アルミニウム鑄造鑄型の種類及び結晶粒度とガス量の関係

塩田 信雄*・藤村 理人**

THE RELATION BETWEEN THE TYPES OF CASTING MOULD AND THE VOLUME OF GAS INTO ALUMINIUM

NOBUO SHIOTA* TADAO FUJIMURA**

In the last paper we reported the result of investigation upon the relation between the effect of degasification and the volume of the remaining gas by means of the gas analyses in aluminium.

Here in this paper we give an account of the fact that the types of the casting mould and the grain size in solidification give a considerable influence to the remaining gas which lower the mechanical strength of the materials.

The experimental results obtained are summarized as follows;

1. In casting by sand mould, the volume of extracted gas is higher than iron mould and that the specimen including gas is recognized to emit remarkably in the extraction of hydrogen gas even in solid state.
2. The effect of $TiCl_4$ on grain refinement or degasification of molten aluminium is superior to that of boron refinement.

(Received May, 14, 1954)

前報告で¹⁾市販アルミ地金 (99.6%) のガス分析について、溶湯処理による脱ガス効果と残留ガス量の関係を検討して処理効果の不完全なものでは約2乃至3倍のガス抽出量のあることを報告した。但しガス抽出量の絶対値については他報告 (本誌) に記せる如く (Table. 1 に示す如く) 研究者によつて異なり連断するわけにはゆかぬが、極めて少量のガスがアルミニウムの pin hole 発生 の因をなしたり、機械的強度を弱める作用をすることは事実である。斯くの如き含有ガス量は地金の純度によつて左右される外に鑄型の種類或いは凝固の際における結晶粒度にも可成り支配されていることが認められたのでその結果について報告する。

1. 鑄型と添加元素の影響

Table. 1 は溶湯処理方法と成分の関係を示し、その分析結果を Table. 2 に示す。

Table. 2 は 700°C における抽出ガス量を示したものであるが純アルミニウムでは金型に比して乾燥砂型鑄造

Table. 2

試料	1	2	3	4	5	6	7	8
抽出量 cm ³ /100gr	1.67	2.50	1.92	8.90	2.20	2.72	1.09	1.29
Atomic% × 10 ⁻³	3.76	5.63	4.32	20.04	9.56	12.24	6.29	

700°C での抽出量

試料の方が抽出ガス量が多く砂型と湯の反応が矢張り生起されていることが認められる。市販地金の溶湯処理効果は $ZnCl_2$ によるよりも塩素ガス吹込処理の方が寧ろ良好の様である。尤も含有ガス量は試料の最高溶解或は鑄込温度にも影響されるが此処では一般に用いられる溶解及び鑄込温度範囲を選んだものである。

単体金属添加の影響についての一例として Cu 3% を含む合金の抽出量を No. 7 及び 8 に示す。純アルミニウムに比較して抽出ガス量は可成り少いことが認められる。

Fig. 1 は添加元素と含有ガス量についての高橋博士²⁾の実験結果であるが、最近 Opie 及び Grant⁴⁾ は Fig. 2

に示す如く Si 及び Cu の添加によつて抽出ガス量が可成り減少することを報告している。之が多元系軽合金になると Zn, Fe 等の影響が出てきて仮令は市販地金の如き多量のガス抽出が認められ最早や同日に断ぜらるべき問題ではない。

尚、金型及び乾燥型の二者につ

Table. 1

	1	2	3	4	5	6	7	8
処 理	720°C 金型 鑄込	同左 水蒸気 処理 (750°C)	720°C 砂型 鑄込		塩素 処理 (700°C)	$ZnCl_2$ 処理 (700°C)	720°C 金型 鑄込	同左 水蒸気 処理 (750°C)
成 分	純 Al 99.99%	同左		市販地金 Fe 0.18 Si 0.10 Cu 0.05 Zn trace	同左	同左	Al-Cu 合金 Cu 3%	同左

* 茨城大学 ** 同所
Ibargi University ditto,

Fig. 1

Fig. 2

いて常温から各温度での抽出ガス量の関係を比較し結果を Table. 3 に示す。

Table. 3

試料	1	2	3	4
温度				
200°C	trace	0.27 0.61	0.55 1.24	0.99 2.24
400°C	0.51 1.14	2.34 5.27	0.49 1.10	1.58 3.38
600°C	0.62 1.40	1.81 4.08	1.74 3.92	3.50 7.89
800°C	1.64 3.69			cm³/100g Atomic% × 10-3

各温度での抽出ガス量

Fig. 3

この表から判ることは溶融状態で吸収されているガスは凝固時に全て放出されるのではなくて固体状態でもガス含蔵能力のあることである。換言すれば固体状態でもガスの吸収されることを示す一因と考えられる。

Fig. 3(2)はその状態を温度について例示したものであり一般に認められている(1)の如き曲線は当を得ぬものと想われる。又 Table. 3 で興味あることは No. 2 の水蒸気吹込によるガス吸収量の多い試料である。固体でのガス抽出量が純アルミニウムに比して極めて多いことが認められる。之等は凝固時に試料表面近傍にガスが集積した結果と考えられるが、細目に至つては明瞭でない。

2. Grain Refinement による影響

純アルミニウムにおいては、780°Cで水蒸気吹込を行い、この状態における含有ガス量を基準に採り、アルミニウム結晶の微細化処理せるもの等を比較検討して試料の履歴その他を一定としたものである。結晶粒の微細化には良く知られている TiCl_4 処理及び硼砂処理⁴⁾を行つた。 TiCl_4 の場合には Ti が凝固の際に包晶系反応による結晶核として作用し又 Cl_2 による脱ガス効果も考えられるが硼砂の反応は次の如くである。

而もこのBは共晶系微細化に属するもので Al-Ti 系に比して微細化程度は少い。一例として B. 0.075% の添加で結晶粒子は 3% から 1% 近く迄減少することが知られている。

Table. 4 の実験Bは市販地金についての比較を示したものである。Table. 5 の分析結果から判る如く TiCl_4 処理は結晶粒の微細化と同時に脱ガスの顕著なることを示している。之に反して硼砂処理の方は寧ろガスの吸収性が現われていることが実験Aの分析結果から認められ

Table. 4
実験 A の試料の処理

試料番号	1	2	3	4	5	6	7
処 理	水蒸気によるガスの吹込脱ガス処理 Refinement	履歴ある地金 99.9% Al	780°Cにて1 min				
			無 処 理	760°Cにて ZnCl ₂ 処理			
			無 740°C 930°C TiCl ₄ 硼砂処理	無 740°C 900°C TiCl ₄ 硼砂処理	無 740°C 900°C TiCl ₄ 硼砂処理	無 740°C 900°C TiCl ₄ 硼砂処理	無 740°C 900°C TiCl ₄ 硼砂処理
鑄 込	720°Cにて金型鑄込						

実験 B の試料の処理 (市販 Al 地金)

試 料 号	1	2	3	4	5	6
処 理	無処理	700°C Cl ₂ 処理	700°C ZnCl ₂ 処理	740°C TiCl ₄ 処理	900°C 硼砂処理	900°C 硼砂処理 700°C ZnCl ₂ 処理

Table. 5
実験 A の 分 析 結 果

試料番号	1	2	3	4	5	6	7
cm ³ /100gr	1.89	2.98	1.26	2.39	2.22	1.59	1.80

実験 B の 分 析 結 果

試料番号	1	2	3	4	5	6
cm ³ /100gr	8.90	2.20	2.72	—	—	1.42

る。硼砂処理後 ZnCl₂ で脱ガスしたものゝガス抽出量は著しく少くなるがその際における微細化との関連性は定かではない。例えば Al-Si 系合金のシルミンの改良も結晶粒微細化の一現象であるが、その際 Na 添加の代りに Boron を添加することによつて photo. 1 (a)→(c) に示す如く改良作用が行われ、特に (C) に於ける改良組織は見事である⁵⁾。然し乍ら ZnCl₂ による脱ガス処理によりこの組織が消失すると云う一長一短がある。著者の1人は⁶⁾シルミン改良処理が唯単に水蒸気吹込のみによつても行われ得る事実を見出している。以上を考え合せると含有されるガスがアルミニウム中に機械的に介在するのみならず化学的に作用するが如きもののあることは疑いのない所であろう。上述の如く結晶粒の微細化と抽出ガス量の変化については附帯的事項が発生して結論的なものは求められないが微細化と脱ガスを兼備した TiCl₄ の如きもので而も簡便、経済的なものゝ出現は一考に値するものと考えられる。(P. 75へ)

Photo. 1

(P. 78 より)

追 記

この論文は1952年に大半を発表し直ちに茨大工学部報告に掲載の予定であつたが諸種の事情で今日に至つたのである。その間分析装置等を異にし別報“アルミニウム及びその合金の新ガス分析法”とはガス分析価値に於て可成りの差が認められるが上述の実験結果から比較検討を加える可能性のあることを了とされ度い。

終りに臨み、東京工業大学教授森永卓一博士の有益なる御教示に対して衷心より感謝の意を表します。

参 考 文 献

1. 岩村、塩田、藤村：茨大研究報告 5 (1952) 89.
2. 高橋：金属学会誌 5 (1941) 465.
3. W. R. Opie & N. J. Grant : J. Metals. 2 (1950) 1237.
4. 森永、高橋：軽金属名古屋学会講演 (1953)
5. 森永博士の御厚意による。
6. 岩村、塩田：茨大研究報告 4 (1952) 95.