

非鉛 BNT 圧電セラミックスの遅れ破壊特性

知能材料学研究室 福井 和也

1. 緒言

圧電効果と圧電逆効果を合わせ持つ圧電セラミックス材料はアクチュエータや振動子に应用されており知能材料としての期待も大きい。現在実用化されている圧電セラミックスの代表として PZT が挙げられる。PZT は鉛を多く含んでおり、その使用が規制されることもある。このため代用となりうる非鉛圧電セラミックス材料の開発、研究が進められている。圧電セラミックスは脆性材料であり、遅れ破壊が生じる。このような強度特性を明らかにすることは材料を使用する上で重要である。これまでの研究室における研究では BNT-BT-ST 系非鉛圧電セラミックスの非分極材について、遅れ破壊特性の検討を行ってきた。本研究では、同材料の分極材について遅れ破壊挙動を調査した。

2. 試験片および実験方法

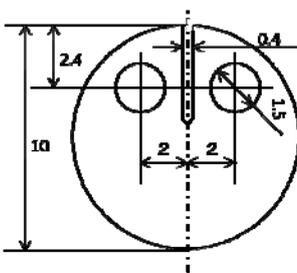


図 1. 試験片の形状

図 1 に示す形状と寸法(直径 10mm 厚さ 1.5mm)に加工し、円形 CT 試験片とした。ノッチ底は鋭利な剃刀を用いてダイヤモンドペーストにより研磨し仕上げた。試験機は研究室で自作されたものを用いた。概略を図 2 に示す。ロードセルに取り付けた固定チャックと、マイクロメータヘッドによりリニアガイド上を移動させる移動チャックの間に試験片を配置し、ピンにより負荷をかける。分極処理は銀電極を介して、80°C のシリコンオイル中で 3kV/mm の直流電界を 20 分間印加した。

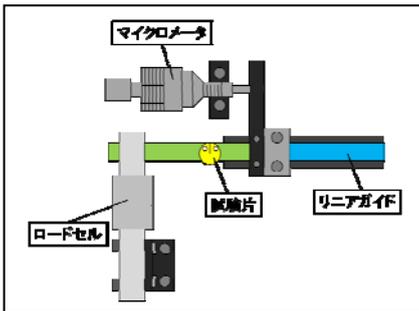


図 2. 試験機

遅れ破壊寿命試験は、設定した初期の応力拡大係数 K_{ini} とする引張り荷重を保持した状態で、破断までの時間を測定した。打ち切り時間は 48 時間とした。き裂伝ば試験では、き裂長さの測定にレプリカ法を用いた。

3. 実験結果および考察

K_{ini} と破断時間の関係を図 3 に示す。 $K_{ini}=1.0\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ で

は全ての試験片で時間依存の遅れ破壊が生じ、 $0.95\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ では一部 48 時間後も未破断のものがあった。これらの結果より分極材の 48 時間に対する強さが $0.85\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ と得られた。これまでの研究で得られている非分極材の結果を破線で同図に示した。非分極材の 48 時間に対する強さは $0.66\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ であった。これら結果より、BNT-BT-ST 材は分極処理をすることで遅れ破壊強さが向上することがわかった。

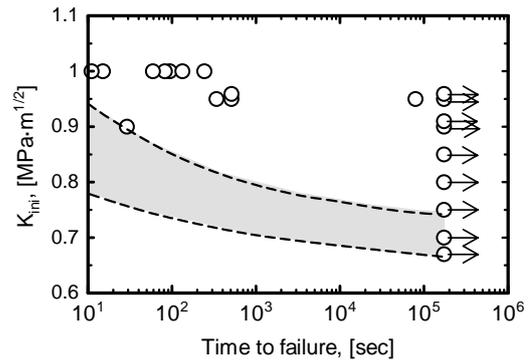


図 3. 遅れ破壊寿命

単位時間当たりのき裂長さ増分であるき裂成長速度と、き裂長さとの関係を図 4 に示した。伝ば開始直後は高いき裂伝ば速度を示すが、その後伝ば速度は 10^{-3} から 10^{-5}mm/s の伝ば速度で増減する。

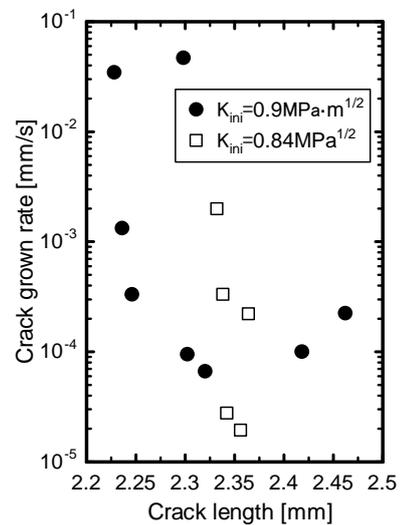


図 4. き裂伝ば速度

4. まとめ

非鉛系圧電セラミックス BNT-BT-ST 分極材の遅れ破壊特性について調査した。分極材の方が非分極材よりも遅れ破壊強さが向上することがわかった。

(参考文献省略)