

事故調査事例

旅客機が着陸した際、接地直後にバウンドして再接地し、尾部が接触して機体を損傷した事例

航空

概要：A社が運航するボーイング式 737-800 型は、平成 21 年 8 月 10 日(月)20 時 23 分ごろ、運送の共同引受をしていた B 社の定期便として東京国際空港の滑走路 22 に着陸した際、滑走路に尾部が接触し、機体を損傷した。同機には、機長ほか乗務員 5 名及び乗客 147 名、合計 153 名が搭乗していたが、死傷者はいなかった。同機は中破したが、火災は発生しなかった。

事故の経過

機長が PNF (主として操縦以外の業務を担当する操縦士) として左操縦席に着座し、副操縦士が PF (主として操縦を担当する操縦士) として右操縦席に着座していた

19 時 12 分

鳥取空港を離陸し、東京国際空港に向け飛行

20 時 21 分 37 秒ごろ

東京国際空港滑走路 22 へのランディング・チェックが完了

20 時 22 分 43 秒ごろ

約 4° だったピッチ角が減少を始め、少し遅れて降下率も増加を始めた。そのため、副操縦士はパワーを足してパスを修正した

20 時 22 分 50 秒ごろ

ピッチ角約+6°、降下率約 100ft/min、速度約 135kn で主脚が接地し、その直後バウンドした

20 時 22 分 53 秒ごろ

同機は、ピッチ角約+6° で再び主脚から接地し、胴体尾部下面外板及びテールスキッド等を損傷した

主な要因等

機長は、副操縦士に着陸を行わせる上で当日の同空港の天候は問題ないと判断し、着陸操作を任せることにした
機長は、右席で操縦する副操縦士に PF として操作を行わせることのできる Landing Approved Captain (LAC) の資格を有していた

機長及び副操縦士を対象とするボーイング式 737-700 型(700 型)と同 800 型(800 型)との差異訓練

- ✓ 700 型の乗務資格保有者が 800 型の乗務資格を取得するためには、座学により 700 型との差異を習得すればよいことが国土交通省航空局により認められている
- ✓ 座学においては、800 型は離着陸時のテールストライク (1) に注意することが強調されている

1:「テールストライク」とは、離着陸時に胴体尾部が滑走路に接触することをいう

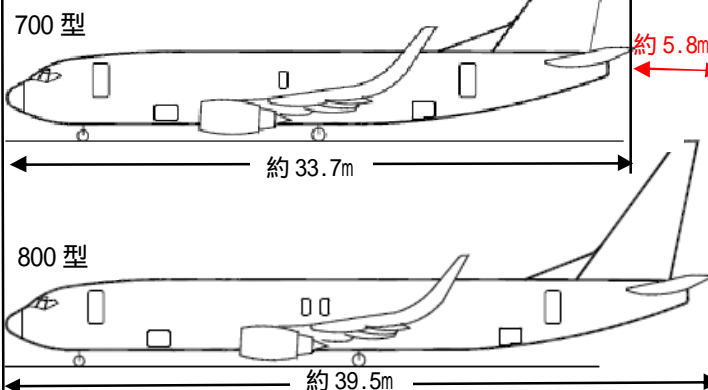
詳細は「副操縦士の操縦操作に関する解析」(15~16 ページ)を参照

本事故までの副操縦士の 700 型及び 800 型の操縦経験

昼間・夜間合計の着陸回数は 700 型が計 273 回であったのに対して、800 型は昼間 2 回、夜間 5 回の計 7 回であった

700 型と 800 型の胴体比較

側面図の出典：ボーイング社ホームページ

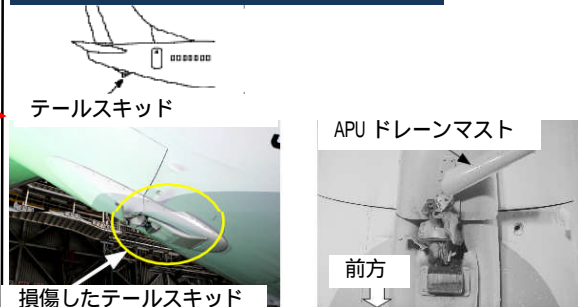


800 型は、700 型の胴体を約 5.8m 延長したものであり、700 型に比べ小さなピッチ角でテールストライクが発生する

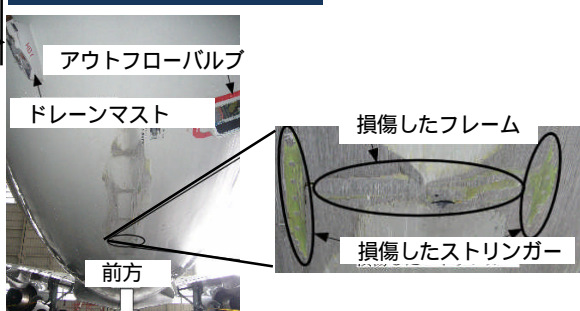
両方の主脚が接地したときに胴体尾部が滑走路に接するピッチ角

型式	ストラット (2) が圧縮されている状態	ストラットが伸びている状態
700 型	約 12.5°	約 14.7°
800 型	約 9.0°	約 11.5°

テールスキッド損傷状況

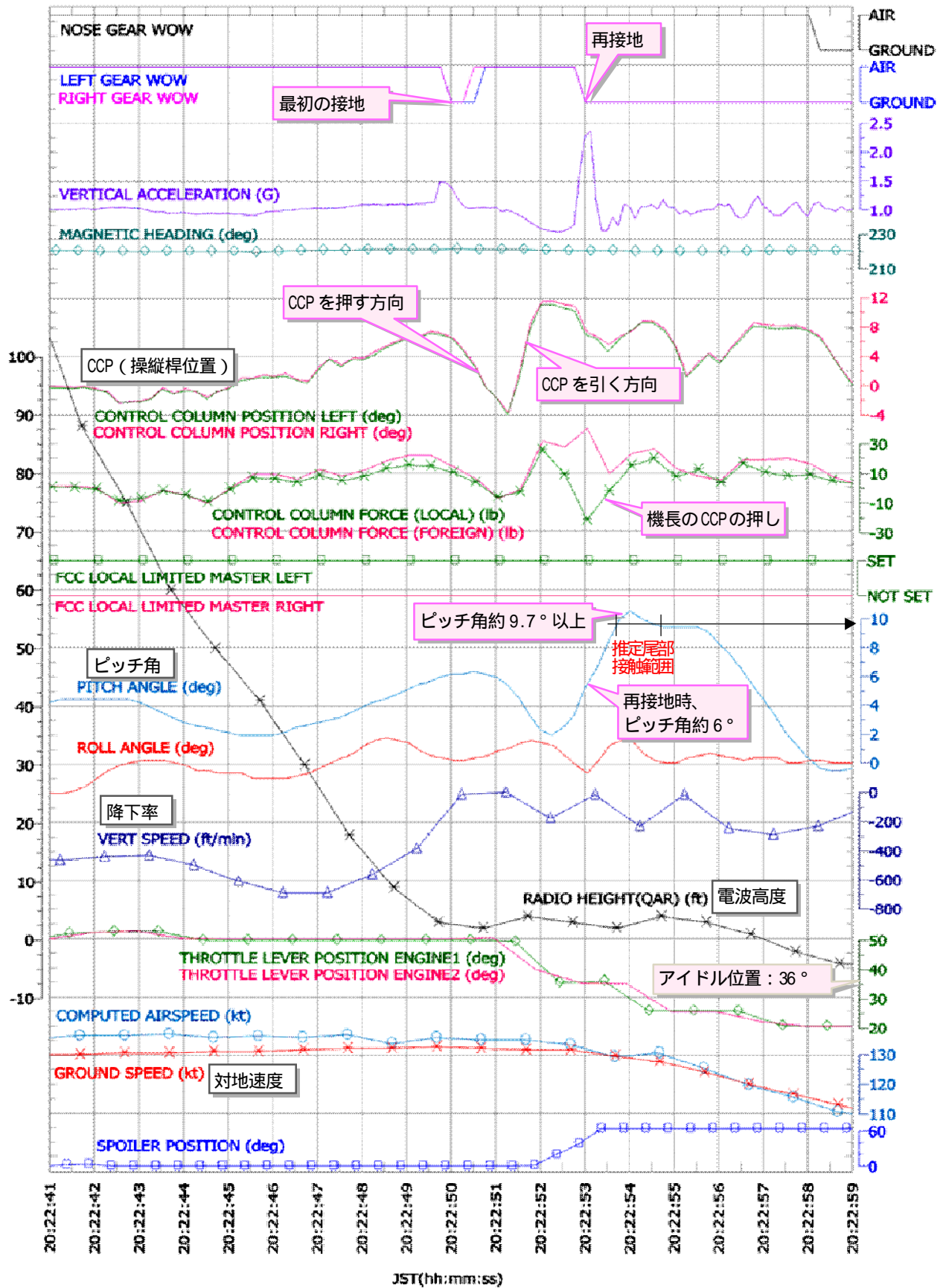


胴体の損傷状況



2:「ストラット」とは、着陸装置を構成する脚支柱 (landing gear strut) のことをいう。着陸時の衝撃荷重や地上滑走時の振動荷重を吸収する緩衝装置 (shock absorber) とともに構成されている

DFDR (飛行記録装置) の記録



CONTROL COLUMN FORCE LOCAL は左側操縦桿の操舵力を、同 FOREIGN は右側操縦桿の操舵力を示す

副操縦士の操縦操作に関する解析 高度 200ft ~ バウンド

副操縦士の実操作	DFDR の記録による解析等
気圧高度 400ft に達したところからパスが 3° より低くなり、高度 150ft 付近でパワーを足すとともにピッチ角を増加させて修正した	ピッチ角の変化は CCP (3)の動きに遅れて発生し、CCP の動きより約 1 秒の遅れがある箇所もある
副操縦士は、高度 90ft を通過後 CCP を押した	電波高度計で示す高度約 60ft で滑走路 22 進入端を通過以後ピッチ角が減少を始め、これに少し遅れて降下率が 600 ~ 700ft/min へと増加を始めた
副操縦士は、高度 50 ~ 40ft の間のオートマチックコールアウト (4) の時間感覚を短く感じた	CCP は高度 30ft を通過した頃から引く方向に増大を始め、DFDR の記録では降下率が減少している
副操縦士は、オートマチックコールアウト「THIRTY (30ft)」と聞いたとき、降下率を減少させる操作 (フレア操作) を行った	フレア操作は接地の約 3 秒前から行われたと考えられるが、700ft/min あった降下率を減少させるため操縦桿が引かれて、約 100ft/min の降下率で接地し、短時間であるが接地後もピッチ角を増加を続けることになったものと考えられる
	DFDR の記録では最初の接地時には進入時のパワーがそのまま残っていた
	これは、このときには降下率が約 400ft/min で十分に降下が止まっておらず、スラストレバーをアイドルにすれば更に降下率が増すので、アイドル位置にできなかったためと考えられる
同機が接地後にバウンドした	接地時のピッチ角が約 +6°、速度が約 135kn で、パワーが残ったままアイドルにされていなかったこと及び短時間ではあるが接地直後もピッチ角の増加が続いたこと等の影響によるものと考えられる
<p>3: CCP (操縦桿位置): Control Column Position 4: 「オートマチックコールアウト」とは、パイロットに注意を促すため、高度の読み上げが合成音により自動的に発せられるものをいう。読み上げ高度には電波高度計の高度情報が使用される</p>	

副操縦士の操縦操作に関する解析 バウンド中

副操縦士の実操作	DFDR の記録による解析等
副操縦士は、操縦桿はホールドして 2 度目の接地に備えて機をコントロールした	CCP には大きな押す方向及び引く方向の動きがあった この CCP の動きは再接地の約 1 秒前の 52 秒ごろに減少方向に変化しているが、ピッチ角は 52 秒以降逆に増加に転じていた
22 分 51 秒ごろのスラストレバーのアイドル位置への後退でオートスピードブレーキの作動条件が成立し、バウンド中の 52 秒ごろスポイラーの展開が開始された	バウンド高が大きくなりそうなので、機体が更に浮き上がろうとするのを抑えるため CCP を押す方向に動かし (約 +7° ~ 約 -4° の動き) その後再接地に備えて姿勢を確立するため引く方向に戻した (約 -4° ~ 約 +11° の動き) ものと考えられる
副操縦士は、バウンド中にスラストレバーをアイドルにした	副操縦士は、バウンド中にスラストレバーをアイドルにするものの危険性は知っていたものの、とっさの操作として行った可能性が考えられる
<p>B737 Maneuvers and Techniques Guide (MTG) の Bounced Landing Recovery の後半部分に記載されている状況 (Bounce した時、その間に Thrust Lever が Idle になっていれば Automatic Speedbrake が作動し、揚力を失う可能性がある。また Nose Up Pitching Moment により、引き続き Touchdown にて Tail Strike または Hard Landing が起こることがある) が発生した</p>	

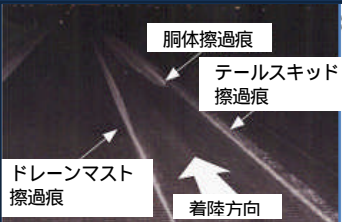
副操縦士の操縦操作に関する解析 再接地後

再接地は 22 分 53 秒ごろでピッチ角は約 6° であった	そのころ、スポイラーが展開して揚力が減少したため約 2.4G の垂直加速度を伴ったものになったと推定される
22 分 52 秒から 53 秒ごろまで CCP は 11° から 8° へ減少しているものの、操縦桿の位置としては大きなピッチアップ位置であること	相乗効果で、ピッチ角が 9° を超えたものと考えられる
22 分 52 秒から 53 秒過ぎにスポイラーが展開して機首上げモーメントが働いたこと	ピッチ角が最も大きくなっている 1 秒間は、ピッチ角が約 9.7° 以上の部分に相当している
<p>同機は、副操縦士がバウンド中に操縦桿を押し、次いで大きく引いたことの影響が、遅れていったん小さくなったピッチ角が大きくなったことにつながり、これにスポイラーの作動により発生した機首上げモーメントが加わり、ピッチ角が約 9.7° 以上となったことでテールストライクが発生し、胴体等を損傷したものと推定される</p>	

滑走路 22 上の擦過痕の状況

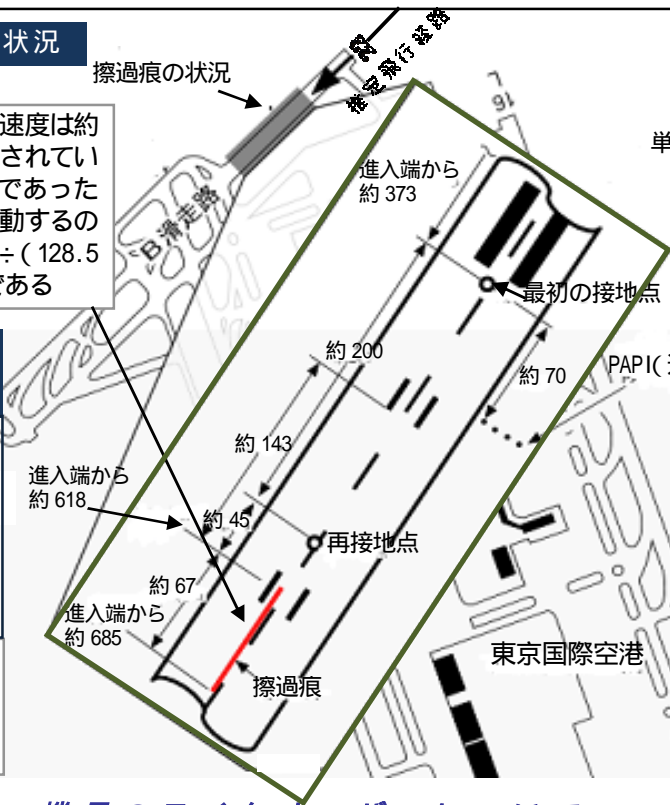
再接地後 2 秒間の平均対地速度は約 128.5kt で、滑走路に残留していた擦過痕の長さは約 67m であったが、この速度で約 67m を移動するのに必要な時間は約 1 秒 ($67 \div (128.5 \times 1852 \div 3600) = 1.013$) である

滑走路 22 進入端方向から見た擦過痕の状況



擦過開始地点：滑走路 22 進入端から約 618m の地点
擦過痕の全長：約 67m (テールスキッド、ドレインマスト、胴体)

擦過痕の状況



単位：m



風向：190°
風速：11 kt
(20時30分の同空港の観測値)

注：最初の接地点及び再接地点は、DFDR のデータから算出した

機長のテイクオーバーについて

機長としての副操縦士の操縦操作に対する監督及び関与

- ✓ 機長が、副操縦士の操縦による進入操作は「幅はあるものの最初の接地までは安定しており、手を出す程ではなかった」と述べており、CVR の記録にも助言の記録はないことから、最初の接地までは、機長はテイクオーバーの必要はないと考えたものと推定される
- ✓ 800 型は、胴体が長いので機首を上げ過ぎるとテールストライクが発生する。機長は、副操縦士が操縦桿を引き過ぎないように、また、いつでもテイクオーバーできるように操縦桿とラダーには軽く手足を添えていた

同機は接地直後バウンドし、約 2 秒後に再接地したが、バウンド中に副操縦士により操縦桿が押され次に操縦桿が引かれた際、機長は、操縦桿が過度に引かれないう操縦桿を押していたものの、テールストライクを防止するまでには至らなかった

機長は、バウンドした際操縦桿を持ってそれ以上後ろに引かれ過ぎないように支えていたが、機長としては操作量が大きいのと感じて制御しようとしたものと考えられる

A 社のオペレーションズマニュアル (運航規程附属書) には、機長のテイクオーバーについて以下のように記述されている
・機長は、副操縦士の操縦操作を不適当と判断した場合、および状況の変化により操縦操作を継続させることが不適当と判断した場合、直ちにその操作を引き継ぐこと

副操縦士の操縦操作を監督する機長は、状況に応じて積極的に関与し、必要ならばテイクオーバーを行っていくことが望まれる

再発防止に向けて

再発防止に関する分析

適正な着陸のためには、特にアプローチの末期を安定させ、速度、高度、降下率等を適切に処理することが求められる。そのためには、小さなピッチコントロールで精密なパスコントロールができるよう、早期に進入を安定させることが大切になる。

機長は、この過程で副操縦士が不安定な進入を行っていると感じたら、助言等の関与やテイクオーバーをちゅうちょしてはならない。

バウンドが発生して航空機が不安定な状態となった場合、MTG に記載されている対応操作を行う必要がある。

本事例の調査報告書は当委員会ホームページで公表しております。(2011 年 4 月 22 日公表)

<http://jtsb.mlit.go.jp/jtsb/aircraft/download/pdf/AA11-4-2-JA56AN.pdf>

事故防止分析官の

ひとつ

B737-700 型と同 800 型との差異訓練の際には、特に、離着陸時のテールストライクに注意することが強調されていました。

機長及び副操縦士は、乗務する機体の操縦特性をよく理解するとともに、両者間において操縦手順及び留意点等についての確認を互いに励行することが重要です。