

ケーブル鉛被のナトリウム処理効果

Effect of Sodium Treatment for Cable Lead Sheath

山路賢吉* 大畠芳昭*

内 容 梗 概

ケーブル鉛被中に混在する酸化物は種々の事故発生の原因となっており、この酸化物除去の一方法として Na 処理法がある。われわれはこの効果を検討するため、Na を添加した場合の熔融状態における酸化過程、Na 処理後の熔融鉛保持時間とその残留量との関係および Na 処理鉛被の機械的諸性質について実験を行なった。

実験結果を要約すると次のようになる。

- (1) 微量の Na を熔融鉛中に添加すると脱酸効果を示すばかりでなく、熔融面の酸化防止作用もある。
- (2) 熔融鉛を Na 処理した場合、その残留 Na は熔融鉛保持時間とともにはじめは急速に減少するが、以後その減少度はゆるやかとなる。
- (3) 残留 Na が鉛被合金の機械的性質におよぼす影響は、0.002 % 付近まではあまり存在しないが、これ以上残留量が増加すると抗張力、硬度が急速に大きくなり伸びは低下する。

〔I〕 緒 言

現在ケーブルに鉛またはその合金を被覆する場合には堅型または連続被鉛機を使用している。この場合熔融鉛を被鉛機に注入し、押し出し作業を行なっているため酸化鉛粉が機械的に混入する可能性がある。酸化物が混入した場合には、鉛被の機械的諸性質に悪影響をおよぼすことは周知の事柄である⁽¹⁾。

したがって良好な鉛被をうるためには被鉛時の酸化防止を行なう必要がある。このため米国では堅型被鉛機の熔融鉛からコンテナに熔融鉛を注入するさいの酸化防止が種々研究され真空注入法⁽²⁾水素ガスを用いる方法⁽³⁾不活性ガスを利用する方法⁽⁴⁾熔融鉛で密封する方法⁽⁵⁾などが考案された。B. B. Reinitz 氏ら⁽⁶⁾は種々研究の結果、熔融鉛をナトリウム処理することによりその中に含まれている鉛の酸化物、硫化物などを除去し熔融鉛を安定化することによつて良好な鉛被を製造する方法を考案している。彼らの研究によれば、熔融鉛に Na を 0.005~0.05 % 程度添加すると残留 Na は 0.001 % 程度となり熔融鉛は安定化し 450~490°C では無処理鉛よりも長時間表面が輝面を保つと述べている。また Na 処理鉛と無処理鉛とについて機械的および化学的性質を比較すると 35 kg/cm² の応力のクリープ試験では両者間に大差はないが、56 kg/cm² では Na 処理鉛の方がクリープ速度が減少している。また内圧試験の結果では無処理鉛の方が初期クリープ、クリープ速度がともに大きくなっている。また種々の塩の水溶液中での腐蝕試験では Na 処理鉛の方が良好な結果をもたらすと述べている。Na 処理を施した更合金（電々公社で定めた鉛合金で Sn と Sb を含んでいる）についての腐蝕試験結果⁽⁷⁾によると、Na が

0.002 % 以下の残留量に対しては一般的耐蝕性は劣化しないが、酢酸、塩酸、硝酸の 1 % 溶液に対してわずかであるが悪影響があるので残留 Na 量は 0.001 % 以下にする必要があると述べている。

上述のように熔融鉛の Na 処理は効果的であるので、その後ひろく用いられるようになり我国でも最近にいたつて電々公社の規格⁽⁸⁾にも制定されるようになった。

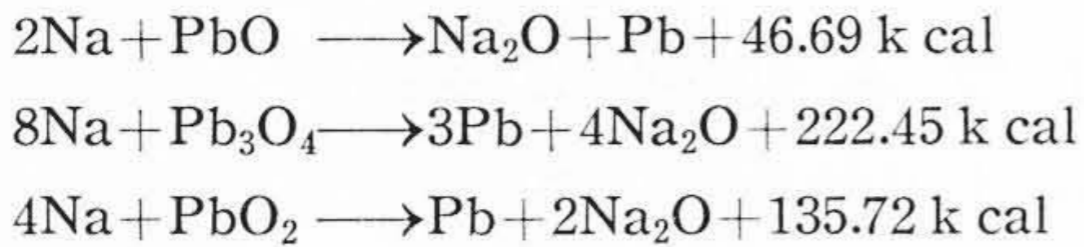
われわれは純鉛ならびに更合金の Na 処理効果を究明するため、Na を添加した場合の熔融状態における酸化過程、Na 処理時間とその残留量との関係、Na 処理鉛被の諸性質について実験を行なったのでここに報告する。

〔II〕 Na を添加した場合の熔融酸化過程

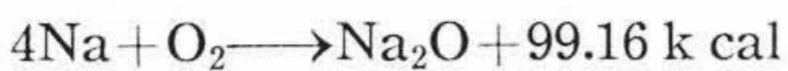
鉛被を製造する過程では何回も鉛を熔融するために熔融鉛と空気との接触により鉛酸化物が発生する。なおこの場合鉛に対する酸素の溶解限は 0.005 % であるので⁽⁹⁾鉛への酸素の拡散は問題とはならない。

熔融鉛を 400~450°C の温度範囲に保持したさいに生成する酸化物は PbO, Pb₂O₃, PbO₂ などであり^{(10) (11)}、これらの比重はそれぞれ 9.53, 9.1, 9.38 である。これに対し鉛の比重は 11.3 であるから熔融鉛を長時間保持すれば、その中に混入している酸化物は当然表面に浮き上つて完全に除去できるはずである。しかしながら現場作業では比較的短時間で多量の鉛を処理するので鉛塊中には当然酸化物が混入してくる。また堅型被鉛機では断続的にコンテナに熔融鉛を注入凝固させるので鉛被に酸化物が混入することは避けられない。このため B. B. Reinitz 氏ら⁽⁶⁾は Na を添加することによつて混入している酸化物を比重の軽い Na 酸化物として除去する方法を提案したのである。Na を熔融鉛に添加した場合酸化物との反応は次のように考えられる。

* 日立電線株式会社電線工場



この反応によつて生成した Na_2O は比重が 2.27 で熔融鉛の比重に比べていちじるしく小さいので急速に熔融鉛の表面に浮上し除去することができる。また鉛中には、0.005 % 程度の酸素⁽⁹⁾や機械的に混入している空気などを含んでいるがこれらも Na の添加により次式の反応によつて脱酸、清浄化される。



上記の考察においては熔融鉛を Na 処理した場合 Na_2O が生成すると考えたが、酸素が多い場合は Na_2O_2 も当然生成するものと思われる。

われわれは更合金の Na 処理過程において Na が残留している場合熔融鉛の表面が比較的長時間変色しないで輝面を保つ点から考えて、微量の Na は脱酸作用のほかに酸化防止作用もあるのではないかと考えて次のような 2 種の実験を行なつた。

(1) 表面反射度の測定

第 1 図は熔融した試料の表面反射度を測定するために用いた装置の説明図である。図においてランプハウス (B) は光源、レンズ、スリット (円形) よりなりたつており、電源を一定にするため蓄電池 (A) を用いた。光はレンズ、スリットにより平行光線となり温度を一定に保つた電気炉 (C) 内におかれた熔融した試料面に 30 度の角度で入射する。試料表面よりの反射光をオリンパス製の露出計 (E) および (F) で受けて反射強度を測定した。実験にあつては所定温度に達した後表面の熔滓を静かに取り除き 5 秒または 10 秒間隔でメータ (F) の値を読みとつた。Na 処理を行う場合には、所定温度で熔融鉛中に鉛箔で包んだ Na を投入し 1 分後除滓して実験を行なつた。

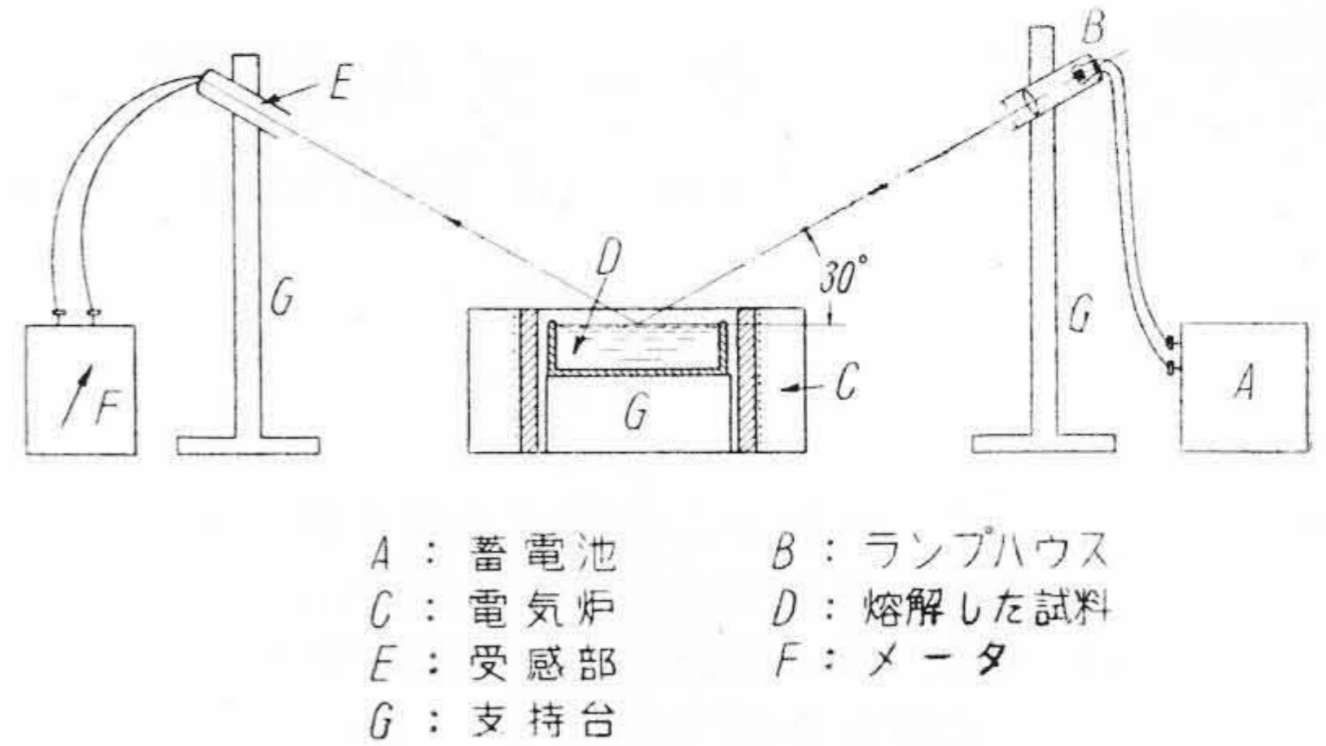
第 2 図は本実験結果の一例で純鉛に対する Na 処理効果を示す。図において反射度とは、便宜上次式で規定した値である。

$$\text{反射度}(\%) = \frac{R_1}{R_0} \times 100$$

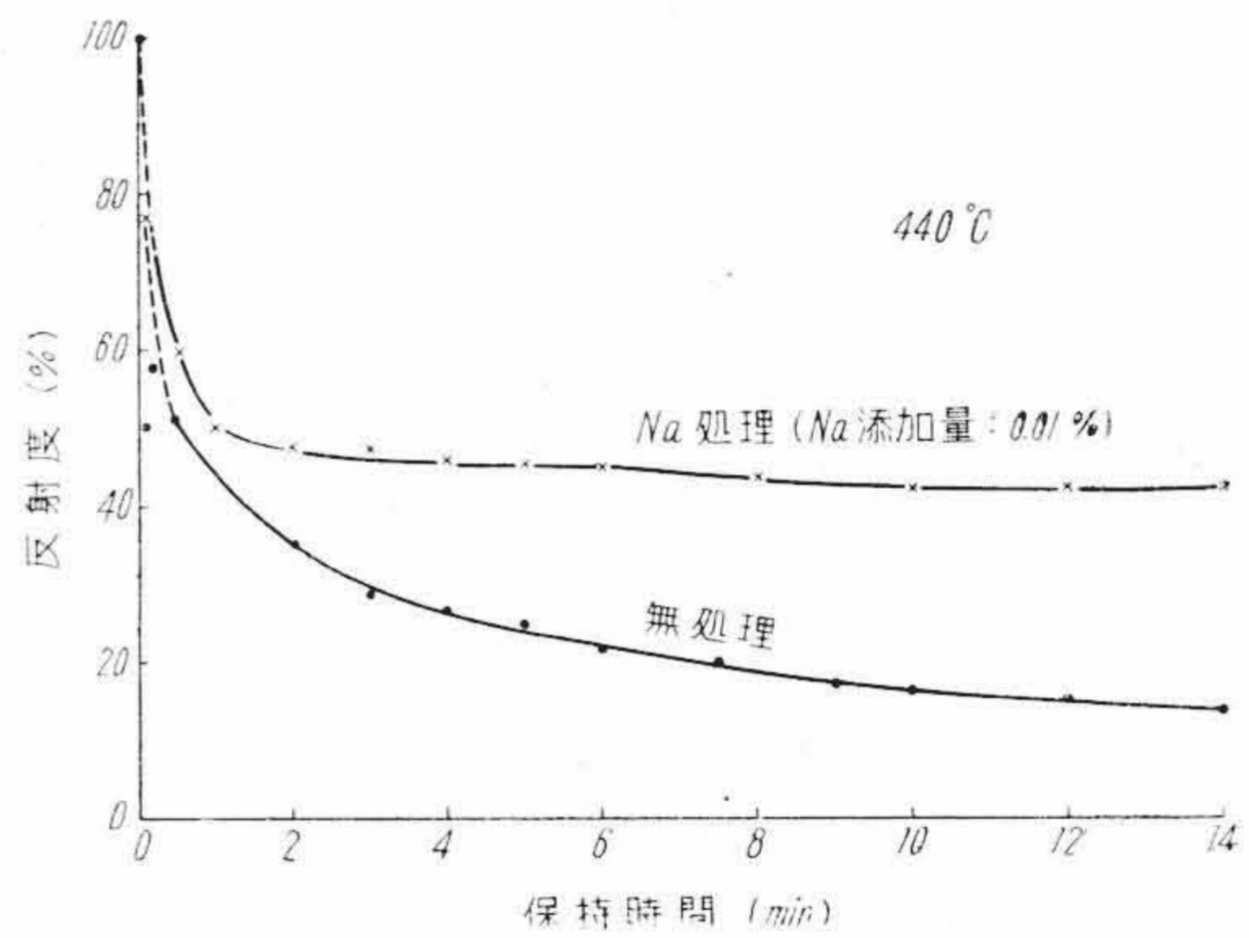
ただし R_1 : ある時間におけるメータの読み

R_0 : 除滓直後のメータの読み

したがつて熔融面が酸化し光沢を失うとともに反射度



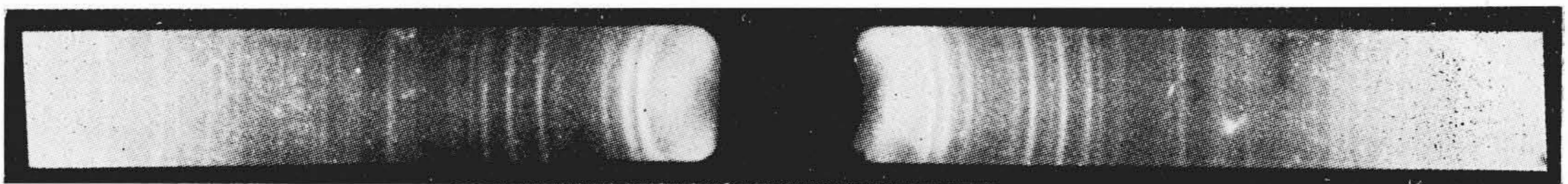
第 1 図 表面反射度測定装置説明図
Fig. 1. Schematic Diagram of Apparatus for Measurement of Surface Reflection



第 2 図 反射度におよぼす保持時間の影響 (440°C)
Fig. 2. Effect of Holding Time on the Reflection Degree at 440°C

も低下する。

この図からわかるように無処理の場合はその反射度は保持時間とともに急速に低下するが、Na 処理するとその低下度はゆるやかとなる。14 分保持後では無処理の場合に比べて Na 処理したものは約 3 倍の反射度を示しており、酸化しにくいことがうかがわれる。なお第 2 図の曲線において保持時間 30 秒以前を点線で示したのは、除滓直後は熔融面が若干ゆれることおよび酸化薄膜の干渉色によりメータの振れが安定しないのでデータを正確にとることができなかつたためである。また第 2 図に示したような傾向は 400~500°C の本実験温度範囲で認められた。Na 添加量は 0.005~0.01% の範囲でその反射度に影響を示すが、0.02% 以上では除滓するとただち



第 3 図 Na 処理した試料の表面皮膜についてのデバイ・シエラー写真
Fig. 3. Debye-Scherer Photograph for Surface Film of the Sample Treated with Sodium

に熔融面上は黄褐色の光沢のあまりない若干厚味をもつた皮膜に覆われ第2図のような関係を示さなくなる。

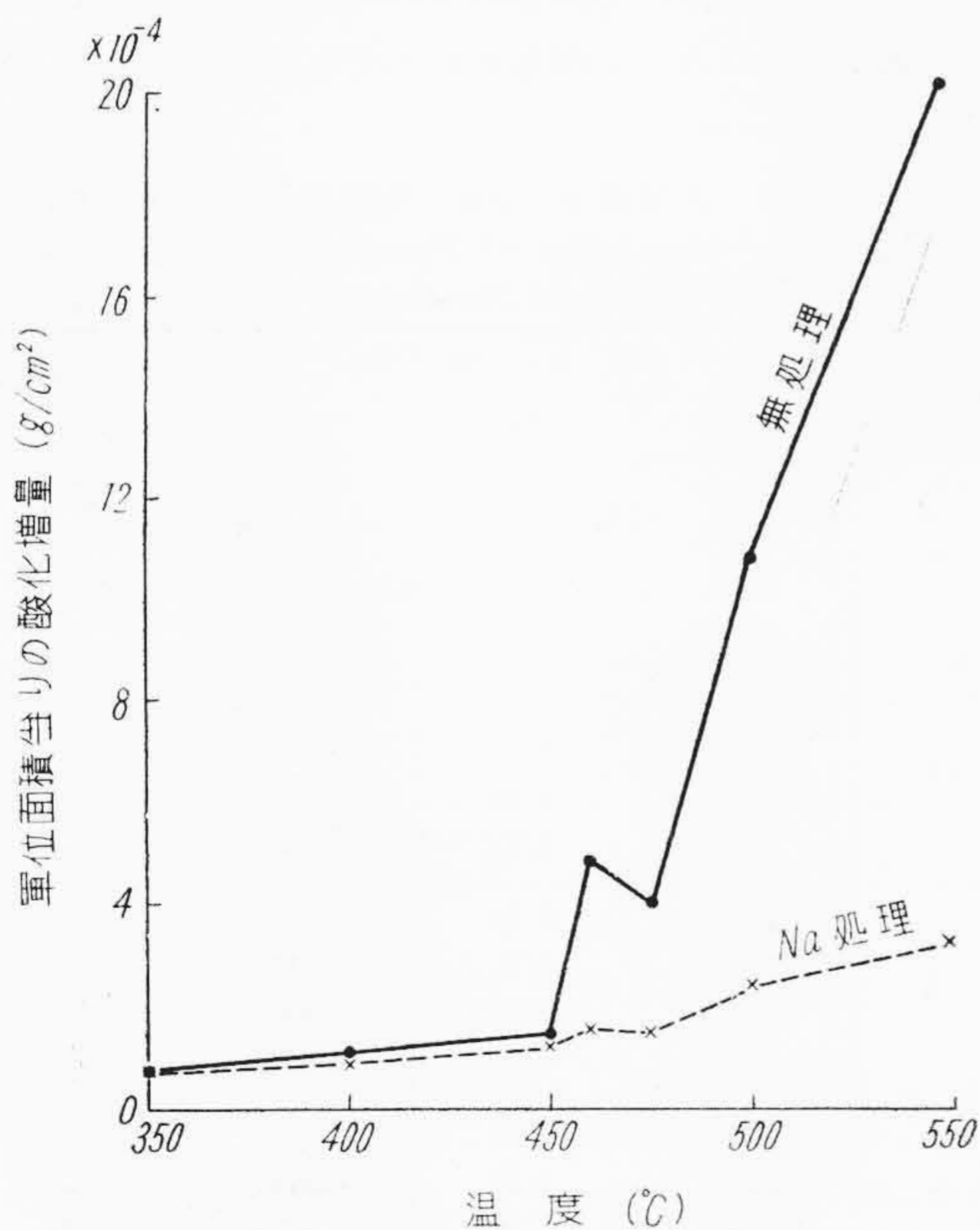
第3図は470°CでNa処理(Na添加量:0.03%)した熔融鉛上の熔滓についてX線分析するため求めたデバイ・シェラー写真である。この場合対陰極としては銅を用い、ニッケルフィルタを使用した。この写真をマイクロフォトメータにかけ、久保氏のデータ⁽¹²⁾によつて分析した結果、 PbO 、 Pb_3O_4 などの鉛酸化物と過酸化ナトリウム(Na_2O_2)を主成分とするものであり両者の錯塩は存在しなかつた。すなわちNa処理した場合Naと鉛酸化物とは前述のような反応によつて Na_2O (過剰の酸素がある場合には Na_2O_2)となり浮上し熔融面上で外気と反応して Na_2O_2 となつたものと推定される。

(2) 酸化増量の測定

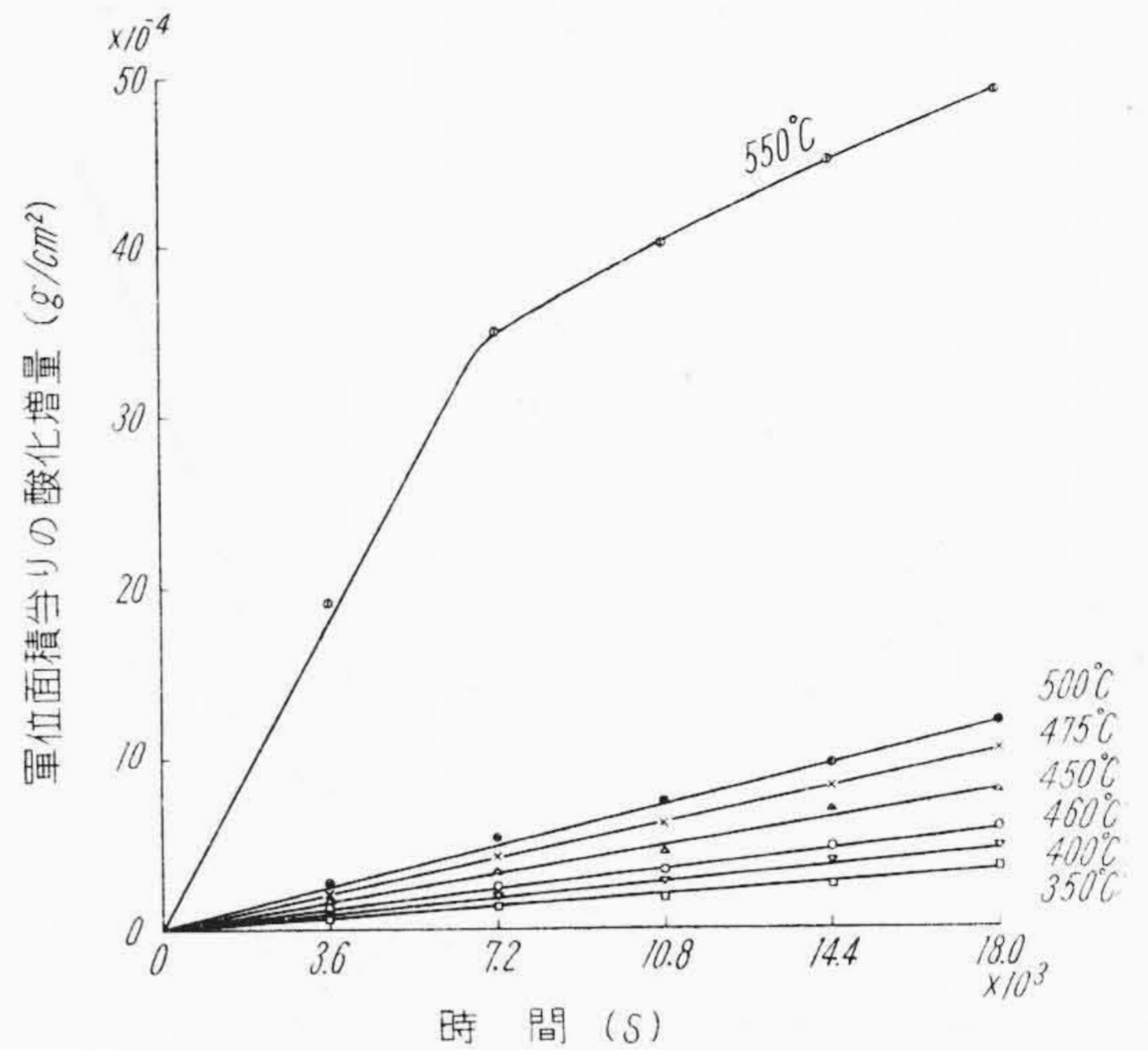
更合金に属する3種の鉛被用合金、 $Pb-2.5\% Sn$ 、 $Pb-0.99\% Sb$ および $Pb-0.93\% Sn-0.31\% Sb$ についてNa添加による酸化増量の変化を本多式熱天秤を用いて測定した。測定法ならびにその実験結果の解析法については前報⁽¹³⁾と同様であるのでここでは省略する。

Na添加量は0.05%とし、これによつてNa処理した各種鉛合金板を実験に供した。

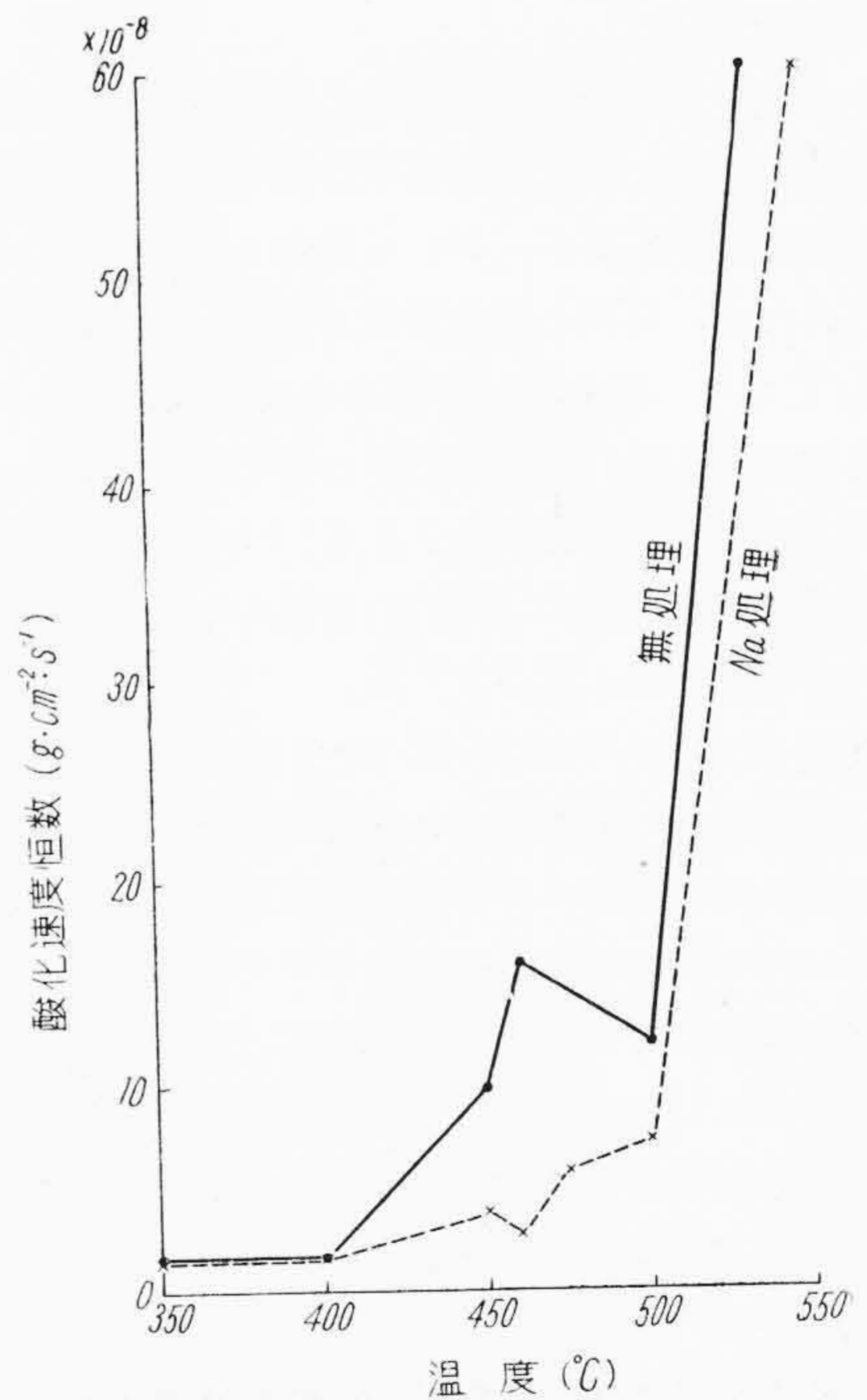
第4図～第7図は本実験結果を示す。



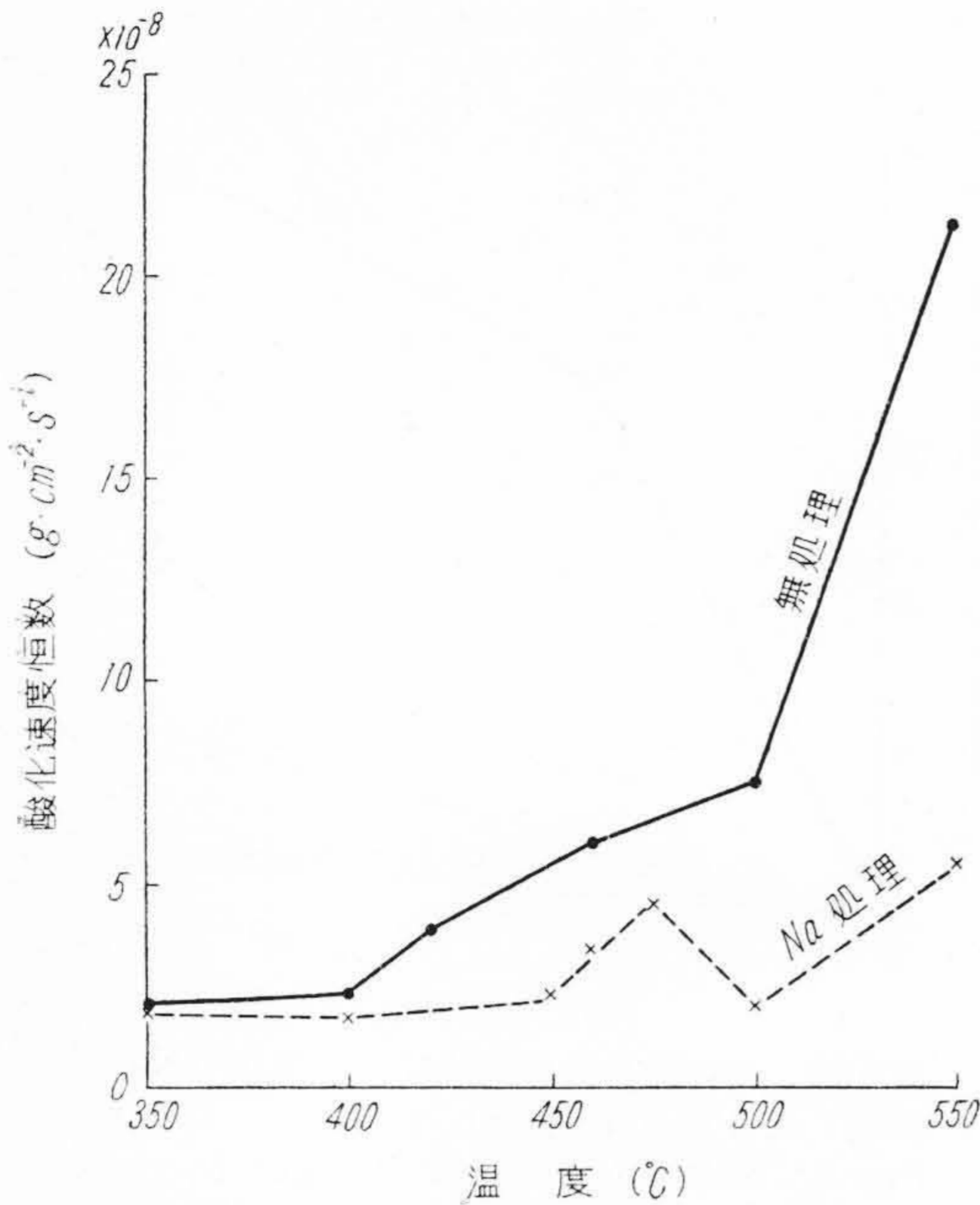
第4図 $Pb-2.5\% Sn$ 合金の種々の温度における酸化増量(保持時間:2時間)
Fig. 4. Weight Increase by Oxidation for $Pb-2.5\% Sn$ Alloy at Various Temperatures (Holding Time: 2 h)



第5図 酸化増量と保持時間との関係 (Na処理した $Pb-0.99\% Sb$ 合金)
Fig. 5. Relation between Weight Increase by Oxidation and Holding Time ($Pb-0.99\% Sb$ Alloy Treated with Sodium)



第6図 各温度における酸化速度恒数 ($Pb-0.99\% Sb$ 合金)
Fig. 6. Constant of Oxidation Rate at Various Temperatures ($Pb-0.99\% Sb$ Alloy)



第 7 図 各温度における酸化速度恒数 (Pb-0.93% Sn-0.31% Sb 合金)

Fig. 7. Constant of Oxidation Rate at Various Temperatures (Pb-0.93% Sn-0.31% Sb Alloy)

Pb-2.5% Sn 合金の熔融酸化過程は、すでに報告⁽¹³⁾したように時間と単位面積当りの酸化増量との間にはほぼ抛物線法則があるが、Na を添加した場合はこの法則はなりたらず、時間と酸化増量との関係は一次的関係に変化してくる。第 4 図は各温度に 2 時間保持した場合の酸化増量を Pb-2.5% Sn 合金について示したものである。この図からわかるように Pb-2.5% Sn 合金の場合 Na 処理効果は 450°C 付近から高温になるにしたがつてあきらかとなってくる。

第 5 図は Pb-0.99% Sb 合金を Na 処理した場合の単位面積当りの酸化増量と保持時間との関係を示す。この場合は両者の間にほぼ直線的関係がなりたつことがうかがわれる。Pb-Sb 合金については、その酸化過程はほぼ直線的であることがわかっている⁽¹³⁾、Na 処理した場合としない場合について各温度における酸化速度恒数を求めると第 6 図のようになる。この場合 Na 処理効果は 400°C 付近からいちじるしいことがわかる。

Pb-0.93% Sn-0.31% Sb 合金を Na 処理した場合は、単位面積当りの酸化増量と保持時間との間にほぼ直線的関係が認められ、これは Na 処理しない場合と同様である。したがって Pb-Sb 合金の場合と同じく各温度における酸化速度恒数を示すと第 7 図のようになる。この図から Na による酸化防止効果は 400°C 以

上においていちじるしいことがわかる。

以上の実験結果から認められるように Na 添加による酸化防止効果は、Pb-Sn 合金では 450°C 以上、Pb-Sb, Pb-Sn-Sb 合金では 400°C 以上でいちじるしい。

〔III〕 熔融鉛中の残留ナトリウムの変化

Na 処理をほどこした鉛被用合金の Na 残留量を 0.002% 以下におさえ、しかも十分に処理効果のある清浄な合金をうることは重要な問題である。したがってわれわれは熔融鉛の Na 処理後の保持時間による残留 Na の変化を求めめるため実験を行なった。

(1) 試 料

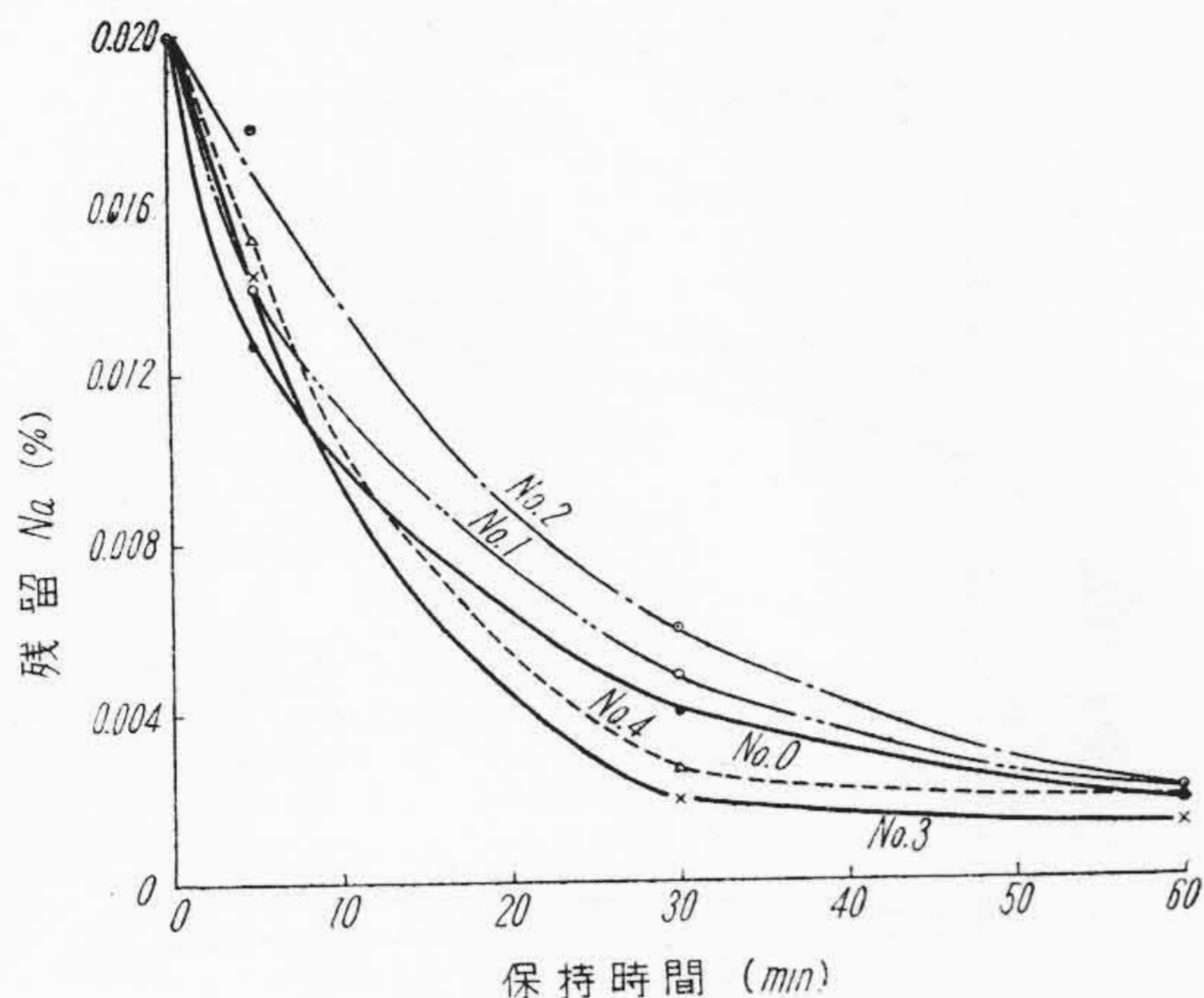
試料の溶解にはエレマ炉を使用し、熔湯を 420°C に 10 分間保持した後、無処理鉛および鉛合金を 70°C に予熱した鋳鋼製鋳型 (50 mm × 15 mm × 150 mm) に鋳込み、つぎに Na を 0.02% 添加し 420°C で 5 分後、30 分後および 60 分後にそれぞれ Na 処理熔湯を鋳造した。鋳造材より分析試料を採取後、常温において厚さ 1 mm に圧延し供試材とした。なお Na の定量分析には炎光分析法を用いた。

(2) 残留ナトリウム量の変化

第 1 表は供試材と残留 Na 量との分析結果を示す。また第 8 図は熔湯の保持時間と残留 Na 量の変化を示す。これらの結果から保持時間の増加とともに Na 残留量が減少していることがあきらかである。すなわち Na

第 1 表 供試材と Na 残留量との分析結果
Table 1. Analysis of Specimens Prepared and the Residual Natrium

試 番	分 析 値 (%)			保 持 時 間 (min)
	Sb	Sn	Na	
0	—	—	—	—
	—	—	0.0127	5
	—	—	0.0040	30
	—	—	0.0019	60
1	0.40	1.15	—	—
	0.40	1.15	0.0140	5
	0.40	1.15	0.0048	30
	0.40	1.15	0.0020	60
2	0.41	0.70	—	—
	0.41	0.70	0.0178	5
	0.41	0.70	0.0059	30
	0.41	0.70	0.0020	60
3	0.24	1.25	—	—
	0.24	1.25	0.0143	5
	0.24	1.25	0.0020	30
	0.24	1.25	0.0013	60
4	0.39	0.95	—	—
	0.39	0.95	0.0151	5
	0.39	0.95	0.0027	30
	0.39	0.95	0.0020	60



第8図 420°Cにおける熔湯の保持時間と残留Na量との関係

Fig. 8. Relation between Holding Time of Molten Metal and Residual Sodium at 420°C

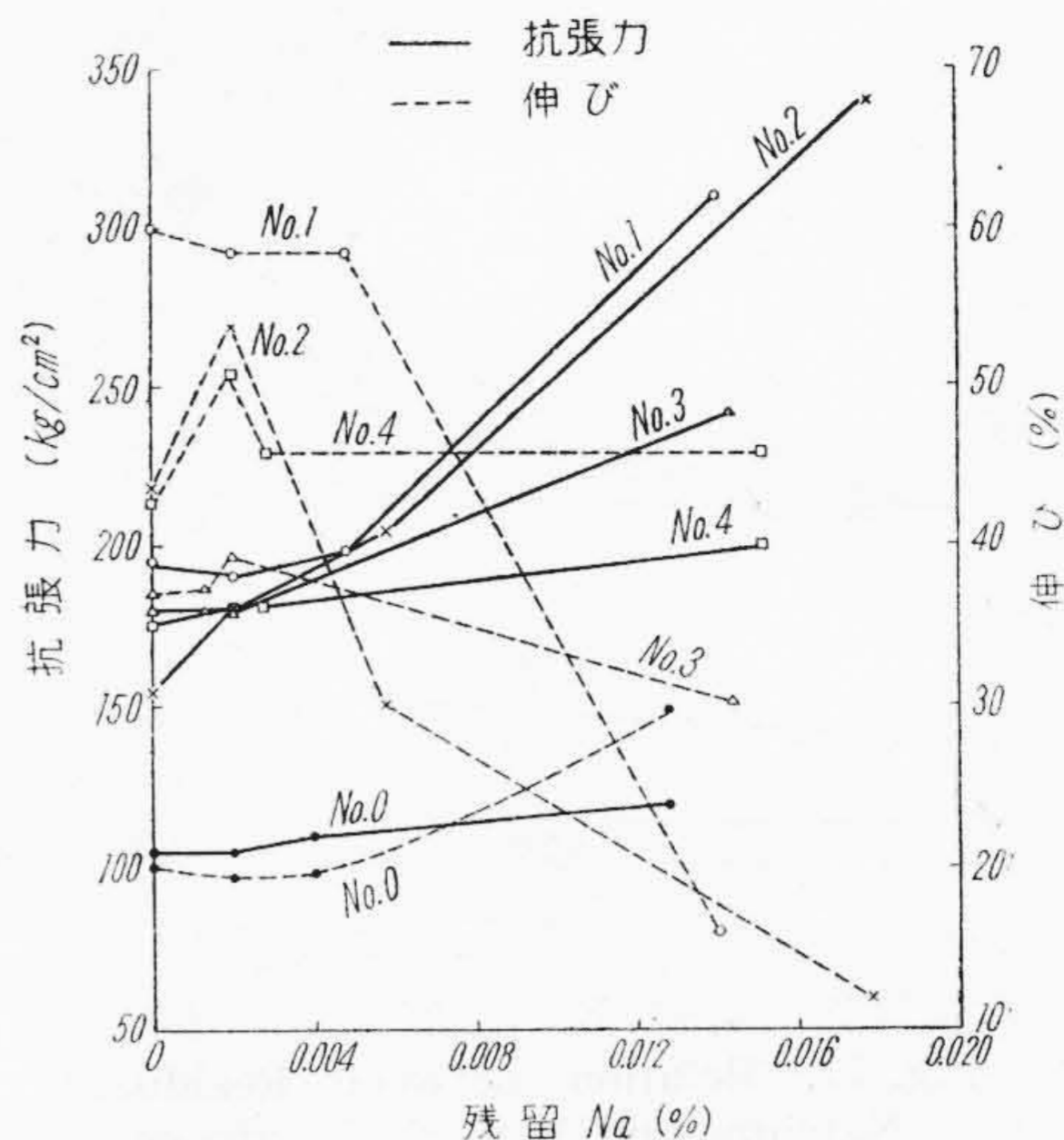
添加量は 0.02 % であるから 5 分間保持の場合には $\frac{2}{3}$ 以上残留しており、保持時間 30 分まではいちじるしく減少するが、その後においては減少の割合は少ない。なおこの点に関して純鉛および更合金について同様な結果が発表されており⁽⁷⁾⁽¹⁴⁾、それらによれば純鉛および各合金ともに保持時間が 1 時間までは減少するが、その後 2 時間まではあまり変化しないとのべている。各合金別に Na 残留量をくらべてみると、Sb 量の多い No. 1, No. 2 の合金では Na 残留量が比較的多く、Sb 量が少く Sn 量の多い No. 3 の合金では Na 残留量が少い。すなわちこの結果より Na との親和力は Sn より Sb の方が大きいものと想像されるが、この点に関してはさらに検討する必要がある。

[IV] ナトリウム処理した鉛および鉛合金の諸性質

(1) 抗張力試験

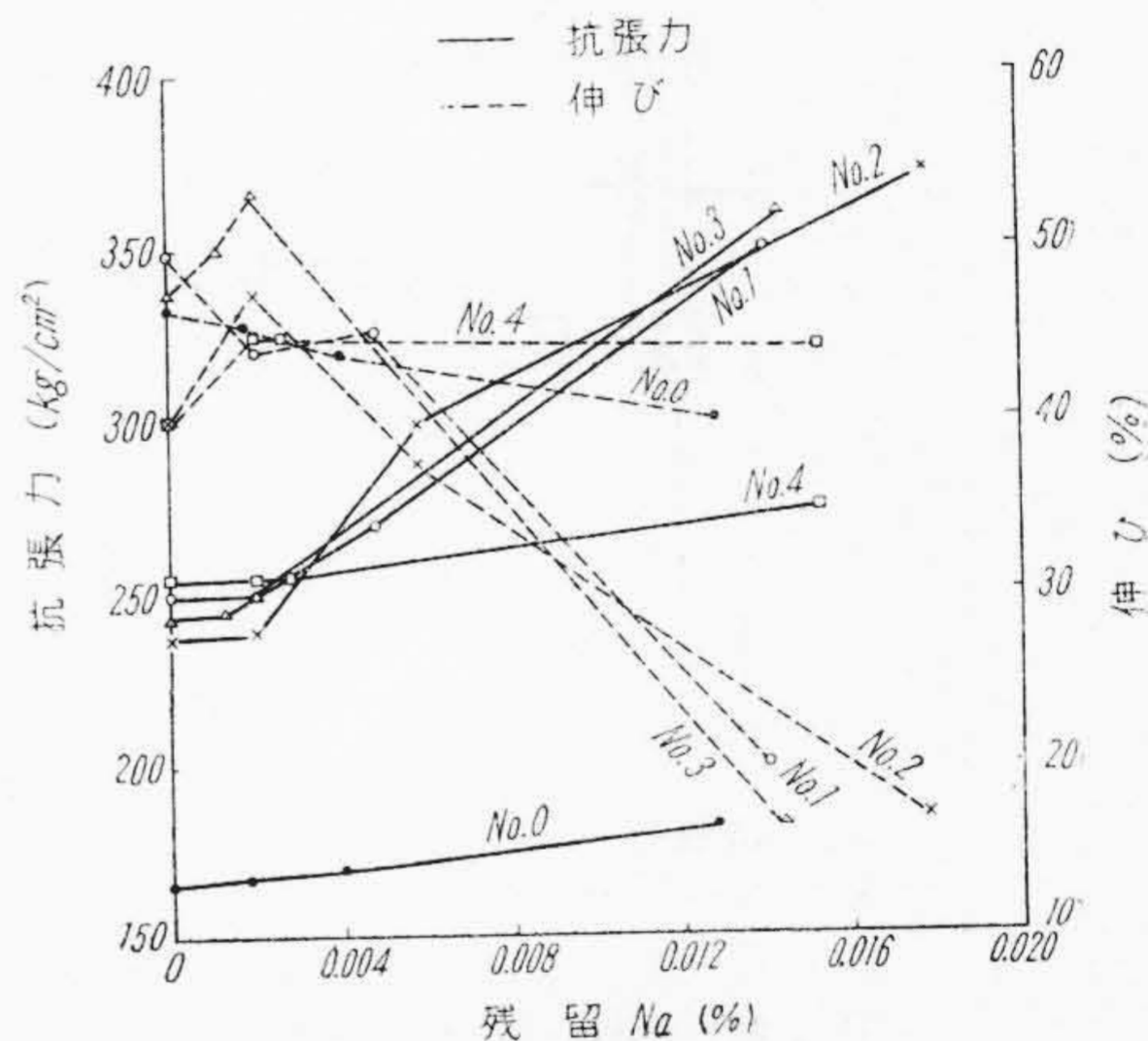
供試材は第 1 表に示したものを用い、試験片は 1 mm 厚で寸法は JIS 規格の 6 号を採用した。試験機は恒温槽付引張試験機を用い、5.5 mm/min の試験速度で常温ならびに 70°C (10 分間保持) における抗張力試験を行なった。

第 9 図は常温における実験結果を示す。この図よりわかるように Na 残留量が増加するとともに抗張力は若干増加し伸びは減少している。純鉛 (No. 0) の場合は Na 残留量とともに抗張力は若干増加しているがほかの鉛合金にくらべてその増加度はきわめて少い。またこの図から鉛合金に微量の Na を添加すると伸びが若干良好となることが認められる。



第9図 各種鉛合金の抗張力、伸びにおよぼす残留Naの影響(常温)

Fig. 9. Effect of Residual Sodium on Tensile Strength and Elongation of Various Lead Alloys at Room Temperature



第10図 各種鉛合金の抗張力、伸びにおよぼす残留Naの影響(70°C)

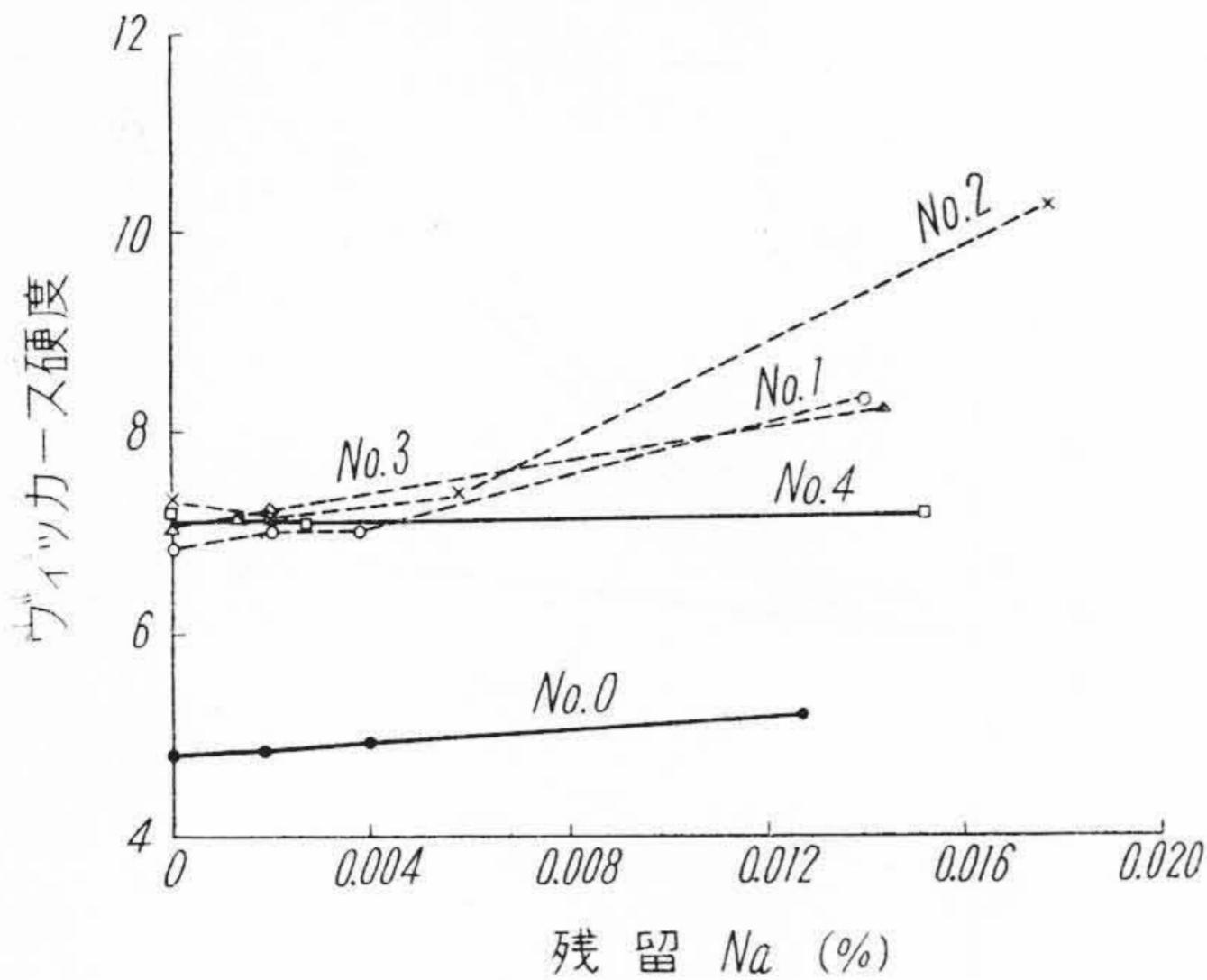
Fig. 10. Effect of Residual Sodium on Tensile Strength and Elongation of Various Lead Alloys at 70°C

第 10 図は 70°C における試験結果を示す。一般的な傾向は常温の場合と同様である。

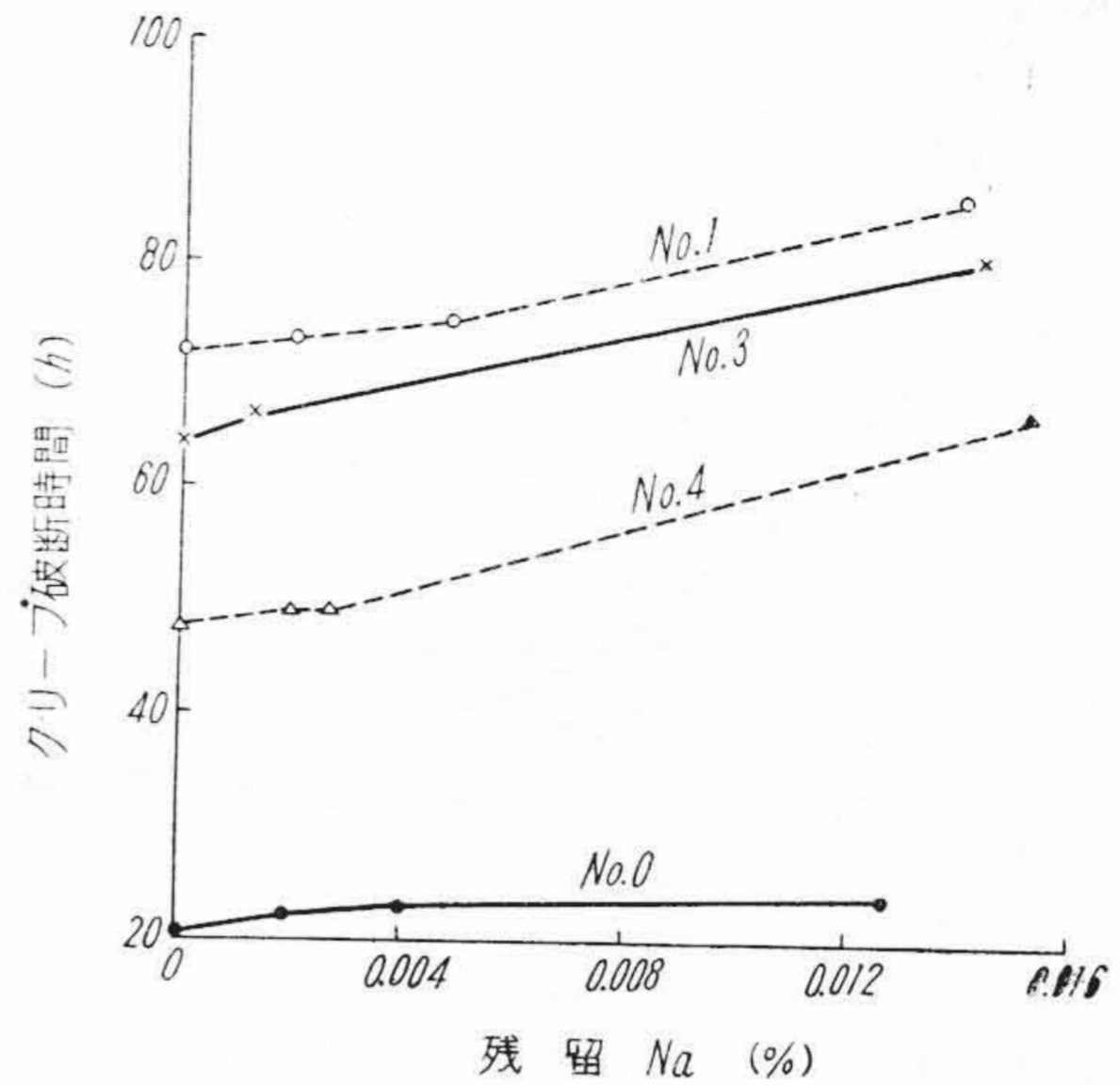
本実験結果から鉛合金では残留 Na が 0.002 % 付近までは抗張力はほとんど変化せず、伸びが若干良好となる。しかしながら残留 Na が 0.002 % 以上になると抗張力は急激に増大し、伸びは低下することがわかる。なお試験値は常温、70°C いずれの場合も 3 個の平均値である。

(2) 硬 度

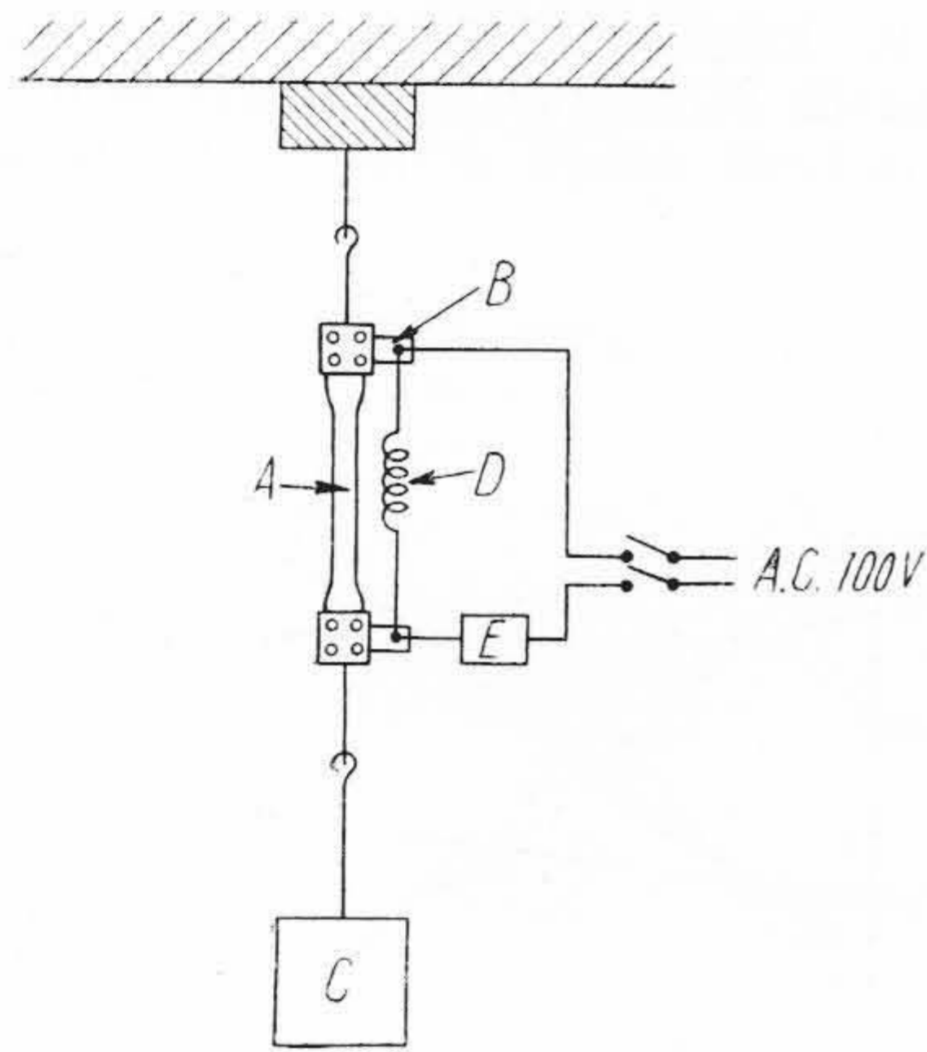
試料は抗張力試験の場合と同じである。測定には微小



第 11 図 残留 Na と硬度との関係
Fig. 11. Relation between Residual Sodium and Vicker's Hardness



第 13 図 残留 Na とクリープ破断時間との関係
Fig. 13. Relation between Residual Sodium and Creep Rupture Time



- A : 試験片
- B : ベークライト板
- C : 荷重
- D : 細い銅線 (0.1mmφ)
- E : 時間計

第 12 図 クリープ破断装置説明図
Fig. 12. Schematic Diagram of Creep Rupture Apparatus

硬度計を用い、荷重は 200 g とし、荷重保持時間は 20 秒とした。

第 11 図はその実験結果を示す。図に示すように硬度は Na 残留量とともに増加しており、抗張力試験結果と同傾向で No. 1, No. 2 および No. 3 の試料は、残留 Na による影響が大きく、純鉛、No. 4 の試料ではその影響が小さい。

なお抗張力試験と硬度試験との結果をくらべてみると、残留 Na の影響は前者の場合があきらかである。

(3) クリープ破断

残留 Na のクリープ破断におよぼす影響を調べるため、第 12 図に示すような装置を用いて常温で実験を行なった。この図において試料 (A) の寸法は抗張力試験片と同様で、荷重 (C) をかけてスイッチを入れると、試料が破断した場合細い銅線 (D) が同時に切断しタイマーが停止する。試験荷重としては比較的高い応力、77.5 kg/cm² を用い、クリープ破断値は 3 本の平均をとつたが相互の間にいちじるしいばらつきはなかつた。

第 13 図は残留 Na とクリープ破断時間との関係を示す。この場合も前記抗張力、硬度の試験結果とおなじ傾向を示し、純鉛では残留 Na による破断時間の差異はあまりないが、鉛合金ではその差異が認められる。

[V] 結 言

ケーブル鉛被の諸性質に悪影響をおよぼす酸化物を除去する一方法として我国においても最近熔融鉛の Na 処理が行われるようになった。われわれはこの Na 処理効果を検討するため、熔融鉛の酸化防止におよぼす Na 添加の影響、熔融鉛の保持時間と残留 Na との関係、Na 処理した純鉛ならびに一般の鉛被用合金の機械的諸性質について実験を行なった。

えられた結果を要約すると次の通りである。

- (1) 微量の Na を熔融鉛中に添加すると、熔湯内に含まれている酸素または混入している鉛の酸化物と反応して Na₂O あるいは Na₂O₂ となり急速に熔湯面上に浮上することにより脱酸効果を示す。
- (2) 熔湯面上に存在する Na₂O あるいは Na₂O₂ は、その表面の酸化を防止する効果がある。この効果は Pb-Sn 合金では 450°C 以上、Pb-Sb, Pb-Sn

—Sb 合金では、400°C 以上においていちじるしい。

(3) 熔融鉛を Na 処理した場合、その残留 Na の熔融鉛保持時間による変化を蛍光分析法を用いて測定した結果、残留 Na は保持時間 30 分までは急速に減少するが、それ以上保持してもあまり減少しない。また Sb 含有量の多い鉛被用合金の残留 Na は、同じ処理をほどこしたほかの鉛合金にくらべて若干大きい傾向がある。

(4) Na 処理を行つた鉛被用合金では、残留 Na が 0.002 % 付近までは抗張力、硬度、クリープ破断値はほとんど変化せず伸びが若干良好となる。しかしながら残留 Na が 0.002 % 以上になると抗張力、硬度、クリープ破断値は急激に増大し、伸びは低下する。

終りにのぞみ御鞭撻をいただいた日立電線株式会社電線工場久本課長ならびに種々実験上御援助をいただいた同社金属系の諸氏に深謝するしだいである。

参考文献

- (1) J. F. Christmann: C. I. G. R. E., 2 No. 231 (1952)
- (2) R. W. Atkinson: Wire and Wire Products, 11, 695 (1936)
- (3) L. Zickerich: Electrical World, 105, 184 (1935)
- (4) W. T. Peirce: Electrical World, 107, 1070 (1937)
- (5) A. Latin: J. Inst Metals, 81 529 (1952~53)
- (6) B. B. Reinitz, R. J. Wiseman: Trans. A. I. E. E., 59 165 (1940)
- (7) 東野, 田中, 村松: 電気三学会連合大会論文集 213 (昭 30-4)
- (8) 電々公社規格: 変一機仕 13 号 1 版-2
- (9) H. W. Worner: J. Inst. Metals, 66, 131 (1940)
- (10) W. Gruhl: Z. Metallk. 40, 225 (1949)
- (11) E. Weber, W. M. Baldwin: J. Metals, 4, 854 (1952)
- (12) 久保, 加藤: X 線回析による化学分析 (昭 30-6 日刊工業新聞社)
- (13) 山路, 大島: 日立評論 37, 79 (昭 30-3)
- (14) 鈴木: 第 35 回日本金属学会講演概要 (昭 29-10)

製品紹介

耐熱鋼五種大型ノズルリング

Production of Large-Sized Heat Resisting Nozzle Ring SEH 5

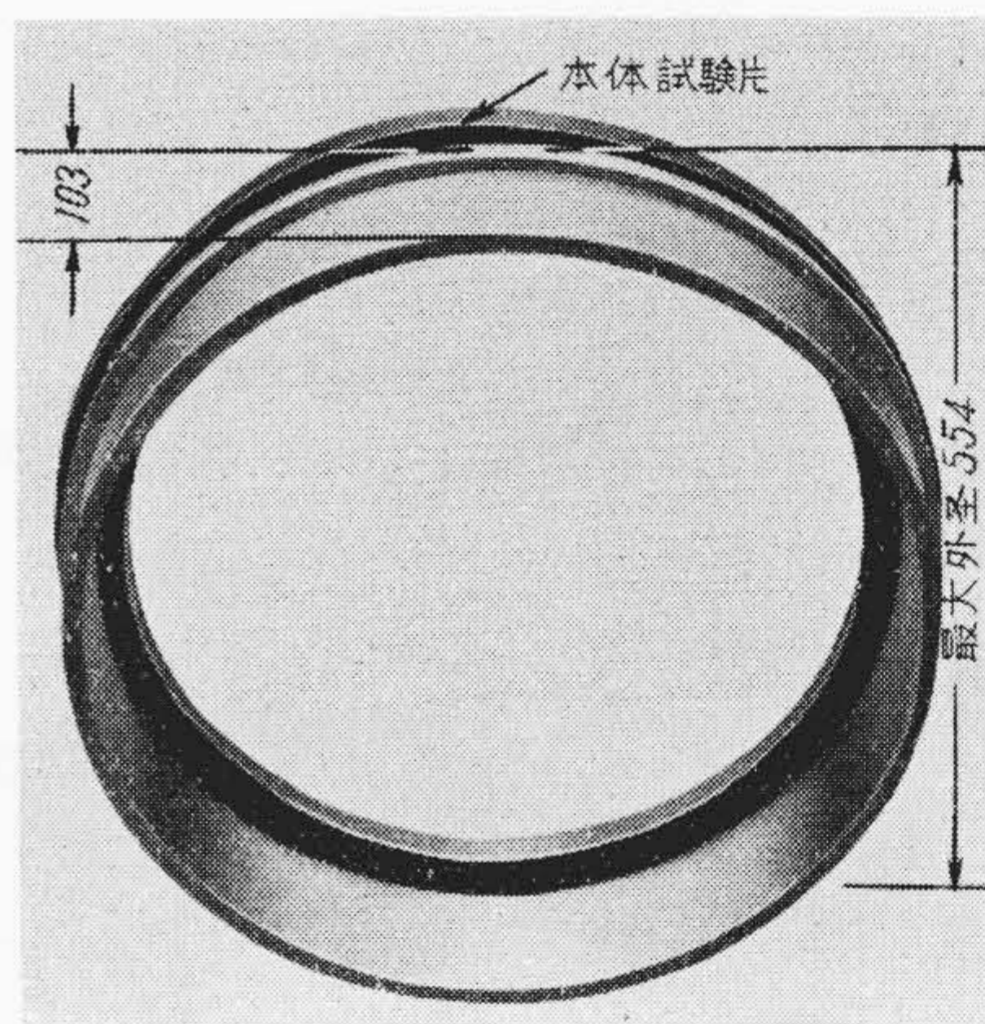
近時航空機の国産化にともなうジェットエンジンあるいは陸用船用ガスタービンなどの研究がさかんとなりこれが量産化が計画されている。

これらに耐熱鋼は必要欠くことのできない鋼であることは周知のとおりである。

日立金属株式会社安来工場においては戦後いち早くこれら高級耐熱鋼の研究製作に着手し、ガスタービン用タービンディスク、ブレードおよびコンプレッサーブレード、ディスク、シャフトを製作し業界に好評を博している。

今回新しい企画のもとに某ジェットエンジン会社ではジェットエンジン用ノズルリングを耐熱鋼五種 (SEH 5) で製作すべく計画された。これがノズルリングは第 1 図および第 3 図に示すごとく旋削仕上げ後の最大外径 554mm 内径 514mm, 巾 103mm である。このノズルリングはジェットエンジンの排気口に使用するもので高温に接するため高度の耐熱性と強度が必要である。

これが製造については熔解に当つてできるだけ不純物の少ない優良原料と特殊元素を配合し卓越した製鋼法と一貫した品質管理のもとに製作されたものである。また鍛造に際し無理な作業とならないよう考慮された特殊な形状の鋼塊を吹製した。



第 1 図 ノズルリング仕上製品
Fig. 1. Finished Nozzle Ring

鍛造作業においては十分なる予熱と加熱を行ない加工温度を厳守し疵発生防止のため数回の中延作業と研磨機による疵取作業を適当に組合せ火造作業などを行なつた。

熱処理については自動温度調節器を装置した最新式重油炉を使用し、管理された作業を行なつた。熱処理によつてえた顕微鏡組織は第 2 図に示す。

鋼塊吹製から製品まで数回にわたり超音波探傷機による内部検査を行ない、各作業ごとに内部欠陥の有無を調べた。

しかしこれらの作業においていずれの鋼塊から仕上げ

第 1 表 ノズルリング 化学成分 および 物理的性質
Table 1. Chemical Components and Physical Properties of Nozzle Ring

	化 学 成 分 (%)							物 理 的 性 質				
	C	Si	Mn	P	S'	Ni	Cr	抗張力 kg/mm ²	伸 %	絞 %	衝撃値 kg/cm ²	硬 度 H. B.
SEH5 規格値	<0.25	<1.50	<2.00	<0.030	<0.030	19.00 ~22.00	24.00 ~26.00	>60	>40	>50	—	145~210
A 8 2 8 1	0.20	1.13	1.33	0.016	0.015	19.92	24.49	61.7	44.6	57.8	15.1	159

たものも欠陥は発見されなかつた。

熱処理を終つた製品は旋盤により最終仕上寸法に加工し仕上げた。

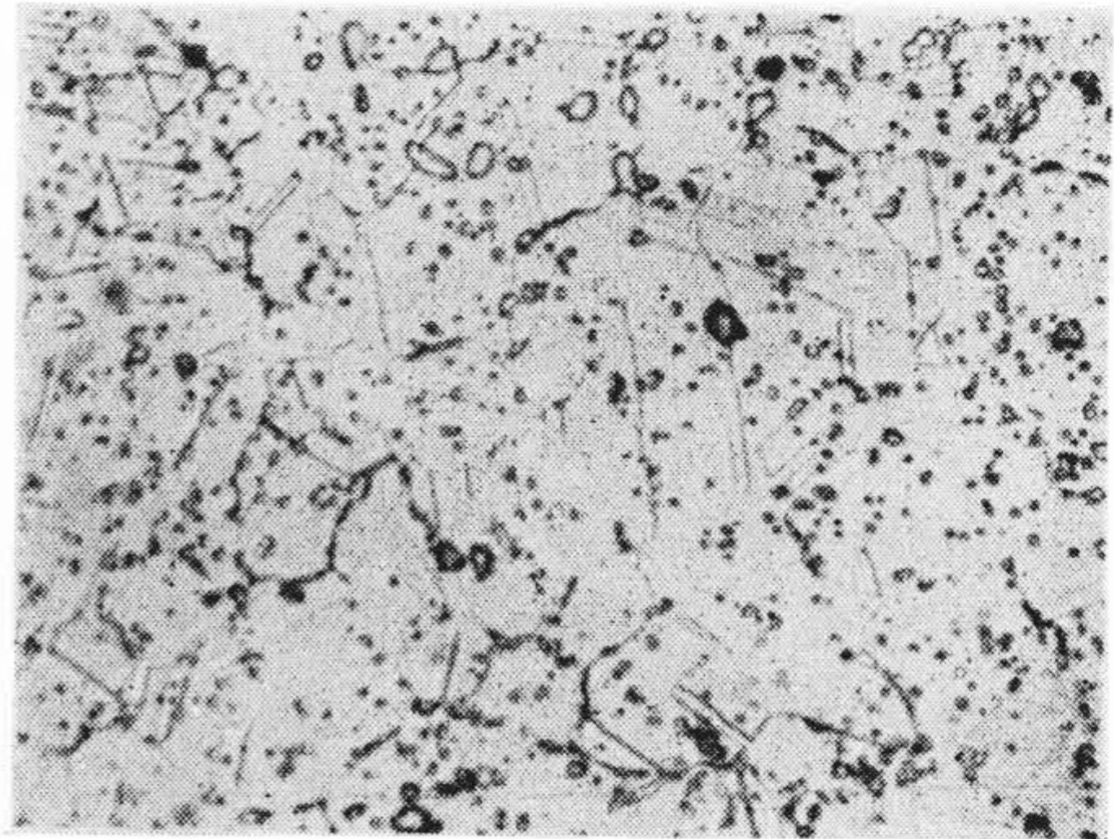
本体に付け同時熱処理を行なつた試料によつてえた物理的性質は第 1 表に示すごとくで試料の採取方法および位置は第 3 図に示す。

高温機械的性質は第 4 図のごとくである。なお 650 °C 100 時間におけるクリープ値は 23.4kg/mm² である。

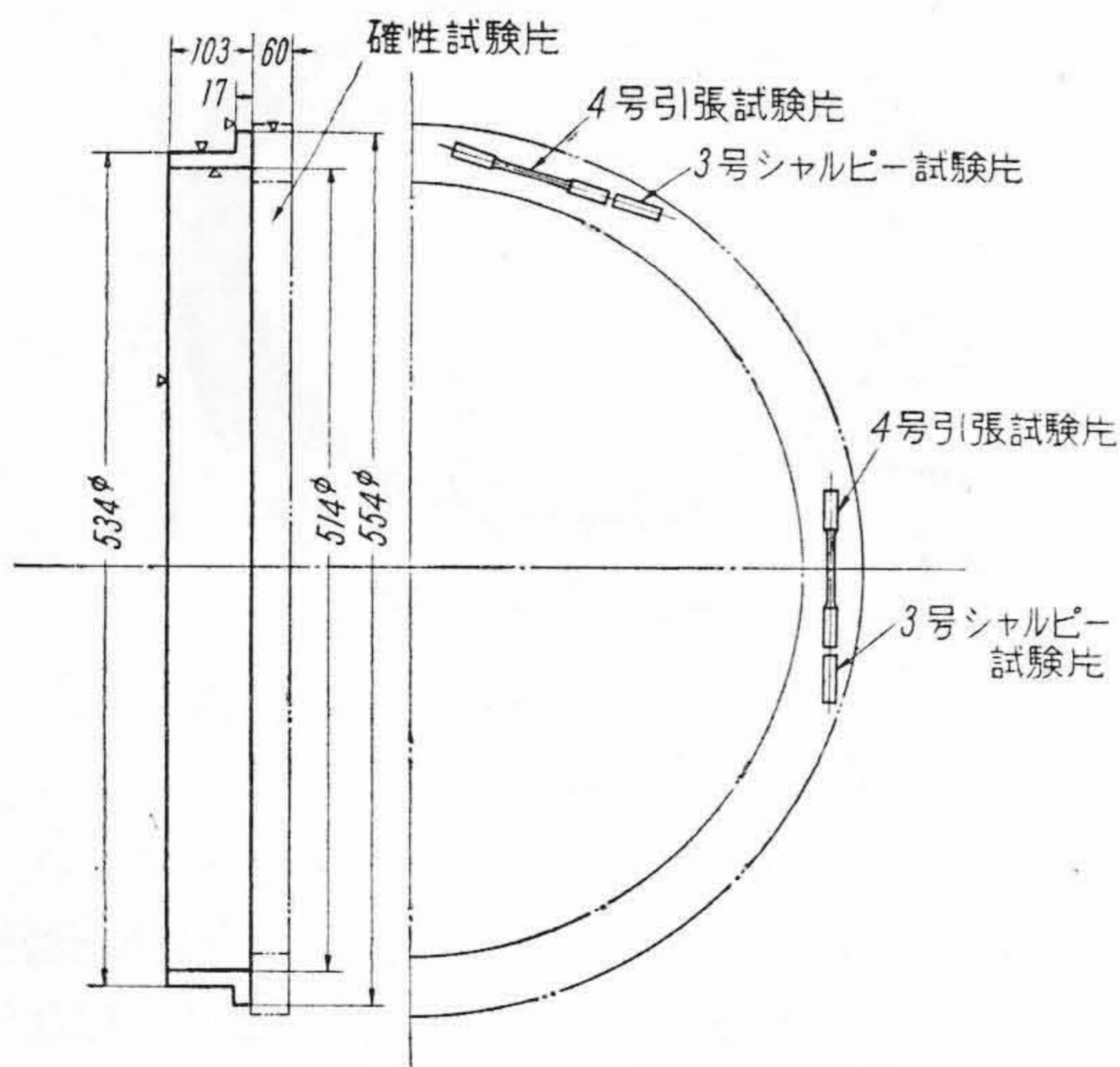
本耐熱鋼五種の大型ノズルリングの生産により大物火造品の量産化にさらに自信をえた。

今後高級耐熱鋼の大物鍛造品および精密型鍛造品の要求は増加の一路をたどるものと推定される。

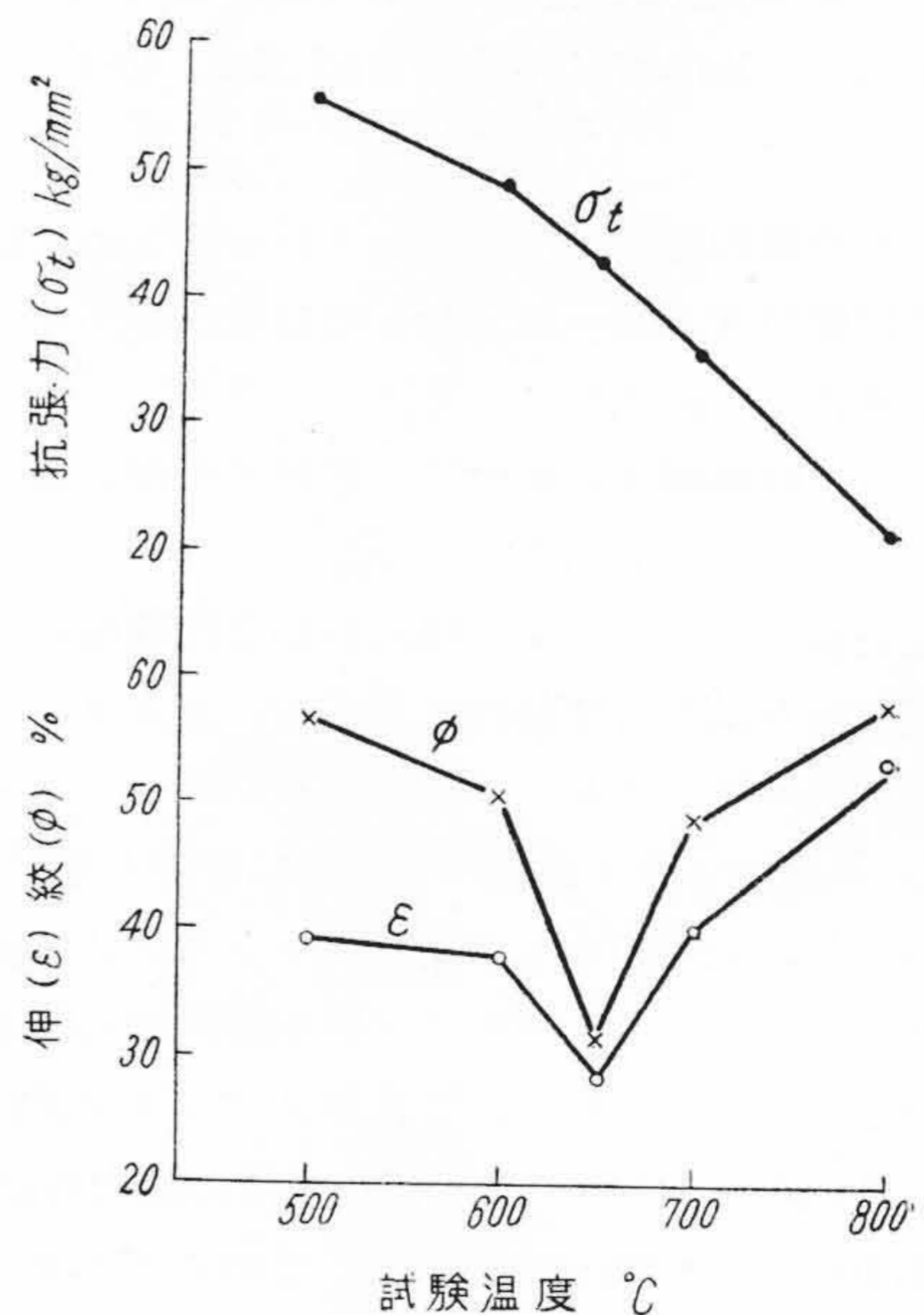
日立金属株式会社安来工場はこれら高級耐熱鋼の生産研究によりさらに高性能の耐熱鋼の量産化に確信をえた。



第 2 図 熱 処 理 組 織
Fig. 2. Structure after Thermal Treatment



第 3 図 ノズルリング 仕上 および 試料採取図
Fig. 3 Finished Nozzle Ring and Spots
Where the Specimens Were Cut



第 4 図 高 温 機 械 的 性 質
Fig. 4. High Temperature Mechanical Properties