

新日本製鐵㈱ 大分製鐵所 小倉正美 ○中川淳一

鈴木信邦 國中朝夫 平田達朗

1. 緒言 ガス利用率 η_{CO} 、ガス温度等から間接的に推定しているガス流速を直接測定することで炉内メカニズム解明の精度が大きく向上することが期待される。このため、高炉塊状帯ガス流速計の開発を行ったので、その概要を報告する。

2. 原理 (1) 炉内に挿入したプローブ冷却水の給排水温度差より受熱量 Q_T を測定する。 Q_T はガスからの対流伝熱量 q_C と輻射伝熱量 q_R で構成されている。 $Q_T = q_C + q_R$ ①

(2) Q_T から②式により輻射伝熱量 q_R の影響を除外し、対流伝熱量 q_C を求める。 $q_R = 4.88 \times C \times \{ (T_s + 273)/100 \}^4 - \{ (T_p + 273/100) \}^4$ ②

T_s : 装入物表面温度, T_p : プローブ表面温度, C : 輻射係数

(3) 対流伝熱量 q_C からガス側熱伝達係数を算出し、④式のRanz-Marchallの式¹⁾を利用して、ガス流速 U_g を計算する。

$$h = q_C / (T_g - T_p) \text{ ③}$$

$$= (\lambda_g / dp) \cdot \{ 2.0 + 0.6 (C_g \cdot \mu_g / \lambda_g)^{1/4} (\rho_g U_g dp / \mu_g)^{1/2} \} \text{ ④}$$

h : ガス側熱伝達係数, T_g : ガス温度, λ_g : ガスの熱伝導率, C_g : ガス比熱, μ_g : ガス粘度, dp : プローブ径, ρ_g : ガス密度

3. オフライン・テストによる原理の検証

3-1 テスト装置 Fig 1のような充填層に水冷二重管プローブを挿入し、冷却水給排水温度、ガス温度等を測定した。

3-2 輻射伝熱量の推定 Fig 2に示すように、受熱量 Q_T の測定値から④式による対流伝熱量の計算値を減じることで輻射伝熱量が求まる。これより、輻射伝熱量は、②式の係数 $C = 0.9$ とすることで計算により求まることが判明した。

3-3 Ranz-Machall式適用の妥当性 ④式より対流伝熱量は、

$$q_C \propto U_g^{1/2} \cdot dp^{-1/2} \text{ ⑤}$$

で整理できる。 q_C の U_g 及び dp に関する関係をFig. 3, 4に示した。グラフの勾配より⑤式の関係が満たされていることがわかりRanz-Marchall式の適用の妥当性が検証できた。

4. 実炉テスト結果 Fig 5に新日鐵大分製鐵所2BFシャフト中部ゾンデを利用して行った実炉テスト結果を示す。中心流が発達したガス流速分布が測定できた。

5. 結言 高炉塊状帯ガス流速計の開発を行い、測定原理の確認ができた。今後、本センサーを活用し、高炉々内のメカニズム解明と装入物分布制御アクションに結びつける為、信頼性向上、精度向上に務めたい。

文献 1) 化学工学便覧(丸善)

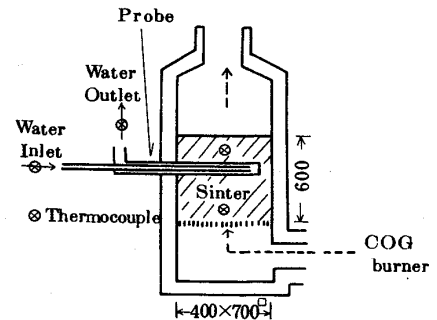


Fig.1 Test equipment

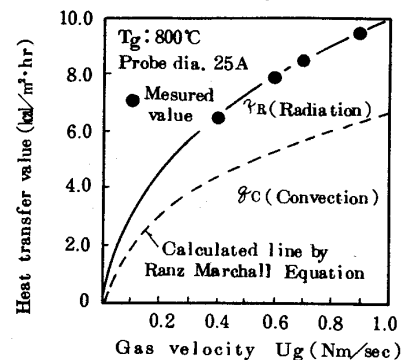


Fig.2 Example of experimental results

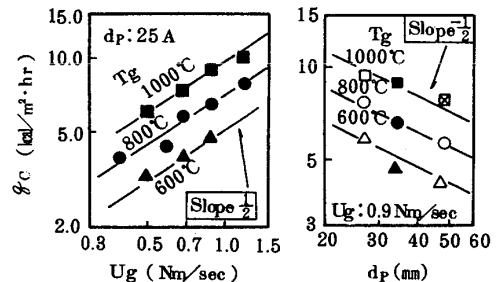


Fig.3 Relation between qc and Ug

Fig.4 Relation between qc and dp

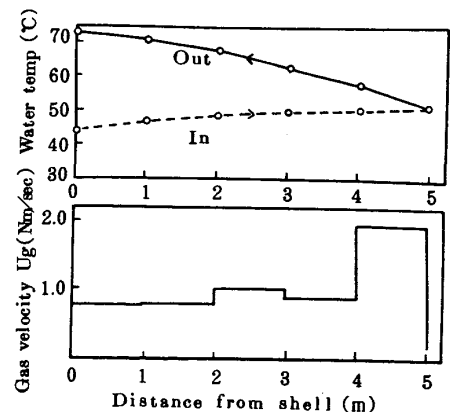


Fig.5 Results in Oita 2BF