

(185)

炭酸水凝固時の気泡の生成と抑制

( 鑄型内電磁攪拌によるリムド相当材の連鑄化技術の開発-3 )

新日本製鐵 広畑製鐵所 ○竹内栄一 藤井博務 有馬良士  
四本松雅彦 工博・大橋徹郎

1. 結 言

リムド相当材の連鑄化を行なう上で、凝固時発生するCO気泡の制御は重要な問題の一つである。前報<sup>1)</sup>では、鑄型内電磁攪拌による鑄片表面気泡の抑制について述べた。本報告では、この現象を基礎的に解析すべく、炭酸水凝固時のCO<sub>2</sub>気泡の生成、ならびに抑制について検討した。

2. 方 法

図1に実験装置の概要、表1に実験条件を示す。エチルアルコールとドライアイスで冷却剤によって炭酸水を一方向凝固させ、回転子により凝固界面に所定の流速を付与した。凝固シエルは断面を写真撮影し、気泡の発生状況について調査した。

3. 結 果

炭酸水凝固時の気泡生成を定量化するにあたり、CO<sub>2</sub>の固液分配について調査した。図2に凝固厚Sと分配係数 $n_{CO_2} (=C_l/C_s)$  (C<sub>l</sub>:溶液中のCO<sub>2</sub>濃度、C<sub>s</sub>:シエル中のCO<sub>2</sub>濃度)の関係を示す。凝固初期では $n_{CO_2} = 0.15 \sim 0.20$ であるが $S \geq 5$ mmにおいては $n_{CO_2} \approx 0.12$ とほぼ一定である。炭酸水を静かに凝固させた場合、 $C_l = 200 \sim 250$ mg/lを遷移域として、これ以上の濃度で気泡が発生した。図3に示すようにC<sub>l</sub>値の増加に伴い気泡径dは増大する。また凝固厚により気泡径が変化するが、これは凝固速度の影響であると考えられる。次に凝固界面に流動を与えつつ凝固させた場合においては、流速Vが増大するにつれ気泡径は小さくなり、一定流速以上になると気泡は完全に抑制される。図4に気泡抑制に必要なC<sub>l</sub>と流速Vの関係を示した。なお、流動による凝固界面からの気泡の浮上は観察されなかった。

4. 考 察

以上の実験結果に基づき、流動による気泡抑制のメカニズムを次のように推定した。本実験の系においてはBurtonの式が成立し、拡散境界膜厚δが(1)、(2)式のように表わされると仮定すると、流速Vの時の界面での濃化度 $I_v (=C_i/C_l)$ は(3)式で示される。このモデルにより気泡の発生限界を計算したところ図4の破線のようになり、実測値とのよい一致をみた。

$$\delta = \alpha / \sqrt{V} \quad (1)$$

$$\alpha = (D_{CO_2} \sqrt{V} / f) \ln(1 - n_{CO_2}) / (1/I^* - n_{CO_2}) \quad (2)$$

$$\frac{(1/I_v - n_{CO_2})}{(1 - n_{CO_2})} = \left( \frac{1/I^* - n_{CO_2}}{1 - n_{CO_2}} \right) \sqrt{V_0 / V} \quad (3)$$

(記号) D<sub>CO<sub>2</sub></sub>: 炭酸水中のCO<sub>2</sub>の拡散係数 (cm<sup>2</sup>/sec)

V<sub>0</sub>: 静止凝固時の自然対流速 (cm/sec)

f: 凝固速度 (cm/sec), n<sub>CO<sub>2</sub></sub>: 平衡分配係数 (=C<sub>i</sub>/C<sub>s</sub>)

C<sub>i</sub>: 凝固界面のCO<sub>2</sub>濃度 (mg/l), I\*: 静止凝固時の界面濃化度

文献 1) 竹内ら: 鉄と鋼, 66 (1980), S797

2) A. W. Hills et al.: Kinetik metallurgischer Vorgänge beider Stahlerstellung, P438

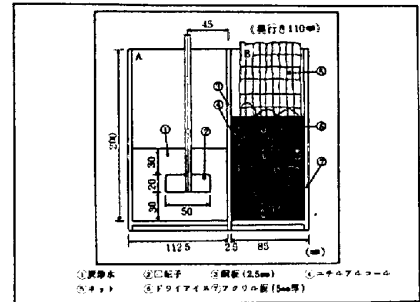


図1 実験装置の概要

表・1 実験装置の概要

炭酸水中のCO <sub>2</sub> 濃度	80~2740 mg/l
炭酸水の温度	3.0°C
冷却材の温度	-70°C
凝固前面の流速	0~1.28 cm/sec

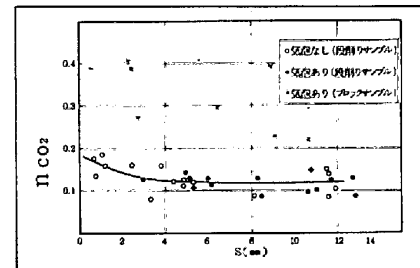


図2 CO<sub>2</sub>の固液分配

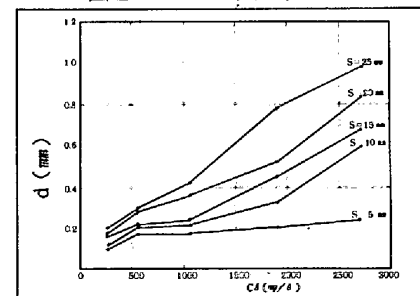


図3 CO<sub>2</sub>濃度と気泡径の関係

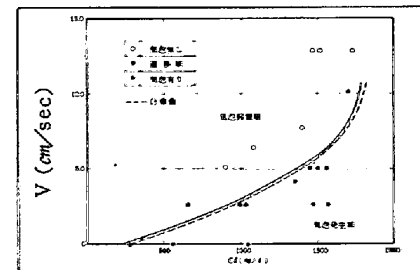


図4 気泡抑制におけるCO<sub>2</sub>濃度と流速の関係