

(176) RHにおける環流量測定及び推定について

新日鐵鋼板製鐵所 製鋼部

桑原達朗

設備部

三村満俊

○森 幸治

技術研究部

梅沢一誠

田中武司

1. 緒言

RHにおける精錬反応は環流量と密接な関係があり、この環流量を測定及び推定する手法を持つことは操業上、ぜひ必要である。本報では当所にて確立した合金添加法による環流量測定方法と、それにより得られた実測データ及び理論より導出した環流量推定式について報告を行う。

2. 合金添加法による環流量測定方法

RH処理中に合金を連続的に添加を行った場合、RH槽内の物質バランスより以下の式が成り立つ。

$$W \frac{dC_v}{dt} = Q (C_{in} - C_{out}) + A \quad (1)$$

$$C_v = C_{in} + \Delta C \quad (\Delta C = \text{一定}) \quad (2)$$

(1), (2)式より、

$$W \frac{dC_{in}}{dt} = Q (C_{in} - C_{out}) + A \quad (3)$$

従って、

$$Q = \frac{1}{(C_{out} - C_{in})} (A - W \frac{dC_{in}}{dt}) \quad (4)$$

(4)式中の C_{out} 、 C_{in} を上昇管、下降管直下にて

連続サンプリングを行う事により、環流量を算出できる。

3. 環流量推定式について

気泡の浮力によるエネルギー E_1 と摩擦損失により失われるエネルギー E_2 のバランスを求める。

$$E_1 = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV = \frac{GRT}{60 \times 22.4} \ln(P_1/P_2) \quad (5)$$

$$E_2 = \frac{\rho Q u^2}{2} (\zeta_a + \zeta_c + \frac{\xi_b}{\phi^2 b} + \xi_d + \frac{\lambda L}{\phi_{in} D} + \frac{\lambda L}{D}) \quad (6)$$

(5), (6)で $E_2 = \eta E_1$ とすることにより、

$$Q = K G^{1/3} D^{4/3} \{ \ln(P_1/P_2) \}^{1/3} \quad (7)$$

$$K = \frac{60}{1000} \sqrt[3]{\frac{\pi^2 \rho^2 R \eta}{60 \times 22.4 \times 8 (\zeta_a + \zeta_c + \frac{\xi_b}{\phi^2 b} + \xi_d + \frac{\lambda L}{\phi^2 D} + \frac{\lambda L}{D})}} \quad (8)$$

(7)式の妥当性を水モデル実験にて確認を行った。(図1) これより広範な領域で行われた諸データがよく整理できており、本推定式が妥当なこと及びKは一定とみなせることがわかる。図2に実機測定データと(7)式との相関を示す。各データともよく直線にのっており、実機RHの環流量は(9)式となる。

$$Q = 11.4 G^{1/3} D^{4/3} \{ \ln(P_1/P_2) \}^{1/3} \quad (\text{ton/min}) \quad (9)$$

4. 結論

上記のごとく、環流量測定方法及び推定手法を確立した。
<参考文献>

(1)小野ら; 電気製鋼Vol52(1981)

P.149~P.157

(2)住田ら; 川鉄技報Vol15(1983)

P.60~P.65

(3)中川ら; 鉄と鋼Vol71(1985)S909

(記号)
A:合金添加速度(TON/min)
C:合金濃度(%)
D:合金添加管径(m)
E:合金添加管長さ(m)
G:合金添加流量(NL/min)
H:合金添加管深さ(m)
L:合金添加管長さ(m)
P:合金添加管圧力(TON/min)
Q:合金添加管流量(m³/s)
R:合金添加管半径(m)
T:合金添加管温度(°K)
U:合金添加管流速(m/s)
V:合金添加管流量(TON)
W:合金添加管流量(TON)
X:合金添加管流量(TON)

ρ:密度(kg/m³)
φ:ポイド率
(添字)
in:上昇管入口
out:下降管出口
a,b:上下管入口、出口
c,d:真空管入口、出口
v:真空管

TABLE1. EXPERIMENTAL CONDITION

G (NL/min)	D (mm)	P ₁ (TORR)	P ₂ (TORR)	H (mm)	WORKS
6.4, 12.9	100	724	476	476	NSC
32.0	100	724	676	676	HIROHATA
11.0	120	727	450	450	NSC(4)
22.5	120	300	450	450	OOITA
33.5	120	100	820	820	
11	40	745	190	190	DAIDOU (1)
24	50				
48	70				
73	50			255	

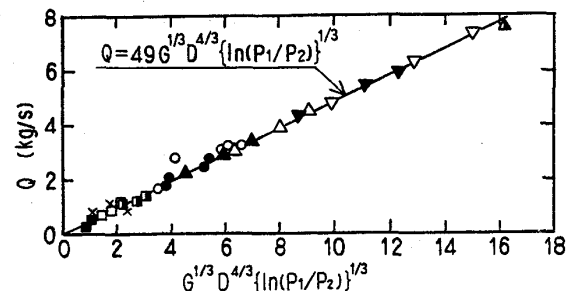


Fig.1. Relation between $G^{1/3} D^{4/3} \{ \ln(P_1/P_2) \}^{1/3}$ and Q in water model experiment

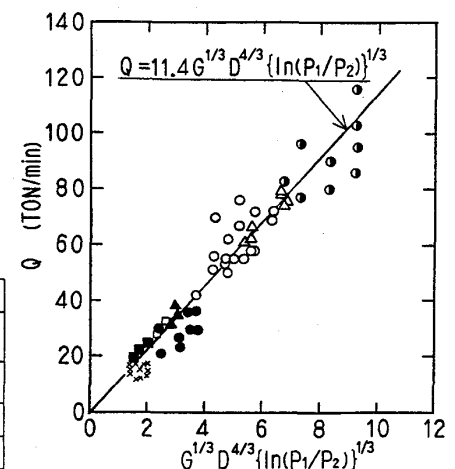


Fig.2. Relation between $G^{1/3} D^{4/3} \{ \ln(P_1/P_2) \}^{1/3}$ and Q in molten steel experiment

TABLE2. EXPERIMENTAL CONDITION

D (m)	G (NL/min)	P ₁ (TORR)	P ₂ (TORR)	WORKS
0.30	400	760	0.5	KAWASAKI (2)
0.40	5	5	5	CHIBA <RI>
0.45	2000	920	20	MIZUSHIMA
0.30	500	760	1	NSC
0.42	1600	760	3	HIROHATA <Si>
0.20	250	760	0.1	GOUDOU
0.25	~500			OSAKA <RI>
0.24	100	760	0.1	NSC
	~300			HIROHATA <RI>