

感圧塗料を用いた低レイノルズ数・高亜音速領域における翼面圧力分布計測

野瀬慶, 安養寺正之, 伊田真悟, 沼田大樹, 永井大樹, 浅井圭介
東北大学

火星大気飛行に代表されるような低レイノルズ数・高亜音速領域における翼の空力特性を評価するためには、翼面圧力分布の計測が必要である。圧力分布の計測には、2次元圧力分布を計測可能である感圧塗料 (Pressure-Sensitive Paint, PSP) を用いた計測が有効である。本研究ではレイノルズ数とマッハ数を独立に設定可能である火星大気風洞 (図 1) を用いて低レイノルズ数効果および圧縮性効果を調査した。その際、低圧領域で高い圧力感度を持つ PdTFPP/poly(TMSP) (図 2) を PSP として用いた⁽¹⁾。平板表面の圧力分布を計測した結果、模型前縁で層流剥離泡が形成されており、その長さはレイノルズ数に依存して変化することがわかった (図 3)。さらに、レイノルズ数が小さい場合、層流剥離したせん断層は層流のまま再付着するのに対し、レイノルズ数が大きい場合は乱流に遷移した後に再付着することを確認できた。また、マッハ数には剥離したせん断層の遷移を遅らせる効果があることを確認した (図 4)。

参考文献

(1) H. Mori, et al, "Pressure sensitive paint suitable to high Knudsen number regime", Measurement Science and Technology, Vol. 17, pp. 1242-1246, 2006.

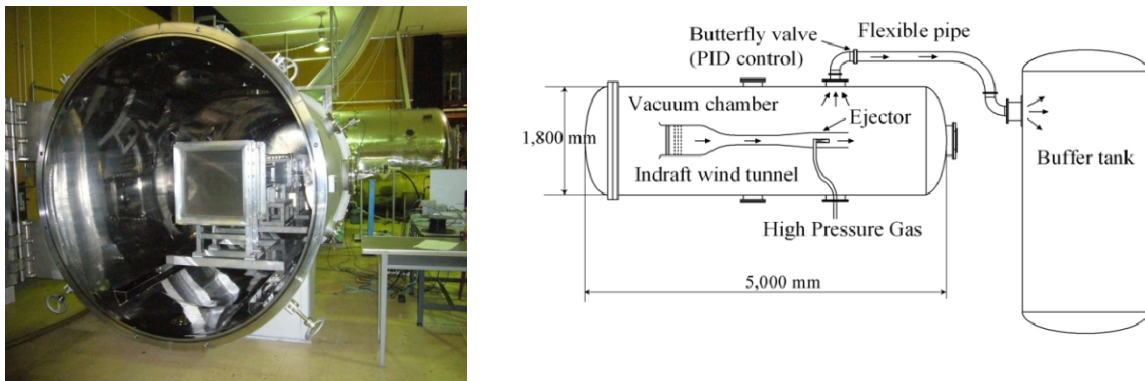


図 1. 火星大気風洞の外観 (左図) と構成 (右図)。風洞本体を真空チャンパー内に設置することにより、風洞内の総圧が可変である。風洞の駆動はエジェクター方式で行う。

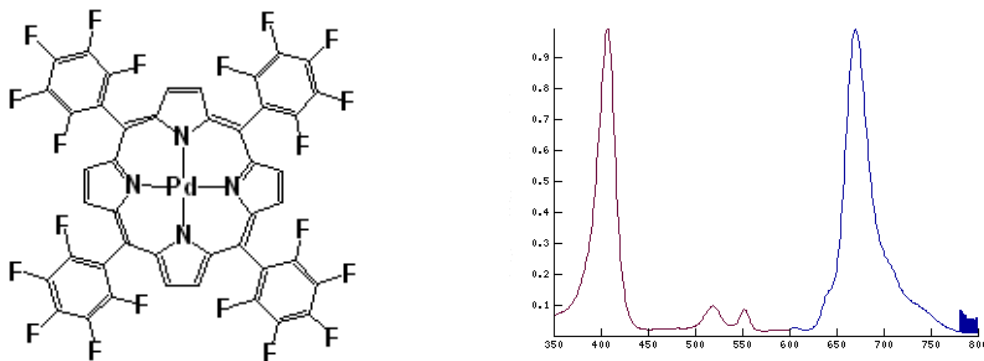


図 2. PdTFPP の組成 (左図) と励起・発光スペクトル (右図)。主な励起波長は 407, 519, 552 nm, 発光波長は 670 nm である。

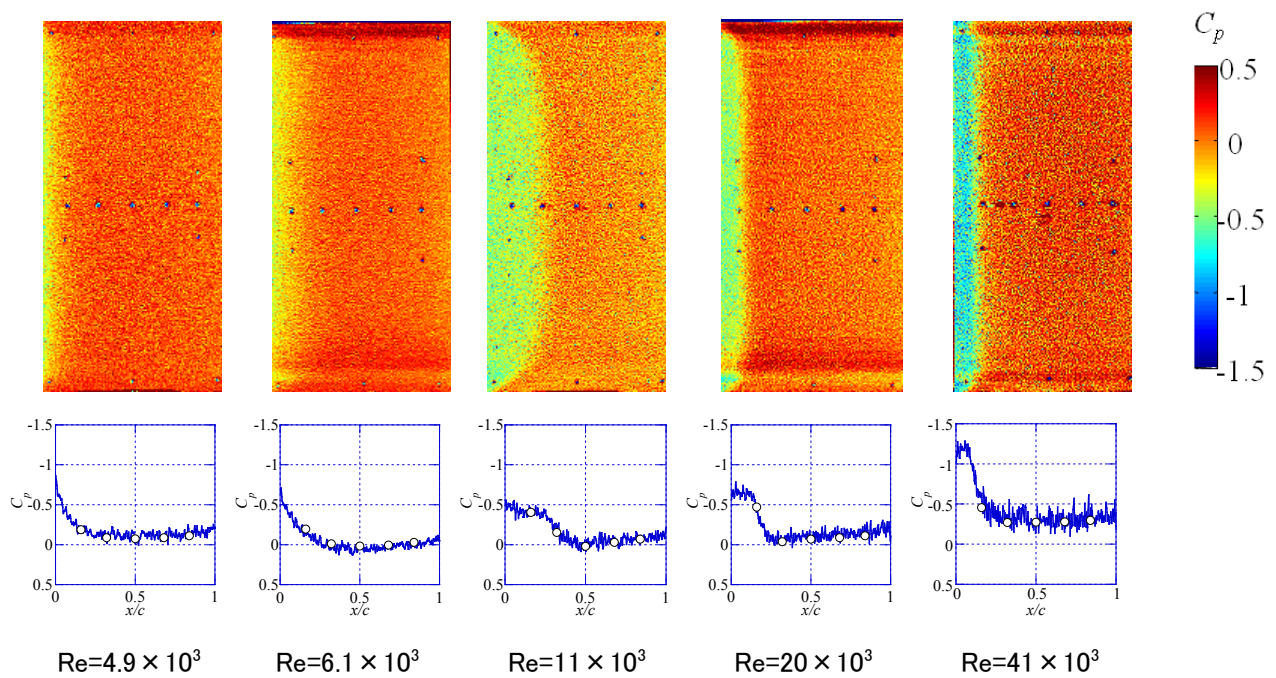


図 3. $Re=4.9 \times 10^3 \sim 41 \times 10^3$, $M=0.2$ における平板 ($t/c=5\%$) の圧力係数分布. すべてのケースで前縁部に層流剥離泡の発生による低圧領域を確認できる. さらに, この剥離泡長さはレイノルズ数に依存して変化することがわかる.

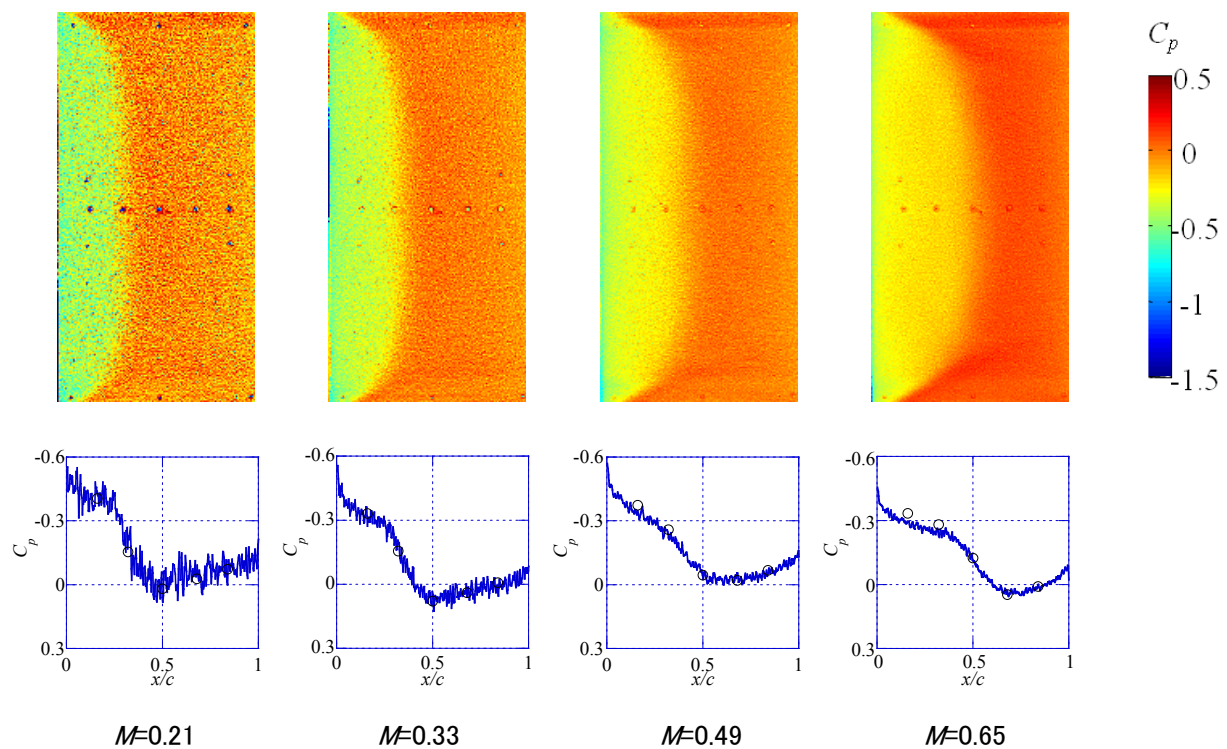


図 4. $M=0.21 \sim 0.65$, $Re=11 \times 10^3$ における平板 ($t/c=5\%$) の圧力係数分布. $M=0.21$ の場合, 剥離泡領域の圧力は一定値をとった後に回復している. この圧力一定領域は剥離したせん断層が層流である領域であり, 圧力回復の領域は乱流に遷移したせん断層が再付着に至る領域であると考えられる. 一方高いマッハ数の場合, 剥離泡領域の圧力はすぐに回復しており, 剥離したせん断層が層流のまま再付着している可能性がある.