

R06-613 漕艇用(2軸)加速度記録計の製作

G-tube : Acceleration Logger for Rowing

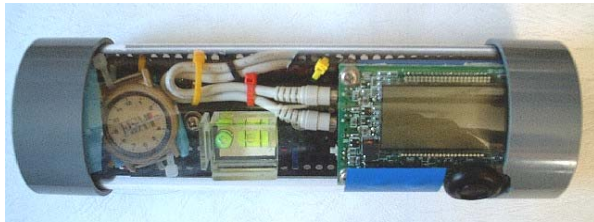
艇加速度計測は、基本手法のひとつだが、市販のセンサ、記録計をつかって漕艇用の記録計を自作してみた。(より詳細は、RM1/2に掲載。RM3では圧縮・要約)

1 概要 Outline

1.1 G-TUBE I

漕艇用加速度記録計の自作事例を紹介する。最初は、T&Dの電圧データロガーVR-71と2、軸の加速度センサGR-00S1から回路を取り出し、アクリルチューブに移植、防水仕様のワンパッケージとした。使用する記録間隔は20ms前後で、容量は8000データ(20msで160秒)である。データは、RS-232CでPCに接続、付属ソフトや表計算ソフトで利用できる。

計測は、センサの1軸を艇の長軸(進行方向)に、もう1軸を鉛直方向に一致させて固定し、任意にスイッチを押し(または予め開始時刻をセットし)、短時間だがデータが取得できた。



G-tube(表)。時計と水準器は実用兼アソビ心を満足

1.2 G-TUBE II

より長期の計測と本格的な解析のために、大容量で、直接データがグラフ表示できるキーエンスの「NR-2000」を使い、G-TUBE IIを組んだ(センサはIと同一)。表示部をクルーの操作・視認しやすい位置に調整できるよう、分離型とした。



センサは、±2.2Gを0~2Vの範囲(0G=1.00V)で出力し、精度は±5%(±20mg)である。また乗艇中の加速度と出力電圧の範囲は、概ね以下のとおりである(垂直方向は地球の重力加速度1Gがかかり、実際の変動は+0.8~1.2G)。

軸方向	加速度レンジ	出力電圧
水平(≒艇速変動)	-0.2G~+0.5G	0.90~1.25V
垂直(3成分合成)	±0.2G	1.35~1.55V

これに基づき、NR-2000の設定は、以下のようになる。

CH	入力レンジ	表示	オフセット	POS
CH1(X)	±2.5V	50mV/div	1.00V	5
CH2(Y)	±2.5V	50mV/div	1.45V	2

2chで20msのデータサンプリングで、約1時間のデータが十分に記録できる。なお、チャート(グラフ)の画面表示のモードは、ロール(または追従)とし、測定波形がスクロールしながら表示され、変化が非常にわかりやすい。

2 データ処理 First treatment

2.1 単位の変換、データの補正(ノイズの除去)

記録された加速度単位は、G-Tubeの場合、重力加速度単位[G]なので、まずこれを[m/s²]に換算する(1G=9.81m/s²)。加速度データを積分すると速度になるが、原データをそのまま積分しても、速度はほぼ直線的にずれていく。センサの設置角度や、艇自体のトリムなどの影響のために、これを、速度のずれの傾きなどから補正する。また、初期速度、最終速度または中間速度の1点、または複数の既知の速度を与えることで、より真の値に近づくようにする。

2.2 X,Y軸の合成と分配

ボートがピッチングせずに前後の艇速変動だけであれば、傾いたX軸での計測値だけから水平変動を算出できるが、軸自体がずれることで、垂直方向の揺れを、水平方向の変動として拾ってしまう要素もある。この問題を解決するには、2軸のデータが得られるので、2つのデータをベクトル合成した後、水平、垂直2方向に再分配するといった処理も行う。X軸方向の揺れは、艇速変動の約1/4とそれほど大きくはないが、ピッチングの激しいクルーやシングルスカルなどではこの要素に留意しておく必要がある。

3 データの表現:加速度, 速度, 距離 from G to V

3.1 積分:加速度から速度, さらに変位へ

このようにして得られた加速度を、積分(各ステップで、加速度と時間の積を累積)することで速度が得られ、さらに積分すれば、変位(移動距離)が得られる。約20ms以下のデータサンプリングであれば漕艇解析には実用上十分である。

3.2 視覚化

得られたデータは、加速度、速度、または変位(DPSとしても読める)として表され、1ストロークごとの詳細を得ることもできるし、1ストロークごとに切り分けて重ねてプロットすれば、一定のパターンを得ることもできる。立体グラフにすることで、時系列に沿ったパターンの変化も明瞭に表現することができる。時間軸に換えて、X,Y成分を軸として描けば一種のリサーチが描ける。

4 解析のテーマ:どう活用するか Theme

視覚化された加速度、速度、変位のグラフから、実際のローイングテクニック、トレーニング、レース戦略などにフィードバックしなければならない。解析テーマは以下のようなことである。

- 変動パターンの詳細解析((技術問題・改善と実際の艇速変動、艇速への影響・効果を定量的に把握、評価)に基づき、合理的・客観的なテクニックの評価、改良。
- 艇種、個別の艇による艇速変動や動揺パターンの違いから、艇の評価、改良。
- 初心者とベテランのテクニックの違いの評価。
- メニューの遂行状態の評価、メニューの改良
- レースでのペース分析と戦略の向上