

航空事故調査報告書

I 個人所属

ビーチクラフト式A36型 JA4152

失速による墜落

II 日本航空株式会社所属

ボーイング式767-300型

JA654J

機体の動揺による客室乗務員の負傷

III 株式会社ジェイエア所属

エンブラエル式ERJ170-100STD型 JA211J

機体の動揺による客室乗務員の負傷

平成27年5月28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 後藤 昇 弘

《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
ビーチクラフト式A36型
JA4152
失速による墜落

航空事故調査報告書

所 属 個人
型 式 ビーチクラフト式A36型
登録記号 JA4152
事故種類 失速による墜落
発生日時 平成25年8月18日 13時55分ごろ
発生場所 茨城県稲敷郡阿見町 阿見飛行場南側草地

平成27年 4 月 24 日
運輸安全委員会（航空部会）議決

委 員 長 後 藤 昇 弘（部会長）
委 員 遠 藤 信 介
委 員 石 川 敏 行
委 員 田 村 貞 雄
委 員 首 藤 由 紀
委 員 田 中 敬 司

要 旨

<概要>

個人所属ビーチクラフト式A36型JA4152は、平成25年8月18日（日）13時55分ごろ、阿見飛行場滑走路27に進入し復行しようとした際、滑走路南側の草地に墜落した。

同機には、機長ほか同乗者3名の計4名が搭乗しており、全員が負傷した。

同機は大破したが、火災は発生しなかった。

<原因>

本事故は、JA4152が最終進入経路を飛行中、失速警報が作動する低速度の状態から復行を試みた際に失速したため、墜落して機体を大破するとともに、搭乗者全員が負傷したものと推定される。

同機が失速したことについては、機長がエンジンパワーを増加させた際、ラダー操作を行わず、エルロン操作だけで水平姿勢を保持しようとしたため、三舵さんだの調和がと

れた操縦ができず、機首方向及び適切な姿勢を維持できなかったことによるものと考えられる。

本報告書で用いた主な略語は、次のとおりである。

F A A	: Federal Aviation Administration
G P S	: Global Positioning System
N T S B	: National Transportation Safety Board
R P M	: Revolutions Per Minute
V F R	: Visual Flight Rules

単位換算表

1 kt (s)	: 1.852 km/h (0.5144 m/s)
1 ft	: 0.3048 m
1 lbs	: 0.4536 kg
1 nm	: 1,852 m

1 航空事故調査の経過

1.1 航空事故の概要

個人所属ビーチクラフト式A36型JA4152は、平成25年8月18日（日）13時55分ごろ、阿見飛行場滑走路27に進入し復行しようとした際、滑走路南側の草地に墜落した。

同機には、機長ほか同乗者3名の計4名が搭乗しており、全員が負傷した。

同機は大破したが、火災は発生しなかった。

1.2 航空事故調査の概要

1.2.1 調査組織

運輸安全委員会は、平成25年8月18日、本事故の調査を担当する主管調査官ほか2名の航空事故調査官を指名した。

1.2.2 関係国の代表

本調査には、事故機の設計・製造国である米国の代表が参加した。

1.2.3 調査の実施時期

平成25年8月19日～21日 現場調査、機体調査及び口述聴取

平成25年8月26日 口述聴取

平成25年9月10日 エンジン出力制御系統の検査

平成25年9月20日～11月19日 エンジン駆動燃料ポンプの機能試験

1.2.4 原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

1.2.5 関係国への意見照会

関係国に対して意見照会を行った。

2 事実情報

2.1 飛行の経過

個人所属ビーチクラフト式A36型JA4152（以下「同機」という。）は、平

成25年8月18日、慣熟飛行のため、機長が左前席に、同乗者3名が右前席及び後席に着座し、松本空港を12時57分に離陸し、阿見飛行場（以下「同飛行場」という。）に向けて飛行していた。

同機の飛行計画の概要は、次のとおりであった。

飛行方式：有視界飛行方式、出発地：松本空港、移動開始時刻：13時15分、
巡航速度：130kt、巡航高度：VFR、経路：上田、熊谷
目的地：阿見飛行場、所要時間：1時間30分、
持久時間で表された燃料搭載量：5時間00分、搭乗者数：4名

本事故に至るまでの飛行の経過は、携帯型GPS装置の記録、機長、同乗者、目撃者の口述によれば、概略次のとおりであった。

2.1.1 携帯型GPS装置の記録等による飛行経過

- 12時57分 同機は、松本空港を離陸した。
- 13時42分ごろ 機長は、アマフライトサービス*1から同飛行場の着陸情報を入手した。
- 13時50分ごろ 同機は、霞ヶ浦湖上から同飛行場の場周経路に入った。
- 13時55分ごろ 同機は、同飛行場滑走路南側の草地に墜落した。

2.1.2 関係者の口述

(1) 機長

機長は、同飛行場から松本空港への飛行前に機体の点検を行い異常がないことを確認した。燃料は前日の飛行後に満載にしており、飛行前点検において燃料量が十分であり、水の混入もないことを確認した。

同機は、機長及び同乗者3名が搭乗し9時56分に同飛行場を離陸し、松本空港に10時59分に着陸した。その後、同飛行場へ戻るため、松本空港を12時57分に離陸した。

機長は、同飛行場の手前約15nmで、アマフライトサービスを呼び出し、着陸情報を入手した。その後、霞ヶ浦の湖上から同飛行場滑走路27の場周経路に入り、車輪を下ろし、フラップ下げの操作を行った。

同機は、最終進入経路を3°の進入角で、滑走路中心延長線上に沿って進入した。

機長は、気流の状態は悪いと感じた。滑走路進入端の手前で風の影響を受

*1 「フライトサービス」とは、航空機と飛行援助に関する通信を行うために当該飛行場等の設置者又は管理者により運用されている無線局をいう。

けて機体が下げられたので、操縦桿を少し引いて同機の機首を上げ、同時にパワーを足したが、エンジン出力に変化がないと感じた。これにより同機は、進入経路が高くなり、機速も低下し、失速警報音が鳴っている状態で地上から5～7mの高さで滑走路を水平飛行した。

同機が滑走路中央に近づき、滑走路残長が3分の2くらいになった位置で、機長はオーバーランが心配になり復行を決断し、エンジン出力をフルパワーにしたが、エンジン音に変化がなく、出力も全く増加しないと感じた。

その後、機長は右方向からの突風を受けて、同機が左へ偏向していくと感じたが、機長は右ラダーの操作を行わず右方向へのエルロン操作だけで、機体姿勢を保持しようと試みた。これは、機速の低下があってもエルロンは最後までコントロールが効くが、ラダーはすぐ効かなくなると機長が考えていたためである。

機長は、エンジン不調の原因としてベーパーロック現象^{*2}の発生を考えたが、ミクスチャー・レバー、プロペラ・レバー、スロットル・レバーをフルのままにいればベーパーロックが解消されるのではないかと思っていた。

機長は、復行時にフラップ、ギア上げ操作は行わず、補助燃料ポンプもオフのままとした。同機のエンジンは最後まで止まることはなく、エンジン不調以外に機体の異常は感じなかった。

同機は左へのロール、横滑りを伴い左方向へ偏向し続けて、機首が下がり失速警報装置が作動している状態で、左主翼が最初に地面に接触し、墜落した。

(2) 同乗者A

自家用操縦士の資格を有する同乗者Aは、後席左側に着座し、霞ヶ浦付近で前方に飛行中の他機（後述の目撃者A操縦の機体）を見た。同機はその飛行機に続き場周経路に入った。最終進入経路に入り同乗者Aは失速警報音を聞いて、機長が機速をぎりぎりまで落としているのだと考えた。

同乗者Aは、同機の正面に滑走路左脇の草地を見ていた。

その後、同乗者Aは、同機のエンジン音が大きくなるのを聞き、進入経路が左にずれたことから機長が復行を開始したのだと考えた。

同機の機首上げ姿勢はかなり大きくなったが上昇せず、機体の加速も感じられない状態で左方向への旋回が始まった。同乗者Aはこんな状況で左旋回

*2 「ベーパーロック現象」とは、燃料が系統の配管やポンプ内部で気化し、蒸気（ベーパー）に変わることによって燃料の流れを制限し、その結果発生する燃料の流れの部分的、あるいは完全な途絶のことをいう。発生原因には、①燃料にかかる圧力の低下、②燃料温度の上昇、③燃料の過度の攪乱^{かくらん}の三つがある。（公益社団法人 日本航空技術協会発行 ピストンエンジン P184より一部引用）

したら失速すると思った。

(3) 同乗者B

後席右側に着座していた同乗者Bは、同飛行場に常駐している小型機の搭乗回数は多く、同機にも数回搭乗した経験があった。

同乗者Bは、同機の同飛行場の最終進入中、滑走路手前で機長がパワーを早く絞りすぎて、高度が低くなったが、機長がもう1回パワーを増加させて、修正している状況を確認していた。

その後、同乗者Bは、同機のパワーが増加して、タッチアンドゴー^{*3}を実施する時のようにエンジン音がかなり大きくなったので復行したのがわかった。同機は左方向への偏向が強くなり、上昇せず失速して墜落した。

(4) 同乗者C

前席右側に着座していた同乗者Cは、同機での飛行は今回が初回であり、飛行全般についてよくわからず覚えていないが、最終進入中、滑走路延長線上ではなく、左横にずれていることはわかった。

(5) 目撃者A

目撃者Aは、事故発生のおよそ3分前に同飛行場に着陸したが、上空で同機とアマフライトサービスの無線交信のやりとりを聞いたところ、特に変わった様子はなかったと感じていた。

目撃者Aが同飛行場へ着陸進入した時の状況は、風向210°、風速7～8kt程度で、若干気流は乱れていたが、操縦に大きく影響を与える状況ではなかった。ただし、一般的に滑走路27の着陸では、南からの横風時に地形的な影響が加わり、最終進入経路において機体があおられることがある。

目撃者Aは、着陸後にエプロン上で同機が最終進入経路を進入してくる様子を見たが、特に異常が発生しているようには感じなかった。

目撃者Aは、駐機場から事務所に入った後に、同機のエンジン音がはっきりと大きくなるのを聞いたことで、同機が復行を開始したと思った。

(6) 目撃者B

目撃者Bは、事務所内でアマフライトサービスの業務に携わっており、同機からの着陸情報のリクエストに対して、使用滑走路27、風向160°、風速5ktの情報を提供した。目撃者Bは場周経路に入ってくる同機を目視したが、復行の様子は見ていず、事務所内で同機のエンジン音がかなり大きくなったのを聞いた。

*3 「タッチアンドゴー」とは、着陸した航空機が滑走路上で停止することなく、直ちに加速して再び離陸を行う飛行方法をいう。主に離着陸の訓練で用いられる。

(7) 目撃者C

目撃者Cは、着陸後の同機へ給油を行うために滑走路南側の給油エリアで同機の着陸進入を見ながら準備を行っていた。同機は、最終進入において滑走路中心延長線上の経路からずれて目撃者Cの方向に向かって飛行して来た。その後、目撃者Cは、頭上少し手前で同機が左に傾いて、機首が下がり、さらに「パタッ」と倒れるように急激に傾き、林を飛び越えて落ちていく様子を見た。

本事故の発生場所は、同飛行場滑走路南側約140mの草地（北緯36度01分20秒、東経140度15分55秒）で、発生日時は、平成25年8月18日13時55分ごろであった。

（付図1 推定飛行経路及び事故現場見取図 参照）

2.2 人の負傷

機長及び後席の同乗者1名が骨折の重傷を、その他の同乗者が打撲及び捻挫の軽傷を負った。

2.3 航空機の損壊等に関する情報

2.3.1 損壊の程度

大 破

2.3.2 航空機各部の損壊の状況

- | | |
|----------|------------------|
| (1) 胴 体 | 前方下部損傷 |
| (2) 主 翼 | 右主翼損傷、左主翼翼端前縁部損傷 |
| (3) エンジン | 損傷、特に右側下部大きく損傷 |
| (4) プロペラ | 3枚ブレード全て損傷 |
| (5) 着陸装置 | 右主脚及び前脚折損 |



写真 事故機（周囲の草刈り後に撮影）

2.4 航空機乗組員等に関する情報

機長 男性 62歳

自家用操縦士技能証明書（飛行機）

平成15年11月7日

限定事項 陸上単発機

平成15年11月7日

第2種航空身体検査証明書

有効期限

平成25年10月17日

総飛行時間

776時間30分

最近30日間の飛行時間

2時間40分

同型式機による飛行時間

563時間00分

最近30日間の飛行時間

2時間40分

（総飛行時間及び同型式機飛行時間は本人の記憶によるものであり、最近30日間の飛行時間は搭載用航空日誌の記録によるものである。）

2.5 航空機に関する情報

2.5.1 航空機

型式

ビーチクラフト式A36型

製造番号

E-2682

製造年月日

平成3年12月2日

耐空証明書

第東-24-419号

有効期限

平成25年12月4日

耐空類別

飛行機 普通N又は実用U

総飛行時間 5,789時間55分
 定期点検(100時間点検、平成24年11月20日実施)後の飛行時間 37時間55分
 (付図2 ビーチクラフト式A36型 三面図 参照)

2.5.2 重量及び重心位置

事故発生当時、同機の重量は約3,400lbs、重心位置は基準線後方82inと推算され、いずれも許容範囲(最大着陸重量 3,650lbs、事故時の重量に対応する重心範囲 77.7in~87.7in)内にあったものと推定される。

2.5.3 燃料及び潤滑油

燃料は航空用ガソリン100、潤滑油はエクソンELITE MIL-L-22851であった。

2.6 気象に関する情報

- (1) 同飛行場の事故当時の天候は晴れ、視程は良好であり着陸進入に支障となるような雲はなかった。
- (2) 13時42分ごろ飛行場事務所の屋根上に設置された風向・風速計で観測した風向は160°、風速は5ktであった。
- (3) 同飛行場の西南西約4.6kmに位置している阿見町消防本部における事故時間帯の気象観測値は、次のとおりであった。

表 風向風速記録(標高21m)

時刻	13:30	13:35	13:40	13:45	13:50	13:55	14:00
平均風向	南南西	南南西	南	南南西	南	南南西	南南西
平均風速(kt)	12.0	11.3	10.9	10.7	9.7	9.9	9.5
瞬間最大風速(kt)	20.6	20.6	19.8	18.5	18.3	18.3	16.5

2.7 事故現場及び損壊の細部状況

2.7.1 事故現場の状況

同飛行場は、非公共用の飛行場^{*4}であり、個人所属の自家用機が多く常駐している。標高は約20m、滑走路は長さ600m、幅25mで舗装されており、両端にはそれぞれ60mの過走帯がある。また、滑走路には磁方位を示す09/27の指示標識のほか、滑走路中心線標識、滑走路中央標識がある。

事故現場は、標高約12mで、同飛行場の南側約140mの雑木林に囲まれた柔

*4 「非公共用の飛行場」とは、設置者の許可を受けた者のみ利用可能な飛行場をいう。

らかい草地であった。

同機は、進入方向とは逆の東(磁方位約80°)に機首を向けて停止していた。
(付図1 推定飛行経路及び事故現場見取図 参照)

2.7.2 損壊の細部状況

(1) 胴体

前方下部が損傷していたが、後方胴体に損傷はなかった。

(2) 主翼

右主翼は挫屈損傷、左主翼は翼端付近の前縁部が大きく損傷しており、フラップはダウン(3段階のうち最下段)位置にあった。

(3) エンジン

エンジン下部の構造部材は大きく損傷し、特に右側のシリンダー周辺の損傷が大きかった。エンジンマウントは破断していた。

(4) プロペラ

3枚のブレードは、全て後方に曲がり損傷していた。

(5) 着陸装置

前脚は左後方へ折損し、右主脚は内側に折損していたが、左主脚には大きな損傷はなく、下げ状態でロックされていた。

(写真 事故機 参照)

2.8 試験及び研究

2.8.1 機体、エンジン各系統の検査

同機のエンジン各系統(潤滑、燃料、流入空気)のフィルターを確認したが異常はなく、エンジンオイルには金屑等の混入もなかった。エンジン点火系統については、配電線及び点火プラグの状態検査を行ったが異常はなかった。

エンジン出力制御系統については、操縦席スロットル・レバー及びミクスチャー・レバーの動きが拘束されることなくエンジン側に円滑に伝達されており、異常はなかった。

同機から残燃料の抜き取りを実施したところ、残燃料量は、飛行前の推定搭載燃料量から事故当日の飛行時間分を差し引いた計算量とほぼ一致した。燃料の品質に異常はなく、水の混入もなかった。

2.8.2 ベーパーロック現象に関する調査

N T S B (米国国家運輸安全委員会)及びエンジン製造会社の協力を得て、エンジン駆動燃料ポンプの分解検査、機能試験を行ったが、2.1.2(1)の口述にある、

ベーパーロック現象が発生する原因となるような異常はなかった。

また、エンジン製造会社からは、同機に搭載されている無過給式エンジン^{*5}において低高度でのベーパーロック現象発生事例の報告は全くないという報告があった。

2.9 その他必要な事項

2.9.1 搭載されていた携帯型GPS装置の解析

同機に持ち込まれていた携帯型GPS装置には、同機の事故発生当日の飛行に関して、事故までの飛行経路、高度及び時刻の情報が残されていた。

(付図1 推定飛行経路及び事故現場見取図 参照)

2.9.2 自家用操縦士の技量維持方針に係る指針

航空局の課長通達(平成15年3月28日 国空乗第2077号)「自家用操縦士の技量維持方針に係る指針」では、以下のように記述されている。

表記について基本的な考え方は以下のとおりであり、自家用操縦士は本指針を参考に、自ら積極的に技量維持に努めることが望ましい。

1. 航空安全講習会

- (1) 航空機を操縦する日から遡って2年以内に安全講習会を受講し、安全知識の習得、安全意識の向上に努める。
- (2) 外国の資格証書からの切替えにより我が国の自家用操縦士技能証明書を取得した場合は、当該技能証明を取得後速やかに、安全講習会を受講し、安全知識の習得、安全知識の向上に努める。

(以下略)

2. 最近の飛行経験

- (1) 航空機を操縦する日から遡って180日以内に当該航空機と同じ種類及び等級の航空機による3回以上の離着陸経験がない場合は、実技訓練(航空局が認定した模擬飛行装置又は飛行訓練装置により行う場合を含む。)を行うことにより自ら技量の維持に努める。

(以下略)

機長は外国の資格証書からの切替えにより本邦の自家用操縦士技能証明書を取得し、平成17年3月に安全講習会に参加していたが、その後は参加していなかった。

また、平成23年5月25日、航空法の一部が改正され、操縦士の技量維持及び

*5 「無過給式エンジン」とは、ターボチャージャーやスーパーチャージャーなどの過給器(流入空気を圧縮する装置)を使わず、大気圧のままにシリンダー内に吸気(自然吸気)するエンジンをいう。

技能の底上げを目的とした特定操縦技能審査*6制度が導入された。同制度は、操縦技能証明を有する者は、操縦に必要な知識及び能力を有するかどうかについて、飛行の日から遡って2年以内に操縦技能審査員による審査に合格していなければ、航空機の操縦等を行ってはならないというものである。

同制度は平成26年4月1日から施行されているが、それ以前は経過措置として平成24年4月1日より相当審査を実施していた。相当審査を受けた者は、平成26年4月1日以降において、特定操縦技能審査に合格しているとみなされていた。機長は、本事故が発生した時点で、相当審査を受審していなかった。

2.9.3 安全運航のための対気速度

安全運航のための対気速度について同機の飛行規程に次の記載がある。(抜粋)

第4章 通常操作

1.安全運航のための対気速度 (3,650 LBS)

(中略)

着陸進入速度

フラップ下げ (30°)	79kts
フラップ上げ (0°)	90kts
着陸復行速度	80kts

2.5.2に記述した事故発生当時の同機の重量約3,400lbsにおける最終進入対気速度は80ktであった。

2.9.4 復行

(1) 復行操作に関し、同機の飛行規程に次の記述がある。(抜粋)

13. 着陸復行

- a. スロットルフル・スロットル、2,700rpm
- b. ミクスチャフル・リッチ
- c. 対気速度80kts (障害物を超えるまで、その後通常の上昇速度に設定する。)
- d. フラップ上げ (0°)

*6 「特定操縦技能審査」とは、国土交通大臣の行った技能証明を有する操縦者に対して、飛行前の2年以内に行われる技能審査である。その口述審査では最近の変更点及び恒常的に知識のレビューをすべき点について確認が行われ、実技審査では飛行前作業並びに場周経路飛行及び離着陸等の基本的な操縦能力が確認され、さらに、異常時及び緊急時に必要な知識についての知識確認も行われる。

- e. 着陸装置 上げ
- f. カウル・フラップ OPEN

(2) 復行操作に関し、「飛行機操縦教本」(一般財団法人 航空振興財団 発行 第3版 P-116) に次の記述がある。(抜粋)

4. 4 着陸復行

(中略)

(1) 着陸復行操作とその要領

(中略)

a. 方向を維持しながらフルパワーにして、ピッチは安全な上昇姿勢を維持する。
スロットルを円滑に全開位置まで開くと同時に、機首を安全上昇姿勢に保つために操縦桿を押さえ、機首が左右にふれないようラダーで方向を維持する。この時機速と姿勢に注意しなければならない。

b. 安全上昇を維持してトリム調整^{*7}を行う。

トリムはすでにファイナルアプローチの段階で着陸に適するように調整しているので、パワーおよび機速が増加すると操舵圧は変化する。安全上昇姿勢を保持しながらこの圧を抜くためにトリム調整を行う。

c. 安全高度、安全速度に達したならば脚をあげる。

トリム調整が完了し、安全な高度と速度に達したならば脚をあげる。脚上げ操作は安全な上昇姿勢が確立され、機の沈みが止まった後行うもので急いではない。操作に際しては失速におちいらないように機速に十分注意すること。

d. 一定高度(飛行規程で指示された高度)に達したならば、フラップをアップする。

フラップを使用していたらフラップを上げる。フラップ上げに際しては制限高度と制限速度を厳守すること。フラップが上がると揚力(および抗力)が減少して機首が下がり、高度も下がろうとするので、操縦桿に十分なバックプレッシャー(操縦桿を手前に引いて支える)を加え上昇姿勢を維持する。

e. 直線上昇にセットしてトリムの再調整を行う。

トリムを上昇諸元に再調整して、上昇姿勢を確立し、以後の計画に従って飛行する。

ゴーアラウンド(復行)は、すばやく連続操作を必要とするので、あわてすぎてピッチ姿勢と機速を乱しがちになる。あわてず落ち着いて確実に正しい手順を守り、管制塔への報告は安全な姿勢を確立してから行う。飛行機は

*7 「トリム調整」とは、独立した操作系統により主操縦舵面に取り付けた小翼を動かすことで舵面に働く空気を調整し、操縦系統への操舵力軽減及び飛行姿勢の安定を行うことをいう。

脚下げ、フラップ下げの状態であるので、フルパワーにすると機首を上げようとする傾向が強い。

したがってフライトコントロールを確実に保持して、まず飛行機姿勢の安定をはかること。

2.9.5 失速

(1) 同機の失速速度及び失速警報

同機の飛行規程より、事故発生時の推定機体重量（約3,400 lbs）における水平飛行姿勢での失速速度は約60 ktとなる。

同機の失速警報装置は左主翼前縁にあるセンサー（失速警報ベーン）が作動して警報音を発生させることで、機体が失速状態又は失速に近づいていることを操縦者に知らせる。

機体製造会社作成の飛行試験手順書には、失速警報は失速速度の5～10 kt手前で作動するという記述があり、同機の失速性能に関して、前年度の耐空証明検査時に機体重量約3,340 lbsにおけるパワーオフの条件で、68 ktで失速警報が作動し、58 ktで失速したという記録があった。

(2) 失速からの回復操作におけるエルロン及びラダーの使用について

F A A（アメリカ連邦航空局）が発行した「Airplane Flying Handbook」（2004）には、失速からの回復操作について次の記述がある。

なお、この引用文に示された記述は、同機の本事故時における状況と左右が逆の場合が表現されている。

（抜粋）

USE OF AILERON / RUDDER IN STALL RECOVERY

Using the ailerons requires finesse to avoid an aggravated stall condition. For example, if the right wing dropped during the stall and excessive aileron control were applied to the left to raise the wing, the aileron deflected downward (right wing) would produce a greater angle of attack (and drag), and possibly a more complete stall at the tip as the critical angle of attack is exceeded. The increase in drag created by the high angle of attack on that wing might cause the airplane to yaw in that direction. This adverse yaw could result in a spin unless directional control was maintained by rudder, and / or the aileron control sufficiently reduced.

（抄訳）

悪性の失速状態を避けるために、細やかなエルロン操作が必要になる。例えば、もし失速中に右主翼が下がって、これを過度の左方向へのエルロン操

舵を行うことで対処しようとする、右主翼の下側に曲げられたエルロンにより迎え角^{*8}と抵抗が大きくなり、翼端部では臨界迎え角^{*9}を超えることで、より回復困難な失速にまで至る可能性もある。当該右主翼の大きな迎え角によって増大した抵抗は飛行機の機首の右偏向の原因になり得る。この逆偏揺れ現象はラダーを使用して方向制御を行いエルロンでの制御を十分に減らさなければ、スピンの（きりもみ）に至り得る。

Even though excessive aileron pressure may have been applied, a spin will not occur if directional (yaw) control is maintained by timely application of coordinated rudder pressure. Therefore, it is important that the rudder be used properly during both the entry and the recovery from a stall. The primary use of the rudder in stall recoveries is to counteract any tendency of the airplane to yaw or slip. The correct recovery technique would be to decrease the pitch attitude by applying forward elevator pressure to break the stall, advancing the throttle to increase airspeed, and simultaneously maintaining directional control with coordinated use of the aileron and rudder.

上記は失速からの回復操作における「三舵（エルロン、エレベーター、ラダー）の調和」の重要性について記述したものである。

（抄訳）

たとえ、過度のエルロン操作が加えられたとしても、適時調和のとれたラダー操作を行って方向の制御がなされるならば、スピン（きりもみ）は起こらない。したがって失速の開始と失速からの回復におけるラダーの適切な使用は重要である。失速からの回復時におけるラダーの主要な使用目的は飛行機の偏揺れや滑りの傾向を軽減することにある。正しい失速からの回復テクニックはエレベーターの前方方向へ舵圧を加えることによりピッチ姿勢を減少させることで失速状態から離脱し、同時に調和のとれたエルロンとラダーの使用により機体方向制御を行いながら、スロットルを前方に押し込み、機速を増加させることである。

2.9.6 単発機のプロペラ効果について

同機のような右回転単発プロペラ機のエンジン出力を急激に増加させると、エンジン及びプロペラの合成力により、以下のような飛行特性に及ぼすプロペラの影響

*8 「迎え角」とは、主翼への空気力の流れと翼弦線（主翼の前縁と後縁を結んだ直線）とのなす角をいう。

*9 「臨界迎え角」とは、揚力が最大になる主翼の迎え角のことをいい、この角度（失速角ともいう）を超えると主翼上面を通過する空気流の剥離が強くなり主翼は失速し、揚力は急減する。

が急に大きく現れるので、注意が必要である。

(1) プロペラ後流の影響

プロペラからは、らせん状の回転後流（プロペラ後流）が発生し、これが胴体に沿って後方へ流れ、右回転のプロペラでは、垂直尾翼の左側面に当たり機首を左に偏向させる力を与える。

このプロペラ後流による力は、離陸時や復行時のように機体の速度が遅くプロペラの回転速度が速い状態で強くなる。



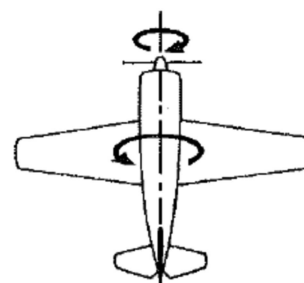
Pilot Handbook of Aeronautical Knowledge
(FAA:アメリカ連邦航空局 発行)より引用

図1 プロペラ後流

(2) トルクの反作用の影響

エンジンの回転力はプロペラを同じ方向に回転させることから、その反作用により、機体を機軸まわりに逆回転させるトルクが加わり、右回転プロペラ機では機体を左に傾ける力が働く。

この反トルクによる力も、機体の速度が遅くプロペラの回転速度が速い状態で強くなる。

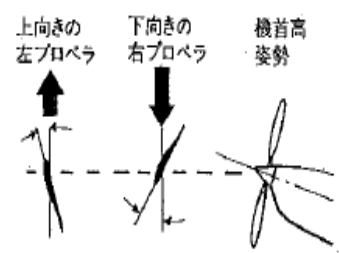


公益社団法人 日本航空技術協会
「航空力学Ⅰ」より抜粋

図2 トルクの反作用

(3) Pファクターの影響

高出力で機首上げの機体姿勢の場合には上記の力に加えて、プロペラ回転面では下向きに回転する右側のプロペラ側においてプロペラの迎え角とプロペラに当たる相対風が左側プロペラ側に比べて大きくなり、右側プロペラ側で発生する推力が大きくなることで機首を左方向へ偏向させる力が大きく作用する。



一般財団法人航空振興財団 発行
「飛行機操縦教本」より抜粋

図3 Pファクター

この力は回転数が多いほど、機首上げ姿勢が大きいほど強く作用する。

このようなプロペラ機の回転面左右の不均衡推力をPファクターといい、機体が低速、高出力の飛行を行っているときは大きく作用し、機体姿勢に影響を及ぼす。

2.9.7 エンジン出力と余剰馬力について

エンジン出力と余剰馬力の関係について公益社団法人 日本航空技術協会発行の航空工学講座①「航空力学」(第2版 P-114)に次の記述及び関連図がある。

(抜粋)

利用馬力と必要馬力の曲線を一つの図に重ねると図

(図4)のような関係が得られる。

(中略)

余剰馬力は、高度を一定にすれば加速に用いられ、高度を一定としなければ上昇に用いられる。

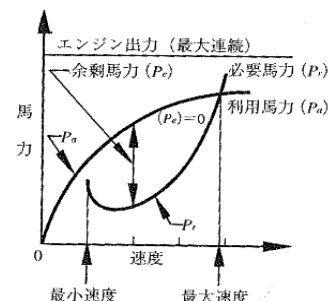


図4 利用・必要馬力曲線と余剰馬力

余剰馬力は、ある速度での利用馬力と必要馬力との差であり、最小速度(失速速度)に近付いた領域においては図4に示したとおり、必要馬力が大きく利用馬力は小さくなるので、その結果、余剰馬力は小さくなる。

3 分析

3.1 乗務員等の資格等

機長は、適法な航空従事者技能証明及び有効な航空身体検査証明を有していた。

3.2 航空機の耐空証明等

同機は有効な耐空証明を有しており、所定の整備及び点検が行われていた。

3.3 気象との関連

2.6に記述したように、同飛行場の事故発生当時の天候は晴れ、視程は良好であり着陸進入に支障となるような雲はなかった。風は、2.1.2(5)に記述したように事故発生直前に同飛行場に着陸した目撃者Aの口述から、風向 210° 、風速 $7\sim 8\text{kt}$ であったと推定され、これは横風成分で左方向から約 $6\sim 7\text{kt}$ になる。

2.1.2(1)及び2.1.2(5)に記述した機長と目撃者Aの口述から、同飛行場の最終進入経路上では地形的な影響も加わり、気流が乱れていた可能性が考えられるが、機長の着陸進入の操縦操作を困難にするほどのものではなかったものと考えられる。

また、事故発生当日は、南又は南南西の風が卓越しており、風向の大きな変動は観測されていないことから、2.1.2(1)に記述した、機長が復行操作開始時に感じた右方

向（北）からの突風の発生はなかったものと考えられる。

3.4 機体及びエンジンの状況

2.1.2に記述したように同乗者A及びB並びに目撃者A及びBは、同機の復行時、増大したエンジン音を聞いていた。

機長がエンジン不調の原因の可能性の一つとして考えたベーパーロック現象については、上記、エンジン音の増大に加えて、2.8.2で記述した関連部品の検査及び試験結果、さらにはエンジン製造会社の見解から、その発生はなかったものと推定される。

また、2.8.1に記述したように、同機の機体及びエンジン各系統には異常はなかったことから、エンジンは正常であったものと考えられる。

3.5 事故に至った経緯

3.5.1 最終進入速度及び経路

2.1.2(2)に記述したように、同乗者Aは、同飛行場の最終進入経路上で、同機の失速警報音が鳴っていたと口述している。

2.9.5(1)に記述したように同機の事故発生当時の推定機体重量における水平飛行姿勢での失速速度は約60ktであった。また、同機の失速警報装置はこの失速速度より5～10kt手前で作動することから、同機は最終進入対気速度は2.9.3に記述した最終進入対気速度より小さい70kt以下であったと推定される。

その後、同機は、2.1.2(1)の機長口述のとおり、失速警報装置が作動している状態で、同飛行場への最終進入経路から飛行場内まで水平飛行した結果、復行操作が開始されるまでの間に、更に対気速度が減少して、低速の不安定な飛行を行っていたと推定される。

また2.1.2(2)、(4)、(7)の口述及び2.9.1に記述した携帯型GPS装置に記録されていた飛行経路情報にあるとおり、同機は最終進入経路において滑走路中心延長線からずれていたものと推定される。

これらのことから、同機は最終進入経路での通常の最終進入対気速度を大きく下回る機速及び経路のずれにより正常な着陸は困難であった可能性が考えられ、機長は、安全を最優先に、余裕を持った早期の復行を決断すべき状況であったと考えられる。

3.5.2 復行操作

機長は、失速警報装置が作動している極端な低速状態からエンジンパワーを増加させたと推定されるが、同機のエンジンがフルパワーになった状況でも、2.9.7に記述したように同機は余剰馬力が少なく、加速及び上昇能力が低下していたものと

推定される。

同機は、2.9.6に記述した「単発機のプロペラ効果」が急激に大きく作用して左へ傾き偏向し始めたと考えられるが、機長は、右側ラダーペダルを踏み込む操作を行わず、右側へのエルロン操作だけで同機の水平姿勢を保持しようとしたと推定される。この機長の操縦操作には、機長の失速回復操作に関する誤った認識、プロペラ効果に対応する右ラダー操作の重要性についての理解不足が影響したものと考えられる。

同機は機長の復行操作により三舵の調和が取れていない飛行状態になったものと考えられる。

また、2.1.2(1)に記述した機長が右からの突風によると述べた復行開始時の機体の左への偏向は、このプロペラ効果によるものであった可能性が考えられる。

3.5.3 完全失速に至るまでの過程

2.9.5(2)に記述した、失速中の不用意なエルロン操作によって下がった側の主翼の迎え角の増大に加えて、同機の左主翼の翼端付近では、左方向への傾きに伴い下方からの風と前方からの風とが合成されて見かけ上の迎え角が大きくなり、失速角を超え、同機はさらに左に傾いたと考えられる。逆に上がった方の右主翼は上方からの風と前方からの風とが合成されて迎え角が小さくなり、失速角から離れた可能性が考えられる。

同機の下がった側の左主翼では揚力の減少と抗力の急増が同時に発生し、機体は左方向への横揺れと偏揺れ運動が起こり、これらを一層強めながら機体全体が失速状態（完全失速）に入ったと考えられる。

その結果、2.1.2(7)に記述した目撃者Cの口述のとおり、同機は左方向へ急激に機体姿勢が変化していったものと推定される。

3.5.4 操縦操作に影響した可能性のある認識及び理解不足

2.1.2(1)に記述したように、機長は復行を開始した際に同機の左方向への傾き・偏向に対して右ラダーの操作を行わず、右へのエルロン操作のみで対処しようとした。機長はその理由として、機速の低下とともに最初にラダーが効かなくなり、エルロン操作により最後まで姿勢制御が可能であると考えていた。

しかし、失速回復操作中などの対気速度を十分獲得していない間は、2.9.5(2)に記述したように主翼の水平を維持するために不用意なエルロンは使用してはならず、ラダーを有効に使用する必要がある。機速の低下に伴い各操縦舵面はエルロン、エレベーター、ラダーの順序で効きを失い、失速からの回復では逆の順序で効きが現れてくる。復行操作を行う場合、2.9.4に記述した同機の飛行規程にある手順によ

り、機速と機体姿勢に注意しながら、機首方向をラダーの操作で確実に維持しなければならない。

機長の失速回復操作に関する誤まった認識、プロペラ効果についての理解不足が操縦操作に影響していたものと推定され、同機の失速からの回復及び復行操作が不適切なものになったと考えられる。

3.6 自家用操縦士の技量維持について

自家用操縦士については恒常的に操縦する機会が少なく、2.9.2に記述したように安全運航のための知識習得、特に技量維持については自ら積極的に努めることが望ましい。

平成26年4月1日に施行された特定操縦技能審査では客観的に飛行安全のための知識と操縦技量が評価され、被審査者自身でも冷静に知識、技量について振り返る良い機会である。

ただし、本事故に関連する復行に関する技量確認は、実技審査の科目として設定されているが、口述による手順確認のみでも可能になっており、また、失速及びその回復操作に関しては実技審査科目自体の設定がなく、自家用操縦士の場合、技能証明を取得する際に試験項目の一部として訓練を経験した後は、復行及び失速操作に関する訓練を実施することは少ないと考えられる。

このような観点から、安全運航のための知識取得については、2.9.2に記述したように航空安全講習会への参加等により積極的に努めることが望まれ、技量維持については、特定操縦技能審査に合格しても次の審査まで最大2年間もあることから、特定操縦技能証明の有効期間内であっても2.9.2で記述した「自家用操縦士の技量維持方針に係る指針」を参考にして積極的に技量維持を努めるべきである。

4 原因

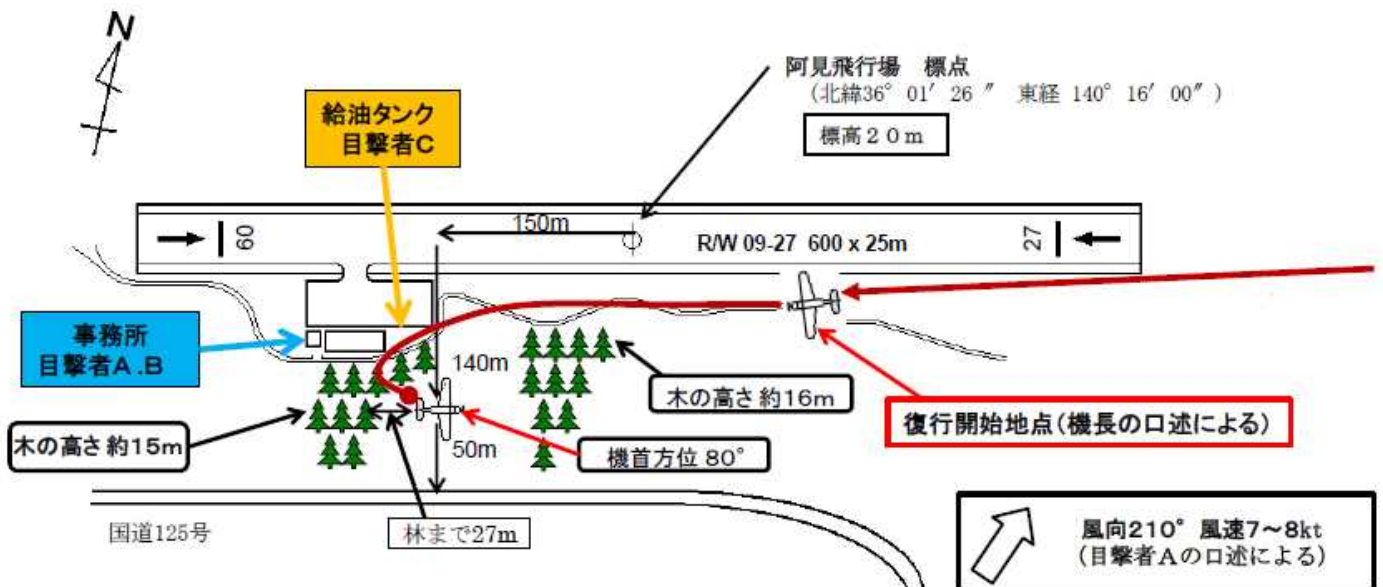
本事故は、同機が最終進入経路を飛行中、失速警報が作動する低速度の状態から復行を試みた際に失速したため、墜落して機体を大破するとともに、搭乗者全員が負傷したものと推定される。

同機が失速したことについては、機長がエンジンパワーを増加させた際、ラダー操作を行わず、エルロン操作だけで水平姿勢を保持しようとしたため、三舵の調和がとれた操縦ができず、機首方向及び適切な姿勢を維持できなかったことによるものと考えられる。

付図1 推定飛行経路及び事故現場見取図



< 携帯型GPS装置の記録による >



< 携帯型GPS装置の記録及び目撃者の口述による >

付図2 ビーチクラフト式A36型 三面図

単位：m

