

審査の結果の要旨

氏名 李 允台

修士(工学) 李 允台 提出の論文は、「翼列失速流れ場の LES 解析における解析パラメータの影響 Effects of Calculation Parameters on Large-Eddy Simulation of Stalled Cascade Flows」と題し、5章から構成されている。

第1章は序論であり、研究背景について述べている。航空機エンジンの主要構成要素である軸流圧縮機の研究開発において、大剥離を伴う翼列失速流れの Large-Eddy Simulation(LES)の重要性が増していることを述べた後、境界条件等の解析パラメータが LES の解析結果に大きな影響を及ぼすことが課題であることを指摘している。その上で LES 解析におけるパラメータの影響に関する過去の研究を概観し、これまでの研究が基礎流れ,単独翼流れ,付着境界層翼列に集中しており、そこから得られた知見をそのまま大剥離を伴う翼列失速流れに適用できるかどうか明らかでないため、大剥離を伴う翼列流れで解析パラメータの影響を直接調べる必要があることを述べている。

第2章は数値計算手法であり、本研究で用いている数値解析コードや解析パラメータとして用いる境界条件について記している。

第3章では、本研究で対象としている翼列失速流れの特徴および解析の妥当性について詳細に述べている。本研究ではインシデンス 20° を超える失速域を対象としており、前縁負圧側に層流剥離泡が生じて乱流遷移・再付着した後 40%コード付近で乱流境界層が再び剥離して剥離剪断層を形成する。さらに翼後縁近傍では、負圧面の剥離流れと正圧面の付着流れとの間で大規模な剥離渦が間欠的に発生する。複数の乱流現象が混在する点が、本研究で対象とする流れ場の特徴になっていることを述べている。また、大規模剥離渦による長周期変動が生じることを踏まえ、アンサンブル平均の統計収束についても詳細に論じている。

第4章は結果であり、翼列失速流れ場における解析パラメータの影響について、個々に論じている。入口境界に乱れを付加すると、前縁剥離泡長とその後の付着境界層厚さが減少するが、剥離剪断層と大規模剥離渦に及ぼす影響は小さいことが確認された。その上で、付着境界層損失が全損失に占める割合は小

さいものの、入口乱れの付加により翼列損失が有意に減少することを確認している。次に出口側計算領域を変えた解析結果の比較から、出口境界位置の翼近傍流れ場への影響は小さい一方で、静圧固定の出口境界が近いと大規模剥離渦が弱まり、全圧損失が減少することを確認した。また、解析領域のスパン方向幅を変えた比較から、スパン方向幅が不十分な場合、下流の大規模剥離渦が強まり、損失と転向角の両方が過大評価されることが示された。さらに、時間刻み幅および空間ローパスフィルタの適用回数を変えた比較から、ローパスフィルタは付着境界層や剥離剪断層への影響は小さい一方で、大規模剥離渦および全圧損失・転向角に大きな影響を及ぼす。最後にブロック境界の空間精度を変えた比較から、低精度の境界条件は境界を通過する渦を弱めるが、翼列平均流予測への影響は小さいことを確認している。そして第4章の最後では、上記の結果をまとめて計算パラメータと流れ場予測の物理的メカニズムを論じた上で、パラメータの影響について従来の知見がそのまま適用できるもの、従来の知見とは違う影響があるもの、今回の検討で新しく得られた知見、を整理している。

第5章は結論であり、本研究で得られた成果をまとめている。

以上要するに、本論文は、今後重要性が増していくと考えられる大剥離を伴う翼列流れの数値シミュレーションにおいて、信頼性のある解を得るために必要となる知見をまとめたものであり、航空宇宙工学上貢献するところが大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。