

颶線地面特徵—高時間解析度氣象因子之初步分析

魏志憲¹ 蘇勝男²

國防大學理工學院環境資訊及工程學系

摘要

本研究利用桃園國際機場6組高時間解析度航空氣象觀測系統資料，初步就2006年5月2日一颶線系統個案之地面風場、溫度與壓力場擾動之變化進行分析，可觀測到對流尺度下衝流的存在。氣壓的反應要早於溫度，兩者時間差約30分鐘。而溫度的變化要較氣壓來的平滑，說明氣壓的變化受到較小尺度的系統影響較為明顯。

一、前言

根據過去研究顯示，颶線(squall line)常會伴隨強風等劇烈天氣現象，低層前緣具有高相當位溫之由後向前入流(front-to-rear inflow)，氣流從底層傾斜向上、上衝流、下衝流、中層則為低相當位溫後方入流(rear-to-front inflow)、(Leary and Houze, 1979)。颶線通過後則會有明顯的冷空氣，使得氣溫突然下降，且風向也會有明顯改變。過去由於受限於時間與空間的解析度，因此當颶線由海上進入陸地時，其地面風向風速、溫度壓力等各項氣象因子的變化過程所知有限，故無法針對這些參數進行定量預報，而更進一步發布危害飛安天氣現象的預警。然而事實上拜科技進步關係，部分測站已建置相當高時空解析度之觀測系統(Straka et al. 1996, Pietrycha and Rasmussen 2004)。桃園國際機場除擁有先進之都卜勒雷達外，更有6套航空氣象觀測系統(Automated Weather Observing System AWOS)，每系統均可提供高

時間解析度的觀測資料。在2006年5月1日至2日，一劇烈線狀對流系統正好通過桃園國際機場，造成地面各項氣象因子的急劇性改變。本文的目的，在於提早預防因強風等氣象因子所造成的飛航安全問題，對乘客及機組人員生命的安全有莫大的助益。

二、資料來源

本研究主要採用桃園國際機場AWOS觀測資料，6套系統分別位在跑道及塔台四周，分別是在近海的23、0523和05外跑道，以及是較靠內陸的24、0624和06跑道(圖1.)。每一系統均可提供每秒1筆的風場觀測。另除23、24測站之外，其他測站科提供每分鐘觀測的海平面氣壓資料。而0523、0624測站則有每分鐘觀測之溫度露點觀測資料。

除上述資料外，並利用桃園國際機場都卜勒氣象雷達所提供的降水回波與徑向風場觀測來決定颶線的走向與移動路徑。

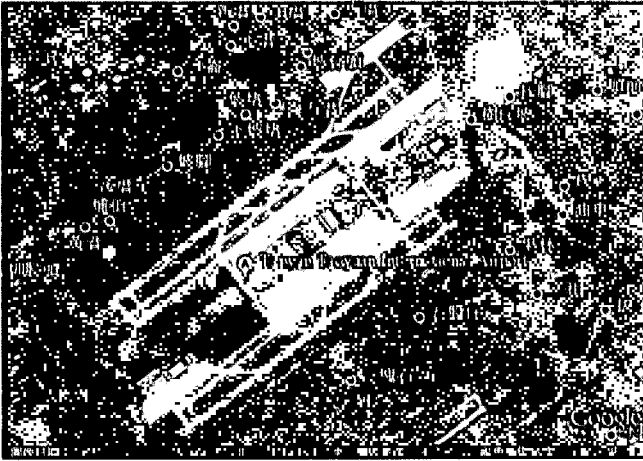


圖 1 桃園國際機場位置之衛星空拍圖 (擷取自 google earth 網站)。

三、中尺度及雷達觀測概述

當颱風線在海面上發展時，2006年5月1日 15UTC地面天氣圖 (圖2.) 顯示一梅雨鋒面正位於台灣海峽北部，而颱風線伴隨在鋒面前緣發展，向東南快速移動。機場都卜勒氣象雷達對這個強烈對流系統做出完整觀測及紀錄 (圖3.)。

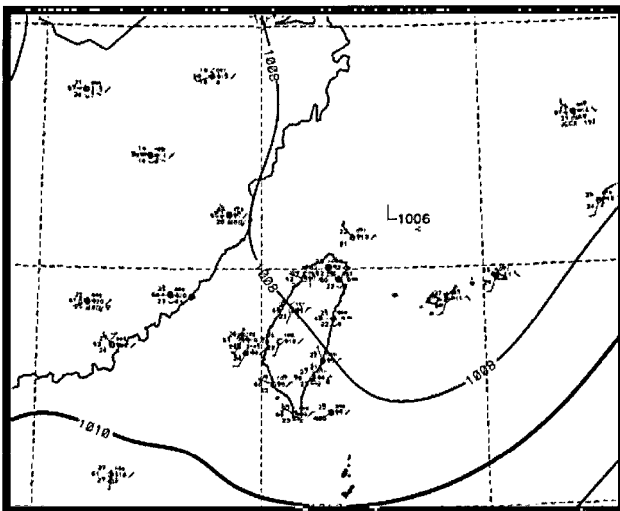
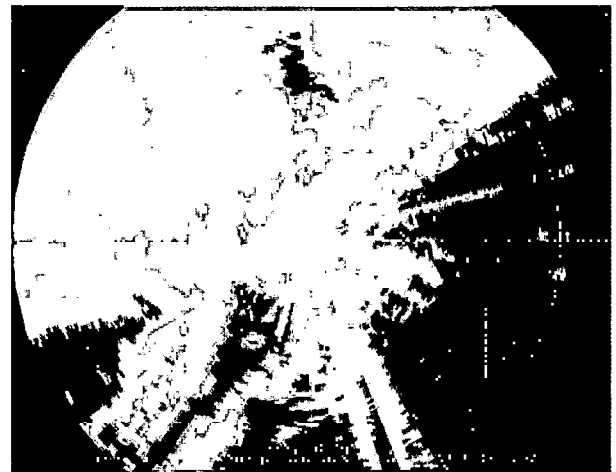


圖 2 2006 年 5 月 1 日 15 UTC 地面天氣圖

從降水回波當中清楚可見颱風線約在1740 UTC時接近台灣北部海岸，呈現東北西南走向，與機場跑到方向近乎平行。徑向風場分

析中顯示颱風線內部氣流為西偏西南風所主宰，風速可大於 15 m s^{-1} 。然而從雷達站附近的零值線的分布，可得知近地層存在西北氣流。盛行的西北氣流則位在颱風線更後緣之處。因此推測颱風線內部運動場的變化相當劇烈。

a.



b.

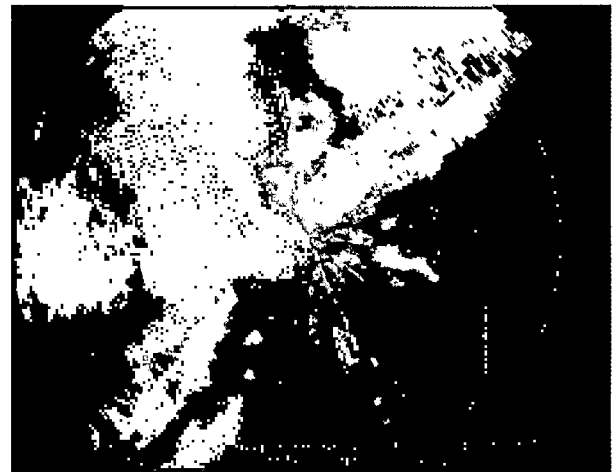


圖 3 2006 年 5 月 1 日 1740UTC 桃園國際機場都卜勒氣象雷達仰角 0.5 度之觀測。(a)降水回波，(b)徑向風場。圖中綠色線為海岸線位置。

四、地面風場分析

由於颱風線的走向與機場跑道方向近乎一致，因此AWOS的觀測網的分布可分別視為

與颶線的走向平行及垂直，此處U分量風場代表平行於颶線的氣流，V分量為垂直於颶線的氣流。

此處單就0523測站的風場進行探討(圖4.)。U分量風場顯示颶線通過時，平行於颶線的風場產生明顯的震盪，特別在1736及1744 UTC時，風速僅約5 kts，顯示風向有明顯變化。在1800 UTC之後U分量風場趨於較穩定狀態。比較明顯變化則是發生在橫越颶線的氣流上，外流的現象相當的顯著，最大可達35 kts，可推測颶線內部存在對流尺度的下衝流。此外流現象僅維持約20分鐘，1800 UTC之後V分量風場僅維持在-5至5 kts之間。

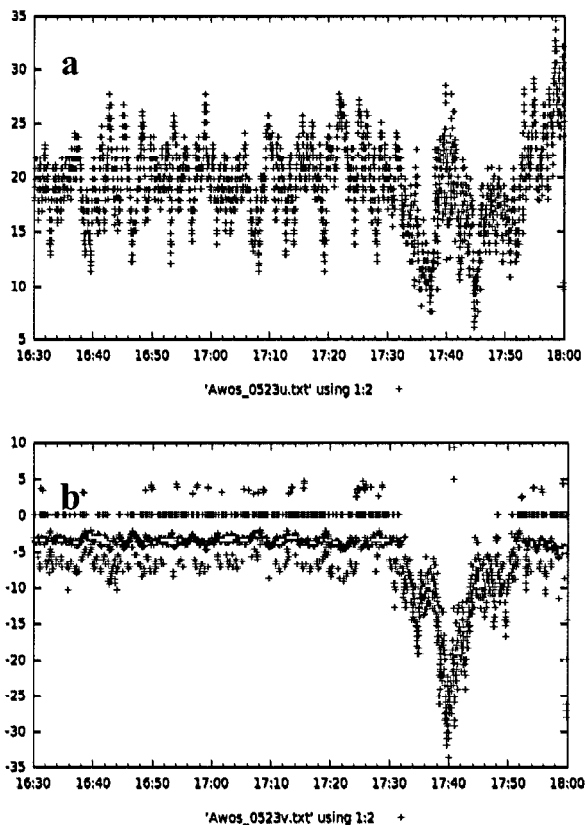


圖4 2006年5月1日1600至1930 UTC 0523測站地面風場時間序列圖。
(a) U(平行於跑道)分量風場，
(b) V(垂直於跑道)分量風場。

五、地面壓溫分析

0523和0624兩觀測系統中顯示(圖5.)，1730 UTC時溫度從27.9度開始下降，直到1810 UTC時達到最低溫度22.3度，此溫度驟降約有40分鐘，颶線前後緣空氣溫差5.6度，真正較為劇烈則是發生於1736至1745 UTC之間，顯示颶線內部存在強烈的溫度梯度。此外，在溫度產生急劇變化之前後，其隨時間的變化幅度約在0.5—1度之間，證明颶線前後緣的空氣秉性相當均勻。

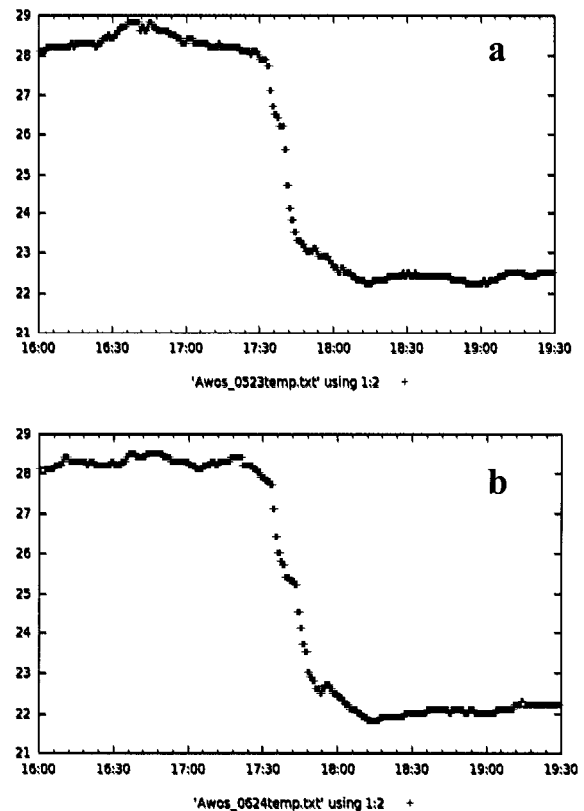


圖5 2006年5月1日1600至1930 UTC 地面溫度時間序列圖。(a)0523測站，
(b)0624測站。

氣壓則在1630 UTC時先微幅下降約0.6 hPa，推測此為一對流尺度之擾動低壓。在1700 UTC之後開始有突升變化的情況發生，05、06、0523和0624(圖6.)等觀測系

統之氣壓約從1005.3升至1008.7，變化量為3.3 hPa，這種劇烈的變化約在1750 UTC時升到最高。這段變化的過程中，在1730 UTC到1745 UTC之間，壓力有大幅的變動，此15分鐘中，壓力上升2.5 hPa。因此說明這段時間當中有一對流尺度之擾動高壓經過。

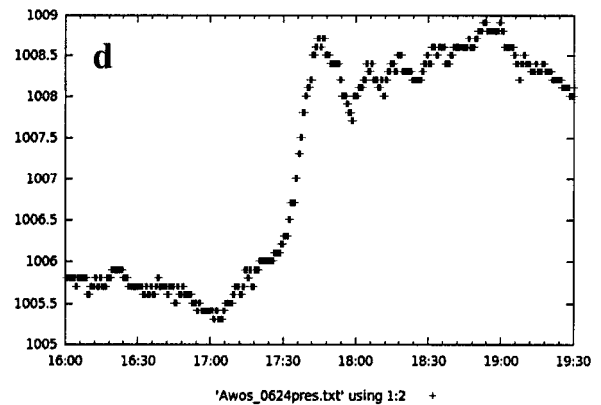
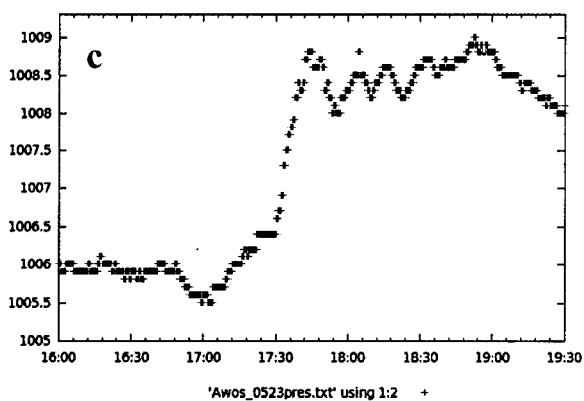
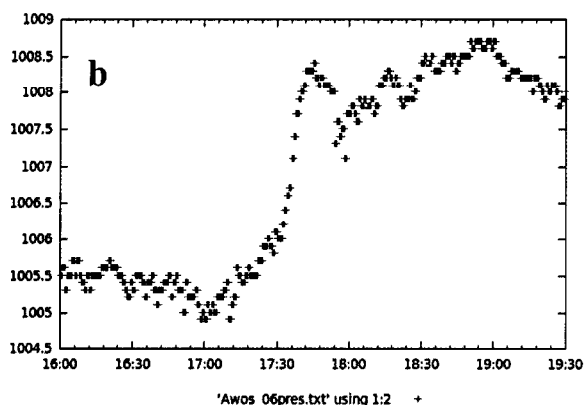
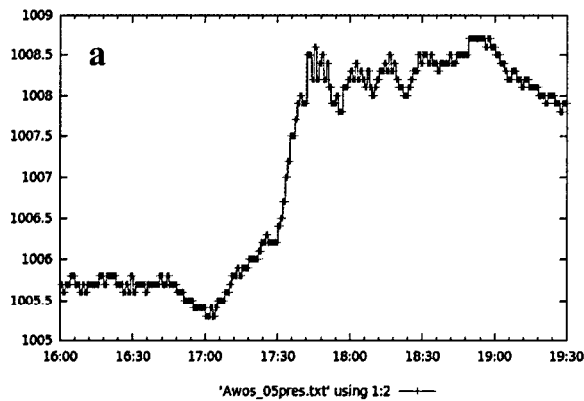


圖 5 2006 年 5 月 1 日 1600 至 1930 UTC 地面氣壓時間序列圖。(a)05 測站，(b)06 (c)0523 測站，(d)0624 測站。

六、討論與結論

配合溫壓資料，可發現當外流現象最明顯時，氣壓值達到最大，且溫度遞減也最劇烈，因此更進一步證明颱風線內有下衝流產生，在溫度與壓力的分析當中，可發現氣壓的反應要早於溫度，兩者時間差約30分鐘。而溫度的變化要較氣壓來的平滑，說明氣壓的變化受到較小尺度的系統影響較為明顯，而溫度的變化則反映了颱風前後氣流的秉性差異，似乎並未反應出對流尺度的擾動現象。本研究利用桃園國際機場6組航空氣象觀測系統資料，初步就2006年5月2日一颱風系統個案之地面各項氣象因子進行分析，由於資料的時間解析度甚高，可觀測到風場、溫度與壓力場擾動之變化。未來將進一步結合機場都卜勒氣象雷達資料，更深入探討颱風垂直方向之結構與特徵，對飛安有更周全的保障。

致謝

感謝民航局飛航服務總台蒲金標前副總台長提供資料，使本研究得以完成。

參考文獻

- Leary, C. A. and R. A. Houze Jr., 1979: Melting and Evaporation of Hydrometeors in Precipitation from the Anvil Clouds of Deep Tropical Convection. *J. Atmos. Sci.*, 36 669–679.
- Pietrycha, A. E. and E. N. Rasmussen Finescale Surface Observations of the Dryline: A Mobile Mesonet Perspective. *Wea. Forecasting*, 19, 1075–1088.
- Straka, J. M., E. N. Rasmussen and S. E. Fredrickson, 1996: A Mobile Mesonet for Finescale Meteorological Observations. *J. Atmos. Oceanic Tech.*, 13, 921–936.

The characteristic of the squall — An analysis of meteorological factors by using high temporal observations

Chih-Hsien Wei¹ Sheng-Nan Su²

Department of Environmental Information and Engineering, National Defense University

Abstract

The present study analyses the high temporal observation collected by the six Automated Weather Observing System deployed over the Taoyuan International Airport to investigate the variation of wind filed, temperature and surface pressure under the influence of a squall line preliminarily. The result shows existence of convective downdraft embedded within the squall line. The response of pressure was faster that that of temperature over 30 minutes. It indicates that the small scale system dominates the variation of surface pressure.