

燃焼場における高速度現象の可視化解析

研究代表者 工学部 西村 龍夫

研究の目的

燃焼は複雑な物理化学変化を伴う流れ場からなり、工学的には省エネルギーおよび環境問題から種々の規制が設けられている。燃焼器などの性能改善に対して、燃料と酸化材の混合が重要である場合、流れ場の正確な把握は不可欠である。本研究では実用燃焼器でも定量的な速度計測が可能とされている可視化による画像処理法を検討した。

研究成果

画像処理による定量的計測法としては粒子画像流速計(PIV)と粒子追跡流速計(PTV)とがあり、本研究では後者について検討する。この計測法は定常流などの単純な流れ場ではほぼ確立されているが、乱流燃焼場での信頼性の高い計測を行うには相応の技術蓄積を必要とする。PIVは流体中のトレーサ粒子を混入してその運動を時系列に撮影し、画像処理によって速度ベクトルを得る。このシステムでは、光源に2本のYAGレーザを、画像入力部に高解像度のCCDカメラを用いる。これらを同期させて動作させることにより、瞬間の2時刻の画像を相関処理してほぼ瞬間の速度場に変換する。

図1はブラフボディバーナのリフト火炎の直接写真を示し、本研究ではこの燃焼場における速度場を計測する。図2は瞬間の速度場を時間平均した速度ベクトルを示す。リフト火炎直下には循環域が存在し、この領域で燃料と空気の混合が促進される。得られた速度ベクトルの精度を検討するため、レーザドップラー流速計の結果と比較したところ良好な一致を得ることができた。

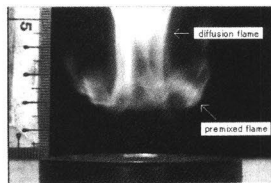


図1 ブラフボディバーナのリフト火炎

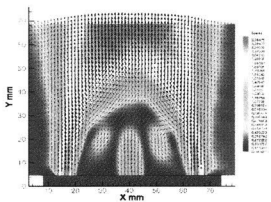


図2 時間平均場における速度ベクトル

産業技術への貢献

ここで示したPIV法はトレーサの供給法を工夫すれば、反応を伴う複雑な場でも容易に、しかも短時間で定量的な速度場を把握する利点を有する。したがって、実用的な燃焼器や反応器などの設計の道具として利用されることが期待される。また、数値シミュレーションのモデルの検証にも使える。今後の課題としては濃度や温度などとの同時計測や精度評価などが考えられ、また同時にノーハウの蓄積も実用面を考慮すれば重要である。

研究発表

- 1) T. Nishimura, K. Morio and H. Kawahara: Lift-off of Non-premixed Flames on a Bluff-body Burner; Proc. 9th Int. Symp. Flow Visualization, Paper no.227 (2000).
- 2) 西村龍夫、川原秀夫、森尾健一：ブラフボディ遷移拡散火炎における渦構造および温度場；化学工学論文集26, 711-719 (2000).
- 3) 西村龍夫、川原秀夫：ブラフボディ型燃焼器におけるリフト火炎；第38回燃焼シンポジウム講演論文集、25-26 (2000).

グループメンバー

氏名	所属	職 (学年)
西村 龍夫	工・機械	教授
川原 秀夫	大島商専	助手

連絡先

電話 0836-85-9121 (ダイヤルイン)
FAX 0836-85-9101 (学科事務室)
E-mail: tnishimu@po.cc.yamaguchi-u.ac.jp

任意曲線法解析システムの開発とその応用

研究代表者 工学部 上西 研

研究の目的

任意曲線法(Method of Arbitrary Lines, MAL)とは1994年に著者らにより提案された新しい高精度汎用数値解析法である。MALは有限要素法(Finite Element Method, FEM)、境界要素法(Boundary Element Method, BEM)および差分法(Finite Difference Method, FDM)が支配方程式を連立一次方程式に帰着させて解くのと根本的に異なり、支配方程式を連立常微分方程式の境界値問題(ODE-BVP)に帰着させて解くことに大きな特徴がある。すなわち、MALは近年注目されているエレメントフリー Galerkin法をさらに一歩進化させ、節点の概念をもなくした画期的な解法であると言える。MALは非線形問題にも容易に適用できる領域型解法(FEMやFDM)の利点を有しつつ、解析対象を一次元減減することができるため、今後様々な分野への応用が期待される。そこで本研究では、三次元弾塑性および弾塑性問題に対する任意曲線法離散化仮想仕事の原理を導出し、三次元問題を汎用的に解くことが出来る任意曲線法解析システムの開発を行った。

産業技術への貢献

本研究で開発した解析システムは現在産業界でも広く使用されている汎用数値解析法であるFEMに比べて数段に効率的であることが確認された。したがって、今後本システムの解析ライブラリーの追加とブリ・ポストプロセッサの充実を行うことにより産業界に大いに貢献できるものと考えられる。

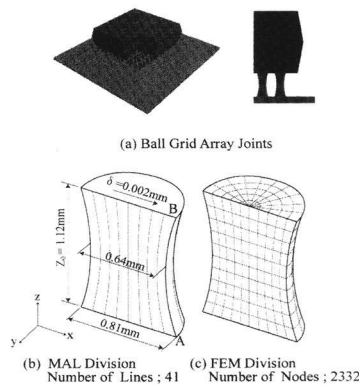


図1 三次元弾塑性解析モデル

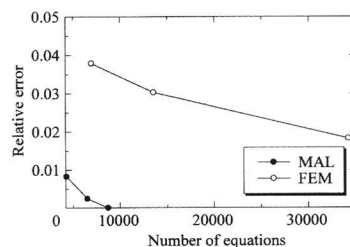


図2 MALとFEMの計算効率の比較

研究発表

- 1) 上西 研, 安藤 竜馬: 三次元弾塑性応力解析への任意曲線法の適用; 日本機械学会論文集 66-644(A), 685-691.
- 2) K. Kaminishi and R. Ando: An Application of the Method of Arbitrary Lines in 3D Elasto-plastic Problem; ECCOMAS2000, CD-ROM.
- 3) 著作権(平成12年11月14日(有)山口ティール・オー・オーへ譲渡).
- 4) 上西 研, 安藤 竜馬: 任意曲線法による三次元弾塑性応力解析; 日本機械学会論文集 67-654(A), 244-251.

グループメンバー

氏名	所属	職 (学年)
上西 研	工・機械	助教授
安藤 竜馬	工・機械	D2

連絡先

電話 0836-85-9152 (ダイヤルイン)
FAX 0836-85-9101 (学科事務室)
E-mail: kaminisi@po.cc.yamaguchi-u.ac.jp