

可鑄性の研究 (第 3 報)* 可鑄性の綜合判定について (3)

堀 一 夫**

Kazuo Hori: A Study on Castability (3rd Report). On the Method for Assessing Casting Properties.

It is well known that the castability depends on many different factors and also many researches on these factors have been reported. The reported methods are valuable in laboratory but in practical works, they are too difficult to utilize. In fact, it is necessary to judge the many factors affecting the castability at the same time and synthetically in factories. Finally, this problem is solved when the casting is practically carried out but it is economically impossible to solve it theoretically. Accordingly, instruments are desirable that show the defects based on many factors macroscopically with less materials and with accuracy. Many types of test moulds were designed and examined practically by the author and a quite original test mould was perfected. This test mould revealed a good capability in judging the castability of 18 aluminium casting alloys and has been put to practical use in many factories and laboratories in Japan.

(Received March 3, 1953)

I. 緒 言

可鑄性というものが極めて多種多様の因子によつて左右されるものであることは周知の事實であり、この多様性のために鑄造技術の科學的解明も幾多の困難を伴い、その發展を阻害されている次第である。これら多數の因子の個々についての研究はこれまでも可成り發表され⁽¹⁾⁻⁽⁴⁾、それぞれの立場で鑄造技術の基礎的發展に資するところ大であつた。しかしながらかかる研究方法は基礎的研究としてはまことに當を得たものであるが、實際現場においてはさらに多數因子の相加作用を端的に調べる必要が多く、この點から可鑄性の全般についての判定法の必要が痛感されるのである。またかかる綜合判定の結果に基づいて數多因子の優先支配性を決定するという基礎部門における研究も重要であり、ゆるがせに出来ない。

これらの要望に應えるため、著者は綜合判定法の研究を行い、種々の砂型ならびに金型の試験用鑄型を試作して實驗を行つた結果、試験條件の均一性と取扱の簡便性とい

** 熊本大學工學部

* 1948年4月本會東京大會に發表。

(1) 齋藤, 林, 京大工學部紀要, 2 (1919), 83; 3 (1924), 165.

(2) Edwards u. Gammon, Chem. Metallurg. Eng., 24 (1921), 338.

(3) Heyn, Stahl u. Eisen, 27 (1907), 1309, 1347.

(4) Steiger, Stahl u. Eisen, 33 (1913), 1422.

う見地から金型を採用し、良好な判定性を示す試験用鑄型が得られたのでこゝに報告する。なおこの結果は1948年4月本會東京大會にて發表以來各方面で試用され、東北大學金屬材料研究所大日方研究室においても高純Alの可鑄性判定に實用されていることは望外のよろこびである。

II. 鑄型の設計

緒言において述べた如く鑄型は金型で Fig. 1 に示す如

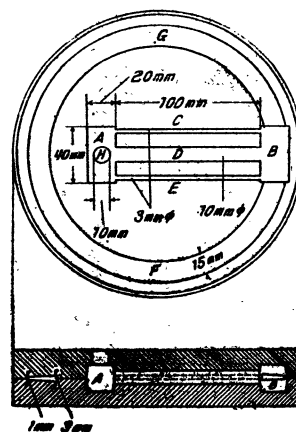


Fig. 1 The Design of Test Mould.

く上下2枚の圓板状のものである。圖についてみられる如くA, B, C, D, Eの符號で示された部分で一つの格子を形成しており、この格子棒の直径が中央のものが10 mm、兩端の2本が3 mmという異つた徑比をもち、この3本の兩端がそれぞれA, Bなる4×20×20 mmのブロック部分で連結されている。

從つて熔湯はA部のHで示された直径10 mmの湯口から入り、このA部があたかも湯溜りの如き作用をなして、これからC, D, Eの

パイプを通過して B ブロック部に到達し、この B 部の両端からその断面がクサビ形の薄肉圓周部 F、G に向つて流出するのである。

さて、可鑄性を支配している因子は數多あるが、その主なるものは收縮と可走性に基くものである。従つてかゝる因子に由來するすべての欠陥が如實に現われてくれることが試験用鑄型としては希ましいのであつて、かゝる見地から設計を進めたのであるが、この試験鑄型に熔湯を注入した場合、A、B、C、D、E の格子部分は中央と兩端格子棒の徑比を異にするため歪格子となつて生じた應力が、金型の障壁によつて格子部分の破壊となつて現われるほか、ブロック部分と格子部分の断面積急變ならびに B ブロック部とこれから兩翼に伸びる圓周部分の断面積急變に伴う熱應力による破壊現象が着實に現われる。かくして試験金屬および合金の應力に基く欠陥は何れかの部分において確認出来るのである。

次に收縮窩が格子棒を結合している兩ブロック部分の各面において現われる。この現象はとりわけ A ブロックの下面や B ブロックの下面・側面においてよく現われる。

可走性の良否は鑄型各部の充填度によつても知ることが出来るが、一層明瞭には B ブロックから兩翼に伸びた薄肉圓周部分における流れの様相により、これを定量的に測定することが出来る。

以上述べた如き諸點によつて大體可鑄性の良否が綜合的觀察のもとに判定することが可能となるのであるが、勿論これら可鑄性を支配する因子は、この他に鑄型温度・鑄込方法・鑄込の静壓・熔解法・最高熔融温度・鑄込温度など數多あるが何れも一つの規準により一定とすることが可能であり、かゝる一定條件の下において比較されるとき、よくその欠陥を示して各試料についての綜合的な判定を下し得るものである。

III. 附屬設備

上述の如く試験條件を一定にするための附屬設備として鑄型恒温装置と鑄込装置を考察使用したのであるが、その大要は Fig. 2 にこれを示す。Fig. 2 の上圖は鑄型恒温装置であるが、至極簡單なもので比較的効率よく、圖にみられる如く A は 500 W の電熱器で、この上に架台により試験用鑄型が水平に保持される。さらに B で示されるあたかも植木鉢を逆にした如き形状のニクロム線巻電氣爐が湯溜増場の高さまで全體を覆つている。鑄型温度は鑄型中央部の温度計挿入孔により測定される。これら電熱器ならびに電氣爐は抵抗器によつて電流を加減することにより ± 2° の精確度をもつて恒温に保持することが出来た。

Fig. 2 の下圖は鑄込装置を示したものであるが、圖中 A なる保持環に熔解爐から取出した 2 番黒鉛増場を挿入し、B なる把手により、一定角度廻轉することによつて鑄型上に設置された湯溜増場に移注する。この湯溜増場 C には D で示された黒鉛棒のストッパーが装置してあり、E で示される一種の桿により上下運動をする。従つて所要の鑄込温

度に達すれば F なる止め金を外せば重錘の作用により、自動的にストッパーは抜けて熔湯が注入される。かゝる装置を使用することにより實驗の個人差を可及的に除去することが出来、實驗條件を均一にすることが出来る。

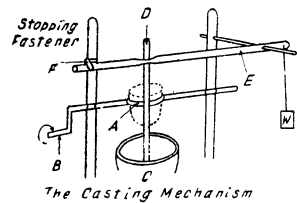
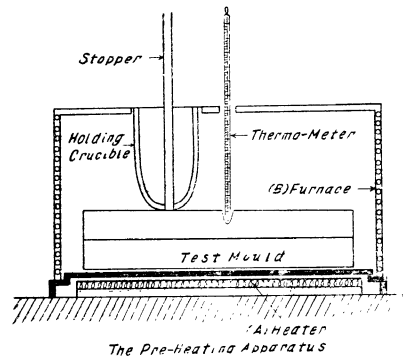


Fig. 2 The Accessories.

性の良否が綜合的に判定されるかを調べるためには前述した如く試験條件を一定にしなければならない。それで今回實施した試験では次の如くその條件を定めた。

最高熔解温度 850°, 鑄造温度, 熔融温度 + 100°, 鑄造量 250 g, 鑄型温度 400°, 溶解時間 30 min.

次に試料としては今まで現場で使用されて、その可鑄性が實際によく知られている學振制定の鑄造用 Al 合金⁽⁵⁾ 18

Table 1 The Composition of Specimens.

Name of Specimens	Composition
Pure Aluminium	99.95 % Al
Silumin	13 % Si
Silumin-C	13% Si, 1 % Cu
γ-Silumin	12 % Si, 0.2 % Mg, 0.5 % Mn
Y-Alloy	4 % Cu, 2 % Ni, 1.5 % Mg
German Alloy	2 % Cu, 12 % Zn
R. R. 50	2.2 % Si, 1.3 % Cu, 0.1 % Mg, 1 % Fe, 1.3 % Ni, 0.18 % Ti
R. R. 53	1.25 % Si, 2.3 % Cu, 1.6 % Mg, 1.4 % Fe, 1.3 % Ni, 0.1 % Ti
Lautal	4 % Cu, 2 % Si
American Alloy	8 % Cu
Cupralumin	12 % Cu
No. 195 Alloy	4 % Cu
No. 132 Alloy	14 % Si, 1 % Cu, 1 % Mg, 2 % Ni
No. 122 Alloy	10 % Cu, 0.25 % Mg, 1.25 % Fe
Navy-No. 1	4 % Cu, 4 % Si, 0.1 % Mg
Navy-No. 4	8 % Si, 8 % Zn, 0.8 % Cu
Navy-No. 5	6.5 % Cu, 3.5 % Si
No. 43 Alloy	5 % Si

種について實際試験を行うこととし、合金の熔製は Al 基材としては 99.95 % 純度のものを用い、他の添加元素はすべて母合金として添加熔製して鑄造したのであるが、これ

(5) 日本學術振興會編、金屬材料。

IV. 試験條件ならびに試料

この試験鑄型により、どれ位正確に可鑄

ら 18 種の合金表は一括して **Table 1** に示した通りである。

V. 試験結果

これら試験結果について述べる前に、この試験鑄型によつて如何にその欠陥が示されるかという實例を **Photo. 1** ~ **2** に示した、すなわち **Photo. 1** では格子棒の両側部で

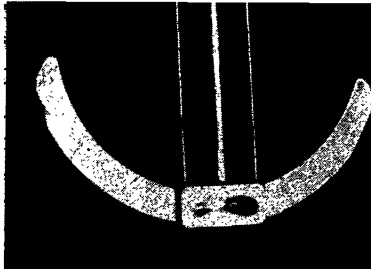


Photo. 1 The Destruction and the Shrinkage Cavity.



Photo. 2 The Stress Crack on the Wing's Part.

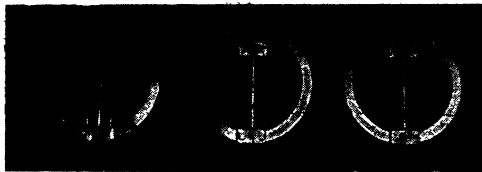


Photo. 3 The Test of Practical Al-alloys.

ルミンの結果を示した。純金属は元來湯流れの良好なものであるが、純アルミニウムもまた良好な可走性を示している。しかし鑄造應力が大きく、格子棒部の破壊や圓周部の龜裂が大きく現われている。シルミンならびに含銅シルミン鑄造上最良のアルミニウム合金であるが、その結果は豫想通り極めて良好な可鑄性を示し、この試験では完全に近い結果を與えている。次に **Photo. 4** には γ シルミン、

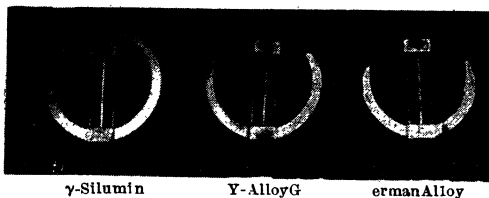


Photo. 4 The Test of Practical Al-alloys.

Y 合金および獨逸合金の結果が、みられる如く如實に現われており、 γ シルミンの良好な可鑄性に對し、Y 合金の鑄造困難なことがよくみられ鑄造應力もまた大きいことを

示している。これに比べ獨逸合金は可走性の點では Y 合金と大差ないが、鑄造應力が小さく Y 合金に比べ鑄造しやすいことを示した。

Photo. 5 には R. R. 50, R. R. 53 およびラウタール合

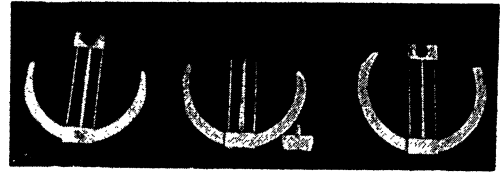


Photo. 5 The Test of Practical Al-alloys.

金の結果を示したが、R. R. 系合金が可成り鑄造困難であることを示している。しかし Y 合金ほどの困難性はみられないことは鑄造應力の減少に基因している如くである。これに反しラウタール合金は鑄造・加工兩用合金として著名なものであるが、なかなか良好な可鑄性を示し、シルミンに次ぐ優秀な結果を與えている。**Photo. 6** にはアメリ



Photo. 6 The Test of Practical Al-alloys.

カ合金、キューラルミンおよび No. 195 合金で何れも Al-Cu 二元合金であり、良好な可走性を有する反面、可成りの鑄造應力を有し No. 195 合金では遂に圓周部の破壊となつて現われるが前二者では Cu 含有量が多く、よくこの應力破壊に耐えて良好な可鑄性を示し、實際經驗とよき一致を示した。

Photo. 7 には No. 132, 122 および海軍 No. 1 の合金類

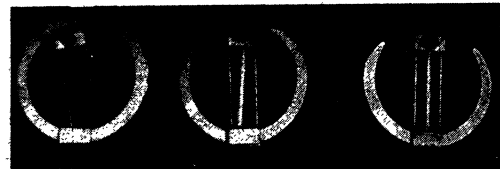


Photo. 7 The Test of Practical Al-alloys.

を示したが、No. 132 は Si の影響で優秀な可走性は示すが、Y 合金同様 2% Ni の存在は大きい鑄造應力を生じ、格子部分の完全破壊となつて現われ、鑄造技術に一考を要することを示している。No. 122 になるとこの應力破壊の度が餘程減少はしているが、他方可走性もやゝ劣つている。



Photo. 8 The Test of Practical Al-alloys.

海軍 No. 1 と稱する合金は成分的にはラウタールに酷似したものであるが、その結果もまた前掲ラウタールの場合と

ほとんど同様である。しかしラウタールに比べ若干の引けがみられるのは Mg を含有するためであろう。

Photo. 8 には海軍 No. 4, No. 5 および No. 43 合金を示したが, No. 4 に引けがみられる他は可成り良好な結果を與えており, 成分的にもラウタールやシルミンの亞流と見做されるものである。

以上の結果において得られた可走性の測定長を Table 2 に示す。この内可走長とは圓周部分の内側に沿つて先端ま

Table 2 The Runnability of Specimens.

Name of Specimens	Length of runnability (mm)	Length of filling up (mm)	Diff. (mm)
Pure Aluminium	166	103	63
Silumin	177	169	8
Silumin-C	174.5	166.5	8
γ-Silumin	176	170	6
Y-Alloy	121	97	24
German Alloy	105.5	70.5	36
R. R. 50	99.5	60	39.5
R. R. 53	104.5	66.5	38
Lautal	123.5	114	9.5
American Alloy	155	129.5	25.5
Cupralumin	145	111.5	33.5
No. 195 Alloy	142.5	102.5	40
No. 132 Alloy	181.5	158	23.5
No. 122 Alloy	141	109	32
Navy-No. 1	132	96.5	35.5
Navy-No. 4	131.5	114.5	17
Navy-No. 5	162	140.5	21.5
No. 43 Alloy	174	154.5	19.5

での長さを左右平均値として示したものであり, 充填長とは先端部の不完全充填部分を除いた完全に充填された部分のみの長さである。従つてこの差が結局湯足の長さとして表わされる。結果からみればこの湯足の短いものの方が良好な可走性を示していることになる。

Photo. 3~8 に示された 18 種のアルミニウム合金についての結果は一應従来現場で經驗的に得られた結果とよく一致し, この試験鑄型が良好な綜合判定性を, 少量の試料によつて示すことが確認され, 實用されることが示されたのである。

VI. 總 括

(1) 簡單にして有効なる可鑄性綜合判定法の研究を行い、その目的を達する試験鑄型を設計した。

(2) この試験鑄型により, 一定条件のもとに可鑄性の知悉されたるアルミニウム合金 18 種につき實際試験を行い, その結果が従来試験的に得られた事實とよく合致することを確認した。

本研究は故今井 弘教授の御懇篤なる御指導と御鞭撻の下に遂行されたものであり, 謹んでこの小論を故博士の靈前に捧げる。また常に有益なる助言と研究の便宜を賜つた谷村教授, 伊藤教授ならびに海江田助教授に對して深甚なる謝意を表す。