

AA2021-3

# 航空事故調査報告書

I 株式会社ジンエアー所属

ボーイング式737-800型

HL8243

機体の動揺による客室乗務員の負傷

II 個人所属

エアコマンド式R532型（ジャイロプレーン）

JE0205

ハードランディングによる機体損傷

III 個人所属

山陽鉄工式EX-03C

PUFFIN-LT447型（超軽量動力機、単座）

JR0862

ジャンプ飛行中の墜落

令和3年4月22日

本報告書の調査は、本件航空事故に関し、運輸安全委員会設置法及び国際民間航空条約第13附属書に従い、運輸安全委員会により、航空事故及び事故に伴い発生した被害の原因を究明し、事故の防止及び被害の軽減に寄与することを目的として行われたものであり、事故の責任を問うために行われたものではない。

運輸安全委員会  
委員長 武田展雄

## 《参 考》

本報告書本文中に用いる分析の結果を表す用語の取扱いについて

本報告書の本文中「3 分 析」に用いる分析の結果を表す用語は、次のとおりとする。

- ① 断定できる場合  
・・・「認められる」
- ② 断定できないが、ほぼ間違いない場合  
・・・「推定される」
- ③ 可能性が高い場合  
・・・「考えられる」
- ④ 可能性がある場合  
・・・「可能性が考えられる」  
・・・「可能性があると考えられる」

### Ⅲ 個人所属

山陽鉄工式EX-03C

PUFFIN-LT447型（超軽量動力機、単座）

JR0862

ジャンプ飛行中の墜落

# 航空事故調査報告書

所 属 個人  
型 式 山陽鉄工式EX-03C PUFFIN-LT447型（超軽量動力機、単座）  
識別記号 JR0862  
事故種類 ジャンプ飛行中の墜落  
発生日時 令和2年6月9日 15時19分  
発生場所 佐賀県杵島郡白石町

令和3年4月1日

運輸安全委員会（航空部会）議決

委員長 武田 展雄（部会長）  
委員 宮下 徹  
委員 柿嶋 美子  
委員 丸井 祐一  
委員 中西 美和  
委員 津田 宏果

## 1 調査の経過

1.1 事故の概要	個人所属超軽量動力機（単座）山陽鉄工式EX-03C PUFFIN-LT447型JR0862は、令和2年6月9日（火）15時19分、北有明場外離着陸場においてジャンプ飛行中に墜落した。 同機には、操縦者のみが搭乗しており、死亡した。 同機は、大破したが、火災は発生しなかった。
1.2 調査の概要	運輸安全委員会は、令和2年6月9日、本事故の調査を担当する主管調査官ほか1名の航空事故調査官を指名した。 原因関係者からの意見聴取は、本人が本事故で死亡したため行わない。

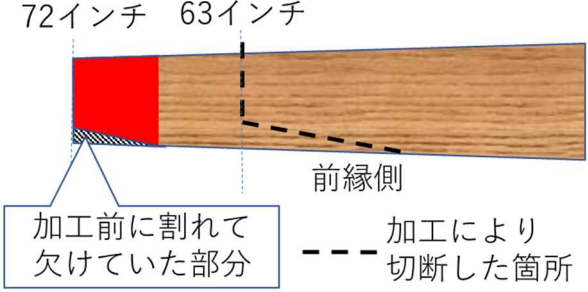
## 2 事実情報

2.1 飛行の経過	<p>目撃者の口述によれば、飛行の経過は概略次のとおりであった。</p> <p>個人所属の山陽鉄工式EX-03C PUFFIN-LT447型JR0862は、令和2年6月9日の昼頃、ジャンプ飛行を行うため操縦者により個人所有のコンテナから搬出され組み立てられた。</p> <p>同日15時19分、同機は、操縦者が着座し、その日2回目のジャンプ飛行のため同場外北西端より離陸滑走を開始し、離陸後周囲の木の高さくらいの高度に達したとき、左主翼が翼の付け根付近を支点として上方に折れた。その後姿勢を崩し、左側に横転しながら、左側方から墜落して転覆した。 （図1参照）</p>
-----------	---



図1 事故機が転覆した状況

	<p>目撃者は、同機の墜落を目撃した後、操縦者の救護に向かい、操縦者のシートベルトを外して機体から降ろした。その後、操縦者は、ドクターヘリで救急搬送されたが、搬送先の病院で死亡が確認された。</p> <p>目撃者は、当日の同機の飛行前に操縦者と挨拶を交わしたが、体調不良の様子は見られなかった。</p> <p>本事故の発生場所は、佐賀県杵島郡白石町の北有明場外離着陸場（北緯33度08分58秒、東経130度11分14秒）で、発生日時は、令和2年6月9日15時19分であった。</p>
2.2 死傷者	操縦者：死亡
2.3 損壊	<p>(1) 航空機の損壊の程度 大破</p> <p>(2) 航空機各部の損壊の状況</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ コックピット：左側面及び下面損壊</li> <li>・ 胴 体：コックピット後部側で折損</li> <li>・ 主 翼：両翼損傷、左主翼フレーム一部屈曲</li> <li>・ 左主翼結合部：前方結合部が分解し胴体から分離、後方結合部は破断</li> <li>・ 右主翼結合部：前方結合部が分解し胴体から分離</li> <li>・ ストラット：左後方ストラットに複数の打痕、屈曲及び赤色塗料付着</li> <li>・ プロペラ：ブレード全2枚損壊</li> <li>・ 降着装置：損傷</li> </ul>
2.4 乗組員等	<p>操縦者 66歳</p> <p>飛行時間 不明</p> <p>同型飛行機による飛行時間 不明</p> <p>最近30日間の飛行時間 不明</p> <p>操縦者の飛行時間は不明であるが、操縦者と同じクラブに所属するクラブ員によれば、操縦者は、平成13年に技量認定を受け、以後同クラブで継続して飛行しており、最近も同機でジャンプ飛行を実施していた。</p>
2.5 航空機等	<p>(1) 航空機 型 式：山陽鉄工式EX-03C PUFFIN-LT447型 キット購入年月：平成5年11月</p> <p>(2) 重量及び重心位置 事故当時、同機の重量及び重心位置は、いずれも許容範囲内にあった。</p> <p>(3) プロペラ 同機は、令和2年3月7日、それまで取付けていたガラス繊維強化プラスチック製のプロペラに内部剥離が認められたため、同クラブ員は、他の超軽量動力機（複座）に取付けていた直径7.2inch（ブレード長、片側約9.1cm）の木製プロペラを直径6.3inch（ブレード長、片側約8.0cm）に切断、テーパを付けて翼端の厚みを調整する加工をし、バランスを調整した後、操縦者の同意の下、同機に取付けた。</p>

	<p>加工前のプロペラ・ブレードの片側の先端前縁部には、他の機体で地上運転中にエアフィルターが外れて衝突した際に割れた損傷箇所が認められていたが、加工時に当該部分を含めて切断したこと、及び加工後に点検した結果、加工面を含むプロペラに異常は見られなかったことから、強度に問題はないと判断した。(図2参照)</p>  <p style="text-align: center;">図2 プロペラ加工前後の状況</p>
<p>2.6 気象</p>	<p>目撃者によれば、同場外の気象は、次のとおりであった。  天気 晴れ、風向 南東、風速 約3m/s</p>
<p>2.7 航空法の許可</p>	<p>本飛行に関し、航空法(昭和27年法231)第11条第1項ただし書、第28条第3項及び第79条ただし書の許可は、取得されていた。  しかしながら、同機のプロペラは、同機の型式仕様書に記載されている直径(60 inch又は58 inch)と異なる直径のものと交換されていたことから、第11条第1項ただし書の申請区分「改造」に該当するものの、改造に係る飛行許可申請はされていなかった。</p>
<p>2.8 その他必要な事項</p>	<p>(1) 動画の撮影状況  目撃者は、離着陸地帯の南西端にある駐車場から、同機のエンジン始動時から墜落までの間を、スマートフォンによる動画で、エンジン起動、地上滑走、及び事故発生時の状況をそれぞれ撮影していた。</p> <p>(2) プロペラの状況  同機のプロペラは、2枚のプロペラ・ブレードが一体成型された木製で、プロペラ・ブレードの先端は赤色塗料で塗装されていた。(後掲 図1.2参照)</p> <p>同機のプロペラ・ブレードは、その両端とも損壊していたが、その損壊状況は非対称的なものであった。  プロペラ・ブレードの一方は、ハブから長さ約44cmの部分を残して破断し先端部が失われていた。破断部はギザギザ状で残存部には縦割れや内部剥離が生じていた。  もう一方は、ハブから長さ約57cmの部分を残して破断し先端部が失われていた。破断部はアーチ状に削られたようになっており、主翼表面のセルの繊維が付着していたが、残存部に顕著な縦割れは確認できなかった。  プロペラの直径を示す表示は、72の刻印から同クラブ員が加工した直径の63と手書きで上書きされていた。(図3参照)</p> <p>同機の点検・整備要領書の10. プロペラの項には、次のように記されている(抜粋)。  プロペラに割れ、摩耗が発見されたら修理又は、新しいプロペラと交換すること。(中略)</p>

プロペラが運転中に飛散すると、その破片は、相当の破壊力を持ち動力装置、機体はもちろん周囲の人、家に被害を与える。従って、プロペラの取付、傷には常に注意を払うこと。また、素人による修理は、なるべく控え新しい部品に交換することを推奨する。

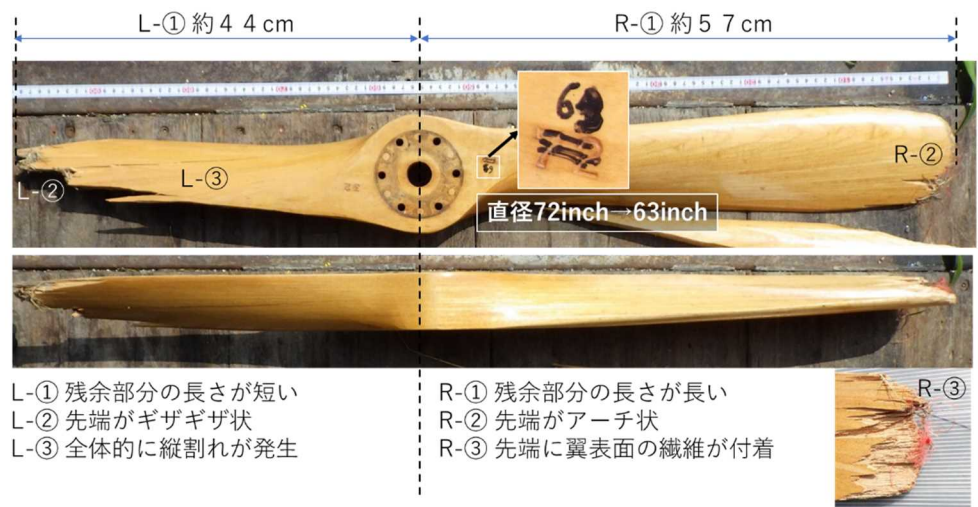


図3 プロペラの状況

(3) プロペラ・ブレード破片の分布状況

プロペラ・ブレードの破片が、事故現場から北西方向約80mにわたり広く分布していた。すべての破片を回収することはできなかったが、回収できた破片は大小合わせて17個であり、形状は短冊状のものが多く、長いもので約50cm、短いもので約10cmであった。(図4参照)

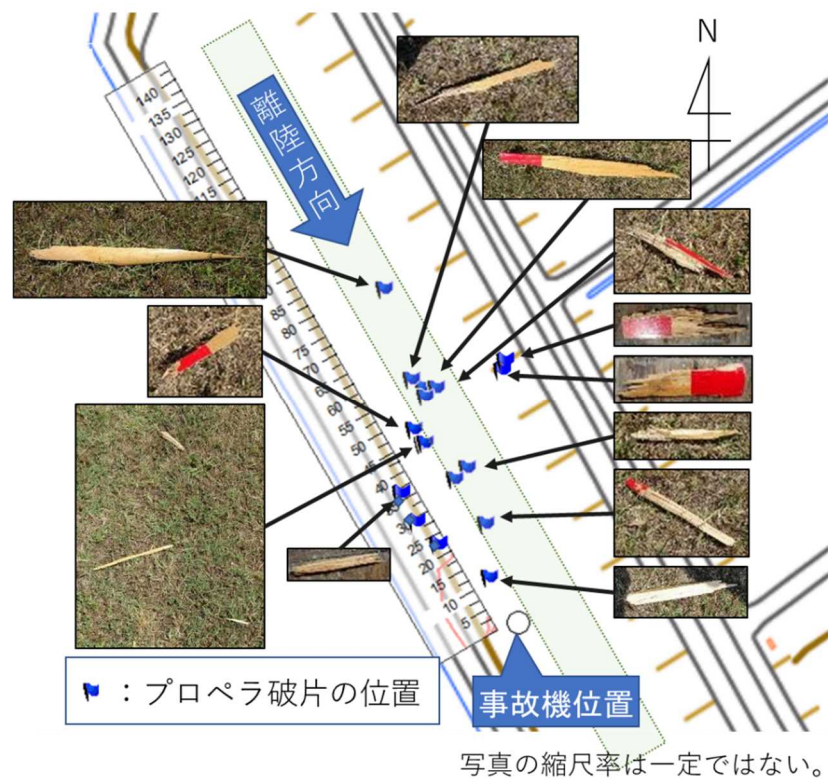


図4 プロペラ・ブレード破片の分布状況

(4) 主翼と胴体の結合

① 主翼前桁結合サポート



主翼前桁と胴体を結合する主翼側付け根の主翼前桁結合サポート（以下「同サポート」という。）には、主翼結合ピンを挿入するためのブッシュが圧入されているが、同機のブッシュは、左右とも同サポートから分離し、同サポートが胴体から外れていた。

同ブッシュの内径は約8mm、同サポートの内径は19mmであった。（図5参照）



正しい状態：ブッシュが同サポートに圧入され固定

同機の状況：同サポートから分離したブッシュ

図5 主桁結合サポートとブッシュの状況

② 主翼前桁と胴体の結合部

同機の組立手順書によれば、主翼前桁と胴体の結合部は、主翼結合ピンを下から挿入し、上部をちょうネジで締結後、ちょうネジが緩むことを防止する回り止めリングを装着する手順となっている。しかし、同機では、主翼結合ピンが組立手順書とは逆に、上から挿入されていた。

主翼結合ピンの最大径はピン頭部の13mm、ちょうネジの最大幅は35mmであった。（図6参照）

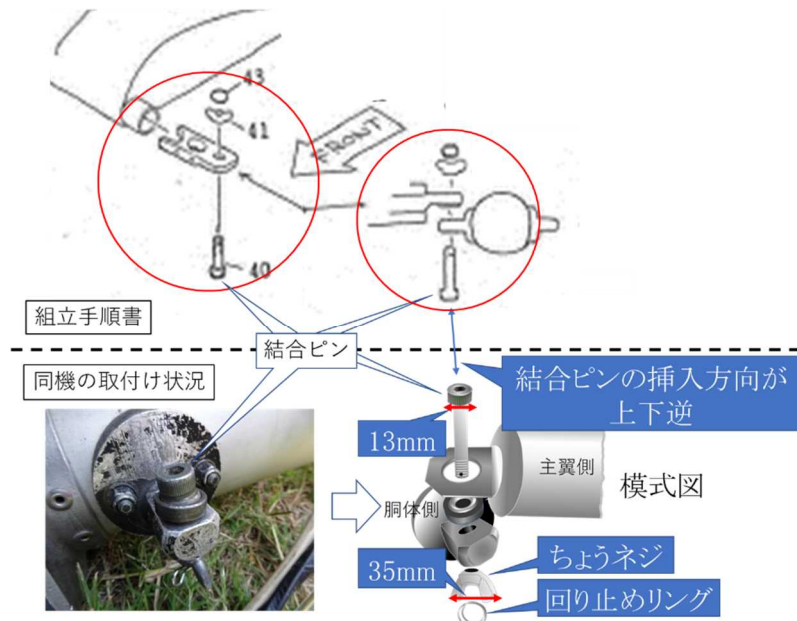


図6 主翼前方と胴体の結合状況

(5) ストラットの状況

ストラットは、主翼とパイロンを接続する左右各2本のアルミニウム合金製の構造材で、ストラットの上端は、胴体と垂直に結合されたパイロンの上部と1点で結合し、下端は主翼の前桁及び後桁の中央部にそれぞれ結合している。（図7参照）

同機の設計者によれば、ストラットの役割は以下のとおりである。

- ・主翼に働く揚力のほぼ100%を受け、パイロン上部に伝える。
- ・主翼に働くねじりモーメントを受ける。
- ・静的な状態における主翼の垂れ下がり防止する。



図7 ストラット（組立後の同機）

同機は、左後方ストラットに複数箇所の打痕等が認められた。同ストラットのパイロン上端側から約95cmの下面には、赤色塗料の付着と後縁側に著しい破損があり(a)、同上端から約80cmの位置では上方へ屈曲し、下面には前縁から後縁まで横断する亀裂が確認された(b)。また、同上端から約17cmの後縁側下面にも凹みが確認された(c)。(図8参照)



図8 ストラットの損傷状況

### 3 分析

3.1 気象の関与	なし
3.2 操縦者の関与	なし
3.3 機材の関与	あり
3.4 判明した事項の解析	<p>(1) 動画の解析</p> <p>目撃者が撮影した動画には、同機の離陸滑走開始以降、プロペラ・ブレード片の可能性が考えられる飛散物、左主翼が折れた状況から墜落までが保存されていた。(図9及び11参照)</p>  <p style="text-align: center;">図9 動画の撮影状況</p> <p>同動画を解析し、離陸滑走からの経過時間並びに同機の機体取扱及び操作手順書に記載された離陸速度（45 km/h）、上昇飛行速度（60 km/h）に当日の風を加味して、離陸滑走距離、ジャンプ飛行距離及び左主翼折れから墜落までの距離を算出した。算出した各距離を、既知である同機の墜落位置を基点にプロペラ破片の分布状況図上に転記した。</p> <p>その結果、同機は、離陸滑走時からプロペラ・ブレードの飛散が始まり、左主翼が折れる時まで飛散が継続していたものと推定される。(図10参照)。</p>



なお、左主翼が折れたときの高度は、同機の全幅を基準に画像で解析した結果、対地高度約7mと推定される。

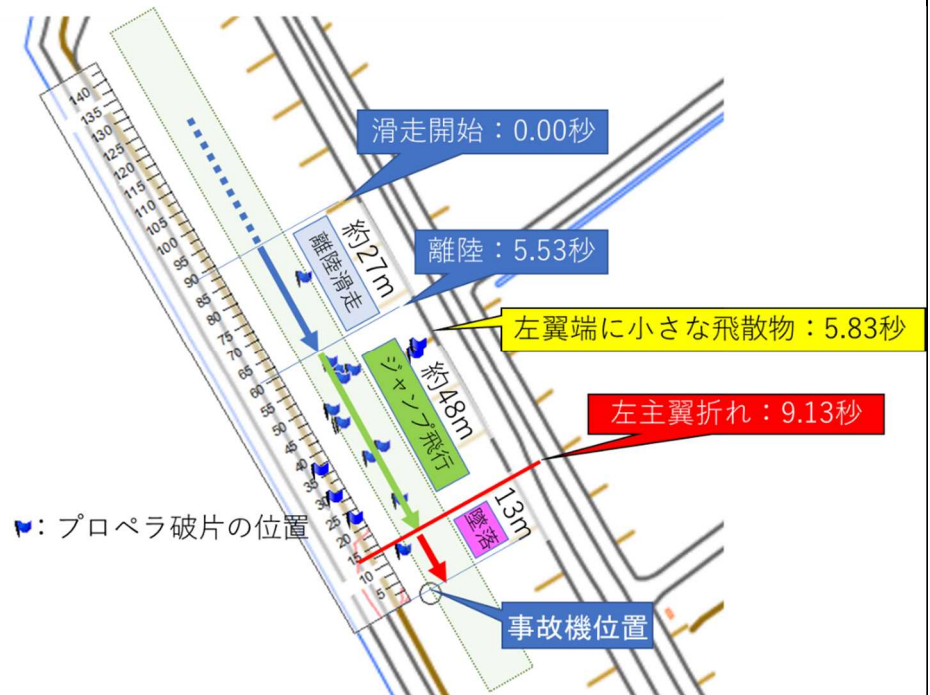


図10 推定飛行の状況

また、撮影された動画には、離陸直後の同機の左主翼上側に小さな飛散物が1コマ確認された。この時間の同機の推定位置をプロペラ破片の分布図と重ね合わせた結果、付近に赤色塗料が塗布されたブレード先端部の破片が確認されたことから、当該物体は、同破片が飛散したものである可能性が考えられる。(図11参照)



図11 撮影された飛散物

(2) プロペラの加工

同機のプロペラは、他の超軽量動力機（複座）に取付けられていたプロペラ・ブレードを加工したものであったが、加工前のプロペラ・ブレードには、異物と衝突した際に割れた損傷が認められていた。

木製プロペラへの異物の衝突は、割れや亀裂など目に見える大きな傷から目に見えない内部損傷まで幅広い範囲の損傷を含むため、外観検査だけでは発見できないような損傷が隠れている可能性がある。このため、損傷の修理を使用者の判断で行うことは大きな危険を伴うものであり、プロペ

ラ製造者が許容する範囲の損傷に限りプロペラ製造者の指示する方法に従って行う必要がある。

プロペラ・ブレードの加工においては直径7 2 inch（ブレード長、片側約9 1 cm）を直径6 3 inch（ブレード長、片側約8 0 cm）に切断、平面形にテーパを付けて、翼端の厚みを削ることが行われていた。このような加工は、プロペラの性能を大幅に変えるのみならず、プロペラ・ブレードの強度、耐久性に大きな影響を与える恐れのあるものであり、また、加工中に木製ブレードに内部剥離等の損傷を与える可能性がある。

したがって、使用者がこのような加工を行ってはならず、必要な場合は技術的知見や作業経験を有するプロペラ製造者に依頼する必要がある。

### (3) プロペラの損壊状況

同機のプロペラ・ブレードの破片には短冊状のものが多く、2つのプロペラ・ブレードの損壊状況は非対称的なものであった。特に損壊が激しい方には、残存部にも縦割れや内部剥離が認められた。また、回収したプロペラ・ブレードの破片のうち、離陸滑走開始位置から離陸方向に向かって最も手前で発見されたのは、損傷が激しいプロペラ・ブレード側の前縁部分であった。

損壊が少なかった側のプロペラ・ブレードについても翼端が損壊していたが、残存部に縦割れなどは認められなかった。（図1 2参照）



図1 2 プロペラの損壊状況

これらのプロペラの損壊状況から、損傷が激しい方のプロペラ・ブレードが損壊した原因については以下の可能性が考えられるが、損壊の程度が著しく、また、プロペラ運用中の履歴等の記録が残されていないためこれらを特定することはできなかった。

- ① 同機に取り付けられて運用中に異物の衝突に起因する外部損傷、又は内部層間の剥離や亀裂などの内部損傷が発生し、その後亀裂等が拡大して本事故時の損壊に至った。

- ② 以前の超軽量動力機に装着されていたときに受けた異物との衝突に起因する内部損傷が潜在していた。
- ③ プロペラ加工に起因する内部損傷が潜在していた。
- ④ プロペラ加工によりブレードの強度が影響を受け、運用中の繰り返し荷重により損壊に至った。

一方、損傷が少なかった側のプロペラ・ブレードについては、他方のプロペラ・ブレードが大きく破損したことにより、急激に負荷が増大するとともに発生した強い振動により先端部がちぎれ飛んだ可能性が考えられる。また、残存部の先端にセールの繊維が付着していたことに関しては、左主翼が前方取付け部から分離したあと、後方取付け部を支点に主翼表面がプロペラ回転面に接する位置まで後ろにめくれ上がったため、回転していたプロペラが主翼表面とこすれ、残存部分の先端が丸く削られ、主翼表面のセールの繊維が翼端に付着したものと推定される。(図13参照)



図13 損傷が少なかった側のプロペラ・ブレードと主翼の接触状況

#### (4) 主翼と胴体の結合

- ① 同サポートには、主翼結合ピンを挿入するためのブッシュが圧入されているが、同機では、ブッシュが同サポートから分離していた。分離していたブッシュを同サポート内にはめ込んでみたところ、ブッシュは同サポートから抵抗なく抜け落ちる状態であった。また、同ブッシュを確認したところ、同ブッシュの外周には摩耗が認められた。

これらのことから、同ブッシュは、長期間の使用による摩耗が進行し、同サポート内の挿入口とのはめ合いが緩くなり結合力が失われたため、同サポートから分離したものと推定される。

同ブッシュの内径は約8mmであり、結合ピン頭部の直径13mmより小さいため、同ブッシュと同サポートのはめ合いが緩んでいなかった場合、主翼結合ピン頭部で同ブッシュを押さえて、胴体から主翼が外れることを防止できた可能性が考えられる。(図14左側参照)

- ② 同機の主翼と胴体を結合する前後2本の主翼結合ピンのうち、前方結合ピンが上下逆に挿入されていた。

この場合、主翼結合ピンの最大径はピン頭部の13mmであり、ブッシュ挿入口の内径19mmより小さいため、ブッシュが同サポート内から



分離した場合、主翼結合ピンで同サポートが上方に抜けることを押さえることはできない。(図14左側参照)

前方結合ピンが正しい方向で挿入されていた場合、ちょうネジの最大幅は35mmでありブッシュ挿入口の内径19mmよりも大きいため、同サポート内のブッシュが分離した場合でも、ちょうネジにより同サポートが上方へ抜け出るのを押さえて、胴体から主翼が外れることを防止できた可能性が考えられる。(図14右側参照)

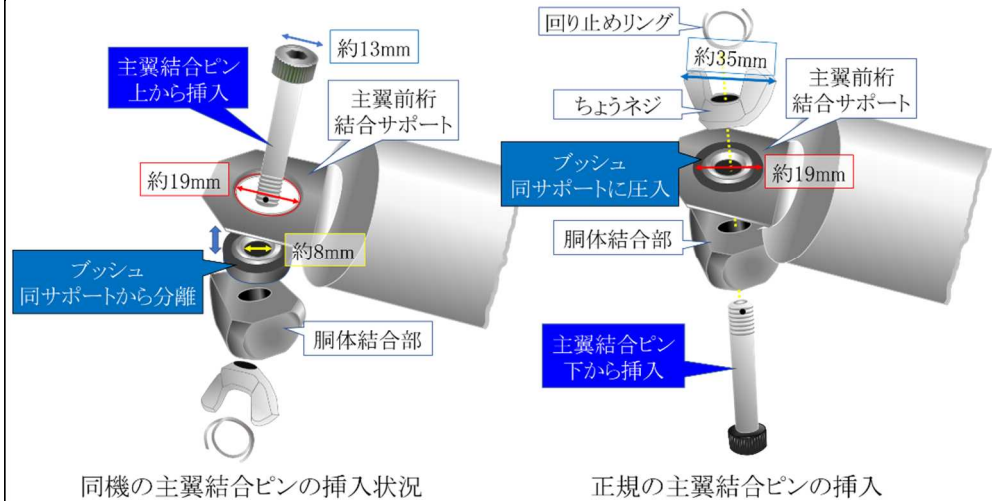


図14 主翼結合ピンの挿入状況 (模式図)

(5) 離陸滑走開始から墜落までの状況

同機は、離陸滑走開始後、損壊したプロペラの破片が強い遠心力で飛散し、その一部が左後方ストラットに下方から衝突したことにより、同ストラットに損傷を与えたものと考えられる。また、同ストラットにはプロペラ先端の赤色塗料が付着していた。赤色塗料が付着したプロペラ先端の破片は全部で6点回収されており、そのうち5点は離陸直後と推定される位置付近(図12 ②~⑥参照)で発見されたことから、同機は、離陸直後には同ストラットに損傷を受け、その後も損壊し続けたプロペラの破片が同ストラットに衝突した可能性が考えられる。

同ストラットは、複数のプロペラ破片の衝突による損傷で強度が低下したところに、同機の上昇中、主翼に働く揚力による圧縮荷重を受けて上方に座屈したため、2本のストラットでは主翼に働く揚力及びねじりモーメントを受けることができなくなり、左主翼結合部に上向きの力が作用したものと考えられる。

その際、左主翼前方結合サポートのブッシュが摩耗で緩んではめ合いの結合力が失われていたことに加え、左主翼前方と胴体結合部の主翼結合ピンが上下逆に取り付けてあったことが重なり、左主翼前方結合部が分離し、左主翼が付け根から上方に折れたものと考えられる。

その結果、残った右主翼のみの左右非対象な揚力により、機体は左にロールをしながら墜落したものと考えられる。(図9参照)

(6) 適切な整備及び手順に従った組み立ての実施

同機のプロペラには、異物との衝突等による外部損傷又は潜在する内部損傷を受けていた可能性が考えられる。これらが時間の経過とともに拡大し、プロペラ・ブレードの表面や翼端の塗装面に小さなひび割れなどとし

	<p>て現れていた場合、目視や触手による検査によって発見できていた可能性が考えられる。また、同機の主翼結合部のブッシュは、はめ合いが緩くなっていたが適切な修理がなされていなかった。</p> <p>超軽量動力機の安全性を維持するためには、日常及び定期の点検、整備を確実にを行うことが極めて重要である。特に、経年劣化により少しずつ進行するような腐食、摩耗、緩みなどは日々の点検では見落としがちであるため、小さな異常や状態の変化に対しても細心の注意を払って慎重に点検、整備に取り組む必要がある。</p> <p>さらに、同機の主翼結合ピンの締結方法が組立手順書どおりではなかった。本来有する機能や強度を保つためには、簡単と思われる作業であっても、組立手順書を確認し、これに忠実に従って組み立てる必要がある。</p> <p>なお、超軽量動力機の試験飛行等の許可については国土交通省航空局からサーキュラーNo. 1-007（超軽量動力機又はジャイロプレーンに関する試験飛行等の許可について）が発出され、飛行許可に関する一般方針が示されている。同サーキュラーの「飛行実施上の注意事項」では、手順に従った組み立て及び適切な整備の実施について以下の通り求めている（抜粋）。</p> <p>4-13-5-1 機体の組み立て及び分解は、設計者又は製造者がマニュアル等で指定した手順に従って行うこと。（中略）</p> <p>4-13-5-11 飛行前及び飛行後には必ずその機体の取扱い説明書に従って機体の点検を行い異常のないことを確認すること。設計者又は製造者がマニュアル等で定めた点検項目に従い整備を適切に実施すること。</p>
--	---

#### 4 原因

<p>本事故は、同機が離陸滑走開始後、プロペラ・ブレードが損壊し、飛散した破片の一部が左主翼の後方ストラットに衝突したことにより、その後の上昇中、同ストラットが座屈するとともに左主翼前方結合部が分離したため、墜落したものと考えられる。</p> <p>プロペラ・ブレードが損壊したことについては、異物との衝突により外部損傷又は潜在する内部損傷を受けた可能性、及びプロペラ径を変更する加工に伴う影響を受けた可能性が考えられるが、これらを特定することはできなかった。</p> <p>左主翼前方結合部が分離したことについては、ストラットの座屈に加え、同機の組み立て及び整備が適切に実施されていなかったことが関与したものと推定される。</p>
--