

川崎製鉄(株) 本社 吉本正明 森本照明 渡辺洋一 ○金谷 弘
 技術研究所 齋藤三男
 千葉製鉄所 安野元造

1. 緒 言

炉底れんが損傷要因の一つとして、れんがへのアルカリ侵入が挙げられる。アルカリがれんがに侵入した場合、化学的作用および物理的作用の両面から損傷機構を解明しなければならない。本報では、アルカリ含有れんがの諸物性値を測定し、それを用いて熱応力の面からアプローチを行つたので報告する。なお、熱応力解析では、前回報告*したように炉底れんがを不連続体として扱い、目地部における隣接れんがとの接触の影響を考慮した。

2. 物性値の測定

吹出し後の千葉3高炉(3次)におけるアルカリ(K₂O)含有カーボンブロックについて、熱膨張率等の諸物性値を測定した。このうち、熱膨張率は Fig. 1 に示すように約700~950℃の温度域で急激に増大し、その傾向は K₂O 含有量が多いほど強いことが判明した。

3. 熱応力解析

汎用構造解析プログラム MARC を用い、湯溜カーボンブロック単体の周方向1/2をモデル化した。目地部は、目地厚 d を考慮し、目地材の弾性率は無視した。モデルを Fig. 2 に示す。モデルの K₂O 含有分布および含有範囲は、千葉3高炉(3次)のれんが解体調査結果より設定した。線膨張係数は、Fig. 1 より K₂O 含有量に応じた値を求め、温度依存するものとした。温度条件は、操業時の定常温度状態と再火入れ時の非定常昇温過程を想定した。

解析結果の一例として、定常温度状態における目地部接触面上の炉体周方向応力分布を Fig. 3 に示す。CASE 1 の場合、炉内側に最大 520% の圧縮応力が発生し、この値は圧縮強度に匹敵する。これは、アルカリ侵入れんが損傷の一要因が、熱膨張率の増大に伴う熱応力であることを示していると考えられる。Fig. 4 は、非定常昇温過程における径方向応力分布であり、CASE 2 の場合、最大 45% の引張応力が発生し、再火入れ時のアルカリ含有れんがの損傷の可能性を示している。

以上の解析以外に、次のケーススタディを行つた。

- (a) 軸対称モデルによる解析
- (b) アルカリ侵入量、侵入範囲の影響

4. 結 言

アルカリ含有カーボンブロックの物性値を用いて熱応力解析を行つた結果、破壊強度に匹敵する応力が発生することが判明した。今後も、化学的面および物理的面より炉底れんが損傷機構の検討を継続する予定である。

文献 * 久保ら：鉄と鋼，68(1982)11, S669

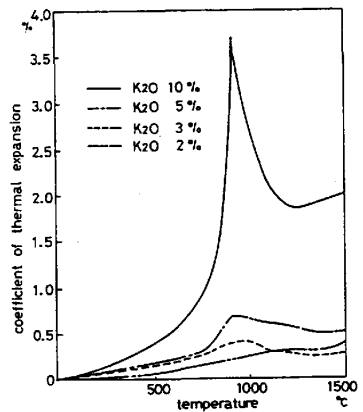


Fig. 1 Coefficient of thermal expansion of carbon block contains K₂O

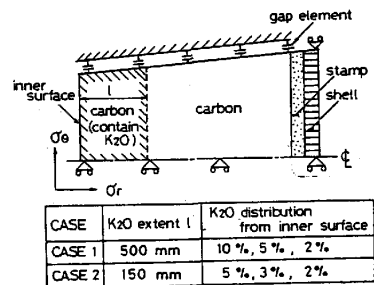


Fig. 2 Model for analysis

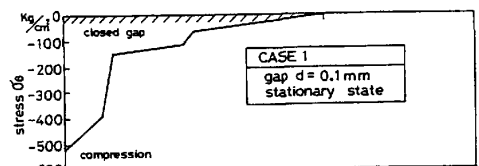


Fig. 3 Stress σ_r distribution on gap surface

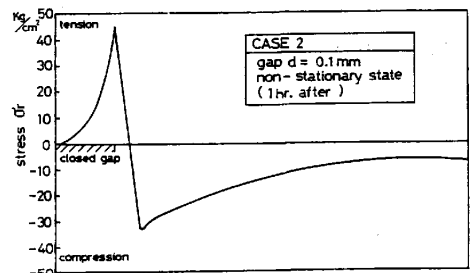


Fig. 4 Stress σ_r distribution on gap surface