

## 電線用アルミの鋳接用合金

Research on the Soldering Alloys for Aluminum Used  
for Conductor Wire and Cable Sheathing山路賢吉\*  
Kenkichi Yamaji

## 内 容 梗 概

近來電線ならびにケーブルに使用されるアルミの量はますます増加の一途をたどっているが、その使用に関する技術面では多くの問題を含んでいる。その問題の一つは接続であり、本報告では接続の一部面である軟鋳に関する実験結果について報告する。

えられた結果を要約するとつぎのようになる。

(1) Sn—Zn 系, Cd—Zn 系合金を用いた鋳接部の耐蝕性は、一般に Zn 量の増加とともに良好となる傾向がある。鋳接用合金としては少くとも Zn 20% 以上含むことが望ましい。

(2) シャルピー衝撃試験の結果, Zn の急激な脆化を示す温度は Sn または Cd の添加によつて低温側に移行する。

(3) 公知のアルミ用軟鋳は, Sn, Zn を主体とし, これに少量の他元素を添加したものであるが, Sn—Zn 二元系合金との比較実験の結果, 他元素による耐蝕性の改良効果はあまり認められなかつた。

(4) Sn—20% Zn 合金をベースとし, これに Cd を添加してその耐蝕性を調べた結果, Sn—20% Zn—10% Cd 合金を使用した場合鋳接部は比較的良好な耐蝕性を示した。

(5) Sn—20% Zn—10% Cd 合金の耐蝕性に及ぼす他元素添加の効果について実験した結果, Te0.3~0.6% の添加がもつとも良好な結果を示した。

## 〔I〕 緒 言

近時世界の電気工業におけるアルミの需要は、飛躍的に増大している。これは主として経済的な利点によるものであるが、一面アルミが電線やケーブルに広く利用されるのはその高電導性（その導電率は同体積では銅の約 61%, 同重量では銅の約 2 倍以上）によるものである。また戦後鉛の世界的な不足と価格の上昇および OF ケーブル, ガス圧ケーブルの発達にともなつて, アルミはケーブル被覆用材料としても使用されるようになった。

以上述べたように電線工業において, アルミは, 銅, 鉛の占めている分野を圧倒しつつ発達しているが, その技術上の面ではまだ数多くの問題を含んでいる。たとえばその機械的性能, 振動による疲労, 防蝕および接続の問題などであるが, これらの問題の中でアルミとアルミ, アルミと異種金属の接続が, その広汎な用途をさまたげている大きな障害である。

アルミ線の接続および銅線とアルミ線の接続の問題は, 現在のところ完全な解決はないが, 一応下記の 3 方法が行われている<sup>(1)</sup>。

- (1) 圧縮型接続器による方法
- (2) アルミ材のボルト締め接続器による方法
- (3) 銅または真鍮製の錫またはカドミウム鍍金された接続器による方法

またアルミ心線接続の問題はフランスでは熔接, 英国では特殊半田による鋳接, 米国では細物は圧縮型接続器により, 太物は特定のアルゴン・アークによる熔接法を

用いている<sup>(1)(2)</sup>。なお近時冷間圧接法 (Cold Pressure Welding Method) も用いられている<sup>(3)(4)(5)</sup>。

アルミ被ケーブルの接続には初期に鋳接によらない機械的接続法が用いられたが, 現在では主として鋳接法が用いられている。アルミ被ケーブルの鋳接については, すでに発表したように<sup>(6)</sup>, Sn—Zn 二元系合金をベースとした合金が考えられるとともに超音波鋳接法の優秀性も肯定されている。

要するに電線工業においてアルミの占める役割が増大するにしたがつて, その接続法の重要な一部である鋳接法についても格段の進歩, 研究が望まれている。

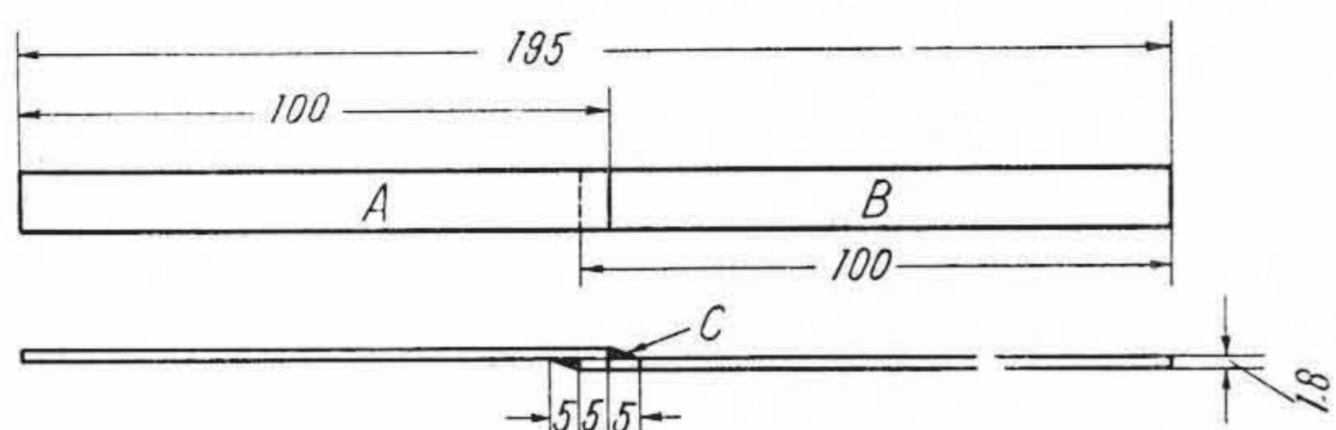
一般に用いられているアルミ鋳接用半田合金としては, 比較的融点の高い硬鋳<sup>(7)(8)(9)</sup> (Sn, Al を主体とするもの) と融点の低い軟鋳<sup>(10)(11)(12)</sup> (Sn, Cd を主体とするもの) にわけられる。しかしながらいずれの場合もその鋳接性で問題となるのは, その前処理, 使用する溶剤および鋳接用器具などである。これらについても数多くの研究があり<sup>(13)(11)(9)</sup>, Belark Tool の使用, アミン塩基の塩化物を主体とする溶剤の使用も有効であるが, 電線, ケーブルではその耐蝕性がもつとも重要であるので, ここでは金ブラシで表面をこする方法 (Fluxless Friction Soldering) を用い, 溶剤はまったく使用しなかつた。

電線工業において, アルミ裸線の接続の場合には, 硬鋳の使用も可能であるが, アルミ被, 心線などの接続の場合には, ケーブルの絶縁材料の劣化が問題となるので融点が 350°C 以下のものすなわち軟鋳を使用することが一般的である。したがつて本報告における研究では主と

\* 日立電線株式会社電線工場

第 1 表 供試合金の組成

試 番	Sn-Zn 系合金組成(%)		試 番	Cd-Zn 系合金組成(%)	
	Sn	Zn		Cd	Zn
1	100	0	11	90	10
2	90	10	12	82.5	17.5
3	80	20	13	70	30
4	70	30	14	60	40
5	50	50	15	50	50
6	40	60	16	40	60
7	30	70	17	30	70
8	20	80	18	20	80
9	10	90	19	10	90
10	0	100			



A: アルミ板  
B: 銅板 (単位: mm)  
C: 半田

第 1 図 鑲接強度試験片の寸法

して軟鑲の耐蝕性に重点をおいて実験を進めるとともに、鑲接合金の衝撃値の温度による変化などについても研究を行った。

〔II〕 Sn-Zn, Cd-Zn 各二元系合金の耐蝕性

本系合金の鑲接性については既報<sup>(6)</sup>したので、本報告ではその耐蝕性について実験を行った。なお本二元系合金を取りあげたのは、既知の数多くの軟鑲のきそ合金系であるためである。

(1) 試料

第 1 表は供試材の配合組成を示す。

第 1 図は鑲接に使用するアルミ板、銅板の寸法、鑲接部分を示す。すなわち普通純度のアルミ板(純度 99.7%)と電気銅の板の端部を 5 mm 重ね合わせて鑲接した。この場合銅板の端部 10 mm に亜鉛の熔融メッキをほどこし(厚さ: 0.02~0.05 mm), 溶剤はまったく用いなかった。

(2) 実験方法

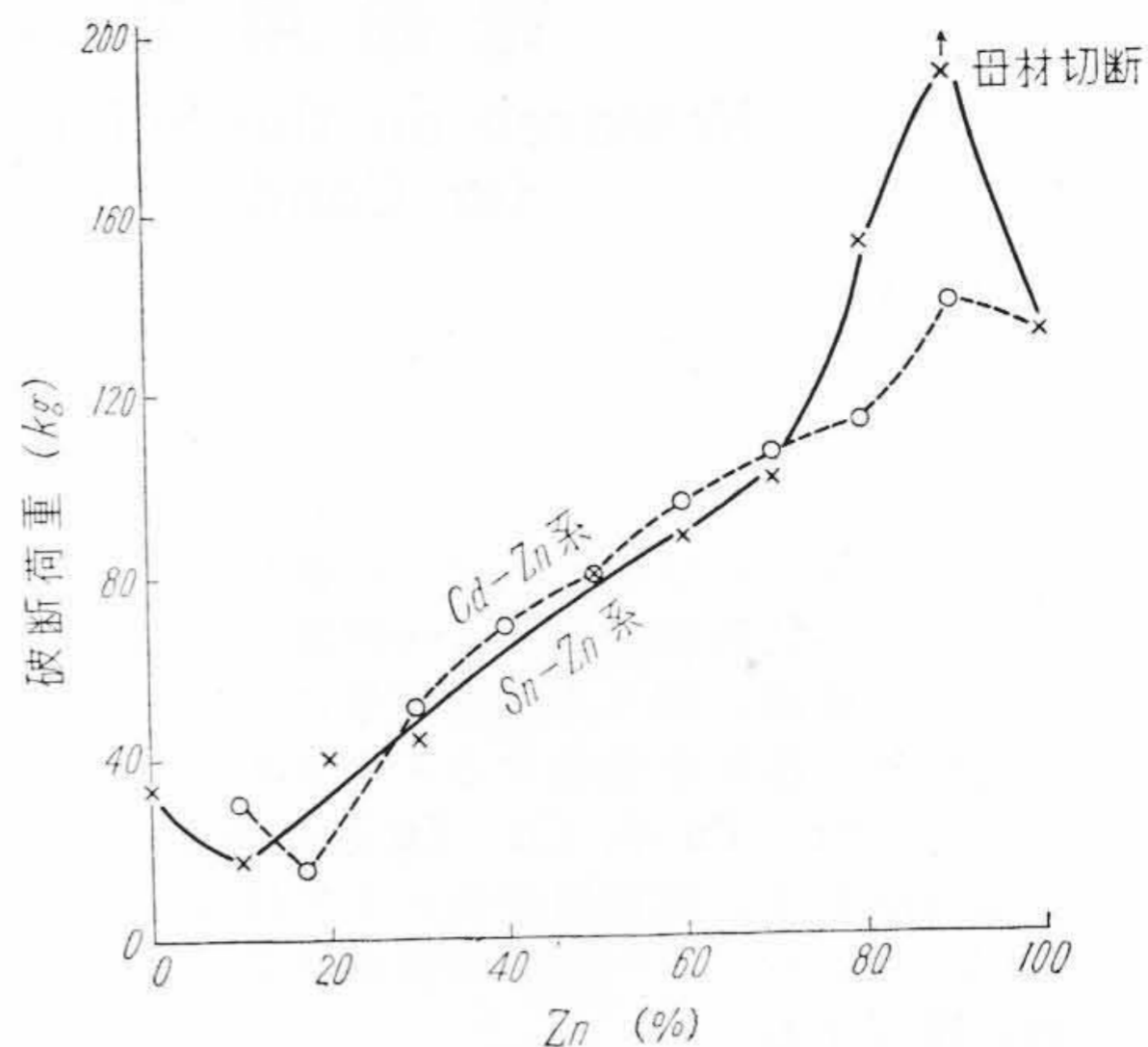
鑲接部の耐蝕性を調べるために下記の 3 方法を採用した。

(A) 蒸気処理試験

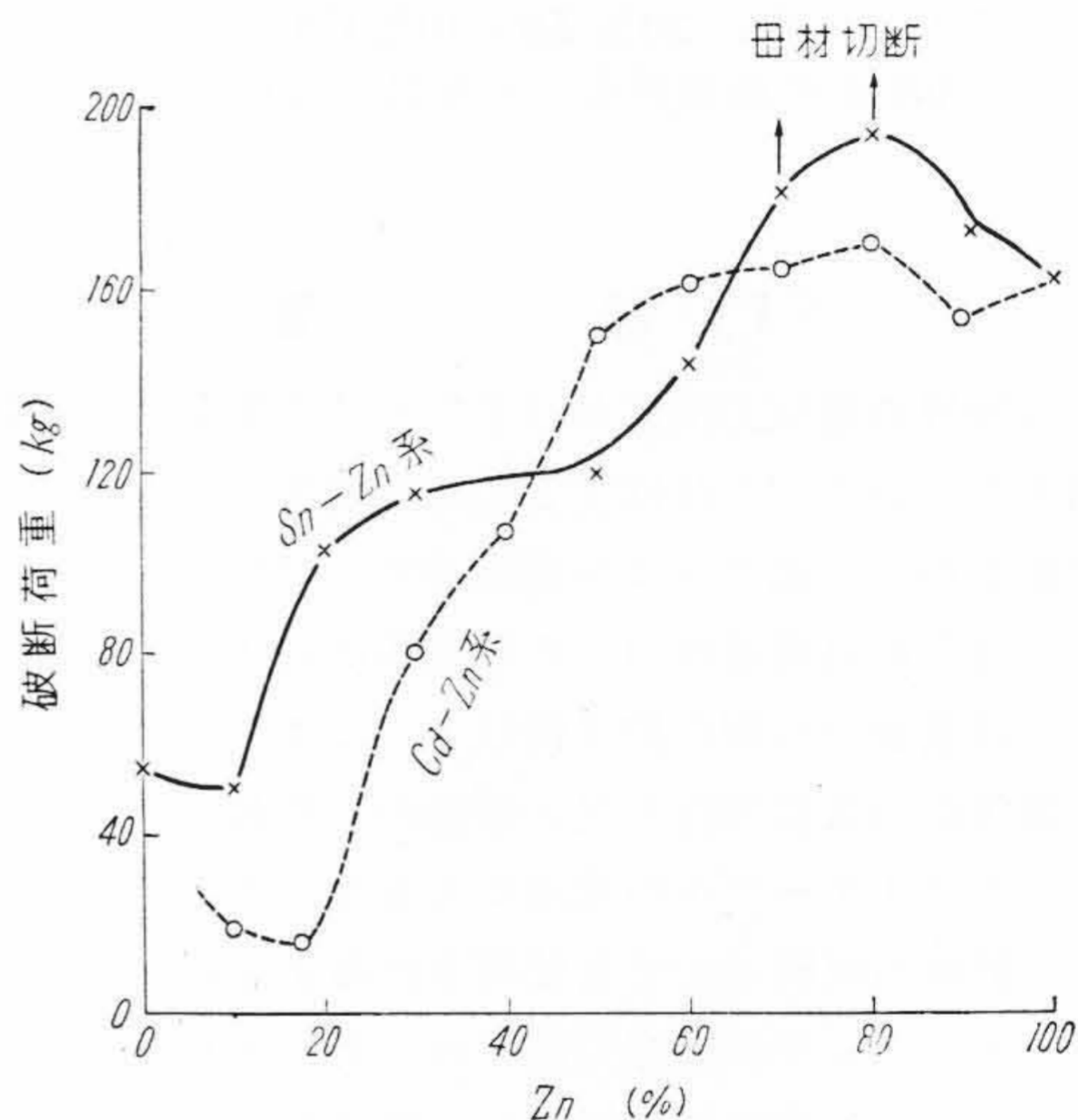
100~110°C の水蒸気中に 26 時間曝露した後引張試験によりその剪断強度を測定した。この方法はレールボンド用強力半田合金の研究<sup>(14)</sup>に用いたのと同じである。

(B) 食塩水浸漬試験

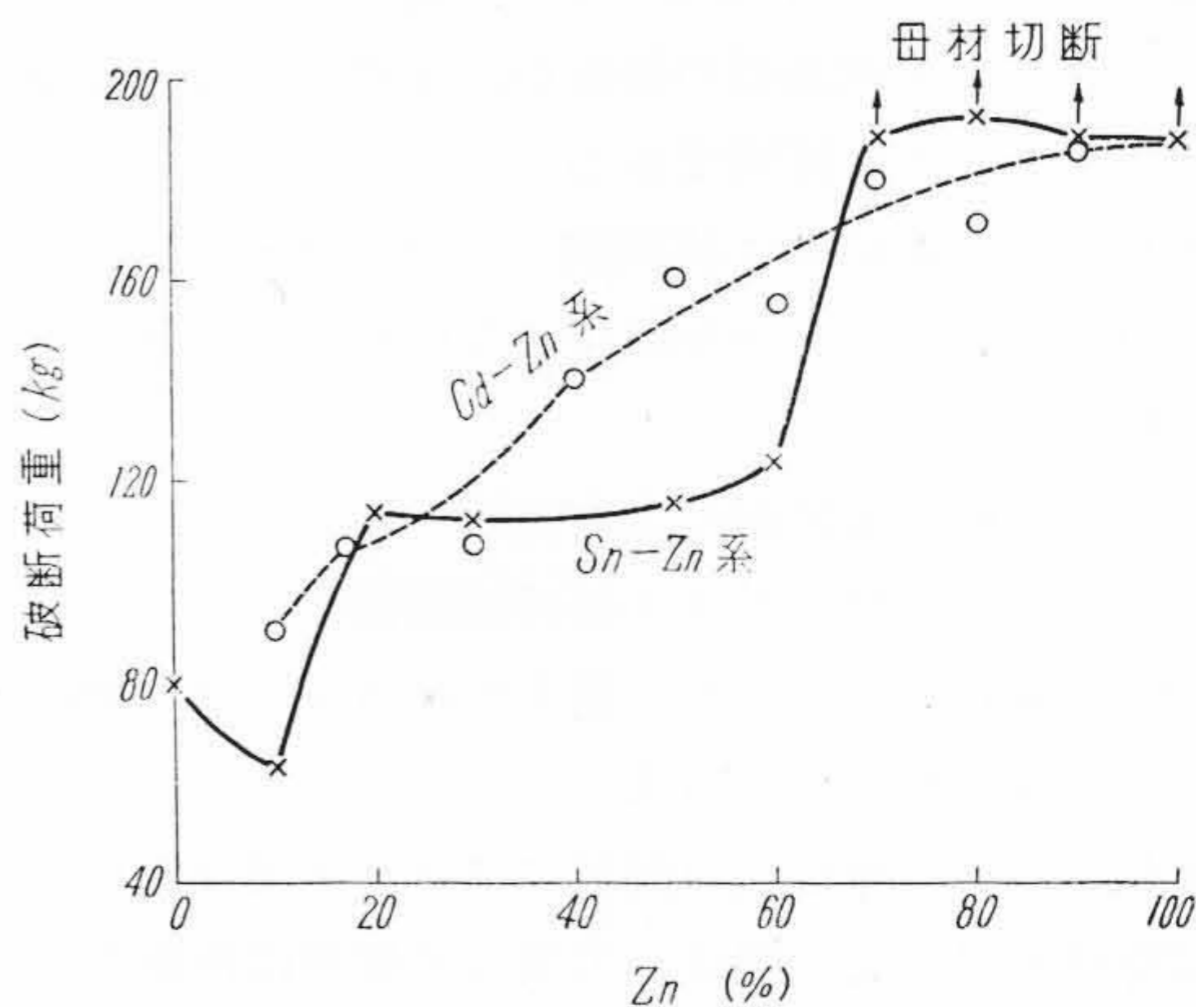
室温で 20% 食塩水溶液中に 8 時間浸漬し、16 時間放置することを毎日くりかえし、30 日後 (A) と同じ試験を行った。食塩水溶液は 1 週間ごとにとりかえた。



第 2 図 蒸気処理後の鑲接部の強度



第 3 図 塩水浸漬試験後の鑲接部の強度



第 4 図 塩水噴霧試験後の鑲接部の強度

## (C) 食塩水噴霧試験

佐竹式噴霧試験機を用い室温で10%食塩水を用い、30日連続噴霧試験をした後(A)と同じ試験を行った。なおこの場合も溶液は1週間ごとにとりかえた。

## (3) 実験結果およびその考察

第2, 3図および第4図は耐蝕性に関する実験結果である。

実験結果は3本の試料についての平均値であり、各測定値間に若干のバラツキがあるためにSnおよびCdの耐蝕性に及ぼすZnの影響を明確には規定できなかつたが、3種の耐蝕性試験結果より大体の傾向として、SnまたはCdの耐蝕性を増加させるためにはZn 20%以上の添加が必要であり、Zn添加量が20%以上ならばZn量の増加とともに耐蝕性が良好となることがうかがわれる。なお耐蝕試験前の剪断力試験では、すべて母材で切断するので(破断荷重:約180 kg)、鋳接部自体の強さを示すことはできなかつた。

第2図は蒸気処理後の鋳接部の剪断荷重を示したもので、Sn-Zn, Cd-Zn系ともに共晶組成合金はその剪断力は低くなっている。この傾向は第3図からも認められ、アルミ被ケーブル接続用半田合金としてSn-10%Zn合金(共晶組成:9%Zn)が使用されている事実<sup>(15)</sup>と考え合わせると興味深い問題である。すなわち鋳接性は共晶組成が良好であるが<sup>(6)</sup>、耐蝕性はこの場合には別途の問題である。また第2図において純Znの剪断荷重が急激に低下しているのは、Znの結晶粒間腐蝕にもとづくいわゆる枯化現象<sup>(16)(17)</sup>によるためと思われる。Zn側より逆に考えればZnの枯化現象を阻止する効果はCdよりもSnの方が大きいと考えられる。

第3, 4図に示した実験結果は、第2図の傾向とは若干ことなり、第2図においてはZn 40~60%付近でSn-Zn系とCd-Zn系はほぼ同等の値を示すが、第3, 4図ではこの組成範囲でCd-Zn系の方が良好となっている。またその剪断荷重はZn 70%付近より急激に上昇している。これら食塩水による腐蝕試験結果についてZn側より考えればSn, Znの添加は30%付近まではその耐蝕を害しないように思われ、J. D. Dowd氏のZnに低融点金属を添加するとその耐蝕性は急激に低下するという論議とおもむきをことにすることがわかつた。

以上の耐蝕性試験結果よりSn-Zn系, Cd-Zn系の合金で鋳接する場合には、その耐蝕性はZn 70~90%を含む合金が良好であり、またこの組成範囲ではSn-Zn系合金がCd-Zn系合金の場合よりもすぐれていることがわかる。また両合金系とも結晶粒間腐蝕にもとづく枯化現象がその耐蝕性にいちじるしい影響をもち、したがって本系合金の耐蝕性を簡単に比較するには蒸気処理試験が有効かと思われる。なお鋳接部の試験においてはそ

の半田層の厚さが問題となってくるが、本実験ではその厚さを0.3~0.5 mmとした。鋳接部の顕微鏡組織を調べてみるとSnの多い合金ではAlと半田の拡散層はまったく認められなかつたが、Znを70%以上含有する合金の場合には高倍率の下でかすかな拡散層が認められた。しかしながら鋳接部の破断は、大体鋳合金自体に生じており、Zn約20%以下の場合にのみAlと半田鋳との間で破断したものが一部認められたにすぎなかつた。

## [III] Sn-Zn, Cd-Zn 各二元系合金の衝撃強度

電線、ケーブルなどの接続に本系合金を使用した場合その低温における衝撃強度が問題となる場合もあるので-78~100°Cの温度範囲におけるシャルピー衝撃試験を行った。

## (1) 試料および実験方法

試料としては5mmφ×60mmの金型鋳物(no notch)を用い、試験温度は第2表に示すように-78~100°Cで行い、使用媒体中に試料を10分間保持して手早く取りだし衝撃試験を行った。衝撃値の算出は次式によつて行つた。

$$\text{衝撃値 } V = \frac{WR(\cos \beta - \cos \alpha)}{A}$$

- ただし
- W: 振子の重量 (=30 kg)
  - R: 有効腕の長さ (=1 m)
  - α: 腕の持上角 (=30°)
  - β: 腕の衝撃後の振上り角度
  - A: 試料断面積 (=0.196 cm<sup>2</sup>)

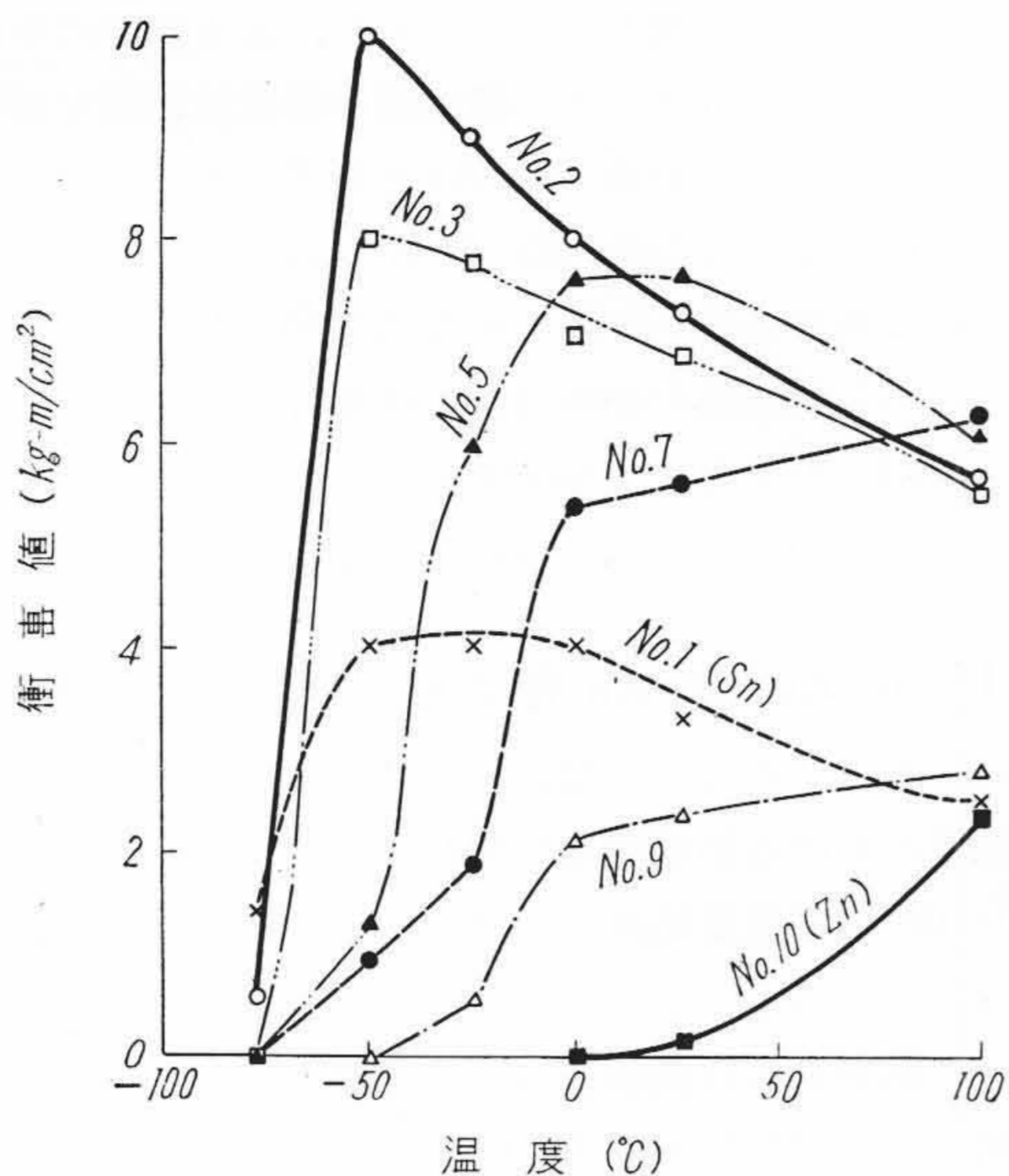
## (2) 実験結果

第5, 6図はそれぞれSn-Zn系, Cd-Zn系についての衝撃試験結果を示す。

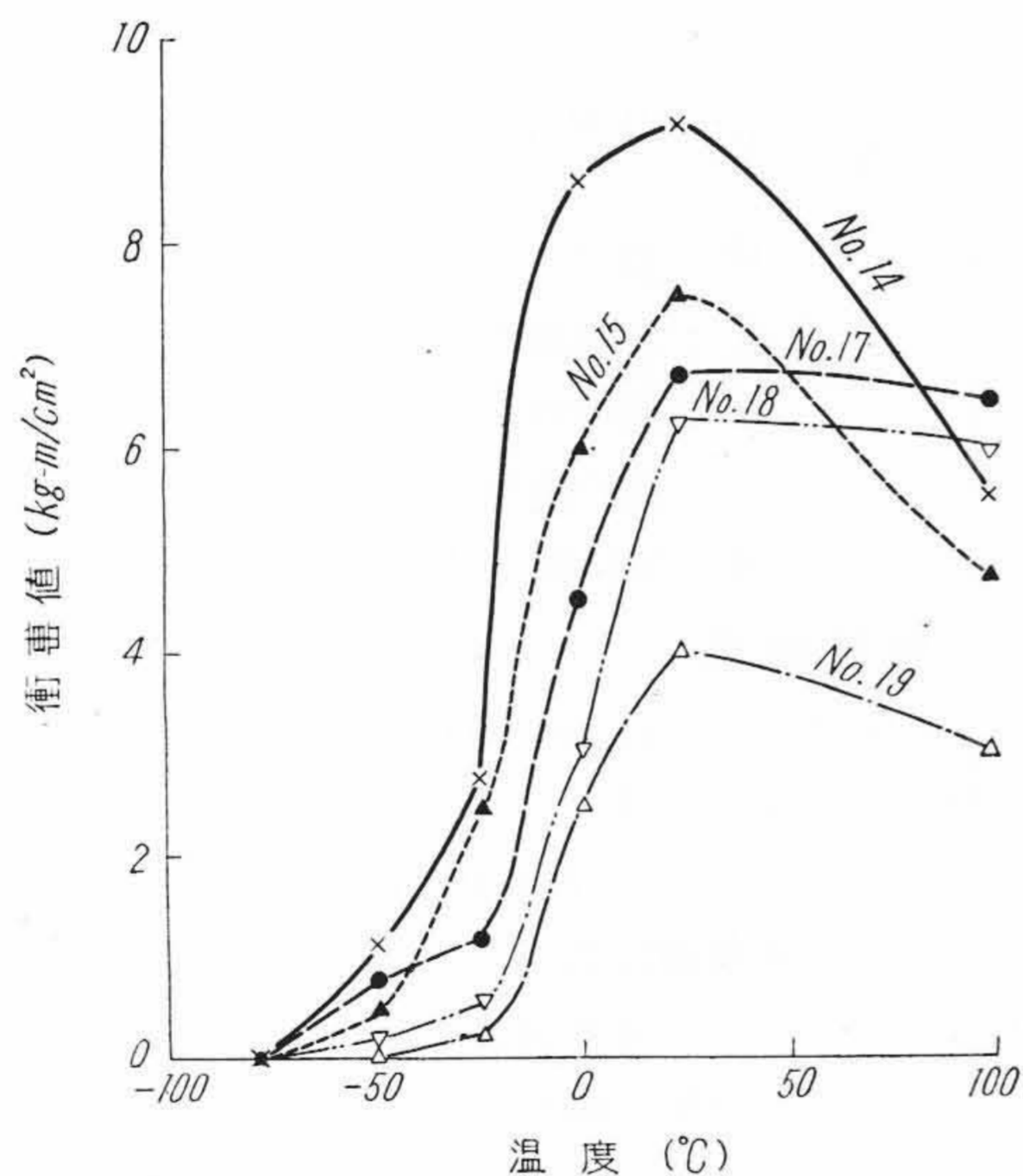
第5図に示したようにNo. 10すなわち純Znは温度の降下とともに衝撃値は低下し、0°Cで0となる。これにSnが添加されるとその急激に脆化する温度はSn量の増加とともに低温側に移行する。また低温脆性を示す温度も明瞭となつてくる。No. 1すなわち純Snでは-78°Cでもその衝撃値は0にはならない。Cd-Zn系でも第6図に示すようにその低温脆性の傾向はSn-Zn系の場合とほぼ同様であるが、脆性を示す温度は前者の方が後者に比べ高温側にずれている。

第2表 シャルピー衝撃試験温度

試験温度 (°C)	-78	-50	-25	0	26	100
使用媒体	ドライアイス	ドライアイス × アルコール	ドライアイス × アルコール	水+水	室温	沸騰水



第 5 図 Sn—Zn 二元系合金の衝撃試験結果



第 6 図 Cd—Zn 二元系合金の衝撃試験結果

上述の結果よりわかるように、これら White Metal (低融点金属) 系の合金においても鋼の場合と同じように低温脆性が存在しているから、これらの合金を用いて鋳接する場合には注意しなければならない。なお幸田氏の研究<sup>(18)</sup>によれば、Zn の脆性を示す遷移温度は 70°C 付近であり、Sn は -25°C 付近であるので本実験と相違がある。これは試験温度の測定ならびに供試材の形状にもとづくためと考えられる。しかしながらいずれにせよ Zn の遷移温度は Sn または Cd の添加により低温側に移行するものと思われる。

第 3 表 代表的アルミ用軟鐵

組 成 (%)								備 考
Sn	Zn	Cd	Ag	Pb	Si	Al	Bi	
84.6	8.0	6.0	0.2	—	—	—	1.2	日本特許
69.4	30.4	—	0.1	—	0.1	—	—	日本特許
33.4	33.3	33.3	—	—	—	—	—	“Aluma”
49.0	49.0	—	—	—	—	2.0	—	U. S. Patent
80.0	10.0	10.0	—	—	—	—	—	U. S. Patent
85.0	15.0	—	—	—	—	—	—	“Kynal S 25” <sup>(9)</sup>
71.5	7.5	6.0	—	15.0	—	—	—	“Kynal S 35” <sup>(9)</sup>
80.0	20.0	—	—	—	—	—	—	O. Egert <sup>(11)</sup>
77.2	20.5	—	—	2.3	—	—	—	Del Mar

第 4 表 供試合金の組成とその凝固温度範囲

試 番	組 成 (%)				凝固温度範囲 (°C)
	Sn	Zn	Cd	そ の 他	
2	90	10	—	—	210~199
3	80	20	—	—	280~199
4	70	30	—	—	311~199
24	60	40	—	—	335~199
25	77	20.5	—	Pb 2.5	283~196
26	55	30	15	—	300~160
27	33.4	33.3	33.3	—	302~159
28	68	28	—	Al 4	283~197
29	53	28	15	Al 4	277~157
14	—	40	60	—	320~265
16	—	60	40	—	340~265
32	84.8	7.9	5.9	Ag 0.2, Bi 1.2	186~154.5
33	85	8	7	—	186~159

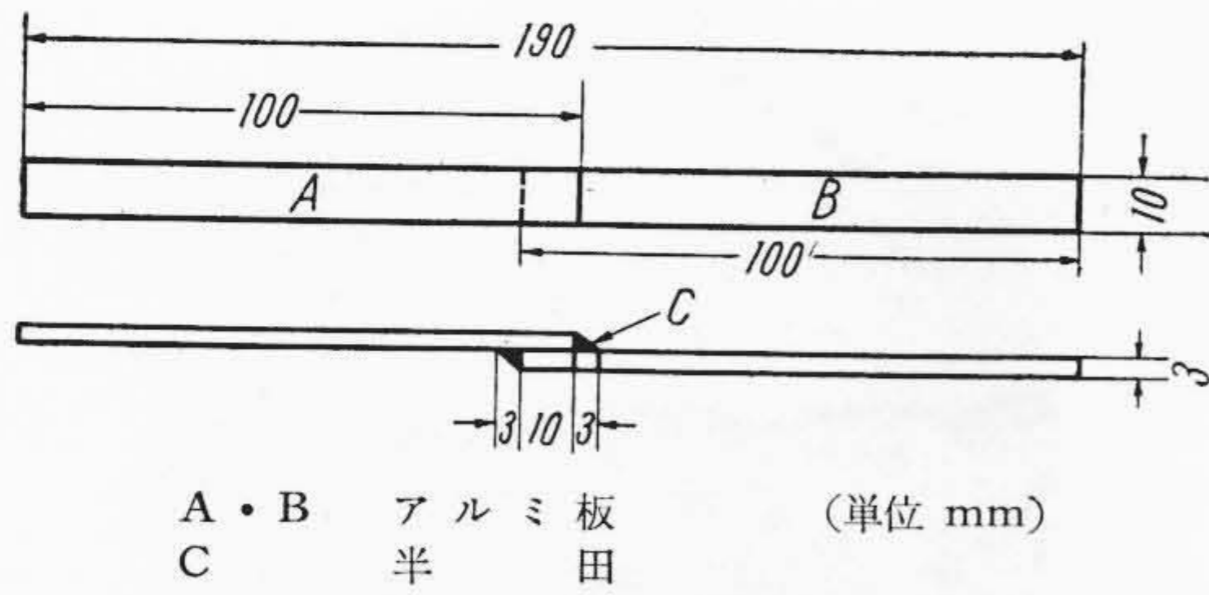
〔IV〕 既知の各種アルミ用軟鐵の耐蝕性

アルミ用軟鐵については、数多くの特許、研究が発表されているが、第 3 表はその代表的例を示した。この表よりわかるように、大体 Sn をベースとしこれに Zn を添加し、第三成分として Cd, Pb そのほかを配合したものである。これらの合金ならびにその基本である Sn—Zn 系, Cd—Zn 系合金を供試材として各種軟鐵の耐蝕性を比較することとした。

第 4 表は供試材の配合組成ならびに供試材について熱分析した結果を示す。

耐蝕性試験としては、蒸気処理試験、食塩水噴霧試験ならびに食塩水浸漬試験を行つた。蒸気処理ならびに食塩水浸漬試験については前記同様の方法で行つたが、食塩水噴霧試験については、IRK 塩水噴霧装置を用い、ASTM の方法に準拠して塩水濃度を 35°C において比重 1.13 になるように調整し (濃度 20%)、槽内温度は 35°C に保持し、噴霧圧力もまた 0.91 kg/cm<sup>2</sup> (13 lb/in<sup>2</sup>) に保持した。噴霧時間は連続 8 時間とし、つぎに 16 時間槽内に放置する間歇法を用いた。

第 7 図は鋳接試験片の形状を示す。これに使用したアルミ板は前記同様の純度 99.7% のもので、アルミ板間の鋳の厚さは 0.3~0.5 mm とした。腐蝕試験後の引張試験は前実験と同様であるので省略する。



第7図 鋳接強度試験片の寸法

第5表は鋳接部の耐蝕性を比較するため腐蝕試験後引張試験を行つた結果である。なお腐蝕試験前の引張り試験では、すべて母材で切断した。測定値は塩水噴霧、浸漬試験の場合はそれぞれ3本の平均である。これに対し蒸気処理試験ではバラツキがはなはだしいので全測定値を低い値から順次列記した。この結果よりわかるようにSn—Zn二元系合金では、Znが高いほど塩水試験結果は良好となつており、蒸気処理試験結果もZn 30%の合金まではこの傾向にしたがつているがZn 40%の合金を使用した場合は蒸気処理試験結果がわるい。これは普通のガスバーナを用いて鋳接したため融点の上昇による鋳の流動性の低下、アルミ表面の酸化の進行などに帰因するものと思われる。また本結果と第2図に示した実験結果とを比較すると前者の場合の値が高くでているが、これは前者の場合アルミとアルミを鋳接したのに対し、後者はアルミと銅を鋳接したためと思われる。Cd—Zn系合金は耐塩水性は良好であるが、蒸気処理結果はあまり良好ではない。これは前記同様融点が高いことによる鋳接性の低下の問題であると思われる。またSn—Zn、Sn—Zn—Cd系合金にAlを添加したNo. 28およびNo. 29を使用した鋳接部の蒸気処理試験結果はきわめて悪く全試料鋳接部で剥離していた。またNo. 26, No. 27, No. 32 およびNo. 33 もあまり良好な結果を示さな

第5表 供試材の腐蝕試験結果

試 番	腐蝕試験後の破断荷重 (kg)							
	塩水噴霧 (30日)	塩水浸漬 (30日)	蒸気処理 (48時間)					
2	150	210	42	42	44	45	46	53
3	200	230	45	52	53	55	58	66
4	240	241	40	45	51	53	58	70
24	242	>255	×	×	40	45	47	50
25	210	227	×	14	17	20	41	42
26	220	234	×	×	38	42	47	61
27	240	>260	×	×	×	×	30	35
28	×	235	×	×	×	×	×	×
29	×	>250	×	×	×	×	×	×
14	>260	246	50	51	51	62	65	68
16	>261	>258	×	×	×	39	69	69
32	×	211	×	×	31	40	47	53
33	×	220	50	61	64	67	80	81

注：>：アルミ母材が切断  
×：鋳接部が剥離したため引張試験不可能

かつた。

上述の3種の実験結果より考えると、Sn—Zn二元系が良好な結果を示していることがわかる。またCd—40% Zn合金も良好ではあるが融点を考慮に入れると本目的のためのアルミ用軟鋳としてはやはりSn—Zn二元系をベースとして改良を考える必要があると思われる。

〔V〕 アルミ用軟鋳の改良

(1) Sn—Zn—Cd 三元系合金

上述の実験結果よりわかるようにアルミ用軟鋳の融点をできるだけ低くするとともに良好な耐蝕性、鋳接性をもたせるためには、Zn量を20~30%にすることが望ましい。しかしながらZn量を多くすれば必然的に融点が増加するので、これを抑制するために第三元素としてはCdの添加が考えられる。

第6表は試作したSn—Zn—Cd三元系合金を用いて鋳接した試料についての腐蝕試験結果である。実験方法は前記〔IV〕と同様であるが、蒸気処理試験は使用したオートクレーブの故障により試験時間を明確にすることができず、また若干過熱された傾向も認められるので供試材10本について腐蝕試験により剥離しなかつた本数の%を示した。この結果よりわかるように塩水噴霧試験では大きな差異は認められないが、蒸気処理試験ではNo. 101の合金がもつともすぐれた結果を示し、つぎにNo. 102の合金が良好である。

ひるがえつて鋳接部における腐蝕について考えてみるとつぎのように大別される。

- (i) 半田合金自体の腐蝕
- (ii) アルミ母体と半田合金間の腐蝕

半田合金自体の腐蝕はその合金の組成、現われる相によつて当然差異があり、たとえばSn—Zn二元系合金の過共晶組成範囲では針状に晶出している初晶β相の界面から腐蝕が進行する傾向がある。したがつて半田自体の耐蝕性を改良するためには、初晶の針状β相の形を変化させ、できるだけ球状化させること（これは半田自体の機械的強度を増加させることにもなる。）ならびに初晶β相と接する相を変化させることが必要である。第8図、第9図はそれぞれNo. 3 (Sn—20%Zn)合金およびNo. 101 (Sn—20%Zn—10%Cd)合金を用いてアルミを鋳接した場合の鋳接部の顕微鏡組織を示す。腐蝕剤には硝酸アルコール溶液を用いた。Sn—Zn—Cd三元系状態図が確立されていないので明確なことはいえないが、第9図には160°Cであらわれる三元共晶が認められるとともに初晶β相と接する相は第

第6表 Sn—Zn—Cd 三元系合金の腐蝕試験結果

試 番	組 成 (%)			凝固温度 範囲(°C)	蒸気処理 試験結果*	塩水噴霧試 験後の破断 荷重(kg)**
	Sn	Zn	Cd			
3	80	20	—	280~199	40	210
101	70	20	10	269~160	70	>265
102	60	20	20	275~160	50	240
103	60	30	10	305~160	10	240
26	55	30	15	300~160	20	225
105	50	30	20	298~160	20	>260

注：\* 供試材10本について50時間蒸気処理試験を行った後剥離しなかつた本数の%を示す。

\*\* 30日試験後の値を示す。



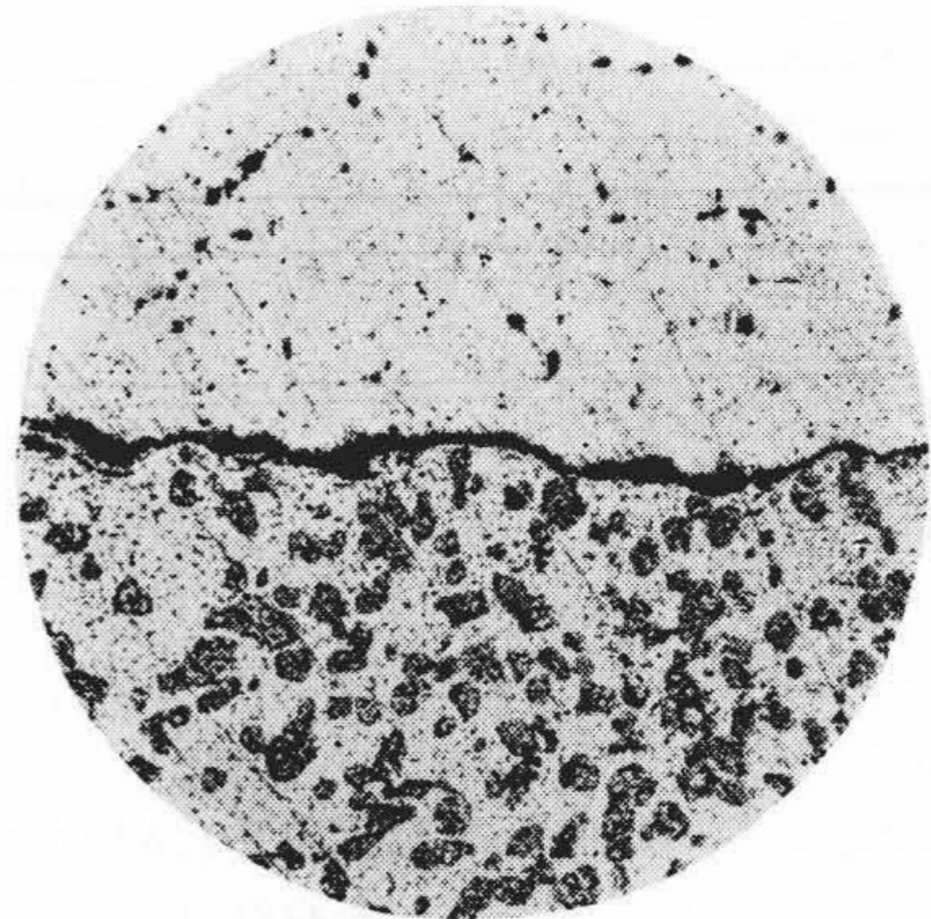
第8図 鋳接部の顕微鏡組織 × 100  
(鋳：Sn—20% Zn 合金)



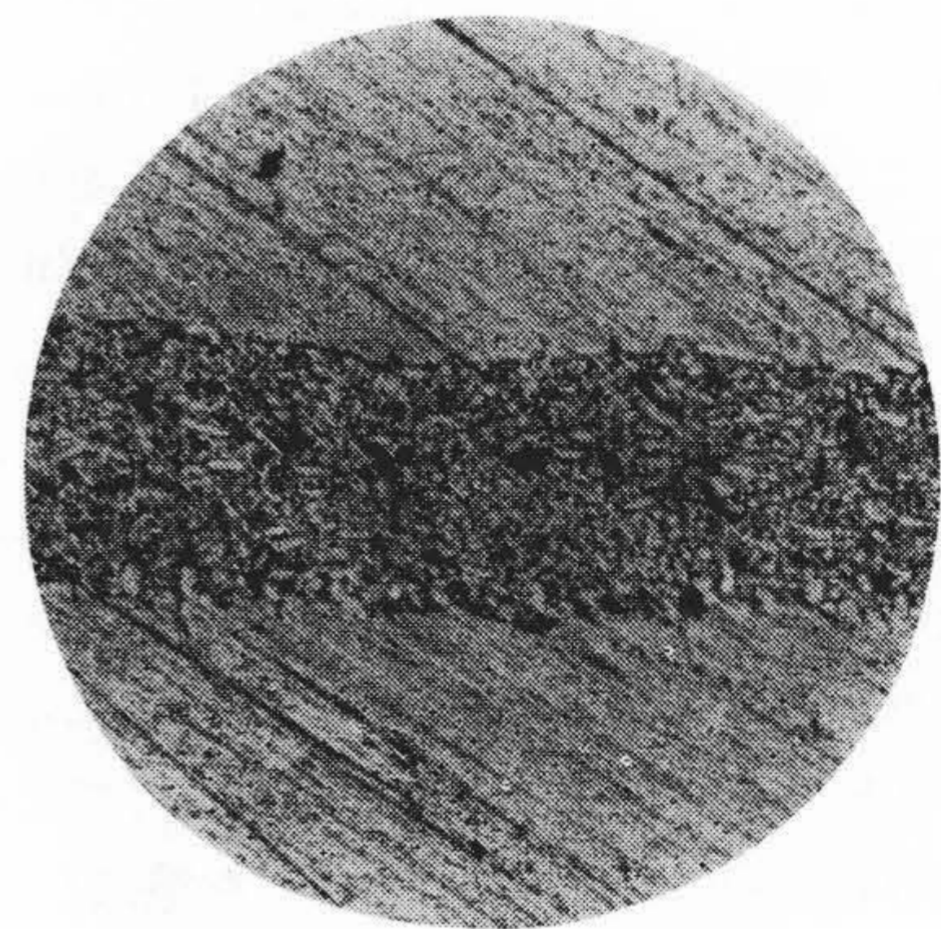
第9図 鋳接部の顕微鏡組織 × 100  
(鋳：Sn—20% Zn—10% Cd)

8図の場合とことなることがわかる。また両図において初晶の形状に著しい変化はないが、その組成は当然異なっている。蒸気処理試験は半田自体の枯化現象にもとづく鋳接部の劣化を明瞭に示すものと考えられるので、第8図と第9図のような組織的差異が蒸気処理試験結果に著しい差異を与えたものと思われる。

アルミ母体と半田合金間の腐蝕は、アルミ軟鋳の場合大きな問題であり、硬鋳の場合はアルミと半田合金間に拡散層が形成されるが、軟鋳では一般に拡散層は存在せず、したがってアルミと半田合金間に空隙がないことが



第10図 鋳接部の顕微鏡組織 × 100  
(鋳：Pb—40% Sn 合金)



第11図 鋳接部の顕微鏡組織 × 100  
(鋳：Sn—20% Zn—9.7% Cd—0.3% Te 合金)

望ましい。第10図はアルミを Pb—40% Sn 合金を用いて鋳接した試験片について塩水噴霧試験を行った場合えられた写真で、半田合金がアルミになじまないために両者の界面から腐蝕が進行していることがわかる。このアルミに対するなじみやすさ (Wettability) は前述したように半田合金中の Zn 量によつて左右されるが、少なくとも Zn 20% 以上必要である。

#### (2) Sn—Zn—Cd 三元系合金の耐蝕性に及ぼす微量 Te の影響

上述の考察ならびに実験結果にもとづいて No. 101, No. 102 合金に Al 1~2%, Cr 0.01~0.02% 添加して前記同様の各種耐蝕性試験を行ったが、いずれも悪影響を示しただけであつた。またこの場合 No. 101 系統の合金はいずれも No. 102 系統の合金よりも良好な結果を示した。したがつてつぎに No. 101 合金を使用した場合の耐蝕性に及ぼす Te の影響について実験を行った。

第7表は本実験結果を示す。この結果より微量の Te を No. 101 合金に添加するとその耐蝕性が改良されることがわかる。しかしながら Te 添加量が 1% 以上になるとかえつてその耐蝕性を不良にする。適当な Te 添加量

は 0.3~0.6%である<sup>(19)</sup>。第11図は Te 0.3%を含む合金 No. 401 を用いてアルミ板を鋳接した場合の鋳接部の顕微鏡組織を示す。この写真よりわかるようにアルミ板と半田合金はきわめてよく鋳接されている。

### [VI] 結 言

アルミの電線工業における広汎な用途をさまざまにあげている大きな障害の一つは、その接続である。接続には種々の方法が考えられるが、本報告ではその半田づけに用いる軟鋳に関する実験を行つた。

えられた結果を要約するとつぎのとおりである。

(1) Sn-Zn系, Cd-Zn系合金を用いた鋳接部の耐蝕性は、一般に Zn 90%までの組成範囲では Zn 量の増加とともに良好となるが、両系合金ともその共晶組成付近の耐蝕性は若干不良となる結果を示した。

(2) -78~100°Cにおけるシャルピー衝撃試験の結果, Znの急激な脆化を示す温度は, Sn または Cdの添加によつて低温側に移行する。たとえば Sn-Zn系合金を使用する場合 -50°Cで急激な機械的衝撃に耐えるためには Zn 30%以下が望ましい。

(3) 公知のアルミ用軟鋳は, Sn, Znを主体とし, これに少量の Cd, Pb, Ag, Al, Si または Biなどを添加したものであるが, Sn-Zn二元系合金との比較実験の結果ではその耐蝕性を改良したものはあまりないことがわかつた。

(4) Sn-20% Zn合金をベースとしこれに Snの一部と置換するように Cdを配合してその耐蝕性を比較した結果, Sn-20% Zn-10% Cd合金が良好な結果を示した。

(5) Sn-20% Zn-10% Cd合金の耐蝕性に及ぼす他元素添加の効果について種々実験を行つた結果, Te 0.3~0.6%の添加が良好な結果を示した。

終りに臨み御鞭撻を頂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実験上種々御援助を頂いた藤

第7表 Sn-20% Zn-10% Cd合金の耐蝕性に及ぼす Te 添加の効果

試 番	組 成 (%)				腐蝕試験後の破断荷重 (kg)					
	Sn	Zn	Cd	Te	蒸気処理 (48時間)					塩水噴霧 (30日)
101	70	20	10	—	62	73	76	76	77	>260*
401	70	20	9.7	0.3	78	80	92	100	102	>260*
402	70	20	9.4	0.6	80	82	96	98	100	>255*
403	70	20	9.0	1.0	65	70	73	78	80	240
404	70	20	8.7	1.3	×	50	65	80	82	241

注: ×: 鋳接部で剥離した試料

\*: 母材で切断した試料

田君に厚く御礼申し上げる次第である。

### 参 考 文 献

- (1) F. L. French: 電線時報, 8, 17 (昭30-6)
- (2) L. A. Cook, M. F. Stavish: Welding J., 35, 348 (1956)
- (3) R. F. Tylecote: Welding J., 26, 88 (1947)
- (4) W. H. Brucker, J. H. Sayles: Welding J., 35, 501-s (1956)
- (5) M. A. Miller, G. W. Oyler: Welding J., 30, 486-s (1951)
- (6) 山路: 日立評論, 37, 1437 (昭30-10)
- (7) C. W. Roberts: Metallurgia, 42, 55 (1950)
- (8) W. J. Smellie: Light Metals, 19, 210 (1956)
- (9) R. C. Jewell: Sheet Met. Ind., 33, 606 (1956)
- (10) G. W. Birdsall: Materials & Methods, 40, 116 (1952)
- (11) O. Egert: Met. Ind., 88, 132 (1956)
- (12) J. D. Dowd: Welding J., 33, 113-s (1954)
- (13) U. S. Patent No. 2155307
- (14) 山路: 日立評論, 36, 1689 (昭29-11)
- (15) P. M. Hollingsworth, P. A. Raine: Proc. I. E. E., 161, 603 (1954)
- (16) 大日方, 日景: 日本金属学会誌, B-14, 39 (昭25)
- (17) 大日方, 日景: 日本金属学会誌, B-14, 44 (昭25)
- (18) W. A. Del Mar, E. J. Merrell: Trans. A. I. E. E., 74, 292 (1955)
- (19) 特許出願中

## 特 許 と 新 案

### 最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その3)

(第44頁より続く)

区 別	登録番号	名 称	工場別	氏 名	登録年月日
実用新案	459959	旋盤における送り変換制御装置	川崎工場	阿 武 芳 郎 松 倉 寿 一	32. 3. 30
"	458612	冷凍機用ロータリ圧縮機の軽起動装置	栃木工場	楠 本 陽 一 郎	32. 3. 8
"	458578	積 算 電 力 計	多賀工場	米 岡 正 四 郎 鈴 木 一 夫	"

(次頁に続く)

最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その3)

(前頁より続く)

区別	登録番号	名称	工場別	氏名	登録年月日
実用新案	458603	縦型電動機給油装置	多賀工場	四倉輝夫	32. 3. 8
"	458611	小型遠心分離機	多賀工場	川崎光彦	"
"	458630	計器における容器取付装置	多賀工場	島田稔進	"
"	458632	扇風翼車	多賀工場	小野寺	"
"	459924	抽出回転型継電器測定用プラグ	多賀工場	四倉輝夫	"
"	459925	継電器動作表示器	多賀工場	小島義男	32. 3. 30
"	459930	カーボンパイル電圧調整器	多賀工場	小室甲二郎	"
"	459931	カーボンパイル電圧調整器	多賀工場	小室甲二郎	"
"	459932	カーボンパイル抵抗器	多賀工場	沢田孝	"
"	459933	洗濯物絞り機	多賀工場	篠岡勇	"
"	459938	回転真空ポンプ	多賀工場	野田保	"
"	459945	計器照明電球取付装置	多賀工場	小野寺信進	"
"	459956	点火栓	多賀工場	高橋部信順	"
"	459961	液面を一定に保持する液体容器	多賀工場	島田稔進	"
"	459963	光学機械の光源装置	多賀工場	橋本正勝	"
"	458579	X線開閉装置	亀戸工場	和田正長	32. 3. 8
"	458587	高圧蓄電器の残留電荷放電装置	亀戸工場	小市田正長	"
"	458596	熱動継電器	亀戸工場	松田幸次郎	"
"	458606	密封型変圧器	亀戸工場	大西真史	"
"	458607	密封型変圧器	亀戸工場	大西真史	"
"	458608	密封型変圧器	亀戸工場	大西真史	"
"	458609	密封型変圧器	亀戸工場	大西真史	"
"	458621	電磁開閉器	亀戸工場	松田幸次郎	"
"	459918	蓄放式X線装置用電源変圧器	亀戸工場	和田正長	32. 3. 30
"	459928	乾式変圧器のタップ切換装置	亀戸工場	大西真史	"
"	459929	蓄電器取付金具	亀戸工場	大西真史	"
"	459939	蛍光灯用ソケット	亀戸工場	西岡谷幹雄	"
"	459941	蛍光灯用ソケット	亀戸工場	熊谷谷幹雄	"
"	459943	蛍光灯用ソケット	亀戸工場	熊谷谷幹雄	"
"	459944	蛍光灯用ソケット	亀戸工場	熊谷谷幹雄	"
"	459952	蛍光灯用ソケット	亀戸工場	池田吉郎	"
"	459965	三相誘導電動機の緩速起動装置	亀戸工場	山崎栄次郎	"
"	458582	クロスバースイッチのセレクティングフィンガー	戸塚工場	鈴木幸孝	32. 3. 8
"	458590	電話用線輪	戸塚工場	山田博弘	"
"	458592	連接用電話機	戸塚工場	江森五郎	"
"	458604	電話機ダイヤル用ガバナー	戸塚工場	小若林季八	"
"	459919	継電器架装置	戸塚工場	林清一	32. 3. 30
"	459920	自動電話交換機の信号装置	戸塚工場	北条村一	"
"	458614	可撓導波管	中央研究所	関口存哉	32. 3. 8
"	459964	るつぼ用多孔性外套	中央研究所	米田登	32. 3. 30