

X線 Talbot 干渉計と白色放射光によるダイラタント流体観察 Observation of Dilatant Fluid by X-ray Talbot Interferometry with White Synchrotron Radiation

百生敦^{1*}, 山崎岳², 矢代航², 桑原宏萌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 線位相イメージに使えるデバイスとして、近年注目が増している。ひとつの使い方として、白色放射光で動作させ、高速位相撮影がある[1]。もうひとつの興味深い特徴として、吸収画像、微分位相画像に加えて、散乱画像と呼べる新たな画像が得られるという事実がある。これは、試料による極小角散乱によって X 線の空間的干渉性が損なわれ、エドワード画像の鮮明度が低下することを捉えるものである。すなわち、試料内においてある範囲の散乱角に対応する極小角散乱が強いかわりでコントラストが付けられる。

以上の特徴を生かして、本研究ではダイラタント流体（コーンスタチの水の混合体）を散乱動画像で観察した。ダイラタント流体は急激な応力が加えられると固体のように振舞いを変える。その際、試料中の粒子の分散具合の変化に依存し、散乱画像ひ変化が現れることが期待される。そこで、試料セルに入れたダイラタント流体に棒を落下させ、そのときの散乱画像の変化を 1ms の時間分解能で観察した。

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、その下流326mmの位置にG2を置き、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1.7kf/sとした。

散乱画像を得るためには、位相計測で使っている縞走査法やフーリエ変換法で得られるデータが使える。演算公式が異なるだけである。多くの場合、縞走査法が使われるが、格子を並進させて複数（例えば5枚）のエドワード画像を撮影する必要があるため、高速撮影を目的とする本実験には望ましくない。そこで、フーリエ変換法を採用した。これは、格子を傾けることにより生じる回転エドワードをキャリアフリンジとして使い、フーリエ

フィルタリングにより微分位相像を得る方法である。一枚のエドワード画像から一枚の微分位相像が得られるため、高速撮影に向いている。ただし、空間分解能はキャリアフリンジの間隔によって決まるため、縞走査法に比べて空間分解能が劣るが、本実験では問題とはならない。

試料（コーンスタチの水の混合体）は底面10mm角の角柱セルに入れ、上部よりアクリル棒を落下させた。

3 結果および考察

アクリル棒は、試料に入ると、そこに到達する前に上方に跳ね返った。すなわち、棒からの力により、棒の下部でダイラタント現象が起こったと考えられる。図1は棒が跳ね返る直前(a)および直後(b)の画像である。後者において、棒の下部でコントラストが発生している。

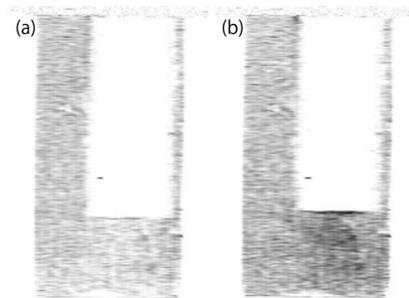


図1：散乱動画像によるダイラタント流体の観察。落下する重りにより流体が固くなった直後、コントラストの変化が検出された。

4 まとめ

動的観察を可能とすることで、ms オーダーのダイラタント現象によるコントラストを検出することに成功した。今後定量的実験を重ね、本結果の物理的理解と、さらには、ダイラタントの物理的理解に貢献したい。

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 **17** (2009) 12540.

* momose@tagen.tohoku.ac.jp