



# 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 108 年 3 月 9 日

中華航空公司 CI122 班機

波音 B-747-400 型機

國籍標誌及登記號碼 B-18211

於桃園機場落地前發生油量遇險情況

報告編號：TTSB-AOR-20-06-001

報告日期：民國 109 年 6 月

本頁空白

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飛航安全之用。

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.*

本頁空白

# 摘要報告

民國 108 年 3 月 9 日，中華航空股份有限公司（以下簡稱華航）定期載客班機 CI122，機型波音 B-747-400，國籍標誌及登記號碼 B-18211，於 1818 時自臺灣桃園國際機場（以下簡稱桃園機場）起飛，執行飛往日本那霸國際機場（以下簡稱那霸機場）之飛航任務。機上載有正、副駕駛員各 1 人、客艙組員 18 人、乘客 361 人，共計 381 人。該機於那霸機場 18 跑道 2 度嘗試進場均重飛後，飛航組員決定返航桃園機場，過程中曾於 1954 時及 2051 時先後向神戶區域管制中心及臺北近場管制塔臺宣告油量遇險情況，最後於 2101 時安降桃園機場 05 左跑道，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（以下簡稱民航局）及華航。

本事故「調查報告草案」於民國 108 年 10 月完成，依程序於民國 109 年 3 月 6 日經運安會第 9 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 109 年 5 月 1 日經運安會議審議通過後，於 109 年 6 月 3 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 3 項，本案無運輸安全改善建議事項。

## 壹、調查發現

### 與可能肇因有關之調查發現

1. 事故航機因於桃園機場出發時地面滑行時間非預期性增加、於那霸機場 2 度進場時重飛，以及那霸機場飛航管制特性等複合因素，以致返

航桃園機場落地時剩餘油量低於最低備用油量。(1.17.1、1.17.2、2.2)

### 與風險有關之調查發現

無相關調查發現。

### 其他調查發現

1. 事故航班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，無證據顯示有足以影響飛航組員操作表現之醫療、藥物與酒精因素。(1.5、2.1)
2. 事故當時之天氣狀況符合該型機進場落地相關限制，事故航機之載重與平衡均位於限制範圍內。(1.6.2、1.6.3、1.7、2.1)。

# 目錄

摘要報告.....	i
目錄 .....	iii
表目錄 .....	v
圖目錄 .....	vi
英文縮寫對照簡表.....	vii
第 1 章 事實資料 .....	1
1.1 飛航經過.....	1
1.2 人員傷害.....	4
1.3 航空器損害.....	4
1.4 其他損害情況.....	4
1.5 人員資料.....	4
1.5.1 駕駛員經歷 .....	5
1.5.2 正駕駛員 .....	5
1.5.3 副駕駛員 .....	6
1.5.4 駕駛員事故前 72 小時活動 .....	7
1.6 航空器資料.....	9
1.6.1 機載導航設備 .....	9
1.6.2 燃油系統 .....	9
1.6.3 載油資訊 .....	13
1.6.4 載重與平衡 .....	14
1.7 天氣資料.....	14
1.8 助、導航設施.....	16
1.9 通信.....	16
1.10 場站資料.....	17
1.11 飛航紀錄器.....	23
1.11.1 座艙語音紀錄器 .....	23
1.11.2 飛航資料紀錄器 .....	23
1.12 現場量測與航空器撞擊資料 .....	27
1.13 醫療與病理.....	27
1.14 火災.....	28
1.15 生還因素.....	28
1.16 測試與研究.....	28

1.17	組織與管理.....	28
1.17.1	飛航操作相關手冊內容.....	28
1.17.1.1	燃油政策.....	28
1.17.1.2	風險管理.....	33
1.17.1.3	誤失進場.....	34
1.17.2	華航針對事故航班燃油使用說明.....	35
1.18	其他資料.....	37
1.18.1	訪談資料.....	37
1.18.1.1	正駕駛員訪談摘要.....	37
1.18.1.2	副駕駛員訪談摘要.....	39
1.18.2	航管低油量及緊急情況相關程序.....	41
1.18.3	事件序.....	43
第 2 章	分析.....	47
2.1	概述.....	47
2.2	飛航操作.....	47
2.3	飛航管制.....	48
第 3 章	結論.....	51
3.1	與可能肇因有關之調查發現.....	52
3.2	與風險有關之調查發現.....	52
3.3	其他調查發現.....	52
第 4 章	運輸安全改善建議.....	53
4.1	安全改善建議.....	53
4.2	已完成或進行中改善措施.....	53



## 表目錄

表 1.5-1 飛航組員基本資料表 .....	5
表 1.6-1 載重及平衡相關資料表 .....	14
表 1.18-1 事件序列表 .....	44

## 圖目錄

圖 1.1-1 事故航班飛航軌跡 .....	4
圖 1.6-1 事故型機油箱配置 .....	11
圖 1.6-2 事故型機油量顯示範例 .....	12
圖 1.6-3 事故任務載油資訊 .....	13
圖 1.10-1 那霸機場 CRUXS NORTH 區域航行標準儀器到場程序 .....	18
圖 1.10-2 那霸機場 RNAV (GNSS) 18 跑道進場程序 .....	19
圖 1.10-3 那霸機場進場之最低下降高度暫時提升公告 .....	20
圖 1.10-4 那霸機場 ILS or LOC Rwy 36 進場程序 .....	21
圖 1.10-5 桃園機場 GRACE 1A 區域航行標準儀器到場程序 .....	22
圖 1.11-1 事故航班 FDR 相關參數繪圖 .....	25
圖 1.11-2 事故航班那霸機場 2 次進場及對應進場程序剖面圖 .....	26
圖 1.11-3 事故 2 次進場/重飛期間 FDR 及 QAR 油量比較圖 .....	27

## 英文縮寫對照簡表

ATC	air traffic control	飛航管制
CVR	cockpit voice recorder	座艙語音紀錄器
EICAS	engine indicating and crew alerting system	發動機指示及組員警示系統
DFDAC	digital flight data acquisition card	數位飛航資料擷取卡
FDR	flight data recorder	飛航資料紀錄器
FOB	flight operation bulletin	飛航操作公告
FOM	flight operations manual	航務手冊
FMC	flight management computer	飛航管理電腦
ILS	instrument landing system	儀器降落系統
PF	pilot flying	操控駕駛員
PM	pilot monitoring	監控駕駛員
QAR	quick access recorder	快速擷取紀錄器
RVR	runway visual range	跑道視程

本頁空白

# 第 1 章 事實資料

## 1.1 飛航經過

民國 108 年 3 月 9 日，中華航空股份有限公司（以下簡稱華航）定期載客班機 CI122，機型波音 B-747-400，國籍標誌及登記號碼 B-18211，於 1818 時<sup>1</sup>自臺灣桃園國際機場（以下簡稱桃園機場）起飛，執行飛往日本那霸國際機場（以下簡稱那霸機場）之飛航任務。機上載有正、副駕駛員各 1 人、客艙組員 18 人、乘客 361 人，共計 381 人。該機於那霸機場 18 跑道 2 度嘗試進場均重飛，飛航組員決定返航桃園機場，過程中曾於 1954 時及 2051 時先後向神戶區域管制中心及臺北近場管制塔臺宣告油量遇險情況<sup>2</sup>，最後於 2101 時安降桃園機場 05 左跑道，人機均安。

該次任務由正駕駛員坐於駕駛艙左座擔任操控駕駛員（pilot flying, PF），副駕駛員坐於駕駛艙右座擔任監控駕駛員（pilot monitoring, PM），於桃園機場出發時，原預計使用 05 右跑道起飛，但於滑行至跑道頭附近、排定第二順位起飛時，05 右跑道因桃園機場航務處人員巡檢時於道面發現凹洞而暫時關閉，故塔臺重新引導該機滑行，改使用 05 左跑道起飛。由於滑行時間較飛航計畫預估之時間增加<sup>3</sup>，故該機起飛時油量較原計畫多消耗約 1,220 磅<sup>4</sup>。

該機於那霸機場到場時，實施 CRUXS NORTH 區域航行<sup>5</sup>標準儀器到場程序<sup>6</sup>，預計使用 RNAV（GNSS）18 跑道進場落地。第 1 次進場飛航組員將橫向導航模式設定為「LNAV」，縱向導航模式設定為「V/S」，當時那

---

<sup>1</sup> 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) UTC+8 小時），並以航管時間為基準。不同時間系統之同步方式詳見本報告 1.11.1 節。

<sup>2</sup> 參照華航航務手冊 5.13.3 Low Fuel State 章節中所訂定之術語為“MAYDAY, MAYDAY, MAYDAY, FUEL”。

<sup>3</sup> 飛航計畫預估滑行時間為 24 分鐘，實際滑行時間為 50 分鐘。

<sup>4</sup> 飛航計畫預估之起飛油量為 65,220 磅，快速擷取紀錄器（quick access recorder, QAR）記錄之起飛油量為 64,000 磅。

<sup>5</sup> RNAV (area navigation).

<sup>6</sup> STAR (standard terminal arrival route).

霸機場開始下大雨，能見度降為 4,000 公尺，雲幕高 1,200 呎<sup>7</sup>。正駕駛員於該機通過最低下降高度後，解除自動駕駛改以手控飛行；下降通過 500 呎<sup>8</sup>左右，因高度偏高，故飛航組員討論後於 1922 時決定執行重飛，當時航機剩餘油量約為 41,200 磅，飛航組員決定執行第 2 次 18 跑道進場。

第 2 次進場時，那霸機場天氣狀況依然為下大雨，能見度再降為 2,000 公尺，雲幕高 1,200 呎<sup>9</sup>。飛航組員將橫向導航模式設定為「LNAV」，縱向導航模式設定為「VNAV」；該機於自動駕駛模式下，以 1,000 呎高度平飛通過下降點後開始下降，隨後因航機下降率增加至 1,376 呎/分，超過公司訂定之穩定進場標準<sup>10</sup>，故飛航組員討論後於 1936 時決定執行第 2 次重飛，當時航機剩餘油量約為 35,200 磅。

第 2 次重飛後，飛航組員於 1938 時向那霸機場離場席詢問使用 36 跑道儀器降落系統<sup>11</sup>進場之可能性，兩人並於 1940 時討論當次任務之最低轉降油量<sup>12</sup>為 34,800 磅。那霸機場離場席於 1942 時回覆請該機等候更換跑道協調事宜，並依公告之誤失進場程序保持 2,000 呎高度於 MAZDA 導航點以南盤旋等待。飛航組員討論後決定返航桃園機場，並於 1943 時向那霸機場離場席申請返航，當時航機剩餘油量約為 32,400 磅。

那霸機場離場席管制員最終指示該機以 200 度航向朝南飛行，高度保持飛航空層 190。交接至神戶區域管制中心後，管制員於 1953 時指示該機維持 200 度航向，爬升保持飛航空層 220。飛航組員討論後，於 1954 時向神戶區域管制中心宣告油量遇險情況，當時剩餘油量約為 26,400 磅，管制員指示該機右轉航向 220 度，爬升保持飛航空層 240，接著指示該機定向 SEDKU 導航點；隨後飛航組員於 1956 時向管制員請求爬升至飛航空層 280，

---

<sup>7</sup> 依據 1918 時那霸機場地面天氣觀測紀錄。

<sup>8</sup> 除非特別註記，本報告所列高度皆為氣壓高度（pressure altitude）。

<sup>9</sup> 依據 1923 時那霸機場地面天氣觀測紀錄。

<sup>10</sup> 高度 1,000 呎以下，航機下降率不得大於 1,200 呎/分。

<sup>11</sup> Instrument landing system, ILS.

<sup>12</sup> Minimum diversion fuel.

並於 1959 時再請求爬升至飛航空層 320 及維持航向 280 度。

2016 時，該機交由臺北區域管制中心引導，管制員指示該機定向 SEPIA 導航點，許可該機實施桃園機場 GRACE 1A 區域航行標準儀器到場程序。2051 時，該機高度 8,992 呎，航向 270 度，駕駛艙發出低油量警示<sup>13</sup>，當時剩餘油量約為 8,000 磅。飛航組員隨即向臺北近場管制塔臺宣告油量遇險情況，表達需儘速轉向並執行進場落地，管制員隨即指示該機左轉航向 220 度、下降保持 4,000 呎高度。2101 時，該機以自動駕駛模式於桃園機場 05 左跑道執行儀器降落系統落地，剩餘油量約為 6,800 磅，低於該機最低備用油量<sup>14</sup>之 7,975 磅；人機均安，事故航班飛航軌跡如圖 1.1-1。

---

<sup>13</sup> Fuel QTY Low.

<sup>14</sup> Final reserve fuel: 於標準溫度下，在備用機場上空 1,500 呎高度以等待空速飛航 30 分鐘及進場、降落所需之油量。

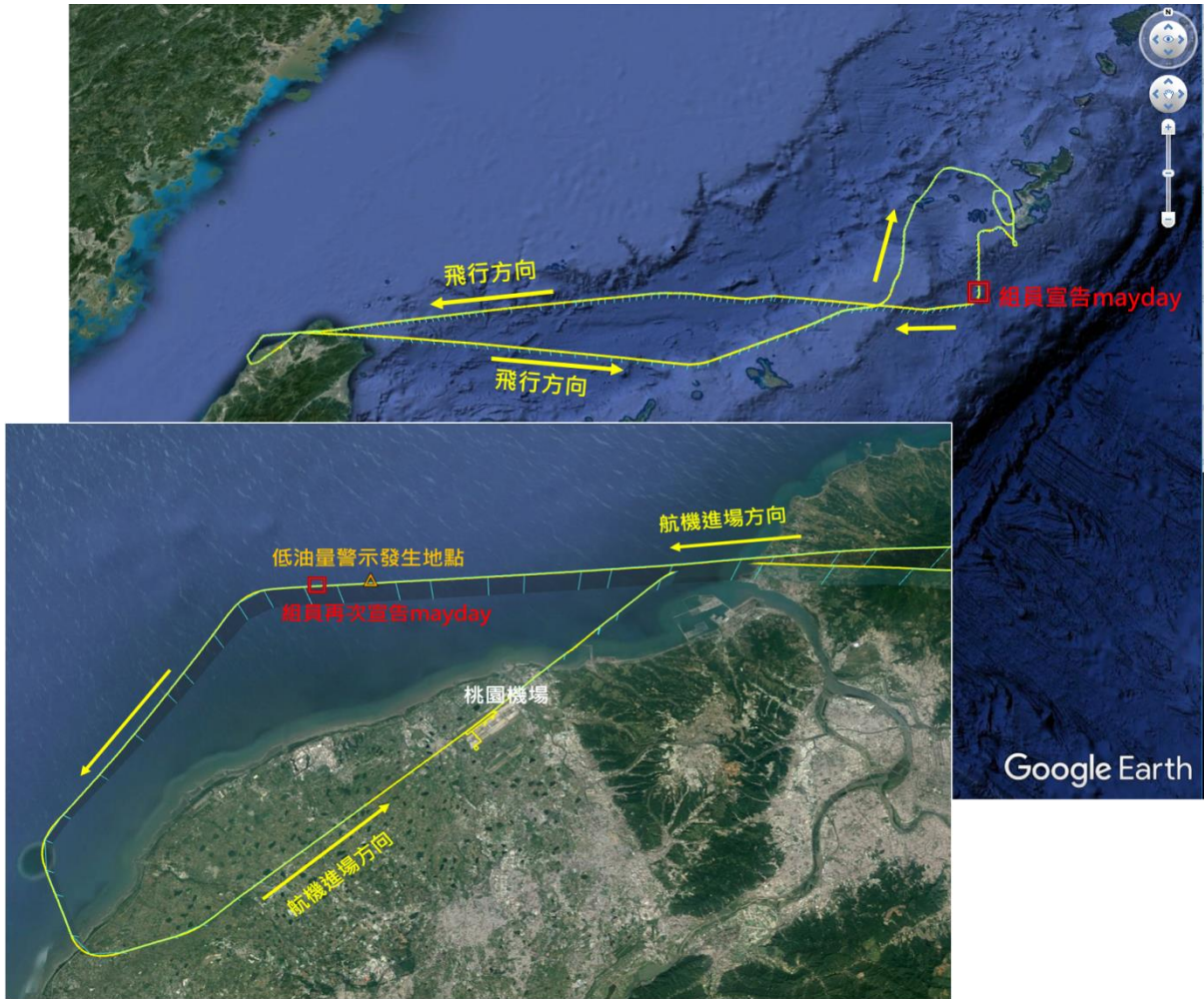


圖 1.1-1 事故航班飛航軌跡

## 1.2 人員傷害

此事故未造成組員或乘客受傷。

## 1.3 航空器損害

航空器無損害。

## 1.4 其他損害情況

無其他損害。

## 1.5 人員資料



### 1.5.1 駕駛員經歷

飛航組員基本資料如表 1.5-1。

表 1.5-1 飛航組員基本資料表

項目	正 駕 駛 員	副 駕 駛 員
性別	男	男
事故時年齡	61	31
進入公司日期	民國 105 年 1 月	民國 103 年 4 月
航空人員類別	飛機民航運輸駕駛員	飛機商用駕駛員
檢定項目	B-747-400	B-747-400
發證日期	民國 108 年 1 月 12 日	民國 104 年 2 月 13 日
終止日期	民國 111 年 1 月 11 日	民國 109 年 2 月 12 日
體格檢查種類	甲類駕駛員	甲類駕駛員
終止日期	民國 108 年 5 月 31 日	民國 108 年 11 月 30 日
總飛航時間 <sup>15</sup>	15,218 小時 10 分	3,516 小時 20 分
事故型機飛航時間	2,127 小時 26 分	3,265 小時 02 分
最近 12 個月飛航時間	771 小時 14 分	751 小時 50 分
最近 90 日內飛航時間	185 小時 53 分	178 小時 59 分
最近 30 日內飛航時間	39 小時 03 分	49 小時 05 分
最近 7 日內飛航時間	3 小時 41 分	8 小時 57 分
事故前 24 小時飛航時間	3 小時 41 分	3 小時 41 分
派飛事故任務前之休息期間 <sup>16</sup>	超過 48 小時	24 小時 53 分

### 1.5.2 正駕駛員

日本籍，曾於日本航空擔任波音 B-747-200/300 及 B-767 型機副駕駛員，後於 B-767 機隊升任正駕駛員；民國 104 年 12 月自日本航空退休後，於民國 105 年 1 月進入華航，民國 105 年 8 月完成波音 B-747-400 機種轉

<sup>15</sup> 本表所列之飛航時間，均包含事故機之飛行時間，計算至事故發生當時為止。

<sup>16</sup> 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」。

換訓練<sup>17</sup>並通過航路考驗之檢定後，於該機隊擔任正駕駛員。個人累計總飛時為 15,218 小時 10 分，其中波音 B-747-400 型機飛時為 2,127 小時 26 分。

正駕駛員持有中華民國飛機民航運輸駕駛員檢定證，檢定項目欄內之註記為：「飛機，陸上，多發動機 *Aeroplane, Land, Multi-Engine*, 儀器飛航 *Instrument Rating B-747-400*，具有於航空器上無線電通信技能及權限 *Privileges for operation of radiotelephone on board an aircraft*」，限制欄內之註記為：「空白 *NIL*」，特定說明事項欄內之註記為：「無線電溝通英語專業能力 *(Y-M-D) English Proficient: ICAO L4 Expiry Date 2022-02-28*」。

正駕駛員事故前最近一次年度適職性考驗於民國 107 年 7 月 25 日通過；最近一次年度適職性訓練時間為民國 107 年 7 月 26 日，訓練結果為「正常 (*normal*)」；最近一次年度實機考驗於民國 107 年 8 月 20 日通過。檢視正駕駛員個人訓練與考驗紀錄，無與本事故發生狀況有關之異常發現。正駕駛員於事故前 6 個月內，曾於民國 107 年 10 月 20 日及民國 108 年 2 月 9 日，兩度執行桃園機場往返那霸機場之飛航任務。

正駕駛員體格檢查種類為甲類駕駛員，上次體檢日期為民國 108 年 1 月 9 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.*)」。事故當次任務前於公司執行之酒精測試結果：酒精值為零。

### 1.5.3 副駕駛員

中華民國籍，自行赴美取得美國飛機商用駕駛員執照後，於民國 103 年 4 月進入華航，民國 104 年 9 月完成波音 B-747-400 型機訓練並通過航路考驗之檢定後，於該機隊擔任副駕駛員。個人累計總飛時為 3,516 小時 20 分，其中波音 B-747-400 型機飛時為 3,265 小時 02 分。

---

<sup>17</sup> Shorten transition and rating (STAR) training.

副駕駛員持有中華民國飛機商用駕駛員檢定證，檢定項目欄內之註記為：「飛機，陸上，多發動機 *Aeroplane, Land, Multi-Engine*, 儀器飛航 *Instrument Aeroplane B-747-400* 具有於航空器上無線電通信技能及權限 *Privileges for operation of radiotelephone on board an aircraft*」，限制欄內之註記為：「*B-747-400 F/O*」，特定說明事項欄內註記為：「無線電溝通英語專業能力 *(Y-M-D) English Proficient; ICAO L5 Expiry Date 2024-01-16*」。

副駕駛員最近一次年度適職性考驗於民國 108 年 1 月 17 日通過；事故前最近一次年度適職性訓練時間為民國 108 年 1 月 18 日，訓練結果為「正常 (*normal*)」；最近一次年度實機考驗於民國 107 年 9 月 7 日通過。檢視副駕駛員訓練與考驗紀錄，無與本事故發生狀況有關之異常發現。副駕駛員於事故前 6 個月內，曾於民國 108 年 2 月 8 日執行桃園機場往返那霸機場之飛航任務。

副駕駛員體格檢查種類為甲類駕駛員，上次體檢日期為民國 107 年 11 月 26 日，體檢及格證限制欄內註記為：「*NONE*」。事故當次任務前於公司執行之酒精測試結果：酒精值為零。

#### 1.5.4 駕駛員事故前 72 小時活動

本節係摘錄自駕駛員於事故後填答之「事故前睡眠及活動紀錄」問卷，內容涵蓋「睡眠」、「睡眠品質」、「工作」、「私人活動」及「疲勞自我評估表」...等部分，所列時間皆為臺北時間。

其中「睡眠」係指所有睡眠型態，如：長時間連續之睡眠、小睡 (*nap*)、飛機上輪休之睡眠等。

填答者須於「疲勞自我評估表」中圈選最能代表事故時精神狀態之敘述，其選項如下，另可自行描述事故時之疲勞程度。

1.	警覺力處於最佳狀態；完全清醒的；感覺活力充沛。
2.	精神狀態雖非最佳，然仍相當良好，對外界刺激能迅速反應。
3.	精神狀況不錯，還算正常，足以應付任務。
4.	精神狀況稍差，有點感到疲累。
5.	有相當程度的疲累感，警覺力有些鬆懈。
6.	非常疲累，注意力已不易集中。
7.	極度疲累，無法有效率地執行工作，快要睡著。

#### 正駕駛員：

- 3月7日： 本日休假，0500時起床，睡眠品質尚可；白天拜訪親友，1700時返家，2300時就寢。
- 3月8日： 本日休假，0500時起床，睡眠品質尚可；1500時搭機自日本返臺，2130時返家，2300時就寢。
- 3月9日： 0600時起床，睡眠品質尚可；1430時出門前往公司，準備執行CI122由桃園機場飛往那霸機場之飛航任務。

事故後，正駕駛員圈選最能代表事故當時精神狀態之敘述為：「1. 警覺力處於最佳狀態；完全清醒的；感覺活力充沛」。正駕駛員於問卷中表示，平日無睡眠障礙與影響睡眠之病痛，亦未服用相關藥物。

#### 副駕駛員：

- 3月7日： 本日休假，0900時起床，睡眠品質好；白天從事家庭活動，1430時至1600時於家中午休，晚上於

2130 時就寢。

3 月 8 日： 0450 時起床，睡眠品質好；0530 時抵達公司，執行桃園機場往返仁川機場之飛航任務，約於 1450 時結束任務，1600 時返家，2200 時就寢。

3 月 9 日： 0900 時起床，睡眠品質好；1300 時於家中休息至 1450 時出門前往公司報到，準備執行 CI122 由桃園機場飛往那霸機場之飛航任務。

事故後，副駕駛員圈選最能代表事故當時精神狀態之敘述為：「1. 警覺力處於最佳狀態；完全清醒的；感覺活力充沛」；副駕駛員自行描述事故當時之疲勞程度為：「良好」。副駕駛員於問卷中表示，平日無睡眠障礙與影響睡眠之病痛，亦未服用相關藥物。

## 1.6 航空器資料

### 1.6.1 機載導航設備

依據華航經交通部民用航空局核准之營運規範，該公司 B-747-400 型機獲授權執行 RNAV (GNSS) 進場，事故當時執行該進場程序所需之機載導航設備均正常運作。

### 1.6.2 燃油系統

依據波音 B-747-400 型機航機飛航手冊<sup>18</sup>及飛機維修手冊<sup>19</sup>內容所述，燃油系統主要由 4 個子系統組成：

#### (1) 儲存系統

主要為燃油箱、燃油通氣系統以及各油箱間的傳油系統。

---

<sup>18</sup> 航機飛航手冊參考版期為 Apr-20-2018 R22.

<sup>19</sup> 飛機維修手冊參考章節及版期為 28-00-00 Mar-15-2015, 28-11-00 及 28-41-00 Jul-15-2018.

## (2) 油路系統

包含將燃油送配至發動機及輔助動力系統的組件及管路，及燃油加注及洩放系統。

## (3) 棄油系統

包含透過油嘴將燃油自翼尖輸出排放的組件及管路。

## (4) 指示系統

透過電子或機械的方式提供燃油量指示的組件，包含燃油供給及棄油系統加壓泵之低油壓指示。

燃油存量指示，是透過可變電容原理 (variable capacitance principle) 之微型控制處理器 (microprocessor-controlled system)，感測每個電容傳感器浸入油箱中燃油的比例，並透過感測燃油電容、燃油密度及燃油電解所得之資料計算各油箱中燃油高度及質量。波音 B-747-400 型機之中間機翼油箱具 5 個傳感器，內側主油箱具 11 個傳感器，外側主油箱具 14 個傳感器，備用油箱具 6 個傳感器，水平安定面油箱具 10 個傳感器。每個油箱皆具有處理器獨立通道，避免其中組件故障或受污染影響到其他油箱的油量探測。

燃油管理系統自動控制並監控燃油流量、油箱間之油路配送狀況及系統狀況等。燃油的使用狀況可以透過發動機指示及組員警示系統 (engine indicating and crew alerting system, EICAS) 顯示於駕駛艙儀表，並透過中控維護電腦系統 (central maintenance computer system) 記錄飛行中燃油系統的狀態或故障訊息。

整體而言，油箱以機翼之結構作為隔間，油箱中的翼肋在許多不同位置都設有緩衝逆止閥 (baffle check valves) 以緩衝大量燃油的晃動，除防止油料從增壓泵流出，亦避免因飛機姿態改變導致飛機重心快速的變化。由於燃油具流動性，燃油系統所計算之油量值，會因航機於地面的傾角或空

中之姿態，而影響其量測值及駕駛艙儀表之油量指示。飛行時因動態油耗與各油量探測器反饋油量之採樣頻率，亦會影響飛航資料紀錄器 (flight data recorder, FDR) 及快速擷取紀錄器 (QAR) 所記錄之油量值。油箱及油量顯示如圖 1.6-1，1.6-2。

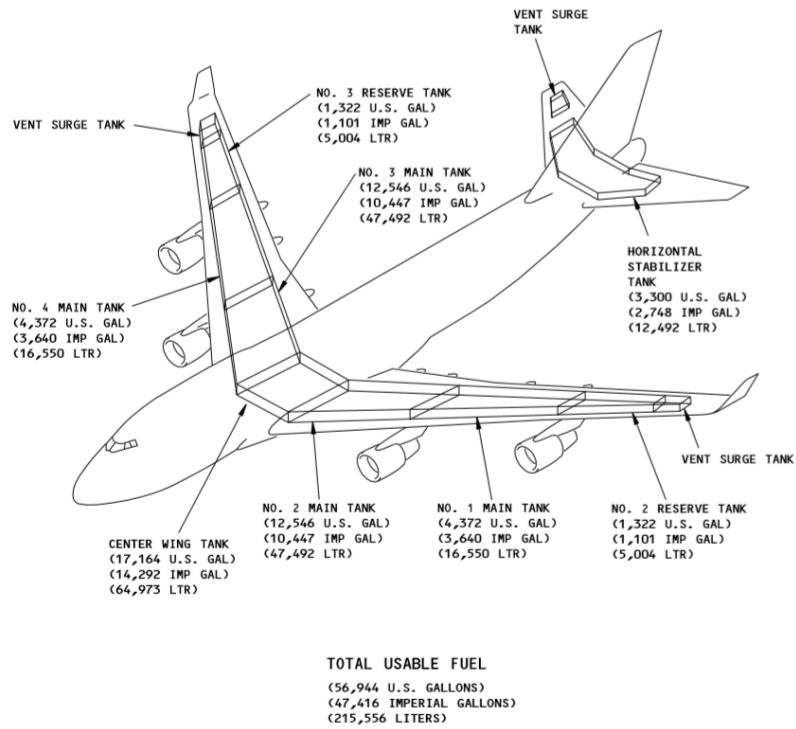


圖 1.6-1 事故型機油箱配置

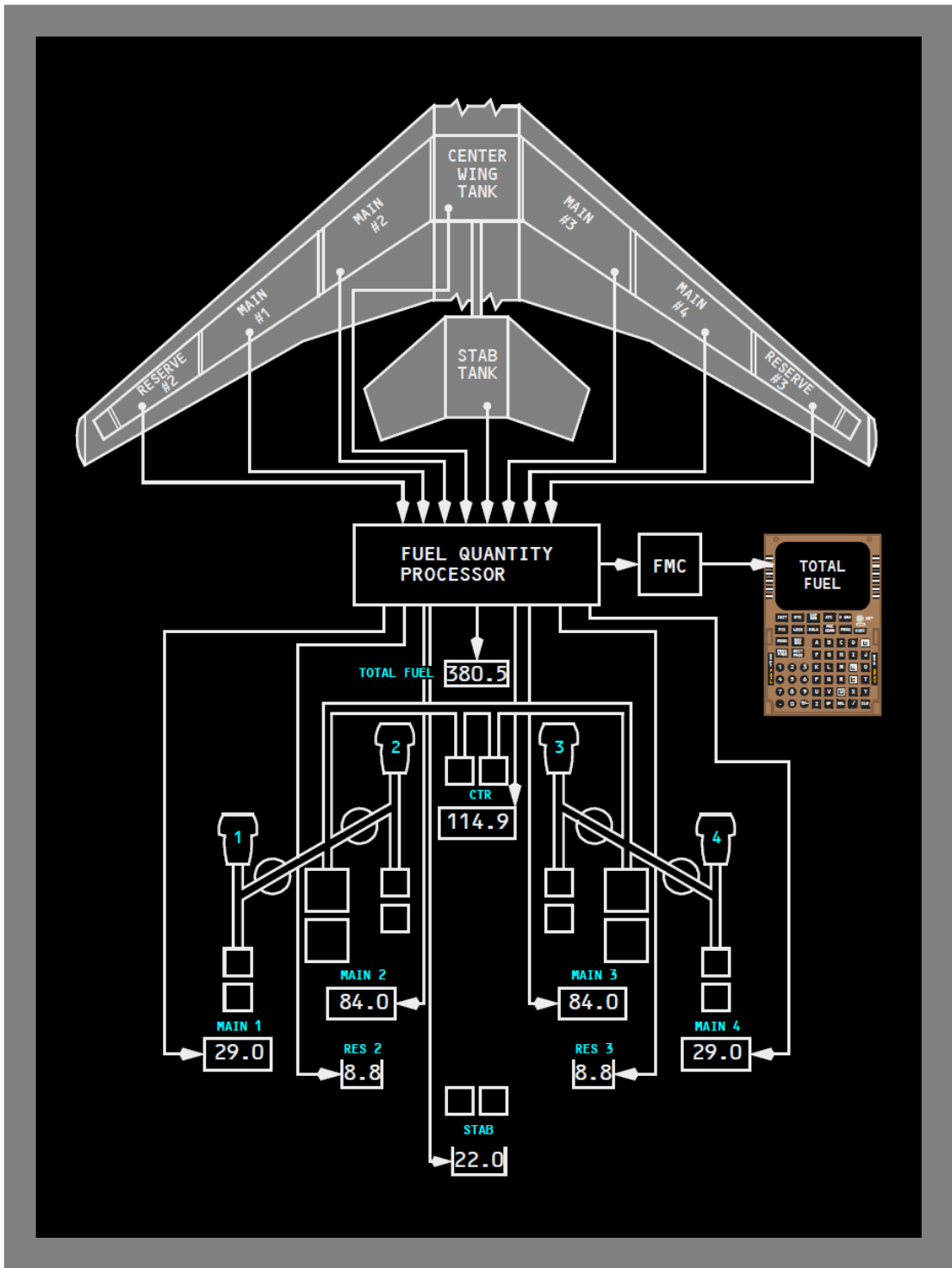


圖 1.6-2 事故型機油量顯示範例



### 1.6.3 載油資訊

依據事故航班飛航計畫，該次任務之備用機場為桃園機場，載油資訊如圖 1.6-3 所示；其中除了最低應變油量（minimum contingency fuel, MIN CONT）外，該次任務另多帶 15 分鐘航管油量（ATC fuel, ATC）及 15 分鐘天氣油量（weather adding fuel, WXX），因此計畫之起飛油量為 65,220 磅。

依據華航航務手冊（flight operations manual, FOM）之規定，最低轉降油量（minimum diversion fuel）係飛抵備用機場油量（alternate fuel, ALTN RCTP）、最低備用油量（final reserve fuel, FINAL RES）及 5 分鐘平均最低備用油量<sup>20</sup>之總和，以事故航班為例，該航班之最低轉降油量為 34,777 磅。

	FUEL	TIME			
TRIP ROAH	19701	00.57	415NGM	364NAM	DOW 407397
ALTN RCTP	25402	01.18	451NGM	539NAM	PAYLOAD 65363
FINAL RES	2 7975	00.30			
MIN CONT	4258	00.15			
REQUIRED	33,777	57336	03.00	LIMIT / PLANNED	/ ACTUAL
ETOPS ADD	1.4	0	00.00	ZFW 535000 / 472760	1 65,220
DD/DP ADD	34,777	0	00.00	LDW 630000 / 518279	TO FUEL 1 65,220
ATC	3942	00.15	TOW 660000 / 537980		1 53,999
WXX	3942	00.15		DIFF	1 11,221 lbs.
EXTRA	0	00.00			CG = 26.
TAKEOFF	65220	03.30		STAT CONT FUEL SUMMARY	
BALLAST	0			-----	
TAXI	2400	00.24		STAT	FUEL
TOTAL	67620			-----	TIME
				NO DATA	
					F/R: 6.2

圖 1.6-3 事故任務載油資訊

<sup>20</sup> 5 minutes of average final reserve fuel consumption of each fleet；以B-747-400型機為例，係1,400磅。

## 1.6.4 載重與平衡

依據事故航班飛航計畫，其載重及平衡相關資料如表 1.6-1。

表 1.6-1 載重及平衡相關資料表

最大零油重量	535,000 磅
實際零油重量	472,777 磅
最大起飛總重	660,000 磅
實際起飛總重	537,999 磅
起飛油量	65,222 磅
最大落地總重	630,000 磅
預計落地總重	518,279 磅
起飛重心位置	26% MAC
MAC : mean aerodynamic chord, 平均空氣動力弦長 重心限制範圍依重量約為 13%至 33%	

## 1.7 天氣資料

事故當日 2000 時亞洲地面天氣分析圖顯示低氣壓 1008 百帕位於琉球附近，向東北東移動，鋒面由此中心向西南延伸經臺灣至越南北部。

事故當日飛航組員於飛行前準備時取得那霸機場 1307 時發布之機場預報如下：

有效期間 9 日 14 時至 10 日 20 時；風向 110 度，風速 14 浬/時；能見度大於 10 公里；小雨；稀雲 1,500 呎、裂雲 3,000 呎。在 9 日 17 時至 9 日 20 時期間，暫時為能見度 4,000 公尺；雨及靄。在 9 日 20 時至 10 日 02 時期間，暫時為能見度 4,000 公尺；陣雨；稀雲 800 呎、裂雲 1,500 呎、積雨雲稀雲 2,000 呎。在 9 日 23 時至 10 日 01 時期間，轉變為風向 170 度，風速 14 浬/時。在 10 日 02 時至 10 日 08 時期間，暫時為能見度 3,000 公尺；大陣雨；稀雲 800 呎、裂雲 1,500 呎、積雨雲疏雲 2,000 呎。在 10 日 05 時至 10 日 08 時期間，轉變為風向 340 度，風速 16 浬/時。

事故航機進場時段那霸機場地面天氣觀測紀錄如下：

1900 時：風向 090 度，風速 10 浬/時，風向變化範圍 050 度至 130 度；能見度 9,000 公尺；陣雨；稀雲 800 呎、裂雲 1,200 呎、裂雲 2,000 呎；溫度 20°C、露點 17°C；高度表撥定值 1010 百帕。

1918 時：風向 110 度，風速 10 浬/時，風向變化範圍 070 度至 130 度；能見度 4,000 公尺；大陣雨；稀雲 800 呎、裂雲 1,200 呎、裂雲 2,000 呎；溫度 20°C、露點 17°C；高度表撥定值 1011 百帕；備註—1 分量<sup>21</sup>層雲 800 呎、5 分量積雲 1,200 呎、7 分量積雲 2,000 呎；高度表撥定值 29.86 吋汞柱；1056 時於那霸機場多向導航臺北北東方 40 浬一架 B-737-800 觀測有中度亂流，高度 11,000 呎至 10,000 呎。

1923 時：風向 100 度，風速 11 浬/時；能見度 2,000 公尺；大陣雨；稀雲 800 呎、裂雲 1,200 呎、裂雲 2,000 呎；溫度 20°C、露點 17°C；高度表撥定值 1011 百帕；備註—1 分量層雲 800 呎、5 分量積雲 1,200 呎、7 分量積雲 2,000 呎；高度表撥定值 29.85 吋汞柱。

1930 時：風向 100 度，風速 11 浬/時；能見度 2,500 公尺；大陣雨；稀雲 800 呎、裂雲 1,800 呎、裂雲 2,500 呎；溫度 20°C、露點 17°C；高度表撥定值 1010 百帕。

1934 時：風向 100 度，風速 11 浬/時；能見度 4,000 公尺；大陣雨；稀雲 800 呎、裂雲 1,800 呎、裂雲 2,500 呎；溫度 19°C、露點 17°C；高度表撥定值 1010 百帕；備註—1 分量層雲 800 呎、5 分量積雲 1,800 呎、7 分量積雲 2,500 呎；高度表撥定值 29.85 吋汞柱。

1944 時：風向 100 度，風速 13 浬/時，風向變化範圍 060 度至 130 度；能見度 4,500 公尺；陣雨；稀雲 700 呎、疏雲 1,000 呎、裂雲 3,000 呎；溫

---

<sup>21</sup> 為天空中雲所遮蔽之分量，以天球視面積 8 分量表示之，例如天空有 8 分之 6 為雲所遮蔽，則雲量為 6 分量。

度 19°C、露點 17°C；高度表撥定值 1011 百帕；備註—1 分量層雲 700 呎、3 分量積雲 1,000 呎、7 分量積雲 3,000 呎；高度表撥定值 29.85 吋汞柱。

以上那霸機場地面天氣觀測之相關參數整理如表 1.7-1。

表 1.7-1 那霸機場地面天氣觀測參數列表

時間	風向/風速 (度/哩/時)	能見度 (公尺)	天氣現象	雲幕高 (呎)
1900	090/10	9,000	陣雨	1,200
1918	110/10	4,000	大陣雨	1,200
1923	100/11	2,000	大陣雨	1,200
1930	100/11	2,500	大陣雨	1,800
1934	100/11	4,000	大陣雨	1,800
1944	100/13	4,500	陣雨	3,000

事故航機落地前，桃園機場地面天氣觀測紀錄如下：

2100 時：風向 350 度，風速 4 哩/時；能見度 6,000 公尺；小雨；疏雲 600 呎、裂雲 1,000 呎、裂雲 4,000 呎；溫度 18°C、露點 18°C；高度表撥定值 1011 百帕；趨勢預報—無顯著天氣變化；備註—高度表撥定值 29.88 吋汞柱；降雨量 1.0 毫米。

## 1.8 助、導航設施

無相關議題。

## 1.9 通信

臺北區域管制中心（以下簡稱臺北區管）、臺北近場管制臺（以下簡稱近場臺）及臺北機場管制臺（以下簡稱臺北塔臺）、分別以 123.6/125.5、128.5/125.6 及 118.7/121.7 MHz 頻率與事故航機進行無線電通訊，錄音抄件

摘錄於 1.18.3。

日本神戶區域管制中心（以下簡稱神戶區管）與臺北區管之平面通訊錄音抄件摘錄於章節 1.18.3 中。

## 1.10 場站資料

那霸機場具備單一跑道，兩端分別朝向 182 度幅向及 002 度幅向，名稱為 18/36 跑道。18 跑道未配置儀器降落系統，訂有 RNAV (GNSS) 及 VOR<sup>22</sup>兩種非精確進場程序；36 跑道配置儀器降落系統，訂有 ILS 精確進場程序及 LOC<sup>23</sup>、VOR 兩種非精確進場程序。事故航機於那霸機場到場時，係實施 CRUXS NORTH 區域航行標準儀器到場程序（如圖 1.10-1），並使用 18 跑道 RNAV (GNSS) 進場程序落地。

---

<sup>22</sup> VHF Omni-directional Range.

<sup>23</sup> Localizer.

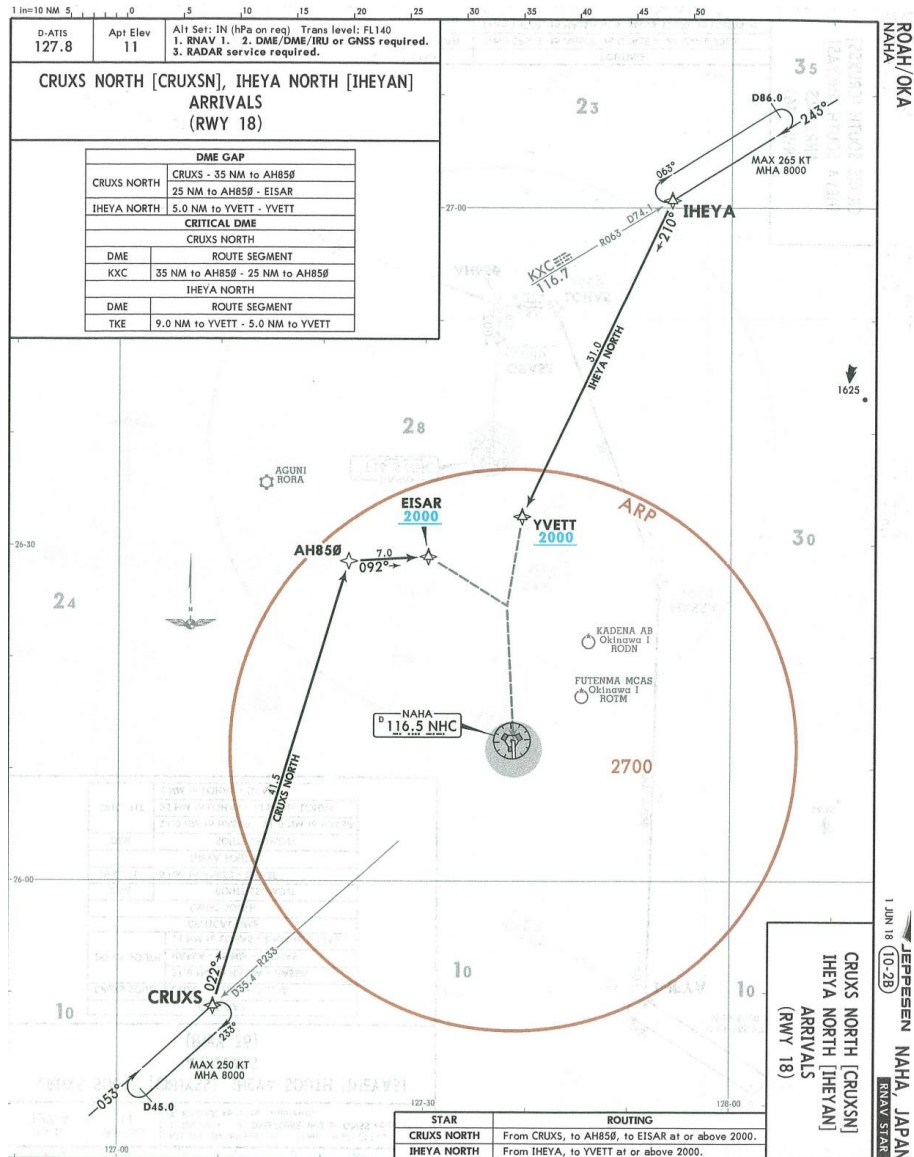


圖 1.10-1 那霸機場 CRUXS NORTH 區域航行標準儀器到場程序

為避免與東北方鄰近之軍用機場發生航線衝突，那霸機場 18 跑道 RNAV (GNSS) 進場程序 (如圖 1.10-2) 要求航機通過初始進場點 (initial approach fix, IAF) EISAR 或 YVETT 時須保持高度 2,000 呎或以上，通過 AH851 或 AH852 導航點時高度不可高於 2,000 呎，並須於通過距離跑道頭 8 哩之 AH853 導航點後開始保持 1,000 呎高度平飛，直到通過最後進場定位點 URASO 後始得開始下降高度。下降過程中若飛航組員能目視跑道，則可進場落地，否則必須保持航機於最低下降高度或以上，並於到達誤失

進場點時執行誤失進場程序。事故當日因那霸機場附近有施工設施，18跑道 RNAV (GNSS) 進場之最低下降高度由 420 呎提升為 680 呎，如圖 1.10-3。

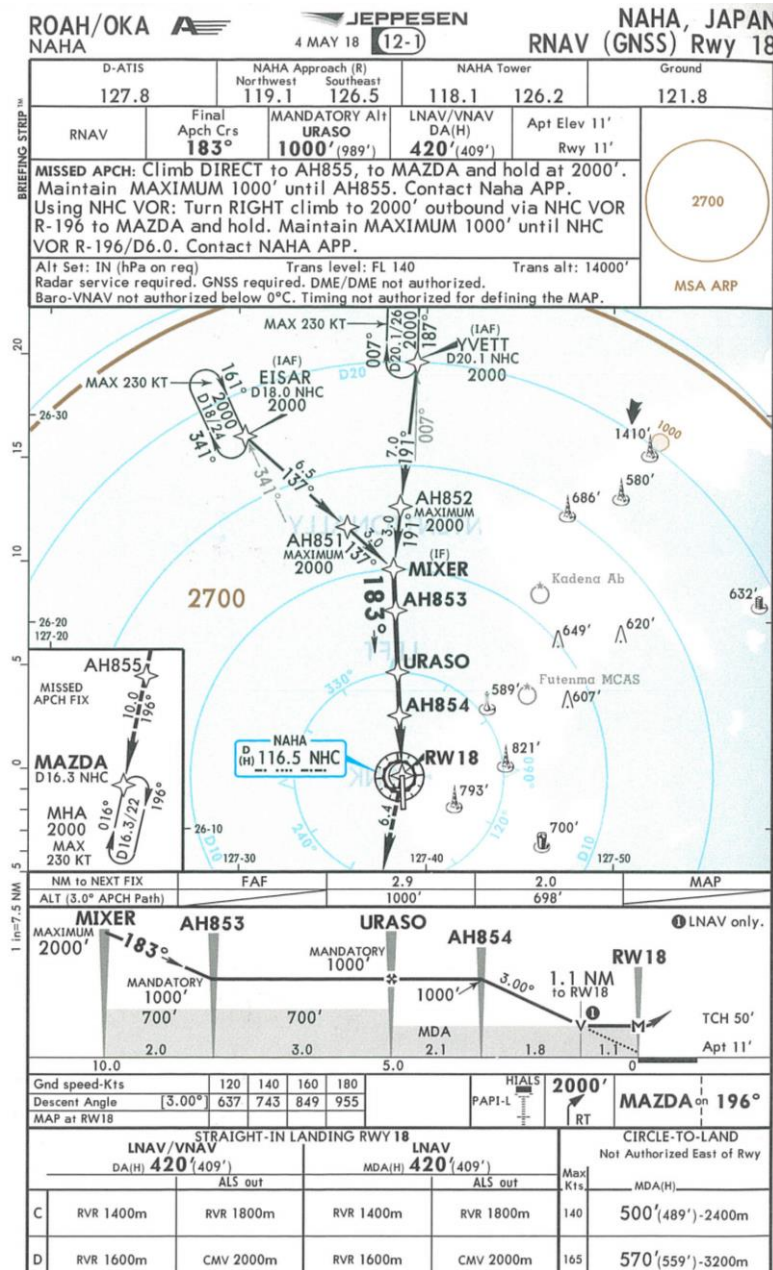


圖 1.10-2 那霸機場 RNAV (GNSS) 18 跑道進場程序



**TEMPORARY CHANGE OF DA(H)/MDA(H) FOR NAHA AIRPORT**

DA(H)/MDA(H) for Naha Airport will be changed temporarily due to the existence of pile drivers and a crane ship near Naha Airport.  
(Until further notice)

**RNAV (GNSS) Rwy 18**

Apt Elev 11'  
Rwy 11'

STRAIGHT-IN LANDING RWY 18				CIRCLE-TO-LAND	
LNAV/VNAV DA(H) 680'(669')		LNAV MDA(H) 680'(669')		Not Authorized East of Rwy	
ALS out		ALS out		Max Kts.	MDA(H)
A	RVR 1500m	RVR 1500m	RVR 1500m	90	780'(769')-1600m
B	RVR 1500m	RVR 1500m	RVR 1500m	120	
C	RVR 1800m	CMV 2000m	RVR 1800m	140	780'(769')-2400m
D	CMV 2000m		CMV 2000m	165	780'(769')-3200m

VDP not applicable.

**VOR Rwy 36**

Apt Elev 11'  
Rwy 9'

STRAIGHT-IN LANDING RWY 36			CIRCLE-TO-LAND	
MDA(H) 630'(619')			Not Authorized East of Rwy	
ALS out			Max Kts.	MDA(H)
A	RVR 1000m	RVR 1500m	90	780'(769')-1600m
B	RVR 1200m		120	
C	RVR 1200m	CMV 2000m	140	780'(769')-2400m
D	RVR 1600m		165	780'(769')-3200m

VDP not applicable.

**VOR Rwy 18**

Apt Elev 11'  
Rwy 11'

STRAIGHT-IN LANDING RWY 18			CIRCLE-TO-LAND	
MDA(H) 650'(639')			Not Authorized East of Rwy	
ALS out			Max Kts.	MDA(H)
A	RVR 1400m	RVR 1500m	90	780'(769')-1600m
B	RVR 1500m		120	
C	RVR 1600m	CMV 2000m	140	780'(769')-2400m
D	RVR 1800m		165	780'(769')-3200m

VDP not applicable.

圖 1.10-3 那霸機場進場之最低下降高度暫時提升公告



飛航組員於 2 次重飛後曾考慮使用 36 跑道 ILS 進場，航圖如圖 1.10-

4。

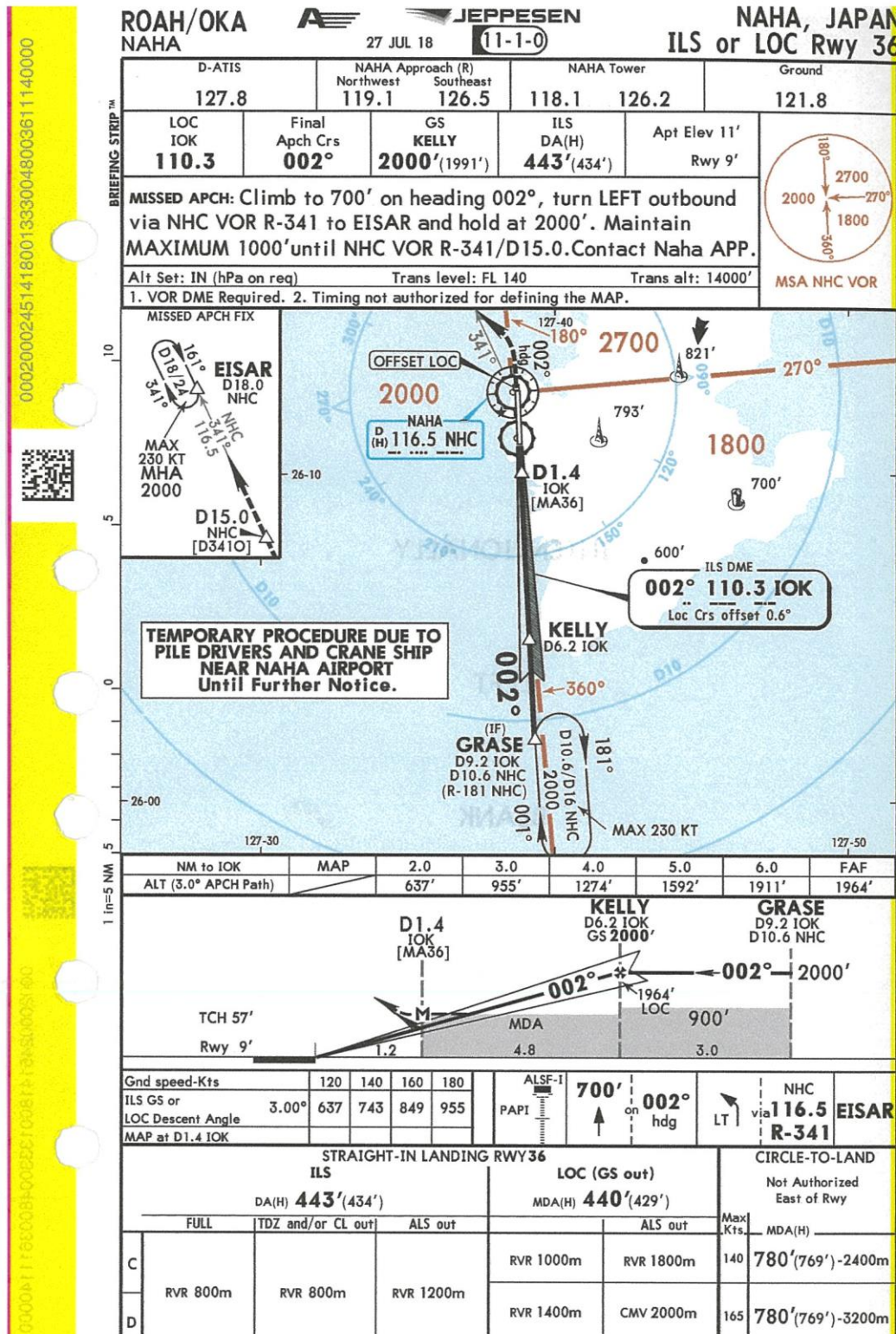


圖 1.10-4 那霸機場 ILS or LOC Rwy 36 進場程序



該機返航桃園機場時，由航管引導實施桃園機場 GRACE 1A 區域航行標準儀器到場程序，如圖 1.10-5。

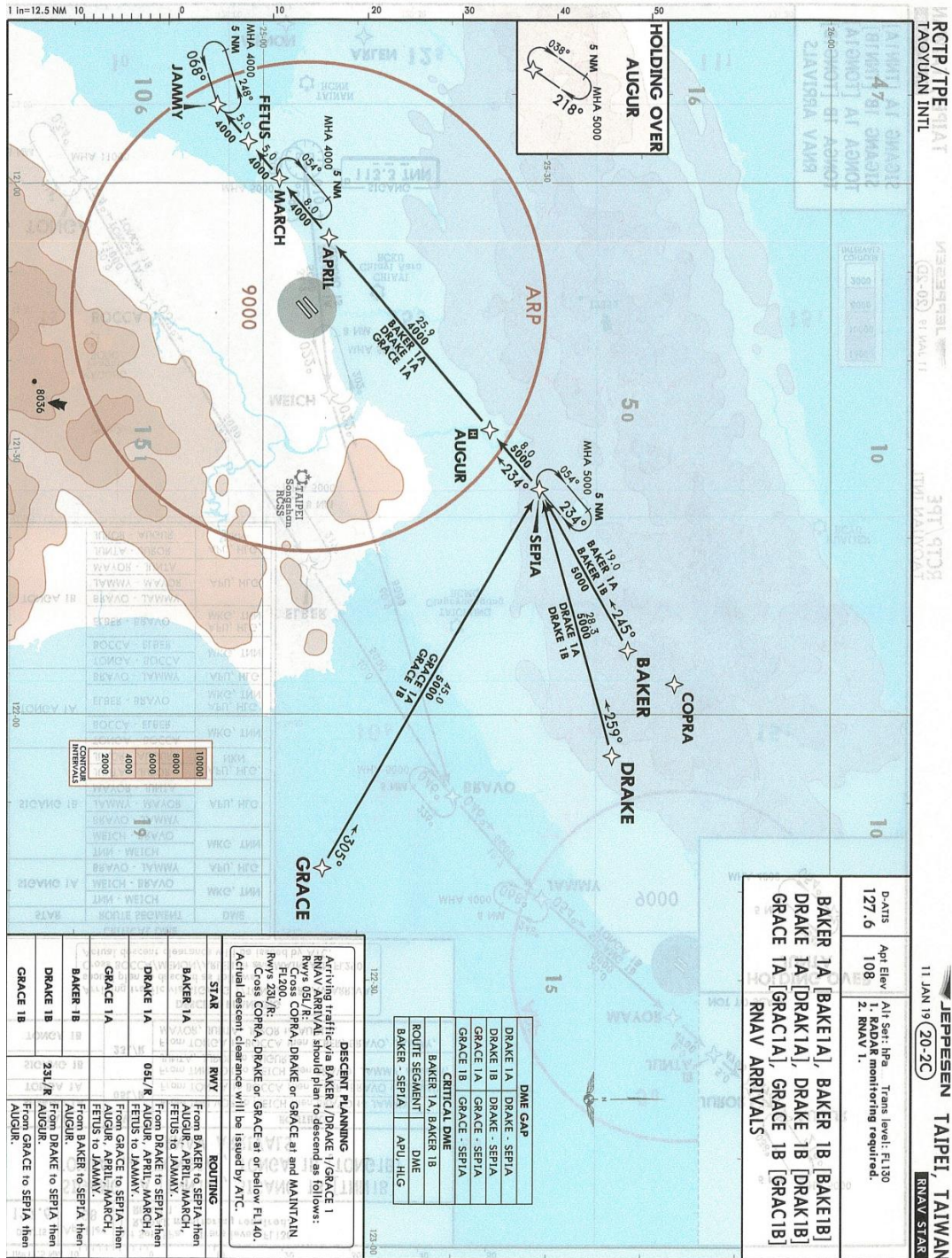


圖 1.10-5 桃園機場 GRACE 1A 區域航行標準儀器到場程序

## 1.11 飛航紀錄器

### 1.11.1 座艙語音紀錄器

該機裝置座艙語音紀錄器 (cockpit voice recorder, CVR)，製造商為 Honeywell 公司，件號及序號分別為 980-6022-001 及 CVR120-06975。該 CVR 具備 2 小時記錄能力，其中 3 軌語音資料含 30 分鐘高品質錄音，聲源分別來自正駕駛員麥克風、副駕駛員麥克風、廣播系統麥克風，另 1 軌為 2 小時高品質錄音，聲源來自座艙區域麥克風。CVR 另有 1 軌 2 小時混軌錄音，包含來自正駕駛員麥克風、副駕駛員麥克風及廣播系統麥克風之聲源。

該 CVR 下載情形正常，錄音品質良好。CVR 所記錄之語音資料共 124 分 56.9 秒，包含該班機進場那霸機場 2 次重飛，折返臺北及後續進場與落地等過程。紀錄資料時間同步係根據 CVR 與 FDR 記錄之關鍵事件參數，與臺北近場管制塔臺提供之錄音抄件比對後，將紀錄器資料與航管時間同步。調查小組針對本事故製作約 18 分鐘的抄件。

### 1.11.2 飛航資料紀錄器

該機裝置之 FDR，製造商為 Honeywell 公司，件號及序號分別為 980-4700-042 及 SSFDR-10250，該 FDR 儲存 26 小時 53 分 19 秒原始資料。事故發生後，本會依據華航提供之波音解讀文件<sup>24</sup>進行解讀，FDR 共記錄 1,067 項參數，所有參數以 UTC 時間<sup>25</sup>為基準。與事故相關之 FDR 解讀資料摘錄如下：

1. 0928 時，FDR 開始記錄。

---

<sup>24</sup> Boeing 解讀文件 (D243U316 Appendix G, 285U0071-207 DFDAC)。

<sup>25</sup> UTC 時間+8 小時=臺北時間；UTC 時間+9 小時=那霸時間。

2. 0934 時，該機開始滑行，油箱總油量約 68,000 磅<sup>26</sup>。
3. 1018 時，該機自桃園機場起飛，油箱總油量約 63,600 磅。
4. 1122:04 時，該機執行第 1 次重飛，此時無線電高度 181 呎，橫向導航模式設定為「LNAV」、縱向導航模式設定為「V/S」、推力模式設定為「SPD」，油箱總油量約 41,200 磅。
5. 1136:34 時，該機無線電高度 1,015 呎，指示空速 153 浬/時，橫向導航模式設定為「LNAV」、縱向導航模式設定為「VNAV」、推力模式由「SPD」轉為「IDLE」，下降率-48 呎/分。
6. 1136:48 至 1136:49 時，該機無線電高度 849 呎，指示空速 145 浬/時，橫向導航模式設定為「LNAV」、縱向導航模式設定為「VNAV」、推力模式於此兩秒轉為「HOLD」後再轉為「SPD」，下降率達 1,376 呎/分。
7. 1136:57 時，該機執行第 2 次重飛，無線電高度 734 呎，橫向導航模式設定為「LNAV」、縱向導航模式設定為「VNAV」、推力模式設定為「SPD」，油箱總油量約 35,200 磅。
8. 1251:10 時，主要警示燈亮，此時該機氣壓高度 8,992 呎，指示空速 246 浬/時，磁航向 270 度，油箱總油量約 8,000 磅。
9. 1301:59 時，該機於桃園機場落地，此時油箱總油量約 6,800 磅。
10. 1307 時，FDR 停止記錄。

飛航資料紀錄有關飛航參數繪圖詳圖 1.11-1。

---

<sup>26</sup> 本章節之油量紀錄係指 FDR 記錄資料，該數據會因航機姿態、及資料寫入流程不同等因素與 QAR 記錄資料略有不同，詳本節內文。

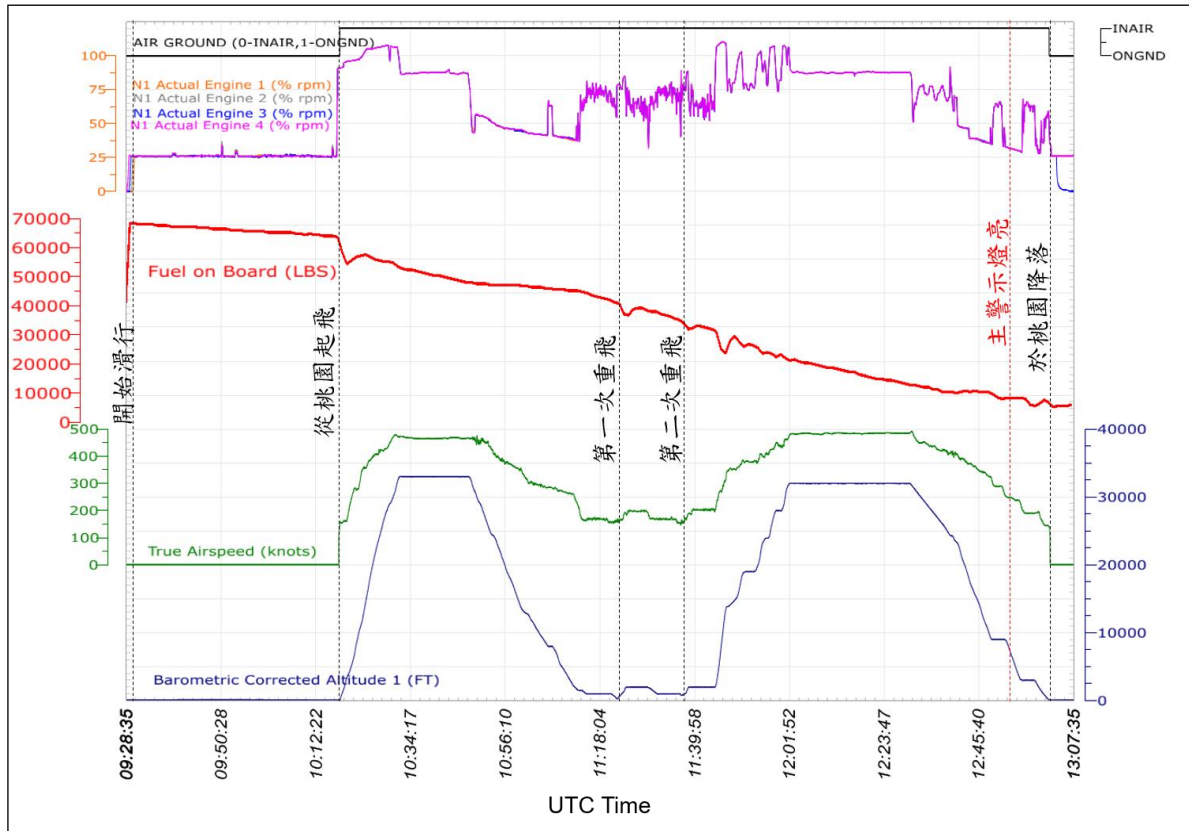


圖 1.11-1 事故航班 FDR 相關參數繪圖

飛航資料紀錄事故航班那霸機場 2 次進場剖面圖如圖 1.11-2。

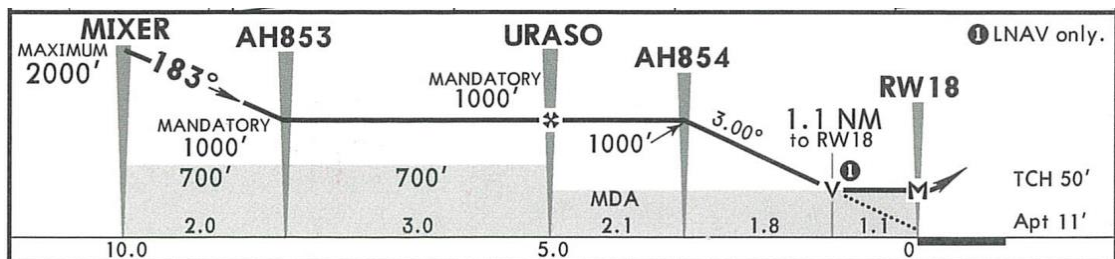
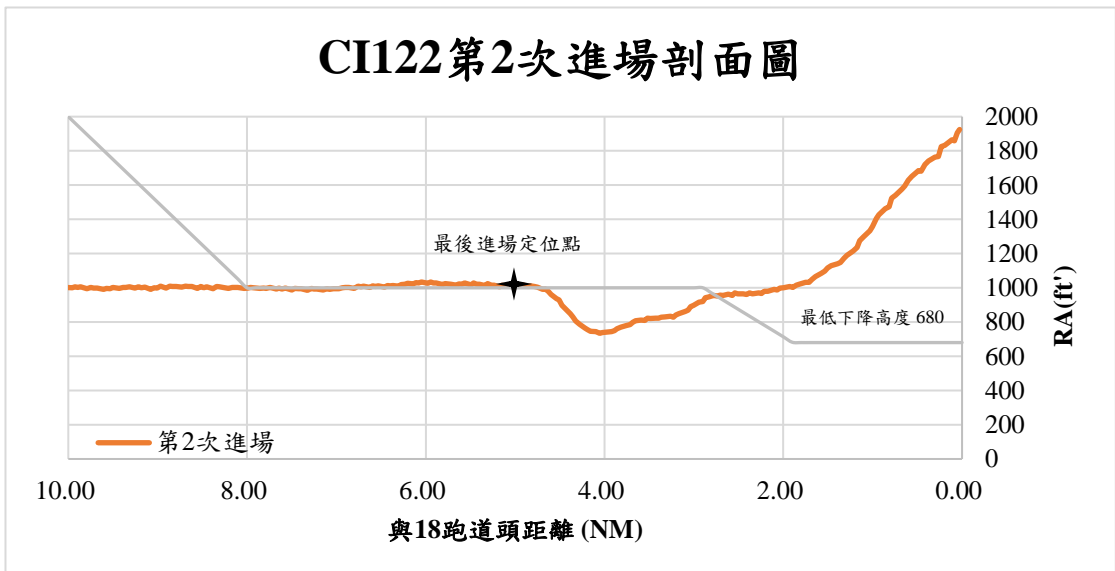
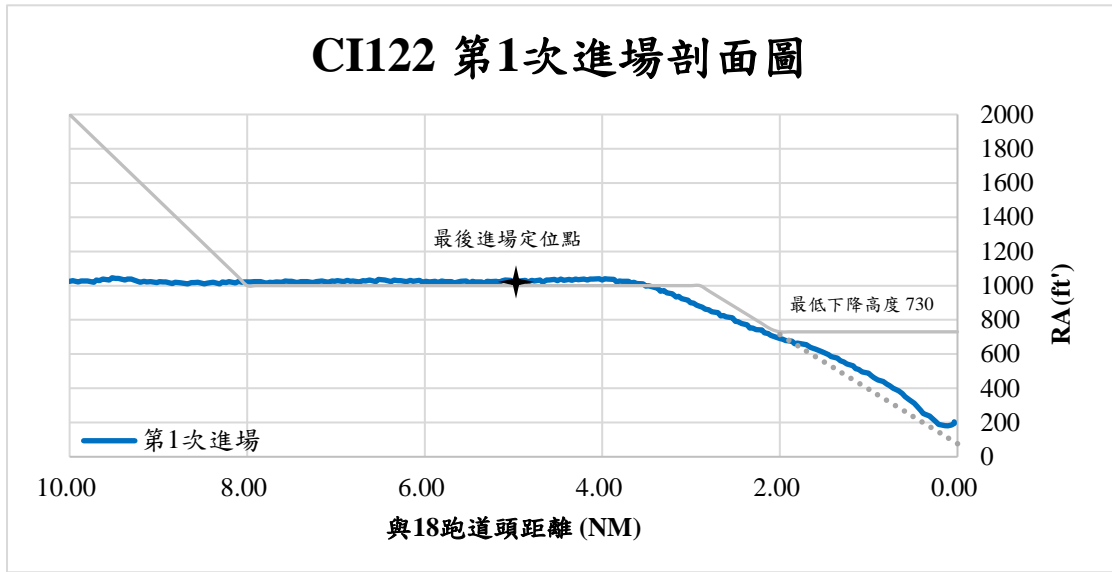


圖 1.11-2 事故航班那霸機場 2 次進場及對應進場程序剖面圖



依據波音公司 B-747-400 型機航機維修手冊第 31 章，該型機之油量數據來自於油量處理單元 (fuel quantity processor unit)，數據經由資料管理單元 (data management unit) 收集後，寫入航機的 QAR；油量處理單元也同時提供油量數據給 EICAS 介面單元以供駕駛員飛行時查閱。航機 FDR 內記錄之油量數據則是由 EICAS 介面單元經數據匯流排傳送至數位飛航資料擷取卡 (digital flight data acquisition card, DFDAC) 後寫入。由於資料寫入流程略有不同，因此 B-747-400 型機之 FDR 與 QAR 油量數據，有可能因為航機之姿態角度等變動而出現暫態的差異，惟此暫態差異不影響總體油量之變化趨勢與傳感器精確度。有關事故航班於那霸機場 2 次進場與重飛期間之 FDR 與 QAR 油量變化，詳圖 1.11-3。

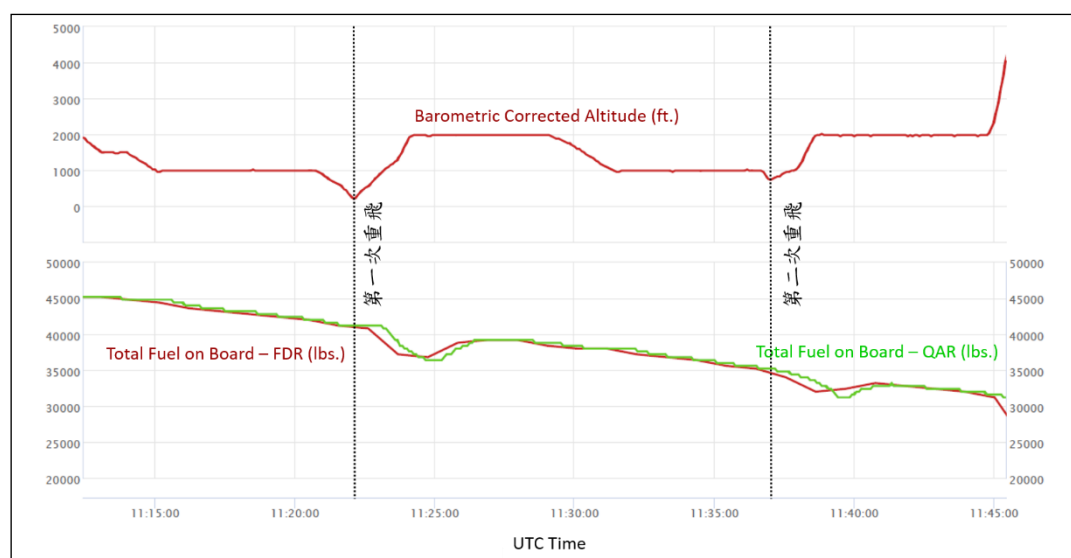


圖 1.11-3 事故 2 次進場/重飛期間 FDR 及 QAR 油量比較圖

## 1.12 現場量測與航空器撞擊資料

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

無相關議題。

## 1.17 組織與管理

### 1.17.1 飛航操作相關手冊內容

華航航務手冊<sup>27</sup>與本事故有關之內容摘錄如下：

#### 1.17.1.1 燃油政策

航務手冊第 4 章飛航準備與派遣 (flight preparation and flight release)，4.4 節燃油政策 (fuel policy)，將航行過程中不同階段使用之燃油說明如下：

##### 滑行油量 (taxi fuel)

輔助動力單元於地面作業期間、發動機啟動、航機滑行所需之油量。各機種滑行所需油量規定於飛航操作公告中。原文如下：

*Fuel required for APU ground operations, engine start and taxi. Taxi fuel requirements for each A/C type are described in the Flight Operations Bulletin.*

##### 航程油量 (trip fuel)

依據預報之風向風速資訊、溫度及總重，由出發地飛抵目的地機場所

---

<sup>27</sup> 第 37 版，生效日期民國 108 年 1 月 1 日。



需之油量。巡航油量之計算，係基於以下假設：

- (1). 自機場標高起飛後，依偏好之標準儀器離場程序爬升至計畫之(最佳)巡航高度；
- (2). 巡航中階段式爬升至不同總重情況下之最佳巡航高度；
- (3). 自最後巡航高度下降，並依偏好之標準儀器到場程序進場落地，如無公告之標準儀器到場程序，則計算油量時需增加 25 浬航行距離；
- (4). 於計畫之目的地機場進場落地操作所需之油量。

原文如下：

*Fuel required to fly from the departure to the destination airport, based on forecast winds, temperatures and gross weight. Trip fuel is calculated on the basis of the following assumptions:*

- (1). Takeoff and climb from the airport elevation via a preferential SID to planned cruise altitude (optimum altitude wherever possible).
- (2). Cruise with step climb to optimum altitudes at appropriate gross weights.
- (3). Descent from final cruise altitude to touchdown via a preferential STAR described in Airport Page. When a STAR is not published, 25 NM will be added to the track distance for fuel burn calculations.
- (4). Fuel required for approach and landing maneuvering to the expected landing runway.

### **應變油量 (contingency fuel)**

應變油量係為因應下列非計畫性情況：

- (1). 預報天氣與實際天氣之差異；
- (2). 非預期性改道、變換飛航空層或航管延誤；
- (3). 其他可能延誤降落之因素。

飛航計畫中列有航路備用機場時，應變油量為目的地機場油量的百分之三，但不得低於「標準溫度下，於目的地機場上空一千五百呎高度以等待空速飛航十五分鐘」之油量。原文如下：

*Contingency fuel is included to allow for the following unplanned factors:*

- (1). Differences between forecast and actual meteorological conditions.
- (2). Unexpected re-routing, flight level change or ATC delays.
- (3). Other conditions that may delay landing.

*Contingency fuel is 3% of trip fuel, provided that an enroute alternate airport is available for flight planning purposes. If contingency fuel is less than the fuel required for 15 minutes at holding speed at 1,500 ft (AAL) above the destination airport in ISA conditions, then the fuel requirement for 15 minutes will be provided.*

#### **飛抵備用機場所需油量 (alternate fuel)**

飛抵備用機場所需油量，係依據預報之目的地機場風向風速、溫度及預估之總重，自目的地機場飛往計畫備降機場之所需油量。

飛抵備用機場所需油量包含：

- (1). 自誤失進場點依偏好之標準儀器離場程序爬升至計畫之巡航高度；
- (2). 以飛航計畫之速度巡航；
- (3). 自巡航高度下降，並依偏好之標準儀器到場程序進場落地，如無

公告之標準儀器到場程序，則計算油量時需增加 25 浬航行距離。

原文如下：

*Alternate Fuel is the amount of fuel required to fly from the destination airport to the planned alternate airport, based on forecast winds, temperatures and the estimated gross weight over the destination.*

*Alternate fuel is comprised of fuel for the following:*

- (1). Climb from missed approach point via a preferential SID to planned cruise altitude.
- (2). Cruise at OFP speed.
- (3). Descent from cruise altitude to touchdown via a preferential STAR associated with the inbound route. When a STAR is not published, 25 NM will be added to the track of distance for fuel burn calculations.

#### **最低備用油量 (final reserve fuel)**

最低備用油量係以計畫總重計算於標準溫度、淨構型情況下，於備用機場上空一千五百呎高度等待飛航三十分鐘所需之油量。原文如下：

*Final Reserve Fuel is the amount of fuel calculated based on holding for 30 minutes at 1,500 ft (AAL) over the alternate airport, in clean configuration, and ISA conditions at planned gross weight.*

#### **備用油量 (reserve fuel)**

備用油量係指飛抵目的地機場時計畫油量之最少值，其包括最低備用油量、飛抵備用機場所需油量及應變油量。原文如下：

*Reserve Fuel is the minimum amount of planned fuel available upon arrival at the destination airport. It includes Alternate Fuel, Final Reserve Fuel and*

## *Contingency Fuel.*

### **簽派油量 (dispatch fuel)**

簽派油量係簽派員於飛航計畫中增加的額外油量，可包括：

- (1). 預期於目的地機場發生延誤所攜帶之航管油量；
- (2). 預期於目的地機場、航路或備降機場發生天氣變化之天氣油量；
- (3). 因應最低裝備需求手冊/外型差異手冊所攜帶之差異油量。
- (4). 因應任何作業需求所攜帶之作業油量。

原文如下：

*Dispatch Fuel is the extra fuel added to the OFP by flight dispatcher and may include fuel listed below:*

- (1). ATC fuel is the amount of fuel which will be carried for anticipated delay at destination airport.
- (2). Weather adding fuel is the amount of fuel which will be carried for anticipated weather changes of destination airport、En-route or Alternate airport.
- (3). Deviation fuel is the amount of fuel which will be carried due to MEL/CDL penalty.
- (4). Operation fuel is the amount of fuel for any operational requirement.

### **額外油量 (extra fuel)**

額外油量係機長或簽派員基於各種考量所要求增加之油量。機長對於任務派遣保有最終裁量權，任何情況下機長要求增加額外油量，須將其考量記載於飛航計畫上。簽派員增加任何額外油量時，亦須於備註欄內述明

理由。原文如下：

*Extra Fuel is fuel added by PIC discretion or any other reason by OD. PIC has the final authority for the flight release. In case of any Extra Fuel requested by PIC, the reasons of added Extra Fuel should be written on OFP. If OD adds any Extra Fuel, OD shall fill in the reason on the "Remarks" of OFP.*

### **最低轉降油量 ( minimum diversion fuel )**

最低轉降油量係飛抵備用機場所需油量、最低備用油量及各機種 5 分鐘平均最低備用耗油量之總和，事故型機之 5 分鐘平均最低備用耗油量為 1,400 磅。最低轉降油量提供機長決定轉降與否之參考。原文如下：

*The amount of Minimum Diversion Fuel is the sum of Alternate Fuel, Final Reserve Fuel and 5 minutes of average Final Reserve Fuel consumption of each fleet.*

Fleet	A350	A330	B738	B744	B777
5min. of average Final Reserve Fuel Consumption (lbs.)	1000	800	400	1400	1100

*Minimum Diversion Fuel serves as a reference for the PIC to consider whether to remain at the destination airport or divert to the alternate airport.*

#### **1.17.1.2 風險管理**

航務手冊第 5 章運作政策 ( operation policy )，5.13 節風險管理 ( risk management ) 中指出，飛航組員於飛航過程中應時常觀察航機燃油使用量是否符合飛航計畫，若燃油使用量超過預期，應密切觀察剩餘油量並及早準備因應。若預期落地時之剩餘油量可能低於最低備用油量時，應通知航管航機處於低油量狀況，或宣告油量遇險情況，原文摘錄如下：

#### **5.13.2 Fuel Consumption Monitoring**

*Flight crewmembers should frequently compare actual fuel consumption with planned fuel consumption during each flight. Indications of excessive fuel consumption include higher than planned fuel flow for gross weight.*

*In the event that all contingency fuel is consumed or receipt of updated information, flight crews must carefully monitor fuel remaining.*

.....

*The destination and/or the alternate may be renominated in flight if required, taking into account the fuel remaining, the latest meteorological information and any other operational considerations.*

*After reviewing all related considerations, the PIC should ensure that there is adequate fuel on-board to allow the flight to reach the intended landing airport with not less than Final Reserve Fuel.*

### **5.13.3 Low Fuel State**

.....

*B. The PIC shall advise ATC of minimum fuel state by declaring “MINIMUM FUEL” when, having committed to land at a specific airport, the pilot calculates that any change to existing clearance to that airport may result in landing with less than the Final Reserve Fuel.*

*C. The PIC shall declare a situation of fuel emergency by broadcasting “MAYDAY, MAYDAY, MAYDAY, FUEL” when the calculated usable fuel estimated to be available upon landing at the nearest airport where a safe landing can be made is less than Final Reserve Fuel.*

### **1.17.1.3 誤失進場**

航務手冊第 6 章程序與技術 (procedures and techniques), 6.10 誤失進場章節中指出, 若執行誤失進場, 機長必須依公司燃油政策評估剩餘油量的狀況後, 才能執行第 2 次進場。若因天氣狀況執行 2 次誤失進場, 除非

機長在評估所有相關資訊後，認為再次進場應為最安全的選擇，否則必須轉降至備降機場。原文摘錄如下：

### **6.10 MISSED APPROACH**

.....

*G. If a missed approach has been executed, the PIC must verify fuel status and adequate fuel to operate to the alternate airport in compliance with Company fuel policy before executing a second approach. ....*

*H. If a second approach is missed due to weather conditions, diversion to the alternate is mandatory unless, in the opinion of the PIC, another approach is the safest course of action after evaluating the time and fuel availability, weather condition, traffic situation, and any inherent or potential risk when diverting to the alternate airport.*

.....

#### **1.17.2 華航針對事故航班燃油使用說明**

華航以書面補充該公司燃油及飛航操作政策，整理如下：

華航在規劃事故航班飛航計畫時，已考慮那霸機場到場及天氣多變的特性，故額外多加 15 分鐘的航管（ATC）及 15 分鐘的天氣（WXX）燃油。

事故航機於桃園機場起飛前滑行時間由預計之 24 分鐘增加為 50 分鐘，由於航機加載之燃油已包括 15 分鐘應變燃油可用於無預期的航管延誤，亦已加載 30 分鐘之額外燃油，可供飛航組員因應滑行時多使用之燃油。

依華航機隊管理政策，當油量到達最低轉降油量時，如符合航務手冊 5.13.4 Omission of Alternate 之條件情況下，可繼續等待或進場，否則應轉往備降站。如決定繼續等待，機長應完整考量所有資訊及狀況，並遵守航

務手冊 5.13.3 Low Fuel State 相關規定。

對於最低備用油量，一般來說不論降落在任何機場跑道上時，航機燃油均不得低於此油量。當飛航組員預期航機剩餘燃油可能低於最低備用油量時，應向航管宣告"*MAYDAY, FUEL*" 遇險情況，並儘速落地。

航務手冊 6.10 *MISSED APPROACH* 節中所描述因天氣狀況（due to weather conditions）執行誤失進場，乃泛指各種可以影響飛行操作的大氣現象，如降雨造成之低能見度、風切現象造成危害、微爆氣流現象造成暫停運作（FOM 5.9.5, 5.9.5.1, 5.9.5.2）以及風速超限（順風、側風、陣風）等。依組員報告，事故航機此次於那霸機場執行誤失進場之原因與上述天氣狀況無關。

依據公司航務手冊 5.13.3 節 Low Fuel State 規範，若預估落地之剩餘油量低於最低備用油量時，機長應宣告油量遇險情況。該航班飛航組員決定返航桃園後，曾向神戶區管宣告油量遇險情況，神戶區管於航管交接時，亦曾轉告臺北區管該項資訊。惟該航班由神戶區管交接至臺北區管時，航管已提供最短路徑，經飛航管理電腦（flight management computer, FMC）計算剩餘油量多於最低備用油量，故未於當時再向臺北航管單位宣告油量遇險情況。直到最後進場階段，發現航管的指示有將該機帶離進場最短路線的現象，且 FMC 所計算之剩餘油量再度低於最低備用油量，飛航組員隨即向臺北航管宣告油量遇險情況，希望能夠盡快執行進場。

華航於事故後已完成或進行中之因應措施包括於飛航操作公告（flight operation bulletin, FOB）中公布那霸機場增載 15 分鐘燃油；月訊專題再次研討那霸機場的進場方式；年度複訓 *EBT first look item* 加入那霸機場進場練習。



## 1.18 其他資料

### 1.18.1 訪談資料

#### 1.18.1.1 正駕駛員訪談摘要<sup>28</sup>

事故航班原預計使用桃園機場 05 右跑道起飛，航機滑行至跑道頭附近，排定第 2 架起飛時，塔臺管制員突然告知 05 右跑道立即關閉，當時曾詢問原因，但並未獲得管制員回覆，事後得知係跑道上發現破洞之緣故。因此管制員重新引導所有航機轉換至 05 左跑道起飛，滑行時間因此增長至 50 分鐘。

出發前根據天氣預報，那霸機場能見度 4,000 公尺，下雨有霧(misty)，該次派遣之航管及天氣燃油各為 15 分鐘，總計多帶 30 分鐘油量，出發前確認桃園機場與那霸機場之天氣都無問題，因此並未要求多帶燃油。後來滑行時間非預期性地增加，由 24 分鐘增加為 50 分鐘，因此起飛時較原計畫多消耗了燃油，但因當時那霸機場預報之天氣很好，因此並無疑慮。

飛行至接近那霸機場時，周圍雲量很多，許多航機皆向航管要求閃躲天氣。根據飛航公告(NOTAM)，由於那霸機場正在施工，故 18 跑道 RNAV 進場之最低下降高度提高為 680 呎(原為 420 呎)。第 1 次進場依機隊建議使用 LNAV 加 V/S 導航模式，最低下降高度因而須要加上 50 呎，故為 730 呎。塔臺播報跑道視程(runway visual range, RVR) 1,800 公尺，後續再詢問獲告知 RVR 2,000 公尺，依 FOM 之規定換算，夜間情況下 RVR 乘以 2，等同能見度 4,000 公尺，因高於限制故繼續進場。

最後進場保持 1,000 呎高度攔截下滑道，通過 NHC VORTAC 導航臺後，以 V/S 模式保持 3 度下滑角下降。由於當時正下大雨且雲量多，約於 800 呎高度目視跑道並繼續進場。起初航機位置偏左，修正後雖對正跑道但

---

<sup>28</sup> 正駕駛員訪談以英文進行，訪談紀錄以中文製作。

高度偏高，因此約於 500 呎高度決定重飛。

第 1 次重飛後剩餘油量約為 42,000 磅，正、副駕駛員計算後求得返航桃園機場所需之最低轉降油量為 34,800 磅，預估再次進場約須時 20 分鐘，耗費 6,000 至 7,000 磅燃油，故研判當時油量仍足以再執行 1 次進場。

第 2 次進場使用 LNAV 加 VNAV 導航模式，因最下降高度毋須加上 50 呎，故可回復為 680 呎。於自動駕駛模式下，航機先於 1,000 呎改平，到了下降點後開始下降，但約於 900 呎高度，尚未目視跑道前，下降率攀升至 1,300 呎/分左右，超過公司「下降率不可超過 1,200 呎/分」之穩定進場標準，正駕駛員因此解除自動駕駛再次執行重飛。

第 2 次重飛後保持 2,000 呎高度飛行，檢查當時剩餘油量約為 34,800 磅，幾乎等於返航桃園機場所需之最低轉降油量。飛航組員向航管詢問使用 36 跑道儀器降落系統 (ILS) 進場落地之可能性，管制員回覆協調中，指示該機前往 MAZDA 導航點加入等待航線等待，但並未告知所需等候時間。由於當時已經執行 2 次重飛，根據公司規定除非可確保第 3 次進場能安全落地，否則必須轉降至備降機場。在無法確定是否能使用 36 跑道進場情況下，飛航組員於加入等待航線前決定返航桃園機場，並向航管提出申請。

由於當時航行量大，管制員給予階梯式的爬升許可，耗油量因而偏高；管制員一開始僅許可爬升至飛航空層 190，正駕駛員以此高度輸入 FMC 得到飛抵桃園機場之剩餘油量為 7,000 磅，低於最低備用油量之 7,975 磅，副駕駛員因而向航管宣告遇險情況 "MAYDAY, FUEL"。隨後正駕駛員以飛航空層 320 輸入 FMC 得到飛抵桃園機場之剩餘油量為 9,300 磅，便向航管要求爬升至該高度。

進入臺北飛航情報區後，因管制員已主動詢問需求並協助提供最短路徑，故飛航組員認為神戶區管在交接時，應該已告知臺北區管該機處於低油量狀況。飛航組員選擇延長於飛航空層 320 飛行時間，延後下降時機以減少油耗。

由於桃園機場仍維持單跑道運作，故航情十分擁擠，為求優先、儘速落地，遂再向管制員宣告遇險情況"*MAYDAY, FUEL*"，最後於 05 左跑道落地時，剩餘油量為 6,800 磅。

### 1.18.1.2 副駕駛員訪談摘要

飛行前檢查一切都正常，由機長擔任操控駕駛員，起飛的時候原本排第二架起飛，等待過程中塔臺告知 05 右跑道立即關閉。當時由航管對話中得知是因為跑道上有所破損，必須由原本的 05 右跑道換到 05 左跑道起飛。因起飛跑道的變動，起飛時間比原來預計的時間晚了約 40 或 50 分鐘左右。接著進行正常的起飛，航行到接近那霸機場的時候，因為周圍有許多的雷雨胞，氣流不是很穩定，途中有一些閃躲天氣的動作。當時那霸機場是 UTC 1024 時的終端資料自動廣播服務，風向 100，風速 13 浬/時，能見度為 10 公里，下雨。

當時計劃在那霸機場執行的是 RNAV (GNSS) 18 跑道進場，依據取得的天氣資料，當時能見度符合進場的天氣標準，雖因機場維修，最低下降高度暫時提升為 680 呎，加上使用 V/S 進場再加 50 呎為 730 呎，雲幕高亦不會影響在最低下降高度前目視跑道的情形，故開始執行進場。

航機下降到 1,000 呎改平，在下降點到達之前解除自動駕駛，當時雲量很多又下大雨，遮蔽能見度。機長使用 500 呎/分下降率做初步的下降，到達 800 呎時看到跑道後呼叫「*runway insight*」，機長也回覆「*runway insight*」，就繼續進場。當時航機位置偏左，機長持續修正回跑道中心線，航機高度下降到達約 500 呎左右時，航機已修正回中心線位置附近，但高度偏高，副駕駛員即呼叫重飛，開始執行第 1 次重飛。重飛後和機長看到所剩的油量大概是 42,000 磅左右，討論是高於所需的最低轉降油量 34,800 磅。由於當時飛機不多，可以立即在 2,000 呎的高度由雷達引導再次執行進場，估算重飛一次到再進場大概會多花 6,000 磅左右的油，故向塔臺詢問能見度的報告。一開始塔臺報出 1,800 公尺的能見度。經過計算之後，在使用轉換氣

象能見度 (converted meteorological visibility) 的條件，以夜間有進場指示燈的情況，1,800 乘以 2，比 2,000 公尺限制高，可執行進場。等轉進 3 邊，又確認了一次能見度已提升為 2,000 公尺，心想可能剛剛的雷雨已經飄過去，就和機長決定再試一次 RNAV (GNSS) 18 跑道進場。

第 2 次進場時因為低能見度的關係，決定使用 LNAV 加 VNAV 兩套的自動輔助駕駛執行進場。自動駕駛先在 1,000 呎改平，到了下降點後，自動駕駛給了 1,300 呎/分的下降率，由於 1,000 呎以下穩定進場的條件下降率不得超過 1,200 呎/分，基於安全的考量，只能執行重飛。

由於已經執行 2 次重飛，根據公司規定，如果因為天氣因素執行 2 次重飛，除非可確保第 3 次進場可安全降落，否則就應該要轉降至備降機場。當時油量只剩下 35,000 磅，距離所需的最低轉降油量只剩 200 磅。故先立即詢問航管是否可執行 ILS 36 跑道進場，航管表示尚需時間協調，指示先去 MAZDA 進入等待航線等待。由於油量已經接近最低轉降油量，和機長討論後，決定直接轉降回臺北。告知航管後，起初航管給予較低的高度，後來指示爬升至飛航空層 190，直接定向 SEDKU。

航機高度超過 10,000 呎後，將臺北輸入 FMC 後計算，以飛航空層 190 的高度直線距離飛回臺北，剩餘油量為 7,000 磅，已經低於最低備用油量 7,975 磅。由於這只是直線距離的計算，實際到達臺北後，還會因為進場的航線而使用更多的油。故向機長建議應該直接向那霸航管提報油量遇險情況。同時也通知公司及乘客，因為那霸機場天氣不佳的關係，必須轉降回臺北。

原本的飛航計畫是以飛航空層 360 飛回臺北，機長使用 FMC 輸入不同高度計算所需的油量，發現以飛航空層 320 高度飛回臺北，剩餘油量可達 8,800 磅<sup>29</sup>，高於最低備用油量。就向航管要求飛航空層 320 的高度，並直

---

<sup>29</sup> 地球大氣層的空氣密度隨高度增加而降低。當飛機飛行高度較高，空氣密度相對較低時，阻力較小，飛機實際飛行速度就會較快，可縮短飛行時間，節省燃油的使用。

接飛向 SEPIA，以縮短航行距離。航管即指示航向 280 向 SEPIA 方向航行。等到交接到臺北區管後，航管即指示直接航向 ANPU。以當時航管的規劃，直接飛往 ANPU，剩餘油量可達 9,300 磅。

當時盡量保持在飛航空層 320 高度飛行，延後下降時間以減少油耗。開始下降高度後，發現航管的指示有將航機帶離進場最短航線的現象，經過約 1 分鐘左右，經和機長討論因油量問題，不適合再繼續飛離進場航線，就再次向臺北航管確認已經申請油量遇險情況，希望能夠盡快執行進場。航管即給予協助，要航機減速並下降至 4,000 呎。航機下降至 4,000 呎左右發現油量已低於 8,000 磅。接著航管指示下降至 2,000 呎，引導執行 ILS 05 左跑道落地。落地時油量為 6,800 磅。停機靠橋後就提出強制報告並將飛航紀錄器斷電器拔出。

受訪者表示，雖然在地面滑行時延誤了約 40 至 50 分鐘的滑行時間，多耗掉了一些燃油，但考量依據天氣預報，到達那霸機場的時候，天氣狀況應沒有問題，加上原本飛機就已多帶了 30 分鐘的備用油，故認為當時攜帶油量的狀況是可接受的。

當發現油量不夠時，就直接向那霸航管宣告油量遇險情況。當交接至臺北航管時，並沒有再次宣告遇險情況，因為受訪者認為那霸航管在交接給臺北時，應該已經將航機低油量的狀況告知臺北航管。加上臺北航管會主動提供最短路徑及協助，受訪者認為臺北航管應該已經取得該機低油量的狀況。直到近場臺將航機向外帶出去的時候，受訪者才再次強調已經宣告油量遇險情況，希望能儘早進場。

### 1.18.2 航管低油量及緊急情況相關程序

飛航管理程序第二章一般管制，2-1-10 節低油量 (Minimum fuel) 中指出，低油量的情況為航空器的油量在它抵達目的地前，只能接受很少的延誤或不能接受延誤的狀況；低油量不是緊急情況，但是若發生超過正常情況之延誤，可能會造成緊急情況，摘錄如下：

## 2-1-10 低油量

如航空器宣布「低油量」時，應通知接管該航空器之航管單位，並注意任何可能造成該機延誤之情況。

註一

使用「低油量」一詞，係指駕駛員認為其油量在抵達目的地時，無法接受不當之延誤。這並非屬於緊急情況，但如該機被不當延誤，則可能演變為緊急情況。低油量並非意味該機需航管上之優先處理。應以一般常識及好的判斷力來決定如何協助低油量之航空器。如駕駛員提出剩餘油量需獲航行優先處理之需求以確保安全落地時，駕駛員須先宣告為緊急情況並報告其剩餘若干分鐘之油量。

飛航管理程序第九章緊急程序，以及第二章一般管制 2-1-6 節特定之優先次序摘錄如下：

### 9-1-1 緊急情況之決定

- a. 緊急情況可能為遇險或急迫之情況。
- b. 駕駛員遇遇險情況時，應以無線電通信於最初連絡時以「MAYDAY」之用語宣布緊急情況，最好重複三次。急迫情況時，使用「Pan-Pan」之用語，以同樣方式表達。
- c. 如果「MAYDAY」或「PAN-PAN」未被使用，而管制員懷疑會構成緊急或潛在緊急之情況時，則視同緊急情況處理。
- d. 由於可能的緊急情況種類繁多，無法制定特定程序。然管制員相信有緊急情況存在或迫在眉睫時，選擇及執行在當時環境中最適當的行動措施，並儘可能符合本程序中之規定。

### 9-1-2 資料之蒐集

應充分蒐集各項資料，俾能適切處理緊急情況。依據飛航規則駕駛員

有權決定採取相關措施，故應依據所獲資料及駕駛員之請求，以決定何種救援方式最適合當時情況。

### 9-1-3 提供協助

應提供遇險航空器最大之協助。當接獲駕駛員之請求或管制員認為必要時，應列出可提供服務之雷達單位及軍方設施，與相關的緊急服務項目及單位。

### 2-1-6 特定之優先次序

在不危害安全情況下，航空器依下列優先順序使用空域及機場操作區：

- a. 經認定處於緊急狀態之航空器，包括受到非法干擾者。
- b. 因引擎失效、油量不足等因素影響其安全操作，而預期將迫降之航空器。

...

關於駕駛員宣告油量緊急情況時，管制員可協助航空器儘速落地的進場方式，民航局飛航服務總臺說明：當桃園機場使用 05 跑道時，如駕駛員宣告緊急情況，且主動請求由東邊到場，管制員係可規劃航機由東邊到場。桃園機場到場程序均規劃由西邊到場，東邊到場並非駕駛員熟悉之方式，且管制員尚須考慮松山機航進場航機，故東面到場並非一般慣用之到場方式。

### 1.18.3 事件序

本事故發生之重要事件順序詳細內容如表 1.18-1。

表 1.18-1 事件序列表

時間	說明	油量 (磅)	資料來源
1734	開始滑行	68,000	FDR
1817:15	加油門起飛時較飛航計畫之起飛油量65,220磅多消耗約1,220磅(05右跑道因雨破損,只餘05左單一跑道作業,離到場航機擁塞)	64,000	QAR
1818:01	起飛離地	63,600	QAR
1910:45	CVR錄音開始		CVR
1918:59	飛航組員獲知那霸機場能見度4,000公尺		CVR
1919:59	第1次進場,獲落地許可		CVR
1921:21	解除自動駕駛(氣壓高度672呎)		FDR
1921:59	組員決定第1次重飛(油量較最低轉降油量34,777磅多6,423磅)	41,200	CVR, QAR
1934:46	第2次進場,獲落地許可		CVR
1936:48	下降率大於1,200呎/分		FDR
1936:48	組員決定第2次重飛(油量較最低轉降油量34,777磅多423磅)	35,200	CVR, QAR
1938:27	飛航組員討論ILS 36進場	34,000	CVR, QAR
1938:49	飛航組員向航管詢問ILS 36進場可能性	33,200	CVR, QAR
1943:00	飛航組員決定返航桃園機場	32,400	CVR, QAR
1943:46	飛航組員向航管請求返航桃園機場		CVR
1949:40	飛航組員通知公司聯管中心	30,000	CVR, QAR
1954:35	飛航組員宣告油量遇險情況,航管指示爬升保持飛航空層240	26,400	CVR, QAR
1955:32	華航聯管中心告知臺北區管督導席CI122因為那霸天氣不好重飛2次要回航臺北,可能有low fuel問題		ATC抄件
1956:41	飛航組員向航管請求爬高至飛航空層280	23,600	CVR, QAR
1959:43	飛航組員向航管請求爬高至飛航空層320	22,400	CVR, QAR



2005:51	神戶區管聯絡臺北區管北部資料席管制員，告知該機因不良天氣返回臺北，高度飛航空層320，約於1225時接近SEDKU		ATC抄件
2014:27 - 2015:39	神戶區管聯絡臺北區管北部資料席管制員，告知該機位於SEDKU東北方60浬，高度飛航空層320，請求定向280引導至臺北，並告知臺北區管北部資料席CI122是在油量遇險情況（mayday fuel）  北部資料席管制員因不易辨識神戶管制員之英文發音，原以為神戶區管說該機是因medevac <sup>30</sup> 要回航，經再度詢問是否為low fuel，神戶管制員亦回復是low fuel之狀況 <sup>31</sup>		ATC抄件、管制經過報告
2016:25	交管至臺北區管北部席雷達管制員，管制員“roger expect radar vector for priority”，並指示直飛ANPU，飛航組員請求延長於飛航空層320飛行時間		CVR, ATC抄件
2029:27	交管至臺北區管北海席雷達管制員，管制員指示下降保持飛航空層220		CVR, ATC抄件
2035:18	交管至近場臺桃北席管制員，管制員指示下降至9,000呎、定向270，並許可高速進場（250 kt）		CVR, ATC抄件
2050:52	近場臺桃北席管制員” we will give you higher priority but you have to reduce speed to two two zero knots”		CVR, ATC抄件
2051:11	駕駛艙發出Fuel QTY Low 警示	8,000	FDR, QAR, CVR
2051:26	交管至近場臺五邊席管制員，管制員指示下降保持7,000呎高度		CVR, ATC抄件

<sup>30</sup> Medical evacuation.

<sup>31</sup> 相關對話摘要：神戶：target six zero miles northeast of sedku dynasty one two two flight level three two zero request heading two eight zero vector to taipei；臺北：dynasty one two two roger heading two eight zero approved radar contact；神戶：thank you your control he is mayday fuel；臺北：confirm medevac；神戶：sorry say again；臺北：confirm medevac；神戶：mayday fuel low fuel；臺北：sorry say again；神戶：uh；臺北：low fuel；神戶：no no mayday fuel；臺北：sorry；神戶：... low low fuel low ...；臺北：low fuel confirm low fuel；神戶：yaya。

2051:46	飛航組員再次宣告Mayday Fuel ( we are mayday mayday fuel we need to turn for the final approach )		CVR, ATC抄件
2051:54	管制員指示"... turn left heading two two zero descend and maintain four thousand"		CVR, ATC抄件
2056:27	近場臺五邊席管制員頒發進場許可		CVR, ATC抄件
2057:15	油量低於Final Reserve Fuel (7,975磅)	7,600	QAR
2058:28	交管至臺北塔臺機場管制席管制員，並告知該機宣告油量遇險情況，注意不要給他重飛		CVR, ATC抄件
2058:32	臺北塔臺機場管制席管制員頒發落地許可		CVR, ATC抄件
2059:21	飛航組員請求auto land		CVR, ATC抄件
2101:59	該機落地	6,800	FDR, Operation Log

## 第 2 章 分析

### 2.1 概述

事故航班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，無證據顯示有足以影響飛航組員操作表現之醫療、藥物與酒精因素。

事故當時之天氣狀況符合該型機進場落地相關限制，事故航機之載重與平衡均位於限制範圍內。有關本事故針對飛航操作及飛航管制議題之分析敘述如後。

### 2.2 飛航操作

依飛航計畫，事故航機於桃園機場起飛時，攜帶燃油為 65,220 磅。該機滑行時因受航管指示臨時更換起飛跑道，導致滑行時間增加，起飛前較原計畫多消耗約 1,220 磅燃油；然該航班派遣時除已攜帶 4,258 磅應變油量外，另多帶 15 分鐘航管油量（3,942 磅）及 15 分鐘天氣油量（3,942 磅），飛航組員評估無須返回加油，即依原計畫起飛前往目的地。

該機執行那霸機場 18 跑道第 1 次進場，以自動駕駛下降至最低下降高度後改以手控操作，航機下降通過約 500 呎高度時，因高度偏高，飛航組員決定執行重飛；考量當時剩餘油量約為 41,200 磅，扣除再次進場所需約 6,000 磅燃油後，剩餘油量仍應高於返航桃園機場所需之最低轉降油量 34,777 磅，故飛航組員決定再執行 1 次 18 跑道進場。

該機第 2 次進場時，飛航組員以自動駕駛執行進場，航機高度約 8,500 呎時，因自動駕駛操控之下降率超過華航穩定進場標準，故飛航組員決定執行第 2 次重飛，當時剩餘油量約為 35,200 磅，仍略高於該機返航桃園機場所需之最低轉降油量。為提高再次進場成功落地之機會，飛航組員詢問

航管是否可使用那霸機場 36 跑道儀器降落系統進場，航管回覆須等候更換跑道協調事宜，並指示該機加入等待航線盤旋等待。

在無法確定是否得以使用 36 跑道進場、而該機油量已低於該航班任務所需之最低轉降油量情況下，飛航組員遂於加入等待航線前決定返航桃園機場，並向航管提出申請，獲得許可。

返航之初始爬升階段，航管導引該機採階段式爬升，未直接准予該機爬升至較高空層，飛航組員基於油量考量，遂向神戶區管宣告油量遇險情況，後續即獲得優先協助，並得以縮短航行距離，爬升至所需飛航空層。

臺北區管接管該機時，因與神戶區管之溝通因素，管制員掌握該機之狀況為低油量情況，而非油量遇險情況，但仍主動提供最短路徑及必要協助；飛航組員為減低油耗，曾提出延後下降高度及提高飛行速度之需求，均獲管制員同意。該機於航管引導下執行桃園機場進場程序期間，駕駛艙發出低油量警示<sup>32</sup>，飛航組員立即再向航管宣告油量遇險情況並表達需儘速落地，管制員隨即引導該機轉向並下降高度，最後安降桃園機場 05 左跑道，剩餘油量約為 6,800 磅，低於該機最低備用油量之 7,975 磅。

綜上，事故航機於返航桃園機場落地時發生剩餘油量低於最低備用油量之情況，係因該機於桃園機場出發時地面滑行時間非預期性增加、於那霸機場 2 度進場時重飛，及那霸機場飛航管制特性等複合因素所致。飛航組員於飛航期間對於油量掌控之各項操作與決策，未有不符合華航與民航局規定之情形。

## 2.3 飛航管制

神戶區管將事故航機交管至臺北區管時，通知臺北區管北部資料席該機處於油量遇險情況（mayday fuel），惟因口音問題未能清楚傳達訊息，經

---

<sup>32</sup> Fuel QTY Low，觸發條件為總油量低至 8,000 磅時。

臺北區管北部資料席持續與神戶區管溝通後，確認為該機是處於低油量（low fuel）狀況。

由於臺北區管北部資料席與神戶區管最後確認該機之狀況為低油量。依飛航管理程序，低油量不是緊急情況，但若發生超過正常情況之延誤，可能會造成緊急情況，如航空器宣布「低油量」時，應通知接管該航空器之航管單位，並注意任何可能造成該機延誤之情況。如駕駛員未宣告緊急情況並要求航行優先處理，管制員應以一般常識及好的判斷力來決定如何協助處於低油量狀況之航空器。

依據航管通話及駕駛員訪談紀錄，事故航機返航時，桃園機場 05 右跑道因破損關閉，只餘 05 左單一跑道作業，離到場航機較為擁塞。該機由臺北區管接管後，飛航組員未再次宣告油量遇險情況，然管制員已掌握該機處於低油量狀況，遂主動提供較短飛航路徑及必要協助，亦提供該機較優先之進場次序。待飛航組員向近場臺五邊席管制員宣告油量遇險情況並表達需儘速落地，管制員隨即引導該機轉向並安降桃園機場 05 左跑道。

本頁空白

## 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運輸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，但基於確保未來運輸安全之故，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運輸安全、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、教育及改善運輸安全目的之用。

### **3.1 與可能肇因有關之調查發現**

1. 事故航機因於桃園機場出發時地面滑行時間非預期性增加、於那霸機場 2 度進場時重飛，以及那霸機場飛航管制特性等複合因素，以致返航桃園機場落地時剩餘油量低於最低備用油量。(1.17.1、1.17.2、2.2)

### **3.2 與風險有關之調查發現**

無相關調查發現。

### **3.3 其他調查發現**

1. 事故航班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，無證據顯示有足以影響飛航組員操作表現之醫療、藥物與酒精因素。(1.5、2.1)
2. 事故當時之天氣狀況符合該型機進場落地相關限制，事故航機之載重與平衡均位於限制範圍內。(1.6.2、1.6.3、1.7、2.1)



## 第 4 章 運輸安全改善建議

### 4.1 安全改善建議

無相關運輸安全改善建議。

### 4.2 已完成或進行中改善措施

1. 華航已於飛航操作公告中公布飛航那霸機場航班增載 15 分鐘燃油。
2. 華航於設計民國 108 年下半年度之 EBT 實證訓練時，將此案例加入 Day 1 Case Study，提醒全體組員隨時注意油量監控，重飛後更應特別注意，以及遵守 FOM 低油量相關政策規定；亦特別在 B-747-400 機種 Day 1 Evaluation 內加入類似狀況，以強化組員於航機進場階段對餘油狀態之警覺。
3. 華航 B-747-400 機隊執行 RNAV (GNSS) 進場之能力，經由每次模擬機及實際飛行之結果驗證，未發現任何疑慮。此事故之 2 次重飛，未有航機機務方面故障。機隊在民國 108 年 4 月出刊之 744 Monthly 訊息中，針對那霸機場 18 跑道之非精確進場做了專題研究及操作建議，以期對組員日後於該機場執行 18 跑道非精確進場時能有所助益。

本頁空白