

アルミニウム合金ダイカスト中のガス

富田 耕平, 今林 守

Gases in aluminium alloy die castings

Kohei TOMITA and Mamoru IMABAYASHI

Abstract: — It was reported previously in this journal that the principal cause of large amount of gas in pressure die castings was not found in process of melting, degassing and holding, but in casting process.

Accordingly, this investigation was undertaken to check results of the last report and to examine the effects of die casting condition on gas content of aluminium alloy die castings. Tests are made in detail on the effects of lubricant coated on dies and plunger speed upon gas content of impact test bar of aluminium alloy die castings (ADC-12). In addition, variation of gas content of several position of both test bar and practical castings is studied. The determination of gas content is carried out by vacuum fusion method.

The results obtained are as follows:

- (1) The gas content of die castings increase remarkably with increasing lubricant sprayed on dies.
- (2) The gas content of die castings varies with changes in composition of lubricant.
- (3) The gas content of die castings increase linearly with increasing plunger speed.
- (4) The distribution of gas in die castings varies with changes in position. Namely, this result shows that the gas contents increase along the length of the die castings in the direction from gate side to overflow side.
- (5) The gas content of die castings produced without lubricant is about 20cc/100g at adjacent position to overflow and about 8cc/100g at adjacent position to gate.

1. 緒 言

前報¹⁾でアルミニウム合金ダイカスト中に多量のガスが介入する経路は鑄造過程であることを報告した。すなわち鑄造過程において、溶湯がダイキャビティ内の空気を巻きこむ

ことならびに、離型剤の分解により発生するガスを混入することなどが鋳物中のガス量を多くする原因と考えられた。本報では、これらの結果をさらに定量的に確認する目的で、

- 1) 離型剤の種類および使用量と鋳物中のガス量の関係。
- 2) 鋳込み速度 (Plunger speed) と鋳物中のガス量の関係。
- 3) ダイカスト鋳物の各位置によるガス量の変化。

について検討した結果を報告する。

2. 実験方法

本実験に使用した地金はすべて Table 1 に示すダイカスト用アルミニウム合金 JIS ADC

Table 1 Chemical composition of ADC-12.

Elements	Chemical composition (wt%)						
	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Al
ADC-12	2.69	11.37	0.74	0.21	0.72	0.21	Bal.

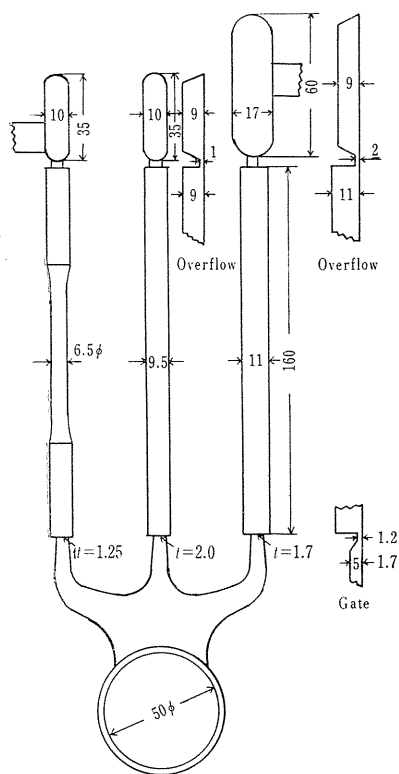


Fig. 1 Dimensions of the test bar.

-12 である。この地金を Fig. 1 に示す ASTM 引張試験片用金型を参考にして作製した金型に所定の条件で鋳造し、得られた試験鋳物中のガス量を測定した。

2.1 離型剤の種類および使用量と鋳物中のガス量の関係

離型剤は現場で使用されている A, B 2 種類を選定し、それぞれの塗布量をスプレー回数により 1, 2, 3, 4 回の 4 段階にかえた。Table 2 に示すダイカスト条件で Fig. 1 の金型に鋳造した試験鋳物の押湯側と湯口側の試料中のガス量を測定し、これらの要因の影響を検討した。

Table 2 Die casting conditions.

Lubricant		A, B
Die temp.	movable die	170~175°C
	fixed die	150~155°C
Casting temp.		635~650°C
Plunger speed		0.5m/sec
Plunger pressure		1260kg/cm ²
Machine		Toshiba 250 ton

なおこれらの結果と比較検討する目的で、離型剤を塗布しない金型に鑄造した試験鑄物中のガス量を測定した。また離型剤の鑄物中のガス量におよぼす影響を検討する目的で、溶湯を Table 3 に示す条件で離型剤を所定量塗布した Fig. 1 の金型に鑄造した。ひきつづき、離型剤の再塗布を行わず、同一条件で連続10ショット鑄造した。このようにして得られた試験鑄物中のガス量を測定し、鑄造回数とガス量の関係

を明らかにした。なおこの点については、前報¹⁾でも製品鑄物で検討したが、この場合は実験の都合上鑄造回数が5ショットまでと制限されたため再検討したものである。

2.2 ダイカスト鑄物中のガス量におよぼす鑄込み速度の影響

0.45, 0.65, 0.85 および1.05m/sec の4段階の鑄込み速度(プランジャー速度)で Fig. 1 の金型に鑄造した試験鑄物の押湯側と湯口側の試料中のガス量を測定した。この結果から鑄込み速度と鑄物中のガス量の関係を検討した。また同時にこれらの試験鑄物中の欠陥をX線により検査し、ガス量と欠陥の関係について検討を行なった。この場合のダイカスト条件を Table 4 に示す。

Table 4 Die casting conditions.

Lubricant		Caster Ace
Die temp.	movable die	185°C
	fixed die	165°C
Casting temp.		645°C
Plunger speed		0.45~1.05m/sec
Plunger pressure		1260kg/cm ²
Machine		Toshiba 250 ton

Table 5 Die casting conditions.

Lubricant	die	Caster ace
	sleeve	Plunger-hite
Die temp.		210~250°C
Casting temp.		650°C
Plunger pressure		1260kg/cm ²
Machine		Toshiba 250 ton
Product name		Gear case

Table 3 Die casting conditions.

Lubricant		Caster Ace
Die temp.	movable die	165°C
	fixed die	155°C
Casting temp.		635°C
Plunger speed		0.5m/sec
Plunger pressure		1260kg/cm ²
Machine		Toshiba 250 ton

2.3 ダイカスト鑄物の各位置におけるガス量の変化

Table 5 のダイカスト条件で鑄造した製品鑄物(スターターのギアケース)のビスケット, ランナー1, ランナー2 鑄物本体 および、押湯の各部 (Fig. 2 参照) のガス量を測定し、鑄物の位置によるガス量の変化を検討した。また Fig. 1 のダイ金型に Table 3 に示す条件で鑄造した試験鑄物のうち、高速(1.05m/sec) および、低速(0.45m/sec) の鑄込み速度で鑄造したものについて、1本の試料を5等分し、それぞれのガス量を測定し、位置によるガス量の変化を検討した。

本実験でのガス量の測定はすべて真空溶融抽出法で行なった。ガスの抽出条件は640°C×60~70min である。ガス量測定にさいし、試料は真空溶解し

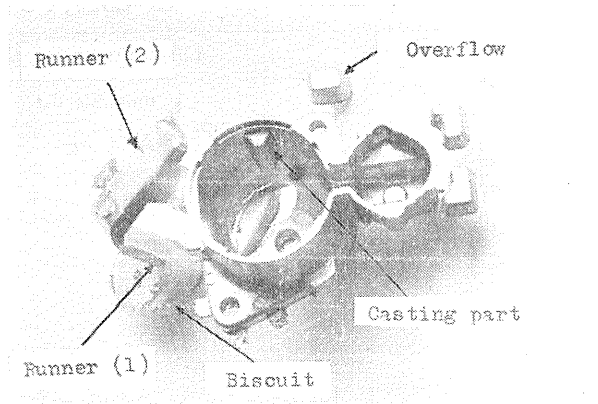


Fig. 2 Appearance of practical die castings. Gas content of every position showed in the figure was determined.

た電解鉄で作成したカプセルに封入された。前報で電解鉄を素材とするカプセルは脆く、試料を封入することが困難なため、この脆性を除去する目的で、電解鉄に 0.5%Mn を添加し、良い結果を得たと報告した。そのごこれらの元素を添加しない電解鉄カプセルの真空焼鈍条件を検討した結果、950°C の γ 領域で 3hr 真空脱ガス焼鈍を行ない、処理後の冷却速度を早くすることにより脆性が除去され、溶融抽出用カプセルとして使用できることが明らかになったので、本実験ではすべて電解鉄カプセルを使用してガス量を測定した。Fig. 3 に本実験で使用した電解鉄カプセルのブランク試験の結果を示す。

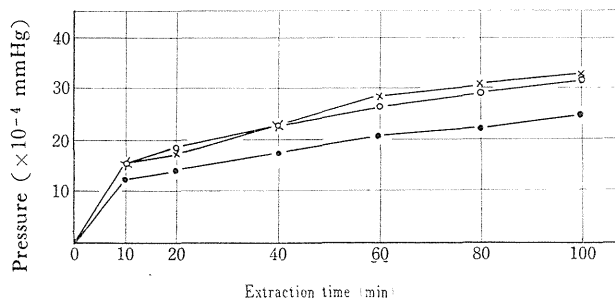


Fig. 3 Blank values for capsule made from electrolytic iron.
(testing temperature : 640°C)

3. 実験結果ならびに考察

3.1 離型剤の種類および使用量と鋳物中のガス量の関係

ダイカスト鋳物中のガス量におよぼす離型剤の種類および使用量の影響について検討した結果を Fig. 4 に示す。Fig. 4 より明らかなように、離型剤 A, B とも塗布量の増加とともにガス量が増加している。すなわちダイ金型に離型剤を塗布しないで鋳造した鋳物中のガス量は約 20cc/100g S.T.P. の値を示しているが、離型剤の塗布量の増加にともない著しくガス量が増加し、離型剤 B の場合は、100cc/100g S.T.P. 以上という非常に高い値を示している。この点については、溶湯が鋳造過程において、離型剤からの発生ガス

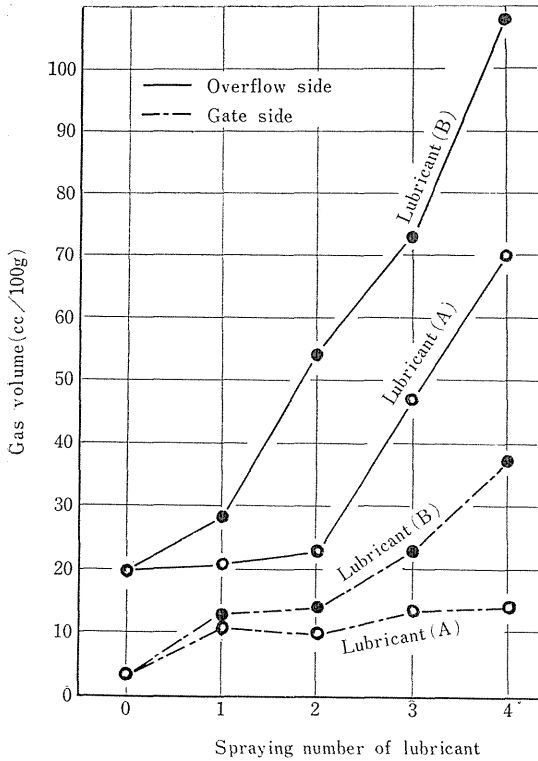


Fig. 4 Relation between gas content of die castings and spraying number of lubricant.

を吸収したためのみでなく、離型剤自体を溶湯内に巻き込んだためと考えられる。離型剤の種類によるガス量の差については、離型剤の組成が明らかでないため、ここで検討することはできない。しかし離型剤の種類により鋳物中のガス量はかなり影響を受けることは明らかである。本実験に使用した離型剤は A, B ともケロシンで稀釈して使用している。ケロシンは H. H. Doehler²⁾によると、ダイカスト鋳物中のガス量を増加する傾向があるため、離型剤の稀釈用として使用すべきでないということが報告されている。このことから離型剤の組成および、稀釈剤について再検討する必要があると認められる。

つぎに、Fig. 1 の金型で採取した試験鋳物について、鋳造回数とガス量の関係から離型剤の鋳物中のガス量におよぼす影響について

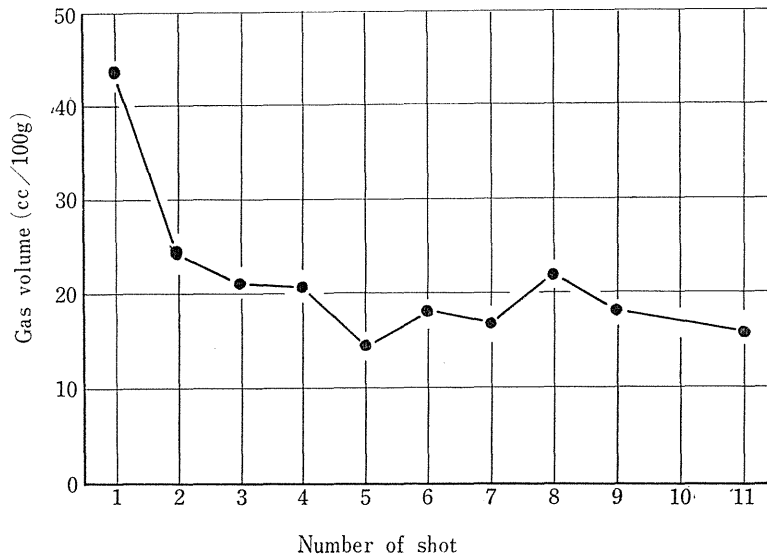


Fig. 5 Effect of lubricant on gas content of die castings. These castings were cast continuously into same mould to which no lubricant was coated at the intervals of shot except initial coating prior to the first shot.

検討した結果を Fig. 5 に示す。Fig. 5 から明らかなように、前報で報告した製品鋳物（スターターのギアケース）とほぼ同じ結果が得られた。すなわち第3回以後のショットによる試験鋳物中のガス量には著しい変化は見られない。以上の結果から、ダイカスト鋳物中のガス量におよぼす離型剤の影響は離型剤塗布後第1回のショットによる鋳物中のガス量と第2回以後のショットによる鋳物中のそれとの差であると考えられる。また第2回以後のショットによる鋳物中のガスは離型剤によるものでなく、主としてダイキャピティ内の空気の巻き込みによるものであると考えられる。これについては、離型剤を塗布しないダイ金型に鋳造した試験鋳物中のガス量が約 20cc/100g S.T.P. (Fig. 4 参照) であることから、第2回以後のショットによる鋳物中のガス量は主として、離型剤の影響でなく、たとえば、ダイキャピティ内の空気の影響であると推定できる。

3.2 ダイカスト鋳物中のガス量におよぼす鋳込み速度の影響

鋳込み速度（プランジャー速度）と鋳物中のガス量の関係を、離型剤を塗布したダイ金型および、塗布しない金型に鋳造した試験鋳物について、検討した結果を Fig. 6 に示す。Fig. 6 から明らかなように、鋳物中のガス量は、鋳込み速度の増加とともにほぼ直線的に増加する傾向が見られる。すなわち、鋳込み速度が増加するにしたがい、鋳物中のガス量は湯口側、押湯側とほぼ同じ傾向で増加することが認められる。また離型剤を塗布しない場合も同様の傾向が認められる。

ダイカスト鋳造において溶湯がダイ金型に注湯される機構は、注湯速度によって still filling と emulsion filling に大別される。

A. K. Belopukhov は still filling から emulsion filling に移行する

場合の溶湯の臨界噴出速度は 15m/sec であると報告している。筆者らの使用したダイ金型について、所定のプランジャー速度 (0.45~1.05m/sec) における溶湯の湯口面での噴出速度を求めると、22~75m/sec に相当し、A. K. Belopukhov のいう emulsion filling の範囲に属する。これらの試験鋳物の内部欠陥を X 線透過法により検討した結果を Fig. 7 に示す。Fig. 7 より明らかなようにプランジャー速度の増加とともに欠陥は減少し、ガス量の測定結果とは反対の傾向を示している。この点については、A. K. Belopukhov の報告³⁾が参考になる。すなわち彼は、溶湯の噴出速度が増加するにしたがい、鋳物内部の気孔は微細になり、特に溶湯の噴出速度が 120m/sec 以上になると気孔はほとんど肉眼では観察できなくなり、ガスは非常に微細な気孔の中に圧縮された状態で存在すると報告し

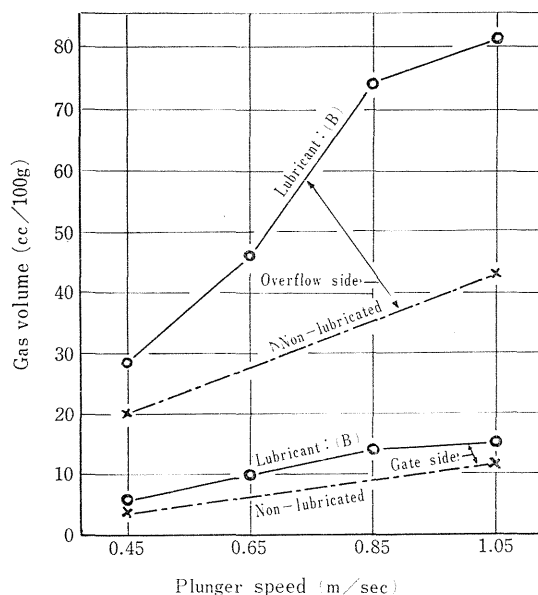


Fig. 6 Relation between plunger speed and gas content of die castings.

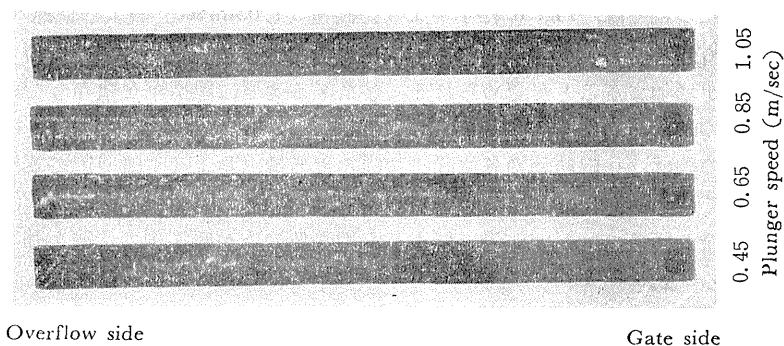


Fig. 7 X-ray photograph of test bar produced under different plunger speed.

Many defects are observed at overflow side.

ている。以上のようにプランジャー速度が鋳物中のガス量におよぼす影響が非常に大きいことが明らかになった。この点について、最近アキュラッド法⁵⁾により健全な鋳物を製造することが可能であるという報告がなされている。しかし従来のダイカスト鋳造法を採用する場合には、ダイ金型の形状、金型温度および鋳込み速度を関連づけて検討する必要がある。

3.3 ダイカスト鋳物の位置におけるガス量の変化

Table 6 Gas content of several position of practical die castings. (gear case)

Position	Gas content (cc/100g)
Overflow	31.6
Casting part	32.7
Runner (2)	8.2
Runner (1)	7.2
Biscuit	8.9

ダイカスト製品（スターターギアケース）および Fig. 1 の金型で採取した試験鋳物の各位置のガス量を測定した結果をそれぞれ Table 6 および Fig. 8 に示す。

製品鋳物の場合、Table 6 から明らかのように、ビスケット、ランナーにおけるガス量に比較して、鋳物本体および押湯のガス量は非常に高い値を示している。

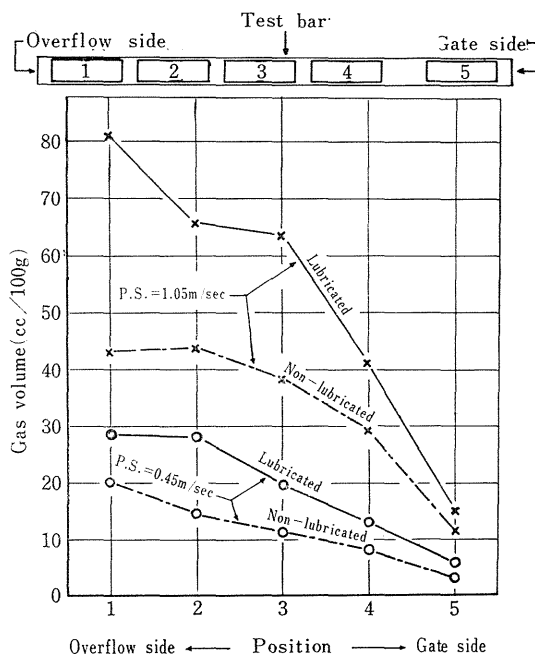


Fig. 8 Variation of gas content with position of die castings. (P. S. : plunger speed)

試験铸件については、Fig. 8 に示すように高速 (1.05m/sec) および低速 (0.45m/sec) で铸造したものについていずれも同じ傾向を示している。すなわち湯口側よりも押湯側の方がガス量が増加することが認められる。またダイ金型に離型剤を塗布しないものについてもガス量の増加する傾向はほぼ同様である。なお離型剤を塗布した場合と塗布しない場合のガス量の差は、一応铸件の各位置におけるガス量におよぼす離型剤の影響であると考えられる。この点について、本実験の範囲内ではプランジャー速度が高い (1.05m/sec) 場合には、余り顕著ではないが湯口側よりも押湯側の方が離型剤の影響を強く受ける傾向が認められる。

4. 結 言

アルミニウムダイカスト铸件中のガス量におよぼす離型剤、铸込み速度の影響および、铸件の位置によるガス量の変化について検討した結果を要約すると、つぎのようになる。

- (1) ダイカスト铸件中のガス量はダイ金型に塗布する離型剤の種類により影響を受ける。またその塗布量が増加するとともにガス量は増加する傾向が認められる。
- (2) ダイカスト铸件中のガス量は铸込み速度 (プランジャー速度) の増加にともない、ほぼ直線的に増加する傾向が認められる。
- (3) ダイカスト铸件中のガス量は位置により変化する。すなわち一般に湯口側よりも押湯側の方がガス量が多い。
- (4) 離型剤を塗布しない場合の铸件中のガス量は押湯側で約 20cc/100g S.T.P. であり、これは主としてダイキャピティ内の空気を巻き込んだためと考えられる。

本実験を行なうにあたり、御指導ならびに御援助いただいた科学技術庁金属材料技術研究所科学研究官 岩村霽郎氏ならびに、日立製作所多賀工場铸造課長 江刺清夫氏に深く感謝いたします。なお本研究の一部は科学研究補助金で行ないました。

参 考 文 献

- 1) 富田、今林； 茨城大学工学部研究集報, 15 (1967), 175
- 2) H. H. Doehler； Die casting, 1951, McGraw-Hill
- 3) A. K. Belopukhov； Gases in Cast Metals, 1965, 230
- 4) 太田信之； ダイカスト, 日刊工業
- 5) 大谷文太郎； 第34回軽金属学会講演概要集, 1968, 65