

# 上空での強度テスト

飛行中の構造的負荷の決定

不要な航空機の検査の回避

DS1006 プロセッサボードのマルチプロセッサ環境

飛行中の航空機の構造には、飛行運動や突風が原因で負荷がかかります。激しい突風は、構造的な負荷が大きくなる可能性があるため、損傷が疑われる場合には、機体を着陸させ、必ず検査を実施しなければなりません。飛行中の構造的な負荷を監視するために、Airbus Germany と DMecS GmbH では、「オブザーバ」 - 航空機の並列モデル - を開発しました。これは dSPACE の機器を使用して、A340 に搭載してテストされました。

## コストのかかる着陸時間を回避

不要な検査や着陸時間を避けるために、私たちは、航空機の操作中に構造的な負荷を常時監視することを目標としています。航空機構造のあらゆる位置の負荷を同時に測定することはできないため、私たちは、航空機のモデルを使用して、旅客機上で取得可能な操縦翼面のたわみとフライトデータ（加速度、気流速度、機体速度、オイラー角など）から負荷を再現する必要があります。さらに、突風によって発生する負荷を決定するために、機体に当たる突風速度の推定値が必要になります。

## オブザーバ - 航空機のモデル

突風によって生じる構造的な負荷を決定するために、Airbus Germany (Airbus Deutschland GmbH, Department EGLG23、ハンブルク) と DMecS (Development of Mechatronic Systems GmbH & Co. KG、ケルン) による共同プロジェクトで、オブザーバが開発されました。オブザーバは操縦翼面のたわみによって駆動され、生じた機体の

動きの測定を通して修正される航空機の並列モデルです。オブザーバの航空機モデルに対する拡張機能により、観測プロセスで未知の突風速度が明らかになります。オブザーバの出力には、突風の速度の推定値、および飛行運動や突風が原因で生じた構造的な負荷の推定値が含まれます。

「dSPACE の開発環境はフライトテストを実施するための不可欠のツールでした」

Lars Bensch, Airbus Germany

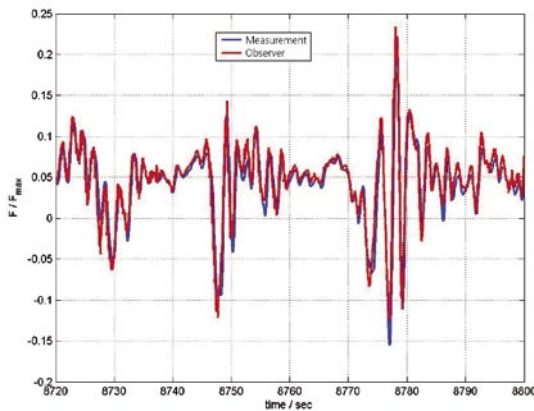
オブザーバの設計のベースとなるのは、Airbus Germany が開発した非線形航空機モデルです。このモデルは、大型の最新式旅客機の柔軟な構造を考慮に入れており、構造上の任意の点における内部負荷を計算することができます。Airbus 社は、MATLAB®/Simulink® を用いて、VarLOADS (Variable Loads Simulation: 可変荷重シミュレーション) 環境でモデルを実装しました。

▶ dSPACE システムに設置されたオブザーバは、実際の航空機から操縦翼面のたわみとさまざまなフライトデータを受け取り、突風と構造的負荷を計算します。



dSPACE システムによるフライトテスト

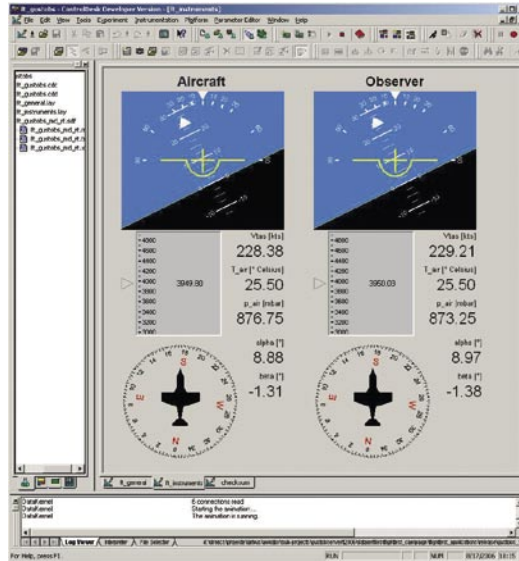
私たちは、Airbus Germany によって準備調整された欧州の技術プロジェクト AWIATOR (Aircraft WIng with Advanced Technology OpeRation) の一環として実施されたフライトテストで、オブザーバをテストしました。この目的は、飛行中の機体に作用する突風速度を推測し、推定された構造的負荷と測定された構造的負荷を比較して、検証することでした。オブザーバは、dSPACE リアルタイムシステム上に実装され、A340-300 テスト航空機に設置されました。フライトデータと操縦翼面のためは、イーサネット通信モジュールを備えた DS4502 ボードにより、UDP 形式で読み取られます。その後、データは、1 つ目の DS1006 でスプライン補間され、共通周波数の 100 Hz でサンプリングされ、2 つ目の DS1006 でホストされたオブザーバに渡されます。



▲ 測定された構造的負荷とオブザーバによって推定された構造的負荷の間には、高い対応性が見られます。

44 個の計測信号を処理するためのターンアラウンドタイムは 260 マイクロ秒、オブザーバでは 60 マイクロ秒です。オブザーバで使用される航空機モデルには、剛体運動に関する 6 の自由度、および航空機の柔軟構造に対応する 34 個のモードが組み込まれています。このモデルは、各航空機コンポーネントに沿ってそれぞれ異なる 20 箇所に構造的な負荷も提供します。

オブザーバから得られた結果のビジュアル表示、および実際の航空機の動きとの比較には、ControlDesk と MotionDesk が使用されます。

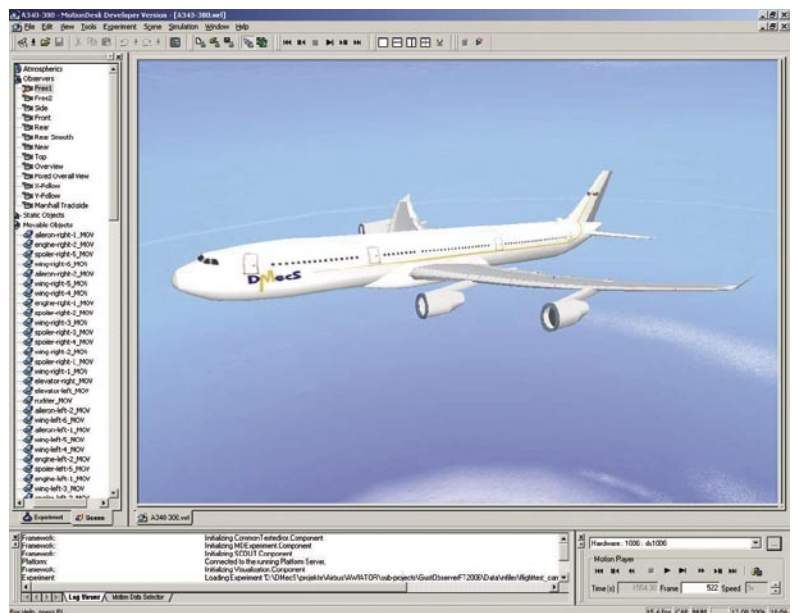


◀ ControlDesk を使用すると、測定値と計算値を比較できます。

6 ヶ月以内に実装

私たちは、dSPACE 開発環境を使用して、オブザーバと、フライトテストに必要なすべての追加機能を半年以内に実装しました。dSPACE ツールには、リアルタイム操作と結果のアニメーション処理に必要な、高度な計算能力とすべてのリソースが用意されていました。このシステムは、50 時間におよぶ飛行時間中、何の支障もなく機能しました。

Lars Bensch, Michael Enzinger,  
Airbus Germany  
Jürgen Jusseit, DMecS –  
Development of Mechatronic Systems  
ドイツ



▲ MotionDesk は、結果をビジュアル表示するために 3 次元アニメーションを提供します。