

パルスエコー法による欠陥検出

知能材料学研究室

岩本 顕

1. 緒言

社会基盤の多くが建設後 30 年以上経過しており、その老朽化が問題となっている。これらを放置しておけば自然災害などにより致命的な損壊、あるいは人命にかかわる重大な事故につながりかねない。そこでこのような社会基盤の点検や検査が重要になるが、これにかかる時間や労力は大きな課題となっている。

この対策として、自動的なヘルスマonitoring 技術の開発に関心が高まっている。そこでは機械-電気のエネルギー変換が可能な圧電材料への期待は大きく、その応用に関する研究が行われている。

本研究では、圧電素子を用いたパルスエコー法によって、欠陥を検出するヘルスマonitoring に関する基礎的研究を行った。

2. 材料および実験方法

実験に用いた材料は、センサおよびアクチュエータ素子として、板厚 0.2mm の市販の PZT 分極材(日本セラテック社 D 材)を、試験片として 120x30x2(mm)のアルミニウム合金 A2014 を用いた。センサおよびアクチュエータは、所定の寸法にダイヤモンドカッターで切り出し、試験片と導電性接着剤(ドータイト XA-519B)で接着した。PZT はいずれも分極時の正極を表とした。

アクチュエータには、信号発生器と高圧アンプを用いて、最大電圧 51V の矩形波を入力した。センサ出力はオシロスコープでモニターした。

3. 実験結果および考察

3.1 センサ出力

パルスエコー法の原理は以下のとおりである。アクチュエータに正の電圧を印加したとき、PZT は分極方向に伸びるように変形する。このとき平面方向にはポアソン効果により縮む変形が生じる。そのため入力により、材料中に弾性波が伝播することになる。一方、センサ部では、弾性波が到達すると圧電効果によりアクチュエータと逆の電界が生じる。アクチュエータとセンサ間に欠陥があると弾性波が変化するため、センサ出力波形に差異が生じる。

実際の入出力波形の例を図 1 に示す。アクチュエータに正の電圧が印加されると、センサには負の電圧が出力されていることがわかる。

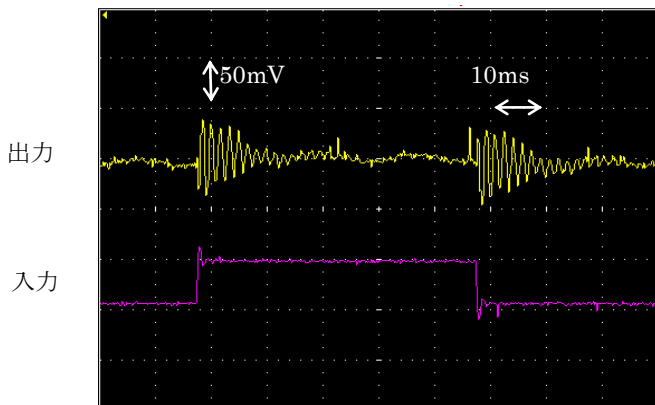


図 1 入出力波形

次に図 2 に示す位置にアクチュエータとセンサを接着し、センサそれぞれの出力をモニターした。この時のアクチュエータ、センサ間の距離とセンサ最大電圧の関係を図 3 に示す。

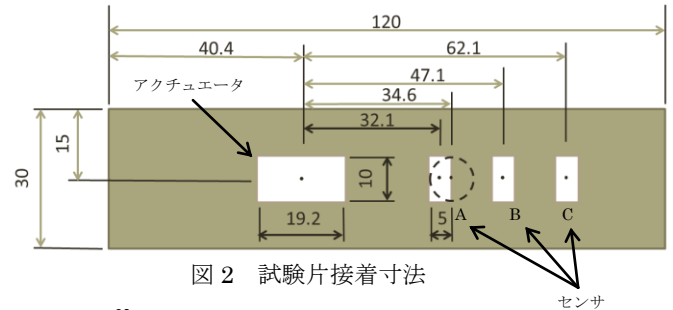


図 2 試験片接着寸法

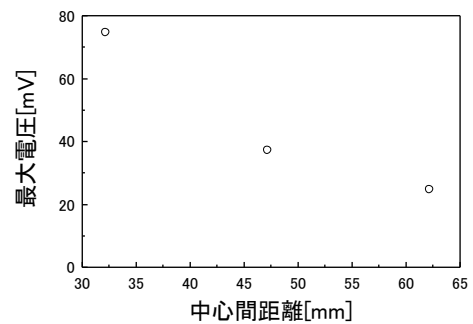


図 3 距離と最大電圧の関係

センサとアクチュエータ間の距離が離れるほど、最大出力電圧が減少しており、距離の増加による影響を受けていることがわかる。ただし、より遠方のセンサでは、途中のセンサの影響も存在する。

3.2 円孔欠陥の影響

図 2 に示すセンサ位置 C のみにセンサを張り付けた試験片について、34.6mm の位置の直径 10mm 円孔の有無が出力に及ぼす影響を調べた。有無による比較を図 4 に示す。



健全状態(円孔なし) 不健全状態(円孔あり)

図 4 円孔欠陥による比較

健全状態の最大電圧は約 22.5mV、不健全状態の最大電圧は約 20mV という結果が得られた。微小ではあるが、円孔による影響がみられる。しかし、損傷を評価できるほどの差異は見られなかった。これは損傷とセンサとの距離が近いことが原因ではないかと考えられる。

4. 結言

圧電素子を用いたパルスエコー法では、出力電圧はアクチュエータとの距離により影響を受けることが分かった。円孔欠陥による影響は微小であった。