

飛航安全調查委員會

PA2002 超輕型載具飛航事故調查報告

- 調查報告編號：** ASC-AOR-15-10-001
- 發布日期：** 中華民國 104 年 10 月 16 日
- 事故發生日期與時間：** 中華民國 104 年 03 月 16 日，約 1043 時
- 事故地點：** 屏東大鵬灣國家風景區潟湖
- 活動場地與活動空域：** 社團法人中華民國超輕飛行發展協會(以下簡稱協會)之活動場地位於大鵬灣國家風景區。活動空域名稱為大鵬灣，飛行高度為地表 500 呎以下
- 載具：**
- 型號： S-6 COYOTE II
 - 管制號碼： PA2002
 - 出廠日期/序號： 民國 86 年 1 月 1 日/Q2Q56507
 - 檢驗合格證號： CAA-100-007
 - 發動機數量及型別： 1 具 ROTAX 532 往復式發動機
 - 出廠日期/序號： 民國 86 年 1 月 1 日/3799432
 - 毀損情況： 全毀
- 人員：**
- 機載人數： 2 人
 - 傷亡情形： 死亡 2 人
 - 操作人與操作證： 操作人 66 歲，男性，持有合格之超輕型載具教練操作證
- 天氣：** 氣象局東港自動氣象站距離事故發生地點約 4 公里，為距離事故地點最近之氣象站。該氣象站逐時氣象資料顯示：1000 時風向 152 度，風速約 7.2 浬/時，1100 時風向 167 度，風速約 7.6 浬/時。事故當天之平均風速為 2.7 浬/時。依據氣象局網站 2015 年屏東氣象站逐日雨量資料，事故當日降雨量為 0。

事故說明：

1. 事故經過

民國 104 年 3 月 16 日事故乘員與親友一同前往大鵬灣進行超輕型載具體驗飛行活動。依據高雄近場臺電話通聯紀錄抄件顯示，於 1012:12 時，操作人依核准空域使用規定向高雄近場臺報備使用大鵬灣空域飛行，詢問演習、火炮射擊或其他飛航資訊後，開始執行超輕型載具活動(以下簡稱超輕活動)，並登錄飛航活動通聯紀錄表。此次超輕體驗飛行活動屬操作人搭載親屬及其友人之私人活動，於活動前未簽署安全規定須知紀錄。當日第一趟由操作人操作 PA2002 超輕型載具(以下簡稱載具)搭載事故乘員之友人，進行約 7 分鐘之體驗飛行。繞湖兩圈後，事故乘員友人下機，接著事故乘員上機，進行第二趟體驗飛行。目擊者指出，起飛時間約於 1041 時，載具於大鵬灣輕航機場跑道由北向南起飛進入灣區(如圖 1①)，飛行高度約 500 呎。約 1043 時載具於瀉湖上空由北向南飛行，突然左轉向東時機頭向下幾近垂直墜入大鵬灣瀉湖(如圖 1②)。載具撞擊水面前結構無異常，發動機未熄火，甚至有增加推力聲響。

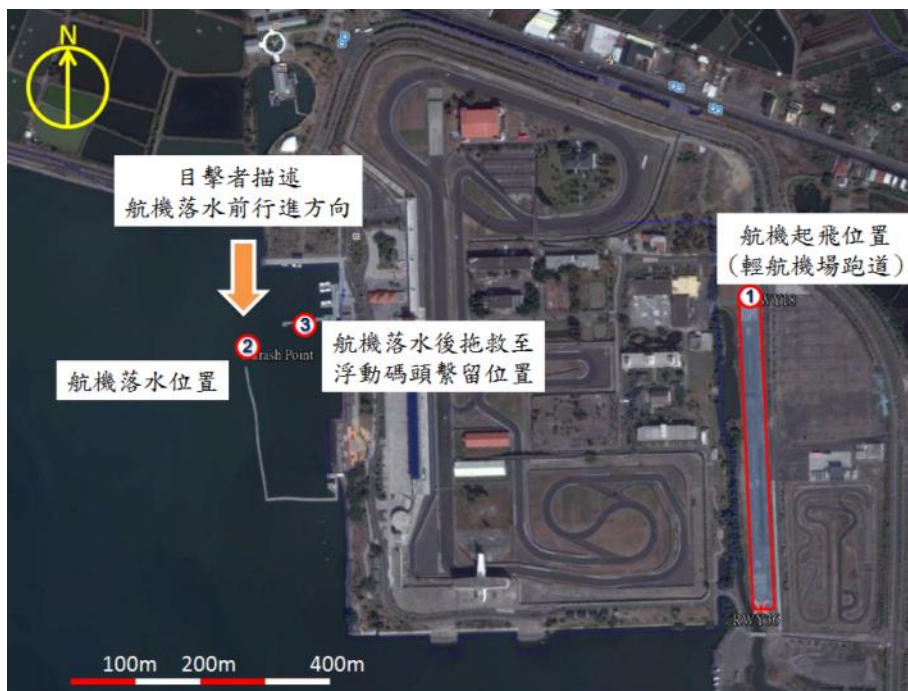


圖 1 起飛及事故地點位置圖

兩位大鵬灣國際開發股份有限公司所雇用之水上救生員目擊事故後，立即駕駛充氣式救生艇前往救援並通知消救單位。救生員趕抵載具落水位置後，該載具呈現頭下尾上姿態，駕駛艙沒入水中，而尾段機身尚在水面上。一名救生員抱住載具尾段防止其繼續下沉，另一名救生員潛入水中救援載具上人員，但無法打開艙門。大鵬灣國際開發股份有限公司所經營之載客遊湖客船船長目擊事故後，也立即駕船趕到載具邊，將載具尾段綁於船側，並拖至浮動碼頭處(圖 1③)，救生員

將載具上 2 人救出水面後已無生命跡象，送往醫院急救後宣告不治。

2. 基本資料

2.1 操作人

操作人 66 歲，男性，經歷空軍飛行官及航空公司駕駛員，超輕型載具外之總飛行時間為 15,820 小時。於民國 93 年 9 月 1 日內政部准予立案成立社團法人中華民國超輕飛行發展協會時擔任理事。於事故發生時則為協會理事長。

操作人於民國 103 年 7 月 29 日完成超輕型載具操作證效期屆滿換證，所附文件之飛行總時間為 1,975 小時 40 分，S-6 型載具飛行時間為 1,256 小時 05 分；所有檢定項目成績皆為「滿意」；陳報民航局最近一次之體格檢查紀錄無異常。最近一次體檢紀錄之體重為 65 公斤。

操作人持有超輕型載具操作證，為教練類別，操作證號 Y00035，發證日期為民國 103 年 8 月 22 日，有效日期至民國 105 年 8 月 21 日，核可操作機型為 A-22、S-12XL 及 S-6 Coyote II。

2.2 載具

本事故 S-6 COYOTE II 超輕型載具為 RANS Aircraft 廠於民國 86 年製造，序號 Q2Q56507，載具所有人於民國 96 年 2 月引進後，依原製造廠手冊重行組裝，並將達可龍蒙皮(Dacron Sailcloth)換裝成高張力蒙皮，橡皮帶鼻輪減震換裝為 T 型支架，機身油箱改為左、右機翼油箱並於右駕駛座後方加裝集油箱。所有進口資料均因年代久遠而遺失，僅由協會於民國 100 年 8 月 9 日出具證明向民航局說明載具來源，載具放置於協會棚廠交由操作人使用。該載具之超輕型載具檢驗合格證證號為 CAA-100-007，有效日期至民國 104 年 8 月 30 日。

載具經前述改裝重新秤重並試飛後，空重為 240 公斤，最大起飛重量為 467 公斤。其機身、機翼及機尾支撐結構均使用鋁合金；外觀尺寸分別為：機身長 6.10 公尺(20 呎)，翼展寬度 10.52 公尺(34.5 呎)，機身最大高度 2.74 公尺(9 呎)，前三點式起落架，其三視圖如圖 2 所示；原廠手冊說明可裝載燃油 68 公升(18 US gal)，載具改裝配備集油箱為 26.5 公升(7 US gal)，收集左、右機翼油箱燃油供給發動機，避免管理左、右機翼油箱不當所造成之不平衡，或供油中斷造成發動機熄火；檢驗合格之最高巡航速度為 145 公里/時，未使用襟翼位置 2 時之失速速度為 45 公里/時。

座艙內飛行相關儀表計有：氣壓高度表、空速表、升降速率表、磁羅盤，發動機相關儀表則包括：發動機轉速表、排氣溫度表、發動機溫度表、汽缸頭溫度表、水溫表以及發動機操作使用時間表。

發動機製造廠為 Bombardier Rotax GmbH，其型號為 ROTAX 532，屬於二行

程、二汽缸型式；使用 95 無鉛汽油，最大起飛馬力為 64 Hp/6600 rpm，發動機時數計顯示使用時間約為 36 小時；專案調查小組均未能取得載具及發動機相關使用及維修紀錄。

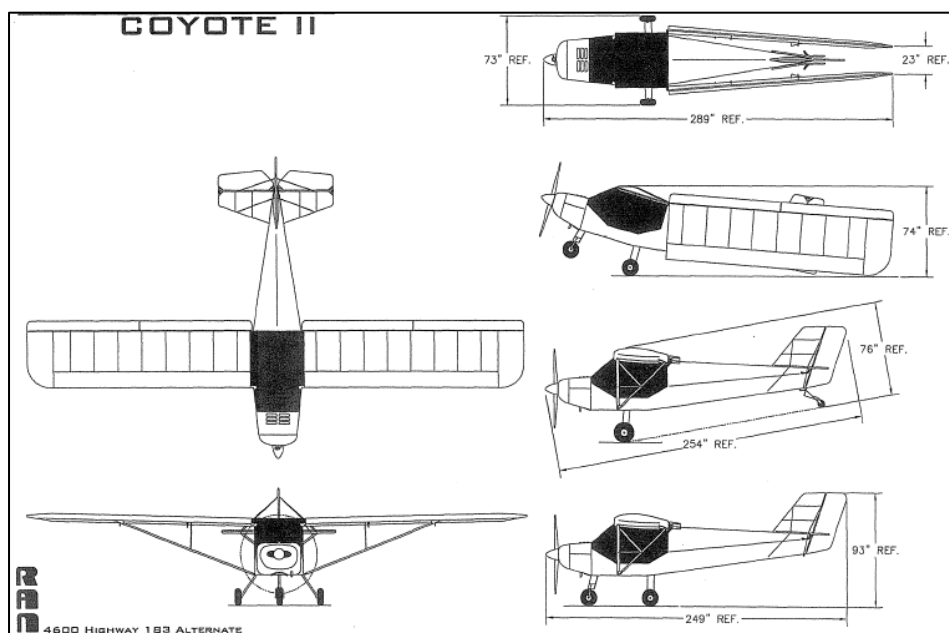


圖 2 載具 3 視圖

2.3 活動場地與活動空域

協會之活動場地為交通部民用航空局(以下簡稱民航局)核准之社團及活動場地，位於大鵬灣國家風景區，是由交通部觀光局大鵬灣國家風景區管理處提供場地與業者「大鵬灣國際開發公司」簽約，業者再找「中華民國超輕飛行發展協會」經營。活動場地跑道長約 440 公尺，寬約 24 公尺，如圖 3。



圖 3 大鵬灣跑道

活動空域名稱為大鵬灣（如圖 4），為民航局核准之活動空域，飛行高度為實際高度 500 呎以下，其範圍由下列各點連線而成：

1. E 120°30' 00", N 22°25' 40"
2. E 120°30' 02", N 22°27' 29"
3. E 120°27' 43", N 22°28' 10"
4. E 120°27' 10", N 22°27' 19"



圖 4 大鵬灣活動空域

3. 現場量測及殘骸檢查

民國 104 年 3 月 16 日專案調查小組至事故現場檢視發現，載具撞擊水面沈入瀉湖，機身大致良好，如圖 5，右水平尾翼於拖救過程中與客船左舷擠壓損毀，如圖 6。機翼打撈起來時已折損，如圖 7。集油箱中仍有半箱存油，如圖 8。



圖 5 載具機身狀況



圖 6 右水平尾翼與船舷碰撞損害



圖 7 機翼打撈起來時已折損



圖 8 集油箱中仍有半箱存油

民國 104 年 3 月 20 日專案調查小組至殘骸置放處檢驗殘骸，發現操縱鋼繩無銹蝕或斷裂，執行測試後，操縱鋼繩與飛機操縱面接連正常，襟翼、副翼、方向舵及升降舵皆能正常運作。襟翼手把置於下方第二格，對應襟翼施放 11 度位置如圖 9。



圖 9 襟翼手把設定於下方第二格位置

發動機 3 片螺旋槳，2 片連根斷折，1 片葉尖斷落，檢視該葉片有旋轉方向撞擊之皺褶如圖 10。以手抓住斷落螺旋槳根部向旋轉方向推動尚可順利轉動。發動機油門設定在全馬力位置如圖 11。駕駛艙儀表及通訊電源置於關閉(OFF)位置如圖 12。



圖 10 螺旋槳葉片皺褶情形



圖 11 發動機油門設定在全馬力位置



圖 12 儀表及通訊電源置於關閉位置

4. 訪談摘要

4.1 水上救生員訪談摘要

救生員表示目擊載具由大鵬灣國際休閒特區西側灣邊南向飛行進入灣區，載具墜落前左轉東向朝賽車場，迅速側轉坡度增大至約 90 度後，機頭從水平轉為幾近垂直朝下衝入大鵬灣瀉湖，撞擊水面前並無結構異常，發動機並無熄火，甚至似有增加推力聲響，整個墜落發生時間不過數秒。

救生員表示目擊事故當下立即駕駛充氣式救生艇前往救援，並通知政府消防救援單位。抵達事故地點後，水中載具機頭朝下機尾朝上機翼仍可見，一名救生員抱住載具尾段防止其繼續下沉，另一名救生員下水救援，但無法打開艙門救出載具上人員，此時大鵬灣遊覽船船長驅船趕至協助，將載具尾段綁在船側，並拖至浮動碼頭處進行後續救援作業。

救生員再度潛入水中發現載具上 2 人皆已昏迷，經割斷座椅安全帶攜出水面後，其頭部均呈現撞擊傷害。

4.2 前協會理事長訪談摘要

受訪者曾擔任協會理事長，後續由現行理事長接任處理相關營運事宜，引進四架超輕型載具，飛航活動與手冊、紀錄等管理則由事故操作人暨理事長負責。受訪者則於民國 104 年農曆過年期間回來協會協助相關飛航活動，其餘詳情不知。

民航局核定協會於大鵬灣空域從事相關飛航活動，而載具也取得民航局檢驗合格證，每兩年須檢驗一次，而該事故載具操作人持有民航局超輕型載具操作證之合格操作訓練及考驗，該活動場地亦為合格之超輕活動場地。事故當日天氣良好，雲高、能見度等均合於標準，事故地點則在核定活動區域內。受訪者表示，事故超輕活動符合民航局前述要求四個條件之合法活動，完全依核定「活動指導手冊」於大鵬灣國家風景區的場地及空域從事相關飛航活動。

受訪者表示，大鵬灣活動區域是由交通部觀光局以 BOT 案交予大鵬灣國際開發股份有限公司，該公司將超輕活動場地包租予協會，再委託協會執行相關飛航活動，而超輕型載具操作人隸屬協會，成立大鵬灣飛行俱樂部，不論是會員、臨時會員、學員都可由操作教練帶飛或執行體驗飛行。

受訪者表示操作人於事故前日及前週五均從事相關飛航活動，均有起降時間、當班操作教練簽名等紀錄保存，搭載「臨時會員」之飛航活動稱為「體驗」，而搭載「學員」則稱為「訓練」。受訪者表示最近並未有維護異常報告，對於定期維護並不知情。協會相關修護作業主要由協會理事長及載具操作教練負責，載具操作人曾到美國完成相關修護作業訓練。

受訪者表示，事故飛航活動機上載有操作人 1 人及乘員 1 人，操作人搭載乘員從事協會私人飛航活動稍微特殊，為非營利行為，並未於活動前簽署安全規定須知。若欲參加協會飛航活動，則需依規定知悉並簽署安全規定須知，方可從事核准之超輕型載具活動。

4.3 協會理事訪談

受訪者表示，載具落水點並非原規劃超輕活動航線。於民國 104 年農曆過年執行超輕活動前，由理事長、另一位超輕操作人以及受訪者，一同規劃協會超輕活動安全航線。所規劃安全航線，由大鵬灣超輕活動場地南北向跑道之 18 跑道南向起飛，36 跑道北向落地，北飛亦不超過跑道北側公路。起飛後南向至南平海堤前大鵬灣環灣車道，轉西北於陸路上空靠右側，飛至大鵬灣跨海大橋折返，靠海堤左側循原路線回原跑道北向落地。若活動保持於規劃安全航線上，則隨時有安全迫降點，且不至於迫降於水上。該活動場地之跑道通常為 90 度側風，每趟活動費時約 10 分鐘。

受訪者表示，其以貨車從加油站取得超輕型載具用油，通常即為 95 無鉛汽油，每趟執行超輕活動時，即將載具加滿，未曾填寫及保留相關紀錄。載具之所有人亦為協會成員，並非理事長所有。載具維護工作由理事長執行。

4.4 事故乘員親友訪談

受訪者為事故乘員之友人及其家屬。事故乘員與其家屬、友人於事故當日抵達活動場地後，由事故操作人搭載事故乘員之友人執行第一趟體驗飛行，事故乘員與家屬留在起飛地點。第一趟體驗飛行路線於瀉湖上方繞了兩圈約 7 分鐘完成後降落，隨後更換搭載事故乘員執行當日第二趟體驗飛行。起飛時間約於 1041 時，約於 2 分鐘內即聽不到載具發動機聲響，並聽聞消防救護聲響，還以為是演習。受訪者表示當日天氣良好。受訪事故乘員友人告知其體重為 60 公斤。

4.5 檢察官提供資訊

依據承辦本案檢察官取得操作人之通訊紀錄，操作人於事故飛行期間並無手機通訊紀錄。

分析：

排除因素

依據現場調查結果及訪談摘要，事故區天候及能見度良好，不影響飛航操作。載具及發動機全新組裝後僅使用 36 小時，目擊者亦指出載具墜落前仍聽見發動機運轉聲音甚至有加速跡象，螺旋槳葉有旋轉方向之皺褶，顯示載具於墜落前發動機處於運轉狀態，亦與全油門位置相符；操縱襟翼、副翼、方向舵及升降舵鋼繩經檢查皆連接正常，仍可正常操作；搜救人員訪談或取得載具水中相片(如圖 5)顯示，載具無飛行中結構解體或毀損等問題。無證據顯示本次事故與載具動力、飛行操縱系統以及結構有關。依據檢察官所取得之通訊紀錄，操作人於事故飛行期間並未使用手機，無因接聽手機而影響其操作之因素。

載重平衡

原廠操作手冊載重平衡章節強調，維護手冊應記錄載具空重與重心，於變更或安裝新裝備後，也應重新秤重，確保載具於載重平衡限度內，此為操作人之責任。

依民航局所提供資料，載具初次申請正式檢驗合格證時重新執行秤重及試飛，取得最新載重平衡資料。另外，載具原廠操作手冊及協會奉核之訓練包含載重平衡項目。據訪談，載具執行飛行前，並未記錄左、右機翼油箱及集油箱 95 無鉛汽油容積與重量以及人員體重，亦未留存載重平衡計算表單，無法證明載具完成載重平衡計算。載具空重為 240.2 公斤，重心位於 65.5 吋，可接受重心範圍為 59 至

70 吋，核准最大起飛重量為 467 公斤，可載重為 226.8 公斤，若扣除可能殘餘油箱重量 47.5 公斤^{1,2}，操作人 65 公斤，則搭載乘員或物品不得超過 114.3 公斤。事故乘員為 94 公斤³，惟事故飛行所添加油量與載重平衡紀錄並未留存，無法計算及判斷事故飛行超出核准限制範圍；另原廠操作手冊說明該載具具有載重增加，而使速度快速下降之特性，故事故前後輪替搭乘之乘員體重變動約 34 公斤⁴，若未能對參加超輕活動人員及搭載物品實際秤重以執行載重平衡計算，對於該載具失速速度增加，以及所造成失速之操控或改正特性變化，操作人將難以有所警覺。

原廠操作手冊說明載具重量超過限制範圍將影響其操作特性，若載具重心落於核准限制後方範圍外，可能造成飛行時非蓄意失速或螺旋失速，並難以脫離螺旋失速狀態。FAA 飛機飛行手冊更強調，載重平衡之重量或重心的改變，不論超限與否，都將變更或增強螺旋失速之操控或改正特性，即使重量只有輕微的改變，也能影響螺旋失速改正之特性。

載具原廠手冊說明載具接近失速時，機身水平尾舵將呈現振動跡象，操作人鬆桿即可脫離失速狀態，但手冊中特別說明該載具若於轉彎過程失速，則所呈現失速振動較為輕微。參考原廠手冊敘述，若操作人於轉彎過程遭遇失速，可能較難察覺；此外，原廠手冊說明該載具螺旋失速時仰角約向下 80 度，以其質量中心旋轉，近乎其中心線 10 度以內，下降率平均為 1,500 至 2,000 呎/分，視密度高度之不同，螺旋失速每轉掉 200 至 400 呎。若為飄葉失速而進入全失速狀態時，則載具仰角將微幅增加至 10 度，下降率平均為 1,000 至 1,600 呎/分。

因該事故之載具墜落時間短，僅能進入螺旋失速初期狀態，亦無資訊得知操作人是否已執行何種改正動作，載具未必圍繞下墜之垂直軸心旋轉，惟依據受訪人員所述載具於轉彎過程中改轉變為下墜角度現象，螺旋失速可能為其墜落原因之一。

另外，FAA 飛機飛行手冊說明，改正螺旋失速狀態第一個步驟為收回油門。若不收回油門，則勢必增加失去高度速度。根據受訪者所聽得增加馬力聲響，以及調查事故載具殘骸所呈現油門位於全馬力位置，事故載具若遭遇螺旋失速則更難以改正。然而，螺旋失速與一般失速之改正操作具有差異，若未經該項目訓練之飛行員，則難以違反人性於載具大角度下衝時執行收油門操作。若載具從核准操作限高 500 呎實際高度，螺旋失速迅速失去高度，即使操作人迅速完成螺旋失速改正，該載具也來不及回復平飛或爬升至安全高度。最後，施放該載具襟翼外型桿，位於四格位置之第二格，符合載具殘骸襟翼呈現角度約略向下 11 度，載具可能仍處於起飛後爬升階段，原廠手冊明訂禁止搭配零度外任何襟翼角度進入螺

¹ 協會受訪者說明該載具之一般超輕活動可能加油量為翼箱全油量 50.8 公斤。

² 以原廠手冊最大推力 85% 每小時消耗 5.75 美式加侖油量為計算基準，並參考受訪乘員所述載具飛行時間，以消耗 10 分鐘油量作為重量換算基準。

³ 事故乘員最近一次就醫診斷證明之體重為 94 公斤。

⁴ 事故第一趟乘員自述體重 60 公斤。

旋失速狀態，若遭遇螺旋失速將更難以改正。

飛行安全須知之簽署

依據受訪者陳述，該次超輕活動為私人活動。然依協會活動指導手冊規定，所謂「體驗飛行」為會員或臨時會員與協會教練同乘飛行，不實際操作超輕載具，飛行前須簽署體驗飛行安全須知並瞭解其內容、遵守其規範。無證據顯示該事故活動乘員簽署飛行安全須知文件。

即時定位回報管理機制

依據「超輕型載具管理辦法」第 27-1 條規定：活動團體應於飛航活動前，向民航局指定之飛航管制單位詢問與活動空域相關之飛航公告資訊。活動空域經飛航公告發布關閉時，活動團體不得從事活動。

另依據「超輕型載具管理辦法」第 29 條規定：為妥適管理超輕型載具之飛航，活動團體應備有超輕型載具即時定位回報管理機制，以確保空域安全。前項所訂超輕型載具即時定位回報管理機制，於啟用前應先報請民航局核可。民航局表示有關「即時定位回報管理機制」為協會現用於與地面管理人員及其他載具連絡之無線電裝備。

依據高雄近場臺電話錄音抄件資料，事故當天載具操作人曾以電話通知近場臺，須使用大鵬灣活動空域，但無證據顯示操作人飛航後飛行場地有地面管理人員負責與飛行中載具及航管聯繫工作，亦無紀錄檢視協會是否遵守規定執行上述聯繫工作。另檢視殘骸發現，儀表上之通訊開關位於關閉位置，顯示事故時可能未開啟無線電裝置，若飛航管制單位臨時有飛航公告相關資訊需要聯繫時，將無法即時傳遞資訊至載具操作人，致生影響空域安全之風險。

結論：

載具結構、飛行操縱系統以及發動機異常之因素排除。載具因無配置飛行紀錄器，未能確實發現事故時操作人操作載具之情形及操作人與乘員互動之狀況。惟依據載具原廠手冊說明失速之特性，及 FAA 飛機飛行手冊說明改正失速操作之特性顯示，若未執行載重平衡計算，可能於爬升階段、襟翼 11 度外型、突然大角度左轉情況下，將增加 G 值與失速速度，合併第二趟乘員體重增加，速度下降之特性，有導致失速，或甚至進入螺旋失速之可能。

飛安改善建議：

致交通部民用航空局

1. 要求超輕型載具活動團體宣導載重平衡計算之重要性並確實執行。
(ASC-ASR-15-10-001)
2. 要求超輕型載具活動團體宣導該型載具失速改正之重要性及操作技巧。
(ASC-ASR-15-10-002)
3. 加強督導超輕型載具活動團體之紀錄管理機制，確保載具載重平衡計算表單、維護檢驗等所有紀錄資料之完整。(ASC-ASR-15-10-003)
4. 督導超輕型載具活動團體落實活動指導手冊「即時定位回報管理機制」作業規定，於飛航活動時指派地面人員以無線電與在空機保持聯繫，並於相關紀錄簽署，以確保活動團體在進行飛航活動時之空域安全。
(ASC-ASR-15-10-004)

致社團法人中華民國超輕飛行發展協會

1. 宣導載重平衡計算之重要性並確實執行。(ASC-ASR-15-10-005)
2. 宣導該型載具失速改正之重要性及操作技巧。(ASC-ASR-15-10-006)
3. 加強檔案保管機制，確保載具載重平衡計算表單、適航維護等所有資料檔案之完整。(ASC-ASR-15-10-007)
4. 宣導載具操作人於飛行時所有儀表電源須保持開啟，確實安排飛行場地有地面管理人員負責與載具之聯繫工作，確保載具飛行及空域安全。
(ASC-ASR-15-10-008)

致大鵬灣國際開發股份有限公司

1. 督導社團法人中華民國超輕飛行發展協會，於施行超輕活動時，確實執行載重平衡計算作業。(ASC-ASR-15-10-009)
2. 督導社團法人中華民國超輕飛行發展協會，確實執行檔案保管作業，確保載具載重平衡計算表單、適航維護等所有資料檔案之完整。
(ASC-ASR-15-10-010)
3. 督導社團法人中華民國超輕飛行發展協會，要求載具操作人於飛行時所有儀表電源須保持開啟，確實安排飛行場地有地面管理人員負責與載具之聯繫工作，確保載具飛行及空域安全。(ASC-ASR-15-10-011)

致交通部觀光局大鵬灣國家風景區管理處

1. 依據「促進民間參與公共建設法」第五章(監督及管理)及「開發經營契約」

相關規定進行管理監督，書面通知大鵬灣國際開發股份有限公司，要求該公司於施行超輕活動時，確實按照社團法人中華民國超輕飛行發展協會活動指導手冊規定作業。(ASC-ASR-15-10-012)