

B-80

## 二次元円柱構造物の渦励振解析 Analysis Of Vortex Induced Oscillation Of A Two Dimentional Circular Cylinder

○山田涼介<sup>1</sup>, 近藤典夫<sup>2</sup>

\*Ryousuke Yamada<sup>1</sup>, Norio Kondou<sup>2</sup>

A phenomenon in which a tower-like cylindrical structure such as a high-rise tower or a chimney violently vibrates in the direction perpendicular to the wind during strong wind is called vortex excitation. This is the vibration caused by the mutual interference between the periodic vortex occurring in the cylinder wake and the vibration of the cylinder itself. It's necessary to estimate the size of the large swing beforehand from the view of the windproof safety of a structure and the maintenance of function.

### 1. はじめに

高層タワーや煙突、などといった塔状円柱構造物が強風時に風直角方向に激しく振動する現象を渦励振と呼ぶ。これは円柱後流に生じる周期的な渦と円柱自身の振動との相互干渉によって生じる振動で、構造物の耐風安全性や機能維持の観点からあらかじめ大振幅の大きさを見積もっておく必要がある。

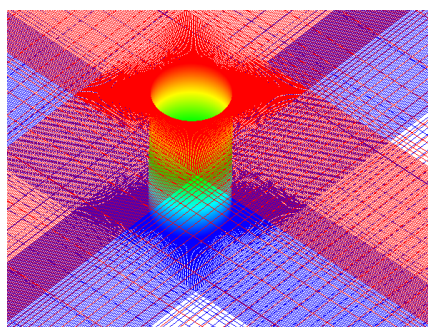


図2 円柱周りのメッシュ分割

### 2. 基礎式

ここで本研究の基礎式であるナビエ・ストークス方程式を示す。

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = -\frac{\partial u_i}{\partial x_i} + \frac{1}{Re} \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_j^2} + X_i$$

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0$$

### 3. 計算モデル

本研究の計算モデルは図1のような円柱構造物である。

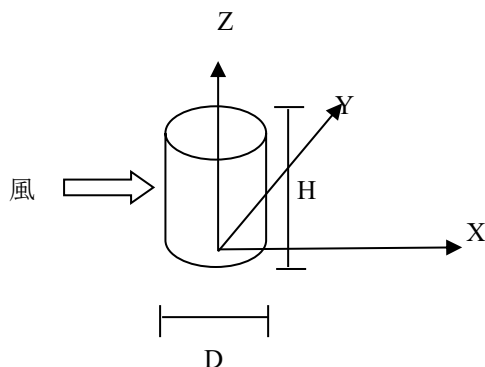


図1

本研究のメッシュの一例を示す。円柱の高さ H は直径 D の 2 倍に決定した。メッシュの分割数は円柱周りを 400 分割、z 方向を 20 分割したもので、立体の要素数が 495000、平面の要素数が 24750 である。図2は円柱近傍の三次元メッシュを表している。

また本研究ではレイノルズ数 Re は円柱周りの風の動きが非周期的で複雑なものになり抗力係数の値が大きく変化する超臨界領域付近の $10^5 \sim 10^6$ 以上に設定する。

### 4. 計算結果

図3～図7横軸は時間を、 $C_D$ は抗力係数を、 $C_L$ は揚力係数、 $C_M$ はモーメント係数、 $C_{pb}$ は背面係数を表している。

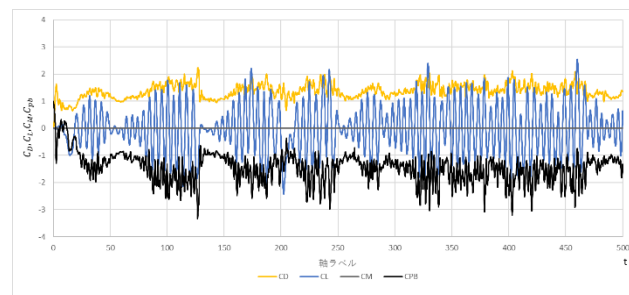


図3 Re=100000

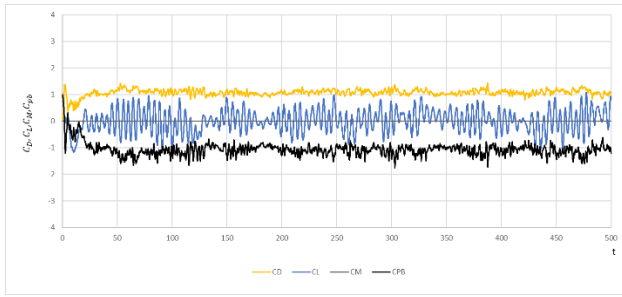


図 4 Re=100000

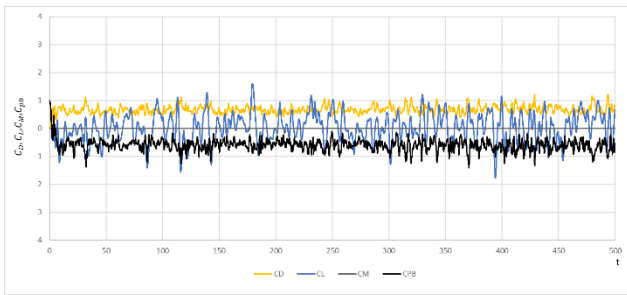


図 5 Re=200000

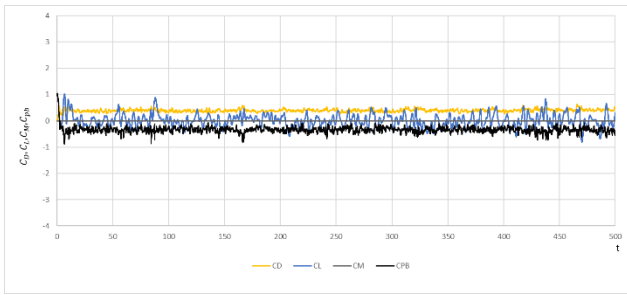


図 6 Re=400000

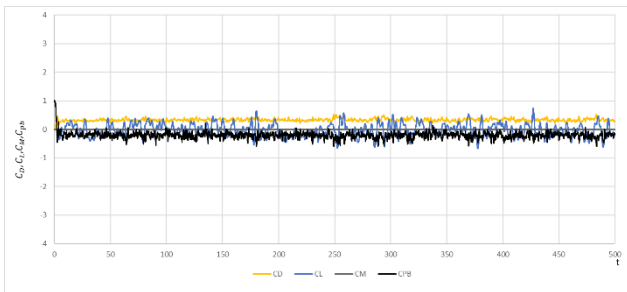


図 7 Re=1000000

図 3、図 4 はともに  $Re=100000$  であるが、図 3 は図 2 に表したメッシュを用いて、図 4 は  $z$  方向高さが円の直径に対し 4 倍にとり、円柱周りを 320 分割、 $z$  方向を 40 分割したもので、立体の要素数 810000 個、平面の要素数 20250 個というメッシュを用いて計算したものである。

図 5~7 は図 2 のメッシュの結果である。これらから  $Re$  が大きくなると  $C_D$  は小さくなることが捉えられている。

## 5. まとめ

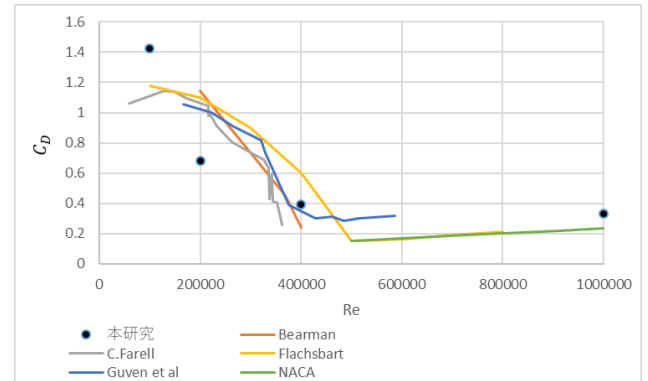


図 8 過去データとの比較

図 8 は計算で求めたレイノルズ数と抗力係数の変化を過去の実験のデータと比較したものである。過去の実験データ間に大きな差は見受けられないが本研究のデータと過去のデータは大きな差がある。このデータの差の原因は本研究では計算結果の時間増分  $\Delta t = 0.005$  と大きくとった事と円柱の高さを  $H/D$  に設定し、高さが小さかった事が要因と考えられる。

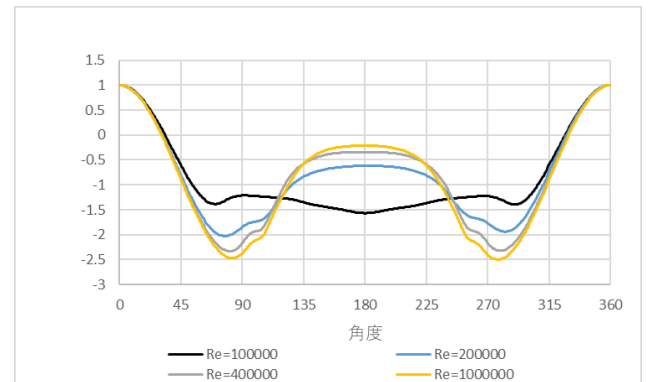


図 9 圧力分布

図 9 は円柱構造物の圧力分布  $C_p$  を異なるレイノルズ数で比較したものである。横軸が角度である。レイノルズ数が大きくなるほど  $90^\circ$  と  $270^\circ$  付近の圧力が減少するが背面の圧力が増大することが分かる。

## 6. 参考文献

- [1]Boundary-LayerTheory, Dr. HermannSchlichting, seven edition, pp17, 19
- [2]On critical flow around amooth circular cylinders, C.Farell,J.Blessmann, 1983/4/5, pp387