

AI2022-1

航空重大インシデント調査報告書

I 個人所属

ダイヤモンド・エアクラフト式

HK 36R スーパーデモナ型（動力滑空機・複座）

JA36HK

発動機の継続的な出力の損失

II 海上保安庁所属

テキストロン・アビエーション式172S型

JA393A

着陸復行時の機体後部下面接触

令和4年1月20日

本報告書の調査は、本件航空重大インシデントに関し、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、航空事故等の防止に寄与することを目的として行われたものであり、本事案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」

I 個人所属
ダイヤモンド・エアクラフト式HK36R
スーパーディモナ型（動力滑空機・複座）
JA36HK
発動機の継続的な出力の損失

航空重大インシデント調査報告書

所 属 個人
型 式 ダイヤモンド・エアクラフト式
HK36Rスーパーディモナ型（動力滑空機・複座）
登 録 記 号 JA36HK
インシデント種類 発動機の継続的な出力の損失
発 生 日 時 令和元年12月21日 12時11分ごろ
発 生 場 所 松山空港

令和3年12月17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 重大インシデントの概要 | ダイヤモンド・エアクラフト式HK36Rスーパーディモナ型JA36HKは、令和元年12月21日（土）、松山空港からの離陸上昇中に、エンジン出力が低下したため、同空港に引き返し、平行誘導路に着陸した。同機には機長及び同乗者1名が搭乗していたが、負傷者はいなかった。 |
| 1.2 調査の概要 | 本件は、航空法施行規則の一部を改正する省令（令2国土交通省令88）による改正前の航空法施行規則（昭27運輸省令56）第166条の4第7号中に規定された「飛行中における発動機の継続的な出力の損失」に該当し、航空重大インシデントとして取り扱われることとなったものである。 運輸安全委員会は、令和元年12月21日、本重大インシデント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。 本調査には、重大インシデント機の設計・製造国であるオーストリア共和国に重大インシデント発生の通知をしたが、その代表等の指名はなかった。 原因関係者からの意見聴取及び関係国への意見照会を行った。 |

2 事実情報

| | |
|-----------|--|
| 2.1 飛行の経過 | 機長及び同乗者の口述によれば、飛行の経過は概略次のとおりであった。 ダイヤモンド・エアクラフト式HK36Rスーパーディモナ型JA36HKは、令和元年12月21日、機長ほか同乗者1名が搭乗し、松山空港の滑走路14から離陸した。離陸上昇中、滑走路上約50ftにおいて、突然、エンジン出力が低下し振動が発生した。振動の強弱は、周期的に変動した。機長は燃料ポンプを操作したが、エンジン出力は回復しなかった。機長は、同機の性能を考慮し、同空港に引き返すことにした。同機は、滑走路32に着陸するため、左180°旋回を開始し |
|-----------|--|



図1 同機

| | | |
|--------------|--|--|
| | <p>た。機長は、旋回中に管制官に着陸許可を要求し、管制官は緊急事態と判断して即座に着陸を許可した。その後、機長は同機の高度が下がり滑走路には到達できないと判断して、平行誘導路に着陸した。</p> <p>同機は左に傾いた状態で強く接地し、左主翼端及び尾輪を損傷した。同機が着陸して停止後、エンジン出力の低下及び振動は回復していた。</p> <p>機長及び同乗者によると、離陸前のエンジン点検を含めて離陸後に振動が発生するまでエンジン不調の前兆はなかった。</p> |  |
| | <p>図2 推定飛行経路図</p> | |
| | <p>本重大インシデントの発生場所は、松山空港（北緯33度49分19秒、東経132度42分36秒）で、発生日時は、令和元年12月21日12時11分ごろであった。</p> | |
| 2.2 負傷者 | なし | |
| 2.3 損壊 | 尾輪の変形、左主翼の翼端に擦過痕及び翼端灯の破損 | |
| 2.4 乗務員等 | <p>(1) 機長 73歳</p> <p>自家用操縦士技能証明書（滑空機） 昭和42年10月18日</p> <p>限定事項 動力滑空機 平成10年7月24日</p> <p>特定操縦技能 操縦等可能期間満了日 令和2年3月8日</p> <p>第1種航空身体検査証明書 有効期限：令和2年5月22日</p> <p>総飛行時間（滑空機） 4,047時間</p> <p>同型式機による飛行時間 1,190時間</p> | |
| 2.5 航空機等 | <p>(1) 航空機</p> <p>航空機型式：ダイヤモンド・エアクラフト式HK36Rスーパーディモナ型、 製造番号：36349、製造年月日：平成3年11月6日</p> <p>耐空証明書 第2019-49-01号</p> <p>有効期限 令和2年1月18日</p> <p>耐空類別 動力滑空機 実用U</p> <p>総飛行時間 23,911時間15分</p> <p>重大インシデント当時、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>(2) エンジン</p> <p>エンジン型式：ロータックス式912S2-01型、製造番号：9563648、 製造年月日：平成27年11月4日、装備日：平成27年12月5日</p> <p>総飛行時間：351時間25分</p> | |
| 2.6 その他必要な事項 | <p>(1) 同機のエンジンのフロート式キャブレター（図3参照）</p> <p>同機のエンジンは、4ストローク水平対向4気筒のピストンエンジンであり、2式フロート式キャブレターが左右に装備されている。フロート式キ</p> | |

キャブレターは、フロートチャンバーにためられている燃料を空気と混合させて適切な混合気を作り、エンジンに供給している。右キャブレターからはエンジン右側にある1番及び3番シリンダーに、左キャブレターからはエンジン左側にある2番及び4番シリンダーに混合気が供給される。

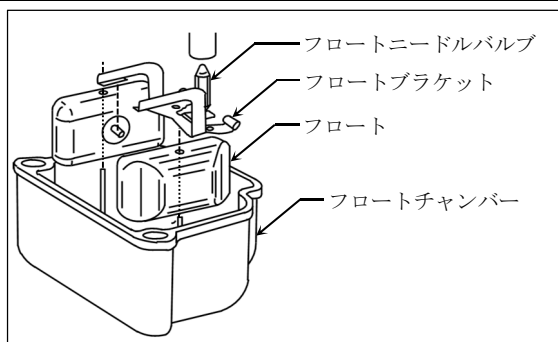


図3 同機フロート関係図

各キャブレターのフロートチャンバー内にそれぞれ2つある発泡ゴム製のフロートは、フロートチャンバーに固定されているピンをフロート内のインサート(案内管)に通すことで位置決めされ、浮力によりフロートチャンバー内の燃料に浮いた状態を維持しながら燃料液面の変動に応じて上下に動く。フロートの上下動は連動するフロートブラケットを介してフロートニードルバルブを開閉し、これによってフロートチャンバーへの燃料供給量が調整されてフロートチャンバー内の燃料液面高が一定に保たれる。(図4参照)

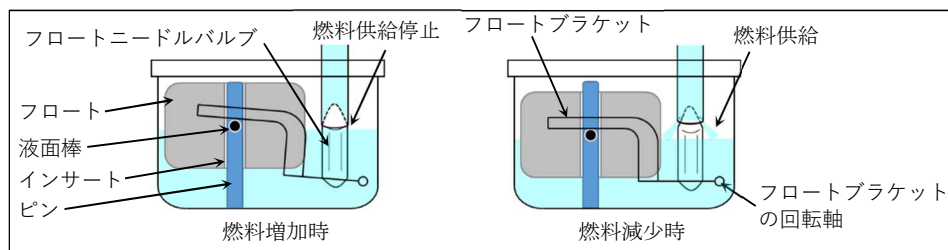


図4 燃料増減時の動作図 (イメージ)

同機のエンジンを着陸後に点検したところ、左キャブレターのフロート1つが燃料の中に沈んだままであった。(図5参照)

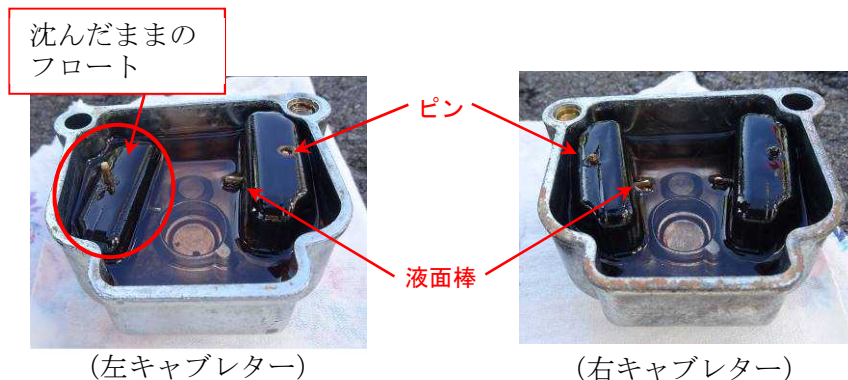
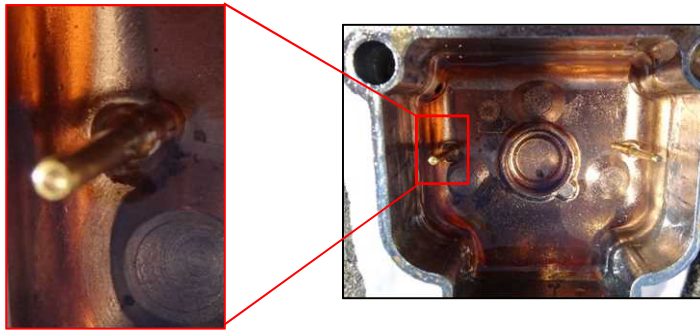


図5 同機キャブレターのフロート

燃料の中に沈んだままであった異常フロート側のピンに曲がりや異物の付着などはなかった。(図6参照)

現地調査において、点火プラグの状態を確認した結果、電極に著しい異常はなかった。左キャブレターから燃料が供給されるシリンダーの2番及び4番下側点火プラグの電極周辺が湿った状態であった。

左キャブレターの2つのフロートを新品に交換後、試運転及び機体姿勢を変化させながら地上走行を行ったが、エンジン不調は再現されなかった。



左ピン拡大写真

フロートチャンバー内部

図6 左キャブレターのフロートチャンバー

(2) 燃料検査

同機の燃料を抜き取り、成分分析を行った。成分分析の結果、燃料に異常はなかった。

(3) フロート調査

a. 外観

燃料の中に沈んだままであった異常フロートと左キャブレターで正常に動作していたフロート（以下「正常フロート」という。）の外観を比較した。（図7参照）



図7 フロートの比較

・ 異常フロート

フロートチャンバーのピンを通すインサートの両端及び液面を指示する棒（以下「液面棒」という。）に白色物質が付着していた。特にインサートの下穴と液面棒には白色物質が多く付着していた。

・ 正常フロート

インサート両端に異常フロートのような白色物質は見られないが、液

面棒にわずかに白色物質が付着していた。

b. 非破壊検査

非破壊検査として、X線CT検査を行った。

・ 発泡体部

両方のフロートの発泡体内に異物が見られるが、分布に偏りはなかった。また、両方の発泡密度に差はなかった。

・ インサート (図8、図9参照)

フロートのインサートは、一体部品であり、肉厚は約0.3mmであった。異常フロートのインサートは、S字状に歪んでいた。歪み幅はCT画像の計算によると0.2mmであった。さらに、異常フロートインサートは上穴側の端部の形状変化が顕著であり、上穴端部に全周にわたるクラックが発生していた。

正常フロートのインサートはストレートであり、クラックは発生していなかった。下穴付近に形状変化があった。

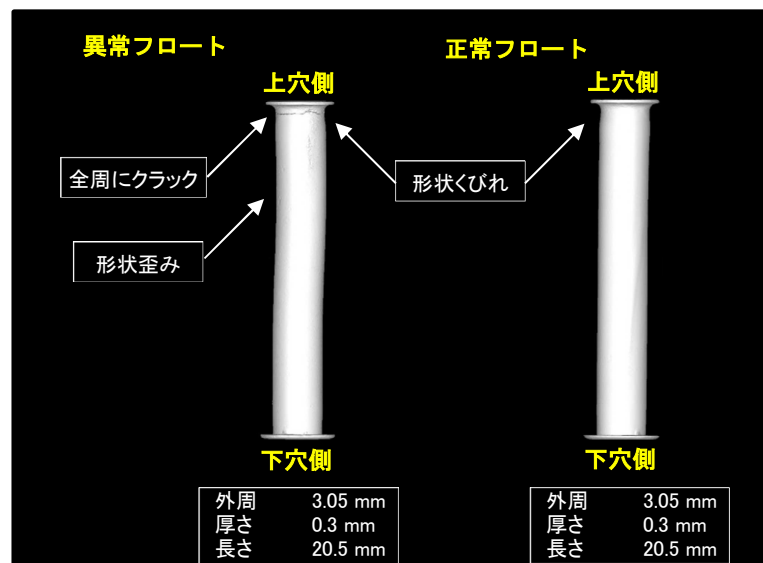


図8 インサート形状 (X線CT画像)



図9 異常フロートのインサートの歪み

c. 光学顕微鏡観察 (図10、図11参照)

光学顕微鏡を使用して、外観の観察を行った。

・ 発泡体部

発泡体部を拡大観察したところ、両方のフロートで部分的に凹凸が見られた。異常フロートの上穴周囲に透明～白色の付着物が見られ、その一部が発泡体表面をなぞるように線状に伸びて下穴までつながってい

た。更に、下穴と液面棒も透明物質が線状につながっていた。

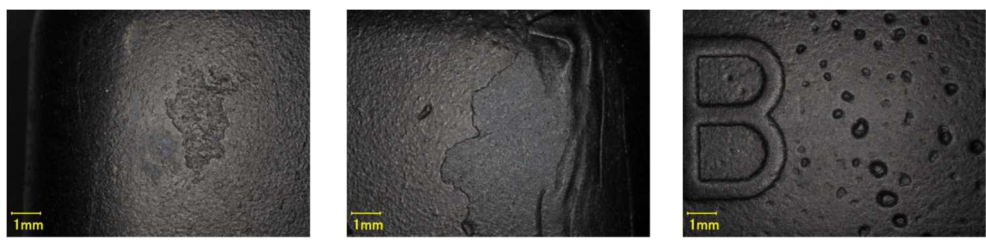


図 10 発泡体表面の凹凸（代表的な部分）



図 11 透明～白色物質の付着状態（異常フロート）

・ インサート穴及び液面棒

異常フロートの上穴周辺には透明～白色の物質、下穴周辺及び液面棒には白色の付着物が見られた。色調の違いは付着形状の違いや空気の内容量の違い等によるものと推測され、同等の物質と考えられる。なお、この物質はインサート内壁には付着していなかった。

インサート穴の内径は、以下のとおりであった。

| 部位 | 異常フロート | 正常フロート |
|----|--------------|---------|
| 上穴 | 2.42 mm | 2.41 mm |
| 下穴 | 2.25～2.31 mm | 2.43 mm |

d. 浮揚異常の再現実験

異常フロート及び正常フロートを燃料に浮かべる実験を行った。フロートチャンバーのピンは、製造者からの情報によると直径 2 ± 0.04 mm であることから、2mm のピンで代用した。この結果、異常フロート及び正常フロートの両方が、燃料に浮かんた。

再現実験は、水平に静止した状態で行われた。

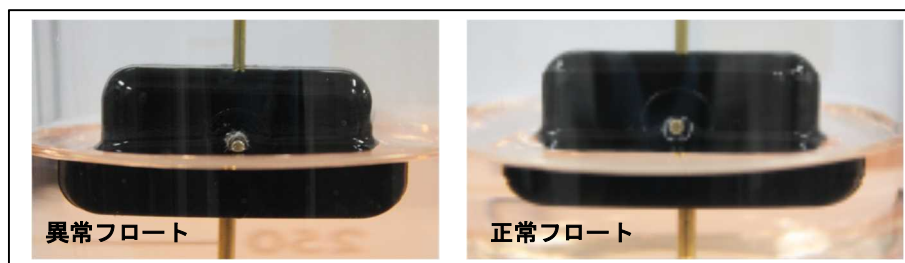


図 12 ピンに通した状態（数時間変化なし）

e. 質量変化

2日間、両フロート全体を燃料に浸した後、表面を軽く拭き取って、燃料に浸す前後のフロートの質量変化を測定した。その結果は、以下のとおりであった。

| 試料 | 計測質量 (g) | |
|--------|----------|--------|
| | 乾燥 | 全没後 |
| 異常フロート | 3.0902 | 3.1728 |
| 正常フロート | 2.8730 | 2.9102 |

f. 白色物質の成分分析

異常フロートの穴周辺に付着した白色物質の成分を特定するため、元素分析、赤外線吸収スペクトル分析（FTIR）及び熱分解による質量分析（GCMS）を行った。白色物質は上下穴及び液面棒に付着していたが、代表試料として下穴周辺のものを用いた。

その結果、白色物質の主成分は、炭素・酸素であり、接着剤等に使用される成分が検出された。エンジン製造者によると、接着剤は製造過程では使用されておらず、接着剤を使用する整備方法も設定されていない。

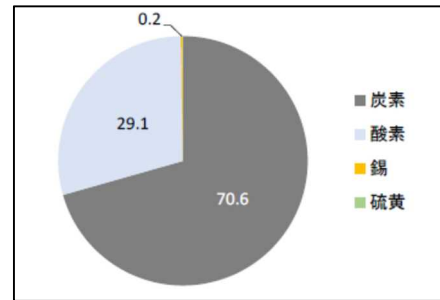


図 1 3 白色物質の元素組成

(4) 同機のエンジン整備マニュアル

同機のエンジン整備マニュアルには、フロート点検について、以下の内容が記載されている。

- ・ 200 飛行時間又は 1 年点検で、フロートの重量点検を行う。
- ・ 1 つのキャブレターに取り付けられている 2 つのフロートの合計重量の最大値は 7 g である。

なお、同機のエンジン整備マニュアルには、フロートの整備に接着剤を使用する整備作業は規定されていない。

(5) 同機のエンジン整備実績

同機のエンジン整備記録によると、同機のエンジン整備は、エンジン整備マニュアルに設定されている飛行時間ごとに行われていた。

機長によると、フロートチャンバーの清掃をした際、フロートの沈みのアンバランスがあったことがあり、これはフロートの合わせ目から燃料がしみ込んだことによるものと考え、フロートの合わせ目に接着剤を塗布したことがあったとのことであった。

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) エンジン不調の要因</p> <p>左キャブレターのフロートを新品に交換した後に実施した試運転でエンジン不調が再現されなかったこと、燃料の成分分析で異常がなかったこと及び点火プラグの確認で電極に点火不良となるほどの著しい異常がなかったことから、燃料系統及び点火系統はエンジン不調の要因ではないと考えられる。</p> <p>(2) フロートの動作不良</p> <p>燃料にフロートを沈めた後（全沈後）の正常フロートと異常フロートの質量は、異常フロートが約 0.26 g 重かった。しかし、フロートの浮揚異常の再現実験において、異常フロートも燃料に浮揚することが確認されたことか</p> |

ら、異常フロートの質量が大きかったことは、エンジンに不調をきたしたフロートの動作不良（浮揚異常）の要因ではなかったものと考えられる。

異常フロートでは、インサートに変形及び亀裂が発生していたこと並びに白色物質により下穴の内径が狭くなっていることが確認された。離陸上昇時などに、機体姿勢が傾くことにより、エンジンに固定されたフロートチャンバーは機体姿勢と同様に傾くが、フロートは液面同様に水平を保とうとするため、フロートチャンバーに対して傾きが発生する。（図14参照）このとき、フロートのインサートの変形及び亀裂等により、インサートとフロートチャンバーのピンとの間隙が狭くなり、フロートのスムーズな上下動が阻害されたものと考えられる。

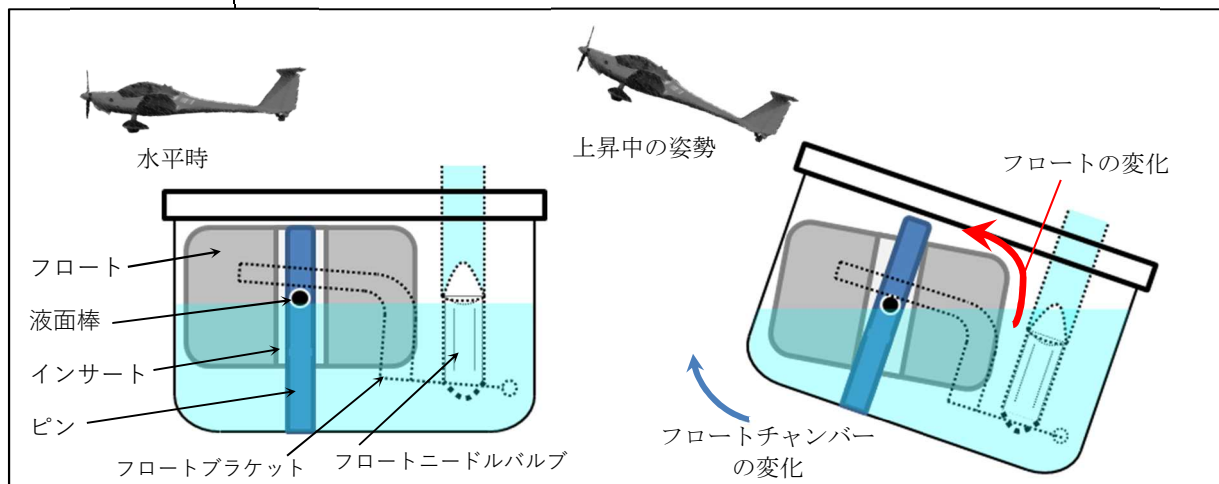


図14 フロートチャンバー及びフロートの動き

異常フロートのインサートの変形は、製造時や整備作業時の不適切な取り扱い等により、何らかの外的な力が加わったことによるものと考えられるが、これを特定することは出来なかった。

(3) エンジン不調

同機は、離陸上昇中に突然エンジン出力が低下した。離陸上昇中にこのようなエンジン不調が発生したのは、それまで液面変化に対応してスムーズに動いていた異常フロートの動作が、機体が傾いたことにより一時的に固着したため、適正に燃料流入量の制御ができなくなったものと考えられる。

すなわち、エンジン不調までスムーズに動いていた異常フロートが一時的に固着したことにより、フロートチャンバー内の燃料が少なくなっても異常フロートが下がらず、フロートブラケットがフロートニードルバルブを狭くしたままの状態となってフロートチャンバー内の燃料液面が過度に低下したため、シリンダーへの燃料供給が行われなくなりエンジン出力の低下が始まったものと考えられる。

フロートチャンバー内の燃料液面がシリンダーに燃料を供給できない位置まで下がると、今度はフロートチャンバーにわずかに燃料が供給され続けることによって、燃料液面はシリンダーに燃料を供給できる位置まで再度上昇し、これが繰り返されたものと考えられる。これにより、エンジン出力の低下とともに発生した振動の強弱が周期的であったものと考えられる。

このように、キャブレター内部のフロートの動作不良が発生して、キャブレターから適切に燃料供給されなくなり、エンジン不良が発生して継続的な

出力の損失に至ったものと考えられる。

(4) フロートの沈み

本事案発生後に異常フロートが沈んでいたことが確認されている。同機の着陸は、機体損傷を伴うほど強い着陸であったことから、着陸時に異常フロートが下方方向に移動し、再び固着した可能性が考えられる。

同機が着陸して停止した後、エンジン不調は解消していたことから、キャブレター内の2つのフロートの1つが沈んだ状態となった場合であっても、1つのフロートで燃料調整を行うことが可能であり、エンジンは正常に動作したのと考えられる。

(5) エンジン整備

異常フロートに付着していた白色物質は、フロートの沈みのアンバランスを解消しようとして使用された接着剤が付着したものと考えられる。キャブレターの点検において、フロートの沈みの異常なアンバランスなどの、整備マニュアルに修理方法が記載されていない不具合が発見された場合には、自己判断による修理方法を用いず、使用可能な良品と交換するか、あるいは製造者へ問い合わせを行い、その指示に従って修理作業を行うことが、航空機の安全性を確保する上で重要である。

4 原因

本重大インシデントは、同機の離陸中、エンジンの左キャブレターから適切に燃料供給されなかったことにより、エンジン不調が発生して継続的な出力の損失に至ったものと考えられる。

左キャブレターから適切に燃料供給されなかったことについては、キャブレター内部のフロートのインサートが変形していたことにより、フロートの動作不良が発生したことによる可能性が考えられる。