



飛航安全調查委員會

航空器飛航事故 調查報告

中華民國 105 年 10 月 1 日

中華航空公司 CI704 班機

Airbus 330-300 型機

國籍標誌及登記號碼 B-18307

於桃園機場 23R 跑道落地重飛時機尾觸地

報告編號：ASC-AOR-18-01-002

報告日期：民國 107 年 1 月

本頁空白

依據中華民國飛航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。

中華民國飛航事故調查法第 5 條：

飛安會對於飛航事故之調查，旨在避免類似飛航事故之再發生，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 105 年 10 月 1 日，中華航空股份有限公司（以下簡稱華航）定期載客班機 CI704，機型空中巴士 A330-300，國籍標誌及登記號碼 B-18307，執行由馬尼拉國際機場飛往臺灣桃園國際機場（以下簡稱桃園機場）之飛航任務。機上載有飛航組員 2 人、客艙組員 11 人、乘客 124 人，共計 137 人。1927 時，該機於桃園機場 23R 跑道落地重飛，離地時發生機尾觸地，重新進場後於 1959 時安降桃園機場 05R 跑道，人員無傷亡，該機機腹蒙皮與結構受損。

依據中華民國飛航事故調查法及國際民航公約第 13 號附約相關內容，飛安會為負責本次飛航事故調查之獨立機關。受邀參與本次調查之機關（構）包括：法國失事調查局、空中巴士飛機公司、交通部民用航空局及中華航空股份有限公司。

本事故「調查報告草案」於 106 年 7 月完成，依程序於 106 年 9 月 26 日經飛安會第 61 次委員會議初審修正後函送相關機關（構）提供意見；經彙整相關意見後，調查報告於 106 年 12 月 27 日經飛安會第 64 次委員會議審議通過後，於 107 年 1 月 31 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，改善建議共計 6 項，如下所述。

壹、調查發現

與可能肇因有關之調查發現

1. 教師駕駛員可能因升訓正駕駛員先前之訓練紀錄，註記有落地後延遲放下鼻輪之現象，影響其於本事故中觀察升訓正駕駛員落地操作時之注意力分配與狀況警覺，過度將其注意力投入監控航機姿態，忽略作為監控駕駛員應有之職責，未能將其注意力有效分

配於降落階段有關航機狀態之關鍵資訊，因而未察覺駕駛艙內發動機/警告顯示器（E/WD）頁面上之「REV」顯示或反推力手柄位置等資訊，據以掌握反推力使用狀況，作為接手操作時決定放棄落地或繼續落地之依據。

2. 教師駕駛員接手操作後，為使該機盡速離地，持續向後帶桿並保持最大行程至仰轉前，惟同一期間正推力因反推力器尚未歸位鎖定而無法立即增加，空速則於減速裝置作用下持續遞減。此一向後帶桿至最大行程之操作，當飛機之減速裝置停止作用、發動機推力急劇增加及仰角配平高於起飛正常設定等綜合效應影響之下，將造成機頭急遽上仰，教師駕駛員雖曾鬆桿因應，但仍無法抑制仰角激增之趨勢，故機尾遂於主輪離地前，因仰轉率及仰角過大，喪失與道面之安全隔離而觸及道面，致機腹蒙皮與結構受損。

與風險有關之調查發現

1. 教師駕駛員接手後雖隨即進行重飛操作，但遲於主輪離地後始呼叫重飛，致升訓正駕駛員未能瞭解教師駕駛員之操作意圖，而未發揮監控駕駛員職責，及時對教師駕駛員不符合程序規範之重飛決策提出質疑，或協助其於外型、動力、姿態與速度等操作上之監控與呼叫。
2. 教師駕駛員於本事故中未能憑藉其專業的知識與經驗，發揮做為教師駕駛員於多變的飛航教學環境中須具備之良好狀況警覺能力，以對飛航過程中可能發生之非常規性狀況預做準備，提高實際遭遇問題時的判斷及處置能力。

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。無證據顯示於事故中，有足以影響飛航組

員操作表現之藥物與酒精因素。

2. 正副駕駛員事故前 72 小時作息正常，疲勞程度未達影響執行任務之水準。
3. 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。
4. 該機進場落地過程中之各項操作均符合華航穩定進場標準。
5. 飛航組員於事故後進行之異常狀況處置，符合相關程序要求。
6. 該機適航與維護符合民航局及公司相關規範，無證據顯示發動機、航機系統及結構於事故前曾發生故障。
7. 事故機機腹蒙皮磨損範圍由機身橫樑 frame 74 至 frame 83，機身縱桁 stringer 53L 至 stringer 54R。機身內部結構 frame 79 位置之橫樑擠壓變形，frame 78 及 75 位置之連接片擠壓變形。

貳、改善建議

一、致中華航空公司

1. 加強教育與訓練，以確保所屬飛航組員熟稔原廠與公司手冊中，有關重飛操作符合標準程序規範，並能確實遵循。在下達重飛決策前，能提高對空速、姿態、外型、減速裝置、動力及剩餘跑道長度等相關因素之狀況警覺，整體評估重飛之適當性與風險後再據以執行，以避免機尾觸地之作業安全。(ASC-ASR-18-01-001)
2. 加強教師機師教育訓練，避免此類不當操作情況之發生，以確保執行帶飛任務時避免偏重於指正或檢視受訓駕駛員之飛行操作，而應能兼顧做為監控駕駛員應有之職責，以及具備能夠因應多變的飛航環境的狀況警覺能力，並能對飛航過程中可能發生之非常規性狀況預做準備。(ASC-ASR-18-01-002)
3. 以本事故為例，於組員資源管理訓練中設計適當之情境，強化飛航組員於落地階段之標準操作程序與呼叫，以及遇有操控職權交

換時之狀況警覺、溝通與決策下達。並特別加強於主輪觸地後，對反推力使用狀況之確認，以確實遵循「反推力一經使用必須執行全停落地」之規定。(ASC-ASR-18-01-003)

二、致交通部民用航空局

1. 督導中華航空公司，加強教師機師教育訓練，避免此類不當操作情況之發生，以確保所屬飛航組員熟稔原廠與公司手冊中，有關重飛操作符合標準程序規範，並能確實遵循。在下達重飛決策前，能提高對空速、姿態、外型、減速裝置、動力及剩餘跑道長度等相關因素之狀況警覺，整體評估重飛之適當性與風險後再據以執行，以避免機尾觸地之作業安全。(ASC-ASR-18-01-004)
2. 督導中華航空公司對所屬教師機師加強教育與訓練，避免此類不當操作情況之發生，以確保執行帶飛任務時避免偏重於指正或檢視受訓駕駛員之飛行操作，而應能兼顧做為監控駕駛員應有之職責，以及具備能夠因應多變的飛航環境的狀況警覺能力，並能對飛航過程中可能發生之非常規性狀況預做準備。(ASC-ASR-18-01-005)
3. 督導中華航空公司以本事故為例，於組員資源管理訓練中設計適當之境境，強化飛航組員於落地階段之標準操作程序與呼叫，以及遇有操控職權交換時之狀況警覺、溝通與決策下達。並特別加強於主輪觸地後，對反推力使用狀況之確認，以確實遵循「反推力一經使用必須執行全停落地」之規定。(ASC-ASR-18-01-006)

目 錄

摘要報告	iv
目 錄	viii
表 目 錄	xii
圖 目 錄	xiv
英文縮寫對照簡表	xvi
第1章 事實資料	1
1.1 飛航經過	1
1.2 人員傷害	3
1.3 航空器損害情況	3
1.4 其他損害情況	3
1.5 人員資料	4
1.5.1 飛航組員經歷	4
1.5.1.1 教師駕駛員 (CM2)	5
1.5.1.2 升訓正駕駛員 (CM1)	6
1.5.2 飛航組員事故前 72 小時活動	7
1.5.2.1 教師駕駛員 (CM2)	8
1.5.2.2 升訓正駕駛員 (CM1)	9
1.6 航空器資料	10
1.6.1 航空器與發動機基本資料	10
1.6.2 維修資訊	12
1.6.3 反推力器系統	12
1.6.4 載重與平衡	14
1.7 天氣	16
1.8 助、導航設施	17
1.9 通信	17
1.10 場站資料	17

1.11	飛航紀錄器	17
1.11.1	座艙語音紀錄器	17
1.11.2	飛航資料紀錄器	20
1.12	航空器殘骸與撞擊資料	27
1.12.1	航空器撞擊資料	27
1.12.2	現場量測資料	30
1.12.3	機場監控錄影	31
1.13	醫學與病理	33
1.14	火災	33
1.15	生還因素	33
1.16	測試與研究	33
1.16.1	疲勞生物數學模式分析	33
1.17	組織與管理	34
1.17.1	事故前與反推力使用有關之機隊通告	34
1.18	其他資訊	35
1.18.1	訪談紀錄	35
1.18.1.1	教師駕駛員（CM2）訪談紀錄	35
1.18.1.2	升訓正駕駛員（CM1）訪談紀錄	37
1.18.2	飛航操作相關手冊內容	38
1.18.2.1	起飛仰轉之操作程序	38
1.18.2.2	正常落地之操作程序	39
1.18.2.3	使用反推力之相關操作程序	40
1.18.2.4	重飛與放棄落地之操作程序	40
1.18.2.5	觸地後再起飛之操作程序	41
1.18.2.6	使用反推力後不應重飛之原因及其風險	42
1.18.2.7	機尾觸地處置程序	43
1.18.2.8	空中巴士飛機製造公司函復重飛時避免機尾觸地要領	43

第2章	分析	45
2.1	概述	45
2.2	飛航操作	45
	2.2.1 進場落地	45
	2.2.2 重飛決策	48
	2.2.3 重飛操作	50
	2.2.4 組員溝通合作	52
	2.2.5 事故後處置	52
2.3	人為因素相關分析	53
	2.3.1 狀況警覺	53
	2.3.2 飛航組員疲勞可能性分析	55
	2.3.2.1 教師駕駛員 (CM2)	55
	2.3.2.2 升訓正駕駛員 (CM1)	56
第3章	結論	57
3.1	與可能肇因有關之調查發現	57
3.2	與風險有關之調查發現	58
3.3	其它發現	58
第4章	改善建議	61
4.1	改善建議	61
附錄1	飛航經過FDR資料摘錄	63

本頁空白

表 目 錄

表 1.5-1 駕駛員基本資料表	4
表 1.6-1 航空器基本資料	11
表 1.6-2 發動機基本資料	11
表 1.6-3 載重及平衡相關資料表	15
表 1.11-1 事故前後之 CVR 抄件內容	19
表 1.12-1 事故現場量測項目	30
表 2.2-1 事故航機落地至重飛離地期間相關飛航參數與 CVR 抄件內 容	46

本頁空白

圖 目 錄

圖 1.6-1 油門控制手柄與反推力器控制手柄相關位置.....	13
圖 1.6-2 發動機/警告顯示器頁面上之「REV」字樣.....	14
圖 1.6-3 A330-300 型機重心限制範圍	15
圖 1.7-1 05L/23R 跑道之地面自動氣象觀測系統位置圖.....	16
圖 1.7-2 05L/23R 跑道之即時風向風速.....	17
圖 1.11-1 CI704 航班之飛航參數繪圖	21
圖 1.11-2 CI704 航班事故發生期間飛航參數繪圖（1）	22
圖 1.11-3 CI704 航班事故發生期間飛航參數繪圖（2）	23
圖 1.11-4 CI704 航班事故發生期間飛航參數繪圖（3）	24
圖 1.11-5 CI704 航班進場及落地階段飛航軌跡.....	25
圖 1.11-6 CI704 航班事故發生期間飛航軌跡及狀態參數.....	26
圖 1.12-1 機身磨損位置	27
圖 1.12-2 磨損區域示意圖	28
圖 1.12-3 橫樑及連接片受損位置示意圖	28
圖 1.12-4 橫樑擠壓變形	29
圖 1.12-5 連接片擠壓變形	29
圖 1.12-6 現場測量資料及衛星影像套疊圖	31
圖 1.12-7 監控錄影機位置及影像截圖	32

本頁空白

英文縮寫對照簡表

AOM	Aircraft Operation Manual	操作手冊
AWOS	Automated Weather Observation System	自動氣象觀測系統
CG	Center of Gravity	重心位置
CM1	Crew Member 1	左座飛航組員
CM2	Crew Member 2	右座飛航組員
CPL	Commercial Pilot License	商用駕駛員執照
CRM	Crew Resource Management	組員資源管理
CVR	Cockpit Voice Recorder	座艙語音紀錄器
DA	Decision Altitude	決定高度
ECAM	Electronic Centralized Aircraft Monitor	飛機電子集中監視系統
E/WD	Engine/Warning Display	發動機/警告顯示器
FBS	Fixed Based Simulator	固定式模擬機
FCTG	Flight Crew Training Guide	飛航組員訓練指引
FCTM	Flight Crew Training Manual	飛航組員訓練手冊
FD	Flight Director	飛航導引
FDR	Flight Data Recorder	飛航資料紀錄器
FFS	Full Flight Simulator	全功能飛行模擬機
FOM	Flight Operations Manual	航務手冊
FOQA	Flight Operation Quality Assurance	飛航操作品質保
FSI	Flight Simulator Instructor	飛行模擬機教師
FTD	Flight Training Device	飛行訓練器
GTI	Ground Training Instructor	地面訓練教師
IOE	Initial Operating Experience	航路操作經驗
IP	Instructor Pilot	教師駕駛員

LLWAS	Low Level Wind Shear Alert System	低空風切警告系統
MAC	Mean Aerodynamic Chord	平均空氣動力弦長
MDA	Minimum Descent Altitude	最低下降高度
MSA	Minimum Safe Altitude	最低安全高度
PFD	Primary Flight Display	主要飛行顯示器
QRH	Quick Reference Handbook	快速參考手冊
TEM	Threat and Error Management	威脅與疏失管理
TOGA	Takeoff-Go-Around	起飛/重飛

第1章 事實資料

1.1 飛航經過

民國 105 年 10 月 1 日，中華航空股份有限公司（以下簡稱華航）定期載客班機 CI704，機型空中巴士 A330-300，國籍標誌及登記號碼 B-18307，執行由馬尼拉國際機場飛往臺灣桃園國際機場（以下簡稱桃園機場）之飛航任務。機上載有飛航組員 2 人、客艙組員 11 人、乘客 124 人，共計 137 人。1927 時¹，該機於桃園機場 23R 跑道落地重飛，離地時發生機尾觸地，航空站航務組立即關閉跑道進行跑道及外物遺留檢視。1959 時，該機於桃園機場 05R 跑道重新進場降落，人員無傷亡，該機機腹蒙皮與結構受損。

該航班飛航組員由升訓正駕駛員（crew member 1，以下簡稱 CM1）及教師駕駛員（crew member 2，以下簡稱 CM2）各 1 人組成，當日任務同時執行 CM1 之航路操作經驗（initial operating experience, IOE）訓練，由 CM1 坐於駕駛艙左座擔任操控駕駛員，CM2 坐於駕駛艙右座擔任監控駕駛員，於 1733 時自馬尼拉國際機場起飛。進入臺北飛航情報區並完成下降前進場提示後，獲航管許可按 SA1B 區域航行標準儀器到場程序（SIGANG 1B RNAV STAR²），使用 23R 跑道落地。CM2 並特別提示要求 CM1 於落地時練習使用最大反推力之操作。落地預計使用全襟翼，自動煞車設定為「low（低）」，最後進場速度（V_{APP}³）設定值為 132 浬/時。

1926:10 時，該機於五邊進場航線、高度⁴817 呎時，獲塔臺許可

¹ 除非特別註記，本報告所列時間皆為臺北時間（UTC+8 小時）。

² Standard terminal arrival route.

³ Approach speed.

⁴ 除非特別註記，本節所述之「高度」皆指「無線電高度」。

落地；1926:12 時，高度 779 呎、空速 132 浬/時，CM1 解除自動駕駛以手動操控飛機，並保持自動油門繼續進場。1927:06 時，高度 36 呎，CM1 開始落地仰轉 (flare) 操作，並於 2 秒後、高度 17 呎時，將左、右油門桿收至慢車 (idle) 位置。1927:11 時，空速 128 浬/時、仰角 4.9 度、下降率 208 呎/分，該機左、右主輪著陸，地面擾流板展開，自動煞車開始作動。

1927:13 時，空速 126 浬/時、仰角 3.9 度，CM1 將左、右反推力手柄提起至反推力慢車 (rev idle) 並繼續至最大 (rev max) 位置，CM2 約於同時呼叫「*derotation derotation*」(減低仰角)；1927:16 時，空速 120 浬/時、仰角 3.2 度，CM2 呼叫「*i have control*」(我來控制)，隨後按下駕駛桿優先操控按鈕 (sidestick priority pushbutton) 轉移操控權至右座，向後帶桿至全行程位置，並持續保持帶桿至該機產生仰轉。此時發動機反推力持續增加，N1⁵實際轉數 (N1 actual) 約於 1927:18 時達到最大，該機於自動煞車、地面擾流板及最大反推力等減速裝置作用下，持續減速。

1927:19 時，CM2 將左、右反推力手柄推回，發動機 N1 實際轉數開始下降，CM2 並於 1927:20 時將油門桿推至起飛/重飛 (takeoff-go-around, TOGA) 位置，地面擾流板開始收回，自動煞車解除，駕駛艙主警告⁶於同時間致動；1927:24 時，空速 101 浬/時，左、右反推力器皆回復至儲藏 (stowed) 及鎖定位後，發動機 N1 指令轉速 (N1 command) 開始顯示 110 %rpm (revolutions per minute)，N1 實際轉數分別自 61.5 及 71.3 %rpm 開始增加，仰角自 7.4 度開始加大。1927:26 時，空速 102 浬/時、仰角 14.4 度、左右發動機 N1 實際轉數已分別加速至 91.9 及 100.4 %rpm，左、右主輪離地。自進場落地至

⁵ 發動機渦輪風扇轉速，用以代表推力，單位為百分比 (% rpm)。

⁶ 主警告內容為「Flaps Not In T/O Config」及「Pitch Trim Not In T/O Config」。

重飛過程中，該機鼻輪皆未著陸；機尾於仰轉離地之過程中觸地，並於距離 23R 跑道頭約 4,320 呎之道面處遺留一長約 70 呎刮痕。

1927:28 時，空速 108 浬/時、仰角 17.6 度、高度 8 呎、左右發動機 N1 實際轉數已接近 N1 指令轉速，各為 109.4 及 110.7 %rpm，CM2 呼叫「go around」(重飛)，CM1 隨即回應「是 go around 嘛 sir」，CM2 呼叫「go around (重飛)、flaps (收襟翼)」。飛航組員後續完成重飛操作，於 1927:47 時接上自動駕駛。

1927:57 時，該機高度 1,085 呎，管制員告知飛航組員該機離地時機尾曾冒出火花；飛航組員於 1928:51 時向航管申請加入等待航線以便執行故障排除，獲管制員同意並指示依公告之誤失進場程序加入 SEDUM 航點等待航線保持 4,000 呎高度。1936:04 時，客艙經理通知駕駛艙，機尾客艙組員於該機離地時聽到金屬摩擦之聲響。

1936:56 時，飛航組員於等待航線開始執行快速參考手冊 (quick reference handbook, QRH) 之機尾觸地程序，完成後向航管申請自動落地 (auto land)，並宣告急迫情況 (pan pan) 及請求消防車待命，後於 1959:14 時降落桃園機場 05R 跑道。

1.2 人員傷害

無人員傷亡。

1.3 航空器損害情況

航空器遭受實質損害。

1.4 其他損害情況

無其他損害。

1.5 人員資料

1.5.1 飛航組員經歷

飛航組員基本資料如表 1.5-1。

表 1.5-1 駕駛員基本資料表

項	目	教師駕駛員 (CM2)	升訓正駕駛員 (CM1)
性	別	男	男
事	故 時 年 齡	51	41
進	入 公 司 日 期	民國 81 年 7 月 2 日	民國 92 年 7 月 28 日
航	空 人 員 類 別	飛機民航運輸駕駛員	飛機民航運輸駕駛員
檢	定 項 目	A-330 A-340	A-330 B-747-400
到	期 日 期	民國 108 年 9 月 3 日	民國 110 年 7 月 24 日
體	檢 種 類	甲類駕駛員	甲類駕駛員
終	止 日 期	民國 105 年 11 月 30 日	民國 105 年 11 月 30 日
總	飛 航 時 間	11,163 小時 45 分	10,478 小時 40 分
事	故 機 型 飛 航 時 間	3,567 小時 25 分	53 小時 43 分
最	近 12 個 月 飛 航 時 間	607 小時 40 分	592 小時 27 分
最	近 90 日 內 飛 航 時 間	156 小時 54 分	62 小時 48 分
最	近 30 日 內 飛 航 時 間	55 小時 41 分	40 小時 13 分
最	近 7 日 內 飛 航 時 間	19 小時 36 分	15 小時 42 分
事	故 前 24 小 時 內 已 飛 時 間 ⁷	4 小時 32 分	4 小時 32 分
事	故 前 休 息 時 間	21 小時 47 分	61 小時 18 分

⁷ 事故日已飛時間包含事故航班之飛行時間，計算至事故發生當時為止。

1.5.1.1 教師駕駛員 (CM2)

CM2 為中華民國籍，民國 81 年進入華航擔任波音 B747-200 型機飛航工程師約 7 年時間，民國 88 年自行赴美取得商用駕駛員執照 (commercial pilot license, CPL) 後，於民國 89 年回到華航轉訓空中巴士 A300-600R 型機副駕駛員。民國 93 年赴法國土魯斯接受空中巴士 A330 型機副駕駛員訓練，並於民國 97 年升任正駕駛員。事故型機飛行時數為 3,567 小時 25 分，總飛行時數為 11,163 小時 45 分，不含擔任飛航工程師之 5 千多小時飛行時數。事故前最近一次年度適職性訓練時間為民國 105 年 8 月 23 日，訓練結果為「正常 (normal)」；最近一次年度適職性考驗於民國 105 年 8 月 25 日通過；最近一次年度航路考驗於民國 105 年 4 月 25 日通過。個人訓練與考驗紀錄經檢視後，無異常發現。

CM2 於民國 91 年 2 月至 6 月經過教師第一單元和第二單元訓練後，擔任地面學科及飛行訓練器 (flight training device, FTD) / 固定式模擬機 (fixed based simulator, FBS) 地面訓練教師 (ground training instructor, GTI)。民國 100 年 3 月至 4 月經過教師第二單元和第三單元訓練和考驗後，擔任全功能飛行模擬機 (full flight simulator, FFS) 飛行模擬機教師 (flight simulator instructor, FSI)，復於民國 103 年 3 月完成教師第四單元訓練和考驗後，擔任航路教師駕駛員 (line IP)。民國 105 年 4 月完成教師第五單元訓練和考驗後，擔任本場航線教師駕駛員 (aircraft local training IP)。事故前一年內，坐於駕駛艙右座帶飛之次數為 50 次，飛行時數為 125.05 小時。最近一次教師駕駛員年度複訓時間為民國 104 年 11 月 9 日；最近一次教師駕駛員右座複訓 (right hand seat recurrent training and check) 併於民國 105 年 2 月之

年度適職性訓練與考驗中完成。教師訓練與考驗紀錄經檢視後，無異常發現。

CM2 持有中華民國交通部民用航空人員檢定證，類別為飛機民航運輸業駕駛員(ATPL-AEROPLANE)。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 A-340 A-330*。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*」。特定說明事項欄內註記為：「無線電溝通英語專業能力 *English Proficient: ICAO L4 Expiry Date 2019-06-20*」。

CM2 持有民航局核發之航空人員體格檢查及格證（以下簡稱體檢證），體格標準為：甲類駕駛員。最近一次體檢日期為民國 105 年 5 月 11 日，體檢證限制欄內之註記為「視力需戴眼鏡矯正」。事故後於桃園機場航務處執行酒精測試，酒精值為零。

1.5.1.2 升訓正駕駛員（CM1）

CM1 為中華民國籍，自行赴美取得商用駕駛員執照後，於民國 92 年進入華航，於民國 94 年完訓後擔任空中巴士 A300-600R 型機副駕駛員一年時間，於民國 95 年轉任波音 B747-400 機隊，後於民國 100 年 7 月升任該型機巡航駕駛員（relief pilot）。民國 105 年 4 月轉換至空中巴士 A330 機隊，事故當時正接受正駕駛員升等訓練，該次航班任務為其航路操作經驗（IOE）之第 18 趟次飛行。事故型機飛行時數為 53 小時 43 分，總飛行時數為 10,478 小時 40 分。

CM1 個人訓練與考驗紀錄經檢視後，無異常發現。事故前最近一次年度適職性訓練時間為民國 104 年 9 月 16 日，訓練結果為「正常（normal）」；最近一次年度適職性考驗於民國 104 年 11 月 25 日通

過；最近一次年度航路考驗於民國 104 年 5 月 27 日通過。

檢視 CM1 於民國 105 年 9 月 15 日及 9 月 26 日分別實施之第 12 及第 15 趟次航路操作經驗 (IOE) 訓練紀錄，各有一位教師駕駛員於評語欄內註記與 CM1 落地仰角操作有關之內容，分別為「*After use reverse, hold nose off the runway a bit too long.*」(使用反推力後，延遲放下鼻輪之時間稍長) 及「*Holding nose up need IP prompting to release.*」(延遲放下鼻輪，須教師駕駛員提醒改正)，該兩次訓練結果皆為「正常」。

CM1 持有中華民國交通部民用航空人員檢定證，人員類別為飛機民航運輸業駕駛員(ATPL-AEROPLANE)。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 A330、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 *English Proficient: ICAO L5 Expiry Date 2022-06-21*」。

CM1 持有民航局核發之航空人員體檢證，體格標準為：甲類駕駛員。最近一次體檢日期為民國 105 年 5 月 23 日，體檢證限制欄內之註記為「*None*」。事故後於桃園機場航務處執行酒精測試，酒精值為零。

1.5.2 飛航組員事故前 72 小時活動

本節係摘錄自飛航組員班表及其於事故後填答之「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。

上述問卷中之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。睡眠品質依填答者主觀感受區分為：良好（excellent）、好（good）、尚可（fair）、差（poor）。

「疲勞自我評估表」由填答者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

1.5.2.1 教師駕駛員（CM2）

9月28日： 前一日2330時就寢，約於0800時起床，睡眠品質尚可（fair）；1300時至1430時於家中午睡；約1700時抵公司報到；原訂約1500時執行「桃園－鄭州－桃園」往返任務，延誤至約2030時起飛。

9月29日： 本日約0300時完成「桃園－鄭州－桃園」往返任務；0500時至1000時於家中睡眠，睡眠品質好（good）；晚上2330時就寢。

9月30日： 0600時起床，睡眠品質好（good），0715時抵公司報到，執行「桃園－廈門－桃園」往返任務，約1400時落地後返家；2400時就寢。

10月1日： 0600時起床，睡眠品質尚可（fair）；0800時至1000時外出接種流感疫苗與運動；返家後小憩

20 分鐘；1140 時抵公司報到，執行「桃園－馬尼拉－桃園」往返任務。

事故後，CM2 圈選最能代表事故時之精神狀態為：「3.精神狀況不錯，還算正常，足以應付任務⁸」。CM2 自行描述事故時之疲勞程度為：「因事故當日早起，約中午報到，桃園－馬尼拉－桃園往返任務過程中曾因天氣而採取多次避讓（deviation），以及給予 CM1 指導，精神有些緊繃」。

CM2 於問卷中答覆：每日所需之睡眠約 7 小時；無任務時正常之睡眠時段約 2330 時至隔日 0700 時；無睡眠方面之問題，亦無可能會影響睡眠的疾病或病痛；事故當日無身體不適之狀況、亦無服用藥物。

CM2 於訪談時表示，公司在組員資源管理複訓課程中有疲勞相關的課程，介紹疲勞的影響或徵狀。一般進場前，飛航組員會執行威脅與疏失管理（threat and error management, TEM）檢視，夜間飛行通常都會提及疲累項目。個人因應方法偶而會使用精油按摩，當日則曾喝咖啡提神。

1.5.2.2 升訓正駕駛員（CM1）

9 月 28 日： 前一日因颱風影響於峇里島停留，2200 時就寢；當日約 0700 時起床，睡眠品質好（good）；1340 時搭車前往機場，執行「峇里島－桃園」飛航任務，約 2200 時落地後返家。

9 月 29 日： 當日休假，約 0100 時就寢，0700 時起床，睡眠

⁸ 該員原填寫「4.精神狀況稍差，有點感到疲累」，於後續訪談時表達「3.精神狀況不錯，還算正常，足以應付任務」更能代表當時的狀況。

品質尚可(fair);1330 時至 1500 時於家中午睡;
2330 時就寢。

9 月 30 日： 當日休假，0700 時起床，睡眠品質好(good);
1330 時至 1500 時於家中午睡；2300 時就寢。

10 月 1 日： 0700 時起床，睡眠品質好(good);1000 時前往
公司執行「桃園－馬尼拉－桃園」往返任務。

事故後，CM1 圈選最能代表事故時之精神狀態為：「4.精神狀況
稍差，有點感到疲累」。CM1 自行描述事故時之疲勞程度為：「有點
感到疲累，喝了黑咖啡，感覺精神好很多」。

CM1 於問卷中答覆：每日所需之睡眠約 7 小時；無任務時正常
之睡眠時段約 2300 時至隔日 0700 時；無睡眠方面之問題；事故當日
無身體不適之狀況。該員於訪談時表示：每年的組員資源管理訓練都
有疲勞管理相關課程，對其很有助益。

1.6 航空器資料

1.6.1 航空器與發動機基本資料

事故機基本資料詳表 1.6-1。

表 1.6-1 航空器基本資料

航空器基本資料表（統計至民國 105 年 10 月 1 日）	
國籍標誌及登記號碼	中華民國
機型	B-18307
製造廠商	A330-300
出廠序號	Airbus Industrie
出廠日期	0691
交機日期	民國 94 年 9 月 21 日
所有權人	民國 94 年 9 月 22 日
使用人	中華航空股份有限公司
適航證書編號	中華航空股份有限公司
適航證書生效日	94-985
適航證書有效期限	民國 105 年 9 月 16 日
總使用時數	民國 106 年 9 月 15 日
總落地次數	34,095 小時 13 分
上次定檢種類及日期	13,376 次
上次定檢後使用時數	A02 檢查/105 年 7 月 6 日
上次定檢後落地次數	705 小時 32 分
	298 次

事故機發動機基本資料詳表 1.6-2。

表 1.6-2 發動機基本資料

發動機基本資料表（統計至民國 105 年 10 月 1 日）					
製 造 廠 商			General Electric		
編 號 / 位 置			No. 1/左		No. 2/右
型 號			CF6-80E1A4		CF6-80E1A4
序 號			811458		811590
製 造 日 期			民國 96 年 10 月 24 日		民國 100 年 10 月 12 日
總 使 用 時 數			24,420 小時		17,297 小時
總 使 用 週 期 數			9,941 週期		5,728 週期

1.6.2 維修資訊

檢視該機事故前一周之飛行前/後檢查及過境檢查紀錄，均無異常登錄。

1.6.3 反推力器系統

依據華航 A330 機型飛機維修手冊(aircraft maintenance manual，以下簡稱 AMM)，事故機裝用之 GE CF6-80 系列發動機反推力器系統包含：固定結構 (fix structure)、滑動外罩 (translating cowl)、擋板 (blocker door)、氣流偏向板 (deflector) 及致動器 (actuator) 等。

位於油門控制手柄前方之反推力器控制手柄 (詳圖 1.6-2) 直接控制反推力器作動，反推力器控制手柄可移動角度從零度 (反推力器關閉止擋) 至 96 度 (最大反推力止擋) 位置，反推力器慢車止擋則位於 51.5 度位置。操作反推力器控制手柄將反推力器開啟後，會關閉位於旁通氣流通道內之 12 塊擋板，阻擋向後流動之旁通氣流，同時將滑動外罩向後滑開，使氣流沿氣流偏向板沿特定方向排出，產生反向推力，輔助飛機快速減速；網格狀之氣流偏向板可導引排出氣流，避免破壞機翼上下流動之氣流，影響機翼升力。

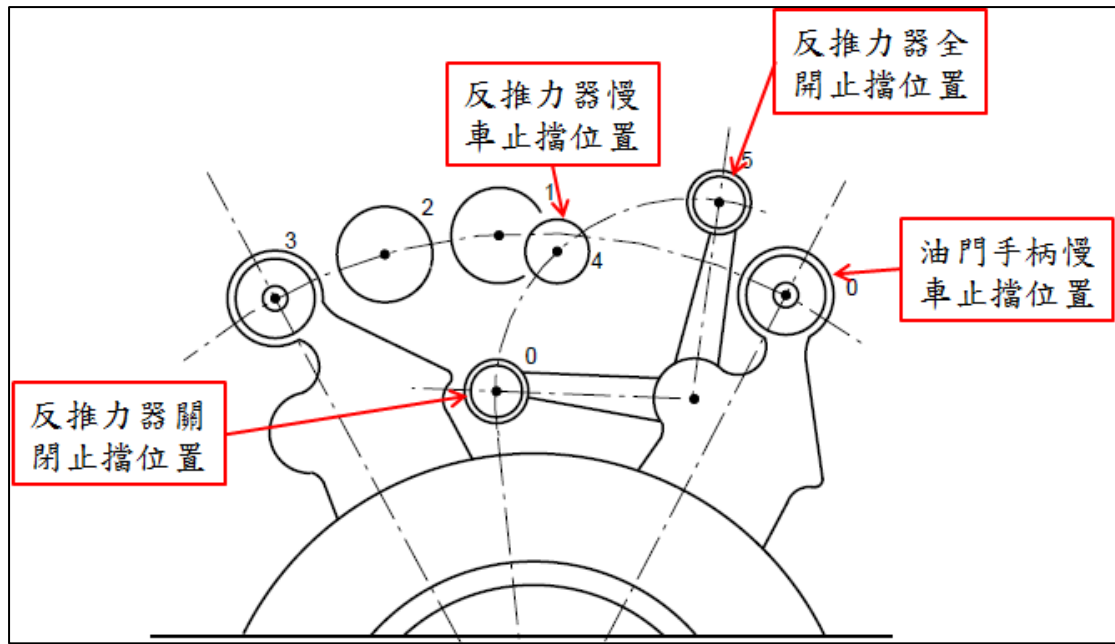


圖 1.6-1 油門控制手柄與反推力器控制手柄相關位置

依據華航 A330/A340 機型飛航組員操作手冊（flight crew operating manual, 以下簡稱 FCOM）DSC-70-90-20 p 7/8 POWER PLANT, CONTROLS AND INDICATORS – PEDESTAL 內容敘述，當反推力手柄置於儲藏位置⁹，飛航組員始能將油門手柄前推，離開慢車止擋位置（*The flight crew can move each thrust lever forward the Idle (0) stop, when the associated thrust reverser lever is set to the stowed detent.*）

當反推力器外罩離開儲藏或鎖定位時，琥珀色「REV」字樣將顯示於駕駛艙內發動機/警告顯示器（engine/warning display, E/WD）頁面上之 N1 轉速錶中央，如圖 1.6-2 所示；待反推力器外罩完全展開時，「REV」字樣將轉變為綠色，如圖 1.6-2 右下方所示。

⁹ 同反推力器關閉止擋位置。

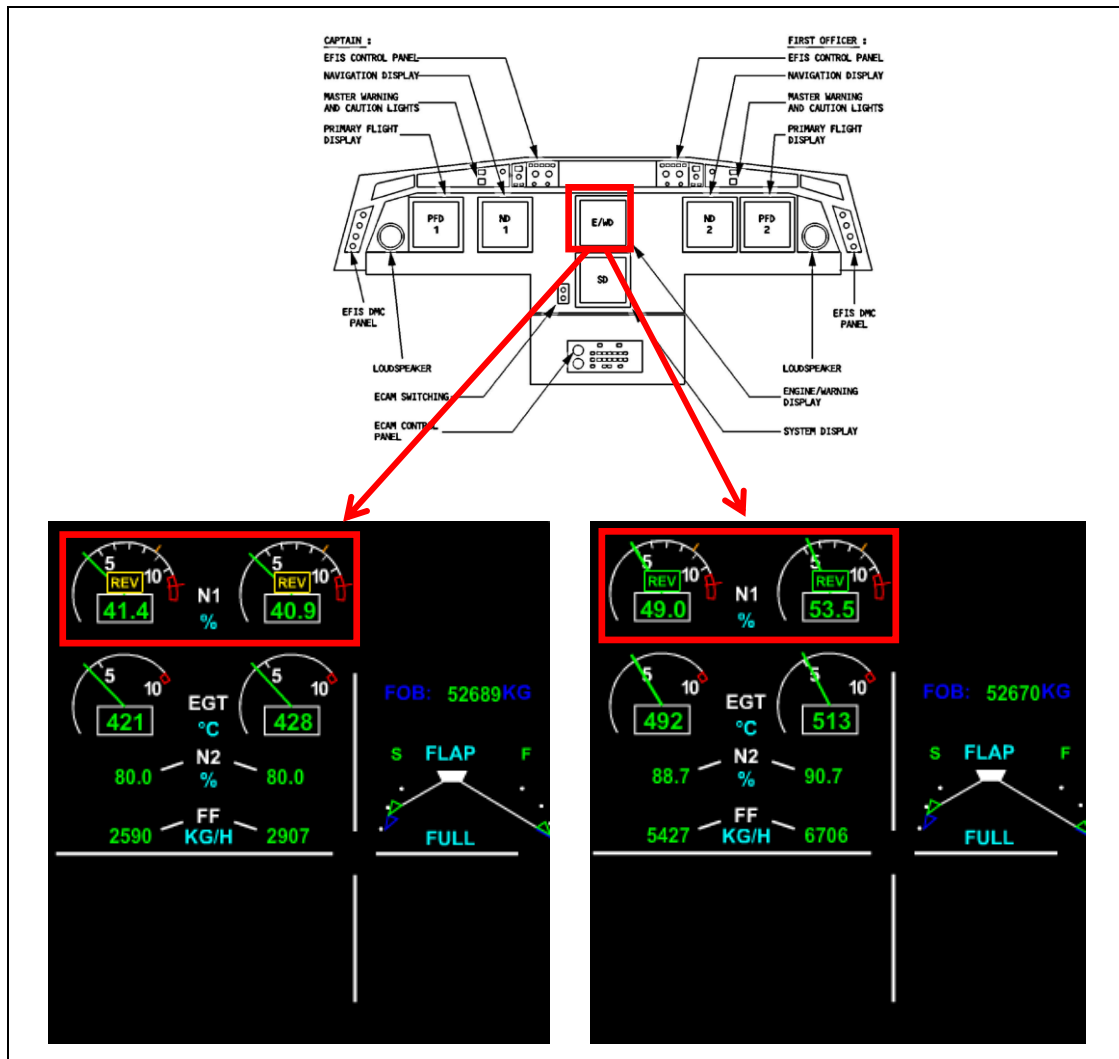


圖 1.6-2 發動機/警告顯示器頁面上之「REV」字樣

1.6.4 載重與平衡

該機於事故當時之實際落地總重約為 353,000 磅，與估計落地總重相符，落地重心位置（center of gravity, CG）位於 27.0%平均空氣動力弦長（mean aerodynamic chord, MAC），介於重心範圍限制之間。其重心限制範圍如圖 1.6-3。表 1.6-3 顯示該機載重平衡相關資料，該機飛行期間載重與平衡均符合限制。

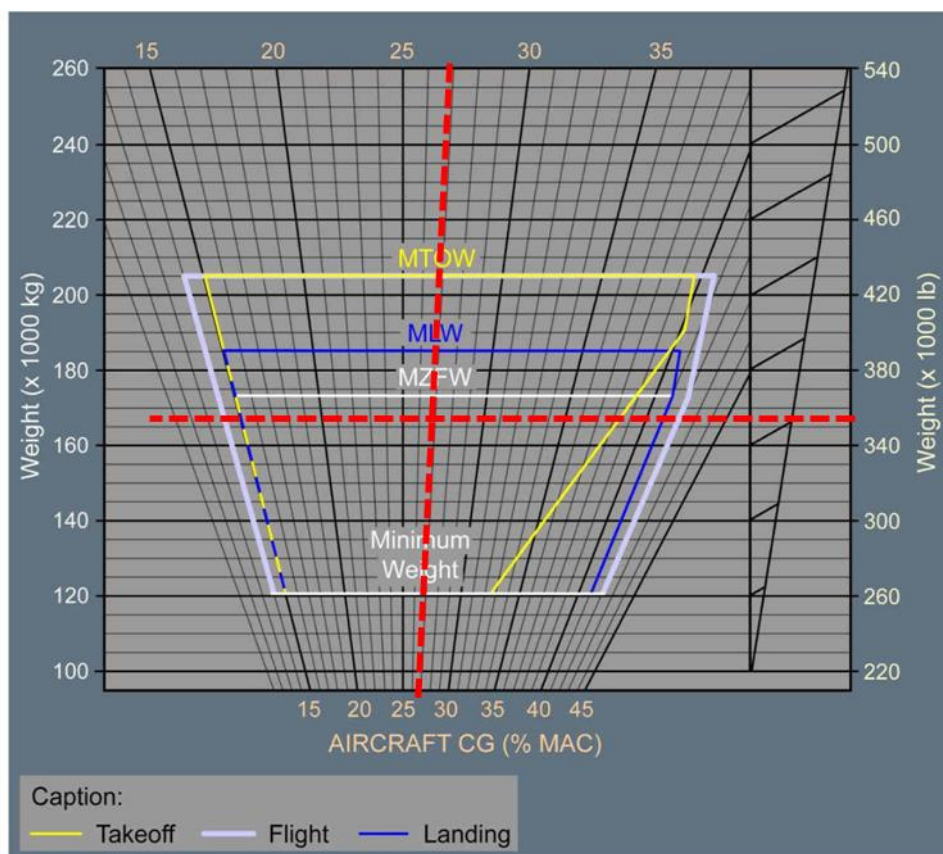


圖 1.6-3 A330-300 型機重心限制範圍

表 1.6-3 載重及平衡相關資料表

最大零油重量	381,396 磅
實際零油重量	333,057 磅
最大起飛總重	451,944 磅
實際起飛總重	375,320 磅
起飛油量	42,263 磅
估計航行耗油量	22,516 磅
最大落地總重	407,851 磅
估計落地總重	352,804 磅
起飛重心位置	26.7% MAC
落地重心位置	27.0% MAC

1.7 天氣

事故當日桃園機場地面天氣觀測紀錄如下：

1900 時：風向 360 度，風速 4 哩/時；能見度大於 10 公里；稀雲 1,600 呎，疏雲 3,000 呎；溫度 28°C，露點 25°C；高度表撥定值 1010 百帕；趨勢預報—無顯著變化；備註—高度表撥定值 29.84 吋汞柱。

1930 時：風向 010 度，風速 3 哩/時；能見度大於 10 公里；稀雲 1,600 呎，疏雲 3,000 呎；溫度 27°C，露點 24°C；高度表撥定值 1010 百帕；趨勢預報—無顯著變化；備註—使用 05 跑道，高度表撥定值 29.84 吋汞柱。

事故時桃園機場無風切警報，低空風切警告系統（low level wind shear alert system, LLWAS）無警示。

桃園機場地面自動氣象觀測系統（automated weather observation systems, AWOS）於 05L/23R 跑道之設置地點如圖 1.7-1，1925:00 時至 1930:00 時之即時風向風速如圖 1.7-2 所示。



圖 1.7-1 05L/23R 跑道之地面自動氣象觀測系統位置圖

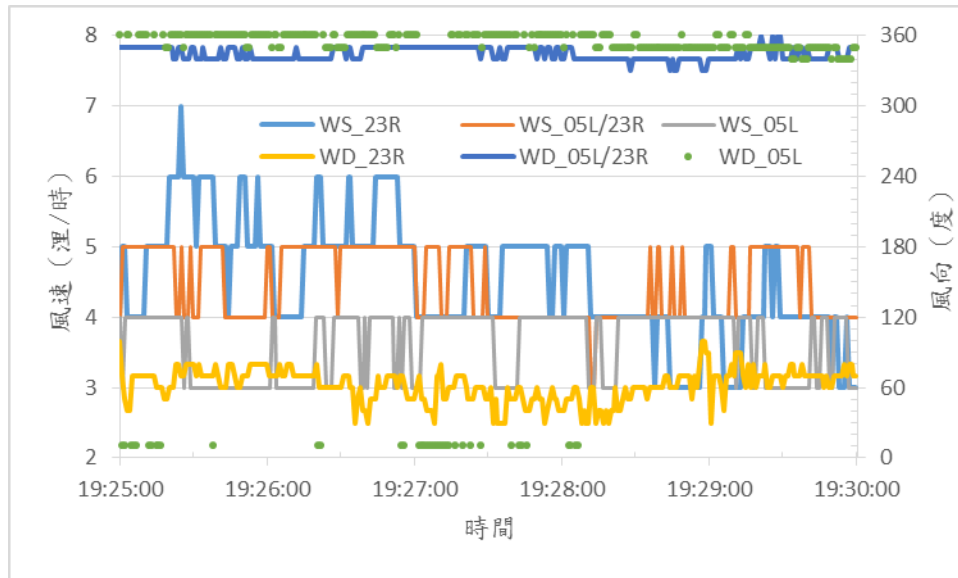


圖 1.7-2 05L/23R 跑道之即時風向風速

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

無相關議題。

1.11 飛航紀錄器

1.11.1 座艙語音紀錄器

該機裝置固態式座艙語音紀錄器 (cockpit voice recorder, CVR)，製造商為 Honeywell 公司，件號及序號分別為 980-6022-001 及 CVR 120-06230。該座艙語音紀錄器具備 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。

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 125 分 34.2 秒 (UTC+8 時間，1805:46.9 時至 2011:21.1 時)，包括該班機巡航、進場、落地發生事故及重飛再進場落地等過程，調查小組針對本事故製作了約 5 分鐘之內容摘要與約 7 分鐘的抄件，該機第一次進場 50 呎以下至事故發生期間之相關抄件內容如表 1.11-1¹⁰。

本次事故之飛航資料時間同步係比對 CVR 與 FDR 記錄之關鍵事件參數後將 FDR 及 CVR 時間同步；再經根據臺北機場管制臺提供之錄音抄件內容將 CVR 與航管時間同步。

¹⁰ 「CAM」代表音源來自於座艙區域麥克風；「CAM-1」代表發話源自駕駛艙左座駕駛員；「CAM-2」代表發話源自駕駛艙右座駕駛員。

表 1.11-1 事故前後之 CVR 抄件內容

時	分	秒	發話來源	抄件內容
19	27	04.3	CAM	fifty
19	27	05.4	CAM	forty
19	27	05.8	CAM-2	centerline
19	27	06.4	CAM	thirty
19	27	07.2	CAM	twenty
19	27	07.9	CAM	retard
19	27	09.4	CAM	five
19	27	10.8	CAM	(疑似主輪落地聲響)
19	27	13.4	CAM-2	derotation derotation
19	27	14.8	CAM-1	...
19	27	15.8	CAM-2	噢
19	27	16.7	CAM-2	i have control
19	27	17.2	CAM-1	you have control
19	27	17.3	CAM	(發動機轉速提高聲響)
19	27	18.3	CAM	priority right
19	27	20.2	CAM	(master warning 聲響持續至 1127:21.3)
19	27	21.7	CAM-2	i have control
19	27	22.4	CAM-1	you have control
19	27	22.4	CAM	(master warning 聲響持續至 1127:25.7)
19	27	24.5	CAM-2	你怎麼會帶起來呢
19	27	25.4	CAM-1	...
19	27	26.7	CAM	priority right ... priority right
19	27	28.2	CAM-2	go around
19	27	29.5	CAM-1	是 go around 嘛 sir
19	27	30.3	CAM-2	go around flaps
19	27	30.8	CAM-1	好
19	27	31.5	CAM-1	flaps
19	27	31.9	CAM-2	two positive rate gear up
19	27	33.5	CAM-1	positive rate gear up
19	27	35.4	CAM-2	你怎麼又把它帶起來咧
19	27	38.0	CAM-1	check
19	27	39.1	CAM-2	好的跟他講 go around i have control

1.11.2 飛航資料紀錄器

該機裝置固態式飛航資料紀錄器 (flight data recorder, FDR)，製造商為 Honeywell 公司，件號為 980-4700-042，序號為 09864，資料記錄長度為 26.71 小時。

事故發生後，調查小組依據華航提供之解讀文件¹¹進行解讀，該紀錄器共記錄 855 項參數。有關飛航參數變化情形，詳圖 1.11-1 至圖 1.11-4。其中圖 1.11-3 顯示右座接手後持續帶桿，機身仰角驟然變大，及機腹觸地之相關參數變化情形。FDR 經解讀後，相關飛航經過資料摘錄詳附錄 1。

該機飛航軌跡以機載 GPS 經度及緯度參數為基準，使用地速及航向修正，結果如圖 1.11-5 及圖 1.11-6。

¹¹ Airbus Flight Data Recording Parameter Library LR v2.0.13.

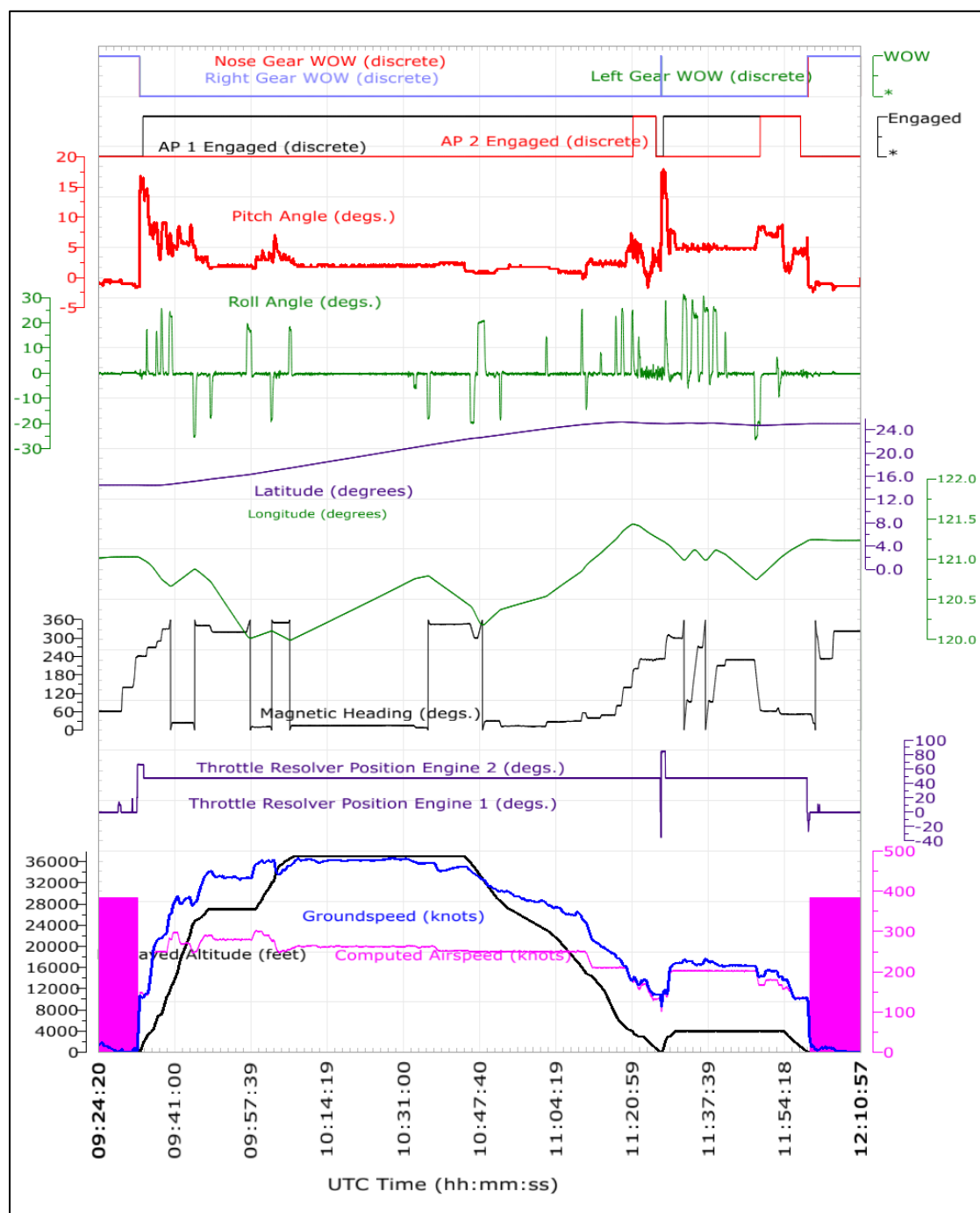


圖 1.11-1 CI704 航班之飛航參數繪圖

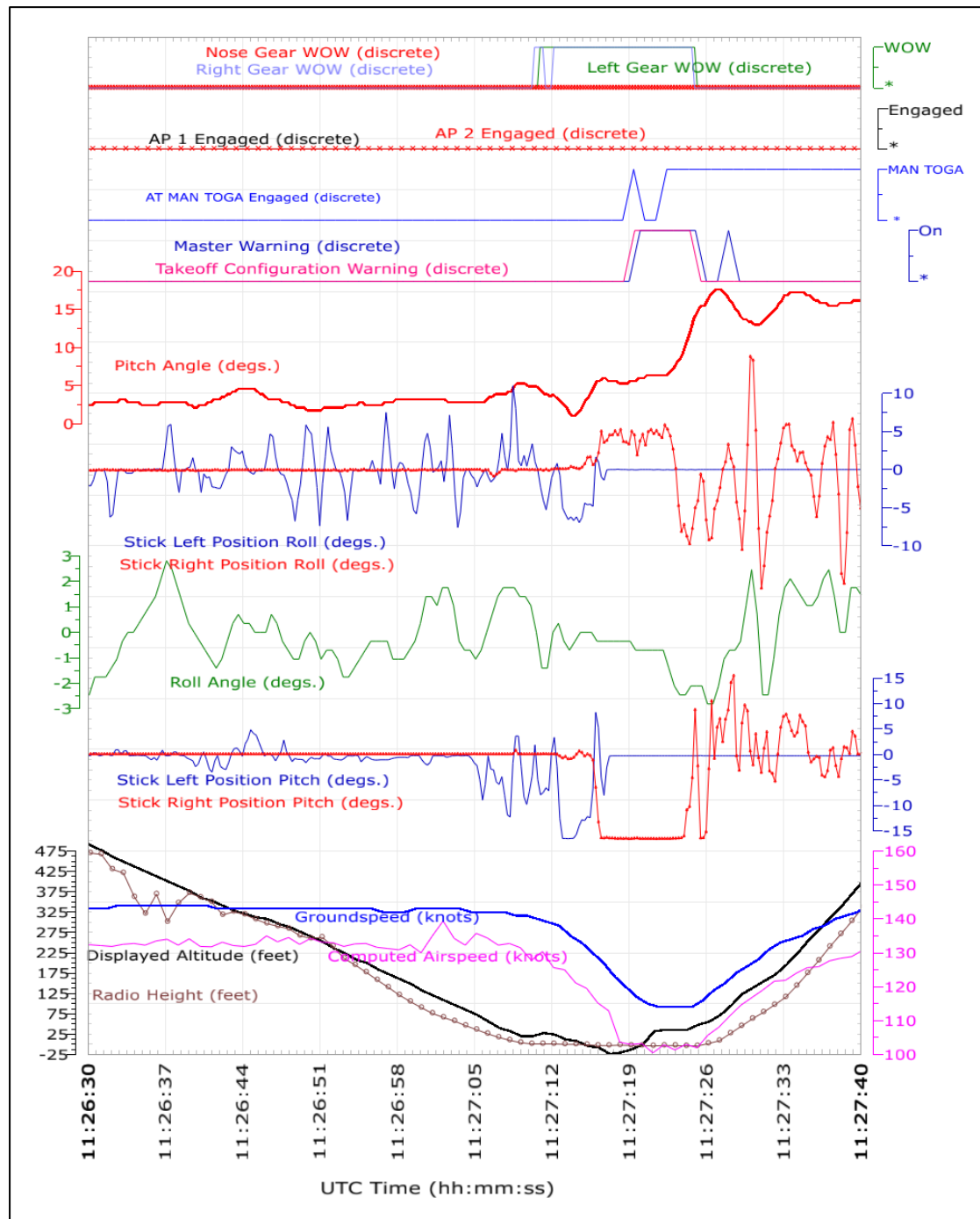


圖 1.11-2 CI704 航班事故發生期間飛航參數繪圖 (1)

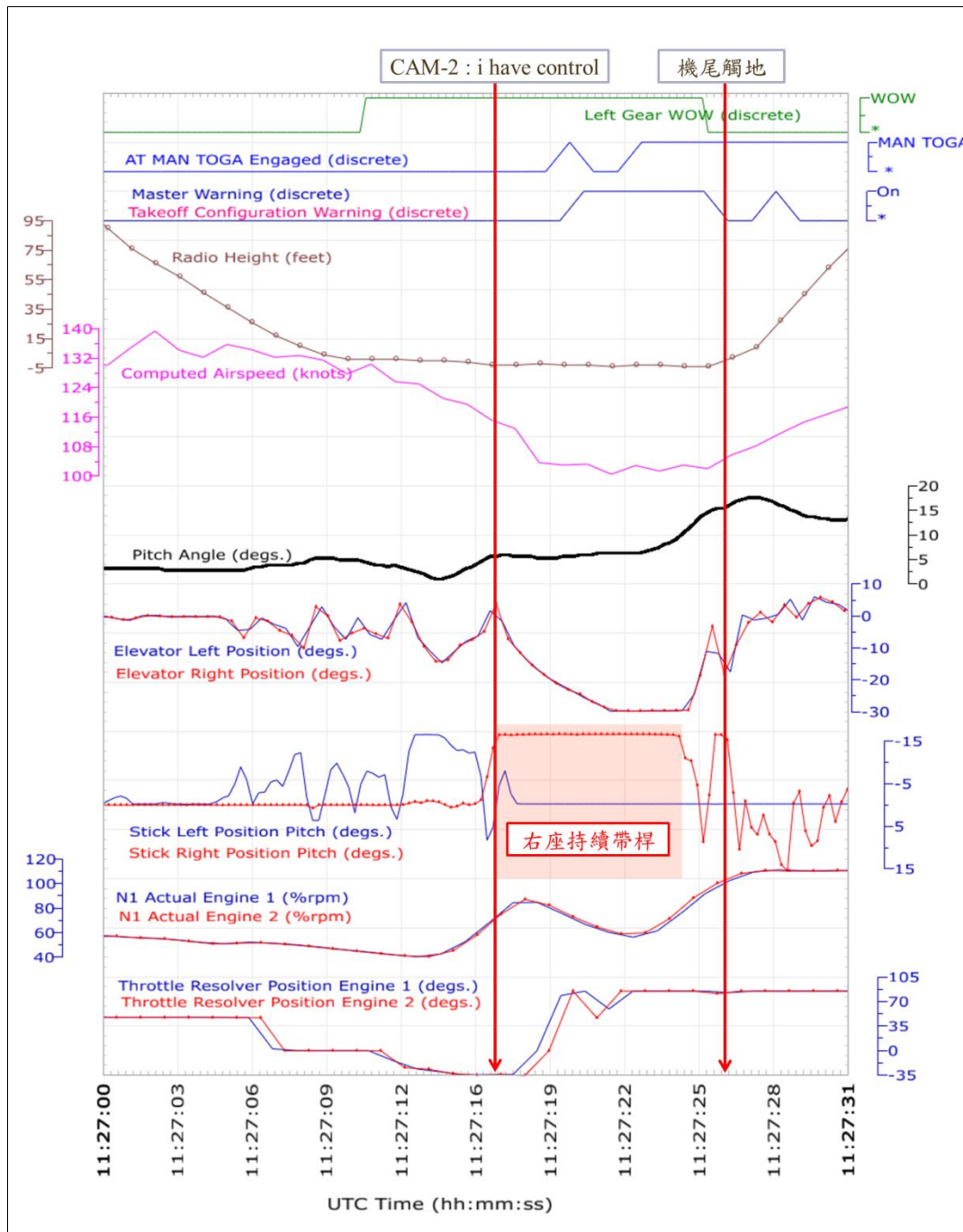


圖 1.11-3 CI704 航班事故發生期間飛航參數繪圖 (2)



圖 1.11-4 CI704 航班事故發生期間飛航參數繪圖 (3)



圖 1.11-5 CI704 航班進場及落地階段飛航軌跡

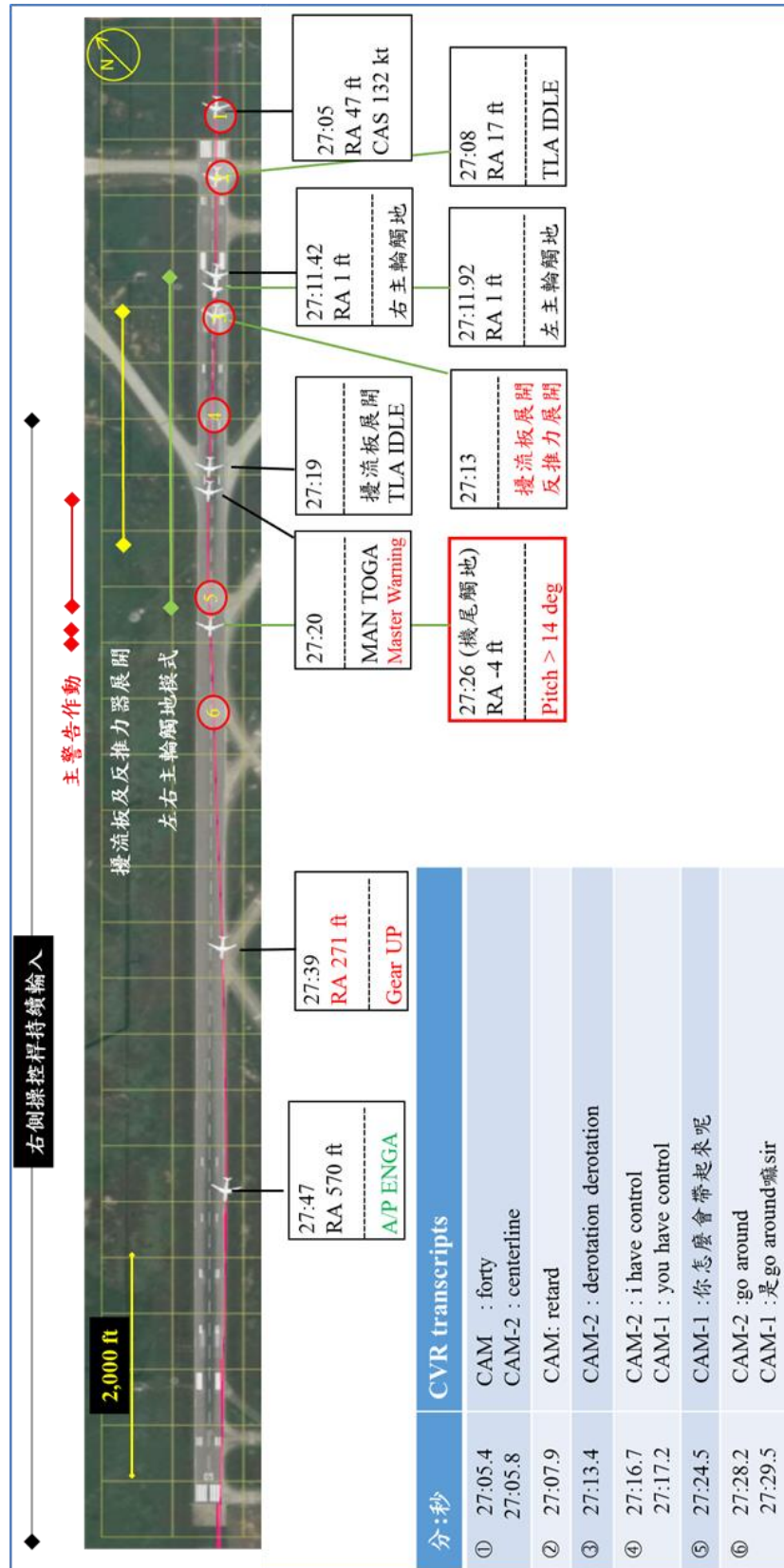


圖 1.11-6 CI704 航班事故發生期間飛航軌跡及狀態參數

1.12 航空器殘骸與撞擊資料

1.12.1 航空器撞擊資料

事故機機腹蒙皮磨損，磨損部位外觀如圖 1.12-1。損傷位置及區域如圖 1.12-2 所示，涵蓋範圍由機身橫樑 frame 74 至 frame 83，機身縱桁 stringer 53L 至 stringer 54R。經檢查該區域機身內部結構（位置詳圖 1.12-3）後發現 frame 79 位置之橫樑擠壓變形（詳圖 1.12-4），frame 78, 75 位置之連接片 clip 擠壓變形（詳圖 1.12-5）。

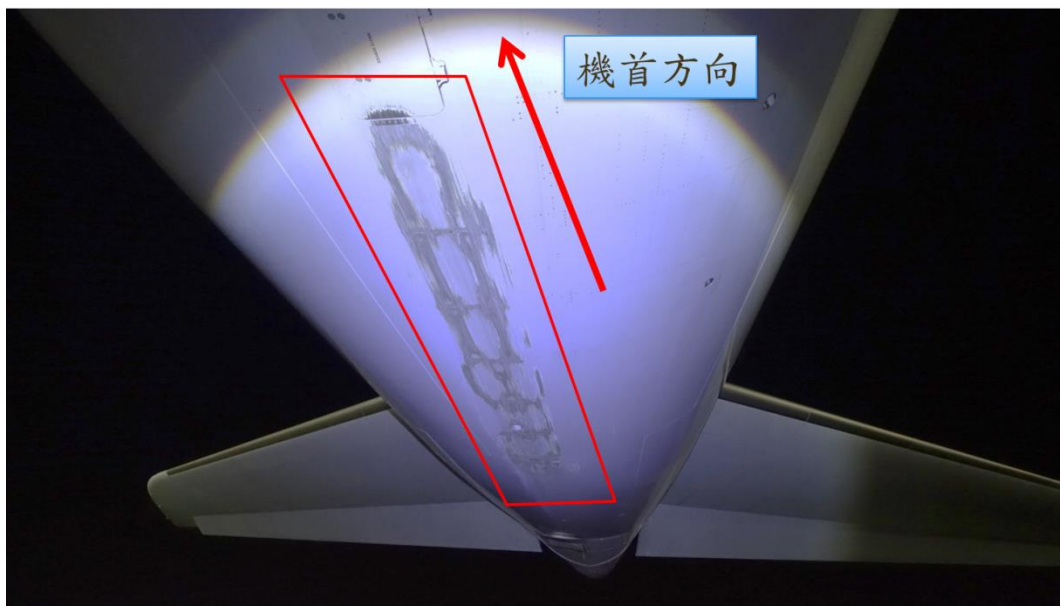


圖 1.12-1 機身磨損位置

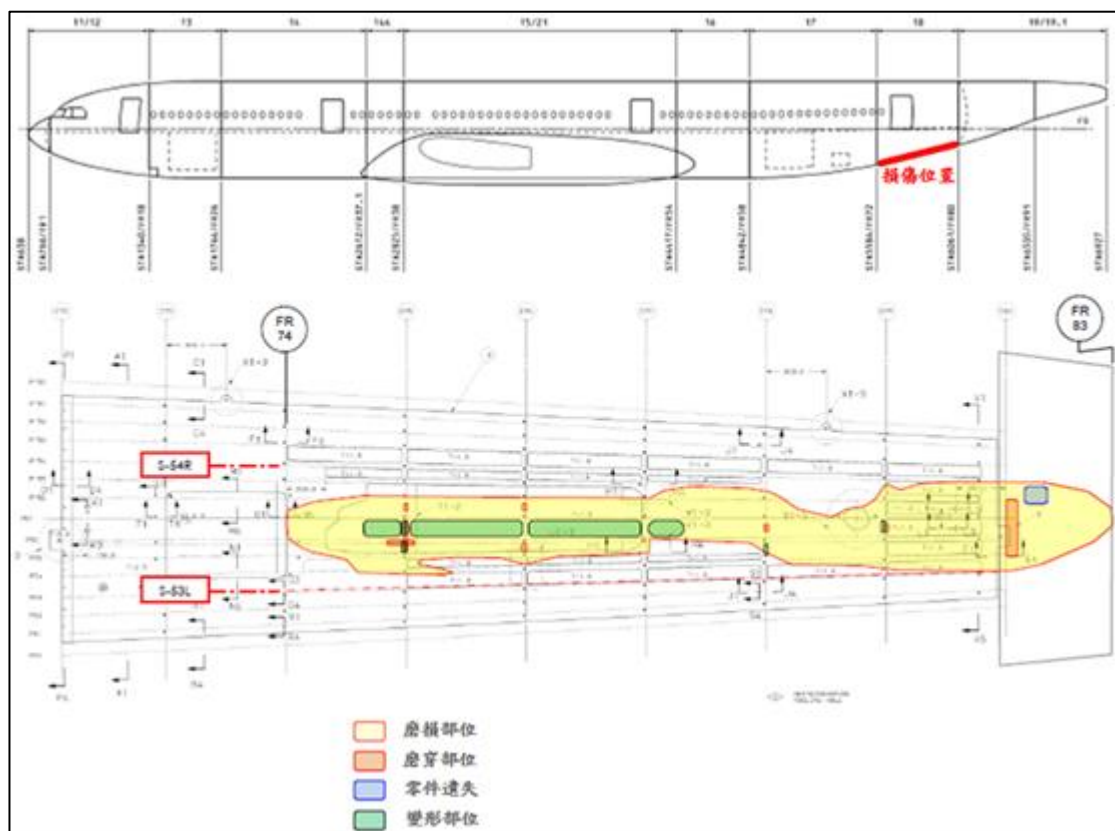


圖 1.12-2 磨損區域示意圖

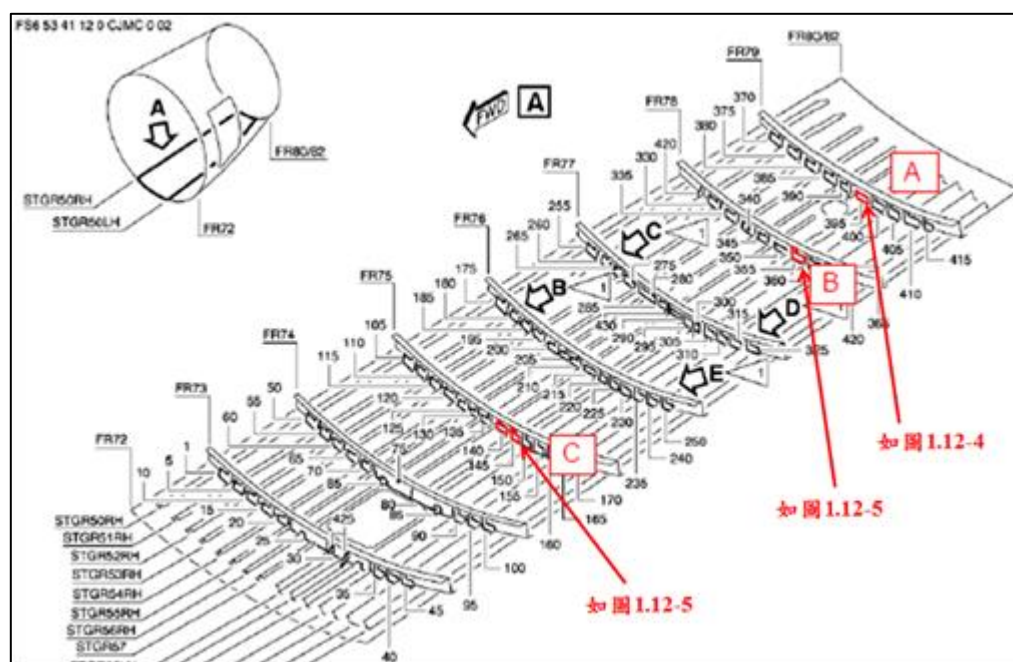


圖 1.12-3 橫樑及連接片受損位置示意圖

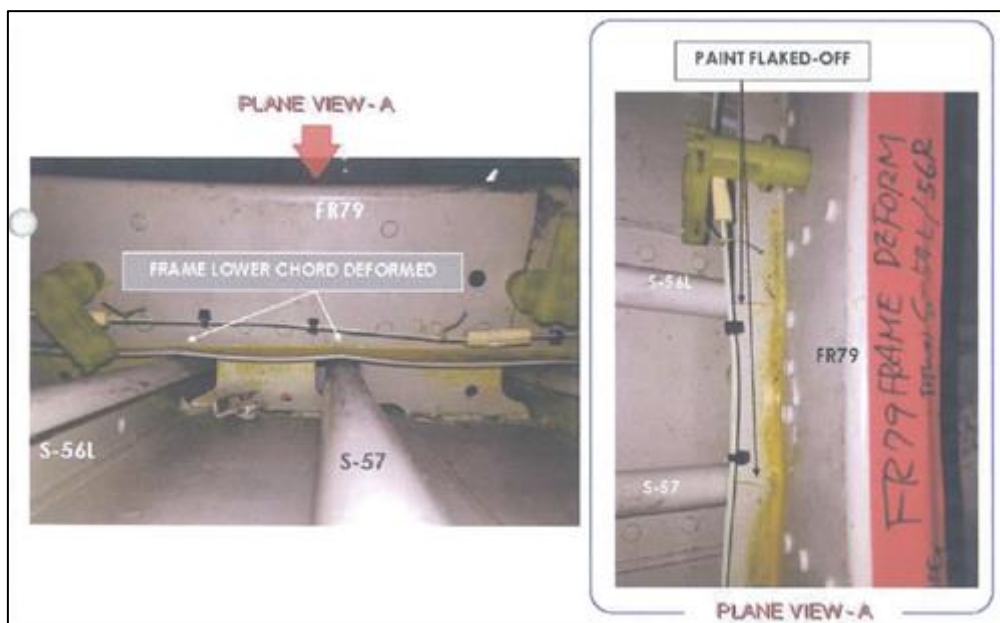


圖 1.12-4 橫樑擠壓變形



圖 1.12-5 連接片擠壓變形

1.12.2 現場量測資料

本事故現場量測使用 Trimble GeoXH GPS 接收儀，量測參考基準為桃園機場 23R 跑道及 N8 滑行道的標線區域。量測資料包括：該機遺留在 23R 跑道之擦撞痕跡及脫落組件。

圖 1.12-6 為該機遺留在 23R 跑道之刮痕、脫落組件之分布情形及測量資料與衛星影像套疊圖。

根據量測結果並比對機場圖，該機遺留在 23R 跑道之刮痕起點距 23R 跑道頭約 4,320 呎，位於跑道中心線左側 25 呎，方向 228 度，詳細量測資料如表 1.12-1。

表 1.12-1 事故現場量測項目

項次	距 23R 跑道頭位置	距跑道中心線位置	量測物名稱（長寬）
1	4,320~4,390 呎	左側 25 呎	道面刮痕（70 呎 x 1 呎）
2	4,390 呎	右側 5 呎	掉落組件（0.8 呎 x 0.5 呎）

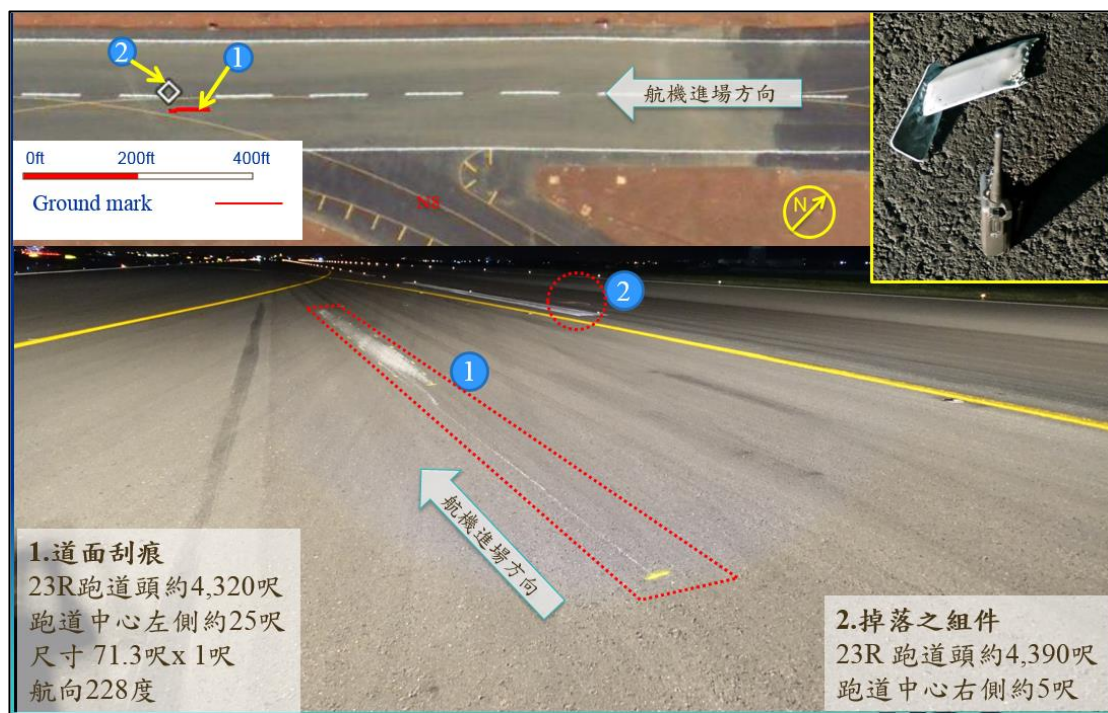


圖 1.12-6 現場測量資料及衛星影像套疊圖

1.12.3 機場監控錄影

本事故發生後，調查人員檢視桃園機場的監控錄影機，發現安裝於 A6、A7、A8 停機坪之 3 具監控錄影機，錄有本事故當時之影像（代號分別為 14 號、15 號及 17 號）。

1927:26 時，3 具監控錄影機所拍攝之截圖存在火光，如圖 1.12-7 所示。

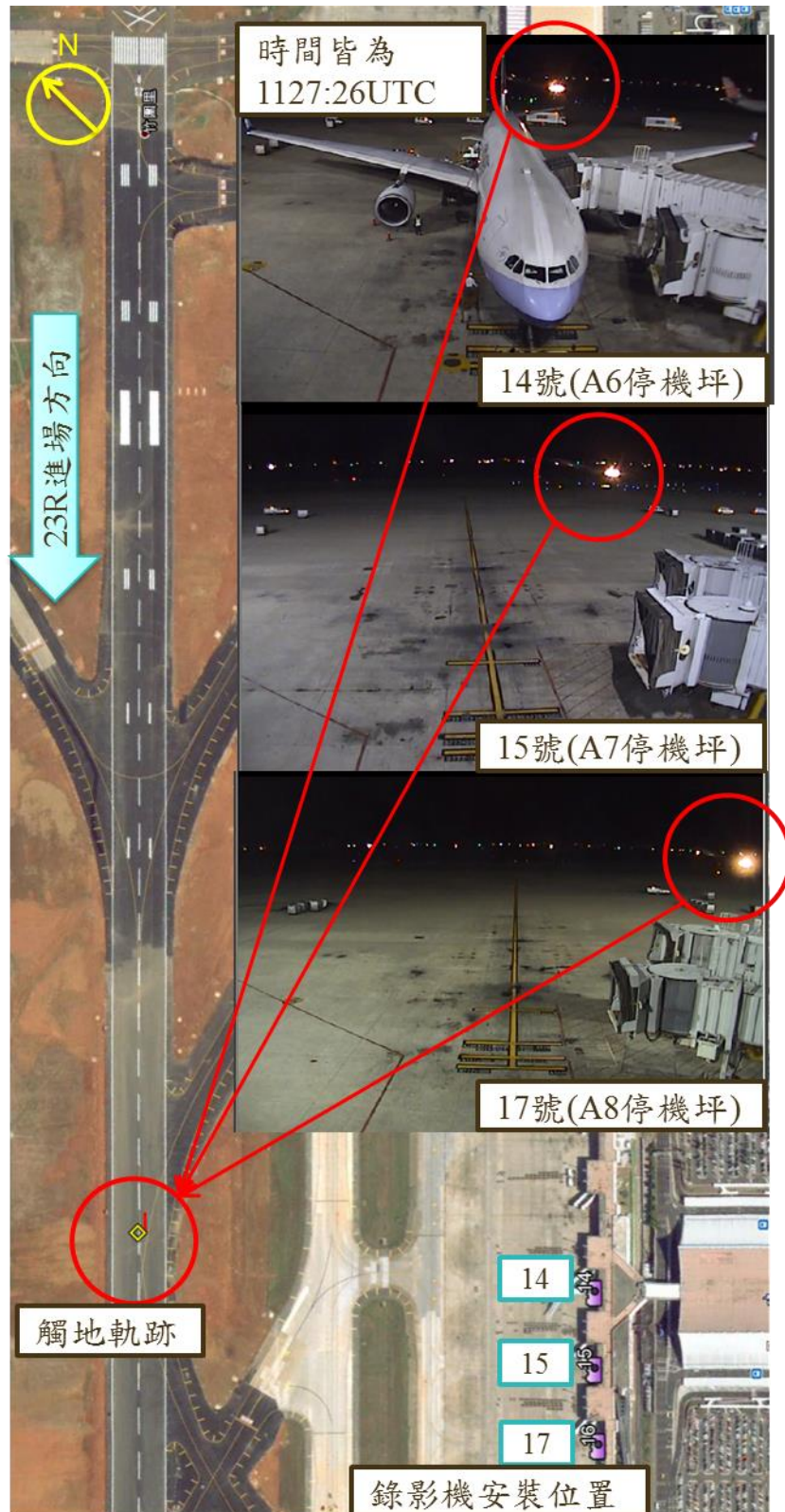


圖 1.12-7 監控錄影機位置及影像截圖

1.13 醫學與病理

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

1.16.1 疲勞生物數學模式分析

疲勞係指生理及/或心理呈現警覺度及行為能力下降的一種狀態，可導致個人無法持續安全及/或有效地執行工作¹²。疲勞形成條件包括：短期睡眠不足、晝夜生理低谷期、持續清醒時間過長、累積性睡眠不足、藥物、疾病、酒精、環境因素影響等。疲勞對飛航組員認知能力之影響包括：警覺與注意力降低、判斷與反應能力減弱、短期記憶變差、不易集中精神、邏輯推理及空間定向能力變差、狹管式思考、視覺功能及手眼協調能力降低等¹³。

疲勞生物數學模式（fatigue biomathematical model）是基於科學上對疲勞肇因之瞭解，所發展出來預測組員疲勞程度的工具。近年來國際上多個事故調查機關開始使用疲勞生物數學模式協助進行事故

¹² 參閱 Yen, J. R., Hsu, C. C., Yang, H., and Ho, H. (2009). An investigation of fatigue issues on different flight operations. *Journal of Air Transport Management*, 15(5), 236-240.

¹³ 參閱 Transport Canada (2007). FRMS for the Canadian Aviation Industry: Fatigue Management Strategies for Employees, TP 14573E.

調查。為能妥適運用模式，使用者應瞭解模式本身之限制。^{14,15}

調查小組使用 FRMSc 公司之疲勞生物數學模式-SAFE (system for aircrew fatigue evaluation¹⁶) 評估 CM2 之疲勞程度，事故當日其於桃園機場之第 1 次落地階段 (約 1925 時至 1940 時)，SAFE 之評估結果如下：

- 警覺度指數為 51.68 (總分 100)；
- Samn-Perelli 指數為 3.22，代表介於精神狀態「尚可」與「有點疲勞」之間，未達 FRMSc 公司所建議應調整派遣之門檻值 5.3；
- Karolinska 睡眠量表 (KSS) 指數為 4.03，代表介於「還算警覺 (alert)」與「既非昏昏欲睡 (sleepy)，但也不是警覺的」之間；
- 複雜任務警示燈號測試項目中，反應時間較充分休息時增加 36.07%。

1.17 組織與管理

1.17.1 事故前與反推力使用有關之機隊通告

華航 A340/330 機隊曾於民國 105 年 3 月 4 日發布以下機隊通告：

近來飛航資料顯示組員在落地後使用反推的時間點過晚，有幾件案例組員在落地 18 秒後才使用反推，有兩件甚至在落地後 20 秒才使

¹⁴ 參閱 CASA Australia (March 2014). “Biomathematical Fatigue Models Guidance Document”.

¹⁵ 參閱 ICAO (2015). “Fatigue Management Guide for Airline Operators”, Second Edition.

¹⁶ SAFE 為英國民航局 (UKCAA) 委外發展之疲勞生物數學模式，乃 UKCAA 用來評估航空公司班表疲勞程度之工具。SAFE 模式本身並未考慮不同任務或角色之工作負荷，另外亦未考量睡眠品質之差異。

用反推。在此特別提醒組員複習 AOM 3.20/45，請在主輪觸地後(不可在觸地前)將反推置於慢車位置，在 REV 為綠色後，將反推拉至最大的位置或所需操作量(使用量請依機場的規定或公司的建議)。特別是航機降落在濕滑跑道、大尾風落地和大落地的重量的情況下，則要即時使用反推。

1.18 其他資訊

1.18.1 訪談紀錄

1.18.1.1 教師駕駛員 (CM2) 訪談紀錄

本次桃園-馬尼拉來回飛航任務，同時也是 CM1 接受正駕駛員升等訓練之航路操作經驗 (IOE) 第 17 及第 18 課。任務前一日，CM2 翻閱 CM1 之訓練紀錄時發現，有幾位教師駕駛員曾註記 CM1 落地後有仰角偏高、遺漏某些呼叫及天氣避讓時猶豫等事項。

當日於桃園機場第一次落地時，使用 23R 跑道，由 CM1 擔任操控駕駛員。進場過程一切正常，自動駕駛約於高度 1,000 呎時解除。

當主輪著陸後、鼻輪著陸前，CM2 感覺飛機仰角上揚，以為 CM1 在正常落地後又把飛機拉起來，飛機像是又離地了，當時仰角上揚的情況就如同 CM1 之訓練紀錄中，其他教師駕駛員所註記之情況一樣。由於 CM2 過去沒有遇過這樣的狀況，因此情緒狀態是有點驚訝；剛開始 CM2 曾呼叫「pitch¹⁷」(仰角)，但 CM1 沒有立即反應，所以就接手操作。

CM2 稱當時決定重飛之考量，係因覺得不安全，且若繼續落地，可能將無法符合公司要求於距離跑道頭 3,000 呎內著陸之限制，因此

¹⁷ 經對照 CVR 抄件，CM2 實際呼叫內容為「derotation derotation」。

認為重飛是最好的選擇。

CM2 表示，當時的注意力大多集中在機外，觀察 CM1 對仰角的控制，因此沒有注意到反推力的使用狀態，不知道反推力手柄已被拉起，若知道就不會決定重飛。待左手欲推油門桿時卻無法推動，才發現 CM1 已經使用了反推力，這樣的狀況在訓練與飛行中沒有遇過，因當時仰角已被帶起，故接下來的信念是確實掌控飛機，要讓飛機離地。於是 CM2 將反推力手柄推回，再將油門桿往前推，過程中發現該機反應有點遲緩 (sluggish)，但一切發生得太快，因而未注意到當時的空速。因航機反應遲緩，當下為了想讓飛機離地所做的俯仰操作 (pitch control) 適當與否可由飛航資料紀錄器資料中進行檢視。

CM2 表示，事故當時是晚上，在該機離地前的地面滾行過程中，由於仰角約保持在 6 度左右，因此只能看到部分的跑道邊燈，不能確定已用掉多少跑道，及剩餘跑道長度仍有多少。但由於看得到中心線燈，故當時認為操控飛機保持在中心線，保持仰角、控制方向及 TOGA 推力，讓飛機儘早離地，是當下最安全的做法。

該機離地後，飛航組員依循誤失進場程序，初始爬升高度為 3,000 呎，最後爬升至 4,000 呎並加入等待航線。後續 ECAM¹⁸跳出幾項訊息，包括：rudder travel limit, protection law alternate, captain AOA, standby AOA 等，因為相對應之儀表皆正常，故令 CM2 及 CM1 感到疑惑，但仍遵照 ECAM 程序執行處置。緊接著管制員告知曾於該機重飛時目視道面出現火花，但 CM2 及 CM1 檢查艙壓後發現情況皆正常（頁面均顯示綠色、洩壓閥開啟、艙壓高度指示為零）。隨後客艙長告知，有客艙組員曾於飛機重飛離地時聽到異常聲響，CM2 因而更加確定方才發生機尾觸地 (tail strike) 事件，便向航管宣告「pan pan」，

¹⁸ Electronic centralized aircraft monitor, 飛機電子集中監視系統。

請求消防車待命，向旅客說明後，請 CM1 做 QRH 之機尾觸地處置程序。後續進場過程正常，該機由 CM2 操作於 05R 跑道正常落地。

CM2 表示，一般飛機進場落地主輪著陸後，飛航組員須監控自動煞車、地面擾流板及反推力器是否正常作動，如情況正常時組員無須呼叫，若發現不正常則必須呼叫。一般帶學員落地時，CM2 會先注意學員帶仰角的狀態，完成一個正常落地後，若覺得沒問題，才會去檢視反推力、地面擾流板及自動煞車等之狀態。平日擔任監控駕駛員時，判斷反推力的使用狀態，係透過聽聲音及看儀表顯示得知。

由於已有 2 位教師駕駛員在訓練紀錄上註記 CM1 的落地仰角較高，因此事故當時 CM2 有較多的注意力焦點關注於 CM1 的俯仰操作。過去擔任教師駕駛員期間，接手受訓學員落地操作之經驗很多，相較於執行本場(local)訓練，因飛機重量很輕，重飛時呼叫「i have control」後，油門一推飛機很快就離地，這次飛機的重量不一樣，且反應非常遲緩，一切發生的很快。

依據當日落地性能計算結果，最後進場速度為 132 浬/時，自動煞車設定為「low」，實際使用跑道長度約為 6,800 呎，加上 15%裕度後約為 7,800 呎。

1.18.1.2 升訓正駕駛員 (CM1) 訪談紀錄

事故當日由馬尼拉抵達桃園時，天氣情況良好，落地使用 23R 跑道，雖有一點尾風，但仍在限度內。CM2 於進場提示時表示，因機隊駕駛員不常使用最大反推力，故希望 CM1 於此趟飛行落地時練習操作。落地仰轉正常，CM1 於主輪著陸後將反推力手柄提起至慢車位置，並於準備 derotation（減低仰角）時將反推力拉至最大。

後來 CM2 提醒仰角高了，CM1 便稍微鬆一點機頭，接著 CM2 於呼叫「i have control」後就接手操作，並將油門推上去，仰角帶起

來。由於 CM2 未呼叫「go around」，因此 CM1 向其確認「是 go around 嗎」，CM2 回覆「go around flaps」。後續重飛操作依程序執行。

CM1 向塔臺通報重飛後，獲管制員告知該機離地時機尾曾冒出火花，且客艙長亦通報 4R 客艙組員曾聽到金屬磨擦聲音，CM1 遂與 CM2 執行機尾觸地處置程序，完成後檢查艙壓和結構，皆未發現問題。後來 CM2 宣告「pan pan」，於重新進場準備與提示後，再次進場落地。

CM1 表示，該次落地操作並無不正常狀況，可能是之前習慣會在訓練飛行中 hold 住鼻輪一下，讓機頭不會很快沉下去，可能因此讓 CM2 覺得不安全而接手操作。

當 CM2 接手操作時，CM1 曾感到訝異，由於當時主輪已經著陸，反推力也已經拉了，故 CM1 並不清楚 CM2 決定重飛的理由。

1.18.2 飛航操作相關手冊內容

1.18.2.1 起飛仰轉之操作程序

依據華航 A330/340 型機飛航組員訓練指引一起飛及爬升一起飛—仰轉與離地 (flight crew training guide, FCTG—TAKEOFF AND CLIMB—Takeoff—Rotation and Liftoff) 第 3.010 章節/5~6 頁內容，飛機起飛之各項速度須考量最低操控速度、失速速度及機尾離地間隙限度 (tail clearance margins) 等因素。故飛航組員如能於仰轉速度 (V_R)¹⁹ 下柔和且持續地進行仰轉操作，機尾與道面之安全隔離將可獲得確保。

起飛與初始爬升之性能取決於：必須在正確的仰轉速度開始仰轉

¹⁹ Rotate speed.

操作，並以適當的仰轉率仰轉至目標仰角姿態。提早、過急或過大之仰轉操作可能導致後機身觸及道面，過晚、過於緩慢或過小之仰轉操作則可能增加起飛滾行距離，任何不適當之仰轉操作都將減低飛機起飛爬升性能。

在起落架減震支柱伸長而主輪仍接觸道面情況下，當仰角達到 14.2 度時，後機身將觸及道面。

獲取最佳起飛與初始爬升性能之操作方式，係於飛機加速至 V_R 時，開始柔和建立約每秒鐘 2 度到 3 度的仰轉率，並保持該仰轉率持續帶桿至 15 度仰角。飛機離地後，飛航導引 (flight director, FD) 可提供正確之仰角姿態顯示，作為俯仰控制之主要參考。

仰轉率的修正必須是柔和的操控駕駛桿，並避免急速、大量的修正，而造成飛機仰角的猛然改變。尤以在飛機即將離地時，突然增加的帶桿量及仰轉率，將使機尾觸地之可能性愈形顯著增加。

1.18.2.2 正常落地之操作程序

依據華航 A330-300 操作手冊—正常程序—下降及落地 (AOM—Normal Procedures—DESCENT AND LANDING) 章節第 6.60/6 頁，正常穩定進場情況下，操控駕駛員約於 40 呎高度開始仰轉操作；監控駕駛員監控飛機姿態，若仰角達到 7.5 度時呼叫 “PITCH PITCH”；在手動落地操作情況下，系統將於 20 呎高度自動播報「retard (收油門桿)」以提醒操控駕駛員將油門桿收至慢車位置，當油門桿均移至慢車止檔時，自動油門功能亦自動解除。

主輪著陸後，操控駕駛員將反推力手柄提起至慢車位置，當「REV」於 ECAM 上顯示為綠色後，可視需要使用最大反推力 (MAX REV)；監控駕駛員確認 ECAM 上顯示地面擾流板伸展正常。後續操控駕駛員繼續保持跑道航向、煞車與反推力等控制，監控駕駛員檢查飛機減

速狀況，按程序呼叫。

1.18.2.3 使用反推力之相關操作程序

依據華航 A330-300 操作手冊程序及技巧－正常操作（AOM－Procedures and Techniques－NORMAL OPERATION）章節第 3.20/45 頁中，與反推力操作有關之內容如下：

- 主輪著陸後將反推力手柄提至反推力慢車位置（不可在著陸前）；
- 當「REV」於 ECAM 上指示為綠色後，可將反推力拉至最大位置或視需要調整；
注意：於乾且長之跑道落地，且地停時間正常時，考慮使用反推力慢車搭配自動煞車。
- 當單發動機失效時，建議使用另一側反推力器；
- 若機場限制使用反推力器，則使用並保持反推力慢車直到減速至滑行速度；
- 落地後避免過度延遲放下鼻輪；
- 監控駕駛員應持續監控飛機姿態；
- 可於鼻輪著陸前即開始使用煞車減速，但若以乘客舒適為優先考量，則可延至鼻輪著陸後始使用煞車；
- 滾行過程中，應避免縱向及橫向之操縱桿輸入；
- 如遭遇方向控制問題，減低反推力至反推力慢車，直至恢復方向控制。

注意：反推力一經使用，必須執行全停落地。

1.18.2.4 重飛與放棄落地之操作程序

依據華航 A330-300 操作手冊－程序及技巧－正常操作（AOM－Procedures and Techniques－NORMAL OPERATION）章節第 3.20/43 頁，放棄落地（Rejected Landing）之定義為：當操控駕駛員已決定落

地，復於飛機下降至低於決定高度（decision altitude, DA）或最低下降高度（minimum descent altitude, MDA）時，所進行之重飛操作。在此情況下，可能有部分主輪已接觸道面，或更甚至於在較少的情況下，所有主輪皆已著陸。

放棄落地之程序與一般重飛程序無異，一旦反推力於主輪著陸後使用，則必須執行全停落地。

另依據華航 A330/340 型機飛航組員訓練指引－進場－重飛及誤失進場（FCTG－APPROACH－Go-around and Missed Approach）章節第 5.110/5~6 頁，飛航組員一旦決定放棄落地，應立即終止繼續落地，果決進行重飛操作程序，標準呼叫包括「go around」及「flaps」。操控駕駛員應將油門桿推至 TOGA 位置，仰轉至 15 度仰角（單發失效時為 12.5 度）建立爬升率，遵循速度參考系統（speed reference system, SRS）俯仰指引。監控駕駛員將襟翼向上收一檔，確認發動機推力，於航機建立爬升率後將起落架收起。

當重飛程序於主輪觸地前發起，而主輪依舊觸地時，如當時為全襟翼構型，將會觸發起飛外型警告（CONFIG warning）。一旦反推力於主輪著陸後已經使用，則必須執行全停落地。因為若單發動機維持在反推力狀態，飛機將不可能再安全飛行。

1.18.2.5 觸地後再起飛之操作程序

依據華航 A330/340 型機飛航組員訓練指引－進場－觸地後再起飛落地（FCTG－APPROACH－Touch and Go Landing）章節第 5.100/1 頁，落地後教師駕駛員檢查確認地面擾流板未升起、自動煞車未作動，將襟翼收置於「2」位置並檢查俯仰配平（pitch trim）向前動作，在適當時機將油門桿推至大約垂直位置（使發動機於設定 TOGA 推力前穩定）。當發動機穩定後，設置推力。

警告：反推力一經使用，必須執行全停落地。

當速度增加至最後進場速度 (V_{APP}) 時，教師駕駛員呼叫「rotate」(仰轉)，受訓駕駛員遵循 SRS 飛行模式之指引確實帶桿仰轉，並以最後進場速度爬升至 400 呎高度。

1.18.2.6 使用反推力後不應重飛之原因及其風險

依據空中巴士 A330 型機飛航組員訓練手冊 (flight crew training manual, FCTM) 內容，重飛期間飛航組員需於進場速度以上增加推力及仰角姿態。如因推力增加不足，導致速度低於進場速度，則飛機可能無法爬升，進而導致機尾觸地。

落地後使用反推力，發動機由進場慢車轉為反推力慢車。如需增加正向推力，需先將反推力手柄推回，始得將油門桿向前推，此時推力將先回到慢車後才開始增加。在此過程中，兩側發動機反推力器歸位可能不同步，甚至有單側不歸位，此種狀況都將造成兩側發動機重飛推力不對稱，影響飛機操控安全及重飛時之爬升性能。

放棄落地 (Rejected Landing) 章節中提及，反推力一經使用必須執行全停落地之原因為：

- 反推力器轉換至正推力位置，須時 5 秒；
- 反推力器可能無法轉換至正推力位置。

另空中巴士飛航操作提示要點—落地技巧—彈跳改正／放棄落地 (AIRBUS Flight Operations Briefing Notes—Landing Techniques—Bounce Recovery/Rejected Landing) 內容指出，放棄落地並不常發生，但由於飛航組員須於非預期、無準備情況下做出決策並進行操作，因此富有挑戰性。其風險包括：

- 重飛時因使用反推力器造成方向控制困難，導致機尾觸地；

- 在觸地後再起飛（Touch and Go）的操作過程中，因不當使用反推力器，且單側反推力器未歸位，導致爬升性能受限；
- 使用反推力器後重飛，因單側反推力器未歸位，導致飛機失去控制。

1.18.2.7 機尾觸地處置程序

依據華航 A330-300 操作手冊－異常程序－其他（AOM－Abnormal Procedures－Miscellaneous）章節第 4.80/12 頁之機尾觸地（TAILSTRIKE）處置程序，如發生機尾觸地，應盡速落地，並限制飛行高度至飛航空層 100 或最低安全高度（minimum safe altitude, MSA），以減低飛機結構之應力，返場後進行損壞評估。

1.18.2.8 空中巴士飛機製造公司函復重飛時避免機尾觸地要領

針對 CM2 將油門桿推至 TOGA 位置之時，系統因仰角配平未於起飛範圍（green band）而發出紅色 ECAM 警告（CONFIG PITCH TRIM NOT IN T.O RANGE），警示飛機不在正確起飛外型狀態時，駕駛員之正確處置為何。因手冊無該狀況之標準程序，專案調查小組函洽法國飛機失事調查局詢問空中巴士飛機製造公司提供正確操作程序。空中巴士飛機製造公司函復摘要如下。

「*If the PF initiates a go-around, the flight crew must complete the go-around manoeuvre and the PF should avoid excessive rotation rate, in order to prevent a tail strike.*」（中文翻譯：如果操控駕駛員要啟動重飛，飛行組員必須完成重飛部署，操控駕駛員必須避免過度仰轉，以預防機尾觸地。）

本頁空白

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。無證據顯示於事故中，有足以影響飛航組員操作表現之藥物與酒精因素。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。該機適航與維護符合民航局及公司相關規範，無證據顯示發動機、航機系統及結構於本航班事故前曾發生故障。

有關本事故之分析概以飛航操作及人為因素相關分析等議題分述如後。

2.2 飛航操作

調查小組綜整事故航機落地至重飛離地期間相關飛航參數與CVR 抄件內容，詳如表 2.2-1 所示。

2.2.1 進場落地

該機進場落地由 CM1 擔任操控駕駛員，過程中之各項操作均符合華航穩定進場標準（stable approach criteria）。

該機主輪於 1927:11 時著陸後，仰角自 4.9 度持續遞減，CM1 於 1927:13 時將反推力手柄提起至反推力慢車位置並繼續至最大位置，CM2 約於同時間呼叫「*derotation derotation*」提醒 CM1 減低仰角。1927:14 時，CM1 為減緩機頭下沉趨勢，開始一持續 3 秒之向後帶桿操作，該機仰角遂於 1927:15 時停止遞減趨勢，於鼻輪著陸前自 1.1 度開始上揚，至 1927:17 時達到 5.6 度，詳如表 2.2-1 藍底參數所示。

時間	主輪地/空模式	無線電高度(呎)	空速(浬/時)	俯仰角(度)	操縱桿俯仰行程(度)		油門桿位置(度)		反推力器狀態		指令 N1 (% rpm)		實際 N1 (% rpm)		CVR 抄件內容
					CM1	CM2	左	右	左	右	左	右	左	右	
19:27:06	空中	36	136	2.8	-2.2	0	47.5	46.9			52	52	51.0	51.4	CAM: 「thirty」
19:27:07		26	134	3.2	-0.3	0	47.4	46.8					52.3	51.8	CAM: 「twenty」
19:27:08		17	132	3.9	-5.9	0	2.4	-0.3			34	34	51.5	50.6	CAM: 「retard」
19:27:09		10	133	4.2	-12.3	0	-0.1	-0.3					50.2	49.0	CAM: 「five」
19:27:10		4	132	5.3	-2.3	0	-0.2	-0.3			34	34	48.3	46.9	
19:27:11	地面	1	128	4.9	-4.2	0	-0.2	-0.3	解鎖	解鎖			46.1	44.9	
19:27:12		1	130	4.2	-7.5	0	-0.2	-0.4			34	34	44.2	42.9	
19:27:13		1	126	3.9	3.3	0	-14.2	-24.3					42.1	41.1	CM2: 「derotation derotation」
19:27:14		0	125	2.5	-16.5	-0.5	-26.2	-26.6	解鎖/展開	解鎖/展開	68	70	40.5	40.5	
19:27:15		0	121	1.1	-15.7	0	-30.3	-33					42.7	45.3	CM2: 「噢」
19:27:16		-1	120	3.2	-12.2	0	-34.5	-35.1			84	86	52.6	58.1	CM2: 「i have control」
19:27:17		-3	115	5.6	5.3	-13.4	-34.5	-34.2					68.1	75.1	CM1: 「you have control」
19:27:18		-3	113	5.6	-0.3	-16.5	-34.2	-35.5			84	74	84.5	87.2	
19:27:19		-2	104	5.3	-0.3	-16.6	-0.4	-0.4					84.8	82.5	
19:27:20		-3	103	5.6	-0.3	-16.6	78.4	84.8	解鎖	解鎖	34	34	76.0	73.0	
19:27:21		-3	103	6	-0.3	-16.6	84.8	46.5					66.8	64.7	CM2: 「i have control」
19:27:22		-4	100	6.3	-0.3	-16.6	59.3	84.8			34	34	60.2	59.1	CM1: 「you have control」
19:27:23		-3	103	6.3	-0.3	-16.6	84.8	84.7					56.4	59.9	
19:27:24		-3	101	7.4	-0.3	-16.6	84.8	84.8			110	110	61.5	71.3	
19:27:25		-4	103	10.2	-0.3	-11	84.8	84.8					75.9	88.2	
19:27:26		-4	102	14.4	-0.3	-2.3	84.8	81.2			110	106	91.9	100.4	
19:27:27		2	106	16.2	-0.3	-2.9	82.6	84.8					102.4	108.3	CM2: 「你怎麼會帶起來呢」
19:27:28		9	108	17.6	-0.3	6.9	84.8	84.8			110	110	109.4	110.7	CM2: 「go around」
19:27:29		27	112	16.2	-0.3	14.1	84.8	84.8					111.2	110.3	CM1: 「是 go around 嘛 sir」
19:27:30		45	115	14.1	-0.3	6.1	84.8	84.8			110	110	110.4	110.3	CM2: 「go around flaps」

CM1 開始落地仰轉並收油門至慢車

主輪著陸

CM1 拉反推力手柄

仰角先減後增

CM2 接手，並向後帶桿

CM2 收回反推力手柄，推 TOGA 油門

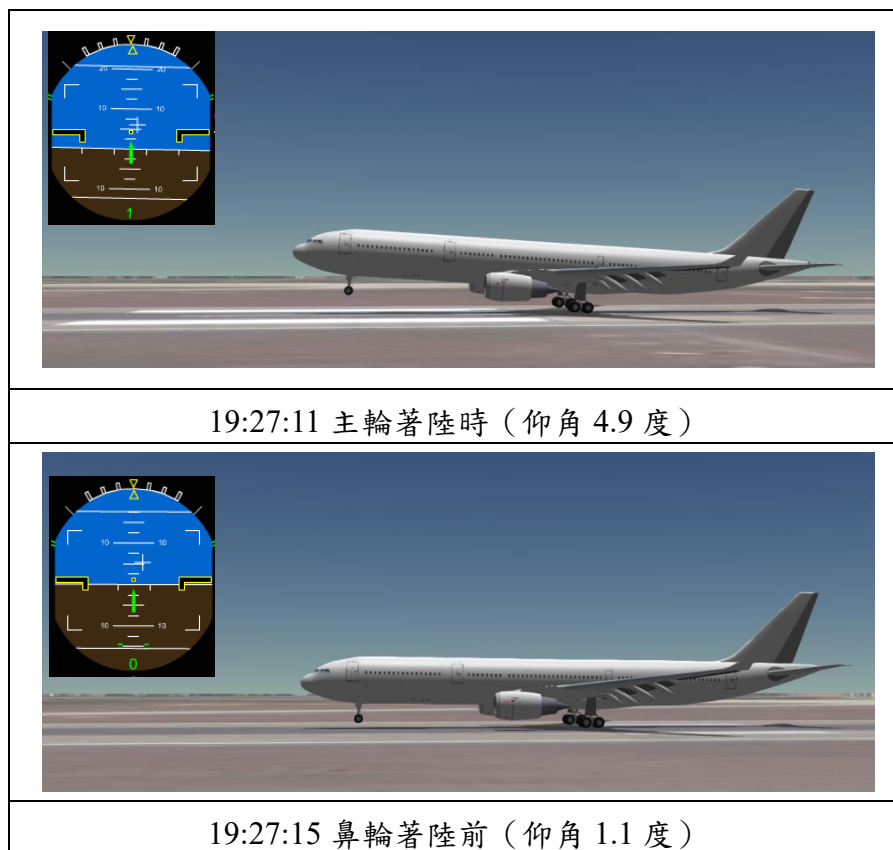
反推力器歸位鎖定，正推力開始增加

機尾觸地，主輪離地

CM2 呼叫重飛

表 2.2-1 事故航機落地至重飛離地期間相關飛航參數與 CVR 抄件內容

CM2 因認為 CM1 於鼻輪著陸前又將仰角帶起之情況，與事故前一晚其翻閱 CM1 航路操作經驗（IOE）訓練紀錄時，發現有兩名教師駕駛員註記 CM1 落地後有延遲放下鼻輪之現象相同，且認為 CM1 對其減低仰角之提醒未採取適當反應，於 1927:17 時遂決定接手操作，呼叫「i have control」，當時飛機仰角為 5.6 度（詳表 2.2-1），尚未超出手冊規範監控駕駛員需呼叫「pitch」提醒操控駕駛員之 7.5 度。該機主輪著陸時、鼻輪著陸前及 CM2 接手操作時之姿態與主要飛行顯示器（primary flight display, PFD）中央之姿態儀（attitude indication）示意畫面²⁰，分如圖 2.2-1 所示。



²⁰ 經由 Plane Sciences 公司之 Flight Analysis System 軟體畫面截圖而得，未考慮事故當時外界環境因素，未呈現反推力器外罩啟閉情形。

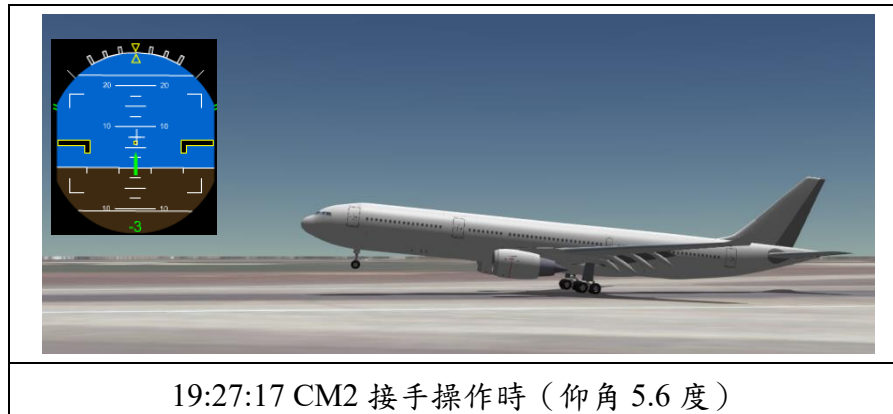


圖 2.2-1 該機主輪著陸後之姿態與主要飛行顯示器示意畫面

2.2.2 重飛決策

統計資料顯示，進場落地係飛航過程中最容易發生事故之階段，而大多數進場落地事故，係與飛航組員未及時重飛有關。因此，航空業界莫不積極藉由政策、程序、訓練與考驗等層面，提倡飛航組員重飛觀念，並強化其重飛決策能力與操作技巧，以期減少此類型事故，提升飛航安全。然而，重飛本身亦有其風險，唯有透過適當的決策過程，在正確時機採取正確操作的前提之下，方能確保重飛風險被控制在安全範圍內。

CM2 於訪談時表示，自己對於 CM1 落地後又將仰角帶起之操作感到訝異，過去亦不曾遇過類似狀況，接手操作後考量仰角已上揚，且感覺該機疑似又離地，認為繼續落地並不安全，並可能無法符合公司要求須於跑道著陸區²¹內著陸之規定，因而決定放棄落地，選擇重飛。決策下達前，因專注於 CM1 之仰角操控，故未注意到反推力器的使用狀態，待左手欲推油門桿卻推不動²²時，始發現 CM1 已使用

²¹ 自跑道頭起算，3,000 呎或三分之一跑道長度以內，以兩者中較短者為準。

²² 依該型機系統設計邏輯，反推力器手柄須於正推力油門桿收回至地面慢車位置時，始能被提起離開儲藏（stowed）位置，此時正推力油門桿將被保護機制限制於地面慢車位置無法向前推動；欲使用正推力時，須先將反推力器手柄收回至儲藏位置，方能將正推力油門桿向前推動，正推力將待反推力器歸位鎖定後，始開始增加。

反推力。由於當時仰角保持約 6 度，過程中於夜間僅能看到部分跑道邊燈，不確定已用掉多少跑道，若放棄重飛不知是否能將該機安全煞停，因此並未改變其重飛決定，遂先將反推力器手柄推回至儲藏（stowed）位置，再接著將油門桿推至 TOGA 位置，以繼續重飛之操作。

空中巴士 A330 型機飛航組員訓練手冊提及，反推力器一經使用，如欲回復使用正推力，須先將反推力器手柄推回至儲藏位置，始得將油門桿向前推，此時推力將先回到慢車位置，待反推力器歸位鎖定後，正推力才開始增加，整個轉換過程約須時 5 秒。在此過程中，兩側發動機反推力器歸位時間可能不同步，甚至單側不歸位，或轉換至正推力後，發動機轉速上升速率不一致，此等狀況都將造成重飛時兩側發動機推力不對稱，進而影響航機操控安全及爬升性能，嚴重時更可能導致航機失去控制。

有鑒於此，空中巴士及華航飛航操作與訓練相關手冊及程序，分別於重飛/放棄落地/觸地後再起飛/反推力操作等章節中，強調「反推力一經使用必須執行全停落地」之警語，提醒飛航組員執行任務或訓練時遵循。對此，CM2 於訪談時表示，其瞭解上述相關規範，且若下達決策前知道反推力器已經使用，就不會作出重飛決定。

另該機鼻輪因 CM2 接手後向後帶桿之操作，而未於落地重飛過程中著陸，俯仰配平（pitch trim）因此維持於落地時之 7.8 度仰角，未自動重設至 4 度仰角位置²³，故當 CM2 順利將油門桿推至 TOGA 位置時，系統因仰角配平未於起飛範圍（green band）而致動主警告（CONFIG PITCH TRIM NOT IN T.O RANGE），警示飛機未於正確起飛外型狀態。CM2 雖曾短暫將油門桿拉回，但隨即又將其推回至

²³ 航機起飛仰轉過程中，正確之俯仰配平可輔助飛航組員建立適當之仰轉率。依該型機設計邏輯，當系統確認航機落地後 5 秒及地面擾流板收回時，會自動將俯仰配平重設至仰角 4 度位置。

TOGA 位置。

CM2 接手前因專注於 CM1 之仰角操控，故未顧及當時身兼監控駕駛員所應確認之反推力器狀態，接手後基於當下認為重飛是最好的選擇而決定重飛；決策下達後，突然遭遇油門桿推不動之非預期狀況，進而發現反推力器已經使用，雖明瞭手冊與程序中有關「反推力一經使用必須執行全停落地」之規定，但基於不確定剩餘跑道長度是否足供飛機煞停之考量，認為繼續落地並不安全，讓飛機儘早離地才是最安全的做法，故仍未改變其重飛決定，繼續重飛之操作。

本會認為，當 CM2 發現反推力器已經使用時，該機空速正因地面擾流板、自動煞車及反推力器等減速裝置相繼作用下持續遞減，而正推力並無法立即增加，復以手冊與程序中所述「於反推力使用後執行重飛」可能引發之風險，當時情境已非同於 CM2 決定重飛之際。在此情況下繼續執行重飛，存在 CM2 原始考量以外的風險與威脅，但 CM2 未能因應情境變化改變其決策，放棄重飛。

CM2 於重飛時之高工作負荷階段，突然遭遇油門桿推不動及主警告致動等一連串非預期異常狀況，作業複雜度升高，於時間壓力下不利其明快做出正確判斷。正確之觀念應係於下達重飛決策前，提高對於空速、姿態、外型、減速裝置、動力、剩餘跑道長度等相關因素之狀況警覺（situation awareness）與風險考量，整體評估重飛之適當性後再據以執行，以減低後續狀況之不確定性、複雜度及時間壓力，進而提高決策的正確性，而於發現反推力已使用時，能立即按照手冊規範果斷執行「全停落地」，避免後續操作上之困難與可能衍生之風險。

2.2.3 重飛操作

該機主輪著陸後，空速於減速裝置相繼作用下，自落地時之 128

哩/時持續遞減；CM2 接手操作時，空速已下降至 115 哩/時，待其順利將油門桿推至 TOGA 位置，正推力開始增加時，空速已下降至 101 哩/時。

CM2 接手後向後帶桿至最大行程，並保持該操縱量直至仰轉前，該機仰角於減速裝置作用下，於後續 6 秒期間內約維持於 6 度左右，詳如表 2.2-1 綠底參數所示。然而，CM2 向後帶桿至最大行程之操作手法，當該機受減速裝置停止作用、發動機推力急劇增加及仰角配平高於起飛正常設定等綜合效應影響下，造成機頭開始上仰，CM2 雖曾鬆桿因應，但仍無法抑制機頭急劇上仰之趨勢。該機仰角於 2 秒內自 7.4 度激增至 14.4 度，故機尾遂於主輪離地前，因仰轉率及仰角過大，喪失與道面之安全隔離而觸及道面，致機腹蒙皮與結構受損，並於距離 23R 跑道頭約 4,320 呎至 4,390 呎之道面上，遺留一長約 70 呎之刮痕。

該機重飛仰轉時，空速約介於 101 至 103 哩/時，因仍高於最小離地速度 (V_{MU})²⁴，故得以順利離地；但當時空速低於放棄落地/重飛時所應保持之最後進場速度 (V_{APP} , 132 哩/時)，或觸地後再起飛操作之仰轉速度 ($V_R = V_{APP}$)，以致該機離地後，空速於無線電高度 373 呎前低於空中最小控制速度 (V_{MCA})²⁵，且於無線電高度 749 呎前低於起飛安全速度 (V_2)²⁶，此期間如該機遭遇單發動機失效，將有失控或無法爬升之危險。

²⁴ Minimum unstick speed. 係指不呈現任何危險特性，航機能夠在離地後繼續起飛的最小速度。

²⁵ Minimum control speed in flight. 係指當單側發動機失效而另一側發動機處於起飛推力情況下，可保持航機於空中之傾斜坡度不大於 5° 的最小速度。當時情況下為 132 哩/時，該型機之最低值為 120.5 哩/時。

²⁶ Takeoff safety speed. 係指單側發動機於起飛時失效，航機必須於離地高度 35 呎前達到的最小速度，用以確保航機能得到最低限度需要的爬升梯度。當時情況下為 143 哩/時，該型機之最低值為 132 哩/時。

CM2 決定重飛但發現反推力器已經使用時，基於不確定剩餘跑道長度是否足供飛機煞停之考量，認為繼續重飛並讓該機儘早離地是最安全的做法。但該機於主輪著陸後歷經滾行減速過程，如飛航組員認定確有再起飛之必要，應通盤考量減速裝置、外型、空速、動力等情況，於適當時機正確帶桿仰轉；CM2 於慌忙中未顧及空速和急欲讓該機離地之俯仰操作，導致機尾觸地，而該機於低速情況下離地，於空速未達安全速度前，無法確保單發動機失效時之操作安全。

2.2.4 組員溝通合作

在多組員操控之飛航環境中，資訊的相互提供對飛航監控之有效性而言極其重要。如操控駕駛員未能及時且清楚地表達操作意圖，將不利於監控駕駛員對其操控進行有效之監控與協助²⁷。

CM2 於 1927:16 時呼叫「*i have control*」接手操作後，隨即進行向後帶桿及嘗試推油門桿等重飛操作，但遲至 1927:28 時始呼叫「*go around*」；當時該機主輪已離地 3 秒，機尾觸地已然發生。此狀況令角色轉換至監控駕駛員之 CM1 未能瞭解 CM2 之操作意圖，進而導致其未能發揮監控駕駛員職責，及時對 CM2 未符合程序規範之重飛決策提出質疑，或協助其於外型、動力、姿態與速度等操作上之監控與呼叫。

2.2.5 事故後處置

該機重飛後，飛航組員經管制員告知機尾曾於離地時冒出火花，及客艙長通報有客艙組員聽見金屬摩擦聲響等資訊，判斷可能有機尾觸地之情形，遂於等待航線中執行快速參考手冊之機尾觸地程序。

²⁷ 參閱 UK Civil Aviation Authority CAP 731 (October 2014) Flight Crew Human Factors Handbook。

此外，該機重飛離地過程中，因攻角（13.4 度）於低速（105 浬/時）情況下超過系統預設檢查值，造成飛航操控模式由正常模式（normal law）轉換至備用（alternate law）模式，因而喪失風切反應偵測功能，系統遂於無線電高度 1,500 呎時，發出「NAV AOA DISAGREE」、「F/CRL ALTN LAW PROT LOST」、「AUTO FLT REAC W/S DET FAULT」等 ECAM 訊息，另「SPD LIM」警告信號則顯示於空速表上。

經比對該機 CVR 與 FDR 資料，飛航組員曾針對上述異常狀況執行相對應之程序並正確處置；該機保持於速限（330 節/0.82 馬赫）以下，採「外型 3（CONF 3）」自動落地，於 1959 時安降落桃園機場 05R 跑道。

2.3 人為因素相關分析

2.3.1 狀況警覺

狀況警覺係指在一定的時間與空間內，對周遭環境要素之察覺、所察覺訊息之理解、以及對後續狀況之預測²⁸。對飛航組員而言，狀況警覺越高，越能夠正確且及時地進行操作與決策。然而，人類注意力與短期工作記憶有限，乃影響狀況警覺之因子。實務上飛航組員若能建立良好的心智模型（mental model），熟悉所面臨狀況相關之系統要素，並據以分配其注意力及對資訊進行分類，以主動地掌握環境中所存在之關鍵線索，將有助於提升狀況警覺²⁹。

依據 FDR 解讀資料、CVR 抄件與訪談紀錄：第一次落地過程中，

²⁸ Endsley, M. R. (1988). Design and evaluation for situation awareness enhancement. In Proceedings of the Human Factors Society 32nd Annual Meeting (pp. 97-101). Santa Monica, CA: Human Factors Society.

²⁹ John A. Wise, V. David Hopkin, Daniel J. Garland (2010). Handbook of aviation human factors, second edition.

CM2 於接手操作時未能正確掌握航機狀態，特別是不知道 CM1 已使用反推力，因此於應繼續落地之情況，做出重飛之決策。CM1 於 1927:13 時開始使用反推力，此時 CM2 之注意力在機外，監控航機姿態，且因仰角上揚而感到驚訝，並於 CM1 開始使用反推力之同時，CM2 於 1927:13.4 時呼叫:「*derotation derotation*」。約 4 秒後，即 1927:17.3 時，CVR 開始錄到發動機轉速提高聲響，於此之前或幾乎同時，CM2 於 1927:16.7 時呼叫:「*i have control*」並接手操控飛機。

上述事實資料顯示 CM2 擔任監控駕駛員期間，約有 4 秒可察覺 CM1 已使用反推力，此期間 CM2 應藉由注意儀表板上飛航模式顯示器（Flight Mode Annunciator, FMA）資訊或反推力手柄位置等察覺反推力狀態，惟 CM2 過度將其注意力投入監控航機姿態，並對仰角上揚感到驚訝而決定接手操作，因而降低其對於航機狀態之狀況警覺。

另依據 CM2 之訪談紀錄，事故前一晚 CM2 翻閱 CM1 訓練紀錄時，發現有兩名教師駕駛員註記 CM1 落地後有延遲放下鼻輪之現象，CM2 可能因此資訊影響其於觀察 CM1 落地操作時之注意力分配與狀況警覺，過度專注 CM1 對仰角的控制，因而未注意到反推力的使用狀態。

CM2 於落地階段對航機狀態掌握不足，認為 CM1 之操作使航機仰角上揚而接手操作，並隨即執行重飛之決策過程，亦表示 CM2 於此次落地決策模式係設定當 CM1 之操作有問題即接手重飛，而未能憑藉做為教師駕駛員應有之專業的知識與經驗，建立落地階段適當之心智模式，以主動將其注意力有效分配於落地階段各項有關航機狀態之關鍵資訊，作為接手操作時決定重飛或繼續落地之依據。此外，CM2 若能於進場提示時，提及降落階段當認為 CM1 之操作不符合預期而接手操作時，後續之決策考量，將有助於提升飛航組員整體之狀況警覺。

綜上所述，CM2 於本事故中未能憑藉其專業的知識與經驗，發揮教師駕駛員於多變的飛航教學環境中須具備之良好狀況警覺能力，以對飛航過程中可能發生之非常規性狀況預做準備，提高實際遭遇問題時的判斷及處置能力。

2.3.2 飛航組員疲勞可能性分析

疲勞係指生理及/或心理呈現警覺度及行為能力下降的一種狀態³⁰。以下參考國際民航組織以及加拿大運輸安全委員會有關疲勞之調查指引^{31,32}，進行飛航組員疲勞分析。

2.3.2.1 教師駕駛員（CM2）

疲勞形成條件

CM2 於事故前 72 小時期間內，先因執行飛航任務使其於 9 月 28 日夜間無法於正常睡眠時段就寢，而於 9 月 29 日上午 5 時至 10 時之 5 小時期間，彌補其執行紅眼航班³³所短少之睡眠，然仍少於其每日正常睡眠需求約 2 小時；後續兩晚 CM2 之睡眠時間分別為 6 小時 30 分及 6 小時（睡眠品質尚可），惟仍分別略少於其睡眠需求 0.5 小時與 1 小時，顯示事故前 3 日內 CM2 累計少於其正常睡眠需求約 3.5 小時，存在短期睡眠不足之情形。

另外，CM2 於事故當日起床後至事故當時之連續清醒時間已接近 14 小時，雖未達疲勞形成條件之 17 小時門檻值，然由於 CM2 存

³⁰ 參閱 Yen, J. R., Hsu, C. C., Yang, H., and Ho, H. (2009). An investigation of fatigue issues on different flight operations. *Journal of Air Transport Management*, 15(5), 236-240.

³¹ 參閱 ICAO (2015) *Fatigue Management Guide for Airline Operators*, Second Edition, Appendix B6 Evaluating the Contribution of Fatigue to Safety Events.

³² 參閱 TSB of Canada (2014) *Guide to Investigating Sleep-Related Fatigue*.

³³ 飛航執勤期間跨及起飛地時間午前二時至五時之飛航任務。

在短期睡眠不足，其於事故時約 14 小時之清醒時間，可能使其開始產生疲勞感。

疲勞程度

依據 1.16.1 節疲勞分析軟體評估結果，CM2 於事故時之疲勞程度屬輕度疲勞³⁴，未達不適合執行任務之程度。

疲勞徵狀

檢視 CM2 於事故期間之行為表現，發現其於接手操作時，對航機狀態掌握不足，此雖與疲勞時注意力分配不當之徵狀相符，然由於 CM2 未有其他顯著之疲勞徵狀，難以認定 CM2 事故時之狀況警覺不佳係受疲勞所影響。

綜合本節之分析，CM2 於事故當時之疲勞程度應未達不適合執行任務之水準，且現有證據不足以認定其對航機狀態掌握不佳係因疲勞所造成。惟 CM2 事故時存在短期睡眠不足仍具安全風險，建議華航應加強宣導，要求組員妥適運用休息時間，補足因任務所欠缺之睡眠。

2.3.2.2 升訓正駕駛員（CM1）

檢視 CM1 事故前 72 小時作息及事故當時之行為表現，無顯著證據支持其於事故當時具備疲勞形成條件，及可能因疲勞而影響其行為表現。

³⁴ 表示需要使用個人疲勞因應策略如攝取適量的咖啡因、適度的活動或小睡以維持警覺。

第3章 結論

調查報告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。

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. 教師駕駛員可能因升訓正駕駛員先前之訓練紀錄，註記有落地後延遲放下鼻輪之現象，影響其於本事故中觀察升訓正駕駛員落地操作時之注意力分配與狀況警覺，過度將其注意力投入監控航機

姿態，忽略作為監控駕駛員應有之職責，未能將其注意力有效分配於降落階段有關航機狀態之關鍵資訊，因而未察覺駕駛艙內發動機/警告顯示器（E/WD）頁面上之「REV」顯示或反推力手柄位置等資訊，據以掌握反推力使用狀況，作為接手操作時決定放棄落地或繼續落地之依據。(1.1、1.5.1.2、1.11.1、1.18.1.1、2.3.1)

2. 教師駕駛員接手操作後，為使該機盡速離地，持續向後帶桿並保持最大行程至仰轉前，惟同一期間正推力因反推力器尚未歸位鎖定而無法立即增加，空速則於減速裝置作用下持續遞減。此一向後帶桿至最大行程之操作，當飛機之減速裝置停止作用、發動機推力急劇增加及仰角配平高於起飛正常設定等綜合效應影響之下，將造成機頭急遽上仰，教師駕駛員雖曾鬆桿因應，但仍無法抑制仰角激增之趨勢，故機尾遂於主輪離地前，因仰轉率及仰角過大，喪失與道面之安全隔離而觸及道面，致機腹蒙皮與結構受損。(1.1、1.18.1.1、1.18.2.1、2.2.2、2.2.3)

3.2 與風險有關之調查發現

1. 教師駕駛員接手後雖隨即進行重飛操作，但遲於主輪離地後始呼叫重飛，致升訓正駕駛員未能瞭解教師駕駛員之操作意圖，而未發揮監控駕駛員職責，及時對教師駕駛員不符合程序規範之重飛決策提出質疑，或協助其於外型、動力、姿態與速度等操作上之監控與呼叫。(1.1、1.11.1、1.18.1.2、2.2.4)
2. 教師駕駛員於本事故中未能憑藉其專業的知識與經驗，發揮做為教師駕駛員於多變的飛航教學環境中須具備之良好狀況警覺能力，以對飛航過程中可能發生之非常規性狀況預做準備，提高實際遭遇問題時的判斷及處置能力。(1.1、1.11.1、1.18.1.1、2.3.1)

3.3 其它發現

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。無證據顯示於事故中，有足以影響飛航組員操作表現之藥物與酒精因素。(1.5、2.1)

2. 正副駕駛員事故前 72 小時作息正常，疲勞程度未達影響執行任務之水準。(1.5.2.1, 1.16.1, 2.3.2.1)
3. 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。(1.6.4、1.7、2.1)
4. 該機進場落地過程中之各項操作均符合華航穩定進場標準。(2.2.1)
5. 飛航組員於事故後進行之異常狀況處置，符合相關程序要求。(1.18.1、1.18.2.5、2.2.5)
6. 該機適航與維護符合民航局及公司相關規範，無證據顯示發動機、航機系統及結構於事故前曾發生故障。(1.6.2, 2.1)
7. 事故機機腹蒙皮磨損範圍由機身橫樑 frame 74 至 frame 83，機身縱桁 stringer 53L 至 stringer 54R。機身內部結構 frame 79 位置之橫樑擠壓變形，frame 78 及 75 位置之連接片擠壓變形。(1.12.1)

本頁空白

第4章 改善建議

4.1 改善建議

一、致中華航空公司

1. 加強教育與訓練，以確保所屬飛航組員熟稔原廠與公司手冊中，有關重飛操作符合標準程序規範，並能確實遵循。在下達重飛決策前，能提高對空速、姿態、外型、減速裝置、動力及剩餘跑道長度等相關因素之狀況警覺，整體評估重飛之適當性與風險後再據以執行，以避免機尾觸地之作業安全。(ASC-ASR-18-01-001)
2. 加強教師機師教育訓練，避免此類不當操作情況之發生，以確保執行帶飛任務時避免偏重於指正或檢視受訓駕駛員之飛行操作，而應能兼顧做為監控駕駛員應有之職責，以及具備能夠因應多變的飛航環境的狀況警覺能力，並能對飛航過程中可能發生之非常規性狀況預做準備。(ASC-ASR-18-01-002)
3. 以本事故為例，於組員資源管理訓練中設計適當之情境，強化飛航組員於落地階段之標準操作程序與呼叫，以及遇有操控職權交換時之狀況警覺、溝通與決策下達。並特別加強於主輪觸地後，對反推力使用狀況之確認，以確實遵循「反推力一經使用必須執行全停落地」之規定。(ASC-ASR-18-01-003)

二、致交通部民用航空局

1. 督導中華航空公司，加強教師機師教育訓練，避免此類不當操作情況之發生，以確保所屬飛航組員熟稔原廠與公司手冊中，有關重飛操作符合標準程序規範，並能確實遵循。在下達重飛決策前，能提高對空速、姿態、外型、減速裝置、動力及剩餘跑道長度等相關因素之狀況警覺，整體評估重飛之適當性與風險後再據以執

行，以避免機尾觸地之作業安全。(ASC-ASR-18-01-004)

2. 督導中華航空公司對所屬教師機師加強教育與訓練，避免此類不當操作情況之發生，以確保執行帶飛任務時避免偏重於指正或檢視受訓駕駛員之飛行操作，而應能兼顧做為監控駕駛員應有之職責，以及具備能夠因應多變的飛航環境的狀況警覺能力，並能對飛航過程中可能發生之非常規性狀況預做準備。(ASC-ASR-18-01-005)
3. 督導中華航空公司以本事故為例，於組員資源管理訓練中設計適當之情境，強化飛航組員於落地階段之標準操作程序與呼叫，以及遇有操控職權交換時之狀況警覺、溝通與決策下達。並特別加強於主輪觸地後，對反推力使用狀況之確認，以確實遵循「反推力一經使用必須執行全停落地」之規定。(ASC-ASR-18-01-006)

附錄 1 飛航經過 FDR 資料摘錄

1. 1652 時，FDR 開始記錄。
2. 1733:20 時，該機由菲律賓馬尼拉國際機場起飛，磁航向 242 度。
3. 1921:59 時，顯示高度 3,132 呎，空速 172 浬/時，襟翼 8 度（檔位 1）。
4. 1922:50 時，左右定位臺訊號攔截，顯示高度 3,000 呎，空速 162 浬/時，襟翼 14 度（檔位 2）。選擇空速 170 浬/時，選擇高度 3,000 呎。
5. 1923:38 時，左右定位臺及滑降臺訊號攔截，放下起落架，顯示高度 2,804 呎，空速 169 浬/時，襟翼 14 度（檔位 2）。自動駕駛作動，自動油門保持於“SPEED”模式直至 1927:07 時。
6. 1924:10 時，左右定位臺及滑降臺訊號正常，顯示高度 2,304 呎，空速 163 浬/時，襟翼 22 度（檔位 3）。選擇空速 150 浬/時，自動駕駛作動，自動油門作動。
7. 1926:12 時，左右定位臺及滑降臺訊號正常，顯示高度 732 呎，無線電高度 779 呎，空速 132 浬/時，下降率 732 呎/分，襟翼 32 度（檔位 FULL）。自動駕駛解除，自動油門作動。選擇空速 132 浬/時。
8. 1926:37 時，顯示高度 412 呎，無線電高度 369 呎，空速 134 浬/時，下降率 784 呎/分，襟翼 32 度。Land 綠色顯示作動，自動油門作動。
9. 1927:05 至 1927:19 期間，無線電高度由 36 呎降至-3 呎，仰角由 2.8 度增為 5.6 度，Flare 綠色顯示持續作動。有關油門手柄操作，說明如後。
10. 1927:06 時，顯示高度 72 呎，無線電高度 36 呎，空速 136 浬/時，下降率 608 呎/分，仰角 2.8 度，襟翼 32 度。Land 綠

色顯示作動，自動油門作動。左座操控桿從中位點拉桿至 9 度再鬆回至 6 度。

11. 1927:08 時，顯示高度 40 呎，無線電高度 17 呎，空速 132 浬/時，下降率 480 呎/分，仰角 3.9 度，襟翼 32 度。Land 綠色顯示作動，自動油門解除。左座操控桿持續向拉桿由 4.4 度增為 11.9 度。左、右油門手柄位置均由 48 度收至 0 度。
12. 1927:11.42 時，該機左、右主輪觸地。顯示高度 20 呎，無線電高度 1 呎，空速 128 浬/時，下降率 208 呎/分，仰角 4.9 度，襟翼 32 度。Land 轉為 Roll Out 此秒內最大垂向加速度 1.16 g。左座操控桿之操作依序為拉桿 4.2 度，推桿 1.8 度，拉桿 5 度，拉桿 8 度。
13. 1927:13 時，無線電高度 1 呎，空速 126 浬/時，仰角由 3.9 度減為 2.8 度，襟翼 32 度。Roll Out 作動，無任何警告。Land 綠色顯示作動。此秒內最大垂向加速度 1.5 g。左、右飛行擾流板展開至 8 度。左、右油門手柄位置分別為-14.2 度，及-24.3 度；左、右反推力器解鎖。左座操控桿由推桿 3.3 度改為拉桿 16.5 度；右座操控桿由中位點改為拉桿 0.8 度。
14. 1927:13 至 1927:19 期間，無線電高度 0 呎減為-3 呎，空速 125 浬/時減至 104 浬/時，仰角變化依序為 2.5 度，1.1 度，5.6 度，5.3 度，襟翼 32 度。Roll Out 作動，無任何警告。左、右飛行擾流板展開至 50 度，左、右地面擾流板亦展開。左、右油門手柄位置均為 35 度，左、右反推力器均展開。此 6 秒期間，左座操控桿由拉桿 16.6 度轉為鬆桿至中位點，右座操控桿中位點轉為拉桿 16.6 度。
15. 1927:20 至 1927:25 期間，飛航模式顯示器（Flight Mode Annunciator, FMA）推力模式為“MAN TOGA”，FMA 橫向模式為“GA TRK”，FMA 垂向模式為“SRS”，主警告作動 6 秒。空速介於 100 浬/時至 103 浬/時，無線電高度-3 呎，

仰角由 5.6 度增為 13.7 度。1927:17 時，右座操控桿持續 16.6 度拉桿 8 秒；1927:25 時，右座操控桿由拉桿 11 度轉為推桿 8.7 度。左、右飛行擾流板及地面擾流板開始收回。左、右油門手柄位置由 0 度增為 84.8 度。

16. 1927:26 至 1927:29 期間，FMA 推力模式為 “MAN TOGA” ， FMA 橫向模式為 “GA TRK” ，FMA 垂向模式為 “SRS” ， 主警告作動 1 秒。空速由 102 浬/時增為 112 浬/時，無線電高度-4 呎增為 27 呎，仰角介於 14.4 度至 17.6 度。右座操控桿之操作依序為拉桿 2.3 度、拉桿 16.5 度、推桿 10.4 度、推桿 5.3 度、推桿 6.9 度、推桿 15.4 度、拉桿 3.2 度。左、右油門手柄位置 84.8 度。
17. 1927:39 時，FMA 推力模式為 “MAN TOGA” ，FMA 橫向模式為”GA TRK”，FMA 垂向模式為”SRS”，無任何警告。無線電高度 271 呎，空速 128 浬/時，仰角由 15.8 度，襟翼 22 度，起落架收起。爬升率 1,968 呎/分。左、右油門手柄位置 84.8 度。右座操控桿帶桿 1.2 度。
18. 1927:47 時，FMA 推力模式為 “MAN TOGA” ，FMA 橫向模式為 “GA TRK” ，FMA 垂向模式為 “SRS” ，無任何警告。無線電高度 570 呎，空速 132 浬/時，仰角由 15.1 度，襟翼 22 度。爬升率 2,448 呎/分。左、右油門手柄位置 84.8 度。自動駕駛作動。
19. 1959:14，該機於桃園機場 05R 跑道落地，空速 131 浬/時，磁航向 54 度。
20. 2010 時，FDR 停止記錄。