

0207 Sky Arrow 55 遙控無人機重大運輸事故調查報告

調查報告編號： TTSB-AOR-20-08-002

發布日期： 中華民國 109 年 8 月 24 日

事故發生日期與時間： 中華民國 109 年 2 月 7 日 1013 時

事故地點： 宜蘭縣立凱旋國中體育館

活動場地與活動區域： 活動場地位於宜蘭大學城南校區無人機實驗飛行場，部分活動區域位於申請空域範圍之外，活動時間非屬申請飛航通告之時間範圍

遙控無人機

所有人： 經緯航太科技股份有限公司

註冊號碼： 不適用¹

檢驗合格證號碼： 不適用

發證日期/有效日期： 不適用

製造廠名稱： 經緯航太科技股份有限公司

類別/機型/機身序號： 無人飛機/Sky Arrow 55/P040

製造日期： 民國 108 年 11 月 29 日

引擎型號/引擎序號： 3W56i B2 CS/無

毀損情況： 全毀

人員

操作人所屬專業機關（構）： 經緯航太科技股份有限公司

操作證號碼： 不適用

操作證類別/載具屬別/機型： 不適用

發證日期/有效日期： 不適用

機載人數： 不適用

傷亡情況： 無

天氣：中央氣象局宜蘭氣象站（位於事故地點北方 2.3 哩）當日天氣觀測如下：0900 時風向 340 度，風速 10 哩/時，陣風 20 哩/時；能見度 10 公里；稀雲；溫

¹ 本案發生於民用航空法遙控無人機專章施行日（109 年 3 月 31 日）之前，遙控無人機及操作人無登記、適航/資格檢定之規範。

度 21°C；降水量 0 毫米。

1000 時風向 360 度，風速 12 哩/時，陣風 21 哩/時；溫度 22°C；降水量 0 毫米。

事故說明：

1. 事故經過

民國 109 年 2 月 7 日，經緯航太科技股份有限公司（以下簡稱經緯公司）編號 P040 之 Sky Arrow 55（以下簡稱 SA-55）型遙控無人機，於宜蘭縣蘭陽溪出海口北側執行空拍測試時引擎失效，失控墜毀於宜蘭縣立凱旋國中體育館屋簷，遙控無人機起火焚毀、體育館屋簷小部分損毀，無人傷亡。

本次飛航任務係經緯公司為執行行政院農委會林務局農林航空測量所（以下簡稱農航所）計畫案，進行無人機飛航測試。該機預計飛行時間 2 小時 5 分鐘，於 0928 時由外部操作人²操作，自宜蘭大學城南校區無人機實驗飛行場（以下簡稱飛行場）06 跑道起飛，爬升至約 220 公尺高度時切換為自動飛行模式，由內部操作人進行監控，持續爬升至高度 600 公尺後，改平飛並加速至 105 公里/時，並以此速度巡航進入預劃航路。1011:50 時（起飛後約 44 分鐘）引擎失效，1013:09 時由自動飛行模式切換為外部操作人手動飛行模式，1013:30 時墜毀，墜毀位置距離飛行場約 720 公尺。

2. 基本資料

2.1 操作人

外部操作人 36 歲，總飛行時間 1120 小時 30 分，事故機型總飛行時間 13 小時 10 分。內部操作人 29 歲，總飛行時間 572 小時 30 分，事故機型總飛行時間 132 小時 30 分。

2.2 遙控無人機

該機為經緯公司設計、製造之無人飛機，機身長 2.5 公尺、翼展 3 公尺，外型如圖 2-1 所示，詳細性能規格詳 3.5 節。該機於 109 年 1 月 31 日首航，2 月 5 日初次搭載任務酬載測試，至本事故前總飛行時數為 12 小時 26 分、總落地次數 8 次。

² 外部操作人執行遙控無人機起飛與降落階段之操作，巡航階段由內部操作人透過地面導控站監控與傳送控制命令至遙控無人機，本次任務由外部操作人擔任決定權人。



圖 2-1 事故機資料照片

2.3 活動區域

農航所依據交通部民用航空局（以下簡稱民航局）04/2012 號航空公報³（aeronautical information circulars, AIC）申請於宜蘭縣境內共 4 區域之遙控無人機航拍作業，並委託經緯公司於 109 年 1 月 16 日與其他空域使用單位協調，民航局發布該 4 處空域之飛航公告（notice to airmen, NOTAM），其核可之作業範圍及時間如圖 2-2，飛行高度 0 至 5,000 呎。

該航空公報要求空域作業之現場負責人，應於作業當日派遣協調人員進駐航管單位，確認並維持電話暢通；如未派員進駐，視同當日不實施作業。

事故當日（2 月 7 日）經緯航太公司執行 SA-55 無人機蘭陽溪出海口航拍測試，依據該機酬載，與執行航拍區測試之影像重疊率、解析度需求，航線規劃拆為兩架次執行，一架次航程 220 公里，預估飛行 2 小時 20 分鐘（蘭陽溪南側），另一架次航程 198 公里，預估飛行 2 小時 5 分鐘（蘭陽溪北側，本事故之計畫航線如圖 2-2 所示）。與本次作業相關之核可使用空域為區域四（蘭陽溪口，飛航公告編號 A0260/20），該空域申請時，因與其他機關申請之空域、限航區 RCR30，以及小型航空器目視走廊 C2/C10 部分重疊，經協調後核可作業之時段為 2 月 8 日至 14 日。經查，經緯公司當日未派遣協調人員進駐臺北近場臺。

³ 本航空公報「無人駕駛航空器系統(UAS)在臺北飛航情報區之作業」於 102 年 1 月 1 日生效，至 109 年 3 月 31 日截止，適用於國防、公務機關為執行非營利公務作業，或以政府經費進行研究、測試、展示之作業。

經緯公司說明上述於核可時段前一日進行作業，係因該飛行場另有使用時間限制，遂於 2 月 4 日與相關機關電話協調提前作業，但未依「航空情報申請發布作業規定」通知民航局發布更新之飛航公告。

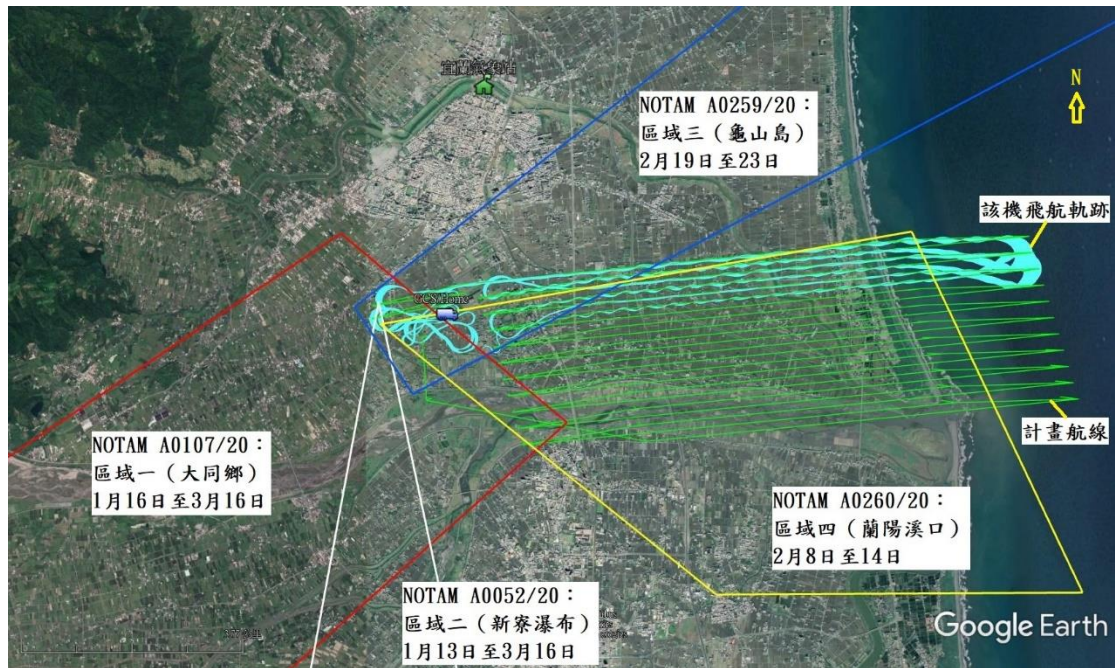


圖 2-2 事故航線與飛航公告相關位置圖

3. 飛航資料、現場勘查、殘骸檢查、訪談及相關參考資料

3.1 飛航資料

該機飛控電腦 (flight control computer, FCC) 及地面導控站 (ground control station, GCS) 皆具備飛航資料紀錄功能，其中 FCC 及其記憶卡因該機墜落引發之火災損毀無法讀取，GCS 紀錄則包含自當日起飛前地面測試至墜落時地空通訊中斷為止，內容包括 GPS 時間、GPS 位置、姿態、高度、空速、動壓、靜壓、航向、引擎轉速及引擎汽缸頭散熱片溫度等 60 項參數⁴，相關紀錄摘要如下：

0844:33 時，GCS 開始紀錄。

0845 時至 0925 時，進行地面測試。

0925 時至 0928 時，重新啟動引擎準備起飛。

0928:30 時，以手動操作模式起飛。

⁴ 依據經緯公司提供資料，FCC 紀錄參數除包含 GCS 紀錄參數以外，亦包含三軸加速度、通訊封包偵錯、導航點狀態、次系統界面狀態等共 131 種參數。

0930:52 時，於 GCS 所在位置飛行場上空約 220 公尺高度進入自動飛行模式，並逐段爬升至 600 公尺高度，約於 0939 時進入任務航線。

1011:47 時，該機距 GCS 約 2.8 公里，引擎轉速於 2 秒內由約 2,500 轉/分鐘 (RPM) 降至零，此時空速約 101 公里/時，航向面對第 17 航點 (WP17) 及 GCS 所在位置，高度 600 公尺並開始以平均約 5 公尺/秒之下降率下降。

1013:03 時，該機距 GCS 約 940 公尺，通過第 17 航點 (WP17) 範圍，依原訂自動導航計劃開始向左轉朝向第 18 航點 (WP18) 並遠離 GCS，此時高度約 230 公尺。

1013:09 時切換為手動模式，此時該機距 GCS 約 900 公尺，至 1013:20 時期間，以約 40 度右坡度向右轉向 GCS，同時該機由約 7 度俯角變化至約 7 度仰角，空速由約 115 公里/時降至約 90 公里/時，地速由約 135 公里/時 (尾風 20 公里/時) 降至約 75 公里/時 (頂風 15 公里/時)，高度由約 186 公尺降至約 157 公尺，平均下降率約 3 公尺/秒，此期間副翼操作最大輸入約 16% 全行程⁵向右，升降舵操作最大輸入約 38% 全行程抬頭，操作特徵與該機姿態變化同步。

1013:21 時，該機距 GCS 約 880 公尺，姿態回復水平，副翼及升降舵控制輸入回到中立點 (neutral point) 位置前後約 5-10% 範圍內，此時姿態右坡度約 4 度、俯角約 3 度，空速約 94 公里/時，地速約 78 公里/時 (頂風 16 公里/時)，高度約 157 公尺，下降率約 3 至 4 公尺/秒之間。

1013:22 時至 1013:29 時期間，該機開始向左，橫向姿態由約 8 度左坡度增加至約 42 度，縱向姿態由約 5 度俯角增加至約 55 度，空速由約 95 公里/時增加至約 159 公里/時，下降率由約 4 公尺/秒增加至約 30 公尺/秒，此期間除 1013:29 時升降舵操作輸入短暫達到 14% 全行程抬頭之外，其他時間升降舵及副翼控制量皆小於中立點位置前後 5% 全行程。

1013:30 時，GCS 紀錄停止，此時該機位置距 GCS 約 730 公尺，距墜落現場約 20 公尺，高度約 30 公尺 (墜落位置建築物屋簷高約 15 至 20 公尺之間)，最後紀錄空速約 163 公里/時，姿態俯角約 54 度，左坡度約 43 度，下降率約 30 公尺/秒，副翼及升降舵操作分別為 0% 及 4% 全行程。

該機 GCS 紀錄之飛航軌跡及相關事件時序詳圖 3.1-1 及圖 3.1-2，GCS 主要參數變化詳圖 3.1-3。

⁵ 因該機 GCS 未紀錄升降舵、副翼及方向舵之控制面角度變化，為利於調查人員辨識，本報告以控制面輸入信號中立值至最大、最小值之區間為控制面全行程參考，並比較各時間點輸入信號值與中立值之差，除以全行程參考並換算為百分比 (中立值為 0%)，做為控制輸入幅度之參考。



圖 3.1-1 該機 GCS 飛航軌跡及相關事件時序

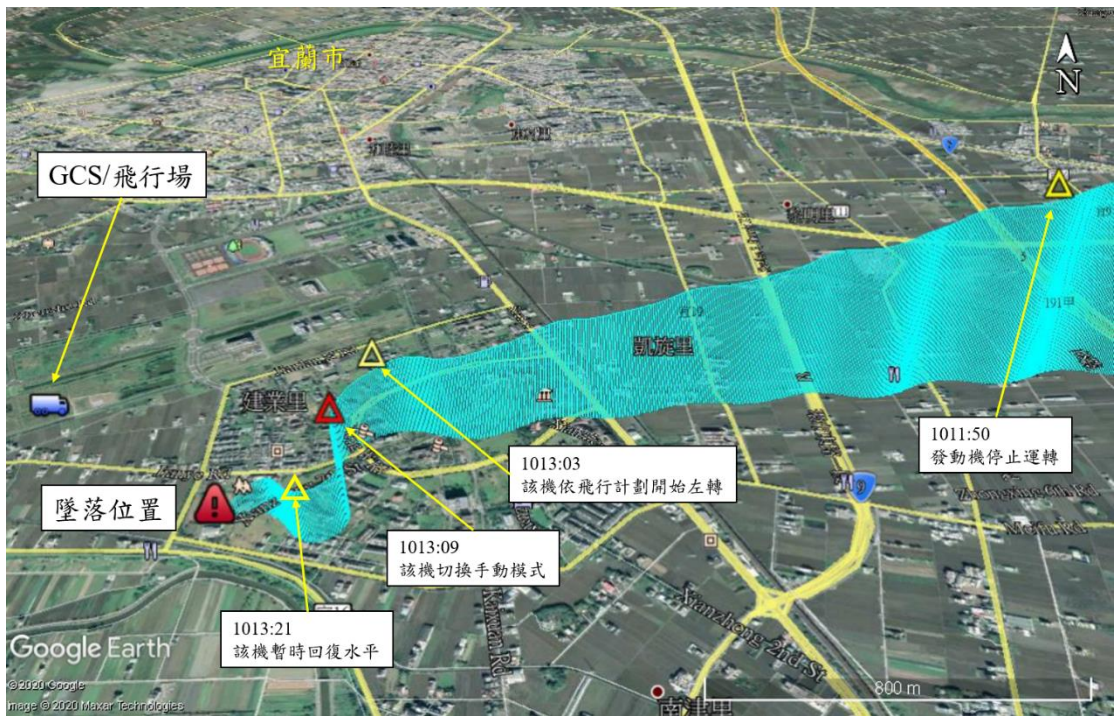


圖 3.1-2 該機 GCS 飛航軌跡及相關事件時序（引擎失效後）

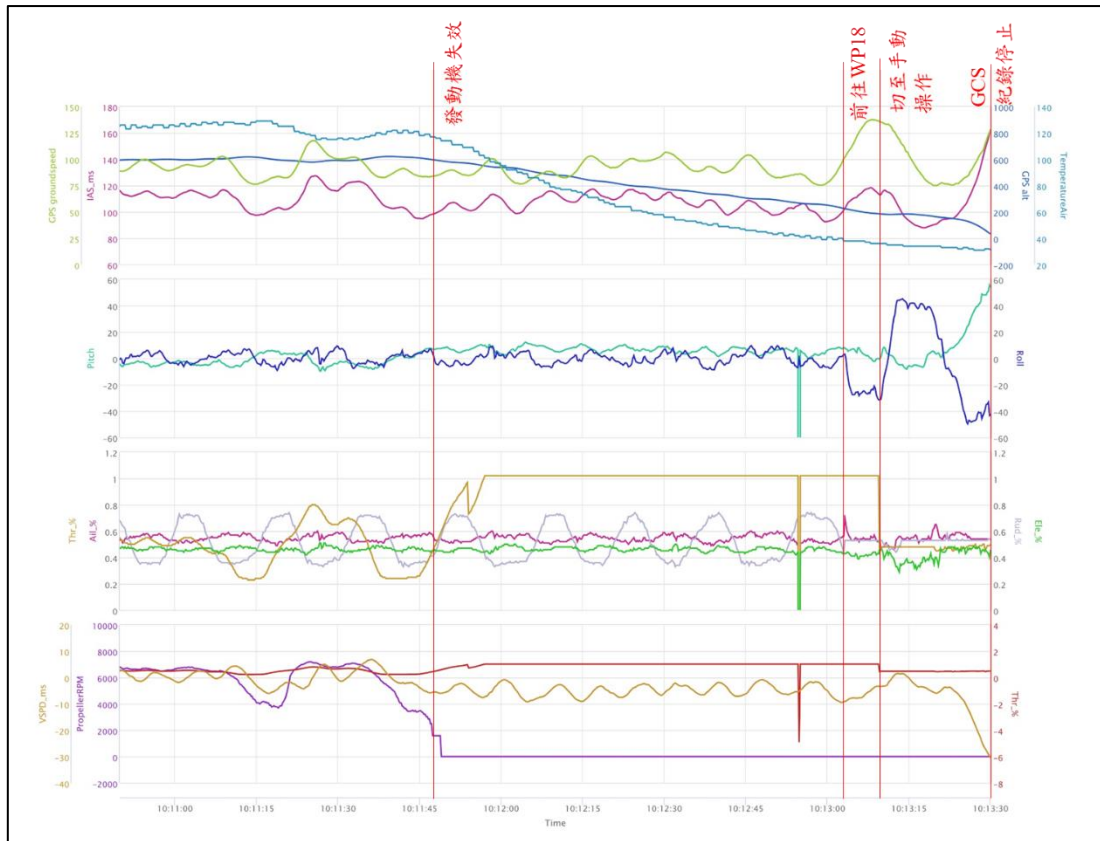


圖 3.1-3 該機 GCS 主要參數變化 (引擎失效至紀錄停止期間)

3.2 現場勘查

事故現場位於飛行場之 GCS 東南方約 720 公尺處之凱旋國中體育館屋簷，如圖 3.2-1，量測主殘骸分布區位置於 E 121°45'22.33"、N 24°43'29.53"，殘骸分布情形如圖 3.2-2，其中前起落架卡著於第一撞擊點之屋頂鐵皮破損處內，主要機身及主翼結構因撞擊後燒毀，引擎被覆蓋於機身殘骸下方，尾翼總成包含雙尾管、雙垂直尾翼及水平尾翼因撞擊解體，與機身蓋板等較輕之碎片分布於主殘骸西側，主輪、電池模組及破碎之複合材料蒙皮等較小殘骸分布於更外側。

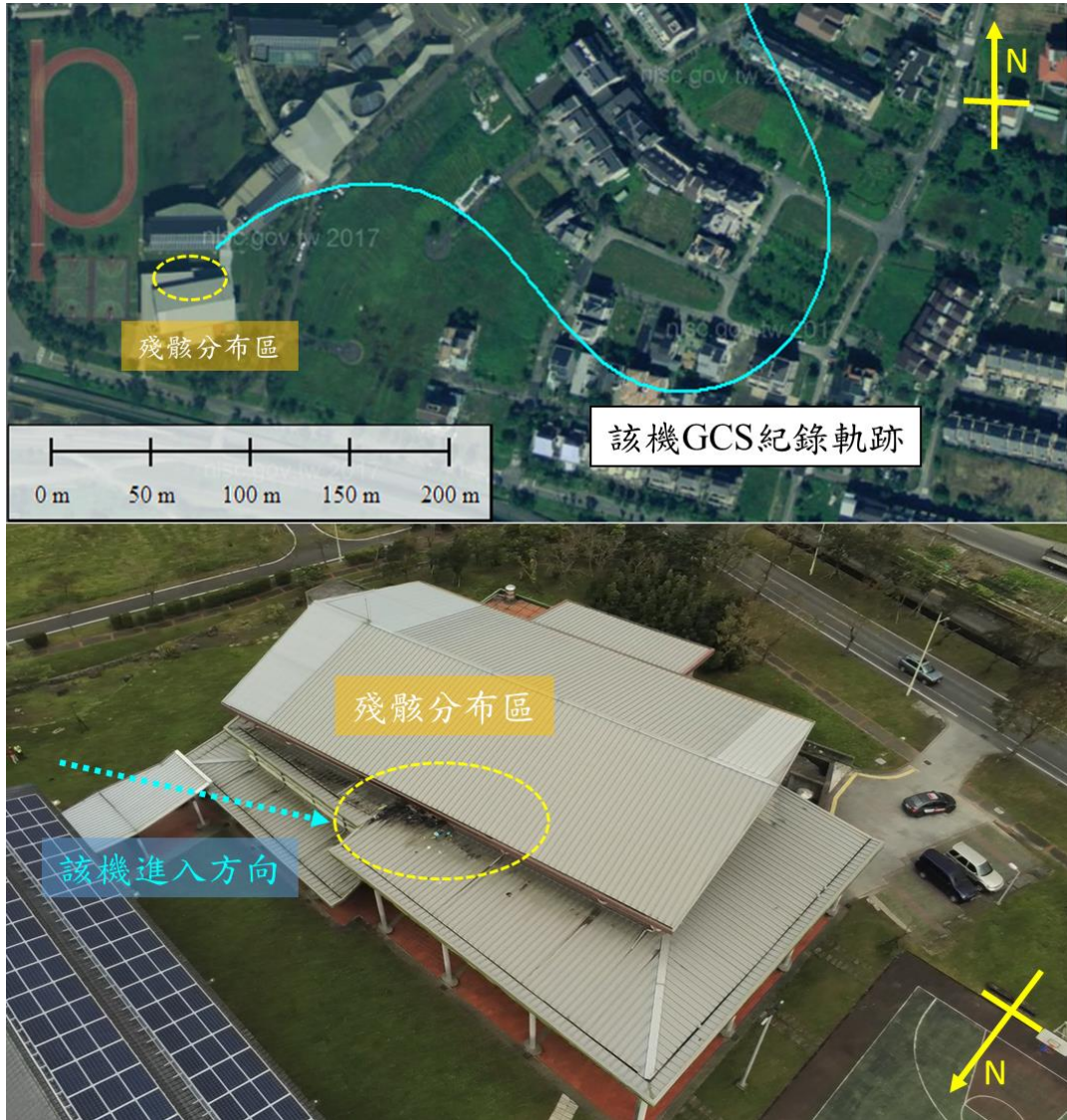


圖 3.2-1 事故現場所在位置

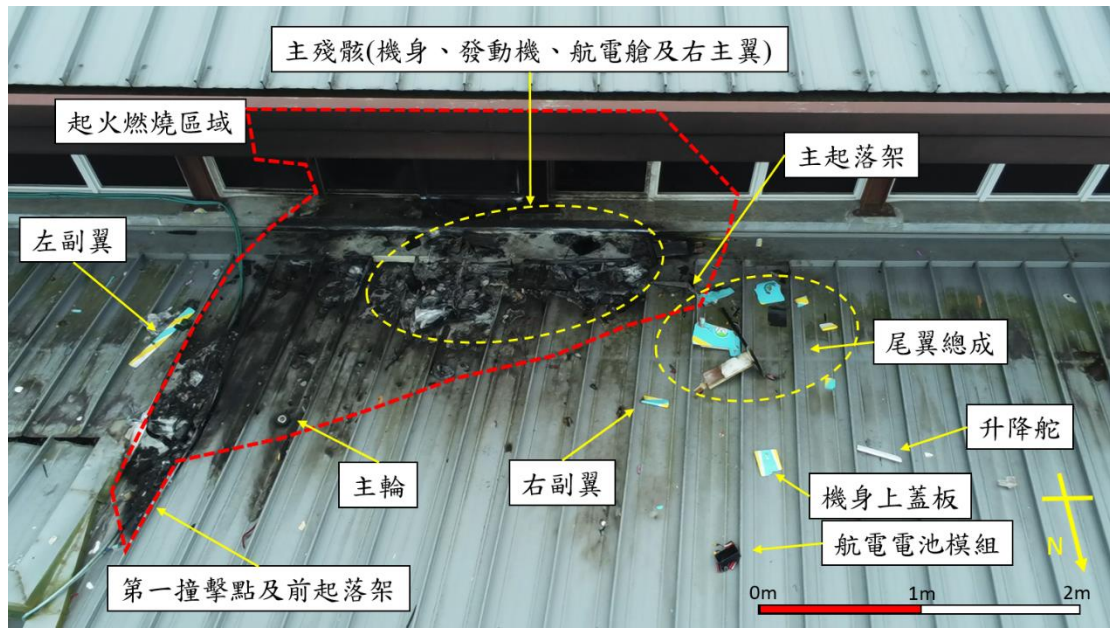


圖 3.2-2 事故現場殘骸分布情形

3.3 殘骸檢查

該機受撞擊及火災影響，機身主要構造、油箱及相關管路皆已燒毀，僅有引擎及任務酬載分別殘存於主殘骸餘燼下方及第 1 撞擊點旁，其餘則為尾翼與機身蓋板等輕質碎片、主輪及電池模組等。引擎拆解檢查發現左汽缸尚可拆解，左汽缸活塞上方有些許積碳，右汽缸內部卡死無法拆解，外觀因撞擊與燃燒有變形與部分脆化。

3.4 訪談摘要

外部操作人訪談

受訪者為經緯公司職員，累積無人機操作經驗包含無人多旋翼機、無人直昇機及無人飛機之飛行時數共約 1120.5 小時，自 108 年 8 月開始擔任 SA-55 型無人機外部操作人。受訪者於事故當天早上 8 點抵達飛行場，此時有毛毛雨，就定位後觀察天氣狀況並待命，約 10 分鐘後雨停，約 0830 時完成機體整備，內部操作人以 GCS 連通無人機後依檢查表執行飛行前檢查，並由其他協助人員交叉確認系統正常。0925 時引擎啟動並進行地面測試完成，0929 時起飛，至 240 公尺安全高度後切換自動導航模式，由內部操作人透過 GCS 控制無人機爬升至 600 公尺後於飛行場上空盤旋 3 圈，內部操作人回報盤旋期間空地速差於 30 公里/時範圍內且飛行情況正常，遂同意放行以自動導航朝向蘭陽溪口執行飛行任務。

本次任務之總飛行航線數為 22 條，總飛行航程為 212 公里，預估飛行時間

為 2 小時 25 分鐘（加入當時之風向風速狀況），由內部操作人透過 GCS 監控無人機在第 1 條航線到第 6 條航線之飛行數據均正常，飛行至第 6 條航線末端第 16 號航點時發生引擎失效異常事件，內部操作人隨即通知受訪者待命接手，同時透過 GCS 上傳指令降低無人機飛行速度，以爭取無人機更長之滑降距離執行緊急迫降程序。

在接獲內部操作人回報確認引擎停止運轉，受訪者從 GCS 資訊確認無人機位置、航高及方位，得知該機距 GCS 約 800 公尺，即以目視方式尋找該機，經目視該機並確認其位置、高度及姿態後開啟遙控器，由於目視接觸時該機距離飛行場仍有約 1 公里，但高度僅剩 200 公尺且飛離 GCS，受訪者即以遙控器將該機切換為手動飛行模式。

受訪者接手操作後，確認該機對遙控器操作反應正常，操控動作無誤，隨即以副翼做出右迴轉動作將該機對準飛行場，此時該機方向為正頂風，希望以最少之操作量爭取最長滯空時間，試圖滑翔回本場，或鄰近安全田地進行迫降。當天風速約 4 級樹枝有劇烈擺動，視線因受路樹阻擋而無法完全目視，但隱約可見，受訪者意識到飛機無法挽救即將墜毀，嘗試拉機頭以減少與地面之衝擊，此時該機距離跑道仍有約 750 公尺，受訪者以約於 5 秒內，迅速衝至樹旁可視區，隨即聽到強烈撞擊聲，發現遠方有黑煙竄起，得知飛機已墜落。現場人員立即依 GCS 定位出該機通訊中斷座標，於凱旋國中體育館屋簷找到該機殘骸，到現場時殘骸已無燃燒，但現場國中老師已通報消防隊，數分鐘後，消防員及警察均到場勘查，即向校方及警消人員表示該無人機為經緯公司所有。

內部操作人訪談

受訪者為經緯公司職員，累積無人機操作經驗包含無人多旋翼機、無人直昇機及無人飛機之飛行時數共約 572.5 小時（主要為內部操作人），自 103 年 8 月開始擔任 SA-55 型無人機內部操作人，受訪者表示，事故當日發現該機引擎停止運轉後，隨即透過 GCS 設定該機空速維持指令由 105 公里/時降至 98 公里/時以延長滑降距離，並依程序持續監控該機高度、下降速率及返場距離，同時向外部操作人回報 GCS 上顯示之該機高度及距離。最後一次外部操作人詢問該機方位並回報時之高度為 230 公尺，外部操作人通知目視到該機時，該機高度約 200 公尺、離 GCS 約 800 公尺，此時從 GCS 確認外部操作人手動接手操作，直至 GCS 通訊中斷為止。

3.5 相關參考文件

依據經緯公司提供之 SA-55 型遙控無人機操作手冊、GCS 操作手冊等資料，整理該型機相關詳細資訊如下：

1. 該型機最大起飛重量 32 公斤，最佳巡航速度 105 公里/時，最大空速 140

公里/時，失速速度分別為 65 公里/時（重量 25 公斤）及 71 公里/時（重量 30 公斤），升限 4,000 公尺，升降速率限制 10 公尺/秒，抗風能力可達瞬間陣風蒲福風級 8 級風力（不含）以下，即該機可抵抗最大達 62 公里/時之陣風，最大續航力 4 小時，標準任務滯空時間 2.5 小時以內，引擎失效後之滑降比約為 1:5，如圖 3.5-1（手冊中此圖僅註解「實際曲線將視酬載重量大小略作調整」，未提供無動力時之最佳滑翔速度）。

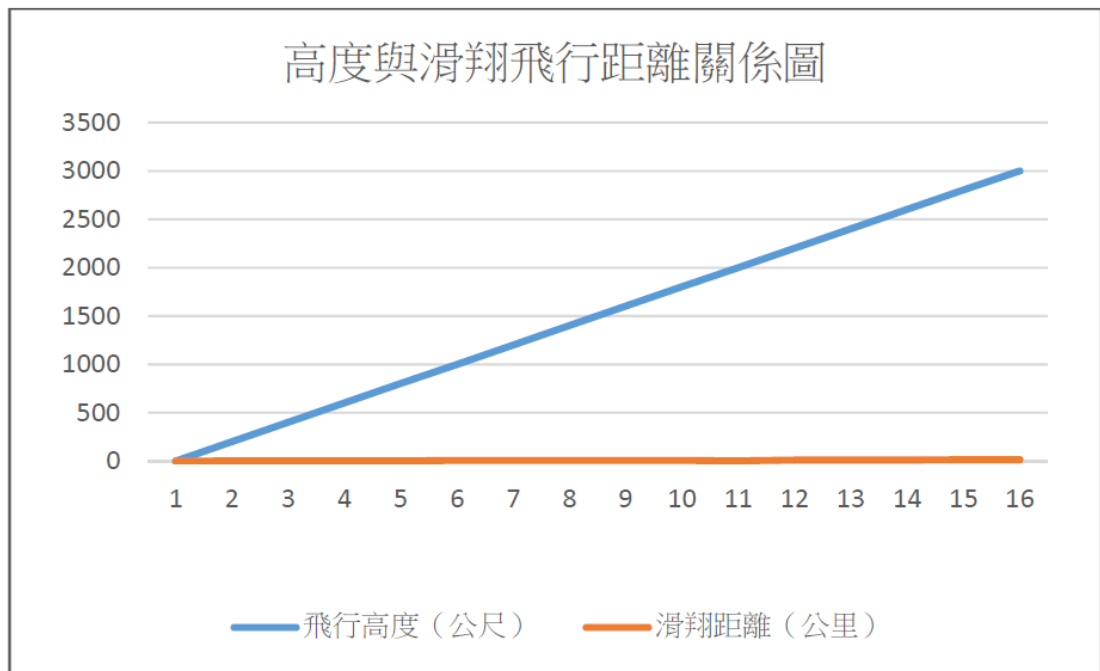


圖 3.5-1 高度與滑翔飛行距離關係圖

2. 該機具備三種飛行模式，分述如下：
 - (1) 自動飛行模式：該機自動飛控系統與 GCS 連線，可由 GCS 觀看飛行數據並上傳飛行計劃或高度、速度維持指令。
 - (2) 手動飛行模式：外部操作人手持遙控器，透過 GCS 將遙控器輸入指令上傳至該機飛控系統，直接控制操縱面及引擎伺服機。
 - (3) 緊急模式：外部操作人手持遙控器直接與該機飛控系統接收機連線，直接控制操縱面及引擎伺服機。
3. 失效保護設計：該機具備斷訊返航之失效保護設計，當該機與 GCS 間發生通訊異常或中斷之情形，該機將進入歸航模式，以預先設定的高度朝向 GCS 位置回航，並於到達 GCS 位置後盤旋等待操作人以緊急模式接手完成降落，歸航模式觸發後，即使回復與 GCS 之通訊，為了安全考量仍然無法取消，直至降落後重啟飛控系統為止。

4. 該型機操作手冊中關於引擎失效之處置程序，敘述如下：

3. 地面站顯示引擎轉速指零 (A/P 飛行)

1. 檢查地面站 GPS 高度計指示數值，是否保持為指令高度數據。
2. GPS 高度計數據如持續下降，交互檢查引擎溫度是否同時下降。
3. 交互檢查地面站數據—UAV 飛行姿態與空速數據。
4. 確認上述步驟後，確認引擎熄火、喪失動力，此時 UAV 進入滑翔飛行。
5. 確認 UAV 與地面站相對高度及距離關係。
6. 參考圖 1-1 高度與滑翔距離關係，快速計算可滑翔距離。
7. 確認滑翔飛行距離，可返回地面站上空位置，立即下達返航之航點指令。
8. 若無法返回地面站上空，選擇盤旋迫降地點或緩衝區，執行滑翔飛行→迫降。

另外，依據經緯公司提供該次任務無人機飛行任務歸詢勤前提示單，以紅色標註之緊急狀況處置程序相關敘述如下：

4. 緊急狀況之處置:

- (1) 請依操作手冊之緊急操作處置狀況，確依程序執行操作。
- (2) 無人機之緊急迫降點，發生狀況時應依程序呼叫航點至人口稠密區以外之航點，使飛機滑行緩降至迫降點，以降低人員及財產之損傷為優先。(迫降區請參閱下圖橘紅色區域)

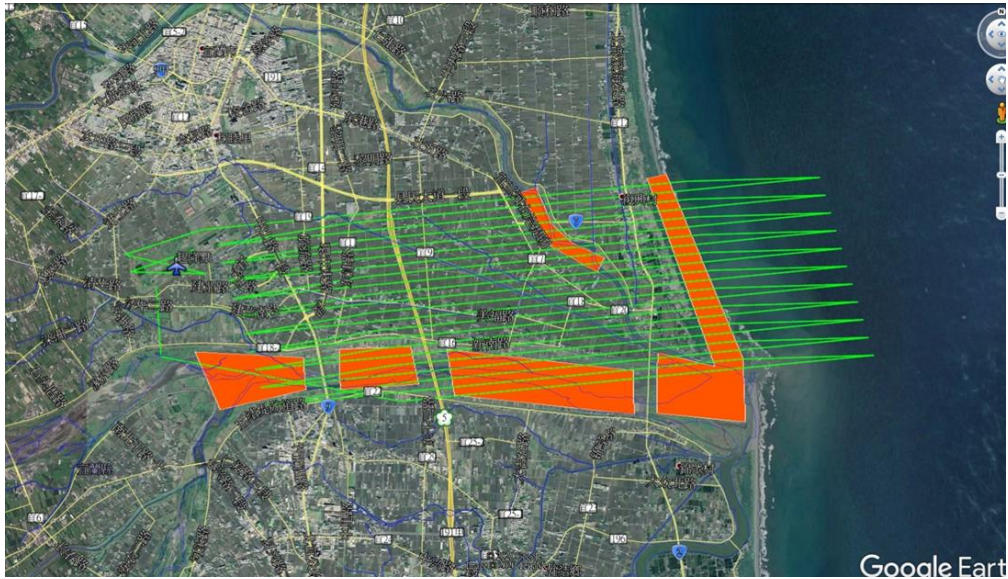


圖 3.5-2 該次任務無人機飛行任務歸詢勤前提示單迫降區指示

經緯公司遙控無人機作業手冊中關於緊急情況處理，敘述如下：

遙控無人機如出現異常、失控時，操作人應迅速採取緊急處置措施，確保飛機操作行為不會對任何人員、飛機、財產造成危害。

採取此種中止飛行(flight termination)緊急處置措施的時點，必須注意以下原則：

- (1) 須能維持在無動力滑翔(定翼機)或低轉速快速下降(旋翼機)的穩定飛行
- (2) 須假定系統失效已無法挽回
- (3) 要考慮高度、風及其他因素；障礙物、人員、人口稠密區、其他在此區航空器之作業。

無人機異常情況/ 判定準則	因應之程序
空中引擎熄火/動力喪失(IFSD)	<ul style="list-style-type: none"> ● 飛控電腦應依飛行前寫入的 fail-safe 程序自動進入滑降返場模式，組員儘速到達目視可見無人機的位置。 ● 如熄火點在跑道不遠處，應立刻將遙控器切換為緊急模式，以最短回航距離與安全高度手動返場迫降。 ● 若熄火時高度及距離評估無法安全返場迫降，

應盡可能控制飛機避開建物/障礙物及人群，選擇空曠或平坦地區將飛機略帶攻角迫降。

遙控無人機作業手冊關於緊急處置相關實作訓練，僅於恢復訓練（對於 90 日以上未執行飛航作業之操作人所實施之訓練）中，要求於實飛科目訓練進行模擬緊急處置。而訓練器材包含遙控飛機模擬器、實體練習用無人機及任務用無人機，無與 GCS 自動導航相關模擬器材。

分析：

依該機 GCS 紀錄資料、現場勘查、殘骸檢查、訪談及相關參考資料，顯示該機於飛行期間航電系統運作正常，且風速變化皆在該機操作限制內；關於引擎失效，經檢視地面導控站之飛航紀錄，引擎失效前之轉速、汽缸頭散熱片溫度皆正常，由於油箱及相關管路皆已燒毀，右汽缸內部卡死無法拆解，無法判定引擎失效原因。有關本次事故相關之分析如下：

1. 引擎失效後相關處置

飛航中遭遇引擎失效之緊急狀況時，應先保持最佳無動力滑翔速度，並依當時位置及高度決定後續之處置，以增進安全迫降之機率。參考經緯公司遙控無人機作業手冊，空中引擎熄火/動力喪失時，因應之程序為：

- 飛控電腦應依飛行前寫入的 *fail-safe* 程序自動進入滑降返場模式，組員儘速到達目視可見無人機的位置。
- 如熄火點在跑道不遠處，應立刻將遙控器切換為緊急模式，以最短回航距離與安全高度手動返場迫降。
- 若熄火時高度及距離評估無法安全返場迫降，應盡可能控制飛機避開建物/障礙物及人群，選擇空曠或平坦地區將飛機略帶攻角迫降。

該機引擎失效發生時，距 GCS 約 2.8 公里，高度 600 公尺，速度 101 公里/時，至切換手動操作前，速度之變化範圍介於 93 至 118 公里/時之間，且大部分時間大於 100 公里/時（參考圖 3.1-3），並未保持穩定之滑翔速度，2 位操作人於訪談中皆表示當時曾透過 GCS 上傳指令，降低無人機飛行速度以延長滑翔距離，但該機操作手冊內容，並未定義無動力最佳滑翔速度。

該機飛控電腦失效安全 (*fail-safe*) 程序，未設計引擎失效後自動進入滑降返場模式；另引擎失效後至切換為手動之 82 秒內，內部操作人注意力集中於監控該機高度、速度及距離，並回報給外部操作人，未下達返航之航點指令或選擇迫降地點執行滑翔飛行迫降，待外部操作人以手動修正該機航向對正 GCS 時，高度約 157 公尺，距離約 880 公尺，已無法安全返場，復因外部操作人接手操作

後，視線受路樹阻擋，因無法完全目視該機而未能有效控制該機飛航。

事故機飛控電腦失效安全程序，未設計引擎失效後自動進入滑降返場模式，操作人未依照空中引擎熄火/動力喪失程序，執行引擎失效之緊急處置，且手冊中未定義最佳滑翔速度，致該機撞擊建築物導致事故。

2. 緊急應變計劃

參照經緯公司遙控無人機作業手冊，遙控無人機如出現異常、失控時，操作人應迅速採取緊急處置措施，並須考慮障礙物、人員、人口稠密區、其他在此區航空器之作業等狀況。另依據無人機飛行任務歸詢勤前提示單，亦有緊急迫降之相關處置說明，發生狀況時應依程序將航機導引至人口稠密區以外之航點，使飛機滑翔緩降至迫降點，以降低人員及財產之損傷為優先。

該次任務之無人機飛行任務歸詢勤前提示單，有相關處置說明及畫定緊急迫降區域，但未畫定飛行場、任務區及其周圍之人口密集區域，供操作人於緊急處置時進行避讓，亦皆未整合進入 GCS 圖資供操作人即時參考。

上述資訊未整合進入 GCS 系統中，影響遙控無人機出現異常時之緊急處置。

3. 地面導控站系統設計

遭遇緊急情況時，GCS 系統之螢幕顯示如能提供緊急狀況時必要之相關資訊，並屏蔽其他不必要資訊，必能有效縮短操作人之反應時間並降低工作負荷。

依據該機 GCS 回放側錄畫面及 GCS 說明手冊，GCS 系統並未於螢幕顯示無人機與歸航點或 GCS 間之距離、風速、風向以及滑翔距離預測等資訊，操作人需利用地圖上之比例尺自行計算及預估，於緊急狀況下可能增加工作負荷且增加人員判讀之誤差風險。

事故機 GCS 系統顯示設計未包含遭遇緊急情況時之必要資訊，並過濾不必要資訊，不利於緊急情況之處置。

4. 人員訓練

緊急程序訓練為操作人於飛航中必要之訓練科目，需定期執行及考核，以確認操作人確實了解相關程序之內容，並可精準執行，以保障遭遇緊急狀況時之飛航安全。為求人員訓練之完整性，正常訓練科目並應包含外部操作人及內部操作人之訓練模擬器，以增進操作之純熟度。

經檢視經緯公司文件中關於操作人訓練部份，僅於恢復訓練（對於 90 日以上未執行飛航作業之操作人所實施之訓練）中列有緊急處置相關實作訓練。而訓練器材僅包含外部操作人之遙控飛機模擬器，對於自動飛航模式之緊急狀況處置，

無與 GCS 自動導航相關之內部操作人模擬器材。

經緯公司對遙控無人機操作人之緊急程序訓練，及模擬訓練設備配置未臻完善，影響飛航安全。

5. 活動區域作業

經緯公司該次任務之計畫航線有部分超出 NOTAM A0260/20 空域（區域四-蘭陽溪口）範圍，詳圖 2-2，且當天（2 月 7 日）並非該空域之核可作業時間（2 月 8 日至 14 日）。經緯公司與相關機關協調提前一天作業後，未通知民航局發布更新之飛航公告、作業區域超出民航局核可之空域範圍，亦未派遣協調人員進駐臺北近場臺，有造成與其他機關申請空域之作業，或小型航空器目視走廊航空器衝突之風險。

結論：

1. 事故機飛控電腦的失效安全程序，未依該公司「遙控無人機作業手冊」設計引擎失效後自動進入滑降返場模式；操作人未依照空中引擎熄火/動力喪失程序，執行引擎失效之緊急處置，且手冊中未定義最佳滑翔速度，致該機撞擊建築物導致事故。
2. 事故機飛行任務歸詢勤前提示單只有畫定緊急迫降區域，但未整合於地面導控站圖資供操作人即時參考，亦未畫定人口密集區域，供操作人於緊急處置時進行避讓，影響遙控無人機出現異常時之緊急處置。
3. 事故機地面導控站系統顯示介面未包含遭遇緊急情況時之必要資訊，且未過濾不必要資訊，不利於緊急情況之處置。
4. 經緯公司對遙控無人機操作人之緊急程序訓練，及模擬訓練設備配置未臻完善，影響飛航安全。
5. 經緯公司提前於申請核可之時間執行本次飛航，且作業區域超出核可之空域範圍，亦未派遣協調人員進駐臺北近場臺，有造成與其他機關申請空域之作業，或小型航空器目視走廊航空器衝突之風險。

運輸安全改善建議：

致經緯航太科技股份有限公司

1. 改善飛控電腦中，緊急情況之失效安全程序，並於遙控無人機操作手冊中增加引擎失效時之最佳滑翔速度資料，以利操作人執行緊急處置。
(TTSB-ASR-20-08-006)
2. 改善地面導控站系統，於圖資中整合緊急迫降及人口密集區域，緊急狀況

發生時，於螢幕顯示必要之緊急應變資訊，並過濾其他非必要資訊，以縮短操作人之反應時間，且可降低工作負荷及地面人員傷害風險。(TTSB-ASR-20-08-007)

3. 增加緊急情況之實飛科目訓練及地面導控站模擬訓練設備，以提升操作人緊急處置之能力。(TTSB-ASR-20-08-008)
4. 確遵民航局之規定申請使用空域，並於核可之空域範圍、時間及規範作業，以保障飛航安全。(TTSB-ASR-20-08-009)