

2次元正弦波変動風中の角柱の表面圧力および揚力特性

立命館大学大学院

学生員 ○井原 貴浩

片山ストラテック(株)

正会員 奥村 学

立命館大学理工学部

正会員 小林 紘士

1. まえがき

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角柱表面の非定常圧力特性について研究してきている¹⁾。ここでは、角柱に正弦的に変動する気流を作用させたときの角柱表面の非定常圧力特性および揚力特性について実験的に調査した結果を示す。

2. 実験概要

本実験では、矩形断面($B/D=5$)および六角形断面($B/D=8$)を対象とした。使用した模型断面図を図1に示す。模型のスパン中央部に上下面各15点ずつ計30点の圧力孔を設け、圧力の多点同時測定を行った。また、熱線流速計を模型上面の前縁または先端から高さ約110mmの位置に設置し、圧力と気流の同時測定を行った。模型は長辺が気流と平行になるよう水平に支持し、ガストゼネレーターを用いて主流直角鉛直方向の変動成分(W成分)が正弦的に変動する気流を生成し作用させた。なお、変動風の主流方向成分(U成分)の平均流速は5m/sとした。

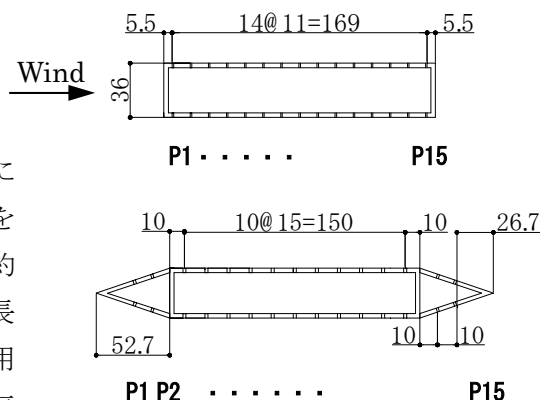


図1 模型断面図

3. 実験結果と考察

(1) 変動圧力係数

上面での変動圧力係数のコード方向の分布を図2に示す。なお、図に示したものは振動数による気流変動振幅のばらつきを考慮して変動圧力係数をW成分の乱れ強度 $I_w(=\sigma_w/\bar{U})$ で除している。矩形断面($B/D=5$)では変動圧力係数は全振動数において中央部で大きくなっている。これは気流傾斜角変動が再付着点の移動を促進させ、その移動域が模型中央部にまでおよぶためであると考えられる。また振動数別に比較すると、振動数が大きくなるに従い前縁から中央部にかけて値が大きくなっていることがわかる。一方、六角形断面($B/D=8$)では前縁部で変動圧力係数が大きくなり、振動数が大きくなるに従いその値は小さくなっていることがわかる。矩形断面と六角形断面では振動数による圧力変動の傾向が異なり、両者とも振動数が圧力変動に大きく影響を及ぼすと考えられるが、この原因については現在検討中である。

(2) 動的揚力曲線

気流傾斜角 $\tan^{-1}(W/U)$ に対する動的揚力曲線を図3に示す。上段は長周期(0.1Hz)の動的揚力曲線であるが、静的揚力曲線とほぼ一致している。しかしながら、中段・下段に示す振動数が大きい2Hz、6Hzの場合

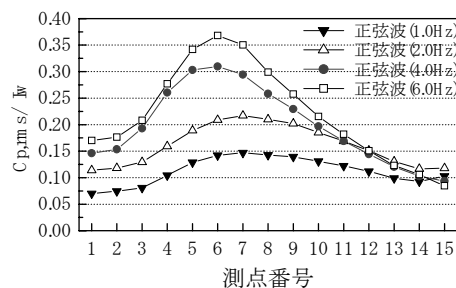
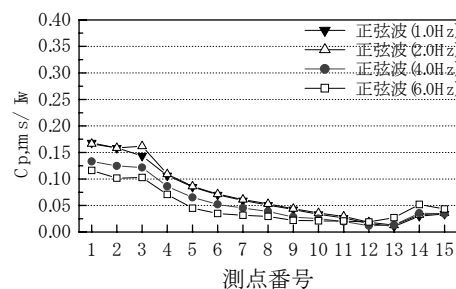
矩形断面 ($B/D=5$)六角形断面 ($B/D=8$)

図2 変動圧力特性

キーワード ガスト応答, 非定常圧力, 揚力曲線, 空力アドミッタンス

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 TEL 077-566-1111

はヒステリシスループを描いている。これは気流傾斜角と揚力の位相差によるものである。また矩形断面においては2 Hzの場合、静的揚力係数が低下を迎える $\alpha \geq 5^\circ$, $\alpha \leq -5^\circ$ 付近においても動的空気力係数はかなり大きな値をとっている。

(3) 揚力の空力アドミッタンス

正弦波変動風（傾斜角 $\sigma_\alpha = 7.3^\circ$ 程度）、および不規則変動風（カルマンスペクトル、傾斜角 $\sigma_\alpha = 5.0^\circ$ 程度）中における揚力の空力アドミッタンスを図4に示す。なお図中の近似 Sears 関数とは Sears 関数の絶対値の2乗を近似したものである。矩形断面、六角形断面ともに正弦波変動風、不規則変動風中では同様の分布形状を示しているが、矩形断面では正弦波変動風中の値が不規則変動風中のものよりも小さくなっている。これは不規則変動風よりも正弦波変動風の変動振幅が大きいことから静的空気力の非線形性の影響が出たためであると考えられる²⁾。また、矩形断面は無次元振動数が大きくなるに従い空力アドミッタンスは大きくなり、六角形断面ではそれと逆の傾向を示すが、これは圧力変動の傾向と同様である。

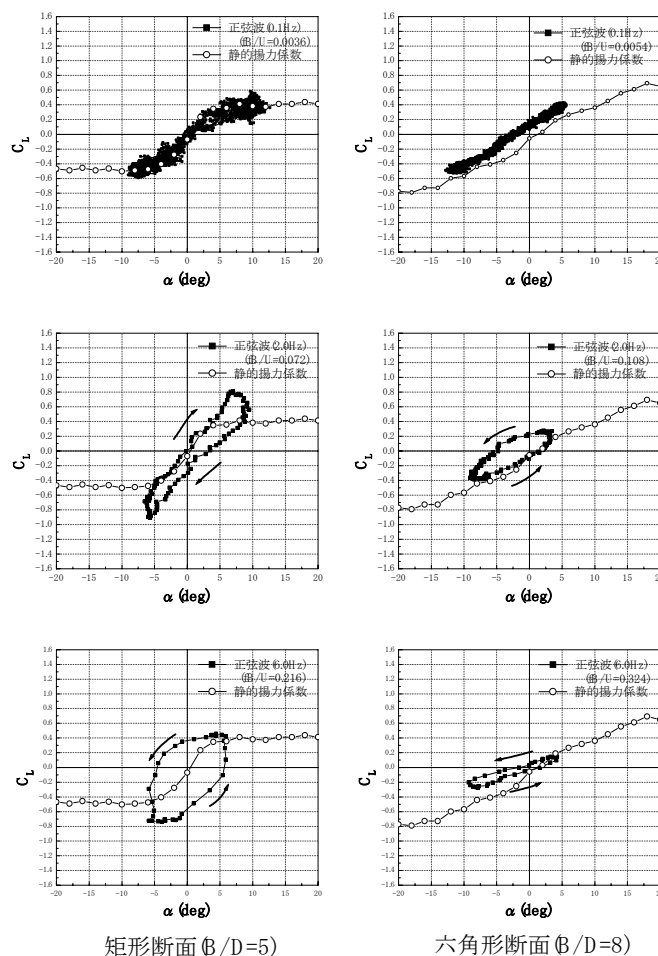


図3 動的揚力曲線

4. あとがき

矩形断面と六角形断面では圧力、揚力特性が大きく異なる結果が得られた。また低無次元振動数域と高無次元振動数域では揚力曲線は異なることが確認された。これらの違いは、矩形断面と六角形断面では断面周りの流れの特性が大きく異なること、および高無次元振動数域では準定常の仮定は成立しないことを裏付けている。さらに多くの資料を用いてこれらの詳細について検討したい。

謝辞 本研究を行うにあたって御協力頂いた当時立命館大学理工学部4回生であった中尾吉希氏に感謝の意を表します。

【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)、2002.12、p.249-254
- 2) 奥村学、小林紘士、畑中章秀、「橋梁基本断面の空力応答関数に関する実験的研究」、構造工学論文集 vol.46A (2000年3月)、p1029-1036

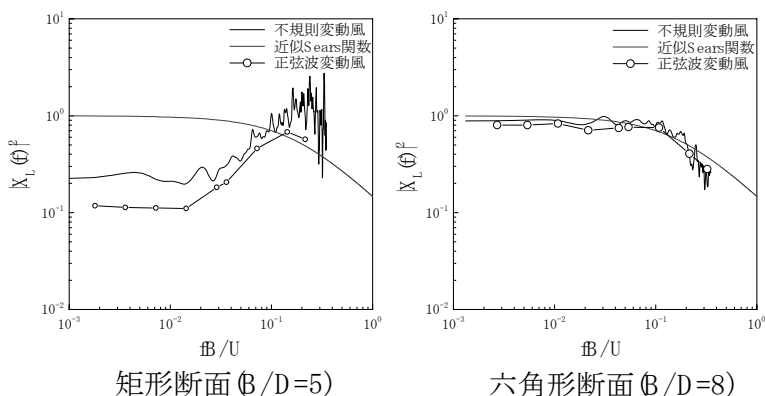


図4 揚力の空力アドミッタンス