



飛航安全調查委員會

航空器飛航事故

調查報告

中華民國 106 年 11 月 22 日

長榮航空股份有限公司 BR056 班機

波音 B777-300ER 型機

國籍標誌及登記號碼 B-16718

巡航階段於日本宮崎機場東北東 42 海浬

公海上空遭遇強烈亂流

報告編號：ASC-AOR-19-03-001

報告日期：民國 108 年 03 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 106 年 11 月 22 日，長榮航空股份有限公司一架波音 B777-300ER 型客機，國籍標誌及登記號碼 B-16718，執行自桃園國際機場至美國芝加哥歐海爾國際機場定期航班任務，班機號碼為 BR056，機上載有正駕駛員、資深副駕駛員、副駕駛員各 1 員，客艙組員 15 員，乘客 181 員，共計 199 員。該機於途經日本福岡飛航情報區遭遇亂流，造成 3 名乘客及 8 名客艙組員受傷，其中 2 名客艙組員重傷。

依據中華民國飛航事故調查法並參考國際民航公約第 13 號附約相關內容，飛航安全調查委員會為負責飛航事故調查之獨立機關，於事故發生後依法展開調查工作。受邀參與本次調查之機關（構）包括：交通部民用航空局、長榮航空股份有限公司等相關單位。

本事故「調查報告草案」依程序於民國 107 年 10 月 18 日經本會第 72 次委員會議初審後函送相關機關（構）提供意見，並再經相關意見彙整後，於民國 108 年 1 月 25 日經本會第 75 次委員會議審議並修正通過。

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 4 項，改善建議計 4 項，分述如後：

壹、調查發現

與可能肇因有關之調查發現

1. 依據飛航資料紀錄，該機於巡航高度 31,000 呎期間，垂向加速度出現最大擾動 1.68 g 至 -0.13 g，渦流消散率立方根之極大值超過 0.7，顯示該機遭遇強烈亂流。當客艙組員收到亂流警告時正值餐飲服務階段，未能及時回廚房固定餐車並就座，亂流發生時，遭餐車撞擊受傷。

與風險有關之調查發現

1. 長榮航空客艙組員手冊無餐飲服務階段遭遇可預期亂流之處置程序，僅要求儘速就座，客艙組員為完成餐車回推廚房固定作業需花費較長時間就座，該手冊程序，實務上無法減低客艙組員受傷之風險。
2. 長榮航空現有航行中遭遇亂流程序，並無駕駛員於飛航路徑遭遇中度或強烈亂流時，須向公司飛行派遣部門報告亂流資訊之程序，顯示其未具備民航通告有效避免晴空亂流系統之第 3 個要素-落實駕駛員報告的執行及聯絡系統（不是指航管通話），有效避免晴空亂流系統不盡完整。

其他調查發現

1. 本事故與飛航組員及其操作之證照、航機之載重平衡、飛機系統無關。

貳、改善建議

致長榮航空股份有限公司

1. 加強客艙組員手冊完整性及客艙組員訓練，著重於餐飲服務階段遭遇亂流之處置及就座程序，並宣導亂流危害之風險。(ASC-ASR-19-03-001)
2. 確實遵照相關民航通告涉及避免晴空亂流，落實駕駛員報告的執行及聯絡系統，以有效避免飛航中可能遭遇晴空亂流之危害。(ASC-ASR-19-03-002)

致交通部民用航空局

1. 督導長榮航空及其他我國籍航空公司加強客艙組員手冊完整性及客艙組員訓練，著重於餐飲服務階段遭遇亂流之處置及就座程序，

並宣導亂流危害之風險。(ASC-ASR-19-03-003)

2. 督導長榮航空及其他我國籍航空公司落實避免晴空亂流之相關民航通告，以有效避免飛航中可能遭遇晴空亂流之危害。(ASC-ASR-19-03-004)

目錄

目錄	i
表目錄	iv
圖目錄	v
英文縮寫對照簡表.....	vi
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.....	3
1.4 其他損害情況.....	3
1.5 人員資料.....	3
1.5.1 駕駛員經歷	3
1.5.1.1 正駕駛員	4
1.5.1.2 資深副駕駛員	5
1.5.1.3 副駕駛員	5
1.6 航空器資料.....	6
1.6.1 航空器與發動機基本資料.....	6
1.6.2 載重平衡	8
1.7 天氣資料.....	8
1.7.1 天氣概述	8
1.7.2 飛行前駕駛員獲得之相關天氣資訊.....	12
1.7.3 空中報告	13
1.8 助、導航設施.....	14
1.9 通信.....	14
1.10 場站資料.....	14
1.11 飛航紀錄器.....	14
1.11.1 座艙語音紀錄器	14
1.11.2 飛航資料紀錄器	15
1.12 航空器撞擊資料.....	17

1.13	醫療與病理.....	17
1.13.1	醫療作業.....	17
1.13.2	傷勢情形.....	17
1.14	火災.....	18
1.15	生還因素.....	18
1.15.1	客艙緊急應變.....	18
1.15.2	客艙緊急應變相關程序.....	22
1.15.2.1	亂流分類定義.....	22
1.15.2.2	遭遇亂流處理程序及民航局規範.....	23
1.16	測試與研究.....	27
1.17	組織與管理.....	27
1.18	其它資料.....	27
1.18.1	訪談資料.....	27
1.18.1.1	正駕駛員訪談摘要.....	27
1.18.1.2	副駕駛員訪談摘要.....	29
1.18.1.3	簽派員訪談摘要.....	29
1.18.2	相關技術文件.....	30
1.18.2.1	航務手冊.....	30
1.18.2.2	飛航組員訓練手冊.....	35
1.18.2.3	飛航組員操作手冊.....	35
1.18.2.4	國際民航公約第 6 號附約.....	37
1.18.2.5	民航通告.....	38
第 2 章	分析.....	44
2.1	天氣.....	44
2.2	亂流預防.....	45
2.3	飛航組員遭遇亂流處置.....	51
2.4	後續飛航決定.....	52
2.5	客艙組員遭遇亂流處置.....	52
2.5.1	依客艙客艙組員手冊.....	52
2.5.2	客艙組員緊急應變.....	52

第 3 章 結論.....	54
3.1 與可能肇因有關之調查發現	55
3.2 與風險有關之調查發現	55
3.3 其它發現.....	55
第 4 章 飛安改善建議	56
4.1 改善建議.....	56
4.2 已完成或進行中改善措施	56

表目錄

表 1.2-1 傷亡統計表	3
表 1.5-1 飛航組員基本資料表	4
表 1.6-1 航空器基本資料	7
表 1.6-2 發動機基本資料	8
表 1.6-3 載重平衡表	8
表 1.15-1 客艙組員受傷狀況表	20
表 1.15-2 客艙組員應變作為次序	21

圖目錄

圖 1.1-1 該機起飛至事故發生之飛航軌跡圖	2
圖 1.2-1 人員傷害位置分布圖	3
圖 1.7-1 亞洲地面天氣分析圖	10
圖 1.7-2 紅外線衛星雲圖	10
圖 1.7-3 高空天氣分析圖	11
圖 1.7-4 有效時間民國 106 年 11 月 22 日 1200 之顯著天氣圖	11
圖 1.7-5 SIGMET W02、W03 警報區域與事故地點	12
圖 1.7-6 北半球顯著天氣圖	13
圖 1.7-7 事故地點附近之亂流空中報告	14
圖 1.11-1 BR056 航班之飛航軌跡圖	16
圖 1.11-2 BR056 航班遭遇亂流時之飛航軌跡圖	16
圖 1.11-3 BR056 航班遭遇亂流時相關參數變化圖	17
圖 1.15-1 客艙組員勤務代碼及指定座位圖	18
圖 2.1-1 BR056 垂向加速度及渦流消散率變化圖	45

英文縮寫對照簡表

ACARS	aircraft communications addressing and reporting system	機載通訊定址與回報系統
CVR	solid-state cockpit voice recorder	固態式座艙語音紀錄器
EBT	evidence based training	實證訓練
EM	evaluation module	評估模組
ETOPS	extended-range twin-engine operational performance standards	雙發動機延程操作標準
FDR	solid-state flight data recorder	固態式飛航資料紀錄器
FCOM	flight crew operational manual	飛航組員操作手冊
M	mach number	馬赫數
MAC	mean aerodynamic chord	平均空氣動力弦
PIRET	pilot report	駕駛員報告
PF	pilot flying	操控駕駛員
PM	pilot monitoring	監控駕駛員
SIGWX	significant weather	顯著天氣
SIGMET	significant meteorological information	顯著危害天氣資訊
TM	training module	訓練模組
UTC	coordinated universal time	世界標準時間
WMO	World Meteorological Organization	世界氣象組織

第 1 章 事實資料

1.1 飛航經過

民國 106 年 11 月 22 日，長榮航空股份有限公司（以下簡稱長榮航空）一架波音 B777-300ER 型客機，國籍標誌及登記號碼 B-16718，執行自桃園國際機場（以下簡稱桃園機場）至美國芝加哥歐海爾國際機場（以下簡稱芝加哥機場）定期航班任務，班機號碼為 BR056，機上載有正駕駛員、資深副駕駛員、副駕駛員各 1 員，客艙組員 15 員，乘客 181 員，共計 199 員。該機於途經日本福岡飛航情報區遭遇亂流，造成 3 名乘客及 8 名客艙組員受傷，其中 2 名客艙組員重傷¹。

依據飛航紀錄器及訪談紀錄等資料，BR056 班機於事故當日 1215 時²於桃園機場起飛，由正駕駛員擔任操控駕駛員（pilot flying, PF），副駕駛員擔任監控駕駛員（pilot monitoring, PM），於 1238 時到達巡航高度 31,000 呎。1244 時進入日本福岡飛航情報區。1310 時，福岡區管中心許可由 MELEN 航點定向 IMPAL 航點，飛行狀況正常。

時隔不久，無線電通訊中其他航機回報福岡區管中心於 M750 航路接近 MADOG 航點時遭遇中度至強烈亂流，福岡區管中心管制員隨即告知該機此一訊息³。飛航組員經短暫討論後即打開安全帶警示燈號，廣播所有客艙組員及乘客就座。於接近 MADOG 航點，約距宮崎機場東北東 42 海浬公海上空，航機進入亂流區，並開始有不規則之震動，飛航組員立即將航機速度調整至 0.82 馬赫數（mach number, M），並觀察航機姿態及速度，期間自動駕駛及自動油門均保持正常功能，未受亂流影響而自動解除。依飛

¹ 兩名重傷客艙組員受傷狀況（L5 右側腓骨外踝閉鎖性骨折/R5 下背、右手肘及右小腿挫傷、第一腰椎閉鎖性骨折。2 位組員依醫囑居家休養，均未住院治療）

² 除非特別註記，本報告所列時間皆為世界標準時間（coordinated universal time, UTC），採 24 小時制。

³ 本會請日本運輸安全委員會（Japan Transport Safety Board, JTSB）提供該筆航管錄音，JTSB 回覆福岡區管中心未儲存錄音資料，原文如下：*Regarding the ATC and BR56 communication transcripts and recordings, I received confirmation from Fukuoka Control yesterday. Unfortunately, I could not get information because they were not saved.*。

航資料顯示，該機經歷亂流之時間約 2 分鐘，垂向加速度之變化介於約-0.13g 至+1.68g 間，升降率之變化約-300 呎/分至 600 呎/分間，並有約±5 度之坡度變化。

該機通過亂流後，飛航組員向航管回報通過亂流，並詢問客艙狀況，經客艙組員統計後，事務長進入駕駛艙報告僅有 3 位乘客受傷，正由醫生乘客初步診斷採取冰敷治療，當時組員均忙於客艙巡艙及整理作業，並無客艙組員表示有受傷。約 40 分鐘後，事務長再次向機長回報客艙內除先前報告之 3 名乘客外，另有 8 名客艙組員受傷，醫生建議乘客採取冰敷治療，2 位受傷客艙組員停止服勤，安排其於皇璽桂冠艙休息。

飛航組員將上述狀況向公司回報後，公司建議由機長判斷是否可繼續飛航至目的地。經飛航組員將機上受傷人員傷勢告知公司醫師，以及公司醫師評估後建議，傷者均無立即就醫需求，僅需休息觀察即可。飛航組員評估航機系統均正常，且乘客及客艙組員傷勢皆無立即治療之需求，故維持原計畫繼續飛航至目的地。

該機於民國 106 年 11 月 23 日 0038 時於芝加哥機場安全落地，該機起飛至事故發生之飛航軌跡如圖 1.1-1。

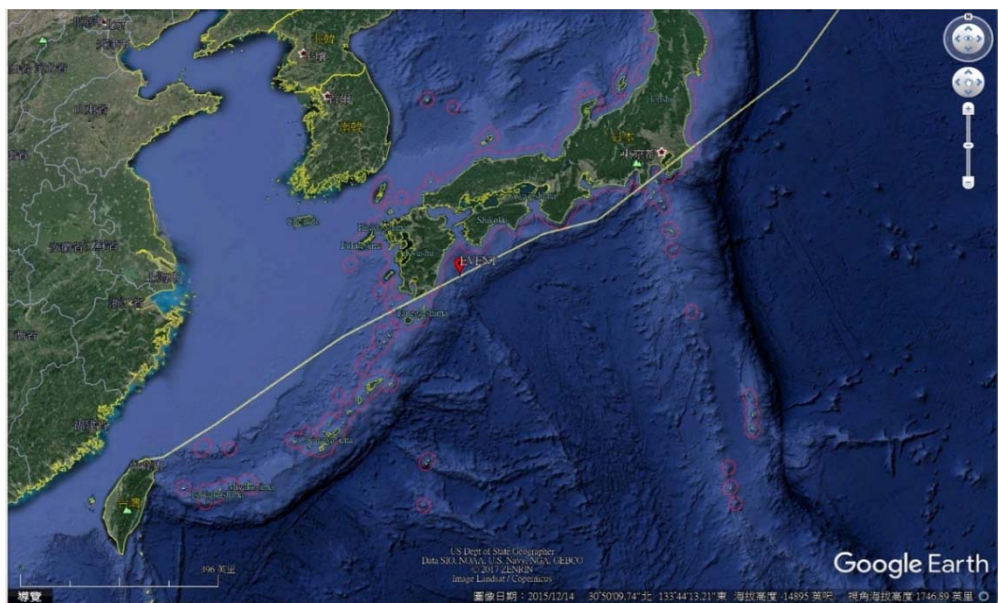


圖 1.1-1 該機起飛至事故發生之飛航軌跡圖

1.2 人員傷害

事故機載 181 名乘客，15 位客艙組員及 3 位駕駛員。本事故造成 3 名乘客及 6 名客艙組員輕傷，2 名客艙組員重傷，統計如表 1.2-1，客艙組員及乘客受傷時所在位置及嚴重程度如圖 1.2-1，受傷原因詳 1.15 節。

表 1.2-1 傷亡統計表

傷亡情況	飛航組員	客艙組員	乘 客	其 他	小 計
死 亡	0	0	0	0	0
重 傷	0	2	0	0	2
輕 傷	0	6	3	0	9
無 傷	3	7	178	0	188
總 人 數	3	15	181	0	199

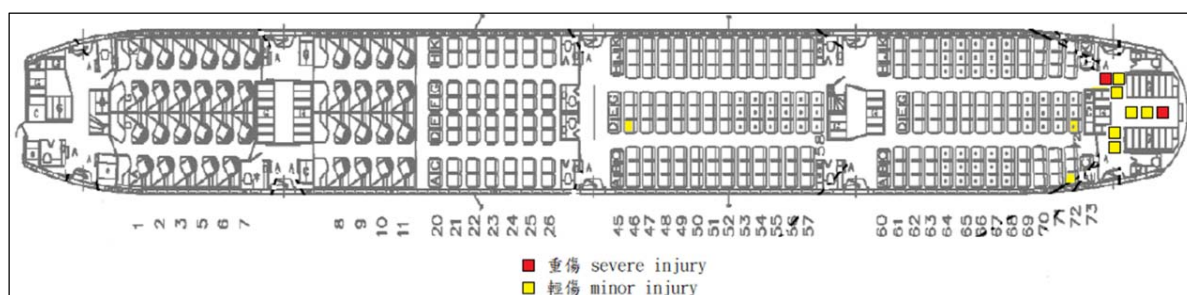


圖 1.2-1 人員傷害位置分布圖

1.3 航空器損害

航空器無損害。

1.4 其他損害情況

無其他損害。

1.5 人員資料

1.5.1 駕駛員經歷

飛航組員基本資料如表 1.5-1。

表 1.5-1 飛航組員基本資料表

項 目	正 駕 駛 員	資 深 副 駕 駛 員	副 駕 駛 員
性 別	男	女	男
事 故 時 年 齡	59	43	28
進 入 公 司 日 期	民國 82 年	民國 94 年	民國 105 年
航 空 人 員 類 別	飛機民航運輸駕駛員	飛機民航運輸駕駛員	飛機民航運輸駕駛員
檢 定 項 目	B-747-400, B-777	B-747-400, B-777	B-777
發 證 日 期	民國106年12月18日	民國104年8月30日	民國105年9月2日
終 止 日 期	民國107年5月31日	民國109年8月29日	民國108年6月13日
體 格 檢 查 種 類	甲類駕駛員	甲類駕駛員	甲類駕駛員
終 止 日 期	民國107年4月30日	民國107年5月31日	民國107年3月31日
總 飛 航 時 間 ⁴	21,702 小時	9,161 小時	3,542 小時
事 故 型 機 飛 航 時 間	4,644 小時	6,041 小時	1,152 小時
最 近 12 個 月 飛 航 時 間	925 小時	806 小時	924 小時
最 近 90 日 內 飛 航 時 間	214 小時	237 小時	216 小時
最 近 30 日 內 飛 航 時 間	78 小時	104 小時	93 小時
最 近 7 日 內 飛 航 時 間	15 小時	36 小時	8 小時
事 故 前 24 小 時 飛 航 時 間	1.3 小時	12.3 小時	1.3 小時
派 飛 事 故 首 次 任 務 前 之 休 息 期 間 ⁵	大於 72 小時	35 小時 10 分	23 小時 05 分

1.5.1.1 正駕駛員

正駕駛員為中華民國籍，於民國 82 年 7 月進入長榮航空，曾為軍事飛行員。持有中華民國飛機民航運輸業駕駛員檢定證，檢定項目欄內註記為：「飛機，陸上，多發動機 *aeroplane, land, multi-engine*，儀器飛航 *instrument aeroplane B-747-400 B-777* 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*」，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*

⁴ 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（13:36 時）為止。

⁵ 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」。

L6 perpetual 永久有效」。

正駕駛員最近一次實證訓練 (evidence based training, EBT) 評估模組 (evaluation module, EM) 於民國 106 年 11 月 2 日完成，評語及訓練結果欄內無不正常紀錄；EBT 訓練模組 (training module, TM) 於同年 11 月 3 日完成，考驗結果為：「滿意 (*satisfactory*)」；最近一次年度航路考驗 (annual line check) 於民國 105 年 12 月 6 日完成，考驗結果為：「滿意 (*satisfactory*)」。最近一次亂流教育訓練於民國 106 年 6 月 19 日完成，考驗結果為：「通過」。

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 106 年 10 月 12 日，體檢及格證限制欄內無註記項目。

1.5.1.2 資深副駕駛員

資深副駕駛員為中華民國籍，於民國 94 年 1 月進入長榮航空。持有中華民國飛機民航運輸駕駛員檢定證，檢定項目欄內註記為：「飛機，陸上，多發動機 *aeroplane, land, multi-engine*，儀器飛航 *instrument rating B-747-400 B-777* 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*」；限制欄內註記為：「*B-777 F/O*」「*B-747-400 F/O*」；特定說明事項欄內註記為：「無線電溝通英語專業能力 (*Y-M-D*) *english proficient; ICAO L6 perpetual 永久有效*」。

資深副駕駛員最近一次 EM 於民國 106 年 8 月 14 日完成，評語及訓練結果欄內無不正常紀錄；TM 於同年 8 月 15 日完成，考驗結果為：「滿意 (*satisfactory*)」；最近一次年度航路考驗 (annual line check) 於民國 106 年 10 月 11 日完成，考驗結果為：「滿意 (*satisfactory*)」。最近一次亂流教育訓練於民國 106 年 6 月 25 日完成，考驗結果為：「通過」。

資深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 106 年 11 月 14 日，體檢及格證限制欄內無註記項目。

1.5.1.3 副駕駛員

副駕駛員為俄羅斯籍，於民國 105 年 6 月進入長榮航空。持有中華民國飛機民航運輸駕駛員檢定證，檢定項目欄內註記為：「飛機，陸上，多發動機 *aeroplane, land, multi-engine*，儀器飛航 *instrument rating B-777* 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*」；限制欄內註記為：「*B-777 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 2019/08/10*」。

副駕駛員最近一次之 EM 於民國 106 年 08 月 11 日完成，評語及訓練結果欄內無不正常紀錄；TM 於同年 08 月 12 日完成，考驗結果為：「滿意 (*satisfactory*)」；最近一次之年度航路考驗 (*line check*) 於民國 106 年 02 月 19 日完成，考驗結果為：「滿意 (*satisfactory*)」。最近一次亂流教育訓練於民國 106 年 6 月 19 日完成，考驗結果為：「通過」。

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 106 年 3 月 14 日，體檢及格證限制欄內無註記項目。

1.6 航空器資料

1.6.1 航空器與發動機基本資料

事故航空器與發動機基本資料統計至民國 106 年 11 月 22 日，如表 1.6-1 及表 1.6-2。

表 1.6-1 航空器基本資料

航空器基本資料表		
國 籍	中華民國	
航 空 器 登 記 號 碼	B-16718	
機 型	777-300ER	
製 造 廠 商	The Boeing Company	
出 廠 序 號	43289	
生 產 線 序 號	1189	
出 廠 日 期	民國 103 年 3 月 15 日	
接 收 日 期	民國 103 年 4 月 22 日	
所 有 人	長榮航空股份有限公司	
使 用 人	長榮航空股份有限公司	
國 籍 登 記 證 書 編 號	103-1277	
適 航 證 書 編 號	106-04-066	
適 航 證 書 生 效 日	民國 106 年 4 月 16 日	
適 航 證 書 有 效 期 限	民國 107 年 4 月 15 日	
航 空 器 總 使 用 時 數	18720:26	
航 空 器 總 落 地 次 數	2387	
上 次 定 檢 種 類	A03	C02
上 次 定 檢 日 期	民國 106 年 11 月 9 日	民國 105 年 12 月 06 日
上 次 定 檢 後 使 用 時 數	196:39	4874:45
上 次 定 檢 後 落 地 次 數	22	560
最 大 起 飛 重 量	775,000 磅/351,534 公斤	
最 大 著 陸 重 量	554,000 磅/251,290 公斤	

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		
製 造 廠 商	General Electric	
編 號 / 位 置	Engine #1	Engine #2
型 別	GE90-115B	GE90-115B
序 號	906-352	907-537
製 造 日 期	民國 96 年 7 月 13 日	民國 103 年 4 月 04 日
上次維修廠檢修後使用時數	1964:37	1078:20
上次維修廠檢修後使用週期數	232	80
總 使 用 時 數	46277:11	18296:39
總 使 用 週 期 數	6117	2282

1.6.2 載重平衡

該機載重與平衡相關資料詳表 1.6-3。

表 1.6-3 載重平衡表

單位：磅

最 大 零 油 重 量	237,700.0
實 際 零 油 重 量	214,000.0
最 大 起 飛 總 重	351,500.0
實 際 起 飛 總 重	323,800.0
起 飛 油 量	109,800.0
航 行 耗 油 量	99,000.0
最 大 落 地 總 重	251,300.0
實 際 落 地 總 重	224,700.0
起 飛 重 心 位 置	22.1%MAC
MAC : mean aerodynamic chord	

1.7 天氣資料

1.7.1 天氣概述

民國 106 年 11 月 22 日 1200 地面天氣分析圖（詳圖 1.7-1）顯示，一

低壓位於事故地點南方之琉球海面（北緯 29 度、東經 132 度），中心氣壓 1006 百帕，向東北東移動，時速 30 公里，冷、暖鋒由此低壓中心分別向西南及東南延伸。依據 1330 紅外線衛星雲圖（詳圖 1.7-2），此低壓形成之雲帶，於事故地點附近之雲頂高度約 29,000 呎。

民國 106 年 11 月 22 日 1200 時之 200 百帕高空天氣分析圖（詳圖 1.7-3）顯示，一往東之副熱帶噴射氣流通過事故地點北方，高度約為 39,000 呎，最大風速約為 160 浬/時。

華盛頓世界區域預報中心發布有效時間至民國 106 年 11 月 22 日 1200 時之 FL250-630 顯著天氣（significant weather, SIGWX）圖（詳圖 1.7-4）顯示一東西向噴射氣流位於日本四國上空，高度 FL390，最大風速 160 浬/時，FL220 至 FL560 之風速大於 80 浬/時，於四國上空之風速為 140 浬/時，日本及其東方海面地區 FL400 以下預報有中度⁶晴空亂流，事故地點位於此區域內。

日本氣象廳發布事故前與事故時有效之顯著危害天氣資訊（significant meteorological information, SIGMET）如下，其警報區域詳圖 1.7-5。

SIGMET W02：有效時間 0725 時至 1125 時；福岡飛航情報區，強烈亂流預報位於 N2730 E13050、N2900 E12940、N3210 E13200、N3320 E13540、N3000 E13710、N2730 E13050 所圍之區域，高度 FL310 至 FL350，以每小時 30 浬的速度向東北東移動，強度增強。

SIGMET W03：有效時間 1025 時至 1425 時；福岡飛航情報區，強烈亂流預報位於 N2830 E13150、N3020 E13040、N3240 E13230、N3340 E13620、N2900 E13730 及 N2830 E13150 所圍之區域，高度 FL310 至 FL350，以每小時 30 浬的速度向東北東移動，強度不變。

⁶ 依據 ICAO Annex 3 及 Doc 4444，亂流強度分為輕度（light）、中度（moderate）及強烈（severe）三級，當渦流消散率（eddy dissipation rate, EDR）立方根之極大值大於 0.4 並且小於或等於 0.7，或加速度儀讀數變化介於 0.5g 至 1.0g 時為中度亂流；當渦流消散率立方根之極大值超過 0.7，或加速度儀讀數變化超過 1.0g 時為強烈亂流。

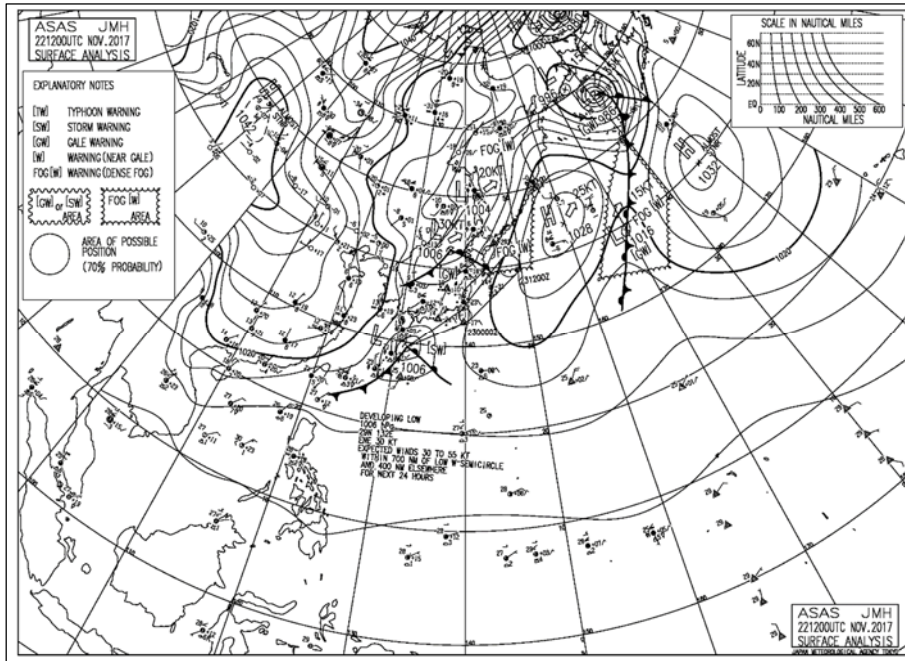


圖 1.7-1 亞洲地面天氣分析圖

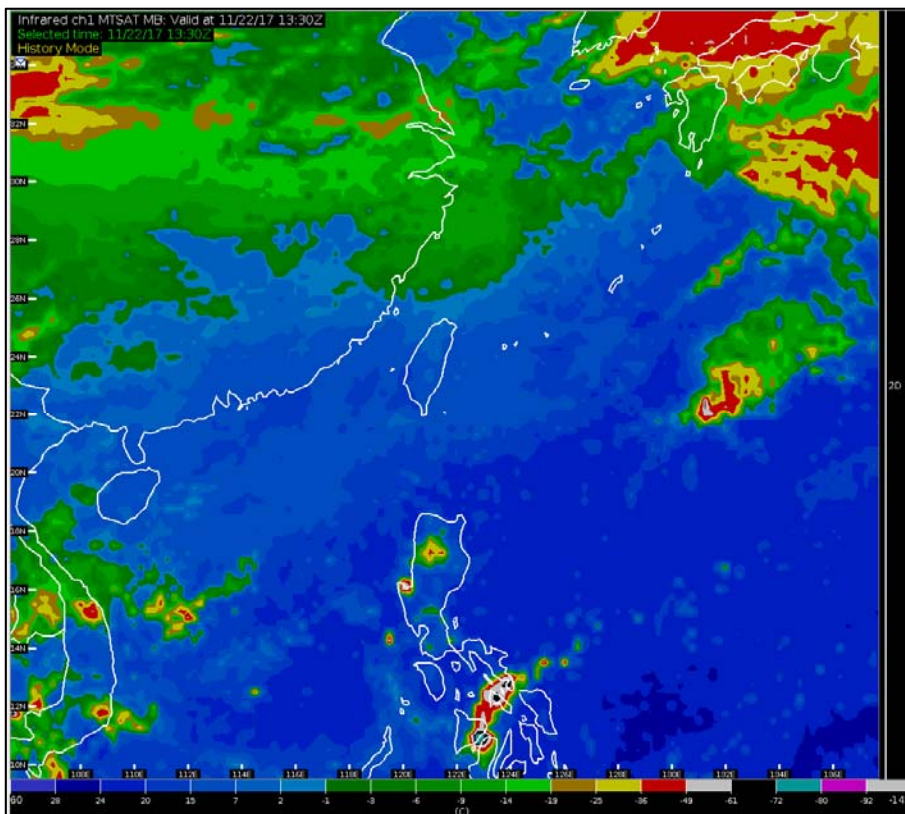


圖 1.7-2 紅外線衛星雲圖

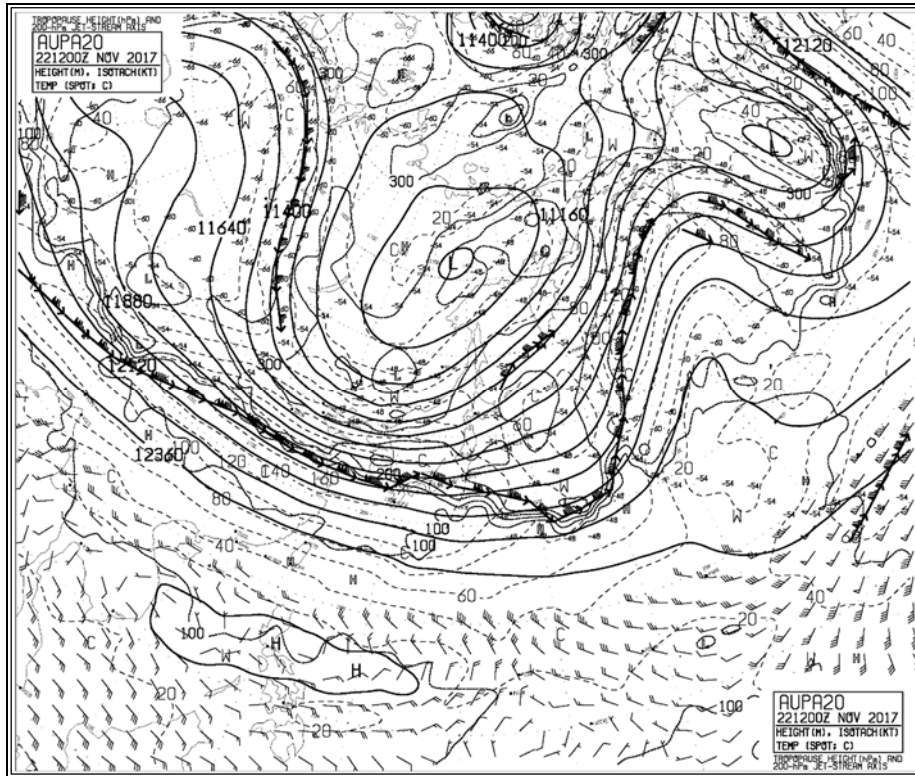


圖 1.7-3 高空天氣分析圖

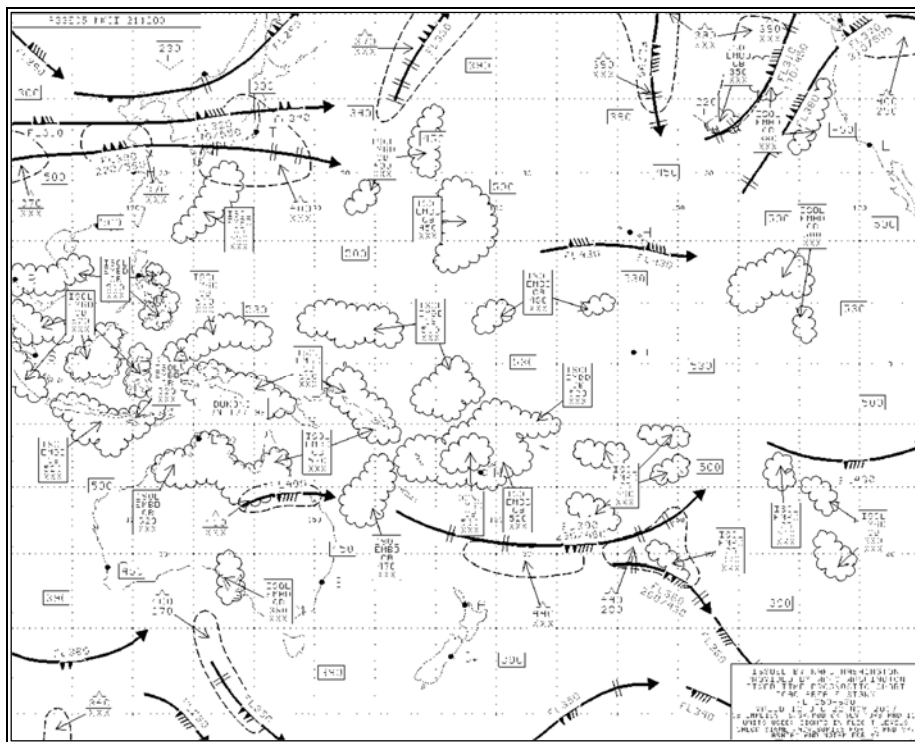


圖 1.7-4 有效時間民國 106 年 11 月 22 日 1200 時之顯著天氣圖

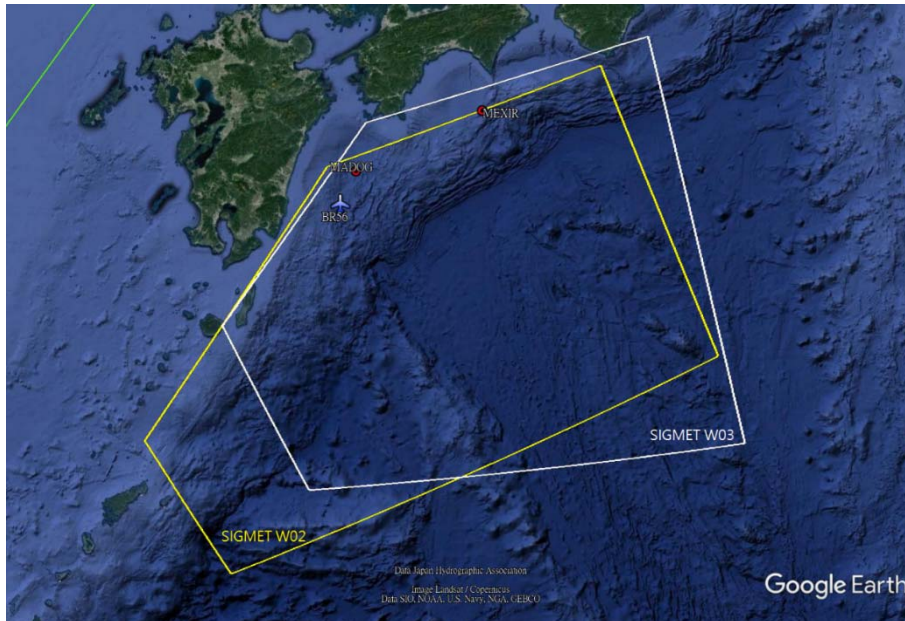


圖 1.7-5 SIGMET W02、W03 警報區域與事故地點

1.7.2 飛行前駕駛員獲得之相關天氣資訊

駕駛員於飛行前曾獲得以下之天氣資訊：

1. 高度 FL250-630，有效時間民國 106 年 11 月 23 日 0000 時之北美地區顯著天氣圖。
2. 高度 FL250-630，有效時間民國 106 年 11 月 22 日 1200 時、1800 時及民國 106 年 11 月 23 日 0000 時之北半球顯著天氣圖（詳圖 1.7-6）。有效時間 1200 時之預測圖顯示一向東之噴射氣流通過日本九州，高度 FL390，速度為 150 浬/時，該噴射氣流周圍有中度亂流預報，高度 FL250 至 FL420。
3. 高空風及溫度圖。
4. 操作飛航計畫中，預報航路最大風切為每千呎 10 浬/時⁷，位於航點 MEXIR（詳圖 1.7-5），該航點位於 SIGWX CHART 中度晴空亂流預

⁷ 依據世界氣象組織（World Meteorological Organization, WMO）AeM SERIES No. 3. “Aviation Hazards”，晴空亂流之垂向風切達每千呎 6 浬/時為中度亂流、9 浬/時為強烈亂流。

報、SIGMET W02、W03 強烈亂流預報區域內。

5. SIGMET W02。

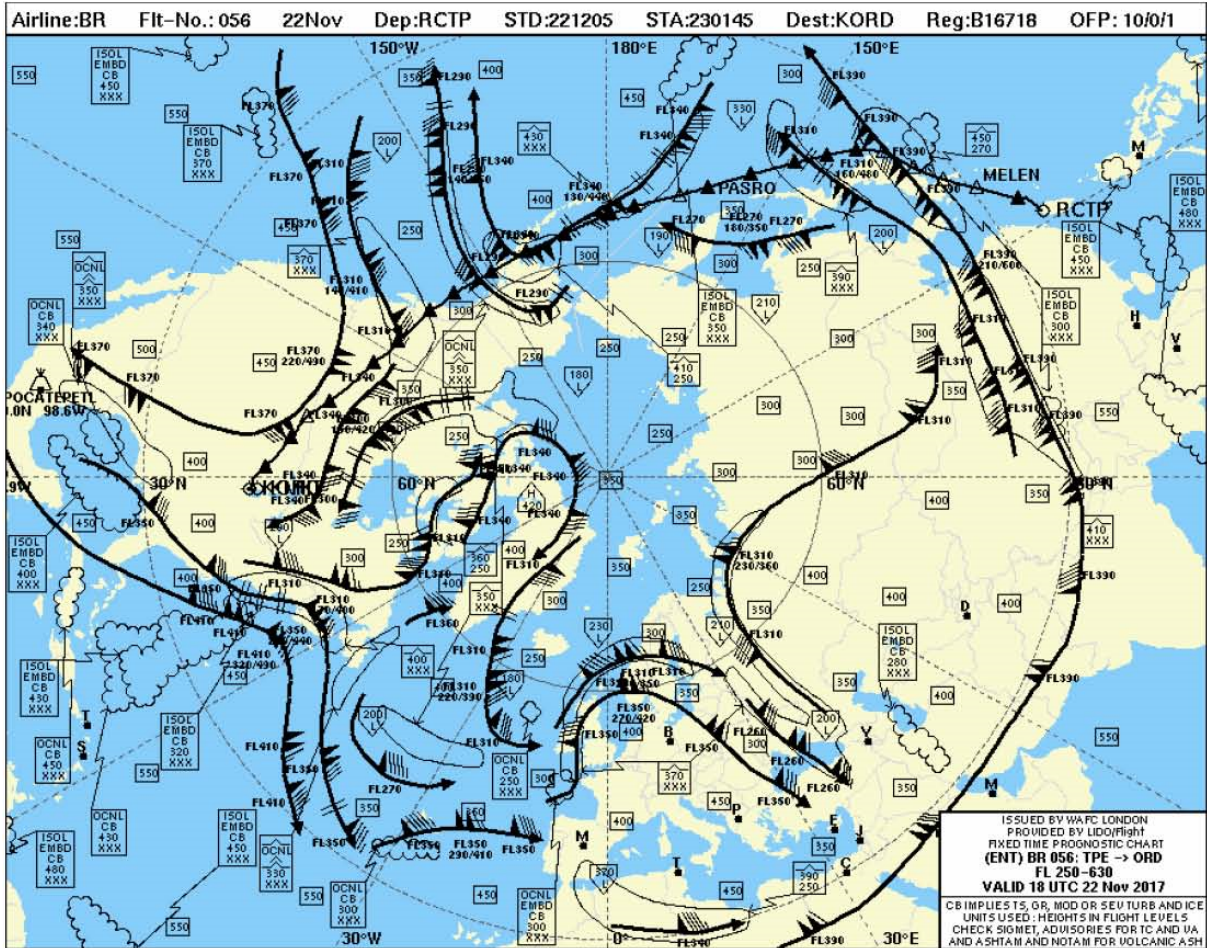


圖 1.7-6 北半球顯著天氣圖

1.7.3 空中報告

日本運輸安全委員會提供事故前後附近地區計有 7 件亂流之空中報告 (Air-report)⁸，其中 2 件遭遇強烈亂流，詳圖 1.7-7。

⁸ ICAO Annex 3 : Air-report: A report from an aircraft in flight prepared in conformity with requirements for position, and operational and/or meteorological reporting. 另臺北飛航情報區飛航指南 TAIPEI FIR 通則 2.2 航空情報出版品所用之縮語：AIREP：Air-report 空中報告。

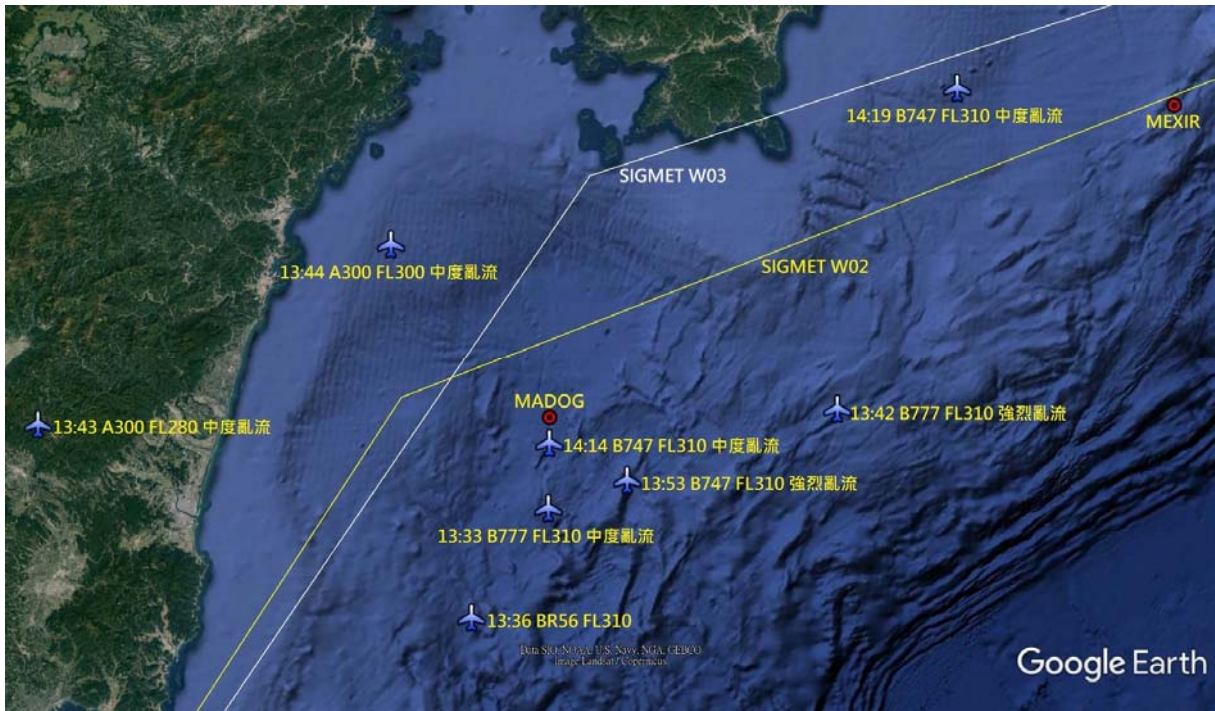


圖 1.7-7 事故地點附近之亂流空中報告

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 (solid-state cockpit voice recorder, SSCVR, CVR), 製造商為 L-3 Communications 公司, 件號為 2100-1025-22。該具 CVR 具備 2 小時記錄能力, 該機於事故發生後持續執行飛航任務, 其

飛航時間超過 2 小時。該機落地後，CVR 記錄之語音資料無與本事故相關資料。

1.11.2 飛航資料紀錄器

該機裝置固態式飛航資料紀錄器 (solid-state flight data recorder, SSFDR, FDR)，製造商為 L-3 Communications 公司，件號為 2100-4045-22，FDR 資料記錄長度為 72 小時 0 分 14 秒。

事故發生後，本會依據長榮航空提供之解讀文件⁹進行解讀，該具 FDR 共記錄 1552 項參數，依 FDR 資料顯示該機於事故當日 1215 時自桃園機場起飛，經過約 12 小時 23 分飛行後於芝加哥降落，完整飛航軌跡詳圖 1.11-1 所示。

該航班於 1334 時至 1344 時期間，航機位於日本九州宮崎縣宮崎市東方約 42 哩之公海上空，飛航高度約 31,000 呎，詳圖 1.11-2。此期間內垂向加速度、橫向加速度、空速及姿態等參數皆存在擾動。1335:40 時至 1337:00 時，垂向加速度最大值為 1.68 g、最小值為 -0.13 g。1344 時，該機開始爬升，垂向加速度之擾動逐漸減小，相關參數紀錄變化如圖 1.11-3 所示。

⁹ Boeing777 flight data recording system signal details document - 2010 rule - 1024 WPS data rate, Doc id. D247W018-10.



圖 1.11-1 BR056 航班之飛航軌跡圖

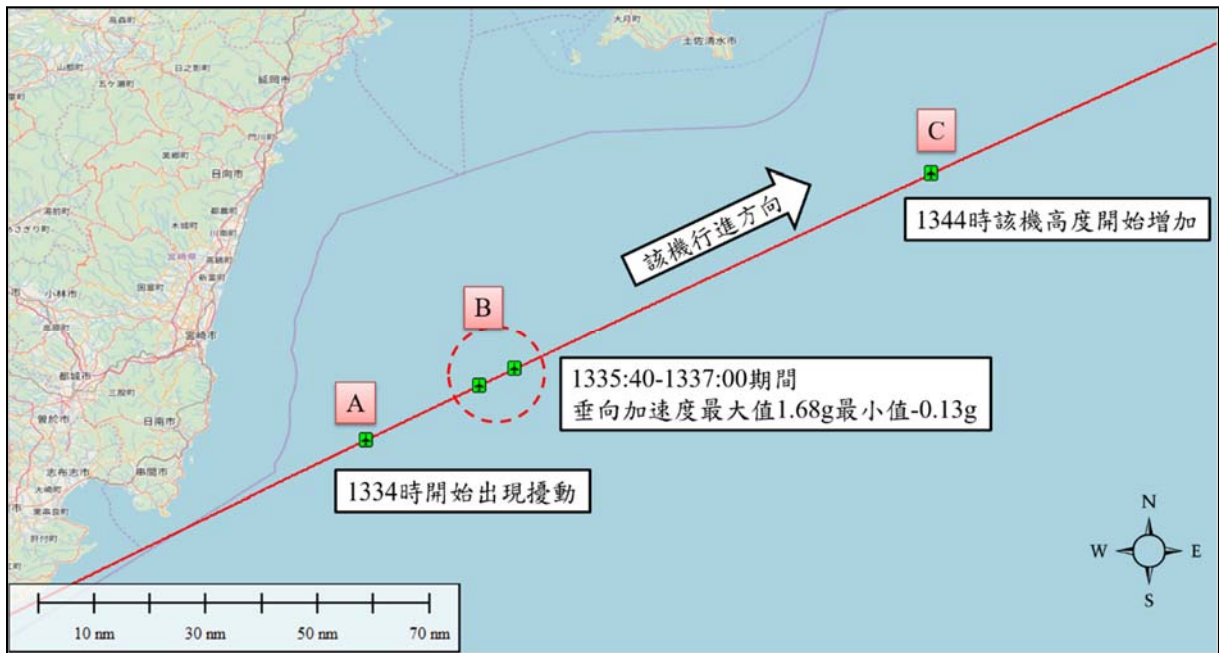


圖 1.11-2 BR056 航班遭遇亂流時之飛航軌跡圖

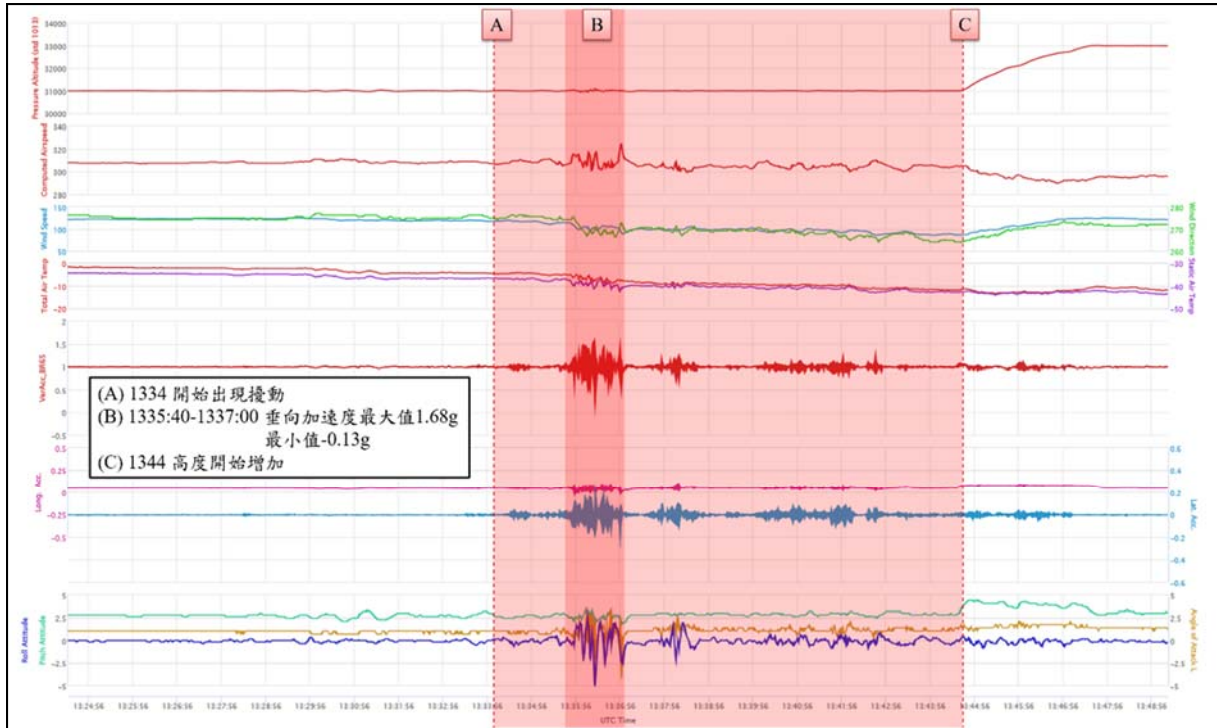


圖 1.11-3 BR056 航班遭遇亂流時相關參數變化圖

1.12 航空器撞擊資料

無相關議題。

1.13 醫療與病理

1.13.1 醫療作業

2 名重傷客艙組員（座位代號 L5, R5）及 3 名受傷乘客（座位代號 46D, 72A, 72D）於該機落地後，被送往美國芝加哥 Alexian Brothers Medical Center 治療；共 5 名受傷客艙組員（座位代號 L5, R5, CC5, L3, C5）回到臺灣後，至敏盛綜合醫院接受治療。

1.13.2 傷勢情形

2 位重傷客艙組員（L5, R5）之傷勢情形如下所述：

- 客艙組員(L5): 右側腓骨外踝閉鎖性骨折，返臺後依醫囑居家休養，

未住院治療。

- 客艙組員 (R5)：下背、右手肘與右小腿挫傷、第一腰椎壓迫閉鎖性骨折，返臺後依醫囑居家休養，未住院治療。

其他受輕傷之客艙組員 (L1, L3, L4, C5, C5', CC5) 及乘客傷勢大都屬挫傷、扭傷、擦傷、撞傷等類型。

1.14 火災

無相關議題。

1.15 生還因素

該機客艙組員勤務代碼及其指定座位，如圖 1.15-1 所示。

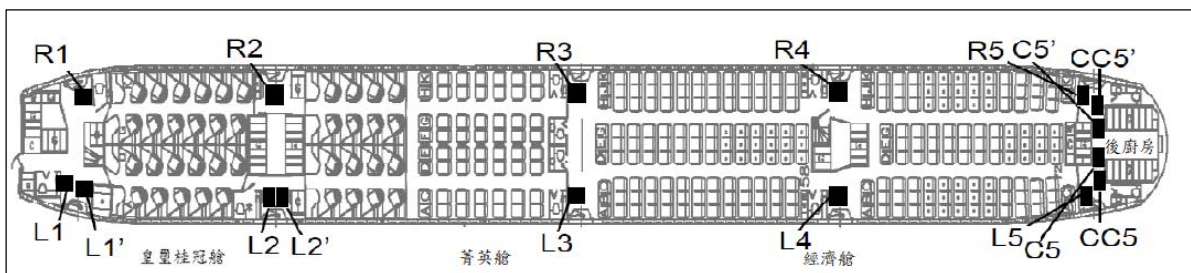


圖 1.15-1 客艙組員勤務代碼及指定座位圖

1.15.1 客艙緊急應變

依客艙組員報告：任務前簡報時，正駕駛員曾提示起飛後 4 小時會遭遇一般亂流，會以繫緊安全帶指示燈亮通知乘客及客艙組員。

當繫緊安全帶指示燈亮時，客艙正進行餐飲服務，事務長 (L1) 巡艙至 L4 的位置，即執行繫緊安全帶廣播，各區域客艙組員隨即進行客艙安全檢查。

之後正駕駛員對客艙廣播「cabin crew be seated (客艙組員就座)」，此時事務長巡艙至後廚房，客艙組員 (L4, R5, C5') 將左側走道 2 台餐車推回後廚房；同時客艙組員 (L5, CC5) 將右側走道 1 台餐車欲推回後廚房，行經

R5 門時，因等待其他餐車推回儲物空間，遂將餐車停在 R5 艙門附近廁所旁固定。部分組員說明前述客艙廣播後約 1 至 2 分鐘¹⁰，亂流即發生，依事務長敘述：強烈亂流瞬間使機身如自由落體般下降約 30 公分高的落差。

事故後正駕駛員執行中英文廣播：因為經過不穩定亂流區，請乘客務必繫緊安全帶，切勿離開座位，暫停客艙所有服務。事務長隨後使用客艙電話通知全體客艙組員，轉達正駕駛員指示：此晴空亂流無法預測時間，請組員顧及自身安全及等待機長指示再起身。

在正駕駛員廣播請客艙組員可以執行客艙服務檢查後，事務長詢問客艙組員是否有受傷情況，無人表明有受傷。座於 73H 乘客表明是醫生，事務長請他探視 3 名受傷乘客¹¹，醫囑冰敷袋及止痛藥，全程並未使用機上醫療箱、急救箱或衛生防護箱。

事務長第 1 次進駕駛艙報告 3 位受傷乘客狀況及醫生協助結果，且報告並無客艙組員表示受傷。當客艙組員完成經濟艙餐點服務及客艙與廚房的清潔工作後，事務長再度廣播，請有不適者，與客艙組員聯繫。此時始獲知有 8 名客艙組員受傷，其中 2 名重傷組員經機上醫生檢視傷處後，暫停職務並冰敷休息，其他 6 位輕傷組員自我評估狀況良好，自行敷藥後並自願繼續服勤。統計 8 名受傷之客艙組員，受傷時皆位於後廚房區，受傷狀況詳表 1.15-1。

隨後事務長再度進入駕駛艙，回報乘客及客艙組員傷勢、機上醫生之醫囑、重傷組員停止勤務、安排代理人以及客艙設備受損狀況檢查等。事務長後續向公司報告遭遇強烈亂流及受傷人員狀況。並與公司醫務室醫師通話，醫囑回復間隔性冰敷及使用止痛藥。

10 依據 15 份客艙組員報告及 2 份駕駛員訪談資料，有關客艙廣播後到亂流發生的時間之相關敘述如下：「不到 1 分鐘」*1 人；「只有 1 分鐘」*1 人；「1 分鐘」*1 人；「約 2 分鐘」*2 人；「未說明」*12 人。

11 事故時，輕傷乘客（46D）有繫妥安全帶，惟因有腰椎舊傷，震動造成舊傷復發；輕傷乘客（72A）有繫妥安全帶，惟左前額撞及窗戶邊框腫大；另乘客（72D）於亂流發生時正解開安全帶起身離座，客艙組員（R3）發現後，出聲制止不及，該名乘客頭部已撞到上方置物箱板受傷。

表 1.15-1 客艙組員受傷狀況表

勤務代碼	受傷前後時間點及客艙狀況	受傷時所處地點	傷勢	受傷原因
L1	巡艙至後廚房提醒組員儘速就座	CC5 組員座位旁	右腳踝輕微腫脹及擦傷、左右手肘撞傷	抓到 CC5 組員座位扶手，但無法順利就座，震盪中碰撞擦傷。
L4	將左側走道餐車推回後廚房，但來不及收好	後廚房	右膝撞傷	因餐車翻覆阻擋，無法及時就座，重摔落地，遭受廚房物品砸傷，膝蓋受餐車撞擊。
L3	往後執行菁英艙至經濟艙左側走道安全帶檢查	C5 組員座位旁	臀部及左上背挫傷、左腳踝扭傷	無法及時就座，背頂免稅品車，被拋起又跌坐地上，撞擊隔板及地面。
CC5	將右側走道餐車推回後廚房，經 R5 門，因等待其他餐車推回儲存空間，而先停靠旁邊固定	R5 門廁所旁	頭部外傷、腦震盪、左胸壁與右膝挫傷	頭部撞及天花板，重摔右膝碰撞地板。
C5'	將左側走道餐車推回後廚房，但來不及收好	後廚房	右肩慣性脫臼處 2 處拉傷、左手肘擦傷	因餐車翻覆阻擋，無法及時就座，雙手各扶 1 部餐車，被拋到半空再重摔地面。
C5	才剛把車子固定就發生亂流，組員來不及就座	C5' 組員座位旁	左肩、左手肘及左膝挫傷、左腳踝擦傷	與餐車一起飛起，再摔落地面。
L5	將右側走道餐車推回後廚房，經 R5 門，因等待其他餐車推回儲物空間，而先停靠旁邊固定	R5 組員座位旁	右側腓骨外踝閉鎖性骨折	有抓到 R5 組員座位坐墊，但仍被拋起後重摔落地。
R5	將左側走道餐車推回後廚房，但來不及收好	後廚房	下背、右手肘及右小腿挫傷、第一腰椎閉鎖性骨折	拋飛後再摔落地，餐車翻覆阻擋，無法及時就座，遭受廚房物品砸傷，右腿脛骨受餐車撞擊。

依據客艙組員報告於遭遇亂流前後之應變作為排出先後次序，詳表 1.15-2。

表 1.15-2 客艙組員應變作為次序

次 序	客 艙 組 員 應 變 作 為
繫緊安全帶指示燈亮	<ol style="list-style-type: none"> 1.客艙正進行餐飲服務。 2.事務長巡艙至 L4 位置，執行繫緊安全帶廣播。 3.各區域客艙組員進行客艙安全檢查。
正駕駛員對客艙廣播「cabin crew be seated」	<ol style="list-style-type: none"> 1.事務長巡艙至後廚房。 2.客艙組員（L4, R5, C5'）將左側走道 2 台餐車推回後廚房，但來不及收好。 3.客艙組員（L5, CC5）將右側走道 1 台餐車欲推回後廚房，行經 R5 門時，因等待其他餐車推回儲物空間，遂將餐車停在 R5 艙門附近廁所旁固定。
廣播後約 1 至 2 分鐘亂流發生	
事務長回報駕駛艙	<ol style="list-style-type: none"> 1.回報機長確認乘客安全。 2.正駕駛員執行因為經過不穩定亂流區，請乘客務必繫緊安全帶，切勿離開座位，暫停客艙所有服務中英文廣播。 3.事務長使用客艙電話通知全體客艙組員，轉達正駕駛員指示。
正駕駛員廣播請客艙組員可以執行「cabin crew service check」	<ol style="list-style-type: none"> 1.事務長詢問客艙組員是否有受傷情況，無人表明有受傷。 2.乘客（73H）表明是醫生，事務長請他探視 3 名受傷乘客。
事務長進駕駛艙報告	<ol style="list-style-type: none"> 1.報告 3 位受傷乘客狀況及醫生協助結果。 2.報告並無客艙組員表示受傷。
客艙組員完成經濟艙餐點服務及客艙與廚房清潔工作	<ol style="list-style-type: none"> 1.事務長再度廣播，請有不適者，與客艙組員聯繫。 2.此時受傷客艙組員才回報傷勢狀況。 3.2 名重傷組員經機上醫生檢視傷處後，暫停職務，冰敷休息。 4.6 位輕傷組員自我評估狀況良好自行敷藥後並自願繼續服勤。 5.統計共 8 名客艙組員受傷，受傷時皆位於後廚房區。
事務長再度進入駕駛艙報告	<ol style="list-style-type: none"> 1.回報乘客及客艙組員傷勢、機上醫生之醫囑。 2.重傷組員停止勤務並安排代理人。 3.客艙設備受損狀況檢查等。
事務長向公司報告	<ol style="list-style-type: none"> 1.報告遭遇強烈亂流及受傷人員狀況。 2.與公司醫務室醫師通話，醫囑回復間隔性冰敷及使用止痛藥。
航機落地後	<ol style="list-style-type: none"> 1.2 名輕傷乘客（72A, 72D）與一般乘客同時下機。

	<p>2.輕傷乘客（46D）及 2 名重傷客艙組員於其他乘客均下機後，以輪椅護送下機。</p> <p>3. 3 名受傷乘客及 2 名重傷客艙組員，由地勤人員護送就醫。</p> <p>4. 6 位輕傷組員表達不需就醫及希望繼續服勤回程航班任務之意願。</p>
--	--

航機落地後，2 名輕傷乘客（72A, 72D）與一般乘客同時下機，另一名輕傷乘客(46D)及 2 名重傷客艙組員於其他乘客下機後，以輪椅護送下機，3 名受傷乘客及 2 名重傷客艙組員，均由地勤人員護送就醫。當時 6 位輕傷組員表達不需就醫及希望繼續服勤回程航班任務之意願。

1.15.2 客艙緊急應變相關程序

1.15.2.1 亂流分類定義

長榮航空客艙組員手冊（cabin crew handbook）1.3.1 節中將亂流定義為輕微震動（light chop）、輕微亂流（light turbulence）、中度亂流（moderate turbulence）、強烈亂流（severe turbulence）及極強烈亂流（extreme turbulence）五等級，相關內容節錄如下：

1.3 TURBULENCE

1.3.1 Levels of Turbulence and Reaction Inside Aircraft

A.Light Chop :

Slight, rapid, and somewhat rhythmic bumpiness without appreciable changes in altitude or attitude.

B.Light turbulence :

(1) Beverages shake inside cup.

(2) Passengers may feel slight strain against seat belt.

(3) Carts maneuvered with little difficulty.

C.Moderate turbulence :

- (1) Beverages splash from cup.*
- (2) Passengers may feel strain against seat belt.*
- (3) Walking difficult.*
- (4) Standing difficult without bracing.*
- (5) Carts difficult to maneuver.*

D.Severe turbulence :

- (1) Items fall over or lift off floor.*
- (2) Unsecured objects toss about.*
- (3) Passengers forced violently against seat belt.*
- (4) Service, walking impossible.*

E.Extreme turbulence :

Aircraft is violently tossed about and is practically impossible to control. May cause structural damage.

1.15.2.2 遭遇亂流處理程序及民航局規範

長榮航空客艙組員手冊 1.3.4 及 1.3.5 節中描述遭遇不同程度亂流時，飛航組員及客艙組員之處理程序，其處理方式分為可預期及不可預期兩類。當遭遇輕度亂流時，機長會開啟繫緊安全帶指示燈，並由事務長對乘客做亂流情況說明及要求乘客繫緊安全帶廣播；於中度、強烈及極強烈亂流時，機長應開啟繫緊安全帶指示燈及要求客艙組員就座，並對乘客做廣播。相關內容節錄如下：

1.3.4 Anticipated Turbulence

A. *For Light turbulence, when the seat belt sign is turned on in flight, the following actions must be taken :*

(1) The Chief Purser makes a P.A, to explain the condition and instruct the passenger to ensure seat belts are fastened securely.

(2) Check that all passenger seat belts are fastened and baggage is secured and report.

(3) Ensure all unnecessary items in the galley are stowed (Cabin Crew should prioritize the items to secure, ex: stow the large items like carts/trolleys or hot liquids first, and then small items or latch...).

(4) Monitor and ensure passengers remain seated with seat belts fastened.

B. *For Moderate, Severe or Extreme turbulence, captain will make a P.A, stating "Cabin Crew be seated", the Cabin Crew should :*

(1) Immediately take the nearest vacant cabin crew seat, and fasten the seat belt/shoulder harness.

(2) If a cabin crew seat is not nearby, cabin crew shall take the nearest available passenger seat, and fasten the seat belt.

(3) If there is no seat available, crew shall immediately lower posture and grasp the armrest of a passenger seat or a handle in the galley.

(4) Continue to monitor and ensure passengers remain seated with seat belts fastened by P.A. from Chief Pursers.

(5) Chief Pursers should make "All Call" to ensure the crew and passengers' condition.

- C. *Once clear of turbulence, the PIC should inform the Cabin Crew that they may resume their normal duties.*
- D. *If there is any situation occurring (ex: passengers get hurt from the turbulence.) , report and advise Flight Crewmembers.*

NOTE :If the overhead bin is damaged or out of shape due to turbulence, move out the items from the overhead bin and secure them.

1.3.5 Unanticipated Turbulence

- A. *The Captain or Chief Purser make a P.A. to explain the condition and instruct passengers to ensure seat belt are fastened securely (when the situation required, Cabin Crew can command passengers to fasten seat belt by shouting) .*
- B. *The Seat Belt Sign should be turned on. Advise Flight Crewmembers to turn on seat belt sign, if the seat belt sign is not on yet.*
- C. *Take the following action when the situation is allowed :*
 - (1) Check that all passenger seat belts are fastened and baggage is secured and report.*
 - (2) Ensure all unnecessary items in the galley are stowed (Cabin Crew should prioritize the items to secure, ex: stow the large items like cart/trolleys, or hot liquids first, and then small items or latch...) .*
 - (3) Monitor and ensure passengers remain seated with seat belts fastened.*
- D. *If the Captain or Chief Purser make a P.A, stating "Cabin Crew be seated", the Cabin Crew shall :*

- (1) *Immediately take the nearest vacant cabin crew seat, and fasten the seat belt/shoulder harness.*
 - (2) *If a cabin crew seat is not nearby, cabin crew shall take the nearest available passenger seat, and fasten the seat belt.*
 - (3) *If there is no seat available, crew shall immediately lower posture and grasp the armrest of a passenger seat or a handle in the galley.*
 - (4) *Continue to monitor and ensure passengers remain seated with seat belts fastened by P.A. from Chief Purser.*
 - (5) *Chief Purser should make "All Call" to ensure the crew and passengers' condition..*
- E. *Once clear of turbulence, the PIC should inform the Cabin Crew that they may resume normal duties.*
- D. *If there is any situation occurring (ex: passengers get hurt from the turbulence.), report and advise Flight Crewmembers.*

NOTE : If the overhead bins are damaged or out of shape due to the turbulence, move the items from the overhead bin and secure them.

「航空器飛航作業管理規則」第46條：

航空器使用人應確保組員於航空器起飛、降落時，告知乘客繫妥安全帶或肩帶。飛航中遭遇亂流或緊急情況時，組員並應告知乘客採取適當之行動。

航空器使用人應確保航空器起飛後，即使繫安全帶指示燈號已熄滅，組員仍應立即告知乘客於就座時繫妥安全帶。

航空器使用人不得准許乘客使用客艙組員座椅。但經民航局核准

者，不在此限。

「航空器飛航作業管理規則」第 53 條：

航空器使用人應確保客艙內服務用車不得於無組員照料之情況下留置於通道；於使用中未移動時，亦應固定。

客艙組員於起飛及降落階段應確認客艙內服務用車及裝備已經固定於適當儲放空間。

航空器使用人應對客艙內服務用車及其固定裝置之故障，訂定通報程序。

第一項至第三項作業之程序應訂定於客艙組員手冊內。

1.16 測試與研究

無相關議題。

1.17 組織與管理

無相關議題。

1.18 其它資料

1.18.1 訪談資料

1.18.1.1 正駕駛員訪談摘要

受訪者於事故時擔任 PF，起飛後約 1 個半小時接獲日本航管通知前機回報於前方遭受中度亂流，接收訊息後即與副駕駛員短暫討論應注意事項，隨即依公司政策兩度向客艙組員及乘客廣播將遭遇亂流並請繫妥安全帶，廣播後約 2 分鐘航機即開始受亂流影響，進入亂流時高度大約在 31,000 呎，明顯感覺升降幅度甚大，但未注意儀表讀數變化，飛航組員當下都在注意速度避免有超速的現象，自動駕駛及自動油門沒有因遭遇亂流而自動解除。

通過亂流後客艙回報有 3 名乘客及 8 名客艙組員受擦撞傷，正由機上一名乘客醫生協助檢查傷勢。之後透過機載通訊定址與回報系統（aircraft communications addressing and reporting system, ACARS）及網路通報公司遭遇亂流之狀況，公司回覆由機長決定是否繼續執行任務。經聯繫公司醫師確認機上受傷人員之傷勢，醫師判定受傷人員無立即就醫需要，只須持續觀察即可，故受訪者決定繼續飛往目的地。遭遇中度亂流（moderate turbulence）或強烈亂流（severe turbulence）時，公司政策在機上除須響鈴（chime）並透過廣播系統（public announcement, PA）通知人員回座並繫上安全帶外，落地後亦必須做遭遇亂流飛安報告。本次遭遇亂流，向客艙廣播時，客艙組員正值送餐中可能會反應不及，稍後客艙回報餐車已歸回廚房，但客艙組員在未回到座位前已遭遇亂流，來不及做預防動作。

有關亂流預報，受訪者表示：該次飛行前任務簡報時，天氣預測有顯著天氣亂流預測，得知預計之航路，於通過日本四國附近有中度亂流之預報。通常日本上空區域經常發生亂流且冬季發生頻率格外顯著，但類似亂流報告預測不一定會發生，所以認為其過程及內容為一普通且正常的簡報。本次遭遇之亂流為晴空亂流，也就是噴射氣流所帶來的影響，並不會在特定的地方出現，分布不均，通常都是透過前班機回報之狀況執行閃避，飛行計畫或天氣預報較難以測得，是無從預料的。受訪者認為，相關亂流之預報係提供組員作參考，依據受訪者之經驗，亂流預報準確度並不高，如於飛行計畫的製作前，收到回報已知存在亂流之航路而進行航路修改，實務上較準確且有效益。

對於避開亂流之操作，受訪者表示：當時飛航中氣象雷達並未偵測到亂流，前方亦無積雨雲。如預報有亂流，甚至遭遇亂流當下並未想改變高度避開亂流，因為並不知道亂流的涵蓋範圍。公司對於亂流有相關知識及技術上之研討，但並不會特別針對季節區分，或有明確的避讓規則或政策，完全由機長做抉擇，機長可以針對航路上的考量包含亂流的等級請求調整航路，但經常亂流之預報並不準確，實際上並未遭遇或遇到之亂流很小。

1.18.1.2 副駕駛員訪談摘要

受訪者本次飛航擔任 PM，發生亂流前航管曾告知前方航機遭遇亂流，機長立即啟動安全帶指示燈並通知客艙，並討論是否可避開該空域。不久即遭遇亂流，即與機長一起操控航機，本身很注意速度及重力負荷感受值之變化，機長亦將速度調整至 0.82M。亂流停止時立刻詢問客艙狀況，事務長亦至駕駛艙出示亂流後客艙之照片，並告知客艙有一醫生乘客正協助驗傷中。受訪者企圖以衛星電話與公司地面管制中心聯絡，但聯絡不上。之後傳來公司資訊，要機組員自行決定是否轉降。經地面醫生告知傷者狀況尚好，只需持續觀察，因此機長決定繼續前往目的地。

受訪者表示任務前一日休息狀況良好。飛航前之提示係依照標準程序，天氣預報提及大約於 0725 至 1125 安克拉治附近會有亂流。也曾檢查亂流之預報，預期亂流係以 60 哩/時之速度向東移動。

受訪者之前僅有遭遇小亂流之經驗，曾修習天氣相關課程，公司之複訓亦含有天氣相關之知識，但受訪者認為因天氣之變化幅度極大，尤其對亂流之預測多為理論，與實際狀況差異甚大。對於此次亂流之處置，受訪者認為與機長之意見一致，配合甚好，也依據手冊之規定執行相關程序。

1.18.1.3 簽派員訪談摘要

受訪者表示航路選擇在時程及經濟效益綜合考量下，通常不會往俄國方向飛航，而是採日本東部沿岸航路後跨越太平洋。當時參考當日不同時段顯著天氣圖，氣流產生約在安克拉治一帶，靠近北方較強烈，故 BR056 選擇北太平洋（north pacific, NOPAC）航路。飛行計畫航路是參考風的狀況、酬載及雙發動機延程操作標準（extended-range twin-engine operational performance standards, ETOPS）備降場選定後再透過公司航線規畫系統產生。天氣方面也會參考其他相關機構網站資訊。因越洋航線採 ETOPS 飛航，若沿路不以日本機場為備降場，亦會選擇俄國或是申雅（Shemya），走南邊則選擇關島。BR056 前未收到任何航班飛行員通報有顯著天氣。

風切 (wind shear) 一般定義上單位是指每千呎的水平風速差異，本次風切是發生在航點 MADOG 下一點，該點每千呎的水平風速差異 10 節。受訪者記得當時簡報時有提到沿路氣流會有稍強狀況，安克拉治一帶回波強烈，所以提供組員一噸燃油約 10 分鐘時間供其避讓時使用，在該次簡報過程飛航組員並未有特別疑慮或要求額外油量。

過去通常在颱風期間飛航組員要求變更飛航計畫機率較高，其他則是有特殊狀況，如迴避火山灰等，至於飛行員因亂流提出更改航路請求狀況不多但發生過。至於如線上飛行員有 ACARS 通報狀況，簽派員會依狀況盡可能將同一航路上航班避開該區域。

1.18.2 相關技術文件

1.18.2.1 航務手冊

長榮航空航務手冊 (flight operations manual) Rev. 44-2，8.4 節飛航中遭遇亂流 (flight in turbulence)，內容針對飛航中遭遇亂流時相關因應作為，並將亂流強度分為 5 個等級作出定義，並規範飛航組員必須針對客艙人員及航機操作完成程序及考量事項，相關內容節錄如下：

8.4. FLIGHT IN TURBULENCE

8.4.1. General

Before entering areas of known or anticipated turbulence, turn the seat belt sign on. Whenever turbulence is moderate or greater advise the cabin crew to be seated by making a PA. The PIC must carefully consider the possibility of encountering turbulence, having regard to forecasts of turbulence, wind velocity, 'mountain wave' activity and proximity to cumulo-nimbus clouds.

Cabin crew or passengers may sustain severe injuries if they are not warned and adequately secured. When cabin crew are seated, the PIC

must advise passengers that normal cabin service will cease. When seated, cabin crewmembers must use their seatbelts and restraint harnesses.

When turbulence is expected below 15,000 feet, alert the cabin crew verbally, even though the seat belt sign has been switch on at the standard height.

<i>Turbulence Intensity</i>	<i>Flightcrew action</i>
<i>Light Chop.</i> <i>Slight, rapid, and somewhat rhythmic bumpiness without appreciable changes in altitude or attitude.</i>	<i>Not required.</i>
<i>Light Turbulence.</i> <i>Slight, erratic changes in altitude and/or attitude. Occupants may feel a slight strain against seatbelts. Unsecured objects may be displaced slightly. Food service may be conducted and little to no difficulty walking.</i>	<i>Seat belts sign on</i>
<i>Moderate Turbulence.</i> <i>Changes in altitude and/or attitude occur, but the aircraft remains in positive control at all times. It usually causes variations in indicated airspeed. Occupants feel definite strain against seatbelts, unsecured objects are dislodged, and food service and walking are difficult.</i>	<i>Seat belts sign on. PA announcement “CABIN CREW BE SEATED”</i>
<i>Severe Turbulence.</i> <i>Large, abrupt changes in altitude and/or attitude. Usually causes large variations in indicated airspeed. Aircraft may be momentarily out of control. Occupants are forced violently against seatbelts, unsecured objects are tossed about, and food service and walking are impossible.</i>	<i>Seat belts sign on. PA announcement “CABIN CREW BE SEATED” Log entry Note on Voyage Report Report ATC</i>
<i>Extreme Turbulence.</i> <i>Aircraft is violently tossed about and is practically impossible to control. May cause structural damage.</i>	<i>Seat belts sign on. PA announcement “CABIN CREW BE SEATED” Log entry Note on Voyage Report</i>

The following considerations apply to flight in turbulence:

- a. Use of shoulder harness.*
- b. Use of correct turbulence penetration speeds.*
- c. Maintain constant attitude with reference to the attitude indicator correcting in pitch and roll; avoid overcorrection as excessive loads may be applied to the aircraft structure.*
- d. Avoid power alterations unless high or low speed limits are exceeded, but avoid operation in the lower ranges.*
- e. Avoid turns, as they increase the load on the aircraft structure and also increase the stall speed.*
- f. Do not chase indicated airspeed or altitude. Advise air traffic control if altitude cannot be maintained.*
- g. Both pilots must monitor the flight instruments.*
- h. Use of storm lights in cockpit is recommended to reduce the blinding effect as lightning strikes are seen.*
- i. If in RVSM airspace and unable to maintain altitude, advise ATC. If in close proximity to other aircraft, it may be prudent to obtain lateral separation.*

After passing through the turbulence, the PIC should inform the cabin crew that they may leave their seats and resume their normal duties.

NOTE: On large turbojet airplanes, turbulence experienced in the flight deck may be much less than that experienced in the cabin. So, in some cases, cabin crews should advise the flight crew about the severity of

turbulence so that the seatbelt sign can be illuminated.

該航務手冊第 6.5 節及 6.6 節飛航守望相關內容，節錄如下：

6.5. FLIGHT WATCH

6.5.1. Method of Operation

FCD will maintain a flight watch on all flights.

Duties include:

Monitoring enroute, airport and runway conditions including weather and NOTAMs for aircraft in flight. If a condition is detected which may become a hazard to a flight, notifying the flight by the most expeditious means. Enroute information shall include the status of airport facilities, runway availability, status of refuelling facilities and status of any industrial action. ...

The flight dispatcher shall assist the PIC during the course of the flight by:

a. Closely following its progress and providing the latest weather reports and forecasts for the route and for destination and alternate airports.

...

d. Monitoring fuel endurance as a result of changes in flight plan and latest weather information.

f. Assisting when re-routing of the flight is considered necessary, providing all relevant revised flight plan data.

1.18.2.2 飛航組員訓練手冊

長榮航空飛航組員訓練手冊 (flight crew training manual) Rev. 08 內容說明遭遇亂流時速度控制須參考 B777-300ER 飛航組員操作手冊 (flight crew operational manual, FCOM)，內容節錄如下：

Turbulent Air Penetration Turbulent Air Pen

Severe turbulence should be avoided if at all possible. However, if severe turbulence is encountered, use the turbulent air penetration procedure listed in the Supplementary Procedures chapter of the FCOM. Turbulent air penetration speeds provide high/low speed margins in severe turbulent air.

1.18.2.3 飛航組員操作手冊

長榮航空 B777-300ER FCOM Rev. 25, SP. 16. 17 內容提供強烈亂流穿越程序，並針對結構及飛航各階段注意事項及穿越速度做出說明，原文內容摘錄如下：

Severe Turbulence

The turbulent air penetration speed provides ample protection from stall and high speed buffet, while also providing protection from exceeding the structural limit. The recommended procedures for flight in severe turbulence are summarized below:

Passenger Aircraft

Passenger signs ON

Advise passengers to fasten seatbelts prior to entering areas of reported or anticipated turbulence. Instruct flight attendants to check all passengers' seat belts are fastened.

Freighter

Supernumerary signs ON

Advise supernumeraries to fasten seatbelts prior to entering areas of reported or anticipated turbulence.

Structural Considerations

Flap extension in an area of known turbulence should be delayed as long as possible because the airplane can withstand higher gust loads in the clean configuration. Diversion to another airfield is recommended if severe turbulence persists in the area.

Climb, Cruise, and Descent Considerations

After takeoff, and when established in a clean climb configuration, use of the autoflight system is recommended for flight through turbulence.

During climb and descent, use of VNAV or flight level change may result in excessive pitch changes as the AFDS attempts to fly speed with the elevators. Therefore, vertical speed mode (speed on autothrottles) is recommended for climb and descent in severe turbulence.

During cruise, VNAV and altitude hold modes both fly speed on autothrottles and can be used in turbulence.

In severe turbulence during cruise, it may be necessary to disconnect the autothrottles to prevent excessive thrust changes. Thrust setting guidance is available on EICAS when VNAV is engaged. Set N1 at or slightly above the magenta VNAV target N1 indication. Change thrust setting only if required to modify an unacceptable speed trend.

Turbulent Air Penetration Speed L.10.2

The turbulent air penetration speed (in severe turbulence) is defined as: 270 knots below 25,000 feet, 280 knots or 0.82 Mach whichever is lower at

25,000 feet and above. Maintain a minimum speed of 15 knots above the minimum maneuvering speed at all altitudes when airspeed is below 0.82 Mach.

1.18.2.4 國際民航公約第 6 號附約

摘錄國際民航公約第 6 號附約，駕駛員於飛航時遭遇中度以上亂流須向航管報告之相關原文內容如下：

Annex 6 — Operation of Aircraft

CHAPTER 4. FLIGHT OPERATIONS

4.4 In-flight procedures

4.4.2 Meteorological observations

Note.— The procedures for making meteorological observations on board aircraft in flight and for recording and reporting them are contained in Annex 3, the PANS-ATM (Doc 4444) and the appropriate Regional Supplementary Procedures (Doc 7030).

Doc 4444

Chapter 4. GENERAL PROVISIONS FOR AIR TRAFFIC SERVICES

4.12 REPORTING OF OPERATIONAL AND METEOROLOGICAL INFORMATION

4.12.3 Contents of special air-reports

4.12.3.1 Special air-reports shall be made by all aircraft whenever the following conditions are encountered or observed:

a) moderate or severe turbulence; or

b) moderate or severe icing; or

c) severe mountain wave; or

1.18.2.5 民航通告

民航通告編號：AC 00-002，主旨：大氣亂流之避免，發行日期：
2005.04.13，摘錄如下：

避免晴空亂流的模式

一、 背景：

(一) 有效避免晴空亂流系統有三個重要要素，分別為

1、 適當的初訓及複訓計畫

2、 完善的計畫及簽派功能

3、 落實駕駛員報告(PIRET)的執行及聯絡系統(不是指航管通話)

(二) 不會有神秘或魔法的因素涉入，只有對此三個要素與航空操作安全有關的瞭解，一個最有效的系統是以訓練、內部溝通及對全部相關的操作因素都要列入運作的考量，這是航空工業界提供給航空運輸業者一個非常簡單而有效的模式。

二、 操作概念：

第一步要避免大氣危險，尤其是亂流，必須詳細檢視可以取得的天氣資訊來製作飛行操作計畫。直接向內部或外包的氣象服務單位取得資料，來製作飛行操作計畫或執行派遣，是避免亂流的不二法門。強烈建議利用有可能發生亂流地區的預報，以及受影響

的空域實用座標圖，飛行組員、派遣管制人員需經由完整的訓練來提供即時而精確的飛行員報告，以及後續有關整個飛行路線亂流空域的座標圖及飛行員報告的傳遞技巧。一個有效的聯絡系統必須建立且落實，用簡易而迅速的方式來提供飛航組員及簽派中心危急性訊息的交換，然而有效的避免亂流系統是對晴空亂流問題管理的決定性因素，管理者必須以建立一個避免大氣危險現象的單位為第一要務，而且必須排除樽節的考量，願意為飛航作業安全的操作提供更多的資源。

三、系統模式

- (一) 一個有效的系統是以避免為宗旨，並給予完整的訓練，也可將其他大氣的危險現象附屬於避免亂流的系統裡（有個航空公司已擴大此系統來包括危害天氣，例如暴風雨、積冰、臭氧及火山灰）。
- (二) 收集實用的氣象資料及產品來計畫及準備航行作業，是成功的亂流追蹤及避免系統好的開始，建議的氣象資料及產品資料如下：
 1. 以文字數字交雜表示的天氣資訊，例如地面觀測。
 2. 地區及終端預報。
 3. 風速、風向及溫度預報。
 4. 高空天氣圖，雷達的綜合結論圖。
 5. 衛星雲圖。
- (三) 當今的資料處理及電腦製圖技術會促進分析及計畫可能發生有害的大氣亂流區域，氣象分析師利用實用的軟體，便利的追蹤受影響的區域，一個例子就是利用電腦製圖的功能，用滑鼠及其點擊鍵自動的製出天氣圖並涵蓋有害天氣

的區域。

- (四) 存檔及分配亂流的資訊是這個程序的下一個步驟，這個資料應儲存易於存取的資料庫裏，讓派遣管制及其人員以及製作單位可輕易的不定期查閱。組員派遣的資料袋中不僅應包括最新亂流資訊，還要有這系統所產生的最新實用的駕駛員報告 (PIRET)，即時而準確的飛行員報告在亂流追蹤系統裡也是同樣重要的。
- (五) 在追蹤及避免系統中最重要構成要件就是支援通訊系統，這個系統能促進飛航組員、簽派中心及氣象中心間的支援功能，以及亂流資訊即時的交換，派遣中心即時的諮詢、準確的晴空亂流預報及周到的飛行員報告是避免晴空亂流或對流亂流最有效的方式。如果沒有有效的空對地通話，航機不能確保即時的傳遞這些特別容易過時的資料給適當的操作單位，無效率的通話系統會造成避免及追蹤晴空亂流或任何大氣危害的方案毫無效率。
- (六) 最後，確保航機的亂流避免及追蹤系統短期或長期成功，必須給予駕駛員、簽派人員、氣象人員及相關的簽派控制人員完整而持續的訓練，訓練需合理的深入大氣科學及亂流預報有關的氣象預報設施之使用技巧。

四、實施建議：

- (一) 給予飛航組員、簽派人員及氣象人員綜合的訓練。
- (二) 建立一個完整的氣象支援系統 (內部的或外包皆可)。
- (三) 完善的飛行前計畫應包括盡力檢查及了解高空風的型態。
- (四) 準確的追蹤噴射氣流。
- (五) 取得為飛航組員、派遣中心及簽派人員製作的衛星雲圖。

- (六) 計畫飛行航路中亂流預報區域的圖示。
- (七) 使用適當的天氣圖來標示飛行員報告。
- (八) 建立一個由簽派中心所管理的有效率及有效的通話系統來支援公司的飛行員報告系統。
- (九) 發布公司的宗旨，避免亂流是第一線的防衛。

民航通告編號：AC120-037，主旨：防止空中亂流所造成之傷害，發行日期：2006.05.16，摘錄如下：

三、背景說明

有鑑於近年多起因空中亂流所造成之傷害案件，本局曾於2005年4月13日，參酌美國聯邦航空署（FAA）之AC00-30B（1997年9月9日）資料內容發佈本局民航通告AC00-002「大氣亂流之避免（ATMOSPHERIC TURBULENCE AVOIDANCE）」。

茲再參酌FAA 2006年1月19日發佈之AC120-88A「PREVENTING INJURIES CAUSED BY TURBULENCE」資料內容，以意譯方式，擷取精要，發佈本民航通告，以為業者提供較詳盡資訊及建議防止亂流傷害訓練模式以期將亂流傷害減至最小。

...

五、執行要點說明

- (一) 最佳防止亂流傷害準則為「坐下並繫妥安全帶」。

依據FAA1980年到2003年的資料分析，本準則始終是遭遇亂流時，防止受傷的最有效方法。

- (二) 建議「防止亂流傷害」訓練課程設計通則：

- 1、訓練課程應建立逼真的亂流情境。

提供一個良好的機會訓練組員使用航空公司的標準作業程序，包括標準術語及介紹遭遇亂流時遵守標準作業程序的觀念。訓練包含授課、情境研討 (scenarios)、演練設計等方式，主題包括遭遇亂流前及遭遇亂流時之風險評估、決策的好與壞、組員協調的重要性等。

2、對客艙組員應強調其個人安全的重要性。

相較於飛航組員與乘客而言，客艙組員受傷之比例高出許多，因為客艙組員在客艙時大多未就座也就沒安全帶可繫。因此有效的訓練應強調下列事項：

(1) 客艙組員也會受傷：

所有客艙組員訓練最終的目的在於確保客艙組員對自己有信心、有能力、可以應付客艙中的各種活動。但是一旦遭遇亂流時，客艙組員第一個最適當的反應應該是保護自己。

訓練課程可以讓客艙組員瞭解當處於中度與強烈亂流時自身的危險性。有效的訓練可以同時運用影像、數位媒體、真實事件的情境、以及與曾遭遇中度與強烈亂流經驗的客艙組員面談等方式執行。

(2) 利用有效的防護裝備可增加自身與乘客的安全：

教導客艙組員如何運用有效的工具以提升自身與其他乘客的安全。訓練內容包括有效使用機內廣播系統

(PA) 以及其他可與乘客溝通的方法，告訴乘客飛機上把手或其他可以做為把手的位置在那裡，如何在最短的時間內安全固定服務車或整個廚房。

(3) 遭遇突發亂流時，自身的安全十分重要，不用堅持完成例行性的標準客艙服務程序：

客艙組員在遭遇亂流時扮演重要的角色，但無形當中也增加受傷的危險性。相較於長程航線有較充裕的時間而言，客艙組員在短航線當中要在有限的時間之內完成所有的客艙服務，在個人安全行為上會表現得比較不保守。客艙組員可能因為要完成例行性的作業程序，例如檢查乘客是否確實繫妥安全帶，反而忽略目前實際遭遇亂流時的因應。

3、應強調增進溝通與協調的重要性：

(1) 利用組員資源管理 (CRM/JCRM) 訓練，主要課題係探討「防止亂流傷害」最佳因應模式。

(2) 次要課題應包含：

A、強調標準術語使用的重要性，因可避免指令混淆不清；避免使用模糊不清的非標準術語，因錯誤訊息會造成更大的傷害。

B、強調標準作業程序 (SOPs) 的重要性，可使得所有的組員知道預期的應採步驟。

C、飛航前提示內容應包括每一航段中可能遭遇到的亂流情況。

D、遭遇亂流時確實使用標準作業程序與術語。

E、強調亂流發生後，應將客艙狀況知會飛航組員的重要性。

F、強調飛航中維持與航機簽派員的溝通是重要的。

(3) 強烈建議實施包括飛航組員、客艙組員與航機簽派員的聯合組員資源管理 (JCRM) 訓練。但如果JCRM 對航空公司不實際的話，在個別群體的訓練當中也應透過其他訓練方式瞭解其他單位在亂流狀況時的功能。

第 2 章 分析

本事故飛航組員飛航資格符合現行民航法規之規定，事故前 72 小時之休息及活動正常，無證據顯示飛航組員於飛航中曾受任何藥物及酒精影響，該機之載重平衡在限制範圍內，系統無異常。

本次事故機 CVR 具備 2 小時記錄能力，該機於事故發生後持續執行飛航任務時間超過 2 小時。該機落地後，CVR 記錄之語音資料無與本事故相關資料。

本事故分析包含：天氣、亂流預防、飛航組員遭遇亂流處置、後續飛航決定、客艙組員遭遇亂流處置等項，分述於後。

2.1 天氣

依據 1.7.1 高空天氣分析圖及顯著天氣圖，一東西向之噴射氣流通過日本四國上空，高度 FL390，風速 140 浬/時，日本及其東方海面地區 FL400 以下預報有中度亂流，事故地點位於此區域內。日本氣象廳發布強烈亂流之顯著危害天氣資訊 (SIGMET W03，有效時間 1025 時至 1425 時)，其警報區域包含事故地點。

依據 FDR 紀錄，該機於 1335 時至 1339 時期間，巡航高度 FL310 期間，垂向加速度與渦流消散率（由垂向加速度及真空速計算）的變化詳圖 2.1-1，1335:50 時至 1336:40 時期間，渦流消散率立方根之極大值超過 0.7，垂向加速度出現最大擾動 1.68 g 至 -0.13 g，顯示該機遭遇強烈亂流（依據 1.7.1 節，當渦流消散率立方根之極大值超過 0.7，或加速度儀讀數變化超過 1.0 g 時為強烈亂流）。

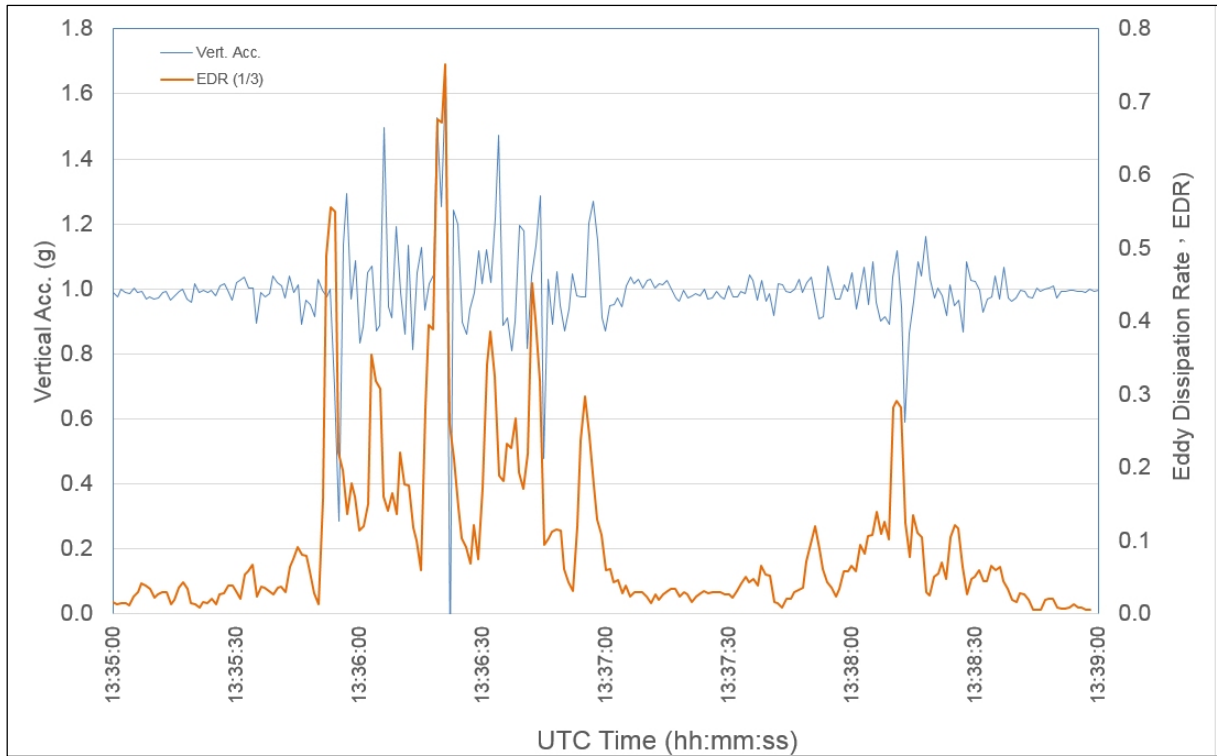


圖 2.1-1 BR056 垂向加速度及渦流消散率變化圖

依據衛星資料，事故地點附近之雲頂高度約 29,000 呎，而事故時該機高度為 31,000 呎，與正駕駛員訪談表示當時飛航中遭遇晴空亂流，氣象雷達並無偵測晴空亂流之功能，前方亦無積雨雲狀況相符。綜上顯示該機於巡航時遭遇嚴重晴空亂流。

2.2 亂流預防

摘錄民航通告 AC 00-002 如下：

有效避免晴空亂流系統有三個重要要素，分別為

1. 適當的初訓及複訓計畫
2. 完善的計畫及簽派功能
3. 落實駕駛員報告的執行及聯絡系統（不是指航管通話）

依據 1.5.1 駕駛員經歷，正駕駛員最近一次亂流教育訓練於民國 106 年 6 月 19 日完成，考驗結果為：「通過」。副駕駛員最近一次亂流教育訓練於

民國 106 年 6 月 25 日完成，考驗結果為：「通過」。以上資料顯示該機駕駛員經歷該民航通告有效避免晴空亂流系統之第 1 個要素-適當的初訓及複訓計畫。

依據 1.18.2.2 節錄長榮航空航務手冊第 6.5 節及 6.6 節有關飛航中監看及管控相關內容，中譯如下：

6.5. 飛航中監看

6.5.1. 作業方法

飛航管制部門將持續監控所有航班

任務如下：

為飛航中的飛機監視航線上、機場及跑道狀況，包括天氣及飛航公告。如可預測之狀況可能對前述航班造成危害者，即須以最迅速的方式通知該航班。

飛行簽派員須於航程中協助機長如下：

- a. 密切關注該機進展並提供航路及目的地或備降場之最新天氣報告及預測。

以上資料顯示長榮航空航務手冊相關程序包含該民航通告所述有效避免晴空亂流系統之第 2 個要素-完善的計畫及簽派功能。

依據 1.18 長榮航空航務手冊 8.4 節飛航中遭遇亂流，中譯如下：

亂流強度	飛航組員須執行之動作
輕微震動	不需要
輕微亂流	繫緊安全帶燈號開啟
中度亂流	繫緊安全帶燈號開啟 廣播「客艙組員就座」
強烈亂流	繫緊安全帶燈號開啟 廣播「客艙組員就座」 飛行紀錄簿登錄 向航管報告
極強烈亂流	繫緊安全帶燈號開啟 廣播「客艙組員就座」 飛行紀錄簿登錄 向航管報告

對於駕駛員遭遇亂流的通報，關於通報航管部分，摘錄國際民航公約第 6 號附約，駕駛員於飛航時遭遇中度以上亂流須向航管報告之中譯內容如下：

6 號附約—飛機操作

第 4 章 飛航操作

4.4 飛航程序

4.4.2 氣象觀測

注意：在空機的氣象觀測及記錄、報告相關程序接收錄於第 3 號附約、the PANS-ATM (Doc 4444) 及相關範圍 (Doc 7030) 的補充程序。

4444 號文件

第 4 章 飛航服務規定

4.12 氣象資訊報告作業

4.12.3 特別天氣報告內容

4.12.3.1 所有飛機於遭遇下列狀況時須做特別天氣報告：

a) 中度或強烈亂流，或.....

附錄 1 空中氣象口頭報告指引

第 9 項 引發空中氣象口頭報告之現象

遭遇或觀察到下列現象時須提報：

中度亂流

嚴重亂流

前述內容顯示長榮航空航務手冊 8.4 節，其亂流強度分為 4 級，較國際民航組織的定義多 1 級 Extreme Turbulence，但中度亂流與強烈亂流的定義與國際民航組織相同。飛航中遭遇強烈亂流時駕駛員報告的對象只有航管，並無向公司飛行派遣部門報告亂流資訊之相關程序。遭遇中度亂流時亦無須通報航管的程序，與 1.18.2.5 國際民航公約第 6 號附約，駕駛員於遭遇中度及強烈亂流須通報航管的程序不符。以上顯示長榮航空未具備前述民航通告所述有效避免晴空亂流系統之第 3 個要素-落實駕駛員報告的執行及聯絡系統（不是指航管通話）。

依據長榮航空航務手冊 9.1.13 節駕駛員報告，摘錄內容中譯如下：


9.1.13. 駕駛員報告

機長須向最近之航管單位報告下列資訊：

c. 可能影響飛行安全之天氣狀況、火山活動、鳥類等。

注意：當執行 PIREP12s 及 AIREPs13 時，必須依照 Jeppesen Airway Manual 之程序。

Jeppesen Airway Manual 相關內容摘錄如下，其空中氣象口頭報告須通報之狀況係與第 4444 號文件相同。上述資料顯示長榮航空航務手冊 8.4 節與 9.1.13 節對於遭遇亂流，須通報航管的規定不一致。

 JEPPESEN	2 JUN 17	AIR TRAFFIC CONTROL	407
AIR TRAFFIC MANAGEMENT (DOC 4444)			
<p>4.12.2.2 Section 1 of the air-report is obligatory, except that elements (5) and (6) thereof may be omitted when so prescribed on the basis of regional air navigation agreements. Section 2 of the air-report, or a portion thereof, shall only be transmitted when so requested by the operator or a designated representative, or when deemed necessary by the pilot-in-command. Section 3 of the air-report shall be transmitted in accordance with Annex 3, Chapter 5.</p> <p><i>NOTE: While element 4., flight level or altitude, may, in accordance with 4.11.2.1, be omitted from the contents of a position report transmitted by radiotelephony when so prescribed on the basis of regional air navigation agreements, that element may not be omitted from Section 1 of an air-report.</i></p>	<ul style="list-style-type: none">• Condition prompting the issuance of the special air-report; to be selected from the list a. to k. presented under 4.12.3.1 above.	<p>4.12.3.3 When voice communications are used, special air-reports shall contain the following elements:</p> <ul style="list-style-type: none">– Message type designator– Section 1 — Position Information:<ol style="list-style-type: none">1. Aircraft identification2. Position3. Time4. Flight level or altitude– Section 3 — Meteorological Information:<ol style="list-style-type: none">5. Condition prompting the issuance of the special air-report; to be selected from the list a. to k. presented under 4.12.3.1.	
<p>4.12.3 Contents of Special Air-Reports</p> <p>4.12.3.1 Special air-reports shall be made by all aircraft whenever the following conditions are encountered or observed:</p> <ol style="list-style-type: none">a. moderate or severe turbulence; orb. moderate or severe icing; orc. severe mountain wave; ord. thunderstorms, without hail that are obscured, embedded, widespread or in squall-lines; or	<p>4.12.4 Compilation and Transmission of Air-Reports by Voice Communications</p> <p>4.12.4.1 Forms based on the model AIREP SPECIAL form at Appendix 1 shall be provided for the use of flight crews in compiling the reports. The detailed instructions for reporting as given at Appendix 1, shall be complied with.</p>		

對於駕駛員遭遇亂流通報公司部分，航務手冊第 6.6 節摘錄如下，機長須通報飛行派遣部門的項目包含天氣警報，但並未詳述何種天氣情況須通報，以及須通報的亂流嚴重程度。

¹² Pilot report 駕駛員天氣報告。

¹³ Air report 空中氣象口頭報告。

6.6. 移動管制

為促進決策下達，機長或航站經理必須儘速通知飛行派遣部門，有關干擾或延遲飛行之狀況或事件。

相關資訊包括：

e. 天氣警告

...

有效避免遭遇晴空亂流之三要素中，長榮航空具備適當的初訓及複訓計畫與完善的計畫及簽派功能；惟其航務手冊中遭遇強烈亂流時駕駛員報告的對象只有航管，並無向公司飛行派遣部門報告亂流資訊之相關程序，遭遇中度亂流時亦無須通報航管的程序，其落實駕駛員報告及聯絡系統與相關程序不符。顯示長榮航空亂流資訊支援系統不盡完整。

2.3 飛航組員遭遇亂流處置

長榮航空航務手冊及飛航組員操作手冊律定飛航組員於接獲即將遭遇亂流之資訊後，必須考量亂流之預報、風速、山岳波、附近雲狀及進入亂流之可能性，開啟繫緊安全帶指示燈，通知組員立即停止相關乘客服務並儘速就近就座。於巡航中進入亂流時，使用自動駕駛及自動油門，保持航機姿態，避免移動油門及轉彎。於 25,000 呎以下，保持 270 浬/時之速度，25,000 呎以上則保持 280 浬/時或 0.82M 直至通過亂流區。

事故機飛航組員於飛航中接獲航路前方可能有中度亂流之資訊，即短暫討論應注意事項，並依公司航務手冊規定向客艙組員及乘客廣播，航機將遭遇亂流請立刻就座並繫妥安全帶。依據 FDR 資料，該機經過亂流時之高度約為 31,000 呎、速度為 0.82M，係使用自動駕駛及自動油門，除 g 值之變化外，航機姿態大致穩定，無坡度變化狀況。

綜上述，飛航組員於接獲亂流資訊後，係依照公司程序，討論應注意事項並向客艙廣播，進入亂流區之操作亦符合操作程序之規定。

2.4 後續飛航決定

事故機通過亂流後，經統計客艙受傷狀況，並與公司取得聯繫，公司建議評估受傷人員傷勢後由機長決定後續飛航意向。經機長徵詢機上之乘客醫師檢查相關人員傷勢結果，並經公司醫師確認機上受傷人員之傷勢，判定受傷人員無立即就醫需要，機長決定繼續飛往目的地。該決定應無不妥。

2.5 客艙組員遭遇亂流處置

2.5.1 依客艙客艙組員手冊

組員手冊 1.3.4 節「預期亂流」第 B 項「遭遇中度、強烈及極強烈亂流」，當機長廣播請客艙組員就座後：客艙組員應立即尋找就近空位就座，並繫妥安全帶。

此次事故，客艙組員若依該程序，將餐車輪固定後，儘速找乘客空位就座，是可以避免客艙組員受傷，但將餐車遺留走道，可能於遭遇亂流時有餐車飛起砸傷人員之風險，因此依客艙組員安全訓練及經驗認知，實務上客艙組員均會將餐車推回廚房餐車櫃鎖定後再就座，而此過程亦應考量餐車台上的瓶罐飲料需收納妥當，才可能將餐車推入餐車櫃，惟長榮航空客艙組員手冊無餐飲服務階段遭遇可預期亂流之處置程序，僅要求儘速就座，客艙組員為完成餐車回推廚房且固定作業，需花費較長時間才能就座，該手冊程序，實務上無法減低客艙組員受傷之風險。

2.5.2 客艙組員緊急應變

節錄交通部民用航空局 2006 年 5 月 16 日發布之民航通告編號 AC120-037「防止空中亂流所造成之傷害」，建議客艙組員訓練課程應包括：

1. 建立逼真的亂流情境：訓練組員使用航空公司的標準作業程序、標準術語及觀念。
2. 強調客艙組員自身安全保護：

- 客艙組員往往忽略自身受傷的風險。
 - 利用有效的防護裝備增加自身與乘客的安全。
 - 不用堅持完成例行性的標準客艙服務程序。
3. 溝通與協調之重要性：前後艙組員資源管理 (CRM/JCRM) 為防止亂流傷害之最佳模式。

依客艙組員報告分析，客艙組員於餐飲服務階段收到亂流警告，因顧慮餐車留滯在客艙內可能造成危害，於餐車推回廚房固定過程中即發生亂流，遭餐車撞擊受傷。

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. 依據飛航資料紀錄，該機於巡航高度 31,000 呎期間，垂向加速度出現最大擾動 1.68 g 至 -0.13 g，渦流消散率立方根之極大值超過 0.7，顯示該機遭遇強烈亂流。當客艙組員收到亂流警告時正值餐飲服務階段，未能及時回廚房固定餐車並就座，亂流發生時，遭餐車撞擊受傷。(1.15.1, 1.7.1, 1.11, 2.1, 2.5.2)

3.2 與風險有關之調查發現

1. 長榮航空客艙組員手冊無餐飲服務階段遭遇可預期亂流之處置程序，僅要求儘速就座，客艙組員為完成餐車回推廚房固定作業需花費較長時間就座，該手冊程序，實務上無法減低客艙組員受傷之風險。(1.15, 2.5.1)
2. 長榮航空現有航行中遭遇亂流程序，並無駕駛員於飛航路徑遭遇中度或強烈亂流時，須向公司飛行派遣部門報告亂流資訊之程序，顯示其未具備民航通告有效避免晴空亂流系統之第 3 個要素-落實駕駛員報告的執行及聯絡系統(不是指航管通話)，有效避免晴空亂流系統不盡完整。(1.18, 2.2)

3.3 其它發現

1. 本事故與飛航組員及其操作之證照、航機之載重平衡、飛機系統無關。
(1.5, 1.6)

第 4 章 飛安改善建議

4.1 改善建議

致長榮航空股份有限公司

1. 加強客艙組員手冊完整性及客艙組員訓練，著重於餐飲服務階段遭遇亂流之處置及就座程序，並宣導亂流危害之風險。(ASC-ASR-19-03-001)
2. 確實遵照相關民航通告涉及避免晴空亂流，落實駕駛員報告的執行及聯絡系統，以有效避免飛航中可能遭遇晴空亂流之危害。(ASC-ASR-19-03-002)

致交通部民用航空局

1. 督導長榮航空及其他我國籍航空公司加強客艙組員手冊完整性及客艙組員訓練，著重於餐飲服務階段遭遇亂流之處置及就座程序，並宣導亂流危害之風險。(ASC-ASR-19-03-003)
2. 督導長榮航空及其他我國籍航空公司落實避免晴空亂流之相關民航通告，以有效避免飛航中可能遭遇晴空亂流之危害。(ASC-ASR-19-03-004)

4.2 已完成或進行中改善措施

長榮航空股份有限公司

1. 依據民航局發布之飛安公告 ASB 107-57/O 及 AC 120-37，將客艙組員手冊第 26 版 PART I 之 1.3 章節修訂有關遭遇亂流之應變程序，並列入相關訓練中加強客艙組員應變及保障自身安全之重要性。
2. 參照民航局所發布之飛安公告 ASB 107-57/O 及 AC 120-37，於航務手冊第 45-1 版(FOM Rev.45-1)第 8.4 節、第 9.1.13 節以及附錄 10.1，修訂對於遭遇亂流，駕駛員必須通報航管以及公司簽派作業單位的規定。

交通部民用航空局

1. 於 107 年 1 月 31 日發布飛安公告 ASB No:107-057/O。加強宣導亂流危害之風險並督導長榮航空及其他國籍航空公司加強客艙組員有關亂流處置程序及訓練。另，本局已依據 AC 120-037 督導長榮航空及其他國籍航空公司教育訓練、以及前後艙亂流通報與溝通方式。
2. 於 107 年 1 月 31 日發布飛安公告 ASB No:107-057/O。宣導並督導長榮航空及其他國籍航空公司加強航情守望，優化簽派以及航務作業。另，本局已依據 AC 120-037 督導長榮航空及其他國籍航空公司航務作業、簽派作業、航情守望、教育訓練以及客艙作業安全。

本頁空白

BR056 飛航事故 長榮航空 意見回復表

回覆日期: 2018/12/21

頁數/ 章節/ 段落/ 行數	調查報告草案內容	建議修正	理由
P.13	1.7.3 空中報告 事故前後附近地區計有 7 件亂流之空中報告 7，其中 2 件遭遇強烈亂流，7 本節之空中報告係由日本運輸安全委員會（Japan Transport Safety Board, JTSB）提供。	1.7.3 飛行員報告 事故前後附近地區計有 7 件飛行員通報之亂流報告 7，其中 2 件遭遇強烈亂流，7 本節之飛行員報告係由日本運輸安全委員會（Japan Transport Safety Board, JTSB）提供。	以”飛行員報告”為標題，說明亂流報告係由飛航事故前後附近地區的飛行員通報。
P.17	1.13.1 醫療作業 2名重傷客艙組員（座位代號L5,R5）及3名受傷乘客（座位代號46D,72A,72D）於該機落地後，被送往美國芝加哥Alexian Brothers Medical Center治療；共5名受傷客艙組員（座位代號L5,R5,CC5, L3, C5）回到臺灣後，至敏盛綜合醫院接受治療。	1.13.1 醫療作業 2名重傷客艙組員（座位代號L5,R5）及3名受傷乘客（座位代號46D,72A,72D）於該機落地後，被送往美國芝加哥Alexian Brothers Medical Center就診後即回旅館休息；共5名受傷客艙組員（座位代號L5,R5,CC5, L3, C5）回到臺灣後至敏盛綜合醫院接受治療。	增加紅字修訂，以更清楚說明當日事實狀況。
P.18	1.15.1 客艙緊急應變	1.15.1 客艙處置應變	當日並非啟動緊急應變程序，建議修訂為「處置」即可。

P.19	此時始獲知有8名客艙組員受傷，其中2名重傷組員經機上醫生檢視傷處後，暫停職務並冰敷休息，其他6位輕傷組員自我評估狀況良好，自行敷藥後並自願繼續服勤。	此時始獲知有8名客艙組員受傷，其中2名重傷組員經機上醫生檢視傷處後，暫停職務並冰敷，事務長安排兩名組員於皇璽桂冠艙休息，其他6位輕傷組員自我評估狀況良好，自行敷藥後並自願繼續服勤。	符合當日發生事實。
P.20	表1.15-1 客艙組員受傷狀況表-L5受傷原因： 有抓到R5 組員座位坐墊，但仍被拋起後重摔落地。	雖有抓到R5組員座位坐墊，但無法順利就座，即被拋起後摔落地面。	符合當日發生事實
P.21	新增事件說明表	建議從「事務長回報駕駛艙」到「正駕駛員廣播請客艙組員可以執行Cabin Crew Service check期間」，增述航機遭遇第二次亂流。	符合當日發生事實
P.45	依據衛星資料，事故地點附近之雲頂高度約29,000呎，而事故時該機高度為31,000 呎，與正駕駛員訪談表示當時飛航中遭遇晴空亂流，氣象雷達並無偵測晴空亂流之功能，前方亦無積雨雲狀況相符。綜上顯示該機於巡航時遭遇嚴重晴空亂流。	<p>依據衛星資料，事故地點附近之雲頂高度約29,000呎，而事故時該機高度為31,000 呎，與正駕駛員訪談表示當時飛航中遭遇晴空亂流，氣象雷達並無偵測晴空亂流之功能，前方亦無積雨雲狀況相符。綜上顯示該機於巡航時可能遭遇晴空亂流。</p> <p>-----</p> <p>建議新增附註，說明晴空亂流之不可測： 晴空亂流是指在晴朗無雲的環境下發生之亂流，通常沒有很明顯的水氣存在，無法藉由氣象雷達偵測出來。噴射氣流附近的空域很容易造成晴空亂流，但噴射氣流的存在並不意味著一定會出現晴空亂流，駕駛員雖然可以透過氣象資料知道噴射氣流的存在，但並</p>	說明晴空亂流，以目前科技仍無法有效偵測到晴空亂流之事實情況。

		<p>無法確切預測是否有亂流。目前科技還沒有辦法偵測到晴空亂流，只能靠已經通過亂流空域的飛機駕駛向航管單位回報，再由相關單位向其後可能通過此空域的飛機發出警告。故依據事後分析，僅能推測可能是遭遇晴空亂流。</p>	
--	--	--	--