

められた。それは第7圖及び8圖に顯微鏡寫眞を以て示してある。之等寫眞より明らかな様に此の帶狀組織には2種類有ることが分る。

此の様な帶狀組織に就ては Deformation band と名付けられ、既に C.S.Barrett³⁾ により廣汎な研究が行はれて居る。Barrett によれば Deformation band 内の結晶格子は多重の迂りによつて次第に廻轉して變形聚合組織の方位に近付くとしてゐるが、第7圖に示す如く數本の鏡映双晶が一群の Deformation band と交叉してゐる状況を見れば、band 内の結晶格子の廻轉は多重の迂りの如き複雑な機構よりもむしろ鏡映双晶の發生と同様な或る種の連鎖的原子運動によつて發生せるものなる事が推定され、又集合結晶の際の方位變化と冷間壓延を強度に行ふ際の方位變化との類似性を考慮して著者等は之を廻轉双晶 (Rotation Twin) と名付ける事にした。即ち珪素鋼の帶狀組織には鏡映双晶と廻轉双晶との二種が存し鏡映双晶の方は突然的に形成されその幅は比較的狭く廻轉双晶の方は漸進的に増加する原子の連鎖的移動の重疊によつて徐々に形成されたものと考へられる。廻轉双晶の方は幅は一定しないが相當に幅の廣いものが存在する。

6. 第1報の考察

前述の如く從來の異方性珪素鋼の製造方法としては、強度の冷間壓延と 1000°C 以上の高温焼鈍とが要求されてゐる。前節に述べた様に冷間壓延度を増加するに従つて鏡映双晶及び廻轉双晶の量が増加する。之に伴つて廻轉双晶の彎曲も行はれる。以上迄の簡単な實驗のみからは充分な推察を行ふ事は無理ではある

が、此の様な双晶形成が再結晶に際して容易に磁化方向 [100] を壓延方向に有する結晶粒として發達すべき再結晶核の數を増大せしめるものなることは考へられる。而して高温焼鈍により一次再結晶及び集合結晶現象を行はせることによつて [100] 方位の結晶粒の選擇的増大が行はれるものと考へられる。

これは單に考へただけであつて實際の結晶學的機構がその様になつてゐるかどうかは勿論全く分らない。

冷間加工時に於ける廻轉双晶内に於ける結晶方位變化の機構、又集合結晶の際の結晶方位變化の機構は、次の第II報の研究に於て非常にはつきりと確認され、本第1報に於ける考察の正しい事が認められたのである。

加工中に現れる廻轉双晶に就ては追つて發表する本研究第II報に、又集合結晶に於て現れる廻轉双晶に就ては著者等の「集合結晶聚合組織に關する研究」⁴⁾に、顯微鏡寫眞を二三載せて説明してある故参照されたい。

最後に試料の製造に御盡力下さつた東京芝浦電氣柳町工場の奥村保吉氏、不二門章氏並びに實驗上種々お手傳ひ頂いた鈴木敬次郎氏に深く感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) Iron Age 147 (1941), 52.
T.D.Yensen: Jour. Appl. Phys. 16(1945), 379.
- 2) C.S.Barrett, G. Ansel and R. F. Mehl: Trans. A. I. M. E. 125 (1937), 516.
- 3) C.S.Barrett: Trans. A. I. M. E. 135 (1939), 296 etc.
- 4) 五弓, 阿部: 理工學研究所報告 3 (1949), 158.

鑄造用亜鉛合金に關する研究 (第1報)

Zn-Al 系合金に及ぼす不純物の影響について

和田次郎・笹川雅信

Study on the Zinc Base Alloys used for Casting. (Ist Report)

The Effect of Impurities on Zinc Aluminium Alloys.

By Jiro Wada and Masanobu Sasagawa.

ABSTRACT: Among the zinc base alloys used for casting in metal moulds, particularly die casting, those alloys containing aluminium are probably the most widely used. It was known to have the failure of a type described as intercrystalline corrosion in zinc-aluminium alloys.

It was also found that the intercrystalline corrosion is to be accelerated by impurities in the alloy. The corrosion decreases with magnesium which is added so as to compensate the effect of impurities. In spite of these facts, the quantitative relation between impurities and magnesium is unknown. We have, therefore, carried out this investigation in order to determine minimum magnesium content for compensating effects of impurities.

(1949年10月6日受理)

1. 緒 言

現今鑄造用亜鉛合金としてはダイカストに使用される Zn-Al 系合金を主體とせる Zamak 合金が主要なものであり、我が國に於ても最近規格として採用されるに至つた。然るに此の Zamak 合金については未だ充分研究し盡されていないため、今後我が國に於て利用される場合に思はぬ障害を生ずる恐れがある。そのため著者は此の Zamak 合金を主體として、此の合金の特性を明にするため、二、三の實驗を行つた。實驗結果の報告に先だつて Zamak 合金の得失を二、三蛇足ながら述べてみたいと思ふ。

先づ Zamak 合金をダイ鑄物用アルミニウム合金と比較すれば、次の諸點に於て優れている。

- (1) 單位面積當りの強度がダイ鑄物用アルミニウム合金より高い。
- (2) 熔融點が低いため金型の壽命がアルミニウム合金の場合より長い。
- (3) アルミニウム合金の場合より少い燃料で熔解し得る。

以上は極く主要な點である。一方比重に於て Zn は Al より約 2.6 倍大きい、従つて價格に於て Zn が Al の 1/2.6 程度であれば上述の (1), (2), (3) の利點のために亜鉛合金が有利となる。但し重量の輕いことを要求されるときは別であるが然し斯の如き利點にも拘らず又茲に重大な缺陷がある。

- (1) 亜鉛地金の純度の高いことが要求され、微量の不純物 Pb, Sn, Cd 等が存在しても粒間腐蝕を著しく促進せしめる。

- (2) 容積安定性が少い。

殊に (1) の缺點は最も致命的である。従つて先づ此の缺陷を極力輕減し、實用上支障ないやうにするための必要な實驗を行つた。之について報告する。

2. 亜鉛合金に及ぼす不純物の影響についての從來の研究

Zn 地金に含まれる微量の Pb, Sn, Cd 等が Zamak 合金に著しい粒間腐蝕を生ずることは既に E. Brauer

and W. M. Peirce¹⁾ により指摘されている。従つて實用に供される Zn 地金は不純物の量の極めて少い Zn > 99.99% という地金に限定され、而もこれに少量の Mg を添加することにより粒間腐蝕の害を抑制している。然らば此の不純物の量と抑制劑として添加される Mg 量との間には如何なる關係があるかといふことが重要な問題である。然るに之については不純物中の Pb の量と Mg の量について A. Burkhardt²⁾ が定量的關係を示したに過ぎず、此の實驗方法等についての記述もなく、又 Sn, Cd の場合については不明であるので、著者は此の關係を明確にするため次の實驗を行つた。

3. Zamak 合金に及ぼす Pb の影響

實驗に用ひた試料は Pb 0.0014%, 0.0028%, 0.0029%, 0.0037%, 0.0058%, 0.0069% の 6 種類の Pb 含有量の異なる four nine Zn 地金 (三菱鑛業の再電解 Zn 地金) で、Cd は何れも 0.001% 以下、Fe も 0.001% 以下のものである。Al は 99.97% 以上、Cu は 99.94% 以上、Mg は 99.9% 以上のものを使用した。實驗方法は鑄込温度 450°C にて 150~180°C に豫熱した JES 金屬 7481 に規定されている金型に重力鑄造法により鑄込み、抗張試験片を作つた。又兩端を平行にし、長さ變化も此の試験片で、コンパレーターにより同時に測定した。

(1) 4Al-Zn 合金 先づ Pb 0.0028% の Zn 地金を用ひ Al 4% の Zn 合金に及ぼす Pb と Mg との關係を調べた。此のため Pb 0.0228% の Zn-Pb 母合金を豫め用意した。熔解方法は黒鉛坩堝にて 1 坩堝熔解し、熔劑としては NH_4Cl と ZnCl_2 とを併用した。又 Al, Mg は單獨に挿入した。加熱温度は 650°C 以下とし、Mg の燃焼は熔劑を稍多量に使用することにより防止した。又 Fe の混入を防ぐため攪拌棒は保護管を使用した。その他の條件は前述の如くである。

試験片は 10 本鑄造し、その中 5 本は鑄造後 48 時間目に抗張試験を行ひ、残り 5 本を 24 時間後に 95°C の蒸氣處理槽に入れ、10 日後の長さ變化並に抗張力、伸を測定した。此の結果を第 1 表に示す。表にて試験片

第 1 表

符 號	化學成分%			鑄 造 狀 態		符 號	95°C 10 日の蒸氣試験後						
	Al	Pb	Mg	抗張力 kg mm ² 平均	伸 % 平均		抗張力 kg mm ² 平均	抗張力 低下率 %	伸 % 平均	伸 低下率 %	膨脹 % 平均		
16	4	0.0028	—	22.6	5.0	11	9.3	9.0	60.2	0.6	91.3	1.01	1.02
17				22.2	5.0	12	6.7			0.2		1.01	
18				22.9	4.4	13	10.6			0.4		0.81	
19				21.9	3.4	14	7.6			0.6		1.15	
10				23.3	5.2	15	11.0			0.4		1.08	
26	4	0.0028	0.03	28.8	7.0	21	18.0	18.3	32.2	1.6	61.4	0.16	0.17
27				25.5	2.4	22	21.0			2.6		0.19	
28				27.2	3.2	23	18.4			1.4		0.20	
29				27.3	5.6	24	—			—		—	
20				26.4	4.0	25	15.8			1.0		0.13	
36	4	0.005	0.04	21.3	3.0	31	11.9	11.1	51.3	0	88.1	0.54	0.40
37				20.9	2.5	32	—			—		—	
38				—	—	33	11.0			0.4		0.46	
39				23.8	5.0	34	11.4			1.2		0.44	
30				25.1	6.4	35	9.9			0.4		0.14	
46	4	0.005	0.05	27.3	4.4	41	17.1	19.7	29.4	1.2	57.7	0.14	0.11
47				28.0	5.4	42	20.9			3.4		0.14	
48				28.4	5.6	43	19.7			1.4		0.14	
49				28.8	6.0	44	20.8			2.4		0.10	
40				27.0	4.6	45	20.1			2.4		0.14	
56	4	0.005	0.06	—	—	51	19.3	20.1	25.3	2.0	50.0	0.14	0.15
57				27.7	4.4	52	18.9			1.6		0.14	
58				27.2	5.2	53	21.1			2.0		0.17	
59				26.1	—	54	20.9			2.4		0.10	
50				26.5	2.4	55	20.4			2.0		0.18	
76	4	0.007	0.07	—	—	71	18.9	18.9	28.9	1.2	66.7	0.13	0.14
77				25.9	3.0	72	—			—		—	
78				25.1	3.2	73	18.3			—		0.10	
79				27.0	4.0	74	19.4			1.4		0.13	
70				28.4	5.2	75	18.9			1.2		0.20	
86	4	0.008	0.08	22.6	2.6	81	18.8	19.0	24.6	1.4	51.4	0.10	0.11
87				28.1	4.4	82	17.6			1.2		0.13	
88				24.0	2.8	83	19.7			2.0		0.10	
89				—	—	84	19.8			2.0		0.10	
80				25.9	4.0	85	19.3			2.0		0.10	
96	4	0.010	0.10	—	—	91	19.8	14.0	42.4	1.6	50.0	0.10	0.32
97				23.1	2.5	92	6.8			0.4		0.67	
98				26.1	3.4	93	8.7			0.3		0.37	
99				22.6	1.6	94	20.7			3.0		0.13	
90				25.3	4.4	95	—			—		—	
106	4	0.010	0.14	—	—	101	16.0	19.5	21.7	0	44.1	0.13	0.12
107				—	—	102	20.5			3.0		0.10	
108				26.3	3.6	103	20.4			2.0		0.13	
109				22.7	3.0	104	—			—		—	
100				25.7	3.6	105	20.9			2.4		0.13	
116	4	0.010	0.20	25.1	1.0	111	—	19.5	25.3	—	6.7	—	0.13
117				26.5	1.6	112	19.6			1.6		0.16	
118				26.6	2.0	113	19.3			1.2		0.10	
119				—	—	114	19.8			1.2		0.13	
110				—	—	115	19.4			1.6		—	
126	4	0.010	0.30	22.8	1.0	121	16.0	17.6	28.5	1.0	20.0	0.10	0.13
127				25.5	1.2	122	18.2			0.6		0.13	
128				23.9	0.6	123	17.5			—		0.16	
129				—	—	124	—			—		—	
120				26.2	1.2	125	18.8			—		0.13	

が5本に満たざるものは鑄造その他の不良のため測定値としては記載しなかつた。又蒸気試験前後の抗張力、伸の変化を比較するため、抗張力並に伸低下率なる値で示した。之は鑄造状態の抗張力、伸を夫々 $A \text{ kg/mm}^2$, $B\%$ とし、蒸気処理後の抗張力、伸を夫々 $a \text{ kg/mm}^2$, $b\%$ とすれば、 $[(A-a)/A] \times 100$, $[(B-b)/B] \times 100$, で夫々抗張力及伸の低下率を表はすものとした。

第1表の實驗結果を要約すれば次の諸點になる。

(i) Pb 0.0023 % にも Mg を添加せざれば蒸気試験後の抗張力、伸の低下は著しい。

(ii) Pb 含有量の増加した場合に Mg 量が充分でないときは蒸気試験後の抗張力、伸の低下は著しい。

(iii) Pb 含有量に對し Mg の過剰を加へても Pb 0.010 % 迄の範圍では殆んど變化しない。

(iv) Pb 含有量に對し適當な Mg 量を加へた場合

には抗張力低下率は 20~30 % 程度に留る。伸低下率は可成りばらつくも傾向は抗張力低下率と同様である。

(V) 長さ變化も Mg 量不足する場合には著しく膨脹する。

従つて Pb 0.010 % 迄の範圍では適當な Mg 量を添加することにより粒間腐蝕を或る程度抑制出来ることが明になつた。

次に Pb 含有量の異なる地金を用ひて今一度此の實驗を繰返した。今度は加熱温度を 500°C 以下にするため Al は Zn 80 %, Al 20 %, Mg は Zn 97 %, Mg 3 % の母合金を夫々用意した。Al は 4 % で、鑄込温度、金型温度、熔解量等は前と同様である。唯地金の少量のものもあつたので、試験片本数の少いものもある。此の結果を第2表に示す。

第 2 表

符 號	化學成分%			鑄 造 狀 態			符 號	95°C 10 日の蒸氣試験後						
	Al	Pb	Mg	抗張力 kg mm ² 平均	伸 %			抗張力 kg mm ² 平均	抗張力 低下率 %	伸 %		膨脹 %		
號						平均					平均	平均		
1F	4	0.0014	—	23.3	24.5	3.4	2.0	1A	10.0	59.2	0.2	0.73		
1G				25.1			5.0	1B	8.7		0.2	0.78		
1H				25.2			4.0	1C	10.2		10.0	0.4	0.81	
1I				24.8			3.6	1D	10.2		0.4	0.78		
1J				24.3			2.4	1E	10.7		0.4	0.88		
3F	4	0.0014	0.05	24.3	24.9	1.2	1.2	3A	21.4	14.5	1.2	—		
3G				24.5			1.4	3B	—		—	—		
3H				24.9			1.2	3C	21.8		21.3	2.0	1.2	0.03
3I				26.7			1.2	3D	21.5		2.2	0.03		
3J				23.7			1.0	3E	20.5		0.8	0.03		
3K				25.5			1.0							
4F	4	0.0037	0.04	23.4	25.0	2.1	1.6	4A	22.2	15.6	—	0.19		
4G				—			—	4B	21.0		1.2	0.19		
4H				—			—	4C	18.7		21.1	1.2	1.4	0.06
4I				26.5			2.4	4D	22.8		2.0	0.06		
4J				25.0			2.4	4E	21.0		1.2	—		
5F	4	0.0053	0.06	22.3	24.6	1.6	1.6	5A	22.7	11.8	1.8	0.17		
5G				23.7			1.2	5B	21.6		2.0	0.28		
5H				27.1			2.4	5C	22.3		21.7	2.0	1.8	0.29
5I				—			—	5D	22.1		2.0	0.34		
5J				25.4			1.0	5E	19.7		1.0	0.23		
6C	4	0.0069	0.07	—	—	—	—	6A	22.5	6.9	2.4	0.22		
6D				24.8			1.0	6B	23.6		23.1	2.2	2.3	0.26

此の實驗結果より前に述べたことを確認し得たのであるが、尙追加して述べれば次の如くである。

(i) Pb 0.0014 % といふ極く少量にても粒間腐蝕は著しく、抗張力、伸の低下が著しい。

(ii) 前述の Al, Mg を單獨に挿入した場合より Al, Mg を母合金として添加した方が粒間腐蝕による抗張力の低下が少い。

(2) 4Al-3Cu-Zn 合金 次で Al 4 %, Cu 3 %

を含む Zamak 合金について同様に Pb と Mg の關係を調べた。唯實驗の都合で壓延板について實驗した。地金は三井鑛山神岡製の four nine Zn 地金 (Pb 0.005 %, Fe 0.002 %, Cd 痕跡) を使用した。又 Cu は Al 50 %, Cu 50 % の母合金を作り添加し、Pb はやはり 0.02 % の母合金を用意し添加した。之を 450°C で金型 ($20 \times 80 \times 150 \text{ mm}$) に鑄造後、熱間壓延、冷間壓延、にて 0.5 mm 板に仕上げた後、JES 5 號試験片に製作

第 3 表

符 號	化 學 成 分 %				300°C 10 時間				95°C 10 日 燒鈍				95°C 10 日 蒸氣試驗後				95°C 10 日 燒鈍後 95°C 10 日 蒸氣試驗			
	Al	Cu	Pb	Mg	抗張力 kg mm ² 平均	伸 %	平均	抗張力 kg mm ² 平均	伸 %	平均	抗張力 kg mm ² 平均	伸 %	平均	伸 % 低下率	抗張力 kg mm ² 平均	伸 % 低下率	平均	伸 % 低下率		
ZB	4	3	0.005	0.03	34.6 34.8 34.8	21.0 18.0 19.8	30.1 30.1 30.9	8.4 10.6 9.0	9.3	23.6 24.2 22.1 21.5 23.5	33.7	2.4 1.4 1.8 1.2 1.4	21.0 21.2	91.8	21.1	39.2	0.6 0.6	0.6 96.9		
ZD	4	3	0.010	0.07	35.4 33.5 34.5	20.6 20.6 20.4	30.9 31.4 30.8	28.6 30.0 22.0	26.9	21.7 23.2 24.6 24.0 24.6	32.0	2.0 2.6 2.4 2.4 3.0	22.6 22.8	87.8	22.7	34.6	0.8 1.0	0.9 95.6		
ZE	4	3	0.012	0.10	34.5 33.5 34.5	22.6 10.0 20.6	30.8 30.8 31.1	27.6 23.0 17.6	21.5	24.2 24.4 23.5 23.4 23.5	30.4	2.0 2.4 1.4 1.6	19.1 21.1	89.3	20.1	41.2	0.4 0.4	0.4 97.7		
ZF	4	3	0.015	0.20	32.1 35.0 32.9	6.4 18.0 9.0	30.8 30.7 29.9	26.4 26.0 20.0	24.1	23.9 25.1 23.4 22.5 25.2	27.9	2.0 2.2 1.6 1.2	23.3 21.3	83.8	22.3	33.0	1.0 1.0	1.0 91.0		

した。次で 300°C 10 時間の焼鈍を行ひ 24 時間後に抗張試験を行つた。又 24 時間後に 95°C 10 日の蒸氣試験及び 95°C 10 日の焼鈍を行つた。之等の結果を第 3 表に示す。

尙本實驗は A. Burkhardt²⁾ の實驗結果を確める意味で行つたもので、豫め Pb 含有量に對し必要な Mg 量を定めて實驗を行つたのである。表中の最後の列は 95°C 10 日の焼鈍を行つた後、更に 10 日の蒸氣試験を行つたものである。

又前項で述べたと同様に蒸氣試験後の長さ變化を測定した。測定方法はやはり試験片の全長について蒸氣試験前後の長さをコンパレータにより測定した。此の關係を第 1 圖に示す。

之等の實驗結果を纏めれば次の如くである。

(i) 抗張力は 95°C 10 日の蒸氣試験後に於ては Pb 含有量に對し適當な Mg 量を添加した場合には約 30 % 低下し、伸は 80~90 % と著しく減少する。

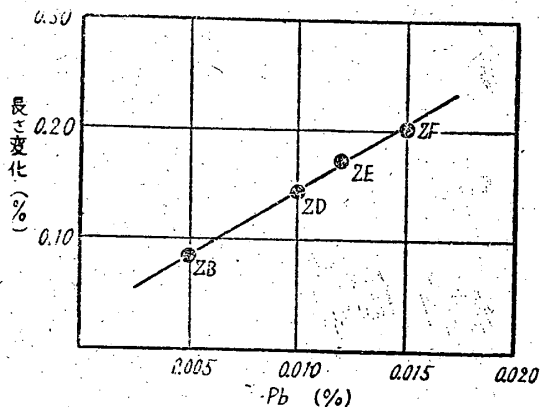
(ii) 95°C 10 日の空氣焼鈍では抗張力は約 10 % 減少するが、伸は減少するものと増加するものとあり、此の伸の變化が何に原因するかは明らかでないが、抗張力が一樣に減少することより何等かの形で析出物が關係するものと推測される。

(iii) 結局純粹の蒸氣のみによる、換言すれば粒間腐蝕による抗張力の低下は 30% の抗張力低下率より、空氣焼鈍による抗張力の低下 10 % を差引いた残り 20 % といふ計算になる。一方空氣焼鈍後蒸氣試験を更に行つたものは 95°C 10 日の蒸氣試験のものより抗張力低下率は大きい。

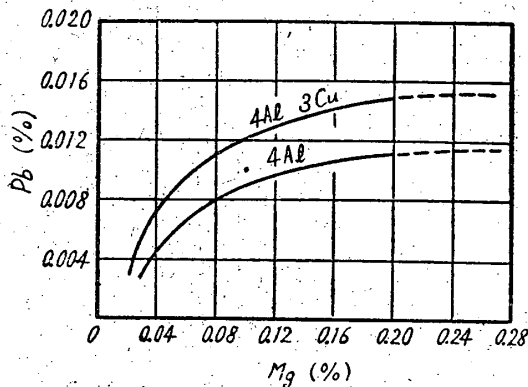
(iv) 一方蒸氣試験後の膨脹の程度は Pb 含有量の多いもの程著しい。

以上 4 Al-Zn 合金、並に 4 Al-3 Cu-Zn 合金について抗張力低下率を基にして Pb 含有量に對し必要な最小 Mg 添加量を示せば第 2 圖の如くなる。即ち 4 Al-Zn 合金系に於ては Pb 含有量 0.008 % 附近迄は Mg 量は約 10 倍、4 Al-3 Cu-Zn 合金系に於ては Mg 量は之

より少くて良い。圖にて點線は實驗が地金の關係で行



第1圖 4% Al, 3% Cu 系 Zn 合金の蒸気試験後の長さ変化に及ぼす Pb の影響



第2圖 Pb の影響を抑制するに必要な最小 Mg 量

へなかつたので A. Burkhardt²⁾ の實驗結果と照合し推測したものである。

4. Zamak 合金に及ぼす Cd の影響

Cd が Pb と同様に Zamak 合金の粒間腐蝕に悪影響を及ぼすことは既に E. Brauer and W. M. Peirce³⁾ により指摘された。然るに微量の Cd の影響については其の後研究されていないので、Pb の場合と同様に微量の Cd と此の悪影響を軽減するに必要な Mg 量との關係について實驗した。

Cd は Cd 5%, Zn 95% の母合金を作り添加した。Al, Mg は何れも母合金として加へた。その他の條件は Pb の影響の項で述べた通りである。

鑄造状態と 95°C 10 日の蒸気処理を行つた後の抗張試験並に長さ変化を第4表に示す。此の實驗結果を要約すれば次の如くである。

(i) Pb 含有量は同一にても微量の Cd を含む場合には粒間腐蝕は促進される。唯その影響は Pb 程は著しくない。

(ii) Pb の外に Cd を少量含む地金では、それだけ Mg を餘計に添加する必要がある。その割合は此の實驗結果によれば Cd 0.001% に對し Mg は此の約 4 倍の割合で加へれば良い勘定になる。然し實驗結果が少いので此の定量的關係については更に實驗を進める豫定である。

第 4 表

符 號	化 學 成 分 %				鑄 造 状 態		符 號	95°C 10 日の蒸気試験後				
	Al	Pb	Cd	Mg	抗張力 kg/mm ² 平均	伸 % 平均		抗張力 kg/mm ² 平均	抗張力 低下率 %	伸 % 平均	膨脹 % 平均	
10F	4	0.0029	<0.001	0.03	27.7	—	10A	23.6	11.5	1.0	0.18	0.07
10G					25.8	1.6	10B	22.4		1.6	0.03	
10H					26.0	1.8	10C	22.8		1.4	0.04	
10I					24.9	1.2	10D	23.7		1.4	0.03	
10J					—	—	10E	—		—	—	
7F	4	0.0029	0.003	0.03	26.8	2.2	7A	—	16.0	—	—	0.15
7G					27.5	2.6	7B	23.0		1.2	0.15	
7H					27.5	2.4	7C	22.6		1.6	0.21	
7I					27.8	3.4	7D	22.4		1.8	0.17	
7J					27.2	2.2	7E	24.4		1.8	0.07	
7K					28.0	2.8						
8F	4	0.0029	0.005	0.03	26.8	2.8	8A	21.3	18.5	1.8	0.12	0.05
8G					26.0	—	8B	20.6		0.8	0.03	
8H					26.5	2.8	8C	20.7		1.4	0.03	
8I					24.1	—	8D	22.0		1.0	0.03	
8J					—	—	8E	21.1		1.2	0.03	
9F	4	0.0029	0.005	0.05	23.0	1.2	9A	21.6	13.8	1.8	0.10	0.06
9G					27.2	1.6	9B	21.9		1.6	0.06	
9H					27.3	2.6	9C	22.1		2.6	0.06	
9I					24.1	1.2	9D	22.0		1.8	0.04	
9J					25.0	—	9E	21.3		1.2	0.04	

5. Zamak 合金に及ぼす Sn の影響

Sn についても既に E. Brauer and W. M. Peirce¹⁾により Pb, Cd と同様に粒間腐蝕に對し悪影響を及ぼすことが指摘されているが、やはり Sn の微量が存在する場合の影響については報告に接しないので、Cd の場合と同様微量の Sn が Pb の外に存在する場合の影響並に Mg 量との関係を調べた。

實驗方法は Cd の場合と同様で、Sn は Sn 5%, Zn 95% の母合金をつくり添加した。

鑄造状態と 95°C 10 日の蒸氣處理を行つた後の抗張試驗並に長さ變化を第5表に示す。此の實驗結果を要約すれば次の如くである。

(i) Pb 含有量は同一でも微量の Sn を含む場合には粒間腐蝕は促進される。その影響は Cd より著しい。

(ii) 従つて Pb の外に Sn 含有量が増加した場合にはそれだけ Mg 量を餘計に添加する必要がある。此の Sn の量と Mg 量との定量的關係は之だけでは明にし得ないが、Pb と同程度と考へれば大した間違はないやうである。

第 5 表

符 號	化 學 成 分 %				鑄 造 狀 態		符 號	95°C 10 日の蒸氣試験後				
	Al	Pb	Sn	Mg	抗張力 kg/mm ² 平均	伸 % 平均		抗張力 kg/mm ² 平均	抗張力 低下率 %	伸 % 平均	膨脹 % 平均	
11F	4	0.0029	0.003	0.03	25.8	1.4	11A	20.1		1.6	0.06	
11G					24.5	1.0	11B	18.3		0.8	0.06	
11H					25.9	1.4	11C	20.5	19.7	21.1	1.0	0.06
11I					23.7	1.0	11D	18.2		0	0.08	0.06
11J					—	—	11E	21.4		0	0.04	
12F	4	0.0029	0.005	0.05	24.5	0.4	12A	21.5		1.0	0.04	
12G					26.5	0.8	12B	19.7		0.4	0.04	
12H					24.6	1.0	12C	19.8	20.4	18.7	0	0.04
12I					25.1	1.0	12D	20.7		0.8	0.06	0.04
12J					24.1	0.4	12E	21.1		0	0.04	

6. Pb, Cd, Sn の共存せる場合の影響

以上の實驗の結果 Pb, Cd, Sn が個々に存在する場合の粒間腐蝕に及ぼす影響については明になつたので共存せる場合について同様の實驗を繰返した。此の實驗結果を第6表に示す。此の結果より次のことが判る。

(i) Mg 0.10% に一定にした場合日本金屬規格並に A. S. T. M. 規格の Cd, Sn の許容最大限 0.005% では、Pb 0.0029% ならば粒間腐蝕の影響は少いが、Pb 0.0058% になると粒間腐蝕の程度は著しくなる。

(ii) 従つて以上より Pb 含有量だけで Mg 量を決定してしまふことは早計である。即ち地金中或は返り材より入る Cd, Sn の影響を同時に顧慮する必要がある。

第 6 表

符 號	化 學 成 分 %					鑄 造 狀 態		符 號	95°C 10 日の蒸氣試験後				
	Al	Pb	Cd	Sn	Mg	抗張力 kg/mm ² 平均	伸 % 平均		抗張力 kg/mm ² 平均	抗張力 低下率 %	伸 % 平均	膨脹 % 平均	
13F	4	0.0029	0.005	0.005	0.10	22.0	1.0	13A	20.9		1.0	0.08	
13G						24.6	1.0	13B	22.3		1.8	0.16	
13H						—	—	13C	21.1	21.7	10.7	1.4	— 0.11
13I						25.2	2.4	13D	22.8		1.4	0.08	
13J						25.3	0.8	13E	21.5		2.2	0.12	
14F	4	0.0058	0.005	0.005	0.10	22.6	1.0	14A	20.5		0.8	0.17	
14G						26.7	—	14B	16.4		0.6	0.06	
14H						25.8	1.2	14C	20.5	18.7	24.0	1.0	0.04 0.09
14I						22.9	1.0	14D	19.8		—	0.11	
14J						25.1	0.6	14E	16.1		0.2	0.06	

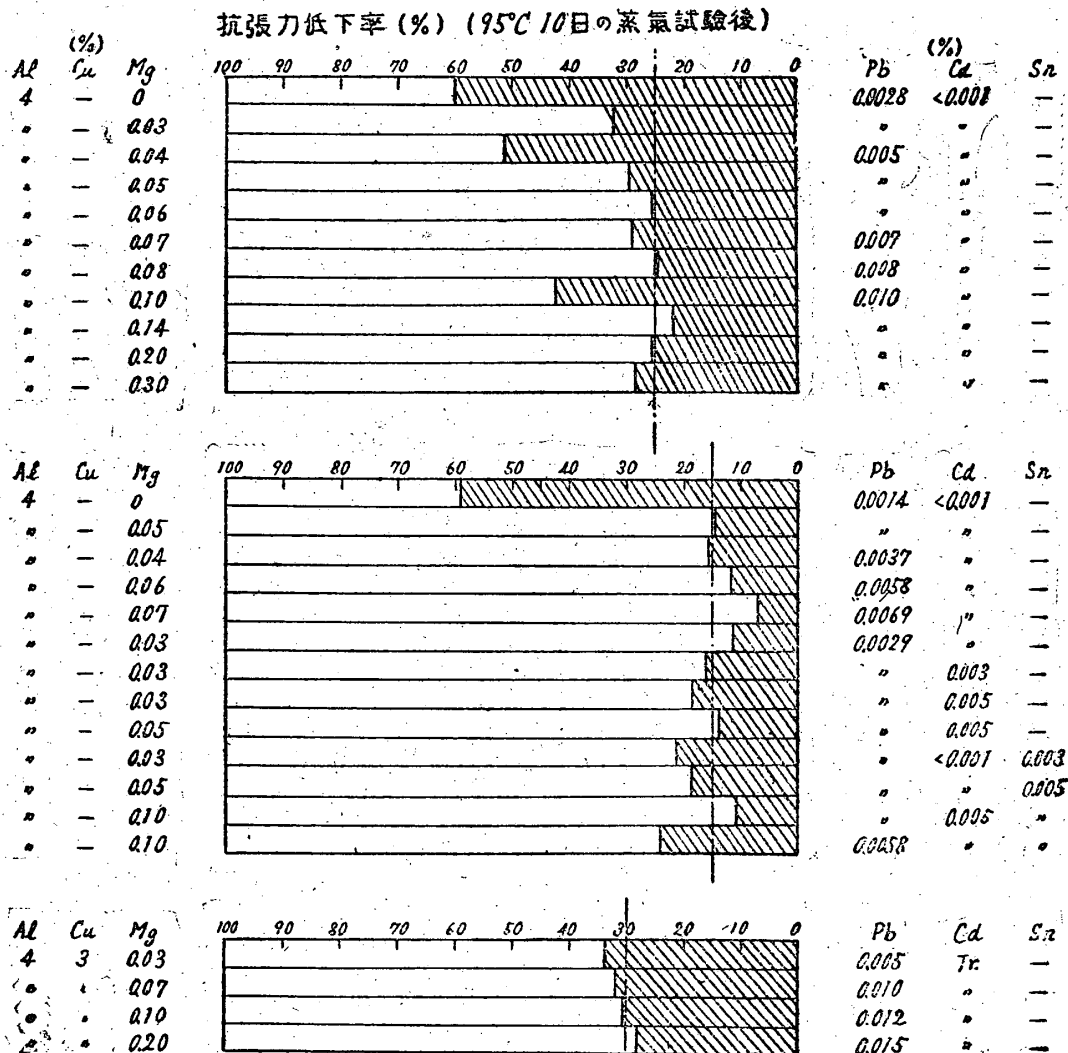
7. 實驗結果に関する考察

第3圖は今迄の實驗結果を纏めて圖に示したもの

で、圖中の斜線の部分が 95°C 10 日の蒸氣試験後に於ける抗張力の低下率を示す。4% Al の場合では、Al, Mg を夫々單體で入れた場合の抗張力低下率が、母合

金として添加した場合より大きい。此の差の生じた原因としては、(i) 加熱温度の高かつたため Mg の酸化による有効 Mg 量の減少、(ii) 蒸気処理槽に於ける温度の相違、(iii) 鑄造物に於ける種々の缺陷、等が考へられる。然し鑄造状態に於ける抗張力の値が殆んど相違ないことより、Mg 量の減少は餘り問題にならない。寧ろ (ii)、(iii) の原因に依るものと考へられる。又 4% Al、3% Cu の場合の抗張力低下率がやはり 30% もあるが、之は 95°C の人工時效の影響の外に試験片の斷面積の差を考へる必要がある。従つて之より直に 4% Al の結果と比較することは出来ない。

第1表で Mg 添加量が増加すれば鑄巣その他の鑄造上の缺陷のため不良となり測定出来なかつたものが多いことが判る。以上の實驗結果より 4% Al 系合金では Pb 0.010% 位迄、4% Al、3% Cu 系合金では Pb 0.015% 位迄は Mg により粒間腐蝕を抑制し得るが、他方此の鑄造性の點よりは Mg を極力減少することが望ましい。此の Mg を減少するためには地金純度の高い Zn 99.99% 以上のものを是非とも使用する必要がある。即ち不純物の多い地金を使用し Mg を多量に入れることは製品歩留を減じ、一方鑄造性の良い程度に Mg を減少すれば致命的な粒間腐蝕を生ずることになる。



第3圖 Pb, Cd, Sn 及 Mg の量と抗張力低下率との關係

8. 結 語

我が國に於ても最近高純度亜鉛地金の規格が制定さ

れた。之に伴ひ高純度亜鉛地金も生産されつゝあると聞く。従つて此の亜鉛合金を速に實用化すべきであるが、從來亜鉛合金に関しては殆んど顧みられなかつた

ので、此の實用化のみ急ぎ、本合金の特性の理解を等閑に附するやうなことがあれば、思はぬ障害に遭遇することが容易に豫測される。

著者は此の特性の中、致命的缺陷である粒間腐蝕について實驗し、粒間腐蝕抑制劑である Mg と地金中の不純物 Pb, Cd, Sn 等との間の定量的關係を調べ、粒間腐蝕の點より、微量の不純物ならば Mg により抑制され、從つて實用上差支ないことを明にすると共に、その場合添加さるべき必要 Mg 量を決定した。

最後に本研究に當り實驗に必要な高純度亜鉛地金を戴いた三井鑛山並に三菱鑛業に對し厚く感謝する次第である。尙本研究の一部は文部省科學研究費によるものであることを附記する。

文 獻

- 1) E. Brauer and W. M. Peirce : A. I. M. E. 68 (1923), 796.
- 2) A. Burkhardt, Technologie der Zinklegierungen (1940).