

インパルス応答測定用掃引正弦波信号の帯域制限フィルタの検討

A study of band-limiting filter for sine sweep for impulse response measurement.

中原 優樹
Yuki Nakahara

金田 豊
Yutaka Kaneda

東京電機大学大学院 工学研究科
Graduate School of Engineering, Tokyo Denki University

1. はじめに

インパルス応答測定用の信号として掃引正弦波信号が広く利用されている。掃引正弦波信号に対して測定対象とならない帯域を制限することで測定時間の短縮が可能である。本稿ではインパルス応答測定時間の短縮のための、帯域制限方法の検討結果について述べる。

2. 掃引正弦波信号の帯域制限

代表的なインパルス応答測定用掃引正弦波信号として Log-SS(ピンク TSP[1])がある。Log-SS は超低周波域においても長い掃引時間を持つため、測定対象とならない帯域成分を除去することで測定の短縮が可能である。しかし急峻な直線位相帯域制限特性を持つフィルタを利用すると、図 1 のスペクトログラムに示すようにカットオフ周波数において信号が時間軸方向に拡散してしまう。そしてこのような同時刻に複数の周波数成分を含む測定信号を、非線形特性を含む系に対し入力すると回復できない誤差要因となる混変調歪が発生する[2]。

3. 提案する帯域制限フィルタ設計方法

上記の問題を解決するために片側応答を持つフィルタを設計し、図 2 にフィルタの設計手順を示す。

- ① 所望するフィルタの周波数応答 $|H(k)|$ を定義する。
- ② IFFTを行いこのフィルタの時間応答 $h(t)$ を得る。
- ③ 所望する時間応答をもつ時間窓をかける。
- ④ 時間応答が補正された応答 $h'(t)$ を得る。
- ⑤ 時間応答が補正されたフィルタの応答に対し FFTを行い、 $H'(k)$ を得る。
- ⑥ 時間窓掛けにより変化したフィルタ応答の位相成分 $\angle H'(k)$ のみを保持し、周波数振幅スペクトルを所望の値 $|H(k)|$ に回復する。
- ⑦ ②~⑥の処理を繰り返し行い、周波数振幅応答の変化が現れなくなった時点で終了する。

なお図 2-③,④は時刻 0 に対して左側応答を持つフィルタの設計を示し、低域除去フィルタに使用する。高域除去フィルタは右側応答を持つフィルタとして設計する。

提案手法により作成した帯域制限 Log-SS 信号のスペクトログラムを図 3 に示す。カットオフ周波数付近での時間方向の広がりが改善され、混変調歪の発生の原因となる、異なる周波数が同時に発生していないことがわかる。

4. おわりに

カットオフ周波数付近で時間軸方向の広がりを持たない帯域制限の方法を述べた。提案するフィルタ設計法により混変調歪の発生の原因となる成分の発生が抑えられた。

参考文献

- [1] 藤本, 音講論集, 432-433, (1999)
- [2] 佐藤, 他, 音講論集, 749-750, (2014)

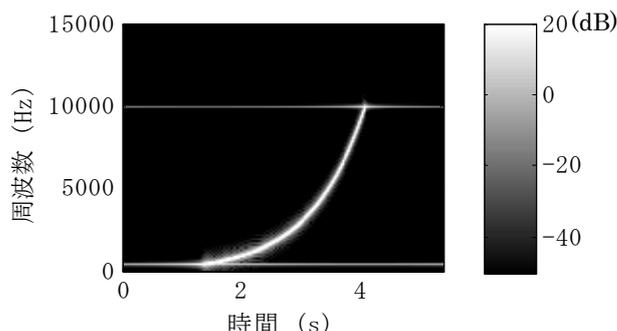


図 1 急峻な特性を持つ直線位相フィルタで帯域制限を行った掃引正弦波

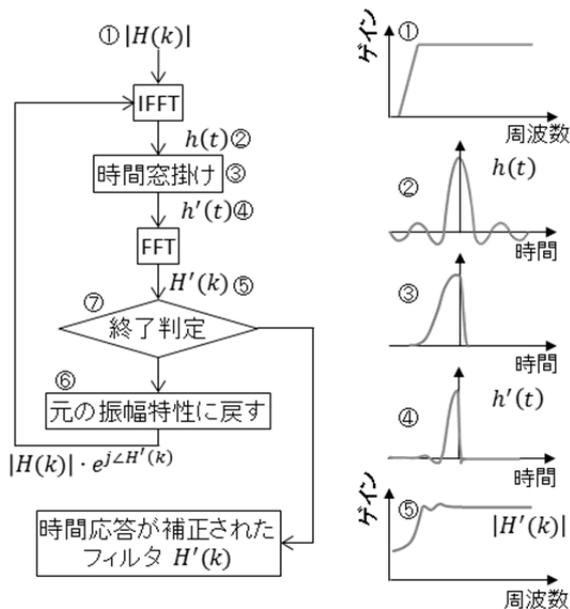


図 2 提案するフィルタ設計手順

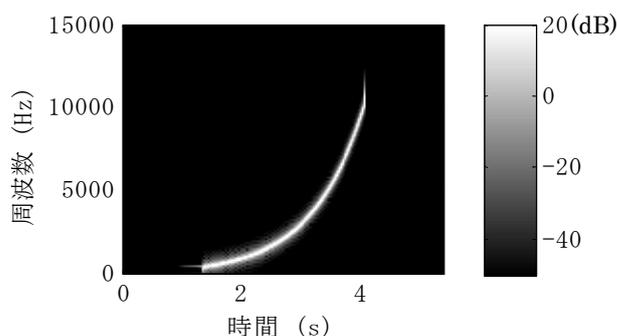


図 3 提案するフィルタで帯域制限を行った掃引正弦波