

華航班機遭遇晴空亂流之研究

蔣志才

A Discussion of the Flight Accident of CAL over Clark USAFB in Philippines

Chih T. Chiang

Abstract

According to the report of daily news, a Boeing passenger's airplane of China Air Line met with an accident by clear air turbulence over Clark Air Force Base of United States (USAFB) in Philippines of August 23, 1977. The airplane dropped down over one thousand feet suddenly when it clambered up to 27,000' high, and 32 passengers hurt who had never been fastened their own safe belt.

The cause occurred flight accident has been made a meteorological analysis as follow:

1. The position of the flight accident had a deep trough over 500mb constant pressure chart during that time.
2. Airplane passed under right side of a equatorial jet stream where had a great number of horizontal wind shear index, and wind direction ahead the airplane moving was changed rapidly.
3. The vertical wind shear cross section shown that air clear turbulence would be occurred by the vertical wind shear between 24,000' and 30,000' over Clark USAFB.
4. The temperature difference between 500mb and 300mb constant pressure level was a high value over Philippines Island, which means a great temperature lapse rate caused the clear air turbulence to occur.

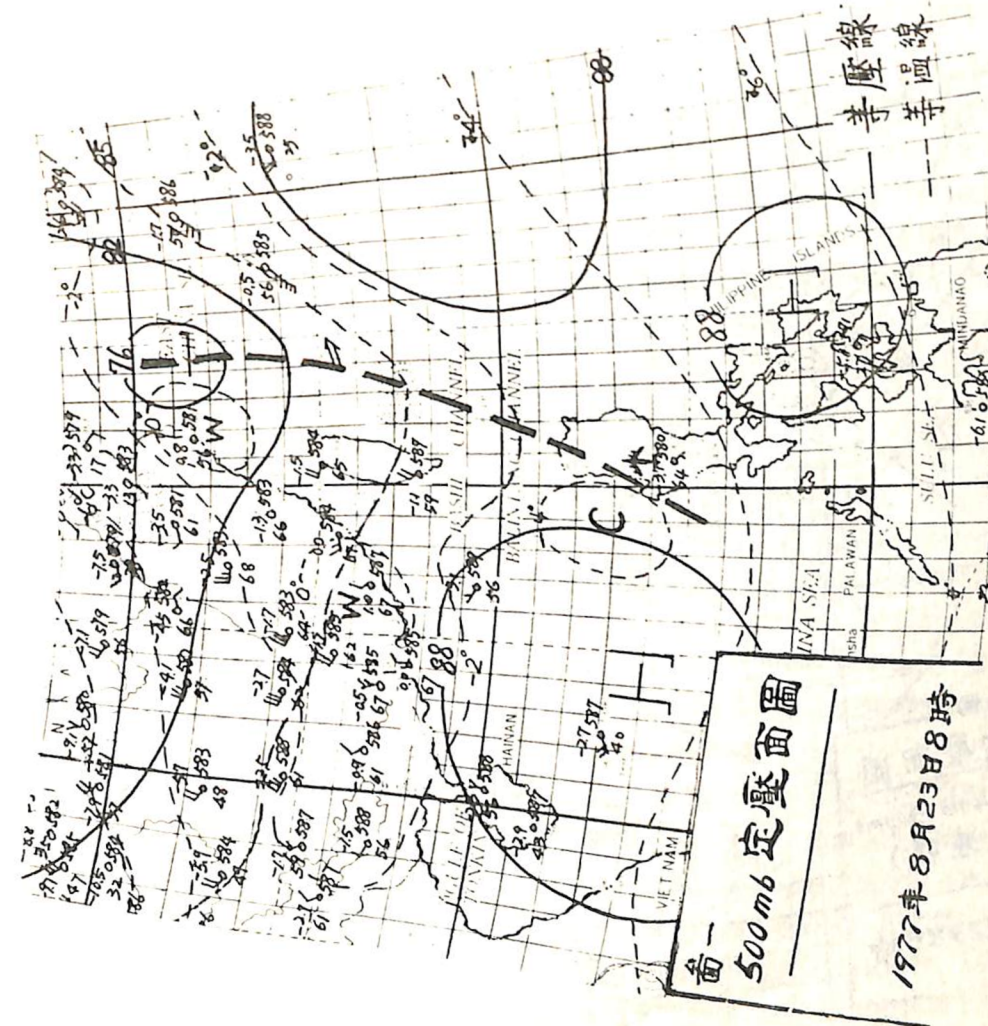
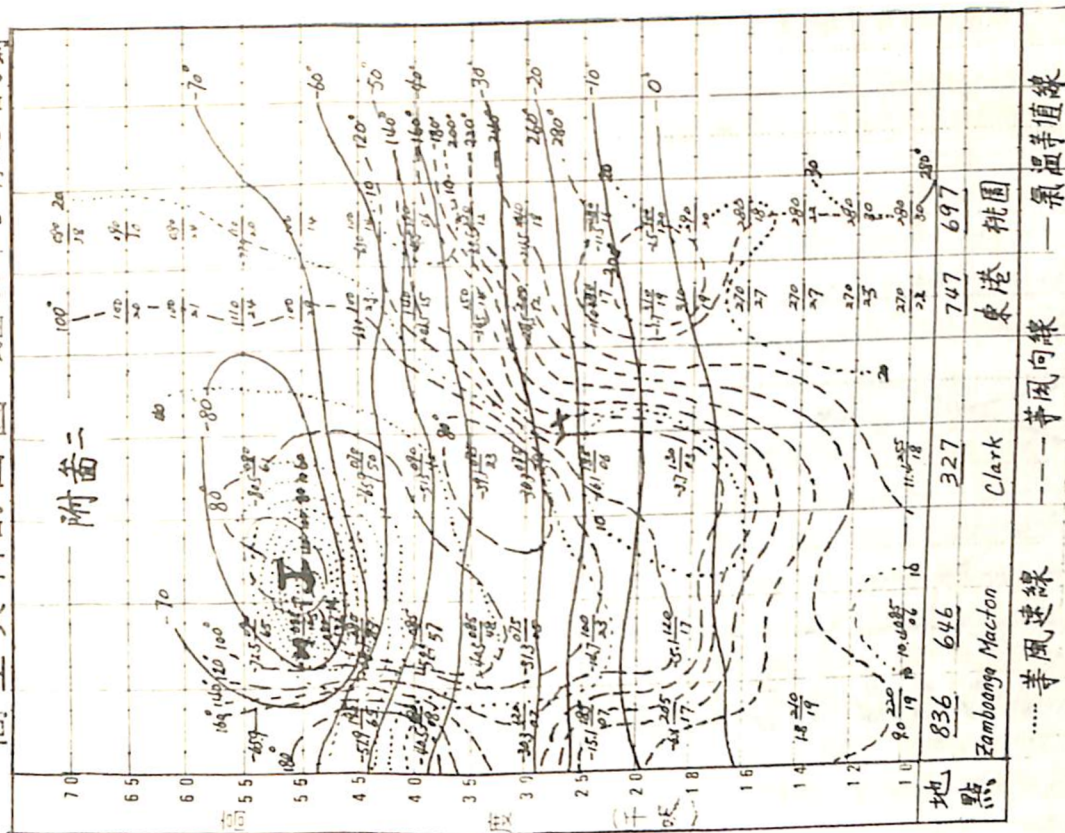
一、引言

報載消息中華航空公司波音 707型噴射客機(編號 B-1828), 第 812次班機, 滿載 145名乘客及11名機上人員, 於今(民國66年)8月23日下午2時55分, 由馬尼拉國際機場起飛直向臺北, 起飛後約20分鐘通過菲律賓美空軍克拉克基地上空, 爬升高度已達27,000呎, 其預定正常飛行高度為33,000呎, 當繼續爬升向 San Fernadrodo 前進時, 突然遭遇到下降亂流, 在短短的十數秒時間內, 飛機驟降千餘呎, 致使未繫緊安全帶的乘客, 騰空而起, 甚至碰破飛機天花板, 此時餐具如刀叉玻璃杯等在空中飛舞, 景象驚人不可言喻, 旅客個個被撞得七葷八素血漬斑斑, 幸而亂流時間短暫, 飛機仍能繼續飛

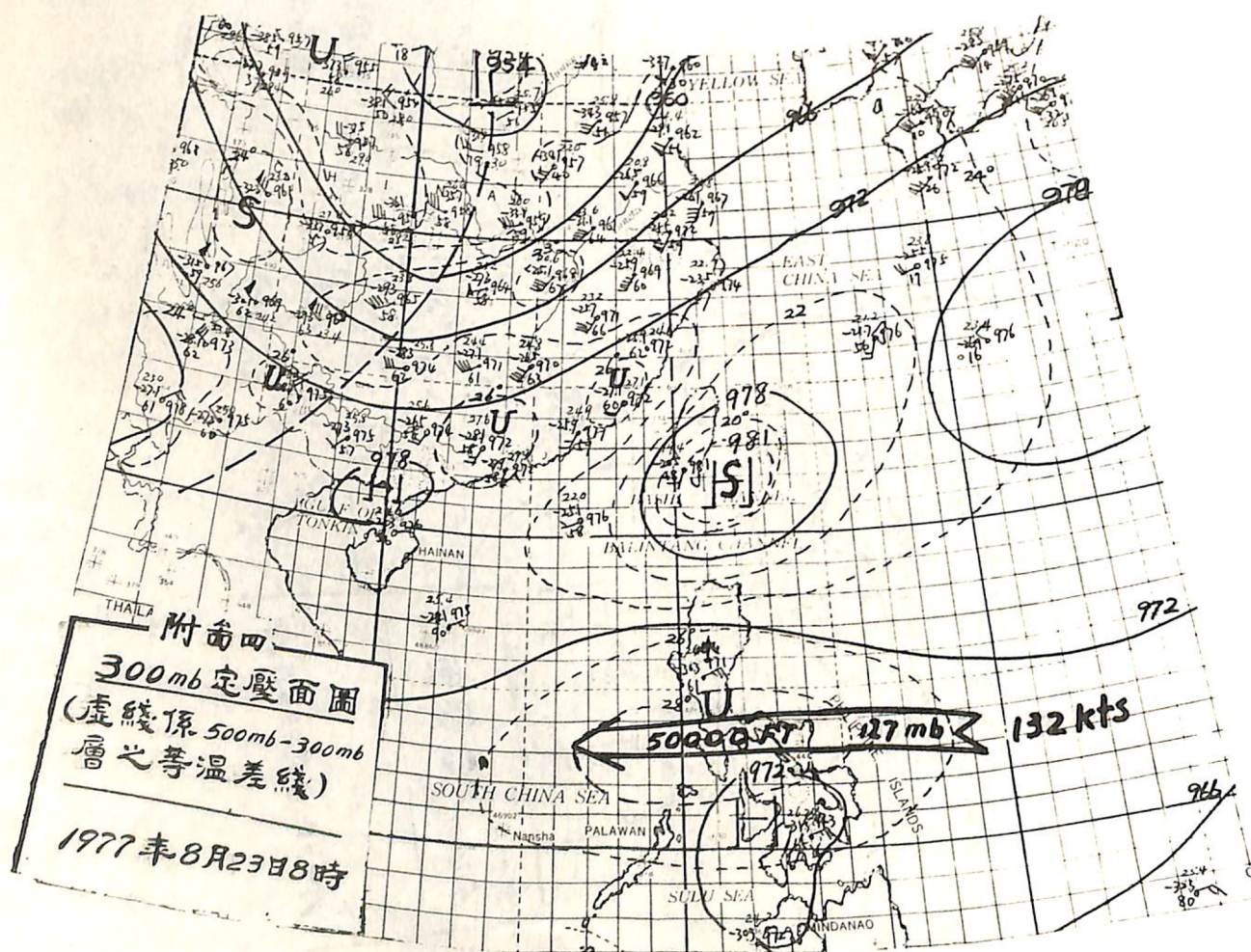
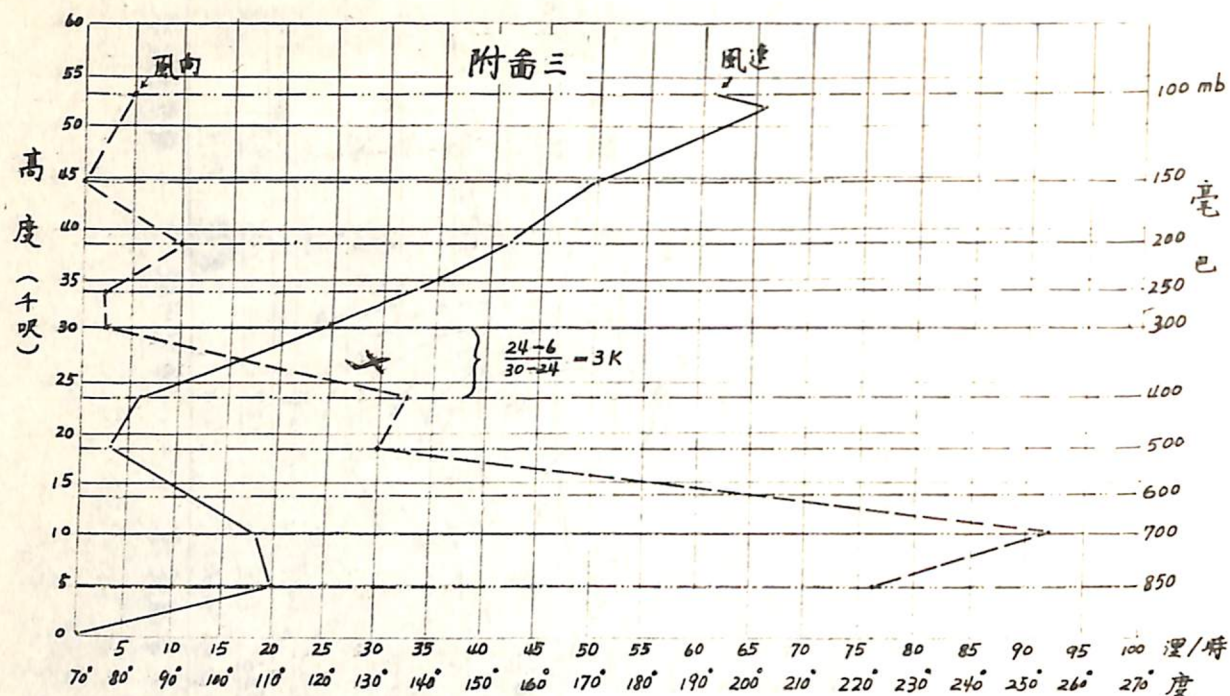
行, 至下午4時40分降落臺北機場, 但負輕重傷者達32人之多, 損害不可謂不嚴重, 據說當遭遇亂流之前, 駕駛艙中之氣象雷達並無顯影, 前面無厚雲或雷雨, 回憶突然遭此強烈下降氣流的一刹那, 心有餘悸。

記得前年(64年)12月4日下午, 也是中華航空公司之班機, 由臺北飛東京經鹿兒島上空遭受強烈晴空亂流(Clear Air Turbulence簡稱CAT), 飛機突然上升後劇烈下沉, 同樣機上人員及未扣安全帶乘客, 被騰空摔下, 受輕重傷人員達15人, 筆者曾就該次空災事件談論晴空亂流之由來及氣象作業之方法, 在科學月刊第四卷三期第2263至2273頁刊載, 故本文對晴空亂流之學理根據及氣象作業過程, 不再煩言, 僅就8月23日馬尼拉至臺北之班

高空資料剖面圖 民國66年8月23日8時



1977年8月23日8時美空軍克拉克基地高空風垂直剖面圖



機空難事件，所搜集到當時之氣象資料，作概略分析，提供有關人員參考。

二、氣象資料

依據科學月刊第四卷三期之晴空亂流作業方法，除應繪製各層定壓面圖外，尚需個別分析所有天氣圖範圍各探空測站之資料，求得各地各層空間之垂直風切指數，並繪製正負風切指數圖，又有最大風速圖或對流層頂圖，求取水平風切指數。再以200mb(毫巴)定壓面求取過去24或12小時溫差圖與當時500mb減300mb定壓面之溫差圖等，作為參考決定何處會有何程度之亂流發生。可是此次所遭遇之亂流是在地廣人稀之西北太平洋(菲律賓北部)島嶼上，整個西北太平洋(包括南海)低緯度區均為水域，探空測站稀少得可憐，資料遠不及中緯度測站為多，故上述最大風速圖、對流層頂圖、及200mb定壓面溫差圖等，無從分析，僅有一二測站探空資料，也祇是限于當地定壓面者，各特性層資料限于通信容量無法取得，故本文也無從提供，在不得已情況下，僅就所收集得到之資料，在700mb定壓面高度以上者，作以下各項分析說明。

一般言之，高空大氣環流將影響地面天氣變化，而非地面情況影響高空大氣環流，故本文內地面與一萬呎以下低層資料，姑且從略不列入分析範圍。

三、分析研判

(1)500mb定壓面圖，如附圖一：在我國沿海各省為低壓區，而在北緯20°N一帶為一高壓帶，亦稱馬鞍高壓帶，東海為一低壓中心，自此低壓中心至菲律賓呂宋島而為南北向槽線，500mb定壓面高度，低緯度區約在18,000餘呎，在槽線處高度低，其兩側高度較高，同時風向也急轉，飛機由南向北飛行，飛機利用氣壓高度表指示高度，氣壓變化所指高度也隨之有變動。若飛機在定壓面行進，高度表指示高度該不變，而實際之幾何高度是在隨著等壓面高度變化而有升降。以此圖中飛行位置而言，在未進槽線前，飛機本身應無形中緩慢上升，迄至槽線後則下降，因此圖為8月23日上午8時資料，槽線本身向東移動，迄下午飛行時槽線也該通過呂宋島的時候，當飛機通過槽線因風向急轉及槽線內氣壓降低，飛機高度將會急速下沉，而不知其原因所在。

(2)高空資料剖面圖，如附圖二：該圖選用非

律賓三個測站與本省桃園東港兩個探空測站資料，菲律賓高空探測站一在南方民答那峨島之 Zamboange (站號836)；一在中部宿霧島之 Macton (站號646)；另一為呂宋之美空軍 Clark 基地 (站號327) 此五地雖不在同一經度上，但航線上之桃園、東港與克拉克三地，幾乎在同一經度上，故利用該五地資料製作垂直剖面圖。發現在 Macton 與 Clark 之間高空有噴射氣流 (Jet Stream)，高度約五萬呎，因該處氣溫最低達 -80°C 以下，最大風速在 132 哩/時以上，在噴射氣流中心 (J) 周圍風切必大，尤其在 J 之下方因垂直風切形成亂流，尤為嚴重，當中華班機飛經克拉克基地上空時正為噴射氣流右下方，其高度在 27,000 呎處，雖等風速線密度 (表示風切大小) 不大，可是飛行方向正是由 90° 風向進入 240° 風向之轉捩點，由圖上飛機位置處等風向線甚密，也表示圖一之槽線位置所在，風向在急轉彎，由東風轉變為西南西風，若槽線東移飛機進入槽線為下坡之西北氣流，乃飛機則進入氣穴 (Down Draft)，而急速下沉造成空難，確屬可能，於飛機升達三萬呎以後，風向風速少變化，當可平穩飛行。

(3)克拉克基地高空風垂直剖面圖，如附圖三：因飛機遭遇亂流是飛過克拉克基地後不久發生，故以該地探空之高空風資料作個別繪製垂直剖面圖，可惜所收電碼不全，僅有各定壓面之資料，未收到該地是時之特性層資料，故僅能以各定壓面之風向風速作繪圖分析。圖示風向在三萬呎以下，轉變非常大，尤其在當時飛機遭亂流之空間 (二萬四千呎至三萬呎之間)。至於風速方面也在二萬四千呎以上，向上增強，在二萬四千呎至三萬呎間之垂直風切指數較大為 3k，固然指數 3k 在理論上言祇能產生輕度亂流，此係上下限風向相同而言，若巧在該空域有風向急轉情況下，乃指數加倍也不足以代表所產生之亂流強度，而以此空難就發生在垂直風切達 3k，而又是風向急轉之空間，故所遭遇到之亂流強度，也非垂直風切指數單項所能代表，而需同時考慮其他因素之湊合。

(4)300mb 定壓面圖，如附圖四：該定壓面高度在兩萬九千餘呎，於肇事地點氣溫低，500mb 與 300mb 定壓面氣溫相減之溫差值 (虛線所示) 也較高，此表示 500—300mb 層之飛行空域氣溫遞減率大，空氣呈不穩定 (Unstable, U 區) 狀態，易引起亂流而強度加強，在本省區域上空為穩定 (Stable, S 區) 區，飛機在呂宋島北部繼續爬升北

上，則呈穩定飛行。該圖所示不穩定區也與五萬呎附近之噴射氣流相吻合，噴射氣流係根據宿霧島 Macton 一地之資料所估計，中心風速最少達 132 浬/時，高度在 127mb 層附近，堪稱爲一強烈之赤道東風噴射氣流，至於噴射氣流由何處起源？迄至何處？在茫茫大洋中缺乏測站報告，實不可妄作判斷。

結 論

由以上四附圖資料分析結果：(1) 500定壓面圖在肇事空域有槽線向東移動，是日下午飛機將進入槽線而下沉。(2) 空高資料剖面圖上，飛機是在噴射氣流右下方遭遇亂流，該時飛行高度不但水平風切大，而飛行方向又爲風向急轉之空域，增強亂流之產生。(3) 克拉克基地之高空飛垂直剖面圖顯示，證實上述之準確性，並顯示垂直風切指數在二萬四千呎至三萬呎爲最大，有助亂流之產生與增強。(4) 300mb 定壓面圖說明了肇事空域爲不穩定區，助長亂流之成長，由此可見是日飛過肇事空域，遭遇亂流爲不可免，然此係事後之局部分析，又有何人于事發前預先作過預測呢？即使是先賢諸葛亮僅憑幾個稀疏報告作全盤分析，恐也將矇在鼓裡，不會妄作預測，同時此次飛行係由馬尼拉飛臺北，依理飛行計畫該由起飛站馬尼拉國際機場方面研擬提供，而非由終點站遙控研擬。

總之，亂流造成空難事件，純係氣象問題，不是飛行人員疏忽，也非機件故障所引起，然華航班機遭遇亂流引起災害事件已非一次，爲挽救是項未來可能之事件再發生，似應着手該項亂流預測作業研究，依據目前人力物力當不可能作全面性環球作業，然也該從事投資由局部性的航線亂流預測作業着手，繼而擴大範圍，以期有所成而挽救無謂之生命財產損失，相信此種少數投資之獲益率是很高的。

參考資料

1. Jenkins & Harrison: "The procedure for forecasting mountain wave CAT"
2. Harrison & George: "Wind shear CAT forecast procedure"
3. 張敦明：「應用飛行員天氣報告對晴空亂流之評估與分析」，氣象預報與分析第25期。
4. 劉廣英：「晴空亂流之觀測及預報」，氣象預報與分析第58期。
5. 萬寶康：「亞洲區域噴射氣流之特性及其對於臺灣天氣變化之影響」，氣象學報第16卷4期。
6. 謝信良、林民生：「天氣幅度擾亂與高空風分析」，氣象學報第16卷4期。
7. 劉衍淮：「臺灣大氣中對流層頂之研究」，氣象學報第17卷1期。
8. 張瑞翔：「噴射氣流之最新調查」，氣象預報與分析第43期。
9. 1 WWM105-4, 1st weather wing Manual "Far East Climatic Atlas"
10. S. Petterssen "Weather Analysis & Forecasting"
11. 蔣志才：「由華航班機意外事件談晴空亂流」，科學發展月刊第4卷第3期
12. 郭文鏞：「應用垂直風切圖與李查遜數目對晴空亂流之個案研究」，氣象學報第23卷第2期
13. 中央氣象局與空軍氣象中心所收8月23日之探空電碼。
14. 王崇岳：「風徑圖之實例分析」，氣象學報第22卷第3期。