

(37)

高炉耐火物の熱応力と損耗プロファイルについて

住友金属工業㈱ 中央技術研究所 加藤一郎 ○ 森田喜保
河嶋寿一

1. 緒言 高炉内壁には各種耐火物が用いられているが、過酷な使用条件下にあるために、逐次損耗して、高炉寿命を短くする要因の一つとなっている。耐火物の損耗には種々の原因があるが、大別すると、(1)耐火物と溶銑あるいは炉内ガスとの化学反応、(2)耐火物に発生する熱応力が考えられる。高炉側壁は多数の耐火物を積み重ねて構成されているが、ここでは構造物としてのマクロ的な解析を行ない、耐火物に発生する熱応力と損耗現象との関係について検討を加えた結果を報告する。

2. 解析手法 高炉を一体の軸対称構造物と考えて、温度分布ならびに応力分布を解析した。なお現実に近い挙動を検討するために、各種材料定数は温度の関数として表現した。

3. 検討項目 大型高炉を対象として、とくに(a)耐火物の材質、(b)炉底形状と熱応力との関係について検討した。

4. 結果および考察

(I) 炉壁部にシャモット煉瓦、炉底上部にシャモット煉瓦、炉底下部にカーボン煉瓦を用いた高炉を対象として、その計算結果の一例を図1および図2に示す。ここで、図2の相当応力 $\bar{\sigma}$ は次式により定義した。

$$\bar{\sigma} = \frac{\text{sign}(\sigma_r + \sigma_z + \sigma_t)}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_r - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_t)^2 + (\sigma_t - \sigma_r)^2 + 6\tau_{rz}^2}$$

シャモット煉瓦の $\bar{\sigma}$ が圧縮強度以上になると破壊すると仮定したときに、推定される損耗プロファイルは、実際にボーリング、解体等で確認された形状とよい対応を示す。

(II) 一方、炉底上部にカーボン煉瓦を用いた場合についての検討結果を図3に示す。カーボン煉瓦は最大剪断応力説に従って破壊すると考えられることから、この応力成分に着目して破壊形態を調べた。剪断強度を約 1.5 kg/mm^2 とすれば、損耗量はシャモット煉瓦を用いた場合よりも減少する。

(III) 炉底部に隅付きを設け、かつカーボン煉瓦厚を減少させた薄炉底構造における最大剪断応力分布を図4に示した。炉底隅部の応力集中が緩和されてなめらかな応力分布となり、強度面から良好であることがわかった。

5. 結言

従来より炉底侵蝕線は 1150°C の温度線により推定する方法がとられてきたが、ここでは熱応力の立場からシャフト部をも含めた耐火物の損耗プロファイルを求め、耐火物材質ならびに炉底形状の影響につき検討した。

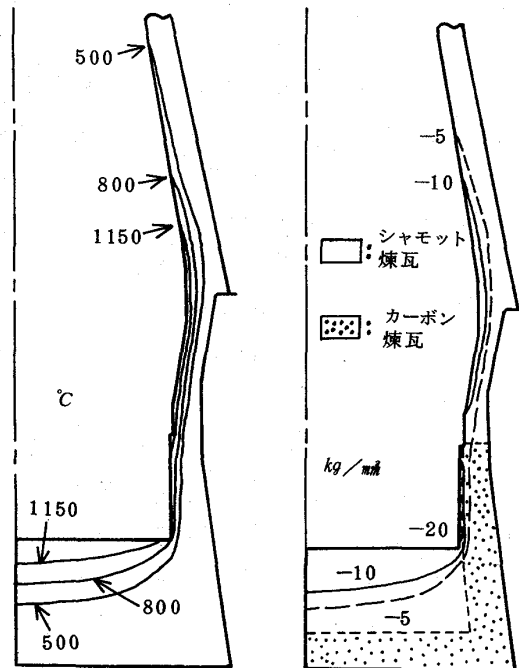


図1. 温度分布

図2. 相当応力分布

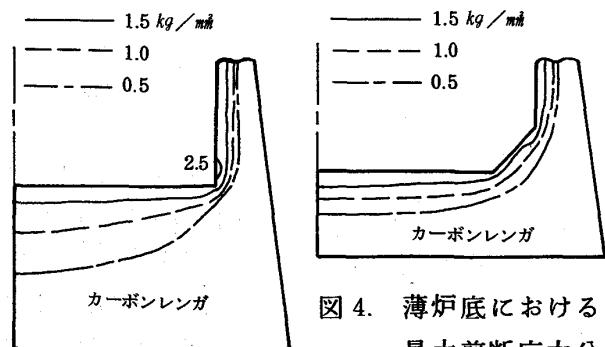


図3. 最大剪断応力分布

図4. 薄炉底における最大剪断応力分布