

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 伊藤景一

Doctor of Computer Science Engineering 伊藤景一提出の論文はMitigating Porpoising in Planing Simulation of Seaplanes(水上飛行機の滑走シミュレーションにおけるポーポイジングの抑制)と題し、4章からなっている。

水上飛行機は水上滑走時にポーポイジングと呼ばれる不安定現象が発生し得ることが知られており、初期設計段階でその発現を回避する手法が確立されていないため、従来は主に経験則に基づく艇体（またはフロート）設計とパイロットのトレーニングによってそれを回避してきた。一方、水上飛行機の耐波性向上を目的に、2005年に横浜国立大学の水槽で行われた実験において、車のサスペンションに似た柔支持機構をフロートと機体の間の支柱に用いる事でポーポイジングの発現を抑え得ることが観察された。著者は、これを基に、水槽実験と整合性のある数値モデルを作成する事により、ポーポイジングの発現条件を初期設計段階で解明可能とし、さらに設計変数の数値的な探索により、その抑制方法の提案を試みている。

第1章は序論で、水上飛行機のポーポイジングの説明と文献調査結果を整理し、研究の動機と目的を整理した後本論文の構成をまとめている。

第2章では、剛体としてのフロートと機体とを柔軟支持機構により結合した水上飛行機モデルに関して、微小擾乱を仮定し、ピッチとヒープ運動に関して、剛支持と柔支持モデルに関してそれぞれ線形モデルを導出した。次に、新たに構築した安定解析モデルと、設計変数の探索に使用した自己組織化写像法を基にした解探索アルゴリズムSOMBAS (Self Organizing Map Based Adaptive Sampling) を説明し、研究手法の概要をまとめている。

第3章では、最初に、2005年に横浜国立大学で行われた水槽実験の結果を示している。そこでは、双フロート模型の水槽での牽引実験において、剛支持モデルの模型においてピッチングとヒービングが連成したポーポイジングと呼ばれる不安定振動が滑走速度の上昇において発生することが確認された。同時に、重心を後方に移動することが不安定振動の抑制に有効であることが確認され、さらに、柔支持モデルの模型では剛支持モデルの模型で発生したポーポイジングが試験した速度域では発生しないことが観測された。重心の移動がポーポイジングの抑制に有効であることは知られていたが、柔支持に抑制効果がある

ことは新たな知見であり、こうした現象の解明および、設計パラメータの変化がポーポイズングに与える影響を統合的に示しうる手法の開発が本研究の動機となったことが示された。提案する水上飛行機の安定解析モデルの有効性は、剛支持モデルにおいてポーポイズングが固有値解析および、時系列解析によって再現できることにより示され、さらに、重心移動の影響および、柔支持にすることでポーポイズングが抑制されることも数値モデルで再現された。柔支持モデルに関しては、滑走速度を変化させた場合の固有値の変化を根軌跡法により解析し、剛支持モデルでは滑走速度の増加により不安定化した固有値が、柔軟支持とすることで安定化され、さらに高速滑走になると別の固有値が不安定化することが示された。この章の後半では、各種設計パラメータがポーポイズングに及ぼす影響を線形化されたシステムの固有値解析によって解析し、安定化に効果のある設計指針を新たに導いている。この解析は、多くの設計変数の中で代表的な変数を変化させるものであるが、筆者は解空間の探索を効率よく実施し、多変数の関係を導出できる自己組織化写像法としてSOMBASという手法を独自に開発しており、その適用も試み、多数の設計変数が安定性に及ぼす影響を総合的に分析している。その結果、重要な知見として、柔支持においては重心の前後位置による安定性への感度が剛支持の時と比べて著しく低減あるいは逆の相関になる事、また柔支持においては重心位置よりも艇体（フロート）幅が（ばね下の付加質量を含めた慣性に影響するため）重要な設計変数となる事が示された。

第4章は結論で、本研究の成果を要約し、今後この研究を基に発展させるべき方向を示している。

以上、要するに、本論文は、水上飛行機において、ポーポイズングが柔支持機構によって抑制される現象を安定解析モデルの作成により検証し、多数の変数を同時に変化させることによってそれら相互に関わる新たな知見を明示している。提示された知見や解析手法は、ポーポイズングのリスクを初期設計段階で対処する方法論に道を開くものであり、これらの成果は、航空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。