

I - B36

前縁隅角部に曲率を有する断面の非定常表面圧力特性

九州工業大学大学院 学生会員 河村進一
九州工業大学工学部 正会員 久保喜延
九州工業大学工学部 正会員 山口栄輝
橋梁コンサルタント 高本博昭

1. はじめに

これまでの研究により、正方形角柱の前縁隅角部の曲率を大きくすることによって、正方形角柱のギャロッピングが抑えられることがわかっている。¹⁾ また、前縁隅角部の曲率半径を変化させて角柱表面の圧力測定を行い、表面圧力特性が $R/B=0.2$ と 0.3 の間で大きく変化することを示した。²⁾ ここでは応答測定と非定常圧力測定の結果を比較し、前縁隅角部の曲率の影響について考察を行う。

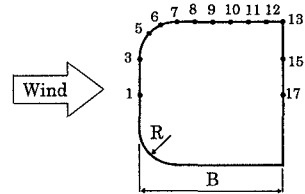


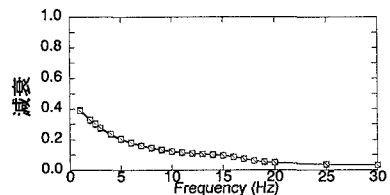
図-1 模型断面図

2. 実験概要

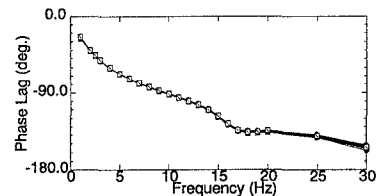
供試模型の基本形状は辺長 $B=100\text{mm}$ の正方形角柱で、前縁隅角部の曲率半径を $R=0, 5, 10, 20, 30, 40, 50\text{mm}$ （無次元曲率半径 $R/B=0\sim0.5$ ）の7段階に変更可能であり、模型表面上には圧力測定孔が配置されている（図-1）。それぞれの圧力測定孔は導圧チューブ、電磁弁によって制御される切替え装置を介して、リラクタンス型差圧センサ（司測研 P7D $\times$ 10 台）に接続されており、最大 10 点の同時測定が可能である。測定されたデータはパソコン上の A/D 変換ボードによって A/D 変換し、サンプリング周波数 100Hz の時系列データとして保存した。実験はギャロッピングの特性を調べるために、模型を風向直角方向に強制加振させて、風速 $V=1.25\sim15.0\text{m/s}$ ($Re=8.5\times10^3\sim1.0\times10^5$) にて表面圧力の測定を行った。なお、加振振動数は $f=5.0\text{Hz}$ 、無次元倍振幅は $2A/B=0.1$ とした。また、導圧チューブによって生じる圧力波形の振幅の減衰および位相遅れは、入力波の振幅には依存しないものの、周波数により図-2 のように変化することが分かったので、圧力の変動分と位相差に対し加振振動数に応じて補正を行なった。

3. 実験結果および考察

図-3 に示すように、スクルートン数 $Sc=2$ における応答実験¹⁾では、 $R/B\leq0.2$ でギャロッピングが発生し、 $R/B\geq0.3$ ではギャロッピングは発生せず、 $2A/B=0.1$ 程度の渦励振のみが発生している。



(a)減衰



(b)位相遅れ

図-2 導圧チューブの周波数特性

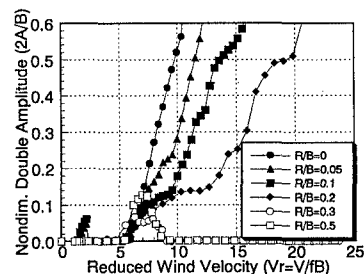
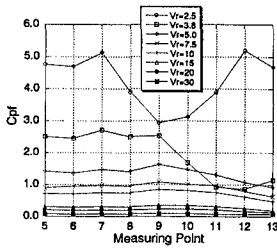


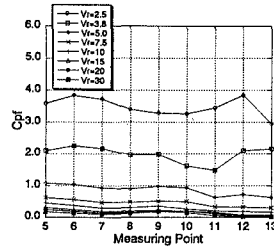
図-3 応答測定結果¹⁾

キーワード：正方形角柱，隅角部形状，非定常表面圧力，ギャロッピング，渦励振

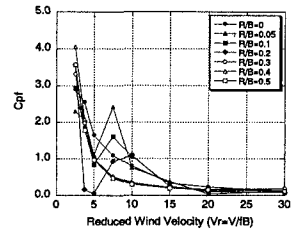
〒804 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 TEL 093-884-3109 FAX 093-884-3100



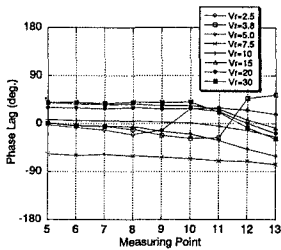
(a) 変動圧力係数



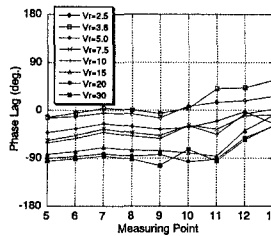
(a) 変動圧力係数



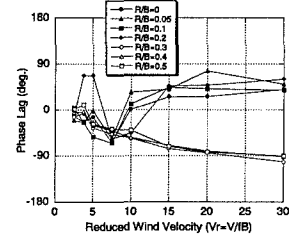
(a) 変動圧力係数



(b) 位相差



(b) 位相差



(b) 位相差

図-3 非定常圧力特性(R/B=0)

図-4 非定常圧力特性(R/B=0.3)

図-5 非定常圧力特性(測点 9)

正方形角柱である $R/B=0$ と $R/B=0.3$ の圧力変動の強制加振振動数成分である C_{pf} および変位に対する圧力の位相差の角柱側面における分布を図-3, 図-4 に示す。 $R/B=0$ では換算風速 $V_r=2.5$ で C_{pf} が測点 7 と 12 の 2 点で極大となり、測点 9 で極小値をとる。また、測点 9 より上流では平坦な分布を示す位相差が測点 9 と 10 の間で負から正に変わり、測点 9 付近で再付着していることを示している。 $V_r=3.8$ では測点 12 で C_{pf} が極小となり、位相差も測点 11 と 12 の間で符号が変わり、 V_r の上昇とともに再付着点が下流側へ移動していることが分かる。さらに V_r を上げると、位相差の符号は側面全域において負となり、 $V_r=7.5$ で位相の遅れが最大になるが、 $V_r \geq 10$ では位相差が正になっている。 $R/B \leq 0.2$ では、このように位相差が換算風速によって負から正に変化するが、 $R/B \geq 0.3$ では換算風速の上昇に伴って単調に減少し、 -90° に漸近して行く。

換算風速の違いによる変化をより明確に示すために、図-5 に角柱側面中央にあたる測点 9 の C_{pf} と位相差を示す。 $R/B \geq 0.3$ では C_{pf} 、位相差ともに単調に減少し、位相差が -90° に漸近する。 $R/B=0$ も C_{pf} は V_r の上昇とともに減少しているが、 $0.05 \leq R/B \leq 0.2$ では渦励振域である $V_r=7.5$ 付近でピークをとり、その後減少するような傾向にある。また、 $R/B \geq 0.2$ では位相差が低換算風速域では負であり、 $V_r=7.5$ で極小値をとり、それ以上の V_r では正になることによって、ギャロッピングが発生することを示している。

4. まとめ

非定常圧力測定と応答測定の結果を比較し、高換算風速域では前縁隅角部の曲率半径によって位相差が変化することによって、応答特性に変化が現れることが確認された。しかしながら、この非定常圧力測定結果からだけでは、渦励振域での応答特性を説明することはできなかった。このあたりの議論をするためにはより詳細な検討を行う必要があると考えられる。

参考文献 1)久保, 山口, 河村, 藤, 林田: 円形隅角部を有する正方形角柱の空力特性, 第 14 回風工学シンポジウム論文集, pp.281-286, 1996. 2)河村, 久保, 高本, 山口: 正方形角柱の表面圧力特性に及ぼす隅角部形状の影響, 日本風工学会誌, No.71, 1997(投稿中).