

(727) セラミックスの破壊靱性値に及ぼす予き裂導入条件の影響

新日本製鐵(株) 素材第一研究センター ○野瀬哲郎、藤井利光

厚板条鋼研究センター 征矢勇夫

1. 緒言 セラミックス構造材料の破壊靱性値 K_{IC} を正しくかつ簡便に評価する方法の確立が望まれており、著者らは既に超硬合金等で試行されている脆性予き裂導入法¹⁾をセラミックスに応用した新しい破壊靱性試験法としてSEPB法を提案している。^{2) 3)} 一般に材料が示す破壊抵抗 K_R は K_{IC} とR曲線によって記述されるが、一部のセラミックスにおいて K_R - Δa 関係(R曲線)が顕著な右上がりの曲線となる結果が得られた。そこで本研究では、R曲線との関連においてSEPB法による破壊靱性評価を詳細に検討した。さらに、より正しい K_{IC} 評価に当たっての望ましい予き裂導入条件についても検討したので報告する。

2. 方法 供試材は、SiC焼結体SC-850、 Al_2O_3 焼結体ADS-11、 Si_3N_4 焼結体FX-950、TZP焼結体TZ-3Vである。試験片は幅 $W=4mm$ 、厚さ $B=3mm$ 、長さ $L=18mm$ (スパン長さ $S=4W=16mm$)の3点曲げ試験片とし、予き裂発生起点としてビッカース圧痕もしくはノッチを用いて種々の長さの脆性予き裂を導入した。予き裂導入条件としては①pop-inき裂を導入した場合、②pop-inき裂導入後安定成長させた場合、③Deep Notch(深さ1.5mm)先端から安定成長させた場合について検討した。曲げ試験($CHS=8.33 \times 10^{-7} m/s$)及び K_{IC} の計算はASTM:E399に従った。また予き裂導入時及び3点曲げ試験時における K_I 値を有限要素法(FEM)を用いて解析した。

3. 結果及び考察 Fig.1にADS-11、SC-850の K_R - Δa 関係を示す。SC-850は K_R がほとんど Δa に依存しないが、一方ADS-11は条件①で緩やかな右上がりの曲線を示しているのに対し、条件②及び③で顕著な右上がりの曲線を示している。Fig.2にビッカース圧痕を起点とした予き裂導入時の K_I とき裂長さ a の関係の1例を示す。Fig.3aの模式図に示すように、試験片に荷重を負荷していくとき裂は a_0 までR曲線に従い安定成長し、臨界条件に達するとpop-in成長して a_1 で停止する。さらに負荷した場合は再び安定成長する。Deep Notchを起点とした場合も同様にき裂は安定成長する(Fig.3b)。ADS-11における条件②及び③でのR曲線は安定き裂成長時のprocess zone wake等の影響によるものと考えられる。また条件①の場合、pop-inき裂停止時の K_{Ia} は K_{IC} より必ずしも低くないが、pop-inき裂は高速に進展するためwake等の影響は小さいと考えられる。wake等の影響による K_{IC} の過大評価を避けるためには Δa 、特に安定き裂成長部の短い予き裂導入試験片を用いる必要があると思われる。そのためには、条件③でノッチ効果を考慮してノッチ幅 $\delta \leq 0.1mm$ 、 $\Delta a \approx 0.2mm$ とするか、もしくは条件①で比較的容易に得られる $\Delta a \approx 1mm$ とすることが望ましいと考えられる。Fig.1のADS-11の例からは後者すなわち短いpop-in予き裂が優れていると考えられるが、なお検討を要する。

参考文献

- 1) 貞廣 : 日本金属学会誌、45(1981)、p291
- 2) 野瀬ら : 窯業協会年会講演予稿集、1(1986)、p363
- 3) 野瀬ら : 鉄と鋼、72(1986)、s1570

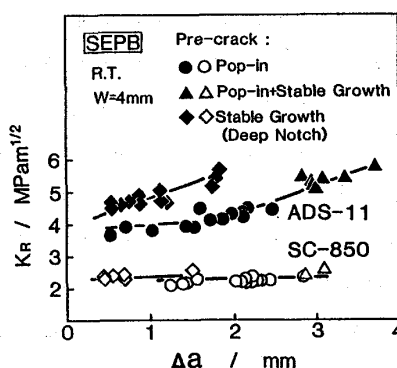


Fig.1 K_{IR} - Δa curve.

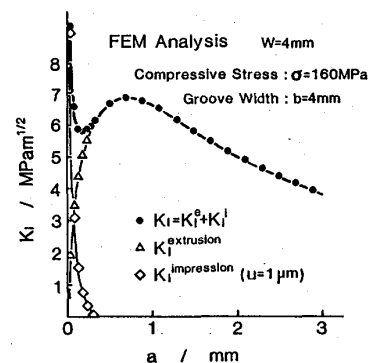


Fig.2 FEM analysis result of pre-cracking condition.

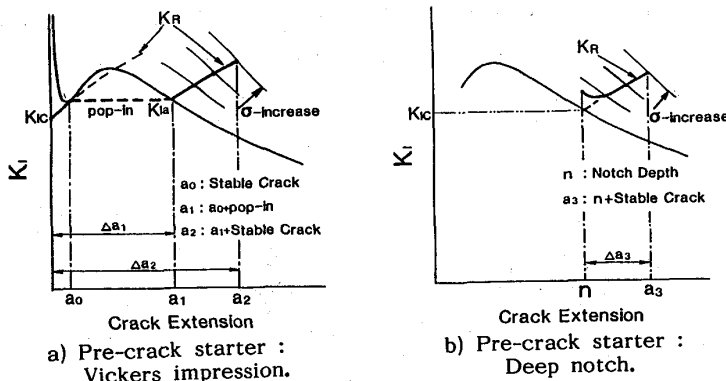


Fig.3 Critical condition for crack extension and arrest.