



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 112 年 08 月 07 日

台灣虎航 IT237 班機

A320-271N 型機

國籍標誌及登記號碼 B-50023

於桃園國際機場落地後飛航組員短暫失能

報告編號：TTSB-AOR-24-12-001

報告日期：民國 113 年 12 月

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運輸安全之用。

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.

摘要報告

民國 112 年 8 月 7 日，台灣虎航股份有限公司（以下簡稱虎航）一架空中巴士 A320-271N 型機，國籍標誌及登記號碼 B-50023，執行定期載客航班 IT237 飛航任務，於 1024 時自日本函館國際機場起飛，飛往臺灣桃園國際機場（以下簡稱桃園機場）。機上載有飛航組員 2 人、客艙組員 4 人、隨機機務 1 人、乘客 168 人（含 1 名嬰兒），共計 175 人。約 1444 時，航機於桃園機場 23R 跑道落地後脫離跑道，滑行於 E 滑行道時，正駕駛員向塔臺宣告急迫情況（Pan-Pan），表示有組員身體不適需要救護車。待航機停妥，身體不適的副駕駛員在醫護人員初步檢查後送醫治療。

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：交通部民用航空局及虎航。本事故「調查報告草案」依程序於民國 113 年 10 月 11 日經運安會第 68 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 113 年 12 月 13 日經運安會第 70 次委員會議審議通過後發布。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 9 項，提出 2 項運輸安全改善建議。

調查發現

與可能肇因有關之調查發現

1. 事故航機於桃園機場降落後脫離跑道期間，副駕駛員出現約 7 分鐘之意識喪失而處於失能狀況，無法執行監控駕駛員職責，惟經事故後之醫學檢查與專科醫師評估，未有足夠證據確認造成副駕駛員意識喪失之可能原因。

與風險有關之調查發現

無。

其他調查發現

1. 我國航空人員體格檢查在評估與人類維持意識相關之腦與心臟功能檢查未顯不足，使用之評估工具與施行頻率等亦未低於美、英、澳等國家。
2. 事故航班副駕駛員於事故發生時期感覺有相當程度之疲勞。然經檢視副駕駛員航機操控狀況，除落地後因失去意識無法執行監控駕駛員職掌外，無證據顯示副駕駛員有因疲勞而出現影響飛航安全之行為。
3. 為管理飛航任務疲勞風險，虎航訂定組員疲勞管理作業辦法，藉由飛航組員疲勞評估預測模組（System for Aircrew Fatigue Evaluation, SAFE），檢核飛航組員班表之疲勞風險。惟該預測模組評估疲勞指數時仍存在功能限制，未能將個人睡眠需求、睡眠品質、生理時鐘調整能力等納入考量。
4. 虎航設置有安全事件報告與分析系統，依報告評估結果作為飛航組員班表及派遣調整之參考，合於民航局之規範要求。惟虎航為紅眼、早與跨夜班較多之營運特性，及飛航組員疲勞評估預測模組之設計限制，可能在飛航組員因個人作息狀況調適不良時產生疲勞危害。國際民航組織疲勞管理方法指導手冊（ICAO Doc 9966）中建議，針對疲勞報告與安全事件建立疲勞資料蒐集與調查機制，並強化疲勞管理訓練，可增進組織內各階層人員對疲勞之認識、因應與管理。
5. 虎航國內員工休假及請假規則，係規定飛航組員執行跨日飛航任務時，如因疲勞因素無法執行任務，須檢附合法醫療機構或醫師之證明書，可能會增加飛航組員因感覺疲勞而有影響飛航安全之虞時的請假意願與困難度。
6. 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。正、副駕駛員平日未服用藥物，於桃園機場落地後，酒

精檢測值為零，無證據顯示酒精及藥物與本次事故有關。

7. 副駕駛員失能期間，正駕駛員之航機操控、聯繫客艙組員尋求協助、向航管宣告急迫情況並請求救護車支援等與組員失能相關程序之執行，無延誤處置或可能影響飛航安全之發現。
8. 事故航機之載重與平衡均位於限制範圍內，飛行前之適航資訊皆無異常。

運輸安全改善建議

致台灣虎航股份有限公司

1. 參考國際民航組織疲勞管理方法指導手冊（ICAO Doc 9966）之相關建議，持續精進疲勞管理，以因應可能因早班任務、跨夜任務與紅眼班任務較多之營運特性所衍生的疲勞風險。

致交通部民用航空局

1. 蒐集飛航組員於飛航過程中發生失能的相關案例，整理歸納可能原因及誘發因素，做為民航業者安全宣導與風險管理的參考。

目 錄

摘要報告.....	i
目 錄.....	iv
表目錄.....	vii
圖目錄.....	viii
常用中英文名詞暨縮寫對照表	ix
第 1 章 事實資料.....	1
1.1 飛航經過.....	1
1.2 人員傷害.....	2
1.3 航空器損害.....	2
1.4 其他損害情況.....	2
1.5 人員資料.....	2
1.5.1 飛航組員基本資料	2
1.5.1.1 正駕駛員.....	3
1.5.1.2 副駕駛員.....	4
1.5.2 飛航組員事故前 72 小時活動	5
1.5.2.1 正駕駛員.....	5
1.5.2.2 副駕駛員.....	6
1.6 航空器資料.....	7
1.6.1 航空器與發動機基本資料	7
1.6.2 航空器維修資訊	9
1.6.3 載重與平衡.....	9
1.7 天氣.....	10
1.7.1 天氣資訊.....	10
1.8 助導航設施.....	10
1.9 通信	10
1.10 場站資料.....	11
1.10.1 臺灣桃園國際機場	11
1.11 飛航紀錄器	12

1.11.1 座艙語音紀錄.....	12
1.11.2 飛航資料紀錄.....	12
1.12 航空器殘骸與撞擊資料	15
1.13 醫療與病理.....	15
1.13.1 副駕駛員事故後醫療紀錄	15
1.13.2 副駕駛員事故前體格檢查紀錄	16
1.14 火災.....	16
1.15 生還因素.....	16
1.15.1 副駕駛員失能情形	16
1.15.2 當日失能處置與救護作業	17
1.16 測試與研究.....	18
1.16.1 疲勞生物數學模式分析	18
1.17 組織管理.....	19
1.17.1 飛航組員派遣規定	19
1.17.2 疲勞管理方法指導手冊	20
1.17.3 虎航疲勞管理作業	22
1.17.4 虎航組員疲勞報告機制	23
1.17.5 虎航員工休假及請假規則	24
1.17.6 虎航 A320 機隊人力與營運資料	25
1.17.7 航空人員體格檢查腦與心臟功能之評估	26
1.17.8 各國航空人員意識喪失評估重點	28
1.18 其他.....	29
1.18.1 訪談資料.....	29
1.18.1.1 正駕駛員.....	29
1.18.1.2 副駕駛員.....	31
1.18.1.3 座艙長.....	36
1.18.1.4 組員派遣組主管	38
1.18.1.5 神經醫學專科醫師	40
1.18.2 組員失能程序相關手冊內容	44

1.18.3 高濃度咖啡因對人員生理狀態影響	48
1.18.4 事件序.....	49
第 2 章 分析.....	51
2.1 概述.....	51
2.2 副駕駛員失能可能原因.....	51
2.3 航空人員體檢項目	53
2.4 疲勞議題.....	54
2.4.1 駕駛員疲勞可能性分析	54
2.4.2 虎航疲勞管理機制	56
第 3 章 結論.....	58
3.1 與可能肇因有關之調查發現	58
3.2 與風險有關之調查發現.....	59
3.3 其他調查發現.....	59
第 4 章 運輸安全改善建議	61
4.1 改善建議.....	61
附錄 1 疲勞評估預測模組 (SAFE) 分析結果.....	62

表目錄

表 1.5-1 飛航組員基本資料表	2
表 1.6-1 航空器基本資料表	8
表 1.6-2 發動機基本資料表	8
表 1.6-3 載重平衡表	9
表 1.15-1 副駕駛員失能後之處置與救護作業	17
表 1.17-1 各國甲類(第一類)航空人員體格檢查腦與心臟常規檢查比較 ...	27
表 1.18-1 本次事故事件序	49

圖目錄

圖 1.6-1 重心限制範圍.....	10
圖 1.10-1 桃園機場圖.....	11
圖 1.11-1 事故航班落地滑行軌跡.....	14
圖 1.17-1 飛航組員逐月疲勞報告件數統計.....	24

常用中英文名詞暨縮寫對照表

ATPL	Airline Transport Pilot License	民航運輸駕駛員檢 定證
CASA AU	Civil Aviation Safety Authority Australia	澳洲民航局
CCOM	Cabin Crew Operation Manual	客艙組員操作手冊
CPL	Commercial Pilot License	商用駕駛員檢定證
CVDR	Cockpit Voice and Data Recorders	座艙語音及資料紀 錄器
FAA	Federal Aviation Administration	美國聯邦航空總署
FCOM	Flight Crew Operating Manual	飛航組員操作手冊
FDA	Food and Drug Administration	食品及藥物管理局
FOM	Flight Operations Manual	航務手冊
FRMS	Fatigue Risk Management System	疲勞風險管理系統
IAE	International Aero Engines	國際航空發動機公 司
ICAO	International Civil Aviation Organization	國際民航組織
PC	Proficiency Check	適職性考驗
PCN	Pavement Classification Number	鋪面等級序號
PF	Pilot Flying	操控駕駛員
PM	Pilot Monitoring	監控駕駛員
PT	Proficiency Training	適職性訓練
SAFE	System for Aircrew Fatigue Evaluation	飛航組員疲勞評估 預測模組
SERA	Safety Event Reporting and Analysis	安全事件報告與分 析
TLOC	Transient Loss of Consciousness	短暫意識喪失
UK CAA	United Kingdom Civil Aviation Authority	英國民航局
ULOC	Unexplained Loss of Consciousness	無法解釋之意識喪 失
UTC	Coordinated Universal Time	世界標準時間

第 1 章 事實資料

1.1 飛航經過

民國 112 年 8 月 7 日，台灣虎航股份有限公司（以下簡稱虎航）一架空中巴士 A320-271N 型機，國籍標誌及登記號碼 B-50023，執行定期載客航班 IT237 飛航任務，於 1024 時¹自日本函館國際機場（以下簡稱函館機場）起飛，飛往臺灣桃園國際機場（以下簡稱桃園機場）。機上載有飛航組員 2 人、客艙組員 4 人、隨機機務 1 人、乘客 168 人（含 1 名嬰兒），共計 175 人。約 1444 時，航機於桃園機場 23R 跑道落地後脫離跑道，滑行於 E 滑行道時，正駕駛員向塔臺宣告急迫情況（Pan-Pan），表示有組員身體不適需要救護車。待航機停妥，身體不適的副駕駛員在醫護人員初步檢查後送醫治療。

事故航班由副駕駛員坐於駕駛艙右座，擔任操控駕駛員（Pilot Flying, PF）。正駕駛員坐於駕駛艙左座，擔任監控駕駛員（Pilot Monitoring, PM）。依組員訪談及座艙語音紀錄資料，事故航機於下降、進場、及落地階段之飛行狀況正常，於桃園機場 23R 跑道落地後，正駕駛員於航機滾行速度降低至 70 浬/時後接手操控，並由 N6 滑行道脫離跑道。滑出過程中，副駕駛員依循桃園塔臺指示切換至地面管制席波道，在完成與地面管制席的初步通聯後，便對地面管制席之指示無後續回應。其時，正駕駛員專注於航機的左轉滑行而未發現異狀，待航機左轉至 N 滑行道，且副駕駛員發出不正常喊叫聲時，始發現副駕駛員已失去意識。正駕駛員曾嘗試輕拍副駕駛員肩膀，但無反應，故使用客艙通話系統呼叫座艙長進駕駛艙協助，亦透過無線電請求救護車至 602 停機位，以備後續醫療救護事宜。在滑行至停機坪過程中，客艙組員依照規定以客艙廣播尋得 3 名具醫護人員背景之乘客前來協助。

航機於停機坪停妥後，副駕駛員於駕駛艙內甦醒，走出駕駛艙至客艙

¹ 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）+8 小時。

組員座位休息，救護車隨後抵達機邊，副駕駛員步行下飛機搭上救護車，由該航班之隨機機務人員陪同送醫。

1.2 人員傷害

本事故副駕駛員於落地後身體不適，無其他人員受傷害。

1.3 航空器損害

無。

1.4 其他損害情況

無。

1.5 人員資料

1.5.1 飛航組員基本資料

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	53	33
進 入 公 司 日 期	民國 103 年 8 月 1 日	民國 107 年 9 月 17 日
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	A-320	A-320 DA-42NG
發 證 日 期	民國 108 年 9 月 2 日	民國 108 年 1 月 14 日
終 止 日 期	民國 113 年 9 月 1 日	民國 113 年 1 月 13 日
體 格 檢 查 種 類	甲類駕駛員	甲類駕駛員
終 止 日 期	民國 112 年 11 月 20 日	民國 112 年 8 月 31 日
總 飛 航 時 間 ²	17,857 小時 11 分	2,053 小時 43 分
事 故 型 機 飛 航 時 間	10,137 小時 35 分	1,848 小時 43 分
最 近 12 個 月 飛 航 時 間	648 小時 34 分	683 小時 58 分
最 近 90 日 內 飛 航 時 間	221 小時 02 分	227 小時 32 分

² 本表所列之飛航時間，均包含事故航班之飛行時間，計算至事故發生當時為止。

最近 30 日內飛航時間	81 小時 40 分	79 小時 10 分
最近 7 日內飛航時間	28 小時 07 分	22 小時 39 分
事故前 24 小時飛航時間	7 小時 08 分	7 小時 08 分
派飛事故當日首次任務前 之 休 息 期 間 ³	17 小時 06 分	29 小時 58 分

1.5.1.1 正駕駛員

正駕駛員曾為某航波音 B747 型機駕駛員，後轉任另一航空公司擔任空中巴士 A320 型機駕駛員。民國 103 年 8 月 1 日進入虎航 A320 機隊，同年 10 月 12 日完訓，擔任 A320 型機正駕駛員，A320 型機飛航時間 10,137 小時 35 分，總飛航時間為 17,857 小時 11 分。

正駕駛員持有中華民國飛機民航運輸駕駛員檢定證（ATPL⁴-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 A320*，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」，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 2026-08-12*」。

正駕駛員事故前最近一次年度適職性訓練（Proficiency Training, PT）時間為民國 112 年 7 月 13 日，評語欄內無異常紀錄；最近一次年度適職性考驗（Proficiency Check, PC）於民國 112 年 7 月 14 日通過，考驗結果為「*satisfactory*（滿意）」；最近一次年度實機考驗於民國 111 年 11 月 5 日通過，考驗結果為「*satisfactory*（滿意）」。

正駕駛員最近一次疲勞風險管理相關訓練，為駕客艙聯合複訓中的疲勞風險管理系統（Fatigue Risk Management System, FRMS）課程，於民國 112 年 5 月 15 日完成。

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 112 年 5

³ 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」。

⁴ Airline Transport Pilot License, ATPL.

月 10 日，終止日期為民國 112 年 11 月 30 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.*)」。

正駕駛員事故當日執行第 1 趟飛航任務前，依公司規定執行酒精測試，測試值為零。事故航班於桃園機場落地後，正駕駛員執行酒精測試，測試值為零。

1.5.1.2 副駕駛員

副駕駛員於國內某飛航訓練中心接受飛航訓練，並曾於該訓練中心擔任學科教官；民國 107 年 9 月 17 日進入虎航 A320 機隊，民國 108 年 3 月 30 日完訓，擔任副駕駛員職務。A320 型機飛航時間 1,848 小時 43 分，總飛航時間 2,053 小時 43 分。

副駕駛員持有中華民國飛機商用駕駛員檢定證 (CPL⁵-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 A320 DA-42 NG*，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：「*A320 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 L4 Expiry Date 2025-01-06*」。

副駕駛員事故前最近一次年度適職性訓練 (PT) 時間為民國 112 年 6 月 3 日，評語欄內無異常紀錄；最近一次年度適職性考驗 (PC) 於民國 112 年 6 月 4 日通過，考驗結果為「*satisfactory* (滿意)」；最近一次年度實機考驗於民國 112 年 3 月 3 日通過，考驗結果為「*satisfactory* (滿意)」。

副駕駛員最近一次疲勞風險管理相關訓練，為駕客艙聯合複訓中的疲勞風險管理系統課程，於民國 112 年 7 月 17 日完成。

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 111 年 8 月 4 日，終止日期為民國 112 年 8 月 31 日，體檢及格證限制欄內之註記

⁵ Commercial Pilot License, CPL.

為：「視力需戴眼鏡矯正 (Holder shall wear corrective lenses.)」。

副駕駛員事故當日執行第 1 趟飛航任務前，依公司規定執行酒精測試，測試值為零。事故航班於桃園機場落地後，副駕駛員送醫，於醫院執行酒精測試⁶。

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，問卷內容涵蓋睡眠⁷、睡眠品質⁸、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。

填答者係於「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

1.5.2.1 正駕駛員

8 月 4 日 0130 時就寢，15 分鐘內入睡，0900 時起床，睡眠品質可至良；1400 時至 1430 時小睡；1500 時至 2200 時在家待命。

8 月 5 日 0200 時就寢，15 分鐘內入睡，1000 時起床，睡眠品質良。本日休假，1600 時至 1700 時小睡；2100 時就寢，15 分鐘內入睡。

8 月 6 日 0000 時起床，睡眠品質差至可；0200 時至 0300 時小睡；0445 時至公司報到執行 IT240、IT241 桃園

⁶ 測試結果詳 1.13.1 副駕駛員事故後醫療紀錄。

⁷ 「睡眠」係指所有睡眠型態，如：長時間連續之睡眠、小睡 (nap)、勤務中休息之睡眠等。

⁸ 睡眠品質則依填答者主觀感受區分為優 (excellent)、良 (good)、可 (fair)、差 (poor)。

機場往返日本福岡國際機場之飛航任務。0616 時由桃園機場起飛，0831 時抵達福岡國際機場；0922 時由福岡國際機場起飛，1124 時返抵桃園機場，1154 時結束任務並返家。1300 時就寢，15 分鐘內入睡，1600 時起床，睡眠品質可；1600 時至 2200 時為私人活動；2200 時就寢，15 分鐘內入睡。

8 月 7 日 0400 時起床，睡眠品質可至良；0500 時至公司報到執行 IT236、IT237 桃園機場往返日本函館機場之飛航任務。0629 時由桃園機場起飛，1008 時抵達函館機場；1117 時由函館機場起飛，約 1440 時於桃園機場落地，滑行過程中發現副駕駛員失去意識。

事故後，正駕駛員圈選最能代表事故時精神狀態之敘述為：「3. 精神狀況不錯，還算正常，足以應付任務」；正駕駛員描述事故前一晚休息狀況不錯，因與配偶生活作息同步，故有相當體力應付任務要求。正駕駛員於問卷中表示，每日睡眠需求約 7.5 小時，未有不易入睡等睡眠問題，有睡意時可快速入眠，惟為執行早班任務須配合作息調整。平日未服用任何藥物。

1.5.2.2 副駕駛員

8 月 4 日 0438 時結束 IT601 韓國仁川國際機場飛往桃園機場之飛航任務後返家，0530 時就寢，0600 時入睡，1030 時起床，睡眠品質良；約 2230 時就寢，2300 時入睡。

8 月 5 日 1000 時起床，睡眠品質優；1255 時至公司報到執行 IT202、IT203 桃園機場往返日本成田國際機場之飛航任務。1435 時由桃園機場起飛，1801 時抵達成田國際機場；1906 時由成田國際機場起飛，2232 時返抵桃園機場，2302 時結束任務並返家。

8 月 6 日 0000 時就寢，0030 時入睡，1000 時起床，睡眠品質良；本日休假；2200 時就寢，2230 時入睡。

8 月 7 日 0400 時起床，睡眠品質差；未吃早餐，但有攝取 500 至 600 毫升水分。自家中出發時隨身攜帶一杯自行沖泡之膳食補充品；前往公司途中購買 2 份生菜沙拉當午餐，內含少量碎肉；0500 時至公司報到執行 IT236、IT237 桃園機場往返日本函館機場之飛航任務。0629 時由桃園機場起飛，1008 時抵達函館機場；地停期間曾閉眼休息約 15 至 20 分鐘，但未入睡；另執勤期間攝取約 1,500 至 1,600 毫升水分，未飲用茶、咖啡等飲品。1117 時由函館機場起飛，約 1340 時飲用早上隨身攜帶之膳食補充品，約 1440 時於桃園機場落地後，於滑行期間失去意識。

事故後，副駕駛員圈選最能代表事故時精神狀態之敘述為：「5. 有相當程度的疲累感，警覺力有些鬆懈」；副駕駛員於問卷中表示，每日睡眠需求約 9 小時，於 0500 時報到之早班或紅眼航班時較難有良好睡眠品質；平日無飛航任務之睡眠時段為 0000 時至 0900 時；執行飛航任務之通勤方式為自行開車，自住所至機場航廈停車場約 10 分鐘，之後轉搭機場捷運至公司約 20 分鐘，共計約 30 分鐘路程；事故前一日至事故時無身體不適，但有工作時差之疲憊感。平日未服用任何藥物，另其表示因飲用咖啡會有心悸感受，故平時無飲用咖啡習慣。

1.6 航空器資料

1.6.1 航空器與發動機基本資料

事故航空器基本資料如表 1.6-1。

表 1.6-1 航空器基本資料表

航空器基本資料表（統計至民國 112 年 8 月 7 日）	
國 籍	中華民國
航 空 器 登 記 號 碼	B-50023
機 型	A320-271N
製 造 廠 商	AIRBUS
出 廠 序 號	10799
出 廠 日 期	民國 111 年 2 月 10 日
接 收 日 期	民國 111 年 3 月 31 日
所 有 人	SKY HIGH 118 LEASING COMPANY LIMITED
使 用 人	台灣虎航股份有限公司
國籍登記證書編號	111-1675
適航證書編號	112-04-056
適航證書生效日	民國 112 年 4 月 1 日
適航證書有效期限	民國 113 年 3 月 31 日
航空器總使用時數	2,708:05
航空器總落地次數	1,158
上次定檢種類	A Check 05
上次定檢日期	民國 112 年 7 月 5 日
上次定檢後使用時數	368:48
上次定檢後落地次數	135

事故航機裝有 2 具國際航空發動機公司(International Aero Engines, IAE) 公司生產之 PW1127G-JM 型發動機，基本資料詳表 1.6-2。

表 1.6-2 發動機基本資料表

發動機基本資料表（統計至民國 112 年 8 月 7 日）		
製 造 廠 商	IAE	IAE
編 號 / 位 置	No. 1/左	No. 2/右
型 別	PW1127G-JM	PW1127G-JM
序 號	P772733	P772745
製 造 日 期	民國 110 年 10 月 25 日	民國 110 年 11 月 3 日
上次維修廠檢修後使用時數	2,339:17	2,339:17
上次維修廠檢修後使用週期數	1,023	1,023
總 使 用 時 數	2,708:05	2,708:05
總 使 用 週 期 數	1,158	1,158

1.6.2 航空器維修資訊

查閱事故航機事故前一次飛行前檢查、過境檢查及過夜檢查紀錄，均無異常登錄；依據該機適航指令列表及管制執行紀錄，無與本次事故相關或未執行之適航指令。查閱事故前 90 日之維護紀錄簿、延遲改正缺點紀錄、期間內更換之航材，均無異常登錄或可能影響飛航操作之系統維修紀錄。

1.6.3 載重與平衡

依據事故航機載重平衡表及飛航計畫，其載重與平衡相關資料如表 1.6-3，重心限制範圍如圖 1.6-1。

表 1.6-3 載重平衡表

單位：磅

最大零油重量	141,757
實際零油重量	129,300
最大起飛總重	169,755
實際起飛總重	155,300
起飛油量	25,916
航行耗油量	16,048
最大落地總重	148,591
落地總重	139,300
起飛重心位置	30.9% MAC
零油重心位置	32.7% MAC
MAC : mean aerodynamic chord, 平均空氣動力弦 起飛及落地重心限制範圍依重量約為 25%至 40%	

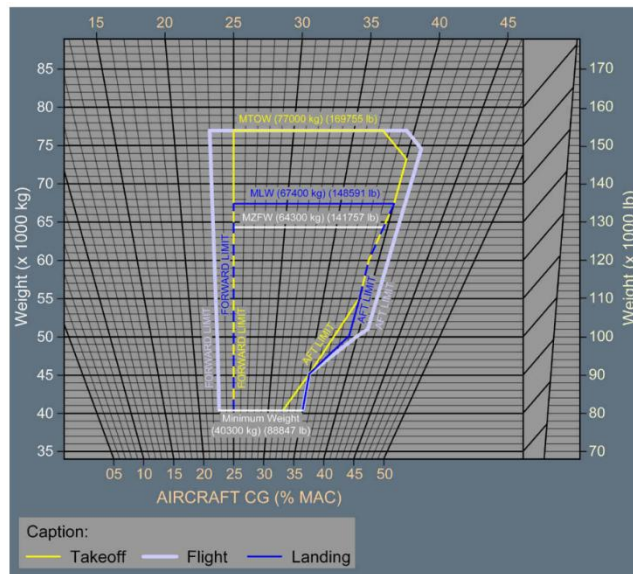


圖 1.6-1 重心限制範圍

1.7 天氣

1.7.1 天氣資訊

事故航機落地前，桃園機場地面天氣觀測紀錄如下：

1430 時：風向 250 度，風速 23 浬/時，陣風 33 浬/時；能見度 10 公里或以上；稀雲 1,500 呎、疏雲 20,000 呎；溫度 34°C、露點 25°C；高度表撥定值 998 百帕；全跑道有風切；趨勢預報—無顯著天氣變化。

1.8 助導航設施

無相關議題。

1.9 通信

無相關議題。

1.10.1 臺灣桃園國際機場

臺灣桃園國際機場

AERODROME CHART

AD ELEV 108FT 250449N 1211356E

TAIWAN TAOYUAN INTL AD

RADIO	RWY	THR	COORD	THR	COORD	THR	COORD	THR	COORD	THR	COORD
ATIS 127.8	05L	250422.42N	1211257.65E	74FT							
115.7 TAIPEI TOWER	23R	250540.16N	1211456.39E	63FT							
129.3 TAIPEI TOWER (Local back-up FREQ)	08R	250339.02N	1211354.58E	108FT	250341.16N	1211327.29E	107FT	107FT	107FT	107FT	107FT
121.7 TAIPEI GROUND	23L	250458.76N	1211354.58E	91FT	250452.33N	1211327.29E	98FT	98FT	98FT	98FT	98FT
121.8 TAIPEI DELIVERY (2500-1800UTC)											
121.8 TAIPEI DELIVERY (2500-1800UTC)											

REFER TO TABLE ON VERSO OF THIS CHART

1. COORD OF APPROPRIATE TWY CENTER LINE POINTS

2. THE TRANSVERSE SLOPE OF RWY STRIP

SCALE

0 200 400 600 800M

圖 1.10-1 桃園機場圖

⁹ 生效日期民國 112 年 6 月 29 日。

¹⁰ 鋪面等級序號 (Pavement Classification Number, PCN)，為 ICAO 用以標註跑道、滑行道或停機坪強度/荷載能力的標準方式。

1.11 飛航紀錄器

事故航機裝置 2 具新式座艙語音及資料紀錄器 (Cockpit Voice and Data Recorders, CVDR)，分別位於飛機前電子艙及機尾非加壓區。紀錄器製造商為 L3HARRIS Technologies 公司，件號均為 7100-0200-00。

1.11.1 座艙語音紀錄

該機語音紀錄具備 25 小時記錄能力，聲源分別來自正駕駛員麥克風、副駕駛員麥克風、廣播系統麥克風及座艙區域麥克風。該機座艙語音紀錄下載情形正常，錄音品質良好。所記錄之語音資料約 52 小時 23 分 15 秒，包括該航班起飛、巡航、進場、桃園機場落地、事故發生期間、至航機抵達停機位等過程，針對本事故製作之錄音抄件共約 12 分鐘。

1.11.2 飛航資料紀錄

本次事故之飛航資料紀錄共計 144 小時 12 分鐘 21 秒，記錄之參數約 1,350 餘項，係依據虎航提供之飛機製造商空中巴士公司解讀文件¹¹完成解讀。

本事故之時間基準係根據語音與飛航資料所記錄之關鍵事件參數將兩者時間同步，各資料來源整合後之時間誤差小於 1 秒，並以 UTC 時間為基準。經解讀後，事故發生前後相關之飛航資料參數紀錄摘錄如下：

1. 1438:25 時¹²，無線電高度 1,007 呎，空速 144 浬/時，地速 125 浬/時，兩套自動駕駛顯示 ON。
2. 1438:29 時，無線電高度 969 呎，磁航向 232-233 度，空速 142 浬/時，地速 125 浬/時，兩套自動駕駛解除。
3. 1439:06 時，無線電高度 513 呎，空速 150 浬/時，地速 130 浬/時，磁航向 235 度，下降率約 800 呎/分，航機仰角 0.53 度，左坡度 0.97 度。
4. 1439:12 時，無線電高度 404 呎，空速 150 浬/時，地速 129 浬/時，

¹¹ Airbus FDRPL/SA v2.0.21.

¹² 臺北時間。

磁航向 236 度，下降率約 800 呎/分，航機仰角 0.26 度，左坡度 0.26 度。

5. 1439:22 時，無線電高度 309 呎，空速 142 浬/時，地速 124 浬/時，磁航向 235 度，下降率約 600 呎/分，航機仰角 0.35 度，左坡度 1.67 度。
6. 1439:32 時，無線電高度 209 呎，空速 146 浬/時，地速 125 浬/時，磁航向 236 度，下降率約 500 呎/分，航機仰角 0.09 度，左坡度 4.75 度。
7. 1439:39 時，無線電高度 103 呎，空速 141 浬/時，地速 123 浬/時，磁航向 235 度，下降率約 800 呎/分，航機仰角 0.79 度，左坡度 0.18 度。
8. 1439:51 時，無線電高度 0 呎，左右主輪「weight on wheel」參數均已轉為「GND」，空速 137 浬/時，地速 124 浬/時，磁航向 235 度，航機仰角 0.26 度，左坡度 2.02 度，垂直加速度 1 秒內變化介於 0.85 g 及 1.02 g 之間，操控駕駛員操縱桿俯仰行程¹³1 秒內之變化介於-10.9 度至 2.24 度之間；左右油門控制桿角度已自 25 度收至 0 度（慢車位置），發動機之 N₁ 轉速此時分別為 38.6%（左）及 39.8%（右），該機於桃園機場 23R 跑道落地。
9. 1440:13 至 1440:33 時，地速從 48 浬/時減至 17 浬/時，磁航向介於 231 度向左至 203 度。1440:24 至 1440:27 時以及 1440:30 至 1440:32 時，VHF 1 顯示有發話訊號，該機位置為東經 121.23 度/北緯 25.08 度。
10. 1440:34 至 1440:41 時，地速從 15 浬/時減少至 9 浬/時，磁航向介於 202 度向左至 164 度，鼻輪轉向操控指令角度介於 6.8 度至 41 度，鼻輪轉向操控系統實際輸出角度介於 1.8 度至 16 度。
11. 1440:50 時，地速 7 浬/時，磁航向 108 度，VHF 1 顯示有發話訊號約 5 秒鐘，該機位置為東經 121.232 度/北緯 25.083 度。

¹³ 操縱桿於俯仰方向之輸入角度，負值為向後帶桿操作，航機俯仰角增加；正值為向前推桿，航機俯仰角減少。

12. 1441:06 至 1442:14 時，地速介於 11 至 20 哩/時，磁航向介於 53 至 54 度。
13. 1442:15 至 1442:38 時，地速介於 8 至 10 哩/時，磁航向介於 52 度向右至 144 度。
14. 1444:22 至 1445:28 時，地速介於 7 至 11 哩/時，磁航向介於 143 度向右至 144 度。VHF 1 顯示有 5 次發話訊號，該機位置為東經 121.24 度/北緯 25.08 度。
15. 1445:29 至 1446:01 時，地速介於 9 至 11 哩/時，磁航向介於 144 度向右至 234 度。
16. 1446:02 至 1446:39 時，地速介於 9 至 0 哩/時，磁航向介於 234 度向右至 323 度，該機停妥於機坪。
17. 1446:50 時，紀錄器停止記錄。

該機落地滑行軌跡如圖 1.11-1。



圖 1.11-1 事故航班落地滑行軌跡¹⁴

¹⁴ CVR 為座艙語音資料；FDR 為飛航資料。

1.12 航空器殘骸與撞擊資料

無相關議題。

1.13 醫療與病理

1.13.1 副駕駛員事故後醫療紀錄

依事故當日副駕駛員於敏盛綜合醫院急診病歷與診斷證明書：副駕駛員事故後被送抵醫院時意識清楚、無身體不適；理學檢查、血液及生化檢驗結果無異常發現；乙醇檢體檢驗結果值為每分升低於 10.0 毫克(mg/dL)；呼氣酒精濃度結果值為每公升低於 0.050 毫克 (mg/L)¹⁵。醫師診斷為：疑似在院外癲癇¹⁶發作、舌外傷；經檢查及診治後當日出院，需觀察症狀變化及門診複診。

副駕駛員於民國 112 年 8 月至 113 年 7 月至三軍總醫院（以下簡稱三總）神經科接受腦部醫學檢查，檢查項目包括：血液及生化、X 光、血管超音波、傾斜床、腦電波、自律神經及核磁共振等。其中腦電波檢查共 3 次，民國 112 年 8 月 21 日之腦電波檢查結果為：異常¹⁷；民國 112 年 12 月 20 日腦電波檢查結果為：normal（正常）；民國 113 年 7 月 3 日腦電波檢查結果為：normal（正常）。醫師診斷為：意識改變；醫師囑言：疑似咖啡因攝取過量。

¹⁵ 敏盛綜合醫院之生化檢驗報告，乙醇檢體檢驗與呼氣酒精濃度結果皆為檢驗範圍值；副駕駛員乙醇檢體檢驗結果為每分升低於 10.0 毫克，醫院參考值為每分升 0 至 30 毫克；呼氣酒精濃度結果為每公升低於 0.050 毫克，醫院參考值為每公升 0 至 0.15 毫克。

¹⁶ 癲癇為一種中樞神經系統之疾病或病變，導致大腦神經細胞出現不正常之陣發性、過度性及無秩序性之異常放電並出現臨床上各種不同之症狀，如全身抽搐、單側手、腳局部抽搐或感覺異樣，或持續重複同一動作等，或於腦電波圖顯示之陣發性變化。臨床上係以患者出現前述症狀稱之癲癇發作(seizure)，多次癲癇發作則有被診斷癲癇(epilepsy/seizure disorder)疾病之機會。有關癲癇疾病之進一步介紹，可參考 https://www.mmh.org.tw/taitam/neuro/index4_7.html。

¹⁷ 依 1.18.1.5 節訪談紀錄，神經專科醫師檢視本次腦電波檢查報告後表示：檢查結果顯示有雙側顳葉尖銳波，無法完全排除癲癇存在之可能性。摘錄報告原文如下：「During the recording, there were intermittent generalized spike and waves with phase reversal over bilateral posterior temporal region observed. This is an abnormal EEG study suggested that seizure disorder could not be excluded...」

副駕駛員於民國 113 年 2 月至 8 月另至臺北榮民總醫院（以下簡稱北榮）心臟內科、神經內科接受心臟與腦部醫學檢查，檢查項目包括：心電圖、心臟超音波、24 小時心電圖，以及鼻咽電極腦電波。心臟各項檢查結果顯示：無明顯異常；5 月 20 日施行之鼻咽電極腦電波、8 月 2 日腦電波檢查結果皆為：正常。

1.13.2 副駕駛員事故前體格檢查紀錄

依副駕駛員事故前 3 年至民用航空醫務中心體格檢查紀錄：副駕駛員各項指數未有與腦與心臟相關檢查之異常發現；另副駕駛員於民國 104 年民航新進人員體檢之腦電波結果正常。

1.14 火災

無相關議題。

1.15 生還因素

1.15.1 副駕駛員失能情形

依訪談紀錄與座艙語音紀錄抄件，事故當日該機於桃園機場落地後，副駕駛員自 1440:33 時起，於該機脫離跑道期間，對地面管制席之 2 次發話均無回應，並於 1440:48.6 時發出「啊」喊叫聲。正駕駛員於 1440:55.6 時回復地面管制席，並發現副駕駛員失去意識，遂於 1441:21.5 時透過機內通話請客艙組員進入駕駛艙協助。

座艙長於 1441:34 時進入駕駛艙後，看見副駕駛員有眼睛上吊、嘴角流出血水、身體僵硬並微抽搐等情形，對叫喚無反應；約 2 至 3 分鐘後，開始出現四肢伸張、拍打與掐脖子等動作，面部則呈現閉眼睡著狀態。

座艙長進入駕駛艙約 3 至 5 分鐘後，觀察副駕駛員逐漸清醒，但詢問其姓名仍無法回應。座艙語音紀錄顯示，座艙長於 1445:25.9 時提及副駕駛員似有慢慢恢復之情況；1446:19 時至 1447:34.1 時，座艙長 7 次與副駕駛員嘗試對話，副駕駛員以「呃、呃阿、嗯啊」等方式回應，直至 1447:35.8

時，首次以語句回應座艙長。

副駕駛員恢復意識後係自行走出駕駛艙至客艙組員座位休息，並於救護車抵達後自行下機、上救護車，由隨機機務同仁陪同就醫。副駕駛員搭乘救護車途中很快入睡，直至抵達醫院時醒來。

1.15.2 當日失能處置與救護作業

依訪談紀錄、座艙語音紀錄抄件及虎航提供之救護紀錄，事故當日副駕駛員失能後之處置與救護作業過程擇要如表 1.15-1。

表 1.15-1 副駕駛員失能後之處置與救護作業

時間	作業事項
1440:55.6 時	正駕駛員發現副駕駛員未對地面管制席發話回應，轉頭看向副駕駛員時發現其失能。
1441:21.5 時	正駕駛員透過機內通話請座艙長進入駕駛艙。
1441:34 時	座艙長進入駕駛艙，協助將副駕駛員座椅後傾、鬆開其衣服領口，並請正駕駛員通知客艙，再請一位客艙組員至駕駛艙協助。
1442:44.8 時	另一位客艙組員進入駕駛艙。
1443:33.4 時	客艙組員以乘客廣播尋求醫療協助。
1444:30.8 時、 1444:41.8 時	正駕駛員 2 次以無線電請求派遣救護車協助。
1445:39.1 時	3 名具醫護背景之乘客於駕駛艙外等候。
1446:51.9 時	座艙長觀察副駕駛員狀態漸恢復，與正駕駛員討論後，暫離駕駛艙執行艙門開啟程序。
1447 時	座艙長再次進入駕駛艙；另機坪督導接獲該機於 602 停機位有救護車需求，聯繫各單位派員處理。
1454 時	救護車抵達 602 停機位，醫護人員上機處理，詢問副駕駛員姓名、用餐情形等問題，並測量血糖，測量結果為每分升 120 毫克。
1457 時	副駕駛員在醫護人員與公司隨機機務人員陪同下，步行下機並上救護車。

1501 時	救護車離開 602 停機位並前往醫院。
1526 時	救護車抵達敏盛綜合醫院。

1.16 測試與研究¹⁸

1.16.1 疲勞生物數學模式分析

疲勞生物數學模式（Bio-mathematical Model）乃依科學上對疲勞原因的瞭解，進而發展之電腦分析程式，以預測班表所存在的疲勞風險¹⁹。本會係使用飛航組員疲勞評估預測模組（System for Aircrew Fatigue Evaluation, SAFE²⁰）做為潛在疲勞風險識別參考工具，評估本事故飛航組員實際執行飛航任務之執勤期間²¹班表疲勞預測值²²，惟 SAFE 評估時係未考量個體間之差異，如：睡眠需求、睡眠型態、睡眠品質、生理時鐘調整能力等。分析結果詳如附錄 1，摘要如下：

正駕駛員

- 依據實際飛航任務之執勤期間與 SAFE 預測之睡眠期間，正駕駛員事故時（1431 至 1446 時）之班表疲勞預測值為 3.95²³，疲勞程度介於「精神狀況不錯，還算正常，足以應付任務」與「精神狀況稍差，有點感到疲累」之間。
- 依據實際飛航任務之執勤期間與事故前正駕駛員實際之睡眠期

¹⁸ 本節摘錄專案調查小組為執行事故調查所進行之測試與研究，目的係為建構事實，此部分內容之分析與結論屬於事實資料之一部分；本會另將於第 2 章分析章節中，綜合考量所有事證，提出本案整體性分析與結論。

¹⁹ Manual for the Oversight of Fatigue Management Approaches, ICAO Doc 9966。

²⁰ 係由 Fatigue Risk Management Science Limited 所開發之飛航組員疲勞評估預測模組。

²¹ 係指組員自報到開始起算至完成所有飛航任務，飛機停止移動之期間加上飛航後整理工作之期間。

²² 疲勞預測值（Samn-Perelli 指數）尺度定義為：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，有點感到疲累之間；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。

²³ SAFE 原廠建議疲勞預測值介於 4.7 至 5.0 分間，組員應實施個人疲勞管理措施；5.0 至 5.3 分間航空公司應有積極的疲勞管理作為；5.3 至 6.0 分間建議考慮停止派遣；6.0 分以上應禁止派遣。

間，正駕駛員事故時之班表疲勞預測值為 4.01，疲勞程度介於「精神狀況稍差，有點感到疲累」與「有相當程度的疲累感，警覺力有些鬆懈」之間。

副駕駛員

- 依據實際飛航任務之執勤期間與 SAFE 預測之睡眠期間，副駕駛員事故時（1431 至 1446 時）之班表疲勞預測值為 4.01，疲勞程度介於「精神狀況稍差，有點感到疲累」與「有相當程度的疲累感，警覺力有些鬆懈」之間。
- 依據實際飛航任務之執勤期間與事故前副駕駛員實際睡眠期間，副駕駛員事故時之班表疲勞預測值為 3.65（未考慮副駕駛員事故前最近一次睡眠品質差之情形），疲勞程度介於「精神狀況不錯，還算正常，足以應付任務」與「精神狀況稍差，有點感到疲累」之間。

1.17 組織管理

1.17.1 飛航組員派遣規定

航空器飛航作業管理規則中，有關飛航組員派遣之相關規定摘錄如下：

第 36-2 條

航空器使用人每次發布之組員勤務表應包含至少連續十四天之執勤及休息安排。

組員應於充分休息情況下執行飛航任務，如因疲勞而有影響飛航安全之虞時，得不執行飛航任務。

航空器使用人應認知前項組員因疲勞而有影響飛航安全之虞時，得不執行飛航任務。

第 37 條

飛航組員之飛航時間限度如下：

一、標準飛航組員之飛航時間限度如下：

(一)連續二十四小時內，國內航線其飛航時間不得超過八小時，於執勤完畢後應給予連續十小時以上之休息。國際航線其飛航時間不得超過十小時，如國際航線飛航時間未超過八小時，於執勤完畢後應給予連續十小時以上之休息，如國際航線飛航時間超過八小時，於執勤完畢後應給予連續十八小時以上之休息；如國內航線及國際航線混合派遣時，其飛航時間限度應依國際航線之規定。

第 37-2 條

組員於執行飛航任務或待命勤務前，應給予連續十小時以上之休息。

航空器使用人不得超過連續三日派遣組員執行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。

連續二日派遣組員執行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，執勤完畢後應給予連續三十四小時以上之休息。

連續三日派遣組員執行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，執勤完畢後應給予連續五十四小時以上之休息。

航空器使用人派遣組員執行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後，給予連續十四小時以上之休息者，得不受前二項規定之限制。

第 38 條

飛航組員之飛航執勤期間限度如下：

一、標準飛航組員：國內航線一次可連續執勤十二小時，國際航線一次可連續執勤十四小時；如國內航線及國際航線混合派遣時，其飛航執勤期間限度依國際航線之規定。

1.17.2 疲勞管理方法指導手冊

國際民航組織（International Civil Aviation Organization, ICAO）於 2016 年發布 9966 號文件-疲勞管理方法指導手冊（Doc 9966, Manual for the Oversight of Fatigue Management Approaches）第 2 版，目的在介紹疲勞管理方法與監理原則，並協助航空業者有效管理與飛航作業有關之疲勞風險。手冊中提到航空業者除應遵守監理機關訂定之規範性限制，亦應承擔運用安全管理系統進行風險管理的責任，包括與疲勞有關之風險；並可藉由疲

勞危害識別與疲勞風險緩解措施以確保飛航任務之安全。

關於航空業者識別疲勞因素的方法，手冊建議可從失事和意外事件中蒐集資訊或參考可能與疲勞相關的危害報告、內部或外部所進行安全稽核的疲勞相關結果，及來自外部的疲勞相關安全資訊（例如，同類型的航空業者、事故調查機關）等，亦可透過自願報告系統資料檢視疲勞風險，並且辨識飛航組員於飛航作業中所發生之疲勞危害因素。該手冊並於附錄 I 中提供疲勞因素識別方法，以評估疲勞因素對飛航安全事件的影響。建議疲勞相關因素蒐集項目應包括組員任務班表、持續清醒時間與最近睡眠狀況、事件發生時間、狀況，及當事人對事件發生過程及自身狀況之描述等，以進一步分析疲勞與組員不安全行為的關聯。

關於航空業者緩解疲勞風險的措施，手冊中建議除典型的調整排班政策和方法、提供適當的睡眠機會或增加組員派遣人數外，亦包括訂定安全訓練計畫，以確保人員經過疲勞相關訓練並有能力執行其安全管理職責。手冊中指出航空業者應將疲勞管理議題納入訓練計畫，並讓疲勞管理有關人員，包括組織管理人員、排班人員及第一線工作人員接受疲勞管理訓練。該手冊並於附錄 J 中提供疲勞管理訓練內容之建議，針對組織內不同工作性質的人員，應依其職掌範圍及任務特性，提供適當之疲勞訓練，包括下列重點：

- 基礎科學原理：了解疲勞、睡眠及其對安全與表現之影響等基本知識。
- 睡眠衛生學：提供如何保持良好睡眠習慣的知識。
- 服務特定內容：根據航空業者的實際任務類型與運營特性量身定制的培訓內容。
- 個人緩解策略：提供個人管理疲勞的策略。
- 組織程序：讓員工熟悉組織的政策和程序，例如換班、疲勞致無法執勤的報告。

1.17.3 虎航疲勞管理作業

虎航訂有組員疲勞管理作業辦法²⁴以管控 A320 機隊飛航組員任務安排之疲勞相關因子所可能導致之危害與風險。基於任務特性，虎航將與疲勞管理相關之航班任務定義如下：

*早班任務 (Early Duty) :*組員報到時間落於起飛地時間上午 0600 前之任務。

*跨夜任務 (Late Duty) :*組員報離時間落於起飛地時間午夜 2400 後之任務。

*紅眼班任務 (Red Eye Duty) :*組員飛航執勤期間跨及起飛地時間上午 0200 至 0500 之飛航任務。

該作業辦法中，虎航使用 SAFE 檢核飛航組員班表疲勞指數之作業規定，摘錄如下：

5.1 疲勞風險管理程序：

5.1.1 疲勞風險管理-危害識別：

5.1.1.1 Predictive Hazard Identification：

Predictive process 旨在藉由檢視預劃之任務安排並參考可能影響組員作息調整及疲勞之因素，於疲勞相關事件發生前定義出可能導致其發生之危害。

...

5.1.1.1.3 組員派遣組於班表發佈前利用 SAFE 系統檢核預排之班表，確認所有任務之 Samn Perelli (SP) 指數皆低於 5.3 後方可進行該月份班表之發佈。

...

5.1.1.3 Reactive Hazard Identification:

Reactive process 旨在評估疲勞因子對安全報告及事件之可能影響。

5.1.1.3.1 組員派遣組於班表執行完後利用 SAFE (System for Aircrew Fatigue Evaluation) 檢核班表，若有任務之 Samn

²⁴ 組員疲勞管理作業辦法文件編號 OF-013，版本 AA、編修日期為 2020 年 9 月 18 日。

Perelli (SP) 指數因任務異動而高於 5.3，即於 SAG²⁵ meeting 中針對該班型進行討論。

虎航於事故前，使用 SAFE 系統評估事故正、副駕駛員自民國 112 年 5 月 1 日至 8 月 7 日預排班表之疲勞預測值，摘要如下：

- 正駕駛員最高疲勞指數為 5.1²⁶，為 5 月 29 日執行 IT600、IT601 桃園機場往返韓國仁川國際機場之飛航任務，報到時間為 2025 時，任務結束時間為 5 月 30 日 0331 時。事故日之飛航任務疲勞預測值最高為 4.04。
- 副駕駛員最高疲勞指數為 5.03，為 5 月 12 日執行 IT507、IT508 桃園機場往返泰國廊曼國際機場之飛航任務，報到時間為 1650 時，任務結束時間為 5 月 13 日 0227 時。事故日之飛航任務疲勞預測值最高為 4.08。

1.17.4 虎航組員疲勞報告機制

虎航建置有安全事件報告與分析系統 (Safety Event Reporting and Analysis, SERA)，員工可藉由 SERA 具名填寫自願報告，並可選擇內容是否保密，報告類別分為安全與非安全相關之報告，安全相關報告中可選擇是否屬於疲勞報告。報告人填寫並提交報告後由航安室專責人員負責處理，航安室得視需要將報告轉至相關單位如航務管理處、空服管理部等進行處理後，再將處理情形以摘要回復報告人。

依據虎航疲勞風險管理程序，組員派遣組應參考組員經由 SERA 疲勞報告或其他管道所提出針對班表安排之建議，進行後續班表規劃或改善。組員可利用 SERA 系統提交疲勞報告，反映其在實際任務執行情形之經驗，並由機隊針對該事項進行評估與討論。

依據虎航提供之資料，民國 111 年 2 月至 112 年 5 月 SERA 收到之疲勞報告計有 44 件，其中 36 件非屬機密報告中，飛航組員提報者占 20 件，

²⁵ 全名為 Safety Action Group。

²⁶ 係指駕駛員於飛航任務期間每 15 分鐘疲勞預測數值中之最高值。

其逐月疲勞報告件數統計如圖 1.17-1。檢視 36 件疲勞報告，其中 27 件與紅眼航班、早晚班交替之班型有關（占 75%），報告人多表示執行該等班型會影響睡眠品質、造成睡眠不足或生理時鐘調節不佳而產生疲勞。

虎航回復報告人之方式，多為將報告列入疲勞統計與紀錄，部分報告提供相關單位處理結果，如調整班表、更換組員、納入次月排班考量等。另報告人若有提供感覺疲勞之航班派遣資訊，則會提供報告人該航班派遣期間 SAFE 評估之疲勞預測值。經檢視虎航回復報告人所提報疲勞航班之疲勞預測值，範圍介於 2.51 至 5.16，未超過公司所訂定之標準²⁷。

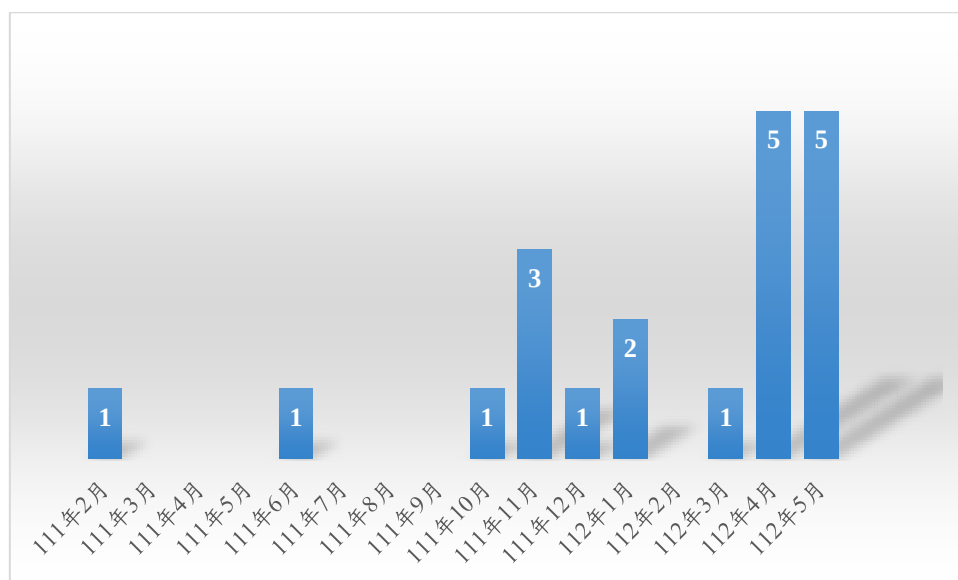


圖 1.17-1 飛航組員逐月疲勞報告件數統計

1.17.5 虎航員工休假及請假規則

依據虎航人事業務手冊-國內員工休假及請假規則²⁸，第一章 6.4 節國內員工休假及請假規則，連續請 2 日以上者，應檢附合法醫療機構或醫師之證明書。

²⁷ 係指飛航組員班表經 SAFE 分析後，其班表疲勞預測值（Samn-Perelli 指數）低於 5.3。

²⁸ 國內員工休假及請假規則文件編號 HR-001，版本 AL、編修日期為民國 112 年 1 月 7 日。

1.17.6 虎航 A320 機隊人力與營運資料

虎航自民國 111 年 8 月至 112 年 7 月間，飛航班次、飛機數量、已完成航路訓練之駕駛員數量、駕駛員飛時等之摘要說明如下。上述期間由於新冠肺炎（COVID-19）疫情逐漸和緩，我國於民國 111 年 10 月 13 日起鬆綁邊境防疫措施²⁹後，虎航之飛航班次與飛航組員飛時等皆逐步增加。

- 飛航班次由每月 470 架次逐步增加為每月 1,639 架次，增加 248.72%；
- A320 機隊飛機數量由 15 架減少為 13 架；
- 機隊已完訓駕駛員人數由 73 人增加為 102 人，增加 39.72%，其中已完訓正駕駛員由 41 人增加為 57 人，已完訓副駕駛員由 32 人增加為 45 人；
- 機隊已完訓正駕駛員月平均飛時由 10 小時 50 分增加為 78 小時 39 分，機隊已完訓副駕駛員月平均飛時由 10 小時 41 分增加為 82 小時 41 分；
- 事故正駕駛員每月飛時由 14 小時 15 分增加為 76 小時 17 分，事故副駕駛員每月飛時由 7 小時 36 分增加為 86 小時 02 分；
- 機隊已完訓正駕駛員事故前 12 個月飛時累加平均為 594 小時 43 分，機隊已完訓副駕駛員事故前 12 個月飛時累加平均為 644 小時 10 分；
- 事故正駕駛員事故前 12 個月飛時累加為 624 小時 54 分，事故副駕駛員事故前 12 個月飛時累加為 665 小時。

²⁹ 本國於民國 111 年 10 月 13 日實施鬆綁邊境防疫措施；於 12 月 10 日取消入境人數限制。

1.17.7 航空人員體格檢查腦與心臟功能之評估

有關我國³⁰、美國³¹、英國³²及澳洲³³等國家甲類（第一類）航空人員新進與例行體格檢查在腦與心臟功能常規檢查項目如表 1.17-1。其內容摘要如下：

體格檢查原則

各國航空人員體格檢查原則相同，體檢醫師除依受檢者提供之病史、就醫紀錄與常規檢查結果進行航空醫學評估外，在體檢醫師認為必要時得安排其他檢查或要求受檢者接受專科評估。

常規檢查項目與頻率

航空人員體格檢查分為新進與例行兩種。新進體格檢查係指受檢者首次申請航空人員體格檢查所接受之醫學檢查；例行體格檢查則指航空人員在體檢及格證效期到期前，為使該證持續有效所接受之例行性之醫學檢查。

³⁰ 依民用航空醫務中心（以下簡稱航醫中心）航醫字第 1130010418 號函資料整理。

³¹ 依美國聯邦航空總署（Federal Aviation Administration, FAA）官網及我國航醫中心神經醫學專科醫師訪談紀錄，美國航空人員體格檢查以體檢醫師問診為主，施予受檢者之常規檢查為尿液檢驗，其他檢查或專科醫學評估則於醫師認為必要時施行。相關資訊可參考：
https://www.faa.gov/pilots/medical_certification/get。

³² 英國航空人員體檢流程與常規檢查項目等資訊係參考英國民航局（Civil Aviation Authority, CAA）官網：
<https://www.caa.co.uk/commercial-industry/pilot-licences/medical/apply-for-a-class-1-medical-certificate/>。

³³ 澳洲航空人員體檢流程與常規檢查項目等資訊係參考澳洲民航局（Civil Aviation Safety Authority, CASA）網站：
<https://www.casa.gov.au/licences-and-certificates/aviation-medicals-and-certificates/medical-certification-process#Stepstoapplyforyourmedicalcertificate>。

表 1.17-1 各國甲類(第一類)航空人員體格檢查腦與心臟常規檢查比較

		我國航醫中心	美國聯邦航空總署	英國民航局	澳洲民航局
腦	新進	腦電波檢查、眼振檢查、認知測驗	無	無	無
	例行	無	無	無	無
心臟	新進	靜態心電圖檢查、運動心電圖檢查	≥35 歲：靜態心電圖檢查 >40 歲：靜態心電圖檢查：1 次/年	靜態心電圖檢查	無
	例行	<40 歲： - 靜態心電圖檢查：1 次/年 - 階梯心電圖檢查：1 次/年 40-59 歲： - 靜態心電圖檢查：1 次/6 個月 - 階梯/運動心電圖檢查：1 次/年 60 歲： - 靜態心電圖檢查 - 運動心電圖檢查 - 24 小時心電圖檢查 - 心臟超音波檢查； 61-64 歲： - 靜態心電圖檢查：1 次/4 個月 - 階梯心電圖檢查：1 次/年 - 運動心電圖檢查：1 次/年		<30 歲： - 靜態心電圖檢查：1 次/5 年 30-39 歲： - 靜態心電圖檢查：1 次/2 年 40-49 歲： - 靜態心電圖檢查：1 次/年 ≥50 歲： - 靜態心電圖檢查：1 次/6 個月	25 歲、30 歲、32 歲、34 歲、36 歲、38 歲、40 歲 首次換發體檢及格證時： - 靜態心電圖檢查 >40 歲： - 靜態心電圖檢查：1 次/年

無：未列入常規檢查項目，係於體檢醫師視情況安排或要求專科評估；
 美國聯邦航空總署訂定之心電圖檢查係參考：https://www.faa.gov/ame_guide/media/ECG_Required.pdf；
 英國民航局訂定之心電圖檢查係參考：<https://www.caa.co.uk/media/jgbgqgsn/20240209-v11-0-medical-certificate-validity-table.pdf>；
 澳洲民航局訂定之心電圖檢查係參考：<https://www.casa.gov.au/licences-and-certificates/aviation-medicals-and-certificates/additional-medical-tests-pilots-and-air-traffic-controllers#AdditionaltestsforClass1and3medicalcertificates>。

1.17.8 各國航空人員意識喪失評估重點

經整理美國、英國及澳洲等國家航空醫學體檢在航空人員意識喪失之評估重點，摘要如下³⁴：

- 美國聯邦航空總署（FAA）：航空人員具有無法解釋之意識喪失（Unexplained Loss of Consciousness, ULOC）或曾有 ULOC 病史，經 2 年恢復期且未再出現 ULOC 事件，得將神經醫學專科評估結果提交 FAA 審查，評估項目應包括該次 ULOC 事件描述，以及經由腦電波、神經造影、實驗室等檢查後所識別之神經學原因；如未有可識別之神經學原因，則視需要接受運動心電圖、24 小時心電圖、心臟超音波等心臟功能評估。
- 英國民航局（UK CAA）：航空人員出現單次意識障礙（Episode of Disturbance of Consciousness）或有意識障礙之醫療紀錄者，應接受進一步醫學檢查，項目包括神經學檢查、運動心電圖、心臟超音波、24 小時心電圖等檢查。
- 澳洲民航局（CASA）：航空人員出現短暫意識喪失（Transient Loss of Consciousness, TLOC）應接受進一步醫學評估，以找出 TLOC 之原因，如迷走神經昏厥；或心律不整、心臟疾病等心臟血管原因；或癲癇、腦血管疾病等神經學原因。

³⁴ 相關資訊可參考：

https://www.faa.gov/ame_guide/media/ULOC.pdf

<https://www.caa.co.uk/aeromedical-examiners/medical-standards/pilots/medical-conditions/neurology/neurology-guidance-material-gm/>

https://consultation.casa.gov.au/regulatory-program/pp-2302fs-2/supporting_documents/DRAFT%20%20Guidelines%20%20Medical%20Assessment%20for%20Aviation%20V%201.0.PDF

1.18 其他

1.18.1 訪談資料

1.18.1.1 正駕駛員

受訪者為某航空公司培訓駕駛員，飛過 B747-200、B747-400 型機，民國 98 年時離開該公司，當時飛時約 7,000 小時。之後轉任至另一家航空公司 A320 機隊飛了 5 年約 4,600 多小時。民國 103 年時加入虎航 A320 機隊，目前總飛時 17,626 小時，A320 飛行經驗共 14 年。

事故發生經過

受訪者為事故航班之監控駕駛員，該日風速較大，240 度 25 節風，但為正頂風，所以讓副駕駛員落地。為了減少滑行距離，航機自動煞車設定為中度煞車，副駕駛員落地狀況正常。由於虎航的政策，須由正駕駛員操作脫離跑道，因此落地後受訪者接手操作滑行，由 N6 滑行道脫離跑道，航管許可左轉 N 滑行道，這時已轉換擔任監控駕駛員的副駕駛員，已無法完整回答航管的無線電對話。因為航機是左轉脫離跑道，所以受訪者注意力看向左邊，等回頭看副駕駛員時，副駕駛員已經失去意識。副駕駛員坐在椅子上肩帶綁著，完全沒有反應，身體有在抽搐，頭有搖擺但不確定是由身體肌肉動作造成，還是隨著飛機動態擺動。

當時受訪者有嘗試拍醒副駕駛員，並持續滑行且拍打副駕駛員。隨後使用機內通話請座艙長進入駕駛艙。座艙長進駕駛艙後也嘗試拍叫副駕駛員，副駕駛員依然沒有反應，就向航管宣告 Pan-Pan，呼叫救護車，並繼續依照航管指示滑到 602 停機位。滑行期間，座艙長又請了另一位客艙組員進駕駛艙協助。客艙組員依程序對乘客廣播看是否有醫護人員，廣播後機上有 3 位護理師前來協助。當日約 46 分時停妥航機並關車，副駕駛員在航機停妥後就清醒了，眼神是正常的，但是完全不知道發生什麼事情。客艙組員就請副駕駛員站起來，走到駕駛艙外坐在客艙組員的位置休息。50 分救護車抵達停機位，醫護人員登機。受訪者自己完成關車及後續的程序，

確認飛機安全，並將副駕駛員個人物品收拾好，交給當日的隨機機務。副駕駛員由同仁攙扶離機，並由隨機機務陪同前往醫院。

受訪者表示當日氣流穩定，觀察副駕駛員的操作表現正常，落地也沒問題，因此認為副駕駛員的壓力應該不大。但受訪者亦提到，曾思考是否因為當日副駕駛員落地風速為 25 哩/時，雖為頂頭風，但為給飛標準 25 哩/時風速上限，可能副駕駛員自我壓力太大，造成失去意識的狀況。而關於受訪者自身的壓力，受訪者表示當日狀況相比過往颱風天給副駕駛員飛的狀況要好得多。

受訪者認為當日副駕駛員的狀況正常。飛行中受訪者習慣不吃東西，僅喝水或咖啡；副駕駛員則在飛行中有進食。

副駕駛員的身體狀況

受訪者曾擔任教師駕駛員，帶領事故副駕駛員的訓練課程。受訪者表示副駕駛員身體很壯，曾擔任三軍儀隊，因此身體姿態很好，注重健康飲食，這幾年來沒有聽過任何狀況。副駕駛員不能喝酒，喝一杯生啤酒走路就會跌倒。曾經在航機上與副駕駛員談到體檢，提到航醫說副駕駛員是運動員的身體，體檢數字很正常。而這兩天的作息，副駕駛員也是很早就睡覺。受訪者的觀察也沒問題。當日飛行任務期間，副駕駛員早上吃了一個便利商店的飯糰，中間吃了一個生菜沙拉，一個好像涼麵類的，都不需要加熱，直接吃。吃完後到要下降前，狀況都很好，應該不至於造成這樣的問題。

組員排班

公司的班表，都是出發時間很早或是很晚的班，因此組員也都會做相應的調整。受訪者自己前日飛行同樣也是清晨的福岡班，因此返家後只吃了一點東西，約晚上八、九點便就寢，因為早上 4 點要起床執行該航班。飛行過程有與副駕駛員聊到派遣狀況，副駕駛員同樣表達疲倦，前日亦很早就寢。

關於虎航的班表，受訪者表示其飛時連續 28 天是 73.31 小時，90 天 218 小時，一年應該有 800 多接近 1,000 小時。班表都是系統排的，法規上絕對沒問題，但是不合理。不理解為什麼不能把班排密一點，讓駕駛員能夠多休一點假。受訪者月底原可以有連續 4 天休假，但卻間隔排了 2 個待命班表，變成沒辦法連休。而駕駛員若要調動班表並不容易，因為還會有駕駛員配對的問題。受訪者認為虎航目前駕駛員人數不夠，尤其是副駕駛員，現在會飛到每月 90 多小時。

受訪者認為，為了與母公司同樣標準，所以報到時間為起飛前 90 分鐘，但是跟華航需要到華航園區報到不同，虎航都是直接到航廈報到，並不需要那麼多的時間，因此常常飛行前準備都做好了，就坐在飛機上面沒有事情。現在駕駛員的休息時間已經不多，晚一點報到讓駕駛員可以多一點休息，但反應多次都沒有用。前幾天飛大早班，接一個晚班，再接一個早班，實在是太累了，連上廁所沒辦法固定時間，需要自己吃幫助排便的營養食品。第三個早班已經很想請假了，但是副駕駛又很熟，就還是去飛。受訪者認為疲勞指數一定存在，但是帳面上就是合法。

1.18.1.2 副駕駛員

受訪者於國內某飛航訓練中心接受飛航訓練，並曾擔任學科教官；民國 107 年 9 月進入虎航，民國 108 年 3 月 30 日完訓，擔任副駕駛員職務。在公司服務期間，曾於民國 109 年 1 月手部骨折暫停飛行約 1.5 個月，民國 110 年 3 月中旬復飛後因新冠肺炎疫情影響，平均 1 個月執行 1 至 2 次國內線飛航任務，直至民國 111 年 11 月疫情趨緩後始恢復國際航班飛航任務。

事故發生經過

受訪者表示，事故航班係擔任操控駕駛員，回程時風大，以頂風居多。落地後因計劃於第一個滑行道脫離，故將自動煞車設在中等；印象中煞車後身體有向前移動，並於回復塔臺「Left Turn November 121.7」後就失去意識，直至座艙長在其身後叫喚並詢問是否知道暈倒時始恢復知覺，此期間

依據航機作業時間推估應有 3 至 5 分鐘，但受訪者自覺失去意識的時間很短暫，約一個閉眼的時間。失去意識前，未有身體狀況突然變差或不適，惟因戴墨鏡，遮擋部分視覺感知，故未能察覺是否頭暈。

受訪者恢復意識後，座艙長請其自行走出駕駛艙並在客艙組員座位休息，救護車隨後抵達。印象是自行走下機，再上救護車，惟是否有人攙扶則無印象。搭乘救護車途中很快入睡，直至抵達醫院才清醒。入院時是躺在擔架上入院。當日在急診室接受抽血、破傷風注射及電腦斷層檢查。醫師告知檢查結果正常，可辦理出院。受訪者於事故當日即出院，出院時診斷為舌外傷、疑似癲癇，需觀察症狀及門診複診。受訪者出院時自覺身體已大致恢復正常，醫師有開立消炎藥，但未服用。後續受訪者另赴內湖三總家醫科與神經內科就診，已接受抽血、X 光與超音波檢查，將再安排腦波、心臟等檢查。

生活與飲食習慣

受訪者平時下午有空會至健身房運動與游泳。事故前一日下午有至健身房運動與游泳；平時不飲酒，但偶爾抽菸，與朋友相聚較久時一次可能抽 7 至 8 根菸。無吃早餐習慣，午餐進食量較多，以飛機餐計算約需要 2 份，晚餐則以簡單清淡，如雞胸肉與燙青菜為主。事故前一日午餐為 1 杯豆漿、1 份蔥抓餅、1 份玉米蛋餅與 1 份雞排漢堡；事故前一晚約 17 時至 18 時用餐，為 1 至 2 片雞胸肉與 1 份地瓜葉；事故當日未吃早餐，但起床後有攝取 500 至 600 毫升水分，午餐為上班途中購買之 2 份生菜沙拉，機上未供餐點與飲料，亦未自費購買機上餐點，執勤期間有攝取約 1,500 至 1,600 cc 水分。此外，事故當日未飲用茶、咖啡等飲品；除了魚油、健身用之膳食補充品，未服用其他藥物或保健食品。

受訪者於民國 113 年 8 月 26 日再次接受調查小組訪談時提供其使用健身膳食補充品之相關資訊。受訪者表示，約於民國 109 至 110 年間，在朋

友介紹下於購物平台購入某健身營養食品公司販售之食用補充品³⁵ (Supplement); 依賣家提供之資訊, 該補充品可於健身前 1 至 2 小時使用, 初始用量可從該補充品所附湯匙舀 1/3 匙至 1/2 匙, 沖入 300 至 500 毫升水後飲用; 受訪者在使用所附湯匙舀出粉末時並不會精準測量粉末量, 起初使用時約舀出不超過 1/2 匙之粉末量, 隨飲用次數增加則較為隨性, 約舀出 1 匙或多於 1 匙粉末量, 但未曾有舀出 2 匙或 2 匙以上狀況。

受訪者於民國 109 至 110 年疫情期間, 平均一週使用 2 次; 111 年 11 月起, 隨疫情趨緩、值勤次數增加而減少用量, 平均一週使用 1 次; 事故前 6 個月, 平均 2 週使用 1 次 (運動頻率約 2 至 3 次/週)。

該補充品主要功效是讓肌肉充血、增進運動效果, 並降低運動後肌肉痠痛, 通常於運動前 1 至 2 小時使用, 惟使用後約 30 至 60 分鐘臉與頭皮部位會出現麻與癢之不適感受, 並持續至健身結束前, 健身結束後亦有較重疲憊感。經蒐集網上相關資訊, 受訪者認為該身體不適感受可能與體內血液循環速度增加有關。

受訪者表示, 在飲用該補充品初期知道該產品內含肌酸、肌胺酸等與肌肉充血效果相關成分, 但未特別留意含有咖啡因。受訪者平時未有飲用咖啡習慣, 其在飲用咖啡後會有心悸感受。受訪者表示事故後約 10 個月, 在三總、北榮相關檢查皆未顯異常, 並在醫師建議下回想事故當天其他可能因素時, 想起當天有飲用該補充品, 故在逐一檢視該補充品成分時發現有含量不低之咖啡因。後再檢視美國食品及藥物管理局 (Food and Drug Administration, FDA) 網站發現, 該局針對含有高純度咖啡因之健身補充品已有許多報導與文章, 提及人體若攝取超過 1,000 毫克之咖啡因即有機會出現如事故當天受訪者意識喪失之狀況, 且該局文章指出許多消費者因未

³⁵ 依該膳食補充品罐裝說明, 每罐重 450 克, 內附勺子 1 個作為份數測量之用。每勺 1 份, 計有粉末量 18 克, 內含 400 毫克無水咖啡因 (Caffeine Anhydrous)。罐裝貼有使用指引 (Directions), 建議消費者以該產品為膳食補充品時, 以 1 勺粉末與 6 至 8 盎司 (約 177 至 237 毫升) 冷水沖泡後於訓練前 20 至 30 分鐘使用, 且僅應於訓練日使用。罐裝另貼有警示 (Warning), 提醒消費者勿超過建議份量, 另有提醒與其他含咖啡因之產品併用, 以及本身對咖啡因敏感之消費者, 使用該產品可能出現嚴重不良健康反應。

能精確量測粉末量而易有攝取建議用量 2 至 3 倍以上之咖啡因之風險。另該局曾提出消費者在使用受訪者所購買補充品公司之產品後有許多不良事件 (Adverse Events)，其購買之補充品列有一項消費者使用後之嚴重個人傷害的抱怨 (Serious Personal Injury Complaint) 紀錄。

受訪者將上述資訊諮詢三總醫師，醫師亦認為事故當日咖啡因攝取過量，伴隨值勤期間之疲憊感，不排除為事故當日失能之可能醫學因素，並提及受訪者因無頭部外傷，且多次腦電波追蹤檢查皆為正常，顯示大腦本身應無異常，存在其他外部誘發因素之可能性高。

有關事故當日使用狀況，受訪者表示原規劃事故當日執勤結束後至健身房運動，故當日早上出門前有用該補充品所附湯匙舀一匙粉末至搖搖杯，再沖入約 500 毫升開水，另加入少許瓜胺酸粉末沖泡後帶出門。受訪者表示平時會將該搖搖杯放在車上，惟事故當日因搖搖杯隨身攜帶，在通過安檢時因符合機組人員可攜帶液體之規定，故將該搖搖杯帶至機上，於落地前約 1 小時左右飲用。當日飲用後，因開始執行進場作業，且當時風向較亂，故多專注在進場操作，除自覺體溫略高外，未有其他不適感受。在解除自動駕駛後雖自覺心跳較快，但平時執行該階段操作時亦有類似感受，故未特別在意。受訪者表示事故前 3 天僅事故當日飲用 1 次；事故前一週則應曾飲用 1 次。

受訪者自事故後至發現該補充品含有高純度咖啡因前，於進行重量訓練前仍有使用該補充品，使用後約 30 分鐘至 60 分鐘亦有前述不適感受。不過，在瞭解該補充品含有高純度咖啡因及其不良作用後已鮮少使用，且在該補充品效期過後未再使用。

體檢與健康狀況

受訪者最近一次於航醫中心年度體格檢查為民國 111 年 8 月，檢查結果正常，過程中未與醫師討論自己身體或健康狀況。原排定今 (112) 年 8 月 9 日體檢，但因本事故暫緩；受訪者表示體檢前未特別控制飲食。

健康狀況良好，未有慢性疾病或曾有癲癇發作等病史。然而，近幾個月因配合公司排班執勤，常感覺睡眠不足且相當疲憊，近日也影響腸胃（排便）功能，故事故當日午餐調整為生菜沙拉。

組員排班

受訪者表示公司在組員排班上雖符合法規，但違反人體特性，造成組員難以調適或無法負荷。以自己的飛時而言，自去年 11 至 12 月間至今，因疫情緩解、載客需求增加，飛時已累積約 700 多小時，且每月約 4 個紅眼航班，班表亦多以早、晚班交替居多。相較疫情前，每月飛時雖也約有 85 小時，但每月僅 1 次紅眼航班，早班頻率亦未如此高。

自今年 7 月 20 日起，受訪者班表為：2 個紅眼班、休息 1 日、早班、紅眼班、早班、紅眼班等交替出現。事故前一個班為紅眼班，故執勤後睡到隔日中午，造成事故前一晚雖就寢卻難以入睡，躺在床上也不時擔心再幾小時又要起床執勤，越想越睡不著，自覺很有壓力。整體而言，近幾個月睡眠狀況皆如此。

受訪者於今年 7 月底曾在執勤一次紅眼航班後，於隔日早上起床後因疲勞而向公司組派提出下一班需請假之需求，但公司組派卻表示該班因跨夜而需請 2 日病假，而 2 日病假則須檢附證明。受訪者因不知如何提供疲勞證明而繼續執勤。受訪者不確定公司是否有明文規定，要求組員提出 2 日病假申請需檢附就醫證明，但申請 1 日病假則無需檢附證明，自己數月前曾因疲勞而請過 1 日病假。另公司提供組員一年 5 天有薪病假。

相較疫情前，組員換班只要符合配對原則，較無換班困難問題，但近期公司因副駕駛員人力吃緊，常出現不易換班之情況；另疫情前每月休假約有 10 多天，但近期每月最多休 8 天、最少休 6 天。

疲勞管理

受訪者知悉公司有使用疲勞班表評估軟體，但不清楚公司設定之疲勞預測值，也未曾收到公司在每月班表排定後之執勤班表疲勞預測值數據。

有關疲勞反映管道，公司自願報告系統有疲勞相關選項可選擇，受訪者曾在今年 4、5 月提交一件疲勞報告，提出公司安排組員 0240 時報到、1200 時落地之班型會對組員睡眠造成影響。受訪者表示，為執行這趟飛航任務，2 晚睡眠受到影響，而公司常在這趟任務後再安排一趟 0700 時報到之早班（國內線 4 航班）。受訪者為了應付接續早班早起需要，常會在前一晚撐到 2000 時至 2100 時才入睡，此時身體會感覺 2 至 3 日未睡眠。因此，受訪者在報告中建議公司在安排此班後讓組員排休或不排早班。公司接獲報告後，有回復受訪者該班型符合公司訂定之疲勞指數範圍，惟公司有做處理，已將後續接早班調整為晚班。最近得知今年 9、10 月後可能不再安排前述班型。

事故當日進場作業負荷量

事故當日班機返回臺北過程，自下降至進場階段之工作負荷未特別高，亦未自覺有額外壓力。當日進場至落地，風較大，但多為頂風；若設定 2 分為一般平順落地、10 分為颱風時進場，當日進場操作難易度約在 6 至 7 分。

1.18.1.3 座艙長

受訪者為護理科系畢業，曾於醫療診所工作，約有 1 年多的工作資歷，於民國 103 年 7 月進入虎航服務至今。受訪者曾於民國 103 年至 105 年間擔任客艙組員職務，並於民國 105 年中轉任座艙長迄今。

事故發生經過

飛機落地後不到 1 分鐘，接獲正駕駛員電話通知進駕駛艙協助檢查副駕駛員狀況。進入駕駛艙後，印象中看到副駕駛員眼睛上吊、嘴角流出血水，對呼喚聲無反應，身體呈現僵硬、微微抽搐，便請正駕駛員及客艙組員向乘客尋求醫療協助，之後將副駕駛員座椅後傾並鬆開其領口；自進入駕駛艙約 2 至 3 分鐘後，副駕駛員四肢開始出現伸張及拍打，並有掐脖子的動作，但意識尚未恢復且對呼喚其名字無反應，臉部表情呈現睡著狀態，眼睛閉著。

當飛機滑行至停機坪時，副駕駛員逐漸清醒，但尚仍無法回答自己姓名，此時距受訪者進入駕駛艙約 3 至 5 分鐘；直到確認副駕駛員清醒後，受訪者才離開駕駛艙執行艙門開啟程序，約 1 分鐘內返回，此時副駕駛員已恢復意識及可回答出自己姓名，並表明想上廁所。

在飛機艙門開啟後，受訪者發現救護車已在駕駛艙右前方等待，便詢問副駕駛員可否自行走出駕駛艙，副駕駛員表示可以，便自行走出駕駛艙至廚房旁組員座位上休息，此時 3 名具醫療背景乘客也至前段客艙協助，但見副駕駛員狀況已逐漸恢復便未給予處置。救護人員約 1450 時登機，上機後向副駕駛員詢問姓名、用餐狀況，並量測血糖，血糖值為 120 毫克/分升，1455 時副駕駛員隨同救護人員自行下飛機及坐上救護車，由一名機務同仁陪同前往醫院。

組員失能程序

公司規定座艙長是唯一能進駕駛艙之客艙組員，而每個航班都會分配一名座艙長的職代(職務代理人)，事故當時職代位於後段 L4 的位置，並不知道受訪者接獲正駕駛員電話通知已進入駕駛艙協助，但在受訪者查明副駕駛員狀況後便請正駕駛員通知組員「前艙有狀況」，事後經同事轉達得知，正駕駛員是以機內通話通知前段客艙組員，再由前段客艙組員轉知後段客艙組員知悉。

當日執行組員失能程序時考量副駕駛員體格高大不易搬動、其手腳有揮打動作，及擔心副駕駛員頭部遭撞傷，故選擇將副駕駛員持續固定於座椅上。另評估副駕駛員能自主呼吸且飛機已落地，故無戴上氧氣面罩；但副駕駛員也曾手腳揮打過程中踢到駕駛艙中央區塊的儀表板。

副駕駛員精神狀況

報到時副駕駛員精神狀態看起來算是正常，沒有表現出特別有精神，也沒有特別疲倦。

飛航組員排班

受訪者表示曾聽飛航組員提及班表很累，因為目前大部分的班都需要凌晨報到，所以 5 點報到的班 3 點就必須起床，也可能有 2 點報到的班，使得組員必須在前晚 6 點就要就寢，但基本上組員都睡不好；此外，早、晚班混搭的班表也使組員很難調整作息。尤其在疫情過後，紅眼航班變多，所以早、晚及半夜時間點的班也變多，導致身體負荷增加，具體而言是知道要好好調整作息，但身體做不太到。

1.18.1.4 組員派遣組主管

飛航組員班表排定

飛航組員班表首先由商務部門產出每季航班表，再由航務部門每月據以排定下個月飛航組員預劃班表後，使用 SAFE 預測模組對預劃班表進行檢核。當 SAFE 產出之疲勞預測值高於公司提報交通部民用航空局（民航局）核可設定之門檻值 5.3，則會調整預劃班表，以確保飛航組員每個航班疲勞預測值皆低於 5.3，並於實行日 1 週前發布下個月班表。惟公司使用之 SAFE 與排班系統並未整合，無法持續以 SAFE 自動檢核班表；對於航班臨時異動造成之疲勞預測值高於 5.3 時，將於每月安全工作小組會議中檢討修正。

因受民航法規飛時及休時的限制，基本上，早接晚、晚接早的班型應該無法避免，現行公司排班方式是以 5 天為一個周期，以早、早、中、晚、晚的模式進行排班，原則上會儘量避免早接晚、晚接早班型，並視飛航組員反映做調整。

飛航組員調班規定

飛航組員要更換班次須於 3 個工作天前提出，在符合法規情況下，會協助飛航組員換班；若換班任務非紅眼航班，則不會再次使用 SAFE 對班表進行檢核；若遇紅眼航班任務之異動，則會使用 SAFE 再次檢核。

飛航組員請假規定

針對飛航組員遇跨日航班提出病假申請，目前按公司規定須請 2 日病假，並應檢附醫師診斷證明，但飛航組員因疲勞因素表示無法執勤需要臨時請假，可以請病假方式辦理。

疲勞問題反映

若飛航組員認為班表有疲勞問題，只要跟派遣組反映，會參考飛航組員的意見做調整；但常有的問題是每個人的想法不一樣，有的飛航組員對相同班表覺得可以接受，有的飛航組員覺得很疲累。

飛航組員遇疲勞問題可直接向機隊報告，或聯繫派遣組做調整，過去實際上也曾有飛航組員向派遣組反映有疲勞問題，公司則改派待命人員執行飛航任務。

SAFE 應用情形

公司已使用 SAFE 多年，應是國籍航空公司較早使用班表疲勞評估軟體者。公司選擇疲勞預測值 5.3 作為識別疲勞風險之門檻值，係經由系統廠商建議，5.3 以下為可接受範圍，並未對 5.3 以下之班表另有疲勞管理措施；或將 SAFE 疲勞預測值做其他統計分析應用。

目前公司並未隨班表提供飛航組員每航班之 SAFE 疲勞預測值；受訪者認為飛航組員依自身感覺應較為準確，會參考班表疲勞預測值做自主管理機會不高，對改善助益不大。

疫情前後之差異

新冠肺炎疫情前，營運尖峰時飛航組員每月平均飛時接近 80 小時，偶爾有 1、2 個月到達 83 小時，事故前飛航組員每月平均飛時應還未達疫情前之尖峰。

受訪者不覺得疫情後紅眼航班比疫情前多。本事故前，於民國 111 年下半年疫情解封後，較疲累的紅眼航班主要為飛大阪機場及羽田機場的紅眼航班，飛大阪紅眼航班因時段很差導致飛航組員很疲累，公司已取消；

飛羽田紅眼航班現已改為住房，飛航組員應看到公司對疲勞之改善作為。

對排班而言，並無對疫情解封後的營運復甦做額外的改變管理；惟目前公司的飛航組員人力尚未達理想值，公司期望的人機比 1:5，但目前約為 1:4.7，人力短缺原因主要是其他航空公司會挖角，造成飛航組員的流失。

對副駕駛員人數不足問題，公司已在進行飛航組員的招募，目前業界很難招募到副駕駛，公司也不想一直招募外籍機師，但有開始招募具商用飛行駕駛執照者及培訓駕駛員為未來做準備。

飛航組員供餐

飛航任務期間，公司並未對飛航組員供餐，選擇讓飛航組員自行購買並選擇用餐內容，針對飛航組員未用餐對血糖的影響及營養補充問題，因每位飛航組員飲食習慣及需求不盡相同，受訪者建議宜由飛航組員做好自我管理，自行決定適合自己的食物。

飛航組員疲勞管理訓練

所有新進組員受訓期間皆上過疲勞風險管理系統相關課程，最常看到的是經驗傳承，資深教官教導年輕教官該如何做，或者現在年輕教官也有自己管理生活作息的方法。

1.18.1.5 神經醫學專科醫師

受訪者為具航空醫學背景之神經醫學專科醫師，對副駕駛員失能可能之醫學狀況、相關醫學評估與各國航空醫學體檢現況，其醫學見解概述如下：

失能之可能醫學狀況

依副駕駛員失能過程紀錄³⁶、事故當日至急診室就醫之診斷證明書及三總神經科部檢查報告與診斷證明書，副駕駛員於事故當日航機落地、脫離

³⁶ 依 1.15 節生還因素章節內容。

跑道後，自未回應地面管制席發話至首次以語句回應座艙長，其喪失意識時間估計超過 6 分鐘，且期間出現許多不自主動作。受訪者認為該失能狀況難以單獨用疲勞、暈厥、心血管之神經反射或姿態性低血壓等原因解釋事故當日失能之可能醫學狀況。

受訪者表示，疲勞雖可能使人員產生不正常之生理狀態，但基於大腦有保護機制，如維持腦血流穩定灌注等恆定性，以副駕駛員事故前睡眠與清醒狀態，疲勞因素應不至直接引發癲癇發作。以暈厥而言，一般常發生於人員因疼痛（例如抽血或針劑注射）、驚嚇或心血管反射等情況，致腦部短暫缺血而失去意識；惟當平躺使大腦與心臟呈現水平姿態後，使血液再次供應大腦，意識便很快恢復。因此，暈厥產生之意識喪失時間通常僅約 10 至 20 秒，亦與副駕駛員於事故當日喪失意識 6 分鐘有明顯差異。

雖難以用疲勞、暈厥等原因解釋事故當日之失能，但考量副駕駛員意識喪失時間較長，且其於民國 112 年 8 月在三總腦電波檢查結果顯示有雙側顳葉尖銳波，無法完全排除癲癇存在之可能性。腦部不正常放電原因可略分兩類：其一為腦部神經本身異常放電，通常是曾受過傷，腦部發炎等；其二為腦部可能為低溫、低血糖、電解質不平衡、酒精或藥物等影響而導致腦細胞異常放電，但腦組織正常。然而，以事故當日失能之行為觀察紀錄、當日急診紀錄及三總神經科部檢查等資料，診斷副駕駛員為癲癇仍有困難，理由如下：(1)副駕駛員無癲癇病史，過去在航醫中心新進駕駛員體格檢查之腦電波結果正常，近幾年亦未有頭部受傷紀錄；(2)假若副駕駛員於事故當日之失能為癲癇發作，亦為首次發作，臨床上診斷癲癇係以 2 次或以上癲癇發作為原則；(3) 未有副駕駛員事故當日失能過程影像紀錄，故不易讓臨床醫師藉影像判斷失能時行為症狀與癲癇發作行為症狀的近似性；(4)若診斷為癲癇，則後續須考量其原因及是否需給予抗癲癇藥物治療，對當事人心理必然亦有影響，故臨床醫師作此診斷會格外慎重；(5)考量駕駛員若診斷為癲癇將被判定為不符體位且不得申請缺點免計，將被永久停飛

³⁷，故診斷時會更為謹慎。

另受訪者認為，副駕駛員於事故當日機上血糖檢測雖未顯異常（每分升 120 毫克），惟使用試紙檢驗血糖應考量有誤差存在之可能性，且醫學上難以用某一時間點之血糖值推測 10 分鐘前之血糖值。基於副駕駛員血糖檢測時間為意識恢復後，故尚無法完全排除喪失意識前是否存在血糖相對較低之可能性。然而，考量副駕駛員年齡較輕，亦無多日未進食等狀況，體內應儲存有一定之肝醣可供身體使用，應不致因血糖低於正常值（每分升 60 毫克）而喪失意識。

相關醫學評估

以民國 112 年 12 月三總神經科部醫師診斷副駕駛員為意識改變，惟目前神經科相關檢查並未提供導致意識喪失的合理原因。我國航空人員體格檢查標準規定「喪失知覺病史原因不明者」，為不得申請缺點免計項目³⁸，必須停飛；副駕駛員未來若要申請復飛，應再接受進一步醫學檢查，以找出是否存在可解釋事故當日喪失意識之可能醫學狀況，且確認該狀況是否屬可治療性。建議檢查方向如下：

腦功能檢查：接受癲癇特定評估，如自主神經功能檢查、24 小時睡眠剝奪腦電波檢查，或蝶骨下電極腦波檢查以記錄顳葉放電；或至另一間具癲癇次專科之神經科醫學中心接受癲癇評估；惟若檢查結果亦無異常發現，仍無法完全排除大腦無異常放電之可能。

心臟功能檢查：接受 24 小時心電圖、心臟超音波等檢查以確認是否存在心律不整、心臟瓣膜閉鎖不全、心室肥厚等問題，致大腦缺血而喪失意識。

受訪者表示，若經進一步大腦與心臟功能之醫學檢查仍未能找出明確可解釋副駕駛員於事故當日喪失意識之原因，要申請復飛則需將相關檢查

³⁷ 依航空人員體格檢查標準第 17 條。

³⁸ 依航空人員體格檢查標準第 40 條。

資料送民航局審議，由審議委員會根據相關醫療紀錄作復飛判斷。然而，對於有喪失意識病史但原因不明者，可能會判定為申請者需有相當時間之觀察期。以美國為例，在航空醫學體檢指南（Guide for Aviation Medical Examiners）中規定：如民航駕駛員發生無法解釋之意識喪失，則需有 2 年觀察期；觀察期屆滿，須將神經科、心臟科、運動心電圖、腦電波等檢查報告及觀察期內無再次發作等證據，提供給航空醫學體檢醫師進行判斷。

我國與其他國家在航空醫學體檢現況

受訪者表示，我國目前航空人員常規體格檢查項目較多數國外航空醫學檢查項目為多。我國駕駛員接受新進航空人員體格檢查皆安排有運動心電圖檢查、肺功能檢查、腦波檢查、眼振檢查；每年例行體格檢查安排有階梯式運動心電圖；年滿 40 歲則安排運動心電圖檢查。對照美國航空醫學檢查：每年僅施予駕駛員尿液檢驗；若駕駛員年滿 35 歲再增加靜態心電圖；超過 40 歲申請第一類（Class 1）之體檢證，每年安排 1 次靜態心電圖。

關於未來我國是否考量再增加其他更高階或調整現行特定檢查項目之頻率等作法，受訪者表示應考量該醫學狀況發生率與比例原則。

我國在新進與年滿 40 歲之駕駛員體檢皆包含運動心電圖檢查，已優於美國作法，惟運動心電圖檢查有其限制存在，以準確率而言約有 7 成，故仍有 3 成偽陰性或是偽陽性的可能。

有關腦電波檢查，現行僅在駕駛員接受新進與年滿 60 歲時之航空人員體檢時施行。大多數國家航空人員體檢未包括腦波檢查。雖腦波檢查目的在評估大腦是否有異常放電情形，惟應留意施行該項檢查未必有機會可測量到癲癇發作等異常腦電波。換言之，駕駛員接受一次 30 分鐘之腦電波檢查且結果無異常，僅代表這段時間內沒有腦部異常放電，無法排除大腦是否存在異常放電之情形。此外，目前臨床醫學檢查尚無有效方式可偵測與監控正常成人是否有癲癇發作之狀況。

1.18.2 組員失能程序相關手冊內容

依虎航提供之書面資料，關於組員失能相關程序，見於下列手冊中：航務手冊³⁹ (Flight Operations Manual, FOM)，飛航組員操作手冊⁴⁰ (Flight Crew Operating Manual, FCOM)，及客艙組員操作手冊⁴¹ (Cabin Crew Operation Manual, CCOM)。相關內容摘錄如下：

航務手冊 (FOM)

航務手冊第 10.7.6 節所列，為關於組員失能的整體性敘述。內容提到，組員失能的可能性始終存在，而且可能發生在所有年齡層的組員及所有飛行階段。亦針對失能的分類及造成失能的原因，予以簡要說明。而關於組員失能的處理程序，則描述於飛航組員操作手冊中的補充程序章節。

原文摘錄如下：

10.7.6 Flight Crew Incapacitation

Flight crew incapacitation is always a possibility. It can occur in all age groups and during any phase of flight. Incapacitation may be either obvious or subtle, so it is important to remain alert for either form.

Obvious incapacitation is easier to detect and is more likely to be disabling and long-lasting. Subtle incapacitation is not so obvious and, thus, can be more of an operational hazard. Subtle incapacitation can occur due to physical disabilities, such as a stroke or heart attack. It can also take the form of mental incapacitation where the pilot, for example, loses the ability to manage complex situations such as an instrument approach or becomes fixated on getting to the runway, allowing the airplane to become destabilized. Flight crew members should be particularly alerted for subtle incapacitation after long flights or when fatigued.

³⁹ 版次為 REV-20，生效日期民國 112 年 6 月 15 日。

⁴⁰ 版本生效日期為民國 112 年 5 月 24 日。

⁴¹ 版次為 REV.16，生效日期民國 112 年 7 月 14 日。

The main challenge with subtle incapacitation is recognizing the problem. When any form of incapacitation is suspected, other flight crew members must somehow break through to the incapacitated pilot, or, if unable to gain an appropriate response, must take control of the airplane.

10.7.6.2 Crew Member Action

Actions to be taken in the event of flight crew incapacitation refer to FCOM “Supplementary Procedures”.

飛航組員操作手冊 (FCOM)

飛航組員操作手冊中，關於組員失能的程序，列於正常程序-補充程序中的其他項目⁴²。組員須以確保航機狀態安全無虞為優先，經由機內廣播系統呼叫「CIC INTO COCKPIT」以取得客艙組員之協助。接著安置失能組員，將之固定在駕駛艙座位或是移至客艙。後續則視狀況，找尋可提供協助的額外組員、具醫療背景乘客，以及諮詢公司聯管部門的意見及協助等。並對組員處理失能狀況可以考量之作為，做出提醒與建議。

原文摘錄如下：

FCOM Normal Procedures “Supplementary Procedures”

SUPPLEMENTARY PROCEDURES – MISCELLANEOUS

Crewmember actions are as follows:

ASSURE A SAFE CONDITION OF FLIGHT

- If necessary, take full control of the airplane; use the autopilot, as appropriate.

- Check position of essential controls and switches, particularly those of the incapacitated flight crewmember.

- Call "CIC INTO COCKPIT" via PA system.

⁴² 頁次為 PRO-NOR-SUP-MISC- P 1/2。

- Restrain the incapacitated flight crew in the seat, using shoulder harness lock, and slide the seat aft. (Other crewmember's assistance may be required.)

- Have the cabin crew check the cabin for ACM, ECM, or off-duty Tigerair Taiwan flight crew. Request this flight crew to come to the flight deck to assist. Assign tasks to this person according to current qualification and position with Tigerair Taiwan. It is not normally advisable to allow unqualified parties to occupy a pilot station.

- Remove the incapacitated flight crew from the seat, using assistance from other crewmembers.

- If the remaining flight crew consist of only a single pilot on type, an emergency must be declared. Explain the nature of the situation to ATC.

- Consider landing at the nearest suitable airport (consult with OCC, if in doubt) TAKE CARE OF THE INCAPACITATED FLIGHT CREWMEMBER

- Provide first aid. This duty should be assigned to the cabin crew and, if possible, any prolonged first aid should be administered outside the flight deck.

- Ask the cabin crew to make a PA, requesting a doctor's assistance if among the passengers.

- Notify ATC and/or the Company, requesting medical or other ground assistance such as an ambulance, fire truck, tow truck..., etc.

客艙組員操作手冊 (CCOM)

客艙組員操作手冊中，關於組員失能的程序，列於第 4 章異常處理及緊急程序，其中又分飛航組員失能與客艙組員失能。

飛航組員失能的程序為第 4.1.2 節，與飛航組員操作手冊中所敘述類似，飛航組員會以機內廣播系統呼叫「CIC INTO COCKPIT」，座艙長須立即進入駕駛艙。接著為安置失能飛航組員之程序，包括將組員固定於座位，將座椅移至最後方的位置並傾倒椅背，並對未失能的飛航組員提供必要之協

助，同時也尋求額外組員及具醫療背景乘客的幫助。

原文摘錄如下：

4.1.2 Flight/Cabin Crew Incapacitation Procedures

1. Flight Crew Incapacitation Procedures

1.1 General

1.1.1 In case of incapacitation of a Flight Crew, the other pilot shall call a Cabin Crew as soon as possible. The best way to request assistance from the cabin crew is by the PA system. Flight crew announces, CIC INTO COCKPIT, then CIC proceed to the cockpit immediately.

1.1.2 Cabin crew action

A. Tighten and lock shoulder harness and lap belt.

B. Move the flight crew seat fully AFT.

C. Fully recline the flight crew seat back.

D. Provide assistant and first aid.

E. Follow the instructions from the remaining flight crew such as:

a. Move the incapacitated flight crew to the cabin.

b. Page qualified medical passenger onboard for assistance.

c. Check if TTW flight crew is on board to replace the incapacitated flight crew.

Note:

It takes 2 persons to remove the dead weight of an unconscious body from the seat without undue risk or interference with operational controls or switches. A cabin crew or a doctor should be given the responsibility of caring for the affected flight crew.

1.18.3 高濃度咖啡因對人員生理狀態影響

咖啡因 (Caffeine) 是一種食品與藥品成分中常見之興奮劑，攝取後可被人體快速吸收而產生興奮與提升精神等效果。ICAO 在提供給業者之疲勞管理指引 (Fatigue Management Guide for Airline Operators) ⁴³ 中提出：策略性使用咖啡因 (Strategic Use of Caffeine) 可作為飛航組員執勤期間暫時降低嗜睡感之疲勞緩解方法。美國 FAA 建議⁴⁴，每日攝取 250 毫克咖啡因已達中度使用，攝取超過 500 毫克則為過度使用；另依美國 FDA⁴⁵ 與文獻⁴⁶ 建議，健康成人每日咖啡因攝取量上限為 400 毫克。

FDA 與相關研究顯示，咖啡因攝取過量可能使人產生失眠、頭痛、頭暈或心跳加速等生理反應；當咖啡因攝取超過 1,200 毫克，可能會對人體產生如心搏過速、心室性心律不整、癲癇發作等咖啡因毒性效果 (Toxic Effects) ⁴⁷。此外，咖啡因產生之生理反應可能因不同個體之體質、對咖啡因之耐受性、攝取咖啡因時之生理狀態（如疲勞、脫水、節食）不同而異⁴⁸。

FDA 指出，近年來消費者在食品市場，特別自網路零售商平台購買含高濃度咖啡因之膳食補充品 (Highly Concentrated Caffeine in Dietary Supplements) 相當普及，這類膳食補充品常以散裝包裝之粉末或液體形式販售。然而，FDA 發現⁴⁹，消費者在使用散裝包裝之膳食補充品，常因測量誤差、未正確理解包裝標示之使用指引等狀況而過量攝取補充品所含高濃度咖啡因而增加危害健康之機會。以市售含高濃度咖啡因之粉末膳食補充品為例，產品包裝雖印有使用指引供消費者參考每次用量，惟消費者使用產品所附勺子或使用一般湯匙難以精準計算或測量包裝標示之建議用量；

⁴³ [https://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/FRMS%20Tools/FMG%20for%20Airline%20Operators%202nd%20Ed%20\(Final\)%20EN.pdf](https://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/FRMS%20Tools/FMG%20for%20Airline%20Operators%202nd%20Ed%20(Final)%20EN.pdf)

⁴⁴ https://www.faa.gov/about/initiatives/maintenance_hf/fatigue/faq

⁴⁵ <https://www.fda.gov/consumers/consumer-updates/spilling-beans-how-much-caffeine-too-much>

⁴⁶ Nawrot, P., Jordan, S., Eastwood, J., Rotstein, J., Hugenholtz, A., & Feeley, M. (2003). Effects of caffeine on human health. *Food Additives & Contaminants*, 20(1), 1-30.

⁴⁷ Center for Food Safety and Applied Nutrition, Food and Drug Administration, U.S. Departments of Agriculture and Health and Human Services. *Highly Concentrated Caffeine in Dietary Supplements: Guidance for Industry*; Food and Drug Administration: Silver Spring, MD, USA, 2018.

⁴⁸ Lystrup, R. M., & Leggit, J. C. (2015). Caffeine toxicity due to supplement use in caffeine—naïve individual: A cautionary tale. *Military medicine*, 180(8), e936-e940.

⁴⁹ <https://www.fda.gov/food/information-select-dietary-supplement-ingredients-and-other-substances/pure-and-highly-concentrated-caffeine>

近年來美國亦有消費者因過量攝取膳食補充品所含高濃度咖啡因而出現如噁心、嘔吐、腹痛、煩躁和肌肉抽搐等嚴重不良生理反應之案例⁵⁰。因此，FDA 於 2018 年發布一份關於含高濃度咖啡因之膳食補充品指引（Highly Concentrated Caffeine in Dietary Supplements: Guidance for Industry）並提出製造與銷售之建議作法，以降低消費者因使用該類產品之健康危害。

1.18.4 事件序

本事故發生之重要事件順序如表 1.18-1。

表 1.18-1 本次事故事件序

時間	事件	資料來源
1024	自函館機場起飛。	飛航紀錄
1438:29	航機無線電高度 969 呎，副駕駛員解除自動駕駛功能，開始手控航機飛行。	CVR FDR
1439:15	副駕駛員下達落地決定。	CVR
1439:51	航機無線電高度 0 呎，左右主輪「weight on wheel」，參數均已轉為「GND」，航機於桃園機場 23R 跑道落地。	FDR
1440:00	正、副駕駛員交接航機操控，副駕駛員轉為監控駕駛員。	CVR
1440:30	副駕駛員依塔臺指示，切換聯絡地面管制席。	CVR
1440:33	地面管制席頒發航機滑行指示，飛航組員無回應。	CVR
1440:34 ~1440:41	航機脫離跑道，地速從 15 哩/時減少至 9 哩/時，磁航向介於 202 度向左至 164 度。	FDR
1440:43	地面管制席再次頒發航機滑行指示，飛航組員無回應。	CVR
1440:49	副駕駛員發出不正常喊叫聲。	CVR
1440:51	正駕駛員回復地面管制席滑行指示。	CVR
1441:21	正駕駛員以客艙通話系統呼叫客艙組員進駕駛艙。	CVR

⁵⁰ 一名 23 歲男性，無過去病史，使用過咖啡因，且經常使用非處方興奮劑作為健身補充劑。在開始正常健身運動前，服用了 1 到 2 茶匙的無水咖啡因粉末，不久後開始持續感到噁心、嘔吐、腹痛、煩躁不安，並出現肌肉抽搐現象。資料來源：Burns, G., Spiller, H. A., Pruchnicki, S., Siegel, E., & Casavant, M. J. (2016). Acute renal failure and death after misuse of concentrated anhydrous caffeine as a pre-work out supplement by athletes. Clin. Res, 2.

1441:34	座艙長進入駕駛艙。	CVR
1443:29	客艙組員以廣播尋求醫護人員協助。	CVR
1444:22	正駕駛員向航管呼叫 Pan-Pan，宣告急迫情況。	CVR
1444:35	正駕駛員經由無線電請求派遣救護車。	CVR
1446:23	副駕駛員開始能回應座艙長的呼叫。	CVR
1446:39	航機抵達停機位置。	FDR
1448:22	副駕駛員離開駕駛艙。	CVR
1451:33	救護車抵達機邊。	CVR

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。正、副駕駛員平日未服用藥物，於桃園機場落地後，酒精檢測值為零，無證據顯示酒精及藥物與本次事故有關。

依維修資訊，事故前 90 日內，事故航機之維護紀錄簿與延遲改正缺點紀錄均無異常登錄或可能影響飛航操作之系統維修紀錄；事故前一次飛行前檢查、過境檢查及過夜檢查紀錄均無異常登錄，亦無未執行之適航指令。

副駕駛員失能期間，正駕駛員之航機操控、聯繫客艙組員尋求協助、向航管宣告急迫情況並請求救護車支援等與組員失能相關程序之執行，無延誤處置或可能影響飛航安全之發現。

有關本事故中副駕駛員失能可能原因、航空人員體檢項目及疲勞議題之分析，敘述如後。

2.2 副駕駛員失能可能原因

依 1.15 節副駕駛員失能情形及後續處置資料，副駕駛員自事故當日 1440:33 時，該機於桃園機場降落後脫離跑道期間未回應地面管制席指示起，至 1447:35.8 時首次以語句回應座艙長，計約有 7 分鐘喪失意識，期間曾出現眼睛上吊、肢體僵硬、微抽搐，以及四肢伸張、拍打等不自主動作。顯示副駕駛員於本事故中發生約 7 分鐘之失能狀況，期間無法執行監控駕駛員之職責。

醫療相關紀錄顯示，副駕駛員於事故後自桃園機場由救護車送往敏盛醫院時意識清楚，未有不適，急診檢查結果未有特殊異常，經醫師診斷疑似在院外癲癇發作，經檢查及診治後出院。因敏盛醫院之檢查並未有異常發現，且醫師係依據副駕駛員於機上發生之狀況而給予疑似在院外癲癇之

診斷，尚不足以確認副駕駛員係因癲癇發作而導致於事故任務中失能。

依據副駕駛員訪談紀錄、事故後醫療紀錄、當日失能情形與處置狀況、具航空醫學背景神經專科醫師之訪談紀錄，及美國 FDA 與相關研究發現，事故副駕駛員失能之可能醫學因素如下：

- 疲勞：副駕駛員雖表示事故前睡眠品質不佳且自評事故時有疲累感，惟考量其事故前未有睡眠嚴重不足或清醒時間顯著過長⁵¹等因素，且大腦具維持腦血流穩定灌注等恆定性保護，故單純因疲勞引發癲癇發作而喪失意識之機會低。
- 低血糖：副駕駛員非高齡者，體內應有儲存身體所需肝醣，且事故前非多日未進食，事故後機上血糖檢測結果未低於正常血糖值，故單純因低血糖導致意識喪失之機會低。
- 昏厥：昏厥係指發生於人類因疼痛、驚嚇或心血管反射等情況，導致腦部短暫缺血而喪失意識，意識喪失時間約約 10 至 20 秒。副駕駛員事故當日意識喪失時間超過 7 分鐘且伴隨不自主動作，此與一般昏厥引發之意識喪失型態與持續時間有明顯差異，故昏厥之單一因素亦難以解釋為副駕駛員喪失意識之原因。
- 心臟疾病：副駕駛員事故前 3 年體格檢查之心電圖結果正常，事故後在北榮心臟內科各項檢查亦無明顯異常，故未有證據顯示副駕駛員事故當日係因心臟功能缺損致腦部缺氧而喪失意識。
- 癲癇發作：副駕駛員雖於事故當日診斷為疑似院外癲癇發作，事故後第 14 日腦電波結果亦無法排除癲癇存在，惟其過去未有癲癇病史、新進體格檢查腦電波結果正常、事故前 3 年體格檢查未有特殊異常發現並持有體檢及格證，且副駕駛員於事故後所做的最後 4 次腦電波追蹤檢查結果正常（未發現癲癇發作），主治醫師亦未診斷

⁵¹ 研究顯示：持續清醒時間達 22 小時為人類持續清醒時間之極限值，多數人開始出現微睡眠（micro-sleep）與清醒時狀態不穩（wake state instability）等現象。

副駕駛員患有癲癇，故未有足夠證據顯示副駕駛員於事故當日之意識喪失係因癲癇發作所致。

- 高濃度咖啡因：考量副駕駛員自述為咖啡因敏感體質，民國 113 年 7 月三總主治醫師亦提出副駕駛員意識改變之診斷與疑似咖啡因攝取過量之囑言；然副駕駛員於事故前 1 小時飲用含約 400 毫克無水咖啡因之膳食補充品，尚未超過美國食品及藥物管理局與相關研究提出會對人體產生如心律不整、癲癇發作等咖啡因毒性反應之危害劑量（1,000 至 1,200 毫克以上），故未有足夠證據支持高濃度咖啡因為副駕駛員事故當日意識喪失之直接原因。

綜上所述，經檢視相關醫學因素分析，無足夠證據確認造成副駕駛員於事故航機落地後，出現約 7 分鐘意識喪失導致失能狀況之可能原因。

2.3 航空人員體檢項目

依據航空醫學背景神經專科醫師之觀點，以及美國、英國與澳洲等國家對航空人員不明原因意識喪失之檢查方向，腦與心臟功能檢查為評估航空人員執行任務時，具意識喪失可能性所需之醫學檢查項目。以下比較我國航空人員體格檢查在腦與心臟功能之檢查與美國、英國與澳洲之差異，以探討我國航空人員體格檢查是否有強化之需要。

依 1.17.6 節，我國甲類航空人員在腦與心臟常規檢查項目與頻率，與美國、英國及澳洲民航主管機關訂定之標準比較分析如下：

腦部常規檢查

我國在新進體格檢查將腦電波檢查、眼振檢查及認知測驗列為腦部常規檢查項目，例行體格檢查則視需要安排前項腦部檢查項目或要求神經專科評估。相較之下，美國、英國與澳洲等國家於新進或例行體格檢查皆未有腦部常規檢查項目，係於體檢醫師認為必要時安排神經專科評估。

心臟常規檢查

依表 1.17-1，我國航空人員體格檢查在心臟常規檢查之強度與密度皆明顯高於美國、英國與澳洲等國家，說明如下：

- 新進體格檢查：我國以不分齡之方式對受檢者施行靜態與運動心電圖之兩種檢查，其他國家多在有需要或特定條件（如年齡）下施行檢查，且皆為基本靜態心電圖檢查；
- 例行體格檢查：我國雖與其他國家一致，自航空人員年滿 40 歲起施行基本靜態心電圖檢查，惟我國在該項檢查訂定更短之檢查頻率，復又納入對心臟疾病偵測度較高之階梯與運動心電圖檢查；另於航空人員年滿 60 歲時增加 24 小時心電圖與心臟超音波檢查。

綜上所述，我國航空人員體格檢查在評估與人類維持意識相關之腦與心臟功能的檢查項目未顯不足，使用之評估工具與施行頻率等亦未低於美、英、澳等國家；另現行醫學技術與臨床上用以評估意識喪失之各種檢查，基於檢查工具之特性與侷限⁵²，其檢查結果尚無法釐清本次事故副駕駛員失能之可能醫學原因。基於上述分析結果，我國航空人員體格檢查項目及頻率，尚無因本案而須作調整之必要性。

2.4 疲勞議題

2.4.1 駕駛員疲勞可能性分析

疲勞是指飛航組員處於身體或心理表現能力衰退的狀態，進而影響安全執行任務的能力。疲勞的原因可包括：短期與長期睡眠不足、睡眠品質不佳、持續清醒時間過長、生理時鐘、工作負荷與疾病，及排班與休息環境安排等組織因素之影響。疲勞時除了可能產生眼皮沉重、微睡眠（Micro

⁵² 檢查工具之特性與侷限，係指藉由該工具所得之檢驗結果對於疾病診斷之助益。以腦電波檢查而言，該檢查儀器雖具有蒐集腦波資料並可據此評估腦部異常放電之特性，惟若受檢者在一次 30 分鐘之腦電波檢查結果無異常，僅顯示檢查期間未有腦部異常放電之情形，無法進而提供檢查期間外之時間腦部亦無異常放電之證據。

Sleep) 等身理徵狀外，亦可能會對飛航組員之認知能力產生負面影響⁵³。

經檢視正、副駕駛員事故前 1 個月班表，符合航空器飛航作業管理規則之飛航組員執勤法規及虎航排班規定。然而，事故正、副駕駛員於訪談時皆表示，公司飛航任務之班型多以早、晚班居多，且早、晚班交替班表影響生活作息並使人感到疲憊。另依據 1.17.3 節虎航組員疲勞報告紀錄，民國 111 年 2 月至 112 年 5 月期間，飛航組員反映疲勞之派遣型態，主要即為針對紅眼班、早班與跨夜班交替之飛航班表。虎航依其營運特性，為一紅眼、早與跨夜班較多之航空公司，該種派遣班表可能造成飛航組員因生理時鐘受干擾，導致睡眠量不足或品質不佳。當飛航組員之生活作息在配合任務派遣調整上出現適應不良之情況時，可能產生疲勞風險。

依航班與飛時紀錄，事故副駕駛員事故前 1 個月(7 月)飛行時數約 86 小時，已達疫情前旺季尖峰之飛時水準⁵⁴，亦高於所屬機隊該月副駕駛員平均飛時⁵⁵，事故前 30 日內並執行了 7 次的紅眼班任務。副駕駛員於訪談時表示，事故前一夜未能及時因應該班任務早起特性，順利完成作息調整，導致睡眠品質差；而副駕駛員於事故後填答之「事故前睡眠及活動紀錄」顯示，副駕駛員事故前一日至事故時有工作時差之疲憊感，事故時精神狀態為有相當程度的疲累，警覺力有些鬆懈。

以上顯示，事故前近一個月，事故副駕駛員之飛航任務屬較易累積疲勞之型態；且副駕駛員對早班任務之作息調整適應較差，於事故當日可能有短期睡眠不足與睡眠品質不佳之情形；加上副駕駛員自 0400 起床至事故發生之 1444 時，持續清醒時間已近 11 小時，使其於事故時感覺有相當程度之疲勞狀況。然而，經檢視事故航班副駕駛員航機操控狀況，除落地後因失去意識無法執行監控駕駛員職掌外，無證據顯示副駕駛員有因疲勞而出現影響飛航安全之行為。

⁵³ 參閱 Manual for the Oversight of Fatigue Management Approaches (ICAO Doc 9966, 2016)。

⁵⁴ 依據組員派遣組組長訪談紀錄，疫情前營運尖峰時期飛航組員月平均飛時水準為 80 至 83 小時。

⁵⁵ 台灣虎航 A320 機隊 112 年 7 月已完訓副駕駛員平均飛行時數為 82 小時 41 分。

2.4.2 虎航疲勞管理機制

依據國際民航組織 9966 號文件-疲勞管理方法指導手冊第 2 版，航空業者除依法規限制執行飛航組員之派遣，尚應依安全管理系統之作法，辨識並消彌飛航作業與疲勞有關之風險。而疲勞相關風險之辨識方法除包括由飛航事故、自我督察、危害報告、飛安資料等管道獲取組織內可能之疲勞風險，亦可於飛安自願報告中加入與疲勞相關的欄位，來識別組織日常運作中可能存在之疲勞危害。而在識別疲勞風險後，航空業者應制定安全行動計畫，依據自身飛航任務特性及組員工作負荷等因素，執行適當的緩解與控制疲勞風險之措施，並定期審查與評估風險緩解措施之有效性。航空業者亦須提供安全訓練計畫，針對組織內不同工作性質的人員，應依其職掌範圍及任務特性，提供適當之疲勞訓練，以確保人員皆經過疲勞相關訓練並有能力執行其安全管理職責。

為管理飛航任務疲勞風險，虎航係使用 SAFE 檢核組員每月預排班表，確認所有任務之疲勞預測值皆低於 SAFE 供應商建議之門檻值 5.3 後執行派遣。針對飛航組員疲勞報告所反映之飛航任務，虎航亦使用 SAFE 檢核實際飛航任務之疲勞指數是否低於門檻值，作為後續調整派遣之參考。然而，SAFE 評估疲勞指數時，未考量睡眠需求、睡眠品質、生理時鐘調整能力等個人差異。

虎航另設置有 SERA 機制，可蒐集飛航組員提出之疲勞報告，並依據報告評估結果作為飛航組員班表及派遣調整之參考。虎航航班為紅眼、早與跨夜班較多之營運特性，如飛航組員之作息未能依營運特性而妥適調整時（如因應早班任務提早就寢但難以入眠），則較易產生疲勞危害。可考慮參考疲勞管理方法指導手冊附錄 I 之建議方法，針對疲勞報告與安全事件建立疲勞資料蒐集與調查機制，以進一步蒐集與評估飛航組員疲勞原因與對飛航操作行為表現之影響；及參考該文件附錄 J 之建議內容，檢視並強化組員、排班作業人員與管理者、決策主管與營運風險管理者等之疲勞管理訓練，以增進組織內各階層人員對疲勞之認識、因應與管理。

此外，為避免飛航組員疲勞飛行，航空器飛航作業管理規則第 36 條之 2 訂定「組員應於充分休息情況下執行飛航任務，如因疲勞而有影響飛航安全之虞時，得不執行飛航任務」；依據虎航國內員工休假及請假規則，飛航組員如因疲勞因素而無法執行飛航任務時，雖可藉由請普通傷病假方式處理，惟如遇執行跨日飛航任務時，因屬於連續請假 2 日以上，須檢附合法醫療機構或醫師之證明書，可能會增加飛航組員因感覺疲勞而有影響飛航安全之虞時的請假意願與困難度。

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，且常見於國際運輸事故調查組織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. 事故航機於桃園機場降落後脫離跑道期間，副駕駛員出現約 7 分鐘之意識喪失而處於失能狀況，無法執行監控駕駛員職責，惟經事故後之醫學檢查與專科醫師評估，未有足夠證據確認造成副駕駛員意識喪失之可能原因。(1.13.1, 1.15.1, 1.15.2, 2.2)

3.2 與風險有關之調查發現

無。

3.3 其他調查發現

1. 我國航空人員體格檢查在評估與人類維持意識相關之腦與心臟功能檢查未顯不足，使用之評估工具與施行頻率等亦未低於美、英、澳等國家。
(1.17.7, 2.3)
2. 事故航班副駕駛員於事故發生時期感覺有相當程度之疲勞。然經檢視副駕駛員航機操控狀況，除落地後因失去意識無法執行監控駕駛員職掌外，無證據顯示副駕駛員有因疲勞而出現影響飛航安全之行為。(1.5.2, 1.11, 1.15.1, 2.4.1)
3. 為管理飛航任務疲勞風險，虎航訂定組員疲勞管理作業辦法，藉由飛航組員疲勞評估預測模組 (System for Aircrew Fatigue Evaluation, SAFE)，檢核飛航組員班表之疲勞風險。惟該預測模組評估疲勞指數時仍存在功能限制，未能將個人睡眠需求、睡眠品質、生理時鐘調整能力等納入考量。(1.17.3, 2.4.2)
4. 虎航設置有安全事件報告與分析系統，依報告評估結果作為飛航組員班表及派遣調整之參考，合於民航局之規範要求。惟虎航為紅眼、早與跨夜班較多之營運特性，及飛航組員疲勞評估預測模組之設計限制，可能在飛航組員因個人作息狀況調適不良時產生疲勞危害。國際民航組織疲勞管理方法指導手冊 (ICAO Doc 9966) 中建議，針對疲勞報告與安全事件建立疲勞資料蒐集與調查機制，並強化疲勞管理訓練，可增進組織內各階層人員對疲勞之認識、因應與管理。(1.17.2, 1.17.4, 2.4.2)
5. 虎航國內員工休假及請假規則，係規定飛航組員執行跨日飛航任務時，如因疲勞因素無法執行任務，須檢附合法醫療機構或醫師之證明書，可能會增加飛航組員因感覺疲勞而有影響飛航安全之虞時的請假意願與困難度。(1.17.5, 2.4.2)

6. 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。正、副駕駛員平日未服用藥物，於桃園機場落地後，酒精檢測值為零，無證據顯示酒精及藥物與本次事故有關。(1.5, 1.18, 2.1)
7. 副駕駛員失能期間，正駕駛員之航機操控、聯繫客艙組員尋求協助、向航管宣告急迫情況並請求救護車支援等與組員失能相關程序之執行，無延誤處置或可能影響飛航安全之發現。(1.1, 1.11, 1.15, 2.1)
8. 事故航機之載重與平衡均位於限制範圍內，飛行前之適航資訊皆無異常。(1.6, 2.1)

第 4 章 運輸安全改善建議

4.1 改善建議

致台灣虎航股份有限公司

1. 參考國際民航組織疲勞管理方法指導手冊（ICAO Doc 9966）之相關建議，持續精進疲勞管理，以因應可能因早班任務、跨夜任務與紅眼班任務較多之營運特性所衍生的疲勞風險⁵⁶。（TTSB-ASR-24-12-001）

致交通部民用航空局

1. 蒐集飛航組員於飛航過程中發生失能的相關案例，整理歸納可能原因及誘發因素，做為民航業者安全宣導與風險管理的參考⁵⁷。（TTSB-ASR-24-12-002）

⁵⁶ 本項改善建議，係因應其他調查發現第 2、3、4、5 項所提出。

⁵⁷ 本項改善建議，係因應與可能肇因有關之調查發現第 1 項所提出。

附錄 1 疲勞評估預測模組（SAFE）分析結果

1. 正駕駛員民國 112 年 7 月 8 日至 8 月 7 日班表疲勞預測值分析

正駕駛員民國 112 年 7 月 8 日至 8 月 7 日之飛航執勤紀錄與 SAFE 分析之該航班最高疲勞預測值如表 1（日期與時間均已轉換為臺北時間），SAFE 分析結果重點如下，其中事故時係指 1431 至 1446 時：

- 依據實際飛航任務之執勤期間與 SAFE 預測之睡眠期間，分析結果如圖 1，其中正駕駛員事故時之班表疲勞預測值為 3.95⁵⁸，疲勞程度介於「精神狀況不錯，還算正常，足以應付任務」與「精神狀況稍差，有點感到疲累」之間。
- 依據實際飛航任務之執勤期間與正駕駛員於「事故前睡眠及活動紀錄」問卷及訪談中提供之事故前實際睡眠時間⁵⁹，分析結果如圖 2，正駕駛員事故時之班表疲勞預測值為 4.01，疲勞程度介於「精神狀況稍差，有點感到疲累」與「有相當程度的疲累感，警覺力有些鬆懈」之間。

⁵⁸ SAFE 建議疲勞預測值（Samn-Perelli 指數）介於 4.7 至 5.0 分間組員應實施個人疲勞管理措施；5.0 至 5.3 分間航空公司應有積極的疲勞管理作為；5.3 至 6.0 分間建議考慮停止派遣；6.0 分以上應禁止派遣。

⁵⁹ SAFE 僅能輸入實際睡眠期間，無法輸入睡眠品質。

表 1 正駕駛員飛航執勤紀錄與 SAFE 分析結果

報到日期	飛航執勤起始時間	報到機場	報離日期	飛航執勤結束時間	報離機場	飛航趟次	派遣人數	最高疲勞預測值(實際睡眠期間之疲勞預測值)
112/07/08	22:10	廊曼	112/07/09	03:27	桃園	1	2	4.11
112/07/10	02:40	桃園	112/07/10	10:52	桃園	2	2	4.50
112/07/11	06:15	桃園	112/07/11	17:58	桃園	2	2	4.03
112/07/15	07:10	松山	112/07/15	15:18	松山	4	2	3.66
112/07/16	14:00	桃園	112/07/16	22:37	桃園	2	2	3.53
112/07/18	22:40	桃園	112/07/19	03:53	羽田	1	2	4.25
112/07/20	03:25	羽田	112/07/20	08:12	桃園	1	2	4.17
112/07/23	04:45	桃園	112/07/23	12:19	桃園	2	2	3.84
112/07/24	05:00	桃園	112/07/24	15:15	桃園	2	2	4.03
112/07/26	14:40	松山	112/07/26	18:39	松山	2	2	2.24
112/07/29	05:15	桃園	112/07/29	12:30	桃園	2	2	3.77
112/07/30	12:55	桃園	112/07/30	22:46	桃園	2	2	3.66
112/08/01	05:15	桃園	112/08/01	12:44	桃園	2	2	3.96
112/08/02	04:50	桃園	112/08/02	15:23	桃園	2	2	4.15
112/08/03	15:10	桃園	112/08/03	22:35	桃園	2	2	3.64
112/08/06	04:45	桃園	112/08/06	11:54	桃園	2	2	3.84 (4.76)
112/08/07	05:00	桃園	112/08/07	15:16	桃園	2	2	3.95 (4.01)

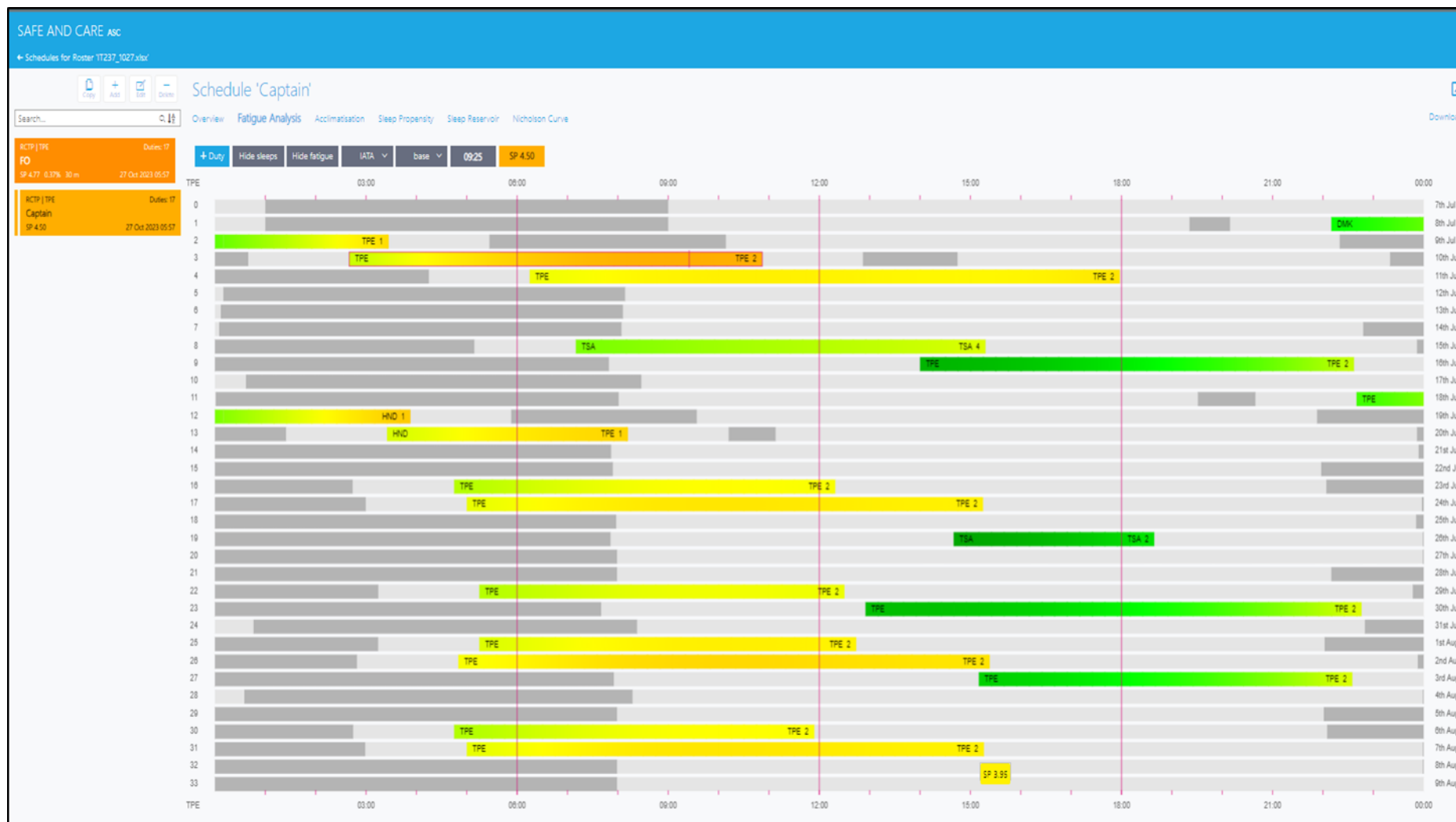


圖 1 正駕駛員實際執勤期間疲勞預測值(使用 SAFE 預測之睡眠期間)

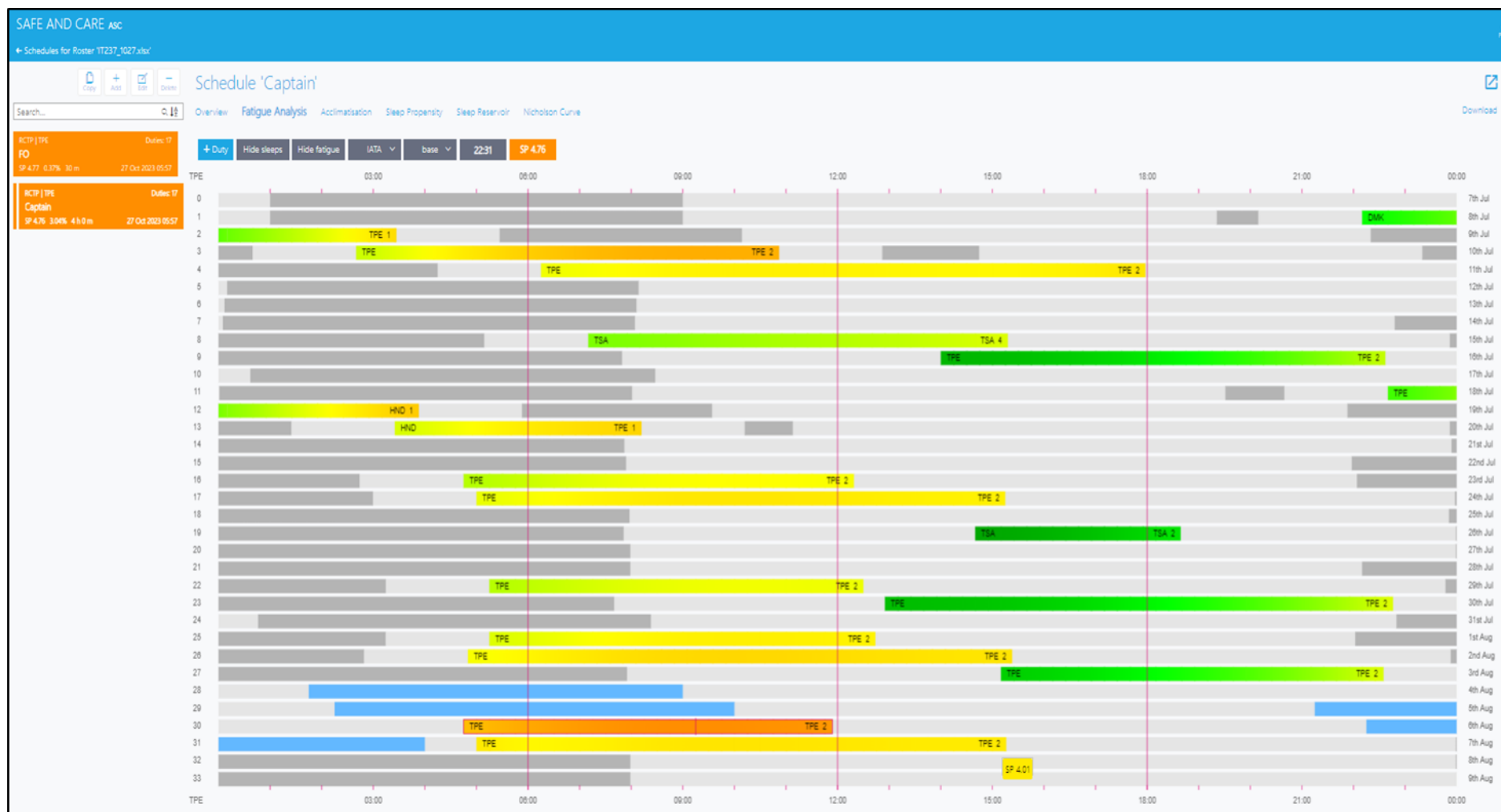


圖 2 正駕駛員實際執勤期間疲勞預測值(事故前三日使用實際睡眠期間⁶⁰)

⁶⁰ 藍色區塊部分係為實際之睡眠期間。

2. 副駕駛員民國 112 年 7 月 8 日至 8 月 7 日班表疲勞預測值分析

副駕駛員民國 112 年 7 月 8 日至 8 月 7 日之飛航執勤紀錄與 SAFE 分析之該航班最高疲勞預測值如表 2（日期與時間均已轉換為臺北時間），SAFE 分析結果重點如下，其中事故時係指 1431 至 1446 時：

- 依據實際飛航任務之執勤期間與 SAFE 預測之組員睡眠時間，分析結果如圖 3，其中副駕駛員事故時之班表疲勞預測值為 4.01，疲勞程度介於「精神狀況稍差，有點感到疲累」與「有相當程度的疲累感，警覺力有些鬆懈」之間。
- 依據實際飛航任務之執勤期間與副駕駛員於「事故前睡眠及活動紀錄」問卷及訪談中提供之事故前實際睡眠時間，分析結果如圖 4，副駕駛員事故時之班表疲勞預測值為 3.65，疲勞程度介於「精神狀況不錯，還算正常，足以應付任務」與「精神狀況稍差，有點感到疲累」之間。

表 2 副駕駛飛航執勤紀錄與 SAFE 分析結果

報到日期	飛航執勤起始時間	報到機場	報離日期	飛航執勤結束時間	報離機場	飛航趟次	派遣人數	最高疲勞預測值(實際睡眠期間之疲勞預測值)
112/07/08	12:30	高雄	112/07/08	20:59	高雄	2	2	3.01
112/07/09	15:00	高雄	112/07/09	22:50	高雄	2	2	3.54
112/07/11	07:10	松山	112/07/11	16:45	松山	4	2	3.79
112/07/13	22:40	桃園	112/07/14	03:54	羽田	1	2	4.25
112/07/15	03:25	羽田	112/07/15	08:31	桃園	1	2	4.18
112/07/19	05:00	桃園	112/07/19	15:29	桃園	2	3	3.79
112/07/20	15:45	桃園	112/07/21	00:15	桃園	2	2	3.96
112/07/23	08:00	桃園	112/07/23	17:45	桃園	2	2	3.10
112/07/24	16:50	桃園	112/07/24	22:13	廊曼	1	2	3.25
112/07/25	22:10	廊曼	112/07/26	03:31	桃園	1	2	4.34
112/07/27	02:40	桃園	112/07/27	11:53	桃園	2	2	4.54
112/07/29	07:10	松山	112/07/29	15:21	松山	4	2	3.82
112/07/30	05:40	桃園	112/07/30	13:11	桃園	2	2	4.01
112/08/02	05:10	桃園	112/08/02	11:45	桃園	2	3	3.78
112/08/03	20:25	桃園	112/08/04	04:38	桃園	2	2	4.77
112/08/05	12:55	桃園	112/08/05	23:02	桃園	2	3	3.77 (3.40)
112/08/07	05:00	桃園	112/08/07	15:16	桃園	2	2	4.01 (3.65)

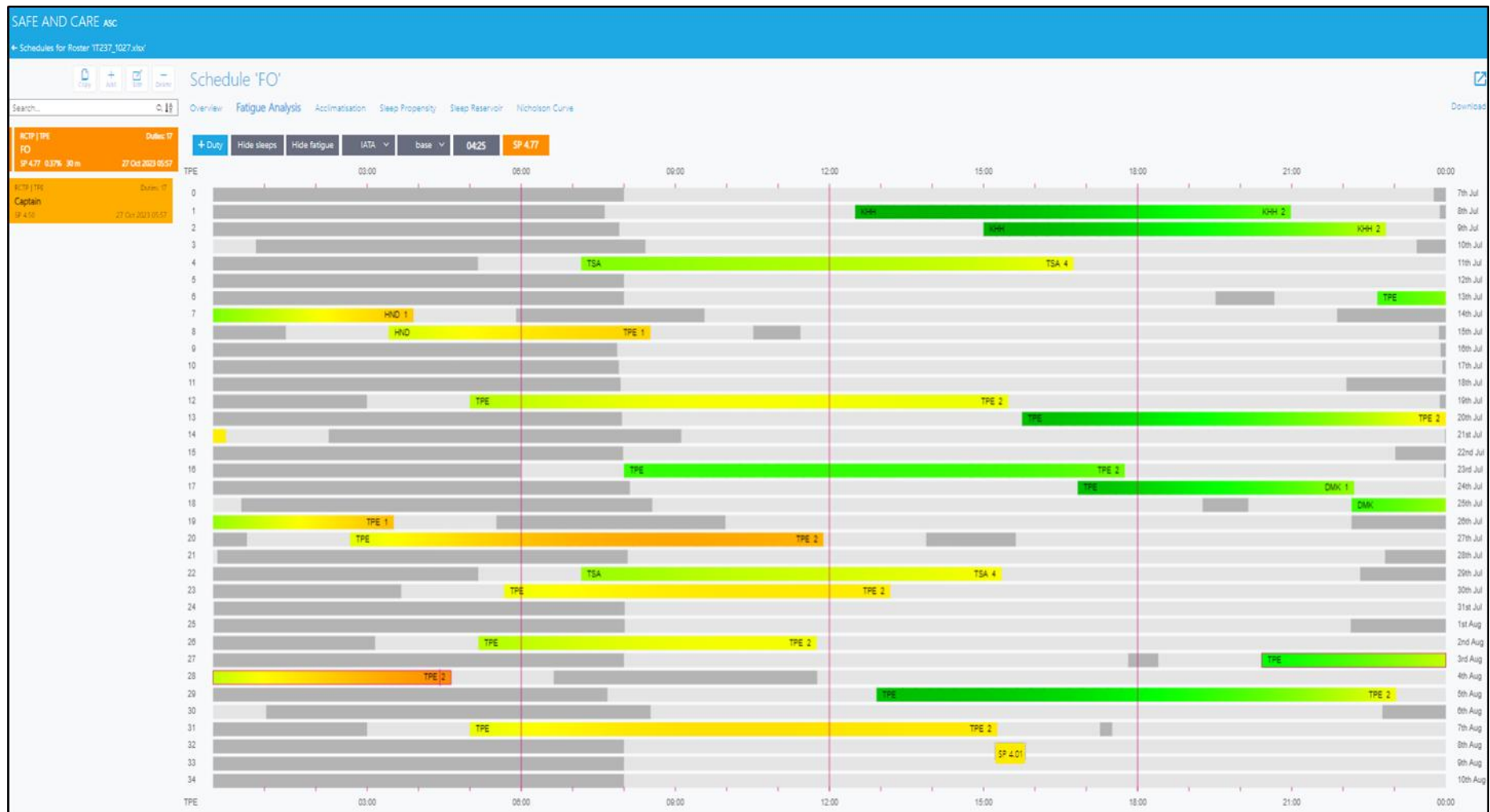


圖 3 副駕駛員實際執勤期間疲勞預測值(使用 SAFE 預測之睡眠期間)

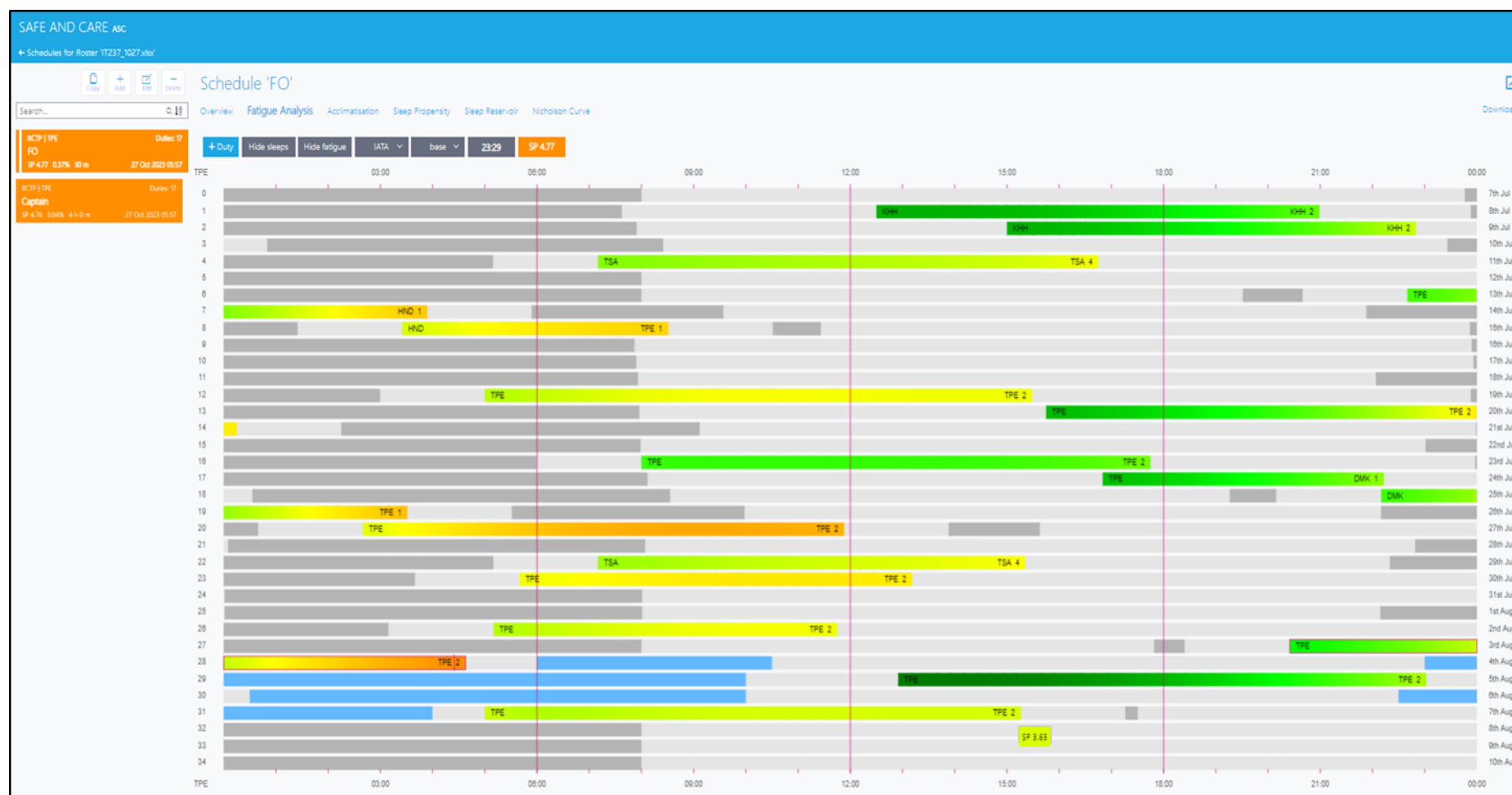


圖 4 副駕駛員實際執勤期間疲勞預測值(事故前三日使用實際睡眠期間⁶¹)

⁶¹ 藍色區塊部分係為實際之睡眠期間。

報告結束