

航空事故調査報告書

朝日航洋株式会社所属
ベル式206B型JA9162
新潟県西蒲原郡分水町大字国上
昭和57年7月24日

昭和59年3月7日

航空事故調査委員会議決（空委第10号）

委員長	八田桂三
委員	榎本善臣
委員	糸永吉運
委員	小一原正
委員	幸尾治朗

1 航空事故調査の経過

1.1 航空事故の概要

朝日航洋株式会社所属ベル式206B型JA9162（回転翼航空機）は、昭和57年7月24日薬剤散布中、08時48分ごろ、新潟県西蒲原郡分水町大字国上の民家の庭の桜の木の上に墜落した。

同機には機長のみが搭乗していたが、死傷はなかった。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 航空事故調査委員会は、昭和57年7月24日10時30分ごろ運輸大臣から事故発生の通報を受け、直ちに当該事故の調査を担当する主管調査官及び調査官を指名した。当該事故に関し専門の事項の調査のため、次の3名の専門委員が航空事故調査委員会に置かれた。

ポルテックス・リングの解析等のため

東京大学工学部 教授 東 昭

382001

テール・ロータ・ドライブ・シャフトの破断解析のため

東京大学工学部 助教授 平野 陽一

テール・ロータ・ドライブ・シャフトの破断解析のため

東京大学工学部 助教授 河内 啓二

1.2.2 調査の実施時期

昭和57年7月24日～25日 現場調査

昭和57年7月28日 残がい調査

昭和57年8月2日 テール・ギヤ・ボックスミッションの分解調査

昭和57年8月20日 ギヤ・マストの詳細調査

昭和57年9月1日～昭和58年6月30日

テール・ロータ・ドライブ・シャフトの破断解析

昭和57年9月1日～昭和58年12月6日

ボルテックス・リングについての解析

1.2.3 原因関係者からの意見聴取

原因関係者として機長から昭和59年2月6日意見聴取を行った。

2 認定した事実

2.1 飛行の経過

J A 9 1 6 2 は、農薬散布のため、昭和57年7月24日、分水町大字中島の基地ヘリポートにおいて、04時15分ごろから約30分間にわたって、機長及び整備士によって飛行前点検が実施され、その結果、異常はなかった。その後、同機は機長及び整備士が搭乗して基地ヘリポートを離陸し、その北約1.5キロメートルの作業ヘリポートに着陸した。

同機は、04時57分ごろ、機長及び農業関係者3人が搭乗して薬剤散布地域の調査確認飛行を実施して05時12分ごろ作業ヘリポートに着陸した。その後、同機は、機長のみが搭乗して05時15分ごろから08時37分ごろまでの間に22回の薬剤散布飛行を行った。同機は続いて薬剤約300リットルを搭載し、残燃料約25ガロンの状態で、08時39分ごろ第23回目の薬剤散布のため離陸し、国上地区を散布した後、約4ヘクタールの補正散布を要する地区へ南から進入し道路沿いに散布し、当該地区の外周沿いに右へ緩徐に巡回しながら、トルク約60%速度30～35マイル/時で薬剤散布し、約270度巡回したところ

382002

から杉の密生した丘に沿い西に向って対地高度12～15メートルで約500メートルの間を散布し、農道の手前からパワーをアップ（トルク100%）し散布を止めて前方の丘に向って直進上昇した。機長は、丘の中腹の農家を右に見て上昇し杉木立の上空15～20メートルの高さで減速しながら右旋回を行うため右ラダーを踏み込んだ。同機は、約90度右に変針したところから機首が下り右回転の状態となった。機長はもと来た方向へ降下するため、あらかじめパワーを若干下げながら左ラダーによる当て舵操作を行った。しかし、同機の回転角速度が減少しないので、機長はもと来た方向のやや手前で左ラダーをさらに踏んだ。しかし回転が止まらないので、更に左ラダーを一杯踏み込んだが、なお、回転は止まらなかった。同機は約270度右へ回転したところピー、ピーという音を伴った高周波振動が発生して右回転に左横すべりが発生して高度の低下をきたした。機長は左ラダーを一杯踏み込んだまま、直ちにパワーをアップ（トルク110%）したところ、高度の低下は止ったが、回転角速度が増加した。機長はこの時テール・ロータ・ブレードが飛散したと思った。

機長は、民家の屋根の上約10メートルで回転し続けていることが理解できたが、回転状態からの回避ができないう、この状態を保てば、平衡感覚を失ってただ落ちるしかないと判断し、数回転したところ人家を避けて機体を接地させようとして、パワーをそのままにしてサイクリック・スティックを右へ操作したところ、機体は機首下げ右傾斜の状態ですら降下した。

同機は08時48分ごろ杉の木2本をメイン・ロータで切断し、桜の木（樹齢約80年）の上に墜落し、その大枝を数本メイン・ロータで切断するとともに人家及び物置小屋の一部を損傷して、機体は高さ約2.5メートルの桜の又状の幹に支えられ機首下げで方位約060度で停止した。機長は、機体が停止後、スロットル・カット・オフしてエンジンを停止し、フューエル・バルブ、バッテリー及びジェネレータを閉とした。

機長は、墜落して2～3分後に集って来た付近の人の援助を受けて降機した。

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

なし

2.3 航空機（部品を含む。）の損壊に関する情報

2.3.1 損壊の程度

大破

2.3.2 航空機各部の損壊の状況

382003

- (1) 機 体 : バブル 破 損
右ドア 変 形
スライド・ウィンド 破 損
客 室 破損、変形
- スキッド : クロス・チューブ 下面へこみ
テール・ブーム : 下側へこみ
パーティカル・フィン : 上方前縁部 変 形
下方後縁部 へこみ
- メイン・ロータ :
両ブレード 下面に木立をたたいた痕跡
約 20カ所、貫通孔が5カ所
- ハ ブ : スワッシュ・プレート 回転ホーン折損
ピッチ・チェンジ・リンク ロッドベアリング部で折損
サイクリック・チューブ 右側固定ホーン部折損
- トランスミッション・アッセンブリ : 下側マウント取付ボルト 4本折損
アイソレーション・マウント 破損
- ハイドロリック・ポンプ : フランジ 2カ所 破 損
ドライブ・スプライン 折 損
- メイン・ドライブ・シャフト : 前方カップリング部ブーツ 破 損
グリスもれ
- テール・ドライブ・シャフト : №4シャフト 破 断
№8シャフト 破 断
- テール・ロータ・ブレード : 赤ブレード 中央部で折れ曲り
先端部外板に打痕
白ブレード 先端部外板に打痕
- (2) トランスミッション、テール・ロータ・ギヤ・ボックス、フリーホイールリング・ユニット、エンジン及びテール・ロータ・コントロールシステムの分解調査を行った結果、異常は認められなかった。

2.4 航空機以外の物件の損壊に関する情報

民 家 の 軒 長さ約 1.5メートル 損 傷

382004

物置小屋の屋根	4平方メートル	損 壊
桜(樹齢約80年)	1本	切 断
杉	2本	切 断

2.5 乗組員その他の関係者に関する情報

機長 男性 33才

事業用操縦士技能証明 第7158号

昭和53年7月10日取得

限定事項 ベル式 47型

ベル式 206B型

MBB式 105型

第1種航空身体検査証明書 第11652679号

有効期限 昭和58年7月9日

総飛行時間 2,411時間58分

同型式機の飛行時間 230時間35分

過去90日間の飛行時間 71時間46分

過去30日間の飛行時間 38時間59分

勤務状況

昭和57年7月18日から7日間新潟において薬剤散布を実施

2.6 航空機に関する情報

2.6.1 航空機

型式 ベル式206B型

製造番号及び製造年月日 1970 昭和51年9月2日

耐空証明 第大-58-018号 昭和58年4月11日まで有効

総飛行時間 2,856時間39分

定期点検(1,200時間)後の飛行時間 464時間58分

定期点検(100時間)後の飛行時間 82時間51分

2.6.2 エンジン

型式 アリソン式250-C20型

製造番号及び製造年月日 CAE-823001 昭和50年12月22日

382005

総使用時間 2,856時間39分

定時点検(100時間)後の飛行時間 82時間51分

2.6.3 重量及び重心位置

事故発生時の推定重量は2,319.0ポンド、推定重心位置は111.4インチでいずれも許容範囲(最大重量3,200ポンド、重心位置106.0インチ～114.2インチ)内にあったものと認められる。

2.6.4 燃料及び潤滑油

燃料はJ E T A-1で、潤滑油はM I L 2 3 6 9 9で、いずれも規格品であった。

2.7 気象に関する情報

2.7.1 事故発生時前後の新潟航空測候所(事故現場の北北東約45キロメートル)の気象観測値は次のとおりである。

08時00分 : 風向変動風速1ノット視程15キロメートル、雲量1/8 高積雲雲高11,000フィート、気温26度C、露点温度19度C気圧1,009ミリバール、高度計規正值29.80インチ/水銀柱

09時00分 : 風向150度風速7ノット視程15キロメートル、雲量1/8 積雲雲高3,500フィート、気温28度C露点温度19度C、気圧1,009ミリバール、高度計規正值29.80インチ/水銀柱

2.7.2 事故発生現場付近の気象状況は、機長の口述によれば、晴で山陰のため風向変動、風速2ノット程度とのことであった。

3 事実を認定した理由

3.1 解析のための試験及び研究

3.1.1 ベル式206B型機のテール・ロータがボルテックス・リング状態に入る限界について

前提条件

1. あるロータがボルテックス・リング状態に入る可能性のあるのはその吹下し方向にロータがほぼその吹下し速度の45%～125%で動く時であること。
2. ベル式206B型のメイン・ロータの回転方向は上から見て反時計回りであるか

382006

ら、テール・ロータの推力は上から見て右向き、したがって吹下しの向かう方向は左向きであり、機体が左へ横進するか、尾部が左へ振られるかした時にテール・ロータが上の条件をみたすと、テール・ロータがボルテックス・リング状態になる。

3. メイン・ロータの必要馬力は、180～200IPの間にあると推算した。
4. メイン・ロータの先端回転速度は688フィート/秒=210メートル/秒で一定に保持されていたものと仮定した。

以上の条件で計算した結果、次の結論が得られた。

- (1) ホバリング中に機体が左へ約5メートル/秒の速度以上で横進運動に入るか、約45度/秒の回転速度以上の急な右旋回運動に入ると、テール・ロータはボルテックス・リング状態に入る可能性が考えられる。なお、左横進なら速度約11メートル/秒右旋回なら回転速度約105度/秒で完全なボルテックス・リング状態となりうる。
- (2) 上記状態に加えて低速前進中にテール・ロータがボルテックス・リング状態に入る条件は(1)よりもより厳しくなり、前進速度約4.2メートル/秒(約9.4マイル/時)で最も厳しくなる。

3.1.2 テール・ロータ・ドライブ・シャフトの2カ所におけるねじれ破断の発生について

事故機のテール・ロータ・ドライブ・シャフトの破損状態及び事故時の諸事実を基に検討した結果、以下に述べる理由より当該機は急な右旋回により右回転状態に陥り、コントロールを失って墜落し、テール・ロータ・ブレードと樹木の接触した際テール・ロータ・ドライブ・シャフトの2カ所が破損したものと推定される。

1. 事故機(メイン・ロータの回転方向は上から見て反時計回り)の飛行状態を検討すると、急な右旋回によりテール・ロータがボルテックス・リング状態に陥り易い状況にあったものと推定され(3.1.1参照)機長の口述からみると、テール・ロータにボルテックス・リングが発生していたものと推定される。
2. テール・ロータがボルテックス・リング状態に入ると、同ロータの発生する推力、トルクが大きく変動し、コントロールが失われる。ただし、この程度のトルクの変動ではドライブ・シャフトの強度上ねじり破断は起こらない。
3. テール・ロータ・ブレードは樹木と衝突しており、動的な数値計算によれば同ブレードに残された打痕から推定される衝撃力がドライブ・シャフトに伝わると、衝撃波の伝播と反射が重なりあって、シャフト上で2カ所の破断が生じ得る。

3.2 解 析

- 3.2.1 機長は、適法な資格を有し、所定の航空身体検査に合格していた。
- 3.2.2 JA9162は有効な耐空証明を有し、所定の整備が行われていた。
- 3.2.3 事故発生時の気象状況は、晴れて視程は良好、風も静穏であり、事故発生に直接関連はなかったと推定される。
- 3.2.4 同機は、薬剤散布中には正常に飛行し、丘の上空において、Uターンするため上昇して右旋回に入るまでにテール・ロータ・ブレード等が障害物等に接触した事実もなく、機体の調査結果から墜落による損傷以外のものは見出されなかった。
- 3.2.5 同機のテール・ロータ・ドライブ・シャフトは第4及び第8セクションにおいて切断しており、テール・ロータ・ブレードの損傷状態及び現場調査の結果からその破断の状態はともにテール側での一瞬の拘束が原因で破断したものと推定される。テール・ロータは赤ブレードの中央部で折れ曲り、外板にわずかな打痕があり、一方、白ブレードには外板にわずかな打痕があるのみである。なお、同機の墜落経路にある杉の木が縦方向やや斜めに切断されており、テール・ロータが通過したと推定される位置にあることからテール・ロータ・ブレードがこれに接触した可能性が考えられる。

以上の状態及び3.1.2の試験研究の結果から、同機が桜の木の上に墜落する過程においてエンジンが最大出力の状態にあり、したがってメイン・ロータ・ブレード及びテール・ロータ・ブレードも定常回転であったためテール・ロータの赤ブレードが杉の木に接触して、一瞬拘束されたことによりテール・ロータ・ドライブ・シャフトの第4及び第8セクションの部位でねじれ破断したものと推定される。

以上のこと及び3.2.4から同機は事故発生まで異常はなかったものと推定される。

- 3.2.6 機長は、補正のための薬剤散布中、事故現場付近まで散布を行った後、その上空においてUターンして再び薬剤散布を行うため、パワー及びピッチをあげて、上昇しながら減速し右ラダー操作により、右旋回を行い、その後半においてパワー及びピッチを下げながら右降下旋回に移行する際、散布方向へ機首を向け直進しようとして右ラダーの操作量を減じ、左ラダーの当て舵操作を行って旋回角速度を減らそうとしたところ、その効果が現れないので、逐次左ラダー操作を行ったが、旋回が止まらなかったと口述している。その後、同機は旋回状態から回転状態となり、薬剤散布予定方向を約90度通り越したところには、左ラダーは最大操作位置まで踏み込んでおり、高度の低下が伴ったので、パワー及びピッチをフル・アップしたところ、回転角速度が増したので、機長はテール・ロータ・ブレードが飛散したと思ったと口述している。

382008

これは、3.1.1の試験研究から同機が次の散布コースに進入するための機長の上昇後の右旋回操作により、同機は散布速度30～35マイル/時から減速(約9.4マイル/時でボルテックス・リング状に入る条件は厳しくなる。)するとともに右ラダーの急操作により、旋回角速度約45度/秒以上の右回転運動になったためテール・ロータは軽度のボルテックス・リング状態に入ったものと推定され、そのためのテール・ロータによるアンチ・トルク効果の減少により右旋回運動の角速度が増加するとともにテール・ロータのボルテックス・リング状態も強くなり、機長の行った左ラダーも効かなくなり、またパワー、ピッチの最大操作により、メイン・ロータのトルクも増し、よりひどい右回転状態に陥ったものと推定される。

3.2.7 テール・ロータのボルテックス・リング状態から脱出するには、メイン・ロータのパワー、ピッチを下げるとともに機首下げ操作を行って、トルクの減少と前進速度の増加をはかり、テール・ロータへの気流の方向を変える必要があるが、同機は低高度において、前記状態に陥ったため、回復操作ができなかったことにより墜落したものと認められる。

4 原因

4.1 解析の要約

- 4.1.1 同機は、墜落による損傷以外には不具合な事項はなかったものと認められる。
- 4.1.2 同機のテール・ロータ・ドライブ・シャフトが2カ所においてねじれ破断したのは、墜落の際、テール・ロータ・ブレードが樹木に接触し一瞬拘束をうけた際の衝撃によるものと推定される。
- 4.1.3 同機は、風の静穏な状況下で、方向転換の際、機長が低速で右ラダー操作により急な右旋回を行ったため、テール・ロータがボルテックス・リング状態に入り、テールロータのアンチトルク効果が減少して右回転角速度が増加し、その後の機長の操作により、ますますその状態が悪化したものと推定される。
- 4.1.4 同機は、低高度であったため、テール・ロータのボルテックス・リング状態から脱出するための回復操作ができないまま墜落したものと認められる。

4.2 推定原因

382009

本事故の推定原因は、機長が低速で、右ラダー操作により、急な右旋回を行ったため、テール・ロータがボルテックス・リング状態に入り、低高度のため回復できなかったことによるものと認められる。

382010