

神戸製鋼所 中央研究所 ○宮本 学 尾上俊雄 成田貴一

1. 緒言 : 一般に耐火物には大なり小なり内部欠陥が存在し、とくに大形ブロックでは成形時のラミネーションなどの組織欠陥も見られることがある。このような欠陥は熱応力や構造的な外部応力によって成長・伝播し、耐火物の破壊に至ることが考えられる。そこで、金属やセラミックス等で用いられている破壊靱性の考え方を耐火物に適用することを試みた。

2. 実験方法 : 供試材には高炉用粘土質れんがおよびカーボンれんがを中心として各種耐火れんがを用いた。これらの耐火物から 25×25×114 mm (標準) の試験片を切り出し、ダイヤモンドブレードにより約 0.2 mm 巾 (標準) のき裂 (切欠き) を入れ、Fig. 1 に示したように 3 点曲げ法により破壊試験を行なった (負荷速度 5 kg/min)。破壊靱性  $K_{Ic}$  の値は破壊時の荷重  $P$  を用いて次式<sup>1)</sup>により算出した。

$$K_{Ic} = Y \sigma_f \sqrt{a} = \frac{3PL}{2BW^2} \sqrt{a} \left[ 1.93 - 3.07 \frac{a}{W} + 14.53 \left( \frac{a}{W} \right)^2 - 25.11 \left( \frac{a}{W} \right)^3 + 25.8 \left( \frac{a}{W} \right)^4 \right]$$

$Y$  : 形状因子、 $\sigma_f$  : 破壊強度

室温での試験ではき裂開口変位量、AE (Acoustic Emission) も同時に計測した。

3. 実験結果 :  $K_{Ic}$  に対して切欠き巾 (0.2 ~ 2mm)、試験片サイズ (20角×80 (スパン)、25角×100、30角×120、35角×140、50角×200mm)、負荷方法 (3点曲げ-5 kg/min、4点曲げ-5 kg/min、4点曲げ-0.5mm/min) の影響は小さく、切欠き深さについても  $a/W$  が 0.2 ~ 0.5 ではば一定の値を示す。また試験片サイズが大きい程、切欠効果は大きくなる。

・粘土質れんがの高温における  $K_{Ic}$  は Fig. 2 に示すとおりであり、強度の変化<sup>2)</sup>と対応しており、800℃まではき裂は切欠効果として作用し強度は低下するが、1000℃以上では粘弾性を示すため切欠効果はなくなる。カーボンれんがの  $K_{Ic}$  は高温でもほとんど変わらない。

・各種耐火れんがの室温における切欠部の変形挙動はほぼ弾性的であり、これらの  $K_{Ic}$  は Fig. 3 に示したように曲げ強さとよく対応している。

4. 結言 : 耐火物の破壊靱性の測定が可能となり、欠陥を含む耐火物の強度、耐火物中のき裂の伝播挙動、耐スポーリング性の評価に適用できる。

文献 1) W. Brown, Jr., and J. Srawley : ASTM STP, 410 (1966), p. 13

2) 宮本, 尾上, 成田 : 鉄と鋼, 66 (1980), S617

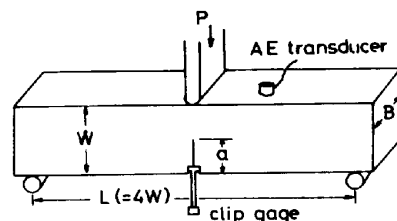


Fig. 1 Notched bend test specimen for determination of  $K_{Ic}$

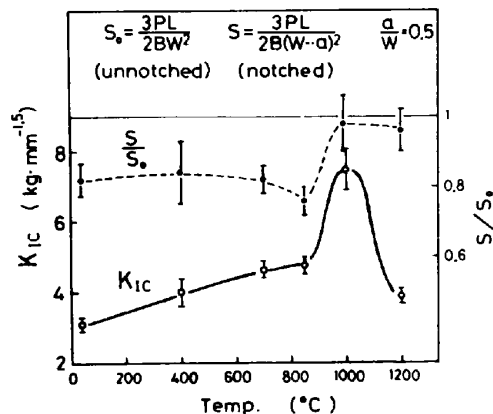


Fig. 2  $K_{Ic}$  of fireclay brick at high temperature

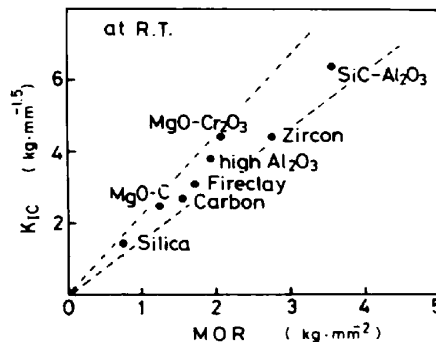


Fig. 3 Relation between  $K_{Ic}$  and modulus of rupture for various bricks