

AA2019-8

航空事故調査報告書

- I 日本航空株式会社所属
ボーイング式777-300型
JA8944
機体の動揺による客室乗務員の負傷

- II 海上保安学校宮城分校所属
ベル式505型（回転翼航空機）
JA184A
ハードランディングによる機体損傷

令和元年9月26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」

II 海上保安学校宮城分校所属
ベル式505型（回転翼航空機）
JA184A
ハードランディングによる機体損傷

航空事故調査報告書

所 属 海上保安学校宮城分校
型 式 ベル式505型（回転翼航空機）
登録記号 JA184A
事故種類 ハードランディングによる機体損傷
発生日時 平成31年2月27日 14時06分ごろ
発生場所 仙台空港

令和元年8月30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 宮 沢 与 和
委 員 中 西 美 和

1 調査の経過

1.1 事故の概要	海上保安学校宮城分校所属ベル式505型JA184Aは、平成31年2月27日（水）、機長である操縦教員及び操縦練習生2名の計3名が搭乗し、仙台空港のウエスト・ヘリパッドにオートローテーション・フルランディングを行った際、ハードランディングとなり、機体を損傷した。
1.2 調査の概要	運輸安全委員会は、平成31年2月28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。本調査には、事故機の設計・製造国であるカナダの代表及び顧問並びにエンジンの設計・製造国であるフランス共和国の代表及び顧問が参加した。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	<p>機長である操縦教員、操縦練習生2名及び仙台飛行場管制所飛行場管制席の航空管制官（以下「タワー」という。）の口述並びに管制交信記録及び同機の統合計器（ガーミン社製G1000H）の記録によれば、飛行の経過は概略次のとおりであった。</p> <p>事業用操縦士（回転翼航空機、陸上単発タービン機）の指定養成施設である海上保安学校宮城分校（以下「同校」という。）所属の回転翼航空機ベル式505型JA184Aは、平成31年2月27日13時08分、同校の教育規程に基づく基本操作ステージの訓練のため、操縦教員が左操縦席に、操縦練習生Aが右操縦席に、操縦練習生Bが後席中央に搭乗し、仙台空港のウエスト・ヘリパッドを離陸した。</p> <p>同機は、同空港の南西の訓練空域で空中操作の訓練を行い、同空港の場周経路に入り、操縦練習生Aによる連続離着陸訓練を6回実施した。その内、5回目と6回目の訓練は、オートローテーション（自動回転飛行）・パワー</p>
-----------	---

リカバリー*1（以下「パワーリカバリー」という。）であった。連続離着陸訓練中にタワーから通報された風は、風向が 120° ～ 130° 、風速が $10\sim 13$ ktであり、同機の離着陸時の進入及び離陸方向は 120° であった。操縦教員は、風等の状況から、基本操作ステージで各研修生に1回以上経験させることとなっているオートローテーション・フルランディング*1（以下「フルランディング」という。）のデモンストレーションを行う機会として適した条件と考えた。

操縦教員は、ウエスト・ヘリパッドで操縦練習生Aから操縦を交替し、ウエスト・ヘリパッドを示すHマークより手前の舗装区域にフルランディングを行うつもりで離陸した。同機の着陸装置はスキッド（そり）式で、舗装区域ではよく滑るが草地に入ると滑らず、草地を滑走すると急減速や動揺が機体に影響を及ぼすことがある。また、ウエスト・ヘリパッドのHマークは舗装区域の東寄りにあり、 120° 方向の進入の場合はその先の舗装区域が短いので、滑走しても草地に達しないようにHマークの手前の舗装区域に接地しようと思っていた。



図1 推定飛行経路

*1 「オートローテーション着陸」の訓練は、上空でのエンジン停止を想定し、エンジンをアイドルにしてオートローテーションで進入し、地上付近でエンジンを通常の飛行状態に戻してホバリングに移行する「パワーリカバリー」と、エンジンをアイドルのまま接地する「フルランディング」の2通りの方法がある。

同機は、場周経路に入りタワーからウエスト・ヘリパッドへのオートローテーションによる連続離着陸の許可を受けた。その時の風向は130° 風速は9ktであった。操縦教員は、風を考慮して適切と思った地点でオートローテーションへのエントリー操作（スロットルスイッチ（図2参照）をアイドルにしてコレクティブピッチ・コントロールレバー（以下「CPL」という。）を最低位置にする操作）を行ったが、CPLを最低位置にするとメインローター回転数（以下「Nr」という。）が上昇してくるので、最低位置より少し上げていた。降下姿勢が安定した時に速度、Nr、滑り計を確認した。その時の速度は約60kt、Nrは約100%をほぼ維持し、横滑りはなく、Hマークの手前の舗装区域に向かって進入していたので、このままフルランディングすることを決断した。



図2 スロットルスイッチ

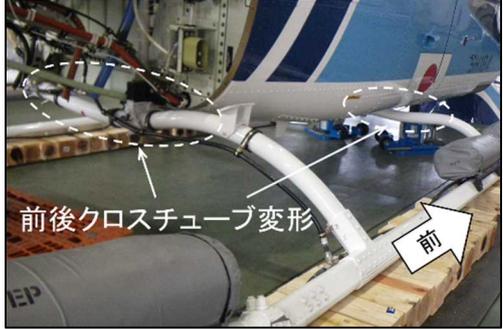
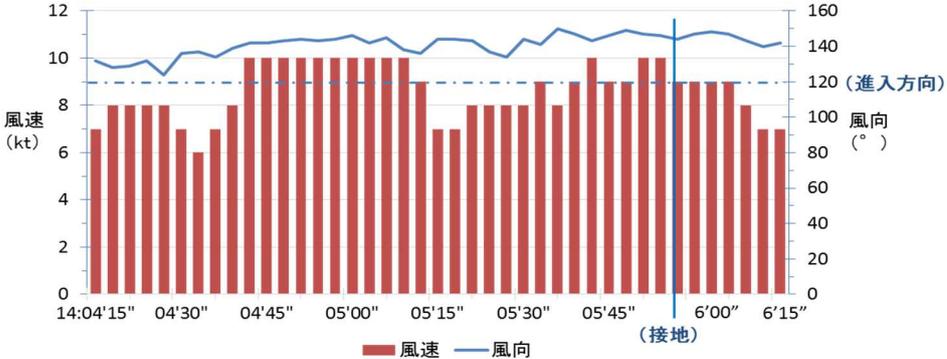
操縦教員は、降下中の減速操作を「ミニマム」の自動音声が出る対地高度150ftで開始するつもりであったが、少し遅れ対地高度100ft付近で行ったものの、それでも通常の操作で安全に着陸できると思った。減速中に予想以上に沈み込む感じがあった。フレア操作（接地時の降下率及び速度を減らすための機首上げ操作）は、速度を落とし過ぎて舗装区域の手前に接地することがないように控えめにしたところ、十分に減速できないうちに地面が迫って来た。操縦教員は、このまま機首を上げた姿勢では接地できないと思い、機首を水平に戻した。それと同じタイミングで強い衝撃とともに接地し、左寄りに滑走し、最後は少し右を向いて停止した。

操縦練習生2人に声を掛けて異常がないことを確認したが、同機が右に傾いているのが分かったので、訓練は中断することとし、タワーに連絡し、エンジンを停止した。

同機に搭乗していた3人は、いずれもフレア操作から接地するまでに、Nrが95%（パワーオフの時）を下回った時に鳴る低回転警報音を聞かなかった。飛行前点検及び飛行中において、同機に異常はなかった。

本事故の発生場所は、仙台空港のウエスト・ヘリパッド付近（北緯38度08分10秒、東経140度55分01秒）で、発生日時は、平成31年2月27日14時06分ごろであった。

2.2 死傷者	なし
2.3 損壊	航空機の損壊の程度：中破 機体底部のアンテナ取付け部等：損傷（凹損） スキッド（前後クロスチューブ）：変形

	  <p style="text-align: center;">図3 アンテナ取付け部 図4 前後クロスチューブ</p>
<p>2.4 乗組員等</p>	<p>機長（操縦教員） 男性 48歳</p> <p>事業用操縦士技能証明書（回転翼航空機） 平成13年3月30日</p> <p>特定操縦技能審査 満了日 令和元年12月20日</p> <p>限定事項 陸上単発タービン機 平成13年3月30日</p> <p>操縦教育証明（回転翼航空機） 平成20年2月7日</p> <p>最近1年以内の操縦教育時間 225時間23分</p> <p>第1種航空身体検査証明書 有効期間 令和元年9月27日</p> <p>総飛行時間 2,348時間03分</p> <p>最近30日間の飛行時間 18時間13分</p> <p>同型式機による飛行時間 62時間23分</p>
<p>2.5 航空機等</p>	<p>(1) 航空機</p> <p>航空機型式：ベル式505型、製造番号：65032、 製造年月日：平成29年10月10日、 耐空証明書：第東-30-495号 有効期限：令和2年1月30日</p> <p>(2) 重量及び重心位置</p> <p>本事故発生時の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ものと推定される。</p>
<p>2.6 気象</p>	<p>同空港の事故関連時間帯の航空気象の観測値は、次のとおりであった。</p> <p>14時00分 風向 130°、風速 10kt、CAVOK、 気温 7℃、露点温度 -3℃、 高度計規正值（QNH） 30.22 inHg</p> <p>また、同空港の事故関連時間帯の瞬間風向風速データ（滑走路12側）の観測値は、次のとおりであった。</p>  <p style="text-align: center;">図5 瞬間風向風速データ（14時04分15秒～14時06分15秒、3秒毎）</p>
<p>2.7 その他必要な事項</p>	<p>(1) 現場の状況</p> <p>事故現場は平坦な舗装面で、同機は、機首を南東（約160°）に向けてい</p>

た。そこから西約27mに同機の着陸装置によると思われる2本の擦過痕があり、その端はウエスト・ヘリパッドから300°方向で舗装面端から18mの位置であった。(図1参照)

(2) オートローテーションの手順

航空機実習実施要領(海上保安庁)に図6の記載がある。

パワーリカバリーの手順は、高度600ft、速度90ktの水平飛行状態から、エントリーして、オートローテーションにより速度60ktで進入し、対地高度150ftでスロットルスイッチをフライ(通常の飛行中の位置で、CPLを操作してもNrが一定になるようにエンジンをコントロールする位置)に切り替えて減速操作、続いてフレア操作を行い、CPLを上げて機体の降下を止めて、ホバリングに移行する手順である。

フルランディングの手順は、スロットルスイッチをフライに切り替えないでフレア操作の後ホバリングに移行することなく接地するもので、それ以外はパワーリカバリーの手順と同じである。

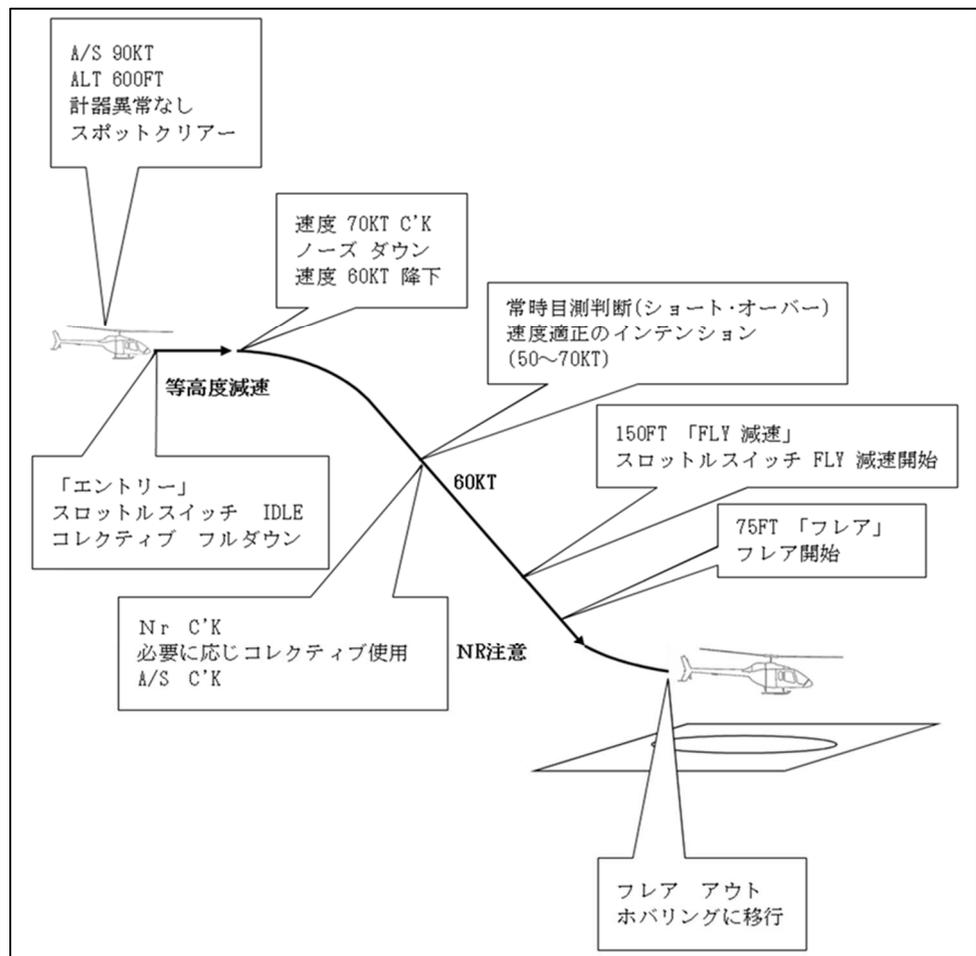


図6 オートローテーション手順 (パワーリカバリーの場合)

(3) 計器の特徴

同校の訓練機は、平成30年3月にそれまでのベル式206型ヘリコプターに加えてベル式505型ヘリコプターの使用を開始し、事故当時は、2つの型式のヘリコプターが使用されていた。操縦教員によると、両型式機の操舵の感覚にほとんど相違はないが、505型では計器が統合計器となり、右側にPFD (Primary Flight Display) 及び左側にMFD (Multi Function Display) が配置されている。速度及び高度は、PFDにスケール状の表示と

デジタルの数値で表示され、従来の計器と表示方法が異なる。離着陸時は、PFDの一部であるPSI (Power Situation Indicator) がMFDに表示される。また、任意の対地高度でアラートを鳴らせることができ、当時は対地高度150ftにセットしていた。



図7 ベル式206型の計器



図8 ベル式505型の計器

(4) 駐機場の監視カメラの映像

事故時の状況は、駐機場の監視カメラに記録されており、連続写真にすると図9のとおりであった。同機は、接地の5.5秒前に対地高度77ftで機首上げ12°、4秒前に対地高度49ft、機首上げ15°、2秒前に対地高度21ft、機首上げ最大23°となって機首が下がり始め、水平な姿勢で接地していた。

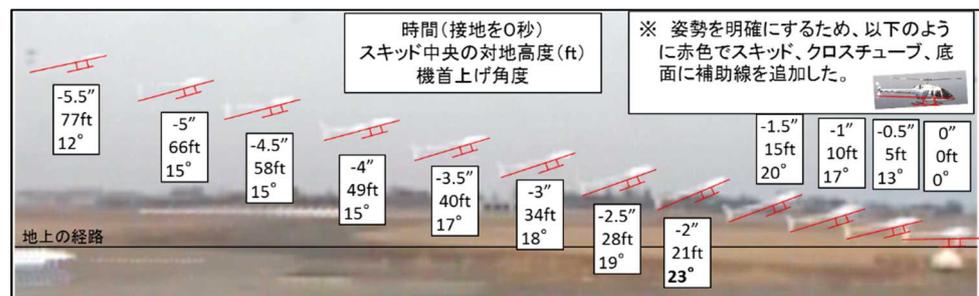


図9 駐機場の監視カメラの映像

(5) 統合計器に記録されていたデータの分析

同機の統合計器に記録されていたデータによると、同機は、14時05分53秒に接地した。同機的设计・製造者において同データを分析した結果は、以下のとおりであった。

- 前進対気速度(対地速度不明)は、接地時に約30ktであった。
- 接地直前の降下率は、840fpmとオートローテーションの接地としても過大である。
- 接地時、スロットルスイッチがアイドル位置にあった。
- 事故時の飛行は、それまでのオートローテーション実施時よりもフレイア操作開始高度が低かったことを示していた。
- 接地時、Nrは100%近くで低ローター回転ではなかった。
- 接地時、CPLの位置は、通常のオートローテーションで予想される位置より低い位置にあった。

(6) 操縦教員訓練

操縦教員に対しては、教育規程に準拠して、月1時間以上の訓練が実施されていた。フルランディングの回数は、平成26年7月に初めて実施してから本事故発生まで合計34回であった。操縦席については、左操縦席で20

	回、右操縦席で1回、不明13回であった。使用機体については、同機及び同型機で4回、ベル式206型機で30回であった。最近では、平成31年2月8日、ベル式206型機の右操縦席で1回、同2月6日、同型機の左操縦席で1回実施していた。
--	--

3 分析

3.1 気象の関与	なし
3.2 操縦者の関与	あり
3.3 機材の関与	なし
3.4 判明した事項の解析	<p>(1) 進入時の状況</p> <p>左操縦席に着座していた操縦教員は、操縦練習生Aが行った2回のパワーリカバリーの状況を見て、風等の条件がフルランディングのデモンストレーションを行うのに適していると考え、Hマークの手前の舗装区域に接地するつもりでフルランディングを実施しようとしたものと推定される。操縦教員は、オートローテーション降下中に速度、Nr及び滑り計の状況並びに同機がHマークの手前の舗装区域に向かって進入していたことを確認して、フルランディングを決断したものと推定される。</p> <p>(2) 減速操作</p> <p>操縦教員は対地高度150ftで減速操作を行うつもりであったが、実際には操作が遅れて対地高度約100ftから開始されたものと推定される。操縦教員は、減速操作の遅れを認識したが、通常の手続きで安全に着陸できると思ってオートローテーションを中止することなくフルランディングを継続したものと推定されるが、この状況判断は適切なものではなかったと考えられる。</p> <p>同機の計器は統合計器となり、従来の計器と表示方法が異なるが、事故当時にはアラートが150ftで鳴っていたことから、計器の相違が減速操作開始の遅れに与えた影響はほとんどなかったものと考えられる。</p> <p>(3) フレアー操作</p> <p>同機は、減速操作の開始が遅れたことから、地上に接近するまでに降下率を減少させるには通常より大きなフレアーが必要であったものと推定される。同機は、地上が間近に迫るまでフレアー操作を続けたにもかかわらず、ほとんど降下率は減少しないまま接地したと推定される。このことについては、操縦教員が大きなフレアーにより速度を落し過ぎて舗装区域の手前に接地することがないようにしようとしたため、フレアーの大きさが不足していたことによるものと考えられる。しかし、この場合は接地位置よりも降下を止めることを重視して大きなフレアー操作を行うべきであったと考えられる。</p> <p>(4) CPL操作</p> <p>大きな降下率で接地することによる衝撃を緩和するには、接地直前にCPLを低回転警報が吹鳴しても上げる必要があるが、同機のCPLは低い位置にとどまっていたものと推定される。このことについては、地上間近までフレアー操作を行っていたので、フレアー操作を戻してからCPLを上げようとした時には、同機は既に接地してCPLを操作する時間的余裕がなかったことによるものと考えられる。</p>

	<p>(5) 機体の損傷</p> <p>同機は、フルランディングにおいて、機体の降下速度の減速が不十分であったことからハードランディングとなり、クロスチューブが変形し、機体底部のアンテナが地面と接触してアンテナ取付け部外板等を損傷させたものと推定される。</p> <p>(6) フルランディングのデモンストレーションの実施</p> <p>フルランディングは、的確な判断と操縦操作が求められ、失敗した場合には機体を損傷することもある訓練科目であり、慎重に実施する必要がある。しかし、パワーリカバリーとの手順の違いは、スロットルスイッチをフライに切り替えてホバリングに移行するか、切り替えないで接地するかの違いのみである。フルランディングのデモンストレーションは、パワーリカバリーと同じ手順で接地間際まで進入することによって安全に着陸できることを操縦練習生に示すものであり、所定の手順どおりに実施することが求められている。</p> <p>本事故において、操縦教員は、減速操作の開始の遅れを認識したものの通常の操作で対応できると考えて操作を続行したものと考えられるが、操縦練習生に操縦の模範を示すというデモンストレーションの趣旨に鑑みても、操縦教員は、所定の手順どおりの高度で減速を開始できなかつたと認識した時点でオートローテーションを中止するべきであったと考えられる。</p>
--	--

4 原因

<p>本事故は、同機がオートローテーション・フルランディングを実施した際に、減速の開始が遅れたこと及びその後の操縦操作が適切に行われなかったことから、機体の降下を止めることができずハードランディングとなり機体を損傷したものと推定される。</p>
--

5 再発防止策

<p>同校は、本事故後、再発防止のため、以下の措置を講じている。</p> <p>(1) 教官（操縦教員）に対する地上教育及び確認等</p> <ul style="list-style-type: none"> a オートローテーション着陸*1に関する手順及び留意事項 b オートローテーション着陸以外の緊急操作等に関する各種手順及び留意事項 c ベル式206型機とベル式505型機の相違点及び留意事項等 d 過去同種事例（オートローテーション訓練中の事故）の研究 <p>(2) 教官に対する飛行訓練及び確認等（上記(1)終了後に教官互乗による飛行確認）</p> <ul style="list-style-type: none"> a オートローテーション着陸 b オートローテーション着陸以外の緊急操作 c ベル式206型機とベル式505型機の相違点 d 場周飛行及びオートローテーション着陸を含む離着陸 <ul style="list-style-type: none"> a から c については、各教官1人当たり2時間の訓練を2回、教官が相互に実施。d については、主席実技教官が各教官に対して最終確認を実施。
