

## プレストレストコンクリート橋の周波数解析の精度向上に関する一検討

愛知県立大学 ○安江 汰騎  
 愛知県立大学 正会員 神谷 幸宏  
 施工技術総合研究所 正会員 小野 秀一  
 施工技術総合研究所 正会員 菊地 新平

## 1. はじめに

プレストレストコンクリート橋（以下、PC 橋）においては、導入されている圧縮力（以下、プレストレス）が低下すると橋梁剛性も低下する。このため、供用されている PC 橋の点検・診断には、橋梁の外観性状のほか、残存プレストレス量を計測することは有効であると考えられる。

そこで本研究では、PC 橋のプレストレス量が低下すると固有振動数が低下する性質に着目し、振動周波数を推定する高解像度化したアルゴリズム ARS によるプレストレス量の推定方法を提案する。

## 2. ARS の概要

ARS の全体構成を Fig. 1 に示す。周期的な信号をシリアルパラレル変換器（Serial-to-Parallel Converter, SPC）に入力する。以下の構成から、簡単な手順で入力信号の周期を推定することが可能である。ARS による周期推定の手順は文献[1]内に記載されている。本論文では、枚数制限の都合により、ARS の詳しい説明については省略する。

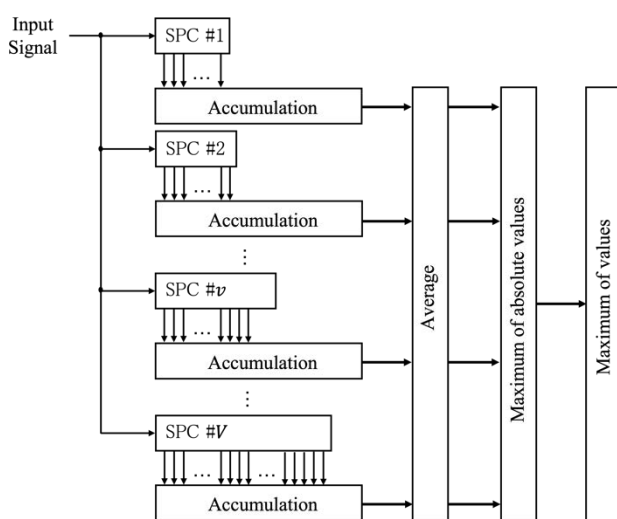


Fig. 1 : ARS の全体構成

ARS は足し算のみで構成されているため、計算量が少ないことが特徴の1つとして挙げられる。しかし、ARS には2つの問題点が存在する。第1に、周期解像度がサンプリング周波数に制限されてしまうことである。第2に、Fig.2 に示すようなオクターブエラーが発生することである。オクターブエラーは、周期推定を行うアルゴリズム全般に発生し、周期の整数倍の値が大きくなる現象である。

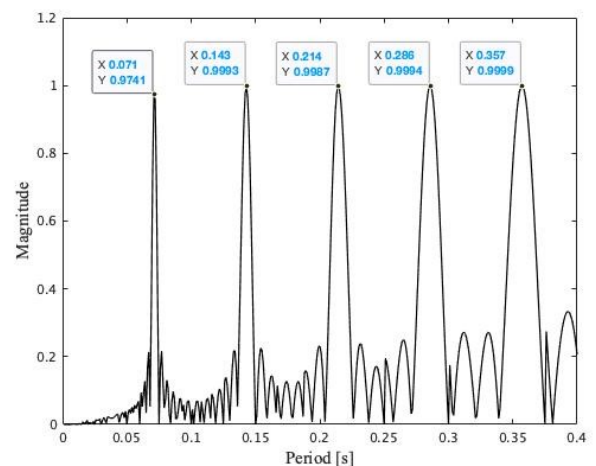


Fig. 2 : ARS を用いた周波数解析

## 3. 提案手法：ARS の高解像度化

前述した ARS の問題点であるオクターブエラーを活用して、高解像度化する手法について説明する。Fig. 2 は、サンプリング周波数 1000 Hz、周波数 14 Hz の信号を入力信号とした際に ARS を適用した結果であり、複数のピークが存在していることがわかる。一番左のピークは、入力信号の周期と一致しており、0.071 s (=1/14 Hz) を示している。他の4つのピークは、周期の整数倍の値を示している。高解像度化を実現する手法では、それぞれの4つピークを適切な整数で除算することで周期を推定することを考える。

キーワード 信号処理, 周期推定, ARS, 高解像度化, プレストレストコンクリート橋  
 連絡先 〒480-1198 愛知県長久手市茨ヶ廻間 1522-3 愛知県立大学 情報科学部 情報科学科

例えば、Fig. 2 の一番右のピークは 0.357 s を示している。これを 5 で除算することで、より正確に入力信号の周期を推定することが可能となる。以降、5 で除算した際に得られた周期を 5 倍周期と呼ぶこととする。

#### 4. 計算機シミュレーション

計算機シミュレーションの入力信号は、基本波形を sin 波、サンプリング周波数を 1000 Hz、サンプル数を 1500、周波数を文献[2]内に記載されているプレストレス量に対応する周波数理論値とする。本来は、10%刻みの理論値しか存在しないが、それぞれの平均値から中間の値を補完することで 5%刻みの周波数理論値を利用する。この条件で、一般的によく用いられている周波数解析として離散フーリエ変換 (DFT)、ARS, および 5 倍周期までを用いた提案手法のシミュレーション結果を Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5 にそれぞれ示す。横軸はプレストレス量、縦軸は周波数を表す。そのため、周波数理論値と推定した周波数が重なっているほど精度が高いことになる。

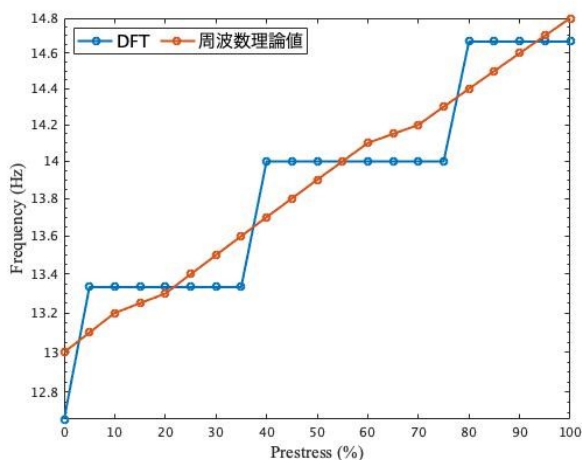


Fig. 3 : DFT を用いた周波数解析

Fig. 3 を見ると、DFT ではプレストレス量を正確に推定することは不可能である。Fig. 4 から ARS では DFT よりも精度は高いが、依然としてプレストレス量を正確に推定することは困難であることがわかる。

一方、Fig. 5 を見ると、5 倍周期を用いた際には、プレストレス量に対応する周波数を推定することが可能となっている。この結果から、高解像度化 ARS である 5 倍周期を用いることで、PC 橋の周波数解析が可能であることを示すことができた。

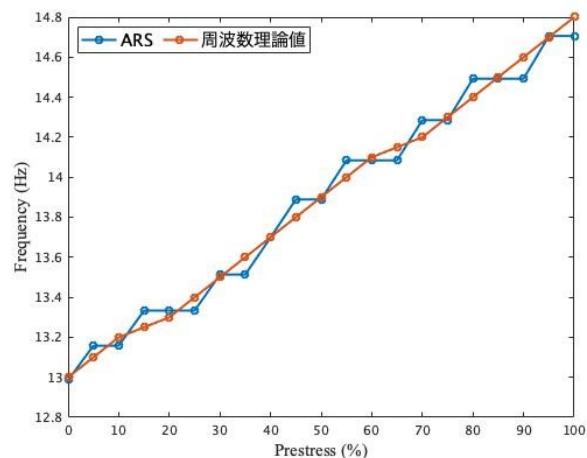


Fig. 4 : ARS を用いた周波数解析

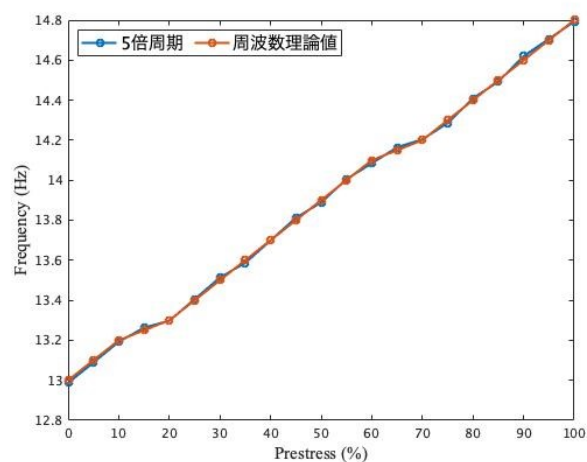


Fig. 5 : 5 倍周期を用いた周波数解析

#### 5. 結論

本稿では PC 橋の周波数解析の精度向上の検討を行った。計算機シミュレーションから PC 橋の振動データを高解像度化 ARS で解析することにより、プレストレス量を推定することが可能であることを示した。

本検討では、シミュレーション上での検証であるため、今後、実際の PC 橋に対する適用性を検討する必要がある。

#### 参考文献

- [1] Y. Kamiya, "A simple parameter estimation method for periodic signals applicable to vital sensing using Doppler sensors", SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration, Vol. 10, No. 5, pp. 378-384, September 2017.
- [2] 青木圭一, "PC 桁の損傷と振動特性に関する実験的研究", プレストレストコンクリート工学会, 第 24 回シンポジウム論文集, 2015 年 10 月.