



飛航安全調查委員會

航空器飛航事故

調查報告

中華民國 106 年 4 月 13 日

德安航空公司 DA7511 班機

DHC-6-400 型機

國籍標誌及登記號碼 B-55571

於蘭嶼機場 13 跑道落地時偏出跑道航機
遭受實質損害

報告編號：ASC-AOR-18-03-002

報告日期：民國 107 年 3 月

本頁空白

摘要報告

民國 106 年 4 月 13 日，德安航空公司定期載客班機 DA7511，機型 Viking DHC-6-400，國籍標誌及登記號碼 B-55571，於 1610 時自臺東豐年機場（以下簡稱臺東機場）起飛，執行由臺東機場飛往蘭嶼機場之飛航任務。機上載有正駕駛員、副駕駛員、機務人員各 1 人及乘客 16 人，共計 19 人。1632 時，該機於蘭嶼機場 13 跑道落地，滾行過程中偏出跑道，並撞擊機場圍籬，航空器遭受實質損害，人員均安。

依據中華民國飛航事故調查法及國際民航公約第 13 號附約相關內容，飛安會為負責本次飛航事故調查之獨立機關。受邀參與本次調查之機關（構）包括：加拿大運輸安全委員會、加拿大運輸部、Viking Air 飛機公司、P&W C 發動機製造公司、交通部民用航空局及德安航空公司。

本事故「調查報告草案」於 106 年 11 月完成，依程序於 106 年 11 月 21 日經飛安會第 63 次委員會議初審修正後函送相關機關（構）提供意見；經彙整相關意見後，調查報告於 107 年 2 月 27 日經飛安會第 66 次委員會議審議通過後，於 107 年 3 月 28 日發布調查報告。

本事故調查經綜合事實資料及分析結果，獲得之調查發現共計 19 項，改善建議共計 12 項，如下所述。

壹、調查發現

與可能肇因有關之調查發現

1. 事故機於左側風情況下進場落地，著陸時機頭朝左，著陸後可能受跑道上順時針風切及飛航操作影響，航機呈現左偏趨勢。
2. 於左偏過程中，正駕駛員曾以右舵修正左偏航向，並將左、右動力手柄拉至反推力範圍。當正駕駛員於意圖使用向右轉之差異推力輔助改正左偏時，根據發動機左右扭力及反推力輸出之紀錄判斷，此

時正駕駛員誤拉左動力手柄將左側反推力加大，致該機受此左側反推力影響而加劇向左偏轉。

3. 正駕駛員雖曾加大右舵及使用右煞車之操縱量試圖改正，但因正駕駛員於不知誤用情況下繼續加大左側反推力至最大，終致該機偏出跑道並撞擊機場圍籬受損。

與風險有關之調查發現

(飛航操作)

1. 事故正駕駛員及德安 DHC-6-400 機隊飛航組員仍在累積該型機飛行經驗初期，對於落地階段使用差異推力控制方向之經驗與熟悉度仍有限，且於使用意願與時機抱持不同看法。
2. 德安未提供飛航組員落地時使用差異推力之詳細指導文件，於機種轉換訓練期間亦未對所有飛航組員明確教導與確認落地時差異推力使用方法與時機，以及未藉由相關技術會議，要求飛航組員對落地時使用差異推力進行研討。

(航空公司安全管理)

3. 德安之安全管理委員會與航務安全落實小組雖依安全管理手冊定期召開會議，惟未有效檢視公司內部與外部航務相關安全資料，其所識別之安全危害因子仍有限，且部分會議後之處置流程未落實，安全管理系統運作未達有效程度。
4. 事故前德安安全管理系統 (SMS) 訓練講師尚未接受 SMS 訓練，不符該公司安全管理手冊有關教育訓練之規定。
5. 德安航務處未能確實管制部分一級與二級自我督察結果之後續處置，未見執行自我督察趨勢分析與監控，以及未完整訂定航路飛航觀察執行計畫，影響自我督察整體成效。
6. 德安航務處雖訂定有每半年對各航線執行 1 次航線派遣風險評估之規定、以及每季對飛航組員、航務訓練與機隊管理進行系統評估 1

次，惟未能落實部分之評估作業。

7. 依德安航務處之組織與權責配置，駕駛員之訓練與考驗均屬同一單位之業務，可能對駕駛員之檢定考驗較不易達到公正與客觀之目的。

(民航局監理作業)

8. 事故前民航局雖對德安航務自我督察執行日常查核，惟本事故調查仍發現多項自我督察缺失，該等缺失應可藉由審視自我督察計畫以及依據相關規定與程序，核對有關表單與會議紀錄時發現，顯示民航局應強化對德安自我督察之查核方式、頻率或重點。
9. 對於飛航安全調查委員會因事故調查案，向民航局提出有關法規建議機場跑道地帶範圍內圍牆易斷碎及溝渠平整化之改善建議(ASC-ASR-15-12-008)，民航局將相關改善措施納入長期跑道整建計畫內，致使完成期程增長，未能及時消弭既存潛在風險。
10. 蘭嶼機場消防車於出勤過程有難以發動及中途熄火狀況，可能延遲機場發生緊急事故救援之時間。

其他調查發現

1. 事故航班飛航組員持有民航局頒發之有效航空人員檢定證與體檢證，飛航資格符合民航局與公司要求。無證據顯示於事故中，有足以影響飛航組員操作表現之藥物、酒精與疲勞因素。
2. 事故機最後進場及落地階段曾遭遇中度風切及接近中度之亂流，但所遭遇之左側風及尾風均未超過限制條件。
3. 事故機之載重與平衡均位於限制範圍內。該機適航與維護符合民航局及公司相關規範，無證據顯示發動機、航機系統及結構於本航班事故前曾發生故障。事故後進行之發動機控制系統及輪煞系統測試，其結果為無異常。
4. 事故機於事故前曾發生兩次動力手柄在落地滾行時不一致與該機

左偏之情況，該問題於民國 106 年 3 月 24 日改正後，至事故發生前未再發生類似狀況，前述 2 次狀況與本次事故無關。

5. 加拿大運輸部核准該型機側風落地之方向控制操作程序應使用方向舵，而製造廠提供資訊有關落地階段可使用差異推力控制方向，其前提必須在航機速度已經減慢之後，可使用差異推力控制側風環境下風標效應之趨勢。
6. 德安未具備飛航資料紀錄器解讀能量，未能解讀下載之原始資料，以參照民航通告 AC120-021A（飛航紀錄器系統維護計畫之核准）之要求，檢視相關飛航紀錄參數。

貳、改善建議

一、致德安航空公司

1. 評估落地滾行階段以差異推力控制方向之必要性與時機，據以制定相關政策與技術文件，並強化所屬飛航組員落地操作之訓練與考驗，以提升駕駛員落地階段之操控與應變能力。(ASC-ASR-18-03-010)
2. 檢視並強化安全管理組織之運作、作業流程、相互間之配合、以及教育訓練，以確保相關人員完成應有之訓練、熟悉其安全責任、安全職責、安全管理作業流程與程序，並能確實執行。(ASC-ASR-18-03-011)
3. 檢視並強化航務處自我督察、航線派遣風險評估、以及航務作業系統安全評估之規劃與執行，並確保相關人員熟悉其職責並能確實執行。(ASC-ASR-18-03-012)
4. 評估有關航務管理組織分工之調整，或強化駕駛員訓練與考核之程序管控，以確保駕駛員考驗之客觀與公正性。(ASC-ASR-18-03-013)
5. 評估建立飛航資料紀錄器解讀能量，以落實飛航紀錄器系統維護計畫，維持飛航資料紀錄器資料正確性與完整性，確保必要時飛安事件或飛航事故調查之遂行。(ASC-ASR-18-03-014)

二、致交通部民用航空局

1. 督導德安航空公司限期完成評估落地滾行階段以差異推力控制方向之必要性與時機，明確制定相關訓練制度與技術文件，並強化所屬飛航組員落地操控訓練與考評，以提升駕駛員落地階段之操控與應變能力。(ASC-ASR-18-03-015)
2. 加強輔導與監理德安航空公司之安全管理系統 (SMS)，確保德安航空公司內部 SMS 訓練講師已完成應有之訓練、輔導安全管理委員會與安全落實小組有效運作等。(ASC-ASR-18-03-016)
3. 審視與加強對德安航空公司日常查核中有關自我督察之檢查頻率、方式、或重點，以確實督促德安航空公司強化並落實自我督察。(ASC-ASR-18-03-017)
4. 督導德安航空公司期限完成評估有關航務管理組織分工之調整，或強化駕駛員訓練與考核之程序管控，以確保駕駛員考驗之客觀與公正性。(ASC-ASR-18-03-018)
5. 輔導德安航空公司評估建立飛航資料紀錄器解讀能量，以落實飛航紀錄器系統維護計畫，維持飛航資料紀錄器資料正確性與完整性，確保必要時飛安事件或飛航事故調查之遂行。(ASC-ASR-18-03-019)
6. 強化機場危害風險評估及控管機制，評估機場跑道改善工程計畫之優先順序，如優先處理跑道地帶非易碎物體及開放溝渠可能造成之危害，以儘速提升跑道安全。(ASC-ASR-18-03-020)
7. 強化機場消防車維護及訓練機制，包括車輛故障緊急排除，以確保發生緊急事故時能及時應變，降低火災可能造成之危害。(ASC-ASR-18-03-021)

本頁空白

目錄

摘要報告	ii
目錄	viii
表目錄	xii
圖目錄	xiv
英文縮寫對照簡表	xviii
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
1.6 航空器資料	8
1.6.1 航空器與發動機基本資料	8
1.6.2 航機維修資訊	10
1.6.2.1 事故前有關事故機落地左偏之維修紀錄 ..	10
1.6.3 發動機動力控制系統	12
1.6.4 起落架輪煞系統	14
1.6.5 載重與平衡	15
1.7 天氣資料	15
1.7.1 天氣概述	15
1.7.2 地面天氣觀測	18
1.8 助、導航設施	21
1.9 通信	21
1.10 場站資料	21

1.10.1	空側基本資料	21
1.10.2	跑道地帶	22
1.10.3	抗滑檢測	23
1.10.4	相關機場規範	24
1.10.5	前次事故調查報告之改善建議執行狀況	25
1.11	飛航紀錄器	26
1.11.1	座艙語音紀錄器	27
1.11.2	飛航資料紀錄器	27
1.11.3	飛航資料紀錄器適航檢查	33
1.11.4	13 跑道監控錄影	36
1.12	航空器殘骸與撞擊資料	39
1.12.1	事故現場量測	39
1.12.2	航空器撞擊資料	42
1.13	醫療與病理	46
1.14	火災	46
1.15	生還因素	46
1.15.1	客艙撤離應變	46
1.15.2	機場緊急應變	47
1.16	測試與研究	48
1.16.1	發動機與煞車系統測試	48
1.16.1.1	發動機控制系統測試	48
1.16.1.2	輪煞系統測試	49
1.16.2	差異推力使用模擬與問卷	50
1.17	組織與管理	51
1.17.1	德安 DHC-6-400 型機引進歷程	51
1.17.2	德安航務管理	53
1.17.2.1	航務處組織	53
1.17.2.2	教師駕駛員會議與技術研討會	54
1.17.2.3	航線派遣風險評估作業	55
1.17.2.4	飛航組員訓練手冊相關內容	55
1.17.3	德安安全管理	58

1.17.3.1	前期飛安改善措施之執行	58
1.17.3.2	安全管理組織	58
1.17.3.3	自我督察計畫	60
1.17.3.4	航務安全落實小組作業	63
1.17.3.5	安全管理訓練	63
1.17.4	民航局監理	64
1.18	其他資料	64
1.18.1	飛航操作相關手冊內容	64
1.18.1.1	DHC-6-400 型機飛機操作手冊	64
1.18.1.2	DHC-6-400 型機飛行員操作手冊及飛航手冊	65
1.18.2	訪談紀錄摘要	66
1.18.2.1	正駕駛員訪談摘要	67
1.18.2.2	副駕駛員訪談摘要	69
1.18.2.3	總機師兼教師機師駕駛員訪談摘要	72
1.18.2.4	檢定駕駛員訪談摘要	73
1.18.2.5	安管室主任訪談摘要	74
1.18.2.6	航務處處長訪談摘要	75
1.18.2.7	民航局主任航務檢查員訪談摘要	76
1.18.2.8	維修員訪談摘要	77
第 2 章	分析	79
2.1	概述	79
2.2	飛航操作	79
2.2.1	進場落地操作	79
2.2.2	正駕駛員經歷與認知	84
2.3	以差異推力控制方向	85
2.3.1	差異推力控制方向之使用經驗與認知	85
2.3.2	差異推力控制方向之技術文件與訓練	86
2.3.3	航機落地時差異反推力之操作影響	87
2.4	組織與管理分析	88
2.4.1	安全管理組織之運作與教育訓練	88

2.4.2	航務自我督察作業成效	90
2.4.3	航線派遣風險與航務作業系統安全評估之落實 ...	92
2.4.4	離島航線運行之安全措施	92
2.4.5	飛航組員訓練與考驗	93
2.5	民航局對德安之航務監理.....	94
2.6	航空器適航.....	95
2.7	天氣影響	96
2.8	機場安全	99
2.8.1	機場風險管理	99
2.8.2	機場消防救援	100
2.9	飛航紀錄器議題.....	100
第 3 章	結論.....	103
3.1	與可能肇因有關之調查發現.....	103
3.2	與風險有關之調查發現.....	104
3.3	其他發現.....	105
第 4 章	改善建議.....	107
4.1	改善建議.....	107
4.2	已完成或進行中之改善措施.....	109
附錄 1	正駕駛員型別訓練有關落地後方向控制紀錄	115
附錄 2	正駕駛員航路訓練有關側風落地/反推力操作紀錄	116
附錄 3	B-55571 發動機性能測試紀錄	118
附錄 4	差異推力使用方式問卷調查報告	119
附錄 5	航務處自我督察檢查表.....	124
附錄 6	航務處作業系統安全評估表.....	125

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	9
表 1.12-1 事故現場量測項目	42
表 1.17-1 安管室自我督察發現與航務處之處置	62
表 2.2-1 落地滾行期間相關參數	82
表 2.3-1 左右發動機反推力輸出馬力變化	88

本頁空白

圖目錄

圖 1.1-1 事故機與事故現場	2
圖 1.6-1 螺旋槳葉片角度變矩範圍示意圖	13
圖 1.6-2 發動機指示面板顯示藍色 Beta 指示	13
圖 1.6-3 操作動力手柄進入反推力模式示意圖	14
圖 1.6-4 事故機載重平衡資料	15
圖 1.7-1 1400 時亞洲地面天氣分析圖	16
圖 1.7-2 1630 時紅外線衛星雲圖	17
圖 1.7-3 1630 時都卜勒氣象雷達回波圖	17
圖 1.7-4 蘭嶼氣象站與蘭嶼機場 AWOS/風向袋位置圖	18
圖 1.7-5 蘭嶼氣象站風向風速紀錄	18
圖 1.7-6 蘭嶼機場 1620 時至 1635 時之 AWOS 瞬時風向風速	20
圖 1.7-7 事故當時蘭嶼機場跑道中段風向袋之監視錄影畫面	20
圖 1.10-1 蘭嶼機場圖	21
圖 1.10-2 蘭嶼機場跑道水泥混凝土道肩	22
圖 1.10-3 機場鋼筋混凝土圍牆及未加蓋溝渠位置圖	23
圖 1.10-4 蘭嶼機場跑道抗滑檢測	24
圖 1.11-1 事故航班飛航參數繪圖	31
圖 1.11-2 事故航班進場期間飛航參數繪圖（基本參數）	31

圖 1.11-3 事故航班進場期間飛航參數繪圖（發動機參數）	32
圖 1.11-4 事故航班事故發生期間飛航參數繪圖	32
圖 1.11-5 事故航班飛航軌跡.....	33
圖 1.11-6 事故機 FDR 於適航檢查之前 15 小時飛航資料.....	35
圖 1.11-7 事故機 FDR 於適航檢查後 10 小時飛航資料.....	36
圖 1.11-8 13 跑道號監控錄影截圖（最後進場至落地偏左期間）	37
圖 1.11-9 13 跑道監控錄影截圖（落地滾行至向左偏期間）	38
圖 1.12-1 事故機外觀圖.....	40
圖 1.12-2 事故機偏出 13 號跑道邊線後之左/右胎痕分布圖	40
圖 1.12-3 現場測量資料及空拍影像套疊圖	41
圖 1.12-4 事故機偏出跑道後撞擊機場圍籬	43
圖 1.12-5 機首部位結構損壞、鼻輪起落架支柱向後彎折	43
圖 1.12-6 機身站位 60 結構隔艙相接之結構及機身蒙皮變形	44
圖 1.12-7 左螺旋槳損壞.....	44
圖 1.12-8 左翼損壞.....	45
圖 1.12-9 駕駛艙.....	45
圖 1.12-10 動力手柄位置	46
圖 1.17-1 航務處組織架構	54
圖 1.17-2 德安安全管理組織架構	59

圖 2.2-1 模擬正駕駛員所述落地後動力手柄操作之情形	80
圖 2.2-2 FDR 數據顯示之落地後動力變化情形示意	83
圖 2.7-1 蘭嶼機場 AWOS 紀錄計算之水平風切變化圖	96
圖 2.7-2 該機最後進場及落地階段風場變化圖	97
圖 2.7-3 最後進場及落地階段風場分量變化圖	98

本頁空白

英文縮寫對照簡表

AIRMET	AIRmen's METeorological information	低空危害天氣資訊
AOM	Aircraft Operation Manual	飛機操作手冊
AWOS	Automated Weather Observation System	自動氣象觀測系統
CRM	Crew Resource Management	組員資源管理
CVR	Cockpit Voice Recorder	座艙語音紀錄器
EFIS	Electronic Flight Instrument System	電子飛行儀表系統
FDR	Flight Data Recorder	飛航資料紀錄器
FCTM	Flight Crew Training Manual	飛航組員訓練手冊
FOM	Flight Operations Manual	航務手冊
FSTD	Flight Simulation Training Devices	飛航模擬訓練設備
IPC	Illustrated Parts Catalogue	圖解料件目錄
MEL	Minimum Equipment List	最低裝備需求表
MSTS	Multi Sensor Tracking System	多重監視追蹤系統
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
PSM	Product Support Manual	產品支援手冊
SIGMET	SIGNificant METeorological information	顯著危害天氣資訊
SMS	Safety Management System	安全管理系統

本頁空白

第 1 章 事實資料

1.1 飛航經過

民國 106 年 4 月 13 日，德安航空公司（以下簡稱德安）定期載客班機 DA7511，機型 Viking DHC-6-400，國籍標誌及登記號碼 B-55571，於 1610 時¹自臺東豐年機場（以下簡稱臺東機場）起飛，執行由臺東機場飛往蘭嶼機場之飛航任務。機上載有正駕駛員、副駕駛員、機務人員各 1 人及乘客 16 人，共計 19 人。1632 時，該機於蘭嶼機場 13 跑道落地，滾行過程偏出跑道，航空器遭受實質損害，人員均安。

該機起飛時，正駕駛員坐於駕駛艙左座擔任操控駕駛員（pilot flying），副駕駛員坐於駕駛艙右座擔任監控駕駛員（pilot monitoring）。1626 時，蘭嶼機場管制臺告知飛航組員 13 跑道風向 100 度，風速 5 浬/時、最大 9 浬/時，風向變化範圍 020 度至 210 度，許可該機落地；並於 1629 時再次告知風向 040 度，風速 5 浬/時、最大 11 浬/時。

該機落地使用 20 度襟翼，進場速度（ V_{REF} ²）設定值為 79 浬/時，1632 時於蘭嶼機場 13 跑道落地，航向約為 132 度。減速滾行過程中該機開始左偏，機場監視錄影畫面顯示該機曾向右修正，但仍於距離 13 跑道頭約 1,830 呎處向左偏出跑道邊線進入草地，隨後並急劇左轉致左翼、左發動機及機首撞擊機場圍籬，鼻輪陷入未加蓋之排水溝渠，最終停止位置距離 13 跑道頭約 2,050 呎處，事故現場如圖 1.1-1。

¹ 除非特別註記，本報告所列時間皆為臺北時間（UTC+8 小時），並以飛航服務總臺多重監視追蹤系統（multi sensor tracking system, 以下簡稱 MSTs）之時間為基準。不同時間系統之同步方式詳見本報告 1.11.4 節。

² Landing approach speed.



圖 1.1-1 事故機與事故現場

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 ³	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	17		19
總人數	2	0	17	0	19

³ 含隨機機務人員 1 人。

1.3 航空器損害

航空器遭受實質損害。

1.4 其他損害情況

機場跑道圍籬遭事故機撞擊，造成約 20 公尺長之圍籬倒塌。

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	55	49
進 入 公 司 日 期	民國 102 年	民國 105 年
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 DO-228	DHC-6-400
發 證 日 期	民國 105 年 9 月 29 日	民國 106 年 2 月 20 日
終 止 日 期	民國 111 年 9 月 28 日	民國 111 年 2 月 19 日
體 格 檢 查 種 類	甲類駕駛員	甲類駕駛員
終 止 日 期	民國 106 年 6 月 20 日	民國 106 年 4 月 30 日
總 飛 航 時 間	5,412 小時 12 分	3,465 小時 59 分
事 故 型 機 飛 航 時 間	220 小時 15 分	117 小時 34 分
最 近 12 個 月 飛 航 時 間	264 小時 17 分	117 小時 34 分
最 近 90 日 內 飛 航 時 間	138 小時 28 分	117 小時 34 分
最 近 30 日 內 飛 航 時 間	31 小時 29 分	58 小時 40 分
最 近 7 日 內 飛 航 時 間	11 小時 08 分	7 小時 51 分
事 故 前 24 小 時 已 飛 時 間 ⁴	1 小時 35 分	1 小時 35 分
事 故 任 務 前 休 息 時 間	大於 10 小時	大於 10 小時

1.5.1.1 正駕駛員

正駕駛員為中華民國籍，於民國 102 年 2 月進入德安，曾為軍事駕駛員。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 DO-228* 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*」，限制欄位註記為：「空白 *NIL*」，特定說明事項欄內註記為：「空白 *NIL*」。

⁴ 事故日已飛時間包含事故航班之飛行時間，計算至事故發生當時為止。

正駕駛員進入公司後，歷任 DO-228 型機之副駕駛員、正駕駛員；於民國 105 年 6 月 20 日開始接受 DHC-6-400 型機之轉換正駕駛員訓練，於同年 9 月之型別訓練 (type training) 階段，其訓練紀錄中教師駕駛員有關「落地後方向控制」之註記詳如附錄 1，其後於 105 年 9 月 24 日通過術科檢定考試，獲得民航運輸駕駛員執照。正駕駛員並於同年 10 月接受航路訓練，其訓練紀錄中教師駕駛員有關「側風落地操作」及「落地減速階段之 Beta mode⁵使用時機」之註記詳如附錄 2，其後於 106 年 1 月 19 日完成航路考驗，開始擔任 DHC-6-400 型機之正駕駛員。

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 105 年 12 月 2 日，體檢及格證限制欄內註記為：「(略) 缺點免計 視力需戴眼鏡矯正 *Holder shall wear corrective lenses.*」。事故後由蘭嶼航空站航務組人員執行酒精測試，酒精測試結果為零。

1.5.1.2 副駕駛員

副駕駛員為中華民國籍，於民國 105 年 10 月進入德安，曾為軍事駕駛員，飛行 S-2T、P-3C 等反潛機種。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：「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：「*DHC-6-400 F/O*」；特定說明事項欄內註記為：「空白 *NIL*」。

副駕駛員進入公司後，於民國 105 年 12 月 18 日開始接受 DHC-6-400 型機之新進副駕駛員訓練，於民國 106 年 2 月 16 日通過術科檢定考試，獲得飛機商用駕駛員證照，並於同年 3 月 31 日通過

⁵ 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係位於空中慢車止檔以下的位置。在 DHC-6-400 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。

航路考驗，開始擔任 DHC-6-400 型機之副駕駛員。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 105 年 10 月 24 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.」。事故後由蘭嶼航空站航務組人員執行酒精測試，酒精測試結果為零。

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。「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

正駕駛員：

- 4 月 11 日： 前一日於 2220 時就寢；0500 時起床；0650 時抵達公司報到，0740 時至 0940 時執行「臺東—蘭嶼—臺東」往返任務；1050 時受天候影響取消任務返家；2230 時於家中就寢。
- 4 月 12 日： 0500 時起床；當日休假；2230 時於家中就寢。
- 4 月 13 日： 0540 時起床；0655 時抵達公司待命，1400 時至 1530 時執行「臺東—蘭嶼—臺東」往返任務一趟；1610 時執行本事故航班任務由臺東飛往蘭嶼。

事故後，正駕駛員圈選最能代表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」。正駕駛員自行描述事故時之疲勞程度為：「警覺力處於最佳狀態，能充分運用及分析相關資料，決定飛航落地方向」。

正駕駛員於問卷中答復：每日所需之睡眠約 6 至 7 小時；無任務時正常之睡眠時段約 2200 時至隔日 0600 時；無睡眠方面之問題，亦無可能會影響睡眠的疾病或病痛；事故當日無身體不適之狀況、亦無服用藥物。

副駕駛員：

- 4 月 11 日： 前一日於 2300 時就寢；0700 時起床；當日休假；2100 時於家中就寢。
- 4 月 12 日： 0500 時起床；0530 時至 0830 時搭車前往松山機場；0830 時至 1130 時於航醫中心體檢後返家；1940 時返抵臺東公司宿舍；2200 時於宿舍就寢。
- 4 月 13 日： 0600 時起床；0640 時抵達公司待命，1400 時至 1530 時執行「臺東—蘭嶼—臺東」往返任務一趟；1610 時執行本事故航班任務由臺東飛往蘭

嶼。

事故後，副駕駛員圈選最能代表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」。副駕駛員自行描述事故時之疲勞程度為：「不覺得疲勞」。

副駕駛員於問卷中答復：每日所需之睡眠約 6 至 7 小時；無任務時正常之睡眠時段約 2300 時至隔日 0600 時；無睡眠方面之問題，亦無可能會影響睡眠的疾病或病痛；事故當日無身體不適之狀況、亦無服用藥物。

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至民國 106 年 4 月 13 日，詳表 1.6-1。

表 1.6-1 航空器基本資料

航空器基本資料表	
國籍	中華民國
國籍標誌及登記號碼	B-55571
機型	DHC-6-400
製造廠商	Viking Air Limited
出廠序號	874
出廠日期	民國 102 年 2 月 21 日
接收日期	民國 105 年 8 月 10 日
所有人	CAVU DHU6-874 LLC
使用人	德安航空股份有限公司
適航證書編號	105-08-193
適航證書生效日	民國 105 年 8 月 22 日
適航證書有效期限	民國 106 年 8 月 16 日
上次定檢種類 / 日期	A 定檢/民國 106 年 4 月 12 日
上次定檢後使用時數	1:51 時
上次定檢後落地次數	5 次
航空器總使用時數	1,822:14 時
航空器總落地次數	2,804 次

事故機發動機基本資料統計至民國 106 年 4 月 13 日，詳表 1.6-2。

表 1.6-2 發動機基本資料

發動機基本資料表		
製造廠商	普惠加拿大公司	
編號/位置	No. 1/左	No. 2/右
型別	PT6A-34	PT6A-34
序號	PCE-RB0680	PCE-RB0681
製造日期	民國 101 年 12 月 11 日	民國 101 年 12 月 12 日
最近裝機日期	民國 102 年 2 月 21 日	民國 102 年 2 月 21 日
上次定檢種類	A 定檢	A 定檢
上次定檢日期	民國 106 年 4 月 12 日	民國 106 年 4 月 12 日
上次定檢後使用時數	1:51 時	1:51 時
上次定檢後使用週期數	5 次	5 次
總使用時數	1,822:14 時	1,822:14 時
總使用週期數	2,804 次	2,804 次

1.6.2 航機維修資訊

檢視事故機事故前 1 個月之飛行前/後檢查及過境檢查紀錄，均無異常登錄。依該機飛航及維護紀錄簿，事故航班於臺東機場放飛時，延遲改正紀錄仍存在一項缺點「Door unlock: on, during power lever over NG 80%」(當動力手柄大於 NG 80%時，機門未鎖定警告燈亮)，該項缺點係於 106 年 4 月 4 日發生，參考依據為最低裝備需求表 (minimum equipment list, MEL) 項目 52-1，缺點改正期限為 10 天。依據該機航機適航指令列表及管制執行紀錄，該機適航指令均依規定辦理，亦無適航指令與本次事故相關。

1.6.2.1 事故前有關事故機落地左偏之維修紀錄

查閱事故機事故前 6 個月內之維護紀錄，資料顯示該機於民國 106 年 3 月 22 日及 24 日各發生 1 次降落滾行時該機向左偏側狀況，故障報告及維修作為分別如下：

- 106 年 3 月 22 日之紀錄：

Findings : Left & right power lever 2 inch split on landing rollout. Full right rudder required as A/C consistently veers off to left. (in no wind condition) (譯：於落地後滾行時左右動力手柄位置前後分離差約 2 英吋，無風狀態下飛機有持續向左偏狀況，必須施以右滿舵來平衡。)

Action taken : 1. IAW AMM71-00-00 page 25 para 10.6 adj power lever idle flat and page 35 para 10.15 adj power lever match 2. IAW AMM 71-00-00 performed power lever idle flat and match power lever test condition normal (譯：依據 AMM-71-00-00 第 25 頁 10.6 節，調整動力手柄慢車位置齊平，再依第 35 頁 10.15 節調整動力手柄對齊匹配。2. 依據

AMM-71-00-00 執行動力手柄慢車位置對齊及匹配測試，狀況正常。)

- 106 年 3 月 24 日之紀錄：

Findings : Power levers parameters are not flush or equal - especially at low settings. Example on landing rollout aircraft consistently veers off to left when applying beta. See photos for parameter indication shown to engineers. (譯：動力手柄參數指示不一致，尤其是在低馬力設定時；例如在落地滾行時，當進入 Beta 模式時飛機持續向左偏，詳見已提供工程師之參數指示照片。)

Action taken : 1. IAW PSM⁶ 1-64-2 MM71-00-00 start engine run-up checking found while power levers into reverse, beta range light come on different the torque and NG, NP indicated (TQ LH 3.2 PSI, RH 2.6 PSI; NG LH 52%, RH 49%; NP LH 56% RH 52%) 2. IAW EMM 71-00-00 para 11C adjust FCU idle speed (in a counterclockwise) engine run-up recheck(TQ L/H 2.7 PSI, RH 2.5 PSI, NG LH 50%, RH 49%, NP LH 55%, RH 52%) 3. IAW PSM 1-64-2, MM 71-00-00 perform engine ground running data check (as sheet), and power match check, condition normal. Post-flight checklist (2016/07/01 Rev.0) carry out and check normal. (譯：1. 依據 PSM 1-64-2 及 MM 71-00-00，啟動發動機執行運轉檢查，發現當動力手柄進入反推力，Beta range 燈亮時，各項參數指示差異為<左引擎扭力 3.2 PSI，右引擎扭力 2.6 PSI；左引擎 NG 52%，右引擎 NG 49%；左引擎 NP 56%，右引擎 NP 52%> 2. 依據 EMM 71-00-00 章節 11.C 調整油控器怠速（逆時鐘），再次開車執

⁶ PSM : product support manual, 產品支援手冊。

行發動機運轉參數檢測<左引擎扭力 2.7 PSI, 右引擎扭力 2.5 PSI; 左引擎 NG 50%, 右引擎 NG 49%; 左引擎 NP 55%, 右引擎 NP 52%> 3.依據 PSM 1-64-2 及 MM 71-00-00 執行發動機地面運轉數據檢查(工作單如附錄 3)及發動機動力匹配檢查, 狀況正常。依據飛行後檢查項目(2016/07/01 版本 0)執行檢查, 狀況正常。

1.6.3 發動機動力控制系統

依據飛機維修手冊, 事故機動力控制係藉由操作駕駛艙動力手柄, 帶動連桿控制恆速調速器, 達到控制發動機動力輸出與螺旋槳葉片變矩之功能。恆速調速器主要包含恆速單元、Beta 動力控制閥和燃油調速器, 可提供飛機在地面操作時的 Beta 操作模式及飛行時的恆速模式的動力輸出。

螺旋槳葉片的變矩係藉由操作螺旋槳手柄位置, 達成葉片變矩角度控制, 反推力由 0° 開始至 -15° 全反推力, 推力由 $+11^{\circ}$ 慢車至 $+87^{\circ}$ 順槳, 如圖 1.6-1。由發動機減速齒輪箱上的反推力凸輪機構控制 Beta 控制閥, 其行程範圍介於 -15° 至 $+17^{\circ}$ 之間。飛行及落地時螺旋槳藉由恆速調速器調節, 調整螺旋槳葉片的變矩角度在 $+20^{\circ}$ 至 $+35^{\circ}$ 之範圍內來維持恆速轉速, 其轉速依當時空氣密度、所設定的螺旋槳轉速及作用在螺旋槳葉片上的扭(阻)力情況而定。空中關車時將螺旋槳手柄置於 feather 位置, 可使螺旋槳葉順槳減少阻力。

飛機在地面狀況下, 操作螺旋槳葉片角度等於或小於 9 度, 且動力手柄上的旋鈕尚未被扭轉時, 會有螺旋槳低變矩(propeller low pitch)的指示伴隨音響警告出現, 發動機指示面板會顯示藍色的 Beta 指示, 如圖 1.6-2 所示。

藉由操作動力手柄位置, 改變螺旋槳葉片位置, 達成正、反推力的需求。動力手柄外圍標有推力指示刻度, 有 MAX, IDLE, REVERSE

位置及正反推力的行程範圍指示，如圖 1.6-3 所示。發動機在藍色 Beta 指示狀況下，駕駛員將動力手柄旋鈕扭轉並向後拉，發動機即進入反推力操作模式。

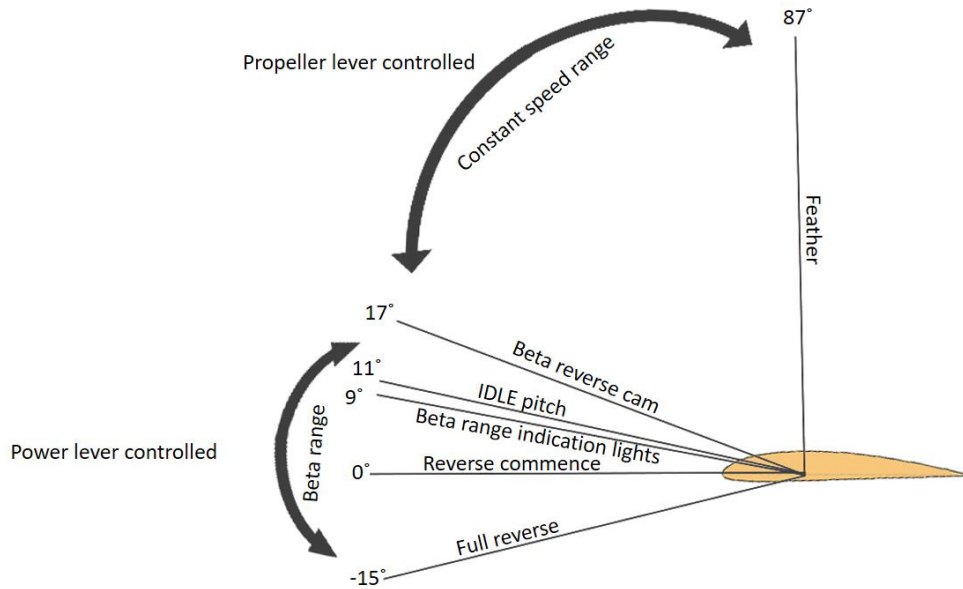


圖 1.6-1 螺旋槳葉片角度變矩範圍示意圖



圖 1.6-2 發動機指示面板顯示藍色 Beta 指示

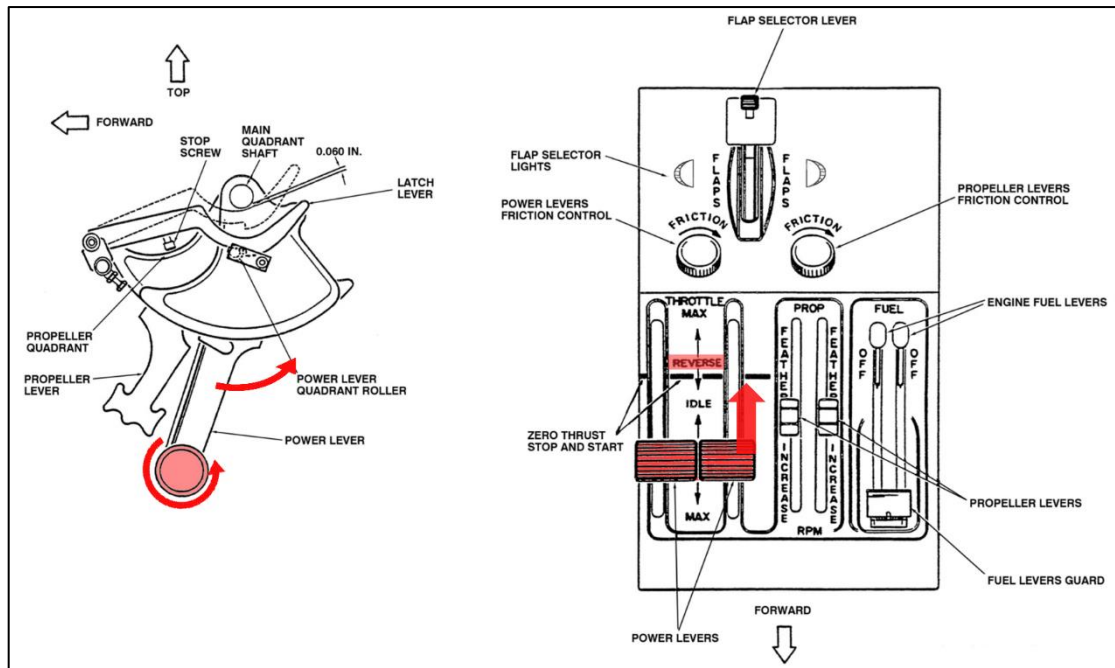


圖 1.6-3 操作動力手柄進入反推力模式示意圖

1.6.4 起落架輪煞系統

事故機起落架為固定不可回收式，起落架系統總成包含左右主輪、可轉向鼻輪等組件。主起落架位於機身主結構下方，配合起落架減震器行程限制，可吸收飛機正常操作下的負重壓縮與彈跳。主起落架輪軸上裝有輪胎與煞車系統，主輪採用以液壓制動之碟盤煞車，主輪煞車係由駕駛艙正副駕駛員之煞車踏板操控，透過電動泵或手動泵建立液壓，液壓油從主液壓系統經過控制閥到煞車儲壓器內蓄存壓力，致動煞車時，液壓壓力會推動活塞抵住主輪煞車盤進行煞車。

飛機液壓系統提供主輪煞車系統液壓壓力，液壓壓力由電動泵建壓並將壓力分別儲存於系統及煞車兩儲壓瓶內，當儲壓瓶壓力低於設定值時則驅動電動泵增壓，儲壓瓶壓力高達設定值時則停止電動泵，使儲壓瓶壓力保持於某壓力值內。壓力開關感測兩儲壓瓶之壓力，該壓力值並記錄於飛航資料紀錄器。

1.6.5 載重與平衡

事故機載重平衡相關資料如圖 1.6-4 所示，該機飛行期間載重與平衡均符合限制。

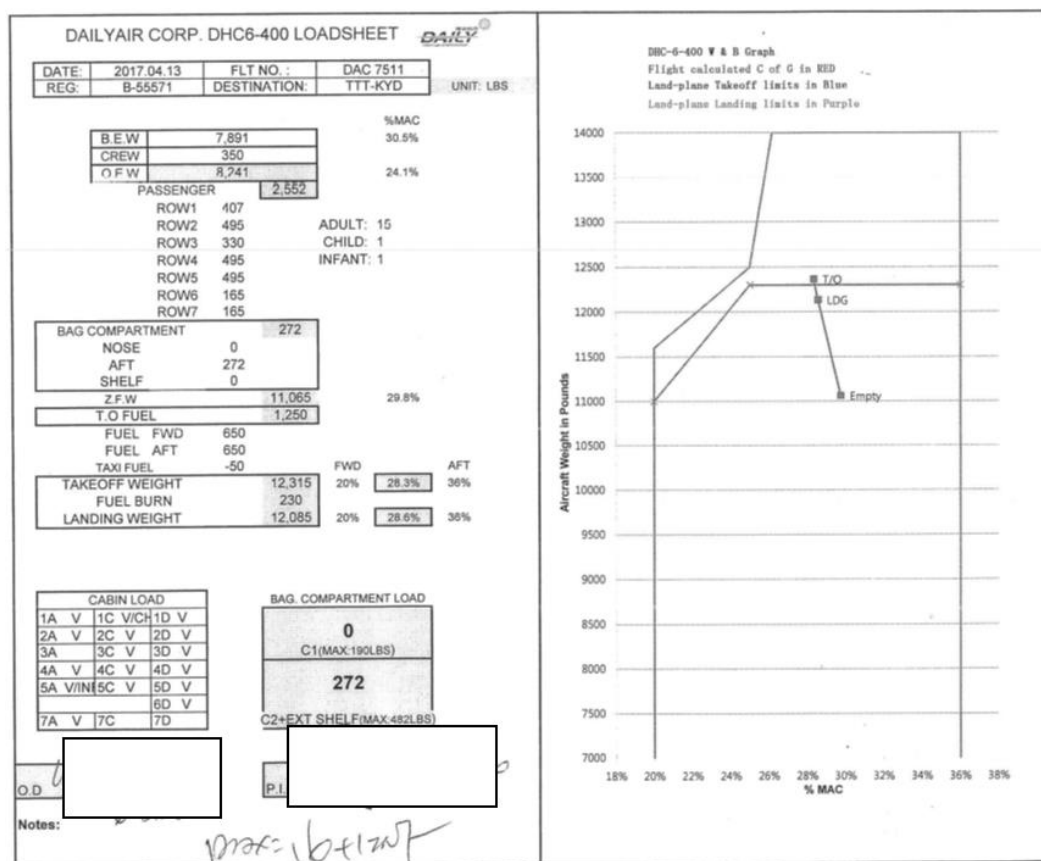


圖 1.6-4 事故機載重平衡資料

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（詳圖 1.7-1）顯示，高氣壓位於東海向東移動，臺灣地區受此大陸高壓影響，地面盛行偏東北風。根據日本 Himawari-8 氣象衛星 1630 時紅外線衛星雲圖（詳圖 1.7-2），蘭嶼上空雲頂高約 20,000 呎；中央氣象局 1630 時都卜勒氣象雷達回波圖（詳圖 1.7-3）顯示，該區域之回波強度約 20 至 25 dBZ。

事故前後臺北飛航情報區無顯著危害天氣資訊（significant meteorological information, 以下簡稱 SIGMET）及低空危害天氣資訊（airmen's meteorological information, 以下簡稱 AIRMET）。

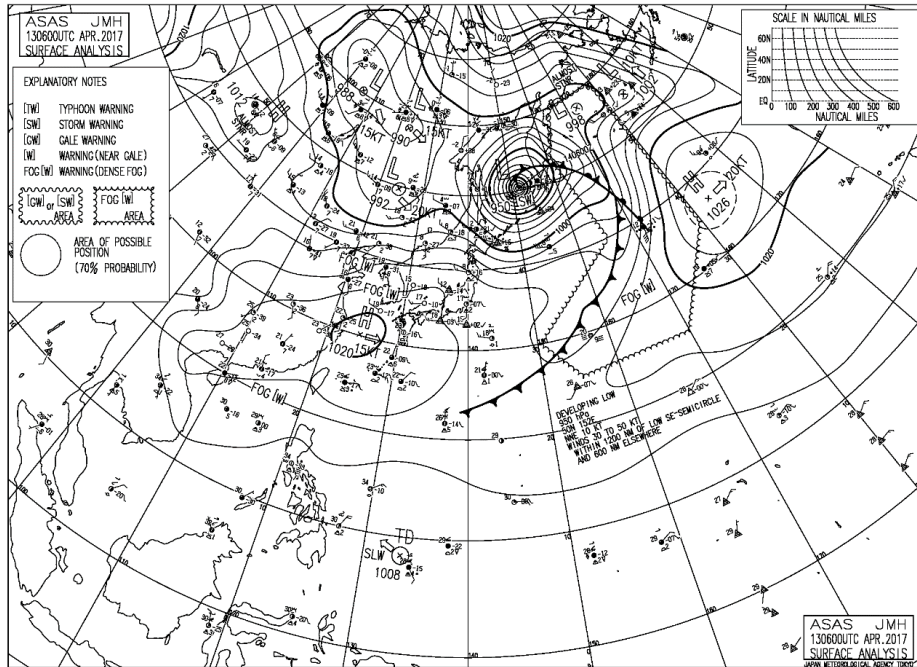


圖 1.7-1 1400 時亞洲地面天氣分析圖

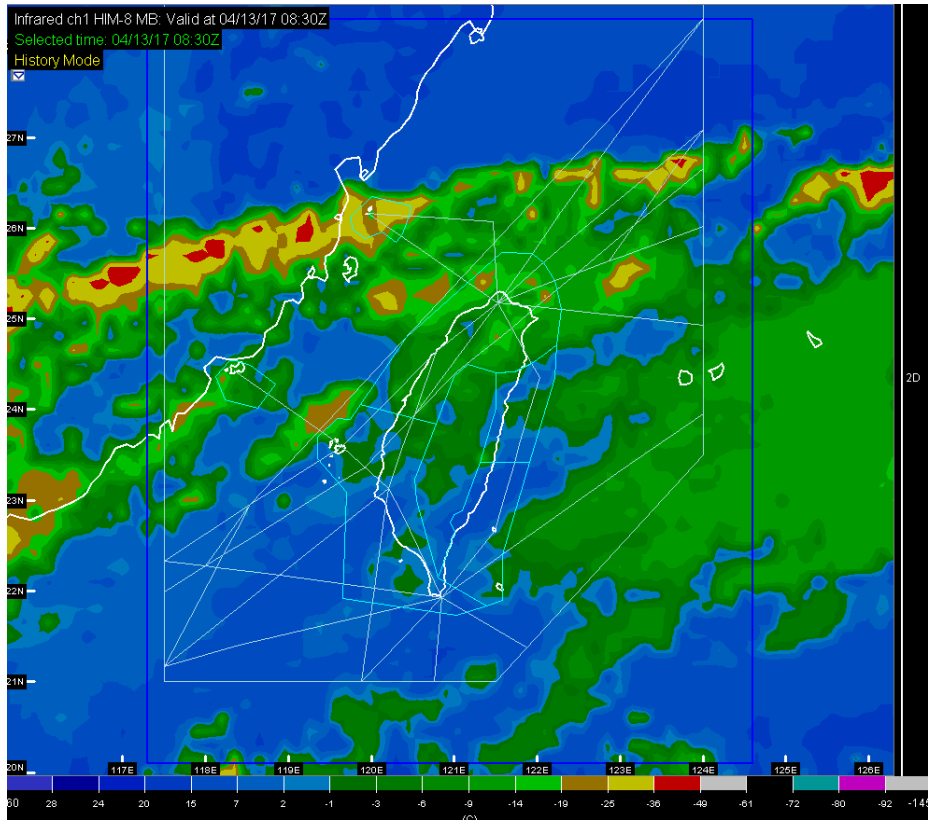


圖 1.7-2 1630 時紅外線衛星雲圖

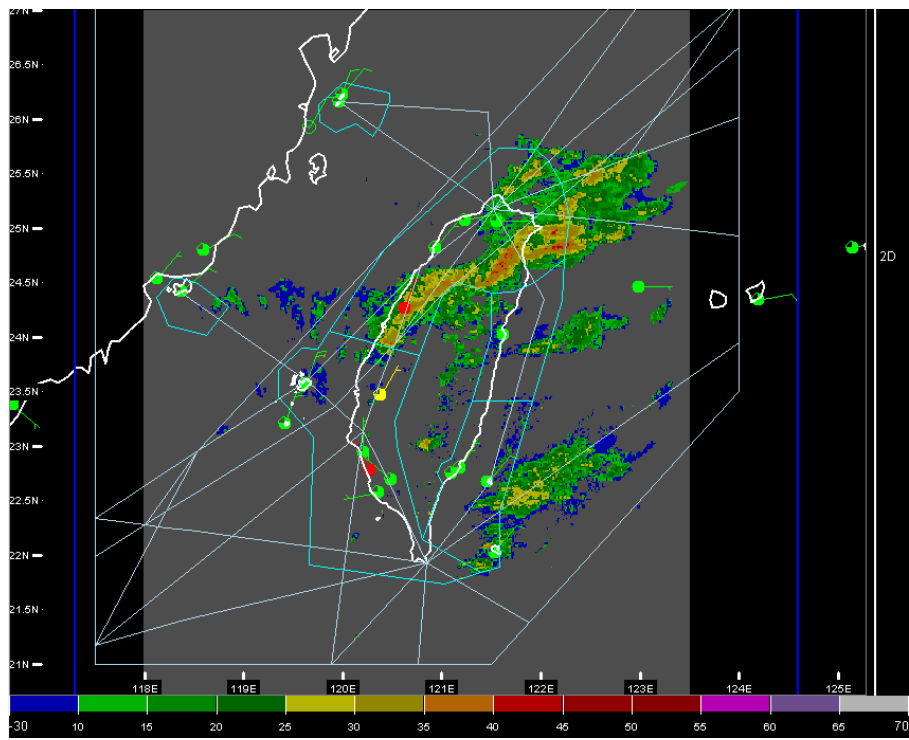


圖 1.7-3 1630 時都卜勒氣象雷達回波圖

1.7.2 地面天氣觀測

中央氣象局蘭嶼氣象站（位於蘭嶼機場 31 跑道頭東北方約 1.35 浬，高度 324 公尺，詳圖 1.7-4）4 月 13 日 1600 時至 1700 時每分鐘平均風向風速觀測紀錄如圖 1.7-5，風向為北北東風，風速約 8 至 16 浬/時；此時段最大陣風為風向 030 度，風速 26 浬/時。

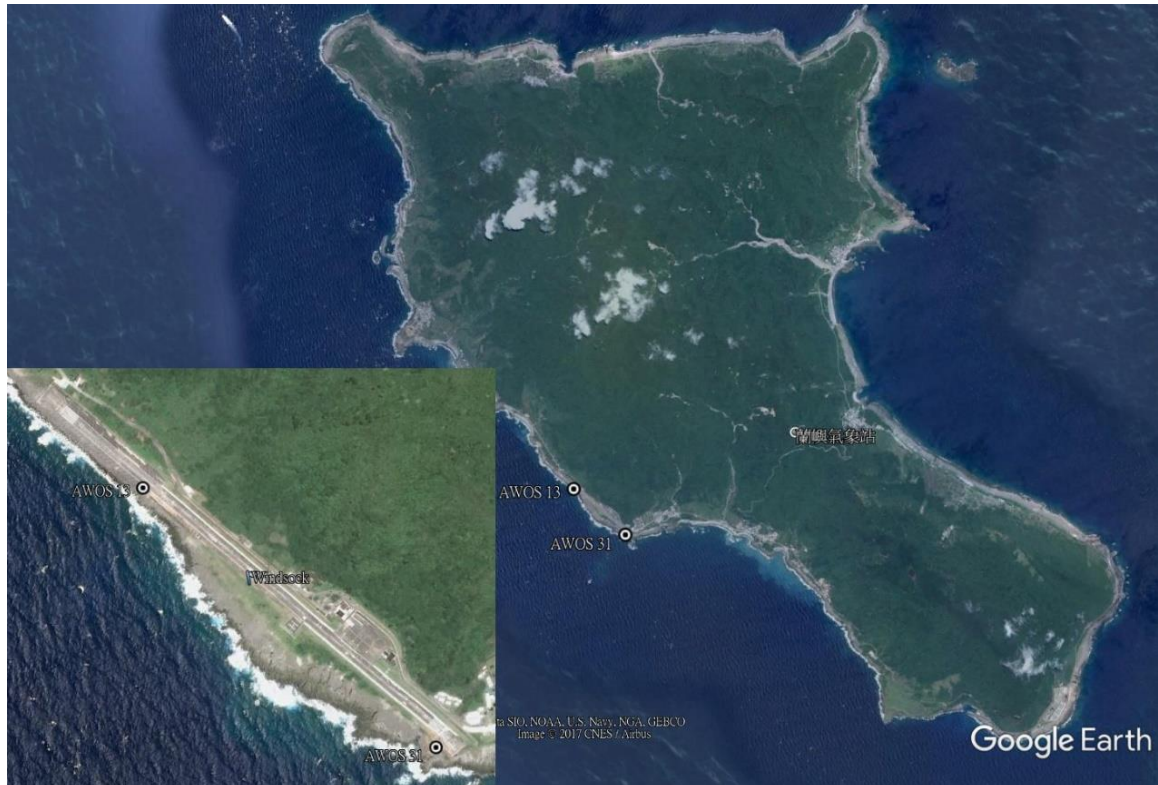


圖 1.7-4 蘭嶼氣象站與蘭嶼機場 AWOS/風向袋位置圖

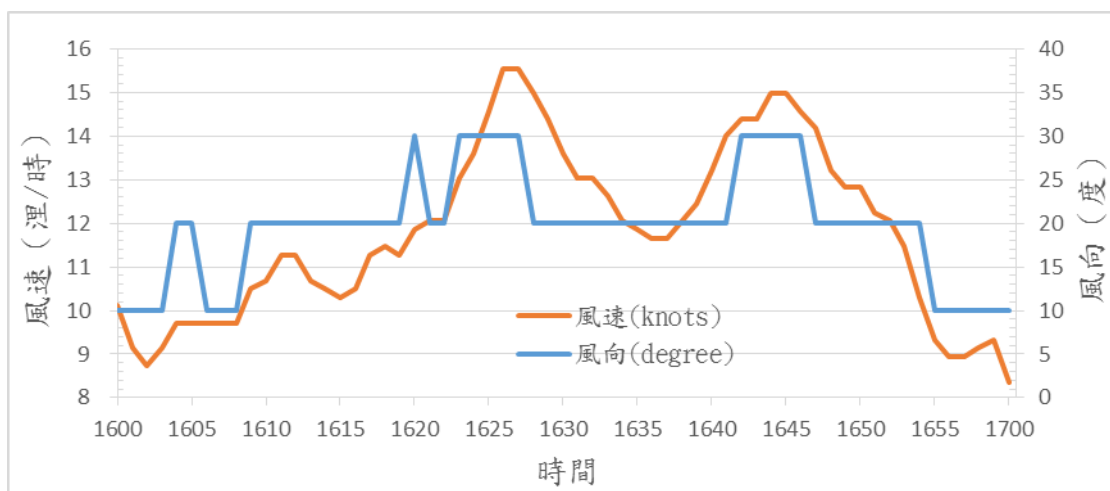


圖 1.7-5 蘭嶼氣象站風向風速紀錄

事故當日蘭嶼機場地面天氣觀測紀錄如下：

1600 時機場例行天氣報告：風向 040 度，風速 9 浬/時，風向變化範圍 350 度至 080 度；能見度大於 10 公里；疏雲 1,000 呎、裂雲 1,600 呎、裂雲 4,000 呎；溫度 22°C，露點 18°C；高度表撥定值 1016 百帕；趨勢預報—無顯著變化；備註—13 跑道風向不定，風速 5 浬/時，最大風速 31 跑道 17 浬/時、13 跑道 13 浬/時；高度表撥定值 30.01 吋汞柱。(D)

1633 時機場特別天氣報告：風向 060 度，風速 9 浬/時，風向變化範圍 010 度至 100 度；能見度大於 10 公里；疏雲 1,000 呎、裂雲 1,600 呎、裂雲 4,000 呎；溫度 22°C，露點 18°C；高度表撥定值 1015 百帕；趨勢預報—無顯著變化；備註—13 跑道風向不定，風速 5 浬/時，最大風速 31 跑道 17 浬/時、13 跑道 12 浬/時；當地另加觀測報告；高度表撥定值 30.00 吋汞柱。(F)

蘭嶼機場地面自動氣象觀測系統 (automated weather observation system, 以下簡稱 AWOS) 設置於跑道兩端附近，如圖 1.7-4 所示。1620 時至 1635 時每 5 秒之瞬時風向風速如圖 1.7-6 所示，自 1631:30 時(該機無線電高度為 574 呎)至 1632:31 時(該機撞擊機場旁護欄)，31 跑道頭風向為 40-90 度，風速 6-12 浬/時；13 跑道頭風向為 40-110 度，風速 2-8 浬/時。

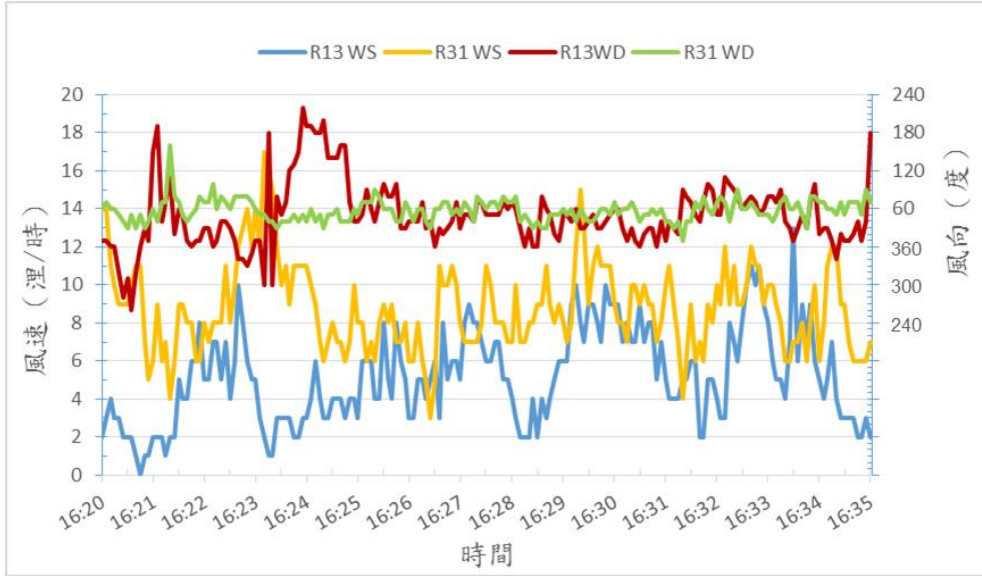


圖 1.7-6 蘭嶼機場 1620 時至 1635 時之 AWOS 瞬時風向風速

另蘭嶼機場於跑道中段設有一風向袋 (windsock)，其位置如圖 1.7-4 所示。依蘭嶼機場監視錄影攝得之畫面 (如圖 1.7-7、圖 1.11-8 及圖 1.11-9) 推算，1632:08 時 (該機無線電高度約 70 呎) 至 1632:17 時 (該機左右主輪觸地)，顯示風向約為 040 度轉 280 度，風速估計為 6 至 9 浬/時；1632:18 時至 1632:31 撞擊機場旁護欄時，風向約為 300 度轉 040 度，風速估計為 3 浬/時。由此影像紀錄顯示機場跑道有水平風切發生。



圖 1.7-7 事故當時蘭嶼機場跑道中段風向袋之監視錄影畫面

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

蘭嶼機場代碼為 RCLY，機場標高 44 呎，磁差 3°，機場消防第 3 級，具有 1 輛消防車，總水量 1,500 加侖，具最大型航空器 DO-228 型機故障移離能力。

蘭嶼機場具一實體跑道，包括 13/31 跑道，為水泥混凝土鋪面，跑道長 1,132 公尺、寬 24 公尺，無緩衝區，無清除區，跑道地帶宣告長 1,248 公尺、寬 40 公尺，如圖 1.10-1。

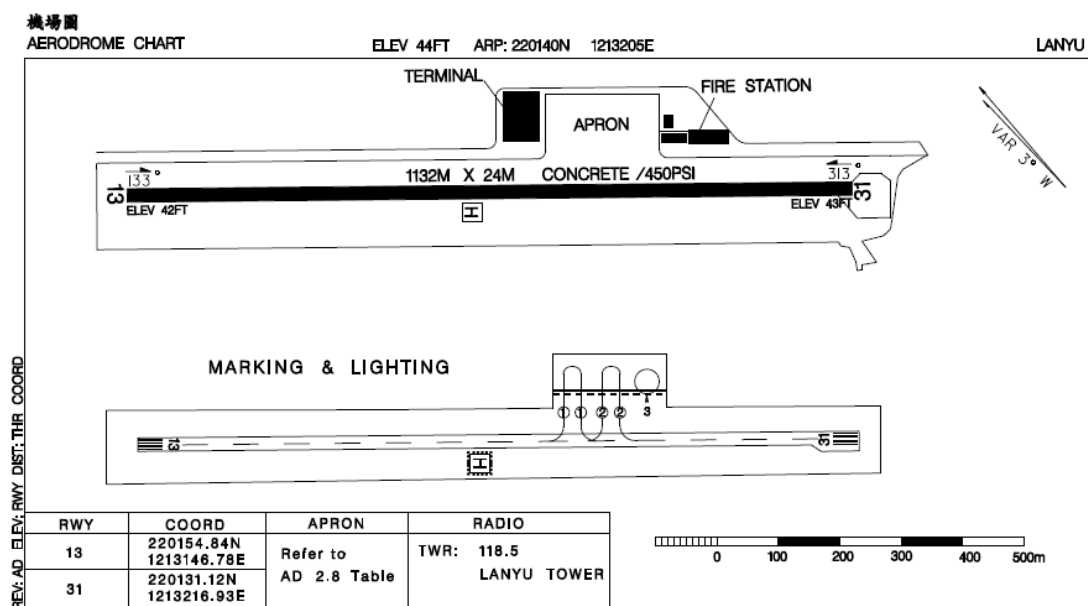


圖 1.10-1 蘭嶼機場圖

1.10.2 跑道地帶

蘭嶼機場於民國 103 年跑道兩側增設水泥混凝土道肩設施，均寬 3.5 公尺，如圖 1.10-2 所示。



圖 1.10-2 蘭嶼機場跑道水泥混凝土道肩

由 13/31 跑道頭起向外，鋪面縱向延伸 60 公尺，其外為海岸懸崖峭壁。

自跑道中心線標線北側 21.5 公尺至 23 公尺處有一縱向平行跑道之未加蓋溝渠，該溝渠寬約 1.5~2.5 公尺，深約 1.5 公尺。

自跑道中心線標線北側 25 公尺處有一縱向平行跑道之水泥及鐵架結構圍牆，係為機場界圍，高約 2 公尺。

自跑道中心線標線南側 22~25 公尺處為海岸懸崖峭壁。如圖 1.10-3 所示。

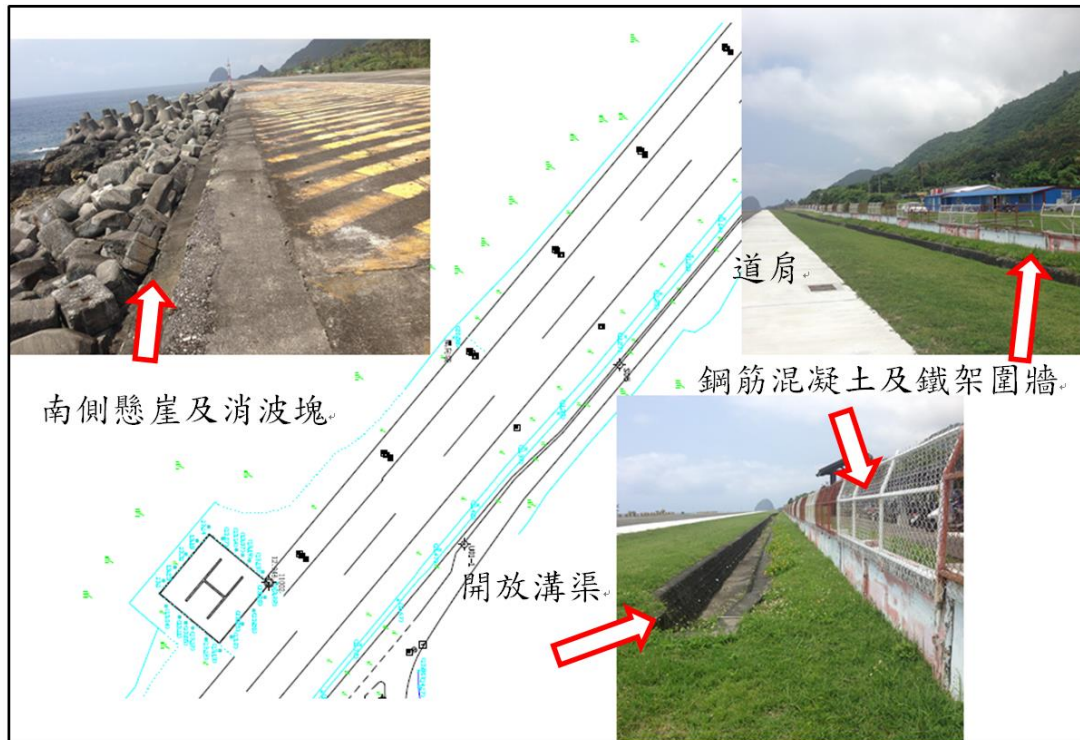


圖 1.10-3 機場鋼筋混凝土圍牆及未加蓋溝渠位置圖

1.10.3 抗滑檢測

蘭嶼機場跑道摩擦係數係由委外工程顧問公司執行，採用國際民航組織 ICAO 規範之連續式摩擦係數檢測儀器 Grip Tester，以距離跑道中心線兩側 3 至 3.5 公尺，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較 0.24（時速 95 公里/小時）或 0.43（時速 65 公里/小時）為低者，則航空站應立即採取改善措施，並發布飛航公告（NOTAM）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較 0.36（時速 95 公里/小時）或 0.53（時速 65 公里/小時）為低者，航空站則應開始計劃改善。

該機場最近一次曾於民國 105 年 5 月 10 日進行摩擦係數檢測，檢測前 Grip Tester 儀器經垂直荷重力、水平荷重力及胎壓等校準檢查符合原廠規範，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 0.77 及 0.75，第 2 分區段為 0.65 及 0.73，第 3 分區段

為 0.60 及 0.71;以時速 95 公里/小時檢測:第 1 分區段為 0.73 及 0.76 ,
第 2 分區段為 0.70 及 0.70 ,第 3 分區段為 0.70 及 0.73 ,詳圖 1.10-4 。

檢測日期：民國 105 年 5 月 10 日 檢測時間：10：30 至 11：30 跑道長度：1174 公尺 檢測位置：跑道中心線兩側 1.7 公尺 檢測速率：95 公里/小時 水膜厚度：1.00 mm 大氣溫度：39°C 版塊溫度：46°C 13 跑道檢測起點距端部距離：0 公尺 31 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
13	0.73	0.70	0.70	31
	0.76	0.70	0.73	

檢測日期：民國 105 年 5 月 10 日 檢測時間：10：30 至 11：30 跑道長度：1174 公尺 檢測位置：跑道中心線兩側 1.7 公尺 檢測速率：65 公里/小時 水膜厚度：1.00 mm 大氣溫度：39°C 版塊溫度：46°C 13 跑道檢測起點距端部距離：0 公尺 31 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
13	0.77	0.65	0.60	31
	0.75	0.73	0.71	

圖 1.10-4 蘭嶼機場跑道抗滑檢測

1.10.4 相關機場規範

蘭嶼機場之參考代碼為 1B。

「民用機場設計暨運作規範」敘述：

3.4.2 跑道地帶應在跑道頭之前及跑道或緩衝區末端之後延伸至少下述距離：...

—30m：跑道參考長度分類為 1 之非儀器跑道。

3.4.5 建議— 非儀器跑道之跑道地帶，其寬度為自跑道中心線及其延長部分中心線每側橫向延伸至少下述距離：...

—兩側各 30m：跑道參考長度分類為 1 之跑道。

3.4.9 建議— 非儀器跑道之跑道地帶，自跑道中心線及其延長部分中心線每側橫向延伸至少下列距離之範圍內，應提供平整區，以備飛機滑出跑道時使用：...

—兩側各 30m：跑道參考長度分類為 1 之跑道。

1.10.5 前次事故調查報告之改善建議執行狀況

德安一架 DO-228 型機，編號 B-55563，曾於民國 104 年 2 月 5 日於蘭嶼機場 31 跑道落地時發生偏出跑道之飛航事故，本會完成該飛航事故之調查，並於調查報告（報告編號 ASC-AOR-15-12-001）中向交通部民用航空局（以下簡稱民航局）提出有關機場設施之改善建議（編號 ASC-ASR-15-12-008），該建議請民航局：重新檢視因跑道地帶不足問題宣告之特殊機場，強化設施平整、限制航機操作條件、督導業者強化飛航組員因應跑道地帶不足之相關訓練及擴增既有跑道地帶之可能性，以降低航機衝出跑道後損害之可能風險。

飛安會針對行政院列管該項改善建議之紀錄如下：

105/04/7 交航（一）字第 1058100034 號回復：

民航局已將「強化設施平整、擴建既有跑道地帶之可能性」乙案，納入蘭嶼機場跑道整建工程先期規劃構想案內評估，俟後續陳報行政院核定後，據以辦理相關事宜。

飛安會意見:建請列管。依預定完成期限列管至 108 年 12 月 31 日。

105/12/30 交航(一)字第 1058100296 號再回復:

1. 民航局已將「強化設施平整及擴增既有跑道地帶之可能性」,納入蘭嶼機場跑道整建工程先期規劃構想案內評估,前述擴增既有跑道地帶乙節,因現有跑道地帶南側臨海、北側緊鄰市區道路,擴建涉及填海造陸、用地取得、道路遷移及預算效益等,經評估尚無可行性。另有關強化設施平整乙節,已評估納入。本案先期規劃構想行政院已於 105 年 6 月 15 日核定,暫列總工程經費新臺幣 7.8267 億元。蘭嶼機場跑道整建工程案主要工項包含跑道道面整建、跑道地帶地表整修及植草、助航燈光設施增設、排水設施改善及鄰海側護岸整修等項。民航局刻推動委託規劃設計暨監造招標作業,預定將於 106 年展開規劃設計工作,並於 109 年前完成。

2. 另配合行政院核定時程及機場維持營運之施工,修正預定完成期限為 109 年 12 月 31 日。

飛安會意見:建議持續列管,俟完成後解除列管。

此次事故調查,本會函詢民航局該項改善建議之處理進度,民航局場站組回復:”...有關本局辦理之「蘭嶼機場跑道整建工程計畫」,已包含機場內排水設施加蓋。本工程之規劃設計暨監造技術服務案業於 106 年 1 月 18 日決標,目前刻正進行規劃設計作業,預計 107 年下半年開工。”;另民航局蘭嶼航空站回復:”依大局規劃,本場預計 107 年將整修跑道...將與臺東站研商,是否能協助將跑道邊開放式排水溝加蓋,以因應萬一航機有衝出跑道之事故。”

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-11444。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 所記錄之語音資料約 125 分 22 秒 (1427:10.7 時至 1632:32.6 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 1 分半鐘之內容摘要與約 2 分鐘的抄件。

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-02485, 該飛航資料紀錄器儲存 26 小時 37 分 48 秒原始資料。

本事故之時間基準係根據 CVR 與 FDR 記錄之關鍵事件參數將 FDR 及 CVR 時間同步, 之後再經由高雄近場管制塔臺提供之錄音抄件內容將 CVR 與 MSTs 時間同步。

該機應裝置 II 型 FDR, 必要記錄參數計 15 項⁷。根據民國 105

⁷ 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

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⁸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⁹進行解讀，該飛航紀錄器共記錄 404 項參數。經本會調查人員比對並向加拿大運安會授權代表確認，該機 FDR 部份參數與解讀文件定義不同，且與本案有關的四項參數未記錄：左動力手柄位置、右動力手柄位置、左煞車壓力及右煞車壓力。

FDR 經解讀後，有關飛航參數變化情形，詳圖 1.11-1 至圖 1.11-4，相關飛航經過資料摘錄如下：

1. 該 FDR 之「WOW LH MLG 1/2」、「WOW RH MLG 1/2」、「WOW Nose Wheel 1/2」等六項參數均無法判讀飛機之地/空模式。與本案有關四項重要參數均無紀錄資料，包括：左動力手柄位置、右動力手柄位置、左煞車壓力及右煞車壓力。（以上參數均非法規規定必要記錄之參數）
2. 1550 時，SSFDR 開始記錄。
3. 1610:36 時，該機由臺東機場起飛，磁航向 42.7 度。
4. 1631:16 時，無線電高度 757.3 呎、指示空速 85 浬/時、襟翼放下

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。

⁸ 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。

⁹ ApexCommonFDR_256_Spreadsheet for AMM Frame Layout.XLS，
ApexCommonFDR_256_Spreadsheet for AMM Spec Table.XLS。

至 18.7 度。

5. 1631:35 時，無線電高度 495.5 呎、指示空速 90 浬/時、地速 90.1 浬/時、磁航向 129.1 度、偏流角 7.7 度、風向 43 度、風速 30 浬/時、方向舵配平角度 3.12 度。
6. 1631:58 時，無線電高度 205 呎、指示空速 87 浬/時、地速 92.9 浬/時、磁航向 126.7 度、方向舵配平角度 3.12 度、偏流角 5.2 度、風向 30 度、風速 24 浬/時。
7. 1632:06 時，無線電高度 103 呎、指示空速 92 浬/時、地速 92.7 浬/時、磁航向 132.1 度、方向舵配平角度 3.12 度、偏流角 0.79 度、風向 31 度、風速 21 浬/時。
8. 1632:09 時，無線電高度 51.8 呎、指示空速 95 浬/時、地速 92.7 浬/時、磁航向 133.2 度、方向舵配平角度 3.12 度、偏流角 -1.1 度、風向 34 度、風速 17 浬/時。
9. 1632:13 時，無線電高度 13.5 呎、指示空速 87 浬/時、地速 84.7 浬/時、磁航向 131.4 度、方向舵配平角度 3.12 度、偏流角 -0.62 度、風向 45 度、風速 14 浬/時。
10. 1632:17 時，無線電高度 0 呎、指示空速 75 浬/時、地速 81.7 浬/時、磁航向 131.9 度、方向舵配平角度 3.12 度、偏流角 1.76 度、風向 59 度、風速 11 浬/時。兩具螺旋槳轉速 (NP) 及扭力分別為 76/74 %RPM、2.4/1.8 PSI；Beta 模式均未作動。
11. 1632:19 時，無線電高度 0 呎、指示空速 75 浬/時、地速 78.4 浬/時、磁航向 132.1 度、方向舵配平角度 3.12 度、偏流角 2.2 度、風向 62 度、風速 10 浬/時。兩具螺旋槳轉速 (NP) 及扭力分別為 73/71 %RPM、1.6/1.3 PSI；Beta 模式均未作動。
12. 1632:22 時，指示空速 56 浬/時、地速 69.9 浬/時、磁航向 132.5

度、方向舵配平角度 3.25 度、偏流角 0.44 度、風向 63 度、風速 9 浬/時。兩具螺旋槳轉速(NP)及扭力分別為 65/66 %RPM、3.1/2.3 PSI；Beta 模式均作動直到 1632:31 時；1632:22 起，後 9 秒期間，左發動機扭力持續增加，於 1632:30 時到達 52.1 PSI，右發動機扭力維持在 3 PSI 以下。

13. 1632:28 時，地速 50.5 浬/時、磁航向 132.7 度、方向舵配平角度 3.25 度、偏流角-4.57 度、風向 40 度、風速 6 浬/時。兩具螺旋槳轉速 (NP) 及扭力分別為 66/58 %RPM、20.8/2.8 PSI。
14. 1632:31 時，地速 37.7 浬/時、磁航向 117.1 度、方向舵配平角度 3.25 度、偏流角 7.12 度。兩具螺旋槳轉速 (NP) 及扭力分別為 85/56 %RPM、30.5/2.8 PSI。最大之縱向加速度及橫向加速度紀錄分別為-0.564 g's (10.8 浬/時²)，-0.352 g's (6.7 浬/時²)。
15. 1632:31 之後，FDR 持續記錄 22 秒資料，此期間之時間參數不可靠，約 1633 時 FDR 停止記錄。

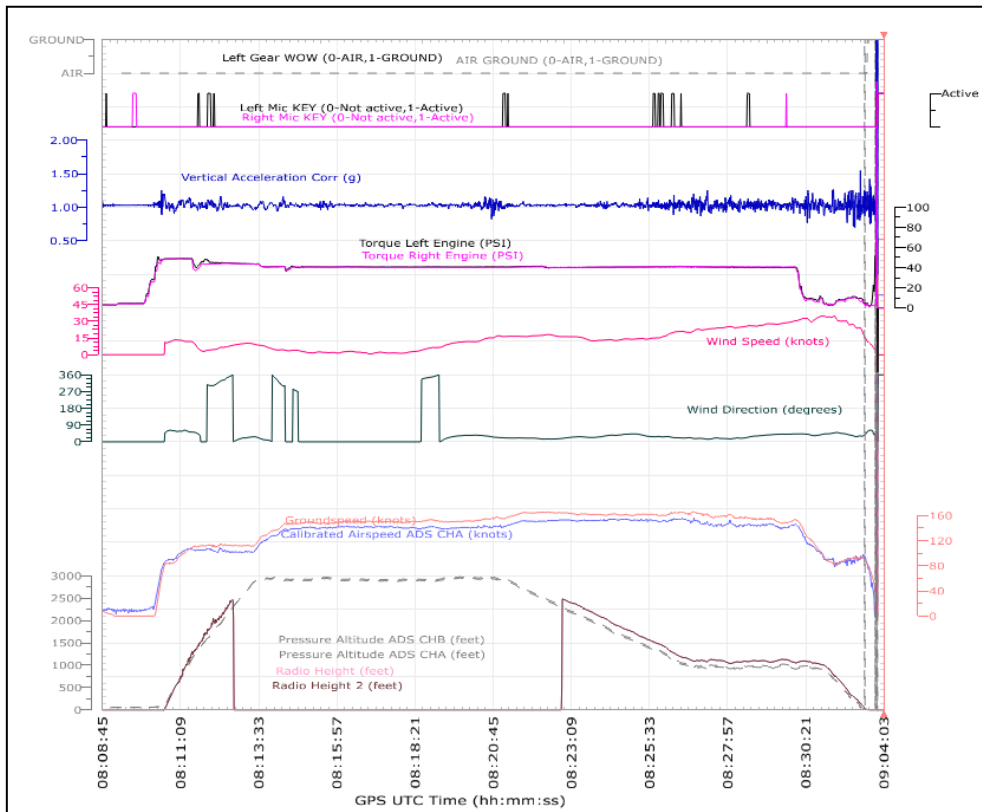


圖 1.11-1 事故航班飛航參數繪圖

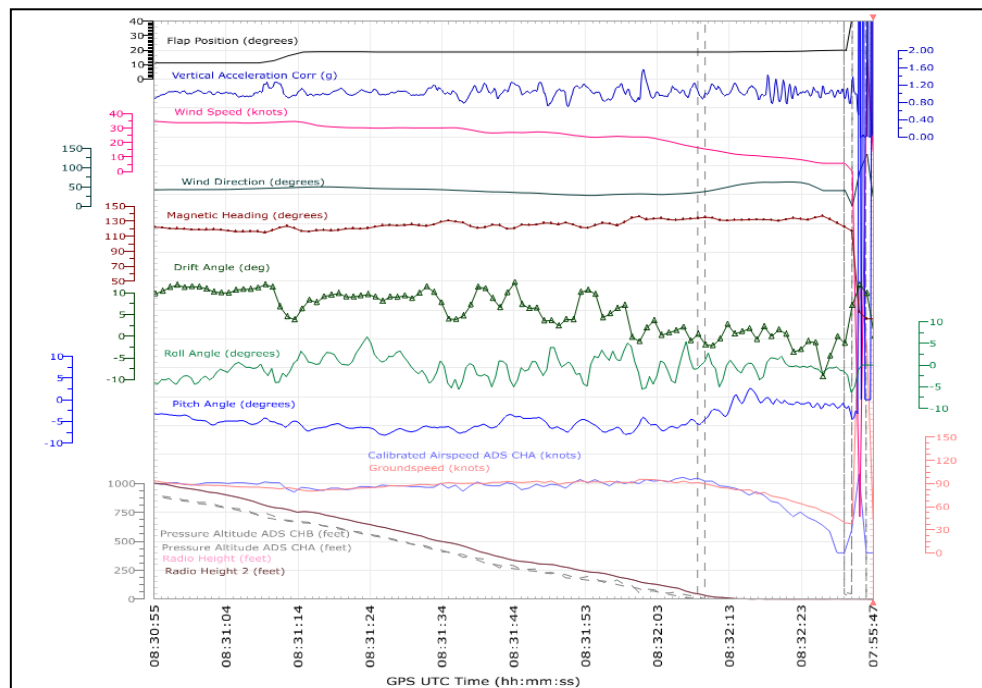


圖 1.11-2 事故航班進場期間飛航參數繪圖 (基本參數)

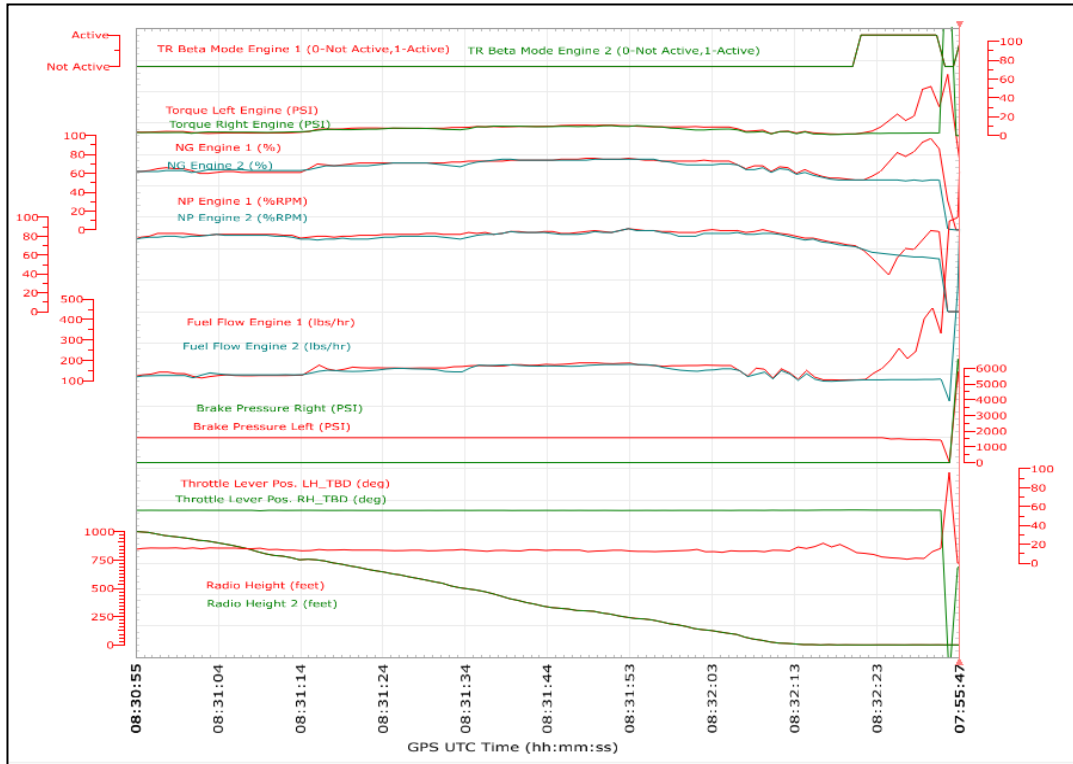


圖 1.11-3 事故航班進場期間飛航參數繪圖（發動機參數）

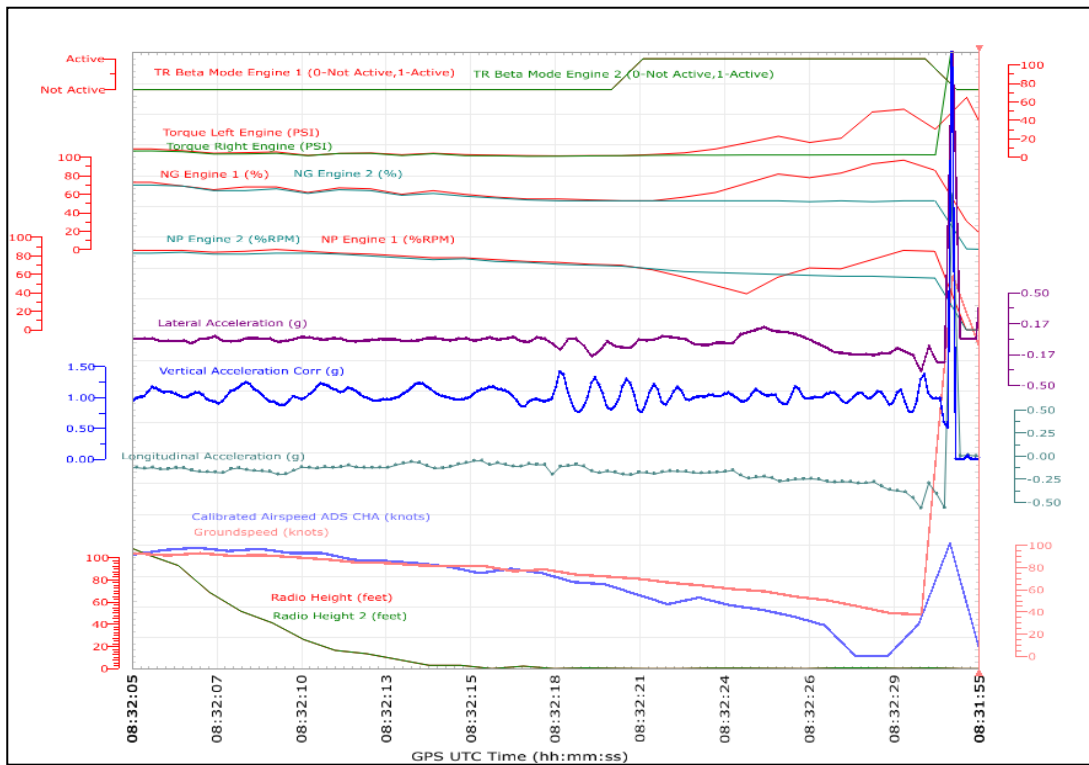


圖 1.11-4 事故航班事故發生期間飛航參數繪圖

事故航班飛航軌跡是以機載 GPS 經度及緯度參數為基準，使用地速及航向修正，結果如圖 1.11-5。

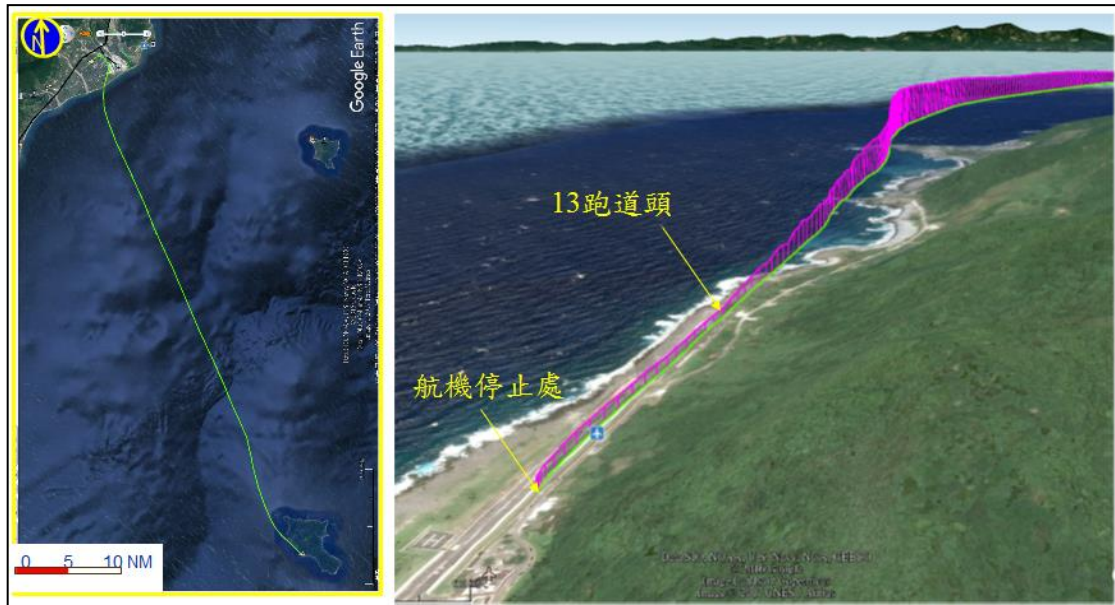


圖 1.11-5 事故航班飛航軌跡

1.11.3 飛航資料紀錄器適航檢查

摘錄民航局發布之「航空器飛航作業管理規則 第一百十一條」規定如下：

航空器使用人應於航空器上裝置飛航紀錄器，以記錄供航空器失事調查使用之必要飛航資料，其詳細規範依附件十二辦理。但該航空器原製造廠未提供技術通報供改裝且使用者無法於市場上取得我國、美國、歐洲聯合航空安全署或原設計國等之民航主管機關之補充型別檢定證供技術修改所需者，不在此限。

飛航紀錄器應於飛航前開啟，不得於飛航中關閉。但於航空器失事、航空器重大意外或航空器意外事件發生後，應於飛航中止時即關閉飛航紀錄器，於取出紀錄前，不得再開啟飛航紀錄器。

航空器使用人應執行飛航紀錄器系統操作及評估檢查以確認飛

航紀錄器系統持續可用。

為完善飛航紀錄器系統維護計畫，民航通告「AC 120-021A 飛航紀錄器系統維護計畫之核准」亦載有相關規定。

事故發生後，本會取得德安於 DHC-6-400 型機檢定給證程序所需之 FDR 適航檢查報告及 FDR 原始資料。依加拿大原廠的 FDR 資料庫解讀後發現：FDR 25 小時資料中，航機均處於地面，未包含一完整航段的飛航資料，詳圖 1.11-6 及圖 1.11-7。

根據德安之 DHC-6-400 型飛機維護計畫「4 飛航紀錄器系統」及「5 飛航資料紀錄器系統評估作業」，節錄相關內容如下：

4.2 本公司未具備資料下載及判讀資格，對該兩項僅可依管制週期進行例常維護及更換。資料下載及判讀，均送交 Honeywell 原廠或授權之合格廠家執行。

5.2.3 飛機使用者於接獲飛機製造廠家/獲得授權之工廠分析判讀報告後，工程及計畫部門應詳加研讀並複製列入相關工作項目內據以參考。

5.2.4 分析判讀報告之數據如有部份超出規範，則工程部門必須執行故障研判及改正工作。

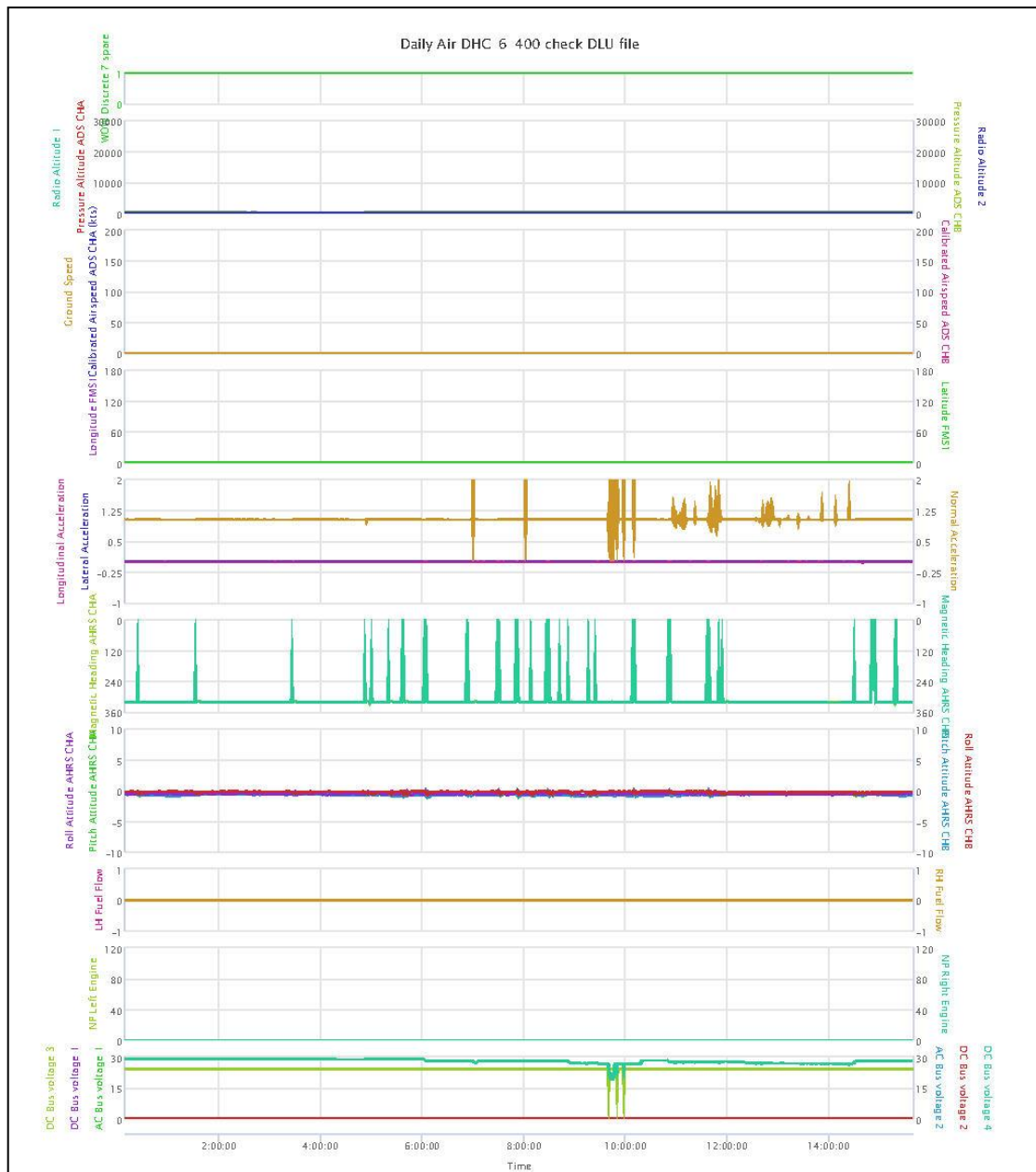


圖 1.11-6 事故機 FDR 於適航檢查之前 15 小時飛航資料

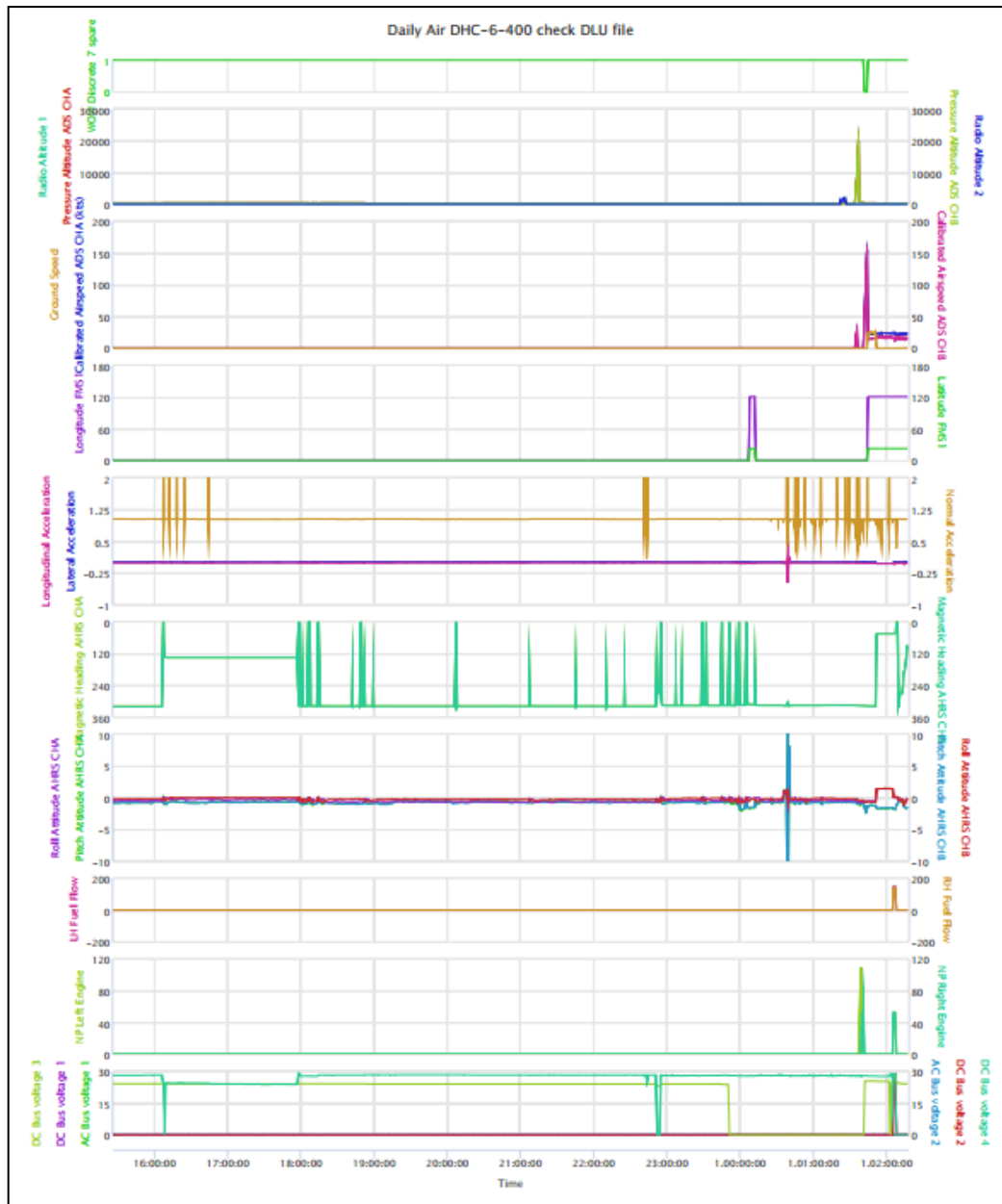


圖 1.11-7 事故機 FDR 於適航檢查後 10 小時飛航資料

1.11.4 13 跑道監控錄影

事故發生後，本會取得蘭嶼機場 13 號跑道監控錄影資料，該攝影機架設於塔臺前方緩衝區（距 13 跑到頭約 2,500 呎）。經過時間比對，該具攝影機時間系統約為 FDR 時間減去 2 秒。圖 1.11-8 及圖 1.11-9 為該機最後進場及落地期間的畫面截圖。



圖 1.11-8 13 跑道號監控錄影截圖（最後進場至落地偏左期間）

說明：

1632:17¹⁰時 主輪觸地

1632:22 時 左右主輪偏於跑道中心左側

¹⁰ FDR 時間 1632:19 時。



圖 1.11-9 13 跑道監控錄影截圖（落地滾行至向左偏期間）

說明：

1632:27 時 左主輪及鼻輪超出 13 跑道左邊線

1632:28 時 右主輪超出 13 跑道左邊線

1632:29 時 該機突然向左偏轉逾 40 度，左翼尖撞擊護欄

1632:30 時 該機鼻輪掉落水溝，雷達罩撞擊護欄

1632:31 時 該機左右搖晃，小片殘骸飛出機外

1632:32 時 該機停止移動

1634:20 時 航務巡查車抵達現場

1635:37 時 消防隊員抵達現場

1.12 航空器殘骸與撞擊資料

1.12.1 事故現場量測

本事故發生後隔日約 1045 時，本會調查人員抵達現場，使用高精度衛星接收機及遙控無人機空拍系統進行現場量測。同時蘭嶼機場與德安公司並展開移機作業。

現場飛機外觀如圖 1.12-1，該機鼻輪滑入一排水溝渠¹¹而受損。該機偏出 13 號跑道邊線後之左/右主輪胎痕分布圖，如圖 1.12-2 所示。現場量測資料包括：該機遺留在跑道之胎痕、螺旋槳碎片、機首撞擊圍籬點及機場監控錄影機架設點（跑道邊線外側 40 呎），結果詳圖 1.12-3。量測結果顯示，該機於 1,830 呎處向左偏出 13 號跑道邊線；該機機首及左機翼明顯與機場左側圍籬有撞擊痕跡，飛機停止位置距 13 號跑道頭 2,050 呎，座標東經 121 度 32 分 3.95 秒、北緯 22 度 1 分 42.37 秒，磁航向 42 度。

¹¹ 水溝寬度 255 公分，深度 123 公分。



圖 1.12-1 事故機外觀圖



圖 1.12-2 事故機偏出 13 號跑道邊線後之左/右胎痕分布圖



圖 1.12-3 現場測量資料及空拍影像套疊圖

根據量測結果，該機左主輪胎痕起始點距 13 跑道頭 1,830 呎，位於跑道中心線左側 36 呎，行進方向為 126 度並持續向左偏至 112 度，事故現場量測項目詳表 1.12-1。

表 1.12-1 事故現場量測項目

項次	量測物	位置（距 13 跑道頭距離）	長度
1	左主輪胎痕	1,830 至 2,018 呎	188 呎
2	右主輪胎痕	1,836 至 2,017 呎	181 呎
3	鼻輪胎痕	1,900 至 2,020 呎	120 呎
4	機鼻撞擊圍籬位置	2,050 呎	
5	螺旋槳葉片碎片	1,982 呎	
6	螺旋槳葉片碎片	2,011 呎	
7	螺旋槳葉片碎片	1,985 呎	
8	螺旋槳葉片碎片	2,000 呎	
9	機場監控錄影機架設點	2,550 呎	

1.12.2 航空器撞擊資料

事故機於蘭嶼機場 13 跑道落地滾行時向左偏出跑道後，鼻輪起落架落入跑道排水溝渠如圖 1.12-4 所示；該機機首撞擊排水溝渠及地面，造成機鼻至機身站位（station）60 間之結構損壞以及鼻輪起落架支柱向後彎折，詳圖 1.12-5；機身站位 60 結構隔艙（bulkhead）相接之結構及機身蒙皮受擠壓變形，如圖 1.12-6 所示；左螺旋槳撞擊跑道水泥牆（如圖 1.12-7）損壞，並造成左發動機突然停止運轉（sudden stoppage）；左翼翼面、翼尖及翼前緣撞擊鐵絲圍籬，損壞如圖 1.12-8 所示，駕駛艙內部完整（如圖 1.12-9），左動力手柄位置在往前位置 MAX，右動力手柄位置在 IDLE，如圖 1.12-10 所示。



圖 1.12-4 事故機偏出跑道後撞擊機場圍籬



圖 1.12-5 機首部位結構損壞、鼻輪起落架支柱向後彎折



圖 1.12-6 機身站位 60 結構隔艙相接之結構及機身蒙皮變形



圖 1.12-7 左螺旋槳損壞



圖 1.12-8 左翼損壞



圖 1.12-9 駕駛艙



圖 1.12-10 動力手柄位置

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

1.15.1 客艙撤離應變

有關客艙撤離與緊急應變過程，本會訪談隨機機務人員（7A 乘客）及副駕駛員，訪談摘要如下：

隨機機務人員表示，事故班機約 1600 時由臺東機場起飛，接近蘭嶼機場下降階段時，感覺風向不穩定，落地時尚稱平穩，約通過跑道中段時，鼻輪觸地，覺得航機一直往左邊飄移，由右側窗戶可看到跑道中心線，從左側窗戶可看到草皮，之後即撞擊停止。航機停止後，駕駛員開始處理關車程序，但乘客急著想離開飛機，經先行安撫乘客後，由窗戶觀察機外狀況，確定左側螺旋槳已停止，人員下機無危險後，即決定先開左側登機門，並引導乘客撤離下機。

副駕駛員表示，事故後正駕駛員執行關機程序時，即向正駕駛員表示要撤離乘客。撤離時，由隨機機務員開啟左側艙門，部分乘客撤離時並不慌張，個人曾告知乘客盡快撤離，撤離後將會派人協助取個人行李，但部分乘客仍是帶行李撤離。撤離過程約使用 3 分鐘，於撤離過程中機場航務員已抵達現場，並於機外協助，同時救護車也在旁邊待命。撤離過程並未使用任何客艙緊急裝備，該機配有擴音器，當機上廣播失效時會使用擴音器，當時狀況使用口語指揮即可聽得清楚，不需使用到擴音器。

1.15.2 機場緊急應變

有關機場緊急應變過程，本會訪談蘭嶼機場航務員、消防隊員及民航局航站消防承辦人，訪談摘要如下：

機場航務員表示，聽到警鈴及無線電呼叫時，即進入航務室觀看監視器，發現落地班機偏出跑道撞擊圍牆，並即會同航空站主任駕駛航務巡查車前往事故現場，抵達時消防車還未到，大部分乘客都已下機，初步檢視無人受傷，並協助引導乘客往航站。

機場消防隊員表示，聽到警鈴時，由航空站業務室跑回消防班(約 150 公尺)，會同另兩位消防隊員欲開出消防車，但該消防車油路不順斷續熄火，故障排除後即趕往現場，抵達時航務巡查車已到，且大多乘客已經離開飛機，判斷沒有立即性危險，便在飛機左後方(上風

處) 警戒。

依民航局蘭嶼航空站應變說明資料:航空站消防班聽見警鈴,但無法立即發動消防車,只能以手動壓柴油供油泵後發動,但開出約100M後又在跑道上熄火,故再次以手動壓柴油供油泵,發動後行駛至事故機後方執行待命。

另依蘭嶼航空站消防班值班記事表及裝備車輛檢查報告表,事故當日上午之消防車檢查,引擎系統運轉正常。

民航局航空消防承辦人表示:事後已要求廠商完成檢修,另也在手機社群通訊軟體中提醒並要求其他機場消防人員,同型消防車須重新進行檢修。

1.16 測試與研究

1.16.1 發動機與煞車系統測試

民國106年4月19日,調查小組、民航局及飛機製造廠 Viking Air 等單位代表同赴蘭嶼執行事故機系統測試,測試項目包括該機發動機控制系統及輪煞系統。

1.16.1.1 發動機控制系統測試

發動機控制系統包含動力手柄控制系統、燃油關斷控制系統及螺旋槳控制系統,各控制系統分別由駕駛艙個別之控制手柄經由控制鋼纜及導輪連接到左、右側發動機,三組控制鋼纜均掛有料件銘牌供區別用。

發動機控制系統測試作業包含目視檢查及功能測試兩部分,目視檢查係藉比較各控制鋼纜料件銘牌與圖解料件目錄(illustrated parts catalogue, 以下簡稱 IPC)PSM 1-64-4 中所列左、右側動力控制鋼纜、

燃油關斷控制鋼纜及螺旋槳控制鋼纜之料件號來確認其正確性；功能測試係藉手動操作駕駛艙內左、右側發動機動力手柄、燃油關斷控制手柄及螺旋槳控制手柄，以確認與個別手柄連接之鋼纜被正確的作動，測試結果摘要如下：

- 右側發動機：依據 IPC PSM 1-64-4 第 76-10-00 章圖 1 及圖 13，目視檢查確認動力控制鋼纜、燃油關斷控制鋼纜及螺旋槳控制鋼纜正確；手動操作駕駛艙內右側發動機動力手柄、燃油關斷控制手柄及螺旋槳控制手柄，確認三條控制鋼纜均可正確被作動。
- 左側發動機：依據 IPC PSM 1-64-4 第 76-10-00 章圖 1 及圖 13，目視檢查確認動力控制鋼纜、燃油關斷控制鋼纜及螺旋槳控制鋼纜正確；左側發動機因吊艙及發動機本體於撞擊圍欄時損壞，駕駛艙內左側發動機動力手柄、燃油關斷控制手柄、螺旋槳控制手柄及與其相連接之鋼纜均無法被移動。

1.16.1.2 輪煞系統測試

輪煞系統測試作業包含目視檢查及功能測試兩部分，目視檢查確認左、右主輪及其煞車來令片厚度均正常；功能測試部分，因事故機液壓系統位於站位 60 隔框之後的液壓油管斷裂，儲油槽液壓油漏光，致該機液壓系統無法正常建壓，且蘭嶼機場無千斤頂，以致輪煞系統功能測試無法執行；專案調查小組於是委由德安另擇期，以外接手動液壓泵建壓方式執行該機輪煞功能測試，並以攝影機攝影測試過程後交本會存證。

民國 106 年 4 月 26 日，德安機務維修人員於蘭嶼機場執行事故機輪煞功能測試，機務維修人員將手動液壓泵直接接至煞車管路，以手動液壓泵建壓後致動煞車來令片，觀察左、右煞車來令片作動之壓力正常，左、右煞車來令片均可正常致動。

1.16.2 差異推力使用模擬與問卷

為蒐集德安 DHC-6-400 型機飛航組員對於落地時使用差異推力修正航機方向之熟悉狀況，及相關訓練評價等資訊，調查小組於民國 106 年 6 月 1 日至 12 日期間，透過問卷調查方式對德安 DHC-6-400 機隊之 16 名飛航組員進行普查，共計回收 13 份問卷，本問卷分析結果如附錄 4，摘要如下。

調查問卷包含 6 項問題如下：

1. 請問您於飛行 DHC-6-400 型機之前，是否曾飛過其他型機需使用差異推力於落地時操控航機方向？
2. 請您描述 DHC-6-400 型機於落地過程中，如何使用差異推力控制方向及應注意事項？
3. 請問您在飛行 DHC-6-400 型機，於落地使用差異推力控制航機方向時，對於操作航機右偏或左偏是否已經能夠直覺的操作；或是需要思考後，再做操作；或仍不適應使用差異推力？
4. 請問您在操作 DHC-6-400 型機，適應使用差異推力控制航機方向過程中，是否曾有操作相反或險些操作相反之經驗（例如意欲操作航機偏右，卻險些錯誤操作偏左）？
5. 請問您是否曾看過或聽聞過其他同仁於操作 DHC-6-400 型機時，於使用差異推力控制航機方向過程中，有操作相反或險些操作相反之經驗（例如意欲操作航機偏右，卻險些錯誤操作偏左）？
6. 請問您對於公司之訓練，是否得以幫助駕駛員適應使用差異推力於落地階段控制航機方向之看法，或其他對於公司訓練或管理之建議？

本次問卷調查結論如下：

1. 除 1 位受訪者外，其餘受訪者皆係於飛行 DHC-6-400 型機時，才開始學習落地時使用差異推力控制航機方向。
2. 航機於地面滑行時會頻繁地使用差異推力保持平直滑行，落地階段實際使用頻率偏低。
3. 受訪者對於適合/不適合於落地階段使用差異推力控制方向之看法不一；認為可以使用者，對於差異推力使用時機與方式亦有不同的看法。
4. 於 13 位受訪者中，有 7 位（含事故正駕駛員）認為自己落地時已能夠直覺地使用差異推力控制方向；其餘有 2 位表示需思考後再做操作；2 位表示仍不適應使用差異推力；2 位表示「正常落地不使用差異推力」及「此方法較難掌控，本人未使用」。
5. 部分受訪者表示，自己本身或曾聽聞其他同仁曾有錯誤使用差異推力之情形。
6. 有受訪者表示，外籍教師駕駛員施訓時並未教導落地時之差異推力使用技巧。

1.17 組織與管理

1.17.1 德安 DHC-6-400 型機引進歷程

德安係於民國 105 年 3 月 10 日正式向民航局申請引進 DHC-6-400 型機，並於同年 4 月至 7 月期間，派遣一批飛航組員前往加拿大 Flight Safety 訓練機構接受 DHC-6-300 型機 Level B 等級之模擬機¹²訓練，再由加拿大 Pacific Sky Aviation 訓練機構提供 18 小時之 DHC-6-400 型機實機飛航訓練。

¹² 事故前，DHC-6-400 型機模擬機尚未建置完成。

民國 105 年 7 月至 106 年 4 月期間，德安短期聘用 3 名外籍教師駕駛員來臺實施該公司飛航組員之本場訓練與航路訓練，至 105 年 9 月底，共有 6 名正駕駛員及 4 名副駕駛員取得 DHC-6-400 型機駕駛員檢定證；105 年 8 月至 10 月期間實施非營利驗證飛行，累積營運前實機飛行操作經驗，於同年 10 月 12 日完成民航局五階段審查，同年 10 月 15 日取得航線證書正式營運，可執行國內離島航線定期或不定期飛機運輸業務。

事故當時，德安共有 4 架 DHC-6-400 型機，編制教師駕駛員 2 名及正、副駕駛員各 7 名。

外籍教師駕駛員資歷

為配合 DHC-6-400 型機引進，德安聘請三名分別持有瑞士民航局或加拿大運輸部核發飛機民航運輸駕駛員檢定證之外籍教師駕駛員來臺執行訓練工作。該項作業經民航局審查所持之外國檢定證及航空人員體格檢查合格證，依航空人員檢定給證管理辦法第 113 條第 3 項規定，同意其效力¹³，惟僅限執行 DHC-6-400 機型訓練工作，並需確保工作期間相關證照之有效性。

模擬機評估報告

事故當時，市面上尚無任何 DHC-6-400 型模擬機，最相近之飛航模擬訓練設備（flight simulation training devices, FSTD）為 DHC-6-300 型 LEVEL B 等級之模擬機。

德安依據民用航空法第二十七條之一、飛航模擬機訓練設備檢定管理規則及德安營運規範，於民國 105 年 3 月派員赴加拿大 Flight Safety 訓練機構訪查該模擬機之規格認可檢定、品管作業、主客觀檢定測試指南及結果、維護檢測紀錄等。

¹³ 民國 105 年 12 月 21 日，民航局標準五字第 1050030108 號函。

訪查結果顯示，Flight Safety 為美國聯邦航空總署（FAA）及加拿大運輸部民航局（TCCA）認證之訓練機構；模擬機訓練課程業經 FAA 核可。

DHC-6-300 型 LEVEL B 等級之模擬機經歐洲航空安全局(EASA) 認證，為五軸全動式模擬機，配置之工作站可設定各階段飛行情境之教學，與執行正常/不正常/緊急操作訓練。駕駛艙設計雖與 DHC-6-400 實機配置完全不同，但經德安訪查人員與訓練中心人員研討該模擬機之基本配備與系統需求，認為仍可達到仿真、視訊/音訊、動態及各階段飛行訓練課程模擬等需求，應可符合 DHC-6-400 型機機型檢定與定期複訓檢驗所需，亦符合我國民航局民航通告 AC120-013C 之規範。

民航局檢查員表示，因 DHC-6-400 型機部分緊急科目訓練無法以 DHC-6-300 型 LEVEL B 等級模擬機執行，故民航局同意德安於滿足原廠訓練要求之前提下，以實機對此部分進行人員訓練。至於無法以實機或 DHC-6-300 型 LEVEL B 等級模擬機進行訓練之科目，則預計於民國 106 年 10 月份 LEVEL D 等級模擬機上市時候進行。完成以前，民航局限縮德安側風落地限制（原廠側風限制為 25 浬/時，民航局要求本島與馬公降為 20 浬/時，其他離島降至 18 浬/時）。待相關訓練於 DHC-6-400 型 LEVEL D 等級模擬機上完成後，始得恢復側風限制。

1.17.2 德安航務管理

1.17.2.1 航務處組織

依德安航務手冊（版期：2017/1/13 REV 23），航務處組織架構如圖 1.17-1。

航務處設有處長、副處長，下轄航務組並設組長、航務專員及行政專員各一員，事故時航務組組長係兼航務專員。依航務手冊 2.4 節

航務處業務職掌，航務處長負責：飛航業務之政策與程序及行政管理、督導飛航人員訓練和考核、督導並參與航務審議會議、以及督導航務處各機隊和業務單位執行自我督察等。

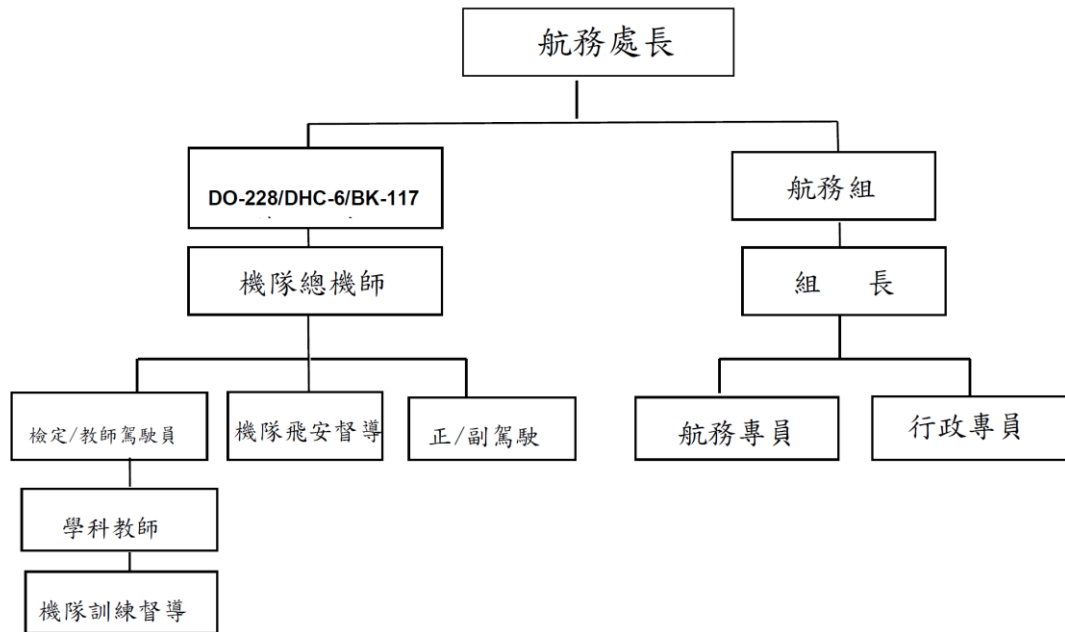


圖 1.17-1 航務處組織架構

航務組組長負責承辦營運計畫、五階段業務及相關之各項作業程序規程與會議、民航局查核缺失檢討、改正處理及回覆、法令規章修訂及檢討、安全績效評量之督導與管制、各單位提報之不正常情況協調及處理等業務。航務及行政專員負責航務處及飛航組員有關之行政業務。

機隊總機師負責：綜理機隊飛航任務、訓練、飛安、人事全盤事務、執行駕駛員招募、組員升轉訓之相關考核、考驗作業、機隊自我督察、機師平時考核與組員生活紀律管理、以及機種技術研討會之召開等。

1.17.2.2 教師駕駛員會議與技術研討會

依據航務手冊 23.3.5.2.7 節，各機隊總機師、教師駕駛員、飛航

組員應按時實施技術研討會與教師駕駛員會議。DHC-6-400 型機引進後，由於本國籍駕駛員須完成相關訓練後始能取得教師駕駛員資格，於事故後，民國 106 年 4 月 13 日該機隊始召開第一次教師駕駛員會議。事故前兩次技術研討會分別是民國 105 年 8 月 4 日針對復興航空 GE222 飛航事故調查報告進行技術研討，以及民國 105 年 8 月 30 日針對德安綠島意外事件進行技術研討。

1.17.2.3 航線派遣風險評估作業

依據航務手冊 23.3.5.2.6 節，DHC-6-400 機隊總機師每半年應依據每趟飛航任務之派遣風險評估，對各航線實施評估作業一次後，並向航務處長彙報，德安係提供總機師執行飛航任務前所填寫之派遣風險評估表作為執行本項規定之紀錄。

1.17.2.4 飛航組員訓練手冊相關內容

德安 DHC-6-400 型機飛航組員訓練手冊 (flight crew training manual, FCTM) 規定有關飛航組員之訓練考驗資格如下：

1.5 訓練考驗資格

- 1.5.1 飛航組員首次獲得機型正副駕駛員資格檢定，應由民航局檢查員或民航局委任檢定考試官為之。
- 1.5.2 飛航組員申請半年度能力及適職性的考驗，由檢定駕駛員或民航局委任檢定考試官為之。
- 1.5.3 飛航組員申請機型檢定證加/重簽考驗，應由民航局檢查員或民航局委任檢定考試官為之。
- 1.5.4 飛航組員給證、升等、額外資格、復飛等訓練及年度定期複訓時，IP 與 CP 不得為同一人；惟考量季節業務之人員調派致無法符合上述規定時，得預先於訓練計畫中敘明並經民航局核備，請民航局檢查員隨機考驗並於考驗成績單背

書。

德安對於新進人員及現職飛航駕駛員所實施之機種轉換訓練，係根據FCTM第3.3.2節 DHC-6-400訓練國內外學術科規劃配當實施，詳情如下：

項次	科目	訓練時數
1	一般學科	19 小時（新進人員）（國內）
2	G.S（一般主題與機型主題科目）	80 小時（包括一般主題 50 小時與機型主題 30 小時）（國內）
3	模擬機訓練（DHC-6-300）	16 小時（加拿大）
4	座艙程序訓練（DHC-6-400）	16 小時（國內）
5	DHC-6-400 實機訓練	18 小時（國內）
6	本場給證/加簽前加強訓練	依據 3.3.4.2 執行（國內）
7	本場考驗換證	1 課/2 小時（國內）
8	航路講習	16 小時（新進飛航駕駛員）（國內）
9	航路觀摩	1 小時（國內）
10	航路訓練	150 航段（國內） （無民航螺旋槳機經驗者及新進飛航駕駛員）
		30-60 航段（國內） （有民航螺旋槳經驗或本公司現職飛航駕駛員）
11	航路考驗	2 航段（國內）

根據第 3.3.4.2 節，國內訓練：2.檢定給證/加簽加強訓練課目配當如下：

項次	科目	訓練時數	備考
1	本場及離島起降訓練	1. 2 課/4 小時（本公司具有離島起降經驗教師級以上飛航駕駛員） 2. 3 課/6 小時（本公司具有離島起降經驗教師級以下飛航駕駛員）	訓練課程包括蘭嶼、綠島、七美、望安等起降練習。

		3. 4 課/8 小時 (無離島起降經驗新進正駕駛) 4. 6 課/12 小時(無離島經驗新進副駕駛)	
2	本場考驗 (檢定給證/加簽)	1 課/2 小時	民航局檢查員或委任考試官

德安 DHC-6-400 型機飛航組員訓練手冊中，與差異推力相關之內容如下：

煞車管理與放棄起飛練習

Brake management and Reject take off Practice For Captain only, at RCFN only

- Step 2. Practice the deceleration technique during landing roll.
- a. Instructor should brief to the trainee during landing roll, maintain the direction control with the rudder and asymmetry power setting.
 - b. Use the zero thrust (BETA) for deceleration, when the speed is below 50kts, apply the brake gradually.

中文大意如下：

步驟 2. 於落地滾行過程中練習減速技巧。

- a. 教師須於落地滾行中提示學員，以方向舵及差異推力維持方向控制。
- b. 使用零推力 (Beta) 以減速，於減速至 50 哩/時以下時逐漸施用煞車。

3.3.4.3.4 DHC-6 400 實機訓練課目：

Session1/ 2hours

- A. Pre-flight preparation
- B. APEX progress 1
- C. Engine Start and after start flow
- D. Ground handling
- E. Coordinated use of :
 - 1. Nose wheel steering
 - 2. Beta, reverse, and differential power
 - 3. Brakes

4.3.3.2 本機型之副駕駛員升訓正駕駛員本場訓練:

Session1/ 2hours

- A. Pre-flight preparation
- B. APEX progress 1
- C. Engine Start and after start flow
- D. Ground handling
- E. Coordinated use of :
 - 4. Nose wheel steering
 - 5. Beta, reverse, and differential power
 - 6. Brakes

1.17.3 德安安全管理

1.17.3.1 前期飛安改善措施之執行

民國 104 年 2 月 5 日德安 DA7507 航班於蘭嶼機場落地時偏出跑道飛航事故，飛安會於事故調查報告中對該公司提出之 3 項飛安改善建議，包括：建議該公司加強飛航組員側風落地與偏側改正之訓練與考驗；加強飛航組員之日常考核及資格評量並納入公司自我督察計畫，並確實執行自我督察。本會對民航局之飛安改善建議包括：加強民航局之監理查核業務，持續督導德安及未來接替該公司經營業者參考本事故飛安改善建議，加強相關人力資源、人員訓練及安全風險管理。

1.17.3.2 安全管理組織

依據安全管理手冊 1.7 公司安全管理機制，德安安全管理組織架構如圖 1.17-2。

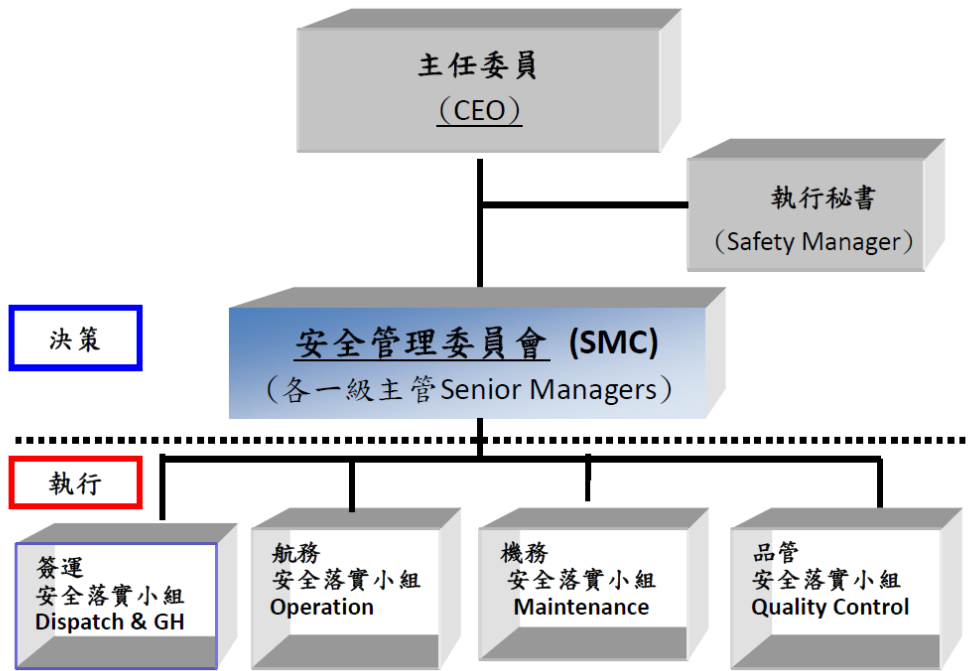


圖 1.17-2 德安安全管理組織架構

德安安全管理決策機制為安全管理委員會，下設航務，機務，品管，及簽運等 4 個安全落實小組負責執行安全管理計畫。安全管理委員會由總經理擔任主任委員，安管室主任擔任執行秘書，公司各一級主管擔任委員。依據安全管理手冊 1.17.3 節：委員會每月定期開會一次（併飛安月會實施）；委員會權責包括：審查內部稽核結果、安全目標達成結果、危害和事故調查及其分析結果、內部/外部反饋分析結果，預防和修正行動的狀態、以往管理審查的後續行動、可能影響安全管理系統的變化、改進建議及跨單位最佳實踐分享；決策事項主要包括：安全管理系統的改善及有效性，跨單位之安全政策和行動的啟動和實施，為達成目標所需要的資源分配。

檢視德安過去半年安全管理委員會/飛安月會會議紀錄，主要由公司各單位主官及航務處未出勤組員、機務專業組長、及相關人員參加；其中有 4 個月有 2 至 4 員飛航組員參與，另 2 個月無飛航組員參加；各單位報告事項以單位業管業務績效為主。除民國 105 年 11 月安管室針對氣象雷達延遲改正有提出危害識別風險評估與緩解外，安

全管理委員會報告以宣導及強化程序為主，較少提報航務相關危害識別與風險評估，對自我督察執行情形檢討，以及對如何降低風險措施、評估營運變動等對安全的影響之討論建議與裁示。民航局航務檢查員曾列席 2 次會議；適航檢查員亦曾列席 2 次。

1.17.3.3 自我督察計畫

依據安全管理手冊 5.3 節，德安自我督察體系分為安全落實小組與安全管理委員會二級制，一級自我督察由線上單位（航務處，機務處，品管處，簽運處）安全落實小組執行，每季（四、七、十、十二月）實施一次，每月至少一次不定期自我督察，若該月執行不定期自我督察，定期自我督察得併入當月之不定期自我督察。督察人員不得查核本身業務。第一級自我督察完成一週內，應將督察報告提供給安管室，請總經理核閱；限期內缺失改正辦理情形亦應提供給安管室，以複查結果並請總經理核閱。

二級自我督察由安全管理委員會或授權安管室執行。

航務處自我督察作業

航務自我督察對象為全體飛航組員，範圍包括：標準作業程序、訓練、飛航任務、飛地安全、直昇機之外場作業、民航及公司各類(項)法規、手冊、規範、生活管理及座艙資源管理、飛航經驗交流研討及建議、個別約談（視需要）。航務自我督察檢查表如附錄 5，由航務處長督察 1-17 項、總機師督導 1-14 項，每月執行一次自我督察。

檢視事故前，民國 105 年 10 月至 106 年 3 月航務處依航務處自我督察檢查表，每月分別由處長、副處長及總機師執行平均 1 至 3 次自我督察，共計執行 16 次，除 1 次由副處長使用非制式之表單航路飛航觀察報告表外，其餘由處長及總機師執行之自我督察均配合任務以航務處自我督察檢查表空白處填寫航路飛航觀察發現。上述 16 次

自我督察紀錄中，其中 1 次由處長所執行者有轉知安管室並經總經理核閱；1 次由副處長執行者有陳核處長；5 次由總機師執行者有交機隊飛安督導陳核處長核閱外，其餘自我督察檢查表均未經擬辦及批示程序結案，所見事實亦未納入航務安全落實小組會議中討論。

航務作業系統安全評估

依據航務手冊 23.3.5.2.7 節，航務處一、二級幹部應依據航務處作業系統安全評估表（如附錄 6）配合自我督察，每季實施一次評估作業後，向航務處長彙報。

航務處系統安全評估表內之單位項目分為飛航組員、航務訓練及機隊管理三大項，其中航務訓練項下含組員平時考核、機隊管理項下含按時實施教師駕駛員會議及技研會等評估細項。檢視事故前一年（民國 105 年第一季迄民國 106 年第一季航務處第一級定期每季（4、7、10、12 月）自我督察紀錄，係由機隊總機師依航務作業系統評估表單執行，均無異常發現。

安管室二級自我督察作業

安管室第二級自我督察包括定期與非定期督察二種。每半年安管室對航務處、機務處、品管處、簽運處實施一次定期自我督察，並得評估影響飛安之因素，提出檢討建議，陳總經理核可後，要求受檢單位改善。安管室另外每月至少一次，對航務、機務、品管、或簽運處擇一部門實施二級不定期自我督察。安管室於檢查後一週內應將第二級自我督察報告、檢查表、改進意見、改進期限陳送總經理核閱，受檢單位於期限內應將改正辦理情形送安管室，由安管室實施複查後並陳送總經理核閱。

檢視安管室事故前依定期檢查紀錄表執行二次對航務處半年之自我督察結果，有針對任務提示、訓練紀錄及任務派遣等提出建議事項；事故前一年（民國 105 年 4 月迄 106 年 3 月間），安管室共執行

19 次每月不定期自我督察（除 105 年 5 月未執行外，11 月 2 次、12 月 3 次、106 年 1 月 4 次、2 月 3 次）。彙整及摘錄安管室與航務處有關之自我督察發現及航務處回復如表 1.17-1。

表 1.17-1 安管室自我督察發現與航務處之處置

月份	安管室督察事實	航務處回復
105 年 7 月	部份外籍教師駕駛員英語不易瞭解	會再評估
105 年 10 月	建議加強落地後反槳使用及飛機方向操控熟悉度訓練	擬於教師駕駛員會議研討進場及落地操作要領，由總機師律定統一教學手法以利離島側風落地所需
105 年 11 月	針對事故機正駕駛員訓練座艙觀察，建議該員加強側風落地技巧	會於該員後續訓練中加強側風落地各項操作
105 年 12 月	建議航務處依飛航操作手冊 6.5.3 節訂定側風落地政策及程序；請航務處定期召開安全落實小組會議；增列滑行速度限制	按 FOM 3.9 章 POH 第四章執行；滑行速度限制於手冊中已明訂
106 年 1 月	進場使用 10 度襟翼時機頭上仰，建議組員提早處置；起飛時機頭偏側；組員未注意航管指示。注意完訓資深飛行員派遣以維持航線熟悉度。	要求組員注意此現象及副駕駛提醒。視情況完訓資深飛行員東、西部輪調。

趨勢監控及分析程序

各單位每半年應依自我督察發現缺失之趨勢變化進行監控及分析，檢討趨勢呈現異常增加之原因；年度自我督察趨勢之監控及分析資料應送至安管室，安管室對可能產生之飛航安全風險提供改進建議並督導相關單位採取改正措施。事故前未見航務處函送安管室年度自我督察趨勢之監控及分析資料。

1.17.3.4 航務安全落實小組作業

航務安全落實小組由航務處長與第一線安全管理系統（safety management system，以下簡稱 SMS）專業人員組成，每 3 個月定期由處長或代理人主持會議一次，處理安全管理委員會指示事項，及技術議題，如危害識別與風險評估、自我督察執行情形檢討等。

航務安全落實小組之權責包括：安全績效評估、識別危害及風險改正措施之執行、評估營運變動或新技術引進對安全的影響、審查前次安全建議的有效性等。航務安全落實小組會議紀錄應於會後 3 日內提供給安管室簽報總經理，並由安管室複查未完成改善事項。

檢視航務安全落實小組事故前包括：民國 105 年 10 月、12 月及民國 106 年 3 月之會議紀錄，會議中多次以東北季風期間之人員任務派遣納入風險評估報告事項外，未見檢視相關安全資料進行危害識別與風險分析，如：民航局查核缺點、意外事件調查、異常事件報告、航線風險評估、自願報告、自我督察發現等；另外，除民國 105 年 10 月之航務安全落實小組會議紀錄外，其餘 2 次會議紀錄未見航務處提供給安管室簽報總經理。

1.17.3.5 安全管理訓練

依據安全管理手冊 4.2 節教育訓練，安管室必須發展並維持一個有效的 SMS 訓練計畫，確保員工訓練落實，並具有勝任其 SMS 職責之能力，且 SMS 訓練計畫應適用於每一名員工，針對員工、管理階層及執行長應訂定初訓與複訓標準。

SMS 種子講師須領有民航局 SMS 訓練合格證書者，或公司合格講師自訓種子講師，後者須報民航局核備。依據德安提供之 SMS 訓練紀錄，安管室主任為德安 SMS 訓練講師。

1.17.4 民航局監理

依據民國 104 年 3 月 2 日第 12 版修訂之航務檢查員手冊第二篇，部分工作任務內容摘錄如下：

工作任務 18 自我督察

此工作任務說明航空運輸業之管理責任及所必需之計畫施行方法。2.2 節內部評估計畫指出，航空運輸業被鼓勵發展內部評估計畫，以持續監視公司政策和程序之實施，並確保能維持符合最高等級的安全。

第 3 節航空運輸業之遵守警戒指標包括事故、意外、違規和緊急事件增加；主要的作業範圍改變，如重要的航路擴展、機隊擴展及引進新的航空器或人員；員工的更換重大增加等。

105 年主基地檢查

民航局於民國 105 年 6 月 28 至 30 日實施該公司主基地檢查，重點含營運規範授權、自我督察、法規符合、航機人員適職性、訓練與紀錄及前期缺失複查。航務主基地檢查缺點合計 10 項，檢查發現含關切 3 項及建議 7 項，主要內容包括：飛安稽核人力不足、航務相關手冊管理缺失、飛航組員訓練規範欠完整、及駕駛員訓練紀錄不完整等。

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 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：

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) 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。)

1.18.2 訪談紀錄摘要

1.18.2.1 正駕駛員訪談摘要

事故過程

正駕駛員表示，事故當日原定執行 5 趟次臺東-蘭嶼往返任務，上午航班因風速超限而取消，直至下午 1 點天氣轉好始恢復正常作業，當時蘭嶼機場盛行風約為 050 度、10 至 12 浬/時。下午 2 點自臺東起飛前往蘭嶼，並於 3 點返航。下午 4 點再自臺東起飛，執行當日第 2 趟次往返任務，起飛總重大於 12,000 磅，起飛前後之過程一切正常。

飛航管制作業約於距離蘭嶼機場 10 浬時交接至塔臺，當時由正駕駛員主飛，接收塔臺提供之資訊為：使用 13 跑道，風向 100 度、風速 5 至 9 浬/時，並加註風向不定（020 至 210 度），復誦後曾提醒副駕駛員需注意 180 度之風向轉變。

進場依正常方式操作，進場速度為 89 至 79 浬/時，落地襟翼使用 20 度。進場過程中，塔臺約距離跑道頭 3 至 5 浬時最後一次提供風向為 040 度、風速 9 至 13 浬/時，據此判斷側風並未超限。落地時，依風標（windsock）研判有 6 至 8 浬/時之左側風，比預期之側風小。

後續進場過程皆正常，持續進行側風修正，採蟹行法降落，落地前之速度約為 83 至 84 浬/時。進跑道後慢慢收油門（動力手柄），主輪約於距離跑道頭 800 至 1,000 呎之中心線附近觸地，感覺一切正常，航機仍在控制之中，未感覺側風將機翼掀起。鼻輪觸地後將動力手柄從慢車位置收到 Beta range。約向前滾行約 100 呎後，飛機開始左偏，便以右舵修正，並將右邊的動力手柄再往後拉一點。此一操作係教官所教授，目的是為避免在大速度情況下大量使用煞車，導致輪胎煞爆的情形，因此在當時情況下，希望以不同的推力來控制方向。

由於右動力手柄已收了很多，但該機偏側情形仍未改正，故便將左動力手柄往前推了一點，此時左、右動力手柄已有約一個握柄（grip）的差距，但該機仍持續左偏，接著開始使用右煞車修正方向，但該機

仍持續左偏，沿跑道邊線平行滾行一段距離後突然急劇左轉，主輪於距離跑道頭約 2,000 呎處偏出跑道進入草地，接著該機撞擊護欄。

該機停止後，欲收動力手柄關車，但左動力手柄因左發動機受損而卡死，因此便將燃油關斷，螺旋槳控制桿收完，待觀察左、右螺旋槳都已停止轉動時，請副駕駛員疏散旅客。

落地時方向操作

正駕駛員表示，DHC-6-400 型機於落地時之方向控制，可透過使用不同推力、方向舵及煞車來操作。鼻輪轉向功能不在方向舵上，係以手柄控制，教官提醒大速度時不可使用鼻輪轉向，應先使用反推力減速，以及不同推力來做方向控制，煞車則應於速度相對較小時使用；起飛過程中之操作方式亦同，只是因速度由小變大，故不建議使用煞車來控制方向。本次事故最後正、副駕駛員右腳皆已伸直將右舵踩滿，右煞車踩死，但該機還是沒辦法控制。

DHC-6-400 型機操作經驗與訓練

正駕駛員表示，國內並無 DHC-6-400 型模擬機，國外也沒有全功能的模擬機。公司曾派一批飛航組員前往加拿大接受 DHC-6-300 型模擬機訓練，另一批於國內換裝的飛航組員則沒有使用到模擬機。

DHC-6-400 型機為正駕駛員第一次飛行動力手柄位在駕駛艙上方的機種，過去亦未飛行過需要使用差異推力控制方向的機種。在剛開始本場訓練的階段，需要一段時間和花一些心思來適應，但在本場考試前已適應此種操作模式。在學習過程中比較保守一點，在沒有熟練之前，會把飛行的節奏放慢，在滑行和落地後滾行的操作上，多是以收一邊的動力手柄來放慢速度控制方向，以便有較多的時間來反應，教師駕駛員也是這樣教導和建議。在航路訓練後，對差異推力之操作已成為直覺的反應，可以做到細膩地操控飛機。

其他

正駕駛員表示，於落地、減速、維持飛機正直的過程中，沒有時間去判讀儀表上的發動機的讀數，所以無法告得知左右發動機的差異。但可以確認這次飛行，除了在空中一次「speed」警告及 MEL 上允許延遲改正的登機門問題，發動機和飛機系統都正常，在飛行上並沒有造成飛機操控的問題。事故當日自下午才開始飛行，且事故航班為第 3 趟飛行任務，故認為當時的身心狀態是正常的，並無疲勞或其他因素影響情緒。副駕駛員之操作與表現一切正常，兩人互動和 CRM¹⁴ 也很正常。

公司訂有重飛與放棄落地之程序，動力手柄進入反推力前如發現異狀都可以重飛。惟當日偏側發生時，該機速度已經太小，動力手柄已進入反推力，故無重飛的條件。

公司針對特殊機場（離島）訂定之側風限制，乾跑道情況下是 18 哩/時，濕滑跑道則是 15 哩/時；一般機場則是 20 哩/時。

事故當日任務前依風險評估表格進行之評估結果為中風險，主要原因有二：一是左後登機門無法上鎖之延遲改正項目，當日任務也因此加派一位機務人員隨行；另一項因素則為大陣風。當評估結果為中風險時，需由航務處長或總機師同意始能派飛，管理階層會向簽派員詢問風險因素後，再決定是否派飛。此次評估結果為中風險，係因機務及天候所造成，並非駕駛員個人因素，因此航務處長簽字同意放飛，由原排定之駕駛員執行任務。

1.18.2.2 副駕駛員訪談摘要

事故經過

副駕駛員表示，事故當日 0640 至公司報到，完成酒測後，聽取簽派人員針對天氣與飛航公告之提示，接著填寫任務前風險評估表單，

¹⁴ Crew resource management, 組員資源管理。

完成後隨即準備上場。事故當日原訂執行 5 趟臺東-蘭嶼往返任務，但上午之航班皆因風速超限而取消，副駕駛員與正駕駛員遂於完成航機檢查後，至休息室中待命。

約 1300 時，飛航組員接獲天候好轉之訊息，便重新上場檢查航機，並進行各項飛行前準備與提示 (general briefing)，開車過程一切正常，後續並順利完成一趟臺東-蘭嶼往返任務。

執行本次事故航班自臺東前往蘭嶼，塔臺約於該機通過朗島上空時告知風速約為 10 浬/時，五邊進場時，塔臺再次告知風向 040 度、風速 5 至 11 浬/時，此為 13 跑道頭之天氣資料。

該機進場使用 20 度襟翼，五邊 2 浬時已對正跑道中心線，PAPI 顯示為「一白一微紅」，主輪著陸位置約距離蘭嶼機場 13 跑道頭 500 至 700 呎左右，稍偏於中心線左側。落地後初期滾行正常、方向正直，減速後感覺該機縱軸開始側偏，未平行跑道，當時正駕駛員已使用反推力，因空速表已呈現紅色，故副駕駛員確定速度已減低至 40 浬/時以下。正駕駛員雖已使用方向舵修正，但該機仍持續左偏，印象中機翼維持水平，並未遭風抬起。當左側主輪快壓到跑道邊線時，副駕駛員右腳亦協助將右煞車踏板採到底，但仍無法阻止該機左偏趨勢，終至撞擊圍籬。

該機停止後，觀察外界狀況後發現，左發動機因撞擊圍籬已停止運轉，右發動機螺旋槳葉片仍在旋轉，兩側皆無起火現象，因認為無安全問題，故向正駕駛員請示撤離乘客，隨機機務人員並已開啟左側艙門讓乘客下機，後續撤離過程順利。

落地時方向操作

副駕駛員表示，一般落地減速之操作方式，係將動力手柄向後收至 idle 位置，並進入 Beta，後續原則為 reverse as require，與放棄起飛之程序差不多，煞車不會於高速下使用，而是待速度低於 40 浬/時

以下時才開始用。因為該型機舵面很大，因此方向舵在 40 哩/時速度以上，其方向控制的效應是有的。鼻輪轉向僅可於速度很小時使用，一般使用時機為脫離跑道滑行時。

該次落地，正駕駛員有關方向控制之操作，依序為：使用方向舵、動力手柄進入 Beta、開始使用 reverse，有無使用煞車則不確定；該機最後偏側時，速度已低至 20 至 30 公里/時。因公司規定一旦動力手柄進入反推力行程，即不可再執行重飛，故當時情況下，已不能考慮重飛。

教師駕駛員曾於本場訓練時，教授如何使用差異推力修正方向，原則上此種操作應僅於方向舵已無效應情況下使用，輔助方向控制；在方向舵仍有效應時，仍應儘量以方向舵來修正方向，以避免因差異推力操控量掌握不當而偏出跑道。

由於過去飛行之機種即需使用差異推力控制航機方向，因此對於此種操作感到熟悉，未造成困擾。對於正駕駛員落地後之反推力操作，副駕駛員認為正駕駛員應不會操作錯誤，但因事故當時注意力在前方，目光未及於動力手柄，因此未目視實際操作情形，仍應以相關數據為準。

其他

副駕駛員表示，事故當日之任務前風險評估作業，因副駕駛員為新手、該機有一延遲改正項目及蘭嶼機場有大陣風等因素，評估結果為 49 分，屬於中風險；據瞭解，依公司規定，後續應經由航務處長簽名後始可放行，但對於當日後續管制流程並不清楚。飛航組員則應針對不同風險因素，進行瞭解與因應準備。

事故當時，並無生理上或心理上足以影響個人操作或判斷之因素，亦無疲勞感覺，就其觀察，正駕駛員亦同。

蘭嶼機場風場紊亂，對飛航組員而言是很大的挑戰，如有模擬機

可供練習不同風場下之操作，對降低風險應有很大的幫助。

副駕駛員認為，事故當時該機除有一延遲改正項目外，並無其他不正常狀況。

1.18.2.3 總機師兼教師機師駕駛員訪談摘要

總機師表示，個人約於 106 年 4 月取得 DHC-6-400 型機教師駕駛員資格，事故當時尚未開始帶飛。總機師一職須負責任務派遣、飛行訓練規劃與執行、手冊編訂與修訂技術評估事宜、飛航組員升訓評估等業務。

航務處編制有處長、副處長、航務組組長、訓練專員與行政專員，訓練專員由航務組組長兼任（因其過去於國內某航空曾擔任標訓業務主管），共有 4 人。航務組長負責手冊編定與修訂之行政作業，機隊負責技術評估，當有修訂需求會提供給航務組處理行政業務，或者是外部單位如民航局或原廠有技術方面之修訂需求會送機隊檢視後，再送航務組處理行政業務。

DHC-6-400 型機機隊是先依據原廠手冊執行換裝訓練，但原廠手冊的內容是適用一般性的狀況，未考慮個別使用者的特殊性，所以依據原廠手冊執行訓練過程會發現很多不適用的部分，一種是機隊所發現經討論後決定修訂，一種是民航局有指示後修訂。

手冊修訂部分，機隊內部可透過正式的教師駕駛員會議（正常一個月一次）或非正式會議（通常是需要立即調整的議題），經討論後決議後送航務組修訂。外籍駕駛員施訓期間並未召開教師駕駛員會議，因為尚無本國籍教師駕駛員，對訓練方式、內容、狀況、飛行標準有問題時，總機師與檢定駕駛員會找外籍駕駛員溝通討論後調整，這部分沒有會議紀錄。飛行標準部分因為三個外籍駕駛員有時候會有不同的標準，所以需要一致化。

飛行操作部分，外籍駕駛員只能講授如何操作，但無法解釋原因或學理，因為他們都是常於野外場地落地之駕駛員，不是航空公司駕駛員，與波音或空中巴士等大廠之教師駕駛員等級是不能相比的，他們只能依程序教我們如何操作飛機，但無法指導我們如何飛的好，飛的安全。

總機師覺得學習操作此飛機的感受與其他飛機不同，剛開始不容易具體描述，最近慢慢整理出較具體的心得。例如：DHC-6-400 型機低速性能很好，大部分的民航機五邊進場時是帶點仰角，多尼爾型機也可以只是仰角很淺，但 DHC-6-400 是帶點俯角，進場速度很低，且通過跑道頭後要快速收動力手柄 (sharp retard)，大部分的民航機都是要慢慢收動力手柄。這對大部分的飛航組員剛開始很難理解與接受，但外籍駕駛員無法解釋飛機的特性，必須靠本國籍駕駛員自己去思考與理解。

公司大部分的飛航組員沒有使用差異推力的經驗，DHC-6-400 型機因為舵與鼻輪轉向沒有連接，所以需要使用差異推力。起飛與落地階段外籍駕駛員有告訴我們要用差異推力，但沒有教我們如何使用。對 DHC-6-400 型機而言，落地時需要使用差異推力，特別是離島機場跑道較窄的情況。而原廠手冊沒有撰寫清楚落地階段差異推力的使用，是造成機隊駕駛員認知不同的原因之一，不過操作技巧部分只能傳授操作要領與經驗，不能寫成程序強制使用。

外籍駕駛員施訓期間，本國籍駕駛員聚集在一起反映訓練問題或技術交流的機會很少。事故後於民國 106 年 6 月之技研會討論後，飛航組員對於差異推力使用的操作要領應有較具體之體會。

1.18.2.4 檢定駕駛員訪談摘要

檢定駕駛員表示，本次事故當時，德安正值 DHC-6-400 新機引進之駕駛員機種換訓練階段，當時係由外聘之外籍駕駛員擔任檢定駕

駛員，其係於事故後完成相關訓練，始接任檢定駕駛員一職，負責本場帶訓、航路考驗、制（修）訂標準操作程序、改進機隊和組員訓練之方法及教材等業務。

檢定駕駛員指出德安是全球第一家使用該型機進行商業營運模式之航空公司。目前在線上運行的標準是以 AOM 為主，而 AOM 是由原廠 POH 加上運行地法規及公司規定而制訂。但在初期訓練時則是使用 FCTM 為主，而 FCTM 是參考 DO-228 手冊和 DHC-6-400 原廠標準加上訓練要求制訂而成。對於 FCTM 與 AOM 內容有不同之處，檢定駕駛員認為需要時間修正整合，目標是要讓 FCTM 與 AOM 的內容能夠一致。

檢定駕駛員表示，個人在落地操作時，不會使用差異推力來控制方向，因為在一定的速度下可以使用方向舵及副翼來控制方向，速度慢下後就使用煞車。在落地過程中呼叫「40」，就是 high speed 跟 low speed 的分野，重要的是柔和且持續穩定地把飛機停下來。

DHC-6-400 機隊目前共有三位教師駕駛員，在例行教師駕駛員會議前，教師駕駛員會提出議題，其中包括從線上回饋報告反應的問題。因為正值機種轉換期間，公司負責人亦會參加會議，為了加速整合各手冊內容，包括副駕駛在內的所有飛航組員都會參與會議，大家一起討論也順便教學。

目前航務處下設航務組和機隊，但沒有標考部門。在機隊有負責行政和訓練兩位主管。如飛航組員操作時有窒礙難行的部分，會提出報告送到訓練科，依問題不同由訓練科或機務來解決。訓練科有一位專員負責飛航組員的證照和紀錄，其他標考相關需求則由科長處理。

1.18.2.5 安管室主任訪談摘要

安管室主任表示，個人約於民國 104 年 2 月加入德安擔任安管室主任。安管室另有兩名人員，分別負責飛安與保安業務。

本人擔任德安 SMS 內部訓練講師，係藉由自我研習 SMS 民航通告以講授相關課程，未曾參加國外或民航局辦理之 SMS 講習，係先禮讓給其他同仁參加。德安於民國 106 年 4 月由受訪者執行 SMS 主管班訓練後，所有一級主管皆具內部 SMS 講師資格，並報民航局核備。

1.18.2.6 航務處處長訪談摘要

航務處處長表示，德安於民國 105 年初曾派 6 名駕駛員到加拿大執行飛行訓練，使用之 DHC-6-400 型機是單一駕駛員操作，不是作為民航運輸業使用，廠家無法給證，只願意提供完訓證明。

民國 105 年 8 月起，公司聘請三位外籍教師駕駛員來臺執行機種轉換訓練，外籍教師對於 DHC-6-400 型機之飛行操作經驗都很豐富，抵臺後正值東北季風盛行期間，對於蘭嶼、綠島特殊機場之操作環境剛開始亦感到不適應，所以需要本國籍駕駛員給予協助。

機種轉換訓練是使用原廠手冊，訓練期間所發現的操作程序相關議題，係由原多尼爾機隊總機師、檢定駕駛員、航務處人員等與外籍教師駕駛員進行討論，當有共識後就會對操作程序進行調整，不一定有會議紀錄，但可由手冊的修訂紀錄佐證。

航務處與外籍駕駛員會透過討論或電子郵件進行溝通；本國籍駕駛員與外籍教師駕駛員另可藉由通訊軟體進行溝通討論。不過外籍教師駕駛員來臺期間，確實較少適當的機會讓駕駛員進行交流、研討或提出訓練遭遇的問題。

航務處於執行自我督察時，會包含航路飛航觀察。事故前航務處並未訂定航路飛航觀察檢查表，所以查核人員是將相關發現記錄於航務自我督察表單空白處。事故後航務處有訂定航路飛航觀察專用的表單。

航務處飛安月會都是在臺北舉行，所以飛航組員參加的較少，通常是主管或管理級機師參加為主，飛安議題通常是在技術研討會宣達。

事故後德安有召開多次技研會，包括針對差異推力使用的技巧也有許多的討論，受訪者認為目前飛航組員對差異推力使用之看法、時機與技巧應該較一致。

1.18.2.7 民航局主任航務檢查員訪談摘要

主任航務檢查員表示，於民國 99 年 10 月開始擔任德安航務檢查員，事故時為負責德安航務監理之主任航務檢查員，過去曾為直昇機駕駛員，不具 DHC-6-400 機種資格，表示較欠缺監理該機型飛操技術專業領域之能力，較偏重於行政、手冊、與計畫方面之監理，因而民航局另派有兩位檢查員，一位具有 DHC-6-400 機種資格，另一位具 BK-117 機種資格，協助受訪者執行對德安之航務檢查作業。

對德安之年度航務檢查計畫為每月 60 至 70 小時，實際的檢查時數可能與計畫有差異，主要依德安的狀況進行調整。大約每月一次到臺東或高雄查核，一個月約可執行一次駕駛艙航路檢查。

日常對航務處及安管室有關安全風險管理及自我督察之查核頻率較少，自我督察部分一個月約乙次。訪談時不記得 104 年民航局有新轉發有關自我督察之民航通告。

曾在五年前接受 SMS 數小時的初階訓練，近年來檢查員受訓的機會較少。105 年 10 月德安曾函送 SMS 差異分析結果給民航局，受訪者大略檢視過，民航局尚未正式回復，但有告知安管室應持續推動。事故後民航局要求德安在 106 年 9 月前對 SMS 各檢查項目應達「運作 (operating)」程度。

1.18.2.8 維修員訪談摘要

有關民國 106 年 3 月 22 日及 24 日之飛航紀錄簿顯示，事故機曾經在於落地滾行時發生左偏問題之處置。維修員甲表示：從當日維護紀錄簿得知該狀況反映，依據相關維修手冊執行調校，測試後狀況排除。但隔兩日（3 月 24 日）相同駕駛員又反映，於落地滾行進入 Beta 模式，飛機會向左偏滑，引擎相關參數左右不一致。維修員乙依據反應狀況進行了解，依據維修手冊執行試車，得知兩動力手柄在相同位置，槳葉進入低攻角時狀況左右差異明顯，但在巡航位置狀況皆正常。發現動力手柄進入 Reverse 時，Beta range 燈亮，左右兩邊 TQ、NG 及 NP 不一致，執行 FCU idle speed 調校，後續執行 ERU 與 PMC 調整後，狀況排除，在紀錄簿上並提供 24 日執行檢修後之試車結果。據維修員乙指出，後續的飛行有特別詢問飛行教官是否狀況已排除，自 3 月 25 日至 4 月 12 日事故發生前日，執行飛行及訓練任務共計 111 架次/93¹⁵ 飛航小時，組員對飛機無異常反映。

¹⁵ 依據德安提供資料，自 3 月 25 日缺點改正後至本次事故前，該機共計飛航 114 架次、48 小時 05 分。

本頁空白

第 2 章 分析

2.1 概述

事故航班飛航組員持有民航局頒發之有效航空人員檢定證與體檢證，飛航資格符合民航局與公司要求。無證據顯示，有足以影響飛航組員操作表現之藥物、酒精與疲勞因素。

有關本事故之分析概以飛航操作、差異推力控制方向、天氣影響、組織與管理、航空器適航、機場安全及飛航紀錄器等議題分述如後。

2.2 飛航操作

2.2.1 進場落地操作

蘭嶼塔臺約於事故機落地前 3 分鐘（1629 時）提供 13 跑道之風向為 040 度，風速 5 浬/時、最大 11 浬/時，符合該型機進場落地限制。該機於左側風情況下以蟹行法進場，100 呎以下至仰轉時之空速約維持於 98 至 81 浬/時之間；著陸點位於著陸區內，稍偏於跑道中心線左側，著陸時之空速約為 75 浬/時，機頭朝左，機身縱軸約與跑道中心線呈 3 度夾角。

正駕駛員於訪談時表示，落地後將左、右動力手柄自慢車位置向後收至反推力位置（Beta range）後不久，航機開始左偏，遂將右動力手柄向後拉一點，希望以不同的推力來控制方向，但偏側情形仍未改正，故將左動力手柄向前推了一點，此時左、右動力手柄約有一個握柄（grip）之差距，但該機仍持續左偏。接著便開始使用右煞車試圖修正方向，但即便已將右舵及右煞車踩到底，左偏情形仍無法改正，終致無法控制方向而偏出跑道撞擊機場圍籬。

依據正駕駛員所述內容，模擬動力手柄最後操作情形，如圖 2.2-1

所示；於左發動機提供正推力、右發動機提供反推力情況下，該機機頭應受順時針方向力矩之作用而向右偏轉，進而使該機右轉，然而正駕駛員說法與實際航機之地面滾型路徑不一致。

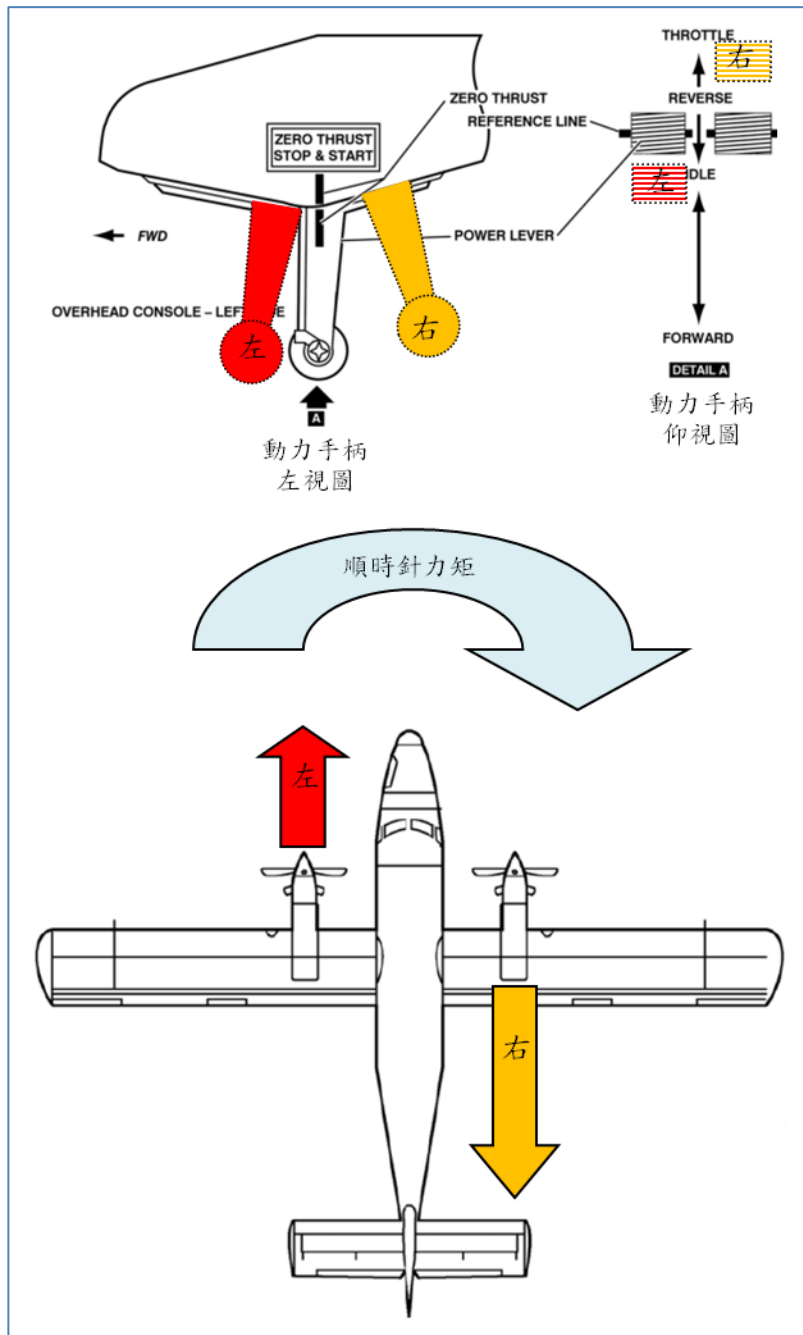


圖 2.2-1 模擬正駕駛員所述落地後動力手柄操作之情形

副駕駛員於訪談時表示，落地初期滾行正常、方向正直，減速後航機開始向左偏側，當時正駕駛員已使用反推力；正駕駛員雖以方向

舵修正，但該機仍持續左偏，當左主輪快壓到跑道邊線時，便以右腳協助將右煞車踏板採到底，但仍無法阻止該機左偏趨勢，終致撞擊圍籬。由於事故當時之注意力係位在前方，其目光未及於動力手柄，故並未目視正駕駛員動力操作之實際情形。

依據 FDR 事故當時記錄之空速、地速、航向及發動機相關參數，如表 2.2-1 所示。數據顯示，左、右發動機約於落地後 3 秒同時進入 Beta 模式，但隨後左發動機之轉速、扭力及燃油流率等數值均持續上升，代表左側反推力持續增加；同一期間內右發動機相關數值則約莫保持不變，亦即右側反推力並未增加。參考本報告第 2.3.3 節，該機左、右發動機進入 Beta 模式後之馬力輸出變化，如表 2.3-1 所示。數據顯示，左發動機軸馬力(反推力模式)之增加趨勢遠大於右發動機。

表 2.2-1 落地滾行期間相關參數

時間	空速 (哩/時)	地速 (哩/時)	發動機反推力模式 (Beta mode)		發動機螺旋槳轉速 (% rpm)		發動機扭力 (psi)		發動機燃油流率 (磅/時)		磁航向 (度)
			左	右	左	右	左	右	左	右	
16:32:18	79	76.8	not active	not active	74	73	1.88	1.12	105	98	132.3
16:32:19	75	78.4	not active	not active	73	71	1.62	1.25	104	100	132.1
16:32:20	67	73.7	not active	not active	71	70	1.88	1.62	105	102	131.7
16:32:21	65	71.9	not active	not active	70	69	1.75	1.88	105	104	130.4
16:32:22	56	69.9	active	active	65	66	3.12	2.25	107	105	132.5
16:32:23	47	66.4	active	active	57	63	4.88	2.50	138	105	134.1
16:32:24	53	63.9	active	active	48	62	9.12	2.38	161	105	132.9
16:32:25	46	60.7	active	active	39	61	15.88	2.62	202	106	131.8
16:32:26	42	58.6	active	active	57	60	22.88	2.62	259	106	134.7
16:32:27	36	53.8	active	active	67	59	16.12	2.62	209	106	136.9
16:32:28	28	50.5	active	active	66	58	20.75	2.75	244	106	132.7
16:32:29	0	45	active	active	76	58	49.12	2.75	404	107	127.5
16:32:30	0	39	active	active	86	57	52.12	2.88	458	107	122.5
16:32:31	29	37.7	active	active	85	56	30.50	2.75	332	109	117.1

主輪著陸，機頭朝左

航機開始左偏

方向舵向右擺動，正駕駛員開始使用反推力

左發動機反推力增加，航機左偏趨勢加劇

方向舵向右擺動，左發動機反推力減小，左偏趨勢暫緩

左發動機反推力大幅增加，航機突然急遽左轉

撞擊圍籬

於左側反推力大於右側反推力情況下，該機機頭應受逆時針方向力矩之作用而向左偏轉，進而使該機左轉，示意圖如圖 2.2-2 所示。FDR 記錄資料顯示之現象與實際航機於地面滾型之路徑一致。

13 跑道監控錄影資料與 FDR 資料經時間同步後發現，該機落地後隨即呈現航向偏左趨勢，畫面顯示方向舵曾於減速滾行過程中向右擺動，隨後左、右發動機進入反推力模式，之後左側反推力增加，該機於左側反推力增加後持續左偏，航機在接近跑道邊線時，駕駛員使用右煞車，航機一度稍向右偏，但隨之又向左偏，至鼻輪及主輪先後偏出跑道邊線時，左側反推力更近乎增加至最大，此時該機突然急遽左轉，並隨即撞擊機場圍籬而受損停止。

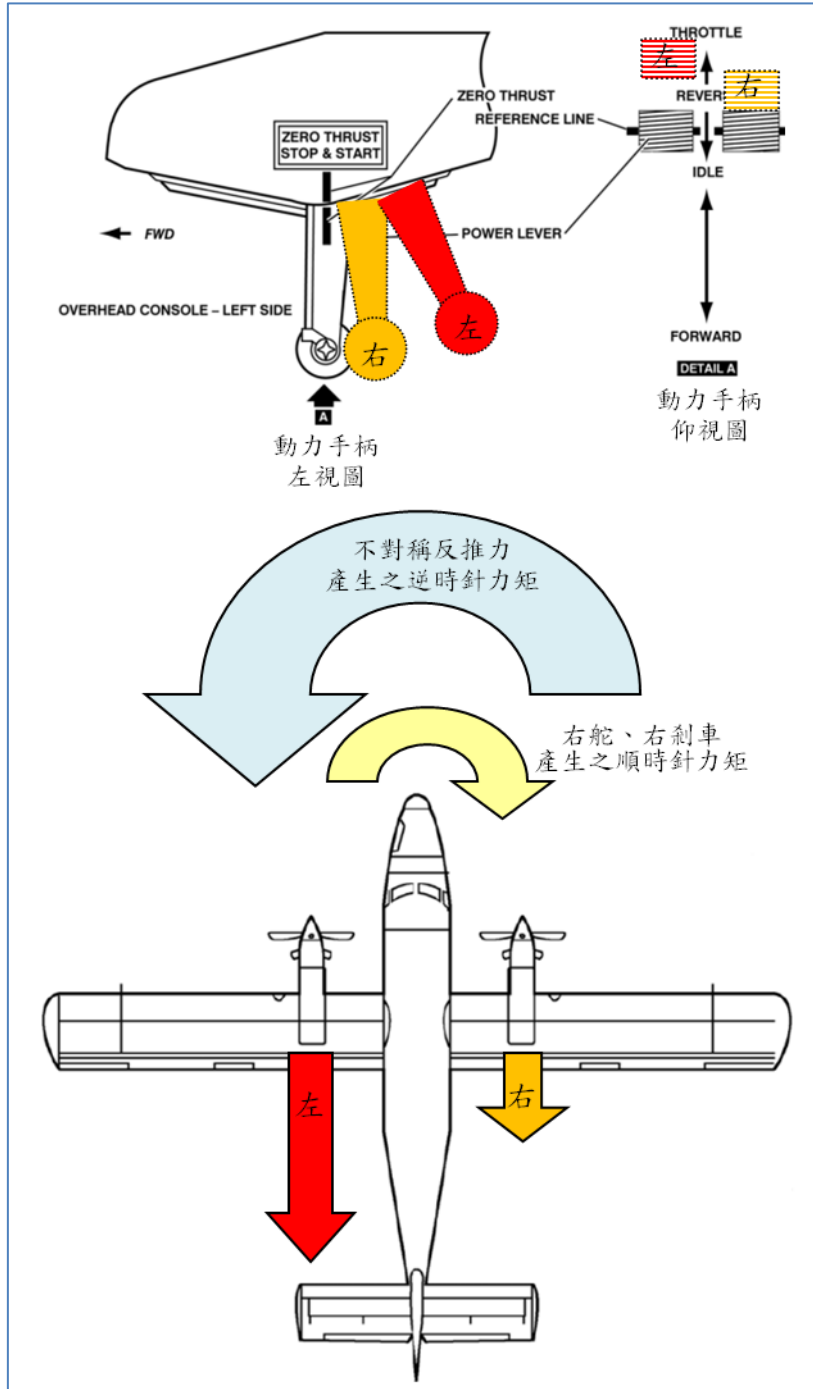


圖 2.2-2 FDR 數據顯示之落地後動力變化情形示意

該機進場落地期間，AWOS¹⁶記錄之 13 跑道頭風向約為 040 至 110 度，風速約 2 至 8 浬/時，而依監控錄影記錄之風向袋¹⁷畫面推估，跑

¹⁶ 1631:30 時至 1632:30 時。

¹⁷ 1632:18 時至 1632:30 時。

道中段之風向約為 300 度轉 040 度，風速約 3 浬/時；上述資訊顯示，該機進場落地行經之區域雖有風向轉變，但未有劇烈之變化，詳細分析如本報告第 2.7 節。另於事故後進行之發動機控制系統及輪煞系統測試，其結果均為正常，詳細分析如本報告第 2.6 節。事故後該機左動力手柄位於最前方位之情況(如圖 1.12-10)，然對照 FDR 資料，左側發動機相關參數於左偏期間至撞擊前均在反推力情況，並無前推力之狀況，所以左動力手柄可能係事發當時航機於撞擊圍籬時所致。因此，本事故發生應與天氣及機械因素無關。

綜上所述，事故機於左側風情況下進場落地，著陸時機頭朝左，著陸後呈現左偏趨勢，正駕駛員隨即以右舵修正，並將左、右動力手柄向後拉至 Beta range (地面操作及反推力範圍)，但於意圖使用向右轉之差異推力輔助改正左偏時，誤將左側反推力加大，致該機受此相反方向之不對稱反推力影響而向左偏轉，加劇左偏趨勢；正駕駛員雖曾加大右舵及右煞車之操縱量試圖與之抗衡，但因方向舵效應隨空速持續下降而逐漸減小，且正駕駛員於不知誤用情況下繼續加大左側反推力至最大，終致該機偏出跑道並撞擊機場圍籬受損。

2.2.2 正駕駛員經歷與認知

正駕駛員進入德安前之飛行時數為 3,508 小時 13 分，進入德安後歷任 DO-228 型機副駕駛員、正駕駛員，累計 DO-228 型機之飛行時數為 1,685 小時 35 分，落地次數為 2,011 次，蘭嶼機場為其主要飛行機場之一。

正駕駛員約於事故前 3 個月完成 DHC-6-400 機種轉換訓練與考驗，開始擔任該型機正駕駛員。事故當時累計 DHC-6-400 型機飛行時數為 220 小時 15 分，落地次數 262 次；事故前 90 日內，曾於蘭嶼機場落地 47 次。

正駕駛員機種轉換訓練紀錄顯示，教師駕駛員認為該員在「落地後方向控制」、「側風落地操作」及「落地減速階段之反推力(beta mode)使用時機」等項目需加強。但紀錄中並無任何誤用相反方向反推力之情形，且紀錄亦顯示其需加強項目皆於後續訓練過程中改善。個人訓練進度正常，各階段學、術科未因未達標準而須接受加強訓練，完訓後經兩位教師駕駛員考核，通過本場及航路考驗。

正駕駛員於訪談時表示，DHC-6-400 型機係其個人飛行生涯中，首款動力手柄配置在駕駛艙上方之機種，亦是首款需要使用差異推力控制方向之機種。其於訪談時能正確描述以差異反推力修正左偏之操作方式，並表示自己於本場訓練階段需要一段時間並花一些心思來適應，但在本場考試前即已適應此種操作模式；進入航路訓練後，差異推力之操作方式已成為直覺反應，而能細膩地操控航機。

綜上所述，有關以差異推力控制方向，正駕駛員個人訓練及考驗紀錄中，雖曾出現落地後方向控制需加強，但也在後續訓練中有所改善且考核通過，並無其他發現明顯異常之處，惟可能因飛行 DHC-6-400 型機之經驗仍屬初期階段，而對該型機以差異推力控制方向之操作方式未達純熟程度。

2.3 以差異推力控制方向

2.3.1 差異推力控制方向之使用經驗與認知

依據事故後調查小組對德安 DHC-6-400 飛航組員之差異推力使用問卷調查結果(1.16.2.2 節)：16 位飛航組員中有 13 位回復問卷。依回復問卷之內容，其中 12 位係於飛行 DHC-6-400 型機時，才開始學習使用差異推力控制航機方向，並普遍表示落地階段實際使用之頻率偏低，並有 6 位飛航組員表示落地階段尚無法直覺地使用差異推力控制方向、不適應使用差異推力、或差異推力不易控制而不會去使用。

以上顯示德安飛航組員對於落地階段於使用差異推力控制方向之經驗有限與熟悉度尚不足。

另外，前述問卷調查結果亦顯示：德安飛航組員對於落地階段使用差異推力之使用時機與方式看法不一，例如：部分受訪者表示會在方向舵、煞車、鼻輪轉向等方式皆無法控制方向時才會使用差異推力；部分受訪者則表示若使用方向舵控制方向仍不足，就會使用差異推力。

綜上所述，德安 DHC-6-400 飛航組員有關落地階段使用差異推力控制方向之經驗有限、熟悉度尚不足，且對於使用時機與方式存在認知差異。

2.3.2 差異推力控制方向之技術文件與訓練

依 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）首頁指出，該手冊第 1 至 5 與第 9 節（section）為加拿大運輸部所核准；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。依加拿大運輸部所核准之部分，其中有關方向控制在地面操作之章節：於第 4.15.1 節「側風落地」中，指出落地時應使用方向舵控制方向，除非絕對必要才使用鼻輪轉向。而有關差異推力之使用時機，僅於第 9-10.4.2 節「滑行」中指出於雪地與冰上滑行時應使用鼻輪轉向與差異推力操控；核准之文件中並無於落地時使用差異推力以操控方向之相關內容。而在屬於為告知操作人之資訊（不屬於加拿大運輸部核准之部分），第 10.7.8 節「落地方向控制」中，提及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時，可使用差異推力控制風標效應之趨勢，惟手冊中並未明確指出所述之「航機速度減慢」之速度。經本會洽製造廠澄清此速度，製造廠回復此速度指滑行速度，雖未在飛航手冊規範，一般認為是小

於 15 哩/時。

依據上述手冊資訊，加拿大運輸部核准該型機側風落地之方向控制操作程序僅提到應使用方向舵，而製造廠提供資訊所述落地階段除應使用方向舵外，亦提到可使用差異推力控制方向以降低風標效應之趨勢，但其前提為必須在航機速度已經減慢之後。

依據德安所制定並經民航局核准之 DHC-6-400 飛機操作手冊，係將 Viking DHC-6-400 型機飛行員操作手冊第 10 節納入飛機操作手冊第 6 節「程序與技巧」中，表示德安係將落地時以差異推力控制方向列為駕駛員可使用之操作技巧，然而，並未有明確的技術文件提供飛航組員落地時使用差異推力之詳細指導。此外，依據本案調查之飛航組員問卷調查結果、航務處處長訪談及技術研討會議紀錄等資料顯示，部分飛航組員表示機種轉換訓練期間未明確教授與確認落地時差異推力使用方法與時機，德安亦未藉由技術研討會，要求飛航組員對落地時差異推力使用進行研討，以對落地時差異推力使用獲取共識並交流操作心得。

2.3.3 航機落地時差異反推力之操作影響

依據飛航資料紀錄器資料，事故機撞擊前 10 秒（自 1632:22 時至 1632:31 時），發動機 Beta 模式作動（地面操作及反推力模式），在此期間，左發動機扭力由 3.1 PSI 持續增加，於 1632:30 時增加至 52.1 PSI，右發動機扭力則維持在 3 PSI 以下。

依據原廠計算公式¹⁸，發動機馬力輸出為扭力與螺旋槳轉速百分比（NP%）之乘積，依飛航資料紀錄器原廠解讀文件，解讀後之 NP 單位為「% RPM」，扭力值單位則為「PSI」，參照 DHC-6-400 飛機操

¹⁸ 依據 DHC-6 400 飛機操作手冊，輸出軸馬力公式為「扭力 x 螺旋槳轉速 / 170.85」；100%轉數為 2,200 rpm。

作手冊，輸出軸馬力計算公式為「扭力 x NP / 170.85」，依此公式可得出左右發動機在 1632:22 至 1632:31 期間之 10 秒內之反推力輸出馬力如表 2.3-1。表中顯示在此 10 秒飛機落地滾行期間，左發動機軸馬力之大幅增加，且增加幅度遠大於右發動機之軸馬力。因此，在左側反推力遠大於右側反推力情況下，導致該機於落地滾行時持續左偏，最後偏出跑道撞擊圍籬。

表 2.3-1 左右發動機反推力輸出馬力變化

NP (左) (%RPM)	TQ(左) (PSI)	軸馬力 (左)	Time (hh:mm:ss)	NP (右) (%RPM)	TQ(右) (PSI)	軸馬力 (右)
65	3.1	26.11	16:32:22	66	2.3	19.12
57	4.9	35.82	16:32:23	63	2.5	20.28
48	9.1	56.37	16:32:24	62	2.4	19.00
39	15.9	79.75	16:32:25	61	2.6	20.58
57	22.9	167.93	16:32:26	60	2.6	20.24
67	16.1	139.07	16:32:27	59	2.6	19.90
66	20.8	176.35	16:32:28	58	2.8	20.54
76	49.1	480.71	16:32:29	58	2.8	20.54
86	52.1	577.18	16:32:30	57	2.9	21.14
85	30.5	333.83	16:32:31	56	2.8	19.83

2.4 組織與管理分析

2.4.1 安全管理組織之運作與教育訓練

事故前德安之 SMS 仍在建置中，尚未達民航局對其執行 SMS 專案檢查之階段。調查小組乃針對其 SMS 運作現況進行檢視，相關分析整理如下：

安全管理委員會運作成效

安全管理委員會由總經理、安管室主任與公司內部一級主管所組成，為德安有關安全管理最高決策組織。德安係將安全管理委員會會

議與飛安月會合併實施，每月召開 1 次。

調查小組檢視事故前 6 個月之安全管理委員會會議紀錄，內容係以宣導及強化程序為主，各單位報告事項以單位業管業務績效為主，較少有關安全風險管理之運作績效、以及營運變動對安全的影響等相關之提報、討論與裁示。

安全管理委員會之運作應與下設之 4 個安全落實小組相互配合，安全落實小組負責執行安全風險管理與安全保證相關作業；安全管理委員會則負責檢視安全目標之達成與安全落實小組運作績效、並對達成安全目標所需的資源分配進行決策。然而依德安之規定，在 SMS 執行單位-安全落實小組每三個月召開 1 次會議之情況下，SMS 決策與績效評估單位-安全管理委員會乃每月召開 1 次會議，於此運作機制下，安全落實小組恐難以確實完成相關安全管理流程，以每月陳報其運作績效予安全管理委員會，而使得多數的安全管理委員會會議以單位業務報告為主。長期運作下，對於 SMS 運作尚未成熟之組織而言，可能會造成組織成員對 SMS 相關活動目的與運作產生錯誤認知，影響 SMS 運作成效。

航務安全落實小組運作成效

航務安全落實小組由航務處長與第一線 SMS 專業人員組成，每三個月定期召開會議 1 次，其權責含危害識別與分析，危害識別來源則可包括內外部安全資料，並應於定期會議後三日內提供安管室會議紀錄以簽報總經理，以及由安管室複查未完成改善事項。

檢視航務安全落實小組民國 105 年 10 月、12 月及民國 106 年 3 月之會議紀錄顯示：航務安全落實小組於會議中所識別之危害因子僅有東北季風期間之任務派遣，未見完整檢視航務相關安全資料以進行危害識別與風險分析，如：民航局查核缺點、意外事件調查、異常事件報告、航線風險評估、自願報告、自我督察發現等。另外，包括民

國 105 年 12 月及 106 年 3 月之會議紀錄皆未依程序提供給安管室簽報總經理。

綜上所述，德安雖有定期召開航務安全落實小組會議，惟尚未有效檢視公司內部與外部航務相關安全資料，識別之安全危害因子仍有限，且部分會議紀錄未提供給安管室以簽報總經理，航務安全風險管理之有效性仍待加強。

安全管理教育訓練

依據德安安全管理手冊 4.2 節教育訓練之規定，SMS 種子講師須領有民航局 SMS 訓練合格證書者，或由公司合格講師自訓種子講師。

德安安管室主任係擔任內部 SMS 種子講師，並負責訓練所有一級主管以培養內部 SMS 講師。然而，安管室主任於訪談時表示，係藉由自我研習 SMS 民航通告以講授相關課程，尚未參加國外或民航局辦理之 SMS 訓練課程。

以上顯示事故前德安安管室主任擔任公司 SMS 訓練講師，惟其尚未接受 SMS 訓練，未具 SMS 訓練合格證書，依規定不具 SMS 講師資格，影響公司安全管理訓練成效。

2.4.2 航務自我督察作業成效

自我督察為航空公司飛安管理要項之一。經由自我督察系統，航空公司進行持續不斷的自我檢視、自我評鑑與改善行動，以維持其安全運作。德安航務相關之自我督察包括由航務處自行執行之一級自我督察、以及安管室對航務處執行之二級自我督察。

航路飛航觀察之計畫與執行

航路飛航觀察為航務處一級自我督察之一部分，檢視民國 105 年

10月迄106年3月航務處所執行之16次一級自我督察紀錄，其中1次由副處長使用非制式表單外，其餘由處長及總機師執行之自我督察係使用安全管理手冊表5-2之航務處自我督察檢查表，並於空白處填寫航路飛航觀察發現。調查小組檢視航務處自我督察檢查表之內容後，發現其未能針對不同飛航階段訂定檢視重點，不利航務飛航觀察時使用，另外航務處亦未針對航路飛航觀察訂定具體之執行計畫。

自我督察結果之處置與分析

檢視事故前16次之航務處一級自我督察紀錄後發現，其中9次於完成自我督察後，未經擬辦及批示程序即結案，所見事實亦未納入航務安全落實小組會議中討論。顯示部分航務處一級自我督察結果之後續處置未落實。

檢視安管室對航務處之二級自我督察紀錄，其中民國105年10月之督察結果指出，建議加強落地後反槳使用及飛機方向操控熟悉度訓練。航務處對此建議之回復乃擬於教師駕駛員會議研討進場及落地操作要領，並由總機師律定統一教學手法以利離島側風落地所需。然而，檢視教師駕駛員會議與技術研討會紀錄，皆未見上述處置內容，顯示航務處未落實安管室二級自我督察結果之後續處置。

另外，安全管理手冊自我督察相關規定指出：各單位每半年應依自我督察發現缺失之趨勢變化進行監控及分析，檢討趨勢呈現異常增加之原因，並將結果函送安管室。安管室則應對可能產生之飛航安全風險提供改進建議並督導相關單位採取改正措施。然而，事故前未見航務處將年度自我督察趨勢之監控及分析資料函送安管室。

綜上所述，航務處對於部分一級與二級自我督察結果未能確實完成後續之處置，亦未見執行自我督察趨勢分析與監控，影響自我督察成效。

前期有關自我督察之飛安改善建議落實

本會於民國 104 年 2 月 5 日德安 DA7507 航班於蘭嶼機場落地時偏出跑道之飛航事故調查報告中，建議德安應落實自我督察。然而，包括民航局於 105 年 6 月之主基地檢查、以及本事故調查仍發現航務處自我督察之落實仍有不足處，據此，德安應檢視並強化自我督察之內部控制機制，民航局亦應考量強化對德安自我督察之日常查核。

2.4.3 航線派遣風險與航務作業系統安全評估之落實

依據航務手冊 23.3.5.2.6 節，DHC-6-400 機隊總機師每半年應依據機隊每趟飛航任務之派遣風險評估結果，對各航線實施 1 次評估作業，並向航務處長彙報。德安係提供總機師執行飛航任務前所填寫之派遣風險評估表作為執行本項規定之紀錄，顯示航務處未能確依據各航線過去半年任務前所填寫之派遣風險評估表，經分析與整理後，完成各航線之派遣風險評估。

另外，依據航務手冊 23.3.5.2.7 節，航務處應依據航務處作業系統安全評估表，每季實施一次評估作業後，向航務處長彙報。檢視民國 105 年之 4 次評估紀錄，其中機隊管理評估項目包含按時實施技術研討會與 IP 會議，評估結果均為正常執行。惟經查紀錄，DHC-6-400 機隊 105 年間並未召開正式之教師駕駛員會議，以及僅召開兩次技術研討會，顯示評估時未依實際情形確實記錄。

綜上所述，德安雖訂定有每半年對各航線執行 1 次航線派遣風險評估之規定、以及每季對飛航組員、航務訓練與機隊管理進行系統評估 1 次，惟未能確實落實相關評估作業。

2.4.4 離島航線運行之安全措施

德安為因應離島航線較高之運行風險，針對飛航組員訓練、任務派遣、及側風限制等訂定有相關安全機制，說明如下：

飛航組員訓練

依據飛航組員訓練手冊，德安於飛航駕駛員檢定給證考驗前，會依據駕駛員之資格與離島起降經驗，額外增加本場及離島起降訓練時數。

任務派遣

依據航務手冊 15.6.9 節與 19.3.6 節，德安要求正駕駛員完訓後，於東北季風盛行季節，執行第一次離島航段前，應由教師駕駛員陪飛西部航線 10 至 20 航段，東部航線 20 至 40 航段後，並由檢定考驗合格簽註後，始得擔任機長。

依據航務手冊 23.3.5.2.5 節，航務處要求飛航組員任務前應完成派遣風險評估表，針對飛行資格、航機適航能力、天氣條件、助導航裝備、機場狀況、裝載等六大範圍實施作業威脅與風險辨識及評估，辨識目的在於提高警覺，加強組員及公司系統之防護措施，並掌握整體風險狀況。

側風限制

依據航務手冊 39.4.4 節，德安針對七美、望安、蘭嶼及綠島等離島機場，於乾跑道之側風限制由 20 哩/時降為 18 哩/時；濕跑道側風限制由 17 哩/時降為 15 哩/時。

以上資訊顯示，德安針對離島機場之高運行風險，確實有增訂相關安全措施，以增加離島飛航任務之安全裕度。

2.4.5 飛航組員訓練與考驗

依本報告 1.17.2.1 節德安航務處組織，航務處長下設機隊總機師及航務組。有關駕駛員之訓練與考驗業務，皆由機隊總機師負責管理。依此組織架構，駕駛員訓練與考驗之業務同屬機隊總機師之職責，可

能使駕駛員之考驗結果較不客觀。另依 1.17.2.4 節德安 DHC-6-400 訓練手冊（第 1.5 節），有關飛航組員取得資格或考驗，在不同情況下對於考驗人員資格均有明確之規定，並規定飛航組員給證、升等、額外資格、復飛等訓練及年度定期複訓時，教師駕駛員與檢定駕駛員不得為同一人，若因故無法符合規定時，亦必須報民航局核備，並請民航局檢查員隨機考驗。訓練手冊有關訓練考驗資格之規定或可彌補總機師同時負責訓練與考驗業務之潛在牴觸，然參考較大規模之航空公司，為客觀考驗駕駛員，通常飛航組員之訓練與考驗分屬不同部門，例如訓練屬於航訓部業務，考驗屬標考部業務。如德安能適當調整有關航務管理之組織分工，將駕駛員之訓練與考核等業務分由不同部門管控，應有助於客觀考驗駕駛員之訓練結果與資格。

2.5 民航局對德安之航務監理

依據民航局航務檢查員手冊，民航局對航空公司之航務監理範圍除飛操技術性之檢查工作外，亦包含對航空公司航務或安全管理業務之查核，例如：自我督察、SMS 日常查核、手冊檢查、訓練計畫等。其中於工作任務 18 自我督察第 3 節指出，航空運輸業者於出現包括機隊擴展及引進新的航空器或人員等狀況時，應對相關作業可能發生安全缺失有所警覺。民國 105 年 3 月至本事故時，正值德安引進 DHC-6-400 型機與執行飛航組員機種轉換訓練，乃是德安提升自我督察警戒指標之一。除此之外，本會在德安 104 年飛航事故之調查報告已建議德安應落實自我督察，民航局亦於 105 年 6 月主基地檢查指出德安自我督察存在缺失，基於上述狀況，本事故前除德安應加強自我督察外，民航局亦應提升對德安自我督察之日常查核。

依據訪談紀錄，事故前民航局對德安之航務日常查核較偏重於行政、手冊與計畫方面之監理，其中雖包含自我督察相關部分，惟本事故調查過程仍發現多項德安自我督察缺失，包括：航務自我督察計畫

未能針對航路飛航觀察訂定執行計畫與適用之檢查表；部分一級與二級之航務自我督察結果未能完成後續改善處置，與未見執行自我督察趨勢分析與監控；以及未能落實航線派遣風險評估與航務作業系統安全評估等。

本會認為，民航局對德安進行航務日常查核時，應有機會藉由審視德安航務自我督察計畫，以及依據各項自我督察作業規定與程序核對相關表單與會議紀錄時，發現上述調查過程中所識別之多項德安航務自我督察缺失，顯示民航局對德安自我督察日常查核方式、頻率或重點有再審視與強化之必要。

2.6 航空器適航

依據 1.6.2.1 事故機維護紀錄，該機曾於本事故前 23 天（民國 106 年 3 月 22 日）發生落地滾行時航機向左偏側狀況；維修人員調整動力手柄慢車位置齊平及對齊匹配，經測試正常後該機恢復妥善。放飛後 2 日（民國 106 年 3 月 24 日），該機再次發生動力手柄參數在低馬力時指示不一致狀況，維修人員調整控油器慢車轉速以及發動機動力匹配檢查後，測試正常後該機恢復妥善。前述缺點自改正後至本次事故前，該機共計飛航 114 架次、48:05 飛行小時，維修紀錄顯示此期間類似之情況未再發生。因此，前述 2 次故障應與本次事故無關。

查閱事故機事故前 1 個月之飛行前/後檢查及過境檢查紀錄均無異常登錄，事故前一項尚未完成改正之延遲改正缺點項目與本次事故無關；該機適航指令執行紀錄顯示，適航指令之管制及執行符合適航要求。依據事故後發動機控制系統測試，左、右發動機之動力控制鋼纜、燃油關斷控制鋼纜及螺旋槳控制鋼纜均安裝正確且可被正常作動。該機輪煞功能測試顯示左、右煞車來令片作動壓力正常，可正常致動左、右煞車來令片。依據駕駛員訪談紀錄、CVR 錄音及 FDR 資料，亦無任何系統故障與事故相關。

2.7 天氣影響

蘭嶼地形主要為山地，僅沿海地區地勢較低，機場位於蘭嶼西南側近山腳處之海邊，北邊距最高之紅頭山(海拔 552 公尺)約 3 公里；10 月至 4 月蘭嶼盛行東北風，機場正處於山之背風面，因此常發生低空風切及亂流現象。事故當日 1632 時，海拔高度約 1,000 呎之氣象局蘭嶼氣象站記錄之風向 020 度，風速 13 浬/時，蘭嶼機場 AWOS 之紀錄於 1632:10 時 13 及 31 跑道分別為風向 110 度，風速 3 浬/時、風向 070 度，風速 12 浬/時，最大之垂直風切約為 1.3kt /100 呎的輕度風切，而水平風切約為 11kt /公里 (落地前 7 秒，詳圖 2.7-1)，逐漸減少至 1kt /公里 (1632:30 時，落地後 13 秒)，顯示落地前機場跑道有較強之順時針方向水平風切，此數值遠超過美國聯邦航空總署 (FAA) 水平風切 5kt /公里之警告標準，大於此數值會對飛行操控產生影響。

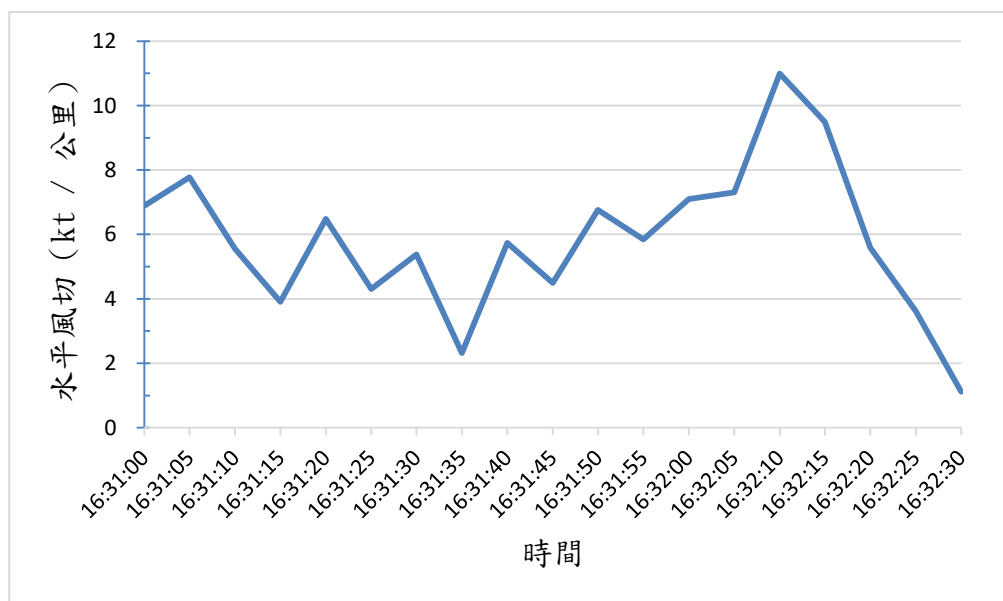


圖 2.7-1 蘭嶼機場 AWOS 紀錄計算之水平風切變化圖

依據 FDR、機場 AWOS 與機場錄影資料，該機無線電高度 300 呎以下的最後進場及落地階段風場變化，如圖 2.7-2 所示。圖中 FDR 紀錄資料之取樣率為每秒 1 筆，機場 AWOS 之 13 跑道及 31 跑道的

瞬時風取樣率為 5 秒 1 筆。此階段機場 AWOS 記錄之 13 跑道風速變化及 FDR 記錄之風速變化趨勢類似，但兩者的風向約相差 20 度，應為駕駛員使用方向舵修正所致。該機落地期間 13 跑道與 31 跑道之瞬時風速均介於 6 浬/時至 10 浬/時，瞬時風向約有 30 度至 60 度差異。

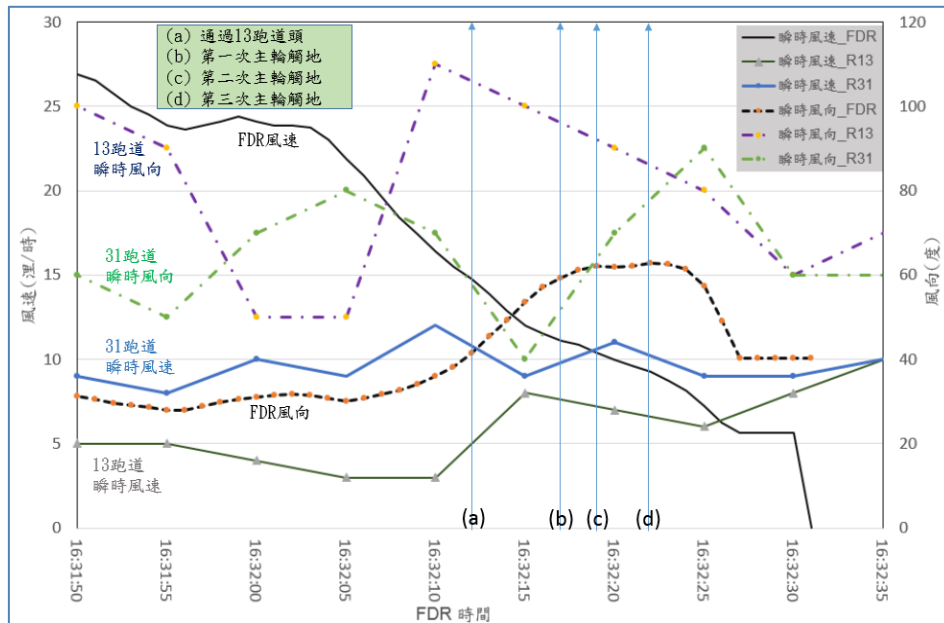


圖 2.7-2 該機最後進場及落地階段風場變化圖

根據 FDR 資料之風向及風速紀錄，可據以研判最後進場及落地期間之側風及尾風/頂風變化。圖 2.7-3 為風場分量變化圖，該機無線電高度 300 呎至通過 13 跑道頭期間，尾風最大約為 6 浬/時，左側風隨高度下降由 25 浬/時減至 15 浬/時。該機通過 13 跑道頭 (a) 點至主輪觸地 (d) 點期間，FDR 資料顯示之頂風變化趨勢與機場之 AWOS 之 13 跑道風向/風速一致，最大約 4 浬/時，左側風由 15 浬/時減至 9 浬/時。由 FDR 頂風及無線電高度資料，該機於 190 呎至 140 呎遭遇約為 8kt /100 呎的順風切，140 呎至觸地遭遇約為 6kt /100 呎的逆風切，依據 ICAO DOC 9817 屬於中度風切¹⁹。

¹⁹ ICAO DOC 9817 Table 5-4: Moderate — 2.4 to 4 m/s (5 to 8 kt) inclusive per 30 m (100 ft).

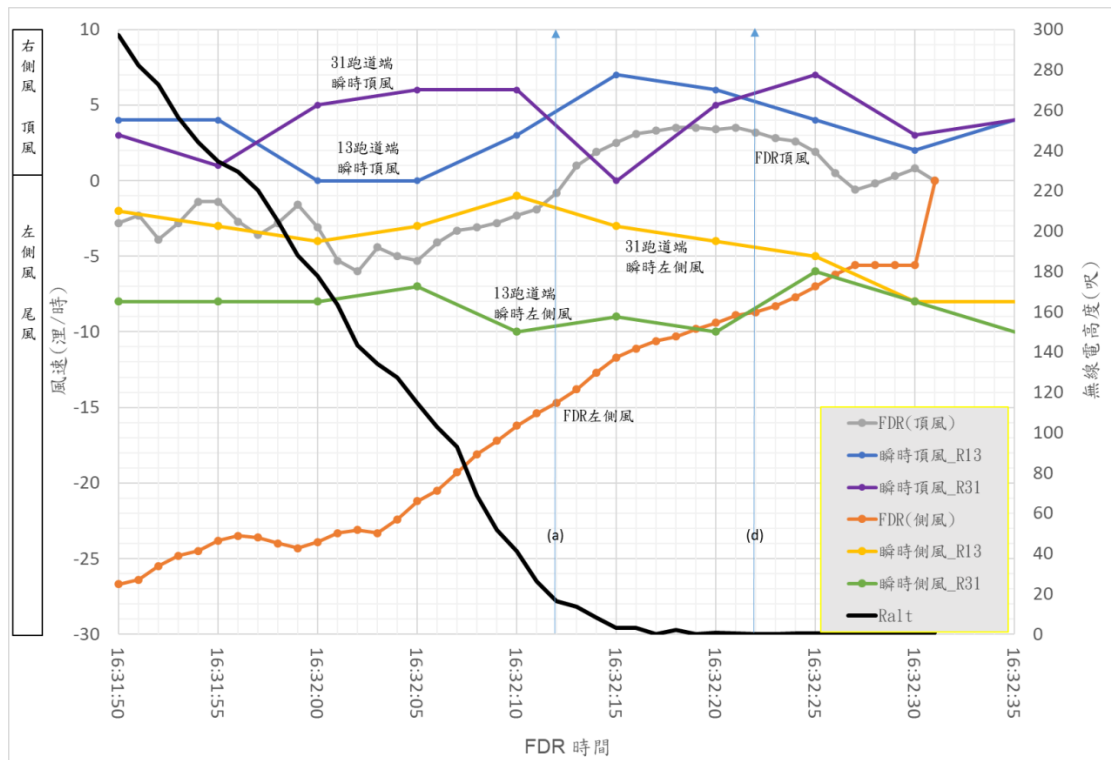


圖 2.7-3 最後進場及落地階段風場分量變化圖

依據 FDR 資料，該機於最後進場及落地階段垂直加速度變化值最大約為 0.45g (1632:04 時)，顯示該機曾遭遇接近中度之亂流²⁰。該機通過 13 跑道頭至落地滾行偏出跑道期間，FDR 資料顯示之頂風變化趨勢與機場之 AWOS 之 13 跑道風向/風速一致，頂風最大約 4 浬/時，左側風最大約 15 浬/時。民航局核准該機型於本島與馬公機場側風落地限制為 20 浬/時，在其他離島機場落地為 18 浬/時，另該機之尾風落地限制為 10 浬/時。顯示該機最後進場及落地階段所遭遇之左側風及尾風均未超過限制條件。

綜上所述，天氣對該機的影響主要有：1. 該機最後進場及落地階段曾遭遇中度風切及接近中度之亂流，但所遭遇之左側風及尾風均未超過限制條件。2. 該機落地滾行期間，在跑道上順時針方向之水平風切，觸地時影響航機較明顯，可能使航機左偏，觸地後 3 秒其

²⁰ ICAO DOC 4444 Appendix 1: Moderate turbulence—Changes in accelerometer readings of 0.5 g to 1.0 g at the aircraft's centre of gravity.

影響程度即快速下降。

2.8 機場安全

跑道摩擦係數值影響跑道之航機煞車性能，依 1.10.3 蘭嶼機場跑道抗滑測試結果，蘭嶼機場跑道摩擦係數檢測值符合「民用機場設計暨運作規範」要求。

2.8.1 機場風險管理

事故機偏出跑道後，撞擊距跑道邊線 12~13 公尺，高約 2 公尺，平行於跑道之鋼筋水泥及鐵架結構圍牆，因而造成該機機首毀損，且鼻輪起落架陷入未加蓋之深溝渠中受損，因而該機遭受實質損害。

民國 104 年 2 月 5 日德安一架 DO-228 型機，編號 B-55563 於蘭嶼機場發生飛航事故，本會調查後發現：因該機場受限於用地及地形障礙，民航局限縮國際及國內法規建議，宣告跑道地帶寬度由 60 公尺降低為 40 公尺，因此既存於 40 公尺外 60 公尺內之鋼筋水泥圍牆及開放溝渠，未納入跑道地帶內物體需易斷碎材質且為平整之安全檢查範圍內。

惟該機場跑道受地形影響，各分段側風風向速經常不一，衝偏出跑道之事故風險機率較高，因此當限縮跑道地帶寬度同時，實際上可將鋼筋水泥圍牆改為易斷碎材質，並將開放式溝渠加蓋，以強化其安全裕度，降低航機衝偏出跑道後加重損害之風險。因此本會於該事故調查報告中提出編號 ASC-ASR-15-12-008 之改善建議（詳本文 1.10.4 節），該項改善建議包含開放溝渠之加蓋及重新評估跑道地帶擴建等 2 大部分。

民航局於民國 105 年 4 月 7 日及 105 年 12 月 30 日的針對上述改善建議之列管提出回復本會意見：經評估後無法擴建跑道地帶寬度；

另將改善開放式溝渠，納入「蘭嶼機場跑道整建工程案²¹」，預定於109年完工。

綜上所述，對於飛安會因事故調查案提出法規建議機場跑道地帶範圍內圍牆易斷碎及溝渠平整化之改善建議，民航局將其納入長期跑道整建計畫內，致使完成期程增長，未能及時消弭既存潛在風險。

2.8.2 機場消防救援管理

「民用機場設計暨運作規範」9.2.23節規定：救援及消防勤務之要求標準為：在最佳能見度及道面條件下，可於3分鐘之應變時間內，到達運作中跑道上之任何位置。

依該機場航務員、消防隊員訪談及機場事件說明等資料顯示：事故當天上午車輛狀況正常無異狀，惟因機場消防車油路供油不順中途熄火，雖立即以手動加壓油泵才能重新發動，仍造成本事故當下出勤應變時間無法符合要求。

蘭嶼機場消防車因油路供油不順，於本事故發生時，於出勤過程有難以發動及中途熄火狀況，可能延遲機場發生緊急事故救援之時間。

2.9 飛航紀錄器議題

根據1.11.3節事實資料，德安對DHC-6-400型機FDR的年度適航檢查系將FDR送至美國Honeywell原廠進行下載與測試。依Honeywell原廠2016年8月之測試報告，該FDR之原始資料已下載並存入光碟，紀錄器元件及水下定位信標（ULB）通過檢查，恢復可用。

²¹ 主要工項包含跑道道面整建、跑道地帶地表整修及植草、助航燈光設施增設、排水設施改善及鄰海側護岸整修等項。

事故機 FDR，經本會下載及解讀，所記錄參數符合第 II 型必要記錄參數要求。惟德安在事故前並未建立飛航紀錄器解讀能量，未能自行解讀下載之 FDR 原始資料，以執行後續相關飛航參數之檢視。民航業者若具備 FDR 下載及解讀能量，即能參照民航通告 AC120-021A（飛航紀錄器系統維護計畫之核准）之要求檢視飛航資料紀錄器之解讀資料，包括：檢視是否存在一完整航段、FDR 的資料格式及解讀文件等。

本會認為，德安應評估建立飛航資料紀錄器解讀能量，落實飛航紀錄器系統維護計畫，完整 FDR 適航檢查程序與方法（如：ICAO Annex 6²²、EASA ED-112²³），以維持 FDR 紀錄之正確性與完整性，確保必要時飛安事件或飛航事故調查之遂行。

²² Annex 6 Part 1 **Appendix 7 Flight Recorders**/7. Inspections of flight recorder systems.... c) a complete flight from the FDR shall be examined in engineering units to evaluate the validity of all recorded parameters. Particular attention shall be given parameters from sensors dedicated to the FDR.

²³ **1-1.3 TECHNICAL BACKGROUND**/1-1.3.5 Use of Non-Mandatory FDRs and Other Flight Recorders As operators begin to use additional data to make operational and maintenance decisions, it is important for that these parameters be properly recorded and accident investigators to have the same data set available in the aftermath of an accident. **2-5.6 GROUND TEST PROCEDURES**/ 2-5.6.1 Conformity Inspection ...b Verify that proper mechanical and electrical connections have been made and that the equipment has been located and installed in accordance with the requirements and the manufacturer's recommendations.

本頁空白

第 3 章 結論

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

與可能肇因有關之調查發現

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

與風險有關之調查發現

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

其他調查發現

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

3.1 與可能肇因有關之調查發現

1. 事故機於左側風情況下進場落地，著陸時機頭朝左，著陸後可能受跑道上順時針風切及飛航操作影響，航機呈現左偏趨勢。(1.1、1.7、1.11、1.18、2.2、2.7)

2. 於左偏過程中，正駕駛員曾以右舵修正左偏航向，並將左、右動力手柄拉至反推力範圍。當正駕駛員於意圖使用向右轉之差異推力輔助改正左偏時，根據發動機左右扭力及反推力輸出之紀錄判斷，此時正駕駛員誤拉左動力手柄將左側反推力加大，致該機受此左側反推力影響而加劇向左偏轉。(1.1、1.11、1.18、2.2、2.3)
3. 正駕駛員雖曾加大右舵及使用右煞車之操縱量試圖改正，但因正駕駛員於不知誤用情況下繼續加大左側反推力至最大，終致該機偏出跑道並撞擊機場圍籬受損。(1.1、1.11、1.18、2.2、2.3)

3.2 與風險有關之調查發現

(飛航操作)

1. 事故正駕駛員及德安 DHC-6-400 機隊飛航組員仍在累積該型機飛行經驗初期，對於落地階段使用差異推力控制方向之經驗與熟悉度仍有限，且於使用意願與時機抱持不同看法。(1.16、2.3)
2. 德安未提供飛航組員落地時使用差異推力之詳細指導文件，於機種轉換訓練期間亦未對所有飛航組員明確教導與確認落地時差異推力使用方法與時機，以及未藉由相關技術會議，要求飛航組員對落地時使用差異推力進行研討。(1.18、2.3)

(航空公司安全管理)

3. 德安之安全管理委員會與航務安全落實小組雖依安全管理手冊定期召開會議，惟未有效檢視公司內部與外部航務相關安全資料，其所識別之安全危害因子仍有限，且部分會議後之處置流程未落實，安全管理系統運作未達有效程度。(1.17、2.4)
4. 事故前德安安全管理系統(SMS)訓練講師尚未接受 SMS 訓練，不符該公司安全管理手冊有關教育訓練之規定。(1.17、1.18、2.4)

5. 德安航務處未能確實管制部分一級與二級自我督察結果之後續處置，未見執行自我督察趨勢分析與監控，以及未完整訂定航路飛航觀察執行計畫，影響自我督察整體成效。(1.17、1.18、2.4)
6. 德安航務處雖訂定有每半年對各航線執行 1 次航線派遣風險評估之規定、以及每季對飛航組員、航務訓練與機隊管理進行系統評估 1 次，惟未能落實部分之評估作業。(1.17、2.4)
7. 依德安航務處之組織與權責配置，駕駛員之訓練與考驗均屬同一單位之業務，可能對駕駛員之檢定考驗較不易達到公正與客觀之目的。(1.17、2.4)

(民航局監理作業)

8. 事故前民航局雖對德安航務自我督察執行日常查核，惟本事故調查仍發現多項自我督察缺失，該等缺失應可藉由審視自我督察計畫以及依據相關規定與程序，核對有關表單與會議紀錄時發現，顯示民航局應強化對德安自我督察之查核方式、頻率或重點。(1.17、2.5)
9. 對於飛航安全調查委員會因事故調查案，向民航局提出有關法規建議機場跑道地帶範圍內圍牆易斷碎及溝渠平整化之改善建議(ASC-ASR-15-12-008)，民航局將相關改善措施納入長期跑道整建計畫內，致使完成期程增長，未能及時消弭既存潛在風險。(1.10、2.8)
10. 蘭嶼機場消防車於出勤過程有難以發動及中途熄火狀況，可能延遲機場發生緊急事故救援之時間。(1.15、2.8)

3.3 其他發現

1. 事故航班飛航組員持有民航局頒發之有效航空人員檢定證與體檢證，飛航資格符合民航局與公司要求。無證據顯示於事故中，

- 有足以影響飛航組員操作表現之藥物、酒精與疲勞因素。(1.5、2.1)
2. 事故機最後進場及落地階段曾遭遇中度風切及接近中度之亂流，但所遭遇之左側風及尾風均未超過限制條件。(1.7、1.11、2.7)
 3. 事故機之載重與平衡均位於限制範圍內。該機適航與維護符合民航局及公司相關規範，無證據顯示發動機、航機系統及結構於本航班事故前曾發生故障。事故後進行之發動機控制系統及輪煞系統測試，其結果為無異常。(1.6、1.16、2.6)
 4. 事故機於事故前曾發生兩次動力手柄在落地滾行時不一致與該機左偏之情況，該問題於民國 106 年 3 月 24 日改正後，至事故發生前未再發生類似狀況，前述 2 次狀況與本次事故無關。(1.6、2.6)
 5. 加拿大運輸部核准該型機側風落地之方向控制操作程序應使用方向舵，而製造廠提供資訊有關落地階段可使用差異推力控制方向，其前提必須在航機速度已經減慢之後，可使用差異推力控制側風環境下風標效應之趨勢。(1.18、2.3)
 6. 德安未具備飛航資料紀錄器解讀能量，未能解讀下載之原始資料，以參照民航通告 AC120-021A(飛航紀錄器系統維護計畫之核准)之要求，檢視相關飛航紀錄參數。(1.11、2.9)

第 4 章 改善建議

本章中，4.1 節為依調查結果而提出之飛安改善建議。各相關機關（構）於調查過程中已完成或進行中之改善措施，列於 4.2 節，惟本會並未對其所提列之飛安改善措施進行驗證，故相關之飛安改善建議仍列於 4.1 節中。

4.1 改善建議

致德安航空公司

1. 評估落地滾行階段以差異推力控制方向之必要性與時機，據以制定相關政策與技術文件，並強化所屬飛航組員落地操作之訓練與考驗，以提升駕駛員落地階段之操控與應變能力。
(ASC-ASR-18-03-010)
2. 檢視並強化安全管理組織之運作、作業流程、相互間之配合、以及教育訓練，以確保相關人員完成應有之訓練、熟悉其安全責任、安全職責、安全管理作業流程與程序，並能確實執行。
(ASC-ASR-18-03-011)
3. 檢視並強化航務處自我督察、航線派遣風險評估、以及航務作業系統安全評估之規劃與執行，並確保相關人員熟悉其職責並能確實執行。(ASC-ASR-18-03-012)
4. 評估有關航務管理組織分工之調整，或強化駕駛員訓練與考核之程序管控，以確保駕駛員考驗之客觀與公正性。
(ASC-ASR-18-03-013)
5. 評估建立飛航資料紀錄器解讀能量，以落實飛航紀錄器系統維護計畫，維持飛航資料紀錄器資料正確性與完整性，確保必要時飛安事件或飛航事故調查之遂行。(ASC-ASR-18-03-014)

致交通部民用航空局

1. 督導德安航空公司限期完成評估落地滾行階段以差異推力控制方向之必要性與時機，明確制定相關訓練制度與技術文件，並強化所屬飛航組員落地操控訓練與考評，以提升駕駛員落地階段之操控與應變能力。(ASC-ASR-18-03-015)
2. 加強輔導與監理德安航空公司之安全管理系統 (SMS)，確保德安航空公司內部 SMS 訓練講師已完成應有之訓練、輔導安全管理委員會與安全落實小組有效運作等。(ASC-ASR-18-03-016)
3. 審視與加強對德安航空公司日常查核中有關自我督察之檢查頻率、方式、或重點，以確實督促德安航空公司強化並落實自我督察。(ASC-ASR-18-03-017)
4. 督導德安航空公司期限完成評估有關航務管理組織分工之調整，或強化駕駛員訓練與考核之程序管控，以確保駕駛員考驗之客觀與公正性。(ASC-ASR-18-03-018)
5. 輔導德安航空公司評估建立飛航資料紀錄器解讀能量，以落實飛航紀錄器系統維護計畫，維持飛航資料紀錄器資料正確性與完整性，確保必要時飛安事件或飛航事故調查之遂行。
(ASC-ASR-18-03-019)
6. 強化機場危害風險評估及控管機制，評估機場跑道改善工程計畫之優先順序，如優先處理跑道地帶非易碎物體及開放溝渠可能造成之危害，以儘速提升跑道安全。(ASC-ASR-18-03-020)
7. 強化機場消防車維護及訓練機制，包括車輛故障緊急排除，以確保發生緊急事故時能及時應變，降低火災可能造成之危害。
(ASC-ASR-18-03-021)

4.2 已完成或進行中之改善措施

4.2.1 交通部民用航空局

民航局於民國 107 年 2 月 13 日提供該局針對 DA7511 飛航事故已完成或進行中之改善措施，該等資料未經飛安會確認。內容如下：

1. 目前各航空站（含機場公司）已辦理之措施：
 - (1) 持續辦理各機場（含機場公司）每季消防作業自我督察，藉以瞭解各機場各式消防救災設備狀況及人員訓練情形，以發覺可能潛在問題。
 - (2) 依據「航空站消防救災設備及防人力配置原則」滾動檢討各式消防救災設備能量及數量，如有不足則編列年度施政計畫汰（新）購。檢視並強化安全管理組織之運作、作業流程、相互間之配合、以及教育訓練，以確保相關人員完成應有之訓練、熟悉其安全責任、安全職責、安全管理作業流程與程序，並能確實執行。
2. 本局 107 年 1 月 16 日站務場字第 1075001489 號函知局屬各航空站及機場公司，務請落實並確切執行各項設備維護作業及緊急應變程序部分：
 - (1) 落實各式消防救災設備檢查日常測試、維護及操作訓練，如有故障應立即報修，以維持正常運作。離島機場應加強消防救災設備之防鏽處理。
 - (2) 請航空站將消防車故障時之應變方式，如緊急故障排除、替代或輔助滅火劑之運送與操作、外部消防能量之通報聯繫與支援等，納入相關程序及訓練課程。
 - (3) 要求各航空站值班人員確實遵守值班紀律並隨時提高警覺，

消防人員體能應保持最佳狀態。

- (4) 加強對停機坪各項裝備及作業人員督導。
- (5) 應變時如有未符合規範、程序要求之情事，請於災後主動檢討及研擬改善措施，並將相關檢討結果及辦理情形報送本局。
- (6) 持續辦理各機場（含機場公司）每季消防作業自我督察。

3. 蘭嶼航空站已完成或持續辦理之改善措施部分：

- (1) 已增加每日中午時段檢查，若發現消防車故障無法排除時，該站立即將 150 磅滅火器搬上搬運車待命外，並立即通知臺東縣消防局蘭嶼分隊於駐地待命，以免事故發生時無法立即到達現場。
- (2) 新購之幫浦消防車（106 年 2 月採購，同年 12 月交車驗收）已納入該站緊急應變裝備之一，如遇機場消防車故障，可立即以該車作為應變車輛。
- (3) 持續辦理該站及防護團人員 150 磅滅火器操作訓練，以強化人員於緊急事故發生時能正確使用滅火器。
- (4) 重新檢討各類災害緊急應變處理作業程序，並就本次事故發現之問題納入程序修訂。

4.2.2 德安航空公司

德安航空於民國 107 年 2 月 2 日提供該公司針對 DA7511 飛航事故已完成或進行之改善措施，該等資料未經飛安會確認。內容如下：

1. 針對「評估落地滾行階段以差異推力控制方向之必要性與時機，

據以制定相關政策與技術文件，並強化所屬飛航組員落地操作之訓練與考驗，以提升駕駛員落地階段之操控與應變能力」之改善建議，回復之改善措施如下：

(一) 評估以差異推力控制方向之必要性與時機：

本公司 DHC6-400 機隊飛航駕駛員操作程序以 Viking DHC6-400 型機飛行員操作手冊及飛航手冊 (Pilot Operating Handbook And Aircraft Flight Manual) 為依據，如何使用 asymmetric thrust 技巧，在 POH/AFM 「SECTION 9 SUPPLEMENTS - 9.10.4.2」、「SECTION 10 SAFETY AND OPERATIONAL TIPS-10.7.8」相關章節條文內均有敘述，故 DHC6-400 教師駕駛員均依此作為教學參考，俾符合原廠操作手冊之操作要領。

(二) 目前本公司國籍飛航駕駛員已累積豐富飛機操作經驗，在相關技術交流會議將會納入此議題討論及經驗分享。

(三) 強化所屬飛航組員落地操作之訓練與考驗：

1. 正駕駛員於完訓後均依據 DO-228/DHC6-400 航務手冊完成第一次面臨東北季風加強訓練。航務手冊相關章節條文如下：

15.6.9 正駕駛員完訓後於面臨第一次離島東北季風時，應由 IP 陪飛，由 CP 考驗合格簽註後，始得擔任該航段 PIC。

19.3.6 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。

上述訓練及考驗資料均依航空器飛航管理規則第一百七十四條之規定，保存飛航組員個人之飛航訓練、考驗等資料，供民航局查核。

2. 本公司完成 DHC6 機隊國籍飛航駕駛員面臨第一次東北季風控管作為，各階段強化作為均陳報民航局備查。

2. 針對「檢視並強化安全管理組織之運作、作業流程、相互間之配合、以及教育訓練，以確保相關人員完成應有之訓練、熟悉其安全責任、安全職責、安全管理作業流程與程序，並能確實執行」之改善建議，回復之改善措施如下：

(一) 民航局 SMS 小組於 106 年 12 月 5-7 日，依照安全管理系統

評估工具(SMS Evaluation Tool)對本公司安全管理系統進行完整詳細之檢查。另於 12 月 19 及 26 日分別赴總公司(台北)及台東站現地驗證；民航局 SMS 小組專案檢查及現地驗證，建議本公司需改善事項共計 67 項，且民航局相關改善建議已含括本調查報告所述有關 SMS 各項改善建議，本公司將管制於期限內完成相關改善工作。

(二) 有關 SMS 師資培訓：

1. 經查飛安基金會自 103 年起開設 SMS 訓練班次，本公司已於 103 年派訓 2 員、105 年派訓 3 員，106 年則因名額受限僅派訓 2 員，現仍有 4 員師資(離退 2 員)。
2. 107 年將依照本公司駐地實況及現有師資單位配屬等因素規劃派訓，並協調飛安基金會爭取員額，以符合所需。

(三) 有關安全管理委員會職掌，以及如何監控 SMS 執行之有效性等事宜：

1. 將依照 107 年 12 月上旬民航局對本公司 SMS 專案檢查建議事項強化。
2. 考量公司運作現況以及分層負責精神，已先完成安全管理手冊第 1.7.4.2 安全落實小組之程序修訂，期使各項作業能符合分層負責精神，並可簡化作業流程，且能達到確實可行之要求，後續則運用自我督察時機驗證執行效果，促使逐步形成常態運作一環，進而達到 SMS 有效程度(Effective)。
3. 有關安全落實小組之危害識別與風險評估，已於安全管理手冊 2.7.2 風險接受章節，明確律定三個不同風險等級之核准權責，與(二)分層負責、權責一致之精神相符。

(四) 檢視本公司所訂相關 SMS 教育訓練規定，確存有一些立意較高，然似仍有可行性與現實不一致之情形，將配合本次辦理民航局 SMS 小組專案檢查改進建議事項時，一併調整修訂，務使相關規定先達可行要求，方能逐步追求常態運作及最後的效果。

3. 針對「檢視並強化航務處自我督察、航線派遣風險評估、以及航務作業系統安全評估之規劃與執行，並確保相關人員熟悉其職責並能確實執行」之改善建議，回復之改善措施如下：

本公司航務處考量「現有人力、組織功能」及「訓練、考驗分層負責」之因素，發布 DO-228/DHC6 航務手冊 REV.25TR107-01 版次，修訂第二章相關條文如下，俾達確保駕駛員考驗之客觀與公正性之目的：

2.2 航務處組織系統圖，增訂督察考核小組（任務編組），業務職掌由航務處處長（副處長）控管。

2.4.2 航務處處長（副處長）：

2.4.2.2 督導航務處安全管理作業推行、飛航人員訓練審查及統籌規劃檢定駕駛員執行各階段訓練、定期複訓等考驗事宜。

2.5 機隊總機師：

2.5.3 執行駕駛員招募、組員升轉訓之相關訓練執行與審查作業。

2.6 檢定駕駛員及委任考試官：

2.6.1 依據 DO-228/DHC6-400 訓練手冊、AC120-035C 駕駛員術科檢定技術考驗規範及航空人員術科檢定委託辦法（05-05A）執行飛航駕駛員各類型訓練之考驗。

4. 針對「評估有關航務管理組織分工之調整，或強化駕駛員訓練與考核之程序管控，以確保駕駛員考驗之客觀與公正性」之改善建議，回復之改善措施如下：

航務處依據本公司安全管理手冊發布 DO-228/DHC6 航務手冊 REV.25TR107-01 版次，結合公司安全管理系統將自我督察、航線派遣風險評估、航務作業系統安全評估之規劃與執行等技術層面實施規範，納入 DO-228/DHC6 航務手冊第二十三章「飛航安全及安全管理系統」內，俾達到危險辨識、風險控管之成效及手冊內容一致性之要求。

5. 針對「評估建立飛航資料紀錄器解讀能量，以落實飛航紀錄器系統維護計畫，維持飛航資料紀錄器資料正確性與完整性，確保必要時飛安事件或飛航事故調查之遂行」之改善建議，回復之改善措施如下：

(一) 已於 2017.12.20 日以 TR 106-04 增訂 GMM 第五章第七節飛航紀錄器管理作業。

(二) 針對下載能量所需裝備及軟體如下列：

件號	數量	名稱
952-0051-002	1	PATS II COMPUTER
704-2863-041	1	AR SERIES ATP CABLE
704-2864-001	1	DATA DOWNLOAD CABLE

998-3416-506 (998-3416-507) New P/N	1	AR-SERIES HATS
998-3414-511 (998-3414-512) New P/N	1	PLAYBACK-32
998-3429-504 (998-3429-505) New P/N	1	ADRAS-32

(三) 目前 ADRAS-32 軟體尚未完成，Honeywell 預計 107 年 2 月交貨。

附錄 1 正駕駛員型別訓練有關落地後方向控制紀錄

日期	課目	內容
105 年 9 月 10 日	7	<p><i>LETS A/C DRIFT OFF CENTERLINE WITHOUT RUDDER CORRECTION. ALSO, SEEMS TO LOSE DIRECTION CONTROL AFTER LANDING & SLOWING DOWN.</i></p> <p><i>MORE CONSISTENCY NEEDED IN LANDINGS & DIRECTION CONTROL.</i></p>
105 年 9 月 11 日	8	<p><i>MORE CONSISTENCY WITH LANDINGS & GA INCLUDING DIRECTIONAL CONTROL.</i></p> <p><i>DIRECTION CONTROL STILL A MAJOR ISSUE WHEN SLOWING DOWN. PERHAPS DUE TO USE OF DIFFERENTIAL.</i></p>
105 年 9 月 12 日	9	<i>DIRECTIONAL CONTROL BETTER TODAY.</i>
105 年 9 月 20 日	加簽前 加強訓練 3	<p><i>TRAINEE PRESENT DIFFICULTIES TO CONTROL LANDING WITH 5KT CROSSWING. NEED TO ACHIEVE MORE PRECISION LANDING TOUCH DOWN.</i></p>

附錄 2 正駕駛員航路訓練有關側風落地/反推力操

作紀錄

日期	課目	內容
105 年 10 月 10 日	3	<i>NEED TO USE CROSSWIND TECHNIQUE WITH AILERON & RUDDER.</i>
105 年 10 月 22 日	5	<i>NEED MORE PRACTICE WITH CROSSWIND LANDINGS.</i> <i>DON'T LAND CROOKED, JUST KICK THE RUDDER TO STRAIGHTEN.</i>
105 年 10 月 23 日	6	<i>TOUCH DOWN ATTITUDE TO BE CORRECTED. NEED TO BE ON CENTER LINE.</i> <i>APPLY BETA ASAP.</i>
105 年 11 月 12 日	8	<i>LANDING RCLY CALM RWY 13 BETTER FLARE BUT NO EFFORT TO USE BETA/REVERSE UNTIL REMINDED.</i> <i>RCLY-LANDING BETTER -STILL MORE PRACTICE REQUIRED. WHEN REVERSE SELECTED TO SLOW A/C -USE AS NEEDED THEN COME OUT OF REVERSE.</i>
105 年 11 月 13 日	9	<i>RCFN 040/6 RWY 04. FLARE OKAY -A/C WENT CROOKED JUST BEFORE TOUCHDOWN. NO ATTEMPT TO CORRECT USING RUDDER.</i> <i>RCLY -RWY 31 040/4 G14, SLOW ON APPLICATION OF BETA/REVERSE.</i> <i>RCLY 150/5 RWY 13, GOOD LANDING/FLARE -DIRECTIONAL CONTROL + SELECTION OF BETA/REVERSE, POSITIVE LANDING.</i> ● <i>AFTER FLYING 2 DAYS LANDINGS, DECELERATION IMPROVED! NEED CONSISTENT FLYING.</i>
105 年 11 月 25 日	11	<i>TOUCH DOWN APPROPRIATE. HOWEVER MORE PRECISION SHOULD BE ACHIEVED.</i>
106 年 01 月 01 日	17	<i>RCLY: TOUCHED DOWN ON NOSE WHEEL, RWY 13 260/4 -SLOW ON SELECTING BETA/REVERSE</i>

		<i>RCLY -LANDING ATTITUDE BETTER RWY 13 280/5, MUCH BETTER LANDING & MORE CONTROLLED, STILL BEING REMINDED TO SELECT BETA/REVERSE, BUT GOOD PERFORMANCE OTHERWISE.</i>
106年01月15日	21	<i>BETA RANGE MUST BE USED AFTER EVERY TOUCHDOWN TO PREVENT A/C FROM FLYING AGAIN, ESPECIALLY IN WINDY CONDITION.</i>

註: 正駕駛員航路訓練共施行 22 課/ 102 個 FLIGHT SECTORS, 於 106 年 01 月 19 日, 由外籍考試官完成航路考驗.

附錄 3 B-55571 發動機性能測試紀錄

DHC-6 400 SERIES GROUND RUN SHEET 改訂情況如后. defect
 DHC-6 400 Aircraft with PT6A-34 Engines and Hartzell HC-3B3TN-3D Propellers

A/C Reg	B-71	Date	2017/03/24		Base	TIT		Check Type	Action	
Wind Speed		OAT	21°C		Pressure	Altitude		143	ft	Sheet 1 of
Start check	Batty	GPU	(Delete as appropriate)			Engine Serial L/H	pce-RB0680		Engine Serial R/H	pce-RB0681
	Max Limit		LH	RH	Data Plate Speed Performance Check 71-00-00 Max					
Max Start ITT 71-00-00	1090°C for 2 secs		507	592	OAT LIMIT 43°C					
Battery charge Time to below 40 amp. 71-00-00 Ng above 65%										
Idle Ng Check	Target		LH	RH	Propeller RPM Np	91% Np	LH	RH		
Idle Ng Speed 71-00-00	52+/-1%Ng		52	53	Torque Pressure PSI	48.5 PSI	43.1	43		
System checks										
		Function								
Brakes/Steering 29-00-00		OK								
Generator 24-30-00		Balance OK								
Prop Control Check & System	TARGET		LH	RH	Turbine Temp °C	Max Limit	725	681	671	
Beta Light Test 71-00-00	Function		OK	OK	Fuel Flow WF +15 -25		413	389	390	
Idle Flat chk 1,2-1,3* 71-00-00	Function		OK	OK	Engine Data Plate Ng			95.2	94.8	
Prop reset Caution 71-00-00	Function		OK	OK	Observed Ng			94	95	
PWR Lever Interlock Chk.	Function		OK	OK	Deserved Ratio	Figure 3		1.025	1.025	
Min Prop RPM 71-00-00	75+/-1% Np		75	75	Actual Ratio			0.98	1.00	
Overspeed Governor Check 71-00-00	70+/-2% Np		69	70	Difference	Limit+/-0.02%		-0.055	-0.055	
Intake Deflectors 71-60-00 Min 80% Ng			OK	OK	Max Prop RPM 71-00-00	96+1/-1%Np		94	94	
Bleed AIR Valves 21-60-00			OK	OK	Propeller Levers Match 71-00-00	Function		OK	OK	
Auto Feather System 71-00-00	Function		OK	OK	SYSTEM					
Prime blade Angle 77% Np 71-00-00	24.5 PSI		25.1	24.8	LH RH					
Power Levers Match 71-00-00	Function		OK	OK	CSU Min Fuel Gov. Setting chk.(90-92% Np)Nf Gov link disconn. Lever parked ATA 71-00-00					
Idle Blade Angle 71-00-00(+/-1%)			51	53	CSU MAX Fuel Gov. Setting					
			44	45	Part Power Trim check 71-00-00					
					Min OAT limit 0°C	TARGET	LH	RH		
					Torque Press PSI	psi				
					Torque Temp °C	°C				
					Torque Temp °C	Max overtrim °C				
					Max %Ng	Limit 97.1%Ng				

Certifies that the work specified except as otherwise specified was carried out in accordance with PART 145 and in respect to that work the Aircraft/aircraft Component is considered ready to release to service.

Signature..... Approval No..... Date.....

附錄 4 差異推力使用方式問卷調查報告

德安航空 DA7511 飛航事故調查飛操分組問卷調查報告

一、 調查目的

蒐集德安航空 DHC-6-400 飛航組員對於落地時使用差異推力修正航機方向之熟悉狀況及相關訓練評價等之事實資料。

二、 調查期間

民國 106 年 6 月 1 日至 6 月 12 日間。

三、 調查方式

委請德安航空將問卷及飛安會信封交由飛航組員，飛航組員填妥後放入信封並黏妥後，寄回本會。

四、 調查對象與回收狀況

本次調查係對德安航空 DHC-6-400 機隊共計 16 名飛航組員進行普查，共計回收 13 份問卷。

五、 問卷調查結果

1. 請問您於飛行 DHC-6-400 型機之前，是否曾飛過其他型機需使用差異推力於落地時操控航機方向？

<input type="checkbox"/>	(1) 是→請提供機型名稱：
<input type="checkbox"/>	(2) 否

13 位受訪者中，有 1 位過去於擔任國軍 S-2T 反潛機飛行員時有此經驗。

2. 請您描述 DHC-6-400 型機於落地過程中，如何使用差異推力控制方向及應注意事項？

本題為開放式問題，受訪者書面回覆如表 1。依據回覆內容整理如下：

- (1) 有 4 位受訪者表示未曾或不會選擇於落地時使用差異推力控制方向，其中一位受訪者表示原因係使用後產生之效果不易控制。
- (2) 方向舵、煞車、差異推力、鼻輪轉向等修正方向方式使用之優先順序方面，不同受訪者看法有所差異：有的受訪者表示會在方向舵、煞車、鼻輪轉向等仍無法控制方向時才會使用差異推力；有的受訪者則表示若使用方向舵控制方向仍不足，就會使用差異推力；有的受訪者表示會先用方向舵與煞車仍不足以控制，則會使用差異推力。
- (3) 使用差異推力時，不同受訪者使用方式亦略有不同：有的選擇推偏側邊

之動力手柄；有的選擇收偏側邊相反邊的動力手柄；有的會視情況上述兩者都用。

表 1 落地時差異推力使用方式

編號	內容
1	不認為使用差異推力控制方向是首選，應以方向舵與副翼控制方向，反推力與煞車減速，再以鼻輪轉向控制方向，最後若仍無法控制方向才使用差異推力。
2	落地後將油門收至 IDLE-Beta mode，方向用舵及副翼控制，正常情況不應使用差異推力控制方向，除非有不正常情況發生。
3	落地後優先使用方向舵與油門收至 Beta mode，若舵用滿仍無法維持方向控制，再使用差異推力，左偏拉右邊反推力，左邊維持 Beta 或往前 2~3psi，視狀況調整。
4	除非必要不會使用差異推力來控制方向，因為感覺不是很好控制，往往反應不是預期的樣子，使用會有不安全感。
5	本機型方向舵與鼻輪並無連接，落地後首要方向控制為方向舵，若方向舵控制方向不足，則使用差異推力，將偏側邊的動力手柄向前推適當量。
6	本人未使用此一修正法
7	落地使用方向舵即可
8	小心使用
9	個人尚未於落地階段使用差異推力操作
10	落地後方向舵與煞車無法修正方向時才使用差異推力，動力手柄須收至 Beta mode 再以收油門方式調整，以利減速
11	使用反槳的差異量對抗風向與風量造成之偏側，如左偏側則使用右反槳，使用的差異量與調整須謹慎並需快速反應
12	若因右側風機頭偏右，則依序使用左舵、增加右油門並減少左油門、使用左煞車、仍無法改正則使用鼻輪轉向
13	向左偏收右動力手柄，向右偏收左動力手柄

3. 請問您在飛行 DHC-6-400 型機，於落地使用差異推力控制航機方向時，對於操作航機右偏或左偏是否已經能夠直覺的操作；或是需要思考後，再做操作；或仍不適應使用差異推力？

<input type="checkbox"/>	(1) 已經能夠直覺的操作
<input type="checkbox"/>	(2) 需要思考後，再做操作
<input type="checkbox"/>	(3) 仍不適應使用差異推力

7 位受訪者勾選「(1) 已經能夠直覺的操作」；2 位受訪者勾選「(2) 需要思考後，再做操作」；2 位受訪者勾選「(3) 仍不適應使用差異推力」；2 位未勾選係分別以文字表達「正常落地不使用差異推力」及「此方法較難掌控，本人未使用」。

4. 請問您在操作 DHC-6-400 型機，適應使用差異推力控制航機方向過程中，是否曾有操作相反或險些操作相反之經驗（例如意欲操作航機偏右，卻險些錯誤操作偏左）？

<input type="checkbox"/>	(1) 是，請試著描述狀況：
<input type="checkbox"/>	(2) 否

4 位受訪者勾選「是」；7 位受訪者勾選「否」；2 位未勾選，係分別以文字表達「無法回答因為使用差異推力不是操作應有的概念」及「沒使用過」。受訪者文字意見摘要如表 2。

表 2 個人錯誤使用差異推力之經驗

編號	內容
1	無法回答因為使用差異推力不是操作應有的概念。
2	沒使用過。
4	本機型受側風影響大，即使操作方式正確，亂風會使得狀況更為複雜，若落地狀態不理想，可能需要使用差異推力時應重飛。
6	動力輸出時機無法完全掌握。
10	初期操作本機型時曾於滑行時飛機右側偏，誤收右油門，隨即使用煞車修正。
11	使用過量或不足時，均曾遭遇不預期的偏側，經由經驗累積後，已應改善。B-55571 機容易有不預期的偏側情況。

5. 請問您是否曾看過或聽聞過其他同仁於操作 DHC-6-400 型機時，於使用差異推力控制航機方向過程中，有操作相反或險些操作相反之經驗（例如意欲操作航機偏右，卻險些錯誤操作偏左）？

<input type="checkbox"/>	(1) 是，請試著描述狀況：
<input type="checkbox"/>	(2) 否

2 位受訪者勾選「是」；11 位受訪者勾選「否」。受訪者文字意見摘要如表 3。

表 3 他人錯誤使用差異推力之經驗

編號	內容
4	有聽過操作 B-55571 機較易有此情況發生。
11	起飛、滑行、落地階段皆曾聽聞過，但均能即時修正。

6. 請問您對於公司之訓練，是否得以幫助駕駛員適應使用差異推力於落地階段控制航機方向之看法，或其他對於公司訓練或管理之建議？

本題為開放式問題，受訪者書面回覆如表 4。依據受訪者之回覆，發現如下：

- (1) 實際飛行時使用差異推力控制方向頻率低。
- (2) 外籍教師機師施訓時並未針對落地時教導差異推力使用技巧，係本國籍教師機師教導。
- (3) 飛航組員建議透過技術研討會進行經驗交流改正操作觀念與技巧。
- (4) 建議使用模擬機進行差異推力使用訓練。

表 4 對公司飛行訓練之建議

編號	內容
1	使用差異推力作為方向控制的首要依據是錯誤的。
2	不建議於落地滾行階段使用差異推力控制方向，除非有不正常狀況，避免情況惡化。
4	公司刻在積極精進人員之操作技巧及要領，並持續召開技術研討會，藉由操作經驗分享與缺失分享，其使人員操作手法一致，並將錯誤觀念及操作方式修正。

5	外籍教師機師訓練中未曾明確教導差異推力使用技巧，現本國籍教師已討論出明確使用技巧於技研會中分享，飛行中已傳授與教學。
6	應使用模擬機訓練
10	公司訓練初期有滑行時使用差異推力保持正直滑行，滑行時會頻繁使用，但落地過程中只有少數會使用。
11	藉由技術研討會及經驗交流在知識與經驗上建立因應的方法與觀念。

六、 結論

1. 大多數的受訪者皆是於飛行 DHC-6-400 型機時，才開始學習使用差異推力控制航機方向。
2. 航機於地面滑行時會頻繁地使用差異推力保持平直滑行，落地階段實際使用頻率低。
3. 受訪者對於適不適合於落地階段使用差異推力控制方向之看法不一；認為可以使用者，對於差異推力使用時機與方式亦有不同的看法。
4. 13 位受訪者中僅 7 位認為自己落地時已能夠直覺地使用差異推力控制方向，其餘有 2 位表示需思考後再做操作，2 位表示仍不適應使用差異推力，其餘 2 位表示「正常落地不使用差異推力」及「此方法較難掌控，本人未使用」，顯示可能近半數之受訪者對於落地時使用差異推力控制方向之時機與技巧仍未達熟悉之程度。本事故機正駕駛員係認為自己已能夠直覺地使用差異推力控制方向。
5. 部分受訪者表示自己本身或曾聽聞其他同仁有錯誤使用差異推力之情形，顯示此類錯誤事故前可能亦曾發生過。
6. 部分受訪者表示事故機會有非預期偏側之情形，較難操控。
7. 有受訪者表示，外籍教師機師施訓時並未針對落地時教導差異推力使用技巧，係本國籍教師機師教導。

附錄 5 航務處自我督察檢查表

表 5-2 德安航空公司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			

附錄 6 航務處作業系統安全評估表

表單二 德安航空公司航務處航務作業系統安全評估表

單位項目 Assessment Department	評估項目 Assessment Item	正常執行否 Implementation	說明 Details if not implemented
飛航組員	A. 基本安全功能		
	1. 航圖導航資料更新分發抽檢	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	2. 飛航組員及機上手冊更新控管抽檢	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	B 精進品質		
	1. 飛航組員對航機性能理解	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
航務訓練	A. 基本安全功能		
	1. 機隊之新進訓練、升等訓練及考驗按標準實施。檢視人員訓練考驗紀錄	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	2. 機隊複訓是否按季節特性(冰雪風雨)及複訓循環計畫實施。抽檢人員複訓紀錄	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	3. 組員平時考核是否納入改善作為。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	B 精進品質		
	1. 機種訓練或考驗結果，訓練單位或總機師應審視進度及檢討機制	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	2. 訓練業務人員對於民航法規之航務訓練專業瞭解程度(有無訓練是否維持品質)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
機隊管理	A. 基本安全功能		
	1. 各機隊總機師、IP、飛航組員按時實施技術研討會和 IP 會議，確定每員均參加，不宜有持續未到人員，總機師或排班人員有無控管	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	2. 組員派遣執勤避免長時期以上限派遣，造成組員過勞。	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	B. 精進品質		
	1. 機隊考核項目是否依飛航項目執行，考核機師之適職與專業是否透過訓練組維繫	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	2. 機隊對 CFIT/ALAR 訓練之輔導和使用	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	