

波成分が含まれるようになる。これは、脈動周期が長くなりピストンの移動速度が低下すると、ピストン変位機構の機械的なガタ等によりピストン移動の滑らかさが次第に失われてしまうためである。

- ② 閉そく比が比較的大きい、本研究の条件において、脈動がない定常流の場合、 $L/d=6.67\sim 13.3$ では各々の角柱からはカルマン渦がほぼ一定周期で放出され、そのストローハル数は約0.3である。また、流路レイノルズ数を1,000から2,000へと増大させることにより、ストローハル数は減少する。一方、 $L/d=3.33$ の場合には、カルマン渦が周期的に放出されない、不規則な流れとなる。
- ③  $L/d=6.67\sim 13.3$ で脈動周期が比較的長い ( $St^* \equiv d/\bar{U}\tau=0.088$ ) 場合、脈動振幅が大きい ( $Q_2/Q_1=0.88$ ) と、西村らが指摘したように加速時には角柱後流が安定化し、減速時には不安定化する。しかし、脈動振幅が小さいとき ( $Q_2/Q_1=0.14$ ) には、定常流との顕著な差は見いだせない。
- ④ 脈動周期がカルマン渦発生周期よりも短く ( $St^*=0.528$ ) になると、脈動振幅： $Q_2/Q_1 \geq 0.43$ では、脈動流の加速・減速によってカルマン渦が形成・崩壊する脈動流支配の流れとなる。
- ⑤ 同一体系の定常流について行った数値解析結果を実験結果と比較したところ、解析結果が未だ確定していない  $L/d=6.67$ 、 $Re=1,000$ の場合を除いて、ストローハル数は実験結果と良く一致しており、解析結果がほぼ妥当なものであることが示された。
- ⑥ 本数値解析において圧力勾配パラメータ： $\Delta P_c/L_c$ を正弦波状に時間的変化させると、流れは脈動流となる。また、数値解析結果の圧力勾配波形に高調波成分が含まれない点を除けば、流量変動と圧力勾配の挙動は実験結果とほぼ一致している。

本報では、流量変動が流れ場の流動特性に及ぼす影響について、脈動周期がかなり長い場合と短い場合とに注目して検討を行ったが、それ以外の場合、流れの様相はさらに複雑となる。また、カルマン渦発生周期と脈動周期とは一致していないので、流れ場の様相は脈動流の位相が同一であっても周期ごとに変化する。このため、脈動流の特徴をさらに詳細に検討するには、画像データを長時間にわたって収録し、統計的に解析する必要がある。今後の検討課題としたい。また、今回の実験で流れ場の観察を行った領域は角柱周りの部分に限られたが、今後は撮影する領域を拡張して脈動流の各位相における角柱上流側の速度分布の計測も行う予定である。一方、脈動流を模擬できることが示された二次元数値解析コードについても、さらに脈動流の数値解析を進め、より詳細な検討を行う予定である。

#### 参考文献

- 1) H. Murata et al., "Natural Circulation Characteristics of a Marine Reactor in Rolling Motion", Nuclear Engineering and Design, 118 (1990), pp. 141-154
- 2) 日本原子力研究所, 「原子力船研究開発の現状 (1995)」, p. 51
- 3) 村田裕幸ほか1名, 「角柱列を挿入した平行平板間流れの数値解析」, 第63回船舶技術研究所研究発表会講演集, (1994-6), pp. 53-58
- 4) 村田裕幸ほか2名, 「角柱列を挿入した平行平板間流れの数値解析 (第2報)」, 第65回船舶技術研究所研究発表会講演集, (1995-6), pp. 119-122
- 5) H. Murata et al., "A Numerical Investigation of Flow in a Channel obstructed by an Array of Square Rods", Proc. of 3rd KSME-JSME Thermal Engineering Conference, (1996-10), I-31
- 6) 村田裕幸ほか2名, 「角柱列を挿入した平行平板間流れの熱水力特性」, 第69回船舶技術研究所研究発表会講演集, (1997-6), pp. 13-18
- 7) 井口学ほか2名, 「円管内脈動流れの乱れに関する実験的研究」, 日本機械学会論文集, 51-464 B, (1985), pp. 1139-1146
- 8) 角田勝ほか1名, 「く形断面曲り管内の脈動流」, 日本機械学会論文集, 53-486 B, (1987), pp. 341-348
- 9) 中村稔ほか5名, 「管内脈動流の流動及び伝熱特性」, 日本機械学会講演論文集, No. 922-1 (1992-9), pp. 163-165
- 10) 谷一郎ほか2名, 「流体力学実験法」, 岩波書店, (1977)
- 11) T. Morel, "Comprehensive Design of Axisymmetric Wind Tunnel Contractions", Trans. ASME, Journal of Fluids Engineering, 97 (1975), pp. 225-233
- 12) T. Morel, "Design of Two-Dimensional Wind Tunnel Contractions", Trans. ASME, J. of Fluids Engineering, 99 (1977), pp. 371-378
- 13) 伊藤英寛ほか13名, 「東北大学高速力学研究所附属気流計測研究施設乱流熱伝達風洞設備および風洞性能について」, 東北大学高速力学研究所報告, 44-395, (1980), pp. 93-151
- 14) 小林陵二, 「風洞用収縮ノズルの設計について」, 東北大学高速力学研究所報告, 46-400, (1981), pp. 17-21
- 15) J. H. Downie et al., "On the Design of Three-Dimensional Wind Tunnel Contractions", Aeronautical Journal, Aug/Sep 1984, pp. 287-295
- 16) 種子田定俊ほか1名, 「風洞測定部に発生する渦」, 九州大学応用力学研究所所報, 36 (1972), pp. 39-48
- 17) 種子田定俊ほか1名, 「風洞収縮部の壁面圧力分布」, 九州大学応用力学研究所所報, 45 (1976),

- pp. 531-534
- 18) S. J. Kline et al., "Wide-Angle Diffusers of High Performance and Diffuser Flow Mechanisms", *J. Aeronautical Sciences*, 24 (June, 1957), pp. 469-470
  - 19) G. B. Schubauer et al., "Effect of Screens in Wide-Angle Diffusers", NACA Report No. 949, (1947)
  - 20) 日本機械学会, 「管路・ダクトの流体抵抗」, 日本機械学会, (1979), pp. 109-114
  - 21) 流れの可視化学会, 「流れの可視化ハンドブック」, 朝倉書店, (1986), p. 184
  - 22) 日本機械学会, 「機械工学便覧」, 日本機械学会, (1987), A3編, p. 128
  - 23) 鈴木洋ほか3名, 「角柱の挿入により非定常化した平行平板間流れと熱伝達 (第1報: 数値解析結果の検討およびカルマン渦列の可視化実験)」, 日本機械学会論文集, 57-536 B, (1991), pp. 1390-1395
  - 24) 鈴木洋ほか2名, 「同 (第2報: 流れの統計的性質と時間変化特性)」, 日本機械学会論文集, 57-536 B, (1991), pp. 1396-1402
  - 25) 鈴木洋ほか3名, 「同 (第3報: 熱伝達特性と伝熱機構)」, 日本機械学会論文集, 57-536 B, (1991), pp. 1403-1409
  - 26) H. Suzuki et al., "Unsteady Flow in a Channel Obstructed by a Square Rod (Crisscross Motion of Vortex)", *Int. J. Heat and Fluid Flow*, Vol. 14, No. 1, (1993), pp. 2-9
  - 27) R. W. Davis et al., "A Numerical-Experimental Study of Confined Flow around Rectangular Cylinders", *Phys. Fluid*, Vol. 27, No. 1, (1992), pp. 46-59
  - 28) 妹尾泰利, 「内部流れ学と流体機械」, 養賢堂, (1973), p. 99
  - 29) 西村俊彦ほか2名, 「脈動流中の角柱周りの流動及び伝熱特性に関する数値解析」, 第31回日本伝熱シンポジウム, (1994-5), pp. 496-498
  - 30) S. V. Patankar, "Numerical Heat Transfer & Fluid Flow", McGraw-Hill, (1980), p. 131
  - 31) T. Hayase et al., "A Consistently Formulated QUICK Scheme for Fast and Stable Convergence using Finite-Volume Iterative Calculation Procedures", *J. of Computational Physics*, 98 (1992), pp. 108-118