

(163) 取鍋の流込み施工の開発(第1報—取鍋の流込み材料の開発)

日本鋼管(株)福山製鉄所 三橋 博 田口喜代美 森下紀秋
福山研究所 ○西 正明

品川白煉瓦 市川健治 浜崎佳久

1. 緒言 当社福山製鉄所においては、過去10年間スリンガー方式による取鍋の内張り施工を実施している。その間、原単位の低減、鍋回転の安定化において、十分にその役割を果たしてきた。しかしスリンガー材料はその施工プロセスにおける特異性から粒度構成に制約があり、大粗粒あるいは多量の微粉、超微粉の使用は難しい。一方、流込み材料では、流動性に対する配慮を怠らなければ幅広い粒度構成にすることが可能であり、高充填密度の施工体が得られる。本報では、操業条件が最も苛酷な250t取鍋に流込み材料を適用するに当たり、大きな問題点となった使用中の剝離損傷について、そのメカニズムと対策を述べる。

2. 損傷メカニズムの調査 250t取鍋の操業条件は、溶鋼温度1660~1680℃、溶鋼滞留時間2~3時間、CO比率93%、RH比率25%で、保温蓋は使用していない。本取鍋における使用中の剝離損傷は熱負荷の大きい取鍋下部から起こり、次第に取鍋上部へと移行していく。この剝離損傷の主たる要因は片面加熱後の組織の不均一性に基づく一種の構造的スポーリングであると考えられる。すなわち、図1に示す如く、片面加熱されることにより、高温部の表面から50~60mmの層は焼結が進み、大きな収縮を起こすが、その背面の層はほとんど焼結せず、容積変化も小さいため、これらの層の境界付近には大きな引張り応力が発生し、加熱面に平行なキレツが生成する。このキレツは長時間の取鍋の加熱、冷却の繰返しにより次第に成長し、溶鋼の侵入を誘発して、ついには剝離損傷を生ずる。

3. 材質の改善指向

損傷メカニズムの調査から得られた知見をもとに剝離損傷に対する材質改善として片面加熱後の組織を均一にする方法を指向し、高温部での焼結抑制と中間温度部での強度向上を図った。図2は微粉部の焼結性を検討した一例を示す。粘土量が多くなると、1500℃の高温加熱後と1000℃の中温加熱後との曲げ強度に大きなギャップが生じる。一方、粘土量を少なくし、超微粉を添加することにより1500℃の高温加熱後の焼結が抑制され、1000℃の中温加熱後の強度が向上し、曲げ強度のギャップが小さくなる。片面加熱後の組織の均一性を示す指数としては、1500℃の高温加熱後曲げ強度と1000℃の中温加熱後曲げ強度との比率が有効であり、この比率が小さいほど組織は均一である。

4. 使用結果

曲げ強度比率(1500℃加熱後/1000℃加熱後)の異なる材質を実鍋に使用し、剝離損傷の実態を調査した。剝離損傷は曲げ強度比率が小さいほど少なく、この剝離損傷の減少により鍋寿命は現在、安定して80chを達成している。250t取鍋に常用化されている流込み材料の品質例を表1に示す。

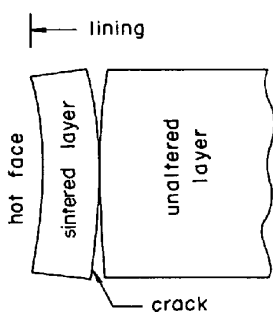


Fig. 1 Cracking model

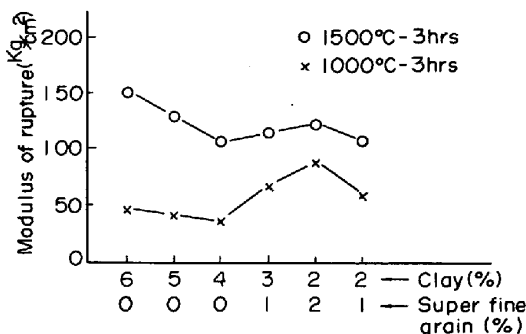


Fig. 2 Effect of clay and super fine grain for sintering

Table 1. Properties of casting material for 250t ladle

| Chemical composition (%) | Al ₂ O ₃ | 1.6 |
|--|--------------------------------|--------|
| | SiO ₂ | 50.2 |
| | ZrO ₂ | 46.6 |
| linear change (%) | 1000°Cx3hrs | + 0.63 |
| | 1500°Cx3hrs | + 1.81 |
| modulus of rupture (Kg/cm ²) | 1000°Cx3hrs | 23 |
| | 1500°Cx3hrs | 42 |
| apparent porosity (%) | 1000°Cx3hrs | 23.0 |
| | 1500°Cx3hrs | 24.3 |
| water content (%) | | 6.0 |