

# 簡易圧縮性と非圧縮性k-εモデルの概要

## 1 研究背景

- ① ボイラーや発電機の運転時には、建物周辺で極めて高温な排気ガスの拡散予測が必要となる。
- ② 流体密度の変化が無視できない高温ガスの拡散には、従来手法の解析精度は十分に検討されていない。

本研究の目的

- 簡易圧縮性と従来の非圧縮性モデルの定義の相違を検討
- 建物周辺における濃度拡散性状を解析し、圧縮性モデルによる違いを定量的に検討

## 2 簡易圧縮と非圧縮の定義

運動量輸送方程式

$$\rho \left( \frac{\partial \mathbf{U}}{\partial t} + \mathbf{U} \cdot \nabla \mathbf{U} \right) = -\nabla P + \mu \nabla^2 \mathbf{U} + \mathbf{f}_b \quad (1)$$

簡易圧縮性

非圧縮性

$$\rho = P_0 / RT \quad (2)$$

$$\rho = \rho_0 \quad (4)$$

$$\mathbf{f}_b = (\rho - \rho_0) \mathbf{g} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{f}_b &= \frac{\rho_0 (T_0 - T) \mathbf{g}}{T_0} \quad (5) \\ &= \rho_0 \beta_0 (T_0 - T) \mathbf{g} \end{aligned}$$

## 3 浮力による加速度の傾向

流体運動の観点からは浮力そのものよりもそれを密度で割った浮力による加速度  $a_b$  への影響の方が重要である。

簡易圧縮性  $a_b = \frac{\mathbf{f}_b}{\rho} = \left( 1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right) \mathbf{g} \quad (6)$

非圧縮性  $a_b = \frac{\mathbf{f}_b}{\rho_0} = \left( \frac{\rho}{\rho_0} - 1 \right) \mathbf{g} \quad (7)$

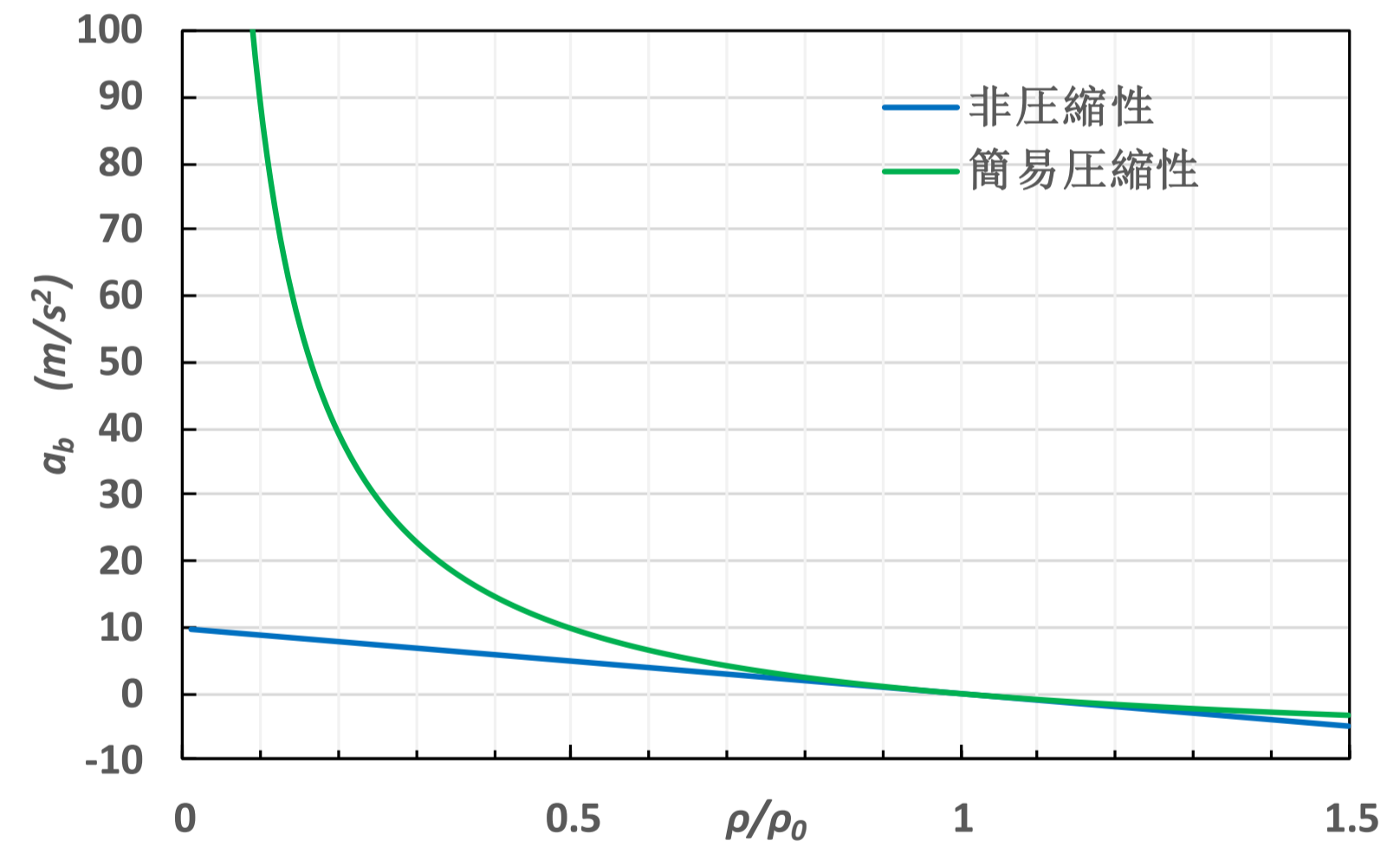


図1 排出ガスの密度と浮力による加速度との関係

排出ガスの密度が小さくなるほどに両モデルにおける加速度の乖離が広がっていき、流体の圧縮性を考慮したモデルほどより強い浮力が働く傾向が強まる。

# 高浮力条件で簡易圧縮性および非圧縮性k-εモデルの比較

## 4 解析モデル及び解析条件

表1 解析条件

解析モデル	定常RANS, Realizable k-ε 2層モデル
解析領域	16 H <sub>b</sub> (x) × 9 H <sub>b</sub> (y) × 6 H <sub>b</sub> (z)
解析格子	1,260,622 (正六面体格子)
アルゴリズム	SIMPLE
移流項の差分スキーム	2次精度風上差分
拡散項の差分スキーム	2次精度中心差分
流入条件	実験値から近似
地面 (x=-6 H <sub>b</sub> ~ -2 H <sub>b</sub> )	z <sub>0</sub> 型境界 (z <sub>0</sub> =0.00183 m)
上空, 側面, 建物表面 地面 (x=-2 H <sub>b</sub> ~ 10H <sub>b</sub> )	滑面型壁関数, 断熱

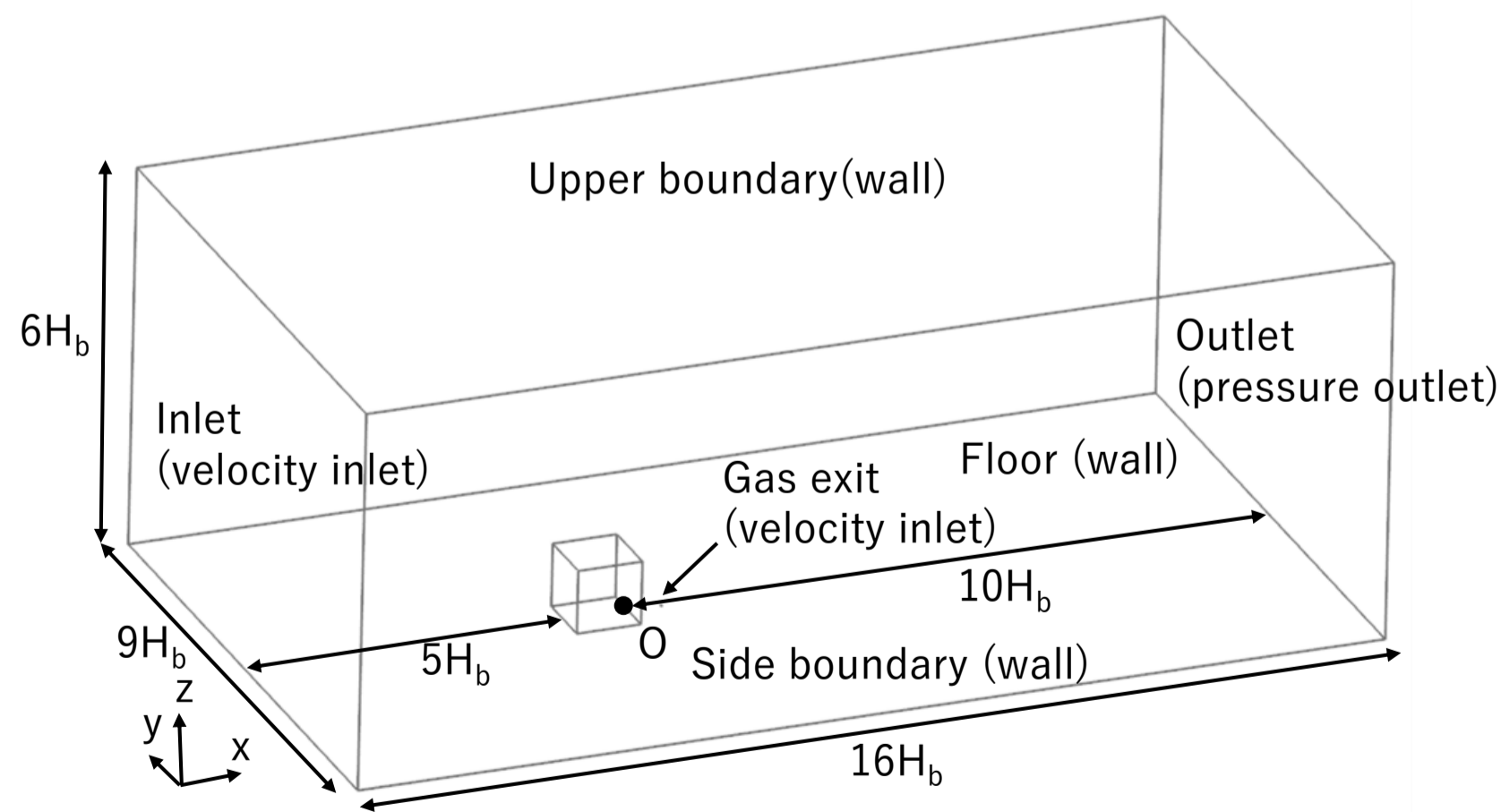


図2 解析領域

## 5 無次元濃度分布 ( $\rho / \rho_a = 0.1$ )

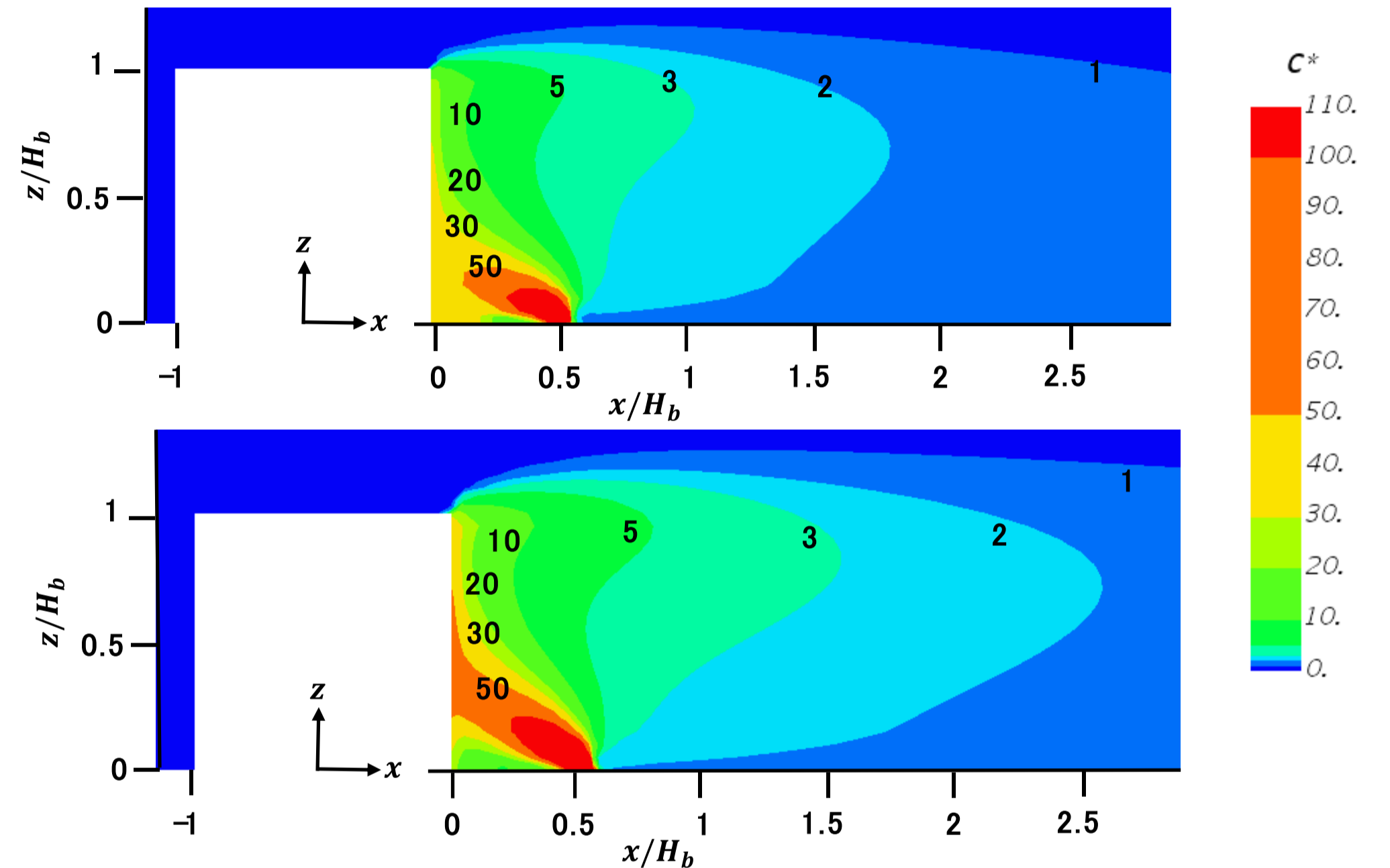


図3 中心断面 ( $y/H_b = 0$ )における無次元濃度の分布, 上: 非圧縮性 下: 簡易圧縮性

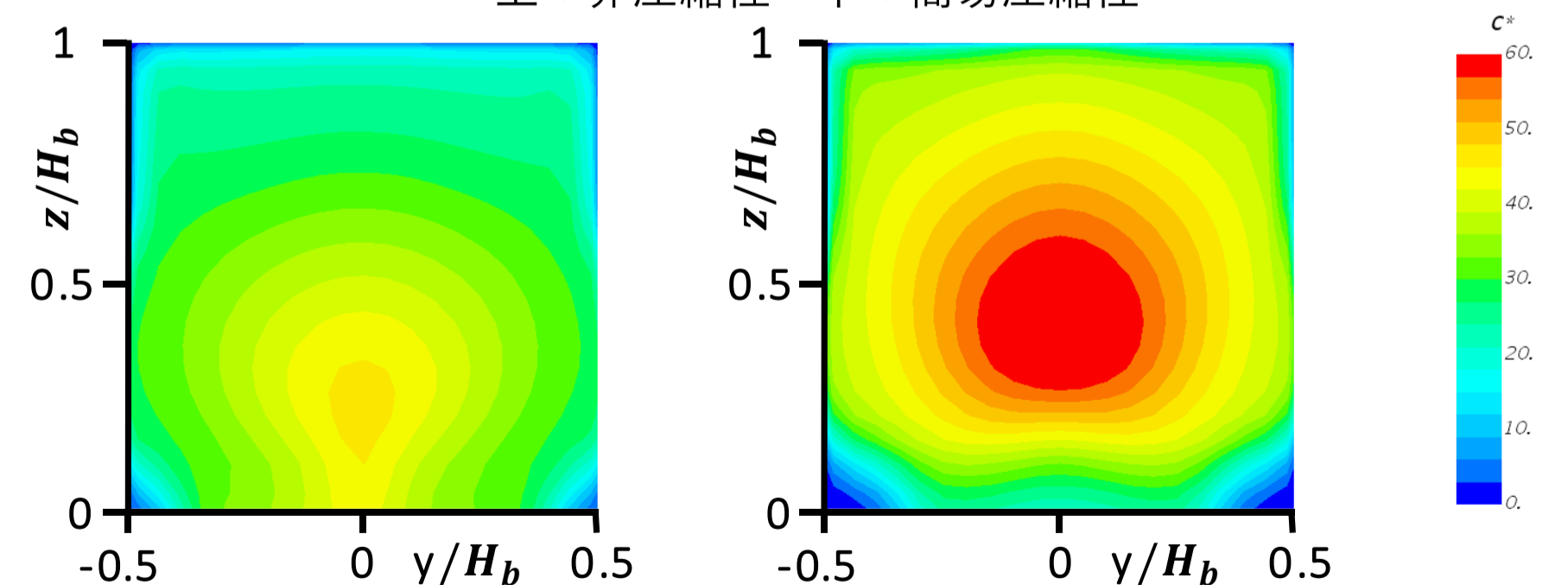


図4 建物風下側鉛直面 ( $x/H_b = 0$ )における無次元濃度の分布, 左: 非圧縮性 右: 簡易圧縮性