

航空重大インシデント調査報告書

I 匠航空株式会社所属

ロビンソン式R44型（回転翼航空機）

JA7981

緊急の措置を講ずる必要が生じた燃料の欠乏

II KLMオランダ航空所属

ボーイング式777-200型

PH-BQC

航空機から脱落した部品と物件との衝突

III 株式会社フジドリームエアラインズ所属

エンブラエル式ERJ170-200STD型

JA06FJ

航空機内の気圧の異常な低下

平成30年11月29日

本報告書の調査は、本件航空重大インシデントに関し、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、航空事故等の防止に寄与することを目的として行われたものであり、本事案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 中橋 和博

《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」

Ⅲ 株式会社フジドリームエアラインズ所属
エンブラエル式ERJ170-200STD型
JA06FJ
航空機内の気圧の異常な低下

航空重大インシデント調査報告書

所 属 株式会社フジドリームエアラインズ
型 式 エンブラエル式ERJ170-200STD型
登録記号 JA06FJ
インシデント種類 航空機内の気圧の異常な低下
発生日時 平成27年7月7日 15時24分ごろ
発生場所 秋田空港の南西約100kmの海上、高度約33,000ft

平成30年11月9日

運輸安全委員会（航空部会）議決

委員長 中橋和博（部会長）

委員 宮下徹

委員 石川敏行

委員 丸井祐一

委員 田中敬司

委員 中西美和

1 調査の経過

1.1 重大インシデントの概要	株式会社フジドリームエアラインズ所属エンブラエル式ERJ170-200STD型JA06FJは、平成27年7月7日（火）、同社の定期212便として新千歳空港を離陸し、松本空港へ向け飛行を開始した。同機は、秋田空港の南西約100km、高度約33,000ftを上昇中、左右両系統のブリードエアの供給が停止して機内の気圧が低下したため、管制機関に緊急事態を宣言し、高度10,000ftまで緊急降下した後、目的地を変更して新潟空港に着陸した。
1.2 調査の概要	本件は、航空法施行規則（昭和27年運輸省令第56号）第166条の4第11号中の「航空機内の気圧の異常な低下」に該当し、航空重大インシデントとして取り扱われることとなったものである。 運輸安全委員会は、平成27年7月7日、本重大インシデント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。 本調査には、重大インシデント機的设计・製造国であるブラジル連邦共和国の代表が参加した。 原因関係者からの意見聴取及び関係国に対し意見照会を行った。

2 事実情報

2.1 飛行の経過	乗務員の口述並びにフライトレコーダーの飛行記録、操縦室音声記録及び管制交信記録によれば、飛行の経過は概略次のとおりであった。 株式会社フジドリームエアラインズ所属エンブラエル式ERJ170-200STD型JA06FJは、平成27年7月7日14時44分、同社の定期212便として、新千歳空港滑走路01Lを離陸し、松本空港へ向けて飛行した。
-----------	---

	<p>機長はPF*1として左操縦席に着座し、副操縦士はPM*1として右操縦席に着座していた。</p> <p>15時21分53秒、同機がFL*2 280からFL 360への上昇中のFL 320を通過したころ、警報音及びマスターコーションライトの点灯とともに左側のブリードエア(抽気空気)システムの異常を示すEICASメッセージ「BLEED 1 FAIL」が表示された。</p> <p>その27秒後、同機は、上昇を中止して機長と副操縦士が状況を確認していたとき、警報音及びマスターコーションライトの点灯とともに右側のブリードエアシステムの異常を示すEICASメッセージ「BLEED 2 FAIL」が表示された。その時、機長は、客室高度計が6,000ftを少し超えたくらいであること、客室高度昇降計が約1,700FPMでの上昇を示していることを確認した。</p> <p>同23分、機長が緊急降下を決断し、管制機関から降下の許可を得て同機が降下を開始する際、機長と副操縦士は酸素マスクを着用し、トランスポンダーを緊急コード7700にセットした。</p> <p>同24分、FL 330で、同機が管制機関に対し緊急事態を宣言したと同時に、警報音及びマスターウォーニングライトの点灯とともに客室高度が9,700ftを超えたことを示すEICASメッセージ「CABIN ALT HI」が表示された。</p> <p>機長は、緊急降下中であること並びに座席ベルト及び酸素マスクの着用について機内アナウンスを行った。その直後、客室乗務員から客室の酸素マスクが下りていないとの連絡があり、機長は手動で客室の酸素マスクを下ろした。</p> <p>機長は副操縦士に対して、EMERGENCY DESCENT 及びCABIN ALTITUDE HIのチェックリストを指示して実施した。</p> <p>15時31分、同機が、高度10,000ftまで降下して、新潟空港の北約7.4km付近を飛行中、機長は、天候を確認して新潟空港に着陸することが適切であると判断し、目的地の変更を管制機関に伝えた。</p> <p>その後、機長は、副操縦士に「BLEED 1 FAIL」及び「BLEED 2 FAIL」のチェックリストを実施させ、どちらのメッセージも消えたことを確認した。</p> <p>同機は、15時47分に新潟空港滑走路28に着陸した。同機には、機長のほか乗務員4名及び乗客67名、計72名が搭乗していたが、負傷者はいなかった。</p> <p>本重大インシデント発生場所は、秋田空港の南西約100kmの海上、高度約33,000ftの上空(北緯39度05分55秒、東経139度19分44秒付近)で、発生日時は、平成27年7月7日、15時24分ごろであった。</p>
2.2 負傷者	なし
2.3 損壊	なし

*1 「PF」及び「PM」とは、2名で操縦する航空機における役割分担からパイロットを識別する用語である。PFはPilot Flyingの略で、主に航空機の操縦を行う。PMは、Pilot Monitoringの略で、主に航空機の飛行状態のモニター、PFの操作のクロスチェック及び操縦以外の業務を行う。

*2 「FL」とは、標準大気の高圧力高度で、高度計規正值を29.92inHgにセットしたときの高度計の指示(単位はft)を100で除した数値で表される高度である。日本では通常14,000ft以上の飛行高度はFLが使用される。例として、FL 390は高度39,000ftを表す。

<p>2.4 乗組員等</p>	<p>(1) 機長 男性 64歳 定期運送用操縦士技能証明書（飛行機） 昭和53年6月12日 限定事項 エンブラエル式ERJ170型 平成26年6月10日 第1種航空身体検査証明書 有効期限：平成28年5月18日 総飛行時間 25,743時間30分 最近30日間の飛行時間 58時間08分 同型式機による飛行時間 3,094時間31分 最近30日間の飛行時間 58時間08分</p> <p>(2) 副操縦士 男性 40歳 事業用操縦士技能証明書（飛行機） 平成13年2月20日 限定事項 エンブラエル式ERJ170型 平成26年7月18日 計器飛行証明（飛行機） 平成19年3月30日 第1種航空身体検査証明書 有効期限：平成28年3月31日 総飛行時間 2,808時間21分 最近30日間の飛行時間 61時間51分 同型式機による飛行時間 693時間23分 最近30日間の飛行時間 61時間51分</p>
<p>2.5 航空機等</p>	<p>(1) 航空機型式：エンブラエル式ERJ170-200STD型 製造番号：17000332 製造年月日：平成23年11月19日 耐空証明書：第大-2014-316号 有効期限：平成27年9月15日 耐空類別 飛行機 輸送 T 総飛行時間 10,363時間50分</p> <p>(2) 重大インシデント当時、同機の重量及び重心位置は、いずれも許容範囲内であった。</p>
<p>2.6 その他必要な事項</p>	<p>(1) ブリードエアシステムの概要 同機の与圧及び空調を行うブリードエアシステムは、左右2系統装備され、左右それぞれのエンジン・コンプレッサー部からの高温のブリードエアが、ナセル・プレッシャー・レギュレーティング・シャットオフ・バルブ（NAPRSOV）等を介してプリクーラーに送られて冷却され、エアコンパックで所望の温度に調整された後、機内に送られる。機内に送られた空気は、アウトフローバルブを通して機外に放出されるが、アウトフローバルブの開度を調整することによって、客室の与圧は規定の値を保つように自動的にコントロールされる。 左右どちらかのブリードエアが使用できない場合は、片側エンジンのブリードエアのみで与圧及び空調を行う。</p> <p>(2) ファンエアバルブの作動 プリクーラーは、エンジン・ファン部から送られる低温のファンエアによりブリードエアを冷却している。ファンエアバルブは、ファンエアの流量を調整</p> <div data-bbox="769 1272 1422 1666" data-label="Diagram"> <p>図1は、ブリードエアシステムの概要を示す図である。エンジン・ファン部からファンエアが抽出され、コンプレッサー部を通過する。このブリードエアは、チェックバルブとナセル・プレッシャー・レギュレーティング・シャットオフ・バルブ（NAPRSOV）を介してプリクーラーに送られる。プリクーラーでは、ファンエアバルブを介してファンエアで冷却される。AMSコントローラーは、このシステムを制御し、エアコンパックを経由して客室内へ送られる。機外へはアウトフローバルブを通じて放出される。図には、温度センサー（T）、圧力センサー（P）、トルクセンサー（TM）の位置も示されている。</p> </div> <p>図1 ブリードエアシステム概要</p>

する役割をもつ。ファンエアバルブの開度は、バルブと一体化されたトルクモーターにより制御され、トルクモーターは、AMS（エア・マネージメント・システム）コントローラーの一部を構成しているAMSモータードライブモジュールにより自動的に制御される。

ブリードエアの温度は、プリクーラー下流に置かれた温度センサーで検出される。AMSコントローラーはこの温度を受け、ファンエアバルブの開度を調整して、低温のファンエアの流量を増減させることにより、エアコンパックに送られるブリードエアの温度をコントロールする。本重大インシデントのようにウィングアンチアイスバルブがOFFの状態であるとき、このブリードエアが235～259℃の温度で2分を超えて継続した場合、若しくは260℃以上で3秒を超えて継続した場合には、

警報音並びにマスターコーションライトの点灯及び EICAS メッセージ「BLEED 1(2) FAIL」が表示され、AMSコントローラーによってNAPRSOVが閉じられることによってブリードエアの供給が停止する。

(3) フライトレコーダーの記録

同機は、15時21分53秒に「BLEED 1 FAIL」が表示され、No.1のNAPRSOVが閉じ、その約30秒後に「BLEED 2 FAIL」が表示され、No.2のNAPRSOVも閉じたことによりブリードエアが供給されなくなった。

同機の客室高度は上昇し、15時24分18秒に客室高度が9,700ftを超えたことを示すEICASメッセージ「CABIN ALT HI」が表示された。客室高度は、最大14,550ftまで上昇した。（図3参照）

(4) 重大インシデント後の整備処置

左右のファンエアバルブは、BITE CK（自己診断機能による確認）では問題ないことが確認されたが、CMC（Central Maintenance Computer）には、左右のファンエアバルブに不具合がほぼ同時に発生していることが記録されていたため、左右のファンエアバルブをコントロールしているAMSモータードライブモジュールとともに取り下ろした。

また、ブリードエアが供給されなくなりアウトフローバルブが全閉となった後、機長が客室高度昇降計で確認した上昇率が約1,700FPMと大きかったことから、機体リーク点検を行った。その結果、機体内部に結露した水を機外に排出するために胴体下面に装備されているドレンバルブ13個中10個からエアリークを確認した。

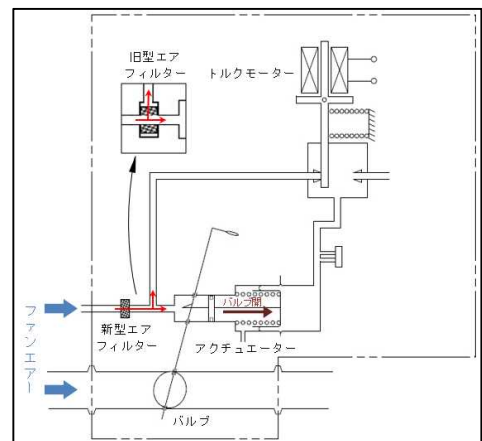


図2 ファンエアバルブ内部構造

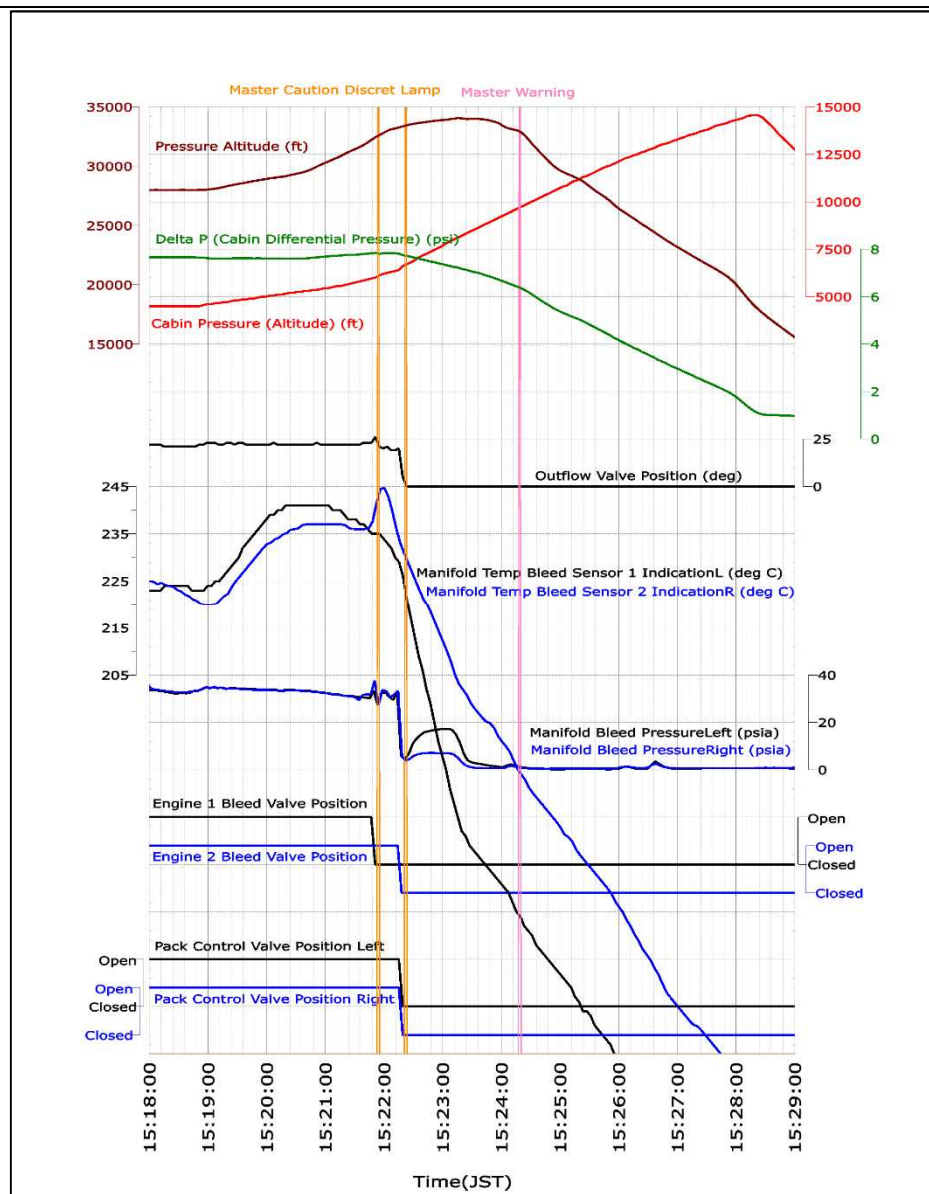


図3 フライトレコーダーの記録

(5) 装備品の調査

取り下ろした左右のファンエアバルブとAMSモータードライブモジュールは、製造者にて調査が実施された。

左右のファンエアバルブの調査では、トルクモーターに流れる電流に応じてバルブを作動させる空気圧の変化を計測したところ、左右のファンエアバルブとも規定値を外れる値が確認された。バルブの開度を確認する検査では、左右のファンエアバルブともフルオープンにならず、左のファンエアバルブは、フルクローズにもならなかった。また、左右ともリンケージの摩耗、腐食などのほか、内部のエアフィルターに少量の微粒子が発見された。

エアフィルターで発見された微粒子をNTSBにて走査型電子顕微鏡で確認した結果、主にシリコン、アルミニウムのほか、酸化ナトリウム、カリウム、マグネシウム及び鉄が検出された。これらの微粒子の形態及び構成は、火山灰に見られる微粒子と類似していた。

AMSモータードライブモジュールは、機能テストの結果、異常は認められなかった。

(6) ファンエアバルブの信頼性

同社では、2009年から段階的に同型式機を導入しており、本重大インシデント発生時は9機運航されていて、その多くのファンエアバルブに関するメッセージがCMCに記録されていた。同機より以前に導入された5機は、過去に不具合により左右を問わずファンエアバルブの交換を3回以上実施しており、2011年11月より導入された同機においては、左右のファンエアバルブを1回ずつ交換していた。

さらに、短時間ではあるものの、本重大インシデント同様、左右のブリードエアの供給が同時に停止した状態が他の機体で4回発生していたことが、本重大インシデント後の同社の調査で明らかになっている。

(7) ファンエアバルブの技術通報

ファンエアバルブについては、平成22年までにトルクモーターの品質改善やAMSのソフトウェアの変更が行われたほか、ろ過能力を向上させるためにトルクモーターに流れるエアのみをろ過していた内部のエアフィルターの網目を小さく表面積を大きくすると同時に、アクチュエーターに流れるエアもろ過するように形状を改良した新型エアフィルターへ変更することを推奨する技術通報（SB170-36-0021）が平成24年12月に発行されていた。（図2参照）

同社では、技術通報がMANDATORY（必須）ではなかったため、ファンエアバルブの交換作業が発生した時点で新型エアフィルターを搭載したファンエアバルブへの交換を予定していた。同機に搭載されていた左右のエアフィルターは、旧型であった。

エアフィルターは、メンテナンス・マニュアルに基づいた定期的な洗浄が行われており、委託先では、コンポーネント・メンテナンス・マニュアルに基づいた方法で洗浄していた。

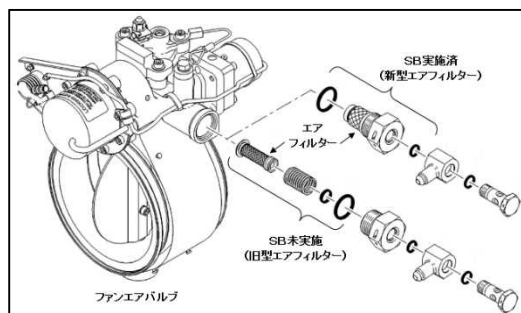


図4 エアフィルター

(8) その後の製造者の対応

製造者は、新型又は旧型のフィルターを搭載したファンエアバルブについて取り下ろしに至るまでの平均時間を比較した結果、新旧のフィルターの違いによる大きな変化が認められなかったため、その他の原因としてプリクーラーの熱影響によるトルクモーターの劣化を考え、耐熱性を改善したトルクモーターを搭載したファンエアバルブを開発した。

(9) 火山灰

当該エアフィルターを直近に洗浄し取り付けした平成25年11月以降、同社が運航している松本空港、熊本空港及び鹿児島空港などの近辺では、平成26年9月に長野県と岐阜県の県境に位置する御嶽山、11月以降は九州地方の阿蘇山や桜島の火山活動が活発となり、周辺地域で火山灰が確認されている。

3 分析

3.1 気象の関与	なし
3.2 操縦者の関与	なし
3.3 機材の関与	あり

<p>3.4 判明した事項の解析</p>	<p>(1) 重大インシデント発生までの状況</p> <p>同機は、左エンジンのブリードエアの温度が235℃を超え、その約2分後に「BLEED 1 FAIL」が表示されるとともに左エンジンのNAPRSOVが閉となったものと推定される。</p> <p>左エンジンのブリードエアの温度が235℃を超えた約30秒後、右エンジンのブリードエアの温度も235℃を超えたため、その約2分後、「BLEED 2 FAIL」が表示されて、右エンジンのNAPRSOVが閉となったものと推定される。</p> <p>左エンジンのブリードエアが使用不能となった時点で、右エンジンのブリードエアのみで全ての与圧及び空調を行うことになるため、右のブリードエアの量が増え、加えてファンエアバルブがフルオープンにならず、プリクーラーに送られる冷却用のファンエアの流入量が不十分となったことが右エンジンのブリードエアの温度上昇に関与した可能性が考えられる。</p> <p>同機は、左右の「BLEED 1(2) FAIL」がほぼ同時に表示され、左右のNAPRSOVが閉となって左右のブリードエア系統が停止したため、機内の与圧を制御できなくなり、航空機内の気圧の異常な低下が発生したものと推定される。</p> <p>また、機長が、ブリードエアが供給されなくなった際、客室高度昇降計で上昇率が約1,700FPMと確認したことについては、ドレンバルブからのエアリークが関与したものと考えられる。</p> <p>(2) ファンエアバルブ</p> <p>左右のファンエアバルブは、製造会社の調査結果から、以下の原因が重なり作動不良となった可能性が考えられる。</p> <p>① 左右のファンエアバルブのリンケージに発見された摩耗及び腐食がバルブの作動に影響した。</p> <p>② バルブの開度がフルオープンにならなかったこと、バルブを作動させる空気圧の値が規定値を外れる場合があったことから、トルクモーターがAMSコントローラーからの信号のとおり作動しなかった。</p> <p>③ 左右のファンエアバルブのエアフィルターは、旧型が取り付けられていたため、アクチュエーターへ送られるファンエアはろ過されず、微粒子がファンエアバルブ内部に入り込み、バルブの作動に影響した。</p> <p>④ プリクーラーからの熱影響によるトルクモーターの劣化</p> <p>(3) 同社の整備体制</p> <p>同社においては、本重大インシデント発生以前から同型機のファンエアバルブの不具合を多数経験し、何度も交換していた。また、左右のブリードエアの供給が短時間同時に停止する状態も発生していたことから、同社の整備体制において装備品の信頼性管理が十分に行われていれば同様の事象で客室高度が制御できなくなる可能性を予見することができた可能性があったものと考えられる。</p>
----------------------	---

4 原因

本重大インシデントは、左右両系統のブリードエアの供給がほぼ同時に停止したため、航空機内の気圧の異常な低下が発生したことによるものと推定される。

左右両系統のブリードエアの供給が停止したことについては、左右のファンエアバルブの作動不良により、冷却用のファンエアの流入が制限されたことから、ブリードエアが高温となってそれぞれのNAPRSOVが閉じたものと考えられる。

5 再発防止策

本重大インシデント発生後、同社により次の措置が講じられた。

- 同型式機の運航機について、CMC Message の記録が同機と類似しているファンエアバルブを交換した。
- SOP（業務処理要領）の「CMC Maintenance Message 運用要領」に Dual failure の可能性があるシステムについては、重点的にモニターするよう改訂した。
- SOP に新たに「Fan Air Valve EICAS / CMC Message 運用要領」を定め、ファンエアバルブのモニター方法を設定し、その結果によりファンエアバルブを交換して、不具合を未然に防ぐ体制を整えた。
- 耐熱性を改善したトルクモーターを搭載したファンエアバルブが開発されたため、これを2017年4月から順次採用し試験運用を開始した。