

(109) 目地を含む耐火物構造体の応力-ひずみ特性

(株)神戸製鋼所 中央研究所 ○宮本 学 尾上俊雄 (工博)成田貴一

1 緒言：高炉耐火物の損傷原因の1つに熱応力による破壊が考えられており、耐火物構造体としての熱応力解析がおこなわれている。弾性率は解析上とくに重要な値であるが、目地を含む耐火物構造体については満足なデータが得られておらず、熱応力破壊現象が正確に把握されていない。そこで本研究では、高炉用耐火物および目地モルタルの弾性率を求め、目地を含む耐火物構造体の変形挙動について検討した。

2 実験方法：供試材は高炉用粘土質れんが(みかけ気孔率12%、 Al_2O_3 44%)およびカーボンれんが(気孔率18%)と目地材としてのリン酸塩結合の気硬性モルタル(Al_2O_3 60%)およびレジン結合のカーボンセメントである。粘土質れんが用目地モルタルの弾性率は、モルタルに25%水分を添加して所定の厚みの円板(54mmφ)を成形し、これを110°Cで1日乾燥後所定の温度に加熱し、 5×10^{-4} mm/secで圧縮した時の応力-ひずみ曲線の勾配から求めた。また2個の50mmφ×50mmのれんがの間に所定の厚みの目地を施工した試料についても測定した。

3 実験結果：目地を含む耐火物構造体のみかけの弾性率 E はれんが単体の弾性率 E_b および目地モルタルの弾性率 E_j を用いて(1)式で与えられる。ここで、 l_b はれんが厚み、 l_j は目地

$$E = (l_b + l_j) \left(\frac{l_b}{E_b} + \frac{l_j}{E_j} \right)^{-1} \quad (1)$$

厚みである。粘土質れんがについて、 E_b は前報¹⁾に示したように温度によって異なり、また E_j はFig.1および2に示したように応力および温度依存性を示す。いま E_j を(2)式で近似すると、

$$E_j(\sigma, T) = a(T)\sigma + b(T) \quad (2)$$

(1)および(2)式から目地を含む耐火物構造体の最大応力までの応力 σ とひずみ ϵ の関係は(3)式で表わすことができる。

$$\epsilon = \frac{1}{l_b + l_j} \left(\frac{l_b \sigma}{E_b} + \frac{l_j}{a} \log_e \frac{a\sigma + b}{b} \right) \quad (3)$$

なお、(2)式の a および b を温度の2次関数として近似すると(4)式がえられる。

$$\begin{aligned} a &= 9.97 + 1.05 \times 10^{-2} T - 9.00 \times 10^{-6} T^2 \\ b &= 4.00 + 5.40 \times 10^{-2} T - 4.64 \times 10^{-5} T^2 \quad (T: ^\circ C) \end{aligned} \quad (4)$$

目地を含む粘土質れんがの応力-変位曲線はFig.3のとおりであり、(3)式から求めた曲線とよく一致している。また、最大応力を示すひずみ以上の変形による破壊挙動は単体れんがと目地を含むれんがとはほとんど変化はみられない。

文献 1) 宮本ら：鉄と鋼 67(1981), p. 313

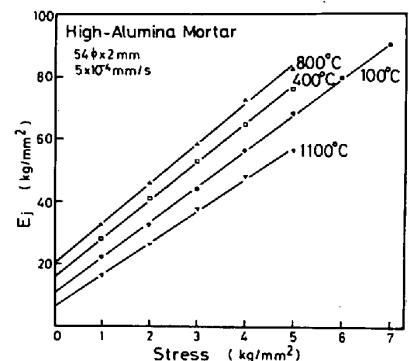


Fig.1 Effect of stress on elastic moduli, E_j , of high-alumina mortar.

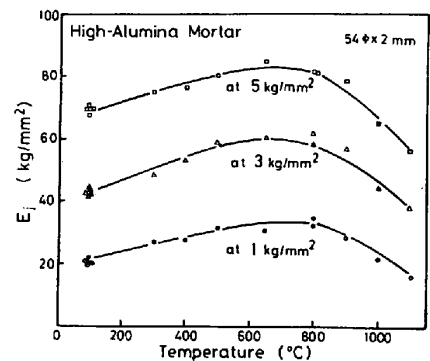


Fig.2 Effect of temperature on elastic moduli, E_j , of high-alumina mortar.

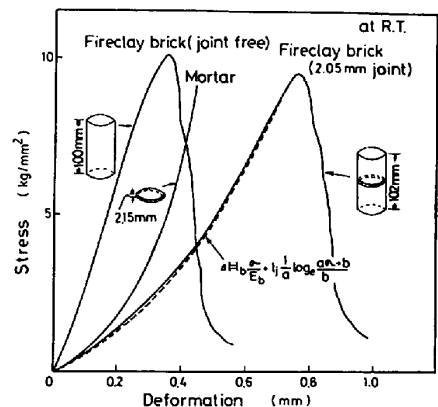


Fig.3 Stress-deformation curve for fireclay brick with a joint.