

AI2014-6

航空重大インシデント調査報告書

朝日航洋株式会社所属

マクドネル・ダグラス式MD900型（回転翼航空機） JA6911
発動機の破損

平成26年12月18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 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」

朝日航洋株式会社所属
マクドネル・ダグラス式MD900型（回転翼航空機）
JA6911
発動機の破損

航空重大インシデント調査報告書

所 属 朝日航洋株式会社
型 式 マクドネル・ダグラス式MD900型(回転翼航空機)
登 録 記 号 JA6911
インシデント種類 発動機の破損
発 生 日 時 平成24年7月8日16時56分ごろ
発 生 場 所 北海道旭川市旭川赤十字病院場外離着陸場

平成26年12月5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 田 中 敬 司

1 調査の経過

運輸安全委員会は、平成24年7月9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1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の設計・製造国である米国の代表及びエンジンの設計・製造国であるカナダ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への意見照会を行った。

2 事実情報

2.1 飛行の経過

機長及び搭乗していた整備士等の口述によれば、飛行の経過は概略次のとおりであった。

朝日航洋株式会社所属マクドネル・ダグラス式MD900型JA6911は、平成24年7月8日(日)、機長ほか3名が搭乗し、上富良野町にある場外離着陸場から救急患者を搬送するため、旭川赤十字病院の屋上にある場外離着陸場から16時56分に離陸を開始した。同機は浮揚後、離陸方向に向きを変えながら垂直に



重大インシデント機

約15ft上昇した。ホバリングから前進を始めたときに左後方から「ボン」という低く鈍い音がした後、「ENG OUT」の警報音が鳴った。この時、後ろ向きの座席に着座していた同乗者は、機体左後方に一瞬、火花と黒い煙が出たのを見た。機長が、計器盤を見ると「ENG OUT」警報アナシエーター*1が点滅し、第1エンジンの回転計(Np)及びトルク計は0を示していた。第2エンジンの回転計(Np)はグリーンゾーン(常用範囲)であったが、トルク計は、レッドゾーン(超過禁止範囲)に入っていた。ここでの機体の沈下を防ぐため、機長はコレクティブレバーを下げることなく、前進速度を増して障害物を避け、ゆっくり上昇を行った。障害物を越えた後、機長は第2エンジンの負荷を減少させてから、「ENG OUT」警報アナシエーター一点滅時の非常操作手順を行った。機長は、第1エンジンの再始

	<p>動は不可能であるものの第2エンジンのみの飛行が可能であり、同場外に戻るより最寄りの旭川空港に着陸するほうが安全であると判断して、同機は旭川空港に向け飛行し、17時09分旭川空港に着陸した。</p>
<p>2.2 死傷者</p>	<p>なし</p>
<p>2.3 損壊</p>	<p>(1) 航空機の損壊の程度：小破 第1エンジン内部が大規模に損傷していたが、機体の損傷はなかった。</p> <p>(2) 第1エンジンの損壊の程度 燃焼室下流にあるコンプレッサー・タービン(以下「CT」という。)・ベーンリング*2 (以下「CTベーンリング」を「ベーンリング」という。)、CTブレード、パワー・タービン (以下「PT」という。)・ステーター、PTブレード及びタービン・サポート・ケース (以下「TSC」という。)が破損していた。CTブレード及びPTブレードは全周にわたり破断し、その他は熱により破損していた。</p> <div data-bbox="558 784 1436 1478" data-label="Diagram"> </div> <p style="text-align: center;">エンジン回転軸方向断面図</p>
<p>2.4 乗組員等</p>	<p>機長 男性 50才 事業用操縦士技能証明書 (回転翼航空機) 平成元年7月6日 限定事項 陸上多発タービン 平成8年2月15日 第1種航空身体検査証明書 有効期限：平成24年9月8日 総飛行時間 6,133時間59分 同型式機による飛行時間 117時間07分</p>

<p>2.5 航空機等</p>	<p>(1) 航空機型式：マクドネル・ダグラス式MD900型 製造番号：900-00088、製造年月日：平成13年3月27日 耐空証明書：第東-23-249号、有効期限：平成24年9月8日 耐空類別 回転翼航空機 普通N又は特殊航空機 X</p> <p>(2) エンジン</p> <table border="1" data-bbox="486 398 1428 705"> <thead> <tr> <th></th> <th>第1エンジン</th> <th>第2エンジン</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>型式</td> <td colspan="2">プラット・アンド・ホイットニー・カナダ式 PW207E型</td> </tr> <tr> <td>製造番号</td> <td>PCE-BG0002</td> <td>PCE-BG0021</td> </tr> <tr> <td>製造年月日</td> <td>平成15年5月7日</td> <td>平成12年9月9日</td> </tr> <tr> <td>総使用時間</td> <td>1,892時間06分</td> <td>2,022時間53分</td> </tr> <tr> <td>総使用サイクル</td> <td>8,217サイクル</td> <td>8,175サイクル</td> </tr> </tbody> </table>		第1エンジン	第2エンジン	型式	プラット・アンド・ホイットニー・カナダ式 PW207E型		製造番号	PCE-BG0002	PCE-BG0021	製造年月日	平成15年5月7日	平成12年9月9日	総使用時間	1,892時間06分	2,022時間53分	総使用サイクル	8,217サイクル	8,175サイクル
	第1エンジン	第2エンジン																	
型式	プラット・アンド・ホイットニー・カナダ式 PW207E型																		
製造番号	PCE-BG0002	PCE-BG0021																	
製造年月日	平成15年5月7日	平成12年9月9日																	
総使用時間	1,892時間06分	2,022時間53分																	
総使用サイクル	8,217サイクル	8,175サイクル																	
<p>2.6 気象</p>	<p>本重大インシデント発生現場の南南東約13kmに位置する旭川空港の17時00分の定時飛行場実況気象は、次のとおりであった。</p> <p>風向 320°、風速 4kt、卓越視程 10km以上、 雲 雲量 1/8 雲形 積雲 雲底の高さ 3,000ft、 雲量 5/8 雲形 高積雲 雲底の高さ 7,000ft、 雲量 7/8 雲形 高積雲 雲底の高さ 11,000ft、 気温 22℃、露点温度 17℃、高度計規正值 (QNH) 29.62inHg</p>																		
<p>2.7 エンジンの分解調査等</p>	<p>カナダ国家運輸安全委員会の協力を得て、エンジン製造者の施設において、第1エンジンの分解調査、機能検査、金属調査を実施したところ、結果は概略次のとおりであった。</p> <p>・ベーンリング</p> <div data-bbox="486 1176 1428 1691"> </div> <p>燃烧ガスの流れを整えるベーンリングは、6時位置（エンジン前方（燃烧室側）から見た方向。以下同じ。）で熱による激しい損傷を受けており、6時位置の1個のベーンは焼けて欠損していた。また、ベーンリングの6時位置には、ベーンリング外壁を亀裂が軸方向に横切ったと考えられる痕跡があり、下流側は焼損し外壁の外側表面に溶解した金属が凝固していた。</p> <p>ベーンリング外壁の内側表面には腐食が見られた。走査型電子顕微鏡（以下「SEM」という。）による分析では、腐食はベーンの母材にまで到達していなかった。腐食面には硫黄の析出があった。</p> <p>また、6時位置近傍のベーンリング外壁の内側表面には、熱に起因する軸方向の複数の小さな疲労亀裂が見られた。また、ベーンリングの</p>																		

	<p>1時及び11時位置にも軽微な亀裂が見られた。SEMによる解析では、6時位置近傍のベーンリングの亀裂は内側表面から外側表面に向けて進行し、ベーンリング外壁の構造的に薄い部分では、外側表面にまで達していた。亀裂は腐食を起点としていたが、亀裂に沿った硫化腐食の形跡はなかった。ベーンリングの6時位置近傍は過熱を示す痕跡を示していたが、1時及び11時位置に過熱を示す痕跡はなかった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・CTブレード <p>CTブレードの全てが、根元から約0.4 in (約1.2mm) のところでほぼ均等に破断していた。CTブレードの破断面の検査では、ブレードには大きな負荷がかかったことを示していた。CTブレードのコーティングは、高温に曝された結果として部分的に剥がれていた。また、CTブレード断面のSEM分析では、ブレードが高温に曝されていたことが確認された。</p> ・TSC <p>タービンの外側の構造であるTSCには、熱による穿孔、変色及び歪みが発生していた。TSCに開いた2つの穿孔のうちの1つの位置は、ベーンリング損傷部分(6時位置)と一致していた。</p> ・燃料ノズル、燃料流量ディバイダー <p>燃焼に影響を与える不具合は認められなかった。</p>
--	--

2.8 その他の情報	<p>(1) 重大インシデント発生まで不具合の兆候を示す計器表示はなかった。</p> <p>(2) 同機に装備されている統合計器表示システム(Integrated Instrumentation Display System、以下「IIDS」という。)には、16時56分ごろに第1エンジンの排気ガス温度(以下「EGT」という。)が1,011℃に達した記録が残されていた。</p> <p>(3) 第1エンジンに装備されているData Collection Unit(以下「DCU」という)には、EGTが運用限界(850℃)を超えて上昇中にトルクが急激に低下した記録が残されていた。</p> <p>(4) 同社は、エンジンマニュアルに基づく所定の整備作業を実施していた。</p>
------------	---

*1 「ENG OUT」警報アナシエーターは、Ng回転数(CTの回転数)が15%/秒を越える変化率で低下した場合、またはNg回転数が35%未満になると点滅する。「ENG OUT」警報アナシエーターが点滅すると、IIDSのNg回転数、Np回転数(PTの回転数)及びトルクの計器表示は、全て0になる。

*2 ベーンリングは、外壁、内壁及び13枚のベーンからなる一体構造品であり、外壁及び内壁がエンジン構造に固定されている。燃焼室から流れ出た高温の燃焼ガスを最初に整流するためのものであり、ベーンは常に高温に曝されることから、ベーンリング外壁の外側から高圧の空気をベーン内部に導きベーンの冷却を行っている。

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
3.4 判明した事項の解析	<p>(1) ベーンリング外壁に発生した軸方向の小さな亀裂は、飛行毎に高温に曝されたことにより発生した熱疲労亀裂であると推定される。ベーンリングの6時位置には、外壁を軸方向に横切った亀裂の痕跡があることから、ベーンリングの焼けて欠損した部分(6時位置)にも、他の位置で見られた軸方向の小さな熱疲労亀裂が発生していたと考えられる。また、6時位置に発生した亀裂は、6時位置近傍に発生した亀裂と同様に、外壁内側から外側へ進展して外壁を貫通したものと考えられる。</p> <p>(2) ベーンリング外壁の亀裂が貫通したことにより、開口部からベーンリン</p>

	<p>グ外壁の外側の高圧の空気が燃焼ガスの経路に流れ込んだと考えられる。高温の燃焼ガスの流れの中に高圧の空気が流れ込むことにより、亀裂により貫通した部分は酸化が加速されたと考えられる。また、整流された燃焼ガスの流れが乱れたことで、燃焼ガス経路の温度分布が変化し、局部的な温度上昇があったと考えられる。これにより、6時位置のベーンリングは、更に熱による腐食が進展し、ベーンの冷却にも影響を与え、ベーンの腐食が加速された可能性が考えられる。その結果、本重大インシデント発生時には、ベーンリングの6時位置は激しく損傷していたものと考えられる。ベーンリングの6時位置が他の位置と比較して激しく損傷したのは、同位置のベーンの根元へ延びる亀裂又は1点に集中する亀裂が発生し、亀裂の進展が早かった可能性が考えられるが、ベーンリングが焼けて欠損していることから、その原因を特定することはできなかった。</p> <p>(3) 本重大インシデント発生時、IIDS及びDCUの記録によれば、EGTが運用限界を超えて上昇し、トルクが急激に低下していた。また、機長の口述によれば、ホバリングから前進し始めた時に、「ENG OUT」警報アナランシエーターが点滅し、第1エンジンの出力が低下していた。このことから、ベーンリングの損傷によりEGTが運用限界を超え上昇するに至るくらいホットセクション（燃焼ガスに常時曝される部分）が著しい高温状態となり、CTブレードが損傷し、Ng回転数が低下したと考えられる。また、CTブレードが損傷したことで、後流のPTブレードが損傷し、トルクが低下したと考えられる。</p> <p>EGTの上昇については、ベーンリングの損傷が進んだことで、エンジン性能に何らかの影響を与えたことにより発生した可能性が考えられるが、本重大インシデント発生時のベーンリングの状態を推測することができなかったこと及びベーンリングの損傷が激しいため詳細な解析ができなかったことからその原因を特定することはできなかった。</p> <p>(4) 本重大インシデント発生までの飛行において不具合の兆候を示す計器表示がなかったのは、ベーンリングの損傷が燃焼ガスの経路の温度分布に影響を与え、温度上昇はあったものの局部的であり、エンジン全体の排気ガス温度であるEGTの計器表示に大きな影響を与えなかったことによるものと考えられる。しかし、ベーンリングの損傷は飛行の都度、進展していったと考えられる。</p>
--	--

4 原因

本重大インシデントは、ベーンリング（6時位置）の激しい損傷により、ホットセクションが著しい高温状態となり、CTブレードが損傷し、後流のPTブレードを損傷させたことによるものと考えられる。

ベーンリングの6時位置が他の位置と比較して激しく損傷したのは、同位置のベーンの根元へ延びる亀裂又は1点に集中する亀裂が発生し、その亀裂の進展が早かった可能性が考えられるが、ベーンリングが焼けて欠損していることから、その原因を特定することはできなかった。