

転炉装入側 MgO-C れんがの改善

Improvement of MgO-C Bricks for Charging Side Wear Lining of LD Converter

NKK 京浜製鉄所 桑野 清吾*・須藤新太郎・長岡 博
品川白煉瓦(株)技術研究所 永井 汎・伊東 克則

1. 緒言

当所では平成2年7月のNO.2高炉休止に伴い、NO.1高炉1基稼働体制になっている。しかし、粗鋼量はそれほど減産しておらず、転炉での冷鉄源使用比率が増加している。そのため転炉の装入壁れんがの損傷が大きくなった。この対策として特殊ピッチ粉末を添加したMgO-C れんがを使用し、高耐用結果が得られたので報告する。

2. 転炉装入側炉壁用MgO-C れんがの考え方

転炉の装入側炉壁用れんがは、(1) スラグに対する耐食性、(2) 溶鋼に対する耐摩耗性 (3) 溶銑や装入スクラップに対する耐衝撃性、耐スポーリング性等が要求され、転炉の中でも損傷の大きな部位である。当所の場合、特に前述の(3)の影響が大きいと考えられ、装入壁用れんがの延命方向として現状MgO-C れんがの熱間強度の向上を図った。この手法として、(1) 黒鉛添加量の低減 (2) 金属添加量の増量および細粒化等を考慮したが、これらの手法だけでは耐スポーリング性の低下が懸念されるため、高残炭率の特殊ピッチ粉末を添加することにより耐スポーリング性の低下防止を図るとともに600℃付近の中間温度域からの強度向上効果も期待した。

3. 特殊ピッチ粉末のMgO-C れんが諸特性に及ぼす影響

黒鉛量20%クラスのMgO-C れんがをベースに特殊ピッチ粉末の添加量を変えた試料を作成しその諸特性を調べた。

3. 1. 熱間強度

図. 1 に特殊ピッチ粉末添加量2X試料と無添加試料の熱間強度の比較を示す。特殊ピッチ粉末添加試料は200℃から600℃での強度低下が無添加試料に比較して小さく、600℃付近からの強度が向上する。これは加熱によるピッチの膨張を極力抑制した高残炭率の特殊ピッチ粉末が、より効果的な液相炭化によって低温度域から強固なカーボンボンドを生成するためと考えられ、フェノールレジンだけをバインダーとして使用している従来のMgO-C れんがとは異なった特徴を有している。

3. 2. 耐スポーリング性

図. 2 に特殊ピッチ粉末添加量の異なる各試料の熱衝撃破壊抵抗値 R'' を示す。特殊ピッチ粉末の添加量が増加するにつれて熱衝撃破壊抵抗値 R'' は高くなり耐スポーリング性が向上する。

そこで図. 3 に示すような溶銑中にれんがを浸漬後、水冷する急熱、急冷のスポーリング試験を実施しその効果を確認した。1サイクル後の添加量2X試料と無添加試料の切断面写真図. 4に見られるように特殊ピッチ粉末添加試料のほうが、き裂の発生量は少なく熱衝撃破壊抵抗値 R'' 評価と同様の結果となった。

これらのことから特殊ピッチ粉末の添加によって耐スポーリング性が改善されると考えられる。これは特殊ピッチ粉末の添加により強固なカーボンボンドが生成し高強度化することと、特殊ピッチ粉末中の揮発分による空隙が熱応力緩和(弾性率の低下etc)に寄与するためと推察している。

平成 3年11月 1日受付 (Received Nov. 1, 1991)

* Seigo Kuwano (Keihin Works, NKK Corporation, 1-1 Minamiatarida-cho Kawasaki-ku Kawasaki 210)

3. 3. 耐食性

図. 5に侵食試験結果を示す。特殊ピッチ粉末の耐食性に及ぼす影響は少量であれば無添加試料と略同等であり、添加量が3X以上に増加すると耐食性が低下する。これは特殊ピッチ粉末の残炭率が高いとはいえ、添加量が増えると揮発分の絶対量が増加し、しかもピッチの炭化収縮などによりれんが組織がポーラス化するためと考えられる。

4. 転炉装入側炉壁用 MgO-Cれんが改善品のラボ試験評価

2項の考え方にに基づき改善したれんがの品質特性を表. 1に示す。改善品Bの耐食性は従来品Aに比較して約10%向上した。耐スポーリング性については図. 3に示した溶銑浸漬スポーリング試験では略同等の結果であった。

耐摩耗性の評価に関しては、常温ではサンドブラスト法等があるが熱間ではまだ決め手となるような試験方法がないのが現状である。筆者等は一つの試みとして図. 6に示す試験方法で熱間での耐摩耗性を評価した。本方法は電気炉の中でSiCを介して石臼のように回転により試料を摩耗させ、その摩耗寸法で摩耗量を評価するもので、図. 7に示すように改善品Bは従来品Aに比較して約20%向上している。しかしながら参考に焼成MgOれんがの測定値を記したがMgO-Cれんがよりかなり小さい結果となった。一般的に熱間強度はMgO-Cれんがのほうが焼成MgOれんがより高い。本方法では熱間強度の高いものが必ずしも摩耗量が小さいとはいえない結果となった。材質間もしくはボンド形態によって摩耗量が異なるのか否か、さらに検討する必要がある。

熱間での耐衝撃性については、鉄球等を一定距離から落下させる方法やシャルピー衝撃試験による方法等があるが、まだ有効な定量評価が成されていない状況であろう。今回特にこの評価試験は実施していないが、熱間強度および熱衝撃破壊抵抗値R²の高いものが耐衝撃性に優れると考えた。以上の試験結果をもとに改善品Bを実炉試験に供することにした。

5. 実炉試験結果

5. 1. 従来品Aと改善品Bの張り分け試験結果

試験範囲は転炉の装入側を中心に張り分けを実施した。図. 8に1636heat後のレーザーによるれんが残厚測定結果を示す。溶銑や装入スクラップ投入の影響を大きく受ける20~29段の平均残厚を比較すると、従来品Aに対し改善品Bは16%良好な結果が得られた。なお1600heatまでの平均溶銑配合率は79%であった。

5. 2. 使用後れんがの解析結果

使用後れんがをサンプリングし切断面および稼働面の反射顕微鏡下組織観察を実施した。図. 9の切断面写真に見られるように、改善品Bのほうが稼働表面が滑らかで酸化層も薄い。改善品Bの稼働面から約30mmの部位にき裂が認められるが貫通したものではない。図. 10の鏡下観察では両サンプル共に強固なスラグ層を形成しているが、従来品Aのほうがややマトリックス部の先行損傷が大きく、反応界面の空隙も多く観察される。付着スラグの輝度は比較的高くFe-oxideを多く含んでおり、またMgO粒周辺がリム状に輝度が高くしかも粒鉄の生成が認められることから、れんが稼働面近傍は液相酸化の影響を強く受けていると考えられる。

これらのことは割れない範囲で酸化防止を図ることが装入側れんがの延命に寄与すること

を示唆しており、酸化防止と高強度化は対策上合い通じるものがあることから2項で述べた筆者らの改善品の考え方の正当性が実証されたと考えている。

6. 結 言

転炉装入側炉壁用 MgO - C れんがの高強度化を実施し従来れんがに比較して高耐用結果が得られた。高強度化を図るに当たっては耐スポーリング性の低下が懸念されたが、特殊ピッチ粉末を添加することにより耐スポーリング性が改善された。現在改善品を常用しており安定使用されている。

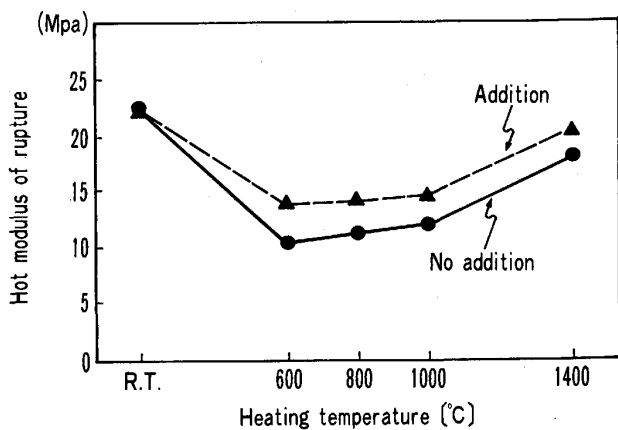


Fig. 1. Change of Hot modulus of rupture

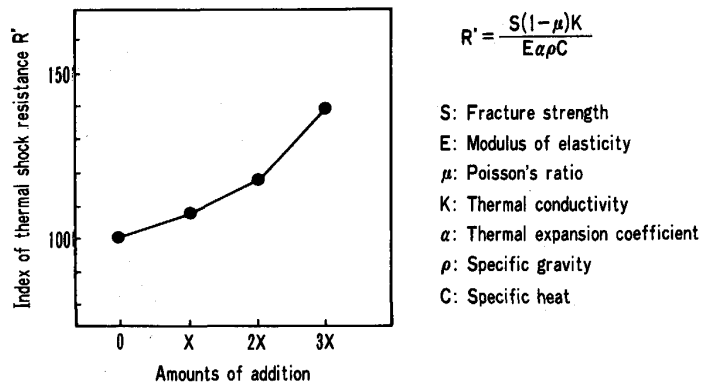


Fig. 2. Relation between R'' and amounts of addition

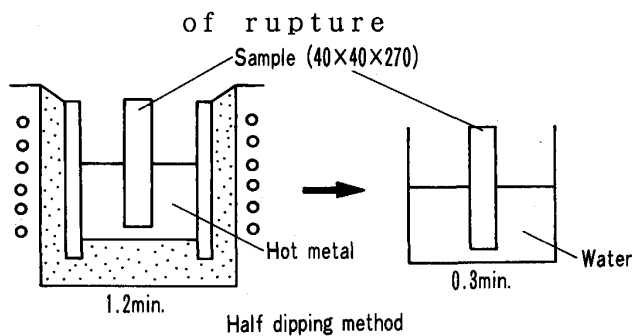


Fig. 3. Spalling test apparatus

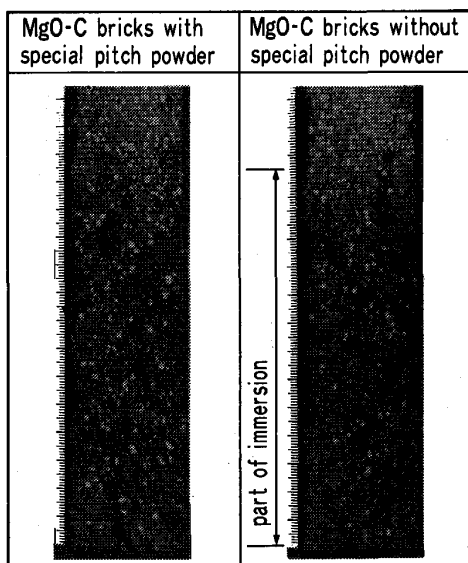
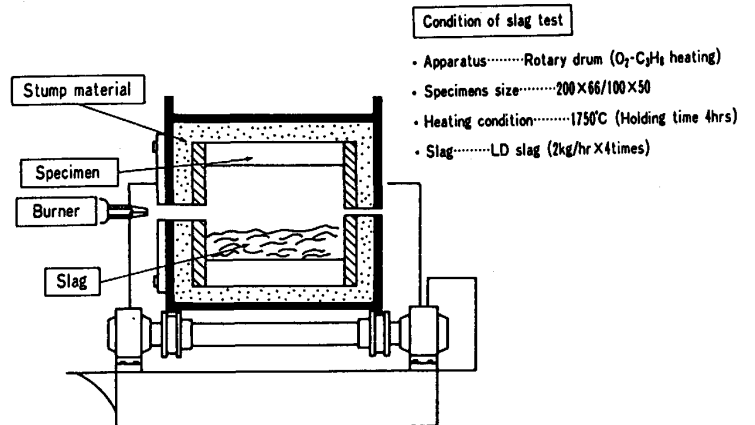


Fig. 4. Cut face after spalling test

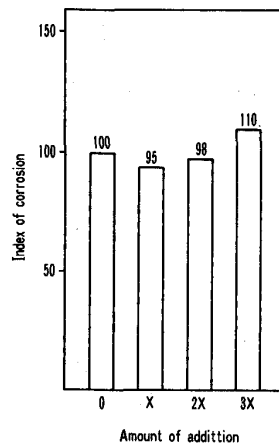


Fig. 5. Results of corrosion test by BOF slag

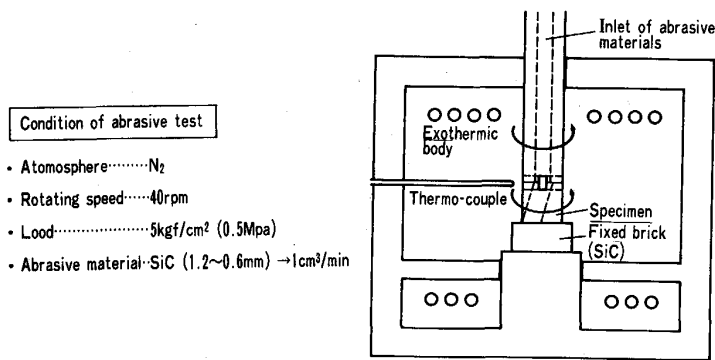


Fig. 6. Abrasive test apparatus

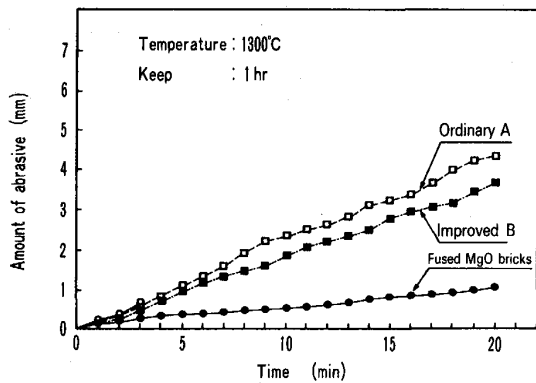


Fig. 7. Effect of abrasive test

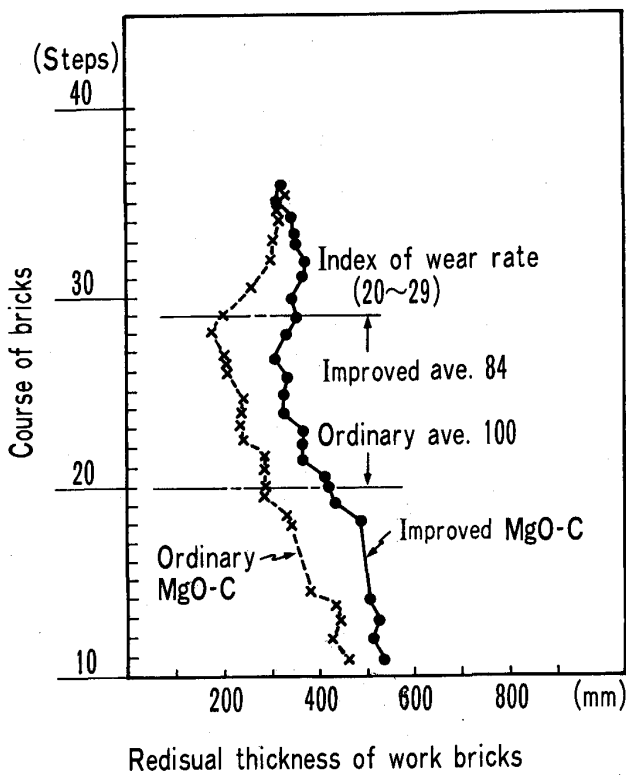


Fig. 8. Residual thickness of after 1636 heats

Table. 1 Properties of tested bricks

	Ordinary bricks A	Improved bricks B
Chemical composition (%)		
MgO	73	78
C	22	17
General properties		
Apparant porosity (%)	2.3	2.3
Bulk density (g/cm³)	2.88	2.92
Crushing strength (Mpa)	42(430kgf/cm²)	49(500kgf/cm²)
Modulus of rupture (Mpa)		
RT	17(170kgf/cm²)	18(180kgf/cm²)
at 1000°C	15(150kgf/cm²)	20(200kgf/cm²)
Properties after heating at 1000°C (reducing atmosphere)		
Apparant porosity (%)	8.9	8.9
Bulk density (g/cm³)	2.83	2.89
Crushing strength (Mpa)	25(260kgf/cm²)	39(400kgf/cm²)
Modulus of rupture (Mpa)	6(60kgf/cm²)	10(10kgf/cm²)
Modulus of elasticity (Gpa)	31.4 (3200kgf/mm²)	31.4 (3200kgf/mm²)

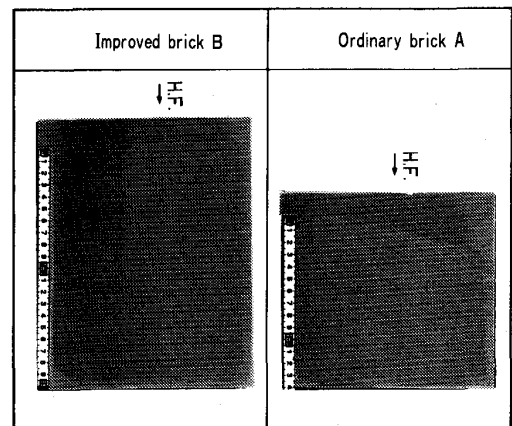


Fig. 9. Cut face of MgO-C bricks after used

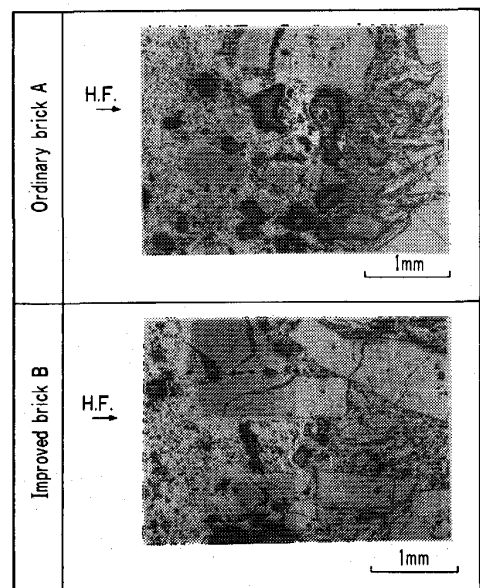


Fig. 10. Microtexture of near hot face after used