

2次元正弦波変動風中における角柱の非定常圧力特性

立命館大学大学院 学生員 ○井原 貴浩
 立命館大学理工学部（研究当時） 田中 大介
 片山ストラテック㈱ 正会員 奥村 学
 立命館大学理工学部 正会員 小林 紘士

1. はじめに

橋梁のガスト応答に関する基礎的な研究として、乱流中の長方形角柱表面の非定常圧力特性について研究している¹⁾。本研究では、気流の鉛直成分が正弦的に変動する2次元変動風を長方形角柱に作用させたときの角柱表面の非定常圧力特性について実験的に調査する。

2. 実験概要

模型実験に使用する長方形角柱は、断面が図1に示すような辺長比が $B/D=5$ の長方形断面である。模型長さは680mmであり、その中央部に図1に示す位置に直径1mmの圧力孔を設けて非定常圧力測定を実施した。模型は長辺が気流と平行になるよう固定して、平均風速が約5m/sの気流を作用させる。2次元正弦波変動風は、ガストゼネレーターを用いて主流直角方向鉛直方向の変動風成分(W成分)を生成する。なお、気流時系列には再現性があることを確認している。

角柱模型が無い状態で測定された正弦波の変動周波数が $f=1\text{Hz}$ の気流時系列を図2に示す。Uは主流方向成分流速である。流速の測定点は角柱断面の中央位置である。

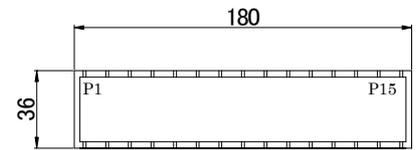
3. 実験結果および考察

(1) 圧力分布特性

平均圧力係数および変動圧力係数の分布特性を図3に示す。気流は左から右に流れている。変動圧力係数は中央部で大きくなっている。これは風速のW成分に不規則変動(カルマンスペクトル, 気流傾斜角に換算すると $\sigma_\alpha=6.1\text{deg}$)を作用させたときの傾向と同様である。準一様流(W成分の変動をゼロとしたとき)の場合、中央部から後縁側になるほど変動圧力係数が増大しており、変動風を作用させた場合と逆の傾向である。

(2) 非定常圧力時系列

変動周波数が $f=1\text{Hz}$ および $f=6\text{Hz}$ の正弦波変動風を作用させたときの表面圧力の測定結果を図4に示す。P1からP15はそれぞれ上流側からの圧力孔番号である。前縁付近と後縁付近の圧力に比べて、中央部(P7,P8)の圧力変動が大きくなっており、ガスト空気力への寄与が大きいものと考えられる。



B/D=5
 図1 模型断面図

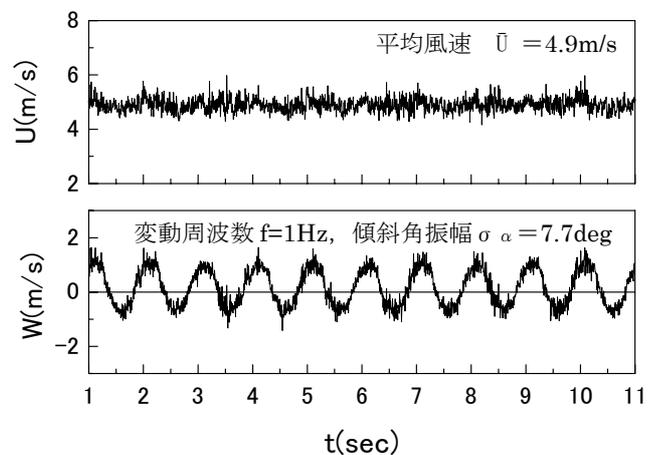
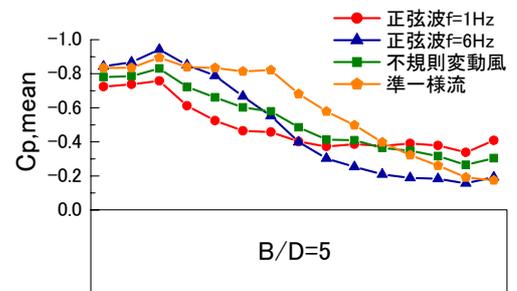
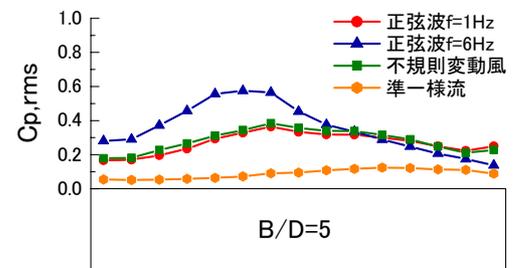


図2 正弦波変動風の気流時系列



(a) 平均圧力係数

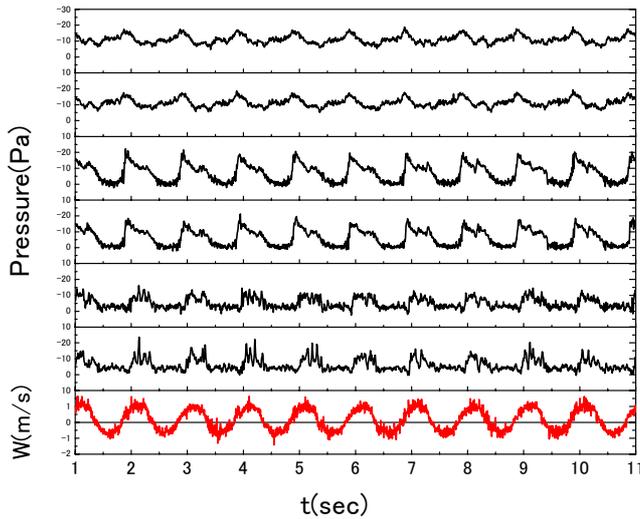


(b) 変動圧力係数

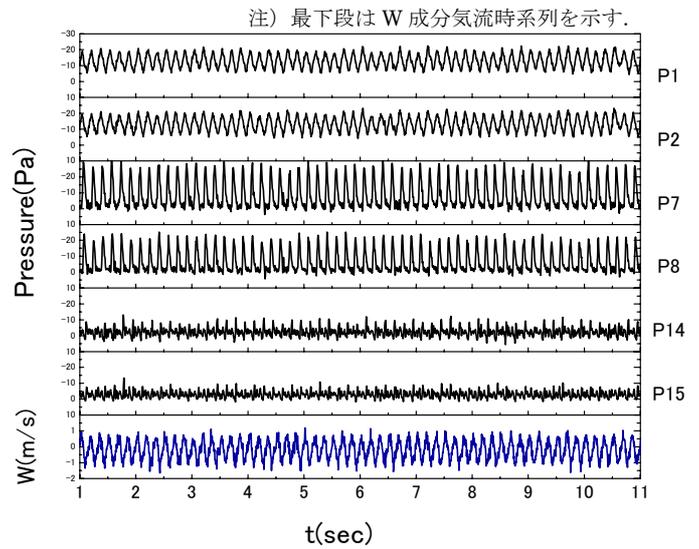
図3 角柱表面の圧力分布特性

キーワード ガスト空気力, 正弦波変動風, 非定常圧力, 長方形角柱

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東1丁目1番1号 立命館大学理工学部 TEL 077-566-1111



(a) 正弦波変動風 $f=1\text{Hz}$



(b) 正弦波変動風 $f=6\text{Hz}$

図4 角柱表面の圧力時系列

正弦波変動風 $f=1\text{Hz}$ の P7, P8 圧力時系列に着目すると、接近流が上向き時に負圧が過渡的に大きくなっている。これは気流傾斜角の変化に伴う剥離バブルの規模の変動によるものと推察される。

また、後縁付近の圧力波形には負圧が大きくなる領域が狭まっている様子が認められ、剥離流れの再付着によるものと思われる。なお、正弦波変動風 $f=6\text{Hz}$ では、後縁付近の圧力波形には周期成分が認められなくなっている。図5に変動風 W 成分と P7 圧力のスペクトル特性を示す。気流スペクトルにはほとんど認められない高周波数成分が、圧力スペクトルには高周波成分が認められる。

(3) 空気力のスペクトル

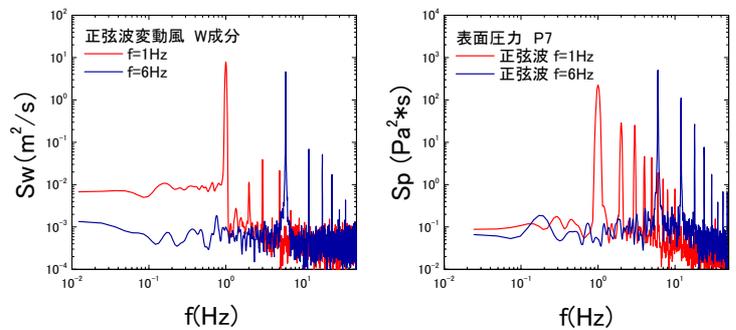
上面と下面の圧力を積分して揚力と空力モーメントを算出し、それらのパワースペクトルを図6に示す。空気力には、圧力測定で見られたような高周波成分はほとんど無くなっており、気流スペクトルとほぼ同様な分布特性を示している。

4. まとめ

ここで得られた圧力特性は、気流 W 成分の変動に伴う剥離バブルの規模の変動とそれの流下によるものと推察される。今後、さらに多くの資料を用いて検討する必要がある。

参考文献

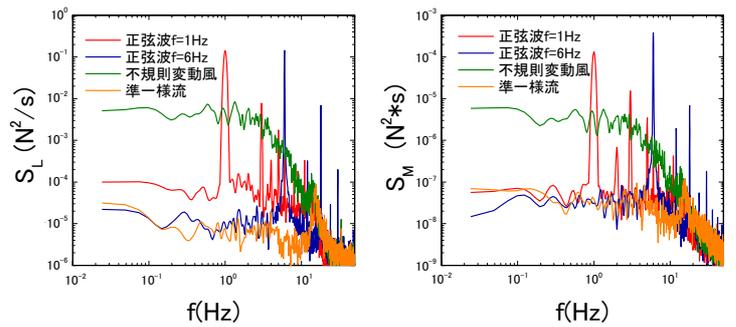
1) 奥村学, 松谷裕治, 松田祥伍, 小林紘士「乱流中の角柱表面の非定常圧力特性に関する実験的研究」, 第17回風工学シンポジウム(2002), p.249-254



(a) 気流スペクトル

(b) 表面圧力スペクトル

図5 気流および圧力スペクトル特性



(a) 揚力スペクトル

(b) 空力モーメントスペクトル

図6 ガスト空気力スペクトル特性