

キャンパス内の風観測結果の分析

－その3 観測点における実測と風洞実験の比較－

日大生産工（学部） ○桑原 佳孝
日大生産工 丸田 榮藏

1 まえがき

本研究では強風時の実測結果と縮尺1/600における津田沼キャンパスの模型を用いた境界層風洞での実験結果およびCFD（3次元熱流体解析）の解析結果を用いて強風時の風環境について比較検討を行った。

本報告では、この比較検証の方法と結果、考察について報告している。

2 比較方法

実測と風洞実験、CFD解析の結果から5号館を基準とする風速比を求め比較した。実測結果には前報その1とその2で示した代表的な2009/10/8、2010/2/7、3/21、4/2、7/21の台風接近時や季節風等の特徴的な風が吹いた5日分のデータ²⁾を用いた。風洞実験は、境界層風洞を用い地上において風速20～30m/s相当の風を対象に、中立大気を想定して計測した。CFD解析はGoogle SketchUpを用いて実験模型と同じ範囲の3D-CADモデル (Fig. 1) を作成し、Streamソフトによる解析を行った。

3 実験方法

3-1 実験模型

津田沼キャンパス内のGill No. 5と5号館の中間点を中心とする半径600mを範囲として作成した (Fig. 2参照)。模型縮尺は、1/600とし、直径2mの範囲内の建物をすべて作成した (Fig. 2)。また模型はスタイロフォームを用い、津田沼キャンパス内は極力精密に再現するよう努め、キャンパス外はスケールのみを合わせた概略建物とした。地形はフラットと仮定し、今回樹木等の植栽は再現していない。測定点は、現在風観測している点を含め強風発生頻度が高いと予想される地点を選定した。また、その際に実際にその場所に木や障害物がないこと、風速センサーが建物模型に近づきすぎないということを条件とした。



Fig. 1 CFD解析モデル鳥観図
(Google SketchUp)

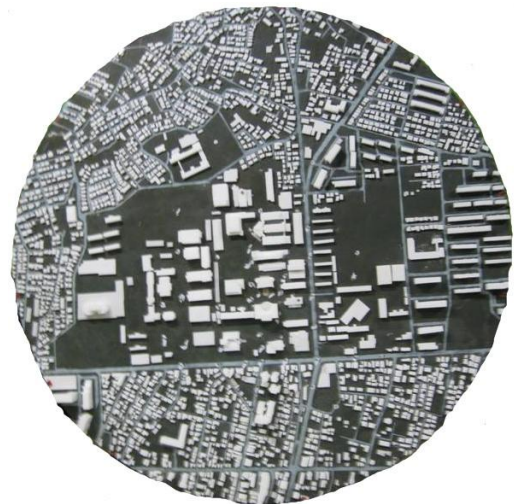


Fig. 2 風洞実験模型 (1/600)

3-2 実験気流

熱線流速計を用いて縮尺1/600、粗度区分Ⅳの風を境界層風洞で再現した。境界層乱流のシミュレーションに当たっては、Photo. 1及びPhoto. 2に示すように、境界層風洞風路に乱流格子、渦発生装置、バリアー及びラフネスブロックを配置した。Fig. 3は、再現した境界層乱流であり、建築学会指針値と比較し縮尺1/600、粗度区分Ⅳの気流が再現できていると判断できた。



Photo. 1 ラフネスブロック設置状況



Photo. 2 乱流格子、渦発生装置及びバリアー設置状況

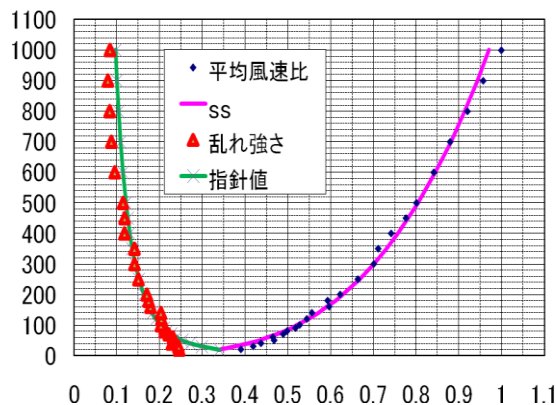


Fig. 3 平均風速比及び乱れ強さの鉛直分布

3-3 風速計測方法

風速の測定には、無指向性のサーミスタ風速計を用い、平均風速及び変動風速を計測した。なお、変動風速は、サーミスタ風速計の応答性が期待できないが、今後の発展性を想定して計測した。実験風向は 22.5° ピッチの16方位とし、計測時間は1風向に対し約43sec (10分間相当5波分) とした。実験風速は境界層風洞風路の床面から高さ1m (実際の高さは600m) の風速が10m/s (実現象において地上

3m付近の風速約20m/s) となるように計測した。また、サンプリングタイム $\Delta t=10$ (msec)、サンプル数 $N=8,192$ とした。なお、実験におけるスケールはTable. 1としている。

Table. 1 各種スケール一覧

	縮尺率	Full スケール	Model (模型)
幾何学 スケール	1/600	再現範囲 半径600m	半径1m
時間 スケール	1/70	10分間 =600(sec)	8.57(sec) ×5波
風速 スケール	1/8.5	地上3mの 風速 約20m/s	境界層風 洞での地 盤面から の高さ5mm の風速 約2.4m/s

4 実験結果

実測結果、風洞実験結果、CFDの解析結果とも5号館屋上風速計の風速を基準とし、風速比を求めFig. 5とFig. 6に示した。実測結果は同時刻暦における10分間平均値を用いて風速比を算出した。風洞実験結果においても同じく10分間相当平均値を用いて風速比を出すものとした。CFD解析結果は、地上高さ3m、19m、35mで得られた風速コンター分布から実測7地点と同じ地点の値を読み取って風速比を求めた。このことから実測、実験、CFDの3結果とも同位置のデータを用いて風速比を求めているということになる。

5 考察

5号館の風速は、Fig. 4に示されるように風向NNE、及びNE、Sにおいて建物の影響を受け、多少小さい値を示していることを除けば、ほぼ同じ値を示している。

CFD解析の結果は、代表的な風向SWとNWの地上3mについてFig. 5に示した。図から、両風向とも予想された地点において強風の発生が認められた。

Fig. 6の (a) ~ (f) は、地上点のGill No. 1 ~ Gill No. 5及び22号館風速計について5号館風速を基準とする風速比をレーダーチャートとして表した。なお、風向1~16は、N~NNWを示している。図から全般的に、実測結果よりも風洞実験結果が大きい値を示しているのがわかる。これは実験模型において樹木を作成していないことに要因があると考えられる。

しかし実測結果において10月8日の台風時の結果は比較的大きい値を示している、このことから樹木の影響以外にも樹木の葉の茂り具合も風速に影響があるのではないかと考えられた。四季が明確にある日本ならではの特色なのかもしれない。

続いて風洞実験による結果とCFD解析結果を比較してみたところ、CFDによる値が風向によっては、近似した値を示すものの、多少低めの結果となっている。特に、Gill No.1とGill No.3では、差が大きいことを示している。この地点は、建物のコーナーとピロティーに位置することから、設定位置の多少のずれが大きく影響するものと考えられた。

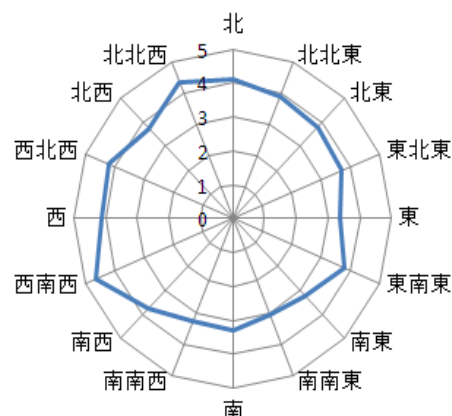


Fig. 4 5号館風向別風速 (実験値)

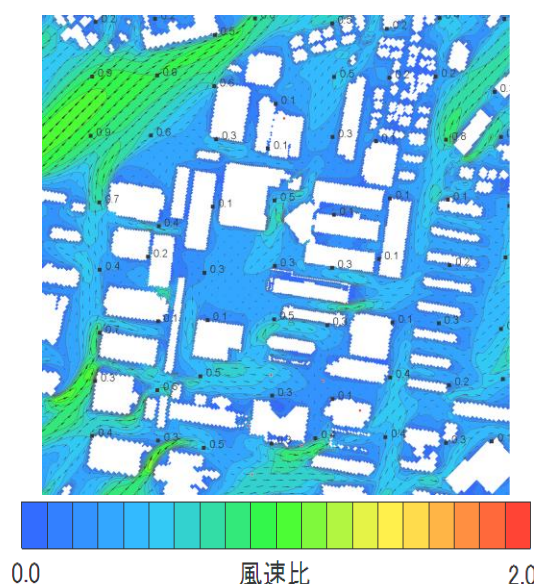


Fig. 5、(a) 日大風速比コンターベクトル図 (高さ3m、風向SW)

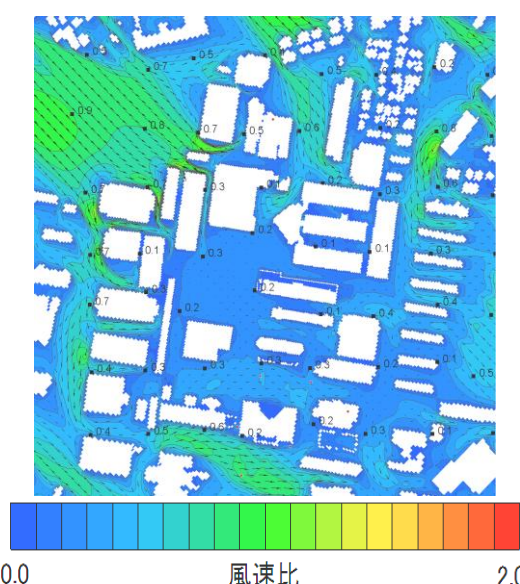


Fig 5, (b) 日大風速比コンターベクトル図 (高さ3m、風向NW)

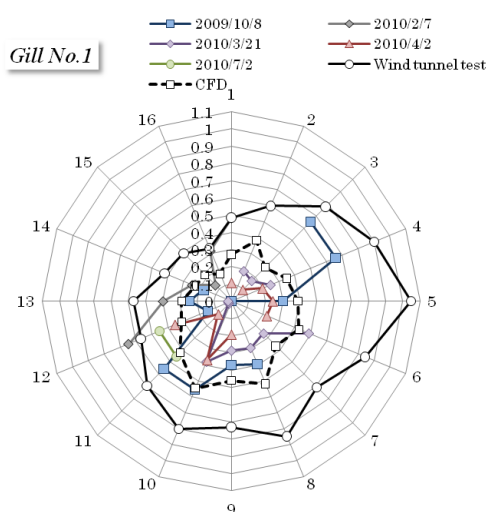


Fig. 6, (a) 風向別風速比図 (Gill No.1)

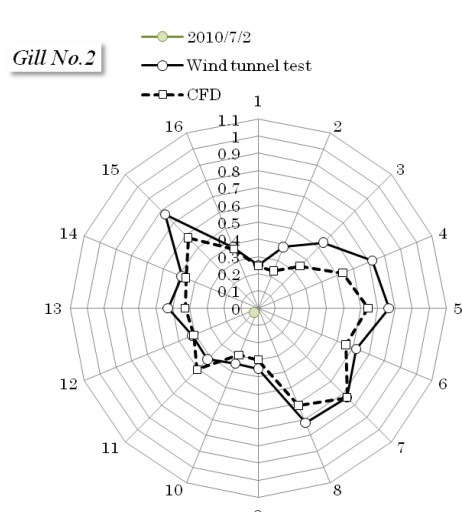


Fig 6, (b) 風向別風速比図 (Gill No.2)

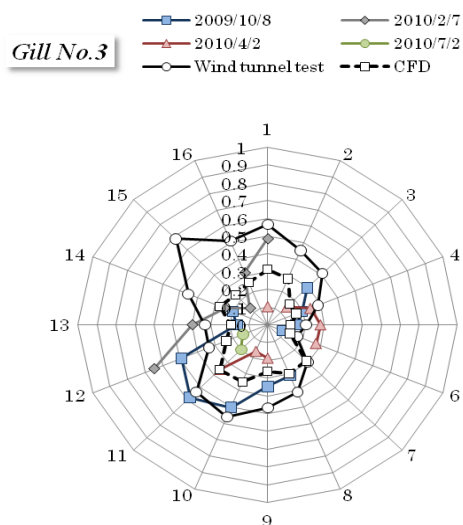


Fig 6, (c) 風向別風速比図 (Gill No. 3)

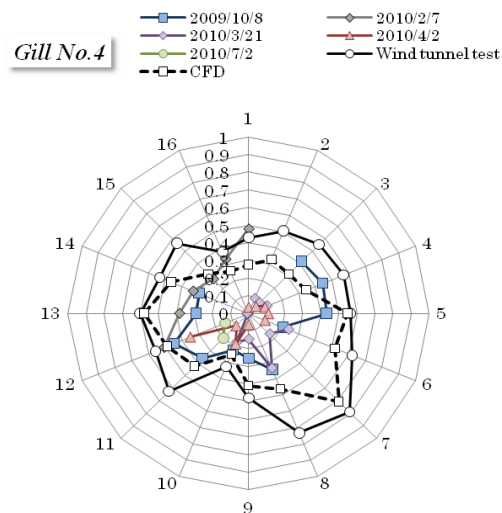


Fig 6、(d) 風向別風速比図 (Gill No. 4)

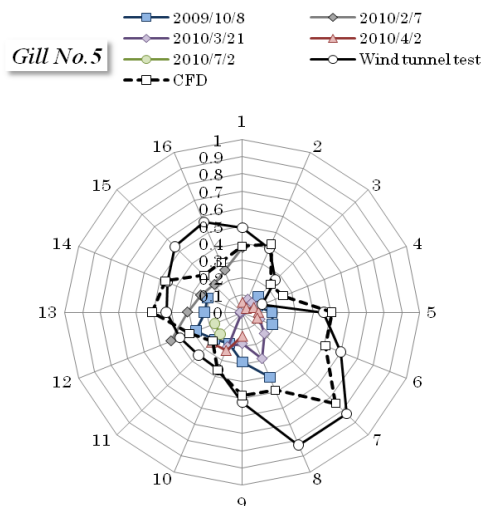


Fig. 6, (e) 風向別風速比図 (Gill No. 3)

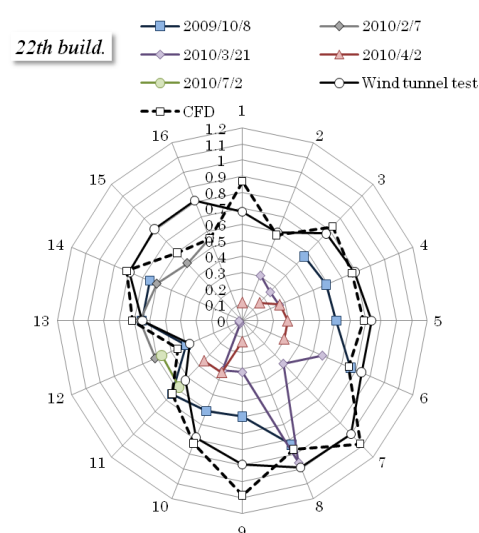


Fig 6, (f) 風向別風速比図 (22th build)

6 まとめ

今後、実測、風洞実験、CFD解析の一致させる研究が進めば任意の点の発生風速がわかるようになり、風洞実験等によらないで強風予測が可能となる。今回の検証により実測地点7点以外にも49点の測定点で実験とCFD解析を行った。それらの風速比も検証することで風速や風速比に何らかの規則性を見出すことができるよう期待している。強風発生や風向が予想できるようにするためにも、風洞実験値やCFD解析値を実測値に近づけることのできる解析方法の確立が望まれる。

参考文献

- 1) 丸田榮藏、「台風時に観測されたキャンパス複数地点における風分析」、AHLOS旭川(北総研)、(2010)
- 2) 丸田榮藏、その1「台風時と非台風時の風特性」その2「10分間と1分間評価時間に対するガストファクター比較」、第43回日本大学生産工学部学術講演会、(2010)
- 3) 山口勝也・松下彩香、「局地性を考慮した風環境評価方法に関する研究」、平成20年度卒業論文、pp9