

建物周辺の風環境数値解析 に関する研究

1 研究目的



- 市街地における風環境の予測には、風洞模型実験が一般的に用いられている。しかし、風洞実験には相似条件の問題や時間、費用等の観点から様々な制約が与えられている場合が多い。近年、流体の数値解析手法が進歩し、これを用いた予測手法に関する研究が行われており実用化の段階を迎えている。
- 市街地の風環境評価を行う際には、計画建物に隣接して高層建物が存在する場合や、計画建物が複数存在する場合が殆どである。しかし、現在行われている風環境数値解析の研究の多くは建物が単体の場合を対象としたものである。
- 本研究では、2棟の建物モデルを用い相互の影響により生じる地上面付近の強風域が既往の数値解析手法によってどの程度の精度で再現されるかを風洞実験結果と比較することにより明らかにし、数値解析の精度を向上させることを目的とする。

2 研究概要

- 2-1 風洞実験

- ① 最大風速30[m/s]の風洞実験装置を使用する。
- ② 風速の測定にはサーミスタ型の多点風速計を風洞模型に設置し、高さ0.125bの風速を計測する。
- ③ 建物模型は $b=10\text{cm}$ とし、アクリル板で作成する。

2 研究概要

- 2-2 数値解析

図1に示す2棟の建物を対象とした解析を行う。2種類の乱流モデルを使用し、地上面付近に生じる強風域の予測精度を検討する。

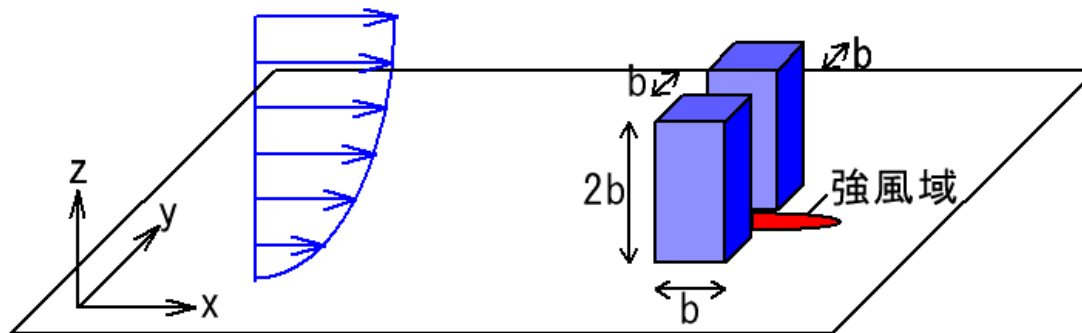


図1 建物モデル

2 研究概要

• 2-3 ν_t の算出式

2つの乱流モデルでは、渦粘性係数 ν_t のモデル化が異なる。

両モデルにおける ν_t の算出式を表1に示す。標準k- ϵ モデルは主流方向が大きく変化する場所で乱流エネルギーの生産項 P_k を過大評価してしまうことが従来から指摘されているのに対し、改良k- ϵ モデルは、 ν_t を修正することによりその点を改善したモデルである。

表1 ν_t の算出式

1. 標準 k- ϵ モデル

$$\nu_t = C_\nu \frac{k^2}{\epsilon} \quad \dots(1)$$

2. 改良 k- ϵ モデル

$$\nu_t = C_\nu^* \frac{k^2}{\epsilon}, C_\nu^* = C_\nu \frac{\Omega}{S} (\Omega/S \leq 1 \text{の場合}) \quad \dots(2)$$

$$\nu_t = C_\nu^* \frac{k^2}{\epsilon}, C_\nu^* = C_\nu (\Omega/S > 1 \text{の場合}) \quad \dots(3)$$

ただし、

$$C_\nu = 0.09 \quad \dots(4)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{\partial \langle u_i \rangle}{\partial x_j} + \frac{\partial \langle u_j \rangle}{\partial x_i} \right)^2} \quad \dots(5)$$

$$\Omega = \sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{\partial \langle u_i \rangle}{\partial x_j} - \frac{\partial \langle u_j \rangle}{\partial x_i} \right)^2} \quad \dots(6)$$

k : 乱流エネルギー
 ϵ : 乱流散逸
 ν_t : 渦動粘性係数
 $\langle \rangle$: アンサンブル平均
 u_j : 平均風速の3成分
 x_j : 軸座標
[$i=1$ (主流方向)
 $i=2$ (主流横方向)
 $i=3$ (鉛直方向)]

2 研究概要

• 2-4 流入条件

図2に流入条件を示す。アプローチフローは風洞実験装置を補間して図2のように与えた。

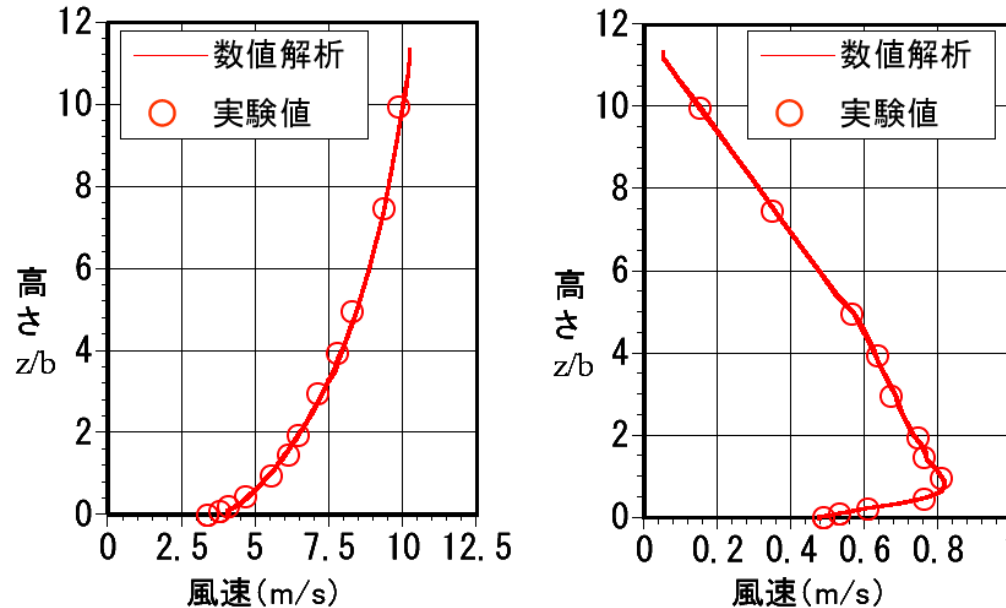


図2 流入条件

2 研究概要

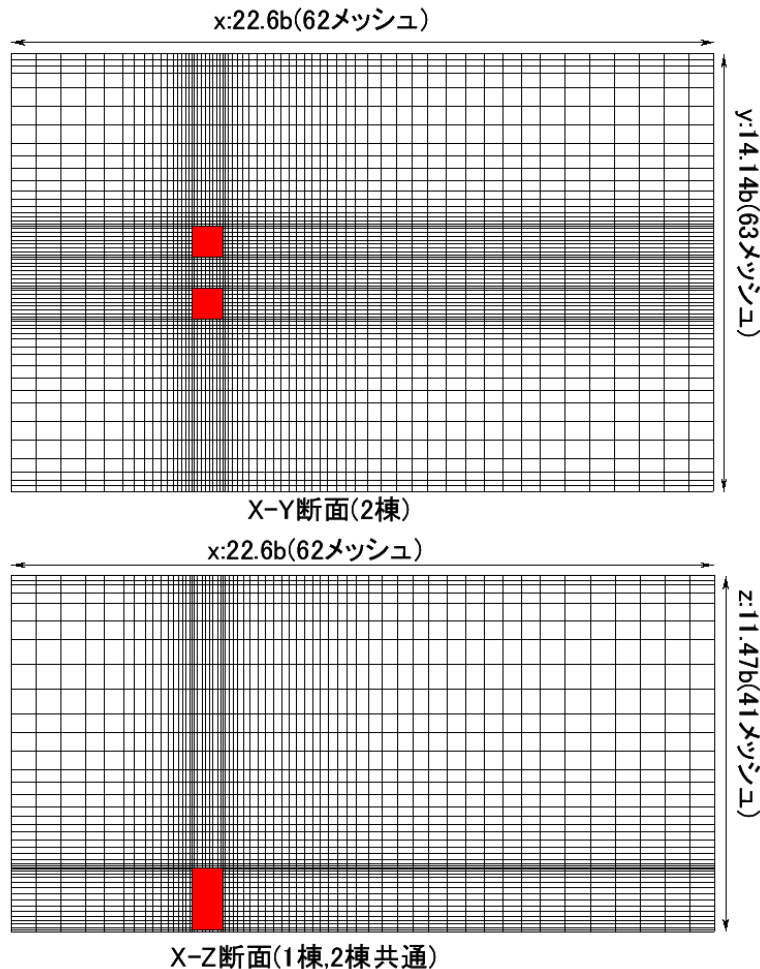


図3 メッシュ分割及び解析領域

• 2-5 メッシュ分割

メッシュ分割及び解析領域を図3に示す。メッシュ分割は、 $62(x) \times 63(y) \times 41(z) = 160,146$ メッシュとする。解析領域は、 $22.6b(x) \times 14.14b(y) \times 11.47b(z)$ とする。

3 解析結果

- 風洞実験結果と標準k-εモデル及び改良k-εモデルの高さ0.125bにおけるスカラー風速を棟高風速で基準化した風速比の水平分布を図4に示す。
- 標準k-εモデル，改良k-εモデルとも2棟間に生じている縮流による強風域を再現しているが、全体的に標準k-εモデルより改良k-εモデルが風速比を大きく計算しており、標準k-εモデル，改良k-εモデルとも全体的に風洞実験より風速比が高めになる。

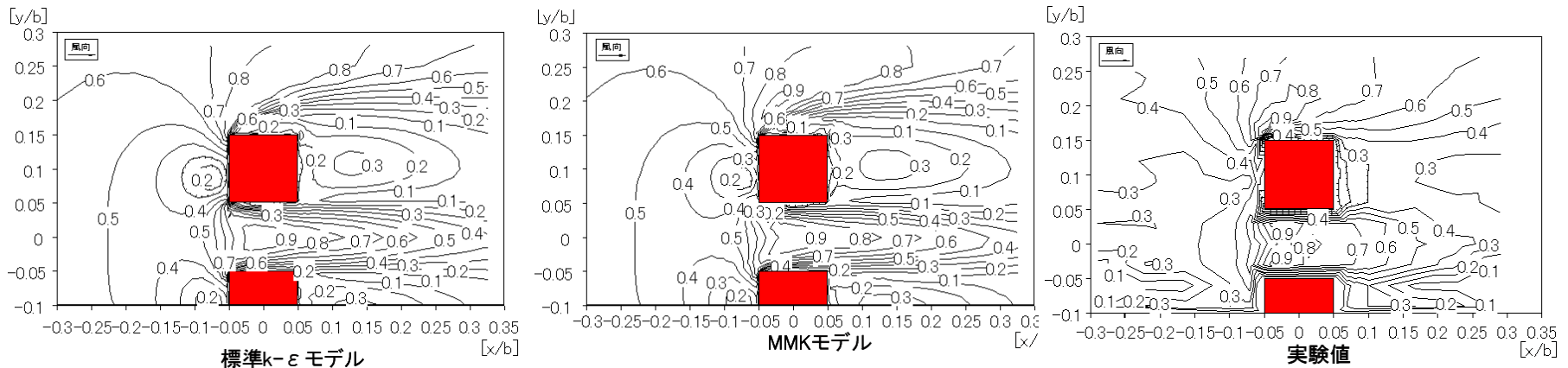


図4 風速比の水平分布

4 まとめ

- 建物間の縮流や剥離流など強風域の再現は、改良k-εモデルが標準k-εモデルよりも相対的に優れている。
- どちらのモデルにも地表面付近の風速を風洞実験結果より大きめに評価する傾向が見られた。
- 建物モデルの数が増加することによる数値解析の再現精度の変化はあまり認められない。
- 今後は、風洞実験の測定方法を考慮し風速をベクトル量として計測し、風向や乱流エネルギー等について詳細に比較することにより、数値解析手法の制度を更に検討する予定である。