

感温塗料を用いた極超音速流中の熱流束計測技術の開発と評価

永井大樹, 河勝元, 澤村亮輔, 浅井圭介 (東北大)

実験期間: 平成21年6月29日から7月3日

平成21年9月28日から10月2日

平成21年12月7日から12月18日

スペースシャトルのような宇宙往還機、帰還カプセルといった再突入物体にとって、「空力加熱」は大きな障害であり、それに対する熱防御設計は非常に重要である。この設計には空力加熱量の算出が不可欠であり、現在では、このために CFD によるシミュレーションや温度測定ツールを用いた風洞試験による計測が行われている。しかしながら、再突入物体の設計をより効率的に行うためには、温度測定を“面”で捕らえること、すなわち“どこ”に“どれくらい”の空力加熱が機体に加わっているのかを把握することが必要となる。

その要求に応えるものとして、Temperature Sensitive Paint (以下 TSP) と呼ばれる分子センサによる計測技術がある。TSP は、一般に蛍光色素と高分子からなる混合体で、温度変化を塗料の発光強度変化として捉えるセンサである。その特徴は、熱電対や測温抵抗体のように温度を点ではなく、面全体で測定することができるということであり、機体設計の最適化の際に非常に有効なデータを提供することができる。

本研究では、極超音速流中に置かれた圧縮コーナー模型周りの衝撃波/衝撃波干渉、衝撃波/境界層干渉などの複雑な流れ場によって生じる模型表面への流入熱流束を TSP によって計測し、その熱流束計測技術を評価した。具体的には、TSP の膜厚、模型の材質、通風時間などを変えて熱流束分布を取得・評価を行い、その有用性を示した。

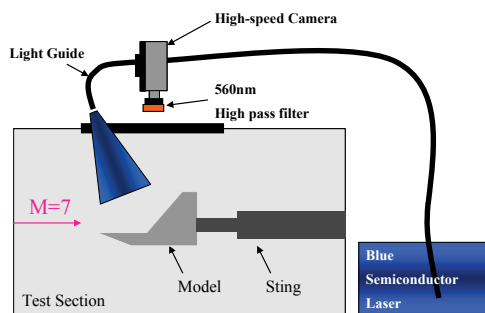


Fig.1 Experimental setup

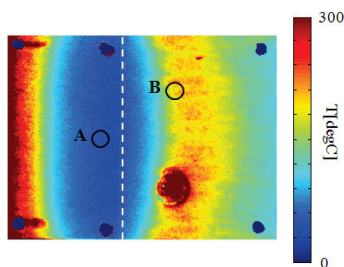


Fig.2 Temperature distribution

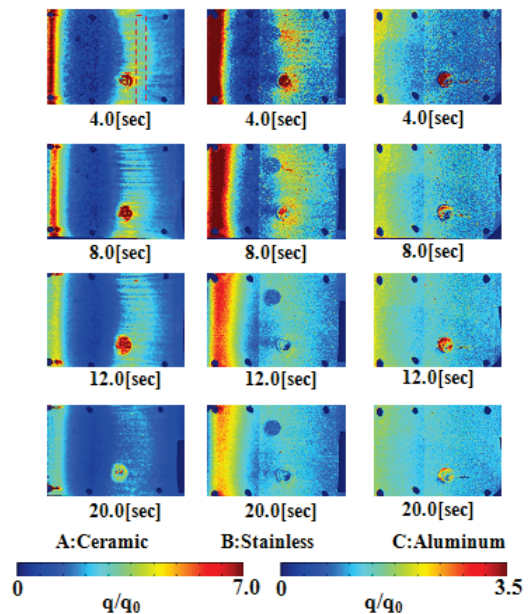


Fig.3 Heat flux distributions for different materials

参考文献

1. Ha, S., Sawamura, R., Sakamoto, H., Numata, D., Nagai, H., Asai, K., "Unsteady Pressure Distribution Measurement on a Square Cylinder using Pressure-Sensitive Paint", 6th International Conference on Flow Dynamics, 9-24, Sendai, Japan, November, 2009.
2. 永井大樹、河勝元、澤村亮介、浅井圭介、“感温塗料を用いた極超音速流れにおける圧縮コーナー模型表面の温度分布計測”、平成21年度衝撃波シンポジウム講演論文集、pp53-56、2010.