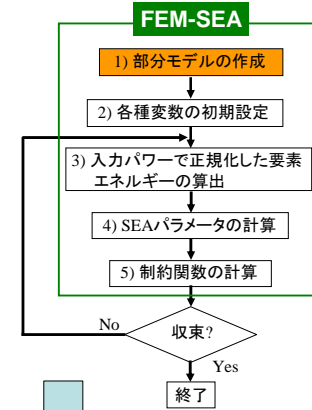


連絡先: kuroda\_katsuhiko@nias.ac.jp

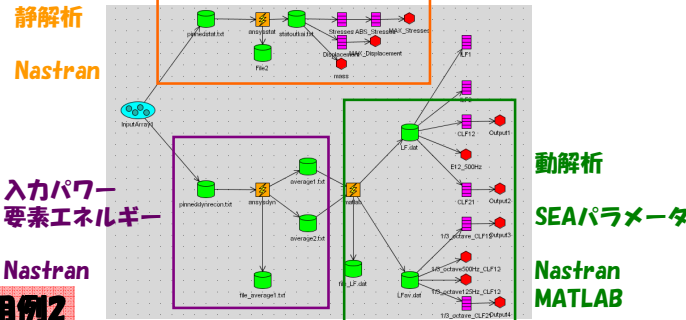
- 構造系の振動応答では、応答が大きくなる低次モードが主体で、FEMやBEMを使用。
- 固体音解析では、可聴周波数域全体に亘るため高次モードまでの解析が必要。
- 従来のFRFベースの構造最適化とは異なる、SEAパラメータ（結合損失率やパワーフロー）を目的関数とした構造最適化の提案。

使用ソフトウェア Nastran

SEAパラメータ構造最適化のフロー



統合・最適化ソフトウェア OPTIMUSを使って具現化

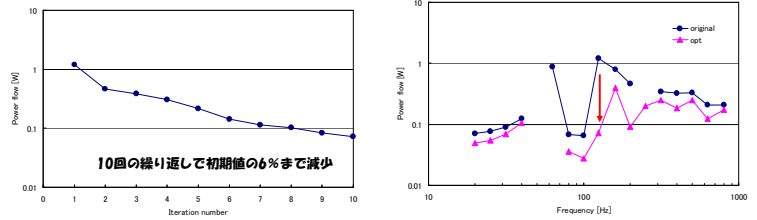


適用例2

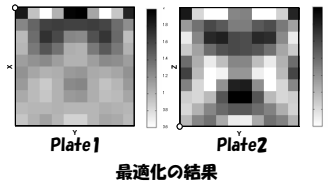
適用例1と同じ型の鋼製構造

目的関数

- SEA・・・125Hz帯域の要素1から2へのパワーフローを最小化
- 逐次2次計画法 (NLPQL法) による最適化

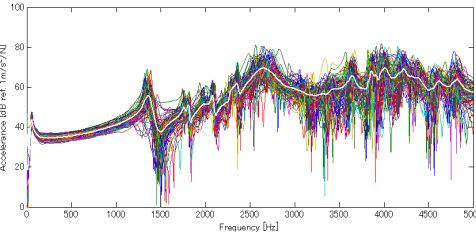


パワーフローの推移結果



初期値と最適値の比較結果

	初期値	最適値
要素1の質量 (kg)	0.707	0.701
要素2の質量 (kg)	0.707	0.714
CLF12	$9.55 \times 10^{-2}$	$3.95 \times 10^{-3}$
CLF21	$9.55 \times 10^{-2}$	$8.47 \times 10^{-3}$
要素1加振時の要素1のエネルギー (J)	$2.27 \times 10^{-2}$	$2.81 \times 10^{-2}$
要素1加振時の要素2のエネルギー (J)	$6.76 \times 10^{-3}$	$2.19 \times 10^{-3}$
要素1の入カパワー (W)	$7.69 \times 10^{-3}$	$1.08 \times 10^{-2}$

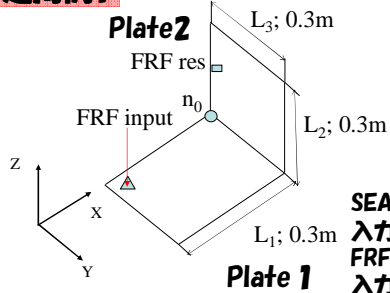


振動応答の実測 コーヒー缶105個のアクセラランス使用環境、製品形状、材質、製造公差や製作法などに左右特に高周波数で製品のばらつき大

FEMでロバストな構造モデルの構築を目指し、SEAで検討。

提案法の検証

適用例1

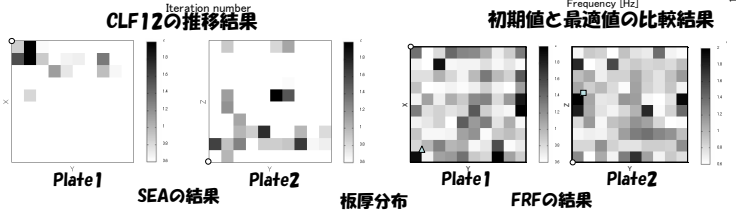
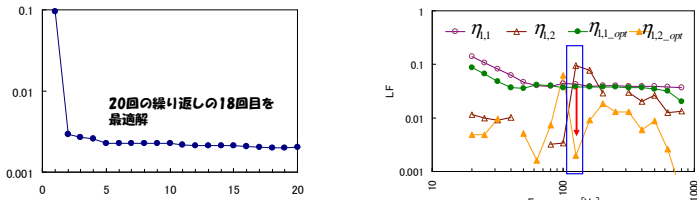


板厚: 1mm  
境界は周辺単純支持  
内部損失率は5%  
1kHzの曲げ波長に5節点  
メッシュサイズ 0.03m×0.03m  
FE要素数 100個/要素  
応答変位は5-900Hzまでの5Hz刻み

SEA  
入力箇所27節点/要素, 応答箇所81節点/要素  
FRF  
入力箇所・応答箇所1節点/要素  
設計変数はFE要素の板厚 (初期値1mm)

目的関数

- SEA・・・125Hz帯域のCLF12を最小化
- FRF・・・135HzのFRFを最小化
- 逐次2次計画法 (NLPQL法) による最適化



SEA・・・要素空間に関して、大部分のFEM要素が影響される大域的で実際の板厚変更などに適用しやすい構造最適化

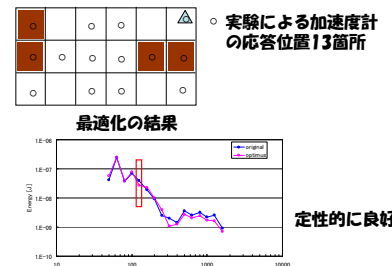
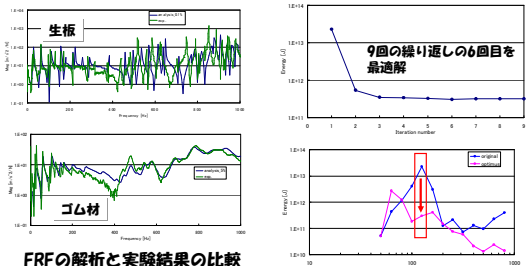
FRF・・・要素空間に関して、小部分のFEM要素のみが影響される局所的で不連続な構造最適化

展開例



板厚: 1.6mm  
境界は周辺自由支持  
内部損失率は0.1% (生板) か5% (実験で検証)  
密度 7542kg/m<sup>3</sup> (生板) か9651  
1kHzの曲げ波長に6節点  
メッシュサイズ 0.02m×0.02m  
FE要素数 450個  
応答変位は25-1kHzまでの5Hz刻み  
入力ラージマスによる1点、全点応答

設計変数: 17エリア (加振点除く)、テフォルト (銅板1.6mm) かゴム材  
目的関数: 振動要素エネルギーの最小化 at 125Hz  
制約関数: 17エリアのうち4エリアの質量up  
Self-Adaptive Evolutionによる最適化



関連する最近の論文

- Study on proper arrangement of damping material with SEA parameters as objective function, Proceedings of Inter-Noise 2019
- STRUCTURAL OPTIMIZATION OF SEA SUBSYSTEMS BY ARRANGEMENT OF DAMPING MATERIAL, Proceedings of 26th International Congress on Sound and Vibration
- FEMベースのSEAを用いた減衰材の適正配置の構造最適化に関する研究, 機械学会環境工学総合シンポジウム2019 CD-ROM論文集

リアル実験 (点加振) による検証結果