

飛航安全調查委員會

航空器飛航事故 事實資料報告

中華民國 107 年 12 月 14 日 中華航空公司 CI6844 班機

BOEING 747-400F 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: ASC-FRP-19-03-002

報告日期:民國108年3月

本頁空白

目 錄

目 錄		Wii
表 目 錄		vi
圖 目 錄		viii
英文縮寫對照簡	[表	X
第1章 事實資	}料	1
1.1 飛航經	返過	1
1.2 人員傷	5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	3
1.5.1	駕駛員經歷	3
1.5	.1.1 正駕駛員	4
1.5	.1.2 副駕駛員	5
1.5.2	駕駛員事故前72小時活動	6
1.5	.2.1 正駕駛員	7
1.5	.2.2 副駕駛員	8
1.6 航空器	資料	9
1.6.1	航空器與發動機基本資料	9
1.6.2	載重平衡	11
1.6.3	事故機維修狀況	. 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	. 18
1.8 助、導		. 20
1.9 通信		. 20

1.10	場站資	料	20
1.11	飛航紀	錄器	21
	1.11.1	座艙語音紀錄器	21
	1.11.2	飛航資料紀錄器	22
	1.11.3	增強型近地警告電腦紀錄	27
	1.11.4	時間同步	28
1.12	航空器	殘骸與撞擊資料	29
	1.12.1	航空器殘骸	29
	1.12.2	現場量測資料	29
1.13	醫學與	病理	32
1.14	火災		32
1.15	生還因	素	32
1.16	測試與	研究	33
	1.16.1	疲勞生物數學模式分析	33
	1.16.2	輪胎檢視與後續維修	33
1.17	組織與	管理	36
1.18	其他資	訊	36
	1.18.1	飛航操作相關手冊內容	36
	1.18	8.1.1 中華航空航務手冊	36
	1.18	8.1.2 中華航空 747 飛航組員操作手冊	45
	1.18.2	訪談資料	49
	1.18	8.2.1 正駕駛員訪談摘要	49
	1.18	8.2.2 副駕駛員訪談摘要	53
	1.18.3	通報經過	55
	1.18.4	事件序列表	56
附錄1 L	LWAS相	目關風向風速計之紀錄資料	60
附錄2 E	GPWC角	浑讀參數	63
附錄3E	GPWS 裁	支術文件	65

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69

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	30
表 1.16-1	1 輪胎基本資料	34

本頁空白

圖目錄

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1	15
圖	1.7-1 亞洲地面天氣分析圖 1	17
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 位置圖 1	19
圖	1.7-4 AWOS 即時風向風速	19
圖	1.10-1 事故機發生機輪觸地位置圖2	21
圖	1.11-1 事故機飛航軌跡圖	24
圖	1.11-2 事故機最後進場及落地期間之飛航軌跡圖2	24
圖	1.11-3 事故機落地階段相關飛航參數圖	25
圖	1.11-4 事故機落地階段相關飛航參數圖2	26
圖	1.11-5 FDR 及 EGPWC 相關參數繪圖	28
圖	1.12-1 B747-400F 型機輪胎編號位置對照圖 3	30
圖	1.12-2 3 具燈具損壞照片圖	31
圖	1.12-3 事故現場圖	31
圖	1.12-4 事故現場測量圖	32
圖	1.16-1 輪胎受損狀況外觀圖	35
圖	1.16-2 輪胎受損位置示意圖	35

本頁空白

英文縮寫對照簡表

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
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
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
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_{APP}	approach speed	進場速度
$ m V_{REF}$	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 B747-400F,國籍標誌及登記號碼 B-18717, 於 2308 時¹自香港赤鱲角國際機場(以下簡稱香港機場)起飛,執行飛往臺 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方 21 公尺處之跑道頭前區域(pre-threshold area), 造成 3 具跑道燈損壞,機上人員均安。

該機由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²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。

¹ 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。

² 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) S。

0019:24 時 (無線電高度 312 呎),該機開始顯著高於進場下滑道,駕駛艙主要飛行顯示器 (primary flight display, PFD)上之下滑道指標於 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。於 0019:37 時 (無線電高度 137 呎)穿越並持續低於進場下滑道。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"sink rate"語音警告,此時下滑道指標偏移量約為 1.72 dot。

0019:46 時,該機於桃園機場 05L 跑道落地,著陸點位於跑道頭前方 21 公尺處之跑道頭前區域,由左側機翼主輪先行著陸,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 (idle)位置。

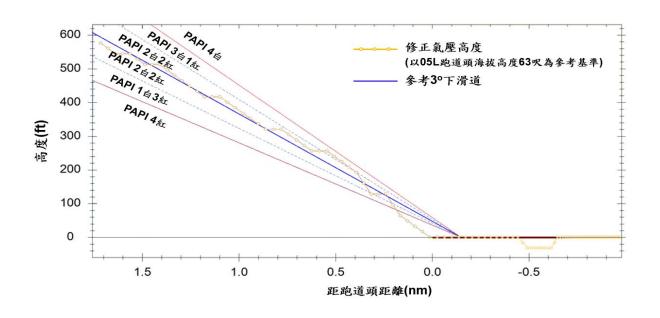


圖 1.1-1 事故航班修正氣壓高度剖面圖

該機完成減速後自N7滑行道脫離跑道,停靠於503號貨運機坪,人員無傷亡,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。該機之修正氣壓高度與 05L 跑道頭距離之變化3如圖 1.1-1;著陸點位置如圖 1.10-1。

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。

³ 以修正氣壓高度與經緯度位置為參考,繪製航機相對於跑道中心線之剖面圖。

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4	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 ⁵	62 小時 59 分	52 小時 15 分

1.5.1.1 正駕駛員

中華民國籍,為中華航空培訓駕駛員,民國 94 年 4 月於澳洲 FTA 飛行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

⁴ 本表所列之飛航時間,均包含事故機之飛行時間,計算至事故發生當時(0019時)為止。

⁵ 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」。

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。

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。正駕駛員個人訓練與考驗紀錄經檢視後,無異常發現。

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」。

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⁶,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)」。

最近一次年度適職性考驗於民國 107 年 9 月 28 日通過;事故前最近一次年度適職性訓練時間為民國 107 年 9 月 29 日,訓練結果為「正常(normal)」。

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。

⁶ 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,並於返回台北後儘速親自投入各機隊信箱。

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

事故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-18	3717	
機型	B747	-400F	
製造廠商	BOE	ZING	
出 廠 序 號	307	769	
生產線序號	13	46	
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 Em	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	
上次定检日期	民國 107 年 10 月 3 日	民國 106 年 10 月 18	
工人人仅仅口别		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	666,0	00 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	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	民國 94 年	民國 93 年	民國 93 年
表 垣 口 朔	4月21日	5月9日	5月12日	7月2日
上次維修廠檢修 後 使 用 時 數	9132.22	17266.53	10585.27	6796.51
上次維修廠檢修 後使用週期數	1858	3420	2135	1377
總使用時數	58793.56	60659.02	54216.77	63497.18
總使用週期數	9824	10874	9893	11178

1.6.2 載重平衡

事故任務載重平衡相關資料如圖 1.6-1 及表 1.6-3 所示,該機飛行期間 載重與平衡均在飛行包絡限制範圍內。

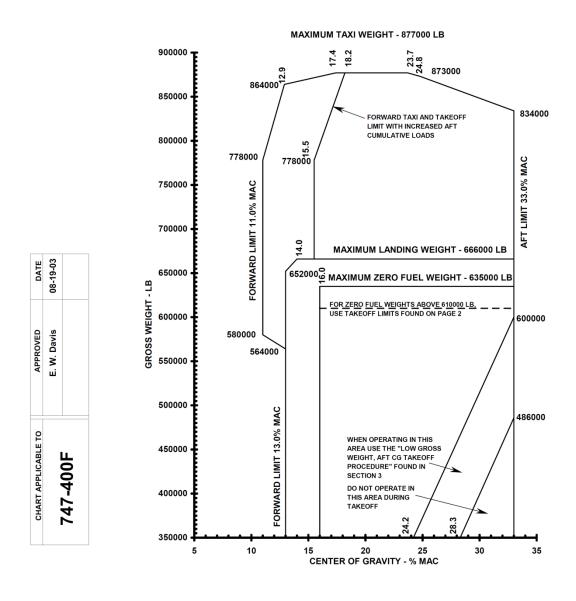
BOEING 747-400

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.



Code 409F
FAA APPROVED **08-26-03** D6U10002 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

單位:磅

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

1.6.3 事故機維修狀況

檢視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。

基本的 EGPWS 提供飛航組員航機實際高度與選擇高度上聽覺及視覺的狀況警覺,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。

主要的模式包含:

- (1) 模式 1 過大的下降率
- (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),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。

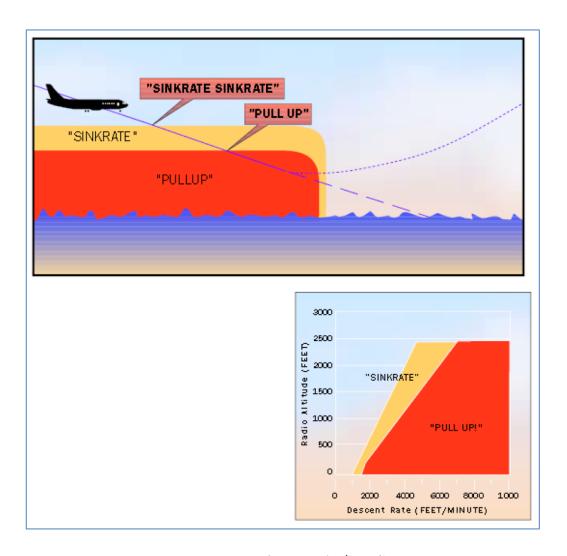


圖 1.6-2 下降率內及外邊界警告區

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 (glide path) 中心線時,外邊界警告區將不被觸發作動,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;若沒有選用語音抑制 (aural declutter) 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。

EGPWS 提供額外的地形淨空底限 (terrain clearance floor, TCF) 以及地形警覺警報和顯示 (terrain awareness alerting and display) 功能。

TCF 是指增加航機與地障之間的間距。目的地機場跑道周遭地障的高度容許範圍跟與跑道距離有直接的關係。跑道地面間距(runway field clearance floor, RFCF)類似在目的地機場跑道周遭增加與地障間距的容許範圍,但特別只針對機場高度比周遭地障都要高的進場路線。TCF 的警示是以飛機所在位置、最近機場跑道中心及雷達高度為基礎。RFCF 的警示是以飛機所在位置、最近機場跑道中心及跑道高度等為基礎。TCF 與 RFCF 在起飛、巡航及進場階段有效,用於彌補 EGPWS 模式 4 在落地階段時某些地形可能造成地障間距不足的狀況。

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。

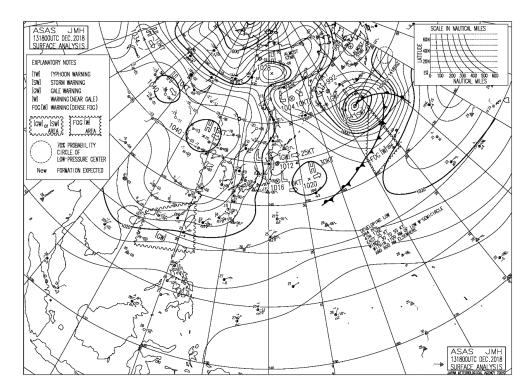


圖 1.7-1 亞洲地面天氣分析圖

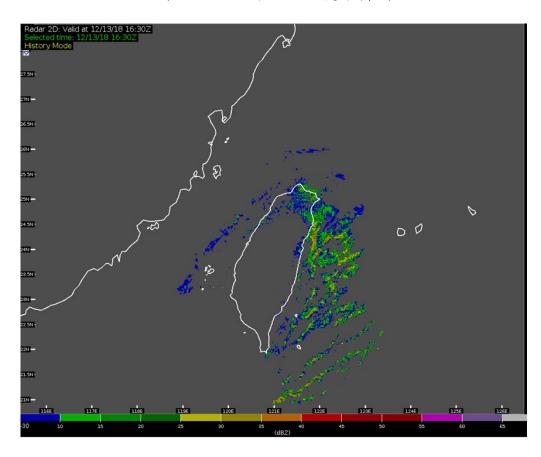


圖 1.7-2 都卜勒氣象雷達回波圖

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℃, 露點 16℃; 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)

事故時桃園機場無風切警報,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

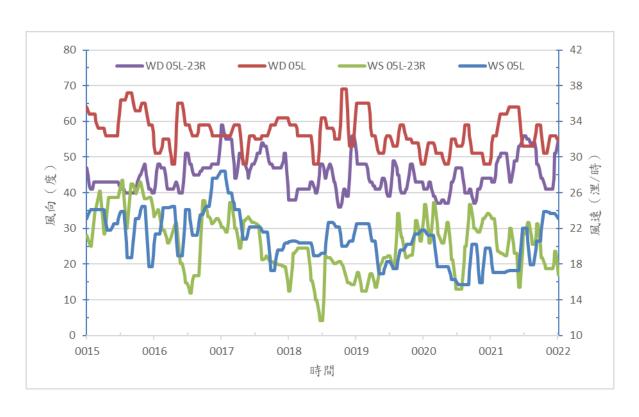


圖 1.7-4 AWOS 即時風向風速

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 浬處,機場標高 108 呎。該跑道鋪面強度 $PCN^775/F/B/X/T$ 。事故機由 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)。

05L 跑道端前方架設進場燈光系統,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。

⁷鋪面分類號碼 (PCN)/鋪面類別 (R:剛性鋪面)/道基強度 (B:中強度 K 值介於 60~120MN/m3)/最大允許胎壓值 (X:1.00MPa<胎壓≦1.50MPa)/評估方法 (U:經驗法)。</p>

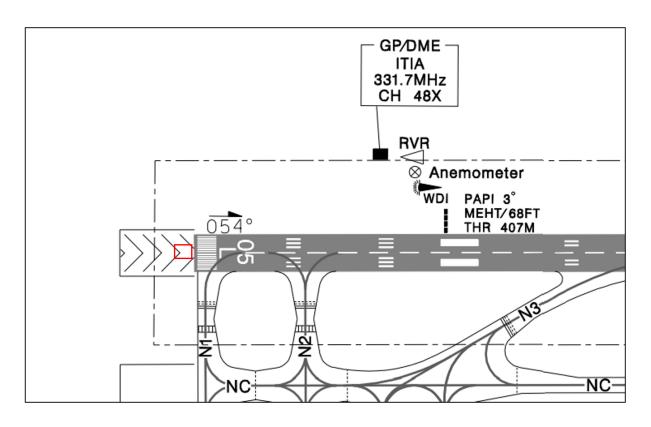


圖 1.10-1 事故機發生機輪觸地位置圖

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,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⁸進行解讀,FDR 共記錄 1,067 項參數,所有參數以 UTC 時間⁹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,事故機由赤鱲角機場 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,3 套 G/P 訊號偏移量自 0.14 dot 開始增加,1619:31 時, G/P 訊號偏移量最高達 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, G/P 訊號偏移量自 0.57 dot 開始減少,0019:37 時至 0019:38 時, G/P 訊號偏移量由正轉負, 航機低於 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,

⁸ Boeing 解讀文件【D243U316 Appendix G, 285U0071-207 DFDAC】。

⁹ FDR UTC Time + 8 Hr = 臺北時間。

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, G/P 訊號偏移量漸減, 最低達-3.36 dot, 期間空速介於 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¹⁰,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。

¹⁰ 事故機型油門桿慢車 (idle) 位置為 35 度。

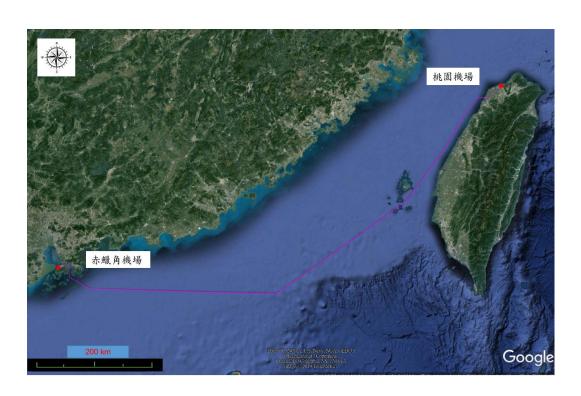


圖 1.11-1 事故機飛航軌跡圖



圖 1.11-2 事故機最後進場及落地期間之飛航軌跡圖

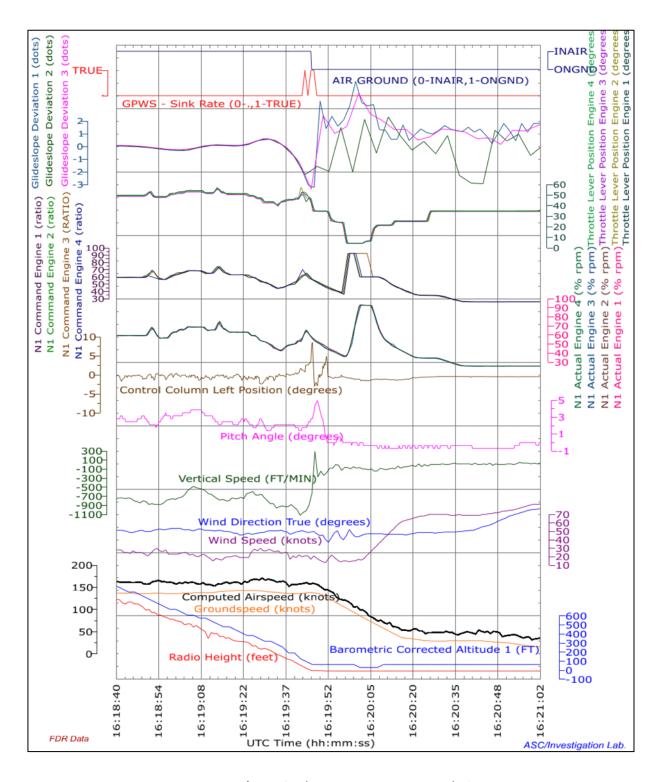


圖 1.11-3 事故機落地階段相關飛航參數圖

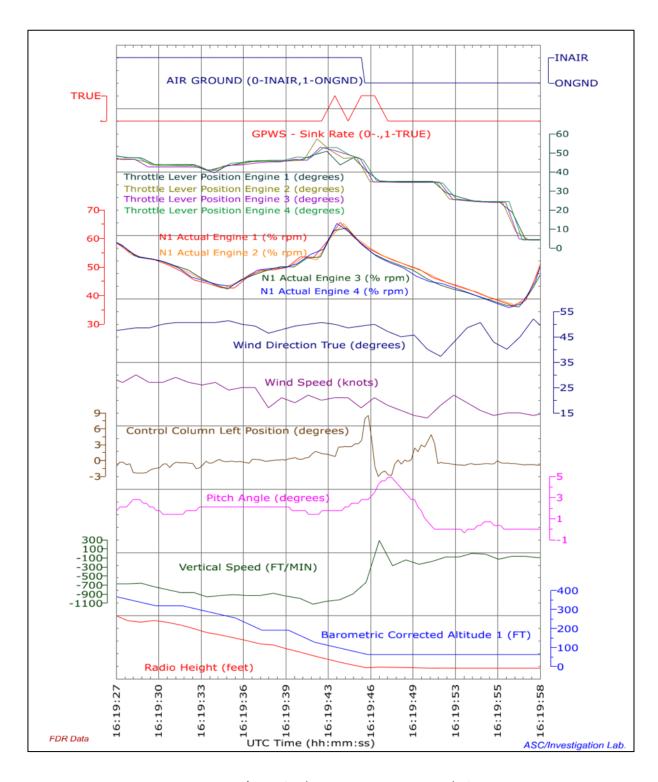


圖 1.11-4 事故機落地階段相關飛航參數圖

1.11.3 增強型近地警告電腦紀錄

事故發生後,華航將事故機上之 EGPWC 送 Honeywell 公司的新加坡維修廠進行解讀, EGPWC 解讀結果,詳附錄 2。節錄其解讀結果:事故機於無線電高度 53.2 呎時致動 MODE 1 (sink rate) 警告持續 1 秒,其 EGPWS 技術文件詳附錄 3。

EGPWC 解讀數據與 FDR 之時間同步詳 1.11.4 節,FDR 與 EGPWC 相關參數繪圖如圖 1.11-5。依據 EGPWC 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。EGPWC 及 FDR 兩者資料紀錄差異將於分析章節討論。

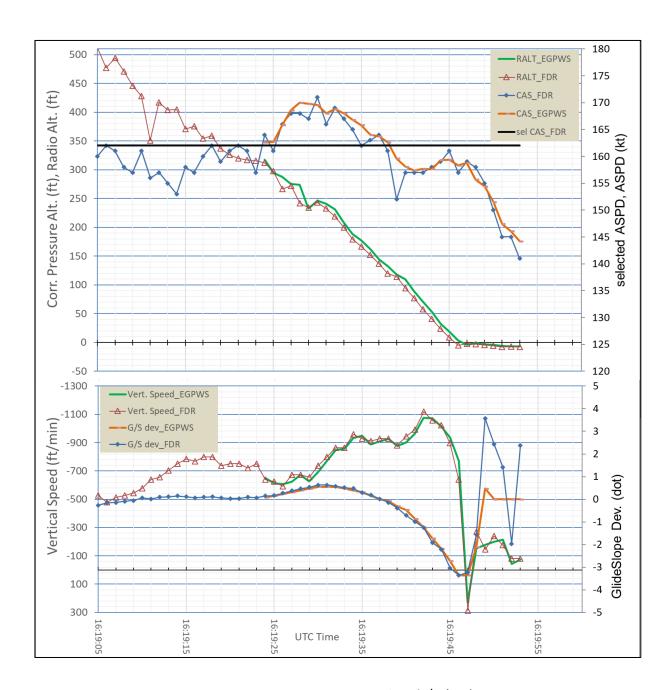


圖 1.11-5 FDR 及 EGPWC 相關參數繪圖

1.11.4 時間同步

比對臺北近場管制臺錄音抄件及 FDR 中之 VHF Keying Left 參數,將 FDR 時間與臺北近場臺時間同步,FDR與臺北近場臺錄音抄件時間無秒差。

比對 EGPWC 解讀結果及 FDR 中之 G/P 訊號偏移量、修正氣壓高度以及下降率等參數,將 EGPWC 與 FDR 時間同步。

EGPWC Time = FDR UTC Time

比對 QAR 與 FDR 之垂直加速度參數,將 QAR 與 FDR 時間同步如下:

QAR GMT Time - 13 seconds = FDR UTC Time

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、右機翼主輪胎痕、右機翼主輪胎痕、右機翼主輪胎痕、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 跑道前方,距 05L 跑道頭約 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。
- 量測結果經與高解析度航拍圖套疊後如圖 1.12-4。

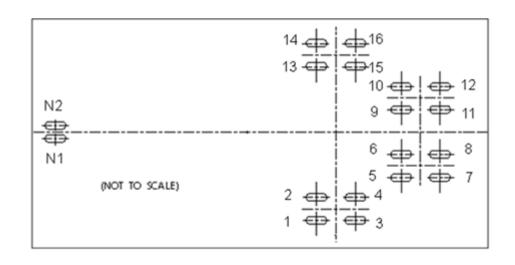


圖 1.12-1 B747-400F 型機輪胎編號位置對照圖

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	参考基準	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	黄色
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

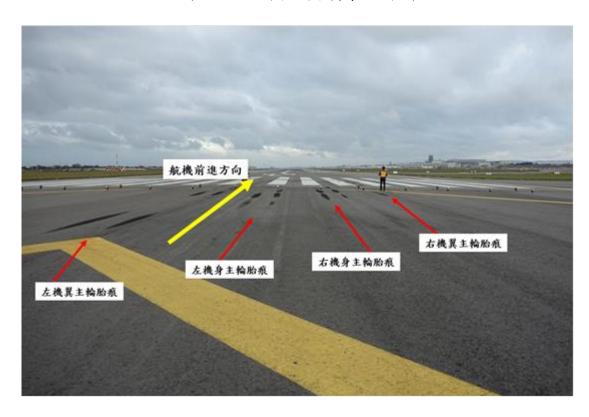


圖 1.12-3 事故現場圖

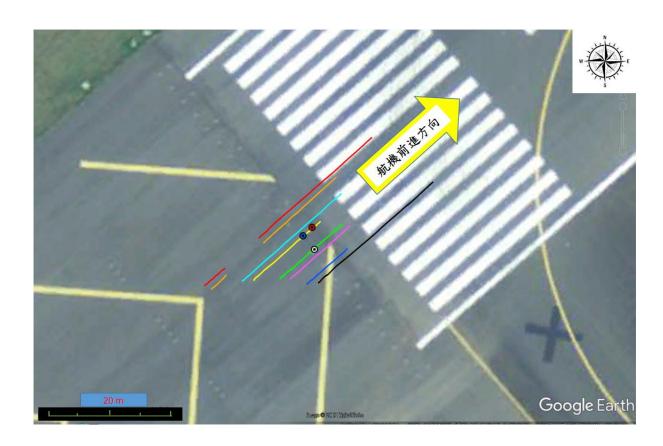


圖 1.12-4 事故現場測量圖

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」有關民用航空運輸業飛航組員派遣相關規定進行排定。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¹¹,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¹²一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 4.68¹³。
- ◆ 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

事故機落地後,機組員於維護紀錄簿上簽註"HARD LANDING",華航維修人員隨後針對鼻輪、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;檢查座艙上甲板及主甲板無異常

¹¹ Fatigue biomathematical model.

¹² 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)。

¹³ 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)。

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。

調查小組接獲通報後前往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。6 號及 8 號主輪胎靠起落架中線側胎肩及胎面處皆明顯有多處損傷,最長處約 10 英吋,最深處約 0.4 英寸。6 號及 8 號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扇(shoulder)及胎面(tread)數處受損,受損處最長達9英寸,最深達0.25英寸,詳圖1.16-1及圖1.16-2。華航機務主管表示:第9號及第11號主輪應可能亦遭受相同受損傷狀況,於該日任務結束次檢查後更換。

6號、8號、9號及11號等四具主輪及輪胎基本資料及受損狀況如下:

主輪編號/位置 6號 8 號 9號 11 號 主 輪 號 168U0100-36 件 主 輪 序 號 A5842 A7241 A5888 A4715 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 民國 107 年 民國 107 年 民國 107 年 民國 107 年 上次檢查時間 10月23日 12月2日 12月2日 10月9日 83155670 X18AW135 215AW115 715AW203 輪 胎 序 號 R0R0R4 **R**1

表 1.16-1 輪胎基本資料



圖 1.16-1 輪胎受損狀況外觀圖

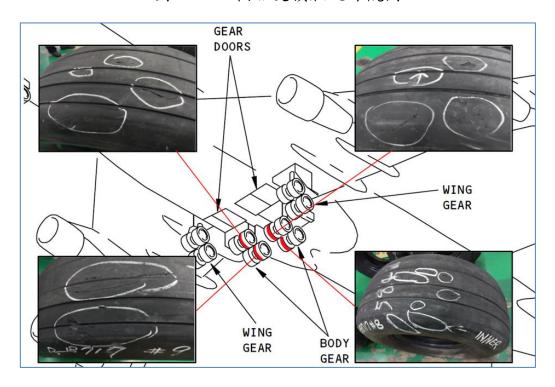


圖 1.16-2 輪胎受損位置示意圖

1.17 組織與管理

無相關議題。

1.18 其他資訊

1.18.1 飛航操作相關手冊內容

1.18.1.1 中華航空航務手冊

中華航空航務手冊¹⁴ (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^{15} 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,

¹⁴ 第36版,生效日期民國107年7月1日。

¹⁵ Crew Scheduling Department.

稱之為資淺正駕駛員。)

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 CM1.

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 浬(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 (17/8 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控制桿/踏板上,並以右手護於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控制桿/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 Vref. / VLS; 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 estab- lished 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,左座駕駛員領立即接手適當操控。

...)

<u>6.11.4 Touchdown (著陸)</u>

All landings shall be made within the TDZ.

(譯:所有落地必須於著陸區內完成。)

1.18.1.2 中華航空 747 飛航組員操作手册

中華航空 747 飛航組員操作手冊¹⁶ (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。

¹⁶ 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.

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	Approach	Maneuvering Required (HND VOR16, JFK VOR13, Circling Approach, etc.)			
Plan the	established in	the landing config.	on proper glic	de path/speed by:			
		AP/FAF, or 1,500), whichever occurs	Section 2				
Stabilized no lower than	1,00	0 ft AAL	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		Maximu	ım 1,200 fpm				

- · 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.

1.18.2 訪談資料

1.18.2.1 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)。

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,正、副駕駛於此期間按程序進行提示,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;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,有毛毛雨,但對視線無太大的妨礙,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。

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 PAPI¹⁷三白或四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 浬/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

¹⁷ precision approach path indicator, PAPI,精確進場滑降指示燈。

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,曾以無線電詢問塔台「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。

1.18.2.2 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。

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 (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台,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。

1.18.3 通報經過

民國 107 年 12 月 14 日上午約 1100 時,桃園機場公司以電話通知本會桃園機場於當日上午 1000 聯合巡場時發現跑道頭燈遭撞斷,在跑道狀況確認後行於 1105 分開放跑道。桃園機場公司經調閱閉路電視後指出,該事故應為當日凌晨,一架自香港國際機場起飛之中華航空公司 B747-400F 型貨機,航班號碼 CI6844,約於台北時間 0020 時於桃園國際機場 05L 跑道落地時疑似碰撞跑道頭燈所造成,經查確認該機落地後機長回報疑似重落地並向機場航務處回報。

航務處表示依據當日執勤紀錄,凌晨 0030 左右曾因跑道濕滑積水對部分區域進行跑道巡場,但無任何發現或紀錄備註。該狀況於當日下午 1400 關閉 05L 跑道執行跑道燈更換,狀況於 1430 排除。

1.18.4 事件序列表

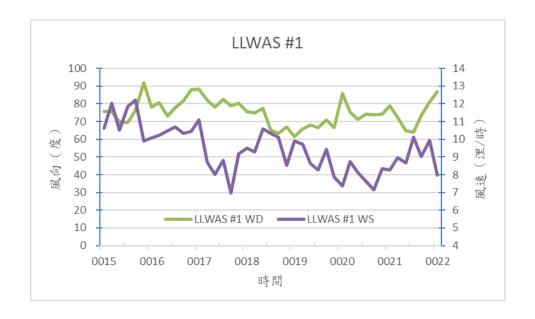
開始時間	停止時間	說明	資料來源
0001:11	0001:17	[APP] dynasty six eight four four descend and maintain five thousand information sierra q n h one zero two five [CAL6844] descend five thousand sierra one zero two five dynasty six eight four four	臺北近場 台
0006:05	0016:09	[APP] dynasty six eight four four jammy at or above five thousand clear I l s runway zero five left approach [CAL6844] cross jammy at or above five thousand clear i l s runway zero five left approach dynasty six eight four four	量北近場
0016:49	0016:57	[LC] dynasty six eight four four runway zero five left wind zero six zero degress two two knots number two cleared to land number one traffic about to touchdown [CAL6844] runway zero five left number two cleared to land dynasty six eight four four	桃園 機場 管制塔台
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	FDR PM 訪談

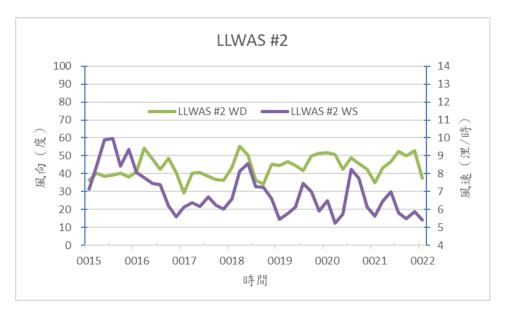
		25 度、Vref 152 浬/時、Vapp 162 浬/時、跑道磁航向 54 度	
0016:58	0016:58	修正氣壓高度約 2,210 呎,攔截下滑道訊號,下滑道	
0016:55	0017:00	訊號屬穩定狀態(+/- 0.04 dot) 修正氣壓高度約 2,210 呎至 2,180 呎,收到 ATIS S 天 氣資訊:	PM 訪談 FDR
0010.33	0017.00	05L 跑道場面風向 060 度、風速 20 浬/時,有毛毛雨	PM 訪談
0017.24	0017.26	[訪談] P/F 解除自動駕駛與自動油門,改以手控方式 繼續進場。	FDR
0017:24	0017:26	修正氣壓高度約 1,890 呎至 1,860 呎; 4 具發動機 N1 轉速約 67%。	PF 訪談
		[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,	FDR
0018:30	00118:35		PF 訪談
		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%。	
0010.40	0010.51	[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;	FDR
0018:48	0018:51	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%。	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; 下滑道訊號由-0.03 dot 轉為-0.05 dot;	FDR
0019:09	0019:14	4 具發動機 N1 轉速約 69%。 [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;	FDR

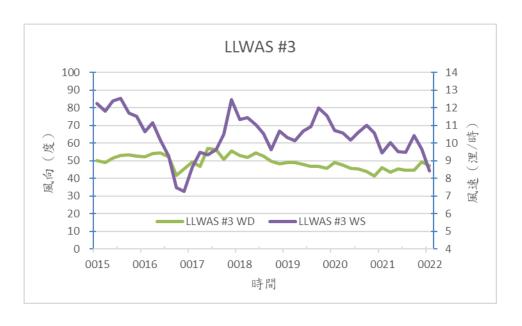
		T	
0019:14	0019:16	空速由 161 浬/時減至 153 浬/時; 下降率由 540 呎/分增為 750 呎/分; 下滑道訊號由-0.05 dot 轉為+0.14 dot; 4 具發動機 N1 轉速由 69%收至 65% [訪談] 無線電高度約 400 ~ 380 呎,PM 提醒 PF 高度稍微低了,PF 補了一點油門。 修正氣壓高度約 580 呎至 540 呎; 地速 139 浬/時增為 141 浬/時; 空速由 153 浬/時減至 158 浬/時; 下降率介於 760~800 呎/分; 下滑道訊號 0.10 dot; 4 具發動機 N1 轉速由 64%增為 75%	FDR PF 訪談
0019:36	0019:45	[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。 [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。 修正氣壓高度約 260 呎至 100 呎;地速 137+/-1 浬/時;空速變化 158+/-6 浬/時;下滑道訊號+0.18 dot 轉為-3.04 dot;下降率變化 928 → 1120 → 1056 →896 呎/分;4 具發動機 N1 轉速由 43%增為 66%	
0019:43	0019:43	[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。 無線電高度 53.2 呎; 下降率 1,072 呎/分, EGPWS 觸發"sink rate"語音警告; 下滑道指標訊號-1.72 dot;	
0019:44	0019:47	[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。「GPWS-Sink Rate」致動 3 次	PM 訪談 FDR EGPWC

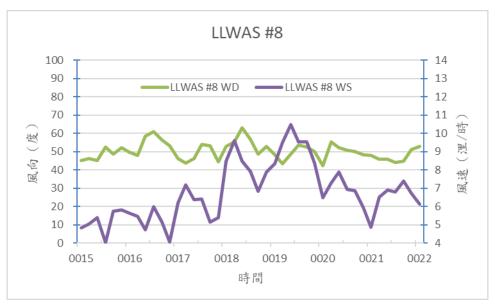
		[訪談] 本次落地前 GPWS 除發出"sink rate"語音警示外,並未自動播報雷達高度(即 fifty, forty, thirty, twenty, ten)。 Max Vert. Acc. 1.83 g;	
		Inertial Vert. Speed 844 呎/分;	
0010 45	0010 46 0		ACMS
0019:45	0019:46.9	無線電高度9呎降至-5呎	load report
		Max Vert. Acc. 1.94 g;	
		Inertial Vert. Speed 896 呎/分;	FDR
		仰角介於 1.8 度至 2.8 度;	
		4 具發動機油門桿介於 57~35 度。	
		0019:46.9 主輪觸地時間	
		[CAL061] dynasty zero six one [LC] go ahead	桃園機場
0021:04	0021:17	[CAL061] 麻煩派人來那個 threshold 那邊看一下好	管制塔台
		像有東西掉再那個八條白線上面	錄音抄件
		[LC] 中華洞六勾是在 november one 上嗎	
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
		塔臺轉告 CAL061 回報 N1 滑行道有 FOD,通知場面	
0022	0040	席去查看	桃園機場
		場面席巡視後回報塔臺 N1 滑行道無異常	航務處工
1046	1046	05L 跑道聯合巡場時發現 2 盞 05L 跑道頭燈及 1 盞	作紀錄
1040	1040	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,損壞燈具以換新並經測試正常。	桃園機場 航務處工 作紀錄

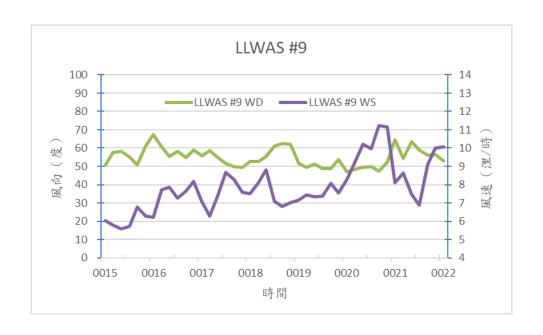
附錄 1 LLWAS 相關風向風速計之紀錄資料











附錄 2 EGPWC 解讀參數

v																														L
SAT	1	1	11	1	12	1	1	12	17	1	12	17	1	12	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	ę
LOC Dev	0	0	0	0	0	0	0	0	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	•
GS Dev	0.078	0.156	0.234	0.312	0.391	0.469	0.547	0.547	0.547	0.469	0.391	0.312	0.156	0	-0.078	-0.312	-0.469	-0.859	-1.25	-1.719	-2.188	-2.734	-3.359	-3.359	-2.109	0.469	*2.188	*2.188	*-3.203	307 **
N. Accl	1.04883	1.01379	1.0448	0.96204	0.99377	0.96448	0.95911	0.98157	0.98022	0.98291	0.96069	1.0094	0.98621	0.97607	1.00549	1.01648	0.94287	0.97693	0.9303	1.01074	0.98926	1.06787	1.11951	1.14148	0.8396	1.14795	0.90833	1.15869	0.94482	* 00000
L. Accl	0.07153	0.05432	0.03418	0.01843	0.01196	0.01343	0.00366	0.00793	0.00037	0.00061	0	0.00916	0.00757	0.00879	0.02405	0.0376	0.03027	0.03796	0.02539	0.05725	0.07764	0.07837	0.07324	0.02917	-0.00513	0.0083	-0.16077	-0.19653	-0.17834	40004
BAOA	5.625	5.625	4.92188	3.51563	4.21875	4.21875	4.21875	4.21875	4.21875	4.21875	4.92188	5.625	4.92188	4.92188	5.625	6.32813	4.92188	5.625	4.21875	5.625	5.625	5.625	5.625	3.51563	4.92188	4.92188	4.21875	2.10938	0.70313	
Roll	0	0.7	0.7	1,4	1.4	1.4	1,4	0	0	1,4	3.5	2.8	0.7	0	0	4.4	-0.7	0.7	0	0	0	-0.7	-5.1	4.4	0	0	0	0	0	ļ
Pitch	2.8	2.1	2.1	1.4	2.1	2.8	2.1	1.4	1.4	1.4	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	1.4	1.4	1.4	1.4	2.1	2.8	3.5	4.9	3.5	2.1	0	0	ţ,
Tru Hd P	48.2	48.2	48.3	48.5	48.7	49	49.2	49.4	49.5	49.6	50.1	50.4	50.5	50.4	2	49.9	49.8	90	50.2	50.1	49.9	49.7	49.5	49.2	48.9	48.9	48.9	47.9	47.5	
Tru Trk	48.3	48	48	48	48.1	48.3	48.5	48.7	48.7	48.9	49.2	49.2	49.4	90	90	50.2	90	49.9	49.8	49.7	49.8	49.8	49.6	49.3	49	49	48.9	49.1	49.1	l
Alt Rte	-650	-613	-607	-624	-671	-626	-693	-773	-847	-856	-932	-949	-887	-906	-927	-877	-905	-962	-1076	-1072	-1014	-935	-769	228	-151	-177	-201	-213	43	İ
Rad Alt	317.5	295	287.8	275.5	274	232.5	246.2	241.2	231	208.5	188.8	177.2	162.5	144.2	132.5	118	110.2	88	71.5	53.2	32.5	18.5	3.8	-3.8	-1.5	-3.2	4.2	-6.2	9-9-	ı
Geo Alt	412	394	392	384	376	362	350	340	330	306	292	284	566	248	236	210	200	184	170	148	112	104	82	7.5	89	70	7.5	74	78	I
Uncorr Alt	98	20	68	58	90	38	26	12	0	-18	-30	44	-62	-78	-90	-114	-128	-142	-158	-180	-210	-228	-248	-244	-252	-252	-250	-246	-240	
GPS Alt	436	414	414	404	394	384	372	362	350	322	308	308	292	262	262	246	230	216	200	184	148	148	132	118	112	112	110	110	110	İ
Gspd	142.9	143.4	143.4	143.5	143.4	143	142.5	142	141.4	140.1	139.5	139.5	138.9	137.6	137.6	137	136.6	136.5	136.2	136.2	136.6	136.6	137.4	138	136.9	136.9	136	132.4	-	ŧ
TAS	162.8	165.1	170.2	172.6	170.8	172.3	167.3	167.9	170.3	166.3	166.4	164.7	162.8	162.1	163.1	157	160.1	156.7	159.3	160	160.9	159.2	154	156.3	152.9	150.6	148.1	146.8	143.2	
CAS	162.6	162.7	165.8	168.6	170	169.8	169.6	168	168.8	168	166.8	165.8	164	163.7	162.6	159.6	158.1	157.4	157.7	157.6	159.3	159.4	158.3	158.8	155.7	154.4	151.5	147.4	146.1	İ
HFOM		0.0278	0.0278	-	0.0278	0.0278	_	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	0.0278	÷
Long	n	121.20417	121.20471	121.20526	121.2058	121.20634	121.20689	121.20744	121.20798	121.20905	121.20959	121.20959	121.21013	121.2112	121.2112	121.21174	121.21227	121.2128	121.21333	121.21386	121.21439	121.21492	121.21545	121.21599	121.21704	121.21704	121.21756	121.21858	-	٠

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.
 - 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 konts, 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.
 - 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 goaround 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 II S 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.

CHI ALL		34-46-00
		Page 9
l	D633U101-49	Mar 15/2015
	ECCN 9E991 BOEING PROPRIETARY - Copyright © Unpublished Work - See title page for details	



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)

CHI ALL			34-46-00
			Page 10
		D633U101-49	Mar 15/2015
	ECCN 9E991 BOEING PROPRIETARY - Co	ppyright © Unpublished Work - See title page for details	

Geometric Altitude

Continued

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

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 a 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", d, j	7
"Pull Up" ^k	1, 2
"Terrain, Terrain"	
"V1" ^c	ANN
"Engine Fail" c	ANN
"Terrain, Terrain Pull Up" h, k	
"Obstacle, Obstacle Pull Up" c, i, k	
"Terrain"	2
"Minimums" a, c	
"Caution Terrain, Caution Terrain" c, f	TA
"Caution Obstacle, Caution Obstacle" c, g	TA
"Too Low Terrain"	4 TCF

Aural	MESSAGE	MODE				
Message Priority Continued	Altitude Callouts c	6				
	"Speed Brake, Speed Brake" c	6				
	"Too Low Gear"	4A				
	"Too Low Flaps"					
	"Sink Rate, Sink Rate"	1				
	"Don't Sink, Don't Sink"					
	"Glideslope"					
	"Approaching Minimums" b, c					
	"Bank Angle, Bank Angle" c					
	"Caution Windshear" c, d, e					
	"Autopilot" c					
	1. HER PERSON AND A SERVICE FOR SERVICE STATE OF THE SERVICE STATE OF TH					
	"Airspeed Low, Airspeed Low" c					
	"Flaps, Flaps" c	6				
	"Too High, Too High"					
	"Too Fast, Too Fast"					
	"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	т 11				
	RAAS = Runway Awareness and Advisory System (including Lo and Takeoff Flap Configuration Monitors)	ong Landing				

060-4241-000 Rev H, August 2011 System Description

Low Airspeed Monitor

MON = Stabilized Approach Monitor, Altimeter Monitor, Takeoff Flap Configuration Monitor, Long Landing Monitor, Corrected Altitude Monitor,

 $\label{eq:annuclated} ANN = EGPWS \ annunclated \ alert \ generated \ by \ another \ aircraft \ system.$

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 4.68¹⁸,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,警費力有些鬆懈」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」問券(詳本報告第1.5.2.1節)及訪談中提供之事故前實際睡眠時間 19,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

¹⁸ 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)。

¹⁹ 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」問券(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

解」之間。

表 2 副駕駛員飛航執勤紀錄

報到日期	飛航執勤	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