

# ダイカスト用合金に就いて

研究所 高市利夫

## (I) 緒言

研究の第一段階である調査が完了したので、それに幾分の経験を加味して、先ずダイカスト用合金に就いて取纏めて見る。

内容はダイカスト専門家に對するものではなくて、一般技術者特に利用者が、常識として心得て置くべき範囲に留め、又鑄造限度等の數値は、文献や型録には、最良條件で可能である最高値が擧げられているのが一般であるが、此處には我が國で工業的に到達している程度に付き記述し、ダイカストを理解し、注意すれば、現在我々が利用出来る限度を示すことに主眼を置く。

## (II) 合金の選定

一般の鑄造に於て、原料合金の選定は最も重要な要素で、材料の價格と機械的及び化學的性質とは常に考慮されるが、特にダイカストの場合は鑄造の際種々の條件が加わるので、以上の他に、ダイカスト鑄造法に對する適否が問題となる。

次に此の三要素を分析して、ダイカストに於ける合金選擇上心掛くべき具體的項目を略述するが、合金の決定は、利用者が業者と充分相談の上爲すことを推奨する。

(1) 價格 原料費は勿論であるが、その他に以下の諸項を参照し、製品となる迄の諸費用を總計して考えねばならない。

(2) 機械的性質 我が國では未だダイカスト鑄物を所謂強度部品として使用することが少いのであるが、如何なる部品と雖も、大なり小なり強度を必要とし、又利用者と業者が協力して、速に之を強度部品として信頼して使用出来る状態にしなければならぬ。

適當な材料で、適當な鑄造條件を満足すれば、抗

張力及び伸だけでなく、鑄物の弱點とされる衝撃値も非常に優れた実績が擧つている。

(3) 溫度、濕度、酸及びアルカリ等に對する抵抗力 鑄物の使用状態に依り、之等の抵抗力を必要とするものに對しては、それに應じた合金を選ばねばならない。

(4) 時効變化 元來ダイカストでは鑄造の際、高い壓力を加え、又金型で急冷し、砂型と違つて強制的に形を拘束しているから、鑄物には相當無理を及ぼしている爲に、時効變化が豫想される。實際に合金に依つては、その他の原因も加わつて、時効の爲に寸法がかなり變化するものや、彎曲するものがあり、極端なものでは崩壊する場合さえある。近年は追々と改良されているが、戦後は地金の純度が落ちていたので、特に注意を要する。

(5) 寸法公差及び肉厚 許し得べき寸法公差並に要求される肉厚限度に依つても亦、適當な合金を選ばねばならない。

(6) 熔融點 高熔融合金は種々な點で取扱い難いが、その中の主なものを擧げれば、先ず合金の成分に揮發し易い金屬を含む場合には、合金を所期成分に保持し難く、次に合金製作や鑄造の際、熔解の爲の燃料費が嵩む許りでなく、取扱いの便利な金屬抵抗體に依る電氣爐では溫度が不足で、止むを得ず特殊な電氣爐、ガス爐、ヨークス爐、又は重油爐等を必要とする。最大の難點は、金型に耐熱高級鋼材を必要とし、型製作に特別の手數が掛るが、それでも尙、金型表面は腐蝕と熱疲労の爲、漸次害されて網目狀の龜裂が入り、之が刻明に製品の表面に移されて製品の外觀を害し、鑄張りが出易くて仕上へ手數が掛る許りでなく、ダイカストの大きな特徴がある複雑な形の製品は、熔融點が高い合金程造り難い。

(7) 熔融合金に依る金型及び鑄造機構部分の侵蝕

熔融點及び鑄造壓力の高低以外に、合金の組成に依つて金型その他の部分を侵蝕し易い性質を有するものがある。特に熱加壓室法の鑄造機ではグースネックが侵蝕される。この事は金型やグースネック等の壽命に關する許りでなく、合金中に餘分の鐵を含むことになり、その機械的性質や機械加工性に悪い影響を及ぼす。

(8) 熱脆性 砂型は型内で冷却する鑄物の收縮に幾分順應するが、ダイカストでは定位置に數個の中子を持つた剛性金型であり、冷却中に型内で鑄物の收縮が強く妨げられる爲、熱脆性の強い合金では龜裂の生ずる危険がある。

(9) 鑄造性 ダイカストの鑄込時間は極端に短い(十分の數秒乃至百分の數秒)から、充分注意しないと湯が廻り切らなかつたり、鑄巣が発生したりすることが非常に多い。之には種々の條件があるが、その中で材料に關係するものは、流動性の良いことは勿論であるが、最近太田博士に依り次の如き面白い考察がなされている。

即ち材料の比熱を  $q$ 、比重を  $\gamma$  とすれば、ダイカスト鑄造の難易は、 $qV\gamma$  に依つて表され、この値が大きい程鑄造が樂で、小さい程困難であるとされ

第 1 表

	Pb	Sb	Sn	Zn	Al	Mg	Cu	Fe
$qV\gamma$ (cal/g)	0.124	0.173	0.169	0.332	0.404	0.377	0.368	0.610

ている。第1表は各種金屬に對するこの値であるが、これに依ると Fe が最も鑄込が樂で、Al が之に次ぎ、Pb は最も鑄込が困難である。

(10) 鑄引け及び多孔性 砂型鑄物では押湯で鑄引けを防止出来るが、ダイカストでは鑄造溫度から凝固溫度までの液體の收縮と、凝固の際の收縮との和だけの鑄引けを生ずる(實際には之より小さい)故、

兩者の小さい合金が望ましい。

又合金に依つては熔解の際ガスを吸収する傾向の強いものがあるが、ダイカスト用合金としては、液状でガスを吸収すること少く、固状でそのガスを溶液として地金中に留め得ることが望ましい。

(11) 機械加工及び表面處理 ダイカストは「仕上り鑄物」と稱して、鑄造後機械仕上はしないものと宣傳されているが、實際には豫め機械仕上を計畫した方が、良い製品が安く出来ることが屢々ある。その場合加工を困難にする異物混入等を防止する反面、成分的に加工性の良好なものを選ぶべきである。

又必要に応じてサンドブラスト、ペンキ及びラック塗り、電氣鍍金、陽極酸化法、化學的燒灼法及び半田付け等種々の表面處理が施されるが、合金の之等に対する適否を考慮して選定すべきである。

(12) 外觀 同系統の合金でもその成分に依り外觀が著しく異なる場合があるから、使用目的に應じ適當な成分の合金を選ぶべきである。

(III) 合金の分類

ダイカストに用いられる合金を主成分別にすると Sn, Pb, Zn, Al, Mg, Cu 及び Fe の7種となるが Sn 及び Pb 基合金は特殊用途であり、Mg の利用は現在我が國では非常に制限され、又鑄鐵及び鑄鋼のダイカストは未だ我が國では全く實用化されていないので、茲では残りの3合金に限つて述べる。

Zn, Al 及び Cu 基合金も、會社により、使用目的により、多數の種類が存在するが、我が國で實用されているものは次の6系統に分類される。

- (1) 亜鉛基合金
  - (イ) 錫系
  - (ロ) アルミニウム系
- (2) アルミニウム基合金
  - (イ) シルミン系
  - (ロ) ラウタル系
- (3) 銅基合金
  - (イ) 眞鍮
  - (ロ) ねぢ切り眞鍮

\* 太田信之: 精密機械 第11巻 第1號 71頁

#### (IV) 亜鉛基合金

##### A 長所

- (1) 価格低廉
- (2) 機械的性質良好
- (3) 鑄造温度低い
- (4) 鑄造性良好
- (5) 機械加工容易
- (6) 表面腐蝕抵抗は一般使用の場合は差支えない許りでなく、鍍金その他種々の表面処理が最も容易である。
- (7) 特に我が國では現在入手容易

我が國でダイカスト工業が盛んになつたのは割合に新しく、丁度第2次大戦中であつた爲に、アルミニウム基合金が多量に使われているが、上述の長所に依り、米國及び英國ではダイカスト地金として亜鉛を最も多量に消費している。

##### B 短所

- (1) 時間の経過と共に（特に温度或は湿度の高い場合）龜裂が入り又は形や寸法が變化する傾向が強い。
- (2) 水蒸氣或はアルカリに對し腐蝕され易い。
- (3) アルミニウム基合金より重い。

##### C 各論

亜鉛基合金を大別するとアルミニウム系と錫系の2種類となり、その代表的組成は第4表に示す通りである。

##### (イ) 錫系亜鉛合金

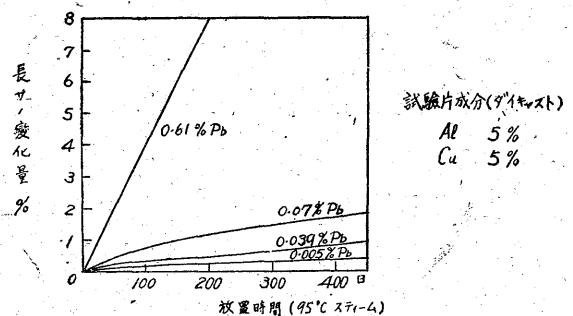
この合金は機械的性質がアルミニウム系亜鉛基合金に比し非常に劣り、尙錫を多く用いる爲自然高價となるので、アルミニウム系程多量には用いられないが、亜鉛基合金の最大缺點である時効による變形は錫系では殆んど見られないので、計器部品として用いられている。特に我が國では亜鉛はあるが、非常に純度の良いものは期待出来ない現状であるから、この系統の合金の利用を心掛く

べきである。

この合金に於て、Cuは硬度を増す爲と合金に粘性を興え、又NiやCr等の鍍金性を良くする爲に用いるが、Cuが5%以上になると熔融點を高めてダイカストし難くなり、又熔湯の酸化を増加する爲に、3~4%附近を採る。Snは湯流れを良くし又純亜鉛の時は鑄割れを生じ易いが、Snは之を防ぐに役立つ。併し値段と強度の點で使用目的及び各工場の經驗に依りSnの含有量は相當廣範圍に變化している。尙英國に於ては未だアルミニウム系に對する信頼性が充分でなく、錫系の方が多く使用されている。

##### (ロ) アルミニウム系亜鉛基合金

亜鉛にアルミニウムを入れてダイカストに使用し始めたのは1918年頃からで、當時はAl4~5%、Cu3%の合金であつたが、前述の時効に依る變形や崩壞の決定的缺陷が問題となり、一時この合金をダイカストに使用することが疎せられていたが、1926年以後主として米國のThe New Jersey Zinc Co.で研究され、不純物であるPb、Cd、Snの影響を知り（Pbについては第1圖参照）、Mgを少量入れて之を防いだり、特殊蒸溜

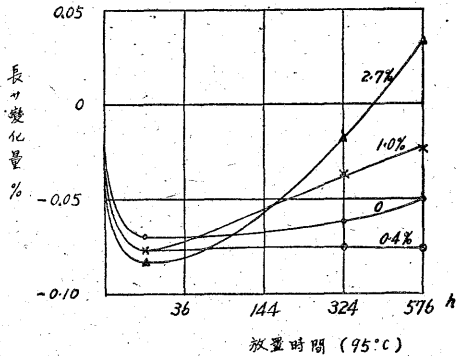


第1圖 寸法變化と鉛含有量との關係

法に依り極く純粋な亜鉛地金（Zn 99.99%以上、Pb及びCdは夫々0.003%以下、Sn 0.001%以下）を造つたり、又Cuを低くすれば性質が良くなるのではないかとと言われて、研究の結果（Cuの影響は第2圖参照）Cuを全然除いた合金が現

れたりしたが、この会社の Zamak 合金はこの  
 缺陷を完全に解決した。英國の Mazak. 獨逸の

當の餘裕がある點と、機械的性質の優れている點  
 とに注目して速に我が國に於ても亜鉛基合金をダ  
 イカストに於て利用して信頼出来る態勢を確立す  
 べきである。



第 2 圖 寸法變化と銅含有量との關係

Giesche ZL も略、同様のものである。

是等のアルミニウム系亜鉛基合金は、價格が安  
 く、機械的性質が良い爲用途非常に廣く、自動車  
 部品、昇降機、エスカレータ等のステップ、洗濯  
 機、蓄音機その他一般家庭用又は小型機械の部品  
 等に用いられる。特に米國では、1926 年亜鉛地  
 金の消費量はダイカストに 13,500 噸で、亜鉛消  
 費量の約 2% であつたものが、Zamak 合金の出  
 現と共に年々急速な勢で増加し、最近では年間 26  
 萬噸をダイカストに消費して、亜鉛の全消費量の  
 33% に達している。

Zamak 合金の時効効果に付いては第 2 表に掲  
 げて置くが、之と第 4 表の組成とを検討すれば、  
 温度及び水蒸氣の影響や、成分としての Cu, Mg  
 の影響の大略が窺知出来る。

尙我が國では主として Zamak 2 又は 3 に相  
 當する合金を用いているが、研究が理論に留り、  
 未だ之を實地に應用するに到つてをらず、又純亜  
 鉛の入手も困難なので、粒間腐蝕に依る變形及び  
 龜裂の缺陷も實際には解決していないが、現在ア  
 ルミニウム地金の入手の道が閉され亜鉛の方は相

第 2 表 Zamak 合金の時効變化

單位：鑄造直後に對する比 (%)

	95°C 水蒸氣 10日	90°C 焼鈍 1年	常温室内 3年
<b>Zamak No. 2</b>			
衝擊値	8	7	32
抗張力	94	81	102
ブリネル硬度	—	86	128
伸	20	24	102
寸法變化	100.20	100.37	100.04
<b>Zamak No. 3</b>			
衝擊値	110	105	103
抗張力	82	77	84
ブリネル硬度	—	74	90
伸	115	187	130
寸法變化	100.08	100.03	100.01
<b>Zamak No. 5</b>			
衝擊値	49	23	103
抗張力	79	75	85
ブリネル硬度	—	84	105
伸	57	73	143
寸法變化	100.03	100.09	100.01
<b>Zamak No. 6</b>			
衝擊値	22	23	80
抗張力	84	81	91
ブリネル硬度	—	85	109
伸	37	117	110
寸法變化	100.13	100.18	100.00

註：(1) 本表は The New Jersey Zinc Co. 研究  
 所の測定結果である。

(2) 寸法變化は室温放置 4 週間で收縮を終り  
 (その値は約 0.05%) 以後膨脹する。

(3) 非常に低温 (-15°C 以下) では衝擊値が  
 非常に悪くなる。

第 3 表 ダイカスト合金表

合金種別	Sn 基 合 金			Pb 基 合 金		Zn 基 合 金					Al 基 合 金				Mg 基 合 金		Cu 基 合 金					
	成分	DIN Sn 70	DIN Sn 50	成分	DIN Pb 97	DIN Pb 85	成分	Zamak 2	Zamak 3	Zamak 5	Zamak 6	Sn 系	成分	JES 2種甲	JES 2種乙	JES 3種甲	JES 3種乙	成分	JES 9 601	成分	真鍮	ねり真鍮
化 學 組 成 %	Sn	69~71	49~51	Pb	96~98	84~86	Al	4.3~3.9	4.3~3.9	4.3~3.9	4.3~3.9	0.3~1	Cu	2.0~4.5	2.0~4.5	—	<4.0	Al	8.0~11.0	Cu	60	58
	Cu	4.0~5.0	3.5~4.5	Sn	—	4~6	Cu	2.9~2.5	0.03~0	1.25~0.75	1.50~1.00	3.0~4.0	Mg	—	<10	—	—	Mn	0.1~0.5	Zu	40	40
	Pb	9.5~11.5	32~34	Sb	2~4	9~11	Mg	0.05~0.02	0.06~0.03	0.05~0.02	0.005~0	—	Mn	—	—	—	—	Zn	0.2~1.0	Pb	—	2
	Sb	14~16	12~14	/	/	/	Fe	0.075	0.075	0.075	0.075	—	Si	4.0~7.0	4.0~7.0	11.0~12.0	7.0~11.0	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	Pb	0.003	0.003	0.003	0.003	—	Ni	—	—	—	—	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	Cd	0.003	0.003	0.003	0.003	—	Fe	<1.5	<2.0	<1.5	<2.0	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	Sn	0.001	0.001	0.001	0.001	6~25	其の他	<1.0	<1.5	<1.0	<1.5	其の他	<1.5	/	/	/
/	/	/	/	/	/	Zn	残	残	残	残	71.5~90.5	Al	残	残	残	残	Mg	残	/	/	/	
比 重	(7.4)	(8.0)	(11.1)	(9.5)			6.754	6.644	6.675	6.717	7.07~7.15		2.75		2.66			(1.8)		8.47	8.5	
熔 融 點 °C				230			390	386	385	389	390~450		610~635		585~615					920	889	
凝 固 點 °C				247	213						180~200		520		570					880	826	
比 熱 cal/g.°C							0.105	0.098	0.102	0.104			0.222		0.224							
熱膨脹係 數 10 <sup>-5</sup>							2.77	2.744	2.74	2.78			2.1		2.0							
電 氣 導 率 10 <sup>5</sup> Ω/cm							1.44	1.55	1.50	1.51			1.6		1.7						1.7	
抗 張 力 kg/mm <sup>2</sup>	10	8	5	7.3			32.8	25.1	28.8	27.5	10~20		22.4	(>14)	23.1	(>14)			(>15)		>46	(33)
伸 長 %	1.1	1.9	20	8			8.4	4.7	4.2	10.6	1~4		2	(—)	1.5	(—)			(>1)		15~20	(5)
ブ リ ネ ル 硬 度	30	26	9	18			83	62	73	71	40~80		70		80						120	(100)
衝 撃 値 シャルピー kg-mc/m <sup>2</sup>				0.2			5.3	6.25	6.07	6.33			0.85		0.68				0.3~1.4		チ11.3	
備 考				SAE 13 Babbit			ASTM 21 SAE 921 Mazak Giescke ZL1	23 103 3 3	25 925 5 2	6			チ602		チ603				ASTM 12		DIN Ms 60	DIN Ms 58
													ラウタル系		シルミン系							

(註) 括弧内は重力鑄物より削成せる試験片に依る値



\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。