



# 國家運輸安全調查委員會

## 重大運輸事故 調查報告

中華民國 107 年 12 月 14 日

中華航空公司 CI6844 班機

BOEING 747-409F 型機

國籍標誌及登記號碼 B-18717

於桃園機場 05L 跑道降落時落地過早

報告編號：TTSB-AOR-20-03-001

報告日期：民國 109 年 3 月

依據中華民國運輸事故調查法及國際民航公約第 13 號附約，  
本調查報告僅供改善飛航安全之用。

中華民國運輸事故調查法第 5 條：

*運安會對於重大運輸事故之調查，旨在避免運輸事故之  
再發生，不以處分或追究責任為目的。*

國際民航公約第 13 號附約第 3 章第 3.1 節規定：

*The sole objective of the investigation of an accident or incident shall  
be the prevention of accidents and incidents. It is not the purpose of  
this activity to apportion blame or liability.*

## 摘要報告

民國 107 年 12 月 13 日，中華航空股份有限公司（以下簡稱中華航空）定期載貨班機 CI6844，機型波音 B747-409F，國籍標誌及登記號碼 B-18717，於 2308 時<sup>1</sup>執行自香港赤鱗角國際機場（以下簡稱香港機場）至臺灣桃園國際機場（以下簡稱桃園機場）之載貨任務。機上載有正駕駛員及副駕駛員各 1 人，共計 2 人。次日，0019:46 時，該機於桃園機場 05L 跑道落地，著陸點位於跑道頭前區域（pre-threshold area）21 公尺處，造成 3 具跑道燈損壞，機上人員均安。

依據中華民國運輸事故調查法及國際民航公約第 13 號附約相關內容，運安會為負責本次飛航事故調查之獨立機關。受邀參與本次調查之機關（構）包括：美國國家運輸安全委員會、交通部民用航空局、桃園機場公司及中華航空股份有限公司。

本事故「調查報告草案」於 108 年 7 月完成，依程序於 108 年 12 月 6 日經運安會第 6 次委員會議初審修正後函送相關機關（構）提供意見；經彙整相關意見後，調查報告於 109 年 3 月 6 日經運安會第 9 次委員會議審議通過後，於 109 年 3 月 31 日發布調查報告。

本事故調查經綜合事實資料及分析結果，獲得之調查發現共計 11 項，改善建議共計 5 項，如下所述。

### 壹、調查發現

#### 與可能肇因有關之調查發現

1. 事故機副駕駛員進場操作時，未能兼顧及有效運用航機之俯仰操控及動力手柄，以保持正常下滑姿態、速度及下降率。於航機接

---

<sup>1</sup> 除非特別註記，本報告所列時間皆為臺北時間（UTC+8 小時），並以飛航資料紀錄器（flight data recorder, 以下簡稱 FDR）之時間為基準。不同時間系統之同步方式詳見本報告 1.11.2 節。

近道面時，無法及時判斷航機正常仰轉時機，且因動力手柄操作不當，造成場外重落地，顯示其落地手控操作能力未達安全落地標準。

2. 事故機正駕駛員面對該名資淺副駕駛員進場及落地之操作未提高警覺，於航機產生異常狀況時來不及接手操作或重飛，造成航機場外重落地之事故。

### 與風險有關之調查發現

1. 華航之「資淺正副機師職能追蹤計畫」內容或計畫之執行，未能有效達成使該名副駕駛員，以手控操作航機、安全落地之標準。
2. 事故機飛航組員於事故後未確實向塔台及華航通報落地過程中遭遇之狀況，使跑道面臨異物存在之風險。

### 其他調查發現

1. 事故航班飛航組員持有民航局頒發之有效航空人員檢定證與體檢證，飛航資格符合民航局與公司要求，訓練與考驗紀錄中查無與本案有關之異常發現。無證據顯示於事故中，有足以影響飛航組員操作表現之藥物與酒精因素。
2. 本事故發生後，事故機更換輪胎後持續執行飛航任務，座艙語音資料未包含與本事故相關之訊息。
3. 事故機於無線電高度 2,000 呎至落地期間未遭遇嚴重風切或亂流。
4. 該機於無線電高度 100 呎以下，因觸發「GPWS - Sink Rate」警告聲響，致無線電高度的播報功能被占用而未發出聲響。
5. 事故當時之天氣狀況符合該型機進場落地相關限制，事故航機之載重與平衡均位於限制範圍內。
6. 該機正駕駛員於事故時可能存在短期睡眠不足、睡眠品質不佳與持續清醒時間偏長之疲勞原因，使其於任務過程中可能存在警覺力與反應力不足之疲勞認知性徵狀。

7. 桃機公司航務處獲報異物後，派員至 N1 滑行道和 05L 跑道頭巡查時未發現毀損燈具，可能為 CI061 起飛期間其發動機尾流將毀損之燈具吹往 05L 跑道進場燈草區所致。

## **貳、改善建議**

### **致中華航空股份有限公司**

1. 加強訓練資淺副駕駛員之進場落地手控操作能力。
2. 要求正駕駛員與資淺副駕駛員飛航時，應對其進場及落地之操作提高警覺，並依照規定於航機異常時接手操作或呼叫重飛，以保障落地安全。
3. 重新檢視「資淺正副機師職能追蹤計畫」之內容及執行狀況，以落實計畫之成效。

### **致交通部民用航空局**

1. 督導中華航空公司檢視「資淺正副機師職能追蹤計畫」之內容及執行狀況之成效，加強訓練資淺副駕駛員之進場落地手控操作能力。
2. 督導中華航空公司針對正駕駛員與資淺副駕駛員飛航時，應對其進場及落地之操作提高警覺，並依照規定於航機異常時接手操作或呼叫重飛之要求成效。

本頁空白

# 目 錄

摘要報告.....	ii
目 錄 .....	vi
表 目 錄.....	x
圖 目 錄.....	xii
英文縮寫對照簡表.....	xiv
<b>第1章 事實資料 .....</b>	<b>1</b>
1.1 飛航經過 .....	1
1.2 人員傷害 .....	3
1.3 航空器損害情況 .....	3
1.4 其他損害情況 .....	3
1.5 人員資料 .....	4
1.5.1 駕駛員經歷 .....	4
1.5.1.1 正駕駛員 .....	4
1.5.1.2 副駕駛員 .....	6
1.5.2 駕駛員事故前 72 小時活動 .....	7
1.5.2.1 正駕駛員 .....	8
1.5.2.2 副駕駛員 .....	9
1.6 航空器資料 .....	10
1.6.1 航空器與發動機基本資料 .....	10
1.6.2 載重平衡 .....	11
1.6.3 該機維修狀況 .....	13
1.6.4 增強型近地警告系統 .....	13
1.7 天氣.....	16
1.7.1 天氣概述 .....	16
1.7.2 地面天氣觀測 .....	17
1.8 助、導航設施 .....	19

1.9	通信.....	19
1.10	場站資料 .....	19
1.11	飛航紀錄器 .....	20
1.11.1	座艙語音紀錄器 .....	20
1.11.2	飛航資料紀錄器 .....	21
1.11.3	增強型近地警告電腦紀錄.....	26
1.11.4	時間同步 .....	27
1.12	航空器殘骸與撞擊資料 .....	28
1.12.1	航空器殘骸.....	28
1.12.2	現場量測資料 .....	28
1.13	醫學與病理 .....	31
1.14	火災.....	31
1.15	生還因素 .....	31
1.16	測試與研究 .....	32
1.16.1	疲勞生物數學模式分析 .....	32
1.16.2	輪胎檢視與後續維修 .....	32
1.17	組織與管理 .....	35
1.17.1	飛航操作相關手冊內容 .....	35
1.17.1.1	中華航空航務手冊 .....	35
1.17.1.2	中華航空 747 飛航組員操作手冊.....	44
1.18	其他資訊 .....	48
1.18.1	訪談資料 .....	48
1.18.1.1	正駕駛員訪談摘要 .....	49
1.18.1.2	副駕駛員訪談摘要 .....	53
1.18.2	事故通報與跑道巡查作業 .....	55
1.18.2.1	事故通報經過.....	55
1.18.2.2	跑道巡查作業程序 .....	55
1.18.2.3	該機落地後之跑道巡查與助航燈光維護作業.....	56



1.18.3	事件序列表 .....	57
<b>第2章</b>	<b>分析 .....</b>	<b>63</b>
2.1	概述.....	63
2.2	低空風切及亂流分析 .....	63
2.2.1	低空風切 .....	63
2.2.2	亂流 .....	64
2.3	增強型近地警告系統之高度播報邏輯 .....	65
2.4	飛航操作 .....	66
2.4.1	進場落地操作 .....	66
2.4.2	正駕駛員接手與重飛決策 .....	68
2.4.3	飛航組員資格、搭配與落地限制 .....	69
2.5	飛航組員疲勞可能性分析 .....	70
2.5.1	正駕駛員 .....	70
2.5.2	副駕駛員 .....	71
2.6	事故通報 .....	71
<b>第3章</b>	<b>結論 .....</b>	<b>73</b>
3.1	與可能肇因有關之調查發現 .....	73
3.2	與風險有關之調查發現 .....	74
3.3	其他調查發現 .....	74
<b>第4章</b>	<b>運輸安全改善建議 .....</b>	<b>77</b>
4.1	飛安改善建議 .....	77
4.2	已完成或進行之改善措施 .....	77
4.2.1	中華航空公司 .....	77
<b>附錄1</b>	<b>LLWAS相關風向風速計之紀錄資料 .....</b>	<b>79</b>
<b>附錄2</b>	<b>EGPWC解讀參數 .....</b>	<b>82</b>
<b>附錄3</b>	<b>EGPWS技術文件 .....</b>	<b>84</b>
<b>附錄4</b>	<b>事故飛航組員之疲勞評估預測模組 (SAFE) 分析結果摘要</b>	<b>88</b>

本頁空白

## 表 目 錄

表 1.5-1 飛航組員基本資料表 .....	4
表 1.6-1 航空器基本資料表 .....	10
表 1.6-2 發動機基本資料表 .....	11
表 1.6-3 載重平衡表 .....	13
表 1.12-1 事故現場量測項目 .....	29
表 1.16-1 輪胎基本資料 .....	33
表 2.2-2 亂流強度指標 .....	65

本頁空白

## 圖 目 錄

圖 1.1-1 該機進場期間之修正氣壓高度、下降率及下滑道偏移量變化圖...3	
圖 1.6-1 波音 747-400F 型機重心位置限制圖 .....	12
圖 1.6-2 下降率內及外邊界警告區 .....	15
圖 1.7-1 亞洲地面天氣分析圖 .....	16
圖 1.7-2 都卜勒氣象雷達回波圖 .....	17
圖 1.7-3 桃園機場 AWOS 及 LLWAS 位置分布圖.....	18
圖 1.7-4 AWOS 即時風向風速.....	19
圖 1.10-1 該機發生機輪觸地位置圖 .....	20
圖 1.11-1 該機飛航軌跡圖 .....	23
圖 1.11-2 該機最後進場及落地期間之飛航軌跡圖 .....	23
圖 1.11-3 該機落地階段相關飛航參數圖 .....	24
圖 1.11-4 該機落地階段相關飛航參數圖 .....	25
圖 1.11-5 FDR 及 EGPWC 相關參數繪圖 .....	27
圖 1.12-1 B747-400F 型機輪胎編號位置對照圖.....	29
圖 1.12-2 3 具燈具損壞照片圖 .....	30
圖 1.12-3 事故現場圖 .....	30
圖 1.12-4 事故現場測量圖 .....	31
圖 1.16-1 輪胎受損狀況外觀圖 .....	34
圖 1.16-2 輪胎受損位置示意圖 .....	34
圖 2.1-1 該機最後進場期間之空速、地速與頂風變化圖 .....	64
圖 2.4-1 該機最後進場階段之飛航資料變化圖 .....	68

本頁空白

## 英文縮寫對照簡表

AAL	above aerodrome level	高於機場平面
AGL	above ground level	離地高
APQ	airline pilot qualification	民航機師前置訓練
ATIS	automatic terminal information service	終端資料自動廣播服務
AWOS	automated weather observing system	自動天氣觀測系統
CVR	solid-state cockpit voice recorder	固態式座艙語音紀錄器
EDR	eddy dissipation rate	渦流消散率
EGPWC	enhanced ground proximity warning computer	增強型近地警告電腦
EGPWS	enhanced ground proximity warning system	增強型近地警告系統
FCOM	flight crew operations manual	飛航組員操作手冊
FDR	solid-state flight data recorder	固態式飛航資料紀錄器
FOD	foreign object damage	外物損害
FOM	flight operations manual	航務手冊
ILS	instrument landing system	儀器降落系統
LLWAS	low level wind shear alert system	低空風切警報系統
MAC	mean aerodynamics chord	平均空氣動力弦長
PAPI	precision approach path indicator	精確進場滑降指示燈
PF	pilot flying	操控駕駛員
PFD	primary flight display	駕駛艙主要飛行顯示器
PM	pilot monitoring	監控駕駛員
RFCF	runway field clearance floor	跑道地面間距
SAFE	system for aircrew fatigue evaluation predictive fatigue model for pilot	飛航組員疲勞評估預測模組
TCF	terrain clearance floor	地形淨空底限
V <sub>APP</sub>	approach speed	進場速度
V <sub>REF</sub>	landing reference speed	落地參考速度

本頁空白



# 第1章 事實資料

## 1.1 飛航經過

民國 107 年 12 月 13 日，中華航空股份有限公司(以下簡稱中華航空)定期載貨班機 CI6844，機型波音 B747-409F，國籍標誌及登記號碼 B-18717，於 2308 時<sup>2</sup>執行自香港赤鱗角國際機場(以下簡稱香港機場)至臺灣桃園國際機場(以下簡稱桃園機場)之載貨任務。機上載有正駕駛員及副駕駛員各 1 人，共計 2 人。次日，0019:46 時，該機於桃園機場 05L 跑道落地，著陸點位於跑道頭前區域(pre-threshold area) 21 公尺處，造成 3 具跑道燈損壞，機上人員均安。

該任務正駕駛員坐於駕駛艙左座擔任監控駕駛員(pilot monitoring, PM)，副駕駛員坐於駕駛艙右座擔任操控駕駛員(pilot flying, PF)，自起飛、爬升、巡航至下降過程均正常，進入臺北飛航情報區後，於 12 月 14 日 0006 時獲臺北近場管制臺許可執行桃園機場 05L 跑道儀器進場。該機落地使用 25 度襟翼，落地參考速度(landing reference speed,  $V_{REF}$ )為 152 浬/時，進場速度(approach speed,  $V_{APP}$ )為 162 浬/時。正駕駛員於訪談時表示，進場時接收之天氣資訊<sup>3</sup>顯示，風向 060 度、風速 20 浬/時、能見度大於 10 公里，進場落地過程中未遭遇大陣風或亂流。

臺北機場管制臺(以下簡稱塔臺)於 0016 時告知 05L 跑道風向 060 度、風速 22 浬/時，許可該機落地。0017:26 時，該機約下降通過氣壓高度 1,800 呎，副駕駛員解除自動駕駛及自動油門，以手控方式操作飛機繼續進場，該機大致穩定維持於正常進場航線上，空速約介於 153 至 167 浬/時之間

---

<sup>2</sup> 除非特別註記，本報告所列時間皆為臺北時間(UTC+8 小時)，並以飛航資料紀錄器(flight data recorder, 以下簡稱 FDR)之時間為基準。不同時間系統之同步方式詳見本報告 1.11.2 節。

<sup>3</sup> 正駕駛員表示，係依據 12 月 14 日 0000 時發布之 ATIS (automatic terminal information service, 終端資料自動廣播服務)。

( $V_{APP-9} \sim V_{APP+5}$ )。

根據飛航紀錄器資料，0019:24 時（無線電高度 312 呎），該機高度開始高於進場下滑道，駕駛艙主要飛行顯示器（primary flight display, PFD）之下滑道指標於 0019:31 時達最大偏移量（約 0.63 dot）；隨後該機開始向下修正高度，下降率自 800 呎/分開始增加。6 秒後（無線電高度 137 呎），該機高度開始低於下滑道。

根據機載增強型近地警告系統（enhanced ground proximity warning system, EGPWS）紀錄資料，0019:43 時（無線電高度 53.2 呎），該機之空速為 158 浬/時，下降率達最大值 1,072 呎/分，EGPWS 觸發「GPWS-Sink Rate」語音警告，此時下滑道指標偏移量約向下 1.72 dot。

該機最後進場期間之修正氣壓高度（baro pressure altitude）、下降率（vertical speed）及下滑道偏移量（glideslope deviation）變化<sup>4</sup>如圖 1.1-1；。0019:46 時，該機於 05L 跑道前區域著陸時由左側機翼主輪先行觸地，垂直加速度達 1.94g，該機於主輪著陸前無明顯仰轉，油門桿於主輪著陸 1 秒後收至慢車位置。該機 2 名駕駛員按正常程序執行落地減速操作，並自 N7 滑行道脫離跑道，停靠於 503 號貨運機坪，人員無傷亡。2 名駕駛員之後返家休息；維修人員檢查該機之剎車系統無異常並更換兩個輪胎後，繼續執行飛航任務。

事故當日 1150 時，本會接獲事故通報，本會調查人員趕赴現場後發現 6 號及 8 號主輪輪胎擦傷及磨損，另 05L 跑道頭前區域內有 3 具燈具損壞。

---

<sup>4</sup> 以該機之修正氣壓高度與經緯度位置為參考，繪製航機相對於 3 度下滑道之航跡變化圖。標準氣壓高度指以高度表示之大氣壓力，其相當於標準大氣壓下之氣壓。修正氣壓高度指以修正海平面氣壓(QNH)來調整標準氣壓高度。無線電高度指航空器距離地面的垂直高度。

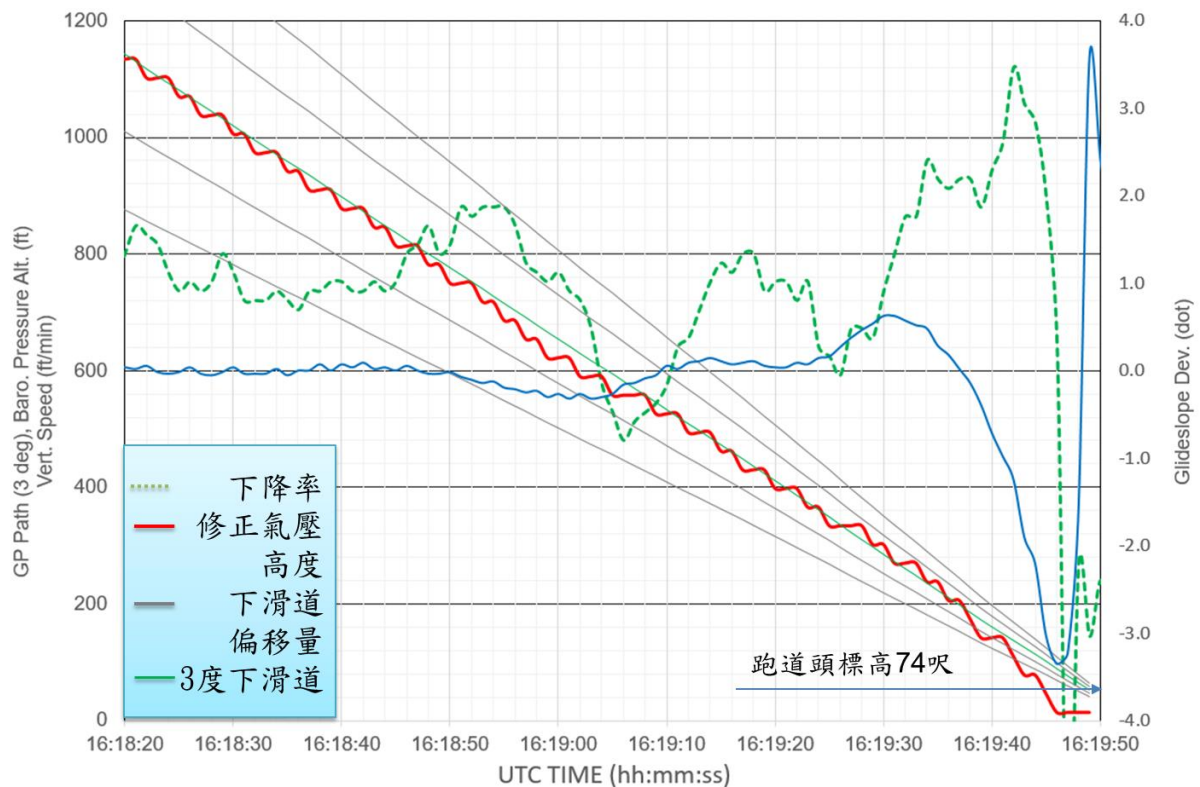


圖 1.1-1 該機進場期間之修正氣壓高度、下降率及下滑道偏移量變化圖

## 1.2 人員傷害

無。

## 1.3 航空器損害情況

無。

## 1.4 其他損害情況

05L 跑道頭前區域 1 具 23R 跑道末端燈全損， 2 具 05L 跑道頭燈全損。

## 1.5 人員資料

### 1.5.1 駕駛員經歷

飛航組員基本資料如表 1.5-1。

表 1.5-1 飛航組員基本資料表

項 目	正 駕 駛 員	副 駕 駛 員
性 別	男	男
事 故 時 年 齡	44	30
進 入 公 司 日 期	民國 95 年 1 月	民國 106 年 1 月
航 空 人 員 類 別	飛機民航運輸駕駛員	飛機商用駕駛員
檢 定 項 目	B-747-400	B-747-400
發 證 日 期	民國 104 年 1 月 29 日	民國 107 年 3 月 28 日
終 止 日 期	民國 109 年 1 月 28 日	民國 112 年 3 月 27 日
體 格 檢 查 種 類	甲類駕駛員	甲類駕駛員
終 止 日 期	民國 108 年 4 月 30 日	民國 108 年 3 月 31 日
總 飛 航 時 間 <sup>5</sup>	9,800 小時 56 分	760 小時 36 分
事 故 型 機 飛 航 時 間	8,457 小時 42 分	539 小時 42 分
最 近 12 個 月 飛 航 時 間	862 小時 51 分	539 小時 42 分
最 近 90 日 內 飛 航 時 間	230 小時 09 分	184 小時 21 分
最 近 30 日 內 飛 航 時 間	98 小時 13 分	63 小時 21 分
最 近 7 日 內 飛 航 時 間	19 小時 24 分	19 小時 34 分
事 故 前 24 小 時 飛 航 時 間	3 小時 32 分	3 小時 32 分
派 飛 事 故 首 次 任 務 前 之 休 息 期 間 <sup>6</sup>	62 小時 59 分	52 小時 15 分

#### 1.5.1.1 正駕駛員

<sup>5</sup> 本表所列之飛航時間，均包含該機之飛行時間，計算至事故發生當時（0019 時）為止。

<sup>6</sup> 休息期間係指符合航空器飛航作業管理規則定義，「組員在地面毫無任何工作責任之時間」。

中華民國籍，為中華航空培訓駕駛員，民國 94 年 4 月於澳洲阿德雷德飛行訓練學校開始接受基礎飛行訓練，於民國 95 年 1 月完訓並取得澳洲飛機商用駕駛員執照後，正式進入中華航空，同年 7 月完成民航機師前置訓練 (airline pilot qualification, APQ) 後分發至波音 B737-800 機隊，民國 96 年 3 月完成該型機訓練後，於該機隊擔任副駕駛員。民國 98 年 1 月轉任波音 B747-400 機隊，後於民國 102 年 10 月升任該型機巡航駕駛員 (relief pilot)，再於民國 104 年 4 月升任該型機正駕駛員。個人累計總飛時為 9,800 小時 56 分，其中波音 B747-400 型機飛時為 8,457 小時 42 分。

正駕駛員持有中華民國飛機民航運輸駕駛員檢定證，檢定項目欄內之註記為：「飛機，陸上，多發動機 *Aeroplane, Land, Multi-Engine*, 儀器飛航 *Instrument Rating B-747-400*，具有於航空器上無線電通信技能及權限 *Privileges for operation of radiotelephone on board an aircraft*」，限制欄內之註記為：「空白 *NIL*」，特定說明事項欄內之註記為：「無線電溝通英語專業能力 *(Y-M-D) English Proficient: ICAO L5 Expiry Date 2022-10-10*」。

事故前最近一次年度適職性考驗於民國 107 年 12 月 4 日通過；最近一次年度適職性訓練時間為民國 107 年 12 月 5 日，訓練結果為「正常 (normal)」；最近一次年度航路考驗於民國 107 年 4 月 20 日通過。經檢視正駕駛員個人紀錄，其各年度適職性訓練/考驗、航路考驗及正駕駛員升等訓練，涵蓋進場落地、重飛、放棄落地...等 *Maneuvers Validation (MV)* 項目，狀況警覺、工作管理、領導溝通、問題處理與決策下達、*SOP* 遵守...等 *Evaluation/Scenario-Based Training (SBT) Competencies* 項目，及錯誤管理、不正常狀況改正、交互監控、穩定進場、接手操作...等 *In-Seat Instruction (ISI)* 項目，均無異常發現。

正駕駛員體格檢查種類為甲類駕駛員，上次體檢日期為民國 107 年 10 月 1 日，體檢及格證限制欄內之註記為：「視力需戴眼鏡矯正 (*Holder shall wear corrective lenses.* )」。事故當次任務前於公司執行之酒精測試結果：酒

精值為零。

### 1.5.1.2 副駕駛員

中華民國籍，為中華航空培訓駕駛員，民國 104 年 12 月於美國 Aerosim 飛行學校開始接受基礎飛行訓練，於民國 105 年 10 月完訓並取得美國飛機商用駕駛員執照後，正式進入中華航空，民國 106 年 11 月完成 APQ 後分發至波音 B747-400 機隊，民國 107 年 7 月完成該型機訓練並通過航路考驗之檢定後，於該機隊擔任副駕駛員。個人累計總飛時為 760 小時 36 分，其中波音 B747-400 型機飛時為 539 小時 42 分，落地次數 46 次。

副駕駛員完訓上線後，中華航空曾依該公司「資淺正副機師職能追蹤計畫」之規定<sup>7</sup>，分別於 107 年 9 月 4 日及 10 月 3 日各安排該機隊教師駕駛員/檢定駕駛員與該員同飛，以追蹤其線上飛行之職能表現；該 2 次任務後之「資淺正副機師職能評估表」顯示，該員職能表現分別為「均標 (Average)」及「均標以上 (Above Average)」。

副駕駛員持有中華民國飛機商用駕駛員檢定證，檢定項目欄內之註記為：「飛機，陸上，多發動機 *Aeroplane, Land, Multi-Engine*, 儀器飛航 *Instrument Aeroplane B-747-400* 具有於航空器上無線電通信技能及權限 *Privileges for operation of radiotelephone on board an aircraft*」，限制欄內之註記為：「*B-747-400 F/O*」，特定說明事項欄內註記為：「無線電溝通英語專業能力(Y-M-D) *English Proficient; ICAO L5 Expiry Date 2024-02-29*」。

副駕駛員自於民國 107 年 7 月完訓至事故當時，曾於同年 9 月 28 日通過一次年度適職性考驗；並於同年 9 月 29 日接受一次年度適職性訓練，結果為「正常 (normal)」。經檢視副駕駛員個人紀錄，涵蓋進場落地、重飛、

---

<sup>7</sup> 該計畫 5.1 各機隊新完訓之正副機師，自完訓日次月起至六個月將接受機隊 CP/IP 的 Monitoring 至少二次。5.2 各機隊 CP/IP 於同飛任務完成後，須就該資遣正副機師之職能表現填寫資遣正副機師職能評估表，並於返回臺北後儘速親自投入各機隊信箱。

放棄落地...等 Maneuvers Validation (MV) 項目，狀況警覺、工作管理、領導溝通、問題處理與決策下達、SOP 遵守...等 Evaluation/Scenario-Based Training (SBT) Competencies 項目，及錯誤管理、不正常狀況改正、交互監控、穩定進場、接手操作...等 In-Seat Instruction (ISI) 項目，均無異常發現。

副駕駛員體格檢查種類為甲類駕駛員，上次體檢日期為民國 107 年 3 月 1 日，體檢及格證限制欄內註記為：「視力需戴眼鏡矯正 (Holder shall wear corrective lenses. )」。事故當次任務前於公司執行之酒精測試結果：酒精值為零。

### 1.5.2 駕駛員事故前 72 小時活動

本節係摘錄自飛航組員班表及其於事故後填答之「事故前睡眠及活動紀錄」問卷，內容涵蓋睡眠、睡眠品質、工作、私人活動及「疲勞自我評估表」等部分，所列時間皆為臺北時間。

其中「睡眠」係指所有睡眠型態，如：長時間連續之睡眠、小睡 (nap)、飛機上輪休之睡眠等。睡眠品質依填答者主觀感受區分為：良好 (excellent)、好 (good)、尚可 (fair)、差 (poor)。

填答者須於「疲勞自我評估表」中圈選最能代表事故時精神狀態之敘述，其選項如下，另可自行描述事故時之疲勞程度。

1.	警覺力處於最佳狀態；完全清醒的；感覺活力充沛
2.	精神狀態雖非最佳，然仍相當良好，對外界刺激能迅速反應
3.	精神狀況不錯，還算正常，足以應付任務
4.	精神狀況稍差，有點感到疲累
5.	有相當程度的疲累感，警覺力有些鬆懈
6.	非常疲累，注意力已不易集中
7.	極度疲累，無法有效率地執行工作，快要睡著

事故當次派遣為桃園機場至香港機場之往返任務，去程航班編號為 CI6843，由正駕駛員擔任操控駕駛員，副駕駛員擔任監控駕駛員，飛航時間為 12 月 13 日 1916 時至 2122 時。該機於香港機場完成上下貨作業後，飛航組員繼續執行 CI6844 回程航班，由正駕駛員擔任監控駕駛員，副駕駛員擔任操控駕駛員，飛航時間為 2253 時至 12 月 14 日 0031 時。

### 1.5.2.1 正駕駛員

- 12 月 10 日： 2200 時（日本當地時間 2300 時）於大阪關西機場報到，執行飛往桃園機場之飛航任務。
- 12 月 11 日： 0201 時於桃園機場落地，返家後於 0430 時就寢，約 0500 時入睡，1030 時起床，期間受家人起床及嬰兒叫聲等因素影響，故睡眠品質差；白天處理私人事務，2300 時就寢，約 2330 時入睡。
- 12 月 12 日： 本日休假，0700 時起床，睡眠品質尚可；白天處理私人事務，2300 時就寢，約 2330 時入睡。
- 12 月 13 日： 0700 時起床，因家中嬰兒半夜哭鬧，故睡眠品質差；1240 時出門，1340 時抵達公司，因航班起飛時間延後，故於 1400 時入住旅館休息但未入睡，1720 時退房，1730 時於公司報到執行 CI6843 由桃園機場飛往香港機場之飛航任務，約於 1920 時起飛。抵達香港機場後，地停約 1.5 小時，於 2253 時執行前往桃園機場之 CI6844 飛航任務，於 12 月 14 日 0019 時落地。

事故後，正駕駛員圈選最能代表事故當時精神狀態之敘述為：「5. 有相當程度的疲累感，警覺力有些鬆懈」；正駕駛員自行描述事故當時之疲勞程度為：「由於香港地停時間稍短，無法進入 *bunk* 休息，回程巡航時打了兩三次呵欠，以至於警覺鬆懈而不自覺」。正駕駛員於問卷中表示，個人與睡眠相關之困擾包括不易入睡、淺眠、打呼等，平日除服用維他命 B 群及葉



酸以提振精神、維護視力外，未服用其他藥物。

### 1.5.2.2 副駕駛員

- 12月10日：1920時（舊金山當地時間0320時）起床，睡眠品質尚可；2140時（舊金山當地時間0540時）於舊金山機場報到，執行飛往桃園機場之飛航任務。飛行期間曾輪休兩次，各3小時，睡眠時間各約1.5小時及2.5小時，睡眠品質各為差及尚可。
- 12月11日：1245時於桃園機場落地，返家後處理私人事務，2340時就寢，約於12月12日0030時入睡。
- 12月12日：本日休假，1100時起床，睡眠品質好；白天處理私人事務，約於12月13日0100時就寢，約0120時入睡。
- 12月13日：0930時起床，睡眠品質尚可；1350於公司報到，原定執行1520時起飛前往香港機場之CI6843飛航任務；因航班起飛時間延後，故公司安排於1400時入住旅館休息，1600時小睡1小時，睡眠品質尚可；1730時退房前往公司報到，執行原定CI6843飛航任務，約於1920時起飛，2122時抵達香港機場，地停約1.5小時後，於2253時執行前往桃園機場之CI6844飛航任務，於12月14日0019時落地。

事故後，副駕駛員圈選最能代表事故當時精神狀態之敘述為：「4.精神狀況稍差，有點感到疲累」；副駕駛員自行描述事故當時之疲勞程度為：「執行第二段航班由香港回臺北（CI6844），精神狀態略差，有疲累感，但還是在可執行任務的狀態中」。副駕駛員於問卷中表示，「由於貨機航班時間較不固定，班機延誤也較常發生，因此睡眠品質和持續性較難維持，目前還在自我調整中」，平日無睡眠障礙與影響睡眠之病痛，平日除服用維他命B

群外，未服用其他藥物。

## 1.6 航空器資料

### 1.6.1 航空器與發動機基本資料

該機基本資料統計詳表 1.6-1。

表 1.6-1 航空器基本資料表

航空器基本資料表（統計至民國 107 年 12 月 14 日）		
國籍	中華民國	
航空器登記號碼	B-18717	
機型	B747-409F	
製造廠商	BOEING	
出廠序號	30769	
生產線序號	1346	
出廠時間	民國 93 年 5 月 12 日	
接收日期	民國 93 年 5 月 15 日	
所有人	Freighter Empire Limited	
使用人	China Airlines	
國籍登記證書編號	93-923	
適航登記證書編號	107-03-051	
適航證書生效日	民國 107 年 3 月 16 日	
適航證書有效期限	民國 108 年 3 月 15 日	
航空器總使用時數	63,324.94	
航空器總落地次數	11,831	
上次定檢種類	A02	C08
上次定檢日期	民國 107 年 10 月 3 日	民國 106 年 10 月 18 日
上次定檢後使用時數	894.93	5,308.63
上次定檢後落地次數	184	1,085
最大起飛重量	875,000 磅	
最大著陸重量	666,000 磅	

發動機基本資料詳表 1.6-2。

表 1.6-2 發動機基本資料表

發動機基本資料表 (統計至民國 107 年 7 月 2 日)				
製造廠商	General Electric Company			
編號 / 位置	Engine #1	Engine #2	Engine #3	Engine #4
型別	CF6-80C2	CF6-80C2	CF6-80C2	CF6-80C2
序號	706691	706694	706636	706644
製造日期	民國 94 年 4 月 21 日	民國 94 年 5 月 9 日	民國 93 年 5 月 12 日	民國 93 年 7 月 2 日
上次維修廠檢修 後使用時數	9,132.22	17,266.53	10,585.27	6,796.51
上次維修廠檢修 後使用週期數	1,858	3,420	2,135	1,377
總使用時數	58,793.56	60,659.02	54,216.77	6,3497.18
總使用週期數	9,824	10,874	9,893	11,178

### 1.6.2 載重平衡

該機機實際起飛總重為 596,775 磅，起飛重心位置 (center of gravity) 位於 25.8% 平均空氣動力弦長 (mean aerodynamic chord, MAC)，介於重心範圍限制之間。該機之載重平衡相關資料如圖 1.6-1 及表 1.6-3 所示，本次飛行期間載重與平衡均在飛行涵蓋區 (flight envelope) 範圍內。

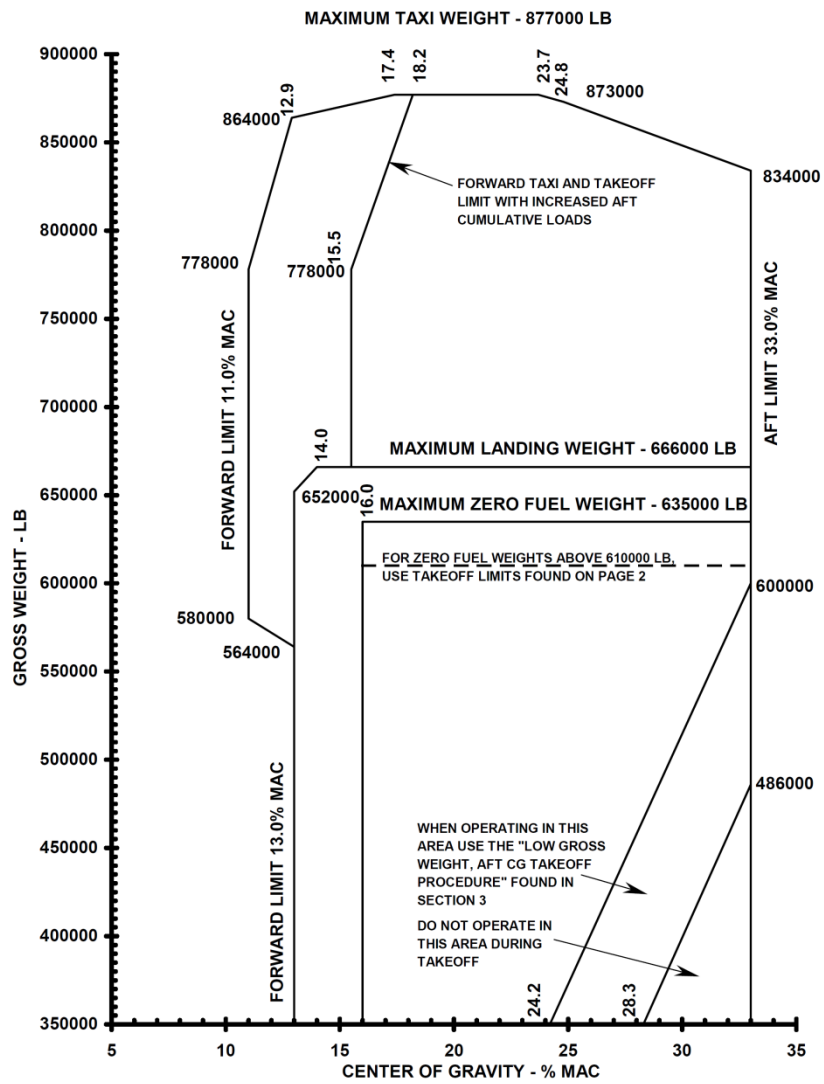
**BOEING 747-400**  
AIRPLANE FLIGHT MANUAL

**CENTER OF GRAVITY LIMITS**

ALL LIMITS BASED ON GEAR AND FLAPS DOWN.

REFER TO APPLICABLE WEIGHT AND BALANCE MANUAL FOR SPECIFIC LOADING AND OPERATING RESTRICTIONS.

CHART APPLICABLE TO	DATE
<b>747-400F</b>	08-19-03
APPROVED	
E. W. Davis	



FAA APPROVED **08-26-03**

D6U10002

Code 409F  
Section 1 Page 4

圖 1.6-1 波音 747-400F 型機重心位置限制圖

表 1.6-3 載重平衡表

最大零油重量	635,000 磅
實際零油重量	523,423 磅
最大起飛總重	875,000 磅
實際起飛總重	596,775 磅
起飛油量	73,352 磅
航行耗油量	26,577 磅
最大落地總重	666,000 磅
落地總重	570,198 磅
起飛重心位置	25.8 % MAC

### 1.6.3 該機維修狀況

檢視該機之適航指令及技術通報符合相關規定。檢視該機事故前 3 個月內飛機維修紀錄及發動機維修紀錄，無與事件相關系統之異常登錄。

### 1.6.4 增強型近地警告系統

該機裝置一具增強型近地警告系統（enhanced ground proximity warning system, EGPWS）其核心為一具增強型近地警告電腦（enhanced ground proximity warning computer, EGPWC），製造商為 Honeywell 公司，件號及序號分別為 965-0976-003-222-222 及 18246。

增強型近地警告系統提供飛航組員有關航機的實際高度與選擇高度之狀況警覺，同時以儀表顯示與語音播報，使飛航組員獲得航機接近地面的提示或接近地障的資訊，包含：接近（approach）、攔截（capture）、偏離（deviation）、重置（reset）、及抑止（inhibit）等功能。

EGPWS 主要的警告模式包含：

- (1) 模式 1 – 下降率過大
- (2) 模式 2 – 過大的地障接近率
- (3) 模式 3 – 起飛或重飛階段，非落地外型時失去過多高度
- (4) 模式 4 – 地障間距不足
- (5) 模式 5 – 過度低於下滑道中心線
- (6) 模式 6 – 選定雷達高度語音提示
- (7) 模式 7 – 風切警告

## 下降率過大

當航機於下降或進場階段，其高度以離地高 (above ground level, AGL) 為基準時之氣壓高度下降率過大，EGPWS 會產生「SINK RATE」之語音提示警告，並伴隨黃色「GND PROX」警告燈亮。若下降率加劇，語音提示將會變成「PULL UP」，且會於 PFD 上看見紅色「PULL UP」警告顯示，以及主警告燈亮。其高度以 AGL 為基準時，所有飛行階段產生過大的下降率皆會觸發模式 1 的警告，此模式可分為內及外邊界警告區 (inner & outer alert boundaries)<sup>8</sup>，如圖 1.6-2。兩邊界警告區可依照機場個別特性進行容許範圍調節 (envelope modulation) 以降低無效的提示或警告。

---

<sup>8</sup> 內邊界警告區為紅色，外邊界警告區為黃色。

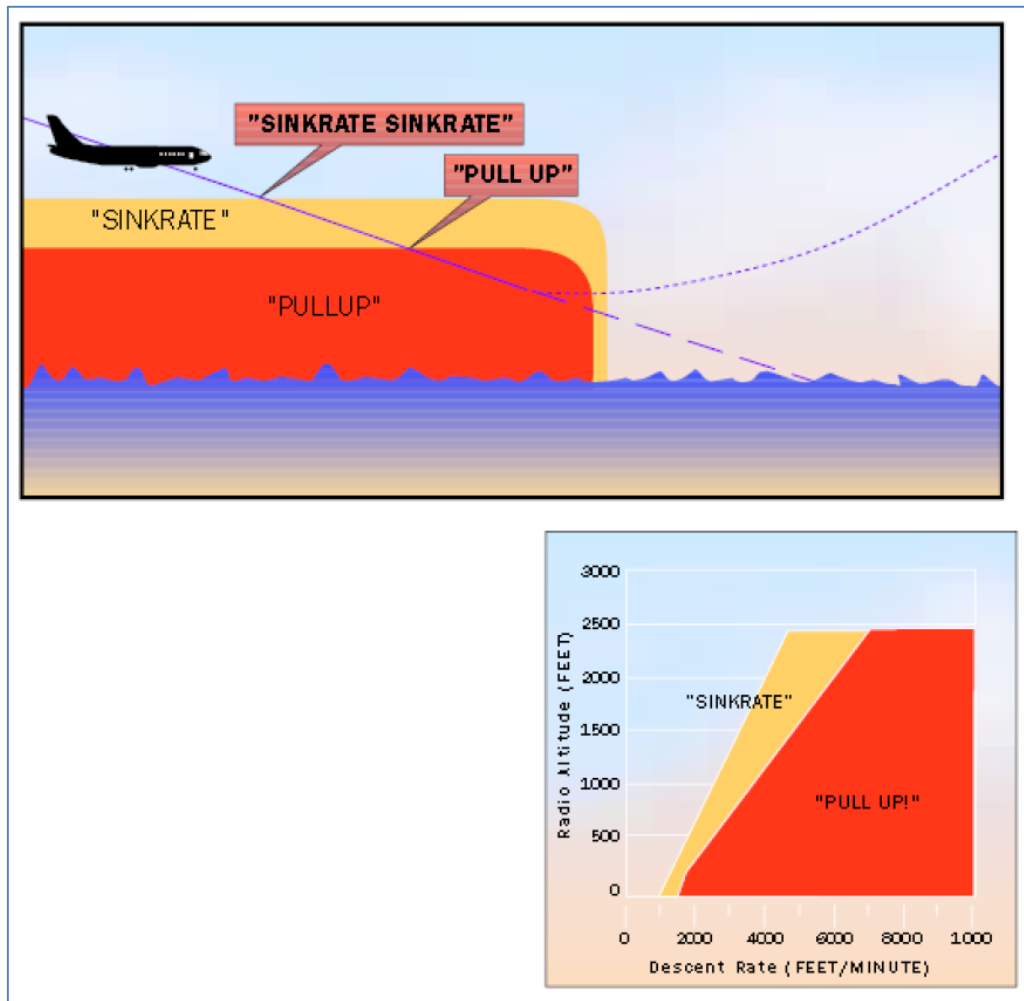


圖 1.6-2 下降率內及外邊界警告區

穿越外邊界警告區將會觸發 EGPWS 警告燈，並產生「SINK RATE, SINK RATE」語音提示警告，後續高度每下降 20%將產生額外的「SINK RATE, SINK RATE」訊息；若「SINK RATE」在語音提示過程中被抑止，且警告燈有亮起，若過低於下滑道無線電訊號，模式 5 則會被觸發，產生「GLIDESLOPE」語音提示警告。

穿越內邊界警告區將會觸發 EGPWS 警告燈，並持續產生「PULL UP」語音提示警告，直到航機離開內邊界警告區。當攔截到有效的儀器降落系統前端航軌（instrument landing system glideslope front course），但航機高於下滑道中心線時，外邊界警告區將不被觸發致動，以避免航機因在下滑道

無線電訊號之上安全地執行攔截，或調整下滑道位置而產生不必要下降率警示；若沒有選用語音抑止的功能，「SINK RATE」外邊界警告區會保持有效，產生的「SINK RATE」語音提示警告會持續直到航機離開內邊界警告區。

## 1.7 天氣

### 1.7.1 天氣概述

事故當日 0200 時亞洲地面天氣分析圖顯示高氣壓 1040 百帕，位於華北，向東移動，臺灣受高壓影響，盛行東北風，有大風警報，詳圖 1.7-1。根據 0030 時都卜勒氣象雷達回波圖（詳圖 1.7-2），桃園機場無明顯回波。

交通部民用航空局（以下簡稱民航局）臺北航空氣象中心於事故期間未發布臺北飛航情報區顯著危害天氣資訊（SIGMET），桃園機場無天氣警報。

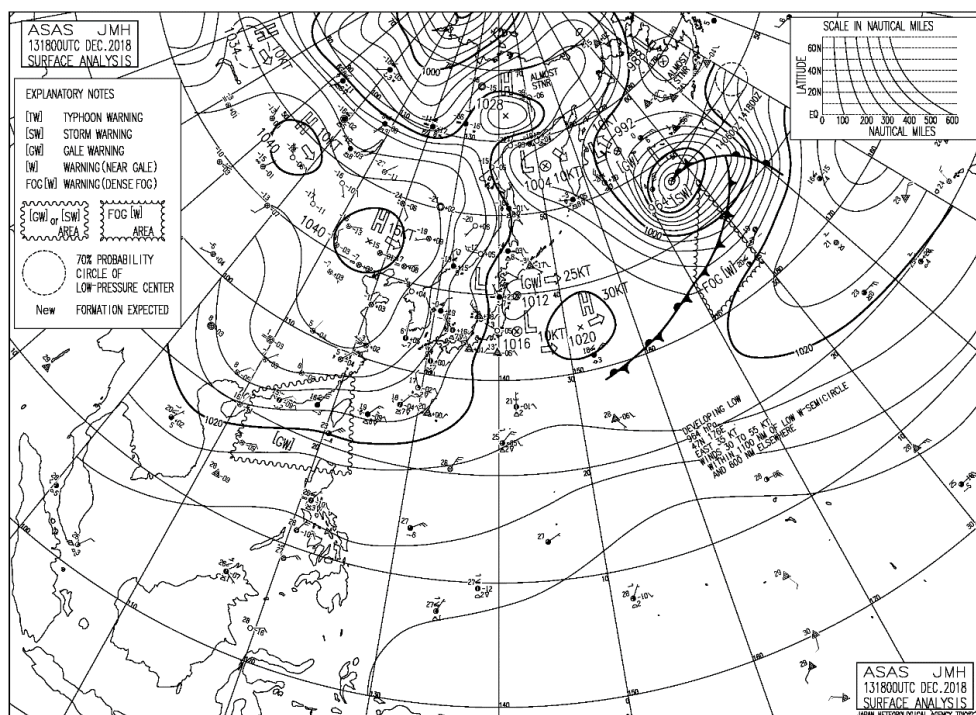


圖 1.7-1 亞洲地面天氣分析圖



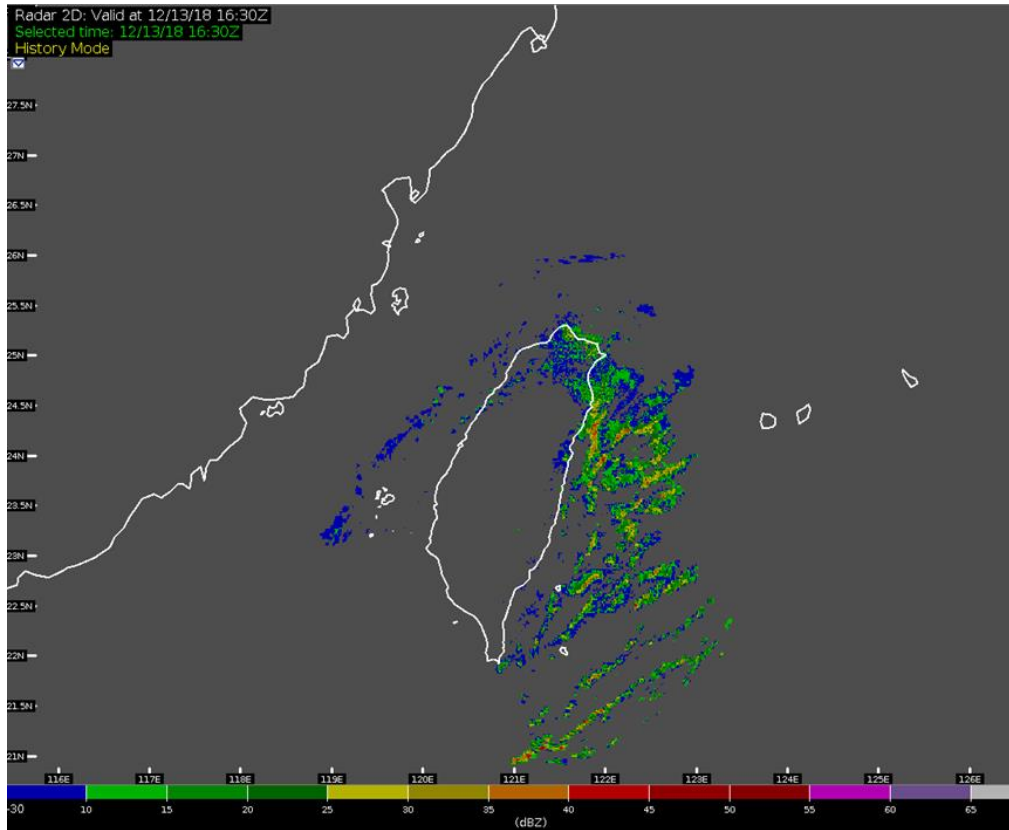


圖 1.7-2 都卜勒氣象雷達回波圖

## 1.7.2 地面天氣觀測

事故當日桃園機場地面天氣觀測紀錄如下：

0000 時：風向 060 度，風速 20 浬/時；能見度大於 10 公里；小雨；疏雲 1,200 呎，裂雲 1,800 呎，裂雲 5,000 呎；溫度 17°C，露點 16°C；高度表撥定值 1025 百帕；趨勢預報—無顯著變化；備註—高度表撥定值 30.28 吋汞柱；降水量 0.4 毫米。(ATIS S)

0030 時：風向 060 度，風速 21 浬/時；能見度大於 10 公里；小雨；疏雲 1,200 呎，裂雲 1,800 呎，裂雲 5,000 呎；溫度 17°C，露點 16°C；高度表撥定值 1025 百帕；趨勢預報—無顯著變化；備註—高度表撥定值 30.28 吋汞柱。(ATIS T)

事故發生期間桃園機場未發布風切警報；低空風切警告系統（low level wind shear alert system, LLWAS）無警示。

桃園機場地面自動氣象觀測系統（automated weather observation systems, AWOS）與 LLWAS 風向風速計之設置地點如圖 1.7-3，0015 時至 0022 時 AWOS 之即時風向風速如圖 1.7-4 所示，AWOS 05L 風向變化範圍 050 度至 070 度，風速介於 16 浬/時至 28 浬/時之間；AWOS 05L-23R 風向變化範圍 040 度至 060 度，風速介於 12 浬/時至 27 浬/時之間。LLWAS 相關風向風速計之紀錄資料詳附錄 1。

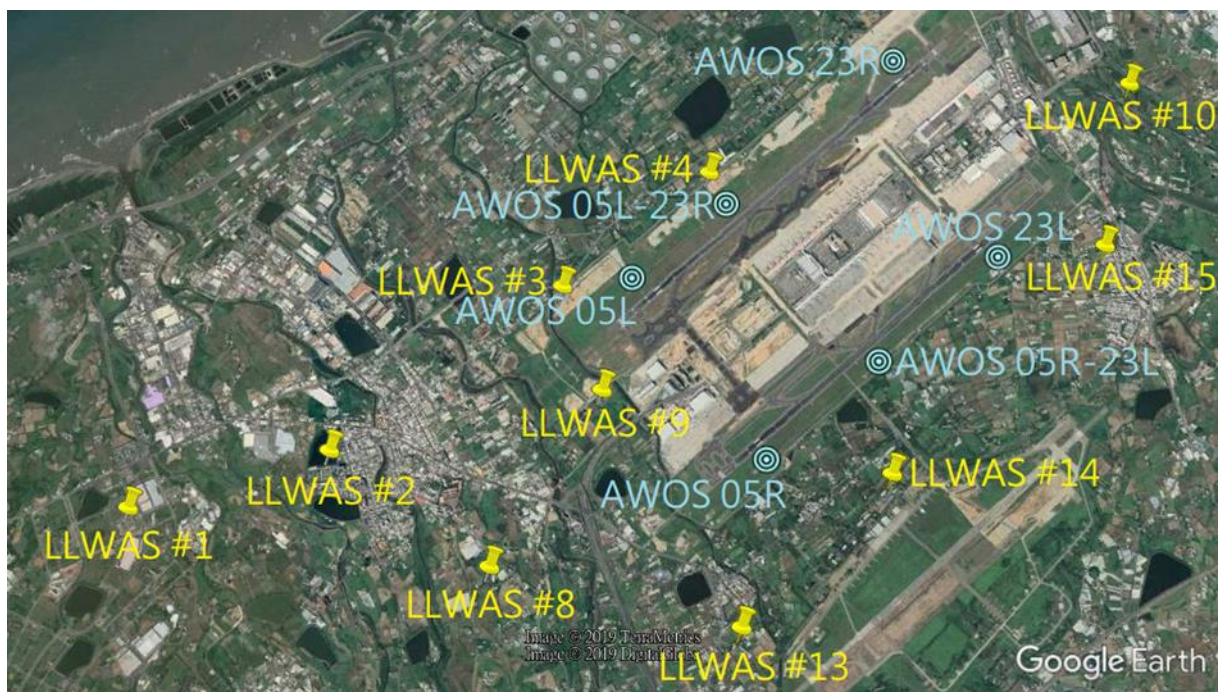


圖 1.7-3 桃園機場 AWOS 及 LLWAS 位置分布圖

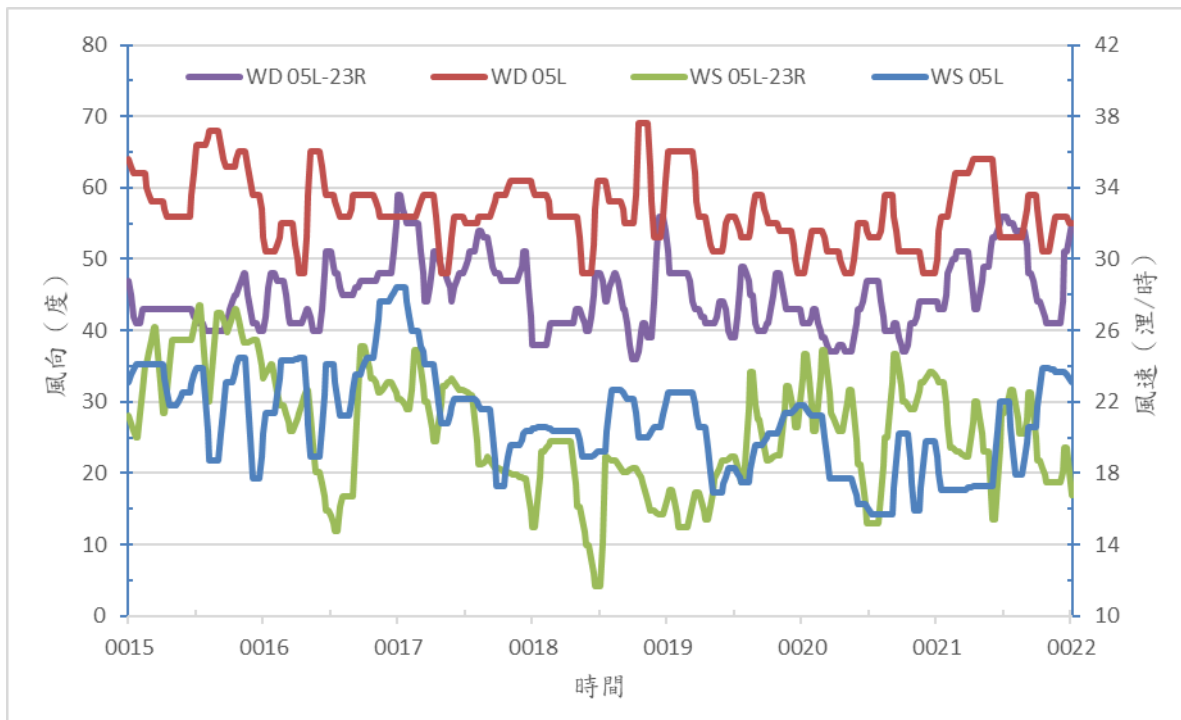


圖 1.7-4 AWOS 即時風向風速

## 1.8 助、導航設施

依據桃園裝修區臺助航機電臺遠端監控紀錄及每月檢查紀錄，事故當日 05L 跑道 ILS 之運作無異常狀況。

## 1.9 通信

無相關議題。

## 1.10 場站資料

依據臺北飛航情報區飛航指南，桃園機場位於臺北市西方 16.7 哩處，機場標高 108 呎。該跑道鋪面強度 PCN<sup>9</sup>75/F/B/X/T。該機由 05L 跑道落地，05L 跑道範圍長 3,660 公尺（約 12,000 呎）、寬 60 公尺（約 200 呎）、跑道

<sup>9</sup>鋪面分類號碼(PCN)/鋪面類別(R:剛性鋪面/F:柔性鋪面)/道基強度(B:中強度 K 值介於 60~120MN/m<sup>3</sup>)/最大允許胎壓值(X:1.00MPa<胎壓≤1.50MPa)/評估方法(U:經驗法/T:Technical 儀器測量)。

頭標高 74 呎。

05L 跑道端進場架設進場燈光系統，該系統地面塗有 5 組黃色箭頭標線（山形標線），05L 跑道設置有跑道中心線燈，其間距 15 公尺；著陸區燈總長度 900 公尺；跑道邊之間距 30 公尺。圖 1.10-1 標示處為該機發生機輪觸地之位置，詳 1.12 節。

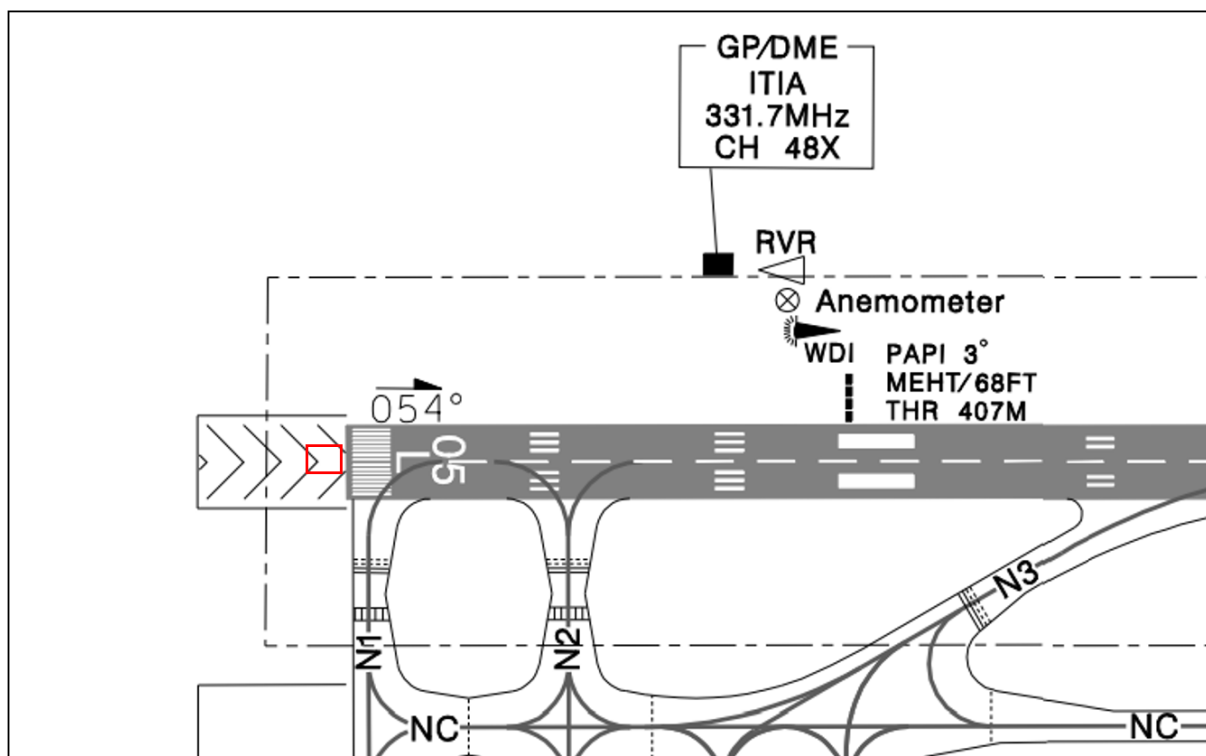


圖 1.10-1 該機發生機輪觸地位置圖

## 1.11 飛航紀錄器

### 1.11.1 座艙語音紀錄器

該機裝置固態式座艙語音紀錄器（solid-state cockpit voice recorder, CVR），製造商為 L-3 Aviation Products 公司，件號及序號分別為 2100-1020-00 及 000000336。該座艙語音紀錄器具備 2 小時記錄能力，其中 4 軌語音資料為 2 小時高品質錄音，聲源分別來自正駕駛員麥克風、副駕駛員麥克

風、廣播系統麥克風及座艙區域麥克風。

該座艙語音紀錄器下載情形正常，錄音品質良好。CVR 記錄之語音資料總長 2 小時 4 分 7.4 秒，本事故發生後，因航機持續執行飛航任務，座艙語音資料屬其他航班紀錄。該語音資料並未包含與本事故相關之訊息，未撰寫 CVR 抄件。

### 1.11.2 飛航資料紀錄器

該機固態式飛航資料紀錄器 (solid-state flight data recorder, FDR)，製造商為 Honeywell 公司，件號及序號分別為 980-4700-042 及 SSFDR-08272，飛航資料紀錄器資料長度為 26 小時 36 分鐘 29 秒。事故發生後，本會依據華航提供之 Boeing 解讀文件<sup>10</sup>進行解讀，FDR 共記錄 1,067 項參數，所有參數以 UTC 時間<sup>11</sup>為基準。與事故相關之 FDR 資料摘錄如下 (將 UTC 時間轉為臺北時間)：

- 2308:03 時，「AIR/GND」參數由 GND 轉為 AIR，該機由赤鱗角機場 07L 跑道起飛。
- 0013:47 時，「FMA Vertical ARM」參數由 NOT ARMED 轉為 ARMED，該機 G/P 模式備動。
- 0015:58 時，「FMA Vertical Mode」參數由 VNAV 轉為 G/P，該機 G/P 模式致動。
- 0017:26 時，修正氣壓高度 1,840 呎，空速 160 浬/時，3 套自動駕駛解除。
- 0018:21 時，無線電高度 1,009 呎至 50 呎期間左右襟翼皆為 25 度，設定空速 (Selected airspeed) 皆為 162 浬/時。
- 0019:24 時，無線電高度 312 呎，下滑道偏移量自 0.14 dot 開始增

---

<sup>10</sup> Boeing 解讀文件【D243U316 Appendix G, 285U0071-207 DFDAC】。

<sup>11</sup> FDR UTC Time + 8 Hr = 臺北時間。

加(高於3度下滑道),0019:31時,下滑道偏移量最高達0.63 dot,期間空速最高增加至171 浬/時,油門桿位置由51.7度降至42.5度,實際N1(N1 actual)由63.2%降至51.8%。

- 0019:32時,無線電高度219呎,下滑道偏移量自0.57 dot開始減少;0019:37時至0019:38時,下滑道偏移量由正轉負(低於3度下滑道),期間空速漸減至161 浬/時,油門桿位置介於39.4度至45.7度之間,實際N1介於42.2%至50.8%之間,下降率增為960呎/分。
- 0019:38時至0019:46時,下滑道偏移量持續減少,最低達-3.36 dot(低於3度下滑道),期間無線電高度120呎下降至-5呎,空速介於157 浬/時至161 浬/時,油門桿位置最高增加至57.3度,實際N1最高增加至65.6%,下降率增至1,120呎/分。
- 0019:44時,「GPWS-Sink Rate」參數致動,無線電高度及下降率分別為24呎及1,024呎/分;2秒後,「GPWS-Sink Rate」參數再次致動,無線電高度及下降率分別為-5呎及640呎/分。
- 0019:46時,空速157 浬/時,「AIR/GND」參數由AIR轉變為GND,無線電高度為-5呎,仰角介於1.8度至2.8度,滾轉角-3度,該機主輪觸地。0019:47時,油門桿位置35度<sup>12</sup>,實際N1約47%。
- 0019:46.875時,垂向加速度為1.94 g,0019:47.25時,垂向加速度為2.07 g。

該機飛航軌跡圖如圖 1.11-1 所示;最後進場及落地期間之飛航軌跡圖如圖 1.11-2 所示,圖中「Alert-Sink Rate」警告來自EGPWC。該機最後進場及落地期間之FDR相關參數繪圖如圖 1.11-3 及圖 1.11-4 所示。

---

<sup>12</sup> 該機型油門桿慢車(idle)位置為35度。



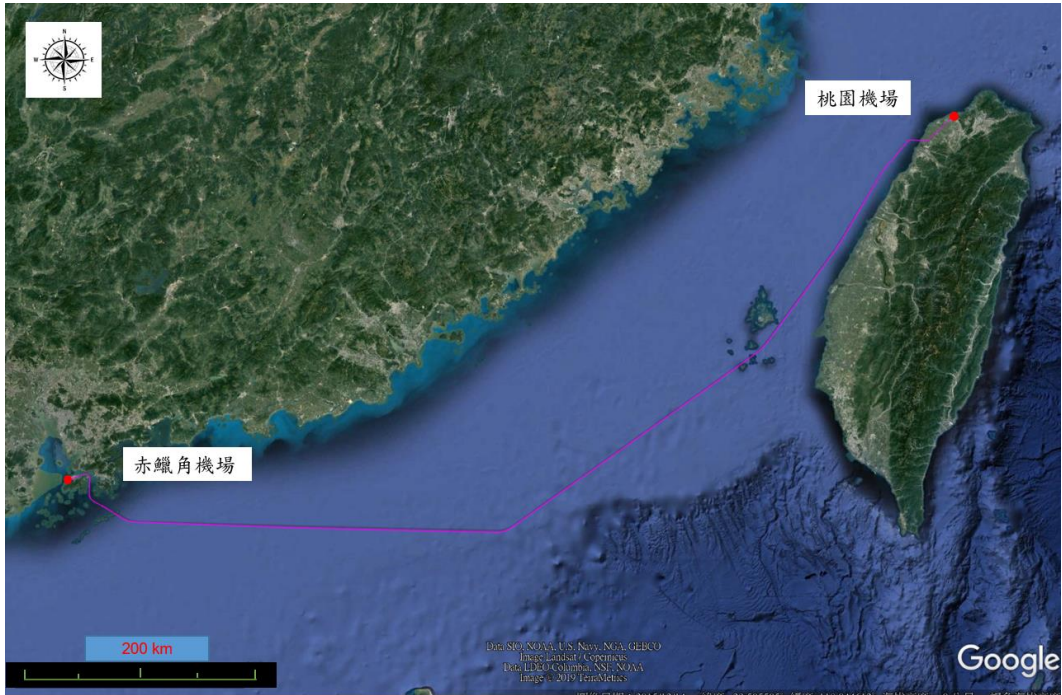


圖 1.11-1 該機飛航軌跡圖



圖 1.11-2 該機最後進場及落地期間之飛航軌跡圖

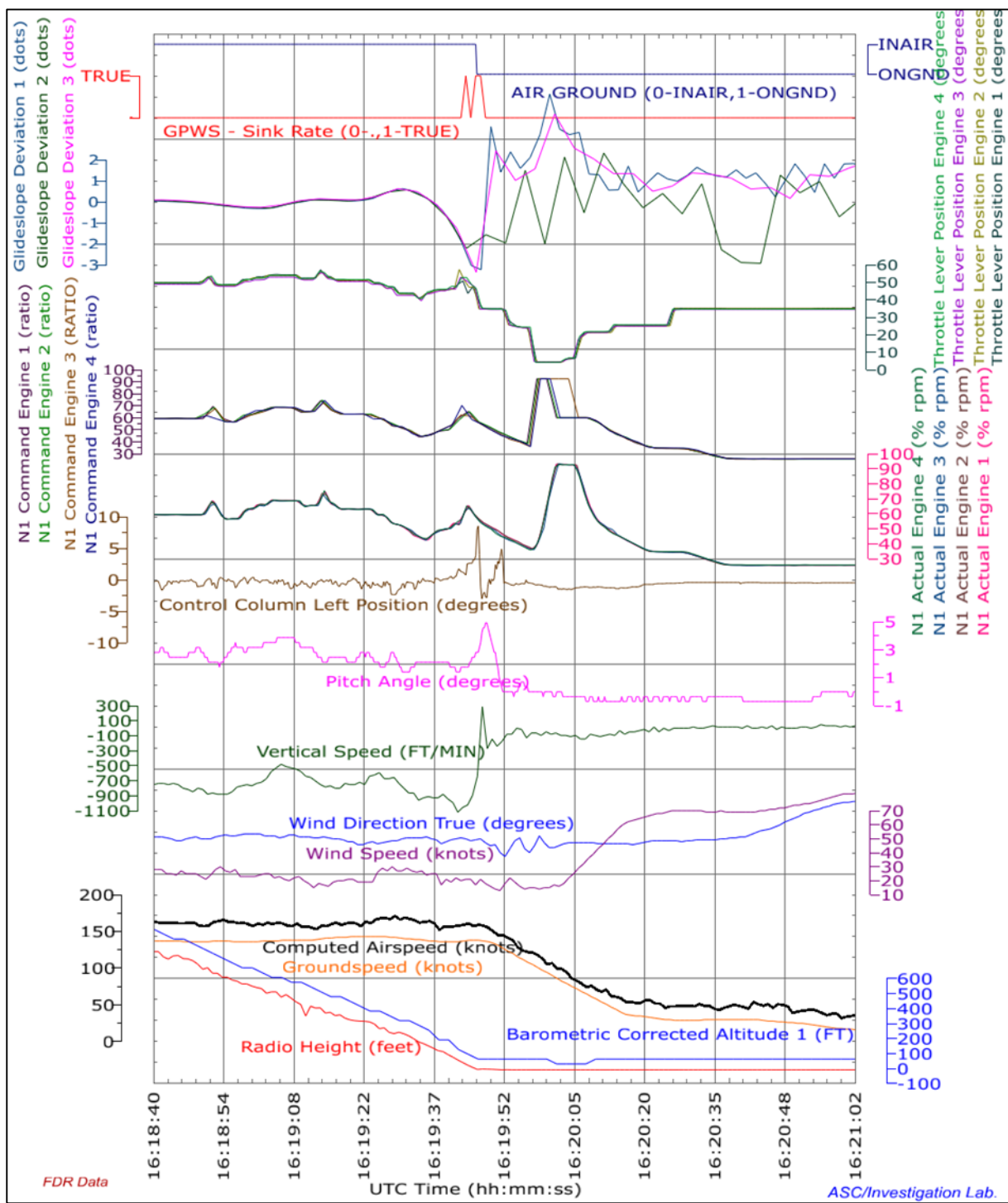


圖 1.11-3 該機落地階段相關飛航參數圖



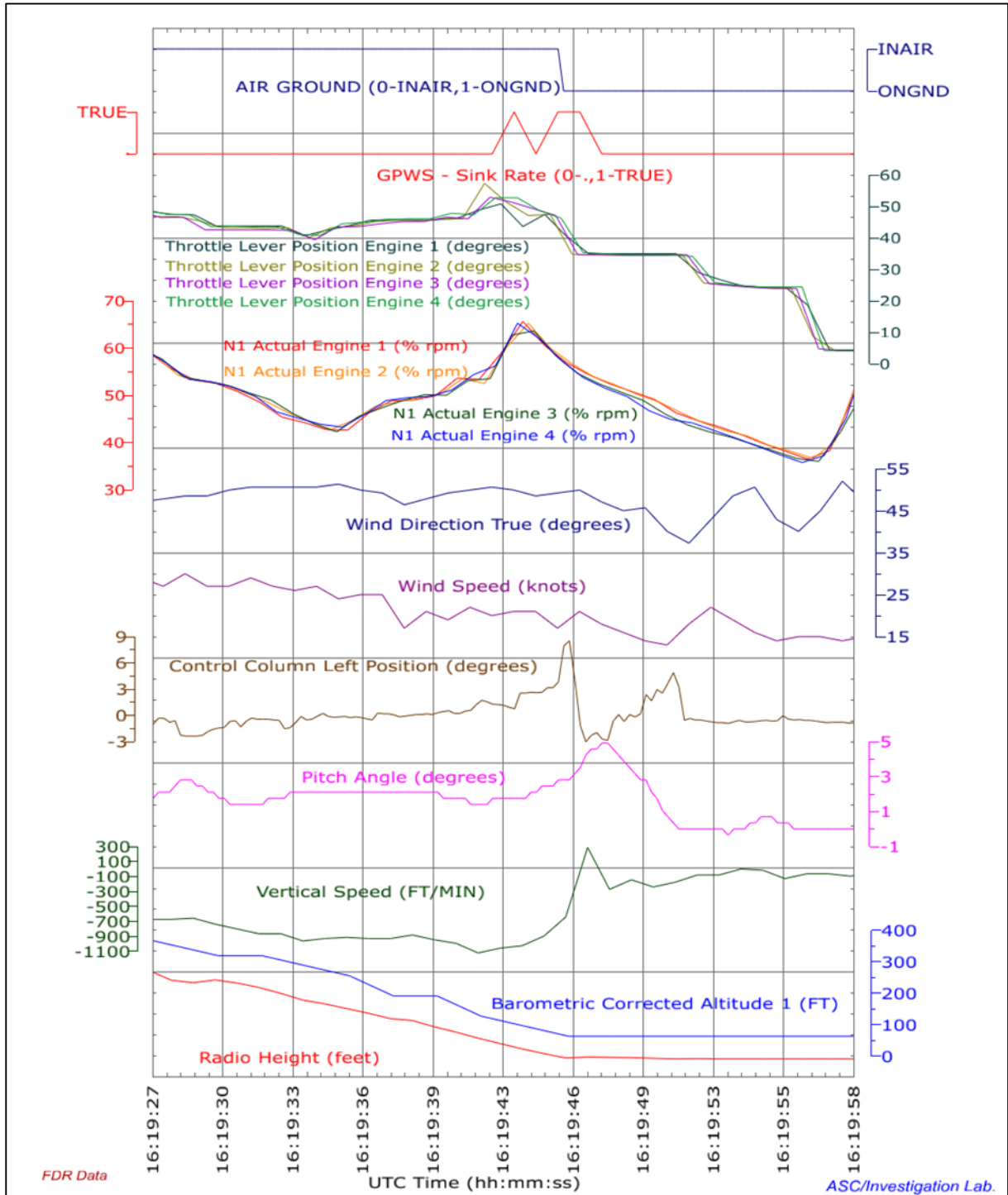


圖 1.11-4 該機落地階段相關飛航參數圖

### 1.11.3 增強型近地警告電腦紀錄

事故發生後，華航將該機上之 EGPWS 送 Honeywell 公司的新加坡維修廠進行解讀。EGPWS 解讀結果顯示該裝備功能正常，包含 26 項參數，記錄時間長度 30 秒，詳附錄 2；EGPWC 技術文件詳附錄 3。節錄其解讀結果如下：

1. 該機無線電高度 71.5 呎至 32.4 呎 3 秒期間，下降率高於 1,000 呎/分；
2. 該機無線電高度 53.2 呎時，致動「Alert-Sink Rate」警告持續 1 秒。

EGPWC 解讀數據與 FDR 之時間同步詳 1.11.4 節，FDR 與 EGPWS 相關參數繪圖如圖 1.11-5。依據 EGPWS 紀錄，0019:43 時，「Alert-Sink Rate」致動 1 秒，其無線電高度及下降率分別為 53.2 呎，1,072 呎/分。依據 FDR 解讀資料，0019:44 時，0019:46 時，及 0019:47 時，「Alert-Sink Rate」致動 3 次，對應之下降率分別為 1,024 呎/分、640 呎/分、288 呎/分。

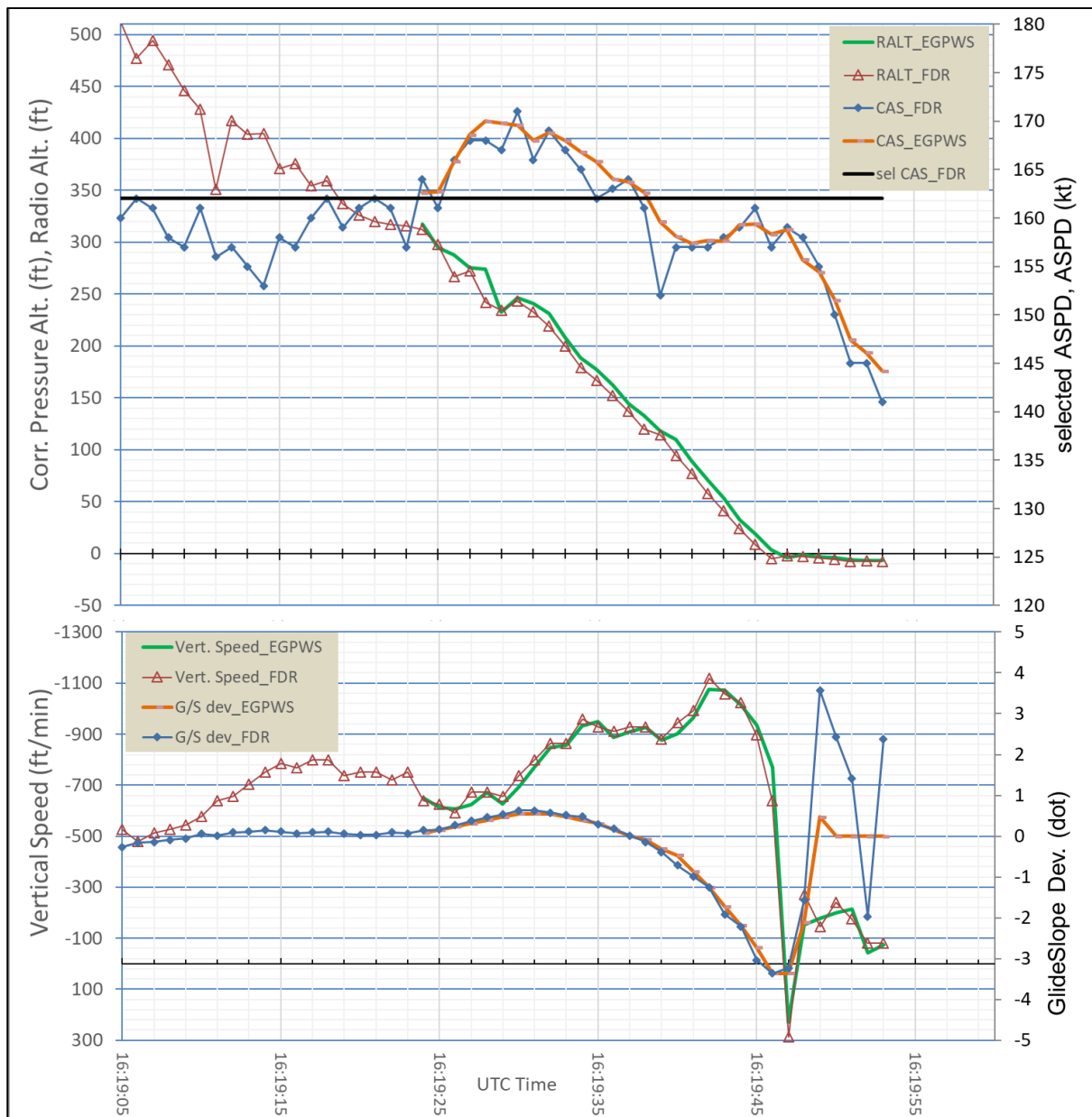


圖 1.11-5 FDR 及 EGPWC 相關參數繪圖

#### 1.11.4 時間同步

本報告應執行時間同步之資料含台北進場管制臺錄音抄件、FDR 及 EGPWS 之資料；經比對臺北近場管制臺錄音抄件及 FDR 中之 VHF Keying Left 參數，FDR 與臺北近場臺錄音抄件時間無秒差。

另比對 FDR 及 EGPWS 中之下滑道偏移量、修正氣壓高度以及下降率等參數之時間後，完成台北進場管制臺錄音抄件、EGPWS 及 FDR 資料時間之同步工作。

## 1.12 航空器殘骸與撞擊資料

### 1.12.1 航空器殘骸

無相關議題。

### 1.12.2 現場量測資料

本事故之現場測量作業於民國 107 年 12 月 14 日下午進行，係使用衛星定位儀於 05L 跑道前方就可辨識之胎痕進行量測，B747-400F 型機輪胎編號位置對照圖如圖 1.12-1 所示。參考基準為 23R 緩衝區山形標線及 05L 跑道著陸區標線，依序量測左機翼主輪胎痕、左機身主輪胎痕、右機身主輪胎痕、右機翼主輪胎痕、損壞之 23R 跑道末端燈以及損壞之 05L 跑道頭燈位置，量測項目如表 12.1-1 所示，量測重點摘要如下：

- 於 05L 跑道頭前區域約 21 公尺處發現該機左側 1、3 號主輪之胎痕軌跡。
- 1 具 23R 跑道末端燈以及 2 具 05L 跑道頭燈全損，編號分別為 REND201-015、RTH101-006、RTH201-005，先遣小組到現場時上述損壞邊燈已修復，桃機公司提供其中 3 具燈具損壞照片如圖 1.12-2，事故現場圖如圖 1.12.3。
- 量測結果經與 Google 及航拍圖套疊後如圖 1.12-4。

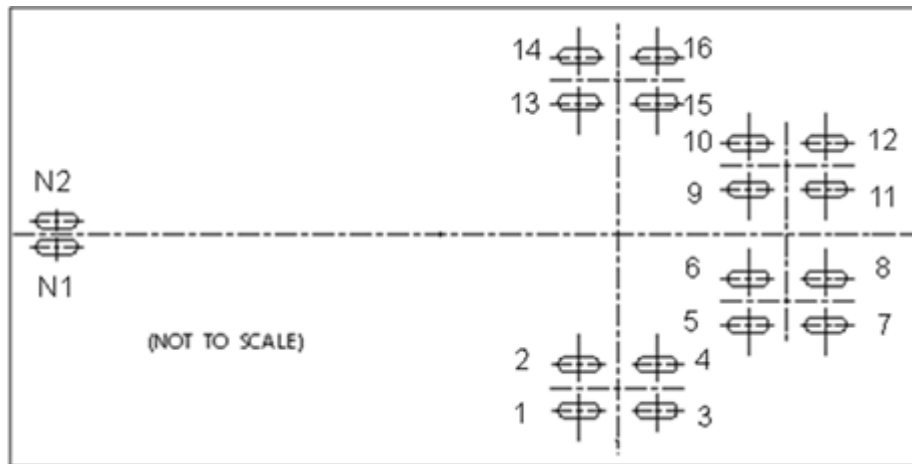


圖 1.12-1 B747-400F 型機輪胎編號位置對照圖

表 1.12-1 事故現場量測項目

項次	量測物	說明	圖例
1	23R 緩衝區山形標線	參考基準	無
2	05L 跑道著陸區標線	參考基準	無
3	左機翼左側主輪胎痕	1、3 號	紅色
4	左機翼右側主輪胎痕	2、4 號	橙色
5	左機身左側主輪胎痕	5、7 號	淺藍色
6	左機身右側主輪胎痕	6、8 號	黃色
7	右機身左側主輪胎痕	9、11 號	綠色
8	右機身右側主輪胎痕	10、12 號	紛紅色
9	右機翼左側主輪胎痕	13、15 號	藍色
10	右機翼右側主輪胎痕	14、16 號	黑色
11	損壞之 23R 跑道末端燈	23R/REND201-015	⊙紅色
12	損壞之 05L 跑道頭燈	05L/RTH101-006	⊙藍色
13	損壞之 05L 跑道頭燈	05L/RTH201-005	⊙白色

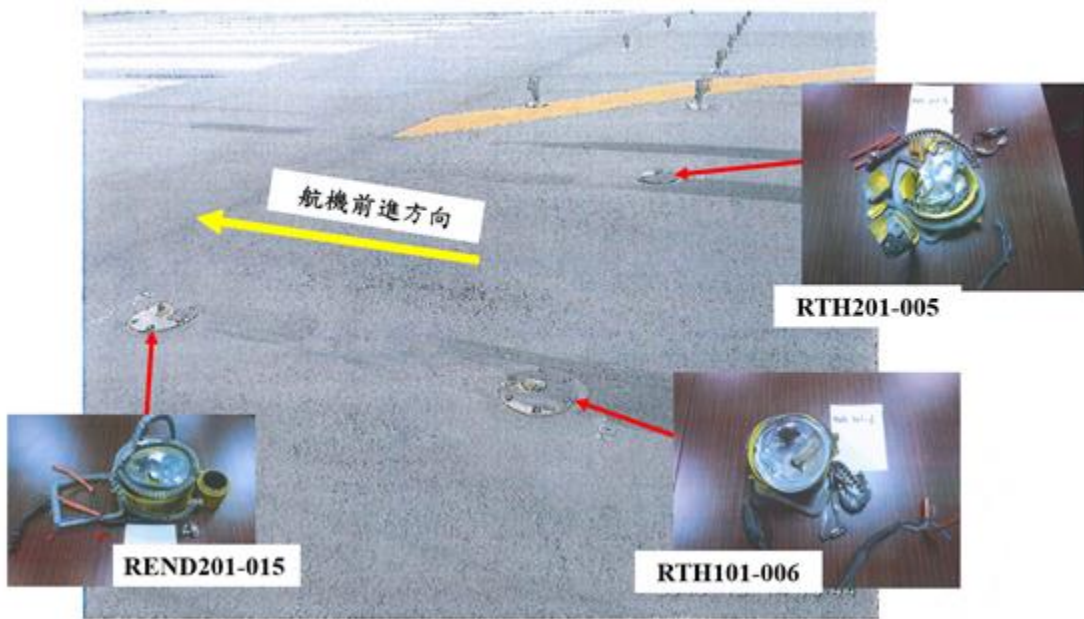


圖 1.12-2 3 具燈具損壞照片圖

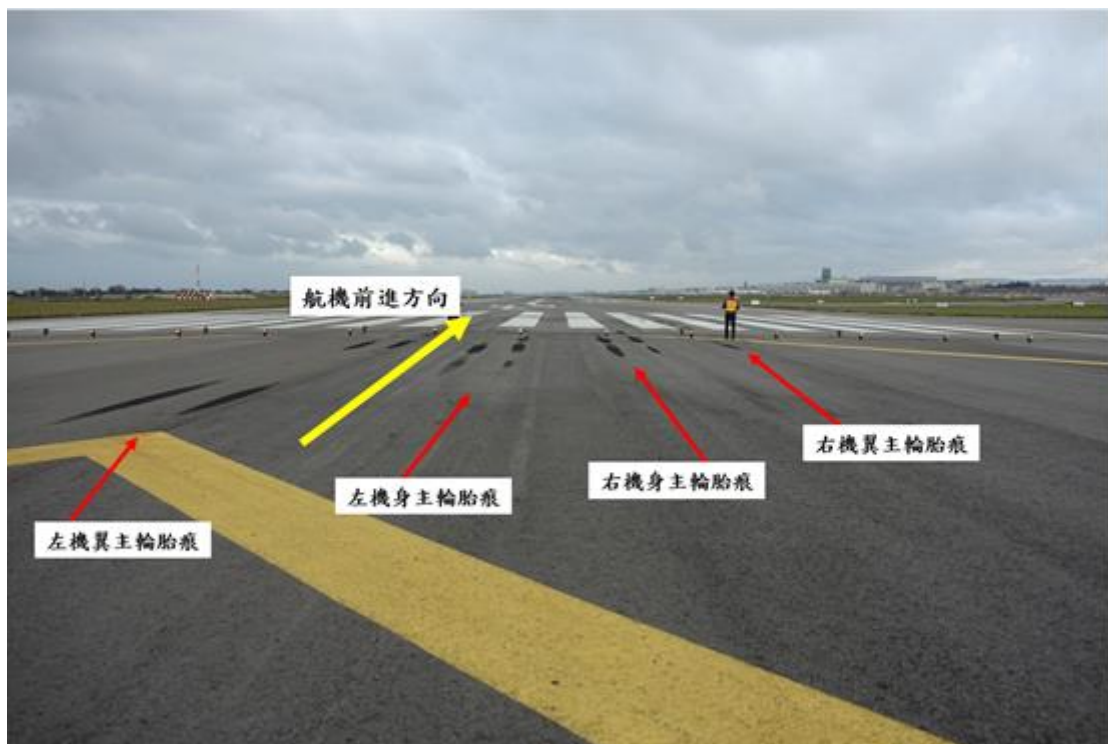


圖 1.12-3 事故現場圖



圖 1.12-4 事故現場測量圖

### 1.13 醫學與病理

無相關議題。

### 1.14 火災

無相關議題。

### 1.15 生還因素

無相關議題。

## 1.16 測試與研究

### 1.16.1 疲勞生物數學模式分析

中華航空飛航組員班表係依據「航空器飛航作業管理規則」。飛航組員派遣規定為疲勞管理必要且基本之方法，為能進一步強化疲勞管理，國際民航組織建議航空公司可考慮導入疲勞生物數學模式<sup>13</sup>，以於派遣前分析班表存在之疲勞風險並進行管理。

國際民航組織指出：疲勞生物數學模式乃依科學上對疲勞原因的瞭解，進而發展之電腦分析程式，以預測班表所存在的疲勞風險。本會使用疲勞風險分析軟體<sup>14</sup>—飛航組員疲勞評估預測模組（簡稱 SAFE），評估本事故飛航組員實際飛航執勤期間之班表疲勞值，結果摘要詳如附錄 4，摘要如下：

- ◆ 實際之飛航執勤期間與 SAFE 預測之組員睡眠時間，正駕駛員事故時之班表疲勞值為 4.68<sup>15</sup>。
- ◆ 實際之飛航執勤期間與 SAFE 預測之組員睡眠時間，副駕駛員事故時之班表疲勞值為 5.05。

### 1.16.2 輪胎檢視與後續維修

該機落地後，飛航組員於維護紀錄簿上簽有「HARD LANDING」(重落地)之註記。華航維修人員隨後依據飛機維修手冊第 05-51-05 及相關檢查工作卡內容之 IA 及 IB 檢查項目，針對鼻輪、前機身、機翼、主輪及機尾執行目視檢查，無損壞發現；發動機相關罩蓋及插銷無損壞情形；檢查客艙

---

<sup>13</sup> Fatigue biomathematical model.

<sup>14</sup> 由 Fatigue Risk Management Science Limited 所開發之飛航組員疲勞評估預測模組（system for aircrew fatigue evaluation predictive fatigue model, SAFE）。

<sup>15</sup> SAFE 建議 Samn-Perelli 指數介於 4.7 至 5.0 分間組員應實施個人疲勞管理措施（fatigue should be managed）；5.0 至 5.3 分間航空公司應有積極的疲勞管理作為（fatigue should be actively managed）；5.3 至 6.0 分間建議考慮停止派遣（flights not recommended）；6.0 分以上應禁止派遣（flight not permitted）。



上甲板及主甲板無異常發現。目視檢查主輪胎發現 6 號及 8 號胎有擦傷及磨損狀況，維修人員將兩輪胎更換後，檢查剎車系統無異常，航機放行後繼續執行 CI5835 前往香港之航班。

調查小組於桃園機場華航維修工廠檢視 2 具汰換的事故主輪胎(如圖 1.16-1)結果;6 號及 8 號主輪胎靠起落架中線側胎肩(shoulder)及胎面(tread)處皆明顯有多處損傷，最長處約 10 英吋，最深處約 0.4 英寸，該兩主輪排水溝槽胎紋深度正常，無過度磨損狀況。

經比對事故落地胎面接觸點軌跡，調查小組檢視第 9 號及第 11 號主輪胎面損傷狀況後發現：兩具主輪 9 號及 11 號主輪靠起落架中線側胎肩及胎面數處受損，受損處最長達 9 英寸，最深達 0.25 英寸，詳表 1.16-1、圖 1.16-1 及圖 1.16-2。

表 1.16-1 輪胎基本資料

主輪編號 / 位置	6 號	8 號	9 號	11 號
主輪件號	168U0100-36			
主輪序號	A5888	A5842	A4715	A7241
自新件使用次數	9049	8188	10983	6981
自翻修後使用次數	554	251	441	503
自前次檢查使用次數	29	76	172	137
上次檢查時間	民國 107 年 12 月 2 日	民國 107 年 12 月 2 日	民國 107 年 10 月 9 日	民國 107 年 10 月 23 日
輪胎序號	83155670 R0	X18AW135 R0	215AW115 R4	715AW203 R1



圖 1.16-1 輪胎受損狀況外觀圖

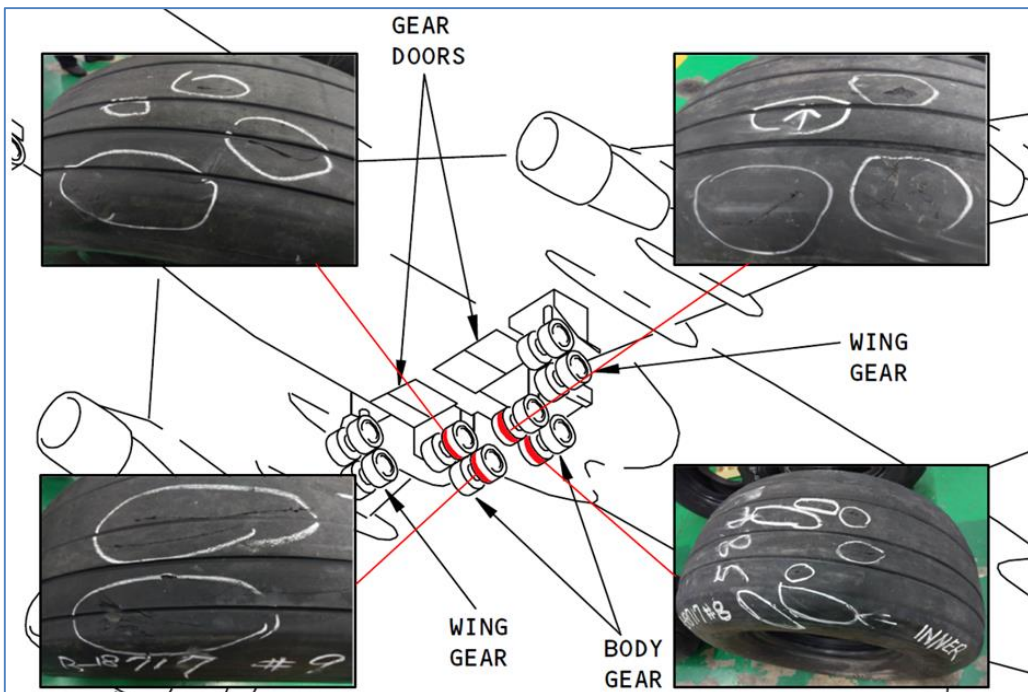


圖 1.16-2 輪胎受損位置示意圖

## 1.17 組織與管理

### 1.17.1 飛航操作相關手冊內容

#### 1.17.1.1 中華航空航務手冊

中華航空航務手冊<sup>16</sup> (Flight Operations Manual, FOM) 與本事故有關之內容，包括：組員搭配、飛航駕駛員職責、穩定進場條件等，摘錄如下：

#### 3.4.2.2 Crew Pairings (組員搭配)

*OP<sup>17</sup> must ensure that high minimum captains do not fly with junior first officers. “Junior” in this context means any pilot who has accumulated less than one year’s experience on type.*

...

(譯：駕駛員排班部門必須確定資淺正駕駛員不得與資淺副駕駛員搭配飛行，「資淺」一詞係指機種經驗累積未滿一年之駕駛員。)

#### 5.5.6.1 High Minimums Captains (資淺正駕駛員)

*Captains with less than 20 sectors as PIC on type at CAL are “High minimums captains”.*

...

(譯：正駕駛員於中華航空本機種擔任機長之飛行經驗少於 20 架次者，稱之為資淺正駕駛員。)

#### 5.5.6.2 Cruise Captain / Relief Pilot / First Officer Takeoff and Landing (巡航

---

<sup>16</sup> 第 36 版，生效日期民國 107 年 7 月 1 日。

<sup>17</sup> Crew Scheduling Department.

駕駛員/副駕駛員起飛與落地)

*Captains may assign cruise captain/relief pilots and first officers to perform takeoffs and landings from the right seat only when all of the following conditions exist:*

*A. After completing captain training, CM1 has accumulated 100 hours as PIC on type and completed at least 20 PF sectors.*

*...*

*B. The aircraft mechanical condition is such that the first officer is not likely to experience control difficulties, based on the PIC's assessment of his or her skill and experience.*

*C. Crosswind component shall be equal to or less than 25 knots (including gusts), without windshear reported. For crosswind component limitation, refer to "Wind Limitations" section in this chapter. Captains should use good judgement regarding gusty wind conditions and high crosswind/tailwind components.*

*D. For landing, the existing ceiling is equal to or better than 100 ft above DH/MDH and visibility is at least 800 meters (1/2 mile) above the minimum visibility for the approach, but not less than 3,000 meters (1 7/8 mile).*

*E. The runway is not contaminated by ice, snow, or standing water, as defined in the respective AOM/FCOM and RAM (for A350, refer to A350 FCOM) .*

*F. For takeoff, the RVR is equal to or greater than 500 meters. If CM2 has less than 100 hours on type with CAL, then the RVR is equal to or greater*

*than 1200 meters.*

*If a first officer (or cruise captain / relief pilot acting as PF) has accumulated more than 100 hours of flight time on type, restrictions B through E may be waived if an IP or CP is operating as CMI.*

*Besides the above requirements, refer to 5.6.3 for further considerations when assigning PF duties.*

...

(譯：正駕駛員僅能於下列所有情況皆滿足時，方可指派巡航駕駛員/資深副駕駛員及副駕駛員坐於駕駛艙右座執行起飛與落地：

A. 左座駕駛員完成正駕駛員訓練後，擔任該機種機長之累積飛行時數達 100 小時，同時，擔任操控駕駛員之飛行經驗須達 20 架次。

...

B. 機長基於他/她的技術與經驗，判斷飛機機械狀況不會對副駕駛員造成操控上之困難。

C. 側風分量必須等於或小於 25 哩（含陣風），無風切預報。有關側風分量限制，參考本章節中「風的限制」。對於陣風及大側風/尾風狀況，正駕駛員需審慎判斷與決策。

D. 落地階段，雲幕高須等於或高於決定高度/最低下降高度 100 呎以上，且能見度須高於進場最低能見度 800 公尺（1/2 哩）以上，但不低於 3,000 公尺（1 7/8 哩）。

E. 參照飛機操作手冊/飛航組員操作手冊/跑道分析手冊，跑道未受到冰、雪、積水污染。（A350 型機須參照該型機飛航組員操作手冊）

F. 起飛階段，跑道視程須大於或等於 500 公尺。如右座駕駛員於中華航

空之機種飛行時數低於 100 小時，則跑道視程須大於或等於 1,200 公尺。

如副駕駛員（或巡航駕駛員/資深副駕駛員擔任操控駕駛員時）機種飛行時數超過 100 小時，且左座為教師駕駛員或檢定駕駛員時，則不受 B 至 E 項條件限制。

指派操控駕駛員時，除上述條件外，另須參照本手冊第 5.6.3 節之規定。

...)

### **5.6.3 Responsibility for Control / PF Duties (操控/操控駕駛員職責)**

*The PIC is always responsible for proper control of the aircraft. If another crew-member is at the controls, the PIC must ensure that the aircraft is handled safely and smoothly, in accordance with the CAL SAFETY-FIRST operating policy. If at any time, control response is not appropriate to the phase of flight, control should be transferred before the situation deteriorates into a dangerous or unsafe condition.*

*Captains are encouraged to assign cruise captain / relief pilots and first officers make takeoffs and landings, conditions permitting. However, the decision as to whether or not to assign another crewmember to fly is always reserved to the PIC of each flight. In deciding whether or not to allow another crewmember to fly, besides conditions in 5.5.6.2, PIC should carefully consider the following:*

- *the crewmembers' experience level;*
- *prevailing weather (including weather trend) and airport conditions;*
- *aircraft condition, including aircraft weight (maximum allowable takeoff/landing weight);*

- *airport familiarity to both CM1 and CM2.*

*When CM2 is PF during takeoff or landing, the captain should guard the flight controls and engine thrust controls and be prepared to take control of the aircraft. This does not mean captains should put pressure on the controls. Putting pressure on the controls merely causes confusion about who is in control of the aircraft. Captains must attempt to give verbal guidance before providing control assistance. If it becomes necessary to take control, the captain will clearly state, "I have control." Until hearing such callout, the first officer will assume he is in control of the aircraft and continue to manipulate the flight controls.*

...

（譯：機長須為航機的適當操控負責。當航機由另一位組員主飛時，機長必須確保該機維持於安全並平順的掌控之下，以符合中華航空「安全第一」政策。倘若任何時間，各飛航階段之操控反應不恰當，機長須於狀況惡化至危險或不安全前，取回航機操控權。

在情況允許下，鼓勵機長給予巡航駕駛員/資深副駕駛員及副駕駛員執行起飛、落地之機會。然而，機長對於每一個航班是否適合交由另一位組員操作，仍保有最終決定權。決策時除應考量本手冊第 5.5.6.2 節之條件外，另應仔細衡量以下幾點：

- 組員之經驗；
- 天氣（包括天氣趨勢）與機場狀況；
- 飛機狀況，包括重量（最大起飛/落地重量）；
- 左座及右座駕駛員對機場之熟悉程度。

當起飛或落地由右座駕駛員操控時，機長需將手腳置於飛航操縱桿/

踏板上，並以右手扶著發動機動力手柄下方，以便隨時準備接手操控。這不表示機長應於飛航操縱桿/踏板上施加壓力，以免發生操控權混淆之情形。機長於協助操控前應先嘗試以口頭方式提供指引，當有必要接手操控時，機長應先明確呼叫“I have control”，在此之前，副駕駛員都應認定航機由其負責操控，並持續操作。

...)

#### **6.9.8 Stable Approach Criteria (穩定進場條件)**

*Instrument approaches should be planned to arrive over FAP/FAF, or 1,500 ft AAL, whichever occurs later, in the landing configuration, on proper glide path, and at proper speed. All instrument approaches must be stabilized no lower than 1,000 ft AAL.*

*Visual approach should be planned to be in the landing configuration, on proper glide path (VASI, PAPI), and at proper speed by 1,000ft AAL. All visual approaches must be stabilized no lower than 500 ft AAL. However, if maneuvering is required by the published procedures in order to be established on the center line of the landing runway (i.e.: HND VOR 16, JFK VOR 13, circling approach, ...etc.), the aircraft must be stabilized no lower than 300 ft AAL.*

*A stable approach is defined as:*

- *Aircraft in landing configuration (as per respective AOM/FCOM); and*
- *Airspeed, not more than bug (target speed) +15 knots and not less than  $V_{ref}$  /  $V_{LS}$ ; and*
- *Maximum Sink Rate of 1,200 fpm;*
- *Engines “spooled up”;* and



- *For a precision instrument approach, less than 1 dot deflection on localizer and glide slope until visual glide path reference can be maintained (VASI, PAPI, etc.);*
- *For non-precision approach, less than 5 degrees deviation from inbound course;*
- *For a visual approach / segment, less than full high or full low indication on visual approach guidance (VASI, PAPI, etc.) unless the descent to a landing on the intended runway can be made at a normal rate of descent using normal maneuvers and where such a descent rate will allow touchdown to occur within TDZ of the runway of intended landing.*

*If the aircraft is not stabilized by 1,000 ft/500 ft/300 ft AAL, as applicable, a missed approach is mandatory. A missed approach shall also be executed if, after passing 1,000 ft AAL on approach, it becomes obvious that a safe landing cannot be made within the TDZ (the first 3,000 ft or first 1/3 of the runway, whichever is less).*

*If, for any reason, approach conditions require any deviation from stable approach criteria, such deviations shall be briefed prior start of the approach.*

(譯：儀器進場須使航機於通過最後進場點/最後進場定位點或高於機場平面 (above aerodrome level, 簡稱 AAL) 1,500 呎 (以較晚者為準) 時，完成落地外型伸放、位於正確下滑道、以適當速度飛行。所有儀器進場須於 1,000 呎 (AAL) 前達到穩定。

目視進場須使航機於通過 1,000 呎 (AAL) 前，完成落地外型伸放、位於正確下滑道 (參考 VASI /PAPI)、以適當速度飛行。所有目視進場須於 500 呎 (AAL) 前達到穩定。(除非有例外狀況，略)

穩定進場之定義如下：

- 完成落地外型伸放（依據飛機操作手冊/飛航組員操作手冊）；
- 空速不超過目標速度+15 浬/時，不小於落地參考速度/最低可選速度；
- 下降率不超過 1,200 呎/分；
- 發動機不在慢車位置；
- 精確性進場，於可保持目視下滑道參考指示燈（VASI /PAPI 等）前，下滑道指標及左右定位台指標偏移量不超過一個點（1 dot）；
- 非精確性進場，進場航線偏移量小於 5 度；
- 於目視進場/階段，目視近場滑降指示燈/精確進場滑降指示燈不可為全紅或全白，除非能以正常下降率及正常操作方式於跑道著陸區內著陸。

如航機於 1,000/500/300 呎（AAL）前未達到穩定，在情況允許下必須執行重飛。進場通過 1,000 呎（AAL）後，如航機明顯無法於跑道著陸區（跑道頭起算 3,000 呎或前 1/3，以較小者為準）內安全落地，則亦須執行誤失進場。

任何原因致使進場必須偏離穩定進場條件時，飛航組員須於進場前予以提示。）

#### **6.9.9 Operation below DH/DA or MDA（決定實際高度/決定高度或最低下降高度下之操作）**

*Approach may not be continued below the applicable DA/DH or MDA unless:*

- A. *The aircraft is continuously in a position from which a descent to a landing on the intended runway can be made at a normal rate of descent using normal maneuvers and where such a descent rate will allow touchdown to occur within TDZ of the runway of intended landing.*

...

(譯：通過決定實際高度/決定高度或最低下降高度後不可繼續進場，除非：

A. 能持續確保航機以正常下降率及正常操作方式於跑道著陸區內著陸。

...)

### **6.10 MISSED APPROACH (誤失進場)**

*A go-around/missed approach is considered a normal procedure, which must be applied without hesitation when the required visual references cannot be established or in the event of an unstable approach. As such, flight crewmembers are expected to execute a missed approach without hesitation or fear of punishment.*

*The basic rules for a missed approach are:*

...

*B. If after descent below the DH/DA/MDA, the PF cannot maintain visual reference, or a safe landing cannot be assured, a rejected landing must be executed.*

...

(譯：重飛/誤失進場視同正常程序，當無法建立目視參考或進場不穩定時，須毫不猶豫地執行。因此，飛航組員決定執行誤失進場時，無須猶豫或懼怕處分。

誤失進場之基本原則為：

...

B. 下降通過決定實際高度/決定高度/最低下降高度後，操控駕駛員無法保持目視參考，或無法確保安全落地，必須執行放棄落地。

...)

## 6.11 LANDING (落地)

*The PIC is responsible for safe control of the aircraft at all times, whether functioning as PF or PM.*

...

*If CM2 is at the controls, CM1 should promptly restore proper control, if at any time, control does not appear normal during the approach or landing.*

...

(譯：機長無論擔任操控駕駛員或監控駕駛員，任何時皆對航機之安全操控負責。

...

當航機由右座駕駛員操控進場或落地，顯現不正常情況時，左座駕駛員須立即接手適當操控。

...)

### 6.11.4 Touchdown (著陸)

*All landings shall be made within the TDZ.*

(譯：所有落地必須於著陸區內完成。)

#### **1.17.1.2 中華航空 747 飛航組員操作手冊**

中華航空 747 飛航組員操作手冊<sup>18</sup> (747 Flight Crew Operations Manual, FCOM) 與本事故有關之內容，包括：異常程序、標準呼叫，摘錄如下：

**Non Normal Maneuvers – GPWS Response (異常程序 – GPWS 反應)**

依該章節內容，當「Sink Rate」或其他語音警示出現時，操控駕駛員與監控駕駛員須對飛航路徑或航機外型進行修正，其內容如下。

---

<sup>18</sup> 第 65 版，生效日期民國 107 年 4 月 1 日。

## Ground Proximity Warning System (GPWS) Response

### GPWS Caution

Accomplish the following maneuver for any of these aural alerts\*:

- CAUTION OBSTACLE
- CAUTION TERRAIN
- **SINK RATE**
- TERRAIN
- DON'T SINK
- TOO LOW FLAPS
- TOO LOW GEAR
- TOO LOW TERRAIN
- GLIDESLOPE
- BANK ANGLE

Pilot Flying	Pilot Monitoring
Correct the flight path or the airplane configuration.	

The below glideslope deviation alert may be cancelled or inhibited for:

- localizer or backcourse approach
- circling approach from an ILS
- when conditions require a deliberate approach below glideslope
- unreliable glideslope signal

**Note:** If a terrain caution occurs when flying under daylight VMC, and positive visual verification is made that no obstacle or terrain hazard exists, the alert may be regarded as cautionary and the approach may be continued.

**Note:** \*As installed, some repeat.

### Normal Procedures – Appendix – Standard Callout for Abnormal Conditions

#### (正常程序 – 附錄 – 異常狀況標準呼叫)

依該章節內容，當高度低於 1,000 呎而下降率超過 1,000 呎/分時，監控駕駛員應呼叫「Sink Rate」，其內容如下。

### Standard Callout for Abnormal Conditions

Abnormal Condition	Callout
Autobrake system DISARM after landing.	"AUTOBRAKE"
Altitude deviation 100 ft or more.	"ALTITUDE"
Autopilot disengagement.	"AUTOPILOT"
Abnormal bank angle.	"BANK"
Bank more than 30°	
Glideslope deviation 1/2 dot or more.	"GLIDESLOPE"
Localizer deviation 1/2 scale or more in expanded indications.	"LOCALIZER"
Flaps retract command below maneuvering speed.	"SPEED"
Heading not correct or not within 5° .	"HEADING"
Heading deviation.	
Glideslope failure (ground station or aircraft receiver)	"NO GLIDESLOPE"
Glideslope does not capture.	"NO GS CAPTURE"
Localizer does not capture.	"NO LOC CAPTURE"
Localizer failure (ground station or aircraft receiver)	"NO LOCALIZER"
No REV indication(s) or the indication(s) stays amber after initiation	"NO REVERSER(S) ENGINE NUMBER ___" or "NO REVERSERS"
Pitch too high or too low.	"PITCH"
More than 7.5° attitude before touchdown.	
Unusual pitch up moment after touchdown.	
Rate of descent more than 1000 ft/min below 1,000 ft.	"SINK RATE"
Speed too high or too low. +10/-5 inclusive trend.	"SPEED"
Speed below V2 after lift off.	

### Normal Procedures – Appendix – TEM Guide for Arrival (正常程序 – 附錄 – 進場階段威脅與疏失管理指引)

依該指引內容，有關人員之評估項目包括組員疲勞/經驗等級/資格，有關可控飛行撞地/進場落地事故之防範方面，其內容與中華航空航務手冊規定之穩定進場條件一致，其內容如下。

## TEM Guide for Arrival

### HUMAN

- Fatigue/Experience level/Qualification of crew
- Communication barrier (e.g. crew/ATC, crew/ground..., etc.)

### ENVIRONMENT

- Terrain
- Visibility restricted (fog, haze, mist, smoke, snow..., etc.)
- Visual illusions (sloping runway, wet runway, snow)
- Wind conditions (crosswind, gusts, tailwind, shear)
- Runway conditions (ice, slush snow, wet)
- NOTAM, Jeppesen RWY/TWY constructions (e.g. 10-8, 20-8), & ATIS
- Non radar or non ATC control

### EQUIPMENT

- Inoperative items that will affect the arrival

### PROCEDURE

- Approach other than straight in ILS (e.g. visual approach at night...etc.)
- Possible last minute runway change
- Local rule complicated procedure for speed, landing gear, final flaps...etc.
- Require use of supplementary procedure (e.g. Flight without on duty cabin crew checklist)

### POSSIBLE COUNTERMEASURE TO THREAT OF CFIT/ALAR

- In order to strictly comply with published stable approach criteria in FOM, summarized as following table (**read item by item**), crew should

	ILS Approach	Non-precision Approach	Visual Approach	Maneuvering Required (HNDVOR16, JFKVOR13, Circling Approach, etc.)
Plan the approach to be	<b>established in the landing config.</b> on proper glide path/speed by: arriving over FAP/FAF, or 1,500 ft AAL ( <b>5 NM</b> ), whichever occurs later			
Stabilized no lower than	<b>1,000 ft AAL</b>		500 ft AAL	300 ft AAL
Flight Path	< 1 dot G/S, LOC	< 5° deviation from inbound course	Less than full high/low indication on visual approach guidance	
Sink Rate	<b>Maximum 1,200 fpm</b>			

- Closely monitor “raw data” during approach
- Review locations of terrain, and highest terrain around the airport
- Use of Radio Altimeter for terrain awareness
- Promptly execute a missed approach when
  - An approach is unstable,
  - Required visual reference have not been sighted at minimums,
  - Loss of visual references after minimums but before landing rollout

**Note : Once unstable, go-around is mandatory.**

## 1.18 其他資訊

### 1.18.1 訪談資料



### 1.18.1.1 正駕駛員訪談摘要

事故當日桃園往返香港之任務係兩天前調整派遣，報到後因起飛時間較表定時間延誤約 4 小時左右，故公司曾依規定送兩位飛航組員前往旅館休息約 3 小時。

當日飛機狀況除三到四項與 logo light 及 cargo handling 有關之延遲改正項目（DD item）外，其餘正常。桃園前往香港之任務由正駕駛員主飛，過程中一切順利，落地採自動落地（auto land）。往返任務中皆依規定配戴眼鏡。

回程航段由副駕駛員主飛，自香港起飛後爬升至 3 萬 7 千呎巡航高度，隨後定向 ENVAR 進入臺北飛航情報區，由副駕駛於此期間按公司提示卡內容進行完整提示，內容包括：飛機狀況、目的地資訊（飛航公告內容/天氣/跑道狀況）、到場航圖及機場圖上相關資訊（含誤失進場程序）、落地重量/外型/速度/煞車等各項設定、穩定進場條件...等，未特別提及接手時機，此部分係由正駕駛員自行判斷。天氣資訊係依據 ATIS S，發報時間為落地前 20 分鐘，風向 060 度、風速 20 浬/時，無風切警示，有毛毛雨，但對視線無太大的妨礙。後續依航管指示及標準儀器到場程序飛行，並實施桃園機場 05L 跑道儀器進場。落地總重為 572,600 磅，落地外型為 flap 25， $V_{REF}$  152 浬/時， $V_{APP}$  162 浬/時；落地前塔臺提供之風向風速與 ATIS 吻合，進場落地過程未遭遇大陣風或亂流。

正、副駕駛討論後，決定以 2,500 呎高度攔截下滑道，約莫於距機場高度（AAL）2,000 呎時完成進場外型（flap 25）與進場速度，航機保持於正常下滑道上，一切符合公司規定。

副駕駛員約於 2,000 呎（AAL）至最後進場定位點（FAF）之間，高度約 1,700 呎（AAL）左右解除自動駕駛與自動油門，改以手控方式繼續進場，當時發動機 N1 轉速約為 63 左右，副駕駛員之操作均正常；通過 1,000

呎(AAL)時呼叫目視跑道(runway insight),並決定繼續進場;500呎(AAL)時,正駕駛員曾提醒副駕駛員,等下會有地面效應,小心別讓飛機被頂起來。

通過決定高度(DA)後、約莫200呎(AAL)左右,正駕駛員發現飛機的高度稍微高了一點,當時速度較 $V_{APP}$ 高出一點,但觀察飛機姿態、著陸點(aiming point)位置、跑道形狀、橫向位置皆尚未有明顯的異常,低頭檢查主要飛行顯示器(PFD)時發現,下滑道指標些微偏低,遂請副駕駛員收一點油門,隨後下降率開始增加,最大值約達1,050呎/分左右,正駕駛員因判斷當時仍屬穩定進場,故未呼叫重飛,但曾依公司「1千呎高度以下看到下降率超過1千呎/分時須呼叫「Sink Rate」」之規定呼叫「Sink Rate」,同時並請副駕駛員補一點油門。過程中正駕駛員雙手反手向上置於雙膝及操縱桿之間,雙腳置於方向舵踏板上。

緊接在正駕駛員呼叫「Sink Rate」後,近地警告系統(GPWS)亦發出「Sink Rate」語音警示,正駕駛員抬頭一看,飛機幾乎已經觸地了,當時由於重落地導致機身劇烈搖晃並未看清楚落地點在哪裡,但因為煞停距離蠻短的,飛機在N5滑行道交叉口即已脫離跑道,藉此判斷落地點應該蠻早的,約莫是在跑道末端標線(runway threshold marking)一帶,但不曉得落的這麼前面。

正駕駛員表示,自其看見下降率維持在1,050呎/分、因而呼叫「Sink Rate」、再到GPWS發出「Sink Rate」語音警示的過程,約莫就是一到兩秒的時間,至於自己低頭檢查儀表的這兩三秒期間,外界發生了什麼事,就不是那麼清楚了,再抬頭時飛機已經重落地。由於200呎後飛機高於下滑道時,高度並未高出很多,有點類似模擬機訓練科目中於PAPI<sup>19</sup>三白或四

---

<sup>19</sup> precision approach path indicator, PAPI, 精確進場滑降指示燈。

白狀態下進場但仍能正常落地的情境，因此當時並未想過到接手操作。

另正駕駛員認為，本次落地前 GPWS 除發出「Sink Rate」語音警示外，並未自動播報雷達高度（即 fifty, forty, thirty, twenty, ten），飛航組員因此未預期到飛機這麼快就著陸，這也可能是造成重落地的因素之一。印象中，飛機落地前副駕駛員未仰轉（flare），對於油門收至慢車的具體時間並無印象，但應該是在主輪著陸之後。

飛機落地後副駕駛員依正常程序操作，正駕駛員於速度低於 80 哩/時接手滑行。滑行過程中，曾聽到無線電波道中有關檢查道面上異物（FOD）及更換起飛跑道之對話，滑回機坪關車後，正駕駛員於維護紀錄簿（TLB）上註記 brake limit status message 及 hard landing，並下機做 360 度檢查，機務人員告知除左邊 body gear 有一些 tire cut 之外，其餘無明顯受損之處。正駕駛員返回駕駛艙後，曾以無線電詢問塔臺「巡場後是否發現道面上有任何東西」，航管回覆「沒有」，因此認為只是單純的重落地，便與副駕駛員一同下機。

正駕駛員表示，事故當次任務係首度與該副駕駛員搭配飛行，因未看過其訓練紀錄，故無從得知其操作表現，僅於談話中瞭解其剛完訓 3 個月，問及操作上是否有較無自信之處，副駕駛員表示其於落地時，常常無法保持機翼水平，正駕駛員遂建議其觀察地平線變化之方式，另提醒進場時 500 呎以後之低空操作，絕對不要因為地面效應而使得飛機被頂起來。

正常情況下，進場落地通過 1 千呎高度至落地期間，飛航組員應有之呼叫為：監控駕駛員於飛機下降通過 1,080 呎時呼叫「one thousand」，操控駕駛員依照目視跑道的狀況回覆「continue」或「go around」；接下來除非出現異常狀態，例如速度或姿態不對、航機偏離正常下滑道或左右定位台，監控駕駛員必須提醒操控駕駛員以外，沒有其他需要呼叫的時機，直到落地後才有關於減速的呼叫內容。

本次進場落地，200 呎後飛機高於下滑道時，正駕駛員曾呼叫「glide slope」，副駕駛員曾回應「correcting」並有明顯的改正操作。當觀察到下降率達到 1,050 呎/分的當下，正駕駛員曾閃過重飛的念頭，但由於認為當時仍在穩定進場的標準之內，因此決定繼續進場。正駕駛員可確定 200 呎後飛機高於下滑道時，下滑道指標並未低過半個 dot，後來飛機低於下滑道時，因為 GPWS 發出「Sink Rate」語音警示，故當下注意力係擺在垂直速率顯示上，也因此未注意下滑道指標是否高過一個 dot；另由於正駕駛員再抬頭看外界時飛機已幾乎就要落地，故未觀察到該段期間的 PAPI 顯示為何。

對於本次事故發生的可能原因，正駕駛員認為或許是自己低頭看儀表的那兩三秒期間，未注意到外界的變化，以至於未能防止重落地及壓到邊燈的事件發生。至於副駕駛員當下的操作與想法，正駕駛員並不十分清楚，對其本質學能上的瞭解亦十分有限，也因此難以預測副駕駛員的飛行能力與表現，僅能從飛航中的觀察中去判斷，可能自己的判斷結果與實際狀況有所差距。另外，近一年來公司對於穩定進場的要求非常嚴格，過去如下降率短暫超過 1,200 呎/分，飛航組員進行立即修正是被允許的，但現在一旦下降率超過 1,200 呎/分，就必須立即重飛，也因此自己當時可能過於專注這一點。

正駕駛員表示，事故任務前一日（12/12）為休假日，晚上約 2300 時左右就寢，事故任務當日（12/13）早上約 0700 時起床，由於係與家中小嬰兒一起睡，因此睡眠品質不好。0930 時曾小睡 1 小時但並未熟睡，1240 時出門前往公司，1340 抵達公司，因起飛時間延後，故於 1400 時入住旅館休息，1720 時退房，1920 時 CI6843 航班起飛。正駕駛員表示，去程航段精神狀況良好，無疲勞現象，但回程航段則有明顯的打哈欠。正常貨機的地停時間約有兩個半小時，此期間飛航組員約有一到一個半小時的休息時間；但當日因去程的酬載很少，只有兩盤貨，故下貨速度很快，原定兩個半小時的地停時間縮短為一個半小時，也因此正、副駕駛於地停期間皆無機會

休息。

### 1.18.1.2 副駕駛員訪談摘要

副駕駛員表示，個人在飛行上除了因為經驗較為不足，落地時較無法處理的如同正駕駛般的流暢 (smooth)，除此之外並未遭遇太大的困難。針對剛完訓不久的副駕駛員，公司航務手冊第 3.4.2.2 節訂有組員搭配之相關限制。當日往返任務中皆依規定配戴眼鏡。

香港回桃園之航段由副駕駛員主飛，起飛前檢查及起飛後之過程一切正常；進場前正駕駛員曾提醒當日桃園機場風大，低高度時須注意飛機不要被地面效應頂起來。正駕駛員並建議，如果沒有要執行自動落地，進場穩定後即可提早解除自動駕駛，以便對飛機能有較多的掌控，操作反應也會比較快，副駕駛員亦表示認同。

飛機約在 2,500 呎高度攔截到下滑道，約莫於 2,000 呎高度時完成進場外型，進場穩定後，約莫於 1,800 呎高度解除自動駕駛與自動油門，改以手控方式繼續進場。正駕駛員呼叫 1,000 呎時，副駕駛員回應「runway ahead continue」，隨後空速有點上上下下，副駕駛員自己曾呼叫「speed」並持續以小量油門操作來修正。低於 500 呎後，正駕駛員呼叫「glide slope」提醒飛機高度略高，當時下降率約莫 600 呎/分，副駕駛員回應「correcting」，隨後副駕駛員遂收一點油門以便讓仰角下去一點，但此時 speed trend 突然大幅向上，大約有 25 浬/時，所以副駕駛員又多收了一點油門。

接下來副駕駛員發現油門收太多便補了一些，之後注意力以外界為主，過了 300 呎左右，正駕駛員提醒高度稍微低了一點，副駕駛員便補了一點油門，緊接著正駕駛員看到下降率 1,050 呎/分並呼叫「Sink Rate」，副駕駛員回應「correcting」，近地警告系統 (GPWS) 也叫「Sink Rate」，之後副駕駛員看到 runway threshold marking (piano key) 在前面，覺得太低，正準備帶桿仰轉 (flare)，心理預計會著陸在大約 500 呎，但動作還沒完成時飛機

就著陸了。由於當時預期飛機還不會著陸，因此油門是在飛機著陸後才收到慢車(收乾)。正駕駛員呼叫「Sink Rate」前，副駕駛員觀察著陸點 (aiming point) 位置皆正常，PAPI 也都顯示兩紅兩白；GPWS 叫「Sink Rate」以後，aiming point 才突然上升很快，由於當時正準備 flare，視線已放在遠處，因此未再關注 PAPI 後來的變化。

由於飛機落得較重也稍偏右，故正駕駛員於落地後曾幫助操縱桿及方向舵的修正，後於副駕駛員將反推力器收回至慢車 (idle) 時接手操作，由 N5 滑行道脫離跑道，經由 NC 滑行道前往 503 停機坪。

由於滑行過程中，曾於無線電波道中聽到有關道面上有異物 (foreign object damage, 以下簡稱 FOD) 之對話，因此滑回停機坪關車後，正駕駛員曾下機做 360 度檢查，除發現輪胎有 cut 之外，飛機無其他受損。後來以無線電詢問塔臺，也獲得「黃車未檢查出道面上有東西」之回覆，因此正駕駛員於維護紀錄簿 (TLB) 上註記 brake limit status message 及 hard landing 兩項須檢查項目。

副駕駛員表示，一般落地時通常在 100 呎視線換移到跑道盡頭，50 呎左右準備開始 flare (breakout)，先帶一點桿，並藉由觀察地平線的變化慢慢增加仰角，待完成仰轉後把油門收掉。本次落地後回想，GPWS 於落地前並未自動播報雷達高度 100 呎、50 呎、40 呎、30 呎、20 呎、10 呎，可能影響了原有的 flare 時機。當 GPWS 發出「Sink Rate」語音警示時，當下曾閃過重飛的念頭，副駕駛員提出「教官 Sink Rate」，正駕駛員回應「繼續」，正駕駛員告知下降率為 1,050 呎/分，副駕駛員認為仍在公司穩定進場條件的 1,200 呎/分限制之內，因此決定繼續進場。

對於本次事故發生的可能原因，副駕駛員認為應該是當下看到 speed trend 向上時，油門收得太多，加上風向風速有點不穩定，頂風的分量可能突然減小，因而導致升力降低。公司對駕駛員的訓練完整，標準也很高，目

前無建議公司加強的事項，期許自己未來在油門和飛操的控制上，須能做到小量而快速的反應。

副駕駛員表示，事故任務前一日（12/12）為休假日，就寢時間約為隔日凌晨 0100 時左右，事故任務當日（12/13）早上約 0900 時起床，睡眠品質還不錯，約 1330 抵達公司，因原訂起飛時間延後 3 小時，故於公司安排下約於 1400 時入住旅館休息，期間睡了約 1 小時，約 1720 時退房，1920 時 CI6843 航班起飛。回程航段及事故當時之精神狀況雖不如去程航段來得好，但仍可勝任飛航任務。

## **1.18.2 事故通報與跑道巡查作業**

### **1.18.2.1 事故通報經過**

民國 107 年 12 月 14 日上午約 1100 時，桃園機場公司（以下簡稱桃機公司）以電話通知本會，當日上午 1000 時聯合巡場時發現 05L 跑道進場燈遭撞毀，經狀況確認後於 1105 時開放跑道。桃機公司經調閱閉路電視後指出，該事故應為當日凌晨，一架自香港機場起飛之中華航空公司 B747-400F 型貨機，航班號碼 CI6844，約於 0020 時於桃園機場 05L 跑道落地時疑似碰撞跑道進場燈所造成。

### **1.18.2.2 跑道巡查作業程序**

依據「民用航空局飛航服務總臺與桃園國際機場股份有限公司工作協議書」，桃機公司航務處負責巡查跑道、滑行道之適用情況；桃機公司工程處負責助航燈光系統設施維護；塔臺與桃機公司於執行巡場任務，如發現跑道、滑行道上有外物損害（FOD）或機場周圍有影響飛航安全之障礙物或飄浮物時，應立刻通知對方。

桃機公司「臺灣桃園國際機場活動區之巡場與維護作業程序」包含：跑

道道面、助航燈光與指示牌之定期檢視，以及跑道、滑行道、停機坪有異物或其他異常情況（如航空器故障返航）時，立即檢查該區域之不定期（特殊）檢視。

桃機公司「臺灣桃園國際機場助航燈光設施維護作業規定」之巡場作業分為每日依不同時段巡檢各區域助航燈光設施之例行巡場作業，以及當接獲塔臺或桃機公司航務處通告場面助航燈光設施有異常或故障現象時，立即派員維檢處理之緊急搶修巡場作業。

### 1.18.2.3 該機落地後之跑道巡查與助航燈光維護作業

塔臺錄音抄件及桃機公司航務處工作紀錄顯示，12月14日0021時CI061駕駛員告知塔臺管制員N1滑行道和05L跑道頭交界處有異物，桃機公司航務處獲報後於0022時派巡查車上跑道巡查，未發現異物。

依據桃機公司工程處之維護紀錄，1030時北跑道關閉進行燈光聯合巡場，巡視至05端時，發現23R跑道末端燈1盞、05L跑道頭燈2盞，共3盞燈具毀損，維護人員尋找跑道及二側草區，並未尋獲毀損燈具；1400時維修該3盞跑道燈，並於05L進場燈草區處尋獲毀損燈具。

塔臺設有一套桃機公司提供之助航燈光控制設備，管制員使用其中的燈光啟閉/明暗調整的操作介面，系統兩個迴路中，若有一個迴路故障，操作介面會有告警（Alarm）訊息，塔臺便會通知桃機公司處理，但無法得知個別的燈光損壞情況。

桃機公司工程處之助航燈光監控系統於0021時曾發出05L跑道頭燈相鄰2盞燈故障之警示（Warning），此警示可能為燈具故障，或監控燈具之定址器故障；維護人員隨後於無線電得知航務處巡查車上05L跑道頭巡查，未發現異物，故決定於1030時北跑道燈光聯合巡場時確認警示原因。



### 1.18.3 事件序列表

開始時間	停止時間	說明	資料來源
0001:11	0001:17	[APP] dynasty six eight four four descend and maintain five thousand information sierra q n h one zero two five [CI6844] descend five thousand sierra one zero two five dynasty six eight four four	臺北近場臺 錄音抄件
0006:05	0016:09	[APP] dynasty six eight four four jammy at or above five thousand clear I l s runway zero five left approach [CI6844] cross jammy at or above five thousand clear i l s runway zero five left approach dynasty six eight four four	臺北近場臺 錄音抄件
0016:49	0016:57	[LC] dynasty six eight four four runway zero five left wind zero six zero degrees two two knots number two cleared to land number one traffic about to touchdown [CI6844] runway zero five left number two cleared to land dynasty six eight four four	塔臺 錄音抄件
0016:52	0016:55	修正氣壓高度約 2,280 呎至 2,210 呎，完成落地外型設定：落地總重為 572,600 磅、落地襟翼 25 度、Vref 152 浬/時、Vapp 162 浬/時、跑道磁航向 54 度	FDR PM 訪談
0016:58	0016:58	修正氣壓高度約 2,210 呎，攔截下滑道訊號，下滑道訊號屬穩定狀態(+/- 0.04 dot)	FDR PM 訪談
0016:55	0017:00	修正氣壓高度約 2,210 呎至 2,180 呎，收到 ATIS S 天氣資訊： 05L 跑道場面風向 060 度、風速 20 浬/時，有毛毛雨	FDR PM 訪談
0017:24	0017:26	[訪談] P/F 解除自動駕駛與自動油門，改以手控方式繼續進場。 修正氣壓高度約 1,890 呎至 1,860 呎； 4 具發動機 N1 轉速約 67%。	FDR PF 訪談
0018:30	00118:35	[訪談] PM 呼叫「1,000 呎」時，PF 回應「runway ahead continue」。 修正氣壓高度約 1,060 呎至 990 呎， 地速 138 浬/時至 139 浬/時；	FDR PF 訪談

		空速出現變化 167 浬/時至 161 浬/時； 下滑道訊號屬穩定狀態(-0.04 ~ +0.2 dot)； 4 具發動機 N1 轉速約 67%。	
0018:48	0018:51	[訪談] 隨後空速有點上上下下，PF 自己曾呼叫「speed」，並持續以小量油門操作來修正。 修正氣壓高度約 1,600 呎至 800 呎； 地速由 141 浬/時減至 136 浬/時； 空速介於 162 +/- 5 浬/時； 下滑道訊號屬穩定狀態(-0.1 ~ +0.1 dot)； 4 具發動機 N1 轉速約由 66%減至 59%。	FDR PF 訪談
0019:04	0019:09	修正氣壓高度約 640 呎至 580 呎； 地速 137~138 浬/時； 空速介於 160 +/- 2 浬/時； 下降率介於 530 +/- 50 呎/分； 下滑道偏移量由-0.03 dot 轉為-0.05 dot； 4 具發動機 N1 轉速約 69%。	FDR
0019:09	0019:14	[訪談] 約莫 500 呎時，正駕駛員呼叫「glide slope」提醒飛機高度略高，當時下降率約莫 600 呎/分，副駕駛員遂收一點油門以便讓仰角下去一點，但此時 speed trend 突然大幅向上，應該有大於 20 浬/時，所以副駕駛員又多收了一點油門。 修正氣壓高度約 580 呎至 540 呎； 地速 138 浬/時； 空速由 161 浬/時減至 153 浬/時； 下降率由 540 呎/分增為 750 呎/分； 下滑道偏移量由-0.05 dot 轉為+0.14 dot； 4 具發動機 N1 轉速由 69%收至 65%	FDR PF 訪談
0019:14	0019:16	[訪談] 無線電高度約 400~380 呎，PM 提醒 PF 高度稍微低了，PF 補了一點油門。 修正氣壓高度約 580 呎至 540 呎； 地速 139 浬/時增為 141 浬/時； 空速由 153 浬/時增加至 158 浬/時； 下降率介於 760~800 呎/分； 下滑道偏移量 0.10 dot； 4 具發動機 N1 轉速由 64%增為 75%	FDR PF 訪談

0019:30	0019:43	<p>[訪談] 無線電高度約 150 呎，PM 提醒 PF 高度稍微高了一點，下滑道指標開始往下走，遂請副駕駛員收一點油門，隨後下降率開始增加，最大值約達 1,050 呎/分左右。</p> <p>[訪談] 200 呎後飛機高於下滑道時，類似模擬機訓練科目中於 PAPI 三白或四白狀態下進場但仍能正常落地的情境。PM 呼叫「glide slope」，副駕駛員曾回應「correcting」並有明顯的改正操作。</p> <p>修正氣壓高度約 352 呎至 41 呎；  地速 137+/- 1 浬/時；空速變化 158+/-6 浬/時；  下滑道偏移量+0.63 dot 轉為-1.9 dot；  下降率變化 928 → 1,120 → 1,056 →896 呎/分；  4 具發動機 N1 轉速由 43%增為 66%</p>	FDR PF 訪談 PM 訪談
0019:43	0019:46	<p>[訪談] PM 依照公司規定呼叫「Sink Rate」，同時並請 PF 補一點油門。PM 呼叫「Sink Rate」後，近地警告系統(GPWS)亦發出「Sink Rate」語音警示。</p> <p>無線電高度 41 呎→-5 呎  下滑道偏移量-1.9 dot→-3.4 dot；  無線電高度 53.2 呎；下降率 1,072 呎/分，EGPWS 觸發「Sink Rate」語音警告；  「GPWS-Sink Rate」致動 3 次</p>	EGPWS PF 訪談
0019:45	0019:46.9	<p>[訪談] 本次落地前 GPWS 除發出「Sink Rate」語音警示外，並未自動播報雷達高度。</p> <p>[訪談] 本次落地前 GPWS 除發出「Sink Rate」語音警示外，並未自動播報雷達高度(即 fifty, forty, thirty, twenty, ten)。</p> <p>Max Vert. Acc. 1.83 g;  Inertial Vert. Speed 844 呎/分;</p> <p>無線電高度 9 呎降至-5 呎  Max Vert. Acc. 1.94 g;  Inertial Vert. Speed 896 呎/分;  仰角介於 1.8 度至 2.8 度;  4 具發動機油門桿介於 57~35 度。</p> <p><u>0019:46.9 主輪觸地時間</u></p>	PM 訪談 ACMS load report FDR

0021:04	0021:45	<p>[CI061] dynasty zero six one</p> <p>[LC] go ahead</p> <p>[CI061] 麻煩派人來那個 threshold 那邊看一下好像有東西掉在那個八條白線上</p> <p>[LC] 中華洞六么是在 november one 上嗎</p> <p>[CI061] 對 november one 上在跑道上他非常靠近那個 threshold 前面那個地方在八條白線上那邊好像有什麼東西在那個地方 f o d 的樣子</p> <p>[LC] 中華洞六么有影響到你離場嗎</p> <p>[CI061] 沒有影響到我離場</p>	塔臺 錄音抄件
0022:08	0022:13	<p>[GC] 教官跑道頭的中華五八拐九說 n one 和跑道交界處有 f o d</p> <p>[航務處] 好我們有人出去了</p>	塔臺 錄音抄件
0023:07	0023:17	<p>[LC] approach 臺北</p> <p>[APP] 請講</p> <p>[LC] 教官中華洞六么離場有報告在洞五左跑道內有疑似 f o d 那我們離場洞五左先不走</p>	塔臺 錄音抄件
0030:43	0032:53	<p>[GC] 黃車么洞三航機報告 f o d 是在 november one 跟靠近洞五左跑道的線附近</p> <p>[Y103] november one 跟靠近五左跑道的線附近</p> <p>[Y103] 塔臺么洞三進入洞五左了</p> <p>[GC] 黃車么洞三 roger</p> <p>[Y103] 請問是他的左邊還是右邊</p> <p>[GC] 黃車么洞三且是剛剛一架已經離場的說 november line up 的時候說的在進跑道前的時候</p> <p>[Y103] 抄收了那現在我看 november one 跟五左跑道的交界這邊都沒有 f o d 那可以使用</p>	塔臺 錄音抄件
0033:30	0033:41	<p>[LC] approach 那個黃車剛巡完他說五左可以開放使用了他脫離我們就開放</p> <p>[APP] 他脫離所以他現在 november two 脫離了嗎</p> <p>[LC] 他已經脫離了洞五左正常開放使用</p>	塔臺 錄音抄件
0041:50	0042:04	<p>[CI6844] taipei ground dynasty six eight four four</p> <p>[GC] dynasty six eight four four taipei ground</p>	塔臺 錄音抄件

		[CI6844] 教官請問一下剛剛那個跑道上 f o d 確 認是什麼東西嗎 [GC] 呃黃車教官上去巡過之後沒有東西現 在正常使用 [CI6844] 好謝謝你	
無紀錄	無紀錄	正駕駛員 於維護紀錄簿 (TLB) 上註記 「brake limiter」 status message 及 「hard landing」	華航維修紀 錄表單
0022	0040	塔臺轉告 CAL061 回報 N1 滑行道有 FOD，通知 場面席去查看  場面席巡視後回報塔臺 N1 滑行道無異常	桃園機場航 務處工作紀 錄
1046	1046	05L 跑道聯合巡場時發現 2 盞 05L 跑道頭燈及 1 盞 23R 跑道末端燈被撞斷，地面有航機煞痕。	
1150	1200	桃園機場航務處通報飛安會	飛安會通報 紀錄
1407	1427	進入 05 跑道維修損壞之燈具，並於 05 跑道頭前 區發現燈具碎片，損壞燈具已換新並經測試正常。	桃園機場航 務處工作紀 錄

本頁空白

## 第2章 分析

### 2.1 概述

事故機飛航組員持有民航局頒發之有效航空人員檢定證與體檢證，飛航資格符合民航局與公司要求，訓練與考驗紀錄中無與本案有關之異常發現。

無證據顯示於事故中，有足以影響飛航組員操作表現之藥物與酒精因素。事故當時之天氣狀況符合該型機進場落地相關限制，事故航機之載重與平衡均位於限制範圍內。該機適航與維護符合民航局及公司相關規範，無證據顯示發動機、航機系統及結構於本航班事故前曾發生故障。

有關本事故之分析概以低空風切及亂流、增強型近地警告系統之高度播報邏輯、飛航操作、飛航組員疲勞可能性分析及事故通報等議題分述如後。

### 2.2 低空風切及亂流分析

#### 2.2.1 低空風切

根據桃園機場低空風切預警系統（LLWAS）之嚴重風切及微爆氣流的警告門檻：「風速減少 15 浬/時至 29 浬/時或風速增加 15 浬/時或以上屬嚴重風切；風速減少達 30 浬/時（含）以上者屬微爆氣流」，事故發生期間桃園機場未發布低空風切警報；桃園機場塔臺管制員亦未收到離、到場航空器之駕駛員報告遭遇風切及亂流。

參考美國航空總署頒布之飛行員風切指南<sup>20</sup>（PILOT WINDSHEAR

---

<sup>20</sup> FAA AC-00-54 “Pilot Windshear Guide,” appendix 1 chapter 2.2

GUIDE)，風切係指大氣中不同兩點之間風速或風向的劇烈變化；發生於高度 1,600 呎以下的風切稱為低空風切。所謂嚴重風切（severe windshear）係指因風向或風速的劇烈變化，進而導致空速變化達到 15 浬/時以上，或垂直速率變化高於 500 呎/分以上者。

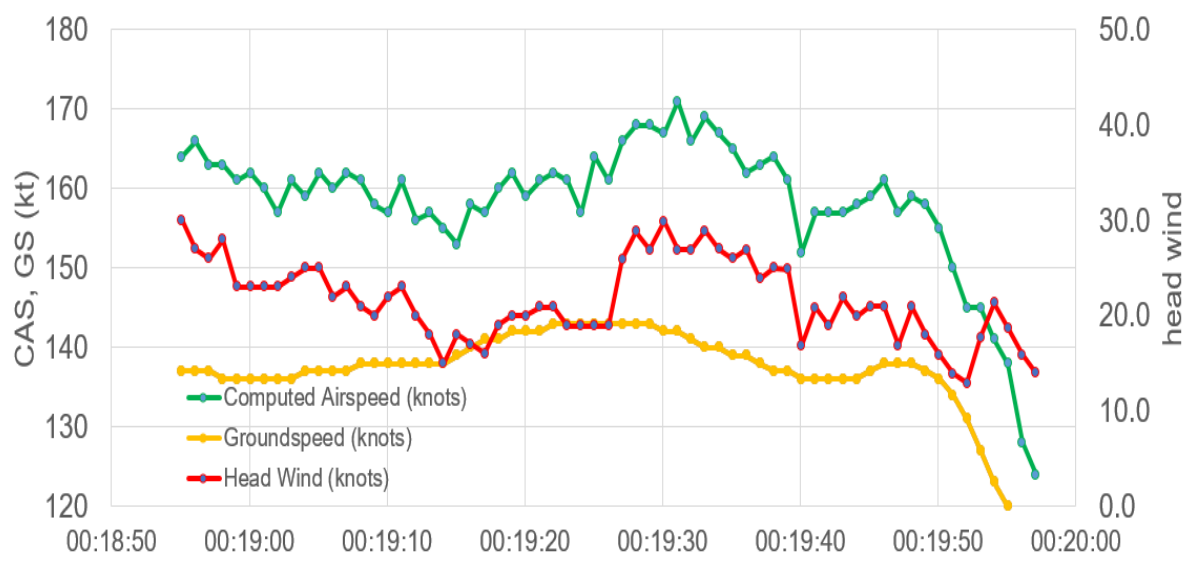


圖 2.1-1 該機最後進場期間之空速、地速與頂風變化圖

依據該機 FDR 資料，該機無線電高度 2,000 呎至落地期間，風向約維持於 45 至 72 度範圍，頂風分量約於 16 至 30 浬/時區間內增減，無劇烈變化，空速與垂直速率亦無瞬間大幅度變化情況，故未遭遇嚴重風切，詳圖 2.1-1。

綜上所述，該機自無線電高度 2,000 呎至落地期間，未遭遇嚴重風切。

### 2.2.2 亂流

參考 ICAO Annex 3 第 20 版 Meteorological Service for International Air Navigation Appendix 4 第 2.6 節亂流（Turbulence），亂流強度以渦流消散率（Eddy Dissipation Rate, EDR）為指標，區分為 4 個等級，如表 2.2-2：



表 2.2-2 亂流強度指標

亂流等級	判斷條件
強烈 (Severe)	$EDR^{1/3} > 0.7$
中度 (Moderate)	$0.4 < EDR^{1/3} \leq 0.7$
輕度 (Light)	$0.1 < EDR^{1/3} \leq 0.4$
無 (Nil)	$EDR^{1/3} \leq 0.1$

當渦流消散率立方根 ( $EDR^{1/3}$ ) 之極大值大於 0.7 時為強烈 (Severe) 亂流；當渦流消散率立方根 ( $EDR^{1/3}$ ) 之極大值大於 0.4 而小於或等於 0.7 時為中度 (Moderate) 亂流；當渦流消散率立方根 ( $EDR^{1/3}$ ) 之極大值大於 0.1 而小於或等於 0.4 時為輕度 (Light) 亂流；當渦流消散率立方根 ( $EDR^{1/3}$ ) 之極大值小於或等於 0.1 時為無 (Nil) 亂流。

依據該機 FDR 資料，該機無線電高度 2,000 呎至落地期間，其渦流消散率立方根 ( $EDR^{1/3}$ ) 均小於 0.1，據此研判該機自無線電高度 2,000 呎至落地期間未遭遇亂流。

### 2.3 增強型近地警告系統之高度播報邏輯

依據 Honeywell EGPWS 產品規格手冊 (MK-V Product Specification) 之播報系統邏輯，高度播報會依其相關高度資訊有一播報時機預估機制，隨離地高度的不同，在指定的播報範圍(window)區間，給予飛航組員高度的提示播報，以因應高度資訊過快之變化。無線電高度於 100 至 50 呎之播報，將有 5 呎之播報範圍；40 呎之播報有 4 呎之播報範圍；40 呎以下播報需在 3 呎內邏輯成立 (discrete ground) 才會產生播報。

無線電高度 1,000 呎以下，每個高度播報僅產生一次，錯過將不會保留該高度播報之機會。系統一次只會產生一個播報，除突然遭遇具有「插播」設定等級之播報，如「WIND SHEAR」、「PULL UP」或「BANK ANGLE」

等較緊急之警告播報，一旦任何播報產生後，必須等候該播報完成後方能產生下一個播報。EGPWS 之所有播報依其緊急程度，訂有經權衡後之播報優先順序 (priority)，但其判定時機，僅於任兩播報同時發生條件下有效。

根據 Honeywell 原廠分析報告，增強型近地警告系統 (EGPWS) 功能正常。本次事故於落地前之所以未產生高度語音提示之原因為：該機於無線電高度 100 呎以下，因觸發「GPWS - Sink Rate」警告聲響，致無線電高度的播報功能被占用而未發出聲響。

## 2.4 飛航操作

### 2.4.1 進場落地操作

事故當次進場，係由副駕駛員擔任 PF，該機下降通過氣壓高度約 1,840 呎時，PF 解除自動駕駛及自動油門，以手控操作方式繼續進場；直至下降通過無線電高度 320 呎前，該機大致穩定維持於正常進場航線上。

FDR 資料顯示，該機無線電高度 320 呎至 230 呎進場期間，空速介於 157 浬/時至 171 浬/時，此期間頂風約增加 11 浬/時，空速伴隨約增加 14 浬/時<sup>21</sup>，導致該機高於進場下滑道(最大值約 0.63 dot)。訪談紀錄顯示，正駕駛員曾提醒副駕駛員高度偏高；副駕駛員曾以減低油門<sup>22</sup>及推機頭減低仰角之方式修正航跡，該機下滑道偏移量約於下降通過無線電高度 243 呎時，始回復至正常下滑道 (約 3 度)。

之後約 10 秒之下降期間，空速介於 172 浬/時至 153 浬/時，此期間頂風持續減小約 13 浬/時，空速隨之下降約 19 浬/時<sup>23</sup>，下降率自 736 呎/分逐漸增加至 960 呎/分，該機於下降通過無線電高度 137 呎時，開始低於進場

---

<sup>21</sup> 頂風自 19 浬/時增加至 30 浬/時，空速自 157 浬/時上升至 171 浬/時。

<sup>22</sup> 油門桿位置約自 51 度收至最低約 40 度；發動機 N1 轉速約自 63% rpm 下降至最低約 42% rpm。

<sup>23</sup> 頂風自 30 浬/時減低至 17 浬/時，空速自 171 浬/時下降至 152 浬/時。

下滑道，此時正駕駛員曾提醒 PF 下降率大及高度偏低。

FDR 資料顯示，副駕駛員曾加大油門<sup>24</sup>修正，該機下降率短暫減小至 880 呎/分後持續增加，最大達到 1,120 呎/分，下滑道偏移量持續擴大，並於下降通過無線電高度 53.2 呎時觸發「GPWS - Sink Rate」警告聲響，副駕駛員雖曾加大油門<sup>25</sup>及帶機頭修正，但因時機稍晚且修正量不足，致使該機主輪於跑道頭前方 21 公尺處之跑道頭前區域觸地。

該機無線電高度 50 呎至主輪著陸約歷時 3 秒，平均下降率接近 1,000 呎/分，仰角約自 1.4 度增為 2.8 度，顯示副駕駛員於落地前未及完成仰轉（flare）操作，據其表示，此係受到 GPWS 未自動播報無線電高度之影響；以致主輪著陸時垂直加速度達 1.94g，依該型機維護手冊之定義<sup>26</sup>，屬重落地，相關飛航資料詳圖 2.4-1<sup>27</sup>。

綜上所述，事故機副駕駛員進場操作時，未能兼顧及有效運用航機之俯仰操控及動力手柄，以保持正常下滑姿態、速度及下降率。於航機接近道面時，無法及時判斷航機正常仰轉時機，且因動力手柄操作不當，造成場外重落地，顯示其落地手控操作能力未達安全落地標準。

---

<sup>24</sup> 油門桿位置約自 40 度推至約 46 度；發動機 N1 轉速約自 42% rpm 上升至約 50% rpm。

<sup>25</sup> 油門桿位置約自 46 度推至約 53 度；發動機 N1 轉速約自 50% rpm 上升至約 65% rpm。

<sup>26</sup> 查詢條件：FDR「垂直加速度」參數紀錄頻率 8 赫茲、落地總重未超出最大落地總重 6,000 磅以上、滾轉角 3.2 度，則當「垂直加速度」大於 1.6g 以上，即屬於重落地。

<sup>27</sup> 圖 2.4-1 相關註解，(a)無線電高度 350 呎，下降率 750 呎/分，該機位於 3 度下滑道；(b)無線電高度 179 呎，下降率 960 呎/分，該機高於 3 度下滑道 0.3 dot；(c)無線電高度 58 呎，下降率 1,120 呎/分，該機低於 3 度下滑道 1.25 dot；(d)無線電高度 41 呎，SINK RATE 警告致動，下降率 1,056 呎/分，該機低於 3 度下滑道 1.91 dot；(e)無線電高度 24 呎，下降率 1,024 呎/分，該機低於 3 度下滑道 3.36dot；(f)該機主輪觸地發生重落地。

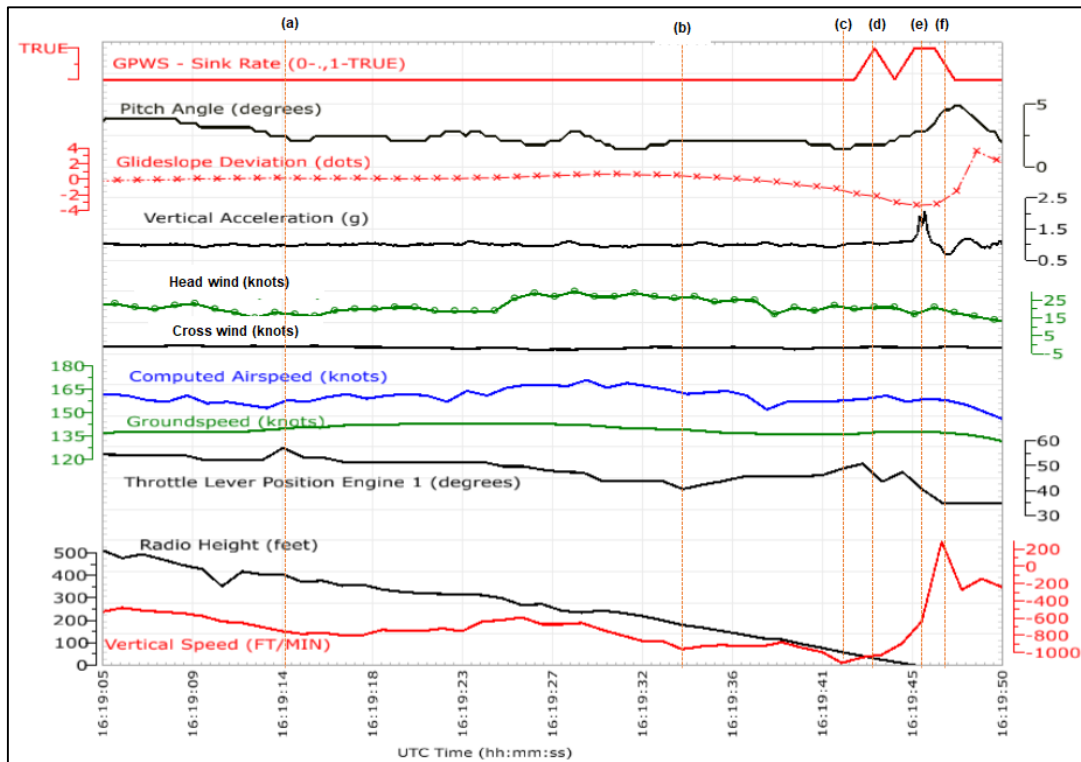


圖 2.4-1 該機最後進場階段之飛航資料變化圖

## 2.4.2 正駕駛員接手與重飛決策

事故當次進場，該機於無線電高度 200 呎以下轉為目視飛航環境關注跑道著陸區，平均下降率大於 900 呎/分。於航機下降通過無線電高度 137 呎後持續低於進場下滑道；依 200 呎至 50 呎期間平均地速約 137 浬/時估算，如欲保持於桃園機場 05L 跑道正常（3 度）下滑道上，下降率應控制於 700 呎/分<sup>28</sup>左右。正駕駛員雖曾呼叫提醒高度低、下降率大，副駕駛員亦曾回應並持續修正，但情況並未於副駕駛員操控下即時獲得改善。該機下降率及下滑道偏移量皆持續擴大，下降通過 50 呎前，下降率超過 1,000 呎/分並觸發「GPWS - Sink Rate」警告。

依據訪談紀錄，正駕駛員曾提醒副駕駛員進場時可提早解除自動駕駛

<sup>28</sup> 參閱美國 FAA AC120-108: Continuous Descent Final Approach, Appendix 1, FIGURE 3. RATE OF DESCENT TABLE.

及手控操作時應注意事項，進場過程中亦提醒副駕駛員相關應改正之操作。依照正駕駛員之經驗，應能充分掌握副駕駛員操控航機時之異常狀況，惟副駕駛員手控操作進場期間，正駕駛員可能未確實將手腳置於操縱桿及動力手柄上，未及時察覺副駕駛員之異常動操作，致使航機產生大下降率及低於下滑道之問題。

綜上所述，事故機正駕駛員面對該名資淺副駕駛員進場及落地之操作未提高警覺，於航機產生異常狀況時來不及接手操作或重飛，造成航機場外重落地之事故。

### 2.4.3 飛航組員資格、搭配與落地限制

本次事故當時，副駕駛員完訓上線約 5 個月，個人累計總飛時為 760 小時 36 分，其中事故型機（波音 B747-400）之飛時為 539 小時 42 分，落地次數 46 次；依華航「航務手冊」之定義，屬於「資淺副駕駛員」。

事故任務之飛航組員搭配，符合華航「航務手冊」、「組員派遣部簽派組簽派作業準則」及「飛行組員資格評分暨任務搭配作業辦法」之規定。事故當次進場落地由副駕駛員擔任操控駕駛員，當時各項條件符合華航「航務手冊」5.5.6.2 節及 5.6.3 節相關限制。副駕駛員上線後，華航曾依該公司「資淺正副機師職能追蹤計畫」之規定，兩度安排該機隊教師駕駛員/檢定駕駛員與之同飛，追蹤其線上飛行職能表現，追蹤評估結果亦顯示，該員職能表現正常。

事故機副駕駛員進場操作時，無法判斷航機正常仰轉時機，且因動力手柄操作不當，及未即時仰轉造成重落地等(參考 2.4.1 節)，顯示華航之「資淺正副機師職能追蹤計畫」內容或計畫之執行，未能有效達成使該名副駕駛員，以手控操作航機、安全落地之標準。

## 2.5 飛航組員疲勞可能性分析

疲勞是指飛航組員處於身體或心理表現能力衰退的狀態，進而削弱飛航組員的警覺力及安全執行任務的能力。疲勞原因可包括：短期與長期睡眠不足、持續清醒時間過長、生理時鐘影響、睡眠障礙、藥物、心理因素與疾病影響、及工作負荷影響等。疲勞時除了可能產生打哈欠、微睡眠（micro-sleep）等身體性徵狀外，亦可能會對飛航組員之認知能力產生負面影響，例如：警覺與注意力降低、判斷與反應能力減弱、短期記憶變差、不易集中精神、邏輯推理及空間定向能力變差、狹管式思考、視覺功能及手眼協調能力降低等<sup>29,30</sup>。

### 2.5.1 正駕駛員

依據 1.5.2 節之事實資料，正駕駛員每日睡眠需求約為 8 小時，事故前 72 小時有三個睡眠時段，睡眠時間分別為：5.5 小時（睡眠品質差）、7.5 小時（睡眠品質尚可）、7.5 小時（睡眠品質差），前三日累計少於其正常睡眠需求約 3.5 小時，且有兩段睡眠品質差之情形，顯示正駕駛員於事故時可能存在短期睡眠不足與睡眠品質不佳之情形。

檢視正駕駛員事故前自 12 月 13 日於 0700 時起床後，至 12 月 14 日 0019 時事故時之持續清醒時間已逾 17 小時，顯示正駕駛員事故時另存在持續清醒時間偏長之疲勞原因。

此外，正駕駛員於事故後填答之「事故前睡眠及活動紀錄」問卷中表示：事故任務過程中曾數次打哈欠與警覺力鬆懈之狀況。該機飛航紀錄資料則顯示進場過程中，EGPWS 提示航機下降率偏大後，正駕駛員未能及時警覺航機之不安全狀況而接手操控。以上顯示該機正駕駛員於事故任務過

---

<sup>29</sup> 參閱 Manual for the Oversight of Fatigue Management Approaches (ICAO Doc 9966, 2016)。

<sup>30</sup> 參閱 TSB of Canada, Guide to Investigating Sleep-Related Fatigue, Second Edition (2014)。

程中可能存在打哈欠之疲勞身體性徵狀，以及警覺力與反應力不足之疲勞認知性徵狀。進一步瞭解造成正駕駛員疲勞之原因，主要在於其個人睡眠與家庭因素影響其睡眠品質，以及當次任務前未能於公司提供飛航組員休息之旅館房間入睡。另正駕駛員個人之疲勞管理亦有改善空間，例如避免與嬰兒同眠等。

綜上所述，該機正駕駛員於事故時可能存在短期睡眠不足、睡眠品質不佳與持續清醒時間偏長之疲勞原因，使其於任務過程中可能存在警覺力與反應力不足之疲勞認知性徵狀。

### 2.5.2 副駕駛員

檢視副駕駛員事故前 72 小時作息及事故當時之行為表現，相關證據不足以支持其於事故當時具備顯著之疲勞形成條件，及可能因疲勞而影響其行為表現。

## 2.6 事故通報

機場道面異物，對起降之航機存在發動機吸入、輪胎/起落架/液壓/燃油系統受損或失效之風險，如未即時清除將影響航機於該跑道起降之安全。

依據訪談紀錄，該機飛航組員於滑行過程中曾聽無線電提及道面上有異物之狀況，滑回關車後檢查輪胎並發現有損傷，此時飛航組員應警覺航機落地期間應有異常狀況。另依據現場量測，航機之落地痕跡明顯位於跑道頭與山形標線之間(參考圖 1.12-2 至 1.12-4)，且當時夜間進場時尚有周遭之進場燈、跑道燈及跑道頭燈等燈光指示，飛航組員參考上述燈號及標示，應可瞭解當時航機觸地狀況，至少正駕駛員應明白航機係於跑道外觸地。

綜上所述，桃機公司航務處獲報異物後，派員至 N1 滑行道和 05L 跑道頭巡查時未發現毀損燈具，可能為 CI061 起飛期間其發動機尾流將毀損

之燈具吹往 05L 跑道進場燈草區所致。事故機飛航組員於事故後未確實向塔台及華航通報落地過程中遭遇之狀況，使跑道面臨異物存在之風險。



## 第3章 結論

本章中依據調查期間所蒐集之事實資料以及綜合分析，總結以下三類之調查發現：「與可能肇因有關之調查發現」、「與風險有關之調查發現」及「其他調查發現」。

### 與可能肇因有關之調查發現

此類調查發現係屬已經顯示或幾乎可以確定為與本次事故發生有關之重要因素，包括不安全作為、不安全狀況，或與造成本次事故發生息息相關之安全缺失等。

### 與風險有關之調查發現

此類調查發現係涉及影響飛航安全之潛在風險因素，包括可能間接導致本次事故發生之不安全作為、不安全條件，以及關乎組織與系統性風險之安全缺失，該等因素本身非事故之肇因，但提升了事故發生機率。此外，此類調查發現亦包括與本次事故發生雖無直接關聯，但基於確保未來飛航安全之故，所應指出之安全缺失。

### 其他調查發現

此類調查發現係屬具有促進飛航安全、解決爭議或澄清待決疑慮之作用者。其中部分調查發現係屬大眾所關切，且常見於國際民航組織(ICAO)事故調查報告之標準格式中，以作為資料分享、安全警示、教育及改善飛航安全目的之用。

#### 3.1 與可能肇因有關之調查發現

1. 事故機副駕駛員進場操作時，未能兼顧及有效運用航機之俯仰操控及動力手柄，以保持正常下滑姿態、速度及下降率。於航機接近道面時，無法及時判斷航機正常仰轉時機，且因動力手柄操作不當，造成場外重落

- 地，顯示其落地手控操作能力未達安全落地標準。(1.11, 2.4.1)
2. 事故機正駕駛員面對該名資淺副駕駛員進場及落地之操作未提高警覺，於航機產生異常狀況時來不及接手操作或重飛，造成航機場外重落地之事故。(2.4.2、2.4.3、2.4.4、2.5.1)

### 3.2 與風險有關之調查發現

1. 華航之「資淺正副機師職能追蹤計畫」內容或計畫之執行，未能有效達成使該名副駕駛員，以手控操作航機、安全落地之標準。(2.4.3)
2. 事故機飛航組員於事故後未確實向塔台及華航通報落地過程中遭遇之狀況，使跑道面臨異物存在之風險。(1.18.2, 2.6)

### 3.3 其他調查發現

1. 事故航班飛航組員持有民航局頒發之有效航空人員檢定證與體檢證，飛航資格符合民航局與公司要求，訓練與考驗紀錄中查無與本案有關之異常發現。無證據顯示於事故中，有足以影響飛航組員操作表現之藥物與酒精因素。(1.5、2.1)
2. 本事故發生後，事故機更換輪胎後持續執行飛航任務，座艙語音資料未包含與本事故相關之訊息。(1.11.1、1.16.2)
3. 事故機於無線電高度 2,000 呎至落地期間未遭遇嚴重風切或亂流。(1.7、2.2.1、2.2.2)
4. 該機於無線電高度 100 呎以下，因觸發「GPWS - Sink Rate」警告聲響，致無線電高度的播報功能被占用而未發出聲響。(2.3)
5. 事故當時之天氣狀況符合該型機進場落地相關限制，事故航機之載重與平衡均位於限制範圍內。(1.6.2、1.7、2.1)
6. 該機正駕駛員於事故時可能存在短期睡眠不足、睡眠品質不佳與持續清醒時間偏長之疲勞原因，使其於任務過程中可能存在警覺力與反應力不足之疲勞認知性徵狀。(1.5.2.1、1.16.1、2.5.1、附錄 4)

7. 桃機公司航務處獲報異物後，派員至 N1 滑行道和 05L 跑道頭巡查時未發現毀損燈具，可能為 CI061 起飛期間其發動機尾流將毀損之燈具吹往 05L 跑道進場燈草區所致。（ 1.18.3、2.6 ）

本頁空白

## 第4章 運輸安全改善建議

### 4.1 飛安改善建議

#### 致 中華航空公司

1. 加強訓練資淺副駕駛員之進場落地手控操作能力。(TTSB-ASR-20-03-001)
2. 要求正駕駛員與資淺副駕駛員飛航時，應對其進場及落地之操作提高警覺，並依照規定於航機異常時接手操作或呼叫重飛，以保障落地安全。(TTSB-ASR-20-03-002)
3. 重新檢視「資淺正副機師職能追蹤計畫」之內容及執行狀況，以落實計畫之成效。(TTSB-ASR-20-03-003)

#### 致 交通部民用航空局

1. 督導中華航空公司檢視「資淺正副機師職能追蹤計畫」之內容及執行狀況之成效，加強訓練資淺副駕駛員之進場落地手控操作能力。(TTSB-ASR-20-03-004)
2. 督導中華航空公司針對正駕駛員與資淺副駕駛員飛航時，應對其進場及落地之操作提高警覺，並依照規定於航機異常時接手操作或呼叫重飛之要求成效。(TTSB-ASR-20-03-005)

### 4.2 已完成或進行中之改善措施

#### 4.2.1 中華航空公司

針對 4.1 致華航改善建議第 1 項，華航表示：“本公司已於 2019 上半年 EBT Day-2 訓練中，完成副駕駛員手控落地練習，亦於 2020 年 1 月起，針對落地次數較少之長程機型 RP/FO，開始於模擬機中進行手控落地練習。

”

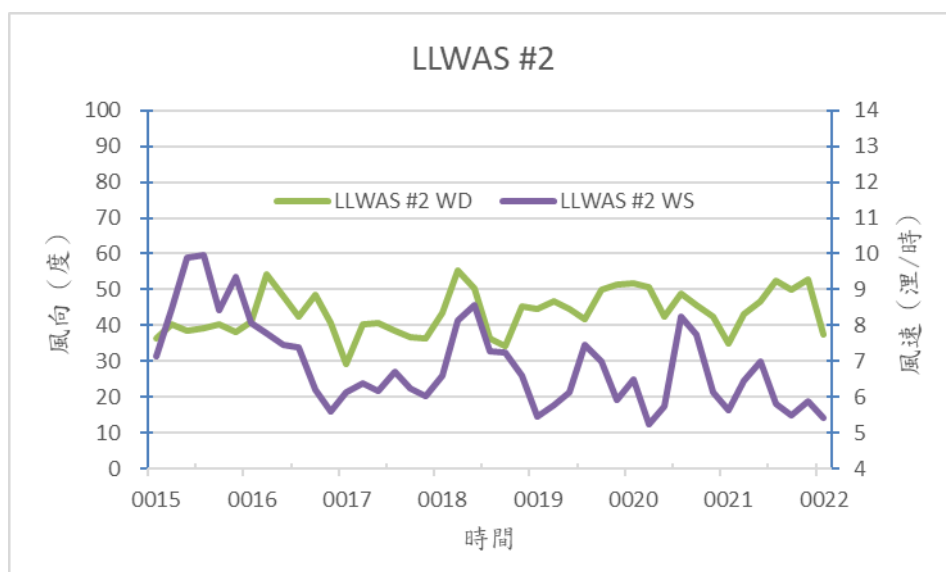
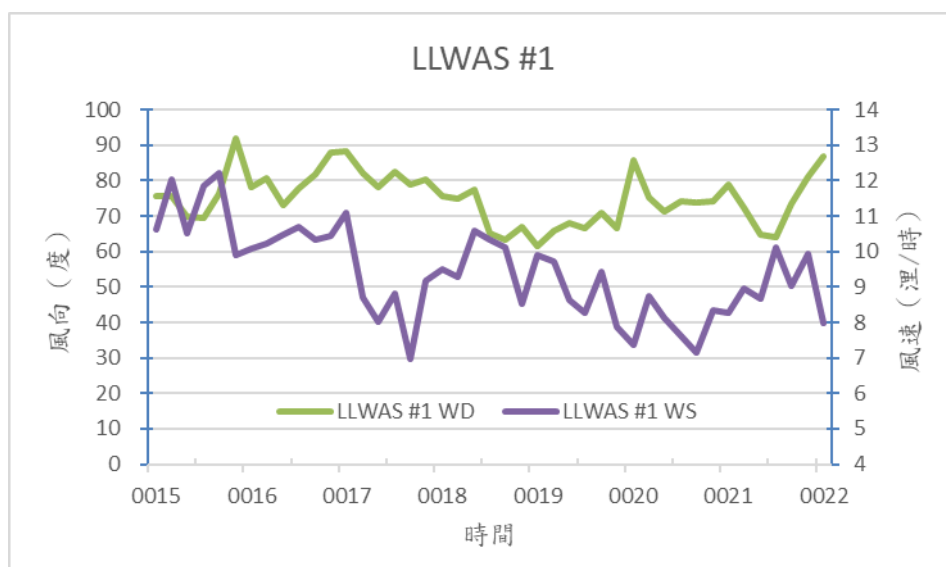
針對 4.1 致華航改善建議第 2 項，華航表示：“本公司已於 2019 下半年 EBT Day-2 In Seat Instruction 訓練中，由教師坐在正駕駛或副駕駛旁邊，增加模擬可能導致 Runway Excursion 之狀況操作，由正駕駛或副駕駛練習擔任 PM，並以 Standard Callout 提醒、接手或呼叫重飛。”

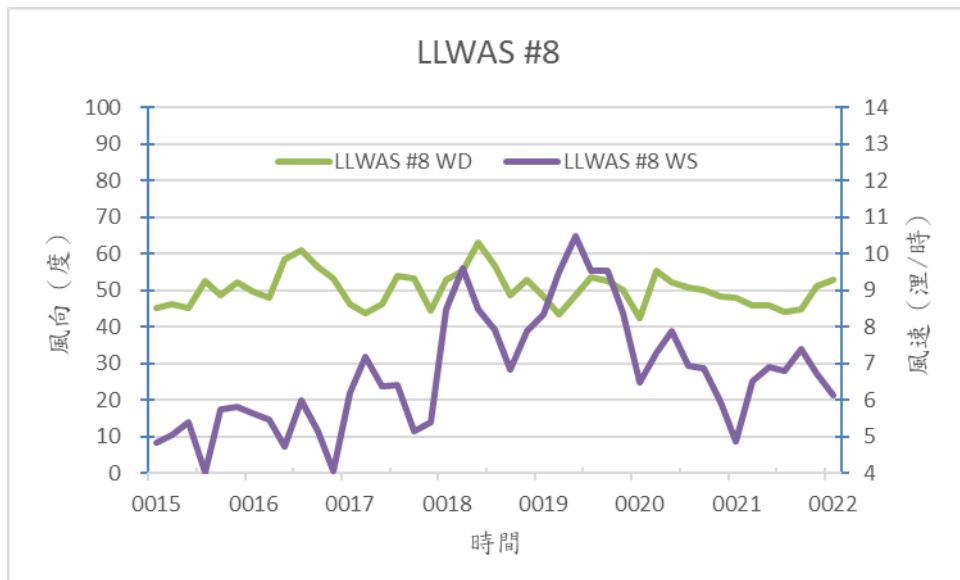
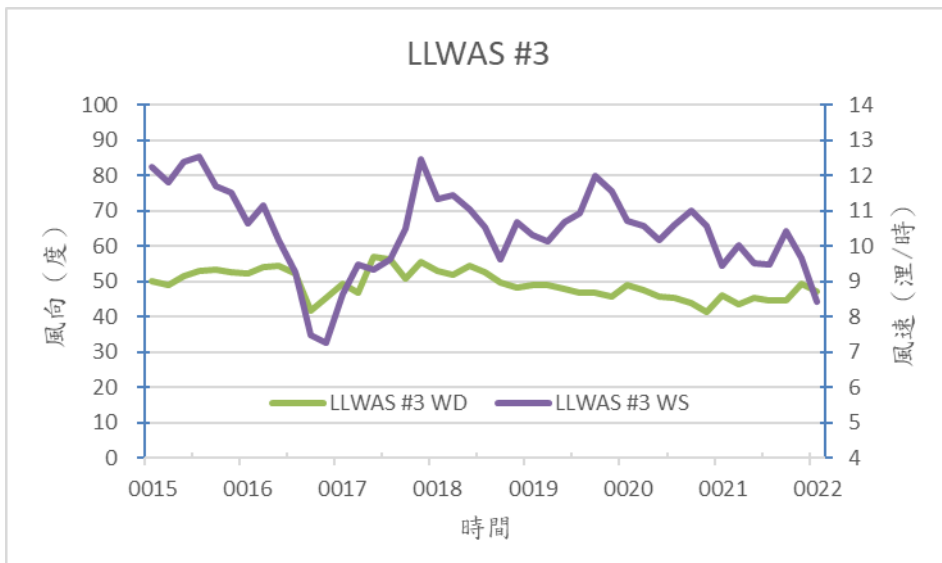
針對 4.1 致華航改善建議第 3 項，華航表示：“1. 本公司"資淺正副機師職能追蹤辦法"於 2019 年初訂立，對各機隊新完訓之正副機師，自完訓日次月起至六個月安排 CP / IP 同飛至少二次，各機隊主管再依同飛評估內容及建議，視需求決定加強課程或再安排同飛；若適職性表現仍不佳，再依飛航組員監控作業辦理。

2. 本辦法自實施以來，已按前述原則對數名資淺機師進行加強訓練面談，針對組員弱項予以說明輔導或改善建議。

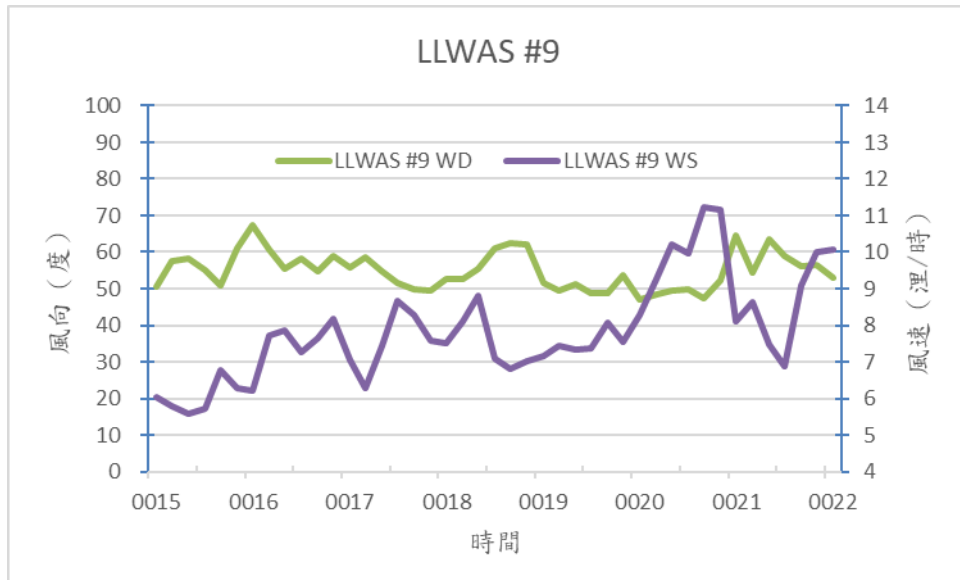
3. 本公司將持續依此辦法追蹤資淺正副機師之職能表現，並依執行狀況及成效適時修正或調整辦法內容。”

## 附錄 1 LLWAS 相關風向風速計之紀錄資料









## 附錄 2 EGPWC 解讀參數

Long	HFOM	CAS	TAS	Gspd	GPS Alt	Uncorr Alt	Geo Alt	Rad Alt	Alt Rte	Tru Trk	Tru Hd	Pitch	Roll	BAOA	L. Accel	N. Accel	GS Dev	LOC Dev	SAT C
121.20363	0.0278	162.6	162.8	142.9	436	86	412	317.5	-65.0	48.3	48.2	2.8	0	5.625	0.07153	1.04883	0.078	0	17
121.20417	0.0278	162.7	165.1	143.4	414	70	394	295	-61.3	48	48.2	2.1	0.7	5.625	0.05432	1.01379	0.156	0	17
121.20471	0.0278	165.8	170.2	143.4	414	68	392	287.8	-60.7	48	48.3	2.1	0.7	4.92188	0.03418	1.0448	0.234	0	17
121.20526	0.0278	168.6	172.6	143.5	404	58	384	275.5	-62.4	48	48.5	1.4	1.4	3.51563	0.01843	0.96204	0.312	0	17
121.2058	0.0278	170	170.8	143.4	394	50	376	274	-67.1	48.1	48.7	2.1	1.4	4.21875	0.01196	0.99377	0.391	0	17
121.20634	0.0278	169.8	172.3	143	384	38	362	232.5	-62.6	48.3	49	2.8	1.4	4.21875	0.01343	0.96448	0.469	0	17
121.20689	0.0278	169.6	167.3	142.5	372	26	350	246.2	-69.3	48.5	49.2	2.1	1.4	4.21875	0.00366	0.95911	0.547	0	17
121.20744	0.0278	168	167.9	142	362	12	340	241.2	-77.3	48.7	49.4	1.4	0	4.21875	0.00793	0.98157	0.547	0	17
121.20798	0.0278	168.8	170.3	141.4	350	0	330	231	-84.7	48.7	49.5	1.4	0	4.21875	0.00037	0.98022	0.547	0.078	17
121.20905	0.0278	168	166.3	140.1	322	-18	306	208.5	-85.6	48.9	49.6	1.4	1.4	4.21875	0.00061	0.96291	0.469	0.078	17
121.20959	0.0278	166.8	166.4	139.5	308	-30	292	188.8	-93.2	49.2	50.1	2.1	3.5	4.92188	0	0.96069	0.391	0.078	17
121.20959	0.0278	165.8	164.7	139.5	308	-44	284	177.2	-94.9	49.2	50.4	2.1	2.8	5.625	0.00916	1.0094	0.312	0.078	17
121.21013	0.0278	164	162.8	138.9	292	-62	266	162.5	-88.7	49.4	50.5	2.1	0.7	4.92188	0.00757	0.98621	0.156	0.078	17
121.2112	0.0278	163.7	162.1	137.6	262	-78	248	144.2	-90.9	50	50.4	2.1	0	4.92188	0.00879	0.97607	0	0	17
121.2112	0.0278	162.6	163.1	137.6	262	-90	236	132.5	-92.7	50	50.2	2.1	0	5.625	0.02405	1.00549	-0.078	0	18
121.21174	0.0278	159.6	157	137	246	-114	210	118	-87.7	50.2	49.9	2.1	-1.4	6.32813	0.0376	1.01648	-0.312	0	18
121.21227	0.0278	158.1	160.1	136.6	230	-128	200	110.2	-90.2	50	49.8	2.1	-0.7	4.92188	0.03027	0.94287	-0.469	0	18
121.2128	0.0278	157.4	156.7	136.5	216	-142	184	89	-96.2	49.9	50	1.4	0.7	5.625	0.03796	0.97693	-0.859	0	18
121.21333	0.0278	157.7	159.3	136.2	200	-158	170	71.5	-107.6	49.8	50.2	1.4	0	4.21875	0.02539	0.9303	-1.25	0	18
121.21386	0.0278	157.6	160	136.2	184	-180	148	53.2	-107.2	49.7	50.1	1.4	0	5.625	0.05725	1.01074	-1.719	0	18
121.21439	0.0278	159.3	160.9	136.6	148	-210	112	32.5	-101.4	49.8	49.9	1.4	0	5.625	0.07764	0.98926	-2.188	0	18
121.21492	0.0278	159.4	159.2	136.6	148	-228	104	18.5	-93.5	49.8	49.7	2.1	-0.7	5.625	0.07837	1.06787	-2.734	0	18
121.21545	0.0278	158.3	154	137.4	132	-248	82	3.8	-76.9	49.6	49.5	2.8	-2.1	5.625	0.07324	1.11951	-3.359	0	18
121.21599	0.0278	158.8	156.3	138	118	-244	72	-3.8	228	49.3	49.2	3.5	-1.4	3.51563	0.02917	1.14148	-3.359	0	18
121.21704	0.0278	155.7	152.9	136.9	112	-252	68	-1.5	-151	49	48.9	4.9	0	4.92188	-0.00513	0.8396	-2.109	0	18
121.21704	0.0278	154.4	150.6	136.9	112	-252	70	-3.2	-177	49	48.9	3.5	0	4.92188	0.0083	1.14795	0.469	0	18
121.21756	0.0278	151.5	148.1	136	110	-250	72	-4.2	-201	48.9	48.9	2.1	0	4.21875	-0.16077	0.90833	*2.188	0	18
121.21858	0.0278	147.4	146.8	132.4	110	-246	74	-6.2	-213	49.1	47.9	0	0	2.10938	-0.19653	1.15869	*2.188	0	18
121.21858	0.0278	146.1	143.2	132.4	110	-240	78	-6.8	-43	49.1	47.5	0	0	0.70313	-0.17834	0.94482	*-3.203	0	18
121.21906	0.0278	144.2	140.8	128	108	-244	78	-7	-73	48.7	48.1	0	0	0.70313	-0.18994	1.00781	*1.406	0	19

=====

Here is EGPWC Flight analysis as performed by our experts:

Quote

We believe this event is what is described in the attachment.

Based on the flight history data, the aircraft vertical speed did slightly increase at around 90 ft RA and Mode 1 outer envelop (Sink Rate" envelop), was triggered just above 50 ft RA. So the Mode 1 alert was triggered by design.

In the flight history data, there was only one occurrence of M1SK, which indicates that the envelope was penetrated only for once.

Based on the data recorded in the Flight History file, it is less likely that mode 5 envelope was triggered. Although the aircraft did descend below glideslope at the same time, the Mod 5 envelope requires much larger deviation at that altitude (below 70 ft RA) as the envelope tapers out and it would require almost 2.7 dots deviation around 50 ft RA, In the EGPWS flight history warning file the Mode 5 event was not captured. In this version of software (-222-222), Mode 5 is inhibited below 30 ft RA while FDR data indicates the glideslope alert was active for 2 more seconds below 30 ft RA.

We don't know the mapping of the FDR recording to be able to see what this "EGPWS Glideslope" in the provided FDR data is mapped to.

Unquote

We hope that this helps. Please let us know would you have any question.

=====

# 附錄 3 EGPWS 技術文件



## 747-400 AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

### CHI ALL; AIRPLANES WITH BASIC AUDIO MENU

- (a) Mode 4 advisory signals are provided for insufficient terrain clearances with and without the landing gear up. Mode 4 has three sub-modes: Mode 4A, 4B, and 4C.
  - 1) Mode 4A generates advisory signals for unsafe terrain clearances with the landing gear up and flaps not in landing configuration. When the airspeed is less than 190 knots, the TOO LOW GEAR aural caution is repeated, and the amber GND PROX light comes on. If the airspeed is more than 190 knots, the TOO LOW TERRAIN aural caution is repeated, and the GND PROX light comes on.
  - 2) Mode 4B provides a caution alert when the landing gear is down and the flaps are not in the landing position. If the airspeed is less than 159 knots, the TOO LOW FLAP aural caution is repeated and the amber GND PROX light comes on.  
If the airspeed is more than 159 knots, the TOO LOW TERRAIN aural caution is repeated and the amber GND PROX light comes on. If the gear is not down, the aural TOO LOW GEAR message replaces the TOO LOW FLAP caution message.
    - a) The TOO LOW GEAR caution is inhibited when the GND PROX GEAR OVRD switch is pressed.
    - b) The TOO LOW FLAP caution is inhibited when the GND PROX FLAP OVRD switch is pressed. This will simulate the flaps in a landing position if the pilot prefers to land with less than normal landing flaps.
  - 3) Mode 4C provides alerts for insufficient terrain clearance during takeoff or go-around maneuvers. Mode 4C alerts are based on radio altitude and a minimum terrain clearance, or floor, that increases with radio altitude. Floor value can equal up to 75 percent of the maximum radio altitude achieved since takeoff or go-around. If radio altitude decreases below this floor, the aural TOO LOW, TERRAIN message is heard and the amber GND PROX light comes on.

### CHI ALL

- (5) Mode 5 Function (Figure 2)
  - (a) Mode 5 provides caution alerts for excessive deviation from the glideslope beam during an ILS approach.
  - (b) If the airplane deviates excessively below an ILS glideslope, when the gear lever is down and the flaps are in landing configuration, the aural GLIDESLOPE caution message is heard and the amber GND PROX light comes on. At first the GLIDESLOPE message is heard at half the volume of the other GPWS alerts.  
This is called a soft alert. If the glideslope deviation increases, or if the radio altitude decreases, the GLIDESLOPE message is heard more frequently. If the glideslope deviation remains excessive, the aural GLIDESLOPE message is heard at full volume. This is called a hard alert.
  - (c) The GND PROX-G/S INHB switch/light can be pressed to inhibit the aural and visual mode 5 alerts.
- (6) Mode 6 Function (Figure 2)
  - (a) Mode 6 provides a voice at selected radio altitudes and/or barometric altitudes to advise the flight crew of the approximate radio altitude. Mode 6 can also provide a bank angle alert that gives the aural BANK ANGLE, BANK ANGLE message if the airplane's bank angle exceeds the limits defined within the GPWC.



D633U101-49

ECCN 9E991 BOEING PROPRIETARY - Copyright © Unpublished Work - See title page for details

34-46-00

Page 9  
Mar 15/2015



**747-400  
AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL**

- (b) The radio altitude callout function is armed when the airplane is above 1000 feet radio altitude while in the approach mode or the airplane transitions from takeoff to approach mode. Each radio altitude aural callout is generated once while descending through the corresponding radio altitude band. Once the aural is called out, or its associated altitude band is transitioned, it will not function again until the airplane satisfies the above conditions to arm the radio altitude callout function.  

If two or more radio altitude callout bands are transitioned before the callouts can be issued, only the lowest altitude is called out.
- (c) There are no visual alerts associated with a Mode 6 alert. Different alert callouts can be set by GPWC program pins.
- (7) Mode 7 Function (Figure 2)
  - (a) Mode 7 warning signals are provided when flying into an excessive windshear condition during takeoff or approach. If an excessive downdraft or tailwind condition is detected, a two tone siren followed by an aural WINDSHEAR, WINDSHEAR, WINDSHEAR warning is heard. A red WINDSHEAR message is displayed on the captain's and first officer's PFD, and the red master warning light comes on. When the windshear warning is active, all other GPWS modes are inhibited. These modes stay inhibited as long as there is an excessive windshear condition.
  - (b) Aural messages are prioritized; windshear warnings take priority over all other ground proximity warning system alerts.
- (8) Envelope Modulation
  - (a) The GPWC envelope modulation feature provides improved alert and warning protection and reduces nuisance warnings at specific locations throughout the world.

**CHI ALL; AIRPLANES WITH ENHANCED GROUND PROXIMITY SYSTEM**

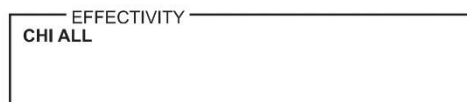
- (9) Terrain Clearance Floor (Figure 2)
  - (a) The Terrain Clearance Floor (TCF) feature creates an increasing terrain clearance envelope around the intended destination airport runway directly related to the distance from the runway. The Runway Field Clearance Floor (RFCF) similarly creates an increasing terrain clearance envelope around the intended destination runway, but specifically for those airports in which the runway elevation is higher than the adjacent terrain below the flight path. TCF alerts are based on current aircraft location, nearest runway center point position, and radio altitude. RFCF alerts are based on current aircraft location, runway center point, and height above the runway. TCF and RFCF are active during takeoff, cruise, and final approach. These alerts complement the EGPWS Mode 4 protection that provides an alert based on insufficient terrain clearance even when in landing configuration.

**CHI ALL; AIRPLANES WITH BASIC AUDIO MENU**

- (b) If either the TCF or RFCF envelopes are entered, the aural message TOO LOW TERRAIN, TOO LOW TERRAIN is heard and an amber TERRAIN message is displayed on the navigation display (ND). After that, a single TOO LOW TERRAIN message is heard every time the radio altitude decreases by 20 percent. If the descent continues, the aural message PULL UP is heard, a red TERRAIN message is displayed on the ND, the red PULL UP indication shows, and master warning lights come on. The EGPWS warning messages show until the aircraft exits the alert envelope.

**CHI ALL; AIRPLANES WITH ENHANCED GROUND PROXIMITY SYSTEM**

- (10) Terrain Awareness Alerting and Display (Figure 2)



D633U101-49

ECCN 9E991 BOEING PROPRIETARY - Copyright © Unpublished Work - See title page for details

**34-46-00**

Page 10  
Mar 15/2015



**Geometric Altitude** The blending algorithm gives the most weight to altitudes with a higher estimated accuracy, reducing the effect of less accurate altitudes.

**Continued** Each component altitude is also checked for reasonableness using a window monitor computed from GPS Altitude and its VFOM. Altitudes that are invalid, not available, or fall outside the reasonableness window are not included in the final Geometric Altitude value.

The Geometric Altitude algorithm is designed to allow continued operation when one or more of the altitude components are not available. If all component altitudes are invalid or unreasonable, the GPS Altitude is used directly. If GPS Altitude fails or is not present, then the EGPWS reverts to using Corrected Barometric Altitude alone.

The Geometric Altitude function is fully automatic and requires no pilot action.

**Weather Radar Auto-Tilt** In -210-210 and later versions, the EGPWC computes an optimum Weather Radar tilt angle based on the aircraft altitude (ASL) and the terrain elevation ahead of the aircraft. This is output and available to a compatible Weather Radar system so that the tilt angle may be automatically set for optimum operation.

**Aural Message Priority** Two or more alert envelopes may be opened simultaneously, so a message priority has been established. The following table reflects the priority for these message callouts. Messages at the top of the list will start before or immediately override a lower priority message even if it is already in progress. **Only one message may be generated at a time.**

MESSAGE	MODE
“Windshear, Windshear, Windshear” <sup>d, j</sup> .....	7
“Pull Up” <sup>k</sup> .....	1, 2
“Terrain, Terrain” .....	2
“V1” <sup>c</sup> .....	ANN
“Engine Fail” <sup>c</sup> .....	ANN
“Terrain, Terrain Pull Up” <sup>h, k</sup> .....	TA
“Obstacle, Obstacle Pull Up” <sup>c, i, k</sup> .....	TA
“Terrain” .....	2
“Minimums” <sup>a, c</sup> .....	6
“Caution Terrain, Caution Terrain” <sup>c, f</sup> .....	TA
“Caution Obstacle, Caution Obstacle” <sup>c, g</sup> .....	TA
“Too Low Terrain” .....	4, TCF

Aural Message Priority	MESSAGE	MODE
Continued	Altitude Callouts <sup>c</sup>	6
	“Speed Brake, Speed Brake” <sup>c</sup>	6
	“Too Low Gear”	4A
	“Too Low Flaps”	4B
	“Sink Rate, Sink Rate”	1
	“Don’t Sink, Don’t Sink”	3
	“Glideslope”	5
	“Approaching Minimums” <sup>b, c</sup>	6
	“Bank Angle, Bank Angle” <sup>c</sup>	6
	“Caution Windshear” <sup>c, d, e</sup>	7
	“Autopilot” <sup>c</sup>	6
	“Airspeed Low, Airspeed Low” <sup>c</sup>	MON
	“Flaps, Flaps” <sup>c</sup>	6
	“Too High, Too High”	MON
	“Too Fast, Too Fast”	MON
	“Flaps (pause) Flaps” or “Flaps, Flaps”	MON
	“Unstable, Unstable”	MON
	“Altimeter Setting, Altimeter Setting”	MON
	RAAS Advisories	RAAS
	RAAS Distance Remaining Callouts	RAAS

**Notes:**

- a) May also be "Minimum", "Minimums, Minimums", "Decision Height" or "Decide".
  - b) May also be "Approaching Decision Height", "Fifty Above", "Plus Hundred".
  - c) Message is dependent on aircraft type or option selected.
  - d) Windshear detection alerts provided for some aircraft types.
  - e) Audio alert may or may not be enabled.
  - f) May also be "Terrain Ahead, Terrain Ahead".
  - g) May also be "Obstacle Ahead, Obstacle Ahead"
  - h) May also be "Terrain Ahead Pull Up"
  - i) May also be "Obstacle Ahead Pull Up"
  - j) May be preceded by siren.
  - k) "Pull Up" voice may be preceded by "Whoop, Whoop"
- TA = Terrain Look-Ahead Alert  
 TCF = Terrain Clearance Floor  
 RAAS = Runway Awareness and Advisory System (including Long Landing and Takeoff Flap Configuration Monitors)  
 MON = Stabilized Approach Monitor, Altimeter Monitor, Takeoff Flap Configuration Monitor, Long Landing Monitor, Corrected Altitude Monitor, Low Airspeed Monitor  
 ANN = EGPWS annunciated alert generated by another aircraft system.

## 附錄 4 事故飛航組員之疲勞評估預測模組 (SAFE) 分析 結果摘要

### 1. 正駕駛員民國 107 年 12 月 1 日至 14 日之班表疲勞值分析

正駕駛員民國 107 年 12 月 1 日至 14 日之飛航執勤紀錄如表 1 (日期與時間均已轉換為臺北時間)，SAFE 分析結果重點如下：

- 依據實際之飛航執勤期間與 SAFE 預測之組員睡眠時間，分析結果如圖 1，其中正駕駛員事故時之班表疲勞值為 4.68<sup>31</sup>，疲勞程度介於「精神狀況稍差，有點感到疲累」與「有相當程度的疲累感，警覺力有些鬆懈」之間。
- 依據實際之飛航執勤期間與正駕駛員於「事故前睡眠及活動紀錄」問卷 (詳本報告 1.5.2.1 節) 及訪談中提供之事故前實際睡眠時間<sup>32</sup>，正駕駛員事故時之班表疲勞值為 4.76，疲勞程度介於「精神狀況稍差，有點感到疲累」與「有相當程度的疲累感，警覺力有些鬆懈」之間。

表 1 正駕駛員飛航執勤紀錄

報到日期	飛航執勤 起始時間	報到機場	報離日期	飛航執勤 結束時間	報離機場	飛航趟次	派遣人數
107/12/1	1515	桃園	107/12/1	2203	桃園	2	2
107/12/3	0630	桃園	107/12/3	1250	桃園	2	2
107/12/7	0100	桃園	107/12/7	1542	洛杉磯	1	3
107/12/9	0530	洛杉磯	107/12/9	1940	大阪	1	3

<sup>31</sup> SAFE 建議 Samn-Perelli 指數介於 4.7 至 5.0 分間組員應實施個人疲勞管理措施 (fatigue should be managed)；5.0 至 5.3 分間航空公司應有積極的疲勞管理作為 (fatigue should be actively managed)；5.3 至 6.0 分間建議考慮停止派遣 (flights not recommended)；6.0 分以上應禁止派遣 (flight not permitted)。

<sup>32</sup> SAFE 僅能輸入實際睡眠期間，無法輸入睡眠品質。



107/12/10	2200	大阪	107/12/11	0201	桃園	1	3
107/12/13	1730	桃園	107/12/14	0031	桃園	2	2



圖 1 正駕駛員之實際飛航執勤期間班表疲勞值

## 2. 副駕駛員民國 107 年 12 月 2 日至 14 日之班表疲勞值分析

副駕駛員民國 107 年 12 月 2 日至 14 日之飛航執勤紀錄如表 2（日期與時間均已轉換為臺北時間），SAFE 分析結果重點如下：

- 依據實際之飛航執勤期間與 SAFE 預測之組員睡眠時間，分析結果如圖 2，其中副駕駛員事故時之班表疲勞值為 5.05，疲勞程度介於「有相當程度的疲累感，警覺力有些鬆懈」與「非常疲累，注意力已不易集中」之間。
- 依據實際之飛航執勤期間與副駕駛員於「事故前睡眠及活動紀錄」問卷（詳本報告第 1.5.2.2 節）及訪談中提供之事故前實際睡眠時間，副駕駛員事故時之班表疲勞值為 4.49，疲勞程度介於「精神狀況稍差，有點感到疲累」與「有相當程度的疲累感，警覺力有些鬆懈」之間。

懈」之間。

表 2 副駕駛員飛航執勤紀錄

報到日期	飛航執勤 起始時間	報到機場	報離日期	飛航執勤 結束時間	報離機場	飛航趟次	派遣人數
107/12/2	0530	桃園	107/12/2	1249	桃園	2	2
107/12/7	1100	桃園	107/12/8	0002	洛杉磯	1	3
107/12/9	1210	洛杉磯	107/12/9	1411	舊金山	1	3
107/12/10	2140	舊金山	107/12/11	1245	桃園	1	3
107/12/13	1730	桃園	107/12/14	0031	桃園	2	2



圖 2 副駕駛員之實際飛航執勤期間班表疲勞值