

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 14532 号
------	---------------

氏 名 渡邊 俊

### 論 文 題 目

横風突風に強い小型飛行機「Quasi-NDD機」の提案  
(Proposal of High-Crosswind-Gust-Tolerant Small Airplane:  
Quasi-NDD Airplane)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学	工学研究科	教授	砂田 茂
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	原 進
委員	金沢大学	理工研究域	教授	得竹 浩
委員	名古屋大学	工学研究科	准教授	椿野 大輔
委員	中部大学	工学部	教授	池田 忠繁
委員	信州大学	工学部	特任教授	柳原 正明

## 論文審査の結果の要旨

渡邊俊君提出の論文「横風突風に強い小型飛行機「Quasi-NDD機」の提案」では、横風突風遭遇時に姿勢変化を生じにくい飛行機として従来飛行機と異なる横・方向系の固有運動を有するQNDD (Quasi-Neutral Dihedral-effect and Directional-stability) 機を提案している。固有運動に関する解析に加え、横風突風遭遇時の運動解析、ロバスト性向上を狙った機体形状最適化、主翼弾性変形評価、小型モデル滑空機を用いた風洞・フライト試験を通し、総合工学的視点からQNDD機の飛行特性を解明している。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、従来の小型飛行機が抱える課題とその課題解決のための先行研究についてまとめてあり、本論文での研究の方針—従来の飛行機とは大きく異なる機体形状の採用によって横風突風に対し劇的に強くする—が述べられている。

第2章では、上反角効果 ( $C_{\ell\beta}$ ) に寄与する主翼上反角、方向安定 ( $C_{n\beta}$ ) に寄与する垂直尾翼セミスパンを変化させたときの横・方向系の固有運動についてまとめてある。方向安定 ( $C_{n\beta}$ ) を横軸、上反角効果 ( $C_{\ell\beta}$ ) を縦軸にとり、 $C_{\ell\beta} = C_{n\beta} = 0$  周りに飛行特性を描画することで横・方向系の固有運動がすべて安定な減衰モードとなり、かつ、 $C_{\ell\beta}$  と  $C_{n\beta}$  の絶対値が小さくなる機体コンフィギュレーション (QNDD機) の存在を明らかにしている。

第3章では、QNDD機が従来飛行機と異なる横・方向系の固有運動をもつため、固有構造に着目して解析を行っている。その結果、QNDD機は、時定数の異なる3つのサイドスリップモード (横滑り角に顕著に現れる減衰モード)、1つのロールモードを有することを明らかにしている。また、QNDD機に関する横・方向系の固有値推算法の導出を行うことで静安定を弱めながらも動安定が確保される理由を解析的に示した。最後に、数理モデルを基にしたQNDD機の横風突風応答を、ボード線図の描画、数値シミュレーションによって分析し、従来飛行機よりもQNDD機が横風突風による姿勢変化を生じにくい飛行機であることを示している。

第4章では、QNDD機のロバスト性向上を狙ったコンフィギュレーション最適化、最適QNDD機にみられるガルウイングの特性評価、QNDD機の実用的十分度を測る指標の提案と評価を行っている。 $C_{n\beta} - C_{\ell\beta}$  平面上のQNDD領域は小さいため、 $C_{\ell\beta}$  ないし  $C_{n\beta}$  に変化が生じた際にQNDD機の飛行特性を失う恐れがある。そこで、逐次線形二次計画法を用いてQNDD領域を拡大するコンフィギュレーションを得ている。最適QNDD機として、大きな上下反角と前進角を特徴とするガルウイングを有する機体を得ている。また、大きな内翼上反角・外翼下反角をもつガルウイングは、平面翼に対して揚抗比では劣るものの、翼根モーメントに関しては優位であることも明らかにしている。最後に、QNDD機の実用的十分度を測る指標として最大許容可能横風 ( $V_{MAC}$ ) を提案し、同サイズの従来飛行機が遭遇し得る横風に遭遇した際、最適QNDD機は主翼弾性変形が生じても元来の飛行特性を維持できることを確認している。

第5章では、スパン600~700 mmの小型モデル滑空機を作成し、最適QNDD機コンフィギュレーションの安定微係数計測、および横風突風遭遇時の姿勢角変化計測を行っている。風洞試験により、大きな上下反角と前進角をもつガルウイングとV字尾翼の組み合わせによって、絶対値の小さい  $C_{\ell\beta}$ 、 $C_{n\beta}$  が達成可能であることを確認している。フライト試験の結果、従来飛行機コンフィギュレーションと比較し、最適QNDD機コンフィギュレーションはバンク角については僅かに小さく、方位角については顕著に小さい姿勢角変化を達成することを確認している。一方、最適QNDD機コンフィギュレーションはロール方向に不安定になりやすいという新しい課題も明らかにしている。

第6章では、本研究の結論を与えている。

以上のように本論文ではQNDD機の提案に始まり、当該飛行機が横風の影響を小さく抑えることの可能性を明らかにしている。得られた結果は、小型電動飛行機への応用を実現するために重要であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である渡邊俊君は博士 (工学) の学位を受けるに十分な資格があると判断した。