飛航安全調查委員會
0106 自製超輕型載具飛航事故調查報告

調查報告編號： ASC-AOR-18-09-001

發布日期： 中華民國 107 年 9 月 21 日

事故發生日期與時間： 中華民國 107 年 1 月 6 日，約 1530 時[1]

事故地點： 臺東縣成功鎮台 11 線省道 104.7 公里處附近之沙灘

活動場地與活動空域： 依操作人自述，該次飛行由花蓮縣壽豐鄉月眉大橋旁之防汛道路起飛，活動範圍位於花蓮木瓜溪公告空域及花東地區核定空域內[2]

載具

所屬活動團體或專業機構：	無
管制號碼：	無
檢驗合格證號碼：	無
發證日期/有效日期：	無
製造廠名稱：	無
載具機型/機身序號：	無
製造日期：	民國 102 年 7 月
引擎型號/引擎序號：	ROTAX 912 ULS/5647363
毀損情況：	全毀

人員

操作人所屬活動團體或專業機構：	社團法人花蓮縣航空協會
操作證號碼：	操作人甲：Y00XXX；操作人乙：Y00XXX
操作類別/機型/等級：	操作人甲：教練/MXL-II/第二級；操作人乙：普通/ MXL-II/第二級
發證日期/有效日期：	操作人甲：民國 105 年 12 月 2 日/民國 107 年 12 月 1 日；操作人乙：民國 105 年 6 月 30 日/民國 107 年 6 月 29 日
機載人數：	2 人
傷亡情況：	2 人無傷

[1] 本報告所列時間均為臺北時間(UTC+8)。

[2] 依民航局公告，全臺計有 22 處超輕公告空域，其中經超輕活動團體申請使用，且有合法活動場地者為核定空域，計有 13 處。

天氣：

概述

事故當日臺灣地區受東北季風及南方雲系影響，有局部短暫雨。花蓮機場及臺東豐年機場 1530 時之地面天氣觀測紀錄如下：

花蓮機場風向 040 度，風速 1 浬/時；能見度 8,000 公尺有小雨；稀雲 1,000 呎，疏雲 2,000 呎，裂雲 5,000 呎；溫度 20℃，露點 18℃；高度表撥定值 1016 百帕。

臺東豐年機場風向 010 度，風速 4 浬/時，風向變化範圍 340 度至 060 度；能見度 6,000 公尺有小雨；疏雲 1,000 呎，疏雲 2,000 呎，密雲 4,000 呎；溫度 19℃，露點 17℃；高度表撥定值 1016 百帕。

事故地點附近之天氣狀況

事故地點附近之中央氣象局氣象站計有：成功氣象站、南美山自動雨量站、長濱自動氣象站，各站 1600 時之天氣紀錄如下：

- 成功氣象站（事故地點南南西方 4.7 浬、高度 33.5 公尺）：風向 020 度，風速 5 浬/時；溫度 19℃，露點 18℃；海平面氣壓 1016 百帕；降水量 0 毫米。
- 南美山自動雨量站（事故地點西南方 1.7 浬、高度 222 公尺）：降水量 0.5 毫米。
- 長濱自動氣象站（事故地點北方 6.9 浬、高度 288 公尺）：風向 050 度，風速 2 浬/時；溫度 18℃；降水量 0 毫米。

事故說明：

1. 事故經過

民國 107 年 1 月 6 日，一架個人自行設計製造，未經交通部民用航空局（以下簡稱民航局）檢驗、無管制號碼之超輕型載具，約於 1530 時迫降於臺東縣成功鎮台 11 線省道 104.7 公里處附近之沙灘，載具全毀，機上 2 名操作人無傷。

依據操作人自述，當日上午以貨車載運事故載具至花蓮縣壽豐鄉月眉大橋旁之防汛道路，約於中午時完成載具組裝，測試一切正常後，因天候狀況不佳，操作人遂於原地等待至天候好轉，約 1430 時完成起飛前檢查及引擎試車後，約於 1500 時起飛，沿花蓮木瓜溪公告空域及花東地區核定空域一路向南飛行。

操作人於飛抵臺東縣長濱鄉上空，因天候狀況轉壞，正打算循原飛行路徑返航時，引擎轉速突然由每分鐘 5,000 轉下降至每分鐘約 3,500 至 3,800 轉，操作人

嘗試加油門改正，但轉速下降情況未獲改善，檢查引擎滑油壓力、滑油溫度、氣缸頭溫度、尾管排氣溫度等數值均位於正常範圍，載具亦無抖動狀況，引擎雖仍在運轉，但因引擎輸出馬力不足，載具飛行高度已無法維持而開始下降。

因載具高度持續下降，操作人遂決定北返並同時尋找附近合適迫降地點；由於北方靠山邊區域皆有雲層覆蓋，僅靠海邊方向仍可目視地面，故操作人決定航向轉北後朝海邊飛行。因載具飛行高度仍持續下降，操作人見前方海岸線有一處無消波塊之沙灘，應可安全迫降，遂操作載具朝該沙灘方向前進，過程中曾於高度約 300 呎時成功重新啟動引擎 1 次，但引擎轉速及載具飛行高度下降情況仍未改善；隨後載具到達預計迫降之沙灘上方，兩名操作人一同將操縱桿向後拉，將載具操作至上仰失速後墜落於該沙灘上，兩名操作人自行由駕駛艙中脫離。

本事故殘骸位置、飛航空域及操作人自述之起飛地點等相關位置，詳如圖 1 所示。

圖 1 事故地點相關位置

2. 基本資料

2.1 操作人

操作人甲

操作人甲為男性，27 歲，於民國 103 年 3 月加入社團法人花蓮縣航空協會（以下簡稱花蓮航協），領有民航局於民國 105 年 12 月 2 日核發之超輕型載具教練操作證，有效日期為民國 107 年 12 月 1 日；曾接受民航局民航人員訓練所於民國 105 年 12 月 3 日舉辦之「105 年度下半年超輕型載具測驗工作人員訓練」，並獲頒證書。

依花蓮航協提供之證明書，操作人甲可追溯之超輕型載具飛航時間，分別為 Quick Silver Eipper MX II 型載具 600 小時，Rans S-12S 型載具 50 小時，共計 650 小時。

操作人乙

操作人乙為男性，45 歲，於民國 103 年 1 月加入花蓮航協，領有民航局於民國 105 年 6 月 30 日核發之超輕型載具普通操作證，有效日期為民國 107 年 6 月 29 日；曾接受民航局民航人員訓練所於民國 105 年 12 月 3 日舉辦之「105 年度下半年超輕型載具測驗工作人員訓練」，並獲頒證書。

依花蓮航協提供之證明書，操作人乙可追溯之超輕型載具飛航時間，分別為 Quick Silver Eipper MX II 型載具 190 小時，Quick Silver Eipper MX 型載具 50 小時，King Cobra 型載具 80 小時，Bingo 型載具 30 小時，Sino 130 超輕型載具 20 小時[3]，共計 370 小時。

2.2 載具

該載具機身與機翼由碳纖維及玻璃纖維等複合材質組成，機身長度 6.3 公尺、機艙寬度 1.2 公尺、翼展寬度 9.2 公尺、機身高度 2.37 公尺；起落架為前三點固定式；襟翼為無段式，最大角度 30 度；機艙為不可加壓式，總座位數 2 個；左右油箱各可裝載 66 公升燃油，載具空重為 310 公斤，最大起飛重量為 600 公斤，載具外觀如圖 2 所示。

該載具配備單一前置式引擎，由載具所有人於民國 96 年全新購入，製造商為 ROTAX，型號為 912 ULS，屬 4 行程、水平對臥 4 氣缸型式，最大馬力為 100 HP/5,800 RPM，配置 3 片固定槳距之螺旋槳；引擎時數表顯示之使用時間為 173.4 小時。

[3]即為本次事故之自製超輕型載具，花蓮航協提供之證明書記錄機型為 Sino 130。

圖 2 事故載具外觀

2.3 活動場地

依據操作人甲、乙自述，該次飛行係自花蓮縣壽豐鄉月眉大橋旁之防汛道路起飛，該場地非為民航局核定可供超輕型載具使用之活動場地。

2.4 活動空域

本次事故殘骸位置、鄰近兩處合法空域及操作人自述之起飛地點等相關位置，詳如圖 1 所示。由圖 1 可知，操作人甲、乙自述之起飛地點位於「花蓮木瓜溪公告空域」內，殘骸位置則位於「花東地區核定空域」東側邊界外圍。

依據臺北飛航情報區飛航指南，「花東地區核定空域」許可之飛行高度上限為地平面上 1,000 呎，活動時間為週六、週日及國定假日之日出至日落，使用業者為花蓮縣超輕型載具運動協會及花蓮航協。「花蓮木瓜溪公告空域」南面與「花東地區核定空域」相接，許可之飛行高度上限為地平面上 500 呎，活動時間為週六、週日及國定假日之 1300 時至日落，僅供進出「花東地區核定空域」使用，不得於空域內盤旋活動。

事故當日該載具活動時間符合民航局許可之時段，惟因該載具未安裝 GPS 導航裝置，且該載具機載電子飛航儀表系統（electronic flight instrument system, EFIS）無飛航資料記錄功能，無法還原載具實際飛行路徑，調查小組無法得知載具是否全程於合法空域範圍與高度之內飛航。

2.5 載具駕駛艙儀表及航電裝置

事故載具駕駛艙儀表之配置如圖 3 所示。其中引擎使用時數表之顯示為 173.4

小時，燃油選擇閥位於雙邊供油（BOTH）位置，燃油泵電門位於關閉（OFF）位置，其餘儀表除高度表指針呈現上下擺動及磁羅盤指向西北方向外，指針均已歸零。

圖 3 事故載具駕駛艙儀表配置

該載具配備一 EFIS 系統，安裝於左側儀表板中央，廠牌為 Dynon Avionics，型號為 EFIS-D100。經調查小組自現場攜回，予以清潔、乾燥及檢測後，發現內部並未儲存任何飛航紀錄資料，經查係因該具 EFIS 韌體未更新，故無飛航資料記錄功能。

另該載具中央儀表板有一 GPS 固定座，可安裝 Garmin GPS MAP 296/496 型導航裝置，調查小組於現場僅尋獲 GPS 供電線路及外接天線，並未發現 GPS 導航裝置主機。據操作人甲、乙表示，事故當次飛行並未將該 GPS 主機安裝於載具上。

3. 殘骸情形及現場量測

3.1 殘骸情形

事故當日，海巡署東巡局於 1535 時接獲通報，海巡人員前往載具迫降地點後拍攝之事故載具殘骸照片，如圖 4 所示。

圖 4 事故當日載具殘骸情形

照片顯示，事故載具機腹朝上，尾翼自水平安定面前方斷裂，與機身中段分離，垂直安定面、方向舵、水平安定面及升降舵均仍與斷裂之尾翼相連結；機翼除右側副翼脫開外，其餘結構仍與機身相連接；引擎連同螺旋槳自機身隔艙處脫開，分離後之引擎仍位於引擎艙外罩內；3 片螺旋槳槳葉其中一片自中間處斷裂，另兩片未斷裂；鼻輪起落架向後彎折，左、右主輪整流罩脫落但主起落架結構未脫落。

3.2 現場量測

事故現場位於臺東縣成功鎮台 11 線省道 104.7 公里處附近之沙灘，距離省道路面約 70 公尺；因受潮汐與海浪影響，調查小組於次日早上抵達現場時，殘骸已向南移位，現場量測結果與衛星影像套疊詳如圖 5 所示。

圖 5 事故次日現場量測結果與衛星影像套疊圖

相較於事故當日殘骸狀況，載具因受海浪衝擊，主翼與機身接合部位已有移位狀況，主翼部分翼面已破損脫落，左、右機翼內部油箱破損，已無殘餘燃油；斷裂之尾翼因較輕，海巡人員於事故當天將尾翼自事故處移至離海灘較遠位置，垂直、水平安定面之損壞同事故當日狀況；引擎與引擎艙外罩分離，原未斷裂之兩片螺旋槳槳葉亦自近翼根處斷開，左、右起落架與機身接合處結構仍保持完整。調查小組於現場執行殘骸量測及檢視作業完成後，載具所有人及操作人協助將殘骸拆解後運離並清理現場，引擎則送往 ROTAX 引擎臺灣特約維修中心執行檢測。

4. 訪談摘要

事故載具係由其所有人自行設計製造，並於民國 102 年 7 月完成首飛；該載具無相關之飛航手冊，未經民航局檢驗，未領有載具檢驗合格證。

據載具所有人表示，事故前該載具右側油箱有滲漏情形，但問題並不嚴重，大約是靜置一個晚上滲漏 100 毫升的狀態，研判係油箱製造上的膠合瑕疵所致；由於未達危害安全的程度，故未特意予以改善，載具所有人因此習慣於每次飛行後將右油箱內之剩餘燃油洩光，待下次飛行前再重新添加。事故當日載具所有人將該載具借予操作人甲、乙使用，飛行前載具所有人曾協助操作人乙執行加油作業，估計當時油量可供 4 小時飛行。

載具所有人另表示，過去曾更換之引擎零、組件包括：燃油泵、化油器連接橡膠墊（2 次）、所有火星塞（8 個，120 小時）等；滑油及滑油濾清器則分別於 5、20、60、100 及 150 小時各更換 1 次，另曾於 100 小時做過左、右化油器平衡調校。該載具維護保養紀錄放置於駕駛座後方置物盒內，惟本會調查小組於事故現場及該載具機艙內並未尋獲。

操作人乙表示知悉該載具右側油箱有輕微滲漏情形，滲漏點位於翼根處，若

載具靜置一段時間，滲漏處會有微濕情形，但情況並不嚴重；依過去飛行該載具之經驗，油量計之準確度屬可接受範圍。事故當日飛行前，操作人乙曾目測判斷左、右油箱剩餘油量，並於左油箱加入 10 公升燃油、右油箱加入 20 公升燃油，加油量總計為 30 公升，完成後油量計顯示兩側油箱皆為八分滿，起飛後未特別注意油量計變化情形，燃油選擇閥係置於雙邊供油（BOTH）位置。操作人乙表示，在載具迫降過程中，曾於高度約 300 呎處成功重新啟動引擎 1 次，但引擎轉速下降及載具飛行高度持續下降情況並未改善。載具迫降前引擎並未熄火，迫降後引擎自行停止運轉。

操作人甲、乙於訪談時表示，均瞭解該次飛行未從合法場地起飛；亦瞭解兩處合法空域許可之活動時間與飛行高度上限，且事故當日於引擎出現轉速下降狀況前，均於合法空域範圍內飛行。因受限於當時載具狀況，飛行路徑靠山邊區域皆有雲層覆蓋，僅北方靠海邊方向仍可目視地面，故操作人決定航向轉北後朝海邊飛行，迫降於事故所在地之沙灘。

5. 引擎檢測

為瞭解事故載具於巡航時發生引擎轉速下降之可能原因，調查小組於民國 107 年 2 月 2 日，會同民航局人員於 ROTAX 引擎臺灣特約維修中心，對引擎進行檢測，其結果摘要如下：

燃油系統

燃油管路分別於燃油過濾器出口、燃油岐管接至左、右化油器等處斷裂脫落，機械燃油泵破裂，左、右化油器進氣喉管受擠壓破損變形，左、右化油器及平衡補償管均脫落遺失，故燃油系統各組件無法執行功能檢測。

滑油系統

滑油箱、滑油箱出油管及回油管均脫落遺失，滑油泵及滑油濾遭擠壓變形，滑油散熱器受壓擠變形，其內部已無滑油，故滑油系統各組件無法執行功能檢測。

電氣系統

電子點火模組、電子點火線圈、電啟動器、點火線、火星塞帽均受擠壓嚴重變形，所有線路均磨損斷裂且遭海水浸泡過，故電氣系統各組件無法執行功能檢測。

引擎本體

拆解氣缸後發現，氣缸、活塞、活塞環、曲軸臂均無變形或斷裂。

6. 超輕型載具活動與製造相關法規

依我國民用航空法及超輕型載具管理辦法相關內容，合法之超輕飛航活動，須具備以下所有條件：

一、人員加入合法活動團體；

二、人員持有民航局核發之有效操作證；

三、載具具備民航局核發之有效檢驗合格證；

四、於核定活動場地與核定空域從事飛航活動。

本次事故可確認載具未具備民航局核發之檢驗合格證、未自合法場地起飛，係屬非法之超輕飛航活動。

另依據民航局編號 AC ULV-002[4]，主旨為「超輕型載具檢驗作業申請指南」之民航通告，個人自行新設計製造之超輕型載具，欲取得檢驗合格證之流程與執行要點概如下述：

1. 設計

我國超輕型載具製造廠或自行新設計製造之個人應參照以下民航局認可或由業者提出經民航局同意之超輕型載具標準設計其載具：

（1） 美國 American Society for Testing and Materials (ASTM)之超輕型載具(Light Sport Aircraft)標準。

（2） 歐盟 Certification Specifications for Light Sport Aeroplanes。

2. 申請

（1） 申請者填寫「超輕型載具檢驗合格證申請書」，及繳交審查費，經其所屬活動團體向民航局或受民航局委託之活動團體或專業機構申請檢驗。

（2） 檢附下列文件：

（a） 依民航通告 AC90-001A「業餘自製超輕型載具飛行測試指引」及後續修訂版本完成之飛航手冊。

（b） 組裝日誌（包含進料檢驗紀錄、收據等）。

（c） 保險證明。

（d） 已完成檢驗之「超輕型載具檢驗符合表」。

（e） 「超輕型載具組裝後合格聲明」。

（f） 超輕型載具符合性聲明。

3. 文件審查

（1） 查閱申請者所提供之各項檢驗文件內容，是否滿足文件審查需求，如不符合，通知申請者於指定期限內補件。

（2） 文件審查工作完成後，通知申請者安排實地審查作業。

4. 實地審查

（1） 實地審查前，確定已完成各項聯絡及檢驗準備工作。

[4] 發行日期民國 106 年 9 月 20 日，用以取代原有「超輕型載具檢驗作業程序」。

（2） 實地審查項目依照「超輕型載具檢驗紀錄表」執行，並得依實際情況增加審查項目，必要時得檢查申請人依超輕型載具檢驗符合表檢查之結果，並得對檢驗符合表上部分或全部之檢查項目重新檢查。

（3） 實地審查應確認受檢載具之各項儀表、裝備、尺寸與原廠手冊相符；對於外型結構尺寸如有懷疑得實際測量。如有不符時，申請人應提出相關文件說明。

（4） 受民航局委託之活動團體或專業機構，使用符合規定的各種檢測裝備、測試方法執行各項檢驗工作。

（5） 實地審查之地點應為受檢載具核准之活動場地為原則。但申請人如能證明受檢載具可以用陸運或海運安全運送至適合場地接受檢查，可於申請檢驗時同時提出申請，經民航局核准後實施。

5. 審查總結

（1） 實地審查結束後應儘速完成檢驗報告表，包括：

（a） 填寫「超輕型載具檢驗紀錄表」。

（b） 若無需申請者進行改正行動時，受民航局委託之活動團體及專業機構應於 7 個工作天內綜整各項檢驗資料，並依本程序規定格式提出「超輕型載具檢驗報告表」。

（c） 若申請者需進行缺點改正行動，申請者需於實地審查結束後 30 日內將缺點改正至符合檢驗要求後申請復驗，但經民航局同意展延期限者不在此限；複驗得以書面或實地審查方式辦理。

（2） 受民航局委託執行超輕型載具檢驗工作之活動團體或專業機構，應將每次檢驗結果造冊報請民航局備查。

6. 給證

個人自行設計製造或國內製造廠設計製造之超輕型載具，於檢驗完畢後依「超輕型載具管理辦法」第 8 條之規定，檢附檢驗紀錄及依民航局訂定之超輕型載具試飛程序編製飛航手冊及組裝或維護手冊，其內容應足以妥善操作及維護超輕型載具之安全性，經民航局審查同意後發給臨時檢驗合格證，依民航通告 AC90-001A「業餘自製超輕型載具飛行測試指引」及後續修訂版本執行飛試，並於完成後作成紀錄，經民航局審查合格後依「超輕型載具管理辦法」第 12 條之規定發給檢驗合格證。

分析：

本次事故中，於事故地點空域附近，低高度之雲層分布可能限縮操作人對載具返航路線及迫降地點之選擇，惟相關天氣因素應未導致本次事故之發生。

依據事故當日海巡人員所攝照片之載具殘骸狀況，以及調查小組殘骸檢視結果，尾翼與機身分離係載具於迫降當時以高仰角姿態降落，機身與尾翼接合部位

於撞擊沙灘時過負載而斷裂；載具機首接著觸及沙灘，造成其中一片螺旋槳葉片因撞擊斷裂；主翼與機身接合部位之移位狀況係受海浪衝擊所致，載具主翼、尾翼及左、右起落架之結構均無異常；主翼因受海浪衝擊，部分翼面破損脫落，各控制面除右側副翼因迫降撞擊後脫開外，其餘均完整；另依據操作人訪談摘要，事故當日飛行時載具本身並無操控上之困難，且機身無抖動狀況存在；據此研判，載具機體結構與飛航操控系統相關因素應可排除。

依據操作人陳述，當引擎轉速下降時，操作人加大油門仍無法使轉速提升；當時檢查滑油壓力、滑油溫度、氣缸頭溫度及排氣溫度等引擎儀表，相關數值均位於正常操作範圍內；在載具迫降過程中，操作人乙曾於高度約 300 呎成功重新啟動引擎 1 次；迫降過程中引擎轉速雖未達正常轉速範圍，但引擎仍在運轉，且無明顯抖動。綜合操作人陳述及引擎檢測結果，調查小組研判引擎於事故當時應處於低轉速、低動力輸出狀態，致引擎輸出馬力無法維持載具飛行高度。

依載具所有人及操作人乙之陳述，該載具無油量不足問題，惟並無證據足供證明起飛前實際油量；事故後因載具左、右機翼內部油箱破損，燃油已完全洩漏，故調查小組亦無法得知事故前實際燃油存量。事故載具引擎因於迫降時撞擊地面及事故後受海浪衝擊，致燃油系統管路、零件破損，化油器等組件遺失，調查小組因而無法執行引擎本體及各系統組件相關功能檢測；復以該載具未裝置引擎監控裝置或紀錄器，無引擎相關參數可供佐證，且載具所有人未能提供引擎維護與保養紀錄，故調查小組無法研判導致引擎轉速下降及動力不足之確切原因。

有關向民航局申請自製超輕型載具檢驗作業及給證，我國尚未有個人或製造廠申請案例；經調查小組拜訪國內有能力設計製造超輕型載具之個人或製造廠，其主要原因係認為門檻值高，不易以個人之力達成；且我國認證於國際上並不具備效力，單以國內小眾市場規模而言，製造廠難以提高投資效益。然操作未經檢驗合格之超輕型載具存在未知風險，民航局基於操作者與公共安全，參考歐美標準制定自製超輕型載具相關法規，供個人、製造廠及民間團體參照執行；民航局或可利用每年定期舉辦之超輕講習機會，多加宣導鼓勵個人或製造廠自行設計製造超輕型載具，應循合法管道依規定申請及給證。

結論：

調查小組綜整人員訪談、現場量測、殘骸檢視、引擎檢測報告與超輕型載具活動與製造相關法規等資訊，對本案作成以下結論：

本次事故兩名操作人均為合法超輕型載具活動團體會員，並持有民航局核發之有效操作證，惟載具係由個人自行設計製造，未具備民航局核發之有效檢驗合格證，且未自合法場地起飛，係屬非法之超輕型載具飛航活動。

本次事故肇因可排除天氣、機體結構及飛航操控系統等相關因素；事故載具

於巡航時發生引擎轉速下降情形，致輸出馬力無法維持載具飛行高度，操作人實施迫降，造成載具全毀，兩名操作人無傷。

本案雖與引擎動力不足有關，然因事故後引擎受損嚴重，調查小組無法執行相關功能檢測，亦無引擎相關紀錄參數可供佐證；且非法超輕載具之維護未受合法活動團體之輔導與管制，亦無維護保養紀錄可查，故本會無法研判導致引擎動力不足之確切原因。

民航局針對個人或製造廠自行設計製造之超輕型載具訂有檢驗、給證相關規定，惟截至目前為止尚無實際申請案例，民航局或可深入瞭解箇中原因，加強宣導相關程序與規定，並對有意申請者予以輔導。

飛安改善建議：

致交通部民用航空局

1. 持續加強取締非法超輕型載具活動及輔導合法化之業務；宣導自製超輕型載具取得檢驗合格證之相關程序與規定，並對有意申請之個人或製造廠予以輔導。（ASC-ASR-18-09-001）

致社團法人花蓮縣航空協會

1. 宣導並約束所屬會員從事合法超輕型載具飛航活動，以確保飛航安全。（ASC-ASR-18-09-002）