

建物周辺気流の予測手法としての数値シミュレーション・風洞実験の検証

1983463 渡辺壮亮

指導教員 成田健一

1. 研究目的 実務では設計段階で風環境を予測することが必要だが、今まで建物周辺気流の予測手法としての実測と風洞実験・数値シミュレーションの比較は、あまり行われていなく事例が不十分である。そこで、本研究では同一建物で行った風洞実験と数値シミュレーションの結果を実測値と比較し、実務上どのような問題があるか検証した。

2. 測定概要 本研究の対象は日本工業大学W10 棟周辺で、測器を図1の様にW10 棟屋上の地上高さ約 37m(屋上から 7.7m)に1点とW10 棟周辺の地上高さ約 2mに7点配置した。図1の薄い灰色部分は、デフォルメ化した樹木である。実測は9月中旬～10月初旬の間の中で比較的風の強い時に超音波風速計を用いて行い、屋上の測定から10分間の比較的安定した風向を3方向選択した。風洞実験は飛鳥建設・技術研究所・風洞実験棟を使用し、1/300 模型で0.15 べき指数の 10m/s に設定した。各測定点には無指向性のサーミスタ風速計を設置した。数値シミュレーションは、「STREAM for Windows Version4」を使用し、標準 $k-\epsilon$ モデルで収束判定値 10^{-5} の定常計算を行い、流入風速として 10/67 勾配の風速は 10m/s を指定した。境界条件は、流入側境界は流速規定、流出側境界は表面圧力規定、建物壁面条件は対数則条件、地面の境界条件は 0.15 べき指数を設定した。軸はW10 棟の長辺と平行な軸を X 軸、それと垂直な軸を Y 軸、高さ方向の軸を Z 軸とした。解析領域は建築棟を中心に $X=306\text{m}\cdot Y=301\text{m}\cdot Z=89\text{m}$ とし、風洞実験・数値シミュレーションとも、W10 棟高さの3倍の範囲で建物や樹木をある程度デフォルメ化して再現し、選んだ3風向で実測との比較をした。Y 軸方向を風向 0° とし、総メッシュ数は 455054 とした。

3. 測定結果及び考察 図2は、上空風向 77° の時の数値シミュレーション・風洞実験と、実測の風速比の関係を示している。縦軸は実測の、横軸は風洞実験・数値シミュレーションでのW10 棟屋上測定点を1とした時の風速比である。図2から風洞実験・数値シミュレーションの結果とも、風速比の多少のずれはあるものの、強風域では実測値と比較的良く一致していて、強風域を対象とした予測手法としての有効性を確認できる。しかしながら、弱風域では風洞実験・数値シミュレーションと比べるとやや実測の風速の方が強い。これは、グラフの下に行くほど実測とずれていることから、弱風ほど同じ絶対誤差でもグラフ上では大きな誤差になってしまうことと、標準 $k-\epsilon$ モデルでは剥離した後の再現が難しいからだと考えられる。また、数値シミュレーションで流入条件の乱流エネルギーの差による比較をした。一つは実測から求めた乱流エネルギー $2\text{m}^2/\text{s}^2$ と、もう一つは平均風速鉛直分布と乱れの強さの鉛直分布から近似式で求めた $0.54\text{m}^2/\text{s}^2$ を比較した。その結果からは風速比に差はみられなかったが、ベクトル図だと乱流エネルギーの値の違いで剥離後の風速の強さや弱風域における気流性状の違いがみられた。しかし、グラフ上ではその違いが読み取れていないことから、測定点が足りていなかったと考えられる。

4. まとめ 今回の実験では、強風域で実測に近い値が出たことで、予測手法とし

ての強風域の使用には整合性の確認が取れて問題がないと考えられる。しかし、数値シミュレーションの剥離による弱風域では標準 $k-\epsilon$ モデルを慎重に使用する必要があると考えられる。また、今回の測定点数では剥離した周辺の気流性状の変化を把握することが難しく、より測定点を増やす必要があると考えられる。

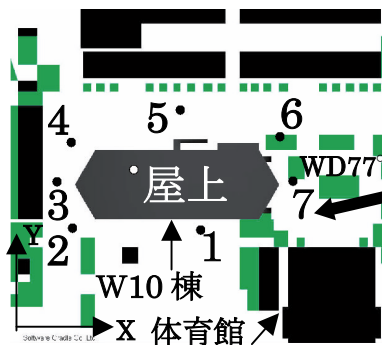
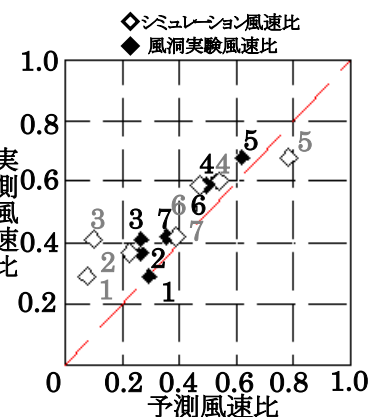


図1. 測器配置図

図2. 実測風向 77° での比較