

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告



碎波流場機制之實驗研究 (Ⅱ)

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 89-2611-E-002-054

執行期間：89年 8月 1日至 90年 7月 31日

計畫主持人：丁肇隆

共同主持人：林銘崇

計畫參與人員：胡惟鈞

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立台灣大學造船及海洋工程學系

中華民國 90年 10月 11日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

碎波流場機制之實驗研究 (II)

Preparation of NSC Project Reports

計畫編號：NSC 89-2611-E-002-054

執行期限：89年8月1日至90年7月31日

主持人：丁肇隆 台灣大學造船及海洋工程學系

共同主持人：林銘崇 台灣大學造船及海洋工程學系

計畫參與人員：胡惟鈞 台灣大學造船及海洋工程學系

一、中文摘要

由於海洋活動隨著人類文明逐漸頻繁，海洋結構物之安全性也就逐漸重要。由於複雜之波浪外力造成結構物設計上的困難，而其中又以碎波之破壞性最強。近年來學者致力於碎波之理論研究不遺餘力，本研究亦針對此一問題進行探究。

本實驗在台大造船及海洋工程學系之基礎流體實驗室中執行，使用一可程式之活塞式造波機及一長20m、寬0.8m、深0.8m之斷面水槽，並利用一4W之Argon Ion雷射及高速攝影機建立之PIV量測系統以觀察量測碎波流場機制。

關鍵詞：PIV量測系統、碎波流場機制

Abstract

Since the ocean activities become frequent, the safety of ocean structure becomes more important. However, the design of ocean structures is more difficult than the design of land structures due to the complicated exerting wave forces, especially the breaking wave forces. Recently, researchers have strived for developing theoretical breaking wave model. This research is going to investigate this complicated problem.

The project is executed at the Fundamental Fluid Dynamics Laboratory of the Department of NAOE in NTU. The main facilities include a programmable piston-type wave maker and a wave flume with dimensions of 20m*0.8m*0.8m. A 4-W argon laser and a high-speed Motion-Corder

Analyzer are used to establish a PIV measurement system. Using this system, we can measure and observe the breaking-wave mechanism.

Keywords: PIV measurement system, breaking-wave mechanism

二、緣由與目的

碎波所造成的現象一直是眾多學者感興趣的焦點，紛紛對其特性進行研究，例如：Inman, Tait & Nordstrom(1971)、Battjes(1975)、Svendsen & Putrevu(1994)。碎波代表一種極端的海況，在工程上也就代表最可能發生危險的情況，其重要性相當顯而易見，但因為發生變化的時間相當短且劇烈，直至近二十年來對此問題才在理論及實驗上有明顯的進展。近年來對碎波的研究可參考Peregrine(1983)、Stansby & Isaacson(1987)、Battjes(1988)、Svendsen & Putrevu(1996)、Philip Hull, Gerald Muller(2002)等學者的著述，針對淺化碎波後之波浪特性可參考Ching-Piao Tsai, Hong-Bin Chen, John R.-C. Hsu(2001)。

許多學者由實驗量測碎波的速度及紊流強度，如Stive(1980)、Stive & Wind(1982)、Nadaoka & Kondoh(1982)、Hattori & Aono(1985)、Mizuguchi(1986)、Nadaoka, Hino & Koyano(1989)、Ting & Kirby(1994, 1995, 1996)、Francies C. K. Ting(2001)。近年來particle image velocimetry (PIV)的技術亦被引進量測碎波，此方法的優點是可測得全域瞬時的加速度及vorticity，如Lin & Rockwell

(1994, 1995)、Skyner (1996)、Chang & Liu (1997)、Lin, Chang & Liu (1999)。

過去有關碎波之研究多以淺化碎波為主，而在深水碎波方面，Longest-Higgins(1974)、Greenhow(1982)、Chan & Melville(1988)都是以一變頻之包絡波方式製造深水碎波，D.H.Peregrine(1999)則分別對深、淺水之大尺度渦度進行探討。本研究採用 Davis & Zarnick(1964)之方法製造深水碎波，其較不受到水槽長度之限制，並配合 PIV 之量測方式觀察碎波流場。

三、實驗佈置與方法

本研究在一長 20m、寬 0.8m、高 0.8m 之斷面水槽進行，以 Davis & Zarnick(1964) 之方法控制在離造波機 9m 處製造碎波，輸入造波機之波形如圖 1，頻率變化為 1.5 至 1.12Hz，水深為 0.395m，碎波前之波形如圖 2，其特徵週期為 0.762sec，特徵相位速度為 1.19m/sec。水槽尾端設置 1/10 之消波斜坡以減少對實驗區域之影響。攝影機架設距量測光頁 0.9m，使用 250fps 512*480 pixel 拍攝 546 張影像，即每張影像之間隔為 4ms。影像分析使用 National Instrument

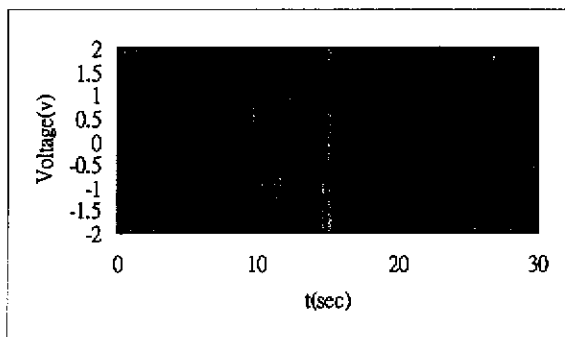


圖 1 輸入波形圖

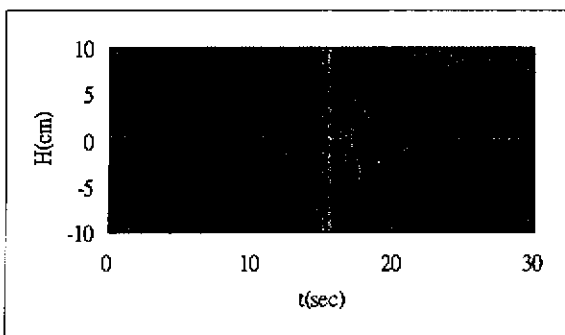


圖 2 碎波前之波形圖

之 LabView 配合 IMAQ 進行影像辨識

及質心位置計算，速度向量之演算則分別使用 K.Okamoto, Y.A.Hassan, W.D.Schmidl (1995) 及 Y.A.Hassan, O.G.Philip(1997)之方法。

四、結果與討論

實驗所測得的碎波歷程如圖 3(a)至(e)之五張影像，限於篇幅取間隔 12ms 表示。在速度向量之演算法方面，發現當使用 K.Okamoto 等之方法時，因其必須先建立每張影像中質點間之彈簧係數關係，並據以比較各影像之最低能階去判斷正確的質點速度向量，雖仍有不錯之精度，但質點超過 300 個時對電腦容量及速度之負荷太重，且對質點速度較大之區域有較大的誤差。



圖 3(a) t=17.100sec



圖 3(b) t=17.112sec



圖 3(c) $t=17.124\text{sec}$



圖 3(d) $t=17.136\text{sec}$



圖 3(e) $t=17.148\text{sec}$

當使用 Y.A.Hassan, O.G.Philip(1997) 之方法時， $t=17.100\text{sec}$ 之速度場如圖 4，

$t=17.136\text{sec}$ 之速度場如圖 5。由圖中可看出大致之流場已可用此法加以判別並量化，但使用此法需給定 m_r 及 b_r 兩個值作為判別質點之依據，若在流速變化較大的情況下，使用同一組 m_r 及 b_r 會造成某些質點無法有效判別，若能對此缺點加以改進應能得到更好的結果。

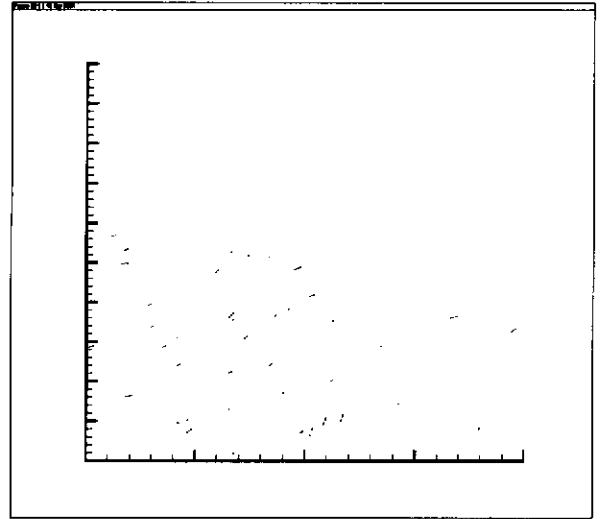


圖 4 $t=17.100\text{sec}$ 之速度場

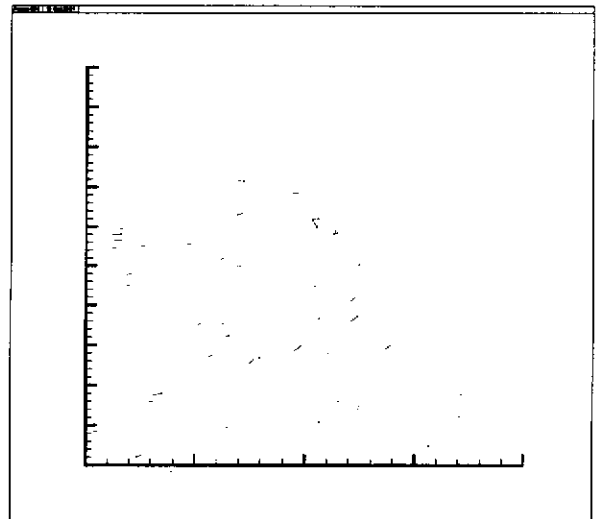


圖 5 $t=17.136\text{sec}$ 之速度場

五、參考文獻

- [1] Inman, D. L., Tait, R. J. & Nordstrom, C. E. 1971 Mixing in the surf zone. J. Geophys. Res. 76, 3493-3514.
- [2] Battjes, J. A. 1975 Modeling of turbulence in the surf zone. Proc. Symp. On Modeling Tech., San Francisco, pp.1050-1061. ASCE.
- [3] Svendsen, I. A. & Putrevu, V. 1994 Nearshore mixing and dispersion. Proc.

- R. Soc. Lond. A 445, 561-576.
- [4] Peregrine, D. H. 1983 Breaking waves on beaches. *Ann. Rev. Fluid Mech.* 15, 149-178.
- [5] Stansby, P. K. & Isaacson, M., Recent developments in offshore hydrodynamics: workshop report. *Applied Ocean Research*, 1987, 9(3), 118-127.
- [6] Battjes, J. A. 1988 Surf-zone dynamics. *Ann. Rev. Fluid Mech.* 20, 257-293.
- [7] Svendsen, I. A. & Putrevu, V. 1996 Surf-zone hydrodynamics. In *Adv. Coastal Ocean Engng* 2, 1-78.
- [8] Philip Hull, Gerald Muller 2002 An investigation of breaker heights, shapes and pressures, *Ocean Engineering* 29, 59-79.
- [9] Ching-Piao Tsai, Hong-Bin Chen, John R.-C. Hsu 2001 Calculations of wave transformation across the surf zone, *Ocean Engineering* 28, 941-955.
- [10] Stive, M. J. F. 1980 Velocity and pressure field of spilling breaker. *Proc. 17th Conf. Coastal Engng*, pp.547-566. ASCE.
- [11] Stive, M. J. F. & Wind, H. G. 1982 A study of radiation stress and set-up in the nearshore region. *Coastal Engng* 6, 1-25.
- [12] Nadaoka, K. & Kondoh, T. 1982 Laboratory measurements of velocity field structure in the surf zone by LDV. *Coastal Engng in Japan* 25, 125-146.
- [13] Hattori, M. & Aono, T. 1985 Experimental study on turbulence structure under spilling breakers. In *The Ocean Surface* (ed. Y. Toba & H. Mitsuyasu), pp.419-424. Kluwer.
- [14] Mizuguchi, M. 1986 Experimental study on kinematics and dynamics of wave breaking. *Proc. 20th Intl Conf. of Coastal Engng*, pp.589-603. ASCE.
- [15] Nadaoka, K., Hino, M. & Koyano, Y. 1989 Structure of the turbulent flow field under breaking waves in the surf zone. *J. Fluid Mech.* 204, 359-387.
- [16] Ting, F. C. K. & Kirby, J. T. 1994 Observation of undertow and turbulence in a laboratory surf zone. *Coastal Engng* 24, 51-80.
- [17] Ting, F. C. K. & Kirby, J. T. 1995 Dynamics of surf-zone turbulence in a strong plunging breaker. *Coastal Engng* 24, 177-204.
- [18] Ting, F. C. K. & Kirby, J. T. 1996 Dynamics of surf-zone turbulence in a spilling breaker. *Coastal Engng* 27, 131-160.
- [19] Francis C. K. Ting 2001 Laboratory study of wave and turbulence velocities in a broad-banded irregular surf zone, *Coastal Engineering* 43, 183-208.
- [20] Lin, J.-C. & Rockwell, D. 1994 Instantaneous structure of a breaking wave. *Phys. Fluids* 6, 2877-2879
- [21] Lin, J.-C. & Rockwell, D. 1995 Evolution of a quasi-steady breaking wave. *J. Fluid Mech.* 302, 29-44
- [22] Skyner, D. 1996 A comparison of numerical predictions and experimental measurements of the internal kinematics of a deep water plunging wave. *J. Fluid Mech.* 315, 51-64
- [23] Chang, K. A. & Liu, P. L.-F. 1997 Measurement of breaking waves using particle image velocimetry. *Proc. 25th Intl Conf. Coastal Engng*, pp. 527-536. ASCE.
- [24] Longuet-Higgins, M. S. 1992 Capillary rollers and bores. *J. Fluid Mech.* 240, 659-679.
- [25] Lin, M. C. & Shieh, L. D. 1997 Simultaneous measurement of water impact on a two dimension body, *Fluid Dynamics Research*.
- [26] Pengzhi Lin, Kuang-An Chang, Philip L.-F. Liu 1999 Runup and rundown of solitary waves on sloping beaches, ASCE.
- [27] D. H. Peregrine 1999 Large-scale vorticity generation by breakers in shallow and deep water, *Eur. J. Mech. B/Fluids*.
- [28] K. Okamoto, Y. A. Hassan, W. D. Schmidl 1995 New tracking algorithm for particle image velocimetry, *Experiments in Fluids* 19, 342-347.
- [29] Y. A. Hassan, O. G. Philip 1997 A new artificial neural network tracking technique for particle image velocimetry, *Experiments in Fluids* 23, 145-154.