飛航事故調查報告

ASC-AOR-12-06-001

中華民國100年5月21日
內政部空中勤務總隊
機型UH-1H
編號NA-511
於屏東縣訓練時吊掛失效致人員墜落

飛安

飛航安全調查委員會
AVIATION SAFETY COUNCIL

飛航事故調查報告
ASC-AOR-12-06-001

中華民國100年5月21日
內政部空中勤務總隊
機型UH-1H
編號NA-511
於屏東縣訓練時吊掛失效致人員墜落

飛航安全調查委員會
AVIATION SAFETY COUNCIL

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 100 年 5 月 21 日，內政部空中勤務總隊(以下簡稱空勤總隊)1 架 UH-1H 直升機，編號 NA-511，載有正駕駛、副駕駛、機工長各 1 員及內政部消防署特種搜救隊（以下簡稱特搜隊）搜救人員 3 員。上午 0913 時自台南機場起飛，往屏東縣里港鄉高屏溪右岸之朧祥公園執行救生吊掛常年訓練。

該機於 0913 時自台南機場起飛，約於 0930 時於屏東縣里港鄉高屏溪右岸之朧祥公園落地，並讓 3 名特搜隊人員先下機之後，由正、副駕駛及機工長執行滯空練習、航線規劃及吊掛操作檢查程序，過程中吊掛之指示及操作正常。約於 0945 時開始執行吊掛訓練，每次吊掛特搜隊人員 1 員，先由正駕駛執行操作 3 航次，吊起 3 員，然後由副駕駛操作 2 航次之人員吊放作業，順利完成。

隨後由副駕駛執行第 3 航次人員吊起之訓練，直升機進場時狀況良好，穩定滯空高度約爲 60 呎。機工長施放鋼索並目視吊掛頭與地面吊掛人員勾接良好後，開始回收鋼索，將人員吊起，之後飛機開始緩慢前進，同時機工長繼續回收鋼索，於距地面約 30 呎時，機工長感覺鋼索回收停頓並下滑，檢查後發現鋼索於控制器向上操作之狀態下無法控制而下滑，並注視吊掛人員墜落地面。機工長立即呼叫直升機停止前進，並持續下放鋼索，之後由正駕駛接手操作直升機下降落地，將受傷人員抬上機，機工長將下滑之鋼索以人工回收至機艙。直升機於約 1040 時飛返台南機場落地，將受傷人員送台南市立醫院就醫。直升機無損傷。

飛航安全調查委員會（以下簡稱本會）爲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：空勤總隊、特搜隊、亞洲航空股份有限公司（簡稱亞航）、吊掛器具

原廠 Breeze-Eastern 公司及美國運輸安全委員會。

本事故「調查報告草案」於 101 年 2 月 7 日完成，依程序於 101 年 2 月 21 日經本會改制前第 152 次送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 101 年 5 月 29 日經本會第 1 次委員會議審議通過。101 年 6 月 13 日本會接獲救生吊掛機具原製造廠(BREEZE-EASTERN 公司)之電郵，該公司已發布有關技術文件缺失報告(TECHNICAL PUBLICATION DEFICIENCY REPORT)，回應本會所提之改善建議。獲通過之調查報告經與相關機關（構）確認後，於 101 年 6 月 25 日公布。

本事故調查經綜合事實資料及分析結果，獲得之結論共計 16 項，改善建議計 10 項，並發佈期中飛安通告 1 項，分述如後：

調查發現

與可能肇因有關之調查發現

1. 事故吊掛機具於進廠翻修作業過程中，因軸向間隙值量測錯誤，組裝完成後造成耦合器之軸向間隙過大，於執行吊掛作業時，當驅動齒耦合長度由 0.074 吋逐漸降至 0.015 吋，其壁面承受最大應力超過降伏強度而破壞，驅動齒無法負荷從動齒的嚙合應力作用而滑脫，從動輪被負載帶動往反向旋轉，致使吊掛人員向下墜落。（1.16.4、2.2）

與風險有關之調查發現

1. 序號 388 及序號 387 之吊掛機具爲該組人員頭兩次執行該型吊掛機具之翻修成品，其植入墊片厚度值非依正確程序取得、登錄墊片厚度值係不實數據，隨之出廠後因軸向間隙過大發生重大事故，顯示亞航該型吊掛機具於翻修時，軸向間隙量測作業仍未能符合原廠翻修手冊之標準。（2.3.1）
2. 該吊掛機具於翻修時施工人員使用手工具螺絲起子爲定位工具，易使軸承偏側

卡住，誤認已接觸軸承室底部，取得錯誤量測值，造成軸向間隙過大之後果。（2.3.1）

3. 吊掛機具翻修時之軸向間隙量測作業仍未能符合原廠翻修手冊之標準。（2.3.1）
4. 吊掛機具翻修作業人員皆曾接受亞航提供之專業訓練，惟仍未能精準取得正確軸向間隙值，顯示亞航該項訓練未盡落實，仍有精進之空間。（2.3.2）
5. 原廠救生吊掛機具組件翻修手冊無律定驅動、從動輪之目視檢查及尺碼檢驗標準，以致驅動輪、從動輪表面之接觸磨損於翻修時未能評估並及時發現。（2.3.3）

<u>其它發現</u>

1. 空勤總隊對現行空勤機工長之資格及訓練，無相關規定及紀錄。（1.5.2）
2. 依據中科院材料測試報告，行星齒輪軸架符合 AMS 6415 規範，符合原設計需求。（1.16.3）
3. 亞航持有該型吊掛之原廠授權執照，具有該型吊掛之翻修資格，翻修該吊掛機具之場地寬敞，照明光度良好，空調設備正常，翻修專用之機具裝置齊全，符合原廠規格且可正常操作。（1.16.2、2.3.1）
4. 原廠翻修手冊及亞航翻修工單皆有圖文不對照之相同缺失，亞航未求即時更正，造成翻修紀錄內容不正確之結果。（2.3.3）
5. 序號 388 救生吊掛機具經歷紀錄顯示，亞航吊掛機具定期檢查項目管制作業有待改善。（2.3.4）
6. 事故時該機組員採用航機帶速度前進，同時鋼索回收人員吊掛之模式未見於標準作業程序內。（1.15、2.4）
7. 吊掛機具原廠所提供之「Flight Line Operation and Maintenance Manual」明列吊掛機具於飛行線上之操作限制及檢查程序，未見於機工長應遵循之救生吊掛作業程序內。（1.15、2.4）
8. 事故時特搜隊隊員勾接吊掛及空勤總隊機工長操作吊掛機具等作業正常。（2.4）
9. 本會評估若後送臨近 6 間醫院之時間，均較後送台南市立醫院所需之時間更長，該機特搜小隊長決定將傷患後送台南市立醫院之決策無誤。（1.15、2.5）

10. 特搜隊過去未有人員於訓練任務時受傷，致無後送醫療院所之指導原則或相關機制以供遵循。（1.15,2.5）

期中飛安通告

通告編號：ASC-IFSB-11-06-001

發佈日期：民國 100 年 6 月 1 日

致 HS-20200-501 型及類似吊掛裝置使用人

1. 檢視吊掛裝置內部耦合機構之磨耗情形，並洽詢製造廠商意見；
2. 檢視吊掛裝置內部耦合機構之軸向間隙是否有裕度過大情形，並洽詢製造廠商意見。

改善建議

致內政部空中勤務總隊

1. 督導亞航確實依翻修手冊執行吊掛機具翻修作業，以達到軸向間隙標準之要求。（ASC-ASR-12-06-001）
2. 檢視及建立空勤機工長相關訓練考核機制。（ASC-ASR-12-06-002）
3. 強化所屬各機隊之救生吊掛作業程序，提供吊掛機具原廠手冊之操作限制及檢查程序，並據以實施人員訓練。（ASC-ASR-12-06-003）

致內政部消防署

1. 增訂特種搜救隊於訓練任務時，人員受傷後送醫療院所之指導原則或相關機制，以供遵循。（ASC-ASR-12-06-004）

致亞洲航空公司

1. 執行吊掛機具翻修作業時須使用符合原廠規定之軸承定位工具，並依原廠重新提供之檢查步驟制定施工程序確認軸承已至定位。（ASC-ASR-12-06-005）
2. 強化該型吊掛機具翻修訓練之考核機制，確認完訓人員之翻修技術皆達標準。（ASC-ASR-12-06-006）
3. 改善吊掛機具翻修作業工單內容之圖文不對照情形。 （ASC-ASR-12-06-007）
4. 改善救生吊掛機具定期檢查項目管制作業，勿使逾期情形再發生。（ASC-ASR-12-06-008）

致美國國家運輸安全委員會

請轉知救生吊掛製造廠 BREEZE-EASTERN 公司以下之改善建議：

1. 於原廠救生吊掛機具組件翻修手冊增修訂驅動輪、從動輪之目視檢查及尺碼檢驗標準。（ASC-ASR-12-06-009）
2. 改善原廠翻修手冊圖文不對照之缺失。 （ASC-ASR-12-06-010）

本頁空白

目　　錄

表 目 錄

本頁空白

圖 目 錄

第一章　事實資料

1.1　飛航經過

民國 100 年 5 月 21 日，內政部空中勤務總隊（以下簡稱空勤總隊）1 架 UH-1H 直升機，編號 NA-511，載有正駕駛、副駕駛、機工長各 1 員及內政部消防署特種搜救隊（以下簡稱特搜隊）搜救人員 3 員。上午 0913 時自台南機場起飛，往屏東縣里港鄉高屏溪右岸之朧祥公園（地點如圖 1.1-1，位置：N22° 48'26.7", E120° 31'33.2"，標高 250 呎）執行救生吊掛常年訓練。

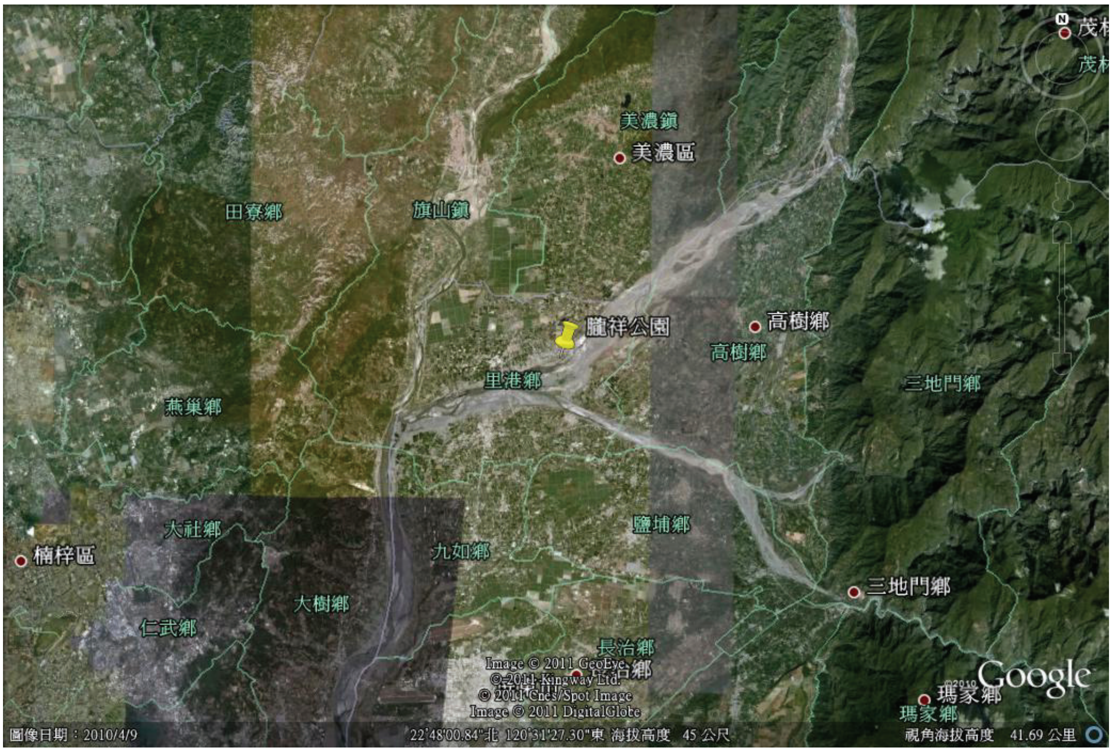


圖 1.1-1 事故區衛星影像

依據現場調查紀錄，該機當日於 0840 時執行地面任務提示，內容包括機務整備情形、天氣狀況、參與任務人員、載重平衡、裝備需求、訓練科目、操作程序及安全事項等。該機於完成開俥後由地面人員、機工長及特搜人員將吊掛鋼索釋放至 100 呎，檢查及確認吊掛鋼索之功能及外觀爲正常狀態後回收，並由正駕駛與機工長執行吊掛操控超越電門（override switch）檢查，其情況正常。

該機於 0913 時自台南機場起飛，約於 0930 時於屏東縣里港鄉高屏溪右岸之朧祥公園落地，並讓 3 名特搜隊人員下機。該 3 名特搜隊人員下機後，正、副駕駛及機工長執行滯空練習、航線規劃及吊掛操作檢查程序，過程中吊掛之指示及操作正常。約於 0945 時開始執行吊掛訓練，每次吊掛特搜隊人員 1 員，先由正駕駛執行操作 3 航次，吊起 3 員，然後由副駕駛操作 2 航次之人員吊放作業，順利完成。

隨後由副駕駛執行第 3 航次人員吊起之訓練，直升機進場時狀況良好，穩定滯空高度約爲 60 呎。機工長施放鋼索並目視吊掛頭與地面吊掛人員勾接良好後，開始回收鋼索，將人員吊起，之後飛機開始緩慢前進，同時機工長繼續回收鋼索，於距地面約 30 呎時，機工長感覺鋼索回收停頓並下滑，檢查後發現鋼索於控制器向上操作之狀態下無法控制而下滑，並注視吊掛人員墜落地面。機工長立即呼叫直升機停止前進，並持續下放鋼索，之後由正駕駛接手操作直升機下降落地，將受傷人員抬上機，機工長將下滑之鋼索以人工回收至機艙。直升機於約 1040 時飛返台南機場落地，將受傷人員送台南市立醫院就醫。直升機無損傷。

1.2 人員傷害

事故時，機載正、副駕駛、機工長、特搜隊人員 2 名及地面特搜隊人員 1 名，共 6 名。

機載特搜隊人員 1 名於吊掛訓練作業時墜落受傷，傷害程度爲右臂側肱骨內上髁閉鎖性骨折及第 12 節胸椎壓迫性骨折。

表 1.2-1 傷亡統計表

傷亡	飛航組員	機工長	機載特搜隊人員	地面特搜隊人員	總計
致命傷	0	0	0	0	0
重傷	0	0	1	0	1
輕傷/無傷	0/2	0/1	0/1	0/1	0/5
總計	2	1	2	1	6

1.3 航空器損害情況

航空器無實質損害。救生吊掛機具於吊起行程中發生鋼索下滑情形。

1.4 其他損害情況

無損害。

1.5 人員資料

1.5.1 基本資料

1.5.1.1 正駕駛

正駕駛爲中華民國籍，曾任陸軍直升機駕駛員。於民國 91 年 1 月 29 日進入內政部消防署空中消防隊(民國 93 年 3 月 10 日改隸空勤總隊)，擔任 UH-1H 型直升機正駕駛。民國 93 年 10 月 4 日起擔任 UH-1H 型機之飛航教師。至民國 100 年 5 月 21 日止，該員 UH-1H 型機飛行時間爲 4,513 小時 42 分，總飛行時間爲 5,211 小時 2 分。

1.5.1.2 副駕駛

副駕駛爲中華民國籍，曾任陸軍直升機駕駛員。民國 97 年 1 月 30 日進入空勤總隊，擔任 AS-365 型機副駕駛。民國 100 年 4 月 1 日起擔任 UH-1H 型機副駕駛。至民國 100 年 5 月 21 日止該型機飛行時間爲 360 小時，總飛行時間爲 3,009 小時。

表 1.5-1 駕駛員基本資料表

項目	正駕駛	副駕駛
性別	男	男
事故發生時年齡（歲）	55	43
進入空勤總隊日期	民國 91 年 1 月	民國 97 年 1 月
目前飛行機種	UH-1H	UH-1H
目前飛行資格	飛航教師	副駕駛

體格檢查種類 到期日	乙類體位 民國 100 年 5 月 31 日	乙類體位 民國 100 年 6 月 8 日
最近 1 次飛航檢定	民國 100 年 3 月 24 日	民國 100 年 4 月 25 日
總飛行時間	5,211 小時 02 分	3,009 小時 00 分
UH-1H 總飛行時間	4,513 小時 42 分	360 小時 00 分
最近 12 個月飛航時間	172 小時 02 分	117 小時 40 分
最近 90 日內飛航時間	28 小時 50 分	27 小時 50 分
最近 30 日內飛航時間	14 小時 50 分	11 小時 55 分
最近 7 日內飛航時間	03 小時 45 分	03 小時 45 分
事故日已飛時間	01 小時 00 分	01 小時 00 分
事故前休息時間	超過 12 小時	超過 12 小時

1.5.1.3 機工長

機工長為中華民國籍，曾於陸軍航空部隊擔任維修工作，經歷含修護士、領班、檢驗士及機工長。民國 92 年 6 月進入內政部消防署空中消防隊，擔任 UH-1H 型機空勤機工長。

1.5.2 訓練、考核及執行任務紀錄

1.5.2.1 正駕駛

正駕駛於民國 91 年 1 月完成 UH-1H 型直升機之正駕駛訓練，擔任 UH-1H 型機正駕駛。民國 93 年 10 月完成 UH-1H 型直升機飛航教師晉升訓練。民國 97 年因組織變革重新接受 UH-1H 型直升機飛航教師資格訓練，於民國 97 年 4 月 26 日完訓，獲得 UH-1H 型直升機飛航教師資格。

正駕駛於民國 100 年 3 月 24 日完成該型機飛行術科年度檢定查核，結果為：「合格」，種類為：「年度核定」，合格考驗項目為：「UH-1H 飛航教師檢定」，其中特種科目第 4 項「陸上吊掛救援」欄內之查核結果為：「S(滿意)」。建議及講評欄紀錄之重點為：「年度檢定操作課目均符合操作規範要求」。

1.5.2.2 副駕駛

副駕駛於民國 97 年 5 月 30 日完成 AS-365 型機副駕駛訓練。民國 100 年 4 月 1 日起執行 UH-1H 型機之機種轉換訓練，於同年 4 月 30 日完成轉換訓練，5 月 1 起開始擔任 UH-1H 型機副駕駛。

副駕駛於民國 100 年 4 月 25 日完成年度飛行術科檢定查核，結果爲「合格」，種類爲：「訓練核定」，考驗項目爲：「UH-1H 副駕駛」，其中特種科目第 4 項「陸上吊掛救援」欄內之查核結果爲：「S(滿意)」。

1.5.2.3 機工長

機工長於空消隊期間曾接受空中吊掛訓練合格。

1.5.3 健康狀況

1.5.3.1 正駕駛

正駕駛於民國 99 年 6 月 1 日在國軍岡山醫院實施航空體格檢查。該航空體格檢查記錄表第 76 項欄內(適合航空體格標準否)：原標示爲「不適合」，原因爲該員血糖過高。經複檢後合於標準。

1.5.3.2 副駕駛

副駕駛於民國 99 年 6 月 9 日在國軍岡山醫院實施航空體格檢查。該航空體格檢查記錄表第 76 項欄內(適合航空體格標準否)：標示爲「適合」。

1.5.3.3 機工長

機工長於民國 99 年 6 月 9 日在國軍岡山醫院實施航空體格檢查。該航空體格檢查記錄表第 76 項欄內(適合航空體格標準否)：標示爲「適合」。

1.5.4 事故前 72 小時活動

1.5.4.1 正駕駛

5 月 18 日：上午休假在家，下午 0330 時至隊部報到擔任備勤任務。

5 月 19 日：於隊部備勤待命。

5 月 20 日：於隊部備勤待命。

1.5.4.2 副駕駛

5 月 18 日：上午休假在家，下午 0330 時至隊部報到擔任備勤任務。

5 月 19 日：於隊部備勤待命。

5 月 20 日：於隊部備勤待命。

1.5.4.3 機工長

5 月 18 日：上午休假在家，下午 0330 時至隊部報到擔任備勤任務。

5 月 19 日：於隊部備勤待命。

5 月 20 日：於隊部備勤待命。

1.5.5 吊掛機具翻修人員

1.5.5.1 人員經歷

本機吊掛機具序號為 388，為空勤總隊委託亞洲航空公司（以下簡稱亞航）維護，其翻修作業係由 1 領班、1 技師及 1 品管檢驗員所共同執行。調查中並檢視亦為該批人員完成之序號 387 及 419 吊掛機具，其個人經歷如表 1.5-2。

表 1.5-2 亞航翻修人員經歷

項目	領班	技師	品管檢驗員
性別	男	男	女
年齡	37	42	50
亞航服務年資	14 年 6 個月	3 年 6 個月	31 年
此型吊掛翻修經驗	約 6 年	約 3 年	約 5 年
維修訓練	民國 97 年原廠翻修訓練	民國 97 年亞航 OJT 訓練、民國 98 年亞航翻修訓練	民國 95 年亞航翻修訓練

1.6 航空器資料

1.6.1 航空器基本資料

該機基本資料如表 1.6-1。

表 1.6-1 航空器基本資料

編號	項目	內容
1	機型	UH-1H
2	編號	NA-511
3	設計原廠	美國 BELL 公司
4	製造廠	空軍航空工業發展中心
5	製造序號	18075
6	製造日期	1975/2/26
7	交機日期	1975/2/26
8	使用人	內政部空中勤務總隊
9	所有人	內政部空中勤務總隊
10	適航證號碼/有效期限	無
11	總飛行時數(時:分)	6,008:35
12	總落地次數(次)	1,583（亞航檢整後統計）
13	上次 A 級檢查完工日期	2011/4/19
14	自上次 A 級檢查完工後之飛行時數(時:分)	62:40
15	自上次 A 級檢查完工後之落地次數(次)	70

表 1.6-2 發動機基本資料

製造廠	型號	序號	安裝日期	總使用時數	翻修後使用時數
Honeywell	T53-L-13B	LE-23858A	2010/4/28	5,192:45	347:35

1.6.2 救生吊掛機具維修紀錄

依據亞航提供之該型救生吊掛機具操作手冊、翻修手冊及內政部空中勤務總隊 UH-1H、B-234 機對救生吊掛使用情形統計表，該救生吊掛機具為 BREEZE-

EASTERN CORPORATION 製造，型號 HS-20200-501，序號 388，於 2003 年 9 月 15 日開始使用，於 2008 年 9 月 14 日進廠翻修，進廠時 counter（使用計數）爲 150,415，cycle（使用次數）爲 450.3，於 2009 年 3 月 17 日出廠，出廠時 counter 爲 152,908，cycle 爲 457.8，於 2011 年 5 月 21 日事故發生時 counter 爲 190,588，cycle 爲 570.6，其使用情形以 Counter 及 Cycle 爲單位[1]。依據 BREEZE-EASTERN CORPORATION SERVICE INFORMATION LETTER SIL 01 Maintenance Revision C, 04/30/10，該型吊掛機具翻修期限爲 2,000 Cycle 或 5 年，該吊掛機具使用情形如下表。

表 1.6-3 吊掛機具使用情形

	Counter	Cycle
末次翻修前	150,415	450.3
末次翻修完成時	152,908	457.8
事故發生時	190,588	570.6

依據原廠操作及維修手冊，該吊掛機具需執行每個月、每 3 個月、每 6 個月及每年等 4 種期限不等之定期維護。依據亞航提供之 388 救生吊掛機具經歷紀錄表，自 2008 年 9 月 14 日最後一次翻修出廠至事故發生期間之每個月、每 3 個月、每 6 個月及每年之定期維修紀錄摘要，詳表 1.6-4：

表 1.6-4 388 救生吊掛機具經歷紀錄

項目	執行日期	重要經歷紀錄別	曆日累計
1	2003 年 9 月 15 日	新機開始使用	曆日累計開始
2	2008 年 9 月 14 日	進廠翻修	累計曆日 5 年屆期
3	2009 年 3 月 17 日	翻修完畢	累計曆日歸零
4	2009 年 3 月 20 日	裝機	累計曆日開始
5	2009 年 4 月 06 日	超溫警告燈亮，進廠修理	累計曆日 17 日 累計暫停

[1] 334 Counter 等於 1 Cycle

6	2010 年 2 月 11 日	裝機使用	累計曆日 17 日 累計繼續
7	2010 年 3 月 11 日	每個月檢查	累計曆日 1 個月又 18 日 曆日歸零並開始累計
8	2010 年 4 月 10 日	每個月檢查	累計曆日 30 日 曆日歸零並開始累計
9	2010 年 5 月 10 日	每個月檢查	累計曆日 1 個月又 01 日 曆日歸零並開始累計
10	2010 年 5 月 10 日	每 3 個月檢查	累計曆日 3 個月又 18 日 累計曆日歸零
11	2010 年 6 月 09 日	每個月檢查	累計曆日 30 日 曆日歸零並開始累計
12	2010 年 6 月 18 日	漏油，進廠檢修	累計曆日 10 日/每個月檢查 累計曆日 1 個月又 10 日/每 3 個月檢查 累計曆日 4 個月又 26 日/每 6 個月檢查 累計暫停
13	2011 年 1 月 20 日	每個月檢查	累計曆日 10 日 曆日歸零
14	2011 年 1 月 20 日	每 3 個月檢查	累計曆日 1 個月又 10 日 曆日歸零
15	2011 年 1 月 20 日	每 6 個月檢查	累計曆日 4 個月又 26 日 曆日歸零
16	2011 年 1 月 21 日	裝機使用	曆日歸零並開始累計
17	2011 年 2 月 18 日	每個月檢查	累計曆日 29 日 曆日歸零並開始累計
18	2011 年 3 月 20 日	每個月檢查	累計曆日 29 日 曆日歸零並開始累計
19	2011 年 4 月 19 日	每個月檢查	累計曆日 29 日 曆日歸零並開始累計
20	2011 年 4 月 19 日	每 3 個月檢查	累計曆日 2 個月又 29 日 曆日歸零並開始累計
21	2011 年 5 月 21 日	本事故發生	

依據救生吊掛機具翻修紀錄第 54 頁(詳圖 1.6-1)，必需量測相關數據，計算需加入的墊片厚度，以確保聯軸齒輪(Coupling Gear, 385)之間隙為 0.009 吋至 0.011 吋。翻修工單之量測步驟與內容如下：

AREA/PHASE/SHOP	TITLE	REVISION LETTER
MHS	Overhaul- Rescue Hoist System P/N: HS-20200-501-series	A DATE 2008/10/17

ITEM NO.	ASSIGNED TO	REF DATA PARA/STEP	DESCRIPTION	DONE BY	ACCEPTED BY	INSP BY	CUSTOMER INSP

步驟一

Locate shimming tool BLT-10300-G for use with depth micrometer.

Place cover and motor housing assembly (490) with the open end up on flat surface.

Apply a light coat of lubricating oil, MIL-PRF-7808, to preformed packing (510). Install preformed packing (510) onto cover and motor housing assembly (490).

Place ball bearing (885) on end of coupling gear (385, Figure 1008) shaft.

Place shimming tool BLT-10300-G (See Figure 714) onto cover and motor housing assembly (490, Figure 1002).

Measure from cross bar on shimming tool BLT-10300-G (See Figure 714) to outer race of ball bearing (885, Figure 1002). Subtract height of shimming tool BLT-10300-G from measurement to bearing. Result is Dimension A.

Dim.A = 4.128 inch.

步驟二

Place tool BLT-10300-G onto flange and gear assembly (-940).

Measure from cross bar on shimming tool BLT-10300-G (See Figure 714) to bearing seat in diameter of brake assembly (845, Figure 1002). Subtract that measurement from height of shimming tool BLT-10300-G to determine Dimension B.

Dim.B = 4.109 inch.

步驟三

Subtract Dimension B from Dimension A. Result is Dimension C, endplay of coupling gear (385, Figure 1008), which is to be 0.009 to 0.011 in. (0.229 to 0.279 mm.).

Dim.C (End play of coupling gear) = 0.020 inch.

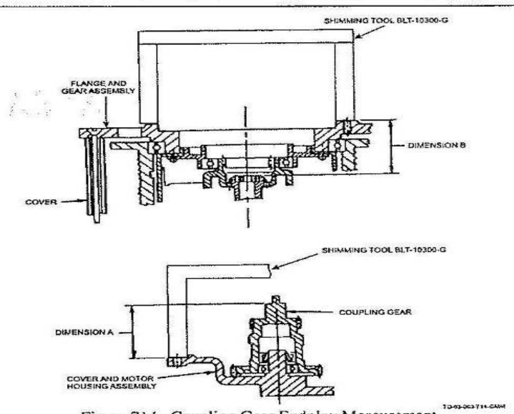


Figure 714. Coupling Gear Endplay Measurement

步驟四

Subtract 0.009 to 0.011 in. (0.229 to 0.279 mm.) from Dimension C to obtain thickness of shims required.

Thickness of shims = 0.010 in.

Use shims (880, Figure 1002) to obtain correct thickness. Place shims onto bearing seat in brake assembly (845).

Place tool BLT-10300-G onto flange and gear assembly (-940). Measurement of Dimension B should precisely reflect thickness of shims (880) added.

Install ball bearing (885) on top of shims (880). If required, lightly tap bearing into place with a brass drift pin.

Position cover and motor housing assembly (490) on flange and gear assembly (-940) and install washers (505), screws (495), washer (505), and screw (500).

圖 1.6-1 事故救生吊掛機具翻修紀錄

摘錄工單量測步驟之文字內容如下：

步驟一：*...Measure from cross bar on shimming tool BLT-10300-G (See Figure 714) to outer race of ball bearing (885, Figure 1002). Subtract height of shimming tool BLT-10300-G from measurement to bearing. Result is Dimension A.* (A 值之測量方式)。

步驟二：*...Measure from cross bar on shimming tool BLT-10300-G (See Figure 714) to bearing seat in diameter of brake assembly (845, Figure 1002). Subtract height of shimming tool BLT-10300-G from measurement to determine Dimension B.* (B 值之測量方式)。

步驟三：*Subtract Dimension B from Dimension A. Result is Dimension C, endplay of coupling gear (385, Figure 1008), which is to be 0.009 to 0.011 in.* (C 值之計算方式)。

步驟四：*Subtract 0.009 to 0.011 in. from Dimension C to obtain thickness of shims required.* (墊片高度值之計算方式)。

翻修工單步驟一之 A 值需將軸承置於軸上，量測時須包含軸承之高度，步驟二之 B 值需將軸承室淨空，詳圖 1.6-2。

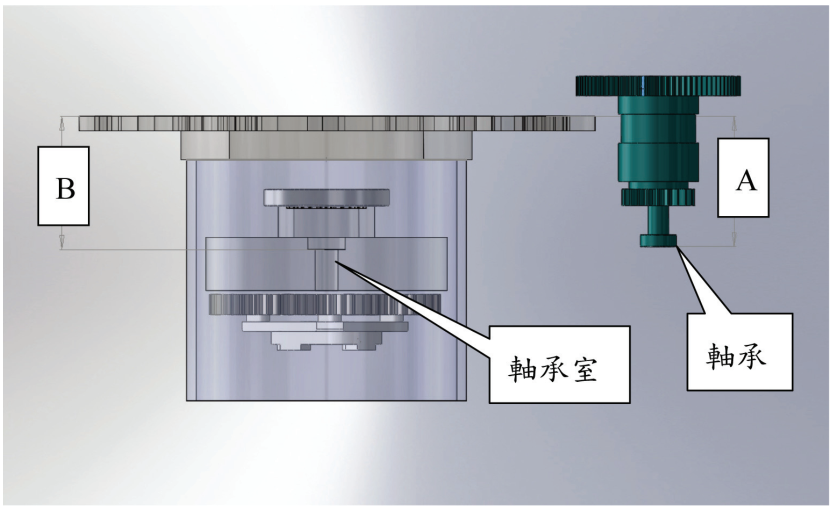


圖 1.6-2　翻修工單量測之 A 值及 B 值（示意圖）

翻修工單步驟三，B 值減去 A 值後得 C 值；步驟四，C 值減去標準間隙值 0.009 吋至 0.011 吋，得墊片厚度值，詳圖 1.6-3。

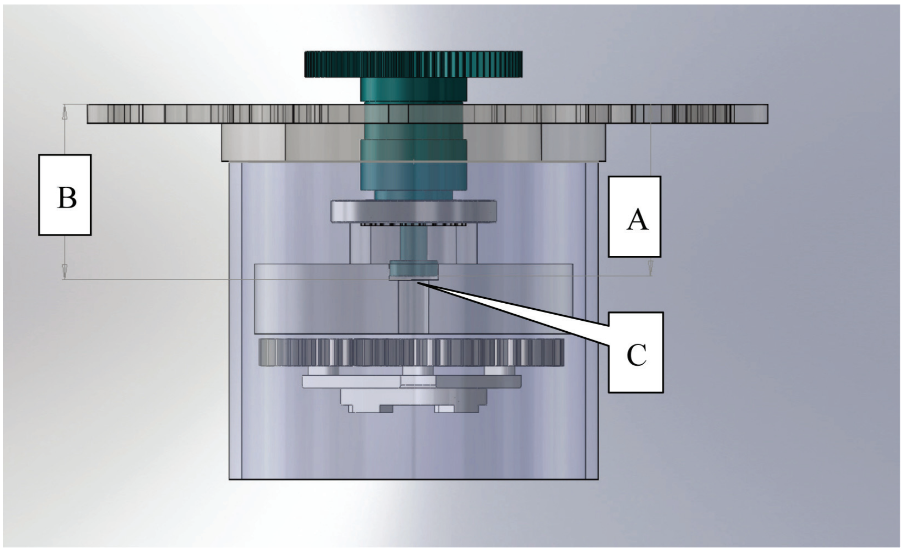


圖 1.6-3　翻修工單 C 值（示意圖）

摘錄工單量測步驟之圖示內容，詳圖 1.6-4，紅圈處爲 A 值及 B 值量測之處。

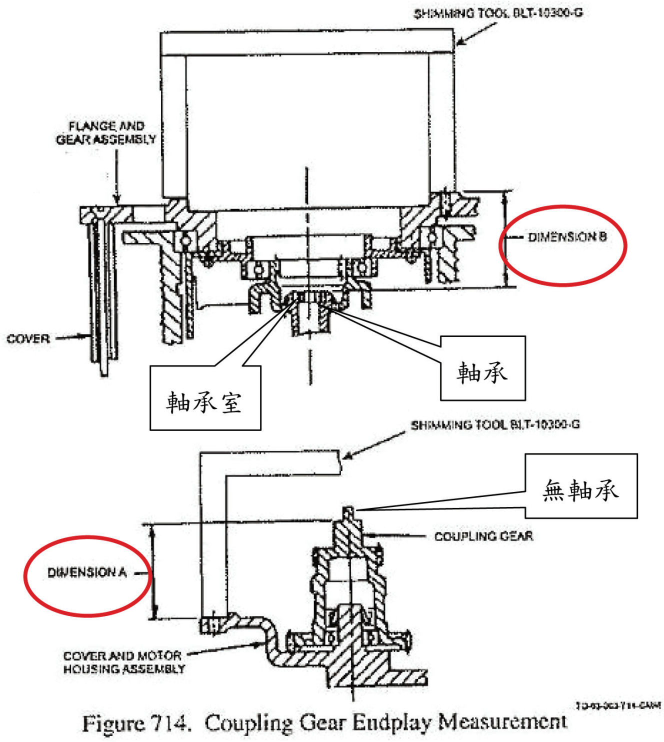


圖 1.6-4　工單量測步驟之圖示內容

工單圖示內容之 A 值不包含軸承高度，B 值則需將軸承先置入軸承室底部後再量取淨空高度，詳圖 1.6-5。

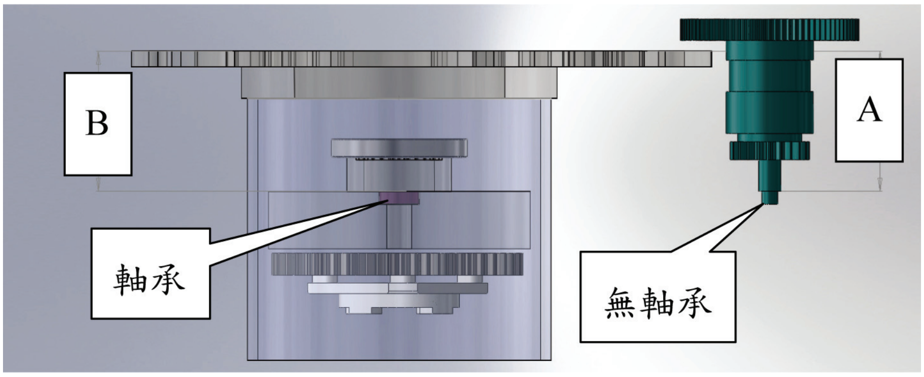


圖 1.6-5　圖示內容之 A 值及 B 值（示意圖）

工單圖示內容之 B 值減去 A 值後得 C 值，C 值減去標準間隙值 0.009 吋至 0.011 吋，得墊片厚度值，詳圖 1.6-6。

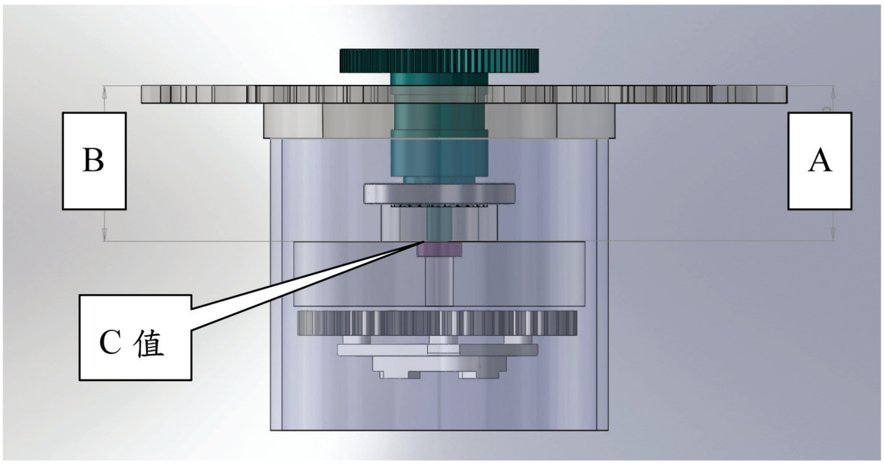


圖 1.6-6　工單圖示內容 C 值（示意圖）

1.6.3 救生吊掛機具翻修手冊

原廠 Breeze-Eastern 救生吊掛機具組件翻修手冊(TD-03-003 Component Maintenance Manual, P/N: HS-20200-501-series, Date: May 16, 2003)提及之量測步驟與內容如圖 1.6-7 及圖 1.6-8。

BREEZE-EASTERN
A DIVISION OF
TransTechnology corporation
engineered products for global partners™

COMPONENT MAINTENANCE MANUAL
HS-20200-501-01 RESCUE HOIST SYSTEM

12) Install Gear Cover as follows:
   a) Move pre-positioned gear cover (345) to end flange (785).
   b) Coat threads of screws (315) with anti-seize compound MIL-PRF-83483. Install screws (315) and flat washers (320) through clamp (310) into gear cover (345).
   c) Push gear cover (345) against end flange (785) as tight as possible. Tighten cap screws (350) to 18 in.-lb. (2.03 N-m.). Tighten previously installed cap screw (315) to 18 in.-lb. (2.03 N-m.).
   d) Coat threads of setscrew (325) with anti-seize compound MIL-PRF-83483. Install setscrew (325) and torque to 5 in.-lb. (0.56 N-m.).
   e) Coat threads of screws (335) with anti-seize compound MIL-PRF-83483. Install clamp (330) into gear cover (345) slot. Install screws (335) and flat washers (340). Torque to 18 in.-lb. (2.03 N-m.).

13) Install Cover and Motor Housing Assembly (490) with attached parts as follows:
   a) Locate shimming tool BLT-10300-G for use with depth micrometer.
   b) Place cover and motor housing assembly (490) with the open end up on flat surface.
   c) Apply a light coat of lubricating oil, MIL-PRF-7808, to preformed packing (510). Install preformed packing (510) onto cover and motor housing assembly (490).
   d) Place ball bearing (885) on end of coupling gear (385, Figure 1008) shaft.
   e) Place shimming tool BLT-10300-G (See Figure 714) onto cover and motor housing assembly (490, Figure 1002).
   f) Measure from cross bar on shimming tool BLT-10300-G (See Figure 714) to outer race of ball bearing (885, Figure 1002). Subtract height of shimming tool BLT-10300-G from measurement to bearing. Result is Dimension A.
   g) Place tool BLT-10300-G onto flange and gear assembly (-940).
   h) Measure from cross bar on shimming tool BLT-10300-G (See Figure 714) to bearing seat in diameter of brake assembly (845, Figure 1002). Subtract that measurement from height of shimming tool BLT-10300-G to determine Dimension B.
   i) Subtract Dimension B from Dimension A. Result is Dimension C, endplay of coupling gear (385, Figure 1008), which is to be 0.009 to 0.011 in. (0.229 to 0.279 mm.).

25-61-00
Page 728
May 16, 2003

圖 1.6-7 原廠救生吊掛機具組件翻修手冊之相關量測步驟

BREEZE-EASTERN

A DIVISION OF

TransTechnology corporation

engineered products for global partners

COMPONENT MAINTENANCE MANUAL

HS-20200-501-01 RESCUE HOIST SYSTEM

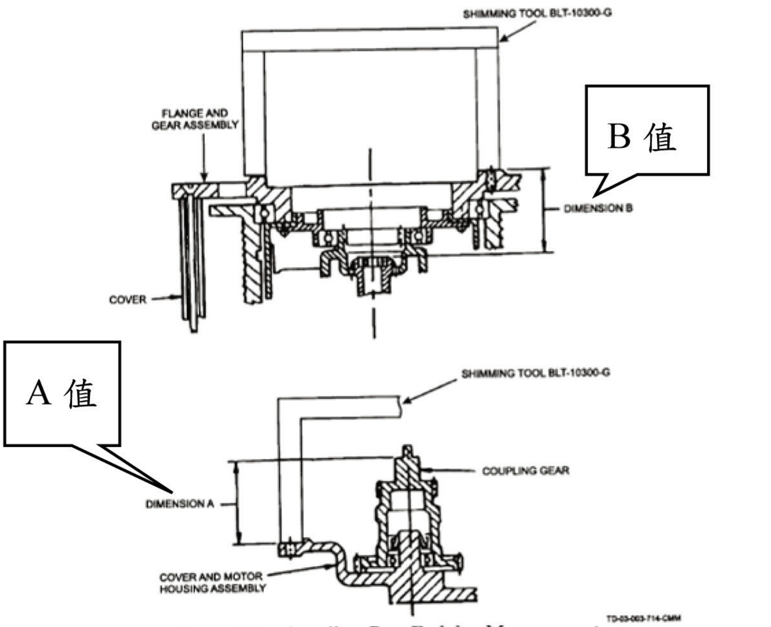


Figure 714. Coupling Gear Endplay Measurement

j) Subtract 0.009 to 0.011 in. (0.229 to 0.279 mm.) from Dimension C to obtain thickness of shims required.

k) Use shims (880, Figure 1002) to obtain correct thickness. Place shims onto bearing seat in brake assembly (845).

l) Place tool BLT-10300-G onto flange and gear assembly (-940). Measurement of Dimension B should precisely reflect thickness of shims (880) added.

m) Install ball bearing (885) on top of shims (880). If required, lightly tap bearing into place with a brass drift pin.

n) Position cover and motor housing assembly (490) on flange and gear assembly (-940) and install washers (505), screws (495), washer (505), and screw (500).

25-61-00

Page 729

May 16, 2003

圖 1.6-8 原廠救生吊掛機具組件翻修手冊之相關量測步驟

原廠救生吊掛機具組件翻修手冊無律定驅動輪、從動輪之目視檢查及尺碼檢驗標準。

1.6.4 救生吊掛機具齒輪機構

依據原廠救生吊掛機具組件翻修手冊，救生吊掛機具零件組裝圖詳圖 1.6-9 及 1.6-10，行星齒輪系機構組合圖詳圖 1.6-11。整個行星齒輪系機構以鼓裝置(910[2])爲主體，其他組件包含離合器裝置(890)、滾珠軸承(850) 、行星齒輪裝置(840)、太陽齒輪(870)、煞俥裝置(845)、聯軸齒輪(385)等。馬達驅動聯軸齒輪(385)及上述零組件，使繫縛於鼓裝置(910)上之鋼索能在承受負載情形下上揚或下降。

該翻修手冊 Section 801 Fits and Clearances 顯示該吊掛機具於組裝過程中需執行尺碼檢查之部位及其軸向間隙之裕度，詳圖 1.6-12。圖 1.6-12 顯示鼓裝置與馬達端蓋板間之間隙爲 0.009 至 0.011 吋

表 1.6-5 救生吊掛機具零件表

圖號	件號	名稱	名稱
910	BL-14705-1	Drum Assembly	鼓裝置
890	BL-15272-1	Clutch Assembly	離合器裝置
850	AJ-9800-23-43	Bearing, Ball	滾珠軸承
855	Y-1126-9-030	Packing, Preformed	密封墊
840	BL-14802-1	Spider Assembly	行星齒輪裝置
865	BL-6359	Spacer, Bearing	軸承墊圈
870	BL-4601-1	Sun Gear	太陽齒輪
860	AJ-9800-10-4	Bearing, Ball	滾珠軸承
845	BL-6228-4	Brake Assembly	煞俥裝置
-40	BL-4597	Spider Assembly	行星齒輪裝置
-120	BL-4598	Spider, Planetary	行星齒輪軸架
		…	(其它零組件)
880	BL-2095-R128	Shim, 0.003 in	墊片
880A	BL-2095-R129	Shim, 0.005 in	墊片

2 圖號係參照原廠救生吊掛機具組件翻修手冊 TD-03-003 Component Maintenance Manual, 25-61-00, Page 1007；而聯軸齒輪圖號則參照 Page 1027。

880B	BL-2095-R130	Shim, 0.010 in	墊片
875	AJ-9800-23-8	Bearing, Ball	滾珠軸承
885	AJ-9800-29-4	Bearing, Ball	滾珠軸承
940	BL-11414-2	Flange and Gear Assembly	凸緣齒輪裝置
…			(其它零組件)
385	BL7993	Gear, Coupling	聯軸齒輪

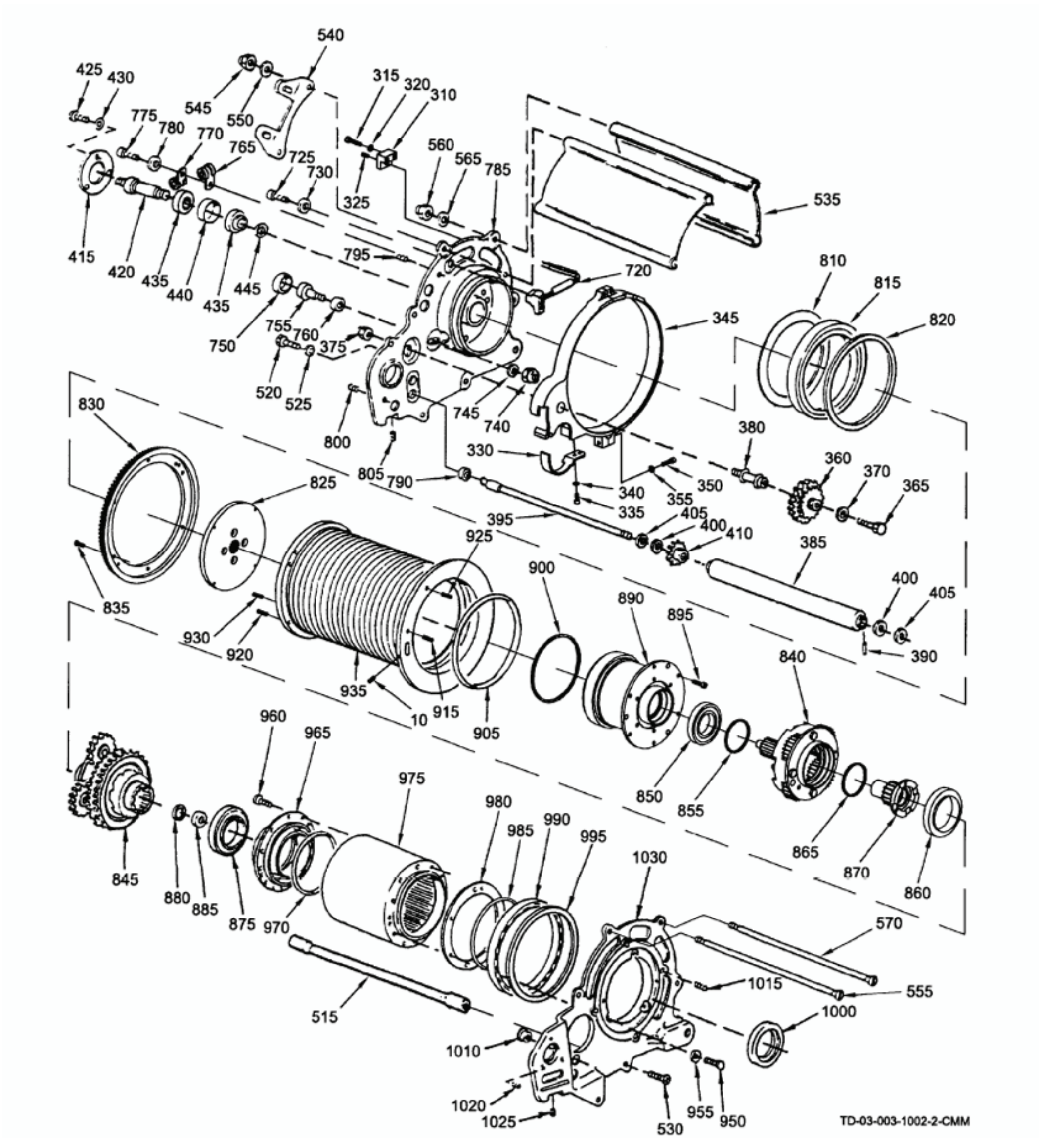


圖 1.6-9 原廠救生吊掛機具零件組裝圖

圖 1.6-10 救生吊掛機具零件組裝

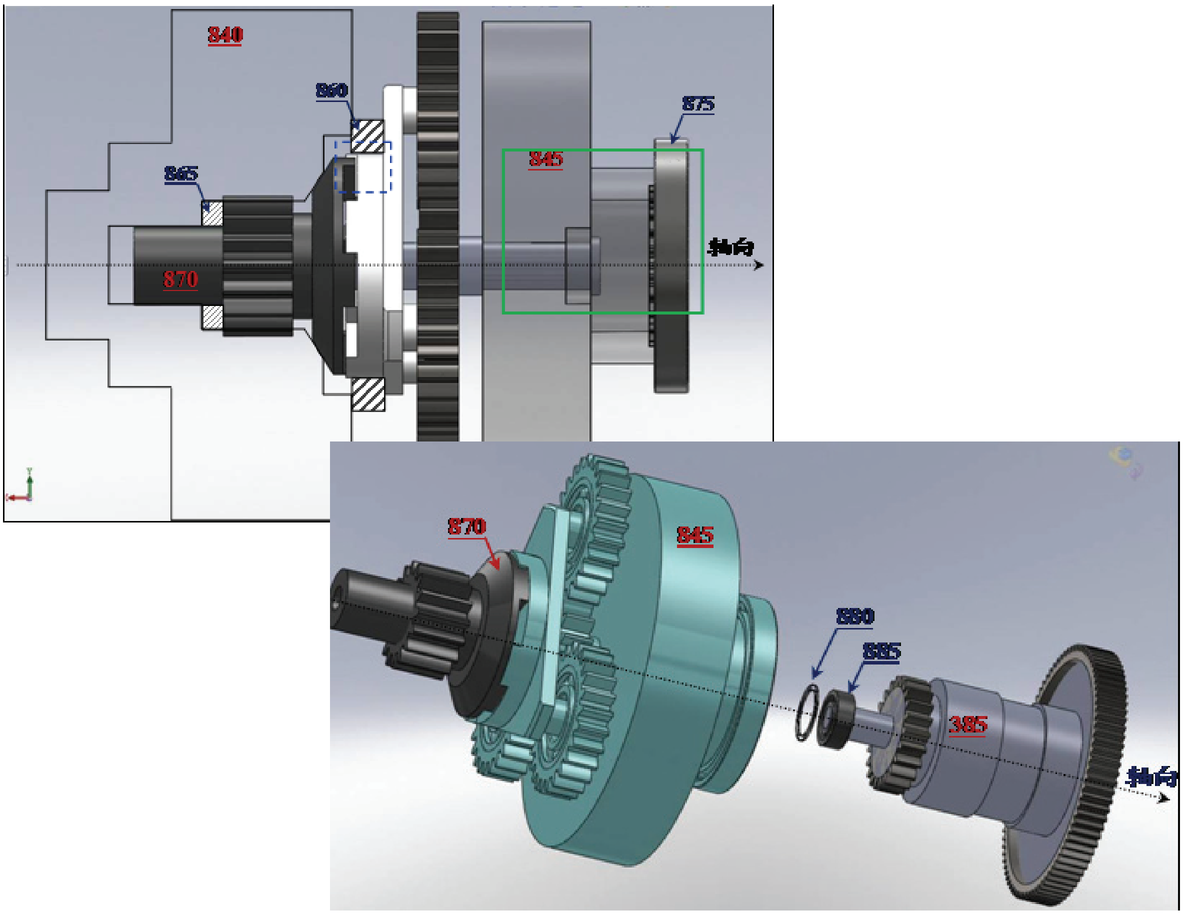


圖 1.6-11 太陽齒輪、行星齒輪與煞俥裝置之機構組合圖

FITS AND CLEARANCES

1. Table 801 identifies the allowable tolerance limits for the Hoist. These limits are to be applied when any doubt exists concerning the serviceability of the Hoist as a result of visual inspection for wear, from improper fit during assembly, or installation of the hoist (see Figure 801). When this condition exists the affected part(s) shall be dimensionally inspected. Replace parts that do not meet the limits, and for which rework is not applicable.

2. The tolerance limits given in Table 801 are the applicable minimum or maximum permitted to ensure proper functioning of the hoist. If parts fail to meet these requirements one or more of the parts must be replaced, unless rework of the part is applicable. The dimensional limits should be used as a guide for assembling and installing reworked parts.

Location	Description of Dimensional Check	Dimension
Fig. 801	Large Hoist Mounting Holes	0.375 in. to 0.377 in. (9.53 mm. to 9.58 mm.)
Fig. 801	Small Hoist Mounting Holes	0.250 in. to 0.252 in. (6.35 mm. to 6.40 mm.)
Fig. 801	Hoist Mounting Holes Vertically	6.083 in. to 7.003 in. (154.51 mm. to 177.88 mm.)
Fig. 801	Hoist Mounting Holes Horizontally	1.646 in. to 1.666 in. (41.81 mm. to 42.32 mm.)
Fig. 801	Hoist Mounting Holes Flange Gap	0.482 in. to 0.488 in. (12.24 mm. to 12.40 mm.)
Section 701	Brake Assy. (845, Figure 1002) Clutch Pack Dimension	0.0342 in. to 0.362 in. (8.69 mm. to 9.19 mm.)
Section 701	Inner Roller Shaft. (395, Figure 1002) Endplay	0.002 in. to 0.005 in. (0.05 mm. to 0.13 mm.)
Section 701	Overrunning Clutch / Tension Roller Clutch Clearance	0.030 in. (0.76 mm.) min.
Section 701	Silent Chain Tensioning	0.094 in. to 0.125 in. (2.39 mm. to 3.17 mm.)
Section 701	Sprocket and Pinion Alignment	0.005 in. (0.13 mm.) max.
Section 701	Drum and Screw Shaft Alignment	0.022 in. (0.56 mm.) max.
Section 701	Drum End Play at End Flange	0.001 in. to 0.003 in. (0.03 mm. to 0.05 mm.)
Section 701	Drum End Play at Motor End Flange	0.009 in. to 0.011 in. (0.23 mm. to 0.28 mm.)
Section 701	S3 Limit Switch Adjustment Pin Gap	0.025 in. to 0.050 in. (0.635 mm. to 1.27 mm.)
Section 701	Actuator Adjustment	0.40 in. to 0.080 in. (1.02 mm. to 2.03 mm.)

Table 801. Tolerance Limits

圖 1.6-12　尺碼檢查部位及間隙裕度表

1.6.5　載重與平衡

依該機載重計算表（如附錄一）資料，有地面效應之最大起飛總重（含機組員、燃油及隨機裝備）爲 9,500 磅，無地面效應之最大起飛總重爲 9,158 磅。有地面效

應之目的地最大起飛總重爲9,500磅，無地面效應下之目的地最大起飛總重爲8,860磅。該表內容中記有起飛地/目的地之壓力高度與溫度，飛機基本重量、正/副駕駛及機工長重量特搜隊人員重量、隨機裝備重量及起飛燃油量等資料。該機重心於限制範圍（Center of Gravity index range）內。

1.7 天氣資訊

1.7.1 事故當日天氣

台灣地區受高壓迴流影響，爲晴到多雲的天氣，該機起飛前獲得台南機場0830時之機場例行天氣報告爲：

靜風；能見度大於10公里；稀雲1,200呎、疏雲4,000呎、裂雲8,000呎；溫度27℃，露點22℃；高度表撥定值1008百帕；趨勢預報-無顯著變化。

位於事故地點南方約9公里之屏北機場1030時機場例行天氣報告如下：

風向190度，風速6浬/時；能見度大於10公里；稀雲1,200呎、裂雲5,000呎、裂雲10,000呎；溫度30℃，露點22℃；高度表撥定值1008百帕；趨勢預報-無顯著變化。

依事故當日飛航組員及特搜隊人員說明，事故地區天氣爲靜風，能見度良好。

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

未安裝。

1.12 航空器殘骸與撞擊資料

無相關議題。

1.13 醫學與病理

無相關議題。

1.14 火災

無相關議題。

1.15 生還因素

1.15.1 起飛前鋼索檢查

依據訪談紀錄，該日作業屬「常年訓練」之「救生吊掛」課目，參與訓練任務的人員 6 名包括：正駕駛、副駕駛、機工長、特搜隊小隊長、特搜隊隊員甲員（以下簡稱甲員）及特搜隊隊員乙員（以下簡稱乙員）。

該 6 名人員約於 0840 時進行任務提示，任務提示後，駕駛員至機邊陸續完成 360 度檢查、執行開俥動作。約 0905 時由亞航維修人員、特搜小隊長和機工長執行救生吊掛機具鋼索檢查包括：檢查吊掛機具（如圖 1.15-1）外殼是否裂傷、插銷是否正常；並將鋼索釋放至 100 呎（控制桿上有計數器，如圖 1.15-2），機工長與特搜隊小隊長檢查鋼索是否有鳥籠現象[3]、斷股或其他異常狀況；隨後由正駕駛執行吊掛機具超越(override)檢查，亦即當機工長操控吊掛機具時，一旦正駕駛同時加入操控，吊掛機具將依正駕駛的指令作動。當日起飛前吊掛機具馬達、控制及鋼索檢查均正常合格，機工長收回鋼索，隨後檢查後艙組員身上的鉤環與艙板勾接安全後，機工長回報駕駛員「後艙準備完成」。

[3] bird cage 指鋼絲股束鬆動形成鳥籠狀

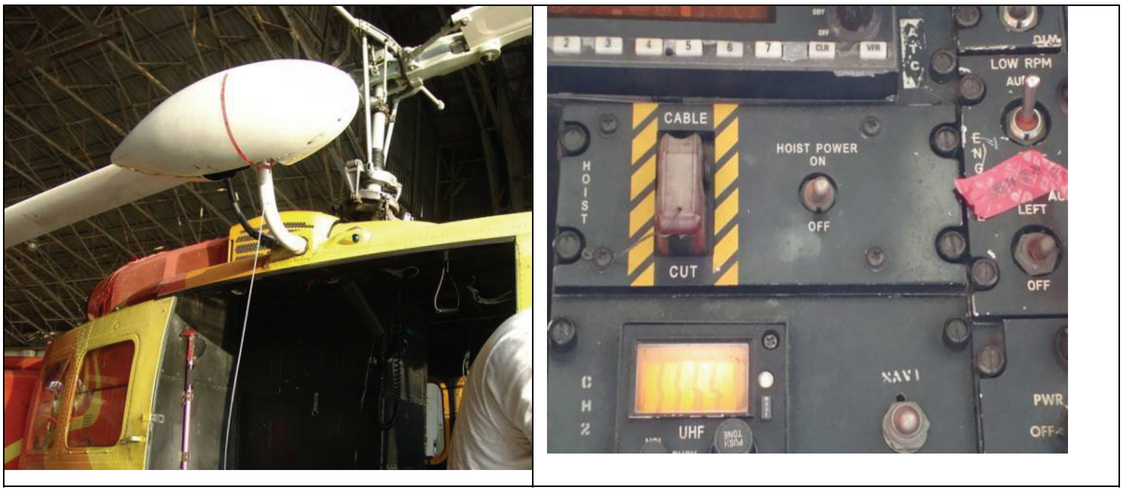


圖 1.15-1 駕駛艙內吊掛機具及控制面板

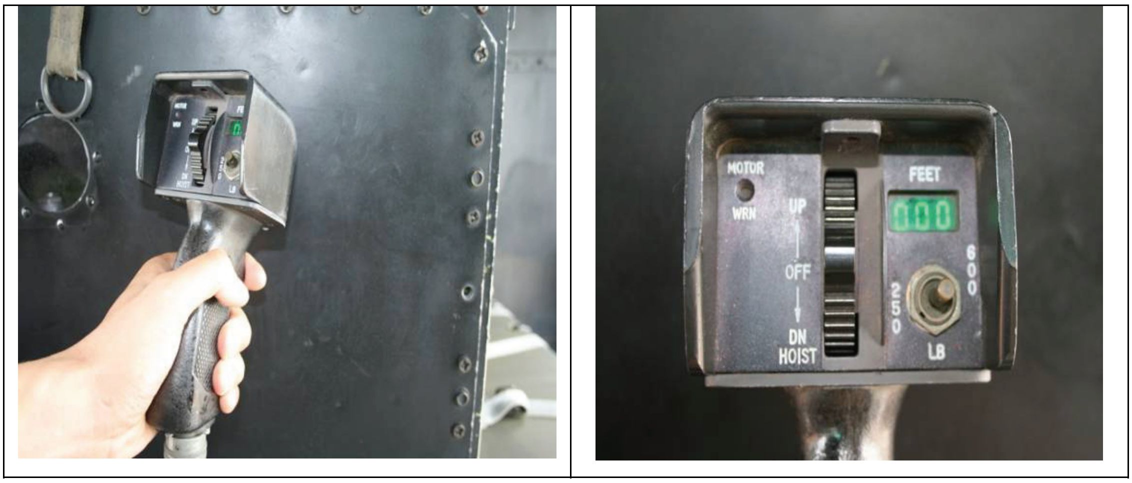


圖 1.15-2 機工長鋼索控制桿及其面板

1.15.2 事故前滯空及吊掛訓練

依據訪談紀錄，約 0913 時該機由台南機場起飛，約 0935 時至朧祥公園訓練場，執行高空偵察、低空偵察、確認風向、場面障礙物及其他影響安全考量等事項之偵察飛航，因該機仍有 1,200 磅燃油，遂由 2 位飛航組員先執行 75 呎精確滯空訓練，因此請 3 位特搜隊人員先下機待命，並協助訓練場四周障礙物清除及人員淨空等地面作業。

該機由正副駕駛各做 1 次 75 呎精確滯空訓練後，約 0945 時油量已降至 1,000

磅，特搜人員開始配合訓練，先由正駕駛示範實施吊掛操作單人回收 3 航次，由機工長於右後艙操作吊掛機具，每航次回收 1 人上機，依序爲甲員、乙員及特搜隊小隊長 3 人。

隨後由副駕駛接手操作，機工長將甲員及乙員依序定點吊掛下放，爲配重需要，特搜隊小隊長留在機上左後艙。

1.15.3 吊掛作業與特搜隊員墜落經過

依據訪談紀錄，約 1022 時，由副駕駛操控飛機，機工長於右後艙操作吊掛機具執行回收甲員上機，特搜隊小隊長在左後艙目視觀察，乙員於該機到 5 邊時和甲員交互檢查後離開吊掛點。

該機到了吊掛點正上方後，下放吊掛機具的鋼索頭至甲員伸手可及處，甲員將胸前作業繩及腰部確保繩鉤環（特搜隊員隨身裝備，如圖 1.5-3 所示）勾結至鋼索頭上，並檢查勾接確實後，拍頭 2 次，以手在頭上繞圈，向機工長表示確認完成，該機慢慢上升，此時甲員感覺到鋼索已經緊繃。

圖 1.15-3 特搜隊員隨身裝備圖

事故時靜風，該機滯空狀態穩定，無下沉現象。機工長向駕駛員報人員離地、馬力檢查，約到了人員離地高度 10 呎後，甲員再次檢查，確定鉤環受力牢靠後，向機工長作出繼續回收手勢，機工長向駕駛員報人員穩定、飛機開始緩慢前進，機工長即使用左手操作控制器回收鋼索，右手輕握鋼索，當時控制器上磅數設定係 600 磅，直到距地面約 30 呎時，機工長突然感覺到鋼索滑一下（約 50 公分），抬頭看了吊掛機具及銅環，感覺沒問題，再順繩往下看，看到甲員也抬頭向上看，機工長還來不及開口，整個鋼索就直接滑下去了，機工長稱當時左手控制吊掛機具控制器持續保持上揚的操作，右手試著彎曲鋼索也無法減緩掉落之勢，不到 1 秒時甲員就著地，「Motor Warning」當時並沒有亮燈及聲響警示。甲員稱墜落的速度就像自由落體般的快速。

1.15.4 事故後應變處置

依據訪談紀錄，甲員墜地後，機工長及特搜隊小隊長同時要駕駛員停止向前，但因爲飛機仍在前進可能會將甲員拖行加重傷勢，因此機工長將控制器轉向施放鋼索的動作，此時鋼索仍可正常施放。

機工長說明爲避免再次損害到其他組件及保全調查證據，施放鋼索後，未再嘗試收回鋼索，故不確定收回鋼索的功能是暫時性或永久性失效。

甲員墜地後，身上的作業繩及確保繩鉤環仍然與鋼索頭牢靠勾接，由當時地面上的乙員將其鉤環與鋼索頭脫勾，防止直升機拖行傷患，隨後評估生命徵象及神經學檢查，初判意識清醒及無明顯外傷，特搜隊甲員自述右腰、左腳踝、右肩、右手肘疼痛。

事故後該機降落於甲員墜落點附近，由特搜隊小隊長及乙員研判傷勢穩定，以簡易衣物及繩索固定受傷部位，抬上直升機使其平躺，並以鉤環固定於艙板上；特搜隊小隊長及乙員選擇送達時間較短之臺南市立醫院，並呼叫台南機場特搜分隊準備救護車，途中於機上再次評估生命徵象及傷勢，該機約 1040 時返回台南機場，在機艙以長背板固定甲員後，搬移至擔架，約於 1055 時救護車將甲員送達醫院。

依訪談特搜隊小隊長紀錄，台南市立醫院係因原直升機可立即後送、航路地形熟悉、且特搜隊救護車已在機場待命，台南市立醫院距機場近，醫療資源足夠，判斷後送時效高，並考量家屬及分隊後續照料容易；決定前尚有考慮就近的署立旗山醫院，惟需透過台南分隊，聯絡旗山醫院，並派員在旗山國中操場予以淨空後落地，當時時值上課時間恐有困難，或等待里港分隊救護車地面運送，該員認爲時效上不見得比較快或比較適當；另高雄榮總有直昇機高架停機坪，但 UH-1H 機依規定不能起降高架停機坪；其他所有醫院，包含屏東寶建醫院、屏東基督教醫院、高雄總醫院及其屏東分院等，使用地面救護車運送，均會花費較久時間，因此決定立即後送台南市立醫院。

1.15.5 相關程序及規範

內政部空中勤務總隊「航務管理手冊」第三章第 9 條飛行任務組員職責：

機工長

一、爲機長飛行中之機況諮詢。

二、起飛前完成每日檢查或督導商維人員完成。

三、負責吊掛作業、引導乘員進出及上下飛機，負責後艙安全管理及重心配置之執行。

四、啓動前，確定飛機附近無障礙。

五、滑行、滯空、飛行中及落地，給予正駕駛清除空域之報告，及任何情況之飛機安全提示。

六、救生吊掛操作期間，負責救生吊掛操作、滯空地區附近之障礙物清除，並引導飛行人員調整飛機位置。

七、完成任務後依各機型保養（修護）規定完成飛機加油及保養工作，以利後續任務遂行。

救生吊掛作業相關程序如附錄二所示。

1.16 測試與研究

1.16.1 吊掛機具系統測試

民國 100 年 5 月 21 日事發當日，空勤總隊、亞航及飛安會調查小組成員即於亞航公司直升機棚廠會合，進行事故直升機吊掛功能測試，爲保存證物原始狀態，及不使其遭受二度破壞的考量下，未執行載重測試（load test），在未供電情況下僅以人力施以負載（約 60 公斤），觀察鋼索無滑動情形，之後爲測試吊掛機具本體以外之控制系統是否正常，將事故吊掛機具自直升機上取下後換上另具正常吊掛機具，操作控制器上之上揚及下降開關，測試鋼索施放及吊起行程，功能皆正常。圖 1.16-1 爲現場測試情形。亞航持有該型吊掛之原廠授權執照，詳圖 1.16-2。

圖 1.16-1　　吊掛機具系統測試

This is to Certify That

Air Asia Company Limited is a Breeze-Eastern Authorized Service Facility for the repair and overhaul of Breeze-Eastern Rescue Hoists, Cargo Winches and Cargo Hooks.**

Date

圖 1.16-2　亞航持有該型吊掛之原廠授權執照

1.16.2　吊掛機具本體拆檢

事發初期飛安會透過亞航聯繫吊掛機具原廠，原廠雖以電函回覆了一些問題，但未告知來台協助之意願，迫於探究事故眞相之故，調查小組在無原廠代表協助情形下，開始執行 388 吊掛機具之拆檢。於民國 100 年 5 月 22 日及民國 100 年 5 月 26 日，調查小組使用亞航場地、工具及人員進行該吊掛機具之拆檢。亞航之翻修場地寬敞，照明光度良好，空調設備正常，翻修專用之機具裝置皆符合原廠規格且可正常操作。空勤總隊、特搜隊、亞航及飛安會組成之調查小組成員於亞航附件工廠，依據該吊掛機具翻修手冊 TD 03-003 進行事故救生吊掛機具拆解檢查，發現該救生吊掛機具裝置內部耦合機構之行星齒輪損壞，其 4 個輪齒皆有有摩擦撞擊痕跡及材料破壞現象（詳圖 1.16-3）。空勤總隊當即下令停止吊掛任務，所有吊掛機具皆需進廠檢視。

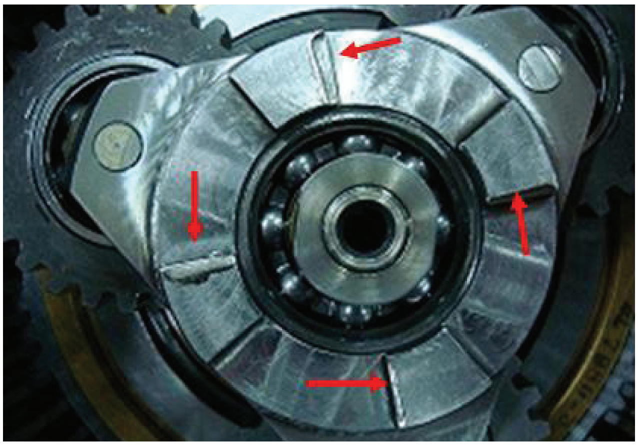


圖 1.16-3　損壞之行星齒輪

亞航經過數次電函聯繫，6 月初得知原廠代表將來台協助，於民國 100 年 6 月 6 日至 8 日，空勤總隊、亞航、原廠代表及飛安會組成之調查小組於亞航公司附件工廠，依據該吊掛翻修手冊 TD 03-003 進行該具事故吊掛機具尺碼檢查及同組人員執行翻修之另 2 具進廠吊掛機具之拆檢及尺碼檢查。

因吊掛人員墜落之事實及 388 吊掛機具行星齒輪損壞之發現，故需執行軸向間隙之檢視，但 388 吊掛機具所有組件於民國 100 年 5 月 22 日拆解檢查時皆經分解，雖依據翻修紀錄登錄之數值重建機構系統，但已非事發時之原狀，除不需組裝之零件如墊片厚度等，仍可測得正確原值外，量測之間隙數值已非原值，但仍可供參考。

調查小組檢查該組翻修人員所完成之所有吊掛機具，發現除序號 388 外尚有 387 及 419 共 3 具，翻修相關資料，詳表 1.16-1。摘錄翻修紀錄之登錄值與實測值，詳表 1.16-2。

表 1.16-1 同型救生吊掛機具相關資料

序號	末次翻修 進廠日期	末次翻修 進廠計數	末次翻修 出廠日期	末次翻修 出廠計數
388	民國 97 年 9 月 14 日	150,415	民國 98 年 3 月 17 日	152,908
387	民國 97 年 9 月 3 日	未登錄	民國 98 年 7 月 14 日	166,125
419	民國 98 年 10 月 28 日	未登錄	民國 100 年 3 月 20 日	162,495

表 1.16-2　軸向間隙量測表 (單位：吋)

序號		A 值	B 值	C 值	墊片厚度	軸向間隙
388	翻修紀錄	**4.129**	**4.109**	0.020	0.010	0.010
	實測值	1.882	1.923	0.041	0.020	0.021
387	翻修紀錄	**1.933**	**1.878**	0.010	0.045	0.010
	實測值	1.878	1.960	0.082	0.046	0.036
419	翻修紀錄	2.0765	2.1265	0.050	0.040	0.010
	實測值	2.079	2.129	0.050	0.0395	0.0105

依據表 1.16-2，發現序號 388 之事故救生吊掛機具，其翻修紀錄之 A 值與 B 值因未扣除測量治具的高度，故登錄值較實測值大，施工人員未能提供當時使用之測量治具，故無法追查量測誤差之處，此外翻修紀錄之 A、B 值欄位誤植對調；序號 387 救生吊掛機具翻修紀錄之 A、B 值欄位亦誤植對調；序號 419 救生吊掛機具翻修紀錄無異常登錄。

專案小組於實測時發現，翻修紀錄之文字說明與圖示內容並不對照，翻修人員係依據翻修工單中圖示的步驟，於 B 值的量測過程中，需先將軸承置入軸承室底部後量取 B 值，測量時發現數值不足，懷疑軸承尚未定位，使用工具敲擊推動軸承後重新量測，發現數值雖有增加但仍未達正確深度，如此重複多次後方將軸承定位，正確 B 值終能測得。該項作業在翻修手冊 TD03-003 內無制式之軸承定位特種工具，施工人員以手工具螺絲起子定位。

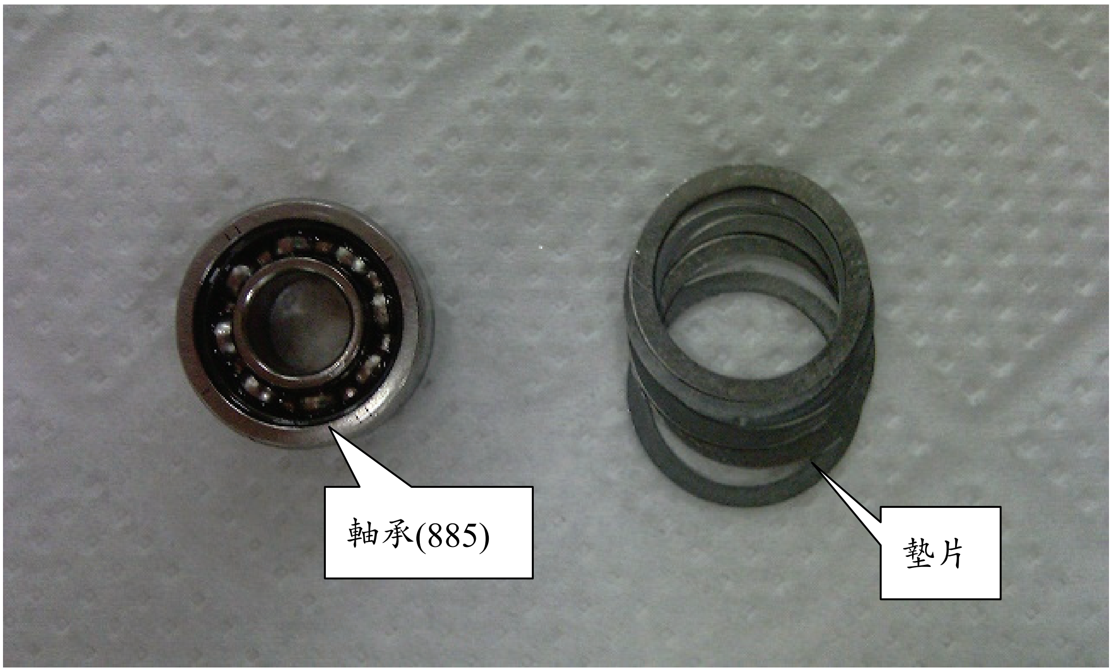


圖 1.16-4　　軸承及墊片

1.16.3 行星齒輪觀察

目視檢查

圖 1.16-5 爲太陽齒輪(Sun Gear, 件號：BL-4601-1)之照片，太陽齒輪基座具 4 個從動齒組成之從動輪，圖 1.16-6 爲行星齒輪裝置(Spider Assembly, 件號：BL-4597)之照片，具 3 個行星齒輪，固定於行星齒輪軸架(Spider, Planetary, 件號：BL-4598)上，行星齒輪軸架具 4 個驅動齒組成之驅動輪，與太陽從動輪接觸。檢視行星齒輪軸架外觀後，發現 4 個驅動齒壁面(與從動齒接觸)呈現受力凹陷的情形，4 個驅動齒上方亦有破壞痕跡，如圖 1.16-7 紅圈所示。

圖 1.16-8 爲行星齒輪系機構組合圖，行星齒輪裝置與太陽齒輪之耦合方式係以 4 個驅動齒及對應之從動齒嚙合(如圖 1.16-8 箭頭所指)，具有徑向及軸向變化的裕度；若太陽齒輪與行星齒輪間之軸向間隙裕度過大，將造成驅動齒及從動齒脫離，救生吊掛機具將無法承受負載。

圖 1.16-5　　太陽齒輪之外觀

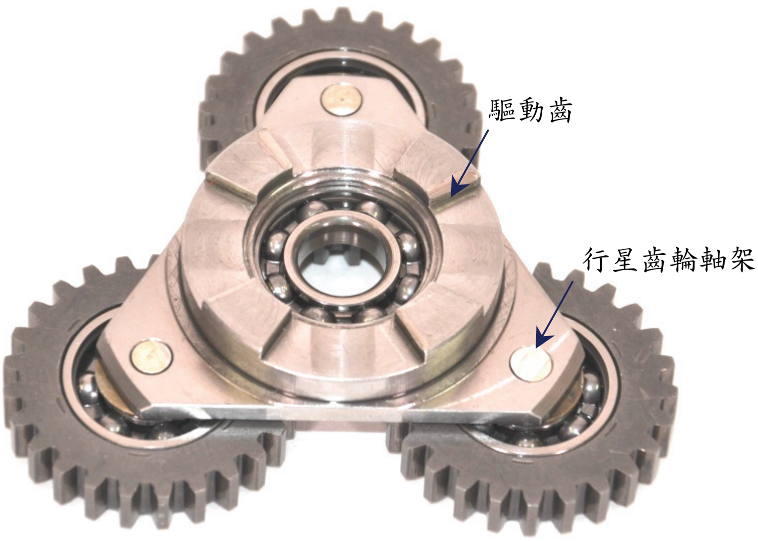


圖 1.16-6　　行星齒輪裝置之外觀

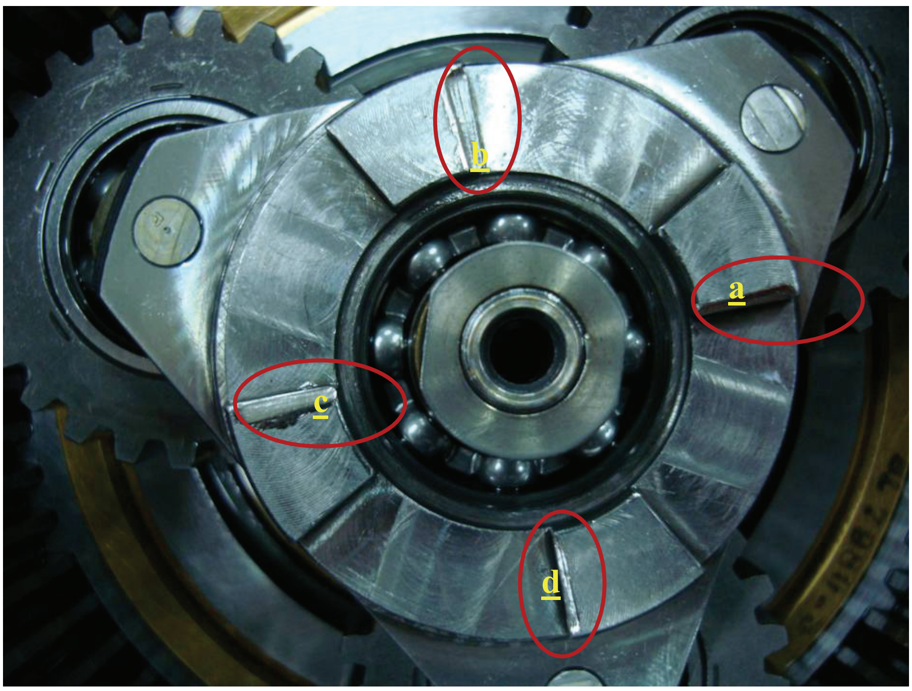


圖 1.16-7　行星齒輪軸架之驅動齒

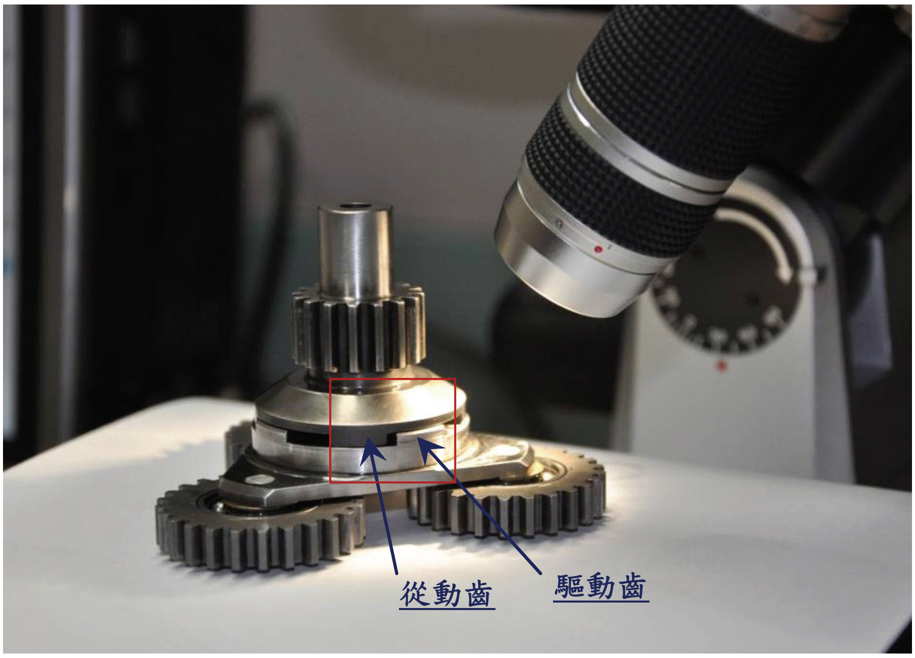


圖 1.16-8　太陽齒輪與行星齒輪裝置之組合圖

顯微檢視

以顯微鏡檢視行星齒輪軸架之驅動輪，圖 1.16-9 為圖 1.16-7 行星齒輪驅動齒受損部位放大 30 倍之顯微照片，驅動齒表面有規則之加工紋路，係以銑削方式加工而成；檢視 4 個驅動齒表面，與從動齒接觸的地方均呈現破壞痕跡，尤其圖 1.16-9(b)及圖 1.16-9(c)破壞程度較大，量測圖 1.16-9(c)之破壞區域，寬度約 0.047 吋至 0.063 吋(約 1.2 公釐至 1.6 公釐)。

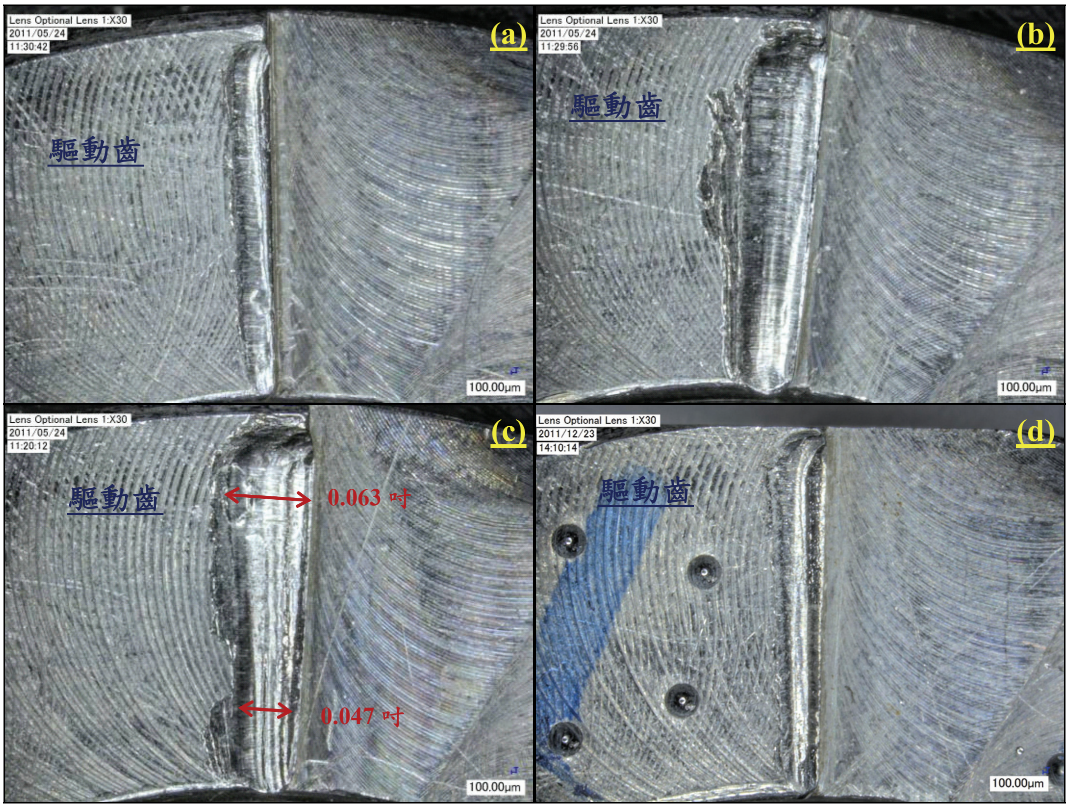


圖 1.16-9　　行星齒輪軸架驅動輪之顯微照片

圖 1.16-10(a)爲驅動齒與對應之從動齒耦合的照片，驅動齒之壁面係以接觸的方式與從動齒結合，爲方便說明，此處將驅動齒與從動齒接觸面間一小空隙；以顯微鏡檢視驅動齒之壁面，4 個壁面(與從動齒接觸)均呈現受力凹陷的特徵，圖 1.16-10(b)爲圖 1.16-9(b)驅動齒壁面之三維顯微照片(放大 100 倍)，驅動齒壁面存在數條平行之加工條紋，壁面有受力凹陷變形痕跡。此外，驅動輪與從動輪的直徑分別是 1.811 吋及 1.749 吋，驅動齒壁面半徑方向約有 0.031 吋與從動齒未接觸，實際量測驅動齒壁面徑向未凹陷處，寬度約爲 0.031 吋。

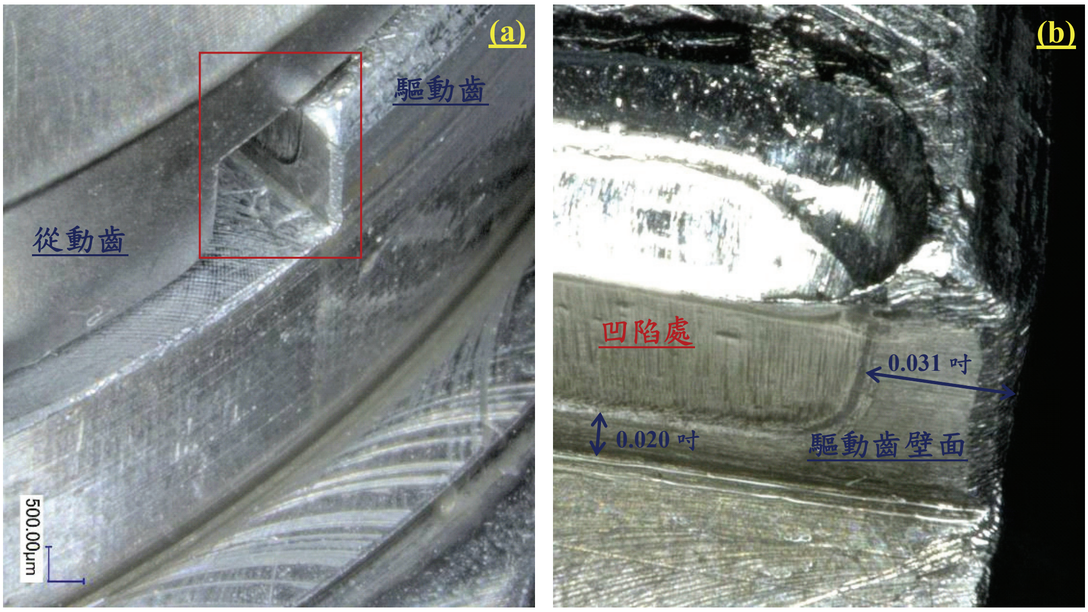


圖 1.16-10　驅動齒壁面之顯微照片

以顯微鏡檢視太陽齒輪之從動輪，並無明顯損傷痕跡，圖 1.16-11 爲太陽齒輪從動齒放大 30 倍之顯微照片，檢視外觀後並無明顯損傷痕跡。

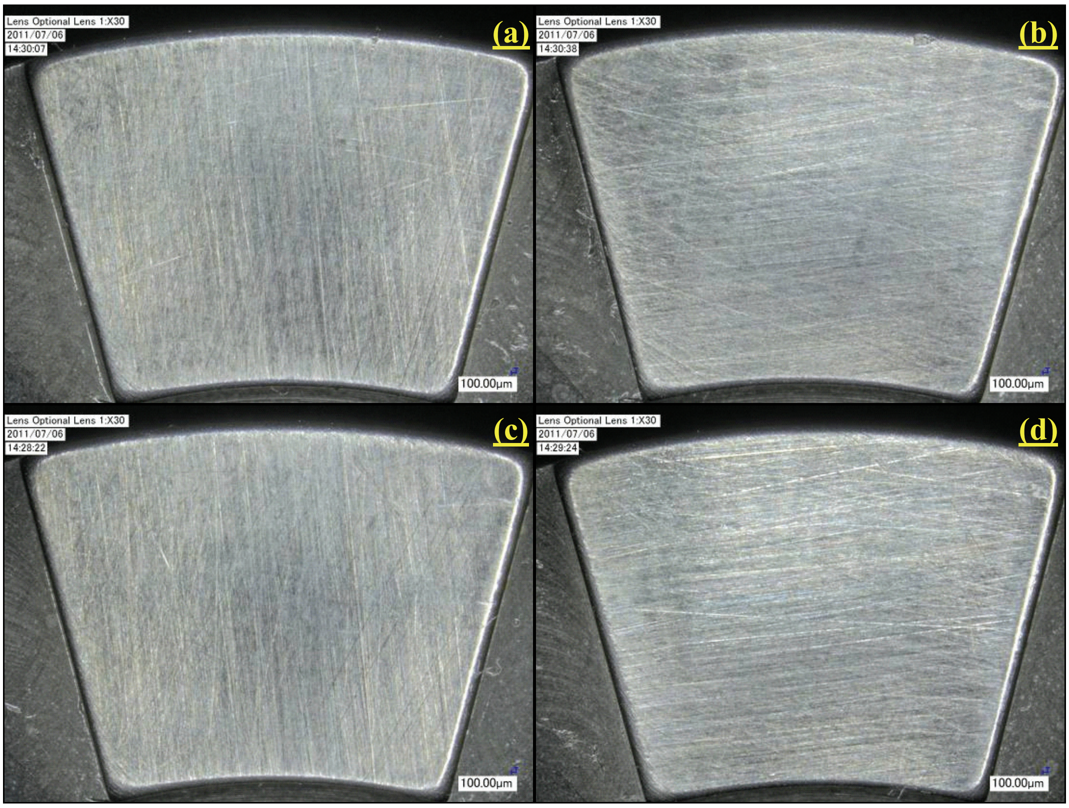


圖 1.16-11　　太陽從動齒之顯微照片

行星齒輪軸架尺寸量測

圖 1.16-12 為 Breeze-Eastern 提供之行星齒輪軸架設計圖，本會調查小組使用 ATOS 3D 光學掃描儀器檢測行星齒輪軸架之尺寸(圖 1.16-13)，並與原標註尺寸比較，量測數據如表 1.16-2，結果顯示該行星齒輪軸架符合原設計需求。

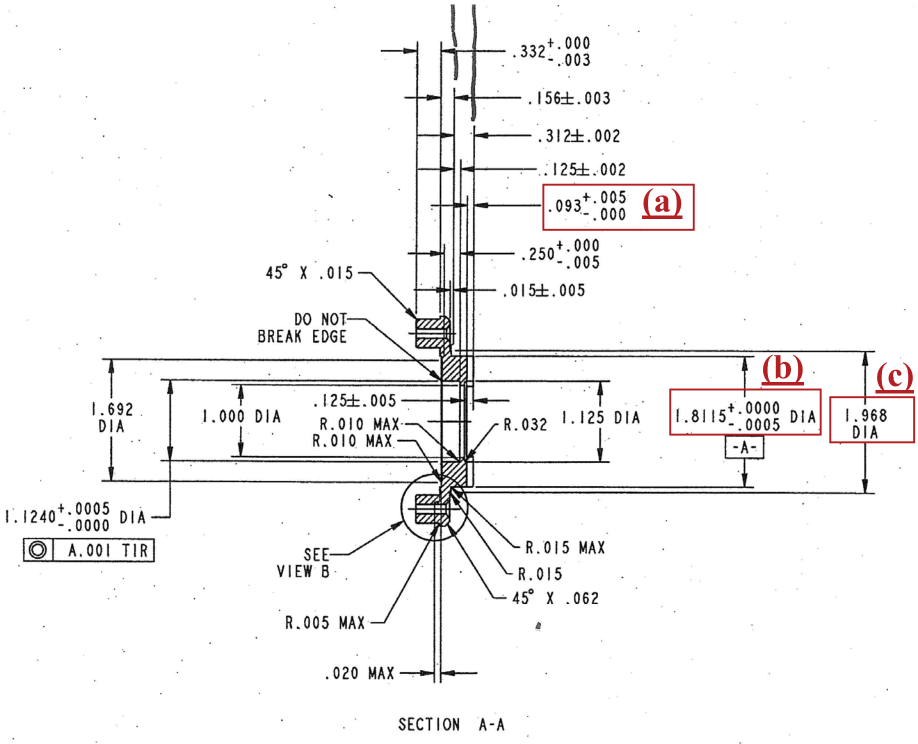


圖 1.16-12　　原廠提供之行星齒輪軸架設計圖

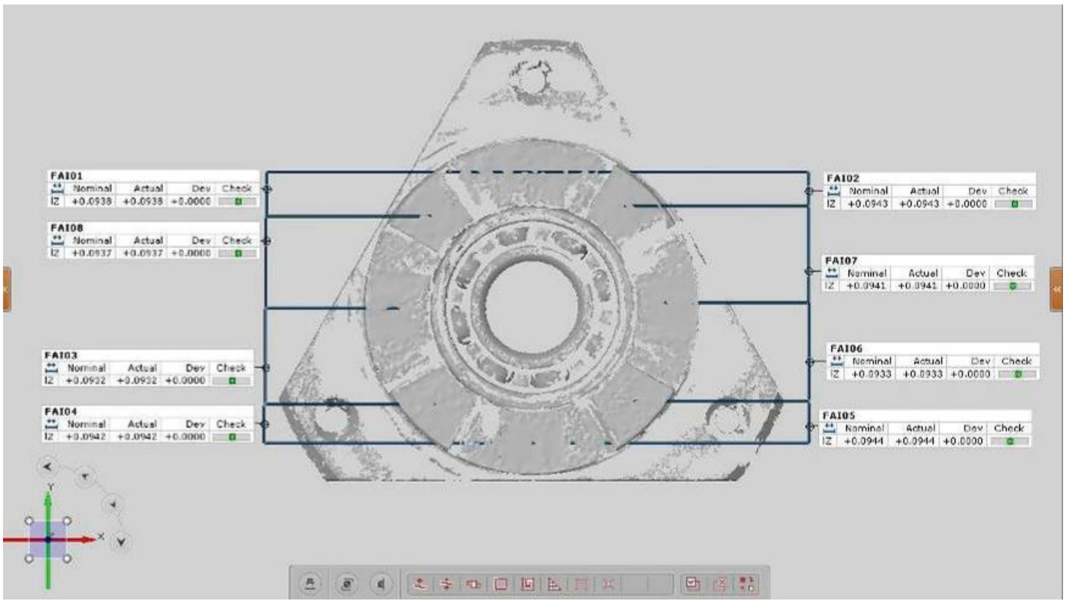


圖 1.16-13　　光學掃描儀器檢測行星齒輪軸架尺寸

表 1.16-3 行星齒輪軸架尺寸檢測結果

單位：吋

尺寸位置	標註尺寸	量測結果	
a	$0.093^{+0.005}_{-0.000}$	0.094	正常
b	$1.8115^{+0.0000}_{-0.0005}$	1.811	正常
c	1.968	1.967	正常

量測驅動齒與從動輪的距離

由 1.6.3 節行星齒輪系機構組裝說明，煞俥裝置係與行星齒輪裝置(840)後端之滾珠軸承嵌合，太陽齒輪係與行星齒輪裝置(840)內部之軸承墊圈嵌合；另參照圖 1.16-10 (b)驅動齒壁面之三維顯微照片，壁面高度方向約 0.020 吋未凹陷，而驅動齒高度為 0.094 吋，即代表驅動齒與從動齒之軸向實際接觸面高度約 0.074 吋。

材料測試

根據原廠提供之工程藍圖，行星齒輪軸架需符合 AMS 6415 規範，為進一步確認行星齒輪軸架驅動齒破壞原因，本會委請中山科學研究院材料暨光電研究所進行檢驗，測試項目包括：化學成份分析、硬度測試及金相分析，以瞭解其破壞模式，測試報告詳附錄三。

針對上述測試結果摘要說明如下。

1. 化學成份分析

以火花發射光譜儀（SPARK）及碳硫儀分析其組成，經比對後，其成份符合 AMS 6415 規範（詳附錄四）之 SAE 4340 中碳合金鋼。

2. 硬度測試

行星齒輪軸架之維氏硬度為 280HV，換算洛氏硬度約 27HRC。

3. 金相分析

SAE 4340 中碳合金鋼，含有鎳(Ni)、鉻(Cr)、鉬(Mo)等元素，一般均具有良好淬火效果；觀察行星齒輪軸架之金相組織，主要為回火麻田散鐵組織，但可見到初析肥粒鐵的散佈其中，此種混合組織對材料的強度及韌性會有不良影響。

4. 測試報告結論

材料測試報告結論如下：

(1) 送驗行星齒輪齒輪軸架之組成合於 AMS 6415（SAE 4340），為中碳 NiCrMo 鋼。

(2) 由金相組織分析結果，顯示樣品在回火麻田散鐵基地中含有許多初析肥粒鐵，可能係淬火作業控制不當所致。結果使行星齒輪軸架的硬度偏低，導致在行星齒輪系作動時，軸架之驅動齒無法抵抗太陽齒輪之從動齒的咬合應力作用而產生延性變形及下凹等現象。

1.16.4 原廠調查報告

原廠代表於民國 100 年 6 月 6 日至 8 日參與調查小組於亞航附件工廠進行該具事故吊掛機具 388 之尺碼檢查及 387、419 之拆檢及尺碼檢查。其調查報告稱軸向間隙裕度過大係耦合器脫離之可能原因。

1.17 組織與管理

空勤總隊現行對機工長之訓練紀錄及資格，無相關訓練紀錄。

1.18 其他

1.18.1 正駕駛訪談摘要

正駕駛自述，事故當日由其擔任正駕駛，於 0915 時自台南機場起飛，約 0930 時到達目的地，由演習場地東北方進入，繞 1 圈判定風向，判斷吹西南風，於是向西進場落地，落地後 3 名特搜隊人員下機，觀察四周障礙物及協助地面訓練場地淨空。正、副駕駛及機工長於原地練習滯空課目，先由正駕駛操作，設定雷達高度為

75 呎，當時風約爲 280 度，滯空 5 分鐘後由副駕駛執行滯空練習，於練習中正駕駛認爲副駕駛對滯空相關操作要領之掌握操作無問題，完成後起飛向勤務中心報告開始執行任務，時間約爲 0945 時。至三邊後(高屏溪上空)，由正駕駛操作並告知地面人員準備就定位，第 1 次低空通過，確定地面人員於預計吊掛點就位完畢。於通過三邊時將吊掛機具電源開啓，與地面確認後轉向四邊，正駕駛操作直升機執行 3 航次吊起 3 員，再由副駕駛操作直升機執行 2 航次人員吊放作業，狀況良好。之後由副駕駛第 1 次操作人員由地面吊起，進場狀況良好速度穩定，穩定滯空高度約爲 60 呎，開始伸放吊掛勾接人員。機工長叫"緊繃"時正駕駛探頭看下面吊掛情形，目視吊起人員停頓後突然下墜，當時正駕駛以爲是其掛勾沒掛好，同時聽機工長叫停止前進，於是接手操作飛機停止前進，並慢慢下降高度落地，將受傷人員抬上機，機工長將鋼索回捲至機艙，通知台南準備救護車，1028 時起飛返台南機場，1040 時落地即刻將受傷人員送台南市立醫院救治。

1.18.2 副駕駛訪談摘要

副駕駛於總隊原飛機型爲 AS-365，約 500 小時，有操作吊掛之飛行時間。本航次飛行前有分組提示，由正駕駛執行，內容有吊掛地點，執行方式及次數，機務整備情形、天氣狀況、參與任務人員、載重平衡、裝備需求、訓練科目、操作程序及安全事項等，副駕駛提供天氣及載重平衡表，相關資料均正常。於目標區後先將油量減少至 1,000 磅以下，減輕飛機載重以增加任務平穩度。先由正駕駛操作直升機執行人員吊起作業，前三趟均順利完成。副駕駛操作直升機執行人員吊起作業之航線高度約爲絕對高度 300 呎，進入時之角度及空速保持很好，到目標時機工長指示精確滯空後，施放吊掛鋼索，當時聽機工長順序叫:「人員勾接」、「人員上升」、「離地緊繃」、「飛機向前」，當時檢查速度不高於 10 浬/時，感覺頓一下，聽機工長叫飛機轉向，正駕駛就接手，將飛機滯空。

副駕駛操作迴旋桿之習慣是將右手肘置於大腿位置，當次操作時正駕駛之手腳均未置於迴旋桿及集體桿上。副駕駛表示駕駛艙內除迴旋桿上之 Override Switch 外，中央廊板尚有 Hoist 主電源，於執行吊掛前打開，執行完畢後關閉。

1.18.3 其他駕駛員訪談摘要

經訪談兩位現於空勤總隊服務之 UH-1H 型直升機駕駛員，其飛行時間均超過 5,000 小時，依上述人員之操作經驗，該型機正常滯空起飛之操作程序係柔和向前推動迴旋桿使直升機加速，依加速之情況，俯仰角改變之角度約爲 1 至 3 度，以不超過 5 度爲原則。執行人員吊掛操作，由滯空狀態操作飛機前進時，俯仰角之改變約爲 1 度，不會超過 2 度。

第二章　分析

2.1　概述

該機飛航組員依空勤總隊航務管理手冊附件七「飛行人員飛行等級檢定執行計畫」規定，完成年度飛行檢定合格。飛航組員體格檢查及複檢結果符合空勤總隊空勤人員體檢標準。事故前 72 小時之休息及活動正常，無證據顯示飛航組員在事故發生時，受到藥物、酒精之影響。該機載重在限制範圍內，事故當時之天氣符合目視天氣標準，維修紀錄無異常；故無證據顯示該事故與天候、直升機系統因素有關。特搜隊隊員勾接吊掛及空勤總隊機工長操作吊掛機具等作業正常。

以下將進行事故吊掛機具於拆解後發現之驅動輪輪齒有表面撞擊痕跡及材料破壞現象，分解組件量測後發現翻修紀錄數值與實際數值不符等情形；星型輪齒硬度值落於規範內之下限；吊掛機具經歷紀錄異常；及吊掛作業時之飛行操作等相關主題分析。

2.2　吊掛機具失效因素

2.2.1　驅動齒輪軸架破壞分析

量測驅動齒壁面受力凹陷處之高度約 0.057 至 0.059 吋之間（以下視為 0.059 吋），未凹陷之高度約為 0.020 吋，而驅動齒之高度為 0.094 吋，因此驅動齒壁面約有 0.015 吋遭刮除破壞，詳圖 2.2-1。

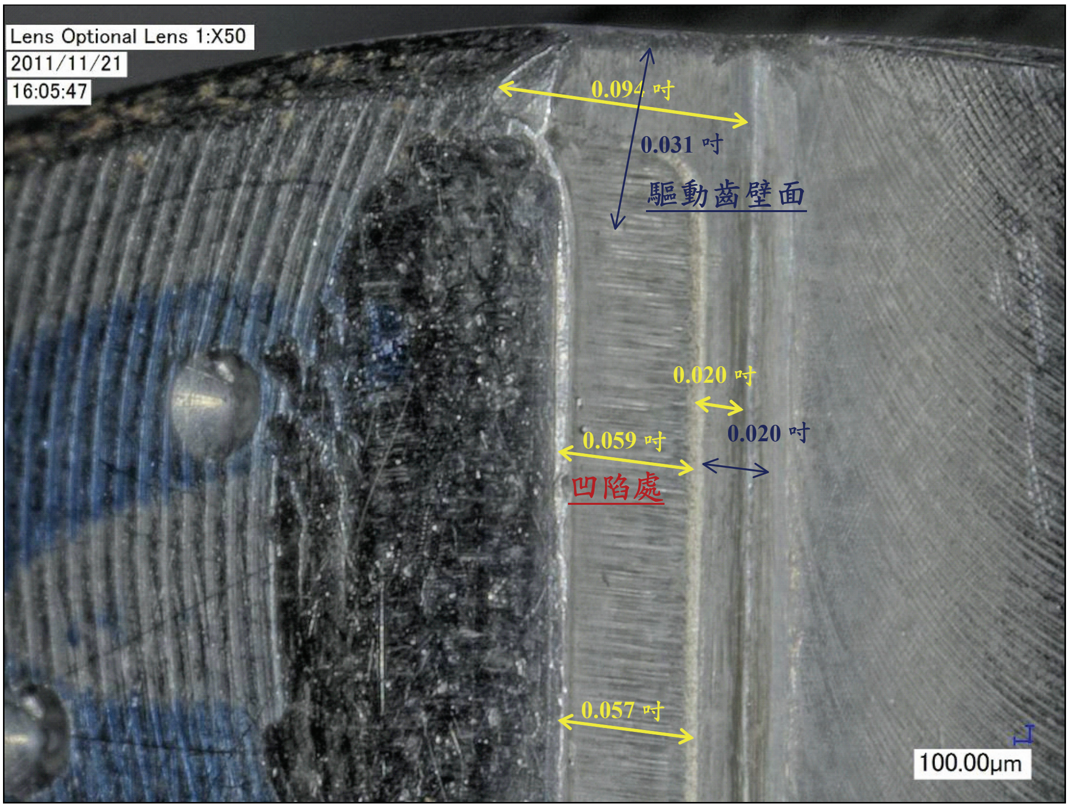


圖 2.2-1　驅動齒壁面之顯微照片

檢視驅動齒壁面受力變形痕跡與加工條紋垂直之紋路特徵，研判受損行星齒輪軸架的硬度低於太陽齒輪，導致行星齒輪系作動時，軸架之驅動齒無法抵抗太陽齒輪之從動齒的嚙合應力作用，造成驅動齒壁面延性變形凹陷的現象及與加工條紋垂直之刮痕。依此研判，當耦合長度減少至 0.015 吋時，從動輪自耦合面滑脫。

檢視 4 個驅動齒表面，與從動齒接觸的齒面均呈現破壞痕跡，受破壞之驅動齒表面呈現由外而內由下而上因受從動輪撞擊而留下的平行齒痕（圖 2.2-2 驅動齒 C 紅色箭頭所指處）， 從動輪自耦合面滑脫後開始反向運轉時，被推擠之驅動輪應尚受一彈性回復力，使脫離之驅動齒於下一嚙合口又被壓回，與下一從動齒面嚙合，但因兩齒輪旋轉方向相反相對速度增加且從動輪旋轉速度較高之狀況下，方才嚙合的齒面發生強烈撞擊，使硬度較低的驅動齒表面被破壞更無法承受嚙合應力作用又再滑脫，如此周而復始，驅動齒表面破壞情形愈益嚴重，而硬度高的從動齒邊角在驅動齒受損表面造成平行齒痕，詳圖 2.2-2（同 1.16-9）。

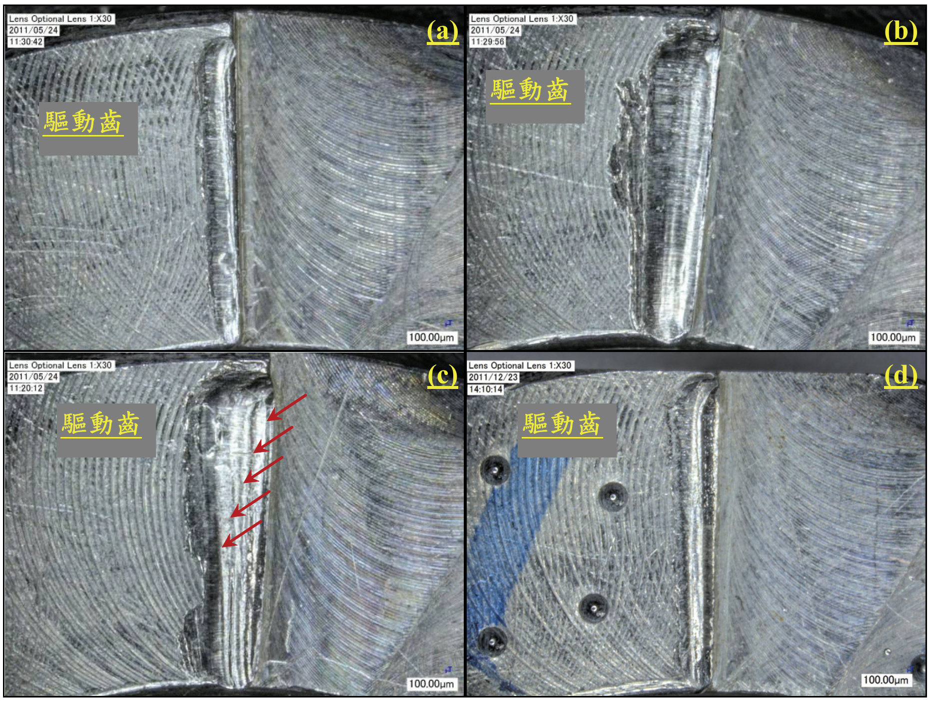


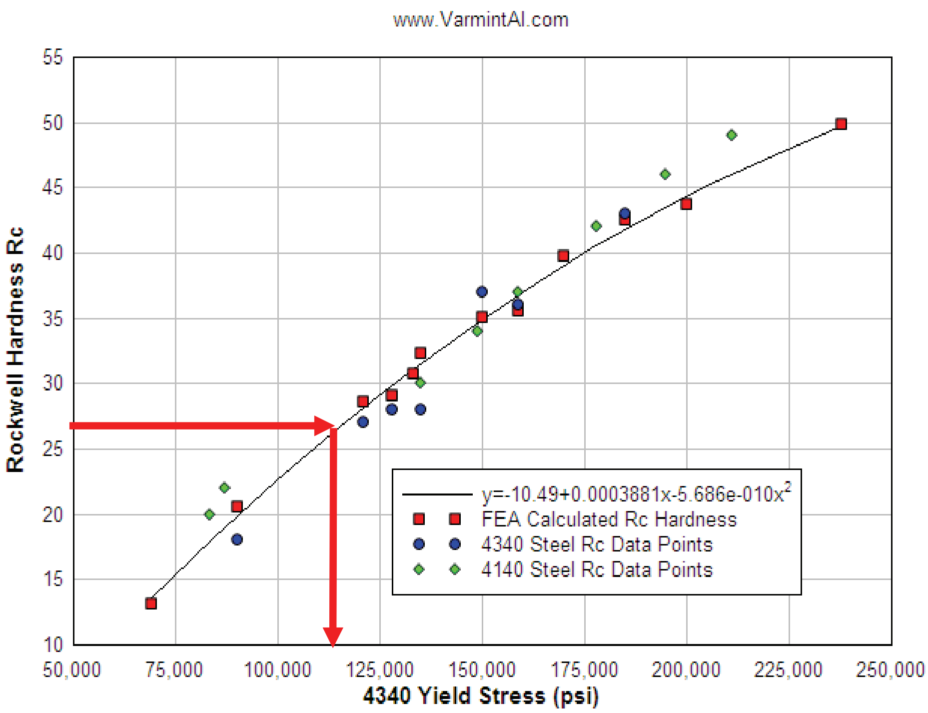
圖 2.2-2 驅動齒受損表面之平行齒痕

上述現象顯示 388 吊掛機具自翻修出廠後使用至發生事故時，驅動齒與從動齒之耦合長度由 0.074 吋漸縮至 0.015 吋。

2.2.2 驅動齒輪軸架之降伏強度

根據原廠 Breeze-Eastern 提供之工程藍圖，行星齒輪軸架需符合 AMS 6415 規範，中山科學研究院材料暨光電研究所進行檢驗，由金相組織分析結果，顯示樣品在回火麻田散鐵基地中含有許多初析肥粒鐵，結果使行星齒輪軸架的硬度偏低，導致在行星齒輪系作動時，軸架之驅動齒無法抵抗太陽齒輪之從動齒的咬合應力作用而產生延性變形及下凹等現象。

根據原廠 Breeze-Eastern 提供之行星齒輪軸架設計圖，得知行星齒輪軸架之尺寸及材質規範，且依材料試驗所得之維氏硬度爲 280HV，換算洛氏硬度約 27HRC，另依據圖 2.2-3 4340 合金鋼之洛氏硬度與降伏強度關係圖[4]（摘錄自 *http://varmintal.net/arock.htm*），其對應之降伏強度約爲 121,000 PSI（磅/每吋平方），極限強度爲 134,000 PSI，觀察該圖所有 4340 合金鋼降伏強度分佈曲線，該材料之降伏強度於 4340 合金鋼屬偏低之標準值。



[4]Online Material Information Resource - MatWeb, http://www.matweb.com/index.aspx

圖 2.2-3　4340 合金鋼之洛式硬度與降伏強度關係圖

2.2.3　驅動齒壁面應力分析

依據事實資料，本次吊掛訓練係吊掛特搜隊人員 1 員，該特搜隊人員重量約爲 200 磅，即鋼索需承載 200 磅，最小力矩半徑爲 2.570 吋（鼓裝置半徑加鋼索半徑）、驅動齒受力平均半徑（0.719 吋）、從動輪與驅動輪幾何位置、以及力矩平衡，可換算 4 個驅動齒壁面共需承受約 715 磅，即每 1 個驅動齒壁面需承受 178.75 磅，當驅動齒與從動齒之耦合長度爲 0.074 吋時，驅動齒壁面承受負載之實際面積爲 0.074 吋 × 0.312 吋（詳圖 2.2-4 所示），即平均壓應力 7,742 PSI；當驅動齒與從動齒之耦合長度爲 0.015 吋時，驅動齒壁面承受負載之實際面積爲 0.015 吋 × 0.312 吋，即平均壓應力 38,194 PSI，兩者差近 5 倍。

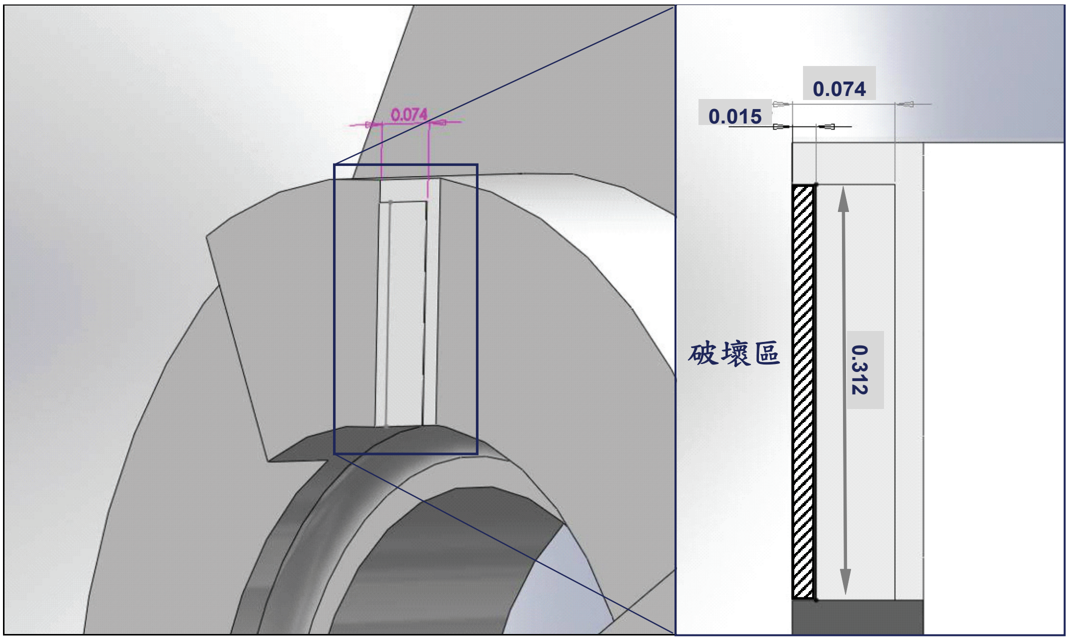


圖 2.2-4 驅動齒壁面承受負載面積示意圖

爲進一步分析當驅動齒與從動齒之耦合長度爲 0.015 吋時，驅動齒壁面的應力分佈，本會導入有限元素分析技術，首先建構行星齒輪系之有限元素分析模型（圖 2.2-5），之後設定邊界條件，每一驅動齒壁面承受負載之面積爲 0.015 吋 × 0.312 吋，於從動輪施加力矩 200 磅 × 2.570 吋，最後進行求解計算。圖 2.2-6 顯示驅

動輪之應力分佈，最大應力為 87,884 PSI，其位置如圖中箭頭所示。

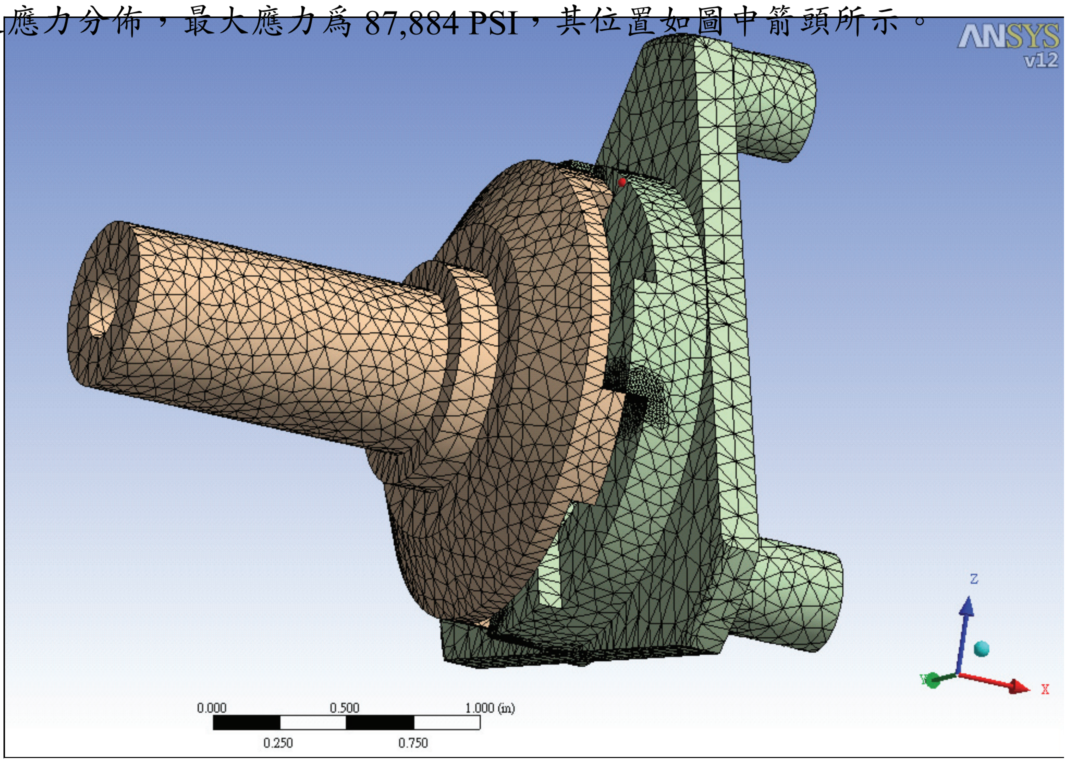


圖 2.2-5 有限元素分析模型

當驅動齒與從動齒之耦合長度越來越小，驅動齒承受負載的面積也越少，承受的壓應力值增加；且驅動齒輪表面加工紋路，易產生應力集中現象，此時驅動齒壁面因承受之最大應力超過降伏強度而遭受破壞。

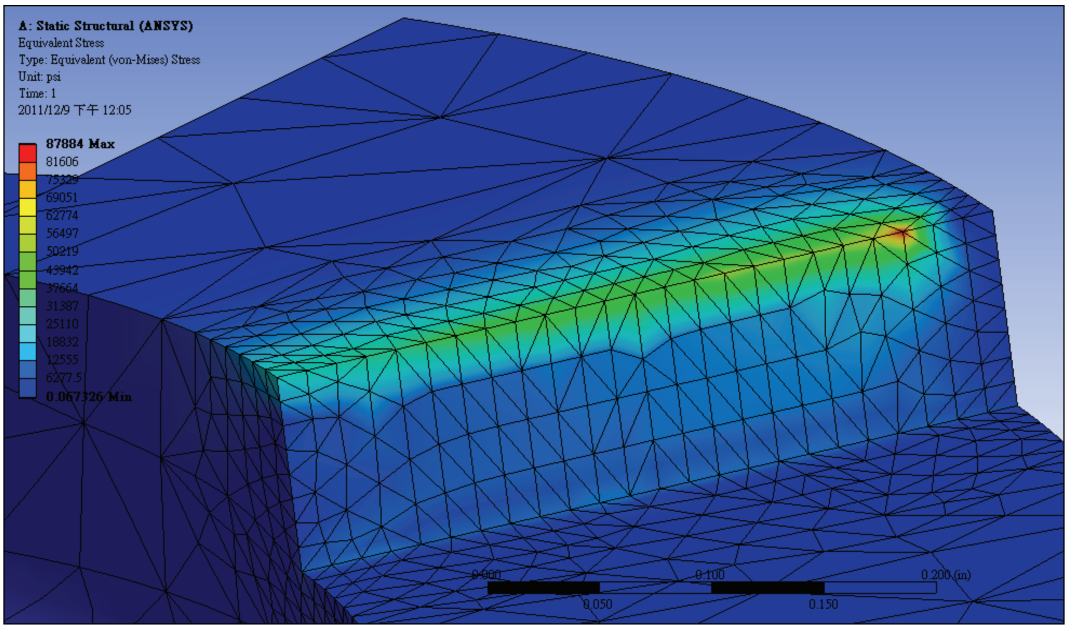


圖 2.2-6 有限元素分析結果

2.2.4 吊掛機具失效結論

事故吊掛機具於亞航進廠翻修時，B 值之取得不正確，形成軸向間隙過大，且驅動齒材料硬度較低，致其耦合長度降至 0.015 吋時，壁面承受最大應力超過降伏強度而破壞，終於無法負荷嚙合應力作用而滑脫；原廠調查報告稱軸向間隙裕度過大係耦合器脫離之原因，與調查小組結論相符。

2.3 吊掛機具翻修

依據 1.6.2 該型吊掛機具序號 388 吊掛機具於民國 92 年 9 月 15 日開始使用，至民國 97 年 9 月 14 日進廠翻修，未逾 5 年期限，進廠時 Cycle 爲 450.3，亦未逾 2,000 Cycle 之期限，於民國 98 年 3 月 17 日出廠，至民國 100 年 5 月 21 日發生事故，爲期 2 年 2 個月，未逾 5 年翻修期限，事故發生時使用 Cycle 爲 112.8，未逾 2,000 Cycle 之翻修期限。

序號 388 吊掛機具自開始使用時起至發生事故時止，共執行 1 次翻修作業，該次翻修作業符合 BREEZE-EASTERN CORPORATION SERVICE INFORMATION LETTER SIL 01 Maintenance Revision C, 04/30/10，於 2,000 Cycle 或 5 年曆日屆滿前執行翻修之規範。

2.3.1 亞航吊掛機具翻修品質

亞航持有該型吊掛機具之原廠授權執照，具有該型吊掛機具之翻修資格。

依據 1.16.2 該組人員自進入亞航至今，對該型吊掛機具之翻修作業共執行 3 具，即爲序號 388、387 及 419 之吊掛機具，依翻修進廠時間排序 388 爲民國 98 年 3 月 17 日，387 爲民國 98 年 7 月 14 日及 419 爲民國 100 年 3 月 20 日。

序號 388 吊掛機具翻修紀錄之 A 值、B 值、C 值、墊片厚度及軸向間隙等欄位間之計算數據雖正確，但因當時測量 A、B 值的治具已不可得，調查小組無法確

認該值之正確性及追查可能失誤之處；翻修紀錄墊片厚度值是 0.010 吋，實測值是 0.020 吋，顯示 0.020 吋之墊片厚度值並非按標準程序所得；由翻修紀錄之 A、B、C 值、墊片厚度及軸向間隙等欄位之數據皆符合公式之計算值，顯示 0.010 吋翻修紀錄登錄之墊片厚度值係反推計算公式而爲之不實數據，以上顯示該次翻修紀錄值皆不足信，隨之出廠後因軸向間隙過大以致耦合器脫離，顯示該組吊掛機具於翻修過程中軸向間隙量測值不確實，不符翻修手冊規範。

序號 387 吊掛機具之翻修紀錄 C 值及墊片厚度值之欄位誤植，實測之軸向間隙值較翻修紀錄值大 0.026 吋，此又顯示該具吊掛機具於翻修過程中軸向間隙量測值不確實，不符翻修手冊規範。

序號 419 吊掛機具之翻修紀錄與實測之 A、B、C 值與墊片厚度值皆相近，符合翻修手冊規範。

序號388及序號387之吊掛機具爲該組人員頭兩次執行該型吊掛機具之翻修成品，有植入墊片厚度值非依正確程序取得、登錄墊片厚度值係不實數據之情形；於本案調查實測過程中，該組人員仍未能精準取得 B 值，顯示亞航該型吊掛機具於翻修時，軸向間隙量測作業仍未能符合原廠翻修手冊之標準。

2.3.2 亞航吊掛機具翻修人員訓練

本事故吊掛機具領班於亞航之服務年資爲 14 年 6 個月，於民國 97 年至原廠接受該型吊掛機具之翻修訓練，該型吊掛機具翻修經歷約 6 年，期間執行同型吊掛機具之翻修作業共 3 具。翻修技師於亞航之服務年資爲 3 年 6 個月，於民國 97 年接受 OJT 訓練、民國 98 年接受上述領班教授之該型吊掛機具翻修訓練，該型吊掛機具翻修經歷約 3 年。品管檢驗員於亞航之服務年資爲 31 年，於民國 95 年接受上述領班教授之該型吊掛機具翻修訓練，該型吊掛機具翻修經歷約 5 年。依據亞航提供之資料，3 位執行該具吊掛機具翻修作業之人員皆曾接受亞航提供之專業訓練，於拆解過程中觀察該組人員對拆解及組裝程序並不陌生，原廠機具裝備之使用及施工手法堪稱熟練，惟仍未能正確取得 B 值，顯示亞航該項訓練未盡落實，仍有改進

空間。

2.3.3　吊掛機具翻修文件

BREEZE-EASTERN CORPORATION，救生吊掛機具型號 HS-20200-501 之原廠翻修手冊，2003 年 5 月 16 日初版，25-61-00 節，第 728 頁至 729 頁，組裝(ASSEMBLY)單元第 3 節/組裝救生吊掛機具型號 HS-20200-501(Assemble Rescue Hoist System HS-20200-501-01)，步驟 A/組裝救生吊掛機具(Assemble Rescue Hoist Assembly)，步驟(15)/組裝鼓身及驅動裝置(Assemble and Install Drum Assembly and Drive Train)，步驟(m)/安裝端鈑(Install End Flange)，步驟 13)/安裝蓋板及馬達室組件(Install Cover and Motor Housing Assembly)，步驟 a)至步驟 n)，係完整原廠組裝步驟。其中步驟 a)至步驟 n)即爲該工單截取之部分。如吊掛機具翻修人員不使用亞航製做之工單，直接使用原廠翻修手冊，其結果亦同。顯示原廠翻修手冊中上述章節內容之文字與圖示描述之工法不一致。

依據 1.6.2 調查小組審閱原廠翻修手冊及亞航翻修工單後發現，原廠翻修手冊及亞航翻修工單皆有相同缺失，但觀察作業人員之拆裝及量測步驟正確，顯示該工單雖存有多處錯誤內容，惟未造成施工人員認知錯誤之結果，然未能向原廠即時反映，更正翻修手冊錯誤，造成翻修紀錄內容不正確之結果。

4 個驅動齒壁面有受力凹陷變形痕跡，原廠救生吊掛機具組件翻修手冊無律定驅動輪、從動輪之目視檢查及尺碼檢驗標準，以致驅動輪表面之接觸磨損於翻修時未能評估並及時發現。

2.3.4　救生吊掛機具經歷紀錄

依據 1.6.2 節，表 1.6-4 388 救生吊掛機具經歷紀錄，累計個別 1、3、6 個月檢查歷日，發現如下：

項目第 7 項，2010 年 3 月 11 日執行每月檢查，累計歷日爲 1 個月又 18 日，

檢查逾期 18 天，逾期原因可能爲第 5 項，2009 年 4 月 6 日修理出廠前之使用時間（累計曆日 17 日）未列入累計；

第 9 項，2010 年 5 月 10 日執行每月檢查，累計歷日爲 1 個月又 01 日，逾期 1 天，逾期原因不明；

第 10 項，2010 年 5 月 10 日執行每 3 月檢查，累計歷日爲 3 個月又 18 日，檢查逾期 18 天，逾期原因可能爲第 5 項，2009 年 4 月 6 日修理出廠前之使用時間（累計曆日 17 日）未列入累計。

總計上列 3 項逾期檢查，每月檢查 2 次，每 3 個月檢查 1 次，詳表 2.3-1。顯示該救生吊掛之定期檢查項目管制作業有待改善。

表 2.3-1 定期檢查項目逾期狀況

項目	執行日期	重要經歷紀錄別	曆日累計
1.	2008 年 09 月 14 日	進廠翻修	累計曆日 5 年屆期
2.	2009 年 03 月 17 日	翻修完畢	累計曆日歸零
3.	2009 年 03 月 20 日	裝機	累計曆日開始
4.	2009 年 04 月 06 日	超溫警告燈亮，進廠修理	累計曆日 17 日 累計暫停
5.	2010 年 02 月 11 日	裝機使用	累計曆日 17 日 累計繼續
6.	2010 年 03 月 11 日	每個月檢查	累計曆日 1 個月又 18 日 檢查逾期 18 日
7.	2010 年 04 月 10 日	每個月檢查	累計曆日 30 日 檢查屆期
8.	2010 年 05 月 10 日	每個月檢查	累計曆日 1 個月又 01 日 檢查逾期 01 日
9.	2010 年 05 月 10 日	每 3 個月檢查	累計曆日 3 個月又 18 日 檢查逾期 18 日
10.	2010 年 06 月 09 日	每個月檢查	累計曆日 30 日 檢查屆期
11.	2010 年 06 月 18 日	漏油，進廠檢修	每個月檢查累計曆日 10 日 每 3 個月檢查累計曆日 1 個月又 10 日

			每6個月檢查累計曆日4個月又26日 累計暫停
12.	2011年01月20日	每個月檢查	累計曆日10日 檢查屆期
13.	2011年01月20日	每3個月檢查	累計曆日1個月又10日 檢查屆期
14.	2011年01月20日	每6個月檢查	累計曆日4個月又26日 檢查屆期
15.	2011年01月21日	裝機使用	曆日歸零並開始累計
16.	2011年02月18日	每個月檢查	累計曆日29日 檢查屆期
17.	2011年03月20日	每個月檢查	累計曆日29日 檢查屆期
18.	2011年04月19日	每個月檢查	累計曆日29日 檢查屆期
19.	2011年04月19日	每3個月檢查	累計曆日2個月又29日 檢查屆期
20.	2011年05月21日	本事故發生	

依據空勤總隊訪談紀錄，因應有障礙物或空曠地形的作業環境，空勤總隊鋼索回收人員之吊掛模式概分爲2種：1.人員吊掛入艙後，航機再脫離吊掛點；2.人員吊掛至一定高度後，航機進行馬力檢查，之後帶速度前進，同時機工長將鋼索回收向上，直到人員入艙。第1種模式明列於「空勤總隊UH-1H標準操作手冊」「HOIST救生吊掛作業程序」中，惟第2種吊掛模式未見於空勤總隊相關吊掛程序中。

另吊掛機具原廠提供之「Flight Line Operation and Maintenance Manual」明列吊掛機具飛行線上之操作限制及檢查程序，諸如：飛航過程不要試圖解開纏住的鋼索；過載滑動離合器(overload slip clutch)作動範圍由1,200磅至1,800磅；保持單手輕扶鋼索；鋼索全收回前25呎及全拉開前45呎採橘色噴漆；Fleet Angle操作限制條件15°；垂降作業時不可反向拉動鋼索等安全注意事項，均未見於機工長應遵循之「HOIST救生吊掛作業程序」中，顯示吊掛作業程序內容未臻完整。

2.5 傷患後送

該名特搜隊員受傷後，機上特搜小隊長依 1.15.4 節敘述考量空中運送快速、醫療資源足夠、機場救護車已待命及後續照料方便等因素，決定飛台南機場經地面救護車轉送台南市立醫院，自上機至傷患抵達醫院共花費 32 分鐘，詳表 2.5-1。本會另評估若後送臨近 6 間醫院之時間，均較後送台南市立醫院所需之時間更長，該機特搜小隊長決定將傷患後送台南市立醫院之決策無誤。

表 2.5-1 朧祥公園傷患後送方案評估表

方案	醫院	方式	花費時間	考量
1	台南市立醫院(台南市崇德路670號)	1.立即原直昇機送達台南機場； 2.特搜隊機場救護車轉台南市立醫院。	1.17分鐘(調查報告第2頁)； 2.15分鐘(調查報告第28頁)。 **共約32分鐘**	1.立即空中運送後送，航路地形熟悉，特搜救護車已在機場內待命； 2.醫療資源足夠； 3.家屬及分隊後續照料易。
2	屏東寶建醫院(屏東市中山路123號)	1.通知里港分隊救護車出動至朧祥公園(約6.2公里)； 2.朧祥公園救護車至寶建醫院(約19.3公里)。	1.通報及救護車行約12分鐘； 2.救護人員至事故現場往返步行8分鐘； 3.救護車行約24分鐘。 **共約44分鐘**	需等待地區救護車。
3	署立旗山醫院(高雄市中學路60號)	1.通知里港分隊救護車出動至朧祥公園(約6.2公里)； 2.朧祥公園救護車至旗山醫院(約12.8公里)； 3.或直昇機送達旗山國中操場，再轉救護車。	1.通報及救護車行約12分鐘； 2.救護人員至事故現場往返步行8分鐘； 3.救護車行約15分鐘。 **共約35分鐘**	需等待地區救護車； 直昇機若落旗山國中須花費協調時間。
4	高雄榮民總醫院(高雄左營大中一路386號)	1.屬高架停機坪降落UH1H機不能降落；	1.通報及救護車行約12分鐘； 2.救護人員至事故現	需等待地區救護車

		2.通知里港分隊救護車出動至朧祥公園(約6.2公里)； 3.朧祥公園救護車至高雄榮民總醫院(約36公里)。	場往返步行8分鐘； 3.救護車行約44分鐘。 **共約64分鐘**	
5	屏東基督教醫院(屏東市大連路60號)	1.通知里港分隊救護車出動至朧祥公園(約6.2公里)； 2.朧祥公園救護車至旗基督教醫院(約18.3公里)。	1.通報及救護車行約12分鐘； 2.救護人員至事故現場往返步行8分鐘； 3.救護車行約22分鐘。 **共約42分鐘**	需等待地區救護車。
6	高雄總醫院屏東分院(屏東市大湖路58巷22號)	1.通知里港分隊救護車出動至朧祥公園(約7.4公里)； 2.朧祥公園救護車至高雄總醫院屏東分院(約24.7公里)。	1.通報及救護車行約12分鐘； 2.救護人員至事故現場往返步行8分鐘； 3.救護車行約30分鐘。 **共約50分鐘**	需等待地區救護車。
7	高雄總醫院(高雄市苓雅區建軍路5-1號)	1.通知里港分隊救護車出動至朧祥公園(約7.4公里)； 2.朧祥公園救護車至高雄總醫院 (約40.6公里)。	1.通報及救護車行約12分鐘； 2.救護人員至事故現場往返步行8分鐘； 3.救護車行約48分鐘。 **共約68分鐘**	需等待地區救護車。

一般任務型案件發生時，國搜中心或消防署任務派遣中心收到地區消防隊任務需求之派遣申請時，即會將運送地點及最適後送醫院傳送至特搜隊，因此救難體系中後送醫院之選擇，非特搜隊之權責，惟該事故發生後發現，特搜隊過去未有人員於訓練任務時受傷，致無後送醫療院所之指導原則或相關機制以供遵循。

本頁空白

第三章　結論

3.1　與可能肇因有關之調查發現

1. 事故吊掛機具於進廠翻修作業過程中，因軸向間隙值量測錯誤，組裝完成後造成耦合器之軸向間隙過大，於執行吊掛作業時，當驅動齒耦合長度由 0.074 吋逐漸降至 0.015 吋，其壁面承受最大應力超過降伏強度而破壞，驅動齒無法負荷從動齒的嚙合應力作用而滑脫，從動輪被負載帶動往反向旋轉，致使吊掛人員向下墜落。（1.16.4、2.2）

3.2　與風險有關之調查發現

1. 序號 388 及序號 387 之吊掛機具爲該組人員頭兩次執行該型吊掛機具之翻修成品，其植入墊片厚度值非依正確程序取得、登錄墊片厚度值係不實數據，隨之出廠後因軸向間隙過大發生重大事故，顯示亞航該型吊掛機具於翻修時，軸向間隙量測作業仍未能符合原廠翻修手冊之標準。（2.3.1）
2. 該吊掛機具於翻修時施工人員使用手工具螺絲起子爲定位工具，易使軸承偏側卡住，誤認已接觸軸承室底部，取得錯誤量測值，造成軸向間隙過大之後果。（2.3.1）
3. 吊掛機具翻修時之軸向間隙量測作業仍未能符合原廠翻修手冊之標準。（2.3.1）
4. 吊掛機具翻修作業人員皆曾接受亞航提供之專業訓練，惟仍未能精準取得正確軸向間隙值，顯示亞航該項訓練未盡落實，仍有精進之空間。（2.3.2）
5. 原廠救生吊掛機具組件翻修手冊無律定驅動、從動輪之目視檢查及尺碼檢驗標準，以致驅動輪、從動輪表面之接觸磨損於翻修時未能評估並及時發現。（2.3.3）

3.3　其他發現

1. 空勤總隊對現行空勤機工長之資格及訓練，無相關規定及紀錄。（1.5.2）
2. 依據中科院材料測試報告，行星齒輪軸架符合 AMS 6415 規範，符合原設計需求。（1.16.3）

3. 亞航持有該型吊掛之原廠授權執照，具有該型吊掛之翻修資格，翻修該吊掛機具之場地寬敞，照明光度良好，空調設備正常，翻修專用之機具裝置齊全，符合原廠規格且可正常操作。（1.16.2、2.3.1）
4. 原廠翻修手冊及亞航翻修工單皆有圖文不對照之相同缺失，亞航未求即時更正，造成翻修紀錄內容不正確之結果。（2.3.3）
5. 序號 388 救生吊掛機具經歷紀錄顯示，亞航吊掛機具定期檢查項目管制作業有待改善。（2.3.4）
6. 事故時該機組員採用航機帶速度前進，同時鋼索回收人員吊掛之模式未見於標準作業程序內。（1.15、2.4）
7. 吊掛機具原廠所提供之「Flight Line Operation and Maintenance Manual」明列吊掛機具於飛行線上之操作限制及檢查程序，未見於機工長應遵循之救生吊掛作業程序內。（1.15、2.4）
8. 事故時特搜隊隊員勾接吊掛及空勤總隊機工長操作吊掛機具等作業正常。（2.4）
9. 本會評估若後送臨近 6 間醫院之時間，均較後送台南市立醫院所需之時間更長，該機特搜小隊長決定將傷患後送台南市立醫院之決策無誤。（1.15、2.5）
10. 特搜隊過去未有人員於訓練任務時受傷，致無後送醫療院所之指導原則或相關機制以供遵循。（1.15,2.5）

第四章　飛安改善建議

本章中，4.1 節爲依據本調查之結果而提出之飛安改善建議。各相關機關（構）於調查過程中已完成或進行中之改善措施，列於 4.2 節，惟本會並未對其所提列之飛安改善措施進行驗證，故相關之飛安改善建議仍列於 4.1 節中。

4.1 改善建議

4.1.1 期中飛安通告

通告編號：ASC-IFSB-11-06-001

發佈日期：民國 100 年 6 月 1 日

致 HS-20200-501 型及類似吊掛裝置使用人

1. 檢視吊掛裝置內部耦合機構之磨耗情形，並洽詢製造廠商意見；
2. 檢視吊掛裝置內部耦合機構之軸向間隙是否有裕度過大情形，並洽詢製造廠商意見。

4.1.2 飛安改善建議

致內政部空中勤務總隊

1. 督導亞航確實依翻修手冊執行吊掛機具翻修作業，以達到軸向間隙標準之要求。（ASC-ASR-12-06-001）
2. 檢視及建立空勤機工長相關訓練考核機制。（ASC-ASR-12-06-002）
3. 強化所屬各機隊之救生吊掛作業程序，提供吊掛機具原廠手冊之操作限制及檢查程序，並據以實施人員訓練。（ASC-ASR-12-06-003）

致內政部消防署

1. 增訂特種搜救隊於訓練任務時，人員受傷後送醫療院所之指導原則或相關機制，以供遵循。（ASC-ASR-12-06-004）

致亞洲航空公司

1. 執行吊掛機具翻修作業時須使用符合原廠規定之軸承定位工具，並依原廠重新提供之檢查步驟制定施工程序確認軸承已至定位。（ASC-ASR-12-06-005）
2. 強化該型吊掛機具翻修訓練之考核機制，確認完訓人員之翻修技術皆達標準。（ASC-ASR-12-06-006）
3. 改善吊掛機具翻修作業工單內容之圖文不對照情形。（ASC-ASR-12-06-007）
4. 改善救生吊掛機具定期檢查項目管制作業，勿使逾期情形再發生。（ASC-ASR-12-06-008）

致美國國家運輸安全委員會

請轉知救生吊掛製造廠 BREEZE-EASTERN 公司以下之改善建議：

1. 於原廠救生吊掛機具組件翻修手冊增修訂驅動輪、從動輪之目視檢查及尺碼檢驗標準。（ASC-ASR-12-06-009）
2. 改善原廠翻修手冊圖文不對照之缺失。（ASC-ASR-12-06-010）

BREEZE-EASTERN 公司回應

本會於 101 年 6 月 13 日接獲救生吊掛製造廠 BREEZE-EASTERN 公司之回應，該公司發布技術文件缺失報告，澄清吊掛機具組件翻修手冊之機具外蓋及馬達外罩之安裝程序，以改善原廠翻修手冊圖文不對照之缺失。

4.2 已完成或進行中之改善措施

救生吊掛機具原製造廠，BREEZE-EASTERN 公司，於 2012 年 5 月 10 日發布技術文件缺失報告(Technical Publication Deficiency Report, BE-Tracking #TD03003TPDR061112010)，該文件澄清吊掛機具組件翻修手冊(CMM 編號: TD-03-003)其中之機具外蓋及馬達外罩之安裝程序(Clarification of cover and motor housing installation)。

附錄

本頁空白

附錄一　UH-1H 載重計算表

U H － 1 H 直 昇 機 載 重 計 算 表				100年5月2日	
機號	511	校正因素	61	N1 Topping 值(%)	98.2
起飛地	台南64呎			扭力 Topping值(psi)	44
起飛地壓力高度	203			EGT Topping值(℃)	580
起飛地溫度＋2度	27			飛機基本重量	5565
露點	22			正駕駛重量(含個裝)	178
第一目的地	250			副駕駛重量(含個裝)	175
第一目的地壓力高	380			機工長重量(含個裝)	162
第一目的地溫度	28			特搜員重量(含個裝)	715
第二目的地	63			隨機裝備重量	141
第二目的地壓力高	203			起飛燃油量	1350
第二目的地溫度	27			操作總重(上列各項合計)	**8286**

起飛地載重計算 (Departure)	有地面效應(IGE)		無地面效應(OGE)	
最大可用扭力 (PSI)	指示	46.5	校正	45.1
最大容許總重 (磅)	9500		9158	
一操作總重 (磅)	8286			
＝最大計劃酬載重量 (磅)	1214		872	
一保留重量 (安全值)	250			
＝最大安全酬載重量 (磅)	964		622	
一 搭載人員重量 (磅)	0			
一 搭載裝備重量 (磅)	0			
＝最大安全起飛重量 (磅)	**964**		**622**	
第一目的地載重計算 (Arrival)	有地面效應 (IGE)		無地面效應(OGE)	
最大可用扭力 (PSI)	指示	43.5	校正	43.3
最大容許總重 (磅)	9500		8860	
一 操作總重 (磅)	8286			
＋ 航程耗油量 (磅)	400			
＝ 最大計劃酬載重量 (磅)	1614		974	
一 保留重量 (安全值)	250			
＝ 最大安全落地重量 (磅)	**1364**		**724**	
＋ 卸載人員裝備重量 (磅)	715			
一 搭載人員重量 (磅)	0			
一 搭載裝備重量 (磅)	0			
＝ 最大安全起飛重量 (磅)	**2079**		**1439**	
第二目的地載重計算 (Arrival)	有地面效應 (IGE)		無地面效應(OGE)	
最大可用扭力 (PSI)	指示	45.5	校正	45.1
最大容許總重 (磅)	9500		9158	
一 操作總重 (磅)	7171			
＋ 航程耗油量 (磅)	400			
＝ 最大計劃酬載重量 (磅)	2729		2387	
一 保留重量 (安全值)	250			
＝ 最大安全落地重量 (磅)	**2479**		**2137**	
＋ 卸載人員裝備重量 (磅)	715			
一 搭載人員重量 (磅)	0			
一 搭載裝備重量 (磅)	0			
＝ 最大安全起飛重量 (磅)	**3194**		**2852**	

本頁空白

附錄二　空勤總隊 UH-1H 標準操作手冊-救生吊掛作業

HOIST救生吊掛作業程序

壹、前言

HOIST救生吊掛作業程序，目的在提昇飛航駕駛精確滯空飛行能力以及強化飛航駕駛、機工長與搜救人員之間溝通的效率；本程序需定期排定組合訓練、訓練時隔，以飛行人員訓練手冊為主。

貳、個人任務裝備需求

一、 安全帶
二、 安全吊帶及鈎環
三、 護膝
四、 破壞剪
五、 搭地線
六、 手套

參、指揮要領

一、 指揮術語

（一）飛機指揮術語指令：

- 指令：”保持滯空”或”穩定滯空”
- 指令：”向上”　、”向下”
- 指令：”向前”　、”向後”
  ”向左”　、”向右”
- 指令 :”後艙人員移動中”
- 指令：停。（停止向上、下、前、後、左、右）

（二）HOIST救生吊掛操作術語：

- 指令：”吊掛作業開始”　”吊掛作業完成”
- 指令：”鋼繩向下”　”鋼繩向上”
- 指令：”人員鈎接中”　”人員解鈎中”
- 指令：”鈎接完成準備出艙””進艙完成飛機起飛”
- 指令：”人員出艙門”　”人員進艙門”
- 指令：”人員向下”　”人員向上”　”接近艙門”

➢ 指令：” 距地面3/4、1/2、1/4 -十呎3、2、1到地”
➢ 指令：” 人員解鈎中” 解鈎完成” ” 人員安全脫離 ”

（三）特搜人員手勢

- **沒問題**
- **向上**
- **向下**
- **暫停**
- **指引方向**
- **到達二至五公尺(鋼繩下降)**
- **沒問題上昇**
- **緊急狀況**

二、 操作程序

（一） 高、低空偵查；通過目標後，開始報鐘點方向並指引飛機左、右轉。

（二） 三邊:準備開始吊掛作業（報目標物鐘點方向、後艙檢查完成）。

（三） 五邊:空速40浬以下開艙門、吊掛電門開、吊掛作業準備完成 、報目標物距離（距目標200、100 、50-10.5.4.3.2.1停）。

※附註：數字為到達目標時機

（四） 到達目標物上空（修正前後左右）。

（五） 吊掛作業開始：

➢ **向下**

鋼繩向下 ＞人員鈎接中 ＞鈎接完成準備出艙 出艙中 ＞人員向下＞距地3/4 、1/2、1/4 、十呎3、2、1到達地面 ＞解鈎中＞解鈎完成 ＞人員安全脫離

➢ **向上**

人員鈎接中＞鈎接完成鋼繩緊繃>飛機向上人員離地＞馬力檢查＞ 鋼繩向上 ＞距3/4 、1/2、1/4、十呎、接近艙門 ＞

進艙中 ＞進艙完成＞ 艙門關妥＞ 飛機起飛。

肆、緊急程序

一、吊掛失效

● 徵候：不受控制器操控及速度快、慢異常時

（一）通知飛航駕駛吊掛失效

（二）關電門、拔斷電器

（三）若吊掛上有人員時、導引飛機緩慢下降、於人員距地2公尺開始報數

（四）鋼繩直接回收或飛機側飛落至地面回收

二、引擎馬力不足

（一）預留可使用操作馬力空間

（二）將人或物放下（已鈎接時）

（三）在平地時、飛航駕駛或操作員皆可執行

三、發電機失效（負載超載下）

（一）終止持續中的吊掛動作

（二）若物重繩長時、飛至平地放人、物後收繩

四、通信中斷（機內人員無法通訊）

（一）檢查耳機線

（二）若失效：停止下放並緩慢收回人員（五邊初放時）

（三）若人員已鈎接向上中、繞至飛航駕駛後面示意（目標上空）

（四）以手勢將人員向上、由飛航駕駛控制

五、負載中馬達失效（無作用）

（一）通知飛航駕駛失效、由飛航駕駛測試控制

（二）導引飛航駕駛緩慢下降、於人員距地2公尺開始報數

（三）鋼繩直接回收或飛機側邊落至地面回收

六、鋼繩鉤住地面物（滯空及起飛時）
（一） 放鬆鋼繩
（二） 通知地面人員處理
（三） 飛機反向或側飛、嘗試脫鉤
（四） 以時間為取向、由飛航駕駛決定切或炸

七、鋼繩纏繞不齊
（一） 停止操作並告知機長
（二） 立即落地

八、發動機失效
（一） 依高度由飛航駕駛決定炸斷點
（二） 按引擎失效程序處置

課目名稱：救生吊掛作業

要求標準：

一、完成載重與平衡計算。

二、保持滯空高度。

三、垂直吊起、放下吊物。

四、減低吊物晃動。

訓練程序：

一、完成載重與平衡計算。

二、完成任務提示，全體組員均了解任務與個人執掌。

三、飛行前檢查—按飛機檢查手冊。

四、救護吊掛檢查：

（一）電源開關－開。

（二）操作手柄測試－良好

（三）機工長—檢查鋼繩放下、收回，放下時同時檢查正駕駛超越控制。

（四）鋼繩、掛勾狀況檢查。

五、起飛時機內裝載—

（一）貨艙座椅拆除，座椅安全帶繫於艙面。

（二）搭載機工長及特搜員，攜帶擔架、吊環、森林穿越器、射手安全帶。

六、無地面效應滯空馬力及方向舵行程檢查。

七、穩定滯空後，實施特搜員吊至地面。此時要求重點：

（一）特搜員必須掛接在救護吊掛才可以解開飛機上之安全帶。

（二）機工長必須控制吊掛鋼繩長度，以免過長影響機艙內作業或過短導致吊掛頭鋼繩產生彎曲，甚至鋼繩摩擦機體。

（二）特搜員離開飛機時必須面向機艙、雙手交叉於肩部（不可握吊環、吊勾或鋼繩）、臉頰靠近吊環。

（三）機工長需不斷向機長報告吊掛狀況，包括：掛勾放下、人員勾接中、人員解開安全帶、人員離開機艙、人員向下、人員到達滑橇、人員通過滑橇、人員在二分之一處、四分之一、人員接觸地面、人員解開掛勾、人員向三點鐘方向離開、鋼繩收回、四分之一、二分之一、到達滑橇、通過滑橇、鋼繩全部收回。

（四）機工長放鋼繩時不須拉掛勾，但收回鋼繩時必須略施拉力以避免鋼繩糾纏。但無論是收鋼繩或放鋼繩都必須用手（戴手套）導引，以免鋼繩飄動。

（五）人員（吊掛物）通過滑橇及落地時，飛行員必須保持穩定滯空。

59

八、實施人員吊起：
（一）放下吊掛時，吊掛頭必須先接觸地面釋放靜電，地面人員始可接觸。
（二）人員完成勾接並給機工長”準備好”的手勢後，機工長操控吊掛使鋼繩拉緊，立即告知飛行員操控飛機向上，口令為：【鋼繩拉緊，向上五】，如此可避免人員吊起時，飛機重心突然改變。
九、機工長使用方向（前、後、左、右、上、下）與倒數，指揮飛行員操縱飛機。
（一）短距離滯空移動時指令為：【向前或向後、左、右、上、下五】飛機開始移動同時倒數【四、三、二、一、停】。
（二）微量距離，則可用【稍微向前】指令指揮。
（三）遠距離移動時指令為：【向右或向前、後、左、右、上、下十】飛機開始移動同時倒數【十…、五、四、三、二、一、停】。
（四）大距離則可用【向左二十】指令指揮。
（五）倒數節奏應保持衡速，若倒數至一時飛機仍未到達所望位置，則勿下達【停】的指令，而應下達【繼續，三、二、一】。

操作要領：
一、在飛機前方、側方及下方選擇地物作為參考點，交互檢查以確實保持定點。
二、修正量力求柔和，避免過於粗猛。
三、儘可能對正風，飛機週遭應有良好迫降場地。

注意事項：
一、森林穿越器放下時，坐板必須折合起來，以免旋翼氣流使其旋轉。
二、滯空高度不可超過牽引繩之長度。
三、不可在待救者正上空放擔架，以免擔架吊落傷人。
四、擔架放出區分有牽引及無牽引方式，有牽引時牽引繩先行拋下，俟地面人員牽引後，擔架以腳部端出艙，並以水平方式放下；無牽引時擔架同樣以腳部端出艙，唯不同處係以垂直方式放下，以防止擔架旋轉。
五、訓練狀況下，擔架到達地面後，飛機可移至側方或起飛，以免影響地面作業；任務狀況下，視環境因素決定起飛與否。
六、擔架吊起時，牽引繩由地面特搜員牽引，以防擔架旋轉。
七、擔架入艙前之高度概為機工長之胸口，擔架拉入機艙同時機工長操控鋼繩長度，避免吊掛頭之鋼繩過度彎曲。
八、若機工長拉擔架進艙同時操控鋼繩有困難時，可將吊掛控制開關交由正駕駛操控，但必須明確交代：【教官！吊掛給你】，教官回

60

附錄三　材料測試報告

中 山 科 學 研 究 院 第 五 研 究 所

The Fifth Division, Chung Shan Institute of Science and Technology

桃園龍潭郵政 90008-8-5 信箱　P.O. Box 90008-8-5, Lungtan, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

TEL: (03)-4711742, FAX: (03)-4714368

材 料 測 試 報 告

Materials Test Report

編號(No.)：100 專-7-194

頁次(page)： 1/4

申請單位名稱和地址 Name and Address of Client 行政院飛航安全委員會		來文編號 Application No. 無		
試樣名稱 Name of Sample 星形軸架（Spider）	項數／件數 No. of Items/Pieces			1/1
	日期 Date Y/M/D	建案 Acceptance 100/07/14		完成 Issue 100/07/21
試驗項目 Test Items 用料特性分析				
試驗方法（規範）Test Methods/Specifications 詳如本文	試驗儀具 Test Instruments SPARK、OM、微硬度機			

1.試樣說明

送驗星形軸架一件，爲使用於空中勤務總隊 UH-1H 型，編號 NA-511 直昇機之吊掛用元件，其用料需符合 AMS 6415 規格。此軸架以四個驅動齒與太陽齒輪之從動齒相互咬合，帶動整個行星齒輪系作動。

2.外觀檢視

照片一爲送驗樣品之外觀，在頂面四個突出驅動齒之右端皆可觀察到明顯的延性變形痕跡，研判是與太陽齒輪之從動齒相互作用造成。進一步觀察，可發現在驅動齒之兩側面亦可見到程度不等的壓入凹痕，如照片二所示。

3.組成分析

取軸架驅動齒所在之圓形頂面以外的材料，以火花發射光譜儀（SPARK-OES）及碳硫儀分析其組成，結果如下表所示(wt%)，其對應之規格亦列於表中。

C	Si	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	FE	符合規格
0.43	0.28	0.027	0.004	0.72	1.69	0.79	0.25	0.17	Rem.	AMS 6415（SAE 4340）

填寫 Prepared by	審查 Reviewed by	核定(報告簽署人) Approved by
連絡電話 Contact Tel. (03)4712201 ext：357059 方友清		

※ 注意:　　Form No.: MPES-T-005　Issued: 98/07/18

1.本報告僅對送驗試樣負責。
This report only accounts for the sample(s) sent.

2 本報告無核章及日期簽署、或塗改、翻製、影印者無效。
This report is invalid without being stamped and dated, or if obliterated,modified,duplicated in any other way.

3.本報告不得作為任何商業推銷廣告或公告之用。
This report should not be used for any commercial advertisement and public statement.

材 料 測 試 報 告
Materials Test Report

編號(No.)：100 專-7-194
頁次(page)： 2/4

4.金相分析

切取星形軸架驅動齒所在圓形頂面以外的材料，沿縱向（垂直軸架平面）鑲埋，經研磨、拋光後，以 Nital's reagent 浸蝕，然後以光學顯微鏡（OM）觀察其顯微組織，結果如照片三及照片四所示。照片三爲低倍率下的金相組織，可見少許方向性組織流線，研判係材料局部化學組成偏析造成。進一步放大觀察，顯示本樣品主要爲回火麻田散鐵組織，但可見到初析肥粒鐵的散佈。此軸架所用材料爲 SAE 4340 合金鋼，由於含有 Ni、Cr、Mo 等元素，故本應具良好淬火效果，且分析部位之厚度亦不大，研判係因淬火速度太慢，導致工件由 γ 相區冷卻下來時，部分肥粒鐵已析出，其餘沃斯田鐵組織才淬冷成麻田散鐵組織。此種混合組織研判對材料的強度及韌性會有不良影響，可能因此導致軸架驅動齒無法承受對應齒的應力作用而造成延性變形及被壓迫凹入的現象。

5.硬度測試

以 Vickers 微硬度機，200g 的荷重分析軸架的硬度，結果爲 280HV，約相當於 27HRC，此硬度偏低，與金相組織觀察結果相互呼應。

6.結論

6.1 送驗星形軸架之組成合於 AMS 6415（SAE 4340），爲中碳 NiCrMo 鋼。

6.2 由金相組織分析結果，顯示樣品在回火麻田散鐵基地中含有許多初析肥粒鐵，可能係淬火作業控制不當所致。結果使軸架的硬度偏低，導致在行星齒輪系作動時，軸架之驅動齒無法抵抗太陽齒輪之從動齒的咬合應力作用而產生延性變形及下凹等現象。

----------以下空白----------

Form No.: MPTS-T-005-2　　Issued: 98/07/18

材 料 測 試 報 告
Materials Test Report

編號(No.)：100 專-7-194
頁次(page)： 3/4

照片一　送驗樣品之外觀，頂面四個突出驅動齒之右端皆發現明顯延性變形痕跡

照片二　在驅動齒之兩側面亦可見到程度不等的壓入凹痕

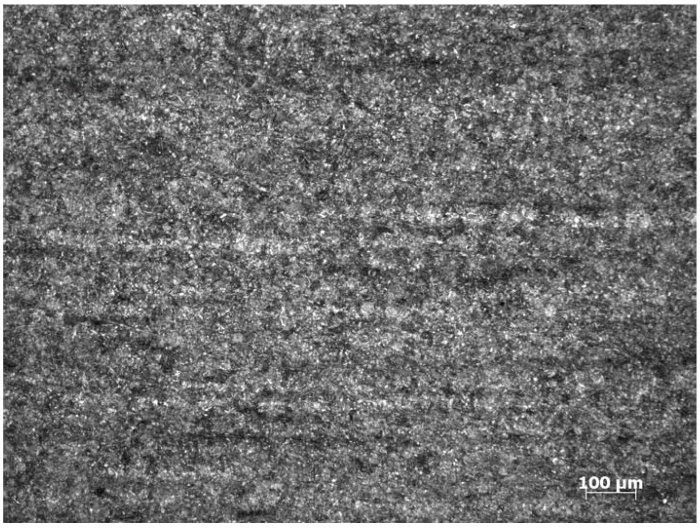
Form No.: MPTS-T-005-2　　Issued:　98/07/18

材 料 測 試 報 告

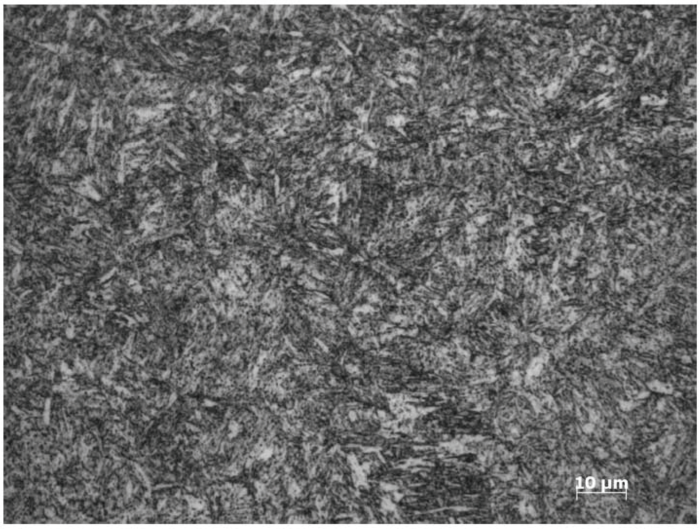
編號(No.)：100 專-7-194

Materials Test Report

頁次(page)： 4/4



照片三　星形軸架縱向（垂直軸架平面）之金相組織，顯示少許方向性組織流線



照片四　照片三之局部放大，顯示主要爲回火麻田散鐵組織，但可見到初析肥粒鐵的散佈

Form No.: MPTS-T-005-2　　Issued: 98/07/18

中山科學研究院第五研究所

The Fifth Division, Chung Shan Institute of Science and Technology

桃園龍潭郵政90008-8-5信箱　P.O. Box 90008-8-5, Lungtan, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

TEL: (03)-4711742, FAX: (03)-4714368

TAF Testing Laboratory 0248

材料測試報告
Materials Test Report

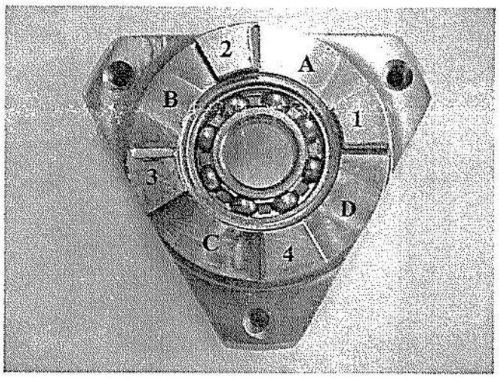
編號(No.)：100專-7-194-1

頁次(page)：1/2

申請單位名稱和地址 Name and Address of Client 行政院飛航安全委員會	實驗室名稱 Laboratory Name 材料測試實驗室 來文編號 Application No. 無
試樣名稱 Name of Sample 星形軸架(Spider)	項數／件數 No. of Items/Pieces 1/1
試驗項目 Test Items 硬度	日期 Date Y/M/D　建案 Acceptance 100/09/07　完成 Issue 100/09/14
試驗方法（規範）Test Methods/Specifications ASTM E18-08b	試驗儀具 Test Instruments Wilson(Rockwell B546-T)

1. 試樣說明：

送測星形軸架(Spider)，經銑平底部後，於照片標示位置以洛氏硬度機進行硬度測試。



填寫 Prepared by	審查 Reviewed by	核定(報告簽署人) Approved by
連絡電話 Contact Tel. (03)4712201 ext：357059 第五研究所 方友清 1000914 1140	第五研究所 加工測試組副組長 楊思誠 1000914 1310	第五研究所 加工測試組副組長 楊思誠 1000914 1310

※ 注意:　Form No.: MPTS-T-005-3　Issued: 99/07/01

1.本報告僅對送驗試樣負責且樣品餘料自報告核發日起保存壹年。
This report only accounts for the sample(s) sent,and the remnants of the samples will be kept for one year since the issue date of the report.

2 本報告無核章及日期簽署、或塗改、翻製、影印者無效。
This report is invalid without being stamped and dated, or if obliterated, modified, duplicated in any other way.

3.本報告不得作為任何商業推銷廣告或公告之用。
This report should not be used for any commercial advertisement and public statement.

材料測試報告
Materials Test Report

編號(No.)：100 專-7-194-1

頁次(page)： 2/2

2. 測試結果

各位置分別測試5點，結果如下：

試件編號	硬度(HRC)
1	28、29、29、29、29
2	27、28、29、29、28
3	29、30、29、29、29
4	28、28、29、28、29
A	27、28、29、29、28
B	28、27、29、28、29
C	27、29、29、29、29
D	29、29、28、29、29

----------以下空白----------

Form No.: MPTS-T-005-2

Issued: 99/07/01

附錄四 AMS6415 規範

SAE Aerospace An SAE International Group	AEROSPACE MATERIAL SPECIFICATION	AMS 6415S Issued JAN 1940 Revised FEB 2007 Superseding AMS 6415R

Steel, Bars, Forgings, and Tubing
0.80Cr - 1.8Ni - 0.25Mo (0.38 - 0.43C) (SAE 4340)

(Composition similar to UNS G43406)

RATIONALE

AMS 6415S results from a Five Year Review and update of this specification.

1. SCOPE

1.1 Form

This specification covers an aircraft-quality, low-alloy steel in the form of bars, forgings, mechanical tubing, and forging stock.

1.2 Application

These products have been used typically for parts, 3.5 inches (89 mm) and under in nominal thickness at time of heat treatment, requiring a through-hardening steel capable of developing a minimum hardness of 40 HRC when properly hardened and tempered and also for parts of greater thickness but requiring proportionately lower hardness, but usage is not limited to such applications.

1.2.1 Certain design and processing procedures may cause these products to become susceptible to stress-corrosion cracking after heat treatment; ARP1110 recommends practices to minimize such conditions.

2. APPLICABLE DOCUMENTS

The issue of the following documents in effect on the date of the purchase order forms a part of this specification to the extent supplied herein. The supplier may work to a subsequent revision of a document unless a specific document issue is specified. When the referenced document has been cancelled and no superseding document has been specified, the last published issue of that document shall apply.

2.1 SAE Publications

Available from SAE International, 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001, Tel: 877-606-7323 (inside USA and Canada) or 724-776-4970 (outside USA), www.sae.org.

AMS 2251	Tolerances, Low-Alloy Steel Bars
AMS 2253	Tolerances, Carbon and Alloy Steel Tubing
AMS 2259	Chemical Check Analysis Limits, Wrought Low-Alloy and Carbon Steels
AMS 2301	Steel Cleanliness, Aircraft-Quality, Magnetic Particle Inspection Procedure
AMS 2370	Quality Assurance Sampling and Testing, Carbon and Low-Alloy Steel Wrought Products and Forging Stock

TO PLACE A DOCUMENT ORDER: Tel: 877-606-7323 (inside USA and Canada)
Tel: 724-776-4970 (outside USA)
Fax: 724-776-0790
Email: CustomerService@sae.org
http://www.sae.org

AMS 2372	Quality Assurance Sampling and Testing, Carbon and Low-Alloy Steel Forgings
AMS 2806	Identification, Bars, Wire, Mechanical Tubing, and Extrusions, Carbon and Alloy Steels and Heat and Corrosion-Resistant Steels and Alloys
AMS 2808	Identification, Forgings
AMS-H-6875	Heat Treatment of Steel Raw Materials
AS1182	Standard Machining Allowance, Aircraft-Quality and Premium-Quality Steel Bars and Mechanical Tubing
ARP1110	Minimizing Stress Corrosion Cracking in Wrought Forms of Steels and Corrosion Resistant Steels and Alloys

2.2 ASTM Publications

Available from ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, P.O. Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, Tel: 610-832-9585, www.astm.org.

ASTM A 255	Determining Hardenability of Steel
ASTM A 370	Mechanical Testing of Steel Products
ASTM E 112	Determining Average Grain Size
ASTM E 350	Chemical Analysis of Carbon Steel, Low-Alloy Steel, Silicon Electrical Steel, Ingot Iron, and Wrought Iron
ASTM E 381	Macroetch Testing Steel, Bars, Billets, Blooms, and Forgings
ASTM E 384	Microindentation Hardness of Materials

3. TECHNICAL REQUIREMENTS

3.1 Composition

Shall conform to the percentages by weight shown in Table 1, determined by wet chemical methods in accordance with ASTM E 350, by spectrochemical methods, or by other analytical methods acceptable to purchaser.

TABLE 1 - COMPOSITION

Element	min	max
Carbon	0.38	0.43
Manganese	0.65	0.85
Silicon	0.15	0.35
Phosphorus	--	0.025
Sulfur	--	0.025
Chromium	0.70	0.90
Nickel	1.65	2.00
Molybdenum	0.20	0.30
Copper	--	0.35

3.1.1 Check Analysis

Composition variations shall meet the applicable requirements of AMS 2259.

3.2 Condition

The product shall be supplied in the following condition; hardness and tensile strength shall be determined in accordance with ASTM A 370:

3.2.1 Bars

3.2.1.1 Bars 0.500 Inch and Under in Nominal Diameter, or Least Distance between Parallel Sides

Cold finished having tensile strength not higher than 125 ksi or hardness not higher than 27 HRC, or equivalent (See 8.2).

3.2.1.2 Bars Over 0.500 Inch in Nominal Diameter, or Least Distance between Parallel Sides

Hot finished and annealed, unless otherwise ordered, having hardness not higher than 235 HB, or equivalent (See 8.2). Bars ordered cold finished may have hardness as high as 255 HB, or equivalent (See 8.2).

3.2.2 Forgings

Normalized and tempered in accordance with AMS-H-6875 to a hardness not higher than 269 HB, or equivalent (See 8.2).

3.2.3 Mechanical Tubing

Cold finished, unless otherwise ordered, having hardness not higher than 25 HRC, or equivalent (See 8.2). Tubing ordered hot finished and annealed shall have hardness not higher than 99 HRB, or equivalent (See 8.2).

3.2.4 Forging Stock

As ordered by the forging manufacturer.

3.3 Properties

The product shall conform to the following requirements; hardness testing shall be performed in accordance with ASTM A 370:

3.3.1 Macrostructure

Visual examination of transverse full cross-sections from bars, billets, tube rounds, and forging stock, etched in hot hydrochloric acid in accordance with ASTM E 381, shall show no pipe or cracks. Porosity, segregation, inclusions, and other imperfections shall be no worse than the macrographs of ASTM E 381 shown in Table 2.

TABLE 2 - MACROSTRUCTURE LIMITS

Cross-Sectional Area Square Inches	Macrographs
Up to 36, incl	S2 - R1 - C2
Over 36 to 100, incl	S2 - R2 - C3

3.3.2 Average Grain Size

Shall be ASTM No. 5 or finer, determined in accordance with ASTM E 112.

3.3.3 Hardenability

Shall be J 12/16 inch (19 mm) = 53 HRC minimum and J 20/16 inch (32 mm) = 50 HRC minimum, determined on the standard end-quench test specimen in accordance with ASTM A 255 except that the steel shall be normalized at 1600 °F ± 10 (871°C ±6) and the test specimen austenitized at 1550 °F ± 10 (843°C ±6).

3.3.4 Decarburization

3.3.4.1 Bars and tubing ordered ground, turned, or polished shall be free from decarburization on the ground, turned, or polished surfaces.

3.3.4.2 Allowable decarburization of bars, billets, and tube rounds ordered for redrawing or forging or to specified microstructural requirements shall be as agreed upon by purchaser and vendor.

3.3.4.3 Decarburization of bars to which 3.3.4.1 or 3.3.4.2 is not applicable shall be not greater than shown in Table 3.

TABLE 3A - MAXIMUM DECARBURIZATION, INCH/POUND UNITS

Nominal Diameter or Distance Between Parallel Sides Inches	Total Depth of Decarburization Inch
Up to 0.375, incl	0.010
Over 0.375 to 0.500, incl	0.012
Over 0.500 to 0.625, incl	0.014
Over 0.625 to 1.000, incl	0.017
Over 1.000 to 1.500, incl	0.020
Over 1.500 to 2.000, incl	0.025
Over 2.000 to 2.500, incl	0.030
Over 2.500 to 3.000, incl	0.035
Over 3.000 to 4.000, incl	0.045

TABLE 3B - MAXIMUM DECARBURIZATION, SI UNITS

Nominal Diameter or Distance Between Parallel Sides Millimeters	Total Depth of Decarburization Millimeters
Up to 9.50, incl	0.25
Over 9.50 to 12.50, incl	0.30
Over 12.50 to 15.65, incl	0.35
Over 15.65 to 25.00, incl	0.40
Over 25.00 to 37.50, incl	0.50
Over 37.50 to 50.00, incl	0.60
Over 50.00 to 62.50, incl	0.75
Over 62.50 to 75.00, incl	0.90
Over 75.00 to 100.00, incl	1.15

3.3.4.4 Decarburization of tubing to which 3.3.4.1 or 3.3.4.2 is not applicable shall be not greater than shown in Table 4.

TABLE 4A - MAXIMUM DECARBURIZATION, INCH/POUND UNITS

Nominal Wall Thickness Inches	Total Depth ID Inch	Total Depth OD Inch
Up to 0.109, incl	0.008	0.015
Over 0.109 to 0.203, incl	0.010	0.020
Over 0.203 to 0.400, incl	0.012	0.025
Over 0.400 to 0.600, incl	0.015	0.030
Over 0.600 to 1.000, incl	0.017	0.035
Over 1.000	0.020	0.040

TABLE 4B - MAXIMUM DECARBURIZATION, SI UNITS

Nominal Wall Thickness Millimeters	Total Depth ID Millimeter	Total Depth OD Millimeter
Up to 2.75, incl	0.20	0.35
Over 2.75 to 5.00, incl	0.25	0.50
Over 5.00 to 10.00, incl	0.30	0.60
Over 10.00 to 15.00, incl	0.35	0.75
Over 15.00 to 25.00, incl	0.40	0.90
Over 25.00	0.50	1.00

3.3.4.5 Decarburization shall be measured by the metallographic method, by the HR30N scale hardness testing method, or by a traverse method using microhardness testing in accordance with ASTM E 384. The hardness method(s) shall be conducted on a hardened but untempered specimen protected during heat treatment to prevent changes in surface carbon content. Depth of decarburization, when measured by a hardness method, is defined as the perpendicular distance from the surface to the depth under that surface below which there is no further increase in hardness. Such measurements shall be far enough away from any adjacent surface to be uninfluenced by any decarburization on the adjacent surface. In case of dispute, the depth of decarburization determined using the microhardness traverse method shall govern.

3.3.4.5.1 When determining the depth of decarburization, it is permissible to disregard local areas provided the decarburization of such areas does not exceed the above limits by more than 0.005 inch (0.13 mm) and the width is 0.065 inch (1.65 mm) or less.

3.4 Quality

The product, as received by purchaser, shall be uniform in quality and condition, sound, and free from foreign materials and from imperfections detrimental to usage of the product.

3.4.1 Steel shall be aircraft-quality conforming to AMS 2301, except specimens containing nonmetallic inclusions over one inch (25 mm) in length shall be subject to rejection.

3.4.2 Bars and mechanical tubing ordered hot rolled or cold drawn, or ground, turned, or polished shall, after removal of the standard machining allowance in accordance with AS1182, be free from seams, laps, tears, and cracks open to the ground, turned, or polished surface.

3.4.3 Grain flow of die forgings, except in areas that contain flash-line end grain, shall follow the general contour of the forgings showing no evidence of reentrant grain flow.

3.5 Tolerances

Shall be as follows:

3.5.1 Bars

In accordance with AMS 2251.

3.5.2 Mechanical Tubing

In accordance with AMS 2253.

4. QUALITY ASSURANCE PROVISIONS

4.1 Responsibility for Inspection

The vendor of the product shall supply all samples for vendor's tests and shall be responsible for the performance of all required tests. Purchaser reserves the right to sample and to perform any confirmatory testing deemed necessary to ensure that the product conforms to specified requirements.

4.2 Classification of Tests

4.2.1 Acceptance Tests

Composition (3.1), condition (3.2), macrostructure (3.3.1), average grain size (3.3.2), hardenability (3.3.3), decarburization (3.3.4), frequency-severity cleanliness rating (3.4.1), and tolerances (3.5) are acceptance tests and shall be performed on each heat or lot as applicable.

4.2.2 Periodic Tests

Grain flow of die forgings (3.4.3) is a periodic test and shall be performed at a frequency selected by the vendor unless frequency of testing is specified by purchaser.

4.3 Sampling and Testing

Shall be as follows:

4.3.1 Bars, Mechanical Tubing and Forging Stock

In accordance with AMS 2370.

4.3.2 Forgings

In accordance with AMS 2372.

4.4 Reports

The vendor of the product shall furnish with each shipment a report showing the results of tests for composition, macrostructure, hardenability, and frequency-severity cleanliness rating of each heat and condition and average grain size of each lot, and stating that the product conforms to the other technical requirements. This report shall include the purchase order number, heat and lot numbers, AMS 6415S, product form, size, and quantity. If forgings are supplied, the size and melt source of stock used to make the forgings shall also be included.

4.5 Resampling and Retesting

Shall be as follows:

4.5.1 Bars, Mechanical Tubing, and Forging Stock

In accordance with AMS 2370.

4.5.2 Forgings

In accordance with AMS 2372.

5. PREPARATION FOR DELIVERY

5.1 Sizes

Except when exact lengths or multiples of exact lengths are ordered, straight bars and tubing will be acceptable in mill lengths of 6 to 20 (1.8 to 6.1 m) feet but not more than 10% of any shipment shall be supplied in lengths shorter than 10 feet (3 m).

5.2 Identification

Shall be as follows:

5.2.1 Bars and Mechanical Tubing

In accordance with AMS 2806.

5.2.2 Forgings

In accordance with AMS 2808.

5.2.3 Forging Stock

As agreed upon by purchaser and vendor.

5.3 Protective Treatment

Bars and tubing ordered cold drawn, cold rolled, ground, turned, or polished shall be protected from corrosion prior to shipment.

5.4 Packaging

The product shall be prepared for shipment in accordance with commercial practice and in compliance with applicable rules and regulations pertaining to the handling, packaging, and transportation of the product to ensure carrier acceptance and safe delivery.

6. ACKNOWLEDGMENT

A vendor shall mention this specification number and its revision letter in all quotations and when acknowledging purchase orders.

7. REJECTIONS

Product not conforming to this specification, or to modifications authorized by purchaser, will be subject to rejection.

8. NOTES

8.1 A change bar (|) located in the left margin is for the convenience of the user in locating areas where technical revisions, not editorial changes, have been made to the previous issue of a specification. An (R) symbol to the left of the document title indicates a complete revision of the specification. Change bars and (R) are not used in original publications, not in specifications that contain editorial changes only.

8.2 Hardness conversion tables for metals are presented in ASTM E 140.

8.3 Terms used in AMS are clarified in ARP1917.

8.4 Dimensions and properties in inch/pound units and the Fahrenheit temperatures are primary; dimensions and properties in SI units and the Celsius temperatures are shown as the approximate equivalents of the primary units and are presented only for information.

8.5 Purchase documents should specify not less than the following:

AMS 6415S
Product form and size or part number of product desired
Quantity of product desired.

8.6 Similar Specifications

MIL-S-5000/AMS-S-5000 is listed for information only and shall not be construed as an acceptable alternate unless all requirements of this AMS are met.

PREPARED BY AMS COMMITTEE "E"

本頁空白

國家圖書館出版品預行編目（CIP）資料

飛航事故調查報告：中華民國 100 年 5 月 12 日，立榮航空公司執行 BR 806 班機任務，MD-90 型機，國籍標誌及登記號碼 B-17917，於桃園機場落地時偏離跑道 / 飛航安全調查委員會編著. -- 初版. – 新北市：飛航安全調查委員會，民 101. 06

面 ； 公分

ISBN 978-986-03-2826-4（平裝）

1. 航空事故 2. 飛行安全

557.909 101011276

飛航事故調查報告

中華民國 100 年 5 月 12 日，立榮航空公司執行 BR 806 班機任務，MD-90 型機，國籍標誌及登記號碼 B-17917，於桃園機場落地時偏離跑道

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 101 年 6 月（初版）

經 銷 處：國家書店：台北市松江路 209 號 1 樓

五南文化廣場：台中市中山路 6 號

ISBN： 978-986-03-2826-4

GPN：1010101221

定價：新台幣 850 元