

(18) 高温ひずみゲージによる耐火物の熱間応力測定

(株)神戸製鋼所 構造研究所 ○広中邦汎 西森豊三

藪 忠司

1. 緒言 高炉などの耐火物の破損の多くは、炉内の温度変動に伴う熱応力に起因するものと考えられ、解析的に幾多の研究がなされている。しかし、解析の精度を検証するうえで実際の熱応力を把握しておくことが重要であるが、この点に関する実測データは乏しい。そこで、高温ひずみゲージ法によつて耐火物の熱間時の応力測定を行なつて、本測定法に関する基礎的なデータを得た。

2. ゲージの温度特性

(1) 貼付方法 ゲージは300℃程度まで熱的、電氣的安定性の良いKarma線ゲージで、これをセラミック溶射法により試料に貼付けた。溶射によるゲージ貼付法は、1) 合成樹脂を除くほとんどの材料に接着可能 2) 貼付後の高温処理が不要などの待長を有しており、耐火物の応力測定に適している。

(2) 試料 ゲージ測定に用いた試料は、高炉炉底部で一般に使用されている粘土質および炭素質レンガであり、またゲージの精度確認のため鋼材(S35C)についても試験した。

(3) 見掛けひずみ ひずみゲージは温度上昇に伴つて電気抵抗が変化し、またゲージと試料の熱膨張率の差などにより、無応力状態にもかかわらず見掛け上のひずみが発生する。そのため、熱応力測定時にひずみ測定値から見掛けひずみを差引く必要があるが、事前に見掛けひずみを把握しておくことが重要である。Fig.1は、試料を無拘束の状態で加熱し、均一の温度になつたときの見掛けひずみを測定したものである。試料によつて見掛けひずみが異なるが、これらの差異は各試料間の熱膨張率の差がそのまま現われたものと思われる。

3. 熱間曲げ試験

常温、180℃および300℃の温度において、Fig.2の方法により曲げ载荷によるひずみ測定を行なつた。Fig.3に曲げ応力とひずみ測定値の関係を示す。なお耐火物は300℃において破壊までのひずみを測定した。Fig.3より、低応力域では応力とひずみの関係は線形であるが、破断点近くになると非線形になることがわかる。線形区間の応力とひずみの関係より弾性係数を求めることができるが、Tab.1はそれぞれの温度において各試料の弾性係数を求めたものである。

4. 結言 300℃程度までなら高温ひずみゲージ法は耐火物の熱応力測定に有効であり、またこれにより種々の力学的特性を把握できることがわかつた。現在、より高温用のゲージの検定およびこれを用いた耐火物の熱負荷試験の準備を進めている。

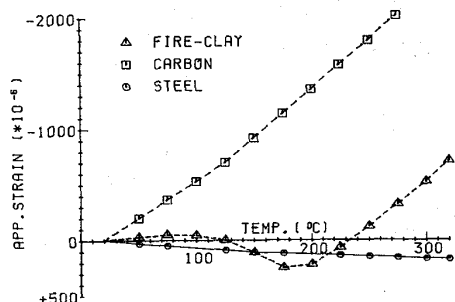


Fig.1 Apparent Strain vs. Temperature

Tab.1 Elastic Modulus vs. Temperature
 $E = \sigma / \epsilon$ ($\times 10^6$ kg/cm²)

Temp.	20 °C	180 °C	300 °C
FIRE-CLAY	0.31	0.37	0.41
CARBON	0.12	0.13	0.14
STEEL	2.20	2.12	2.01

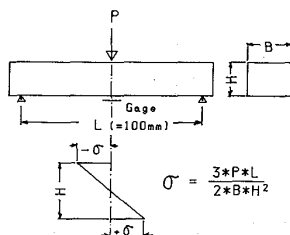


Fig.2 Bending Test

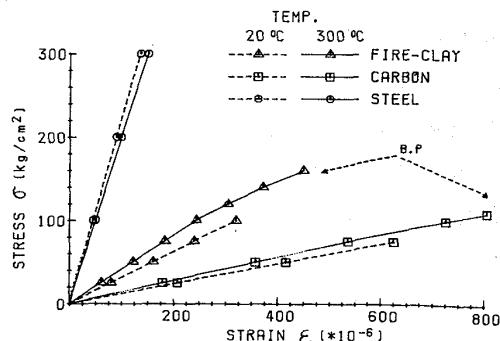


Fig.3 Stress-Strain Curves