

I-295

複合円板部材の固有振動数と動的応答の解析

北海道開発コンサルタント	正員	重清 浩司
北見工業大学	同	大島 俊之
同	同	三上 修一
日大生産工学部	同	能町 純雄

1. まえがき

応力波が弾性体中を伝播する場合、構造物内部の情報の影響を受け、反射、屈折などの散乱をしながら伝播する。したがって、伝播してきた応力波動を解析することにより、構造物内部の状態をある程度判断することができる。本研究はこのように応力波動の解析を構造物の健全度評価に応用することを目的にしている。しかしながら、伝播する応力波動は入射波形の決定、応力波動の散乱の解析など難解な問題を解決しなければ実用化できない。したがって本研究ではそのための基礎的研究として二層同心円上の複合円板部材を対象としてその固有振動数と動的応答の解析を行い、実験による応答解析の参考資料を得たので報告する。

2. 解析概要

図1に示すような複合円板部材を対象としてFourier-Hankel変換を応用して固有振動数解析と動的応答の解析を行った。運動方程式は極座標表示の二次元応力問題に関する式を用い、応力と変位に関するHookeの法則を用いて円周方向にFourier変換、半径方向にHankel変換を行う。次に変位に関する連立方程式を解くことにより境界値を含む像空間の解が得られるのでこれをFourier-Hankel逆変換する。さらに境界での応力と変位の適合を満足させる条件から動的応答に関する構造全体の振動方程式が得られる。

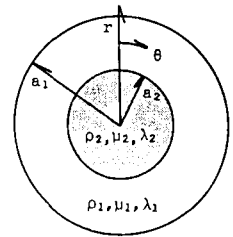


図1 複合円板部材

固有振動数に相当する固有値はこの場合無限に存在し、これを繰り返し反復法により決定する方法による。動的応答解析はモード解析法を用いた。本稿で示す数値計算では固有振動の次数は6次までとったが、実験との比較をする場合にはさらに高次まで必要となる。

3. 数値計算

数値計算ではモルタル円板中の鉄筋を想定して内径と外径との比(a_2/a_1)を変化させて計算した。ここでは紙面の都合上固有振動数の解析結果は省略し、動的応答解析結果の一例を示す。図2は $m=0$ （軸対称）の場合の表面の半径方向変位の応答を示しており、鉄筋のない場合（ a_2/a_1 、破線）と $a_2/a_1 = 1/3, 1/4, 1/6$ の三つの場合を比較している。横軸 t/t_0 は経過時間 t をモルタルのせん断波速度で全直径の2倍を伝わるのに要する時間 t_0 で無次元化している。加振振動数は20 KHz、 $E_f/E = 7$ 、 $\rho_f/\rho = 3$ 縦軸は絶対値の最大を1とするように縮尺している。同様に、図3は内部の境界面での半径方向変位、図4は境界面での垂直応力 σ_r の応答を示している。

また、図5、図6、図7はそれぞれ $m=1$ （逆対称）の場合の表面および境界面の半径方向変位と境界面の垂直応力の応答を示している。

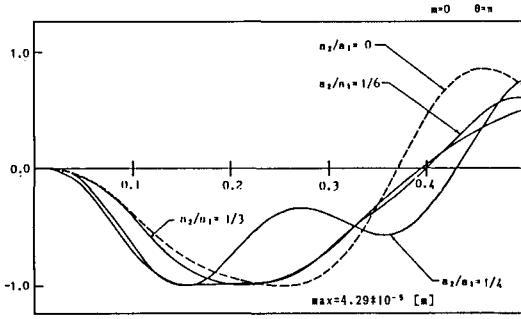


図2 表面の半径方向変位 ($m=0$)

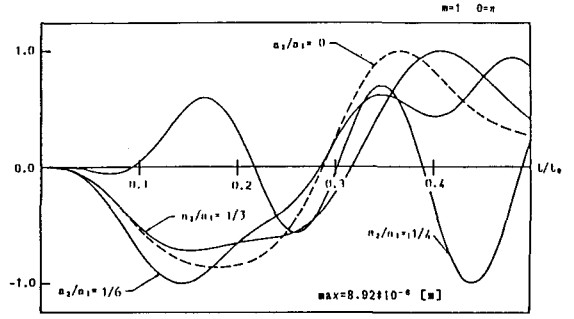


図5 表面の半径方向変位 ($m=1$)

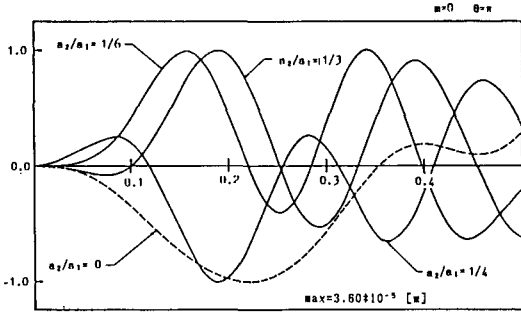


図3 境界面の半径方向変位 ($m=0$)

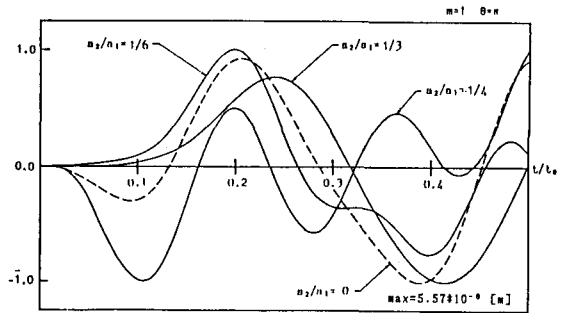


図6 境界面の半径方向変位 ($m=1$)

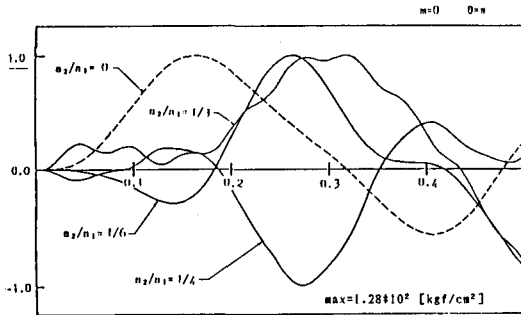


図4 境界面の垂直応力 ($m=0$)

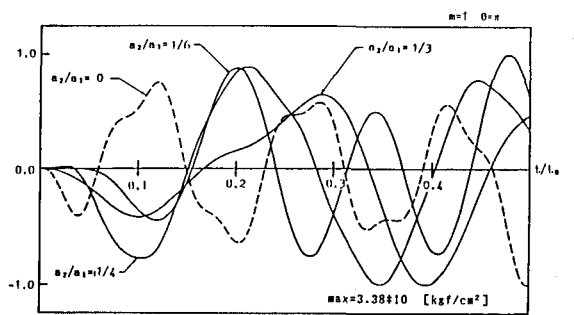


図7 境界面の垂直応力 ($m=1$)

4. あとがき

本研究ではモード解析法を用いているため、応答の初期条件は満足させることができるが、高次モードの処理において不十分な点がある。今後はこれらの解決などを検討する予定である。本研究は文部省科学研究費 一般研究(c)の補助を受けて行った。ここに深く感謝いたします。

参考文献

- 1) S.G.Nomachi: The Memoirs of Muroran Institute of Technology, Vol.3, No.4, 1961.