

風向変動風洞の実用化を目的とした大型シャッターの開発

九州工業大学大学院 学生会員 ○中島 紘志 正会員 木村吉郎
九州工業大学大学院 正会員 加藤九州男 フェロー 久保喜延

1. はじめに

著者らは、自然風が持つ風向変動を再現することを目指し、風向変動風洞装置を試作し、その特性を検討してきた¹⁾。しかし、実用化のためには、風向変動風洞装置を大きくする必要があるので、その際に用いる大型かつ高速で開閉可能なシャッターの開発を試みた結果を報告する。

2. 大型シャッターの設計

試作したシャッターにより生成される気流の特性は、シャッターを九州工業大学の境界層型波浪風洞の縮流測定部（高さ 1.8m，幅 1.1m）に設置することにより調べることとした。シャッターは測定部の風上・風下のどちら側にも設置できるが、ここでは、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。すなわち、“閉”の状態ではバイパス風路を開放し、シャッターに圧力が作用しないようにした。シャッター開閉時の風の流れを図 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。細長いシャッター板を平行に並べて設置していることから、これらを回転させて開閉する際に、2 次元的な気流の変動が生じてしまうことが懸念される。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ている。シャッター板の枚数は、計 7 枚（そのうち 2 枚は、風路壁に接している側は長方形の形状としている）である。バイパス風路に設けられているシャッターには、長方形のシャッター板を上下ともに各 2 枚ずつ用いており、計 4 枚で構成されている。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

測定対象領域はバイパス風路の先端位置（シャッター位置から 1.8m 上流）より、流れ方向に 1.5m とした。測定位置を示す各座標軸は、測定対象領域の上流端中央地表面を原点とし、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）。測定は、まずシャッターやバイパス風路の存在が気流に及ぼす影響を明らかにするために、シャッター開放時の風速分布を測定した。続いて、シャッター開閉時の特性を検討した。いずれの場合も測定時の風洞ファンの回転数は 300rpm で一定とし、I 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 シャッター開放時の風速分布 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、 $y=0$ 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，

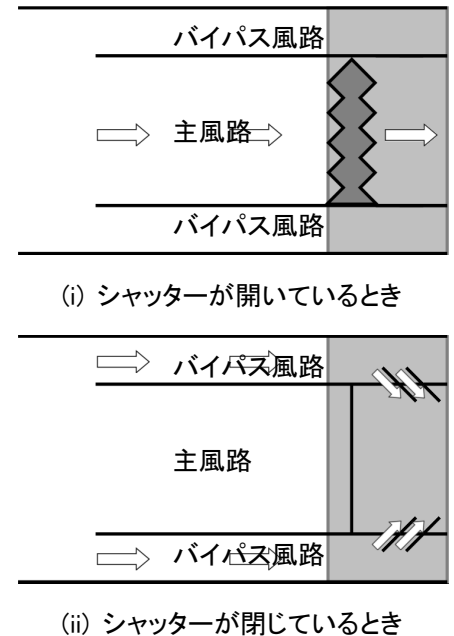


図 1 風の流れ(側面図)

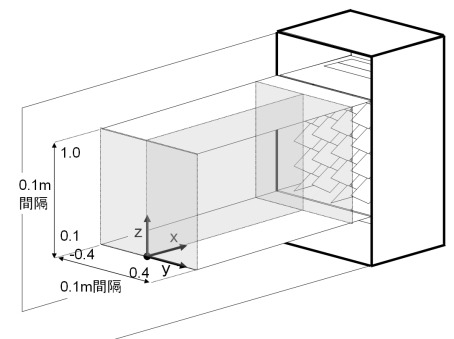


図 2 座標系の定義と風速測定位置

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 面の風速と乱れ強さの分布を図 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 程の値となり, 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 となり, 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.

以上の結果をもとに, シャッターが開閉した場合の流れ場の特性を把握するための風速分布測定 (4.2) の範囲を, 比較的一様な流れとなっている, x=0.9~1.2m, y=-0.15~0.15m, z=0.4~0.7m とした.

4.2 シャッター開閉時の風速の特性 測定は x=0.9, 1.05, 1.2m の 3 点, y 軸及び z 軸方向には 3cm 間隔で各 11 点の計 363 点を風速測定位置とした.

シャッターを“開”の状態から, 一度“閉”の状態にして, 再び“開”の状態へと戻した場合に, (x, y, z) = (0.3, 0.7, 0) m で測定した風速を図 4 に示す. シャッター閉塞の瞬間の風速の減速に要する時間は 0.2 秒で, シャッター開放のときの風速の増速に要する時間は, 7 秒ほどかかっている. これはシャッターが“閉”の状態の時にバイパス風路への風の流入量が少なく, 風洞全体の風の流れが停滞しており, “開”に戻したときに風洞内の空気を吸い出すのに時間を要してしまっているためだと考えられる.

次に, モーター(シャッター板)の回転加速時定数 n を 2 パターン (n=80, 150ms) 変化させて測定を行なった. モーターの回転加速時定数や測定位置に関わらず, シャッター閉塞のときの風速の減速時間は 0.15~0.20 秒で (図 5), 風速の時刻歴の特性には大きな違いは見られなかった. シャッター板の形状を構成する正方形の大きさが, 一辺 190mm であることを考えると, y-z 面内で 300×300mm の範囲で行った測定で, 位置による風速変化への影響がみられなかったことは, シャッターを風下側に設置した場合, 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.

参考文献

- 1) 木村・才木・中島・加藤・久保, 試作した風向変動風洞の特性と検討, 構造工学論文集 vol.56A, 2010 (投稿中)

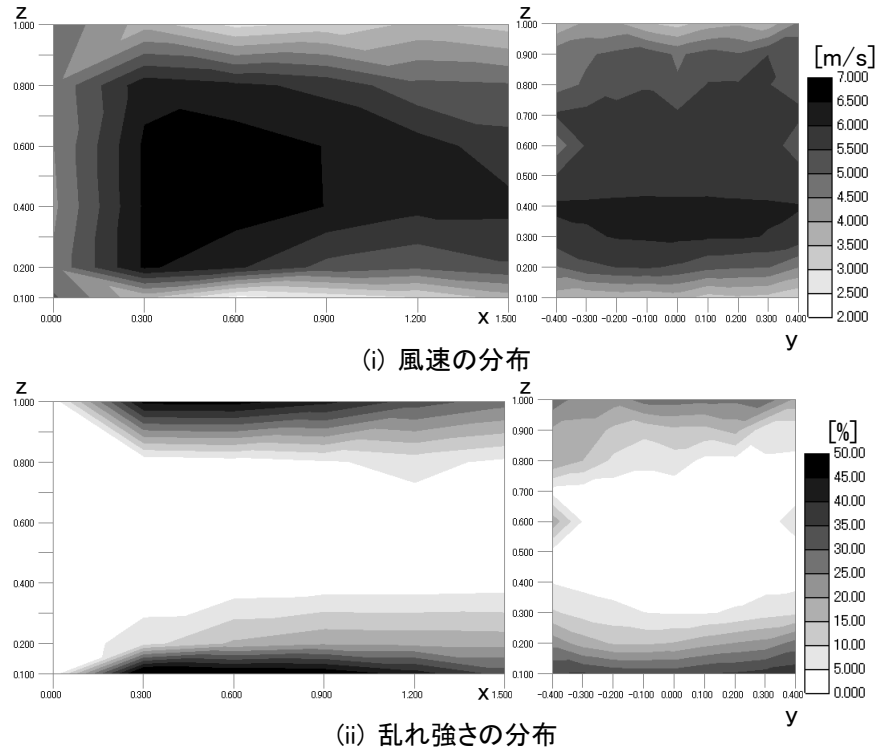


図 3 y=0m 面, x=1.5m 面の風速と乱れ強さの分布

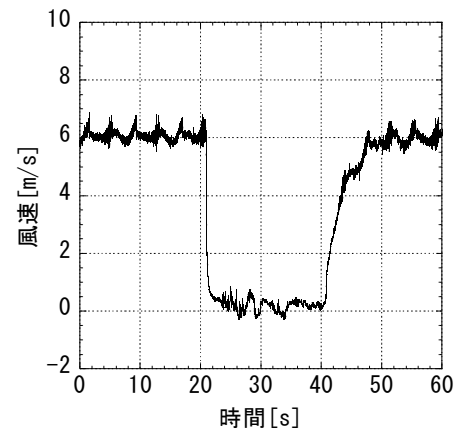
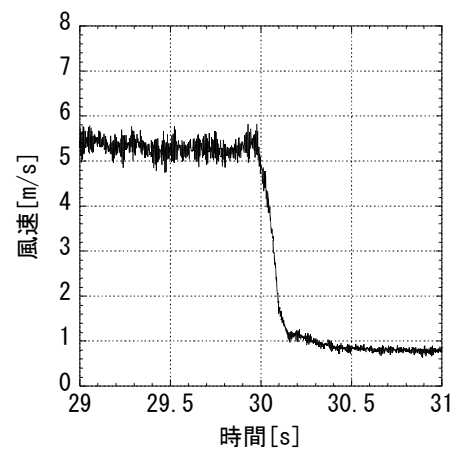


図 4 シャッターを開閉した時の時系列



(n=80, x=1.2, y=-0.03, z=0.49)

図 5 シャッター閉塞のときの風速