

深海資料浮標作業能量建立與觀測結果

李汴軍^[1] 徐月娟^[2] 高家俊^[3] 饒國清^[4] 施孟憲^[5]

^[1]華梵大學環境與防災設計學系 ^[2]中央氣象局海象測報中心 ^{[3][4][5]}國立成功大學近海水文中心

摘要

中央氣象局海象測報中心爲了提昇海象預報模式之準確度，於民國95年5月在台東外海約250公里處(加瓜海脊)成功佈放一座深海資料浮標，當地水深爲4800米，8月份並藉由海研一號完成保養維護工作。該資料浮標站爲我國第一座全自動的深海外海氣象觀測站，觀測資料透過鈹衛星(Iridium)即時(real-time)地回傳至中央氣象局，提供模式校驗使用，並擔任監測颱風訊息的前哨站。此浮標自佈放後迄今，已成功觀測得數個颱風期間的資料，其中在碧利斯颱風期間測得超過8m的示性波高，同時並發現在夏季，即時無颱風或低壓系統時，該海域仍時常出現2m以上的浪高，其原因值得進一步探討。除了波浪之外，此浮標同時收集風、氣壓、氣溫、水溫等資料，對於海洋科學研究有相當之助益。台東外洋浮標的研發與佈放作業完全由國人自行完成，此項工作的完成，最大的意義在於證明了我國已具備有獨立從事深海自動化海氣象觀測作業的能力。

關鍵字：中央氣象局、浮標、深海

一、前言

爲監測台灣環島海氣象資料，交通部中央氣象局近年來已經於台灣四周海域佈放了數個資料浮標，包括新竹、花蓮、龍洞、大鵬灣等資料浮標。這些資料浮標皆佈放在近海區域，由於水深有限及受地形影響，其資料僅代表範圍較小的區域性近岸海氣象特性。對於位於颱風侵襲頻繁的台灣海域而言，因爲測站位在近岸，在觀測到即時颱風資料的同時，颱風已經對於台灣海岸及陸地造成了影響，對於颱風預測災害預警之幫助有限。因此決定將資料浮標觀測位置拓展至離岸更遠之外海，不但能更早期掌握颱風特性，有助於颱風動態預報準確性之提升，其水深較深也可提升觀測資料的代表性。

但是佈放地點水深達4800m，且處於開闊大洋中，外在環境包括海氣象條件、水深條件、向岸通訊需求均與近岸浮標不同，氣象局現行所屬之海氣象資料浮標無法直接應用，經過浮標系統重新研發更改，佈放及操作方式重新設計後，於95年5月28日在台東外海約250公里處(加瓜海脊)成功佈放一座深海資料浮標。

二、台東外洋資料浮標站建置

(一) 台東外洋資料浮標佈放位置

經由近十年來，颱風路徑統計顯示，平均影響或侵襲台灣本島之颱風有超過67%於侵台之前通過台灣東方之海域，由台灣東岸海域西行爲最常發生之侵台颱風路徑(如圖1所示)。因此決定將資料浮標佈放於台東外海約250公里(加瓜海脊)處，如此便可提前24小時掌握這些颱風海上特性，以及其行進之平均速度。

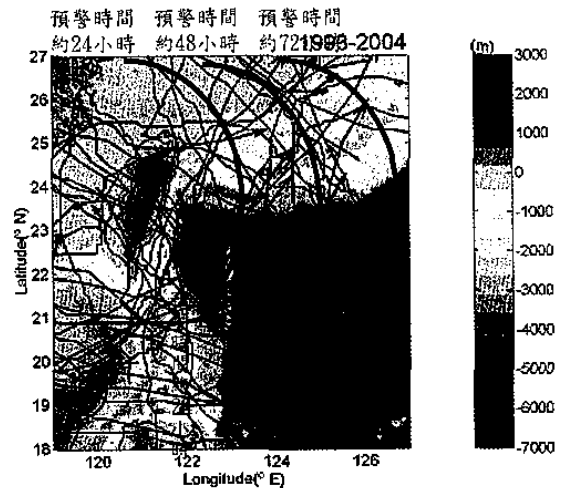


圖1 近十年侵台颱風之路徑統計及預警時間

(二) 台東外洋資料浮標設計條件調查

台灣東方250公里外海水深達4000~6000公尺，在如此深的開闊大洋中佈放及操作資料浮標，其錨鍊系統之設計爲台東外洋資料浮標是否可進行長時間作業化觀測的關鍵。因此在94年6月份隨MOSSAT計畫申請，使用農委會水產試驗所所屬研究船水試一號，進行水深、地形及流速等海域資料收集，作爲錨鍊系統之設計依據。

1. 海底地形水深調查

佈放位置海底底床應爲平坦砂質底床最好，若在陡坡或是珊瑚礁岩區，皆是不利於佈放，容易造成錨碇滑動或發生錨繫纏繞情形，因此底床的調查爲台

東外洋浮標佈放前必須進行之工作。水試一號利用型號Furuno FE-880航海測深儀進行水深測量，所獲得之結果（如圖2所示），此範圍地勢平坦，距東邊加瓜海脊6海浬以上，並與南邊北呂宋島弧相距5海浬以上，水深約4800公尺，所以此海域是台東外洋浮標最佳佈放海域。

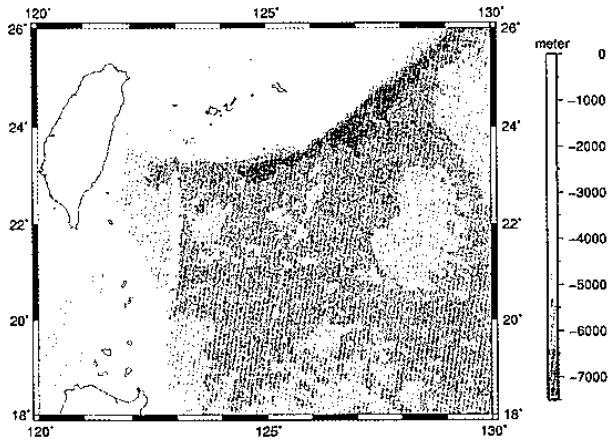


圖2 台灣東部海域水深地形圖

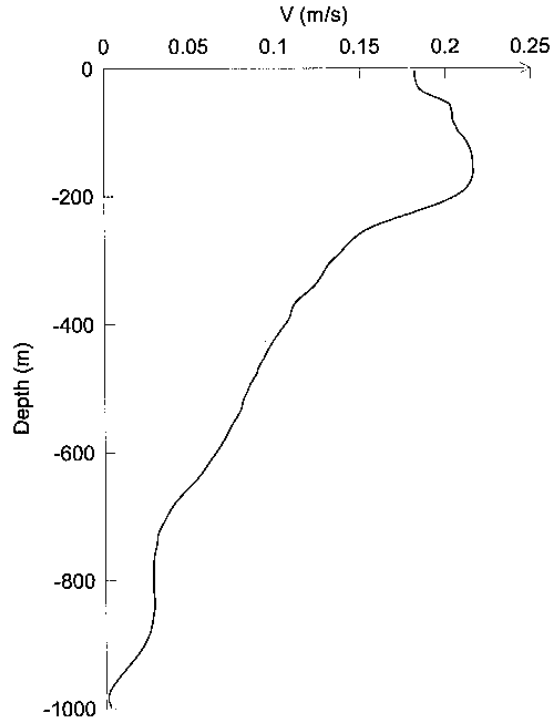


圖4 擬佈放位置之流速分布

2. 流速調查

搭配原水試一號航線，於擬佈放資料浮標位置附近選取24、25b及26三個觀測點（如圖3所示）進行溫度、鹽度及密度等三項參數進行觀測，利用這三項實測資料由液體靜力方程式 (Hydrostatic equation) 推算流速剖面分佈，圖4為推算出之佈放位置流速分佈圖。

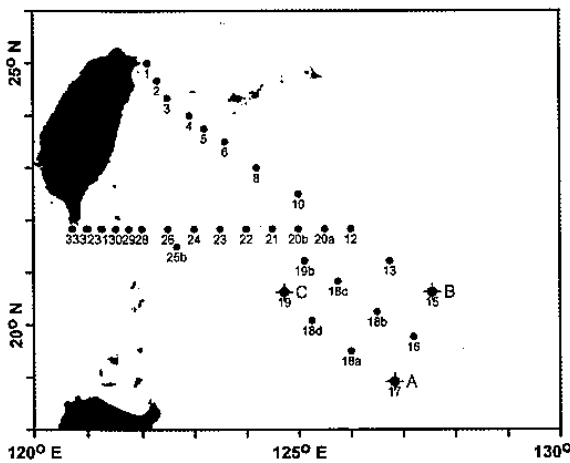


圖3 MOSSAT航次航線圖

3. 波浪調查

使用NWIII波浪模式直接計算2002年1月至2005年5月波浪，選取每月最大波高，據此以甘保氏 (Gumbel) 極端分布與韋伯 (Weibull) 分布，分別統計不同重現週期下之颱風波浪

表1為5、10年重現期之最大波高統計表，網格點於東經123度、北緯21.5度，以甘保氏極值分布計算出的最大設計波高皆大於其他網格點之值，故分別採用重現期5年之最大設計波高20.17m與重現期10年之最大設計波高22.29m，作為設計使用。

表1 不同重現期之最大波浪計算結果

重現期(年)	地點	122	122	122	122	122	122	123
		°E	°E	°E	°E	°E	°E	°E
		21°	21°	21°	21°	21°	22°	22°
		N	N	5°N	5°N	5°N	N	N
5	Gumbel	19	19	19	19	20	18	18
	分布	.3	.2	.6	.3	.1	.8	.3
		6	6	5	6	7	3	6
	Weibull	18	18	18	18	19	17	17
	分布	.3	.2	.6	.3	.0	.7	.4
		1	4	0	0	3	7	9
10	Gumbel	21	21	21	21	22	20	20
	分布	.3	.2	.6	.4	.7	.8	.2
		9	4	7	1	6	9	2
	Weibull	19	19	19	19	19	18	18
	分布	.6	.5	.9	.6	.9	.4	.1
		4	3	2	4	8	6	0

(三) 台東外洋資料浮標設計

1. 錨繫及浮標殼體設計

根據水深調查以及水文資料分析結果，作為在浮標殼體預浮力之設計以及錨繫設計之考量。錨繫設計上，如圖 5 所示，上端為防止魚咬及加掛儀器使用 300m 鋼索，接著為減輕錨繫重量，使用 5500m 繩索，下端音響釋放儀可回收浮標上端錨繫及玻璃浮球，而玻璃浮球則可以將底床上方之錨繫拉離底床，避免與底床摩擦造成斷裂，最下端用 20m 之鐵鍊避免與底床摩擦容易斷裂，最後與錨碇連接，其總錨繫長與水深比 Scope 1.2，可以減少錨繫所承受之張力。而浮標殼體則以近海浮標之現有設計為基礎，增加其預浮力。

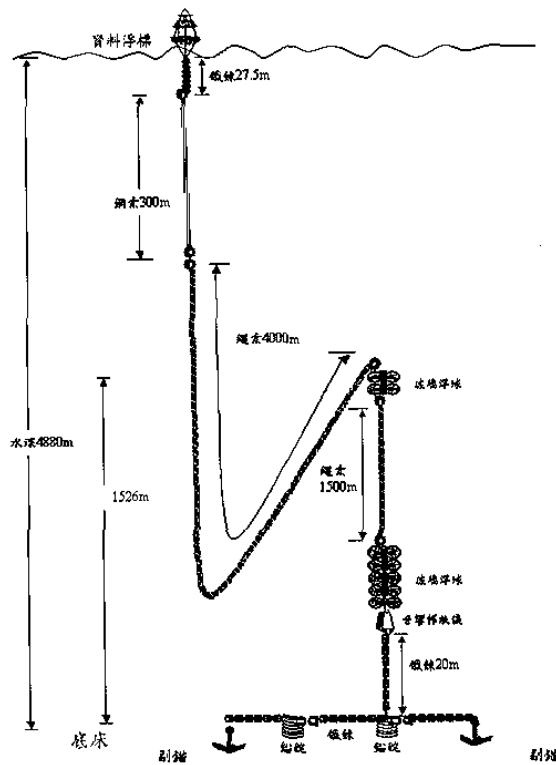


圖 5 深海浮標錨繫設計

2. 傳輸方式設計

台東外洋資料浮標因為離岸約 250 公里，所以無法像近岸浮標一樣，透過無線電、GSM 系統或是 GPRS 系統傳輸，因此使用衛星通訊設備傳輸。

符合台東外洋資料浮標之衛星通訊條件包括：通訊時間無死角，提供即時傳輸功能；具備雙向傳輸功能；體積小重量輕且符合儀器艙內溫溼度及空間條件；水平面上無方向性且適用於海上之天線，不受浮標在海上轉動搖晃影響；耗電量低且處於開機狀態；系統穩定且通訊費較低；與浮標內資料擷取系統介面相容；具 RS-232 介面，所以選用鈹計畫衛星傳輸系統。

3. 其他安全加強部份

台東外洋浮標錨繫所需之尼龍繩長達 5500 公尺，為確保佈放過程中，這些尼龍繩不會打結，依據台大海研所佈放經驗中，先將尼龍繩串為一長 5500 公尺的繩索，再將尼龍繩規則地裝於鐵籠內，共裝置在四個鐵籠中，如此可以避免佈放過程時，繩索打結或是出繩速度過慢造成拉扯現象。在防蝕設計方面，錨鍊連接處增加一鐵弗龍材質之隔絕電位差設計。

(四) 台東外洋資料浮標佈放方式

現有近海資料浮標佈放方式，受限於船舶大小及經費考量，所以利用自行研發的載具運送錨碇方式進行佈放工作。但台東外洋資料浮標佈放位置為台東外海約 250 公里處，利用載具拖送方式已經無法勝任，經過多方評估後，使用台大海研一號研究船進行佈放工作，海研一號佈放資料浮標由船直接運送至預定佈放範圍，再由船上吊具直接進行佈放。但是浮標吊運上研究船後，需加以固定，為此設計一浮標固定支架，避免浮標在甲板上因風浪造成滾動碰撞損壞，並於固定完成後確認通訊及傳輸正常。與研究船上之作業人員配合以及船上機具之調度使用，均需事前與船上人員作多次溝通，找出最適合浮標佈放的作業方式，並且於出航作業前工作協調會議，會中由領隊說明本次作業目的，再由作業人員對於本次作業需求與規劃流程與技正進行溝通，確認作業佈放新浮標可利用船隻後端吊桿及後甲板來進行，並依實際作業情形進行調整，作業團隊及船上技術人員全員動員進行。

進行浮標儀器、支架固定確認及 27.5 公尺鐵鍊與支架串接工作，完成固定工作後，指揮吊車將完成固定的浮標吊起，作業人員至浮標兩側利用繩索防止浮標晃動與船隻碰撞，立即進行 27.5 公尺鐵鍊與 300 公尺鋼索串接，將 4000 公尺繩索搬到船尾進行串接，並將七組的玻璃浮球串接到繩索上，操作音響釋放儀與 1500 公尺繩索及 20 公尺鐵鍊的串接，進行 20 公尺鐵鍊與錨碇串接，音響釋放儀連接中繼浮球與錨碇，指揮吊車吊起錨碇，再由作業人員至錨碇兩側利用繩索防止錨碇與船隻碰撞，錨碇固定於船尾，將浮標吊至船舷準備下水，在錨碇下水後，待資料確認後即完成台東外洋浮標佈放，圖 6 為台東外洋浮標佈放完成圖。

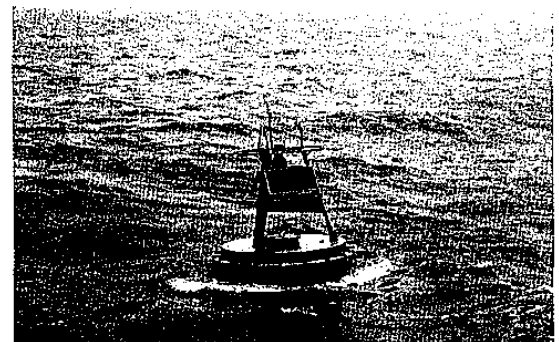


圖 6 台東外洋資料浮標佈放完成

三、觀測成果

台東外洋浮標自5月28日佈放後至9月18日止，已成功觀測得五個颱風期間的資料，其最大示性波高分別為碧利斯颱風 874 cm 8.6 秒、凱米颱風 797 cm 8.3 秒、寶發颱風 368 cm 7.3 秒、桑美颱風 274 cm 7.9 秒、及珊珊颱風 717 cm 8.4 秒。

圖7 為9月14日至16日珊珊颱風期間所觀測到之波高週期圖，因珊珊颱風行經台灣東部海域時，台東外洋資料浮標剛好在其暴風半徑範圍內，量測到7公尺以上波高，周期為8~9秒。

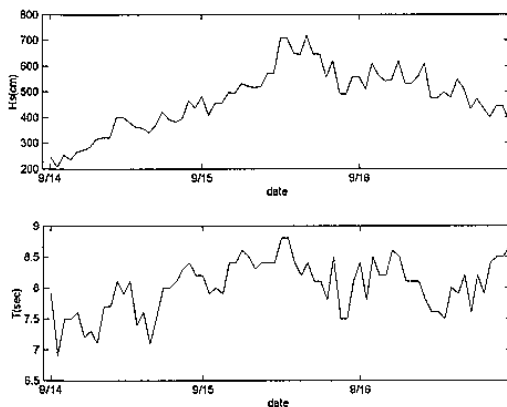


圖 7 珊珊颱風期間台東外洋浮標觀測波高週期時序列圖

四、結論

由這次國人自行完成台東外洋浮標的研發與成功佈放，以及順利完成現場維護保養作業，可以證

明我國已具備有獨立從事深海自動化海氣象觀測作業的能力。而且藉由即時回傳之海象資料，配合天氣圖，可以更了解台灣東部外海之海象變化情形，也可提供天氣預報更多之參考資料，對於颱風預報以及特殊之海象情況有更多的時測資料供分析運用。

五、參考文獻

- (1) 黃明志、高家俊，1991，“海象監測自動化技術可行性及系統發展規劃”，成大造船系、水研所，台南。
- (2) 高家俊、莊士賢等，1999，海象資料浮標即時測報系統運用於南沙海域之評估第二年度報告，交通部科技顧問室報告 009013880395。
- (3) 金紹興、高家俊、莊士賢，2001，“近海水文觀測及預警”，中國土木水利工程學會學術研討會專題演講。
- (4) 莊士賢、高家俊等，2002，近海水文網基本站之建置-近海水文觀測站網建置，近海水文中心研究報告RAA1008，經濟部水利署委託。
- (5) 鄧中柱，2003，深海浮標之可行性研究，中央氣象局研究計畫期末報告。