



A330-300 シカゴの離陸で胴体後部損傷 (Tail Hit)

1. はじめに

2013年3月5日シカゴ O'hare 空港で、離陸したルフトハンザ社の A330-300 胴体後部が滑走路に接触し機体に重大な損傷を生じました。米国 NTSB は、この件をドイツの事故調査委員会 (BFU) に全面的に任せることにしました。BFU は、機体の損傷が大きいので事故と判断して調査を行い、2016年12月に事故報告書を公表しました。

2. 異常に気付いたのは客室乗務員

シカゴ発ミュンヘン行きのルフトハンザ機には、182名と乗員15名が乗っていました。現地時刻 21:19 に駐機場を離れ、エプロン端で防除氷作業を行った後、21:53 に滑走路 32R より離陸しました。最後部に着席していた客室乗務員は離陸滑走の最後で異常な音を聞き、即座に報告すべき事項 (注) と判断し、操縦席にインターフォンで連絡しました。オブザーブ席にいた交替操縦士がこれに応じ、報告を機長に伝えました。機長もインターフォンに出て状況を再確認しました。しかし操縦席では何ら異常な音は聞こえず、各システムの表示を見ても全て正常でしたので、機長は自社の整備部門と相談した結果、飛行を継続することにしました。

(注) 離陸上昇中および進入着陸中 10,000ft 以下においては、緊急事態を除き、客室より操縦席には連絡を行わないことが原則となっています。

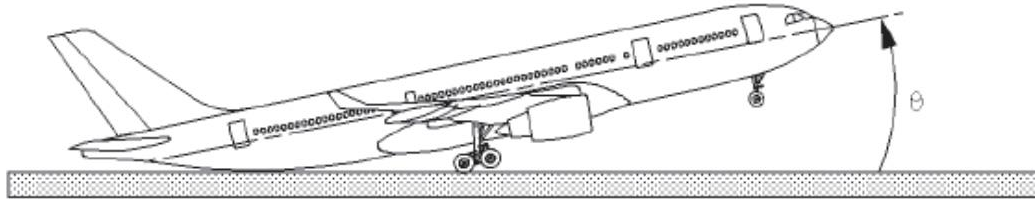
3. 着陸後に機体に大きな損傷が発見された

ミュンヘン到着後に点検すると、機体後部には前後 4.5m にわたり外板に摺り傷があり、一部のリベットが脱落していました。幸い機内の空気が漏れるまでにはなっていませんでしたが、機体後部の貨物室床部の構造部材に多くの変形箇所がありました。BFU は、機体の大きな損傷を生じた事故として調査を始めました。(最終頁に写真を掲載しています。)

4. 機体後部が滑走路に接触する姿勢は

機体後部が滑走路に接触する機首上げ角は、Shock Strut (脚柱) が伸びた状態では 14.4° であり、脚柱が縮んだ状態では 10.1° です。これは多くの旅客機と大差の無い数字ですが、A330 は Tail Hit の発生が少ない機体とされていました。

脚柱は（自動車のような金属バネではなく）作動液と窒素ガスでショックを吸収するようになっています。着陸後に調べたら、作動液は規定よりやや多めでしたが、窒素ガスは少し不足していました。それで脚柱が伸びた時点の長さが 70mm ほど短くなっており、Tail Hit の一要因と判断されました。



5. 離陸のフラップ角度

離陸推力とフラップ角度の選択は、いくつかの組み合わせがあります。短距離の便では F3 というフラップ角度が多いのですが、長距離便では F2 という前縁スラット 20 度、後縁フラップ 14 度、エルロン下げ 10 度を選択することが多いです。この便ではフラップ角が小さい方が滑走路周辺の雪を跳ね上げて損傷する可能性が低いと判断して、1+F というスラット 16 度、フラップ 8 度、エルロン下げ 5 度の設定が選択されました。これは、F2 と比べ離陸で機首を上げた時の胴体後部と滑走路の最小間隔が 0.5ft 小さくなるとされています。BFU は、積雪を考えたこのフラップ角選定は十分理解できるものとしています。

6. VR（引き起こし開始速度）と機首上げ操作

1+F というフラップ位置での VR は 150kt でした。この速度より早く引き起こし操作を行うと Tail Hit の確率が高くなりますが、引き起こし開始は正しい速度で行われました。ただ引き起こし率 (Rotation Rate) はメーカーの推奨する毎秒 2~3 度より大きく、引き起こし開始後 2.5 秒からあとは最大毎秒 4.2 度の機首上げとなり。機首上げ 11.5 度の時点で垂直加速度 1.18G を記録しており、その瞬間に胴体後部が滑走路に接触したと推定されています。その後機首上げ傾向は毎秒 2.8 度ほどに減少し、最大 G の約 1 秒後に、速度 164kt、機首上げ角 13.5 度で主車輪が滑走路を離れました。

7. 重量および重心位置

重量および重心位置の計算書類では、離陸時の機体重量は 225.4 トンで、そのうち燃料は 60 トン、離陸時の重心位置は 22.87%、水平安定板機首上げ 6.07 度でした。フライトレコーダーの記録数値はそれぞれ、222.435 トン、23.4%、6.1 度でした。最大離陸重量は 233 トンで、これらの数値は全て許容範囲でした。

8. パイロットの資格経験

この便の機長は 57 歳、飛行時間 17,693、A330 の飛行時間 2,729 で、陸上単発とモーターグライダーの教官資格も持っていました。交替操縦士の Senior First Officer は 36 歳、ATPL（機長の国家資格）を所持し、飛行時間 8,697、A330 の飛行時間 4,186 でした。離陸操作を行った副操縦士は 39 歳、ATPL を所持し、飛行時間 9,332、A330 の飛行時間は 5,431 で、十分な経験を積んだ者ばかりで構成されていました。

9. エアバス社の解析

エアバス社の解析では、2 つの要素がこの件に関係していると出ています。

* 下方向の風変化が 2.5 秒の間に 6kt あり、向かい風の減少が 5 秒間に 6kt あった。

この風変化は離陸操作の引き起こし時における揚力を減少させていた。

* データ解析では、離陸時の重心位置は FDR に記録されたものより 4.5% 後方にあると出ている。この結果、引き起こし時の機首上げ傾向がパイロットの意図するものより大きくなった。

10. Safety Recommendations

Safety Recommendation はメーカー（エアバス社）に 2 件出されました。

No 04/2016 は、Tail Strike（原文の用語）の再発を防止するよう、必要な情報をパイロットに伝えることを求めるものでした。

No 05/2016 は、Tail Strike が起こった場合、それが操縦席に明確に認識できる方策を開発すべきであるというものでした。

ルフトハンザ社はパイロットに注意を喚起する文書を配布し、A330/A340 の定期審査でも討議されることにしました。この為、必要な方策が既に実施されていると判断され、同社には Recommendation は出されませんでした。

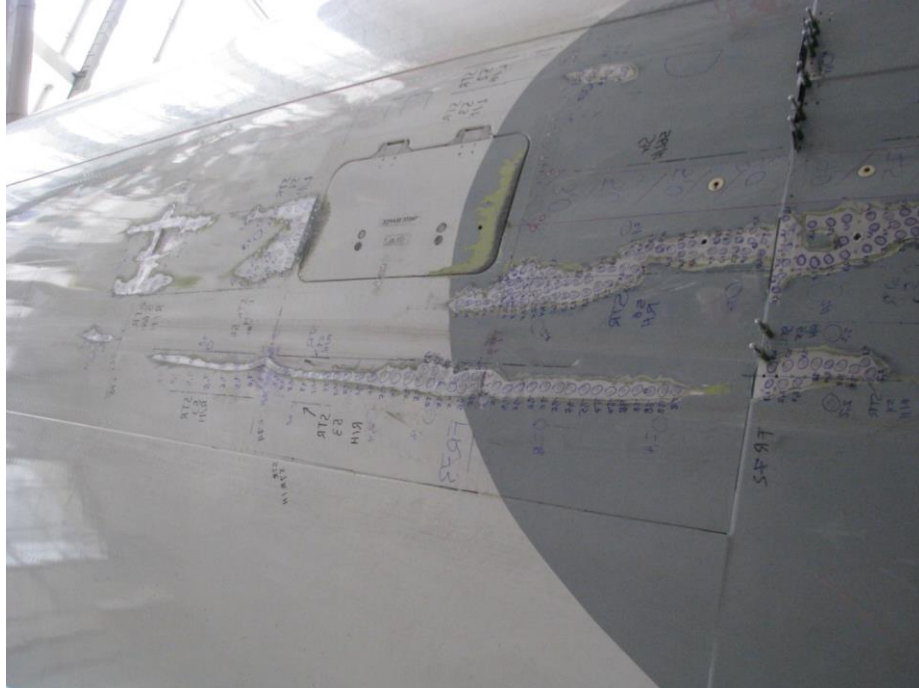
11. Tail strike is an unappreciated risk on some aircraft types

航空関連の資料をまとめた Skybrary は、上記の表題でこの事故報告書を掲出しました。

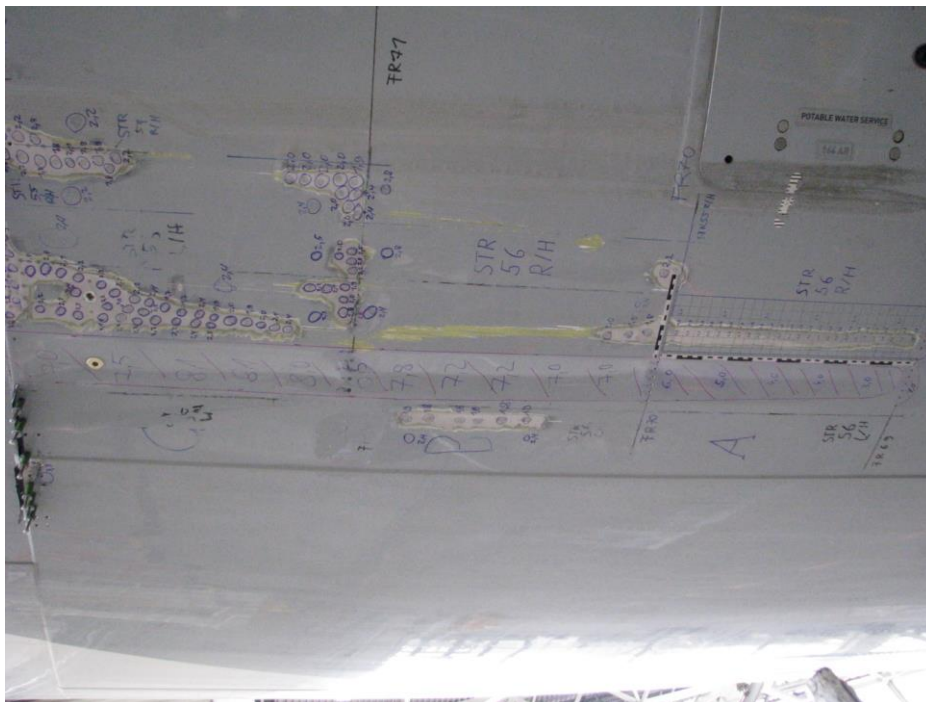
「幾つかの機体では、離陸時の胴体と滑走路接触の危険はあまり認識されていない」とでも訳すべきでしょうか。多くの機体で、複数の要素が重なると起こり得ることであり、注意すべきとしています。

～ 以下の写真は、BFU の事故報告書より転載したものです ～

機体最後部下面の画像（右が機体前方です）



上の写真より少し前の胴体下面です。（同じく右が前方です）

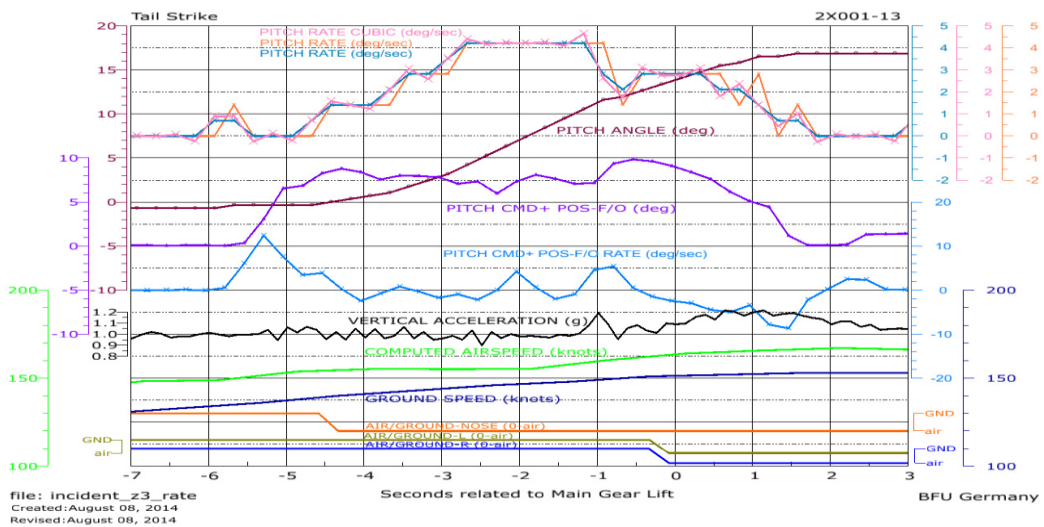


胴体後部貨物室下の構造部材の損傷状況です。（写真上が後方です）
赤テープで部材の位置を表示した箇所に変形損傷があります。



FDR 解析図です。

VR 150kt で引き起こしが始まった直後より Lift Off の 1 秒前まで Ground Speed（下から 3 本目）は増加しているものの、Air Speed（その上の緑色）の増加が少ない部分があり、向かい風が減少したことが分かります。



(以上)