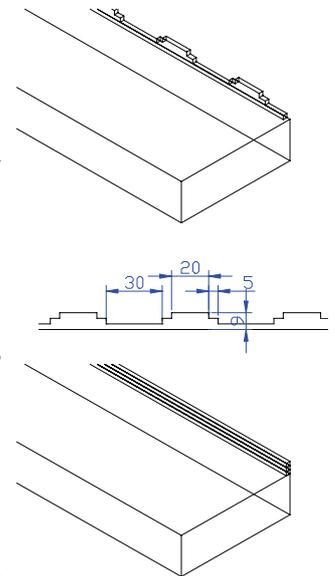


付加物を設置した矩形断面柱に作用する空気力特性の迎角による変化

関東学院大学 正会員 ○中藤 誠二

1. 目的 橋梁の耐風対策として、橋軸方向に断続的にフラップを取り付けるなどの対策が行われている例があるが、このように橋軸方向に断面形状が変化する場合の空気力特性については、断面形状の変化する場合の特性に比べて詳細に調べられていない。そのような背景から、これまで矩形断面を対象として、壁高欄を模擬した付加物を取り付け、空気力および風圧特性の変化を調べてきた^{1),2)}。その結果、周期的再付着断面である辺長比3の矩形柱を対象とした空気力は、矩形断面高さの0.2倍以上の一樣高欄を取り付けた場合や、断面が軸方向に変化する高欄を取り付けた場合に、変動揚力係数が減少することが分かった。そこで、本研究では辺長比3の矩形柱を対象に、迎角をつけた場合の空気力および風圧の変化を調べることを目的に風洞実験を行った。

2. 実験方法 模型は $B/D=3$ (高さ $D=30\text{mm}$, 幅 $B=90\text{mm}$) の矩形断面柱である (図1)。空気力は2分力計 (日章電機製, LMC-2507-100N) を2台用いて、模型全体に作用する抗力, 揚力の測定を行った。風圧は模型表面に圧力孔 (直径 2mm) を設け、模型埋め込み型の圧力センサーを取り付けた測定した。圧力点の位置は流れ方向に模型上面の下流端から 10mm のところに、スパン方向に中心とそれから 50mm , 100mm はなれた合計3点, および上面の中心に設置した。である。付加物として、高欄もしくは防風壁を想定して、矩形断面の風上側端部に設置した。軸方向に断面変化する高欄は、高さが $h=3\sim 9\text{mm}$ の変化するもので、断面形状が一樣なもののは高さが 6mm である。高欄の厚さはいずれも 3mm である。迎角は頭上げを正として、 $3^\circ, 0^\circ, -3^\circ$ のケースで測定した。



風洞は吹き出し型で測定断面は $80\text{cm}\times 80\text{cm}$ である³⁾。本報告では主に $U=7.3\text{m/s}$ (高さ D を代表長さとしたレイノルズ数は 1.4×10^4) のときの結果を示す。空気力, 圧力ともに 1kHz で 20 秒間, 同時に測定した。

3. 実験結果 揚力係数の1秒間の時系列を図2に示す。高欄無しの場合、周期性の高い変動が見られる。迎角 -3° において、振幅が一定ではなく、うなりのような波形が見られた。断面変化高欄, 一樣高欄では揚力変動は迎角に関わらず抑えられており、顕著な周期性も見られない。また高欄形状による違いも明確で

図1 実験模型 (上: 断面変化高欄, 下: 一樣高欄)

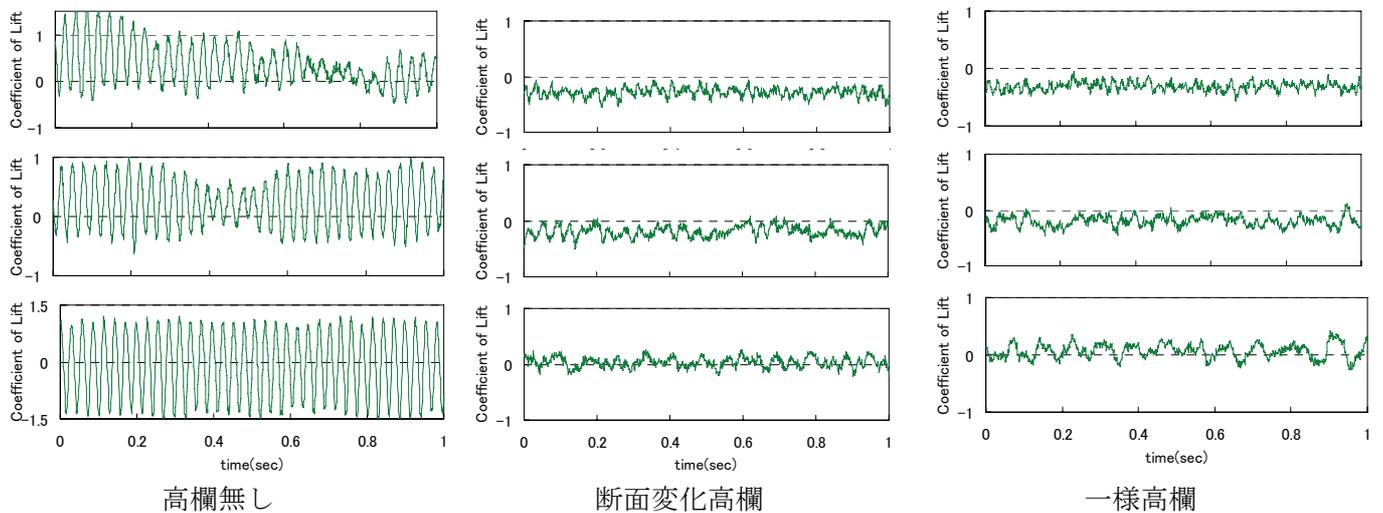


図2 揚力係数 (上から迎角 $3^\circ, 0^\circ, -3^\circ$)

キーワード 矩形柱, 軸方向断面変化, 揚力, 風圧力, ストローハル数
 連絡先 〒236-8501 横浜市金沢区六浦東 1-50-1 関東学院大学工学部社会環境システム学科 TEL 045-786-7752

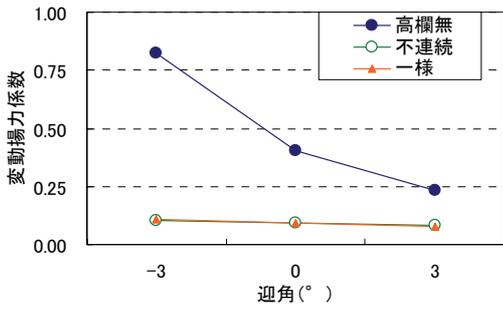


図3 変動揚力係数

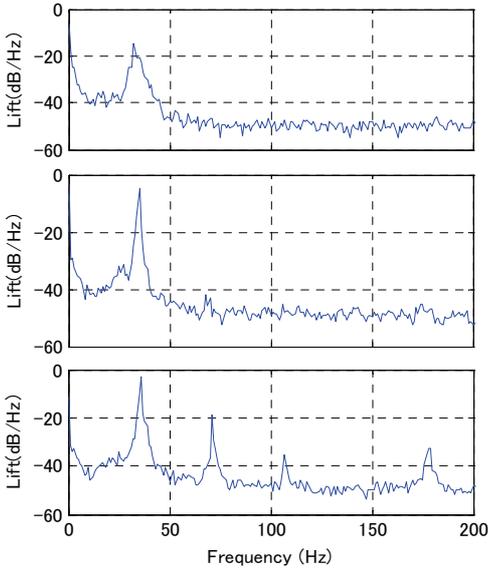


図4 パワースペクトル, 高欄無し (上から迎角 3°, 0°, -3°)

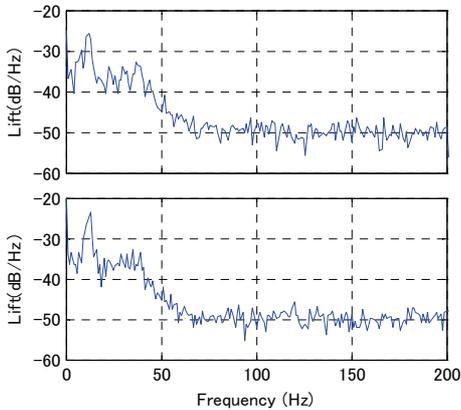


図5 パワースペクトル, -3° (上: 断面変化高欄, 下: 一様高欄)

はない. 図 3 に変動揚力係数の迎角による変化を示す. 高欄有りの場合は一様, 不連続に関わらずに小さい値で 0.08 ~ 0.11 程度である. 一方, 高欄なしの場合では, 本来上下対称であるはずのものが, 迎角 3° において変動揚力係数の値が小さくなった. 高欄無しの場合のパワースペクトルの結果を図 4 に示す. 幅 B を代表長さとした St 数は迎角 3°, 0°, -3° のとき, それぞれ 0.39, 0.43, 0.44 である. また, 3° の場合, ピークが他と比べて広帯域のものとなっている. 迎角が 0° から大きくなることは辺長比 B/D が小さくなることに対応するため, 周期的再付着断面から完全剥離断面に遷移する不安定な流れ場となって, St 数が小さくなっていることが考えられる. 一方, -3° のときには, ピーク周波数は 0° の場合とほぼ同じで, さらに高周波数側に整数倍のピークが顕著にみられる. 本実験条件において, -3° のときに周期的再付着流れの強い流れ場が形成されていると考えられるが, 今後, 迎角をより細かく変化させて測定を行い, 対称性について詳細に調べる必要がある. なお, 圧力のパワースペクトルも空気力と同様のものであった.

図 5 に, 高欄無しにおいて強いピークが見られた -3° のときの断面変化高欄, 一様高欄の揚力のパワースペクトルを示す. ピークが低周波側に移動しており, St 数はそれぞれ 0.15, 0.16 で完全剥離型の特性を示している. 圧力についても同様のスペクトルが得られた.

図 6 に高欄無し, 3° の場合の, 揚力と圧力 (模型上面下流端から 10mm の位置で, スパン方向に中心の点) とのルートコヒーレンスとコ・コヒーレンスを示す. ルートコヒーレンスではピーク周波数においてほぼ 1 に近い高い相関が見られるのに対して, コ・コヒーレンスでは負の相関が現れている. 一方, -3° の場合にはコ・コヒーレンスでも 0.8 程度の高い相関が見られた.

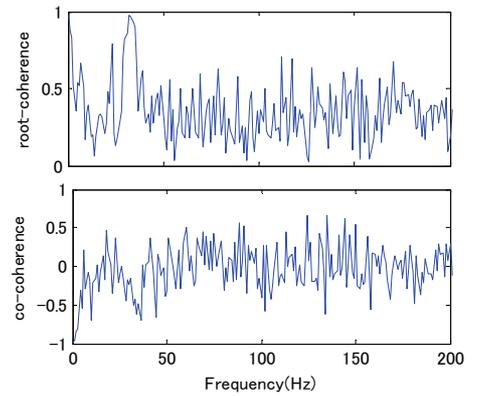


図6 揚力と圧力のコヒーレンス 高欄なし 3°

4. まとめ 付加物を設置した矩形断面柱に作用する空気力特性の迎角による変化について, 風洞実験を行った. 本実験においては, 軸方向に断面変化することによる特徴は現れず, 完全剥離型から周期的再付着へと遷移する 2 次元的な断面形状よる特性の変化が強く現れた結果となった. 今後, 辺長比のより大きいケースにおいて軸方向の断面変化が及ぼす影響について調べていく予定である.

参考文献

- 1) 中藤誠二: 軸方向に断面変化する柱状構造に作用する風圧力の空間相関特性の評価, pp. 269-274, 第 21 回風工学シンポジウム論文集, 2010
- 2) 中藤誠二: 軸方向に断面変化する付加物による矩形断面柱に作用する空気力への影響, 日本風工学会年次研究発表会, 2011
- 3) 吉田, 中藤: 小型風洞を用いた弾性支持模型試験による空力不安定振動に関する検討, 第 62 回年次学術講演会, 2007