

車両相互干渉作用に着目した横風を受ける橋梁上車両変動空気力の特性

パシフィックコンサルタンツ (株) 正会員 ○劉 子豪
 横浜国立大学 フェロー 勝地 弘
 横浜国立大学 フェロー 山田 均
 横浜国立大学 正会員 田村 洋

1. 背景と目的

強風が作用する橋梁上などでは、防風柵の設置や通行制限が行われるが、強風に起因する横転事故がしばしば発生している。強風時に車両が物体背後を通過する際には、後流域における風速の急変により自動車に作用する空気力が大きく変化し、ハンドルを取られて事故が生じる可能性がある。これまで橋梁上の主塔背後を走行する自動車に対して、変動空気力を測定した事例¹⁾や、道路上車両間の干渉について検討された事例²⁾はあるが、橋桁上の横風を受ける車両相互干渉作用を受ける車両空気力特性については必ずしも明らかになっていない。

そこで、本研究では橋桁上の横風を受ける二台の車両相互干渉作用に着目して、すれ違い、追い越し時の空力係数の特性を調査することを目的とする。風洞実験により桁上の車両が一台、または二台の場合において車両の空力係数を計測し、車線位置との関係でその影響を調査した。

2. 風洞実験方法

2.1. 橋桁を走行する車両模型

風洞実験には、縮尺 1/80 の車両模型及び橋梁模型を使用した。横風を受ける箱桁橋梁を対象とし、橋桁上を走行する車両二台を想定し、うち一台を圧力模型として空気力を計測した。また、気流計測を行いながら車両模型を走行させるために、写真-1 に示すように 2 軸トラバースを使用した。模型の移動速度は 8.24cm/s であり、実スケールに対応する速度は約 24km/h となる。また、模型の位置検知については、レーザー変位計を用いて計測した。

車両模型は、図-1 に示すように大型トラックやバスを単純化した直方体（長さ 150mm×高さ 36.25mm×幅 29.5mm）とし、前後三ヶ所にそれぞれ風上側と風下側各 8 点、底面と上面各 7 点、各断面を一周する合計 30 点の圧力孔を設けて圧力分布を計測した。

2.2. 空気力係数の測定

車両二台の相互干渉作用について、車線位置が空気係数に与える影響を調査するため、5m/s の一様流

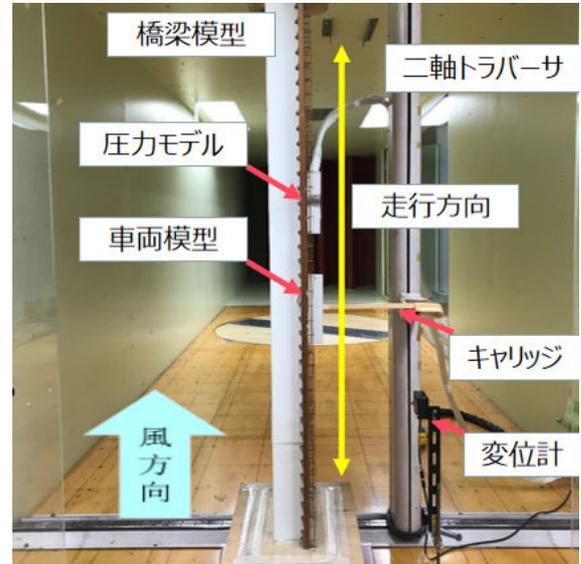


写真-1 風洞実験の様子

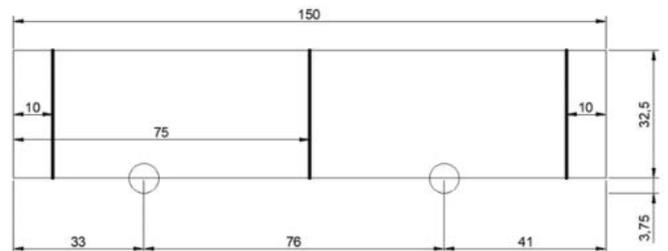


図-1 車両模型の寸法 (mm) と圧力計測位置

を用いた風洞実験を実施した。風上方向から順に各車線を Lane1 から Lane4 までと定め、車両位置を変化させ、その際の空力係数を測定した。また、空力係数の符号の定義については、図-2 に示す通りとし、どの車線（走行方向に関わらず）も同じとした。

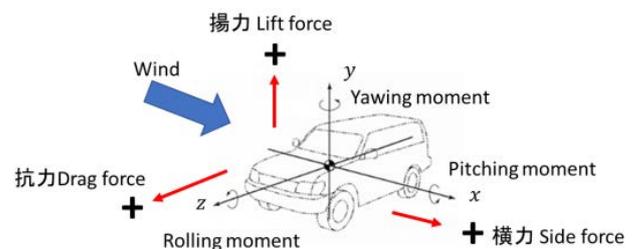


図-2 車両に働く風力の定義

キーワード 横風, 遮蔽効果, 車両間相互作用, 空力係数

連絡先 〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5

3. 風洞実験結果

圧力測定車がそれぞれ2、3、4車線目に位置する際の圧力係数 C_s とローリングモーメント係数 C_{MR} をそれぞれ図3、4、5に示す。凡例の括弧内数字は圧力測定車の位置を示し、末尾の数字は走行車両の車線位置を表す。また、車両二台の重なり具合は x/L で表し、 x は走行する車両の前縁から追い越しとすれ違い時に橋梁上に固定している圧力測定車の後縁または前縁までの距離を表し、車輛長さ L を用いて無次元化する。重なり初めが $x=0$ 、完全重なりは1となり、通過直後は2となる。

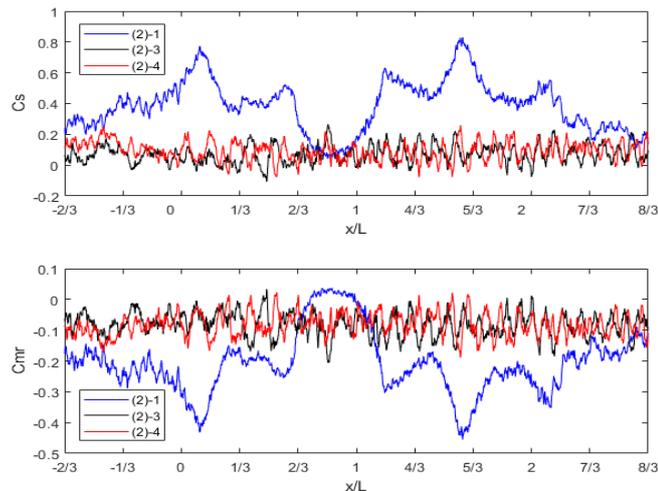


図-3 二車線目車両における空力係数の特性

図3から、風上側を車両が通過する際に横力係数及びローリングモーメント係数の絶対値が、重なり始めてから最大となり、完全に重なる直前に最小となり、重なりが解消するにつれて再び最大となる。それに対して、風下側を車両が通過する際は車両間の干渉作用はほとんど認められない。これらは後流域の存在による遮蔽効果及び車両の走行によるギャップフロー効果のためと考えられる。

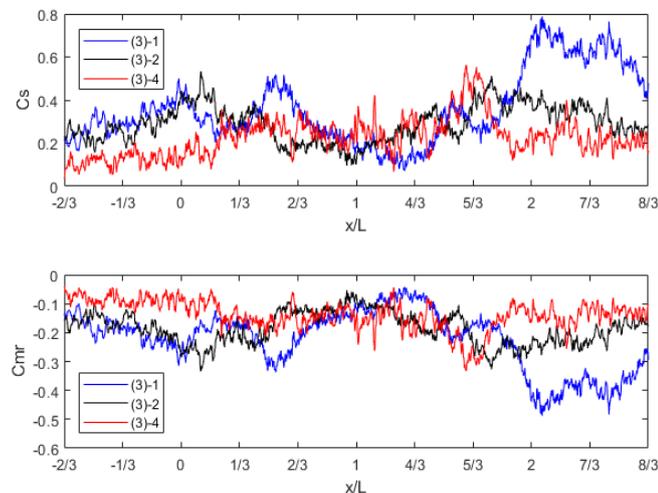


図-4 三車線目車両における空力係数の特性

図4から、圧力測定車が風上側の走行車両に対して、横力係数及びローリングモーメント係数の絶対値が図-3と概ね同様に増加→減少→増加→減少の傾向を示し、風下側の車両からの影響は小さいことが確認できる。また、一車線目を走行する車両が風下側の車両に対して、二車線目を走行する車両より大きな影響を与えていることがわかった。

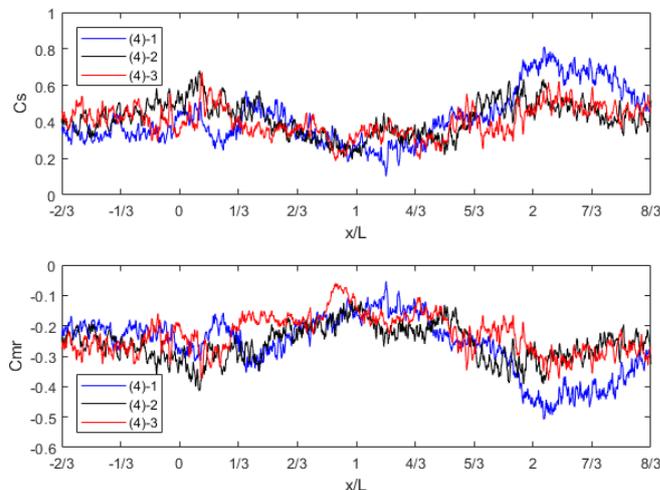


図-5 四車線目車両における空力係数の特性

図-5を見ると、四車線目に圧力測定車が位置する場合、風上側の車両の影響により、二車線目、三車線目と同じく二つのピークが発生する傾向を示している。また、一車線目を走行する車両の影響が比較的に大きいことが確認される。さらに、車両一台のみでの計測結果と同じく、最も風下側である四車線目において自動車干渉作用を受けていない時の横力係数の定常状態値が中央二車線のそれに比べるとより大きな値となるため、横風の影響を強く受けることがわかった。

4. まとめ

本研究により、以下の知見が得られた。

- ・風上側を車両が通過する際に風下側車両の空力係数が大きく変化するが、風下側を車両が通過する際は干渉作用の影響が小さい。
- ・最も風上側である一車線目を走行する車両が風下側の車両により大きな影響を与える。

以上より、横風時には中央二車線の走行や追い越し禁止により車両間干渉作用による危険性を抑えられる可能性がある。

参考文献

- 1) 木村ら：橋梁主塔後流域通過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，2000。
- 2) L.N.Liuら：Transient Aerodynamic Characteristics of Vans under Different Motion Conditions in Crosswind，山東大学大学院，2019。