



巡航中の姿勢急変 A330 (3)

1. 失速警報と速度超過警報

FDR には Stall Warning および Over Speed Warning が数多く記録されていました。最初の Stall Warning は 04:40:50 UTC (現地時刻 12:40:50、以下 UTC は省略) に記録され、多くの回数出たのち、05:12 の高度 12,400 ft 通過時を最後として止まっています。最初の Over Speed Warning は 04:40:54 に出て、これも多くの回数続いたのち、05:02:01、25,400 ft を最後として止まっています。この2つの警報は、1秒に1回記録する設定ですので、実際には、もっと多数出たものと想像され、失速と速度超過という矛盾した警報が交互に出続けたことが分かります。

機長側の PFD には通常 ADIRU 1 よりデータが送られています。このデータが大きく変動したため、機長側の PFD の表示は変動したり出なくなったりしました。04:43:35 姿勢と方位信号の IR データは IR 3 (ADIRU 3) に切り換えられました。しかし他のデータは ADR 1 (ADIRU 1) から取る状態が続き、機長側 PFD の高度、速度などの表示は使いものにならない状況が続きました。

2. 誤信号防止策

PRIM (Flight Control Primary Computer) は、ADIRU 3 基よりデータを取っており、基本的には平均値を使いますが、1つのデータが平均と違っている状況が定められた時間続く場合は、その部分のデータ (ADR または IR) の使用を停止します。しかし AOA だけは、Sideslip などの状態で左右に違いが生じる可能性があるため、別のロジックが使われます。AOA センサーは左に1番、右に2,3番が取り付けられています。PRIM は AOA データ3つを比較し、ある値以上の差違が1秒以上続く場合は、その ADIRU の ADR データの使用を停止する構造になっています。

操縦操作については AOA 1 と AOA 2 の平均を使い、Rate Limiter があってタービュランスなどの急激な変動を追わないようになっています。AOA 1 または AOA 2 の値が3基の平均より決められた値以上に差が生じた場合は、1.2秒間それまでの2つの平均を使い、1.2秒後よりその時点での AOA 1 と AOA 2 の平均を使います。

このように不正確なデータにより操縦システムを乱されるのを防止する策は取られていました。

(次頁へ続く)



3. この事故では何が起こったか

エアバス社は、巡航中に急激な機首下げとなりうる条件は次のものであろうとしています。

- ・短時間かつ大きな AOA データ変動が 2 回以上続き、
- ・最初の変動は 1 秒以内であり、
- ・2 つ目の変動が、最初の変動より 1.2 秒以内に起こり、かつ 1.2 秒後に存在している。

操縦ロジックとしては次の 2 つが関係したと推定されています。

1 つは、対地 500 ft 以上では即座に作動し、失速傾向を修正する Alpha Prot です。これは操縦ロジックが Normal Law のときのみ作動します。

もう 1 つは機体がクリーン状態（フラップ、車輪上げ）で Mach 0.65 以上の高速域で機首上げとなる傾向を抑える Anti Pitch-up です。

最初の機首下げでは昇降舵が機首下げ方向に 10 度まで動いていました。これは Alpha Prot 作動による 4 度と、Anti Pitch-up の 6 度が加わったものと想像されています。2 度目の機首下げでは昇降舵の動きは 5 度程度でした。

4. 類似故障と EMI (Electromagnetic Interference)

この事故と似た現象は B777-200 で 2005 年 8 月 1 日に発生したことがあり、急激に機首上げとなりました。原因は ADIRU 内部の故障と判断され、再発防止処置が取られています。

しかし QF72 事故では機材側の不具合は発見されておらず、外部からの電磁気妨害 (EMI) が疑われています。搭載された貨物を調べたところ関係するものはありませんでした。A330 では、この事故の前後に 1 件づつリアマンス付近で同様の故障が生じていますが、他のケースでは姿勢の急変はありませんでした。リアマンス付近には潜水艦向けの VLF 19.8 kHz、1,000 KW の送信局があります。

オーストラリア海軍は、事故の前 10 年間に送信形態を変えたことはなく、同様の施設は日本、ロシア、中国、米国等にもある、と表明しています。2009 年 5 月には、このケースの機体を使い、リアマンス付近での 2 時間の飛行を含む、10 時間 48 分のテスト飛行を行いました。何の異常も発見されませんでした。

ATSB では、宇宙線、特に中性子が機体システムのメモリーとか CPU を直撃して起こる Single Event Effect (SEE) の可能性を検討しています。しかし SEE の大部分は、そのシステムの電源を切ると正常に戻り、取り下ろして検査しても異常箇所が発見されないため、事故報告書のとりまとめに苦慮していると思われます。

[資料] http://www.atsb.gov.au/publications/investigation_reports/2008/aair/ao-2008-070.aspx

(以上)