

1. 緒言

チタン酸鉛とジルコン酸鉛の固溶体である PZT(チタン酸ジルコン酸鉛)は圧電セラミックスのなかでも特に圧電特性が優れているため、多くのセンサーやアクチュエータなどに使用されている。しかし、脆性材料であるため強度的に信頼性が低いという欠点がある。また、セラミックス特有の遅れ破壊により長期稼働中の PZT アクチュエータが破壊するという現象もみられる。特に高温・高湿の環境下で破壊が顕著に多くなる。そこで本研究では温度ならびに湿度を変え PZT 分極材に四点曲げ荷重負荷試験を行い、遅れ破壊強度におよぼす温度および湿度の影響について調査を行った。

2. 材料および実験方法

実験に用いた材料は 38×38×1[mm]の PZT 分極材である。ダイヤモンドカッターを用いて、幅 5mm 間隔に切り出し、その後側面を研磨機で仕上げて図 1 に示す形状および寸法の試験片を作製した。

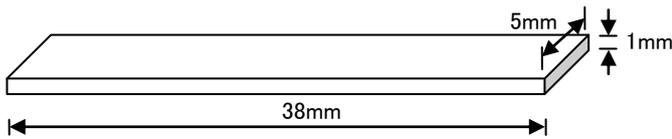


図 1. 試験片

四点曲げ荷重には、図 2 に示す自作の試験機を用いた。荷重の検出には小型圧縮荷重用ロードセル(50N)を用いた。外側スパン 30mm、内側スパン 10mm でてこを介し、おもりにより静的負荷をかけた。また、低温恒温恒湿機内に入れ温度 40℃、湿度 80%、および 40℃、40%・20℃、80%と環境を制御し、それぞれ寿命試験を行った。

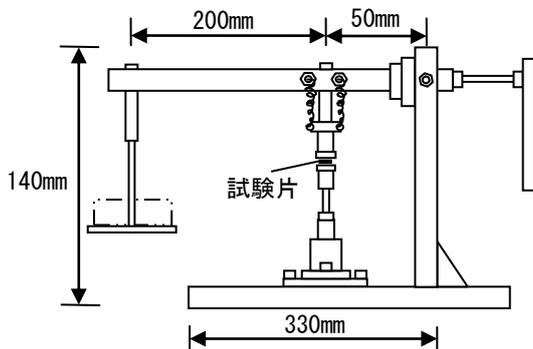


図 2. 4 点曲げ負荷荷重試験

また、破断に至るまでの時間を計測する為にリミットスイッチを用いて各試験片の破断までの耐久時間を測定して未破断の試験片は 48 時間経過で打ち切った。

3. 実験結果と考察

実験結果を湿度 80% で一定とし、温度を変化させたときの

負荷応力と破断までの時間データを図 3 に、温度 40℃一定とし、湿度を変化させたときの負荷応力と破断までの時間を同様に図 4 に示す。また、48 時間後の未破断データをオープンマークで表す。試験の結果、遅れ破壊が生じる応力の平均値 σ_{df} は、20℃・80% の場合は 90.3MPa、40℃・40% の場合は 85.6MPa、40℃・80% の場合は 82.2MPa となった。図中にそれぞれの σ_{df} を破線で示す。

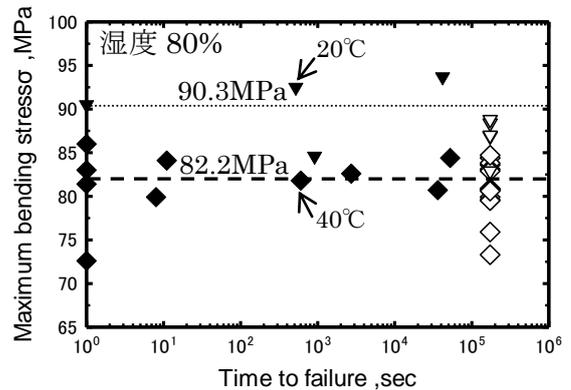


図 3. 破断応力に及ぼす温度の影響

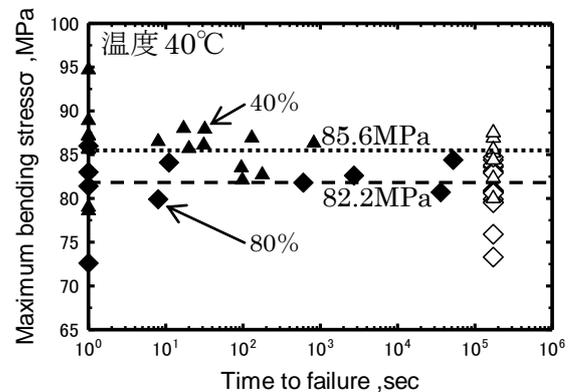


図 4. 破断応力に及ぼす湿度の影響

湿度を 80% 一定とし、20℃と 40℃で比較した場合、20℃では σ_{df} が大きくなり、40℃と比較して 8.1MPa の差が生じた。湿度を 40℃で一定とし、40%と 80%とで比較をした場合、40%の σ_{df} が大きくなり、80%と比較して 3.4MPa の差が生じた。これらの結果より湿度 80%では、温度の上昇が遅れ破壊強度を下げる要因となり、20℃から 40℃への上昇で約 10%の強度が低下した。

4. 結言

高温・高湿な環境下が PZT の遅れ破壊に対して影響を与えていることがわかった。特に高湿環境での温度上昇による影響が遅れ破壊に対して表れ、強度を下げる要因であることが今回の研究においてわかった。