

並列正方形 2 角柱の流力特性に関する 3 次元数値解析

Numerical Analysis for Aerodynamic Characteristics of Two sid-by-side square cylinders

近藤典夫¹ 呉翹楚²

Noriou kondo Shu Go

Many high-rise buildings have been made due to the improvement of earthquake resistance and wind resistance performance of buildings. It is important to consider the safety and stability of such buildings. Especially in urban areas buildings are built in various sizes. In this research, when two prismatic structures were arranged in parallel, three dimensional numerical calculation was done with the aim of capturing the aerodynamic characteristics of those structures. For numerical results, we show the fluid force acting on a structure and the flow behavior around a square prism when changing the interval between two prisms

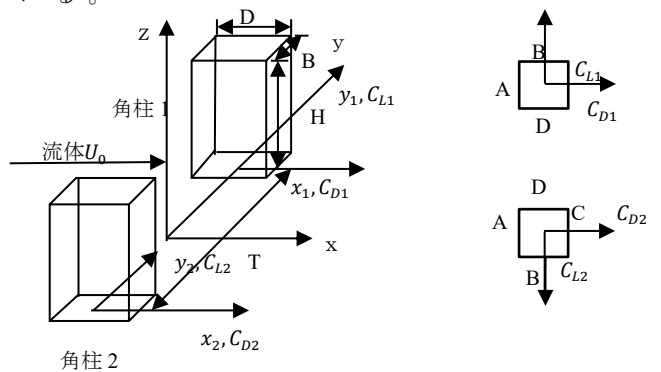
1. はじめに

建築物の耐震、耐風性能の向上によって多くの高層建築物が作られてきた。そのような建築物の安全性や安定性についての検討が重要である。特に都市部では大小様々な状態で建築物が造られている。

本研究は、2本の角柱構造物が並列に配置された時に、それらの構造物の空力特性について捉える事を目的として3次元数値計算をこなした。数値結果については2角柱間の間隔を変化させた時に、構造物に作用する、流体力及び2角柱まわりの流れ性状について示す。

2. 角柱の計算モデル

2角柱モデルを Fig.1 に示す。角柱1と角柱2の高さを H、角柱1と2の奥行きを D とする。角柱1と2の幅を B とする。2角柱の中心間の距離を T で表す。本研究では $D/B = 1.0, T/B = 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0, 6$ ケースに設定した。また流体の流入方向は x 軸方向に設定している。



1-1) 2 角柱

1-2) 表面の記号と C_D, C_L

Fig.1

2 角柱のモデル

3. 基本式

本計算で使用する式は連続方程式(1)とナビエ・ストークス方程式(2)ある。

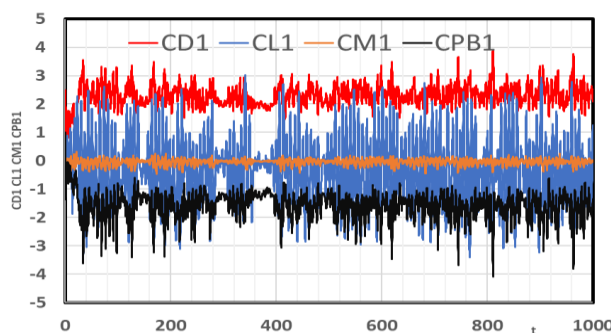
$$\nabla \cdot \mathbf{u} = 0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} = \nabla p + \frac{1}{Re} \nabla^2 \mathbf{u} + \mathbf{X} \tag{2}$$

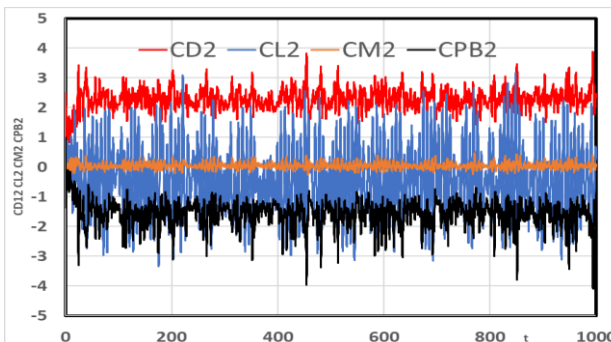
ここで、 \mathbf{u} は流速ベクトル、 p は圧力、 Re はレイノルズ数、 \mathbf{X} は物体力ベクトルを表す。本研究では(1)(2)式を FEM により離散化する。

4. 数値結果

$T/B = 3.0$ の時、2角柱に作用する抗力係数 C_D 、揚力係数 C_L 、モーメント係数 C_M 、背圧係数 C_{PB} の時刻歴曲線を Fig2 に示す。 C_{PB} は背圧係数を示す。Fig3 は、 $T/B = 3.0$ と 4.0 に対して Fig1 に示した A-D 面の圧力係数を C_p 示す。Fig4 は T/B 変化による流体力の挙動。Fig5 は $T/B = 3.0$ の時の角柱まわりの瞬間渦度の等高線を示している。図中で、赤色は反時計まわりの強い渦度、青色は時計回りの強い渦度である。



2-1) 角柱 1

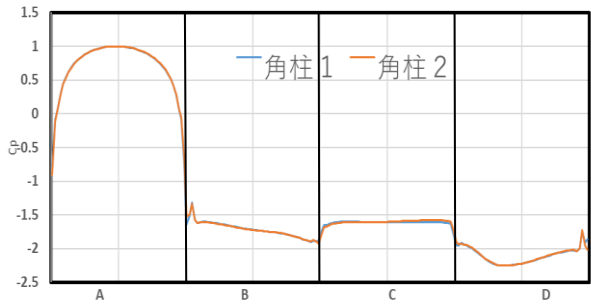


2-2) 角柱 2

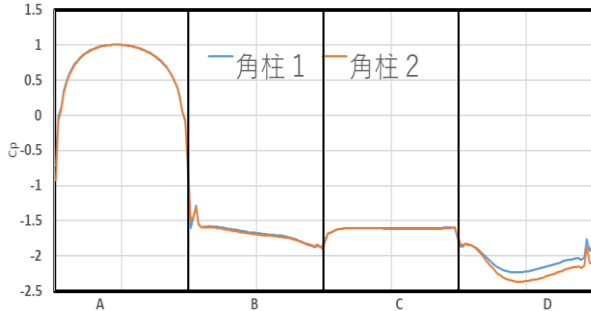
Fig.2 2 角柱に作用する流体力 C_D, C_L, C_M, C_{PB} の時刻歴曲線、 $T/B = 3.0$

1:日大理工 教授 海洋建築

2:日大理工 院(前) 海洋建築



3-1) T/B=3.0



3-2) T/B=4.0

Fig3. 並列 2 角柱表面の圧力係数 C_p

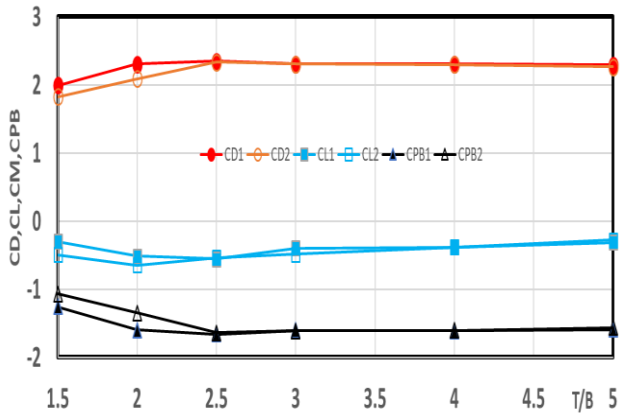
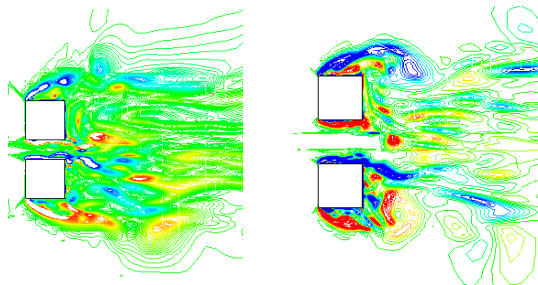
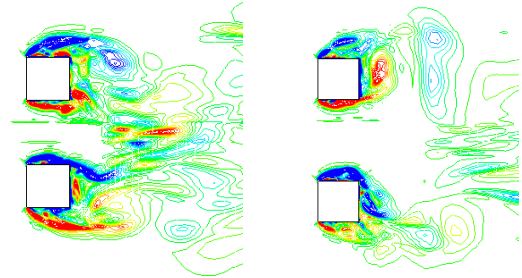


Fig4. T/B 変化による流体力の挙動



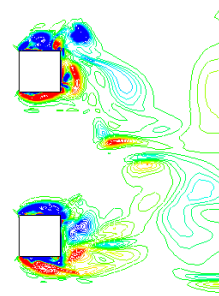
5-1) T/B=1.5

5-2) T/B=2.0



5-3) T/B=2.5

5-4) T/B=3.0



5-5) T/B=4.0

5-6) T/B=5.0

Fig.5 並列 2 角柱まわりの流れの様子

5. 考察

Fig2 に示した C_D と C_L の結果を見ると、 C_D の振幅は小さく、 C_L の振幅が大きい。また、角柱 1 と角柱 2 の C_D と C_L の振動波形は同じとはならない。

Fig 3 に示す、圧力分布は角柱 1 と角柱 2 ではほぼ同じ結果になっている。しかし、 $T/B=3.0$ と 4.0 では、圧力係数の分布は異なっている。つまり、 $T/B=3.0$ では背圧は約 -2.3 であるが、 $T/B=4.0$ では約 -2.4 である。

Fig4 から C_{D1} と C_{D2} が $T/B=2.5$ からほぼ同じになっている。 C_{L1} と C_{L2} が $T/B=1.5$ から 2.5 まで変化が大きい。 C_{PB1} と C_{PB2} も $T/B=1.5$ から 2.5 まで変化が大きい。

Fig5 から、 $T/B=1.5$ では、間隔が狭いので後流は複雑になる。 T/B の間隔が広くなるにつれて、流れは線対称になっている。

6. 参考文献

- 1) 近藤典夫：低間隔における直列 2 円柱の流れ方向および流れ直交方向の流力振動に関する 3 次元数値解析, 日本建築学会構造系論文集第 77 巻, 第 667 号, 1029-1035, 2012 年 7 月。
- 2) 岡島厚、安井聡、木村繁男、木綿隆弘：直列 2 円柱の流れ方向流力振動に関する研究, 日本機械学会論文集(B 編)73 巻 726 号, 34-42, 2007 年 2 月。
- 3) 岡島厚、杉谷賢一郎、溝田武人：一様流中に置かれた並列 2 構造物に働く流体力, 風工学シンポジウム, 285-290, 1964 年。
- 4) 近藤典夫、西村敏雄、山田清二、角柱まわりの流れの数値シミュレーション、その 1、流れの 3 次上流有限要素計算, 日本建築学会構造系論文集、第 463 号, 143-152, 1994 年 9 月