

(142) 高炉炉底構造の検討—Ⅲ (リング構造における熱応力割れの検討)

新日本製鐵株式会社 設備技術本部 ○池田順一 藤原 茂

村井良行 菊地 彪

広畑製鐵所 立川佳久 疋田圭一

1. 緒 言：高炉炉底リング構造のカーボンブロックに発生する熱応力をシミュレートするに際し、冷間偏荷重試験機で応力分布を再現させ、FEMモデルを確立した。このモデルに構造体モデル実験で得た知見およびブロックの高温特性データを取り入れて、カーボンブロックの熱応力割れ現象を解析した。

2. 解析手法

- 1) FEMモデルは、偏荷重試験で実証したモデルを使用した。
- 2) カーボンブロックの物性値は温度依存性、ヤング率にクリープ特性も加味して、実態に即した値を用いた (Fig. 1)。
- 3) 拘束力は、実湯モデル実験炉においてブロックの割れ発生時の鉄リング周方向応力を用いた。側圧分布はブロック内温度分布をもとにした自由膨脹曲線と拘束力とをバランス計算し、設定した (Fig. 2)。

3. 解析結果

- 1) 実湯モデル実験のFEM解析の結果、ブロック側面に稼動面より約175mmの位置に半径方向最大引張応力約40kg/cm²が発生している (Fig. 3)。なお、構造体モデル実験炉でのクラック発生実態は稼動面より80~170mmの位置であり略一致している。
- 2) 実炉サイズブロックに本解析手法を適用し、拘束度と半径方向最大引張り応力の関係を Fig. 4 にまとめた。

4. 結 言：本研究で、カーボンブロック2次元FEM解析手法を確立し、実炉サイズブロックに適用して解析した結果、自由膨脹に対し30~50%の拘束範囲でクラック発生の可能性が確認された。

今後、ブロックの変質影響等を考慮した解析に発展させ、さらに、脆化層発生にどのようにかわってゆくのか研究を行う予定である。

[参考文献]：1) 日本電極(株)：私信

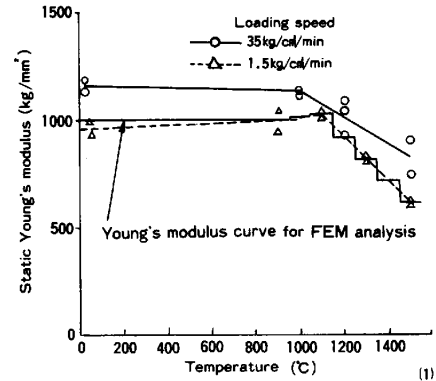


Fig. 1 Young's modulus of carbon block. (Load: compressive, parallel to extruded direction) (Sample size: φ30 x 45mm)

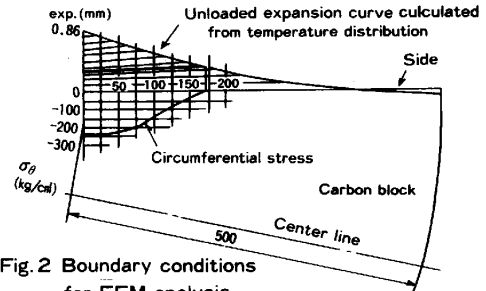


Fig. 2 Boundary conditions for FEM analysis

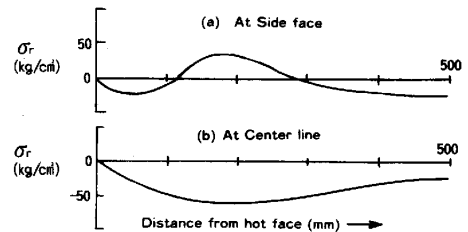


Fig. 3 Radial stress distribution of carbon block (Two dimensional FEM analysis results)

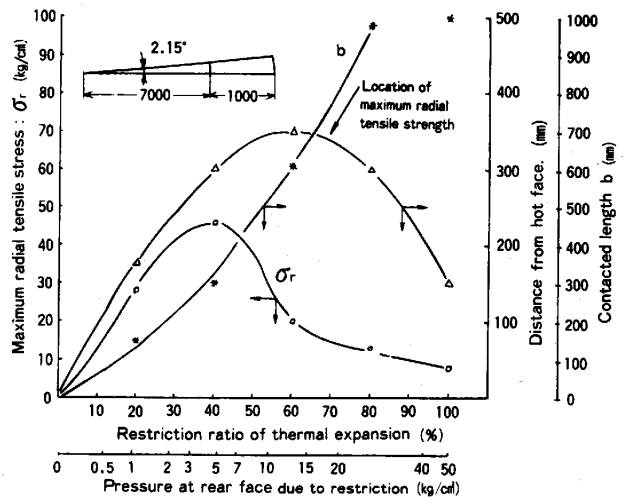


Fig. 4 Relations between restriction ratio of thermal expansion and maximum radial tensile stress.