



國家運輸安全調查委員會

重大運輸事故 調查報告

中華民國 112 年 12 月 8 日

德安航空公司 B-55507 班機

KAWASAKI BK117 型機

南投縣東埔機外掛載脫落

報告編號：TTSB-AOR-24-10-001

報告日期：民國 113 年 10 月

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

中華民國運輸事故調查法第 5 條：

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

國際民航公約第 13 號附約第 3 章第 3.1 節規定：

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

摘要報告

民國 112 年 12 月 8 日，德安航空股份有限公司（以下簡稱德安航空）一架 BK117 型直昇機，國籍標誌及登記號碼 B-55507，執行機外吊掛特殊作業，機上載有駕駛員 2 名，正駕駛員甲坐於駕駛艙右座，擔任操控駕駛員（Pilot Flying, PF）；正駕駛員乙坐於駕駛艙左座，擔任監控駕駛員（Pilot Monitoring, PM）。臺北時間 0728 時，事故航機自南投縣信義鄉同富臨時起降場起飛，沿陳有蘭溪執行至觀高之運補任務。航機依飛航計畫抵達 209 林班地，飛航組員於執行發動機馬力檢查時，察覺機外掛載之負載物已非預期脫落，隨即決定返航，0748 時於同富臨時起降場落地，人機均安。

依據中華民國運輸事故調查法並參考國際民航公約第 13 號附約（Annex 13 to the Convention on International Civil Aviation）相關內容，國家運輸安全調查委員會（以下簡稱運安會）為負責本次重大運輸事故調查之獨立機關。受邀參與本次調查之機關（構）包括：交通部民用航空局及德安航空。本事故「調查報告草案」於民國 113 年 7 月完成，依程序於民國 113 年 8 月 9 日經運安會第 66 次委員會議初審修正後函送相關機關（構）提供意見。最終調查報告於民國 113 年 10 月 11 日經運安會第 68 次委員會議審議通過後，於民國 113 年 10 月 30 日發布調查報告。本事故調查經綜合事實資料及分析結果，獲得之調查發現共計 11 項，無改善建議。

調查發現

與可能肇因有關之調查發現

1. 經檢視可能導致事故航機機外掛載非預期脫落之各項因素，本會排除吊鉤釋放電路系統異常、手動機械裝置異常，及因使用不適當之卸扣等因素造成本次事故機外掛載非預期脫落之可能原因。
2. 依事故型機貨物吊鉤釋放電門設置於迴旋桿握把之位置，及飛航組員於本次事故中就飛航操作程序之執行方式，雖存在因誤觸釋放電門造成機外掛載非預期脫落之可能性，然經檢視調查過程中取得之各項資訊，本

會無法確認此次機外掛載非預期脫落與飛航組員之操作有關。

與風險有關之調查發現

1. 事故航機飛航過程中，飛航組員未依標準作業程序及標準呼叫執行直昇機機外掛載作業，增加執行機外掛載任務於低高度遭遇緊急情況時，無法迅速拋棄機外掛載之風險；亦增加駕駛員誤觸釋放電門，致機外掛載非預期釋放之機率。
2. 事故航機飛航組員在各自執行偏離標準作業程序之飛航操作時，均未告知另一位飛航組員，不符合組員資源管理之精神。在飛航組員間未能充分溝通及合作的狀況下，不易完整掌握整體之飛航環境及航機狀態。
3. 德安航空 BK117 機隊駕駛員執行吊掛作業時，在起飛時不執行將貨物吊鉤備動開關置於 ARM 之程序為一常見的狀況，顯示不遵循標準作業程序執行直昇機機外掛載作業之不安全文化，普遍存在於德安航空 BK117 機隊中。
4. 德安航空於事故前實施之自我督察機制，無法有效偵測與識別如本次事故中，飛航組員於執行直昇機機外掛載作業時部分操作偏離標準作業程序之行為。
5. 民航局於德安航空 BK117 機隊執行特殊作業時，或因進行隨機查核或考驗較為困難之情況，而不易發現該公司飛航組員所存在偏離或違反標準作業程序之操作風險。
6. 德安航空 BK117 飛機操作手冊、直昇機機外掛載作業手冊、與 BK117 飛航組員訓練手冊中，就直昇機機外吊掛作業相關程序之描述有所差異，可能造成飛航組員在閱讀不同手冊中之直昇機機外掛載作業程序時，須自行比對異同，調整標準作業程序之執行方式，除增加飛航組員的負荷，更不利於達成飛航組員實際執行標準作業程序之一致性。

7. 使用扁帶作為貨物吊載裝備之吊帶，於飛航操作過程中會產生明顯的抖動而對直昇機機外掛載作業之飛行操控造成影響。

其他調查發現

1. 事故航機飛航組員持有民航局頒發之有效航空人員檢定證與體檢證，飛航資格符合民航局與公司要求，訓練與考驗紀錄中查無與本案有關之異常發現。事故前 72 小時之休息及活動正常，無證據顯示本次事故與飛航組員之醫療、藥物與酒精因素有關。
2. 事故航機之載重與平衡均位於限制範圍內，飛行前之適航資訊皆無異常。

目 錄

摘要報告.....	i
表目錄.....	viii
圖目錄.....	ix
英文縮寫對照表.....	xi
第 1 章 事實資料.....	1
1.1 飛航經過.....	1
1.2 人員傷害.....	3
1.3 航空器損害.....	3
1.4 其他損害情況.....	3
1.5 人員資料.....	3
1.5.1 飛航組員基本資料.....	3
1.5.1.1 正駕駛員甲（右座駕駛員）.....	4
1.5.1.2 正駕駛員乙（左座駕駛員）.....	5
1.5.2 飛航組員事故前 72 小時活動.....	6
1.5.2.1 正駕駛員甲.....	6
1.5.2.2 正駕駛員乙.....	6
1.5.3 機務簽放員.....	7
1.6 航空器資料.....	7
1.6.1 載重平衡.....	7
1.6.2 航空器基本資料.....	8
1.6.3 航空器維護資訊.....	10
1.6.4 吊掛組件相關資料.....	11
1.6.5 吊鉤維護資訊.....	14
1.6.6 吊鉤壽限及服務通告紀錄.....	18
1.6.7 貨物吊載裝備.....	18
1.7 天氣.....	21
1.8 助導航設施.....	22

1.9 通信.....	22
1.10 場站資料.....	22
1.11 飛航紀錄器.....	24
1.11.1 座艙語音紀錄器.....	25
1.11.2 航管雷達資料.....	25
1.11.3 機載全球定位系統接收機.....	26
1.12 航空器殘骸與撞擊資料.....	27
1.13 醫療與病理.....	27
1.14 火災.....	27
1.15 生還因素.....	28
1.16 測試與研究.....	28
1.16.1 釋放及指示功能測試.....	28
1.16.2 吊掛組件線路測試.....	30
1.16.3 掛鉤復位彈力與卸扣脫鉤測試.....	33
1.16.4 電磁干擾評估.....	33
1.16.5 吊鉤翻修廠檢測.....	34
1.17 組織管理.....	35
1.17.1 德安航空安全管理.....	35
1.17.2 吊載貨物脫落類似事件.....	36
1.17.3 民航局督導查核德安航空相關紀錄.....	37
1.17.4 直昇機機外掛載作業民航通告.....	38
1.18 其他.....	39
1.18.1 訪談紀錄.....	39
1.18.1.1 飛航組員事故現場訪談.....	39
1.18.1.2 正駕駛員甲第二次訪談.....	43
1.18.1.3 正駕駛員乙第二次訪談.....	47
1.18.1.4 運務員.....	50
1.18.1.5 機務簽放員.....	51
1.18.1.6 業務員.....	51

1.18.1.7 航務主管.....	52
1.18.1.8 主任航務檢查員	55
1.18.1.9 主任適航檢查員	59
1.18.2 吊掛操作相關限制、要求及程序	61
1.18.2.1 KAWASAKI BK117 B-2 Flight Manual	61
1.18.2.2 BK117 航務手冊	71
1.18.2.3 BK117 飛機操作手冊	71
1.18.2.4 BK117 飛航組員訓練手冊	72
1.18.2.5 直昇機機外掛載作業手冊	74
1.18.3 事件序.....	91
第 2 章 分析.....	92
2.1 概述.....	92
2.2 機外掛載非預期脫落.....	92
2.2.1 機外掛載脫落的可能因素	92
2.2.1.1 電路異常引致解鎖	93
2.2.1.2 手動裝置異常引致解鎖	93
2.2.1.3 不適當之卸扣	94
2.2.1.4 人為誤觸.....	95
2.2.2 HOOK 警告燈指示異常.....	97
2.2.3 吊帶型式探討.....	97
2.3 飛航操作.....	98
2.3.1. 機腹吊掛操作程序	99
2.3.2 標準呼叫.....	100
2.3.3 標準作業程序之執行	101
2.4 航務管理及監理查核.....	102
2.5 德安航空操作手冊.....	103
第 3 章 結論.....	106
3.1 與可能肇因有關之調查發現	106
3.2 與風險有關之調查發現.....	107

3.3 其他調查發現.....	108
第 4 章 運輸安全改善建議	109
4.1 改善建議.....	109
4.2 已完成或進行中之改善措施	109

表目錄

表 1.5.1-1 飛航組員基本資料表	4
表 1.6.1-1 載重平衡表	7
表 1.6.2-1 航空器基本資料	9
表 1.6.2-2 發動機基本資料	10
表 1.6.5-1 吊鈎週期維護項目	15
表 1.17.1-1 德安航空民國 111 至 113 年度自我督察次數	36
表 1.18.3-1 本次事故事件序	91

圖目錄

圖 1.1-1 事故航班飛航軌跡及吊掛貨物散落位置示意圖	3
圖 1.6.1-1 載重平衡相關數據	8
圖 1.6.1-2 起飛及落地重心位置（德安航空提供）	8
圖 1.6.3-1 事故航機近 90 日附件更換清單	10
圖 1.6.4-1 駕駛艙內部配置照片	12
圖 1.6.4-2 迴旋桿按鈕配置圖	12
圖 1.6.4-3 吊掛組件安裝實況	13
圖 1.6.4-4 吊鉤內部元件	13
圖 1.6.5-1 吊鉤安裝檢查工卡-第 1 頁	16
圖 1.6.5-2 吊鉤安裝檢查工卡-第 2 頁	17
圖 1.6.6-1 貨物吊掛管制表	18
圖 1.6.7-1 貨物吊載裝備使用概況	20
圖 1.6.7-2 卸扣尺寸量測	20
圖 1.6.7-3 事故位置與現場照片	21
圖 1.6.7-4 取回之吊載裝備	21
圖 1.10-1 同富停機坪位置圖	23
圖 1.10-2 同富停機坪全景照片	23
圖 1.10-3 同富停機坪空拍影像	24
圖 1.10-4 風向袋	24
圖 1.11.2-1 雷達資料紀錄點位與衛星影像套疊圖	26
圖 1.11.3-1 機載 GPS 接收機開機畫面	26
圖 1.11.3-2 該機 GPS 接收機及雷達紀錄點位與衛星影像套疊圖	27
圖 1.16.1-1 手動釋放鋼繩調校行程檢視（吊鉤上方檢視蓋內）	30
圖 1.16.2-1 吊鉤釋放及警告燈線路	32
圖 1.16.4-1 貨物掉落位置周邊地貌	34
圖 1.17.2-1 探測載具意外脫落之現場照片（摘自德安航空調查報告）	37
圖 1.17.4-1 吊索截面於航行中之氣動特徵	39

圖 2.2.1-1 卸扣尺碼規範與實際使用卸扣尺碼對照	95
圖 2.2.1-2 迴旋桿及握持姿態示意圖	96
圖 2.2.1-3 踩踏機構安裝位置	96
圖 2.3-1 不同機型之貨物吊鉤釋放電門	99

英文縮寫對照表

AOM	Aircraft Operation Manual	飛機操作手冊
ATPL	Airline Transport Pilot License	民航運輸駕駛員檢 定證
ATR	Acceptance Test Report	接收測試報告
CVR	Cockpit Voice Recorder	座艙語音紀錄器
EASA	European Union Aviation Safety Agency	歐盟航空安全總署
FAA	Federal Aviation Administration	美國聯邦航空總署
FDR	Flight Data Recorder	飛航資料紀錄器
FOQA	Flight Operations Quality Assurance	飛航操作品質保證
GPS	Global Positioning System	全球定位系統
MSTS	Multi Sensor Tracking System	多重監測追蹤系統
PF	Pilot Flying	操控駕駛員
PIS	Position in Space	空中定點
PM	Pilot Monitoring	監控駕駛員
SIF	Selective Identification Feature	雷達信標選擇識別 特性
SOPs	Standard Operating Procedures	標準作業程序
WLL	Working Load Limit	荷重標準

第 1 章 事實資料

1.1 飛航經過

民國 112 年 12 月 8 日，德安航空股份有限公司（以下簡稱德安航空）一架 BK117 型直昇機，國籍標誌及登記號碼 B-55507，執行機外吊掛特殊作業，機上載有駕駛員 2 名，正駕駛員甲坐於駕駛艙右座，擔任操控駕駛員（Pilot Flying, PF）；正駕駛員乙坐於駕駛艙左座，擔任監控駕駛員（Pilot Monitoring, PM）。臺北時間 0728 時¹，事故航機自南投縣信義鄉同富臨時起降場起飛，沿陳有蘭溪執行至觀高之運補任務。航機依飛航計畫抵達 209 林班地，飛航組員於執行發動機馬力檢查時，察覺機外掛載之負載物已非預期脫落，隨即決定返航，0748 時於同富臨時起降場落地，人機均安。

事故當日約 0630 時，執行此次吊掛作業之飛航組員、機務簽放員，及相關地勤人員抵達同富臨時起降場之作業現場後，運務員開始執行清艙安全檢查、水泥袋裝包、秤重及駕駛員酒測等作業。約 0645 時，機務航電員將發動機防護罩拆除並擦拭機身上之露水，機務簽放員則執行飛行前檢查；2 位駕駛員於酒測及安檢後，進行簽派及相關飛航資料檢查。約 0700 時，機務簽放員測試吊掛組件及航機系統檢查，機務航電員配合飛航組員，執行機身外部檢查。約 0710 時，飛航組員上機執行飛行前檢查及吊掛組件系統測試。約 0720 時，飛航組員接獲 209 林班地天氣狀況良好適合飛行之資訊後，正駕駛員乙以電話聯繫臺北近場台申請飛行許可。約 0725 時，飛航組員啟動發動機，地勤運務員將吊掛物放置於機頭右前方，機務航電員將扁型吊索²鋪設於地面後，由機務簽放員將卸扣（Shackle）掛上吊鉤。

座艙語音紀錄器及訪談資料顯示，約 0728:25 時航機起飛，0729:16 時飛航組員進行起飛後滯空馬力檢查，扭力值為 65%。隨後於執行滯空轉彎（Pedal Turn）檢查沒有問題後，航機即向河谷方向飛行並右轉向東南沿陳

¹ 除非特別註記，本報告所列時間皆為臺北時間，即世界標準時間（Coordinated Universal Time, UTC）+8 小時；不同時間系統之同步方式詳見本報告 1.11.2 節。

² 本事故任務使用之吊索（帶）為寬 5 公分、厚 5 公釐、長 50 英尺之扁形白色編織帶（俗稱扁帶）。

有蘭溪爬升。爬升過程中因吊帶迎風抖動造成航機操縱桿抖動，影響飛行操控。0730:33 時，監控駕駛員因航機大幅搖晃產生緊張感覺而發出驚呼聲。直至航機爬升通過 5,000 呎，並飛越東埔村後，晃動程度才減緩。

0733:04 時，航機通過 7,000 呎後，監控駕駛員以無線電呼叫臺北通訊追蹤，但未能達成構聯。0736:15 時，航機高度約 10,000 呎，操控駕駛員已可目視落地點；0736:44 時，監控駕駛員建議將貨物吊鉤備動開關（Cargo Hook Arming Switch）電門移至 ARM 的位置，操控駕駛員表示同意，並於 0737:39 時請監控駕駛員查看吊掛貨物狀況，監控駕駛員回復「現在看不到」。0738:22 時，航機準備進場，操控駕駛員執行空中定點（Position in Space, PIS）進場馬力檢查，扭力值為 58%。

0738:36 時，操控駕駛員再次詢問監控駕駛員「還看不到靶嗎」，監控駕駛員回答「看不到」，此時 2 位駕駛員察覺機外掛載貨物可能已脫落遺失，短暫討論後，於 0739:34 時決定返航。返航途中 2 位駕駛員持續討論機外掛載貨物脫落的可能時間點，及 HOOK 警告燈、主警告燈皆未亮起之狀況。0745:41 時，飛航組員以無線電告知地面組員機外掛載貨物疑似飛脫；0748:04 時，航機返回同富臨時起降場安全落地。

航機落地後，飛航組員將發動機維持慢車狀態，告知機務人員機外掛載飛脫遺失，而 HOOK 警告燈及主警告燈皆未亮的情形。機務人員至機身下方檢視機外吊掛組件，HOOK 警告燈隨即亮起。0750:19 時，飛航組員關閉發動機。本次事故航機未受損害，亦無人員傷亡。

12 月 10 日，掉落之吊掛貨物被發現散落於東埔日橋橋頭西方 180 公尺處之陳有蘭支流溪谷中，距同富停機坪約 2,526 公尺。事故航班飛航軌跡及吊掛貨物散落位置示意圖如圖 1.1-1。



圖 1.1-1 事故航班飛航軌跡及吊掛貨物散落位置示意圖

1.2 人員傷害

無。

1.3 航空器損害

無。

1.4 其他損害情況

無。

1.5 人員資料

1.5.1 飛航組員基本資料

飛航組員基本資料如表 1.5.1-1。

表 1.5.1-1 飛航組員基本資料表

項目	正 駕 駛 員 甲	正 駕 駛 員 乙
性別	男	男
事故時年齡	56	55
進入公司日期	民國 100 年	民國 111 年
航空人員類別	直昇機民航運輸駕駛員	直昇機民航運輸駕駛員
檢定項目	BK117	BK117
發證日期	民國 112 年 10 月 29 日	民國 111 年 10 月 5 日
終止日期	民國 117 年 10 月 28 日	民國 116 年 10 月 4 日
體格檢查種類	甲類駕駛員	甲類駕駛員
終止日期	民國 113 年 4 月 30 日	民國 113 年 1 月 31 日
總飛航時間 ³	3,917 小時 23 分	3,331 小時 29 分
事故型機飛航時間	1,331 小時 8 分	924 小時 14 分
最近 12 個月飛航時間	161 小時 45 分	128 小時 21 分
最近 90 日內飛航時間	38 小時 57 分	44 小時 2 分
最近 30 日內飛航時間	21 小時 54 分	29 小時 24 分
最近 7 日內飛航時間	2 小時 38 分	1 小時 49 分
事故前 24 小時飛航時間	2 小時 38 分	1 小時 49 分
派飛事故首次任務前之 休息期間 ⁴	11 小時 50 分	11 小時 50 分

1.5.1.1 正駕駛員甲（右座駕駛員）

正駕駛員甲為中華民國籍，曾為軍機駕駛員，民國 100 年 12 月進入德安航空並接受 BK117 機隊駕駛員新進及轉型訓練，於民國 101 年 4 月通過航路訓練及檢定後，擔任 BK117 直昇機副駕駛員；正駕駛員甲於民國 102 年 11 月 16 日通過航路考驗，升任 BK117 直昇機正駕駛員；民國 111 年 07 月 5 日通過航路考驗，升任 BK117 直昇機教師駕駛員；民國 112 年 07 月 18 日通過交通部民用航空局（以下簡稱民航局）航路考驗檢定，升任 BK117 直昇機檢定駕駛員。

正駕駛員甲於民國 112 年 10 月 29 日重新加簽取得中華民國直昇機民航運輸駕駛員（ATPL⁵-HELICOPTER）檢定證，效期至民國 117 年 10 月 28 日，檢定項目欄內之註記為：「*Instrument Rating*（儀器飛航）、*BK117*、

³ 本表所列之飛航時間，均包含事故航班之飛行時間，計算至事故發生當日 0748 時止。

⁴ 休息期間係指符合航空器飛航作業管理規則定義，組員在地面毫無任何工作責任之時間。

⁵ Airline Transport Pilot License.

Privileges for operations of radiotelephone on board an aircraft (具有於航空器上無線電通信技能及權限)」，限制欄內之註記為：「NIL (無)」，特定說明事項欄內註記為：「NIL (無)」。

正駕駛員甲事故前最近一次年度定期複訓術科訓練於民國 112 年 9 月 14 日完成；定期複訓術科考驗於民國 112 年 9 月 15 日完成，適職有效日至 113 年 2 月 29 日止。BK117 型機初次貨物吊掛訓練及考核於民國 106 年 7 月 4 日完成，最近一次年度吊掛複訓於民國 112 年 7 月完成，最近執行機外吊掛紀錄為民國 112 年 11 月 9 日 1 架次；11 月 19 日 3 架次；11 月 21 日 2 架次。個人累計總飛航時間為 3,917 小時 23 分；事故型機飛航時間 1,331 小時 8 分，落地次數 1,229 次。

正駕駛員甲，體格檢查種類為甲類駕駛員，上次體檢日期為民國 112 年 10 月 6 日，效期至民國 113 年 4 月 30 日，體檢及格證限制欄內之註記為：「心房震顫術後 缺點免計，視力需戴眼鏡矯正 *Holder shall wear corrective lenses.*」。

正駕駛員甲於事故當日任務前接受酒精測試，測試值為零。

1.5.1.2 正駕駛員乙 (左座駕駛員)

正駕駛員乙為中華民國籍，曾為軍機駕駛員，民國 100 年 12 月進入德安航空並接受 BK117 機隊駕駛員新進及轉型訓練，於民國 101 年 4 月通過航路訓練及檢定後，擔任該型機副駕駛員；民國 102 年 11 月晉升正駕駛員。正駕駛員乙於民國 108 年 8 月底自德安航空離職，民國 111 年 9 月初回聘，擔任 BK117 型機正駕駛員，並於同月 29 日完成民航局直昇機駕駛員術科檢定。正駕駛員乙於民國 111 年 10 月 5 日重新加簽取得中華民國直昇機民航運輸駕駛員檢定證，效期至民國 116 年 10 月 4 日，檢定項目欄內之註記為：「*Instrument Rating* (儀器飛航)、*BK117*、*Privileges for operations of radiotelephone on board an aircraft* (具有於航空器上無線電通信技能及權限)」，限制欄內之註記為：「NIL (無)」，特定說明事項欄內註記為：「NIL (無)」。

正駕駛員乙事故前最近一次年度定期複訓術科訓練於民國 112 年 8 月 29 日完成；定期複訓術科考驗於民國 112 年 9 月 1 日完成，適職有效日至民國 113 年 4 月 30 日止。BK117 機型初次貨物吊掛訓練及考核於民國 112 年 8 月 18 日完成，亦為最近一次年度吊掛訓練；最近執行機外吊掛紀錄為民國 112 年 11 月 19 日 3 架次，11 月 21 日 2 架次，11 月 22 日 1 架次。個人累計總飛航時間為 3,331 小時 29 分；事故型機飛航時間 924 小時 14 分，落地次數 377 次。

正駕駛員乙體格檢查種類為甲類駕駛員，上次體檢日期為民國 112 年 7 月 24 日，效期至民國 113 年 1 月 31 日，體檢及格證限制欄內之註記為：「視力需戴眼鏡矯正 *Holder shall wear corrective lenses.*」。

正駕駛員乙於事故當日任務前接受酒精測試，測試值為零。

1.5.2 飛航組員事故前 72 小時活動

1.5.2.1 正駕駛員甲

檢視正駕駛員甲提供之事故前 72 小時活動紀錄，無可影響其執行事故飛航任務之發現。事故後，正駕駛員甲認為最能代表事故時精神狀態之敘述為：警覺力處於最佳狀態；完全清醒的；感覺活力充沛。

正駕駛員甲每日睡眠需求約 6 小時，平日無任務之睡眠時段為 2300 時至 0630 時，沒有睡眠方面之問題；事故當日無身體不適情況；平日未服用任何藥物。

1.5.2.2 正駕駛員乙

檢視正駕駛員乙提供之事故前 72 小時活動紀錄，無可影響其執行事故飛航任務之發現。事故後，正駕駛員乙認為最能代表事故時精神狀態之敘述為：精神狀態雖非最佳，然仍相當良好，對外界刺激能迅速反應。

正副駕駛員乙每日睡眠需求約 6 至 8 小時，平日無任務之睡眠時段為 2300 時至 0700 時；事故當日無身體不適情況；平日未服用任何藥物。

1.5.3 機務簽放員

機務簽放員為中華民國籍，曾於國軍航空部隊擔任維修人員，退役後轉至民航公司服務，具小型商務噴射機、小型螺旋槳飛機及直昇機維修經驗，自民國 111 年 4 月 20 日起於德安航空直昇機部門擔任維修副組長。

機務簽放員持有民航局核發之民用航空人員 B1.1、B1.2、B1.3 檢定證，民國 90 年 5 月 10 日於德安航空完成 BK117 機型訓練及取得機型檢定，檢定證屆期日為民國 116 年 4 月 24 日。最近一次直昇機貨物吊掛拆裝操作複訓於民國 112 年 5 月 3 日完成。

機務簽放員最近一期體檢於民國 112 年 2 月 22 日完成，無異常項目。

1.6 航空器資料

1.6.1 載重平衡

事故航機載重平衡表如表 1.6.1-1；載重平衡相關數據如圖 1.6.1-1，起飛及落地重心位置⁶如圖 1.6.1-2。

表 1.6.1-1 載重平衡表

實 際 空 重 ⁷	2,207.4 公斤
最 大 總 重	3,350 公斤
實 際 起 飛 總 重	2,727.6 公斤
航 行 耗 油 量	70 公斤
落 地 總 重	2,657.6 公斤
起 飛 重 心 位 置	4440

⁶ 縱向重心的零站（基準面）是一個假想平面，垂直於飛機中心線，位於主旋翼輪轂中心前方 4,430 毫米處。重心位置標示方法為重心與基準面間之距離，以 mm 為單位。

⁷ 空重由基本直昇機構件組成包含標準配備、選用配備、變速箱油、變速箱油、液壓油、全套機油和無法使用的燃油。

OAT	28	PASSENGERS		0
		WEIGHT(KG)	ARM(MM)	
EMPTY WEIGHT		2207.4	4547.6	10038372.24
PILOT & COPILOT		141.0	2867.0	404247
左邊門		-6.16	2730.0	-16817
右邊門		-6.52	2740.0	-17865
PASSENGERS (FWD)		-37.9	3720.0	-140988
PASSENGERS (MID)		-20.6	4430.0	-91258
PASSENGERS (AFT)		-26.0	5154.0	-134004
CARGO HOOK		316.4	4260.0	1347864
FUEL(INCLUDING 80		160.0	4507.0	721120
TOW		2727.6	4440.0	12110671.64
TRIP FUEL		70.0	4798.0	335860
LW		2657.6	4430.6	11774811.64
LMC (MIN 1700)				
CORR LW				

圖 1.6.1-1 載重平衡相關數據

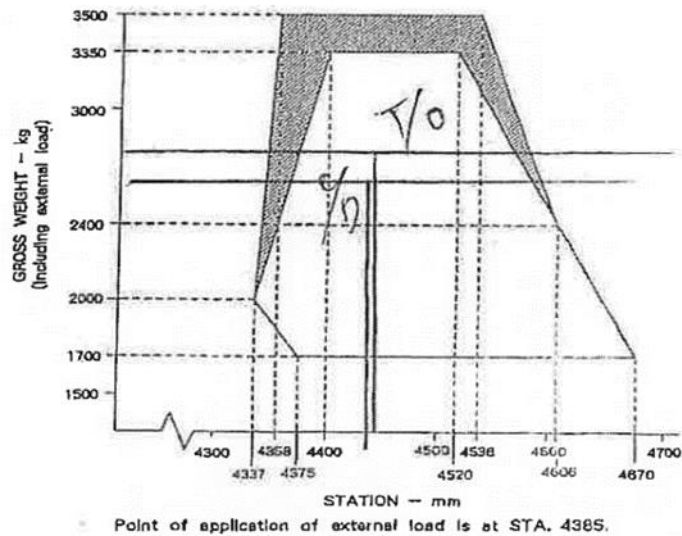


圖 1.6.1-2 起飛及落地重心位置 (德安航空提供)

1.6.2 航空器基本資料

事故航機係由日本川崎重工 (KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES) 製造，民國 80 年 1 月 22 日出廠，民國 112 年 11 月 23 日完成最近一次 50 小時定期檢查，基本資料詳如表 1.6.2-1。

表 1.6.2-1 航空器基本資料

航空器基本資料表	
國籍	中華民國
航空器登記號碼	B-55507
機型	BK117 B-2
製造廠商	KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES
出廠序號	1076
出廠日期	民國 80 年 1 月 22 日
接收日期	民國 91 年 2 月
所有人	德安航空
使用人	德安航空
國籍登記證書編號	91-842
適航證書編號	112-02-029
適航證書生效日期	民國 112 年 2 月 16 日
適航證書有效期限	民國 113 年 2 月 15 日
航空器總使用時間	9021:28
航空器總落地次數	21,837
上次定檢種類	50HRS CHECK
上次定檢日期	民國 112 年 11 月 23 日
上次定檢後使用時間	18:11
上次定檢後落地次數	23
最大起飛重量	3,350 公斤
最大著陸重量	3,350 公斤

事故航機裝有 2 具美國 Honeywell 公司製造之 LTS 101-750 B-1 型發動機，基本資料如表 1.6.2-2。

表 1.6.2-2 發動機基本資料

發動機基本資料表			
製 造 廠 商	HONEYWELL		
編 號 / 位 置	LH	RH	
型 別	LTS 101-750 B-1		
序 號	LE-45919AEF	LE-45920AEF	
製 造 日 期	民國 80 年 2 月 17 日	民國 80 年 2 月 23 日	
上 次 定 檢 種 類	300 HRS	100 HRS	
上 次 定 檢 日 期	民國 112 年 11 月 23 日		
上 次 定 檢 後 使 用 時 間	18:11	18:11	
上 次 維 修 廠 檢 修 後 使 用 時 數	287:51	229:45	
上 次 維 修 廠 檢 修 後 使 用 週 期 數	163.25	117.60	
總 使 用 時 數	5,057:58	5,550:27	
總 使 用 週 期 數	3,193.04	3,462.40	

1.6.3 航空器維護資訊

查閱事故航機近 90 日內之維護紀錄，無相關異常登錄；維護期間更換航機附件共計 11 項，除項次 6「Pressure Switch」係因故障更換，其餘附件均為屆期更換。上述更換附件之清單如圖 1.6.3-1 所示。

近 90 日附件更換清單							
項次	器材名稱	件號	執行週期	屆期 時數/日期	執行 時數/日期	拆下序號	裝上序號
1	CVR	1603-02-12	1 YEAR	NOV-07-2023	SEP-13-2023	1474	1862
2	ULB BEACON	DK-120/90	6 YEARS	SEP-28-2023	SEP-13-2023	AT69640	AT190575
3	ELT BATTERY	452-0133	5 YEARS	OCT-31-2023	SEP-13-2023	378543-032	1001108-014
4	BATTERY	2376-5	4 MONTHS	SEP-30-2023	SEP-22-2023	P03010	P0978
5	HEX. HEAD BOLT	105-13104.13	4500 HOURS	8966:59	8953:54 OCT-02-2023	NIL	NIL
6	PRESS SWITCH	117-12656-01	O/C	NIL	OCT-06-2023	1266-9-400	4703-3-361
7	FIRE EXT. BOTTLE (LH)	30101103-2	5 YEARS	DEC-31-2023	DEC-06-2023	26191A2	23295A2
8	FIRE EXT. BOTTLE (RH)	30101103-2	5 YEARS	DEC-31-2023	DEC-06-2023	26193A2	23297A2
9	ALTIMETER	B45531-10-004	2 YEARS	DEC-09-2023	DEC-07-2023	3827	4047
10	ALTIMETER ENCODING	B45531-10-002	2 YEARS	DEC-09-2023	DEC-07-2023	4229	4276
11	CVR	1603-02-12	1 YEAR	SEP-12-2024	DEC-08-2023	1862	920

圖 1.6.3-1 事故航機近 90 日附件更換清單

1.6.4 吊掛組件相關資料

事故航機之吊掛組件包括 4 條鋼纜、1 組吊鉤、1 條電纜及 1 條控制鋼繩。4 條鋼纜用於連結吊鉤，藉由箍環固定於機身兩側滑橈支架，使吊鉤垂掛於機身下方中線位置。電纜提供電動解鎖迴路及解鎖警告燈迴路，自吊鉤延伸連結於機身左側下方固定接頭。控制鋼繩提供手動釋放（Manual Release）功能，自吊鉤延伸至機身右側下方，與駕駛艙右前方之踩踏機構連結，提供右座駕駛員以腳踏方式解鎖吊鉤。駕駛艙內部與吊掛組件功能有關之裝備及其位置如圖 1.6.4-1 所示，迴旋桿按鈕配置如圖 1.6.4-2 所示，吊掛組件安裝之實況如圖 1.6.4-3 所示，吊鉤之內部元件如圖 1.6.4-4 所示。其中，電纜及控制鋼繩均由吊鉤後方進入吊鉤。

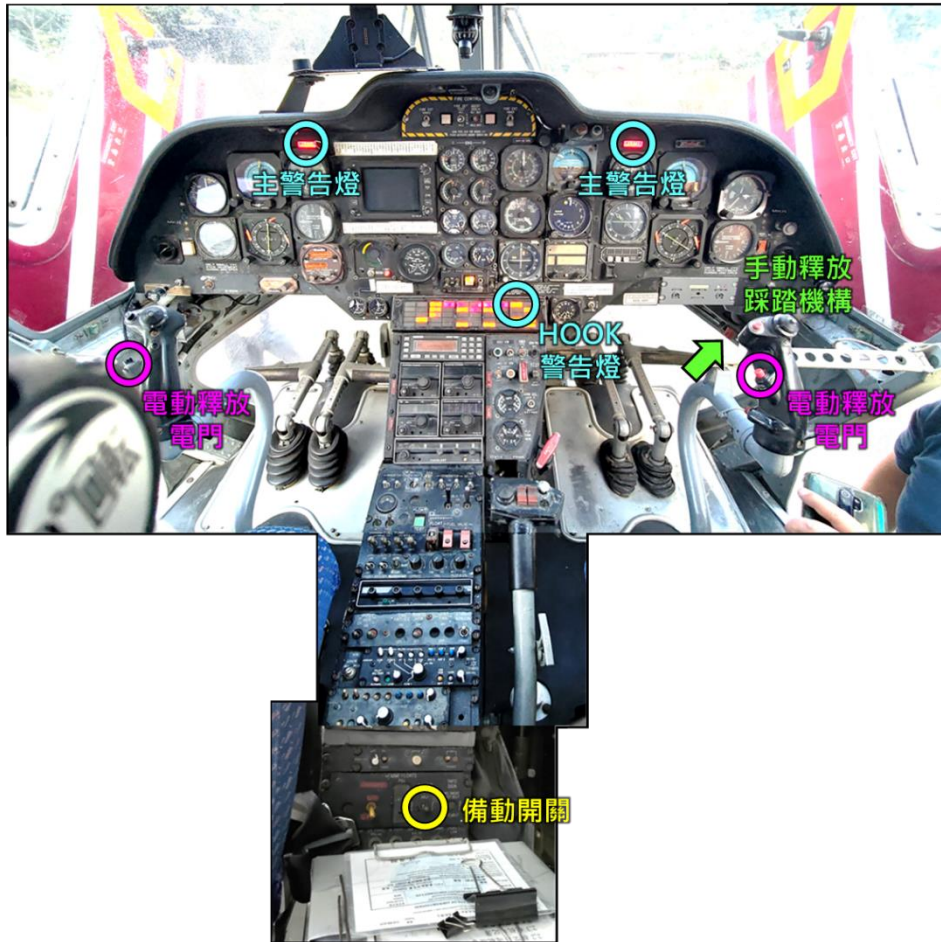


圖 1.6.4-1 駕駛艙內部配置照片

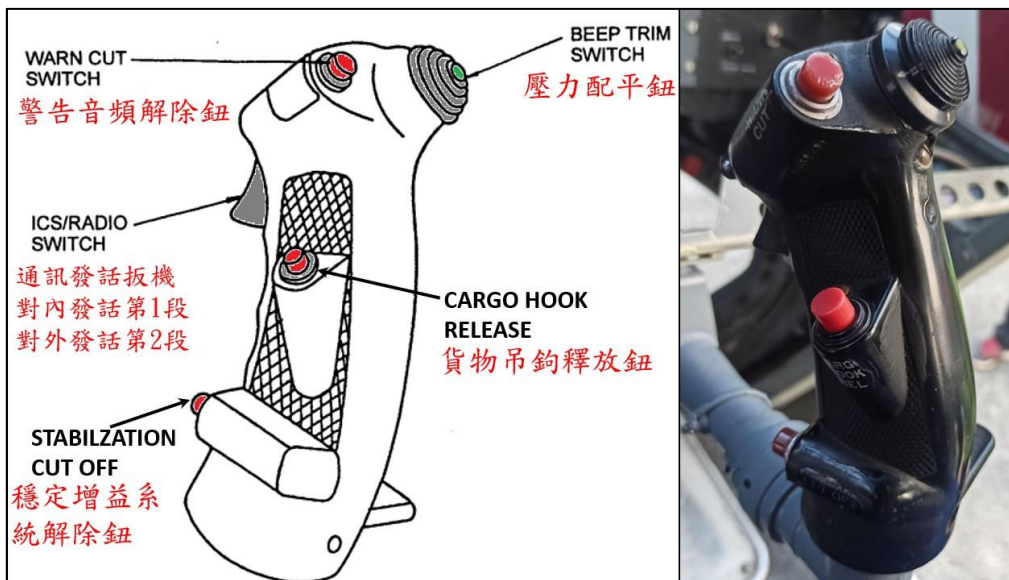


圖 1.6.4-2 迴旋桿按鈕配置圖



圖 1.6.4-3 吊掛組件安裝實況

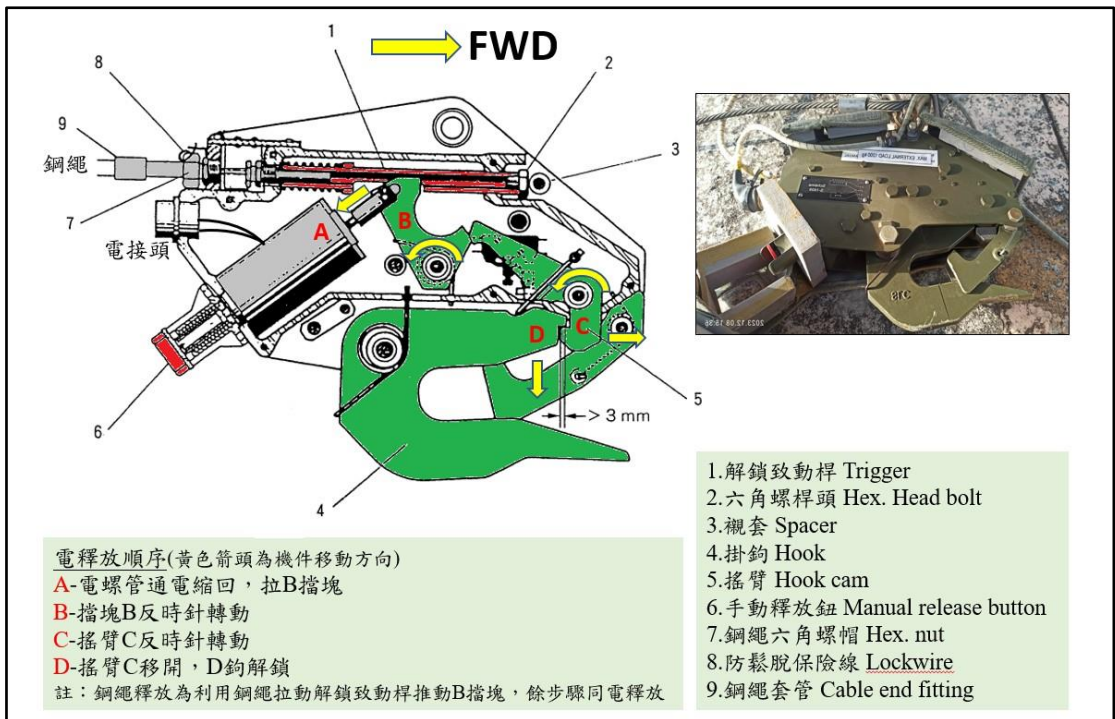


圖 1.6.4-4 吊鉤內部元件

電動吊掛釋放係由 28 伏特 2 號直流主匯流排提供電力來源，經 5 安培斷電器連接至中央控制台貨物吊鉤備動開關。當備動開關置於 ARM 位置，經左或右側迴旋桿握把按下貨物吊鉤釋放電門(CARGO HOOK REL Switch)後，電力送至吊鉤內電螺管並與機身接地構成迴路，電螺管激磁後拉動吊鉤內部機構解鎖達成電動釋放功能，順序詳圖 1.6.4-4。手動釋放功能則毋需電力，藉由推動右駕駛座靠地板位置之踩踏機構，即可牽引控制鋼繩，拉動吊鉤內部解鎖致動桿，使制動桿推動吊鉤內部解鎖機構達成手動釋放功能。如手動釋放桿於關閉或中立位置時，鋼繩未受牽引，解鎖致動桿應受彈簧推回至正常位置，避免接觸解鎖機構。

為使飛航組員掌握吊掛負載狀態，吊鉤內部裝置微動開關，掛鉤負載達 5 公斤以上時，微動開關無接觸；掛鉤負載小於 5 公斤時，微動開關閉合，形成對地迴路，點亮駕駛艙警告面板「HOOK」警告燈（琥珀色）及「Master Light」主警告燈（紅色），提醒飛航組員：1.吊掛物已脫離；2.掛鉤已復位。

1.6.5 吊鉤維護資訊

事故航機使用之吊鉤係法國 INDRAERO SIREN EQUIP 製造(件號 P/N S1609-1-119A、序號 S/NA923)，最大承重 1,200 公斤，由德安航空自日本川崎重工購回。此具可重複翻修之吊鉤經翻修廠 LACE 於民國 108 年 10 月 1 日完成翻修、測試並出具器材適航文件 EASA FORM 1，依據 EASA Part145.A.50 規定恢復可用，惟現存文件中均未登載翻修前累積使用時數或負載釋放次數。

依據德安航空提供之維修手冊 MM-INSPECTION⁸，該型吊鉤所需執行之週期維護項目如表 1.6.5-1 所示。經查閱德安航空貨物吊鉤使用情況管制表，此具吊鉤翻修後自民國 112 年 6 月 25 日開始使用，至民國 112 年 12 月 8 日止累計使用 141 小時 14 分、負載釋放 23 次。吊鉤於裝機或飛行前另需執行吊鉤安裝檢查工卡 (BK117 B-2 INSTALL CARGO PREFLIGHT

⁸ 版期為 Rev.29，日期為 28FEB2023。

INSPECTION ADD ITEM)，且當吊掛組件安裝至機體後，於每航次飛行前均需執行檢查。經調閱事故航班檢查工卡，無異常登錄，如圖 1.6.5-1、1.6.5-2 所示。

調查小組於事故現場，依吊鉤安裝檢查工卡程序檢視吊鉤外部狀況，檢查工卡中「Item 2」與「Item 3」2 部件為接觸狀態。

表 1.6.5-1 吊鉤週期維護項目

貨物吊鉤檢查周期及項目 Ref. MM-119	
週期	檢查項目
每 150 小時	吊鉤各轉軸是否有鬆動現象
	螺桿及螺帽是否鬆動
	電接頭狀況
	上端卸扣開口銷狀況
	保護套狀況
	手動釋放鋼繩檢查
每 300 小時	吊鉤是否有裂紋、磨損、刮傷
	保護漆面是否剝開、損傷
	外觀可見之連桿是否汙染
	吊鉤與機體連結鋼繩是否磨損或損傷
	連結鋼繩快拆銷鎖定機構檢查
	快拆銷是否磨損或損傷
	固定箍環安裝是否穩固
	固定箍環是否磨損、損傷、變形或鏽蝕
	電線及鋼繩包覆膠皮是否損傷
	保護膠皮安裝是否妥當
吊鉤固定架及膠板是否有裂痕、磨損或損傷	
吊鉤固定架及膠板是否安裝妥當	
每 1500 小時	固定箍環螢光滲透檢查

BK117 B-2 INSTALL CARGO PREFLIGHT INSPECTION ADD ITEM

DATE : 2023/12/08	Prepared / Date	Review / Date	Approved / Date
A/C No. : B-55507	2023/09/18	2023/07/18	2023/07/18

參照 KSN-117-171, AMM 119-4, 119-15, 119-10, 119-13, 119-7, 119-17, 119-20, 119-3, 119-21, IPC Fig 840, 840A 文件編定

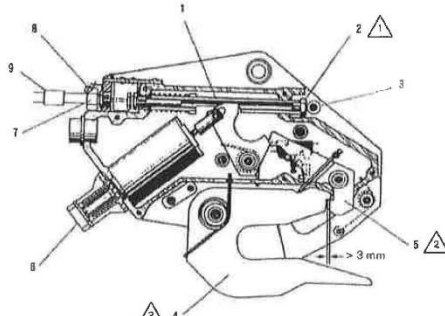
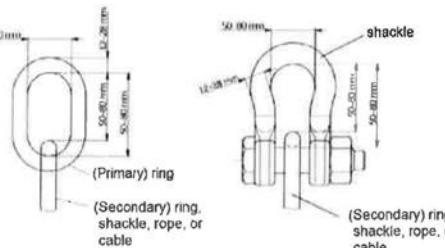

ITEM	Inspection Requirement	Action	Completed By
A	Inspect hook side end of manual release cable 檢查手動釋放電纜的掛鉤側端	- Excessive deformation around 周圍是否有過度變形	2023/12/08
B	Check the caulking (crimping) at the cargo-hook end of the manual release cable 檢查手動釋放電纜的貨鉤端的填縫（壓接）處	- No cracks 是否有裂紋	
C	Check the caulking (crimping) and the surrounding area on the cable for excessive bend 檢查電纜上的填縫（壓接）和周圍區域是否過度彎曲	- > 5° or more > 5° 或更多	
D	Check the spiral tube and the outer casing 檢查螺旋管和外殼	- No damage 是否有損壞	
E	Inspect nuts connecting external manual release cable to internal one and onto hook 檢查將外部手動釋放電纜連接到內部電纜和掛鉤上的螺帽	- Tightness 是否緊固	
F	Inspect each lock wire installation 檢查每個鎖線安裝	- Security 是否安全	
G	Check manual release lever operation 檢查手動釋放桿的操作	- Smoothness without excessive friction 光滑度，沒有過度摩擦	
H	Ensure that manual release lever position 確保手動釋放杆位置	- CLOSE	
I	Inspect installation of fitting half installed on cross tube of landing gear 檢查安裝在起落架橫管上的配件半部的安裝	- Security 是否安全穩固	
J	Ensure that trigger of cargo hook is returned to the normal position. Fig. 119-1A 	- Items 2 and 3 Fig. 119-1A should contact	

圖 1.6.5-1 吊鉤安裝檢查工卡-第 1 頁



ITEM	Inspection Requirement	Action	Completed By
K	<p>Check the clearance between inside shackle and secondary ring.</p> 	—50~80mm	 2023/12/08
L	<p>Release System CHECK :</p> <p>(1) Electrical Release System(Ref AMM 119-3, step 1)</p> <p>(2) Manual Release System(Ref AMM 119-3, step 2) Latching length of hook arm(4) and hook cam(5) must be more than 3mm(Ref Fig 119-1A)</p>	—視需要調整手動釋放機構 (Ref AMM 119-21)	

Airworthiness Release

Check result :

Normal

Finding, Transfer to non-routine card # : _____

Signature:  / License No.:  32280 / Date: 2023/12/08

2023/07/19

圖 1.6.5-2 吊鉤安裝檢查工卡-第 2 頁

1.6.6 吊鉤壽限及服務通告紀錄

依據德安航空提供之貨物吊掛管制表（如圖 1.6.6-1），該型吊鉤之壽限受 2 項因素管制：1.自翻修出廠日起算屆滿 5 年；2.累計負載釋放次數達 1,500 次，當有任一因素屆滿時均需將吊鉤送回原廠翻修。事故吊鉤之翻修屆期日為民國 113 年 10 月 15 日，累計負載釋放次數為 23 次。

經查閱事故航空器製造商日本川崎重工發布之服務通告紀錄，與事故吊鉤有關之管制項目僅 1 項，係於民國 105 年 2 月 12 日發布，編號 KSB-117-409 之服務通告，要求該型吊鉤使用達每 400 小時或 500 次負載釋放時，須針對吊鉤上方卸扣及安裝螺帽執行鏽蝕與機件活動檢查，並進行機構潤滑。

貨物吊掛管制表							
件號	序號	檢驗日期	屆驗日期	使用次數	週期	剩餘天數	剩餘次數
S1609-1-119A	A923	2019/10/17	2024/10/15	23	5Y	312	
S1609-1-119A	A923	2019/10/17	1500	23	1500Rel		1477
KSB-117-409 管制表							
件號	序號	檢驗日期	屆期時間	使用時數 使用次數	週期	剩餘時數	剩餘次數
S1609-1-119A	A923	2019/10/17	400:00	141:14	400HR	258:46	
S1609-1-119A	A923	2019/10/17	500	23	500Rels		477

資料日期：2023/12/08

圖 1.6.6-1 貨物吊掛管制表

1.6.7 貨物吊載裝備

事故使用之貨物吊載裝備係由託運單位所提供，吊載裝備自吊鉤以下之連結順序為上卸扣、吊帶、下卸扣、旋轉鉤、編織袋，如圖 1.6.7-1，分項說明如下：

- 卸扣 (Shackle)：本事故共使用上、下兩組卸扣，上卸扣之圓形端 (R 部) 與掛鉤連結，螺桿銷 (Screw Pin) 與吊帶上端連結；下卸

扣之圓形端與吊帶下端連結，螺桿銷則與旋轉鉤連結。根據德安航空提供之資料，卸扣之製造廠商為 YGUP，荷重標準(Working Load Limit, WLL) 4.75 噸，本體重量 2.25 公斤，貼有經濟部商品檢驗局檢驗合格標識 (M) C2-4009290，實物尺寸量測結果如圖 1.6.7-2。

- 吊帶 (Sling)：為寬 5 公分、厚 5 公釐、長 50 英尺之扁形白色編織帶 (俗稱扁帶)，上端附掛於上卸扣之螺桿銷，下端連結於下卸扣之圓形端。該吊帶之製造商不明，依據德安航空提供之台灣檢驗科技公司出具之檢測報告顯示，其最大荷重 (同斷裂荷重) 為 12,474 公斤。
- 旋轉鉤 (Universal Hook)：此鉤上部吊環與下卸扣之螺桿銷相連，下部為可自由轉動吊鉤，用以垂掛編織袋。根據德安航空提供資料，該旋轉鉤之規格為 3T (荷重 3 噸)，貼有經濟部商品檢驗局檢驗合格標識 (F) C2-3147514。
- 編織袋 (Fabric Bag)：為一方形織物袋，具有 1 噸之荷重承載能力。該袋體之長、寬、高各為 90、90、127 公分，其開口及對稱邊中線位置皆有連續織帶環繞加固，並以該織帶末端之吊耳吊掛於旋轉鉤。根據德安航空提供之資料，該編織袋製造商為彰銘企業股份有限公司，依台灣檢驗科技公司出具之檢測報告，袋體四邊織帶之抗拉強度各為：2,679 公斤、3,383 公斤、2,790 公斤、2,779 公斤。

事故航機吊載之貨物內容包括水泥、砂等袋裝物共計 15 包，總重約 300 公斤。上述貨物與吊載裝備於事故發生次日，在東埔日橋西方約 180 公尺，陳有蘭溪支流之溪床尋獲。裝備及貨物散落於溪床約 5 公尺半徑範圍內，相關位置及現場照片如圖 1.6.7-3，取回之吊載裝備如圖 1.6.7-4。其中，吊載裝備之上卸扣圓形端 (R 部) 一側呈現變形，吊帶及下卸扣完好；連接於下卸扣之旋轉鉤防脫舌片變形外翻；編織袋仍與旋轉鉤相連，袋體呈不規則破裂，4 只吊耳中有 1 只幾近斷裂，另 3 只完好。

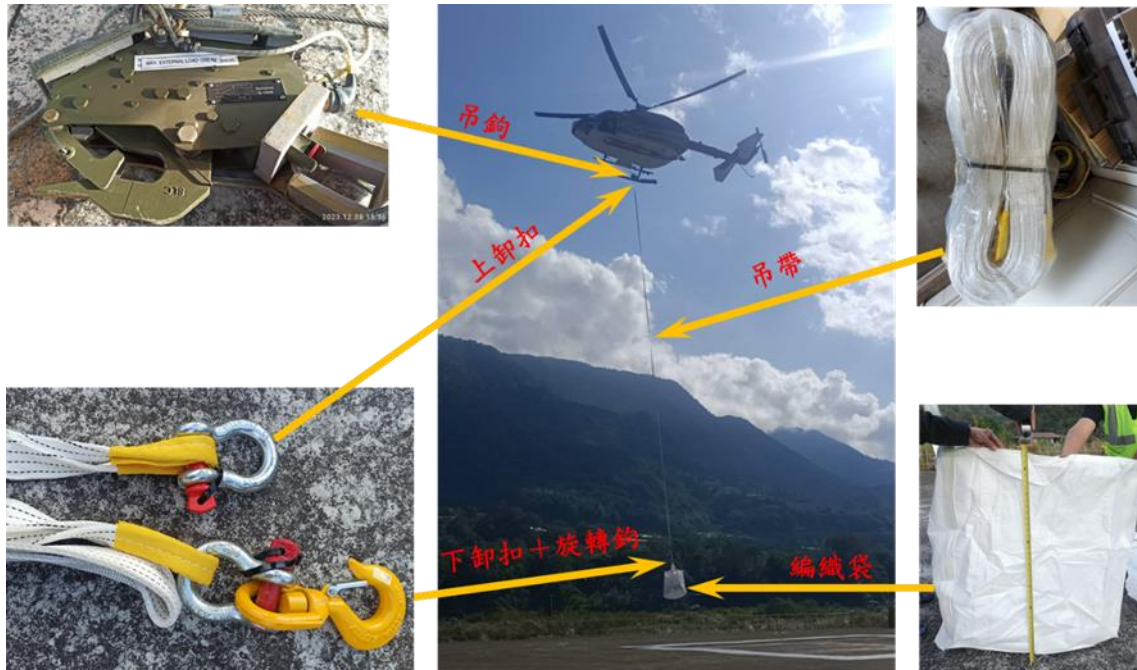


圖 1.6.7-1 貨物吊載裝備使用概況

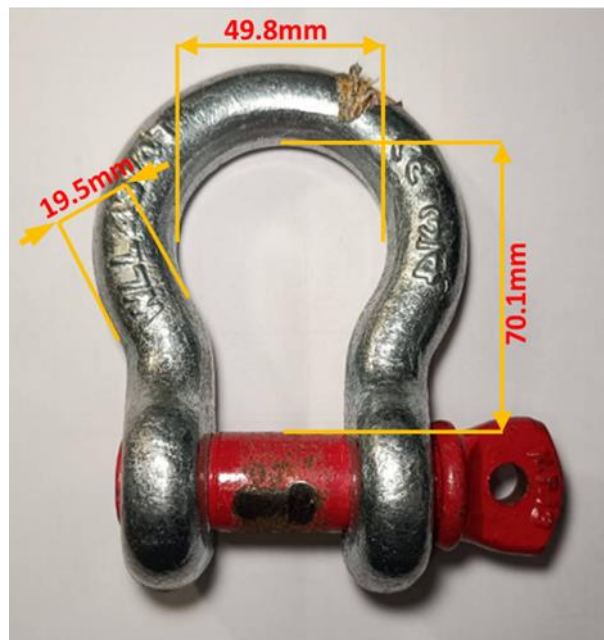


圖 1.6.7-2 卸扣尺寸量測



圖 1.6.7-3 事故位置與現場照片



破損編織袋

旋轉鉤及下卸扣

吊帶

已變形上卸扣

圖 1.6.7-4 取回之吊載裝備

1.7 天氣

事故當日 0800 時，高氣壓 1024 百帕位於日本九州西南方海面向東北東移動；東北季風減弱，各地為晴至多雲天氣，臺北飛航情報區無危害天氣之預報。

臺大和社農業氣象站（位於同富臨時起降場北方 0.21 哩、掉落物西北

方 1.41 哩，高度 772 公尺) 當日 0800 時觀測紀錄為：風向 150 度，風速 0.7 公尺/秒，最大陣風為風向 140 度，風速 2 公尺/秒；溫度 14.1°C，露點 11.6°C，降水量 0 公釐。

中央氣象署玉山氣象站(位於掉落物南南東方 6 哩，高度 3844.8 公尺) 當日 0800 時觀測紀錄為：風向 270 度，風速 3.1 公尺/秒，最大陣風為風向 270 度，風速 8.2 公尺/秒；溫度 2.9°C，露點-15.4°C，降水量 0 公釐。

1.8 助導航設施

無相關議題。

1.9 通信

無相關議題。

1.10 場站資料

事故任務使用之起降場地為南投縣信義鄉同富停機坪，位處南投縣信義鄉同富村、省道台 21 線 102K+500 旁(如圖 1.10-1 所示)，係南投縣政府消防局設置、供緊急救難使用之直昇機臨時起降場。南投縣政府消防局於民國 112 年 11 月 15 日原則同意工程主辦機關玉山國家公園管理處使用同富停機坪，民航局則於民國 112 年 11 月 27 日原則同意作業單位德安航空以同富停機坪為執行機外掛載飛航作業之直昇機臨時起降場地。

同富停機坪之地面係由水泥混凝土鋪設而成之平整、堅實地面，鋪面區域之長、寬皆約 40 公尺，略呈方型配置，周界設有高約 1 公尺之簡易鋼管圍籬，全景照片如圖 1.10-2 所示，空拍影像如圖 1.10-3 所示。起降區設於鋪面區域之近中心位置，長、寬皆約 9.1 公尺，外緣以寬度約 1 公尺之白色連續實線設置。起降區中心處設有黃橘色之直昇機機場識別標線，該標線之縱向長度約 9.1 公尺(與起降區邊緣切齊)、橫向長度約 5.9 公尺、線寬約 0.9 公尺。整體鋪面區域之坡度，略呈沿機場識別標線之縱向、往北約

-1°之傾斜(坡度約 1.75%)。機外掛載飛航作業執行期間，於鋪面區域周界之北側角隅處設有風向袋一具，如圖 1.10-4 所示。



(底圖摘自國土測繪圖資服務雲)

圖 1.10-1 同富停機坪位置圖



圖 1.10-2 同富停機坪全景照片

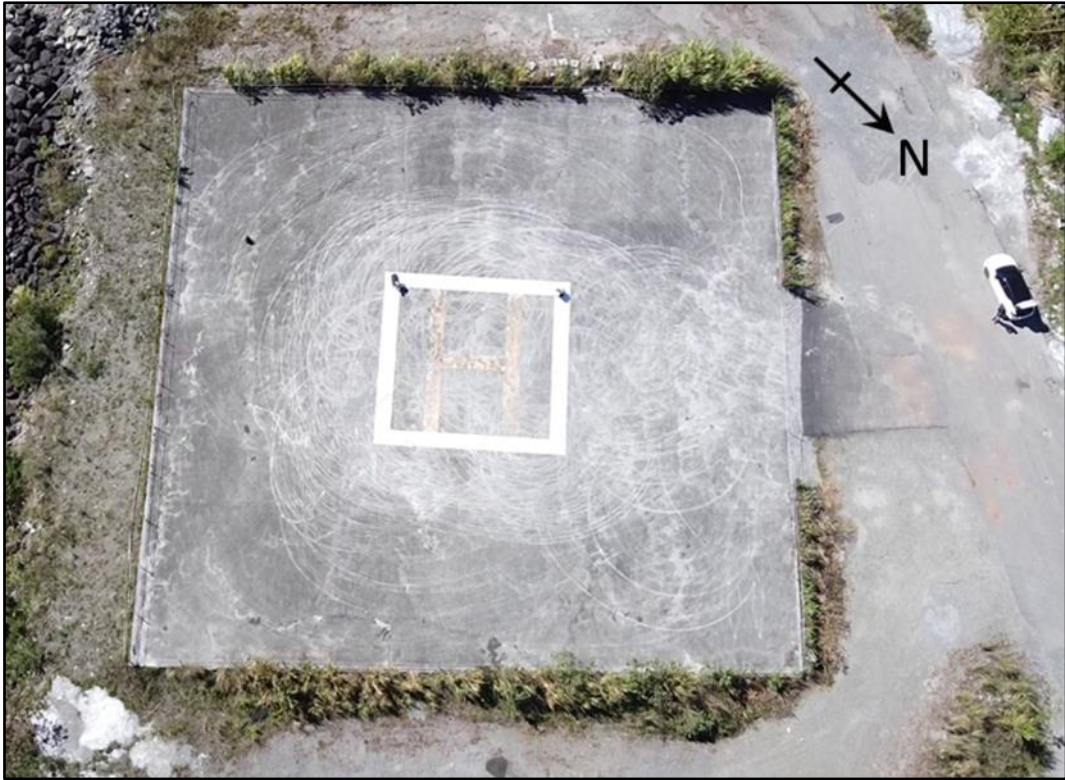


圖 1.10-3 同富停機坪空拍影像



圖 1.10-4 風向袋

1.11 飛航紀錄器

依據民用航空法第 41 條之 1 第 2 項規定，民航局於民國 111 年 1 月 1

日發布採用國際飛航標準公告⁹，核定普通航空業及執行一般飛航作業之航空器使用人，其飛機與直昇機裝備之飛航紀錄器應符合國際民航公約第 6 號附約相關標準。本事故旋翼機應裝置座艙語音紀錄器（Cockpit Voice Recorder, CVR），以記錄駕駛艙內通話環境；另由於該機未裝置飛航資料紀錄器（Flight Data Recorder, FDR），因此其座艙語音紀錄器應記錄其主旋翼轉速。

1.11.1 座艙語音紀錄器

事故航機裝置固態式座艙語音紀錄器一具，製造商為 Universal Avionics 公司，件號及序號分別為 1603-02-12 及 1862。該座艙語音紀錄器具備 2 小時錄音記錄能力，其中含 4 軌 30 分鐘高品質錄音，聲源分別來自左座駕駛員麥克風、右座駕駛員麥克風、座艙區域麥克風及前述 3 軌混合聲音。該座艙語音紀錄器下載情形正常，錄音品質良好。CVR 所記錄之語音資料約 2 小時 8 分整，包括航機於同富臨時起降場起飛、事故發生、返回臨時起降場及落地等過程，針對本事故製作之錄音抄件共計約 26 分鐘。

該機裝置之 CVR 含有主旋翼轉速的記錄功能，該訊號來自主旋翼轉速感知器，紀錄單位為次/秒（Hertz）。事故後調查小組下載並檢視該機主旋翼轉速紀錄資料，無異常發現。

1.11.2 航管雷達資料

依據民航局飛航服務總台提供之多重監測追蹤系統（Multi Sensor Tracking System, MSTs）資料，包括時間、經度、緯度、Mode-C 高度、訊號源等，自臺北時間 0732:54 時開始記錄共 38 筆點位資料。航機沿著陳有蘭溪河谷及郡大山山脊線朝東北飛行，0735:59 時為最後一筆紀錄（如圖 1.11.2-1）。因受地形遮蔽影響，MSTs 資料未涵蓋全部本次事故飛行期間之資料。此事故任務航機起降點、起飛後至吊掛物掉落位置之點位資料、以

⁹ 編號 NO.1-2C：普通航空業或執行一般飛航作業之航空器使用人使用飛航紀錄器之規範需求(The Requirements of Flight Recorders for General Aviation and Supplemental Operations)。

及回程飛行資料，未被記錄於 MSTs 資料中。



圖 1.11.2-1 雷達資料紀錄點位與衛星影像套疊圖

1.11.3 機載全球定位系統接收機

事故機備有 Garmin aera500 型全球定位系統(Global Positioning System, GPS)接收機(如圖 1.11.3-1)，本機無資料記錄功能。依原廠技術文件，其水平位置指標精度無明確定義。事故後取得該 GPS 接收機，可正常開機。



圖 1.11.3-1 機載 GPS 接收機開機畫面

德安航空使用 Blue Sky Network 公司的航機飛航追蹤管理系統

SkyRouter，進行航機監控作業 (Flight Watch)，經與德安航空及其授權原廠提供之 GPS 紀錄資料進行比對，包括機尾編號、時間、經度、緯度等 4 項，所顯示之點位一致。當日 GPS 接收機紀錄有 8 個航機點位資料，其中含不明原因重複記錄 3 個航機點位資料。自 0728:36 時開始，最後一筆 GPS 點位時間為 0749:03 時，取樣率介於 4 分鐘至 6 分鐘。此段 GPS 航機點位、雷達航機點位、吊掛物掉落位置與衛星影像套疊如圖 1.11.3-2。



圖 1.11.3-2 該機 GPS 接收機及雷達紀錄點位與衛星影像套疊圖

1.12 航空器殘骸與撞擊資料

無相關議題。

1.13 醫療與病理

無相關議題。

1.14 火災

無相關議題。

1.15 生還因素

無相關議題。

1.16 測試與研究

本節摘錄調查小組為執行事故調查所進行之測試與研究，目的係為建構事實，此部分內容之分析與結論屬於事實資料之一部分；本會另將於第 2 章分析章節中，綜合考量所有事證，提出本案整體性分析與結論。

為瞭解機外掛載自吊鉤脫落的可能原因，調查小組針對事故吊鉤進行下列測試與評估：

- 一、 釋放及指示功能測試。
- 二、 吊掛組件線路測試。
- 三、 掛鉤復位彈力與卸扣脫鉤測試。
- 四、 電磁干擾評估。
- 五、 吊鉤翻修廠檢測。

1.16.1 釋放及指示功能測試

為釐清事故航機吊鉤釋放各元件及警告燈指示功能是否正常，震動情形下是否誤作動，執行此項測試。測試係於民國 113 年 1 月 4 日下午於德安航空松山維修棚廠進行。先將事故航機機體吊離地面約 1.5 公尺，安裝吊掛組件使其垂懸於機身下方中線位置，使用事故同型之卸扣將 10 公斤負重掛載於吊鉤，測試電動釋放及手動釋放功能是否正常作動。測試期間，機體由機載電瓶供電並連結主匯流排（Bus Tie ON）以提供迴路所需之電源。測試結果如下：

1. 貨物吊鉤備動開關 OFF，於兩側操縱桿施加震動¹⁰情況下，備動開

¹⁰ 以電動震動器模擬直昇機飛行中之震動。

關於電動釋放按鈕¹¹功能正常，無意外接通導致釋放情形。

2. 貨物吊鉤備動開關 ARM，於兩側操縱桿施加震動情況下，拉扯搖動吊掛組件，電動釋放按鈕及纜線功能皆正常，無意外接通導致釋放情形。
3. 貨物吊鉤備動開關 ARM，按下右側迴旋桿之電動釋放按鈕，負載立時脫離，隨後掛鉤回彈復位，HOOK 警告燈亮起。
4. 貨物吊鉤備動開關 ARM，按下左側迴旋桿之電動釋放按鈕，負載立時脫離，隨後掛鉤回彈復位，HOOK 警告燈亮起。
5. 保持 HOOK 警告燈亮，施加外力搖擺並晃動吊掛組件，過程中警告燈皆維持恆亮，無閃爍情形。
6. 保持 HOOK 警告燈亮，施加震動於顯示面板 (Annunciator Panel)，過程中警告燈皆維持恆亮，無閃爍情形。
7. 推動踩踏機構之手動釋放桿，量測釋放桿由中立 (Neutral) 位置至吊鉤解鎖角度，共測試 3 次，分別為 12 度、14 度、14 度，符合維修手冊所列應於 10 度至 20 度間解鎖之要求。
8. 手動釋放桿復位後可正確固定於關閉 (Close) 位置。
9. 手動釋放桿移至中立位置，拆開吊鉤上方檢視蓋 (HOOK INSP Cover) 並反覆操作手動釋放，鋼繩牽引致動桿由正常位置至吊鉤解鎖均未進入紅區 (Red Zone)，如圖 1.16.1-1。

綜合上述測試結果，吊鉤之釋放、貨物吊鉤備動開關與燈號指示功能皆正常，未有因震動而產生誤作動現象，手動釋放鋼繩之牽引行程符合維修手冊要求。

¹¹ 經測試，右座釋放按鈕下壓至電路接通約 1.1 公斤力；左座約 1.2 公斤力。

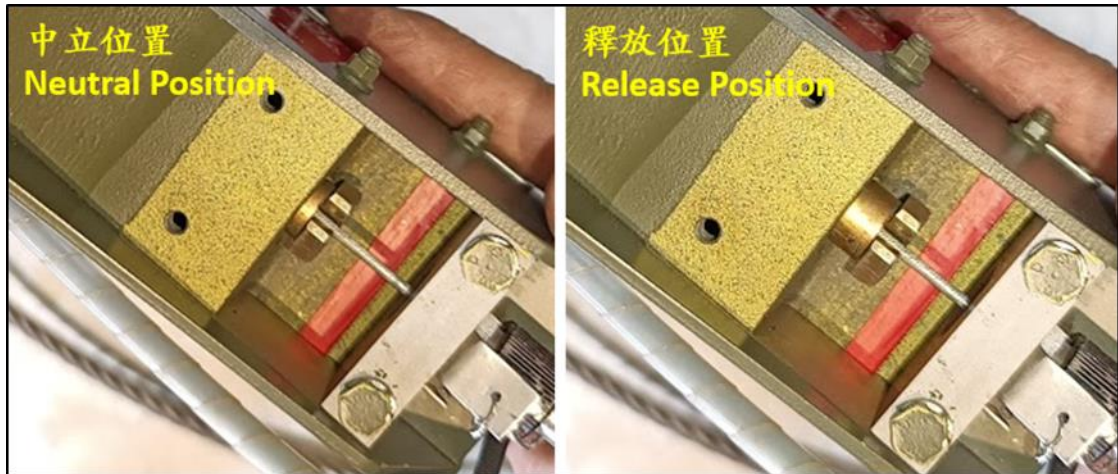


圖 1.16.1-1 手動釋放鋼繩調校行程檢視（吊鈎上方檢視蓋內）

1.16.2 吊掛組件線路測試

為釐清吊鈎電動釋放及警告燈正、負極線路阻值及絕緣是否產生誤作動及警告燈指示異常，執行此項測試。調查小組參照事故航機之附加裝備線路圖 119-1 進行線路測試，如圖 1.16.2-1 所示，其中紅色實線表示正極控制電路，綠色實線表示負極接地，提供電螺管作動及 HOOK 警告燈指示。測試內容如下：

吊掛組件線路測試：

1. 針對控制電纜之接點 A、B、C 進行電阻值量測。
2. 接點 B 與 C 間，當微動開關接通時（掛鈎無負載），電阻值約 0.5 至 0.7 Ω 間；開路時（掛鈎負載達 5kg 以上），電阻值無限大。
3. 接點 A 與 C 間，電螺管線圈電阻值 5.7 Ω 。
4. 測試過程中施加外力搖動線束，量測數值無變化，線路絕緣狀態良好。

機身線路測試：

1. 機身 J613 接頭接點 B 與接地間之電阻值約 0.5 至 0.7 Ω ，施加

外力搖動線束亦無影響，線路絕緣良好。

2. 機身 J613 接頭接點 C 至 HOOK 警告燈後 P161 接頭「Y」間電阻值約 0.5 至 0.7 Ω ，施加外力搖動線束亦無影響，線路絕緣良好。HOOK 警告燈內 2 顆 GE 387 燈泡、以及燈座接點無異常。
3. 機身 J613 接頭接點 A 與斷電器 (CB588) 間線路，當貨物吊鉤備動開關 ARM 接通、且右側迴旋桿之電動釋放按鈕按下時，電阻值約 0.5 至 0.7 Ω ；以相同方式量測左側迴旋桿之電動釋放按鈕，結果亦同。當貨物吊鉤備動開關 OFF 或釋放按鈕未按下時，電阻值皆為無限大，施加外力搖動線束亦無影響，線路絕緣良好。此外，線路中裝有一繼電器 K805，惟內部線圈並未裝置控制電路，且接點為恆接通，無實際繼電器功能。
4. 機身 J613 接頭與 HOOK 警告燈間線路，經德安航空於民國 113 年 1 月 3 日以跨接方式將該接頭之接點 B、C 連通使 HOOK 警告燈恆亮進行飛航模擬測試，HOOK 警告燈全程保持恆亮，無閃爍或熄滅。

綜合以上線路測試結果，事故航機吊鉤釋放及警告燈相關線路均無異常。

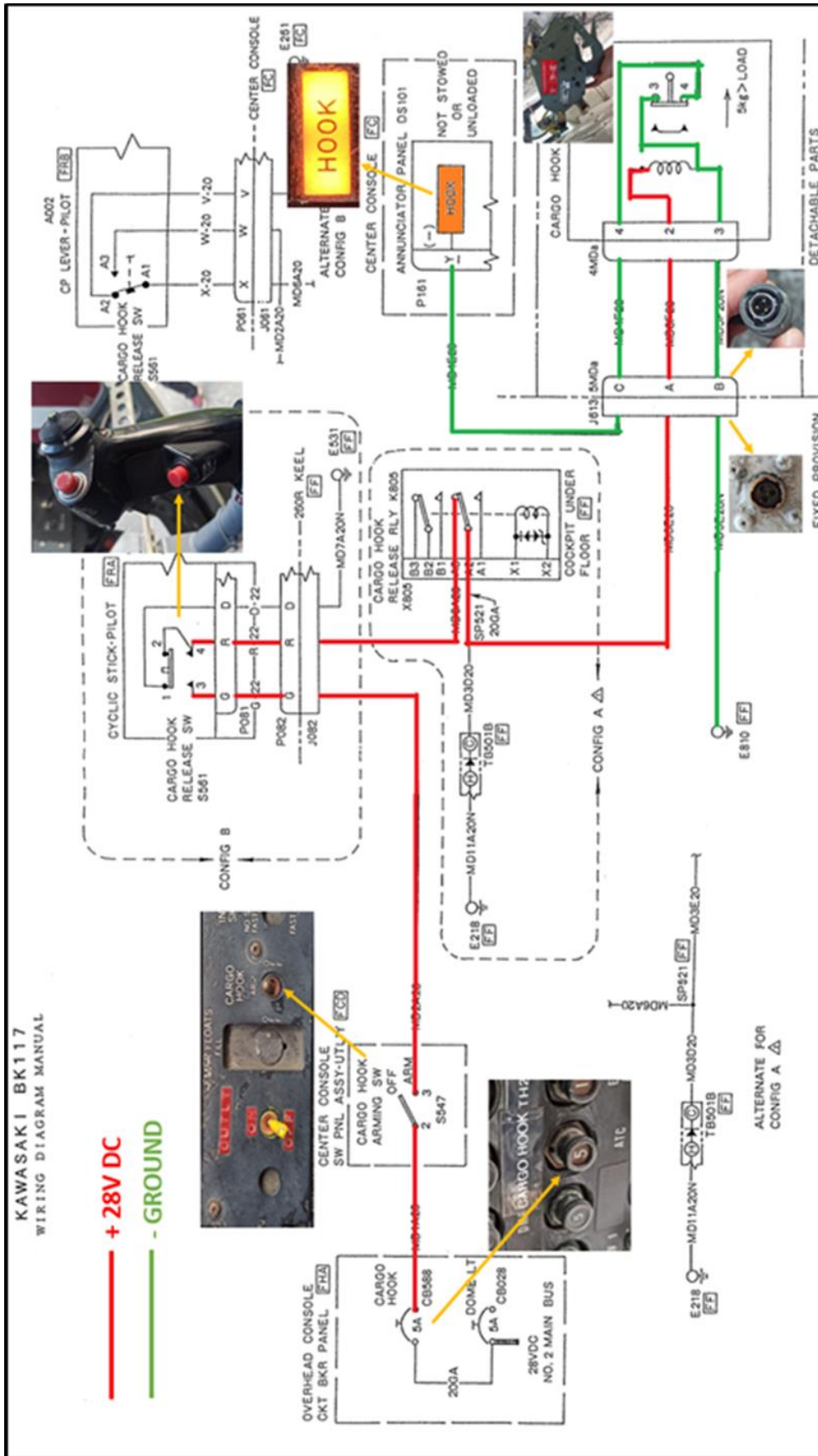


圖 1.16.2-1 吊鉤釋放及警告燈線路

1.16.3 掛鉤復位彈力與卸扣脫鉤測試

為瞭解掛鉤的復位彈力與推動微動開關所需之推力大小，以及卸扣在不同方位、受傾斜拉力狀態，與負重扭轉時之脫鉤行為，調查小組於民國 113 年 5 月 10 日於德安航空松山維修棚廠執行測試。首先進行掛鉤彈力測試，將吊鉤固定於桌面上，以推拉磅錶量測掛鉤之復位彈力以及推動微動開關所需之推力值。其次進行卸扣脫鉤測試，將吊鉤掛於天車並吊離地面約 1 公尺，使用事故同型之卸扣分別以斜拉、負重扭轉等方式，配合手動釋放以測試掛鉤是否正常作動，結果如下：

1. 掛鉤之復位彈力值約 1.7 公斤力，推動微動開關所需之推力約 0.8 公斤力。
2. 分別在吊鉤的 8 個方位（前、後、左、右、左前、左後、右前、右後）、採俯角 45 度拉撐吊帶，配合手動釋放解鎖掛鉤，卸扣均可迅速脫離掛鉤，無卡滯現象，作動正常。
3. 將 10 公斤負重以卸扣掛載於吊鉤，施以不同方向之外力旋轉負重以扭轉卸扣，無異常脫鉤狀況。

1.16.4 電磁干擾評估

本項評估旨在釐清吊掛系統是否有受電磁干擾影響而產生誤作動及異常指示。調查小組於民國 113 年 1 月 18 日前往事故地點南投縣信義鄉同富村，自同富臨時起降場沿事故航機飛行路徑至貨物掉落地點間履勘，並以遙控無人機於距地表 400 英尺高度觀察飛行路徑周邊環境，確認該區域無高壓電力傳輸纜線、電力架空設備、變電所、發電廠等可能產生磁場干擾之設施，如圖 1.16.4-1。另，吊掛組件之掛鉤釋放系統均為實體控制線路，其中可能受電磁干擾之元件僅有一微型繼電器 K805，然該繼電器於線路中不具實際功能（詳第 1.16.2 節），故吊掛組件應無受電磁干擾之虞。



圖 1.16.4-1 貨物掉落位置周邊地貌

1.16.5 吊鉤翻修廠檢測

為釐清事故吊鉤本體負載能力，以及內部之機構、電路是否正常，事故吊鉤於民國 113 年 2 月 7 日送交日本川崎重工轉往法國翻修廠 ARESIA 進行檢測，該廠於同年 5 月 28 日提出最終檢測報告 (Expertise Report)，該報告分為兩部分，接收檢測及吊鉤內部拆解檢測，分述如下：

- 接收檢測：翻修廠以接收到之吊鉤現況進行之檢測，在 50 及 1,500 公斤荷重下，分別以 18 伏特、28 伏特電壓測試解鎖、微動開關及線路檢測、電螺管組值及絕緣量測、手動釋放拉柄功能測試、機構彈簧彈力及尺碼量測。根據 ARESIA 填具之接收測試報告 (ATR-Acceptance Test Report)，各項目測試結果均正常，量測數據符合規範。
- 吊鉤內部拆解檢測：檢測項目為彈簧功能、解鎖機構相鄰接觸長度量測、活動部件行程檢視、潤滑情形檢視、機械解鎖致動桿與擋塊間隙量測、電螺管及手動釋放行程檢測。各項目均測試正常，量測數據符合規範。

1.17 組織管理

1.17.1 德安航空安全管理

德安航空提供的手冊中，與安全管理相關的規定與程序，可見於 BK117 航務手冊¹²第三章飛航安全及安全管理系統，及安全管理手冊¹³。

德安航空 BK117 機隊自我督察的實施，係依照 BK117 航務手冊 3.3.4.2.7 節之規定執行，實施頻率依照 BK117 航務手冊 3.4 章節規劃，實施要領則依據德安航空安全管理手冊 5.3 自我督察計畫相關條文，摘錄 BK117 航務手冊中關於自我督察實施規定與頻率之原文如下：

3.3.4.2.7 定期與不定期一級自我督察實施要領依據安全管理手冊 5.3 自我督察計劃相關條文執行，並應適時統計分析及監控相關安全趨勢。就 BK117 機隊督察之執行依照本手冊 3.4 章節進行規劃，且自我督察人員需於觀察席執行，不得由任務飛航組員兼施。

3.4 航務處安全管理作業執行項目：依據安全管理手冊及本章節條文，並以 BK117 機隊應執行頻次歸納如下列表：

項次	項 目	作業頻率	備考
一	定期安全落實小組會議	每三個月召開一次	執行危害識別與風險評估
二	不定期安全落實小組會議	視需要召開	執行危害識別與風險評估
三	定期自我督察	每三個月召開一次	得併當月不定期自我督察
四	不定期自我督察	每月至少一次	若當月實施定期自我督導，則免實施
五	自我督察趨勢分析	適時統計分析	
六	變動管理	重大作業時(內外部變動)	執行危害識別與風險評估
七	任務派遣風險評估	任務執行前	
八	飛航任務風險評估/駕駛艙查	每半年一次	機隊總機師或檢定/教師駕駛員每半年執行乙次，需於觀察席位執行
九	組員報告	視需要	

¹² 版期為 2023/11/30 REV36-TR02。

¹³ 版期為 2023/08/15 REV39。

德安航空所提供航務處、機務處、品管處及安管室各處室對於 BK117 機隊自民國 111 年至 113 年 2 月所執行之自我督察¹⁴次數如下表：

表 1.17.1-1 德安航空民國 111 至 113 年度自我督察次數

單位 年度	航務處自我督導			機務處 自我督導	品管處定期 自我督導	安管室不定期 二級自我督導
	定期	不定期	臨降場			
111 年度	7	11	2	31	4	5
112 年度	5	7	8	30	4	5
113 年度	1	2	1	—	—	—

上列自我督察紀錄中，對於航務作業中飛航組員飛行操作的相關紀錄，除可見於航務處不定期自我督察紀錄表檢查項次，組員飛航操作類項目之第 6 項「飛行操作是否合於手冊規範」外，尚可於部分航務處定期與不定期自我督察之「所見事實」欄位中，得到督察人員對於被督察之組員飛航操作所作觀察的文字紀錄。

檢視航務處定期與不定期自我督察紀錄，無與飛行操作不合手冊規範之督察發現。

1.17.2 吊載貨物脫落類似事件

德安航空曾於民國 106 年間受財團法人工業技術研究院委託，於「臺灣北部火動觀測研究精進計畫－臺灣東部地區空中磁力探測」一案中，配合以直昇機吊載空中地球物理探測載具，進行臺灣東部地區之空中磁力與甚低頻電磁探測。同年 9 月 21 日於任務完成返航途中，吊載之探測載具意外脫落，並於花蓮瑞穗臨時起降場南南西方約 6.82 公里處之紅葉溪河床空曠處尋獲已撞損之載具，如圖 1.17.2-1。依據德安航空針對上述事件之調查報告，分析結果排除環境、機械及緊急手動釋放等因素，並歸納人為因素為最可能之肇因。該事件中使用之直昇機與本事故同為 B-55507，使用之吊

¹⁴僅包含各處室與 BK117 操作相關之督察紀錄。

掛組件則為與本事故相同件號 (S1609-1-119A)、不同序號 (S/NA391) 之吊鉤。



圖 1.17.2-1 探測載具意外脫落之現場照片 (摘自德安航空調查報告)

1.17.3 民航局督導查核德安航空相關紀錄

依據民航局提供之德安航空督導查核相關紀錄，自民國 111 年 1 月 1 日至 112 年 12 月 31 日，民航局對德安航空 BK117 機隊共執行 326 次查核，所見缺失事項計 12 項，其中與 BK117 機隊標準作業程序 (Standard Operating Procedures, SOPs) 及標準呼叫 (Standard Call Out) 有關之查核缺失 1 項。該項缺失為民國 111 年 6 月間，德安航空 1 架 BK117 型機於執行訓練考驗飛行時，發生疑似航管違規事件。德安航空經檢討後主動提報民航局相關改正措施，包括落實遵守相關標準作業程序及各項檢查程序，並強化標準呼叫，確認各項程序應依序確實執行完成等。民航局於民國 112 年 7 月 10 日執行主基地檢查時，複查該項改善措施，要求德安航空應針對強化 BK117 機隊標準作業程序及標準呼叫，盡速辦理後續相關作為。德安航空於民國 112 年 9 月 18 日完成 BK117 型機飛機操作手冊 (Aircraft Operation Manual, AOM) 臨時修訂版 REV. 15-TR01，增 (修) 訂操控駕駛員及監控

駕駛員交互確認及標準呼叫之標準作業程序並提報後，民航局同意解除列管。

民航局依年度預劃表，於民國 111 及 112 年所執行 BK117 型機隨機查核次數共計 14 次，其中年度複訓考驗 7 次、航路考驗 5 次、駕駛艙航路檢查 1 次、檢定考試官之評估管理 1 次，查核結果均為合格；僅有如前段所述之 1 件檢查員於執行適職性考驗時發現該架次有航管違規之現象，不符標準作業程序且依相關規定執行裁處並要求改善。

1.17.4 直昇機機外掛載作業民航通告

民航局為規範並強化直昇機機外掛載作業，降低機外掛載作業安全風險，於民國 112 年 5 月 15 日訂定「直昇機機外掛載作業（The Helicopter External-Load Operations）」民航通告 AC120-056，供航空器使用人建立作業準則，明確律定直昇機機外掛載作業要求與作業資格審查標準，為直昇機機外掛載作業使用人與民航局飛安檢查員審查工作之指導文件。其內容包括直昇機機外掛載作業營運許可之申請程序，驗證、檢查、給證階段之要求，及直昇機機外掛載組合飛行手冊等相關資訊。

該通告提供直昇機機外掛載作業之參考文件包括美國聯邦航空總署（Federal Aviation Administration, FAA）有關旋翼航空器機外掛載作業（Rotorcraft External-Load Operations）的 AC 133-1 通告、歐盟航空安全總署（European Union Aviation Safety Agency, EASA）第 965/2012 號法規、以及列於該通告附件三「AIRBUS 直昇機公司對機腹吊掛作業的強力建議事項」中之歐盟機械指令 EC Machinery Directive 2006/42/EC 規範、德國社會意外保險機構 DGUV（Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung）於 2020 年 9 月出版之「Safe Operations of Helicopters during Aerial Work」等文件。其中，DGUV 文件在第 4.3.3 節針對不同斷面形狀之吊帶，於執行直昇機機外掛載作業中，吊索截面於航行中之氣動特徵提供圖示及說明，如圖 1.17.4-1 所示。


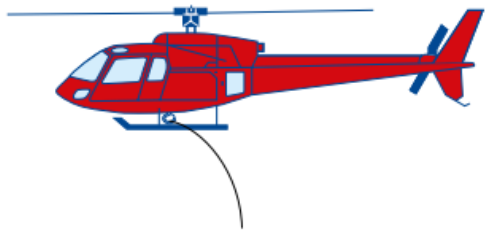

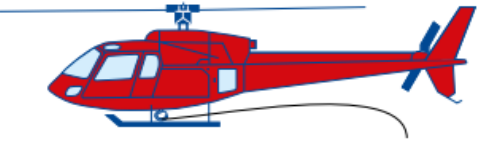

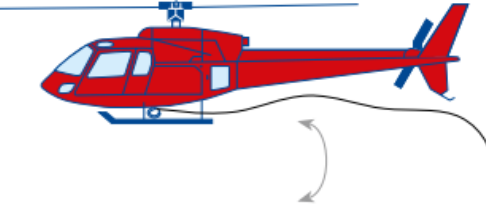
Description	Principle
<p>Circular cross section Best aerodynamic behaviour.</p> 	
<p>Oval cross section Problematic. “Wobbles” during flight and produces relatively strong lift.</p> 	
<p>Rectangular cross section Extremely problematic during use as load rope. Strong vacillations (vibrations perceivable on pitch or stick), accessories and nooses can be damaged. Strong lift and strong whipping.</p> 	

圖 1.17.4-1 吊索截面於航行中之氣動特徵

1.18 其他

1.18.1 訪談紀錄

1.18.1.1 飛航組員事故現場訪談

事故經過

飛航組員於 12 月 8 日上午 0630 時，抵達同富臨時起降場，執行飛行前檢查，包含機外 360 度檢查，及貨物吊掛的所有裝載器具檢查，並執行吊掛手動釋放踩踏機構測試，確認裝備妥善後回報機務，之後由機務簽放航機。

0720 時，收到山上觀高臨時起降場吉笙營造人員電話回報，當地天氣狀況良好適合飛行，正駕駛員甲宣布本次飛行確定要執行。正駕駛員乙在 0723 時以電話通知臺北近場台，預計 0730 時由同富臨時起降場起飛，執行觀高高山運補吊掛作業，作業持續到中午 1200 時結束，預計飛行 12 趟。之後取得航管許可、無線電構聯方式、雷達信標選擇識別特性（Selective Identification Feature, SIF）以及應答機號碼等相關資訊。

與航管聯繫完成後，於 0725 時啟動發動機，0729 時起飛，依照吊掛程序，滯空檢查馬力，在同富臨時起降場時扭力為 65%，之後雙向 180°左右轉檢查沒有問題，就向河谷方向起飛。避開人群以及村莊，沿着陳有蘭溪，經由東埔一直到觀高，過程中都是保持安全的爬升速度 40 到 60 浬/時之間。當時太陽剛好越過山稜線，飛行時正好面對著太陽。

當天因為運補任務，機門拆下並未裝上。正駕駛員甲負責飛行，正駕駛員乙負責儀表及機外監控。由於陽光經過明膠玻璃照射，完全看不到前方，前方是一片黑的。正駕駛員乙必須持續把頭伸出去看，然後回報前方無障礙。因為機腹下有掛載所以比較晃，在河谷上一路爬升到了 5,000 呎左右，東埔村在航機的左後方，這時正駕駛員乙感覺航機與之前相比似乎沒有那麼晃。此時並無任何警告燈亮起，HOOK 燈號也沒有亮，故繼續爬升，一直到 8,700 呎左右。

上山航程大約 8 分鐘，正駕駛員乙提醒正駕駛員甲稍後要做空中定點進場，進場前正駕駛員乙將貨物吊鉤備動開關置於 ARM 的位置，正駕駛員甲也同意。

執行空中定點進場時無線電高度設定於 500 呎，先保持航機高度後再確認所需馬力。飛航組員發現，在起飛過程確認馬力時扭力為 65%，到海拔較高落地點的扭力為 58%，與平常高度越高使用馬力越大的狀況有點不太一樣，所以正駕駛員乙懷疑吊掛的貨物可能已經不見了。正駕駛員甲於此時要求正駕駛員乙以目視方式檢查貨物狀況，正駕駛員乙往外探頭發現貨物不見了，因此決定不落地直接返航。返航途中，飛航組員沿著來程飛

行路徑，試圖搜尋掉落的機外掛載貨物。

返航過程中亦嘗試聯繫臺北通訊追蹤 135.8 波道，但因為在山谷中無法構聯。在離同富臨時起降場約 4 哩時，以 123.45 波道聯繫了地面工作人員，通知外掛貨物疑似脫落。落地後，便先將 CVR 斷電器拔出後才關車，之後按照程序回報安管室。

警告燈作用情形

飛機上有一警告面板，最右上角位置是 DOOR 警告燈，在它左邊是 HOOK 警告燈號。執行機外吊掛時，若在吊環施以 5 公斤以上之力量，HOOK 警告燈就會熄滅。所以從起吊開始，掛上貨物，若吊帶足夠產生 5 公斤以上之力量後，HOOK 警告燈就會熄滅，於正常飛行期間 HOOK 警告燈不會亮；只要 HOOK 警告燈亮，組員一定會檢查掛載物的狀況。

正駕駛員甲表示航機一起飛，繩索掛環就超過 5 公斤，此時飛航組員跟地面都會檢查 HOOK 警告燈熄滅。另外在手冊中還有一個防呆機制，要求吊掛一起飛離地，須將貨物吊鉤備動開關關掉，並且左右座都會按壓釋放鈕做釋放測試，確定掛載物不會被釋放才會繼續起飛離場。

之後爬升至 10,000 呎，由西向東進入觀高的降落場，然後做空中定點進場，完成後正駕駛員乙目視確認，才看到掛載不在了，但主警告燈與 HOOK 警告燈完全都沒亮。

吊掛掛鉤組件

吊掛組件所有連接至航機的裝備屬於德安航空，而外掛之吊環、吊繩、太空包及貨物，則是由吉笙營造提供，這些物品都是經過與公司開會討論，及與民航局檢查員討論過是否符合規範。吊環重量應該是不到 5 公斤，所以一滯空起來的時候，HOOK 警告燈先是亮著的，起飛之後，風旋轉速下來，當吊鉤受力超過 5 公斤的力量，HOOK 警告燈才會熄滅。機務在外面檢查，4 個吊掛點沒有打結，繩子也沒打結，吊掛穩定正常，當駕駛艙內的 HOOK 警告燈熄滅，飛航組員將以手勢告知地勤人員，接著開始將飛機移

到吊掛物上空垂直起吊。還有一個安全機制，在起吊過程中，有一個預防單發動機失效的處置，所以起吊過程中會將貨物吊鉤備動開關放在 ARM 的位置，預防單發動機失效時需要拋擲掛載。

如果航機下面都沒有吊掛貨物，只有吊著空掛鉤時，HOOK 警告燈會亮著，此時飛行速限為 70 浬/時。回程時只有吊鉤，掛環、吊繩及太空包都已遺失，但 HOOK 警告燈卻沒有亮；落地後請機務來檢查，並告知 HOOK 警告燈一直沒亮。

飛航組員返回落地後，正駕駛員乙比 OK 手勢，機務簽放員向航機靠近，先完成關車程序並且將 CVR 斷電器拔出，關完車之後在現場的地面人員都跑來關切，並對吊掛組件執行檢視及測試，當時飛航組員仍在座位尚未下機。正駕駛員乙表示機務簽放員有看到警告燈號沒有亮。

任務熟悉度

關於飛航組員對當地環境的熟悉度，組員表示曾經執行過運補任務，當時是以機內運載的方式，飛行路線都一樣。而這趟飛行的高度變化，正駕駛員甲表示在同富臨時起降場標高為 2,560 呎，起飛後沿濁水溪到同富村大概爬升到 3,000 多呎，然後右轉沿陳有蘭溪一路爬高。通過東埔大約 5,000 呎，以空速 60 浬/時飛行、上升率 1,000 呎/分爬升，此時距離目標地大約 6 浬，為避開陰影區一路爬升到 10,000 呎，降落地點標高 8,710 呎。一般空中定點進場選在 8,900 呎高度，這次到目的地後，亦於 8,900 呎滯空檢查馬力，並規劃脫離空間。

12 月 7 日吊掛訓練

事故前一日吊掛訓練，所有執行運補任務的 4 位駕駛員都到場參與。正駕駛員甲表示，過去 12 個月內，4 位組員都執行過吊掛任務，但因吊繩長度改變，故正駕駛員甲向公司要求，每位組員安排 2 個航線起降熟飛訓練，以便瞭解短吊掛的靈敏度及擺動的情況。4 位駕駛員一共做了 8 趟實地練習。

12月7日的訓練與實際吊掛的過程是相同的，吊環、吊繩包含300公斤荷載都一樣。當詢問到太空包著地後HOOK警告燈是否會亮起，飛航組員表示不會，因為吊環吊繩仍有重量，要等貨物釋放後燈號才會亮。

1.18.1.2 正駕駛員甲第二次訪談

過去經歷

民國100年進德安航空，接工研院的吊掛任務，執行地質勘測，已經連續做好幾年，使用的是軍規的圓型的吊繩。在過去飛行生涯中這是第一次用使扁形吊帶做吊掛繩，當初通知機隊研擬可行性分析時，曾提出扁形飄帶不規則形狀，有無飛安認證的疑慮。

飛行前準備

事故當日早晨0600時從玉山樓發車，約0630時到達臨時起降場，執行提示相關的事項，包含檢查簽派資料，酒測、人員安檢及飛機檢查、吊掛機件檢查，並向地面人員做安全提示。飛行前檢查機務做完吊掛測試之後，飛航組員上飛機還會跟機務再做一次檢查，當天雙重確認過，吊掛機組件都沒有問題。

約0720時，正駕駛員乙以電話跟航管單位聯繫，申請飛行許可。觀高臨時起降場人員報告天氣狀況沒問題後，準備開車（啟動發動機）執行吊掛運送的運補任務。受訪者表示，因為長期都在左座協助右座起降及開關電門，通常開完車後習慣會順勢把所有應該開啟的電門都打開。故當天發動機啟動後，或許可能將貨物吊鉤備動開關也打開，但沒有告知正駕駛員乙。不過受訪者表示，是否有開啟備動開關，記憶有點模糊無法百分之百肯定。

飛行中的狀況

受訪者表示，印象中當天吊帶一拉直起來後，因為吊帶的抖動造成整個機身的抖動，導致航機滯空後有很多程序沒有執行也沒有呼叫（Call Out）。

依吊掛作業程序，起飛後離地 300 呎，應把吊鉤釋放的備動開關關掉，那天沒執行的最大原因，應是受到整個吊帶的抖動太大及起飛後東方的太陽光線的影響，造成安全上的威脅與精神的緊繃，且一直要設法避開地面有人煙和房屋的地方飛行。直至訪談當時受訪者對於貨物吊鉤備動開關是否起飛後始終都沒有被關掉過，仍無法確定。印象中航機於起飛後 300 呎，正駕駛員乙沒有報「Cargo Hook Check OFF」。

因為 6 年前曾經發生過機外掛載脫落事件，造成大家有一個根深蒂固的想法是盡量不開備動開關，所以造成第一印象好像沒開。飛抵落地點執行空中定點進場馬力檢查時，下令「Cargo Hook ARM」時，有聽到正駕駛員乙回答「Cargo Hook ARM」。馬力檢查時發現發動機扭力為 50 幾，受訪者要求正駕駛員乙，將頭探出去檢查吊掛物，此時正駕駛員乙發現吊掛物已經不見。

受訪者描述，去程途中都是面向陽光，且吊帶抖動嚴重，一加速飛機便抖得很厲害，但是速度過了 50 哩/時，到了約 60 哩/時，飛機突然變得比較平穩；因為沒有任何警告燈，那時候並沒有察覺什麼特別的異樣，直覺上以為是吊帶已經對向風所以飛行較為穩定。於觀高臨時起降場落地前確定吊掛物不見後，便決定實施返航，返航速度保持約 70 哩/時，並以無線電通知地面人員吊掛物意外脫落。受訪者表示，返航落地前忘記應先滯空讓地面人員檢查吊鉤組件，就直接落地。因為，吊鉤組的掛鉤只要一碰到地，掛勾就會彈回去；當時應該要先讓地面人員檢視吊鉤組的掛鉤是否復位，再落地。

貨物吊鉤備動開關的開關時機

針對備動開關的開啟/關閉程序，正駕駛員甲表示程序只要求需要開/關，但程序沒有描述誰去開/關，所以通常是機長下令，然後由監控駕駛員負責開或關。而起飛的時候須先經過備動開關測試，左右座兩邊在備動開關關閉的時候，分別要按一下貨物吊鉤釋放電門，確定貨物不會掉落才會離場，此程序於事故當天都沒有做，在程序執行上確實是有疏漏。

飛機落地後狀況處理

返航落地後，場地工作人員都在航機左邊，當駕駛員詢問機務人員警告燈為什麼沒亮，通常機務人員會先踩上來，看儀表燈的顯示是不是有問題。受訪者表示，印象中事故當日機務人員沒有先踩上來認真看警示面板上各警告燈的狀況，就急着直接去檢查下面的掛鉤。受訪者表示從駕駛艙看不到機腹，所以完全沒辦法知道機務人員當時在機腹下面做了甚麼處置。受訪者推論：吊掛物脫鉤後，假使 HOOK 警告燈在空中沒亮，通常落地吊掛機件碰觸地面時，HOOK 警告燈亦應該立即亮起；但假如事故航機落地後 HOOK 警告燈有立即亮起，駕駛員便不可能叫機務人員來看燈為什麼沒亮。故受訪者認為吊掛機件應該有卡到，造成它落地觸碰到地面，也沒有讓 HOOK 警告燈亮起。

受訪者認為，吊掛物脫鉤後無法複製事故現場掛勾回彈力道，乃因地面測試無法模擬飛行時因速度產生的氣動力，除非是在氣動力艙裡面造成這樣子的抖動，才有機會去復原現場狀況。

吊掛物脫鉤後警告燈沒亮

受訪者表示，就跟 6 年前的脫鉤事件一樣，那次燈也沒亮，所以始終覺得可能是抖動太厲害造成機件出問題，而造成脫鉤，雖然它有很多裝置可以避免脫鉤。當吊掛物脫鉤後，掛勾回彈時可能因為抖動的緣故，造成彈簧的回彈力量不足，使得掛勾沒有完全復位，所以造成燈不亮。因為不但 HOOK 警告燈沒亮，連主警告燈也沒亮，事故當時是向陽飛行，駕駛艙內光線較暗，如果警告燈有亮，應該很容易看見。

無線電通訊及駕駛艙內對談發話鍵的使用

受訪者表示本身不管是左手或右手發話，自己通常只會用兩根手指頭，不會滿把握操縱桿，以避免干擾鄰座飛行。但每個人操作機械的習慣不同，有些人比較習慣滿把握。依受訪者的觀察，正駕駛員乙發話時是屬於滿把握操縱桿那一類型，無線電發話或艙內通話時常常動到其操縱桿，私下聊

天時曾提醒過正駕駛員乙，於發話時試著只用兩根手指頭，以免動到操控駕駛員的操縱桿而影響飛行。機隊 4 個人中，前總機師發話是唯一讓受訪者沒感覺的，感覺上其他人發話時都會影響到其操縱桿。正駕駛員乙於飛行過程中，有叫出一聲「啊」，應該有按到發話鈕，因為很大聲有點嚇到，當時有要求沒事別亂叫，因飛行壓力很大。

受訪者表示，這個通話按鈕造成機隊駕駛員養成一個壞習慣，盡量檢查完吊掛機件或起飛離地後，就趕快把備動開關關掉，甚至不開，沒確實按照標準程序執行。因為發話時要按通話按鈕，尤其是吊掛的時候，因過去曾經掉過吊掛物所以有陰影，會怕再次發生誤觸，而造成人損財傷。受訪者坦言，因自己程序上的疏漏，於事故航機起飛後，未依標準程序確認備動開關，是否在 OFF 的位置，故沒辦法完全排除飛航組員於飛行過程中，有誤觸貨物吊鉤釋放電門的可能。

受訪者表示，影響此趟飛行最大的因素是扁形吊帶的抖動，因為抖動很嚴重，受訪者感覺無法好好的靜下心來，造成有很多程序該做而沒有做。當直昇機有速度就跟固定翼一樣好操作，但速度小的時候就屬於不穩定飛行器。因為事故機一直在抖動，起先急於穩定它，一邊要維持操作，但速度又加不上來，要想辦法慢慢加速，可是航機不穩定，又不能貿然很快的加速。事故飛行就一直在緩慢的加速過程以及抖動的煎熬中。因此吊帶的抖動，嚴重影響本次飛行。

對於本次事件的想法

受訪者表示，沒辦法完全排除自己碰到貨物吊鉤釋放電門的可能性，於正常狀況下操作應該不會按到釋放電門；但因事故當日扁形吊帶造成飛機異常抖動，甚至連操縱桿也在抖，而影響到飛航操作；加上戴手套的關係，故無法排除誤觸釋放電門的可能性。那個釋放按鍵，在很靠近配平片的位置，但拇指還要再滑下來才能按到；然而滿把握桿的時候，其他手指是有可能握到，所以備動開關沒事不會 ARM。因 6 年前曾經掉過吊掛物，所以加了一個防呆的程序，就是起飛 300 呎以後，需檢查貨物吊鉤備動開

關在 OFF 位置。受訪者坦言，事故當時起飛後 300 呎沒有去檢查，沒有確認備動開關電門開關是在 ARM 還是 OFF 的位置。甚至平時陪飛或帶飛，若右座操控駕駛員因為程序上的不熟悉而沒有下令，也都是自己幫忙開或關。受訪者事後無法確定事故當時是否碰到釋放電門，亦無法確定當時吊鉤釋放備動開關是否在 ARM 的位置，但可以確定當時自己疏忽了，沒有下令檢查。

對於機身晃動的問題受訪者描述其感覺，當時機身不只有左右晃，還有經由吊帶傳到機身的抖動，而且抖得很厲害，它的抖動大到讓人直覺的懷疑，扣環是不是會因抖動而打開。航機一直到加速到速度約 50 浬/時之後，突然不抖了，那個位置大約是過了日月雙橋再過去一點。航機開始不抖之後過一、兩秒，正駕駛員乙喊了一聲「啊」，受訪者檢查一下飛機狀況並沒有警告燈、發動機也無異狀，就繼續爬高脫離陰影區並飛往目標地。

1.18.1.3 正駕駛員乙第二次訪談

事故當日操作的狀況

早上 0600 時從民宿玉山樓發車，約 0625 時到達同富臨時起降場。約 0635 至 0640 時，機務將飛機整理好，受訪者開始檢查飛機，執行 360 度機外檢查、發動機檢查及機內檢查；然後與機務一起做吊掛測試，測試都正常。0715 時以電話連繫臺北近場台，告知預計 0730 時起飛。上飛機按照程序開車後，並按照吊掛程序起吊，做馬力檢查時，扭力大概是 65% 左右。之後雙向 180° 左右轉測試，確認在有貨物吊掛的情況下，迴旋所需的踏板行程。

航機大概於 0731 時離場，離場後印象中貨物晃動很大，而且有聽到扁形吊帶拍擊的聲音。爬升飛行的路線是從起降點，避開民宅沿着陳友蘭溪河谷飛行，一直使用扭力 65% 的馬力爬升。經過日月雙橋到東埔，飛行高度大約到達 5,000 呎，受訪者表示印象中到這個地方的時候航機晃了一下，且因為真的很晃而產生緊張的感覺，所以受訪者驚叫一聲。原以為是山谷氣流的緣故，並跟正駕駛員甲說飛機怎麼晃成這個樣子，正駕駛員甲回應

希望受訪者不要那麼緊張，反應不要這麼大，否則會影響到飛行。

持續爬升的過程為朝東飛行，太陽很刺眼，飛機在山谷時，前方風檔因為被陽光直射的緣故變得很亮，因而無法看清前方視野中山谷較暗的部分。執行運補任務時兩側機門會拆卸，所以受訪者就把頭由側邊伸出機艙查看前方，然後與正駕駛員甲不斷地確認飛行路線無障礙。過了東埔之後，因為觀高臨時起降場的標高大約是 8,700 呎，受訪者建議高度不要超過 9,000 呎；但正駕駛員甲認為要爬高到 10,000 呎，如此可脫離山體所造成的陰影區，反而能夠清楚目視航行路線，然後再下降至降落地點。抵達觀高臨時起降場前有一個空中定點位置，要在 9,000 呎左右滯空並做馬力檢查，此時發現扭力只需 52-53% 左右，比起起飛點滯空的扭力低許多。因此受訪者便向外探頭觀察掛載的狀況，此時發現掛載已經不見並向正駕駛員甲回報。飛航組員將貨物吊鉤備動開關復位後，航機直接返航回起飛點，落地的時間約為 0748 時。落地前以無線電通知地面工作人員，告知貨物疑似飛脫。落地後，以手勢示意可以接近，機務簽放員隨即到機邊，受訪者告知機務簽放員 HOOK 警告燈未亮起，並請機務簽放員確認。受訪者表示，機務簽放員看到警告燈未亮的狀況後，飛航組員才進行關車的程序，而機務簽放員看完之後，就到機腹下檢查吊鉤；機務簽放員於機腹下方檢查時，不知道動了什麼東西，可能是觸碰吊鉤，然後 HOOK 警告燈就亮起。受訪者表示，當天有機務簽放員，運務，航電 3 人到機邊協助狀況處理。落地後最先靠到機邊的是機務簽放員。

受訪者回想，除了因為搖晃而有點被嚇到而發出聲音外，其他的都按照程序進行爬升檢查，進場檢查，下降檢查。

飛行前的吊掛系統檢查、飛行準備及飛行中的狀況

抵達同富臨時起降場之後，於飛行準備之前，會同機務簽放員與地勤人員一起檢查吊掛系統的釋放功能，依照程序受訪者將貨物吊鉤備動開關打開，檢查右座及左座貨物吊鉤釋放電門作用，之後再檢查機械致動的腳踏釋放踩踏機構。約 0640 時，完成檢查，一切正常，受訪者就將備動開關

關閉 (OFF)。由於飛機停在戶外，飛機外表、旋翼、風檔、機身沾滿露水，機務簽放員跟 2 位機務共 3 人拿布將機身各部位的露水擦除，此時約為 0640 時；飛航組員則去拿天氣資料，風險評估單等簽派資料。大約 0720 時，觀高臨時起降場的人員打電話回報當地的天氣狀況，天氣狀況良好可以飛行，於是受訪者使用電話向臺北近場台報告飛航計畫。

起飛後滯空之馬力檢測，扭力約 65%，之後爬升馬力大概 70%。受訪者表示，此時由於高度不足，尚無法與臺北通訊追蹤以無線電構聯，根據經驗要到 8,000 呎以上才有機會與臺北通訊追蹤通聯，於此階段並無無線電操作的需要，故手不會去碰迴旋桿。在爬升的過程中，向東飛，這時太陽光還沒有辦法照進山谷，造成前方較暗，這時透過風檔無法看清前方，所以須將頭探出機外觀察並確認沒有地障。

靠近降落點時，須執行空中定點進場檢查，按程序先將貨物吊鉤備動開關打開，故受訪者將電門打開並呼叫「Cargo Hook ARM」，正駕駛員甲則目視確認電門打開後亦呼叫「Cargo Hook ARM」。這時發現使用的扭力比起飛時做的馬力檢測少，受訪者才探頭看吊掛貨物的狀態，發現吊掛物已經不見。受訪者表示飛行中，吊掛物可能會甩到後方，即使探出頭去也看不到。在確認吊掛物不見後，就決定回航，受訪者便將貨物吊鉤備動開關關閉。

貨物吊鉤備動開關的開關時機

受訪者表示，雖然程序中，起飛時需要將貨物吊鉤備動開關打開，但在訓練飛行的過程中，因為為了避免誤觸，所以不將備動開關打開。受訪者敘述，在這樣的狀況下，若要是遭遇單發動機失效，就會將備動開關打開並呼叫「Cargo Hook Arm」，再由操控駕駛員決定拋擲的時機。因此，受訪者表示當日起飛時，並沒有將備動開關打開，也並未告訴正駕駛員甲，這是機隊組員之間的默契。

受訪者對於本次事件的想法

以受訪者的經驗，在吊掛過程中沒有遇過飛機這麼晃，亦表示過去的經驗都是使用鋼索，不清楚本次吊掛為什麼會使用扁形吊帶。公司駕駛員曾詢問這些裝備是否符合規定，所得到的回覆是符合標準可以使用。但這種扁形吊帶在飛行中會產生拍擊並發出很大的聲音。

1.18.1.4 運務員

當天大約 0630 時到達現場，先幫 2 位航務駕駛員做酒測及安檢，然後到機邊清倉並填寫清倉紀錄單。因事故前一天有執行訓練，所以貨物在前一天都已經準備好，當天負責的工作就是將水泥貨物集中、秤重，確認重量為 300 公斤並放入太空包吊袋內，然後交給機務由機務掛上吊鉤，準備開車。吊掛組件的 4 根鋼纜本來就是固定在飛機上面，準備起飛時太空包置於飛機機頭前方的右側邊。

受訪者表示，因吊帶為扁形吊帶不是一般鋼索型，飛機剛起來時，吊帶感覺有點在飄動，好像顫抖並帶著彈力那種飄動。航機剛開始爬升的時候，吊掛袋有點晃動，晃動程度比訓練時還要大；當航機準備轉到河谷之前吊掛袋就開始擺盪，擺盪稍微比較大。受訪者認為扁形吊帶的抖動，駕駛員透過操縱桿一定可以清楚感覺到。

受訪者表示，這是德安航空第一次使用由廠商提供之扁形吊帶執行運補任務，航機飛出去後大概 10 分鐘左右，地面人員接到 209 高地的電話通知，表示有看到飛機但確實沒有看到吊掛物品，航機返航；接著收到駕駛員回報貨物中途脫落。

航機落地後關車前，只有機務人員機務簽放員、警戒員 2 位靠近機邊，因為現場有管制，第一時間只允許機務人員靠近，其餘人員要等到關車後才能進入旋翼底下；機務簽放員先與左座駕駛員交談，然後就去看掛鉤的那個地方。後續機邊發生甚麼情形，因離開現場開車到河谷那邊去尋找脫落貨品，所以不太瞭解。

1.18.1.5 機務簽放員

機務簽放員於德安航空擔任維修副組長，從事旋翼航空器維護，主要的工作為隨機機務及地停期間維護工作。事故當日為第 1 趟任務，預計 0730 時起飛，機務人員提前一小時開始飛行前檢查及執行吊掛系統測試，當日左、右座釋放電門、手動釋放、吊鉤警告燈均測試正常，飛航組員也做了一遍相同的測試。當日 0725 時啟動 1 號發動機，約 0729 時起飛，整個過程機務簽放員均在現場，且有手持無線電可隨時與飛航組員聯絡。

當日起飛吊帶拉直後吊起貨物，航機一推頭就觀察到吊帶劇烈拍動且發出劈劈啪啪的聲響，往山谷飛去時除了吊帶拍動，貨物甩動的幅度目測約有 45 度，過去的經驗從沒有看過如此大的甩動。前 1 日的訓練飛行沿河床飛行就觀察到吊帶拍動的現象，有詢問飛航組員是否產生抖動，組員亦表示抖動較劇烈，過去曾在別家航空公司的經驗都使用鋼繩，這次廠商提供的扁形吊帶是第一次看到。過去在德安航空做磁測時吊掛探測設備也曾脫鉤掉落過，使用相同的吊鉤，那次可能是正駕駛員誤觸，迴旋桿握把發話按鈕旁就是貨物吊鉤釋放按鈕，不小心就會按到，另外吊鉤釋放有個貨物吊鉤備動開關，起飛前要 ARM，為了避免誤觸，飛機穩定後關閉，抵達目的地釋放前再開啟，這是標準程序。

吊掛的訓練和系統的操作公司都有完整的訓練，吊鉤承重可達 1,200 公斤，實際吊掛多少由簽派計算，貨物意外脫離不外乎吊帶斷開或是誤觸釋放，找到失落物後所有的吊掛零件都沒斷裂應不是裝備問題，至於飛航組員表示沒看到警告燈，可能是當日陽光刺眼不易辨認，當日飛機落地後組員還在機上，只得到脫鉤的訊息，組員並沒有提及警告燈沒亮，因此先將吊鉤拖出來檢查，反覆測試都正常，電線接頭也是接好的，貨物吊鉤備動開關當時在 OFF 位置，組員關車並到一旁討論後才提到警告燈沒亮。

1.18.1.6 業務員

事故前一日安排了 8 趟練習任務，攜帶的貨物重量和事故當次任務完全相同，由於貨物放下會磨地，準備了十幾套裝備，有發現磨損立即更換，

訓練當日主要練習釋放再吊起的流程，貨物有時會很晃。以前曾經做過磁測，但那只有吊沒有放，民國 106 年執行吊掛任務時曾因不明原因掉落一次，後來修正了程序，之後未再發生類似事件。

吊掛作業使用的吊索有鋼索及布索，過去磁測使用尼龍材質布索，外面有包覆，駕駛員認為鋼索較不會晃，但鋼索的測試報告相對於布索困難許多，因此使用扁形布索，但作業時會晃，有請廠商看有沒有圓型的布索，但廠商說圓形布索拉力不足。

當日早上機務先出發，其餘人隨後就到，過去因做過磁測，大家很有默契都知道自己的工作，0729 時起飛，起飛後朝着旁邊同林橋，因旁邊有住戶，所以朝着橋中間飛過去做第一個轉彎，在第二個轉彎的時候，感覺貨物晃的比較大，不知是操作因素或是風的關係，感覺就是像鐘擺在晃，一下子左邊一下右邊，可能有 30 度以上。扁帶受風的影響會有啪啪聲響，從陳有蘭溪上去的時候，感覺晃很大，一直到飛機通過山頭之後就看不到飛機，等再看到飛機的時候，已經沒看到吊掛物了。

當時懷疑貨物掉之後，看飛機還是持續往目的地，懷疑自己是不是看錯了，直到目的地人員打電話來才意識到真的掉落，飛機落地後機務人員都上前去看，因不是專業無法知道他們溝通內容。駕駛員描述他們感覺剛開始晃動很大，後來想要加速，一加速覺得飛機變那麼穩，直到了上面做馬力檢查，發現馬力還剩這麼多，才發現東西掉了才又撤回來。聽駕駛員說警告燈沒亮，落地才亮，吊掛系統關車前有測，關車後又測，都沒問題。做吊掛任務至少也有五、六十次了，大家的經驗都很豐富，貨物一定是起飛前就掛好，這次找回的掉落物組件都是完整的，並不是掛得不好或是裝備有問題，東西會脫離，在過去的經驗都是可控的解鎖，民國 106 年那次也是整組掉下來，和這次類似，但飛航組員認為沒有誤觸。

1.18.1.7 航務主管

吊掛作業使用之吊帶及相關問題

受訪者表示，這一次選用的吊帶其實不是很合適，因為這種扁形吊帶的形狀加上其長度，飛行時受風影響會非常大，擺動的幅度大小亦難掌握，且扁形吊帶易形成嚴重的振動。當直昇機在初始爬升階段，需要小速度以獲得比較高的爬升率，此時因為速度不夠，還未達到巡航的速度，吊掛物及吊帶受風的影響造成擺盪，會增加飛行的不穩定性，航機須持續加速到一定的速度，情況才會改善。本次吊掛使用的吊帶由營造廠商提供，於評估階段，僅考慮吊掛吊帶的耐力承受度、成本及長度需求，並未考量因吊帶的形狀於飛行時，受風以後造成的影響。民航局教官曾提出質疑，因為此吊帶沒有國際飛航安全認證，但公司表示它符合吊掛耐力承受的條件，最終民航局對於本次吊掛仍是給予許可。

事故機型貨物吊鉤釋放電門

受訪者認為，BK117 B-2 機型關於貨物吊鉤釋放電門的部分，是有一點設計上的瑕疵。因為 BK117 B-2 並非執行吊掛專用直昇機，所以透明底窗的視界比較小，也沒有吊掛鏡可向後目視檢查。在吊掛運作的期間，當吊掛物離地後，都是由副駕駛員將頭伸出駕駛艙外，觀察吊掛物的狀況跟淨空，以及協助引導飛行。在這段期間正駕駛員乙須利用機內通話按鈕，與另一位駕駛員溝通。通話按鈕位於駕駛迴旋桿的食指位置，通話按鈕有 2 段，第 1 段較淺是機內通話，第 2 段要按比較深是機外通話，而貨物吊鉤釋放電門，則在左右座駕駛迴旋桿拇指附近的位置。以人體工學而言，當人體上半身探出機外，右手去摸索駕駛迴旋桿上機內通話發話鍵時，一不小心拇指即可能不自覺的觸碰到這個釋放電門。若在進行機外通話時，必須按至第 2 段才能發話，需更用力些，在生理上更可能會不自覺的誤觸貨物吊鉤釋放電門，此時貨物吊鉤備動開關若是在 ARM 的位置，吊掛物就可能會被釋放掉。於巡航階段除非通話情況需要，監控駕駛員通常不碰駕駛迴旋桿，以避免不經意誤觸這一個開關，受訪者個人的習慣，在飛行操作時是握在駕駛迴旋桿根部，需要通話時手才會移至通話按鈕的位置，如此可減少影響操控駕駛員的操作及誤觸的可能。因此受訪者認為這個貨物吊鉤釋放電門，應該要有防呆裝置之設計。

事故機型吊掛貨物程序

受訪者表示，考量到可能遭遇單發動機失效的狀況，按程序於起飛離地至超越障礙未達 300 呎前，以及落地前準備將吊掛物釋放時，此 2 階段貨物吊鉤備動開關電門應該置於 ARM 的位置。其餘爬升、巡航等階段貨物吊鉤備動開關應該在 OFF 的位置，以避免組員誤觸貨物吊鉤釋放電門，而造成吊掛物意外脫落。上述吊掛程序在相關手冊裡面皆有完整說明，若能貫徹執行手冊的程序，因誤觸貨物吊鉤釋放電門，而造成吊掛貨物意外脫落這類問題應可避免。

執行吊掛時，主要遵循中文版之直昇機機外掛載作業手冊，標準作業程序只能定義一個標準的規範，直昇機操作的方式跟環境多變，無法考慮操作相關所有面向，故可能有些地方不夠周延。

事故發生後，針對吊掛作業檢視相關手冊，發現手冊中沒有設計吊掛相關的標準呼叫，標準的操作程序亦有缺漏，公司檢討後已將這一部分補齊。

為了執行本次吊掛業務，訓練項目包括地面學科，術科諮詢及復飛訓練。公司執行之機腹吊掛業務，除本次的觀高運補作業外，還有中科院的業務及最大宗的工研院照攝吊掛業務，因此吊掛作業一直持續在進行。

駕駛艙組員程序執行、安全文化及公司管理

受訪者表示，吊掛相關程序、標準呼叫、座艙資源管理、標準作業程序等，在相關手冊都有規範。但飛航組員有無疏忽，是否按照標準程序貫徹執行手冊的內容，這便牽涉到人性、專業度及經驗等問題。否則駕駛員抱持自大心態在外面作業，在駕駛艙裡面沒人看得到的心態，便很難貫徹標準程序的執行。要求飛航組員遵守程序，督考及機隊溝通等文化必須密切的結合，但因監督管理上有困難，甚至發現問題，組員卻很難心悅誠服的接受並做應有的改進。所以機隊在座艙裡的操作，形成一種次文化：當有長官在時才會比較敬業；若無長官在場，操作便較隨興。

由於公司的規模及執業的狀況，隨機督考的機會其實非常難得，在空渡飛行（Ferry Flight）或許還有空間，否則為了酬載，機上椅子都會拆除，目前尚無合適的方式可以改善。因為多一位乘員上機將影響酬載，一名乘員增加 80 至 90 公斤，甚至超過 100 公斤，業務影響很大。而即便安排專業督考，基本上亦沒什麼意義，因為知道是督考航班，組員心裡會有一個設定，當有督考人員同飛時一定會按照程序。

民航局教官有自己的業務，而公司一級督查人員亦只能在地面看，很少有辦法隨機去觀察駕駛艙程序是否確實執行。加上公司直昇機不像定翼機有座艙語音紀錄器及飛航資料紀錄器，可使用紀錄器資料監控駕駛艙裡程序的執行，故無法得知飛航組員操控過程，是否完全遵守標準程序。

針對駕駛員管理困難問題，受訪者表示線上飛行非常重視紀律，駕駛員若不遵照標準程序來執行，出事機率會提高，所以要非常強調在駕駛艙裡面的紀律。駕駛艙紀律及自我要求文化的建立，要靠機隊的總機師、機隊的教師機師帶領，或建立競爭及淘汰制度。目前國內直昇機駕駛員招募不易，且直昇機機隊近年因營運較為困難，公司沒有資源提供多的備用人員，在缺乏駕駛員的情形下，公司無法以較強力度的行政措施管理組員，所以管理上很難真正達到預期效果。目前公司對於直昇機操作該如何掌握駕駛員是否依照標準程序操作的問題，已經按總經理指示進行規劃，準備在駕駛艙安裝兩個 GoPro 移動式攝影機，針對駕駛艙的儀表裝備拍攝，並交由內部飛安單位去監督管理，在公司跟機隊的安全文化尚不健全情形下，期望能建立組員遵照標準程序操作的紀律性。

1.18.1.8 主任航務檢查員

受訪者曾擔任數家普通航空業的航務檢查員。目前身兼德安航空、訓練中心以及超輕型載具的檢查員，工作範圍涵蓋民航局標準組 6 個科中的 5 個科，可說是 24 小時待命。受訪者表示在身兼多職的情形下，對於查核力度與品質確實會有所影響。然受訪者已有十餘年的經驗，已經習慣這樣的工作負荷。

關於本次事故相關的先期申請作業

德安航空持有 2 張營運許可，分屬民航運輸業及普通航空業，BK117 機隊可以從事民航運輸業及普通航空業的營運項目。事故當時所執行直昇機機外掛載作業屬於普通航空業，機外掛載有 A、B、C、D 級，這次作業是 B 級機外掛載。營運許可上所登載的營運項目，需要經過五階段驗證審查。就受訪者的認知，要增加營業規範上所沒有的執業項目以及大修理大改裝後，就需執行五階段驗證審查，也就是所謂的大五階段。五階段審查，業者需要能夠展現所申請的業務項目要如何執行、各手冊如何增修和新申請業務有關的程序、裝備如何驗證及審查以通過民航局的認證。新裝備會經過初始適航科的認證；其餘人員的訓練，裝備的維護及手冊的審查等就由持續適航科與航務科認證，這算是第三階段。第四階段會要求業者做演練，確認沒有問題之後，就會到第五階段也就是給予許可，可以加入業者的營運規範，之後也就能據以向民航局提出作業申請。有時候在初始試航認證的階段，業者會請航務檢查員去協助執行認證的作業。另外若有某些裝備的改變就會以五階段精神，做小五階段的驗證審查，需要能看到業者手冊程序與實際執行能達一致。德安航空已經執行 B 級機外吊掛業務有相當的時間，事故航班所執行的項目屬 B 級機外吊掛，所以並不需要再做認證。然而此次的吊掛，是第一次使用扁形吊帶，受訪者曾提出質疑，但德安航空回復並無問題。因此，針對訪談中德安航空成員提到與主任航務檢查員對吊帶之看法，屬該員的個人想法，不代表民航局默許或是同意。

作業執行的時候，必須要符合法規，符合營運規範，符合該公司的手冊。管理是由公司來負責，民航局是監理機關。公司執行業務時候，民航局不可能每次都去監督，檢查員會參加在業務初次申請以及業務超過 90 天沒有執行，這 2 類業務於執行前所作的任務提示。而在業務平常執行的提示或是現場操作，檢查員不一定會參與，例如本次事故的作業，檢查員就未到場。

受訪者表示德安航空本次的直昇機機外掛載作業，是已經核可的 B 級

機外掛載作業，不需要另外再核准。德安航空於作業前會發文至民航局，來文為關於作業的計畫，包括從南投縣信義鄉的某個點，要吊掛運載物品到山屋，並不會提到使用的裝備。民航局會由空運組擔任承辦窗口會辦各組，由各組針對計畫中的項目審視，如標準組會審視普通航空業特殊作業的部分，檢視其操作飛航計畫，油量，時間等，以及執行的人員是否符合規定。若沒有問題，就回復同意並在公文的說明中，請德安航空注意相關事項，依航空器飛航作業管理規則相關規定辦理。作業之前的簡報，是因為民航局不成文的規定，超過 90 天沒有執行過的作業，就會請德安航空就這次的計畫及使用的裝備等，向檢查員完整提報展示，目的是確認作業符合手冊上所規範。受訪者確實有對吊帶提出疑問，但並不是核准使用。因為除了適航件，其餘的吊掛裝備如吊帶等，不需要經過核准。

直昇機機外掛載作業審核時，民航局會對作業提出一些疑問，這些質疑的依據，是航空器飛航作業管理規則的附件 20 之 2，這個附件也有納入飛航通告 AC120-056 中，而這份飛航通告內容也會運用到德安航空的直昇機機外吊掛作業手冊。依附件 20 之 2，若是執行過程中發現吊掛物有危險的擺動，或是危險的氣動力抖動時，駕駛員必須要做一些處置，且應要停止作業。這在法規、AC 以及德安航空的手冊中都有提到。因為扁帶在氣動力上，可能會引致嚴重的情形出現。所以受訪者在業務開始前，請德安航空針對這個問題做確認。同時，就受訪者瞭解，駕駛員似乎也有與相關部門反應，但並沒有被接受。

在飛航通告 AC120-056 中的附件三，提到 EC machinery 的相關作業規範。雖然民航局對吊掛組件以下的相關裝備規範非常少，只能引用美國 FAA 或歐盟 EASA 的規定。因此不能說民航局沒有這樣的規定。至於德安航空是否有詳讀以及去對照等，受訪者就無法確認了。

受訪者認為德安航空以檢查員不再表示意見，就認為檢查員同意德安使用的吊掛裝備，並不恰當。受訪者表示，曾經對德安航空提出對於吊掛裝備這一方面需要符合規定，若依照 EASA 規範所說，若沒有航空認證，

至少也要符合工業安全標準。但受訪者提出意見之後，並未收到德安航空後續進一步的回應，德安航空就執行了業務。

民航局航務檢查員航務查核作業相關問題

對於隨機航查業務，航務檢查員會在年度規劃預做排定，預劃排程都會依序進行，執行的達成率不好或是航查次數太高，都會被檢討。而查核方式與頻率，也會因為機型特性的差別，而有所不同。就以德安航空的DHC6機隊為例，1年排定12次，會排在單月或雙月，1個月2次。但是BK機隊的航查就比較不固定，由於BK機隊的業務量較不穩定，有時一、兩年沒什麼業務，有時業務相當繁重。同時BK機隊以特殊作業業務為主，有效負載的需求較為嚴苛，若航務檢查員登機隨機查核，就會影響到營運的荷載，因此BK機隊要於執行業務時隨機航查，是有相當困難。就以近幾年來說，BK機隊的隨機查核，一年作不了一、兩次。即便預排隨機航查，還是需要視當時狀況，才能決定是否進行航查。一般來說，像是空測，空拍，載重或是緊急醫療後送業務，機上很少有多餘的位置，就不會隨機，因此比較沒辦法實地查核德安航空於上述業務的操作。但在幾個情況下比較有機會隨機航查，如年度複訓及考核，尤其是年度考核與航路考驗，航務檢查員會隨機航查。而前面所提五階段中的第四階段實地演練，航務檢查員有時候會隨機，有時不會，視狀況而定。

在德安航空直昇機臨時起降場作業現地查核，也就是到作業的臨時起降場但並未登機隨機，受訪者則表示執行過好幾次，但當次同富臨時起降場的作業並未到場。

標準作業程序的遵循

就德安航空航務主管於訪談中提到，BK機隊駕駛員在標準作業程序遵循的問題，詢問受訪者對於過去航查過程中，是否曾發現德安航空組員存在標準程序的遵循問題，受訪者表示受限於記憶，不能確定是否曾針對這樣的問題開過缺點，但在航查過程中應該是沒有看到過這樣的狀況。

而對於德安航空航務主管於訪談中所述，組員在有人監督的狀態下，都能遵循標準作業程序，但在沒有人監督狀況下就不依標準程序執行操作的狀況，受訪者表示並不知道這狀況的存在。受訪者表示，前述不依標準程序執行操作的問題，若能有一個監督的機制，也許組員就不會如此。在有監督機制的狀況下，飛航組員會慢慢地養成遵照標準程序操作的習慣。受訪者並表示若掌握這樣的狀況，其作法可能就會要求隨機航查，即便德安航空必須犧牲其業務執行的載重。

就如何解決 BK 機隊駕駛員不遵循標準作業程序狀況，受訪者表示，過去德安航空的 DHC6 機隊也有類似的問題，但在採行監測飛航資料紀錄器的飛航資料後，狀況改善很多。但 BK117 機型並無飛航資料紀錄器，無法採用此方法，因此可以考慮在駕駛艙中裝設攝影機。不過這牽涉到個人隱私保護，在沒有法律依據的狀況下，監理單位是沒有立場要求業者採取此方案，唯有德安航空主動願意執行方可實現。亦或可聽取座艙語音紀錄器的資料，但也是會有個人隱私保護的議題。一般來說，解讀座艙語音紀錄器內容是有飛安事件發生才可執行，所以要採取這樣的方式，同樣需要有法律依據。

受訪者表示另一個方式則是依靠訓練，慢慢提升要求的方式改變未能達到標準的行為。德安航空 DHC6 機隊的標準作業程序遵循以及標準呼叫落實得較為完整，受訪者曾提出讓 BK 機隊駕駛員到 DHC6 機隊觀摩的建議，受訪者認為應可提升 BK 機隊駕駛員執行標準作業程序的紀律，但受訪當時不確定德安航空是否有採納。

另德安航空 BK117 機隊中，2 架飛機右座的腳踩釋放機構構型有所差異，是否會造成操作上的問題或是誤踩，德安航空表示，飛行的過程中，駕駛員的腳不會離開腳踏板，所以不會誤踩釋放機構。對於此說法，受訪者以其過去的飛航操作經驗，亦表示認同。

1.18.1.9 主任適航檢查員

受訪者目前擔任適航檢查員，負責監理包含德安航空等多家航空相關

機構。

受訪者表示，此次運補任務之行前簡報，並非業務許可與否的審核，在營運規範中已經核准的項目是可以直接進行，並不需要經過審核。而這樣的行前簡報會議，也不是法規要求及檢查員的職掌範圍。該行前簡報是主任航務檢查員要求，目的是希望理解德安航空對於該項業務的瞭解與準備狀況。而在該次行前簡報中，主任航務檢查員有對機外吊掛作業使用扁形吊帶的適切性，提出詢問。德安航空經查證表示，由營造廠商所提供的各項吊掛裝備吊索、卸扣等，都符合相應的工業規範。

受訪者表示，適航檢查員也可以執行航路查核。過往曾執行過的，只有德安定翼機型的隨機查核。

至於業者作業申請在民航局的處理流程，受訪者表示，民航局接到業者申請，就會會辦各組室，例如先到空運組，再到適航相關組室。在適航這部分會視狀況，表示無意見或加註意見。如德安航空本次的機外吊掛作業，申請書上的內容主要是航路計畫，什麼時間去執行什麼作業。以適航的角度，航機以及相關的適航裝備，以及維護計畫若是沒有問題，就不會加註意見。而吊掛的裝備要符合什麼規範，並沒有法規要求，是在飛航通告中有提到，但這並非是強制性的。一般來說，適航檢查員很少會到作業場地執行查核，但若時間狀況允許，有時也會進行現地查核。查核目的主要是查看業者在當地的作業情形，重點會在維修及安全，例如執行工作的人員是否遵循手冊規範，是否依據工單執行等，及外場的作業安全。

而德安航空於事故前一日所進行的訓練飛行中，駕駛員曾反映扁形吊帶會產生震動一事，受訪者表示民航局並沒有收到相關資訊。而對於BK型機的機齡較高，是否需要更新，受訪者表示這是航空公司的決定。只要符合規範，機齡並沒有什麼問題。民航局對於高齡機的規範，只有要求定翼機需做高齡機檢查，就受訪者瞭解，即使旋翼機並不需要做高齡機檢查，但德安航空有做。

事件發生後，受訪者檢查德安航空相關的紀錄，在維修適航這一部分，

並沒有問題，因此沒有提出建議。

1.18.2 吊掛操作相關限制、要求及程序

依民航局核准之德安航空普通航空業營運規範，德安航空許可執行之吊掛作業為 A、B 級掛載。檢視我國航空相關法規，與本次事故直昇機所進行之吊掛操作的有關規定，為飛航作業管理規則附件 20 之 2 直昇機機外掛載作業。其中對於進行機外吊掛作業之直昇機及人員要求，作業核准，天氣標準等均有所規範。而德安航空與吊掛作業相關的限制、程序與訓練要求，見於 KAWASAKI BK117 B-2 Flight Manual¹⁵、BK117 航務手冊、BK117 飛機操作手冊¹⁶、BK117 飛航組員訓練手冊¹⁷以及直昇機機外掛載作業手冊¹⁸。以下分別檢視與節錄各手冊有關章節。

1.18.2.1 KAWASAKI BK117 B-2 Flight Manual

為原廠川崎重工所編撰，敘述關於 BK117 B-2 型機限制、性能、以及各系統敘述的手冊。本手冊的組成，第 1 至 5 節為經過日本民航主管機關許可的內容，包含航機及操作限制，緊急及不正常程序，正常程序，及性能資訊，第 6 至 9 節為製造商提供的資訊，包含載重平衡，系統說明，操作、運作及維護，操作訊息等。第 10 節則為選配裝備的相關資訊 (Flight Manual Supplement)，敘述直昇機配備該裝備後的相關資訊，包含操作限制及相關程序等。每一個選配裝備的章節架構，與上述直昇機一般性的章節相同，亦即第 1 至 5 節為航機及操作限制，緊急及不正常程序，正常程序，及性能資訊，第 6 至 9 節為製造商提供的包含載重平衡，系統說明，操作、運作及維護，操作訊息等。以本次事故直昇機為執行運補任務而裝備的貨物吊鉤，即屬於選配的裝備，而與貨物吊鉤相關的資訊與程序，列在 10-14 Cargo Hook 部分。

¹⁵ 手冊修訂日期為 2021/01/28。

¹⁶ 版期為 2023/09/30 REV15-TR01。

¹⁷ 版期為 2023/12/07 REV27-TR01。

¹⁸ 版期為 2023/10/18 REV5-TR05-01。

僅摘錄與貨物吊鉤相關操作程序之原文如下：

KAWASAKI BK117 B-2
FLIGHT MANUAL

JCAB approved
September 21 1998

SUPPLEMENT 10-14
CARGO HOOK

3.3 Engine failure

NOTE : If one engine fails, the external load may have to be dumped depending on circumstances. The pilot must decide whether the external load should be dumped or not with due consideration for the helicopter gross weight and terrain condition.

SECTION 4 NORMAL PROCEDURES

4.1 Preflight check

Those items marked with an asterisk* should be checked before each flight.

CAUTION

BE SURE TO CHECK THAT HOOK IS STOWED IN STOWAGE POSITION BEFORE TAKEOFF.

4.1.1 Exterior check

* Hook - Damage, free of dirt

NOTE : Hook opening should face forward.

* Protector cover (hook) - Damage, condition

* Manual release button (on hook) - Proper operation

* Cargo hook cables - Wear, damage

NOTE : • Longer cable pair should be installed forward.

- When fittings used for both cargo hook and fire fighting tank, are installed, each pair of cargo hook cable should be connected to oblique fitting lugs (approx. 45° rearward at forward cross tubes; approx. 30° forward at aft cross tubes), respectively

FMS 14-10

SUPPLEMENT 10-14
CARGO HOOK

4.1.1. Exterior check (Continued)

- * Quick release pin — Condition, installed direction, damage
- * Electrical release cable (external) — Damage, connected, secured, and function
- * Manual release cable (external) — Damage, connected, secured, and function
- * Underside of fuselage — Damage
- * Stowage bracket and rubber plate — Damage, condition
- * Attachment fittings — Damage, condition
- * Hook — Stowed properly

4.1.2. Interior check

NOTE : ● To conduct the following check, remove the hook from the stowed position and have ground crew assist the pilot.

- When the hook is removed from the stowed position and no load of more than 5 kg acts upon the hook, **HOOK** caution light will illuminate.

- * Manual release lever (cockpit) — Push
(Check that hook is opened.)

CAUTION RETURN MANUAL RELEASE LEVER TO "CLOSE" POSITION COMPLETELY, WHEN HOOK IS CLOSED.

- * Manual release lever (cockpit) — Pull (Close hook)
(Check that there is no binding of hook mechanism.)
- * CARGO HOOK circuit breaker — IN
- * CARGO HOOK arming switch — ARM
- * CARGO HOOK REL switch — Press
(Check that hook is opened.)

(Continued to next page)

KAWASAKI BK117 B-2
FLIGHT MANUAL

JCAB approved
September 13 2013

SUPPLEMENT 10-14
CARGO HOOK

4.1.2 Interior check (Continued)

- * CARGO HOOK arming switch — OFF
- * CARGO HOOK REL switch — Press
(Check that hook is not opened.)

NOTE : ● For opening the cargo hook, a spring-force of approximately 5 kg must be overcome. This spring-force acts permanently and closes and locks the cargo hook automatically after opening.

- **HOOK** caution light is extinguished when the load (above 5 kg) acts upon the hook or the hook is opened. **HOOK** caution light illuminates when the hook is closed and the load is removed.
- As long as CARGO HOOK REL switch is depressed, the electrical release system stays energized.

- * Hook — Stow

NOTE : Check that no articles other than hook is inserted in the stowed position.

- * **HOOK** caution light — Extinguishes

4.2 In-flight operation

The pilot can release an external cargo by the CARGO HOOK REL switch. If the cargo hook is in stowed position, it can be released from the stowed position and trailed by this switch. At this time **HOOK** caution light illuminates.

CAUTION AVOID STRIKING HOOK STRONGLY AGAINST THE GROUND OR DRAGGING IT.

FMS 14 -12

SUPPLEMENT 10-14
CARGO HOOK

4.2.1 Latching the hook

NOTE : Ground crew must discharge helicopter static electricity before attaching cargo by touching the hook or airframe with a ground wire. Make this note known to ground crew before operation.

- (1) CARGO HOOK arming switch — ARM
- (2) Hovering — Establish sufficient hovering altitude for ground crew operation
- (3) CARGO HOOK REL switch — Press (Let hook trail)
(When hook is in stowed position)
- (4) **HOOK** caution light — Illuminates
- (5) Attach cargo sling to cargo hook

NOTE : Cargo sling must be attached to the cargo hook by overriding the safety-catch.

- (6) **HOOK** caution light — Extinguishes

NOTE : **HOOK** caution light extinguishes when the load (above 5 kg) acts on the hook.

- (7) Ascend vertically and slowly (lift cargo from surface)
- (8) Hovering — Check for satisfactory controllability and adequate directional control
- (9) Enter into slow speed forward flight and determine that no condition is uncontrollable or hazardous
- (10) CARGO HOOK arming switch — OFF

4.2.2 Releasing the load

The ground crew can unlock the cargo hook mechanically by using the manual release button on the hook.

NOTE : Ground crew must discharge helicopter static electricity before touching the cargo or the hook by touching the hook or airframe with a ground wire. Make this note known to ground crew before operation.

(Continued to next page)

SUPPLEMENT 10-14
CARGO HOOK

4.2.2 Releasing the load (Continued)

- (1) Execute approach so as to arrive at cargo release point
- (2) CARGO HOOK arming switch — ARM
- (3) Hover at an altitude so that cargo is approximately 1 to 1.5 m above surface
- (4) Descend vertically until cargo touches surfaces
- (5) CARGO HOOK REL switch — Press
- (6) **HOOK** caution light — Illuminates

WARNING ILLUMINATION OF **HOOK** CAUTION LIGHT IS NOT ALWAYS A SAFETY INDICATION THAT THE CARGO SLING IS DETACHED FROM THE HOOK. TO ASSURE CARGO RELEASE, PROCEED WITH THE FOLLOWING STEPS.

If cargo hook mirror not installed :

- (7) Cargo and sling — Ascend vertically and slowly up to a sufficient altitude
Check cargo and sling released from the hook by monitoring the torque or visual check of cargo and sling

If cargo hook mirror installed :

- (7) Cargo and sling — Check cargo and sling released from the hook by cargo hook mirror

If cargo and sling are not released from the hook, and **HOOK** caution light extinguishes :

NOTE : Cargo and sling may not be released from the hook in such a case that the sling is loosened and sufficient tension is not applied to the hook because of inappropriate descent after the cargo touched surfaces.

- (8) Repeat steps (3) through (7) again.

In order to apply tension to the sling and release the cargo and sling, ascend vertically and slowly up to the same altitude as the cargo touched surfaces, keeping CARGO HOOK REL switch depressed in step (5). Then release the hand from CARGO HOOK REL switch.

- (9) CARGO HOOK arming switch — OFF

If cargo and sling are released from the hook, and **HOOK** caution light remains illuminated :

- (8) CARGO HOOK arming switch — OFF

SUPPLEMENT 10-14
CARGO HOOK

4.3 Stowing cargo hook

A stowage bracket and a rubber plate are installed on the LH side of the fuselage, between the cross tubes.

The cargo hook shall be inserted to this stowage bracket when it is not used in order to prevent the cargo hook from swinging and damaging the fuselage during flight.

CAUTION DO NOT APPLY ANY LOAD TO THIS STOWAGE BRACKET. USE ONLY FOR STOWING THE CARGO HOOK.

NOTE : **HOOK** caution light is extinguished when the cargo hook is in stowed position, and illuminates when the cargo hook trails and is unloaded.

SECTION 5 PERFORMANCE

- No change in the basic Flight Manual data when hook is in stowed position.
- Climb and hover performances are slightly reduced when carrying an external load, depending on size and shape of the load.

手冊 2.3.3 節中亦指出卸扣應有適當之尺寸，並於警語中描述若使用非適當尺寸之卸扣，有可能發生滾脫（Roll Out）或轉脫（Turn Out）而造成卸扣卡住或非預期釋放之情況。相關內容原文如下：

KAWASAKI BK117 B-2
FLIGHT MANUAL
SUPPLEMENT 10-14
CARGO HOOK

JCAB approved
September 13 2013

2.5.5 Suitable size of the ring (primary) and the shackle

WARNING IT MAY OCCUR THAT THE RING (PRIMARY) OR THE SHACKLE IS JAMMED OR RELEASED UNEXPECTEDLY, DUE TO ROLL OUT OR TURN OUT OF RING (PRIMARY) AND SHACKLES IN CASE THAT THE SIZE OF RINGS (PRIMARY) OR SHACKLES ARE NOT SUITABLE SIZE (REFER TO PARAGRAPH 8-1).

The operator is responsible for selecting an appropriate ring (primary) or shackle shown in Fig. 2-2.

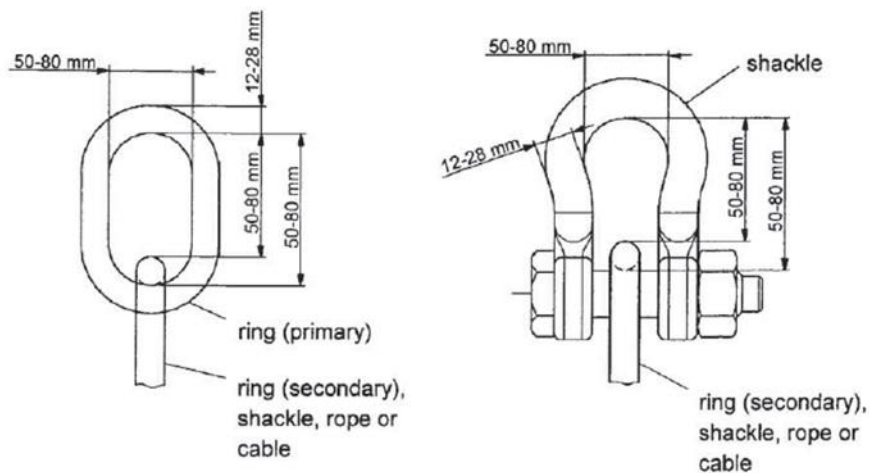


Fig. 2-2 Suitable size of the ring (primary) and the shackle

SECTION 8 HANDLING, SERVICE AND MAINTENANCE

8.1 Handling

Such phenomena as a ring (primary) or shackle (hereafter called ring (primary)) roll out or turn out from the cargo hook, and a ring (primary) jamming on the cargo hook are shown in the following paragraphs.

8.1.1 Ring (primary) roll out

There is a possibility that ring (primary) rolls out from the hook in case that ring size is bigger than suitable size (refer to Fig. 8-1).

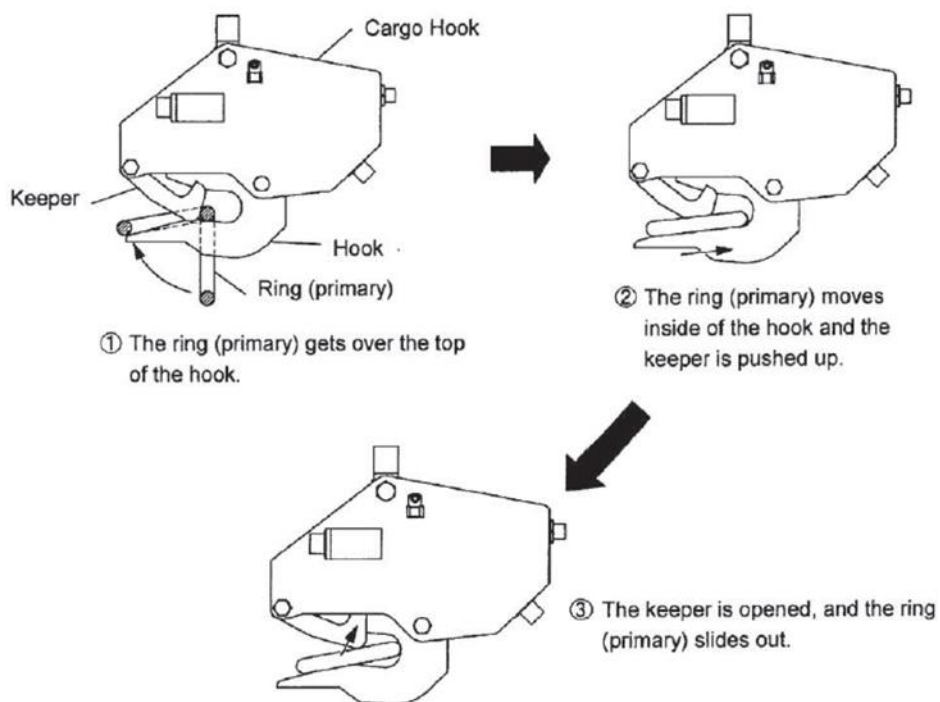


Fig. 8-1 Ring (primary) roll out

SUPPLEMENT 10-14
CARGO HOOK

8.1.2 Ring (primary) turn out

There is a possibility that ring (primary) turns out from the hook in case that ring size is not suitable size (refer to Fig. 8-2).

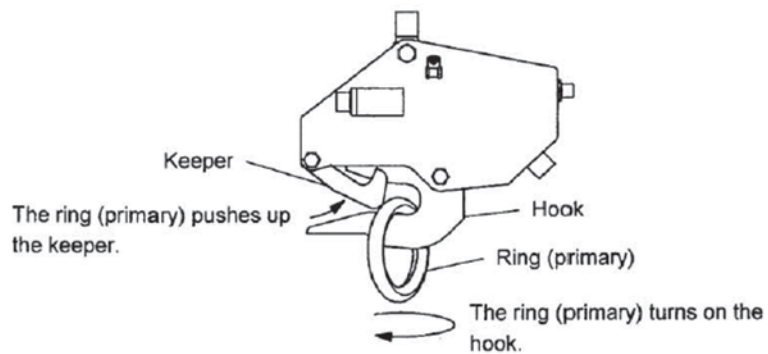
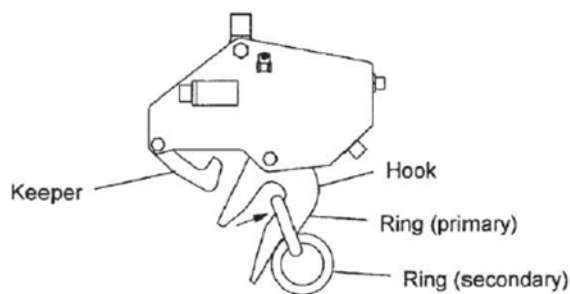


Fig. 8-2 Ring (primary) turn out

8.1.3 The ring (primary) jamming

There is a possibility that ring (primary) jams on the hook in case that ring size is smaller than suitable size (refer to Fig. 8-3).



The ring (primary) jams on the hook and the ring (primary) cannot be released.

Fig. 8-3 Ring (primary) jamming

1.18.2.2 BK117 航務手冊

德安航空 BK117 航務手冊中，與機外吊掛作業有關的規定為 9.9 BK117 型機重量/重心限制章節，及 11.16 空中貨物吊掛作業程序及注意事項章節。其中重量/重心限制之 9.9.7.2 節，BK117 型機可實施機腹吊掛，最大限制為 1,200 公斤。而在空中貨物吊掛作業程序中，除有與吊掛相關之規定外，11.16.7 並敘明相關作業程序，依公司直昇機機外掛載作業手冊規定辦理。

1.18.2.3 BK117 飛機操作手冊

德安航空之 BK117 飛機操作手冊，依照其 1.1 前言所述，係為飛航操作下能達到一定標準所制定，為 BK117 機型各種飛航要求遵循之依據，手冊中均為飛行所應注意的要點與應遵守的程序。該手冊經檢視與本次事故飛行吊掛作業相關的程序，記載於第四章 BK117 直昇機特殊飛行任務操作與程序一節。其中包含 4.1.3 載重起飛操作（機外載荷）；4.3.3 機腹吊掛操作；4.4 高高度操作。摘錄原文如下：

4.1.3 載重起飛操作（機外載荷）

4.1.3.1 完成起飛前檢查，垂直起飛至載荷物體離開地面，馬力檢查在載荷物體離開地面 3 至 5 呎滯空時不超過查表所得之最大可用之起飛扭力值，起飛前清除左右及頭頂上方障礙。

4.1.3.2 滯空於外載物體上空，當外載物綁妥於飛機掛鈎上，增加集體變距，同時保持轉數，直到載荷離開地面。

4.3.3 機腹吊掛操作：

4.3.3.1 目標區上空 300 呎通過一次（視察地障地物、風向風速、決定進出航線與迫降航線），滯空高度 50 呎緩慢移向目標物（目視地面指揮人員手勢並與地面人員構成聯絡），到達目標區上空，機械員將鋼繩由貨物鈎口放下。

4.3.3.2 地面人員將貨物吊妥後以手勢與飛行員構成聯絡告知可以起飛，此時正駕駛緩慢增加馬力，待貨物離地後建立正常起飛與爬

升，操縱飛機應柔和並手腳協調，轉彎坡度不得大於標準轉彎率，如高度越高或貨物愈重坡度愈小。

4.3.3.3 副駕駛及機械員注意飛機狀況、機外顧慮及吊掛物情況。

4.3.3.4 到達載荷物投放上空時逐漸減速至保持滯空，地面人員以手勢指揮緩慢將貨物觸放地面，正駕駛按下釋放扭，鋼繩脫離掛鉤，或視實際需要低速通過目標區，將所負載荷予以空投降落。

4.3.3.5 於任何飛航狀況時欲釋放吊掛物如正常電動釋放失效，可以人工腳踏釋放（緊急釋放）。因採用人工腳踏釋放時，右座駕駛員（PF）右腳離開操縱系之後可能影響飛機操控有危飛安餘慮，得採用以下程序：

4.3.3.5.1 右座駕駛員（PF）口述「YOU HAVE CONTROL」，左座駕駛員（PM）聽聞立刻接手操縱系操作飛機後隨即覆誦「I HAVE CONTROL」，右座駕駛員（PF）確認交接後立即執行人工腳踏釋放機外掛載，完成後右座駕駛員（PF）口述「I HAVE CONTROL」，左座駕駛員（PM）確認交接後隨即覆誦「 YOU HAVE CONTROL」後右座駕駛員（PF）取回飛機操控權以執行後續程序。

1.18.2.4 BK117 飛航組員訓練手冊

BK117 訓練手冊中所記載，為航務有關各項訓練之訓練規定、內容、時數與標準。其中第十章為直昇機長/短吊索吊掛訓練，內容除學科、術科訓練及考驗內容及配當外，並於 10.4.3 一節記載機腹吊掛操作程序。摘錄原文如下：

飛行前：		備考
1	目視檢查飛機貨物吊鉤已否裝妥	
2	電瓶開關-ON 位置	
3	貨物釋放開關-ARM 位置	
4	目視檢查貨物釋放警告燈-燈亮	
5	檢查電氣及人工釋放開關作用是否正常 (PF.PM.)	
6	電氣及貨物釋放開關-OFF 位置。注意：貨物鉤接前應先打開 VHF 無線電對講機	

貨物鈎接程序：		備考
1	目視地面信號手與鈎接手已否就位	
2	貨物釋放開關-ARM 位置	
3	檢查貨物釋放警告燈-燈亮	
4	無線電發射選擇開關-1 位置	
5	按壓 VHF 發射機發話開關發散靜電	
6	依信號手指揮滯空飛行至貨物上空	
7	注意信號手完成貨物鈎接之信號	
起飛前檢查程序：		備考
1	依信號手指揮修正飛機於貨物之正上方	
2	依信號手指揮徐徐將貨物吊離地面 10 呎滯空高度（吊掛物穩定於計劃落地場內，PM 協助位置報告）	
3	面向起飛方向執行雙向 180° 左右轉，確認方向控制能力、檢查 NR 轉數 100RPM 及 TQ 指示未超過限度	
4	貨物釋放開關-OFF 位置	
5	按壓貨物釋放開關（PF.PM.）檢查貨物未丟落	
6	貨物釋放開關-ARM 位置，再置 OFF 位置後，再置於 ARM 位置，檢查貨物未丟落	
7	檢查完畢副駕駛給予信號準備起飛之手勢信號	
起飛及落地航線操作程序：		備考
1	目視信號手已否發出准許起飛之信號	
2	呼叫起飛	
3	起飛前檢查	
4	滯空起飛（確認吊掛物已超越障礙）	
5	第一邊保持 70 浬/小時，500F/M 上升率	
6	高度 300 呎（短索）/500 呎（長索）AGL 時將貨物釋放開關置於 OFF 位置（並複誦出貨物釋放開關-OFF）	
7	高度 300 呎（短索）/500 呎（長索）AGL，小坡度轉二邊	
8	三邊到達航線高度 500 呎（短索）/700 呎（長索）以上改平飛保持空速 70-80 浬，並完成落地前檢查	
9	轉四邊建立下滑空速 70 浬/小時 500F/M 下降率	
10	四邊 300 呎（短索）/500 呎（長索）AGL 改平飛空速 70 浬/小時，進入五邊時保持注意吊掛貨物與地障之隔離及避免飛越人口稠密區	
11	五邊對正著陸點在下降至 100 呎（短索）/350 呎（長索）AGL 以下之前，執行馬力檢查以及轉彎進入最後段	

	航線之後，保持滯空確認PF未將手指按壓於釋（投）放按鈕上後，將貨物釋放開關置於ARM位置。（註：執行磁測設備吊掛無需進行吊掛貨物釋放，貨物釋放開關保持OFF位置，PM則保持隨時將貨物釋放開關ARM之警戒）	
12	使用正常-大角度進場（視場地狀況）	
13	貨物離地三呎滯空於預定之投落點（吊掛物穩定於計劃落地場內，PM協助位置報告）	
貨物釋放程序：		
1	依信號手之信號徐徐放下貨物至接觸地面為止	
2	依信號手之信號按下迴旋桿上之電氣釋放開關（如不能釋放改用人工釋放，飛機操縱應先交副駕駛）	
3	依信號手之信號了解貨物已釋放後，並依信號手之指揮起飛或滯空飛行至著陸位置著陸	
4	貨物釋放開關-OFF位置	

1.18.2.5 直昇機機外掛載作業手冊

德安航空之直昇機機外掛載作業手冊，係經民航局核准，記載關於德安航空之直昇機飛航組員及地面作業人員，執行直昇機機外掛載作業時應遵循的各項規定。該手冊共分7個章節，7個附件，1個附錄，以下摘錄與本次事件作業有關程序之原文：

一、 與操作相關之規定及各項要求：

謹慎操作以避免對地面人員及財產造成危害。風險評估及檢查之內容包含：

- 2.8.1.1.1 確認直昇機機外掛載組合之重量與重心位置於限制範圍內，及外部掛載已安全繫牢且不影響其緊急釋放之功能。
- 2.8.1.1.2 執行一次起飛並確認操控是否適當。
- 2.8.1.1.3 無地面效應(HOGE)滯空時，確認有足夠之方向控制。
- 2.8.1.1.4 向前做一次加速飛行，以確認直昇機及外部掛載組合未出現無法控制或危險之情形。
- 2.8.1.1.5 向前飛行時，檢查外部掛載組合是否有危險或不安全之擺動。如駕駛員無法目視外部掛載組合時，其他組員或地面人員得進行此項檢查並通知駕駛員。
- 2.8.1.1.6 增加向前飛行空速，確認在作業空速上不會出現危險擺動或危險之空氣動力干擾現象。

2.8.3.10起飛時貨物掛鉤應收在機身左邊的掛架上。

2.8.3.11已經過驗證可在外部貨物吊掛載荷下的傾斜角可達 45°的飛行。

2.8.3.12掛載物品與貨物吊掛的距離應盡可能縮短。

二、 機外掛載操作程序相關：

掛載操作/通信程序

3.4.4.2 掛載操作/通信程序：

項目	PM	PF
1. CARGO HOOK 開關測試	1. CALL OUT 2. ARM	確認
2. 滯空	1. CHECK 2. CLEAR	依地面組員指示 高度滯空
3. CARGO HOOK 釋放鈕 (掛鈎掛在存放托架)	CHECK	壓下，掛鈎釋放
4. HOOK 警告燈	CHECK 明亮	確認明亮
5. 貨物吊環套入掛鈎	CHECK	確認
NOTE：貨物吊索(CARGO SLING)必須掛入安全扣內確實連接到貨物掛鈎(CARGO HOOK)。		
6. HOOK 警告燈	CHECK 熄滅	確認熄滅
NOTE：當掛鈎上有重於 5kg 的吊掛物時，HOOK 警告燈將熄滅		
7. 柔和地垂直上升讓貨物離地	1. CHECK 2. 監視並報出最大扭力值與磅表顯示重量	保持直昇機穩定
8. 滯空	CHECK	檢查直昇機操控狀況是否滿意
9. 柔和向前加速，並保持直昇機沒有失控和危險的狀態	CHECK	監視直昇機及貨物情況，保持直昇機操控
10. 離地 300 呎 CARGO HOOK 開關	1.報出高度 300 呎 2.OFF	1.確認 2.確認

11. 巡航階段	一般吊掛	儀表檢查、空域視察、無線電通訊、吊掛物檢查	直昇機操控、空域視察
	磁測吊掛	儀表檢查、空域視察、無線電通訊、吊掛物狀況檢查	直昇機操控(依磁測定位儀指示循跡)
12. 保持空速在限制範圍內，飛行至釋放點		CHECK	空速不超過 100KT
13. 離地 100 呎 CARGO HOOK 開關		1. CALL OUT 2. ARM	確認
14. 滯空		1. CHECK 2. CLEAR	保持貨物離地面 3 呎
15. 垂直下降，直到貨物接觸地面		監視貨物下降情況及週邊障礙物	操控直昇機
16. CARGO HOOK 釋放鈕		監視地面人員	確認地面人員無安全顧慮壓下
17. HOOK 警告燈		CHECK 明亮	確認明亮
WARNING: HOOK 警告燈亮並不代表是吊繩脫離掛鈎的安全指示。 (如果 HOOK 警告燈不亮，表示貨物仍未釋放，需重新進行釋放)			
18. 確認貨物釋放，並完全與掛鈎分離。		目視貨物釋放	用目視確認貨物釋放，始垂直上升至足夠高度
19. 柔和地垂直上升至足夠高度時，壓一下 CARGO HOOK 釋放鈕。		1. CALL OUT 2. 確認 HOOK 警告燈沒有熄滅	確認 HOOK 警告燈沒有熄滅
若是 HOOK 警告燈熄滅，表示貨物未釋放，則再執行第 12 至 17 項次。			
若是 HOOK 警告燈繼續明亮，將 CARGO HOOK 釋放鈕放置 OFF 位置。			
20. 高度 300 呎 CARGO HOOK 開關。		1. CALL OUT 2. OFF	確認
21. 保持空速在限制範圍內，飛行至起吊點		Check	空掛鈎空速不超過 70kt

(如由地面人員解鈎，則免 18、19 項動作)

CAUTION: 不可掛載任何物品於掛鈎的存放托架上，此托架只可放置掛鈎。

NOTE: 當掛鈎在存放托架上 HOOK 警告燈將熄滅，若無吊掛物時拖曳掛鈎 HOOK 警告燈將明亮。

機外掛載確保程序

3.6 機外掛載確保程序：

- 3.6.1 在實施機外掛載，所有作業人員任務作業前工作，應該包括下列各項：
 - 3.6.1.1 先實施任務提示，以明確各人員任務內容以及安全規定。
 - 3.6.1.2 機務人員以目視方式檢查，掛鉤已安裝就緒，並已安全地拴繫。
 - 3.6.1.3 駕駛員開啟主電源，檢查電氣釋(投)放及人工釋(投)放開關動作是否正常(正、副駕駛開關均應檢查)。為求完成此項檢查，機務人員於掛鉤上施加壓力，駕駛員在座艙中進行釋放功能檢查。
 - 3.6.1.4 由機務人員檢查吊索(如鏈條、鋼索等)堪用程度，有無生鏽腐蝕及裂痕等，若有則須立即更新，並檢查吊掛物網綁是否牢靠。
 - 3.6.1.5 當地面指揮手向駕駛員發出手勢時，須站立在直昇機駕駛員的前方同側，且確認於駕駛員的視線內。
- 3.6.2 如果發生發動機故障或喪失動力現象時，地面作業人員，即應執行下列之工作：
 - 3.6.2.1 指揮手：立即轉離直昇機方向，並以臉朝下，俯臥地面上，再用雙臂掩護頭部，以防直昇機墜毀時，飛散物體所導致之頭部傷害。
 - 3.6.2.2 鈎接手：應立即躲開，並在可能範圍內盡量朝直昇機前方的方向避開，同時按照與指揮手相同之程序，以保護個人安全免受傷害，以避免"你向右走，我就向左走"的方向困惑。

B 級機外掛載操作注意事項

3.9.9 B 級機外掛載操作注意事項：

3.9.9.1 吊掛物鈎(接)操作：

- 3.9.9.1.1 拆除駕駛艙機門、客艙座椅等相關裝備。
- 3.9.9.1.2 駕駛員確認所有作業人員已就位，並已準備妥當，以待鈎/接。
- 3.9.9.1.3 當直昇機到達於鈎/接地區時，滯空 5 呎(視需求執行靜電釋放程序)，實施將吊掛物釋放或鈎接作業。
- 3.9.9.1.4 指揮手配置於吊掛物之正或左、右前方約二十公尺，面向直昇機，並保持在駕駛員可目視範圍以內，如因場地限制或其他因素(例如：吊索較長時)，駕駛員無法目視地面指揮手時，應輔以地對空無線電指揮駕駛員執行吊掛作業。
- 3.9.9.1.5 鈎接手配置於吊掛物之側方(參考 3.9.10.11 地面機外掛載作業人員編組示意圖)，並面向直昇機，當鈎、接吊掛物完成後向指揮手比完成手勢，即迅速向直昇機同側方脫離。
- 3.9.9.1.6 在吊掛物上方滯空飛行之前，駕駛員應以目視方式，確認吊索已連接吊掛物，且直昇機上電器釋放開關已開啟(ARM)。
- 3.9.9.1.7 當直昇機向吊掛物移動，及在吊掛物上方做滯空飛行，準備鈎、接時，操控駕駛員(PF)，應遵照其指揮手指揮而行動，隨時微量

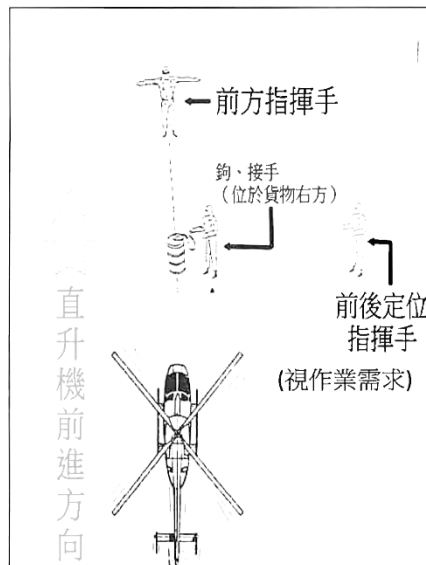
修正，以保持吊掛物相關高度，並使處於定中(無晃動)。監控駕駛員(PM)須不斷目視檢查直昇機系統及外在障礙物等變化，以提供相關資訊給 PF 做飛航決策。

- 3.9.9.1.8 飛經吊掛物之上方時，直昇機上之駕駛員與地面鈎(接)組員，均必須經常保持戒備，防範可能之發動機故障。發動機失效時，駕駛員處置動作如下：
- 3.9.9.1.9 如果在鈎、接之前，發生發動機故障或喪失動力現象時則即向吊掛物之側方(依現場任務提示規定)，執行單發動機飛行。在進入單發動機飛行以後，須保持足夠高度，以期離開吊掛物。一經離開吊掛物後，遂即執行單發動機滯空落地。
- 3.9.9.1.10 在鈎、接吊掛物以後，萬一發生發動機故障或喪失動力現象時，立即嘗試每一種手段，以釋(投)放吊掛物，並向吊掛物之側方(依現場任務提示規定)，執行單發動機落地。若時間容許，則電氣釋(投)放及人工釋(投)放兩者，均應予以嘗試。如果其吊掛物並未釋(投)放時，則必需繼續保持集體桿操縱，並在可能範圍以內，盡量延長其操縱時間，俾使地面作業人員能離開該一地區。由於渦輪發動機之性質，隨時可能發生動力喪失現象或發動機故障，而對地面作業人員或飛航組員，並無明顯警告徵象。
- 3.9.9.1.11 若因地形使鈎接手無法符合在吊掛物側方，則視當地情形選擇安全脫離空間，防止可能造成的危險。

- 3.9.9.2.4 使用腳舵以保持其方向之操縱，同時柔和地使用集體桿操縱；以小量之迴旋桿修正量，防其發生偏移，並將該項吊掛物起吊離地面上方 3 呎(3FT)之處。
- 3.9.9.2.5 如果直昇機能做滯空飛行，吊升完成後，各項系統指示均在「可用馬力」限度之內，並且已從指揮手收到許可飛行之信號，即可執行正常起飛之動作。
- 3.9.9.2.6 當狀況許可時，機外吊掛物之所有一切飛行，均應妥善計畫，務必使避開人口居住地區、交通要道等地區。
- 3.9.9.2.7 在起飛以後，應實施正常爬升程序。
- 3.9.9.2.8 吊掛物離地超越障礙，緩緩推頭得速上升，轉彎坡度不得大於標準轉彎坡度，手腳應協調柔和，空速需保持 100 浬以內。
- 3.9.9.2.9 高度 300 呎 AGL 時將吊掛物釋放開關置於 OFF 位置(並複誦出貨物釋放開關 OFF)。
- 3.9.9.2.10 第一邊保持 70 浬/時速度飛行，500F/M 上升率。
- 3.9.9.2.11 如果產生吊掛物擺盪現象時，則減低空速，以減輕或消除其擺盪現象，務需留意，切勿因過量控制，或因「追逐吊掛物」反而使其狀況反而使其狀況更加惡化。
- 3.9.9.2.12 柔和地操控直昇機，可預防、杜絕因吊掛物擺盪過大或不可操控直昇機時須拋擲吊掛物之可能性。
- 3.9.9.3 拋擲吊掛物：
 - 3.9.9.3.1 吊掛物擺盪嚴重，以致引起無法操控飛行姿態，或有損壞直昇機結構時，則須在空中拋擲吊掛物。
 - 3.9.9.3.2 檢查直昇機下方有無人員、車輛或建築等，以防傷害人員或損壞財產。
 - 3.9.9.3.3 拋棄掛載物，並在地圖或 GPS 上繪出拋棄位置，將拋擲貨品情形轉告公司，以利提供後續處理工作。
- 3.9.9.4 釋(投)放操作：
 - 3.9.9.4.1 對於航線及進場方式必先計畫，使能容許作各項小角度之轉彎與轉向，最後五邊進場對正著陸點在下降至 100 呎 AGL 以下之前，執行馬力檢查以及轉彎進入最後段航線之後，保持滯空確認 PF

機外掛載作業人員編組示意圖及BK117 B2 機種操作正常程序

3.9.9.4.14 機外掛載作業人員編組示意圖：



3.9.9.5 BK-117 B2 機種操作正常程序：

3.9.9.5.1 飛行前檢查：

標有星號*的項目，於每次飛行前應執行檢查。

注意：務必在起飛前檢查掛鉤是否收存在存放位置。

3.9.9.5.2 外部檢查：

掛鉤 -是否損壞，無污垢

注意：掛鉤開口應朝前。

保護罩(掛鉤) -是否損壞、狀況正常

手動釋放按鈕(掛鉤) -可正確操作

掛鉤電纜 -是否磨損、損壞

注意：較長的電纜對應向前安裝。

當安裝用於掛鉤的配件時，每對掛鉤電纜應分別連接到傾斜的安裝凸耳(前橫管向後約 45°；後橫管向前約 30°)

快速釋放插銷	-狀況正常、安裝方向、是否損壞
電動釋放電纜(外部)	-是否損壞、連接、固定和功能正常
手動釋放電纜(外部)	-是否損壞、連接、固定和功能正常
機身下方	-是否損壞
裝載托架和橡膠板	-是否損壞，狀況正常
附件	-是否損壞，狀況正常
掛鈎	-正確存放

3.9.9.5.3 內部檢查：

注意：要進行以下檢查，請將掛鈎從存放位置拆下，並讓地勤人員協助飛航駕駛員。

當掛鈎從收起位置取下並且沒有超過 5 公斤的負載在掛鈎上時，掛鈎警告燈將亮起。

手動釋放桿(駕駛艙) -推動
(檢查掛鈎是否打開)

注意：當掛鈎關閉時，將手動釋放桿完全返回到”關閉”位置。

手動釋放桿 -拉動(關閉掛鈎)(檢查掛鈎機構沒有綁)

CARGO HOOK 斷電器 -推入

CARGO HOOK arming switch -ARM

CARGO HOOK REL switch -按壓(檢查掛鈎是否打開)

CARGO HOOK arming switch -OFF

CARGO HOOK REL switch -按下(檢查掛鈎是否未打開)

打開掛鈎的彈簧力必須大於 5kg，並在打開後自動關閉和鎖定掛鈎。

當機外掛載(超過 5 公斤)作用在掛鈎上或掛鈎打開時，**HOOK**注意燈熄滅，當掛鈎閉合並卸下機外掛載時，**HOOK**注意燈亮起。只要按下 CARGO HOOK REL 開關，電動釋放系統就會保持通電。

掛鈎 -收起

注意：檢查收起位置是否插入除掛鈎以外的任何物品。

HOOK -熄滅

3.9.9.5.4 飛行中操作：

駕駛員可以通過 CARGO HOOK REL 開關釋放外部貨物。如果掛鈎處於收存位置，則可以按下釋放電門將掛鈎從存放位置釋放。此時 HOOK 注意燈亮。

注意：避免用力撞擊地面或拖動掛鈎。

3.9.9.5.5 鎖上掛鈎：

注意：地勤人員必須在通過接地線接觸掛鈎或機身掛載貨物之前釋放直昇機靜電。在操作前讓地勤人員知曉此注意事項。

CARGO HOOK arming switch -ARM

Hovering -為地勤人員操作建立足夠的滯空高度

CARGO HOOK REL 開關 -按下(讓掛鈎尾隨)

(當掛鈎處於收起位置時)

HOOK -亮起

將貨物吊索連接到貨物掛鈎

注意：貨物吊索必須掛入安全扣連接到貨物掛鈎。

HOOK -熄滅

注意：HOOK 警告燈在機外掛載(5 公斤以上)作用在掛鈎上時熄滅。

垂直緩慢上升(從水面提起貨物)

滯空 -操控和方向控制正常。

向前飛行緩慢加速並檢查其可控性且無危險

CARGO HOOK arming switch -OFF

3.9.9.5.6 掛載釋放：

地勤人員可以通過使用掛鈎上的手動釋放按鈕機械解鎖貨物掛鈎。

注意：地勤人員必須在通過接地線接觸掛鈎或機身來連接貨物之前釋放直昇機靜電。在操作前讓地勤人員知曉此注意事項。

- 1.操作接近到達貨物放置點。
- 2.CARGO HOOK arming switch-ARM。
- 3.滯空在一定高度，使貨物高於地面約 1 至 1.5m。
- 4.垂直下降。
- 5.CARGO HOOK REL 開關-按下。
- 6.HOOK 警告燈 -亮

警告：HOOK 燈亮，並不能確定貨物吊索已從掛鈎上鬆開的安全指示。

為確保貨物已鬆開，請執行以下步驟。

- 7.貨物和吊索-垂直緩慢上升到足夠的高度。通過監控貨物和吊索的扭力或目視檢查從掛鈎上釋放的貨物和吊索。

吊掛相關警示燈

直昇機機外掛載作業手冊



3.9.9.7.1 訊號面板警示燈-----HOOK----- (琥珀色)

掛鈎拖曳且沒有超過 5 公斤的機外掛載作用在掛鈎上。

故障情況	改正措施
無	空速-確保 70 浬/時或以下

注意：HOOK 燈在掛鈎處於收起位置時保持熄滅，在卸載的掛鈎拖曳時亮起。

3.9.9.7.2 電氣釋放系統故障指示：

即使按下 CARGO HOOK RE 開關，**HOOK** 警示燈也不亮(貨物無法釋放)。

故障情況	改正措施
電氣釋放系統故障	手動釋放桿-右腳推動(駕駛員)(駕駛艙)

注意：釋放貨物後，確保手動釋放桿完全返回到"關閉"位置。如果不是，將其回復以用手(或腳)完成"關閉"位置。

3.9.9.7.3 發動機故障：

注意：如果一具發動機發生故障，則可能需要根據情況拋擲機外掛載。駕駛員必須在適當考慮直昇機總重和地形條件的情況下決定是否拋擲機外掛載。

3.9.9.8 卸除駕駛艙門或開啟後艙門之飛航作業：執行吊掛作業時將依據 BK117 FLIGHT MANUAL SUPPLEMENT 11-3 OPERATION WITH DOORS OPEN/REMOVED 規範拆卸 COCKPIT DOORS，使飛航駕駛員能提昇目視吊掛情況及安全性。

機外掛載檢查程序

附件六 機外掛載檢查程序

機外掛載檢查程序：

依據 BK-117 B-2 AFM 有效頁：FMS 10-14，執行前均依項次，逐項檢查。

CAUTION：起飛前務必確實檢查掛鈎放置於存放位置。

吊掛檢查程序表：

外部檢查		
檢 查 項 目	狀 況	備 考
1. 掛鈎	無損壞、活動自如	
NOTE:掛鈎開啟時，正面朝前		
2. 掛鈎外套	無損壞、狀況良好	
3. 掛鈎上的人工釋放鈕	準備狀態	
4. 掛鈎纜線	無損壞、狀況良好	
NOTE： ● 長纜線組裝置在前方。 ● 當裝置兩組掛鈎和滅火水槽時，兩者的纜線須有後 45° 前 30° 的隔離。		
5. 快速釋放插銷	無損壞、裝置狀況良好	
6. 外部電器釋放纜線	無損壞、連接狀況良好，功能檢查	
7. 外部人工釋放纜線	無損壞、連接狀況良好，功能檢查	
8. 機身底部	無損壞、狀況良好	
9. 儲存套和塑膠墊	無損壞、狀況良好	
10. 連接器附件	無損壞、狀況良好	
11. 掛鈎	掛妥	

內部檢查		
NOTE :		
<ul style="list-style-type: none"> ● 實施下列的程序，須有地面人員協助，及需將掛鈎釋放。 ● 若掛鈎未放置在存放托架，且吊掛物未重於 5 公斤的物品時，HOOK燈亮 		
檢 查 項 目	狀 況	備考
1. 人工釋放桿	推(檢查掛鈎開啟狀態)	
CAUTION :當掛鈎關閉時，務必確認手動釋放桿完成復位至”CLOSE”位置。		
2. 人工釋放桿(檢查掛鈎無網綁)	拉回(檢查掛鈎關閉狀態)	
3. CARGO HOOK斷電器	按入	
4. CARGO HOOK ARMING S/W	ARM	
5. CARGO HOOK釋放開關	按下(檢查掛鈎開啟狀態)	
6. CARGO HOOK ARMING S/W	OFF	
7. CARGO HOOK釋放開關	按下(檢查掛鈎未執行開啟狀態)	
NOTE :		
<ul style="list-style-type: none"> ● 掛鈎須有 5 公斤以上的力量去保持開啟狀態，若無將自動關閉並鎖定。 ● HOOK 燈將熄滅，當吊掛物有重於 5 公斤或掛鈎是開啟狀態。 HOOK燈將亮，當掛鈎是關閉狀態且無吊掛物時。 ● CARGO HOOK 釋放開關被壓下多久，電器釋放就會持續多久。 		
8. 掛鈎	掛於存放位置	
NOTE:檢查存放位置無外物。		
9. HOOK 警告燈	CHECK 熄滅	

吊掛操作：

掛載吊掛物可由駕駛員的 CARGO HOOK REL 開關釋放。掛鈎也可由存放位置經由這個開關釋放成拖曳的位置。此時 HOOK 警告燈亮。

CAUTION： 避免猛烈的撞擊或拖行掛鈎。

吊掛操作程序：

NOTE： 地面人員接觸掛鈎貨機身連接貨物之前，務必先利用接地線釋放直昇機靜電，作業前應提醒告知地面人員。

吊掛操作程序檢查表：

檢 查 項 目	狀 況	備 考
CARGO HOOK ARMING S/W	ARM	
滯空	依地面組員指示高度滯空	
CARGO HOOK 釋放鈕 (掛鈎掛在存放托架)	壓下，掛鈎釋放	
HOOK 警告燈	警告燈亮	
吊掛物吊環套入掛鈎	確認	
NOTE:		
HOOK 警告燈	警告燈熄滅	
NOTE：當掛鈎上有重於 5kg 的吊掛物時，HOOK 警告燈將熄滅		
柔和地垂直上升讓吊掛物離地	保持直昇機穩定	
滯空	檢查直昇機操控狀況是否滿意	
柔和向前加速，並保持直昇機沒有失控和危險的狀態	監視直昇機及吊掛物情況，保持直昇機操控	
CARGO HOOK ARMING S/W	OFF	

釋放掛鉤操作:

地面組員可經由人工釋放按鈕釋放掛鉤。

NOTE: 地面人員接觸掛鉤貨機身連接貨物之前，務必先利用接地線釋放直昇機靜電，作業前應提醒告知地面人員。

檢查項目	狀況	備考
1. 保持空速在限制範圍內，飛行至釋放點	空速不超過 100KT	
2. CARGO HOOK ARMING S/W	ARM(視需要/拖鳥作業監控電門於 OFF 位置)	
3. 滯空	保持吊掛物離地面約 1 至 1.5M	
4. 垂直下降，直到吊掛物接觸地面	操控直昇機	
5. CARGO HOOK 釋放鈕	確認地面人員無安全顧慮壓下 (磁測作業無此項)	
6. HOOK 警告燈	警告燈亮(磁測作業確認不亮)	
WARNING: HOOK 警告燈亮並不代表是吊索脫離掛鉤的安全指示。須依照下列程序確認。		
7. 吊掛吊掛物和吊索，確認吊掛物釋放，並完全與掛鉤分離。	吊掛後視鏡未裝置執行程序：垂直緩慢的上升至需要的高度，注意 TQ 或目視檢查吊掛物與吊索情況。(磁測作業無)	
若是吊掛物和吊索未從掛鉤頭釋放，及 HOOK 警告燈熄滅。		
NOTE: 由於貨物接觸地面後如果不當下降，將使得吊索鬆動且無法提供掛鉤足夠的拉力，則貨物和吊索可能無法從掛鉤上脫離。		
8. 再執行第 4 至 7 項次。	確認執行	
需垂直緩慢上升至吊掛物輕放地面的高度，以提供足夠吊索張力去釋放吊掛物和吊索，在第 6 步驟時按下 CARGO HOOK REL 開關。		
9. CARGO HOOK ARMING S/W	OFF	
若是吊掛吊掛物和吊索確已釋放，而 HOOK 警告燈繼續維持熄滅。		
10. CARGO HOOK ARMING S/W	OFF	

CAUTION: 不可掛載任何物品於掛鉤的存放托架上，此托架只可放置掛鉤(本公司 BK-117 型直昇機目前不適用)。

NOTE: 當掛鉤在存放托架上 HOOK 警告燈將熄滅，若無吊掛物時拖曳掛鉤，HOOK 警告燈將明亮(本公司 BK-117 型直昇機目前不適用)。

BK-117 貨物吊掛起落檢查及緊急拋擲 CHECK LIST :

起飛		
柔和地垂直上升讓貨物離地	PF	穩定上升
滯空	PF	滯空操控狀況正常
柔和向前加速保持穩定上升及協調	PF	起飛上升穩定正常
確認吊掛務穩定	PM	確認
CARGO HOOK ARMING S/W OFF(離地300FT後)	PM	OFF

落地前		
五邊確認手指未按壓釋放鈕	PF/PM	確認
CARGO HOOK ARMING S/W-OFF(保持警戒)	PM	OFF
進場高度確認	PF	確認
滯空(依地面工作人員指揮)	PF	穩定正常
落地(依地面工作人員指揮)	PF	安全無虞

緊急拋擲		
空速保持100KT以下飛行至釋放點	PF	空速100KT以下
CARGO HOOK ARMING S/W-ARM	PM	ARM
地面空曠人員無安全顧慮	PF/PM	確認
CARGO HOOK 釋放鈕-壓下	PF	壓下
檢查貨物脫離-警告燈亮	PF/PM	確認

1.18.3 事件序

本事故發生之重要事件順序如表 1.18.3-1。

表 1.18.3-1 本次事故事件序

時間	事件內容	資料來源
0721	正駕駛員乙電話聯繫臺北近場台，取得起飛許可	航管通話紀錄
0728:25	航機起飛	CVR
0729:16	飛航組員進行起飛後滯空馬力檢查，扭力值為 65%	CVR
0730:33	正駕駛員乙驚呼	CVR
0731:35	航機高度爬升通過 5,000 呎	CVR
0732:42	航機通過東埔	CVR
0733:04	正駕駛員乙呼叫臺北通訊追蹤，未能構聯	CVR
0733:27	航機爬升高度通過 8,000 呎	CVR
0734:10	航機爬升高度通過 9,000 呎	CVR
0736:15	正駕駛員甲目視降落場	CVR
0736:46	正駕駛員乙表示要將貨物吊鉤備動開關撥至 ARM 位置，正駕駛員甲亦確認	CVR
0738:27	飛航組員進行空中定點進場檢查，扭力值為 58%	CVR
0738:30	正駕駛員甲宣告進場	CVR
0738:36	飛航組員察覺機外掛載貨物遺失	CVR
0738:50	飛航組員提及 HOOK 警告燈號未亮	CVR
0739:34	正駕駛員甲決定返回同富臨時起降場	CVR
0741:17	航機距離同富臨時起降場 6 哩	CVR
0745:41	飛航組員以無線電告知地面組員機外掛載貨物遺失	CVR
0748:04	航機於同富臨時起降場落地	CVR
0748:07	正駕駛員甲告知地面人員遭遇之狀況	CVR
0749:56	正駕駛員甲詢問地面人員檢查狀況	CVR
0750:19	發動機關車	CVR

第 2 章 分析

2.1 概述

事故航機飛航組員持有民航局頒發之有效航空人員檢定證與體檢證，飛航資格符合民航局與公司要求，訓練與考驗紀錄中查無與本案有關之異常發現。飛航組員事故前 72 小時之休息及活動正常，無證據顯示本次事故與飛航組員之醫療、藥物與酒精因素有關。事故航機之載重與平衡均位於限制範圍內。依航空器維修資訊，事故前 90 日內之維護紀錄無與事故相關之異常登錄，定期檢查亦無與本次事故相關之異常發現。事故航機簽放時，無最低裝備需求手冊之故障項目，亦無延遲改正缺點項目。

有關本事故機外掛載非預期脫落、飛航操作、航務管理及監理查核，及德安航空操作手冊之相關分析敘述如後。

2.2 機外掛載非預期脫落

此次事故航機自同富臨時起降場起飛執行至觀高之運補任務，當航機依計畫抵達目的地，飛航組員於執行發動機馬力檢查時，察覺航機機外掛載之負載物已非預期脫落，隨即決定返航。由墜落機外掛載的尋獲位置，可推測機外掛載於該機起飛後約 2 分鐘，航機正處於爬升階段時即脫落，飛航組員並未察覺掛載脫落之情況。依駕駛員訪談紀錄，於同富臨時起降場起飛後至返回降落的飛行過程中，HOOK 警告燈均未因機外掛載脫落而亮起。

2.2.1 機外掛載脫落的可能因素

事故航機之機外掛載，可透過吊掛組件的電纜及控制鋼繩，分別以電動或手動方式解鎖吊鉤來進行釋放，駕駛艙並有 HOOK 警告燈之裝置。因此，針對機外掛載的非預期脫落，可從電路異常引致解鎖、手動裝置異常引致解鎖、不適當之卸扣，及人為誤觸等 4 方面進行探討。

2.2.1.1 電路異常引致解鎖

採用電動方式解鎖吊鉤時，以下各項條件須同時滿足：

1. 貨物吊鉤備動開關與迴旋桿握把釋放電門接通。
2. 具有穩定 28 伏特直流電源。
3. 良好的負極接地。
4. 電螺管線圈正常。
5. 線路絕緣及通路良好。

依據第 1.16.1 節釋放及指示功能測試結果，在不開啟貨物吊鉤備動開關、或不按壓釋放電門的情況下，均可有效隔離電路、維持吊鉤上鎖狀態。即使分別對備動開關所處的中央廊板、釋放電門所在的迴旋桿周邊施加震動，亦無意外接通造成解鎖情形，顯示貨物吊鉤備動開關與釋放電門兩項元件的功能良好。其餘各項測試結果，顯示直流電源、負極接地、電螺管線圈、或線路絕緣及通路，皆處於正常狀態，能有效驅動電螺管、拉動機構完成解鎖。因此，可排除因電路異常而造成吊鉤解鎖、機外掛載不預期脫落的可能性。

2.2.1.2 手動裝置異常引致解鎖

手動解鎖吊鉤之方式，係以人工踩踏設於駕駛艙右座右側艙壁上的手動釋放桿，藉以牽引控制鋼繩拉動吊鉤內部解鎖致動桿完成解鎖。依吊鉤翻修廠 ARESIA 針對事故吊鉤出具之檢測報告，事故吊鉤接收檢測及吊鉤內部拆解檢測之各項檢測項目之測試結果皆正常，量測數據均符合規範。

調查小組於事故現場，依事故航機檢查工卡程序檢視吊鉤外部狀況，檢查工卡中「Item 2」與「Item 3」兩部件為接觸狀態，代表解鎖致動桿已退至正常位置。亦即機械解鎖致動桿與擋塊間存有適當間隙，不致因擋塊被預先推動，使擋塊與搖臂接觸長度不足而導致意外解鎖。

此外，依第 1.16.1 節釋放及指示功能測試之結果，事故航機控制鋼繩的連結狀態及手動解鎖的行程設定均與維修手冊規範相符。因此，可排除此次事故乃因手動解鎖裝置安裝或調整不當，造成吊鉤解鎖、機外掛載非

預期脫落的可能性。

2.2.1.3 不適當之卸扣

依據第 1.18.2.1 節摘錄之川崎重工 BK117 Flight Manual Supplement 10-14，該文件第 2.5.5 節中詳述吊環與卸扣之適當尺寸，並於 Section 8 中列舉 3 種因不適當吊環或卸扣而可能造成之異常脫鉤及卡滯現象：

1. 滾脫(Roll Out): 此脫鉤現象為掛於吊鉤之卸扣或吊環因內徑過大，於航機飛行途中可能因甩動致卸扣或吊環翻越至掛鉤上方、推開防脫機構 (Keeper) 造成掛載貨物脫離吊鉤。

2. 轉脫(Turn Out): 此脫鉤現象為掛於吊鉤之卸扣或吊環尺寸不適當，掛載貨物在自旋或甩動情形下迫使卸扣或吊環扭轉、將防脫機構上推造成掛載貨物脫離吊鉤。

3. 卡滯 (Jamming): 此現象為掛於吊鉤之卸扣或吊環內徑過小，於正常解鎖時卡滯於掛鉤，導致掛載無法立即脫離吊鉤。

事故航機使用之 2 組掛載卸扣，於溪谷尋獲時因與地面撞擊導致變形。經德安航空提供備用吊載裝備之同型卸扣進行量測並與上述手冊內容對照，卸扣圓形部內徑 (49.8 釐米) 略低於規範值 (50~80 釐米)；卸扣本體圓徑 (19.5 釐米) 符合規範值 (12~28 釐米) 要求，如圖 2.2.1-1。

基於卸扣量測結果，排除此次事故機外掛載非預期脫落為掛於吊鉤之卸扣因內徑過大造成滾脫之可能；而依據第 1.16.3 節卸扣脫鉤測試結果未有卡滯或其他異常現象，亦排除因卸扣內徑略小於規範值而造成機外掛載非預期轉脫之情形。

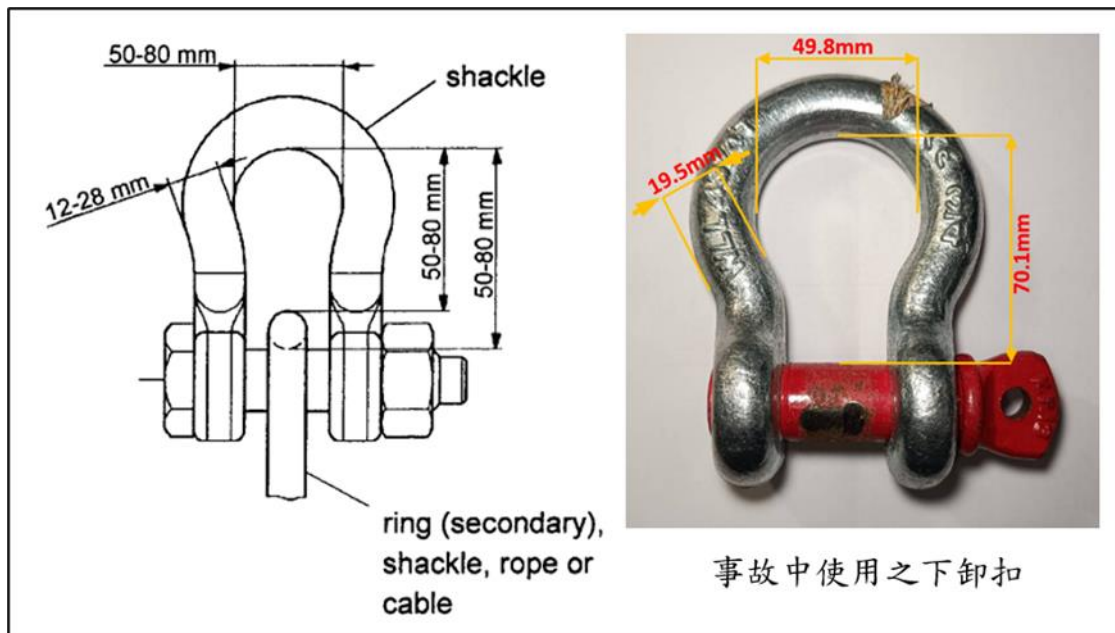


圖 2.2.1-1 卸扣尺碼規範與實際使用卸扣尺碼對照

2.2.1.4 人為誤觸

事故航機為 BK117-B2 型機，其貨物吊鉤釋放電門係設置於迴旋桿握把左側。當駕駛員以右手握持迴旋桿時，大拇指即呈現跨越釋放電門上方之姿態，如圖 2.2.1-2 所示。迴旋桿前方為機內通話及無線電發話電門，該電門有深淺兩段，第一段為機內通話，第二段為無線電發話。駕駛員需機內通話或對外無線電發話時，當以右手握持迴旋桿，食指扣壓發話電門時，拇指指腹依握持力度及手掌闊度可能碰觸或跨越貨物吊鉤釋放電門，而有誤觸釋放電門的可能。是以，當貨物吊鉤備動開關置於 ARM 位置時，在前述大拇指跨越釋放電門之狀況下，即有不慎觸壓釋放電門而造成吊鉤解鎖、機外掛載脫落的可能性。然因事故航機飛航紀錄器無貨物吊鉤備動開關位置及釋放電門作動之參數，調查小組無法確認此次機外掛載非預期脫落與駕駛員於飛航操作過程中，於貨物吊鉤備動開關置於 ARM 位置時，因不慎觸及釋放電門有關。



圖 2.2.1-2 迴旋桿及握持姿態示意圖

另，事故航機手動釋放機外掛載的踩踏機構安裝於駕駛艙右側艙壁支架上，將右座腳踏板固定於刻度 14 位置時，2 者間之距離僅約 15 公分，安裝位置如圖 2.2.1-3 所示。然於此次事故中，無相關證據顯示機外掛載非預期脫落與駕駛員於飛航操作過程中因不慎觸及踩踏機構有關。



圖 2.2.1-3 踩踏機構安裝位置

2.2.2 HOOK 警告燈指示異常

依事故航機吊鉤之設計，吊鉤內部裝置微動開關，掛鉤負載達 5 公斤以上時，微動開關無接觸，駕駛艙警告燈面板 HOOK 警告燈不亮；掛鉤負載小於 5 公斤時，微動開關閉合，HOOK 警告燈亮起。亦即，當事故航機機外掛載脫離吊鉤，掛鉤鉤舌回彈復位後應使警告燈面板中之 HOOK 燈亮起以提醒飛航組員，然根據駕駛員描述，事故任務飛航期間未見 HOOK 燈亮，直至落地後 HOOK 燈始亮起，針對此現象分析其可能因素如下：

線路及組件異常：吊鉤負載指示係藉由內部微動開關閉合，接通迴路使 HOOK 燈亮起。依第 1.16.2 節吊鉤組件線路測試結果，事故航機吊鉤釋放及警告燈相關線路均無異常，應可排除指示燈線路、微動開關及燈座等組件有斷路或接續不良（Intermittent）之異常情形。

掛鉤鉤舌未回彈至上鎖位置：當吊鉤處於上鎖狀態，且在掛鉤無負載或負載低於 5 公斤的情況下，吊鉤機構始得以推動微動開關、接通電路，使駕駛艙警告面板之 HOOK 燈亮起以提醒飛航組員。如掛鉤於釋放掛載後遇有復位彈力不足、或無法復位上鎖，均會造成 HOOK 燈無法亮起。依第 1.16.3 節之掛鉤彈力測試結果，掛鉤鉤舌復位彈力值逾推動微動開關所需推力之 2 倍，然吊鉤係由 4 條鋼纜固定並垂掛於機腹下方中線位置，機外掛載於運送過程中，會因風阻而呈現不同姿態或甩動。當機外掛載無預期脫離吊鉤時，瞬間的張力釋放或有造成吊鉤上翻或其他狀況，導致掛鉤鉤舌未能順利復位上鎖之可能性，惟於本事故調查過程中，未取得能證明此論述之相關證據。

綜上，經檢視各項資料後，無法確認本次事故機外掛載脫落後未見 HOOK 燈亮起之原因。

2.2.3 吊帶型式探討

貨物吊載裝備中之吊帶，係機外吊掛之貨物與吊鉤連接之重要裝備，本次事故所使用之吊帶為扁形之白色編織帶，即俗稱之扁帶，廠商所提出

之檢測報告靜態荷重最大為 12,474 公斤，遠高於事故航機掛載 300 公斤之實際荷重。然訪談紀錄顯示，此款型式之吊帶於飛航操作過程中會產生明顯的抖動與拍擊聲響。

民航局為強化直昇機機外掛載作業安全，降低作業安全風險，於民國 112 年 5 月 15 日發布民航通告 AC 120-056，提供直昇機機外掛載作業各項建議，該通告提及德國社會意外保險機構 DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung) 於 2020 年 9 月出版之「Safe Operations of Helicopters during Aerial Work」手冊，其中針對吊載裝備中不同斷面形狀之吊帶於使用中對應之狀態提供說明及圖示，如圖 1.17.4-1，摘要說明如下：

- 圓形吊帶：具最佳空氣動力表現。
- 橢圓吊帶：有問題的，飛行過程中吊帶會擺動並產生較大浮飄。
- 扁型吊帶：極有問題，會有強烈的晃動，其震動在航機的俯仰姿態及迴旋桿上可明顯感受，可能導致相關附件及鋼纜受損。飛行過程中吊帶會有強烈的浮飄及抽跳現象。

上述說明與訪談紀錄中飛航組員與地面人員對以扁形吊帶執行機外掛載作業之陳述相近，顯示以扁帶作為機外掛載之吊帶，確實會於飛航操作過程中會產生明顯的抖動而對吊掛作業造成影響。

2.3 飛航操作

事故航機之貨物吊鉤釋放電門係設置於迴旋桿握把左側。當以右手握持迴旋桿操控航機或使用發話電門通話時，即有不慎觸壓釋放電門而造成吊鉤解鎖的可能性。相較於他款機型之貨物吊鉤釋放電門，如羅賓森 R66 渦輪直昇機 (Robinson R66 Turbine) 的下凹式按鈕；麥道 MD500 直昇機 (MD Helicopters MD500) 與空中巴士 EC135 直昇機 (Eurocopter EC135) 的圓形護框；李奧納多 AW169 直昇機 (AgustaWestland AW169) 的護蓋 (詳圖 2.3-1)，皆具有防止誤觸之保護設計。是以，BK117-B2 型機機外掛載釋

放之設計，必須在當貨物吊鉤備動開關置於 ARM 位置時按壓釋放電門，才能致動吊鉤解鎖，釋放機外掛載。故確保貨物吊鉤備動開關於需要釋放機外掛載之時候才可將其置於 ARM 之位置，為事故型機避免因駕駛員誤觸釋放電門造成非預期機外掛載脫落的重要程序。



圖 2.3-1 不同機型之貨物吊鉤釋放電門

座艙語音紀錄器資料及訪談紀錄顯示，事故飛航組員於執行此次機外吊掛作業時，並未完全遵照德安航空手冊中之標準作業程序，增加了機外掛載非預期脫落的風險。

2.3.1. 機腹吊掛操作程序

依據德安航空 BK117 飛航組員訓練手冊 10.4.3 節機腹吊掛操作程序¹⁹，於航機執行吊掛起飛階段，飛航組員須數次撥動貨物吊鉤備動開關執行相關確認程序。

依程序，貨物鉤接前，飛航組員應將貨物吊鉤備動開關置於 ARM 位置，並確認 HOOK 警告燈亮起。待完成貨物鉤接並將貨物吊離地面 10 呎

¹⁹ 完整程序見 1.18.2.4 節 BK117 飛航組員訓練手冊。

滯空高度後，飛航組員應將貨物吊鉤備動開關置於 OFF 位置，且 2 位駕駛員均須按壓各自迴旋桿上的貨物吊鉤釋放電門，檢查貨物未被丟落，以確認在貨物吊鉤備動開關關閉的狀況下，按壓釋放電門並不會釋放貨物²⁰。

確認按壓貨物吊鉤釋放電門不會造成貨物釋放後，飛航組員須依程序再將貨物吊鉤備動開關置於 ARM 位置，隨即撥回 OFF 位置，然後再次置於 ARM 位置，並於檢查貨物未被丟落之後，開始執行起飛航線操作程序²¹。在航機爬升至距地面高度 300 呎，較無須立即緊急釋放機外掛載之狀況後，飛航組員應將貨物吊鉤備動開關置於 OFF 位置，並複誦出「貨物釋放開關 OFF」，以避免航行過程中因駕駛員誤觸釋放電門造成非預期機外掛載脫落。

2.3.2 標準呼叫

德安航空直昇機機外掛載作業手冊 3.4.4.2 節掛載操作/通信程序中²²，訂有飛航組員於執行機外掛載作業時，各飛航階段操作程序相對應之標準呼叫。如貨物吊鉤備動開關測試時，監控駕駛員將備動開關置於 ARM 的位置並呼叫「ARM」，操控駕駛員應確認之；貨物吊鉤釋放電門測試時，操控駕駛員應壓下釋放電門釋放掛鉤，監控駕駛員應呼叫「CHECK」；當 HOOK 警告燈明亮與熄滅時，監控駕駛員應呼叫「CHECK 明亮」或「CHECK 熄滅」，操控駕駛員應確認之；當航機起飛爬升至高度 300 呎時，監控駕駛員應報出高度 300 呎，將貨物吊鉤備動開關置於 OFF 位置並呼叫「OFF」，操控駕駛員應執行確認；於進場階段，當航機於離地高度 100 呎時，監控駕駛員應將貨物吊鉤備動開關置於 ARM 的位置並呼叫「ARM」，並由操控駕駛員確認。

座艙語音紀錄器資料顯示，事故航機於起飛前及起飛後之相關掛載操

²⁰ 此步驟為德安航空於民國 106 年發生直昇機吊掛物意外掉落事件後，為防止誤失釋放機外掛載所增加的程序，目的是確認吊掛電動釋放系統作用正常，當關閉貨物吊鉤備動開關後，即使飛航組員誤觸釋放電門，亦不會造成機外掛載的釋放。而在程序中，對於執行機外掛載作業，航機起飛及降落過程中貨物吊鉤備動開關的操作，亦有相對於原廠手冊程序更為明確的敘述。

²¹ 此亦為德安航空增加之程序，目的在確認貨物釋放電路及各部開關均屬正常，貨物吊鉤備動開關的啟閉不會造成貨物的掉落。

²² 完整內容詳 1.18.2.5 節直昇機機外掛載作業手冊。

作過程，未有飛航組員執行貨物吊鉤備動開關位置、貨物吊鉤釋放電門測試，及確認 HOOK 警告燈明亮與否的相關標準呼叫；亦無航機起飛爬升至高度 300 呎時，監控駕駛員報出高度 300 呎，將貨物吊鉤備動開關置於 OFF，由操控駕駛員確認之標準呼叫。此種不依程序執行標準呼叫之操作方式，不利於組員間充分的溝通，使得飛航組員不易完整掌握航機之狀態。

2.3.3 標準作業程序之執行

標準作業程序乃基於安全研究及實務驗證後而確立，可提供飛航組員執行任務之操作指引，以確保組員能以可預測、一致性且安全的方式執行飛航操作，是確保飛航安全的重要因素。標準作業程序的確實遵循，對組員資源管理極為重要，基於執行相同標準作業程序的基礎，組員間較能有效地溝通，亦可增加狀況警覺及團隊合作效率。

駕駛員訪談紀錄顯示，正駕駛員甲於事故航機吊掛起飛過程中，未依相關手冊執行直昇機機外掛載操作程序。正駕駛員甲表示，其個人習慣在發動機開車後，會順手把程序中所有該開啟的電門都打開，然於事故後憑其記憶已無法確定事故航機起飛前，是否有將貨物吊鉤備動開關置於 ARM 位置。當航機起飛離地高度達 300 呎時，因起飛後吊帶的抖動造成整個機身抖動，航機狀態相當不穩定，正駕駛員甲須專注於航機的操控，故漏失執行將貨物吊鉤備動開關撥至 OFF 位置之程序。

正駕駛員乙則於訪談中表示，依程序起飛時需要將貨物吊鉤備動開關置於 ARM 的位置，但在訓練過程中，為了避免誤觸釋放電門造成機外掛載之誤放，故不會執行 ARM 備動開關之程序。而事故航機起飛時，正駕駛員乙並未將貨物吊鉤備動開關置於 ARM，亦未告知正駕駛員甲。對此狀況，正駕駛員甲亦表示，機隊駕駛員為避免因發話須按壓位在迴旋桿上的通話按鈕時，誤觸同在迴旋桿上的貨物吊鉤釋放電門，會在檢查完吊掛機件或起飛離地後，盡速把貨物吊鉤備動開關關掉，甚至不開啟備動開關。

綜合座艙語音紀錄器資料與訪談紀錄，事故航班飛航過程中，飛航組員未依標準作業程序及標準呼叫執行直昇機機外掛載作業。直昇機於山區

執行機外掛載任務，本質上即為風險較高之飛航任務，加上事故型機 BK117 貨物吊鉤釋放電門之設置位置，原本就具有駕駛員於飛航操作時因不慎觸壓釋放電門而造成吊鉤解鎖誤放掛載的可能性。德安航空相關手冊中對於執行機外掛載作業時測試及操作之規劃，即以操作程序來確保航機起飛時若遭遇緊急情況時，能迅速拋棄機外掛載以掌控航機，及降低因吊掛系統異常或駕駛員誤觸，導致機外掛載非預期釋放的風險。

座艙語音紀錄器資料與訪談紀錄亦顯示，事故航機飛航組員在各自執行偏離標準作業程序之飛航操作時，均未告知另一位飛航組員，不符合組員合作之精神。而事故航機以機外掛載 300 公斤的狀況飛行於山谷中，吊掛貨物的扁型吊帶因風阻較大，飛行過程中大幅抖動，影響駕駛員的注意力分配及飛航操控。在飛航組員間未能充分溝通及合作的狀況下，不易完整掌握整體之飛航環境及航機狀態。

綜上，德安航空 BK117 機隊駕駛員執行吊掛作業時，在起飛時不執行將貨物吊鉤備動開關置於 ARM 之程序為一常見的狀況，顯示不遵循標準作業程序執行直昇機機外掛載作業，普遍存在於德安航空 BK117 機隊中。德安航空航務主管雖知悉機隊中存在此種飛航組員對於標準作業程序遵循並不嚴謹的狀況，然由於直昇機任務特性，隨機督考的機會不易，或隨機督考時，飛航組員皆會依照程序執行飛航操作，未能採取有效之改善措施。

2.4 航務管理及監理查核

德安航空訂定自我督察計畫作為公司內部安全管理系統之稽核與評估之執行規劃，藉自我督察發現系統運作之缺失並加以改善，並針對所發現之可能危害，運用安全管理相關作業，將潛在風險降低至可接受之範圍。

由於德安航空 BK117 型機未裝置飛航資料紀錄器，無法藉由飛航操作品質保證 (Flight Operations Quality Assurance, FOQA) 計畫的建置，透過系統化地蒐集和分析飛航數據，識別可能影響飛航安全之操作行為，從而提高飛航組員的操作標準和一致性，修正潛在的安全問題，故須仰賴由執行

隨機查核以瞭解飛航組員執行飛航操作之實際狀況。

德安航空依相關手冊規定進行 BK117 機隊自我督察的實施、規劃及執行，其中關於航務作業中飛航組員飛航操作的督察項次，列於航務處不定期自我督察，組員飛航操作類項目之第 6 項「飛行操作是否合於手冊規範」；督察人員亦可於執行航務處定期自我督察時觀察被督察之組員飛航操作之實際狀況並作成紀錄。檢視德安航空航務處自我督察紀錄，民國 111 及 112 年度共計執行 30 次定期及不定期自我督察，無與飛航操作不合手冊規範之督察發現。顯示德安航空於事故前實施之自我督察機制，無法有效偵測與識別如本次事故中，飛航組員於執行直昇機機外掛載作業時部分操作偏離標準作業程序之行為。

而民航局針對民航業者之航務查核，係在確保民航運輸相關人員、事務或作業符合民航局檢定證或核准之要求標準。航務檢查員在執行檢查時，即在確定人員、項目或操作環節是否符合或持續符合法規、安全操作規範和其他既定的標準。民航局於事故前 2 年對於德安航空 BK117 機隊共計執行 14 次隨機考驗，查核結果均為合格，雖有一件檢查員執行適職性考驗時發現該架次有航管違規之現象，不符標準作業程序且依相關規定執行裁處並要求改善，此外無其他飛航組員遵循標準作業程序之相關發現。同時德安航空 BK117 機隊於執行特殊作業時，航務檢查員或因進行隨機查核或考驗較為困難，以致不易發現該公司飛航組員存在偏離或違反標準作業程序之操作風險。

2.5 德安航空操作手冊

德安航空 BK117 飛機操作手冊、直昇機機外掛載作業手冊、與 BK117 飛航組員訓練手冊中，皆有直昇機機外吊掛作業相關程序。經與原廠 KAWASAKI BK117 B-2 Flight Manual 及交互比對後，3 本手冊中對於機外掛載飛程序中之相關內容有部分不同。

德安航空 BK117 飛機操作手冊於直昇機特殊飛行任務操作與程序中記

載機腹吊掛相關操作，內容僅說明操作原則及方式，未有執行機外吊掛作業各階段應執行之程序及檢查，與 KAWASAKI BK117 B-2 Flight Manual 之機外掛載飛行程序無法搭配檢視。

德安航空直昇機機外掛載手冊所敘述之機外掛載飛行程序，章節標題為掛載作業/通信程序，著重於操作時操控駕駛員與監控駕駛員所應執行之程序及標準呼叫。手冊內描述之程序，與 KAWASAKI BK117 B-2 相近，但有較明確相應之標準呼叫。如在執行檢視 HOOK 警告燈是否運作正常時，Flight Manual 僅敘述「HOOK 警告燈-明亮 (HOOK caution light - Illuminates)」；機外掛載手冊則要求監控駕駛員須呼叫「CHECK 明亮」，再由操控駕駛員確認。

德安航空 BK117 飛航組員訓練手冊中，機外掛載飛行程序大致如 KAWASAKI BK117 B-2 Flight Manual，未明確劃分操控駕駛員及監控駕駛員之責任區分，亦無相對標準呼叫之明確分工，但手冊中對程序執行時機則有較為明確的敘述，如「高度 300 呎 (短索) / 500 呎 (長索) AGL 時將貨物釋放開關置於 OFF 位置 (並複誦出貨物釋放開關-OFF)」。相較於前述 2 本手冊內容，飛航組員訓練手冊在不同飛航階段增加了額外的操作程序，如起飛階段，航機鉤接貨物並滯空爬升後，Flight Manual 於將貨物吊鉤備動開關置於 OFF 位置後，即完成程序；直昇機機外掛載手冊中之相關程序和 Flight Manual 類似，惟明確指出貨物吊鉤備動開關置於 OFF 位置之時機為航機離地 300 呎時；飛航組員訓練手冊中則要求飛航組員於航機完成鉤接貨物後，須將貨物吊離地面 10 呎滯空高度處，執行航機控制能力檢查，並須將貨物吊鉤備動開關於 ARM 及 OFF 位置間撥動數次，配合按壓迴旋桿上的貨物吊鉤釋放電門測試/確保相關系統之功能正常。

德安航空於民國 106 年曾發生 1 件 BK117 型機執行機外掛載任務時，吊載之探測載具意外脫落之事件。該公司於事件後之安全調查報告中的改善措施與建議項目，即規劃針對相關手冊內容及複雜環境下之操作安全等議題進行研討，並辦理手冊修訂等事宜，增加貨物吊鉤備動開關及釋放電

門相關檢查程序以降低機外掛載非預期脫落之機率。

德安航空於執行直昇機機外掛載作業時，增加相關程序以確認貨物吊鉤備動開關於不同飛航階段應被置於正確位置，及起飛前以檢查程序確認吊鉤組作動狀況正常，應可以降低吊掛貨物意外掉落之可能性；而制定飛航組員於執行直昇機機外掛載作業時各階段之標準呼叫，則可使飛航組員對航機之操控狀況充分掌握，維持應有之狀況警覺，提升組員資源管理之效能。然完整之標準呼叫程序僅記載於德安航空直昇機機外掛載作業手冊中，而飛航組員訓練手冊之直昇機機外掛載作業程序詳述起飛前相關檢查及確認步驟，卻缺乏相對應之標準呼叫，且與直昇機機外掛載及 BK117 飛行操作 2 手冊中的操作程序有所差異，可能造成飛航組員在閱讀不同手冊中之直昇機機外掛載作業程序時，須自行比對異同之處，調整標準作業程序之執行方式，除增加飛航組員的負荷，更不利於達成飛航組員實際執行標準作業程序之一致性。

第 3 章 結論

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

與可能肇因有關之調查發現

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

與風險有關之調查發現

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

其他調查發現

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

3.1 與可能肇因有關之調查發現

1. 經檢視可能導致事故航機機外掛載非預期脫落之各項因素，本會排除吊鉤釋放電路系統異常、手動機械裝置異常，及因使用不適當之卸扣等因素造成本次事故機外掛載非預期脫落之可能原因。(1.16, 2.2.1)
2. 依事故型機貨物吊鉤釋放電門設置於迴旋桿握把之位置，及飛航組員於

本次事故中就飛航操作程序之執行方式，雖存在因誤觸釋放電門造成機外掛載非預期脫落之可能性，然經檢視調查過程中取得之各項資訊，本會無法確認此次機外掛載非預期脫落與飛航組員之操作有關。(1.16, 2.2.1)

3.2 與風險有關之調查發現

1. 事故航機飛航過程中，飛航組員未依標準作業程序及標準呼叫執行直昇機機外掛載作業，增加執行機外掛載任務於低高度遭遇緊急情況時，無法迅速拋棄機外掛載之風險；亦增加駕駛員誤觸釋放電門，致機外掛載非預期釋放之機率。(1.11, 1.18, 2.3)
2. 事故航機飛航組員在各自執行偏離標準作業程序之飛航操作時，均未告知另一位飛航組員，不符合組員資源管理之精神。在飛航組員間未能充分溝通及合作的狀況下，不易完整掌握整體之飛航環境及航機狀態。(1.11, 2.3)
3. 德安航空 BK117 機隊駕駛員執行吊掛作業時，在起飛時不執行將貨物吊鉤備動開關置於 ARM 之程序為一常見的狀況，顯示不遵循標準作業程序執行直昇機機外掛載作業之不安全文化，普遍存在於德安航空 BK117 機隊中。(1.18, 2.3)
4. 德安航空於事故前實施之自我督察機制，無法有效偵測與識別如本次事故中，飛航組員於執行直昇機機外掛載作業時部分操作偏離標準作業程序之行為。(1.17.1, 2.4)
5. 民航局於德安航空 BK117 機隊執行特殊作業時，或因進行隨機查核或考驗較為困難之情況，而不易發現該公司飛航組員所存在偏離或違反標準作業程序之操作風險。(1.17.4, 2.4)
6. 德安航空 BK117 飛機操作手冊、直昇機機外掛載作業手冊、與 BK117 飛航組員訓練手冊中，就直昇機機外吊掛作業相關程序之描述有所差異，

可能造成飛航組員在閱讀不同手冊中之直昇機機外掛載作業程序時，須自行比對異同，調整標準作業程序之執行方式，除增加飛航組員的負荷，更不利於達成飛航組員實際執行標準作業程序之一致性。(1.18.2, 2.5)

7. 使用扁帶作為貨物吊載裝備之吊帶，於飛航操作過程中會產生明顯的抖動而對直昇機機外掛載作業之飛行操控造成影響。(1.6, 1.18.1, 2.2.3)

3.3 其他調查發現

1. 事故航機飛航組員持有民航局頒發之有效航空人員檢定證與體檢證，飛航資格符合民航局與公司要求，訓練與考驗紀錄中查無與本案有關之異常發現。事故前 72 小時之休息及活動正常，無證據顯示本次事故與飛航組員之醫療、藥物與酒精因素有關。(1.5, 2.1)
2. 事故航機之載重與平衡均位於限制範圍內，飛行前之適航資訊皆無異常。(1.6, 2.1)

第 4 章 運輸安全改善建議

4.1 改善建議

本事故調查報告草案中，原擬對德安航空提出之改善建議為：

強化安全管理機制，確保手冊內容的一致性，使用適合任務特性之裝備，識別並防範飛航組員偏離標準作業程序之行為，並要求飛航組員確實執行標準呼叫，達成組員合作及提醒之功能，以降低飛航作業風險²³。

德安航空於民國 113 年 8 月 21 日提供該公司針對調查報告草案中改善建議之辦理情形（詳 4.2 已完成或進行中之改善措施），本調查報告將不再提出改善建議。

4.2 已完成或進行中之改善措施

德安航空公司辦理情形

壹、 改善建議：

強化安全管理機制，確保手冊內容的一致性，使用適合任務特性之裝備，識別並防範飛航組員偏離標準作業程序之行為，並要求飛航組員確實執行標準呼叫，達成組員合作及提醒之功能，以降低飛航作業風險。

貳、 改善情形：(有關改善建議詳細內容，依據調查報告第 3.2 節：『與風險有關之調查發現』所述內容)

本案事發當日，即遵照本公司依據 07-02A『航空器飛航作業管理規則』第 9、第 10 條及第 285 條規定建置之安全管理系統(SMS)實施風險評估，當時之緩解措施決議採用 ICAO DOC 9859 第 2.5.7.2 節所述『避免』策略(同本公司安全管理手冊第 2.5.2.1.1 節)，先暫停吊掛作業，以排除不可預知之風險。調查期間，則依運輸安全調查委員會調查進程，納編所屬全力配合調查，並由總經理召集專案飛安會議，直接督導所屬各單位，就調查期間所獲悉運輸安全調查委員會與民航局關切事項，以及公司內部之精進建議等，積極進行改善。

²³ 本項改善建議，係因應與風險有關之調查發現第 1 至 4 項及第 7 項所提出。

謹依據調查報告第 3.2 節：『與風險有關之調查發現』之細部內容，並針對調查報告對本公司之改善建議，分項說明本公司具體改善作為，及補充說明本公司其它有利提升安全之作為如下：

一、強化安全管理機制：

檢視本次飛航事故調查事實資料，所呈現飛航組員偏離標準作業程序(SOP)之行為，以及欠缺組員資源管理(CRM)精神，影響溝通合作與全般狀況掌握之缺失，並比對調查報告第 2.4 節有關航務管理及監理查核執行情形後，發現BK117 機受限於任務型態多樣性、裝備現況、酬載及座位數限制等因素，存有不易實施部分特殊作業同乘跟飛自我督察困境，似可能因而衍生飛航組員因自律不足而偏離標準作業程序(SOP)之行為，以及欠缺組員資源管理(CRM)精神之情事，顯示當時所表現出來的綜合情況，潛存有安全管理效能不足疑慮。

本公司於總經理親自督導之下，藉由專案飛安會集思廣益，執行全面檢視並檢討精進。主要有關安全管理機制改善作為，除檢視自我督察機制外，並研究運用便攜式錄影及錄音器材，以輔助現況飛行紀錄器之不足，並可供自我督察幹部，藉以檢視飛航駕駛員之標準作業程序(SOP)以及標準呼叫(Standard Callout)是否符合要求標準，克服了前述特殊作業不易執行同乘跟飛自我督察之困境，使有關之安全管理機制得以進一步強化，具體辦理情形如次：

- (一) 檢視安全管理手冊已訂有自我督察規定，其附錄 1 為航務處自我督察作業準據，該附錄包含直昇機各項自我督察細則及表單，機制尚屬完備。(附件 1)
- (二) 為克服前述同乘跟飛自我督察困境，於 113 年 5 月 8 日第五次飛安會，研討決議於個資安全有效管理先決條件下，取得飛航組員諒解及共體時艱後，由 BK117 機隊驗證便攜式攝影器材，並完成相關使用及管理規定，以做為部分不易配合執行跟飛自我督察之輔助工具，使自我督察幹部能藉以檢視組員座艙標準作業程序及標準呼叫是否符合標準，彌補現況不足之窘境。(附件 2)
- (三) 前項便攜式攝影器材驗證過程，曾遭遇直昇機飛航作業環境噪音過大影響，致所紀錄之語音辨識困難。之後，於 113 年 8 月尋獲並換購功能滿足所需之攝影器材後，已能清楚記錄飛航期間之機、內外通話內容。且所屬航務處已實際運用執行兩次自我督察，並將組員標準作業程序(SOP)以及標準呼叫(Standard Callout)列為督導重點，所見情形均詳實記錄於自我督察紀錄表，期能藉由持續性之重

點督導，要求組員確實遵守標準作業程序及標準呼叫之作業紀律，並能精進組員資源管理(CRM)效能，以確保各項作業安全。有關之自我督察記錄如次：

1. 113年8月6日航務處執行自我督察，並檢視BK117機隊113年8月3日B-55507機，於14:02起飛、15:17落地之TRN課目座艙影音紀錄，情況良好。另比對該批飛行組員地面開車、滑行前、起飛、爬升、巡航、下降、落地及關車，PM/PF檢查程序及Standard Callout均符合手冊規定。(附件3)
2. 113年8月13日航務處執行自我督察，並檢視BK117機隊113年8月11日B-55507機，於0740起飛、0843落地之高山運補課目座艙影音紀錄，情況良好。另比對該批飛行組員地面開車、滑行前、起飛、爬升、巡航、下降、落地及關車，PM/PF檢查程序及Standard Callout均符合手冊規定。(附件4)

(四) 113年8月3日BK117機隊總機師依照自我督察規定，執行隨機跟飛自我督察，督察紀錄顯示組員經歷過近期多方面的加強教育訓練、觀摩、團隊座談溝通等改善措施，以及於座艙內加裝便攜式影音記錄器之後，於執行飛航作業時，均能遵守標準作業程序及標準呼叫執行飛航任務。(附件5)

二、確保手冊內容的一致性：

本公司已重新審視並修訂「BK117飛機操作手冊(AOM)、直昇機機外掛載作業手冊(HEM)、與BK117飛行組員訓練手冊(FCTM)」呈報民航局核定，以供BK117機隊組員據以執行相關標準檢查程序、組員報讀標準程序等，已達飛航組員標準作業程序一致性，並已配合公司所規劃進程，事先邀集全體BK117機飛航駕駛員，針對修訂後之手冊內容實施授課。佐證文件如後：

- (一) 113年1月11日核定「BK117飛行組員訓練手冊(FCTM)」第28版有關內容摘錄。(附件6)
- (二) 113年1月17日核定「BK117飛機操作手冊(AOM)」第16版有關內容摘錄。(附件7)
- (三) 113年3月19日核定「直昇機機外掛載作業手冊(HEM)」第5版TR-02有關內容摘錄。(附件8)
- (四) 113年8月3日配合本公司針對本案恢復吊掛作業所做安全風險評估第四項緩解措施，於執行實際飛行驗證之前，邀集全體BK117機飛航駕駛員，針對修訂後之手冊內容實施授課，使全員確實了解

手冊修訂目的與有關修訂之內容。(附件 9)

三、使用適合任務特性之裝備：

針對調查報告第 3.2 節『與風險有關之調查發現』項次 7 所述：使用扁帶作為貨物吊載裝備之吊帶，於飛航操作過程中會產生明顯的抖動而對直昇機機外掛載作業之飛行操控造成影響；本公司相應之改善作為如下：

- (一) 113 年 3 月 13 日召開本案第三次飛安會，研討後決議爾後吊掛業務於廠商業務洽談階段，即由業務處告知並要求廠商，提供符合要求之圓形吊掛繩索，以利執行吊掛作業順遂執行。(附件 10)
- (二) 因前項所述之會議決議系針對同富吊掛貨物運輸案，為避免有關作業人員解讀困惑，本公司業務主管繼 113 年 4 月 16 日赴台東參加 BK117 機隊技研會有關討論後，於 113 年 8 月 16 日結合運輸安全調查委員會有關改善建議內容，再次向航務主管及 BK117 機隊總機師，補充說明較為周延且符合實際情況之改善作為如下：
 1. 一般貨物吊掛運輸：一律不得使用扁形吊掛繩(索)，且將於廠商業務洽談階段，即要求廠商提供符合所需之吊掛繩索。
 2. 其它經驗證之特定吊掛任務(如磁測拖鳥)：以完整套件方式，將專用吊索納入整備工作管制。

四、識別並防範飛航組員偏離標準作業程序之行為，並要求飛航組員確實執行標準呼叫，達成組員合作及提醒之功能：

- (一) 有關調查報告 3.2 節『與風險有關之調查發現』第 4 項，指出本公司於事故前實施之自我督察機制，無法有效偵測與識別如本次事故中，飛航組員於執行直昇機機外掛載作業時部分操作偏離標準作業程序之行為乙情。參照改善情形項次一所述『強化安全管理機制』之綜合改善作為，已能有效督導及識別出組員座艙程序，並防範飛航組員偏離標準作業程序之行為。
- (二) 調查報告 3.2 節『與風險有關之調查發現』第 1 項，指出『事故航機飛航過程中，飛航組員未依標準作業程序及標準呼叫執行直昇機機外掛載作業，增加執行機外掛載任務於低高度遭遇緊急情況時，無法迅速拋棄機外掛載之風險；亦增加駕駛員誤觸釋放電門，致機外掛載非預期釋放之機率』，以及『與風險有關之調查發現』第 2 項，另指出『事故航機飛航組員在各自執行偏離標準作業程序之飛航操作時，均未告知另一位飛航組員，不符合組員資源管理之精神。在飛航組員間未能充分溝通及合作的狀況下，不易完整掌握整體之

飛航環境及航機狀態』；針對前述缺失樣態，本公司改善情形如下：

1. 本公司針對是項 BK117 機隊飛航組員未遵守標準作業程序以及標準呼叫之缺失樣態，除重新檢視修訂相關手冊外，另請 DHC6 機隊講師專題授課及實施 DHC6 型機隨機觀摩，隨後再召開 BK117 機隊技術研討會研討、分享，強化教育訓練成效，最後由總經理親自督導安管室對全體 BK117 機隊飛航組員實施加強飛安教育，以多管齊下方式，確立 BK117 機隊全體飛航組員，遵守標準作業程序之安全意識與觀念，另期勉成為具專業精神之飛航駕駛員，期望藉由加強個體自我肯定之深層內涵，進而使飛航組員能展現於外在遵守規定的行為之上，如下：

- (1) 113 年 4 月 16 日 BK117 機隊組員赴台東，由 DHC6 機隊講師實施組員資源管理(CRM)及標準呼叫(Standard Callout)授課，及安排 BK117 組員同乘 DHC6 型機綠島、蘭嶼航線，並於同乘觀摩後召開 BK117 機隊技術研討會，面對面研討分享心得。期藉由外部講師專題授課、不同機種作業觀摩，以及心得分享研討等系列強化作為，深化學習成效。(附件 11)
- (2) 再次檢視 113 年 5 月 16 日生效第 6 版「直昇機機外掛載作業手冊」第 3.4.4.2 吊掛操作/通信程序，及其附件 6 吊掛操作程序檢查表，以表列及檢查卡方式明確顯示吊掛作業 PM/PF 檢查項目及報讀呼叫內容，符合 Standard Callout 所需。(附件 12、附件 13)
- (3) 113 年 7 月 26 日由總經理及航務主管督導 BK117 機隊實施飛安教育，講師由安管室主任擔任，有關『標準作業程序』之課程重點，已結合安全理論要點並特別運用本次事故調查報告中有關事實資料及論述內容，給予全體 BK117 組員醍醐灌頂，以確立遵守標準作業程序(SOP)的安全意識，最後則以自我肯定勉勵 BK117 飛航組員成為一位遵守標準作業程序，具有專業精神之飛行員。(附件 14)
- (4) 配合 113 年 7 月 26 日授課時機，要求組員再次簽署員工安全責任說明書，向全體 BK117 飛航組員強調遵守標準作業程序為員工之基本職責。(附件 15)
- (5) 113 年 8 月 3 日配合本公司針對本案恢復吊掛作業所做安全風險評估第四項緩解措施，於執行實際飛行驗證之前，邀集全體 BK117 機飛航駕駛員，針對修訂後之手冊內容實施授課，並再次強調遵守標準作業程序為維護作業安全之基本法

則與素養。(同附件 9)

2. 針對 BK117 機隊飛航組員欠缺組員資源管理(CRM)精神，恐影響溝通合作及全般狀況掌握之缺失，本公司遵照安全管理系統(SMS)第四大支柱-安全提升(Safety Promotion)有關要素，由 DHC6 機隊講師向 BK117 機隊全體飛航組員實施專題授課並執行 DHC6 型機同乘觀摩，隨後再召開 BK117 機隊技術研討會進行研討及心得分享，深化學習成效。另為持續鞏固學習心得，BK117 機隊再次執行有關資源管理加強授課，並結合明確分工之 Standard Callout 及有關案例加以解說，使全員理解組員資源管理除可發揮團隊合作效能，亦是直昇機於高壓力作業環境之下，避免人為誤失所不可或缺；具體作為如後：

- (1) 113 年 4 月 16 日 BK117 機隊組員赴台東，由 DHC6 機隊講師實施組員資源管理(CRM)及標準呼叫(Standard Callout)授課，及安排 BK117 組員同乘 DHC6 型機綠島、蘭嶼航線，並於同乘觀摩後召開 BK117 機隊技術研討會，面對面研討分享心得。期藉由外部講師專題授課、不同機種作業觀摩，以及心得分享研討等系列強化作為，深化學習成效。(同附件 11)
- (2) 113 年 7 月 26 日由 BK117 機隊總機師擔任講師，邀集全體組員再次針對組員資源管理實施講授，使全體組員理解組員資源管理之精髓，並透過面對面研討分享方式，強調組員資源管理為直昇機任務多樣特性情境下，確保狀況警覺(SA)及維護作業安全之重要基石。(同附件 14)

五、 其它有利提升安全之作為：

(一) 提升安全文化：

1. 本公司深知文化為確實存在之無形力量，能廣泛影響並規範團隊成員之行為模式，也是公司營運管理階層，維護營運安全之最高境界與願景。因此，已將組織安全文化之提升與推廣視為營運管理重要課題，並已納入公司安全管理系統(SMS)實務作業環節，且自 110 年起即遵照民航局指導，參考 ICAO 安全文化評估工具 (Industry Safety Culture Evaluation Tool and Guidance)，定期對公司員工實施問卷調查，相關成果均呈報總經理做為公司營運安全政策參考。
2. 針對此次所發現 BK117 機隊安全文化不足之缺失，總經理特別指示安管室，以本次重大經驗教訓為契機，對全體組員實施針對

性加強飛安教育。該課程由總經理親自督課，並邀集航務處及業務處處長等核心幹部列席，與全體BK117機隊組員面對面交流研討，期結合主、次文化影響功效並凝聚共識。該加強安全教育課程，先由安全共同需要及安全理論導入並提出安全策略，之後以ICAO有關安全文化之定義、重要性及需要性，以及安全文化的進化等切入主要課題，並輔以日常所見案例加以論證，最後結合改變文化關鍵要素-leadership 與 Kotter's 8-step change model，指引提升安全文化之策進路徑，同時營造公司管理高層、主要幹部以及BK117機隊全體組員，提升安全文化之急迫性、共鳴與共識，最後由總經理當面鼓勵採取改變文化相關作為與行動，期漸次錨定文化改變之成果。

3. 考量BK117機隊運作整體性及建立團隊共同努力提升組織安全文化之共識，總經理邀集BK117機飛行員、機務處及簽運處一線作業人員舉行懇談茶會，並指派安管室主任及業務主管陪同。總經理首先表達茶會目的為傾聽基層及凝聚向心，接著便鼓勵與會人員發表心聲並懇切回應。另外，藉機強調安全為公司持續營運重要基礎，而遵守標準作業程序(SOP)則是基層工作人員確保安全之重要法則，也是每一位具有專業精神的航空從業人員應具備的工作態度。而這一些綜合交互作用下，所呈現出來的整體安全績效，則是外界對公司安全文化的評價，也是公司持續穩定營運，創造利潤與提升員工福利的憑藉。最後，則語重心長地勉勵BK117機隊工作團隊：基層人員提升組織安全文化，應從自身遵守標準作業程序做起，同仁之間並應相互勉勵及提醒養成遵守規定之專業精神。如此，公司的組織安全文化自然能隨之與時俱進，並能漸次型塑出安全文化正向發展的優質環境，最終會反映在公司的整體安全績效提升之上。佐證資料如下：

- (1) 110年11月12日完成組織安全文化問卷調查分析報告。(附件16)
- (2) 113年5月22日完成組織安全文化問卷調查分析報告。(附件17)
- (3) 113年7月26日實施BK117機隊加強飛安教育，課程重點為『安全文化』及『標準作業程序』，並輔以『領導統御』關鍵要素課題，以催化組織文化之進步與變革。(同附件14)
- (4) 113年7月31日總經理主持安全文化懇談茶會相片。(附件18)

(二) 遵照民航局航務主任檢查員執行本公司安全績效指標審查指導意見，自今(113)年起，已將直昇機機外吊掛作業納 SPI/SPT 監測項目。並由航務(BK117)安全落實小組(SAG)負責執行監控，除每月統計回報之外，相關成效均列入安全管理委員會及安全落實小組會議提報，以利即時掌控直昇機吊掛作業安全成效。(附件 19)