

研究テーマ	トポロジー最適化解析による製品の高付加価値化に関する研究		
担当者 (所属)	坂本智明・石黒輝雄・米山陽（機械）・古屋雅章（機械電子）		
研究区分	経常研究	研究期間	令和5年度

### 【背景・目的】

近年、設計の多様化や複雑化により製品の強度や軽量化を同時に満たす製品設計が増えてきている。従来の解析結果により応力や変形量を比較・評価だけでなく、製品の強度を満たす最適形状を抽出するトポロジー最適化解析を行うケースが増えている。一方で振動試験は、幅広い製品に対して耐振動性の評価が行われており、医療機器や電気自動車などの輸送機器に対して、高周波数域までの試験が増加傾向となっているが、高周波数域まで試験を行うには、軽量かつ高剛性の治具が必要となる。これらのような、トポロジー最適化解析の妥当性評価、効率化、試験治具の高周波数域への対応が課題となっていることから、本研究ではトポロジー最適化解析による設計時の効率化を目的とし、設計対象として軽量かつ高周波数域まで使用可能な振動試験治具の設計開発を行った。

### 【得られた成果】

#### 1. 振動試験用治具作成方法の検討

現在の立方体治具は200×200×200mmの形状の治具を使用している。高周波数域の共振を抑えるための治具は、アルミニウムのブロック（A5052）から切削加工により作成した。

#### 2. 解析方法の検討

解析を行う前段階の準備として、ブロック形状のモデルにM10のボルト固定用の穴およびボルト締付け用の空間を9箇所設けた。上面および側面2箇所3面に重りを設置した状態を想定し、解析モデルに質点を設け、モーダル解析より固有振動モードを求めた。静的構造解析によりボルト締結力による応力を求め、両解析結果を元にトポロジー最適化解析条件を3条件変えて行った。最適化解析後のモデル形状をCADによりソリッドモデル化しモーダル解析により固有振動数を確認したところ、図1に示す結果となり重量10kg以下においては解析条件3が3条件の中で固有振動数を上げるのに有効であった。

#### 3. 最適化解析の確認解析結果

各周波数振動特性の確認のため最適化解析後のモデルに対して、各面に1kg、1.6kg、3.5kgの重りを考慮し入力加速度10m/s<sup>2</sup>にて周波数応答解析を行ったところ、図2に示すように2000Hz時の最大加速度は30m/s<sup>2</sup>を下回った。最適解析に使用した各面の重りは重いほど加速度が下がる傾向となった。各面の重りに対して解析した結果、図3のような振動試験用治具が作成でき、加工後の治具の最小固有振動数は2000Hzを超える結果となり、振動試験による高周波数域の試験が可能となった。

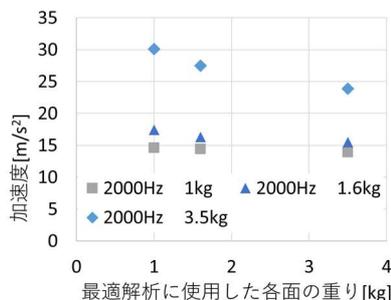
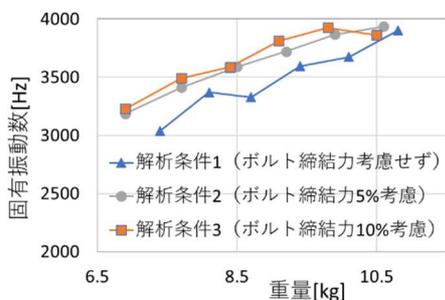


図1 解析条件による固有振動数の違い

図2 各面の重りと最大加速度の違い

図3 加工後の治具形状

### 【成果の応用範囲・留意点】

得られた成果は、CAEによる支援にトポロジー最適化解析を含めて支援を行う。振動試験時に試作した治具を使用して、耐久試験等に利用する。