

(23)

高炉出鉄樋用流し込み材の開発

日本鋼管㈱ 技研・福山 ○西正明

福山製鉄所 梶川修二 中島龍一 伊藤春男

1 緒言 当社は高炉出鉄樋のライニング法として従来のスタンプ法に代り、流し込み法を昭和52年9月福山3高炉に導入した。それ以降、施工および材質面に種々の改良を加え、福山5高炉、扇島1, 2高炉へと逐次適用範囲を拡大化し、作業環境の改善、省力化、炉材原単位の低減に大きな成果を上げている。本報では主として流し込み材の開発経過について述べる。

2 流し込み工法の概要 熱間での施工法は出鉄閉塞後、冷却時間を置いて樋内部の地金、ノロを除去し、型枠をセットした後、次の手順で流し込み施工を行なう。

(1) 予め粒度調整されたドライな粉末材料を大型ミキサーに装入し、水を添加して十分に混練する。

(2) 混練材をベルトコンベアーあるいはホッパー台車で樋内まで搬送し、数本の棒状バイブレーターを使用し、流し込みを行なう。

施工終了後、自然養生し、脱枠後直ちに乾燥を行ない使用に供する。福山高炉の場合、養生時間は1～2 hr、乾燥時間は7～8 hrである。

3 流し込み材の開発経過 1) 大樋用材料 流し込み材の基本的な考え方は従来のスタンプ材の配合をベースに高温での焼結強度を重要視する考え方をもとに出発し、これまで種々の改良を行なってきた。その間の材質面の大きな変遷は(i)高温での焼結(ii)作業性の改善(iii)乾燥の安定性(iv)組織の均一性(v)高強度品の開発などである。ところで、高炉樋材の具備すべき特性としては耐スラグ侵食性、耐熱衝撃性および耐摩耗性が大きいことなどが一般的にあげられているが、これらの特性は定性的であり曖昧である。そこで、数種類の材料についての実炉損傷因子7項目と材料品質特性26項目の相関性調査ならびに福山5高炉大樋をモデルとした有限要素法による樋内部の伝熱解析を行ない、具備すべき特性の定量化を検討した。図1に検討結果の一例を、表1に品位評価基準を示す。表1の特性の中で、特に強度比(1500℃加熱後/1100℃加熱後)は使用時の剥離程度を示す指数として重要な意味を持つ。すなわち、炉壁は片面加熱されることにより、任意の温度勾配下にさらされるが、高温域が中温域よりも焼結強度が大きすぎると、冷却時に、これら領域の境界付近で収縮差に起因する大きな引張り応力が発生し、加熱面に平行なキレツを生成し、剥離損傷を引き起こす。品位評価基準をもとに最近開発した高強度、高耐スラグ性材料の使用結果は従来材に比べて損耗速度はかなり減少し、原単位も約15%低減した(0.589 $\frac{Kg}{t}$ → 0.498 $\frac{Kg}{t}$)。

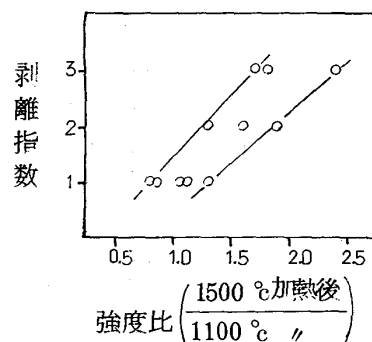


図1 剥離指数と強度比の関係

2) 溶鉄樋、傾注樋用材料 溶鉄樋については特に耐溶鉄性を重視した材料を導入当初から現在まで継続使用している。また、傾注樋については耐摩耗性、容積安定性にすぐれた材料(キレツ、剥離防止のためスチールファイバーを少量添加)を使用している。

4 結言 高炉出鉄樋のライニング施工法として流し込み法を導入するに当たり、主として大樋用材料について品位評価基準を定量的に検討し、得られた結果を基に材質の改善を行ない、実使用において大きな成果を上げた。

文献 1) 梶川ほか; 鉄と鋼, 64(1978) S561

表1 大樋用材料の品位評価基準

具備すべき特性	数値
(1) 熱間曲げ強さ (at 1400℃)	>15 $\frac{Kg}{cm^2}$
(2) 見掛気孔率 (1500℃加熱後)	<22%
(3) 圧縮強さ [曲げ強さ] (1100℃加熱後)	>300 $\frac{Kg}{cm^2}$ [60 $\frac{Kg}{cm^2}$]
(4) 圧縮強さ / 曲げ強さ (1100℃加熱後)	<0.8
(5) 強度比 (1500℃加熱後 / 1100℃加熱後)	0.8～1.2
(6) スラグ侵食率 (1500～1550℃×4hr)	小なるほど良好