

薄板の構造最適化における逆問題的手法の適用

80021904 窪田健三

指導教員 青山藤詞郎

1. 緒論

一般に、振動は構造系の諸性能を低下させる大きな要因となる。その対策として、生産リードタイム短縮が求められる昨今では、設計段階で振動抑制を行うべく、最適設計などの構造最適化手法の研究が盛んに行われている^[1]。また最近では、結果から原因を導く逆問題の考え方が様々な分野で多用されている。振動問題における逆問題としては「振動特性(結果)からの構造(原因)の決定」、いわゆるシンセシス問題があり、最適設計もこれに該当する^[2]。

そこで本研究では、逆問題的手法を用いて、目標とする固有値を与えたときに、これを満足する物理特性パラメータを求めることができる新たな構造最適化手法を提案し、本手法を薄板に適用することによりその有効性を示す。

2. 本研究で用いた最適化手法

本手法の原理は行列の固有値解析、逆問題解析の2つの核となる理論を応用、発展させた反復計算である。本手法の流れを図1に示し、解析手順について述べる。

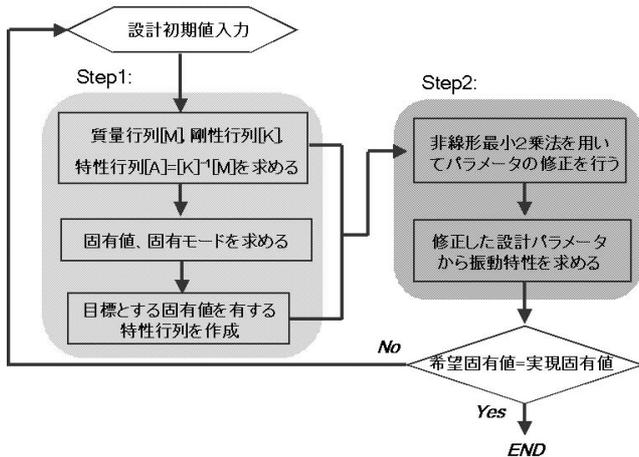


図1. 本研究での最適化の流れ

構造物の質量行列を $[M]$ 、剛性行列を $[K]$ としたときの特性行列を $[A]=[K]^{-1}[M]$ とする。 $[A]$ の固有値解析を行い、 $[A]$ を相似変換すると固有値 Λ 、固有モード Φ を用いて

$$[\Phi]^{-1}[A][\Phi]=[\Lambda] \quad (1)$$

の関係が得られる。式(2)を変形し、

$$[A]=[\Phi][\Lambda][\Phi]^{-1} \quad (2)$$

とすることで、固有値、固有モードから特性行列を求められる。この性質を利用し、式(3)中の $[\Lambda]$ の代わりに、希望する固有値を並べた対角行列 $[\Lambda_{op}]$ を用いると

$$[A_{op}]=[\Phi][\Lambda_{op}][\Phi]^{-1} \quad (3)$$

となり、希望固有値を有する特性行列 $[A_{op}]$ が求められる。 $[A_{op}]$ を理想特性行列とし、非線形最小二乗法を応用して、設計パラメータを修正する。修正された設計パラメータから得られる特性行列より固有値を求め、希望固有値が得られたら解析終了とし、得られない場合はその設計パラメータを初期値として、同様の計算を繰り返し行う。

3. 希望固有値を満足する薄板の設計パラメータ最適化

本手法を薄板へ適用し有効性を評価した。薄板は有限要素法により矩形要素に分割し、支持条件として片持ち固定支持を与えた。図2に解析モデルを示す。

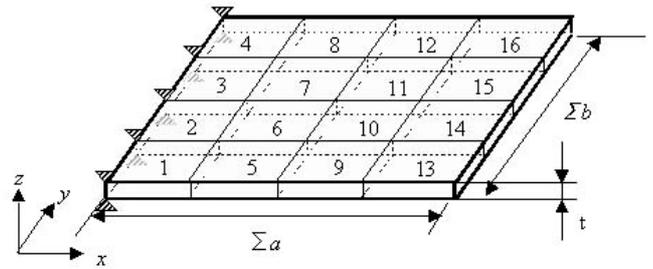


図2. 解析モデル

図2のモデルを用いて、計算前後での総質量及び縦横比不変の拘束条件を付与し、希望動特性として1次固有振動数を与え、50回の反復計算を行った。計算前後の設計パラメータ、固有振動数を表1に示し、固有振動数の変化を図3に示す。

表1. 最適化計算結果

	a [mm]	b [mm]	t [mm]	1st Freq [Hz]
Initial	200.0	200.0	1.000	21.46
Desired	-	-	-	100.0
Obtained	136.1	136.1	2.159	100.0

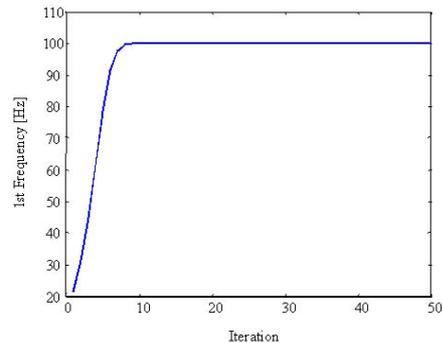


図3. 固有振動数の変化

4. 結論

本研究では、逆問題的手法を用いて、希望固有値を与えたときにこれを満足する設計パラメータを決定することができる新たな構造最適化手法を提案した。本手法を薄板に適用することで、薄板の固有値操作による構造最適化が可能である。

5. 参考文献

- [1] 山川・畔上, 鈴木, 最適設計における最近の話題, 機論, 61-587, C (1995), 11-19
- [2] 久保, 逆問題, (1995), 1-8, 培風館