

吊眼螺絲破損分析

文 / 金屬中心檢測發展組 林渤詠、林一峯、吳學文

一、前言

直昇機於起飛時螺旋槳發出異聲，緊急停機後，發現螺旋槳固定用之吊眼螺絲有斷裂或產生裂痕之現象，故欲了解此吊眼螺絲發生斷裂與裂痕之原因，故分別取一組原廠件使用後未斷裂，以及另一組斷裂件，共兩組吊眼螺絲進行破損分析，參見圖1。



圖1 原廠件（右）與斷裂件（左）

二、試驗項目

(1) 巨觀檢視；(2) 成份分析；(3) 金相組織

三、試驗結果

(1) 巨觀檢視

觀察吊眼螺絲斷裂件，由圖2可見其破斷面呈現快速斷裂形貌，由圖3顯示出，吊眼螺絲從牙谷往心部產生破壞成長，最後導致吊眼螺絲斷裂。



圖2 吊眼螺絲破斷面屬於快速破壞



圖3 破裂方式由牙谷往心部成長

(2) 成份分析

使用分光分析儀進行成份分析，其結果如下表所示。據此，原廠件與斷裂件成份應屬於JIS G4053 SCM440 材質規範。

成份	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu
原廠件	0.30	0.28	0.65	0.010	0.014	0.11	1.02	0.17	0.12
斷裂件	0.30	0.27	0.62	0.011	0.016	0.12	1.05	0.21	0.13
SCM440	0.28-0.33	0.15-0.35	0.6-0.85	≤0.03	≤0.03	≤0.25	0.9-1.2	0.15-0.30	≤0.03

(3) 金相組織

取原廠件與斷裂件進行金相組織分析，原廠件螺紋第一牙處有做倒角處理（紅色圓圈處）（圖4），牙谷處有鍛壓流線組織（圖5），基地金相組織為麻田散鐵組織（圖6）；而斷裂件第一牙處則無倒角處理（圖7、圖8），且螺紋牙谷相同位置處皆有裂縫產生，甚至貫穿螺絲（圖9、圖10）；而破斷面之破裂屬於快速破壞（圖11），基地金相組織為軋延之麻田散鐵組織（圖12）。

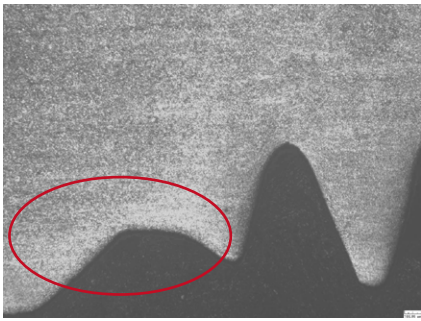


圖4 原廠件螺紋第一牙處有做倒角處理（紅色圓圈處）



圖5 原廠件螺紋牙谷處有流線組織（圓圈處）

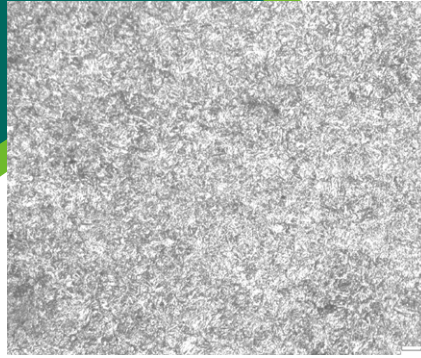


圖6 原廠件之金相組織為麻田散鐵組織

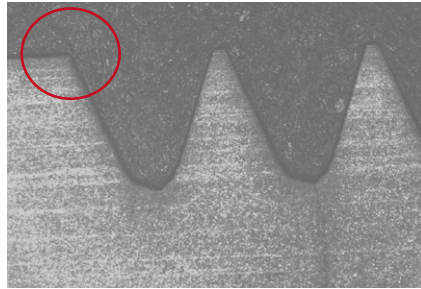


圖7 斷裂件螺紋第一牙處沒有做倒角處理（紅色圓圈處）

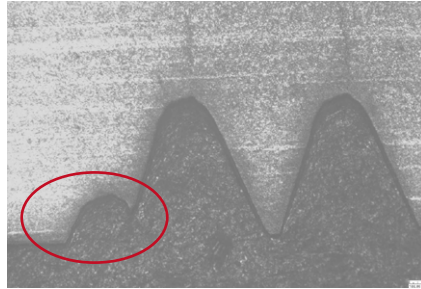


圖8 斷裂件螺紋第一牙處沒有做倒角處理（紅色圓圈處）

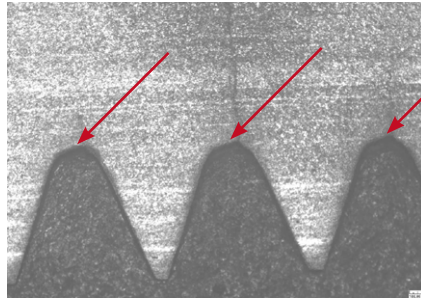


圖9 斷裂件螺紋牙谷相同位置（紅色箭頭處）有裂縫產生，並貫穿螺絲

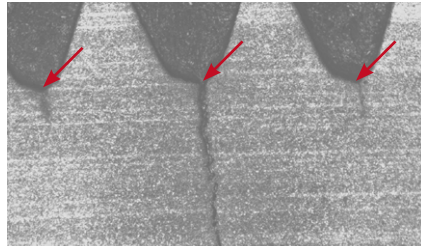


圖10 斷裂件螺紋牙谷相同位置（紅色箭頭處）有裂縫產生，並貫穿螺絲，倍率50X

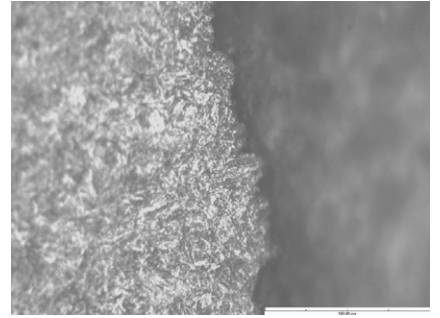


圖11 斷裂件螺絲破斷面屬於快速破壞

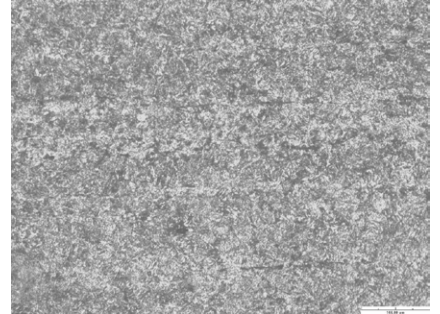


圖12 斷裂件之金相組織為麻田散鐵組織

四、結果與討論

- (1) 由巨觀檢視，吊眼螺絲破斷面呈現快速破裂形貌。
- (2) 經成份分析，原廠件與斷裂件之成份應屬於JIS G4053 SCM 440 材質規範。
- (3) 金相試驗，原廠件與斷裂件皆為麻田散鐵組織，斷裂件破斷面呈現快速破壞；原廠件在螺紋第一牙處有做倒角處理，斷裂件則無，且斷裂件在螺紋牙谷處（相同位置）皆有裂縫產生，甚至貫穿螺絲本體。觀察螺紋牙谷有鍛壓流線組織，原廠件應為軋製製品，而斷裂件應為車牙製品（有軋延組織）。
- (4) 經上述試驗，此吊眼螺絲斷裂主要原因，應屬於螺絲成形（車牙）時，在螺紋牙谷相同位置所造成之「尖端」（應力集中點），再加上螺絲牙谷為軋延組織（造成螺絲強度降低），故在使用時無法承受外來負荷而發生快速斷裂現象。

五、建議

- (1) 購買螺絲時，應要求軋製螺絲，避免車牙螺絲。
- (2) 在第一牙螺紋要求做倒角處理，避免應力集中。