

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 真保 雄一

工学修士 真保雄一提出の論文は「Blowdown Tunnel Application of the Pressure Sensitive Paint by the PSP/TSP Simultaneous Measurement (PSP/TSP 同時計測による吹出式風洞への感圧塗料の適用)」と題し、本文 5 章及び付録 4 項から成っている。

航空機の表面圧力は、航空機周りの流れ場を把握し、その空力特性を確認するために用いられる。このために多数の圧力孔を設けた風洞実験模型を用いた表面圧力分布が計測される。しかし、この計測法では、圧力孔の設置点のみでしかデータが得られず、詳細な圧力分布を得ることは困難である。これを改善するために圧力孔の数を増やすことは、模型寸法等による制限のため限界があった。これに対して感圧塗料(Pressure Sensitive Paint、以降 PSP と呼ぶ)は特殊な光化学的特性を持つ発光物質を酸素透過性ポリマーの塗膜中に拡散させたもので、これに励起光を照射した際に塗料から発光される光の強度を計測することによって表面圧力を求めることができる。PSP は塗料を塗布した領域全体の圧力が得られる面計測であるため、面全体の詳細な圧力計測が可能になる。しかしながら、PSP には温度依存性があるため、従来の PSP 計測法では模型に設けられた圧力孔を同時に用いて較正を行うことが必須であった。また、これまで行われた PSP 計測は、温度場が定常かつ平衡状態にある連続式高速風洞にほぼ限られていた。

著者は、模型表面温度が時々刻々と変化するために従来 PSP を適用することが困難であった吹出式風洞に適用可能で、かつ計測精度の高い PSP 計測手法を確立することを目的として、実験的研究を行った。そのために、風洞実験模型の片側半面に PSP を、反対側半面には PSP と類似の光化学的特性を有する感温塗料 (Temperature Sensitive Paint、以降 TSP と呼ぶ) を塗布して画像計測を行い、データ処理に際しては TSP で計測された模型表面の温度場データを用いて PSP の温度依存性を補正する PSP/TSP 同時計測法を採用し、吹出式風洞における模型表面温度の変化に対応可能とすると共に、圧力孔データを全く必要としない PSP 計測法を確立することとした。

第 1 章は序論で、PSP に関して行われた従来の研究について述べ、PSP の未だ解決されていない問題点を明らかにすることにより本研究の目的と意義を明確にしている。

第 2 章では、実験方法とデータ処理法についてまとめている。すなわち PSP の原理、PSP 塗料、計測に用いた光学系、較正方法、データ処理法である。

第 3 章では、本研究で用いられた手法が従来の PSP 計測手法と同等の計測精度を有することを確認するために、連続式遷音速風洞で行われた実験結果について示されている。PSP と TSP を塗付した航空機模型についてマッハ数  $M=0.73$  において PSP/TSP 同時計測が行われた。その結果、PSP 計測結果と圧力孔データの一致は良好であり、計測精度は圧力孔データを参照する従来の PSP による計測精度と同等であることが示され、圧力場、温度場とも定常な実験条件では PSP/TSP 同時計測が有効であることを確認した。

第 4 章では、模型表面温度が時々刻々と変化する吹出式超音速風洞において PSP/TSP 同時計測を行った結果について示している。超音速旅客機形状の主翼下面に大小 2 種類のエンジンナセルを搭載した風洞試験模型が用いられた。その結果  $M=2.0$  における約 40 秒間の通風中に模型表面温度が約 10 度低下したにもかかわらず、PSP の温度依存性が補正された圧力計測結果が得られた。また PSP で計測された圧力データは、別途計測された圧力孔データとよい一致を示した。すなわち PSP/TSP 同時計測手法を用いることによって PSP が温度変化のある吹出式風洞に適用可能であり、また十分な計測精度を有していることが明らかにされた。更に、圧力孔による計測では捉えることが困難であった機体とエンジンナセル系が複雑に干渉する超音速機体周りの圧力場を定量的

に可視化できることも示された。

第5章は結論で、本研究で得られた結果を要約している。

付録は4項から成り、日本国内でのPSPの研究開発過程、従来用いられたPSPの計測法、PSP較正法、画像データ処理法に関する説明がなされている。

以上要するに、本論文は従来PSPでは計測することができなかった非定常かつ非平衡温度状態にある流れ場におかれた風洞模型の表面圧力を感圧塗料によって精度高く計測する手法を確立することを目的として、PSP/TSP同時計測手法を用いた実験的研究を行った結果、模型表面温度が時々刻々と変化する吹出式風洞においても十分な精度で感圧塗料を用いた圧力計測が可能であることをはじめて明らかにしたものである。このことは、空気力学研究ならびに今後の航空機設計開発に有用な手法を提供するものであり、その成果は航空宇宙工学に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。