

エクセルを用いた高速フーリエ変換マクロの作成

京都大学防災研究所技術室

山崎 友也

1. はじめに

建築構造物等の振動実験に関する支援業務では、計測データなどの周波数解析が求められる場面が多々ある。そこで簡易的にデータの周波数解析ができるようエクセル VBA による高速フーリエ変換マクロを作成した。またこれを応用し、信号データをフィルタ処理するマクロを併せて作成したので本稿で報告する。

2. 振動台実験支援における周波数解析について

防災研究所強震応答実験室は振動台装置による建築構造物の振動試験を実施している。実験に際しては、振動台に入力する波形データや収録された計測されたデータの周波数スペクトルを確認する場面が多い。研究においては様々な目的で周波数解析がなされるが、実験のサポート業務における利用目的としては以下のような例が挙げられる。

・入力波形データの特性確認

振動台は出力できる変位や加速度に上限があるため実験に用いるデータが入力可能であるかの事前確認が必要となる。入力波形は時系列の加速度データで提供されることが多いため、計算により変位を求めることとなる。この際、周波数スペクトルを確認し低域の周波数成分がある程度小さければ変位が小さいものとして計算確認を省くことが多い。

・試験体の特性確認

実験では本試験の前段階として試験体の振動特性を確認することが多い。ホワイトノイズや正弦波スイープといった特殊な入力波による試験を実施することで試験体の特徴がスペクトルに現れることとなる。ここで試験体が入力波形で共振しやすい特性を持っていた場合には、センサー容量を大きくすることや、安全対策をより入念にすることを改めて検討することがある。

・計測データのノイズ確認

計測されたセンサー出力に電気ノイズがどの程度含まれているかをスペクトルで確認する。ノイズは電源周波数 60Hz の倍数を周波数とする正弦波として信号に混入しているため、スペクトル上では容易に見分けることができる。電気ノイズは、試験体の材質やセンサーの組み合わせによって実験毎に大きさが異なる。あまりにノイズが大きい場合

はアースの取り方を様々に試すこととなる。

実験室では、技術スタッフは市販計測機器の付属ソフトを利用し周波数スペクトルを確認しているが、このソフトは表示したスペクトルのデータを取り出すことができない仕様となっている。上記のようなケースではグラフを簡易的に確認できれば十分であるため特に問題としてこなかったが、今後、より柔軟な実験支援ができるよう解析プログラムを作成することとした。また、計測データは CSV ファイルとして保存されることからエクセルで扱うことが多い一方で、エクセルの周波数解析機能はデータ数の上限が 4096 点となっておりあまり使い勝手がよくはない。そこでエクセルで容易に解析ができるようマクロプログラムを作成した。

3. 高速フーリエ変換マクロの紹介

作成したマクロは解析対象のデータ列を高速フーリエ変換で処理するとともにグラフにプロットするものである。高速フーリエ変換はデータ数を 2 のべき乗に区切ることで効率的に計算する手法である。マクロでは、指定したデータ列から 2 のべき乗となるようセルを切り出して計算することとした。計算結果は新たに追加したシートに記述される。実験では数多くのデータを比較することも多いため、マクロでは解析するデータファイルを一覧から選択する形式とした。以下に具体的な使用方法は以下の通りである。

(1) ファイル「高速フーリエ変換マクロ.xlsm」のシート上に設けた”Form Open”ボタンを押すことで図 1 のマクロフォームが開く。

(2) ファイル選択ボタン①を押すと現在起動しているエクセルのファイル名が一覧表示される。一覧より選択したファイルが解析対象となる。

(3) 解析対象となるデータのサンプリング周波数を②に入力する。サンプリング周波数は記録データの時間刻みの逆数である

(4) 解析対象となるデータの開始セルを③で指定する。セル指定は A1 や B2 のような形式とする。指定されたセルから下方向に、データ数が 2 のべき乗となるようデータが切り出され計算される。

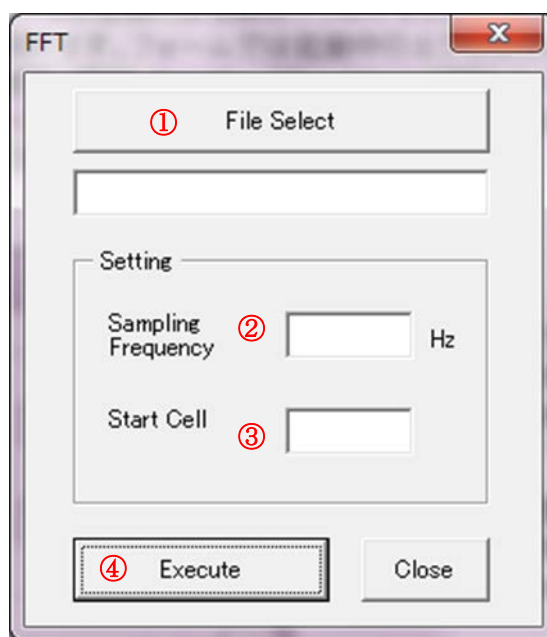


図 1. マクロフォーム

(5) 上記を設定の上、実行ボタン④を押すと解析が開始される。解析結果として、新たなシートが作成され、周波数刻み、解析値の実数部、虚数部、絶対値の列が出力される。

なお本マクロの作成にあたってはテキスト「MATLAB 対応デジタル信号処理 (株式会社昭晃堂)」を参考とした。

3. 高速フーリエ変換マクロの使用例

マクロの使用例として正弦波の解析結果を示す。解析対象とした図 2 の正弦波は、振動台を周波数 2Hz の正弦波で加振した際の、振動テーブルの計測データである。このデータ列をマクロで解析した結果が図 3 となる。2Hz にグラフのピークが表れていることが分かる。データの正弦波に若干歪みが生じていることから、4,6,8,10 といった 2 の倍数の周波数に小さなピークが生じている。

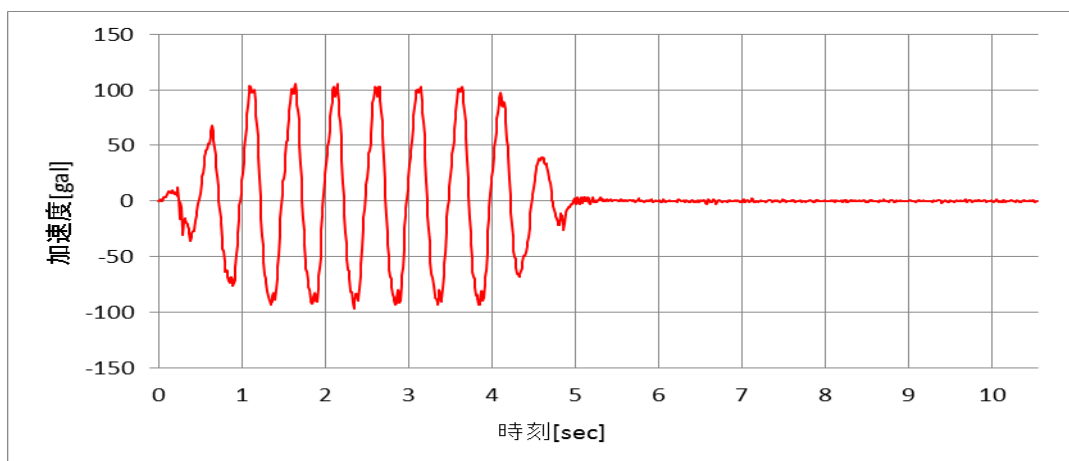


図 2. 入力波形例 (正弦波 周波数 2Hz)

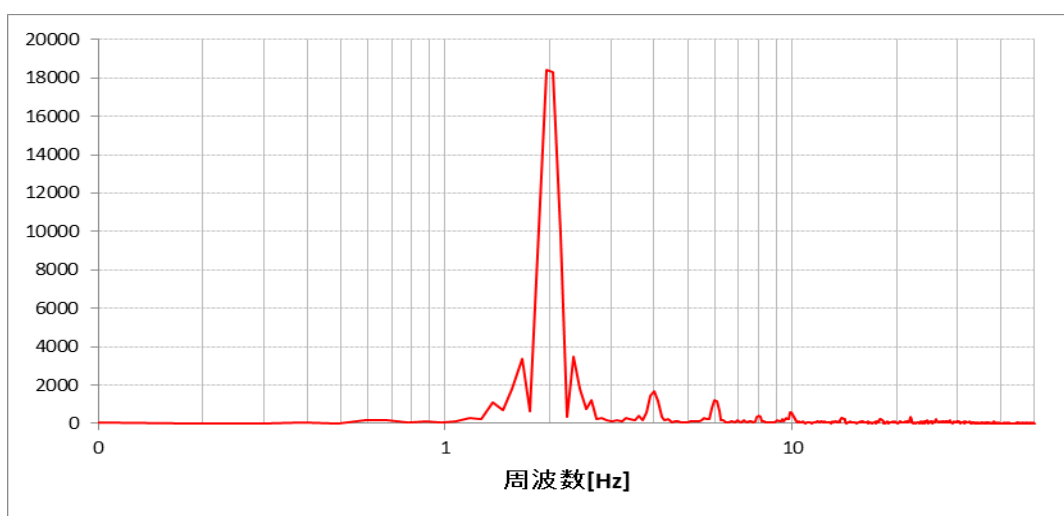


図 3. 周波数解析結果

4. フィルタマクロの使用例

ファイル「フィルタマクロ.xlsxm」のシート上に設けたボタンをクリックすることでマクロフォームが開く。フォームでは高速フーリエ変換マクロと同様に、解析対象のファイル、サンプリング周波数、データの開始セルを入力する。さらにフィルタ処理のための情報として、高域カットか低域カットかの選択及びカット周波数の指定をできるものとした。

下記にフィルタマクロの使用例を紹介する。図 4 に示した解析対象のデータは、振動台でホワイトノイズ加振を入力した試験体の変形データである。試験体の変形量ごく僅かであるため、信号の形状が電源ノイズに埋もれており確認することができない。スペクトル上の 20,40,60,80Hz のピークが電源ノイズの成分と考えられる。ここでフィルタマクロを用いて 18Hz より高い帯域をカットする処理を施した結果が図 5 となる。振動による微細な変形が収録されていることが確認できる。

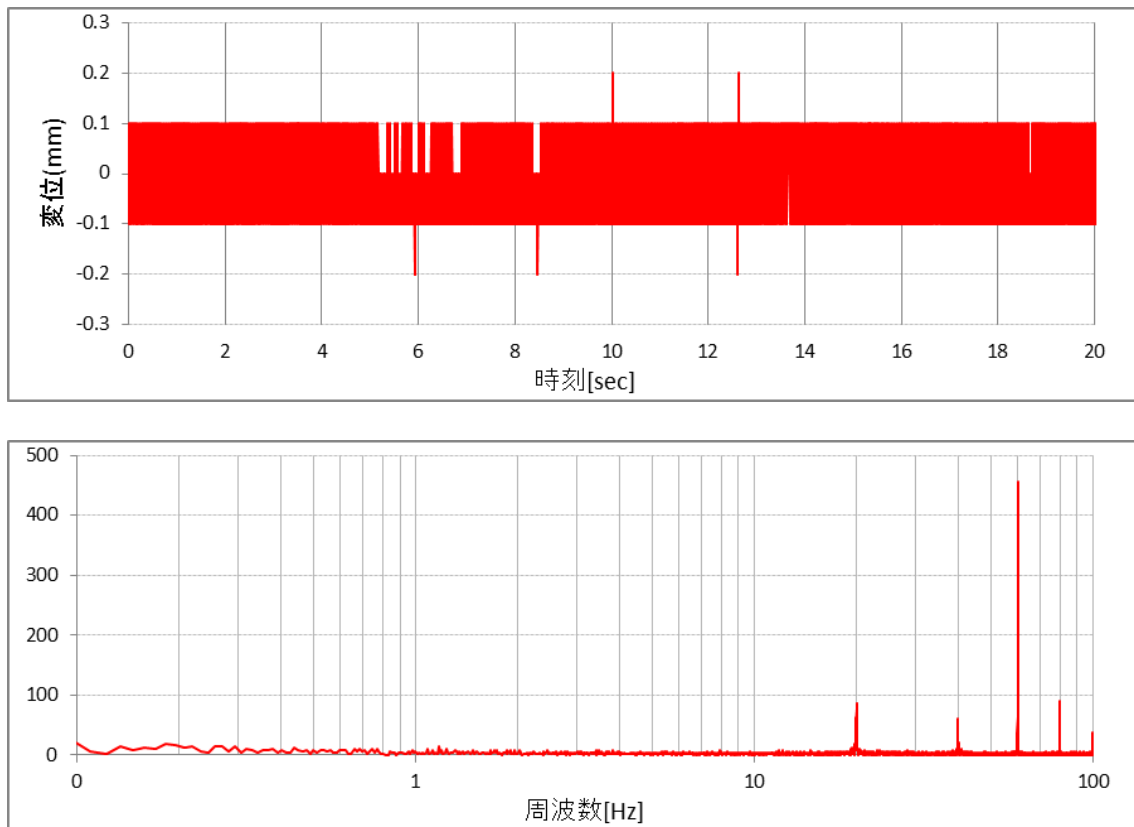


図 4. フィルタ処理前 波形及び周波数スペクトル

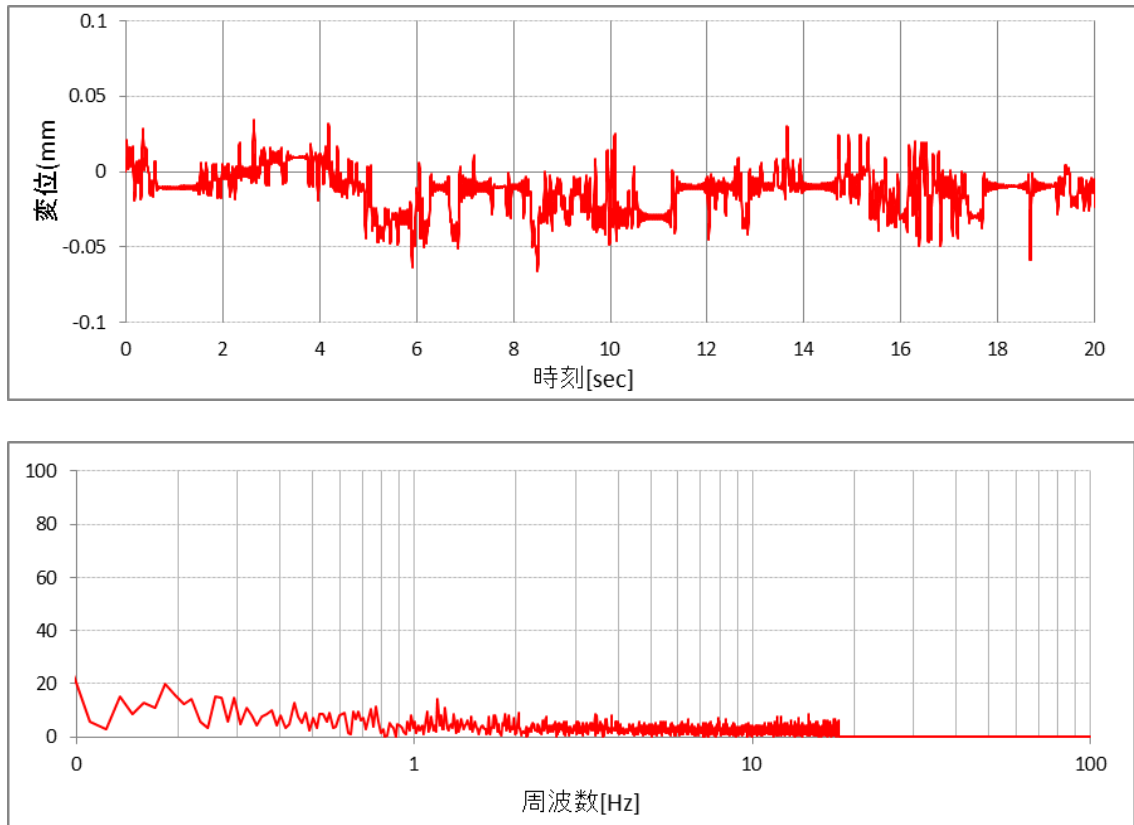


図 5. フィルタ処理後 波形及び周波数スペクトル

5. 今後について

今回、実験支援の充実とエクセル VBA のプログラミング練習を兼ねて、フーリエ変換マクロを製作した。本マクロを応用することで、フィルタ処理の他にも地震動の震度算出など様々な用途が考えられる。できるだけ簡易な操作で効率的にデータ処理ができるようなマクロを今後も増やしていきたい。