

より大きな風向変化時の風向変動風洞の特性

九州工業大学大学院 学生会員 中島紘志 豊田邦弘

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

自然風が持つ風向変動特性に近い風向変化を再現することを最終的な目的とし、風洞装置を試作している¹⁾。より大きな風向変化を生じさせるために、風向変動風洞装置の開閉タイミングをコントロールできるシャッターの数を増設し、より大きな風向変化時の風向変化やその際の風速変動特性について検討した結果を報告する。

2. 風向変動風洞の概要

風向変動風洞の平面図を、図-1に示す。風向変動風洞は2階建て構造であり、2階部分は、図のように実験を行う測定部を中心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。1階部分は、それぞれ流入風路と流出風路とシロッコファンに繋がる2つの半円形の部屋に分かれている。図中の番号は風路番号を示す。風向変化はコンピューター制御による操作で開閉可能なシャッターを備えた流入出風路(③～⑥と⑪～⑭)を用いて行った。例えば流入出風路を2組ずつ開放する「2風路」のケースは、③④-⑪⑫のように用いている風路を表す。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。各風路の幅は195.1mm、高さは150mmである。

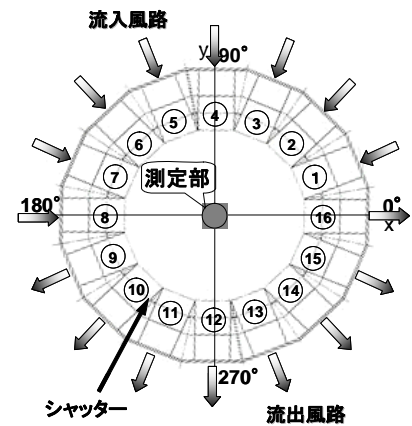


図-1 風向変動風洞の平面図

3. 風向風速測定実験概要

シャッターの開閉により風向を変化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③-⑪から⑥-⑭の風路への「単風路の風向変化」と、③④-⑪⑫から⑤⑥-⑬⑭の「2風路の風向変化」の2ケースとした。測定時のモーターの回転数は単風路で1000r/min、2風路は1600r/minで、サンプリング周波数500Hz、シャッター開閉により風向変化を生じさせる瞬間の前後30秒の計60秒間測定した。

4. 実験結果および考察

4.1 流入出風路のシャッターを同時開閉した場合の最適タイミングの検討

単風路では、風速2.5m/sで平均64.3°の風向変化が、2風路では、風速2.5m/sで平均42.8°の風向変化が生じた。シャッター開閉タイミング T_1 を、風向変化後のシャッターを開けた時刻から風向変化前のシャッターを閉じた時刻を引いた時間と定義し、表-1に実験ケースおよび実験結果を示す。無次元標準偏差（風向変化前後2秒間での風速の標準偏差と平均の比をとったもので、風向変化時の風向変動の程度の指標として用いた）が最も小さくなるのは、単風路が $T_1=0.0$ 秒で15.4%、2風路は $T_1=0\sim 0.1$ 秒であまり差はないが、0.1秒のときに11.8%であった。図-2にシャッター開閉タイミングと無次元標準偏差の関係を示す。

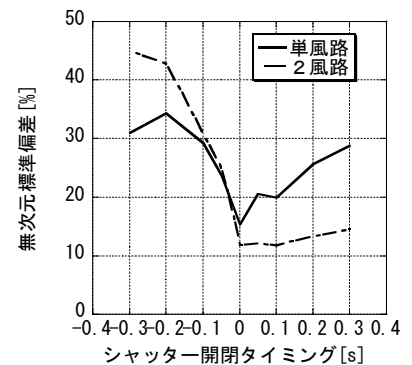


図-2 シャッター開閉タイミングと無次元標準偏差の関係

表-1 流入出風路のシャッターを同時開閉した場合の実験ケースおよび実験結果

シャッター開閉タイミング T_1 [s]		-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3
無次元標準偏差[%]	単風路	31.0	34.4	29.3	23.8	15.4	20.6	20.0	25.7	28.9
	2風路	45.1	42.9	30.9	24.9	12.0	12.1	11.8	13.3	14.6

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、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

4.2 流入出風路のシャッターを異なる時刻で開閉した場合の検討

実験ケースは風路③のシャッター開閉時を基準とし、風路⑪、⑥、⑭のシャッターを開けるタイミング T_2 を0.1秒間隔でばらばらに変化させた計27ケースに対して検討した。そのうち、無次元標準偏差が小さかったcase-4, case-14, case-23について、結果を表-2に示す。単風路では平均65.2°の、2風路では平均42.3°の風向変化が生じた。

表-2 異なる時刻で開閉した場合の実験結果

実験ケース		4	14	23
シャッター開閉 タイミング T_2 [s]	風路③ (④)	0.00	0.00	0.00
	風路⑪ (⑫)	-0.10	0.00	0.10
	風路⑥ (⑤)	0.00	0.00	0.00
	風路⑭ (⑬)	-0.10	0.00	0.00
無次元標準偏差[%]	単風路	17.2	17.8	18.0
	2風路	13.7	12.0	12.1

4.3 往復の風向変化をさせた場合の特性の検討

どの程度の時間間隔で連続の風向変化を起こせるかということを検討することを目的とし、表-2に示したcase-4, case-14, case-23のシャッター開閉タイミングを用いて、単風路においては③-⑪→⑥-⑭→③-⑪、2風路においては③④-⑪⑫→⑤⑥-⑬⑭→③④-⑪⑫という形で、風向を往復変化させた。風向変化の時間間隔は0.4s, 0.5s, 0.7s, 1.0sの場合について実験を行った。

風向変化の時間間隔によって風向変化量が異なる結果となった。単風路のcase-23における風向変化の時間間隔0.4sの風向変化時刻歴を図-3に、風向変化の時間間隔1.0sの風向変化時刻歴を図-4に示す。このケースでは、時間間隔が0.4sでは、十分な風向変化が生じていない。

また、短時間で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。

さらに、単風路と2風路について比較すると、シャッター開閉タイミングおよび風向変化の時間間隔が同じであっても、単風路の場合は、1度目から2度目の風向変化までの間の風向の乱れが大きい。2風路の場合には、1度目から2度目の風向変化に向けて風向の乱れが小さくなっていく。単風路のcase-4における風向変化の時間間隔1.0sの風向変化時刻歴を図-5に、2風路のcase-4における風向変化の時間間隔1.0sの風向変化時刻歴を図-6に示す。

5. まとめ

単風路では64°程度の、2風路では43°程度の風向変化を、比較的小さな風速変動で生じさせることができるようなシャッター開閉タイミングを明らかにした。また、風向変化は0.5s程度で生じさせられることがわかった。

参考文献

- 1) 瀧山・森・木村・久保・加藤, 日本風工学会誌, Vol.32 No.2(No.111), pp.221-222, 2007.

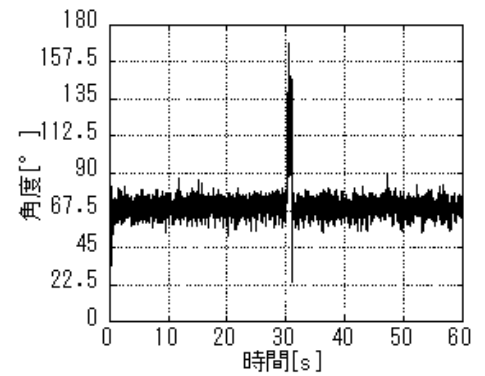


図-3 風向時刻歴(単風路, case-23, 0.4s)

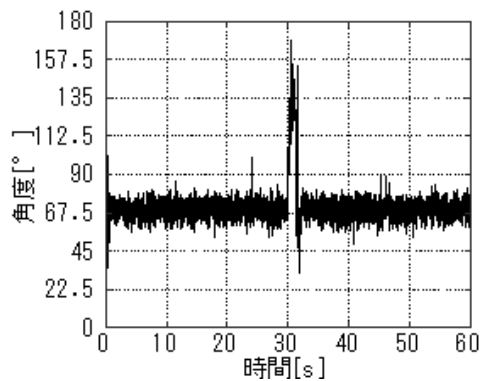


図-4 風向時刻歴(単風路, case-23, 1.0s)

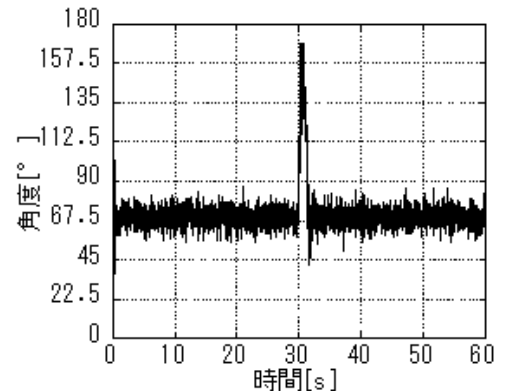


図-5 風向時刻歴(単風路, case-4, 1.0s)

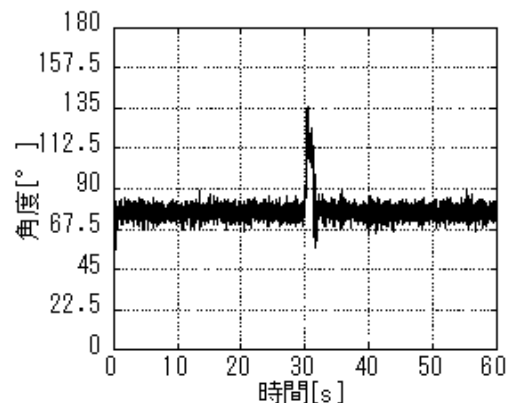


図-6 風向時刻歴(2風路, case-4, 1.0s)