



# 飛航事故調查報告

ASC-AOR-16-12-001

中華民國104年11月22日

凌天航空公司

Be11-206B3型機

國籍標誌及登記號碼B-31127

於新北市泰山區執行電塔礙掃作業時墜毀

# 飛航事故調查報告

ASC-AOR-16-12-001

中華民國 104 年 11 月 22 日

凌天航空公司

Be11-206B3 型機

國籍標誌及登記號碼 B-31127

於新北市泰山區執行電塔礙掃作業時墜毀

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五條：

*飛安會對飛航事故之調查，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 104 年 11 月 22 日，凌天航空公司（以下簡稱凌天）一架 Bell 206B3 型直昇機，國籍標誌及登記號碼 B-31127，執行台灣電力公司委託之電塔礙子清洗（以下簡稱礙掃）作業。事故機於台北時間約 1042 時自新北市林口區東明一街一處臨時起降場起飛，機上載有正駕駛員及水槍操作員各一員，由事故機正駕駛員坐於右座擔任操控駕駛員，水槍操作員坐於後座操控水槍，至距臨時起降場東北約 1,600 公尺，林口（接近泰山區）附近執行頂湖-東林一路線之電塔礙掃任務。約 1.5 分鐘後到達作業區 26 號電塔，開始依計畫執行礙掃作業。

約 1058 時，事故機清洗完一處電塔後，飛離完成清洗之電塔，機首約向南並無異常狀況。之後於飛航過程中撞擊位於該電塔東南方之高壓電纜線，致主旋翼及機身後段遭電纜線拉斷，墜落於該電纜線下方之農園內，航機全毀，機上兩名人員死亡。

飛航安全調查委員會（以下簡稱本會）為負責調查發生於中華民國境內之民用航空器、公務航空器及超輕型載具飛航事故之獨立機關，依據飛航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，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、美國國家運輸安全委員會及凌天航空股份有限公司。

本事故「調查報告草案」於 105 年 7 月完成，依程序於 105 年 8 月 23 日經本會第 48 次委員會議初審修正後函送相關機關（構）提供意見，並再經相關意見彙整後，於 105 年 11 月 29 日經本會第 51 次委員會議審議通過。獲通過之調查報告經與相關機關（構）確認後，於 105 年 12 月 9 日發布調查報告。

本事故調查經綜合事實資料及分析結果，獲得之結論共計 9 項，改善建議計

11 項，分述如後：

## 壹、調查發現

調查報告依據調查期間所蒐集之事實資料以及綜合分析，總結以下三類之調查發現：「與可能肇因有關之調查發現」、「與風險有關之調查發現」及「其他調查發現」。

### 與可能肇因有關之調查發現

此類調查發現係屬已經顯示或幾乎可以確定為與本次事故發生有關之重要因素，包括不安全作為、不安全狀況，或與造成本次事故發生息息相關之安全缺失。

### 與風險有關之調查發現

此類調查發現係涉及影響飛航安全之潛在風險因素，包括可能間接導致本次事故發生之不安全作為、不安全條件，以及關乎組織與系統性風險之安全缺失，該等因素本身非事故之肇因，但提升了事故發生機率。此外，此類調查發現亦包括與本次事故發生雖無直接關聯，但基於確保未來飛航安全之故，所應指出之安全缺失。

### 其他調查發現

此類調查發現係屬具有促進飛航安全、解決爭議或澄清待決疑慮之作用者。其中部分調查發現係屬大眾所關切，且常見於國際民航組織（ICAO）事故調查報告之標準格式中，以作為資料分享、安全警示、教育及改善飛航安全目的之用。

### 與可能肇因有關之調查發現

1. 飛航組員於完成 24 號電塔之清洗工作後，對事故時操作環境附近障礙物應有之狀況警覺不足，因而於脫離時撞及附近核一-頂湖輸電纜線，導致航機失控墜毀

- 。
2. 飛航組員於清洗階段及脫離電塔階段可能未執行標準通話程序之呼叫及確認，水槍操作員可能亦未協助駕駛員視察附近地形及空域障礙物。

### 與風險有關之調查發現

1. 凌天之組員資源管理訓練（CRM）並未具備以標準作業程序（SOP）為基礎之實務訓練相關內容。
2. 凌天相關手冊，未明確訂定執行礙掃工作時，進入及脫離電塔之詳細程序、操作技巧及礙掃任務執行中，放棄作業之標準，影響礙掃作業之安全。

### 其它發現

1. 飛航組員相關飛航證照，符合現行民航法規之規定，無證據顯示飛航組員於該次飛航中曾受任何酒精藥物之影響。
2. 無證據顯示本次事故與航機之適航及載重平衡相關。
3. 事故地區當時存在不穩定氣流，對 26 號塔執行礙掃工作有影響，但未影響 24 號電塔之礙掃作業及航機脫離時之操作。
4. 台電公司之高壓電塔及輸電線路，有多條輸電線路經過時，於該區使用直昇機執行礙掃作業之風險甚高。
5. 事故機未安裝簡式飛航紀錄器及座艙影音紀錄器，符合民航局之規定。但不利於日常訓練之回饋及任務執行成果之檢討，且如遇有事故調查時有資料不足之虞。

## 貳、改善建議

### 一、致凌天航空公司

1. 要求飛航組員於執行礙掃作業時，應仔細視察附近地形及空域障礙物並保持警覺，且應確實遵守各階段之標準通話及操作程序。(ASC-ASR-16-12-001)
2. 製作及整合礙掃工作區域內有關障礙物詳細之資料，以利任務整備、提示及執行。(ASC-ASR-16-12-002)
3. 規劃完整之組員資源管理訓練 (CRM) 教材，並加強實務部分之訓練，以落實相關訓練之主題。(ASC-ASR-16-12-003)
4. 明確訂定執行礙掃工作過程中詳細之進入/脫離程序、操作技巧及放棄任務執行之標準，並力求遵行，以保障飛航安全。(ASC-ASR-16-12-004)
5. 考量於航機上安裝簡式飛航紀錄器或將駕駛艙內安裝座艙影音紀錄器，以利訓練與任務之檢討及事故調查。(ASC-ASR-16-12-005)

## 二、致交通部民用航空局

1. 督導凌天之飛航組員於執行礙掃作業時，應仔細視察附近地形及空域障礙物並保持警覺，且應確實遵守各階段之標準通話及操作程序。(ASC-ASR-16-12-006)
2. 落實要求凌天礙掃任務執行前之整備、提示及執行之程序。(ASC-ASR-16-12-007)
3. 監督凌天有關組員資源管理訓練 (CRM) 教材之完整性，並督導其落實相關訓練之主題。(ASC-ASR-16-12-008)
4. 督導凌天訂定執行礙掃工作之詳細程序及操作技巧，並力求遵行，以保障飛航安全。(ASC-ASR-16-12-009)
5. 協助凌天評估於航機上安裝簡式飛航紀錄器或將駕駛艙內安裝座艙影音紀錄器之可行性。(ASC-ASR-16-12-010)

## 三、致經濟部

1. 請台電研討直昇機作業領域有多條輸電線路經過時，除交由直昇機清洗外，可研議其他作業方式，以減低直昇機進行危險飛航作業發生事故的可能性。  
(ASC-ASR-16-12-011)

本頁空白

## 目 錄

摘要報告.....	I
目錄.....	VII
表目錄.....	XI
圖目錄.....	XIII
英文縮寫對照簡表.....	XV
第一章 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.....	4
1.5 人員資料.....	7
1.5.1 飛航組員經歷.....	7
1.5.1.1 正駕駛員.....	7
1.5.2 飛航組員事故前 72 小時活動.....	9
1.6 航空器資料.....	9
1.6.1 航空器基本資料.....	10
1.6.1.1 礙掃水槍.....	10
1.6.2 發動機基本資料.....	10
1.6.3 載重與平衡.....	11
1.6.4 維修資訊.....	11
1.7 天氣資料.....	12
1.8 助、導航設施.....	14
1.9 通信.....	14
1.10 場站資料.....	15
1.11 飛航紀錄器.....	15



1.11.1	機上攜帶式錄影裝置.....	15
1.11.2	簡式飛航紀錄器.....	21
1.12	航空器殘骸與撞擊資料.....	22
1.12.1	事故現場之超高壓電塔及電纜線資料.....	22
1.12.2	航空器殘骸分布.....	23
1.12.3	航空器殘骸資料.....	26
1.13	醫療與病理.....	30
1.14	火災.....	30
1.15	生還因素.....	30
1.16	測試與研究.....	30
1.16.1	航機系統檢視.....	30
1.16.2	受損之電纜線檢視.....	41
1.16.3	警示燈燈絲檢視.....	43
1.16.4	燃油質量檢視.....	44
1.17	組織與管理.....	44
1.17.1	人員訓練.....	44
1.17.1.1	組員資源管理訓練.....	44
1.17.1.2	民航局民航通告.....	46
1.17.2	操作規定及限制.....	46
1.17.3	礙掃手冊.....	49
1.17.4	民航局查核.....	51
1.17.5	飛航計畫.....	52
1.17.6	航空障礙物警示標誌.....	52
1.18	其他資料.....	53
1.18.1	訪談資料.....	53
1.18.1.1	任務機組領隊訪談摘要.....	53

---

1.18.1.2	目擊者訪談摘要.....	54
1.18.1.3	航務處長訪談紀錄.....	55
第二章	分析.....	57
2.1	概述.....	57
2.2	天氣因素.....	57
2.3	飛航操作相關因素分析.....	58
2.3.1	狀況警覺.....	58
2.3.2	操作程序與限制.....	59
2.4	組織管理.....	60
2.4.1	組員資源管理訓練.....	60
2.4.2	直昇機清洗礙子/線路巡視作業手冊.....	61
2.5	航空障礙物警示.....	62
2.6	飛航紀錄器.....	62
第三章	結論.....	65
3.1	與可能肇因有關之調查發現.....	65
3.2	與風險有關之調查發現.....	65
3.3	其他調查發現.....	66
第四章	飛安改善建議.....	67
4.1	改善建議.....	67
附錄一	事故機最後 25 秒逐秒視訊截圖.....	69
附錄二	事故機最後 2 秒間隔 15 分之 1 秒視訊截圖.....	73
附錄三	警示燈泡檢測結果.....	77
附錄四	事故機當日任務提示表及飛航計畫.....	83
附錄五	凌天航空公司對調查報告意見陳述資料.....	85

本頁空白

---

## 表目錄

表 1.2-1	傷亡統計表.....	4
表 1.5-1	飛航組員基本資料表.....	7
表 1.6-1	航空器基本資料.....	10
表 1.6-2	發動機基本資料.....	11
表 1.6-3	載重及平衡相關資料表.....	11
表 1.11-1	影片解讀摘要.....	17
表 1.12-1	頂湖-東林一路、泰山一路之電塔資料.....	22
表 1.12-2	核一-頂湖紅線之電塔資料.....	22
表 1.16-1	警示燈面板之警示內容.....	44
表 1.18-1	事故發生經過說明.....	55

本頁空白

## 圖目錄

圖 1.1-1	事故機飛航路徑示意圖.....	1
圖 1.1-2	事故機撞擊電纜線示意圖.....	3
圖 1.4-1	受損之電纜線現場.....	4
圖 1.4-2	台電電纜線斷落情形 1.....	5
圖 1.4-3	台電電纜線斷落情形 2.....	5
圖 1.4-4	台電電纜線斷落撞擊工廠屋頂情形.....	6
圖 1.7-1	0800 時亞洲地面天氣分析圖.....	12
圖 1.7-2	事故地點附近之中央氣象局自動氣象站.....	13
圖 1.7-3	自動氣象站之風速及陣風.....	14
圖 1.7-4	自動氣象站之風向.....	14
圖 1.11-1	事故機當日執行礙掃的視訊截圖 1.....	16
圖 1.11-2	事故機當日執行礙掃之視訊截圖 2.....	16
圖 1.11-3	清洗 24 號電塔礙子之順序.....	21
圖 1.12-1	相關電塔之外型尺寸圖.....	23
圖 1.12-2	事故地區之電塔及纜線分布.....	24
圖 1.12-3	事故地區電塔位置及纜線距離.....	24
圖 1.12-4	事故區域空照圖、殘骸及電塔分布圖.....	25
圖 1.12-5	電纜線與殘骸分布之地形剖面變化圖.....	25
圖 1.12-6	事故機事故前外觀圖與相關殘骸比較圖.....	26
圖 1.12-7	事故機主殘骸 1.....	27
圖 1.12-8	事故機主殘骸 2.....	27
圖 1.12-9	事故機主殘骸 3.....	28
圖 1.12-10	主旋翼斷落情形.....	28
圖 1.12-11	尾旋翼斷落情形.....	29
圖 1.12-12	垂直尾翼斷落情形.....	29

圖 1.12-13	水平尾翼斷落情形 .....	30
圖 1.16-1	主旋翼損壞狀況 1 .....	31
圖 1.16-2	主旋翼損壞狀況 2 .....	32
圖 1.16-3	主旋翼翼前緣之凹陷刮痕 .....	32
圖 1.16-4	主旋翼支撐桿與套軸撞擊痕跡 .....	33
圖 1.16-5	主旋翼支撐套軸之纏繞痕跡 .....	33
圖 1.16-6	主齒輪箱受損狀況 .....	34
圖 1.16-7	主齒輪箱水平連接軸 .....	34
圖 1.16-8	尾旋翼傳動軸斷裂 .....	35
圖 1.16-9	水平尾翼與尾桁連接處遭電纜線纏繞 .....	35
圖 1.16-10	水平尾與機身接合處與纜線纏繞及摩擦狀況 1 .....	36
圖 1.16-11	水平尾與機身接合處與纜線纏繞及摩擦狀況 2 .....	36
圖 1.16-12	尾旋翼損壞狀況 .....	37
圖 1.16-13	垂直尾翼損壞狀況 .....	37
圖 1.16-14	連接尾部結構之支架損壞 .....	38
圖 1.16-15	迴旋桿損壞狀況 .....	39
圖 1.16-16	集體桿斷裂狀況 .....	39
圖 1.16-17	方向控制踏板毀損狀況 .....	39
圖 1.16-18	控制機構扭曲變形狀況 .....	40
圖 1.16-19	變向盤及相關之連桿損壞情形 .....	40
圖 1.16-20	壓縮器部分之外物損傷狀況 .....	41
圖 1.16-21	斷裂電纜線 .....	42
圖 1.16-22	斷裂電纜線 A 之巨觀觀察 .....	42
圖 1.16-23	斷裂電纜線 A 之外圈鋁線 .....	43
圖 1.16-24	取下之警示燈面板 .....	43
圖 1.17-1	地面效應外之滯空升限 .....	48

圖 1.17-2 臨界相對風之方位區域.....49

圖 1.18-1 事故發生經過示意圖.....55



本頁空白

## 英文縮寫對照簡表

ACSR	Aluminum Conductors Steel Reinforced	鋼芯鋁絞線
CRM	Crew Resource Management	組員資源管理
PF	Pilot Flying	操控駕駛員
PM	Pilot Monitoring	監控駕駛員

本頁空白

# 第一章 事實資料

## 1.1 飛航經過

民國 104 年 11 月 22 日，凌天航空公司（以下簡稱凌天）一架 Bell 206B3 型直昇機，國籍標誌及登記號碼 B-31127，執行台灣電力公司（以下簡稱台電）委託之電塔礙子清洗（以下簡稱礙掃）作業。事故機於台北時間約 1042 時<sup>1</sup>自新北市林口區東明一街一處臨時起降場起飛，機上載有正駕駛員及水槍操作員各一員，執行頂湖-東林一路線之電塔礙掃任務（事故機之飛航路徑示意圖如圖 1.1-1），約 1058 時事故機墜落於新北市泰山區泰林路北面之農園內，航機全毀，機上兩名人員死亡。



圖 1.1-1 事故機飛航路徑示意圖

<sup>1</sup> 除非特別註記，本報告所列時間皆為臺北時間（UTC+8 小時）。

依據事故機任務提示資料，事故機組員前一日 1600 時於桃園旅店內進行次日之任務提示：內容含有任務概述、航機狀況、機組員個人資料、任務分派、航路狀況、天氣狀況、緊急程序背誦、臨時起降場注意事項等，並曾提及應注意天氣變化及障礙物清除等。

依據事故機之操作飛航計畫，事故機當日預計執行 8 批次電塔礙掃任務，由任務機組領隊（具正駕駛員資格）及事故機正駕駛員，輪流擔任操控駕駛員<sup>2</sup>，搭配水槍操作員坐於後座，操作水槍執行電塔礙掃工作。事故當日自 0705 時開始，由事故機正駕駛員執行前 2 批次之作業，第 3 至 6 批次作業則由任務機組領隊執行礙掃任務，至 1035 時止已完成 6 批次之作業。

事故機約於 1042 時，自林口東明一街之臨時起降場起飛，由事故機正駕駛員坐於右座擔任操控駕駛員，水槍操作員坐於後座操控水槍，至距臨時起降場東北約 1,600 公尺，林口（接近泰山區）附近執行頂湖-東林一路線之電塔礙掃任務（如圖 1.1-1），預計依序執行該路線 26 號至 21 號電塔之礙掃工作。約 1.5 分鐘後到達作業區 26 號電塔，開始依計畫執行礙掃作業。

依據事故機上之錄影紀錄，26 號電塔需清洗之礙子計 15 串，事故機於 26 號電塔之作業時間約為 6 分鐘，於清洗完其中 3 串礙子後，停止該塔之礙掃作業。直接移往 24 號標高較低之電塔繼續礙掃工作。約 8 分鐘後完成該座電塔 18 串礙掃工作。之後航機呈現左傾姿態，機頭些許上揚，開始脫離 24 號電塔，同時有左偏下降趨勢。

依據事故當時位於 24 號電塔東南方約 800 公尺處之目擊者描述：事故機清洗完 24 號電塔後，飛離完成清洗之電塔，機首約向南並無異常狀況。之後於飛航過程中撞擊位於 24 號電塔東南方之高壓電纜線，致主旋翼及機身後段遭電纜線拉斷，墜落於該電纜線下方之農園內。

<sup>2</sup> 該任務係單一駕駛員。

依據現場測量結果，撞擊位置距頂湖-東林一路線 24 號電塔東南方約 186 公尺處之核一-頂湖紅線電纜，標高為 117 公尺，農園之經緯度為北緯 25 度 4 分 20.62 秒、東經 121 度 24 分 35.82 秒，事故機撞擊電纜線之示意圖如圖 1.1-2。

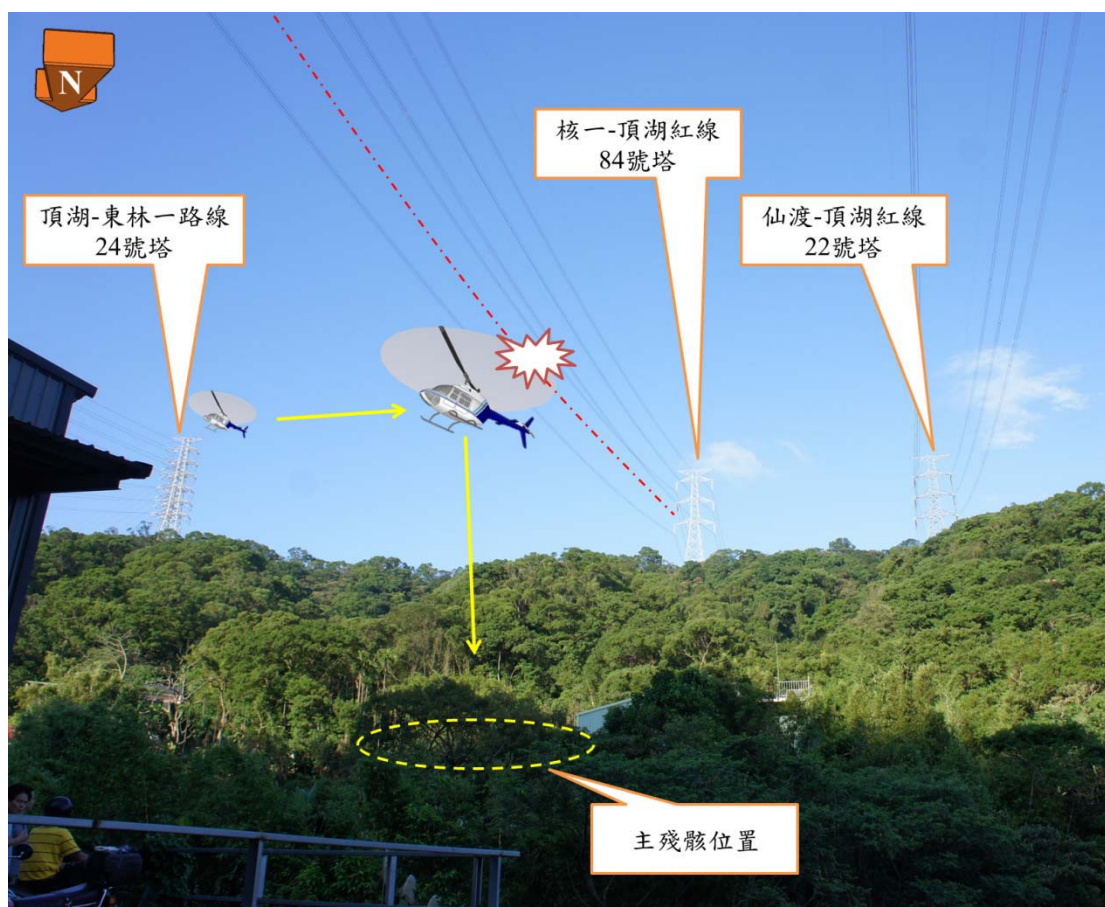


圖 1.1-2 事故機撞擊電纜線示意圖

## 1.2 人員傷害

本次事故機上 2 名人員包括正駕駛員及水槍操作員，均於航機墜落時死亡，傷亡統計如表 1.2-1。



表 1.2-1 傷亡統計表

傷亡情況	飛航組員	客艙組員	乘客	其它	小計
死亡	1	1	0	0	2
重傷	0	0	0	0	0
輕傷	0	0	0	不適用	0
無傷	0	0	0	不適用	0
總人數	1	1	0	0	2

### 1.3 航空器損害

航空器全毀。

### 1.4 其他損害情況

事故機撞擊台電核一-頂湖線 84 號至 85 號輸電塔間之電纜線，(如圖 1.4-1，虛線部分為遭航機撞擊後扯斷之電纜線)。損壞狀況概要如后。

斷落之電纜線散落於泰林路三段附近及山坡上之樹林間 (如圖 1.4-2、1.4-3)，並撞破事故區東南方一工廠之屋頂 (圖 1.4-4)。

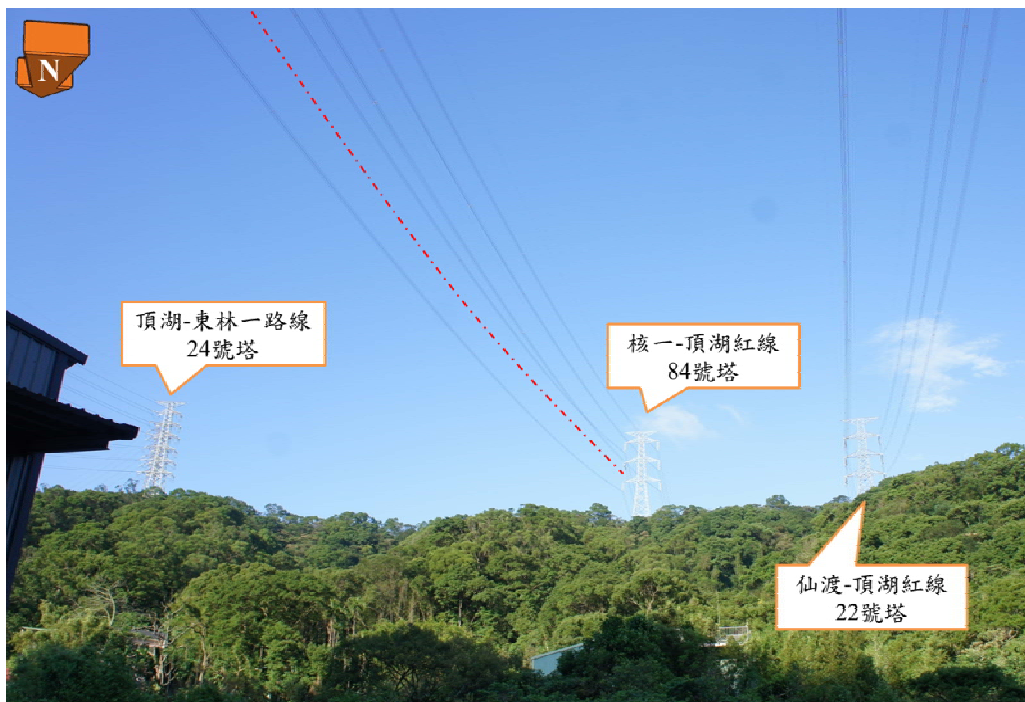


圖 1.4-1 受損之電纜線現場





圖 1.4-2 台電電纜線斷落情形 1



圖 1.4-3 台電電纜線斷落情形 2



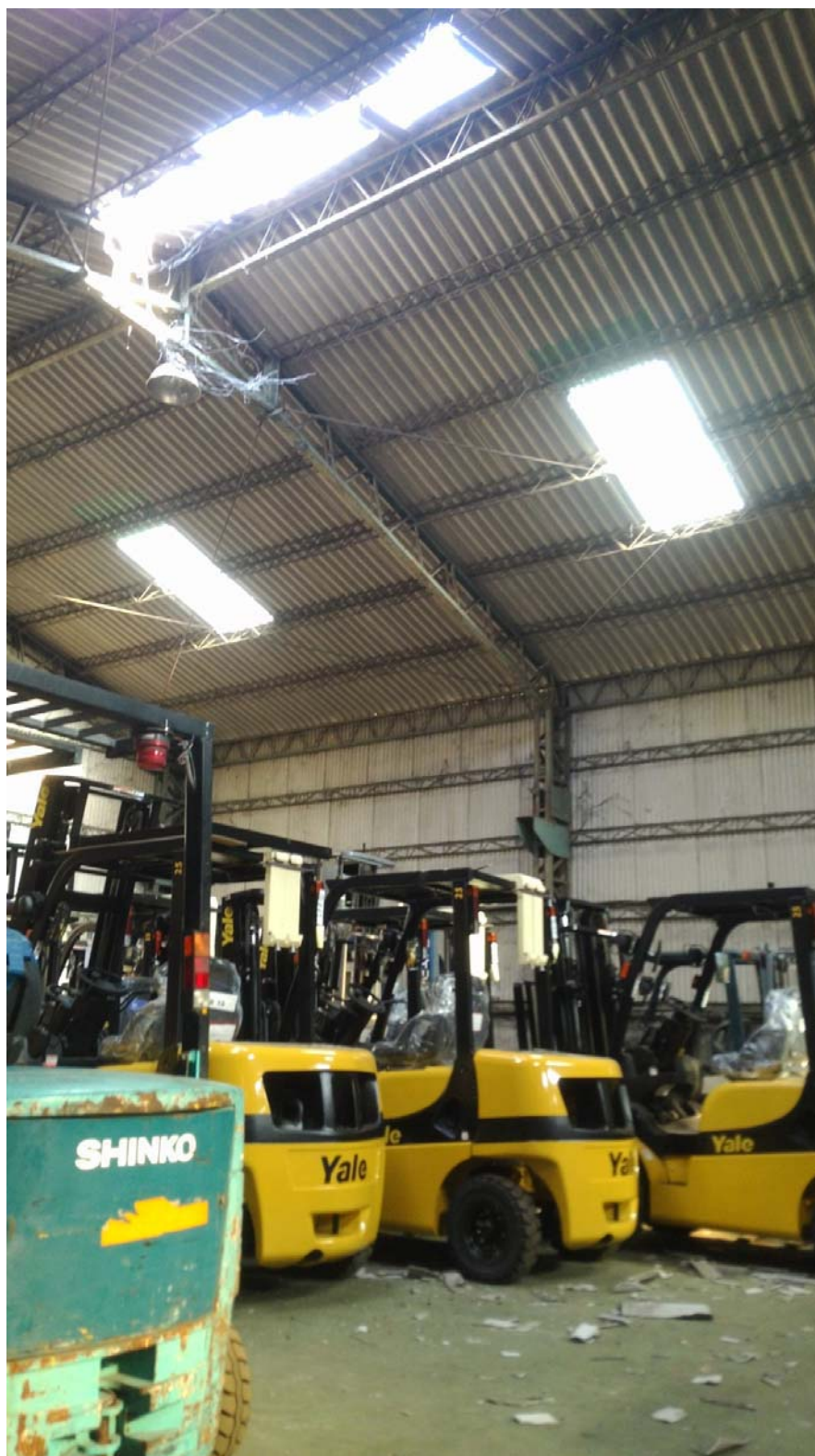


圖 1.4-4 台電電纜線斷落撞擊工廠屋頂情形

## 1.5 人員資料

### 1.5.1 飛航組員經歷

飛航組員基本資料如表 1.5-1。

表 1.5-1 飛航組員基本資料表

項目	正駕駛員
性別	男
事故時年齡	50
進入公司日期	民國 95 年 8 月
航空人員類別	直昇機商用駕駛員
檢定項目	BELL-206
發證日期	民國 101 年 3 月 14 日
終止日期	民國 106 年 3 月 13 日
體格檢查種類	乙類駕駛員
終止日期	民國 105 年 3 月 31 日
總飛航時間	4,811 小時 50 分
事故型機飛航時間	1,963 小時 15 分
最近 12 個月飛航時間	166 小時 10 分
最近 90 日內飛航時間	65 小時 35 分
最近 30 日內飛航時間	24 小時 45 分
最近 7 日內飛航時間	17 小時 50 分
24 小時內已飛時間 <sup>3</sup>	1 小時 15 分
事故前休息時間	12 小時 00 分

#### 1.5.1.1 正駕駛員

中華民國籍，民國 95 年 8 月進入凌天。持有中華民國直昇機商用駕駛員檢定證，檢定項目欄內之註記為：「BELL-206 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：「BELL-206 VFR ONLY」，特定說明事項欄內無註記。

<sup>3</sup> 自事故發生前（1100）回推 24 小時之統計時間。

正駕駛員曾為我國軍用直昇機飛行員，退伍後進入凌天，於民國 95 年 9 月 5 日通過 BELL-206 型機之副駕駛員檢定給證考試，開始擔任 BELL-206 型機副駕駛員。民國 96 年 3 月 14 日完成正駕駛員升等訓練開始擔任 BELL-206 型機正駕駛員。至事故發生前之總飛航時間 4,811 小時 50 分。正駕駛員於 104 年 3 月 6 日完成 104 年度之年度複訓，訓練科目含性能飛行、緊急程序及儀器飛行，訓練簽署欄之內容為：符合標準；年度複訓之考驗於 104 年 3 月 11 日實施，考驗結果及格，合於 BELL-206 型機正駕駛員目視（VFR ONLY）資格之標準。

正駕駛員組員資源管理（CRM）之初始訓練於 95 年 8 月 3 日完成，課程內容大綱為：溝通程序及決心下達、團隊之建立及維護、工作負荷管理及警覺三部分，共計執行 2 小時。依據凌天提供之訓練資料表，正駕駛員自 96 年至 104 年之年度複訓，均含有 3 小時之 CRM 訓練時數。正駕駛員最近一次之 CRM 年度複訓日期為 104 年 2 月 24 日。上課之地面學科紀錄如下：

凌天航空公司 104 年上半度複訓地面學科上課記錄

日期：104 年 2 月 24 日

科 目	CRM	教 官	批 示
內 容 大 綱	一、組員資源管理簡介。 二、組員資源管理模式。 1. 溝通。 2. 團隊建立。 3. 工作負荷管理。 4. 安全文化。 三、威脅與疏失管理。 1. 了解人員的極限 2. 外在威脅的預測與發現 3. 不同文化中的相同語言 四、威脅與疏失模式 1. 威脅 2. 疏失 3. 航機進入非預期狀態 4. 意外事件		
受 訓 人 員	[Redacted]		
訓 練 時 數	3h	訓 練 時 段	0800-1100
到 課 狀 況	應 到 人 數	請 假 人 數	實 到 人 數
	8	0	8

有關礙掃作業之訓練，正駕駛員最近一次之礙掃訓練日期為 104 年 9 月 16 日，礙掃作業之訓練含：大載重滯空馬力檢查、外界障礙物檢視、電塔接近及脫離飛行及電塔滯空飛行，訓練簽署欄內之註記為：「操作均符合礙掃操作要求標準及要領」。

正駕駛員體格檢查種類為乙類駕駛員，上次體檢日期為民國 104 年 03 月 13 日，體格檢查及格證限制欄內註記為：「視力需戴眼鏡矯正，*Holder shall wear corrective glasses for near vision.*」。

### 1.5.2 飛航組員事故前 72 小時活動

依據事故當日機組領隊提供正駕駛員事故前 72 小時之活動紀錄如下：

11 月 20 日： 0510 時起床，0600 時至停機點執行裝備及飛行前 360 度檢查。0650 時開始執行礙掃作業，1415 時礙掃作業結束。1448 時於停機點落地，實施壓縮器清洗及溫車。1630 時至飯店辦理住宿，並實施任務歸詢及次日之任務提示後。1830 時外出晚餐，約 1910 時返回飯店，2100 時就寢。

11 月 21 日： 0530 時起床，0600 時出發至停機點，0630 時抵達停機點並執行各項飛行前準備。0710 時開始執行礙掃作業。1045 時於落地點落地關車。1315 時自停機點起飛，執行實施礙掃作業前之作業區觀察，因風速增強不宜作業。於 1340 時於落地點落地關車，實施壓縮器清洗及溫車。1550 時返回飯店，實施任務歸詢及次日之任務提示。1830 時外出晚餐，約 1915 時返回飯店，2030 時就寢。

11 月 22 日： 0530 時起床，0600 時出發至停機點，0630 時抵達停機點開始執行各項飛行前準備。0700 時開始執行礙掃作業，直至發生事故。

## 1.6 航空器資料

### 1.6.1 航空器基本資料

事故機統計至民國 104 年 11 月 22 日航空器基本資料，詳表 1.6-1。

表 1.6-1 航空器基本資料

航空器基本資料表	
國籍	中華民國
航空器登記號碼	B-31127
機型	206B3
製造廠商	Bell Helicopter TEXTRON
出廠序號	4542
出廠日期	民國 90 年 3 月 21 日
接收日期	民國 94 年 12 月 15 日
所有人	凌天航空公司
使用人	凌天航空公司
國籍登記證書編號	94-995
適航證書編號	103-12-209
適航證書生效日	民國 103 年 12 月 16 日
適航證書有效期限	民國 104 年 12 月 15 日
航空器總使用時數	3,028 小時 06 分
航空器總落地次數	6,017 次
上次定檢種類	300 小時檢查
上次定檢日期	民國 104 年 10 月 08 日
上次定檢後使用時數	70 小時 06 分
上次定檢後落地次數	137 次

#### 1.6.1.1 礙掃水槍

礙掃水槍係由紐西蘭 Ntech 公司設計製造，且經紐西蘭民航局核准授證。該裝備經民航局於 90 年 12 月 26 日以標準乙（90）字第 26 號文，同意安裝於事故機上。

### 1.6.2 發動機基本資料

事故機統計至民國 104 年 11 月 22 日發動機基本資料，如表 1.6-2。

表 1.6-2 發動機基本資料

製造廠商	Rolls-Royce
型別	250-C20J
序號	CAE-270899
製造日期	民國 89 年 5 月 2 日
上次定檢種類	100 小時/300 小時檢查
上次定檢日期	民國 104 年 10 月 8 日
上次維修廠檢修後使用時數	70:06 小時
上次維修廠檢修後使用週期數	54
總使用時數	3028:06 小時
總使用週期數	1,663

### 1.6.3 載重與平衡

依據事故機本次飛航之載重平衡表及操作飛航計畫，其載重及平衡相關資料如表 1.6-3。

表 1.6-3 載重及平衡相關資料表

基本空機重量	2,056.6 磅
最大起飛總重	3,200.0 磅
實際起飛總重	3,120.9 磅
起飛油量	272.0 磅
航行耗油量	136.0 磅
最大落地總重	3,200.0 磅
實際落地總重	2,544.9 磅
起飛重心位置	108.9 英吋
該型機之縱向重心範圍為 106.0 英吋至 114.2 英吋	

### 1.6.4 維修資訊

檢視事故機所有之經歷簿、飛機重量及重心紀錄表、直昇機及發動機適航指令、服務通告，及近 1 年之發工單、飛航及維護紀錄表、飛行前/後檢查表、每日燃油檢驗紀錄表、滑油量添加紀錄表，及事故前最近一個月之定檢紀錄，無異常登錄。

## 1.7 天氣資料

事故當日臺灣受微弱東北風影響，北部地區為多雲到晴的天氣，0800 時亞洲地面天氣分析圖詳圖 1.7-1。

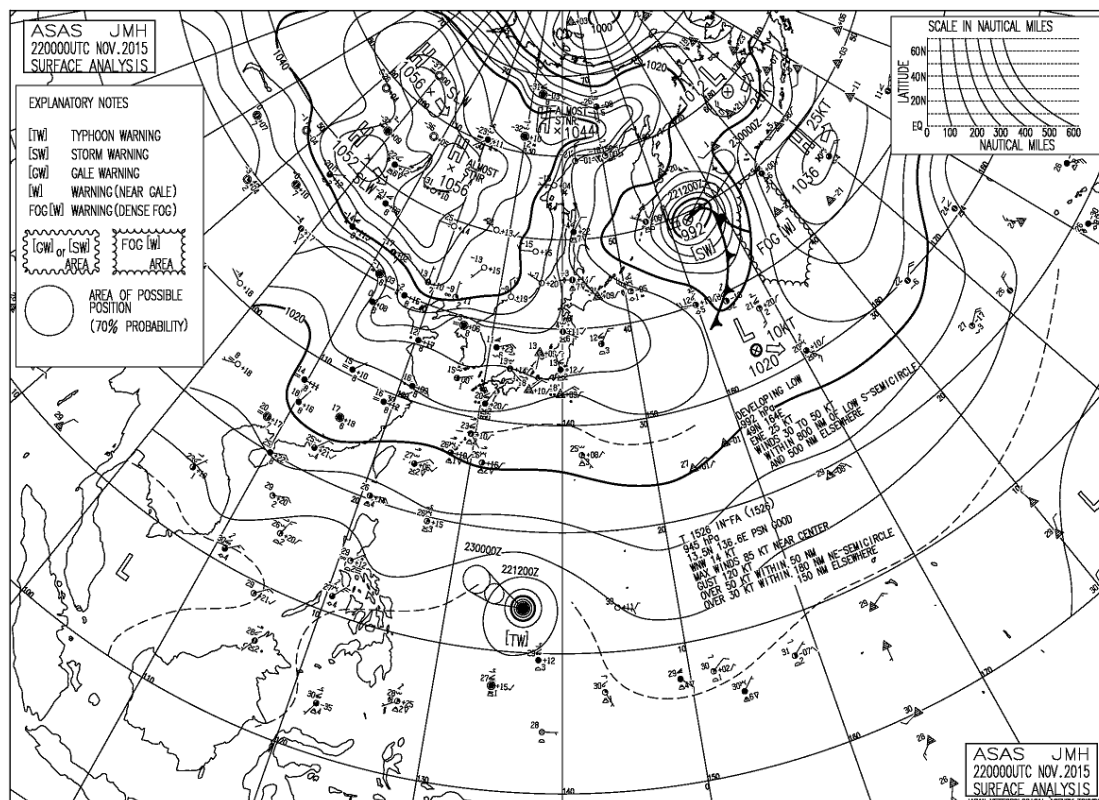


圖 1.7-1 0800 時亞洲地面天氣分析圖

於事故地點東方 7.5 浬之松山機場地面天氣觀測紀錄如下：

1100 時：風向 080 度，風速 13 浬/時，風向變動範圍 050 度至 110 度；能見度大於 10 公里；稀雲 1,800 呎、疏雲 10,000 呎；溫度 28°C，露點 20°C；高度表撥定值 1018 百帕；趨勢預報—無顯著變化；備註—高度表撥定值 30.06 吋汞柱。

於事故地點西方 9 浬之桃園機場地面天氣觀測紀錄如下：

1100 時：風向 040 度，風速 20 浬/時；能見度大於 10 公里；稀雲 2,500 呎、疏雲 18,000 呎；溫度 26°C，露點 21°C；高度表撥定值 1017 百帕；趨勢預報—無



顯著變化；備註—高度表撥定值 30.05 吋汞柱。

事故地點附近之中央氣象局自動氣象站如圖 1.7-2 所示，其天氣紀錄如下：

五股站（東北東方 1.5 哩、標高 95 公尺）1110 時：風向 080 度，風速 7 哩/時，陣風 15 哩/時；溫度 27.4℃；測站氣壓 1010 百帕。

林口站（西方 1.75 哩、標高 238 公尺）1100 時：風向 040 度，風速 1.9 哩/時，陣風 7.4 哩/時；溫度 26.3℃；測站氣壓 989.2 百帕。

新莊站（東南東方 2.4 哩、標高 25 公尺）1110 時：風向 070 度，風速 9.1 哩/時，陣風 18.1 哩/時；溫度 28℃；測站氣壓 1013.9 百帕。

龜山站（西南方 3.1 哩、標高 177 公尺）1110 時：風向 060 度，風速 3.1 哩/時，陣風 9.5 哩/時；溫度 27.8℃；測站氣壓 996 百帕。

以上 4 個自動氣象站於 1000 時至 1130 時之風向、風速及陣風詳圖 1.7-3、1.7-4 所示。

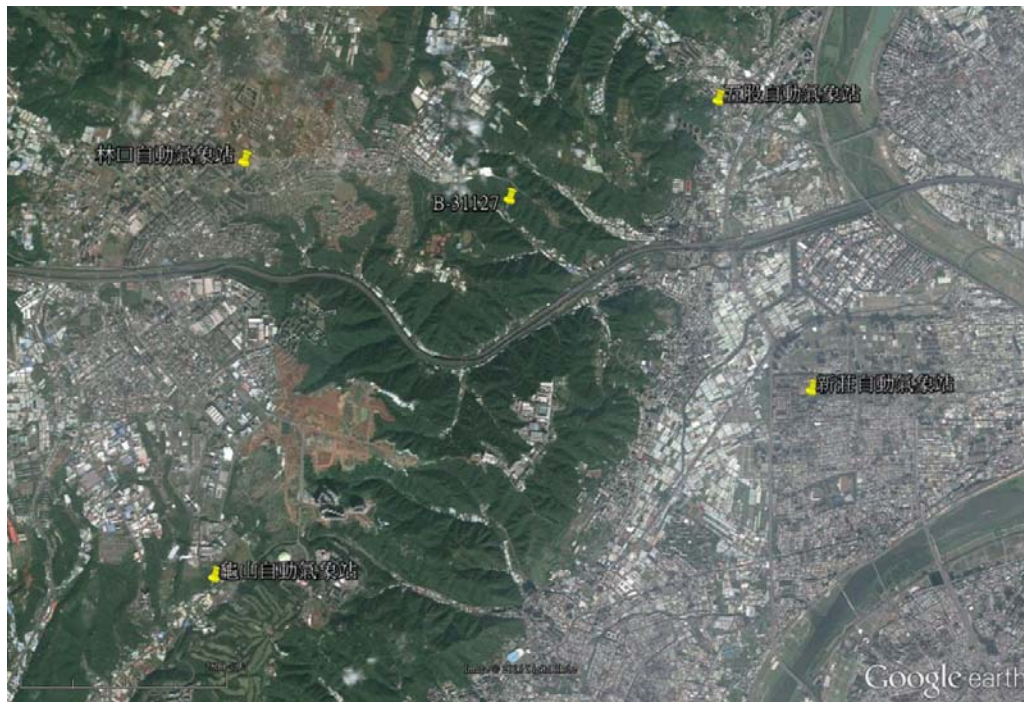


圖 1.7-2 事故地點附近之中央氣象局自動氣象站



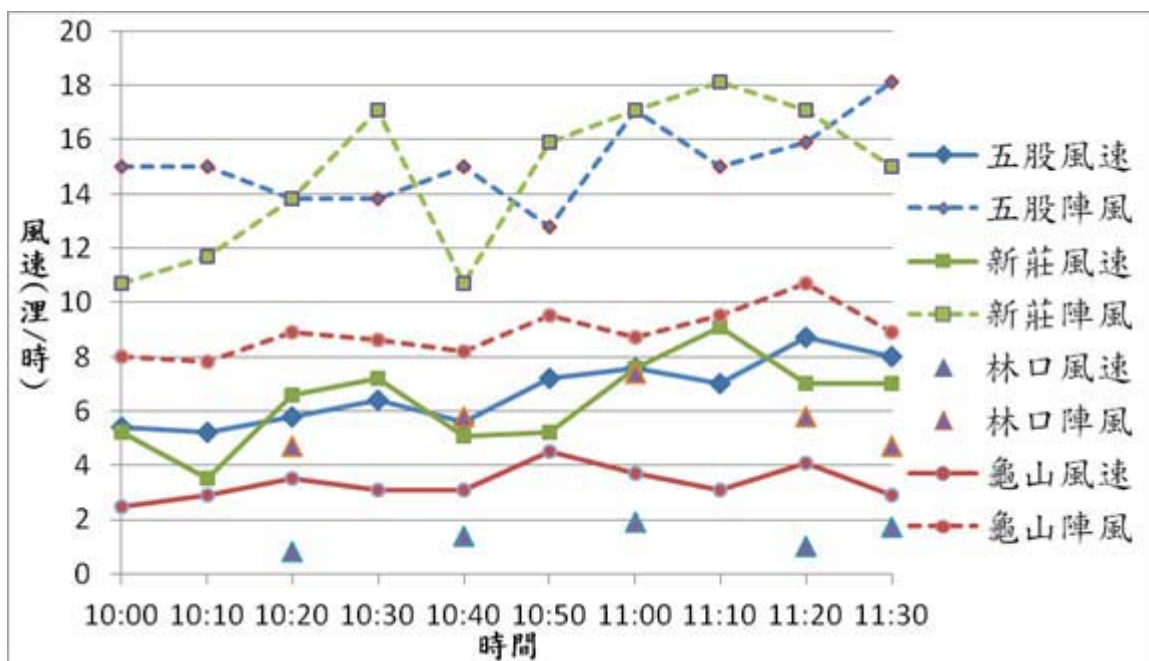


圖 1.7-3 自動氣象站之風速及陣風

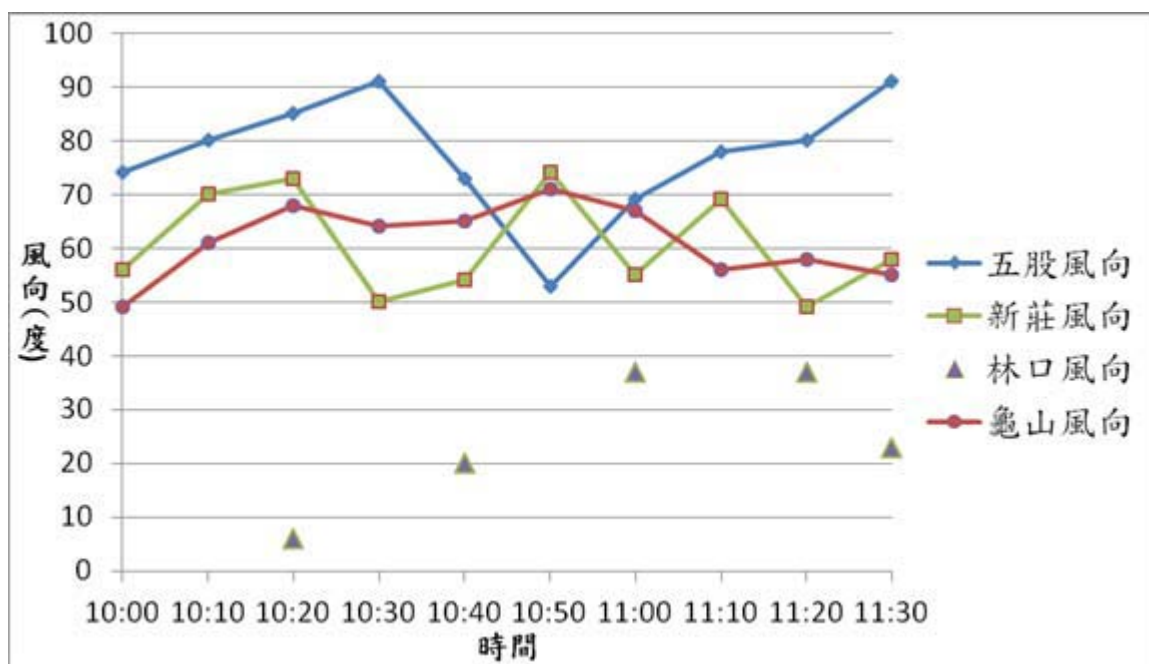


圖 1.7-4 自動氣象站之風向

## 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

依據我國「航空器飛航作業管理規則之附件十二飛航紀錄器」相關規定：「貳、飛航資料紀錄器 (FDR) ...6. 中華民國七十八年一月一日或以後首次適航之直昇機其最大總重超過七千公斤者，應裝置 IV 型之飛航資料紀錄器。7. 中華民國九十四年一月一日以後首次適航，且其最大起飛總重超過三千一百七十五公斤之直昇機，應裝置 IVA 型飛航資料紀錄器並能保有至少最後十小時之飛航紀錄資料。」

「參、座艙通話紀錄器 (CVR)... 5. 中華民國七十六年一月一日以後首次適航且最大起飛總重超過七千公斤之直昇機，應裝置可記錄飛航中駕駛艙內通話環境之座艙通話紀錄器。未裝置飛航資料紀錄器者，其座艙通話紀錄器應至少能記錄其主旋翼轉速。...」

該型機最大起飛重量為 3,200 磅 (1452.8 公斤)，依規定不需安裝座艙語音紀錄器及飛航資料紀錄器。

### 1.11.1 機上攜帶式錄影裝置

事故當日，於殘骸現場尋獲安裝於礙掃水槍上之數位攝影機，錄有事故時之紀錄影片，紀錄時間長度約為 15 分鐘。圖 1.11-1 為錄影的視訊截圖，右上圖為頂湖-東林一路線 26 號電塔，左/右下為 24 號電塔；事故機未清洗 25 號電塔。圖 1.11-2 為錄影視訊截圖，包含其脫離 24 號電塔至停止紀錄。

影片最後 25 秒的逐秒視訊截圖，及最後 2 秒間格 15 分之 1 秒的視訊截圖如附錄一及附錄二。

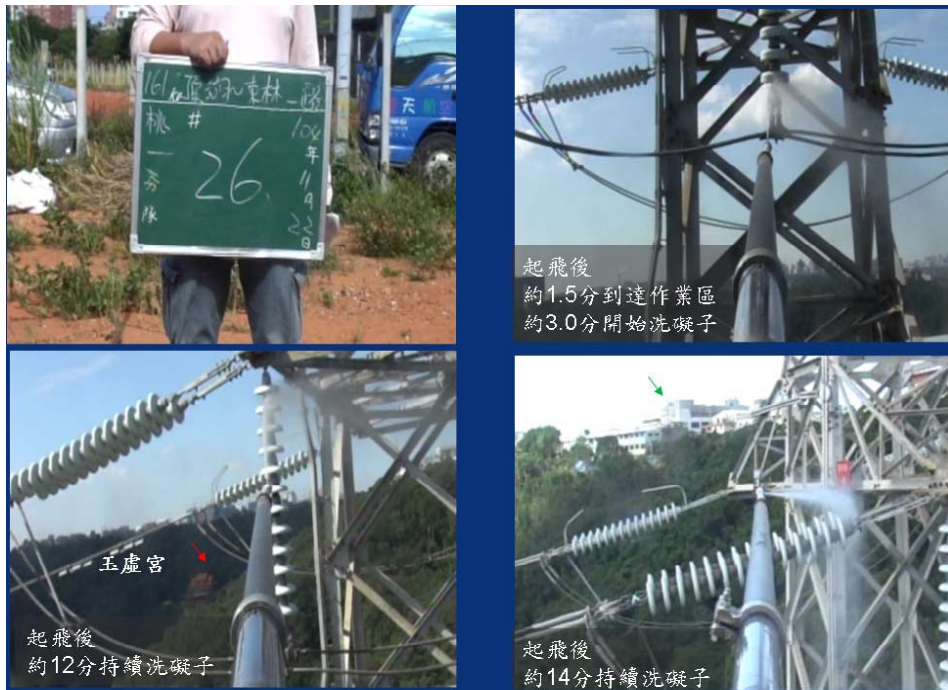


圖 1.11-1 事故機當日執行礙掃的視訊截圖 1



圖 1.11-2 事故機當日執行礙掃之視訊截圖 2

經與凌天航務人員及民航局檢查員共同檢視該影片後，製作之影片解讀摘要如表 1.11-1。期間除水槍操作員曾分別到達 26 號及 24 號電塔時，有報塔號及礙子串數之語音紀錄外，全程無其他通話紀錄。

表 1.11-1 影片解讀摘要

時間 (分:秒)	說明	備註
00:03~00:12	●畫面：161kv 頂湖-東林一路，桃一分隊，#26，104 年 11 月 22 日	
00:13~00:20	●到達 26 號電塔 ●00:15 槍手：頂湖-東林一路，26 號塔 15 串 ●水槍晃動幅度大（清洗前之就位動作）	
00:20~01:54	●00:34 平移至 26 號電塔第 5 層礙子 ●00:34~00:58 移至最下層（確認電塔塔號） ●01:01~01:12 地面樹木搖晃幅度大 ●01:04 到達最低高度 ●01:14~01:32 從最下（第 1 層）至最上層（第 5 層） ●01:32~01:44 停在第 5 層 ●01:44~01:54 下移至第 4 層	
01:54~02:39	●停留於第 4 層 ●觀察畫面左側煙囪之煙向右吹成水平，有時飄起不穩定 ●航機前後上下擺動（企圖穩定航機就清洗位置）。	
02:40~02:49	●第 1 次致動水槍 ●大左側風（以水槍為參考位置） ●未噴到礙子 ●02:49 關水槍	
02:50~03:05	●觀察畫面左側煙囪之煙向右吹成水平，有時飄起不穩定 ●重新操作航機於穩定清洗位置	
03:05~03:33	●第 2 次致動水槍 ●洗第 4 層中間直立（懸垂）之礙子，由下往上至約 1/3 位置，再往下到底，再往上至 2/3 位置，再往下到底後，向上來回洗一次，共計 3 趟 ●大左側風，水槍及噴出之水柱晃動及飄動幅度大，時上時下。 ●03:33 完成此串礙子清洗，關水槍	
03:33~03:40	●移至右上方之橫向兩串並列之礙子外側（第 4 層） ●逆時針轉動水槍頭噴嘴（突出箍位置至約 2 點位置）	
03:40~04:13	●航機前後上下擺動（企圖穩定航機就清洗位置）。	
04:13~05:35	●第 3 次致動水槍	

時間 (分:秒)	說明	備註
	<ul style="list-style-type: none"> <li>●開始清洗此一橫向礙子，14 排（每排 2 枚），由外向內（塔外靠向塔）</li> <li>●大左側風，水柱吹向右邊，有向上之陣風</li> <li>●04:29 前水槍無法接近礙子</li> <li>●04:31~04:58 右上方之煙囪為左側風，風向不穩，形狀時有變亂變粗現象</li> <li>●至 04:58 止，僅止於外緣之 4 串，曾兩度離開該礙子</li> <li>●05:29 時風向變亂，水柱向上飄擺，無法噴至礙子</li> <li>●05:35 水槍關閉（未完成清洗）</li> </ul>	
05:38~06:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>●05:41~05:45 水槍順時針轉至（突出箍）10 點位置（調整水槍噴頭位置）</li> <li>●航機前後上下擺動（水槍操作員備便，駕駛員企圖穩定於下一串礙子之清洗位置未果）</li> </ul>	
06:00~06:09	●向欲清洗之電塔方向移動	
06:09~06:20	●槍手：24 號塔，18 串	
06:21~06:46	<ul style="list-style-type: none"> <li>●洗面對該塔最下一串左邊直立之礙子計 12 枚，由下向上共計 3 次</li> <li>●左側風，風向不穩</li> </ul>	如 圖 1.11-3(1)
06:46~06:50	●航機移動至右側直立之礙子處	
06:50~07:12	<ul style="list-style-type: none"> <li>●洗面對塔最下一串右邊直立之礙子計 12 枚，由下向上共計 3 次</li> <li>●左側風，風向不穩</li> </ul>	如 圖 1.11-3(2)
07:13~07:21	<ul style="list-style-type: none"> <li>●移往右上方之橫向兩串並列之礙子外側</li> <li>●逆時針轉動水槍頭噴嘴（突出箍位置約 10 點）</li> </ul>	
07:21~08:01	<ul style="list-style-type: none"> <li>●開始清洗此一橫向礙子，14 排（每排 2 枚）</li> <li>●07:28 洗至第 6 排又往回洗</li> <li>●07:30~08:00 機身晃動，水槍移動較快</li> </ul>	如 圖 1.11-3(3)
08:01~08:12	<ul style="list-style-type: none"> <li>●移往同排左側之橫向兩串並列之礙子外側</li> <li>●未轉動水槍頭噴嘴</li> </ul>	
08:13~08:54	<ul style="list-style-type: none"> <li>●開始清洗此一橫向礙子，14 排（每排 2 枚）</li> <li>●08:25 來回洗 1 至第 6 排之礙子</li> <li>●來回洗 2 次，水槍晃動，水槍移動較快，有右順側風。</li> </ul>	如 圖 1.11-3(4)
08:54~09:05	<ul style="list-style-type: none"> <li>●垂直移往上一層右側之直立礙子下方</li> <li>●未目視水槍頭突出箍</li> </ul>	
09:05~09:33	<ul style="list-style-type: none"> <li>●洗此串直立礙子計 12 枚，來回各洗一次</li> <li>●右側風，風向不穩</li> </ul>	如 圖 1.11-3(5)
09:33~09:38	<ul style="list-style-type: none"> <li>●移往同層左側之直立礙子下方</li> <li>●未目視水槍頭突出箍</li> </ul>	
09:38~10:08	●開始清洗此串直立礙子計 12 枚，來回各洗一次	如 圖

時間 (分:秒)	說明	備註
	●左側風，約將水柱之角度吹偏約 50~60 度，風向不穩	1.11-3(6)
10:08~10:21	●垂直移往正上方之橫向兩串並列之礙子外側 ●轉動水槍頭噴嘴（突出箍位置約 10 點）	
10:21~11:02	●開始清洗此一橫向礙子，14 排（每排 2 枚） ●至 10:28 來回洗 1 至第 7 排之礙子 ●來回洗 2 次，水槍晃動，水槍移動較快 ●右側風，風向不穩，約將噴洗完後之水吹成向左約 80~90 度 ●11:02 水槍關閉	如 圖 1.11-3(7)
11:02~11:14	●移往同排右側之橫向兩串並列之礙子內側（靠電塔端） ●調整水槍頭噴嘴至約 10 點位置	
11:14~11:53	●開始清洗此一橫向礙子，14 排（每排 2 枚） ●至 11:23 來回洗 1 至第 7 排之礙子 ●來回洗 2 次，水槍晃動，水槍移動較快 ●右上之順側風風向不穩	如 圖 1.11-3(8)
11:53~12:01	●向上斜移往上一層左側之直立礙子下方 ●調整水槍頭噴嘴至鏡頭外 ●機身微幅晃動	
12:01~12:26	●開始清洗此串直立礙子計 12 枚，向上洗前 3 枚後水槍層退至礙子下方，來回各洗一次，清洗過程不穩定（有些礙子清洗不完整） ●風向不穩，12:20 時由左側風變至右側風，並有向下之陣風	如 圖 1.11-3(9)
12:26~12:28	●移至同排右側之直立礙子	
12:28~12:52	●開始清洗此串直立礙子計 12 枚，清洗過程不穩定（有些礙子清洗不完整） ●風向不穩，常有左側風變至右側風，及向下之陣風	如 圖 1.11-3(10)
12:52~13:00	●垂直移往正上方之橫向兩串並列之礙子內側（靠塔端） ●轉動水槍頭噴嘴（突出箍位置約 10 點）	
13:00~13:42	●開始清洗此一橫向礙子，14 排（每排 2 枚） ●來回洗 2 次，水槍晃動，水槍移動較快 ●左側風，有向下之陣風	如 圖 1.11-3(11)
13:42~13:53	●水平移往同排之橫向兩串並列之礙子外側（離塔端） ●水槍頭噴嘴未移動（突出箍位置約 10 點） ●機身有些晃動	
13:53~14:36	●開始清洗此一橫向礙子，14 排（每排 2 枚） ●來回洗 2 次，水槍晃動，水槍移動較快 ●14:13 前為左側風（機首方向），有向下之陣風，14:13 後變右側風	如 圖 1.11-3(12)



時間 (分:秒)	說明	備註
	●14:36 完成共 18 串之礙子清洗，水槍關閉	
14:36~	<ul style="list-style-type: none"> <li>●14:37 水槍開始向右略向上移動，航機開始略向左傾，並以左傾姿態向左前方緩慢穩定前進</li> <li>●14:40 航機姿態微幅調整，水槍頭噴嘴轉動，突出箍消失(收水槍動作)</li> <li>●14:45~14:50 航機前後上下微幅晃動，機首先向右之後向左，水槍持續前後及上下微幅擺動。</li> <li>●14:50~14:58 航機逐漸遠離完成清洗之電塔線路(脫離清洗完成之電塔，微幅震動，狀況穩定。</li> </ul>	
15:00	●水槍突然大幅甩動，畫面產生劇烈晃動並開始模糊，錄影機焦距改變且之後變黑	

依據該影片之資料：事故機清洗 24 號電塔礙子之順序如圖 1.11-3。另經檢視其他航機礙掃錄影之語音資料，除記錄有報塔號及礙子串數之語音外，亦錄有水槍操作員之語音資料，但音量較小，無法辨識語音內容。

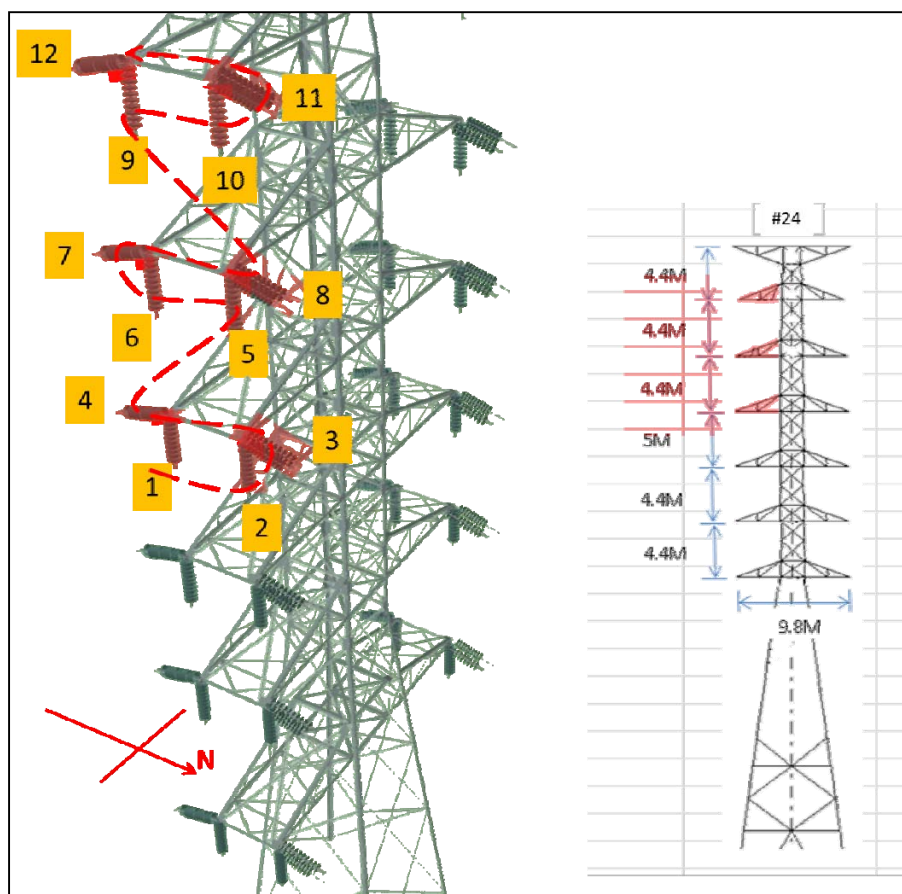


圖 1.11-3 清洗 24 號電塔礙子之順序

### 1.11.2 簡式飛航紀錄器

近年，歐美事故調查機構為預防普通航空業航空器之飛航事故，已著手研擬安裝簡式飛航紀錄器（light-weight flight recorders）的相關規範。經查，目前已有相關簡式飛航紀錄器適用於 Bell 206 型機。

本會因其他事故調查案，曾以改善建議編號：ASC-ASR-13-09-022 建議民航局：「針對我國普通航空業航空器，研討安裝簡式飛航紀錄器系統之可行性，俾利於飛航任務監控及飛航事故調查。」

民航局於 102 年 12 月以標準（一）字第 1020039552 號函復本會：「民航局將依據國內現行民航法規，並參酌普通航空業者及國際相關規範，研討安裝簡式飛航紀錄器系統之可行性，並視需要修正「航空器飛航作業管理規則」。

## 1.12 航空器殘骸與撞擊資料

### 1.12.1 事故現場之超高壓電塔及電纜線資料

台電提供事故現場附近之超高壓電塔及電纜線資料，詳如表 1.12-1 及表 1.12-2。相關電塔之外型尺寸詳如圖 1.12-1。

表 1.12-1 頂湖-東林一路、泰山一路之電塔資料

電塔名稱	TWD97 E 座標(度)	TWD97 N 座標(度)	地面至塔頂 高度(公尺)	地面高程 (公尺)	電塔橫擔最大 寬度(公尺)
#22	121.406477	25.068722	52.40	241.99	9.80
#23	121.407255	25.070220	52.40	196.50	9.80
#23-1	121.407606	25.072508	45.40	122.93	13.00
#24	121.409366	25.074245	51.40	185.09	10.2
#25	121.409120	25.075538	50.40	231.26	9.80
#26	121.408375	25.076751	53.40	226.09	10.2
#27	121.404319	25.079221	45.45	239.50	17.0



表 1.12-2 核一-頂湖紅線之電塔資料

電塔名稱	TWD97 E 座標(度)	TWD97 N 座標(度)	地面至塔頂高 度(公尺)	地面高程 (公尺)	電塔橫擔最大 寬度(公尺)
#84	121.411290	25.074580	53.3	212.76	16.6
#85	121.407620	25.068420	57.6	207.95	15.8

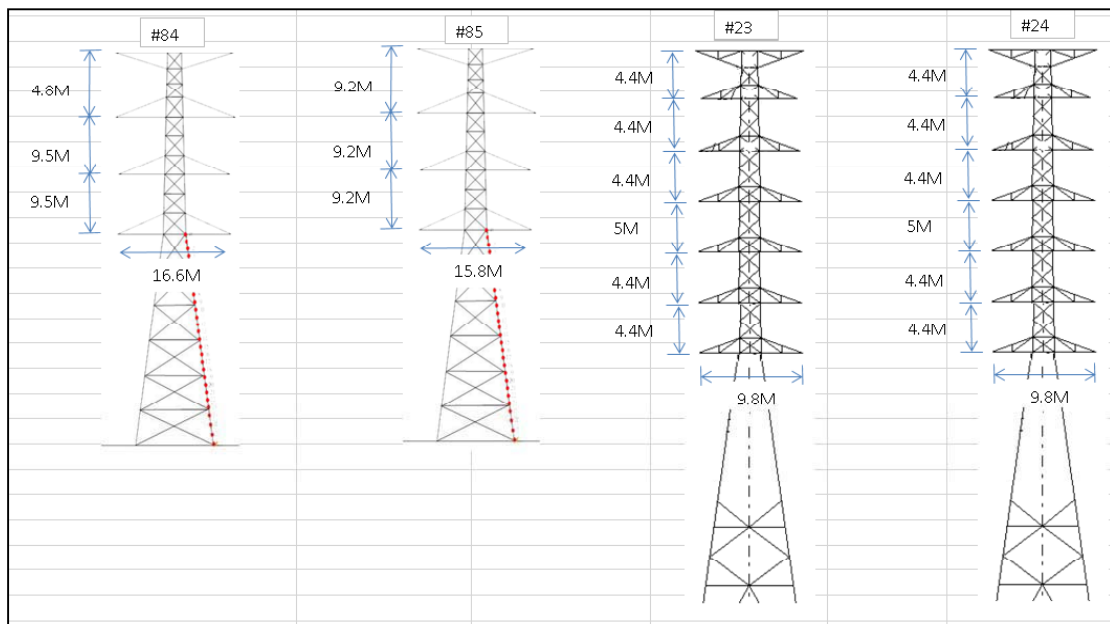


圖 1.12-1 相關電塔之外型尺寸圖

### 1.12.2 航空器殘骸分布

本案事故地點位於新北市泰山區泰林路三段 606 巷 26 號東邊約 120 公尺農園內。經使用全球衛星定位系統及數位相機現場量測結果：主殘骸位於北緯 25 度 4 分 20.62 秒、東經 121 度 24 分 35.82 秒，地形高度 116.5 公尺；頂湖-東林一路線 24 號電塔至核一-頂湖線 84 號電塔之水平距離為 205 公尺；24 號電塔至中段尾桁之水平距離為 186 公尺；24 號電塔至 84 號電塔之紅線二號線最近水平距離為 150 公尺。事故地區之電塔及纜線分布如圖 1.12-2 及圖 1.12-3。

事故機殘骸機首磁航向約 75 度、左傾約 110 度；主旋翼與兩段尾桁分離，相

對位置如圖 1.12-4 所示。中段尾桁位於樹梢（離地高度約 8 公尺），距離主殘骸 55 公尺，地形高度 136.4 公尺；後段尾桁位於農園地表上，距離主殘骸 30 公尺，地形高度 107.5 公尺；主旋翼位於農園下方的邊坡上，距離主殘骸 28 公尺，地形高度 105.3 公尺。於後段尾桁及主旋翼附近發現三棵檳榔樹之上半部有折斷現象。

圖 1.12-5 係根據內政部國土測繪中心之精密地形資料<sup>4</sup>、台電提供之超高壓電塔及纜線資料，以及現場殘骸分布資料，製作成之地形剖面圖。圖 1.12-6 為事故機事故前外觀圖與相關殘骸比較圖。

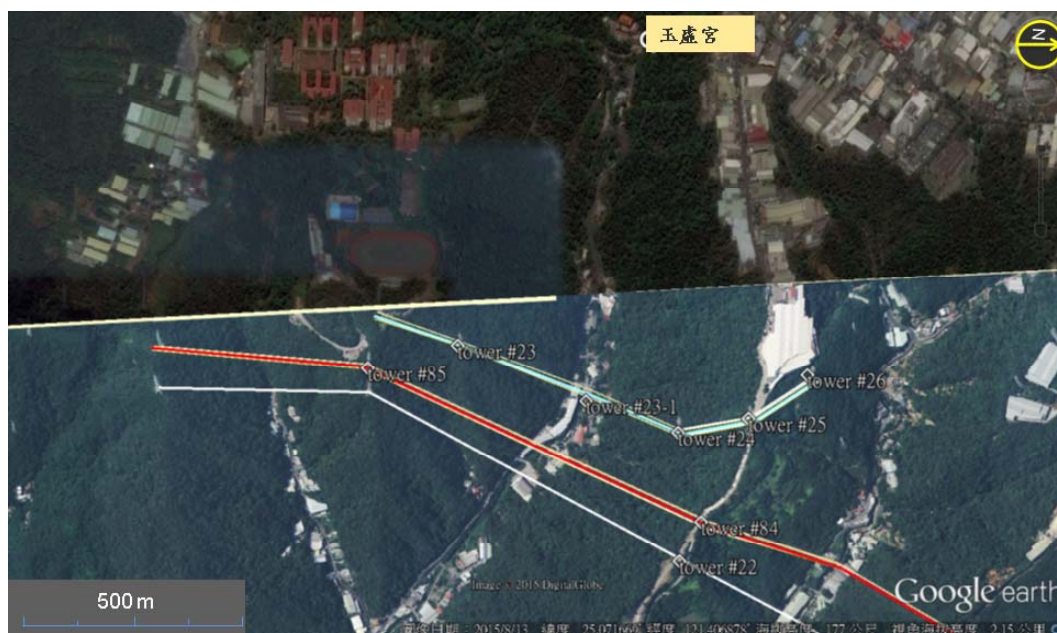


圖 1.12-2 事故地區之電塔及纜線分布

<sup>4</sup> 精密地形資料：詳 102 年 8 月 30 日台內地字第 10202769026 號令發布「數值地形模型成果資料流通供應要點」，該資料屬管制資料，網格間距 5 公尺，精度優於 1 公尺。





圖 1.12-3 事故地區電塔位置及纜線距離



圖 1.12-4 事故區域空照圖、殘骸及電塔分布圖

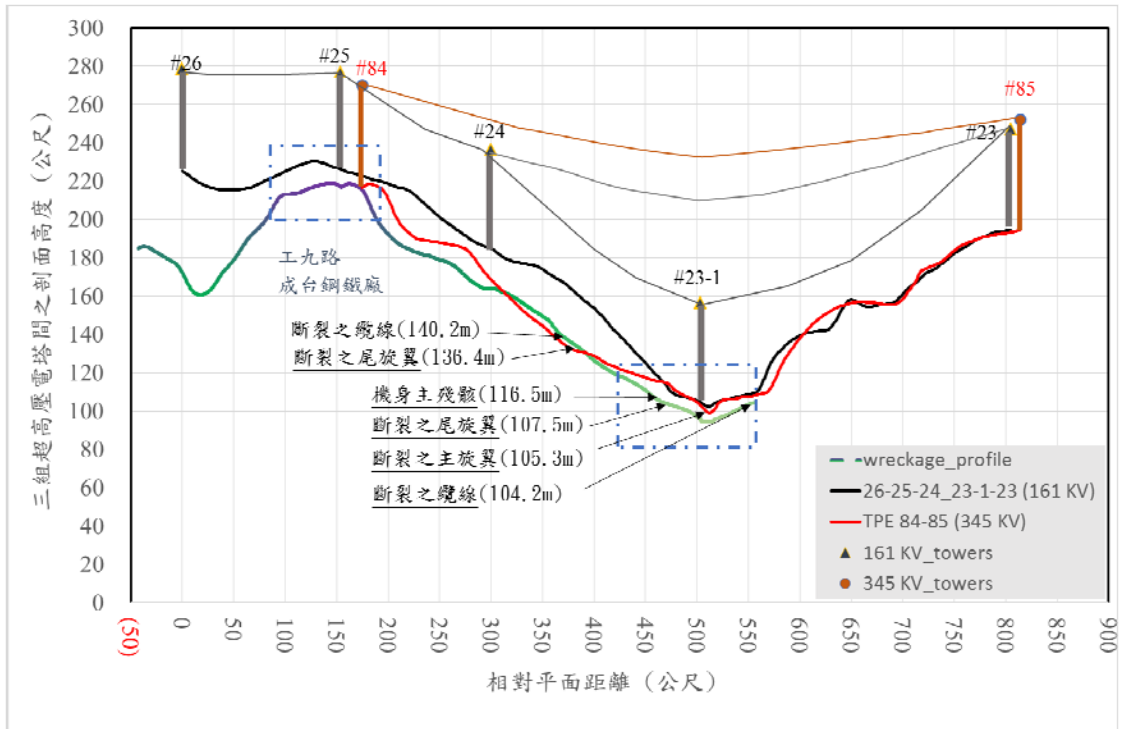


圖 1.12-5 電纜線與殘骸分布之地形剖面變化圖

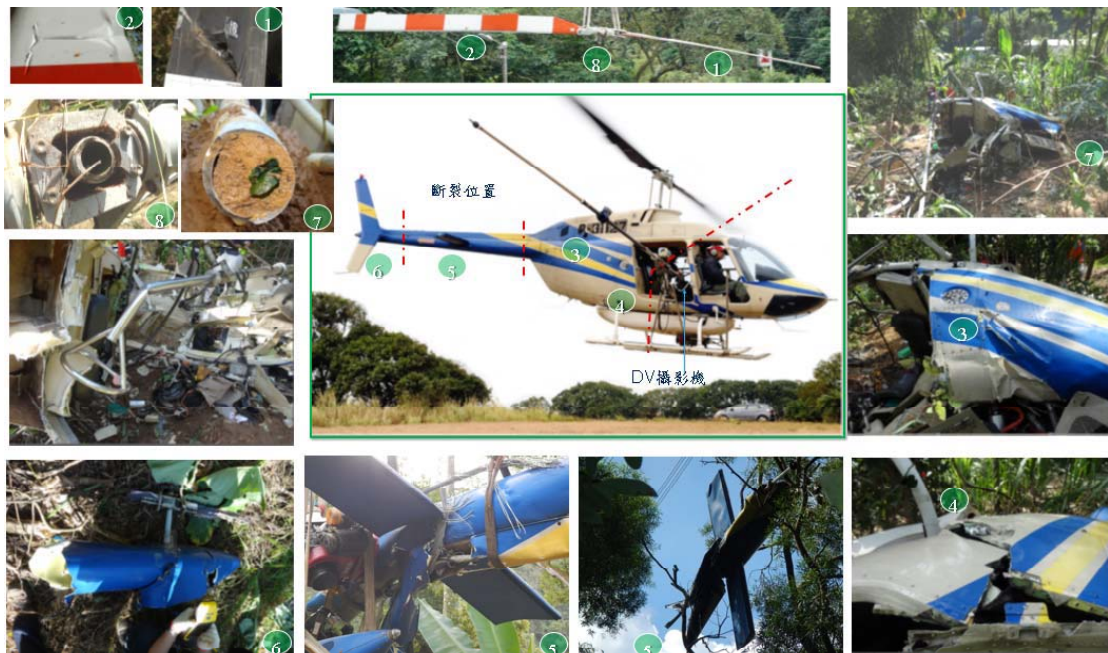


圖 1.12-6 事故機事故前外觀圖與相關殘骸比較圖



### 1.12.3 航空器殘骸資料

事故機殘骸現場之航機機身右側朝上，尾桁斷落，發動機艙零組件位移變形（詳圖 1.12-7）；前段機腹、滑橈及水箱斷落（詳圖 1.12-8）；前段機身全毀，左滑橈折斷垂直插入地面（詳圖 1.12-9）；主旋翼斷落（詳圖 1.12-10）；尾旋翼斷落（詳圖 1.12-11）；垂直尾翼斷落（詳圖 1.12-12）；水平尾翼斷落（詳圖 1.12-13）

。



圖 1.12-7 事故機主殘骸 1





圖 1.12-8 事故機主殘骸 2

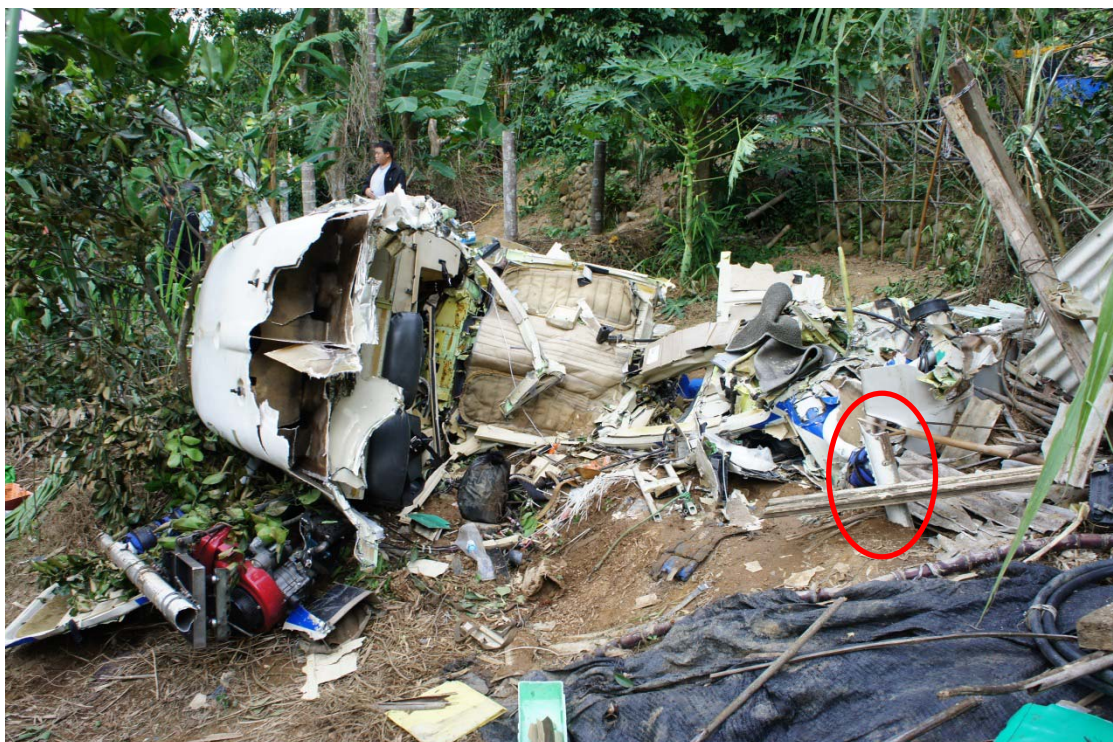


圖 1.12-9 事故機主殘骸 3





圖 1.12-10 主旋翼斷落情形



圖 1.12-11 尾旋翼斷落情形





圖 1.12-12 垂直尾翼斷落情形



圖 1.12-13 水平尾翼斷落情形



### 1.13 醫療與病理

依法務部法醫研究所鑑定報告書及毒物化學鑑定書，事故機正駕駛員因多重創傷性休克死亡。血液、尿液均未檢出異常成分。

### 1.14 火災

無相關議題。

### 1.15 生還因素

事故後經檢視正駕駛員之安全帶、肩帶及水槍操作員之安全腰帶均呈繫緊狀態，救援時均由消防人員剪斷。

### 1.16 測試與研究

#### 1.16.1 航機系統檢視

民國 104 年 12 月 14 日至 15 日，專案調查小組含飛安會、民航局、凌天、直昇機製造廠 Bell Helicopter、發動機製造廠 Rolls-Royce 公司、及亞航等單位代表，於台中航空站消防隊棚廠，進行事故機殘骸及發動機檢測作業。

檢測結果如下：

#### 主旋翼及主旋翼支撐

主旋翼序號為 A-7817 之旋翼葉片部分：翼片下翼面中段底部，存在有三處弦向性之皺摺，接近翼前緣樑處並有三條斜紋之線狀磨擦痕跡，下翼面翼尖有一約 1 呎之凹痕，且有藍色刮痕（如圖 1.16-1）。



圖 1.16-1 主旋翼損壞狀況 1

主旋翼序號為 A7819 之旋翼葉片部分；翼片下翼面翼根有一與翼前緣成約 45 度角之斜紋線狀刮痕，翼片中段有一處弦向性之皺褶（如圖 1.16-2）翼前緣部份由翼根至翼尖發現有不同程度之凹陷刮痕（如圖 1.16-3）。



圖 1.16-2 主旋翼損壞狀況 2

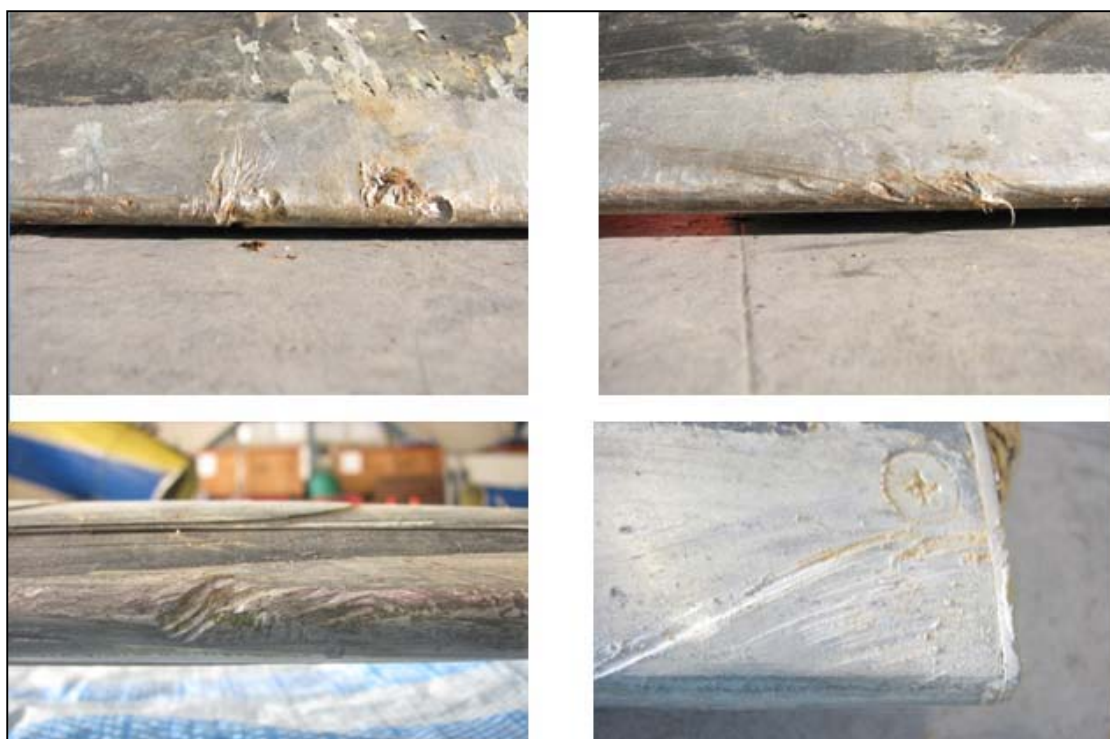


圖 1.16-3 主旋翼翼前緣之凹陷刮痕

主旋翼支撐桿 (main rotor mast) 有一長方形之撞擊痕跡 (如圖 1.16-4)，與主旋翼軛軸 (trunnion) 另件之形狀相同；主旋翼支撐套軸之纏繞痕跡如圖 1.16-5。



圖 1.16-4 主旋翼支撐桿與套軸撞擊痕跡



圖 1.16-5 主旋翼支撐套軸之纏繞痕跡

### 主旋翼傳動系統

主齒輪箱主體彎曲變形，相關傳動連桿及拐臂均呈 45 度斷裂破壞之現象 (如圖 1.16-6)，經檢視水平主傳動連接軸，以手轉動該軸，發現主旋翼支撐會隨之轉動 (如圖 1.16-7)。





圖 1.16-6 主齒輪箱受損狀況



圖 1.16-7 主齒輪箱水平連接軸

### 尾旋翼傳動系統及尾桁

齒輪箱輸出端之尾旋翼傳動軸斷裂（如圖 1.16-8）。



圖 1.16-8 尾旋翼傳動軸斷裂

尾旋翼傳動軸部份彎曲變形，與水平尾翼連接部分遭電纜線纏繞，尾桁已斷裂，電纜線纏繞於水平尾翼，由左翼前緣根部繞至右翼後緣根部，表面呈現數段平行壓擠傷痕，電纜線幾乎將尾桁尾段切斷（如圖 1.16-9），水平尾翼下翼面及與機身接合處與纜線摩擦、破裂及變形部份如圖 1.16-10 及圖 1.16-11。





圖 1.16-9 水平尾翼與尾桁連接處遭電纜線纏繞



圖 1.16-10 水平尾與機身接合處與纜線纏繞及摩擦狀況 1



圖 1.16-11 水平尾與機身接合處與纜線纏繞及摩擦狀況 2

### 尾旋翼及垂直尾翼

尾旋翼殼完整，尾旋翼殼仍連接於結構上。尾旋翼葉片全毀，僅剩金屬及少部分呈枝條狀之葉面（如圖 1.16-12）。尾旋翼齒輪箱完好，傳動部分仍可以手動方式旋轉。





圖 1.16-12 尾旋翼損壞狀況

垂直尾翼前緣中段約有 50 公分之損壞變形，蜂巢結構外露，翼面有不同程度之刮痕（如圖 1.16-13）。



圖 1.16-13 垂直尾翼損壞狀況

垂直尾翼連接後機身尾部結構之支架共 4 支斷裂（如圖 1.16-14）。



圖 1.16-14 連接尾部結構之支架損壞

### 飛操系統

飛操系統之檢測結果如下：正駕駛之迴旋桿大致完好，副駕駛之迴旋桿損壞，位於副駕駛座位底部之控制機構可看出同步扭力管完整，連結機構損壞（如圖 1.16-15）。兩套集體桿均為撞擊之損壞，機構斷裂（如圖 1.16-16）。正駕駛座位之方向控制踏板完整，副駕駛之踏板毀損（如圖 1.16-17）。另位於駕駛艙地板及齒輪箱艙之控制連桿及液壓伺服器機構扭曲變形（如圖 1.16-18），變向盤及相關之連桿，損壞斷裂變形（如圖 1.16-19）。





圖 1.16-15 迴旋桿損壞狀況



圖 1.16-16 集體桿斷裂狀況



圖 1.16-17 方向控制踏板毀損狀況





圖 1.16-18 控制機構扭曲變形狀況



圖 1.16-19 變向盤及相關之連桿損壞情形

## 發動機檢測

發動機之拆解檢測含：動力輸出端、減速齒輪箱、軸承、壓縮器、渦輪、燃燒室、控油器等，除壓縮器部分有外物損傷（如圖 1.16-20）狀況外，其餘之檢測正常。

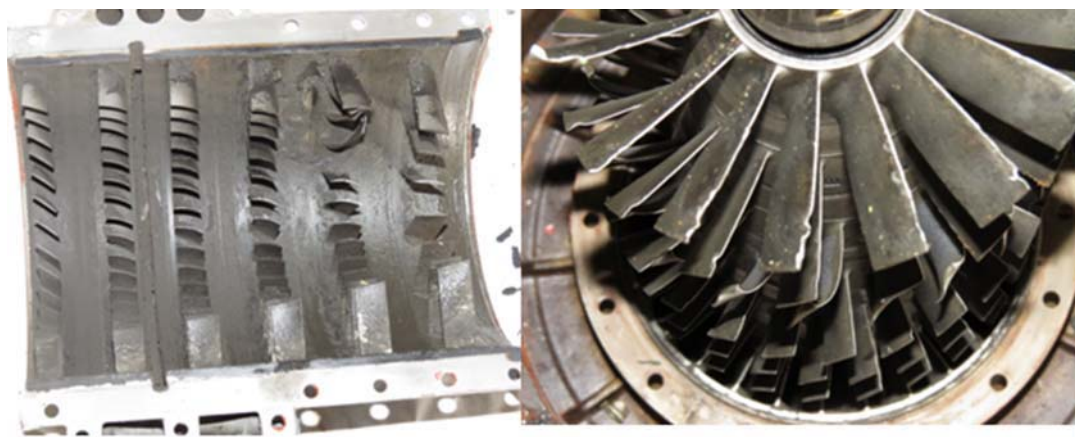


圖 1.16-20 壓縮器部分之外物損傷狀況

以上航機之系統及發動機檢測結果，並未發現相關系統於事故前有失效或異常現象。原廠相關檢測報告亦指出航機之系統及發動機於事故前之運作正常。

### 1.16.2 受損之電纜線檢視

台電使用之電纜線可分為單股線及多股絞線，高壓架空線路採用多股線，具備高機械強度及高韌性之優點，一般多股線採用高導電性的金屬線與高機械強度金屬線組合而成。本事故之電纜線係為鋼芯鋁絞線（aluminum conductors steel reinforced, ACSR），型號為 ACSR 795(45/7)，中心為 7 股鋼芯，外面再絞上 45 股鋁線，直徑 27 公釐，破壞拉力 10,387 公斤重。

調查小組於事故現場取回 4 條斷裂之電纜線（圖 1.16-21），發現鋼芯及鋁線均受張力而斷裂。觀察電纜線 A 鋼芯及鋁線之斷裂面（圖 1.16-22），中心鋼芯及鋁線呈現延性拉應力破壞特徵，而部份外圈鋁線呈現剪應力、拉應力混合作用破壞特徵，如圖 1.16-23 紅圈。



圖 1.16-21 斷裂電纜線



圖 1.16-22 斷裂電纜線 A 之巨觀觀察





圖 1.16-23 斷裂電纜線 A 之外圈鋁線

### 1.16.3 警示燈燈絲檢視

經檢視自航機駕駛艙殘骸取下警示燈面板（詳圖 1.16-24），發現 40 只燈泡玻璃外罩完整，大部分燈泡燈絲完整，部分燈泡燈絲有冷延展現象，所有燈泡燈絲均無熱延展狀況（如附錄三）。該面板之警示燈號誌分上下兩列，由左至右共 10 行，共 20 組，每組警示燈內有 2 個燈泡，共 40 只燈泡。警示燈面板之警示內容詳表 1.16-1。

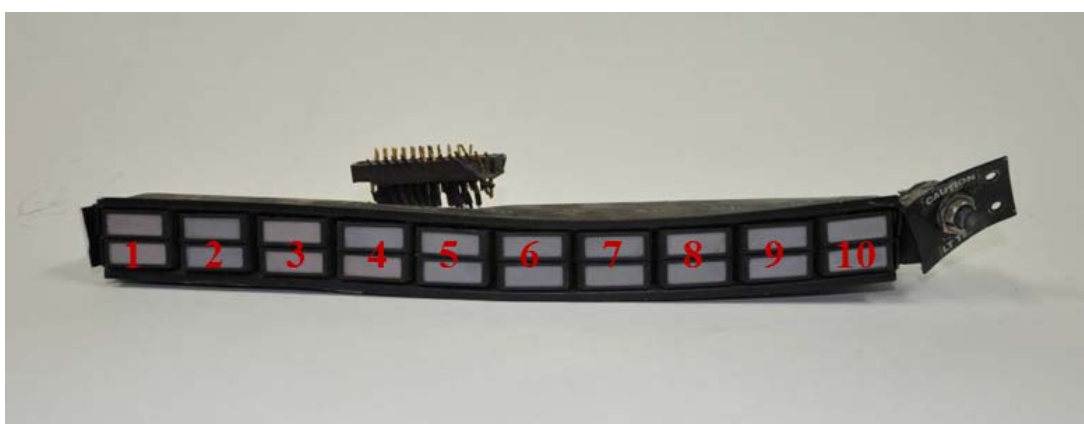


圖 1.16-24 取下之警示燈面板

表 1.16-1 警示燈面板之警示內容

行別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
上列	SPARE	SPARE	SPARE	SPARE	A/F FUEL FILTER	FUEL FILTER	ENG CHIP	BATTERY HOT	TRANS OIL PRESS	ENG OUT
下列	SPARE	FUEL LOW	SPARE	SPARE	FUEL PUMP	T/R CHIP	TRANS CHIP	BATTERY TEMP	TRANS OIL TEMP	ROTOR LOW RPM

### 1.16.4 燃油質量檢視

事故機事故飛行前之燃油取樣(含機上及油車上之燃油),經送空軍第一後勤指揮部,進行分光檢驗,結果燃油品質符合規範。

## 1.17 組織與管理

### 1.17.1 人員訓練

#### 1.17.1.1 組員資源管理訓練

凌天事故前使用之航務手冊(於104年4月9日修訂之第17版),與組員資源管理訓練(crew resource management, CRM)訓練有關之內容,摘要如下:

#### 3.4.8 課目內容:

3.4.8.1 組員/單一駕駛員資源管理(CRM/SRM): (SRM係單一駕駛員資源管理) 組員/單一駕駛員資源管理係有效運用全部可供利用的資源,以獲得安全和有效航務運作及資源管理之主要觀念,區分為狀況警覺、錯誤環節、溝通技巧、協調與合作重要觀念等。

...

3.4.8.3 有關直昇機機體、動力、各系統與火災等之緊急及不正常操作程序。

3.4.8.4 正常及緊急情況下,每一組員之工作及職責、需熟記飛安口訣發揮飛航組員資源管理、著重於溝通協調、團隊合作、工作管理及專業精神、一切均按程序讀出、切莫投機取巧、要主動提醒及早接手、遇狀況轉降安、重飛好為目的彼此合作無間確保飛安。



...

3.4.8.5.8 良好的組員／單一駕駛員資源管理(CRM/SRM): 透過良好的CRM/SRM, 正、副駕駛或單一駕駛員取得良好的默契、適切的分工、得以有效掌握、研判各項資訊、不致誤判、而採取錯誤之處置。

3.4.8.5.10 結合組員資源管理訓練降低人為因素、加強飛航組員操作訓練、組員資源管理訓練及如何防止航機於操作情況下碰撞地障、減低進場、落地階段失事及不預期進入儀器天氣等, 於年度複訓實施。

凌天最新版之飛航組員訓練手冊(於100年11月8日修訂之第8版), 該手冊第十二章為組員/單一駕駛員資源管理訓練, 內容如下:

#### 12.1 訓練對象:

全體飛航組員每年必須實施一次(可併於定期複訓時實施)。

#### 12.2 授課內容: 3 小時

##### 1. 溝通程序及決心下達

- A.. 提示
- B. 徵詢/支持/諫言
- C. 自我評定
- D. 與相關人員溝通
- E. 決心下達

##### 2. 飛航團隊之建立及維護

- A.. 領導統御/追隨服從
- B. 人際關係

##### 3. 工作負荷管理及警覺

- A.. 準備/計劃
- B. 警覺
- C. 工作分配

D. 避免分心

E. 尾波亂流之避免

### 12.3 規定事項：

本項訓練以外聘教師為主，公司學有專長人員為輔，全員參訓為原則，若參訓人數較少，可以影帶撥放方式實施。

### 12.4 考核：

訓練完畢後實施筆試，以 80 分為及格，若不及格者另加強影帶授課後，再行測驗直至及格為止，考試未及格前暫停飛行任務。

凌天航務處主管於訪談時表示：該公司每年均依規定執行針對礙掃操作之訓練，有關 CRM 之訓練，該公司有 CRM 之學科訓練教材，於訓練時重點多集中於操作技術之研討及心得交換，並強調凌天 CRM 之訓練較注重實務。經檢視凌天提供之 CRM 訓練教材，分為組員資源管理簡介、案例分析、組員資源管理模式及威脅與疏失管理四部分；細部之內容為：發展背景及定義、理論與原則、案例分析、管理模式等。威脅與疏失管理之內容則為：概念介紹、威脅與疏失模式及管理模式等。

#### 1.17.1.2 民航局民航通告

民航局於 93 年 6 月 23 日頒有編號 AC-120-005B 有關組員資源管理訓練，訓練之目的為提升人機介面與人際互動之績效，有效運用所有可用資源，包括人力、硬體及資訊等項目，以預防事故發生，確保飛航安全。訓練重點在於狀況警覺 (situation awareness)、溝通技巧 (communication skills)、團隊合作 (teamwork)、任務配置 (task allocation)、以及決策制定 (decision-making)，須在一個完整之標準作業程序 (SOP) 架構下運作，以有效降低人為素造成之飛安事件。

有關該文件執行要點之訓練主件，包含初期教導與認知、重複練習與回饋及

持續加強 3 項，訓練課程之主題，主要包括：溝通過程與決策行為及團隊建立與維持兩大項。上述主件及主題應經講授、視聽、討論、角色扮演等方法達到 CRM 認知訓練之目的，並透過飛行訓練裝置之實務訓練，將 CRM 之觀念融入各階段之訓練中。文件內容並提及 CRM 適當之訓練方法為全體組員之積極參與，並以教室課程、訓練中心之課程、特殊目的操作訓練、電腦教學課程及以線上飛行為導向之訓練方式，完成初訓後，以 SOP 為基礎，設計與發展特殊目的之操作訓練，重複練習並持續加強，使 CRM 之訓練成為企業文化之重要部分。

### 1.17.2 操作規定及限制

凌天事故前最新版之航務手冊(第 17 版)附表一訂有任務提示之內容，包含：任務概述、機型/機號/狀況、機組員個人資料、任務分派、主要航路/高度、航路、場站天氣及飛航公告、緊急程序背誦/乘客安全講解、臨時起降場起飛方向及障礙物等。

凌天最新版之 BELL 206B3 直昇機操作手冊(於 104 年 5 月 27 日修訂之第 3 版)，第 4.17 及 4.20 節為單一駕駛員任務限制及塔台礙掃作業限制，11.4 節為高壓電力電塔礙掃作業，內容如下：

#### 4.17 單一駕駛任務限制：

本公司現實施單一駕駛任務限定為：拖吊、勘察、照測、搜尋、噴灑及其他經民航局專案核准項目。

#### 4.20 鐵塔礙掃作業限制：

4.20.1 民航局核定專用手冊名稱：「直昇機清洗礙子/線路巡視作業手冊」。

4.20.2 天氣標準：

(1) 依目視飛航相關規定辦理。

(2) 風向、風速依飛航手冊BHT206B3-FM-1 P.4-9 及 P.4-14 規定。

4.20.3 場地限制：依據民航局臨時起降場相關作業規定辦理。

4.20.4 直昇機作業限制：參照「直昇機清洗礙子/線路巡視作業手冊」規定，並於飛航作業時隨機攜帶，以利查閱。

4.20.5 飛航組員每飛航二~三架次後落地換手操作。

.....

#### 11.4 高壓電力鐵塔礙掃作業：

台電公司直昇機活線礙子清洗作業屬特種作業，所有參與飛行、作業人員，均需施予基礎學、術科訓練及作業安全講習，且經考驗合格之後，方得執行。

11.4.1 作業前準備事項：請參閱本公司【直昇機清洗礙子/線路巡視作業手冊 (EPGIWM)】規定。 ...CAPT、FO

.....

#### 11.4.3 礙掃作業單座飛行：

.....

(4) 飛行中各項檢查均應口述讀出檢查情形。...PF

(5) 作業中駕駛員與水槍操作手以機內通話密切協調，保持作業安全。...PF

(6) 落地時依地形、障礙物及風向決定進場方向，並遵守地面人員引導落地。...PF

.....

原廠最新版之 BELL 206B3 直昇機操作手冊為 99 年 7 月 29 日修訂之第 14 版。該手冊第 4-9 頁有關可允許相對風之操作說明為：於順風及側風 20 哩/時（17 浬/時）以下，航機在所有負載條件下於區域 A 之操作，其安定性與控制，經驗證結果證實達到滿意標準（*OPERATION IN ALLOWABLE RELATIVE WIND: Satisfactory stability and control has been demonstrated in relative winds of 20 MPH(17 knots) sideward and rearward at all loading conditions within Area A of Hover Ceiling charts.*）。該手冊第 4-12 頁圖 4.4 為地面效應外之滯空升限（如圖 1.17-1）；第 4-14 頁為臨界相對風之方位區域（如圖 1.17-2）。

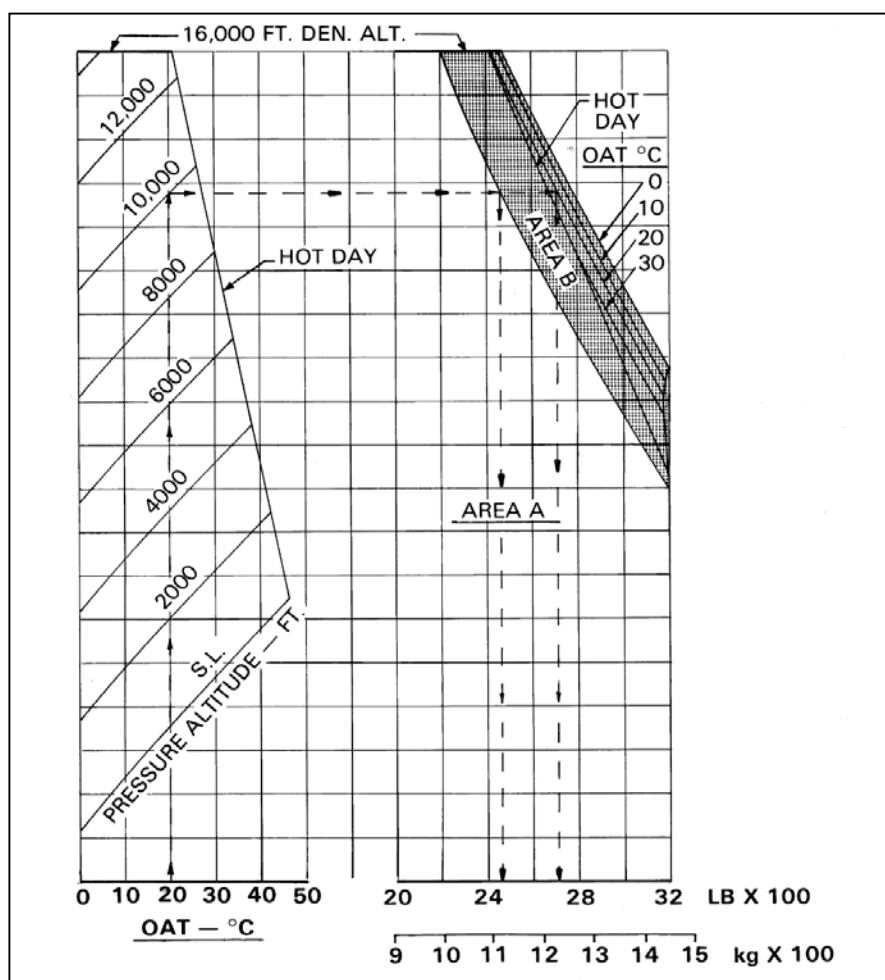


圖 1.17-1 地面效應外之滯空升限

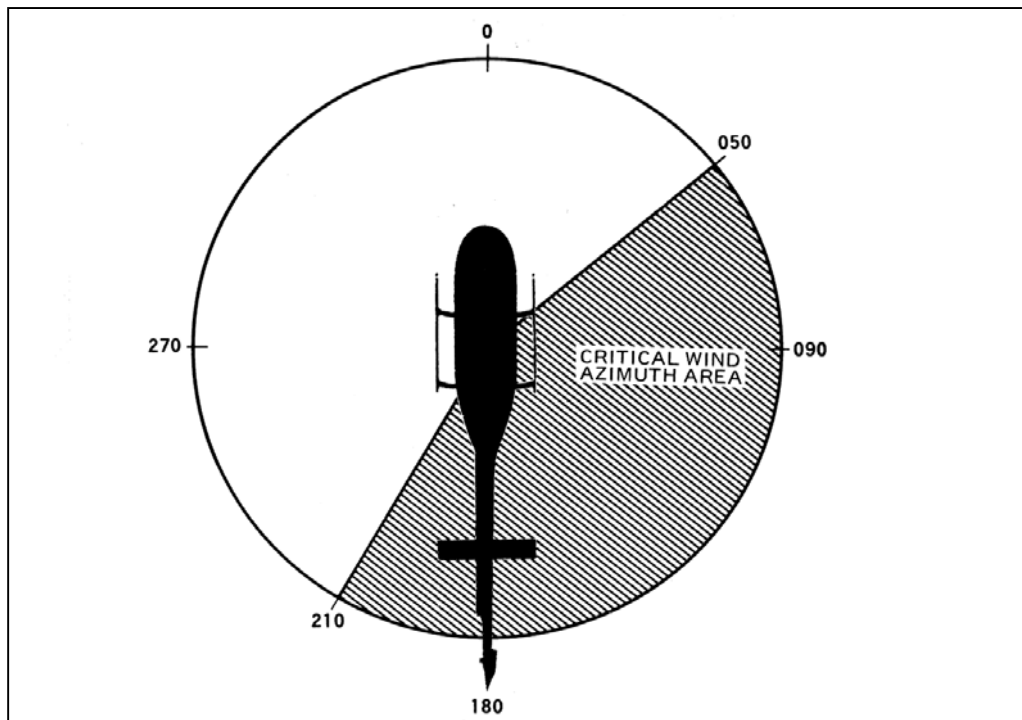


圖 1.17-2 臨界相對風之方位區域

### 1.17.3 礙掃手冊

凌天第 1 版之直昇機清洗礙子/線路巡視作業手冊，版期為 104 年 1 月 10 日。該手冊第 2 章規定水槍操作員於礙掃作業時應協助駕駛員空域障礙視察；第 3 章規定飛航組員於進駐前應完成作業區資料蒐整工作，另 3.4.2 節及 3.4.3 節內容訂有執行礙掃作業時相關程序，含空中勤務及飛航操作如下：

#### (二)、空中勤務

##### 1. 飛渡前日準備事項：

(1) 直昇機及礙掃/巡線裝備性能測試妥善。

(2) 所有組員任務提示及工作分配。

...

...

## 2. 飛渡：

(1) 天氣資料合於目視飛航標準。

(2) 備齊所有核准文件。

(3) 任務提示：

A. 天氣資料(能見度、雲高及測風儀指示之風向、風速)。

B. 清洗區段。

C. 地形限制。

...

### (三)、飛航操作：

#### 1. 礙掃作業：

(1)...

...

(5). 駕駛員與水槍操作手相互檢視電塔四週地形與障礙物，安全無慮後始得靠近電塔。

#### 警告

礙掃作業時，為避免感電及飛航操作安全，應保持旋翼片、機身及起落架與周邊建築物、樹林等障礙物，至少需有三公尺以上之安全距離。

(6). 駕駛員參考風向、風速及觀察電塔與纜線分布情形後，以適當的角度操作直昇機進入鐵塔作業區。

#### 警告

執行礙掃滯空、低空速作業時，應保持警覺注意風向、風速之變化，以避免帶動力下沉、後退旋翼失速、尾旋翼效能喪失(LTE)等因氣動力學造成之飛行失控。

(7). 水槍手協助駕駛員並引導進入鐵塔作業區隨時提醒注意飛行障礙物。

.....

(9). 清洗作業前駕駛員、水槍手相互確認塔號、線路，並參考風向決定橫臥線路接地端、導線端清洗順序。

.....

(14). 礙子清洗駕駛員、水槍操作手通話程序範例：

A. 接近電塔階段：

駕駛員：準備××方向進入電塔。

水槍手：clear。

B. 清洗電塔礙子階段：

a. 懸垂線：駕駛員：線路 clear，水槍手：clear。

駕駛員：Hover，水槍手：Hover。

b. 橫臥線：駕駛員：右線 clear，水槍手：clear。

駕駛員：Hover，水槍手：Hover。

駕駛員：左線 clear，水槍手：clear。

駕駛員：Hover，水槍手：Hover。

C. 調整直昇機位置或角度：

水槍手：向××方向移動，clear。

駕駛員（覆誦）：ROGER，向××方向移動。

D. 脫離電塔階段：

a. 駕駛員：準備××方向脫離電塔，水槍手：clear。

b. 駕駛員與水槍手相互確認脫離方向。

c. 脫離後完成座艙檢查正常後，飛往下一目標準備作業。

經訪談兩名資深礙掃飛行員，均認為：於有障礙物附近之電塔執行礙掃作業，尤其於強風狀況下，完成電塔礙掃工作後，因為水槍在右側，都是採取向左側脫離，應先與水槍操作員完成協調後，取一與纜線約 30 至 45 度之角度，柔和操作航機脫離，並將高度調整高於與障礙物保持至少 3 至 5 公尺之安全距離，確認安全後再行飛往下一目標。如下一目標為下坡，應保持高度減桿加速，小心進入下



一清洗目標，如下一目標為上坡，則採盤旋上升之方式進入。

受訪者亦均指出：使用直昇機礙掃風險極高，航機長時間處於低高度、大馬力滯空、大載重狀態，尚須克服不穩定之環境，如氣流及障礙物等，於此狀況下穩定滯空之操作壓力甚大。

#### 1.17.4 民航局查核

民航局自 104 年 1 月 1 日至 12 月 11 日對凌天礙掃現場查核執行之次數為 7 次，查核報告內容無異常發現。

民航局檢查員表示：凌天平日之操作環境均係於低高度、低空速及大載重、大馬力之狀況，故查核重點集中於相關性能課目，如動力下沉、LTE 等之改正，也特別要求立即反應程序、障礙物之警覺（列為考試必考項目）等。本次事故後曾加強要求執行單一駕駛員之任務時，對飛航狀況之警覺及立即反應之程序，相關要求一直都列為重點，覺得凌天此部分蠻成熟，平常未發現不正常跡象，不解為何會發生此事故。

有關 CRM 之訓練，該員表示民航局飛航作業管理規則有明文規定，也有發 CRM 之飛航通告，航空公司都應遵行，其相關教材不須民航局核准，但有要求公司應依照民航局之規定辦理。記得凌天航務手冊及訓練手冊相關 CRM 部分，訓練大綱都符合民航局飛航通告之規定。於例行查核時曾針對 CRM 做過資料查核，也要求組員應遵守標準作業程序，但因查核員本身工作量之問題，不可能全面瞭解公司所有執行細節。至於機上查核，因礙掃作業時，有實務上之困難，所以未曾執行過。

另檢查員表示雙組員任務執行上有雙重保險功能，對於礙掃作業單一駕駛員操作部分，國外亦為單一駕駛員，因其符合原廠手冊規定，除非有足夠證據證實單一組員飛航不安全，否則並不能強制要求雙組員飛航。有關礙掃標準作業程序，受訪者表示也曾要求凌天致力於相關作業環境及程序之改善。

### 1.17.5 飛航計畫

事故機 104 年 11 月 22 日之飛航任務提示報告表及礙掃作業操作飛航計畫如附錄四。

依據凌天提供事故機當時規劃礙掃之區域為頂湖-東林一路線 26 號至 21 號電塔之清洗工作，共計 6 座如圖 1.17-4。



圖 1.17-4 事故機規劃礙掃路線圖

### 1.17.6 航空障礙物警示標誌

交通部與內政部於 97 年 5 月 14 日依民航法第三十三條之一第二項之規定，會銜訂定發布「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」之規範；其中第二條之內容為：

「建築物或其他設施（以下簡稱物體）含附屬物在內之整體高度超過所在地表或水面六十公尺者，應設置航空障礙物標誌及障礙燈。物體高度未超過所在地

表或水面六十公尺，有下列情形之一者，亦應設置航空障礙物標誌及障礙燈：

- 一、除航空器外，經交通部民用航空局（以下簡稱民航局）核准存在於機場活動區之物體。
- 二、鄰近機場跑道或航空器離到場航道之施工吊具、施工中或繫留空中之物體。
- 三、橫跨河流、山谷且位於小型航空器目視走廊之架空纜線及支撐塔架。」

第十四條之內容為：

「橫跨河流、山谷且位於小型航空器目視走廊之架空纜線，其支撐塔架應設置障礙燈並以油漆標示；其纜線應設置球狀標記，無法於纜線上設置球狀標記時，應依下列規定之一辦理：

- 一、於纜線鄰近處加裝一條專供標記設置使用之等高纜線。
- 二、於其支撐塔架設置 B 型高亮度障礙燈。
- 三、採報經民航局核准之替代方式辦理。」

## 1.18 其他資料

### 1.18.1 訪談資料

#### 1.18.1.1 任務機組領隊訪談摘要

受訪者表示，在執行事故前清掃台電高壓電塔礙子任務時，並無感覺到操控直昇機有任何異常。事故當日礙掃任務總共 8 架次，第 1 及 2 架次由事故駕駛員執行，於約 0808 時結束，受訪者則執行第 3、4、5 及 6 架次之礙掃。事故駕駛員於約 1042 時起飛執行第 7 架次頂湖-東林一路線 26 號至 21 號塔之清洗任務，之後有人通報直昇機發生事故，始知該機失事。

有關對礙掃作業之任務提示，受訪者前一日曾依照程序主持及執行任務提示，有提到林口地區之地形氣流不穩及電線分布很複雜，要注意操作，如不能執行就先放棄，之後再檢討。受訪者記得當時事故機駕駛員表示，曾有林口地區執行礙掃之經驗，有信心完成任務。對於提示時對附近障礙物注意及隔離之討論及說明，受訪者表示主要憑個人經驗及印象互相交換經驗，並未討論細節，僅提及該線路附近電線分佈複雜，未詳細討論進入及脫離之注意事項。

### 1.18.1.2 目擊者訪談摘要

受訪者表示事發時間大約是 1058 時左右，當時正坐在事故地點南面約 800 公尺一工廠前，目擊該直昇機正在清洗 24 號電塔，順序是由下而上，由右邊到左邊，機頭是朝向泰林路方向，洗得都很順，洗完後飛機先往上飛一點，之後好像要飛離電塔，往左頃約以 20 度橫飛向下，方向很穩，一直斜飛下來，受訪者不覺得飛機要掉下來而好像是要向工廠方向飛來，沒有旋轉，快到達另一段高壓線電纜下方時，突然往上，主旋翼進入另一段高壓線兩串線的左邊，被第二組電纜線卡住，飛機也被線攔住，狀態很混亂，之後主旋翼向上飛脫，就看見圓圓的機身直接向下掉，掉落後聲音很大，但沒有聽到爆炸聲，被絞斷之鋼繩還砸破工廠屋頂。當時掉落之狀況想拿手機出來拍都來不及，因沒有想到飛機會掉下來，飛機也沒有打轉。對於風之狀況，目擊者表示當時天氣很好，但風很大，大概是東北風，但不能確定風向。

經受訪者之現場及環境敘述：繪出之事故發生經過示意圖如圖 1.18-1，說明如表 1.18-1。

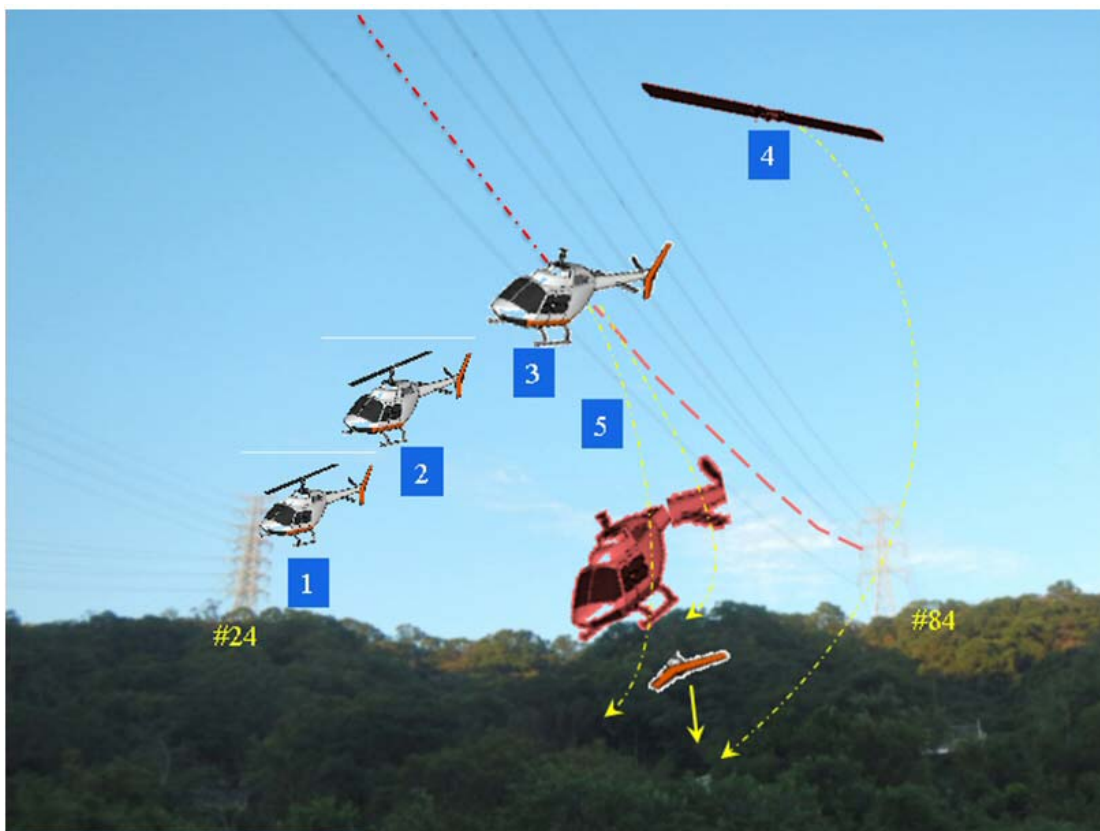


圖 1.18-1 事故發生經過示意圖

表 1.18-1 事故發生經過說明

項次	受訪者說明
1	直昇機機頭朝泰林路方向（大約朝東南），清洗完電塔，向上飛一點點，好像準備離開，看不出飛機有失控現象。
2	直昇機離開電塔，以約左傾 20 度之姿態，穩定向日擊者方向（向下約向南偏東方向）飛來
3	到達另一段高壓線電纜下方，旋翼進入高壓線左邊第二組電纜線，飛機被線攪住。
4	目視主旋翼與機身脫離
5	目視機身成圓形狀態向下掉落

### 1.18.1.3 航務處長訪談紀錄

受訪者敘述礙掃操作重點：根據多年前紐西蘭教官帶飛之礙掃操作，先需了解礙掃順序及路線、天氣及風的資訊、電塔附近障礙物位置等，並先計畫如何脫

離及緊急程序。接近電塔前先執行滯空馬力檢查，清洗過程中保持專注於飛機姿態穩定及適當距離，脫離進入另一電塔之前應檢查飛機狀況及儀表。礙掃操作時機頭與纜線須維持約 30 度角，適當調整滯空姿態便於作業，盡可能保持迎風，避免滯空時尾風。於電塔之間盡可能不做沿纜線平行飛行，因為在行進間可能喪失對距離的判斷力。進入時，保持約 30 度角逐漸接近電塔，可保持距離之警覺及對纜線之安全隔離。礙掃操作時之高度改變約為 50 呎上下。因駕駛員及水槍操作均於飛機右側，所以清洗完脫離時應先稍微向左側移動至適當安全距離，再以約 45 度角脫離至適當位置後，向右以約 45 度角進入另一電塔。到達電塔附近範圍後，以約 30 度角逐漸接近並細微調整至適當可清洗操作位置。若電塔相互位置有相當之高度差時，將視情況延長距離，下降高度或盤旋上升調整高度後，再行接近下一電塔。公司手冊訂有進入及脫離之標準呼叫程序，但是因為是較為制式化，無法完全反映周遭的環境及天氣變化，而實際作業時的溝通都是良好的。成熟飛行員較能預期風的因素及進入時的危險狀況，因為經驗無法完全複製，所遭遇環境亦不盡相同，所以在每年的複訓及總提示都會充分利用作經驗交流。

有關進行礙掃操作時之風險，受訪者表示因為該機沒有自動駕駛，必須時刻保持滯空，所以主要風險多半來自於大載重、大馬力、低空速、低高度，及高密度高度。然而礙掃操作時卻大多在如此條件下且處於無地面效應滯空環境下，如再加上天氣及風的影響，將更不利於操作。所以操作手冊中律定執行任務 2-3 趟就需換人，也就是飛行時間約 1 小時 30 分鐘需換手休息。當天氣情況不理想時，維持穩定操作必須全神貫注，飛行員保持非常專注的情況下，其工作負荷將更大，但最後還是飛行員要自行判斷停止作業之時機。受訪者個人對操作負荷感覺還好，主要是專注力須到位，因為洗一座電塔依串數不同平均為 10 分鐘之內，如風大或氣流不穩，須更頻繁之操作量，可能會容易疲累。至於清洗時放棄作業之評估標準，如風大或氣流不穩定，致使飛機操控困難不易穩定進行清洗，或噴出水柱不能集中，而判斷會影響驗收成果時，將暫時停止該處電塔礙掃。至於礙掃風險管控考量，受訪者覺得可以考量再減輕載重以增加操控餘裕。

有關礙掃訓練重點，受訪者敘述手冊中律定機長飛時要超過 50 小時以上才能接受礙掃訓練，初期學科約為 64 小時。術科重點為實作，訓練完成經過考驗合格後，具單獨作業能力之初，先以較好天氣派遣任務，逐漸吸取經驗再給予增加任務困難度。礙掃作業在通過考驗合格可以單獨執行任務後，一般來說大約再經過 2 至 3 年之實務工作後，才能被認定為較為成熟的礙掃正駕駛員。受訪者說明公司初期建立業務經驗較不足，中斷一段時間後委託紐西蘭教官代訓，包括人員初始訓練、年度複訓，已逐漸建立自己訓練能量，認為公司在人員訓練上沒有問題。

受訪者觀看事故當時失事影片後，認為當時很可能是受到氣流影響，因為飛機先前在稜線上時風較大，在最後低處電塔操作時，因地形起伏氣流更為不穩，以當時的狀況研判，較為可能遭受尾風、陣風及下降氣流影響。影片看來最後機頭有先略偏右，正常應機頭向左偏離或向左先側開一點，保持與右纜線的距離。

受訪者認為礙掃操作時若增加地面監控人員，因地形限制，無法全程目視飛機，也無法掌握當時航機狀況，所以對實際狀況應無幫助。礙掃作業若增加為雙人操作，雖然有部分好處，但也並非完全可行，譬如必須犧牲帶水重量，增加人力成本。



## 第二章 分析

### 2.1 概述

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。有關事故機之適航及維修符合現行民航法規之規定，事故發生前一個月內之飛航維護紀錄均正常，航機之載重平衡在限制範圍內。

事故後針對航機殘骸含主旋翼葉片、機身結構、系統及發動機檢視，發現主旋翼葉片，主承桿及尾桁相關破壞均呈遭拉扯而斷裂現象，主旋翼葉片及主承桿均有纜線之刮痕，尾桁之水平尾翼連結處遭一段斷脫之電纜纏繞，證實事故機係與電纜線接觸後，使主旋翼及尾桁與機身脫離，纜線亦遭扯斷（如 1.16 節）。其餘之損壞均為墜落時之撞擊所致。駕駛艙內之警示面板經檢測後亦未發現事故前有異常之燈號，顯示本次事故與航機之適航及維修無關。

事故機當日上午於新北市林口山區，執行電塔礙掃工作，事故當時能見度良好，但當地之地形風及氣流有不穩定現象。於完成 24 號電塔之清洗後，脫離過程中，主旋翼及機身尾桁撞及鄰近之電塔輸電纜線，造成主旋翼及尾桁脫離機身而失控墜毀。有關本事故之分析概以天氣、飛航操作、組織管理因素及飛航紀錄器等議題分述如下。

### 2.2 天氣因素

操作直昇機執行電塔礙掃工作，必須於距離電塔適當距離，先操作航機於穩定滯空狀態，方能使水槍操作員順利操作水槍噴射水柱，達到清洗電塔礙子之目的。影響航機穩定滯空之因素除駕駛員之操作技術外，風向風速之大小及氣流之穩定亦為重要關鍵。故礙掃最重要之基礎為，於清洗過程中保持航機穩定滯空。若遭遇強風或不穩定之氣流，會影響穩定滯空之狀態。



事故地區標高約 220 公尺，為一向西緩升之山坡地，面向東方之台北盆地。依據事故地區東面之氣象測站資料（詳如 1.7 節），均為東北風，平均風速約 8 哩/時、陣風風速約為 15~18 哩/時。如盛行風向為東北風，則到達一定風速之風經臺北盆地低高度之地形（約 25 公尺至 95 公尺）向西南吹向高度較高之山坡地形（238 公尺），風通過不規則斜坡及建築物後，將於事故地區之山坡地形附近形成不穩定之地形風及氣流。此一地形風及氣流一旦形成，則將對於此地區，低空作業之航機，造成不同程度之操控影響。

由事故當時機上拍攝之影片資料（1.11.4 節），發現：26 號塔清洗過程中，航機水槍噴出之水柱有被風吹散等風向風速不穩定之現象；另航機亦曾於礙掃過程中，水槍噴出之水柱因風之影響，無法觸及礙子而數度終止噴水作業，顯示 26 號塔地區當時之地形風有一定強度，且氣流不穩定，影響電塔之礙掃作業。24 號電塔作業地區亦存在不穩定氣流，但清洗過程中，駕駛員並未於其間中斷噴水作業，且順利完成該電塔 18 串之礙掃作業；另事故目擊者亦指出，曾全程目視航機於脫離階段係於可操控之狀態下飛行，看不出航機有異常狀況。因此航機於清洗 24 號電塔及脫離階段之操作，應未受氣流之影響。

以上分析顯示，事故地區當時存在不穩定氣流，對 26 號塔執行礙掃作業有影響，但未影響 24 號電塔之礙掃作業及航機脫離時之操作。

## 2.3 飛航操作相關因素分析

本事故與飛航操作相關之因素含狀況警覺、操作程序與限制兩項分述於後：

### 2.3.1 狀況警覺

飛航中良好之狀況警覺取決於充分之溝通，其中包括對預計執行之任務做成完整之準備、規劃及提示，於飛航中對操作環境、航機系統、儀表顯示保持警覺及預測可能之狀況及發展等。飛航組員必須隨時注意任務之執行及操作方式，面臨環境之變化及威脅，蒐集新資訊並即時反應，以確保飛航安全。

事故當日，事故機預計執行之頂湖-東林線路係由林口台地向南延伸且通過一山谷之輸電線路（如圖 1.12-2），附近尚有其他超高壓電塔及纜線，應為該操作環境中具有潛在威脅之障礙物。事故前一日，機組員之任務提示內容曾提及執行任務中應注意天氣之變化及障礙物之清除，表示該任務有天氣及障礙物之考量，但依據訪談紀錄，事故機組員於任務前準備，僅以口頭方式提到林口地區之地形氣流不穩及電線分布很複雜，憑個人經驗及印象交換操作經驗，並未針對當地地形圖及電纜分布圖進行研究討論，指出可能影響操作之地形及障礙物，並對航機進入及脫離之安全操作方式，預作規畫及準備，以避免撞及障礙物。

事故機飛航組員事故時執行之礙掃線路為頂湖-東林線，其東側水平距離約 150 公尺（480 呎），為核一-頂湖線之輸電線路（圖 1.12-3），輸電線之高度與頂湖-東林線路之落差平均小於 10 公尺，略高於頂湖-東林線（如圖 1.12-4 及圖 1.12-5）。航機於頂湖-東林輸電線 24 號電塔作業脫離時，與核一-頂湖之輸電線路甚為接近，故飛航組員應於進入及脫離時保持高度警覺及預備應變措施。依據事故當時之影片，飛航組員於完成 24 號電塔之清洗工作後，於脫離過程中，持續向核一-頂湖輸電纜線靠近而撞及該輸電纜線，致使航機主旋翼及尾桁遭輸電纜線扯斷而與機身分離，導致航機失控墜毀，顯示事故機駕駛員及水槍操作員之狀況警覺不足，於脫離階段並未仔細視察附近之障礙物並保持警覺。

綜上述，飛航組員於完成 24 號電塔之清洗工作後，於脫離時並未仔細視察附近之障礙物並保持警覺，因而撞及附近核一-頂湖輸電纜線之障礙物，導致航機失控墜毀，顯示其對事故時操作環境附近之障礙物應有之狀況警覺不足。

### 2.3.2 操作程序與限制

凌天最新版之 BELL 206B3 直昇機操作手冊第 11.4 節規定 PF 於飛行中各項檢查均應口述讀出檢查情形，且於作業中駕駛員與水槍操作員必須以機內通話密切協調，保持作業安全。其直昇機清洗礙子/線路巡視作業手冊第 2 章規定水槍操作員於礙掃作業時應協助駕駛員空域障礙視察，第 3.4.3 節執行礙掃時並須注意與

障礙物保持至少 3 公尺之距離及風向風速之警告內容。另駕駛員及水槍操作員於接近電塔、清洗電塔礙子、調整直昇機位置或角度及脫離電塔階段，均訂有標準通話程序（詳如 1.17.4 節）；例如：清洗電塔礙子階段，駕駛員於檢查完線路時應呼叫「線路 clear」，水槍操作員應回應「clear」，航機完成穩定滯空後駕駛員應呼叫「hover」，水槍操作員應回應「hover」。於完成電塔礙掃脫離電塔前，駕駛員應呼叫「準備向 XX 方向脫離電塔」，之後與水槍操作員相互確認脫離方向後水槍操作員應回應「clear」再行操作航機脫離電塔。

依據事故時安裝於水槍上之錄音及錄影資料，除水槍操作員分別於清洗 26 號及 24 號電塔前，曾報告塔號及清洗之礙子數量外，其他執行礙掃過程中，並無相關語音資料之紀錄，亦無水槍操作員協助駕駛員視察附近地形及空域障礙物之通話資料。

根據錄影資料，並無法確定飛航組員於執行電塔礙掃過程中是否依照相關標準程序執行礙掃作業，但經檢視該錄影機安裝之位置及收音資料，應至少錄有包含清洗階段之標準呼叫；即「線路 clear」及「hover」之呼叫，及脫離電塔階段水槍操作員相關回應；如「clear」等之呼叫。由該約 15 分鐘之錄影資料，全程除水槍操作員分別於進入清洗 26 號及 24 號電塔前呼叫塔號及應清洗之礙子串數外，並未發現任何水槍操作員之通話，顯示飛航組員可能並未依照礙掃之標準通話程序執行標準呼叫及確認動作。

以上分析顯示，事故機事故時之礙掃作業，於清洗階段及脫離電塔階段可能未執行標準通話程序之呼叫及確認動作，水槍操作員可能亦未協助駕駛員確實視察附近地形及空域障礙物。

## 2.4 組織管理

本次事故，與組織管理相關之因素含組員資源管理訓練及礙掃手冊內容等項分述於後：

### 2.4.1 組員資源管理訓練

組員資源管理訓練之目的在提升人機介面與人機互動之績效，有效運用所有可用資源，包括人力、硬體及資訊等項目，以獲得安全和有效航務運作及資源管理之主要觀念。凌天航務手冊第 3.4 節訂有飛航組員有關組員資源管理訓練之項目，凌天之訓練手冊亦針對組員資源管理，訂有授課之內容，並規定飛航組員必須每年實施一次複訓（參考 1.17.1 節）。民航局頒定之組員資源管理文件（參考 1.17.2 節），除相關教導與認知之訓練外，尚訂有實務訓練部分，必須透過飛航中相關情境之設定，以實例方式，經標準程序之呈現辨識不適當程序，及環境改變與威脅討論等，使組員能有效落實執行及培養組員間良好之默契、適切之分工，以確切掌握及研判所獲資訊，以利於面臨異常環境及威脅時，可作出正確處置以降低人為疏失之機率。所以組員資源管理訓練應發展一套務實之訓練教材，於實作中改良及修訂，以充分發揮訓練效果，能使學員充分瞭解及掌握訓練之精髓及要領，以運用於實際飛航作業中。

凌天航務及訓練手冊有關組員資源管理訓練之內容，已將民航局規定組員資源管理訓練之狀況警覺、錯誤環節、溝通技巧、協調與合作等重要觀念主題及主件要點納入，但經檢視凌天提供之 CRM 訓練教材，多為 CRM 教導與認知之課程內容，並無一套以 SOP 為基準，於實作中改良及修訂之務實 CRM 訓練教材。經檢視事故機正駕駛員 CRM 之初訓及複訓紀錄（參考 1.5.1.1 節及 1.17.1.1 節），顯示相關訓練均為課堂講授及討論，並無以 SOP 為基礎，並透過飛行訓練裝置及以線上飛行為導向之實務訓練相關內容。

以上分析顯示，凌天之組員資源管理訓練並未具備以完整 SOP 為基礎之實務訓練相關內容。

### 2.4.2 直昇機清洗礙子/線路巡視作業手冊

凌天直昇機清洗礙子/線路巡視作業手冊對礙掃作業之飛航操作訂有執行礙

掃作業時相關程序，含對障礙物、風向風速之安全警告及駕駛員參考風向/風速及觀察電塔與纜線分布情形後，以適當的角度操作直昇機進入電塔作業區之程序，並訂有接近電塔、礙掃前、調整航機位置/角度及脫離電塔等各階段之通話程序範例，但無詳細進入電塔及脫離電塔之操作程序，亦未明確訂立於礙掃任務執行中，放棄任務之標準 (abort criteria)，例如能見度、風向風速限制、性能載重限制等，以利飛航組員遵行。

依據訪談紀錄，航務處主管及資深之礙掃駕駛員均表示：於有障礙物附近之電塔執行礙掃作業，尤其於強風狀況下，進入礙掃操作時機頭與纜線須維持約 30 度角，如此可保持距離之警覺及對纜線之安全隔離。儘可能保持迎風，避免順風滯空。完成電塔礙掃工作後，採取向左側脫離，應先與水槍操作員完成協調後，取一與纜線約 30 至 45 度之角度，柔和操作航機脫離，並將高度調整高於與障礙物保持至少 3 至 5 公尺之安全距離，確認安全後再行飛往下一目標。如下一目標為下坡，應保持高度減桿加速，小心進入下一清洗目標，如下一目標為上坡，則採盤旋上升之方式於電塔之間，儘可能不做沿纜線平行飛行，以免喪失對距離的判斷力。上述內容為執行礙掃工作駕駛員甚佳之操作程序及技巧，而凌天現行相關礙掃作業操作手冊中並無上述相關程序及操作技巧。

經檢視本事故最後 25 秒之影片 (如附錄一)，事故機於脫離前未操作航機，將高度之調整高於障礙物之操作，依據資深礙掃駕駛員之經驗，如此很可能產生視野死角及喪失對距離之判斷力。本次事故係因飛航組員於脫離電塔階段撞及鄰近之電塔輸電纜線，如凌天之相關手冊中訂有詳細之進入及脫離電塔程序，據以訓練並要求飛航組員遵行，同時於進入及脫離電塔過程中執行相關律定之通話程序，應可避免類似事故之發生。

以上分析顯示，凌天相關手冊未明確訂定執行礙掃工作時，進入及脫離電塔之詳細程序、操作技巧及放棄任務之標準，影響礙掃作業之安全。

## 2.5 航空障礙物警示

有關航空障礙物標誌及障礙燈之裝置係以交通部與內政部會銜發布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」為依據（參考 1.17.6 節）。依據上述標準第二條規定，相關建物及設施高度超過 60 公尺者，應設置航空障礙物標誌及障礙燈。

本次事故遭撞擊之輸電塔及纜線，未裝置航空障礙物標誌及障礙燈，經檢視其高度均在 60 公尺以下（參考 1.12.1 節），符合「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」之規定。但遭撞擊之核一-頂湖輸電線路距離頂湖-東林一路輸電線路之水平距離約為 150 公尺，且高度差甚小，執行礙掃工作之航機，於此區域執行礙掃作業，進入及脫離時，如稍有不慎，或因光線、風場、視野死角之影響，即可能造成與鄰近輸電纜線及電塔接近及碰撞之危險，故執行礙掃之航機於此狀況下，操作之風險甚高。

綜上述，本會認為台電公司之高壓電塔及輸電線路，有多條輸電線路經過時，於該區使用直昇機執行礙掃作業之風險甚高。

## 2.6 飛航紀錄器

事故機未安裝飛航資料紀錄器及座艙通話紀錄器，符合民航局之規定。但基於事故機執行礙掃之操作難度及風險，於例行訓練後之檢討與回饋異常重要。此亦為 CRM 訓練中重複練習與回饋之項目，飛航組員如能透過飛航紀錄器之資料，回饋並檢討訓練之過程，必能增進訓練之效果，以保障飛航安全並可順利達成任務。

凌天執行礙掃作業時，規定於水槍支架上安裝一架數位錄影機，作為履約驗收之用；另通常飛航組員於飛航中習慣於駕駛艙內安裝行車紀錄器，以為任務歸詢及訓練之用。本次事故，安裝於事故機水槍支架上之錄影資料，對本會調查人員瞭解該事故礙掃之過程助益良多，但事故機事故當日未於駕駛艙內安裝行車紀錄器，故事故發生時並無任何駕駛艙面向之影像紀錄。



綜上述，事故機未安裝簡式飛航紀錄器<sup>5</sup>或於駕駛艙內安裝座艙影音紀錄器（airborne image recorder），符合民航局之規定，但不利於日常訓練之回饋及任務執行成果之檢討，且如遇有事故調查時有資料不足之虞。

---

<sup>5</sup> 簡式飛航紀錄器系統最低運行性能規格（WG-77 Minimum Operational Performance Specification for Lightweight Flight Recorder Systems），其系統包括：座艙語音紀錄系統（CARS）、飛航資料紀錄系統（ADRS）、機載影像紀錄系統（AIRS）、數據鏈紀錄系統（DLRS）等。

## 第三章 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. 飛航組員於完成 24 號電塔之清洗工作後，對事故時操作環境附近障礙物應有之狀況警覺不足，因而於脫離時撞及附近核一-頂湖輸電纜線，導致航機失控墜毀。  
◦ (1.17、1.18、2.3.1)

2. 飛航組員於清洗階段及脫離電塔階段可能未執行標準通話程序之呼叫及確認，水槍操作員可能亦未協助駕駛員視察附近地形及空域障礙物。(1.17、1.18、2.3.2)

### 3.2 與風險有關之調查發現

1. 凌天之組員資源管理訓練 (CRM) 並未具備以標準作業程序 (SOP) 為基礎之實務訓練相關內容。(1.17、1.18、2.4.1)
2. 凌天相關手冊，未明確訂定執行礙掃工作時，進入及脫離電塔之詳細程序、操作技巧及礙掃任務執行中，放棄作業之標準，影響礙掃作業之安全。(1.17、1.18、2.4.2)

### 3.3 其他調查發現

1. 飛航組員相關飛航證照，符合現行民航法規之規定，無證據顯示飛航組員於該次飛航中曾受任何酒精藥物之影響。(1.5、2.1)
2. 無證據顯示本次事故與航機之適航及載重平衡相關。(1.6、1.16、2.1)
3. 事故地區當時存在不穩定氣流，對 26 號塔執行礙掃工作有影響，但未影響 24 號電塔之礙掃作業及航機脫離時之操作。(1.7、2.2)
4. 台電公司之高壓電塔及輸電線路，有多條輸電線路經過時，於該區使用直昇機執行礙掃作業之風險甚高。(1.17、2.5)
5. 事故機未安裝簡式飛航紀錄器及座艙影音紀錄器，符合民航局之規定。但不利於日常訓練之回饋及任務執行成果之檢討，且如遇有事故調查時有資料不足之虞。(1.11、1.18、2.6)

## 第四章 飛安改善建議

### 4.1 改善建議

#### 致凌天航空股份有限公司

1. 要求飛航組員於執行礙掃作業時，應仔細視察附近地形及空域障礙物並保持警覺，且應確實遵守各階段之標準通話及操作程序。(ASC-ASR-16-12-001)
2. 製作及整合礙掃工作區域內有關障礙物詳細之資料，以利任務整備、提示及執行。(ASC-ASR-16-12-002)
3. 規劃完整之組員資源管理訓練 (CRM) 教材，並加強實務部分之訓練，以落實相關訓練之主題。(ASC-ASR-16-12-003)
4. 明確訂定執行礙掃工作過程中詳細之進入/脫離程序、操作技巧及放棄任務執行之標準，並力求遵行，以保障飛航安全。(ASC-ASR-16-12-004)
5. 考量於航機上安裝簡式飛航紀錄器或將駕駛艙內安裝座艙影音紀錄器，以利訓練與任務之檢討及事故調查。(ASC-ASR-16-12-005)

#### 致交通部民用航空局

1. 督導凌天之飛航組員於執行礙掃作業時，應仔細視察附近地形及空域障礙物並保持警覺，且應確實遵守各階段之標準通話及操作程序。(ASC-ASR-16-12-006)
2. 落實要求凌天礙掃任務執行前之整備、提示及執行之程序。(ASC-ASR-16-12-007)
3. 監督凌天有關組員資源管理訓練 (CRM) 教材之完整性，並督導其落實相關訓練之主題。(ASC-ASR-16-12-008)
4. 督導凌天訂定執行礙掃工作之詳細程序及操作技巧，並力求遵行，以保障飛航安全。(ASC-ASR-16-12-009)
5. 協助凌天評估於航機上安裝簡式飛航紀錄器或將駕駛艙內安裝座艙影音紀錄器

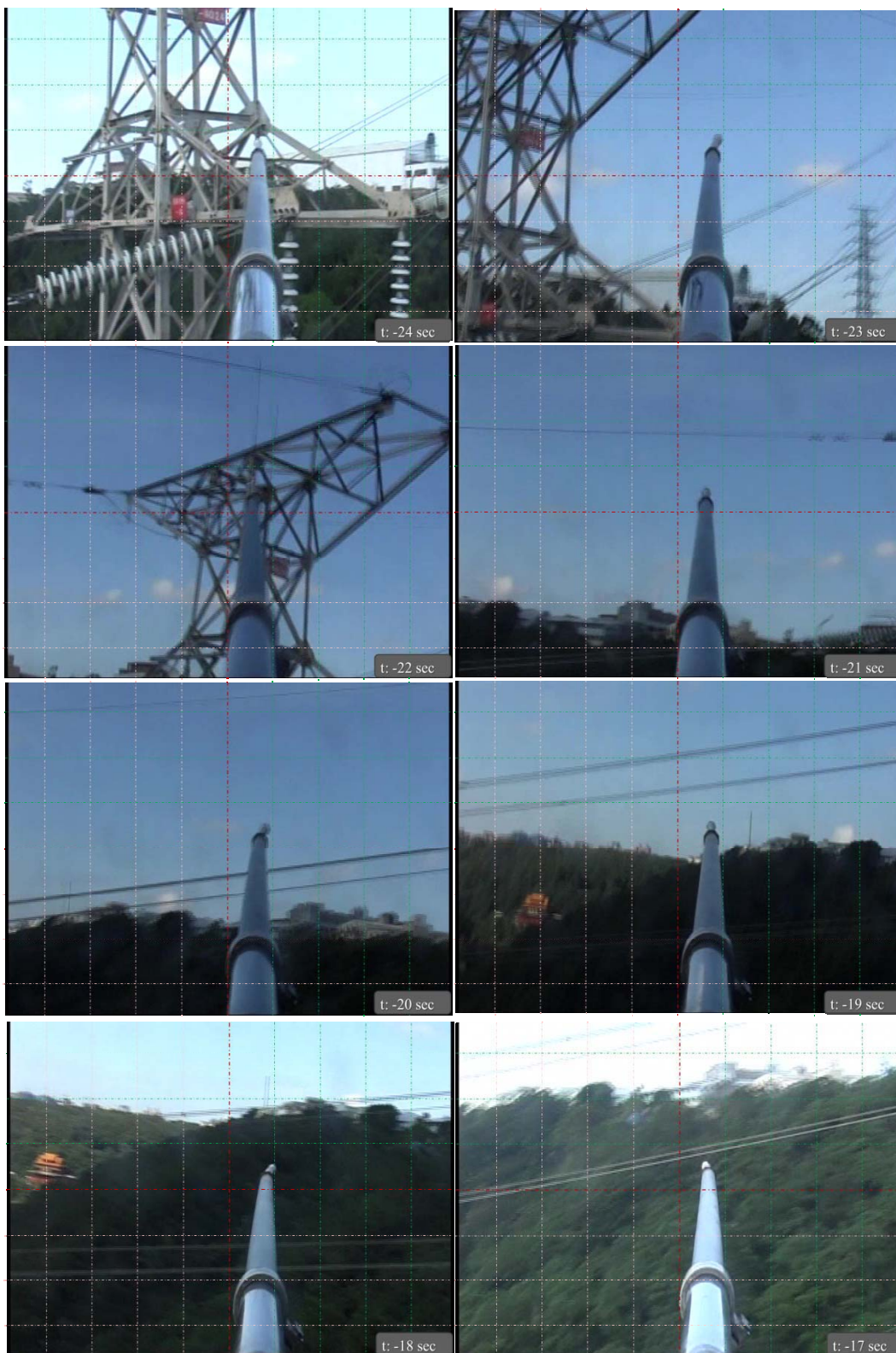
之可行性。(ASC-ASR-16-12-010)

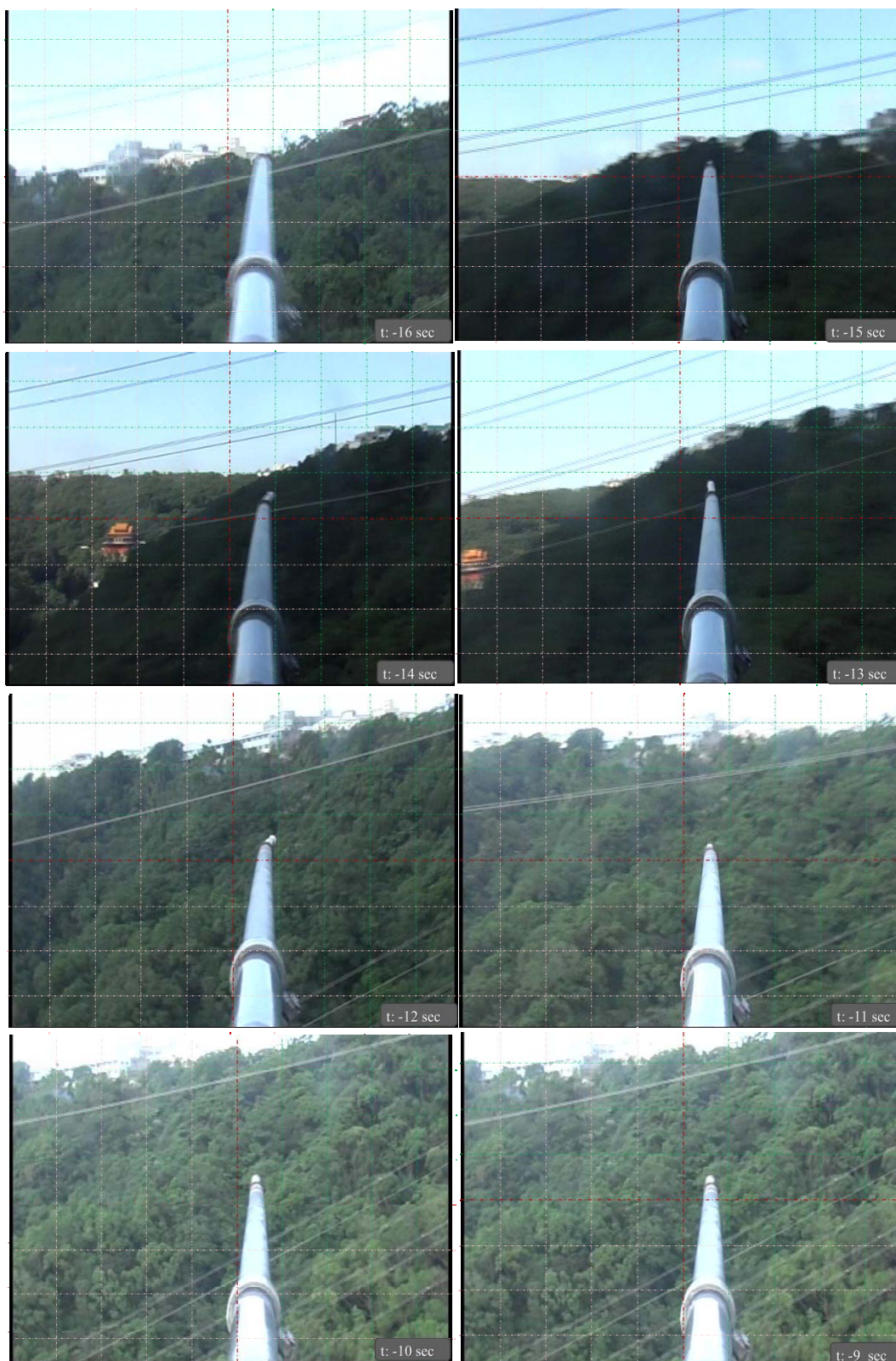
**致經濟部**

1. 請台電研討直昇機作業領域有多條輸電線路經過時，除交由直昇機清洗外，可研議其他作業方式，以減低直昇機進行危險飛航作業發生事故的可能性。  
(ASC-ASR-16-12-011)



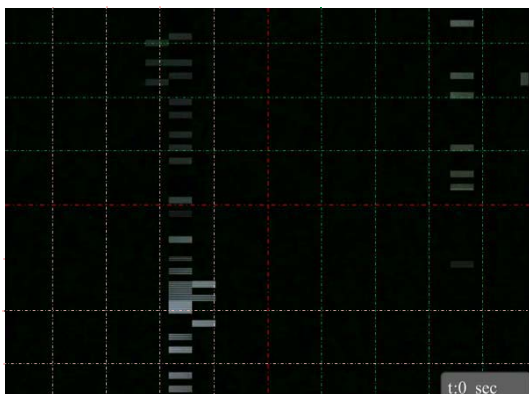
附錄一 座事故機最後 25 秒逐秒視訊截圖



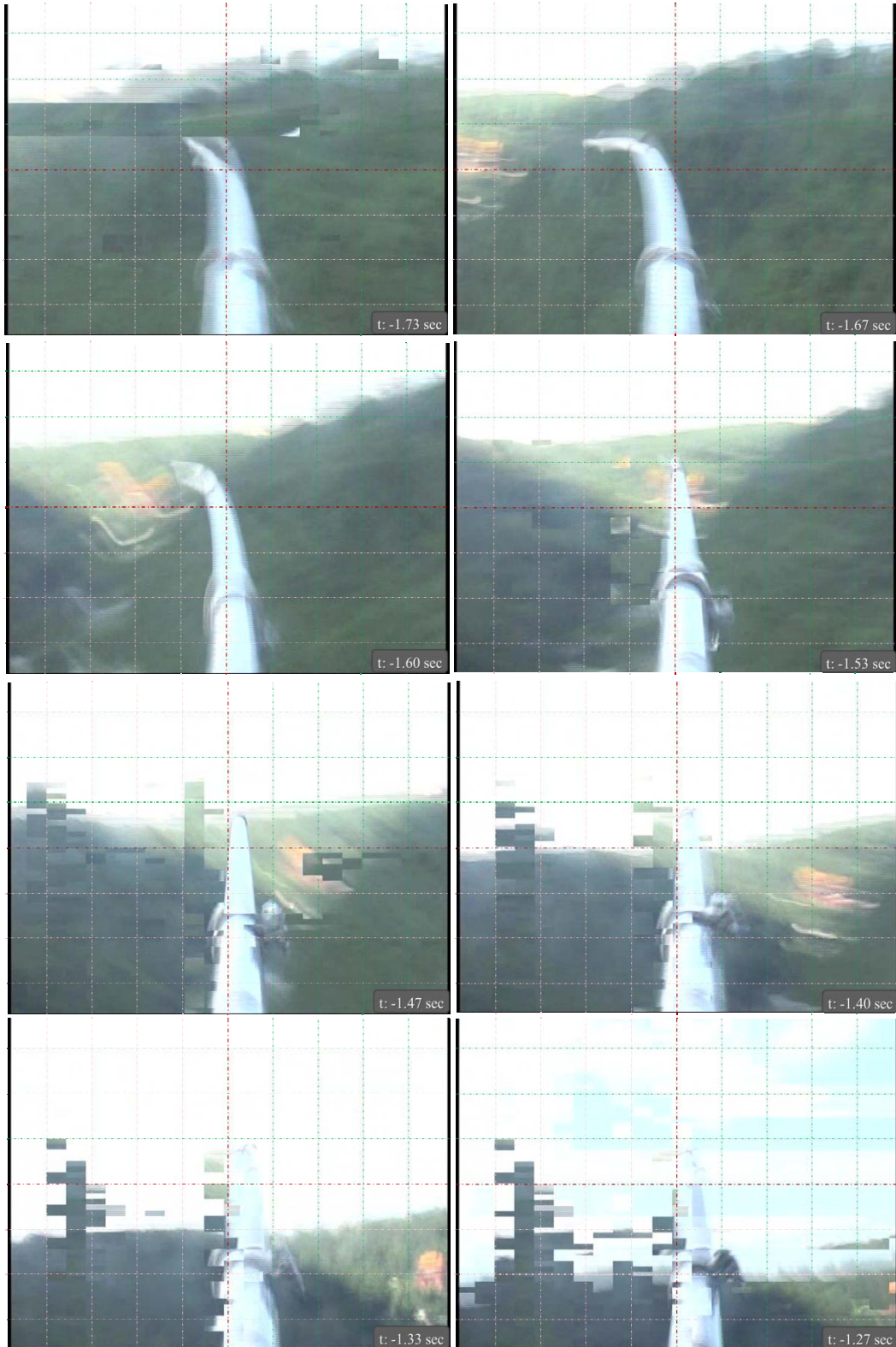




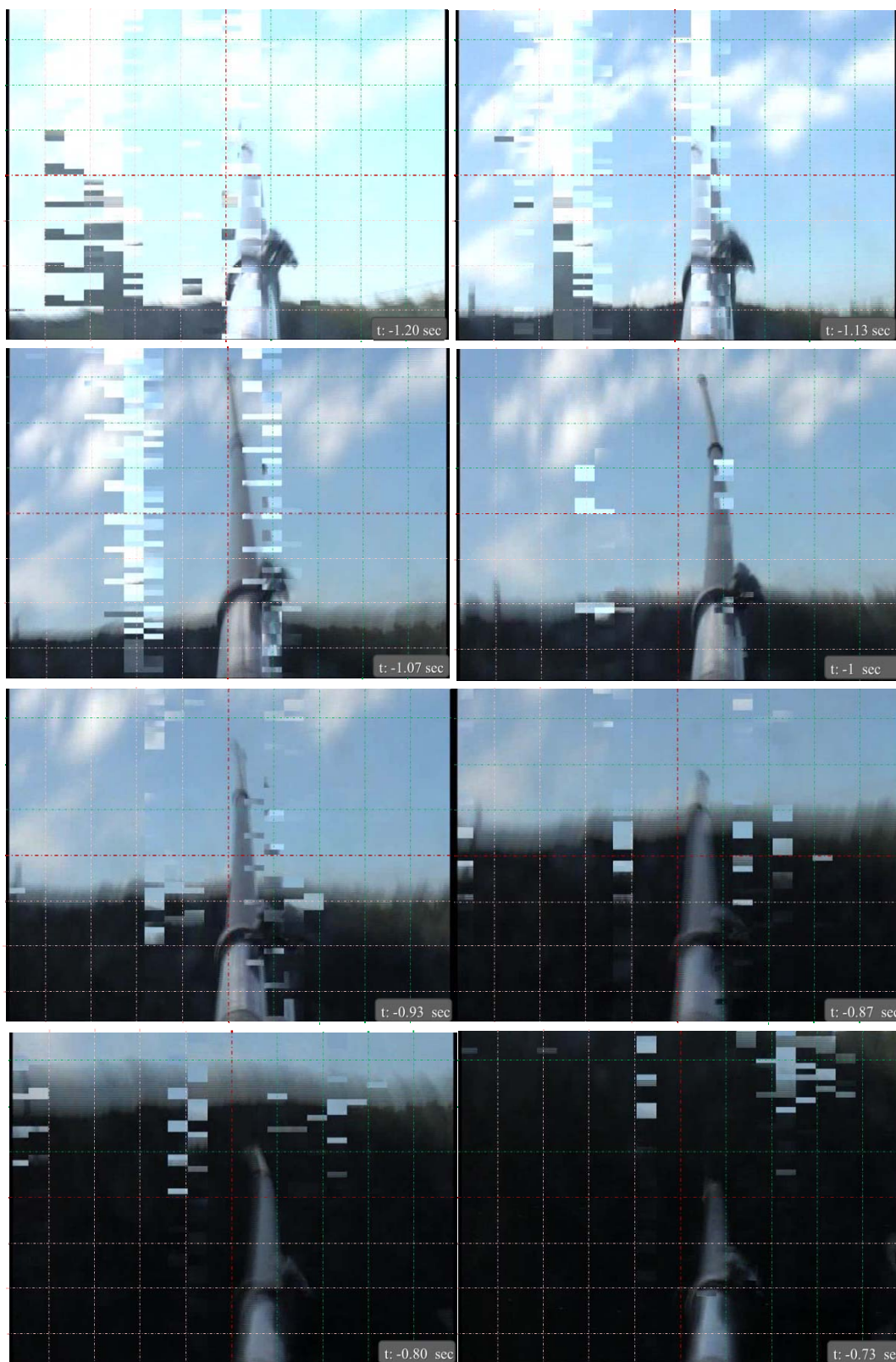




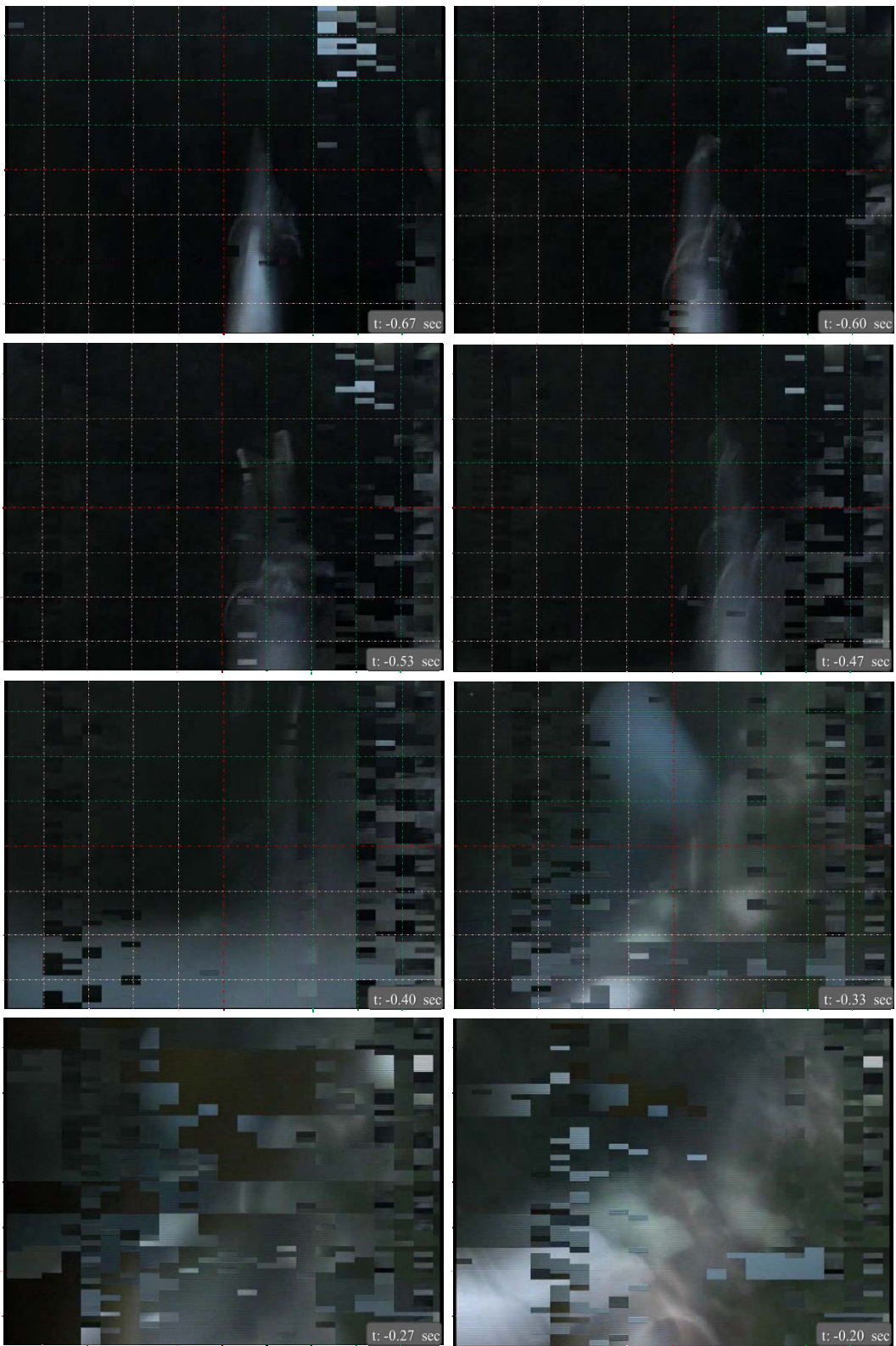
附錄二 事故機最後 2 秒間隔 15 分之 1 秒視訊截圖

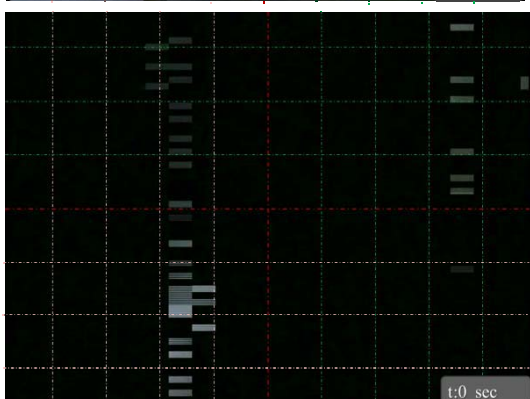
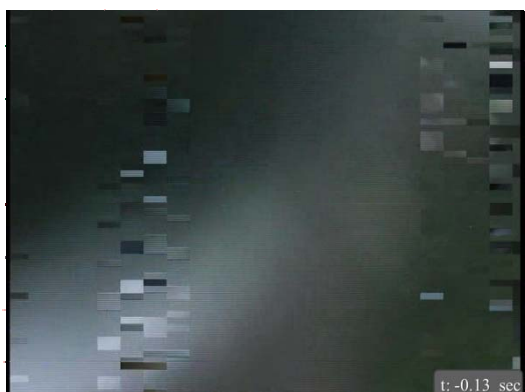














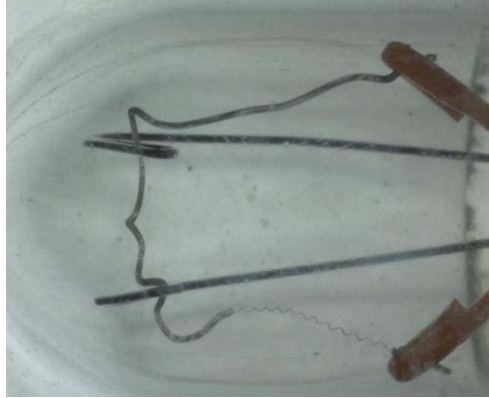


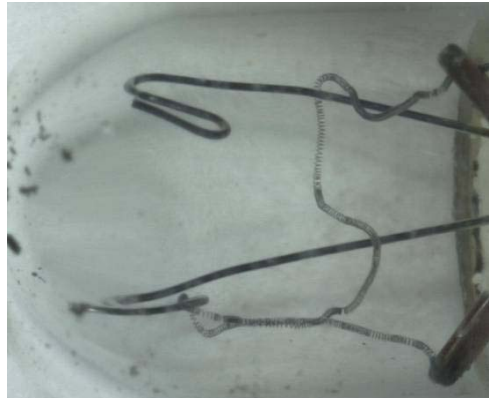






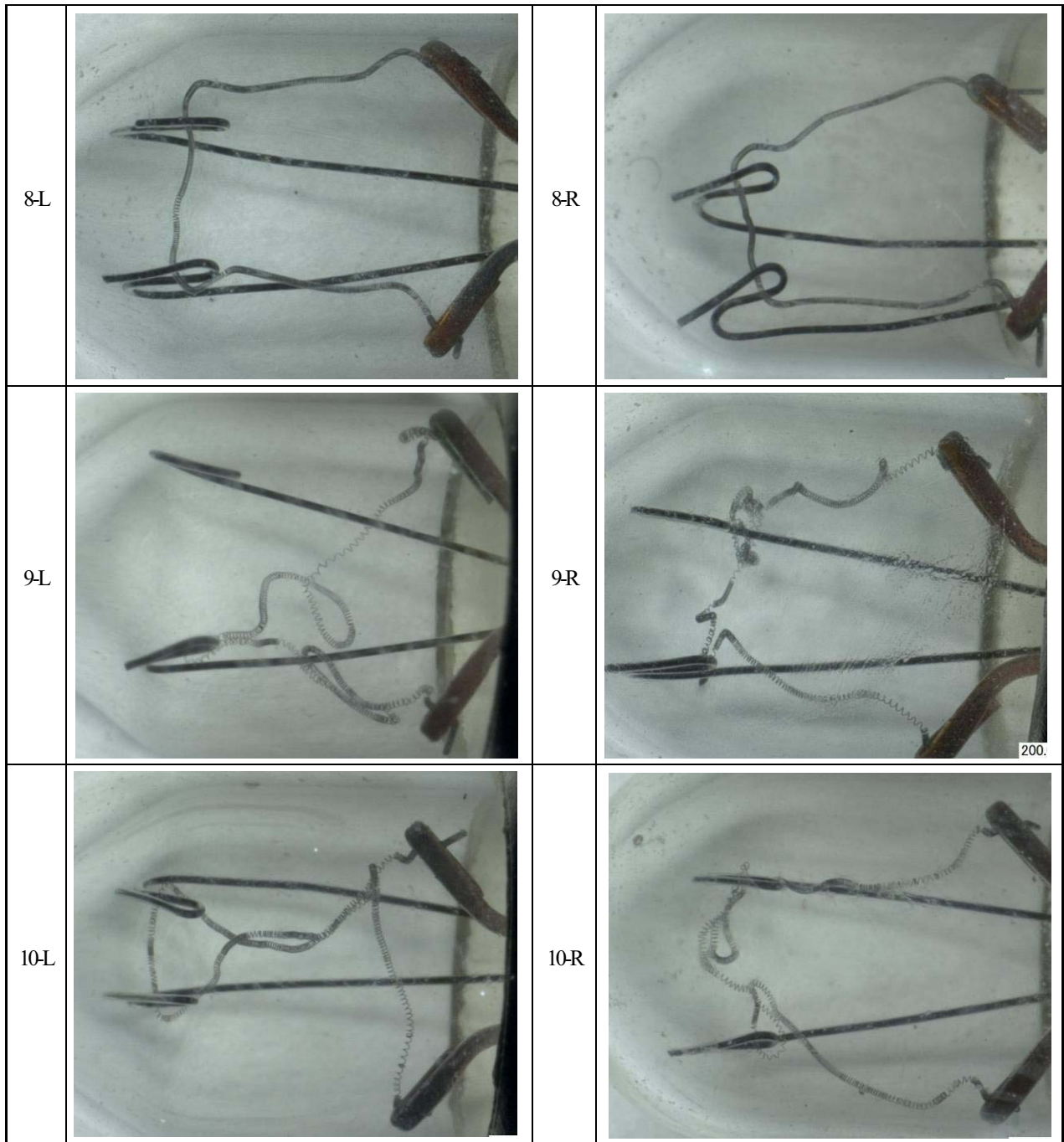


附錄三 警示燈泡檢測結果







上排燈泡			
編號	照片	編號	照片
1-L		1-R	
2-L		2-R	
3-L		3-R	









4L		4R	
5L		5R	
6L		6R	
7L		7R	

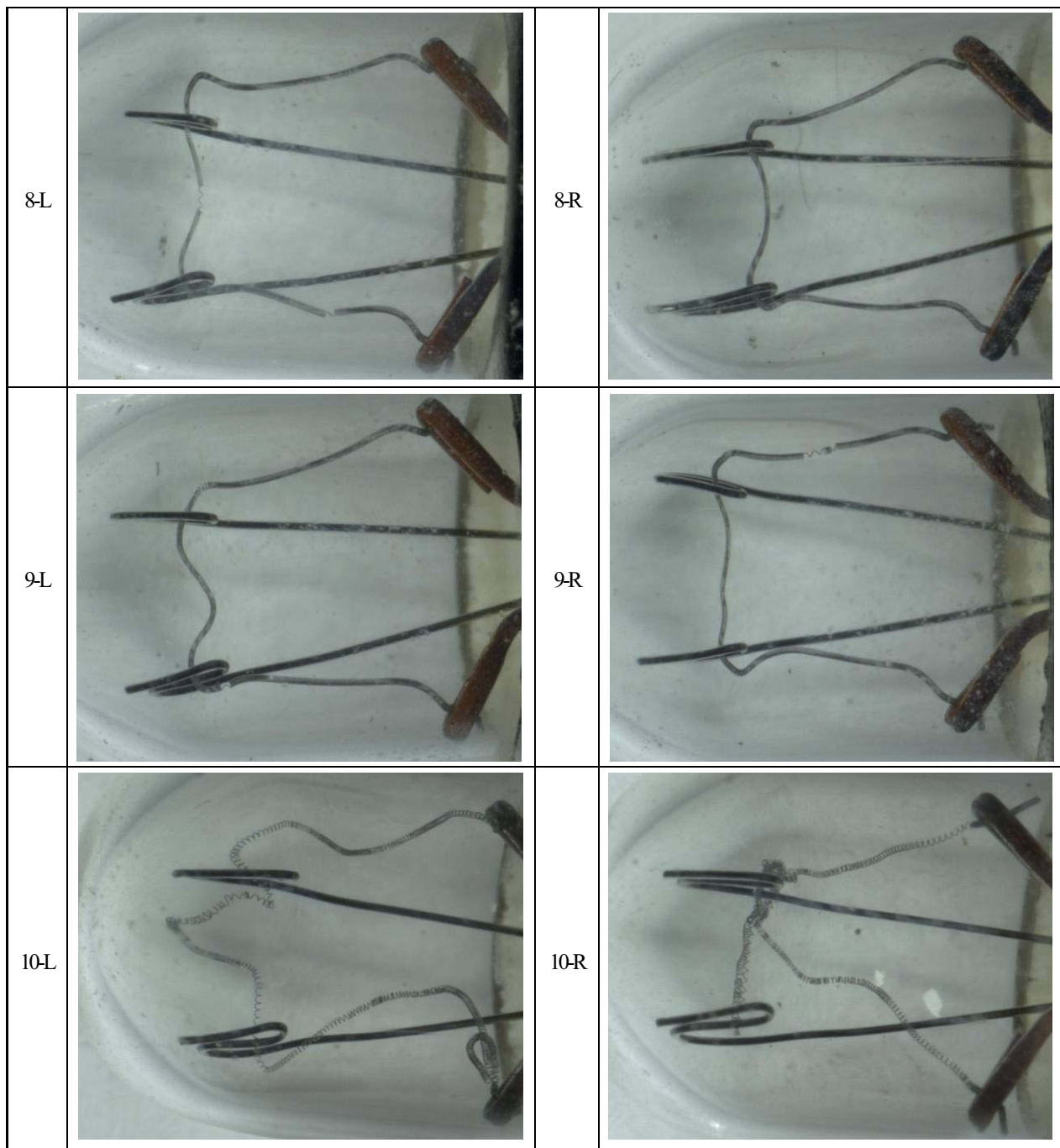






下排燈泡			
編號	照片	編號	照片
1-L		1-R	
2-L		2-R	
3-L		3-R	

4L		4R	
5L		5R	
6L		6R	
7L		7R	



附錄四 事故機當日任務提示表及飛航計畫

凌天航空公司飛航任務提示暨歸詢報告表			
任務內容		礙掃作業 104.11.22	
主持人(正駕駛):		提示時間及地點	11:21 桃園
參加提示人員:			
提示內容:			
一、 任務概述: 礙掃			
二、 機型/機號/狀況: 206B/B-31127/OK			
三、 機組員個人資料: P [REDACTED]			
四、 任務分派: 依上述人員分批執行			
五、 主要航路/高度:			
六、 航路、場站天氣及飛航公告: 中興場站天氣, 雲火不足			
七、 緊急程序背誦/乘客安全講解: 引擎滑油壓力低, 溫度高.			
八、 臨時起降場起飛方向及障礙物: 注意天氣變化, 障礙物清除			
歸詢時間		歸詢地點	
主持人(正駕駛):			
歸詢內容:			
一、 任務執行執行情形:			
二、 飛航缺點改正:			
三、 表格資料填寫:			
四、 不正常情況填寫機長報告表(視需要):			
五、 其他建議事項:			
起飛時間	0700	油量	
落地時間		油量	
飛行時間		油量消耗	



### 礙掃作業操作飛航計畫

單號：

公司名稱：凌天航空股份有限公司

飛機編號：B-31127

台電地區：供電區營運處 分隊

作業名稱：礙子清洗工程

作業地點：

作業日期：108年11月22日

燃油計算			
加侖	公斤	加侖	公斤
10	30	40	120
15	45	45	135
20	60	50	150
25	75	55	165
30	90	60	180
35	105	65	195

空重 + 滑油	813.9 公斤
裝備重量	172.5 公斤
飛行員	77 公斤
水槍手	77 公斤
總重	1140.4 公斤
最大起飛重量	1454 公斤
最大可裝重量	313.6 公斤

記錄名稱	1	2	3	4	5	6	7	8
1 起飛時間	0700	0738	0817	0845	0945	1021	1042	
2 落地時間	0740	0808	0852	0940	1015	1035		
3 飛行時間	0210	0230	0235	0242	0230	0210		
4 燃油測試	OK	✓	✓	✓	✓	✓		
5 落地燃油量(加侖)	20	18	18	18	20	30		
6 起飛燃油量(加侖)	40	40	40	40	40	40		
7 水重(公斤)	200	200	200	200	200	200	200	
8 其他載重(公斤)								
9 ★最大可加水/水重								
10 飛行員簽名								
11 水槍手簽名								
12 加油員								
13 加水員								
14 電阻值測試	20	21	31	51	63	21		



## 附錄五 凌天航空公司對調查報告意見陳述資料

### 凌天航空 B-31127 號機飛航事故調查報告意見陳述資料

#### 3.3 其他調查發現

- 4、台電公司之高壓電塔及輸電線路，有多條輸電線路經過時，於該區使用直昇機執行礙掃作業之風險甚高。

建議增加：

台電公司每年開始執行執行礙掃作業時間不定，多為俟東北季風來臨、天候驟變之時，始由不諳飛航專業之台電公司決定，且受天候變化、線路調度因素影響，實際可作業時機緊迫，相對增加人員工作壓力，進而降低判斷及警覺能力，徒增航機作業風險。

#### 4.1 改善建議

##### 致經濟部

- 1、請台電研討直昇機作業領域有多條輸電線路經過時，除交由直昇機清洗外，可研議其他作業方式，以減低直昇機進行危險飛航作業發生事故的可能性。(ASC-ASR-16-12-XXX)

本條修改意見如下：

請台電公司對於作業領域有多條輸電線路經過之區域，應綜合業者飛航實務意見共同制定特定領域直升機作業限制之規定，以減低直昇機進行危險飛航作業發生事故的可能性。

建議台電公司考量綜合業者直昇機飛航與航空氣象實務意見，共同決定提前每年開始作業時機及工作期程，以增進直昇機礙掃作業人員在適當之天候情況下進行作業，以維飛安。(ASC-ASR-16-12-XXX)

本頁空白

## 飛航事故調查報告

中華民國 104 年 11 月 22 日，凌天航空公司 Bell-206B3 型機，國籍標誌及登記號碼 B-31127，於新北市泰山區執行電塔礙掃作業時墜毀

編著者：飛航安全調查委員會

出版機關：飛航安全調查委員會

電話：(02) 8912-7388

地址：231 新北市新店區北新路 3 段 200 號 11 樓

網址：<http://www.asc.gov.tw>

出版年月：中華民國 105 年 12 月（初版）

GPN：4910503172

ISBN：9789860516180

\*本會保留所有權利。未經本會同意或授權不得翻印。



**飛航安全調查委員會**

231新北市新店區北新路3段200號11樓

電話：(02)89127388

傳真：(02)89127399

網址：<http://www.asc.gov.tw>

ISBN 978-986-05-1618-0



GPN:4910503172