

(19) 福山2高炉炉底部ライニングの熱応力の計測と解析

(高炉炉底部ライニングの熱応力損傷に関する研究-1)

日本鋼管(株)中央研究所 飯山真人 今別府政好 ○小山保二郎
 設備部 高村英明 福山製鉄所 牧章

1. 緒言

高炉炉底部ライニングの異常侵食は、高炉の寿命を支配する重要な因子であり、高炉の操業関係者にとっては、不安の種でもある。異常侵食の原因として、ライニングに発生する熱応力が大きな役割をたしていることは、疑いの余地がない。そこで、稼動中の実炉における熱応力を求めるために、福山2高炉で、乾燥火入の直前より計測を開始した。

2. 計測内容

計測位置は、Fig.1の①～⑤レベルで、各レベルに4方位あり、合計20ヶ所である。鉄皮ひずみ、鉄皮温度は①～⑤レベル、スタンプ層圧力は②～④レベル、カーボンブロック変位、鉄皮変位は③レベルで測定を行なった。炉内ガス圧力は一方位のみで、②～④レベルで測定した。測定間隔は3～10分である。

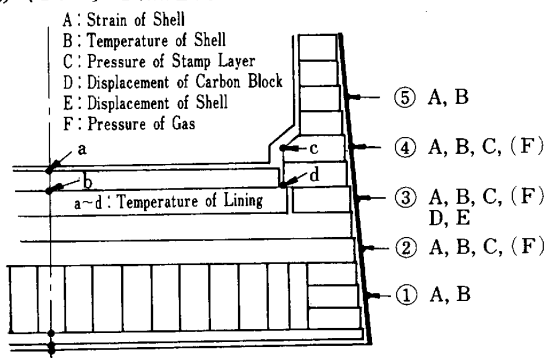


Fig. 1 Measuring Points and Sensors

他に a～d の4ヶ所で、ライニングの温度を測定した。

3. 計測結果

計測結果をFig.2に示す。熱電対bが平衡に達するのは、火入後17日で、平衡温度は830℃である。

カーボンブロックの変位、鉄皮の応力、スタンプ層の圧力が平衡、または最高に達するのは、火入後14～38時間の比較的早い時期である。

炉内ガス圧力を差し引いたスタンプ層の圧力が最高に達するのは、火入の32時間後であり、④、③、②レベルの値は、それぞれ、3.88、1.14、0.73 kgf/cm²である。③レベルのスタンプ層の見掛けヤング率は0.63 kgf/mm²である。

カーボンブロックは、鉄皮に対して約10mm降下する。

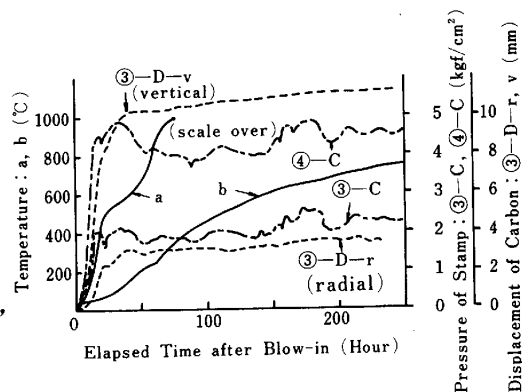


Fig. 2 Results of Measurement

4. 熱応力解析

火入れ昇温中のカーボンブロックの熱応力を、有限要素法の2次元モデルを用いて、実測値をもとに計算した。

Fig.3は、円周方向のブロック同士のせり合い面における発生応力の一例である。材料の物性値、温度が多少変化しても最大引張応力は、せいぜい、ブロックの引張強度の10%程度であり、カーボンブロック同士のせり合いで発生する応力によって、火入時に直ちにブロックが破壊する可能性は少ない。

5. 結言

今回の計測により、従来、不明であったスタンプ材の挙動、カーボンブロックの変位等が正確に把握できた。さらに高度な解析モデルを用いて、ライニングに発生する熱応力を詳細に解析し、炉底ライニングの損傷機構を解明する予定である。

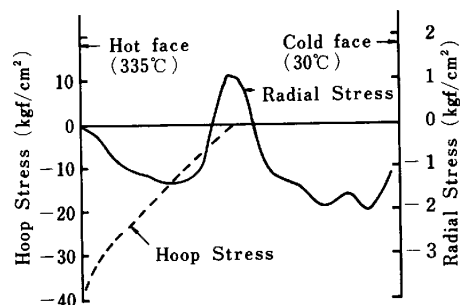


Fig.3 Thermal Stress of Carbon Block