

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 27-153
補助事業名 平成27年度 振動エネルギー流れに注目した最適設計の研究開発の補助事業
補助事業者名 長崎総合科学大学工学部 振動音響工学研究室

1 研究の概要

新しい概念を取り入れた構造最適方法を実現し検証することが本事業内容になる。従来は主にFRF結果をベースとした構造最適化であり、また離散周波数結果をベースとしているため、トレードオフの関係、すなわちロバスト性のある構造創生とは言えなかった。本事業内容は、次の3点である。(1) 振動系について、平板2要素構造物のFEモデルを対象に要素間の複数の帯域の結合損失率(CLF)を目的関数とする構造最適化を実現する。そして、FRFベースの従来法に関しても、離散周波数の合計もしくは平均を目的関数とした場合の最適構造を行い、両手法の結果の違いを定量的もしくは定性的に考察する。(2) CLFと要素エネルギーも含めた複数の帯域の要素間のパワーフローを目的関数とする構造最適化を実現する。(3) 最適構造結果の有効性の検証。本事業を実現するにあたり、最適構造創生のために、自動化統合化及び最適化を実現するOPTIMUSをベースに有限要素解析ソフトウェア(ANSYS)と計算ソフトウェア(MATLAB)の統合が不可欠である。

2 研究の目的と背景

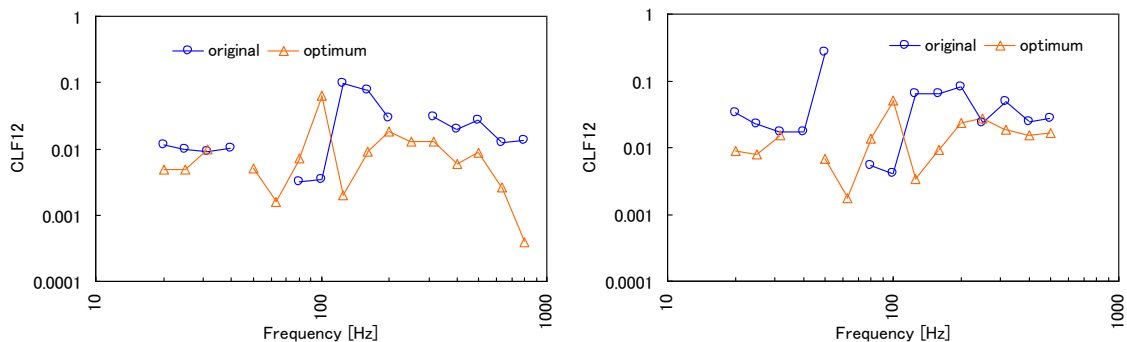
実機の製品には個体差によるばらつき問題があり、個々の製品の変動を考慮した振動騒音設計が必要である。そこで、統計的エネルギー解析法(SEA)は空間と周波数平均する方法であり、このような問題に有効であると考えられる。その特徴を活かし、広範囲の周波数帯域にわたって振動エネルギー流れを考慮した最適構造を創生する方法を構築し、その有効性を検討することが本事業の目的である。

3 研究内容 http://www.mech.nias.ac.jp/blog_main/sb.cgi?eid=114

(1) CLFを目的関数とした構造最適化

有限要素法ソフトウェアANSYS, ANSYSで得られた結果より各種SEAパラメータの計算を行うMATLAB, ソフトウェアの統合と最適化計算が備わったOPTIMUSを融合させて、簡易な2要素L型構造物を対象に、設計変数をFE要素の板厚, 質量を制約条件, SEAパラメータであるCLFを目的関数とした構造最適化法を開発した。比較的値の大きい125Hzの1/3帯域を目的関数として、逐次2次計画法(NLPQL法)のアルゴリズムで最小化を目指し検討した結果、どちらのSEAサブシステムの要素の板厚も薄くなる結果となり、その結果の妥当性は、汎用SEAソフトウェアVA-OneのEFMの結果から検証できた。多目的最適化においては、3帯域(125, 160,

200) を目的関数とした。単目的の結果と異なり、部分的に厚い箇所や薄い箇所のもつ構造となったが、おおむね全ての帯域で初期値に比べて小さな値が実現できていた。



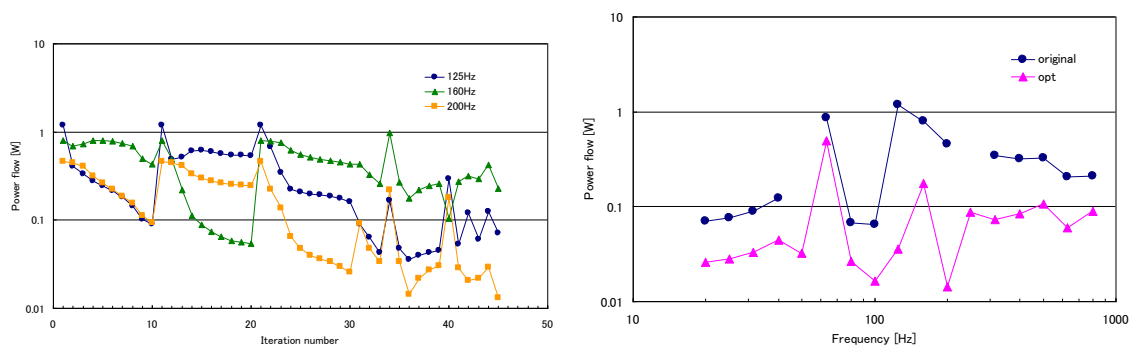
(a) 提案した方法による比較

(b) 汎用ソフトウェアを用いた提案した方法
で得られた最適結果の検証

図 1. CLF を目的関数とした単目的最適化による最適結果と初期結果の比較

(2) パワーフローを目的関数とした構造最適化

パワーフロー (PF) をSEAモデル構築時の要素 1 加振時の要素 1 から要素 2 へのパワー流れと定義し、結合損失係数と要素エネルギーからパワーフローの計算ができるようにプログラムを書き換え、PFを目的関数とする単目的最適化および多目的最適化計算を実現した。アルゴリズムに関係なく似たような構造形状が得られた。



(a) 最適化の推移結果

(b) 提案した方法による比較

図 2. PF を目的関数とした多目的最適化による最適結果と初期結果の比較

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

これまで、様々な製品の振動騒音問題において、振動・騒音の低減のために、固有振動数やFRFベースの離散周波数を目的関数に動力学の構造最適問題が実施されてきた。本研究では、それらとは異なる、周波数と空間平均したSEAを用いて、要素間のエネルギー流れを考慮する最適構造を創生することが可能であり、今後様々な機械構造物への適用や実験による報告がなされると思われる。また、現在は2要素の薄板構造物による検討である

が、他要素構造や厚板構造物である船舶分野への適用検討も進められると思われる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

SEA法を研究ベースとして、他の動力学問題を解く手法との比較や比較を通したSEA法の優位性をメインとした研究活動を行っている。今回の研究によって、SEA法による構造最適化の議論を進めることができ、また、FRFベースの方法による結果との比較も行え大変有益な研究が実施できた。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

【学会発表】

- ①黒田勝彦, 西村海心, 井上朝陽, 音場を評価対象とした振動入力と音圧の相関に関する研究, 日本機械学会九州支部第69期総会・講演会 (No. 168-1), pp. 67-68 (熊本, 2016-3)
- ②K. Kuroda, Structural Optimization of SEA Subsystems using Finite Element Model, 16th Asia Pacific Vibration Control Conference, pp. 237-243, 2015-11 (Hanoi)
- ③黒田勝彦, 西村海心, 実験データを用いたSEAとTPAの振動源と伝達寄与の比較, 日本機械学会年次大会 (No. 15-1), G1000303.pdf (札幌, 2015-9)
- ④黒田勝彦, SEAサブシステムの構造最適化に関する研究, 日本機械学会Dynamics and Design Conference 2015, 521.pdf (弘前, 2015-8)

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

長崎総合科学大学 工学部 振動音響工学 (黒田勝彦) 研究室

振動騒音の初期検討方法 (Nastran, Actran)

- 構造系の振動応答では、応答が大きくなる低次モードが主体で、FEMやBEMを使用。
- 固体音解析では、可聴周波数域全体に亘るため高次モードまでの解析が必要。

コーヒー部105個のアクセラランス
使用環境、製品形状、材質、製造公差や製作法などに左右

1) 音圧入力値の抽出
2) 音場入力値の抽出
3) 音場入力値の抽出
4) 音場入力値の抽出

SEAによる構造最適化
従来のFRFベースの構造最適化とは異なる。SEAパラメータ (結合損失率やパワーフロー) を目的関数とした構造最適化の提案。

提案法の検証

SEAsパラメータ構造最適化のフロー

最適化例

SEAsパラメータ構造最適化のフロー

最適化例

SEAsパラメータ構造最適化のフロー

最適化例

長崎総合科学大学 工学部 振動音響工学 (黒田勝彦) 研究室

VA-Oneを用いた騒音自動車モデルを対象とした振動騒音の初期検討方法

- 構造系の振動応答では、応答が大きくなる低次モードが主体で、FEMやBEMを使用。
- 固体音解析では、可聴周波数域全体に亘るため高次モードまでの解析が必要。

1) 音圧入力値の抽出
2) 音場入力値の抽出
3) 音場入力値の抽出
4) 音場入力値の抽出

SEAによる構造最適化

従来のFRFベースの構造最適化とは異なる。SEAパラメータを目的関数とした構造最適化の提案。

提案法の検証

SEAsパラメータ構造最適化のフロー

最適化例

SEAsパラメータ構造最適化のフロー

最適化例

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 長崎総合科学大学 工学部 振動音響工学研究室（ナガサキソウゴウ
カガクダイガク コウガクブ シンドウオンキョウコウガクケンキュウシツ）

住 所： 〒851-0193

長崎県長崎市網場町536

申 請 者： 役職名 教授（キョウジュ）

担 当 部 署： 黒田勝彦（クロダカツヒコ）

E-mail： kuroda_katsuhiko@nias.ac.jp

URL： http://www.mech.nias.ac.jp/blog_main/sb.cgi?eid=114