

分類 流体シミュレーション

キーワード 乱流、LES、BFC 格子

開発者 朴 南燮、弘畑幹鐘

小林敏雄、谷口伸行（第2部）

作成年月 2000年3月

コード名 NST-FLOW\_LES\_COM

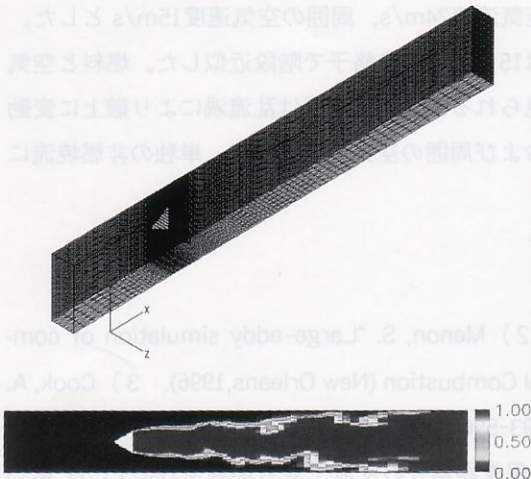
使用言語 Fortran77

#### ◇汎用流れ解析コード—NST-FLOW—

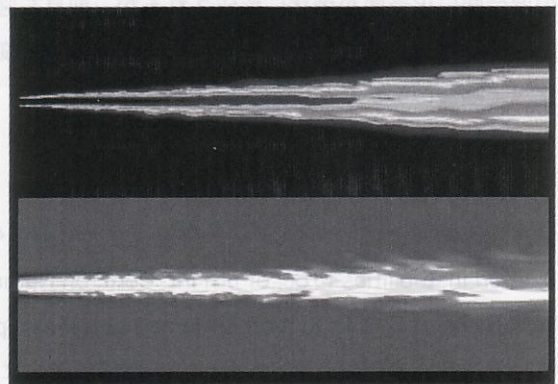
乱流ラージ・エディ・シミュレーション（LES）の数理モデル研究とその工学応用を目的として開発した以下の流れ解析コードについて、プログラムソース、技術資料、および、基本的な計算結果などの資料を公開する。これらのプログラムは「フリーソフトウェア」として自由な利用を期待している。

LES\_COM\_PRE 差分格子 LES 乱流予混合火炎（flamelet モデル）

LES\_COM\_DIF 差分格子 LES 乱流拡散火炎（保存スカラーモデル）



予混合燃焼器の瞬時火炎場の予測例



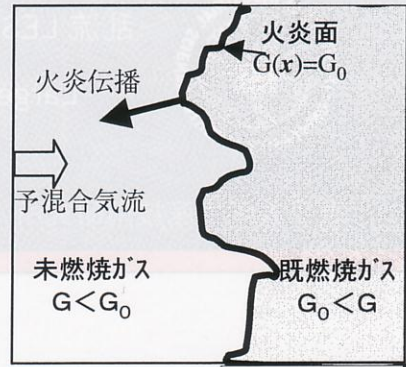
拡散バーナーの瞬時火炎場の予測例

◇コード配布の連絡先：次世代乱流解析ソフトウェア研究会（東大生研・谷口研究室）  
 <NST-FLOW@icebeer.iis.u-tokyo.ac.jp>、FAX 03-5411-3908



## ◇コードの概要

解析モデル：ラーゼ・エディ・シミュレーション (LES) に基づき低マッハ数乱流を対象とする。流れ解析は直交格子差分法により、既報<sup>1)</sup>の LES\_FDM と基本的に同じ手法を用いている。乱流サブグリッド (SGS) モデルには、Smagorinski モデル(壁面ダンピング関数、または、壁法則)のほか、Germano らが提案し基礎研究で成果を挙げているダイナミック Smagorinski モデルが適用できる。燃焼解析については高レイノルズ数乱流火炎を効率的に捕らえうる手法として、予混合火炎に対して flamelet 近似に基づく G 方程式モデル<sup>2)</sup>を、拡散火炎には乱流変動の効果を PDF 関数で評価する保存スカラーモデルをそれぞれ採用する。火炎による温度変化、密度変化の流れ場への影響は低マッハ数近似によって準平衡的に考慮する。



予混合 flamelet 火炎モデルの概念 (火炎伝播と気流速度の釣合で火炎位置が定まる)

## ◇計算例

解析対象 1 (予混合燃焼器)：ガスタービン燃焼器を単純したモデルとして保炎器により安定化された予混合火炎を解析対象とする (前頁左図)<sup>4)</sup>。入口から流速40 [m/s]、温度600 [K]、当量比0.6のプロパン、空気予混合気体が供給され (Re=31,300)、出口圧力は0.1 [MPa] とした。直交格子120×60×16を用い三角柱の保炎器は階段近似した。発達した乱流場を初期条件とし保炎器背面に点火後0.1 (s) 程度で火炎が下流まで発達するが、保炎器後流にカルマン渦が生じ、それに対応して火炎面は周期的に変動する。このため、時間平均の温度、速度分布や見かけの火炎厚みは瞬時局所の火炎分布に対して広がる。

解析対象 2 (拡散バーナ)：メタン-空気同軸噴流による拡散火炎を対象とする<sup>5)</sup>。中心部の燃料の平均速度41m/s (Re=16,400)、環状の2600K に予熱された空気流速24m/s、周囲の空気速度15m/s とした。不等間隔の直交格子96×74×74を用い、ノズル流入部は15×15程度の格子で階段近似した。燃料と空気の混合面に火炎面が環状に形成されるが、前頁右図に見られるように下流では乱流渦により皺上に変動し、見かけの火炎厚みが広がる。火炎による密度変化および周囲の空気流の影響で、単独の非燃焼流に比べて噴流の広がりが抑制されている。

## ◇関連論文

1) 生研リーフレット ソフトウェアベース No.45、2) Menon, S. "Large-eddy simulation of combustion instabilities" Proc. of 6th Int. Conf. on Numerical Combustion (New Orleans,1996)、3) Cook, A. W. & Riley, J. J., Combustion & Flame 112 (1998) pp.593-596 (1998)、4) 朴ら「ダイナミックサブグリッドモデルを用いた Flamelet LES 燃焼モデルによる保炎器廻りの乱流予混合燃焼流れの LES」第13回数値流体力学シンポジウム (1999) A03-3、5) 弘畑ら「バーナ拡散火炎の数値シミュレーション」生産研究52-1 (2000) pp.63-66