

新ケーブル鉛被用鉛合金の諸特性

Various Characteristics of the New Lead Alloys for Cable Sheathing

山路賢吉* 大内敬次*
Kenkichi Yamaji Keiji Ōuchi

内容梗概

ケーブル鉛被用合金として要求される性質としては、製造が容易であり、機械的性質、耐疲労性などの良好なことそのほか種々あるが、耐クリープ性、耐食性の良好なことその重要な性質の一つである。

本研究ではケーブル鉛被用合金としての必要な、常温および70°Cにおけるクリープ試験、耐食性、および押出性について研究した。供試材としては鉛に対し固溶限が少なくその共晶組成が著しく鉛側に近づく添加元素すなわちテルル、銅などを含んだわれわれの見出した三元系鉛合金を用い、比較用合金として従来より使用されている合金やケーブル鉛被用合金として新しく登場してきた“Tellurium Lead”や“F-3”合金を選んだ。

得られた結果を要約すると次のようになる。

- (1) 3%伸びるまでの時間と応力との関係で、Pb-Te-Cu合金は、常温および70°Cのいずれにおいても、“Tellurium Lead”，および“F-3”合金と比較して高応力側では、3%伸びるまでの時間は短い。低応力側では良好な結果を示すようであった。
- (2) Pb-Te-Cu合金の耐食性は、純鉛より劣っているが、Pb-Sn系およびPb-Sb系合金などより良好であり、また“Tellurium Lead”および“F-3”合金と比較すると、若干良好な性質が得られた。
- (3) 押出性についてはPb-Te-Cu合金は、純鉛およびPb-Cu合金より押出応力を多く要するが、現在用いられている、Pb-Sn、Pb-Sn-Sb合金より容易に押し出せることが明らかになった。

1. 緒言

ケーブル鉛被に要求される諸性質は、耐食性およびたわみ性の良いことが重要であるが、耐疲労性、および耐クリープ性の良好なこと必要である。

耐食性およびたわみ性の点においては純鉛が最もすぐれているが、機械的諸性質、耐疲労性、および耐クリープ性が劣るため種々の鉛合金が使用されている。耐疲労性の点からこれら鉛被用合金として最初に使用された合金はPb-Sn二元合金である^{(1)~(5)}。このPb-Sn合金は耐疲労性にすぐれ、また押出特性も比較的良好であるため、古くから使用されてきた。しかしSnは高価でありまた耐クリープ性に若干問題があるため、それに代る合金の研究が盛んに行われ、その結果Pb-Sb二元合金、Pb-Sn-Sb合金、およびPb-Sb-Cu合金などがPb-Sn合金に代り鉛被用合金として使用されるようになった。

Pb-0.75%Sb合金は純鉛およびPb-2%Sn合金に比べてはるかに疲労強度が大きいが、しかしこの合金は被鉛機各部の管理が不十分であると「ソゲ」といわれる熱間ぜい性を起して被鉛能率を著しく低下させる性質があるため⁽⁴⁾主として、更合金(Pb-Sn-Sb三元系合金)が用いられている。またPb-Sb合金の押出性と時効硬化を改善するために、最近F. Glander氏⁽⁶⁾らがPb-1%Sb合金に0.065%Cuを添加し、押出圧力の減少と押出中の「ソゲ」および時効硬化をなくすることができることを述べており、当工場でも種々検討の結果良好なケーブル鉛被を作ることができた。また最近ケーブル使用上作動温度が過度に高くなるような大電流を負荷する場合があります、その結果鉛被用合金としては、耐疲労性および耐クリープ性が強くまた耐熱性のすぐれた鉛合金に関する一連の研究が行われ、その結果前記条件に適した“Tellurium Lead”⁽⁹⁾、および“F-3”⁽⁷⁾⁽⁸⁾合金が登場してきた。これらの合金はPb-Sn、Pb-Sb、およびPb-Sb-Cu合金に比べ耐疲労性、および耐クリープ性が良好であり、また再結晶温度が高いため、導体温度の上昇により結晶粒の成長を起さず、また結晶粒成長により起る耐疲労性をはじめ機械的強度が低下

* 日立電線株式会社電線工場

第1表 供試鉛の分析結果

種類	分析結果 (%)						
	As	Cu	Fe	Ag	Bi	Zn	Sn+Sb
供試鉛	0.002	0.002	0.003	0.001	0.001	0.002	0.005
第1種鉛	<0.005	<0.003	<0.004	<0.002	<0.001	<0.002	<0.007

しないといわれている。われわれも数年前より鉛被用合金の研究を行っているが⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾、その結果Pb-Te-Cu合金が機械的性質、耐クリープ性、および耐食性などの点において、すぐれた性質を有している⁽¹²⁾、その合金の性質について報告する。

2. 試料および実験方法

2.1 試料

実験に使用した地金は日本鋳業株式会社製の電解鉛(E.S.S.)でその分析結果を第1表に示す。

添加元素はすべて純度の高いものを使用した。さらにTe, Cu, Sb, およびAsはそれぞれPb-1%Te, Pb-0.98%Cu, Pb-11%Sb およびPb-1%Asの母合金を用いた。

熔解の際熔剤は使用せず鑄造はすべて450°Cとし、20mm×50mm×150mmの100°Cに予熱した金型鑄型に鑄造した。鑄造材を常温加工で2mm厚の板材とし、(加工度90%)クリープ試験片、および耐食性試料とし、押出特性試験には、20mmφ×40mmの鑄造材を使用した。なお各試験片とも加工後試験片を常温で1週間放置したものである。

2.2 実験方法

実験は常温および70°Cにおける1年6箇月にわたるクリープ試験と11種類の酸、塩、アルカリ類などの耐食性試験、および押出性の適否を試験するため試作した小形押出機で、押出性の試験を行った。

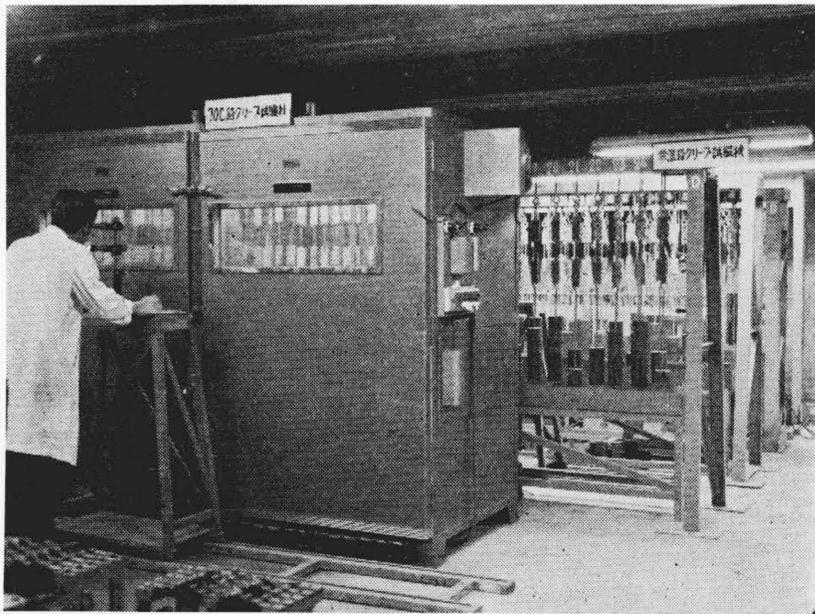
まずクリープ試験であるがすでに各種現用合金とそのほかの合金について、常温におけるクリープについて報告⁽¹⁰⁾基礎資料を得たが、今回は70°Cにおけるクリープ試験も行った。第1図は常温および70°Cのクリープ試験機の外観を示している。

第2表 供試材の分析結果と機械的性質

試 番	分 析 結 果 (%)						引 張 強 さ (kg/cm ²)			伸 び (%)			合 金 名
	Te	Sn	Bi	Cu	As	Sb	常 温	70°C	低 下 率	常 温	70°C	低 下 率	
0	—	—	—	—	—	—	139.4	85.3	49.3	30.0	32.3	7.6 増加	純 鉛
7	0.069	—	—	—	—	—	300.0	239.2	20.5	24.1	14.2	41.2	Pb-Te
15	0.064	—	—	0.065	—	—	270.5	190.9	28.7	39.5	29.0	26.6	Pb-Te-Cu 系 合 金
16	0.067	0.12	—	0.065	—	—	281.3	199.6	28.8	40.0	25.0	35.6	
17	0.062	0.10	0.098	—	0.17	—	240.9	180.2	25.5	38.0	26.4	30.6	Tellurium Lead Alloy
18	—	0.12	0.072	—	0.18	—	239.6	170.1	28.8	40.1	24.7	34.6	F-3 合 金
19	—	2.45	—	—	—	—	245.6	162.2	33.4	45.9	48.5	5.6 増加	Pb-Sn
20	—	—	—	0.065	—	1.0	251.1	164.5	34.5	41.6	26.4	36.2	Pb-Sb-Cu
21	—	1.40	—	—	—	0.32	242.3	172.0	29.2	45.0	30.0	33.3	更 合 金

※ 低下率 = $\frac{A_0 - A}{A_0} \times 100 (\%)$

A₀: 常温における値
A: 70°Cにおける値



第1図 常温および70°Cクリープ試験装置

試験方法は試片に一定荷重を加え標点間の伸びを読取顕微鏡（読取精度：1/100 mm）で測定した。常温クリープの場合室温の変化は15.2°Cから32.4°Cにわたっている。測定は試験開始時より1箇月は毎日行い、2箇月目より3日ごと、3箇月目より週1回行った。70°Cクリープは恒温槽内を一定温度70°Cに保ち測定を行った。なお恒温槽内の温度の調整にはセンスビー温度調節計を用い、温度差は±0.5°Cに保つようにした。測定方法は常温の場合と同じである。

耐食性試験は試験試料を1 mm厚さにし、20 mm × 13 mmに切り取り、上部に1 mmの穴を開け液中につるした。

試験片の前処理は、ベンジンで洗浄したのち酢酸-10%過酸化水素水で軽く表面の汚物を除去後水洗、乾燥を行ってから試験前の重量の測定を行った。

なお腐食液作成にはすべて蒸留水を用いた。

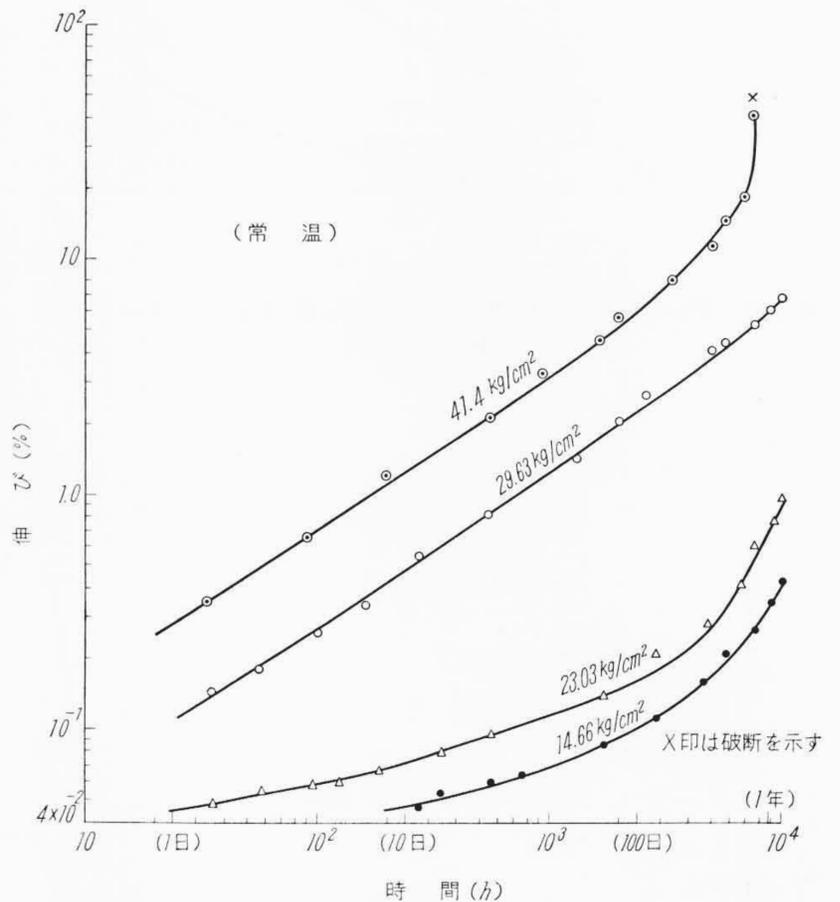
腐食液は1%硝酸、1%塩酸、1%乳酸、4%酒石酸、1%硫酸、1%アンモニア水、5%食塩水、1%苛性ソーダ、1%炭酸ソーダ、飽和炭酸カルシウム、1%硫酸ナトリウムの各溶液を使用した。

押出性試験は20 mmφ × 180 mmの鋳造材より、20 mmφ × 40 mmの試験片を採取し、エメリ紙（滑剤として流動パラフィン）を用いてNo. 02まで研摩し供試材とした。

なお押出機は小形押出機を製作し、リーレー式万能引張試験機に取付けて押出しを行った。

2.3 供試材の分析結果

第2表に分析結果と機械的性質を併記する。試番15~16はわれわれの見出した合金⁽¹¹⁾であり、試番17~18は“Tellurium Lead”，“F-3”合金で現在最良の合金といわれているものである。試番19~21は従来より一般に使用されている合金である。



第2図 Pb-0.064%Te-0.065%Cu合金のクリープ曲線

この表で明らかなおりの引張強さは、0.069%Te合金が最高であるが、伸びが非常に少ない。これにSn, Biを添加しても伸びはほとんど増加しないが、Pb-Te合金に0.065%Cuを添加すると、引張強さは減少するが、伸びは約1.7倍増加する。これを試番17および18と比較してみると引張強さは前者が30 kg/cm²くらいすぐれ、伸びは同程度である。

70°Cの場合伸び、引張強さはすべて低下しているが純鉛(試番0)とPb-2.45%Sn(試番19)の合金のみ、70°Cにおける伸びが大きい値を示している。

3. 供試合金のクリープ

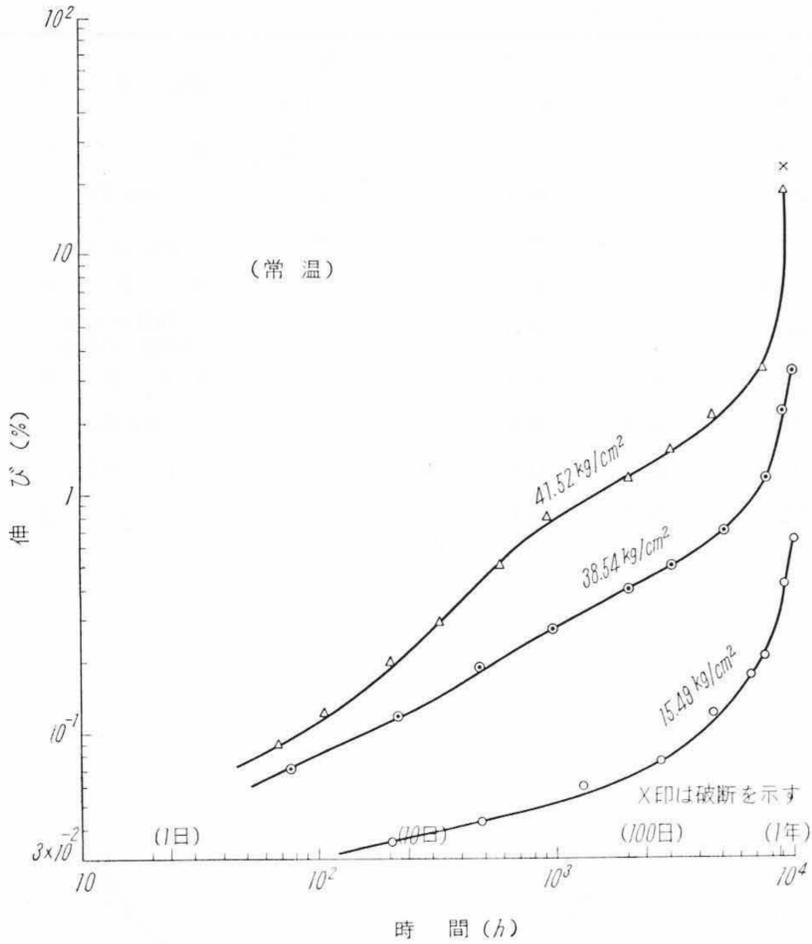
ケーブル鉛被は布設状態により絶縁混和物の流下の多い場合や負荷変動の激しい場合には鉛被内圧の増大により半径方向に膨脹し、ついに絶縁体内に空隙を増しイオン化による劣化を促進することとなる。またわが国でも広く使用されるようになったOFケーブルでは、もちろん耐クリープ性のすぐれていることが要求される。

ケーブル鉛被のクリープに関しては古くから実験が行われており⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽¹³⁾、その研究結果も広範囲にわたり続けられている。しかし現在のところでは、実験結果がケーブル設計上に応用できる点ま

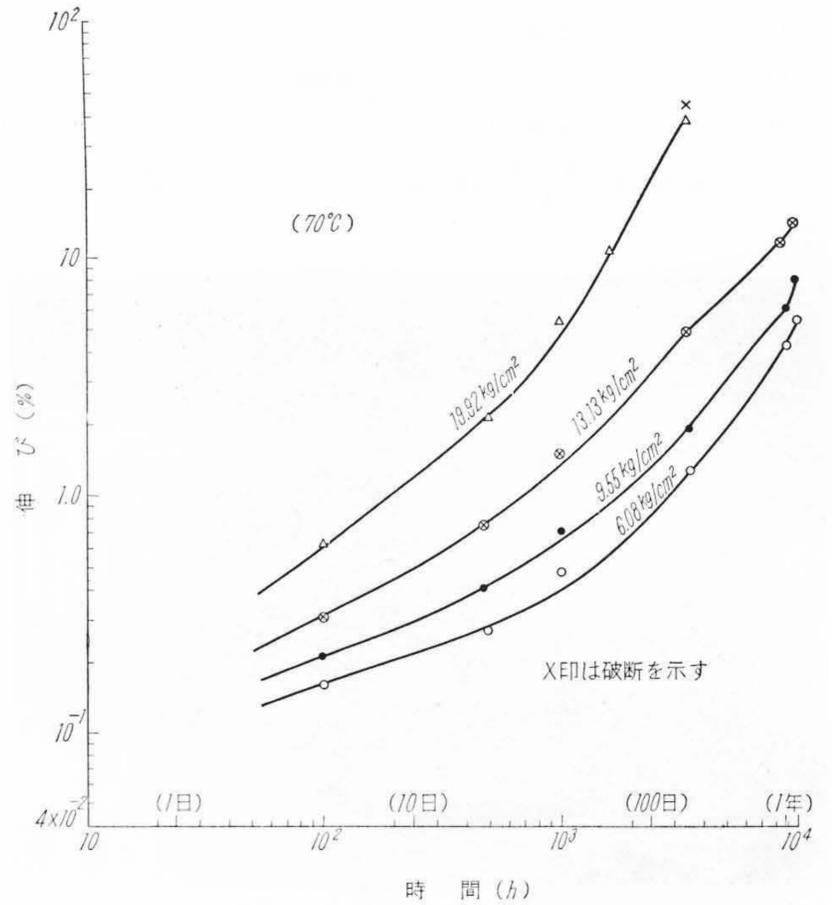
第3表 供試材のクリープによる結晶粒度の変化 (70°C)

種 類	試 番	結 晶 粒 の 大 き さ (mm)	
		ク リ ー プ 前	ク リ ー プ 破 断 後
純 鉛	0	0.124	(19.92) 0.74
更 合 金	21	0.029	(19.72) 0.14
Pb-Te-Cu	15	0.022	(19.78) 0.027
Tellurium Lead	17	0.029	(19.92) 0.031
F-3	18	0.031	(19.71) 0.034

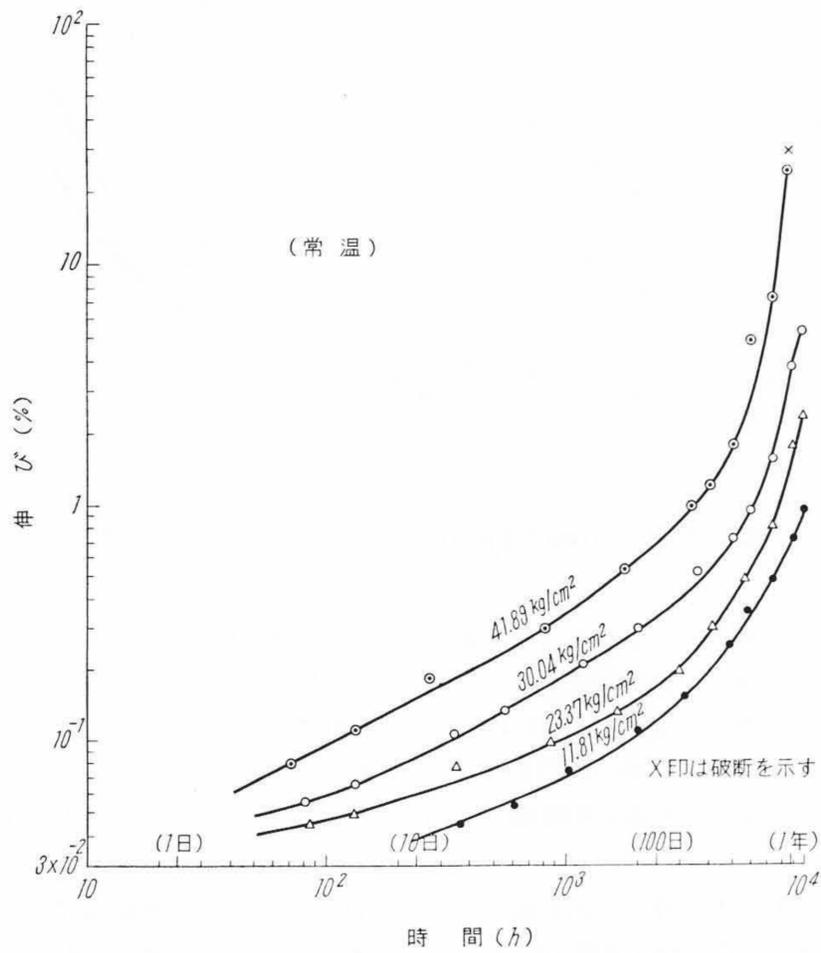
注: ()内は応力 (kg/cm²) を示す



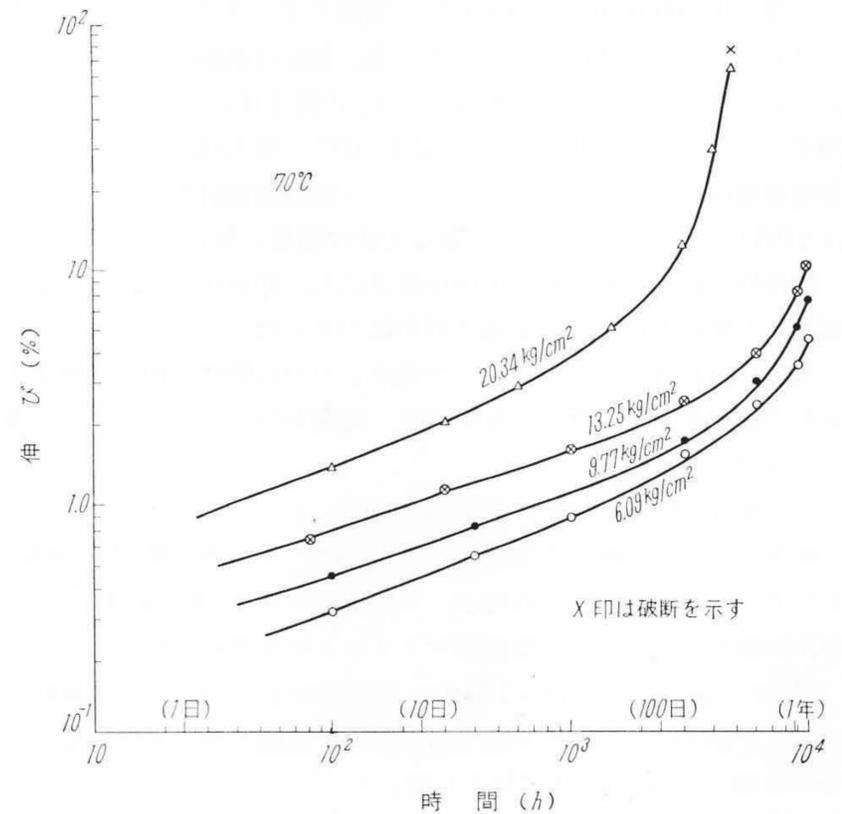
第3図 Pb-0.18%As-0.12%Sn-0.072%Bi 合金のクリープ曲線 (F-3 合金)



第5図 純鉛のクリープ曲線



第4図 Pb-0.062%Te-0.17%As-0.10%Sn-0.098%Bi 合金のクリープ曲線 (Tellurium Lead Alloy)



第6図 Pb-2.45%Sn 合金のクリープ曲線

で達しておらず, L. F. Hickernell 氏⁽⁸⁾の研究があるのみである。

われわれは先に現用合金のクリープについて報告⁽¹⁰⁾したが今回は, われわれの見出した合金を主体にし, 比較として“F-3合金”, “Tellurium Lead”について, 引張応力 11~50 kg/cm² の範囲における定荷重クリープ試験を約1年6箇月にわたり行った。

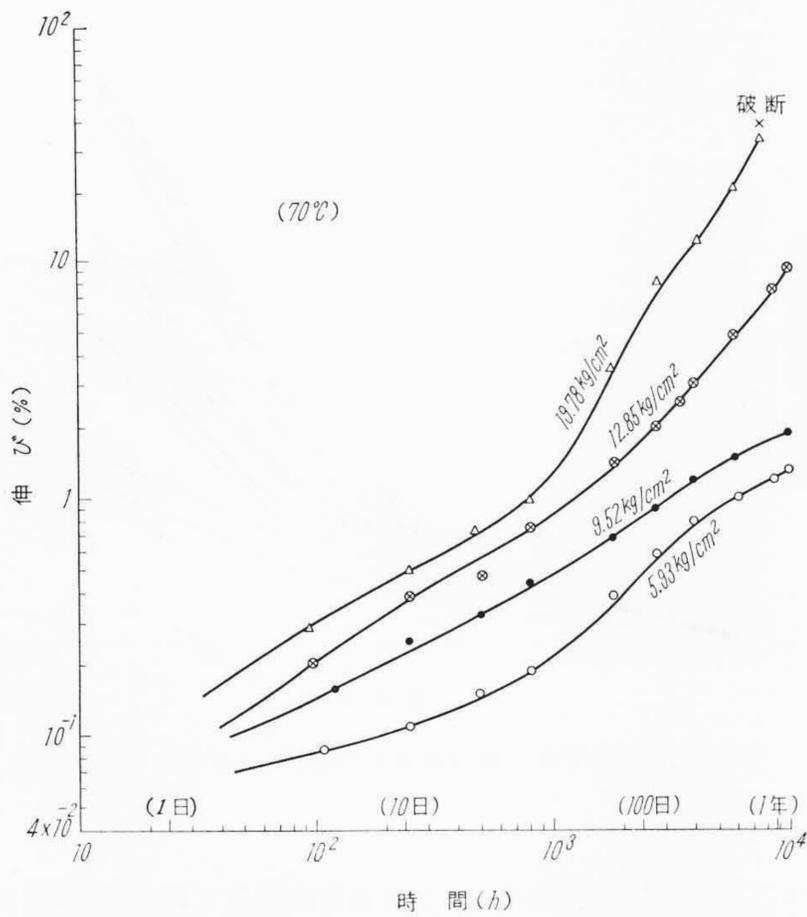
(1) Pb-Te-Cu 合金と比較用合金のクリープ曲線

第2図に Pb-Te-Cu 合金のクリープ曲線を示し, 第3~4図はそれぞれ“F-3合金”, “Tellurium Lead”合金の常温クリープ曲

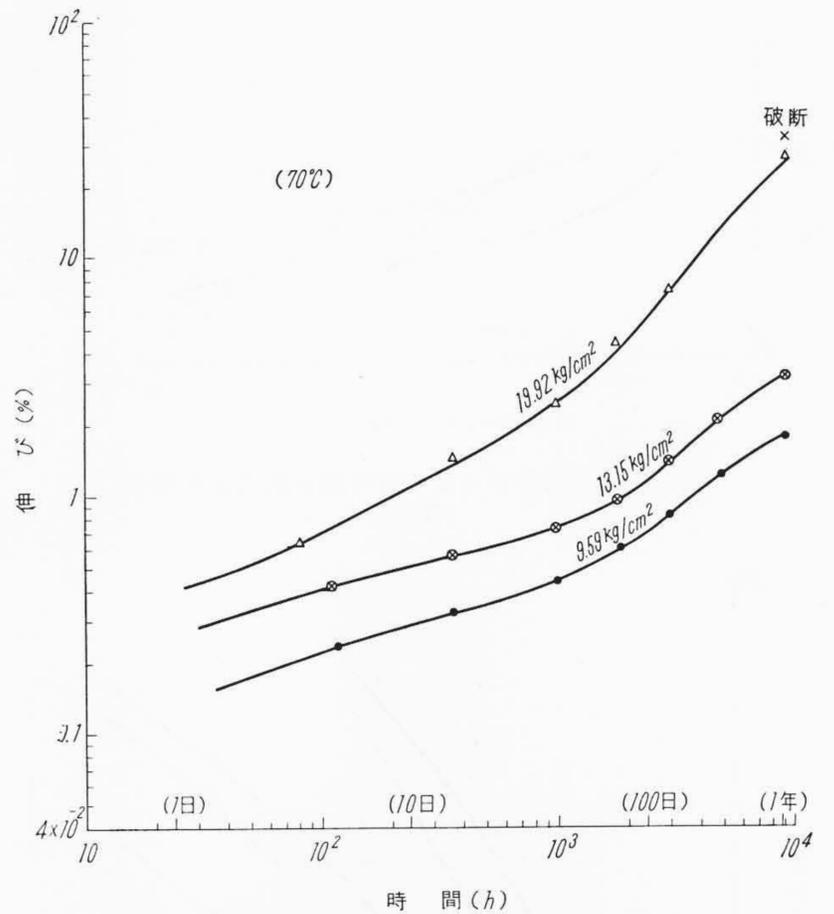
線である。

なお試験前と破断後の結晶粒度は第3表に示すとおりである。

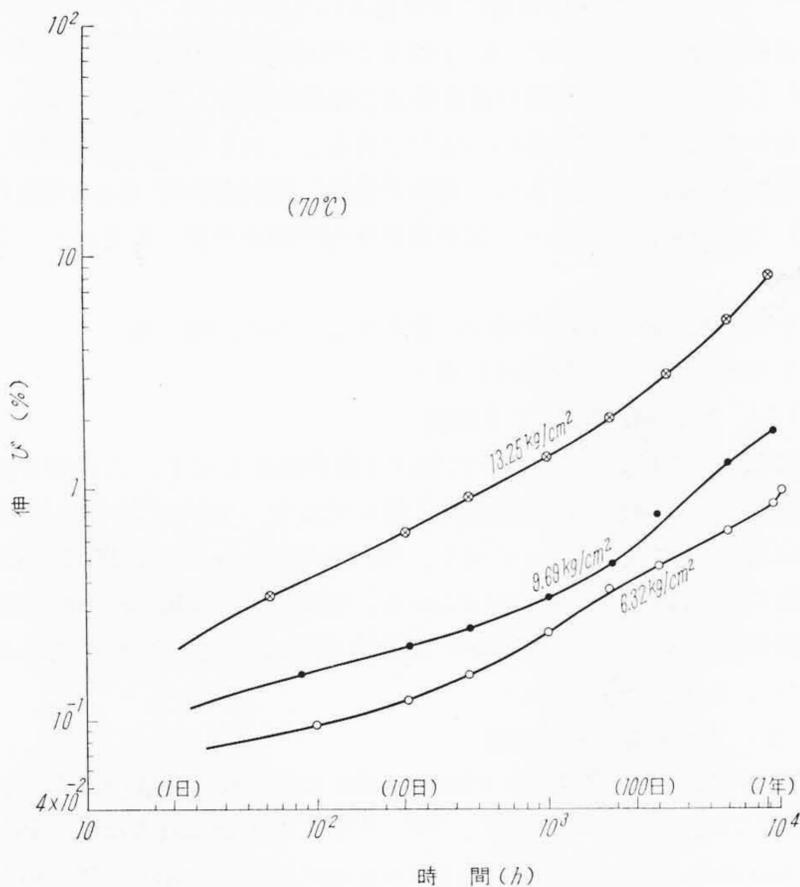
次に第5図および第6図に純鉛および Pb-2.45%Sn 合金の 70°C におけるクリープ試験結果を示す。



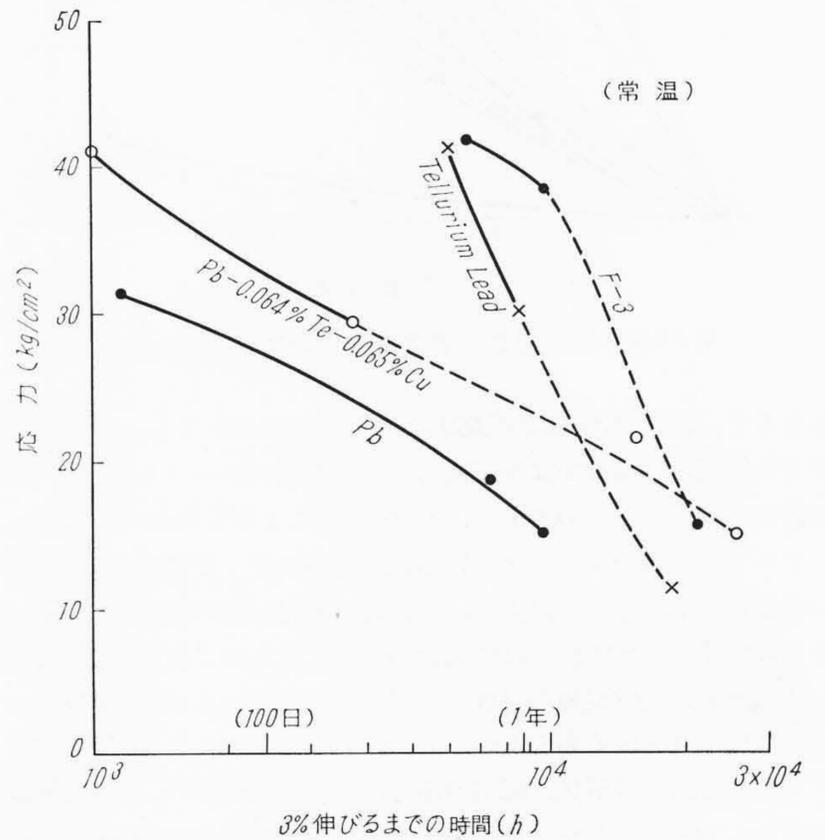
第 7 図 Pb-0.064%Te-0.065%Cu 合金のクリープ曲線



第 9 図 Pb-0.062%Te-0.17%As-0.10%Sn-0.098%Bi 合金のクリープ曲線 (Tellurium Lead Alloy)



第 8 図 Pb-0.18%As-0.12%Sn-0.072%Bi 合金のクリープ曲線 (F-3 合金)



第 10 図 3%伸びるまでの時間と応力との関係 (常温)

70°Cにおけるクリープ特性は高応力においては、常温クリープの場合と同様 Pb-Sn 合金のほうがクリープ破断時間は長く、常温クリープにおいては低応力の場合純鉛のほうが良好なクリープ性を示していたが、その差はあまりないようである。

第7~9図はわれわれの見出した Pb-Te-Cu 合金と“F-3”合金、“Tellurium Lead”の70°Cにおけるクリープ曲線を示す。このクリープ曲線で明らかとなり、高応力では比較用合金に若干劣る耐クリープ性を示しているが、低応力では同じような耐クリープ性を示している。

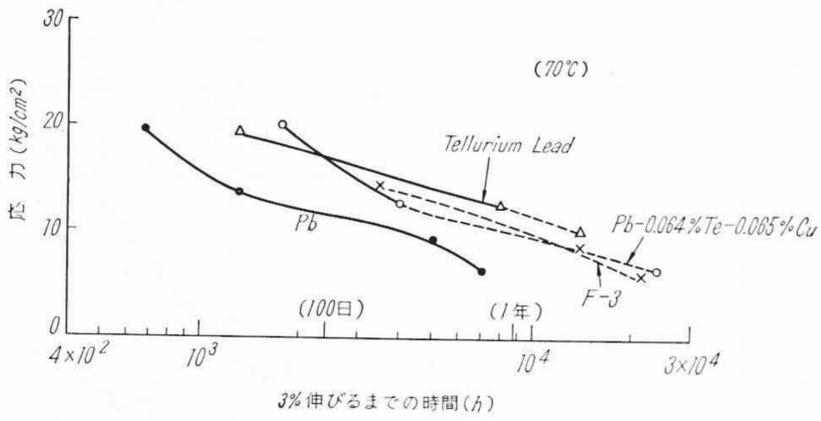
(2) 3% 伸びるまでの時間と応力との関係

第10~11図はクリープによって、3%伸びるまでの時間と応力と

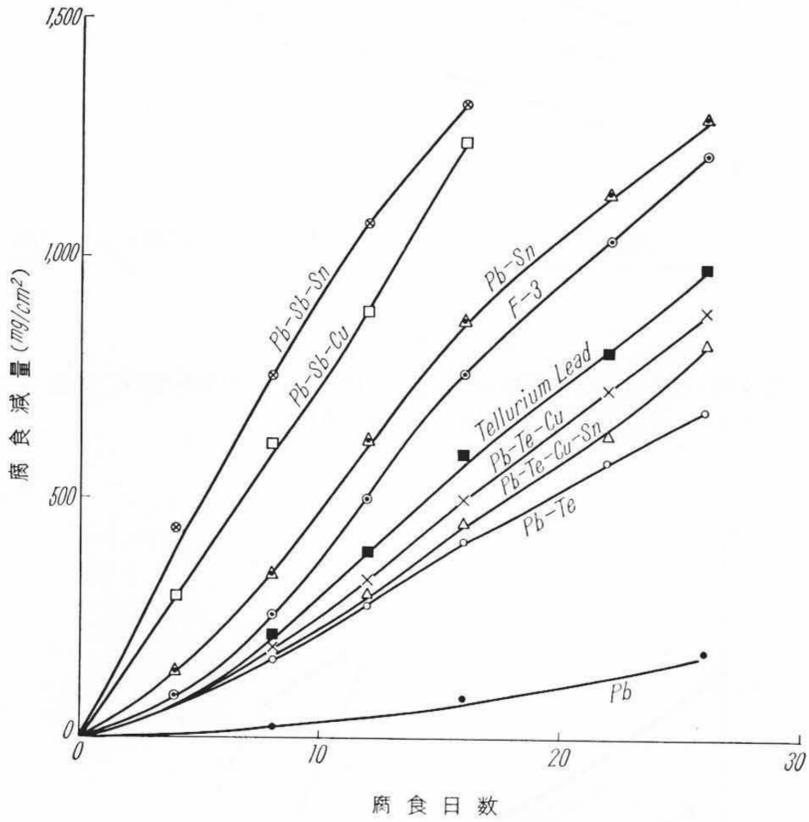
の関係を各種合金について示したものである。第10図は常温クリープについて示し、第11図は70°Cクリープの結果である。

第10図について述べると純鉛は高応力および低応力のいずれにおいても、3%伸びるまでの時間は短い。また Pb-Te-Cu 合金は高応力の場合、“F-3”、“Tellurium Lead”合金と比較して3%伸びるまでの時間は少ないが、低応力側では前記合金より良好な結果を示すようである。なお図中点線部は推定によるものであり、今後の実験によりこの点明らかにしたい。

第11図は70°Cクリープにおける、3% 伸びるまでの時間と応力との関係を示したものである。純鉛のクリープ性は常温の場合と同じである。Pb-Te-Cu 合金と“F-3”、“Tellurium Lead”とを比



第 11 図 3%伸びるまでの時間と応力との関係 (70°C)



第 12 図 腐食日数と腐食減量との関係 (1%硝酸溶液)

較すると、高応力側および低応力側のいずれにおいても、3%伸びるまでの時間に差はないようである。なお常温クリープと同じように点線部は推定したものであり、今後の実験によりこの点究明したい。

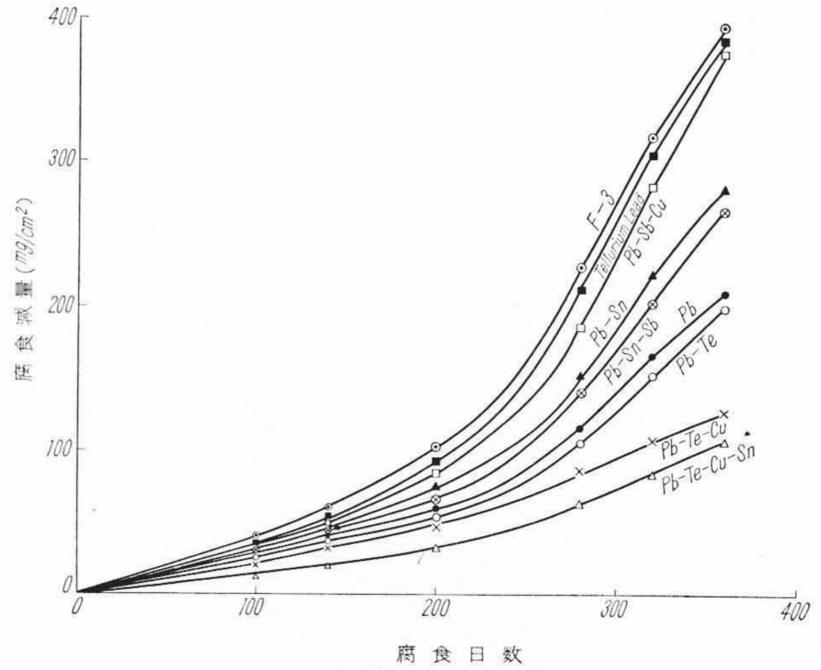
ケーブル鉛被のクリープには結晶粒度が大きく影響する。したがって鉛被するときの押出温度、酸化物の有無、鉛の流動性などが大きく影響する。本実験では供試材のすべては、加工材を常温に放置して試験し、化学成分の見地より実験を行っているが、鉛被のクリープは化学成分はもちろんのこと、ほかの因子が大きく影響する。

たとえば試片の形状、応力の性質、試片の製作条件、および結晶粒度などであり、ケーブル鉛被より切り取った試片と加工材をくらべるとクリープ曲線は若干異なってくる。これは第1期クリープおよび結晶粒度の差異、析出などに基くものである。第2期クリープで最も問題となるのは、結晶粒界の流れである。

Pb-Te 系合金および Pb-As 系合金 (F-3 合金) のように共晶組成が鉛に近く、添加元素が鉛に対しほとんど固溶しない合金では、Pb-Sn および更合金のように結晶粒界における析出物は考えられず、純鉛に近いものと思われる。しかし純鉛と異なる点は結晶粒が細かく、マトリックス内に共晶が細かく分散していることが考えられる。これが結晶粒内のすべり、粒界のすべり、ならびに粒界の移動を阻止し、クリープに対する抵抗を増加させるものと考えられる。なおこの点については、今後の研究より究明したい。

4. 各種鉛合金の耐食性

ケーブル鉛被は地下に埋設される場合が多く、その場合地下水



第 13 図 腐食日数と腐食減量との関係 (1%炭酸ソーダ溶液)

および土壌成分などの作用により腐食事故を起す場合が非常に多い^{(14)~(16)}。またケーブル鉛被は化学腐食のほかに電鉄軌条からの漏えい電流により、電流流出部に起る電気腐食なども多く発生しており^{(14)~(17)}、その対策は非常に重要視されている。

各種鉛合金の耐食性については多くの研究が行われている^{(18)~(21)}。しかしケーブル鉛被の腐食形式は複雑な形をとる場合が多い。すなわち地下土壌は数種類の成分を含有しており、また空気の流入、炭酸ガスの供給、温度変化、異物の接触、通気差作用 (局部電池作用) などの条件が重なって腐食事故を起す場合が多くあるからである。

今回はある程度実際の場合に相応するように、酸、塩、アルカリなどの溶液について耐食性を調べた。

(1) 1%硝酸溶液による腐食

第 12 図は 1% 硝酸溶液中における腐食減量を示す。この図で明らかとなり純鉛が最も耐食性に富んでおり、つぎに Pb-Te、Pb-Te-Cu 合金の順となっており、Pb-Sn-Sb 合金および Pb-Sb-Cu 合金が最もはげしく腐食されている。なお鉛中の Sb, As, Sn は硝酸溶液中においては腐食に対する抵抗が低下するといわれており⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾、ことに Sb は著しい。

(2) 1%炭酸ソーダ溶液

第 13 図は 1% 炭酸ソーダ溶液中 350 日間の腐食減量の変化を示す。この図で明らかとなり、“F-3”、“Tellurium Lead”、Pb-Sb-Cu 合金などが 350 日間で 400 mg/cm² の減量を示し、Pb-Sn、Pb-Sn-Sb 合金が 300 mg/cm² の減量を示し、われわれの見出した Pb-Te-Cu 合金は良好な性質を示している。第 14 図に 300 日間腐食後の外観を示す。

腐食外観は全試片とも全体にわたり、穿孔性の腐食を起している。表面の凹凸がはげしく、炭酸ソーダ (Na₂SO₃) により腐食される状態が明らかとなった。

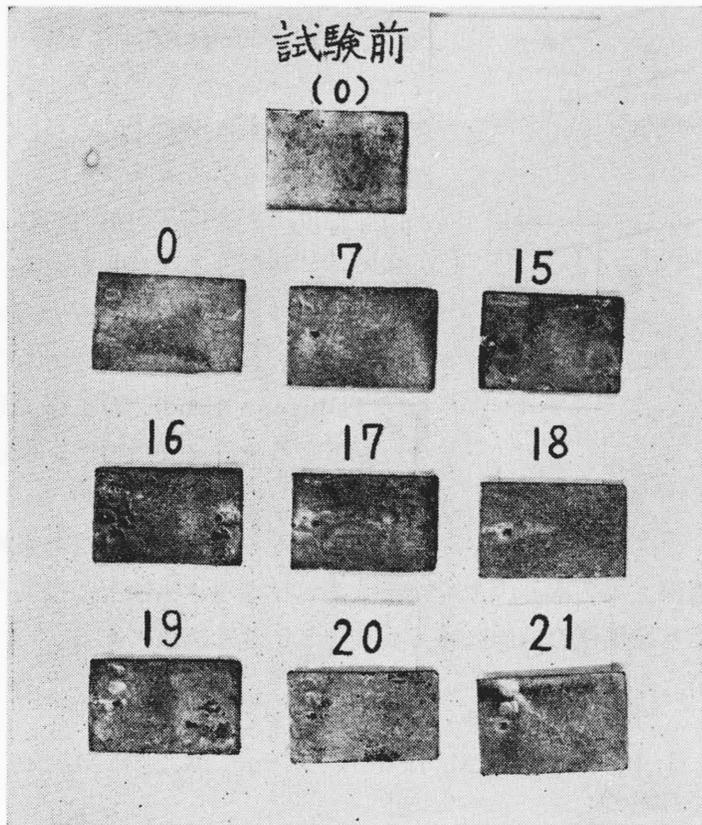
(3) 30日当りの各種合金の腐食減量

第 4 表に 30 日間の単位面積当りの腐食減量を示す。この結果からも 1% 硝酸溶液中における腐食減量が多く、つぎに 1% 炭酸ソーダ、1% 苛性ソーダ、1% 乳酸、および 1% 塩酸などによる腐食減量が非常に多い。合金別に各溶液について調べると、Pb-Sn-Sb 合金 (試番 21)、Pb-Sb-Cu 合金 (試番 20) が各溶液における腐食減量が多く、われわれの試作した Pb-Te-Cu 合金 (試番 15, 16) は前記合金より良好であり、最近ケーブル鉛被用としてその優秀性が認

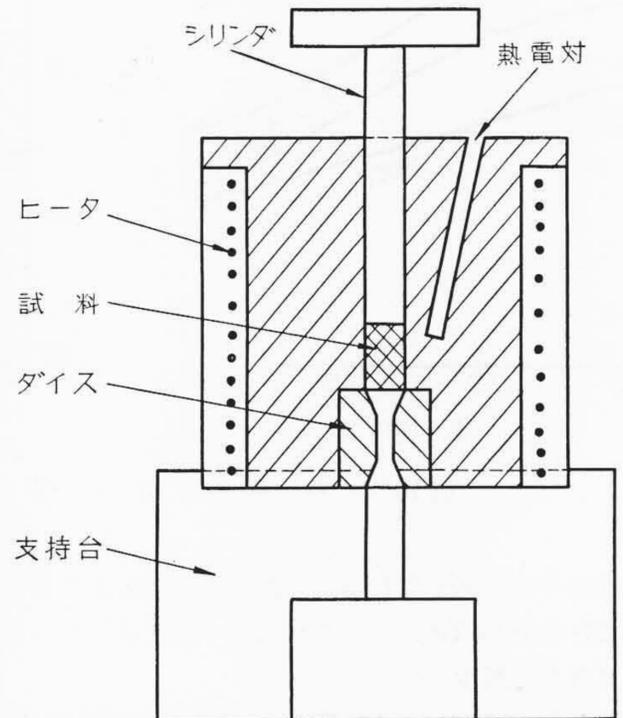
第4表 30日当りの腐食減量

試 番	腐 食 減 量 (mg/cm ² /30 day)										
	1% 塩 酸	1% 硝 酸	1% 硫 酸	1% 苛性ソーダ	1% 硫酸ナトリウム	5% 食 塩	1% 炭酸ソーダ	1% アンモニア	飽 和 炭酸カルシウム	4% 酒 石 酸	1% 乳 酸
0	7.28	212.0	0.268	39.0	0.283	0.764	26.70	0.361	0.342	2.41	26.25
7	36.10	785.0	0.245	43.15	0.189	0.902	17.70	0.249	0.354	2.21	26.70
15	42.30	1035.0	0.263	45.55	0.249	0.952	11.15	0.188	0.382	3.15	40.70
16	34.30	973.0	0.380	46.60	0.283	0.781	10.05	0.275	0.249	2.20	56.70
17	36.05	1134.0	0.344	47.05	0.283	0.429	33.40	0.166	0.411	2.03	29.85
18	35.90	1398.0	0.259	47.05	0.190	0.875	33.80	0.244	0.423	1.85	40.10
19	44.72	1605.0	0.356	45.50	0.171	0.927	24.20	0.289	0.364	2.16	61.40
20	42.75	※ 155.5	0.334	45.65	0.197	1.245	33.50	0.369	0.397	1.94	66.70
21	39.00	※ 311.0	0.379	47.94	0.154	1.063	33.80	0.275	0.464	1.82	68.00

※=mg/cm²/day



第14図 1%炭酸ソーダ溶液による腐食外観 (350日間)



第15図 押出性試験装置

められている“F-3”, “Tellurium Lead”合金と比較すると大体同じような結果であるが、全体的に見て良好な性質を持っていると考えられる。

ケーブル鉛被の腐食に特に関係のある因子と考えられるものには、Ca²⁺, CO₃²⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻, および SO₄²⁻ などであるといわれており⁽¹⁵⁾、この内比較的腐食に大きく影響するものはCl⁻, CO₃²⁻, および SO₄²⁻ などであり、これらの因子が埋設条件の陽地帯（流出地帯）において上記イオンと結合して塩化物、硝酸塩、硫酸塩などを形成し、陰地帯ではアルカリ性物質を形成し、この反応により電気腐食および化学腐食を起す場合が多い。

なお化学腐食事故発生場所の土壌成分の分析結果⁽¹⁵⁾によれば、1 l 中の Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻ の含有量は 0.71 mg, 362 mg, および 54.3 mg の少量であるが、布設場所の温度差、空気、炭酸ガスおよび通気差作用（局部電池）などがこの土壌中で作用して腐食事故を起している。

5. 各種鉛合金の押出特性

ケーブル被覆用鉛合金に要求されることは上述の耐クリープ性、および耐食性などの諸性質の良好なこと以外に被覆の際絶縁性能を低下させないように比較的低温で被覆できることおよびケーブル全長にわたり機械的性質が均一になるように被覆できることが望ましい。

すなわち機械的性質がすぐれた合金でもその高温における可塑性が悪く、押出圧力の上昇または押出温度を上げなければならない合

金は望ましくない。鉛の可塑性におよぼす各種合金元素の影響については、鉛被押出の場合にきわめて重要であり、その方面の研究も二、三行われている^{(6),(22),(23)}。被鉛機による押出は鉛の圧縮性のほかにピストンと押出プレス間の摩擦、鉛合金と鉛室間の摩擦および鉛合金と口金間の摩擦などが問題になるとともに、押出の際の温度上昇、被鉛中の圧力の変動ならびにコンテナダイボックスの温度変化などの因子が関係してくる。またケーブル鉛被は被鉛機による押出加工性が容易でなければならないが、合金とするために起る問題は、(1) 硬度が大きいため押出圧力が過大となる場合、(2) 合金の酸化がはなはだしい場合、(3) 偏析を起しやすい場合、(4) 冷却速度による機械的強さの変化などである。

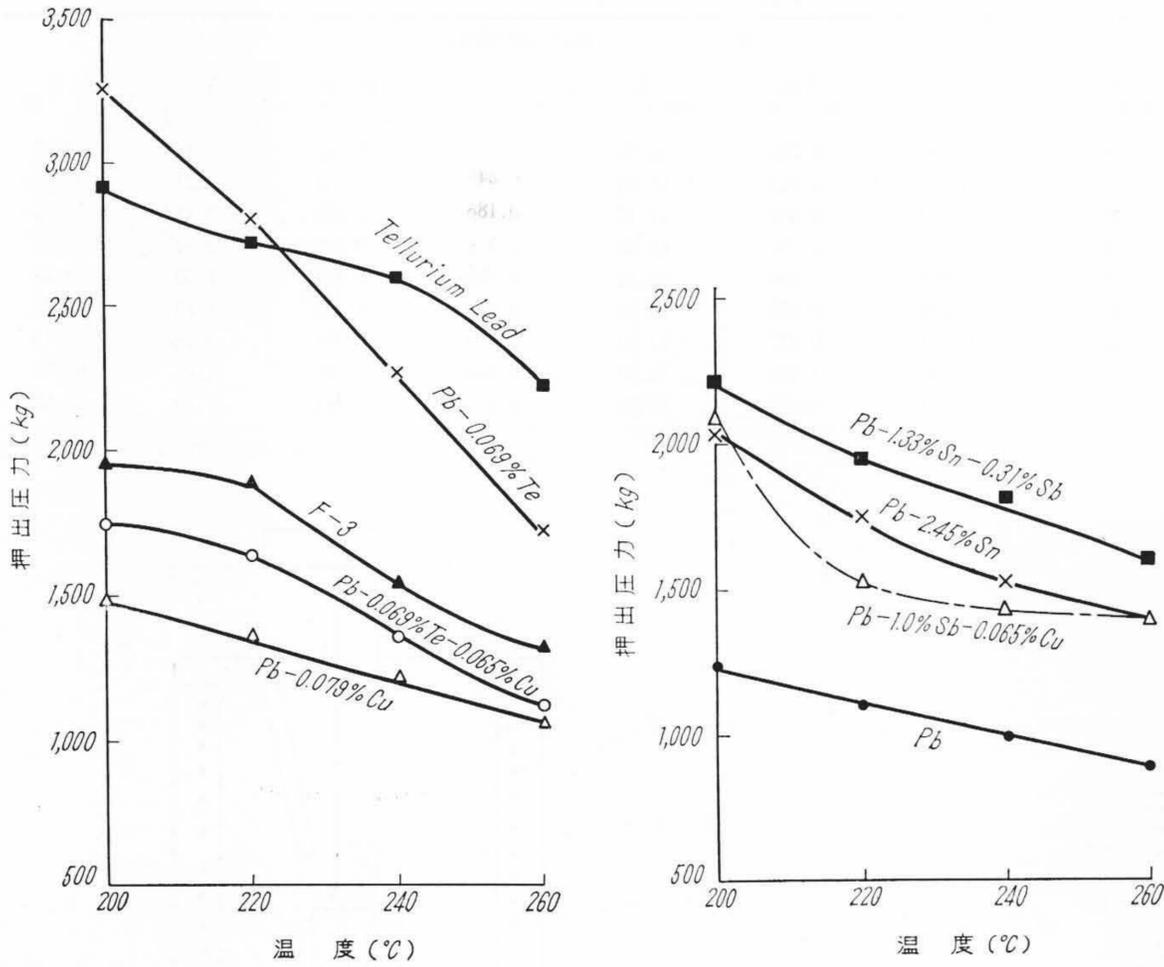
今回われわれは実験室的に小形押出機を製作し、各種鉛合金の押出性について実験を行った。

第15図は実験に使用した押出機の構造を示す。なおこの押出機は F. Glander 氏⁽⁶⁾の試作した押出機と大体同機構である。押出は10 t リーレー式引張試験機に取り付けて行い、押出速度は 13 mm/minであった。なお押出には 20 mmφ×40 mm の鋳造材を用い、6 mmφ に押出し、押出温度と押出圧力との関係を求めた。

押出温度は 200, 220, 240, 260°C の4種とし各温度に10分間保持後押出した。

第16図はその結果である。図面が複雑になるため現用合金、われわれの見出した Pb-Te-Cu 合金、および比較として、“F-3”, “Tellurium Lead”などを区分して表わした。両方の結果からわかるように、各温度における押出圧力は純鉛が最も少なく押出性が最も良好である。

また押出圧力を最も必要とするものは“Tellurium Lead”であ



第 16 図 各種合金の押出特性

り、押出性は不良と考えられる。また加工硬化により著しく硬化現象を起す Pb-0.069%Te 合金がこれにつく値を示しているが、温度上昇により著しく減少している。

またわれわれの見出した Pb-Te-Cu 合金の押出性は Pb-0.079%Cu 合金について良好であり、Pb-0.31%Sb-1.33%Sn, Pb-0.9%Sb-0.065%Cu および“F-3”合金などにくらべてすぐれており、現場作業上前記合金と同じように押出を行うことは可能と考えられる。

6. 結 言

ケーブル鉛被用合金として必要な性質としては、機械的性質、耐疲労性、耐クリープ性、および耐食性、押出性などにおいてすぐれた諸性質を示さなければならない。

われわれは新鉛被用合金について研究を続けているが現在までに Pb-Te-Cu 合金が前記諸性質にすぐれていることが明らかとなった。

今回は常温および 70°C における耐クリープ性および耐食性、押出性などについてその結果を報告した。なおケーブル鉛被として問題になる比較的低応力の試験のためには、もっと長期間の試験が必要であり、どの合金が耐クリープ性が良好であるかについては早急な結論を下すことはできなかった。また耐食性、および繰返し曲げ特性などの詳細な検討および押出性などについて、今後も実験を続行する予定である。

得られた結果を要約すると次のようになる。

- (1) 常温クリープの場合低応力においては、Pb-Sn 系合金は純鉛よりクリープによる伸びが大きい、70°C においてはその差はあまりないようであった。
- (2) 3%伸びるまでの時間と応力との関係で、常温、および

70°C とも Pb-Te-Cu 合金は、比較用合金とくらべて高応力では、3%伸びるまでの時間は短い、低応力側では長く、良好な結果を示すようである。

(3) Pb-Te-Cu 合金および“Tellurium Lead”, “F-3”合金などは常温および 70°C のクリープ中結晶粒の成長を示さないが、純鉛はいずれにおいても結晶粒の成長を示し、Pb-Sn 合金は 70°C クリープのみ成長を起している。

(4) Pb-Te-Cu 合金の耐食性は、純鉛にくらべて劣っているが、Pb-Sn, Pb-Sb 系合金などよりはるかに良好であり、また比較用合金とくらべると、個々の溶液では優劣もあるが全体的に良好な耐食性を示している。

(5) 押出性において Pb-Te-Cu 合金の特性は、純鉛および Pb-Cu 合金より押出応力を多く要するが、ほかの Pb-Sb, Pb-Sn-Sb 合金などより良好であり、また“Tellurium Lead”および“F-3”合金などより良好な押出特性を示している。

終りにご激励をいただいた日立電線株式会社電線工場久本、山本両博士、ならびに種々実験上ご援助をいただいた当金属係の方々に厚くお礼申しあげる次第である。

参 考 文 献

- (1) G. R. Gohn, S. M. Bouton: Proc. A. S. T. M., 46, 990. (1946)
- (2) M. T. Hopkin: Proc. Phys. Soc., 63, 346. (1950)
- (3) C. W. Dollins: Univ. of Illinois Bulletin., 45, No. 65. (1948)
- (4) H. F. Moore, B. B. Betty, C. W. Dollins: Univ. of Illinois Bulletin., 32, No. 23. (1935)
- (5) C. W. Dollins: Univ. of Illinois Bulletin., 48, No. 17. (1950)
- (6) F. Glander, W. Glander: Z. Metallk., 46, 552. (1955)
- (7) L. F. Hickernell, C. J. Snyder: A. I. E. E., 65, 563. (1946)
- (8) L. F. Hickernell, A. A. Jones: A. I. E. E., 70, 127. (1951)
- (9) J. F. Eckell, G. B. Shanklin: A. I. E. E., 67, 294. (1954)
- (10) 山路, 大内: 日立評論 39, 1294. (昭-32)
- (11) 山路, 大内: 日立評論 40, 412. (昭-33)
- (12) 特許出願中
- (13) H. F. Moore, B. B. Betty, C. W. Dollins: Univ. of Illinois Bulletin., 35, No. 102. (1938)
- (14) 山口, 草間: 通研月報, 6, 3. (昭-28)
- (15) 山口, 草間: 通研月報, 6, 4. (昭-28)
- (16) 江副, 鈴木: 電気学会誌, 76, 609. (昭-31)
- (17) T. J. Maitland: Corrosion, 6, 1. (1951)
- (18) 榛葉: 電気学会誌, 55, 562. (昭-10)
- (19) 相沢, 長内: 電気通信学会誌, 122, 459. (昭-8)
- (20) 平間, 渡辺: 日本金属学会誌, 22, 161. (昭-33)
- (21) 平間, 渡辺: 日本金属学会誌, 22, 345. (昭-33)
- (22) C. E. Peason, J. A. Smyth: J. Inst. Met., 51, 761. (1951)
- (23) 大島: 日立評論, 39, 609. (昭-32)