

並列 2 角柱の流体力特性に関する 3 次元数値解析

Numerical computation for fluid forces of two side-by-side square cylinders

井手佑介¹, 近藤典夫²Yusuke Ide¹, Norio Kondo²

We present numerical results of C_D and C_L acting on two tandem stationary cylinders, which are mounted of the tandem arrangement, in the range of spacing $L/D = 1.5 \sim 5.0$ between the two square cylinders. These computations one performed by using the three-dimensional FEM scheme.

1. はじめに

建築構造物の高層及び巨大化に伴い、それらの安全性や安定性の検討のために、建築物背後に大きな剥離領域を持つときの建築物に作用する流体力の研究が重要視されている。円柱群や角柱群をよぎる流れの場合には、剥離領域の相互干渉が流れの状態をさらに複雑にする。この問題についての研究では、流体力の特徴について実験的研究²⁾³⁾が行われており、3次元数値解析は少ない。

本研究では、流れに対して並列に配列された 2 本の角柱の静止状態の空力特性を 3次元数値解析によって捉え、2 角柱の間隔の変化に対する流体力と流れの性状を解明する。

2. モデルの設定

本研究では角柱の断面比 $D/B=1.0$ とし、角柱の高さ $D/H=4.0$ とする。その解析モデルを図 1 に示す。 H は角柱の高さ、 D は角柱の奥行き、 B は角柱の幅、 L は角柱の中心間距離を表す。

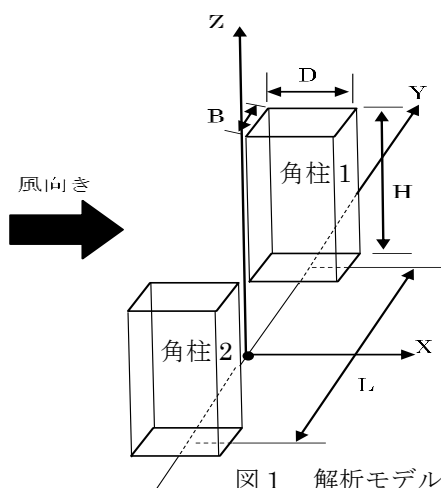


図 1 解析モデル

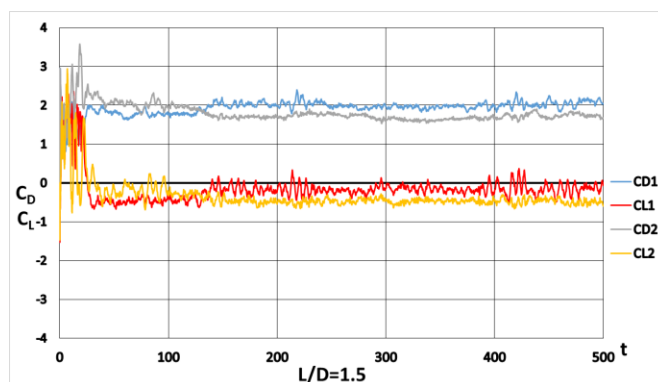
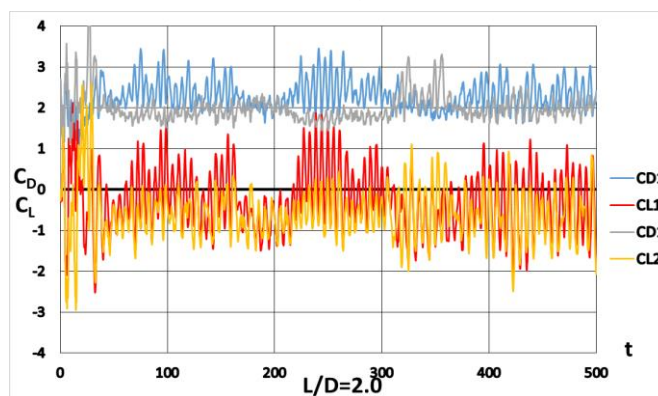
本論文では、図 1 の角柱に掛かる力を静止状態で計算を行い、間隔 L/D を 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 の 6 ケースに設定する。

3. 基本式

本計算で使用する流体の式は連続方程式とナビエ・ストークス方程式である。本研究では流体計算に FEM を適用する。

4. 数値結果

図 2~4 は、 $L/D=1.5, 2.0, 3.0$ に対する 2 角柱の抗力係数 C_D と揚力係数 C_L の時刻歴曲線である。図 5, 6 は、2 角柱の間隔 L/D を変化させた時の C_D と C_L のそれぞれの平均値を示す。また、岡島、小林らが過去に行った研究結果も併せて載せている。尚、図中の $CD1$ や $CD2$ は角柱 1 と 2 の抗力係数を表している。 $CL1$ と $CL2$ も同様である。

図 2 $L/D=1.5$ 時の C_D, C_L の時刻歴曲線図 3 $L/D=2.0$ 時の C_D, C_L の時刻歴曲線

5. 圧力分布

図 7~9 は、 $L/D=1.5, 2.0, 3.0$ 時の 2 角柱後方の圧力分布の瞬間値を表している。

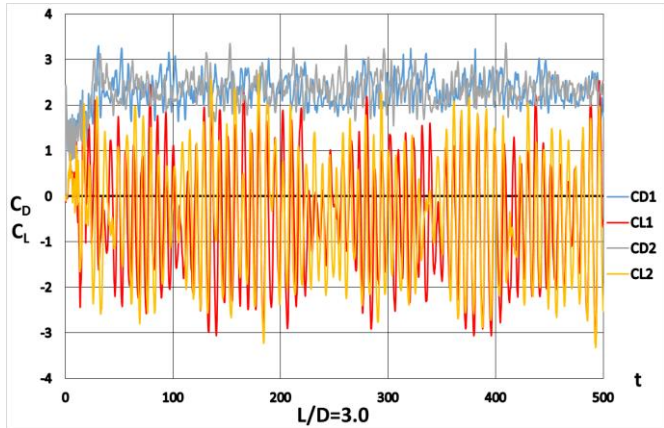


図 4 $L/D=3.0$ 時の C_D, C_L の時刻歴曲線

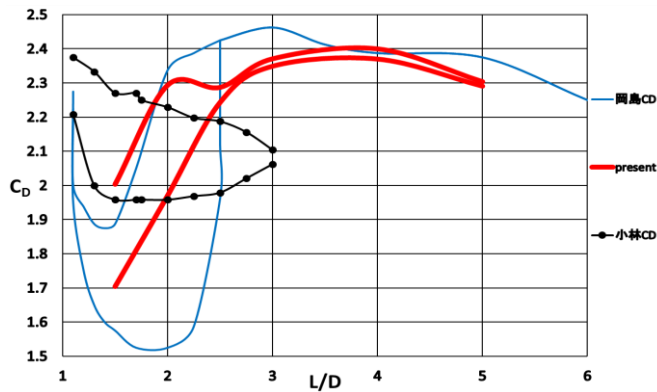


図 5 間隔比 L/D による C_D の変化

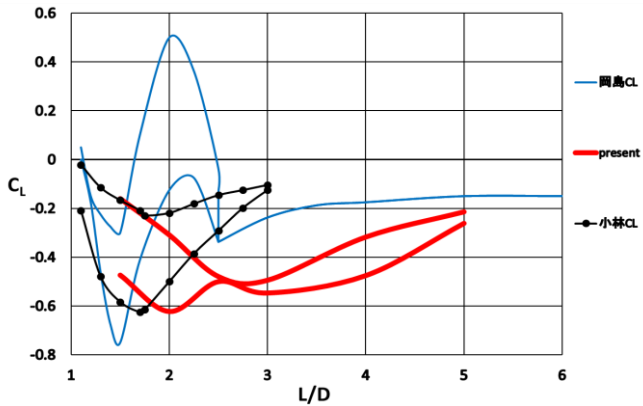


図 6 間隔比 L/D による C_L の変化

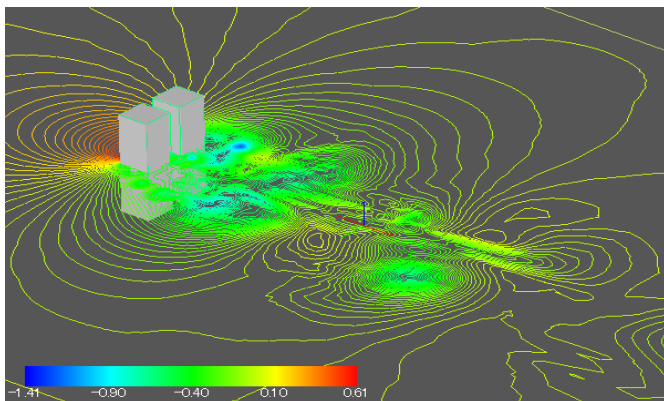


図 7 $L/D=1.5$ 時の圧力分布

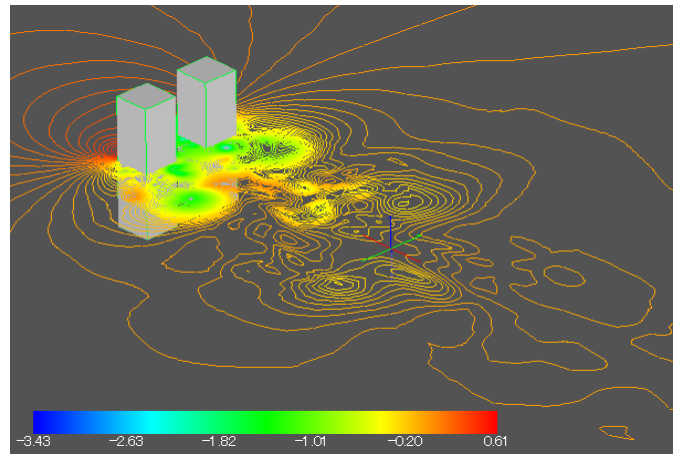


図 8 $L/D=2.0$ 時の圧力分布

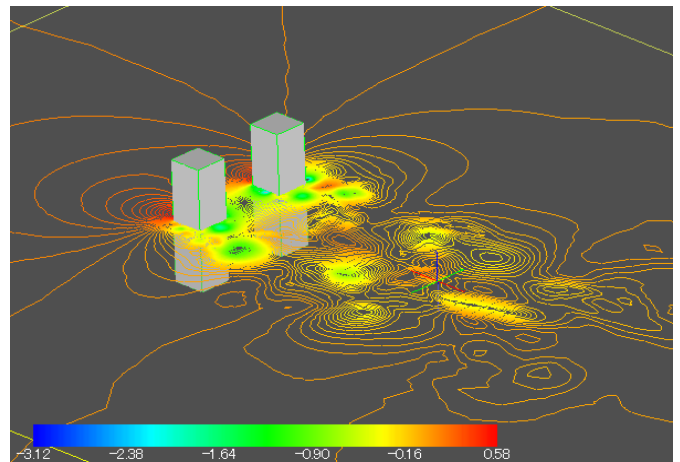


図 9 $L/D=3.0$ 時の圧力分布

$L/D=1.5$ のケースでは、2 角柱背後の広い範囲で圧力が低い事がわかる。これは、2 角柱の間隔が狭い事が要因となっている。

また、 $L/D=1.5$ と 2.0 では、2 角柱背後で偏り流れているが、 $L/D=3.0$ のケースでは、2 角柱背後の流れが対称に近い状態になる。

6. 考察

2 角柱の間隔 L/D が 2.5 以上になると、 $C_D \cdot C_L$ の変化の形が似通ってきている。このことから、2 角柱が互いに強く影響しあうのは、 $L/D < 2.5$ までである。また、岡島ら²⁾、小林³⁾の研究データと比較すると、どちらかといえば岡島氏の研究結果に近い結果になった。

7. 参考文献

- 1) 日本鋼構造教会編，構造物の耐風工学，東京電機大学出版，1997
- 2) 岡島 厚・杉谷 賢一郎・溝田 武人，一樣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論文集，pp285-290，1984
- 3) 小林 敏夫，近接する円柱群・正方形柱群に作用する流体力の研究，日本機械学会論文集，pp1452-1461，1970