

スワールバーナーによるメタン希薄予混合燃焼制御

Methane Lean Premixed Combustion Control Using Swirl Burner

青山学院大学 林 光一, 山崎 保雄, 遠藤 崇, 徳橋 史暁

航空宇宙技術研究所 山本 武, 鈴木 和雄, 小川 哲

東京ガス株式会社 鍵屋 慎一, 茂木 徹

スワールバーナーによるメタン・空気希薄予混合火炎を, dSPACE と MATLAB により, 第一段階として空気流量を制御することで燃焼の安定・不安定になるシステムを構築した. 本初期段階では, アクチュエータは Mass Flow を使ったが, アクチュエータの開発を始めたところである. センサーは光学センサーと圧力センサー (音響センサーも含めて) を予定しているが, 現在はこのセンサーとアクチュエータにより制御関数を求め, 火炎安定化, 燃焼効率化, 汚染物質削減化などを目標としたシステム構築を行っているところである.

燃焼器は図 1 に示されているように, スワール角 30 度, スワール内径 12mm, 外径 28mm の中空

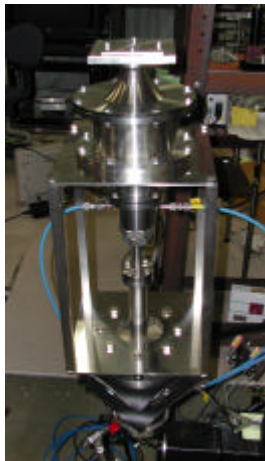


Fig.1 Swirl-burner system

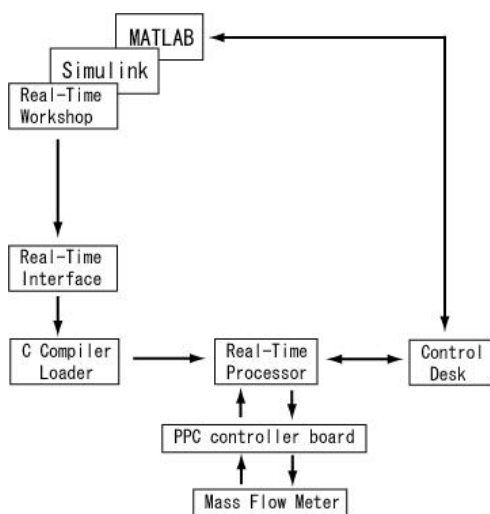


Fig.2 Schematic diagram of burner control system

のスワールを使っており, 燃焼は安定・不安定領域も含めて幅広く行われ, 最小当量比は 0.5 ほどになる. この場合, メタンの流量を上げない限り最小当量比での火炎速度は 100cm/sec ほどである. 図 2 には制御システムの構成図が示されており, センサーからの信号を dSPACE に入れ, 取り込んだデータを基に MATLAB, SIMULINK, Real-Time Workshop により火炎制御のモデルを作製し, そのモデルによってリアルタイムで Mass Flow に出力信号を出し, Mass Flow から入力信号を受け取るようになっている. 今回は, 図 3 に示されるような sine 曲線の信号を出し, それに対応した Mass Flow(空気)を制御してみた. この場合負の流量は無いので, 負の信号の部分は零設定になっている. 結果として, 図 4 -(a)に示されるような浮き上がり火炎が sine 曲線の上で (最大空気流量は 38 l/min), 図 4 -(b)の付着火炎が 0 l/min に対応して振動する火炎を得た. このように, センサーとアクチュエータ, そして制御関数が得られると燃焼を制御できることが確認できた.

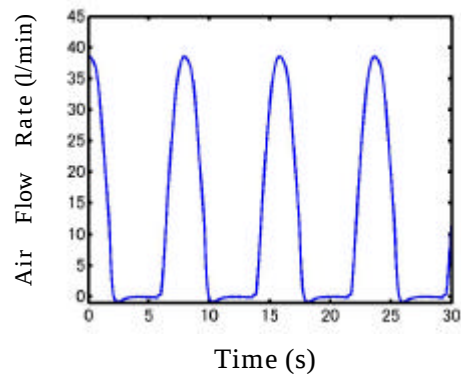
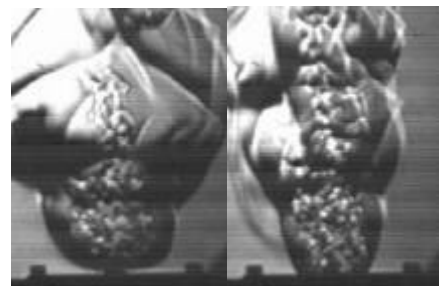


Fig.3 Sine curve for controlling air flow rate



(a) Lifted flame (b) Base flame
Fig.4 Methane premixed swirled flames