

熱風炉の改修

Relining of Hot Stove

川崎製鉄(株)水島製鉄所

柴岡富美男*・金谷 弘・秋山信治
藤田昌男・小野力生

1. 緒言

水島の熱風炉は、建設または改修以来2高炉が19年、3高炉が15年、4高炉が17年と長期に稼動を続けている。現状の問題点としては、ドーム鉄皮の応力腐食割れ、蓄熱室の珪石壁及びチェッカー煉瓦の変態脆化による崩壊が上げられる。現在2高炉及び4高炉熱風炉は1基ずつ順次改修中である。以下に鉄皮応力腐食割れ対策、蓄熱室珪石煉瓦の変態脆化対策、ドーム直結型熱風炉構造等について報告する。

2. 鉄皮の亀裂状況

Table 1. Condition of Hot Stove at Mizushima Works.

Table 1に示す様に鉄皮亀裂は、鉄皮内面へキャストブルライニングをしていない2高炉と4高炉に多数発生しており、ライニングしている3高炉ドーム部には殆ど発生していない。亀裂は応力腐食割れであり、ドーム部鉄皮周溶接線やリングガーター部、そして鉄皮据付時の治具溶接跡の母材部にも多数発生している。

blast furnace	running time	heat insulation covering	castable lining	shell cracking at dome	deterioration of silica brick
2 B F	19 years	○	—	○ middle	◎ large
3 B F	15 "	○	○ (dome)	○ little	○ small (presumption)
4 B F	18 "	○	—	◎ many	○ middle

3. 蓄熱室の壁とチェッカー煉瓦の損傷状況

Fig.1に2高炉の解体調査結果を示す。珪石煉瓦下端部の壁とチェッカー煉瓦が変態脆化により崩壊し、崩壊してできた空洞部に上部の壁煉瓦が落下し、壁煉瓦の上端が全周に渡って沈下していた。チェッカー煉瓦の圧力損失を定期的に測定し、管理しているが、2高炉では圧損上昇が測定されていた。4高炉においては珪石チェッカー煉瓦下端外周部に空洞部が観察され、壁煉瓦の崩壊は生じておらず、チェッカー煉瓦の圧損上昇の兆候もなかった。

4. 鉄皮の応力腐食割れ対策

応力腐食割れ対策の有効性は、

耐熱、耐酸キャストブルライニングによる鉄皮保護 \Rightarrow 保温による硝酸塩の結露防止 \Rightarrow 溶接後熱処理 (P、W、H、T) \Rightarrow 鉄皮材質の改善

の関係があり、キャストブルライニングを実施している熱風炉では貫通亀裂が確認されていない。今回の改修では上記対策を全て実施している。更新鉄皮の材質は、溶接性及び熱処理性向上を目的として低温圧力容器用鋼 (S L A 235, 325) 相当鋼を使用している。溶接後熱処理はFig.3に示す様に鉄皮更新範囲全てを、灯油バーナー方式による全体焼鈍を行っている。

平成6年5月10日受付 (Received on May 10, 1994)

*Fumio Shibaoka (Mizushima Works, Kawasaki Steel Corp., 1 Kawasakidori Mizushima Kurashiki 712)

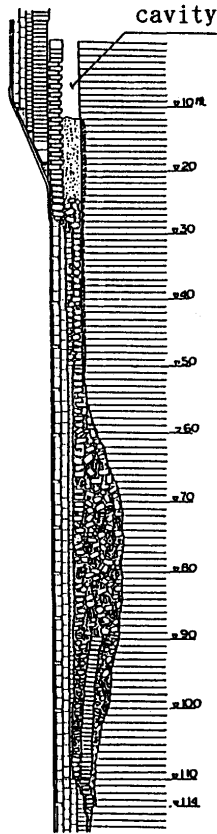


Fig.1. Condition of deterioration at checker chamber brick (2BF).

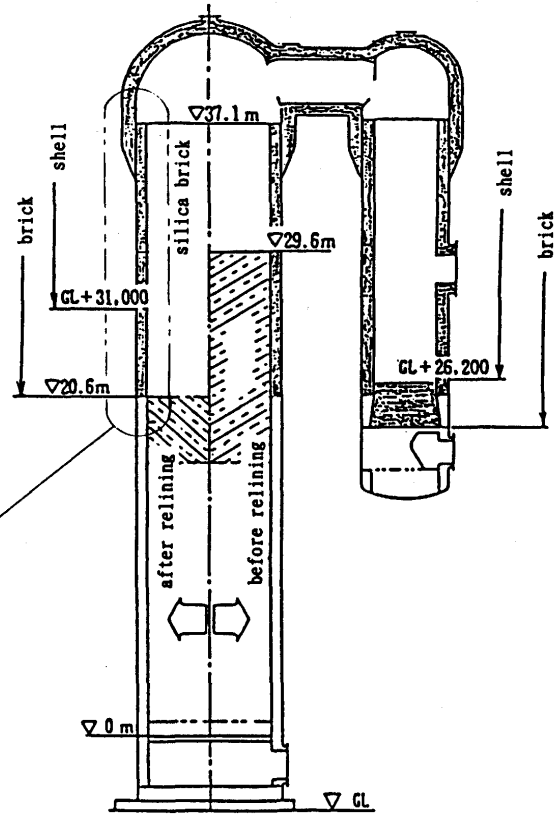


Fig.2. Scope of relining.

5. 蓄熱室珪石煉瓦の変態脆化対策

珪石煉瓦の物性値は 500°C 以上では安定することが知られている。既設煉瓦積みは高温送風対応の設計になっている為、これを見直し、通常送風時でも珪石下端温度が 500°C 以下にならない様、珪石の使用比率を 45% から 20% に低下させている。Fig.2 に珪石の使用割合を示す。又、珪石れんがの温度監視を強化する為に、従来の炉中心部 1 点の測定を止め、壁部 16 点の測定に変更した。

6. ドーム直結型熱風炉構造

コップース型熱風炉の構造的特徴であるドーム部のリングガーター部における応力腐食割れ対策と、建設コストの低減を目的として、連結管部の伸縮継手を廃止したドーム直結型熱風炉構造の開発を行い、採用している。Fig.4 にドーム連結管接合部における FEM 解析の応力値と、実操業中に測定した応力値との比較を示す。解析値と実測値が良く一致しており、又、実操業においても何の問題も発生していない。

7. 工事の 3K 対策

Fig.5 に工事工法の改善策を示す。従来、ドーム部煉瓦の解体は人力により行われていたが、危険な作業である為、重機による解体工法を採用した。チェッカー煉瓦流用部の目詰り防止として各カナル孔にブラシを挿入して養生している。

ドーム部煉瓦受け金物は、焼鈍による熱変形を考慮して、

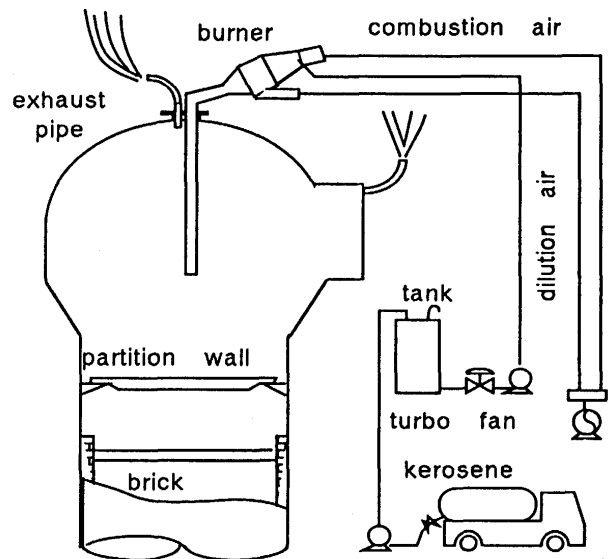


Fig.3. Method of post weld heat treatment.

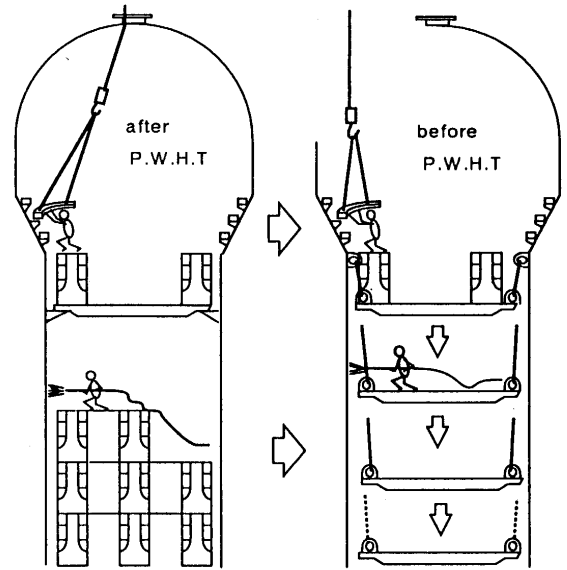
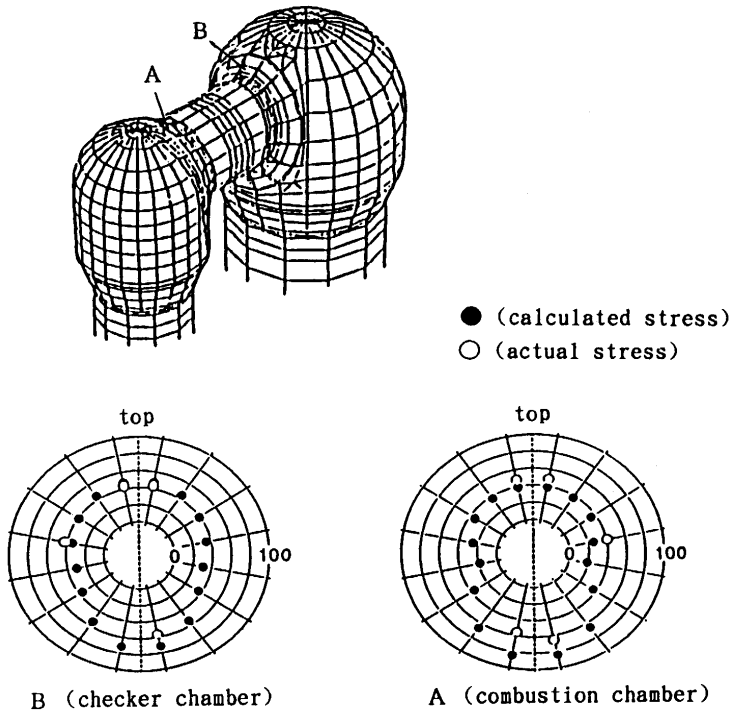
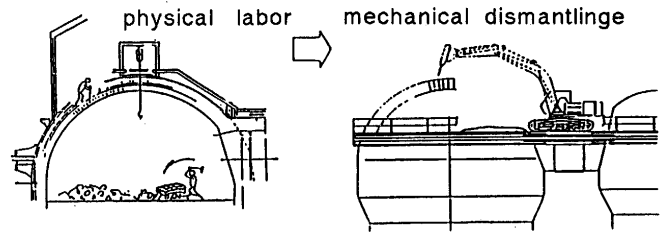
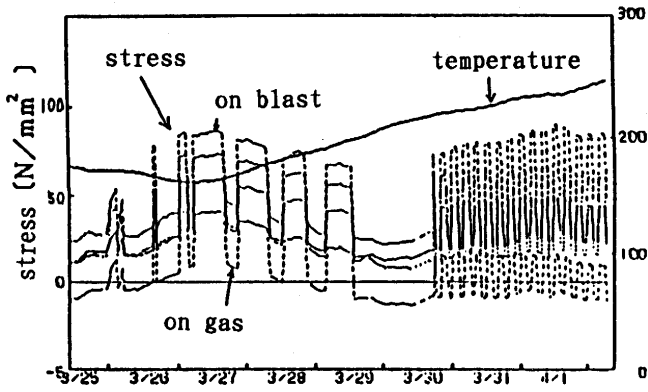


Fig.5. Improvement of construction method.

Fig.4. Calculated and actual stress at connecting pipe.

焼鈍後に取付けていたが、予想していた程の熱変形が生じないことが判明した為、事前に取り付けることにより、危険作業と工程ロスを削減した。

キャストブル吹付用の炉内足場は、従来、総足場とし、ドーム部の吹付けを行った後、足場を解体しながら下へ下へと吹付ける工法であった。蓄熱室は径が大きい為、足場組立、解体の労力は多大である。鉄皮焼鈍用隔壁兼安全天井を、吊足場として使用することにより、足場組立解体作業を大幅に削減した。

8. 結言

本報告では、水島における熱風炉の損傷状況と、長寿命化の為の諸対策、そして改修工事の概要について述べた。現在、4高炉の2基目と2高炉の2基目の改修工事中であり、さらなる長寿命化対策と工事工法の改善等を計画、実施しつつある。