

公立小松大学重点研究「みらい」 研究実績報告書

氏名	所属・職名	助成金額
史 金星	生産システム科学部・准教授	1,000 千円
研究課題名	振動問題におけるハードルアーの形状最適設計に関する研究	
研究期間	令和 2 年 6 月 1 日 ~ 令和 4 年 3 月 31 日	
研究の概要	<p>[研究開始当初の背景, 研究の目的, 研究の方法等について記入]</p> <p>ルアー設計は, 一般に魚種やレンジ(水深)によって, 材質・形状・重さを設計者の経験や勘に頼っているのが現状であり, 国内外とも学術的な研究はほとんどない. 本研究では, 数値解析により, ルアーフィッシングの定番品である「バイブレーションルアー」の水中運動(振動)をシミュレーションする. また, CAE(Computer Aided Engineering)に基づき, 振動問題に対する初期応力を考慮したソリッド構造の形状最適設計手法の開発を目的としている. 具体的には,</p> <p>(1). 初期形状となる3次元バイブレーションルアーにおける忠実な解析モデルの構築および解析条件の検討を行い, 流体-構造連成解析によりリアルな水中運動(流体励起振動)を再現する.</p> <p>(2). バイブレーションルアー(またはソリッド構造)の形状や構造などを設計変数とし, 重量制約(体積制約)を考慮した振動問題に対する関数空間での定式化を行い, 形状勾配関数(感度関数)を理論的に導出する. また, 導出された形状勾配関数を利用し, 目的汎関数を減少させるための領域変動量を求めるための新たな形状最適設計手法を開発する.</p> <p>(3). 樹脂製ハードルアーは, 樹脂と重りを考慮して異種材料複合構造体となる. そのため, 振動問題に対して, CAE に基づく異種材料複合構造体の形状最適設計手法を開発する. 開発した形状最適設計手法はバイブレーションルアーの設計のみならず, バイメタルなどの異種材料複合構造体の形状最適設計へ展開する.</p>	
研究の成果	<p>本研究では, バイブレーションルアーの設計を目的として, 振動問題に対するソリッド構造および異種材料複合構造の形状最適設計手法を開発した.</p> <p>(1). 3次元線形弾性体となるバイブレーションルアーを設計対象と扱い, 水中振動特性を改善するため, 初期応力を考慮した固有振動問題に対するフリーフォーム最適化手法を提示している. 本手法は分布系最適化手法である力法に基づいており, 基本振動固有値最大化問題を取り上げている. 重量制約を考慮して, その設計問題に対する形状勾配関数を理論的に導出し, 関数空間の勾配法に適用することにより, 亜鉛製バイブレーションルアーの最適形状を求めることができている. 最適設計例へ応用した結果, 体積制約を満たしながら固有振動数の高い, 滑らかな最適自由形状が得られた. 【研究成果発表 2, 6, 9】</p> <p>(2). 市販のバイブレーションルアーを3D スキャナーで読み込み, CAD データから有限要素モデルを作成する. 次に, 流体-構造連成解析を行い, バイブレーションルアーの水中運動を再現する. つづいて, ボックスベンケル計画法に基づいて, アイの位置および重りの位置についてボックスベンケル計画法を用いて最適化し, 1次流体励起振動数の最大化を行い, 最適なバイブレーションルアーの構造を求めた. 【研究成果発表 4, 11】</p> <p>(3). バイブレーションルアーのみならず, 開発した手法をバイメタル複合構造体やサンドイッチ複合構造体の形状最適設計へ展開し, 振動周波数最大化やバンドキャップ最大化などの振動問題において, それらの最適形状を求めた. 【研究成果発表 1, 3, 5, 7, 8, 10】</p>	

研究成果発表状況	<p>[学術誌掲載論文, 図書, 学会発表, 新聞掲載, 研究に関連して作成したWebページ等について記入]</p> <p>(1).【国際会議】<u>Jin-Xing Shi</u>, Masatoshi Shimoda, Shinobu Sakai, Maximization of fundamental frequency of initially stressed dissimilar materials using a free-form optimization method. Asian Congress of Structural and Multidisciplinary Optimization 2020, November 23-25, 2020.</p> <p>(2).【国内学会】<u>史金星</u>, 下田 昌利, 酒井 忍, フリーフォーム最適化手法を用いてバイブレーションルアー設計における基本的検討. 日本機械学会 第30回設計工学・システム部門講演会, 2020年11月26日-28日.</p> <p>(3).【競争的資金】<u>史金星</u>, 振動制御のための初期応力を有するバイメタルからなる自動車部品における新たな形状最適設計手法の創生, 公益財団法人 スズキ財団 令和2年度 一般科学技術研究助成金, 研究代表者, 2021年4月-2022年3月.</p> <p>(4).【競争的資金】<u>史金星</u>, 流体励起振動問題における異種材料複合構造体の最適設計法の開発とルアー設計への応用, 日本学術振興会 科学研究費補助金 基盤研究(C), 研究代表者, 2021年4月-2024年3月.</p> <p>(5).【雑誌論文】<u>Jin-Xing Shi</u>, Kana Yoshizumi, Masatoshi Shimoda, Shinobu Sakai, Free-form optimization of heteromorphic cores in sandwich structures to enhance their thermal buckling behavior, Structural and Multidisciplinary Optimization, Vol. 64 (2021), pp. 1925-1937. (査読有, IF: 4.542)</p> <p>(6).【国際会議】<u>Jin-Xing Shi</u>, Masatoshi Shimoda, Shinobu Sakai, Free-form optimization of vibration lures under real loading conditions for maximizing their fundamental frequencies. 14th World Congress on Structural and Multidisciplinary Optimization, June 13th-18th, 2021.</p> <p>(7).【国内学会】<u>史金星</u>, 下田 昌利, 酒井 忍. 振動制御のためのバイメタル複合構造体における形状最適設計, 日本機械学会 第31回設計工学・システム部門講演会, 2021年9月15日-17日.</p> <p>(8).【国内学会】中田 涼輔, <u>史金星</u>, バイメタルの固有振動特性に対して初期応力による影響の解明, 日本設計工学会 2021年度 秋季大会研究発表講演会, 2021年10月1日-2日.</p> <p>(9).【雑誌論文】<u>史金星</u>, 下田 昌利, 酒井 忍, バイブレーションルアーのフリーフォーム最適設計における基本的検討, 日本機械学会論文集, Vol. 87, No. 903 (2021). (査読有)</p> <p>(10).【国内学会】中田 涼輔, <u>史金星</u>, 酒井 忍, 振動問題におけるバイメタル複合構造体の形状最適設計手法の創生, 日本機械学会 北陸信越支部 2022年合同講演会, 2022年3月4日-5日.</p> <p>(11).【国内学会】山田 陸人, <u>史金星</u>, 酒井 忍, 流体構造連成解析によるバイブレーションルアーの水中運動再現, 日本機械学会 北陸信越支部 2022年合同講演会, 2022年3月4日-5日.</p>																
	経費の執行状況	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="384 1655 697 1697">区 分</th> <th data-bbox="697 1655 963 1697">執行額(円)</th> <th data-bbox="963 1655 1552 1697">備 考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="384 1697 697 1787">備品</td> <td data-bbox="697 1697 963 1787">718859</td> <td data-bbox="963 1697 1552 1787">ワークステーション, 3D スキャナーなど</td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 1787 697 1877">図書</td> <td data-bbox="697 1787 963 1877">16126</td> <td data-bbox="963 1787 1552 1877"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 1877 697 1966">消耗品</td> <td data-bbox="697 1877 963 1966">236641</td> <td data-bbox="963 1877 1552 1966">ルアー, スプレー, ぞうきんなど</td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 1966 697 2040">諸会費</td> <td data-bbox="697 1966 963 2040">27686 (合計 999312 円)</td> <td data-bbox="963 1966 1552 2040">国際会議および国内学会の参加登録費</td> </tr> </tbody> </table>	区 分	執行額(円)	備 考	備品	718859	ワークステーション, 3D スキャナーなど	図書	16126		消耗品	236641	ルアー, スプレー, ぞうきんなど	諸会費	27686 (合計 999312 円)	国際会議および国内学会の参加登録費
区 分	執行額(円)	備 考															
備品	718859	ワークステーション, 3D スキャナーなど															
図書	16126																
消耗品	236641	ルアー, スプレー, ぞうきんなど															
諸会費	27686 (合計 999312 円)	国際会議および国内学会の参加登録費															