



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 04 月 23 日

德安航空股份有限公司 DA 7012 班機

Viking Air DHC-6-400 型機

國籍標誌及登記號碼 B-55573

落地階段於高雄國際機場偏出跑道

報告編號：ASC-FRP-18-08-001

報告日期：民國 107 年 8 月

目錄

目錄	i
表目錄	iv
圖目錄	v
英文縮寫對照簡表.....	viii
第 1 章 事實資料	1
1.1 飛航經過.....	1
1.2 人員傷害.....	2
1.3 航空器損害.....	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	7
1.6 航空器資料.....	8
1.6.1 航空器與發動機基本資料	8
1.6.2 維修資訊	10
1.6.3 載重與平衡.....	10
1.6.4 液壓系統概述	11
1.7 天氣資料.....	13
1.7.1 天氣概述	13
1.7.2 地面天氣觀測	15
1.8 助、導航設施.....	15
1.9 通信.....	16
1.10 場站資料.....	16
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	跑道監控錄影與其他目擊影像	27
1.12	航空器殘骸與撞擊資料	33
1.12.1	航空器撞擊資料	33
1.12.2	現場量測資料	35
1.13	醫療與病理	37
1.14	火災	37
1.15	生還因素	37
1.16	測試與研究	38
1.16.1	差異推力測試	38
1.16.2	事故機 FDR 風速紀錄測試	39
1.16.3	鼻輪轉向操作及 CVR 音頻分析	41
1.16.4	疲勞生物數學模式分析	45
1.17	組織與管理	48
1.17.1	德安航空航務處	48
1.17.2	德安航空 DHC-6-400 機隊	49
1.17.3	技術研討會	51
1.17.4	安全通告	52
1.17.5	自我督察作業	53
1.18	其他資料	56
1.18.1	飛航操作相關手冊內容	56
1.18.1.1	DHC-6-400 型機飛機操作手冊	56
1.18.1.2	DHC-6-400 型機飛行員操作手冊及飛航手冊	59
1.18.1.3	德安航空航務手冊	61
1.18.2	訪談摘要	61
1.18.2.1	正駕駛員	61
1.18.2.2	副駕駛員	66
1.18.2.3	德安航空航務處長	69
1.18.2.4	德安航空 DHC-6-400 機隊總機師	70

1.18.2.5	德安航空 DHC-6-400 機隊檢定駕駛員	73
1.18.2.6	德安航空 DHC-6-400 機隊教師駕駛員	74
附錄 1	德安航空 DHC-6-400 機隊通告	76

表目錄

表 1.2-1 人員傷亡表	2
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	9
表 1.6-2 發動機基本資料	10
表 1.6-3 載重及平衡相關資料表	11
表 1.12-1 事故現場量測項目	37
表 1.16-1 事故機風速資料比較	40
表 1.16-2 該機飛行測試風速資料比較	40
表 1.17-1 DHC-6-400 機隊人數與派遣統計表	51
表 1.17-2 航務處自我督察檢查表	54
表 1.17-3 航務處離島航線風險評估/駕駛艙航路檢查表	55

圖目錄

圖 1.1-1 事故機落地滾行軌跡	2
圖 1.6-1 事故任務載重平衡資料	11
圖 1.6-2 液壓系統流路示意圖	12
圖 1.7-1 1400 時亞洲地面天氣分析圖	13
圖 1.7-2 1720 時紅外線衛星雲圖	14
圖 1.7-3 1720 時都卜勒氣象雷達回波圖	14
圖 1.7-4 高雄機場 AWOS 瞬時風向風速	15
圖 1.10-1 高雄機場圖	17
圖 1.10-2 高雄機場跑道 4 月 12 日抗滑檢測結果	19
圖 1.10-3 高雄機場跑道 5 月 14 日抗滑檢測結果	20
圖 1.11-1 事故航班飛航參數繪圖	25
圖 1.11-2 進場期間飛航參數繪圖	26
圖 1.11-3 事故發生期間飛航參數繪圖	26
圖 1.11-4 事故機飛航軌跡	27
圖 1.11-5 事故當時各影像來源所在位置與拍攝角度	29
圖 1.11-6 事故機右輪觸地影像	29
圖 1.11-7 事故機通過 B 滑行道影像	29
圖 1.11-8 事故機脫離行車紀錄器前影像	30

圖 1.11-9 事故機於跑道中心線右側照片	30
圖 1.11-10 事故機於跑道中心線照片	31
圖 1.11-11 事故機於跑道中心線左側照片	31
圖 1.11-12 事故機鼻輪進入草地照片	32
圖 1.11-13 事故機航向與跑道方向垂直照片	32
圖 1.11-14 事故機停止照片	33
圖 1.12-1 事故後上下扭力臂插銷拆除圖示	34
圖 1.12-2 事故後鼻輪轉向手柄位置	35
圖 1.12-3 量測成果、事故機位置與 CVR 抄件套疊圖	36
圖 1.16-1 事故發生期間滑行時動力與油耗關係圖	38
圖 1.16-2 事故當日前兩班於高雄落地之風速比較	41
圖 1.16-3 鼻輪轉向手柄位置示意	41
圖 1.16-4 鼻輪轉向手柄量測位置示意	42
圖 1.16-5 事故機地面測試音頻分析結果	43
圖 1.16-6 事故機起飛前 CVR 音頻分析結果	44
圖 1.16-7 事故機事故期間 CVR 音頻分析結果	44
圖 1.16-8 民國 106 年 10 月 19 日至 30 日間班表疲勞風險分析	47
圖 1.16-9 民國 107 年 4 月 29 日至 30 日間班表疲勞風險分析	48
圖 1.17-1 德安航空航務處組織圖	49

圖 1.17-2 德安航空航務處安全管理作業項目	56
--------------------------------	----

英文縮寫對照簡表

AFM	airplane flight manual	飛航手冊
AOM	aircraft operation manual	飛機操作手冊
AWOS	automated weather observation	自動氣象觀測系統
CVR	cockpit voice recorder	座艙語音紀錄器
FDR	flight data recorder	飛航資料紀錄器
GPWS	ground proximity warning system	近地警告系統
PAPI	precision approach path indicator	精確進場滑降指示燈
PF	pilot flying	操控駕駛員
PM	pilot monitoring	監控駕駛員
POH	pilot operating handbook	飛行員操作手冊
SAFE	system for aircrew fatigue evaluation	飛航組員疲勞評估模組
TSB	Transportation Safety Board of Canada	加拿大運輸安全委員會
V _{APP}	approach speed	進場速度
V _{REF}	landing reference speed	落地參考速度
V _{TGT}	target speed	目標速度

第 1 章 事實資料

1.1 飛航經過

民國 107 年 4 月 23 日，德安航空股份有限公司（以下簡稱德安航空）定期載客班機 DA 7012，機型 Viking Air DHC-6-400，國籍標誌及登記號碼 B-55573，於 1658 時¹自七美機場起飛，執行飛往高雄國際機場（以下簡稱高雄機場）之載客任務。機上載有正駕駛員、副駕駛員各 1 人及乘客 15 人，共計 17 人。正駕駛員坐於駕駛艙左座擔任操控駕駛員（pilot flying, PF），副駕駛員坐於駕駛艙右座擔任監控駕駛員（pilot monitoring, PM）。

該機起飛後保持 4,000 呎巡航高度朝東南方向飛行，到場時飛航組員先依照高雄機場 SIGANG ONE KILO ARR (SN1K) 儀器進場程序飛行，後於 1715 時獲高雄近場臺許可執行高雄機場 09 跑道目視進場；高雄機場管制臺於 1719 時告知 09 跑道風向 180 度、風速 12 浬/時，許可該機落地。

該機落地使用 20 度襟翼，落地參考速度(landing reference speed, V_{REF})為 75 浬/時，進場速度 (approach speed, V_{APP}) 為 80 浬/時；飛航組員於 1720 時執行最後進場檢查程序 (final checklist)，副駕駛員曾唸出“nose wheel steering”，正駕駛員曾回覆“centered and locked”。副駕駛員約於 1721:46 時，該機下降通過 200 呎高度後，呼叫「右側十七尾風二」，告知正駕駛員儀表顯示之風向/風速資訊。

1722:10 時，該機於高雄機場 09 跑道落地，著陸點位於著陸點標線 (aiming point marking) 前，由右主輪先行著陸。現場量測結果顯示，該機於跑道上遺留之胎痕起始於距離 09 跑道頭 1,675 呎處，位於跑道中心線右側 5 呎。減速滾行過程通過 B 滑行道時，胎痕開始與跑道中心線呈 5 度夾角偏向跑道右側，隨後於距離 09 跑道頭約 2,100 呎處轉為左偏，跨越中心

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。

線後於距離 09 跑道頭約 2,500 呎處以約 35 度夾角向左偏出跑道邊線，最終停止於距離 09 跑道頭約 2,630 呎，距離跑道邊線約 180 呎之草地上，機頭朝向 276 度方位，與進場落地方向相反。人員無受傷，航機右主輪癟氣。

事故機落地滾行軌跡如圖 1.1-1；飛航組員於該機落地至偏出道面期間之對話，如圖 1.12-4 所示。

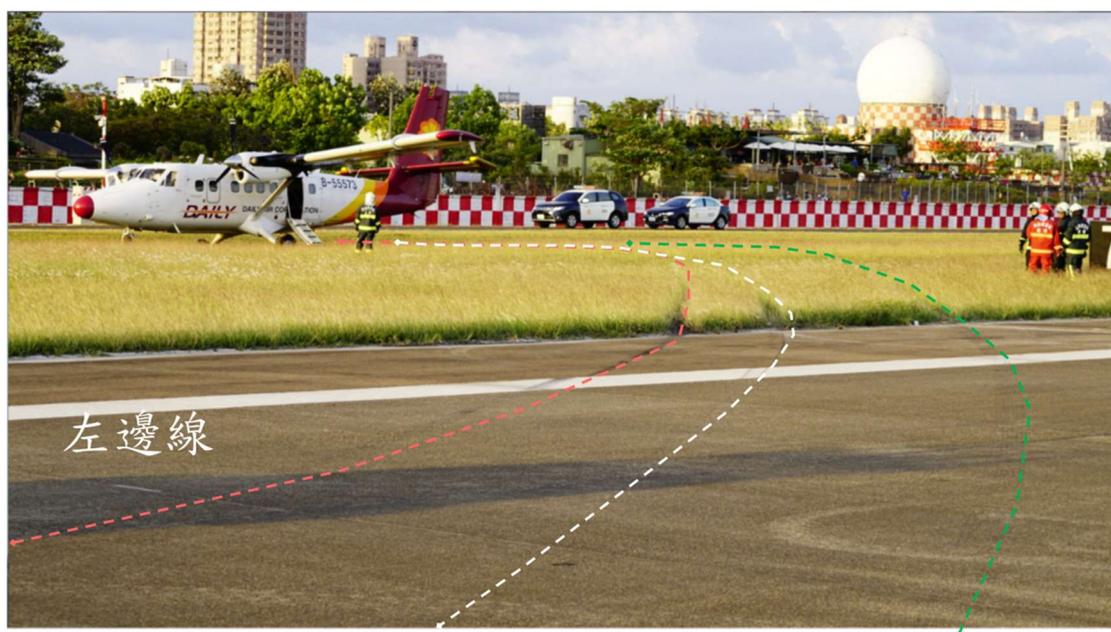


圖 1.1-1 事故機落地滾行軌跡

1.2 人員傷害

本事故無人員傷亡，如表 1.2-1。

表 1.2-1 人員傷亡表

傷亡情況	飛航組員	客艙組員	乘客	其他	小計
死亡	0	0	0	0	0
重傷	0	0	0	0	0
輕傷	0	0	0	0	0
無傷	2	0	15		17
總人數	2	0	15	0	17

1.3 航空器損害

航空器無損害。

1.4 其他損害情況

無其他損害。

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	56	43
進入公司日期	民國 101 年 3 月	民國 105 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	DHC-6-400	DHC-6-400, B-777
發證日期	民國 107 年 1 月 17 日	民國 105 年 9 月 12 日
終止日期	民國 111 年 10 月 28 日	民國 110 年 9 月 11 日
體格檢查種類	甲類駕駛員	甲類駕駛員
終止日期	民國 107 年 8 月 31 日	民國 107 年 7 月 31 日
總飛航時間 ²	5,564 小時 3 分	1,365 小時 25 分
事故型機飛航時間	204 小時 8 分	819 小時 25 分
最近 12 個月飛航時間	300 小時 53 分	517 小時 00 分
最近 90 日內飛航時間	172 小時 11 分	151 小時 13 分
最近 30 日內飛航時間	75 小時 2 分	69 小時 28 分
最近 7 日內飛航時間	18 小時 30 分	29 小時 25 分
事故前 24 小時飛航時間	6 小時 32 分	6 小時 32 分
派飛事故首次任務前之休息期間 ³	14 小時 10 分	14 小時 10 分

1.5.1.1 正駕駛員

中華民國籍，曾為軍機飛行員，於民國 101 年 3 月進入德安航空，同年 5 月通過給證考試取得我國飛機商用駕駛員執照，同年 6 月完成航路考驗，開始擔任 Dornier DO-228 型機副駕駛員。民國 103 年 12 月，因於升等 DO-228 型機正駕駛員訓練過程中發生落地時未放起落架導致航機以機腹著陸之飛航事故，曾短暫離開德安航空，後於民國 104 年 2 月回任 DO-228 型機副駕駛員。

民國 106 年 9 月，正駕駛員通過德安航空升訓口試評鑑，並於同年 10

² 本表所列之飛航時間，均包含事故航班之飛行時間，計算至事故發生當時（1722 時）為止。

³ 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」。

月取得我國飛機民航運輸駕駛員執照。完成德安航空升訓資格審查後，開始接受（非本機型）副駕駛員升等 DHC-6-400 型機正駕駛員訓練。依序完成學科訓練、飛行術科訓練與考驗後，於民國 107 年 3 月 28 日通過航路考驗之檢定，開始擔任 DHC-6-400 型機正駕駛員，飛行西部航線⁴。事故前最近一次年度複訓於民國 106 年 6 月 3 日開始，並於同年 8 月 2 日完成年度考驗，檢定結果為：「passed」。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 DHC-6-400*，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：「空白 *NIL*」。

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 2 月 12 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 for near vision.*」。事故後於高雄機場航務組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，曾任職航空公司機務人員，自行赴美學飛取得商用駕駛員執照（CPL）後，於民國 105 年 1 月進入德安航空。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 DHC-6-400, B-777* 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：「*DHC-6-400 F/O; B-777 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*」。

⁴ 德安航空航務手冊第 15.6.9 節規定：正駕駛員完訓後於面臨第一次離島東北季風時，應由教師駕駛員陪飛，由檢定駕駛員考驗合格簽註後，始得擔任該航段機長（*pilot-in-command, PIC*）。另第 19.3.6 節規定：完訓之正駕駛員在面臨第一次離島東北季風時，需由教師駕駛員陪飛西線 10~20 航段、東線 20~40 航段後，由檢定駕駛員考驗合格後始可派飛。

Proficient; ICAO L5 Expiry 2018-05-17」。

副駕駛員於國內完成 DHC-6-400 型機學科訓練後，於民國 105 年 7 月赴加拿大 Pacific Sky Aviation Inc 接受飛行術科訓練，返國後於同年 9 月開始接受本場訓練與航路訓練，並於同年 12 月 24 日通過航路考驗之檢定，開始擔任該型機副駕駛員。事故前最近一次年度複訓於民國 107 年 1 月 4 日開始，並於同年 3 月 20 日完成年度考驗，檢定結果為：「PASS」。個人訓練與考驗紀錄經檢視後，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 1 月 15 日，體檢及格證限制欄內註記為：「NONE」。事故後於高雄機場航務組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

本節係摘錄自駕駛員於事故後填答之「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。

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

1.5.2.1 正駕駛員

- 4 月 20 日： 參加德安航空飛安促進會後，搭乘 1921 時之火車由臺東返回高雄，約於 2230 時返抵公司宿舍，2250 時就寢。
- 4 月 21 日： 0600 時起床，0700 時於高雄機場報到後執行 8 架次飛航任務，1644 時返抵高雄機場，2130 時就寢。
- 4 月 22 日： 0800 時起床，0950 時於高雄機場報到後執行 6 架次飛航任務，1710 時返抵高雄機場，2100 時就寢。
- 4 月 23 日： 0600 時起床，0720 時於高雄機場報到後執行 8 架次飛航任務。上午執行 4 架次並返抵高雄機場，因天氣因素，下午原訂 1310 時起飛之任務延誤至約 1400 時起飛。當日最後一架次係七美機場至高雄機場，約於 1722 時落地後偏出跑道，發生本事故。

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：「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。」；正駕駛員自行描述事故當時之疲勞程度為：「事故時身體狀況未有疲勞現象」。正駕駛員於問卷中表示無睡眠障礙與影響睡眠之病痛，另外，平日除服用維他命 B 群與護肝保健食品外，未服用其他藥物。

1.5.2.2 副駕駛員

- 4 月 20 日： 1700 時結束當日 8 架次飛航任務後返抵高雄機場，2230 時就寢。
- 4 月 21 日： 0600 時起床，0700 時於高雄機場報到後執行 8 架次飛航任務，1644 時返抵高雄機場，2230 時就寢。
- 4 月 22 日： 0700 時起床，0910 時於高雄機場報到後執行 6 架次飛航任務，1700 時返抵高雄機場，2230 時就寢。

4 月 23 日： 0530 時起床，0700 時於高雄機場報到後執行 8 架次飛航任務。上午執行 4 架次並返抵高雄機場，因天氣因素下午原訂 1310 時起飛之任務延誤至約 1400 時起飛。當日最後一架次係七美機場至高雄機場，約於 1722 時落地後偏出跑道，發生本事故。

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：「1. 警覺力處於最佳狀態；完全清醒的；感覺活力充沛」；副駕駛員自行描述事故當時之疲勞程度為：「完全清醒，感覺活力充沛」。副駕駛員於問卷中表示平日無睡眠障礙與影響睡眠之病痛，亦未無服用藥物。

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

航空器基本資料表 (統計至民國 107 年 4 月 23 日)	
國籍	中華民國
航空器登記號碼	B-55573
機型	DHC-6-400
製造廠商	Viking Air Limited
出廠序號	905
生產線序號	905
出廠日期	民國 103 年 7 月 23 日
接收日期	民國 105 年 7 月 20 日
所有人	DHC6-905 Ltd
使用人	德安航空公司
國籍登記證書編號	105-1432
適航登記證書編號	106-08-157
適航證書生效日	民國 106 年 8 月 1 日
適航證書有效期限	民國 107 年 7 月 31 日
航空器總使用時數	1381 小時 3 分鐘
航空器總落地次數	2953 次
上次定檢種類	A+B+C3 CHECK
上次定檢日期	民國 107 年 04 月 12 日
上次定檢後使用時數	23 小時 0 分鐘
上次定檢後落地次數	52 次

事故機發動機基本資料統計詳表 1.6-2。

表 1.6-2 發動機基本資料

發動機基本資料表 (統計至民國 107 年 4 月 23 日)			
製 造 廠 商	Pratt & Whitney Canada		
編 號 / 位 置	No.1/左	No.2/右	
型 別	PT6A-34	PT6A-34	
序 號	PCE-RB0811	PCE-RB0812	
製 造 日 期	民國 103 年 6 月 12 日	民國 103 年 6 月 11 日	
最 近 裝 機 日 期	民國 103 年 7 月 23 日	民國 103 年 7 月 23 日	
上 次 定 檢 種 類	A+B+C3 CHECK	A+B+C3 CHECK	
上 次 定 檢 日 期	民國 107 年 4 月 12 日	民國 107 年 4 月 12 日	
上次維修廠檢修後使用時數	23 小時 0 分鐘	23 小時 0 分鐘	
上次維修廠檢修後使用週期數	52	52	
總 使 用 時 數	1381 小時 3 分鐘	1381 小時 3 分鐘	
總 使 用 週 期 數	2953	2953	

1.6.2 維修資訊

檢視該機事故前 3 個月內飛機及發動機維修紀錄，無異常登錄。檢視事故前一年適航簽放紀錄，無最低裝備需求表項目及延遲改正缺點紀錄。適航指令及技術通報執行符合相關規定。事故發生前最近一次定期檢查為 A+B+C3 CHECK，該次檢查項目內容涵蓋飛機操控、鼻輪轉向及動力系統，皆無異常發現。

1.6.3 載重與平衡

事故機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符合限制。

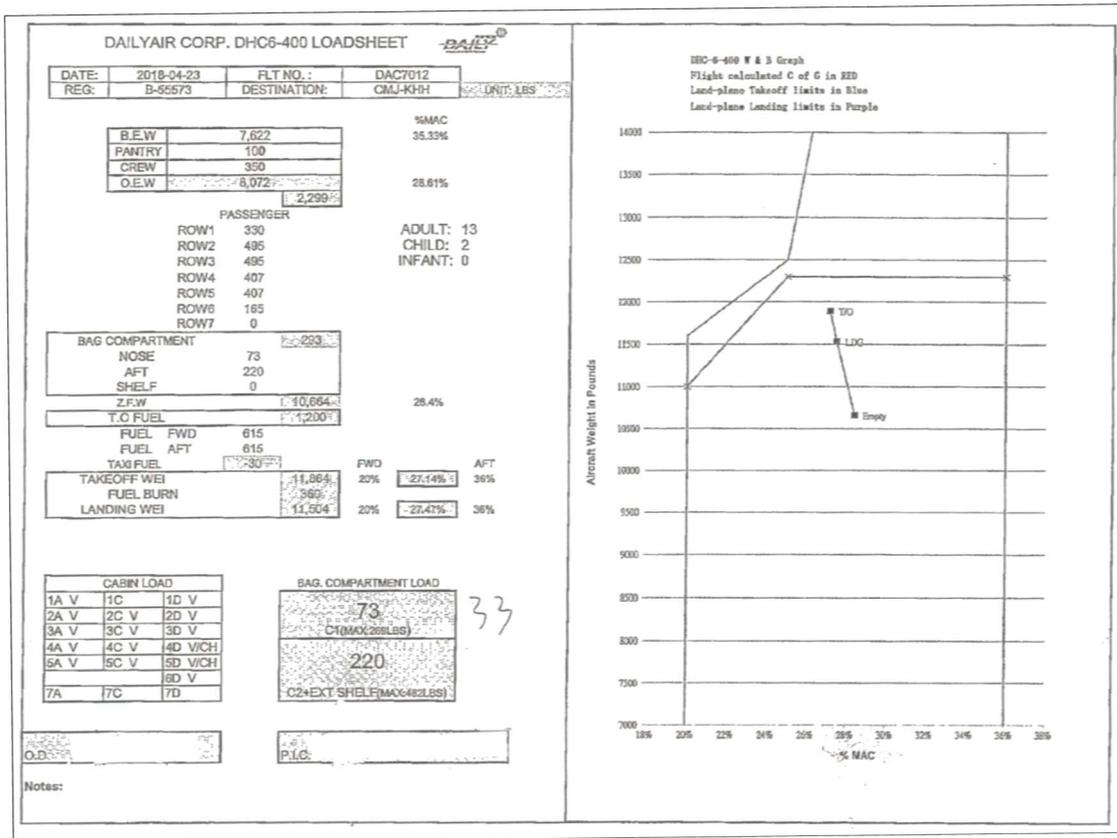


圖 1.6-1 事故任務載重平衡資料

表 1.6-3 載重及平衡相關資料表

實際零油重量	10,664 磅
起飛油量	1,200 磅
實際起飛總重	11,864 磅
最大起飛總重	12,500 磅
航行耗油量	360 磅
實際落地總重	11,504 磅
最大落地總重	12,300 磅
起飛重心位置	27.14%MAC
落地重心位置	27.47%MAC
MAC: mean aerodynamic chord, 平均空氣動力弦長	

1.6.4 液壓系統概述

事故機液壓動力模組可提供操作襟翼、主輪煞車以及鼻輪轉向所需之動力，該模組安裝於駕駛艙機身下方托盤上，主要組件包含液壓油槽、兩組阻尼儲壓瓶與壓力指示器，以及用於建立液壓之電動液壓泵。

儲壓瓶所儲存壓力可供航機操作襟翼及鼻輪轉向，亦稱為機體液壓系；屬於機體系統儲壓流路下之煞車儲壓瓶壓力，則僅供給煞車系統使用。機體系統儲壓瓶內所儲存的液壓壓力下降時，不會影響煞車系儲壓瓶內部之液壓壓力，而單獨煞車系液壓降，則會影響機體系統液壓一同下降。當機體系統儲壓瓶壓力低於驅動液壓泵額定壓力值（1,225 psi）時，壓力開關便會致動電動液壓泵開始建壓，當壓力高於停止建壓額定值壓力值（1,575±50 psi），即自動關閉電動液壓泵，此過程為一個建壓週期，液壓系統之系統功能及液壓油流路詳圖 1.6-2。

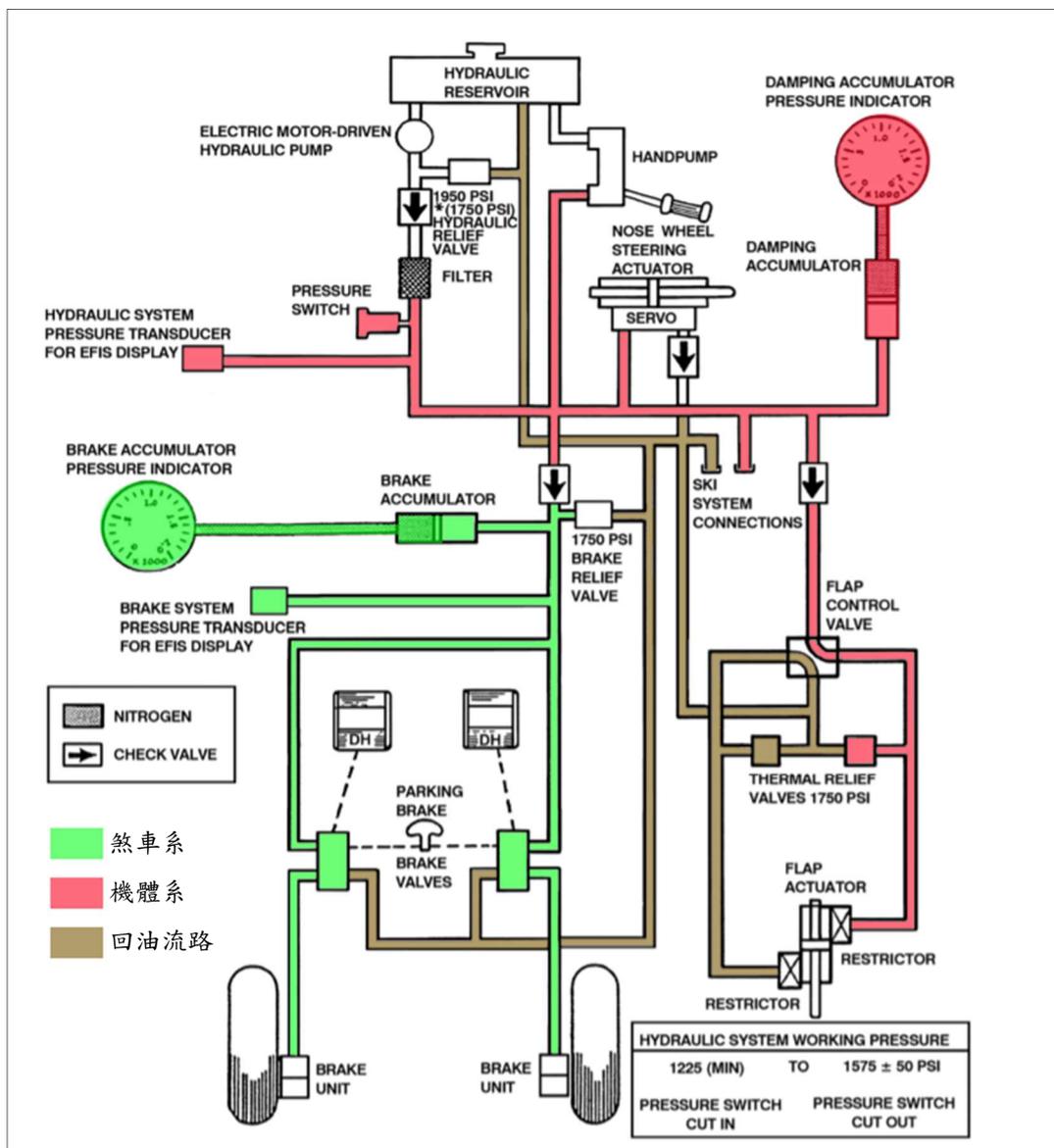


圖 1.6-2 液壓系統流路示意圖

1.7 天氣資料

1.7.1 天氣概述

事故當日 1400 時，亞洲地面天氣分析圖顯示低氣壓 1004 百帕位於浙江，向東移動。鋒面由此中心向西南西延伸至廣西（詳圖 1.7-1），臺灣受鋒面接近影響，地面盛行南風，風速約 5 至 15 哩/時。根據 1720 時紅外線衛星雲圖（圖 1.7-2）及都卜勒氣象雷達回波圖（圖 1.7-3），臺灣西南部無對流雲及降雨。

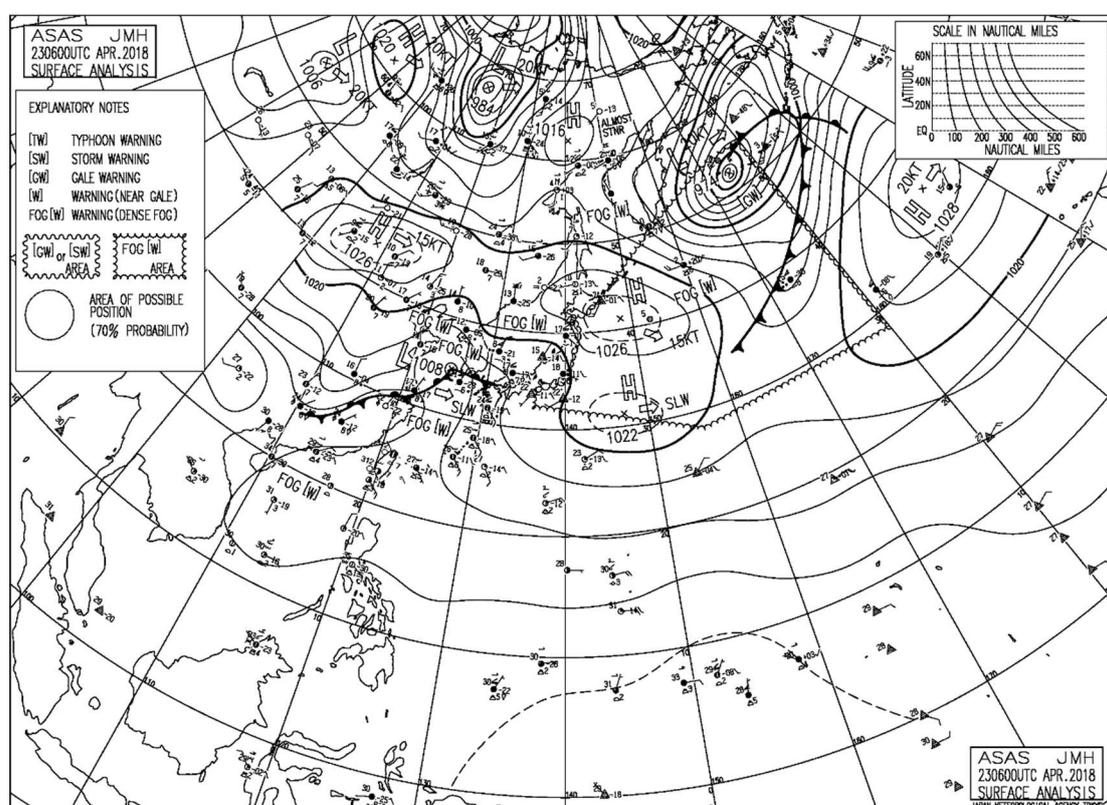


圖 1.7-1 1400 時亞洲地面天氣分析圖

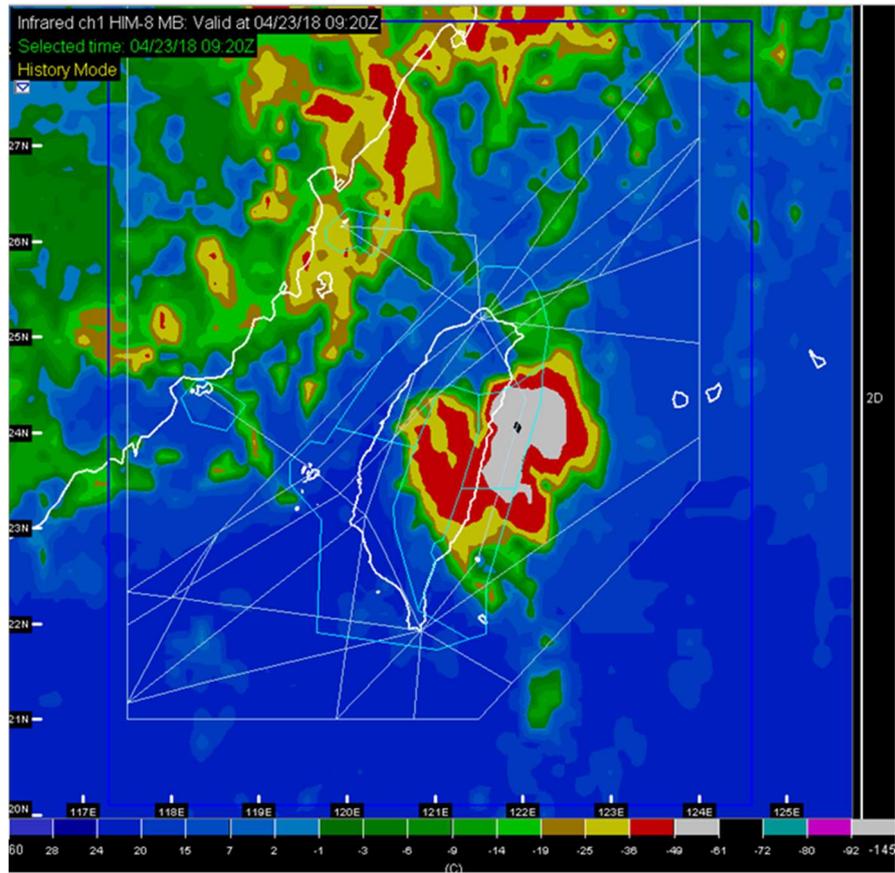


圖 1.7-2 1720 時紅外線衛星雲圖

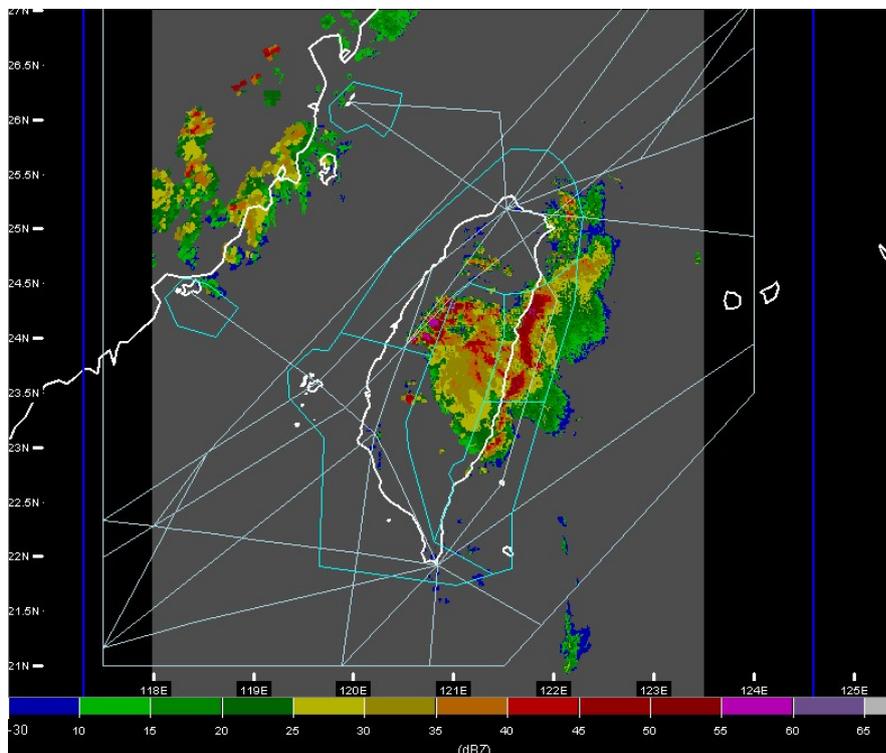


圖 1.7-3 1720 時都卜勒氣象雷達回波圖

1.7.2 地面天氣觀測

事故當日高雄機場地面天氣觀測紀錄如下：

1730 時機場例行天氣報告：風向 180 度，風速 12 浬/時，風向變化範圍 150 度至 230 度；能見度大於 10 公里；稀雲 1,500 呎、裂雲 22,000 呎；溫度 29°C，露點 24°C；高度表撥定值 1008 百帕；趨勢預報—無顯著變化；備註—高度表撥定值 29.77 吋汞柱。

高雄機場地面自動氣象觀測系統(automated weather observation system, AWOS)設置於跑道兩端及中段附近。1718 時至 1724 時每秒之瞬時風向風速如圖 1.7-4 所示，自 1721:52 時(該機無線電高度約 100 呎)至 1722:30 時(該機停止)，09 跑道頭風向為 160 至 180 度，風速 10 至 19 浬/時。

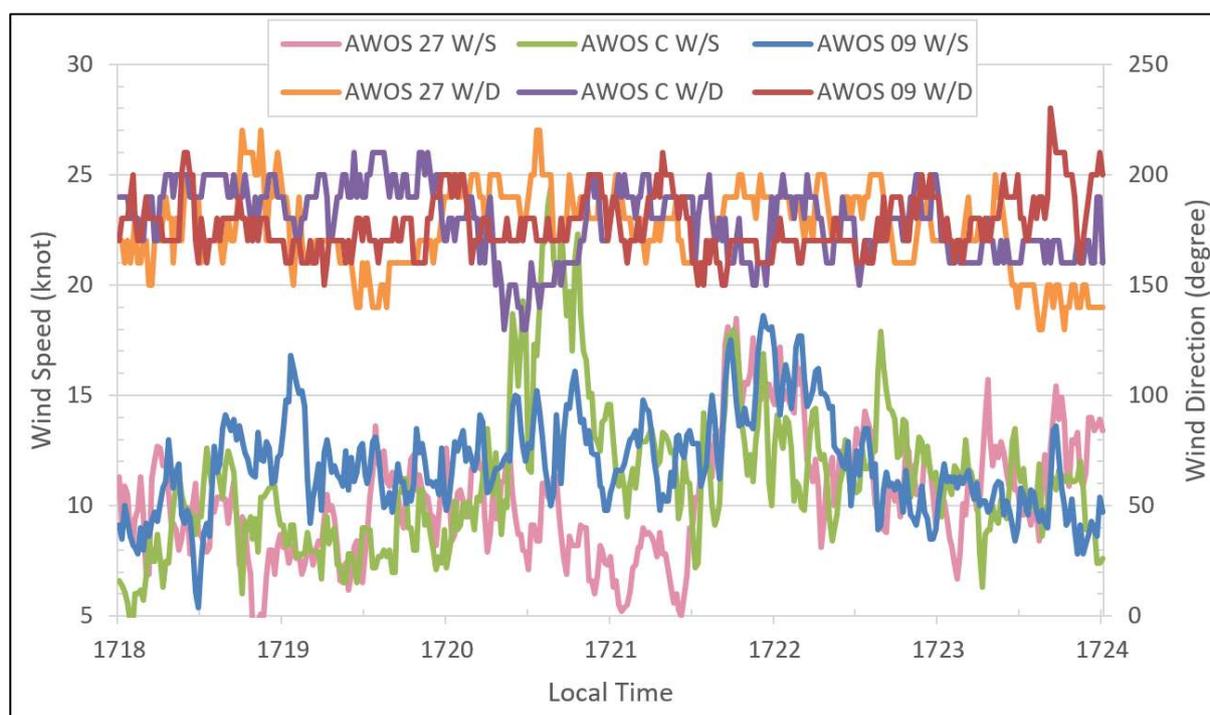


圖 1.7-4 高雄機場 AWOS 瞬時風向風速

1.8 助、導航設施

無相關議題。

1.9 通信

無相關議題。

1.10 場站資料

1.10.1 空側基本資料

高雄機場 ICAO 代碼為 RCKH，機場標高 31 呎，磁差 3°W (2004)，具一實體跑道，包括 09/27 跑道，為水泥混凝土鋪面，跑道長 3,150 公尺、寬 60 公尺；09 跑道緩衝區範圍 60 公尺 x 60 公尺、清除區範圍 60 公尺 x 150 公尺；27 跑道無緩衝區、清除區範圍 60 公尺 x 150 公尺。跑道地帶宣告長 3,330 公尺、寬 252 公尺，自跑道中心線標線北側約 100 公尺處有一平行跑道之未加蓋溝渠。該溝渠寬約 4 公尺、深約 2 公尺，跑道與溝渠分布位置如圖 1.10-1 所示。

經查，該機場自民國 106 年底開始進行跑道整建工程，於事故發生前正在執行全跑道柔性鋪面⁵加鋪作業，事故當日距 09 跑道頭 0 至 640 公尺附近區域（含事故機降落時觸地範圍）已加鋪為密級配瀝青混凝土⁶道面。

⁵ 依據科技部鋪面工程研究領域之簡介，鋪面為用來覆蓋地面的材質，以保護地面避免風沙飛揚、雜草叢生。其種類依性質分成柔性（瀝青）、剛性（混凝土）鋪面與其他鋪面。

⁶ 瀝青混凝土主要係由瀝青與粒料混拌而成，又因使用混和料不同，區分為密級配瀝青混凝土、多孔隙瀝青混凝土、石膠泥瀝青混凝土、澆注式瀝青混凝土。

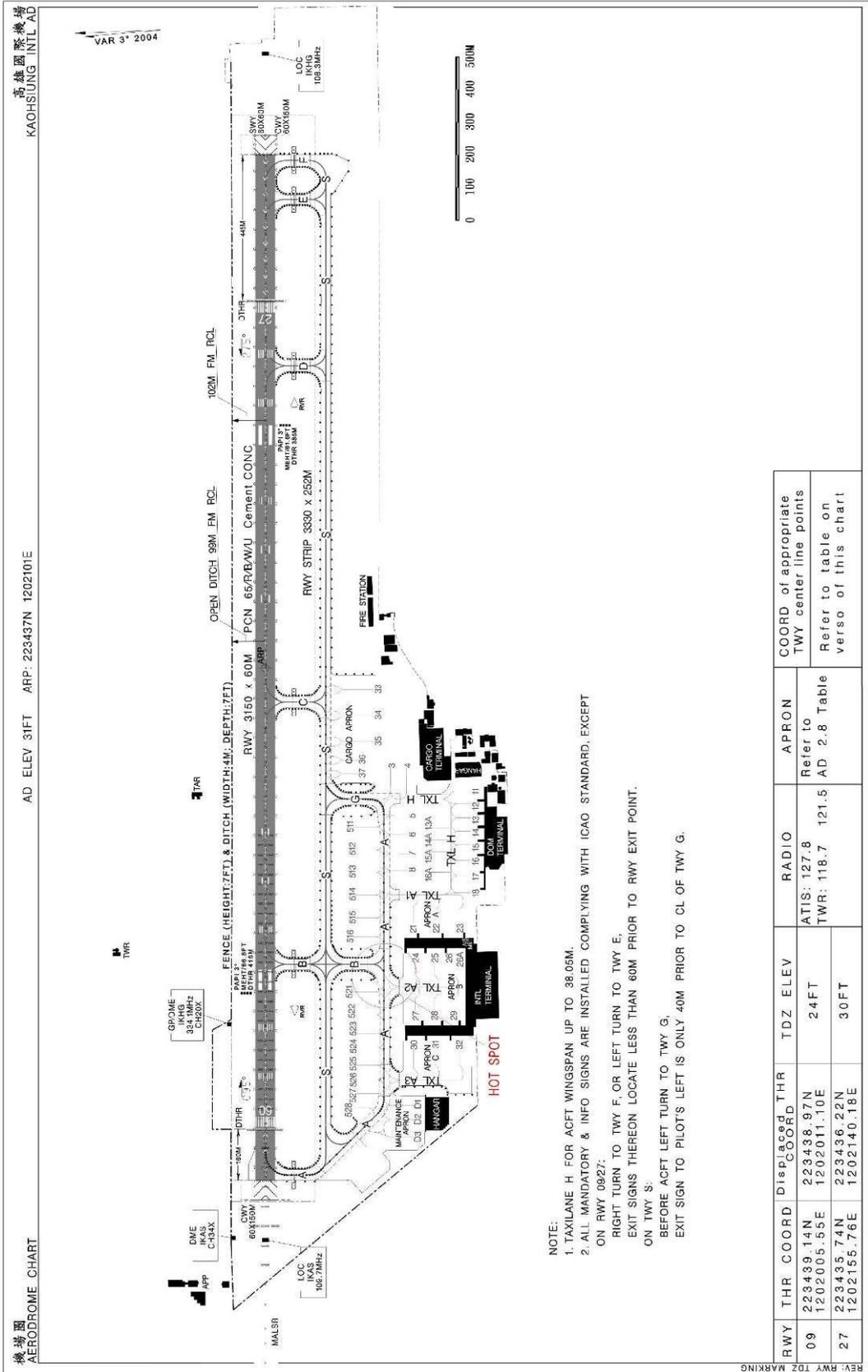


圖 1.10-1 高雄機場圖

1.10.2 抗滑檢測

高雄國際機場跑道摩擦係數檢測作業係由委外工程顧問公司執行，採用連續式摩擦係數檢測儀器 Grip Tester。以距離跑道中心線兩側約 4 公尺處，時速 65 公里/小時及 95 公里/小時，乾跑道噴灑 1 公釐水膜進行檢測，任一 3 分區段之摩擦係數平均值低於 0.24（時速 95 公里/小時）或 0.43（時速 65 公里/小時）者，則航空站應立即採取改善措施，並發布飛航公告以提供「跑道於濕滑時可能滑溜」之警訊，且應持續發布直至改善完成為止；任一 3 分區段之摩擦係數平均值低於 0.36（時速 95 公里/小時）或 0.53（時速 65 公里/小時）者，航空站則應依據民航局「航空站空側作業管理手冊」開始計劃改善。

該機場曾於民國 107 年 4 月 12 日進行定期摩擦係數檢測，3 分區段檢測報告顯示，以時速 65 公里/小時檢測：第 1 分區段為 0.46 及 0.42，第 2 分區段為 0.83 及 0.78，第 3 分區段為 0.77 及 0.71；以時速 95 公里/小時檢測：第 1 分區段為 0.40 及 0.37，第 2 分區段為 0.78 及 0.75，第 3 分區段為 0.73 及 0.69，詳圖 1.10-2。

5 月 14 日該機場進行定期摩擦係數檢測，3 分區段檢測報告顯示，以時速 65 公里/小時檢測：第 1 分區段為 0.59 及 0.57，第 2 分區段為 0.74 及 0.71，第 3 分區段為 0.65 及 0.65；以時速 95 公里/小時檢測：第 1 分區段為 0.46 及 0.48，第 2 分區段為 0.70 及 0.70，第 3 分區段為 0.63 及 0.73，詳圖 1.10-3。

另依據該機場航務組值班紀錄顯示，自 4 月 12 日起至 4 月 23 日事故發生期間，航務組未收到任何駕駛員反應落地操控困難或減速異常之報告事項。

機場代碼：RCKH 檢測跑道：09-27 跑道 檢測日期：民國 107 年 04 月 12 日 檢測時間：04 月 12 日 07：30 至 16：30 跑道長度：3150 公尺 檢測位置：跑道中心線兩側 4 公尺 檢測速率：65 公里/小時 水膜厚度：1.00 mm 大氣溫度：28°C 版塊溫度：34°C 09 跑道檢測起點距端部距離：0 公尺 27 跑道檢測起點距端部距離：0 公尺 三分區塊檢測成果：				
跑道	第一個三分區塊	第二個三分區塊	第三個三分區塊	跑道
09	0.46	0.83	0.77	27
	0.42	0.78	0.71	
機場代碼：RCKH 檢測跑道：09-27 跑道 檢測日期：民國 107 年 04 月 12 日 檢測時間：04 月 12 日 07：30 至 16：30 跑道長度：3150 公尺 檢測位置：跑道中心線兩側 4 公尺 檢測速率：95 公里/小時 水膜厚度：1.00 mm 大氣溫度：28°C 版塊溫度：34°C 09 跑道檢測起點距端部距離：0 公尺 27 跑道檢測起點距端部距離：0 公尺 三分區塊檢測成果：				
跑道	第一個三分區塊	第二個三分區塊	第三個三分區塊	跑道
09	0.40	0.78	0.73	27
	0.37	0.75	0.69	

圖 1.10-2 高雄機場跑道 4 月 12 日抗滑檢測結果

機場代碼：RCKH 檢測跑道：09-27 跑道 檢測日期：民國 107 年 05 月 14 日 檢測時間：05 月 14 日 07：30 至 14：00 跑道長度：3150 公尺 檢測位置：跑道中心線兩側 4 公尺 檢測速率：65 公里/小時 水膜厚度：1.00 mm 大氣溫度：29°C 版塊溫度：36°C 09 跑道檢測起點距端部距離：0 公尺 27 跑道檢測起點距端部距離：0 公尺 三分區塊檢測成果：				
跑道	第一個三分區塊	第二個三分區塊	第三個三分區塊	跑道
09	0.59	0.74	0.65	27
	0.57	0.71	0.65	
機場代碼：RCKH 檢測跑道：09-27 跑道 檢測日期：民國 107 年 05 月 14 日 檢測時間：05 月 14 日 07：30 至 14：00 跑道長度：3150 公尺 檢測位置：跑道中心線兩側 4 公尺 檢測速率：95 公里/小時 水膜厚度：1.00 mm 大氣溫度：29°C 版塊溫度：36°C 09 跑道檢測起點距端部距離：0 公尺 27 跑道檢測起點距端部距離：0 公尺 三分區塊檢測成果：				
跑道	第一個三分區塊	第二個三分區塊	第三個三分區塊	跑道
09	0.46	0.70	0.63	27
	0.48	0.70	0.63	

圖 1.10-3 高雄機場跑道 5 月 14 日抗滑檢測結果

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, SSCVR, 以下簡稱 CVR), 製造商為 Honeywell 公司, 件號及序號分別為 980-6023-002 及 ARCVR-97896。該座艙語音紀錄器具備 2 小時記錄能力, 其中 3 軌語音資料含 30 分鐘高品質錄音, 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，另 1 軌為 2 小時高品質錄音，聲源來自座艙區域麥克風。CVR 另有 1 軌 2 小時混軌錄音，包含來自正駕駛員麥克風、副駕駛員麥克風及廣播系統麥克風之聲源。

該 CVR 下載情形正常，錄音品質良好。CVR 所記錄之語音資料共 125 分 15.5 秒（1520:43.5 時至 1725:59.0 時），包括該班機起飛、巡航、進場、落地發生事故等過程，調查小組針對本事故製作了約 4 分鐘的抄件，詳附件 1。

1.11.2 飛航資料紀錄器

該機裝置固態式飛航資料紀錄器（solid-state flight data recorder, SSFDR，以下簡稱 FDR），製造商為 Honeywell 公司，件號及序號分別為 980-4710-003 及 ARFDR-02603，該飛航資料紀錄器儲存 26 小時 32 分 11 秒原始資料。

根據民航局核定採用之國際民航組織相關飛航標準⁷，該機應裝置 II 型 FDR，必要記錄參數計 15 項⁸。根據民國 105 年 8 月 2 日美國 Honeywell 公司對本紀錄器之適航認證文件，該具紀錄器通過檢查且確認必要記錄參數（原 15 項 + 縱向加速度）。檢測文件⁹並註記該型機「no leading edge flap or slat on DHC-6」及「no ground spoiler or speed brake on DHC-6」，並按 FAA 8130-3 適航掛簽批准送回線上服務。

事故發生後，本會依據加拿大原廠 Viking Air Ltd 提供之解讀文件¹⁰進行解讀，該 FDR 共記錄 476 項參數。經本會調查人員比對並向加拿大運輸

⁷ 交通部民用航空局核定採用國際飛航標準：民用航空運輸業之飛航紀錄器（The requirements of flight recorders for civil air transport operations）發行日期：2016.03.10 編號：NO.1-1。

⁸ 15 項必要記錄參數包括：時間、壓力高度、指示空速、航向、垂直軸加速度、俯仰姿態、滾轉姿態、無線電傳送紀錄、每具發動機推力、後緣襟翼或駕駛艙控制選擇、前緣襟翼或駕駛艙控制選擇、反向推力器位置、地面擾流板/減速板選擇、外界空氣溫度、自動駕駛/自動推力 AFCS 及作用狀態。

⁹ 按民國 105 年 8 月之檢測報告，該 FDR 及水下定位信標通過檢查，其所附之光碟含下載之原始資料，未含解讀後的工程數據及解讀資料庫。

¹⁰ ApexCommonFDR_256_Spreadsheet for AMM Frame Layout.XLS，ApexCommonFDR_256_Spreadsheet for AMM Spec Table.XLS。

安全委員會 (Transportation Safety Board of Canada, 以下簡稱 TSB) 授權代表確認, 該機 FDR 部分參數與解讀文件定義不同, 且未具備與本案有關的橫向操作參數如副翼角度、方向舵角度、鼻輪轉向角度以及左、右主輪煞車壓力等。

本事故之時間同步係根據 CVR 與 FDR 記錄之關鍵事件參數, 再比對高雄近場管制塔臺提供之錄音抄件與 CVR 抄件內容。

有關飛航參數變化情形, 詳圖 1.11-1 至圖 1.11-3。FDR 經解讀後相關飛航經過摘錄如下：

1. 1645 時, FDR 開始記錄。
2. 1653 時, 該機由七美機場起飛, 磁航向 203 度。
3. 1719:20 時 (比對 CVR 抄件“*TWR : daily seven zero one two runway zero niner wind one eight zero degree one two knot clear to land*”, 高雄塔臺告知 09 跑道之兩分鐘平均風向 180 度、風速 12 浬/時, 比對高雄機場 09 跑道 AWOS 資料, 風向 170 度、風速 11.4 浬/時), 無線電高度 1089 呎、指示空速 139 浬/時、風向 191 度、風速 37.4 浬/時。
4. 1720:39 時, 無線電高度 897 呎、指示空速 81 浬/時、襟翼放下至 20 度、風向 193 度、風速 44.9 浬/時、液壓系統壓力 1,344 psi、煞車系統儲壓瓶壓力 1,564 psi。
5. 1720:55 時 (比對 CVR 抄件“*CAM-2: 這側風真的 還蠻大的*”, 組員表示遭遇較大側風), 無線電高度 700 呎、指示空速 85 浬/時、地速 88.8 浬/時、偏流角-15.2 度、風向 193 度、風速 44.5 浬/時。
6. 1721:34.6 時 (比對 CVR 抄件“*CAM: speed*”, 速度警告作動), 無線電高度 268 呎、指示空速 91 浬/時、地速 91.1 浬/時、偏流角-9.8 度、風向 202 度、風速 38.6 浬/時。
7. 1721:36.7 時 (比對 CVR 抄件“*CAM: speed*”, 速度警告作動), 無線電

高度 265 呎、指示空速 84 浬/時、地速 90.7 浬/時、偏流角-12.1 度、風向 202 度、風速 37.6 浬/時。

8. 1721:46 時(比對 CVR 抄件“CAM-2: 右側十七 尾風二”，組員從儀表板得到電腦計算該機右側風 17 浬/時、尾風 2 浬/時，比對高雄機場 09 跑道 AWOS 資料，風向 170 度、風速 14.7 浬/時)，無線電高度 160 呎、指示空速 84 浬/時、地速 91.1 浬/時、磁航向 102 度、偏流角-8.5 度、風向 201 度、風速 37.6 浬/時¹¹。
9. 1722:00 時(比對高雄機場 09 跑道 AWOS 資料，09 跑道風向 170 度、風速 17.1 浬/時)，無線電高度 26 呎、指示空速 77 浬/時、地速 87.8 浬/時、磁航向 105 度、偏流角-10.7 度、風向 205 度、風速 33.5 浬/時。
10. 1722:02 時(比對 CVR 抄件 1721:59 時至 1722:02 時期間內“CAM: glideslope”出現 3 次，下滑道警告作動，比對高雄機場 09 跑道 AWOS 資料，09 跑道風向 180 度、風速 14.1 浬/時)，無線電高度 14 呎、指示空速 72 浬/時、地速 86.1 浬/時、磁航向 105 度、偏流角-11.6 度、風向 204 度、風速 32.9 浬/時、液壓系統壓力 1,416 psi、煞車系統儲壓瓶壓力 1,564 psi。
11. 1722:10 時(比對 CVR 抄件、跑道監視錄影、航務巡查車行車紀錄器影像及高雄機場 09 跑道 AWOS 資料，該機右主輪觸地、09 跑道風向 160 度、風速 17.7 浬/時)，無線電高度 0 呎、指示空速 61 浬/時、地速 73.1 浬/時、磁航向 106 度、偏流角-10.6 度、風向 208 度、風速 32.3 浬/時、最大垂向加速度 1.22 g、液壓系統壓力 1,392 psi、煞車系統儲壓瓶壓力 1,564 psi。
12. 1722:15 時至 1722:17 時(比對跑道監視錄影及地面測量軌跡，該機從跑道中心線右側開始向左偏)，此期間指示空速為 44 至 37 浬/時、地速

¹¹經查該機 FDR 記錄之風向及風速係來自 FMS 1 電腦，組員於 ND (navigation display) 所見之風向及風速亦來自 FMS 1 電腦。

為 62.3 至 57.4 哩/時、磁航向為 104 至 94 度、橫向加速度由 0.07 g (向右) 至 -0.44 g (向左)、液壓系統壓力 1,380 psi 至 1,372 psi、煞車系統儲壓瓶壓力維持 1,564 psi 不變。

13. 1722:19 時 (比對民眾提供相片及地面測量軌跡, 該機左偏跨越跑道中心線且鼻輪轉向左側), 地速 55.1 哩/時、磁航向 77 度、最大橫向加速度 -0.36 g (向左)、液壓系統壓力上升至 1,556 psi、煞車系統儲壓瓶壓力維持 1,564 psi 不變。
14. 1722:22 時 (比對跑道監視錄影及民眾提供相片, 該機鼻輪偏出跑道進入草地), 地速 49.2 哩/時、磁航向 60 度、最大橫向加速度 -0.36 g (向左)、液壓系統壓力 1,516 psi、煞車系統儲壓瓶壓力 1,440 psi。
15. 1722:27 時 (比對跑道監視錄影及民眾提供相片, 該機持續左轉且右坡度達到最大), 地速 19.6 哩/時、磁航向 326 度、右坡度 10 度、最大橫向加速度 -0.59 g (向左)、液壓系統壓力 1,428 psi、煞車系統儲壓瓶壓力 1,540 psi。
16. 1722:30 時該機移動停止, 磁航向 276 度、液壓系統壓力 1,422 psi、煞車系統儲壓瓶壓力 1,492 psi。
17. 1726 時, FDR 停止記錄。

該機飛航軌跡以 FDR 記錄之經度及緯度參數為基準, 與衛星空照圖套疊結果如圖 1.11-4。

另自 FDR 記錄資料發現, 該機液壓系統壓力參數 (hydraulic pressure) 與襟翼 (flap)、主輪煞車儲壓器壓力 (brake pressure) 及該機於地面上行進時之磁航向 (mag. heading) 等 4 項參數間有一定之相關性:

1. 液壓系統壓力參數每 2 秒記錄 1 次, 其餘 3 項參數每秒記錄 1 次。
2. 於前 3 項參數無任何變化時, 液壓系統壓力以約 55±5 秒之間距自 1575 ±50 psi 緩慢降至約 1350 psi, 於壓力低於 1350 psi 時會於下一筆紀錄

(間隔 2 秒) 回復至 1575±50 psi 之壓力範圍。

3. 於前 3 項參數中任一參數變化時，液壓系統壓力會加速下降，並於提早回復至 1575±50 psi 之壓力範圍。

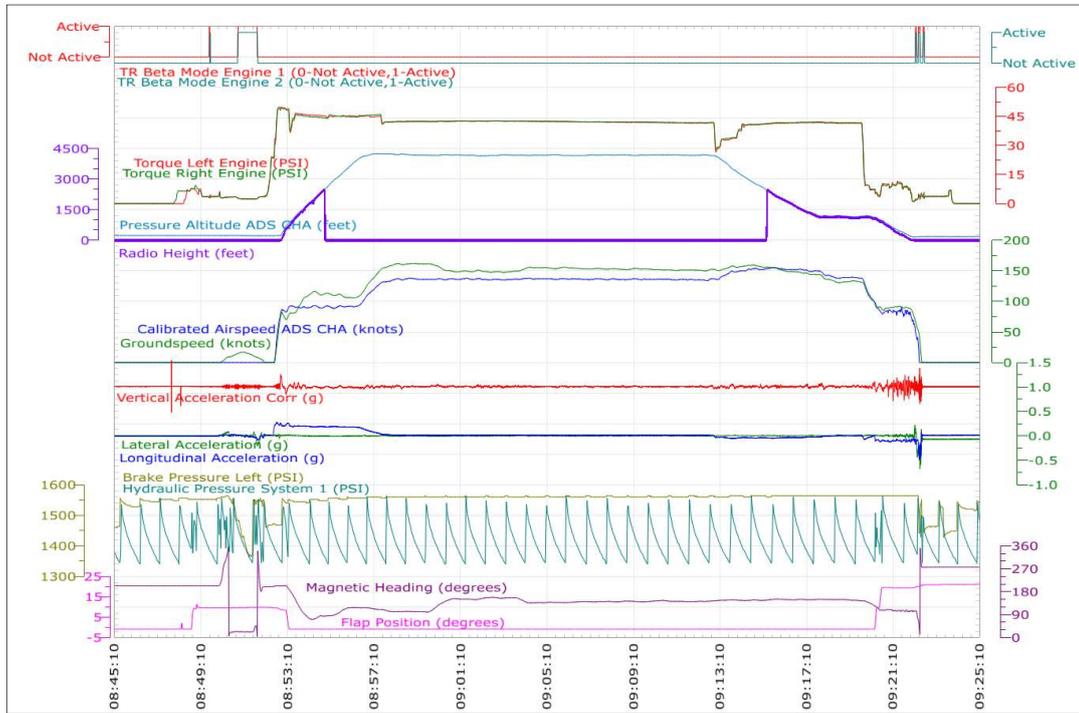


圖 1.11-1 事故航班飛航參數繪圖

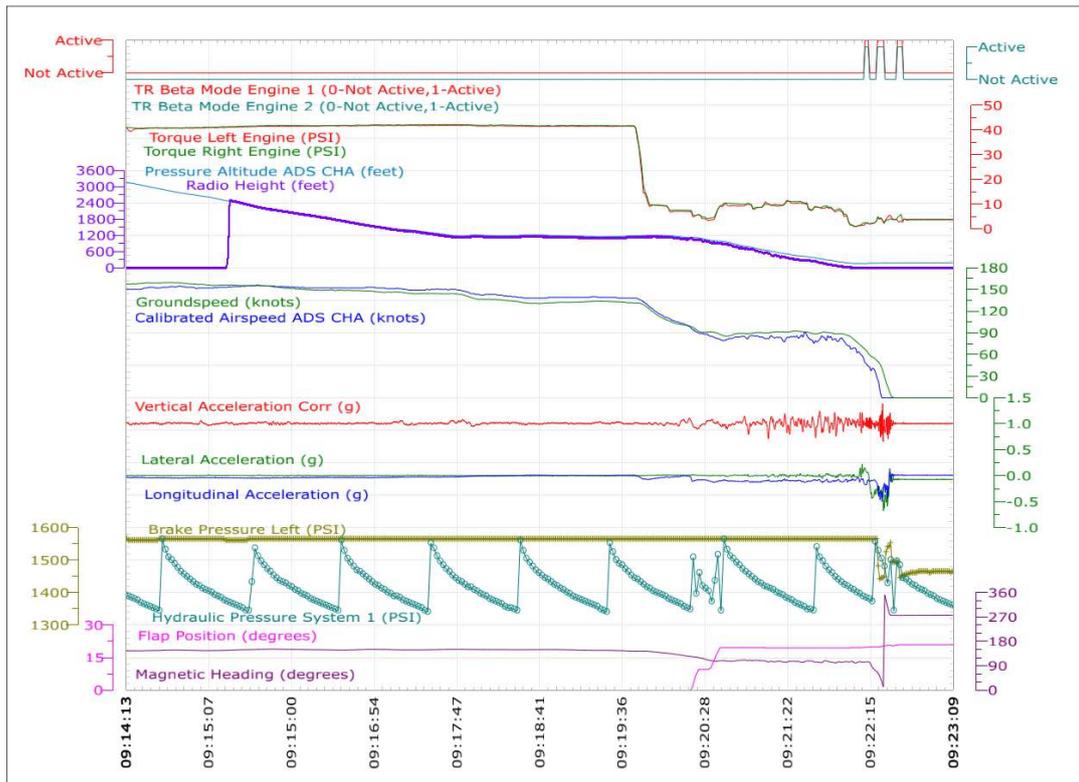


圖 1.11-2 進場期間飛航參數繪圖

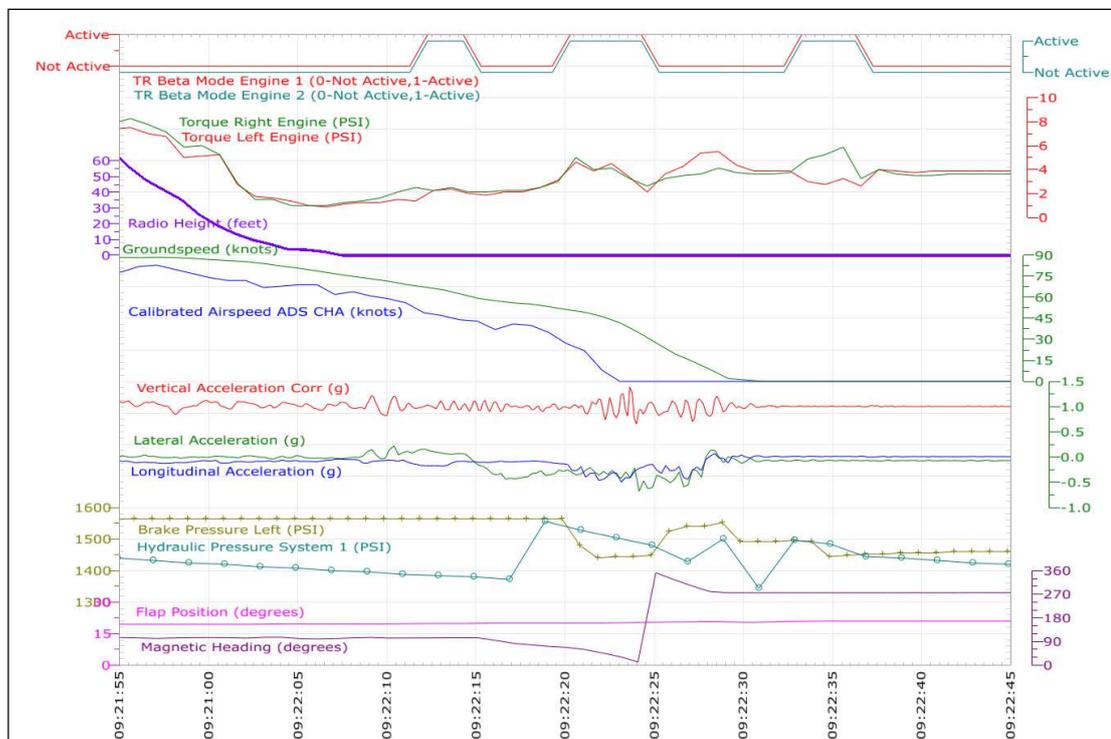


圖 1.11-3 事故發生期間飛航參數繪圖

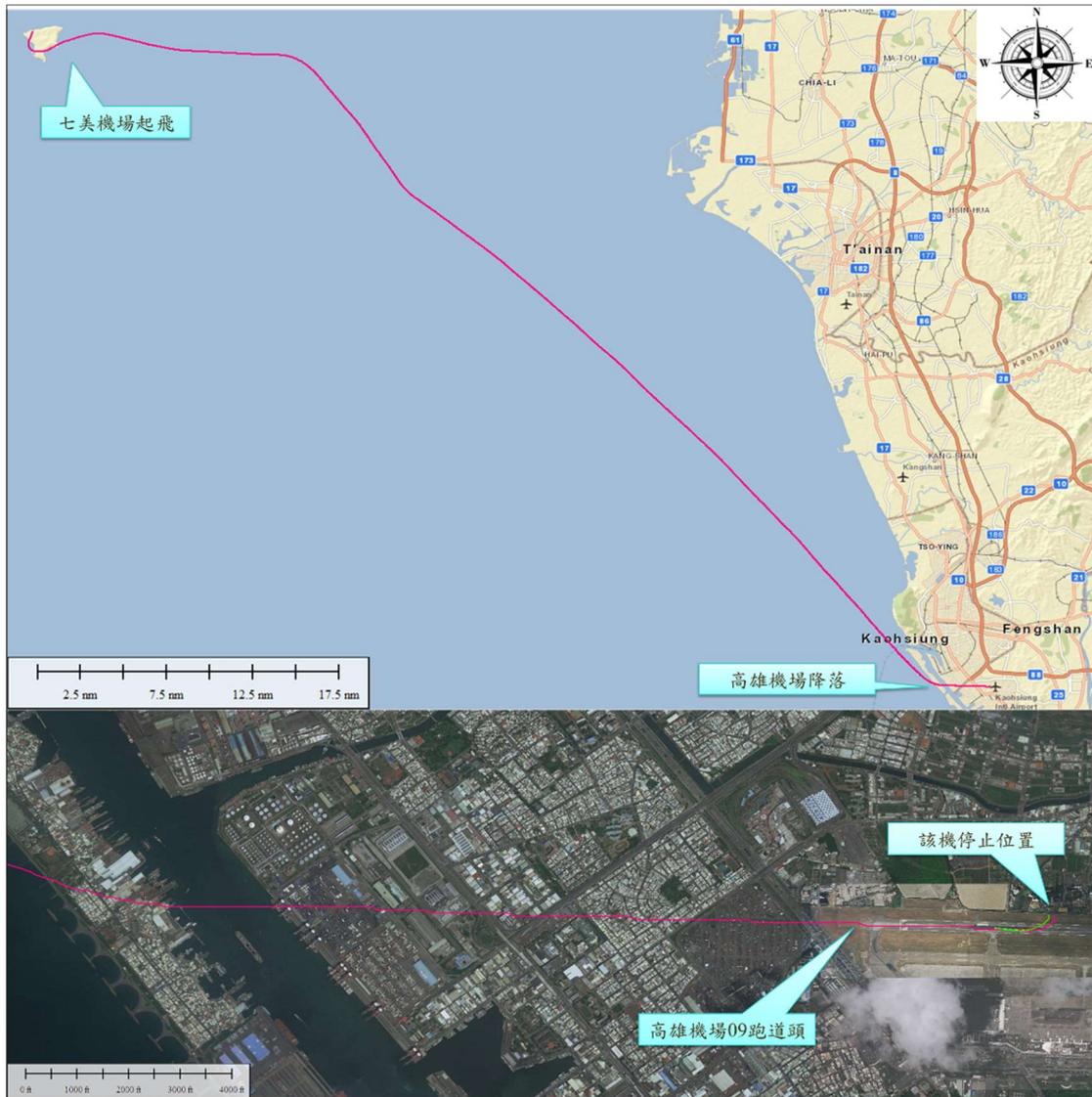


圖 1.11-4 事故機飛航軌跡

1.11.3 跑道監控錄影與其他目擊影像

事故發生期間，於事故現場附近共有 2 筆監控錄影及 2 筆目擊者影像，包括：跑道監控攝影機（高雄機場 9 號跑道北側圍籬立柱編號#34 及#42）、航務巡查車行車紀錄器（位於 B 滑行道），及民眾拍攝影像（位於機場北側圍籬外咖啡廳），其所在位置與概略拍攝角度示意如圖 1.11-5 所示。

本會取得上述影像資料，經過比對監控攝影機、行車紀錄器、民眾相機拍攝影像時間與 FDR 相關參數後完成時間同步，相關資訊整理如下：

1. 1722:10 時，事故機以右坡度姿態右主輪觸地（圖 1.11-6）。
2. 1722:12.5 時，事故機通過 B 滑行道待命之航務巡查車，方向舵向左¹²（圖 1.11-7）。
3. 1722:15.5 時，事故機脫離航務巡查車行車紀錄器視野，方向舵向左（圖 1.11-8）。
4. 1722:16.6 時，事故機位於 09 跑道中心線右側，方向舵向左、升降舵向下並有微幅左坡度（圖 1.11-9）。
5. 1722:18.7 時，事故機位於 09 跑道中心線上並明顯左偏，鼻輪向左、方向舵向右、升降舵向下並有右坡度（圖 1.11-10）。
6. 1722:20.4 時，事故機位於 09 跑道中心線左側並持續左偏，鼻輪向左、方向舵向右、升降舵向下並有右坡度（圖 1.11-11）。
7. 1722:22.1 時，事故機鼻輪偏出道面進入草地，方向舵向右、升降舵向下並有右坡度（圖 1.11-12）。
8. 1722:26.0 時，事故機航向與跑道方向垂直，鼻輪向左並有右坡度（圖 1.11-13）。
9. 1722:30.0 時，事故機航向與跑道方向相反，姿態回復水平並停止移動（圖 1.11-14）。

¹² 方向舵的使用係根據事故當時環境光源及機身光影變化作為判讀之參考。

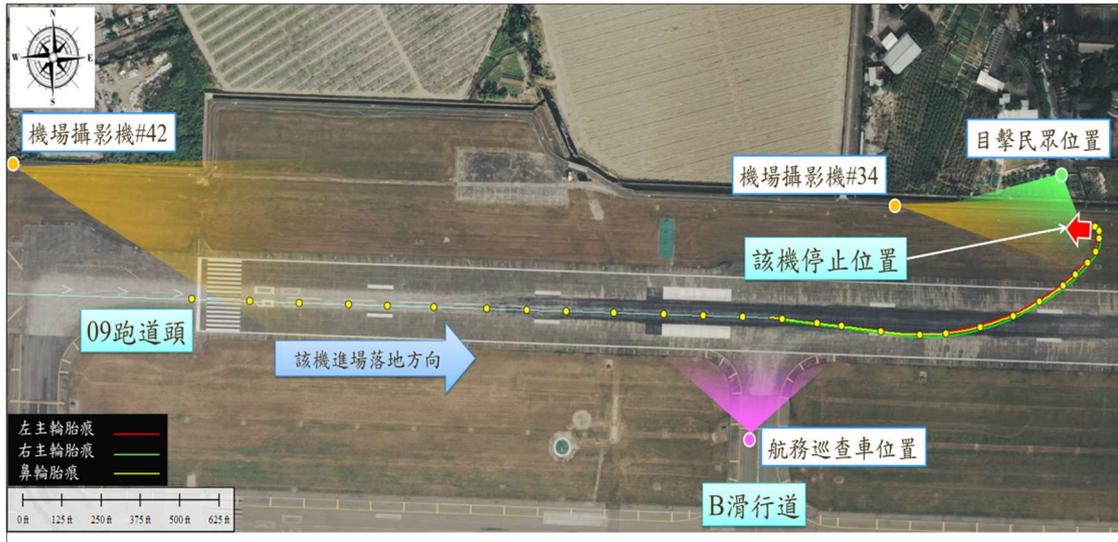


圖 1.11-5 事故當時各影像來源所在位置與拍攝角度



圖 1.11-6 事故機右輪觸地影像



圖 1.11-7 事故機通過 B 滑行道影像



圖 1.11-8 事故機脫離行車紀錄器前影像



圖 1.11-9 事故機於跑道中心線右側照片



圖 1.11-10 事故機於跑道中心線照片



圖 1.11-11 事故機於跑道中心線左側照片



圖 1.11-12 事故機鼻輪進入草地照片



圖 1.11-13 事故機航向與跑道方向垂直照片



圖 1.11-14 事故機停止照片

1.12 航空器殘骸與撞擊資料

1.12.1 航空器撞擊資料

依據 1.11 資料顯示，事故機於偏出跑道後以磁航向約 276 度，停止於 09 跑道左側草皮。該機機體無損傷，僅右主輪有洩氣現象。

根據 FDR 資料，當時剩餘之機體液壓壓力約為 1,422 psi，煞車系統儲壓瓶壓力約為 1,492 psi。

根據高雄機場航務組所提供機場周邊閉路電視監控影像，該機約於事故當日 1810 時開始執行右主輪更換，因更換主輪需先拆除煞車單元，且拆除前並須先透過踩踏煞車踏板，洩放煞車系統儲壓系統管路內之壓力，故調查小組於事故後次日抵高雄機場檢視航機及執行測試前，檢視 2 個液壓模組指示器，顯示儲壓瓶內剩餘壓力均約為 750 psi。

事故機停止於草皮後，根據監控影像與德安航空第一時間現場機務維

修員所提供之照片所推估，鼻輪方向朝向機首左側估計超過 45 度（詳圖 1.12-1），鼻輪轉向手柄約位於左轉向下到底位置（詳圖 1.12-2）。德安航空機務維修人員於移動事故機前，已先行將作動鼻輪轉向之上下扭力臂連結插銷移除，使不致改變該機最後鼻輪轉向上扭力臂操縱位置；維修人員同時於駕駛艙內駕駛操縱桿上安裝操縱桿固定器，因而事故後調查小組檢視操縱桿位置，即為事故發生後操縱桿之最後操作狀態。

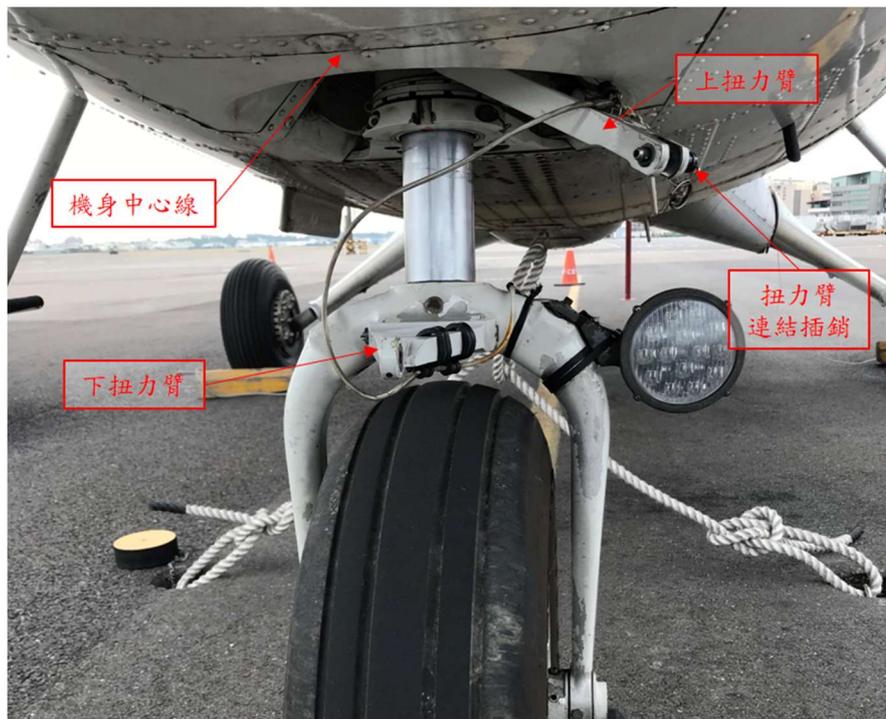


圖 1.12-1 事故後上下扭力臂插銷拆除圖示

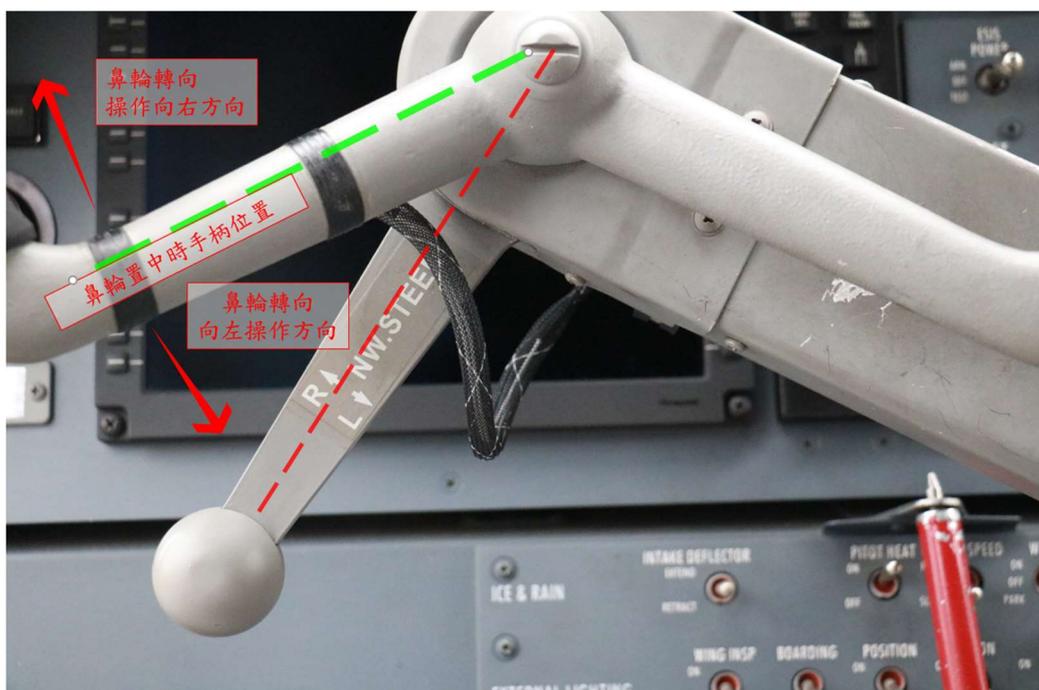


圖 1.12-2 事故後鼻輪轉向手柄位置

調查小組檢查與航機方向控制相關之方向舵、襟翼、左邊主輪及雙邊煞車來令片皆無異常發現。右側主輪因癘氣後於地面滾行，致輪轂邊框接觸地面造成部分輕微擦痕，其餘皆無異常發現。

1.12.2 現場量測資料

事故發生後，高雄機場航務組按「飛航安全調查委員會洽請有關單位協助場站內飛航事故蒐證事項檢查表」提供本會事故現場照片後，由德安航空機務人員將事故機拖離現場。當日約 2230 時本會調查人員抵達該機場，分別於 2330 時與次日 1300 時進行現場量測。

量測資料包括：該機遺留在跑道之胎痕、事故後停止位置及機場監控錄影機架設點，量測成果與該機位置變化及 CVR 抄件套疊如圖 1.12-3 所示。於過 09 跑道頭約 1,675 呎處開始發現該機胎痕，軌跡起始行進方向右偏，與跑道方向夾角約 5 度，約 2,500 呎處向左偏出 09 跑道邊線，與跑道方向夾角約 35 度；該機停止位置距 09 跑道頭約 2,630 呎，右主輪停止位

置離跑道北側排水溝約 13 公尺（約 43 呎）。該機停止座標東經 120 度 20 分 39.14 秒、北緯 22 度 34 分 40.74 秒，磁航向 276 度。

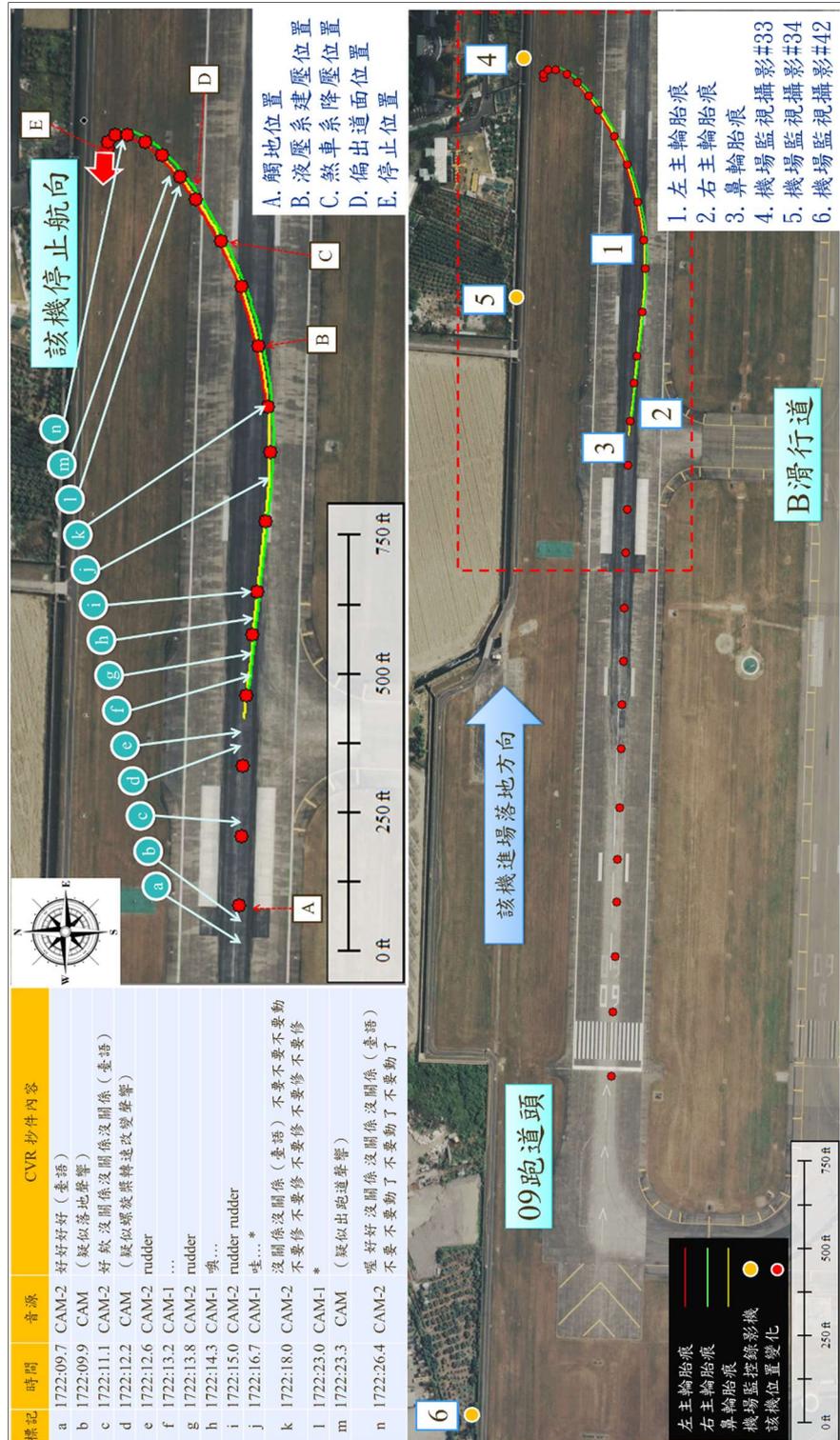


圖 1.12-3 量測成果、事故機位置與 CVR 抄件套疊圖

根據量測結果，該機遺留在跑道之胎痕起始點距09跑道頭約1,675呎，位於跑道中心線右側約5呎，行進方向為真方位96.5度，並持續向左偏出跑道後繼續左轉至約270度，詳表1.12-1。

表 1.12-1 事故現場量測項目

項次	量 測 物	距 0 9 跑 道 頭 距 離	長 度
1	左主輪胎痕	2,190 至 2,630 呎	440 呎
2	右主輪胎痕	1,710 至 2,630 呎	920 呎
3	鼻輪胎痕	1,675 至 2,620 呎	945 呎
4	機場監視攝影#33	2,655 呎	
5	機場監視攝影#34	2,040 呎	
6	機場監視攝影#42	-535 呎	

1.13 醫療與病理

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 差異推力測試

依據 FDR 所記錄之燃油流量與輸出扭力等參數，事故機降落觸地後，機首方向開始產生幅度較大變化前約 5 秒期間，約有 2 秒時間其右側發動機燃油流量及扭力輸出高於左側發動機。FDR 資料顯示右側油門在進入 beta 前，右側正推力 (2.5 psi) 大於左側正推力 (1.4 psi)，因而該機在滾行期間存在推力不對稱狀況，詳圖 1.16-1 動力與油耗關係。

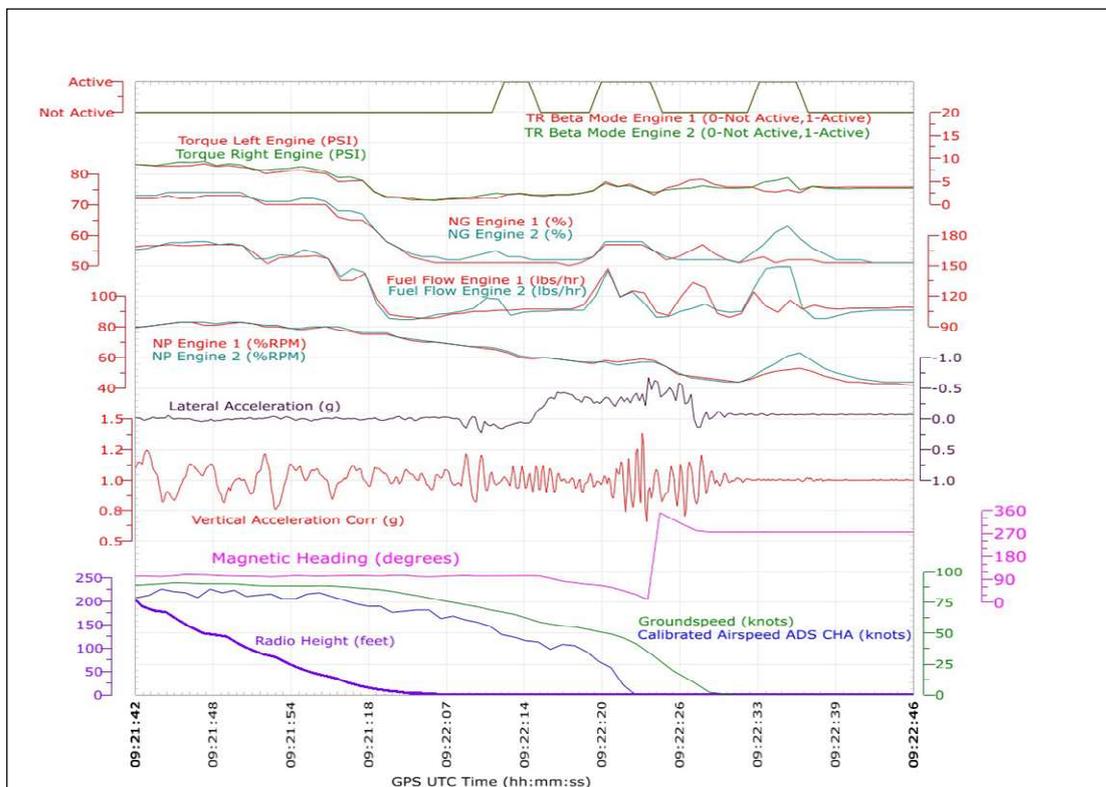


圖 1.16-1 事故發生期間滑行時動力與油耗關係圖

事故後調查小組執行發動機動力測試結果顯示，除左發動機氣體產生器慢車轉速略低於標準 52% 規範 1% 外，2 具發動機之最高啟動渦輪溫度、NP77% 初始槳葉攻角、慢車槳葉攻角、Beta 燈號、慢車槳葉低攻角、槳葉重置等發動機參數均正常，無推力異常狀況。

1.16.2 事故機 FDR 風速紀錄測試

調查小組比對事故機 CVR 抄件、FDR 及 AWOS 資料後，發現 FDR 風速紀錄存在較大之誤差如表 1.16-1 所示。以該機事故當日前兩班於高雄落地之 FDR 風速紀錄，比對該日高雄機場 09 跑道 AWOS 紀錄結果如圖 1.16-2 所示，亦存在 FDR 風速紀錄誤差較大之現象。

為進一步釐清該誤差是否為常態，本會委託德安航空以事故機進行飛行測試，由組員於降落時口述儀表顯示之風速，降落後下載 CVR、FDR 並取得該機場 AWOS 資料做進一步比對，其結果如表 1.16-2 所示，FDR 之風速紀錄較組員口述之儀表顯示風速平均高約 1 倍。

調查人員將相關發現通知 TSB 授權代表，並提供 FDR 原始檔供 TSB 分析。

TSB 回復經過比對該機航跡相關參數（航跡角、航向、地速、空速以及經緯度等），利用相關資料計算該機風速與風向並比較計算結果與 FDR 紀錄之後，相關發現如下：

- 確認該機 FDR 風速不合理且不只限於落地階段。
- 其他與飛航軌跡相關之參數以及 FDR 風向紀錄看似合理。

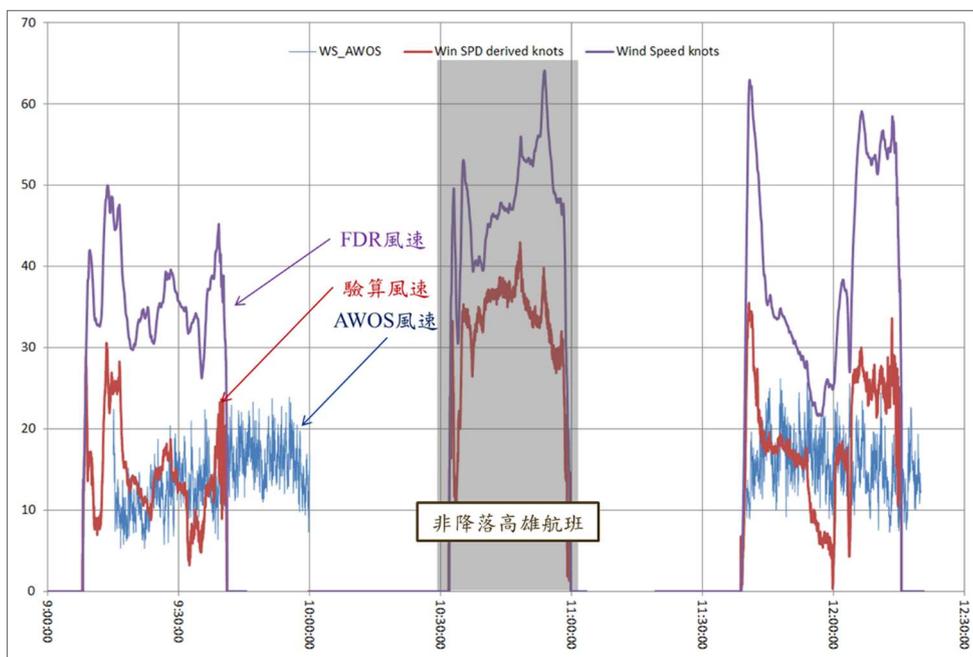
TSB 表示將告知飛機製造商原廠 Viking Air Ltd. 相關資訊並研討本問題。相關問題根源有賴德安航空與 Viking Air Ltd. 自行查明。

表 1.16-1 事故機風速資料比較

時間	CVR	AWOS	FDR
1719:20	12	11.4	37.4
1721:46	17.1	14.3	37.6
1722:00	無紀錄	17.1	33.5
1722:02	無紀錄	14.1	32.9

表 1.16-2 該機飛行測試風速資料比較

時間	CVR	AWOS	FDR
09:20:31	7	2.5	15
09:20:44	7	2.5	14
09:20:55	6	2.5	14
09:21:02	7	2.4	13
09:21:11	6	2.4	12



09:21:24	6	2.4	11
09:21:30	5	2.4	11
09:21:37	5	2.4	11
09:21:43	6	2.4	12
09:22:01	7	2.0	14

圖 1.16-2 事故當日前兩班於高雄落地之風速比較

1.16.3 鼻輪轉向操作及 CVR 音頻分析

因事故機 FDR 無鼻輪轉向角度參數，經查證該型機於操作鼻輪轉向器手柄（詳圖 1.16-3）時，在機外可聽到鼻輪轉向致動器作動之聲響，故調查人員透過音頻分析檢視 CVR 錄音，以確認是否有記錄到相關聲響。調查小組於民國 107 年 5 月 23 日請德安航空機務處協助執行鼻輪轉向手柄操作測試，自駕駛艙及機外分別錄製鼻輪轉向致動器作動之聲音檔，目的取得該機鼻輪轉向操作所需施放之力量，以及紀錄器分組依據測試時所錄製之聲音進行音頻分析。



圖 1.16-3 鼻輪轉向手柄位置示意

為測試事故機鼻輪轉向系統功能及操作情形，德安航空機務人員使用最大可測達 20 公斤力之磅錶，量測距離鼻輪轉向手柄中心軸約 15 公分位置，鼻輪及手柄皆置中，當施以一向下重約 2.5 公斤力量時，鼻輪轉向手柄開始移動（即操作鼻輪轉向向左）；反之，亦從相同置中位置，當施以一向上重約 3.0 公斤力量時，鼻輪轉向手柄開始移動（即操作鼻輪轉向向右），詳圖 1.16-4。

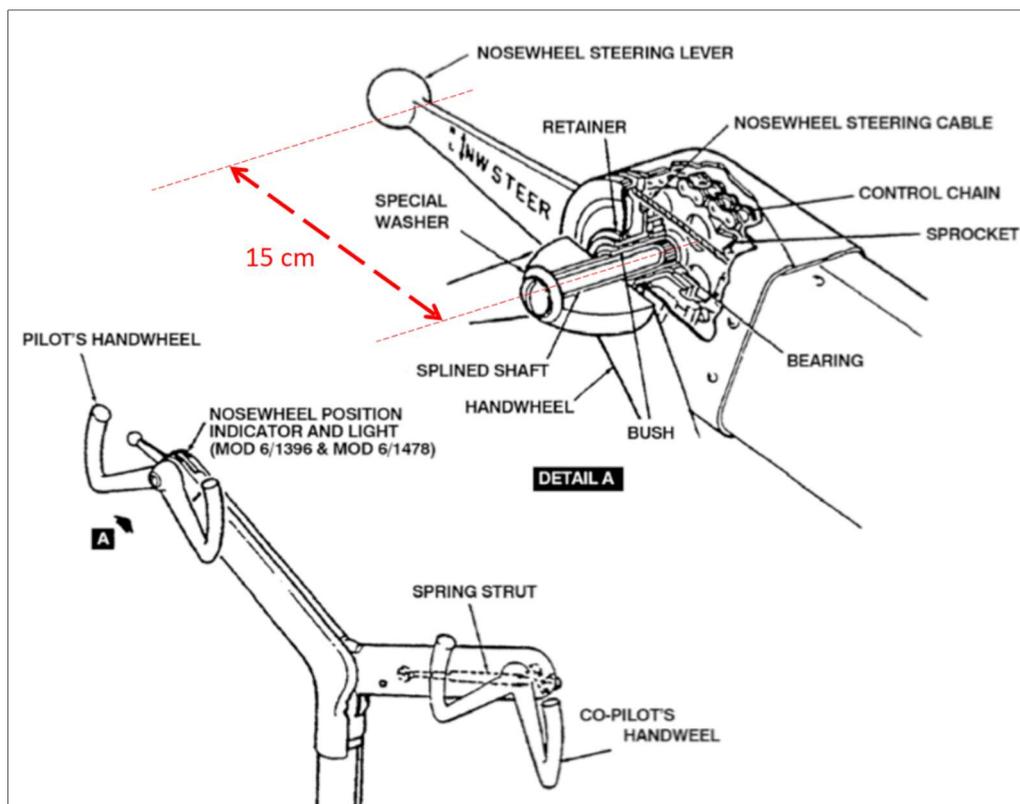


圖 1.16-4 鼻輪轉向手柄量測位置示意

於地面測試該鼻輪轉向器時，機務維修人員側錄鼻輪轉向致動器聲響提供本會作為樣本，以音頻特徵分析出鼻輪轉向致動器作動之聲紋特徵，可辨識出鼻輪轉向致動器作動聲紋特徵頻率約在 180 至 280 Hz 之間，並可辨識液壓泵作動聲紋特徵頻率約在 700 至 750 Hz 之間，如圖 1.16-5 所示，其中比對 FDR 液壓系統壓力參數（hydraulic pressure），可確認液壓泵加壓聲出現時液壓系統壓力值同步上升之特徵。

該機起飛前及事故期間 CVR 音頻分析與 FDR 比對結果如圖 1.16-6 及

圖 1.16-7 所示，可確認到約 750 至 790 Hz 左右之液壓泵作動聲並與 FDR 參數特徵吻合；但鼻輪轉向致動器作動聲所在之 180 至 280 Hz 區域被背景雜音覆蓋，無法特定出可供辨識之特徵。

經由 CVR 音頻分析並對照該機原廠維修手冊 PSM 1-64-2 /29-00-00 液壓系統，CVR 音頻及地面側錄聲音分析結果如下：

1. 地面測試側錄聲音之液壓泵特徵頻率約 700 至 750 Hz、持續時間約 0.7 至 0.8 秒，且鼻輪轉向致動器特徵頻率約 180 至 280 Hz，持續時間（鼻輪轉向器由中立至左/右打滿）約 4 至 5 秒。
2. 事故機 CVR 聲音之液壓泵特徵頻率約 750 至 790 Hz，持續時間約 0.7 至 0.8 秒；
3. 事故機 CVR 聲音之鼻輪轉向致動器特徵頻率則因該頻率區間背景雜音無法辨識。

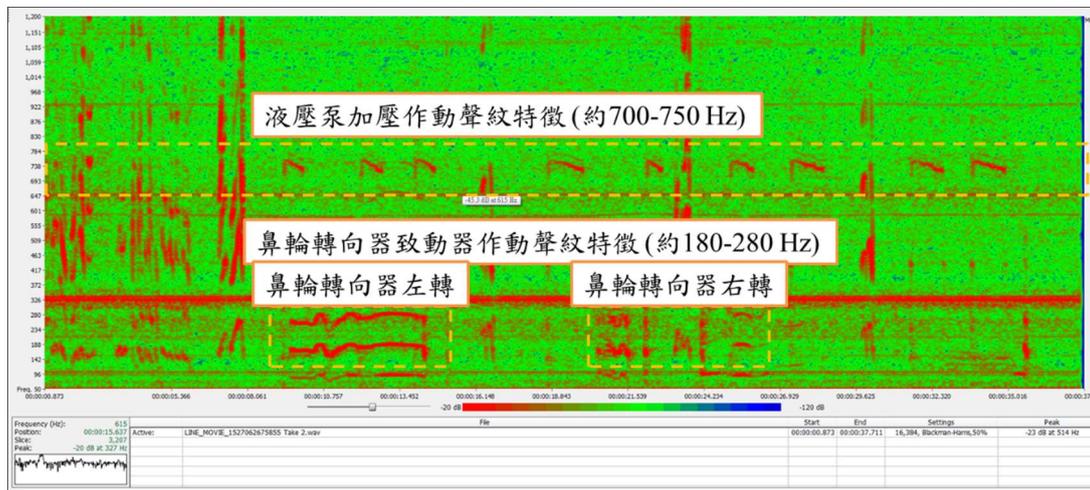


圖 1.16-5 事故機地面測試音頻分析結果

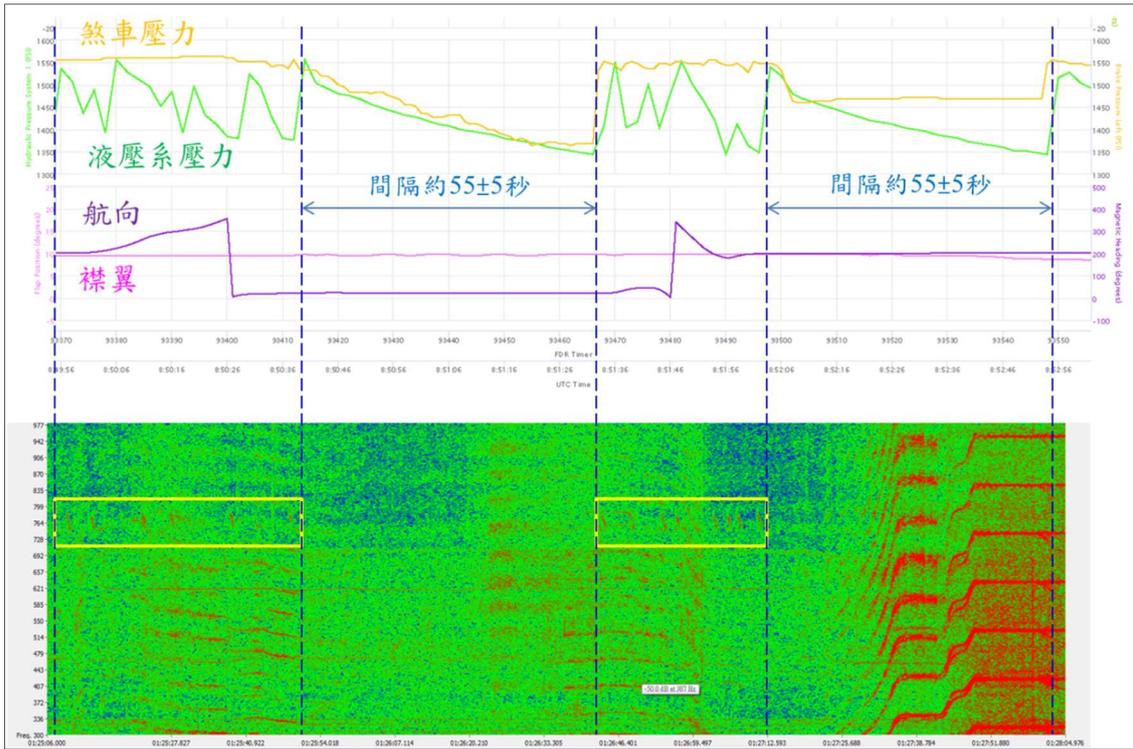


圖 1.16-6 事故機起飛前 CVR 音頻分析結果

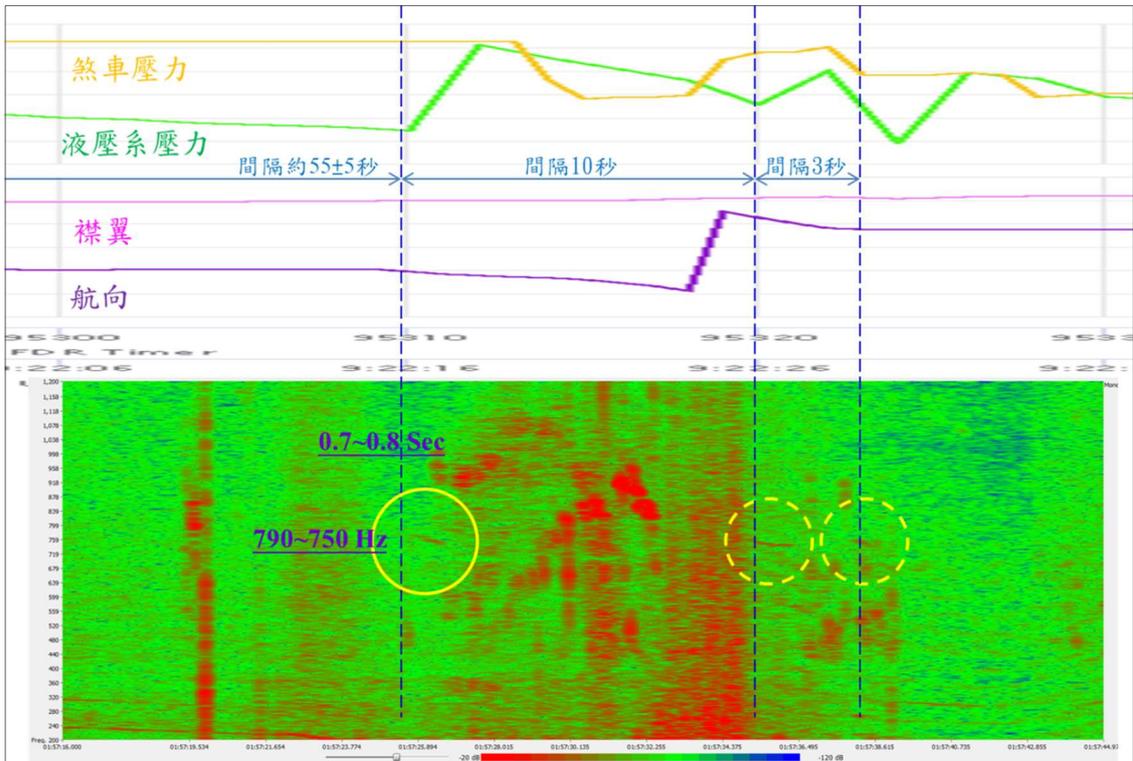


圖 1.16-7 事故機事故期間 CVR 音頻分析結果

1.16.4 疲勞生物數學模式分析

德安航空 DHC-6-400 機隊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，以於派遣前分析班表存在之疲勞風險並進行管理。疲勞生物數學模式並非強制性之疲勞管理方法，德安航空亦尚未導入。

國際民航組織指出：疲勞生物數學模式¹³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。本會調查小組使用 Fatigue Risk Management Science Limited 所開發之疲勞生物數學模式-system for aircrew fatigue evaluation predictive fatigue model for pilot（飛航組員疲勞評估預測模組，簡稱 SAFE¹⁴），針對德安航空 DHC-6-400 機隊符合派遣規定之飛航組員班表，進一步評估可能之疲勞風險程度，分析標的與結果如下：

1.正駕駛員民國 107 年 4 月 21 日至 23 日之班表分析

民國 107 年 4 月 19 日，正駕駛員結束連續 5 日之休假後，於 4 月 20 日參加德安航空飛安促進會，無飛航任務。4 月 21 日、22 日及 23 日期間執行臺灣西部航線飛航任務，分別執行 8、6 及 8 架次飛行任務。依據正駕駛員 4 月 21 日至 23 日實際之飛航執勤期間，SAFE 分析結果重點如下：

- 4 月 23 日第 8 架次飛行(當日延誤約 30 分鐘)，SAFE 之 Samn-Perelli 指數最高值達 4.73，為分析期間之最高值，疲勞風險程度介於「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

¹³ Fatigue biomathematical model.

¹⁴ SAFE 建議 Samn-Perelli 指數介於 4.7 至 5.0 分間時應實施疲勞管理措施 (fatigue should be managed)；4.7 至 5.0 分間應積極管理疲勞 (fatigue should be actively managed)；5.0 至 5.3 分間建議停止派遣 (flights not recommended)；6.0 分以上應禁止派遣 (flight not permitted)。

鬆懈」之間。

2.副駕駛員民國 107 年 4 月 19 日至 23 日之班表分析

民國 107 年 4 月 18 日，副駕駛員結束連續 4 日之休假後，於 4 月 19 日至 23 日期間執行臺灣西部航線飛航任務，分別執行 6、8、8、6 及 8 架次飛行任務。依據副駕駛員 4 月 19 日至 23 日實際之飛航執勤期間，SAFE 分析結果重點如下：

- 4 月 23 日第 8 架次飛行（當日延誤 30 分鐘），SAFE 之 Samn-Perelli 指數最高值達 4.98，為分析期間之最高值，疲勞風險程度介於「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。

3.民國 106 年與 107 年德安航空東部航線班表分析

考量德安航空 DHC-6-400 機隊之東部航線單日最多可派遣 12 架次任務，故調查小組檢視該公司事故前 1 年內之東部航線班表，以進一步分析是否存在疲勞風險。

經查事故前 1 年內 DHC-6-400 機隊曾分別於民國 106 年 9 月、10 月及民國 107 年 4 月出現單日 12 架次派遣，故調查小組針對民國 106 年 10 月 19 日至 30 日及民國 107 年 4 月 29 日至 30 日兩期間，使用 SAFE 分析某正駕駛員班表，其結果如圖 1.16-8 與 1.16-9，重點內容如下：

民國 106 年 10 月 19 日至 30 日期間之班表分析結果

- 分析期間 SAFE 之 Samn-Perelli 指數最高值為 5.91，係發生於 10 月 21 日第 12 架次（1740 時至 1750 時間），疲勞風險程度介於「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」間；當日派遣於第 10 架次飛行（1540 時起飛）起，Samn-Perelli

指數值即已高於 SAFE 建議停止派遣之門檻值 5.3 分；

- 除休假後第 1 日之派遣外（10 月 19 日之 10 架次派遣），分析期間所有單日 10 架次（10 月 30 日）與 12 架次派遣（10 月 20、21、28、29 日）SAFE 之 Samn-Perelli 指數最高值皆高於 SAFE 建議停止派遣之門檻值 5.3 分。



圖 1.16-8 民國 106 年 10 月 19 日至 30 日間班表疲勞風險分析

民國 107 年 4 月 29 日至 30 日間班表分析結果

分析期間 Samn-Perelli 指數最高值為 5.63，係發生於 4 月 29 日第 12 架次（1736 時至 1740 時間）；當日派遣於第 11 架次飛行（1635 時起飛）起，Samn-Perelli 指數值即已高於 SAFE 建議停止派遣之門檻值 5.3 分。



圖 1.16-9 民國 107 年 4 月 29 日至 30 日間班表疲勞風險分析

1.17 組織與管理

1.17.1 德安航空航務處

依據德安航空航務手冊，航務處設處長與副處長各 1 名，下轄航務組、DO-228/DHC-6-400 機隊，及督察考核小組與安全落實小組兩任務編組，其組織如圖 1.17-1 所示。

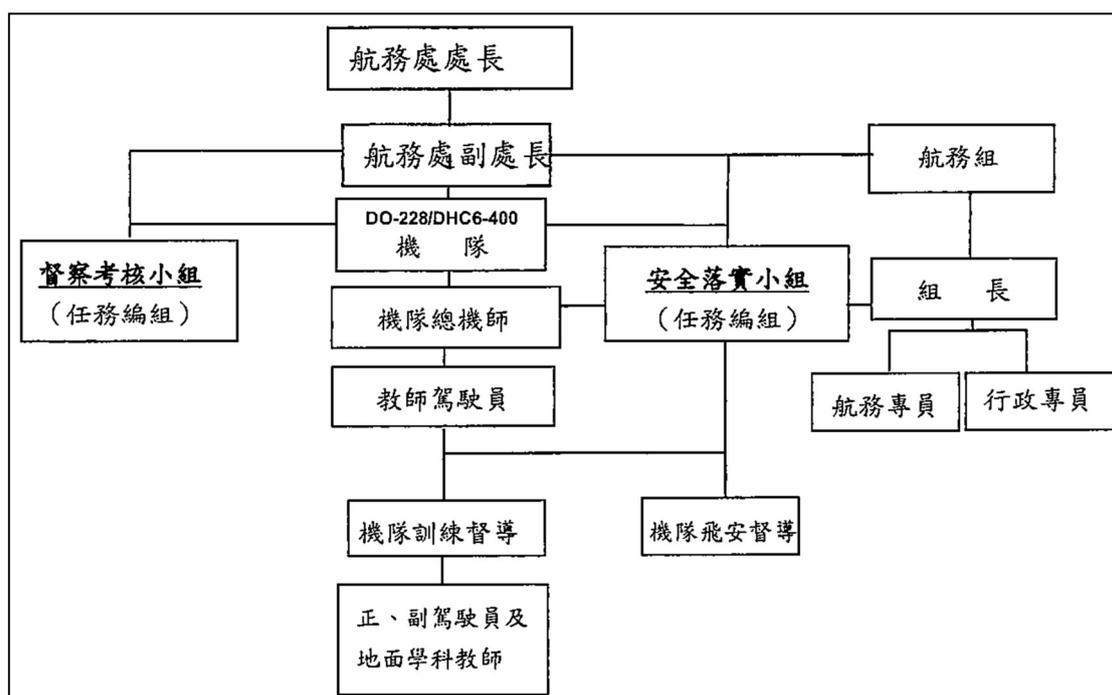


圖 1.17-1 德安航空航務處組織圖

1.17.2 德安航空 DHC-6-400 機隊

民國 105 年 3 月 10 日，德安航空向民航局申請引進 DHC-6-400 型機，以逐步汰換 DO-228 型機；同年 10 月 12 日完成民航局五階段審查，並於同年 10 月 15 日取得航線證書後，開始執行國內離島偏遠航線定期或不定期飛機運輸業務。

由於當時市面上仍無 DHC-6-400 型機 Level D 等級之模擬機，德安航空 DHC-6-400 型機飛航組員係以實機進行術科訓練與考驗，並依民航局要求由原廠手冊之側風限制 25 浬/時，限縮為本島機場與馬公機場之 20 浬/時，其他離島機場則降至 18 浬/時，待相關訓練於 Level D 等級模擬機完成後，始得恢復側風限制。

本次事故後，德安航空已派員赴國外針對 Level D 等級模擬機進行評估；民航局並已要求重新考驗德安航空 DHC-6-400 機隊所有飛航組員側風落地操作，各組員於完成模擬機訓練前之過渡階段執行任務，暫以受考驗

當時之側風值作為個人最大側風落地限制。

事故當時，德安航空擁有 4 架 DHC-6-400 型機，並搭配有檢定駕駛員 1 名、教師駕駛員 3 名、正駕駛員 3 名、副駕駛員 7 名、儲備正駕駛員 3 名與儲備副駕駛員 2 名。

德安航空將 DHC-6-400 型機飛行任務區分為西部航線與東部航線，西部航線以高雄機場為基地，往來包括七美、望安或馬公等機場，單日派遣 2 至 8 架次不等。其中單日最高 8 趟次派遣部分，以民國 107 年 4 月班表為例，係 0800 時自高雄機場起飛，飛航組員飛行 4 架次後於高雄機場地停用餐，下午再飛行 4 架次後，於 1655 時飛抵高雄機場結束任務。東部航線以臺東機場為基地，往來蘭嶼及綠島機場，單日派遣 4 至 12 架次不等，其中單日最高 12 架次派遣。以民國 107 年 4 月之班表為例，係 0730 時起飛，飛航組員飛行 6 架次後於臺東機場地停用餐，下午再飛行 6 架次後，於 1740 時飛抵臺東機場結束任務。

表 1.17-1 顯示事故前 1 年內，德安航空 DHC-6-400 機隊正/副駕駛員人數、每月平均飛航時間、東/西部航線單日最高派遣架次等資訊。

表 1.17-1 DHC-6-400 機隊人數與派遣統計表

時 間	民 國 1 0 6 年									民 國 1 0 7 年			
	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	
正駕駛員人數	9	9	9	9	9	8	7	7	8	8	8	7	
副駕駛員人數	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	9	
平均飛時	48:46	35:50	46:24	51:40	55:58	39:32	36:13	29:21	31:24	34:15	49:36	60:22	
西部單日最高派遣架次	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
東部單日最高派遣架次	10	10	10	10	12	12	10	10	10	10	10	12	

1.17.3 技術研討會

德安航空航務處係藉由舉辦飛航組員技術研討會（以下簡稱技研會）之時機，研討航務運作相關議題及宣導飛安資訊。

德安航空航務處因應「民國 106 年 4 月 13 日 DA7511 航班於蘭嶼機場落地偏出跑道事故」，分別於民國 106 年 4 月、5 月、7 月及 10 月之技研會中，針對側風落地與落地後偏側修正等議題進行研討，其內容概要綜整如下：

依據民國 106 年 4 月技研會紀錄，總機師於會議結論時指出：

1. DHC-6-400 型機方向舵未連接鼻輪轉向，在側風操作上需使用大量方向舵，落地後仍需修正側風，如有偏側現象，飛航組員應先以方向舵保持方向，同時使用副翼壓向上風邊，並盡速將推力進入 Beta 模式¹⁵，切勿先或太早使用煞車及過量的反推力以免產生側滑現象，造成方向控制不易。

¹⁵ Beta 模式泛指飛機於地面操作的模式或渦輪螺旋槳飛機使用反推力的操作模式，在 Beta 模式狀態時，發動機動力控制手柄位於空中慢車止檔以下的位置。在 DHC-6 型飛機上，Beta range 是由 Beta 反推力閥控制而非螺旋槳葉片調速器。若顯示的螺旋槳轉速比螺旋槳手柄所選擇的轉速低，此時螺旋槳即在 Beta 的操作模式。

2. 當無法控制而可能偏出跑道，必要時使用鼻輪轉向加反方向副翼保持機身平衡。

另依據民國 106 年 5 月技研會紀錄，多位飛航組員於會議中提及航機高速滾行時，切勿使用鼻輪轉向修正航向，部分飛航組員指出應於速度低於 15 浬/時以下始可使用鼻輪轉向；當其他方向修正方式皆無效時，應使用鼻輪轉向修正，但使用量應細微或謹慎，以避免偏出跑道或致使鼻輪受損。

民國 106 年 7 月技研會紀錄，落地滾行階段一般並不需要使用差異推力控制方向，如需使用時，建議往偏側方向增加推力，另一邊推力維持在 Beta 模式位置，不應使用差異反推力，因其較無助於方向控制。

依據民國 106 年 10 月技研會紀錄，多位飛航組員於會議中提及航機高速滾行時，切勿使用鼻輪轉向修正航向；如方向控制困難或有偏出跑道之虞時，應果斷使用鼻輪轉向，另加上反方向副翼保持機身平衡。

1.17.4 安全通告

依據德安航空安全管理手冊 5.2.6.3 節，航務處執行各項任務或工作存在潛在危害時，得發布安全通告，如：航務通告、機隊通告，並建議採取所需之風險控管措施，以降低或消除風險。

檢視航務處自民國 106 年 4 月後發布之安全通告，其中與側風落地或落地後偏側修正有關者計兩則，分別為本次事故後，於民國 107 年 4 月 26 日及 4 月 30 日所發布，編號 48 與 49 之 DHC-6-400 機隊通告，內容整理如下：

機隊通告編號 48

主旨為側風落地技巧。通告中指出落地後方向維持係以方向舵搭配副翼操作為主，當方向舵與副翼控制不足以維持風向控制，且航機產生偏側時，飛航組員始可用差異推力修正方向，且動力手柄皆不得維持於反推力位置，例如：航機右偏側時，可適量將右動力手柄前推。

機隊通告編號 49

主旨為鼻輪轉向操作原則與技巧。部分內容整理如下：

1. 正常操作時，鼻輪轉向僅限於滑行時使用。禁止於起飛滾行與落地滾行階段使用鼻輪轉向。
2. 鼻輪轉向應謹慎使用，且應僅於航機低於滑行速度時使用（低於 30 浬/時）。
3. 除非緊急狀況，例如存在衝偏出跑道可能時，不得於航機滑行速度以上使用鼻輪轉向。

1.17.5 自我督察作業

依據安全管理手冊第 5.3.8 節航務自我督察作業，航務處自我督察包含兩類，一類由航務處長及各機隊總機師每月執行 1 次，係使用航務處自我督察檢查表，如表 1.17-2 所示，其中航務處長負責督察第 1 至 17 項，總機師負責督察 1 至 14 項。另一類為飛航組員平時考核，由機隊總機師及檢定駕駛員每年對所屬飛航組員執行飛行考核乙次，安全管理手冊第 5.3.8 節中附有 BK117 與 DO-228 之駕駛員飛行考核表。

表 1.17-2 航務處自我督察檢查表

項次	項目	檢查結果	
		是	否
1	飛航人員對飛航公告、火砲射擊、天氣資料是否充分掌握？		
2	飛航任務提示是否按規定程序實施		
3	飛航人員航行包應攜帶之資料是否完整(航醫建議配戴眼鏡者應有兩付)		
4	飛航組員是否遵照公司禁止喝酒之規定(是否按規定至航站航務組檢測)		
5	飛航組員飛行前是否按檢查手冊執行航機 360°檢查		
6	執行外場(駐站)任務時，組員生活管理是否有規範及遵守		
7	飛機上攜帶之裝備是否會使用，所規定之手冊是否齊全		
8	飛航組員之檢定證、體檢證期限是否有效		
9	飛航任務之派遣是否按簽派作業規定程序執行		
10	飛航組員於任務起飛前是否審查相關飛航資料並簽名		
11	飛行前、後對航機狀況缺失是否按規定填寫於維護記錄簿內		
12	飛航組員是否瞭解及遵守飛航管制規定		
13	飛航組員於起飛前相互確認已收到塔臺之起飛許可		
14	任務完成後，歸詢是否使用所規定之表格，填寫是否據實		
15	飛航人員是否按時完成年度複訓，並記錄完整		
16	各機隊是否對飛航人員實施飛航任務之自我督察		
17	民航法規、公司手冊、技令是否適時修正及增訂		
督察日期： 年 月 日 督察人員：			
所見事實			
擬辦			
批示			

依據德安航空航務手冊第 23.3.4.2.7 節，定期與不定期航務自我督察實施要領依據安全管理手冊 5.3 節自我督察計畫相關條文執行。第 23.3.4.2.6 節規定機隊總機師（含）以上人員，使用離島航線風險評估/駕駛艙航路檢查表，如表 1.17-3，原則上以每半年內對各航線實施評估作業乙次後，並向航務處長彙報。第 23.3.4.2.8 節則歸納航務處安全管理作業執行項目如表 1.17-2。

表 1.17-3 航務處離島航線風險評估/駕駛艙航路檢查表

德安航空航務處離島航線風險評估/駕駛艙航路檢查表 (2 sectors)						
日期	航班	／		正/副 駕駛員	／	
項 目		合乎 規定		項 目		風險 評估
A. 航路檢查項目		是	否	B. 離島航線風險評估		評估值
1.Pre-Flight Preparation				1.簽派作業情況		
Documents				2.飛機適航狀況 (含機務作業)		
Wt. & Balance				3.天氣狀況(離場/航路/到場)		
NOTAM/NOTICE				4.飛航管制狀況		
Use of Checklist				5.助/導航設施狀況		
Radio Com & FMS Set Up				6.跑道狀況		
Dept Briefing				7.飛航組員對航路熟悉度		
2. Start Up & Departure PROC.				8.無線電通話程序		
Engine Start				9.CRM		
System Function Check				10.場站作業支援狀況		
Ground Operation				C. 風險評估值(安全管理手冊 2.7.1.2) :		
Normal Crosswind /Takeoff				1.風險等級第一級：不能接受此風險(風險評估值為 5A,5B,5C,4A,4B,3A)，立即提出改善措施並儘速改正與控管。		
Instrument/Visual Departure				2.風險等級第二級：可接受此險(風險評估值為 5D,5E,4C,4D,4E,3B,3C,3D,2A,2B,2C)，提出改善措施並限期改正與控管。		
3. Enroute Navigation				3.風險等級第三級：可接受此險(風險評估值為 ,3E,2D,2E,1A,1B,1C,1D,1E)，不需提出風險控管，需持續觀察。		
Cruise Operation				D. COMMENT :		
FMS Use & Functions						
FMS Navigation						
4. Arrival & Approach						
App Briefing						
Descent /APP Planning						
Arrival Procedure						
FMS Programming						
VFR Approach						
Precision Approach						
Non-Precision Approach						
Missed Approach						
Holding						
5. Landing						
Normal (Flap 20 / 37)						
Crosswind Landing						
Reject Landing						
Direction Control						
Deceleration Operation						
Back track Operation						
6.Taxi and Parking PROC				查核人		
7. Engine Shutdown						

項次	項 目	作 業 頻 率	備 考
一	定期安全落實小組會議	每三個月召開一次	執行危害識別與風險評估
二	不定期安全落實小組會議	視需要召開	執行危害識別與風險評估
三	定期自我督察	每三個月實施一次	得併當月不定期自我督察
四	不定期自我督察	每月至少一次	
五	自我督察趨勢分析	每半年一次	
六	變動管理	重大作業時（內、外部變動）	執行危害識別與風險評估
七	任務派遣風險評估	任務執行前	
八	離島航線風險評估/駕駛艙路檢查	每半年一次	
九	作業系統安全評估	每季實施一次	配合自我督察執行
十	組員報告	視需要	

圖 1.17-2 德安航空航務處安全管理作業項目

1.18 其他資料

1.18.1 飛航操作相關手冊內容

1.18.1.1 DHC-6-400 型機飛機操作手冊

德安航空 DHC-6-400 型機飛機操作手冊（aircraft operation manual, AOM）與本案有關之內容如下：

Chapter4 Normal Procedure（第4章 正常程序）

該程序中律定飛航組員須分別於起飛後（After Take-off）及五邊（Final）時，檢查確認鼻輪轉向手柄是否定中，內容如下：

4.10 After Take-off（起飛後）

...

9. Nose wheel steering lever —Centered. --CM1

Align with index marks if required.

（譯：CM1 檢查鼻輪轉向手柄位於定中位置。必要時確認標記對正。）

4.14 Final (五邊)

1. Nose wheel steering lever –Centered/Locked -CM1

Align with index marks if required.

(譯：CM1 檢查鼻輪轉向手柄位於定中/鎖定位置。必要時確認標記對正。)

...

8. Nose wheel steering lever –Use as required. -CM1

Coarse application of rudder should be used as the primary control for heading until the aircraft has decelerated to taxi speed.

(譯：CM1 視需要使用鼻輪轉向手柄。直到飛機減速至滑行速度前，航向控制應以方向舵為主。)

4.14.1 Crosswind Landings (側風落地)

...

The preferred crosswind technique requires that the upwind wing be lowered during the approach with sufficient opposite rudder applied to align the aircraft with the runway. As airspeed decreases during the flare and rollout, both of these control applications must be increased. The nose wheel should be held on the ground during the ground roll, along with “into wind” aileron. Directional control should be maintained with rudder only unless it becomes absolutely necessary to use nose wheel steering. (譯：較佳之側風落地技巧，係於進場時壓低上風邊機翼，並以足量反舵操作保持航機對正跑道。於仰轉及滾行階段空速下降時，需同時增加副翼及方向舵之操縱量。落地滾行時應保持鼻輪觸地，並向上風邊操作副翼。方向控制應僅以方向舵來維持，除非絕對必要才使用鼻輪轉向。)

4.20 Normal Procedure Standard Call Out (正常程序標準呼叫)

德安航空有關正常程序標準呼叫內容規定於 4.20 節，其中落地後（after landing）之標準呼叫內容如下表所示；手冊中無落地方向控制有關標準呼叫。

<i>CM1</i>	<i>CM2</i>
<i>At approximately 40 KIAS and safe taxi speed.</i> <i>“40 KNOTS,I HAVE CONTROL”</i>	 <i>“YOU HAVE CONTROL”</i>
<i>Once vacated of runway.</i> <i>“AFTER LANDING CHECKLIST”</i>	 <i>Completed after landing checklist.</i> <i>“AFTER LANDING CHECKLIST COMPLETED”</i>

Chapter 6 Proceure And Technique (第 6 章 程序與技巧)

6.2.5 Nose Wheel/Rudder Pedal Steering (鼻輪/方向舵踏板轉向)

The nose wheel steering system is primarily intended for use when maneuvering on the airport apron or parking areas, or for making tight turns from runways to taxiways and vice-versa. To maintain a straight path when taxiing, the nose wheel steering tiller should be left alone in the center position and coarse (full deflection) application of rudder used to make any necessary corrections to the aircraft’s path down the taxiway. (譯：鼻輪轉向器主要用於

停機坪區域，或自滑行道進入/脫離跑道時須較大角度轉彎之用。直線滑行時，鼻輪轉向手柄應保持定中，必要時應以大幅度（最大行程）舵量控制方向。）

...

6.5.8 Directional control during landing (落地階段方向控制)

Directional control during landing should be maintained by use of rudder. As the aircraft slows down, asymmetric thrust may be used to control any tendency to weathercock in crosswinds. (譯：落地階段應使用方向舵維持方向控制，當航機速度減慢後，若航機於側風情況下出現風標效應之趨勢時，可使用差異推力修正。)

In a crosswind, apply into wind aileron to maintain a wings-level attitude. This will increase directional control. Nose wheel steering should not be used until the aircraft has decelerated to taxi speeds. (譯：側風情況下，使用上風邊副翼以保持機翼水平姿態，如此將可提高方向控制。航機減速至滑行速度前，不應使用鼻輪轉向。)

1.18.1.2 DHC-6-400 型機飛行員操作手冊及飛航手冊

Viking DHC-6-400 型機飛行員操作手冊及飛航手冊 (pilot operating handbook and aircraft flight manual, POH and AFM) 其封面頁說明如下：

Sections 1 through 10 inclusive of this document comprise the Pilot Operating Handbook (POH) for the DHC-6 Series 400 Twin Otter. Sections 1, 2, 3, 4, 5 and any supplement in Section 9 are Transport Canada Civil Aviation approved and constitute the approval Aircraft Flight Manual. Compliance with Section 2, Limitations, is mandatory. Sections 0, 6, 7, 8 and 10 are not approved and are provided for information only.(譯：本文件第 1 節至第 10 節包含 DHC-6-400 Twin Otter 型機之飛行員操作手冊，第 1 至 5 與第 9 節為加拿大運輸

部所核准，並構成核准之飛航手冊；其餘第 0、6、7、8、與 10 節等不屬於加拿大運輸部核准之部分，僅為製造廠告知操作人之資訊。）

此手冊與側風落地/落地方向控制有關之內容如下：

4.15.1 Crosswind landings (側風落地)

The preferred crosswind technique requires that the upwind wing be lowered during the approach with sufficient opposite rudder applied to align the aircraft with the runway. As airspeed decreases during the flare and rollout, both of these control applications must be increased. The nose wheel should be held on the ground during the ground roll, along with “into wind” aileron. Directional control should be maintained with rudder only unless it becomes absolutely necessary to use nose wheel steering. (譯：側風落地之首要技巧，需於進場時壓低上風邊機翼，並以足量反舵保持航機對正跑道。於仰轉及滾行階段空速下降時，需同時增加副翼及方向舵之操縱量。落地後應保持鼻輪於地面滾行，並向上風邊操作副翼。方向控制應以方向舵來維持，除非絕對必要才使用鼻輪轉向。)

10.7.8 Directional control during landing (落地階段方向控制)

Directional control during landing should be maintained by use of rudder. As the aircraft slows down, asymmetric thrust may be used to control any tendency to weathercock in crosswinds. (譯：落地階段應使用方向舵維持方向控制，當航機速度減慢後，若航機於側風情況下出現風標效應之趨勢時，可使用差異推力修正。)

In a crosswind, apply into wind aileron to maintain a wings-level attitude. This will increase directional control. Nose wheel steering should not be used until the aircraft has decelerated to taxi speeds. (譯：側風情況下，使用上風邊副翼以保持機翼水平姿態，如此將可提高方向控制。航機減速至滑行速度前，不應使用鼻輪轉向。)

1.18.1.3 德安航空航務手冊

事故當時，德安航空航務手冊第 39.4.1 節中規定，DHC-6-400 型機於乾跑道之起飛/落地側風順風落地限制如下；若有陣風時，以最大陣風計算。

DHC-6 :

Crosswind Direction	0°	10°	20°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	90°
Speed	39	39	39	39	35	31	28	26	25	23	22	21	21	20	20

Tailwind Direction	95-105°	110°	115°	120°	125°	130°	135°	140°	145°	150°	155°	160-180°
Speed	20	21	22	21	18	16	14	13	12	12	11	10

另德安航空航務手冊第 39.4.4 節針對七美、望安、蘭嶼、綠島等機場，下修 DHC-6-400 型機之起飛/落地側風順風起降限制如下：

DHC-6 乾跑道

Crosswind Direction	0°	10°	20°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	90°
Speed	39	39	39	36	32	28	26	24	22	21	20	19	19	18	18

Tailwind Direction	95-105°	110°	115°	120°	125°	130°	135°	140°	145°	150°	155°	160-180°
Speed	18	19	20	20	18	16	14	13	12	12	11	10

1.18.2 訪談摘要

1.18.2.1 正駕駛員

第 1 次訪談內容

事故當日係執行「高雄—望安—高雄—七美—高雄—七美—馬公—七美—高雄」班表，共計 8 個航段。本次事故發生於最後一個「七美—高雄」航段，正駕駛員坐於左座擔任操控駕駛員，約於 1658 時自七美機場起飛，依航管指示採 MAPLE ONE TANGO DEP (ML1T) VISUAL 目視離場程序離場，依正常程序於 400 呎收外型，最終爬升至 4,000 呎高度。進場時先依高雄機場 SIGANG ONE KILO ARR (SN1K) 進場程序飛行，後因 ATIS 資訊顯示高雄機場為目視天氣，能見度大於 10 公里、無降雨，遂向航管申請

目視進場並獲同意與引導，約於距離機場 15 哩左右即可目視機場（field insight）。

落地總重為 11,504 磅，據此計算之 V_{REF} 為 75 哩/時， V_{TGT} （target speed, V_{TGT} ）為 80 哩/時。高雄機場塔臺管制員約於 10 哩時頒發 09 跑道落地許可，當時提供之風向風速為 180 度 12 哩/時；後續依程序減速、放外型，進場梯度均正常，落地使用 flap 20。執行 final checklist 副駕駛員唸出第一項程序“nose wheel steering”時，正駕駛員即以左手撥動鼻輪轉向器（tiller）手柄，確認其位於“centered and locked”位置，並目視確認白色指標（三個白點）有對齊（aligned）後，覆誦“centered and locked”。

事故當次進場以微量蟹行法修正側風，200 呎高度時，監控駕駛員報讀儀表上顯示之側風為 17 哩/時、尾風為 3 哩/時，與之前所接收到之天氣資料及塔臺提供之資訊大致吻合。因符合該機種風速限制，且航機狀況符合穩定進場條件，正駕駛員遂決定繼續進場。著陸前以方向舵修正航機縱軸，使其平行於跑道；精確進場滑降指示燈（precision approach path indicator, PAPI）顯示為三紅一白，著陸點約位於跑道中心線上、aiming point 之前，由右主輪先觸地，未發生彈跳。著陸後隨即收兩側油門使其進入 beta 範圍，但尚未進入反推力區間；其後右翼可能受側風影響而一度揚起，正駕駛員修正操作欲使機翼回復水平後，航機開始稍微右偏，正駕駛員遂改為向左修正，但於航機快回到跑道中心線時，正駕駛員發現航機左偏趨勢持續增加，修正中航機急遽向左偏側並偏出跑道，最終停止時，機頭已轉 180 度而與進場跑道呈反方向。

隨後於副駕駛員協助下，執行發動機關車程序，儀表未顯示航機有任何異常狀況。接著由副駕駛員至客艙疏散乘客，完成後兩人共同確認將飛航紀錄器斷電，攜出維護紀錄本及個人飛航裝備後離機。

據副駕駛員表示，落地後向左偏側期間之空速約為 50 幾哩/時，因此副駕駛員尚未依程序呼叫“forty”，按頒布的操作要求尚不能使用煞車，故正駕駛員當時主要係以方向舵及副翼試圖修正左偏趨勢。當航機向左偏側超過

跑道中心線後，副駕駛員曾一度呼叫“教官，tiller...用 tiller”，當時正駕駛員心中曾想：速度這麼大，使用 tiller 恐怕不容易操控，因此並不太願意使用 tiller；但至於實際狀況中，正駕駛員是否曾順著副駕駛員呼叫而碰觸到 tiller，因為事情發生的很快，自己無印象及不確定。偏出道面前可能曾使用右煞車企圖修正，但並未運用不對稱推力操作。

航機偏出道面進入草地後，正駕駛員未再刻意進行修正操作，而是定住試圖穩定航機，以避免翼尖觸地或翻覆，印象中右手係放在油門桿上，左手則是位在方向盤上；過程中曾感覺鼻輪轉向器手柄有急遽的移動，似乎有擦碰到自己的左膝蓋，研判可能是受到地面不平的影響所致。航機停止後，鼻輪轉向器手柄是位在最下方的位置。機輪於偏出道面前雖感覺尚屬正常，但其滾行的路徑卻有側移現象，右輪洩氣可能是航機進入草地後地面坑洞所致。

事故當日該機狀況一切正常，未有故障待修項目，飛行過程中亦未曾出現任何警告/警示訊息。

事故當日第 1 趟任務前曾執行風險評估，正、副駕駛員之評估結果分別為 12 分與 18 分，皆代表低風險。

正駕駛員表示，事故前 1 日晚上約 9 點多就寢，事故當日早上約 6 點起床，睡眠品質良好，0720 時報到，0800 時開始第 1 趟任務。正駕駛員認為自己於事故當時之身心狀況良好，無疲勞現象，足以應付飛行任務。就其觀察，副駕駛員於事故當日之精神處於亢奮狀態，擔任監控駕駛員之各項職責表現皆符合標準，印象中副駕駛員於偏側階段應未介入航機之操作。

正駕駛員於擔任 DO-228 型機副駕駛員時，即曾參與 DHC-6-400 型機原廠教師講授之地面學科課程，正式接受機種轉換訓練與正駕駛員升等訓練時，地面學科再次由本國籍教官重新授課，科目與時數則依照報請民航局核定之內容辦理。飛行術科則由 4 位 IP 或以上等級之教官帶飛，未接受過模擬機訓練，皆以實體機進行。接受機種轉換訓練初期，由於自傳統儀表轉換到玻璃駕駛艙環境，過程因而較為辛苦，但到了第 3、4 課以後，自己

已能進入狀況。其餘 DHC-6-400 型機相較於 DO-228 型機之特性，例如機翼採上反角設計、油門控制桿位於上方位置、發動機反應時間較慢、舵的用量較大...等，經過訓練都可以克服，適應上沒有問題。截至事故當時，幾乎未曾遇到起降階段必需使用不對稱推力控制方向之情況與環境，也因此未曾採用此種操作。

對於本次事故可能原因，因為事情發生得很快，正駕駛員不確定自己的操作是否有哪一部分未完全按照教官上課的內容，是否有未執行到的部分。

事故當時，高雄機場跑道因施工而內縮，但對於正駕駛員之落地操作未造成影響。

對於發生於 DHC-6-400 機隊之事故或意外事件，公司係透過技研會之場合將彙整好之資訊向飛航組員提報，並進行經驗分享、討論與複習。

第 2 次訪談內容

該次落地前近地警告系統（ground proximity warning system, GPWS）曾發出“glide slope”語音警告，原因係正駕駛員於 200 呎時獲副駕駛員告知有尾風，預期減速距離可能稍為增加，為順利自預劃之 C 滑行道脫離，故決定將落地點提前於 aiming point 前方，航機因此稍低於下滑道，PAPI 顯示為三紅一白。由於當時已通過跑道頭，能見度亦良好，副駕駛員確認航機可著陸於著陸區內，無安全疑慮，因此呼叫“disregard”。實際操作上，若於接近 C 滑行道前尚未完成減速，則會改由下一個滑行道脫離，不會強求，塔臺亦能諒解。

正駕駛員回憶表示，自己於著陸前後之不雅言語，係因右翼受側風影響揚起之緣故，僅為口語上的直覺反應，情緒並未受到影響。事後回想，應該是落地前減低蟹行角度（de-crab）時，桿上壓力不夠進而造成風標效應所致。

有關民眾於跑道旁攝得之照片顯示，該機向左偏側期間，鼻輪並非正

直而係朝向左側，方向舵則呈現右滿舵情形，正駕駛員表示，對於自己是否動到鼻輪轉向器手柄，至今仍無法確定；假如證據如此顯示，則較為合理之情形係自己於修正右偏期間，在非意識情況下動到鼻輪轉向器手柄，否則於該機持續左偏跨越跑道中心線或即將偏出道面時，自己應會將鼻輪轉向器手柄擺回中間，而非不斷試圖以右滿舵修正左偏。感覺飛機開始左偏至偏出道面經歷蠻長的時間，持續使用順桿順舵，卻一直修不回來。

有關第 1 次訪談中提及副駕駛員曾呼叫“教官，tiller...用 tiller”，但事後得知 CVR 錄音中並無此部分內容，正駕駛員表示此部分記憶仍十分清晰，自己僅針對事實陳述，並未加油添醋，回想事故後於航務組處理完相關事務後之空檔，曾與副駕駛員談論事故當下情況，副駕駛員詢問：「當時我叫你用 tiller，你有用嗎？」，正駕駛員則回覆：「速度那麼大，不敢用」。對於記憶與實際狀況之落差，自己也同感疑惑。

有關 DHC-6-400 型機落地滾行階段方向控制方式，可以高、低速區分；40 浬/時以上屬高速，可使用方向舵、副翼及油門控制方向；40 浬/時以下則可使用鼻輪轉向。正駕駛員過去操作 DHC-6-400 型機落地，曾遭遇過之最大正側風為 18、19 浬/時，在這樣的側風情況下，落地操作沒有問題。

對於鼻輪轉向使用時機，正駕駛員的認知係速度降到 40 浬/時以下方可使用，過去不曾於落地滾行階段使用鼻輪轉向器修正方向，反而對於鼻輪轉向器始終心存敬畏，一直採取較為保守的態度，也用得不太順手，教官還曾提醒自己應該「大膽的用」，後續直到航路訓練第 50 架次以後才開始熟練。正駕駛員回憶，該次落地滾行階段右手係放在油門桿上，左手則是放在方向盤上，假如當時要操縱鼻輪轉向，左手需放開方向盤，才能握住鼻輪轉向器手柄，除非是在低速、穩定情況下，左手才可能扶住方向盤，並同時微幅操作鼻輪轉向器，印象中當時並沒有這些動作。

正駕駛員表示，公司未針對落地滾行階段飛機有偏側時，律定統一的呼叫，每個組員的方式不同，自己擔任 PM 時，則會以「稍微偏了」提醒 PF。本次事故當時副駕駛員之呼叫方式並未對正駕駛員造成影響，因為當

時正駕駛員自己也知道飛機偏了。

過去飛行 DO-228 型機時，即使每日最多飛行 12 趟任務都不覺得疲累，但 DHC-6-400 型機因為駕駛艙設計及無空調等因素，每日飛行 8 至 10 趟任務即可能感到疲累，尤其夏季期間（7-10 月）因陽光曝曬，駕駛艙溫度常達到攝氏 30 度以上，多數飛航組員均感到非常炎熱，長時間在不舒適的環境中工作，難免心浮氣躁，地停期間若無地面空調車支援，飛航組員多會下機前往陰涼處避暑。

正駕駛員表示，平日體能狀況不錯，事故當日曾於其中兩趟任務之巡航階段，與副駕駛員輪流擔任操控駕駛員；事故當時精神狀況還不錯，但一整天工作下來已非最佳狀態，故圈選最能代表自己於事故時之精神狀態為：「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」，而非「1.警覺力處於最佳狀態；完全清醒的；感覺活力充沛」。

1.18.2.2 副駕駛員

第 1 次訪談內容

事故當日係執行「高雄—望安—高雄—七美—高雄—七美—馬公—七美—高雄」班表，共計 8 個航段。本次事故發生於最後一個「七美—高雄」航段，副駕駛員坐於右座擔任監控駕駛員。自七美機場起飛後，依航管指示採 MAPLE ONE TANGO DEPARTURE (ML1T) 目視離場程序離場並爬升至 4,000 呎高度，後續由管制員雷達引導至高雄，過程中一切正常。

接近高雄時，因 ATIS 資訊顯示高雄機場為目視天氣，遂向航管申請目視進場並獲同意與引導。塔臺管制員頒發 09 跑道落地許可時提供之風向風速為 180 度 12 浬/時。最後進場通過 200 呎高度時，副駕駛員依主要飛行顯示幕 (PFD) 上顯示之資訊告知正駕駛員側風為 17 浬/時、尾風 3 浬/時，較塔臺提供之側風數值大，正駕駛員則回覆「stable」並決定繼續進場。

正駕駛員以右坡度修正側風 (wing low)，著陸前 PAPI 顯示為三紅一

白，著陸點位於 aiming point 與 piano bar 之間、跑道中心線右側，由右主輪先觸地，機頭朝向跑道中心線方向，當時空速約為 50 幾哩/時；正駕駛員欲向左修正使航機返回跑道中心線時，右翼受側風吹襲而揚起（參考地平線），正駕駛員修正欲將機翼擺平時，航機開始向左偏側，越過跑道中心線時，副駕駛員呼叫“aileron aileron”提醒正駕駛員，因航機持續向左偏側，副駕駛員遂改以呼叫“rudder rudder rudder”提醒，隨後因左偏趨勢仍未獲改正，副駕駛員進而呼叫“tiller tiller”，緊接著該機就偏出道面，最後於側滑 180 度後停止於草地上。隨後副駕駛員告知塔臺將於該處關車，回頭確認無乘客受傷後，回覆塔臺無須醫療協助；接著開始執行發動機關車程序，完成後副駕駛員經由客艙走道至後方開啟左登機門，確認螺旋槳葉片已停止轉動、四周無異常狀況後，開始疏散乘客並引導至機尾後方；由於當時係白天且無乘客受傷，故副駕駛員未攜帶手電筒及 first aid 下機。

事故當日該機狀況一切正常，飛行過程中除伸放 flap 20 後曾出現過 1 次“speed”語音警示外，未曾出現任何警告/警示訊息。當次進場 V_{REF} 為 75 哩/時， V_{TGT} 為 80 哩/時，進場過程速度皆於正常範圍內（on speed）。落地後副駕駛員曾注意到空速尚未減低至 40 哩/時以下，惟當該機持續左偏時，因注意左偏情況，且當時手腳並未於操控面上，雖知道正駕駛員正忙著修正，但副駕駛員已無暇注意煞車、反推力、方向舵、副翼及鼻輪轉向之操作方式與使用情況；因角度關係，副駕駛員可確認正駕駛員之右手位於油門上，但看不見其左手位置；自己於航機偏側期間並未介入操作，公司亦不允許副駕駛員介入操作。

事故當日第 1 趟任務前曾執行風險評估，副駕駛員之評估結果為 18 分，代表低風險。副駕駛員認為，事故當次進場全程符合公司穩定進場標準，目視進場於尾風情況下，落地點稍微提前是可接受的狀況，故無任何因素使其於最後進場過程中認為有重飛之必要。

副駕駛員表示，事故前 1 日晚上約 10 點半就寢，事故當日早上約 5 點半起床，睡眠品質良好，0710 時報到，0800 時開始執行第一趟任務。副駕

駛員認為自己於事故當時之身心狀況良好，無疲勞現象，足以應付飛行任務。相較於過去與正駕駛員共飛之經驗，副駕駛員認為正駕駛員於事故當日之身心狀況穩定而正常。

副駕駛員係於加拿大接受 DHC-6-400 型機初始訓練之學/術科，並曾接受 DHC-6-300 型模擬機訓練，返臺後由外籍教師帶飛實機訓練。截至事故當時，飛行該機種未有不適應之處；另由於副駕駛員僅能於臺東、高雄、馬公等較大機場操控航機起落，故未曾需要使用不對稱推力或不對稱煞車控制方向，單以方向舵控制即已滿足需求。

副駕駛員確認，於進場執行 final checklist 時，曾目視正駕駛員以左手輕撥鼻輪轉向手柄，確認其位在置中位置，副駕駛員也曾目視確認三條白線（indicator）有對齊（aligned）。

第 2 次訪談內容

針對該次落地前 GPWS 曾發出“glide slope”語音警告，副駕駛員表示，當時已通過跑道頭，在目視進場、尾風情況下，PAPI 顯示為三紅一白、稍低於下滑道是可以接受的狀況，通常在高雄機場目視進場尾風情況下都會這麼飛，一方面飛機不會受尾風影響飄得太遠，另一方面也便於飛機自 C 滑行道脫離。

事故當次進場一切正常，落地時右主輪先觸地，緊接於左主輪觸地後，右翼被側風掀起，正駕駛員隨即修正將機翼擺平；當飛機向左修正回到跑道中心線時，左偏趨勢並未停止，反而持續左偏並越過跑道中心線，副駕駛員見狀遂依序呼叫“aileron”及“rudder”，最後並於飛機快偏出道面時呼叫“tiller”。至於 CVR 錄音顯示，自己僅曾呼叫“rudder”，並未呼叫“aileron”及“tiller”，此部分記憶與實際狀況之落差，副駕駛員也感到不解，可能這樣的記憶來自於平日的操作要領，而當時能用來修正偏側也就是這三種方式。目前公司對落地滾行階段飛機有偏側時，未律定統一的呼叫。

副駕駛員對於 CVR 錄音中自己曾呼叫「不要 不要 不要修」，如今回

想，可能是眼看飛機即將吃草，希望正駕駛員不要再往左修正的反應。由於自己當時注意力主要關注在機外狀況，因此並未觀察到正駕駛員是否使用鼻輪轉向器。

副駕駛員表示，DHC-6-400 型機落地滾行階段之方向控制，在 40 哩/時以上係以方向舵為主，因副駕駛員僅能於大場落地，跑道夠長且夠寬，故無使用不對稱推力之必要；40 哩/時以下依公司規定須交由正駕駛員操作。對於鼻輪轉向使用時機，副駕駛員認為是在滑行速度時，也就是 20 哩/時以下，過去不曾遇過有正駕駛員於高速情況下即開始使用鼻輪轉向。

副駕駛員依過去與正駕駛員共飛之經驗，認為正駕駛員情緒穩定，兩人搭配執行任務亦無問題。事故當日飛機停止於草地上後，考量正駕駛員剛完訓不久，飛行時數相對較少，又剛經歷偏出跑道事件，故副駕駛員積極主導後續關車與乘客疏散等事宜。

副駕駛員表示，冬季因氣候較不穩定，飛行操作較為劇烈，故單日飛行東部航線至第 2 趟以後，即感覺心思與能量用罄；夏季時節駕駛艙溫度很少低於攝氏 33 度，除了感覺到熱，若又與沉默寡言之組員搭配飛行，而未保持輕鬆愉快之心情，則很容易感到鬱悶與浮躁。在事故當日 8 架次飛行過程中，與正駕駛員相處融洽，且該日為連續執勤的最後一天，故始終保持愉快心情，自己也未將炎熱的工作環境列為疲勞的可能因素之一，因此於事故後圈選最能代表自己於事故時之精神狀態為：「1. 警覺力處於最佳狀態；完全清醒的；感覺活力充沛」。

副駕駛員就其觀察，認為正駕駛員於事故當日最後一架次飛行過程中，相較於前面架次之講話與情緒反應等狀況，並無明顯差異，對於事故當次落地側風較大之情況，亦能保持警覺。

1.18.2.3 德安航空航務處長

事故正駕駛員升訓過程

航務處長表示，德安航空正駕駛員升等口試之進行方式，係假定一飛航中可能遭遇之情境，由受測者評估該如何處置並做出決策。當時 3 位候選人中，僅事故正駕駛員之表現可被接受，其評估與決策過程之觀念與方向都大致正確，惟細節處仍考慮不夠周延，因此航務處長給予「本職學識及格待加強」之評語。

正駕駛員領導能力評估

對升訓正駕駛員之領導能力評估方式，主要係檢視其日常表現、個性、紀律、好學程度及面對問題之解決能力等要素。

飛航組員人力短缺

德安航空 DHC-6-400 機隊持續存在飛航組員人力短缺之問題，尤以正駕駛員更為顯著；依公司任務需求最少需要 18 名飛航組員，正駕駛員與副駕駛員之理想比例應為 2:1，亦即正駕駛員 12 名，副駕駛員 6 名。而因公司希望未來於國外實施模擬機訓練與考驗時，能由公司自己的教官施訓以其更貼近公司需求，如此一來飛航組員之需求將增加為 22 名。

惟公司目前僅有 6 名正駕駛員，人力短缺現象影響排班彈性；現行單日 12 架次之班表若於人力充足情況下，將可拆開來由兩組組員來執行。

DHC-6-400 型機駕駛艙環境

DHC-6-400 型機因駕駛艙無空調出風口，故夏季期間十分炎熱，公司已陸續實施改善方案，例如於大場地停期間使用地面空調車供應冷氣，小場使用移動式空調，但效果較為有限；此外，公司已製作排汗衫取代原有制服，提供飛航組員於夏季執勤期間穿著，並同意於駕駛艙 A 柱增設小窗戶，目前已有 1 架完成，另外 3 架將陸續完成改裝，希望這些措施能對降低駕駛艙溫度有所幫助。

1.18.2.4 德安航空 DHC-6-400 機隊總機師

事故正、副駕駛員組員合作

事故正駕駛員約於事故 1 個月前剛完成升等訓練，開始派飛於西部航線擔任機長。因事故航班之副駕駛員為 DHC-6-400 型機資深副駕駛員，平日與正駕駛員互動良好，亦是活潑直言的個性，遇到狀況應可勇於提醒，故公司刻意多安排其與事故正駕駛員搭配。

事故正駕駛員情緒管理與表達

總機師表示，事故前帶飛正駕駛員之過程中，未發現正駕駛員有情緒起伏較大之狀況。正駕駛員平日講話時即相對直接，言語中習慣夾雜不雅之口語，應屬口頭禪，正駕駛員過去與教師駕駛員搭配飛行時不會如此，事故當時可能因為與較熟識的副駕駛員搭配飛行，故較為放鬆，講話方式與情緒表現比較沒有顧忌。

正駕駛員過去飛行時之麥克風發話口語較含糊，可能與正駕駛員之英文較不流利有關，經要求後已改善許多。

事故正駕駛員升訓過程

民國 106 年，德安航空因 DHC-6-400 機隊正駕駛員人力緊缺，故規劃於公司副駕駛員中擇優升訓成為正駕駛員，包括事故正駕駛員在內，當時共有 3 名副駕駛員符合升訓資格。正駕駛員過去雖曾發生飛航事故，但已超過兩年管制期間；3 名候選人經內部評估與口試後，僅正駕駛員 1 人通過口試得以接受升等訓練。總機師於口試時給予正駕駛員「本職學識及格待加強」之評語，係認為其表現已符合低標，但仍希望其繼續強化。

總機師表示，正駕駛員同時接受 DHC-6-400 型機升等訓練與機種轉換訓練，在業界是常見作法。正駕駛員於訓練過程中，學習態度認真，未發生特殊異常狀況。依總機師觀察，正駕駛員之側風落地與落地後方向控制技巧均符合標準。

領導能力評估

據總機師瞭解，航空業界並未針對機長（正駕駛員）應具備之領導能

力設計具體的訓練課程，一般係於篩選或訓練過程中衡量受評者之個性與平時表現，及對問題之思考、判斷、答覆、果斷決策等能力，據以判斷受評者是否具備適當的領導能力。

決策能力方面，部分業者會提供飛航組員決策模式輔助工具，用以協助飛航組員進行決策，惟德安航空目前尚未導入，總機師亦尚未找到合適的教材。

落地後偏側之標準呼叫

德安航空對於航機落地後偏側之呼叫方式並未統一，總機師認為偏側時 PM 該如何提醒 PF，應屬飛航組員直覺反應。總機師身為教師駕駛員，其個人習慣以較為明確之方式提醒學員，例如左偏時呼叫「左舵」，而非只是呼叫「方向舵」。

落地後偏側修正

德安航空於民國 106 年 4 月發生於蘭嶼機場之偏出跑道事故後，曾多次召開技研會討論落地後方向控制要領與技巧，然對於差異推力是否應納入偏側修正技巧之一，飛航組員間並未獲得共識，主要原因係部分飛航組員認為不應使用差異推力，航務處也因此無法律定統一的政策。直到本次事故發生後，航務處長認為 DHC-6-400 機隊必須針對落地後之偏側修正要領訂定一致的政策，總機師遂於事故後發布兩則公告，將原本散布於手冊不同章節之相關內容綜整後，公告讓機隊飛航組員週知。

總機師表示，落地後方向控制係以方向舵搭配副翼操控為主，效果不佳時可輔以差異推力修正，待空速減低至 40 浬/時以下，則可開始輔以煞車修正；高速下嚴禁使用鼻輪轉向修正方向，惟有當空速減低至最大滑行速度 25 浬/時以下時，始可以依速度酌量使用鼻輪轉向。此外，當以其他所有方式修正偏側仍無效，航機即將偏出跑道之緊急狀況下，即便速度尚未減低至滑行速度，飛航組員也不得不酌量使用鼻輪轉向器來幫助修正方向。總機師於過去之教學與飛行過程中，並未發現有組員在落地滾行過程中過

早使用鼻輪轉向之情形。

偏出跑道事故偏高之看法

總機師表示，事故前無適當模擬機可供訓練使用，可能是德安航空自引進 DHC-6-400 型機以來，偏出跑道事故比例偏高之主要原因。相較於其他機種，DHC-6-400 型機本身即具有多項特性，包括：方向舵與鼻輪轉向未連動；進場速度低，控制面面積較大，故於低速時仍有效應；以及於側風伴隨陣風狀況下較難操控等。過去因市面上並無 Level D 等級之模擬機，實機訓練又無法模擬落地過程中之各種情境與側風條件，以供飛航組員反覆練習。

如今 Level D 等級之模擬機已問市，總機師並已於 107 年 6 月赴加拿大考察，未來藉由模擬機訓練之落實，應可減少偏出跑道事故。

飛航組員排班

德安航空飛航組員之排班方式，區分為西部航線與東部航線，西部航線單日最高可派遣 8 架次任務；東部航線因飛航環境較為單純且航程較短，故單日最高可派遣 12 架次任務。總機師表示，因公司持續面臨人力不足問題，否則會盡可能減少飛航組員每日飛行架次。此外，即使單日同樣飛行 12 架次，飛航組員在風平浪靜情況下較能接受，若當中遭遇臨界天氣或大側風情況，負荷將顯著增加；另於夏季飛行因天氣炎熱，飛航組員之負荷亦將升高。

正駕駛員約於 107 年 4 月完訓放飛，依過去之經驗，西部航線在 4 月份通常以頂風落地居多，因此公司多會安排剛完訓之正駕駛員於西部飛行。惟今年情況不同，西部航線較常遭遇大側風狀況，如同事故當日一樣，可能因此增加正駕駛員負荷。此外，因正駕駛員剛完訓放飛，依公司規定於累積飛時達 200 小時前，飛行中都必須擔任 PF，不能由副駕駛員接手飛行，在該型機未配備自動駕駛、皆需手控飛行情況下，體力負荷較重。

駕駛艙環境

總機師表示，公司所採購之 DHC-6-400 型機，採外掛式空調，唯一的空調出風口位在客艙底端，駕駛艙與客艙雖未隔開，冷氣仍難以吹到駕駛艙中。夏季因天氣炎熱，飛航組員長時間待在攝氏 30 度以上高溫之駕駛艙中，較容易感到疲累。

駕駛艙內雖有遮陽板，公司亦於駕駛艙兩個座位上方各加裝一具小型電風扇，但於夏季消暑效果有限，飛航組員制服於飛行過程中多半因流汗而濕透，公司已規劃夏季期間飛航組員改穿排汗衫，藉以降低不適感；公司亦已同意於駕駛艙 A 柱增設小窗戶，目前 4 架飛機中僅 1 架完成，另外 3 架將陸續加裝，希望對飛行中降低駕駛艙溫度有所助益。

自我督察

總機師表示，德安航空之自我督察包含一般性檢查與駕駛艙航路檢查兩類，民國 106 年於民航局要求下，公司發展出駕駛艙航路檢查表單，總機師過去亦曾使用；至於後續為何未繼續使用，總機師並不清楚。

1.18.2.5 德安航空 DHC-6-400 機隊檢定駕駛員

檢定駕駛員曾為軍機飛行員，自空軍退役後，曾赴其他國籍航空服務，先後飛行 MD-90 及 Dash-8 機種，進入德安航空後先飛行 DO-228 機種，後來參與 DHC-6-400 機種換裝，目前擔任 DHC-6-400 機隊檢定駕駛員一職。

檢定駕駛員表示，事故正駕駛員過去雖曾因為發生落地未放起落架事故而離職，復配合公司人力需求重返德安航空任職，其個人認為其能力上足以勝任德安航空飛航駕駛員工作。

事故正駕駛員重返公司任職之初，係以 DO-228 型機副駕駛員任用，後於民國 106 年因應 DHC-6-400 機隊正駕駛員人力需求，公司擬自副駕駛員中擇優升訓成為正駕駛員，事故正駕駛員係當時 3 位候選人中唯一通過內部評估與口試者，遂開始接受正駕駛員升等訓練與 DHC-6-400 型機轉換訓

練，此種合併訓練之方式在業界係屬常見作法。

檢定駕駛員表示，升等口試中評估候選人是否具備正駕駛員特質與能力之方式，係參考空中巴士之考驗模式，藉由設定某種任務場景，據以檢視受測者是否能妥善運用相關資訊，對問題進行通盤考量，最終作成適當處置與因應。

檢定駕駛員曾帶飛事故正駕駛員兩架次，過程中其操作表現正常，完訓後執行七美、望安等航線任務，亦未出現異常狀況。就其瞭解，事故正駕駛員個性圓融，脾氣很好，無情緒控管問題，與其他飛航組員搭配均相處融洽。事故落地過程中出現國罵應是口頭禪，可能對當下落地表現不甚滿意，應非情緒表現。

德安航空對於航機落地偏側時 PM 之呼叫方式並未統一律定，檢定駕駛員對落地後方向控制之看法，認為應優先使用操控面，不應使用差異推力，待減速至 40 浬/時後使用煞車，20 浬/時再使用鼻輪轉向脫離跑道。其個人認為，以差異推力控制方向僅適用於水上飛機，陸上飛機於跑道上並不適用，風險也高。

1.18.2.6 德安航空 DHC-6-400 機隊教師駕駛員

教師駕駛員為自訓商用駕駛員 (CPL) 背景，過去曾服務於其他國籍航空，民國 105 年進入德安航空擔任 DHC-6-400 機長，並自 106 年起擔任 DHC-6-400 機隊教師駕駛員一職，個人總飛行時間約 7,000 小時，其中 DHC-6-400 飛行時間約為 700 小時。

教師駕駛員未參與事故正駕駛員升訓資格審查，但於航路訓練中曾帶飛多架次。印象中事故正駕駛員自 DO-288 型機轉換為 DHC-6-400 型機之換訓過程中，於飛航管理系統 (FMS) 操作方面較弱，操作觀念與方式上需花費較多時間學習，但於訓練後期均已獲得改善，側風落地能力亦無異狀；事故正駕駛員予人之印象為平易近人，平日可能有些國罵，但僅為口頭禪，未曾聽聞其他人員反映其有情緒控管上之問題。

據教師駕駛員觀察，DHC-6-400 與 DO-288 兩型機之主要差異在於，DHC-6-400 型機因鼻輪轉向未與方向舵踏板連結，落地後需使用方向舵搭配差異推力進行方向控制；依其經驗，落地時相較於起飛，較不常需要使用差異推力，大多數情況下單純使用方向舵即可滿足方向控制需求。此外，DHC-6-400 型機因操縱面較大，即使於低速情況下仍有相當效應，倘若飛機轉入跑道後鼻輪未擺正，或起飛滾行時未利用副翼及方向舵修正方向，將容易導致飛機的不正常搖晃，感覺無法控制，飛行員必須先停止滾行，待修正完畢後再重新起飛。另 DHC-6-400 型機如於落地階段遭遇側風加上陣風，因風標效應較為顯著而較不易控制。教師駕駛員認為，DHC-6-400 與 DO-288 兩型機雖有操作特性上之差異，惟公司提供之換訓架次應該足夠讓組員掌握與適應。此外，原為水上飛機之 DHC-6-400 型機，如原廠能在陸上版飛機的程序及操作上持續發展及提升，則運作上將能更為完備。

目前德安航空於冬季期間，會採教師駕駛員或檢定駕駛員跟飛之方式，藉以加強並考驗飛航組員側風落地能力，亦要求飛航組員如於落地過程遭遇不正常偏側，應即刻帶起機頭實施重飛。落地滾行階段飛機如有偏側，應使用方向舵或差異推力先保持飛機前進方向平行於跑道，不讓偏側繼續惡化，待情況可控時再進一步修正回到中心線上；唯有速度低於 40 浬/時以下方可開始謹慎使用煞車與鼻輪轉向。目前公司並未針對落地偏側情況訂定制式的呼叫。

教師駕駛員於過去飛行 DHC-6-400 型機期間，曾兩度於檢查程序中發現鼻輪轉向操作手柄因不明緣故離開定中位置。

教師駕駛員表示，對於公司目前排班方式與每日飛行架次感到尚能適應，惟夏季期間因駕駛艙無空調產生之高溫環境，對飛航組員造成影響，可能因此較容易產生疲勞狀況。

附錄 1 德安航空 DHC-6-400 機隊通告



DHC-6 FLEETNOTICE

No.48 2018-04-26

Crosswind Landing Techniques for reference

1. During approach maintain CRAB into the wind and align the runway centerline until starting flare.
2. During flare, De-Crab, push opposite side of rudder to align the aircraft centerline with the runway. Simultaneously sideslip, aileron into the wind to maintain aircraft align with the centerline of the runway. Aircraft will touchdown on upwind mainwheel first then the other.
3. Maintain opposite rudder and aileron into the wind to maintain direction control *after touchdown* , if rudder and aileron input are not enough to maintain direction control , differential power MAY be used. When using differential power to correcting deflection, both power levers should be out of REVERSE position. For example: If aircraft was deflecting to the right-side, right power lever should be push forward as required to stop deflecting .

Caution: Using different power setting within REVERSE position may cause more direction control difficulties.

4. Keep rudder and aileron input to maintain direction control after touchdown until aircraft deceleration to taxi speed.
5. Be caution, maintain aircraft centerline align with the runway during landing is very important, **DO NOT ALLOW THE AIRCRAFT TO TOUCHDOWN WITHOUT ALIGNMENT.**

Caution: If Rudder and Aileron have been correctly input during approach , landing and landing roll, direction control should be no problem, especially during landing roll. If Rudder and Aileron have not been correctly input and deflection has been occurred, you may need using differential power techniques to correcting deflection.

Differential power techniques is not for general direction control purpose, it is for correcting deflection purpose.

主旨: Nose Wheel Steering Operation Principles and Techniques for Reference

說明:

1. During normal operations, nose wheel steering is only for use when taxiing. It is not used for directional control during take off and landing. Using nose wheel steering during take off and landing roll is forbidden.
2. Nose wheel steering should be cautiously operated. It should only be used when aircraft is at or below taxi speed (<30kts).
3. To operate the nose wheel steering for a sharp turn, the recommended taxi speed is below 10 kts. If speed is higher than 10 kts, angle of turn and rate of turn should be kept smoothly towards the minimal amount.
4. Do not operate the tiller above taxi speed except for emergency (for example, possibilities of runway excursion).
5. Please stick to the standard operation procedures to discreetly check the nose wheel Steering is centered and locked after take off and before landing (PF & PM).
6. In case of a suspicion that nose wheel deflection occurs after landing, try to decelerate the speed as slow as possible before lowering the nose wheel on the ground to reduce the risk of nose wheel deflection.
7. If nose wheel deflection occurs, rudder force may not be enough to correct the deflection. Be prepared to use differential power.
8. Differential power may be used to stop nose wheel deflection at discretion. Timing and amount should be noticed.
9. Nose wheel steering tiller may be used if nose wheel deflection occurs and there is a possibility of runway excursion. Timing and amount also should be noticed.