

## (29) 鑄鉄のマグネシウム処理に関する研究

神戸鑄鉄所

堀田正之・小野義夫・○藤井保明・菅田 宏

### Study on Magnesium Treatment of Cast Iron.

Masauki Hotta, Yoshio Ono,  
Yasuaki Fujii and Hiroshi Honda.

#### I. 緒 言

最近はダクタイル鑄鉄製造に際して材料鉄の品質向上、熔鉄炉の進歩あるいは Ca, Cr などによる前処理など、製造に関する好条件が整つてきているが、Mg 処理された鑄物には独得な収縮巣およびドロスが発生し、これ等を少なくするために Mg 添加量を少く、しかも歩留りをよくするような処理方法、たとえば不活性ガスによる粉末 Mg の使用、圧力下での Mg 添加法などが工夫されている。しかしこれらは設備器具などが大掛りで、一般に困難をともなうようである。一方 Mg 合金についてもいろいろ検討され、発表されているが、Mg 合金の優劣すなわち歩留り、反応性、発生する引け巣ドロスなどを計量的に示されたものは少ないようである。

今回 Mg の歩留り、反応性、処理方法などについて一般に使われている合金を使用して二、三の実験を行なった。

#### II. 実験方法ならびに実験結果

##### 1) Mg 合金の歩留りについて

原料鉄として釜石ダクタイル鉄 (4.22% C, 1.56% Si, 0.24% Mn, 0.082% P, 0.019% S) を使用し 1500 g をクリプトル電気炉で熔解した。また試験材の Si 値が 2% となるよう Fe-Si (75% Si) を適当に添加した。添加する Mg 合金の種類として 30 Ni-20 Mg-50 Fe Si, 30 Cu-20 Mg-50 Fe Si, 20 Mg-80 Fe Si, 5 Ca-20 Mg-75 Fe Si を用い添加量は熔湯に対して Mg% として 0.1, 0.15, 0.20, 0.25% とした。これを 20φ × 150L の生型に鑄込み底部より 20 mm の位置で検鏡と分析試料を採取し、分光により残留 Mg 量を定量し Mg の歩留りにおよぼす Mg 合金の種類および添加量の影響を調べた。その結果を Table 1 に示す。

Mg 添加%と球状化程度、残留 Mg % との間には可成りのバラツキが認められるが、全黒鉛量に対する球状化黒鉛量が 80% 以上のものを一応ダクタイル鑄鉄に合格したものとすれば、各 Mg 合金における最低 Mg 量はつぎのごとくなる。

0.15% Mg: Ni-Mg-FeSi (30:20:50),

Cu-Mg-FeSi (30:20:50)

0.20% Mg: Ca-Mg-FeSi (5:20:75)

0.25% Mg: Mg-FeSi (20:80)

##### 2) Mg 合金の反応性について

Mg 歩留りと反応性についてもいろいろの発表されているが、合金の Mg の蒸気圧によることが大きいと思われる。合金の蒸気圧を Rault の法則を延長して求めている例もあるが、実際の蒸気圧は求めにくいので反応性は蒸気圧が高ければ高いほど反応中に熔湯が多く飛散すると考え、形状寸法の均一な 10 番黒鉛坩堝を用い、上記釜石ダクタイル鉄 8 kg を熔解した。

予備実験として Cu-Mg (70:30) を Mg として 0.35 % を温度を変えて強制装入し、飛散した湯量を秤量した。(Fig. 1 参照)

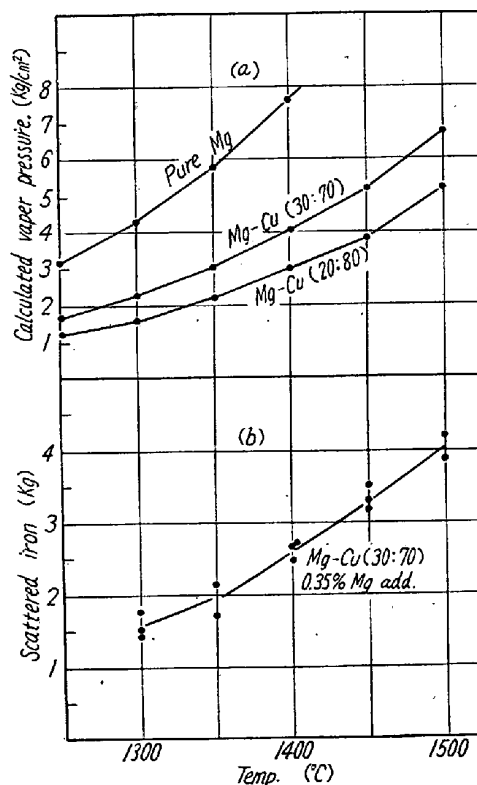


Fig. 1. a) Mg alloy temp.-calculated vapour pressure.  
b) Temp.-scattered iron.

この方法によつて反応性を調査してもよいと考え以下の実験を前述の Mg 合金を用いて行なつた。処理温度を 1400°C とし添加量はすべて 0.3% で行なつた。その結果について Table 2 に示した。

この結果は分散分析を行なつた結果、高度の有意が認められたことから、1400°C における反応性を緩かな順位で示すと、Cu-Mg-FeSi (30:20:50), Ca-Mg-FeSi

Table 1. Effect of Mg addition to molten iron upon the residual Mg content and the degree of spheroidal graphitization (Mg-added at 1400°C)

| Amount of Mg addition | Mg alloy components |                              |                |                              |                |                      |                |                             |                |
|-----------------------|---------------------|------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------------|----------------|-----------------------------|----------------|
|                       | %                   | Ni-Mg-FeSi<br>(30 : 20 : 50) |                | Cu-Mg-FeSi<br>(30 : 20 : 50) |                | Mg-FeSi<br>(20 : 80) |                | Ca-Mg-FeSi<br>(5 : 20 : 75) |                |
|                       |                     | Degree<br>of SG              | Res. Mg<br>%   | Degree<br>of SG              | Res. Mg<br>%   | Degree<br>of SG      | Res. Mg<br>%   | Degree<br>of SG             | Res. Mg<br>%   |
|                       | 0.25                |                              |                |                              |                | 90                   | 0.085<br>0.089 | 80                          | 0.049<br>0.051 |
|                       |                     |                              |                |                              |                | 90                   | 0.093<br>0.075 | 90                          | 0.055<br>0.064 |
|                       |                     |                              |                |                              |                | 90                   | 0.107<br>0.103 | 90                          | 0.057<br>0.058 |
|                       |                     |                              |                |                              |                | 50                   | 0.060<br>0.059 | 90                          | 0.077<br>0.058 |
|                       |                     |                              |                |                              |                | 80                   | 0.044<br>0.059 |                             |                |
|                       |                     |                              |                |                              |                | (80)                 | (0.077)        | (87.5)                      | (0.059)        |
|                       | 0.20                | 90                           | 0.072<br>0.060 | 90                           | 0.108<br>0.097 | 60                   | 0.036<br>0.036 | 50                          | 0.035<br>0.035 |
| 80                    |                     | 0.050<br>0.078               | 90             | 0.081<br>0.081               | 40             | 0.043<br>0.034       | 90             | 0.051<br>0.054              |                |
| 90                    |                     | 0.079<br>0.088               | 90             | 0.127<br>0.114               | 90             | 0.061<br>0.063       | 90             | 0.090<br>0.104              |                |
| 90                    |                     | 0.240<br>0.164               | 90             | 0.060<br>0.063               | 40             | 0.052<br>0.047       | 90             | 0.088<br>0.078              |                |
|                       |                     |                              |                |                              | 90             | 0.061<br>0.063       |                |                             |                |
|                       |                     | (87.5)                       | (0.104)        | (90)                         | (0.091)        | 40<br>(61)           | (0.050)        | (80)                        | (0.067)        |
| 0.15                  | 80                  | 0.054<br>0.047               | 80             | 0.096<br>0.077               | 40             | 0.042<br>0.032       | 60             | 0.047<br>0.040              |                |
|                       | 80                  | 0.059<br>0.056               | 80             | 0.053<br>0.057               | 40             | 0.039<br>0.042       | 5              | 0.031<br>0.031              |                |
|                       | 80                  | 0.061<br>0.068               | 90             | 0.066<br>0.058               |                |                      | 40             | 0.044<br>0.040              |                |
|                       | 90                  | 0.061<br>0.068               | 60             | 0.052<br>0.046               |                |                      | 61             | 0.053<br>0.056              |                |
|                       |                     | (82.5)                       | (0.059)        | (78.8)                       | (0.063)        | (40)                 | (0.039)        | (41)                        | (0.043)        |
| 0.10                  | 15                  | 0.021<br>0.019               | 90             | 0.073<br>0.074               | ( ) = Mean     |                      |                |                             |                |
|                       | 40                  | 0.042<br>0.031               | 15             | 0.055<br>0.054               |                |                      |                |                             |                |
|                       | 5                   | 0.041<br>0.044               | 15             | 0.038<br>0.037               |                |                      |                |                             |                |
|                       | 5                   | 0.031<br>0.029               | 15             | 0.035<br>0.031               |                |                      |                |                             |                |
|                       |                     | (16.2)                       | (0.039)        | (35.8)                       |                |                      |                |                             | (0.049)        |

(5:20:75), Mg-FeSi (20:80), Ni-Mg-FeSi (30:20:50) と成る。歩留りと反応性からみると, Cu-Mg-FeSi (30:20:50) がもつともよいようで, 一方 Ni-Mg-FeSi (30:20:50) は歩留りはよいが, 反応性が大きいことを示している。

### 3) Mg 合金によるドロスの有無

ドロスに関する実験については A. G. Fuller<sup>4)</sup> そのほか数多くの報告があるが, ドロスの量的測定法はなか

なか困難である。今回 Fuller がもちいた試験片を採用して上記 Mg 合金によるドロスの発生量を検討した。釜石ダクタイル鉄 15kg を 10 番坩堝 2 コを用いてクリプトルで熔解し 150×150×35 の板に 1300°C で鑄込んだ。(Photo. 1 参照)

Mg 合金は上記 4 種について行い, 添加量は 1) に示した最低必要量を使用した。鑄込後板を縦に破断しその破面におけるドロスの発生状況を比較することとした。

Table 2. Reactivity of Mg alloys. (tested by total amount of scattered iron at 1400°C)

| Mg alloy components                                | 20Mg<br>5Ca<br>75FeSi   | 20Mg<br>80FeSi          | 20Mg<br>30Ni<br>50FeSi  | 20Mg<br>30Cu<br>50FeSi  |
|----------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Amount of residual iron (kg)                       | 4.160<br>4.565<br>5.145 | 4.810<br>4.480<br>4.310 | 3.055<br>3.975<br>3.690 | 4.980<br>4.960<br>4.935 |
| mean                                               | 4.623                   | 4.533                   | 3.573                   | 4.958                   |
| Order of reactivity                                | ②                       | ③                       | ①                       | ④                       |
| * Calculated vapour pressure (kg/cm <sup>2</sup> ) | 2.0                     | 1.9                     | 2.2                     | 2.3                     |

\* The law of Raoult<sup>3)</sup>

$$P_A - P_{AS} / P_A = X_B = n_B / n_A + n_B$$

(A is more volatile than B)

 $P_A$  vapour pressures of pure solvent $P_{AS}$  " " of solution $X_B$  mol fraction of the solute present in the solution $X_A$  " " A in the solution $n_A$  number of moles of solvent $n_B$  " " of solute

$$\text{since } X_A = n_A / n_B + n_A$$

$$\therefore P_{AS} = P_A \cdot X_A$$



Photo. 1. Test piece.

結果については後述する。

## 4) Mg 処理方法

Mg の歩留り反応性からみると低温処理が高温より優れていることは想像されるが、低温処理で濃厚な Mg を含む熔湯に高温の湯を合せて、健全なダクタイル鋳鉄ができるかどうかをしるため、予備実験として各温度における Mg の歩留りを調査した。実験方法としては釜石ダクタイル鉄 8kg をクリプトル炉で熔解し、処理温度を 1250~1500°C まで変え球状化と残留 Mg とを調べた。使用した合金は 30% Mg, 70% Cu を用い、添加量は Mg% として 0.10, 0.15 の 2 種とした。Fig. 2 にその結果を示す。

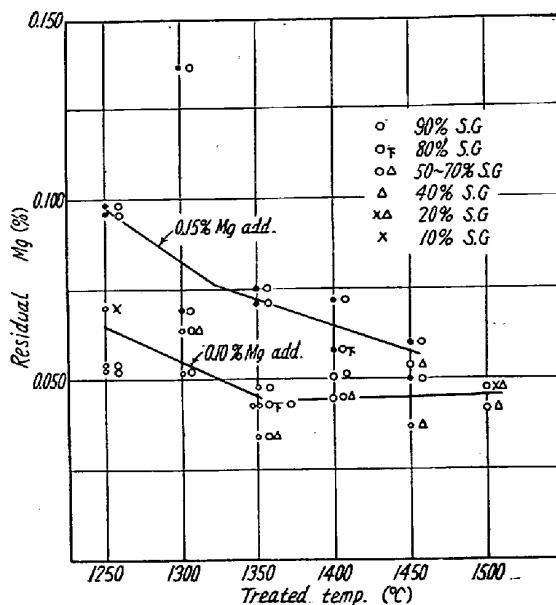


Fig. 2. Treated temp.-residual Mg (tested by Cu-Mg (70:30) alloy)

この予備実験にもとづいて純 Mg の強制装入法で合せ湯を行なった場合と、しない場合とにおける球状化程度、Mg の歩留り、およびドロス発生状況を実験したがこれについては後述する。

## 文 献

- 1) 松本: 鉄と鋼, 45 (1959) No.7 p. 745
- 2) 岡林: 鋳物, 31 (1959) No.4 p. 418
- 3) Dushman, Scientific Foundation of Vacuum Technique p. 764~778
- 4) A. G. Fuller, Dross Defects in Nodular Iron Casting, Research Report No.486, p. 268~285

## (30) 鋼塊鋳型用鋳鉄の繰返し振り試験について

久保田鉄工

米田健三・山下 章・○尼木敏雄・常田 修  
A Study on Repeated Torsion Test of Cast Iron for Ingot Moulds.

Kenzo Yoneda, Akira Yamashita,  
Toshio Amaki and Osamu Tsuneda.

## I. 緒 言

鋼塊鋳型はその中へ熔鋼が注入される時に急熱されて大なる熱応力が作用する。この熱応力によつて割れを発生するのが初期割れである。次いで鋼塊が引抜かれる時には急冷により加熱時とは反対に作用する熱応力を発生する。この繰返される熱応力による疲労現象によつて