

風向変動風洞のシャッター開閉タイミングの検討

九州工業大学大学院 学生会員 森暁一 九州工業大学 学生会員 南聡彦
九州工業大学 正会員 木村吉郎 フェロー 久保喜延 正会員 加藤九州男

1. はじめに

自然風は風向変動するが、それを再現する実験手法は確立していない。そこで、自然風の風向変動の再現を目的とした風洞の試作を行ってきたが¹⁾、ここではコンピューター制御により開閉するシャッターを用いた、最適な開閉タイミングの検討結果について報告する。

2. 風向變動風洞の概要

風向変動風洞の平面図を図-1に示す。測定部とそれを囲むように放射状に配置された流入風路と流出風路により構成されている。本試作風洞では、流入と流出風路はそれぞれ8本ずつとした。風路は鉛直回流型となっており、流入風路と流出風路はそれぞれ半円柱形の空間を介してシロッコファンの吹出口と吸込口に接続されている。また、図中の番号は風路番号を示し、例えば流入出風路を二組ずつ開放するケースは、(4)(5)-(12)(13)のように表すこととする。コンピューター制御により開閉可能なシャッターを、(4)、(6)、(12)、(14)の4つの風路に取り付けた。風向は、(1)-(9)の風路で生成される向きを 22.5° とし、反時計回りを正とした。なお各風路の幅は195.1mm、高さは150mmである。

3. 風向風速測定の方法

シャッターの開閉により風向を変動させた際の風速と風向の変動特性を明らかにするために、スプリットフィルムプローブを用いて風速と風向の同時測定を行った。測定ケースは(4)-(12)の風路から(6)-(14)の風路への「単風路の風向変化」と、(4)(5)-(12)(13)の二つずつの風路を開けた状態から(5)(6)-(13)(14)を開けた状態への（(5)と(13)の風路は開けたままで、(4)、(6)、(12)、(14)の風路のシャッターを開閉している）「2 風路の風向変化」について、シャッター開閉タイミングをパラメータに測定を行った。

4. 実験結果および考察

4.1 1回の風向変化を生じさせるためのタイミング

表-1 に実験ケースを示す. 測定は風路(4)のシャッターを閉じた時間を基準に, 風路(6), (14)のシャッターを開けるタイミングを変化させ, 2 方向のシャッターが同時に開放している時間を $-0.3 \sim 0.3$ 秒とした. 全ケースにおいて, 単風路では平均風速 3.4m/s 程度で 42.9° の風向変化が, 2 風路では平均風速 2.0m/s で 21.7° の風向変化が生じた. 風向変化に伴って不自然な風速の変動が生じるのは望ましくないため, 風向変化時前後の 2 秒間を抽出し, 風速の無次元標準偏差 (標準偏差を

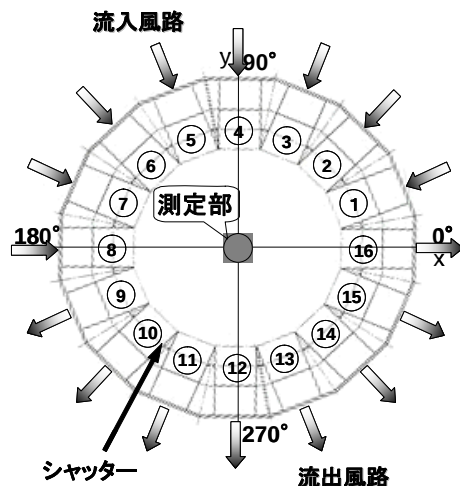


図-1 風向変動風洞の平面図

表-1 実験ケース

case	シャッター開閉タイミング[s]				2方向の シャッター 開放時間
	風路 (4)	風路 (12)	風路 (6)	風路 (14)	
1	0.00	0.00	0.30	0.30	-0.30
2	0.00	0.00	0.20	0.20	-0.20
3	0.00	0.00	0.10	0.10	-0.10
4	0.00	0.00	0.05	0.05	-0.05
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	-0.05	-0.05	0.05
7	0.00	0.00	-0.10	-0.10	0.10
8	0.00	0.00	-0.20	-0.20	0.20
9	0.00	0.00	-0.30	-0.30	0.30

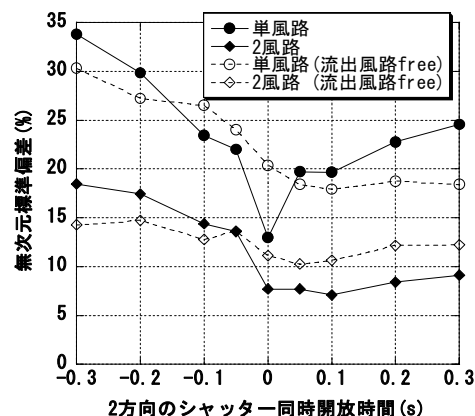


図-2 無次元標準偏差と2方向のシャッター同時開放時間の関係

キーワード：風向変動風洞，シャッター，スプリットフィルムプローブ

勤務先：〒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

平均で除したもの)を算出して検討した。図-2に無次元標準偏差と2方向のシャッター同時開放時間の関係を示す。無次元標準偏差が最も小さくなるのは、2方向のシャッターが開放される時間が単風路で0.0s (case5=同時開閉)、2風路で1.0s (case7=(4)-(12)が閉じる0.1秒前から(6)-(14)が開く)であることが分かる。またその際の無次元標準偏差は単風路で13.0%、2風路で7.1%となり、2風路が単風路に比べ風向変動時の風速の変動が小さい。

4.2 往復の風向変化

どの程度の時間間隔で風向変化を生じさせることが可能なのか検討することを目的とし、単風路、2風路に対して、それぞれ4.1で最も風向変化時の風速の変動が小さかったcase5, case7のシャッター開閉タイミングを用いて、風向変化間隔を0.5s, 1s, 2s, 3s, 4s, 5s, 10s, 20sの場合について風向を往復変化させた。風向変化の間隔の下限値は、4.1の測定において2風路の風向変化に要した時間が0.5秒程度であったことから、0.5sとした。図-3に無次元標準偏差と風向変化間隔の関係を示す。無次元標準偏差は、単風路において風向変動間隔が5秒以下になると増加しているのに対し、2風路ではほぼ一定の値であり、2風路の場合は風向変化間隔を小さくしても、風向を往復させた場合に風速の大きな変動は生じていないといえる。また図-4に、2風路において風向変化の間隔0.5sで往復させた場合の風向時刻歴を示す。100°付近から130°程度まで風向が変動し、その後100°付近へと風向が往復していることが確認できる。このように、短時間の間に往復の風向変化をさせた場合は、装置が定常的に生成する風向変化(101.25°→123.75°→101.25°)よりもかなり大きな風向変化が瞬間的に生じる、オーバーシュートが顕著となっている。

4.3 流出風路をfreeにした場合の検討

吹出型風洞のみを組合せて風向変動を再現する場合を模擬するために、流出風路とシロッコファンの吸込口を離し、流出風路のシャッターを全て開放した場合について測定した。無次元標準偏差と2方向のシャッター同時開放時間の関係を流出風路freeとし図-2に示す。流出風路freeでは、単風路、2風路ともに4.1よりも大きな無次元標準偏差となっており、本風向変動風洞の方法を用いる方が風向変化時の風速の変動が小さくなることが示唆される。また風向の時刻歴を図-5に示す。30.5秒前後で101.25°から123.75°の風向変化を生じさせており、通常の方法の場合は流出風路freeに比べ風向変動時の風向の乱れが小さく、短時間で風向変動が行えている。

5. まとめ

風向変化は、2風路が単風路に比べ風向変化時の風速の変動が小さく、最も風速の変動が小さいシャッター開閉タイミングは2風路におけるcase7であった。往復の風向変化については、2風路では0.5s間隔まで風速の大きな変動は生じずに風向の往復変化を生じさせられた。

参考文献 1) 木村・徳永・久保・加藤, 日本風工学会誌, Vol.30(2), pp.113-114, 2005.

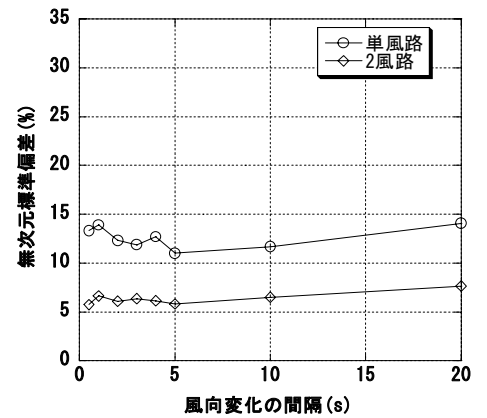


図-3 無次元標準偏差と風向変化の間隔の関係

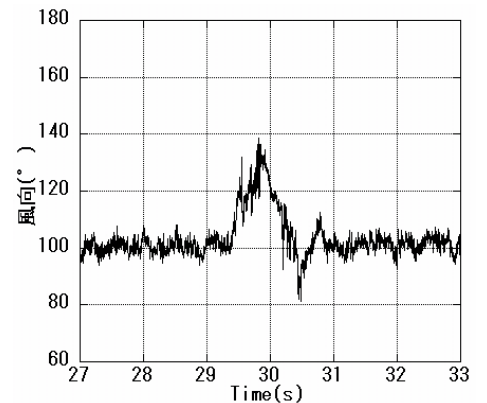
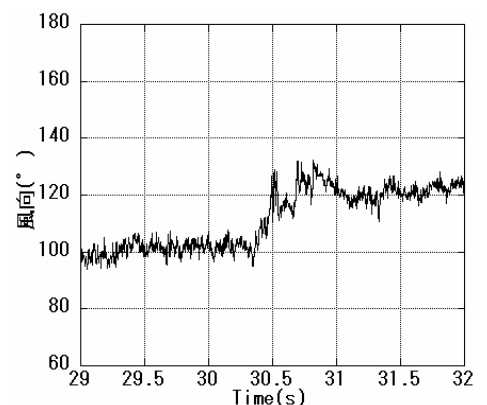
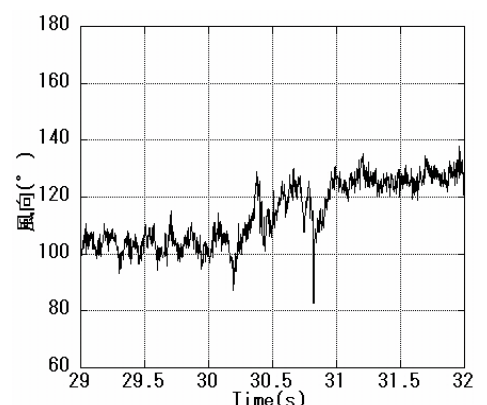


図-4 往復の風向変化の時刻歴 (2風路, 風向変化の間隔0.5s)



a) 通常の方法の場合



b) 流出風路 free の場合

図-5 風向変化の時刻歴 (2風路)