

感圧塗料による圧力の光学的面計測法

Optical Measurement Techniques of Pressure Distribution by Means of Pressure-sensitive Paint

江上 泰広

Abstract

Pressure-Sensitive Paint (PSP) is the optical pressure measurement technique based on the photochemical reaction of the oxygen quenching of the phosphorescence dye in the paint. PSP has initially developed to measure global pressure distribution on an wing model with high spatial resolution without disturbing flow. Nowadays, PSP is rapidly developing to realize the unsteady pressure measurement over 10 kHz with high accuracy. It widens the range of applications of PSP. This paper introduces the basis of PSP technique and its application.

キーワード：感圧塗料、分子センサ、酸素消光、りん光、光学計測

Keywords: Pressure-Sensitive Paint (PSP), Molecular sensor, Oxygen quenching, Phosphorescence, Optical measurement

1. 諸 言

航空機や高速列車、自動車、流体機械などの開発において物体表面の圧力分布を知ることが、空力特性や騒音発生、構造強度の評価などを行う上で重要な要素の一つである。通常、物体表面の圧力分布は、圧力孔と呼ばれる模型表面に設けられた直径 0.2-0.5 mm 程度の孔から物体内部のチューブなどを介して圧力センサで計測される。しかし、物体表面に設置できる孔の数は場所的、コスト的な面から制約があり、圧力孔によって得られる離散的な点データだけでは圧力分布を高い空間分解能で詳細に捉えることは困難である。

そのため近年、感圧塗料 (Pressure-Sensitive Paint) を用いた物体表面の圧力分布を光学的に面計測する方法の研究が盛んになされてきている¹⁻⁶⁾。PSP は燐光/蛍光を発する色素とその色素を物体表面に付着させるポリマなどからなるバインダを溶媒に混合溶解した溶液をスプレーガンやスピコートなどを用いて物体表面に塗布したものである。

PSP の薄膜中の発光色素には、酸素分圧の変化により発光強度が変化する (酸素分圧が増えると暗くなり、減ると明るくなる) 性質 (酸素消光) をもつ色素を用いる。空気中の酸素は 21% 一定であるため、発光強度の変化から圧力値を算出することができる。

酸素消光の現象自体は 1931 年にドイツの Kautsky 等によって発見されたが、これを航空分野の圧力計測に応用する研究は 1980 年代にアメリカとロシアで独立して行われるようになって