

(728) Si₃N₄疲労予き裂試験片の破壊じん性試験

長岡技術科学大学 ○武藤睦治 田中絃一 丹羽敏男

1 緒言 セラミックスを構造材料として用いるためには、セラミックスの破壊強度特性を十分に把握しておかなければならないことは言うまでもない。セラミックスに対する破壊じん性試験法についてはこれまで多くの種類が提案されている。将来の標準化のためにはさらに簡便で信頼性の高い試験法の開発ならびに多角的観点からそれら試験法の相互評価を行う必要がある。本報告では、セラミックスの破壊じん性試験法の開発を目指す研究の第一段階として、セラミックスに従来の金属材料と同様の疲労予き裂の導入を試みるとともに、疲労予き裂材の破壊じん性試験を行った。

2 実験方法 供試材は常圧焼結窒化けい素である。疲労予き裂導入には、油圧サーボ式疲労試験機およびそれに付設した大気電気炉（ネムス製タングステン炉）を使用し、図1に示すような四点曲げ形式、 $R=0.1$ の荷重条件で、周波数 1Hz で行った。試験温度は 1200°C である。破壊じん性試験にはインストロン型試験機およびそれに付設した真空電気炉（Centorr社製タングステン炉）を使用し、スパン長さ 27mm の三点曲げ負荷により行った。なお、クロスヘッド速度 0.5mm/min ，真空雰囲気（ $4 \times 10^{-5}\text{Torr}$ 以下），試験温度：室温および 1000°C で行なった。

3 実験結果 前節で述べたように、試験温度 1200°C で繰返し負荷を加え、所定の繰返し数毎にき裂発生・成長の様子を観察することにより、疲労予き裂の導入を行なった。得られた疲労予き裂試験片の破壊じん性試験結果によると、室温における K_{Ic} 値は $5.9\text{MPam}^{1/2}$ ， 1000°C におけるそれは $6.2\text{MPam}^{1/2}$ であり、 K_{Ic} 値におよぼす試験温度の影響は本実験範囲内でほとんど認められなかった。

導入した疲労予き裂の観察例を図2に示す。図からわかるように、金属の場合と同様きわめて鋭い予き裂となっており、その長さはいずれの場合も ASTM E399の金属材料に関する平面ひずみ破壊じん性 K_{Ic} 試験の規格〔（疲労予き裂長さ） $> 0.005 \times$ （切欠き部長さ）〕、および疲労予き裂先端から切欠き部に引いた2接線の開き角が 30° 以内〕を満足していた。また疲労予き裂導入時の最大応力拡大係数 $K_{I\max}$ は $2 \sim 3\text{MPam}^{1/2}$ であり、 K_{Ic} 値の60%以下であった。き裂前線の凹凸もそれほど大きくなく、ASTM規格を満足していた。さらに、平面ひずみの要件である寸法条件、 $a, B \geq 2.5 (K_{Ic} / \sigma_{ys})^2$ についても、降伏応力 σ_{ys} が不明であり厳密ではないが、 $\sigma_{ys} = 290\text{MPa}$ 程度以上であれば寸法条件を満足し、一方曲げ強度を調べるとそれよりもはるかに大きいことから、要件を満たしていると考えられる。以上のように、今回製作した疲労予き裂試験片は少なくとも金属材料に関する K_{Ic} 試験法の規格を満足していた。

図3に圧痕法により求めた室温の K_{Ic} 値の荷重依存性を示す。圧痕法による K_{Ic} 値は荷重依存性を示す。一定値をとる $P > 200\text{N}$ での値をみると $4.5 \sim 5.0\text{MPam}^{1/2}$ となり、疲労予き裂試験片の K_{Ic} 値より若干低い値を示している。

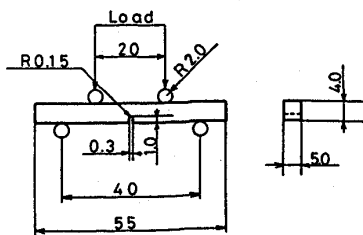


Fig.1 Specimen for precracking

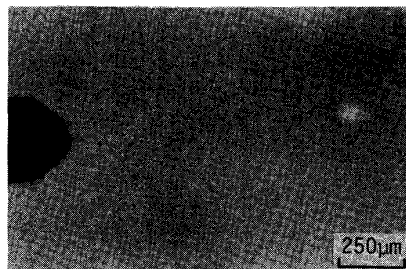
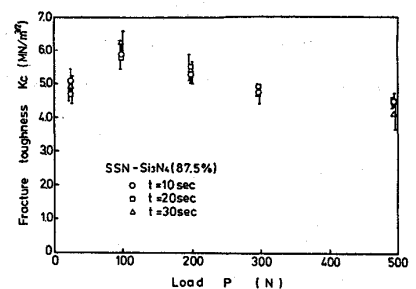


Fig.2 Fatigue precrack

Fig.3 K_{Ic} values (MI method)