



## LHR B777 燃料系統の凍結事故の報告書 (その2)

### 6. 燃料流出の理由

多量の燃料が流出した主たる理由は、主翼内部の燃料配管からエンジンに向かう部分に取り付けられている Spar Valve (いわば元栓) が閉じなかったことです。多くのジェット機と同じく B777 の操縦席でエンジンに流れる燃料を遮断する方法は 2 つあります。一つは通常操作でエンジン始動および停止に使う Fuel Control Switch です。

このスイッチを Cutoff 位置とすればエンジン内部のバルブと Spar Valve の両方で燃料を遮断します。もう一つは Engine Fire Handle (エンジン非常停止ハンドル) で、これを操作すると燃料を同じ 2 箇所遮断する他に、電源、油圧作動、高圧空気系統など火災の原因となりうるものが全て遮断される設計となっています。

B777 システムの構成としては、Fuel Control Switch の Spar Valve 閉じの回路はリレーを介して繋がり、Fire Handle の Spar Valve 閉じの配線は別回路で直接結ばれていました。BA 社のマニュアルでは、陸上脱出の際に、機長が Fuel Control Switch を操作し、次に副操縦士が Fire Handle を操作することが定められていました。この順序で操作すれば Spar Valve は閉じ、燃料の流出はなかったと見られています。

しかし他の操作もあってタイミングがずれ、Fire Handle の操作が先に行われました。このためリレーを介する回路の電源が切れ、一方 Fire Handle 側の配線は事故の衝撃で断線していました。つまりバルブを閉じる回線は両方とも作動しない状況になっていました。

この事故以前にボーイングは Spar Valve 回路の脆弱性に気づいて Service Bulletin を発行し、Fire Handle の配線を複数とする改修を航空会社に推奨しました。これを受けて FAA は Airworthiness Directive (AD:耐空性改善命令) を出し 2010 年 7 月までに改修を義務づけていましたが、この事故の B777 はまだ改修作業が行われていませんでした。

### 7. Quick Access Recorder (QAR)

事故調査のため義務づけられているフライトレコーダー (DFDR) に加え日常運航のデータを収集する QAR が搭載されている飛行機が多くなり、そのデータが残っていれば事故調査に役立っています。この事故でも QAR の方が詳細なデータが得られ非常に有用でした。

しかし肝心の墜落前 45 秒のデータが残っていませんでした。B777 では多くの情報を一度データ処理システムに集め、それを QAR に送るようになっていました。データ処理システムのバッファには 45 秒分の情報が一時保存される設計で、この分のデータは電源が切れると失われました。

(次頁に続く)



AAIB はこのバッファ容量を小さくしデータが残らない時間を短くすることを Recommendation に加えました。また DFDR のデータにはエンジン制御の主要部品 Fuel Metering Valve の作動記録が含まれていませんでしたので、これを含めることも Recommendation に入っています。

## 8. もう1件の推力減少

ロンドンの事故の10ヶ月少々たった2008年11月26日に燃料中の水分凍結によるインシデントが、デルタ航空の上海発アトランタ行き定期便において米国モンタナ州上空で発生しました。機材はB777-200ERで同じRolls Royce Trent 800エンジンを搭載していました。離陸後約9時間半の巡航中に燃料流量を6,900pph(ポンド/時)から10,900pphに増加させFL390に高度変更を行いました。

その後右エンジン計器の表示が不調を示しはじめ、燃料流量が徐々に5,000pphまで減少し、推力の増加が出来なくなりました。何度か推力を増そうとしましたが事態は好転しませんでした。そこでロンドンの事故のあとに出た臨時対応策を実施しました。それはエンジンをアイドルまで絞り30秒待ち、そののち一気に上昇推力まで上げることでした。

エンジンをアイドルにするとFuel Oil Heat Exchanger (FOHE:燃料とエンジンオイルの熱交換器)を通る燃料が減るので温度が上がってFOHE入り口の氷が溶け、そこで上昇推力にして水分をエンジンで燃やそうとする処置です。FL310まで降下して推力が回復したので、その便はアトランタまで飛びました。このデルタ機の右エンジン高圧燃料ポンプには燃料供給が妨げられたときに生じるCavitation Damageという傷が、ロンドン事故のものより明白に残っていました。インシデント発生時の燃料温度は-22℃でした。

ロンドン事故との違いは、事象が発生したのが巡航中であったことと、右エンジンのみであったことです。高度が十分あれば、航空管制などの考慮は要りますが、臨時対応策を行う余裕があります。

## 9. 再発防止策

このB777事故に関しては、全部を列記するのは長くなるので控えますが、Interim Report 付属分を含め計14項目のRecommendationが出されました。Rolls Royceとボーイングは2009年7月にFuel Oil Heat Exchangerの改修のService Bulletinを出し、続いてFAAが耐空性改善命令を出し、飛行6,000時間または2011年1月1日のいずれか早い時点までの改修が義務づけられました。またAAIBは型式証明の要件の見直し、燃料中の水分凍結の更なる研究を求めています。

(以上)