

J-56

単一角柱の流力振動における 3 次元渦構造について

Three-Dimensional Structures of Vortices for Flow-Induced Vibration of a Single Square Cylinder

○横山侑弥¹，近藤典夫²Yuya Yokoyama¹，Norio Kondo²

Abstract: We present the numerical results for flow-induced vibration of a single square cylinder, which is mounted with a damper-spring system, at the Reynolds number 20,000. The square cylinder is located in a smooth flow. The Navie-Stokes equations are used for computations of fluid flow and the vibration displacements are solved for equations of motion of the square cylinder.

1. はじめに

流体力によって構造物は振動することがよく知られている。その中で角柱構造物はクロス・フロー方向の振動が大きくなる。

ギャロッピングとは、クロス・フロー方向に大きく揺れる自励振動の事を言うが、ギャロッピング振動を解明したのはデン・ハルトークである。解析において、準定常の仮定が成り立つのは、風速 U が高く物体の固有振動数が小さい換算風速域で、換算風速が $Ur > 60$ 程度であると言われている。物体の固有振動数の高い低換算風速域では、準定常理論に一致しにくくなる。

このようなことを踏まえ、本論文では、単一角柱のギャロッピング振動についてを解明する。ギャロッピング振動は角柱の質量、剛性及び振動定数によって異なるため、その相違点を解明する。特に、レイノルズ数が高くなるとスパン方向の変化が複雑になるので、それについても報告する。

2. モデルの条件

バネとダンパーで支持されたモデルを使用する。モデルの条件は下記のようにする。

レイノルズ数 $Re = 2.0 \times 10^4$

質量比 $\chi = 12.0$

減衰常数 $h = 0.00663$

スクルートン数 $Sc = 0.9998$

換算速度 $Ur = 5.0, 8.0$

3. 数値結果

本論文で使用する流体の式は、連続方程式とナビエ・ストークス方程式を用いる。

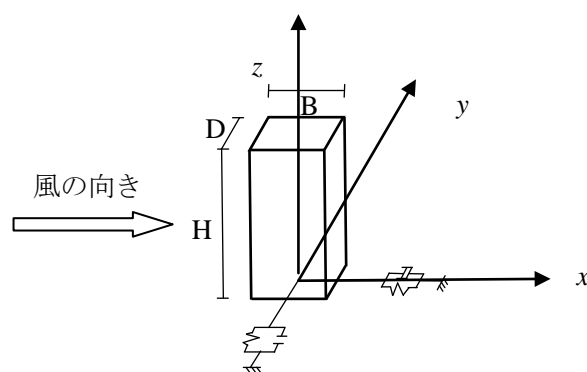


図1 計算モデル

4. 数値結果

本論文で使用する流体の式は、連続方程式とナビエ・ストークス方程式を用いる。

図2は静止角柱の流体力に関する時刻歴曲線を表している。図3, 4は $Ur = 5.0, 8.0$ の時のそれぞれの振動角柱の流体力に関する時刻歴曲線を表している。

図5, 6はそれぞれの角柱振動時刻歴曲線を表している。

図7は静止角柱周りの流れの鳥瞰図を表している。

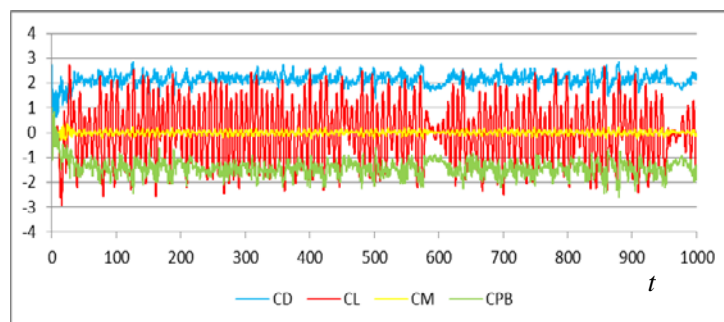


図2 静止角柱の流体力の時刻歴曲線

C_D : 抗力係数, C_L : 揚力係数, C_M : モーメント係数,

C_{PB} : 背圧係数

図 8 は振動角柱周りの流れの鳥瞰図を表している。

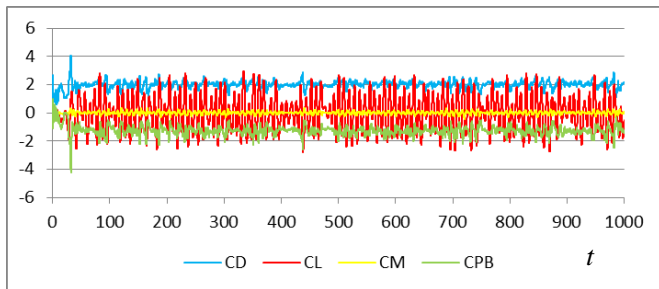


図 3 振動角柱の流体力の時刻曲線 $U_r=5.0$
 C_D :抗力係数, C_L :揚力係数, C_M :モーメント係数,
 C_{PB} :背圧係数

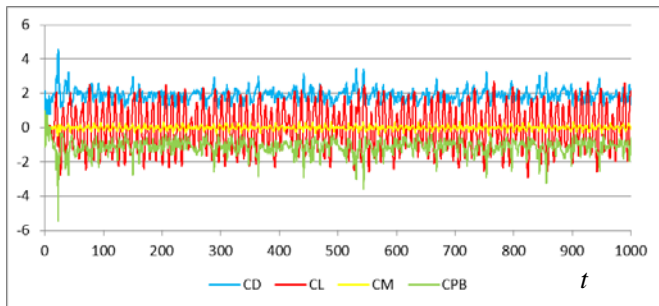


図 4 振動角柱の流体力の時刻曲線 $U_r=8.0$
 C_D :抗力係数, C_L :揚力係数, C_M :モーメント係数,
 C_{PB} :背圧係数

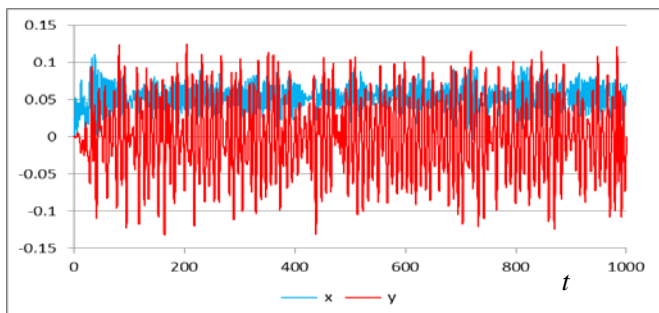


図 5 角柱振動の時刻歴曲線 $U_r=5.0$
 x :イン・ライン振動, y :クロス・フロー振動

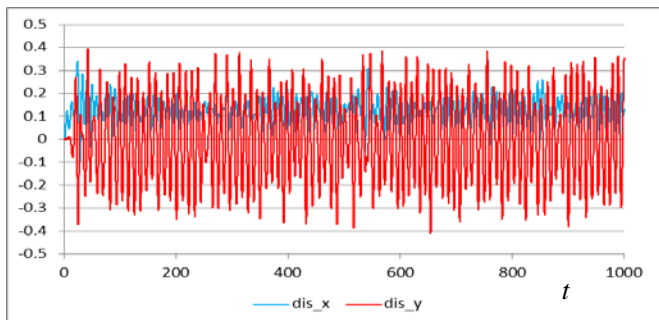


図 6 角柱振動の時刻歴曲線 $U_r=8.0$
 x :イン・ライン振動, y :クロス・フロー振動

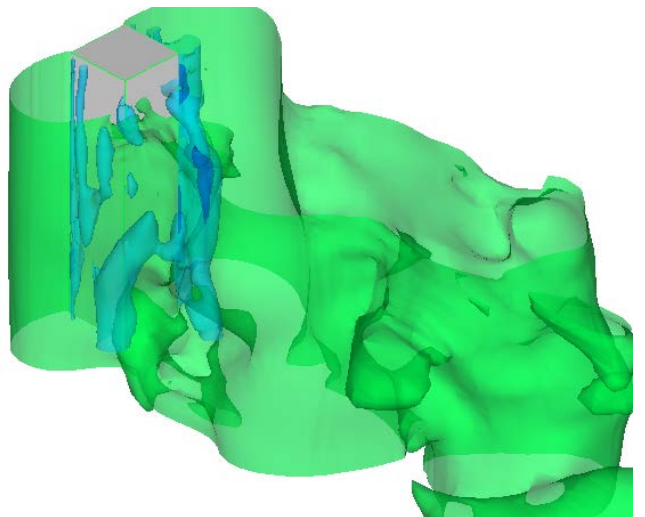


図 7 静止角柱周りの流れの鳥瞰図

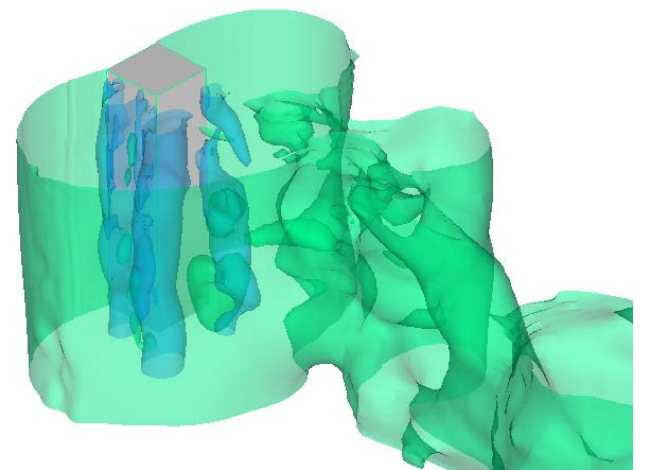


図 8 振動角柱周りの流れの鳥瞰図 $U_r=8.0$

5. おわりに

単一角柱に対して換算速度 $U_r=5.0, 8.0$ の時の計算結果を示してきた。換算速度が大きくなるにつれクロス・フロー方向の振動が大きくなることが分かった。また、角柱のスパン方向への渦の流れが複雑になっていることが捉えられており、スパン方向への流れは一様になっていない。

6. 参考文献

- [1]中口博, 橋本貴久裕, 武藤真理, 矩形断面の柱の抗力に関する実験, 日本航空宇宙学会, Vol 16, No,179,pp.1-5,昭和 43 年 12 月
- [2] T.Miyat, M.Miyazaki1,H.Yamada,Pressure Distribution Measurements For Wind Induced Vibration Of Box Girder Bridges, Journal Of Wind Engineering And Industrial Aerodynamics, Vol.14, pp223-234, 1983.