(Ⅰ－39)　衝撃実験データの適正処理方法についての一考察

防衛大学校土木工学科　学生員　○酒巻　勝
〃　同　上　佐々木　晃
〃　正　員　小暮　幹太
〃　同　上　藤掛　一典

1．緒言

衝撃実験の結果として出力される計測データには、いろいろな原因によるノイズが含まれている。衝撃応答の真の情報を得るためには、ノイズを適切に処理することが非常に重要である。既往の衝撃に関して行われた実験研究の中で、計測データに含まれるノイズを除去するための合理的なフィルター処理法について言及しているものはあまり見当たらない。そこで、本研究では、ノイズ除去方法について数種類のデジタルフィルターを用いた数値実験を行い、データ処理における適用性と処理方法について検討を行った。

2．ノイズ除去方法

主なノイズ除去方法を図-1に示す。衝撃実験で得られる複雑な波形から高周波成分を除去し、元波形の振幅を減少させることなく波形を平滑化する目的から、ここでは、多項式適合法(2･3次式)及び周波数領域法(ローパスフィルター)の２つの処理方法を取り上げ、これらを比較･検討する。多項式適合法とは、測定データの任意の測定値について、その近傍で最小２乗法により多項式曲線近似し、それと適合させるように重み関数を設定する方法である。重み関数の型は多項式の次数により異なり、現在では平均をとるデータ数に応じた詳細な係数表が確立されている。一方、周波数領域法とは、周波数領域においてフィルター関数を設定し、フーリエ逆変換した値を重み関数とおいて平滑化する方法である。計算の高速化を図るため、アルゴリズムとして高速フーリエ変換(Fast Fourier Transform)を用いた。

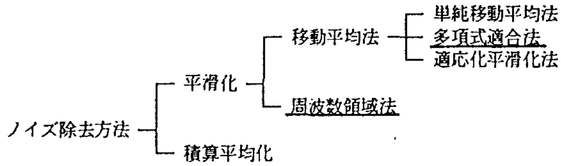

図-1　ノイズ除去方法の分類

表-1　合成波の入力条件

i	1	2	3	4	5
Ai(G)	300	30	40	20	50
fi(Hz)	200	500	750	1000	1250
φi(rad)	-0.5π	-0.1π	0.2π	0.3π	-0.4π

i	6	7	8	9	10
Ai(G)	30	60	70	20	40
fi(Hz)	1500	1750	2000	3000	5000
φi(rad)	0.1π	0.5π	-0.2π	0	-0.3π

3．解析結果及び考察

(1)数値実験の概要：真の情報が不明な衝撃実験データの波形に対して処理を行っても、定量的な考察ができないので、ここでは真の情報(以下、基本波と呼ぶ)を含む不規則波を次式で人工的に作成して処理を行う。　$y_i(t)=A_i\cdot\cos(2\pi\cdot f_i\cdot t+\phi_i)$　(i=1～10)　ここで、A_i:振幅(波形を加速度として単位をGとする)、f_i:周波数(Hz)、ϕ_i:位相(rad)とする。合成波の入力条件を表-1に示す。数値実験では、図-2に示すi=1のときの基本波(f=200Hz)に、i=2～10までの高周波成分を重ね合わせた合成波(図-3)に対して信号処理をし、基本波(f=200Hz)を抽出することを試みる。なお、サンプリング間隔⊿t=20μsecとしている。

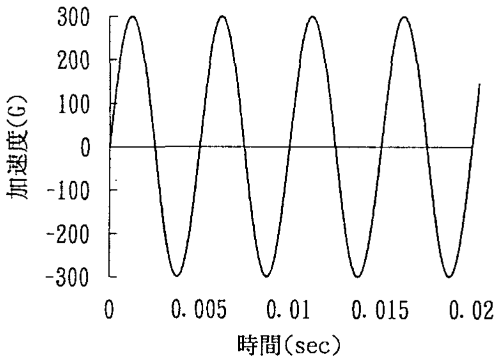

図-2　基本波

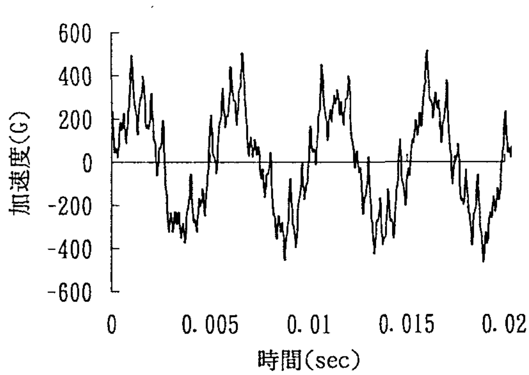

図-3　合成波

(2)**解析結果**：図-4に基本波と、多項式適合法及び周波数領域法で処理した波形を示す。まず、多項式適合法では、基本波形に最も近くなるように平均をとるデータ数Nを変化させた。その結果⊿t=20μsecでf=200Hzの基本波の場合、N=200点で概略抽出できた。ここで、⊿t(20μsec)×N(200点)=0.004sec、1/0.004=250Hzであり、これは、周波数領域法ではフィルター周波数F=250Hzのローパスフィルターをかけたことに相当する。一方、周波数領域法では、基本波の周波数f=200Hzであるのでフィルター周波数Fを250Hzに設定した場合の処理波形を示している。この場合、位相がわずかに進む(1/(2•F)=0.002sec)がこれは周波数領域法の処理上の問題で、フィルター周波数Fに応じて補正が可能であり、図-4では補正してある。いずれの方法も今回処理の対象とした合成波であれば、振幅が若干低下するが基本波をほぼ抽出できることが確認された。また、⊿tの入力条件を変化させて解析した結果、2つの処理方法の間に表-2のような相関関係が存在することがわかった。

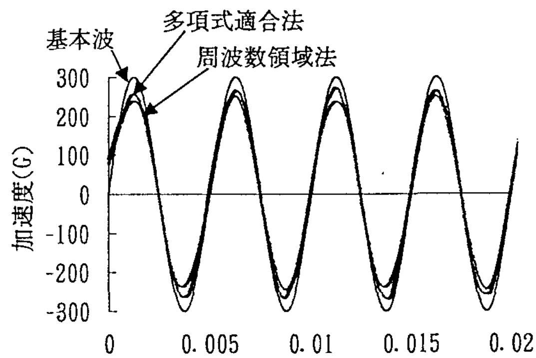

図-4　基本波及び処理波

表-2　2つの方法の相関関係

	周波数領域法	多項式適合法
入力値	サンプリング間隔⊿t 総データ数NN フィルター周波数F	総データ数NN 平均をとるデータ数N
出力値の位相補正	-1/(2·F)(sec)	必要なし
相当するフィルター周波数	F(Hz)	1/(⊿t·N)(Hz)

3．結言

本研究で、信号処理の方法として多項式適合法、周波数領域法のいずれも適用性が高いことがわかった。今後、実際の衝撃実験データに対してこれらの処理方法の妥当性及び信頼性を検討する必要がある。

参考文献　松葉ら：衝撃実験における測定方法についての一考察、第2回落石等による衝撃問題に関するシンポジウム講演論文集、pp.1-6、1993