

PZT 電極縁き裂の繰返し電界誘起進展挙動に及ぼす環境の影響

知能材料学研究室

明智嶺太郎

1. 緒言

圧電材料は力を加えると圧電効果により電圧が発生し、電圧を加えると逆圧電効果により変形する。中でも PZT (チタン酸ジルコン酸鉛) は圧電特性が良好であることに加え、キュリー温度が高く、温度特性が非常に安定な為、センサーやアクチュエータの材料として多く使用されている。PZT アクチュエータを駆動させるためには、電極を介して材料に電界を負荷させることが必要である。しかし、電極が不連続である場合、電極縁付近で電界や応力の集中が生じ、機械的損傷が発生することがある。⁽¹⁾本研究では、PZT 圧電セラミックスの部分電極縁に予き裂を付けた試験片に交流電圧を負荷し、き裂進展挙動に及ぼす環境の影響を調査した。

2. 実験装置および方法

本研究で用いた材料は、板厚方向に分極された $5 \times 5 \times 1$ [mm] の PZT 板である。図 1 に示すように、正極側片面に部分電極をスパッタリングにより作製し、その縁に沿ってビッカース圧痕を付して予き裂とした。この試験片の部分電極と負極側全面電極間に $V = \pm 400V, 400Hz$ の交流電圧をかけ、顕微鏡で測定したき裂長さの単位時間当り増分をき裂進展速度として求めた。実験環境を温度 $20^\circ C$ および $40^\circ C$ 、湿度 40%、および 60% と変えての実験を行った。

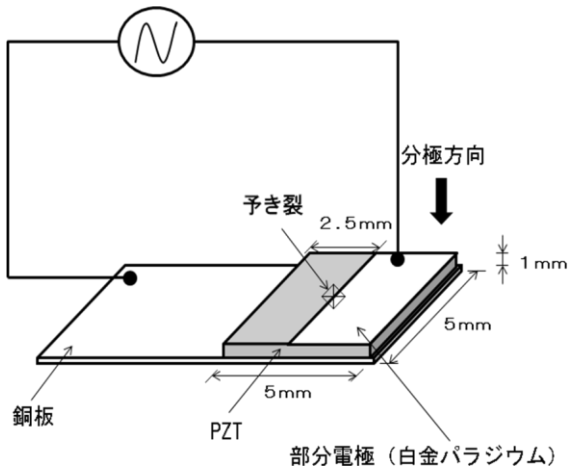


図.1 試験片形状

3. 実験結果および考察

$20^\circ C$ 40% の環境下において、2 個の試験片について得られたき裂長さとの関係を図 2 に示す。電圧を負荷した直後からき裂長さは増加するが、その増加割合は時間とともに減少した。最終的にはき裂は進展しなくなり停留した。

温度 $20^\circ C$ において湿度を 40% 及び 60% と変えた場合のき裂進展速度 dc/dt とき裂長さ $2c$ の関係を図 3 に示す。 $dc/dt-2c$ の関係と停留き裂長さは湿度を変化させても大きな変化は見られなかった。次に湿度 40% 一定で、温度を $20^\circ C, 40^\circ C$ と変えた時の同様な結果を図 4 に示す。 $40^\circ C$ と温度が高い場合 $dc/dt-2c$ の関係および停留き裂長さにばらつきが見られた。

各条件における絶対湿度を表 1 に示す。 $40^\circ C$ 40% における絶対湿度は他の条件に比べかなり大きい。酸化物セラミックスでは、水分子がその結合力を低下させることが知られており、その影響が本実験結果においても見られ、き裂進展抵抗が低下した。

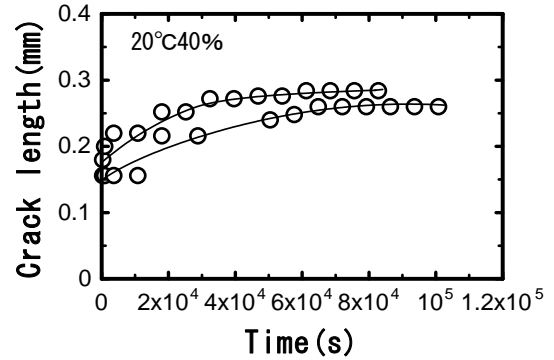


図.2 き裂長さの変化($20^\circ C, 40\%$)

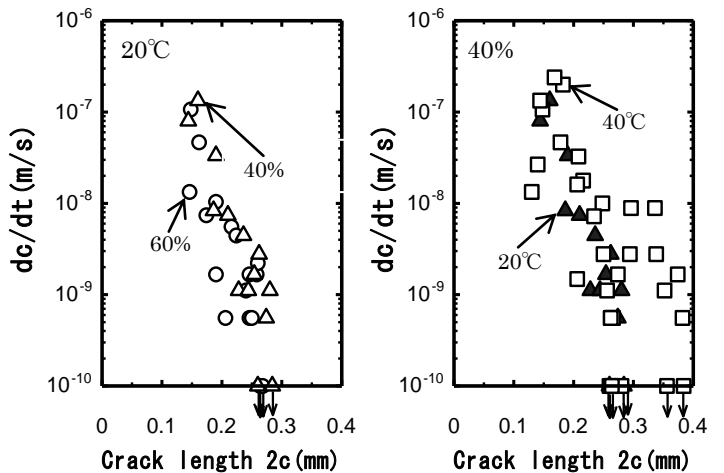


図.3 き裂進展に及ぼす湿度の影響

図.4 き裂進展に及ぼす温度の影響

表 1 各環境下における絶対湿度

温度($^\circ C$)	相対湿度(%)	絶対湿度(kg/m^3)
20	40	6.9
	60	10.4
40	40	20.4

4. 結言

- 交流電圧により、き裂はその進展速度を低下しながら進展し、最終的に停留に至ることが分かった。
- 温度 $40^\circ C$ 、湿度 40% の条件下でき裂進展速度および停留き裂長さが顕著にばらつき停留き裂長さが増大する傾向がある。

(1)平成 21 年度 高知工科大学 卒業論文 片山政輝