

隱藏於肥皂膜水洞實驗之重要問題探討 (PART I)、數位粒子影像測速法之研製 (PART II)

羅依琦、溫志湧

E-mail: 9706233@mail.dyu.edu.tw

摘要

本文分為兩部分，第一部份是隱藏於肥皂膜水洞實驗之重要問題探討；第二部分則為數位粒子影像測速法 (Digital Partical Image Velocimetry) 之研製。本研究第一部份的主要研究目的是要針對二個隱藏於連續式肥皂膜水洞中的重要問題詳加研究：一、空氣阻力對肥皂膜流的影響有多重要？二、肥皂膜流中的干涉條紋與流場的關係為何？第一個問題以水平連續流動式肥皂膜水洞置於一真空罩內來進行，本研究以兩組不同的實驗來檢驗空氣阻力對肥皂膜流的影響程度，第一組實驗以雷射都普勒測速儀研究圓柱尾流渦流剝離的頻率，觀察不同真空度下，由於空氣阻力不同，圓柱尾流渦流剝離的頻率是否受到顯著的影響；第二組實驗則進行正交平板阻力係數的量測，在不同的真空度下，以雷射都普勒測速儀與動量缺陷法來計算值，藉此探討空氣阻力的影響程度。本研究已成功研製水平連續流動式肥皂膜水洞使用之真空罩。第二個問題與成大楊天祥教授及溫志湧教授合作，完成肥皂膜內彩色條紋所代表物理意義之理論推導[12,24]，由理論推導發現在穩態流中，照片中干涉條紋在肥皂膜流中的物理意義即是流線，另以數值模擬進行圓柱附著渦旋 (Attached Vortices) 及背階渦旋 (Vortex) 與傳統照片的交叉比對亦得到相同結果。本研究已成功找出肥皂膜內彩色條紋所代表的物理意義即為瞬時流線 (Streamline)。本研究第二部份的主要研究目的是要發展一套數位粒子影像測速法 (DPIV) 實驗技術所需的軟體部份，以量測水洞或風洞等流場速度。本研究經由模擬流場與實際測試流場之測試，證實DPIV程式已臻完備，可運用在實際流場中。本研究已成功建立數位粒子影像測速法實驗技術所需的軟體部份，往後可利用此技術做進一步的應用，例如量測水洞或風洞之流場速度。

關鍵詞：肥皂膜水洞;二維流;平板;圓柱尾流;圓柱附著渦旋;背階渦旋;數位粒子影像測速法;瞬時流線

目錄

目錄封面內頁 簽名頁 授權書 iii 摘要 iv Abstract vi 致謝 viii 目錄 x 圖目錄 xii 表目錄 xiv 符號說明 xv 第一部份 隱藏於肥皂膜水洞實驗之重要問題探討 1 第一章 緒論 2 1.1 研究背景 2 1.2 研究目的 6 第二章 研究方法 7 2.1 空氣阻力對肥皂膜流的影響 7 2.1.1 真空下二維圓柱尾流實驗 7 2.1.2 真空下正交平板二維流實驗 9 2.1.3 真空罩的研製 11 2.1.4 LDV量測系統 13 2.1.5 肥皂膜黏滯係數的決定 13 2.1.6 實驗用圓柱模型 14 2.1.7 實驗用平板模型 14 2.2 照片中干涉條紋與流場的關係 15 2.2.1 理論推導 15 2.2.2 流場可視化分析 19 2.2.3 數值模擬 20 第三章 結果與討論 21 3.1 照片中干涉條紋與流場的關係 21 第四章 結論 22 參考文獻 (第一部份) 23 第二部份 數位粒子影像測速法之研製 26 第五章 緒論 27 5.1 研究背景 27 5.2 研究目的 28 5.3 文獻回顧 28 第六章 研究方法 32 6.1 流場速度計算 32 6.2 DPIV測試流場之建立 35 第七章 結果與討論 37 7.1 利用模擬流場測試DPIV軟體 37 7.2 利用實際測試流場測試DPIV軟體 39 第八章 結論 40 參考文獻 (第二部份) 41

參考文獻

參考文獻 (第一部份) .1. Hopfinger, E.J., Browand, F.K. and Gange, Y., 1982, "Turbulence and Waves in a Rotating Tank," J. Fluid Mech. 125, 505. .2. Tsinober, A.B., 1975, Maguitnaya Gidrodinamika No.1, 7. .3. Sommeria, J. and Moreau, R., 1982, "Why, How, and When, MHD Turbulent Becomes Two-Dimensional," J. Fluid Mech. 118, 507.. .4. Couder, Y. and Basdevant, J., 1986, "Experimental and Numerical Study of Vortex Couples in Two-Dimensional," J. Fluid Mech. 173, 225. .5. Gharib, M. and Derango, P., 1989, "A Liquid Film (Soap Film) Tunnel to Study Two-Dimensional Laminar and Turbulent Shear Flows," Physica D 37, 406. .6. Kellay, H., Wu, X-I. and Goldburg, W.I., 1995, "Experiments with Turbulent Soap Films," Phys. Rev. Lett. 74(20), 3975. .7. 溫志湧, 國科會報告 NSC 85-2212-E-212-005, 1996. .8. 莊志賢, 1997, "垂直連續式肥皂膜水洞之研製與二維流實驗(Part I)圓形震波管系統之研製(Part II)," 碩士論文, 大葉大學. .9. Mathis, C., Provansal, M. and Boyer, L., 1987, "Be'nard-von Ka'rma'n Instability: Transient and Forced Regimes," J. Fluid Mech. 182, 1. .10. Jackson, C.P., 1987, "A Finite-Element Study of the Onset of Vortex Shedding in Flow Past Various Shaped Bodies," J. Fluid Mech. 182, 23. .11. Roshko, A., 1954, "On the Drag and Shedding Frequency of Two-Dimensional Bluff Bodies," NACA, Technical Note 3169. .12. Williamson, C.H.K., 1996, "Vortex Dynamics in the Cylinder Wake," Annu. Rev. Fluid. Mech., 28, 477. .13. Barkley, D. and Henderson, R., 1996, "Three-Dimensional Floquet Stability Analysis of the Wake of A Circular Cylinder," J. Fluid Mech. 322, 215. .14. 林子堯, 1997, "肥皂膜水洞之研製暨其應用於二維正交平板流之研究," 碩士論文, 大葉大學. .15. 溫志湧、林家羽, Phys. Fluids., Submitted. .16. Kirchhoff, G., 1882, Gesammelte Abhandlungen, 416. .17. Rayleigh, L., 1876, "Note on Hydrodynamics,

" Philosophical Magazine II, 441. .18. Lamb, H., 1932, Hydrodynamics 6th edition, Cambridge University Press, 100. .19. Stanton, T.E., 1903, " On the Resistance of Plate Surfaces in a Uniform Current of Air, " Minutes of Proceedings of the Institute of Civil Engineers 156, 78. .20. Fage, A. and Johansen, F.C., 1927, " On the Flow of Air Behind an Inclined Flat Plate of Infinite Span, " British ARC R&M 1104, 81. .21. Roshko, A., 1954, " A New Hodograph for Free-Stream Theory, " NACA Technical Note 3168. .22. Abernathy, F.H., 1962, " Flow over an Inclined Plate, " ASME Journal of Basic Engineering 61, WA-124. .23. Hammache, M. and Gharib, M., 1991, " An Experimental Study of the Parallel and Oblique Vortex Shedding from Circular Cylinder, " J. Fluid Mech. 232, 567. .24. Wen, C.Y., Lo, I.C., Lin, C.Y. and Yang, T.S., 1999, "Interpretation of Color Fringes in Flowing Soap Films," Bull. Am. Phys. Soc. Vol. 44, No. 8 (1999), 32.