

## 研究速報

### 均熱中の合金と合成酸化物の反応\*

佐野幸吉\*\*・伊藤公允\*\*\*・水野信之\*\*\*\*・竹之内朋夫\*\*\*

#### Reaction between Fe-Mn Alloy and Synthetic Oxide at High Temperatures

Kōkichi SANO, Kōin ITO, Nobuyuki MIZUNO and Tomoo TAKENOUCHI

##### Synopsis:

In order to study the effects of temperature on the nature of non-metallic inclusions, measurements were done at 1000~1400°C on the reactions between 5~6% Mn-Fe alloy and synthetic oxide which filled a 5mm dia. and 15mm depth hole in the alloy. The results obtained here are as follows: Many oxide particles, precipitated like a layer around the buried oxide. The thickness of precipitation zone increased with increase in temperature, time of heating and the concentration of FeO in the synthetic oxide. The oxide particles had various shapes including spheres. Size of particles increased as the time increased. It was shown from the analysis by EPMA that Mn concentration in the matrix around the particles of irregular shapes decreased, and that Mn/Fe ratio in the particles increased with increasing temperature and time. Accordingly it is supposed that the oxide particles grow by diffusion of manganese from matrix to the particles. Spheric particles, most of which were made of silica or silicates, distributed throughout the precipitation zone. It is supposed that silicon in these particles came from the synthetic oxide by diffusion.

(Received 27 Dec. 1967)

### 1. 緒 言

鋼が鋼塊となつてから製品となるまでに受ける種々の熱処理による非金属介在物の変化についての研究は少ない。一般に鋼中の非金属介在物は、酸化物系のものが多く、その主成分は  $\text{FeO-MnO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  である。砂疵とよばれている大きな介在物中の  $\text{FeO}$  は、取鋼から鋳型に溶鋼を移す際に、溶鋼と空気との接触により生じこれが溶鋼中にまき込んだものと考えられ、その他の成分は、脱酸剤添加後に浮上しえなかつたものと考えられる場合が多い。このような場合では、 $\text{FeO}$  は酸素ポテンシャルが高く、凝固後でも、地の鋼へ酸素を供給し、介在物組成も変化していくと思われるので、高温度で、非金属介在物が地の固体鉄と、どのような反応をするかを調べるために、簡単なモデルを考え、実験を試みた。

### 2. 実 験

マグネシウムアルツボで電解鉄を溶融し、 $\text{H}_2\text{-Ar}$  混合ガスで脱酸し、これに電解マンガンを加えて  $\text{Fe-5\%Mn}$  合金 (約 0.01% $\text{O}$ , 0.01% $\text{Si}$ ) を作り、これにドリルで、径 5 mm, 深さ 15 mm の穴をあけ、合成酸化物をつめて加熱し、合成酸化物のみを溶融して均熱用試料とした。合成酸化物としては、 $\text{FeO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  系と  $\text{FeO-MnO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  系を用いた。この試料を精製  $\text{Ar}$  雰囲気中でシリコニット炉を用いて、目的温度で均熱した。冷却後、試料を切断研磨し、顕微鏡観察し、EPMA により line scanning して各成分元素の分布を調べた。なお均

熱中の測温は  $\text{Pt-Pt-Rh}$  を用い、コントローラーで、 $\pm 1^\circ\text{C}$  で制御した。

### 3. 結 果

均熱により、合成酸化物と接する合金側に層状に、酸化物粒子が析出した。

#### (1) 温度による析出物層の厚さの変化

一定組成の合成酸化物  $\text{FeO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  (36.7 : 44.1 : 19.2) で均熱温度を変化させたときの析出物層の厚さと時間の関係を示したのが Fig. 1 で、図から明らかに、層の厚さは時間とともに増大し、parabolic rate law にしたがうようである。層の厚さは温度が高くなるにしたがい、加速度的に大きくなることがわかる。

#### (2) 合成酸化物組成による析出物層の厚さの変化

温度を一定 (1400°C) にして、合成酸化物の組成を変化させたときの層の厚さと時間の関係を示したのが Fig. 2 で、層の厚さは合成酸化物中の  $\text{FeO}$  の濃度が大きくなるにしたがつて大きくなる。また  $\text{FeO}$  を含まない合成酸化物 ( $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) では全く析出物が出なかつたから、これらの層は、合成酸化物から合金中へ酸素が移動して生成したものと思われる。

析出物粒子の形は 1 例を Photo. 1 に示すように、角

\* 昭和42年12月27日受付

\*\* 名古屋大学工学部 理博

\*\*\* 名古屋大学工学部

\*\*\*\* 大同製鋼(株)

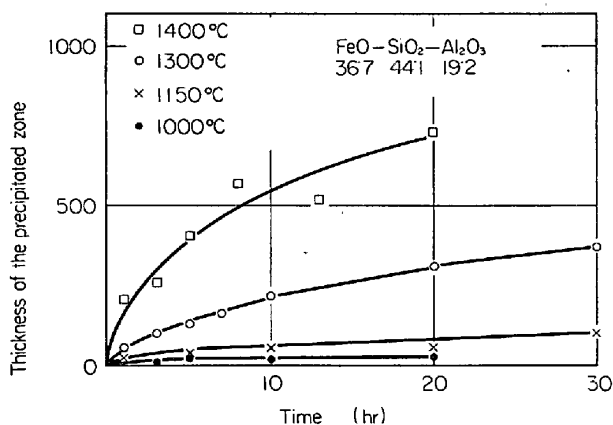


Fig. 1. Effect of temperature on the thickness of the precipitated zone.

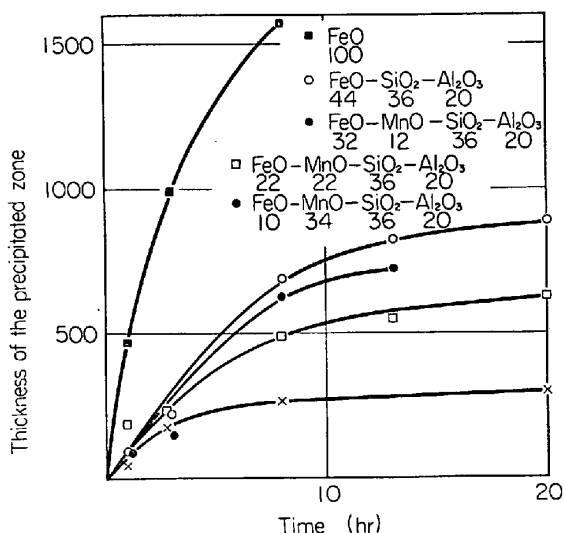


Fig. 2. Effect of FeO concentration in the synthetic oxide on the thickness of the precipitated zone.

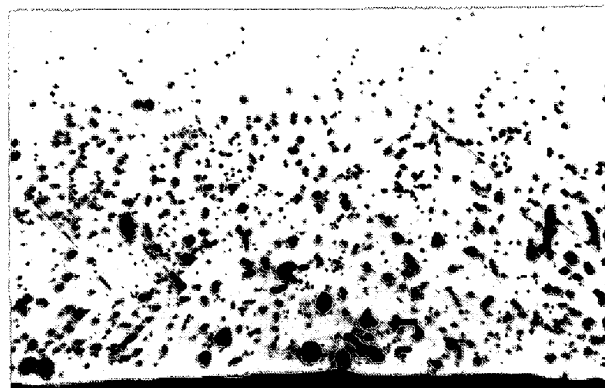


Photo. 1. 1300°C ×100 (7/10)

形から丸形まであり、長く連なっているものもある。偏光顕微鏡で見るとシリカおよびシリケートの存在が認められ、これらはおもに丸形である。他の粒子は、Fe および Mn の酸化物である。長時間均熱するほど粒子は大きくなった。これを EMA により分析すると、粒子中で Mn が高く、その周囲の合金中の Mn は減少していた。均熱時間が長いほど、温度が高いほど、析出物の Mn/Fe 比が大きくなり、合金中の Mn が拡散により粒子中に集まり、成長していくと思われる。シリカ粒子は層の全範囲に分布しており、層の先端部にも多くのシリカが認められた。Fe-Mn 合金中の Si の初濃度は約 0.01% であり、合成酸化物として FeO をつめた試料ではシリカがほとんど生成しなかつたので、このシリカ粒子中の Si は合成酸化物から移動したものであると思われる。このように Si を含有しない地鉄中へシリカがどのような機構で侵入していくかについては検討すべき問題を多く含んでいるがとりあえず、実験事実を報告する。