

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 is well known that gas contents of pressure die-castings are much higher than that of gravity die-castings, and so blisters are formed on surface of pressure die-castings when they are held at elevated temperature. Accordingly, it is scarcely possible to heat-treat the die-castings and to use them under elevated temperature.

Studies were carried out to establish the method for measuring gas contents of pressure die-castings and to find the influence of lubricant for die on gas contents of castings and the variation of gas contents during practical die-casting process. Results obtained were as follows: (1) The capsule made from electrolytic iron containing 0.5% Mn was successfully applied to the determination of gas contents of pressure die-castings by vacuum fusion method. (2) Gas contents of pressure die-castings were much higher than that of gravity die-castings. The source of gases in pressure die-castings are not to be found in process of melting, degassing and holding, but in casting process. Authors pointed out that the remarkable increment of gases during die-casting would be caused by gases arose from dissociation of the lubricant and air in die cavity which could be absorbed or included mechanically into castings.

1. 緒 言

アルミニウムダイカスト鋳物は、通常の鋳物中に含まれるガス量の10倍ないしは数10倍に相当する多量のガスを含むということが報告されている¹⁾。

このように多量のガスを含むため、ダイカスト製品を高温で保持した場合に、その表面にふくれが発生する。したがってこの種の鋳物は熱処理による機械的性質の改善がほとんど不可能であり、また高温（たとえば 150°C 以上）になるような場所では一般に使用されない²⁾。

本実験では、アルミニウムダイカスト鋳物がこのように多量のガスを含む原因を究明することを目的とする研究の第一段階として、

- (1) ダイカスト鋳物のガス量測定法
 - (2) ダイカスト鋳物の製造工程におけるガス量の変化
 - (3) ダイカスト鋳物中のガス量におよぼす離型剤の影響
- について検討した結果を報告する。

2. 実験方法

2.1 ダイカスト鋳物のガス量測定法

通常アルミニウムおよびアルミニウム合金のガス量は、一般に真空固体抽出法により測定される。この場合、試料中に蒸気圧の高い元素、たとえば、Mg, Zn, Cuなどが含まれていると真空中での加熱抽出のさい、これらの元素が蒸発し、測定装置を汚損する。その結果、測定精度ならびに測定能率が低下する。Photo. 1に抽出管の汚損状況を示す。

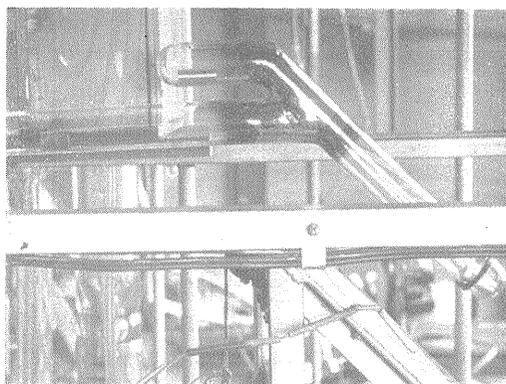


Photo. 1 Appearance of extraction tube after extraction of gases without capsule.

筆者らは測定試料を鉄またはアルミニウムカプセル内に封入することにより蒸気圧の高い元素の蒸発を防止し、³⁾上記の問題点を解決した。

本実験に使用したダイカスト鋳物は Table 1 に示す組成の合金 (ADC-12) である。

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.

Table 1 から明らかなように、この合金は Mg, Zn, Cu を含むため、鉄またはアルミニウムカプセルに試料を封入してこれらの元素の蒸発を抑制する必要がある。また、ダイカスト鋳物中のガス¹⁾を完全に抽出するには、固体抽出法よりも熔融抽出法を採用する方がよいとされている。熔融抽出を行なうにはアルミニウムカプセルは使用できないので、鉄カプセルを採用する必要がある。この場合、従来使用してきた S10C を素材とする鉄カプセルは高温に加熱されると、カプセル自体から発生するガス量 (ブランク値) が非常に多くなり、³⁾正確なガス測定が困難であった。そこで、S10C にかわる素材として、真空中で溶解、鋳造した電解鉄を用いた。その結果、S10C の鉄カプセルに比べ、非常に低いブランク値が得られた。しかし、電解鉄を素材とする鉄カプセルは非常に脆く、試料を封入するさ

いに亀裂を生ずる。そこで、この脆性を除去する目的で電解鉄に Al を 1, 0.2, 0.05, 0.03, 0.005%あるいは Mn を 0.5%それぞれ添加し、同様の方法で鉄カプセルを作製した。このようにして作製した鉄カプセルについて、560~640°C×4hr の抽出条件でブランク試験を行った。なお、本実験で使用するガス量測定装置、試料の作製条件およびカプセルの封入方法などは前報³⁾と同じである。ただし、本実験でのガス抽出は、二三の試料を除き、まず 560°C×120min の固体抽出を行ない、つづいて 640°C×120min の溶融抽出を行なった。この条件で抽出されたガスによる装置内の圧力変化量から含有ガス量 (cc/100g S.T.P.) を求めた。

2.2 ダイカスト鋳物の製造工程におけるガス量の変化

Table 1 に示した組成の地金 (ADC-12) による (1) 脱ガス処理前の溶湯、(2) 脱ガス処理後の溶湯、(3) 保持炉中の溶湯のそれぞれに含まれるガス量、および、(4) ダイカスト鋳物中のガス量を測定し、ダイカスト鋳物製造工程におけるガス量の変化を検討した。なお、(1), (2), (3) の溶湯からのガス量測定用試料の採取は Ransley の銅製金型*で行なった。

ダイカスト鋳物製造工程を Fig. 1 に、ダイカスト条件を Table 2 に示す。

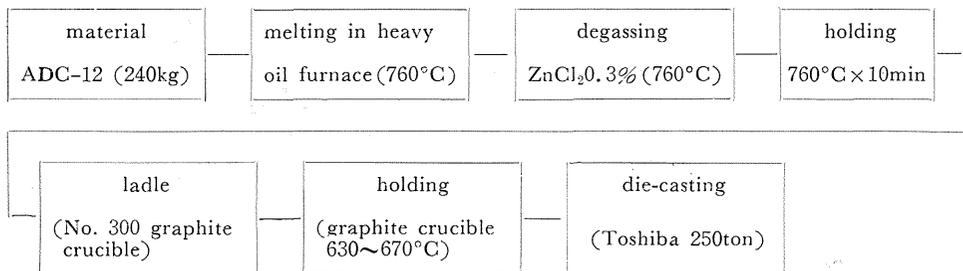


Fig. 1 Block diagram of practical pressure die-casting process.

Table 2 Die-casting conditions.

Machine	Toshiba 250 ton
Plunger pressure	1260kg/cm ²
Lubricant	Hita-sol
Die temperature	220~250°C
Casting temp.	630~670°C
Product name	Motor housing

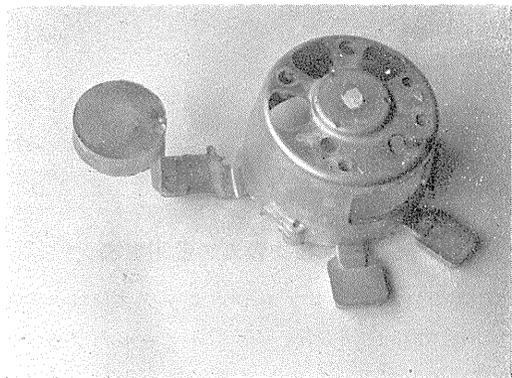


Photo. 2 Die-castings employed for experiment (motor housing).

*参考文献 3) P. 307 Fig. 1 参照

なお、供試鋳物は Photo. 2 に示すモーターハウジングである。この鋳物のガス量測定はビスケットおよびオーバーフローについて行なった。

2.3 ダイカスト鋳物中のガス量におよぼす離型剤の影響

2.3.1 置き注ぎ鋳物に対する離型剤の影響

ダイカスト鋳物中のガス量におよぼす離型剤の影響を検討する目的で、置き注ぎ法により、つぎの予備実験を行なった。高純度アルミニウムおよび、ADC-12 をそれぞれ黒鉛ルツボ中で溶解し、溶湯温度 750°C で、まず銅製金型** に注湯し、つぎに離型剤（ヒタゾール）を塗付した同一の金型に注湯した。その後は離型剤を塗付することなく、同一金型に注湯して、ガス測定用試料を得た。これらの試料のガス量を測定し、注湯回数とガス量の関係から、離型剤のガス量におよぼす影響を検討した。

2.3.2 ダイカスト鋳物に対する離型剤の影響

ADC-12 の溶湯を離型剤を所定量塗付したダイ金型に Table 3 に示す条件で鋳造した。ひきつづき、離型剤の塗付を行わず、同一条件で4ショット鋳造した。このようにして得られた鋳物のガス量を測定し、鋳造回数とガス量の関係から、離型剤のガス量にお

Table 3 Die-casting conditions.

Machine	Toshiba 250 ton	
Plunger pressure	1260kg/cm ²	
Lubricant	dies	Caster-acc
	sleeve	Plunger-hite
Die temp.	210~250°C	
Casting temp.	665°C	
Product name	Gear case	

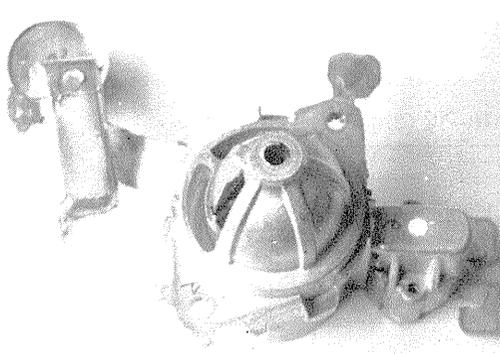


Photo. 3 Die-castings employed for experiments (gear case).

よぼす影響を検討した。なお、この場合の鋳物は Photo. 3 に示すスターターのギアケースである。

2. 実験結果ならびに考察

3.1 ダイカスト鋳物のガス量測定法

各種素材によるカプセルのブランク試験の結果を Fig. 2 に示す。Fig. 2 から明らかのように、電解鉄を素材とするカプセルのブランク値は、S10C を素材とするカプセルのその約1/5である。しかし、電解鉄を素材とするカプセルは非常に脆く、試料封入のさい、Photo. 4 に示すように亀裂を生じて、試料の密封が非常に困難であった。この脆性を除去するために必要な Al の臨界添加量は 0.05% であることがわかった。一方、ブランク値は

** 参考文献 4) P 177 Fig. 1 参照

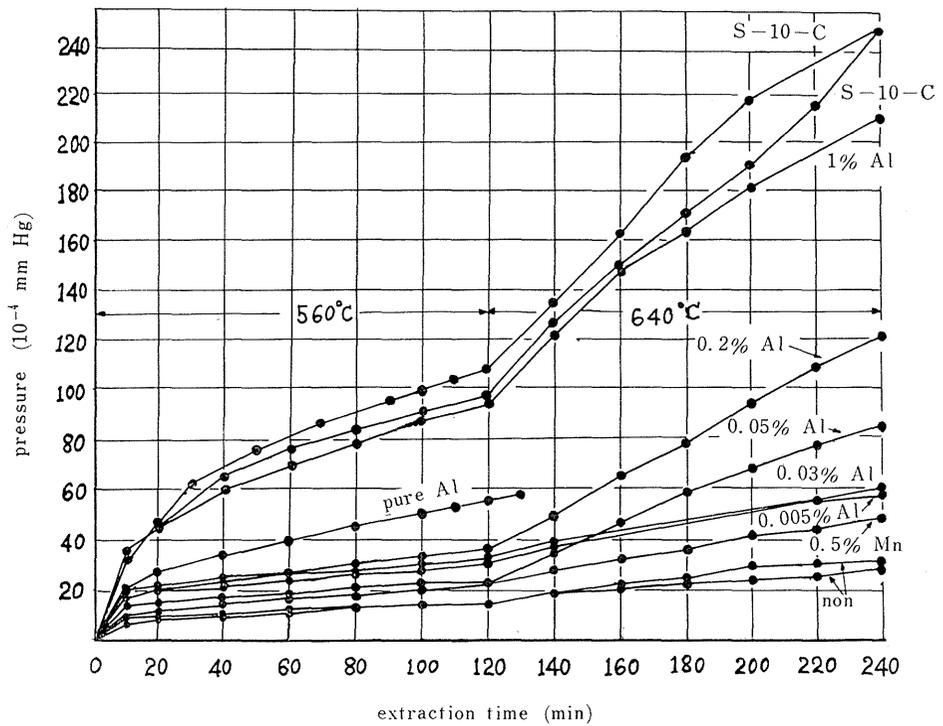
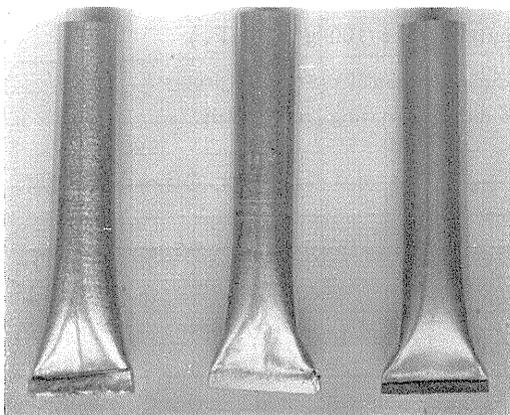


Fig. 2 Results of blank test for capsules.



A

B

C

Photo. 4 Appearance of capsules folded one end.

A, B : electrolytic iron,

C : electrolytic iron

containing 0.2% Al.

Fig. 2 に示すように、Al の添加量とともに高くなる傾向を示し、脆性を抑制するための臨界添加量0.05%でもブランク値が高く、カプセルの素材として不適當であることがわかる。

また、電解鉄に Mn を0.5%添加した素材は脆性が抑制され、かつ、ブランク値も電解鉄のカプセルに匹敵する低い値となった。

以上のことから、本実験の範囲内では、電解鉄に Mn を 0.5 % 添加したものが溶融抽

出用のカプセルの素材として最適であることが明らかになった。なお、鉄カプセルの素材については、さらに検討を加えることにより溶融抽出により適した組成が見出され得るものと考えられる。

3.2 ダイカスト鋳物の製造工程におけるガス量の変化

ダイカスト鋳物中のガス量を各製造工程ごとに測定した結果を Fig. 3 に示す。脱ガス処理前の溶湯、脱ガス処理後の溶湯および保持炉の溶湯に含まれるガス量は $0.2 \sim 0.4 \text{ cc}/100 \text{ g S.T.P.}$ の範囲にあり、それぞれの間には著しい差は認められない。この程度のガス

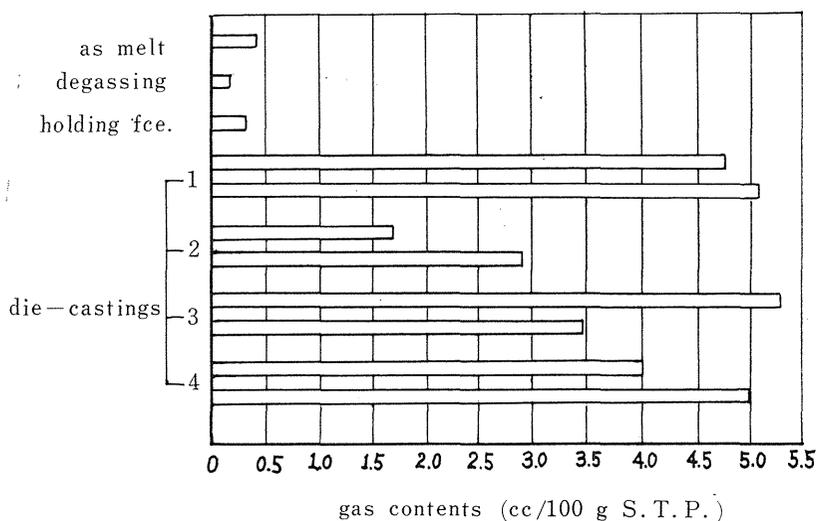


Fig. 3 Variation of gas contents during practical die-casting process.

1~4 show gas contents of different castings respectively.

量を含む溶湯を Table 2 の条件で鋳造すると、急激にガス量が増加して $3 \sim 5 \text{ cc}/100 \text{ g S.T.P.}$ を示すことがわかる。

これらの結果から、ダイカスト鋳物が多量のガスを含む原因は、地金の溶解法あるいは溶湯の脱ガス処理法などのいわゆる溶解過程にあるのではなく、鋳造過程にあることがわかる。たとえば鋳造過程において、注入された溶湯がダイキャビティ内の空気を巻き込み、あるいは離型剤、潤滑剤などから発生するガスを吸収することなどが、その原因として考えられる。本実験で使用した離型剤は、植物油、鉱物油にアルミニウム微粉末が混合されたものをケロシンで稀釈したものである。このような油性の離型剤は注入された溶湯と接触して分解し、多量のガスを発生する。松尾らはダイカスト鋳物中に含まれる多量のガスの供給源は油性の離型剤であることを報告している。

しかしながら、鋳造過程で急激にガス量が増加する原因としては、前述のように、ダイキャビティ内の空気の機械的な巻き込みも考えられるので、抽出ガスの完全分析を行っていない本実験の結果からは、いずれが支配的な原因であるかを決定することはできない。

3.3 離型剤の影響

置き注ぎ法により金型に鋳造した試験鋳物中のガス量におよぼす離型剤の影響を高純度

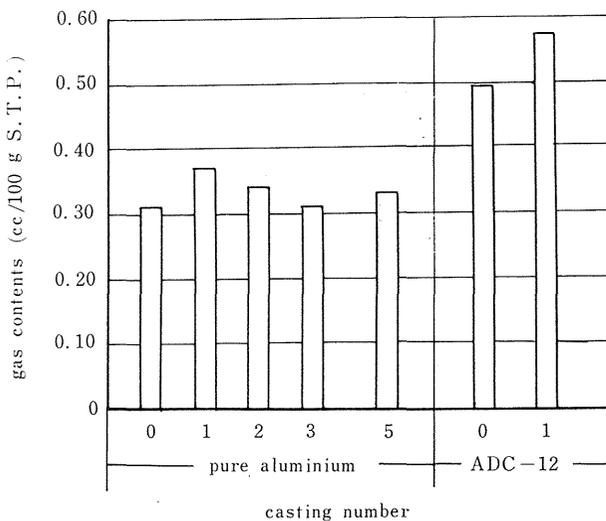


Fig. 4 Effect of lubricant on gas contents of gravity die-castings.
 0: the melt, 1: cast into metal mould coated with lubricant,
 2~5: cast into the same mould in order without additional coat
 of lubricant.

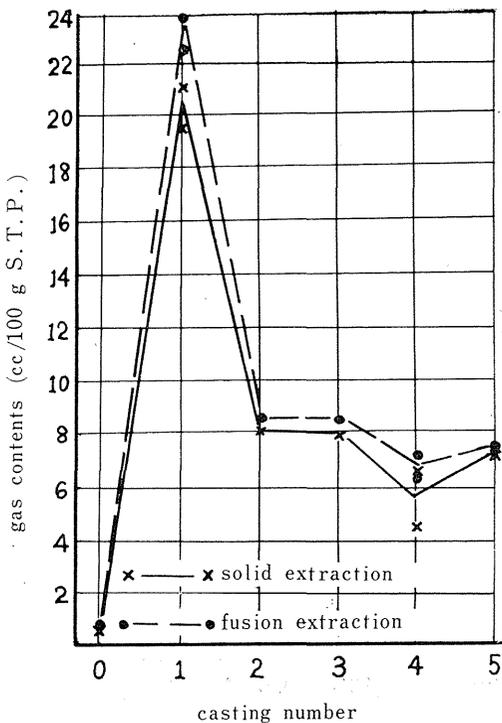


Fig. 5 Effect of lubricant on gas contents of pressure die-castings.
 0: the melt, 1: cast into dies coated with lubricant,
 2~5: cast into the same dies in order without additional coat of lubricant.

アルミニウムおよび ADC-12 について、検討した結果を Fig. 4 に示す。

高純度アルミニウムの場合、離型剤を金型に塗付することにより、ガス量が増加し、その後、鑄造回数を重ねるにしたがい顕著ではないが、ガス量が減少する傾向が認められる。これは溶湯を注入することに、金型面に塗付した離型剤が分解してその量が減少するためと考えられる。ADC-12 の場合は、金型に離型剤を塗付した場合と塗付しない場合の比較にすぎないが、高純度アルミニウムの場合と同様に、離型剤を塗付することによりガス量は増加する傾向がある。

Fig. 5 はダイカスト鑄物について、離型剤のガス量におよぼす影響を検討した結果を示したものである。離型剤塗付後、第1回のショットによる鑄物中のガス量は非常に多く、23~24cc/100g S.T.P. を示している。第2回以後のショットによる鑄物中のそれは急激に減少するが、なお、6~9 cc/100g S.T.P. という高い値を示している。Photo. 5 はこれらの鑄物の一部分を、500°C×3hr の条件で加熱した場合に発生する、ふくれの状況を示したものである。第1回のショットによる鑄物は非常に多くふくれを生じている。このこ

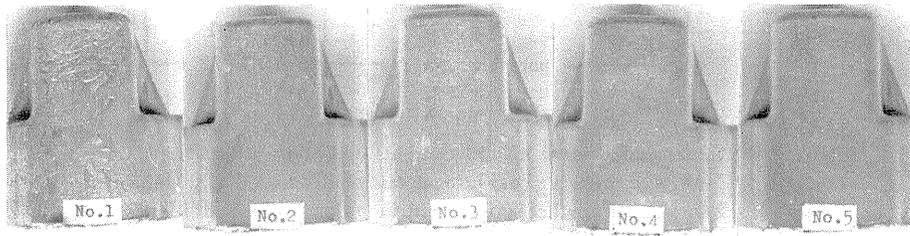


Photo. 5 Appearance of pressure die-castings have been heated at 500°C×3hr.
1~5: cf. Fig. 5

とからも、第2回以後のショットによる鑄物よりも著しく多くのガス量を含むことがわかる。このような傾向は、上記の置き注ぎ法で検討した場合にも認められている。しかし、ダイカストの場合は、置き注ぎ法と比較して著しく高いガス量を示している。この点については、ダイカスト鑄物の場合には、1,260kg/cm² という高い圧力で溶湯を金型内に注入するため、離型剤などの分解により発生したガスの大気中への自由な放散が妨げられ、その結果、鑄物中のガスが多くなったと考えられる。そのほか、ダイキャビティ内の空気の機械的な巻き込みの影響も当然考えなければならない。

以上の結果から、ダイ金型に塗付する離型剤がダイカスト鑄物中のガスの一つの重要な供給源となっていることがわかる。したがって、ダイカスト鑄物中のガス量を低減させるには、離型剤の組成および、塗付量を充分検討する必要がある。

4. 結 論

アルミニウムダイカスト鑄物について、ガス量測定法、ダイカスト工程におけるガス量の変化、および、ガス量におよぼす離型剤の影響を検討した結果を要約すると、つぎのようになる。

(1) ADC-12 によるダイカスト鑄物中のガス量を真空溶融抽出法で測定するさいに採用し得るカプセルの材質は、本実験の範囲内では、電解鉄に 0.5%Mn を添加したものである。

- (2) ダイカスト鋳物中のガス量は通常鋳物のそれに較べて著しく多い。
- (3) このように多量のガスがダイカスト鋳物中に含まれる主な原因は、地金の溶解、溶湯の脱ガスおよび保持過程にあるのではなく、鋳造過程にあることが明らかになった。
- (4) 鋳造過程において、ガス量が著しく増加する原因の一つとして、離型剤の影響が充分考えられる。

本実験を行なうに当り、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 鋳造課長 江刺清夫氏に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 松尾, 西田, 岩村 : 軽金属 17 (1967) 148
- 2) アグネ : 金属(別冊付録) 34 (1964) 22
- 3) 今林, 富田, 大内, 岩村 : 軽金属 15 (1965) 306
- 4) 今林, 富田, 岩村 : 軽金属 16 (1966) 175