

# 颱風侵襲路徑與臺灣區民航機場 地面強風之關係\*

林 燕 淑<sup>1</sup>

## 摘 要

本文選用1979~1985年之34個颱風侵襲個案，分析颱風侵襲下松山、中正與高雄三民航機場之地面強風風速與距颱風中心距離之關係，利用 $V_r r^n = \text{const}$ 之經驗式分別求取各機場適用之 $n$ 值。

研究結果顯示， $n$ 值隨颱風路徑而不同，有三種颱風路徑之 $n$ 值獲得確定：(1)向西進侵襲臺灣北部之颱風， $n$ 值為0.37 (松山) 和0.32 (中正)；(2)向西進侵襲臺灣南部之颱風， $n$ 值為0.60 (松山與中正)；(3)向東進侵襲臺灣南部之颱風， $n$ 值為0.40 (松山與中正) 和0.60 (高雄)。最後將這些結果應用於實際預報作業上，利用預報模式 $V(r) = V(r_0) \left(\frac{r_0}{r}\right)^n$ ，配合適當之 $n$ 值，來求取機場風速之預測值。

## 一、前 言

臺灣地處亞熱帶，且位於西太平洋及南海颱風行徑之要衝，每年四月至十一月間，均有颱風侵襲，其間尤以七、八、九月為最盛。颱風為威脅臺灣最嚴重之自然災害，歷年來因颱風而損失之生命財產，誠屬不可勝計。欲圖減少颱風侵襲之損失，政府與民衆均應視防颱為要務。當颱風侵襲或接近臺灣時，民航局飛航服務總台氣象中心依據蒐集到的各種颱風資料，配合天氣圖及衛星雲圖，除報導與預測颱風之動態外，並就其風力影響各民用機場之程度發布颱風警報，以確保民用航空器之飛航安全。

颱風災害的發生原因主要有強風、豪雨及暴潮。其中強風，特別是陣風，足以使建築物倒塌、船隻及飛機翻覆，並導致人員傷亡。例如民國66年的賽洛瑪 (THELMA) 颱風及薇拉 (VERA) 颱風，均曾造成高雄及基隆港碼頭的貨櫃吊桿因強風而折災情慘重。

正由於颱風風力之危害人類活動是如此之巨，因此國內氣象有關單位及學者，對於颱風風力預報

之研究更不遺餘力。林則銘 (1972, 1973) 及俞家忠 (1974) 曾應用1949~1971年侵襲臺灣颱風的全部資料，計算各測站出現風速與颱風中心最大風速之比值，並製成客觀預報圖，俾供颱風風力客觀預報之用。王時鼎 (1980) 所發展之平均風速客觀預報圖亦可提供預報參考。蔡清彥及周根泉 (1982) 則將颱風路徑分成六類，並求取各類路徑合成平均風速之分布。

因颱風侵襲而引起的地面強風，對於飛機之起降及地面場站設施均有重大之影響，而國內現今有關颱風風力預報之研究又無法直接滿足航空上之需求，為改進颱風風力之預報，本文乃對颱風侵襲下松山、中正、高雄三民航機場出現之地面強風作一分析研究，企求建立客觀預報模式，以供實際預報作業上應用。

## 二、研究背景

### (一) 颱風風速估算法

有關颱風風速之估算，可分為以下兩類：

1. 經驗法：經由統計而得出，如前言所提林則

\* 收稿日期：76年5月8日 送審日期：76年5月11日

1. 民航局氣象中心預報員

銘、俞家忠、王時鼎等所採用的。

2.運動學法：

(1)由氣壓、溫度、濕度之分佈求風速。

先求出氣壓與颱風中心距離之關係式，如藤田公式（富高四郎，1985）：

$$P(r) = P_{\infty} - \frac{\Delta P}{\sqrt{1+x^2}}$$

$P_{\infty}$ ：颱風外圍環境之海平面氣壓值。

$\Delta P = P_{\infty} - P_0$ ， $P_0$ 為颱風中心氣壓。

$r$ ：為距中心之距離。

$x = \frac{r}{r_0}$ ， $r_0$ 為 $P_{\infty}$ 處之距離。

次由梯度風方程式

$$Vg_0 = 1/2 [-fr + \sqrt{f^2r^2 + 4r/\rho \cdot \partial P/\partial r}]$$

即可推算半徑  $r$  處之風速。

此法之優點為有理論依據，如有良好之觀測網，可利用公式求得各地之風速值。其缺點為氣壓變化常受其他因素如局部雷雨、過山氣流等之影響，而不能代表颱風環流之氣壓分布。

(2)由理論經驗公式  $V_0 r^n = \text{const}$  求得  $V_0$  值。

此法之優點為可由經驗公式直接求得風速與距離之關係，使用簡單。如有可靠之颱風最大風速及暴風半徑情報，其可靠性頗佳。其缺點為  $n$  值隨颱風之結構、路徑及地面狀況而有所變化，需事先廣為調查。一般而言，在海面上， $n$  值平均為 0.5。各文獻中所得出之  $n$  值詳見表一。

表一 各文獻中得出之  $n$  值

Table 1 The empirical values of  $n$  [ $V(r) = V(r_0)(\frac{r_0}{r})^n$ ] derived from the different references.

作 者	$n$ 值	備 註
Riehl (1979)	0.4 ~ 0.6	
Anthes (1982)	0.5 ~ 0.7	
Miller (1967)	0.5 ~ 0.7	
Gray (1982)	0.47(±0.3)	900-500MB 層平均值
Sheets (1982)	0.5	成熟期
	0.2	發展期

(二)颱風之風速分佈

最簡單的颱風風速分佈模式是把它當成一個 Rankine 渦旋，在颱風中心至最大風速半徑間之風速以  $V_0/r = \text{const}$  代表之，而最大風速半徑以外則以  $V_0 r = \text{const}$  表之，如圖 1 所示。

如果我們假想一個氣塊由颱風之外圍移向颱風中心，假設沒有摩擦作用且氣塊能保持原來之絕對角動量，則氣塊之切線速度與半徑之關係必沿著  $rV_0 + \frac{fr^2}{2} = \text{const}$  之曲線，風速隨著半徑之漸小而逐漸增加至最大值。實際上，由於摩擦的作用，風速隨半徑之增加要緩慢的多，如圖 2 所示。由實際觀測，圖 2 之曲線(2)可用經驗式表示如下：

$$V_0 r^n = \text{const}$$

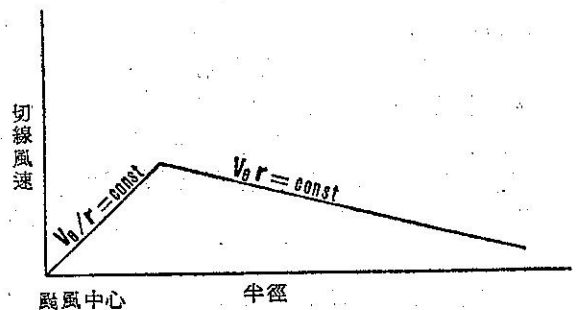


圖 1 Rankine 渦旋風速分佈圖。  
Fig. 1 Distribution chart of wind speed for the Rankine Vortex.

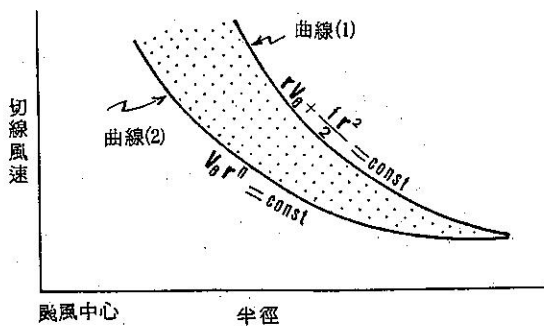


圖 2 考慮及摩擦作用之颱風風速分佈圖。曲線(1)表未考慮摩擦作用，曲線(2)表實際觀測，兩曲線間之網點區表因摩擦作用而損耗之動量。

Fig. 2 The wind speed distribution chart of typhoon when consider the influence of friction. The friction effect is not considered in curve (1), and the curve (2) shows the actual observation. The net-dot area between these two curves is represented the lost kinematic energy due to the friction.

假如我們知道一個颱風之最大風速  $V_0(r_0)$  及最大風速之半徑  $r_0$ ，則我們可以推估颱風之風速分佈：

$$V_0 = V_0(r_0) \left( \frac{r_0}{r} \right)^n$$

簡單的說，在颱風影響的範圍內，風速之大小決定於：

- (1) 颱風之強度 (因為  $V_0(r_0)$  通常與颱風強度成正比)；
- (2) 暴風半徑  $r_0$ ；
- (3) 地面之粗糙狀況 (或地形)。

### 三、分析資料與方法

#### (一) 資料：

本文旨在研究颱風侵襲下松山、中正及高雄三民航機場之地面強風，故首先需定義本文之颱風侵襲。按民航局飛航服務總臺氣象中心之熱帶氣旋作業程序及颱風警報發佈須知，所謂颱風侵襲某機場

，係指該機場已進入颱風暴風圈 (34KT)，且機場平均風速已達到或超過 34KT。又，預測某機場將於若干小時內受颱風侵襲，即對該機場發佈若干小時之颱風警報，警報分為五個階段 ( $W_{36}$ 、 $W_{24}$ 、 $W_{12}$ 、 $W_{06}$ 、 $W_{00}$ )。故當有颱風移近臺灣地區，預測將有侵襲之虞，且民航局飛航服務總臺氣象中心對松山、中正及高雄三民航機場中之任何一機場發佈任一階段之颱風警報時，均為本文研究資料所選取之颱風侵襲個案。

由於中正機場係於民國68年2月26日才開航啓用，故本文研究資料係選自民國68年(1979年)起；亦即1979~1985年之七年期間，共選取34個颱風侵襲個案加以分析研究，颱風資料來源係依據民航局飛航服務總臺氣象中心所蒐集且對外發布者。本文研究資料尚包括颱風侵襲期間，松山、中正及高雄三氣象臺之地面天氣觀測記錄 (801C表)。

#### (二) 研究方法：

為了確定松山、中正及高雄機場之風速與颱風中心距離之關係，我們首先由34個侵襲颱風之最佳路徑求得每六小時各機場與颱風中心之距離，並記錄當時之機場風速值；其次將各機場之風速與距颱風中心之距離做成風速——半徑分佈圖。其中圖3為各機場出現之風速與距颱風中心距離之分佈圖；圖4同圖3，唯座標改取對數值，(本文僅列後文提到可做分析之颱風)。並利用  $V_0 r^n = \text{Const}$  的關係式求取  $n$  值。為了確定機場風速主要係受颱風環流之影響，在求  $n$  值時我們祇採用  $r_m < r \leq 350\text{NM}$ ， $r_m$  為各機場所記錄之最大風速出現時該機場距颱風中心之距離。

### 四、結果與討論

1979~1985年由西太平洋或南海侵襲臺灣之34個颱風，依其路徑大致可分成下列六類：

1. 向西北進行侵襲臺灣北部之颱風；  
包括：NORRIS (8012)、JUNE (8105)、MAURY (8108)、FREDA (8408)、NELSON (8510)。

註：颱風英文名字後面之數字表示編號，前二位數字表西元年，後二位數為該年度之序號。

2.向西北進行侵襲臺灣南部之颱風：包括 GORDON (7907)、HOPE (7908)、IDA(8007)、PERCY(8014)、ANDY (8210)、DOT(8213)、WAYNE (8304)、WYNNE (8402)、VAL (8516)。

3.向東北進行侵襲臺灣南部之颱風：  
包括：IKE (8104)、TESS(8207)。

4.向西北進行通過巴士海峽之颱風：  
包括：ELLIS (7905)、CLARA (8119)、ELLEN(8309)、JUNE (8414)、HAL (8504)。

5.向西北進行在臺灣東部海面轉向未侵襲臺灣之颱風：

包括：JUDY (7910)、WYNNE (8019)、AGNES (8117)、KEN (8220)、HOLLY(8410)、JEFF (8506)、BRENDA (8519)、BETTY (8021)、IRMA (8125)、FAYE (8215)。

6.向北進行之颱風：

包括：IRVING (7909)、CECIL (8212)、ALEX (8403)。

表二 第一類颱風之  $n$  值  
Table 2 The values of  $n$  for the first type typhoon track.

第一類 颱風	$n$ 值		
	颱風名稱	松山機場	中正機場
NORRIS (8012)	0.35	0.30	—
JUNE (8105)	0.26	0.31	—
MAURY (8108)	0.37	0.28	—
FREDA (8408)	0.43	0.29	—
NELSON (8 10)	0.46	0.41	—
平均 值	0.37	0.32	—

上述六類中之四、五、六類颱風因離三民航機場較遠，風速或未達20KT以上，或強風持續時間極短，無法做有系統之分析。在一、二、三類中，我們也將幾個相關性不佳的颱風資料剔除。

第一類颱風之  $n$  值經求出如表二所列。如所週

知，這一類路徑的颱風，高雄機場不起風，故  $n$  值從缺。一般而言，松山機場的  $n$  值比中正機場略大。同時由風速——半徑分佈圖也可看出中正機場的風速普遍比松山機場大些。

$$\text{由 } V(r) = V(r_0) \left( \frac{r_0}{r} \right)^n$$

因  $0 < n < 1$ ，故  $n$  值愈大， $V(r)$  愈小，因摩擦或地形減弱風速的效應愈強。由此可看出松山機場附近的地形對風速分佈的影響。

第二類颱風之  $n$  值如表三所列。由於中央山脈的影響，無論松山機場或中正機場的  $n$  值都比第一類颱風大，而該兩機場的  $n$  值並無顯著的差異。對於高雄機場而言，由於中央山脈的擋風效應，在颱

表三 第二類颱風之  $n$  值  
Table 3 The values of  $n$  for the second type typhoon track.

第二類 颱風	$n$ 值		
	颱風名稱	松山機場	中正機場
GORDON (7907)	0.47	0.58	—
HOPE (7908)	0.55	0.63	—
PERCY (8014)	0.45	0.46	—
ANDY (8210)	0.61	0.63	—
WAYNE (8304)	0.81	0.81	—
VAL (8516)	0.72	0.60	—
平均 值	0.60	0.62	—

颱風中心尚在機場東方時，機場風力甚小，但一旦颱風中心接近機場時，風速在短時間內迅速增加，此種風速分佈特性為高雄機場之獨特現象，不適合  $V_0 r^n = \text{Const}$  之模式。

表四為第三類颱風——IKE颱風之個案。此颱風由南海向東北進行侵襲臺灣南部，對於高雄機場而言，山脈之阻擋效應已不如第二類颱風明顯， $V_0 r^n = \text{Const}$  之模式可以適用，但與松山或中正機場相比，高雄機場之  $n$  值仍較高。松山機場與中正機場之  $n$  值無多大區別。

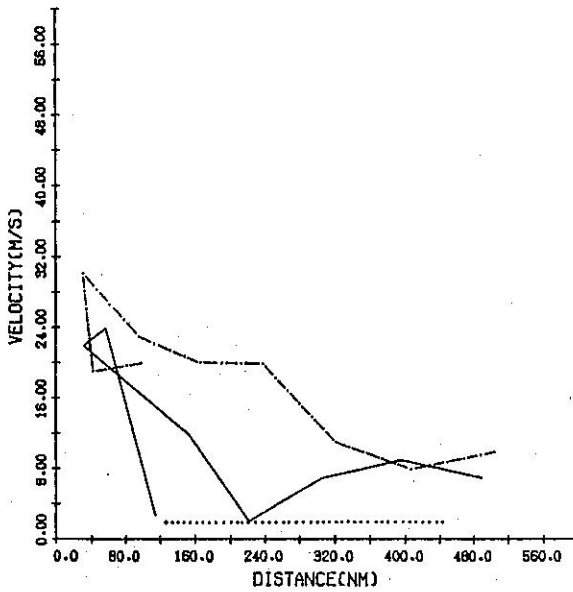


圖 3 各機場出現之風速與距颱風中心距離之分布圖。實線表松山機場，點斷線表中正機場，點線表高雄機場。以下各圖說明同此

Fig. 3 The distribution chart of wind speed and the distance to the typhoon center of each airport. The Sungshan, CKS and Kaohsiung airport are represented respectively by solid line, dash-dot line and dot line.

圖 3-1 本圖為NORRIS(8012)個案。

Fig.3-1 The case of typhoon NORRIS (8012).

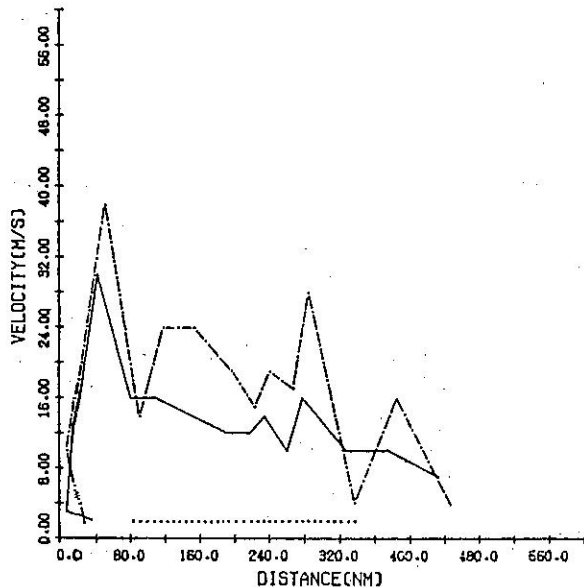


圖 3-2 本圖為JUNE(8105)個案。

Fig.3-2 The case of typhoon JUNE(8105)

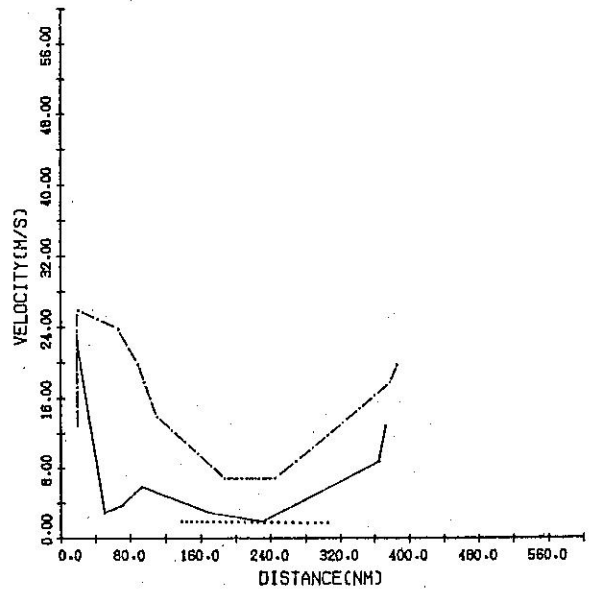


圖 3-3 本圖為MAURY(8108)個案。

Fig.3-3 The case of typhoon MAURY(8108)

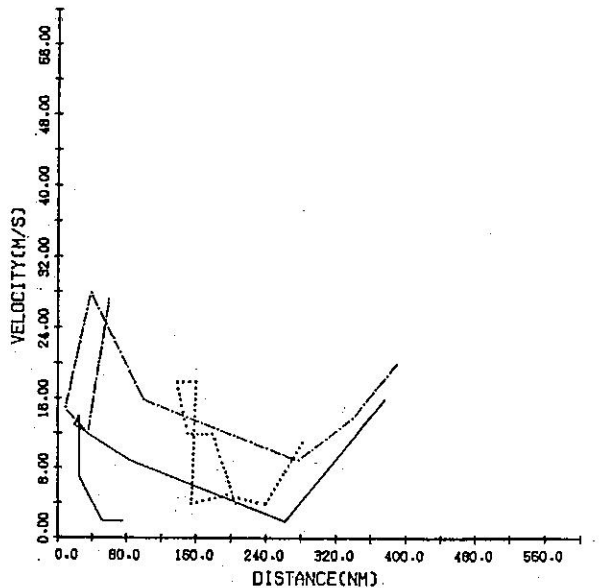


圖 3-4 本圖為FREDA(8408)個案。

Fig.3-4 The case of typhoon FREDA(8408)

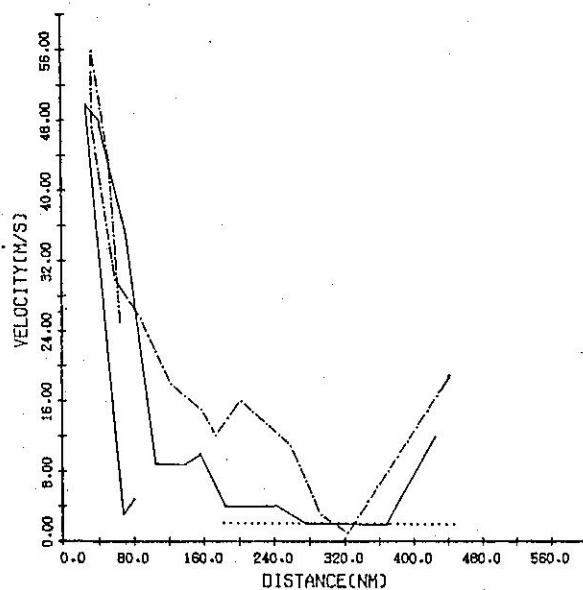


圖 3-5 本圖為NELSON(8510)個案。  
Fig.3-5 The case of typhoon NELSON(8510)

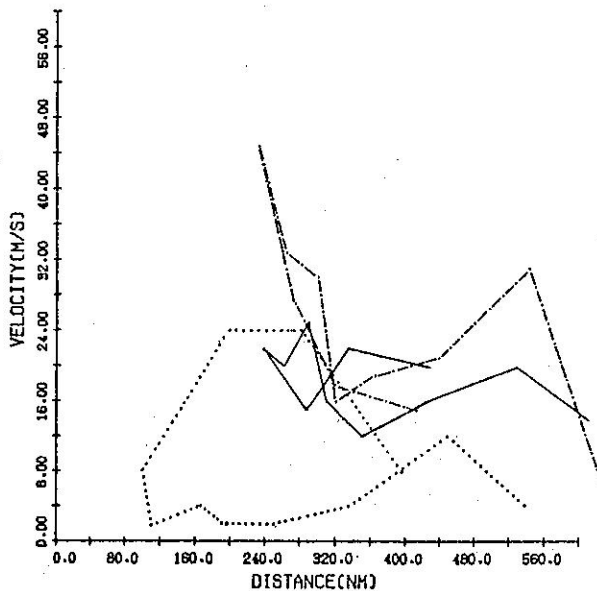


圖 3-7 本圖為HOPE(7908)個案。  
Fig.3-7 The case of typhoon HOPE(7908)

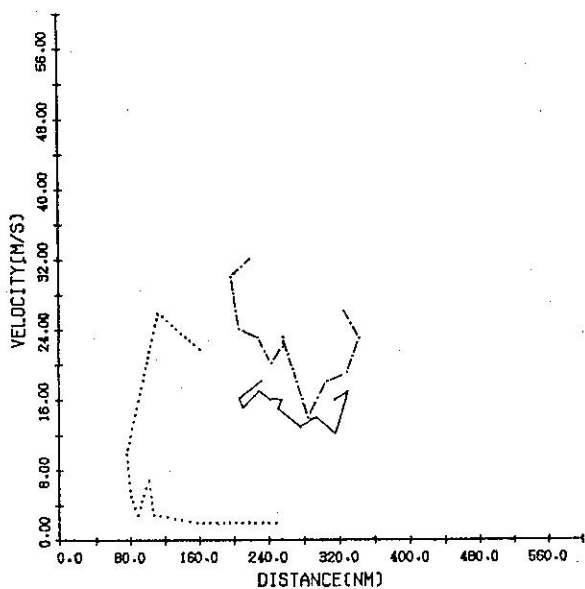


圖 3-6 本圖為GORDON(7907)個案。  
Fig.3-6 The case of typhoon GORDON(7907)

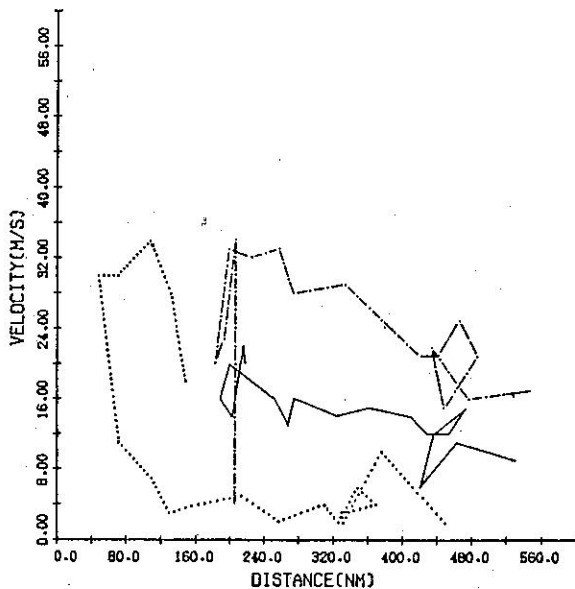


圖 3-8 本圖為PERCY(8014)個案。  
Fig.3-8 The case of typhoon PERCY(8014)

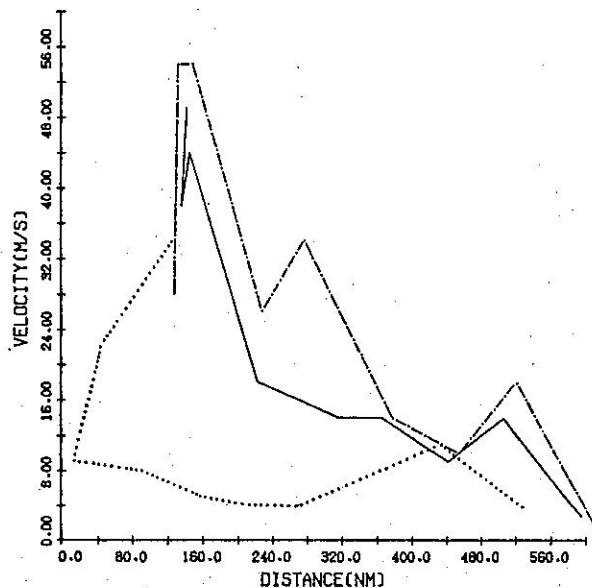


圖 3-9 本圖為ANDY(8210)個案。  
Fig.3-9 The case of typhoon ANDY(8210)

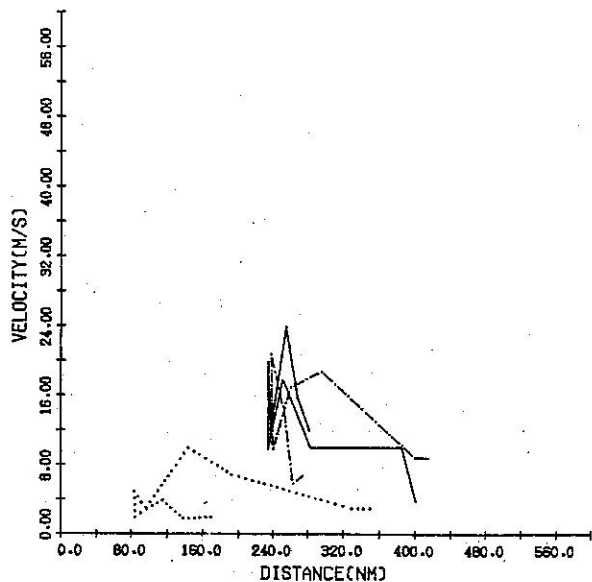


圖 3-11 本圖為VAL(8516)個案。  
Fig.3-11 The case of typhoon VAL(8516)

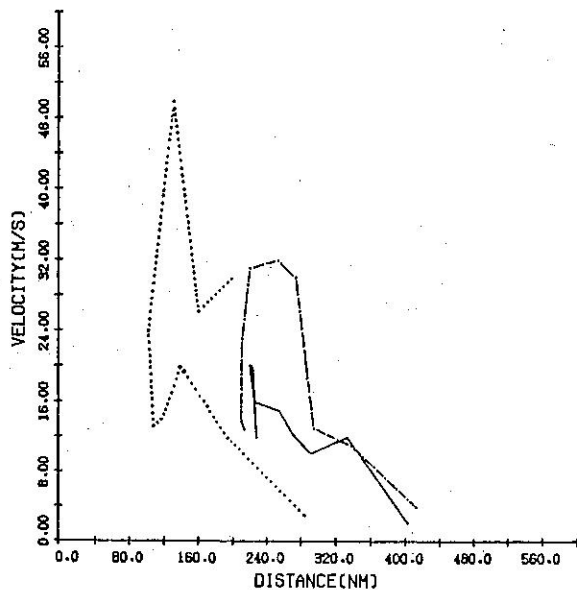


圖 3-10 本圖為WAYNE(8304)個案。  
Fig.3-10 The case of typhoon WAYNE(8304)

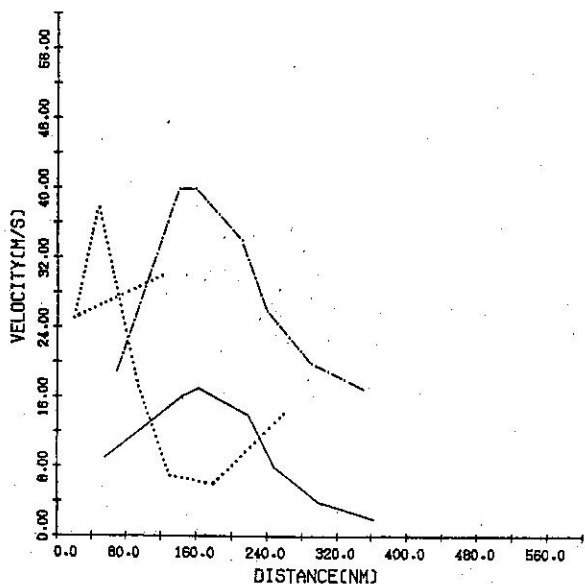


圖 3-12 本圖為IKE(8104)個案。  
Fig.3-12 The case of typhoon IKE(8104)

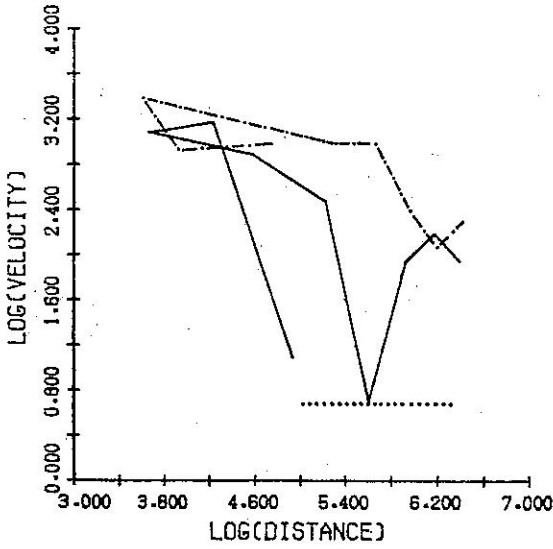


圖 4 同圖 3 座標改取對數值。以下各圖說明同此。

Fig. 4 Same as the Fig. 3, except the cross axes are insteaded by logarithm.

圖 4-1 本圖為 NORRIS(8012)個案。

Fig.4-1 The case of typhoon NORRIS(8012)

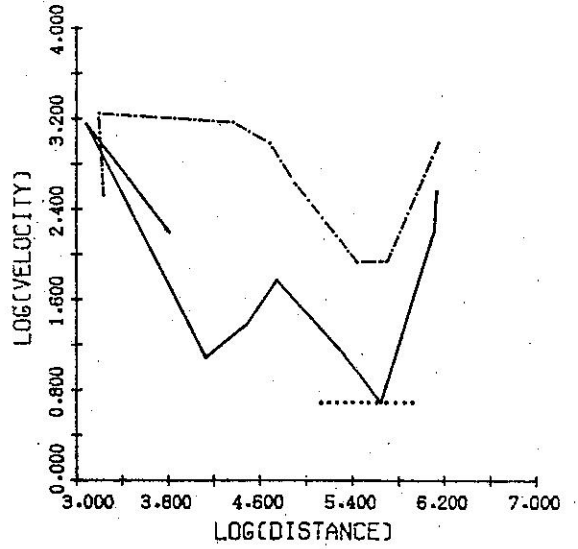


圖 4-3 本圖為 MAURY(8108)個案。

Fig.4-3 The case of typhoon MAURY(8108)

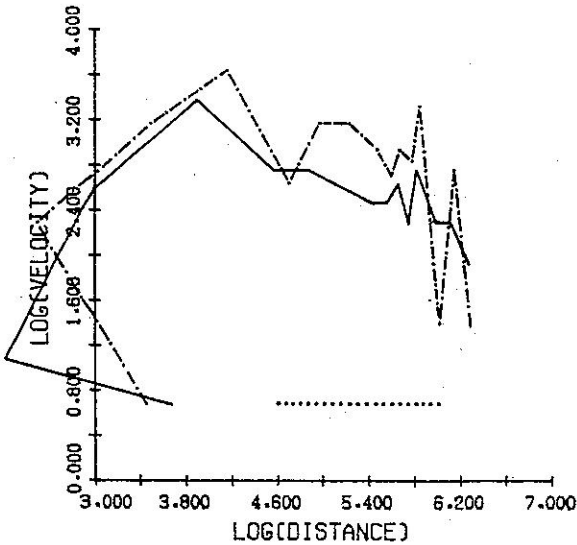


圖 4-2 本圖為 JUNE(8105)個案。

Fig.4-2 The case of typhoon JUNE(8105)

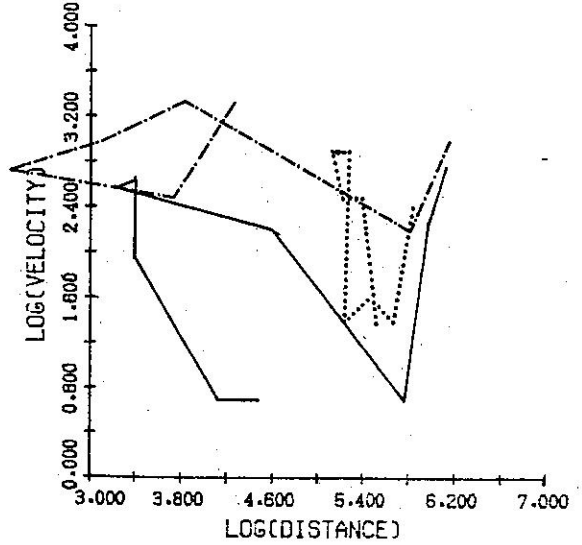


圖 4-4 本圖為 FREDA(8408)個案。

Fig.4-4 The case of typhoon FREDA(8408)



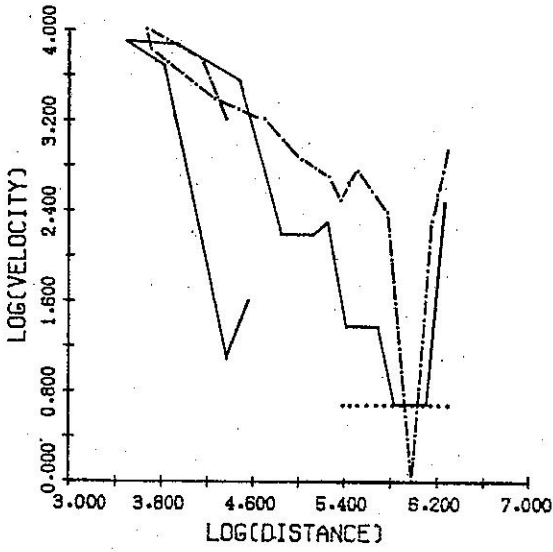


圖 4-5 本圖為NELSON(8510)個案。  
Fig.4-5 The case of typhoon NELSON(8510)

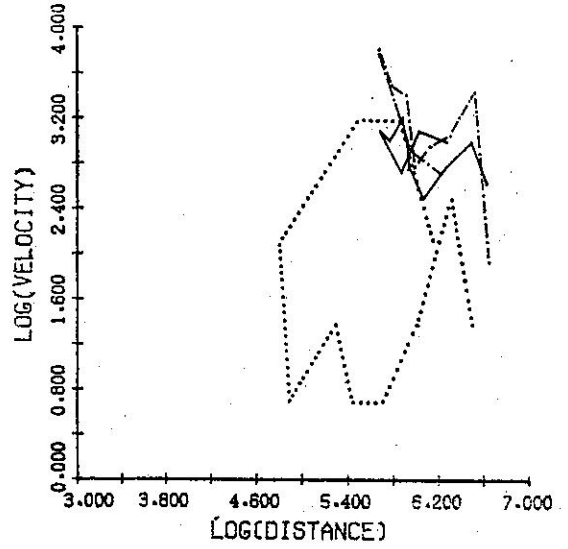


圖 4-7 本圖為HOPE(7908)個案。  
Fig.4-7 The case of typhoon HOPE(7908)

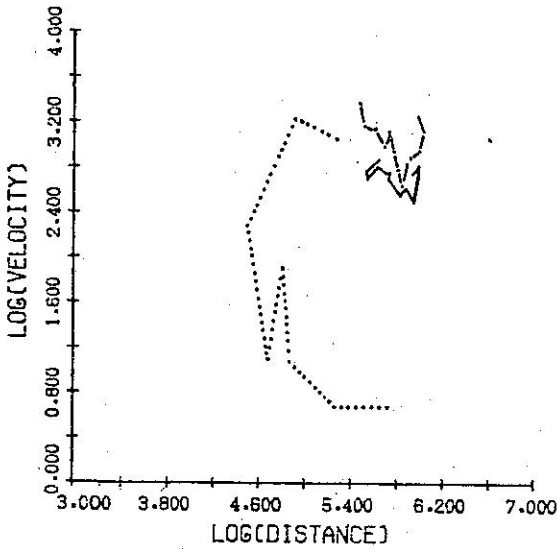


圖 4-6 本圖為GORDON(7907)個案。  
Fig.4-6 The case of typhoon GORDON(7907)

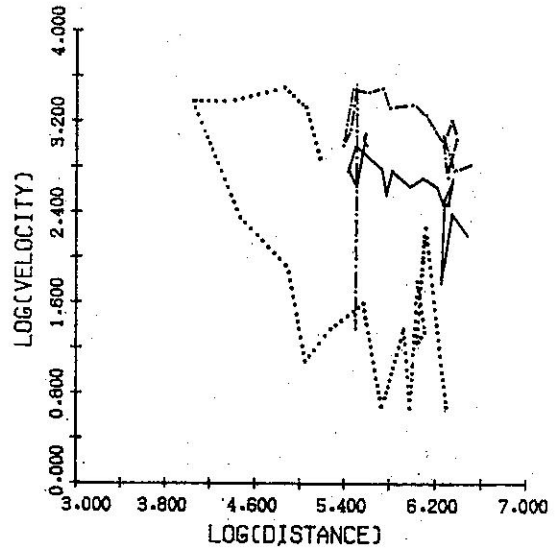


圖 4-8 本圖為PERCY(8014)個案。  
Fig.4-8 The case of typhoon PERCY(8014)

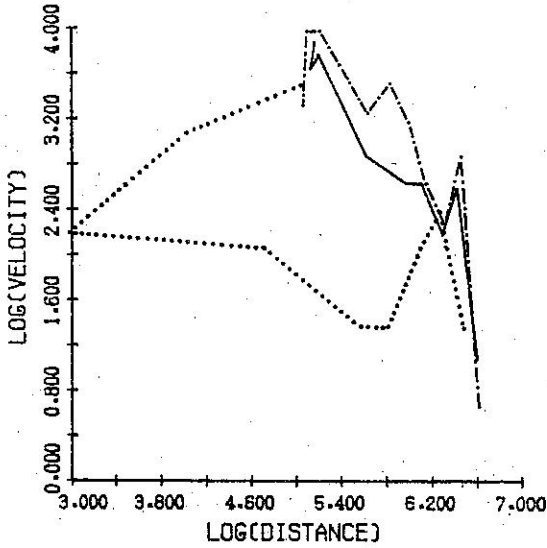


圖 4-9 本圖為ANDY(8210)個案。  
Fig.4-9 The case of typhoon ANDY(8210)

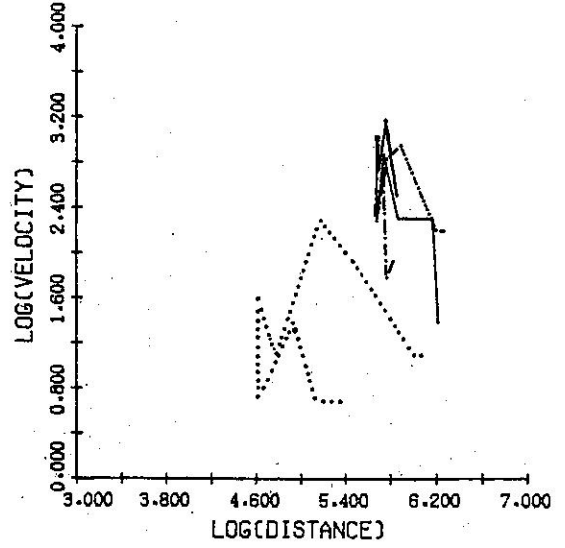


圖 4-11 本圖為VAL(8516)個案。  
Fig.4-11 The case of typhoon VAL(8516)

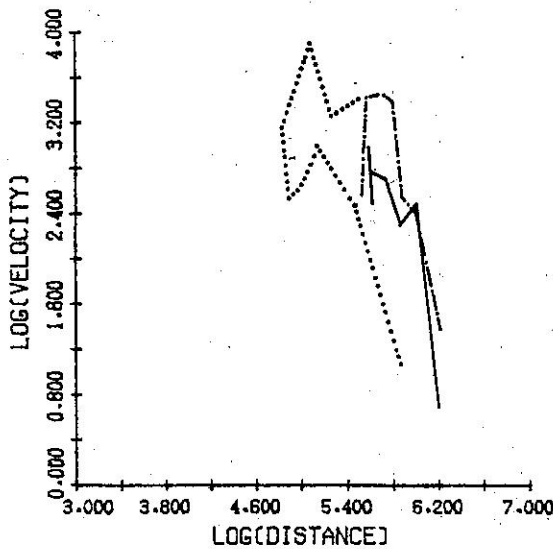


圖 4-10 本圖為WAYNE(8304)個案。  
Fig.4-10 The case of typhoon WAYNE(8r04)

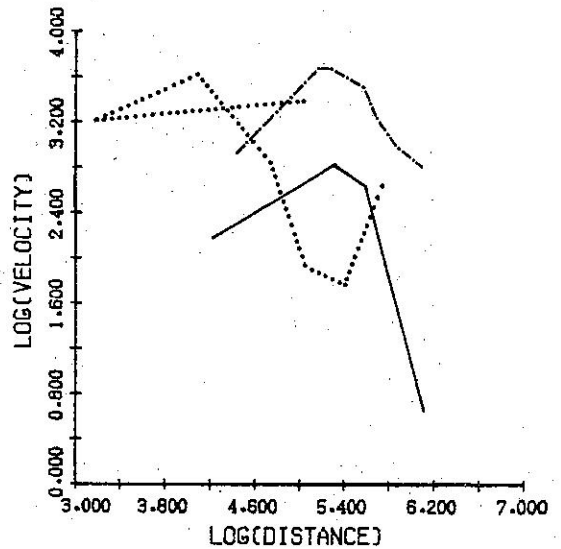


圖 4-12 本圖為IKE(8104)個案。  
Fig.4-12 The case of typhoon IKE(8104)

表四 第三類颱風之n值

Table 4 The values of n for the third type typhoon track.

第三類颱風		n值		
颱風名稱		松山機場	中正機場	高雄機場
IKE	(8104)	0.40	0.41	0.60

如果將表二至表四所有颱風之n值平均，其平均值為0.49與表一所列的平均值0.5甚為接近。

### 五、結 論

本研究初步確定了松山與中正機場三種颱風路徑及高雄機場一種颱風路徑之n值，我們可將此結果應用於實際預報作業上。其法為先由颱風之路徑判斷應採用n值之大小，例如向西進侵襲臺灣北部之颱風可用0.37（松山）或0.32（中正）；向西進侵襲臺灣南部之颱風可用0.60（松山與中正）；向東進侵襲臺灣南部之颱風可用0.40（松山與中正）和0.60（高雄）。次由颱風報告得知颱風之最大風速V(r<sub>0</sub>)，暴風半徑r<sub>0</sub>及其趨勢。最後我們可以用公式：

$$V(r) = V(r_0) \left( \frac{r_0}{r} \right)^n \dots \dots \dots (1)$$

來求取機場風速之預測值。

由松山機場與中正機場颱風時期之最大風速相比較，我們發現中正機場之風速平均約比松山機場大8m/sec，此值約相當於松山機場地形之擋風效應。故以(1)式求松山機場之風速時，可以預期實際風速可能較預測平均值小8m/sec。

### 致 謝

本文承中央大學大氣物理系張隆男教授之指導及民航局飛航服務總臺氣象中心郭忠暉先生、蔡永智先生鼎力幫忙，特此致謝。

### 參 考 文 獻

- 1.林則銘(1972)：侵襲臺灣颱風風力之研究。空軍氣象聯隊研究報告004，114頁。
- 2.林則銘(1973)：侵襲臺灣颱風風力之研究(續一)。空軍氣象聯隊研究報告005，151頁。
- 3.俞家忠(1974)：臺灣破壞性風力之研究。空軍氣象聯隊研究報告006，160頁。
- 4.中央氣象局(1978)：臺灣八十年來之颱風。中央氣象局編行，106頁。
- 5.王時鼎(1980)：臺灣近海颱風風運動及強度預報法。空軍氣象聯隊，中央氣象局，100頁。
- 6.蔡清彥、周根泉(1982)：颱風路徑與臺灣地區之風速及雨量分佈。中央氣象局中範圍天氣系統研討會論文彙編，209-221。
- 7.富高四郎(1985)：台風圈内における氣壓・風・渦度の分布。天氣，32.2，15-24。
- 8.Anthes, R. A., 1982: Tropical Cyclones Their Evolution, Structure and Effects. Meteorological Monographs, Vol. 19.No. 41. American Meteorological Society, 208pp.
- 9.Gray, W.M., 1982: Recent Advances in Tropical Cyclone Research from Rawinsonde Composite Analysis. WMO Report, Department of Atmospheric Science, Colorado State University, Fort Collins, Colorado 80523, 407 pp.
- 10.Miller, B.I., 1967: Characteristics of Hurricanes. Science, 157, 1389-1399.
- 11.Riehl, H., 1979: Climate and Weather in the Tropics, Academic Press, 611pp.
- 12.Sheets, R. C., 1982: On the Structure of Hurricanes as Revealed by Research Aircraft Data. Intense Atmospheric Vortices, Springer-Verlag, 35-49.

關鍵詞	藤田公式，渦旋
Key words	Fujita equation, Rankine vortex

# On Strong Surface Winds at Civil Airports in Taiwan under the Influence of Typhoon

*Yen-Shu Lin*

Taipei Meterological Center, ANWS, C. C. A. A.

## ABSTRACT

The relationships between the distance from the typhoon center and the strong surface winds measurements from Sungshan, CKS and Kaohsiung civil airports are analyzed by using the 34 cases of typhoons affecting Taiwan during 1979-1985. The values of parameter  $n$  for each case are also calculated individually by using the empirical equation

$$V_0 r^n = \text{const.}$$

The results show that the values of  $n$  are varied with different typhoon tracks. The values of  $n$  for three typhoon tracks are determined, these are: (1) moving westward and affecting the northern part of Taiwan, its  $n$  value is 0.37 for Sungshan and 0.32 for CKS. (2) moving westward and affecting the southern part of Taiwan, its  $n$  value is 0.60 for Sungshan and CKS, (3) moving eastward and affecting the southern part of Taiwan, its  $n$  value is 0.40 for Sungshan and CKS, and 0.60 for Kaohsiung. These empirical  $n$  values then are applied in our forecasting operations. We use the  $n$  values in the tangential wind forecasting model  $V(r) = V(r_0) \left(\frac{r_0}{r}\right)^n$  to obtain the wind speed of three airports.