

高欄形状に着目した橋桁の風荷重および空力振動の低減について

関東学院大学 学生会員 ○坂井 拓郎
 関東学院大学 正会員 中藤 誠二

1. はじめに 長大橋梁の対風挙動に、桁の断面形状は大きく影響を及ぼす。フェアリングなどの付加物は耐風対策のみを対象としているため、設置は特別な場合に限定される。また近年増加している少数主桁断面を対象としたそういった検討は多くない¹⁾。さらに近年、台風の勢力の増大や竜巻の発生数の増加などにより、風による構造上の問題が発生する危険性は高まっている。そこで少数主桁橋の高欄（防護壁）の形状を変化させることで、効果的な耐風対策を行うことを目的に、風洞実験において2分力試験およびばね支持試験を行った。

2. 実験方法および実験模型 実験には吹き出し型の風洞（吹き出し口40cm, 40cm）を用いた。4主桁の模型は幅 $B=186\text{mm}$ 、高さ $D=41\text{mm}$ （高欄高さ1cmのとき）で、実際の道路橋の約100分の1の大きさを想定している（図1、図2）。実験ケースは高欄なしと8種類の高欄とした。高欄形状

は図3に示すように高さ1cm, 2cmの壁高欄、4cm間隔で1cmの開口を設けた開口A、3cm間隔で3cmの開口を設けた開口Bとした。また、前者の2つは高欄を15°内側に傾けて75°にしたもの、後者は開口部に充実率が約50%のメッシュを取り付けたものも作成した。

空気力の測定では、橋梁模型の中心位置が吹き出し口から20cm、高さ20cmの位置になるように模



図1 二分力試験

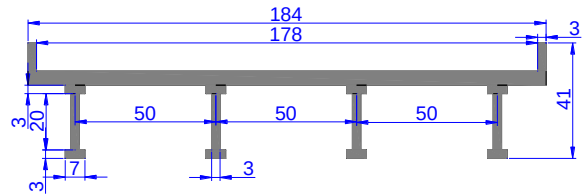


図2 橋梁模型（高さ1cmの壁高欄）

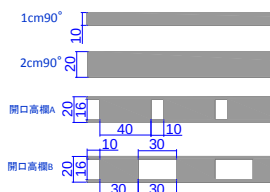


図3 高欄模型

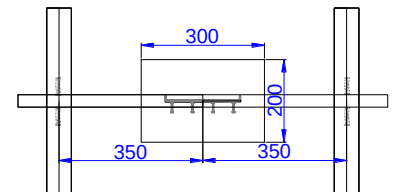


図4 ばね支持試験模型

型を設置した。抗力、揚力を2分力計（日章電機製 LMC-2507）で測定した。迎角は-9°から9°まで3°刻みで変化させた。空気力係数の代表長さは高さ $D=41\text{mm}$ に統一した。

ばね支持試験では模型の両側に梁を取り付け、風上側と風下側の4点で、それぞれ上下2つバネで支

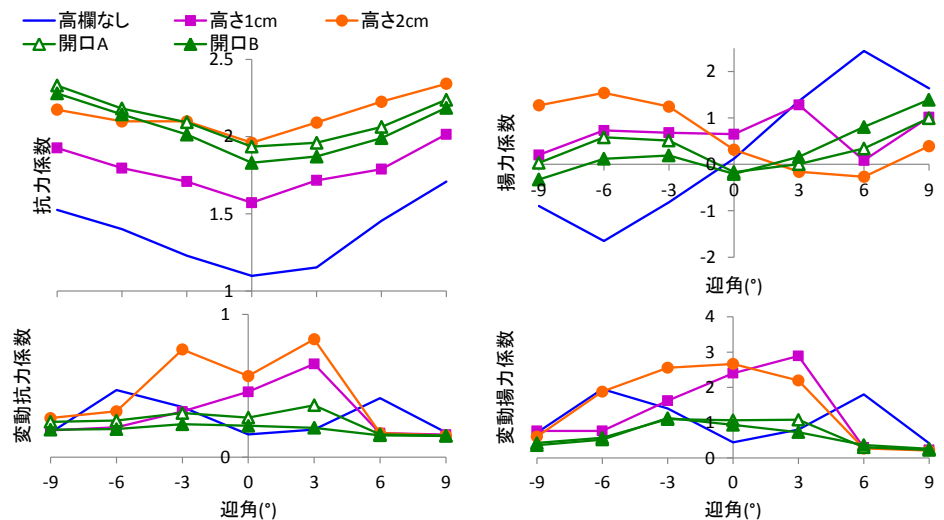


図5 空気力係数

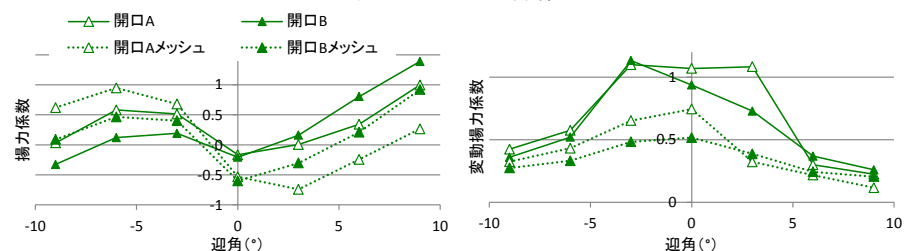


図6 メッシュによる影響（左：揚力係数，右：変動揚力係数）

キーワード 高欄，空気力係数，ばね支持試験

連絡先 〒236-8501 横浜市金沢区六浦東 1-50-1 関東学院大学理工学部 TEL. 045-786-7752 E-mail: nakato@kanto-gakuin.ac.jp

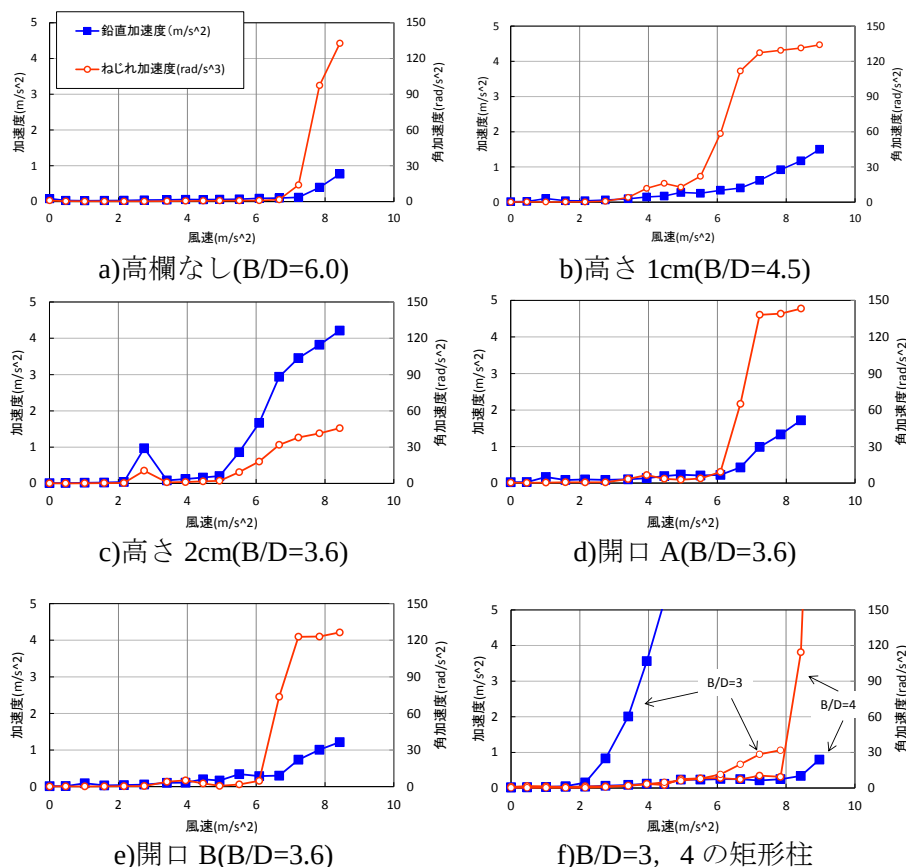


図7 たわみ、ねじれの V-A 図

え、たわみとねじれの2自由度とした(図4)。模型位置は、風洞ノズル口から中心位置が50cm、高さが20cmとなるように設置した。迎角は 0° とした。

気流は乱れ強さ1%以下の一様流で、風速11.0m/sまで20段階で変化させ、それぞれ1kHzで20秒間測定した。

3. 2分力試験の実験結果 抗力係数、揚力係数、変動抗力係数、変動揚力係数を図5に示す。代表面積を高さ1cmの見付面積で揃えているため、空気力の大小を示している。抗力係数はおおよそ見付面積に比例している。開口を設けた場合、迎角が正の場合に低減するが、負の場合にはほぼ同じか増加した。変動抗力、変動揚力については、[高欄なし]の場合、迎角 $\pm 6^\circ$ で大きくなった。高欄を付加すると変動空気力は増加するが、開口部を設けることで低減し、後流渦が乱され周期的な空気力が小さくなったと考えられる。揚力係数は迎角に関わらず[高欄無し]を除いて全体的に揚力係数は正の値となっている。また[高さ2cm]において迎角 0° 付近の揚力勾配が負となっておりギャロッピングの発生可能性があるが、開口を設けることで低減している。図6に開口部にメッシュを付けた場合の結果を示す。メッシュをつけるこ

とで揚力勾配が負となる傾向が強まっている。一方、変動揚力係数は低減している。グラフは示していないが、[開口A]においてメッシュによって抗力はわずかにあるが小さくなった。また、傾斜をつけた高欄では大きな変化は見られなかった。

4. ばね支持試験結果 無風時の自由振動試験の結果、たわみとねじれの固有振動数はそれぞれ $f = 2.78\text{Hz}$, 5.0Hz で、対数減衰率は $\delta = 0.026$, 0.028 であった。図7に風速に対するたわみとねじれの応答(V-A図)を示す。いずれもねじれ振動が卓越する結果となった。ねじれ振動の発現風速は、[高さ1cm]において約風速6m/sと最も低くなった。また風速4.5m/s付近でねじれの渦励振と

思われる振動が発生している。揚力勾配が負であった[高さ2cm]ではたわみ振動が他のケースよりも大きく、また風速2.5m/s付近で渦励振と思われる振動が発生している。開口を設けた場合、たわみ振動が抑制される一方、ねじれ振動は増大している。関連して $B/D=3$ と4の矩形柱についても実験を行った。 B/D が大きくなるとねじれが卓越するなどの傾向は一致している。

5. まとめ 壁高欄が付加されることで抗力が増加するだけでなく揚力勾配も負となる傾向が見られた。開口部を設けることで抗力が低減され、揚力勾配も負から正の方向へと変化した。開口部にメッシュをつけた場合には揚力勾配の負の値は大きくなるが、変動揚力係数が低減した。ばね支持試験では揚力勾配に対応した結果が得られ、また開口部を設けるとたわみ振動は抑制されるが、ねじれ振動が大きくなる傾向がみられた。今後、スクリーン数などの影響も検討していく予定である。

参考文献 1) 松本勝, 宮内秀敏, 白土博通, 八木知己, 阿南景子: 少数主桁橋の耐風性に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol. 50A, pp. 595-603, 2004