

蘇力颱風侵襲期間台灣桃園國際機場氣壓跳動 與低空風切個案觀測分析研究

1,2 蒲金標 2 林清榮

1 國立臺北教育大學自然科學教育學系

2 財團法人中華氣象環境研發中心

低空風切(Low-level Wind Shear)

低空風切(Low-level Wind Shear)

或微爆氣流 (Microburst) 對飛航安全構成最嚴重威脅。

低空風切發生在最低層500m (1,600ft) 以下，風向或風速之突然變化，對飛機起降階段而言，則特別重要。

當飛機在起降階段，飛機速度和高度都接近臨界值，飛機容易遭受風切的危險。

風切(Wind Shear)

- 風切乃指大氣中單位距離內，
- 風速或風向或兩者同時發生之突然大變化
- 風切= $\Delta \vec{v} / \Delta s$ (2)
- $\Delta \vec{v}$ 及 Δs 分別代表風向量變化及產生變化之距離。
- 風切可分為水平風切或垂直風切。

風切警告

- 美國 (FAA) → Phase-III LLWAS
- 跑道兩旁離中心線1海哩和跑道兩端向外延伸3海哩 → 數十個測風塔。
- 其中一個觀測塔 → 風場和所有測風儀的平均風場有每小時 15 海哩的差值 → 風切 → 即時發出風切警告。

「輻合」與「輻散」

- 區域風場「輻合」與「輻散」現象

- $\Delta = \text{div}(u, v, w) = \partial u / \partial x + \partial v / \partial y + \partial w / \partial z$ (2)

LLWAS-III系統

- LLWAS-III系統監測低空風切的準確率可達90%
- →仍有10%的誤報率。
- 2001.9.1→松山和桃園國際機場各建置Phase-III LLWAS
- 高雄國際機場
- →06跑道靠海，腹地不足，無法建置而放棄。

風速、氣壓和氣壓梯度超過1個標準差

- 雷雨陣風、颱風強風、鋒面過境風場改變大，以及強烈東北季風
- → 低空風切之主因。
- 大氣發生劇烈變化 → 風速、氣壓和氣壓梯度
- → 大幅度的跳動 → 與低空風切發生有關
- 雷雨陣風鋒面來臨和大雷雨引發氣壓跳升
- → 風速、氣壓和氣壓梯度超過1個標準差 (standard deviation)
- → 低空風切發生。
- 氣壓突降或跳升 → 升降幅度越大，低空風切越強

資料來源和研究方法

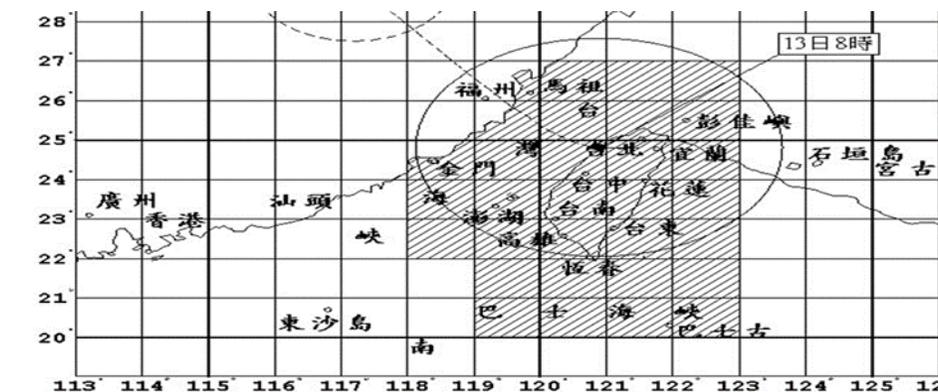
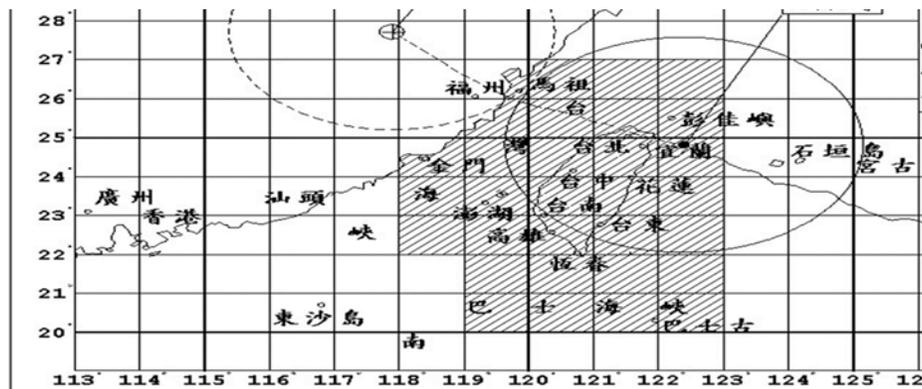
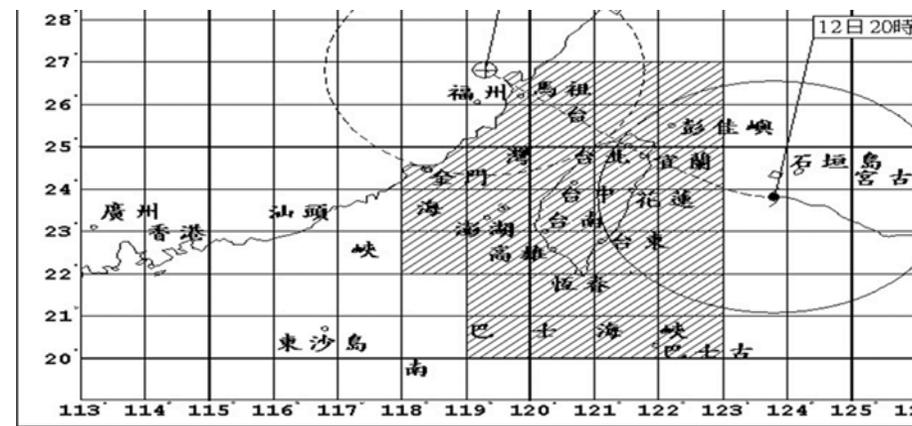
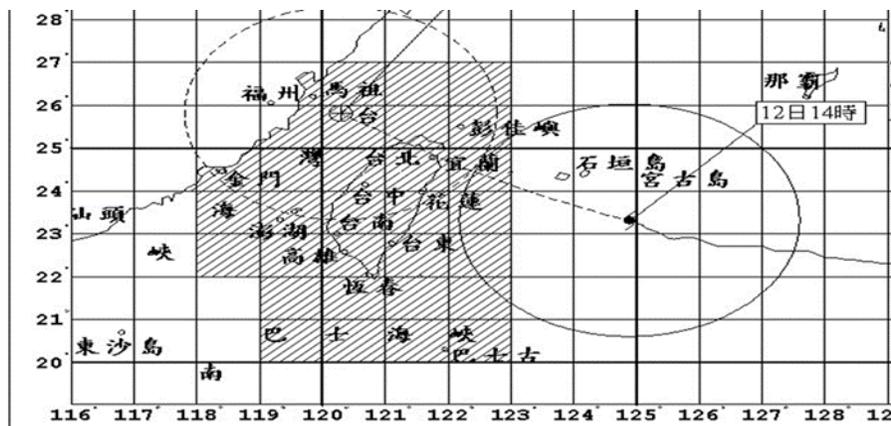
- 桃園機場LLWAS-III→2013年7月12-13日風切警告(每10秒)、
- 地面觀測報告(801C)(**定時和特別觀測**)和地面自動化測報系統(AWOS)(**每秒**)
- **氣壓跳動>16**之頻率與低空風切發生頻率加以比較。

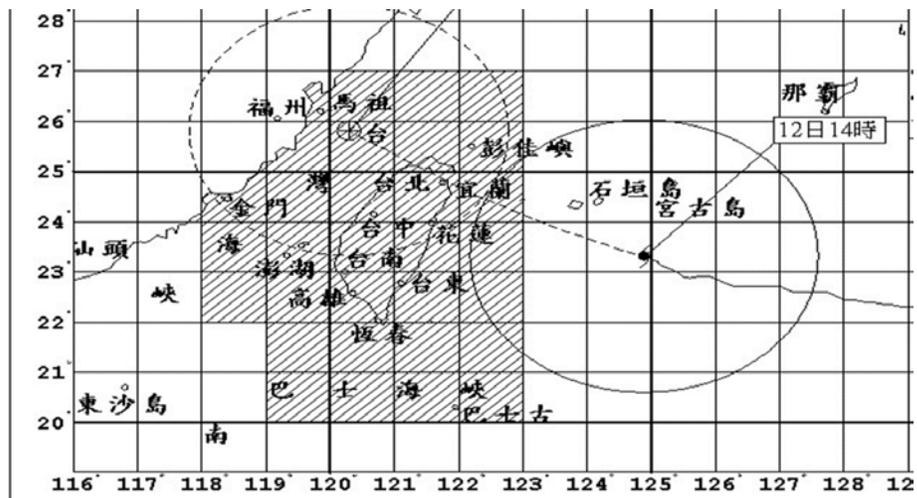
- 在穩定大氣之下，一般氣象要素如氣壓等觀測，其每分鐘前後觀測數值跳動幅度，通常是在一定範圍內，若跳動範圍是近似於常態分布的機率分佈，約68%或95%數值分佈在1個或2個標準差之內。
- 在不穩定大氣之下，該等氣象要素跳動大，可能會超出1個或2個標準差。
- 台灣桃園國際機場氣壓每分鐘前後觀測跳動超出1個標準差之頻率與機場低空風切發生頻率加以比較。

圖1 2013年7月12-13日蘇力颱風中心位置和暴風圈圖

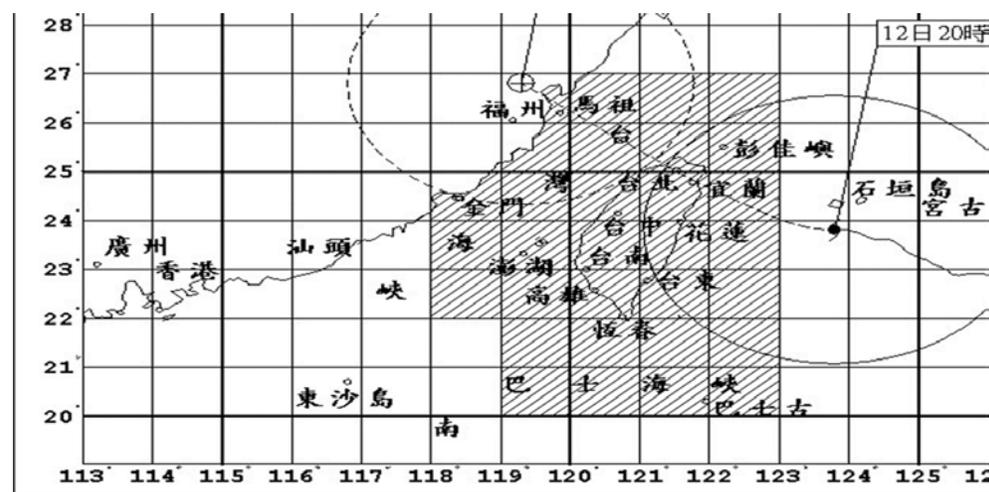
(a)12日0600UTC (b)12日1200UTC

(c)12日1800UTC (d) 13日0000UTC(摘自中央氣象局網站)

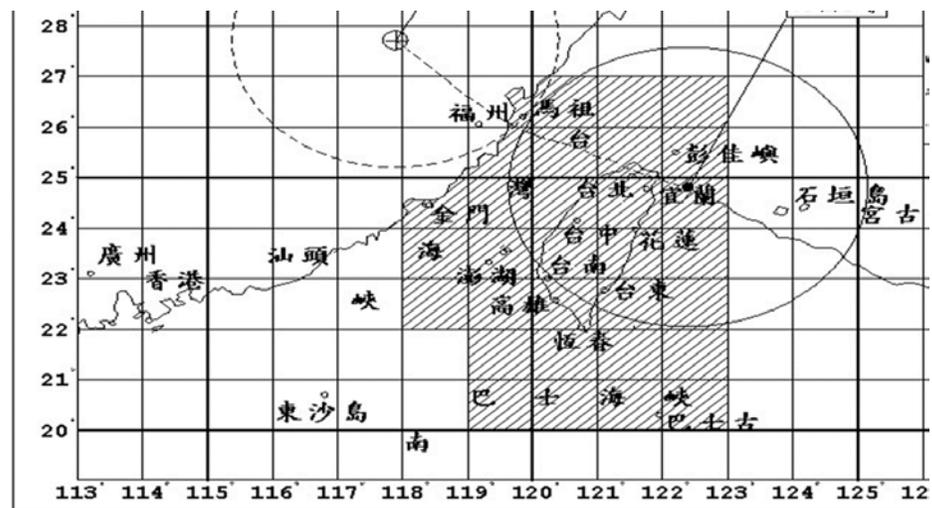




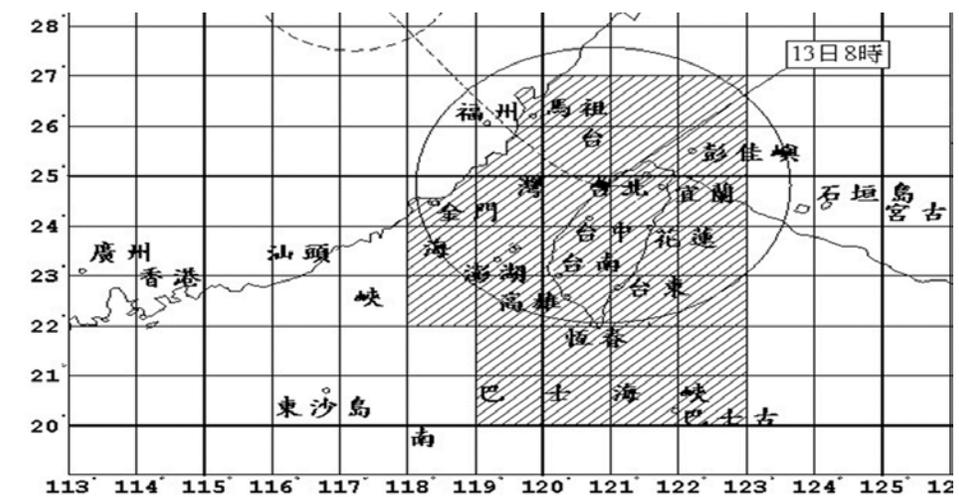
(a)



(b)



(c)



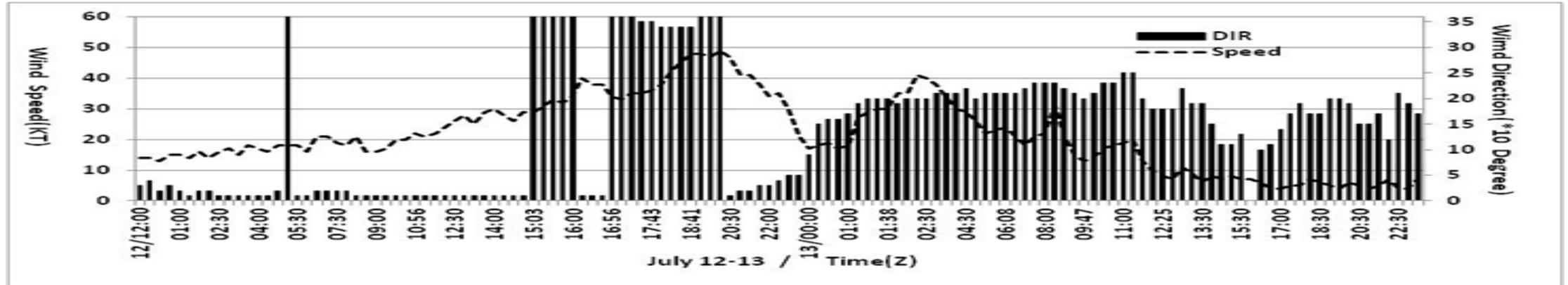
(d)

颱風影響→最大陣風>20KT→台灣桃園國際機場→低空風切發生

陣風>30KT，風切發生頻繁；

(a)風向(實線)和風速(虛線)分布

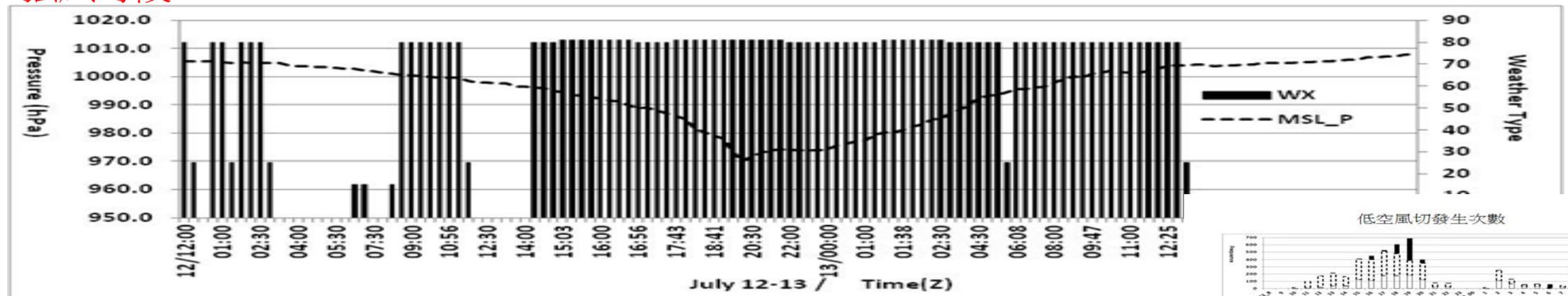
(B)天氣(實線)和氣壓(虛線)分布



氣壓<990hPa→風向偏北和偏南兩個強風時段

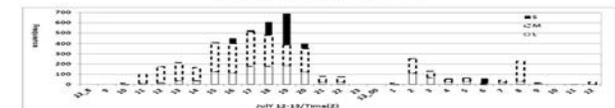
(a)

陣風>50KT，風切發生非常頻繁；
陣風>65KT，強烈風切發生頻繁。

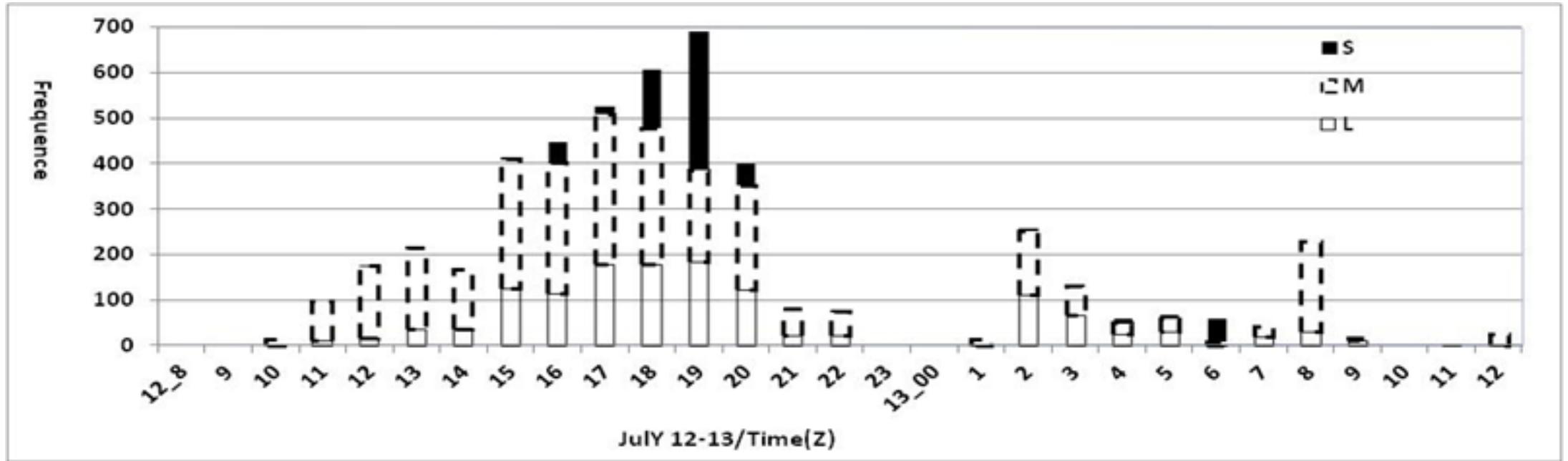


(b)

低空風切發生次數



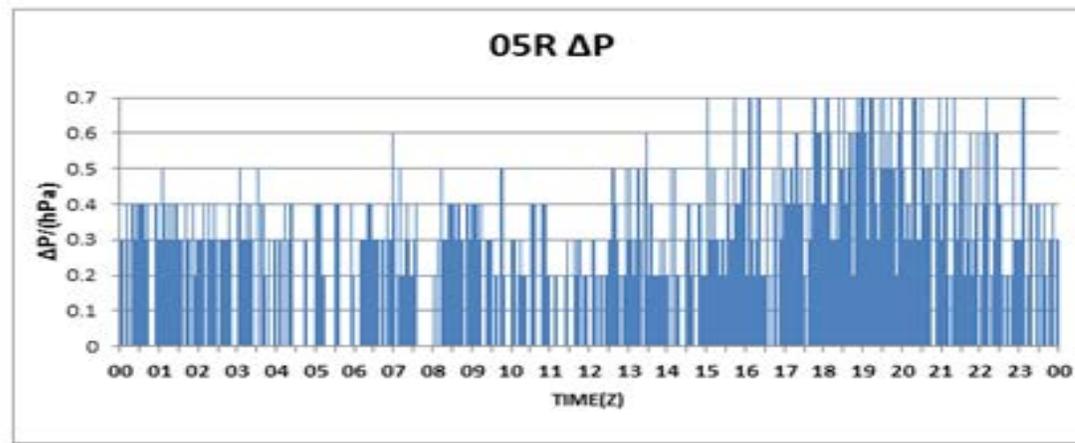
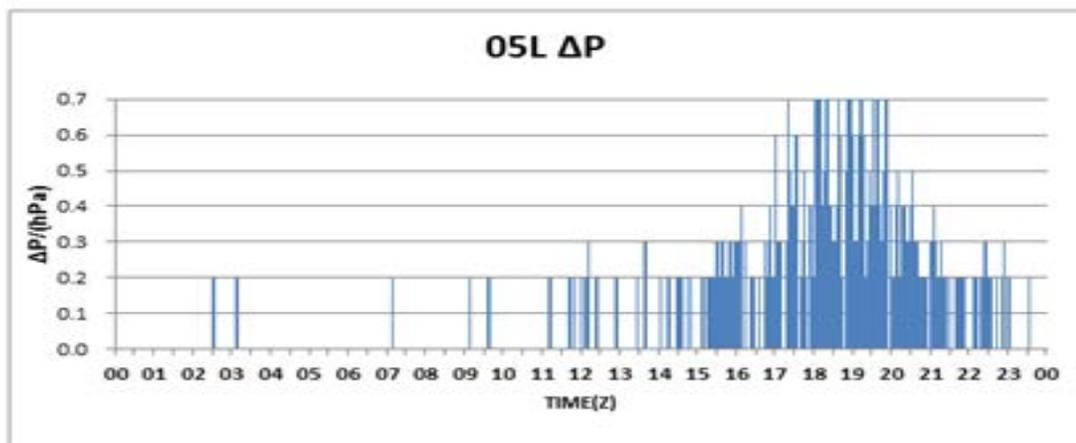
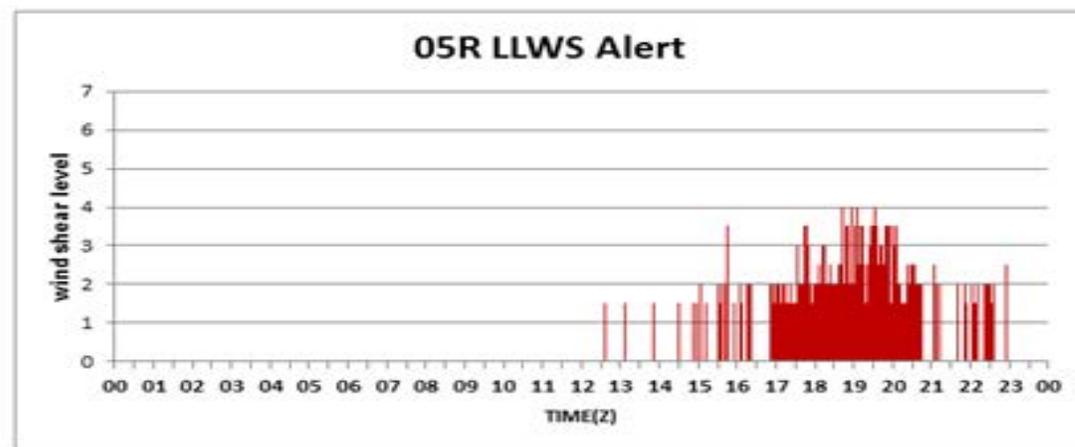
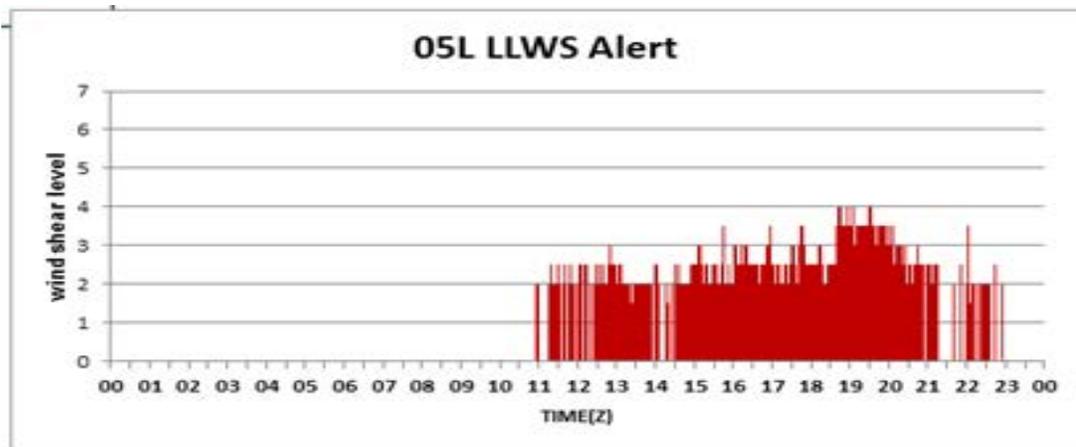
低空風切發生次數



氣壓跳動超過一個標準偏差

跑道名稱或位置	July 12	July 13
05L	0.32	0.22
05R	0.42	0.49
M23L23L	0.27	0.3
M23R05L	0.31	0.23

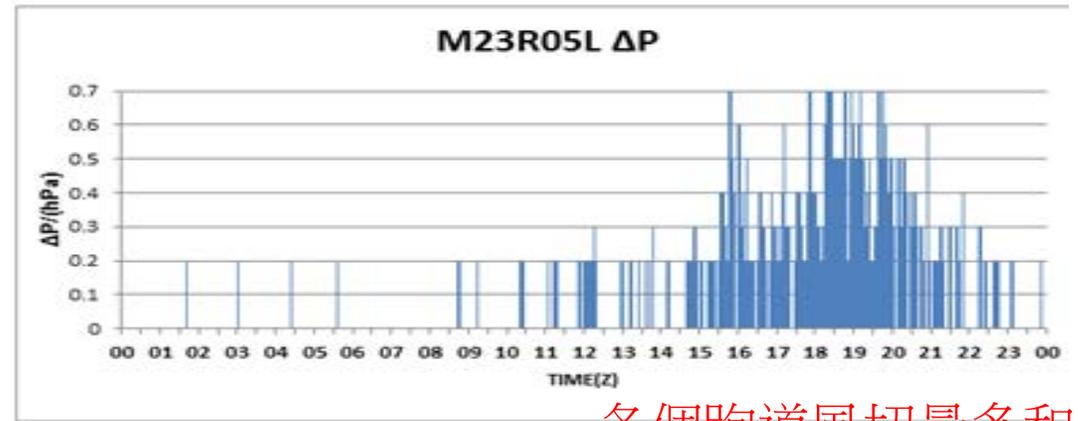
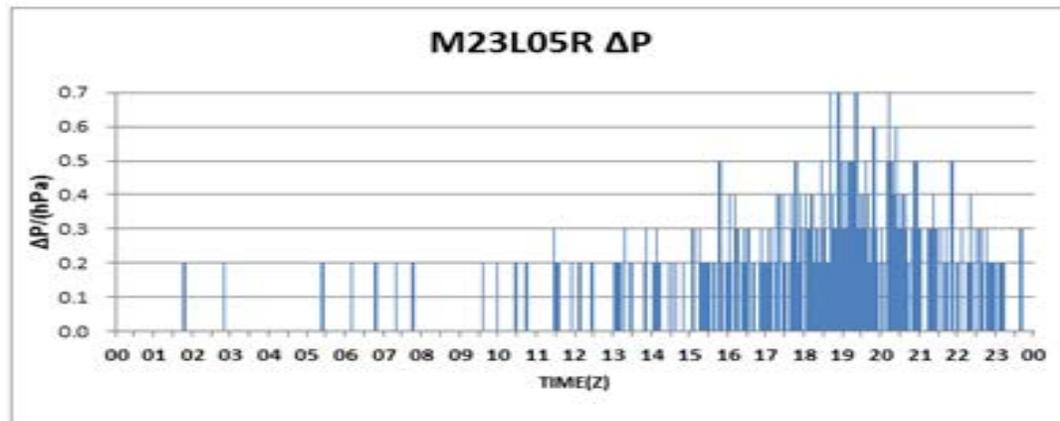
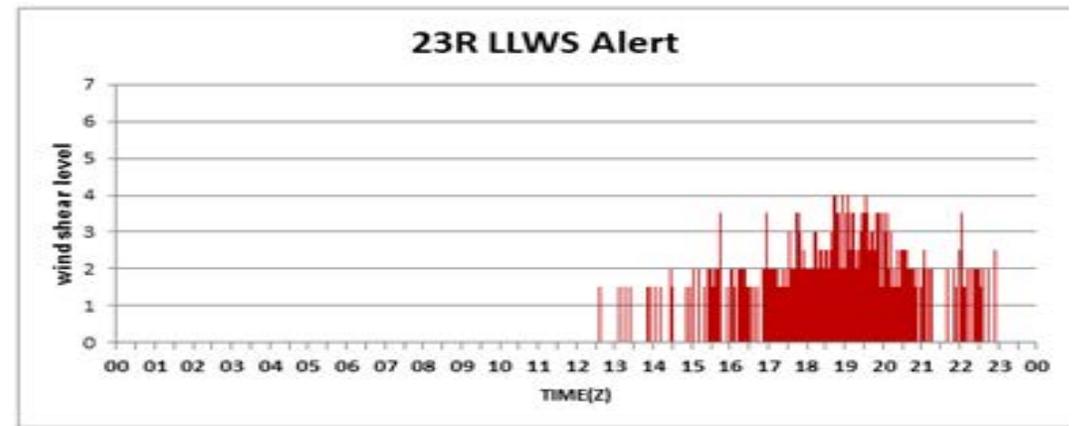
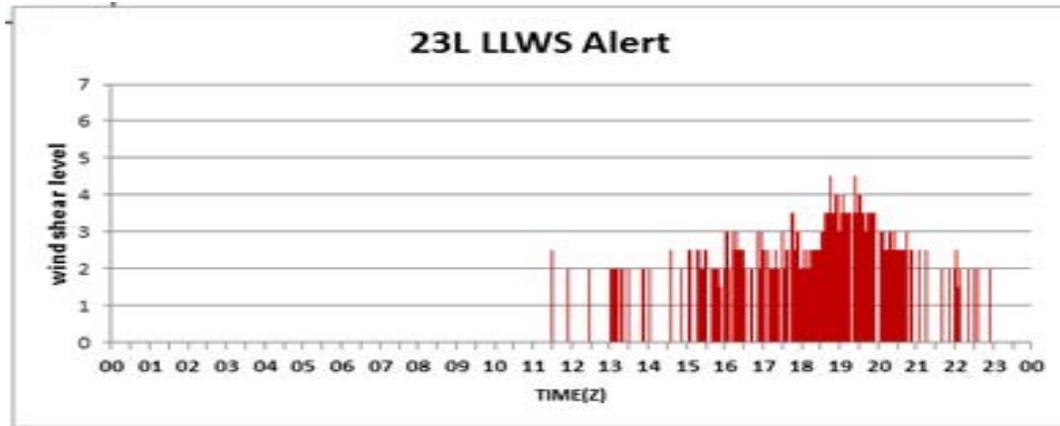
氣壓跳動與風切警告(05L和05R跑道)之時間分布



桃園機場2013年7月12日

RETURN

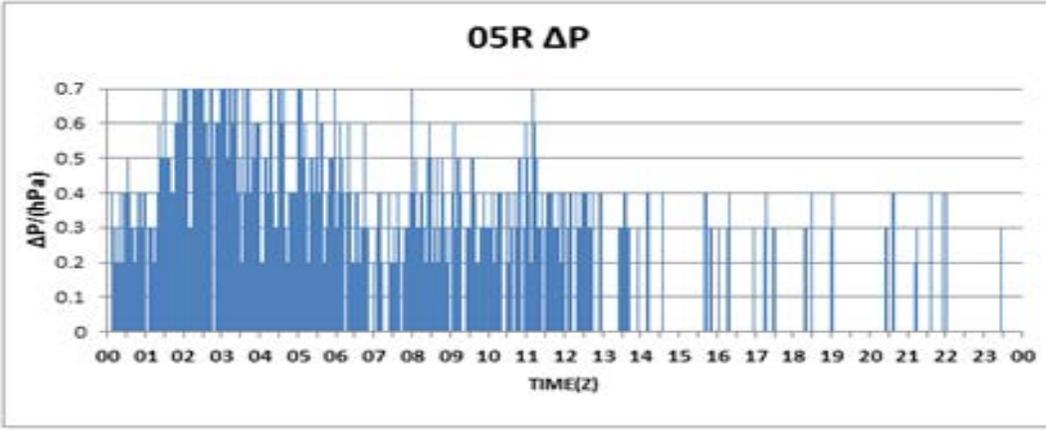
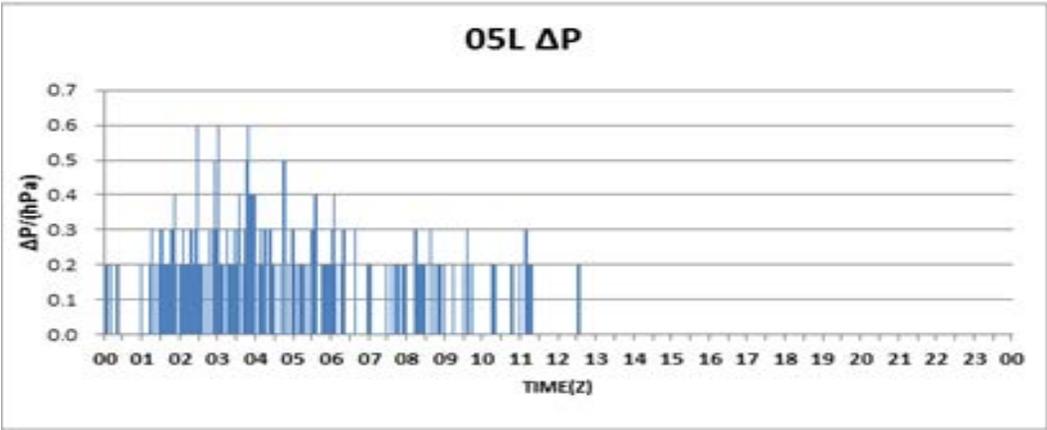
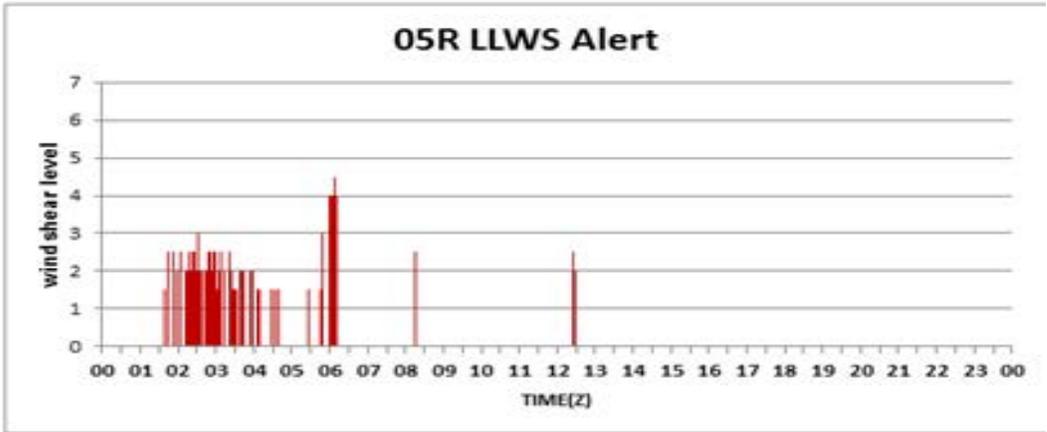
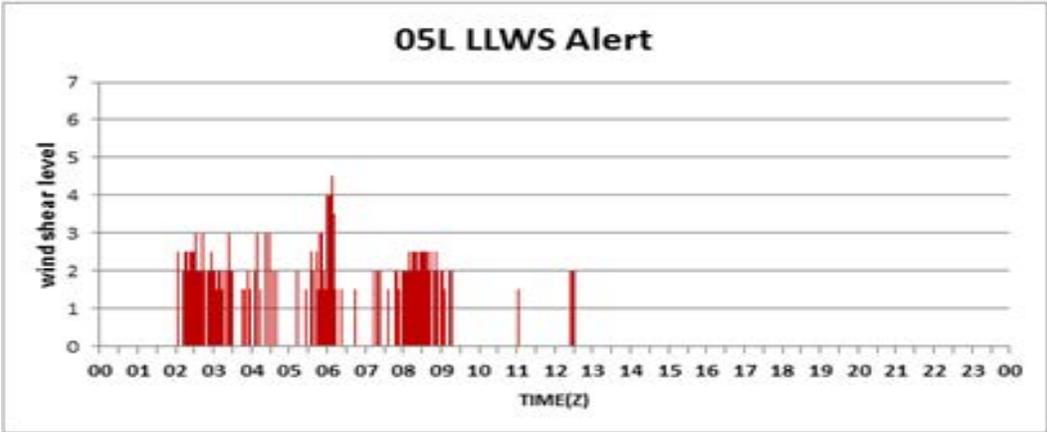
氣壓跳動(M23L05R和M23R05L跑道中間)與風切警告 (23L和23R跑道)之時間分布



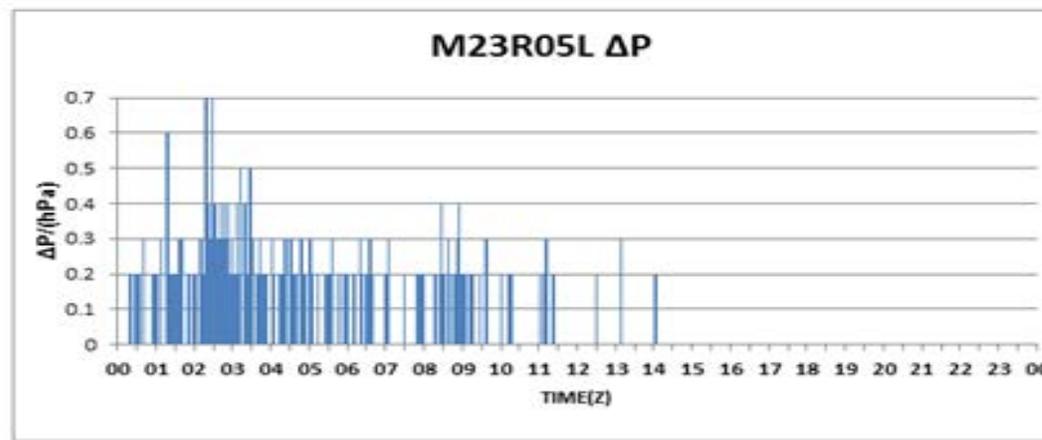
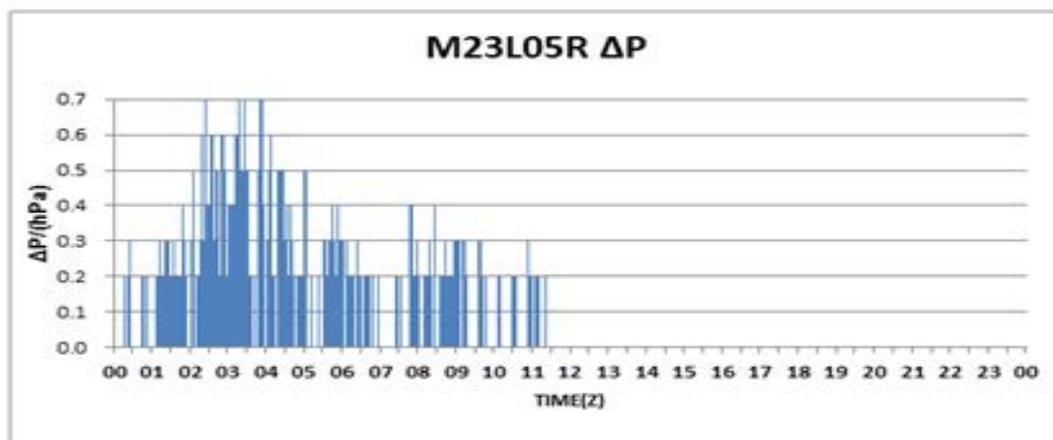
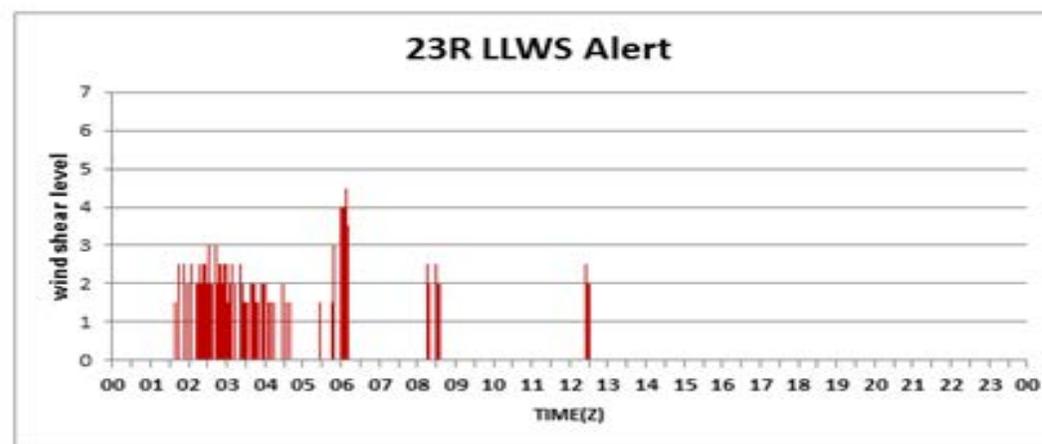
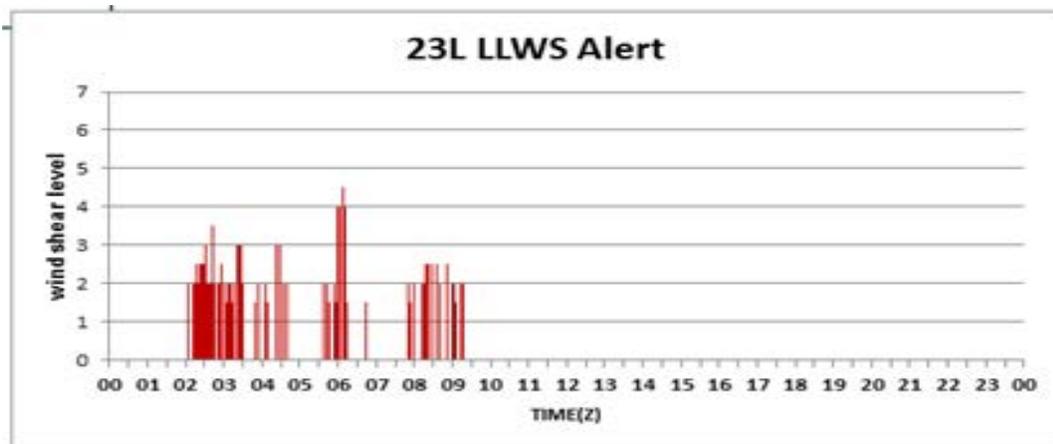
桃園機場2013年7月12日

各個跑道風切最多和氣壓跳動 $>1\sigma$ 次數最多時段是一致的。

氣壓跳動與風切警告(05L和05R跑道)之時間分布



氣壓跳動(M23L05R和M23R05L跑道中間)與風切警告 (23L和23R跑道)之時間分布

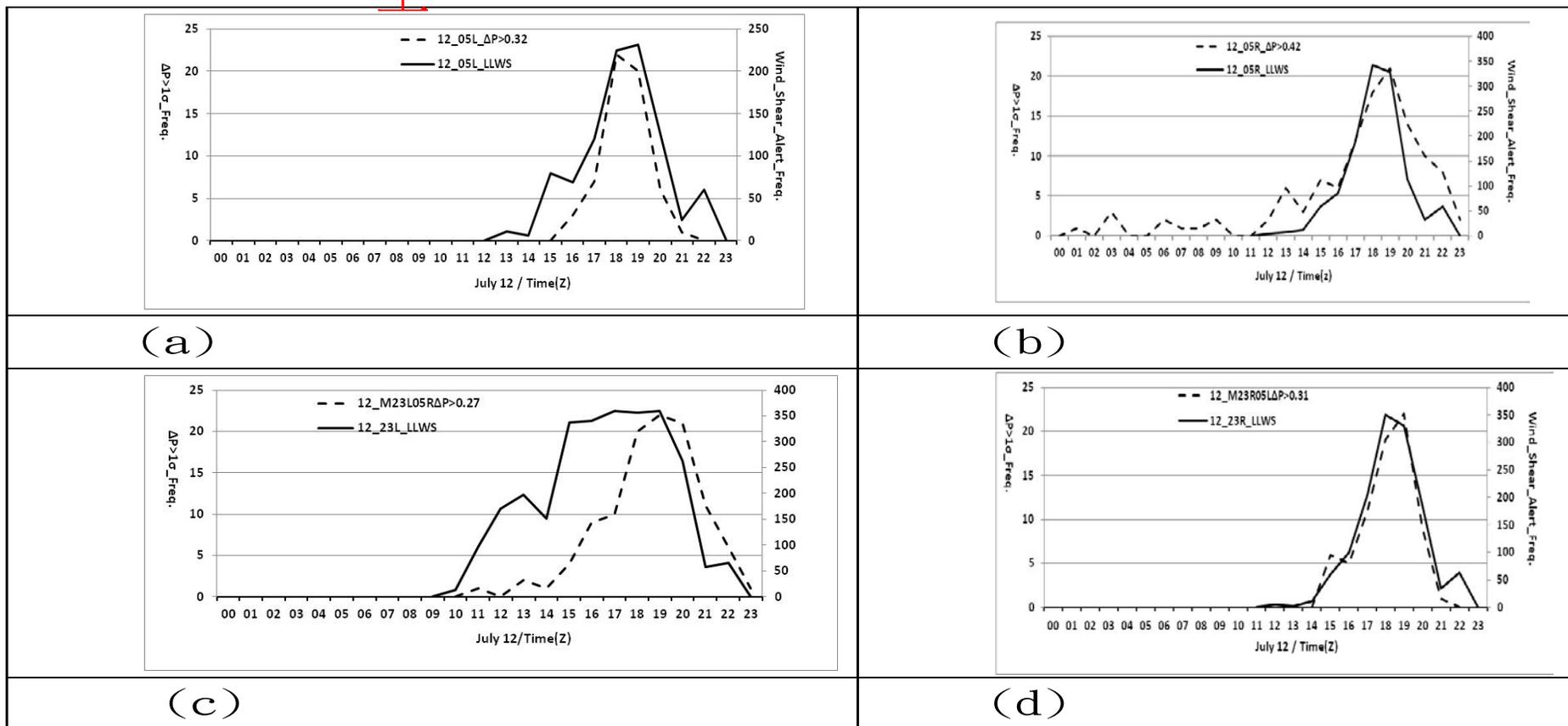


桃園機場2013年7月13日

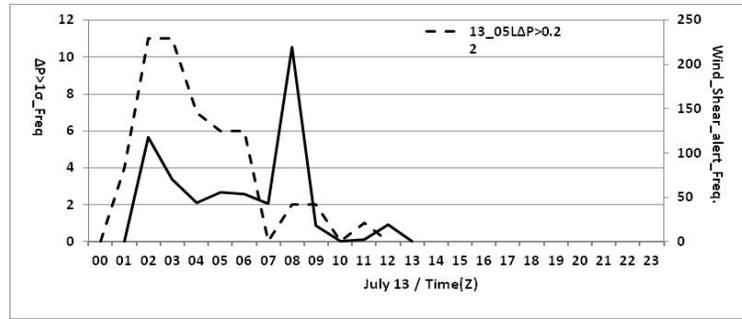
RETURN

12日風切和氣壓跳動發生頻率分布圖

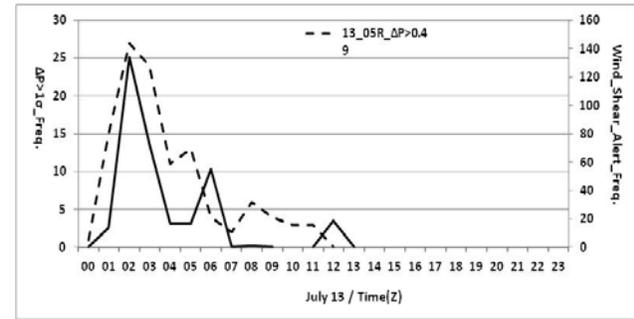
在風切最強時段，氣壓大幅跳動時，跑道有中度至強烈風切發生



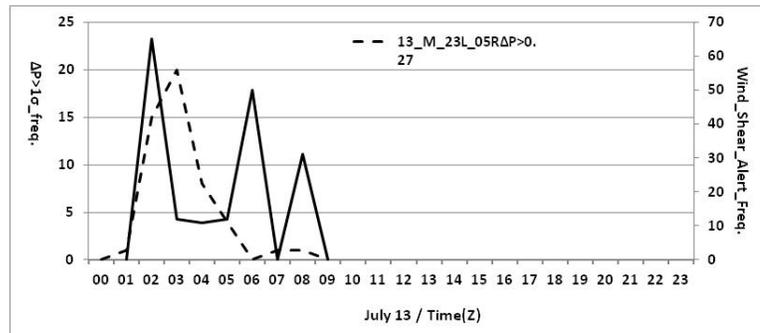
13日風切和氣壓跳動發生頻率分布圖



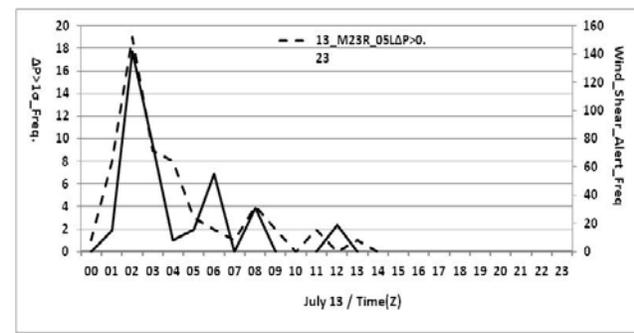
(a)



(b)

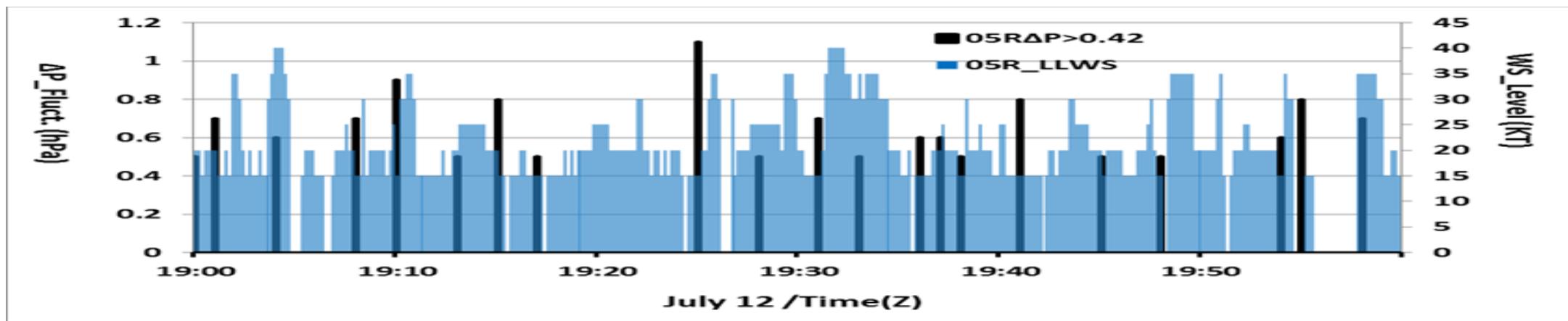
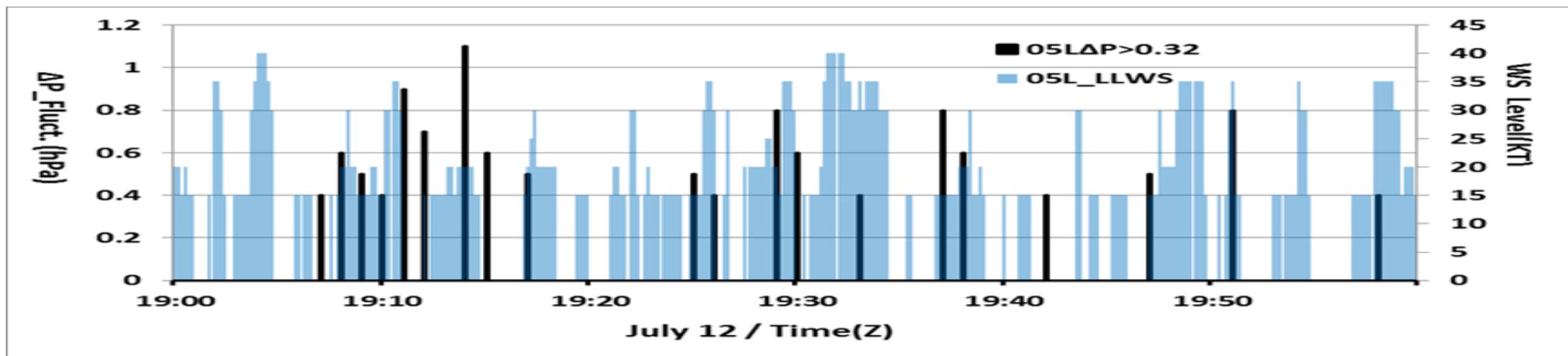


(c)

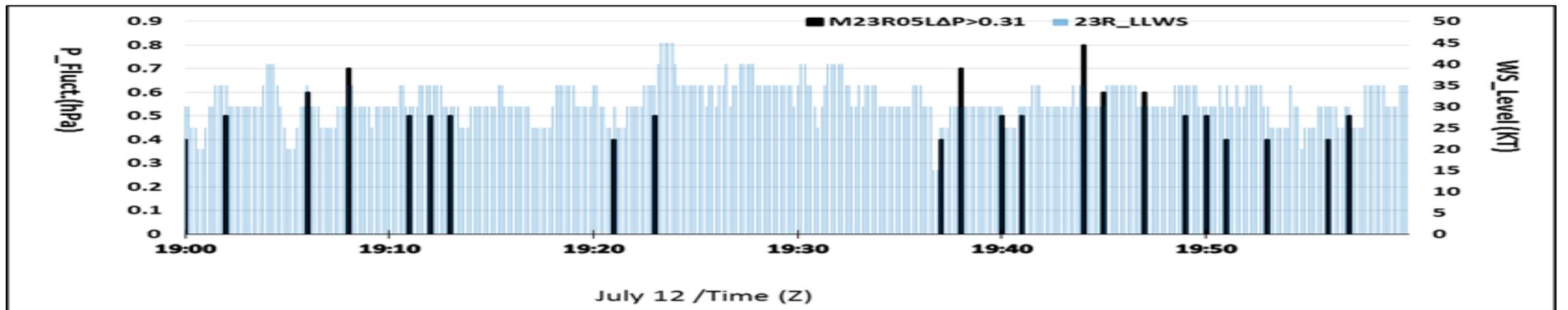
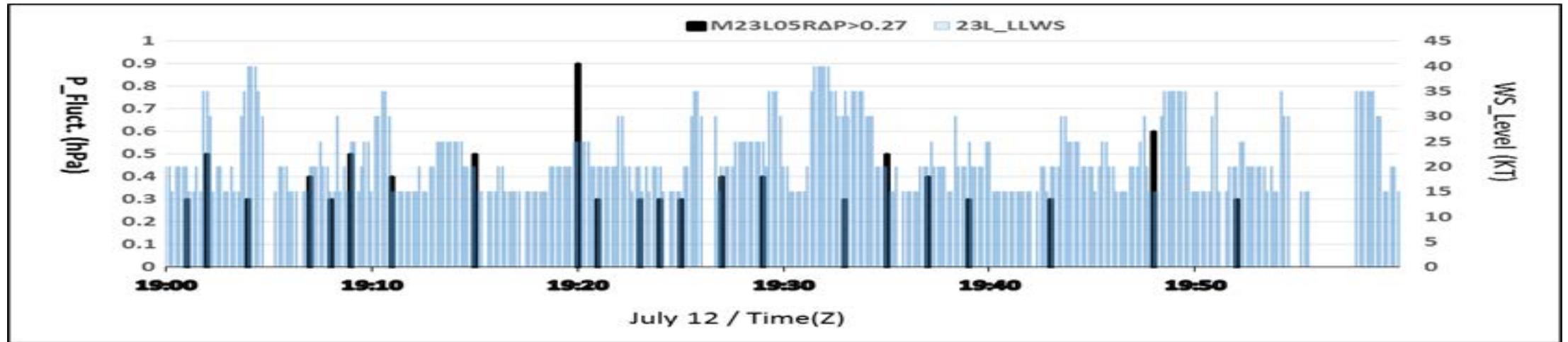


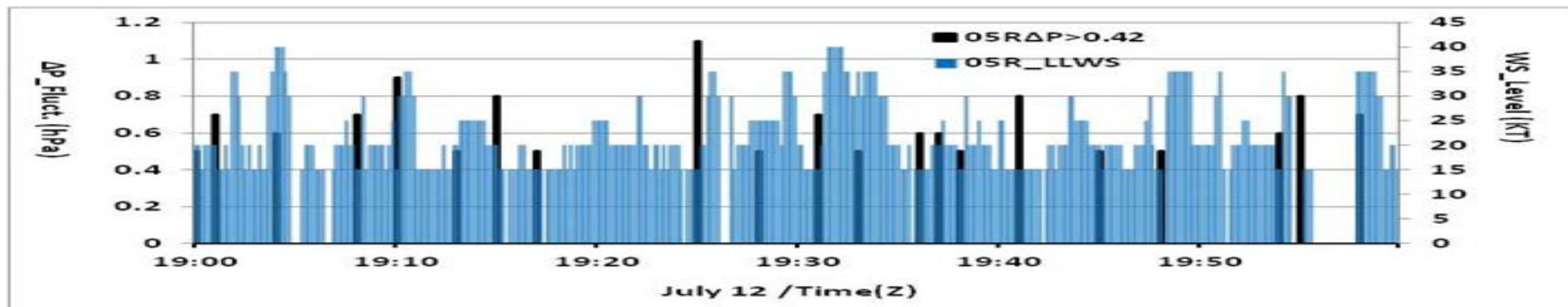
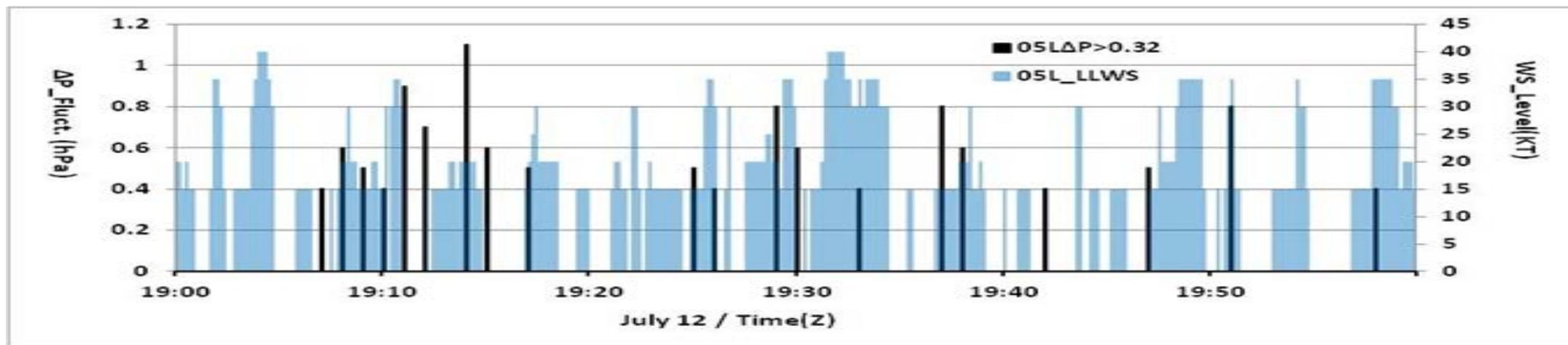
(d)

氣壓大幅跳動與機場跑道低空風切警告發生時間幾乎同時發生或相差不到1分鐘。



機場強烈風切時，同時間或於2-6分鐘前，
都有氣壓跳動大幅跳動





結 論

- 颱風影響→最大陣風>20KT→台灣桃園國際機場→低空風切發生
- 陣風>30KT，風切發生頻繁；
- 陣風>50KT，風切發生非常頻繁；
- 陣風>65KT，強烈風切發生頻繁。
- 氣壓<990hPa→風向偏北和偏南兩個強風時段，
- 各個跑道風切最多和氣壓跳動>1 σ 次數最多時段是一致的。
- 氣壓大幅跳動與機場跑道低空風切警告發生時間幾乎同時間發生或相差不到1分鐘。
- 在風切最強時段，氣壓大幅跳動時，跑道有中度至強烈風切發生。
- 機場強烈風切時，同時間或於2-6分鐘前，都有氣壓跳動大幅跳動。

敬請指教

- 蒲金標
- 財團法人中華氣象環境研發中心副董事長兼執行展
- [CELL-PHONE:0932-592-908](tel:0932-592-908)
- EMAIL : pu1947@ms14.hinet.net