

# 風向変動風洞用大型シャッターの閉塞時に生じる圧力変動の特性

九州工業大学大学院 学生会員 ○大谷 大二朗  
東京理科大学 正会員 木村 吉郎  
九州工業大学大学院 正会員 松田 一俊 加藤 九州男

1.はじめに 風向変動風洞の実用化に向けた、大型シャッターを開発している。中村, 前田ら<sup>1)</sup>はシャッター開放に伴う風速急増時に風洞内に生じる瞬間的な静圧勾配が測定に影響を及ぼすことを指摘し、基準静圧変動の影響を考慮した模型表面の圧力の計測手法の検討を行っている。しかし、本シャッターを風向変動風洞へ適用する場合は、風速急減時の検討も必要となる。本研究では、風洞内に立方体圧力模型を設置し、シャッターを閉じ、風速を急減させたときの風洞内の静圧変動を考慮した模型表面の圧力変動特性を測定した。

## 2.実験概要

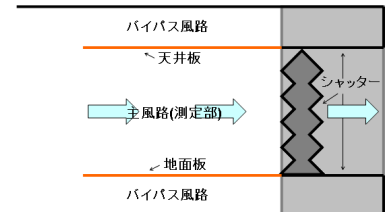
2.1 大型シャッター シャッターは九州工業大学の境界層型波浪風洞の縮流測定部(高さ 1.8m, 幅 1.1m)の風下側に設置した。シャッター開閉時の流れの模式図を図1に示す。シャッターは、シャッター板の回転により、風の流れを遮断、開放する仕組みである。シャッターの開閉により生じる気流の変動を少しでも等方性乱流に近づけるため、アクティブ乱流生成装置<sup>2)</sup>を参考に、シャッター板の形状は正方形をつなげたようなものとした。主風路のシャッター板が7枚で、主風路の大きさは高さ 1094mm, 幅 1004mm である。

2.2 バイパス風路 シャッター閉塞状態のときシャッター板に高い圧力が作用するのを避けるため、バイパス風路を設置した。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枚ずつ計4枚とした。バイパス風路の高さは上部 340mm, 下部 370mm である。

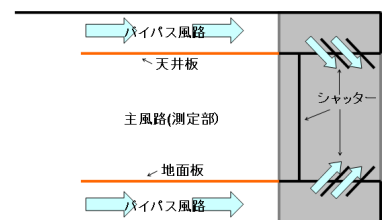
2.3 圧力模型 本研究で用いた圧力模型を写真1に示す。模型は1辺 200mm の立方体で、測定孔は図2のように合計 33 点を 90mm 間隔で配置した。模型表面の圧力は、これらの測定孔から導圧チューブを介して差圧センサーへ導く。閉塞率は 3.6% である。

2.4 同時多点圧力測定 立方体圧力模型を主風路地面板の風上側先端から主流方向に 600mm の位置に置き、スキャニバルブ社製差圧センサーを用いて、模型表面の圧力を測定した。測定風速は約 5.5m/s であった。サンプリング周波数 500Hz で 60 秒間計測し、開始から 30 秒後にシャッターを閉じた。

3.シャッター閉塞時の風洞内の静圧変動特性 シャッターを閉じ、風速を急減させたときの風洞内の静圧変動を測定した。模型を設置する予定位置(主風路地面板の風上側先端から主流方向に 600mm の位置)にピトー管を設置し、静圧を測定した。静圧の時刻歴には、シャッター閉塞時付近で正圧のピークが生じた。同様に模型設置位置から風上に 400mm, 風下に 400mm と 800mm 離れた位置で測定し、ピーク値を比較した。図3に示すように、ピーク値はシャッターに近づくほど大きくなった。すなわち既往の研究<sup>1)</sup>と同様、シャッター閉塞時においても基準静圧変動の影響を考慮する必要があることがわかった。



a)シャッター開放状態のとき



b)シャッター閉塞状態のとき

図1 風の流れの模式図(側面図)

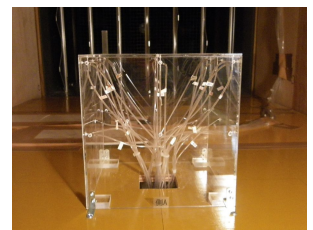


写真1 圧力模型

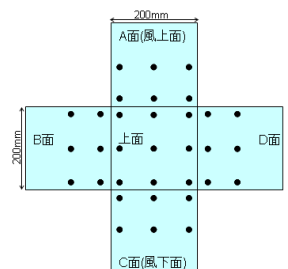


図2 模型測定孔位置

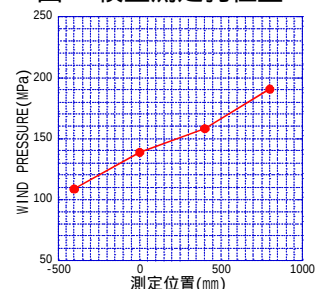


図3 静圧ピーク値の比較

キーワード: 風向変動風洞, シャッター, 同時多点圧力測定, 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

**4.基準静圧測定方法** 本研究では基準静圧測定方法として中村，前田ら<sup>1)</sup>を参考に，図4に示すように測定部天井付近に複数の測定孔を有する板(静圧板)を設置し，模型の各測定孔の真上の点における静圧を静圧板で測定し，基準静圧として用いた．これにより，静圧勾配が生じてても，各模型測定孔における静圧に対応する基準静圧を用いることができ，それを差し引くことで，シャッター閉塞時に模型表面に作用する圧力を測定できると考えられる．

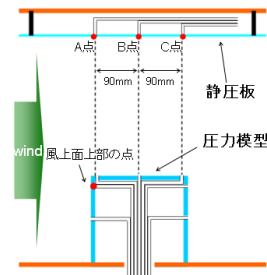


図4 基準静圧測定法

## 5.実験結果

**5.1 静圧勾配の影響を除いた模型表面風圧力の測定** 図5に，基準静圧差引前の模型風上面上部の点での圧時刻歴，その真上の静圧板上のA点での基準静圧の時刻歴，それらの差圧の時刻歴を示す．差引前の模型表面と静圧板での圧時刻歴は，シャッター閉塞時に正圧のピークが生じ，約2秒後に定常値となった．この2秒間は，シャッターを閉塞した後に，測定部内の気流が静止するまでに要する時間と考えられる．差引後の模型表面の圧時刻歴では，こうした風速変化発生手法に伴って生じる変動圧力の影響は排除されている．A点より主流方向に90mmと180mm離れたB点とC点での基準静圧を模型風上面上部の点での圧から差し引いた．図6に示すように，C点での基準静圧を差し引いた結果は，シャッター閉塞時付近の負圧のピークが大きくなった．負圧のピークは，B点での基準静圧を差し引いた場合は真上の基準静圧を差し引いた場合の8.5倍，C点での基準静圧を差し引いた場合は22.3倍の大きさとなった．これは3節で述べた静圧勾配の影響であり，模型測定孔から離れた位置での基準静圧を差し引くほど，負圧のピーク値は大きくなると考えられる．

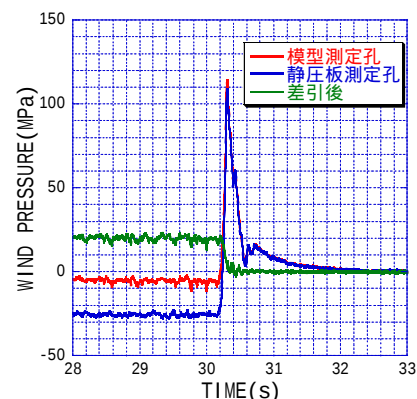


図5 模型風上面上部での圧力と静圧板での基準静圧とそれらの差圧

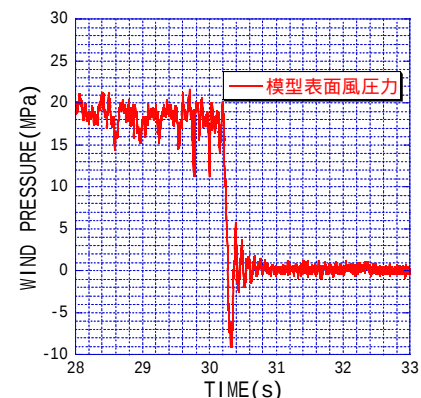


図6 C点での基準静圧を差し引いた模型風上面上部の風圧力

**5.2 模型表面風圧分布特性** シャッター開放状態の風圧分布は風上面上部で最も正圧が大きくなり，上面風下側で最も負圧が大きくなった．模型設置位置の影響を検討するため，元の位置よりシャッターに400mm近づけた場合と200mm高くした場合の圧力を測定した．シャッターに400mm近づけた場合の圧力分布は元の位置とほぼ同じであったが，200mm高くした場合は風上面中央で最も正圧が大きくなり，風上面以外の面はすべて負圧を示したことから，測定部における流れは，鉛直方向には一様にはなっていないと考えられる．これはバイパス風路の存在により，流れが縮流しているためと考えられるが，風向変動風洞ではバイパス風路を設置する必要はないため，そうした影響はないと言える．

**5.3 シャッター回転時間と風圧力の関係** 図7に模型風上面上部での風圧力とシャッター回転角度の時刻歴を示す．風圧変化はシャッター回転時間の0.2秒以内に生じていることが確認できた．

## 6.まとめ

静圧板を用いることで，シャッター閉塞時においても，風洞内の静圧変動の影響を取り除いた模型表面圧力を得ることができた．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) 中村，前田他:突風風洞での基準静圧変動を考慮した圧力計測による切妻屋根物体の表面風圧特性，第21回風工学シンポジウム論文集，2010
- 2) 蒔田他:大規模乱流場の特性の評価(第1報，乱流生成装置の性能について)，日本機械学会論文集B編53巻495号，pp.3173-3179，1990

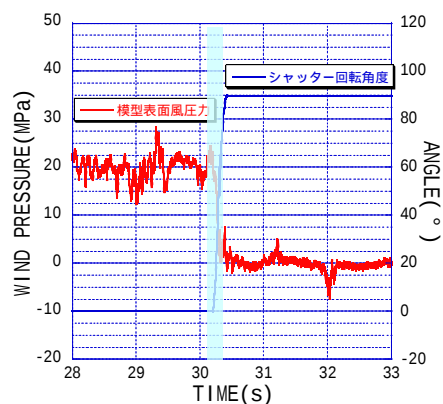


図7 模型風上面上部の風圧力とシャッター回転角度