

インバータシロッコファンを用いた小型乱流風洞についての研究

トピーエンジニアリング（株）（研究当時関東学院大学） 正会員 ○池杉 孝信
 関東学院大学 小椋 慎二 学生会員 石黒 竜 正会員 中藤 誠二

1. はじめに ファンを複数設置し個別に制御することで、より自然風に近い流れを生成する試みが行われている^{1), 2)}。風洞は一般に、一様流を再現するために、整流メッシュやハニカムや縮流などで構成された大型のものとなり、自然風を模擬した乱流中の実験を行う際には、一様流を乱流格子やラフネスブロックなどで乱すこととなる。しかしながら、対象を乱流中の実験に限定すれば、コンパクトなファン-ダクトシステムを構成することが可能になり、風向を限定しないより多軸風洞システムの構築も容易になると考えられる。このような観点から、インバータシロッコファンとダクトを組み合わせた小型乱流風洞を製作し、その特性について測定を行った。

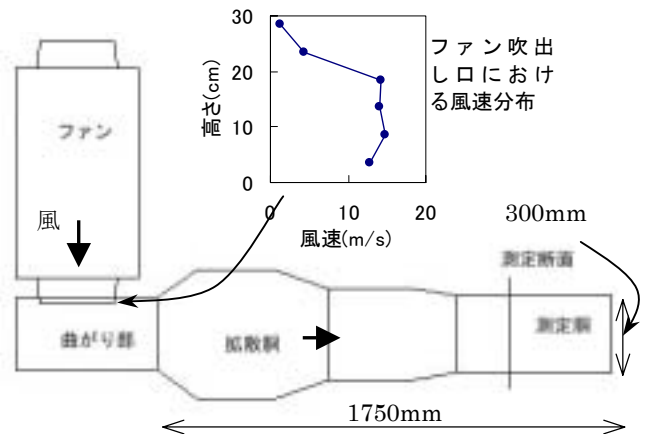


図1 小型風洞の概要

2. 小型風洞装置 装置の概

要を図1に示す。ファンには空調用のストレートシロッコファン（三菱電機製BFS-210TUA、風量 $2100\text{m}^3/\text{h}$ 、静圧 191Pa ）を用い、インバータ電源を組み合わせる。一般にシロッコ型は軸流ファンに比べ、風路の圧力損失が増大したときにも風量の減少が少なく、また風圧-風量曲線に変曲点がないため、サージングによる脈動流が生じにくいなどの特性を持つ。しかしながら、今回用いたシロッコファンは回転方向に吹き出し口となっているため、図1内のグラフに示すようにファン吹き出し口における風速分布に偏りが大きい。十分に長い拡散部を設ける方法が考えられるが、設置スペースの制限から、今回、吹き出し直後に曲がり部を設

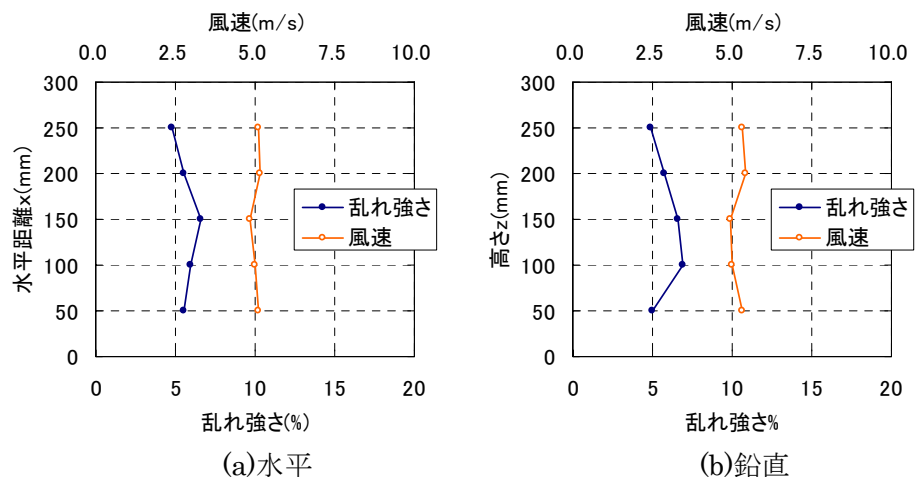


図2 測定断面の風速分布

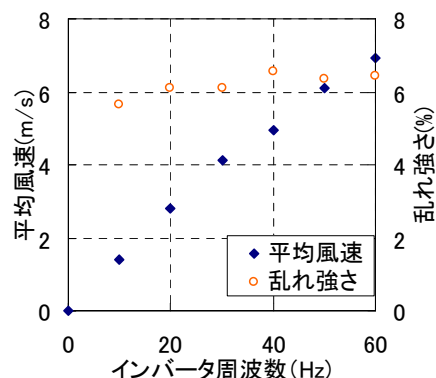
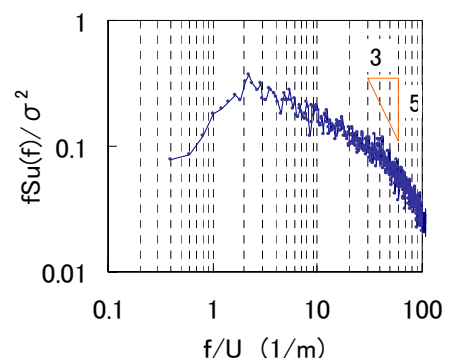
図3 インバータ周波数 f_i と風速・乱れ強さの関係

図4 変動風速のスペクトル

キーワード インバータファン、乱流、平均風速、乱れ強さ、後流ストローハル数

連絡先 〒236-8501 神奈川県横浜市金沢区六浦東1-50-1 関東学院大学工学部土木工学科 TEL 045-786-7752 中藤

け、大きく風を乱すことで偏りを小さくすることを試みたところ、次に述べるように十分な一様性が得られた。拡散胴は長さ70cm、断面は52×42cmで、測定胴は長さ45cm、断面30cm×30cmで、上流から15cmを測定断面（模型設置位置）とした。

3. 気流特性 平均風速を熱式風速計（カノマックス製クリモマスター6531）を用いて測定した。インバータ周波数 $f_i=40\text{Hz}$ のときの測定断面における平均風速（20秒間測定）を図2に示す。高さ方向の風速偏差は5%以下、水平方向の風速偏差は4%以下である。風速の変動成分は熱線風速計（Dantec製54T30）を用いて測定した。アンプ内臓の1kHzローパスフィルタを通したのち、サンプリング周波数2kHzで10秒間測定した。 $f_i=40\text{Hz}$ のときの結果を図2に示す。乱れ強さは5～7%である。

図3にインバータ周波数 f_i を変化させたときの測定断面中心における平均風速および乱れ強さを示す。 f_i が増加させたときに、平均風速の増加率が減少し乱れ強さが大きくなる傾向にある。これは、曲がり部における圧力損失が風速が増加するのにもなって大きくなるためと思われる。図4に $f_i=40\text{Hz}$ のときの測定断面中心の変動風速のパワースペクトルを示す。波数2(1/m)付近でスペクトルがピークとなり、風洞の断面寸法のオーダーに対応したものとなっている。また、波数50(1/m)以上でスペクトルが波数の $-5/3$ 乗に比例する慣性小領域の傾向を示している。

4. 模型実験例 直径20mmの円柱模型を固定し、熱線風速計を円柱中心から下流7cm、鉛直下方1cmの位置に設置して、後流の変動風速を測定した。変動風速のスペクトルのピーク周波数から求めたストローハル数 St を図5に示す（代表長さは直径）。実線は一樣流柱の既往の実験値³の上限下限を示す。なお、直径10mmについても測定を行ったが、スペクトルにピークは見られなかった。次に辺長比1/3の矩形柱の後流変動風速を測定した。ストローハル数を図6に示す（代表長さは高さ）。90°回転させた辺長比3の矩形柱についても測定を行ったが、ピークは見られなかった。つづいて、鋼管2主桁を模擬した模型を用いて、同様に後流変動風速を測定した。迎角0°近傍ではスペクトルにピークは見られなかった。図7に示すのは迎角13°（頭上げ）のときのスペクトルのピークのストローハル数である。

今回実験した3種類の模型いずれも模型見つけ幅が小さい場合には、ピークが見られない結果となり、乱流柱においては、後流に卓越した渦が生じずに渦励振が抑制されるといった一般的な傾向に合致したものである。

5. まとめ インバータシロッコファンを用いた小型乱流風洞の特性について実験を行い、測定断面において比較的良好な平均風速、乱れ強さの一様性が達成されていることを確認した。今後は、乱れのスケールなどの乱流特性について測定を行うとともに、乱流特性をパラメトリックに変化させることができるような仕組みについて検討していきたい。

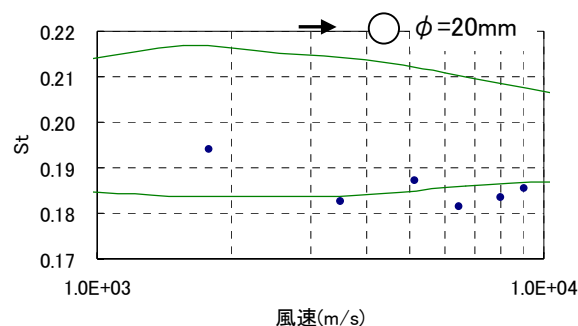


図5 円柱後流の St 数

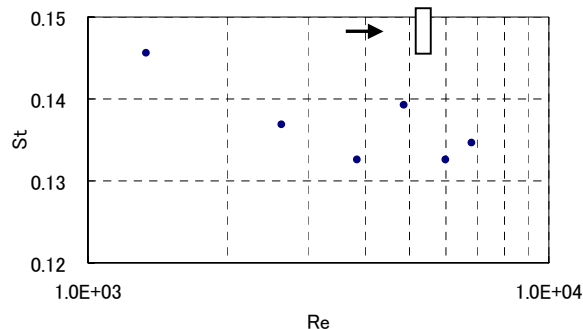


図6 矩形柱後流の St 数

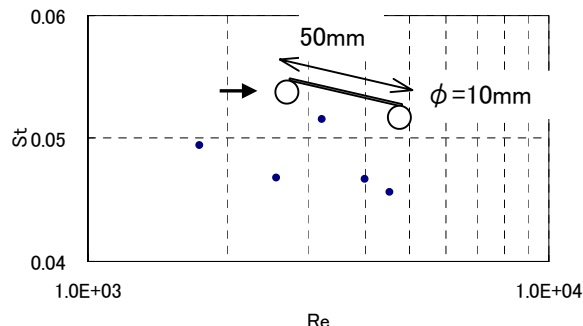


図7 2鋼管主桁断面の後流の St 数

参考文献 1) 菊川裕規, 西 亮, 宮城弘守, 松田雄二, 曹曙陽: 乱流風洞の研究 (その2) 大気乱流パワースペクトルの再現, 日本風工学会誌, 第78号, pp 3-11, 1999

2) 赤松弘一郎, 野村卓史, 北川徹哉: ACサーボモータ風洞による気流の主流直角方向変動の制御方法の比較検討, 土木学会第54回年次学術講演会, pp. 666-667, 1999

3) Naudascher, E: Hydrodynamic forces, A.A. Balkema, 1991