

X線の屈折と透過を利用した凹面レンズによる 集光と高解像度イメージング

○河原 大吾^{*1)}、高田 茂^{*1)}

1. はじめに

非破壊検査の高エネルギーかつ高識別化の要求が高まっている。X線は極わずかではあるが屈折するため、理論上凹面レンズで集光することができる。凹面レンズを多段に配列することでX線を集光する手法が、シンクロトロンを用いた低エネルギーでコヒーレントなX線について報告されている¹⁾。この多段凹面レンズを高エネルギーかつ一般的なX線管球からの放射光に適用する場合、焦点距離短縮および散乱線の影響低減が課題となる。

本研究では、高エネルギー放射光 X線を集光可能な多段凹面レンズの開発を目指したレンズ試作、検討を行った。

2. 実験方法

多段凹面レンズを、連続孔を有する丸棒として試作した。レンズ材にはポリスチレンおよびアルミニウムを用いた。長さ約 500mm、直径 50mm の丸棒に、レンズ凹面として直径 5mm の孔を 1mm 間隔で 82 個直列させて多段凹面レンズとした。

試作した多段凹面レンズを図 1 のように配置して撮影を行った。X線照射条件は 400kV、10mA で、30 秒間照射を行った。レンズを通過した X線を、レンズ末端から 3 点の位置でイメージングプレート (IP) を用いて記録した。感光部領域の形状から X線の集光度を評価した。

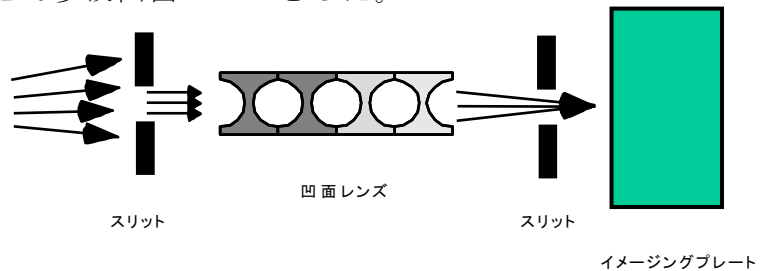


図 1 多段凹面レンズの配置

3. 結果・考察

X線の集光度を IP の感光領域形状のアスペクト比として評価した (図 2)。

試作した多段凹面レンズは横方向にのみ集光させるものであるため、感光部のアスペクト比が高いほど集光が高いことを示している。レンズを適用しない場合にはレンズ末端からの距離に伴いアスペクト比が減少した。一方、レンズを適用した場合には、レンズ材に関わらずレンズ末端からの距離に伴いアスペクト比が増加した。

また、ポリスチレンのみのレンズは、アルミニウムとの 1 : 1 の割合での組み合わせよりも高い集光度を示した。

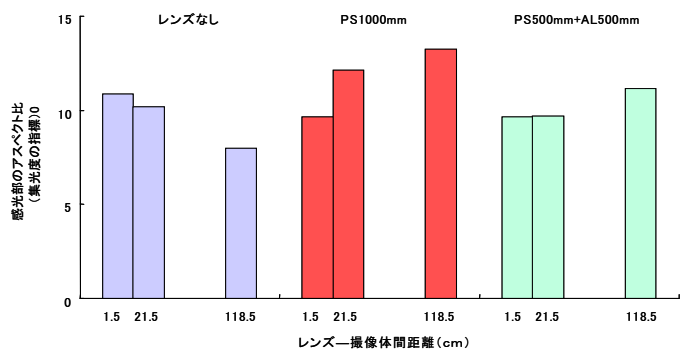


図 2 多段凹面レンズによる集光度評価

4. まとめ

高エネルギー X線に対して、多段凹面レンズによる集光が確認された。残された課題として、①集光に適さない X線のさらなる低減 (レンズ曲率、部材の割合)、②焦点距離の短縮のためレンズ設計 (レンズ曲率、レンズ間隔、レンズ数、部材の割合) がある。それらの設計に基づいて、レンズの 3次元化・非球面化を行い、実用化に向けた集光度の向上を行いたい。

1) I.Snigireva, Appl.Phy.Let., vol.74, p.3924, 1999

*1) 技術経営支援室