

(32) 高炉炉床における湯面形状の検討

(高炉下部ガス流れの冷間模型実験-才3報-)

住友金属中央技術研究所

○羽田野 道春
竹内 正幸
栗田 興一

I. 緒言

高炉の大型化, 高压化に伴ない, 出鉄荒れ現象が多発するようになり, 出鉄時における炉内圧と残鉄率の管理が問題になっている。炉内圧の分布はガス流れの分布によって決定され, これが同時に湯面レベルの形状をも支配していると考えられる。この観点から, 冷間模型及び理論解析により, 湯面形状に及ぼす諸因子の影響を検討した。

II. 実験装置及び結果

実験は 1000mm x 500mm x 45mm の透明アクリル製平板模型を用い, 充填物にはアルミ球 (径3, 5, 7mmφ) を使用した。羽口径は18mmφとし, Reynolds 数 5 x 10⁴ ~ 2 x 10⁵ の範囲で実験を行なった。液体としては水及び水+グリセリン系を用い, 動粘性を可変とした。さらに出鉄をしている時としていない時の比較も行なった。

出鉄をしていない場合の実験結果の一例を次に示す。

i) 平均湯面レベルが高いほど, また風量の多いほど湯面の傾きは大きい。(Fig. 1)

ii) 炉床に存在するコークスの粒子径が小さいほど, 湯面の傾きは大きい。(Fig. 2)

iii) 湯面レベルが高く, かつその傾きが大きいほど, 送風を中止した場合における羽口への液体逆流が起き易く, 現場のノロ逆流現象と一致している。

等の事実が明らかになった。

III. 理論検討

以上の実験結果を, 高炉内ガス流れに関する数式モデルによりシミュレートすることを検討した。

基礎式としては, Forchheimer の式を用い, 流れの関数型により, 次式を導入した。

$$\frac{\partial P}{\partial X} = - \left\{ a \sqrt{\left(\frac{\partial \Phi}{\partial X}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi}{\partial Y}\right)^2} + \frac{b}{Re} \right\} \frac{1-\epsilon}{\epsilon} \frac{1}{Dr} \frac{\partial \Phi}{\partial Y}$$

$$\frac{\partial P}{\partial Y} = - \left\{ a \sqrt{\left(\frac{\partial \Phi}{\partial X}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi}{\partial Y}\right)^2} + \frac{b}{Re} \right\} \frac{1-\epsilon}{\epsilon} \frac{1}{Dr} \frac{\partial \Phi}{\partial X}$$

P: 圧力 (kg/m²) ε: 空隙率 (-) Dr: 粒子径 (m)

Re: レイノズル数 (-) a, b: 常数

レースウェイの境界条件, および常数 a, b については, 実験値を採用した。

このモデルにより, 送風量 1000 l/min, 粒子径 3mmφ 平均湯面レベル 20cm の場合における湯面形状をシミュレートした結果を Fig. 2 中の黒丸曲線で示す。

実測値と理論値は, ほぼ一致している。

IV. 結言

高炉炉床における湯面形状に及ぼす各因子の影響を, 冷間模型と理論解析により検討した。

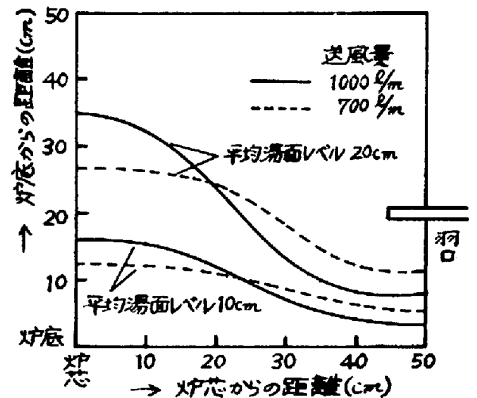


Fig. 1 湯面形状と送風量の関係 (充填物 3% Al球)

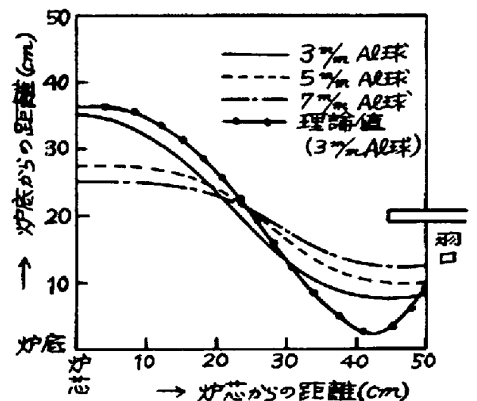


Fig. 2 湯面形状と充填物の大きさの関係 (送風量 1000 l/min, 平均湯面レベル 20cm)