

(47)

高炉シャフト下部ライニング設計への熱応力解析手法の適用
(高炉シャフト下部ライニング熱応力損傷の研究 その2)

日本鋼管(株) 技術研究所 ○内山昭一 今別府政好
小山保二郎 飯山真人

1. 緒言

高炉炉体寿命の支配的要因となるシャフト下部ライニングについて、熱応力解析手法を確立し、炉壁の一設計案に対してこの手法を適用した。この適用により、火入れ時の急激な昇温のために生じる炉壁れんが内の熱応力により発生するき裂を防ぐための設計および操業条件を見い出した。

2. 熱応力解析手法

手法としては、構成要素の1つである目地層・スタンプ層については、実態に則した条件で測定した見掛弾性率を圧縮側にもちい、引張り側は弾性率の小さなものとして扱うことである。なお、この手法はその裏付けとして行なった炉壁の実験により確認された。^{1),2)}

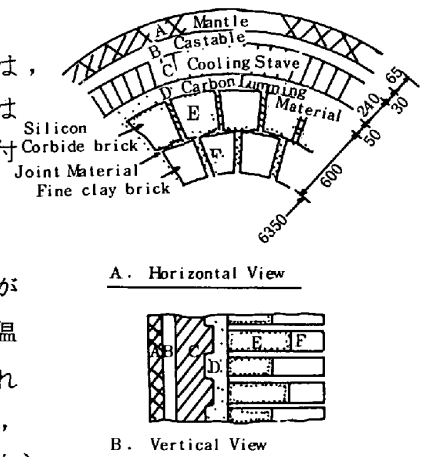


Fig.1 Basic scheme for assembling of refractories in a lining.

3. 炉壁の熱応力に対する変動要因の影響

炉体の基本構成案(図1)について、熱応力の変動要因としてれんがの長さや巾(厚さは一定)、目地の厚さおよび昇温速度をとりあげ、温度分布及び熱応力解析を行い、表1に関する分散分析を行った結果、れんがの破壊に対して問題となる最大引張応力(半径方向)に対しては、れんがの巾と昇温速度が大きな影響を及ぼし、最大圧縮応力(円周方向)に対しては、れんが巾と目地厚さが大きく影響することがわかった。

Table 1. Factors and Levels in analysis of Variance

Case 1.

Factors	Levels	1st Level	2nd Level	3rd Level
Brick Length (mm)		250	300	350
Brick Width (mm)		140	160	190
Joint Thickness (mm)		1	2.5	5

* Other Conds. : Brick thickness 98mm
Rising velocity 3°C/min

Case 2.

Factors	Levels	1st Level	2nd Level	3rd Level	4th Level
Rising Velocity (°C/min)		1.5	2.0	2.5	3.0
Brick Width (mm)		140	160	190	-

* Other Conds. : Brick thickness 98mm
Brick Length 275mm
Joint thickness 2.5mm

Table 2. Calculated Results

Rising Velocity from 800°C to 1000°C (°C/min)	Brick width (mm)	Maximum Compressive Stress Calculated (kgf/mm ²)	Tensile Stress (kgf/mm ²)	
			Maximum Calculated (kgf/mm ²)	Strength (kgf/mm ²)
7	160	2.7	1.26	1.20
7	140	2.3	1.19	1.20
5	160	2.6	1.20	1.20

4. 炉壁設計への適用

まずれんが寸法を 275^l × 160^w × 98^t mm、目地厚さを 2.5 mm とする。火入れ時の昇温速度の1例では炉壁内面温度が 800°C まで平均 0.9°C/min、その後 7°C/min で 1000°C に達しており、この昇温条件で温度分布及び熱応力解析を行った。この結果圧縮応力は問題なく、引張応力(半径方向)が破壊強度をこえるため、き裂を発生する可能性がある。引張応力を破壊強度以下におさえる方法としては、上記3.の結果よりれんが巾もしくは昇温速度を変えることが効果的であるので、この2つの値について変化させ解析した結果、れんが巾を 140 mm 以下にするか、800°C に達した後の昇温速度を 5°C/min 以下にすればよいことがわかった。

5. 結言

従来、少なからず経験に依存された炉体設計に構造解析手法を適用し、合理的炉体改良の指針を得た。

6. 参考文献

- 1) 内山昭一・他3名 日本鋼管技報, №92, 1981 10月
- 2) 小山保二郎・他3名 鉄と鋼, Vol.68, 1982