

多目的風洞開放型測定部における計測の自動化

～効率的なデータ自動計測システムの製作～

Development of Efficient Automatic Data Acquisition System

原 幸久

Yukihisa HARA

川田工業㈱技術開発本部風洞試験室

計測自動化の必要性

風洞試験では、およそ風にさらされる構造物すべてが対象になります。また、実際に存在する物体とは異なり、サイズが小さい、風速が自由に変更できるという利点から、構造物が受けることが想定されるすべての条件を計測することが多くあります。そのためデータを計測する回数、時間が膨大になり、計測員への負担、繰り返し試験を行うことからの人為的事故を防止するために、計測が複雑になるほど、計測の自動化は不可欠な現状になっています。

これまでの風洞試験

風洞における計測を自動化するために、これまで開放型測定部で行われてきた計測を顧みると、模型、物理量、条件等さまざまなケースで測定されることが多くありました。その中で、これまでに試験されてきた模型の項目を分類すると、およそ以下のようになります。

- ① ヘリコプタの機体模型
- ② ヘリコプタロータ付き機体模型
- ③ 風洞較正用基準翼型模型
- ④ 風洞較正用球模型
- ⑤ ヘリコプタ搭載機器
- ⑥ 橋梁高欄
- ⑦ 風模型
- ⑧ 人体模型、人体動的模型
- ⑨ 計測用プローブの較正

また、これらを用いて測定した物理量は

- ① 空力荷重の計測
- ② 模型近傍の、総圧、動圧計測
- ③ 騒音分布計測
- ④ 計測用プローブの較正圧力計測
- ⑤ 可視化試験

などを主な項目として実施してきました。さらに、計測条件としては以下のような項目が挙げられます。

- ① 風洞風速
- ② 模型迎角、偏揺れ角
- ③ 計測位置

実際の計測では、これらの項目単体で測定する場合や、これらの項目を複数組み合わせると同時に計測する試験など、半数近くは以前とは異なった計測を行う必要がありました。

自動計測システムの構想

計測法は試験ごとに異なっている場合でも、使用する計測器は重複する場合があります。そのため計測システムを構成するに当たり、どのプログラム（C, Fortran等）を使って作成するかを重要度順に、以下の項目に検討しました。

- ① 使用目的（計測対象の点数、速度、正確さ、機器の制御法〈点数、速度〉、etc.）
- ② 予算
- ③ 拡張の必要性（今後他のシステムへの流用を考えているのか、計測システムを大きく〈点数等〉する可能性が有るのか…）
- ④ 使用者／プログラム作成者の技量、経験
- ⑤ 計測システムのサイズ（計測室外での使用もあり得るのか）
- ⑥ 使用者の基本プラットフォームへのデータ転送が簡単にできるか
- ⑦ 個人の嗜好

また、プログラムを作る作業に関して言えば、“すでに有るもので買えるものは買う、でなければ作る”ということ considering、本開放型測定部の測定システムとしては、ナショナルインスツルメンツ社のLabVIEWというGUI（Graphical User Interface）、オブジェクト思考の

ソフトウェアを選定しました。データ計測，機器制御のハード的な要求には，16chアナログ入力，2chアナログ出力，8chデジタル入出力，周波数カウンタ，タイマ，5V電源供給等を備えた，同社製品でPCI-MIO-XE50というPC内蔵型マルチファンクションボードを選定しました。

実際の自動計測システム

実際に開放型測定部で稼動している計測システムの構成概略図を，下の図に示します。

メインPCはApple社製のタワー型PCです。これをベースに，計測用アプリケーションから，マルチファンクションボードを操作してアナログデータをハードディスクに書き込んでいきます。また，GP-IB経由でRS-485/232Cを出力しています。このコントロール出力により機器を制御しています。

(1) トラバース位置移動

これは，模型後方の流れ場で圧力，風速などの分布を，平面として計測したい場合に， $\pm 0.01[\text{mm}]$ の再現性でプローブを計測する位置まで動かして測定します。この計測は特に時間のかかるものであり，またヘリコプタロータ等の場合には危険も伴うので，自動化が特に有効になります。また，計測位置と風洞基準位置との較正も，計測システムからの指示により，自動で行うことができます。

(2) 天秤迎角，偏揺れ角調整

天秤上の模型の，風に対する角度を変更させるために，天秤に内蔵されているパルスモータの角度変更機構を，RS-232Cで制御しています。通信制御を行うことによっ

て，マニュアル制御以上の精度で角度を設定することができます。この角度変更機構は，直線的な動作をするタイプではないために，サイン波に近似させた較正係数を，計測システムからの指示で測定できるように自動化されています。およそ $\pm 0.1[\text{deg}]$ 程度の再現性で迎角をセットすることができます。

(3) 風洞風速制御

風洞の風速制御はRS-232Cを通じて行います。フィードバック制御により， $\pm 0.1[\text{m/s}]$ 程度まですみやかに風速が設定されます。

(4) 多点圧力計制御

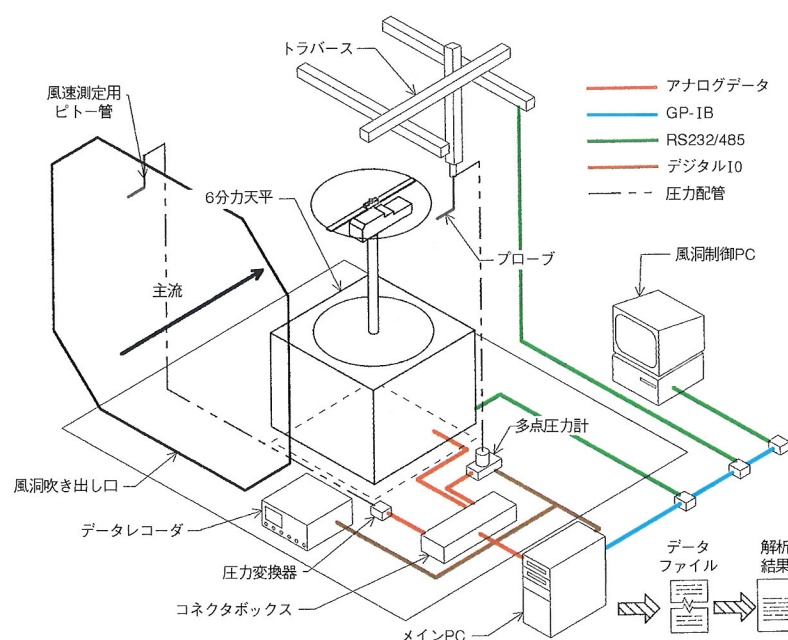
48chのポートを持った圧力計の圧力を，順次計測するためにデジタルIOを用いて制御を行っています。デジタルIOの先のリレーにより，チャンネルを切り替えることができます。

これら制御用ソフトウェアは，単体でも動作できるようプログラムを作っておりあります。そのため次に計測器を組み合わせる際にも，部品を取り込むだけですみやかに対処できます。また，デバッグ，改修作業も入出力を変更しなければ，そのオブジェクト内のみの変更ですべてのプログラムに適用されるメリットもあります。

最終的にはこれらの制御する機器の動作を記入した，計測制御システムの入力ファイルを作成します。プログラムからこのファイルを選定して実行することにより，すべて自動的に計測が進みますので，非常に効率よく試験を行うことができます。また，データ処理，解析も同じPC上で処理するために，データ転送の必要もなく，構想，計測，解析，報告書作成までスムーズに行うことが可能なシステムになっています。

最後に

汎用的な目的を持った自動計測システムを稼動させるためには，こういった計測が起こりうるのを見極めるために，ある程度の時間が必要でした。また設計時には将来的な発展性も考慮に入れたベースシステムの選定が重要と思われます。また，自動化すると慢性的な計測や，動作記述ファイルの誤りなど，マニュアルシステムとは異なった危険性も多大に含んでいます。そのため，システムには必ず2，3段程度のフェールセーフシステムを組み込む必要があると思われます。



自動計測システム概略図