

圧電セラミック PZT の曲げ強度におよぼす電場の影響(卒業論文要旨)

知能材料学研究室 原 浩之

1. 緒言

PZT (チタン酸ジルコン酸鉛) は、優れた圧電性を有することからセンサーやアクチュエータとして広く使われている。しかし、セラミックスなので脆く強度信頼性が低いという問題がある。

これまでPZT分極材の4点曲げ試験の結果より温度および湿度の上昇がPZTの強度を若干低下させる。また高湿度下では分極方向の電界負荷により強度が著しく低下するなどが明らかになっている。本研究では、40°C、80%の環境下で、分極方向に逆向きの電場がPZTの曲げ強度にどのような影響を持つのか調査した。大きな電場を分極方向と逆方向にかけると分極反転が生じる。このような分極反転が生じる場合とそうでない場合の曲げ強度を検討した。

2. 実験方法

実験に用いた材料は 38×5×1(mm)の PZT 分極材(日本セラテック社 G材)である。曲げ試験には内側スパン 10mm, 外側スパン 30mm で4点曲げ負荷ができる自作の4点曲げ試験機を用いた。恒温恒湿機で温度湿度を 40°C, 80%に保ち、銀電極を介して電界を負荷した。

負荷する電界条件は-400 V/mm, 0 V/mm, +400 V/mmとした。荷重を負荷してから試験片が破壊に至るまでの時間をリミットスイッチを用いて計測した。荷重負荷後 48時間経過しても破断しない場合は未破断をして実験を打ち切った。

3. 実験結果

試験片に電場をかけない場合(0 V/mm)と+400 V/mmの電場をかけた場合の負荷応力と破断寿命 T_f の関係を図1に示した。曲げ強度の値は $T_f = 10^0$ secの軸上にプロットした。荷重負荷後ある時間経過後に破断する遅れ破壊が生じた応力の平均値を遅れ破壊強度 σ_d とし実線で示した。電場がない場合、負荷応力が小さいほど T_f が増大する傾向があった。+400 V/mmの場合、電場がない場合と比べて σ_d は56%低下した。また、破断と非破断の境界が比較的明瞭である。次に逆電場-400 V/mmをかけた場合の結果を図2に示す。-400 V/mmの場合、遅れ破壊が生じた応力に大きなばらつきが見られた。また、電場がない場合と比べて σ_d は50%低下した。

以上の結果から σ_d の比較を図3に示す。PZT-D材はこれまでの研究で調査された圧電特性が若干異なる材料であり、この材料は-400 V/mmの電場では分極反転が生じることが確認されている。分極反転が生じる条件では、負の電場をかけても正の電場下における遅れ破壊挙動とあまり差異がない。一方本実験におけるG材では反転が生じにくい材料であるため、負電場により遅れ破壊強度がばらつく結果となった。

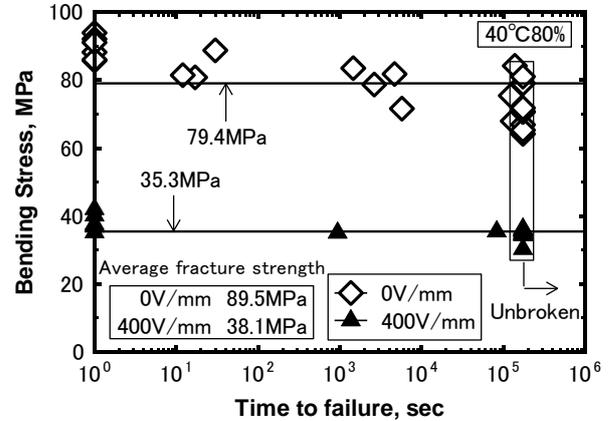


図1 +400V/mmの電場下での破断寿命

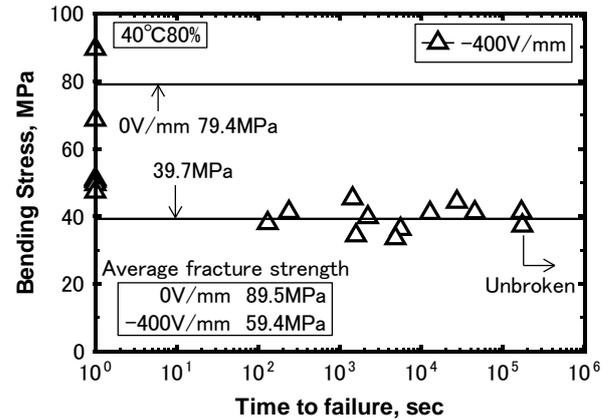


図2 -400V/mmの電場下での破断寿命

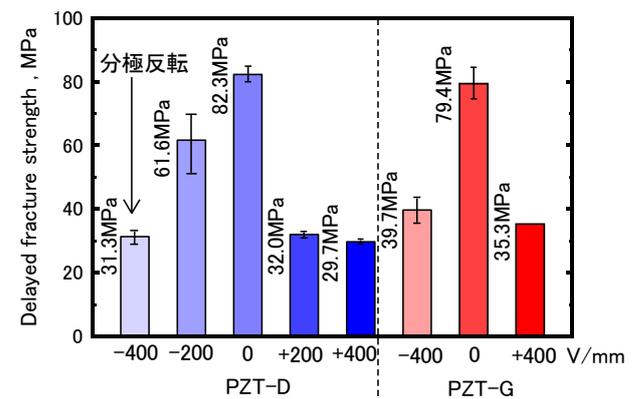


図3 遅れ破壊強度の比較

4. 結言

40°C80%環境下で+400 V/mm 負荷した場合、電場がない場合と比べて σ_d は56%低下し、-400 V/mm 負荷した場合は σ_d が50%低下する。しかし、-400 V/mm では強度のばらつきが大きくなった。