

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	超音速機の翼胴結合金具のロバストトポロジー最適探索手法
Title(English)	
著者(和文)	SHINHYUN JIN
Author(English)	HYUN JIN SHIN
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9285号, 授与年月日:2013年9月25日, 学位の種類:課程博士, 審査員:轟 章,水谷 義弘,因幡 和晃,高橋 秀智,井上 裕嗣
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9285号, Conferred date:2013/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	申 鉉眞	
論文審査 審査員		氏 名	職 名	氏 名	職 名
	主査	轟 章	教授	井上裕嗣	教授
	審査員	高橋秀智	准教授		
		水谷義弘	准教授		
因幡和晃		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「超音速機の翼胴結合金具のロバストトポロジー最適探索手法」と題し、以下の5章からなる。

第1章「緒言」では、本研究の背景、従来研究の問題点を明らかにし、本研究の目的を示している。超音速機においては機体重量低減と空力性能向上のため、薄翼構造主翼を胴体に結合する翼胴結合金具が必要になる。この結合金具の軽量化設計には、限定された設計空間や、曲げモーメント、せん断力、ねじりモーメントなどの複数荷重ケースで様々な変動荷重を考慮する必要がある。このような設計問題の解法として、最適な構造レイアウトを探索するトポロジー最適化手法が用いられる。本研究の課題は、複数荷重ケースの多目的トポロジー最適化であり、さらに荷重変動を考慮したロバスト設計である。荷重の変動を考慮したロバストトポロジー最適化として既に様々な手法が提案されているが、本研究では多目的トポロジー最適化問題のパレート解集合を効率よく求めること、目的関数間のトレードオフ関係や設計パラメータ間の関係を、データマイニング手法を用いて明らかにすることが目的であると述べている。

第2章「SOMを用いたトポロジーの特徴による分類と最適化」では、複数荷重ケース問題における多数のパレート解群の空間の可視化手法として、高次元データの可視化に優れるデータマイニングの一種である SOM (Self-Organizing Map) を用いる手法を提案している。多数のトポロジーパレート解群における多目的の高次元空間を2次元に可視化するために必要なトポロジーの特徴量を新規に定義したのち、翼胴結合金具に適用し、検討している。そして、翼胴結合金具の複数荷重ケース問題に対してパレート解群を導出し、それが射影された2次元の SOM 上で、翼胴結合金具の目的関数のトレードオフ関係やトポロジーの特徴等の設計に有益な情報が得られることを明らかにしている。

第3章「ロバストトポロジーの探索手法」では、複数荷重とその変動を考慮したトポロジー最適化手法における複数荷重ケース問題が多目的最適化問題であることに着目し、複数荷重ケースに対してコンプライアンスを最小化する問題のパレート解群を GA (Genetic Algorithm) により求め、そのパレート解内でロバストトポロジーを探索する提案手法について述べている。まず、パレート解群に対するロバスト性評価にはモンテカルロ解析を用いた。一般的に高計算コストであるモンテカルロ解析の計算コストを低減するため、SOMによる代表トポロジーの選出手法を提案し、さらにクリギング応答曲面を導入している。得られた結果に第2章で提案した SOM によるトポロジーパレート解群の可視化手法を適用し、翼胴結合金具の主な荷重である曲げモーメントおよびせん断力の変動に対してロバストなトポロジーパレート解群を求めたことで提案手法の有効性を示している。

第4章「エリート初期集団 GA を用いるトポロジー最適化の高効率化」では、第3章で提案した GA を用いたトポロジー最適化手法の効率を向上させる手法として、重み付き線形和手法を用いた密度法から得られた局所最適解と類似する個体を複数生成し、それらを GA の初期集団として用いる手法を提案している。GA の初期集団をランダムに発生する従来手法とエリート初期集団を用いる提案手法の収束性および安定性を、簡単なトポロジー最適化問題の例題で比較検討し、提案手法の有効性を確認している。

第5章「結言」では、本研究で得られた結論をまとめ、本論文による成果を総括している。

以上を要するに、本論文は超音速機翼胴結合金具のロバストトポロジー最適化手法を提案し、そのトレードオフ解をデータマイニングで明らかにする新しい特徴量を提案し、その有効性を明らかにした上に、エリート集団を用いた GA の最適化効率を向上する手法の有効性を示したもので、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は、博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。