

ラジオグラフィ測定用機器の開発と性能評価

Development of the devices for neutron radiography

利用者 広田克也¹⁾²⁾、山形豊²⁾、横田秀夫²⁾、世良俊博²⁾、朱 正明²⁾、森田晋也²⁾、目時直人³⁾
 Katsuya HIROTA, Yutaka YAMAGATA, Hideo YOKOTA, Toshihiro SERA, Jungmyoung JU, Shin-ya MORITA, Naoto METOKI

所属 1) (株)日本中性子光学、 2) 理化学研究所、 3) 日本原子力研究所

キーワード 熱中性子、ラジオグラフィ、工業製品、画像検出器

1. 目的

理化学研究所が中心になって開発を行っているVCADシステムは「ものづくり」を支援するプログラム群である。このVCADシステムはこれまでX線CT装置等を用いた透過像測定で得られたデータをもとにした強度計算シミュレーションや各種モデリングなどに利用されており、産業界における工業製品開発分野での有効性が示されてきた。また同時に、比較的厚みのある金属や軽元素と金属の複合体など、X線だけでは対応できない対象物への適用拡大が求められており、VCADシステムを中性子ラジオグラフィ測定に適用する事によって、より幅広い産業分野に利用される事が期待される。

さらに中性子ラジオグラフィを産業界でより広く利用するためには、低コストで簡易に測定するシステムが必要であり、そのためには小型中性子源に期待している。小型中性子源で得られるビーム強度はサンプル試料位置で $10^4 \sim 10^5$ n/cm²/sec程度と見積もられ、JRR-3のラジオグラフィ専用ポートであるT NRFに比べて3~4桁も低い。このような低中性子強度でも有効な測定手法、検出器群、解析手法の開発評価を行うのが本研究の目的である。

2. 方法

1. 工業製品測定を想定したいくつか代表的なサンプル試料を準備し測定を行った
2. 測定するカメラの仕様を変えてその影響を見た

冷却CCDを用いた測定



CCD-VersArray 1300B
 1340x1300 pixel, 26.8x26mm
 レンズ: 50mm F1.4
 シンチレーター: ZnS⁶LiF 0.25mm



CCD-BU-53LN
 4008x2672 pixel, 36x24mm
 レンズ: 85mm F1.4
 シンチレーター: ZnS⁶LiF 0.1mm

HEED-HARPカメラを用いた測定



HEED (High-efficiency Electron Emission Device)
 パイオニアが1997年に発明
 冷陰極型の電子源で、低い駆動電圧で安定的に電子を放出できる

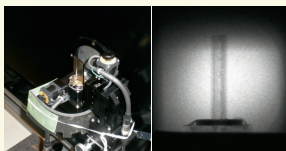
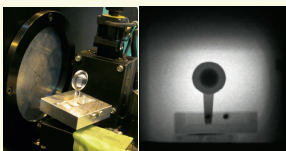
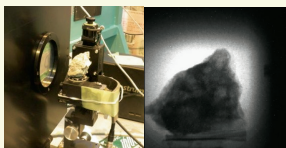
HARP (High-gain Avalanche Rushing amorphous Photoconductor)
 NHKが中心となって開発、入射光を電荷に変換し、電荷を膜の内部で増倍することで、高い感度が得られる光電変換膜
 従来のHARP撮像管を使用したカメラは、NHK等ですでに実用化されているが、カメラが大型になってしまい消費電力も高い

HEEDは従来のHARP撮像管カメラを
 小型化・省エネ化する技術

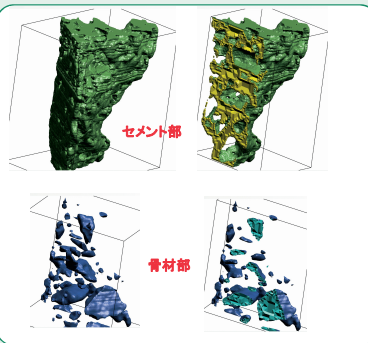
協力: パイオニア(株) 針谷真人様

3. 実験結果

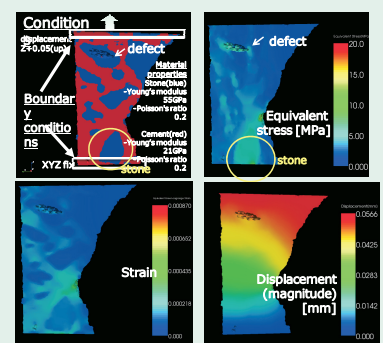
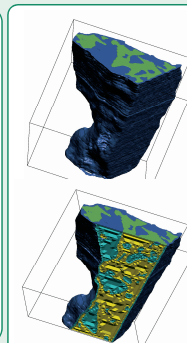
下図に測定した対象物とその透過像を示す。



VCADシステムを用いた画像処理 試料: コンクリート片



VCADによるDual Gridメッシュ生成
 一密度境界領域を抜き出す



有限要素法を用いた強度計算

4. まとめ

低中性子線量での中性子ラジオグラフィを行い、実用性の評価を行った。近年のカメラ技術の進歩により、静止画であれば 10^5 n/cm²/秒程度の中性子強度においても数秒~数十秒の測定時間で画像取得が可能であり、CT再構築のための測定も1~2時間程度で可能である事が確認された。得られたCT再構成結果を利用して応力計算等のシミュレーションも可能になってきている。また、耐放射線カメラも開発されてきており、より効率的な測定が可能になるものと期待される。