

# 中性子遮蔽向けコンクリートの放射化実験

Activation experiment for neutron shielding materials

利用者 奥野功一<sup>1)</sup>、松江秀明<sup>2)</sup>  
Koichi OKUNO, Hideaki MATSUE,

所属 1)ハザマ技術研究所、 2)日本原子力研究開発機構

キーワード 中性子、コンクリート、遮蔽、放射化、ベントナイト

## 1. 目的

中性子は遮蔽が難しく、高性能な中性子遮蔽材料は原子力・放射線施設における施設建設や、装置に係る遮蔽の済性、遮蔽のコンパクト化に大きな役割を果たす。しかし中性子遮蔽の場合、放射化の問題が生じる。物質に中性子が当たると多少なりとも放射化を起こすが、問題はその度合いである。遮蔽材料の適用場所や照射時間によっては過度な放射化量が生じる恐れがあり、廃棄物処理の影響、人体への被曝等が懸念される。そこで放射化分析を用いて線量測定、放射化量測定、元素分析を行っており、今回は、短半減期生成核種について発表する。

## 2. 方法

実験は、研究用原子炉JRR3の放射化分析装置Pn3を用いて実施した。用いた試料は、普通コンクリート(骨材:砂岩)、普通コンクリート(骨材:石灰岩)、ベントナイトおよび、高性能中性子遮蔽材料としてホウ素入りコンクリートである。

粉碎したこれらの試料を100mg程度準備し、試料の重量測定後、ポリエチレンシートに2重封入し、さらに気送用ポリエチレンキャプセルに封入した。照射時間は、生成放射エネルギーやマシンタイムの制限から各試料とも30秒(総熱中性子照射数:  $4.5 \times 10^{14} \text{ n/cm}^2$ )とした。

測定はGe検出器を用い、照射直後および51日後にスペクトル測定、及びKayzero法による核種同定を行った。また、照射直後において、GMサーベイメータを用いた試料の線量測定も実施した。

## 3. 実験結果

表1に、GMサーベイメータで測定した照射直後の線量を示す。また、図1、図2に現在までに測定した普通コンクリート(石灰岩)及びホウ素入りコンクリートのγ線スペクトルを示す。さらに、図1のスペクトルを元に同定した核種を表2に示す。

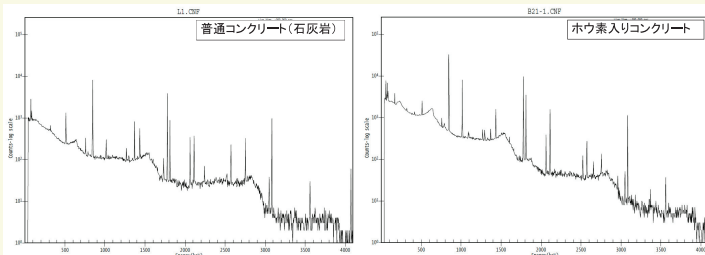


図1 照射直後のγ線スペクトル

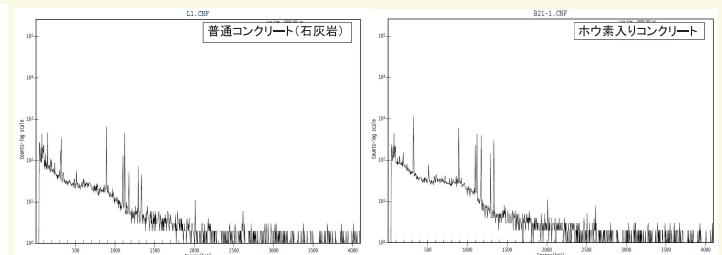


図2 照射51日後のγ線スペクトル

表1 GMサーベイメータで測定した照射直後の線量

| 試料名           | 照射直後線量(mSv) |
|---------------|-------------|
| 普通コンクリート(砂岩)  | 17          |
| 普通コンクリート(石灰岩) | 6           |
| ベントナイト        | 31          |
| ホウ素入りコンクリート   | 3           |

表2 照射直後の核種同定結果

| 元素 | 普通コンクリート(砂岩) |         | 普通コンクリート(石灰岩) |         | ベントナイト   |         | ホウ素入りコンクリート |         |
|----|--------------|---------|---------------|---------|----------|---------|-------------|---------|
|    | 濃度[ppb]      | 標準偏差[%] | 濃度[ppb]       | 標準偏差[%] | 濃度[ppb]  | 標準偏差[%] | 濃度[ppb]     | 標準偏差[%] |
| Na | 1.29E+07     | 0.69    | 5.23E+06      | 2.22    | 1.95E+07 | 0.90    | 5.63E+05    | 6.82    |
| Mg | 9.17E+06     | 2.61    | 1.30E+07      | 3.00    | 1.22E+07 | 4.02    | 1.36E+08    | 0.34    |
| Al | 4.24E+07     | 0.50    | 2.35E+07      | 0.76    | 7.63E+07 | 0.94    | 7.34E+06    | 0.49    |
| K  | 1.55E+07     | 13.13   | N.D.          |         | N.D.     |         | N.D.        |         |
| Ca | 9.76E+07     | 1.44    | 2.76E+08      | 1.35    | 1.34E+07 | 7.53    | 8.29E+07    | 1.22    |
| Ti | 1.41E+06     | 7.00    | 1.05E+06      | 16.21   | N.D.     |         | 4.76E+05    | 12.98   |
| V  | 3.48E+04     | 3.62    | 5.01E+04      | 3.30    | N.D.     |         | 2.77E+04    | 1.91    |
| Mn | 3.20E+05     | 0.44    | 4.94E+05      | 0.62    | 5.95E+05 | 0.53    | 6.38E+05    | 0.30    |
| In | N.D.         |         | N.D.          |         | N.D.     |         | 4.02E+02    | 17.23   |
| Ba | 3.57E+05     | 13.06   | N.D.          |         | 7.75E+05 | 14.71   | N.D.        |         |

## 4. まとめ

表1より、ベントナイトでは短半減期核種生成量が多いことが予測され、高レベル放射性廃棄物処分場における放射線安全設計に考慮する必要があると考えられる他、運用時の放射線安全管理においても十分な注意も必要であることが予想される。また、普通コンクリートにおいては骨材の体積が約7割を占めるため、骨材が変わると線量は大きく変わる。ホウ素入りコンクリートはホウ素成分として $\text{B}_2\text{O}_3$ が4%入っているコンクリートであり、照射直後の線量が低いことはホウ素の効果が大きいと考えられる。表2より、照射直後の線量に大きく寄与している核種はAl、Caであると考える。

今回得られた成果を用いて、放射線・原子力施設の放射線安全設計に役立てる予定である。また、今回の実験では長半減期核種については検討できなかったが、追加実験を実施していく予定である。

## 5. 引用(参照)文献等

なし