

全日本空輸のボーイング®式 787 型機における機材不具合について
(調査結果)

平成 25 年 2 月 22 日
航 空 局

全日本空輸(ANA)のボーイング®式 787 型機(B787)において、本年 1 月 9 日から 1 月 11 日にかけて機材不具合が 3 件発生。

調査結果の概要は、以下のとおり。

I. ブレーキ装置の一部不作動

1. 概要

- 1 月 9 日 14 時 37 分頃、B787(JA808A)は ANA695 便(羽田発山口宇部行き、乗客・乗員計 68 人)として離陸した。
- 当該機の離陸直後に、操縦室の計器にブレーキ装置の不具合を示すメッセージが表示された。(離陸後”BRAKES (Advisory)”メッセージが一時的に表示されたが、その後消失した。消失後は”BRAKE 2 (Status)”メッセージのみが表示。)
- 当該機で上記不具合が発生したことが、空地間データリンクシステムを通じて地上側にダウンリンクされたため、地上の整備担当者は、社内無線で乗員と連絡をとり、不具合の状況を確認した。
- 当該メッセージが表示された場合であっても、山口宇部空港に安全に着陸することができるかと判断されたため、乗員は飛行を継続した。
- 着陸進入中、乗員は自動ブレーキ装置の設定を行ったが、脚下げ操作後に、当該設定が解除されるとともに、再度”BRAKES ”メッセージが表示されたため、着陸の際、乗員はブレーキペダルの操作によりブレーキ装置を作動させ、機体を減速させた。

- 乗客・乗員に負傷等はなかった。
- 着陸後の整備士による作動点検や不具合探求の結果、ブレーキシステムの構成部品の一つである、左主脚の電気ブレーキ作動用の制御装置 (EBAC[※]: Electrical Brake Actuator Controller)の不具合であることが確認された。
 - ※ B787 の左右の主脚には、それぞれに 4 個(計 8 個)の車輪が付いており、各車輪には電気で作動するブレーキ装置が装備されている。当該ブレーキ装置は EBAC(計 4 台)の働きにより制御される。
- 羽田から部品を送付し、不具合のあった EBAC を交換した。
- 次便(ANA698 便(山口宇部発羽田行き))は当該不具合修復のため欠航となった。

2. 調査の実施

- 飛行データより、離陸後の脚上げ操作時に、各車輪のブレーキ装置(計 8 個)のうち、左主脚の 2 つの車輪のブレーキ装置 (No.2 及び No.6) が作動していないことを確認した。また、着陸後の乗員のブレーキ操作においても、当該ブレーキ装置 (No.2 及び No.6) が作動していないことを確認した。
- ANA では、当該ブレーキ装置 (No.2 及び No.6) を制御する EBAC (計 4 台のうち一つ) を詳細検査のため取り卸し、米国の部品製造者に送付した。
- 部品製造者による詳細検査の結果、EBAC の内部部品 (制御基板に取り付けられたトランジスタ (IGBT: Integrated Gate Bipolar Transistor)) の破損が確認された。

3. 検証及び推定原因

- 今回 ANA で発生した不具合の探求のため、部品製造者において取り卸した EBAC の詳細検査が実施され、内部のトランジスタ本体の破損が確認された。

- 今回の原因については、当該トランジスタが電氣的に破損していることから、当該トランジスタの製造上の品質や当該トランジスタが取り付いている制御基板の不具合などが考えられるが、ボーイング社及び部品製造者において詳細に調査中である。
- また、ボーイング社及び部品製造者において、今回 EBAC 内部のトランジスタ本体が破損したことを踏まえ、更なる品質向上のための取組みが行われている。
- 本事例については、飛行中、操縦室の計器に不具合メッセージが表示されたものの、乗員はマニュアル等に基づき適切に対応しており、また、逆推力装置による制動効果も含めて、ブレーキ・システムの構成上十分な制動能力を有していたことから、安全に直ちに影響を及ぼすものではなかったと考えられる。

4. 再発防止策

- ボーイング社及び部品製造者における原因究明及び品質向上のための取組みを監視する。
- 設計・製造国政府である米連邦航空局 (FAA) に対して、必要な対応を要請した。

Ⅱ. 操縦室窓のひび割れ発生

1. 概要

- 1月11日9時52分頃、B787(JA816A)はANA585便(羽田発松山行き、乗客・乗員計246人)として離陸した。
- その後、巡航高度約20,000フィート(約6,000メートル)、対気速度約370ノット(約685キロメートル/時)にて姫路上空付近を飛行中、ボンという音とともに、機長席側の操縦室窓に蜘蛛の巣状のひび割れが発生した。
- 当時の気象状況は良好であり、本事例に結びつく外的な要因等は

なかった。

- 操縦室の計器表示、機内与圧等は正常であったが、機長は、念のため、操縦業務を副操縦士と交代のうえ、松山空港に着陸のため、高度約 5,600 フィート(約 1,700 メートル)、速度約 230 ノット(約 425 キロメートル/時)まで下げ、その後正常に着陸した。
- 着陸後の点検において、操縦室窓の一番外側の層に蜘蛛の巣状のひび割れが発生していることが確認された。
- 次便(ANA590 便(松山発羽田行き))は不具合修復のために欠航となった。

2. 調査の実施

- 操縦室窓は 5 層構造であり、損傷した層が一番外側のガラス層で、他の層に損傷が認められないことを確認した。
- 操縦室窓の強度は内側 2 枚の亚克力層が保持しているため、当該損傷に伴う強度上の影響はなかった。
- 当該機について、就航日(H24.11.13)以降の整備記録を確認したところ、当該窓に係わる不具合等は発生しておらず、交換履歴もなかった。
- 他の B787 において同種事例が発生していることから、今回の事例との関連について調査した。
- ANA では、取り卸した操縦室窓について詳細な解析を行うため、ボーイング社に送付した。

3. 検証及び推定原因

- 操縦室窓については、初期に製造された B787 には部品番号が 190800-11(左側)/-12(右側)のものが装備されているが、ボーイング社では、シール部の水分侵入防止の効果をより高めた改良型のもの(部品番号 190800-13(左側)/-14(右側))を開発しており、現在は改良型のものが標準装備となっている。(13/14 はシールの改良の

みであり、それ以外の変更点はない。)

- ANA においては、他の B787 において同種事例を 2 件経験しており (H24.12.18 JA802A、H24.12.24 JA809A)、これら 2 件の原因はシールの一部から侵入した水分によって窓内部のくもり止め用フィルムへの通電線に異常放電(アーキング)が発生し、ひび割れに至ったものと推定されている。いずれの操縦室窓も従来型のものであったため、ANA では従来型を装備していた機体の窓は全て改良型のものと同等の水分侵入防止対策を講じたものに改修している。
- 今回ひび割れが発生した操縦室窓は改良型のものであったが、ひび割れの起点と考えられる箇所は、上記の通電線から離れた位置であることから、これまでとは異なる原因で発生した可能性がある。
- 今回の原因については、窓内部のくもり止めフィルムに起因する製造品質や設計など様々なものが考えられるが、ボーイング社及び米国の部品製造者において詳細に調査中である。
- また、改良型の操縦室窓においてもひび割れが発生したことから、現在、ボーイング社及び部品製造者において、更なる品質向上のための取組みが行われている。
- 本事例において、一番外側のガラス層のひび割れが操縦室窓の強度及び構造に影響を及ぼすものでないことが確認されている。また、乗員は飛行中、操縦室窓のひび割れ発生に対して適切に対応しており、その対応からも安全に直ちに影響を及ぼすものではなかったと考えられる。

4. 再発防止策

- ボーイング社及び部品製造者による原因究明及び品質向上のための取組みを監視する。
- 設計・製造国政府である FAA に対して、必要な対応を要請した。

Ⅲ. 発電機用オイルの熱交換器からの漏洩

1. 概要

- 1月11日14時46分頃、B787(JA808A)はANA609便(羽田発宮崎行き、乗客・乗員計167人)として宮崎空港に着陸した。
- 整備士が駐機場にて機体点検中、左側エンジン・ファン・カウル外側にオイル漏れの痕跡があることを発見した。
- 整備士が当該ファン・カウルを開けて詳細点検を実施したところ、エンジンに装備された発電機(VFSG: Variable Frequency Starter Generator)に繋がる熱交換器(AOHE: Air-Oil Heat Exchanger)※からオイルが漏れている痕跡が認められた。

※ 各エンジンには2個の発電機が装備され、発電機の内部は専用のオイルで循環されている。当該オイルは熱交換器によって空冷される。

- 整備士が機側で当該発電機の残オイル量を点検したところ、規定の範囲内であった。
- 当該機は、運用許容基準※を適用して出発させることが可能であったため、当該発電機の不作動処置を実施のうえ次便(宮崎発羽田行き)に供した。

※ 航空機の装備品の一部が正常でない場合であっても、航空機の運航の安全を害さない範囲内であれば、マニュアルに従って必要な処置を行い、航空機を出発させることができる。

- 次便(ANA610便(宮崎発羽田行き))は、当該機により約50分遅れで出発した。
- 当該機は羽田空港に着陸後、発電機(VFSG)及び熱交換器(AOHE)を交換した。

2. 調査の実施

- ANAにおいて取り卸した熱交換器について詳細点検を実施した結果、本体からオイルが滲み出ているのが確認された。
- 熱交換器からオイルが漏れる不具合は、ANAの他のB787においてこ

れまで 13 件発生していることを確認した。

- 本不具合は、ロールス・ロイス社製エンジンに装備されている改良型発電機と熱交換器の組合せで発生しており、従来型の発電機と熱交換器の組合せでは同種事例は発生していないことを確認した。(なお、ゼネラル・エレクトリック社製エンジンを装備している JAL の B787 では発生していなかった。)
- ANA においては、本不具合により取り卸した発電機及び熱交換器をそれぞれ米国及び日本の部品製造者に送付して、詳細な原因究明と再発防止策を要請している。
- 過去に同種事例で取り卸した熱交換器については、詳細検査の結果、本体内部の隔壁に微小な亀裂が発生し、当該部よりオイルが漏れていることが確認されている。

3. 検証及び推定原因

- 改良型の発電機では、内部の微細な汚れ等によってオイル圧力調整弁に詰まりが生じないように当該調整弁入り口にフィルターが増設されている。
- ボーイング社、各製造者のこれまでの調査において、改良型発電機では内部部品のオイル圧力調整弁がオイル圧力に微細な脈動を発生させていることが確認されている。一連の不具合は、この脈動による繰り返し負荷が原因で、熱交換器の内部に損傷を起こしている可能性がある。
- 当該脈動がロールス・ロイス製エンジンと改良型発電機との組合せでのみ発生していることから、当該エンジンにおける各部品の配置や装備箇所によって共振が発生している可能性が考えられるが、詳細な原因については、各製造者において調査中である。
- ANA においては、本不具合の対策として、発電機のオイル圧力調整弁による脈動を抑制する対策を施した再改良型の発電機(本年 3 月頃開発予定)を導入することとしている。

- 本事例においては、6 系統のうち一系統の発電機系統でオイルの漏洩が発生したものであるが、当該発電機の機能は損なわれておらず、電気の供給は正常に行われていた。また、オイル漏れの兆候は出発前の機体点検において発見が可能である。なお、当該オイルの漏洩が進んだ場合には、操縦室の計器に当該発電機に係るメッセージが表示され、乗員はチェックリストに基づき、当該発電機を電源から切り離す操作を行うこととなっている。この場合であっても、航空機の運航に必要な電源は残り 5 系統で十分に確保することができる。したがって、今回の発電機のオイル漏洩が安全に直ちに影響を及ぼすものではなかったと考えられる。

4. 再発防止策

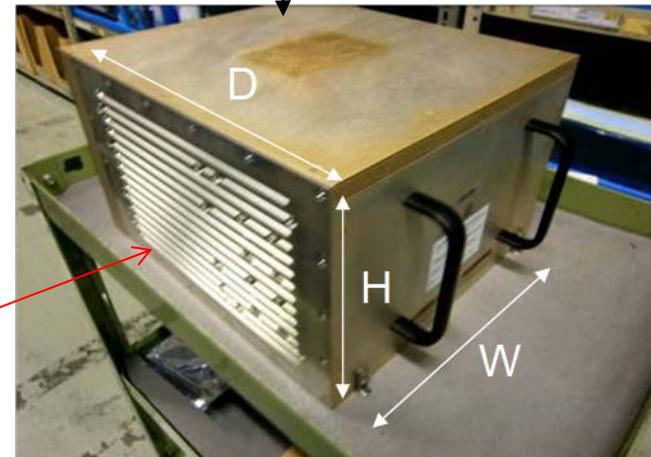
- ANA では、再改良型発電機が開発され次第、順次再改良型への交換を計画する。
- また、当該不具合の発生が改良型発電機を装着しているエンジンに集中しているため、再改良型発電機への交換までの当面の措置として、国際線に使用される機体を中心に従来型の発電機への交換を実施している(従来型の発電機^{*}も使用可能)。
 - ※ ANA において従来型の発電機においてオイル圧低下等の不具合はこれまで発生していないことから、当面の措置として問題ないと考えられる。
- 設計・製造国政府である FAA に対して、必要な対応を要請した。

別添 1： ブレーキ装置の一部不作動について

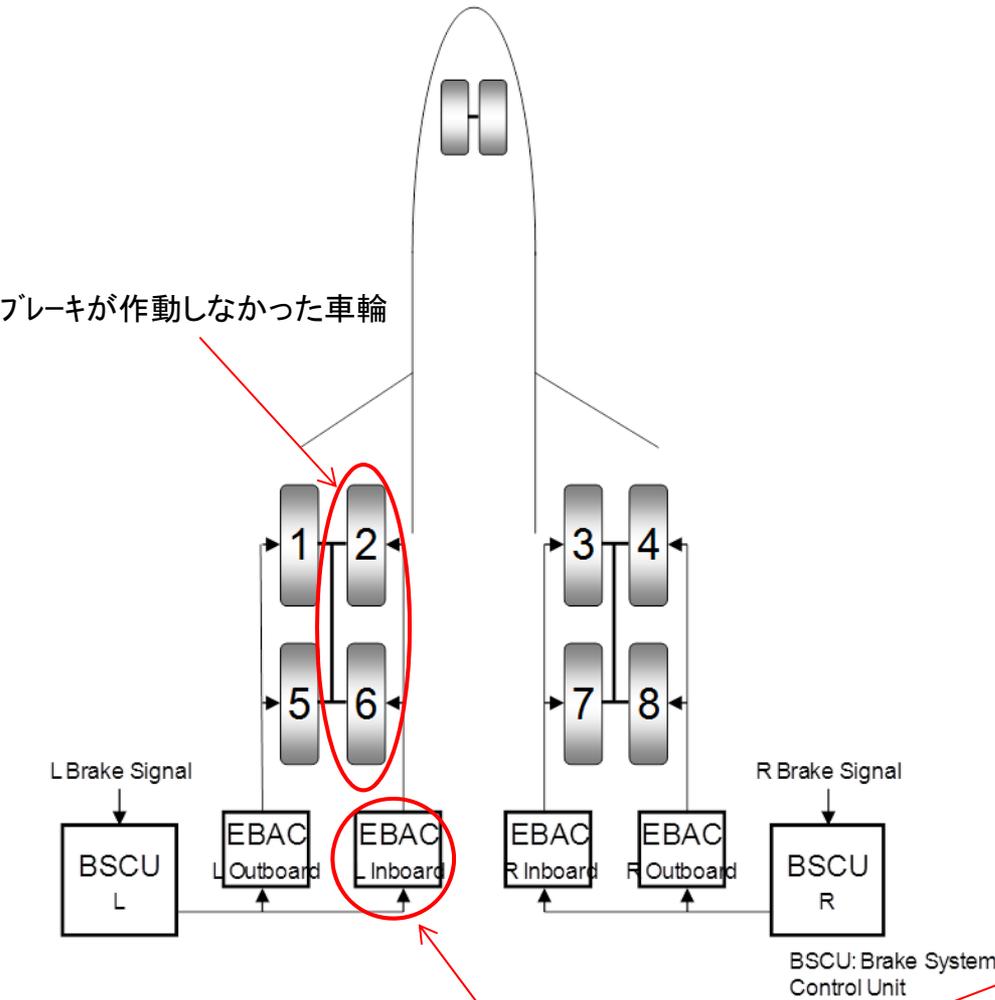
別添 2： 操縦室窓のひび割れ発生について

別添 3： 発電機用オイルの熱交換器からの漏洩について

ブレーキ装置の一部不作動について



EBAC (W=30cm,H=20CM,D=32cm)

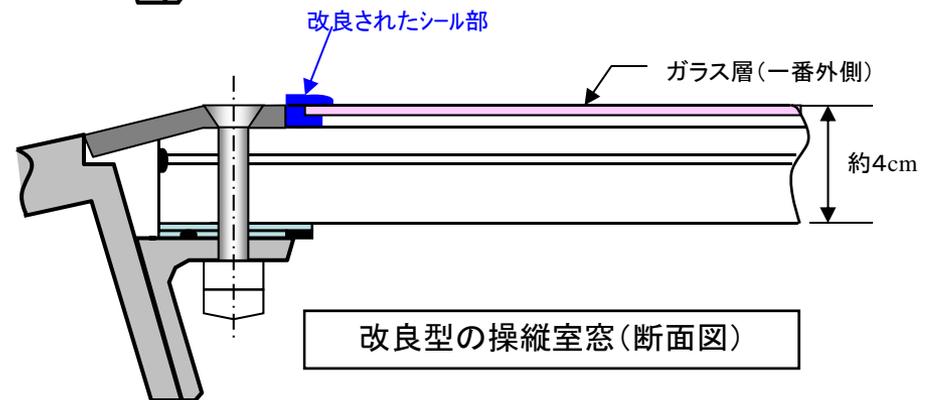
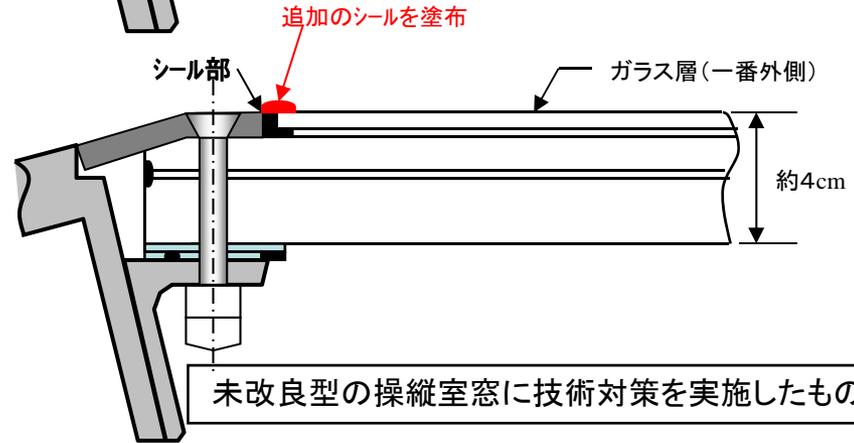
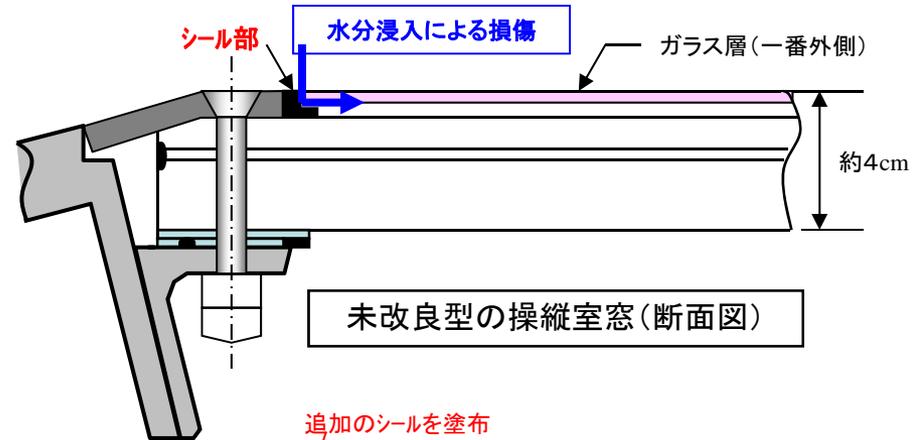


ブレーキが作動しなかった車輪

不具合が確認された部品
(電気ブレーキ作動用の制御装置) (米国の部品製造者)

操縦室窓のひび割れ発生について

ひび割れの起点と考えられる



ひび割れした操縦室窓 (米国の部品製造者)

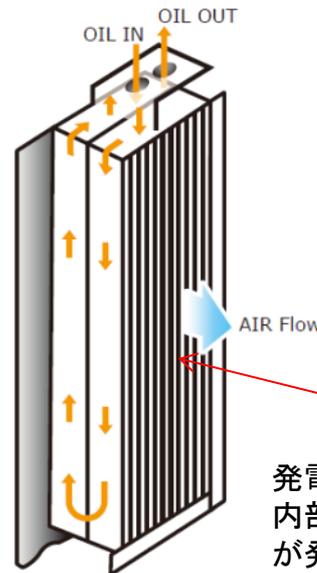
発電機用オイルの熱交換器からの漏洩について

発電機と熱交換器の位置関係(同型エンジンの例)

今回のオイル漏れの痕跡(左エンジンの外観)



熱交換器
(各エンジンに2個)



熱交換器 (日本の部品製造者)



原因と考えられる発電機
(各エンジンに2個) (米国の部品製造者)

発電機から送られるオイルの脈動により、内部配管に微小亀裂が生じ、オイル漏れが発生