

取鍋不定形耐火物の新乾燥・加熱設備

The Drying and Heating Equipment of Monolithic Ladle Refractory

(株)神戸製鋼所加古川製鉄所 小田原隆一*・柿坪幸男・藤原義己
 機械・エンジニアリング事業部 落合勇司・大熊賢一
 神鋼メックス(株) 北原義之
 波戸口守一

1. 緒言

溶鋼取鍋は転炉から鑄造設備まで溶鋼を運搬する耐火物容器で、溶鋼による溶損や転炉出鋼時の熱衝撃等を受けるため、劣化した耐火物を定期的に補修している。従来、この補修では定形の耐火煉瓦を内張りする作業となり、熟練と重労働を要していた。そこで、取鍋耐火物の補修作業を合理化する目的で、表層耐火物の不定形化を実施した。

乾燥前の不定形耐火物は水分を6～7%含み、かつ強度が不十分であるため、爆裂防止の観点から定形耐火物と比較して緩やかな乾燥が必要となる。しかし、従来の乾燥・加熱装置において緩やかな乾燥を行うと取鍋内で不均一な加熱となり、乾燥加熱時間が長くなることが予想された。そこで、生産性と省エネルギーを達成するため、乾燥・加熱を効率的に実施できる装置および制御方法を開発し、1992年4月より設備化した。

本報では、新乾燥・加熱設備の概要と加熱特性について報告する。

2. 不定形化した取鍋の概要と乾燥・加熱装置の機能

図1に取鍋における定形と不定形の耐火物施工比較を示す。従来、取鍋のパーマ耐火物として二重のロー石煉瓦を使用し、ウェア耐火物に高アルミナ質煉瓦を施工していた。今回の不定形化では取鍋側壁にパーマ耐火物としてロー石と中アルミナ質煉瓦を採用し、ウェア耐火物に高アルミナキャストブルを用いる構成とした。

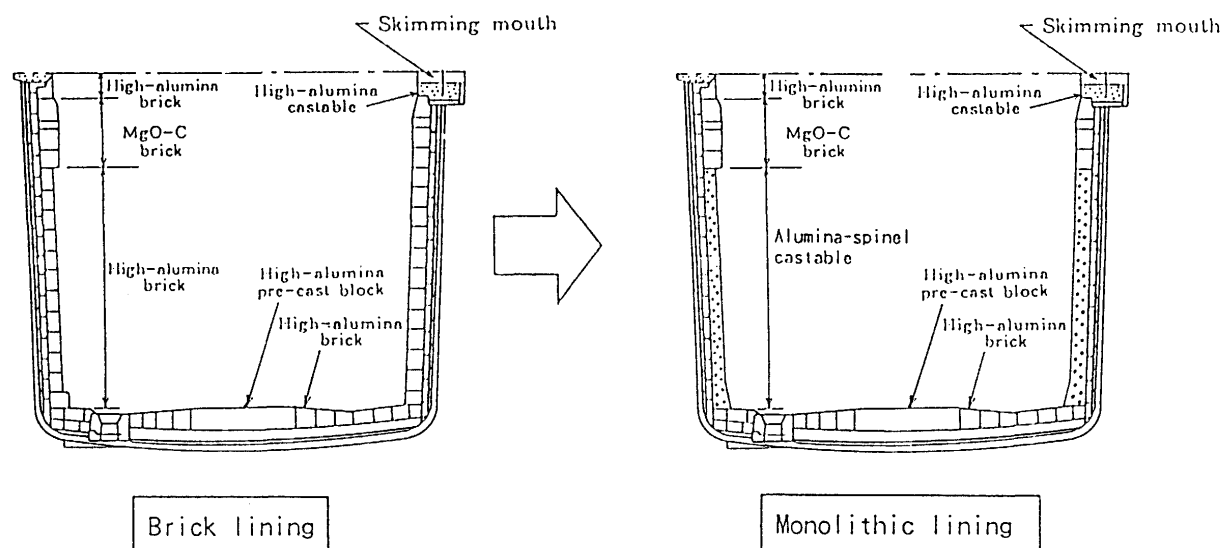


Fig.1 Comparison of ladle lining between brick lining and monolithic lining

平成4年11月13日受付 (Received on Nov. 13, 1992)

* Ryuichi Odawara (Kakogawa Works, Kobe Steel, Ltd., 1 Kanazawa-cho Kakogawa 675-01)

乾燥前の不定形耐火物は自然硬化させるだけでは煉瓦よりも強度が弱く、6～7%の水分を含んでいるため急速加熱を行うと、不定形耐火物強度を上回る水蒸気が発生し爆裂を引き起こす可能性がある。そこで、不定形耐火物の背面温度が110℃程度に達するまでの乾燥期においては、緩やかな昇熱が必要となる。乾燥・加熱装置において、生産性と省エネルギーを達成するため、次のような機能を持たせた。

- ① 爆裂防止と乾燥時間の短縮を図るため、不定形耐火物施工部分を均一加熱する。
- ② 不定形耐火物の背面温度が110℃昇熱後、急速加熱を行う。

3. 従来設備における乾燥・加熱特性

定形耐火物の場合、昇熱速度の制約が殆どないため高負荷燃焼により急速加熱を実施していた。一方、不定形耐火物の場合爆裂防止のため緩やかな昇熱が必要となるため、乾燥時の燃焼量は低下する。従来設備は低負荷燃焼に対応しておらず、燃焼空気を一定に空気比で制御していた。その結果バーナからの噴出流速が低下するとともに燃焼ガス量も少なくなり、燃焼ガスの大部分は取鍋内の上部で排気側にショートパスしていた。

図2に従来設備における不定形耐火物の乾燥・加熱特性を示す。下部の昇熱速度は上部に対して遅く、乾燥末期の表面温度において約250℃の温度差を生じている。その結果、下部における不定形耐火物の背面温度が110℃に達するのに63時間を要し、上部に対して昇熱速度は1/3程度で遅い。

そこで、低負荷燃焼の乾燥期において、下部の昇熱速度を上部程度まで引き上げる均一加熱技術を開発し、乾燥時間の短縮と省エネルギーを目指した。

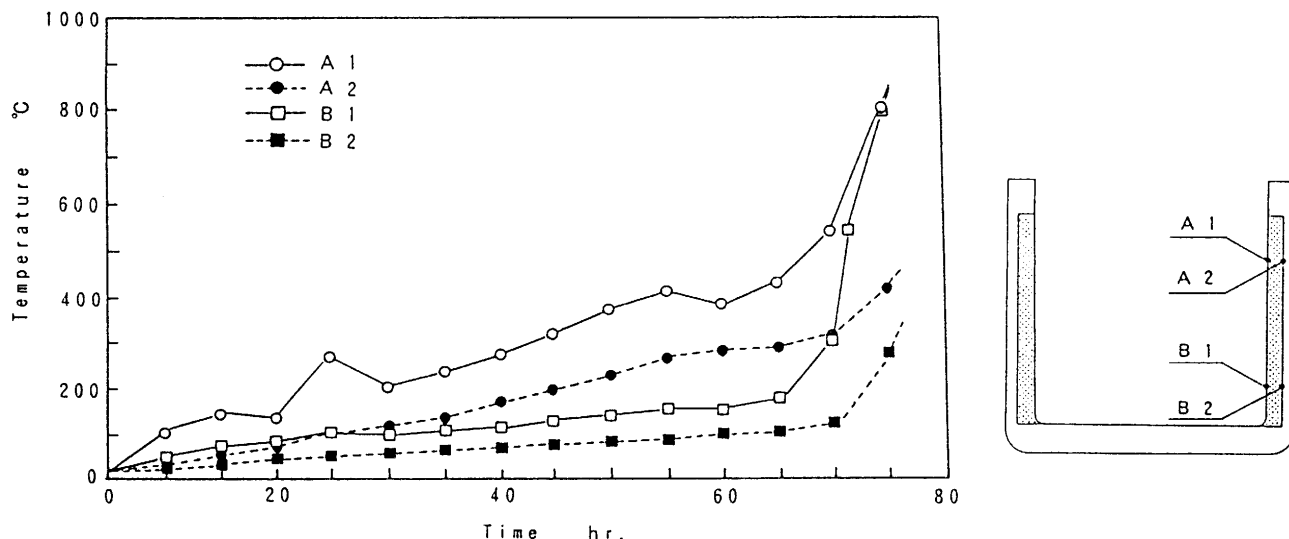


Fig.2 Transition of refractory temperature at conventional equipment

4. 新乾燥・加熱設備の概要と加熱特性

新乾燥・加熱設備のバーナでは、取鍋下部に燃焼ガスを十分供給し昇熱速度を高めることおよび乾燥時の低温状態でも安定した燃焼を確保することが重要となる。図3に新乾燥・加熱設備の構成を示す。燃焼空気は1次空気と2次空気に分け、1次空気により安定した火炎を形成させ、2次空気の流れにより取鍋内の燃焼ガスを攪拌し、均一加熱を図っている。

特に、低負荷燃焼時には空気流量が低下し攪拌力も弱まるため、図4のようにCOGの低流量側で空気比を高め、2次空気による攪拌力を維持している。

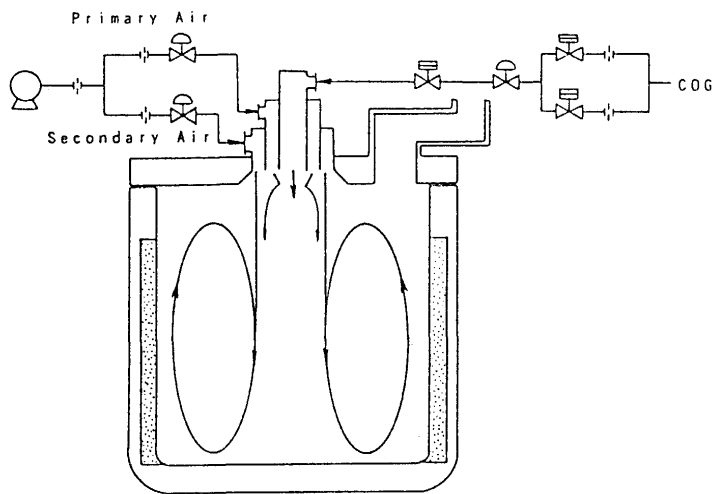


Fig.3 Schematic illustration of new drying and heating equipment

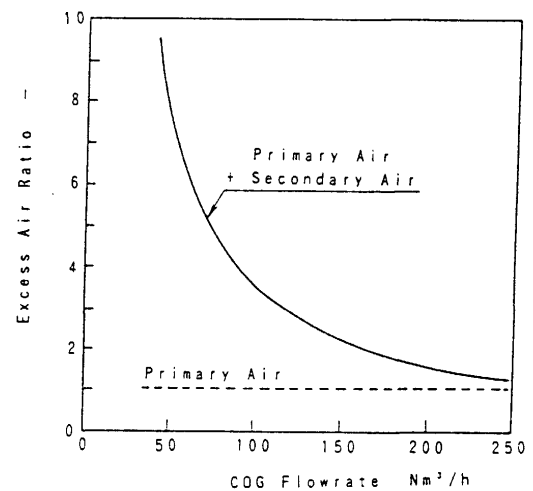


Fig.4 Relation between COG flowrate and air ratio

図5に新乾燥・加熱設備における乾燥・加熱特性を示す。耐火物温度として取鍋側壁の円周方向と高さ方向にそれぞれ3断面で表面と背面の18点を測定した。表面温度はほぼ円周方向と高さ方向とも同じ昇熱速度となり、30℃以内で均一加熱を達成している。また、背面温度においても最低温部が110℃を通過するのは22時間で、従来と比較して約1/3に短縮できている。

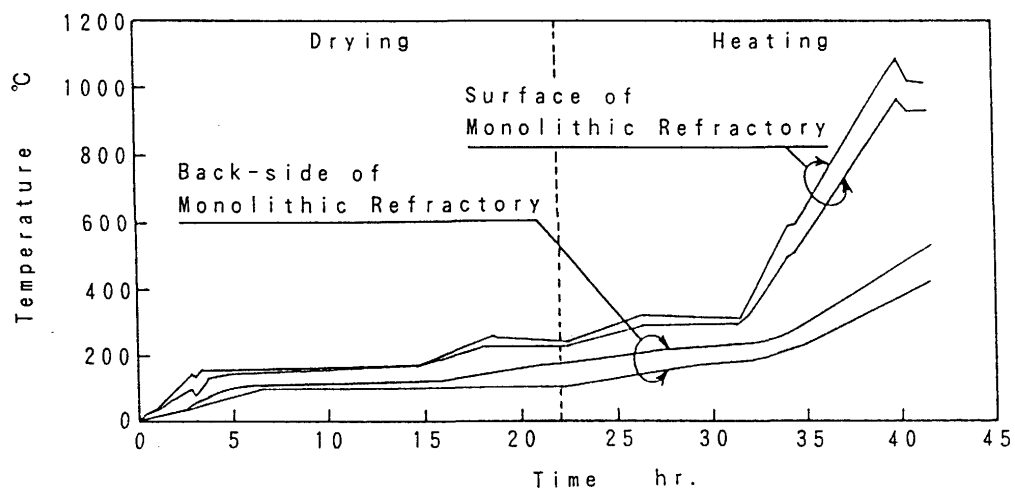


Fig.5 Transition of refractory temperature at new equipment

5. 結言

取鍋耐火物の不定形化に対応して、均一加熱に適した新乾燥・加熱設備を開発した。実機適用の結果、表1に示すように、加熱時間を大幅に短縮するとともに、燃料使用量を62%節減した。

今後、不定形耐火物の施工拡大に合わせて制御方法の最適化と設備の改造を行い、生産性の向上と省エネルギーを追求していきたい。

Tab.1 Comparison of heating performance

Item	Conventional	New
Temp. difference on the surface	250 °C	30 °C
Drying time	63 hr	22 hr
Total Heating Time	72 hr	39 hr
Fuel consumption	13,600 Nm ³ /heat	5,200 Nm ³ /heat