

東京大学 工学部

吉 沢 昭 宣

藤 崎 昌 伸 ○ 佐 久 田 博 司

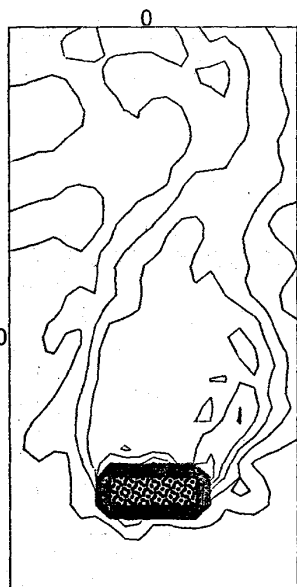
1. 緒言 昨年度報告した、自然対流伝熱を伴う流れを扱うシミュレータを使い、日常、我々の身边にも馴染深い、Karman渦をシミュレートした。又、その解に従属的に、Karman渦の発生源の角柱からの拡散を解いた。当日、共に報告する「角柱からの自然対流伝熱の数値計算」と同様、8 ミリアニメーションフィルムによる、現象の可視化を図った。

2. 基礎方程式 解くべき方程式系は、「角柱からの自然対流伝熱の数値計算」中の (Eq-1) - (Eq-7) と、拡散の式 (Eq-9) である。用いた仮定、及び記号についても同様である。

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \nabla \cdot c\mathbf{v} - D \nabla^2 c = 0 \quad (\text{Eq.9})$$

c: concentration of solution [-]
D: diffusion coefficient [$L^2 T^{-1}$]

3. 解法及び境界条件 まず、「流れ」のみを、(Eq-1) - (Eq-7) により、連立SOR法を用いて Fig 1 の境界条件で解く。得られた「流れ」の解に、(Eq-9)を前進型で接続する。系は二次元である。初期条件は、 $t=0.0$ において、静止流体中に、速度 50cm/sec で流体を吹き込み、同時に拡散も開始するという設定である。



I
Fig.1

Boundary condition and
concentration contour
line at time=15.0 sec.

I : inflow boundary

other conditions

$dt=0.01(\text{sec}), dx=dy=0.1(\text{m}),$

$\mu=0.01(\text{Kg/m}\cdot\text{sec}),$

$N_x=20, N_y=40,$

$V_{in}=0.5(\text{m}), Re=370.$

4. 結果及び考察

計算の結果 $Re=370$ において Karman 渦を形成する非定常流れが解けた。Karman 渦については、円柱では、Strouhal 数が一定になる

$$Sr = fd/v \div 0.2 \quad (Re=300-100000) \quad (\text{Eq.10})$$

Sr: Strouhal number ; f: frequency of Karman vortex street ; d: diameter of particle
v : velocity of fluid.

ことが知られている。計算によると、周期は約 1.5 秒であるが、一方、 $d=0.6\text{m}$ として (Eq-10) から算出した f は、1.67 となって、角柱と円柱の違いを考慮すれば、妥当なものと思われる。

拡散の Nu 数の時間変化を、粒子の各部分に分けて、Fig 2 に示す。粒子の上流側の面と、下流側の面は、流れが滞りため、Nu 数が小さい。又、Karman 渦が存在するため、静的に定常な Nu 数は得られないことが分かる。

Ranz-Marshall 式による $Re=370,$

$Sc=1$ における値、は 13.54 で、シミュレータによる 18-20 秒における値、10.7 とは 20 パーセント程度異なる。これは、粒子の形状が Ranz-Marshall 式の球粒子という仮定から大きく異っているためと思われる。

なお、「角柱からの自然対流伝熱の数値計算」とともに、本報告の結果も、アニメーションにしたので、当日、上映したい。

1) 鉄と金 77-S460

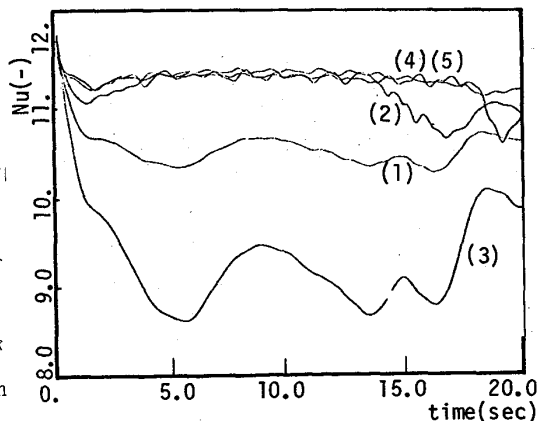


Fig.2 time vs. Nu
(1)average, (2)up stream side,
(3)down stream side, (4)left side
(5)right side