

低周波振動を利用した平板接合部の欠陥検知に関する実験的検討

東海大学海洋学部 正会員 川上哲太郎
 山口大学工学部 青木由香利

はじめに

構造物を構成する部材同士の接合部に存在する欠陥は、維持管理上有害となりうるので、その早期発見は重要な課題である。

現在、接合部に存在する欠陥等の発見のために、多くの非破壊検査手法が用いられている。主な手法としては、放射線透過試験方法・浸透探傷試験方法・超音波探傷方法・磁粉探傷試験方法の4つが挙げられる。また、微細損傷部検出のための研究など^{1),2)}も行われている。しかしながら、これらの方法は特別な装置や技能、経験が必要であり、コスト的な問題を含む場合もある。そこで、本研究では平板構造を対象に、平板の振動特性を利用した、より簡便かつ実用的な一次的欠陥検知手法の開発を試みた。

実験方法

写真-1に本研究で用いた実験装置を示す。欠陥を有する平板模型は、内空寸法 300(mm)×300(mm)の鋼製矩形フレーム架台に、板厚 0.5(mm)、平板一辺長 $a=300$ (mm)、辺長比 $a/b=1.0$ とするステンレス板を接着したものを用いた。欠陥部は平板とフレーム架台との接合境界に、図-1に示すような接合抜けなどをモデル化した直線の切削を入れた自由境界型と、平板と架台との接着部に一部未接着部分を残した単純支持型として作製した。それぞれの平板の中心に振動波源として PZT 振動子を設置し、平板内のたわみ振幅を CCD レーザ変位計により測定した。計測は欠陥部を有する辺と平行な測線 $I1$ ($x/a=0.48$) と、相対する辺の測線 $I2$ ($x/a=-0.48$) 上を各 30 点計測した。(写真-1 参照) 実験パラメータとしては、欠陥部中心位置

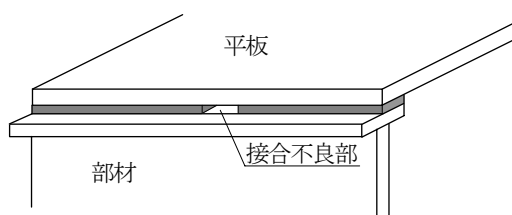


図-1 接合部欠陥のモデル

$Dc/a=0.0, 0.2, 0.4$, 振動波源周波数を 120, 20, 500 Hz, 欠陥部長 $Dl/a=0.04$ とした。

実験結果

図-2に振動波源周波数 120Hz, 自由境界型欠陥で欠陥部中心位置 Dc/a が $y/a=0.0$ の位置と、これに相対する辺での同一点で測定したたわみの計測例を示す。(a)は写真-1で示した測線 $I1$, (b)は測線 $I2$ 上の点でのたわみである。図より欠陥部中心の点でのたわみ値(a)が相対する点(b)に比較して大きくなっていることがわかる。また、たわみ振幅の値として(a), (b)両図ともたわみの波形の平均値とした。

図-3に、自由境界型の欠陥部中心位置 Dc/a が $y/a=0.0$ と平板の中心にあり、振動波源周波数 120Hz での各計測点でのたわみ振幅の分布を示す。図より測線 $I1$ での欠陥部付近のたわみ振幅の値が測線 $I2$ に比較して大きくなっていることがわかる。

図-4は、図-3に示した測線 $I1$ と $I2$ のたわみ振幅の

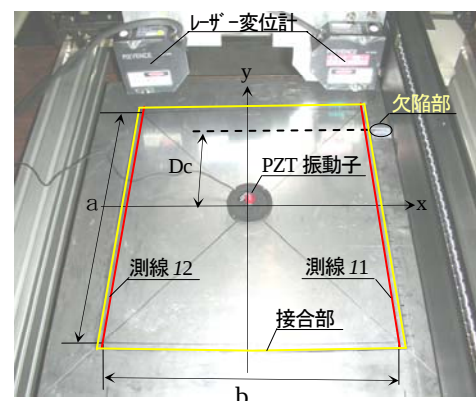


写真-1 実験装置

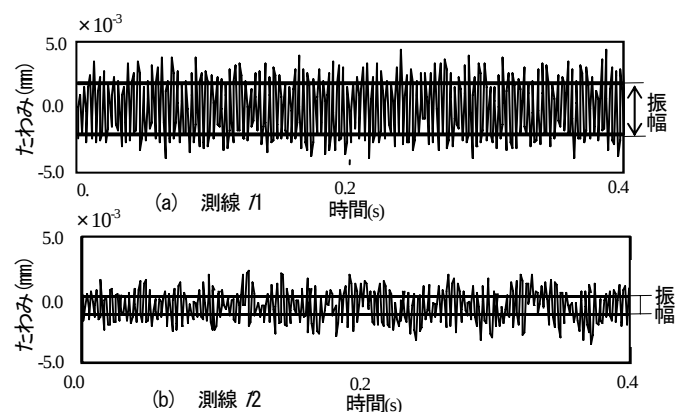


図-2 たわみ振幅の計測例

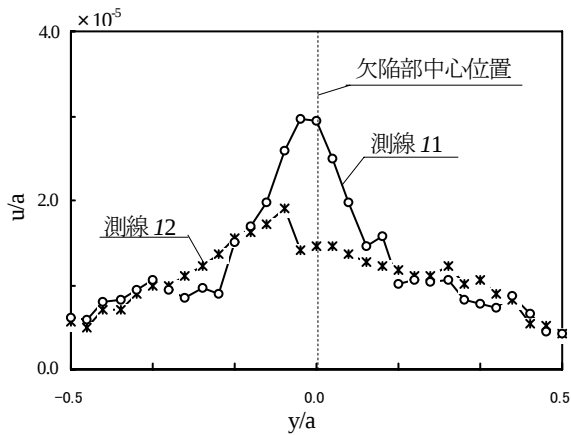


図-3 各測線におけるたわみ振幅の分布
(自由境界, 120Hz, $D_c/a=0.0$)

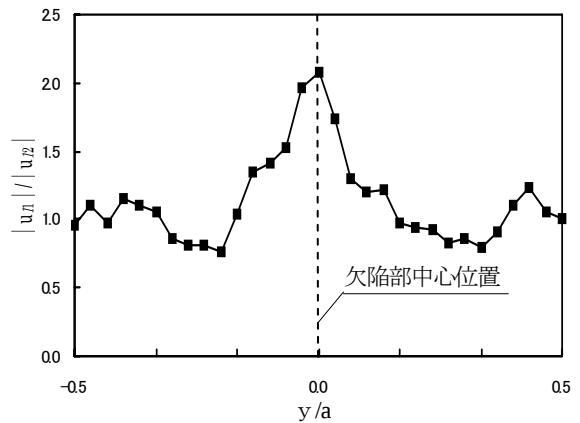


図-4 測線 11 と 12 におけるたわみ倍率
(自由境界, 120Hz, $D_c/a=0.0$)

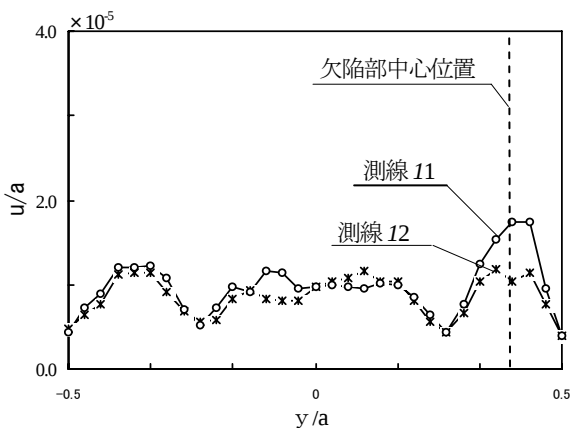


図-5 各測線におけるたわみ振幅の分布
(単純支持境界, 500Hz, $D_c/a=0.4$)

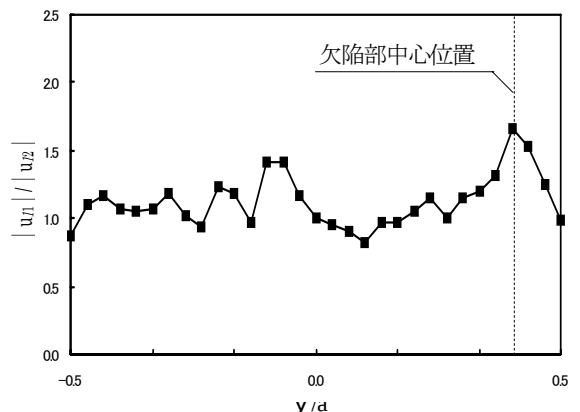


図-6 測線 11 と 12 におけるたわみ倍率
(単純支持境界, 500Hz, $D_c/a=0.4$)

比を示したものである。欠陥部付近の比率は 2.0 以上であり、欠陥部の存在を明確に判断することが出来る。

図-5 は、単純支持形の欠陥部中心位置 $D_c/a=0.4$ (隅角部寄り) とし、振動波源周波数 500Hz における測線 11, 12 のたわみ振幅の分布を示す。図より測線 11 での欠陥部付近のたわみ振幅の値が測線 12 に比較して大きくなっていることがわかる。しかしながら、図-3 の場合に比べてその差異は顕著ではない。

図-6 は、図-5 に示した測線 11, 12 のたわみ振幅の比を示したものである。これより、欠陥部が隅角部付近でも、欠陥部付近でのたわみ振幅の比は大きくなっていることから欠陥検知が可能であるといえる。

実際の計測では全く健全な測線はあらかじめ決定しておくことは出来ないため、直接的に単独の測線でたわみを計測し、その振幅の分布形状の異常から欠陥を評価する事になる。したがって図-6 のように計測結果の場合に対応した、例えば、振動波源を測線付近で平行に移動しながらの計測法などの開発が必要であると

考えられる。

結論

- 1) 本研究で示した検知手法によれば、120Hz～500Hz の比較的 low 周波の振動であっても、接合部における欠陥検知が可能であると考えられる。
- 2) 欠陥部と健全部のたわみ値の比率が、1.4 程度以上で欠陥とみなすことが有効である。
- 3) 隅角部などに存在する欠陥検知の精度向上のための新たな計測方法の開発が必要である。

参考文献

- 1) 川嶋紘一郎, 村瀬守正, 小原良和, 山田龍三, 松島正道, 植松充良, 藤田文雄, 宮武和, (2005): ナノメートルオーダーの隙間を持つ微細損傷・不完全結合部検出のための非線形超音波画像化システム, 非破壊検査第 54 巻 9 号, pp509-514
- 2) 熊谷稔, 上野善彦, 梅田聡, 平澤英幸, 西尾譲, 松井啓年, (2005): 磁粉探傷試験フィル(MTフィルム)特性と実構造物への適応試験, 第 60 回年次学術講演会講義概要集(CD-ROM), 1-430