

高精度空力診断システムの構築へ向けた感圧塗料計測技術の高度化

名古屋大学 未来材料・システム研究所

准教授 松田 佑

航空機や自動車,さらには空調機などのエネルギー機械の高効率化や好環境化は,そのエネルギー消費量,普及率の高さから,非常に重要な課題となっている.これらのエネルギー機械では,機械外周や内部での熱流動が機器の性能に直結しており,その熱流動現象の正確な把握が重要となっている.そこで,高空間分解能・高精度な流動現象の計測手法が重要であるが,現在は,半導体センサー(圧力計測)や熱電対(温度計測)による点(0次元)計測が主流である.近年,感圧塗料計測法(PSP: Pressure-Sensitive Paint)が開発され,大きな注目と期待を集めている.PSP計測法では,圧力に応じて発光強度が変化することを利用して圧力分布計測を行う.しかし,PSP計測法は圧力感度だけでなく温度変化に対しても感度を有するために,正確な圧力計測のためには模型表面の温度分布も同時に計測し,温度の影響を補正する必要がある.また,一般にPSPはスプレーガンによって模型に手塗りされるために,塗布者の技能による塗りムラや性能ムラが生じるといった問題点がある.以上から,高精度な圧力分布計測のためには,温度補正を適切に行え,高精度に高再現性を有したPSP塗布技術の開発が必要である.

PSPは一般にスプレーガンを用いた手塗りによって模型表面に塗布されてきた.しかし,この方法ではPSPの性能は塗布者の技能に大きく依存し,また再現性も低い.そこで本研究では,インクジェットプリンタを利用することで高再現性を有したPSP塗布技術の開発を行った.塗布対象基板には,ろ紙の他にもトレーシングペーパー, OHPシート, シール台紙などのインクジェットプリント対応のシートが非常に多数販売されており,これらの比較検討を行った.しかし,これらのいずれもがシート中に蛍光物質を含みかつ圧力感度を有さないために,PSP発光の圧力依存性を検出する観点からは好ましくない.そこで本研究では,ろ紙上にPSPを塗布することとした.ここで,ろ紙上にPSPを単純に塗布しただけでは,圧力感度が低くなるという問題点があった.そこで本研究では,ろ紙上に高分子膜を事前に塗布しておき,その上からPSPを塗布する手法を提案した.これによりインクジェットプリントPSPの圧力感度を向上させることに成功した.具体的な結果を図1に示す.図1はStern-Volmerプロットと呼ばれるグラフであり,圧力を変化させた際の発光強度の変化を圧力100 kPaの状態を基準状態にプロットしたものである.このプロット上において傾きが大きいほど圧力変化に対して発光強度の変化が大きい,すなわち圧力感度が高いと言える.図1のデータから傾き(圧力感度)を求めると,高分子膜無の場合には0.42,高分子膜有の場合には0.63と圧力感度が大幅に向上した.

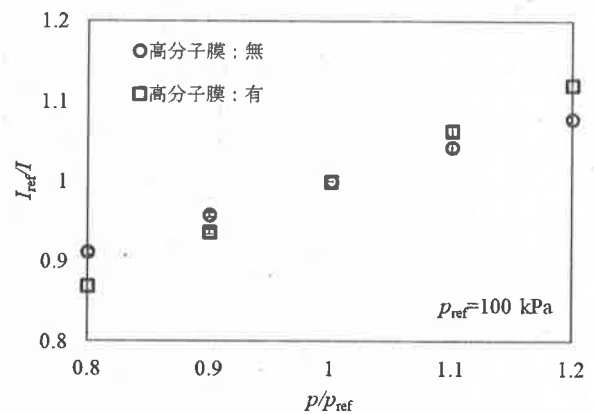


図1 インクジェットPSPの圧力感