

衝撃実験計測データのノイズ除去に関する一考察

防衛大学校土木工学科	学生員	○酒巻	勝
"	正員	小暮	幹太
"	同上	藤掛	一典
"	同上	大野	友則

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、様々な原因によるノイズが含まれている。衝撃応答の真の信号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。しかし、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合理的に除去するための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。著者らは、これまで数値実験による不規則波形データの適正処理方法について調べてきた。本研究では、衝撃実験による計測データに対して数種類のノイズ除去方法(デジタルフィルター)を用いて処理を行い、その妥当性について検討を行った。

2. ノイズ除去方法：ノイズ除去方法は図-1のように大別される。著者らは、人工的に作成した合成波から低周波成分である基本波を抽出する数値実験を行い、データの適正処理という観点からデータ処理に用いる最も適用性の高い処理方法について検討した¹⁾。その結果、周波数領域法(FFT ローパスフィルター)と多項式適合法(2・3次式)の2つの方法の適用性が高いことが確認された。さらに周波数領域法におけるフィルター周波数 $F(\text{Hz})$ と多項式適合法における平滑化点数 $N(\text{点})$ との間には、サンプリング間隔を $\Delta t(\text{sec})$ とすれば、 $F=1/(\Delta t \cdot N)$ という関係式が成り立つことを確認した。そこで本報告におけるデータ処理には以上2つのノイズ除去方法を用いることとする。

3. データ処理の一例：図-2は鉄筋コンクリートはりに対して行った落錘衝突実験(衝突速度 2.8m/sec、重錘重量 120kgf)で得られた重錘の加速度波形である。小暮ら²⁾は、図で示

される全区間に対する連続的なフィルター処理から変曲点周波数を求め、データ処理に用いるフィルター周波数 $F(\text{Hz})$ の設定を提案している。しかし、全区間のデータは、衝突直後に重錘が接触や非接触を繰り返す衝突初期の段階だけでなく、衝突現象がほぼ終了した後の段階も含んでいる。そのため最も重要な衝突初期

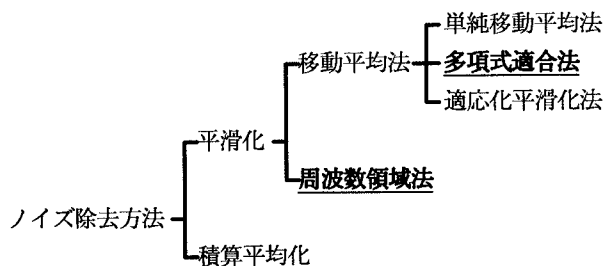


図-1 ノイズ除去方法の分類

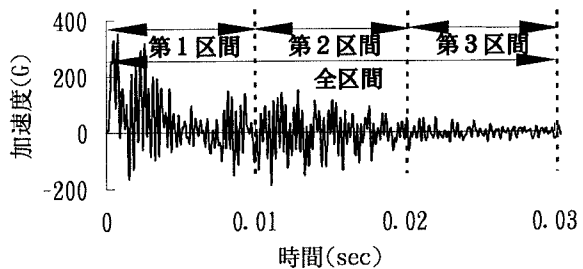


図-2 加速度と時間との関係

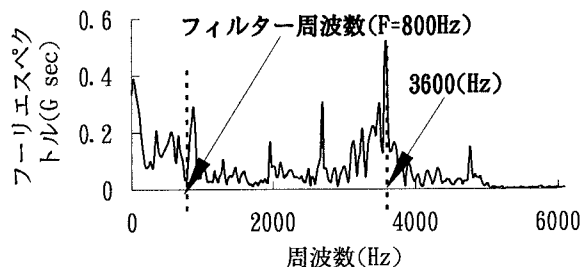


図-3 スペクトル解析(全区間)

段階に対して、提案されているフィルター周波数の設定が妥当であるかは、時間的なスペクトル分布の変化(ランニングスペクトル)を確認する必要があると考えられる。そこで、本研究で行うフィルター処理では、区間ごとのスペクトル分布の変化(ランニングスペクトル)からフィルター周波数の設定を試みる。まず、図-2で示される応答波形の全区間に対するスペクトル解析の結果を図-3に示す。図より全区間で最も卓越する周波数は約3600(Hz)であることがわかる。次に図-2の応答波形を便宜的に時間で3等分し、それぞれの区間におけるスペクトル解析を行うと図-4、図-5及び図-6のようになる(このように時間領域で分割すると、第1区間で重錘が衝突し、第2区間で衝突がほぼ終了する遷移区間、また第3区間は衝突が完全に終了し重錘が減衰自由振動している区間であるとみることが出来る)。応答波形において最も重要な第1区間とその他の区間におけるスペクトルの比較から、第1区間においてのみ卓越していると思われる低周波数帯を分析すると約0~800(Hz)と推測される。よって周波数領域法におけるフィルター周波数 $F=800(\text{Hz})$ として原波形を処理する。図-7に周波数領域法および多項式適合法(平滑化点数 $N=63$ 点)で処理した結果を示す。これによると、周波数領域法と多項式適合法の処理結果がほぼ重なっていることがわかる。また、第1区間とそれ以降の区間では明らかに応答波形の形状が異なっていることが時間領域においても確認される。

4. 結言：高周波ノイズ成分を除去するためには、まず、スペクトル解析を行うことにより周波数領域において波形分析を行う必要がある。特に応答時間を区切ってスペクトル解析を行い、時間的なスペクトル分布の変化を追うことにより、衝突現象において最も重要な初期の立ち上がり部分の波形成分を抽出することができる。今後、さらに適用範囲を広げて衝撃実験データの適正処理方法を検討する必要がある。

参考文献：1)酒巻ら：衝撃実験データの適正処理方法についての一考察、土木学会第22回関東支部技術研究発表会講演概要集第一部、pp.72-73、平成7年3月

2)小暮ら：衝撃実験における計測データのフィルター処理、土木学会第49回年次学術講演会概要集第一部、pp.1586-1587、平成6年9月

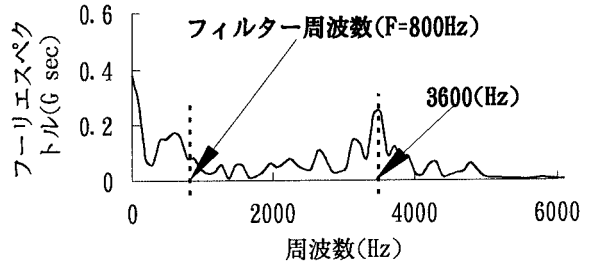


図-4 スペクトル解析(第1区間)

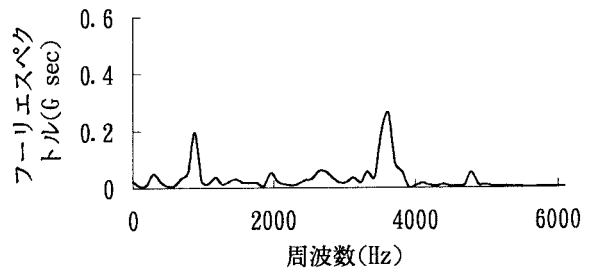


図-5 スペクトル解析(第2区間)

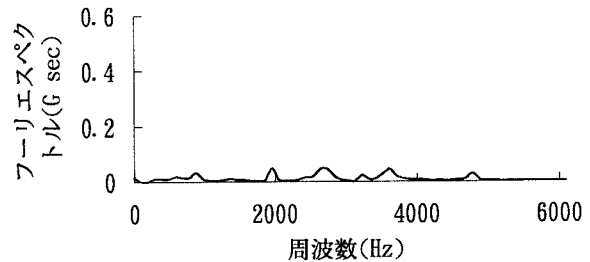


図-6 スペクトル解析(第3区間)

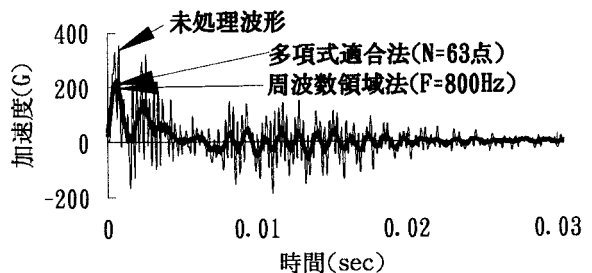


図-7 フィルター処理波形