

縞走査法に基づく高分解能高速位相 CT

High-Resolution High-Speed X-ray Phase Tomography Based on Phase Stepping

百生敦^{1*}, 木林駿介², Margie P. Olbinado², 太田崇士², 矢代航²

¹ 東北大学多元研 〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1

² 東京大学新領域 〒277-8561 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

1 はじめに

透過格子を用いる X 線 Talbot 干渉計は、柔軟で様々な形態の X 線位相イメージングに使えるデバイスとして、近年注目が増している。そのひとつの使い方として、白色放射光で動作させる 4D 位相 CT がある [1]。位相 CT では、各投影方向で微分位相像を取得するステップがある。微分位相像取得には縞走査法とフーリエ変換法があるが、高速撮影に有利なフーリエ変換法をこれまで採用していた。ただし、この場合の空間分解能は縞走査法を適用したときより劣るという問題がある。一方の縞走査法では格子の並進による複数の画像取得が求められるため、そもそも高速撮影には適さないとしていた。

本研究ではこれを再考し、振動を誘起しないスキャンモードを提案し、高速位相 CT に縞走査法のコンセプトを適用した。スキャン時間 5 秒で位相 CT 像を撮影することができた。フーリエ変換法による高速位相 CT との比較を行い、空間分解能が顕著に改善できることを確認した。

2 実験

BL-14Cにおいて得られる白色放射光に対して、28.8keVのX線に最適となる配置でX線Talbot干渉計を構築した。これは、 $\pi/2$ 位相格子 (G1) と振幅格子 (G2) から成り、共に $5.3\mu\text{m}$ の周期を持つL&Sパターンを持つ。被写体の背後にG1を配置し、G2をその下流326mmに置き、さらにその背後に画像検出器を設置した。高速撮影を可能とするために、この画像検出器は、CMOSカメラ(pco.dimax, PCO AG)と $20\mu\text{m}$ 厚のP46蛍光スクリーンをレンズカップルしたものである。画素サイズ $11.2\mu\text{m}$ を持つ。フレームレートは 0.5kf/s とした。

単色X線を用いる位相CTなど、静的な試料を対象に測定する場合には、試料を所定角度回転して停止させ、その位置で格子をstep by stepで並進させて複数枚の画像を取得していた。これをそのまま高速化すると振動誘起の恐れもあるので、次のスキャン方式を考案した。

試料は一定スピードで連続回転しておく。格子も一定スピードで連続並進しておく。格子並進は、試料5回転で一周期異移動するようにスピード調整した。この状況で動画記録した各フレームより、図1に示すように画像を抽出すれば、縞走査法の演算が各投影方向について行える。

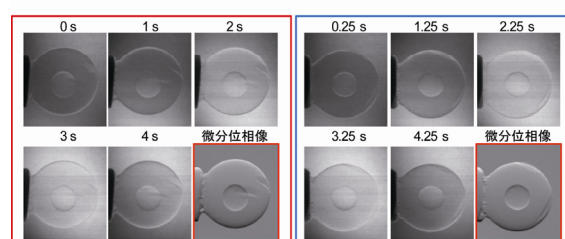
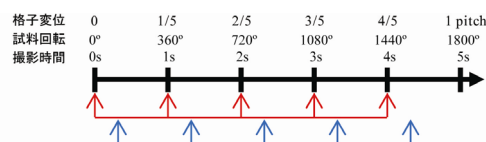


図1：本スキャン方式による画像抽出スキーム。

3 結果および考察

フーリエ変換法と本手法による位相 CT 画像を同じ露光時間になるようにして比較した結果を図2に示す。空間分解能の明瞭な改善がみられ、図2(a)に見られるアーチファクトも軽減することが分かった。

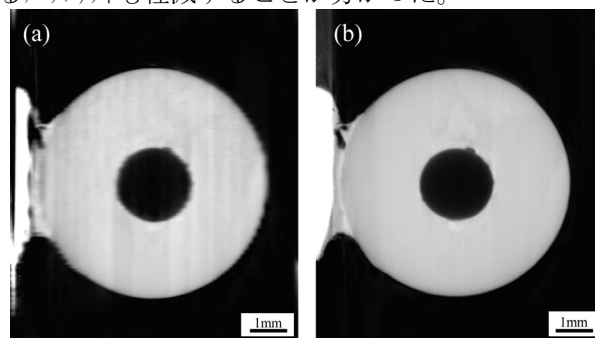


図2：フーリエ変換法(a)と本手法(b)による再構成結果の比較。試料はプラスチック球（内部に空洞あり）。

4 まとめ

本研究より、空間分解能重視の場合の位相 CT 法が確立した。目的に応じてフーリエ変換法と本手法による位相 CT を使い分けることができる。

謝辞

本研究は、JST 先端計測のサポートにより推進した。

参考文献

[1] A. Momose *et al.*, Opt. Express **19** (2011) 8423.

* momose@tagen.tohoku.ac.jp