

動的応答特性を利用した平板の損傷部検知手法に関する実験的研究

東海大学海洋学部 正会員 川上哲太郎
(株) 検査研究所 草加 英之

はじめに

現在、鋼製の構造部材内に存在する腐食、劣化や微小欠陥に対する非破壊検査法は、放射線透過検査や超音波深傷検査が一般的であるが、これらの検査法においては比較的高度な検査技術や評価技術が必要となる。また、放射性物質の取り扱いなどの安全面、精密検査機器の使用に伴う経済性の問題があると考えられる。さらに、構造物の補修保全が必要不可欠な時代をむかえ検査数そのものが増加し、検査法の改善や効率化が求められている。

本研究では上記の問題点に着目し、薄肉の平板構造を対象とした劣化損傷部の簡便かつ経済的な一次的検知手法の開発を試みた。本研究で提案した検知手法では、平板の動的応答特性を劣化損傷部の検知に利用することを考え、波動源として超音波ではなく、PZT 圧電振動子などによる比較的低周波の波動を用いた。劣化損傷部の評価法としては、平板表面を伝播する波動の散乱状態をたわみ振幅の分布として可視化することにより行うものである。

実験装置

模型実験として、実際の非破壊検査手法を想定し劣化損傷部の検知を試みる。平板は一般的な ss400 鋼材を用いた。実験装置を写真 - 1 に示す。振動波動源としては入力振動数を任意に選択できる PZT スピーカ（アタッチャブルスピーカ：栄進電機株式会社：M-PZT03 型：周波数特性 120Hz～25KHz 以上）を平板に設置し、たわみの測定は非接触型のレーザー変位計(KEYENCE：LK-G：シリーズ：0.05 μ m)を用い、任意の計測位置を決定するための X-Y ユニット架台に取り付け使用した。また平板の端部からの波の反射を防ぐために平板の外周に衝撃吸収材を設置した。

実験方法

実験に用いた劣化損傷部を有する平板の寸法、劣化損傷部の位置、計測線を図 - 1 に示す。なお、本実験では劣化損傷部を有する平板の波動特性の基本的現象を把握しやすくするために、劣化損傷部を孔としてモデル化とした場合と、劣化損傷を肉厚の減少でモデル化した場合を考えた。本実験では図に示すように波源位置 w 、計測線 1,2 の相対位置を固定し、各々同時に y 軸方向に平行移動する方法で劣化損傷部の検知を行った。実験において両計測線は劣化損傷部を挟み込む形とした。

入力振動としては PZT スピーカで 1000Hz の波動を 0.001 秒間与え、計測点で計測された波形から第 1 波の振幅をたわみ振幅として読み取った。

実験結果

計測結果の例として図 - 2 に孔を有する平板のたわみを示す。入力振動に対して透過側である計測線 2 の $y=0(\text{mm})$ と $y=75(\text{mm})$ の位置でのたわみを比較すると、劣化損傷部直後の $y=0(\text{mm})$ の方がたわみが小さくなっていることがわかる。

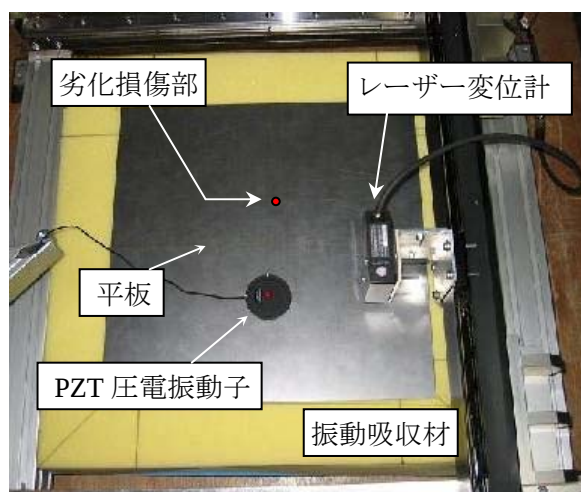


写真 - 1 実験装置

キーワード： 薄肉平板、動的応答、欠陥検知、非破壊評価、

連絡先： 〒424-8610 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1 東海大学海洋学部海洋建設工学科
TEL (0543)34-0411 FAX (0543)34-9763

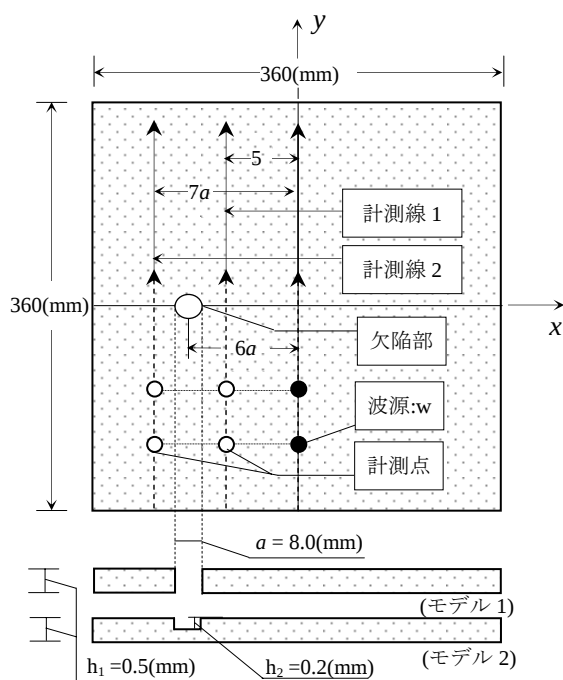


図 - 1 平板の寸法および実験モデル

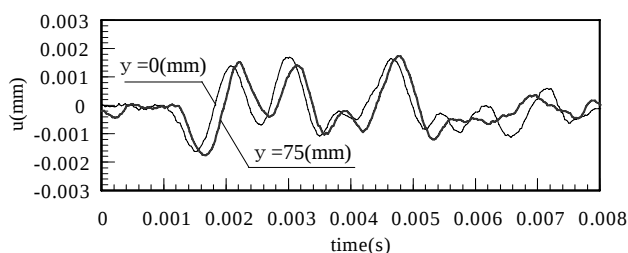
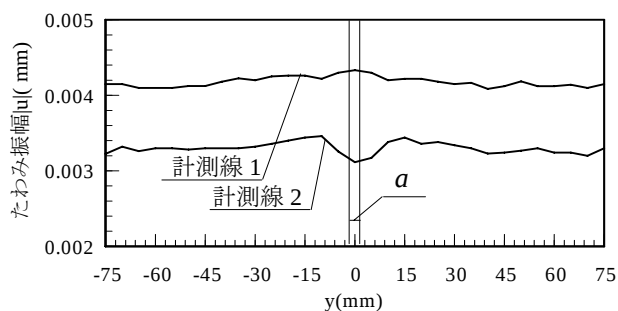
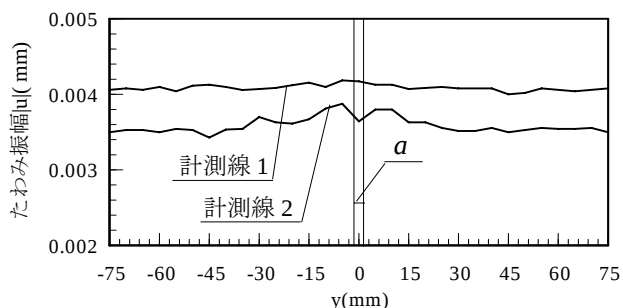


図 - 2 平板のたわみ計測例(孔を有する場合)



(a) 孔を有する平板



(b) 肉厚を減少させた平板

図 - 3 たわみ振幅の応答分布

実験結果の例である図 - 2 のたわみ振幅の値を計測点ごとにプロットしたものを図 - 3 に示す。

図 - 3(a)(孔を有する平板)より反射側(計測線 1)のたわみ振幅の応答分布の形状は、計測点の位置に関係無く、ほぼ一定値を示していることがわかる。本実験ケースでは反射側では劣化損傷部による波動の散乱は明確には、確認できなかった。次に、図 - 3(a)の透過側(計測線 2)のたわみ振幅の応答分布をみると、劣化損傷部付近でたわみ振幅が小さくなっており最小値を示していることがわかる。透過側では波動は欠陥部の影響を明らかに受けており、劣化損傷部後方にたわみ振幅が小さい領域が現れることがわかった。

図 - 3(b)(肉厚を減少させた平板)をみると、反射側(計測線 1)では図 - 3(a)と同様にたわみ振幅の応答分布はほぼ一定値を示すことがわかる。一方、劣化損傷部後方の透過側(計測線 2)では、たわみ振幅が低くなる傾向が見られるが、その傾向は図 - 3(a)に比べて小さいことがわかる。

以上のことより、透過側、反射側のたわみ振幅の応答分布の形状を比較することより劣化損傷部位置をある程度判断できると考えられる。実際的には一定間隔で設けられた 2 つの計測線のうちどちらか片方のたわみ振幅の応答分布の形状が一部極端に小さくなっていれば、その計測線の間に劣化損傷部があると判断される。

これらの実験結果は、著者らのこれまでの数値解析的検証の結果¹⁾と一致するものであり、本研究で提案した欠陥検知手法の有用性を示すものであると考えられる。

結論

- (1) 劣化損傷等を有する平板の波動伝播特性を模型実験により確認することが出来た。
- (2) 劣化損傷部の透過側におけるたわみ振幅の減少領域をとらえることにより、平板内に存在する劣化損傷部の検知が可能と考えられる。

参考文献

- 1) 川上哲太郎, 草加英之 (2005): 薄肉平板の動的応答特性を利用した劣化損傷部検知法に関する数値解析的検証, 応用力学論文集, vol.8, pp.207 - 214