

# エアバス A380 での 空力負荷シミュレーション

✦ エアバス A380 の  
スラットおよびフラップ  
制御システムのテスト

✦ 実際の空力負荷の  
シミュレーション

✦ DS1005 PPC ボード  
のマルチプロセッサ  
システム

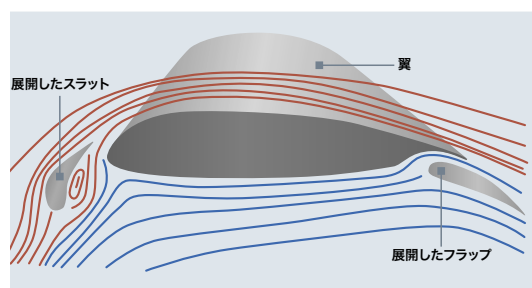
スラットとフラップを使用することにより、商用航空機の翼に作用する揚力を必要に応じて増大させることができます。これにより、飛行機は非常に低速で飛行できるようになり、離陸と着陸が特に容易になります。世界最大の旅客機であるエアバス A380 は、特に複雑なスラットとフラップのシステムを持っています。この「高揚力」システムのためにエアバス社のテストベンチでは、DS1005 PPC ボードで構成されるマルチプロセッサシステムが使用されています。

## 低速での高揚力

高揚力システムは、翼前縁の可動式スラットと、後縁のフラップで構成されます。スラットとフラップは翼の曲率を大きくし、それが揚力を増大させます。フラップが展開した飛行機は同じ揚力でもはるかに低速で飛行でき、それにより、離着陸時の滑走距離が大幅に短縮されます。

## 高揚力テストベンチ

A380 の高揚力部品のテスト設備はエアバス社で最大のもので、プレーメンの拠点にあります。スラットとフラップのすべての駆動装置を含め、システム全体が実際の大きさと構築されています。設備の制御システムは、特殊なテストシステムの開発の専門家集団である、Ingenieurgesellschaft IgH (ドイツ、エッセン) の技術者によって実現されました。中心となる課題は、さまざまな空力負荷を再現する油圧シリンダと空気圧シリンダを正確に制御することです。



▲ 前方に張り出したスラット、フラップ、およびそれらの周りの気流の概略図。曲率を上げると揚力も増大します。

スラットテスト設備では、中央の油圧モーター (5000 PSI) がカルダガン軸と駆動装置を使用してスラットを動かします。実際の航空機の空力負荷をシミュレートするために、駆動装置の油圧シリンダは必要な圧縮力と牽引力を発生させます。この設備では、スラットシステムに最大 600 kN (片翼ごと) の力をかけることができ、スラットテスト設備の鉄骨構造は、寸法が幅 60 m、高さ 3.9 m、奥行 4.5 m、重量が約 50 トンとなっています。



▲ 離陸中のエアバス A380 :

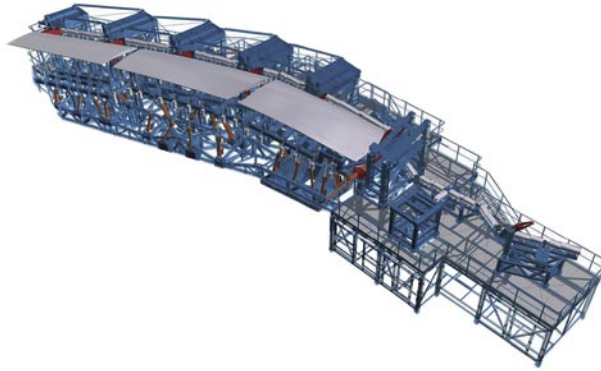
翼上のフラップとスラットが揚力を増大させ、航空機を非常に低速で飛行できるようにします。

フラップテスト設備も同様に、独自の部品が使用されています。合計 46 個の空気圧シリンダが複数の表面に配置され作動しています。この設備では、フラップシステムに最大 800 kN (片翼ごと) の力をかけることができ、寸法は幅 34.8 m、高さ 7.2 m、奥行 8 m、重量は約 155 トンです。

## 空力負荷シミュレーション

テストでは、フラップの位置は A380 の実際のコックピットからの制御により初期位置に設定されます。スイッチにより検出されたフラップ / スラットの位置は、飛行フェーズの計算や、制御システムによる制御が必要とされる動的な負荷状態を計算するのに使用されます。

制御システムは、長期にわたる試験の中で、コックピットからの信号をシミュレートします。これを行うため、制御システムには、さまざまなテストサイクルを何回でも繰り返し実行できるようにする、プログラム可能なシーケンスジェネレータが組み込まれています。空力負荷は、実負荷データを使用して挿入されます。このデータはコマンドで区切られたリスト形式で、RTLlib (dSPACE Real-Time Library) と通信する Python スクリプトを使用して実行中のシステムに転送されます。



▲ スラットおよびフラップシステムをテストするための高揚力テストベンチ。実際の航空機の空力負荷は空気圧シリンダでシミュレートします。

### 複雑性という課題

制御システムの実装における最大の課題は、制御対象システムの構造的な複雑さです。サンプルレート 500Hz または 1000 Hz で、750 以上のデジタルおよびアナログ入出力信号を処理しなければなりません。

「MATLAB/Simulink と一緒に dSPACE を採用したことに満足しています。我々が必要とするテストの仕様に柔軟に対応してくれるだけでなく、最小限の時間で新しいテストシナリオに適応することを可能にしてくれます。」

Christian Tillmann 氏  
エアバス社高揚力試験部門 (プレーメン)

これらの信号の一部は直接配線され、その他は PROFIBUS 経由で伝送されます。PROFIBUS は、関連するすべてのデータを外部のロギングシステムに連続的に供給したり、連続同期を確保したりするためにも使用されます。制御システムには、空力負荷をシミュレートする以外にも、実行しなければならないその他のタスクがあります。

制御システムは、テスト設備へのオイルの供給と航空機の側面にある駆動部への油圧オイル (Skydrol) の供給も管理します。制御システムのすべての機能は、ControlDesk で設定されたグラフィカルユーザーインターフェースを使用して制御されます。ユーザーインターフェースは、テスト時に最大限の柔軟性を提供するように設計されており、ユーザーが必要とするすべての情報をいつでも、明確に整理された形でユーザーに提供します。制御システム全体には、2 枚の DS1005 PPC ボード、6 枚の DS2003 Multi-Channel A/D ボード、および 2 枚の DS2001 High-Speed A/D ボードが搭載されています。これらのボードは、連続操作に耐えるものである必要があります。

### 負荷試験で証明されたこと

2 年間にわたり連続して稼働し、現時点まで欠点は見られないことから、dSPACE のモジュール式ハードウェアが大変な成功を収めたことが証明されました。MATLAB®/Simulink® を使用した制御機能の開発が有益であることもまた実証されました。また最後に、困難な仕事をやりとげる上で優秀なサポートが提供されたことが大きな助けになったことを強調しておく必要があるでしょう。

Richard Hacker および  
Dr.-Ing. Torsten Finke  
Ingenieurgesellschaft IgH, エッセン  
ドイツ