}。

- (1) OF ケーブルでは比較的粘度の低い絶縁油によつて、鉛被に 1 kg/cm² 程度の内圧が生ずる。
- (2) ガス圧ケーブルでは窒素ガスによつて約 1 kg/cm² (低ガス圧)、2~3 kg/cm² (中ガス圧) または 10~20 kg/cm² (高ガス圧) の内圧が生ずる。
- (3) ソリッド型の高電圧ケーブルではケーブルヘッ

* 日立製作所日立電線工場

ドに粘度の低い油をみたしたレザーバ (Reservoir) がついており、このため負荷が増加してケーブルの温度が上昇すると 2 kg/cm^2 くらいの内圧が生じ、時としては $4 \sim 6 \text{ kg/cm}^2$ にも達し、逆に負荷が減少すると $250 \sim 500 \text{ mmHg}$ くらいの減圧状態になるといわれている。

このようなサイクルを繰返すためシカゴに布設された単心の 66 kV のこの型のケーブルは純鉛の鉛被が平均 0.2% /年の速度で 14 年間も膨張を続けたといわれている⁽¹³⁾。

(4) 傾斜地や坑内に布設されたケーブルのように高低差のあるところに布設された場合には、負荷の変動やその他の原因でケーブルの温度が上昇してケーブル内の絶縁油の粘度が低下し、ケーブルの低部に油が流下してこの部分に内圧が生じて鉛被が次第に膨張するといわれている。

以上のような原因で鉛被に内圧が加わりクリープを生ずるのであるが、この現象がはなはだしい場合には鉛被はクリープのために破断したり、破断しない場合でもクリープの結果生じた伸びが $2 \sim 5\%$ くらいになると電気的な破壊が起る⁽¹³⁾。H. Halperin 氏⁽¹³⁾によると、このようなケーブル事故の原因としては上記の (3) によるものが最も多く米国ではこの種の事故が続発したために初めて鉛被の内圧強度が問題とされるようになった^{(14)~(17)}。そこでこの鉛被の内圧強度を研究するためケーブルの製造者ならびに使用者側などで鉛被の内圧試験をとり上げるようになった。H.S. Phelps 氏⁽¹⁵⁾ は鉛被に一定の内圧を加えた場合、円周応力と破断時間の対数とは直線的関係を示すことを見出し短時間の内圧試験結果から実際の場合のように比較的応力の小さい場合の鉛被の内圧強度を比較することはできないとのべている。またクリープ破断 (Creep Rupture) までの伸びで示される靱性も、合金の種類応力の大小によつていちじるしい差異が現われるといわれている⁽¹⁸⁾。これらの原因としては鉛のクリープでは応力が異つてくるといわれる $\kappa \text{ flow}$ と $\beta \text{ flow}$ とが異つた傾向をとるためと考えられている⁽¹⁸⁾。

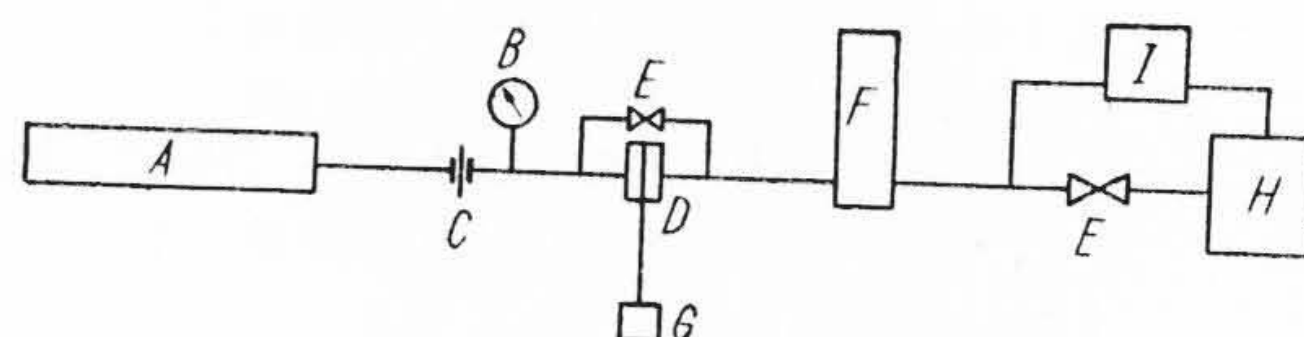
〔III〕 試料および実験方法

実験に使用した鉛被は、長さ 1 m 、外径 $68.5 \text{ mm}\phi$ 、肉厚 4.5 mm の純鉛であり、試料はピレリー連続被鉛機によつて押出した鉛管を使用した。また第 1 表は供試補強材の寸法とその機械的性質を示した。

第 1 図は実験装置を示す。試験中における圧力の変動を少なくするため圧力ポンプと試料との間に上部に空気だめをもつた蓄勢器を付け、また圧力の自動調節装置および破断時間記録計を取り付けた。圧力を加える媒体と

第 1 表 補強材の寸法と機械的性質
Table 1. Dimensions and Mechanical Properties of Materials Prepared for Reinforcement

材 料	寸 法 (mm)	抗 張 力 (kg/mm^2)	伸 び (%)
軟 銅 テ ー プ	0.1×30	27.1	27
硬 銅 テ ー プ	0.1×30	43.2	1.6
7 : 3 真 鋅 テ ー プ	0.1×30	54.3	1.5
7 : 3 真 鋅 帯	0.4×10	38.1	40



A: 試 料
B: 圧 力 計
C: 接 手
D: 自動停止弁
E: バ ル ブ
F: 蓄 勢 器
G: 時 間 計
H: 圧 縮 機
I: 圧力自動調整記録計

第 1 図 内 圧 試 験 装 置
Fig. 1. Schematic Diagram of Pressure System for Constant Pressure Burst Tests

してはマシン油を用いて常温で試験を行い、試験温度、圧力の変動は、それぞれ $\pm 1^\circ \text{C}$ 、 $\pm 0.5 \text{ kg/cm}^2$ の範囲にとどめた。また圧力の測定にはブルドン管圧力計と電気抵抗線式圧力計を併用した。

円周応力の計算にあつては、補強層の効果を比較するためつぎのような薄肉円筒の円周応力計算式を用い、肉厚 t としてはつねに最小鉛被厚を採用した。

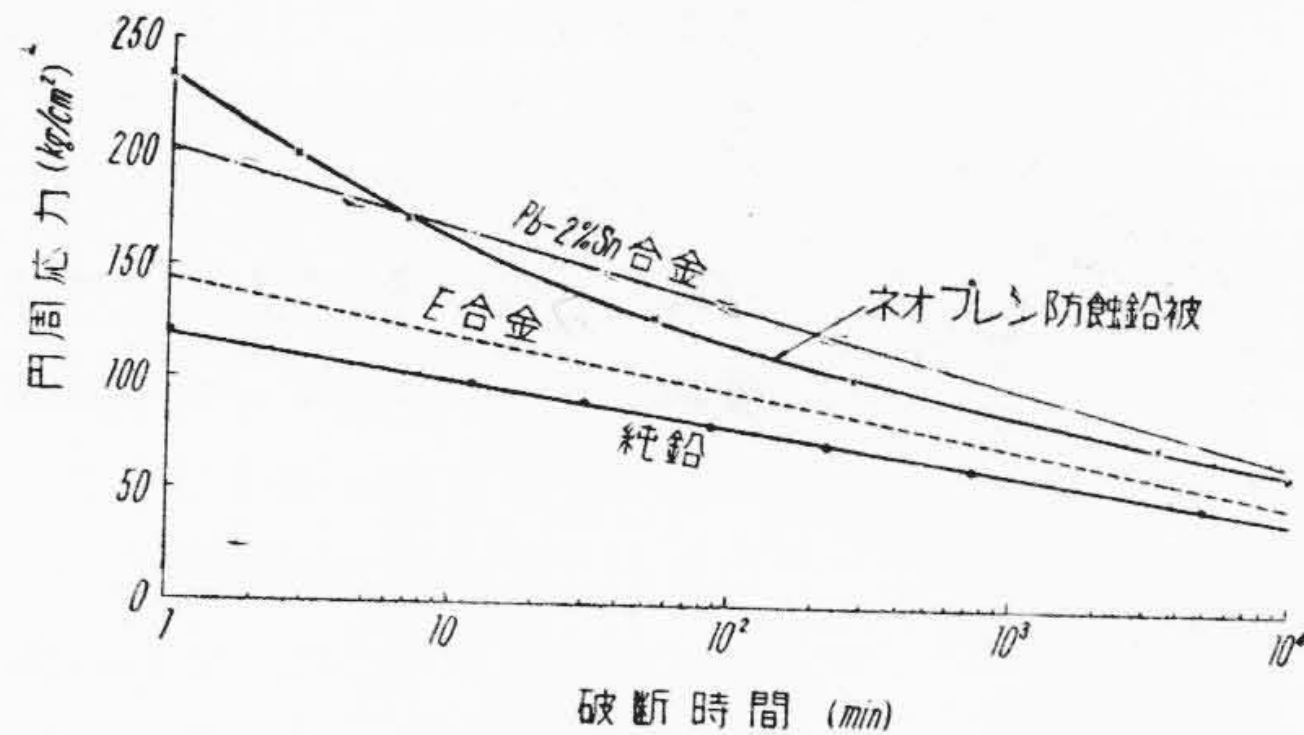
$$\sigma = \frac{PD}{2t} \dots \dots \dots (1)$$

ただし P : 圧力 (kg/cm^2)
 D : 内径 (mm)
 t : 肉厚 (mm)
 σ : 円周応力 (kg/cm^2)

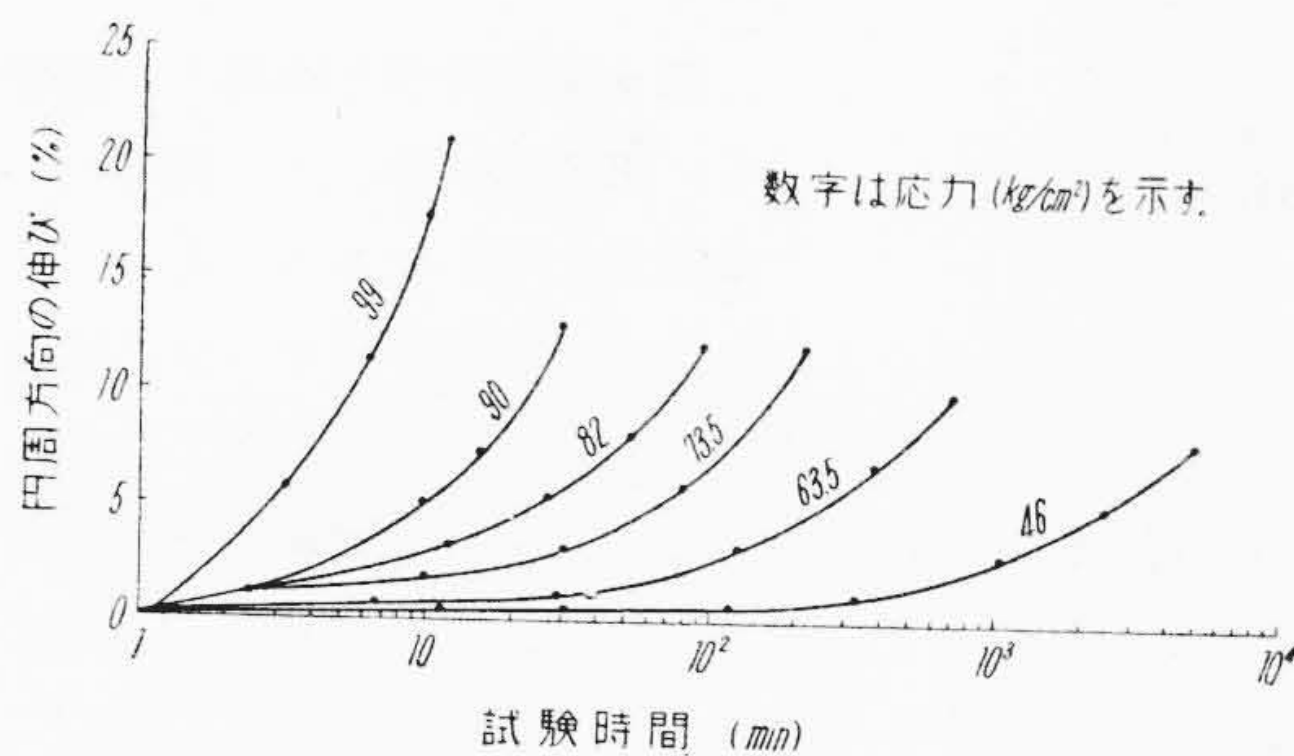
〔IV〕 純鉛の内圧試験

純鉛の内圧試験結果から縦軸に円周応力、横軸に破断時間の対数をとると第 2 図のようになる。また第 3 図は破断までの各時間における円周方向の伸びを記したものである。なお第 2 図に示した点線は A. Latin 氏が E 合金 (Sn: 0.386%, Sb: 0.253%) について行つたデータ⁽¹⁸⁾を、また鎖線は H. Phelps 氏が Pb-2%Sn 合金について実験したデータ⁽¹⁵⁾を記した。この図からわかるように円周応力と破断時間の対数との間にはほぼ直線的関係、すなわち次式が成立する。

$$\sigma = a - b \log T \dots \dots \dots (2)$$



第2図 円周応力と破断時間との関係
Fig. 2. Hoop Stress-Time Diagrams for Bursting Tests



第3図 円周方向の伸びと時間との関係 (純鉛の場合)
Fig. 3. Relation between Circumferential Elongation and Elapsed Time (Pure Lead)

ただし σ : 円周応力 (kg/cm^2)

T : 円周応力 σ で破断するまでの時間 (min)

a, b : 定数 (kg/cm^2 , $\text{kg}/\text{cm}^2 \cdot \text{min}$)

図中から a, b の値を求め (2) 式に代入すると

(1) 純鉛の場合

$$\sigma = 120 - 20 \log T$$

(2) E合金の場合

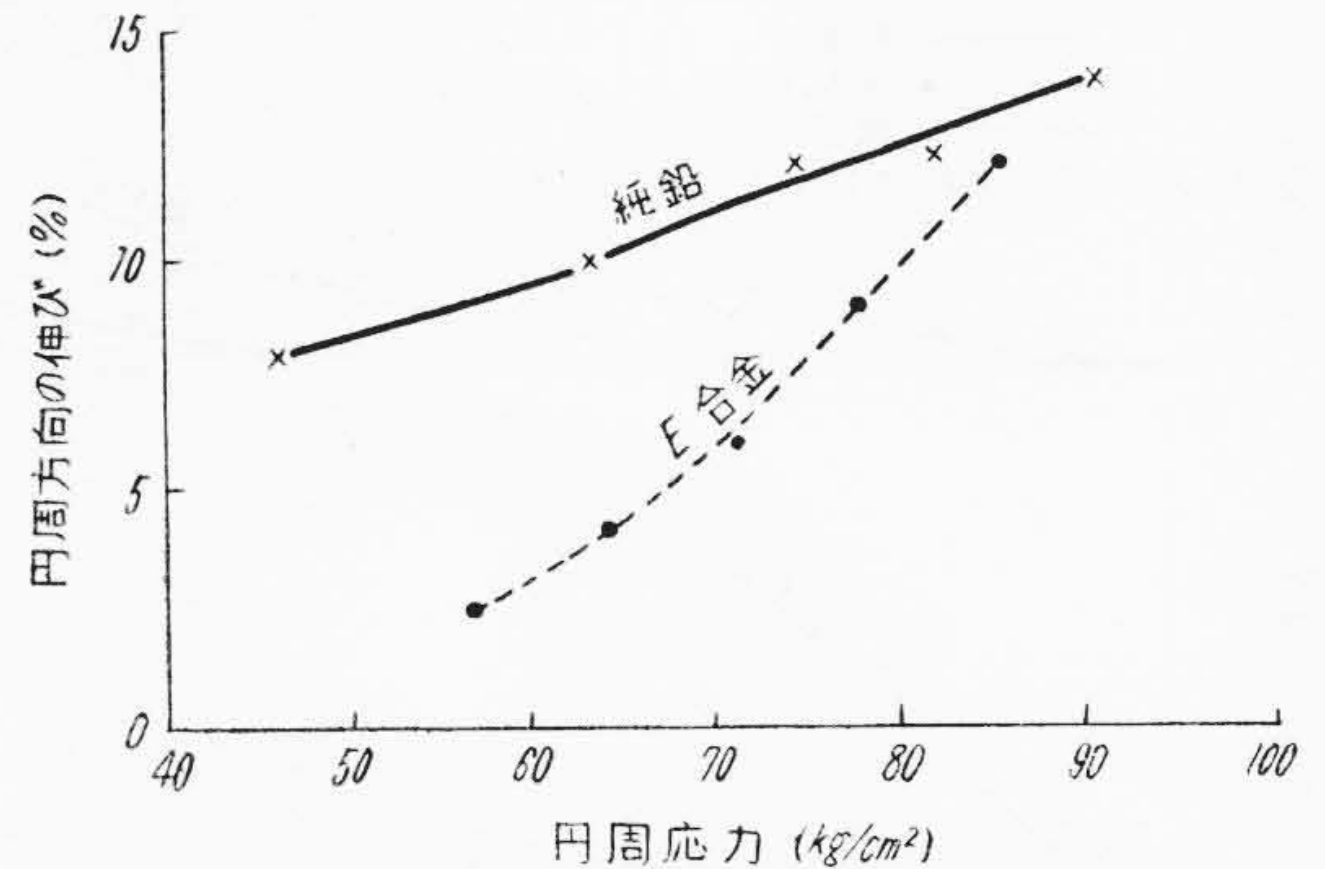
$$\sigma = 144 - 24 \log T$$

(3) Pb-2%Sn 合金の場合

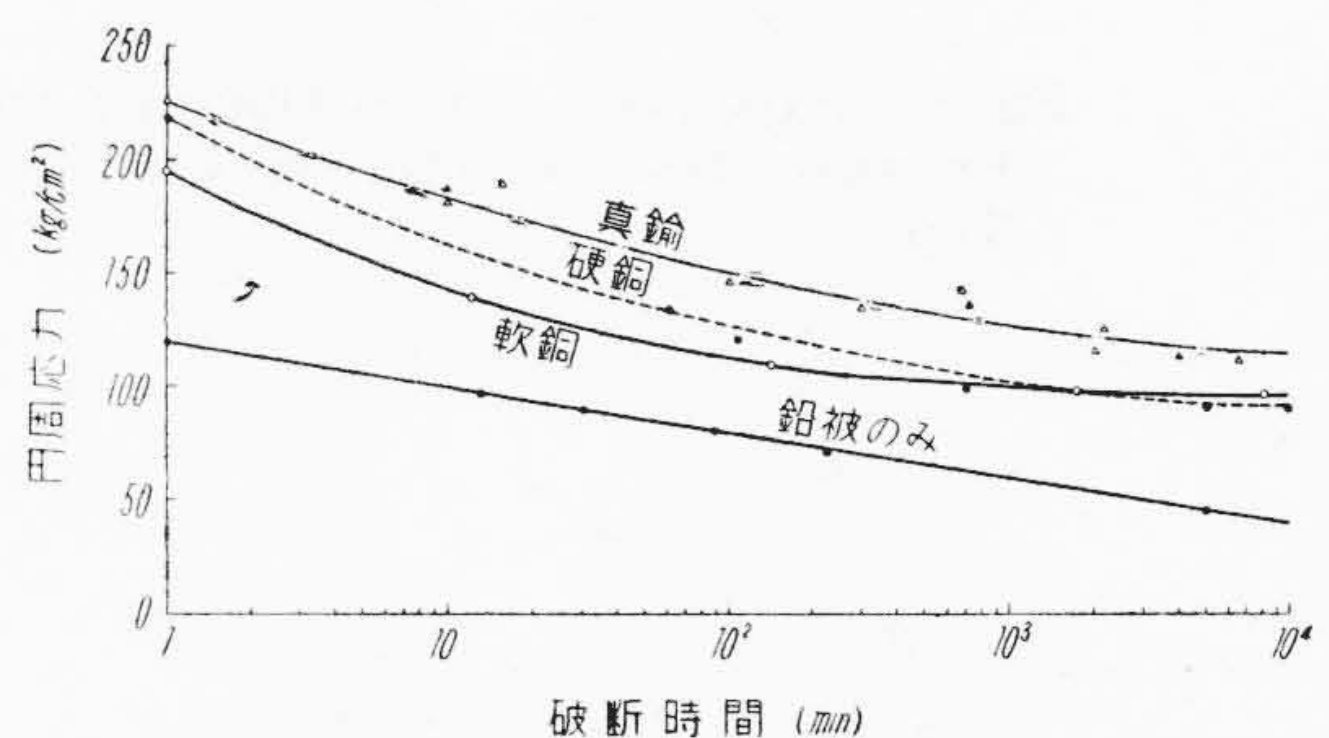
$$\sigma = 202 - 34 \log T$$

この結果から E 合金, Pb-2% Sn 合金は純鉛よりも直線の傾斜が大きいことがわかる。換言すればこれらの合金は、応力の大きい場合にはその内圧強度が純鉛に比べてはるかに大きい、応力が小さくなると両者の強度差は小さくなる。

第4図は円周応力と破断までの円周方向の伸びとの関係を示したものである。図中の点線は第2図と同様に A. Latin 氏が行った E 合金についてのデータ⁽¹⁸⁾である。この図からわかるように純鉛の場合には破断するまでの伸びは 10% くらいで、応力の大小にはあまり関係がない。一方 E 合金では応力の大きい場合には破断までの伸



第4図 円周方向の伸びと円周応力との関係
Fig. 4. Relation between Circumferential Elongation and Hoop Stress



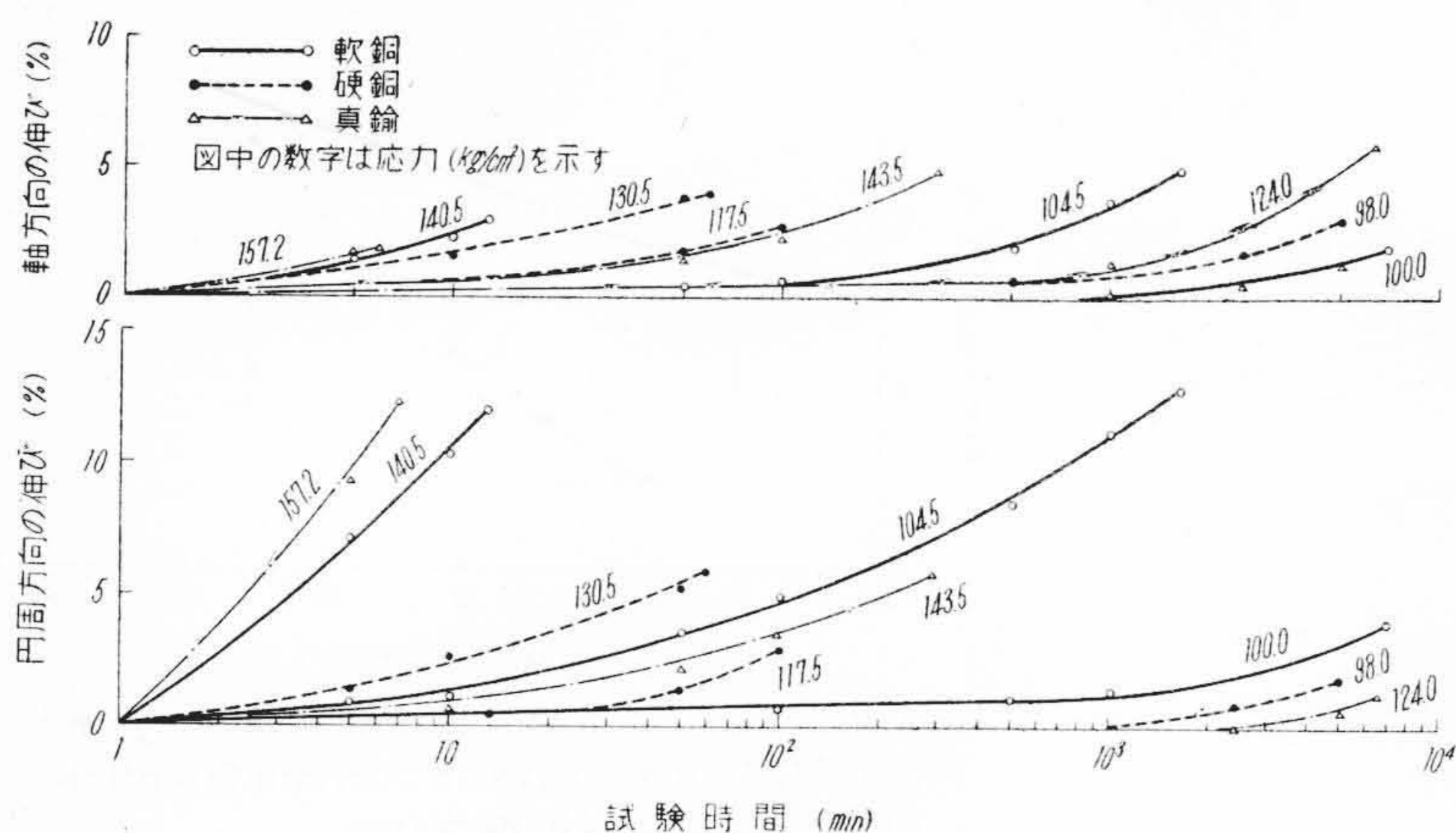
第5図 円周応力と破断時間との関係 (金属テープで補強した場合)
Fig. 5. Hoop Stress-Time Diagrams for Bursting Tests (Reinforced with Lap-Wrapped Metal Tapes)

びが大きい、応力が小さくなるとその伸びが急激に減少してくる。これは A. Latin⁽¹⁸⁾によると、結晶粒界における局所的な流れや回復は純鉛の場合の方が E 合金よりも容易に起るために前者が後者よりも結晶粒回転の影響を阻止する作用が強いことによると述べている。

以上の結果からもわかるように鉛被の内圧強度を比較する場合には応力の大きい短時間の内圧試験結果から実際にケーブルに生じているような応力の小さい場合の内圧強度を比較することはできず、このためには応力の小さい場合も含んだ種々の応力での内圧試験を行なわなければならない。

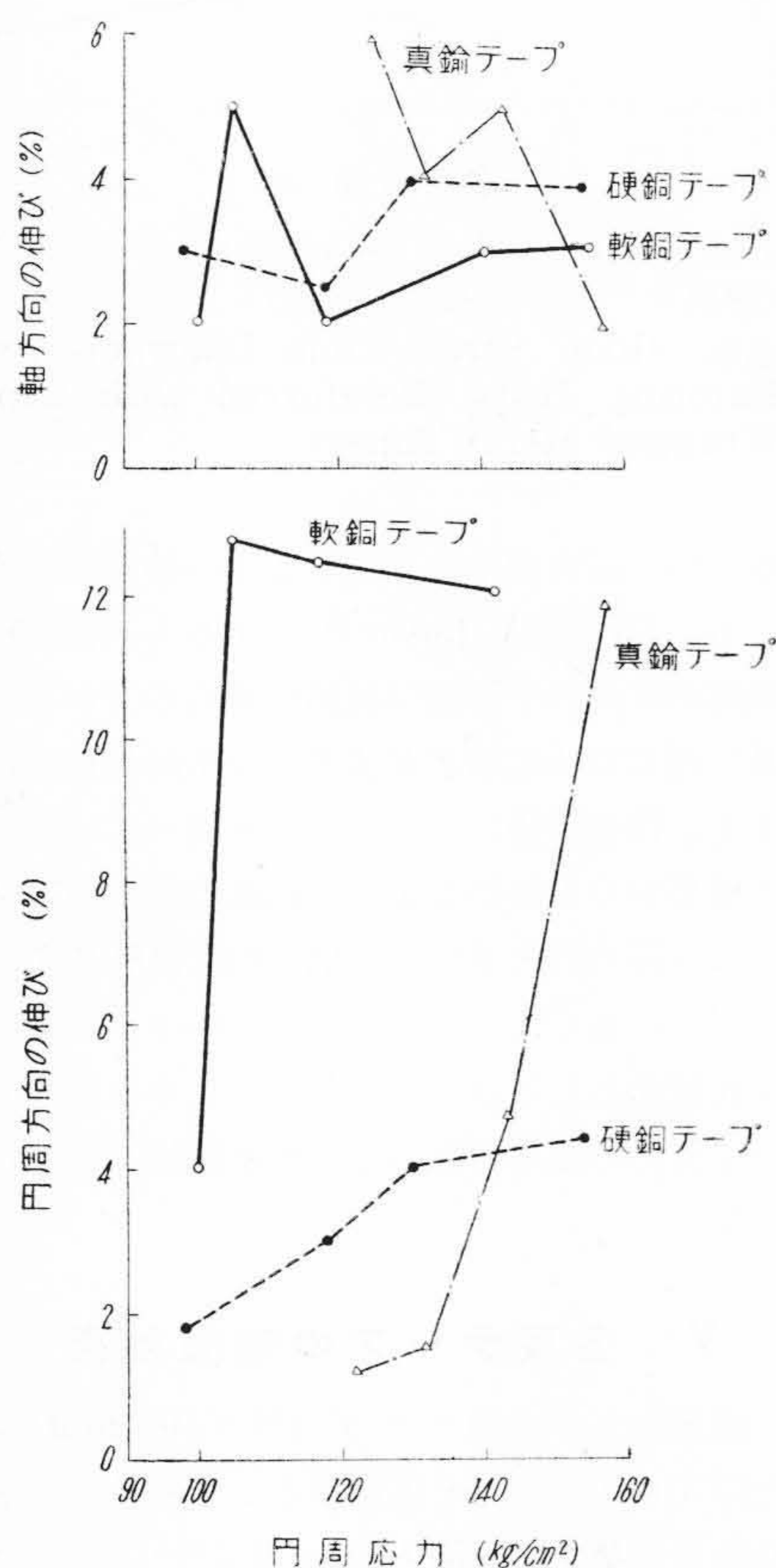
〔V〕 金属テープの補強効果

軟銅、硬銅および真鍮テープ (厚さ 0.1mm×幅 30mm) を約 3mm ラップで重ね巻きして補強した鉛被の内圧試験結果を第5図～第7図(次頁参照)に示す。第5図は前記同様円周応力と破断時間との関係を示したものであるが、これらの間には直線的関係は成立しない。この図から硬銅テープと軟銅テープで補強した場合を比較してみると応力の大きい場合には硬銅テープで補強した



第6図 伸びと試験時間との関係
(金属テープで補強した場合)

Fig. 6. Expansion Curves Obtained from Different Pressure Test (Reinforced with Various Metal Tapes)



第7図 円周応力と伸びとの関係
(金属テープで補強した場合)

Fig. 7. Relation between Hoop Stress and Elongation (Reinforced with Various Metal Tapes)

方が若干すぐれているが、応力が小さくなると両者の間にほとんど差異は認められない。また真鍮テープで補強した場合には硬銅テープや軟銅テープで補強したものより内圧強度は大きくなるが、この場合試験結果のバラッキが大きかった。これは真鍮テープは硬く、そのために鉛被上に密着させて巻きつけることが困難であり、そのためこのような結果になったものと思われる。

第6図は伸びと時間との関係を、第7図は伸びと円周応力との関係を示したものである。こ

れらの図からわかるように軸方向の伸びはテープの種類にかかわらず大きな差異は認められない。しかしながら円周方向の伸びは、応力の小さい場合は硬銅テープと真鍮テープの間にあまり差がないが、応力の大きい場合は真鍮テープの方がその伸びがいちじるしく大きくなっている。この原因についても前記同様真鍮テープの密着性の不完全によるものと考えられる。

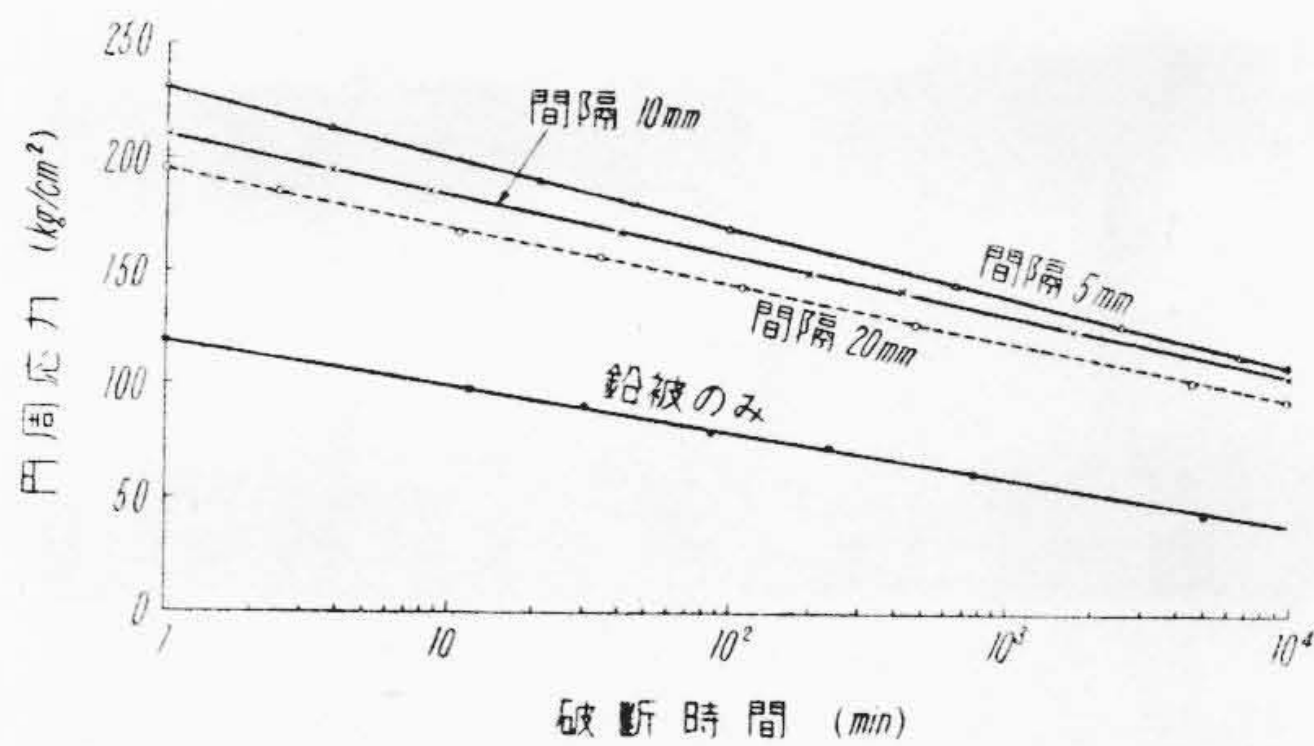
軟銅テープの補強では、前記二者に比べて円周方向の伸びが大きい。その理由を考えると、硬銅や真鍮テープで補強した鉛被は応力の小さい内圧試験では、ほとんど金属テープの間から圧出されるようなことはなく、試料の破断はまず鉛被上の金属テープが破断したのち鉛被破断が生ずるが、一方軟銅テープの補強ではテープ自体が軟かいため試料に内圧を加えると次第にラップしてある部分を押しひろげて鉛被が圧出膨脹し、試料の破断は軟銅テープが破断することなしに圧出された鉛被の部分で起るようになる。このため前二者に比べて伸びが大きくなると考えられる。

〔VI〕 真鍮帯の補強効果

真鍮帯(厚さ 0.4 mm×幅 10 mm)の間隔を 5 mm, 10 mm, 20 mm と変化させて鉛被上に開放らせん状に巻きつけて補強した場合の内圧試験結果を第8図～第10図に示す。本実験結果よりわかるように破断時間の対数と円周応力の間には前記同様ほぼ直線的関係が存在する。また同一応力では真鍮帯の間隔が小さい方が破断するまでの時間は長くなる。この図から純鉛の場合と同様に関係式を求めるとつぎのようになる。

(1) 真鍮帯の間隔 5 mm の場合

$$\sigma = 234 - 31 \log T$$



第8図 円周応力と破断時間との関係 (真鍮帯の間隔を変えた場合)

Fig. 8. Hoop Stress-Time Diagrams for Bursting Tests (Reinforced with Brass Strips at Various Intervals)

(2) 真鍮帯の間隔 10 mm の場合

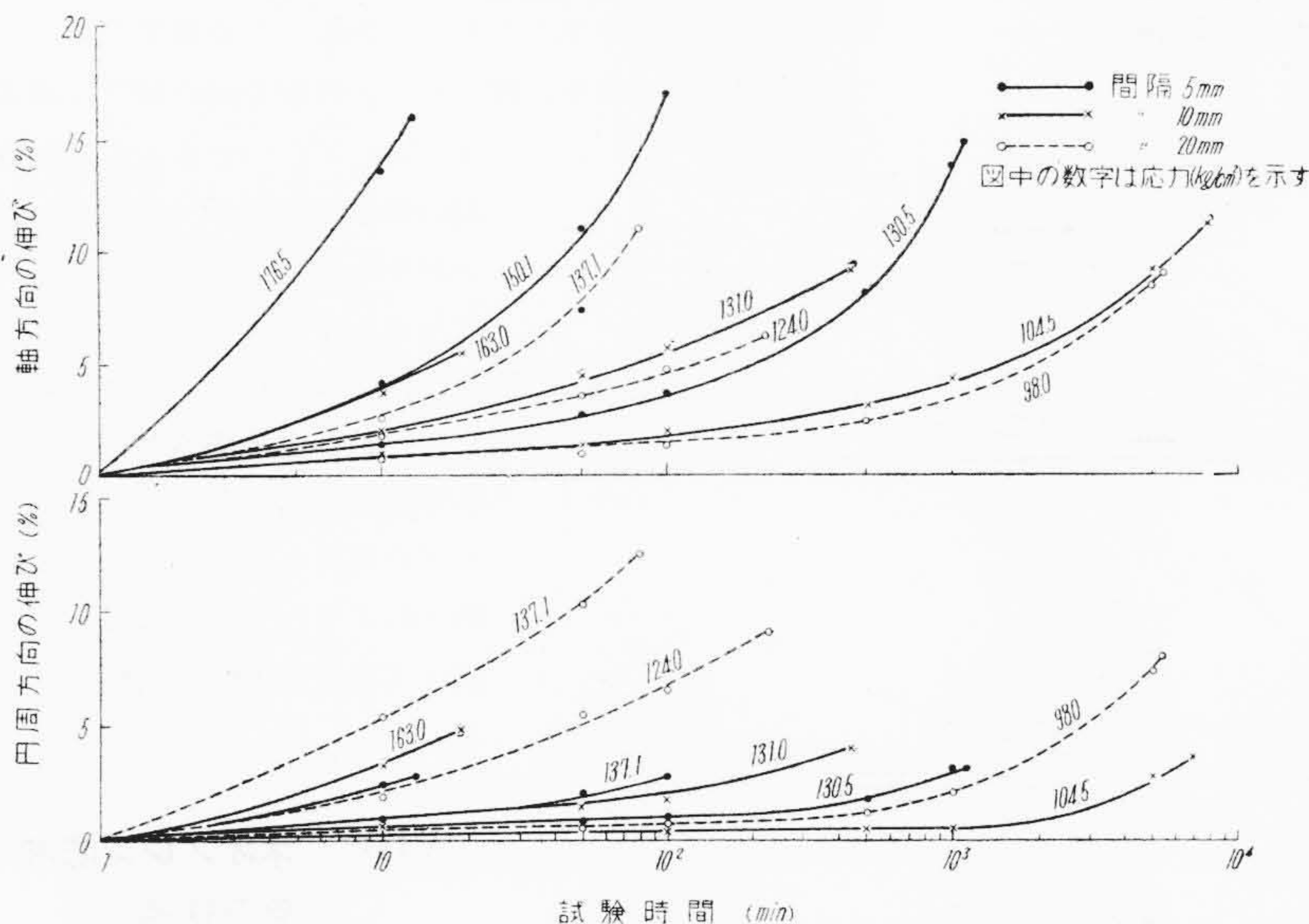
$$\sigma = 210 - 26 \log T$$

(3) 真鍮帯の間隔 20 mm の場合

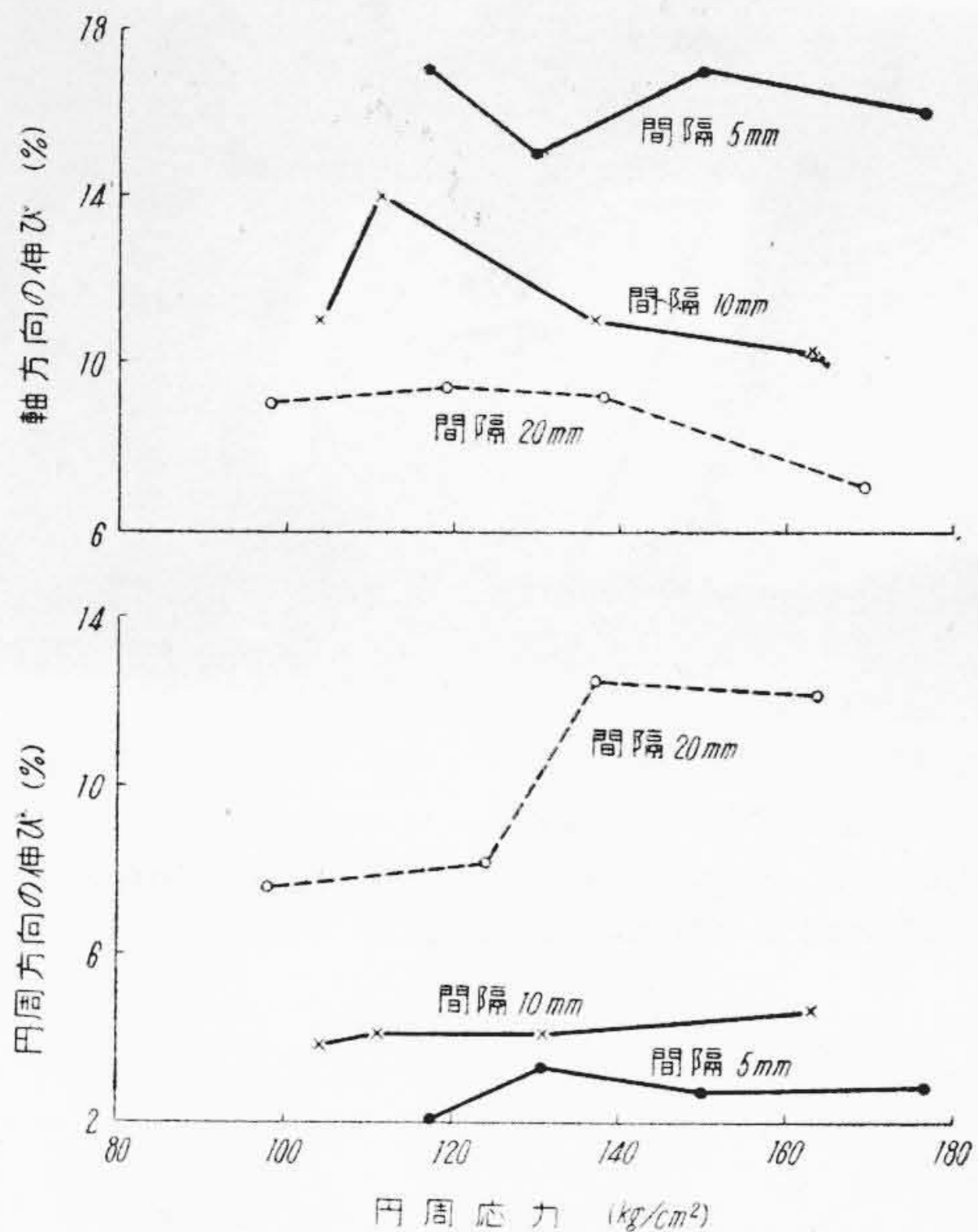
$$\sigma = 196 - 25 \log T$$

上式を比較してみると真鍮帯の間隔が 10 mm, 20 mm の場合には直線の傾斜はあまり大差がないが、真鍮帯の間隔が 5 mm になると直線の勾配は大きくなる。

第9図は試験時間と円周方向およびケーブルの長さ方向(軸方向)の伸びとの関係を、また第10図は円周応力と円周方向の破断までの伸びとの関係を示したものである。この図からわかるように、真鍮帯の間隔が 5 mm, 10 mm の場合には円周方向の伸びは各応力で 3~4% くらいでありあまり差がないが、真鍮帯の間隔が 20 mm にな



第9図 伸びと試験時間との関係 (真鍮帯の間隔を変えた場合)
Fig. 9. Expansion Curves Obtained from Different Pressure Test (Reinforced with Brass Strips at Various Interval)

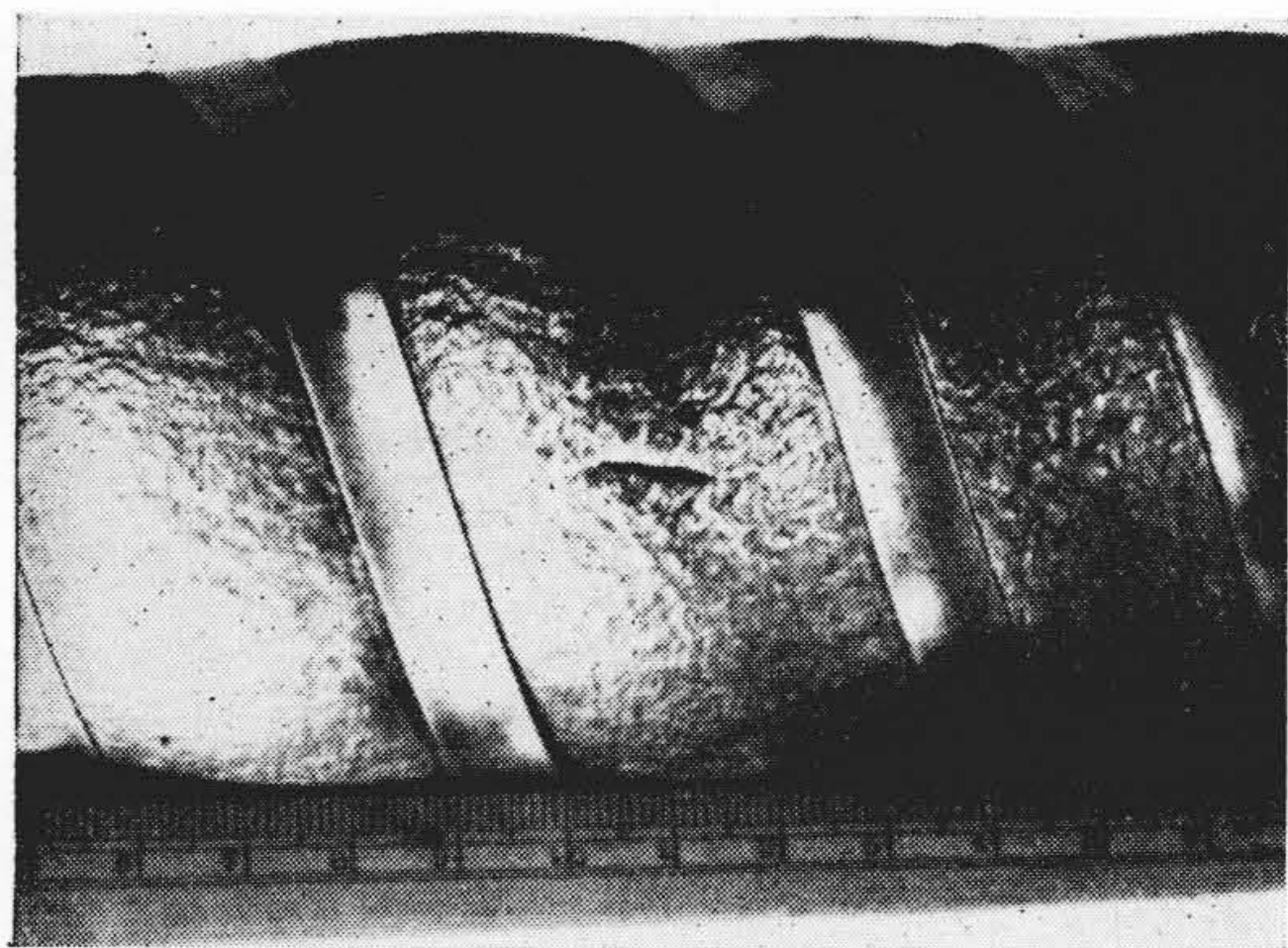


第10図 円周応力と円周方向の伸びとの関係 (真鍮帯の間隔を変えた場合)

Fig. 10. Relation between Hoop Stress and Circumferential Elongation (Reinforced with Brass Strips at Various Interval)

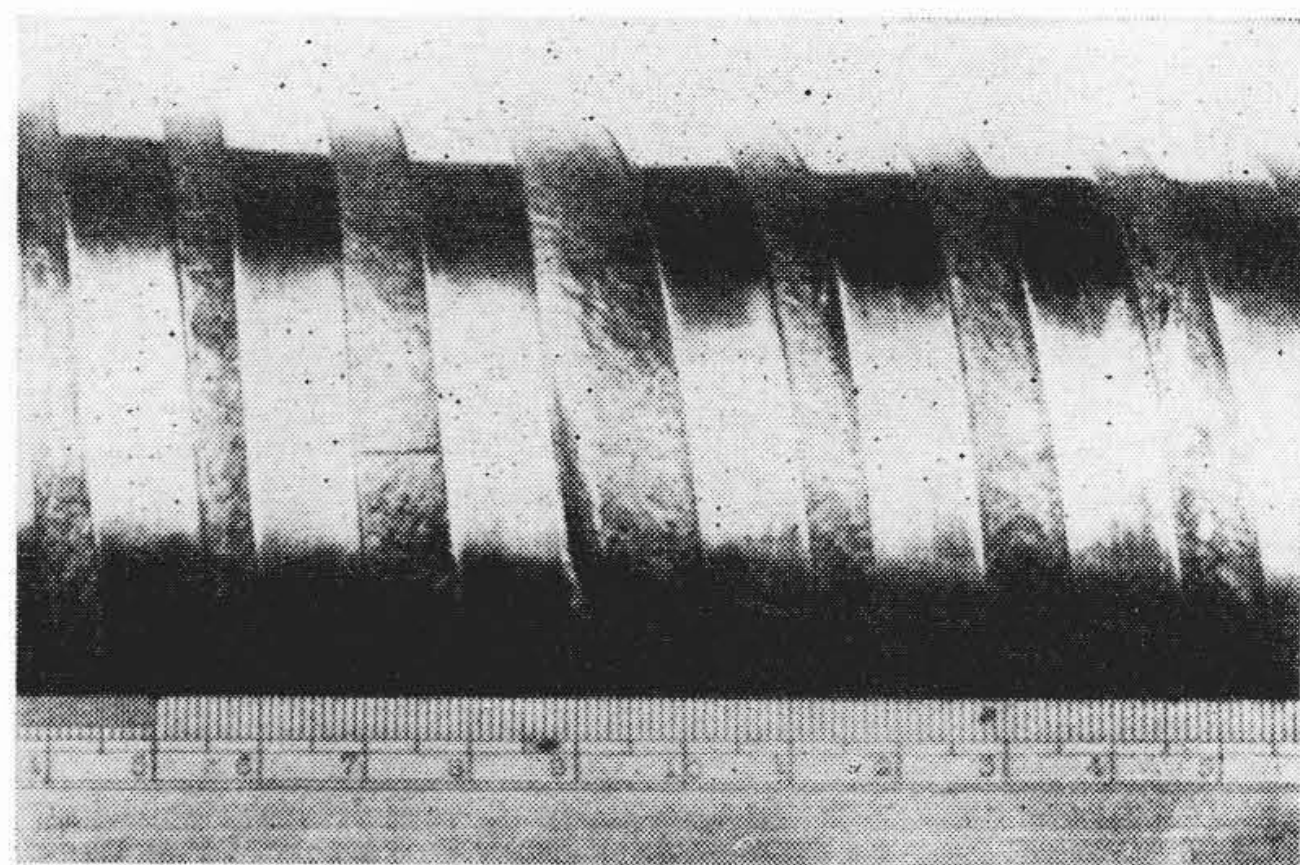
ると破断までの伸びは急激に大きくなり、この傾向は応力が大きくなるにしたがつて増大してくる。これは長時間のクリープの結果鉛被は真鍮帯の間隙に圧出されて破断する傾向が大きくなり、したがって破断するまでの伸びも大きくなるものと思われる。このことは第11図および第12図(次頁参照)に示される破断箇所の比較からもあきらかであり、真鍮帯の間隔が 20 mm の場合には真鍮帯の間で軸方向に破裂しており、間隔が 5 mm の場合は真鍮帯と鉛被の境界が破裂している。

第10図は円周応力と伸びとの関係を示す。この図から真鍮帯の間隔 5 mm の場合は、10 mm, 20 mm の場合と比べて軸方向の伸びが大きいことがわかる。この事実と第8図の真鍮帯間隔 5 mm の場合の直線の勾配が若干大きいことから考えて真鍮帯の間隔をあまり密にすることは望ましく



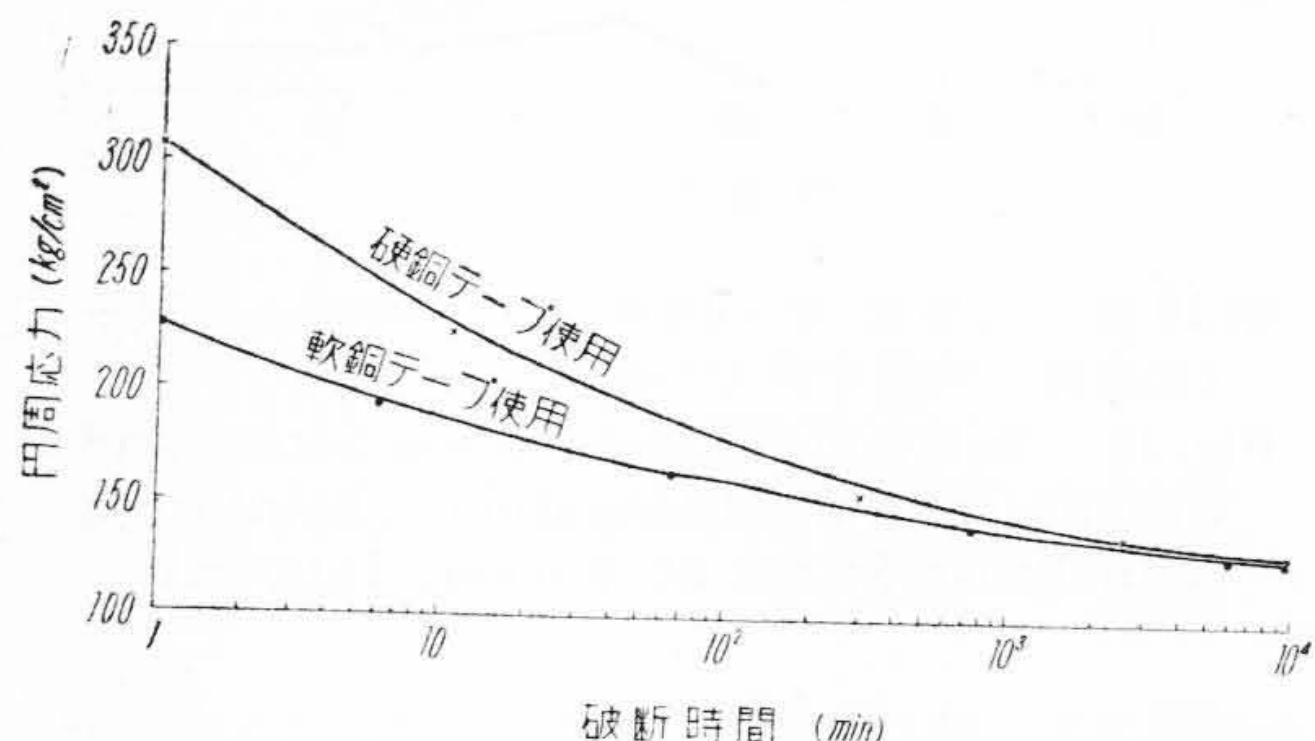
第11図 破断箇所の外観
(真鍮帯間隔: 20 mm)

Fig.11. Appearance of Fracture (Interval of Brass Strips: 20 mm)



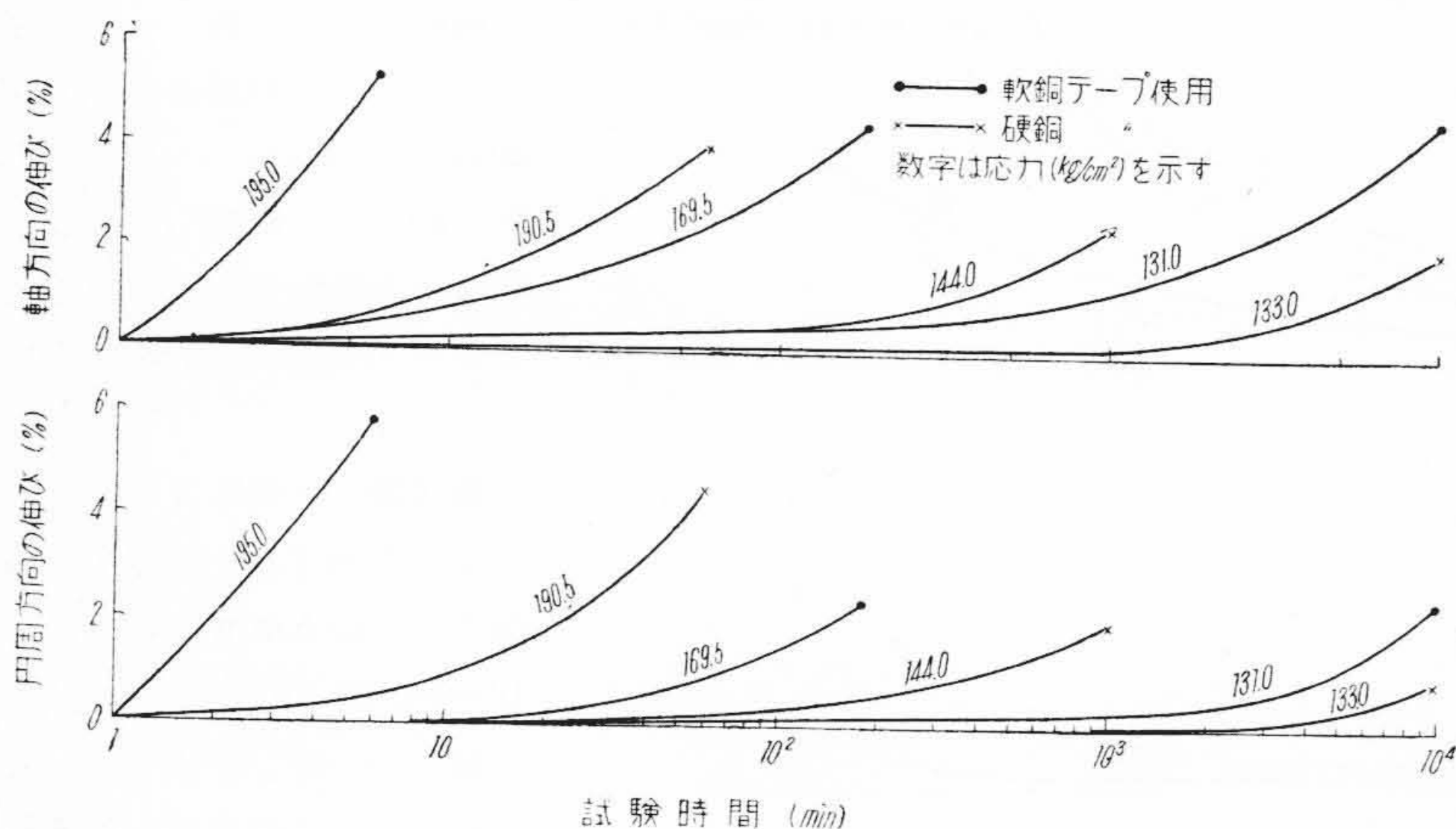
第12図 破断箇所の外観
(真鍮帯間隔: 5 mm)

Fig.12. Appearance of Fracture (Interval of Brass Strips: 5 mm)



第13図 円周応力と破断時間との関係 (銅テープ上に真鍮帯を間隔 10 mm で補強した場合)

Fig.13. Hoop Stress-Time Diagrams for Bursting Tests (Reinforced with Wrapped Brass Strips at Constant Interval of 10 mm, on Lap-Wrapped Copper Tapes)



第14図 伸びと試験時間との関係 (銅テープ上に真鍮帯を間隔 10 mm で補強した場合)

Fig.14. Expansion Curves Obtained from Different Pressure Test (Reinforced with Wrapped Brass Strips at Constant Interval of 10 mm, on Lap-Wrapped Copper Tapes)

ないと思われる。

〔VII〕 二重補強効果

第13図～第15図は前記の硬銅または軟銅テープを 3 mm ラップして巻いた上に真鍮帯を 10 mm の間隔でらせん状に重ね巻きした場合の実験結果を示す。

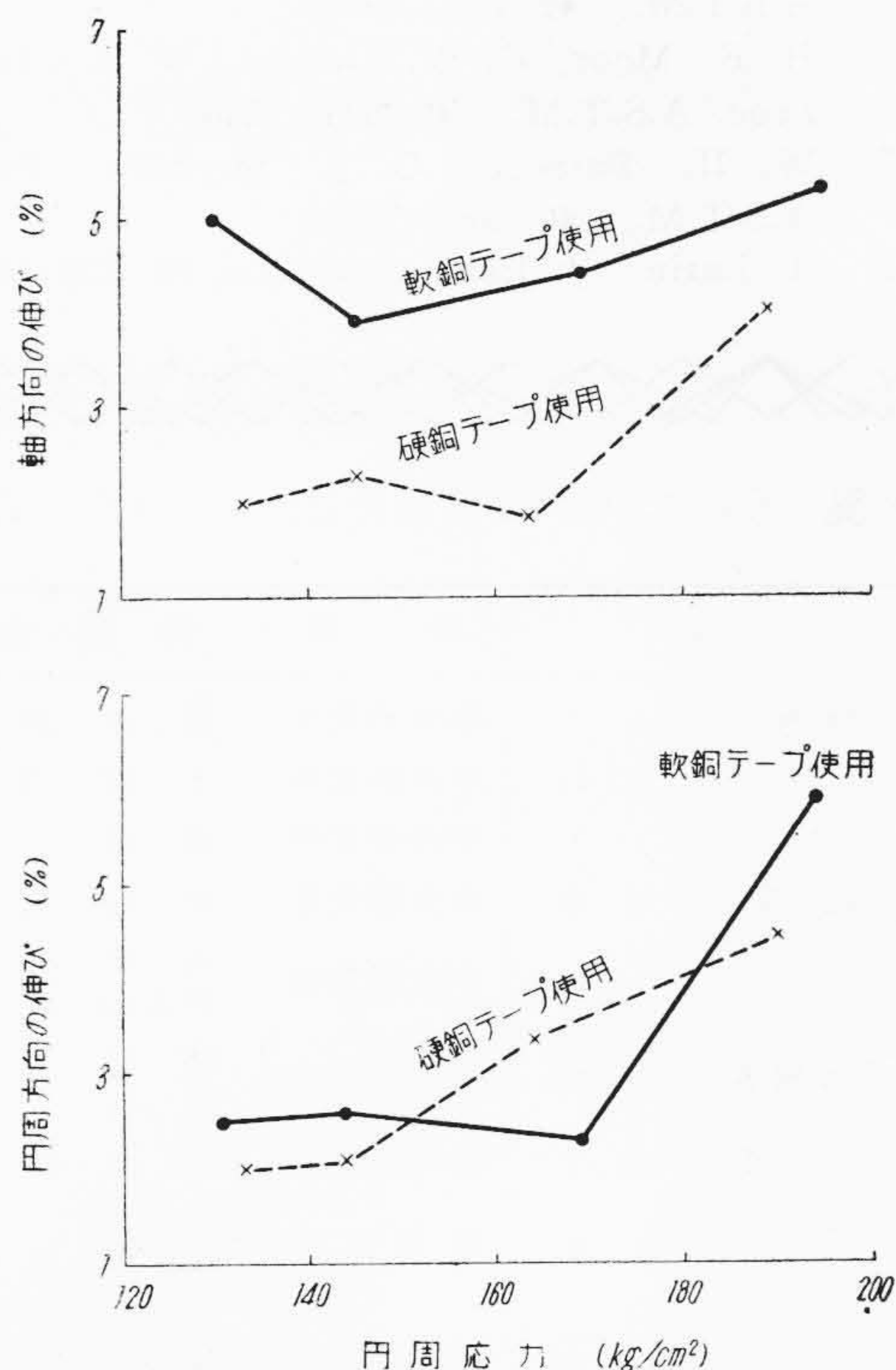
第13図はこれまでと同様に円周応力と破断時間との関係を示したものである。この図からわかるように 2 重補強の場合は、両者の間に直線的関係は成立しない。また使用したテープが硬銅の場合と軟銅の場合を比較すると、応力の大きい場合には前者の内圧強度が大きい、応力が小さくなると両者の差はほとんど認められない。

第14図および第15図はそれぞれ伸びと時間、伸びと円周応力との関係を示したものである。この結果からテープの種類による差を比較すると、円周方向の伸びは両者

ほぼ同じくらいであるが、軸方向の伸びは硬銅テープを用いた方がやや小さい。破断部を比べてみると硬銅テープを用いた場合は、すべて硬銅テープが切断し、鉛被が真鍮帯の間に圧出されて破断している。一方軟銅テープを用いた場合、テープは切断されずテープの重ね目を押し拡げて鉛被を圧出、破断している。

〔VIII〕 ネオブレン防蝕層の補強効果

鉛被にネオブレン防蝕層をほどこした場合、鉛被のクリープおよび疲労に対する抵抗の変化



第15図 円周応力と伸びとの関係 (銅テープ上に真鍮帯を10mmの間隔で補強した場合)

Fig.15. Relation between Hoop Stress and Elongation (Reinforced with Wrapped Brass Strips at Constant Interval of 10 mm, on Lap-Wrapped Copper Tapes)

については、まだ発表された報告は見当らない。L. F. Hickernell 氏ら⁽³⁾によればケーブルの使用状態におけるネオプレンの老化については判明していないがネオプレンが最初の物理的性質を有している間は鉛被のクリープに対する抵抗を増大させるであろうと述べている。また上記論文の討論のうちで L.I. Komines 氏はアメリカのデトロイトに布設したケーブルの実例から、ゴム防蝕層は15年後でも老化せず鉛被のクリープや疲労に対する抵抗を増大するので、ネオプレン防蝕層をほどこした鉛被の厚さは AEIC の規格厚を 1/6 だけ減少できると述べている。

我国でも最近では電力ケーブルの防蝕層としてネオプレンを使用することが多くなった点を考え、鉛被上にネオプレン防蝕層をほどこした場合の内圧強度を試験した。なお使用したネオプレンは厚さ4mmで、その機械的性質はほぼ抗張力 160 kg/cm²、伸び 600% である。実験結果は第2図に併記する。なお伸びは鉛被のみの場合と大差がない。この結果からわかるようにネオプレン防蝕層も鉛被の補強層として作用することがわかる。

[IX] 結 言

圧力ケーブル用鉛被の補強層の内圧強度を検討するため純鉛の鉛被およびこれを種々の金属テープ、真鍮帯などで補強した場合について、比較的高い圧力における内圧試験を行った。

えられた結果を要約するとつぎのとおりである。

- (1) 純鉛の内圧強度は、E合金、Pb-2%Sn合金に比べて応力が大きい場合には劣るが、応力が小さくなるとその内圧強度差は小さくなる。
- (2) 鉛被上に真鍮帯を間隔を開けて巻く場合、その間隔は10mmくらいが良好である。
- (3) 補強しない鉛被、真鍮帯で補強した鉛被については、円周応力と破断時間の対数との間に直線的関係が成立つ。
- (4) 鉛被上にラップして巻きつける金属テープとしては、軟銅、硬銅、真鍮などの材質による補強効果の変化はあまり認められなかった。
- (5) ネオプレンなどの防蝕層も鉛被の内圧強度に対して補強効果がある。
- (6) 硬銅または軟銅テープ上に真鍮帯を10mm間隔で巻きつけて補強した鉛被の内圧強度は供試材中最も良好であった。

なお内圧が加わるケーブルの鉛被厚ならびに補強層の構造決定の規準となるこれら補強鉛被のクリープ限については追って報告する予定である。

参 考 文 献

- (1) A. King, V.H. Wentworth: Raw Materials for Electric Cables, P. 212, 1954. (Ernest Benn Ltd. 発行)
- (2) L. F. Hickernell, C. J. Snyder: Trans. A.I.E.E., **65**, 563 (1946)
- (3) L. F. Hickernell, C. J. Snyder, A. A. Jones: Trans. A.I.E.E., **70**, 1273 (1951)
- (4) H. Halperin, C.E. Betzer: Trans. A.I.E.E., **70**, 423 (1951)
- (5) R.W. Atkinson, L. Meyerhoff, W.H. Cortelyou: Trans. A.I.E.E., **72**, 246 (1953)
- (6) G. B. Schanklin, J. F. Eckel: Trans. A.I.E.E., **73**, 294 (1954)
- (7) P. M. Hollingsworth: C.I.G.R.E., **2**, 203 (1950)
- (8) F. O. Wollaston, H. D. Short: Trans. A.I.E.E., **72**, 1158 (1953)
- (9) D. J. Hollingsworth: C. I. G. R. E., **2**, 212 (1954)
- (10) H.D. Short, J.T. Madill: Trans. A.I.E.E., **73**, 1329 (1954)
- (11) 駒沢, 滝山: 電気三学会東京大会講演論文集, **5**, 8 (昭和26年11月)
- (12) 駒沢, 滝山: 電気三学会第25回連合大会講演論

文集, 5, 49 (昭和 26 年 11 月)

- (13) H. Halperin: Proc. A. S. T. M., 40, 930 (1940)
- (14) B. B. Reinitz, R. J. Wiseman: Trans. A. I. E. E., 59, 165 (1940)
- (15) H. S. Phelps, A. M. Gates, F. Kahn: Proc. A. S. T. M., 40, 885 (1940)
- (16) H. F. Moor, C. W. Dollins, W. J. Craig: Proc. A. S. T. M., 40, 904 (1940)
- (17) W. H. Bassett, C. J. Snyder: Proc. A. S. T. M., 40, 910 (1940)
- (18) A. Latin: J. Inst. of Metals, 75, 259 (1948)

日立製作所社員社外講演一覧 (昭和 30 年 12 月受付分)

(その 2)

(第 32 頁より続く)

講演月日	主 催	演 題	所 属	講 演 者
4/上旬	電 気 三 学 会	共振型回転曲げ疲労試験機について	中央研究所	橋 本 誠 也
4/上旬	電 気 三 学 会	耐久磁励磁電子レンズ系(その4)	中央研究所	木 村 博 一
4/上旬	電 気 三 学 会	酸化物陰極のスパークについて	中央研究所	嶋 原 文 七
4/上旬	電 気 三 学 会	螢光放電管の点灯頻度と寿命	中央研究所	中 村 純之助
4/上旬	電 気 三 学 会	WHM 回転速度測定装置について	中央研究所	高 田 昇 平 井 丘 田 義 春
4/上旬	日本機械学会	巻胴が受ける外圧とロープ巻層数との関係	亀有工場	種 田 元 治 江 川 正 治
4/上旬	日本機械学会	コッター孔を有する軸の疲れ強さ	亀有工場	吉 武 博 之
4/上旬	日本機械学会	熔接 I ビームの疲れ強さ	亀有工場	藤 井 亘 孟 牧 野 作 夫
4/1~3	日本医学放射線学会	回転陽極 X 線管の性能について	茂原工場	高 野 静 夫 宇 多 村 常 利 茂 原 利 男
4/上旬	電 気 三 学 会	橋絡型パルス性雑音除去装置について	中央研究所	高 田 昇 平 上 妻 冲 雄
12/21	企業経営協会	在庫管理に対する統計的手法の導入とその内部監査について	戸塚工場	阿 達 正 雄
12/20	日本機械学会	高速疲労試験(第2報) 共振型曲げ疲労試験機に関する実験	中央研究所	橋 本 誠 也
12/20	日本機械学会	軸流ポンプの性能におよぼす吸込管の影響について	亀有工場	横 山 重 吉
12/20	日本機械学会	高速疲労試験(第3報) 回転曲げ疲労試験の高速化	中央研究所	須 藤 卓 郎 庄 司 博 渡 辺 茂 隆 依 田 文 信 吉 雄
4/上旬	電 気 三 学 会	30 kV ブチルゴム絶縁ケーブルの諸特性	電線工場	宮 沢 定 雄 依 田 文 吉
4/上旬	電 気 三 学 会	電力ケーブルの短絡試験(第2報)	電線工場	永 野 宏 郎 依 田 文 利 吉 宣
4/上旬	電 気 三 学 会	高電圧ブチルゴム絶縁ケーブルの屈曲による絶縁耐力特性	電線工場	高 橋 長 一 郎 依 田 文 正 吉 夫 杉 山 西 正 清 中 井 章
12/20	日本機械学会	角位置スリップの検出を兼ねたパルス型回転計	中央研究所	鴨 井 章
4/2~6	日本化学協会 化学機械協会 熔接学会	サーミスターによる水位等の検知 高 Ni-Cr 熔着金属の亀裂性と異方性について	中央研究所 日立研究所	二 木 久 夫 小 野 健 二 渡 辺 潔
4 月	日本化学協会	無機物粉体上における吸着水の時間的変態	中央研究所	黒 崎 重 彦
4 月	日本化学協会	有機高分子物質の劣化の研究(第3報) ポリエチレンに対する種々の酸化防止剤について	中央研究所	原 田 豊 治 川 松 俊 治
4 月	日本化学協会	有機過酸化物の分解(第4報)	戸塚工場	山 辺 知 定
4 月	日本化学協会	膠質黒鉛沈降曲線実験式について	中央研究所	牟 田 明 徳