

# Al 及びその合金の諸性質に及ぼす含有瓦斯の影響 (第 3 報) 流動性と含有瓦斯の影響\*\*

岩村 霽郎\* 鹽田 信雄\* 小野崎長英\*

Harerō Iwamura, Nobuo Shioda and Choei Onozaki : Effects of Gases on the Properties of Aluminium and its Alloys (3rd Report). In the proceeding reports we described that the mechanical properties and the corrosiveness of Al and its alloys are influenced by the occluded gases.

In the present report we are able to make it clear that there also is a difference as regards the fluidity between the gas-occluded molten Al and its alloys, and those which are not occluded, by our newly devised apparatus. That is to say, the decrease of fluidity with the increase of absorbed hydrogen is recognised, but the Eötvös'es law is not satisfied.

In this case the fluidity which is adopted in our experiment is indicated by the number of the drops of the molten metal, taking into consideration the following conditions, to which no attention may have been paid in the casting method in a spiral mold, such as (1) the surface tension between the molten metal and the grooves of the mold, (2) the edge effect of the flow, (3) above all, the oxide film of the molten metal.

Besides, the following formula is established

$$n = Kx \frac{1}{m}$$

Where  $n$  : Number of drops ;  $m$  : Mean weight of drops ;  $K$  : Proportional constant ,

(Received December 10, 1949)

## I. 緒 言

前報<sup>(1)</sup>において著者等は Al およびその合金中の含有瓦斯中に水素がその機械試験および腐蝕試験結果に顕著な影響をおよぼすことに就て報告したが、今回報告する流動性試験においても可成りな差違が認められた。流動性の測定には相當複雑な因子が介入し、物理的な粘性の逆数を以つて一纏に定義出来ないことは屢々云はれている<sup>(2)(3)</sup>所であり、また実験装置によつて種々流動性の定義および実験結果に相違を示すものと想はれるが、従來の渦巻狀試験器においてはつぎの缺點がある様に想はれる。

(イ) 熔融金屬が鑄型を充して凝固した場合、先端全部分の影響 (edge effect)。 (ロ) 溝幅の大小により試料の表面張力が可成り効いてくる。 (ハ) 輕合金特に Al およびその合金の場合の酸化被膜の影響。 (ニ) 同時にまた含有瓦斯の影響に關する検討不明瞭性である。以上の 4 點を考慮して著者等は新たに滴下試験装置を考案し、滴下数の多寡を以つて流動性の良否を判定することとした。

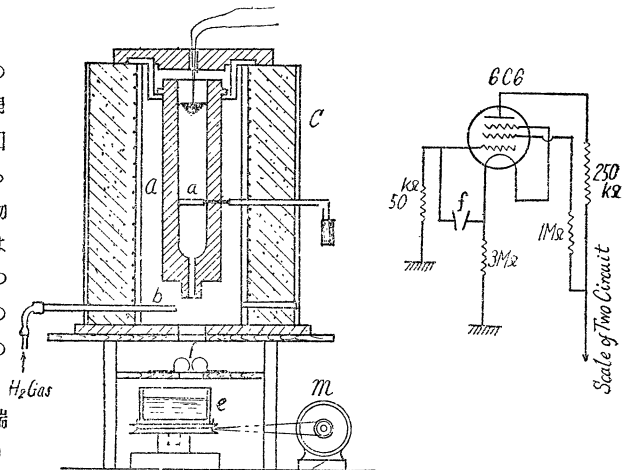


Fig. 1, Fig. 2 Schematic Diagram of the Authors Measurement Apparatus of Fluidity and the Counter Circuit.

## II. 実験装置

Fig. 1 および Fig. 2 は実験装置の全圖並びにその電氣的な計數回路網を示す。Fig. 1 の a は試料注入用金型で外徑 24 mmφ、内徑 15 mmφ、高さ 140 mm であり、その先端に 1.2 mmφ、長さ 25 mm の毛細管が附帶した割型である。b は水素瓦斯送尿管、c は加熱爐であり、金型の

\* 茨城大學工學部

\*\* 昭和 24 年 11 月本會名古屋大會に發表

(1) 第 2 報, 本誌, B-14 (1950) No. 3.

(2) 齋藤, 松川, 鐵と鋼, 17 (1931), 502 .

(3) 澤村, 本誌, 5 (1941), 2.

下端より約3分の1の高さの場所にバタフライバルブdを取付けてある。eはプーリー上に取付けられた内径95mmφの滴下槽であり、mなるモーターで廻轉せしめる。fはスプリングでその両端の端子がFig. 2のfに相當してゐる。熔融金屬が滴下して電圧增幅管6C6のグリッドパイアスが零になつた瞬間、増大した陽極電流を放電管TY66Gの二進法計數装置<sup>(4)(5)</sup>に接続して機械的に記録する様にしたものである。即ち2個の滴下液に對して録數器が一つ動く様にしてある。

### III. 實驗方法及び試料の調製

#### (a) 實驗方法

實驗に當つては毎回熔湯を金型の上面迄充して實驗を行ふ。尙滴下法においては熔融金屬の下部のものから出てくる故、滴は常に新鮮に保つことが出来、少量の酸化物とか塵は上部に浮ぶから出てきた滴面の酸化だけを水素瓦斯を吹込んで防げば可成な酸化防止は行ひうる。

滴下槽e中には水と油の混合等量液を入れ、熔融滴下金屬が冷却速度の比較的遅い油から水中に滴下する様に尙プーリーの廻轉速度を毎分200回轉として可及的に滴下球の現形を保存する様に努めた。實驗方法は主として一定時間中に滴下する數量と温度の關係および重量(1個當りの平均)と温度の關係に就き測定を行つた。

#### (b) 試料の調製

緒言にも述べたごとく含有瓦斯としては特に水素に重點を置き、試料は高純度Al(99.98%)を使用し、これに750°水蒸氣を10sec吹込んだ試料、つぎにAl-Si共晶合金、これを少量のNaFにて處理した改良合金および改良せぬ合金に700°前後で水蒸氣を15sec吹込んだ試料を作成した。

### IV. 實驗結果とその考察

#### (a) 設備實驗

本實驗を行ふに先立ち、内径1.2mmφの毛細管より各試料の滴下し始める初期温度をTable 1に示す。

Table 1

Kind of Specimen	First Temp. of Drop (°C)
Al	670
Al-H	685
Al-Si	580
Al-Si(Modified)	578
Al-Si-H	645

尙この温度において熔融金屬および合金を自由滴下せしめた場合に最後に滴下が停止した後金型の殘量試料を比較してFig. 3に示す。Table 1から知れる様にAlに水蒸氣を吹込んだ試料の滴下温度はAlに比して約15°高くなつてゐる。またAl-Si共晶合金では改良せる試料、無

(4) Wynn-Williams, Proc. Roy. Soc., London, (A), 321 (1932), 295.

(5) 森永, 鹽田, 本誌投稿中。

改良試料および水蒸氣吹込試料の順に滴下温度が上昇し、特に吹込試料では645°の高温にて始めて滴下が認められ

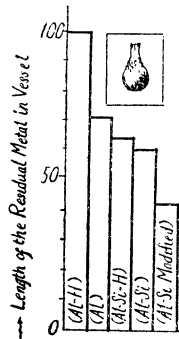


Fig. 3

た。試料の熔融温度からこの滴下温度を差引いた數價に依つても定性的に流動性の良否を判定出来ると思はれる。Fig. 3は左からAl水蒸氣吹込、純Al、Al-Si水蒸氣吹込、Al-Siおよび改良Al-Si合金の金型殘量試料であり、勿論温度に對する補正を行はねばならぬが一應左から順次流動性は良好になつてゆくものと考へられる。尙一般に瓦斯を含有せしめた場合には滴下球の收縮が甚しく扁平に近づき滴下寸前には表面に著しい氣泡の放出が認められる。また滴が落ちず三角錐狀のメニスカスが殘るが、Alとそれに水蒸氣を吹込んだ試料を比較した場合このメニスカス部分の重量比は45mg:65mgである。これは後述するごとく瓦斯含有試料の滴下速度の緩慢な事實と符合するものと想はれる。

#### (b) 滴下速度と温度の關係

前述の6試料に就て熔融温度より800°近邊の範圍に涉つて5sec間の滴下數と温度の關係を測定してFig. 4に

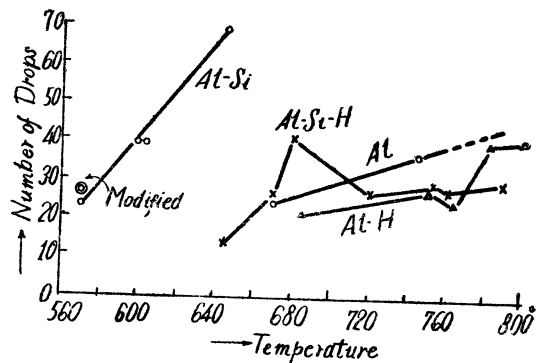


Fig. 4 Relation between Number of Drops and Temperature.

示す曲線を得た。縦軸には滴下個數、横軸には温度を採つてある。Alにおいては多少の屈曲は認められるが、785°近邊まで略々直線的に増加しその後大體一定の滴下數に近づく傾向が認められる。これに反して瓦斯を含有せしめた試料においては純Alに比して5乃至10個の滴下個數の減少を示して745°近邊迄漸次増加してゆくが、その後急速に滴下個數を減少し、765°近邊より再び急速に滴下個數を増加してゐる。750°が水蒸氣の飽和吹込温度でありその後の滴下個數の増加に注意すれば、この温度前後を境として瓦斯の放出あるいは融液中における分解作用等の舉動に何らかの變化があるものと想はれる。つぎにAl-Siの改良合金の滴下個數は改良せぬ試料に比して幾分多い傾向がある。尙Al-Si合金は純Alに比し温度の上昇と共に滴下個數の増加が著しく矢張り多少の屈曲はあるが略々直線的に645°迄増加する。これに反して水蒸氣吹込のAl-Si合金におい

ては 645° から 790° の温度範囲に涉つて著しい曲線の變化が認められる。即ち曲線は 680° 近邊迄漸次増大しその後急速に 720° 近邊迄減少し、780° 前後迄漸増してゐる。純 Al に瓦斯を吹込んだ場合と同様この曲線の顯著な變化にも瓦斯の擧動が大いに關係してゐるものと想はれる。

(c) 滴下平均重量と温度の關係

同様の試料に就て滴下球 1 個當りの平均重量と温度の關係を Fig. 5 に示す。縦軸には重量を mg 單位で、横軸に

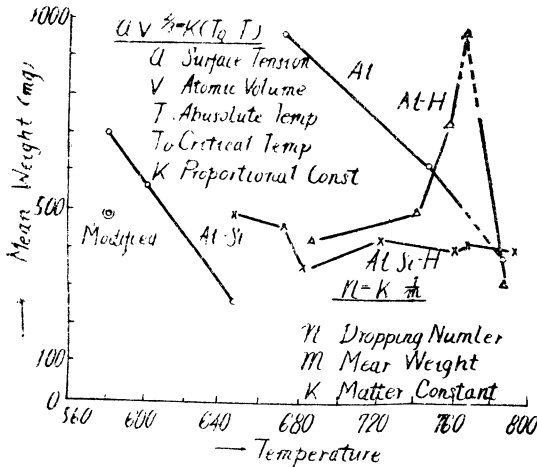


Fig. 5 Results of the Experiments Relating to the Mean Weight at Various Temperature.

は Al 温度を採つてある。純 Al-Si においては mg 度の上昇に伴つて多少の屈曲はあるが、略々直線的に減少し

cm/sec<sup>2</sup> 合金に就てもその曲線には同様のことがいはれる。而も兩曲線は略々平行に降下してゐる。これは今  $\gamma$  重量を加速度を  $\text{cm}$  毛細管の半径を表面張力を  $T$  とした時の式

$$\text{但し } \text{dyne/cm} \cdot \text{mg} = K\gamma T k : \text{const.}$$

から重量が表面張力に比例し、而も表面張力の温度に依る變化は、Eötvös<sup>(6)</sup>に依つて導出せられた

$$aV^{2/3} = K(T_0 - T)$$

に依つて與えられる。但しこの場合の  $a$ : 表面張力,

$V$ : 比原子容,  $T$ : 絶對温度,  $T_0$ : 臨界温度,  $K$ : 萬有常數である。

いそれ故表面張力-重量と温度の間にはある一定の比例關係が成立ち、單體金屬である Al と Al-Si 合金の間にも、温度函數として直線の傾斜の平行なことが認められる。然るに瓦斯を吹込んだ試料においては何れも Fig. 4 の場合と同様特異な曲線を畫き、Eötvös の經驗法則は満足されない。尙 Fig. 5 の曲線を Fig. 4 のそれと比較對稱した場合、重量の増加が滴下數の減少を、逆に重量の減少が滴下數の増加を示してゐることが明瞭に認められ、その間には含有瓦斯の有無に拘はらず次式のごとき關係式が成立する。

$$n = K \frac{1}{m} \quad \text{但し}$$

$n$ : 滴下數,  $m$ : 1 個當り平均重量,  $K$ : 物質に依つて定まる常數。

即ち滴下數と重量とは逆比例の關係にあり、その積は物質に依つて一定するものと考えられる。

(6) Eötvös, Ann. d. Phys., 27 (1886), 452.