

日本航空のボーイング式 787 型機における燃料漏れについて
(調査結果)

平成 25 年 2 月 22 日
航 空 局

- 所属： 日本航空株式会社(JAL)
- 型式： ボーイング式 787-8 型
- 登録記号： JA824J
- 調査事項： ホストン国際空港及び成田国際空港における燃料漏れ事案
- 発生日時： 平成 25 年 1 月 9 日 2 時 30 分頃[日本時間](ホストン事案)
1 月 13 日 13 時 40 分頃(成田事案)

I. ホストン事案について

1. 概要

- JAL7 便(ホストン発成田行き)として、ホストン国際空港において、出発前の地上走行中、中央タンクの燃料が左翼タンクに意図せず移動し、その後、左翼のサージ・タンク(余積タンク)の通気口から燃料が漏れ出た。
- 当時、乗員は、操縦室の計器に左右のメイン・タンクの差異を示すメッセージが表示されたため、機体を停止し、定められた操作手順を実施しようとしたが、管制官より、左翼付近から燃料漏れが発生している旨の通報を受けたため、その指示に従った。
- 当該機は、牽引車により駐機場へ引き返した。乗客・乗員(計 192 人)に負傷等はなかった。
- 整備士による点検の結果、左翼タンクの燃料供給弁(リフューエル・バルブ)の作動がコマンドに従っていないことを示すメッセージが確認されたため、マニュアルに従い当該弁に処置を行った。当該便は、定刻より約 3 時間半遅れで出発し、成田国際空港に着陸した。

2. 調査の実施

- 飛行データの解析により、エンジン始動後、中央タンクの燃料が左翼タンクに意図せず移動し続けたため、左翼タンクで満杯になった燃料が左翼のサージ・タンクに入り、その通気口から燃料が漏れ出たことが判明。また、飛行データより、中央タンクから 1 分当たり約 260 ポンド(約 145 リットル)の割合で燃料が左翼タンクへ移動したものと推定。(エンジン停止後に燃料移動は停止)
- JAL が成田国際空港で機体の燃料系統を点検した結果、不具合のある部品は発見されなかったことから、燃料系統の一部に一時的な不具合が発生した可能性がある。
- このため、中央タンクから左翼タンクへ燃料が移動する可能性のある種々の具体的な不具合シナリオについて、飛行データと照合するなどにより検証を実施。
- この中で、中央タンクと左翼タンクとを結ぶ配管に設置された燃料弁(スキャン・アイソレーション・バルブ)が地上で開状態であった可能性が考えられたことから、当該弁とその駆動装置、及びホスト上で不具合メッセージが確認された弁とその駆動装置について、英国の部品製造者において詳細検査を実施した。
- 部品製造者におけるこれらの弁駆動装置の分解検査及び駆動装置内部部品の作動試験等並びに弁本体の検査の結果、当該事案に結びつく特段の異状は認められなかった。
- JAL7 便に乗務した乗員に聞き取りを行い、乗員の対応に特段問題のないことを確認した。

3. 検証及び推定原因

- ボーイング社及び米国連邦航空局(FAA)とともに検証した結果、本燃料漏れについては、飛行データ、燃料ポンプの性能、燃料配管の仕様等から、異物の噛み込み等により、
 - ① 左翼タンク内の逆流防止弁(ブースト・ポンプ・チェックバルブ)が一時的に開状態となったこと、又は、

② 中央タンクと左翼タンクとを結ぶ配管に設置された燃料弁（スカベンジ・アイソレーション・バルブ）が一時的に開状態となったこと

で、エンジン始動後、中央タンクから左翼タンクに意図しない燃料移動が生じ、その後、左翼サージタンクの通気口から燃料漏れに至った可能性がある。なお、ボーイング社及び FAA の見解では、②については当該弁が部分的に開状態の場合にのみあり得ることから、その可能性は低いとのこと。

- ボーイング社では、初期に製造された B787 において、燃料タンク内に異物（破片やテープ等の屑）が発見されたことから、必要な対策を講じてきたが、当該機については異物が完全に除去されていなかった可能性がある。（JAL における点検では異物は確認されていない。）
- なお、ホストンにおいて確認された左翼タンクの燃料供給弁（リフューエル・バルブ）の作動がコマンドに従っていないことを示すメッセージについては、一時的な誤表示であったと考えられる。当該一時的誤表示が他の B787 でも発生していることから、ボーイング社では今後 B787-9 の開発に合わせて関連ソフトウェアの変更を実施予定。

4. 再発防止策

- JAL において当該機の関連部品の交換を実施。
- 中央タンクを使用する飛行を行う場合には、毎飛行前に、整備士が中央燃料ポンプを作動させて点検を行い、意図しない燃料移動が発生しないことを確認する。（同型機を運航する ANA においても対応）
- 万一、飛行中に意図しない燃料移動が発生した場合には、左右の燃料タンクの燃料量に不均衡が生じた場合にとるべき乗員の操作手順に従うよう改めて周知徹底を図る。（同上）

Ⅱ. 成田事案について

1. 概要

- ホストン事案の不具合探求の一環として、燃料タンク内の燃料弁の点検等を行うため、成田国際空港において燃料タンク内の燃料の抜き取り作業を行うこととし、燃料抜き取りのための弁を開き、燃料ポンプを作動させたところ、左翼の燃料放出ノズルより燃料が漏れ出た（流出燃料は約 180 ポンド（約 100 リットル））。
- 当該作業前に、整備士は操縦室の計器表示で燃料放出弁（ジェット・ノズル・バルブ）が閉状態にあることを確認したが、実際には当該弁は閉じていなかった。

2. 調査の実施

- 当日の燃料抜き取り作業の手順等について確認を行い、作業不具合により燃料漏れが発生したものでないことを確認した。
- JAL では 1 月 11 日に整備マニュアルに従って燃料放出弁の開閉の作動点検を実施しており、点検後に操縦室の計器表示で当該弁が閉状態であることを確認している。（整備マニュアルでは点検後に実際の弁の開閉状態を確認することは求められていない。）
- 不具合探求のため、JAL にて当該弁の駆動装置を点検したところ、目視によって開状態であることを確認するとともに、電氣的な導通試験の結果、二つのマイクロスイッチ（それぞれ弁の開状態と閉状態を感知し、かつ、弁の開閉を制御する部品）が両方同時に押された状態であることが確認されたため、当該弁及びその駆動装置を取り卸し、英国の部品製造者にて詳細検査を実施することとした。
- 部品製造者において、当該駆動装置の分解検査を実施した結果、マイクロスイッチに通常塗布されるべきでない絶縁コーティング及び異物が付着していることが判明。ただし、通常部品組立完了後に行う繰り返し作動試験では不具合は再現しなかった。また、弁本体には不具合に結びつく特段の異状は認められなかった。

3. 検証及び推定原因

- ボーイング社及び FAA とともに検証した結果、本燃料漏れについては、
 - ・ 1月11日、整備士が操縦室で燃料放出弁の開閉を行う作動点検を実施したが、弁を閉状態から開状態にする際、当該弁の駆動装置の閉状態を感知するマイクロスイッチが絶縁コーティング等により一時的に押された状態で固着した、
 - ・ 次に操縦室から当該弁を開状態から閉状態に戻す操作を行った際、閉状態を感知するマイクロスイッチが押された状態で固着していたため、同スイッチが閉状態を感知し、操縦室では閉状態の表示となった。また、駆動装置は作動せず、実際には当該弁は開状態のままであった、
 - ・ このため、1月13日、燃料抜き取りのため、燃料ポンプを作動させた際に、燃料放出ノズルから燃料が漏れ出した、
ものと推定。
- なお、マイクロスイッチへの絶縁コーティングの不適切な実施については、部品製造者において製造工程の改善が図られ、2012年3月以降の製造品よりマイクロスイッチに絶縁コーティングが塗布されるのを防止する対策がとられていたが、当該スイッチは従来型のものであった。

4. 再発防止策

- JAL においては、当該機について関連部品の交換を実施。
- 今回の事案を踏まえ、改善前のマイクロスイッチを組み込んだ弁駆動装置については、改善後のものと交換がなされるまでの間、燃料放出弁の開閉を実施した場合には、当該操作後、実際に目視で当該弁が閉状態にあることを確認する。(なお、飛行中に意図せず開くことはない。)(同型機を運航する ANA においても対応)
- ボーイング社では、品質の向上を図るため、絶縁コーティングが誤って塗布されないよう、組立作業工程を一部変更済みであり、また、実際の弁の開閉状態と操縦室の表示が異なる不具合を是正するため、

改良型の駆動装置を開発予定(2013年内目途)。

- FAAと連携しつつ、ボーイング社において実施した組立作業工程の変更などの品質向上の取組みを監視する。

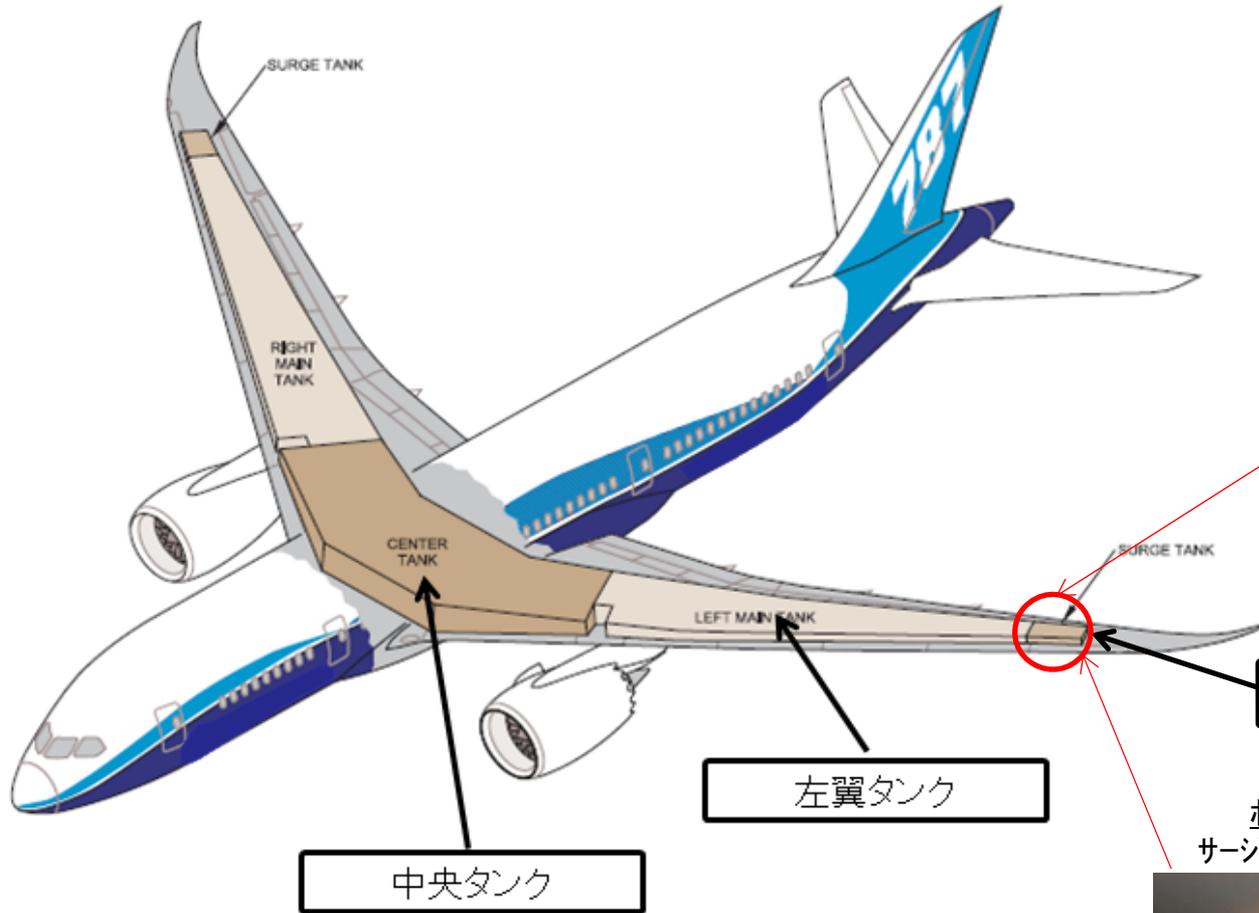
別添1: B787 燃料タンクの概要

別添2: 燃料タンクの燃料量の変化(ホストン事案)

別添3: 燃料漏れの原因と対策(ホストン事案)

別添4: 燃料漏れの原因と対策(成田事案)

B787燃料タンクの概要



成田事案
燃料放出ノズルと弁

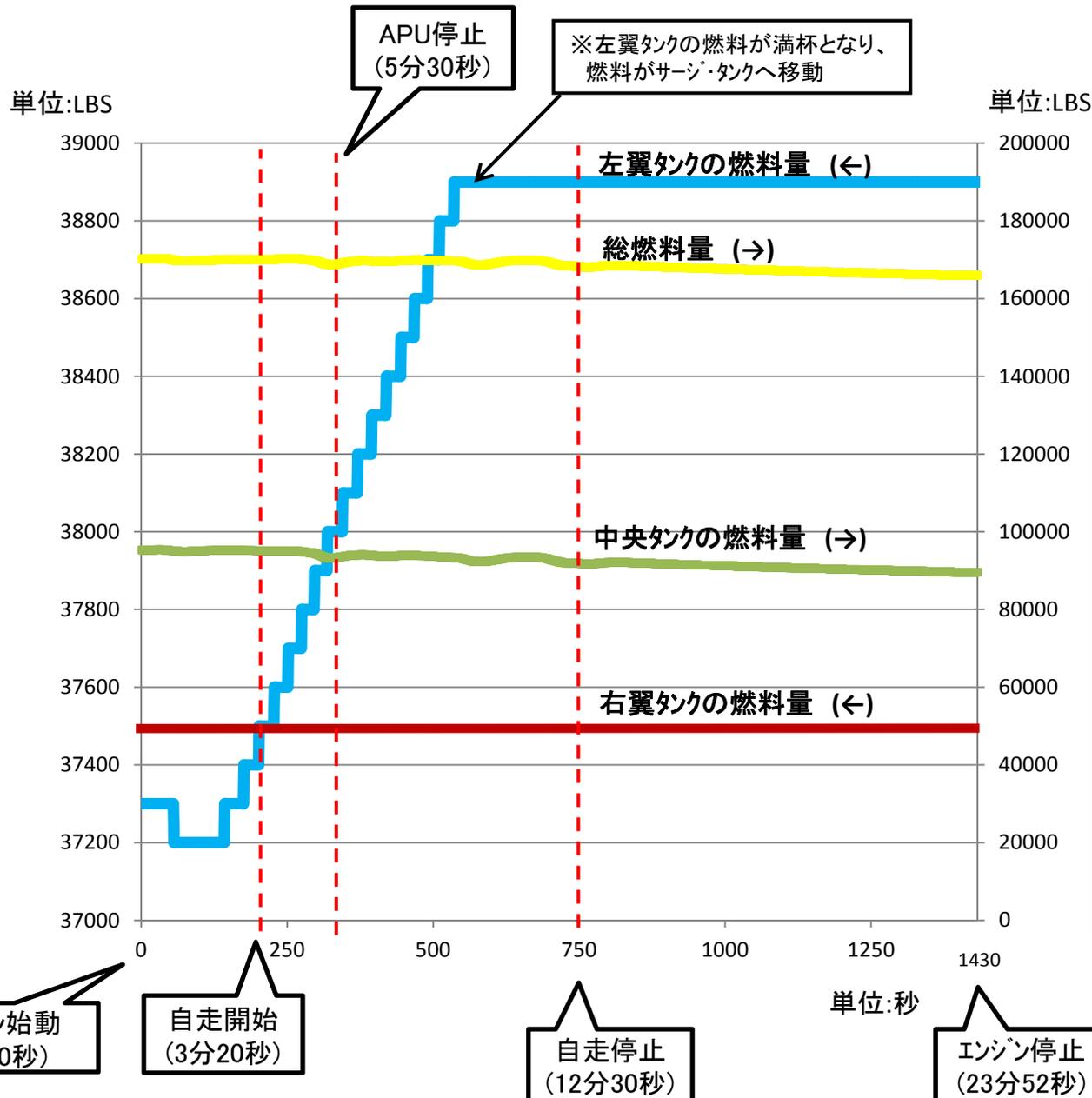


サージタンク

ボストン事案
サージタンクの通気口



燃料タンクの燃料量の変化(ホストン事案)



(参考)

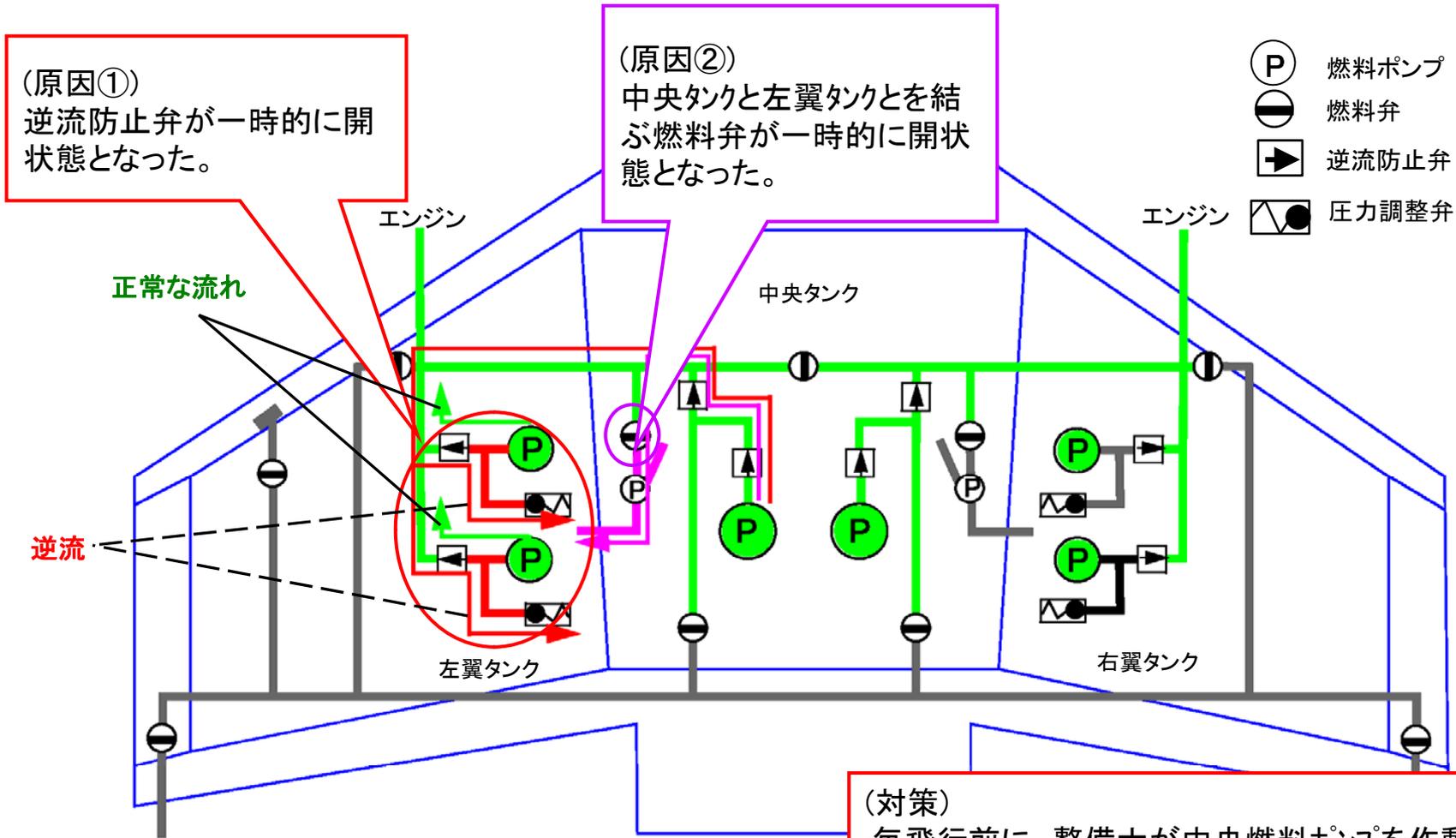
出発時
 左翼: 37,500 LBS
 中央: 94,500 LBS
 右翼: 37,500 LBS
 総量: 169,500 LBS

燃料漏れ発生時
 左翼: 38,900 LBS
 中央: 89,700 LBS
 右翼: 37,500 LBS
 総量: 166,100 LBS

※1分当たり約260 LBS(約145リットル)の燃料が移動

※機外へ漏れ出た燃料量は、約500 LBS(約280リットル)と推定

燃料漏れの原因と対策(ホストン事案)

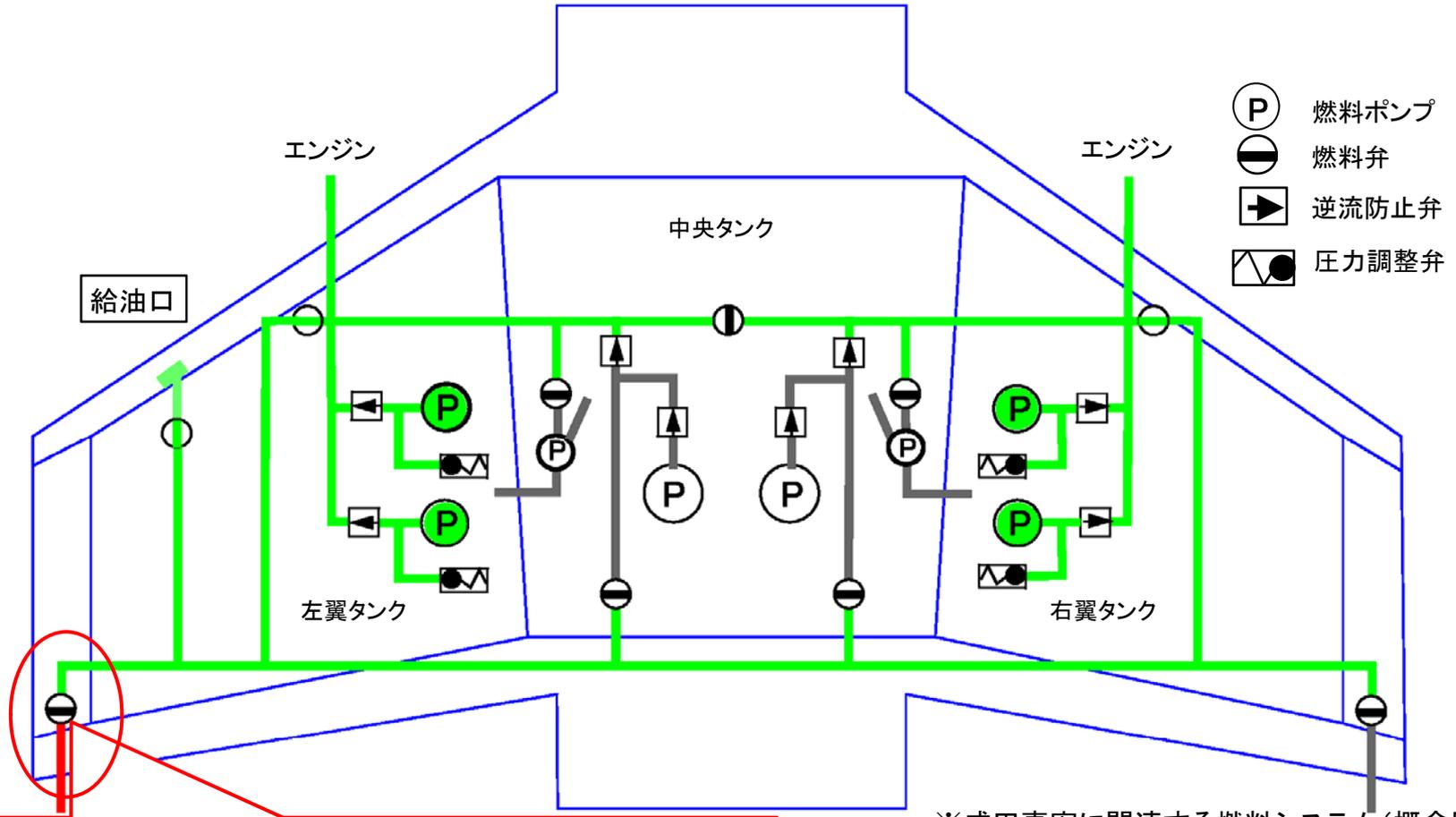


※ホストン事案に関連する燃料システム(概念図)

(対策)

- ・毎飛行前に、整備士が中央燃料ポンプを作動させて点検を行い、意図しない燃料移動が発生しないことを確認する。
- ・万一、飛行中に意図しない燃料移動が発生した場合には、ボーイング社の定める乗員操作手順に従うよう改めて周知徹底を図る。

燃料漏れの原因と対策(成田事案)



※成田事案に関連する燃料システム(概念図)

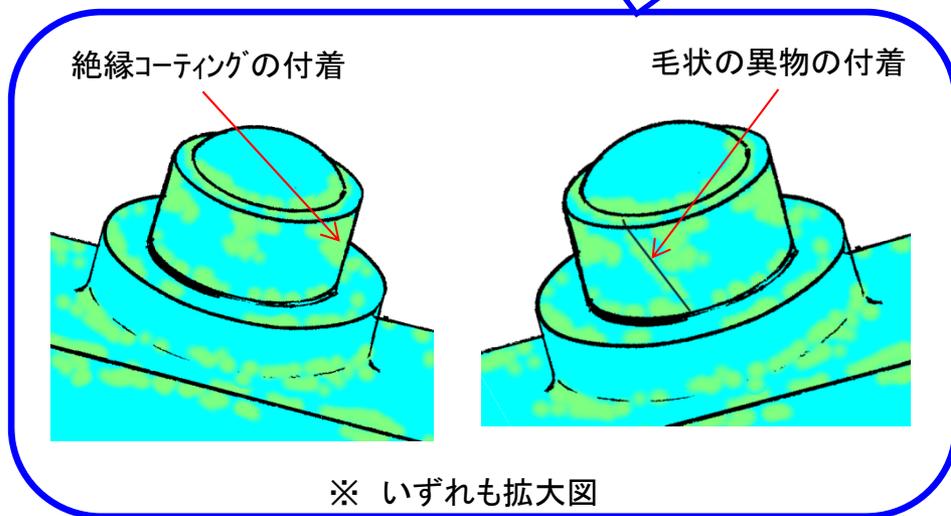
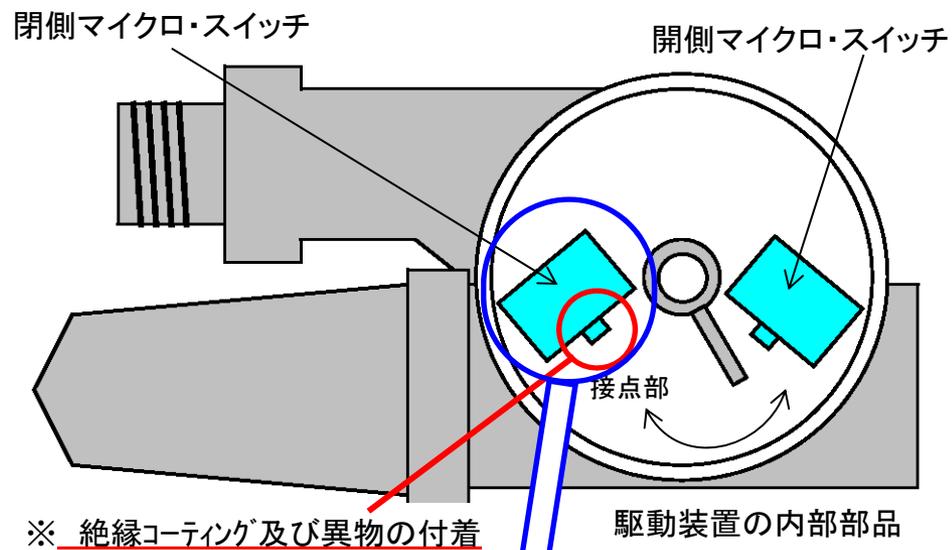
(原因)

燃料弁の駆動装置の内部部品に通常塗布されるべきでない絶縁コーティング及び異物が付着していた。これにより、燃料弁が開状態であったにもかかわらず、操縦室では閉状態の表示となり、燃料漏れが発生した可能性がある。

(対策)

燃料弁(飛行中に燃料を機外へ排出するための弁)の開閉点検を実施した場合には実際に目視で閉状態にあることを確認する。

燃料弁の駆動装置 (英国の部品製造者)



	正常時	操縦室の表示	閉側マイクロスイッチ固着時	操縦室の表示
①通常状態 (弁は閉じている)		弁 CLOSED		弁 CLOSED
②操縦室から 弁の「開」 操作を実施 (弁が「開」方向に 動作を開始)		弁 IN/TRANS		弁 IN/TRANS
③弁が「開」となった 状態		弁 OPEN		弁 OPEN
④操縦室から 弁の「閉」操 作を実施		弁 IN/TRANS		弁 CLOSED
⑤弁が閉じた状態		弁 CLOSED		弁 CLOSED
			※ 閉側マイクロ・スイッチが押された状態で固着している場合、操縦室で弁を閉状態にするボタンを押しても、弁が既に「閉」状態であると認識され、駆動装置は閉側に作動しない。一方、操縦室では、「CLOSED」と表示される。	