

カムテール翼の空力特性を活用したエアカーテンの空間遮断力の数値的検証

高牟礼 光太郎¹, 内山 知実¹, 出川 智啓^{1,2}, 坂本 恭晃¹, 大島 聡史¹
¹名古屋大学, ²トヨタシステムズ

研究目的

- エアカーテンとは、ノズルから噴出するカーテン状の気流のこと
- 飛沫やウイルスの遮断に適している (Sakharov et al., Physics, Vol. 3 (2020), pp. 340-351)
- 従来のエアカーテン (図1(a)) は、周囲の静止空気から強いせん断力を受け、急速に拡散しながら減衰
⇒ 飛沫やウイルスの遮断効果が急激に減衰
- 後端を切断した翼をノズルに挿入 (図1(b)) ⇒ カムテールの空力特性を誘起
- カムテールの空力特性により、翼の後方で流れが大きく乱されことなく一点に合流
- 数値計算により、一般的なエアカーテンと比較して持続距離が1.6倍ほど延伸 (図2)
- カムテール翼の空力特性を活用したエアカーテンによる飛沫やウイルスの遮断力は未検討

本研究の目的: カムテールの空力特性を活用したエアカーテンの空間遮断力を数値的に明らかにする

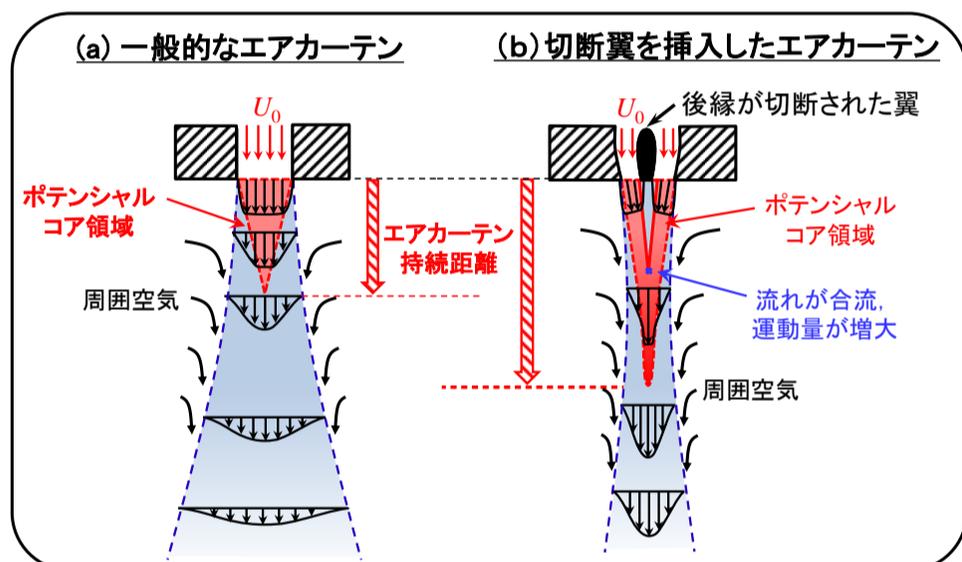


図1: エアカーテンの性質比較の概要図

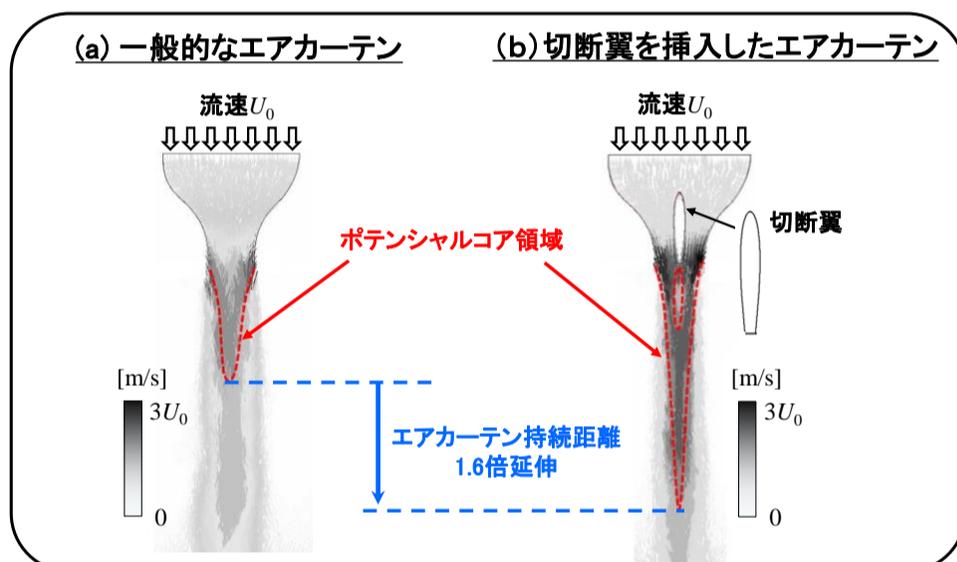


図2: 流れのシミュレーションによる切断翼の挿入効果の検証

研究計画

【計算1】粒子の追跡計算コードの実装

支配方程式: 連続の式, Navier-Stokes方程式

気流の解法: フラクショナルステップ法

時間発展: 3段3次ルンゲクッタ法, 2次のクランクニコルソン法

空間差分: 2次または4次中心差分法

評価モデル: 自由落下する粒子群 (分散性の評価, 計算の妥当性を確認)

【計算2】計算コードの並列化

MPIとOpenMPのハイブリッド並列計算コードを実装

評価モデル: 粒子直径が $5\mu\text{m}$ の100個の粒子群の自由落下

チューニング: ループのオーバーヘッドの削減, ロード・ストアの削減
(95%以上並列化効率が目標)

【計算3】エアカーテンの空間遮断力の実験結果との比較検証

- エアカーテン気流に向けて飛沫粒子を噴出するシミュレーション
- 粒子群の粒子径分布は $10\mu\text{m}$ を最頻値とし、正規分布状に付与
- 実験とシミュレーション結果の比較から、定性的・定量的に整合性を確認