

中性子を用いた非破壊分析法のための高速応答中性子検出システムの開発

Development of fast response detection system for non-destructive analysis using neutron

*前田 亮¹, 藤 暢輔¹

¹原子力機構

中性子を用いた非破壊分析では、検出器の応答を高速化することで検出限界の向上など様々な恩恵が得られるため、シンチレータとゲート型デバイダ回路を用いた光電子増倍管で構成される高速応答中性子検出器の開発に取り組んでいる。本発表では、開発した試作検出器の概要と基礎性能試験の結果について報告する。

キーワード: 中性子, 非破壊分析, 液体シンチレータ, ゲート型デバイダ回路

1. 緒言

中性子を利用した非破壊分析では、高速応答が可能で中性子とガンマ線の弁別ができる液体シンチレータが注目されている。特に、非破壊分析において検出器の高速化を達成すれば、検出限界の向上や測定時間の短縮などが期待できる。しかし、パルス中性子を利用する非破壊分析手法では、パルス発生直後の高線量下において液体シンチレータが窒息現象を起こしてしまうという課題があった。一例として高速中性子直接問い合わせ(FNDI)法の適用結果を示す。FNDI 法ではパルス中性子(問い合わせ中性子)を試料に照射し、発生する核分裂中性子を測定する事で試料中の核物質量を計測する(図 1)。核分裂中性子成分の減衰の傾きは試料材質に依存し、試料中に中性子吸収材が含まれると減衰が速く、核分裂中性子成分が問い合わせ中性子成分に埋もれてしまい、核物質が計測できなくなる。問い合わせ中性子成分は中性子検出システムの応答速度に依存するため、これを高速化することでシステムの検出限界を向上させることが可能である。図 2 は液体シンチレータを利用した FNDI 法の測定結果であり、パルス中性子発生後、中性子計数は 10 μ s で最大となり、検出器の窒息のため 20 μ s 付近で大きく減少している。このようにパルス中性子を利用する手法では検出器の窒息現象によって検出性能が制限されてしまうなどの問題がある。

2. 高速応答中性子検出器の試作

シンチレータ検出器の窒息現象は、光電子増倍管(PMT)にゲート型デバイダ回路を適用することで抑制できる。PMT は、印加された高電圧により増幅し電気信号として出力するが、ゲート型デバイダ回路は、この高電圧を高速制御することでオン/オフを瞬時に切り替える仕組みを備えており、それにより窒息現象の発生を抑制する。しかしながら、ゲート型デバイダ回路は現在市販されていないため、試作回路を設計・製作して、基礎性能試験を実施した。本発表では、このゲート型デバイダ回路付き PMT の概要、及び試験結果などについて報告する。

*Makoto Maeda¹, Yosuke Toh¹

¹JAEA

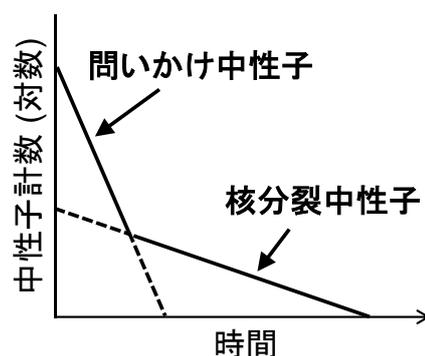


図 1 FNDI 法における中性子検出事象の時間分布

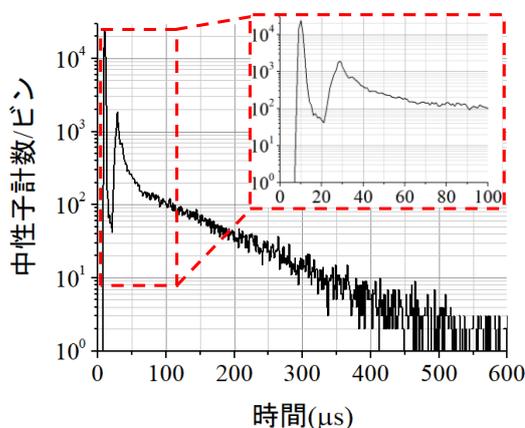


図 2 液体シンチレータを用いた FNDI 法による測定結果