

建築物周辺の風環境評価法検討

－その2生産工学部校舎内の長期実測システム－

日大生産工(研) ○岡田 玲 日大生産工 丸田 榮藏
WindStyle 松山哲雄 吉田幸彦

1. まえがき

その2では、本学生産工学部大久保キャンパス（以下本キャンパス）内に構築した、風環境評価のための実測システム概要および評価法における実測システムの位置づけを示す。最後に2006年から風向および風速の実測を開始している、実測地点の中では比較的周囲建物の影響を受けない高さに設置されている実測点における風の特性を約三年弱で得られた統計データの範囲からこの地点での風の特性を示すとともにシステムの今後の展望について示す。

2. 実測システム概要

2.1 風向風速計（以下センサ）設置地点

本実測システムでは6地点での風速・風向を測定する。6地点のうち、5地点は本キャンパス内で最も高い建物である37号館周辺に配置した（図1中●印；No.1～No.5）。またシステムではこれ以外に22号館屋上（図1中▲印；No.6）に2006年から設置している三次元風向風速計もあり、このセンサーは気象台のセンサと一対一に対応するデータが得られる地点ではないものの、周辺建物よりも高く（地面からの高さ：19メートル）設置されており他の5地点に比べて大局的な判断を行う際にも用いられ、現状のシステムにおける代表的な風性状を捉える意味づけも含まれている。図1にシステムのセンサ設置地点を示す。図中各建物に記載された括弧内の数値は、それぞれの建物の最高高さである。

2.2 センサ設置地点選定経緯

37号館建設後の2004年4月、37号館周辺において、強風を原因として数本の樹木が倒れる事故が発生した（写真1）。

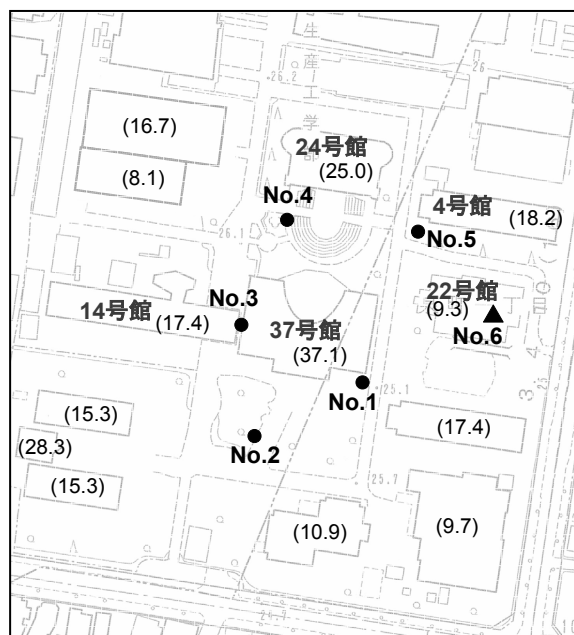


図1 センサ設置位置および周辺建物最大高さ
（単位：メートル）



写真1 樹木の倒壊（2004. 04、37号館付近）

事故後その場所における再度の植樹は行われていない。現在にいたっても、37号館周辺で強風を原因として、帽子が飛ばされる、

Consideration for the Methodology of Wind Environment Assessment
in the Vicinity of Buildings

－ Part 2 Long-term-observation system in CIT Okubo Campus －

Rei OKADA, Eizo MARUTA, Tetsuo MATSUYAMA and Yukihiro YOSHIDA

自転車倒れるなどといった報告例が散見される。このように高い建物周辺においては、平均的さらには瞬間的に高い風速が観測され、一般にビル風と呼ばれている。

このようなビル風を対象とする場合、その1で述べたように、対人環境を考える場合には瞬間値が重要となること、平均的にも気象台で得られる地域レベルでの風の特長とは異なってくることなどは予測できる範囲内のことであり、No.1～No.5地点はこのことに基づき選定した。これらの地点では対人環境を意識して地上高さ3メートルに設置した。地表面付近の風は主に二次元的な性状を示すため、二次元風向風速計を設置した。以下に各地点の選定理由を示す。

- No.1 2004年に桜が倒壊した地点。南風が37号館によって増速し、22号館との間の通路を吹きぬけていく地点。北風も22号館との間の通路から吹き付けるとともに、東風、西風も吹きぬける位置にある。
- No.2 37号館の南方に位置し、37号館にぶつかった南風の吹き返しの影響とともに強風時には大久保商店街から吹き抜けてきた南風の影響も予測される。
- No.3 24号館と37号館は2.5メートル開いており、この隙間に北風と南風が増速されて吹き抜ける。自転車の転倒が確認されたのもこの地点である。
- No.4 14号間の北側を吹きぬけてきた西風が24号館、37号館の間を吹きぬける際の強風が予測される位置にある。
- No.5 4号館の南西側に位置し、24号館と4号館の間の南北に伸びる通路による南風と北風、No.4でも示した24号館、37号館の間を吹き抜ける西風の影響も予測される。

一方前述したように風洞屋上No.6地点に設置したセンサは南西に37号館、南に3号館、北に4号館が建っている。地上高さ19メートルに設置しているのである程度の上空風の影響を捉えることを期待しているが、一方で上下方向の影響も確認するため三次元風向風速計を設置している。

2.3 実測装置概要

実測装置の概要を写真2に示す。用いる風向風速計は超音波風向風速計である（Gill社製、PGWS-100-1；No.1～No.5、KAIJO社製、SAT-530；No.6）。

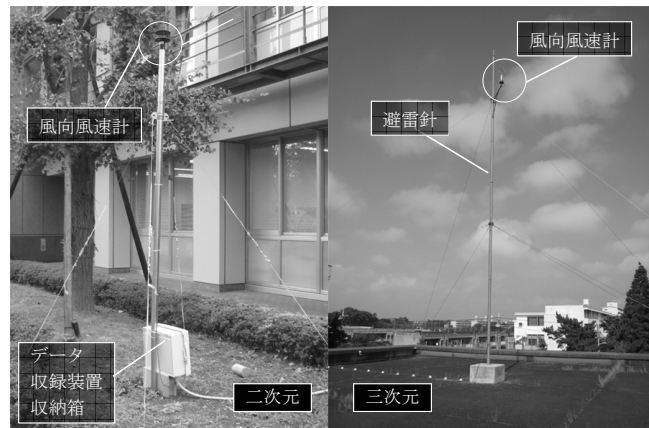


写真2 風向風速計設置状況

No.1～No.5のセンサはパイプによって地面あるいは電灯や建物に固定した。一方No.6では屋上にセンサが設置したため、データ収録装置が設置された同建物1階まで配線している。測定した風向および風速データはデジタル信号としてケーブルで接続されたデータ収録装置収納箱まで配線されている。6チャンネルそれぞれの風向風速計で得られたデータは各々別のパーソナルコンピュータ（以下PC）に転送され、時刻とともにデータが記録される。従って、チャンネル間のデータ比較なども可能であり、また気象台との対応付けも可能である。

2.4 センサの性能確認

表1にセンサの性能についてまとめる。なおここで示す性能はセンサの性能ではなく、今回の実測にあたって設定した性能である。

表1 風向風速センサ性能諸元

	計測範囲		分解能		Sampling周波数 [Hz]
	風速[m/s]	風向[deg]	風速[m/s]	風向[deg]	
二次元	0～60	0～360	0.01	水平2成分風	4
三次元	0～60	0～540	0.01	向から算出	4

実測開始に先立ってセンサーの性能確認試験を行った。試験は日本大学生産工学部所有のゲッチング型風洞を使用した。実験時のセットアップを写真3に示す。

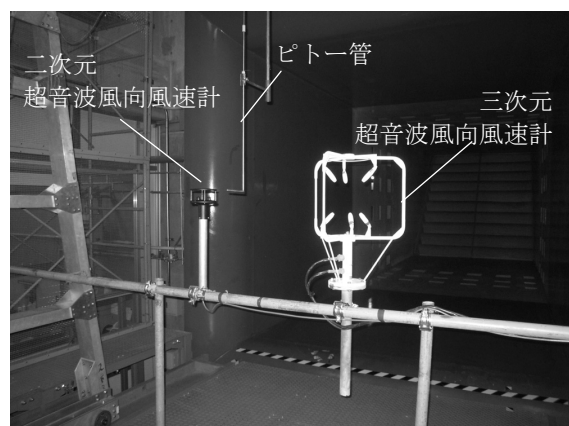


写真3 センサ指向性確認試験セットアップ

・センサの平均風速に対する確認

両超音波流速計を標準的な姿勢（風向回転角：0度、センサ方位：北）で風路内に設置し、センサーの風速依存性を確認した。測定風速は0,5,10,15,20,25,30m/sの7風速とし、平均風速の基準には、ピトー管を用いてマンオメータで測定した速度圧[mmH₂O]を元に算出した。結果を図2に示す。

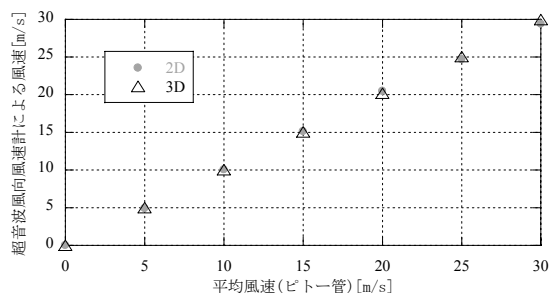


図2各超音波風向風速計の風速依存性

両超音波風向風速計が算出する平均風速ともに、ピトー管により求めた平均風速とよい対応を示している。

・センサの風向角指向性の確認

センサーを水平に保った状態で64方位の風向角に対する指向性の確認を行った。得られた平均風速比を図3に示す。なお、図中には同時に確認した三次元風向風速計の指向性も併せて示している。図の縦軸は両風向風速計の平均風速をピトー管により測定した平均風速で基準化した基準化風速である。

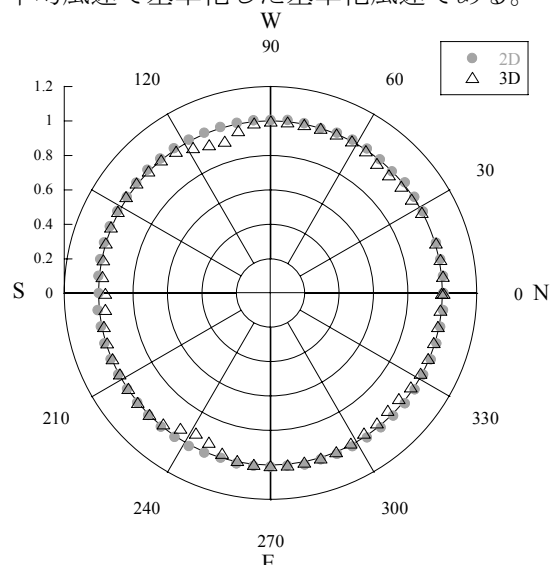


図3基準化平均風速の方位指向性

実測で使用する2次元風向風速計の基準化風速は全周に渡って1.00±0.01の範囲に収まっている。なお（本研究では使用しないが、）三次元風速計は方位によってはセンサを構成するサポートの影響を受けているとみられる1.00±0.04程度のずれが生じている。観

測対象によっては今後留意が必要となるであろう。

・センサの迎角指向性の確認

迎角とは、写真3中に横方向に見えるパイプを軸として流れ方向にセンサを回転させたときの角度を指す。センサが水平になっているときを0°として、風上方向への角度をマイナスとして-80°～+50°の範囲について10°ピッチで測定した。

前述したように、今回の実測で二次元風向風速計を設置した場所は地表面付近であり、流れが水平方向において二次元的に安定すると予測される場所ではあるものの、若干の上下方向の流れも生じることは否定できない。従って、水平から少し傾いた角度で入ってきた風気流に対しても水平成分に分解して適切に評価される範囲を把握しておく必要がある。基準化風速の迎角変化を図4に示す。なお風速の基準化にあたっては、風洞の主流方向の平均風速は10m/sで固定し、センサの主流方向の風速をベクトルで分解して求めた。また風向角は、図3で示したように三次元風向風速計の基準化風速がその角度周辺で安定した性状を示した0°（方位：N）で計測を行った。

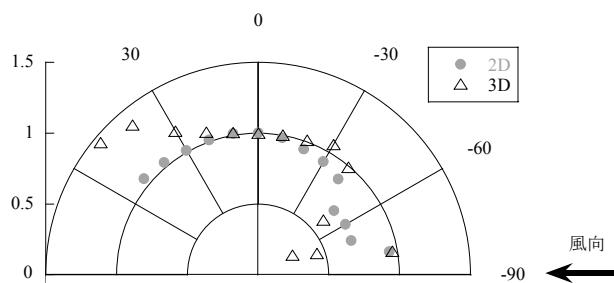


図4基準化平均風速の迎角指向性

±30°の範囲であれば、基準化風速が1±0.05の範囲で収まっていることがわかる。

・時定数の確認

これまでに2Dセンサの平均成分に対する性能について評価してきた。最後に変動に対する応答性の評価として時定数を求めることを試みた。時定数とは応答性の指標で、例えば風速が0m/sからVm/sに変化した場合、センサの示す値が0.63Vm/sに到達するまでの時間を指す。時定数を求めるにあたり、風洞風速を5.0m/sに固定し、センサにあたる気流を、センサ上流側に十分に大きな板を設置することでほぼ0.0m/sにし、計測開始とほぼ同時に板を落下させて平均風速が急激5.0m/sとなるようにして得られた風速の時系列データから時定数を求めた。計測は2回行ったが

両者でほぼ同じ時系列が得られた。結果を図5に示す。計測を4Hzで行っているため、その間の変動を線形補間して求めた時定数は1.08[s]となった。本研究では上述したように板の落下によって風速変化を再現しており、実際にはもう少し時定数は小さいと考えられるが、それを考慮しないでも得られた時定数は簡易風速計としては十分な値であり本研究で行う実測で用いる風向風速計が十分な性能を有していることがわかった。

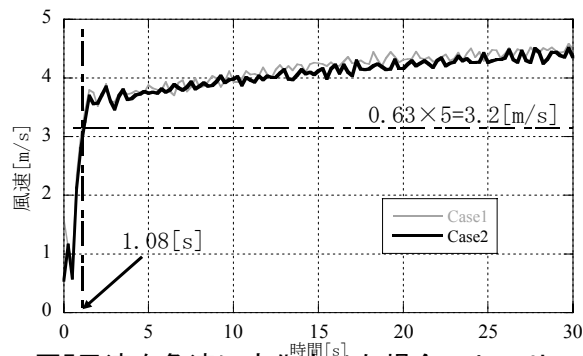


図5風速を急速に変化させた場合のセンサの読み値の変化

3. 実測における代表風速について

本実測システムで代表風速的位置づけであったNo.6地点での実測が開始からほぼ三年経とうとしており統計的な扱いが可能となってきたのでその検証を行っている。本論文では代表して平均風速の方位別頻度分布について示し、千葉測候所における頻度分布との対応を確認した結果を示す。図6にNo.6地点と千葉測候所が公開している方位別頻度分布（2003-2007：通年）を示す。

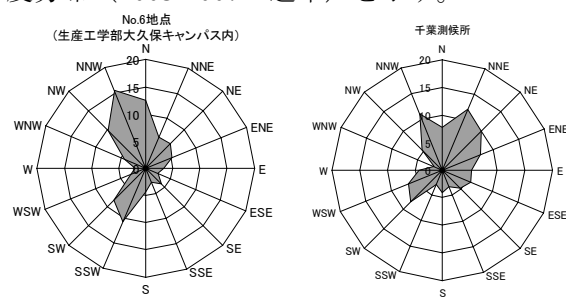


図6風向別頻度分布 (%)

両者はあまり一致しているとは言えない。これは千葉測候所が高さ48メートル付近で測定しているデータであるのに対して、No.6地点が高さ19メートルでの測定であり、周辺建物の影響を受けていることが原因として挙げられる。従って、No.6での実測結果を代表風速として扱うのには若干の工夫が必要であることを示している。

4. まとめ

その2では構築した長期測定可能な風環境実測システムの概要と今後の展望を示した。要点をまとめると以下ようになる。

1. 日本大学生産工学部大久保キャンパス内6箇所超音波流速計を設置した(2006年に設置した1台も含む)。それぞれの箇所でのデータはセンサ付近に設置したPCに転送され、PCの時計を基にした時刻も併せて記録されるため、チャンネル間や、気象台のデータなどとの比較検討も可能である。また、それぞれに電源が接続され、防水処置も施してあるため長期計測が可能である。
2. 実測で使用する二次元風向風速計の性能評価を行った。平均特性の検証として風速依存性、風向依存性、迎角依存性などについて、変動への追従特性の検証として時定数の算出などを行い、今回の長期実測を行うにあたり十分な風向風速計であることを確認した。

5. 今後の展望

当初2006年に設置した風向風速計で測定されたデータを代表風速、代表風向として評価して、周辺の気象台やアメダスとの対応を見たり、風洞実験やCFDとの対応付けを行うことも選択肢として考えていたが、この3年間程度の間の風洞屋上(No.6地点)において蓄積された実測データを分析すると、例えば平均風速の方位別頻度分布や、日最大平均風速の超過確率などについて最寄の千葉気象台や谷津のアメダスと異なることがわかってきた。その原因として挙げられるのが、22号館を囲む、4号館、3号館、37号館、24号館などの影響である。

以上述べてきたように、今後本研究で確立していく評価方法の構築において、本長期実測システムを有効に活かしていくためには、本キャンパス内の代表風速を常時かつ長期に測定していく必要があり、そのためには、37号館の屋上など、周辺建物の影響をほとんど受けない地点での実測を行う必要がある。この点については早急な解決が必要であり、検討を進めていくつもりである。それを前提として、風洞実験、数値流体解析、測候所やアメダスによるデータとの対応付けをしていくことで、ビル風の影響などを加味した風環境評価法の確立を進めていく予定である。