

低ゲージ圧領域への PSP の適用

森英男, 大村尚登, 前田恭平, 内田祐樹, 竹田敬士郎

九州大学大学院 工学研究院 機械工学部門 流体科学研究室

ゲージ圧の小さい低速流れ場への感圧塗料(PSP)の適用において, 計測精度の向上には誤差要因の特定および対策が非常に重要である. 例として, 絶対圧の変化割合の小ささによる測定限界の問題や, PSP の温度依存性による誤差が相対的に大きくなることが挙げられるが, プロペラファン翼面など大面積かつ曲率の大きい対象物の場合, 塗りむらや照射光強度分布の不均一性が及ぼす誤差も無視できない. 本研究では, これらの誤差要因を補正する各手法について, ゲージ圧の小さい低速流れ場の計測へ適用した場合における補正効果および問題点について検証する. プロペラファン翼形状は翼の回転に伴う変形の影響を受けるため, 回転時(試験条件)と停止時(参照条件)における照射光強度分布が異なり, 計測精度に大きな誤差を及ぼす. またこのとき, 異なる翼間で翼形状の非対称性が現れるため, 異なる翼面へ PSP と TSP を塗り分ける手法では正しく温度補正を行うことができない. そのため本研究では, 照射光強度補正を目的として BBOT 色素を PSP と複合<sup>1)</sup>させる手法および重ね塗り PSP/TSP<sup>2)</sup>による圧力と温度の同時計測手法をプロペラファン翼面上に適用する. BBOT 色素を PSP 中に混合させる場合, BBOT の混合割合が小さいと BBOT の発光に擬似的な圧力依存性が現れるため, BBOT の混合割合を十分大きく取る必要がある(図1). また重ね塗り PSP/TSP において, Ru-phen ベースの TSP および ZAIS<sup>3)</sup>ベースの TSP について比較を行った. BBOT を含まない PSP との重ね塗りでは両者とも良好な特性を示したものの, BBOT を含む PSP と ZAIS ベースの TSP との重ね塗りでは, PSP の劣化を促進される問題点が明らかとなった(図2). 以上の結果を踏まえ, BBOT を含む PSP と Ru-phen ベースの TSP を用いた重ね塗り PSP/TSP をプロペラファン翼面上へ適用した. その結果, BBOT を利用した照射光強度分布補正を適用することで, PSP の圧力計測精度向上効果がみられた(図3). なお, TSP を適用した温度補正においては, TSP の温度計測精度に問題があったため, 今回の実験では PSP の圧力計測精度向上の効果は確認できなかった. TSP の温度計測向上については今後の課題である.

参考文献

- 1) 原達矢, 中嶋亮太, 沼田大樹, 浅井圭介: 動的風洞試験への適用のための複合感圧塗料の開発, 可視化情報, Vol.33 Suppl. 1 (2013) pp. 487-492.
- 2) Moon, K.J., Mori, H., Ambe, Y., Kawabata, H.: Development of Dual-layer PSP/TSP System for Pressure and Temperature Measurements in Low-speed Flow Field, Proc. of ASME-JSME-KSME Joint Fluids Engineering Conference 2011 (2011) AJK2011-11020.
- 3) Matsuda Y, Torimoto T, Kameya T, Kameyama T, Kuwabata S, Yamaguchi H and Niimi T. ZnS-AgInS2 nanoparticles as a temperature sensor, Sensors and Actuators B, Vol. 176, pp 505-508, 2013.

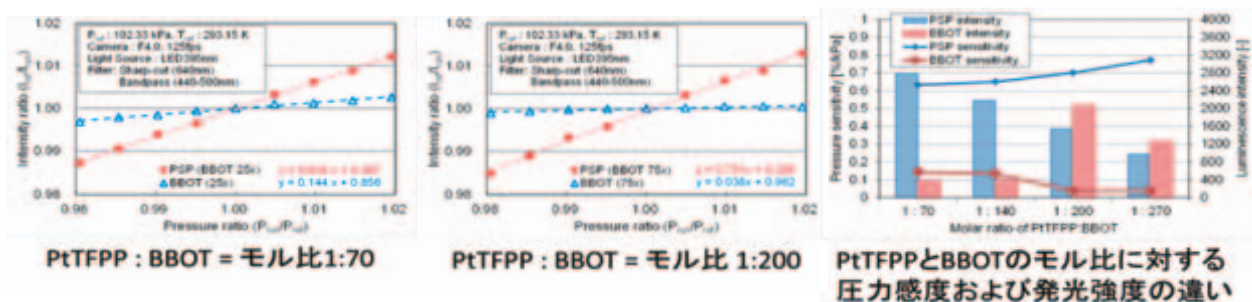


図1 BBOT を配合した PSP の圧力感度および発光強度特性

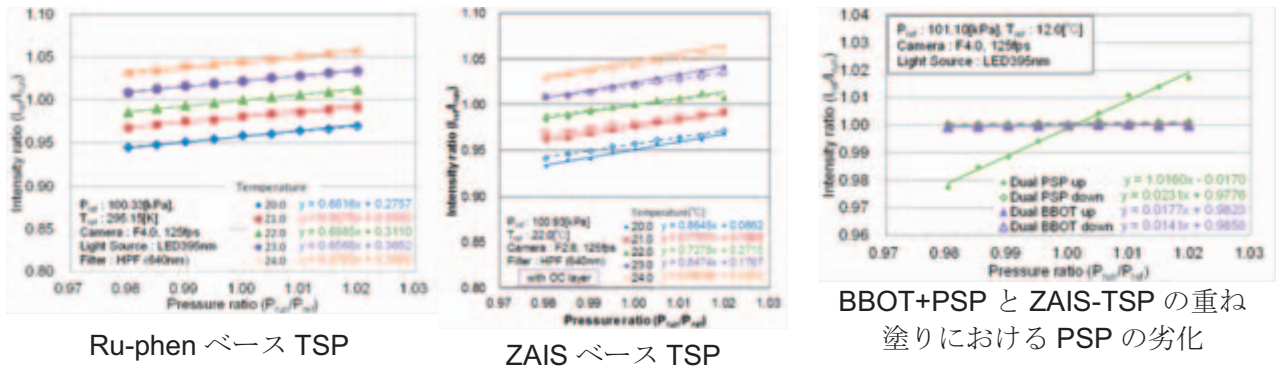
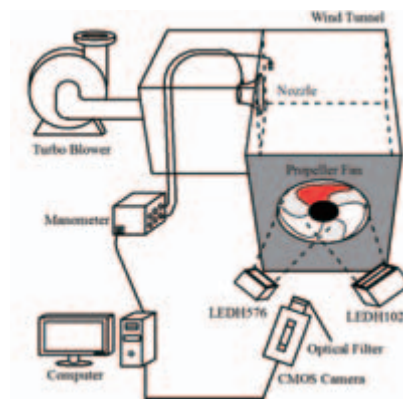
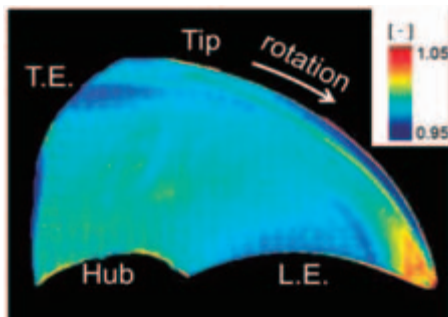


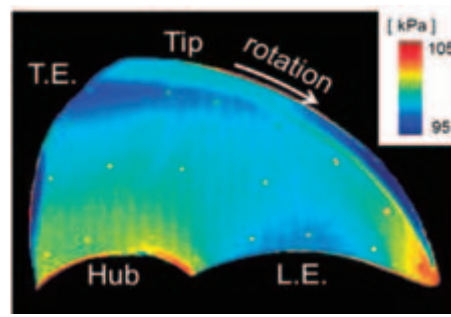
図2 重ね塗り PSP/TSP の圧力分布



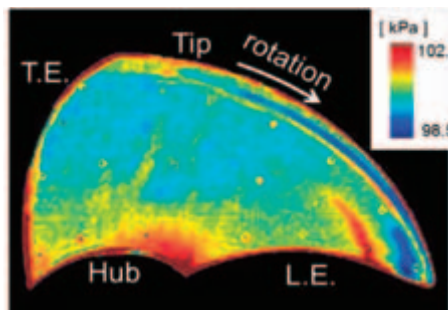
(a) 測定対象の翼面形状および実験装置の概略図



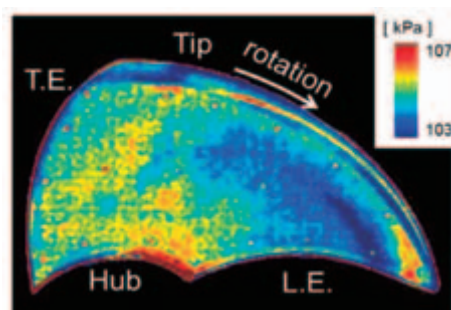
(b) 照射光強度分布の比



(c) 照射光強度補正なし



(d) 照射光強度補正あり



(e) 照射光強度+温度補正あり

図3 プロペラファン翼面上の圧力分布計測結果