

立命館大学大学院 学生員 ○松谷 裕治

立命館大学理工学部 正会員 小林 紘士

片山ストラテック(株) 正会員 奥村 学

1. はじめに

長大橋梁の耐風性の検討では、自然風の乱れに起因したガスト応答も重要な照査項目のひとつである。ガスト応答解析では、解析のパラメータのひとつとして空力アドミッタンスが用いられる。一般的に翼型断面に作用する揚力は理論的に取り扱える可能性があるが、実橋のような複雑の影響が大きい断面では翼理論と異なることが指摘されている¹⁾。

そこで本研究は基礎研究として、橋梁基本断面として六角形断面および矩形断面を取り上げ、2次元変動風および鉛直成分変動風を用いて模型表面に作用する圧力の多点同時測定を行い、接近流の気流特性、断面形状および断面辺長比が非定常揚力に及ぼす影響について調査する。

2. 実験方法

(1) 変動風の発生

風洞実験は、立命館大学所有の幅 0.7m×高さ 1.0mのエッフェル型風洞を利用し、風洞吹き出し口に変動風発生装置を設置した。2次元変動風は主流および鉛直方向成分、鉛直成分変動風は鉛直方向成分について Kármán 型パワースペクトルに近似するようにする。ただし、変動風発生装置の機械的制約上、平板列の制御は 5Hz、翼列の制御は 10Hz までとする。角柱に翼列から 0.7m 下流に剛支持して変動風を作用させる。熱線流速計を用いて角柱が無い状態で、角柱中心位置で気流を測定する。測定時間は 81.92 秒間とし、200Hz のサンプリング周波数で AD 変換する。

図1に生成された2次元変動風の変動風速パワースペクトルを示す。2次元変動風および鉛直成分変動風ともに、変動風発生装置で制御を行っている主流方向成分は約5Hz、鉛直成分は約10Hzの周波数領域でKármán型パワースペクトル(目標値)と良好な一致を示した。変動風の気流特性値を表1に示す。

(2) 角柱

対象とする角柱は、図 2 に示すような幅 $B=0.27\text{m}$ 、高さ $D=0.0338\text{m}$ の六角形断面（辺長比： $B/D=8$ ）、幅 $B=0.27\text{m}$ 、高さがそれぞれ $D=0.030$ 、 0.054m の 2 種類の矩形断面（ $B/D=9.5$ ）である。角柱表面には、圧力を測定するための $2\text{mm}\phi$ の圧力孔を設けている。圧力孔は、1 断面につき上下面それぞれ 15 点の合計 30 点を等間隔に配列している。圧力は、圧力孔から内径 $2\text{mm}\phi$ 、長さ 0.7m のシリコンチューブを介して差圧型トランスデューサに導いて、60 点を同時測定する。圧力の測定時間は 81.92 秒間とし、 200Hz のサンプリング周波数で AD 変換する。

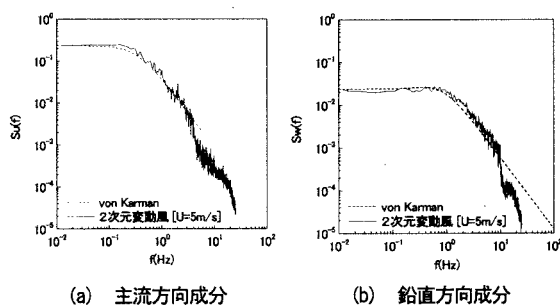


図1 2次元変動風の変動風速パワースペクトル

表 1 氣流特性値

	U(m/s)	I _u (%)	I _w (%)	L _u (m)	L _w (m)
2次元変動風	5.0	8.5	5.1	1.74	0.49
W成分変動風	5.0	1.8	4.8	0.33	0.51

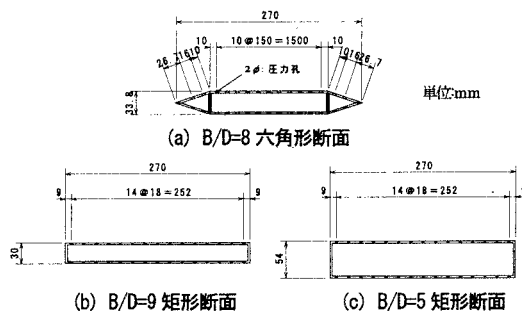


图2 模型断面图

3. 圧力測定結果および考察

(1) 変動風速と変動圧力の相互相関係数

図3に変動風速と変動圧力の相互相関係数を示す。角柱に作用する気流の乱れ特性が角柱のどの位置に影響を与えているのかを相互相関係数によって検討した。六角形断面は、特に前縁部付近の相関が高く、角柱後縁部側になると相関は低くなる。矩形断面は、角柱前縁部で六角形断面に比べると相関は低くなる。これは剥離流の発達過程であり、気流の鉛直方向成分の影響よりも剥離した流れによる影響の方が大きいからであると考えられる。辺長比が小さくなると相関が高くなる位置は、角柱後縁部側に移る。気流による影響を見てみると、相互相関係数の大きさは、2次元変動風と比べて鉛直成分変動風の場合において全体的に大きくなる。これは、各圧力孔における圧力変動が鉛直成分変動風では鉛直方向の乱れの影響を大きく受けているのに対し、2次元変動風では鉛直方向の乱れに加えて、主流方向の乱れの影響も若干受けているからであると考えられる。断面形状や気流の乱れ特性によって、気流の影響を最も受ける位置は変わることが確認された。

(2) 揚力の空力アドミッタンス

図4に揚力の空力アドミッタンスを示す。図中には、Sears関数の絶対値の2乗に対する近似式を併記している。六角形断面は、低周波数領域で若干小さい値を示すがSears関数と比較的よい一致を示している。B/D=9矩形断面において、高周波数領域でSears関数に比べて大きくなる傾向を示した。それに対し辺長比の小さいB/D=5矩形断面では、Sears関数とは大きく異なる挙動を示した。

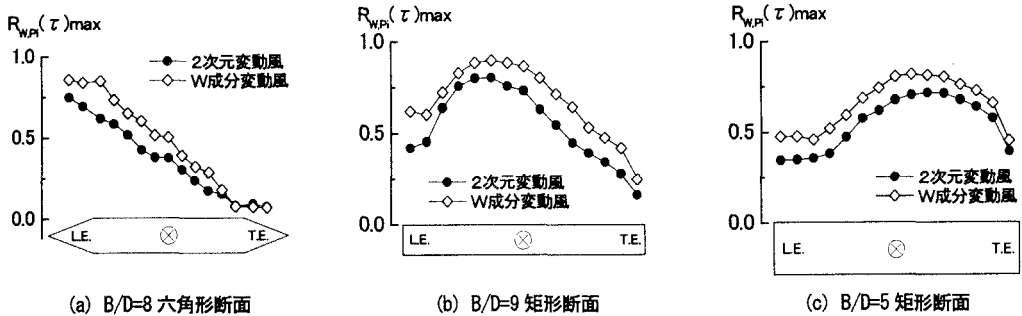


図3 変動風速と変動圧力の相互相関係数

※ ⊗ は、変動風速の参照位置である。

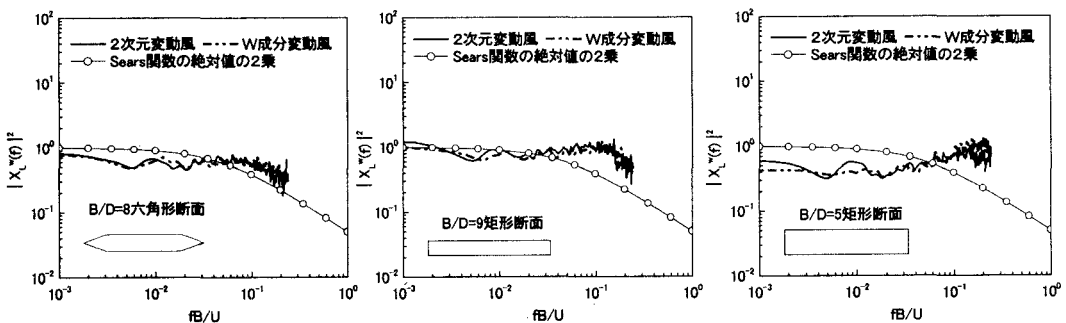


図4 非定常揚力の空力アドミッタンス

4. 結論

六角形断面の揚力の空力アドミッタンスは、矩形断面に比べて理論式であるSears関数と比較的よい一致を示した。これはフェアリングの存在によって翼型断面と比較的近いものになり、角柱周りの流れが剥離の影響の小さい模型表面に付着した流れになった為である。辺長比の小さいい断面の空力アドミッタンスがSears関数と異なる挙動を示す要因は、気流の空間分布の影響などが考えられる。

【謝辞】 本研究を遂行するにあたり御協力頂いた立命館大学理工学部4回生の吉野賢治氏に謝意を表します。

【参考文献】 1) 奥村, 小林, 畑中: 橋梁基本断面の空力応答関数に関する実験的研究, 平成12年度構造工学論文集, vol.46A, pp1029-1036, 2000.