

(242) Fe-Si-O系溶鉄の凝固過程におけるSiO₂介在物の生成について

東北大 金属材料研究所 〇 坂上 六郎
(現: 日本重化学工業) 笹井 興士

緒言: 鉄鋼中の介在物の分布状態、形態、組成などは凝固過程における介在物の生成挙動によって著しい影響をうけると考えられるが、冷却凝固時の介在物の生成については現在なお不明の点が多い。本研究では、Fe-Si-O系溶鉄からのSiO₂介在物の生成機構を解明しようとするものである。

実験方法: 1600°Cもしくは1645°Cに保持したSiO₂坩堝中の溶鉄やく600gに所定量のSi(0.04~0.85%)を添加し、平衡状態に到達した20分後に高周波の加熱電源を切断し、温度が1555°Cであるいは1600°C, 1555°Cに低下したとき、Cuサンプラー(内径4mm)、シリカチューブ(4mm)、シリカサンプラー(10mm)などで1回目の試料を採取する。以後図1の手順で冷却加熱をくりがえし、2回目以降も上記の各温度で試料を採取し、介在物の生成状況を詳細に観察した。

介在物の粒度分布: 図2には、1600°CでSi 0.1%添加後1555°Cの各時点①, ②, ③, ④でシリカチューブによって採取した試料中の介在物の粒度分布を示した。介在物は大、中、小と大きさの異なる、しかしながらそれぞれがほぼ均一な大きさの3種類の粒子から成りたっており(小粒子には樹枝状介在物が含まれる)、このうち大、中粒子の粒径は冷却加熱のくりがえしに伴って増大する。

大、中粒子の粒子数変化: 大粒子数はSi添加量、試料採取法に無関係に①回目~ $5 \cdot 10^6 \text{ cm}^3$ から④回目~ $5 \cdot 10^4 \text{ cm}^3$ と冷却加熱のくりがえしとともに次第に減少する。一方中粒子はSi添加量が高く、冷却速度の違い採取法では減少し、また②回目以降増加する傾向を示す。

介在物の分布状態: 大粒子は試料の断面にat randomに分布する。これに対して中粒子は試料外周部のdenuded zoneの内側に形成されているセル状凝固組織のセルの内部に、また小粒子はセルの境界部に選択的に存在している。denuded zoneの中は100~200 μ であるが、Si添加量が高く、冷却速度の違い試料では増大する。セル間隔は10~100 μ で、冷却速度の違い試料ほど大きい。

粒子形態: SiO₂粒子の形態は冷却加熱のくりがえし、Si添加量、浴の攪拌状態などによって著しく変化する。1例として、Si 0.1%添加、シリカチューブによる試料採取では、大粒子は①, ②回目はすべて球形であるが、③回目以降からraspberry type(写真1, 右)の介在物が多数生成する。中粒子にも③回目以降double-leaf type(写真1, 左)やraspberry typeの介在物が多数発生するようになる。しかしながら小粒子には形態、大きさの変化は認められない。

これらの事実から、大粒子は冷却過程で生成したもの、また中粒子は試料の凝固時固液界面の前で、さらに小粒子は最終凝固相であるセルの境界部に生成したものと断定することができ。

さらに1645°Cから冷却した場合、1600°C, 1555°Cで採取した試料の大粒子数はよく一致しており、大粒子の成長は μ オーダーに成長した粒子の衝突・凝集によるものではないことが確認された。

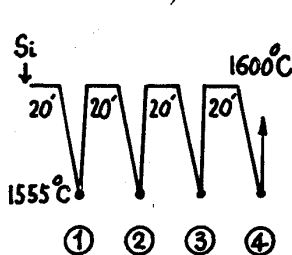


図1. 実験手順

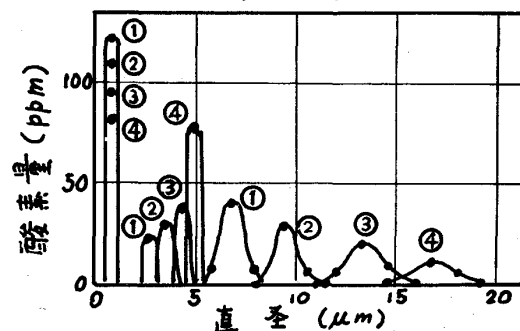


図2. SiO₂介在物の粒度分布

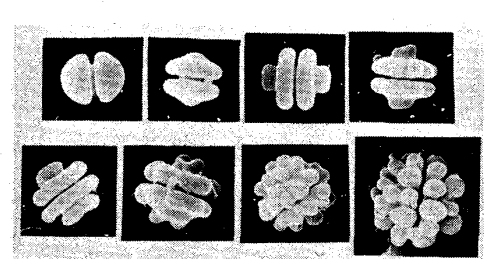


写真1. Double-leafとRaspberry Type