

風速・風向が急変する気流の生成に関する工夫と作用空気力の特性

(株) 建設システム 正会員 ○関野 洋一郎
 日本大学 正会員 野村 卓史

1.はじめに

トンネル出口付近や橋梁主塔付近のような風速・風向が急変する場所において、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報告されている¹⁾。このように、風速や風向が急に变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。本研究では、優れた風速変動特性を有するACサーボモータ風洞を斜交配置して、気流を合成して風速と風向が変化する気流を作成する。気流の合成方法に工夫を施すことで、非常に急な風速・風向変動する気流を作成し、物体に作用する空気力の変動特性を調べた。

2.気流の生成方法

実験で用いる風洞は、最大風速約 13m/s、約 10m/s の風速差を約 0.1 秒以内に達成できる AC サーボモータ風洞（吹き出し口：直径 10cm の円形）を用いた。図 1 のように、気流は 2 台の風洞を放射状に挟角 45° で配置して気流を合成させて生成する²⁾。

3.空気力の測定方法

空気力の測定は、表面に歪ゲージを貼付した 4 枚の板バネで正方形角柱（辺長 $D=3\text{ cm}$ 、軸長 $L=10\text{ cm}$ ）を支持し、作用する空気力を測定する。板バネは 90° 回転可能で、水平面内に直交する 2 成分の力を測定できる。

4.急激に風速・風向変動する気流の生成と工夫

図 2 のように、車両がトンネルを抜け出すときに急な横風を受ける気流を想定して、正方形角柱に作用させることにした。図 3 のように、トンネル内を走行している車両は、車速の逆ベクトルの風速 V (①) を受ける。トンネルを抜け出すことで横風 W (②) が作用し、結果的にこの 2 つのベクトルを合成した気流 U (③) が作用する。この時の気流変化の模式図を図 4 に示す。風速・風向とも、車両全体に横風が作用するまでの変化は、単純化して直線的な変化とし、そのときの变化時間を Δt とする。実現象における車速を 100km/h、横風を 25m/s（横風作用後の風向 $\theta=42^\circ$ ）と想定し、実験では風速のスケールを 1/3 とし角柱に作用させた。また、実験の Δt は 0.10 s、0.25 s とした。

気流は風洞 2 台の気流を合成して作成するが、ファンが気流を生成してから角柱模型に到達するまでの時間が風速レベルによって異なる。図 5、図 6 は、 Δt を 0.10 秒としたときの風洞 A・B の風速

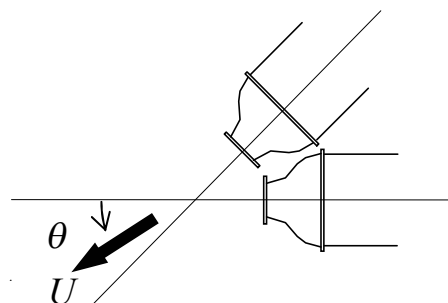


図1 風洞配置図

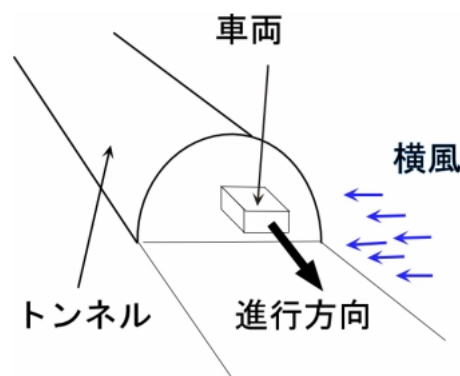


図2 想定した状況

③U: WとVの合成ベクトル

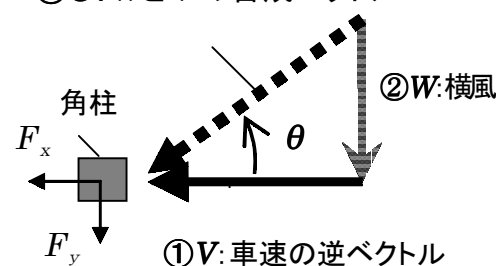


図3 角柱に作用させた気流

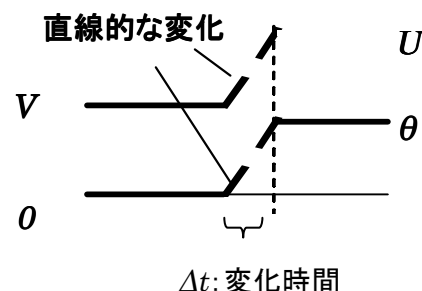


図4 車両が受ける気流

キーワード AC サーボモータ、風向変動、非定常空気力、正方形角柱、走行安定性

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

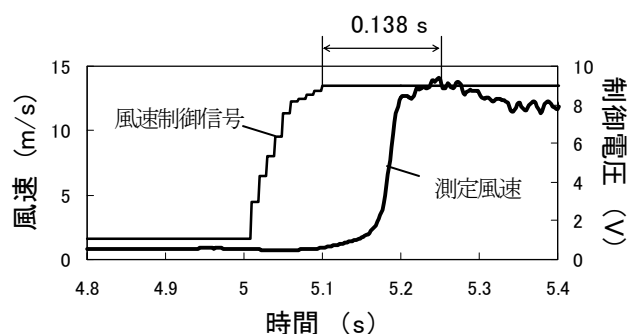


図5 風洞Aの制御信号と測定風速

制御信号が入力されてから到達するまでの時間差を示したものである。風洞Aが風洞Bより、約0.07秒遅く気流が到達していることがわかる。この時間差を考慮して風洞Aの風速制御電圧信号を風洞Bの制御信号より、0.07秒だけ早く入力することにした。図7に、 Δt を0.10sとして測定した気流の風速、風向の変化を示す。図には、調整前と調整後の測定風速・風向、および目標とする変動を示した。調整後の測定気流 $U \cdot \theta$ は、調整前に見られた気流変動時の風速の大きな乱れが改善され、2つの気流がタイミングよく合成され、ほぼ目標としている変動が得られていることが分かる。

5.非定常空気力の測定結果

気流を正方形角柱に作用させて車両進行方向の空気力 F_x 、および横風方向の空気力 F_y を測定した。図8は、 Δt と0.10秒としたときの測定空気力である。気流の変化に応じて、空気力が変動しているのが分かる。図9は、空気力を無次元化したときの風力係数を示している。 C_{Fx} は、 Δt による違いは顕著に表れなかったが、 C_{Fy} は Δt が早いほど、すなわち変化が急激であるほどそのピークが大きくなる傾向を示した。

6.おわりに

気流発生方法を工夫することで、合成気流の風速と風向が急に变化する気流の変動特性を高めることができた。

参考文献

- 1) 木村,ポンクムシム,藤野,大竹: 橋梁主塔付近後流通時の車両に作用する変動空気力の特性, 第16回風工学シンポジウム論文集, pp225-230,2000
- 2) 野村,関野,鈴木: 風向が時間変化する気流による非定常空気力の特性,第17回風工学シンポジウム論文集,pp297-302,2002

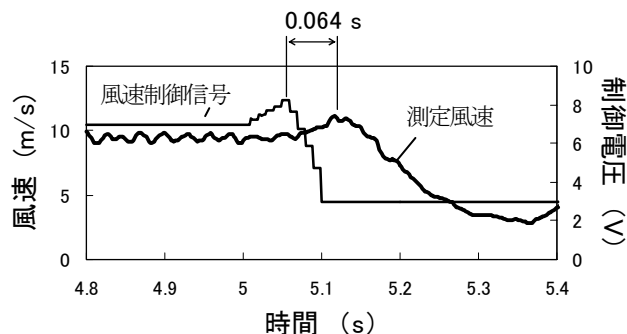


図6 風洞Bの制御信号と測定風速

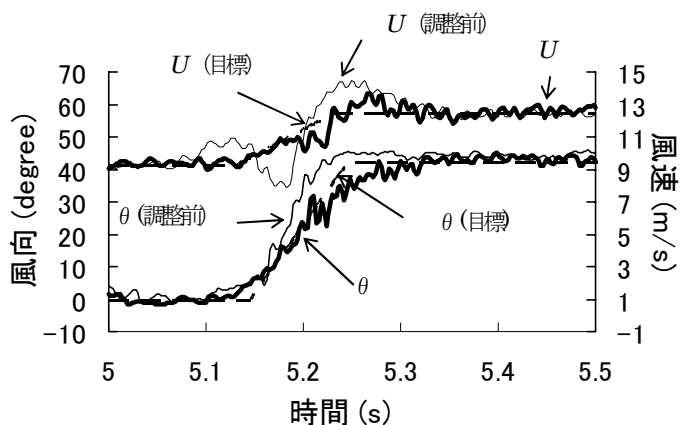


図7 合成風の風速・風向

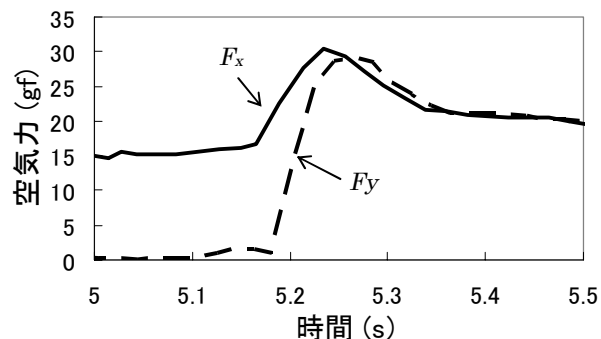


図8 測定空気力

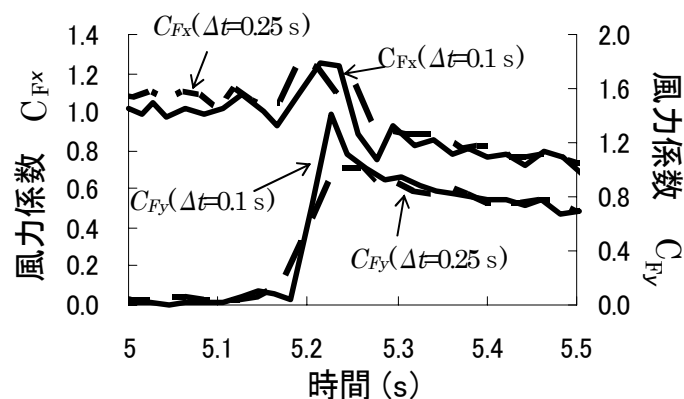


図9 空気力係数の比較