5 極超音速飛翔体周りに生じる温度分布の可視化法

福山大学

西尾 正富

A Visualizing Method of Temperature Distribution Around
Hypersonic Models.

Masatomi NISHIO

A method for visualizing qualitative temperature distributions around hypersonic vehicles is suggested. As an example of this method, a temperature layer over a slightly blunted wedge is visualized. The photograph indicates that there exists a radiation contrast along the wedge surface. From this, it is considered that the present method may be useful for visualizing gas temperature distributions around hypersonic models.

1. 緒言

極超音速飛翔体周りの流れ場を可視化することは、その飛翔体周りの流れ場を理解する上で非常に重要である。最近、極超音速飛翔体周りに生じる三次元衝撃波の放電を利用する新しい可視化法が西尾により報告されてきた^{1, 2}。さらに極超音速飛翔体周りの流線の放電を利用する新しい可視化法が西尾により報告されてきた^{3, 4, 5}。極超音速流の場合において、その極超音速飛翔体周りに生じる温度分布について調べることも重要なことである。なぜなら、極超音速飛翔体は通常、高温の気体に覆われ、その高温の気体が飛翔体設計上重要な問題となるからである。しかしながら、極超音速飛翔体周りの温度分布の可視化は難しく、今日まで有効な可視化法はあまり報告されていない。本論文では、極超音速飛翔体周りの温度分布を定性的に可視化する方法を提案する。

2. 実験原理及び実験

本可視化法のアイディアは次の如くである。すなわち、温度分布が存在する流れ場で放電を発生させると、その放電から発する光の強さは図1⁶に示す如く、その気体の温度により異なる。従って、この放電を写真観測することにより、温度分布に関する情報が得られる。

Department of Mechanical Engineering, Fukuyama University, Fukuyama.

Fig.1 Gross spectral variation of leader corona (1) and leader channel (2) light output.

Fig.2 Hypersonic tunnel.

Fig.3 Electric circuit.

可視化実験は図2に示す極超音速風洞を用いて行なわれた。この実験に用いられた放電回路を図3に示す。本可視化法の可視化例として、極超音速流中に置かれた、先端が僅かに鈍頭なくさびに生じる温度分布の可視化を行なった。くさびと電極の配置を図4に示す。この実験では、衝撃波の可視化法で用いられた点-線電極放電¹が応用されている。くさび先端の鈍頭さは0.1mm、くさびの迎え角は0°である。気流のマッハ数は10、気流の持続時間は10msec、そして放電の持続時間は2μsecである。この模型周りの流れ場では、衝撃波層内において、模型表面に沿って他の領域の温度とかなり異なる温度領域の層(Temperature Layer)の存在が予想される。そしてこの層は、図5に示すように、くさび先端付近に発生する衝撃波を通過する流線に沿って生じることが考えられる。実験結果を図6に示す。この可視化写真は、予測するように、くさび表面に沿って放電の発光強さのコントラストが現われていることを示している。この結果から、本可視化法は極超音速飛翔体周りに生じる温度分布の可視化に有効な方法になり得る可能性があると考えられる。

参考文献

1. Nishio, M., "New Method for Visualizing Three-Dimensional Shock Shapes Around Hypersonic Vehicles Using an Electric Discharge", AIAA Journal, Vol. 28, No. 12, (1990), pp. 2085-2091.
2. Nishio, M., "A Qualitative Model for Visualizing Shock Shapes", AIAA Journal, To be published.
3. Nishio, M., "A Method for Visualizing Streamlines Around Hypersonic Vehicles by Using Electrical Discharge", AIAA Journal, To be published.
4. 西尾正富, "極超音速飛翔体周りに生じる流線の放電を用いる新しい可視化法", 可視化情報学会誌, Vol. 11, No. 43, (1991), pp. 228-232.
5. Nishio, M., "Visualization of Shock Wave and Streamline Around Hypersonic Vehicle by Using Electrical Discharge", Proceedings of 4th International Symposium on Flow Visualization, (1986), pp. 185-189.
6. Gallimberti, I., Badaloni, S., Hartmann, G. and Klewe, R. C., "Research on Long Air Gap Discharges", Electra N° 35, (1973), pp. 143.

Fig.4 Arrangement of a wedge and the pair of point-line electrodes.

Fig.5 Illustration of flowfield around a slightly blunted wedge.

Fig.6 Visualization of temperature layer.