

風向変動風洞の実用化を目的として開発した大型シャッターの特性検討

九州工業大学大学院 学生会員 大谷 大二朗

九州工業大学大学院(研究当時) 中島 紘志

九州工業大学大学院 正会員 木村吉郎 加藤九州男 フェロー 久保喜延

1. はじめに

本研究では、風向変動風洞装置を大型化した場合に必要となる、大型かつ高速で開閉可能なシャッターを開発し、生成される気流特性の把握を試みた。

2. 大型シャッターの設計 試作したシャッターを九州工業大学の境界層風洞の縮流測定部(高さ 1.8m, 幅 1.1m)に設置することにより、生成される気流の特性を調べた。シャッターは、測定部の風下側に設置した。

2.1 バイパス風路の設置 シャッターが“閉”の状態においてシャッター板に高い圧力が作用するのを避けるために、バイパス風路を設置した。シャッター開閉時の風の流れの模式図を図1に示す。

2.2 シャッターの概要 シャッターは、シャッター板がブラインドのように回転することにより、風の流れを遮断、開放する仕組みとなっている。平行に並べて設置しているシャッター板を回転させて開閉する際に、生じる気流の変動を少しでも等方性乱流に近づけるために、アクティブ乱流生成装置¹⁾を参考にして、シャッター板の形状は正方形をつなげたようなものとした。主風路のシャッター板の枚数は7枚で、バイパス風路には長方形のシャッター板を上下ともに各2枚ずつ、4枚とした。これらのシャッターは、位置指定制御したACサーボモータ1基で同時に開閉する機構とした。主風路の大きさは高さ 1094mm, 幅 1004mm で、上部バイパス風路の高さは 340mm, 下部バイパス風路の高さは 370mm である。

3. 実験方法

測定位置を示す各座標軸は、測定対象領域(バイパス風路との隔壁の上流端(シャッター位置から 1.8m 上流)位置から流れ方向に 1.5m の範囲)の上流端中央地面板表面を原点とし、流れ主流方向を x 軸、鉛直上向きに z 軸、左手系となるように y 軸をとった(図2)。測定時の風洞ファンの回転数は 300rpm で一定とし、1プローブ、Xプローブを用いた熱線流速計からの出力に対して、サンプリング周波数は 500Hz で、60 秒間の測定を行った。

4. 結果および考察

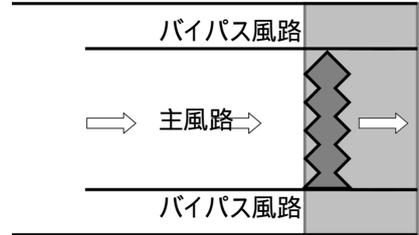
4.1 シャッター開放状態での風速分布

風速の測定位置は、 $x=0, 1.5m$ の $y-z$ 平面では y 軸方向に 0.1m 間隔で 9 点、 z 軸方向に 0.1m 間隔で 10 点の計 90 点とし、 $y=0m$ の $x-z$ 平面では x 軸方向に 0.3m 間隔で 6 点、 z 軸方向に $z=0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0m$ の 6 点の計 36 点とした(図2)。

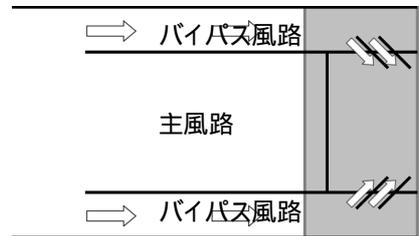
$y=0m, x=1.5m$ 面の平均風速分布を図3に示す。 $x=0m$ の面においては、風速は測定位置に関わらず 4.6m/s 程度の

キーワード：風向変動風洞, シャッター, 熱線流速計, 自然風

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学 TEL . 093-884-3466 FAX . 093-884-3100



a) シャッターが開いているとき



b) シャッターが閉じているとき

図1 風の流れの模式図(側面図)

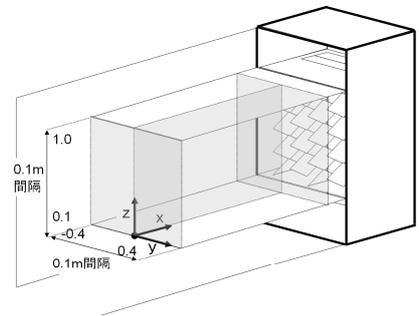


図2 座標系の定義と風速測定位置

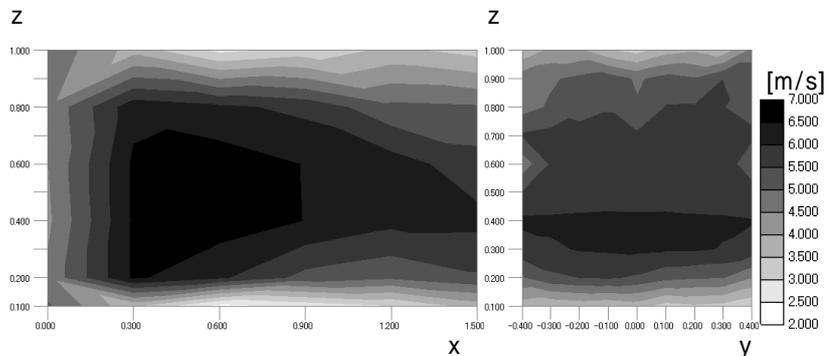


図3 $y=0m$ 面, $x=1.5m$ 面の平均風速の分布

一様な値をとり,乱れ強さも一様に5%以下となった。x=1.5mの面においては,風速は高さz=0.3~0.4m付近で6.1m/s程,乱れ強さは高さz=0.3~0.8mの間で5%以下となった。y=0mの面において,風速は高さz=0.4~0.6m,流れ方向x=0.3~0.9mの範囲で6.7m/s,乱れ強さは高さz=0.4~0.8mの間で流れ方向に関わらず5%以下となった。

4.2 シャッター閉塞時の風速の特性 測定範囲は,4.1で比較的一様な流れとなっている,x=0.9,1.05,1.2m,の3点,y=-0.15~0.15m,z=0.4~0.7mとした。

シャッター板の回転加速時定数(=回転の加速・減速に要する時間)を2パターン(n=80,150ms)変化させた場合の風速変化をIプローブで測定した。シャッター閉塞時(上から見て,シャッターは反時計回りに約90°回転)の風速の減速時間は0.15~0.20秒で,今回実験した回転加速時定数では,風速の時刻歴の特性には大きな違いや傾向は見られなかった。なお,測定位置の違いによる風速変化特性への影響がほとんどみられなかったことから,シャッターを風下側に設置した場合では,ほぼ一様に,風の流れを遮断することができていると考えられる。

次に,u,v,w成分の風速をxプローブで測定した。測定位置は,x=1.2mのy-z平面のみ,計121点である。図5に風速減速時刻を中心とした前後2秒間の風速時刻歴を示す。u成分では,風速の減速に要する時間はほぼすべての測定点において0.2秒程度で,測定位置の違いが特性に影響していることはなかった。v成分は,測定点によって,4種類の特徴的な風速変動がみられた。①: -0.1から0秒の間でv成分の風速が一時的にマイナスとなる現象(図5a),②: -0.2秒付近で一度プラスとなり,-0.1から0秒の間でマイナスとなる現象(図5b),③: -0.2から0秒の間でマイナスとなる現象,④: ②と③を合わせたような-0.2から0秒の間で2度マイナスとなる現象である。-0.1から0秒の間でのv成分がマイナスとなる現象が多くみられたことは,シャッターが完全に閉まる直前は特に,傾いたシャッター板に強制的に流れが沿うためと考えられる。これらの現象は測定した121点中①は32点,②は41点,③は24点,④は18点でみられたが,その測定された位置に特徴的な傾向はみられなかったことから,測定位置の違いによりv成分の風速変動特性が異なるといった影響はないと考えられる。w成分は,多くの測定点では風速減速時刻の前後において,w成分の風速に特徴的な変化はみられなかったが,いくつかの測定点で,風速減速時刻において,w成分の風速が一時的にプラスになったり(図5c),マイナスになったりする(図5d)現象がみられた。これらの現象がみられた位置をシャッター板の位置と合わせると,シャッター板の外縁の位置とほぼ一致しているようにみえた。風速減速時刻でシャッターはほぼ閉塞していると考えられ,シャッター板が完全に閉塞する瞬間に,手前に向かってくるシャッター板が流れをさえぎり,上下方向に押し出すような流れが生じている可能性がある。

5. まとめ

大型シャッターを測定部の風下側に設置し,シャッターを閉塞した瞬間の風速減速特性について検討した。0.2秒以下の時間で,ほぼ一様に,減速できていることがわかった。なお本研究は,科研費(21360216)の助成を受けたものである。

参考文献

1) 蒔田, 佐々, 飯田, 茂山, 日本機械学会論文集B編 53 巻 495号, pp.3173-3179, 1990

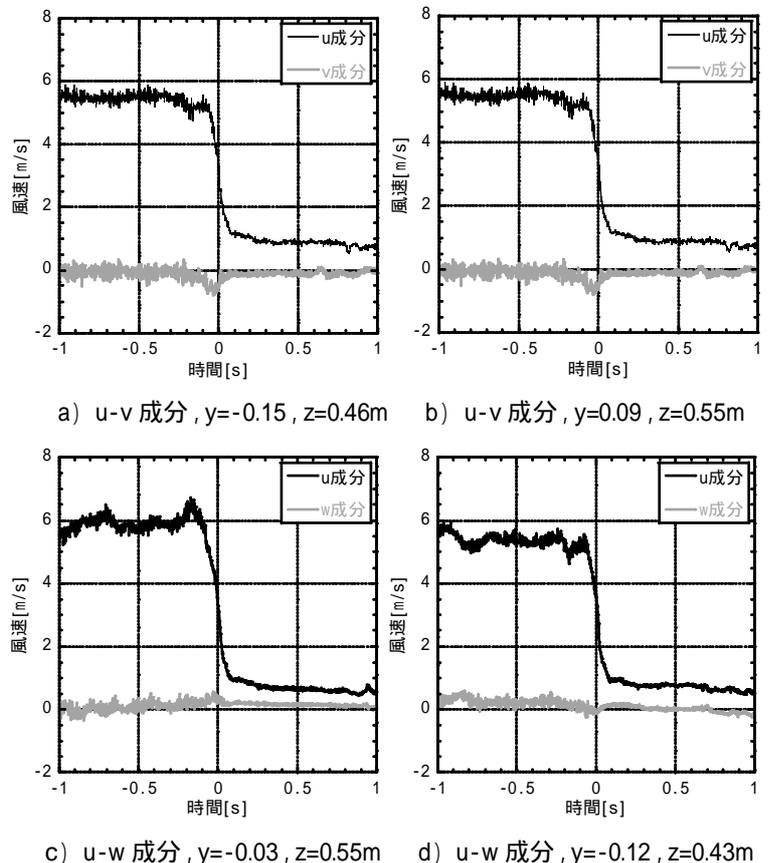


図5 風速減速時刻を中心とした前後2秒間の風速の時刻歴