

風向の時間変化率に起因する非定常空気力の測定

日本大学大学院 学生会員 ○関野 洋一郎
 日本大学 正会員 野村 卓史
 日本大学大学院（研究当時） 鈴木 洋司

1. はじめに

横風を受けたとき、相対的に風向が急変することによりトンネルから抜け出す車両が横転したり、ハンドルが取られたりすることが原因での事故が絶えない。このように、風向が急に時間変化する気流が物体に及ぼす空気力の特性を知ることは重要であると考えられる。本研究の目的は、ACサーボモーターをアクチュエーターとした風洞を斜交配置することで、風向が時間変化する気流を作成し、物体に作用する空気力の変動特性を調べることである。

2. 風向変動風の生成方法

実験に用いた風洞は、吹き出し口が直径10cmの円形断面のACサーボモーター風洞であり、最高風速13m/s、0.1秒で10m/sの風速差を達成できる。この風洞3本を図1のように水平面内に放射状に配置する。-45° θ 0°は風洞A・B、0° θ +45°は風洞B・Cをそれぞれ駆動させ、90°の風向範囲を持つ変動気流の生成が可能である¹⁾。

3. 実験方法

実験装置の概要を図2に示す。実験は、一定風速で風向が時間変化する気流を供試体（正方形角柱：辺長D=3cm、軸長L=10cm）に作用させ空気力を測定

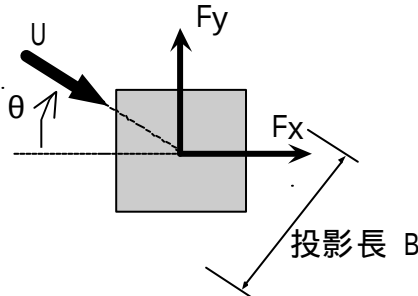


図3 空気力等の定義

する。空気力の測定には、供試体を支持している4枚の板バネにそれぞれ貼付した歪ゲージを用いる。風洞吹き出し口には、平板ダクトを設けて供試体以外に気流が当たるのを防いでいる。空気力は、図3のようにθ=0°の方向の空気力をFx、これに直行する方向の空気力をFyと定義し、矢印の向きを正とする。風向角θは時計回りを正とする。板バネを90°回転させること

で、Fx、Fyの測定の切り替えが可能である。図4に、風速・風向が共に定常な気流により測定した空気力係数CFx、CFyを示す。空気力係数は式(1)で評価した。ρは空気密度、Bは断面の気流方向の投影長である。

$$\begin{Bmatrix} F_x \\ F_y \end{Bmatrix} = \frac{1}{2} \rho U^2 B L \begin{Bmatrix} C_{Fx} \\ C_{Fy} \end{Bmatrix} \quad \dots (1) \quad B = D(\cos \theta + |\sin \theta|) \quad \dots (2)$$

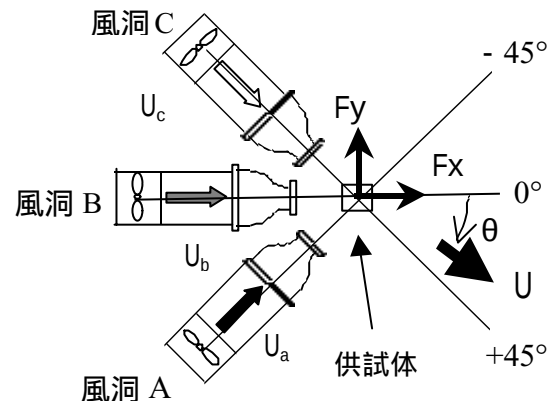


図1 風洞配置図

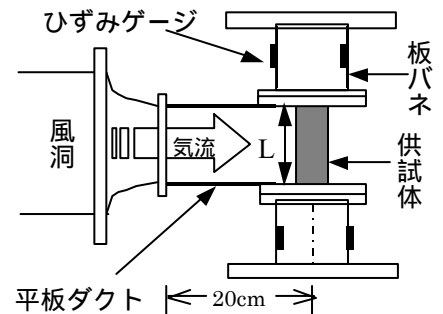


図2 実験装置概要図(Fx測定時)

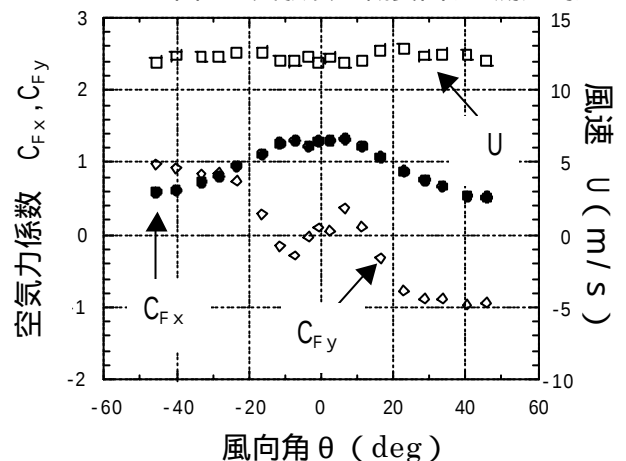


図4 定常風向のときの各空気力係数と平均風速

キーワード ACサーボモーター、風向変動、非定常空気力、正方形角柱

連絡先：〒101-8308 千代田区神田駿河台1-8-14 Tel/Fax 03-5259-0411

4. 正方形角柱に作用する非定常空気力の測定

一定風速 $U = 12 \text{ m/s}$ で風向を $\pm 45^\circ$ の範囲で直線的な時間変化率 $\dot{\theta}$ を有する変動気流を生成し，正方形角柱に作用させ，非定常空気力を測定した．図5は生成した変動気流を超音波風速計で測定した結果の一例を示したものである．風洞のファンを駆動させてから気流が測定点に到達するまでの時間差があるものの，目標とする変動を風向・風速をほぼ再現できている．図6は，図5の変動気流を角柱に作用させたときの空気力 F_x ， F_y を示した．風向の変化に連動して空気力が測定されているのが分かる．

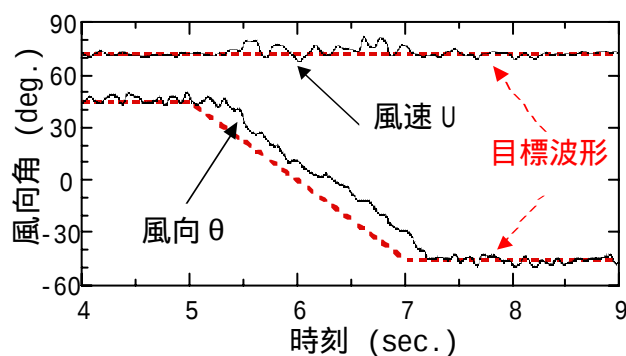


図5 風向角と風速の時間との関係

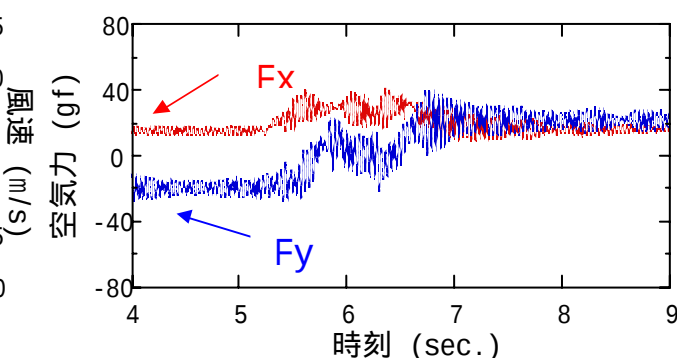


図6 作用空気力と時間との関係

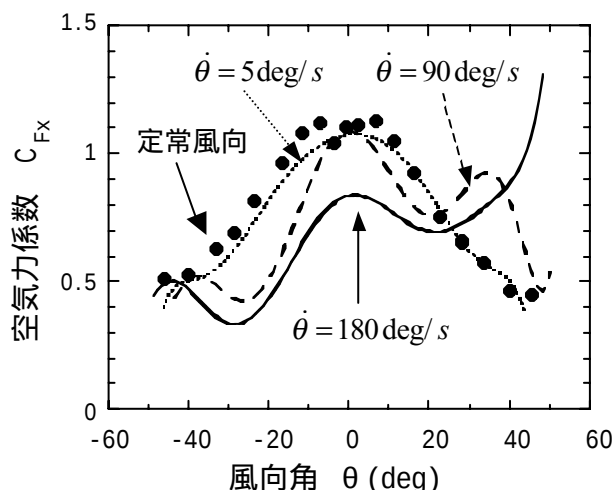


図7 定常風向気流と風向変動気流の空気力係数 C_{Fx} の比較

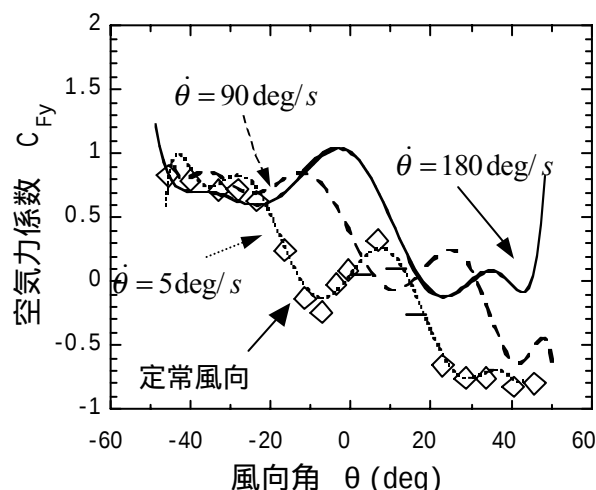


図8 定常風向気流と風向変動気流の空気力係数 C_{Fy} の比較

図7・8は風向の時間変化率 $\dot{\theta}$ ($= 5, 90, 180 \text{ deg/s}$) を有する気流を正方形角柱に作用させ，測定した空気力 F_x, F_y を，式(1)により無次元化した空気係数の時間変化を示す．なお，図4で示した風向が定常であるときの空気力係数を併記した．風向の時間変化率 $\dot{\theta}$ が大きくなるにつれて，風向が定常なときの空気力係数の分布と異なる挙動が見られ，風向変動による非定常な空気力を測定することができた．

5. まとめ

3台のACサーボモーター風洞を放射状に配置することによって， 90° の範囲で風向が時間変化する気流を生成した．風向を直線的に時間変化させた気流を正方形角柱に作用させ空気力を測定した．風向の時間変化率が大きくなるにつれて，風向を時間変化させないときの空気力との差異が大きくなることから，風向の時間変化率に依存した非定常な空気力を測定することができた．

参考文献

- 1) 野村卓史，北川徹哉，鈴木洋司，赤松浩一郎：放射状に配置したACサーボモーター風洞による合成気流の変動特性，第16回風工学シンポジウム論文集 pp203-208，2000
- 2) 鈴木洋司：風向・風速変動下における非定常空気力の測定，日大修士論文，2000