

218 乱流予混合火炎における火炎と流れの相互作用

Flame-Flow Interaction in a Turbulent Premixed Flame

古川 純一 (都立工高専)

Junichi Furukawa

Department of Mechanical Engineering, Tokyo Metropolitan College of Technology, Shinagawa-Ku, Tokyo 140-0011, Japan

緒 論

乱流予混合燃焼において火炎により乱れが増幅される現象は、火炎反応帯における発熱による熱膨張に起因していると考えられる。発熱による熱膨張により流れは火炎面に垂直方向に加速されるから、火炎面の局所的な挙動は乱れの増幅作用に極めて重要な役割を果たすはずである。したがって、乱流予混合火炎において乱れが増幅される現象を解明するためには、火炎面の局所的な挙動とその前後において流れが変化するように、およびそれらの統計量としての乱れの諸特性が火炎面の前後で変化するように明らかにすることが重要であると考えられる。

そこで本研究では、乱流予混合火炎における火炎と流れの相互作用を解明することを目的として、火炎面の挙動が局所的なガス流速に及ぼす影響を調べた。

実験装置および方法

本研究では、内径 26 mm のブンゼン型バーナを使用した。燃料にはプロパンを使用し、混合気の当量比は 1.10、バーナ出口における未燃焼混合気の平均流速は 4.0 m/s とした。静電探針とレーザ流速計を使用して火炎面の挙動とガス流速を計測する手法は先の研究^{(3), (4)}と同様であり、既に詳しく報告してあるのでここでは省略する。

実験結果および考察

バーナ中心軸から離れた計測点 ($r=9$ mm, $z=24$ mm) において得られた三つのイオン電流波形とガス流速のバーナ軸方向成分および半径方向成分の一例を図 1 に示す。イオン電流波形に基づき、計測点が未燃焼混合気中、火炎反応帯中あるいは燃焼ガス中にあるのかを判別した結果を図中に併せて示した。これらの領域中で火炎面の挙動とガス流速が変化するように調べた結果を図 2 に示す。ガス流速は、①、②、③、・・・の順で変化した。また、これらの図では、バーナ中心軸は図の左側にある。

領域 I：計測点は未燃焼混合気中にある。ガス流速に変動はあるものの、大きな変化は見られない。バーナ中心軸から離れた場所において計測を行ったために、ガス流速のベクトルは未燃焼混合気中においてもバーナ中心から外側に向いている^{(3), (4)}。

領域 II：計測点は火炎反応帯中にある。この場合、火炎面は計測点を未燃焼混合気側から燃焼ガス側に、バーナの外側から中心軸に向かって通過した。火炎面の通過に伴い、ガス流速のバーナ軸方向成分および半径方向成分が増加する。

領域 III：計測点は燃焼ガス中にある。ガス流速のバーナ半径方向成分が減少し、軸方向成分が増加する。

領域 IV：計測点は火炎反応帯中にある。火炎面は計測点を燃焼ガス側から未燃焼混合気側に、バーナの中心軸から外側に向かって通過した。火炎面の通過に伴い、ガス流速はバーナ軸方向成分および半径方向成分が減少した。

領域 V：計測点は未燃焼混合気中にある。ガス流速に変動はあ

るものの、大きな変化は見られない。

領域 VI：計測点は火炎反応帯中にある。火炎面は計測点を未燃焼混合気側から燃焼ガス側に、バーナの外側から中心軸に向かって通過した。この場合には、主に、ガス流速のバーナ半径方向成分が増加した。

領域 VII：計測点は燃焼ガス中にある。ガス流速のバーナ半径方向成分が減少し、軸方向成分が増加した。

領域 VIII：計測点は火炎反応帯中にある。火炎面は計測点を燃焼ガス側から未燃焼混合気側に、ほぼバーナの上方に向かって通過した。ガス流速はバーナ軸方向成分および半径方向成分共に減少した。

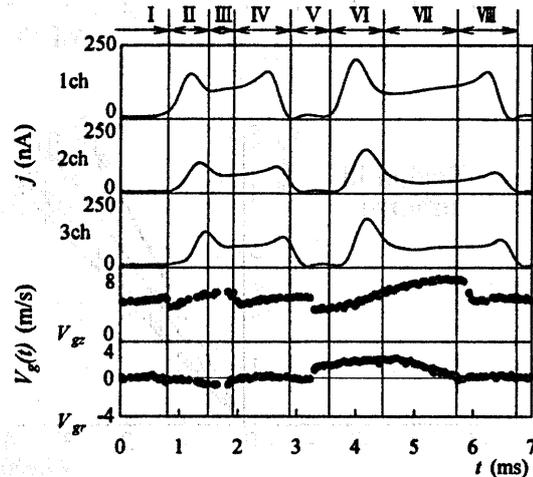


図 1 代表的なイオン電流波形とガス流速

結 論

乱流予混合火炎における火炎と流れの相互作用について調べた結果、以下のような結論を得た。

- 1) 火炎面の前後でガス流速が変化するように、火炎面が燃焼ガス側から未燃焼混合気側に通過する場合と、未燃焼混合気側から燃焼ガス側に通過する場合で、大きく異なる。
- 2) 前者の場合には、ガス流速は、火炎面に垂直方向に変化する。
- 3) 後者の場合には、火炎面の前後で、ガス流速は、火炎面に垂直方向に変化する。火炎面背後の燃焼ガス中で、ガス流速は火炎面に平行方向に変化する。

参考文献

- 1) 古川純一、平野敏右、燃焼の科学と技術、6 (1999)、95-103
- 2) Furukawa J., ほか 2 名、Combust. Science Technol. 154 (2000)、163-178
- 3) 野口佳樹、ほか 4 名、機論、67-658B (2001)、1508-1515
- 4) Furukawa J., ほか 3 名、J. Fluid Mech., 462 (2002) 209-243

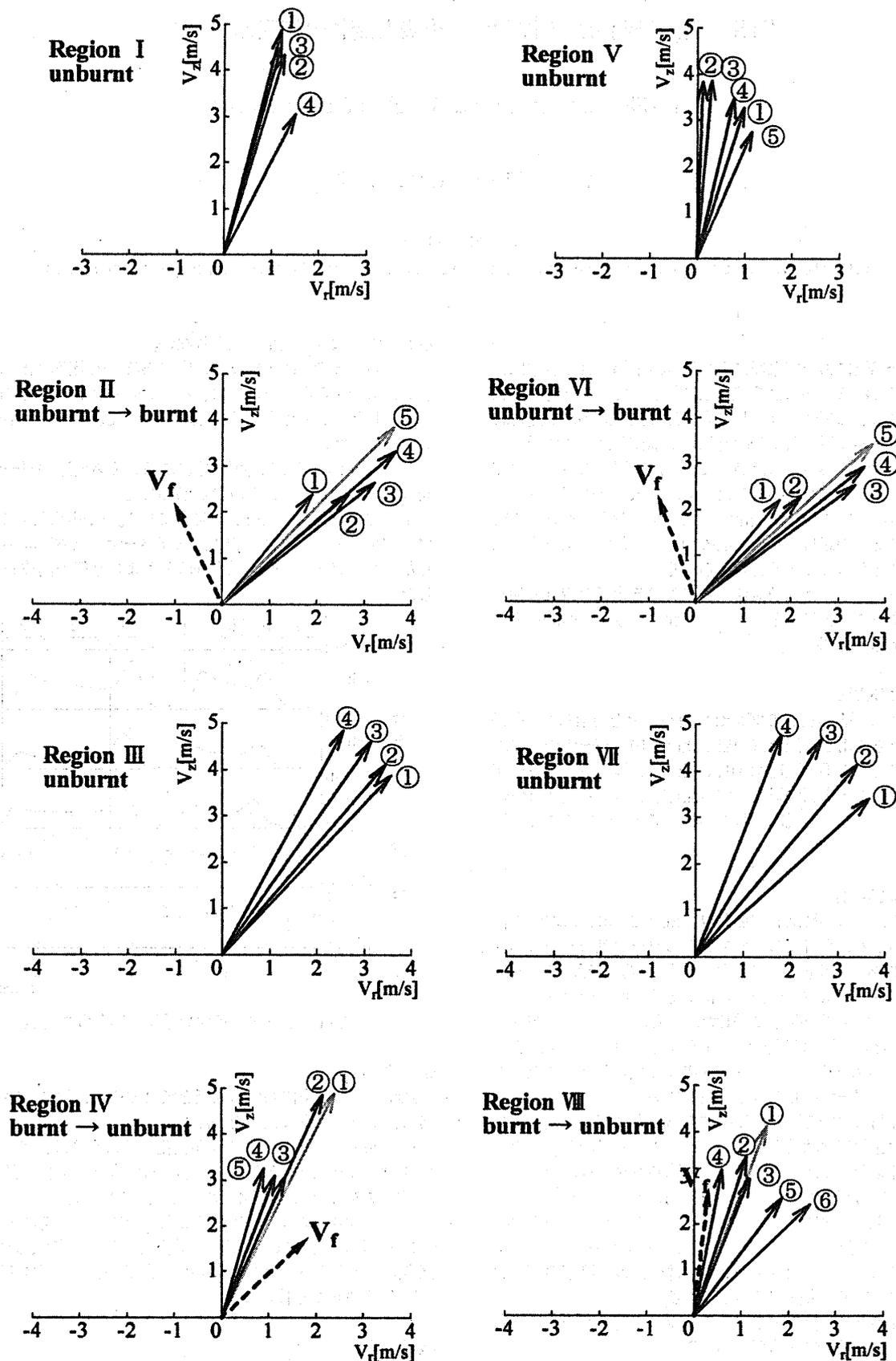


図2 各領域におけるガス流速の変化