

(6) 熱光弾性による高炉炉底基部の熱応力解析(3次元実験)

川崎製鉄(株) 構造技術研究所 ○村山哲夫 金子忠男  
千葉製鉄所 森本忠志

1 緒言 高炉炉底レンガの損傷は、化学的および機械的要因の複合作用と考えられるが、著者らは前報<sup>(1)</sup>で機械的損傷要因である熱応力に着目のうえ、2次元平板モデルを用いた熱光弾性応力解析を行った。しかしながら、2次元モデル解析ではモデルの板厚直角方向の力学的拘束や熱伝導などを考慮し得ず、精度をさらに向上させた解析が必要となる。そこで今回、これらの影響をすべて考慮しうる3次元モデルによる解析を実施のうえ、前報の結果と比較検討を行ったので以下に報告する。

2 実験 a) 供試体 本来光弾性による3次元解析では、応力凍結法が用いられるが、これによる場合、応力凍結サイクルにおいて供試体内に解析すべき熱応力を生じさせる温度勾配を常に一定に保つ必要があり、これは技術的にむづかしいこと、また解析のためには3次元モデルをスライスせねばならぬ多大の時間と労力を必要とすることから、ここではFIG.1に示すような透視型3次元モデルを用いた。すなわち、高炉炉底基部モデル(縮尺1/100)の解析対象断面である中央断面にのみ厚さ5mmのエポキシ樹脂を用い、その表面に偏光場を付与すべく薄い偏光膜(τ=0.75mm偏光板および1/4波長板の合板、または偏光板のみ)を挿入し、さらにその他の残りの部分には光学的透明度の高いアクリル樹脂を用い、これらを常温硬化型エポキシ樹脂にて接着してモデルを作製した。なお、エポキシ樹脂とアクリル樹脂は熱的、力学的諸常数が非常に類似しており、その差異が以下の解析結果に及ぼす影響は微小である。

b) 実験装置 光弾性実験において熱応力を発生させる熱負荷法には、冷却法と加熱法があるが、本実験では炉内の溶銑に相当する熱源として温水を導入する加熱法を採用した。FIG.2に装置の概要を示す。供試体内外の温度差を常に一定に保持するため、温水タンクと供試体内とに管路を設けて温水を循環させつつ熱電対とサイリスタを結合のうえ、温度管理を行なう方式を用いた。供試体は発生する光弾性等色線の解析精度を上げるため流動パラフィン槽に設置し、各温度差に対応する縮写真を撮影した。なお、本実験では撮影の都合上、鉄皮に相当する構造物は考慮しなかった。

3 実験結果および考察 供試体は前述のようにアクリル樹脂とエポキシ樹脂とで接着製作されているため、その破壊強度は接着剤の強度によって決まる。本実験では $T_{max}$  52°Cであり、付与可能内外温度差は $\Delta T=36^\circ C$ であった。 $\Delta T=36^\circ C$ における等色線写真はPHOTO.1に示すとおりである。内面(稼働面)における応力分布は前報の2次元結果と類似している。しかしながら内部応力にはかなりの差異が認められるが、これらの詳細は紙面の都合上割愛し、講演時に発表する。

参考文献 (1)金子、原、森本;熱光弾性による高炉炉底基部の熱応力解析 金鉄と鋼 67(1981)S 766

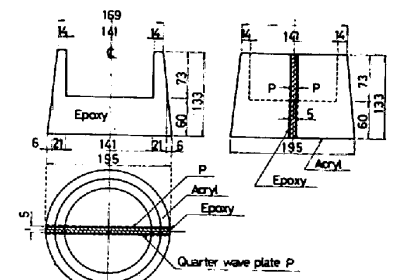


FIG. 1 Test Specimen

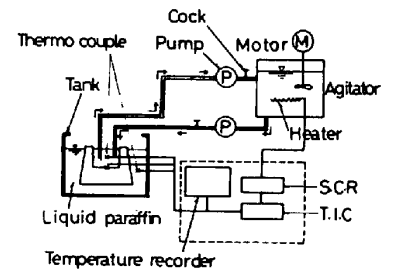


FIG. 2 Experiment Apparatus



PHOTO. 1 Fringe Pattern of the Specimen

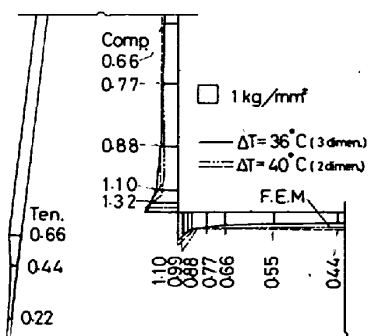


FIG. 3 Thermal Stress Distribution Comparison of the Specimen