

自由噴流の混合制御に関する数値シミュレーション

三重大学大学院工学研究科機械工学専攻 氏名 辻本公一

目的 工学機器において、混合、伝熱、化学反応等の促進のための基本的な手段として噴流が用いられている。本研究では高い混合性能を引き出す新しい噴流制御技術の創出を行う。

内容 DNS(Direct Numerical Simulation)により、自由噴流ならびに衝突噴流において噴流出口を回転制御し、回転周波数の違いが及ぼす噴流の構造変化や、混合状態に対する影響を調査し、流動特性および混合特性を定量的、定性的に評価した。

結果

(1) 自由噴流を交互回転させるダイナミック制御

・瞬間構造および平均特性を評価した結果、ダイナミック制御により渦構造が上流側でらせん状に分布し、回転周波数の変化に応じてHelical modeからEntangled modeへとフローパターンが変化すること、いずれの場合も半径方向へ大きく拡散すること、下流側では発達した乱流状態へと移行することを明らかにした。

・エントレイメント量およびエントロピーを用いた混合指標より、ダイナミック制御は周囲流体の巻き込み量を大幅に増加させ、混合を著しく促進させること、Helical modeにおいて最も高い混合促進効果が得られることを明らかにした。

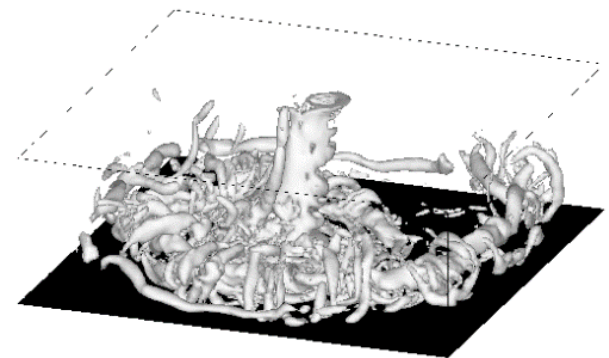
(2) 自由噴流を衝突面上で大きく回転させるダイナミック制御

・回転周波数、回転半径に応じて、自由噴流領域では旋回流れを伴う複雑な流動構造が形成される。制御半径が小さくなるに従って通常の噴流の構造に近づくため、領域中央で高い伝熱性能を有する不均一な伝熱場となるが、特定の制御半径では均一な分布に近づけることができる。

・回転周波数を変化させ、伝熱特性を調べた結果、高周波数では領域中央で伝熱特性が低下し、低い周波数では中央部で伝熱特性が高くなり、不均一な伝熱場が生じることから均一化に対して適切な周波数が存在することを明らかにした。



噴流出口を交互回転制御した自由噴流の渦構造



噴流を一定回転させた衝突噴流の渦構造