



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 106 年 6 月 10 日

凌天航空公司 Bell-206B 型機

國籍標誌及登記號碼 B-31118

於花蓮縣豐濱鄉執行空拍作業時墜毀

報告編號：ASC-FRP-17-10-001

報告日期：民國 106 年 10 月

本頁空白

目 錄

目 錄	ii
表 目 錄	vi
圖 目 錄	viii
英文縮寫對照簡表	xii
第1章 事實資料	1
1.1 飛航經過	1
1.2 人員傷害	4
1.3 航空器損害情況	4
1.4 其他損害情況	4
1.5 人員資料	4
1.5.1 正駕駛員甲	4
1.5.2 駕駛員事故前 72 小時活動	6
1.6 航空器資料	7
1.6.1 航空器與發動機基本資料	7
1.6.2 維修資訊	8
1.6.2.1 事故前維修紀錄	9
1.6.2.2 維修困難報告	9
1.6.3 發動機系統簡介	10
1.6.4 傳動系統自由飛輪簡介	10
1.6.5 載重與平衡	12
1.7 天氣資訊	13
1.7.1 天氣概述	13
1.7.2 地面天氣觀測	16
1.7.3 其他天氣資訊	17
1.8 助、導航設施	18

1.9 通信	18
1.10 場站資料	18
1.11 飛航紀錄器	18
1.11.1 座艙語音紀錄器	18
1.11.2 飛航資料紀錄器	18
1.11.3 航管雷達資料	19
1.11.4 機載錄影裝置	21
1.11.5 Cineflex ELITE 影像下載及判讀	21
1.11.6 主旋翼轉速計算	30
1.12 航空器殘骸與撞擊資料	30
1.12.1 事故現場及周遭環境	30
1.12.2 現場量測資料	33
1.12.3 航空器撞擊資料	34
1.13 醫學與病理	41
1.14 火災	42
1.15 生還因素	46
1.15.1 人員受傷情況	46
1.15.2 撞擊程度	46
1.16 測試與研究	47
1.16.1 航機結構及系統檢驗	47
1.16.1.1 機體結構	47
1.16.1.2 自由飛輪	50
1.16.2 發動機檢驗	50
1.16.2.1 發動機本體檢驗	50
1.16.2.2 發動機附件拆檢	52
1.16.3 燃油檢驗	53
1.16.3.1 燃油樣本檢驗	53
1.16.3.2 殘骸附近植物葉片燃油檢驗	54

1.16.4	警示面板燈泡檢測.....	54
1.16.5	火藥物爆炸檢測.....	58
1.17	組織與管理.....	59
1.17.1	人員職責及規定.....	59
1.17.2	人員訓練.....	61
1.17.3	危險品置放規定.....	64
1.17.4	直昇機性能及操作限制規定.....	64
1.18	其他資訊.....	66
1.18.1	訪談資料.....	66
1.18.1.1	正駕駛員乙訪談摘要.....	66
1.18.1.2	相關正駕駛員訪談紀錄.....	68
1.18.1.3	相關人員訪談摘要.....	69
1.18.1.4	航空維護工程師訪談資料.....	70
1.18.1.5	維修員甲訪談資料.....	71
1.18.1.6	維修員乙訪談資料.....	72
1.18.1.7	航務簽派員訪談資料.....	72
1.18.1.8	目擊者甲訪談資料.....	73
1.18.1.9	目擊者乙訪談資料.....	74
1.18.1.10	空拍助理訪談資料.....	75
1.18.1.11	民航局航務檢查員訪談資料.....	76
1.18.1.12	空拍公司主管訪談資料.....	77
1.18.1.13	資深飛航教師訪談資料.....	79
1.18.2	影片解讀.....	80
1.18.3	操作規定與限制.....	82
1.18.4	直昇機環狀渦流效應.....	86
1.18.5	燃油消耗.....	87
附錄1	民國106年4月26日發動機熄火調查報告.....	90
附錄2	臺北/高雄近場管制臺無線電通訊錄音抄件.....	98

附錄3	臺北/高雄近場管制臺電話錄音抄件.....	111
附錄4	機上紀錄裝置證物列表	120
附錄5	影像解讀報告	123
附錄6	主旋翼轉速解讀報告	157
附錄7	臺灣中油燃油化驗報告及燃油品質試驗報告.....	167
附錄8	空軍第一後勤指揮部燃油試驗報告	170
附錄9	消防署火災證物鑑定報告	173
附件清單		174

表 目 錄

表 1.2-1	人員傷亡表	4
表 1.5-1	正駕駛員甲基本資料表	5
表 1.6-1	航空器基本資料表	7
表 1.6-2	發動機基本資料表	8
表 1.6-3	事故機 100/300 小時定期檢查表	9
表 1.6-4	載重平衡表	13
表 1.12-1	事故現場量測表	34
表 1.18-1	影片抄件摘要表	80

本頁空白

圖 目 錄

圖 1.1-1	事故機飛航路徑示意圖	1
圖 1.1-2	事故機最後 2 分鐘飛航示意圖	3
圖 1.6-1	自由飛輪離合器轉子卡緊內外環示意圖	11
圖 1.6-2	自由飛輪離合器轉子脫開內外環示意圖	11
圖 1.6-3	縱向重心位置圖	12
圖 1.6-4	橫向重心位置圖	13
圖 1.7-1	0800 時亞洲地面天氣分析圖	14
圖 1.7-2	1200 時可見光衛星雲圖	15
圖 1.7-3	有效時間至 1400 時之低層顯著天氣圖	15
圖 1.7-4	中央氣象局自動氣象站位置圖	17
圖 1.7-5	靜浦自動氣象站風向風速紀錄圖	17
圖 1.11-1	雷達軌跡圖	20
圖 1.11-2	事故機 Mode-C 高度及地速圖	20
圖 1.11-3	於事故現場發現之 Cineflex ELITE 相機外觀圖	21
圖 1.11-4	第 1 段影片開始記錄及停止記錄比對圖	22
圖 1.11-5	第 72 段影片開始記錄及停止記錄比對圖	23
圖 1.11-6	第 72 段影片編號 5,400 幅影像圖	24
圖 1.11-7	事故機雷達軌跡及起飛位置	25
圖 1.11-8	第 45 段影片拍攝期間之雷達軌跡與機載影像軌跡 ..	26
圖 1.11-9	事故機於豐濱鄉空拍期間之雷達軌跡與機載影像軌跡	26
圖 1.11-10	第 72 段影像第 1 段落飛航軌跡與事故現場套疊圖 ..	27
圖 1.11-11	第 72 段影像第 2 段落飛航軌跡與事故現場套疊圖 ..	27
圖 1.11-12	第 72 段影像之飛航軌跡分析成果	28
圖 1.11-13	第 72 段影像之飛航軌跡分析成果	29
圖 1.11-14	第 72 段影像之飛航軌跡分析成果	30
圖 1.12-1	事故現場失火情況	31

圖 1.12-2	事故現場周遭環境圖	32
圖 1.12-3	事故機拍攝之事故現場影片截圖	32
圖 1.12-4	事故現場殘骸分布圖及空照圖	33
圖 1.12-5	主殘骸分布圖及近景圖	34
圖 1.12-6	尾桁斷落情形	36
圖 1.12-7	機身結構及蒙皮完全焚毀情形	36
圖 1.12-8	主齒輪箱外殼燒熔內部齒輪裸露情形	37
圖 1.12-9	左、右滑橈折斷插入地面情形	37
圖 1.12-10	兩片尾旋翼片折斷情形	38
圖 1.12-11	垂直安定面損害情形	38
圖 1.12-12	燃油管接頭斷落情形	39
圖 1.12-13	發動機損害情形	39
圖 1.12-14	各殘骸於機體相對位置圖	40
圖 1.12-15	散佈於主殘骸附近之殘骸	40
圖 1.12-16	散佈於主殘骸附近之部分尾桁蒙皮	41
圖 1.14-1	現場消防救援影片截圖	42
圖 1.14-2	消防救援人員初期滅火情形	43
圖 1.14-3	消防救援人員滅火狀況	43
圖 1.14-4	事故機於事故現場燃燒情形	43
圖 1.14-5	現場消防救援影片截圖	44
圖 1.14-6	事故機滅火後殘骸圖	44
圖 1.14-7	燃油噴濺現場圖	45
圖 1.14-8	燃油噴濺痕跡圖	45
圖 1.15-1	安全帶鎖扣殘骸圖	46
圖 1.15-2	左右滑橈插入地面狀況	47
圖 1.15-3	滑橈殘骸重組狀況	47
圖 1.16-1	L 型油箱燒毀情形	48
圖 1.16-2	油箱底部內外燒毀狀況	49

圖 1.16-3	油箱底部外觀狀況	49
圖 1.16-4	油箱底部燒毀狀況	50
圖 1.16-5	壓縮器定子及葉片刮痕	52
圖 1.16-6	遭受火燒之警示燈面板圖	55
圖 1.16-7	備用燈燈座及燈泡圖	55
圖 1.16-8	轉速警示燈燈座及燈泡圖	56
圖 1.16-9	備用燈泡 A 之電腦斷層掃描照片	56
圖 1.16-10	備用燈泡 B 之電腦斷層掃描照片	57
圖 1.16-11	低轉速警示燈泡 C 之電腦斷層掃描照片	57
圖 1.16-12	低轉速警示燈泡 D 之電腦斷層掃描照片	57
圖 1.16-13	事故機之機外搭地線圖	58
圖 1.18-1	受訪者於事故當時目擊事故直昇機飛行軌跡	74
圖 1.18-2	最大馬力狀況下之最大爬升率	85
圖 1.18-3	地面效應外之滯空升限	85
圖 1.18-4	臨界相對風之方位區域	86
圖 1.18-5	海平面/溫度 15°C 條件下燃油消耗量	88

本頁空白

英文縮寫對照簡表

MSTS	multi sensor tracking system	多重監測追縱系統
STC	supplemental type certificate	補充型別認證

本頁空白

第1章 事實資料

1.1 飛航經過

民國 106 年 6 月 10 日，凌天航空公司（以下簡稱凌天）一架 Bell 206B3 型直昇機，國籍標誌及登記號碼 B-31118，執行阿布電影公司於南部、花東地區之空中拍攝作業。該機於臺北時間約 1045 時自臺東縣池上鄉法林寺臨時起降場起飛，機上載有正駕駛員及空中拍攝作業員（以下簡稱空拍員）2 員。約於 1154 時，該機墜落於花蓮縣豐濱鄉協進農場內，航機起火焚毀，機上 3 名人員死亡，事故機飛航路徑示意如圖 1.1-1。



圖 1.1-1 事故機飛航路徑示意圖

事故前一日 6 月 9 日 1900 時，執行該作業之機組人員含正駕駛員 2 員、機工長、油車駕駛 2 員、業務人員及空拍員 2 員，於屏東楓港一處餐廳內進行 6 月 10 日之任務提示，內容含有任務概述、航機狀況、機組員個人資料、任務分派、航路狀況、天氣狀況/飛航公告、緊急程序背誦、臨時起降場注意事項及應注意天氣變化及障礙物清除之處置。

6 月 10 日當日第一批預計自 0630 時起，事故機由楓港臨時起降場起飛，沿恆春-墾丁-鵝鑾鼻執行南臺灣之拍攝作業，之後返回楓港落地。第二批 0830 時自楓港起飛，沿恆春、港仔鼻飛渡至臺東池上法林寺之臨時起降場。第三批 1500 時起飛，執行玉里、瑞穗、豐濱空拍任務後，返回池上落地。該任務飛航組員之安排係單一駕駛員操作，第一批及第二批由正駕駛員乙擔任操控駕駛員，第三批由正駕駛員甲（事故正駕駛員兼該次任務領隊）擔任操控駕駛員。提示過程中，空拍員甲曾建議事故當日之第三批任務改為 1045 時，經討論後因考量飛航組員之飛航時間限制及機工長之調派不易，任務領隊決定維持原計畫。

事故當日，第一批任務約於 0630 時自楓港臨時起降場起飛，由正駕駛員乙坐於右座擔任操控駕駛員，空拍員甲坐於左座，空拍員乙坐於後座。依據訪談紀錄，該機起飛後，正駕駛員乙無法與航管取得聯繫，於附近盤旋約 10 分鐘後返降，後於 0645 時再次起飛，與航管通聯正常。期間，空拍員甲曾以手機傳訊息，詢問業務人員：「要不要換飛」，經業務人員轉告任務領隊，任務領隊表示同意。當日第一批任務執行正常，約於 0830 時返回楓港落地，於落地前正駕駛員甲以無線電通知正駕駛員乙，下一批換手由正駕駛員甲擔任操控駕駛員。第二批任務操控駕駛員改為正駕駛員甲，空拍員仍分別坐於左座及後座，執行空拍作業。該機約於 0845 時起飛至臺東池上臨時起降場，約 1020 時到臺東池上落地。落地後執行不關車加油，加油過程中，正駕駛員甲全程坐於駕駛座上未曾下機。第三批任務約於 1045 時起飛至玉里、瑞穗、豐濱地區執行空拍任務。

依據雷達資料及事故機上之錄影紀錄，該機約於 1146 時位於秀姑巒溪

出海口，高度約 2,100 呎，飛航狀況正常。約於 1152 時位於豐濱鄉長虹橋附近，高度約 1,400 呎，沿秀姑巒溪向西飛航。約於 1153:28 時至 1153:46 時，機載攝影機拍得事故機主旋翼旋轉畫面，經計算測得當時主旋翼轉速約為 97%，航機航向約為 150 度左轉中，高度有下降趨勢。1154:15 時，該機高度約為 850 呎、距地面約 550 呎、下降率約為 900 呎/分。1154:15 時至 1154:27 時，航機高度自 850 呎改變至 580 呎，距地面約 285 呎。1154:34 時，機載攝影機再次拍得事故機主旋翼旋轉畫面，計算出當時主旋翼轉速約為 52%~38%，航機同時有抖動現象，當時航機之航向約為 250 度，至此機載攝影機終止記錄。

現場目擊者甲發現航機墜落於北緯 $23^{\circ}28'24.19''$ ，東經 $121^{\circ}28'45.49''$ ，標高約為 295 呎（90 公尺）之農園斜坡處。該機墜落前最後 2 分鐘飛航示意如圖 1.1-2。另一位於墜機地點東方之目擊者乙指出，該機墜落前速度很慢，姿態及發動機聲音並無異常現象，飛機沿著山勢向下，方向很穩，沒有旋轉及停頓現象，旋翼轉動聲音也覺得正常，之後飛機便消失在山坡上。

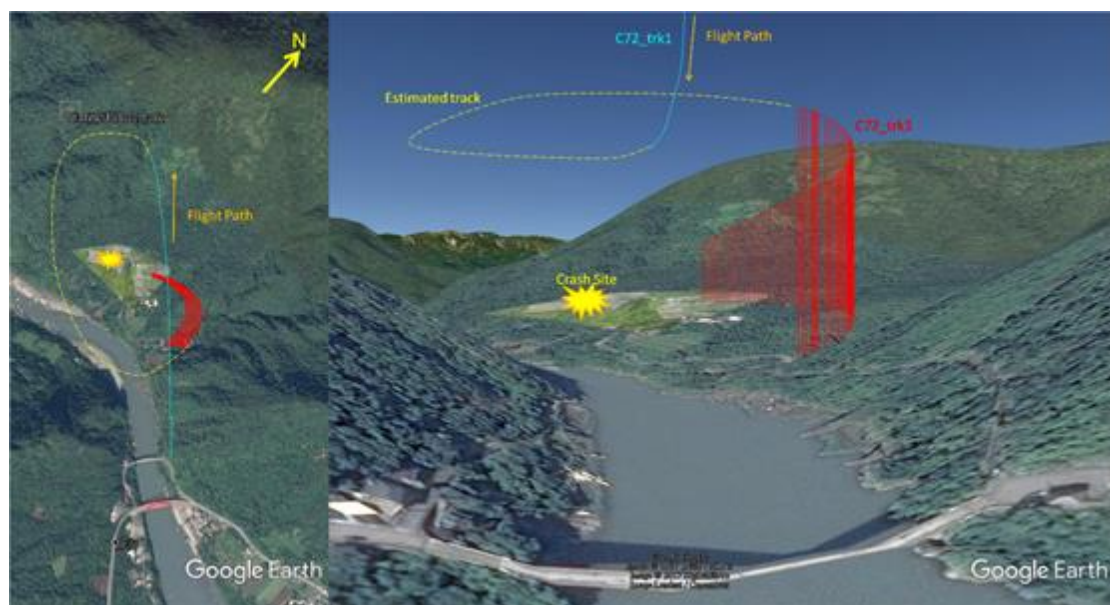


圖 1.1-2 事故機最後 2 分鐘飛航示意圖

1.2 人員傷害

事故機共搭乘 3 名人員，包括駕駛艙右座之正駕駛員甲、駕駛艙左座之空拍員甲及客艙右座之空拍員乙，傷亡情形如表 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	1	0	2	0	3
重傷	0	0	0	0	0
輕傷	0	0	0	0	0
無傷	0	0	0	0	0
總人數	1	0	2	0	3

1.3 航空器損害情況

航空器全毀。

1.4 其他損害情況

無其他損害。

1.5 人員資料

1.5.1 正駕駛員甲

正駕駛員甲基本資料如表 1.5-1。

表 1.5-1 正駕駛員甲基本資料表

項 目	正駕駛員甲
性 別	男
事 故 時 年 齡	53
進 入 公 司 日 期	民國 95 年 8 月
航 空 人 員 類 別	直昇機商用駕駛員 302xxx
檢 定 項 目	BELL-206
到 期 日 期	民國 106 年 3 月 14 日 民國 111 年 3 月 13 日
體 檢 種 類	乙類駕駛員
終 止 日 期	民國 106 年 12 月 31 日
總 飛 航 時 間	5,529 小時 17 分
事 故 機 型 飛 航 時 間	2,156 小時 7 分
最 近 12 個 月 飛 航 時 間	273 小時 52 分
最 近 90 日 內 飛 航 時 間	31 小時 4 分
最 近 30 日 內 飛 航 時 間	7 小時 25 分
最 近 7 日 內 飛 航 時 間	5 小時 50 分
事 故 前 24 小 時 內 已 飛 時 間 ¹	6 小時 40 分
事 故 前 休 息 時 間	9 小時 30 分

正駕駛員甲為中華民國籍，民國 95 年 8 月進入凌天。持有中華民國直昇機商用駕駛員檢定證，檢定項目欄內之註記為：「BELL-206 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：「BELL-206 VFR ONLY」，特定說明事項欄內之註記為：空白。

¹ 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。

正駕駛員甲原為軍用直昇機飛行員，進入凌天後於民國 95 年 9 月 5 日通過 BELL-206 型機副駕駛員檢定給證考試，開始擔任 BELL-206 型機副駕駛員。民國 96 年 3 月 14 日完成正駕駛員升等訓練開始擔任 BELL-206 型機正駕駛員。正駕駛員甲於民國 106 年 3 月 9 日完成 106 年度之年度複訓（含性能飛行、緊急程序、基本儀器飛行），訓練簽署欄內容為：符合程序及要求標準，並於民國 106 年 3 月 10 日實施年度複訓考驗，考驗結果及格，符合 BELL-206 型機正駕駛員目視（VFR ONLY）資格標準。

有關緊急程序訓練，凌天 BELL 206B3 直昇機操作手冊第七章列有帶動力下沉緊急程序、第八章列有不良天候操作程序。

正駕駛員甲體格檢查種類為乙類駕駛員，上次體檢日期為民國 105 年 12 月 15 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 glasses for near vision.*」。

1.5.2 駕駛員事故前 72 小時活動

依據執行該作業其他機組人員提供正駕駛員甲事故前 72 小時之活動資料如下：

6 月 8 日： 休假。

6 月 9 日： 0700 時起床及早餐，0900 時至機場辦公室接受酒測，0930 時開始執行飛行前檢查。1030 時起飛，1224 時於臺南善化落地加油。1250 時第二批起飛，1440 時楓港落地關車休息。1630 時第三批起飛，1805 時落地關車清洗發動機。1910 時晚餐並實施任務歸詢及次日任務提示。2000 時就寢。

6 月 10 日： 0530 時起床及早餐，0600 時執行飛行前檢查。0630 時第一批任務起飛。0630 時至 0830 時於地面監控飛航狀況。0845 時起飛執行第二批任

務，1020 時於池上落地。1045 時第三批起飛直至 1154 時發生事故。

1.6 航空器資料

1.6.1 航空器與發動機基本資料

事故航空器基本資料統計至民國 106 年 6 月 10 日，如表 1.6-1。

表 1.6-1 航空器基本資料表

航空器基本資料表	
國 籍	中華民國
國 籍 標 誌 及 登 記 號 碼	B-31118
機 型	206B3
製 造 廠 商	Bell Helicopter TEXTRON
出 廠 序 號	4552
出 廠 日 期	民國 90 年 11 月 23 日
交 機 日 期	民國 90 年 11 月 27 日
所 有 人	凌天航空公司
使 用 人	凌天航空公司
國 籍 登 記 證 書 編 號	90-836
適 航 證 書 編 號	105-08-172
適 航 證 書 生 效 日	民國 105 年 8 月 1 日
適 航 證 書 有 效 期 限	民國 106 年 7 月 31 日
總 使 用 時 數	4,627 小時 43 分
總 落 地 次 數	9,300 次
上 次 定 檢 種 類 及 日 期	100 小時檢查/民國 106 年 4 月 13 日
上 次 定 檢 後 使 用 時 數	22 小時 51 分
上 次 定 檢 後 落 地 次 數	23 次
最 大 起 飛 重 量	3,200 磅
最 大 落 地 重 量	3,200 磅

事故機發動機基本資料統計至民國 106 年 06 月 10 日，詳表 1.6-2。

表 1.6-2 發動機基本資料表

發動機基本資料表	
製 造 商	Rolls-Royce
型 號	250-C20J
序 號	CAE-270910
製 造 日 期	民國 90 年 8 月 29 日
上 次 定 檢 種 類	100 小時檢查
上 次 定 檢 日 期	民國 106 年 4 月 13 日
上次定檢後使用時數	22:51 小時
裝 機 後 使 用 時 數	4,472:37 小時
裝 機 後 使 用 週 期	2,591 週期

1.6.2 維修資訊

檢視該機事故前六個月之飛行前/後檢查及過境檢查紀錄、事故前最後一次定檢紀錄及延遲改正缺點紀錄，皆無異常發現；檢視該機事故前六個月內之飛航紀錄表，滑油無異常消耗狀況；審視該機適航指令及服務通告紀錄，均依時限及期程執行管制。

檢視該機事故前半年之 100/300 小時定期檢查作業(詳表 1.6-3)紀錄，各組件包含動力相關系統均無異常發現。

依據凌天維護計畫內容，專案調查小組檢視該機所有與動力系統相關之歷時、歷日定期檢查項目，除 100/300 小時定期檢查項目外，另有 500、600、1,000 及 1,500 小時檢查，無異常登錄。

依凌天燃油添加車（以下簡稱油車）作業規定，直昇機油車加油作業前須執行油車燃油含水檢查。檢視油車作業紀錄表，凌天車號 5009-N7 之油車（以下簡稱油車甲）及車號 0152-EJ 之油車（以下簡稱油車乙）兩輛油車最近一次檢查日期均為 6 月 8 日。

檢視該機補充型別認證（supplemental type certificate，以下簡稱 STC）

項目，該機安裝機外攝影機之 STC 相關文件完整。

表 1.6-3 事故機 100/300 小時定期檢查表

檢查項次	執行日期	總飛行時數	檢查時距(飛時)	備考
1	105.11.05	4339:36	90	100 小時定檢
2	105.12.10	4423:32	83	100 小時定檢
3	106.01.14	4523:26	99	100/300 小時定檢
4	106.04.13	4604:52	81	100 小時定檢

1.6.2.1 事故前維修紀錄

查閱該機事故發生前一年內之維修紀錄，該機於事故發生前有關發動機動力維修項目計有 2 項如下：

- 民國 106 年 5 月 5 日執行油門調校驗證

紀錄內容：*EPM-106145 PFM EO-2017-02 (Throttle rigging verification) then GND RUN CHK NML.. A/C & Engine return to service.*(譯：油門調校後，執行地面試車驗證結果正常，發動機恢復妥善。)

- 民國 106 年 5 月 23 日執行動力渦輪調速器更換

紀錄內容：*P.T. Governor replacement PN 23086747 SN HR47666 OFF TSN 2117:05FH TSO 1073:33FH, PN M250-10817 SN HR200222 ON TSN 1377.7FH & GND RUN Test NML.* (譯：執行動力渦輪調速器更換，拆除件件號：23086747，序號：HR47666，自新品使用時間 2117:05 小時，自翻修後使用時間 1073:33 小時。安裝件件號 M250-10817，序號 HR200222，自新品使用時間 1377.7 小時。更換後執行地面試車結果正常。)

1.6.2.2 維修困難報告

民國 106 年 4 月 26 日該機執行駕駛員機種轉換訓練時，曾發生發動機

熄火狀況，因而邀請發動機製造廠、民航局及本會進行操作困難調查，凌天於 5 月 9 日召開維修困難檢討會議，並於當日發布該次發動機熄火調查報告（詳附錄 1）。該調查報告指出，發動機熄火可能肇因為副駕駛油門連桿長期使用老化，各連桿累積間隙導致油門指示位置過低，燃油供給不正常造成發動機熄火。凌天洽原廠協助並完成缺改及維護飛行後，該機至事故前一日止，期間共計飛行 12:19 小時，無重複故障紀錄。

凌天於事件後修訂該型機 100 小時及 300 小時定期檢查工單，增加正、副駕駛快、慢速油門位置檢查項目，同時檢討直昇機操作手冊，於地面檢查及實施自動旋轉課目操作前檢查正、副駕駛手油門行程，並持續監控各架機油門行程設定與操作檢查狀況。

1.6.3 發動機系統簡介

事故機裝置 Rolls-Royce 公司的 Allison 250-C20J 型渦輪軸發動機，該型發動機由 6 級軸向及 1 級離心式壓縮器、單燃燒室、2 級氣體產生氣渦輪及 2 級動力渦輪所組成，發動機動力輸出經由發動機附件齒輪箱，將動力傳遞至主、尾齒輪箱再驅動主、尾旋翼。

該型發動機燃油系統組件包含燃油泵、燃油控制器、動力渦輪調速器及燃油噴嘴。動力渦輪調速器為發動機轉速之主要控制裝置，依駕駛員設定的動力需求，動力渦輪調速器可自動調整燃油供應量，以達到設定之速度及負載需求。

1.6.4 傳動系統自由飛輪簡介

依據製造廠分類，自由飛輪屬機體零附件。自由飛輪（freewheel）組件包含外殼、內環、外環及離合器轉子（以下簡稱 sprag），自由飛輪安裝於發動機附件齒輪箱上，自由飛輪內環直接與發動機動力輸出軸締結，發動機正常運轉時藉由內環推動 sprag 移位伸展，卡住自由飛輪內外環，然後透與外環締緊之傳動軸，將發動機動力傳送至主齒輪箱傳動軸驅動主、尾

旋翼（詳圖 1.6-1）。

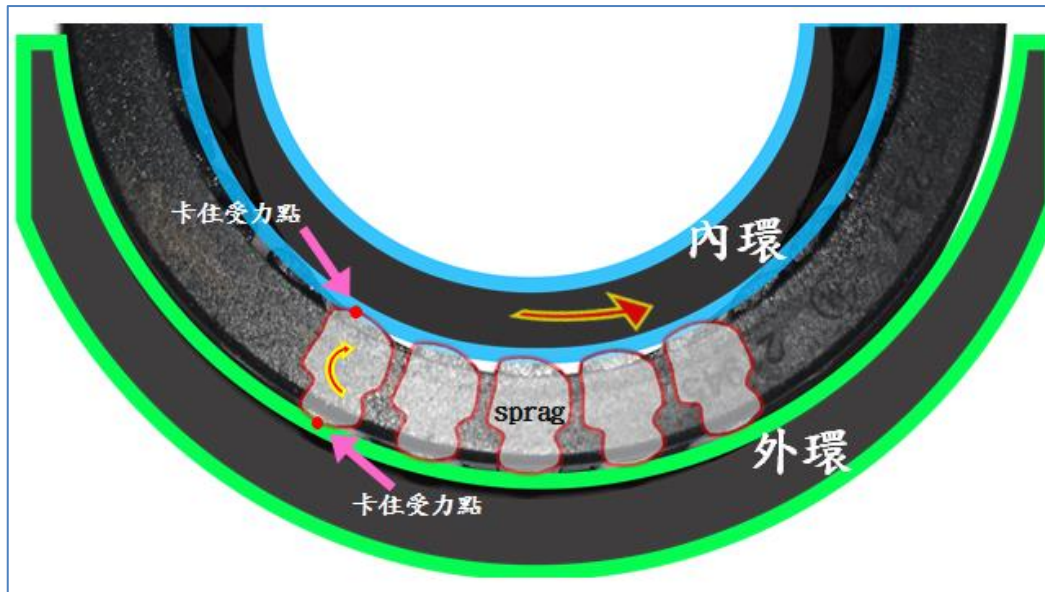


圖 1.6-1 自由飛輪離合器轉子卡緊內外環示意圖

當直昇機進入自動旋轉時，主旋翼會帶動主齒輪箱驅動外環，使 sprag 歪斜縮短，而與內外環鬆脫，使自由飛輪與發動機脫離（詳圖 1.6-2）以減少發動機端之阻力，旋轉中之主旋翼可直接驅動主齒輪箱、尾旋翼以及安裝在主齒輪箱上之附件。

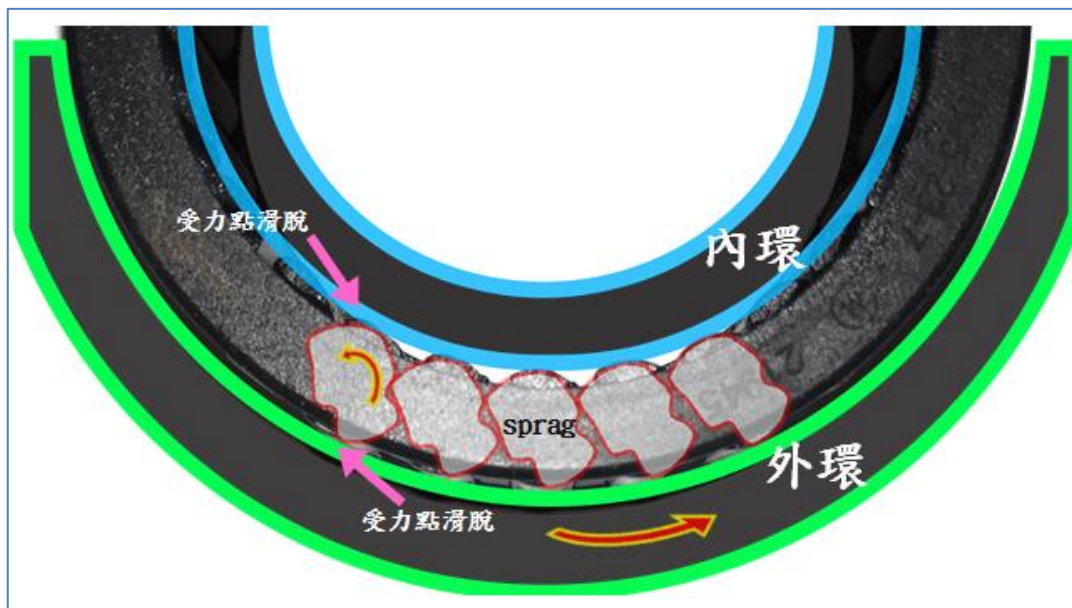


圖 1.6-2 自由飛輪離合器轉子脫開內外環示意圖

1.6.5 載重與平衡

事故機之縱向重心位置如圖 1.6-3，橫向重心位置如圖 1.6-4。依據該機事故飛航之載重平衡表及操作飛航計畫，其載重及平衡相關資料如表 1.6-4。

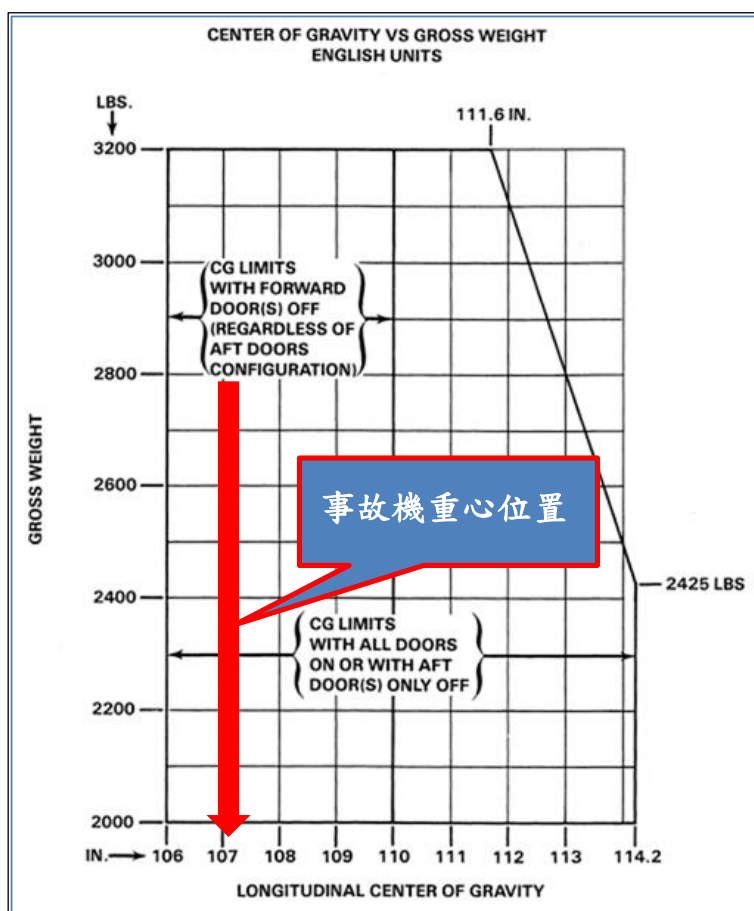


圖 1.6-3 縱向重心位置圖

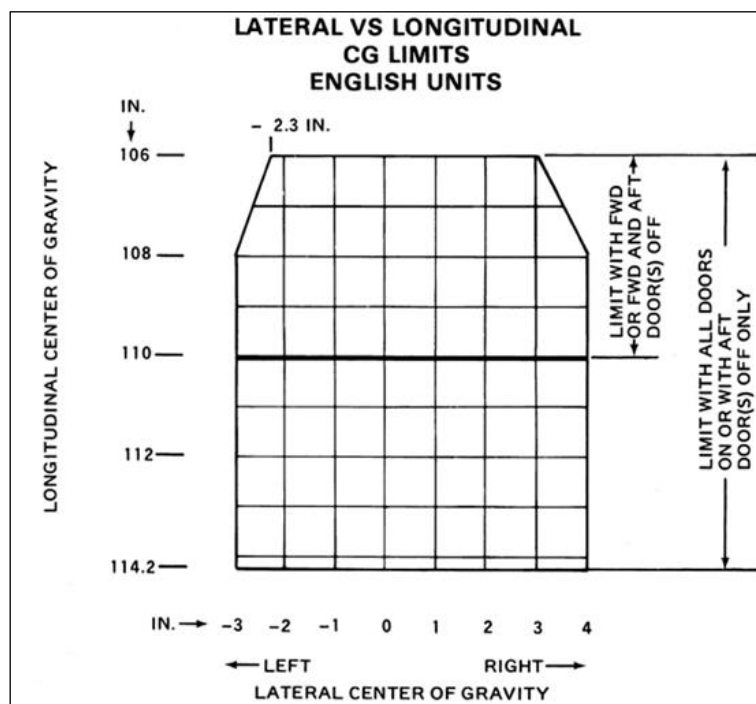


圖 1.6-4 橫向重心位置圖

表 1.6-4 載重平衡表

基本空機重量	2,002.5 磅
最大起飛總重	3,200.0 磅
實際起飛總重	3,193.8 磅
起飛油量	476.0 磅
航行耗油量	306.0 磅
最大落地總重	3,200.0 磅
實際落地總重	2,887.8 磅
起飛重心位置（縱向/橫向）	107.3/0.13 （英吋）

1.7 天氣資訊

1.7.1 天氣概述

事故當日 0800 時亞洲地面天氣分析圖顯示高氣壓 1014 百帕，位於日本南方海面（北緯 23°，東經 134°），向東移動（詳圖 1.7-1），臺灣地區為多雲到晴，白天氣溫偏高，地面盛行西南風。根據日本 Himawari-8 氣象衛星 1200 時可見光衛星雲圖（詳圖 1.7-2）及紅外線衛星雲圖，海岸山脈有

積雲產生。

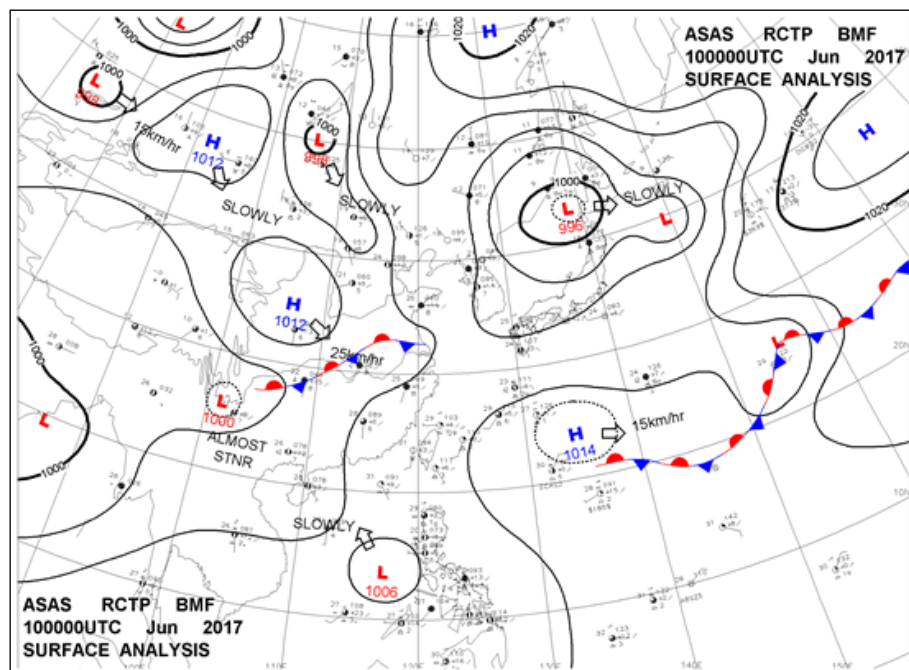


圖 1.7-1 0800 時亞洲地面天氣分析圖

事故前後臺北飛航情報區無顯著危害天氣資訊 (SIGMET) 及低空危害天氣資訊 (AIRMET)。有效時間至 1400 時之低層顯著天氣圖 (SIGWX CHART, 詳圖 1.7-3) 預報山區有積雲或積雨雲, 雲底高度 1,700 呎, 東部地區地面為西南風, 風速約 5 至 10 浬/時, 1,000 呎高度為南風, 風速約 15 浬/時。

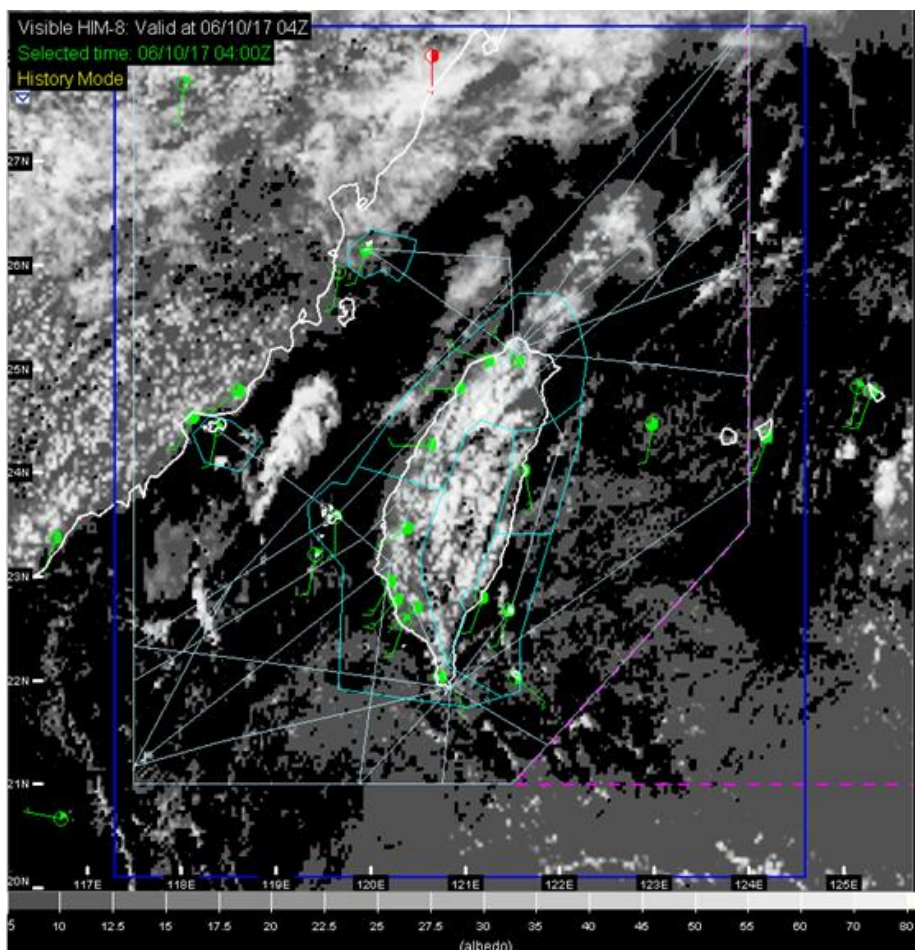


圖 1.7-2 1200 時可見光衛星雲圖

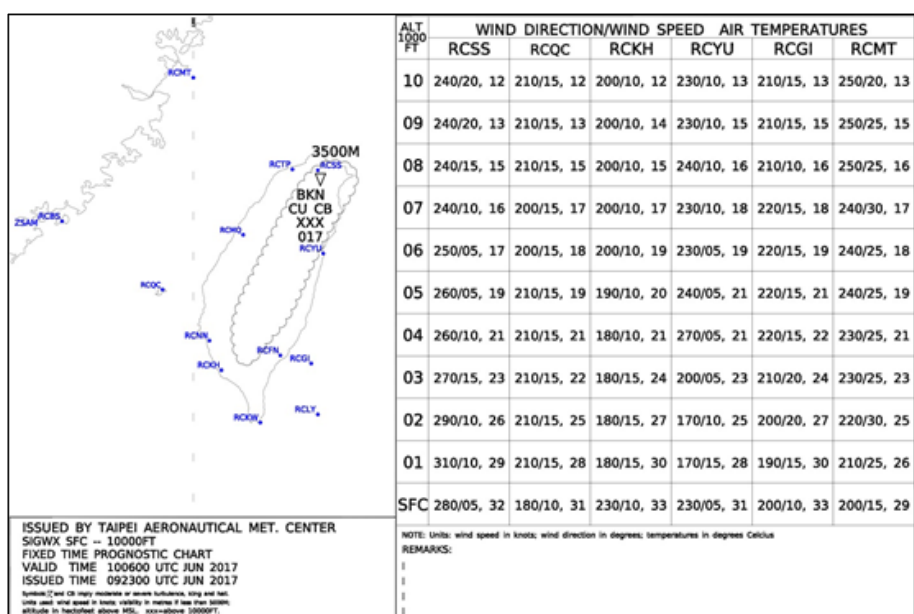


圖 1.7-3 有效時間至 1400 時之低層顯著天氣圖

1.7.2 地面天氣觀測

事故當日位於事故地點北方約 33 哩之花蓮機場與位於事故地點南南西方約 46 哩之臺東機場 1200 時地面天氣觀測紀錄如下：

花蓮機場例行天氣報告：風向 170 度，風速 16 哩/時；能見度大於 10 公里；稀雲 1,000 呎、疏雲 3,000 呎；溫度 31°C，露點 25°C；高度表撥定值 1009 百帕；趨勢預報—無顯著變化；高度表撥定值 29.81 吋汞柱。

臺東機場例行天氣報告：風向 180 度，風速 11 哩/時，風向變化範圍 140 度至 230 度；能見度大於 10 公里；稀雲 1,600 呎；溫度 31°C，露點 26°C；高度表撥定值 1010 百帕；趨勢預報—無顯著變化；備註—04 跑道風向 170 度，風速 12 哩/時；高度表撥定值 29.85 吋汞柱。

事故地點位於海岸山脈東面近秀姑巒溪北岸，四周地形起伏大。附近之中央氣象局自動氣象站如圖 1.7-4 所示，事故前後花東縱谷觀測之風向為南風，風速約 1 至 2 哩/時，東海岸之風速較強，1200 時相關自動氣象站天氣紀錄如下：

- 靜浦（位於事故地點東南方 1.4 哩、高度 92 公尺）：風向 160 度，風速 11 哩/時；溫度 29.0°C。
- 豐濱（位於事故地點北北東方 6.9 哩、高度 152 公尺）：風向 210 度，風速 8 哩/時；溫度 29.2°C。
- 長濱（位於事故地點南南西方 11.7 哩、高度 288 公尺）：風向 150 度，風速 4 哩/時；溫度 29.3°C。

距離事故地點最近之靜浦自動氣象站 0800 時至 1400 時 10 分鐘平均風向風速紀錄如圖 1.7-5，1000 時之後風向約 160 度，風速約 8-11 哩/時。



圖 1.7-4 中央氣象局自動氣象站位置圖

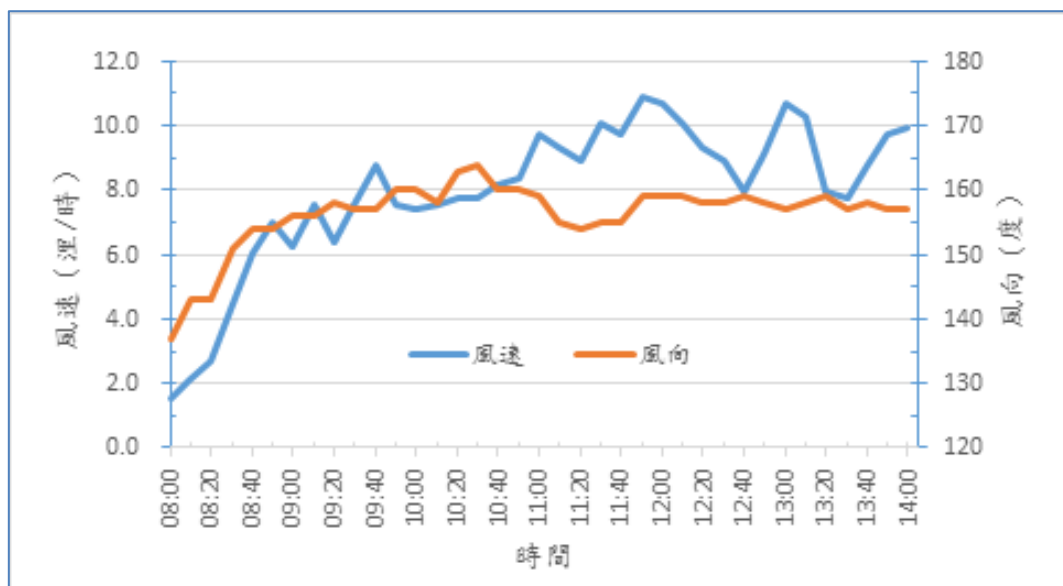


圖 1.7-5 靜浦自動氣象站風向風速紀錄圖

1.7.3 其他天氣資訊

依據警方抵達事故現場錄影畫面，約 1220 時殘骸起火燃燒煙霧飄散狀

況，以及附近植被晃動狀況判斷，地面風向為東北東風，風速約 10 哩/時²。

依據事故機當日空拍影片觀測之天氣，事故地區附近空域之雲狀分布為：稀雲約 1,500~2,000 呎；疏雲約 2,000 呎。

1.8 助、導航設施

無相關議題。

1.9 通信

高雄近場管制臺臺東席、臺北近場管制臺花蓮席分別以 119.4/119.5 MHz、135.8/124.0 MHz 頻率與該機進行無線電通訊。臺北近場管制臺、高雄近場管制臺管制該機之無線電通訊錄音抄件詳附錄 2，與凌天地面人員之平面通訊錄音抄件詳附錄 3。因舞鶴無線電臺之訊號發射功能故障，以及受地障影響，部分時段無線電無法直接構聯，係以凌天地面人員或其他在空機轉達的方式進行構聯。

1.10 場站資料

無相關議題。

1.11 飛航紀錄器

1.11.1 座艙語音紀錄器

該型機最大起飛總重未達 3,180 公斤，依我國航空器飛航作業管理規則，無須安裝座艙語音紀錄器，該機亦未安裝座艙語音紀錄器。

1.11.2 飛航資料紀錄器

² 風向風速觀測係由計算煙霧之移動方向及速度，輔以蒲福風級表推估。

該型機最大起飛總重未達 7,000 公斤，依我國航空器飛航作業管理規則，無須安裝飛航資料紀錄器，該機亦未安裝飛航資料紀錄器。

1.11.3 航管雷達資料

事故後本會取得民航局飛航服務總臺提供之多重監測追蹤系統（multi sensor tracking system，以下簡稱 MSTS）資料，包括：GPS 時間、經度、緯度、Mode-C 高度、訊號源等。

依據該 MSTS 資料，當日 MSTS 記錄時間範圍 1046:52 時至 1146:39 時，每筆資料間格約 5 秒。圖 1.11-1 為民航局 MSTS 之平面航跡圖。圖 1.11-2 為事故機之 Mode-C 高度及地速變化圖。

1046:52 時，事故機位於臺東縣池上鄉公所上空 2,100 呎，沿著秀姑巒溪往北飛行。1055:14 時，該機位於花蓮縣玉里鎮之豐坪溪與秀姑巒溪交會處上空 3,200 呎。1120:12 時，該機位於花蓮縣瑞穗鄉之富源溪與秀姑巒溪交會處上空 5,100 呎。1122 時至 1134 時期間，花東航管雷達無法偵測到該航機。

1134:04 時至 1146:39 時期間，該機沿著秀姑巒溪往下游執行空拍，高度低於 3,000 呎，受地形遮蔽影響，MSTS 未涵蓋事故發生期間之航跡。花東航管雷達資料顯示，事故機最後一分鐘的航跡位於秀姑巒溪出海口東北邊 1.5 海浬，高度 3,000 呎。

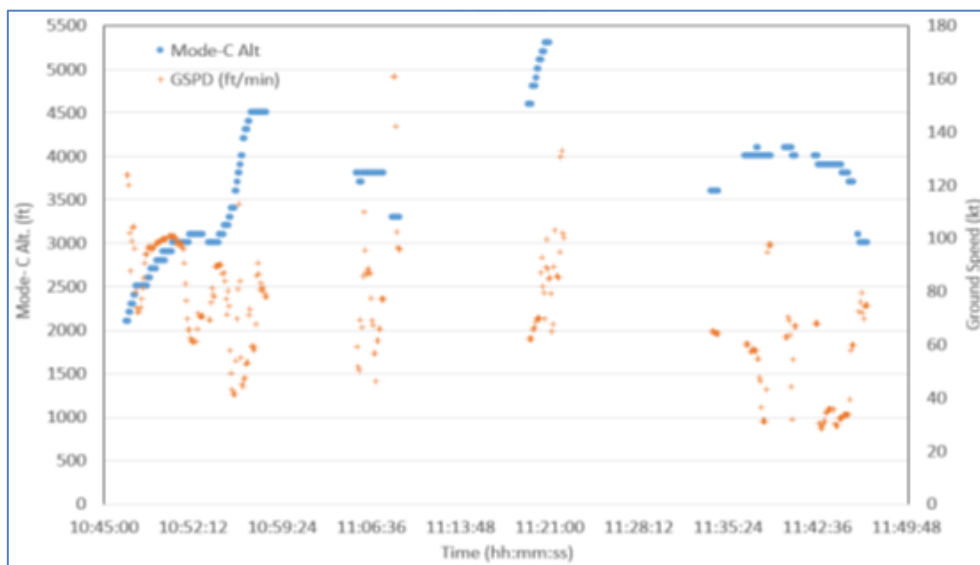


圖 1.11-1 雷達軌跡圖

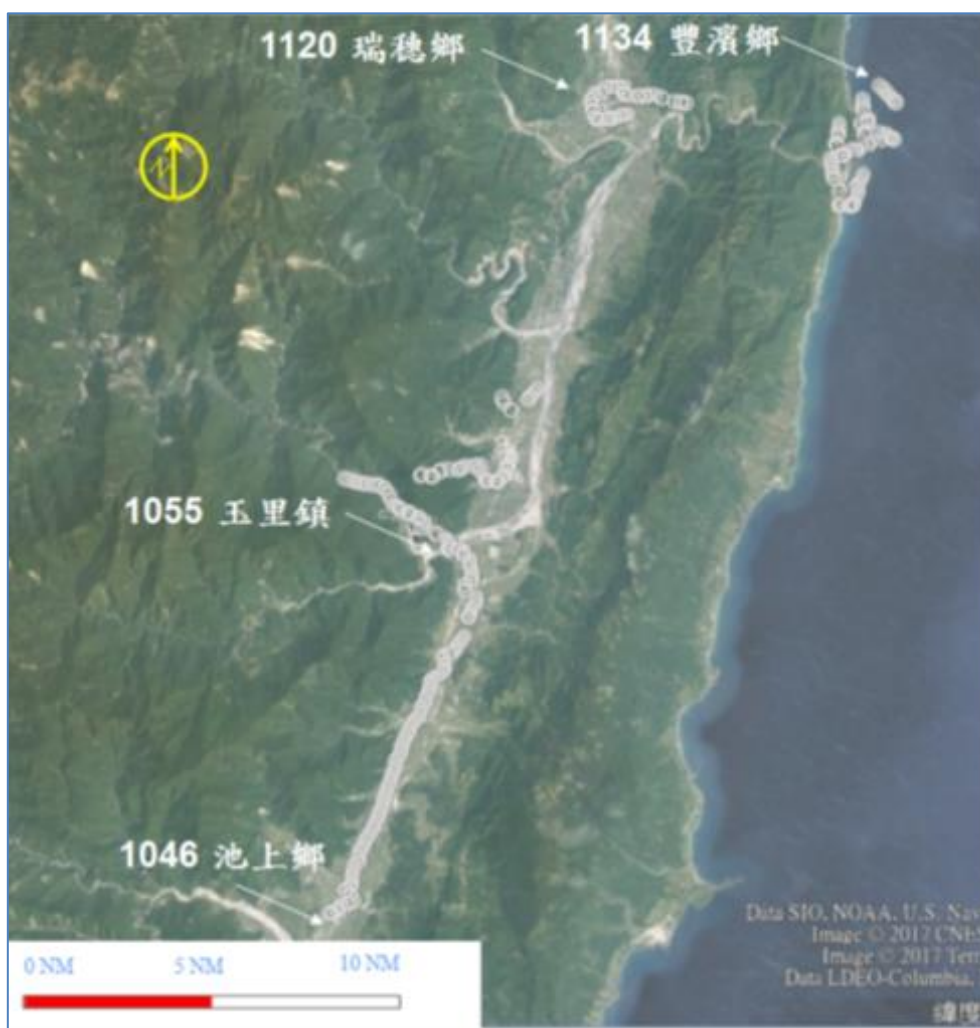


圖 1.11-2 事故機 Mode-C 高度及地速圖

1.11.4 機載錄影裝置

本會調查人員從事故現場蒐集相關錄影及錄音證物，經送回本會實驗室後進行編碼、清理及損壞檢視，詳附錄 4。事故機上的機載攝影機，證物編號為「LAB 001」，其內部資料儲存卡 RED MINI-MAG 證物編號為「LAB 001A」詳圖 1.11-3。



圖 1.11-3 於事故現場發現之 Cineflex ELITE 相機外觀圖

1.11.5 Cineflex ELITE 影像下載及判讀

事故機裝置一套高解析度空中攝影設備 Cineflex ELITE，相關規格及解讀資料詳附錄 5。該裝備可以選配 GPS 接收機，以記錄 GPS 時間及 GPS 軌跡。經查證，事故機裝置之 Cineflex ELITE 攝影機，未外接 GPS 訊號且時間系統需要校正。

事故第二日，本會取得上述空照設備及其記憶卡並會同阿布電影公司人員進行下載，共取得 72 段影片，總長度 46 分 2.81 秒，包含該機自臺東縣池上鄉起飛、空拍作業以及該機墜毀前但未包含最後墜毀的畫面。72 段

影片依序編號為 01 至 72。該影片之解析度為 $5,120 \times 2,700$ ，錄影格式為每秒 47.95 幅畫面 (frame)，亦即每幅畫面間隔 0.021 秒。

比對 MSTS 航跡後，時間精度約 ± 15 秒 (3 筆雷達資料)。第一段影片開始記錄時間約 1045:45 時；最後一段影片長度為 137 秒，共有 6,570 幅畫面，記錄時間約為 1152:20.8 時至 1154:37.7 時。

圖 1.11-4 為第 1 段影片之第一幅及最後一幅，參考位置為臺東縣池上鄉法林寺西邊約 1 公里往西拍攝。圖 1.11-5 為第 72 段影片之第一幅及最後一幅，參考位置為花蓮縣豐濱鄉往秀姑巒溪上游拍攝。圖 1.11-5 標記"AA"為距事故現場水平相距約 1,000 公尺，海拔高度約 280 公尺的東邊山丘。

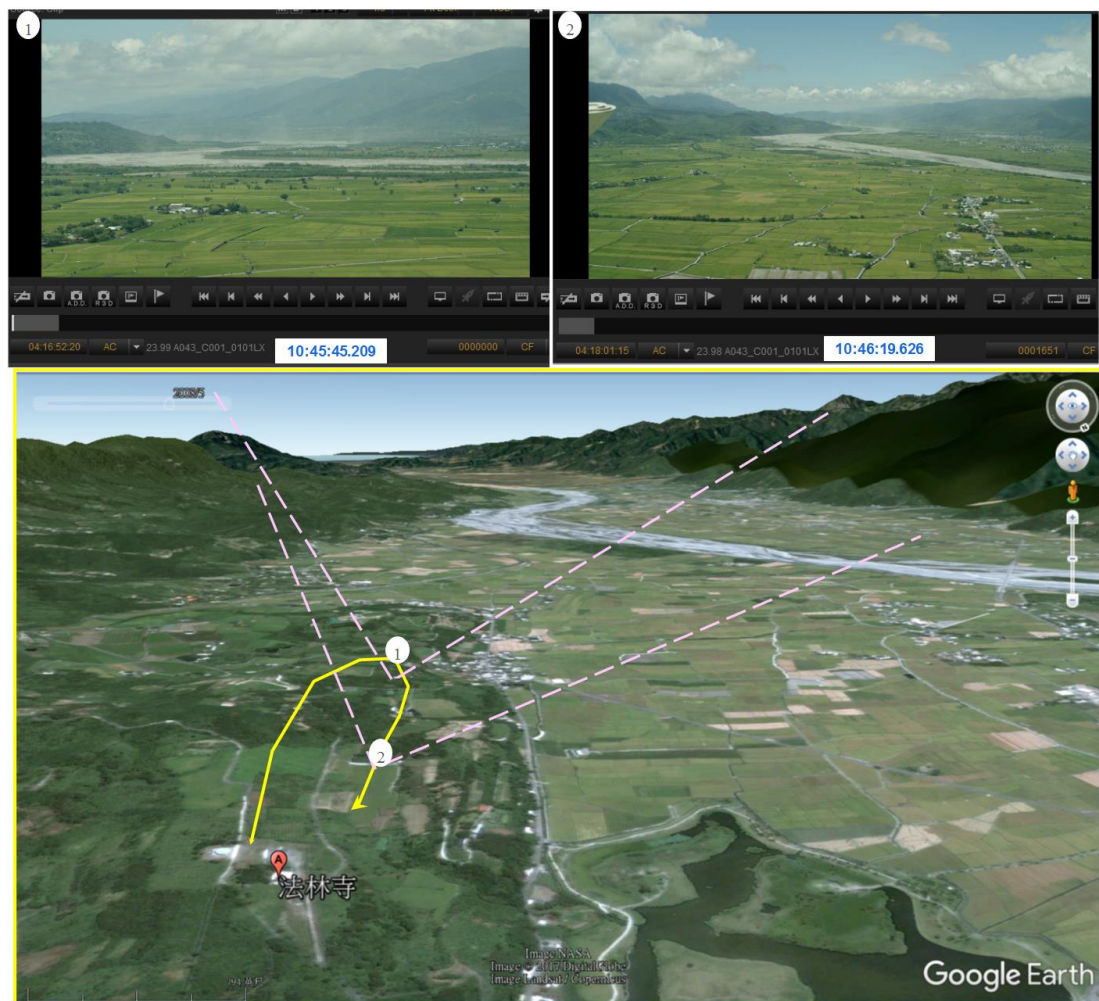


圖 1.11-4 第 1 段影片開始記錄及停止記錄比對圖

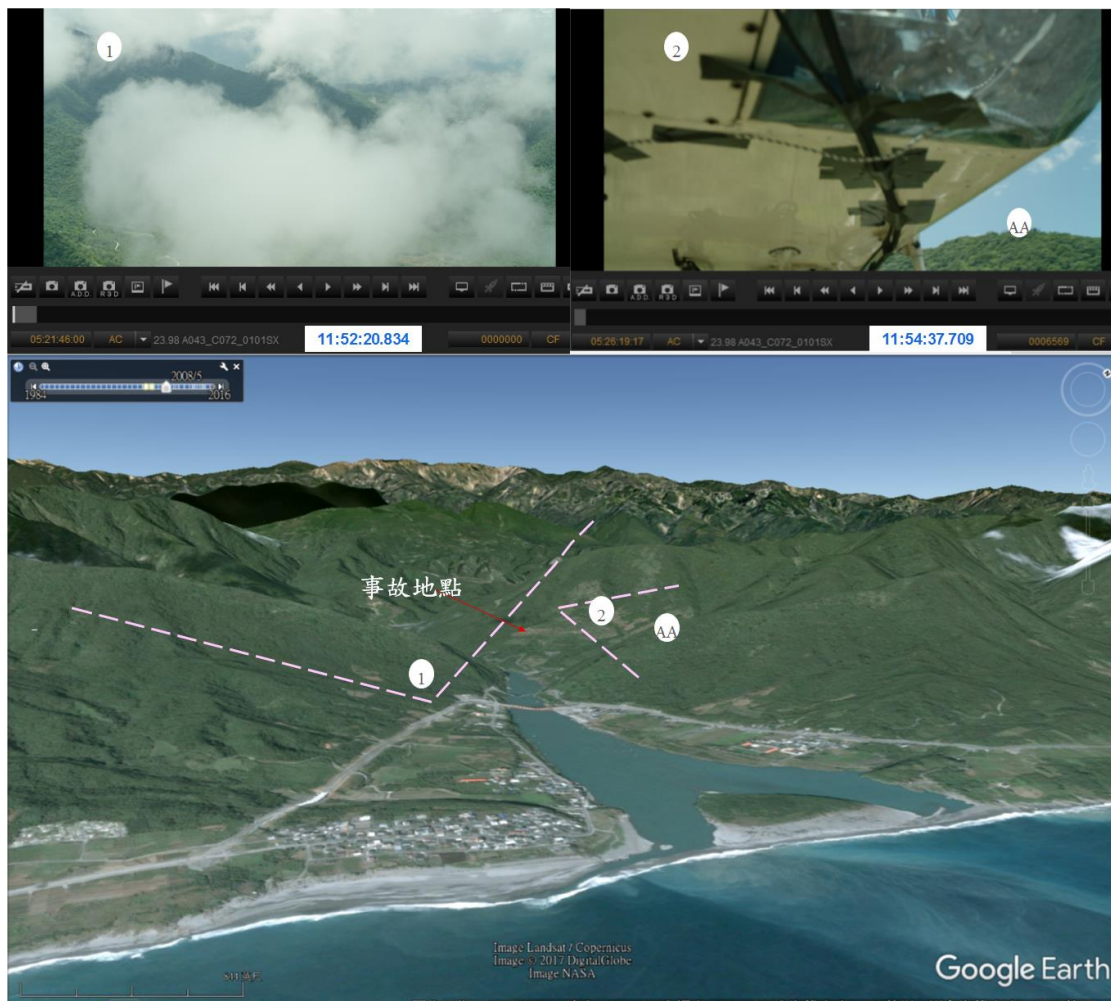


圖 1.11-5 第 72 段影片開始記錄及停止記錄比對圖

經檢視最後一段影片後發現，自第 5,060 至 6,060 幅畫面間（影片時間約 105.5 秒至 126.4 秒之間）約 20 秒左右之畫面中有拍攝到事故現場協進農場及可辨識之相關地物，詳圖 1.11-6。

事故機裝置之 Cineflex ELITE 攝影機，機載影像軌跡的計算是採取空中攝影傾斜測量方法³。本次事故所有機載影像軌跡的計算都是使用 PIX4D 軟體計算，基本計算程序如下：

³ 空中攝影傾斜測量：使用空載傾斜攝影之影像，先將空載影像與地理資訊系統的地面參考點套合，再求解相機的律定參數，並使用 PIX4D 選取控制點、製作正射影像、點雲及三維地型模型資料，參考文獻「運用三維地理資訊系統整合空載傾斜攝影影像」。



圖 1.11-6 第 72 段影片編號 5,400 幅影像圖

- (1) 基本使用 REDCINE-X PRO 將原始錄影轉為影像（每秒有 47.95 幅影像）；
 - (2) 第 1 段至第 71 段影片，每 100 幅影像輸入 PIX4D 軟體計算攝影機軌跡（取樣率 2.1 秒）；第 72 段影片，每 12 幅影像輸入軟體計算攝影機軌跡（取樣率 0.25 秒）
 - (3) 主要處理步驟為初始化處理、點雲與三角網格、數值地表模型、正射影像鑲嵌與指標。
- ◆ 人工選取地面控制點。事故區域使用內政部精密地形資料；其它區域使用 Google Earth 資料。
 - ◆ 事故區域的機載影像軌跡精度優於 20 公尺；其他區域的機載影像軌跡精度優於 200 公尺。
 - ◆ 將機載影像軌跡與雷達航跡套疊並比對成果，並輸出為 kml 檔。
 - ◆ 輸出正射影像及數值地表模型，與 Google Earth 比對成果。

影像解讀報告，詳附錄 5，以下節錄重要內容。

該機由法林寺起飛，高度低於 2,100 呎期間，1045:45 時開始第一段錄影；1046:52 時，航管雷達第一次偵測到該機位於法林寺西北邊約 2.6 公里、高度 2,100 呎、地速 90 浬/時，詳圖 1.11-7。

以第 45 段影片為例，該影片拍攝時間為 1121:38.6 時至 1122:33.7 時，航機位於瑞穗鄉東方約 2.4 公里參考飛行高度 5,200 呎。結果顯示，計算位置與 MSTs 紀錄位置，兩者平均軌跡相差 40 公尺，高度相差 50 呎，詳圖 1.11-8。



圖 1.11-7 事故機雷達軌跡及起飛位置

根據航管雷達及塔臺錄音抄件，該機由瑞穗鄉往豐濱鄉空拍期間無異常。圖 1.11-9 為事故機於豐濱鄉空拍期間之雷達軌跡（灰白色圓圈）與機載影像軌跡套疊（綠色圓圈），紅色星狀代表攝影機拍攝畫面無地物參考，致影像軌跡無法持續計算，推測飛航軌跡以紅色虛線表示。



圖 1.11-8 第 45 段影片拍攝期間之雷達軌跡與機載影像軌跡



圖 1.11-9 事故機於豐濱鄉空拍期間之雷達軌跡與機載影像軌跡

第 72 段影像記錄長度共 137 秒，可以使用 PIX4D 計算飛航軌跡共兩

區段：第一段 1152:36.0 時至 1153:25.0 時，第 720 幅至第 3,072 幅，第 15 秒至第 64 秒，套疊如圖 1.11-10。第二段 1154:06.5 時至 1154:27.25 時，第 5,064 幅至第 6,060 幅，第 105 秒至第 126 秒，套疊如圖 1.11-11，此後另有 10.6 秒鏡頭向天空拍攝無法計算軌跡。

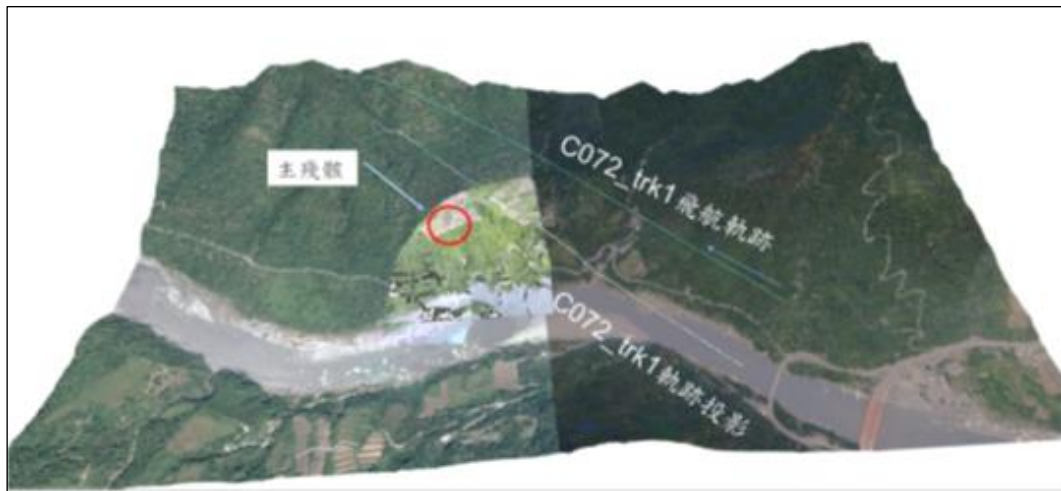


圖 1.11-10 第 72 段影像第 1 段落飛航軌跡與事故現場套疊圖

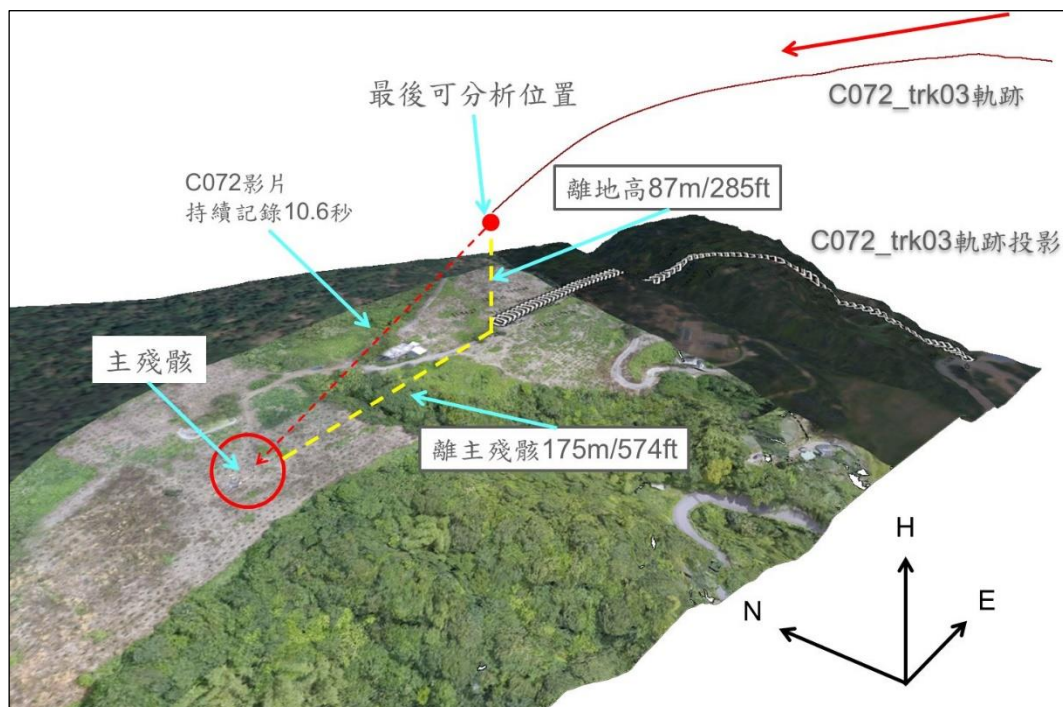


圖 1.11-11 第 72 段影像第 2 段落飛航軌跡與事故現場套疊圖

根據第 72 段影像透過計算所得獲得之飛航軌跡，可進一步計算其地速、升降率及航向，詳圖 1.11-12 及圖 1.11-13。第一段 1152:36.0 時至 1153:25.0

時期間，該機的參考航向 310 度、平均地速 50 浬/時，飛行高度由 1,250 呎爬升至 1,390 呎，爬升率介於 100 呎/分至 300 呎/分。1153:19 時至 1153:25.0 時期間，該機鏡頭開始往上偏轉，此 6 秒對應之地速及下降率計算結果僅供參考。

第二段 1154:06.5 時至 11:54:27.25 時，該機航向由北左轉至 246 度、平均地速 40 浬/時，飛行高度由 915 呎爬升至 932 呎再下降至 581 呎，伴隨之下降率由 180 呎/分增至 1,680 呎/分。1154: 06.5 時至 11:54:13.5 時期間，該機鏡頭開始自偏轉狀態回復穩定，此 7 秒對應之地速及下降率計算結果僅供參考。11:54:27.25 時為最後可分析影像（第 6,060 幅），該機位於主殘骸東北東方 175 公尺，離地高度約 285 呎（事故現場主殘骸區之海拔高度 295 呎）。該段影像之飛航軌跡可進一步推算相關飛航參數（地速、升降率、航向），詳圖 1.11-12 及圖 1.11-13。圖 1.11-12 中粉紅色區域為分析主旋翼轉速的區段，詳附錄 5。

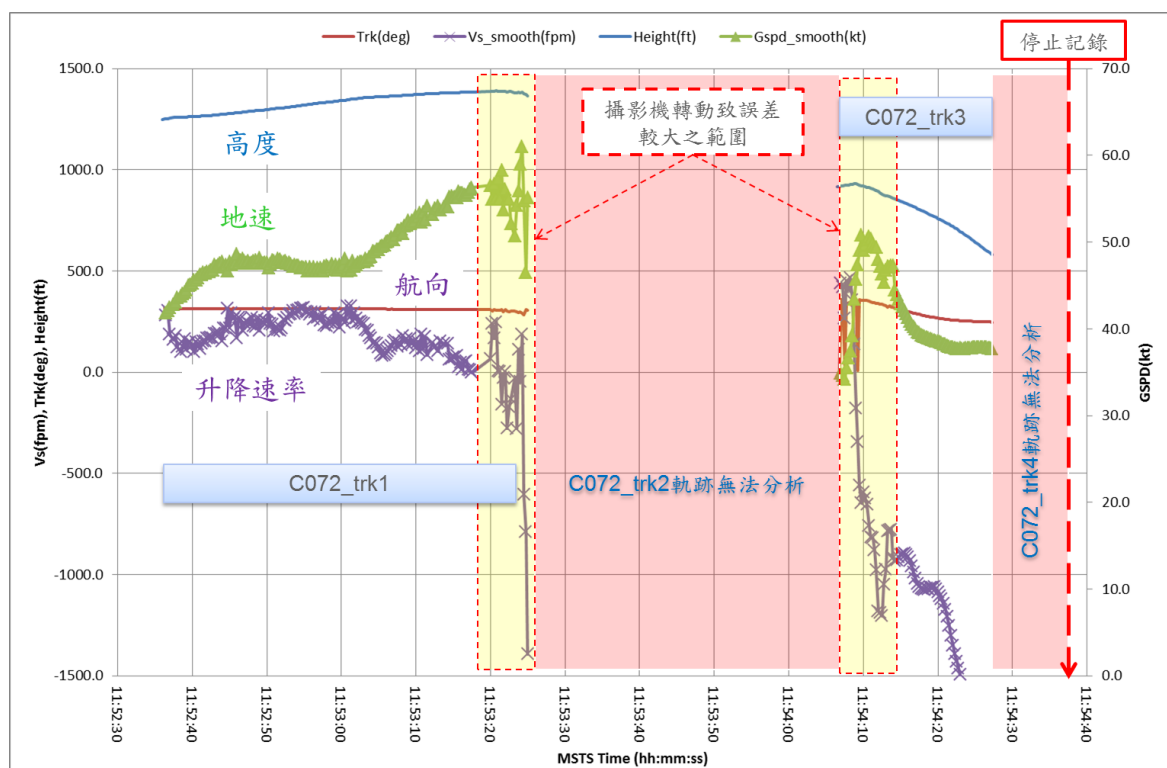


圖 1.11-12 第 72 段影像之飛航軌跡分析成果

圖 1.11-14 為根據最後一段影像所計算之飛航軌跡及鏡頭向上拍攝期

間之推斷軌跡（黃色線段）。以下降率 1,600 呎/分及相對離地高 285 呎，約 10.7 秒航機將接觸地面。

PIX4D 分析作業結論如下：

1. 所有軟體分析結果均假設 Cineflex ELITE 相機軌跡為飛航軌跡。
2. 部份機載影像因拍攝中鏡頭焦距變化過大，只能人工比對拍攝區域，無法使用軟體計算飛航軌跡。
3. 事故區域的機載影像軌跡精度優於 20 公尺；其他區域的機載影像軌跡精度優於 200 公尺。
4. 第 72 段影像於相機鏡頭向上轉動期間，因晃動會導致短暫的地速及下降率震動，其計算結果僅供參考。
5. 11:54:27.25 時，該機相機停止記錄前 10.6 秒之位置，位於主殘骸東北東方 175 公尺，離地高度約 285 呎。參考航向 246 度、地速 40 浬/時，高度 581 呎，下降率 1,680 呎/分。

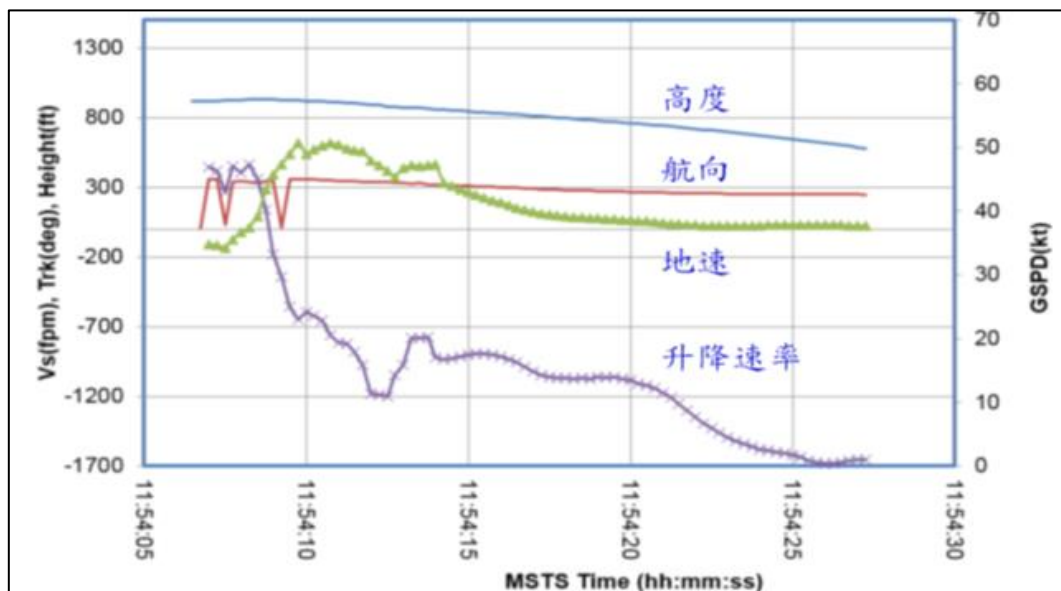


圖 1.11-13 第 72 段影像之飛航軌跡分析成果

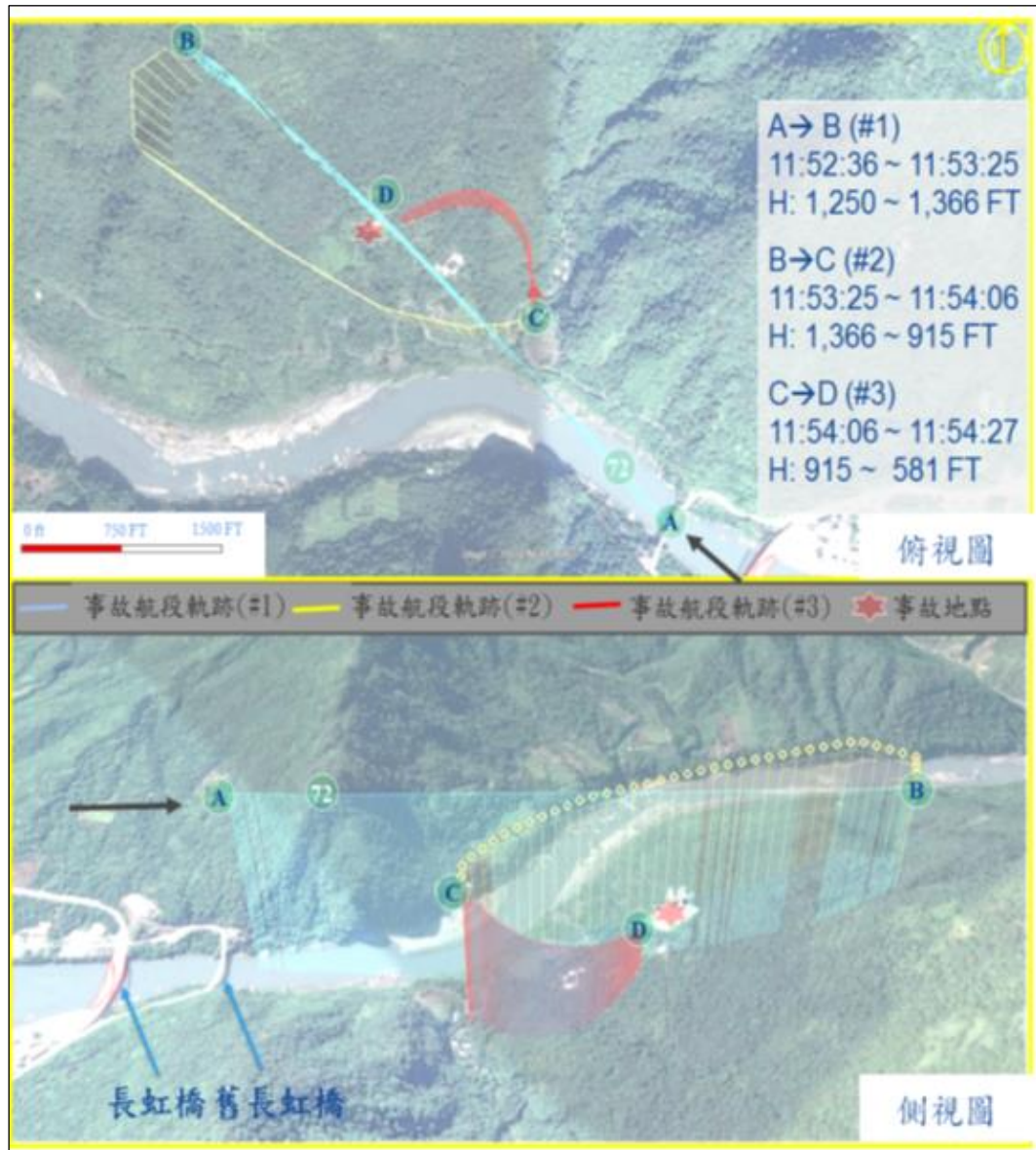


圖 1.11-14 第 72 段影像之飛航軌跡分析成果

1.11.6 主旋翼轉速計算

本會調查人員根據第 72 段影像，係事故機攝影鏡頭往上拍攝到之主旋翼旋轉畫面，將其影像逐幅輸出，以計算主旋翼轉速。完整的計算結果，詳附錄 6。

1.12 航空器殘骸與撞擊資料

1.12.1 事故現場及周遭環境

事故發生後，當地消防救援人員約 1220 時抵達現場，圖 1.12-1 為消防救援人員實施滅火前的現場錄影截圖。事故機墜毀於花蓮縣豐濱鄉長虹橋附近之協進農場，該機事故地點離秀姑巒溪出海口約 2.5 公里，航機墜毀後主殘骸受大火燃燒而殘缺不全，主殘骸座標緯度 $23^{\circ}28'24.19''$ ，經度 $121^{\circ}28'45.49''$ ，GPS 高度約 90 公尺，機首磁航向 190，主旋翼於主殘骸旁，外型完整，後段尾桁斷裂後旋轉 180 度，位於主殘骸後方。



圖 1.12-1 事故現場失火情況

事故現場周遭環境為海岸山脈及秀姑巒溪河谷地形，詳圖 1.12-2，秀姑巒溪沿花東縱谷向北流，於瑞穗鄉向東折，橫切海岸山脈注入太平洋，事故地點東方 1.2 公里處為約 280 公尺之山丘，西北側 1 公里處為約 500 多公尺山丘，南側為秀姑巒溪河谷地形，由北往南緩降，參考坡度約 8%。本案有甲、乙兩位目擊者，目擊者甲位於靜浦部落，距事故現場約 2.2 公

里。目擊者乙位於舊長虹橋上，距事故現場約 1.0 公里。

根據第 48 段影像紀錄，約 1127:13 時，該機曾沿著秀姑巒溪飛越協進農場上空，詳圖 1.12-3。



圖 1.12-2 事故現場周遭環境圖



圖 1.12-3 事故機拍攝之事故現場影片截圖

1.12.2 現場量測資料

調查小組於事故隔日上午 9 時抵達事故現場，使用高精度衛星接收機及遙控無人機空拍系統進行量測作業，圖 1.12-4 為事故現場空拍圖，主殘骸區域約 10 公尺 X10 公尺，殘骸多集中於一處，另外有五個零件散落於主殘骸附近，詳圖 1.12-5。事故現場測量結果彙整於表 1.12-1。



圖 1.12-4 事故現場殘骸分布圖及空照圖



圖 1.12-5 主殘骸分布圖及近景圖

表 1.12-1 事故現場量測表

殘骸名稱	緯度			經度			GPS 測量高度
主殘骸區	N23°	28'	24.19"	E121°	28'	45.49"	90.2 m
尾旋翼傳動軸	N23°	28'	24.49"	E121°	28'	45.30"	92.8 m
部分尾桁	N23°	28'	24.89"	E121°	28'	44.71"	95.7 m
尾旋翼傳動軸蓋	N23°	28'	24.40"	E121°	28'	44.94"	92.5 m
尾旋翼控制連桿	N23°	28'	24.14"	E121°	28'	44.84"	91.6 m
右滑橈	N23°	28'	23.79"	E121°	28'	44.36"	89.7 m

1.12.3 航空器撞擊資料

專案調查小組檢視事故現場，發現事故機自水平安定面附近與尾桁斷開，斷開之尾桁反轉約 180 度，如圖 1.12-6 所示，兩片主旋翼片仍連接於主旋翼轂上，其中一片翼根燒損但未斷開，另一片主旋翼僅翼根固定螺桿

附近有火燒痕跡；機身主殘骸集中，前座駕駛艙及後座客艙機身結構及蒙皮完全焚毀(詳圖 1.12-7)，主齒輪箱外殼燒熔內部齒輪裸露(詳圖 1.12-8)；左、右前段滑橈折斷彈飛，後段插入地面(詳圖 1.12-9)；斷開之尾桁內部包含尾齒輪箱及部分尾旋翼傳動軸，尾齒輪箱輸出軸連接尾旋翼總成，兩片尾旋翼片則自尾旋翼翼根部位折斷(詳圖 1.12-10)，垂直安定面仍固定在斷開之尾桁上，垂直安定面底部靠尾橈位置附近有碰撞痕跡(詳圖 1.12-11)；發動機機外燃油管自與燃油箱出口與燃油過濾器之接頭處斷裂脫開(詳圖 1.12-12)，各部位零附件及管路仍在原有位置(詳圖 1.12-13)，前述圖 1.12-8 至圖 1.12-13 之各殘骸於機體之位置如圖 1.12-14 所示。

專案調查小組檢視事故現場附近，另發現有 5 件殘骸散佈於主殘骸附近之草叢中，分別為：部分右滑橈、部分尾旋翼控制連桿、部分尾旋翼控制連桿外罩、部分尾旋翼傳動軸，詳圖 1.12-15；另發現部分尾桁蒙皮，如圖 1.12-16 左上圖為發現蒙皮殘骸位置，右上圖為殘骸，下 2 圖則為該蒙皮殘骸自尾桁斷開之相關部位圖。

上述殘骸經完成現場蒐證後已移置空軍松山基地指揮部(以下簡稱松指部)暫時存放。



圖 1.12-6 尾桁斷落情形



圖 1.12-7 機身結構及蒙皮完全焚毀情形



圖 1.12-8 主齒輪箱外殼燒熔內部齒輪裸露情形



圖 1.12-9 左、右滑撬折斷插入地面情形



圖 1.12-10 兩片尾旋翼片折斷情形



圖 1.12-11 垂直安定面損害情形



圖 1.12-12 燃油管接頭斷落情形



圖 1.12-13 發動機損害情形

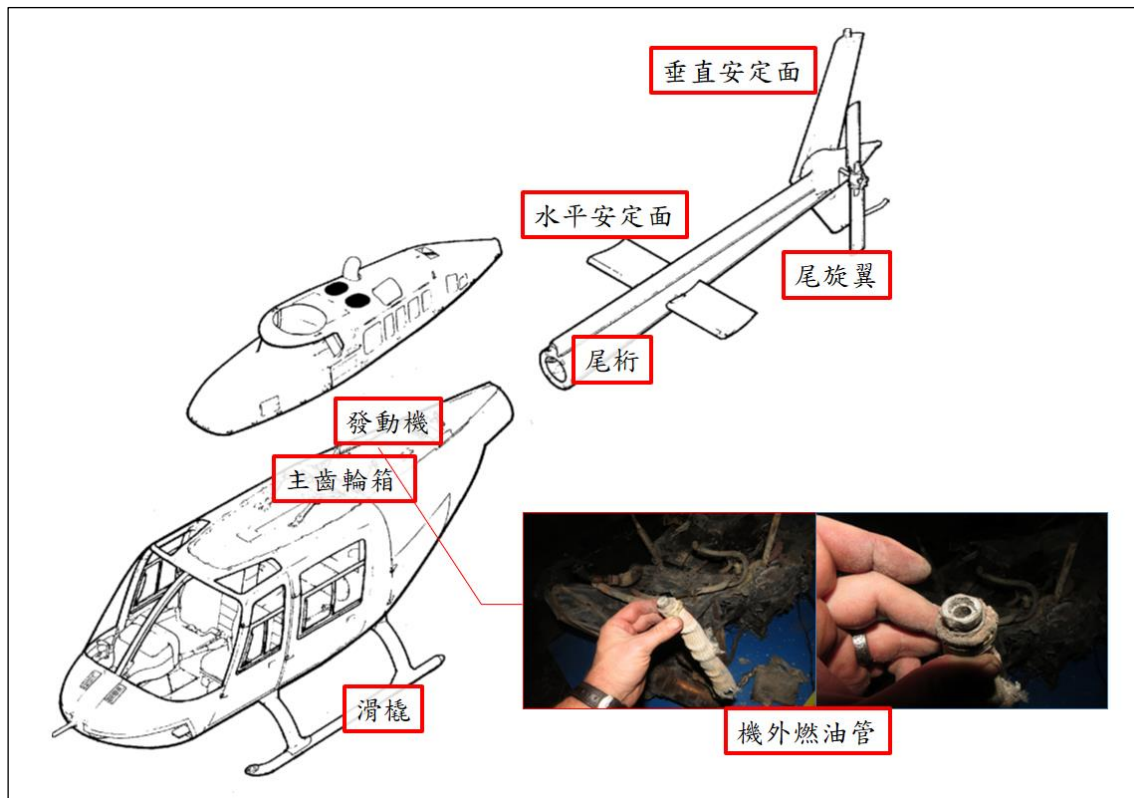


圖 1.12-14 各殘骸於機體相對位置圖



圖 1.12-15 散佈於主殘骸附近之殘骸



圖 1.12-16 散佈於主殘骸附近之部分尾桁蒙皮

1.13 醫學與病理

依法務部法醫研究所解剖報告書暨鑑定報告書（附件 1）摘錄如下：

- 正駕駛員甲：頭胸挫傷，肺挫傷，口鼻、氣管、食道有吸入少量炭屑。
- 空拍員甲：前胸腹部挫傷，顱內出血，肺挫傷，皮下組織鮮紅，口鼻、氣管、食道、肺泡有吸入少量炭屑。
- 空拍員乙：頭部對撞性外傷，口鼻、氣管、食道有吸入少量炭屑。

1.14 火災

依內政部消防署災害通報單紀錄：消防署於 1156 時接獲報案，出動 6 車 11 人前往搶救，1211 時救災人員抵達現場搶救，1310 時撲滅，機載 3 人明顯死亡。據花蓮鳳林分局提供之現場消防影片截圖（詳圖 1.14-1 至 1.14-3），以及該分局提供之現場搶救紀錄照片（詳圖 1.14-4）顯示，消防車抵達事故現場時事故機仍在燃燒狀態，現場火勢猛烈並產生大量濃煙（詳圖 1.14-5）。調查小組抵達現場後，發現火燒後之事故機機體結構崩塌而散落於墜毀處，呈現焦黑碳化，焦黑殘骸約 5 公尺乘 3 公尺見方，詳圖 1.14-6。

專案調查小組檢視事故機殘骸附近地形及地物，發現疑似燃油噴濺痕跡，與殘骸相對位置及距離如圖 1.14-7 所示，造成事故機殘骸東方約 2 公尺處之芒果樹部分葉片變色（詳圖 1.14-8 左圖），以及殘骸東方約 4.5 公尺處之石頭上有深色之液體浸蝕斑點現象（詳圖 1.14-8 右圖）。



圖 1.14-1 現場消防影片截圖



圖 1.14-2 消救人員初期滅火情形



圖 1.14-3 消救人員滅火狀況



圖 1.14-4 事故機於事故現場燃燒情形



圖 1.14-5 現場消救影片截圖



圖 1.14-6 事故機滅火後殘骸圖



圖 1.14-7 燃油噴濺現場圖



圖 1.14-8 燃油噴濺痕跡圖

1.15 生還因素

事故發生地點三面環山，現場地形平坦，現場觀察及經洽鄉公所、派出所查證附近並無流籠纜線存在。

1.15.1 人員受傷情況

正駕駛員甲及空拍員甲均呈向左趴臥姿態，空拍員乙呈朝上仰臥姿態，均位於座位附近，無證據顯示撞擊後有撤離行動。

該機安全帶均焚毀，剩部分鎖扣殘留，詳圖 1.15-1。



圖 1.15-1 安全帶鎖扣殘骸圖

1.15.2 撞擊程度

該機撞擊後右滑橈幾乎近垂直入土深 2.72 英吋（6.9cm），左滑橈插入土面 3.6 英吋（9.1cm），滑橈後橫桿斷裂，如圖 1.15-2 及圖 1.15-3。左、右滑橈連線為 308° 。



圖 1.15-2 左右滑橈插入地面狀況

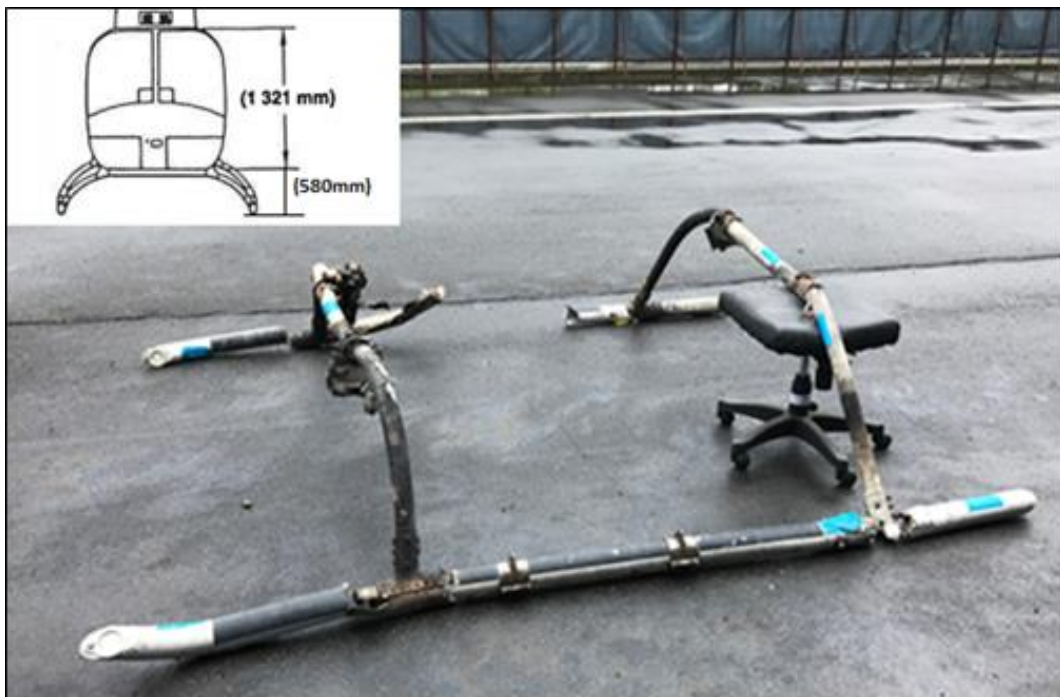


圖 1.15-3 滑橈殘骸重組狀況

1.16 測試與研究

1.16.1 航機結構及系統檢驗

1.16.1.1 機體結構

民國 106 年 6 月 17 至 18 日，專案調查小組赴松指部殘骸存放現場，執行航機結構檢查，參與人員包括本會、Bell 直昇機公司及 Rolls-Royce 發

動機公司代表。

依據圖 1.14-1 至圖 1.14-3 事故現場火燒狀況，事故機機體結構於火燒後崩塌散落於墜毀處，除尾桁外均呈焦黑碳化現象。

圖 1.16-1 為已燒毀之油箱，依據該型機飛機維修手冊，該油箱為具有防撞（crash resistant）特性之囊狀式 L 型油箱，L 型油箱直立部分為位於客艙座椅之後的結構油箱，平面部分則位於客艙座椅結構底部；圖 1.16-2 為油箱底部內外燒毀狀況；油箱底部外觀狀況詳圖 1.16-3 左上圖，標示有 A、B 及 C 部位，其各別近照圖及裂痕位置詳右上圖及下兩圖。



圖 1.16-1 L 型油箱燒毀情形



圖 1.16-2 油箱底部內外燒毀狀況

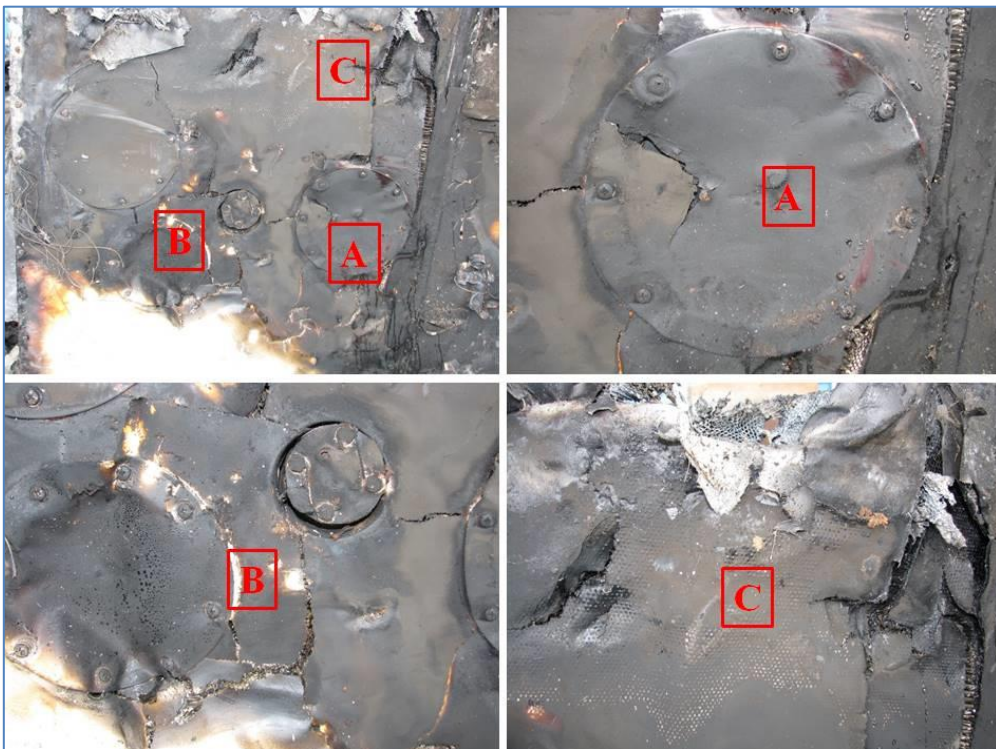


圖 1.16-3 油箱底部外觀狀況

如圖 1.16-2 左圖所示為位於客艙座椅結構底部油箱燒毀狀況，將底部油箱燒毀材料掀起，其右側及前方油箱材料已燒毀，左側油箱材料仍黏附在一起（詳圖 1.16-4 左圖），圖 1.16-4 右圖為燃油增壓泵固定座位置，整圈固定座已斷裂，斷裂部位之油箱材料可見裂痕存在，如圖 1.16-4 右圖紅圈所示。



圖 1.16-4 油箱底部燒毀狀況

因事故機機體結構除尾桁外均崩塌散落焦黑碳化，無法執行結構及系統相關檢查，故專案調查小組協調凌天備便另一架與事故機出廠年份較近之同型機，藉由檢查該同型機之機體結構及系統，以評估事故機事故前之機體結構及系統可能因操作環境因素而產生之異常狀況。民國 106 年 6 月 21 日，專案調查小組與 Bell 直昇機公司及 Rolls-Royce 發動機公司代表赴凌天，執行該公司另一同型機之結構及系統檢查，該機檢查結構無鏽蝕飛操系統無鬆動。

1.16.1.2 自由飛輪

事故發生後事故機自由飛輪仍連接在發動機輸出軸上，專案調查小組將該自由飛輪及發動機送至臺南亞洲航空公司（以下簡稱亞航）進行拆解檢查。

檢查自由飛輪、離合器轉子 sprag 磨耗均正常，手動測試自由飛輪與離合器轉子 sprag 脫開及耦合傳動功能均正常。

1.16.2 發動機檢驗

1.16.2.1 發動機本體檢驗

發動機本體檢驗包含外觀檢查及拆解檢查兩部分；民國 106 年 6 月 17 日至 18 日，專案調查小組在 Bell 直昇機公司及 Rolls-Royce 發動機公司代

表協助下，赴松指部發動機暫存處執行發動機外觀檢查。檢視發動機外部滑油、燃油管路及外罩狀況，顯示燃燒火源係來自發動機外部；發動機機外燃油管自與燃油箱出口與燃油過濾器之接頭斷落外，其他各部位零附件及管路仍保持完整。外觀檢查完成後，專案調查小組將該具發動機再送至亞航進行拆解檢查。

民國 106 年 6 月 20 日，專案調查小組在 Bell 直昇機公司及 Rolls-Royce 發動機公司代表協助下，赴亞航進行事故發動機拆解檢查，檢查結果如後。

壓縮段：拆下壓縮器，將固定轉子葉片之轉子軸（以下簡稱轉子）與壓縮器機匣（以下簡稱定子）分離後，發現定子在第一、二級轉子葉片轉動路徑內部表面有整圈刮痕(如圖 1.16-5 紅色虛線所示)，檢視轉子及定子葉片，無明顯撞擊損壞痕跡。

燃燒段：觀察燃燒段內部、歧管及燃油輸送管路均完整，拆下燃油噴嘴，測試其燃油噴射時之角度、霧化效果及供油流量均正常。

渦輪段：檢查動力渦輪葉片無任何撞擊損壞，機匣無裂痕，渦輪總成件可由第二級動力渦輪轉子連續自由轉動。

附件齒輪箱：齒輪箱可自由轉動，轉動齒輪箱時無卡滯狀況。



圖 1.16-5 壓縮器定子及葉片刮痕

1.16.2.2 發動機附件拆檢

專案調查小組將事故發動機拆下動力渦輪調速器及燃油控制器送至位於美國之 Rolls-Royce 發動機公司，再由其送至附件製造廠商 Honeywell 公司。專案調查小組再於民國 106 年 8 月 8 日至 9 日於美國印第安納州南灣市之 Honeywell 廠房，執行該兩項附件之檢驗，參與人員除本會代表外，另包括 Rolls-Royce 發動機公司調查經理及 Honeywell 工程師。檢驗工作由 Honeywell Aerospace 4 位工程師負責執行，本會代表及 Rolls-Royce 專案調查經理全程監看。

拆檢項目包含：

- 動力渦輪調速器，型號：A1-AA2，料號：2549170-3，序號：HR200222，執行細部拆解，目視檢查動力渦輪調速器各細部零件。
- 燃油控制器，型號：DP-N2，料號：2524644-31，序號：322761，

執行細部拆解，目視檢查燃油控制器各細部零件。

拆解後檢視發現該具發動機因事故機墜落時引發之起火燃燒，導致發動機動力渦輪調速器及燃油控制器嚴重火損，僅可執行零件目視檢查，無法執行動力渦輪調速器及燃油控制器之測試台功能測試。依據 Honeywell 拆檢報告（如附件 2），將動力渦輪調速器及燃油控制器拆解後，若排除零件曾因遭受高溫（火災）所導致之損壞，發現各零件沒有會影響其正常操作的狀況（原文如下：*Honeywell has conducted a visual inspection and disassembly of the components. Discounting damage as a result of being exposed to high temperature (fire), Honeywell found no part condition that would prevent normal operation.*）。

1.16.3 燃油檢驗

事故機使用由臺灣中油股份有限公司生產之 Jet A-1 燃油，油車甲及油車乙於民國 106 年 6 月 9 日自臺中出發前曾至中油公司位於清泉崗機場之臺中航油站補油。該批次油品依據民國 106 年 6 月 7 日中油公司取樣燃油化驗報告，以及民國 106 年 6 月 3 日取樣燃油品質試驗報告，檢驗均為合格（詳附錄 7）。

1.16.3.1 燃油樣本檢驗

事故發生後，專案調查小組委請空軍第一後勤指揮部（以下簡稱一指部）進行燃油樣本化驗，燃油樣本包含事故當日飛行前由維修員甲於楓港自油車甲取樣之樣本⁴1 瓶約 250 毫升，以及事故當日飛行前由維修員乙於池上自油車乙取樣之樣本 1 瓶約 250 毫升，共 2 瓶約 500 毫升。一指部就前述之燃油量執行含硫量等 7 項化驗測試，其中凝固點測試值為-54.6℃，閃火點測試值為 49℃，該 7 項化驗測試結果均符合規範要求（詳附錄 8）。

⁴ 事故機當日第一及第二趟飛行之油料補給均由油車甲提供，第三趟飛行之油料補給由油車乙提供。

事故機於當日第一趟自楓港起飛前，航空維護工程師依程序自該機燃油箱及燃油濾各取燃油樣本 1 瓶，共 2 瓶，每瓶約 500 毫升，共約 1,000 毫升。該航空維護工程師表示，當日該機第二趟飛行起飛後需駕車至池上備便，故於該機第二趟飛行前執行熱加油後，將第一趟飛行前自該機燃油箱及燃油濾取樣之 2 瓶，共約 1,000 毫升燃油樣本置於事故機上運送。事故機當日第二趟飛行前未關車，以熱加油方式完成加油作業，故未執行燃油取樣。該機於 1020 時第二趟落地後未依原預劃落地關車，駕駛員指示維修員乙第三趟飛行前以熱加油方式自油車乙加油，亦未自事故機燃油取樣。該機於 1045 時再次起飛，當時該航空維護工程師仍在前往池上的途中，未能及時將 2 瓶置於事故機中之燃油樣本取出，該 2 瓶油樣已於事故時燒毀。

1.16.3.2 殘骸附近植物葉片燃油檢驗

如圖 1.14-5 左圖所示，事故機殘骸附近植物及石頭有疑似燃油噴濺痕跡，造成部分葉片變色，專案調查小組於現場取回變色之植物葉片樣本，委請內政部消防署進行化驗及鑑定，依消防署火災證物鑑定報告書，鑑定案件編號第 1060209012 號，該送鑑定之變色葉片樣本未檢出含有航空燃油及滑油成分，證物鑑定報告書如附錄 9。

1.16.4 警示面板燈泡檢測

事故機駕駛艙儀表警示面板位於中央廊板位置，該警示面板包含 20 組顯示燈號，每個顯示燈號內各有兩顆 327 型燈泡，可提供駕駛員航機各系統異常之警示訊號。

專案調查小組自事故機殘骸中取回警示面板，目視檢查該警示燈面板遭火燒後，其外殼框架焦黑彎折，各組警示燈表面塑膠外罩呈現材質受熱收縮變形及塑膠外罩表面模糊現象（詳圖 1.16-6）。如圖 1.16-6 下圖所示，調查小組拆除位於 4 號上列之備用燈（詳圖 1.16-6 藍圈）及位於 10 號下列之低轉速警示燈（詳圖 1.16-6 紅圈），共取下 4 顆燈泡送檢驗。10 號上列之

發動機熄火警示燈燈泡已嚴重斷裂損壞，無法進一步分析。備用燈燈座及燈泡照片如圖 1.16-7，低轉速警示燈燈座及燈泡照片如圖 1.16-8。巨觀該兩組拆下外罩之警示燈，燈泡底座均已焦黑碳化，塑膠外罩變形白化，由燈泡外表無法目視觀察內部燈絲狀況。

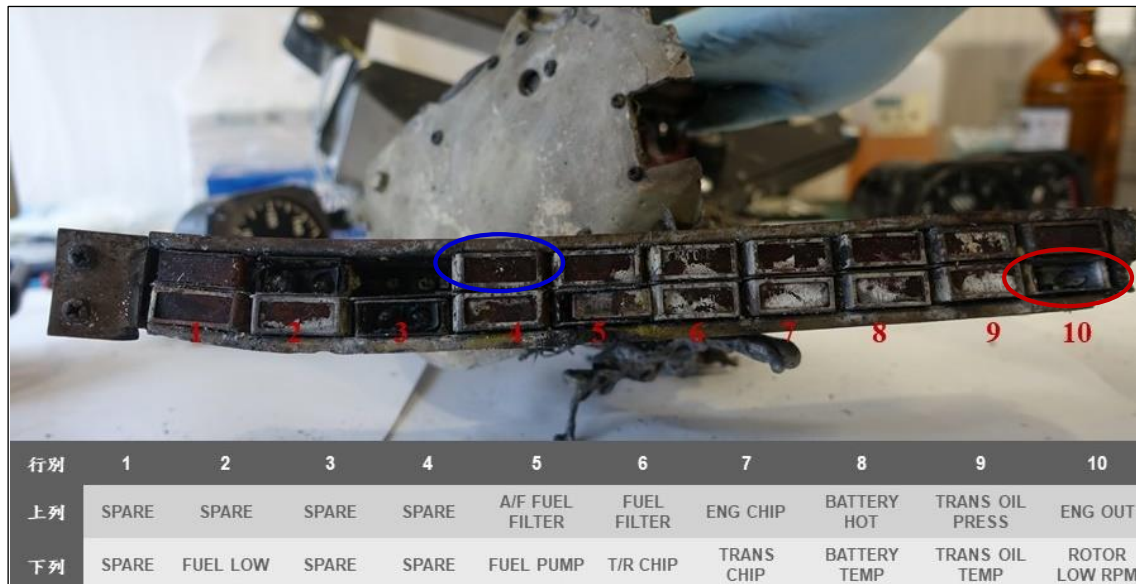


圖 1.16-6 遭受火燒之警示燈面板圖

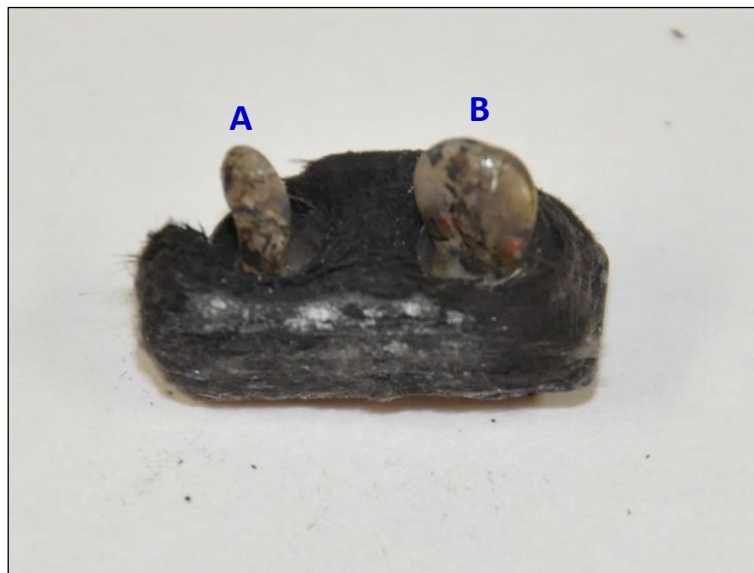


圖 1.16-7 備用燈燈座及燈泡圖

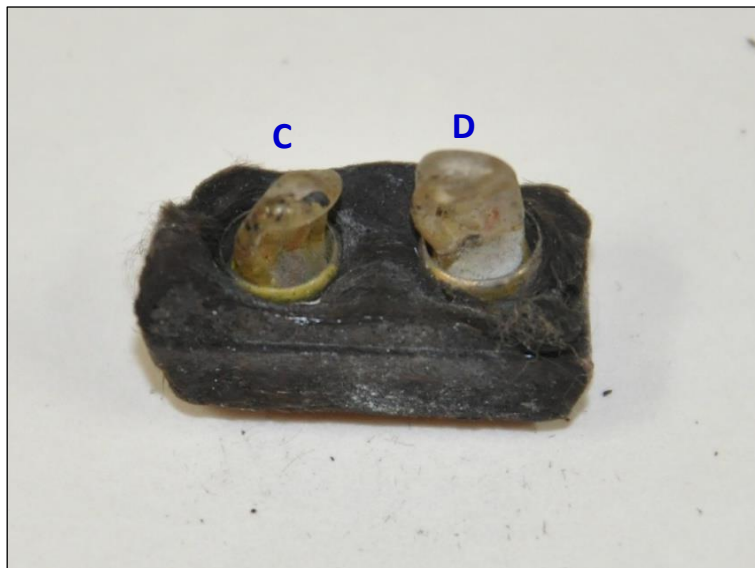


圖 1.16-8 轉速警示燈燈座及燈泡圖

專案調查小組於民國106年8月2日委託臺灣優力國際安全認證有限公司（以下簡稱UL），以X射線掃描前述備用燈泡及低轉速警示燈泡共4顆，2顆備用燈泡分別標示為A及B，圖1.16-9及圖1.16-10為備用燈泡A及B電腦斷層照片，燈泡A及B之燈絲均完整無斷裂。

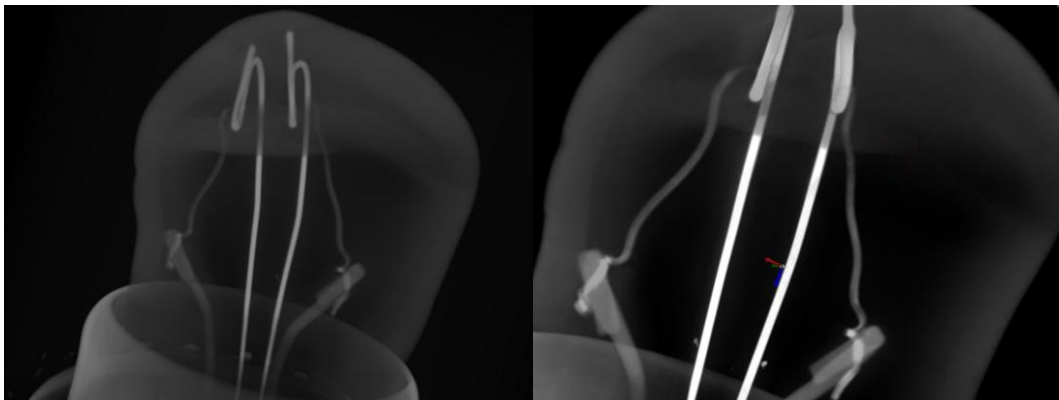


圖 1.16-9 備用燈泡 A 之電腦斷層掃描照片

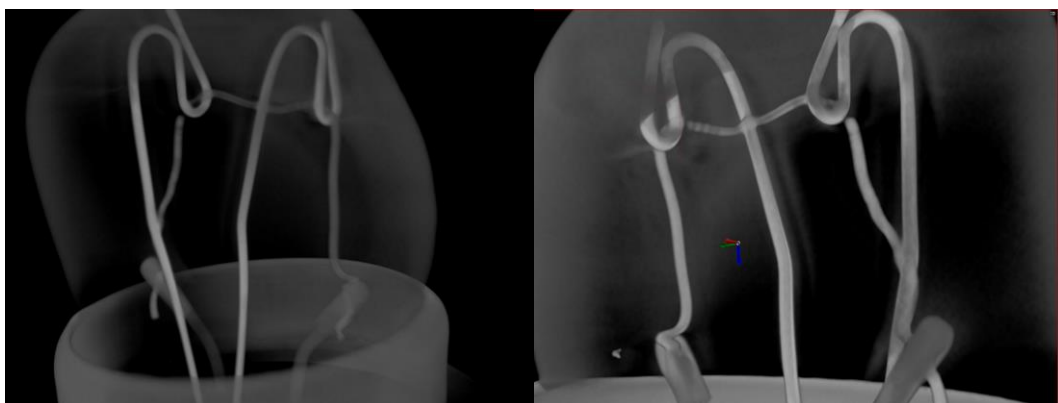


圖 1.16-10 備用燈泡 B 之電腦斷層掃描照片

兩顆低轉速警示燈泡分別標示為C及D，圖1.16-11及圖1.16-12為低轉速警示燈泡C及D電腦斷層照片，燈泡C及D之燈絲均有斷裂現象。

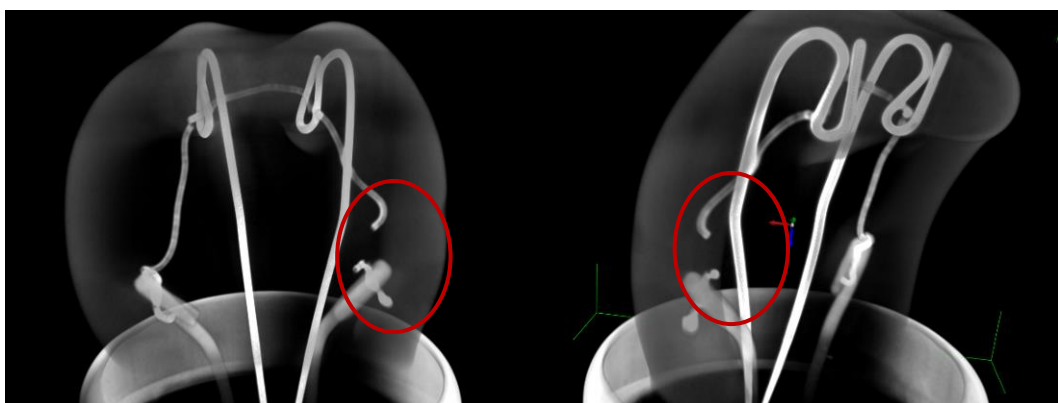


圖 1.16-11 低轉速警示燈泡 C 之電腦斷層掃描照片

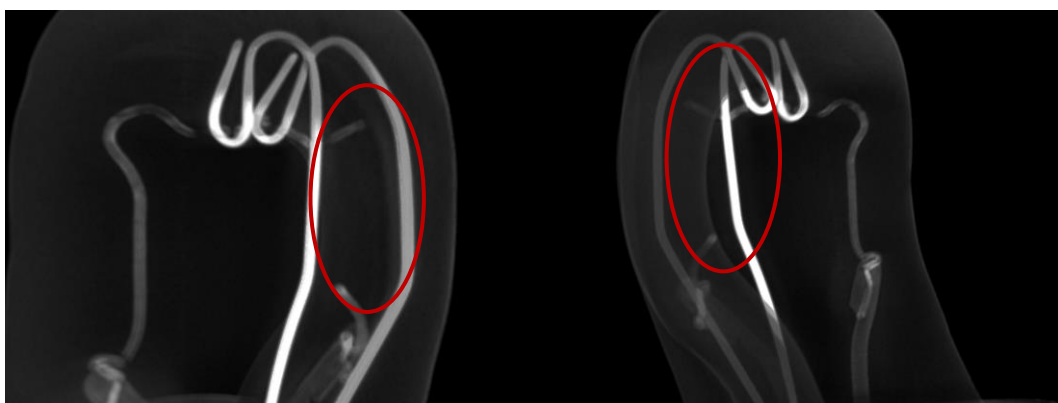


圖 1.16-12 低轉速警示燈泡 D 之電腦斷層掃描照片

1.16.5 火藥物爆炸檢測

依據 1.14 節花蓮鳳林分局提供之現場消防影片截圖，以及該分局提供之現場搶救紀錄照片顯示，事故現場火勢猛烈並有大量濃煙。對於事故機之燃燒是否可能由非機體本身因素所導致，專案調查小組檢視同型機機體結構，發現該型機可能裝載易燃物或爆裂物位置為位於客艙後方之後貨艙；專案調查小組同時於事故現場發現一組機身搭地線，該機身搭地線係於事故機起飛前被收納至後貨艙放置。

專案調查小組於民國 106 年 6 月 22 日（詳圖 1.16-13）將該機身搭地線送至內政部警政署刑事警察局鑑識科，請該單位協助檢測機身搭地線是否有火藥或炸藥殘跡。依據鑑識科之鑑定報告書（附件 3），經由呈色試驗法、氣相層析/質譜分析法、紅外線光譜分析法、掃描式電子顯微鏡/X-射線能譜分析等檢驗方法，該機外搭地線均未檢驗出常見火藥或炸藥的成分。



圖 1.16-13 事故機之機外搭地線圖

1.17 組織與管理

摘錄相關手冊內容如下。

1.17.1 人員職責及規定

凌天最新版之航務手冊為第 20 版，出版日期為 106 年 3 月 28 日，手冊中與本次事故飛航組員職責與規定相關之內容如后：

3.1.2 正駕駛或單一駕駛員之職責：

3.1.2.1 負責直昇機飛航任務前之任務提示及各項檢查。

3.1.2.2 負責直昇機自開車至關車之整個飛航過程之飛航操控及飛安責任。

3.1.2.3 協助機長處理飛航過程中全盤事宜，單一駕駛員為當然機長，負責飛航過程全盤事宜。

3.1.2.4 確實計算飛機載重平衡與馬力配置之情況，防止超載之發生。

3.1.2.5 要求副駕駛執行其規定之職責。

3.1.2.6 執行試飛與試車工作。

3.1.2.7 負責乘員及行李之安全，並對乘員作必要之說明與提示。

3.1.2.8 飛航前於簽署接收該航機時，應對所需燃油油量與燃油油量表確認無誤。

3.1.3 機長（PIC）之職責：

3.1.3.1 飛航時機長或單一駕駛員應負直昇機操作及全體組員或乘員安全之責，並得為一切緊急處理。

3.1.3.2 機長或單一駕駛員應確保檢查制度之每一細節皆予履行，飛航前應了解與該預定飛航有關之氣象資訊。

3.1.3.3 機長或單一駕駛員飛航前發現飛航中遇有危及直昇機或人員安全之緊急情況發生立即通知當地負責機關外，應以最迅速方法通知有關航管單位、總公司，並於 24 小時內通知民航局。

3.1.3.4 機長或單一駕駛員飛航前發現組員或乘員因受傷、疾病、疲勞、酒精或藥物等原因致無法執行其職務時，應令其不得飛航。飛航中如組員或

乘員因疲勞疾病或缺氧等原因，而嚴重降低其執行職責之能力時，應即中止飛航並就近於適合之機場降落且作必要之處置。

3.1.3.5 機長或單一駕駛員應將已知及可疑之飛航直昇機故障情形，填載於航空器維護紀錄簿，以利情況追蹤及改進。

3.1.3.6 飛航時間登錄時，依該任務所指派之機長或單一駕駛員、副駕駛填寫於飛航紀錄表，且該機長或單一駕駛員對填寫之飛航紀錄負責。

3.1.3.7 機長或單一駕駛員應確認其飛航組員或乘員持有並攜帶民航局核發之有效檢定證及體格檢查及格證。

3.1.3.8 機長或單一駕駛員應確認於起飛前完成清艙檢查並於檢查紀錄表簽名。

3.1.3.9 機長或單一駕駛員應簽署相關之簽派文件。

3.5.8 組員飛航、休息及工作時間限制：

3.5.8.1 連續二十四小時內，其飛航時間不得超過八小時、單一駕駛員飛航時間不得超過六小時，於執勤任務完畢後，應給予連續十小時以上之休息。

3.5.8.2 連續七日內，應給予連續二十四小時之休息，連續七日內之總飛航時間不得超過三十二小時。

3.5.8.3 飛航總時間連續三十日內不得超過一百小時，連續十二個月內不得超過一千小時。

3.5.8.4 執勤期間不得連續超過十二小時（執勤時間計算方式，以報到簽到至簽退為計算基礎，包括飛航前準備、飛航任務、飛航後整理工作、行政工作、訓練、調派及待命時間），並應列入勤務表（月/日任務派遣表）。本公司直昇機為目視飛航、無夜間飛行任務、休息時間為當日終昏開始至隔日拂曉時之間隔，最少應給予連續十小時以上之休息；組員應自主管理、每日休眠時間應有八小時；外場作業時機組領隊負有對組員生活管理及監督之責，嚴禁酗酒、熬夜之情事，如有違反、依本公司「工作規則」處理。

.....

3.5.10 為避免直昇機之導航及通信設備遭受干擾，個人攜帶之電子裝備及行動電話，於飛航中均不得使用。

.....

5.5 隔離及飛航高度規定：

5.5.1 目視飛航高度最低不得低於 AGL 500 呎，但飛越城市上空時以距航空器 2000 呎半徑範圍內最高障礙物 1000 呎以上為原則。.....

1.17.2 人員訓練

凌天第 20 版之航務手冊，與飛航組員訓練相關之內容，摘要如后：

3.4 飛航組員訓練

3.4.1

3.4.2 建立並保持經民用航空局核准之地面學科與飛航訓練計畫，以確保每一飛航組員皆經過適合之訓練，勝任其職務。

.....

3.4.5 飛航組員訓練，應要求每一組員（含單一駕駛員）確實了解在正常不正常或緊急操作程序中，其應負責任及與其他組員間之關係訓練計畫應按民用航空局規定施予複習訓練並包括測驗以決定其是否勝任。

.....

3.4.8 課目內容：

3.4.8.1 組員／單一駕駛員資源管理（CRM／SRM）：（SRM 係單一駕駛員資源管理）組員／單一駕駛員資源管理係有效運用全部可供利用的資源，以獲得安全和有效航務運作及資源管理之主要觀念，區分為狀況警覺、錯誤環節、溝通技巧、協調與合作重要觀念等。

3.4.8.2 正常操作程序。

3.4.8.3 有關直昇機機體、動力、各系統與火災等之緊急及不正常操作程序。

3.4.8.4 正常及緊急情況下，每一組員之工作及職責、需熟記飛安口訣發揮飛航組員資源管理、著重於溝通協調、團隊合作、工作管理及專業精神、一切均按程序讀出、切莫投機取巧、要主動提醒及早接手、遇狀況轉降安、重飛好為目的彼此合作無間確保飛安。

3.4.8.5 起飛巡航落地階段 CFIT/ALAR 之預防及不預期進入儀器天氣：

.....

- 3.4.8.5.6 地、空勘的執行:特種作業前透過地、空勘以了解作業區的地障位置及高度。
- 3.4.8.5.7 作業區起飛、落地方向的選擇:大載重情況下應迎風起飛落地以增加飛機升力。
- 3.4.8.5.8 良好的組員／單一駕駛員資源管理(CRM／SRM):透過良好的CRM／SRM，正、副駕駛或單一駕駛員取得良好的默契、適切的分工、得以有效掌握、研判各項資訊、不致誤判、而採取錯誤之處置。
- 3.4.8.5.9 目視飛航必須全程保持不進雲及能目視地面或水面。
- 3.4.8.5.10 結合組員資源管理訓練降低人為因素、加強飛航組員操作訓練、組員資源管理訓練及如何防止航機於操作情況下碰撞地障、減低進場、落地階段失事及不預期進入儀器天氣等，於年度複訓實施。

凌天最新版之飛航組員訓練手冊為第 11 版，版期為 105 年 6 月 8 日。
該手冊與本次事故訓練有關之內容如后：

6.4 BELL-206 機種升等訓練

.....

6.4.2 飛行術科 10 小時

1.性能飛行：4 小時

滯空起降及滯空操作

正常起降

大性能起飛/大角度進場

滾行落地

2.基本儀器飛行：2 小時

標準轉彎/小轉彎

上昇及下滑

加減速操作

3.緊急程序：3 小時

飛行調速器失效處置

火警處置

發動機失效處置

液壓系失效處置

燃油系失效處置

電力系失效處置

尾旋翼失效處置

各類型不正常程序之操作

.....

9.2 BELL-206 機型定期複訓

9.2.2 飛行術科：2 小時 40 分鐘

1. 性能飛行：30 分鐘

滯空起降及滯空操作

正常起降

大性能起飛/大角度進場

滾行落地

2. 基本儀器飛行：30 分鐘

標準轉彎/小轉彎

上升及下滑

加減速操

3. 緊急程序：30 分鐘

飛行調速器失效處置

火警處置

發動機失效處置

液壓系失效處置

燃油系失效處置

電力系失效處置

尾旋翼失效處置

各類型不正常程序之操作

11.3 空照、空勘及巡線作業訓練：

11.3.1 訓練資格：該機型駕駛員。

11.3.2 課程內容：

1.地面學科:6 小時

平行、方型擴展、扇形、等高線之飛行要領:1 小時

安全規定:1 小時

操作要領及程序:1 小時

山區飛行:1 小時

組員資源管理 (CRM) / 單一駕駛員資源管理 (SRM) :1 小時

測驗:1 小時

2.飛行術科:2 小時

高高度低空速飛行、低高度低空速飛行：40 分鐘

緊急程序：40 分鐘

飛行考驗：40 分鐘

1.17.3 危險品置放規定

凌天第 12 版地勤作業手冊第 6.5.2 節規定，執行空拍作業期間，燃油等危險品禁止置放直昇機上。

1.17.4 直昇機性能及操作限制規定

依據飛航作業管理規則第二百三十三條附件五內容如下：

1.定義

1.1 A 類直昇機 (Category A)

多發動機直昇機，依 ICAO Annex 8 Part IVB 之規範特性所設計之發動機及系統隔離特性，且可依據專門針對起飛及落地關鍵動力機件失效所設計之性能圖表，保證直昇機具有足夠性能，於合適之計畫地表區域持續安全飛航或放棄起飛。

1.2 B 類直昇機 (Category B)

不符合A類直昇機（Category A）性能標準之單發動機或多發動機直昇機。B類直昇機於遭遇關鍵動力機件失效時，不保證持續安全飛航，而需要實施迫降。

2. 一般說明

2.1 本附件適用於民航運輸業直昇機及普通航空業直昇機之空中遊覽、救護及商務專機等飛航業務。

2.1.1 以一級性能及二級性能飛航之直昇機，其適航類別必須為A類直昇機。

2.2 以三級性能飛航之直昇機，其適航類別可為A或B類（或等效類別）直昇機。

2.3 直昇機應依下列規定飛航。但經民航局許可者，不在此限：

2.3.1 直昇機起降場位於人口稠密且無適當迫降區（congested hostile environment）可供使用之環境飛航，往/返起降之直昇機，應符合一級直昇機性能需求。

2.3.2 直昇機於起降階段應確認能執行安全迫降，始得以二級性能方式飛航。

2.3.3 三級性能直昇機飛航，僅限飛航於具安全迫降環境（non-hostile environment）之地區。

2.4 直昇機以不同於2.3.1，2.3.2，2.3.3所列之條件飛航時，應執行風險評估並考量下列因素：

- a) 業務種類及飛航環境；
- b) 執行飛航必須飛越之區域/地形；
- c) 直昇機發生關鍵動力機件失效之機率及類此事件發生後之嚴重性；
- d) 維持（多）發動機動力機件可靠度之各項程序；
- e) 減緩關鍵動力機件失效造成嚴重後果之飛航及訓練程序；及
- f) 如何安裝及使用監控系統。

另依據飛航作業管理規則第二條相關名詞定義如下：

.....

五十七、一級性能直昇機：指於關鍵動力機件失效時，仍能降落在放棄起飛區域或繼續安全飛航至適當降落區域之直昇機。

五十八、二級性能直昇機：指除在起飛臨界點前或降落臨界點後發生關鍵動力機件失效時，可能需執行迫降外，仍能繼續安全飛航之直昇機。

五十九、三級性能直昇機：指於飛航中任一點發生動力機件失效時，應執行迫降之直昇機。

.....

1.18 其他資訊

1.18.1 訪談資料

1.18.1.1 正駕駛員乙訪談摘要

受訪者稱其於 6 月 9 日未與任務領隊在機場碰面，當天第一批任務係由正駕駛員甲自清泉崗機場起飛，載有 2 名空拍員，執行空拍任務。本來預計要去旗山，但因為旗山天氣不好，決定改在善化落地。飛機約 1224 時到達善化，之後亦由正駕駛員甲執行第二批空拍任務，於 1250 時起飛，於 1440 時到達楓港落地關車。第三批仍由正駕駛員甲執行，於 1630 時起飛，6 點半左右回楓港落地關車。

機組人員於 1910 時晚餐，並討論次日拍攝規劃及需求：預計拍攝恆春半島日出之光線，飛渡至池上，之後向北拍花東縱谷、稻田、秀姑巒溪及石梯坪，然後繞海邊向南回池上，並未提到要拍攝之特定點。任務領隊於聽完需求後，決定次日任務：第一批拍恆春半島，回來加油後飛渡到池上，約 12 點，在當地用餐休息。第三批約下午 1500 時再飛一批。

第二天，約 0520 時起床，早餐是吃豆漿及包子，遇任務領隊，見其精神正常。正駕駛員乙完成飛機檢查後，約 0625 時於楓港開車，起飛爬升至約 1,500 呎無線電訊號不好，因而在附近盤旋叫守望，一直叫不到。於是將無線電調到地面呼叫任務領隊，因無航管許可不能過山，於是決定先落地再看狀況，落地時約為 0645。落地後換耳機再起飛，到 2,000 呎後就可與守望聯絡到。起飛後本想拍南迴公路，但雲層厚，光線不好而作罷。由南迴經達仁再經九棚時，受訪者曾提醒因九鵬是軍事基地不要拍攝，且當時光線也不好。過九棚後於旭海沙漠開始拍（約 2 圈 15 分鐘），再往南到港仔拍 2 次漁港、佳樂水石頭畫面、鼻頭角，空拍員曾要求飛高些拍全景，速度約為 50 哩。於佳洛水拍石頭時有要求飛快些，本想再拍南灣景點，但考量油量，決定繼續拍完定置魚網後，於 0830 時返楓港作業點落地。受訪者原以為會繼續飛第二批飛渡至池上，但落地前任務領隊透過無線電通知換手，所以落地後未關車，執行換手，換手期間觀察領隊之行為及神情都很正常。

有關當日飛行第一批回來又起飛，照相作業人員要求換人飛乙事，受訪者表示於公司開檢討會時始得知是由業務人員向老闆報告，因配合問題，所以要求換人，受訪者認為可能因當時浪費了時間，因起飛後就開始計費，但無線電通訊不好，所以空拍作業人員向受訪者表示此段時間應不要計費。

對於飛行中之動作，空拍員會要求想要如何拍，但如做不到，飛行員也會如實反映，空拍員也不會堅持，受訪者認為不會有安全之問題。有關飛行中空拍員要求之動作，有低空、慢飛及滯空之要求，但不多。受訪者指出，空拍員們很喜歡拍雲層及穿越雲隙鏡頭，飛機於空中，空拍員會有很多臨時需拍攝之特殊鏡頭，例如突然來一片雲，要配合地面景物拍攝等。其經常可能要求之動作是對預計要拍之目標繞圈及調整速度。從前飛玉山時，曾有要求飛得更慢些，但如有安全顧慮，飛行員都會拒絕。

1.18.1.2 相關正駕駛員訪談紀錄

本次事故針對 5 位曾配合空拍員執行空拍任務之正駕駛員進行訪談，其旋翼機飛航時間，均超過 5,000 小時。相關訪談重點，綜合摘要如下：

有關凌天對組員之訓練，針對不同任務規劃有不同之訓練，訓練手冊內均有詳細定義。對執行空拍任務而言，困難度不如執行礙掃高，但也會面臨大馬力、高密度高度、大載重及低空速之狀況，受風之影響也很大，組員也上過相關 LTE 及帶動力下沉之相關課程。對於帶動力下沉之特性，在大馬力低空速（低於 30 浬/時）實施大角度下降或大下降率及順風狀況下，有可能進入帶動力下沉，一旦進入該狀況，改正之動作是減桿、推頭加速，脫離下洗氣流之氣場。

於執行類似空拍任務前之準備包括瞭解拍攝之區域，如需於大馬力低空速或高密度高度狀態下執行拍攝，必須考慮馬力之負荷。另外是障礙物之視察，像這次之空拍任務是勘景，勘景也是依照其需求，完成勘景後如有不足可能還有補拍之情形。

根據與空拍人員合作過多次之經驗，拍攝人員對天氣、光度及光線方向（角度）之要求很高，所以隨機應變拍攝之程度較強，常有隨機拍攝之機率。有關空拍中相關特殊動作之需求配合，包括固定點繞飛、慢飛、滯空、重飛等，只要不影響安全、在相關限制範圍內及飛航安全前提下均能配合。飛航中有些低速及滯空之要求，因都在地面效應外，所以均會檢視當時航機馬力狀況，不會勉強執行，如果非要執行也會以不同角度並以帶速度之方式執行，也許效果不好但可以保障安全。空拍中有時為求效果，空拍員會要求帶頭、急速下降或地貌飛航之動作，但這都是建立在安全之前提下。受訪者舉例如收到改變平飛姿態之飛行需求：包括低高度及滯空飛航之需求，會先於高空偵察相關之風向及預估風速，並評估現有馬力狀況，以決定是否可行。

在空拍前，空拍員會與飛行員溝通拍攝之需求，但於實際拍攝時，因為實際狀況及角度或光線問題，進入後會有改變，例如滯空或改變航機之姿態等。受訪者在天上並沒有與空拍員發生爭執之情形，如未達到預期拍攝之效果，下來後空拍員也不會覺得不滿，但因每人之飛行能力不同，他會對執行空拍之飛行員有些評論，但通常飛行員並不會在意其評論。空拍員甲對相關地標非常熟悉，拍攝前注重光線方向，一般執行動作前，均會有相關簡報與提示。

1.18.1.3 相關人員訪談摘要

本次事故，曾針對相關機組人員，包含機工長、簽派員、油車駕駛、業務人員進行訪談，經綜合相關訪談重點，摘要如下：

對執行空拍之內容，需求者提出拍攝區域及地點，凌天負責飛機整備及降落地點安排，對於拍攝之內容，則不過問。9 日上午安裝設備時，空拍人員即與飛航組員有行前提示及會議，談執行細節，因飛航過程有很多變數，如管制及天氣變化等，所以很多行程及內容都會改變；9 號預計執行 3 批任務，第一批預計是飛渡到旗山，因天氣緣故改到臺南善化落地，加油後起飛，約 1400 時到達楓港。到達楓港後空拍員曾要求要拍黃昏景象，所以 1630 時執行了一批拍恆春夕陽，拍攝之情形，經詢問後可接受。約 1900 時，機組人員一起晚餐，同時提示次日之行程，原規劃 0630 時第一批至墾丁，第二批 0830 時飛渡至池上，於池上休息，下午 1500 時第三批。於會議中空拍人員曾提出到達池上後立即繼續飛第三批之需求，後因考慮飛航組員之飛航時間及機工長不易支援而作罷。全體人員，約於 2000 時解散回房休息。受訪者對任務領隊本人的觀察，精神及身體狀況都正常。

6 月 10 日規劃之行程為前兩批由正駕駛員乙主飛，之後到池上關車休息，於下午 1500 時換人，由正駕駛員甲飛第三批，因第一批飛行為正駕駛員乙第一次單獨與該空拍員合作，所以任務領隊較關注，曾問正駕駛員乙有關航線、地區及起降場之熟悉度，正駕駛員乙對相關之詢問表示無問題。

第一批起飛後，正駕駛員乙透過無線電告知地面無法與航管聯絡，大約在附近盤旋了 15 分鐘，之後地面告知繼續飛，與航管之聯絡由地面負責。落地前空拍員甲傳訊息問地面業務人員，下一批可否換人飛，業務人員詢問任務領隊後，領隊同意更換主飛人員。

受訪者敘述空拍員甲執行空拍之作法，於每次任務前都會問飛行教官是誰，長期以來，其較相信資深及技術較好之機師，本次任務因為覺得正駕駛員甲比較容易配合，對指令之回應也較精準。因為飛行每分鐘都要算錢，所以付費者要求效率是可以理解的。剛開始時，空拍人員會指定教官，但公司認為飛航時由資深搭配資淺人員較易達到經驗傳承及人員成長之目的。

1.18.1.4 航空維護工程師訪談資料

航空維護工程師在凌天任職約 6 年，該員為事故機機工長，負責該機停機線維修作業。

該員於 6 月 10 日早上約 0530 時抵達楓港集合點與其他組員會和，約於 0540 時開始執行事故機飛行前檢查，同時間維修員甲執行油車甲之燃油取樣作業，取樣 250 立方厘米（以下簡稱 CC），之後該航空維護工程師與兩位當日任務駕駛員使用檢查藥劑執行油料水分檢測，檢測結果顯示燃油無水分；然後航機加入 30 加侖燃油，並於加油後 30 分鐘執行燃油取樣及檢測，燃油取樣位置為飛機機腹燃油漏放瓣及低壓燃油濾各取約 500 CC，檢測結果亦無水分反應，該兩瓶取樣之燃油共約 1,000 CC，與其他飛機裝備一同放置於停機作業點。

駕駛員執行起飛前飛機檢查、燃油確認及任務提示後開車，航機狀況良好，儀表顯示正常，於 0630 時起飛執行第一架次空拍任務，該機於 0830 時返楓港落地；落地期間由該員執行過境檢查，飛機狀況良好。當時飛機指示燃油存量為 30 加侖，空拍人員依引導後下機休息時，依接續任務之正

駕駛員乙要求維修員甲執行加油 40 加侖，加油後檢查燃油指示為 70 加侖，再次確定飛機狀況及儀表顯示正常；該員因第三架次任務集合點為池上，路途顛簸，故將於第一架次前自該機取樣之兩瓶油樣置於貨艙，隨機一同運至池上，預計前往池上後再取下。加油後依駕駛員指示引導空拍人員上機，確定安全帶繫妥後，再次確定飛機及所有艙門及蓋板至定位，航機於 0845 時起飛執行第二架次空拍任務。

原預計該機飛渡至池上落地後關車，於當日下午 1500 時再執行第三架次空拍任務，該員與正駕駛員乙開車前往池上集合。該員說明，該機於 1020 時落地後，未依原預計落地關車，正駕駛員乙指示維修員乙自油車乙加油後，於 1045 時再次起飛，當時該員仍然在前往池上的路途中，因而未能及時將兩瓶由飛機取樣之燃油自事故機中取出。

1.18.1.5 維修員甲訪談資料

維修員甲在凌天任職約 7~8 年，該員為油車甲之駕駛員，為事故當天事故機第一、二趟飛行前負責加油者。該員了解執行飛機油車加油必須熟悉安全守則，經公司加油相關以及危險物品的訓練，才能擔任此工作。

6 月 10 日當日早上飛機預計自楓港 0630 時起飛，該員 0525 時到飛機旁執行飛行前檢查，約 0615 時完畢，接著執行油車燃油油樣抽驗，油樣給第一趟飛行的教官看完沒問題後再做飛機油料補給；加油時飛行教官會在飛機旁依飛機油量表指示之油量，以手勢表示停止加油，加完油後約在 0635 時左右飛機起飛。

飛機第一趟飛行回來後，第二趟飛行由另一位飛行教官從楓港飛到池上，所以需要再補油，補完油後飛機就飛往池上。

加油紀錄和燃油取樣都有專人保存，個人習慣會將油樣保留到下一次任務執行才倒掉，中油的油品檢驗單也保存在公司。在凌天任職期間並未見過中油油樣不合格之狀況。

1.18.1.6 維修員乙訪談資料

維修員乙在凌天任職約 6 年，該員為油車乙之駕駛員，為事故當天事故機第三趟飛行前之加油者。該員了解執行飛機油車加油必須熟悉安全守則，經公司加油相關以及危險物品的訓練，才能擔任此工作。

6 月 9 日當天在楓港旅館時，飛行教官就指示飛機隔天要從楓港到池上，油車要提前到池上備便，所以該員於 6 月 10 日當天早上約 0430 時就從楓港出發到池上，約 8 點抵達池上法林寺，因路程途中油車會晃，怕油水會混，所以抵達法林寺後有讓油車靜置一段時間，再執行加油任務。

飛機約在 1020 時抵達法林寺落地，在飛機抵達之前就先從油車和油槍做好燃油取樣，油樣給第三趟飛行的教官看完沒問題後，再到飛機旁執行飛機加油，加完油後飛機約在 1040 時起飛。

因為沒有油量表，所以加油的油量也是依飛行教官的手勢表示來停止加油；飛行期間油量的消耗，依過去經驗，飛行 2 小時約需 70 加侖，因為飛機不熄火熱加油，講話聲音聽不到，所以加油時都是依教官的手勢來停止加油。

沒有加油量的紀錄，每次任務之前，飛行教官會先預估總油量的需求，再由公司 2 輛油車平均裝載，但會依教官的指示那一輛油車要裝多或裝少，配合轉場位置，2 輛油車各就位置備便支援。

飛機的燃油取樣由機工長負責，就該員了解，機工長每天只有在第一趟飛行前檢查時取燃油樣本一次，即便當天有三趟飛行也只有取樣一次。在凌天任職期間並未見過中油油樣不合格之狀況。

1.18.1.7 航務簽派員訪談資料

該航務簽派員在凌天任職約 20 餘年，該員為 6 月 9 日事故機自臺中本場出發前負責飛機載重平衡計算者。該員表示，飛機從本場出發前的載重

平衡計算由該機務派遣員負責，到外場後就由飛機副駕駛負責。

該員說明，不同的攝影公司會有不同的攝影裝備，安裝方式及重量也都不同，飛機外裝的攝影機都是在臺南亞航完成加改裝套件及秤重，都有個別使用的載重平衡表格，攝影機重量資料都已制式化在表格內。

6 月 9 日飛機自臺中本場出發前裝上攝影公司的攝影機後，按該攝影機的載重平衡表格計算，重心都在限制範圍內；所需要加的配重有告知機工長，由機工長負責將所需配重重量放到飛機上，該機放置配重位置在飛機後貨艙，貨艙內並無特定位置供配重放置，只需將配重放入後貨艙即可。

1.18.1.8 目擊者甲訪談資料

受訪者事故當日約 1150 時於住處二樓聽聞直昇機主旋翼劃空的「答、答」聲音，感覺不太尋常，於是走到陽台一探究竟。受訪者於目擊現場透過訪問者的相機鏡頭畫面（詳圖 1.18-1）描述當時看見一架直昇機約半山腰的高度由鏡頭畫面的左側往右側飛，飛到那十字形牧草位置（圖 1.18-1 黃色十字區域）時就開始迴轉往畫面左側下降高度。這時受訪者以為是消防署的飛機要來救村子在長虹橋下打魚的孩子，以前就發生過幾次村民打魚落水意外，也是消防的直昇機來救的，於是視線就移轉到長虹橋下，看橋下沒有人聚集，就又把視線拉回直昇機，但發現它已經墜毀在那山上開始冒煙了（圖 1.18-1 紅色劃叉處）。受訪者就叫女兒趕快報警。



圖 1.18-1 受訪者於事故當時目擊事故直昇機飛行軌跡

詢問其當時是否看到及聽到直昇機及聲音有無異常，並請其模擬直昇機的聲音時，受訪者稱為「答、答、答」的聲響，無察覺有異常現象。但因為不瞭解受訪者所稱之「直昇機約半山腰的高度由左往右飛，飛到那十字形牧草區時就開始迴轉往左下降高度」的確切狀況，訪問者與受訪者一起來到受訪者住處二樓陽台之目擊現場，要求其就攝影機螢幕畫出目擊直昇機飛行軌跡（圖 1.18-1 粉紅色實線代表目擊之飛行軌跡，灰白色虛線代表未目擊之飛行軌跡）。

1.18.1.9 目擊者乙訪談資料

受訪者世居臺東，曾為漁民，後改從事土木工程工作，迄今已有 8 年，常目擊直昇機之低空飛行操作，對直昇機之聲音相當熟悉。

受訪者當日上午約 0700 時即到達舊長虹橋做工程，共有 3 個人，受訪者獨自 1 人在橋上約中央位置操作機具，其他兩人在橋下。大約在 1150 時

左右，看到一架直昇機由西邊縱谷飛出來，高度剛好高出對面的山頂，慢慢下降，速度很慢，飛行方向大約是朝北面，覺得飛機聲音及姿態都很正常，以為他要從長虹橋下飛過，但不久就墜落在鐵皮屋旁的果園裡。受訪者表示，飛機沿著山勢向下，方向很穩，一直斜飛下來，沒有感覺飛機有停頓現象，也沒發現飛機有其他異常，旋翼轉動聲音也覺得正常，飛機也沒有旋轉，之後就消失在山坡上，視線被樹林擋住，快到達地面時還覺得很奇怪，為什麼飛那麼低。之後就目視墜落處冒煙，立刻用手機拍起來，後來煙越來越大，於是想到趕快報警。

受訪者說明事故當時在長虹橋上施工時之風很大，是吹南風，以其漁民經驗評估大約 9 級風，對橋下員工講話都須用喊的。受訪者並表示其於上午 0700 時到達工地，工作時間除事故前聽到直昇機之聲音外，其他時間並未聽到有直昇機之聲音。

1.18.1.10 空拍助理訪談資料

受訪者專長是攝影及剪接，主要擔任空拍員甲之地面及空中之攝影工作，最主要是拍他個人之工作，包括公共場合及演講之攝影，但在空中也會協助拍些影片，另外於地面做剪接工作。

有關事故相機 Cineflex，平常個人並不常於空中使用，但於地面上有時會拿出來暖機，操作一下手感。此相機主要用於空中攝影，空中攝影最大之困難是飛機的震動，此相機有避震盤，總共有 6 個彈簧有防震功能，可以克服空中飛行之震動，也可以上下及 360 度轉動，詳細功能可查說明書，有關轉動速率之限制，因平常操作都很慢，所以沒試過其限制。

有關空拍員甲於天上執行拍攝工作時，要做的動作事前都會跟飛行員溝通，比如拍一個目標，會要求飛行員繞目標飛，拍好後會告知飛行員到下個目標。於繞目標之過程中會要求飛行員調整與目標之距離，有時也會要求飛行員滯空，也會要求航機慢一點，低一點，也常會要求調整高度，

但都會跟教官溝通好後再執行。於執行過程中也會常有非預期之景點會拍攝，但都會先問教官是否可行。根據歷次飛行經驗，不覺得曾有危險之狀況發生。也曾坐過空軍之直昇機，感覺凌天這種飛機馬力比較小。

受訪者強調執行空拍過程中，空拍員會提出其對攝影之需求，教官會評估，合作互動良好，從未有過不愉快之狀況發生，提出之需求也很少遭到教官之拒絕，因為空拍員甲很了解哪些動作不能做。

受訪者說明有關空拍機上之配置，通常由空拍員甲坐前面，助理坐後面，另一個位置上放一個高約 15 公分、一個座椅大小的攝影機主機。攝影機之主機係位於機上後座，接一條線到機首連接鏡頭，再由主機接一條線到前座控制面板，該控制板上右側有一搖桿，可控制鏡頭旋轉及上下移動，另控制板上自動旋轉控制；包含旋轉（pan）、滾轉（roll），上下（tilt）、速度（speed）及 zoom in-out 等之自動控制。

1.18.1.11 民航局航務檢查員訪談資料

受訪者係民航局負責監理凌天飛航業務之航務檢查員。以下訪談內容為該員承辦凌天事故該次空拍作業之申請及核准過程。

受訪者表示，有關普通航空業所執行之業務為民用航空運輸業以外之包括空中遊覽、勘察、照測、消防、搜尋、救護、拖吊、噴灑、拖靶勤務、商務專機等經民航局核准之業務。

受訪者表示，業者之業務申請需依據「普通航空業管理規則」向民航局空運組提出；經其簽會各相關組室意見彙整同意其申請後，即可執行普通航空業相關營運項目。凌天經營之業務即依照上述規定及程序，申請獲准，民航局也依據相關規定，對其進行法定之監督及管理。

受訪者表示，依據管理規則第 9 條：業者應於計畫作業五工作日前，檢附飛航作業申請書、搭載乘員名冊及相關必要文件向民航局申請核准；

臨時起降場及飛航計畫也有相關規定。另民航局有一航班管理作業申請系統網站，由業者上網填妥後向民航局申請，空運組有專人承辦及審核。於該案會審流程中，各組室會提供審查意見，標準組如審查無問題則會請業者依據「航空器飛航作業管理規則相關規定」執行。民航局同意公文內容中亦會將相關意見如：應依據民營飛行場管理規則、航空器飛航作業管理規則、飛航規則及飛航指南之規定飛航等告知業者。

受訪者表示，查凌天 6 月 10 日之飛航作業，公司提出之申請包括航線規劃及臨時起降場等之需求，係經此一系統申請獲民航局同意申請，航機於飛航前也符合適航標準。

受訪者表示，凌天此次事故之直昇機型，依據飛航作業管理規則，為三級性能直昇機，有關航機分類（category A/B），為一飛機設計及性能之問題。監理機關須確認航機有相關適航認證，符合適航之標準，飛航時駕駛員須考量環境因素及條件，依據飛航手冊規定操作飛航。山區飛航亦須遵守相關規定，在不違反相關飛航規則之條件下，掌握航機之性能及相關安全條件做最適當之飛航規劃及處置。

1.18.1.12 空拍公司主管訪談資料

受訪者表示，針對此次拍片，其職務為製片，就是管錢、人、時間、預算及成本控管。所以必須了解什麼時間做什麼事、什麼人去、大概多久的時間。因為空拍攝影需要良好的季節、良好的天氣，所以工作集中在 3-9 月，為配合凌天花蓮任務及向民航局申請之期限將屆，此次任務決定於 6 月執行。任務前幾天空拍員甲曾向受訪者提及民航局有新規定，飛機落地加油後需機工長簽放才能再起飛，如此會很麻煩，因為車子在地面跑比飛機慢，機工長一定會趕不及。

依其瞭解原先的計畫是 6 月 10 日只有上午和下午各一趟共兩趟，所以 6 月 9 日空拍員甲與助理 9 點到台中裝機後出發飛往楓港。楓港休息時受

訪者有與空拍員甲通電話，沒談到隔天的計畫，第二天原本預計在高雄休息，計畫是飛旗山落地，後來天氣不好改在台南，最後落在楓港。第二天就變成楓港起飛到池上。有關東岸拍攝的考量，因為光線之順、逆光，所以花東都安排早上沒有下午。早上十點左右的光線是很好拍的，太靠近中午光線直射不拍，拍出來的東西沒有影子會沒有立體感，不然就要等下午三、四點，光線有影子拍出來有立體感。事故當日與空拍員甲最後通話是在池上法林寺剛下飛機，有傳飛機之照片，並說花東縱谷天氣很好，沒提後續任務，之後發訊息問是否在池上等機務人員到達，就沒聯絡上，不知道事情怎麼發生的，也不知道發生什麼事。有關按飛航計畫飛航之問題，更改計畫者不見得是空拍員甲，凌天的人也希望早些飛完好休息，而且中午執行拍片沒有光影，效果不好，空拍員甲不會這麼做。

受訪者表示，凌天非常會計較成本，對阿布電影公司而言，花東的拍攝是最花錢的，因為飛一趟就要八到十小時，大約一百多萬，成本很高。本次拍攝是配合凌天在東部有任務，航機要留在花東，所以空拍完成後空拍人員要自行返回，拍攝公司才派車開到台東，拍完在台東拆機後，開車回台北。做為付款租機的一方，租方不能指定飛行員，往往出發見到面才知道是跟誰配合。配合良好的飛行員不一定是技術最好的，但在拍攝分秒都在燒錢，合作的默契非常重要，配合得來的可能一說就知道空拍員甲的意思，新手可能就要花多一點時間來溝通磨合。

受訪者認為在與飛行教官合作的過程中，空拍員甲都是與人為善，希望盡量能滿足教官的需求，這樣大家合作起來才會愉快，希望拍攝過程比較順利，合作過程中雖有不合理的要求，但都會盡量滿足教官的需求。空拍員甲雖然不是飛行員，但是空拍經驗很豐富，已經養成可以根據旁邊的景物來判斷現在是什麼樣的情況，來要求飛行員配合拍攝，例如在玉山那次拍攝風很大，飛行員判斷情況是可以的並且調整方向，讓飛機維持在一個比較穩定的狀況下，空拍員甲是順著飛機的上下波動拍攝，最後完成這個鏡頭。對本次事故駕駛員不是很熟，但對於當天空拍員甲有問要不要換

人飛，也覺得奇怪，是否是那位教官在配合上或個性上有什麼問題。

受訪者認為事故最後一段影片前面 60 秒是在拍攝取景，看到秀姑巒溪後，應該再飛幾秒把這個鏡頭拍攝完成，這樣在後製剪輯過程中才可使用這段影片，一定是其間發生什麼事才會把鏡頭轉掉，放棄前面拍攝的鏡頭，把鏡頭向上轉一圈，這不是在拍攝而是在檢查旋翼，而且攝影機還繼續在拍攝到最後，顯示攝影機沒有問題，而後鏡頭向下這也不是在拍攝而是在記錄，在最後幾秒，空拍員甲認為事情要發生，所以才再把鏡頭向上轉一圈拍攝記錄，不然把手放開鏡頭就會停止。

1.18.1.13 資深飛航教師訪談資料

經訪問 2 位旋翼機總飛行時間超過 1 萬小時之飛航教師，主要機種是 UH-1H 及 TH-67 型機（B206B3 之軍用型機），事故型機飛行總時間約 7 千小時。

該 2 員由相關新聞及媒體資訊，配合其經驗及專業知識，原認為本事故應是發動機動力有問題，或是主齒輪箱咬死，造成航機墜落，因為觀察其主旋翼是完整的。

受訪者 1 表示，直昇機飛行中，常有機會遭遇帶動力下沉狀況，此狀況通常係低速、大下降率及帶動力之狀況，如操作不當，則航機可能會進入自身下洗氣流中而失控；例如進場落地時，減速過程中，造成下降率過大，無法控制，那時必須減集體桿，同時推頭加速重飛以脫離下洗氣流，當然可能消失一些高度，但如稍有遲疑或當時高度不夠，則航機可能失控墜落。台灣地區多山，存在許多不穩定氣流。山區飛行時常會遭遇下降氣流，亂流或地形風，如操作不慎，很容易進入帶動力下沉狀況。曾有一次山區飛行進入下降氣流，當時進入不利之順風，飛機會帶不起來，此時應放低集體桿、加速以脫離此氣流不穩區域。

問及直昇機主旋翼轉速到達慢車轉速以下，發動機會不會熄火，受訪

者表示，曾有一次飛 UH-1H 帶學生，因主旋翼轉速警告，以為發動機熄火而做自轉，落地時才發現發動機是好的。當時油門在慢車位置，主旋翼轉速很低但沒有熄火。受訪者 1 以系統功能觀點，敘述發動機之運作原理：主要看點火、供油及進氣燃燒。通常 N2 轉速 15% 以上就點火，如供油及進氣正常，理論上是不會熄火的。受訪者 1 以實際經驗表示：B206 型機主旋翼轉速到達 50% 或以下時，如持續供油及運轉，是不會熄火的。

受訪者 2 認為直昇機飛航應於飛航前查找性能圖表（performance plan chart），以確定航機之性能符合當時載重狀況。依照該員之經驗，該機可能於臨界載重、低速狀況下，執行下降動作，依當時飛航環境，應會有地形風；於該狀態下飛航，復遭遇順風，極可能進入帶動力下沉之狀況。受訪者也認為地面效應外與地面效應內之差別大，尤其於有尾風及大載重狀況下，此時主旋翼及尾旋翼均需多餘馬力維持航機之操作，很快就可出現馬力不足之狀況。

1.18.2 影片解讀

依據事故當日安裝於航機上照相機攝得之事故前最後一段（第 72 段）影片，紀錄總時間為 2 分 17 秒，該裝置無語音紀錄功能。經與民航局、凌天及阿布電影公司人員共同觀看該影片後，製作影片抄件如表 1.18-1。

表 1.18-1 影片抄件摘要表

時間（秒）	事件	備註
D ~ 61	● 沿秀姑巒溪北側向西飛行 ● 高度約 1,400 呎 ● 航機狀態正常 ● 1"~13"、57"~62"短暫通過稀雲	
D+15	● 依地景計算高度/速度/下降率....	
D+62~76	● 62~63 鏡頭開始向上（拍攝到雲）並逆時針旋轉 ● 66 鏡頭由上往下逆時針拍攝山景 ● 67~73 鏡頭持續逆時針旋轉拍到秀姑巒溪出海口 ● 76 之後鏡頭持續逆時針旋轉且向上拍攝	天地線右上左下約有五度坡度

	到雲	
D+77	● 鏡頭拍到主旋翼（主旋翼轉速約 97%）（D+77"~85"） ● 直昇機無異常震動情況	
D+82	● 82 鏡頭與機身成 180 度。 ● 駕駛艙航機有操作顯示（駕駛艙影像資料顯示迴旋桿有動，舵未動）	航向約為 150 度
D+83~84	● 鏡頭轉動有暫時停頓現象 ● 鏡頭再度拍到主旋翼	
D+89~91	● 鏡頭轉動有暫時停頓現象	
D+90~105	● 90~102 鏡頭轉動速率變慢 ● 94 與 73 出現同樣雲像（鏡頭左轉一圈） ● 鏡頭持續逆時針旋轉 ● 鏡頭有上/下移動現象 ● 104 出現秀姑巒溪北側山景	
D+105~115	● 鏡頭持續逆時針拍攝山景 ● 60~114 航機高度下掉約 500 呎 ● 111 鏡頭出現與 18 相似山景畫面，高度較低 ● 112~115 鏡頭停止轉動，向前拍攝地景 ● 有下降率	
D+115	● 高度 845 呎（距地高度 549 呎）VS: -900fpm	
D+120~126	● 120 鏡頭左側出現秀姑巒溪畫面，目視地面樹木無晃動之不穩定現象 ● 120 高度 740 呎（距地 445 呎）VS: -1170 fpm ● 123 高度 670 呎（距地 374 呎）VS: -1,580 fpm ● 126 根據影片最後可推算相對位置之時間：高度 580 呎（距地 285 呎），VS 1,680 fpm	
D+126~133	● 鏡頭向上逆時針旋轉，有上/下移動現象 ● 133 拍攝到主旋翼	
D+133~137	● 鏡頭拍攝左座駕駛艙下視窗，航機有異常明顯抖動（主旋翼轉速約 52%~38%） ● 機腹蒙皮有地景倒影顯示向後移動現象 ● 136 左座乘員右腳離開地板 ● 航機參考航向 250 度，鏡頭 120 度	
D+137	● 影片停止紀錄	
註： 1. D 為影片開始記錄時間。		

2. 墜毀地標高：85~90 公尺（279~295 呎）。

1.18.3 操作規定與限制

凌天最新版之 BELL 206B3 直昇機操作手冊為第 5 版，版期為 106 年 1 月 18 日。該手冊與本次事故相關之內容如后：

.....

4.9 旋翼轉速限制：

4.9.1 有動力：

最低 97% ，最大 100%。

暫時旋翼轉速低於 95% 不可超過 5 秒。

50% 至 60% 為加速範圍。

4.9.2 無動力：

最低 90%，最大 107%。

.....

4.11 風速限制：

4.11.1 尾風滯空最大 17 浬/時。

4.11.2 側風滯空最大 17 浬/時。

4.11.3 危險相對風向風速方位區域圖，請查閱 BHT-206B3-FM 圖
4-5

.....

7.2 名詞解釋：

.....

自動旋轉落地

視需要調整飛行操縱系，建立自轉下滑完成落地，其操作程序如下：

- (1) 集體桿：減低，維持旋翼轉速 90~107%RPM。
- (2) 空速：調整，維持於 52~69 浬/時。
- (3) 選擇落地場。
- (4) 完成自動旋轉落地。

.....

7.6 發動機失效自動旋轉：

- (1) 集體桿——視需要調整，維持旋翼轉速在 90%至 107%綠線範圍。

附 註

自動旋轉時，旋翼轉速保持在操作範圍之上限，可提供最大旋翼轉速以完成落地；但相對也會增加直昇機下降率。

警 告

視狀況減低前進空速至所需之自轉空速，最低下降率指示空速 52 浬/時，最大滑行距離指示空速為 69 浬/時。

- (2) 低高度時，視需要關斷手油門並向後帶桿，以減低空速。
- (3) 當減速效果減低時，運用集體桿再減少空速並緩衝落地。
- (4) 建議在旋翼轉速低於 70%前，維持水平姿態著陸。觸地後，柔和減低集體桿，迴旋桿保持中央位置。

警 告

未將集體桿減至最低位置而造成長距離之過度滾行，或企圖在觸地前之長距離飄降，均應避免。

- (5) 穩定自動旋轉最大的指示空速為 100 浬/時，如超過此空速，會造成直昇機大下降率及旋翼低轉速。空速表上裝有藍色標誌，以提醒飛行員注意。

.12 帶動力下沉改正：

- (1) 拋棄外載。
- (2) 減低集體桿，減少馬力。
- (3) 轉向迎風，增加空速。
- (4) 低高度時，注意障礙物。

8.1 定義：

依據不良天候定義共區分為四類；第 1 類：風，第 2 類：雲、霧、冰、第 3 類：沙暴、塵暴，第 4 類：遇前述一種以上多重混合型狀況。依上述四

類本章節訂定不同之操作程序及操作限度規定。

8.2 第一類：

風；造成不易操控狀況，如遇地面強風（風速 34 哩/小時以上）、飆線、絕對高度 2000 呎以下低空風切、嚴重或強烈亂流（含晴空亂流及山岳波）時其處理方式為：

- (1) 立即釋放機外負載、維持航空器穩定姿態，調整空速於可操控之範圍並保持 N2 100%、N1 105%、TQ 100% 之範圍內操作。.....
- (2) 落地時延長五邊轉彎，頂頭風建立穩定之下降率以確保落地之安全。.....
- (3) 如落地前遇低空風切，切勿冒然落地，立即增加馬力爬升高度，保持 TQ 100% 以內之操作實施重飛，連絡地面人員，確定風切改變或變小時再行落地。.....
- (4) 機場落地如遇順風滑行時，可以側滑方式，或以頂風後退緩慢滑行以確保安全。.....
- (5) 關車後，需將遭遇之情形登載於直昇機表格上。.....

.....

原廠於 106 年 2 月 3 日第 16 版之 BELL 206B3 直昇機操作手冊，第 4-7 頁圖 4-2 之內容為最大持續馬力狀況下之最大爬升率（如圖 1.18-2）。該手冊第 4-9 頁節有關可允許相對風之操作說明為：於相對風及側風 20 哩/時（17 哩/時）以下，航機在所有負載條件下於區域 A 之操作，其安定性與控制，經驗證結果證實達到滿意標準（*OPERATION IN ALLOWABLE RELATIVE WIND: Satisfactory stability and control has been demonstrated in relative winds of 20 MPH (17 knots) sideward and rearward at all loading conditions within Area A of Hover Ceiling charts.*）。該手冊第 4-12 頁圖 4.4 為地面效應外之滯空升限（如圖 1.18-3）；第 4-14 頁為臨界相對風之方位區域（如圖 1.18-4）。

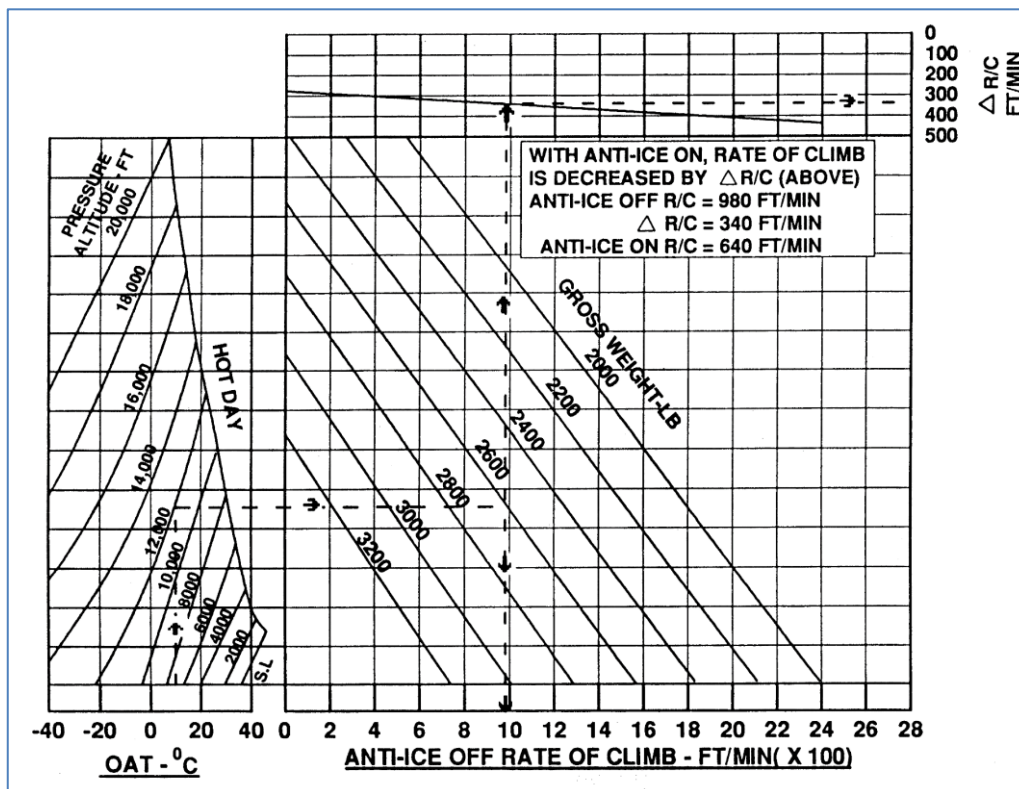


圖 1.18-2 最大馬力狀況下之最大爬升率

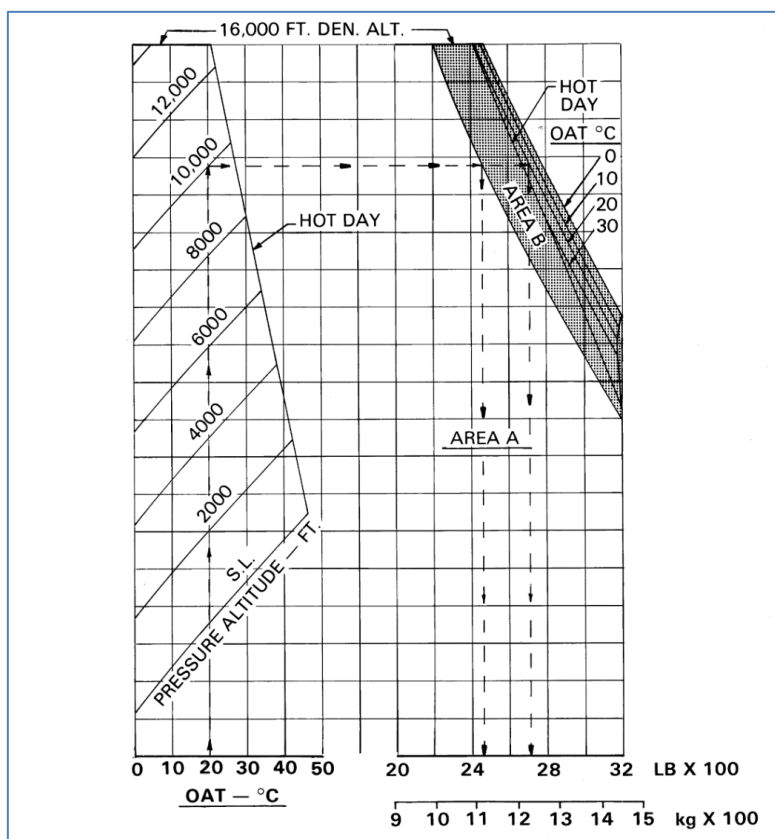


圖 1.18-3 地面效應外之滯空升限

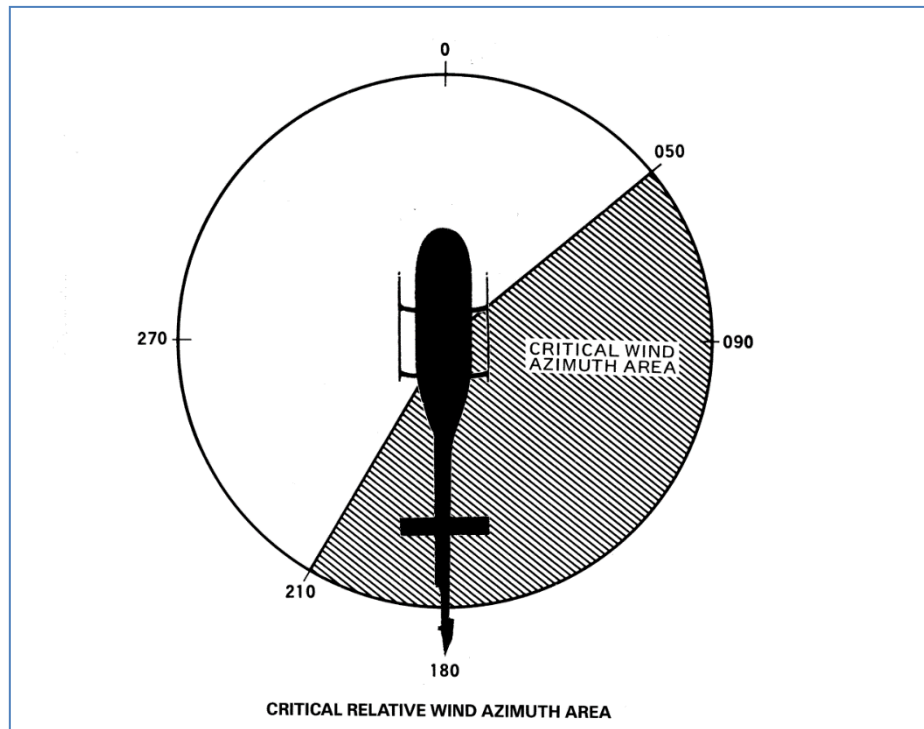


圖 1.18-4 臨界相對風之方位區域

1.18.4 直昇機環狀渦流效應

環狀渦流效應又稱帶動力下沉，為直昇機飛航中之危險飛航狀態之一。依據歐洲直昇機安全執行小組出版之直昇機飛航「安全考量因素」，文中指出直昇機於低速有動力之下降過程中，進入本身產生的下洗氣流（環狀渦流），導致下降率劇增（約為進入環狀渦流前之三倍）。當空速 30 哩/時以下，直昇機帶動力下降時之下降率趨近主旋翼「下洗氣流速度」，即可能發生環狀渦流。渦流自旋翼尖分離造成震動，不斷地改變推力及操控力矩，隨著渦流的演化，造成下降率不正常增加，甚至可能超過每分鐘 3,000 呎。下洗氣流速度或下洗誘導速度，通常是直昇機型別及總重的函數，例如，總重 1,000 公斤而直徑為 11 公尺的二片主旋翼葉片直昇機，所產生的誘導速度為每秒 6.5 公尺（700 呎/分），但一般認定不安全的下降率是每分鐘大於 500 呎。

有關帶動力下沉之改正行動，可運用迴旋桿及/或集體桿，修正直昇機姿態而獲得空速。將集體桿降至最低也可能脫離環狀渦流，但如僅使用減

低集體桿改正，在改出過程中損失的高度將遠高於僅使用迴旋桿改正。

由於改正措施會造成高度大量損失，尤其在接近地面期間，防止環狀渦流產生顯得特別重要。避免空速低於 30 浬/時及下降率大於每分鐘 500 呎的帶動力下降，因此，執行下列的飛航操作時，應特別小心：

- 在封閉場地執行偵察及進場
- 順風進場
- 大角度進場
- 無地面效應滯空（HOGE）
- 低空速自轉改出
- 順風急停
- 空中照測

1.18.5 燃油消耗

原廠於 96 年 11 月 5 日第 5 版之 BHT-206B3-MD-1 手冊，第 3-12 頁及 3-13 頁，分別載有於海平面/溫度 15°C 及 35°C 條件下，其燃油消耗之情形（如圖 1.18-5 及圖 1.18-6）。

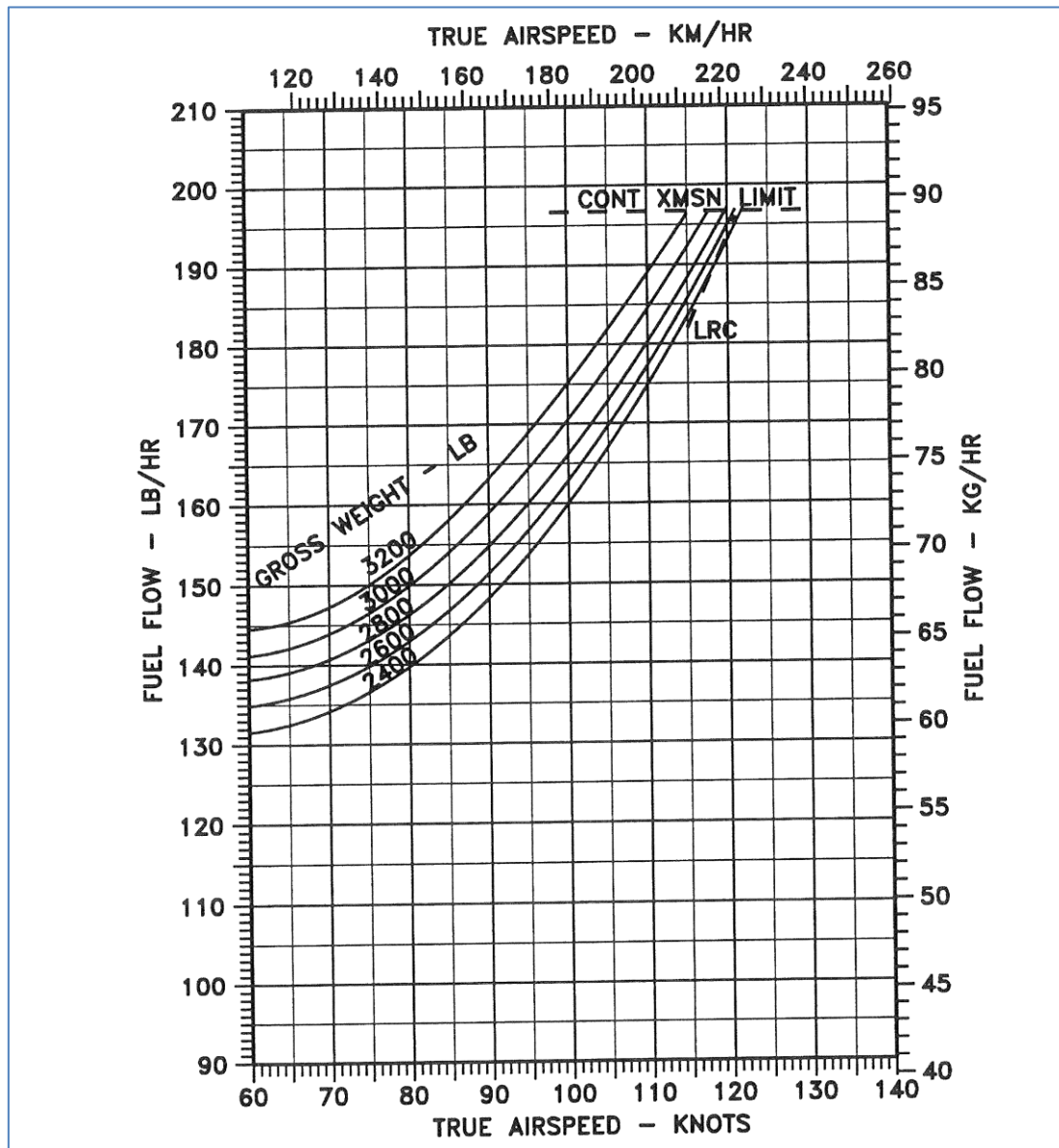


圖 1.18-5 海平面/溫度 15°C 條件下燃油消耗量

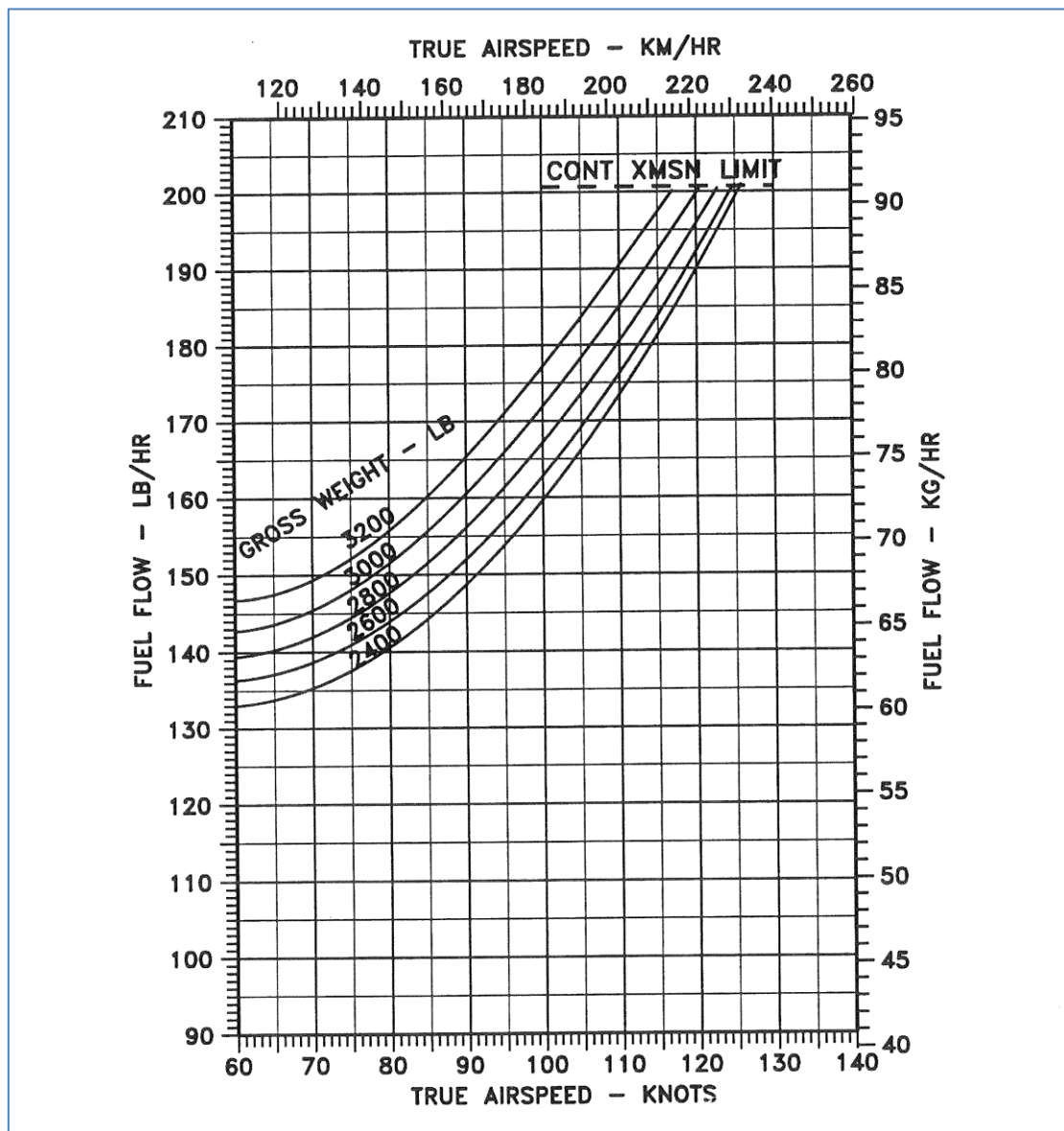


圖 1.18-6 海平面/溫度 35°C 條件下燃油消耗量

附錄 1 民國 106 年 4 月 26 日發動機熄火調查報告

106 年 04 月 26 日凌天航空公司

BELL (國籍編號 B-31118) 機種轉換訓練發動機熄火案調查報告

[密等表列](視需要)

作業屬性：地面、其他

事件種類：意外

本室調查人員：[REDACTED]

相關作業人員：飛安室、品管室、航務處、機務處

調查報告撰寫日期：106 年 05 月 09 日

內容：1. 事件經過	Page - 1
2. 調查事實	Page - 1
3. 分析與結論	Page - 2
4. 改善建議與違規事件調查處理措施	Page - 3
附件	X to X

1. 事件經過

106 年 04 月 26 日時執行機種轉換訓練，人員：右座 [REDACTED] (機長)，左座 [REDACTED] (換裝人員)，使用 BELL206B3 機號 B-31118 於 0920 時開車，0926 時試車完畢呼叫滑出。滑行至試車區執行緊急課目訓練(3 呎滯空自轉)，按程序完成慢車止檔檢查，狀況良好。由 [REDACTED] 先示範乙次後交由換裝人員 [REDACTED] 操作，[REDACTED] 操作第一次練習狀況良好，繼續執行第二次練習，滯空高度 3 呎，穩定直昇機姿態後收油門進入滯空自轉練習，直昇機平穩落地後增加手油門恢復動力時發現發動機無動力反應，發動機 ENG OUT 燈亮，發動機進入熄火狀態，即報告機場地面管制席於 0938 時完成後續關車程序，0945 時人員離開飛機，人機均安。

2. 調查事實

2.1 航空器相關資料：

國籍編號	B-31118
航空器製造商	BELL
型別	206B3
序號	MSN 4552
登記編號	B-31118
適航證書/效期	105-08-172 / Jul. 31. 2017
最大起飛重量	3200LB
最大著陸重量	3200LB
總飛行時數	4613 : 14
總起降次數	9286
上次週檢種類及日期	2017. 04. 13
發動機型別	M250-C20J
發動機製造商	Rolls & Royce Corporation
發動機使用時數	4458 : 08
維護及相關裝備之陳述	正常
性能及載重平衡之陳述	正常

2.2 航空人員及組員資料：

人員	██████
性別	██████
年齡	██████
證照種類	直升機商用駕駛員
進入公司日期	87.03.16
檢定證證號/效期	██████/2020.08.09
體檢證/效期	2018.01.31
本機型飛行時數	4084:15
總飛行時數	4982:37
訓練資料	105.08.02 完成年度複訓
醫療病理	無

2.3 人員傷亡名單：

	組員	乘客	其他	總計
死亡	0	0	0	0
重傷/輕傷	0	0	0	0
總計	0	0	0	0

2.4 航空器及其他損壞：未受損。

2.5 氣象資料：MWTAR RCMQ 26000030Z 19006KT 4000BR FEW010
BKN050 26/23 Q1011 NOSIG RMK A2988。

2.6 助航設施：略。

2.7 飛航管制及陸空通訊：良好。

2.8 航空站設施：良好。

2.9 CVR/FDR/QAR 資料：無。

2.10 火災及消防搶救程序：無。

2.11 其他：無。

3. 分析與結論

3.1 4月27日配合飛行安全調查委員會██████、民航局██████、
██████教官針對 B-31118 號機實施地面發動機高、低壓油濾、燃油
流量、油門連桿指示位置、卸壓閥檢查皆正常、合乎設定標準。

3.2 5月2日貝爾(BELL)廠駐亞洲代表回函；安裝雙操控系直昇機需特別檢查副駕駛油門行程，其有可能於操作自動旋轉快速收油門至慢車位置時造成發動機熄火。

3.3 5月4日再配合[REDACTED]、[REDACTED]、[REDACTED]教官針對B-31118號機油門連桿檢查，發現慢速收油門位置指示30°正常，快速收油門時位置低於標準4mm，超過±2mm之標準。

3.4 5月4日貝爾(BELL)廠回函指出；若油門位置指示超過2mm之修護標準，流經油控器之燃油流量有可能無法維持發動機運轉。

3.5 綜上述分析，B-31118號機發動機熄火案可能肇因；為副駕駛油門連桿因使用年份長，各連桿累積間隙造成快速收油門油門指示位置過低，燃油供給不正常造成熄火。

4. 改善建議與後續調查處理措施

4.1 改善建議：

4.1.1 將B-31118號機油門調整至30°標準值。

4.1.2 針對此案例，發工執行B-31109、B-31169號機實施油門位置特別檢查。

4.1.3 檢討100HR、300HR階段檢查維修工單，增加正、副駕駛快慢速油門位置檢查項目。

4.1.4 航務檢討操作手冊，於地面檢查、自動旋轉課目操作前實施正、副駕駛手油門行程檢查。

4.2 持續監管各機油門行程設定，與後續操作檢查狀況。

附件

附件1 調查會議簽到表。

附件2 BELL 廠回函。

Bell 206B3 B-31118 Engine Shutdown Occurrence Initial Report

初報

2017.04.26

Date: 2017 Apr 26, 09:45

Description:

1. Helicopter B-31118 (MSN 4552) 09:20 engine run, 09:26 accomplished GROUND TEST and completed FLY IDLE CHECK. The instructor Pilot completed demonstrated the training course of "3 feet Hovering Autorotation" condition normal. The training pilot (on co-pilot seat) follows up to do and completed the first practice and landed normally. And then, before the second practice, the training pilot twisted the throttle handle to increase the power to lift the helicopter off the ground, the engine shutdown by unknown reason. After the stated occurrence, the helicopter is grounded and waiting for investigation.
2. Helicopter Background: TSN 4613:14 FH and CSN 9286 FC, 2017/4/12 ~ 4/13 completed 100 FH check, replaced Bleed valve P/N 23053176 at 2017/4/25.
3. On Apr 27/2017, our ASC (Aviation Safety Council) investigator and CAA (Civil Aeronautics Administration) inspector co-work to check the items as following:
 - Drained the fuel from the fuel tank, the boost pump and fuel filter, shown no water contamination.
 - Check Bleed valve by pushed the piston position indicator, the travel and spring force shown normal.
 - Throttle idle Rigging Verification, the pilot's quadrant pointer is at exactly 30 degree, co-pilot's quadrant pointer is complied with "no more than 2.0 mm below 30 degree mark as per MM-9, paragraph. 76-4.

Now, the helicopter is grounded, and the investigation team need your comments for the following investigation processes to find the causes of the occurrence.

Sincerer yours,

██████████
Emerald Pacific Airlines, Engineer

██████████
FAX +886-4-24631286

【字體】 【語系】

Puu Lee,

讀信 收件匣

Please check the throttle rigging using the co-pilots throttle to position the stops on the fuel control. It is possible when the dual controls are installed that the co-pilots throttle lever is in the location of the pointer on the fuel control. This can cause the engine to be shut down when the co-pilots throttle is moved rapidly to the flight idle position during the practice autorotation's.

信件匣 管理

收件匣 51

草稿匣

寄件備份

歷史信件匣

垃圾桶 5

垃圾信件匣 清空

我的信件匣

垃圾郵件

我的同事

我的同學

我的家人

我的朋友

外部信箱

Best regards,

Customer Service Engineer

Southeast Asia

Office:

Cell: +66

Fax: +66

Email:

BELL HELICOPTER PROPRIETARY INFORMATION:

This communication contains information which may be proprietary to Bell Helicopter. If you are not the intended recipient(s), or believe that you have received this communication in error, please do not print, copy, retransmit, disseminate, or otherwise use the information.

From:

Sent: Tuesday, May 2, 2017 08:52

To:

Cc:

Subject: EPA B-31118 Engine Shutdown on ground - Occurrence Initial Report

Dear

At Apr 26/2017, EPA 206B3 B-31118 Engine Shutdown on ground, and the Occurrence Initial Report had been attached.

Now, the helicopter is ground, and the ASC investigation team need your comments for the following investigation processes to found the causes of the occurrence.

Please forward the attachemnt for relative department and waiting your comments.

Best regards,

Emerald Pacific Airlines (EPA) Engineer

TEL

+886-963122912

回信

回報 ASC:

4/8 回信

4/8 報 BELL

★2017.05.02

BELL 回信

②

From: [REDACTED]
Sent: Thursday, May 4, 2017 14:55
To: [REDACTED]
Cc: [REDACTED]
Subject: Re: RE: EPA B-31118 Engine Shutdown on ground - Occurrence Initial Report

Dear [REDACTED]

We ground simulated without engine running many times of pilot and co-pilot throttle rigging of para. 76-4 procedures of MM-9. And with engine running, we simulated pilot and co-pilot throttle moved rapidly more than 12 times for verification the quadrant pointer. And both situations were found the quadrant pointer some time at about 3.5 mm below 30 degree (note each time and not happen at smoothly moved throttle), please see pointer's indication as attached, and engine never shutdown.

Does the out-of-limit of MM 76-4 pointer below 30 degree at 3 ~ 4 mm would trigger the engine to shutdown or it would only happen when on actual autorotation? Are there similar cases that had occurred on other Bell 206 operators?

It will be highly appreciated if we could get your prompt response.

Best regards,

[REDACTED]
EPA Engineer

TEL [REDACTED]

2017.05.04
回BELL信
検査有41
地面試験
火、

BELL 報告
照書

██████████

Your Fuel control unit is not rigged correctly if it is more than 2.0 mm below the 30 degree mark with only the pilots controls installed.

Ref. section 76-00-00 page 5 paragraph 76-4 item 3. And section 76-00-00 page 9 item 5 and 6.

★ If the pointer is beyond the limits specified in the maintenance manual it is possible the fuel traveling through the fuel control would not be sufficient to keep the engine running.

Please adjust your throttle linkage to the limits specified in the maintenance manual.

Best regards,

██████████ Bell Helicopter

Customer Service Engineer

Southeast Asia

Office

Cell : +

Fax : +

Email: ██████████

BELL HELICOPTER PROPRIETARY INFORMATION:

This communication contains Information which may be proprietary to Bell Helicopter. If you are not the intended recipient(s), or believe that you have received this communication in error, please do not print, copy, retransmit, disseminate, or otherwise use the information.

執行完修後

並試車

2017.05.05

執行

並試車

2017.05.08

報飛完

2017.05.04 13:22

附錄 2 臺北/高雄近場管制臺無線電通訊錄音抄件

APP：高雄近場管制臺臺東席管制員

APP1：臺北近場管制臺花蓮席管制員 A

APP2：臺北近場管制臺花蓮席管制員 B

B31118：凌天航空 B-31118 駕駛員

德安：德安航空駕駛員

NA703：內政部空中勤務總隊 NA703 駕駛員

通設臺：資管中心通信設備臺人員

注：灰底部分為臺北近場管制臺與高雄近場管制臺、通設臺之平面通訊

TIME	COM.	CONTENTS
1046:05	B31118	高雄通訊追蹤 ㄅ 高雄 approach bravo 三么么么八
1046:11	APP	bravo 三么么么八 高雄 approach 請講
1046:15	B31118	教官午安這是bravo 三么么么八 我池上起來執行空拍 空拍地點 玉里 瑞穗 豐濱三個地區 我到達玉里跟您回報
1046:31	APP	bravo 三么么么八 roger 請掛電碼洞六么么 臺東高度表撥定值么洞么么 玉里呼叫
1046:39	B31118	么洞么么 洞六么么 到達玉里報告 我申請高度三千呎好了
1046:47	APP	bravo 三么么么八 保持三千呎或以下 玉里呼叫 請問玉里預計時間
1046:53	B31118	我預計玉里時間五五分
1047:00	APP	bravo 三么么么八 roger 玉里呼叫
1047:03	B31118	好的玉里報告
1053:59	APP	bravo 三么么么八 高雄approach

1054:08	APP	bravo 三么么么八 高雄 approach
1054:16	APP	花蓮 臺東
1054:19	APP1	請講
1054:20	APP	恩給你一個三么么么八的資料
1054:23	APP1	喔 好
1054:25	APP	那個他現在大概五五分就到玉里囉 然後他要再一路北上往瑞穗這樣子 高度五千以下
1054:29	B31118	bravo 三么么么八
1054:33	B31118	高雄 approach bravo 三么么么八
1054:34	APP1	所以 所以 欸他要做什麼
1054:36	APP	欸空拍啦
1054:37	APP	三么么么八先稍待一下
1054:38	APP1	他空拍喔
1054:39	APP	欸好像不知道是空拍還是礙掃 我再跟他確認一下好了
1054:42	APP1	欸然後他目的地有說要到
1054:46	APP	最後目的地我不知道耶 到你們手上再問好了
1054:50	APP1	因為玉里好像 我那邊 我那邊舞鶴我看一下好了
1054:54	APP	有超經嗎
1054:55	APP1	沒有啦有時候
1054:57	APP	那我等一下 我現在也跟他構聯不上啦
1055:01	APP1	這樣子喔
1055:01	B31118	高雄通訊追蹤 ㄅ 高雄 approach bravo 三么么么八
1055:02	APP	那如果等一下構聯上的話可以換你什麼波道

1055:06	APP1	慘了我這個舞鶴波道也 也發射不了
1055:08	APP	喔 呵 那還是怎樣
1055:09	APP	station calling say again
1055:13	APP1	那 那還是么三五八啦 還是試試看么三五八
1055:16	APP	么三五八吼
1055:17	APP1	對對對
1055:18	APP	如果換不到再改 好
1055:19	APP1	好 好
1055:20	APP	么兩四洞 好
1055:36	APP	bravo 三么么么八 請問玉里之後的意向
1055:41	B31118	我現在玉里 請求爬高四千到五千之間空拍
1055:46	通設臺	通設臺○○○你好
1055:47	APP1	你好 我們那花蓮的舞鶴 么三五 么三五八
1055:47	APP	bravo 三么么么八 同意保持 同意爬高保持四千或以下 請問玉里之後繼續北上嗎
1055:53	B31118	我先在玉里地區執行空拍
1055:51	通設臺	嘿
1055:52	APP1	好像發射又沒辦法 沒有接收了
1055:54	通設臺	喔 好
1055:55	APP1	能不能就是快一點處理有 飛機在那邊
1055:57	APP	bravo 三么么么八 預計玉里停留時間
1055:58	通設臺	喔
1055:59	APP1	可能欸 非常欸需要用的到那個
1056:00	B31118	預計停留時間十分鐘 我請求爬高五千

1056:02	通設臺	喔 好
1056:04	APP1	好好
1056:04	APP	bravo 三么么么八 保持五千呎或以下 離開玉里時前呼叫
1056:05	通設臺	舞鶴
1056:09	B31118	好的保持五千呎以下 離開時報告
1057:18	APP	bravo 三么么么八 高雄 approach
1057:21	B31118	教官請講
1057:24	APP	bravo 三么么么八 請問玉里之後定向瑞穗嗎
1057:27	B31118	三么么么八回答
1057:29	APP	bravo 三么么么八 請問玉里之後是定向瑞穗嗎
1057:33	APP	花蓮 臺東
1057:35	APP1	請講
1057:36	APP	三么么么八會在玉里停留大概到下小時的洞五分 我現在可以給你嗎
1057:40		(不清楚)
1057:42	APP1	三么么八哦
1057:43	APP	對
1057:44	APP1	先 先等一下我那個舞鶴的站臺還沒 還沒處理好
1057:47	APP	好 那如果他離開我還是得換你喔 厚
1057:47	APP	bravo 三么么么八 請問玉里之後是定向瑞穗嗎
1057:50	APP	bravo 三么么么八 高雄 approach
1057:50	APP1	所以你 叫他 對對對 好 那他後面的目的地你有沒有問到

1057:53	APP	後面喔 往北往瑞穗
1057:56	APP1	往瑞穗 瑞穗之後呢 因為瑞穗其實也 在 就在玉里那邊北 北面一點點啦
1058:00	APP	bravo 三么么么八 高雄 approach
1058:02	APP	恩
1058:03	APP1	對啊你這樣
1058:04	APP	你還要再後面的意向是不是
1058:05	APP1	呵 對啊 這樣子
1058:06	APP	好我請雷達 rman 有空間好不好
1058:07	APP	bravo 三么么么八 高雄 approach 呼叫
1058:08	APP1	嘿 好
1058:09	APP	吼 現在有點忙 嘿
1058:10	APP1	好
1103:35	B31118	高雄 approach
1103:40	APP	bravo 三么么么八 高雄 approach
1103:44	APP	bravo 三么么么八 高雄 approach 如果你聽到我的話 請換么么九點五與我構聯
1104:02	APP	bravo 三么么么八 三么么么八 高雄 approach 呼叫 如果聽到請更換么么九點五 (guard 波道)
1104:10		(不清楚)
1104:12	APP	bravo 三么么么八 高雄 approach 如果聽到你 請你換么么九點五與我構聯
1104:26	APP	花蓮 臺東
1104:27	APP	bravo 三么么么八 請換么么九點五
1104:28	APP2	嗨

1104:29	APP	三么么么八我一直沒辦法跟他構聯所以也問不到後續意向
1104:34	APP2	好
1104:34	APP	bravo 三么么么八 請換么么九點五
1104:35	APP	那如果那個有跟你聯絡麻煩再跟我講
1104:37	APP2	好 那他現在是玉里繼續往北是不是
1104:40	APP	在玉里 還不知道他意向耶應該是往北沒錯
1104:44	APP2	喔因為我現在我的舞鶴站臺是故障的
1104:48	APP	你跟我講這個也沒用啊
1104:50	APP2	嘿呀 所以我可能也叫不到
1104:51	APP	你就給我一個波道 你可以叫得到波道 好不好
1104:54	APP2	我 等 有可能叫到就么三五八 跟么兩四洞
1104:57	APP	么三五八吼 好
1104:58	APP2	么三五八跟么兩四洞其中一個啊
1104:59	B31118	(...不清楚) approach bravo 三么么么八
1105:01	APP	OK 好
1105:02	APP2	好
1105:06	德安	bravo 三么么么八 這裏德安航空 approach 叫你換么么九點五
1105:49	B31118	高雄 approach bravo 三么么么八
1105:53	APP	bravo 三么么么八 高雄 approach 請講
1105:55	B31118	高雄 approach bravo 三么么么八
1105:58	APP	bravo 三么么么八 請講

1106:05	B31118	高雄 approach bravo 三么么么八
1106:08	APP	bravo 三么么么八 請講
1106:10	B31118	我現在玉里空拍完畢 現在直接下降至三千 高度保持三千到瑞穗執行空拍 到達瑞穗跟你報告
1106:21	APP	bravo 三么么么八 同意保持三千呎或以下 現在請換么三五點八聯絡
1106:28	B31118	請再講
1106:29	APP	bravo 三么么么八 同意保持三千呎或以下 換臺北近場臺么三五點八聯絡
1106:36	B31118	roger 可以下降至三千呎以下 換臺北么三五八聯絡對嗎
1106:38	APP	花蓮 臺東
1106:40	APP2	嗨
1106:41	APP	三么么么八他現在要到瑞穗了高度下降至三千我現在給你
1106:45	APP2	好啊
1106:45	APP	正確
1106:46	APP	吼 么三五八吼
1106:47	APP2	你幫我跟他講一下他可能會收不到喔訊號不好
1106:56	APP	bravo 三么么么八 高雄 approach
1106:57	APP	我跟他也溝通不太好 我跟他有機會我跟他
1107:01	APP2	好的
1107:34	B31118	臺北通訊追蹤 bravo 三么么么八
1107:40	APP2	bravo 三么么么八臺北通訊追蹤 無線電測試聽我聲音如何

1107:50	B31118	高雄通訊追蹤 bravo 三么么么八
1107:54	APP2	bravo 三么么么八臺北通訊追蹤 無線電測試聽我聲音如何
1107:59	B31118	高雄通訊追蹤 這是 bravo 三么么么八
1108:21	B31118	臺北通訊追蹤 bravo 三么么么八
1108:27	APP2	bravo 三么么么八臺北通訊追蹤 無線電測試
1108:35	B31118	臺北通訊追蹤 bravo 三么么么八
1108:40	APP2	bravo 三么么么八臺北通訊追蹤 無線電測試
1108:50	通設臺	通設臺○○○你好
1108:52	APP2	欸你好我是花蓮近場 這邊么三五點八站臺的舞鶴舞鶴站臺 我收得到飛行員但是我沒有辦法發射耶
1108:58	通設臺	這個我們現在 還在那個還在查修
1109:00	APP2	好 好 好謝謝
1109:09	B31118	高雄 approach bravo 三么么么八
1109:13	APP	bravo 三么么么八請講
1109:20	B31118	臺 (...不清楚) approach bravo 三么么么八
1109:24	APP	bravo 三么么么八 請講
1109:31	APP	bravo 三么么么八 請講
1109:37	B31118	高雄 approach bravo 三么么么八
1109:41	APP	bravo 三么么么八請講
1109:47	APP	bravo 三么么么八請講
1109:52	B31118	高雄 approach bravo 三么么么八
1109:56	APP	bravo 三么么么八我聽得到你 請講
1110:19	B31118	approach bravo 三么么么八

1112:23	B31118	臺北通訊追蹤 bravo 三么么么八
1112:25	APP2	bravo 三么么么八 臺北
1112:31	B31118	臺北 approach bravo 三么么么八
1112:33	APP2	bravo 三么么么八 臺北 approach on guard 如果聽得到的話 請換么兩四點洞做無線電測試
1113:00	B31118	臺北通訊追蹤 bravo 三么么么八
1113:06	APP2	bravo 三么么么八 臺北通訊追蹤 無線電測試
1113:10	B31118	臺北通訊追蹤 bravo 三么么么八
1113:16	APP2	bravo 三么么么八 bravo 三么么么八 臺北近場 請無線電測試 聽我聲音如何
1113:19	B31118	臺北通訊追蹤 bravo 三么么么八
1113:26	APP2	bravo 三么么么八 臺北近場 無線電測試
1113:32	B31118	臺北通訊追蹤 bravo 三么么么八
1113:37	APP2	bravo 三么么么八臺北請講
1113:46	B31118	臺北通訊追蹤 bravo 三三么么么八
1113:51	APP2	bravo 三么么么八 臺北請講
1114:01	B31118	臺北通訊追蹤 bravo 三么么么八
1114:08	APP2	bravo 三么么么八 臺北 bravo 三么么么八 臺北請講
1114:15	B31118	臺北通訊追蹤 bravo 三么么么八
1114:22	APP2	bravo 三么么么八 臺北請講
1114:27	B31118	臺北通訊追蹤 bravo 三么么么八
1114:32	APP2	bravo 三么么么八臺北請講
1114:34	B31118	嗯更正 bravo 三么么么八教官我現在位置在瑞穗高

		度三千呎 空拍至豐濱 嗯 空拍完畢跟你報告我預計空拍時間到四洞分
1114:53	APP2	bravo 三么么么八 確認你是往北到豐濱回頭嗎
1114:58	B31118	我往東往東 豐濱 豐濱
1115:05	APP2	bravo 三么么么八因為我們現在舞鶴站臺無線電站臺無法發射但是聽得到你的聲音 那 再往北一點大約兩五分可以直接請你呼叫一次嗎
1115:16	B31118	嗯教官我聽你的聲音斷斷續續 嗯 我瑞穗到豐濱東西向空拍 高度三千呎
1115:31	APP2	bravo 三么么么八 roger 再往北大約兩洞分的時候再做一次構聯測試
1115:48	APP	臺東
1115:49	APP2	是
1115:49	APP	請問三么么么八有跟你們構聯了嗎
1115:51	APP2	欸有達絡上但是無線電不太好
1115:53	APP	好瞭解好
1115:54	APP2	謝謝
1116:16	B31118	嗯臺北通訊追蹤 bravo 三么么么八
1116:19	APP2	bravo 三么么么八 臺北請講
1116:22	B31118	嗯教官我聽你聲音稍微不太清楚喔
1116:24	APP2	bravo 三么么么八 我們的舞鶴發射站臺有點問題那接收是沒有問題的 發射是有問題接收沒有問題
1116:35	B31118	嗯教官我爬高五千好了 我在瑞穗這個地方爬高五千

		看收 收訊會不會好一點
1116:44	APP2	bravo 三么么么八 roger 可以爬高保持五千沒有問題
1116:48	B31118	好的我離開三千爬高五千
1119:04	B31118	ㄟ臺北通訊追蹤 bravo 三么么么八
1119:07	APP2	bravo 三么么么八 臺北 聽我聲音如何
1119:14	B31118	臺北通訊追蹤 bravo 三么么么八
1119:19	APP2	bravo 三么么么八 bravo 三么么么八 臺北請講
1119:22	B31118	臺北通訊追蹤 bravo 三么么么八
1119:25	APP2	bravo 三么么么八 臺北請講
1119:36	APP2	bravo 三么么么八 臺北請講
1119:46	B31118	臺北通訊追蹤 bravo 三么么么八
1119:49	APP2	bravo 三么么么八 臺北請講 bravo 三么么么八 臺北請講
1119:59	B31118	嗯 我現在位置瑞穗高度保持五千 嗯 目視保持空拍到豐濱 嗯作業時間大約三十 三十分鐘左右 我脫離時跟你報告
1120:17	APP2	bravo 三么么么八 roger 五洞分呼叫
1120:20	B31118	嗯 好的五洞分呼叫
1120:23	APP2	教官請問你現在空拍高度改五千嗎
1120:27	B31118	嗯對的可以嗎
1120:29	APP2	可以啊 沒問題
1120:31	B31118	嗯我可以保持目視可以保持目視
1120:34	APP2	bravo 三么么么八 roger
1120:37	B31118	好的

1144:13	B31118	嗯臺北通訊追蹤 bravo 三么么么八
1144:18	APP2	bravo 三么么么八 臺北請講
1144:22	B31118	臺北通訊追蹤 bravo 三么么么八
1144:25	APP2	空勤拐洞三可以幫我連絡 bravo 三么么么八請問要我無線電收不到 我收得到他 但是他好像收不到我的訊號
1144:33	NA703	bravo 三么么么八 空勤拐洞三
1144:36	B31118	嗯拐洞三請講
1144:37	NA703	嗯你要跟航管的訊息由我轉達
1144:43	B31118	ㄟ我在秀姑巒溪出海口 嗯 空拍高度請求下降至兩千作業大約十分鐘
1144:55	NA703	抄收空勤拐洞三
1144:57	APP2	空勤拐洞三麻煩跟轉達 bravo 三么么么八是可以的下次呼叫時間洞洞分
1145:04	NA703	嗯可以 你下次呼叫時間洞洞分 空勤拐洞 那個bravo
1145:06	B31118	好的這是 bravo 三么么么八
1156:35	APP2(席位交接)	這個么三五八站臺呀舞鶴
1156:37	APP3(席位交接)	舞鶴不行
1156:38	APP2(席位交接)	可以接收 但是發射有問題 那報了一個小時他還是沒有修好
1156:51	APP3(席位交接)	OK
1156:52	APP2(席位交接)	所以現在用花蓮跟空勤是沒有問題的 但是那個很麻

	位交接)	煩的是三么么么八在剛才是在秀姑巒溪吧 一千呎空拍 然後他剛才更早之前是五千呎空拍 那他說預計洞洞分會再回到比較高的高度 然後如果叫不到的話 剛才是可以請空勤拐洞三轉叫 就是三么么么八講話 我在舞鶴我收得到
1157:35	APP3(席位交接)	但是我們發他聽不到
1157:36	APP2(席位交接)	我們發射沒有射出去 OK 那剛才那個 SP 那裏也有收到電話或簡訊 他有請地面打電話或傳簡訊來通知 如果叫不到的話
1205:20	APP3	bravo 三么么么八臺北通訊追蹤
1205:31	APP3	bravo 三么么么八臺北通訊追蹤

附錄 3 臺北/高雄近場管制臺電話錄音抄件

KHH：高雄近場管制臺

TPP：臺北近場管制臺

凌天：凌天航空 B31118 地面人員

TIME	COM.	CONTENTS
1027:40	KHH	近場臺您好
1027:42	凌天	教官您好 這邊是 bravo 三么么么八
1027:45	KHH	嘿
1027:46	凌天	教官 三么么么八現在那個剛剛在池上已經落地加油 預計四洞分的時候還會再起來
1027:52	KHH	四洞分起來還是在縱谷那邊空拍嗎
1027:55	凌天	對 縱谷 然後拍到那個瑞穗玉里 然後轉到豐濱
1028:01	KHH	okay 所以你現
1028:02	凌天	大概沿海岸線回來嘿
1028:03	KHH	okay 好 你到時候是要去豐濱落地嗎
1028:07	凌天	沒有沒有沒有 到豐濱拍完以後大概沿海岸線沿海岸 線回來就都 最後面我們是既定夜間停機點是在池上 這邊
1028:15	KHH	池上是不是 okay
1028:16	凌天	嘿 對
1028:17	KHH	好 好 四洞分
1028:18	凌天	我們起降起降是
1028:19	KHH	那你待會兒甚麼高度呢
1028:22	凌天	呃 高度大概是一 一千五 一千五到可能五千呎之間

		吧 因為要看那個攝影師現在他空拍角度
1028:30	KHH	okay 好 好
1028:31	凌天	那要拉高 呃 那個是再跟您作報告飛行任務
1028:33	KHH	好 好 okay 謝謝
1028:35	凌天	好 教官謝謝 byebye
1028:36	KHH	好 byebye
1116:12	TPP	臺北近場臺
1116:14	凌天	ㄟ教官你好這是凌天 bravo 三么么么八
1116:17	TPP	嗯
1116:18	凌天	教官我們今天那個三么么么八從屏東楓港起飛
1116:22	TPP	嗯
1116:23	凌天	啊 那個 剛剛四五分的時候從池上那邊加油..之後現在在玉里周邊地區那個空拍
1116:33	TPP	三么么么八現在在玉里附近空拍
1116:36	凌天	對他等一下會往瑞穗走 然後再到再往海邊往豐濱那個海岸線
1116:41	TPP	已經在臺東那邊嗎
1116:43	凌天	對對對 因為他剛剛用簡訊回報說他么三五八一直叫不到你們 沒有辦法跟你們連繫上
1116:50	TPP	嗯對沒有錯
1116:52	凌天	ㄟ
1116:53	TPP	所以他現在是在玉里那邊
1116:56	凌天	對玉里那邊繼續往 往瑞穗的方向走
1117:00	TPP	玉里往瑞穗 然後到豐濱 豐濱 應該都是在南管那邊對不對

1117:07	凌天	ㄟ那個好像霄...
1117:09	TPP	他在...那邊就是了
1117:12	凌天	對因為我剛剛已經
1117:14	TPP	那他跟南管有辦法構聯 跟高雄有連繫上嗎 也不行是不是
1117:18	凌天	剛好南管也在找他 我剛剛現在回報而已
1117:21	TPP	好的所以南管知道這件事了
1117:24	凌天	知道 知道 ㄟ我現在是
1117:26	TPP	好
1117:27	凌天	我現在先用平面電話 那個你這 兩邊都報告好了
1117:29	TPP	好如果一直聯絡連繫不上話 麻煩每半個鐘頭給我一次電話好不好
1117:36	凌天	是是好 okay 好
1117:37	TPP	好 那你們預計作業到多久
1117:41	凌天	三 三十分 十 十點四十五上去的話 預計可能就要到一點四十五了
1117:46	TPP	一點四十五 好 那麻煩一定要記得電話連繫 不然我們會不知道要怎麼辦厚
1117:51	凌天	嗯 好 好 我每半小時跟你回報一下
1117:52	TPP	好 好 謝謝
1117:53	凌天	我們飛機上 我們正在預計用簡訊做溝通這樣子
1117:56	TPP	好的 好 謝謝
1117:58	凌天	好 謝謝 謝謝 byebye
1118:24	KHH	請講 請講
1118:25	凌天	教官您好這邊是 bravo 三么么么八

1118:29	KHH	嘿
1118:30	凌天	教官 那個 我們三么么么八厚 在么三五八跟臺北構聯不上 那我剛剛有跟臺北那邊回報了 我現在就是每半小時用平面電話那個跟你們兩邊回報
1118:40	KHH	那 你 你們現在是位置在哪裡啊
1118:44	凌天	他剛剛是在玉里 玉里週邊 大概是瑞穗 瑞穗這邊那個南北管交界週邊的地象空拍嘿
1118:50	KHH	嘿...嘿...你...
1118:52	凌天	啊所以說我剛跟北管已經溝通過了 我們半小時 我現在是四五分的時候我兩 我幫 我跟你們兩邊我都都 平面電話安全回報
1119:01	KHH	你是兩邊都通報嗎
1119:03	凌天	對 我兩邊都通報 因為我 我 我 我現在只是用 line 跟飛機做構 做構聯
1119:09	KHH	好 好 好 那你
1119:11	凌天	line 上面那個飛機上面的那個乘員做構聯這樣子
1119:14	KHH	好 那你每三十分鐘回報一次哦
1119:16	凌天	是 是 我等下四五分我跟你做回報
1119:18	KHH	好 okay 好 謝謝你 好 byebye
1119:19	凌天	好 謝謝 謝謝 好 教官謝謝喔 byebye
1145:23	KHH	請講
1145:24	凌天	教官你好 這邊是 bravo 三么么么八
1145:26	KHH	嘿 你好
1145:27	凌天	嘿 我們現在在...豐濱 呃 豐濱一帶這邊直接空拍狀況良好

1145:33	KHH	好 那下次呼叫時間 呃 我看看 三
1145:36	凌天	呃 時...是要么 么五分
1145:37	KHH	么呃 三十分鐘 么五分好
1145:39	凌天	嘿 好.. kay 謝謝 好 byebye
1146:58	TPP	臺北近場臺
1147:00	凌天	教官你好這邊是 bravo 三么么么八
1147:03	TPP	是
1147:04	凌天	我們就是豐濱這個周邊一帶執行空拍 狀況良好
1147:09	TPP	豐濱 好的 好 謝謝你喔 謝謝
1147:12	凌天	好 那下次么五分再跟你們做報告好不好
1147:14	TPP	好 謝謝 嗯 謝謝
1147:15	凌天	好 謝謝喔 byebye
1218:41	TPP	喂近場臺你好
1218:42	凌天	喂教官你好 這邊是 bravo 三么么么八
1218:46	TPP	ㄟ請
1218:47	凌天	我們在花東這邊空拍作業狀況良好
1218:48	TPP	OK 好那你們下次連絡是
1218:51	凌天	四五分
1218:52	TPP	四五分厚 OK 好你們在是海線還是山線
1218:56	凌天	對不起 不清楚
1218:58	TPP	你們是海線還山線 在縱谷還是在海岸線這邊
1219:04	凌天	ㄟ我們剛剛他那 最後一次跟他簡訊連絡 他是在往豐濱的路上走

1219:07	TPP	往豐濱對不對
1219:09	凌天	ㄟ我們現在應該是豐濱往成功海岸線上
1219:11	TPP	好好了解 好那就是四五分呼叫厚
1219:15	凌天	是是是
1219:16	TPP	好
1219:17	凌天	好 byebye
1219:34	凌天	教官你好
1219:35	KHH	你好 不好意思 我這邊是高雄這邊想跟你請教一下 那個三么么么八現在是在豐濱附近嗎
1219:42	凌天	ㄟ我們是上一次跟他簡訊聯絡上的時候他是在豐. 豐濱那邊我們跟他 試著再跟他聯繫一下 目前還沒 聯絡上 他應該是在豐濱往成功的海岸線往南走的...
1219:55	KHH	你要不要再跟他確認一下 因為臺北那邊搜救中心ㄟ 臺北區管中心那邊說有搜救中心有接到疑似說什麼 有疑似滑翔機下來 你能不能再跟他確認一下 看能 不能叫得到他 找得到他
1220:11	凌天	是是是 好好好 我馬上聯繫
1220:13	KHH	好 okay bye bye
1247:12	KHH	高雄近場臺○○○你好
1247:15	凌天	教官你好
1247:15	KHH	是
1247:16	凌天	我是那個 bravo 三么么么八地面勤務人員
1247:16	KHH	是
1247:21	凌天	教官那個我們現在一直那個沒辦法聯絡到我們么八 你那邊有他的訊息嗎

1247:27	KHH	我這邊也聯絡不到 因為他應該是在臺北近場臺的那個空域了
1247:32	凌天	那個雷達看得到嗎
1247:34	KHH	我看不到他 我們.他原來. 因為他高度原來就很低我們就看不到他了 然後他最後 我們飛機交出去的時候他是在玉里要往豐濱的路上 要往瑞穗豐濱的路上 所以我們是請他那個直接跟. .就是. . 就是跟你們這邊聯繫說請他換么三五點八就換臺北的波道 因為那是他的空域 對 那但是他們一直說你們有跟他們電聯還是飛行員有跟他電聯我不知道
1248:01	凌天	那個是飛機上用 line 簡訊那個回報說他們無線電叫不到 所以我們才改用地面..地面回報方式
1248:10	KHH	那你們一直有跟臺北那邊聯繫嘛對不對
1248:14	凌天	ㄟ臺北那邊也叫不到 我們也是同時高雄臺北兩邊都同時地面按時回報 但是像他那個..你們.. 那個通知說國搜中心...
1248:25	KHH	但是後來他們好像聽說國搜中心說是說後來好像說疑似是輕航機耶 說在豐濱附近輕航機 但是問題是現在..你們現在也聯絡不上他
1248:36	凌天	是的 我們也聯絡不到他 所以我們想來確認一下到底是..訊息有確認是輕航機嗎
1248:43	KHH	呃. . 這個是後來臺北區管中心那邊是接到 後來是國搜中心跟他們講說疑似是輕航機 但是我們也不確定 因為我們..我們都是被動接收訊息的單位啊
1248:56	凌天	是是是 好 我們..再負責聯繫看看
1248:59	KHH	好好 那你如果都有達繫上的話 麻煩你電話通知跟臺北跟我們這邊都講一下好不好

1249:03	凌天	okay 好好一定會的..因為大家都擔心
1249:05	KHH	好 謝謝 好 bye bye
1250:11	凌天	喂教官你好
1250:12	TPP	ㄟ你好 請問你們現在在哪邊三么么么八
1250:14	凌天	教官那個 我們現在勤務人員 我們現在在池上啊 現在那個
1250:19	TPP	池上是不是
1250:20	凌天	那個飛機ㄟ飛機現在試著在連絡 現在那個位置現在還沒有連絡上
1250:25	TPP	過了豐濱對不對
1250:27	凌天	對 我們現 最後訊息的時候是看到是 ㄟ那個瑞穗往豐濱的那個方向走
1250:32	TPP	OK 好那你們有消息跟我講厚
1250:34	凌天	是是是
1250:35	TPP	因為過了三洞 如果真的連絡不到 反正要搜 要搜索耶 好你幫我連絡一下
1250:41	凌天	教 教官你們那邊那邊雷達幕有看得到嗎
1250:43	TPP	看不到
1250:44	凌天	那他掛 squawk 洞六么么
1250:45	TPP	看不到啊就是看不到
1250:47	凌天	這樣子又好
1250:47	TPP	嗯嗯嗯
1250:48	凌天	okay 好好好 謝謝 bye bye
1256:42	TPP	臺北近場臺
1256:43	凌天	教官你好 這邊那個 bravo 三么么么八地勤人員

1256:47	TPP	嗯有連繫上了嗎
1256:49	凌天	沒有教官 我我沒有連繫上
1256:53	TPP	沒有連繫上 我們也看不到他耶 也叫不到他耶
1256:56	凌天	唉教官 那個我 我們剛剛 剛剛那個我們 我們那個飛安室主任電話連繫 那邊 那個國搜中心的話 他們回報是說這個在豐濱大港口那邊 好像有飛機那個摔 摔下來
1257:19	TPP	在哪裡
1257:20	凌天	在大港口
1257:21	TPP	大港口
1257:22	凌天	就是豐 豐濱週邊而已
1257:24	TPP	嗯所以你現在沒有辦法確認是誰嗎
1257:26	凌天	沒法確認 我們現在也連繫不上 好 現在我們飛機已經十點四十五分起飛 現在已經超過兩個小時了 照理說應該要回來加油了
1257:38	TPP	好所以他應該油量也不夠是不是
1257:42	凌天	這個時候應該是算ㄟ 已經算到保險 保險油料 這個已經要回來了
1257:47	TPP	好 那我知道
1257:48	凌天	是
1257:49	TPP	OK 好那我
1257:50	凌天	教官那交接
1257:51	TPP	好好

附錄 4 機上紀錄裝置證物列表

證物編號	證物名稱	是否 損壞	是否 潮濕	遭受 火燒	額外資訊
LAB 001	Cenfilex Camera	Yes	No	Yes	外觀良好，存有火燒 痕跡
LAB 001A	Cenfilex Camera_C ard 1	No	No	No	無損 內有事故航班 影像 容量 512 GB
LAB 002	空拍員甲 手機	No	No	No	無損 (IPHONE 5S) 內無涉及本是故之錄 影及錄音檔 內有簡訊及 LINE 通 聯紀錄，可供非操分 組訪談
LAB 003	空拍員乙 手機	Yes	No	Yes	(IPHONE 5S) _ 完全受損無法解讀
LAB 003A	空拍員乙 手機 sim card+ chip set	Yes	No	Yes	完全受損無法解讀
LAB 004	digital camera #1	Yes	No	Yes	完全受損無法解讀
LAB 004A	digital camera	Yes	No	Yes	相機記憶卡是 Sandisk 64G CF 完

	#1_CF CARD #1				全受損無法解讀
LAB 004B	digital camera #1_CF CARD #2	Yes	No	Yes	相機記憶卡是 Sandisk 64G CF 完 全受損無法解讀
LAB 004C	digital camera #1_CF CARD #3	Yes	No	Yes	相機記憶卡是 Sandisk 64G CF 完 全受損無法解讀
LAB 009	燒毀的 Cineflex Camera Memory Card 兩片	Yes	No	Yes	完全受損無法解讀
LAB 014	疑似行車 記錄器	Yes	No	Yes	完全受損無法解讀
LAB 015	digital camera #2	Yes	No	Yes	完全受損無法解讀
LAB 015A	digital camera #2_CF CARD #1	Yes	No	Yes	SanDisk 64G CF ，完 全受損無法解讀
LAB 016	Pilot Mobile Phobe *ASUS)	Yes	No	Yes	ASUS 白色平板，完 全受損無法解讀

LAB 016a	Pilot Mobile Phobe (ASUS) _Micro SD	Yes	No	Yes	Micro SD 可救援後 讀出資料 內無相關資訊 (Sony 32 GB)
LAB 017	On-board GoPRO #2		No	Yes	可能安裝於機內，完 全受損無法解讀
LAB 019	CF CARD #3	Yes	No	Yes	相機記憶卡是 SanDisk 64G CF，完 全受損無法解讀
LAB 020	GoPro & MicroSD	Yes	No	Yes	後續處理中

附錄 5 影像解讀報告

一、 概述

事故機裝置一套高解析度空中攝影設備 Cineflex ELITE。事故當日，本會取得此設備及其記憶卡（RED MIN-MAG 512 GB）。於事故現場經檢視後發現，該裝備外觀遭受嚴重火燒，但內部儲存記憶卡屬於無損情況，詳圖 1。

記憶卡經過處理後會同阿布公司人員進行下載，共取得 72 段影片，長度為 46 分 2.81 秒，包含該機自臺東縣池上鄉起飛、執行空拍作業、以及該機墜毀前影片，影片無最後墜毀的畫面。



圖 1 Cineflex ELITE 現場拆解取記憶卡

事故發生後，本會取得民航局飛航服務總臺提供之多重監測追縱系統（multi sensor tracking system, 以下簡稱 MSTS）資料，包括：GPS 時間、經度、緯度、Mode-C 高度、訊號源等。依據該 MSTS 資料，當日 MSTS 紀錄時間範圍 1046:52 時至 1146:39 時，每筆資料間格約 5 秒。

事故發生後，本案調查小組向內政部申請事故區域空照圖與高精度地形資料，做為影像三度空間地理資訊參考模型。依據機載影像資

料，比對其特徵地物並透過空中攝影傾斜測量軟體，計算機載攝影機位置。根據 MSTs 資料，將機載影像時間與 MSTs 時間同步。

1.1 Cineflex ELITE 技術規格

民國 103 年 11 月 14 日，阿布電影公司採購一套 6K 超高解析度的空拍設備，製造商 GENERAL DYNAMICS，型號 Cineflex Elite，序號 305。該設備總重大約 60 公斤（包含 Gimbal 攝影機、避震盤、G1 支架、攝影座、線材），於民國 106 年 06 月 09 日安裝於 B-31118 機身下方。

該設備裝設於五軸增穩平臺，拍攝影像儲存於 RED MIN-MAG 512 GB 的固態記憶卡內，該卡容量 512 GB（序號 750102B3E47F）。

Cineflex ELITE 技術規格摘錄如下：

SYSTEM SPECIFICATIONS	System Type 5-axis gyro-stabilized Azimuth Coverage 360° Continuous Elevation Coverage +20° to -190° Roll Coverage +/- 45° Slew Rate <55°/sec* Max Slew Acceleration 100° / sec ²
DIMENSIONS	Turret 19.8" x 14.9" Auxiliary Control Unit 14" x 19" x 6" Laptop Control Unit 17" x 8.75" x 1.8" Cable Set 20' length
WEIGHT	Turret 85 lbs. Auxiliary Control Unit 27 lbs. Laptop Control Unit 5 lbs. Cable Set 9 lbs
POWER	Input Voltage 28 VDC +/- 10% RED EPIC / ARRI ALEXA XT M

	Continuous 215 Watts Maximum 615 Watts
SYSTEM INTERFACES	Control RS-232/422, Ethernet
CAMERA OPTIONS	The camera system can be adapted for multiple camera configurations upon request RED EPIC® DRAGON™ Sensor Type 19 MEGAPIXEL DRAGON Pixel Array 6144 (H) x 3160 (V) ARRI ALEXA XT M Sensor Type 35 format ALEV III CMOS Pixel Array 2880 (H) x 1620 (V)
LENS OPTIONS	The camera system can be adapted for multiple lens configurations upon request PL MOUNT Canon CN-E14.5-60mm 14.5mm - 60mm Canon CN-E30-300mm 130mm - 300mm Zeiss Master Primes 25mm, 27mm, 32mm, 35mm, 40mm, 50mm, 65mm, 75mm, 100mm, 135mm AbelCine B4/PL Adapter w/ Fujinon™ HA 42 x 9.7
SYSTEM OPTIONS	Video and System Metadata On-screen Display Remote Interface
Digital Video Resolution	5,120 H × 2,700 V

Signal Format	6K RAW, 5K RAW, 4.5K RAW, 4K RAW, 3K RAW, 2K RAW, 1080P RGB, 720P RGB / 23.98, 24, 25, 29.97, 47.95, 48, 50, 59.94 fps all resolutions
Digital Storage Device	RED MINI-MAG 512 GB Weight 0.11 lbs WEAPON DRAGON (Magnesium) up to 225 MB/s OPERATING TEMPERATURE 10°C to 40°C

1.2 影片下載及解讀

Cineflex ELITE 的影片資料要透過 REDCINE-X PRO 軟體進行下載¹。RED MIN-MAG 512 GB 的固態記憶卡內有 72 段影片依序編號為 01 至 72，詳圖 2、圖 3、圖 4。

72 段影片之間不連續，錄影開始及停止皆仰賴機上控制盤手動控制。影片原始檔包含攝影機內計時器之時間紀錄，需 REDCINE-X PRO 讀取。72 段影片之開始記錄、停止記錄及參考位置詳表 1。該影片之解析度為 5,120 × 2,700，錄影格式為每秒 47.95 幅畫面 (frame)，亦即每幅畫面間隔 0.021 秒。

最後一段影片長度為 137 秒，共有 6,570 幅畫面。經瀏覽後發現自第 5,060 至 6,060 幅畫面間（影片時間約 105.5 至 126.4 秒之間）約 20 秒左右之畫面（詳圖 5）中有拍攝到事故現場之協進農場及可資辨識之相關地物。

¹ REDCINE-X PROFESSIONAL BUILD 42 RELEASE – WINDOWS (64-BIT)
<https://www.red.com/downloads/5340c33e26465a4b46002ddc>



圖 2 事故機之影片資料下載（編號 1-24）



圖 3 事故機之影片資料下載（編號 25-48）



圖 4 事故機之影片資料下載（編號 49-72）



圖 5 第 72 段影片編號 5,400 幅影像之畫面

二、 影片比對及機載影像軌跡計算

2.1 影片比對

事故機裝置之 Cineflex ELITE 攝影機，未外接 GPS 訊號且時間系統需要校正。且該裝備的拍攝位置不是由駕駛艙固定往前或往下拍攝，它是機上人員遠端操控其鏡頭角度及拍攝時間。本會人員先透過

人工比對影片及雷達航跡，標定多組參考點，以確認該機的行進方向及拍攝位置。圖 5 為第 1 段影片之第一幅及最後一幅，參考位置為臺東縣池上鄉法林寺西邊約 1 公里往西拍攝。圖 6 為第 72 段影片之第一幅及最後一幅，參考位置為花蓮縣鄉豐濱鄉往秀姑巒溪上游拍攝。圖 7 標記”aa”為事故現場東邊的山丘（水平相距約 1,000 公尺，海拔高度約 280 公尺）。

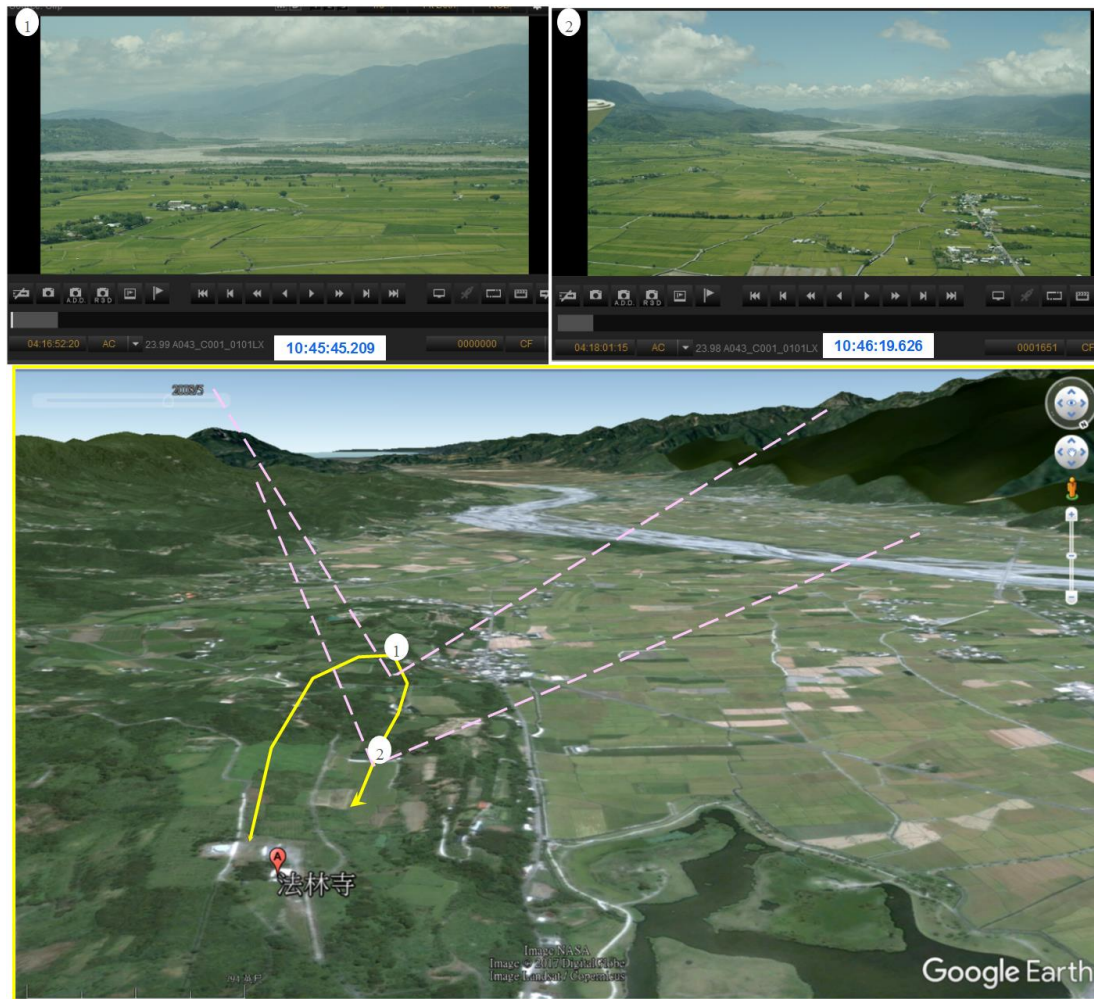


圖 6 第 1 段影片開始記錄 (a) 及停止記錄 (b) 之比對圖

附件 1 包含 3 張圖是第 72 段影片逐秒截圖的縮圖。其中，第 1 幅至第 672 幅期間，該機由秀姑巒溪出海口往上游飛行，且短暫進入雲中。第 672 幅至第 2240 幅期間，該機沿著秀姑巒溪往上游飛行且曾飛越長虹橋及事故現場。第 2,240 幅至第 3,616 幅期間，畫面失去地物參考，之後航機向左偏航重新面向秀姑巒溪出海口。

第 3,648 幅至第 5,024 幅期間，攝影機第一次出現往天空攝影的畫面，此階段涉及主旋翼轉速計算，詳附錄 6。第 5,024 幅至第 6,080 幅期間，該機位於事故現場附近上空，飛行軌跡呈現向左偏航且下降高度。6,112 幅期間至第 6,570 幅期間，攝影機第二次出現往天空攝影的畫面，此階段涉及主旋翼轉速計算，詳附錄 6。

根據上述初步成果，本會人員將特定影片逐幅輸出(每秒有 47.95 幅影像)，並透過遙測影像專業軟體進行照片拼接、選取控制點、製作正射影像、點雲及三維地型模型資料，詳 2.2 節。

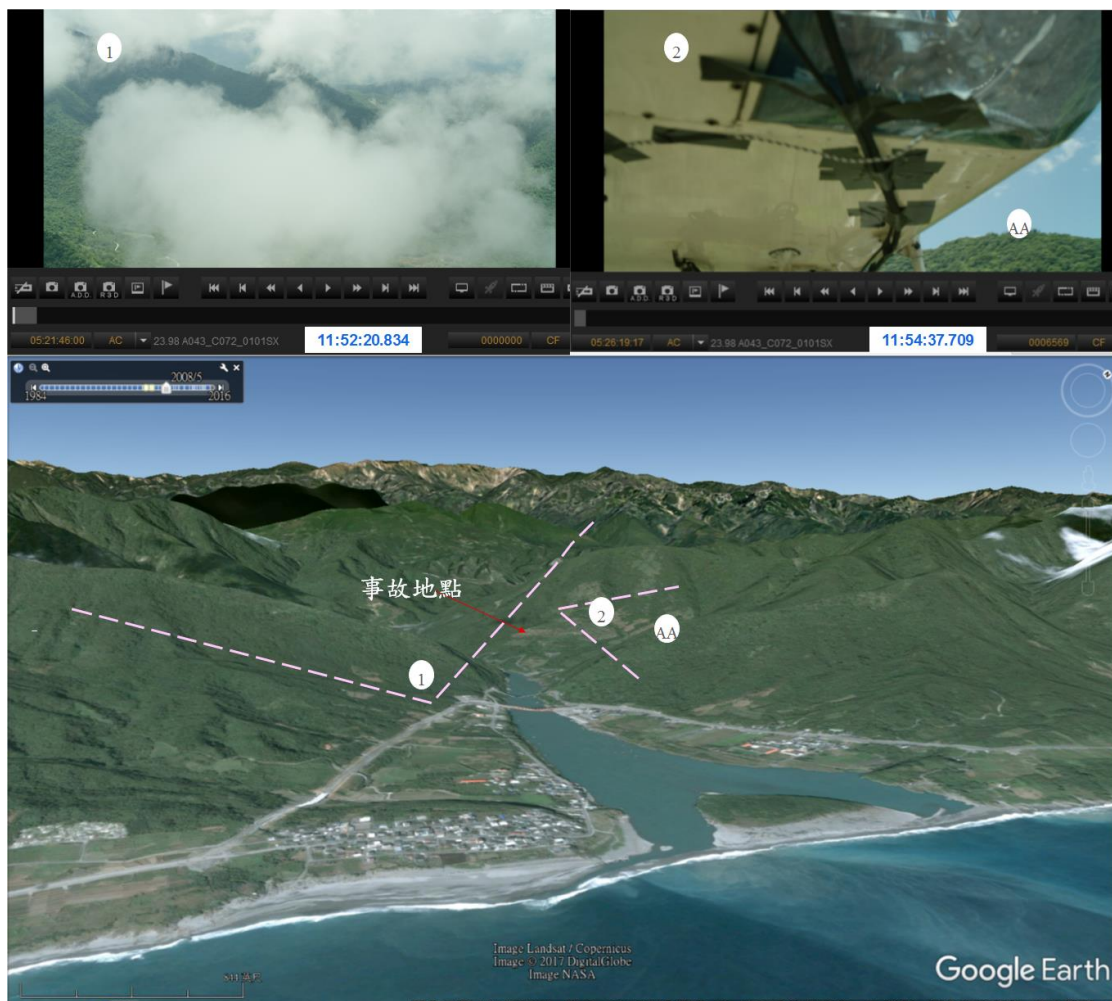


圖 7 第 72 段影片開始記錄 (a) 及停止記錄 (b) 之比對圖

2.2 機載影像軌跡計算

事故機裝置之 Cineflex ELITE 攝影機，未外接 GPS 訊號，機載

影像軌跡的計算是採取空中攝影傾斜測量方法²。本次事故所有機載影像軌跡的計算都是使用 PIX4D 軟體計算，基本計算程序如下：

- (1) 使用 REDCINE-X PRO 將原始錄影轉為影像(每秒有 47.95 幅影像)；
- (2) 第 1 段至第 71 段影片，每 100 幅影像輸入 PIX4D 軟體計算像機軌跡(取樣率 2.1 秒)；第 72 段影片，每 12 幅影像輸入 PIX4D 軟體計算像機軌跡(取樣率 0.25 秒)
- (3) 初始化處理、點雲與三角網格、數值地表模型、正射影像鑲嵌與指標。
 - ◆ 人工選取地面控制點。事故區域使用內政部精密地形資料；其它區域使用 Google Earth 資料。
 - ◆ 事故區域的機載影像軌跡精度優於 20 公尺；其他區域的機載影像軌跡精度優於 200 公尺。
 - ◆ 將機載影像軌跡與雷達航跡套疊並比對成果，並輸出成 kml 檔。
 - ◆ 輸出正射影像及數值地表模型，與 Google Earth 比對成果。

PIX4D 軟體的運作原理是利用多張且持續存在重疊之機載影像，以軟體辨識特徵點之方式進行拼接，此過程中同時依據影像周圍因攝影鏡頭產生之變形量特徵，先計算 Cineflex ELITE 鏡頭之變型參數，根據不同幅機載影像再計算攝影機拍攝期間之飛航軌跡。拼接機載影像時，亦可計算出機載影像中各點像素之三度空間座標資訊。

PIX4D 軟體可輸入特定機載影像之座標資訊(經度、緯度及高度)並選取控制點。PIX4D 軟體利用這些控制點求出整段機載影像座標。

² 空中攝影傾斜測量：使用空載傾斜攝影之影像，先將空載影像與地理資訊系統的地面參考點套合，再求解相機的律定參數，並使用 PIX4D 選取控制點、製作正射影像、點雲及三維地型模型資料，參考文獻「運用三維地理資訊系統整合空載傾斜攝影影像」。

PIX4D 軟體的計算精確度仰賴於機載影像之穩定度、焦距安定性及控制點。本案採用內政部農林航測所空照圖（0.3 公尺精度）與內政部衛星測量中心高精度地形資料（5 公尺精度）做為控制點，處理流程如圖 8 所示。

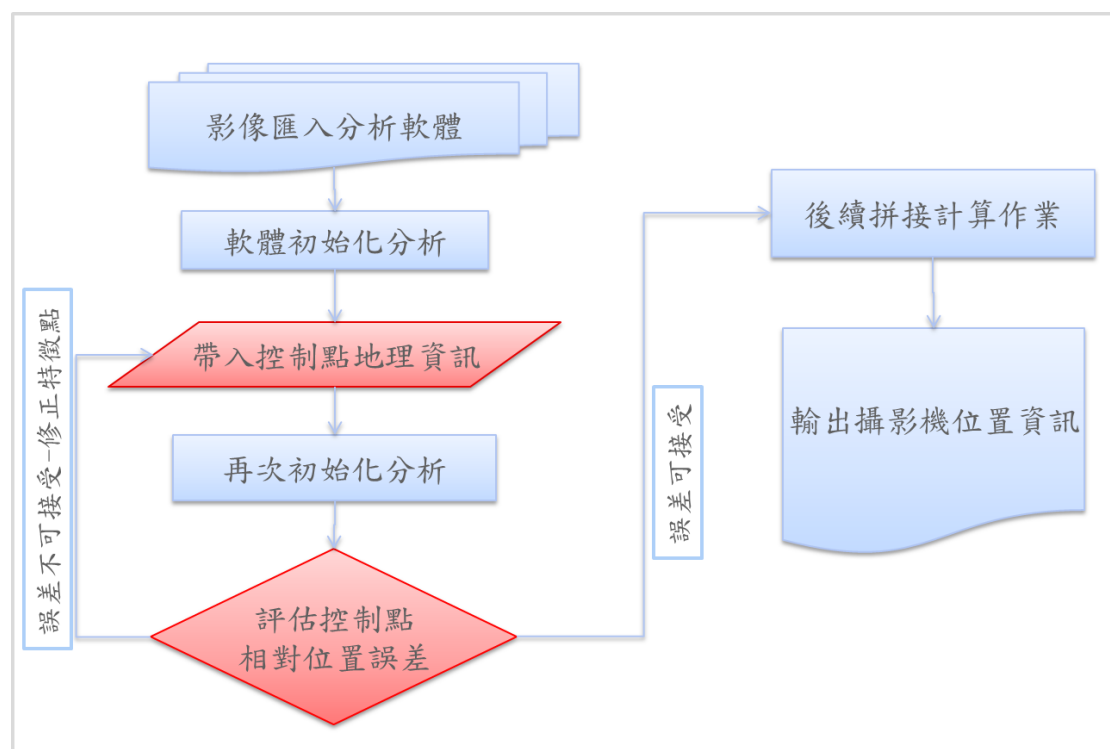


圖 8 PIX4D 軟體之處理流程圖

2.2.1 影像匯入及初始化

將 72 段機載影像輸出後匯入 PIX4D 軟體，並指定以 0.25 秒之間距抽出影像，進入初始分析階段，此階段軟體會逐一比對不同影像間重疊之特徵點 (keypoint)，利用不同影像間之特徵點匹配情形計算攝影鏡頭之變形參數，反向修正影像之變形後分析不同影像之間的重疊率、相對位置以及拍攝角度等資訊，其計算結果如圖 8 所示

圖 9 中每個點代表該幅影像在相對座標空間中的估計位置及其可能誤差範圍（放大十倍之綠色橢圓形），可確認軟體能自所輸入的影像之中分析攝影機之相對位置關係，並將每幅影像拍攝位置與所有特徵點之相對關係以 3D 方式顯示，任一特徵點皆能與其相對應之影

像連結，詳圖 10。

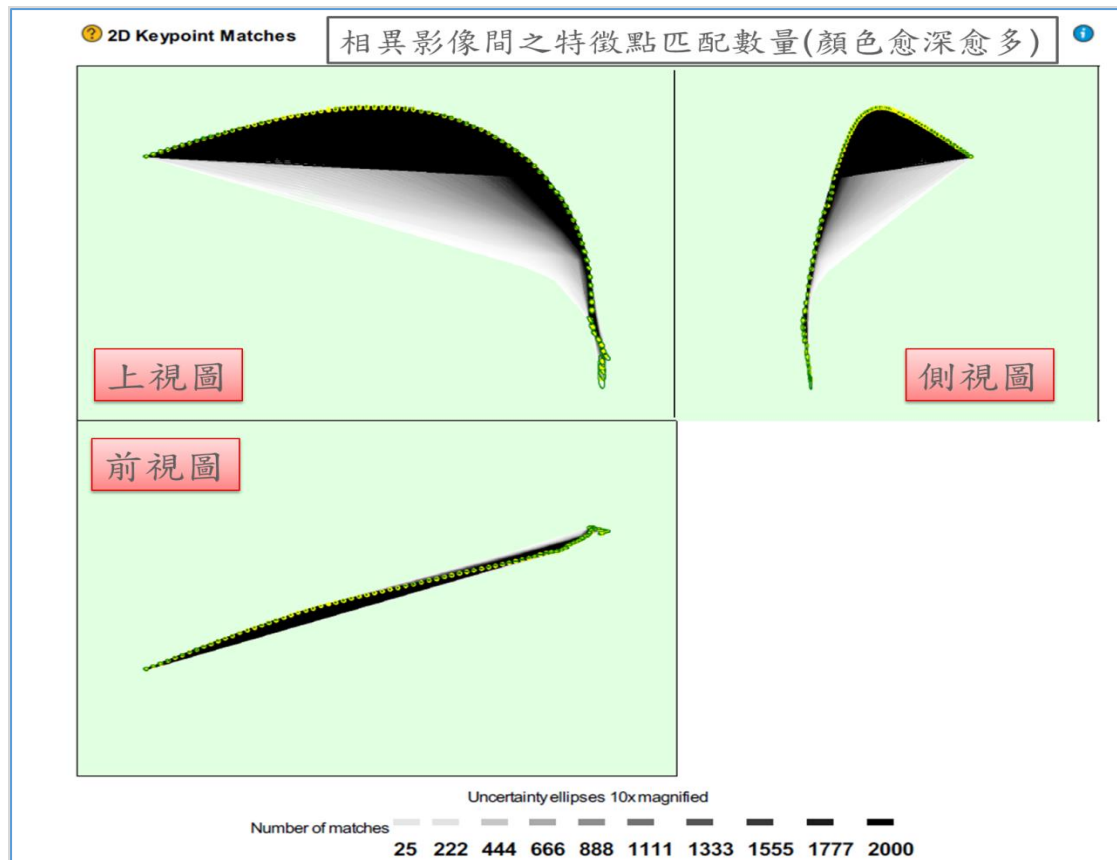


圖 9 初始化特徵點分析結果

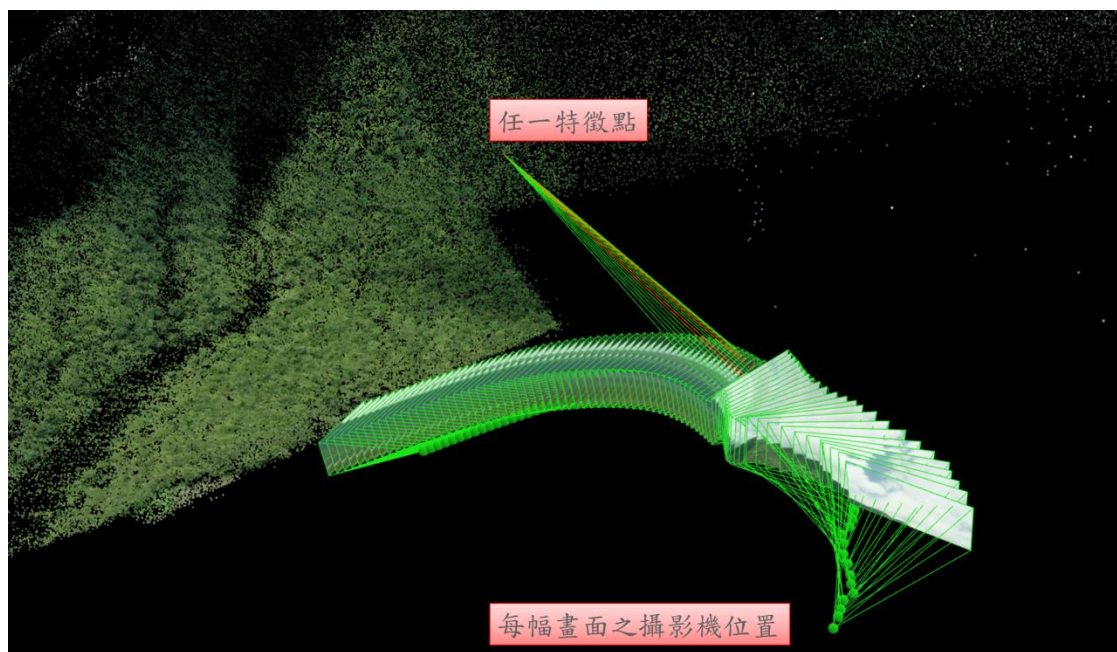


圖 10 特徵點分布與攝影機相對位置

2.2.2 帶入控制點地理資訊及誤差評估

此階段之作業著重於將相對位置投影於地理資訊座標上，其概念如圖 11 所示，自影像中選取具備地理可辨識性特徵之地物為控制點（ground control point, GCP），並自地理資訊參考模型取得控制點座標（包括緯度、經度及高度）後輸入分析軟體，重新進行初始化分析程序，此次處理除會將控制點帶入並驗算其相對關係外，並將前次分析之攝影鏡頭變形參數導入以增加特徵點計算之準確性。

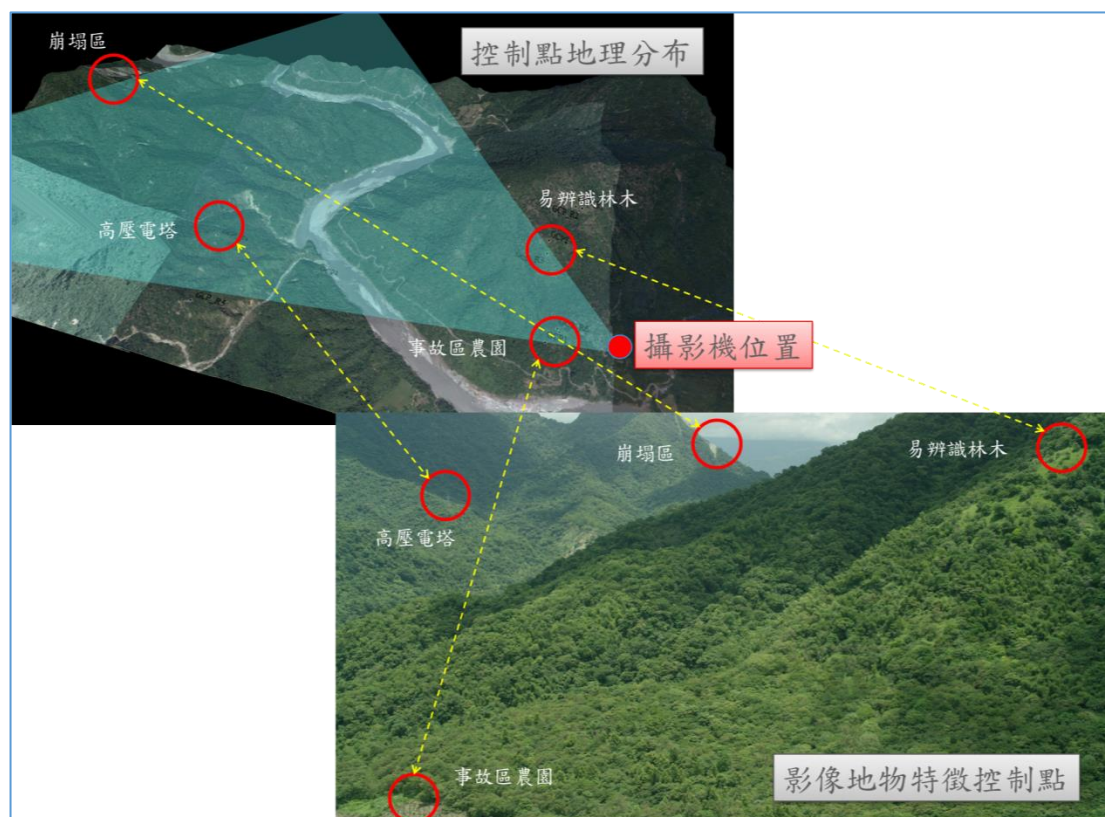


圖 11 控制點影像及地理資訊反求攝影機位置示意圖

處理完成之分析報表如圖 12 所示，其中 GCP 之方均根誤差(RMS error)表示透過影像分析求出之特徵點位置與實際輸入值之間的平均誤差，經逐一比較各個 GCP 之誤差發現，GCP 方均根誤差隨攝影機與 GCP 地物間之距離而增加，其主因為距離愈遠，畫面上單一像素位移代表之位置變化愈大，然因該段影像多為難以取得地理資訊特徵之樹林地，經多次重新修正 GCP 輸入資訊重覆初始化分析後，GCP

方均根誤差收斂至約 16.6 公尺，約相當於手持式 GPS 衛星接收儀之精度，故做為可接受之誤差進入後續分析作業。

Quality Check i		
Images	median of 55305 keypoints per image	✓
Dataset	84 out of 85 images calibrated (98%), all images enabled	✓
Camera Optimization	1.66% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
Matching	median of 38623.7 matches per calibrated image	✓
Georeferencing	yes, 4 GCPs (4 3D), mean RMS error = 16.567 m	⚠

圖 12 影像分析軟體初始化分析報表

2.3 機載影像軌跡套疊

2.3.1 第 1 段至第 71 段影像

2.2 節所計算之機載影像軌跡經與 MSTS 航跡比對後，時間精度約 +/- 15 秒（相當於 3 筆雷達資料）。第一段影片開始記錄時間約 1045:45 時；最後一段影片長度為 137 秒，共有 6,570 幅畫面，紀錄時間約為 1152:20.8 時至 1154:37.7 時。

該機由法林寺起飛，高度低於 2,100 呎期間，1045:45 時開始第一段錄影；1046:52 時，航管雷達第一次偵測到該機，它位於法林寺西北邊約 2.6 公里、高度 2,100 呎、地速 90 浬/時，詳圖 13。

以第 3 段影片為例，經由 2.2 節的計算方法獲得一組機載影像軌跡後，先與雷達軌跡比較，反覆調整時間秒差並比對運動趨勢，允許的位置偏移量為 200 公尺。結果顯示，兩者平均軌跡相差 100 公尺，高度相差 100 呎，詳圖 14。以第 45 段影片為例，該影片拍攝時間為 1121:38.6 時至 1122:33.7 時，航機位於瑞穗鄉東邊約 2.4 公里參考飛行高度 5,200 呎。結果顯示，兩者平均軌跡相差 40 公尺，高度相差 50 呎，詳圖 15。

以第 54/63/68 段影片為例，第 54 段影片拍攝時間為 1133:13.4 時至 1134:6.8 時，航機位於豐濱鄉石梯坪北邊約 2.5 公里參考飛行高度 3,600 呎。結果顯示，兩者平均軌跡相差 120 公尺，高度相差 200

呎，詳圖 16。第 63 段影片拍攝時間為 1142:11.9 時至 1143:9.8 時，航機位於豐濱鄉石梯坪東邊約 1.1 公里參考飛行高度 3,900 呎。結果顯示，兩者平均軌跡相差 20 公尺，高度相差 100 呎。第 68 段影片拍攝時間為 1142:11.9 時至 1143:9.8 時，航機位於豐濱鄉石梯坪東南邊約 1.5 公里參考飛行高度 3,000 呎。結果顯示，兩者平均軌跡相差 20 公尺，高度相差 100 呎。



圖 13 事故機起飛後航管雷達偵測之軌跡及起飛位置

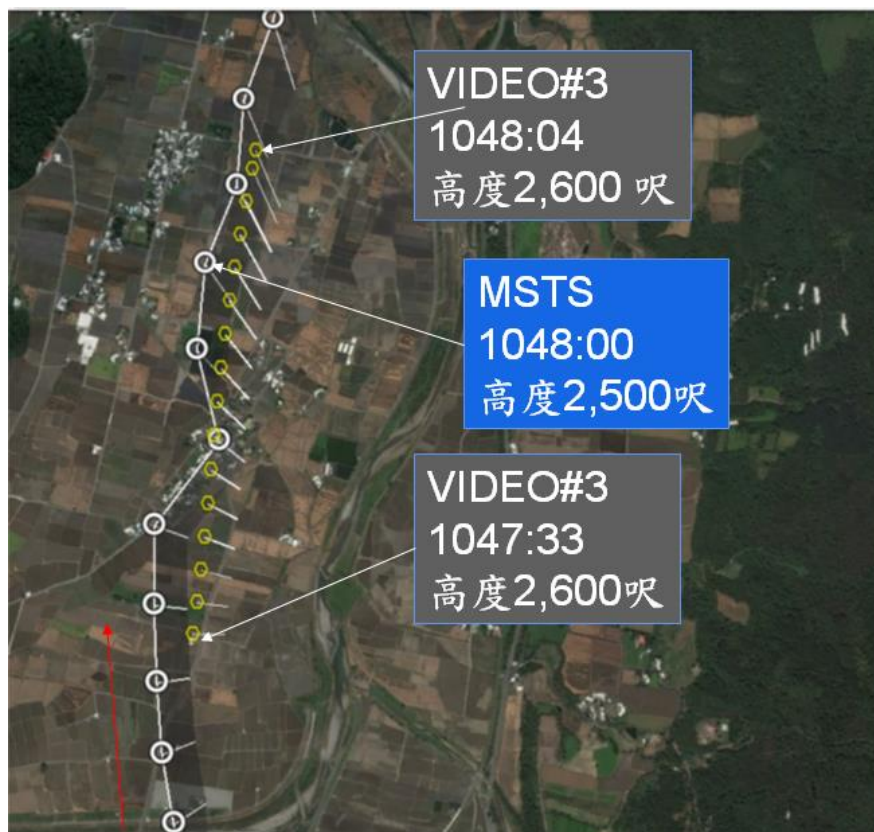


圖 14 第 3 段影片拍攝期間之雷達軌跡與機載影像軌跡比較



圖 15 第 45 段影片拍攝期間之雷達軌跡與機載影像軌跡

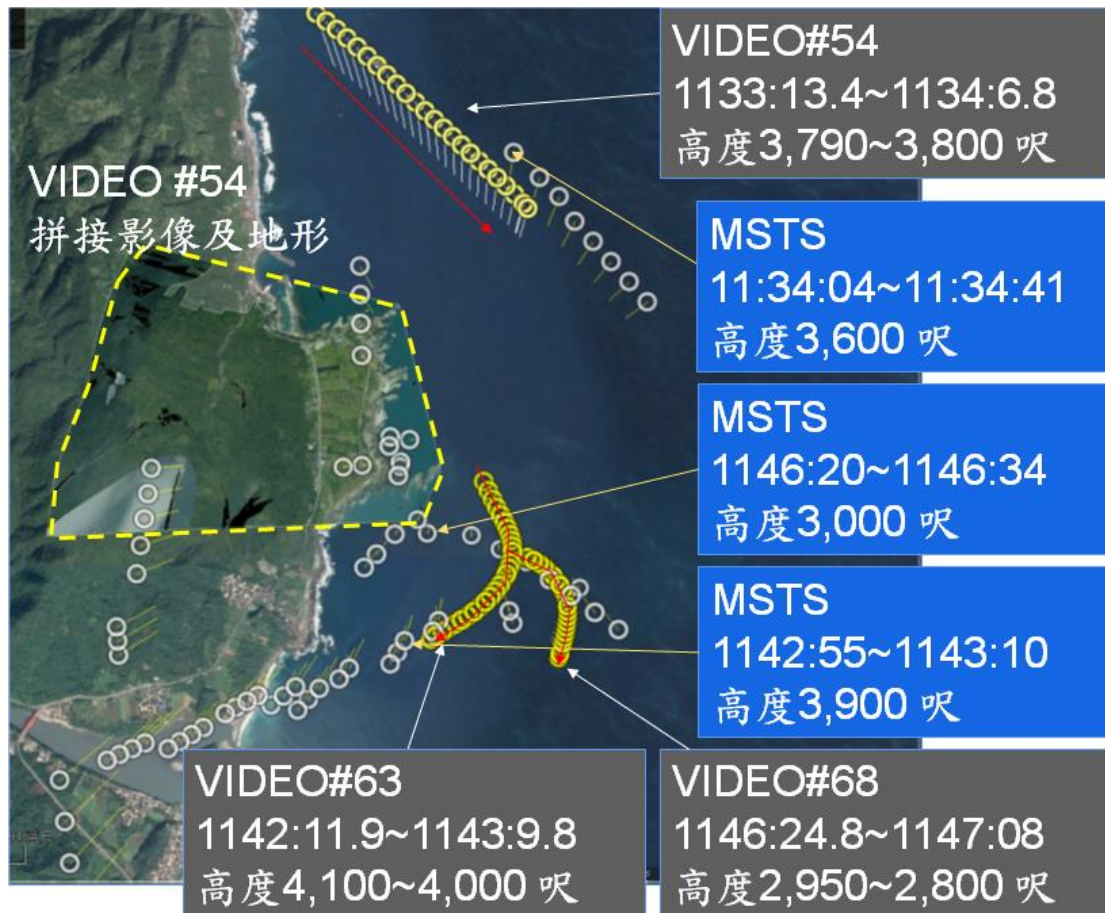


圖 16 第 54/63/68 段影片拍攝期間之雷達軌跡與機載影像軌跡

根據航管雷達及塔臺錄音抄件，該機由瑞穗鄉往豐濱鄉空拍期間無異常，雷達軌跡與機載影像軌跡之成果詳圖 17。圖 18 為事故機於豐濱鄉空拍期間之雷達軌跡（灰白色圓圈）與機載影像軌跡套疊（綠色圓圈），紅色星狀代表無地物參考，致機載影像軌跡無法持續計算，推測飛航軌跡以紅色虛線表示。



圖 17 事故機由瑞穗鄉往豐濱鄉空拍期間之雷達軌跡與機載影像軌跡



圖 18 事故機於豐濱鄉空拍期間之雷達軌跡與機載影像軌跡

2.3.2 第 72 段影像

第 72 段影像紀錄長度共 137 秒，可以使用 PIX4D 計算飛航軌跡共兩區段：第一段 1152:36.0 時至 1153:25.0 時，第 720 幅至第 3,072 幅，第 15 秒至第 64 秒，套疊如圖 19。第二段 1154:06.5 時至 1154:27.25 時，第 5,064 幅至第 6,060 幅，第 105 秒至第 126 秒，套疊如圖 20，此後另有 10.6 秒鏡頭向天空拍攝無法計算軌跡。

根據第 72 段影像透過 PIX4D 計算所得獲得之飛航軌跡，可進一步計算其地速、升降率及航向，詳圖 20 及圖 21。第一段 1152:36.0 時至 1153:25.0 時期間，該機的參考航向 310 度、平均地速 50 哩/時，飛行高度由 1,250 呎爬升至 1,390 呎，爬升率介於 100 呎/分至 300 呎/分。1153:20 時至 1153:25.0 時期間，該機鏡頭開始往上偏轉，此 5 秒對應之地速及下降率計算結果僅供參考。

第二段 1154:06.5 時至 11:54:27.25 時，該機航向由北左轉至 246 度、平均地速 40 哩/時，飛行高度由 915 呎爬升至 932 呎再下降至 581 呎，伴隨之下降率由 180 呎/分增至 1,680 呎/分。1154:11.25 時至 11:54:13.25 時期間，該機鏡頭開始往上偏轉，此 2 秒對應之地速及下降率計算結果僅供參考。11:54:27.25 時為最後可分析影像（第 6,060 幅），該機位於主殘骸東北東方 175 公尺，離地高度約 285 呎（事故現場主殘骸區之海拔高度 295 呎）。該段影像之飛航軌跡可進一步推算相關飛航參數（地速、升降率、航向），詳圖 21 及圖 22。圖 21 中粉紅色區域為分析主旋翼轉速的區段，詳附錄 5。

圖 23 為根據最後一段影像所計算之飛航軌跡及鏡頭向上拍攝期間之推斷軌跡（黃色線段）。以下降率 1,600 呎/分及相對離地高 285 呎，約 10.7 秒航機將接觸地面。

圖 24 為第 72 段影像之鏡頭 2 次向上拍攝期間之拼接及方位，圖中符號「A」及「B」分別代表事故現場及東側山頭。1153:34 時，鏡頭面向秀姑巒溪出海口；約 21 秒後，鏡頭再度面向秀姑巒溪出海口（平均向左偏轉率 17 度）。



圖 19 第 72 段影像之第 1 段落飛航軌跡與事故現場圖套疊

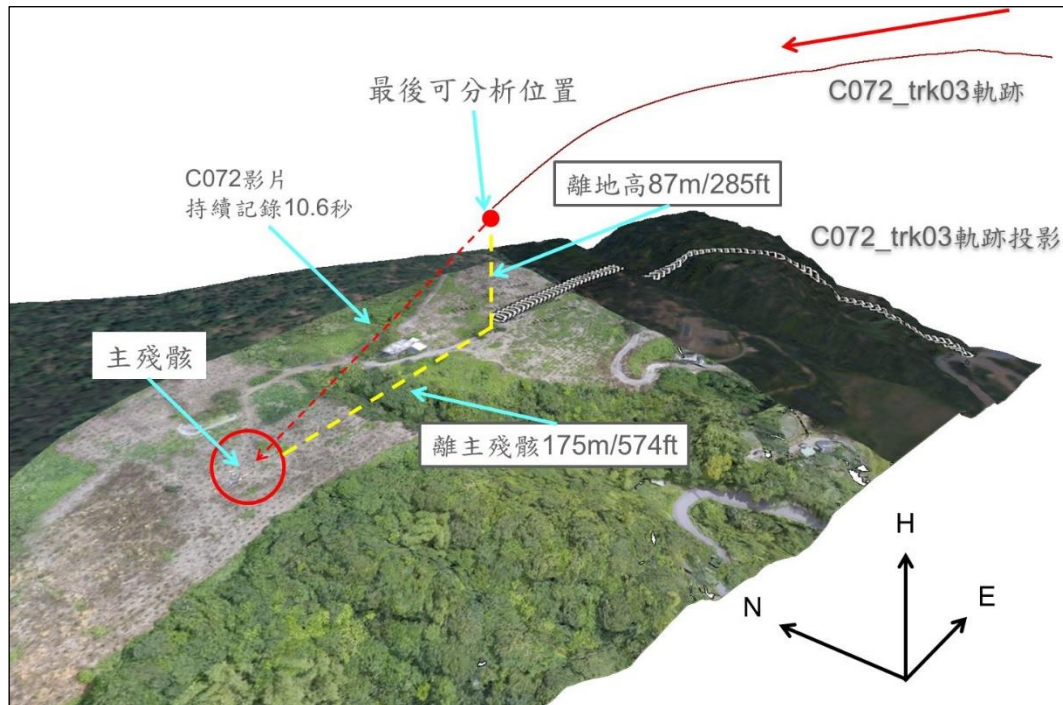


圖 20 第 72 段影像之第 2 段落飛航軌跡與事故現場圖套疊

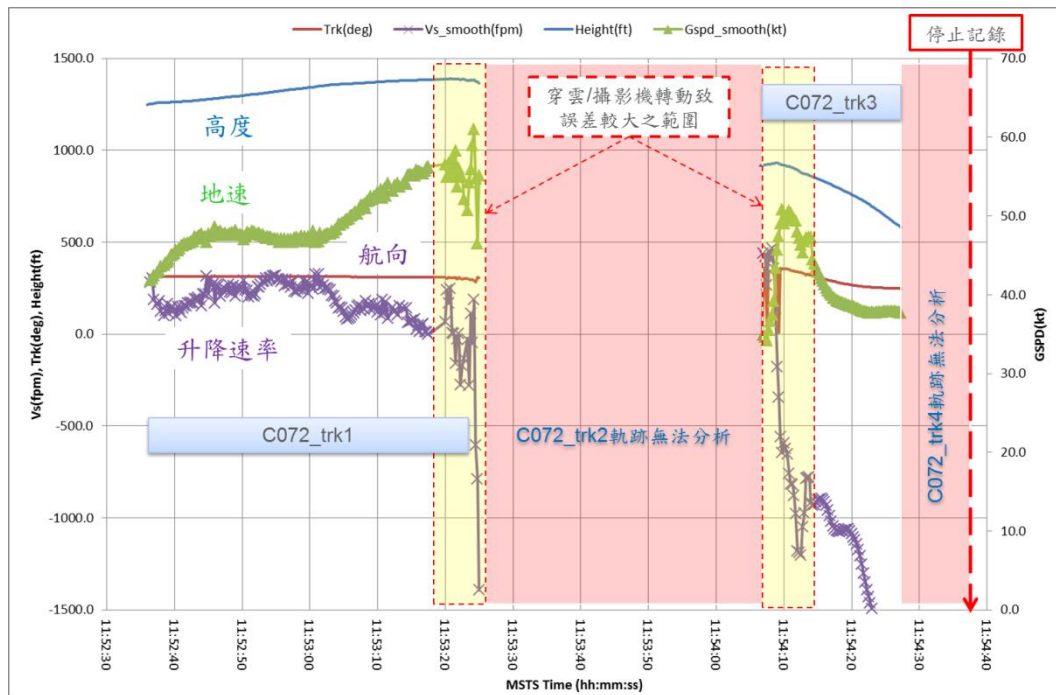


圖 21 第 72 段影像之飛航軌跡分析成果

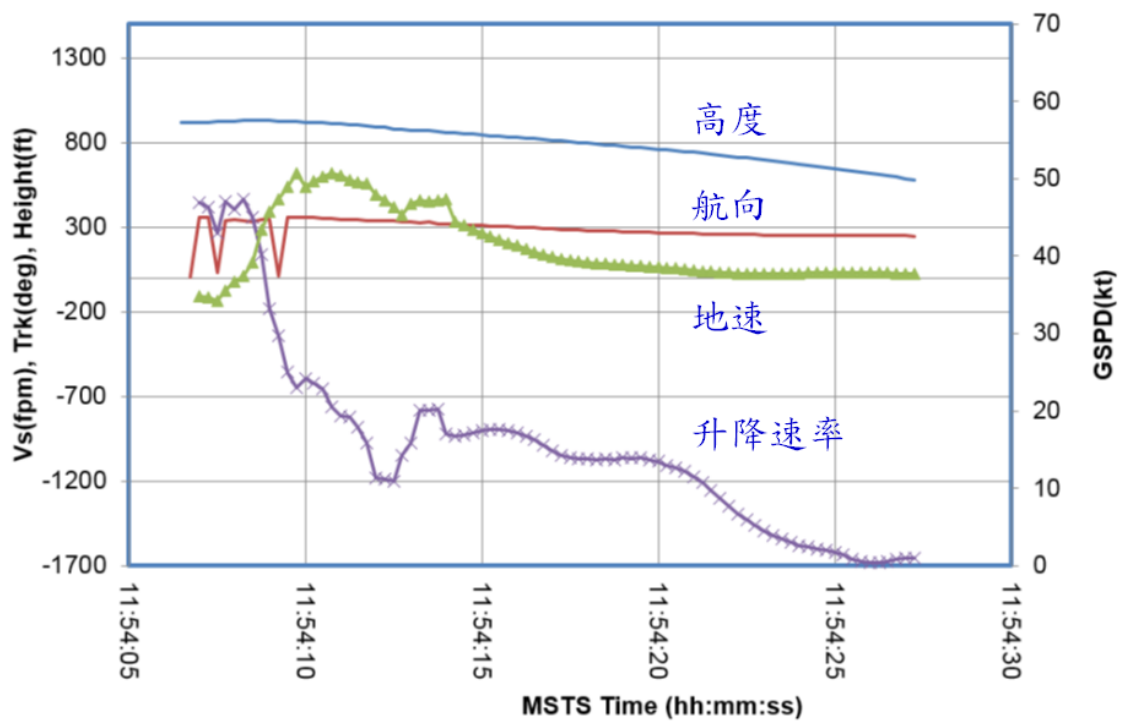


圖 22 第 72 段影像之飛航軌跡分析成果

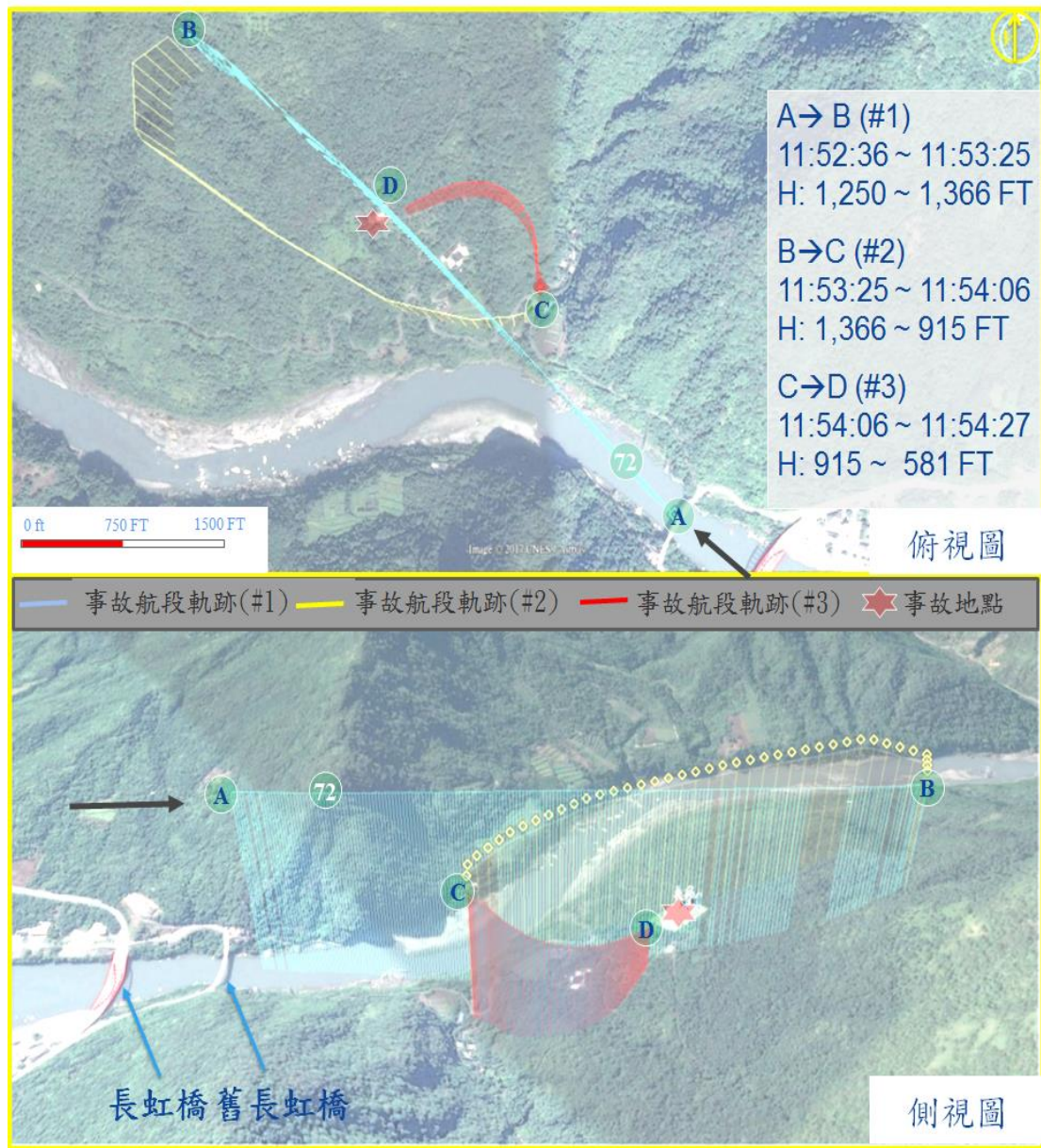


圖 23 第 72 段影像之飛航軌跡分析成果

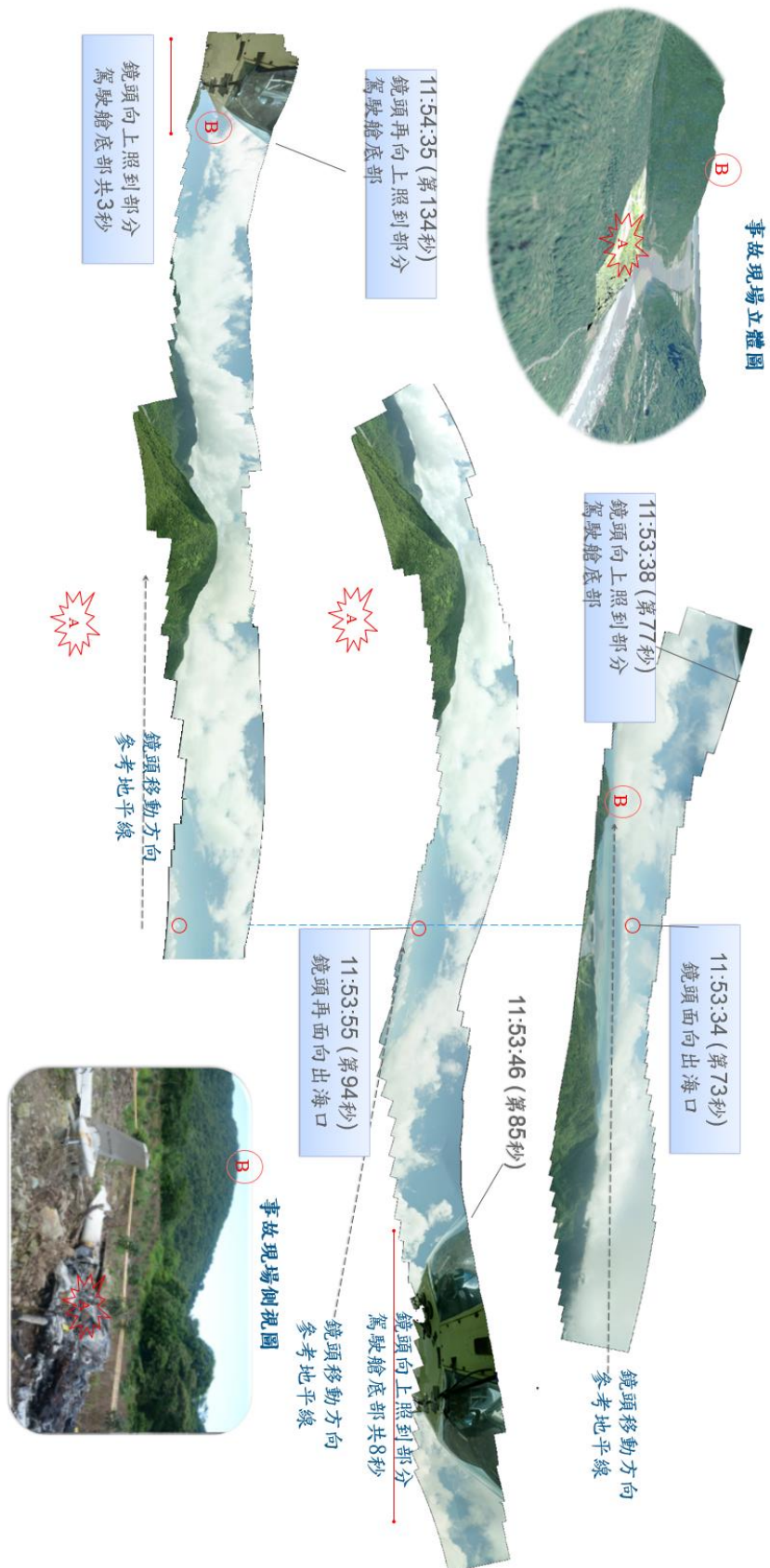


圖 24 第 72 段影像之鏡頭 2 次向上拍攝期間之拼接及方位

三、 航管錄音、Line 簡訊與雷達同步處理

本會調查人員於事故現場尋獲一隻功能完好的智慧型手機，經查證是空拍員甲所持用。本會於 7 月 19 日取得空拍員甲家屬的授權，同意本會勘驗：當日電話撥打聲及接聽紀錄、前一日及當日影音文件（找 GPS log）、前一日及當日 LINE 紀錄（涉及飛行任務部份）。

勘驗過程並邀請兩名阿布電影公司人員參與，結果如下：

1. 電話簡訊及 LINE 紀錄可供飛航分組訪談參考。
2. 手機內無涉及本事故之錄影、錄音檔及 GPS LOG。
3. 事故前一日，空拍員甲曾連繫業務人員三次（1206 時、1224 時、1538 時）。
4. 事故當日，0646 時空拍員甲詢問業務人員「要不要換飛」；1111 時，空拍員甲以 LINE 通知業務人員，紀錄存有「我們叫不到塔臺」；「你打給臺北我們在瑞穗到豐濱 3000 呎下」，詳圖 25 及 26。



圖 25 事故機之雷達航跡、航管錄音及 Line 簡訊之彙整圖 (1)



圖 26 事故機之雷達航跡、航管錄音及 Line 簡訊之彙整圖 (2)

四、 結論

空拍員甲手機解讀結論如下：

1. 手機內無涉及本事故之錄影、錄音檔及 GPS LOG。
2. 事故前一日，空拍員甲曾連繫陳姓業務人員三次（1206 時、1224 時、1538 時）。

機載影像解讀結論如下：

1. 所有 PIX4D 軟體分析結果均假設 Cineflex ELITE 攝影機軌跡為飛航軌跡。
2. 部份機載影像因拍攝中鏡頭焦距變化過大，只能人工比對拍攝區域，無法使用 PIX4D 軟計算飛航軌跡。
3. 事故區域的機載影像軌跡精度優於 20 公尺；其他區域的機載影像軌跡精度優於 200 公尺。
4. 第 72 段影像於攝影機鏡頭向上轉動期間，因晃動會導致短暫的地速及下降率震動，其計算結果僅供參考。
5. 第 72 段影像第 73 秒及第 94 秒，鏡頭面向秀姑巒溪出海口，平均偏轉率向左 17 度/秒。第 72 段影像之鏡頭 2 次向上拍攝到部份機身底部。第 1 次影像無異常；第 2 次影像有上下震動現象。
6. 11:54:27.25 時，該攝影機停止記錄前 10.6 秒之位置，位於主殘骸東北東方 175 公尺，離地高度約 285 呎。參考航向 246 度、地速 40 浬/時，高度 581 呎，下降率 1,680 呎/分。

表 1 72 段影片之開始記錄、停止記錄及參考位置說明

錄影檔名	記錄長度	RDC frames	參考位 置	與雷達同步後時間	
				開始記錄	停止記錄
系統預設	(hh:mm:ss.000)		地名	(hh:mm:ss.000)	(hh:mm:ss.000)
A043_C001_0101LX.RDC	00:00:34.417	1652	法林寺 上空	10:45:45.209	10:46:19.626
A043_C002_0101E3.RDC	00:00:14.396	691	福原村 上空	10:46:35.771	10:46:50.167
A043_C003_0101CK.RDC	00:00:30.375	1458	學田村 上空	10:47:33.292	10:48:03.667
A043_C004_0101HG.RDC	00:00:20.188	969	學田村 上空	10:48:23.605	10:48:43.792
A043_C005_0101U8.RDC	00:00:16.938	813	富里村 上空	10:49:13.104	10:49:30.042
A043_C006_0101O2.RDC	00:00:19.083	916	富里車站 上空	10:49:43.334	10:50:02.417
A043_C007_0101V9.RDC	00:00:08.063	387	明里村上 空	10:50:03.188	10:50:11.250
A043_C008_0101UN.RDC	00:00:14.375	690	明里村北 邊上空	10:50:44.501	10:50:58.876
A043_C009_0101RA.RDC	00:00:43.980	2111	新興村南 邊上空	10:51:38.771	10:52:22.751
A043_C010_0101KE.RDC	00:00:24.980	1199	卓楓國小 上空	10:52:23.396	10:52:48.375
A043_C011_0101WU.RDC	00:00:30.604	1469	富里鄉 南邊上空	10:53:14.938	10:53:45.542
A043_C012_01015U.RDC	00:00:32.209	1546	富里鄉 上空	10:54:03.209	10:54:35.417
A043_C013_010111.RDC	00:00:32.000	1536	富里鄉 上空	10:54:41.459	10:55:13.459
A043_C014_0101PC.RDC	00:00:37.355	1793	富里鄉北 邊上空	10:55:26.896	10:56:04.250
A043_C015_01012X.RDC	00:00:24.125	1158	富里鄉北 邊上空	10:56:20.875	10:56:45.000

A043_C016_0101SG.RDC	00:00:34.167	1640	富里鄉北 邊上空	10:57:04.125	10:57:38.292
A043_C017_01011D.RDC	00:00:21.813	1047	富里鄉北 邊上空	10:57:42.729	10:58:04.542
A043_C018_0101IA.RDC	00:00:09.855	473	富里鄉北 邊上空	10:58:23.521	10:58:33.375
A043_C019_01012P.RDC	00:00:31.313	1503	富里鄉北 邊上空	10:59:02.812	10:59:34.125
A043_C020_0101OO.RDC	00:00:54.709	2626	富里鄉北 邊上空	11:00:15.792	11:01:10.501
A043_C021_0101G7.RDC	00:00:07.271	349	玉里鎮西 南邊上空	11:00:37.146	11:00:44.417
A043_C022_0101FX.RDC	00:00:13.417	644	玉里鎮西 南邊上空	11:02:02.250	11:02:15.667
A043_C023_0101UI.RDC	00:00:22.917	1100	玉里鎮西 南邊上空	11:02:47.792	11:03:10.709
A043_C024_0101QM.RDC	00:00:21.688	1041	玉里鄉西 南邊上空	11:03:29.855	11:03:51.542
A043_C025_0101RG.RDC	00:00:40.125	1926	玉里鎮西 南邊上空	11:04:21.626	11:05:01.751
A043_C026_0101JW.RDC	00:00:31.813	1527	玉里鎮西 南邊上空	11:05:08.521	11:05:40.334
A043_C027_0101AD.RDC	00:00:25.542	1226	玉里鎮西 南邊上空	11:05:53.792	11:06:19.334
A043_C028_0101EI.RDC	00:00:07.229	347	玉里鎮 上空	11:06:22.438	11:06:29.667
A043_C029_0101JK.RDC	00:00:40.625	1950	玉里鎮 上空	11:07:20.251	11:08:00.876
A043_C030_0101EU.RDC	00:00:25.396	1219	玉里鎮 上空	11:07:56.355	11:08:21.751
A043_C031_0101J3.RDC	00:00:25.063	1203	玉里鎮北 邊上空	11:08:53.104	11:09:18.167
A043_C032_010127.RDC	00:00:54.521	2617	三民國小 上空	11:09:55.646	11:10:50.167
A043_C033_01018E.RDC	00:00:13.083	628	三民國小 上空	11:11:36.751	11:11:49.834
A043_C034_0101SR.RDC	00:00:43.667	2096	玉里鎮北	11:12:29.458	11:13:13.125

			邊上空		
A043_C035_01013P.RDC	00:00:42.813	2055	玉里鎮北 邊上空	11:13:20.938	11:14:03.751
A043_C036_0101DP.RDC	00:00:37.500	1800	瑞穗鄉南 邊上空	11:14:05.209	11:14:42.709
A043_C037_0101R5.RDC	00:00:19.375	930	瑞穗鄉南 邊上空	11:14:33.209	11:14:52.584
A043_C038_0101GY.RDC	00:00:19.417	932	瑞穗鄉南 邊上空	11:15:01.501	11:15:20.918
A043_C039_01012J.RDC	00:00:28.583	1372	瑞穗鄉南 邊上空	11:15:55.001	11:16:23.584
A043_C040_0101AV.RDC	00:00:54.688	2625	瑞穗鄉上 空拍秀姑 巒溪	11:17:02.646	11:17:57.334
A043_C041_0101BQ.RDC	00:00:01.375	66	瑞穗鄉上 空拍秀姑 巒溪	11:17:19.375	11:17:20.751
A043_C042_01011G.RDC	00:00:30.355	1457	瑞穗鄉上 空拍秀姑 巒溪	11:18:20.812	11:18:51.167
A043_C043_010133.RDC	00:00:22.646	1087	瑞穗鄉上 空拍秀姑 巒溪	11:19:00.063	11:19:22.709
A043_C044_0101QT.RDC	00:01:17.980	3743	瑞穗鄉上 空拍秀姑 巒溪	11:20:39.145	11:21:57.125
A043_C045_0101I4.RDC	00:00:55.063	2643	瑞穗鄉上 空拍秀姑 巒溪	11:21:38.605	11:22:33.667
A043_C046_0101GV.RDC	00:00:45.375	2178	奇美國小 上空拍秀 姑巒溪及 長虹橋	11:22:40.625	11:23:26.000
A043_C047_0101N7.RDC	00:00:39.625	1902	奇美國小 上空拍秀 姑巒溪及 長虹橋	11:23:25.167	11:24:04.792

A043_C048_0101KB.RDC	00:02:13.313	6399	奇美國小 上空拍秀 姑巒溪及 長虹橋	11:25:52.854	11:28:06.167
A043_C049_010135.RDC	00:01:08.480	3287	豐濱鄉大 港口上空	11:27:22.021	11:28:30.501
A043_C050_0101VB.RDC	00:00:28.750	1380	石梯港上 空	11:27:56.959	11:28:25.709
A043_C051_01014K.RDC	00:00:45.104	2165	石梯港上 空	11:28:55.104	11:29:40.209
A043_C052_0101HQ.RDC	00:01:14.709	3586	石梯港上 空	11:30:21.709	11:31:36.417
A043_C053_0101MR.RDC	00:01:09.792	3350	石梯坪東 北面海上	11:32:07.208	11:33:17.000
A043_C054_0101QL.RDC	00:00:53.396	2563	石梯坪東 北面海上	11:33:13.438	11:34:06.834
A043_C055_010163.RDC	00:00:46.438	2229	石梯坪東 面海上	11:34:14.146	11:35:00.584
A043_C056_0101OH.RDC	00:02:22.959	2542	石梯坪南 面海上	12:23:41.709	12:26:04.667
A043_C057_010144.RDC	00:01:10.083	3364	秀姑巒溪 出河口上 空	11:36:29.000	11:37:39.083
A043_C058_0101EH.RDC	00:00:31.375	1506	秀姑巒溪 出河口上 空	11:37:20.584	11:37:51.959
A043_C059_0101HZ.RDC	00:00:44.146	2119	秀姑巒溪 出河口上 空	11:38:14.188	11:38:58.334
A043_C060_01010Z.RDC	00:00:45.459	2182	秀姑巒溪 出河口上 空	11:39:21.292	11:40:06.751
A043_C061_0101XO.RDC	00:00:14.188	681	石梯坪南 面海上	11:39:43.229	11:39:57.417
A043_C062_0101LR.RDC	00:00:35.063	1683	石梯坪南 面海上	11:41:05.521	11:41:40.584
A043_C063_01018C.RDC	00:00:57.938	2781	石梯坪南 面海上	11:42:11.938	11:43:09.876

A043_C064_0101Z5.RDC	00:00:35.917	1724	石梯坪南 面海上	11:43:06.917	11:43:42.834
A043_C065_01010B.RDC	00:00:24.604	1181	秀姑巒溪 出河口上 空	11:43:47.771	11:44:12.375
A043_C066_0101Y8.RDC	00:00:30.209	1450	秀姑巒溪 出河口上 空	11:44:28.709	11:44:58.918
A043_C067_0101JW.RDC	00:00:39.563	1899	石梯坪上 空	11:45:17.105	11:45:56.667
A043_C068_010155.RDC	00:00:43.229	2075	石梯坪南 面海上	11:46:24.771	11:47:08.000
A043_C069_010187.RDC	00:00:29.250	1404	石梯坪南 面海上	11:47:21.917	11:47:51.167
A043_C070_0101FF.RDC	00:00:35.250	1692	石梯坪南 面海上	11:48:30.626	11:49:05.876
A043_C071_0101MA.RDC	00:00:44.625	2142	石梯坪南 面海上	11:49:38.042	11:50:22.667
A043_C072_0101SX.RDC	00:02:16.875	6570	含事故 航段	11:52:20.834	11:54:37.709

附件 1 第 72 段影片逐秒截圖

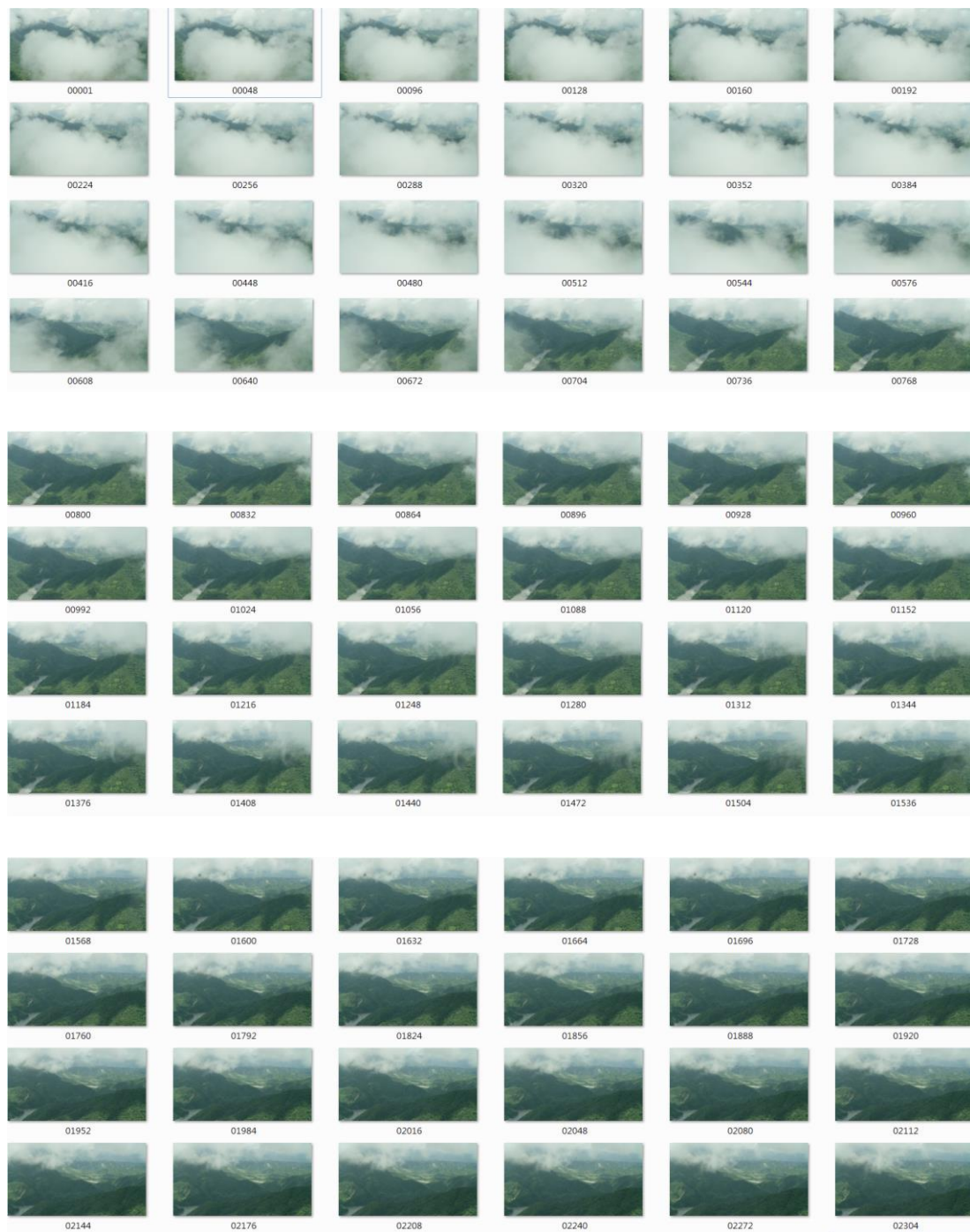


圖 1 (1-48 秒)

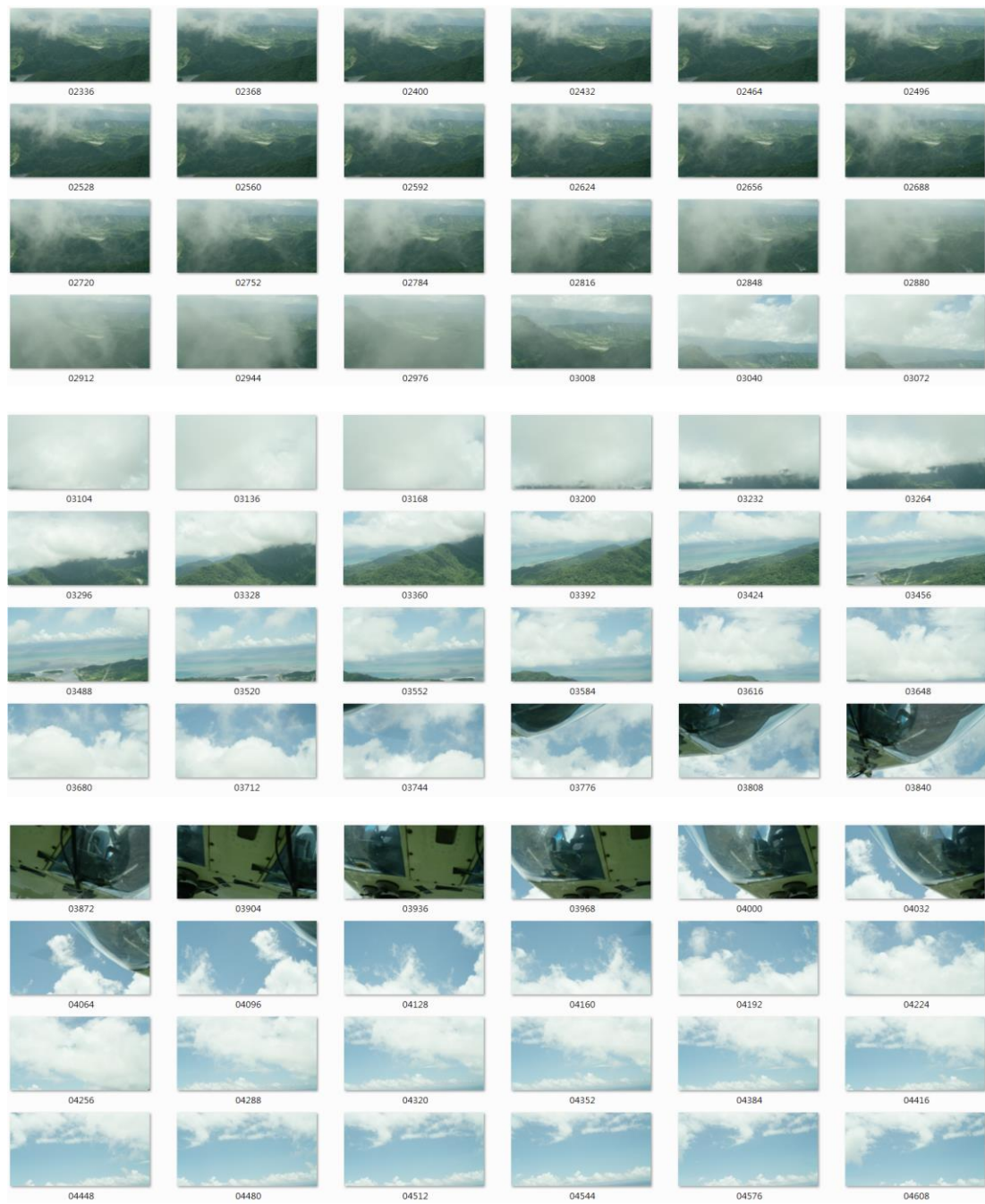


圖 2 (48-96 秒)

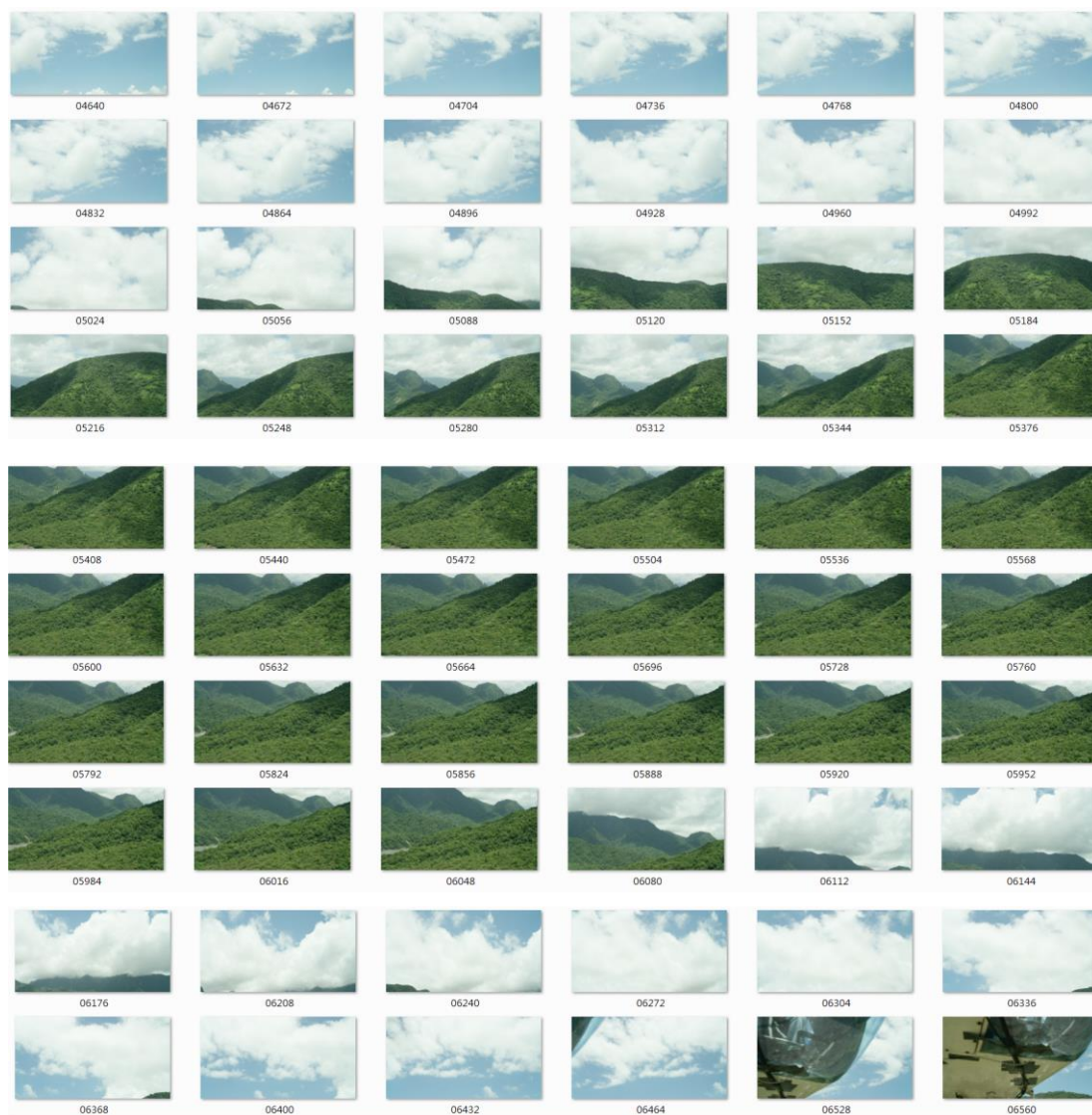


圖 3 (96-136.67 秒)

附錄 6 主旋翼轉速分析報告

事故機裝置一套高解析度空中攝影設備 Cineflex ELITE。事故發生後，本會取得上述空照設備，經過處理後會同阿布公司人員進行下載，共取得 72 段影片，包含該機自台東縣池上鄉起飛、執行空拍作業、以及該機墜毀前影片，但未包含最後墜毀的畫面。調查小組依據影片資料，還原該機航機軌跡，並根據多重監視源資料處理系統（MSTS）航跡資料，將影片時間與 MSTS 時間同步。本附件針對第 72 段影像中包含主旋翼之畫面匯出，進行主旋翼轉速分析，處理過程及結果如下：

1.1 影片格式

該影片之解析度為 $5,120 \times 2,700$ ，錄影格式為每秒 47.95 幅畫面（frame），亦即每幅畫面間隔約 0.021 秒，第 72 段影像紀錄長度為 137 秒，共有 6,570 幅畫面。

1.2 主旋翼轉速分析

根據 Bell 公司技術文件¹，BELL206B3 型機主旋翼 100% 的轉速為 394RPM。調查小組檢視第 72 段影像，於 1153:37.84 時（3,685th frame）至 1153:40.18 時（3,797th frame），在 2.34 秒的時間內，主旋翼槳葉在影片中出現 29 次，即主旋翼旋轉 14 圈半，經換算後主旋翼轉速約為每分 372 轉，相當於 Nr 94.4%，如圖 1。

於 1153:45.29 時（4,042nd frame）至 1153:47.27 時（4,137th frame），在 1.98 秒的時間內，主旋翼槳葉在影片中出現 25 次，即主旋翼旋轉 12 圈半，經換算後主旋翼轉速約為每分 379 轉，相當於 Nr 96.2%，如圖 2。

調查小組檢視影片第 72 段影像最後 1.98 秒（1154:35.7 時至 1154:37.7 時），發現主旋翼槳葉出現頻率有下降趨勢，如圖 3 及表 1。

¹ BHT-206B3-MD-1 Transmission. The transmission is coupled to the engine by means of a main driveshaft. The transmission reduces engine output RPM from 6016 to 394 rotor RPM.

表 1 最後兩秒主旋翼轉速估算

MSTS 時間	畫面 frame	間隔畫 面 frame	主旋翼轉 一圈秒數	估算 rpm	100% rpm	Nr
1154:36.02	6,475					
1154:36.16	6,482	7	0.29	206	394	52.2%
1154:36.31	6,489	7	0.29	206	394	52.2%
1154:36.46	6,496	7	0.29	206	394	52.2%
1154:36.60	6,503	7	0.29	180	394	52.2%
1154:36.77	6,511	8	0.33	180	394	45.6%
1154:36.94	6,519	8	0.33	180	394	45.6%
1154:37.10	6,527	8	0.33	180	394	45.6%
1154:37.27	6,535	8	0.33	180	394	45.6%
1154:37.46	6,544	9	0.38	160	394	40.6%
1154:37.67	6,554	10	0.42	144	394	36.5%



圖 1 主旋翼槳葉在 2.34 秒影片中出現 29 次



圖 2 主旋翼槳葉在 1.98 秒影片中出現 25 次



圖 3 最後 1.98 秒之影像截圖



圖 3 最後 1.98 秒之影像截圖（續）



圖 3 最後 1.98 秒之影像截圖（續）



圖 3 最後 1.98 秒之影像截圖（續）



圖 3 最後 1.98 秒之影像截圖（續）



圖 3 最後 1.98 秒之影像截圖（續）



圖 3 最後 1.98 秒之影像截圖（續）



圖 3 最後 1.98 秒之影像截圖（續）

附錄 7 臺灣中油燃油化驗報告及燃油品質試驗報告

 台灣中油股份有限公司 油品行銷事業部高雄營業處高雄化驗服務中心 地址：高雄市小港區中山四路31號 電話：(07)8063551 傳真：(07)8064612 化驗報告			
報告日期: 民國106年06月09日	收樣日期: 民國106年06月07日		
報告編號: AF0348	樣品來源: T17		
樣品編號: DAJ106261	樣品名稱: 航空燃油A-1		
送樣單位: D513A 高雄營業處高雄機場航油中心			
檢驗項目	檢驗結果	規範	試驗方法
外觀(Appearance) 目視(Visual)	Clear & Bright	Clear & Bright	Visual
顏色 Color	+25	Report	ASTM D6045
總酸度 Total acidity, mg KOH/g	0.002	max. 0.015	ASTM D3242
總芳香烴含量 Total aromatics, vol. %	16.3	max. 26.5	ASTM D6379
總硫含量 Sulfur total, wt%	0.0157	max. 0.30	ASTM D5453
硫醇 Mercaptan sulfur, wt%	0.0007	max. 0.0030	ASTM 3227
蒸餾溫度 Initial boiling point, °C	157.2	Report	ASTM D86
蒸餾溫度 10% vol. recovered, °C	171.2	max. 205.0	ASTM D86
蒸餾溫度 50% vol. recovered, °C	190.2	Report	ASTM D86
蒸餾溫度 90% vol. recovered, °C	226.7	Report	ASTM D86
蒸餾溫度 End point, °C	250.6	max. 300.0	ASTM D86
蒸餾殘餘 Residue, vol. %	1.2	max. 1.5	ASTM D86
Loss, vol. %	0.2	max. 1.5	ASTM D86
閃點 Flash point PM, °C	47.5	min. 40.0	ASTM D56
密度 Density, at 15°C, kg/m3	796.6	775.0 ~ 840.0	ASTM D4052
凝固點 Freezing point, °C	-58.5	max. -47.0	ASTM D5972
黏度 Viscosity at -20°C, cSt(mm2/s)	3.628	max. 8.000	ASTM D445
淨燃燒熱值 Net heat of combustion, Btu/lb	18616	min. 18400	ASTM D3338
發煙點 Smoke point, mm	24.2	min. 19.0	ASTM D1322
銅片腐蝕性 Copper corrosion, 2hr at 100°C	1A	No.1	ASTM D130
加熱穩定性(JFTOT)控制溫度 °C	260	min. 260	ASTM D3241
過濾器壓差 ΔP, mmHg	0.1	max. 25	ASTM D3241
金屬管色度 Tube deposit rating, (visual)	0	<3	ASTM D3241
存在膠 Existent gum, mg/100mL	<1	max. 7	ASTM D381
電導度 Fuel electrical conductivity, pS/m	430	50~600	ASTM D2624
微水分離指數(MSEP) 已含靜電逸散劑	93	min. 70	ASTM D3948
萘含量 Naphthalenes, % v/v	0.16	max. 3	D1840



註: 1.本Jet A-1規範係依據國際航空燃油品質聯合作業規範
 (The Aviation Fuel Quality Requirements For Jointly Operated Systems, AFQRJOS) Issue 28 - March 2015修訂, 品質符合英國Ministry of Defence Standard DEF STAN 91-91/Issue7, Amendment 3, 02 February 2015, Jet A-1及美國材料試驗協會ASTM D1655-15, Jet A-1等兩航空燃油Jet A-1規範。
 2.本實驗室不對外取樣, 報告僅對樣品負責。
 3.上列項目檢驗結果合乎本公司產品規範。
 4.本報告共全頁, 報告內容擷取翻印無效。

製表: 

覆核: 

主管: 

B001-R11



品質試驗報告

台灣中油股份有限公司

煉製事業部大林煉油廠技術組品保課實驗室

高雄市小港區沿海四路50號

TEL : (07)8715151 FAX : 886-7-871-8781

DATE REPORTED Jun.5,2017

MANUFACTURER

SAMPLE No.

DATE SAMPLE

TA-LIN REFINERY, C.P.C.

TJ2286

Jun.3,2017

D-301

PRODUCT

LOCATION

BATCH No.

PRODUCT ORIGIN.

AVIATION TURBINE FUEL(Jet A-1)

KAOHSIUNG,TAIWAN

Jet A-1-12-06-17

TA-LIN REFINERY, C.P.C.

Page 1 of 2

TESTS	ACTUAL RESULTS	SPECIFICATIONS	TEST METHOD ASTM
Appearance	Clear, bright and visually free from solid matter and un-dissolved water at normal ambient temp.	Clear, bright and visually free from solid matter and un-dissolved water at normal ambient temp.	Visual
Color,Saybolt	24	Report	D156
Total Acid No.,mg KOH/g	0.003	0.015 max.	D3242
Aromatics,Vol.%	16.0	26.5 max.	D6379
Total Sulfur,wt.%	0.0150	0.30 max.	D5453
Doctor test	---	Negative	D4952
Mercaptan Sulfur, wt.%	0.0006	0.0030 max.	D3227
Non Hydro-processed components,vol%	39	Report	
Mildly Hydro-processed components,vol%	61	Report	
Severely Hydro-processed components,vol%	Nil	Report	
Synthetic components,vol%	Nil	Report	
Distillation:°C			
I.B.P.	160.4	Report	D86
10%Rec.	170.5	205 max.	
50%Rec.	188.2	Report	
90%Rec.	224.5	Report	
E.P.	249.9	300 max.	
Loss, Vol.%	0.4	1.5 max.	
Residue, Vol.%	1.0	1.5 max.	
Flash Point,°C	48.0	40 min.	D56
Density at 15°C,kg/L	0.7968	0.775-0.840	D1298
Freezing Point,°C	-59.3	-47 max.	D5972
Viscosity at -20°C, cSt	3.543	8.0 max.	D445
Heat Value,net,Btu/lb	18612	18400 min.	D3338
Smoke point, mm	25.5	25 min.	D1322
Smoke point, mm / Naphthalene,vol.%	---	19 min. / 3.00 max.	D1322 / D1840
Corrosion Copper Strip,2hr at 100°C	1A	No.1 max.	D130
Thermal Stability (ASTMD-3241)			D3241
Control temp.°C		260	
Filter pressure drop,mmHg	1	25.0 max.	

註：本 Jet A-1 規範係依據國際航空燃油品質聯合作業規範 (The aviation Fuel Quality Requirements for Jointly Operated Systems) Issue 28-March 2015 修訂。品質符合英國 DEF STAN 91-91/Issue 7, 02 February, 2015, Amend.3 及美國材料試驗協會 ASTM D1655-15 等兩航空燃油 Jet A-1 規範。

SIGNED

Q.A. Supervisor
510-CAP-04



品質試驗報告 台灣中油股份有限公司

煉製事業部大林煉油廠技術組品保課實驗室
高雄市小港區沿海四路50號

TEL : (07)8715151 FAX : 886-7-871-8781

DATE REPORTED Jun.5,2017

MANUFACTURER TA-LIN REFINERY, C.P.C.

SAMPLE No. TJ2286

DATE SAMPLE Jun.3,2017

TANK No. D-301

PRODUCT

LOCATION

BATCH No.

PRODUCT ORIGIN.

AVIATION TURBINE FUEL(Jet A-1)

KAOHSIUNG,TAIWAN

Jet A-1-12-06-17

TA-LIN REFINERY, C.P.C.

Page 2 of 2

TESTS	ACTUAL RESULTS	SPECIFICATIONS	TEST METHOD
Tube deposit rating .code	1, no peacock or abnormal color deposits	Less than 3, no peacock or abnormal color deposits	ASTM D3241
Existent Gum,mg/100ml.	<1	7.0 max.	D381
Particulate contamination .mg/L	0.45	1.0 max.	D5452
MSEP(with SDA : RDE/A/621)	98	70 min.	D3948
Electrical Conductivity,pS/m	420	50-600	D2624
Antioxidant : RDE/A/609 (Hydroprocessed Fuel) .mg/L	20.5	17.0-24.0	IP564
Particulate Cumulative Channel Particle			
$\geq 4 \mu m(c)$	989.1	Report	
$\geq 6 \mu m(c)$	192.1	Report	
$\geq 14 \mu m(c)$	7.5	Report	
$\geq 21 \mu m(c)$	1.7	Report	
$\geq 25 \mu m(c)$	0.7	Report	
$\geq 30 \mu m(c)$	0.5	Report	
Iso Code	17/15/10/8/7/6	Report	
FAME, mg/kg	Not Measured	50 max.	D7797



合格

合格

附錄 8 空軍第一後勤指揮部燃油試驗報告

JET A-1航空燃油甲型品質試驗紀錄單

樣品編號：B-31118	收樣日期：106.06.26	規範號碼：ASTM D1655-16c		
樣品來源：楓港取樣	化驗日期：106.06.26	委託機關：飛安調查委員會		
試 驗 名 稱	規 範 要 求		分 析 結 果	測 試 方 法
01. 總酸度	0.10mg(KOH/g)	MAX	...	ASTM D3242
02. 芳香煙	25%(vol%)	MAX	...	ASTM D1319
03. 含硫量	0.3%(wt%)	MAX	0.0169796 %(wt%)	ASTM D5453
04. 蒸餾試驗℃(一大氣壓1013mbar)				ASTM D86
10%回收溫度	205℃	MAX	172.9℃	
50%回收溫度	實測值		194.3℃	
90%回收溫度	實測值		229.9℃	
終餾點	300℃	MAX	251.9℃	
損失百分率	1.5(vol %)	MAX	0.5 vol %	
殘餘百分率	1.5(vol %)	MAX	1.2 vol %	
05. 閃火點	38℃	MIN	49℃	ASTM D93
06. 密度(15℃, kg/m3)	775-840		799 kg/m3	ASTM D7777
07. 凝固點	-47℃	MAX	-54.6℃	ASTM D7153
08. 粘度(-20℃)	8 Cs	MAX	...	ASTM D445
09. 熱值(燃燒熱)	18400 BTU/lb	MIN	...	ASTM D3338
10. 煙點	18mm	MIN	...	ASTM D1322
11. 奈烷	3.0	MAX	...	ASTM D1840
12. 銅片腐蝕(100℃，2小時)	NO.1(1a, 1b)	MAX	1a	ASTM D130
13. 熱氧化穩定性(260℃，150分鐘)			...	ASTM D3241
壓力降	25mmHg	MAX	...	
加熱管積碳率	<3		...	
14. 含膠量	7mg/100ml	MAX	...	ASTM D381
15. 水分離指數(含SDA)	70	MIN	...	ASTM D3948
16. 傳導性	50-600 ps/m		73 , 75 , 75 ps/m	ASTM D2624
傳導性(油樣溫度)℃	實測值		26℃	ASTM D2624

試驗者：

試驗課
一試股補給員

審核者：

試裝廠試驗課
班 長

單位主官：

試裝廠試驗課
股 長

附註：

1. 本化驗室接收送驗單位油樣不足，故僅能執行硫含量等7項化驗項目。
2. 本報告僅對所送樣品負責，樣品不符由取樣機關負責。

JET A-1航空燃油甲型品質試驗紀錄單

樣品編號：B-31118	收樣日期：106.06.26	規範號碼：ASTM D1655-16c	
樣品來源：池上取樣	化驗日期：106.06.26	委託機關：飛安調查委員會	
試 驗 名 稱	規 範 要 求	分 析 結 果	測 試 方 法
01. 總酸度	0.10mg(KOH/g) MAX	...	ASTM D3242
02. 芳香烴	25%(vol%) MAX	...	ASTM D1319
03. 含硫量	0.3%(wt%) MAX	0.0162523 %(wt%)	ASTM D5453
04. 蒸餾試驗℃(一大氣壓1013mbar)		...	ASTM D86
10%回收溫度	205℃ MAX	174.6℃	
50%回收溫度	實測值	195.7℃	
90%回收溫度	實測值	230.5℃	
終餾點	300℃ MAX	254.9℃	
損失百分率	1.5(vol %) MAX	0.5 vol %	
殘餘百分率	1.5(vol %) MAX	1.2 vol %	
05. 閃火點	38℃ MIN	50℃	ASTM D93
06. 密度(15℃, kg/m3)	775-840	799 kg/m3	ASTM D7777
07. 凝固點	-47℃ MAX	-54.7℃	ASTM D7153
08. 粘度(-20℃)	8 Cs MAX	...	ASTM D445
09. 熱值(燃燒熱)	18400 BTU/lb MIN	...	ASTM D3338
10. 煙點	18mm MIN	...	ASTM D1322
11. 奈烷	3.0 MAX	...	ASTM D1840
12. 銅片腐蝕(100℃，2小時)	NO. 1(1a, 1b) MAX	1a	ASTM D130
13. 熱氧化穩定性(260℃，150分鐘)		...	ASTM D3241
壓力降	25mmHg MAX	...	
加熱管積碳率	<3	...	
14. 含膠量	7mg/100ml MAX	...	ASTM D381
15. 水分離指數(含SDA)	70 MIN	...	ASTM D3948
16. 傳導性	50-600 ps/m	91, 91, 89 ps/m	ASTM D2624
傳導性(油樣溫度)℃	實測值	26℃	ASTM D2624

試驗者：

試驗課
一試股補給員

審核者：

試飛廠試驗課
班 長

單位主官：

試飛廠試驗課
股 長

附註：

1. 本化驗室接收送驗單位油樣不足，故僅能執行硫含量等7項化驗項目。
2. 本報告僅對所送樣品負責，樣品不符由取樣機關負責。

JET A-1航空燃油甲型品質試驗紀錄單

樣品編號：B-31118	收樣日期：106.06.26		規範號碼：ASTM D1655-16c	
	化驗日期：106.06.26		委託機關：飛安調查委員會	
試 驗 名 稱	規 範 要 求		分 析 結 果	測 試 方 法
01. 總酸度	0.10mg(KOH/g)	MAX	...	ASTM D3242
02. 芳香烴	25%(vol%)	MAX	...	ASTM D1319
03. 含硫量	0.3%(wt%)	MAX	0.0162523 %(wt%)	ASTM D5453
04. 蒸餾試驗℃(一大氣壓1013mbar)			...	ASTM D86
10%回收溫度	205℃	MAX	174.6℃	
50%回收溫度	實測值		195.7℃	
90%回收溫度	實測值		230.5℃	
終餾點	300℃	MAX	254.9℃	
損失百分率	1.5(vol %)	MAX	0.5 vol %	
殘餘百分率	1.5(vol %)	MAX	1.2 vol %	
05. 閃火點	38℃	MIN	50℃	ASTM D93
06. 密度(15℃, kg/m3)	775-840		799 kg/m3	ASTM D7777
07. 凝固點	-47℃	MAX	-54.7℃	ASTM D7153
08. 粘度(-20℃)	8 Cs	MAX	...	ASTM D445
09. 熱值(燃燒熱)	18400 BTU/lb	MIN	...	ASTM D3338
10. 煙點	18mm	MIN	...	ASTM D1322
11. 奈烷	3.0	MAX	...	ASTM D1840
12. 銅片腐蝕(100℃，2小時)	NO. 1(1a, 1b)	MAX	1a	ASTM D130
13. 熱氧化穩定性(260℃，150分鐘)			...	ASTM D3241
壓力降	25mmHg	MAX	...	
加熱管積碳率	<3		...	
14. 含膠量	7mg/100ml	MAX	...	ASTM D381
15. 水分離指數(含SDA)	70	MIN	...	ASTM D3948
16. 傳導性	50-600 ps/m		91, 91, 89 ps/m	ASTM D2624
傳導性(油樣溫度)℃	實測值		26℃	ASTM D2624

試驗者：

審核者：

單位主官：

附註：

1. 本化驗室接收送驗單位油樣不足，故僅能執行硫含量等7項化驗項目。
2. 本報告僅對所送樣品負責，樣品不符由取樣機關負責。

附錄 9 消防署火災證物鑑定報告

內政部消防署火災證物鑑定報告

鑑定案件編號第 1062105 號

送驗單位	飛航安全調查委員會	送驗日期	106 年 9 月 12 日
來文字號	106-9-12 飛安字第 1060209012 號	採樣時間	106 年 8 月 10 日 9 時 15 分
案由	106 年 6 月 10 日 凌天航空 Bell-206B 型直升機(編號 B-31118)於花蓮縣豐濱鄉墜毀起火案		
證物式樣	1062105-1：直升機殘骸現場樹葉 1062105-2：對照樣品-航空燃油 1062105-3：對照樣品-滑油		
鑑定事項	是否含有易燃液體		
鑑定方法	1. 前處理方法：靜態式頂空濃縮法(ASTM E1412) 2. 分析方法：氣相層析質譜法(ASTM E1618) 3. 儀器機型：Agilent 7890A GC 5977B MSD		
鑑定結果	送驗證物以上述前處理方式處理後所得之萃取液，注入氣相層析質譜儀分析結果如下： 1. 1062105-1 未檢出易燃液體成分。 2. 1062105-1 未檢出含有 1062105-2(航空燃油)及 1062105-3(滑油)成分。 以下空白		
備考	送驗證物隨文檢還		

附件清單

- 1 法務部法醫研究所解剖報告書暨鑑定報告書
- 2 發動機附件拆檢拆檢報告
- 3 刑事警察局鑑識科鑑定報告書
- 4 航管無線電錄音及抄件
- 5 地面天氣分析圖及高空天氣分析圖
- 6 臺北飛航情報區之 SIGMET 及 AIRMET
- 7 衛星雲圖
- 8 氣象雷達回波圖
- 9 高空風及溫度預報
- 10 顯著天氣圖
- 11 臺北飛航情報區天氣預報
- 12 地面天氣觀測紀錄
- 13 探空紀錄