

AA2011-4

航 空 事 故 調 査 報 告 書

I オールニッポンヘリコプター株式会社所属 JA31NH

II 全 日 本 空 輸 株 式 会 社 所 属 JA56AN

平成23年 4 月 22日

運 輸 安 全 委 員 会

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」

Ⅱ 全 日 本 空 輸 株 式 会 社 所 属 J A 5 6 A N

航空事故調査報告書

所 属 全日本空輸株式会社
型 式 ボーイング式 737-800 型
登録記号 JA56AN
発生日時 平成 21 年 8 月 10 日 20 時 23 分ごろ
発生場所 東京国際空港滑走路 22 上

平成 23 年 3 月 29 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 品 川 敏 昭

1 航空事故調査の経過

1.1 航空事故の概要

エアーニッポン株式会社が運航するボーイング式 737-800 型 JA56AN 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全日本空輸株式会社の定期 298 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。

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 21 年 8 月 11 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 外国の代表

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 調査実施期間

平成21年 8 月 1 1 日	現場調査、口述聴取及び機体調査
平成21年 8 月 1 2 日～ 9 月 3 0 日	飛行記録装置及び操縦室用音声記録装置解析
平成22年 5 月 2 0 日及び 7 月 1 6 日	口述聴取

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 調査参加国への意見照会

調査参加国に対し、意見照会を行った。

2 事実情報

2.1 飛行の経過

エアーニッポン株式会社（以下「同社」という。）が運航するボーイング式737-800型JA56AN（以下「同機」という。）は、平成21年8月10日（月）、運送の共同引受をしていた全日本空輸株式会社の定期298便として鳥取空港を19時12分に離陸し、東京国際空港（以下「同空港」という。）に向けて飛行した。

同機の飛行計画の概要は、次のとおりであった。

飛行方式：計器飛行方式、出発地：鳥取空港、移動開始時刻：17時40分、巡航速度：463kt、巡航高度：FL350、経路：YME（宮津VOR／DME）～V59（航空路）～LHE（浜松VOR／DME）～V17（航空路）～XAC（大島VORTAC）～Y211（RNAV経路）～WESTN（位置通報点）、所要時間：56分、持久時間で表された燃料搭載量：3時間39分

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。

同機の操縦室には、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。

同機が同空港の滑走路22への着陸許可を得てから事故に至るまでの経過は、飛行記録装置（以下「DFDR」という。）及び操縦室用音声記録装置（以下「CVR」という。）の記録、並びに機長、副操縦士及び客室乗務員の口述によれば、概略以下のとおりであった。

2.1.1 DFDR及びCVRの記録による飛行の経過

（操縦装置の位置は、それぞれの基準点からの角度を示す。）

20時21分37秒ごろ	PNFが「LANDING CHECK LIST, COMPLETED」とコールし、ランディング・チェックが完了した。
同 21分41秒ごろ	オートパイロット及びオートスロットルが解除された。対気速度（以下、速度はすべて対気速度を示し、「速度」という。）は約140ktであった。
同 22分07秒ごろ	機首方位220°、速度約140ktで、気圧高度500ftを通過した。ほぼ同時ごろ、PFが「グライドスロープのインヒビット、あー、インヒビットが鳴ったらお願いします*1」とコールし、PNFが「了解」と答えた。 (途中 略)
同 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。
同 22分44秒ごろ	電波高度約60ftで滑走路22進入端を通過した。
同 22分45秒ごろ	オートマチックコールアウト*2「FIFTY (50ft)」、速度136kt、ピッチ角約+2°、降下率約600ft/min
同 22分46秒ごろ	オートマチックコールアウト「FORTY (40ft)」、速度136kt、ピッチ角約+2°、降下率約700ft/min
同 22分47秒ごろ	オートマチックコールアウト「THIRTY (30ft)」、速度136kt、ピッチ角約+3°、降下率約700

*1 インヒビット(inhibit)とは抑制することを意味し、この場合の副操縦士の依頼は、対地接近警報装置が発する「グライドスロープ」警報を抑制することを意味する。

*2 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。

		ft/min。
同	2 2 分 4 8 秒ごろ	オートマチックコールアウト「TWENTY(2 0 ft)」、速度 1 3 4 kt、ピッチ角約+ 4°、降下率約 6 0 0 ft/min。
同	2 2 分 4 9 秒ごろ	オートマチックコールアウト「TEN(1 0 ft)」、速度 1 3 5 kt、ピッチ角約+ 5°、降下率約 4 0 0 ft/min。
同	2 2 分 5 0 秒ごろ ～ 5 5 秒ごろ	5 0 秒ごろにピッチ角約+ 6°、降下率約 1 0 0 ft/min、速度約 1 3 5 ktで主脚が接地し、その直後バウンドした。5 0 秒過ぎに増加を継続していたピッチ角が減少に転じた。接地時のスロットル位置は進入中の位置のままであったが、バウンド中にアイドルに下げられた。スピードブレーキが 5 2 秒ごろに展開を始めた。 最初の接地直後に、操縦桿位置（以下「CCP」という。）に大きな「押す」方向の動きがあり、5 1 秒過ぎに大きく「引く」方向の動きに変わった。この間、CCPの位置は、約+ 7°～約- 4°～約+ 1 1°と変化し、ピッチ角はその操作に遅れて約+ 6°～約+ 2°～約+ 1 1°と変化した。5 2 秒から 5 3 秒にかけて機長の操縦桿に押す方向の力が加わっていた。同機は、5 3 秒ごろピッチ角約+ 6°で再び主脚から接地したが、ピッチ角はその後増加を継続した。その際の垂直加速度は約 2. 4 Gであった。スピードブレーキの展開は 5 2～5 4 秒の間に完了した。5 5 秒ごろ、ピッチ角は+ 9°以上であった。
同	2 2 分 5 6 秒ごろ	ピッチ角が+ 9°以下に減少した。
同	2 2 分 5 8 秒ごろ	前脚が接地した。
(付図 1 滑走路 2 2 上の擦過痕の状況、付図 3 DFDRの記録(1)、付図 4 DFDRの記録(2) 参照)		

2. 1. 2 乗務員の口述

(1) 機長

事故発生時、PNFとして左操縦席に着座していた。着陸に際し、最終進

入経路上 5 nm、気圧高度約 1,000 ft でフラップ 30 にセットした。高度 500 ft で降下角 3° のスタビライズト・アプローチを確立したが、300 ft でパスが少し低くなり、200 ft で進入角指示灯の表示が赤 4^{*3} になった。副操縦士はパワーを足してパスを修正し、100 ft で 3° パスに戻った。接地目標点は、ヘッドアップ・ディスプレイ表示では滑走路進入端から 1,200 ft (約 400 m) 付近であった。接地は通常どおりであったが、その直後バウンドし、やや大きな衝撃を伴って 2 度目の接地をした。感覚として、テールが接地したような気がした。

駐機場に到着後、整備関係者に機体尾部の点検を依頼した。

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。同型式機による着陸経験はあると聞いていた。この 737-800 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。そのため、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。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、そこまでは手を出す程ではなかった。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、次の接地を待った。テイクオーバーはしなかった。

(2) 副操縦士

右席に PF として着座し、滑走路 22 に対し VOR アプローチを開始した。そのときのターゲットスピードは、基準速度 134 kt に 5 kt を加えた 139 kt とした。

気圧高度 800 ft で滑走路を視認し、オートパイロット及びオートスロットルをオフにした。進入開始後、500 ft で PNF から 500 ft のコールがあった。400 ft に達したころパスが 3° より低くなり、これを修正するためパワーを足した。パスの修正が終わったところでパワーを戻した。夜間飛行なので、進入角指示灯の位置を接地の目標にした。50～40 ft の間のオートマチックコールアウトの時間感覚が短く感じられた。そのため、降下率を減少させる操作を行った。「THIRTY」と聞いたとき、少し支える感じでフレアーしたが、降下率が気になっており、最後の段階でパワーカットしようと思い「TEN」を聞いてパワーカットして着陸したが、接地後にバウンドした。そのとき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

*3 進入角指示灯 (Precision Approach Path Indicator (PAPI)) とは、着陸する航空機に適正な進入角を与える機器で、横一列 4 個の灯火が使用される。灯火は進入角により赤又は白に見え、外側から白白赤赤に見えれば進入角は適正であるが、赤 4 個の場合は低すぎることを示す。

ロールした。２度目の接地時の衝撃やテールが接地したことについては、覚えていない。

着陸中の風向は 200° 、風速は 12kt くらいで、風の息はなかった。

(3) 客室乗務員（右側後方担当）

機体右側最後部の座席に着座していた。アプローチ中の揺れはなかった。

１回目の接地は普通どおりであったが、その後浮き上がり、強い衝撃を伴って再接地した。浮き上がったときかなり高く上がった感じがしたが、機首が上がった感じはしなかった。再接地後、床下から「ザザザザー」という音があったが、これはエンジンのリバースの音とは全く別の音であった。

誘導路に入ったあと、チーフパーサーに音のことなどを報告した。

本事故の発生場所は、東京国際空港（北緯 $35^{\circ}33'12''$ 、東経 $139^{\circ}46'52''$ ）の滑走路 22 の進入端から約 618m の位置で、発生時刻は、 20 時 23 分ごろであった。

（付図 1 滑走路 22 上の擦過痕の状況 参照）

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

死傷者はいなかった。

2.3 航空機の損壊に関する情報

2.3.1 損壊の程度及び火災の有無

同機は中破したが、火災は発生しなかった。

2.3.2 航空機各部の損傷の状況

- | | |
|--------------------------|----|
| (1) 胴体尾部下面外板 | 損傷 |
| (2) 胴体尾部下面側のフレーム及びストリンガー | 損傷 |
| (3) テールスキッド・アッセンブリー等 | 損傷 |

（写真 1 テールスキッド損傷状況、写真 2 胴体の損傷状況 参照）

2.4 航空機以外の物件の損壊の状況

滑走路 22 の進入端から約 618m の位置より約 67m にわたる範囲の滑走路表面に、同機のテールストライクによる擦過痕が残されていた。

2.5 航空機乗組員等に関する情報

- (1) 機長 男性 56 歳

① 技能証明等

定期運送用操縦士技能証明書	平成16年10月29日
限定事項 ボーイング式737型	平成 7 年11月13日
第1種航空身体検査証明書	
有効期限	平成21年 8 月13日
総飛行時間	12,683時間37分
最近30日間の飛行時間	13時間07分
同型式機による飛行時間 ^{*4}	116時間41分 (20時間14分)
最近30日間の飛行時間	13時間07分 (6時間23分)

② 事故発生時の機長資格

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) の資格を平成17年11月7日付けで取得していた。

(2) 副操縦士 男性 31歳

① 技能証明等

事業用操縦士技能証明書	平成17年 3 月25日
限定事項 ボーイング式737型	平成20年 7 月11日
計器飛行証明	平成17年 8 月22日
第1種航空身体検査証明書	
有効期限	平成21年 8 月25日
総飛行時間	834時間53分
最近30日間の飛行時間	61時間47分
同型式機による飛行時間	487時間23分 (144時間48分)
最近30日間の飛行時間	61時間47分 (7時間04分)

② ボーイング式737-700型（以下「700型」という。）及びボーイング式737-800型（以下「800型」という。）の操縦経験

事故時より前の1か月間において700型で5回着陸を実施していた。

それ以前の700型、800型の昼間・夜間合計の着陸回数は275回で

^{*4} 737-700型及び800型による合計時間を示し、うち737-800型のみの時間を（）内に示す。
副操縦士についても同様。

あった。８００型の操縦時に着陸を実施したのは平成２１年４月からで、回数は昼間２回、夜間５回の計７回であった。

２．６ 航空機に関する情報

２．６．１ 航空機

型 式	ボーイング式 ７３７－８００型
製 造 番 号	３３８９３
製造年月日	平成２１年 ５ 月 ２２日
耐空証明書	第２００９－０１９号
有効期限	２００９年６月１６日から整備規程（全日本空輸株式会社）の適用を受けている期間
耐 空 類 別	飛行機 輸送Ｔ
総飛行時間	３４１時間０２分

（付図２ ボーイング式 ７３７－８００型三面図 参照）

２．６．２ 重量及び重心位置

事故当時、同機の重量は１３１，４００lb、重心位置は２５．２％MACと推算され、いずれも許容範囲（最大着陸重量１４４，０００lb、事故当時の重量に対応する許容重心範囲６．１～３６．０％MAC）内にあったものと推定される。

２．７ 同空港の事故発生関連時間帯の航空気象観測値は、次のとおりであった。

２０時００分 風向 １９０°、風速 １０kt、卓越視程 ２０km、
雲 雲量 FEW 雲形 積雲 雲底の高さ １，３００ft、
雲量 BKN 雲形、雲底の高さ 不明、
気温 ２８℃、露点温度 ２５℃、
高度計規正值（QNH）２９．７４inHg

２０時３０分 風向 １９０°、風速 １１kt、卓越視程 ２０km、
雲 雲量 FEW 雲形 積雲 雲底の高さ ５００ft、
雲量 BKN 雲形、雲底の高さ 不明、
気温 ２８℃、露点温度 ２５℃、
高度計規正值（QNH）２９．７４inHg

２．８ 事故現場及び機材の損壊状況に関する情報

２．８．１ 事故現場の状況

事故現場は、同空港の滑走路２２（長さ２，５００m、幅６０m）上であった。

進入端から約61.8mの位置から約6.7mにわたり、テールスキッドによると考えられる擦過痕（幅約10cm、長さ約20m）、ドレーンマストによると考えられる擦過痕（幅約5cm、長さ約4.7m）及び胴体尾部下面によると考えられる擦過痕（幅約2.5cm、長さ約1.5m）が残されていた。

2.8.2 損壊の細部状況

(1) テールスキッド等

テールスキッド先端のウェアシューが磨耗し、フェアリングが損傷を受けていた。後部ドレーンマスト、APUドレーンマスト及びAPUカウルドアには擦過痕があり、変形していた。

(2) 胴体尾部

BS^{*5}867から後方へ、外板に長さ約2.5mの範囲で幅約2.5cmのへこみや擦過痕が見られ、この範囲にある内部のストリンガー、フレーム等が損傷していた。

（写真1 テールスキッド損傷状況、写真2 胴体の損傷状況 参照）

2.9 DFDR及びCVRに関する情報

同機にはDFDR及びCVRが装備されていた。DFDRは25時間記録可能な米国ハネウェル社製（パーツナンバー：980-4700-042）、CVRは2時間記録可能な米国L3コミュニケーションズ社製（パーツナンバー：2100-1020-00）で、いずれも本事故発生時の記録が残されていた。

なお、DFDR及びCVRの時刻校正は、管制交信記録にあるNTTの時報とDFDRに記録されたVHF送信キーイング信号とを対応させることにより行った。

（付図3 DFDRの記録（1）、付図4 DFDRの記録（2） 参照）

2.10 700型から800型への差異訓練

700型及び800型はボーイング式737系列の航空機であり、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。

同社は、差異訓練基準を設定し、機長及び副操縦士資格保有者を対象に、視聴覚教材を使用した3時間の自習形式による座学を行っている。座学においては、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る。全体の内容は以下のとおりである。

*5 Body Station の略で、機体前方の基準点からの位置を示す。

- (1) エアーシステム（エアコン等に関する内容）
- (2) S F P（Short Field Performance：短距離離着陸性能）
- (3) パフォーマンス（航空機運航諸元等）
- (4) その他の700型と800型に関する差異

なお、機長資格保有者は、上記に加えて800型実機による左席飛行をRoute Training Captain（R T C：路線訓練機長）等の監督の下で2回実施するようになっている。

一方、副操縦士については、常に資格を持った機長の監督下で操縦を行うため、差異訓練基準には実飛行は含まれていない。

2.1.1 機長のテイクオーバー等について

同社のオペレーションズマニュアル（運航規程附属書）には、以下のように記述されている。

- (1) 機長は副操縦士に操縦操作を行なわせるにあたり、気象条件その他関連する諸要素を考慮し、操縦を行わせる範囲を適切に定めること。なお、状況が不相当と判断される場合には操縦を行わせてはならない。
- (2) 機長は、副操縦士と操縦操作の範囲について事前に十分な打ち合わせを行うこと。
- (3) 機長は、副操縦士の操縦操作を不相当と判断した場合、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相当と判断した場合、直ちにその操作を引き継ぐこと。

（以下略）

なお、L A C任用訓練の資料に、テイクオーバーまでの機長の行動の段階が、概略以下のように説明されている。

S U G G E S T I O N（助言）：「少し高いよ」といった口頭で行う軽微なもの（操縦の継続を前提）

A S S I S T（補助）：少しパワーを足したり、操縦桿に軽く手を添え、諸元からの逸脱等の修正を手助けするもの（操縦の継続を前提）

O R D E R（命令）：GO AROUND等の緊張度の高い状態での命令・指示（操縦の継続を前提）

TAKEOVER（テイクオーバー）：CONTROLを直ちに引き継ぐこと。緊急度は最も高い。

2.1.2 着陸のための諸元設定

2.12.1 着陸時のピッチ姿勢とテールクリアランス

800型は、700型の胴体を約5.8m延長したものであり、それにより下記に示すように、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。

同社の700型及び800型の飛行に関する指針を示す参考資料として使用されているB737 Maneuvers and Techniques Guide (以下「MTG」という。)掲載のチャート(右図)によると、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は、800型の場合、ストラットが圧縮されている状態では約 9.0° 、ストラットが伸びている状態では約 11.5° と求められる。

これに対し、700型の該当する数値は、約 12.5° 及び約 14.7° である。

2.12.2 MTGにおけるフレア以降の操作(抜粋)

6-4 Flare and Touchdown

(中略)

Main Gearが滑走路約20ftで、Pitch Attitudeを約 $2^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 増加させ、Flareを開始する。これにより、降下率を減らす。

Flareを開始した後、SmoothにThrust LeverをIdleにRetardし、Runwayに対し所望の降下率を維持するために小さなPitch Attitudeの調整を行なう。理想的には、Thrust LeverがIdleに達するのと同時にMain Gearが接地すべきである。

(中略)

6-4-1 Landing Flare Profile

(中略)

・標準的なLanding Flare Timeは4～8秒の間であり、Approach Speedにより変化する。

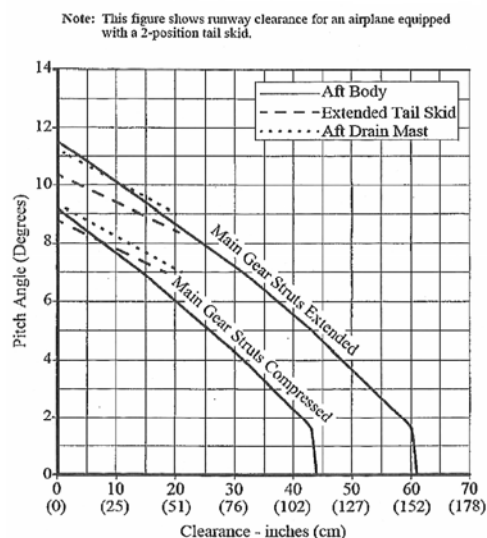
(中略)

Touchdownの後にPitch Attitudeを増加させてはならない。この操作はTail Strikeの原因となる。

(中略)

Flare中、Control Columnの急激な動きは避ける。

もし、Flareが急激で、Thrustが大き過ぎると、機体は地面効果^{*6}も加わ



*6 「地面効果」とは、地面付近で機体を受ける空力的影響をいう。

りFloatしてしまう。機体をFloatさせてはならない。

(中略)

6-4-2 Bounced Landing Recovery

機体が跳ねた場合、*Normal Landing Attitude*を維持または再度確立し、降下率を維持するのに必要な*Thrust*を加える。浅く跳ねた場合またはSkipした場合は、*Thrust*を加える必要はない。高く、激しく跳ねた場合はGo-aroundを開始する。Go-around *Thrust*を用いて、*Normal Go-around Procedure*を実施する。

(中略)

最初の接地において、*Idle*より大きな*Power*を残していたことが原因で、*Speedbrake*を*Armed*にしていたにもかかわらず、*Automatic Speedbrake*が作動せず、*Bounced Landing*が起こることがある。結果として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、引き続く*Touchdown*にて*Tail Strike*または*Hard Landing*が起こることがある。

2.12.3 オートスピードブレーキ作動条件

700型及び800型の運航、操作方法、運用限界等が記述されているB737 NG^{*7} AIRPLANE OPERATIONS MANUALには、オートスピードブレーキが作動する条件として、以下のように記述されている。(700型、800型共通事項)

- *SPEED BRAKE Lever*が*ARMED Position*にある。
- *SPEED BRAKE ARMED Light*が点灯している。
- *Radio Altitude*が10ft未満である。
- *Touchdown*によって*Landing Gear Strut*が*Compression*された。

NOTE: 何れかの*Landing Gear Strut*が*Compression*されても、*Flight Spoiler*が*Deploy*する。*Right Landing Gear Strut*が*Compression*されると、*Ground Spoiler*が*Deploy*する。

NOTE: いったん*Landing Gear Strut*が*Compression*され*Ground Mode*になると、その後*Landing Gear*が*Not Compression*となっても、*Auto Speed Brake*を確実に作動させるため、*Ground Mode*の状態が4秒間保持される。

- 両方の*Thrust Lever*が*IDLE*まで*Retard*されている。
- *Main Landing Gear Wheel*が*Spin-Up* (60ktを超えて) すると、*SPEED BRAKE*

*7 「NG」とは、Next Generationを意味する頭字語である。

Leverが自動的にUP位置に動き、SpoilerがDeployする。

3 分 析

3.1 乗務員の資格等

機長及び副操縦士は、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 航空機の耐空証明書等

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

事故当時の気象状況は、本事故の発生に関連はなかったものと推定される。

3.4 副操縦士の操縦操作

(1) 高度200ft～バウンド

付図3及び4に示すDFDRの記録から、ピッチ角の変化はCCP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。

付図3に示すとおり、200ft付近で機長が低かったと述べたパスを、副操縦士が、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ていた。その後、副操縦士は、90ftを通過後CCPを押しており、これが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たこと、及びこれに少し遅れて降下率も増加を始めたことにつながっていると推定される。副操縦士は「50～40ftの間のオートマチックコールアウトの時間感覚が短く感じられた」と口述しているが、これはこの頃の降下率が600～700ft/minになっていたことによるものと考えられる。また、CCPは高度30ftを通過した頃から引く方向に増大を始めているが、これは口述の「降下率を減少させる操作」に対応するものと考えられる。副操縦士は「「thirty」と聞いたとき、少し支える感じでフレアーし」と述べているが、これは、DFDRの記録ではこの頃から降下率が減少していることに対応していると考えられる。フレアー操作は接地の約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が増加を続けるこ

とになったものと考えられる。

一方、スラストレバーの操作に関しては、副操縦士はオートマチックコールアウトの「TEN」を聞いてパワーカットしたと述べているが、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のは、接地時のピッチ角が約 $+6^{\circ}$ 、速度が約135kt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。

なお、この最初の接地の時点では、2.12.3に記載したオートスピードブレーキの作動条件は、スラストレバーの位置がアイドルになっていないので、まだ成立していなかった。

(2) バウンド中

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」と述べているが、CCPには大きな押す方向及び引く方向の動きがあった。これは、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 $+7^{\circ}$ ～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 $+11^{\circ}$ の動き）ものと考えられる。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。

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。

副操縦士がバウンド中にスラストレバーをアイドルにした結果、2.12.2に記載した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、引き続くTouchdownにてTail StrikeまたはHard Landingが起ることがある）が発生した。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こと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。

一方、付図4において、機長側操縦桿に加わった力が22分52秒ごろに押

す方向であることから、これが機長の口述にある「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」という部分に相当し、機長としては操作量が大きいと感じて制御しようとしたものと考えられる。

(3) 再接地後

再接地は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。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及び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の相乗効果で、ピッチ角が 9° を超えたものと考えられる。

再接地後2秒間の平均対地速度は約128.5ktで、滑走路に残され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。付図4で、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。

以上のことから同機は、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。

なお、2.12.1のチャートによれば、ストラットが圧縮されている場合には約 9° のピッチ角で、伸びている場合には約 11.5° でテールストライクが発生することになっているが、約 9.7° で滑走路に接触したものと推定されることから、発生時にはストラットは伸びきっておらず、部分的に圧縮していたものと推定される。

3.5 機長のテイクオーバー

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。しかしながら、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。

なお、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よ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。

3.6 再発防止策

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。

4 原因

本事故は、副操縦士の操縦により同機が滑走路に接地直後バウンドして再接地した際、大きな重力加速度で接地し主脚のストラットが圧縮されたことに加え機首上げが継続されたため、テールストライクが発生して機体後部を損傷させたことによるものと推定される。

再接地後も機首上げが継続されたことには、バウンド中に操縦桿が大きく引かれたこと及びスラストレバーがアイドルにされたためオートスピードブレーキが作動して機首上げモーメントが加わったことが関与したものと考えられる。

5 参考事項

本事故の発生を受けて同社が行った主要な措置は、以下のとおりである。

1 800型への移行訓練内容の見直し

教材の内容を、テールストライクに関する知識が更に深められるように改訂した。

2 副操縦士の800型における操縦実施要領の改訂

副操縦士任用訓練終了者の同型式機による右席離着陸回数に関し、10回に達するまでは査察操縦士、RTC及びLAC（実機訓練教官操縦士に限る）等の資格を有する者の下での着陸に限定した。また、副操縦士が操縦を実施する際、機長が操縦を継続させることが不適当と判断した場合、対地300ft以下の進入高度では、アドバイスや指示ではなく、直ちに操縦をテイクオーバーすることとした。

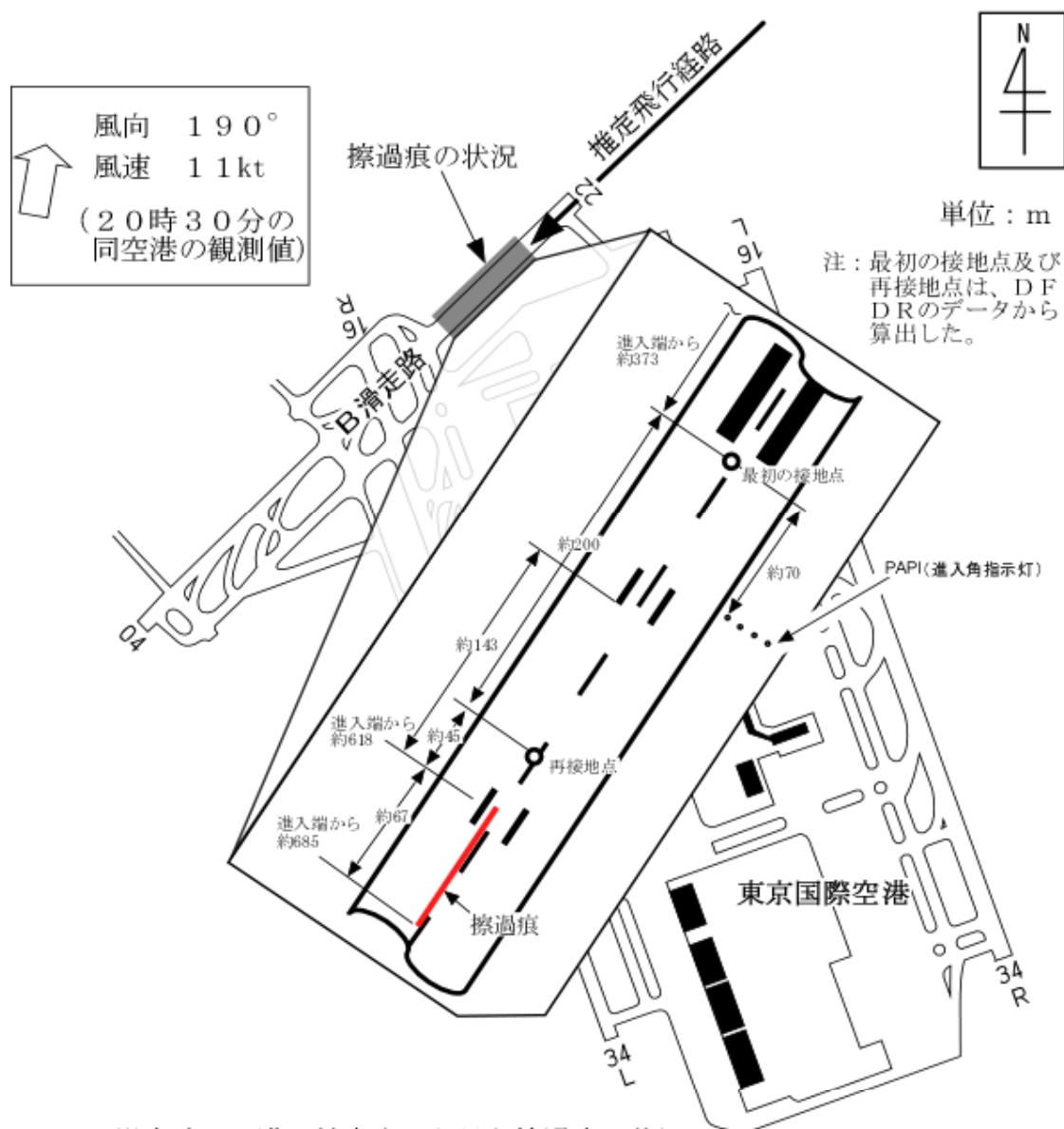
3 着陸技法の検討

800型の飛行特性に関する検討を行い、胴体が長くなったことの影響、スピードブレーキの効果、着陸重量が重くなることによる機体操縦特性、テールストライクの要因等について800型離着陸時の留意点として各操縦士に周知した。

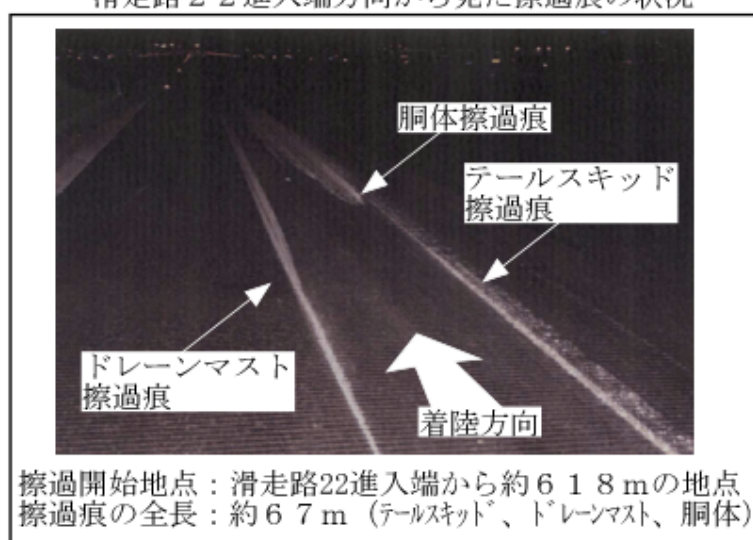
4 LAC任用訓練の見直し

最終進入時のUnstabilized approachへの対応及びBouncingへの対応訓練をシミュレーター訓練内容に追加するとともに、これに関連する教材資料の改訂を行った。

付図1 滑走路22上の擦過痕の状況

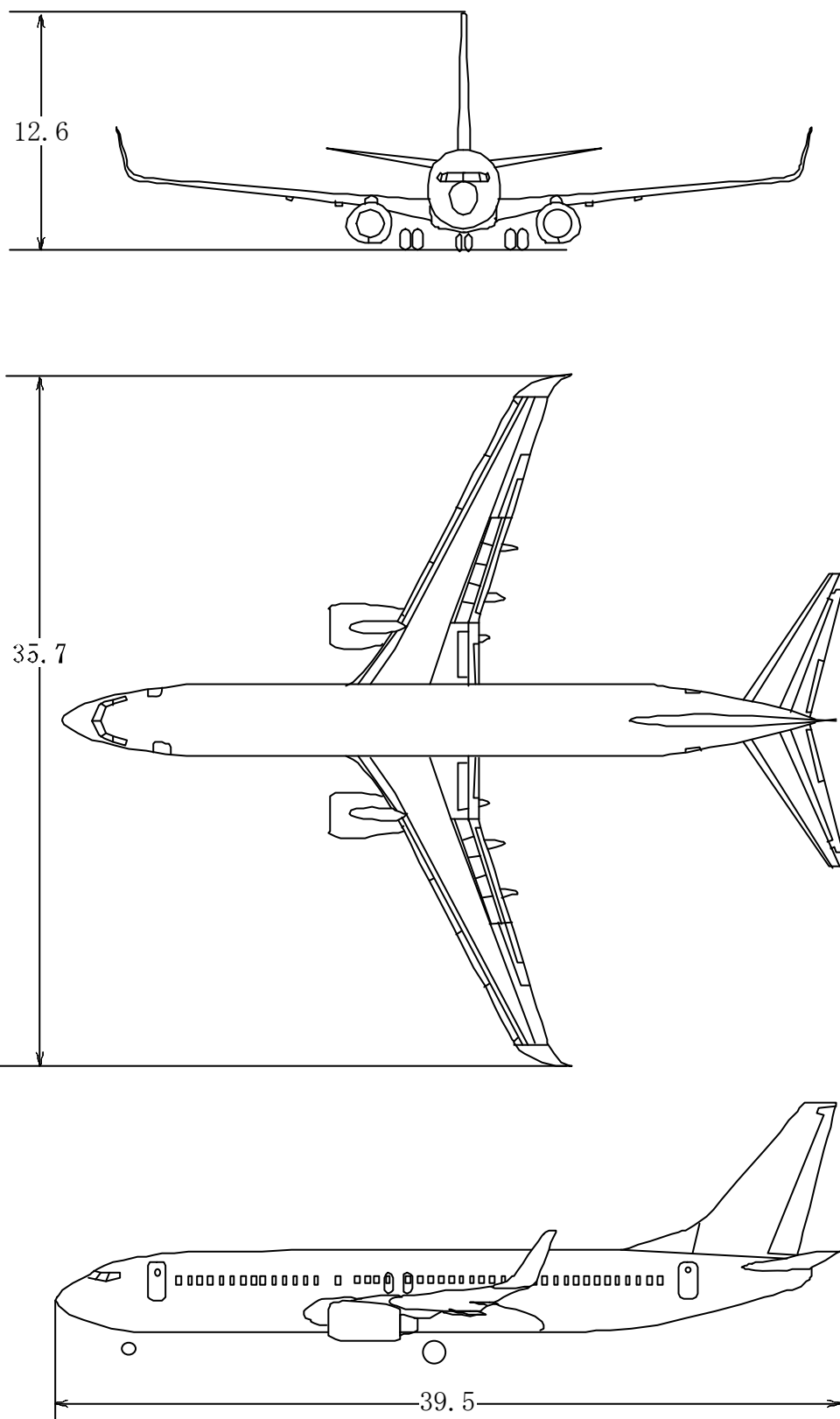


滑走路22進入端方向から見た擦過痕の状況

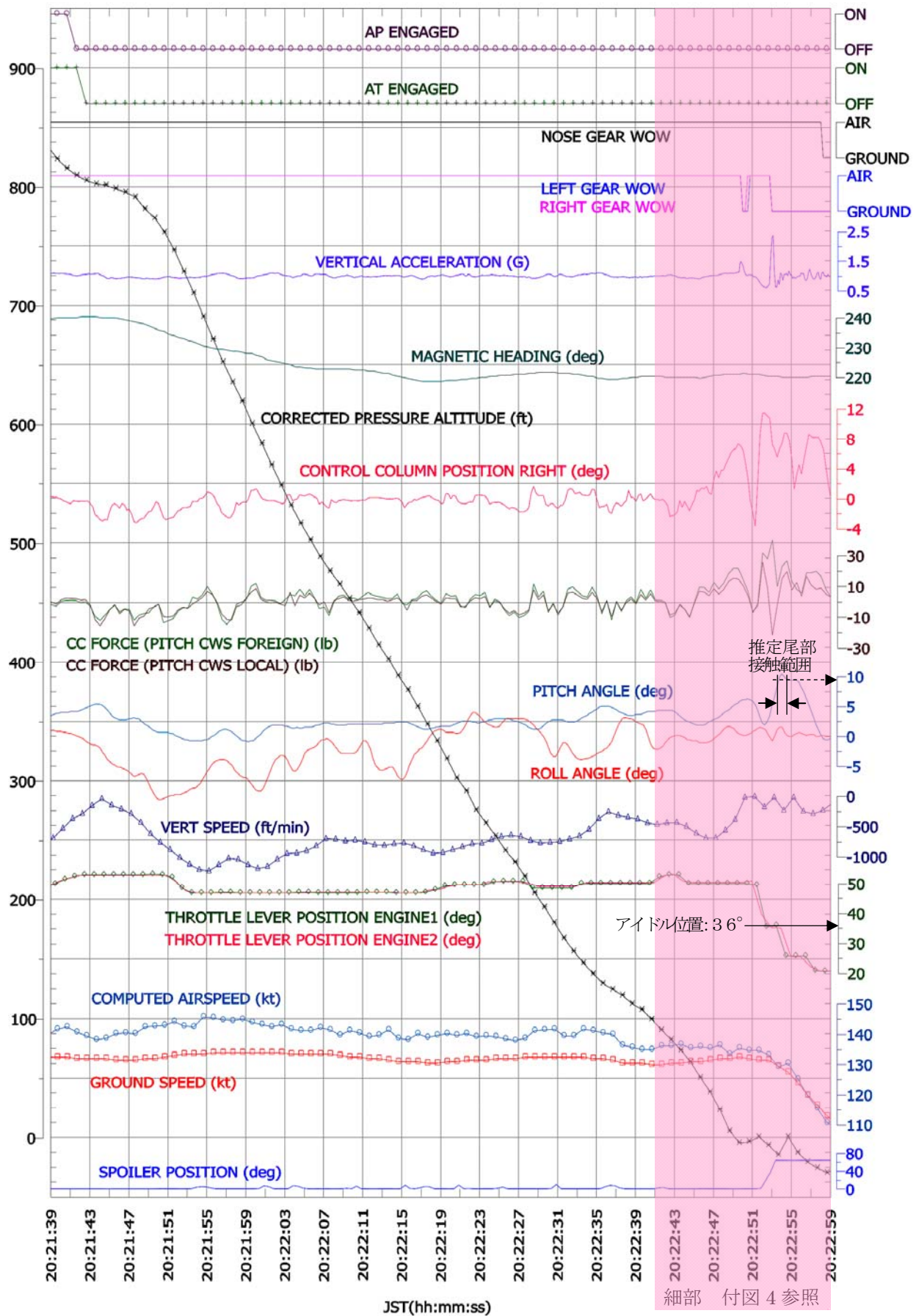


付図2 ボーイング式737-800型三面図

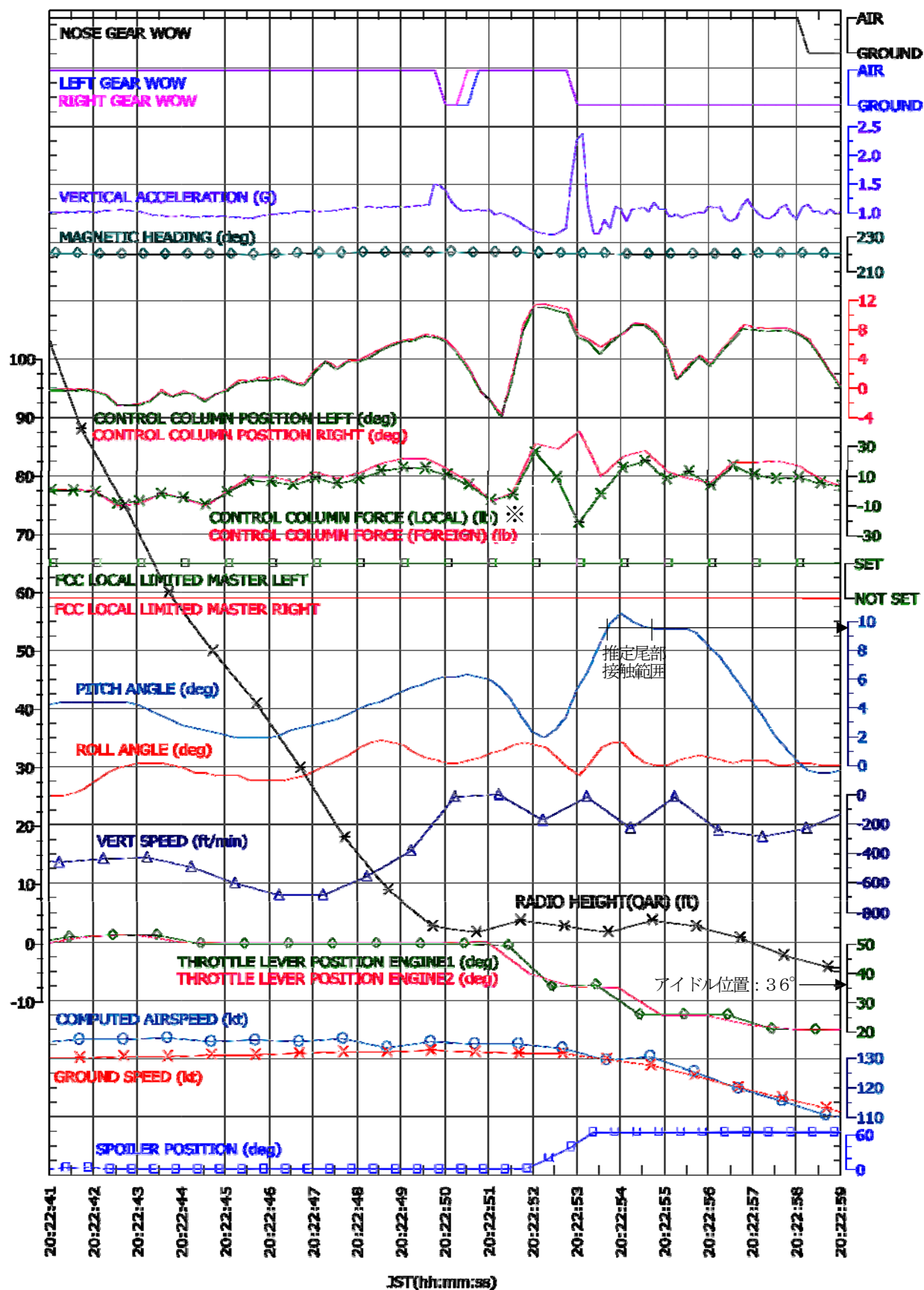
単位：m



付図3 DFDRの記録(1)



付図4 DFDRの記録(2)



※ CONTROL CULUMN 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。

写真1 テールスキッド損傷状況

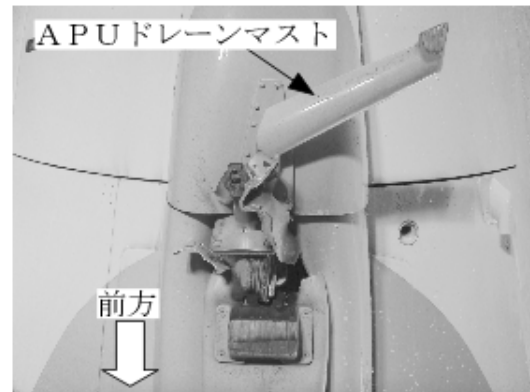
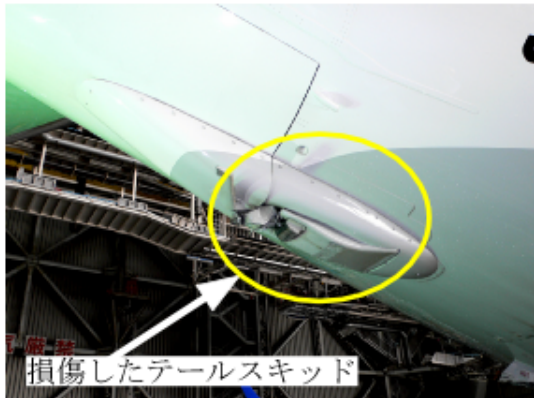
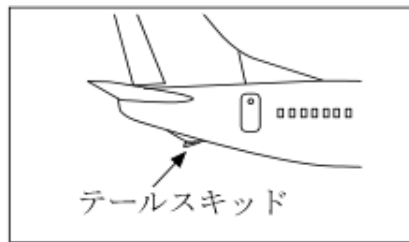


写真2 胴体の損傷状況

