

臺灣西南海域海底海流特性

林演斌¹ 范揚洺² 施孟憲³ 陳世宗⁴ 王耀貞⁵ 王松池⁶
江郁芳⁷ 吳振文⁸

- ¹ 國立成功大學近海水文中心計畫經理
² 國立成功大學近海水文中心研發組組長
³ 國立成功大學近海水文中心系統工程師
⁴ 台灣中油公司天然氣事業部南區營業處處長
⁵ 台灣中油公司天然氣事業部南區營業處副處長
⁶ 台灣中油公司天然氣事業部南區營業處經理
⁷ 台灣中油公司天然氣事業部南區營業處工程師
⁸ 台灣中油公司天然氣事業部南區營業處技術員

摘要

依據多波束水深測量(MBES)與側掃聲納測量(SSS)於臺灣西南海域附近地形地貌探勘結果發現有多處海底呈現塌陷狀況，且持續淘刷。為了探討造成海底淘刷原因，需充分掌握海床塌陷區域內三維度空間內之流場資訊，方能全盤解析渦流，因此本研究目的為以資料浮標長期觀測海流資料，分析海流特性，同時提供未來發展塌陷區域空間之流場模擬。本研究利用觀測的各層流速流向資料以對數速度分布方法計算得到近海底的流速流向資料，經由底碛式流速儀於現場海流觀測證明計算得到距海底 1 公尺的海流資料方法正確。進一步分析現階段的觀測資料顯示臺灣西南海域海底海流的主要流向為南南西向，其中，檢視每天、每月及一整年的海流資料發現至少須持續監測至少一年以上方能代表特定海域的近海底海流特性。另外，比對海流流矢圖與潮位資料顯示近海床的海流變化與潮汐變化無明顯相關。

關鍵詞：海潮流監測、海底淘刷、資料浮標、對數速度分布、流場模擬

The Observation of Ocean Current of Seabed over Southwestern Taiwan Water

Yen-Pin Lin Yang-Ming Fan* Mon-Shen Shi Shih-Chung Chen Yao-Chen Wang
Song-Chyr Wang Yu-Fang Chiang Zhen-Wen Wu

* Leader, R&D Department, Coastal Ocean Monitoring Center, National Cheng Kung University

ABSTRACT

The seabed subsidence was found from the survey of multibeam echo sounders (MBES) and side scan sonar (SSS) over southwestern Taiwan waters. And strong seabed currents are still scouring the seabed. In order to investigate the reason of the scour of seabed, the ocean current field should be fully understand in this area. Therefore, the purpose of this study is to analysis the ocean current characteristic from the buoy measurements. The ocean current measurements will be used for the development of ocean current simulation. Due to the limit on the blind area of the instrument of Acoustic Doppler Current Profile (ADCP), the ocean current data from 6 meters below is calculated via Logarithmic velocity profile method. The analytic results showed that the mainly direction is in the southeast to south-southwest. According to the analytic results of the ocean current data of daily, monthly and yearly, the measurement should be continuously monitored at least one year for

understand the seabed currents characteristic over specific waters. In addition, there are no relation between the ocean currents of seabed and tidal.

Keywords: Ocean current measurement; The scour of seabed; data buoy; Logarithmic velocity profile; Current simulation

一、前言

依據多波束水深測量(MBES)與側掃聲納測量(SSS)於臺灣西南海域附近地形地貌探勘結果發現有多處海底呈現塌陷狀況，且持續淘刷。為了探討造成海底淘刷原因，需充分掌握海床塌陷區域內三維空間內之流場資訊，方能全盤解析渦流，因此方法有二：一為實測流場、另一為流場模擬。實測方式需要布設非常多的底碇式海流儀，以形成海底海流觀測網，布設間距取決於所欲量測渦流之尺度，量測愈小尺度渦流需要愈細密之儀器間距與剖面解析度。然而目前渦流是否存在與其尺度資訊皆不得而知，於此情況下，若貿然以此方式進行觀測，恐怕將發生觀測解析度過密或不足之問題，進而導致經費過於龐大或無法解析渦流。另一作法為進行凹陷區域空間之流場模擬，具體呈現底床凹陷區域三維流場特性，由於模式之網格解析度為可調整，有利於從中解析是否存在渦流之問題。又為使模擬結果具一定之可信度，必須以長時間的實測海流資料校正模式，且須包含不同季節與颱風期間之實測資料。

由上述說明可知，不論哪種方法都需要長期的海流實測資料。收集長期的海流實測資料的方式，主要有資料浮標與底碇式海流儀兩種。依據以往經驗，由於底碇式海流儀容易受到漁船拖網纏住，或遭較強海流沖走、以及泥沙覆蓋等因素的影響，使得利用底碇式海流儀常無法取得長期的海流實測資料。此外，海床塌陷附近海域水深超過 100 公尺，在此水深條件下進行底碇式海流儀的操作，也有一定的難度。因此，為取得完整一年的海流資料供模式校驗，本研究以資料浮標方式觀測長期海流資料。

二、海象資料浮標系統設定

海象資料浮標是海上的無人海流及波浪監測站，可佈放於任何水深海域之全自動即時海流及波浪觀測設備，過去 10 多年來歷經無數次巨浪期間，

皆可順利觀測海氣象資料。海象資料浮標下方裝設有錨鍊與繩索連接錨碇塊，固定於底床，可進行各種海流及波浪觀測作業。同時為了觀測作業與海上航行船隻的安全，海象資料浮標設置有航行警示燈與雷達反射器。

由於本研究以流速儀進行海底海流觀測，為了確保流速儀的音波發射訊號品質穩定，須考慮測點不得放置於高低差太大之海床，因此佈放錨碇離邊坡的距離須考慮迴轉半徑、海象資料浮標最大傾斜角度、流速儀的音波本身傾斜角度及音波發射訊號的範圍(黃等，2014)。

海象資料浮標的海流觀測設定層數與每層間距取決於水深，觀測系統量測後立即分析儲存與海流觀測資料通訊，因海象資料浮標位置離岸較遠，若以 GPRS 傳輸恐有漏失，故採用衛星通訊。海象資料浮標設置的位置如圖 1 所示。



圖 1 海象資料浮標位置圖

三、底層邊界層流速的驗證

由於流速儀本身有 6 公尺的盲區限制，換句話說最接近海床的觀測資料為距離海床 6 公尺，雖然 6 公尺以下的流速資料無法由流速儀直接觀測取得，但可以利用觀測的各層流速流向資料以對數速度分布(Logarithmic velocity profile)方法計算得到更接近底層的流速流向資料。本研究為了驗證上述方法的正確性，安排現場海流驗證工作以證明計算資

料的正確性。

現場海流驗證工作於海象資料浮標附近進行，如照片 1。為了觀測最接近海底的流速流向資料，本案團隊除了配置高頻流速儀外，同時配置單點流速儀，以解決流速儀本身 6 公尺的盲區限制，如照片 2。單點流速儀以水平方向量測流速流向，因此沒有盲區限制的問題存在，而不同水深的流速流向資料，由高頻的都卜勒流速儀進行。另外，由於儀器將放置於水深超過 100 公尺海底，底碇式流速儀除了採用抗流網錨碇架之外觀，可避免漁網經過時對儀器造成傷害，又為了避免儀器下水過程中受到海流影響導致儀器翻覆，本研究特地加裝防翻覆設備。



照片 1 海象資料浮標與底碇式流速儀相對位置



照片 2 海象資料浮標與底碇式流速儀相對位置

單點流速儀觀測流速與計算流速比對結果如圖 2 所示，橫軸為時間，縱軸為流速，單位是節(knot)，圖中實線為單點流速儀觀測流速，空心圓為以對數速度分布方法計算得到距海底 1 公尺的流速。比對結果明顯看出計算流速符合單點流速儀觀測流速，證明本研究以對數速度分布方法計算得到距海底 1 公尺的海流資料方法正確。

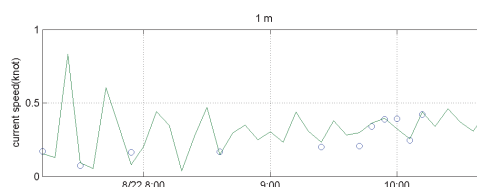


圖 2 單點流速儀觀測流速與計算流速比對圖

四、海流資料統計特性

由於本研究目標為分析近海底海流，因此本章以距海底 1 公尺的海流資料進行分析。

4.1 海流玫瑰圖

將每筆海流資料依據流速流向分類在海流玫瑰圖的極坐標系上，圖上將流向分為 16 個方位，方位上的每個扇形長度代表該流向出現的頻率，最長的部分表示該流向出現的頻率最高。扇形內的區塊顏色代表不同流速大小，扇形內不同顏色區塊的大小代表該流速出現的頻率。由海流玫瑰圖可以看出整個海域的海流特性，包括主要流向及其出現的頻率，以及流速大小對應流向和出現的頻率，進而得知此海域主要屬於哪種流向，流速達到的大小等級，以及各別出現的頻率。

圖 3~圖 5 分別是曾文資料浮標、曾文溪口資料浮標及鹿耳門溪口資料浮標的海流玫瑰圖，圖中顯示主要流向為南南西向。

進一步檢視每天、每月及一整年的曾文資料浮標海流資料發現，民國 102 年 8 月至 103 年 8 月共一年的主要流向如同前述為南南西向(如圖 6)，但民國 103 年 4 月 17 日 12 時至 4 月 20 日 00 時期間共 60 小時的主要流向卻為北向(如圖 7)，若剛好僅在此段時間進行數十小時的海流監測，將嚴重誤判此區域的海流特性，此現象反映出短期觀測的代表性不足。因此曾文溪口資料浮標與鹿耳門溪口資料浮標是今年(104 年)9 月才開始觀測，為了了解兩處海域的海底海流特性，將持續監測至少一年以上。

測站名稱：曾文資料浮標
 資料日期：2013/09
 有效樣本：720

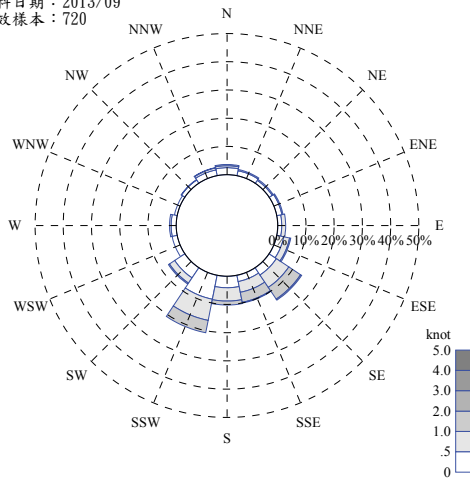


圖 3 曾文資料浮標 102 年 9 月之海流玫瑰圖

測站名稱：鹿耳門溪資料浮標(海床往上1 m)
 資料日期：2015/09/
 有效樣本：86

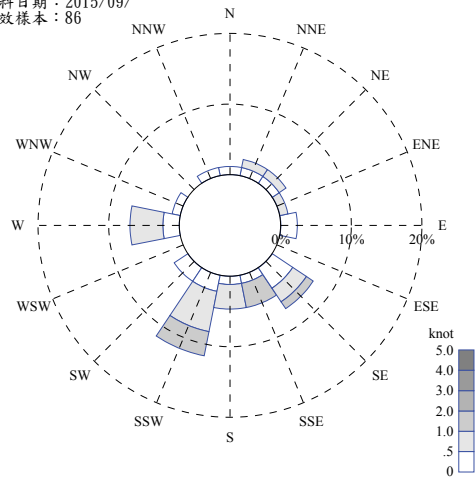


圖 5 鹿耳門溪口資料浮標 104 年中旬之海流玫瑰圖

測站名稱：曾文溪口資料浮標(海床往上1 m)
 資料日期：2015/09/
 有效樣本：146

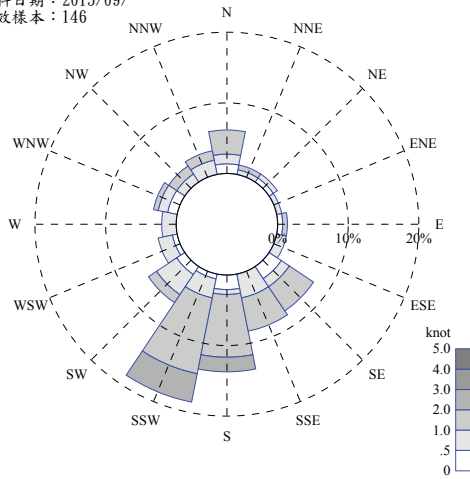


圖 4 曾文溪口資料浮標 104 年中旬之海流玫瑰圖

測站名稱：曾文資料浮標
 資料日期：2013/08-2014/08
 有效樣本：8893

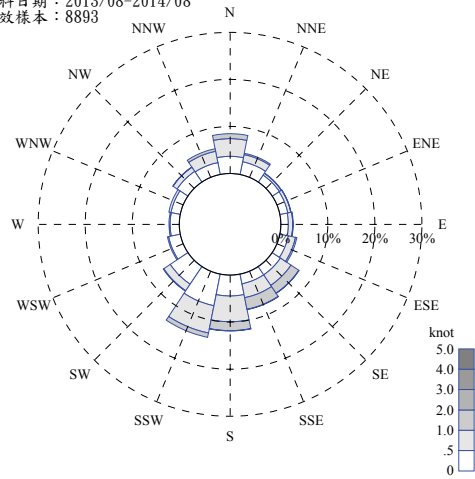


圖 6 民國 102 年 8 月至 103 年 8 月之海流玫瑰圖

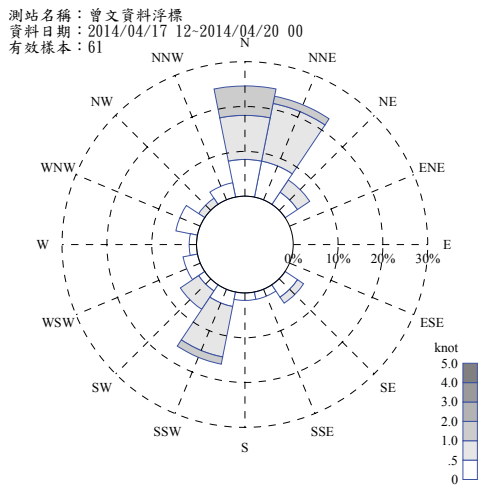


圖 7 曾文資料浮標民國 103 年 4 月 17 日 12 時至 4 月 20 日 00 時之海流玫瑰圖

4.2 海流流矢圖

本節以海流流矢圖描述海流特性，如圖 8~圖 9，圖中箭頭長度表示流速大小，箭頭方向表示流向（去向），橫軸是日期，縱軸是流速（節），每張海流流矢圖的上方數字代表距海底距離。圖中明顯看出接近海底的海流流速較小。

台灣西岸每逢漲潮時，海水由台灣海峽南北兩端沿著海岸往台中、彰化附近海域前進，退潮時，潮水又順著原路往台灣島南北兩端退去。因此在西南海域的漲潮為北流，退潮為南流，如永安的潮位資料顯示一天之內有兩次的漲退潮，如圖 10 所示。比對海流流矢圖與潮位資料顯示近海底的海流變化與潮汐變化無明顯相關，且近海底的海流由北往南流居多。

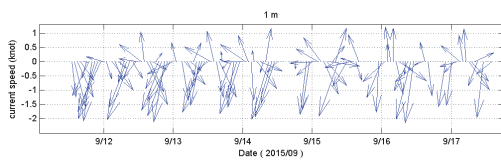


圖 8 曾文溪口資料浮標的海流流矢圖

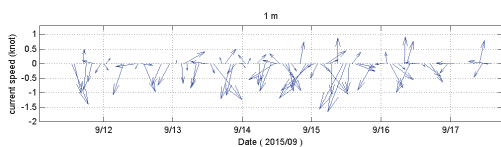


圖 9 鹿耳門溪口資料浮標的海流流矢圖

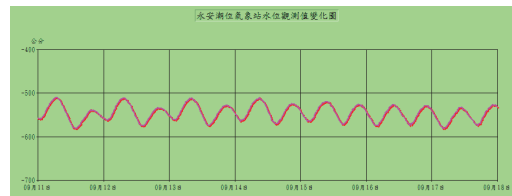


圖 10 永安潮位資料圖

五、結論與建議

5.1 結論

利用觀測的各層流速流向資料以對數速度分布方法計算得到近海底的流速流向資料，經由底碇式流速儀於現場海流觀測證明計算得到距海底 1 公尺的海流資料方法正確。

由現階段的觀測資料顯示臺灣西南海域近海底海流的主要流向為南南西向，又進一步檢視每天、每月及一整年的海流資料發現至少須持續監測至少一年以上方能代表特定海域的海底海流特性。

比對海流流矢圖與潮位資料顯示近海底的海流變化與潮汐變化無明顯相關，且近海底的海流由北往南流居多。

5.2 建議

為了掌握臺灣西南海域的近海底流速流向特性，海象資料浮標觀測是直接觀測方法，提供固定位置的海流資料，然而要使用海象資料浮標獲得空間上全面性的資料數據有經費考量上的困難，後續建議模擬接近海底底床的空間海流資訊，並藉由歷史資料的重現，企圖找出淘刷成因。

謝誌

本論文承蒙水利署提供永安潮位氣象站資料使本研究得以順利完成，謹致謝忱。

參考文獻

1. 黃清哲、林演斌、范揚洺、施孟憲、薛安瀛、江燈星(2014)台灣西南海域海底底床淘刷成因之初探，第十六屆水下技術研討會暨科技部成果發表會論文集，第 365-370 頁。