

高エネルギー X 線 CT による物質識別技術の開発

(1) 複数の X 線エネルギーを用いた CT 画像による物質識別性の評価

Development of Material Discrimination Technique by High Energy X-Ray CT

(1) Evaluation of Material Discrimination Ability with Multi-High Energy X-Ray CT Images

*名雲 靖¹, 上野 克宜¹, 田所 孝広¹, 吉原 有里¹, 米谷 豊², 岩佐 淳司²

¹日立, ²日立 GE

福島第一原子力発電所で取り出された燃料デブリと放射性廃棄物を区分する方法として, 高エネルギー X 線 CT での非破壊計測による物質識別技術を開発中である。今回, 最大 X 線エネルギーがそれぞれ 6MeV と 9MeV の異なる X 線エネルギーにより照射した CT 撮像画像から, 物質識別性を評価した結果を報告する。

キーワード: 燃料デブリ, 核燃料物質, 放射性廃棄物, 物質識別, 高エネルギー X 線 CT

1. 緒言

燃料デブリの保管等について, 核燃料物質の含有量に基づき燃料デブリと放射性廃棄物に区分することが検討されている^[1]。高エネルギー X 線 CT は, 核燃料のような高密度物体の密度を非破壊で測定可能であるが, かさ密度の影響がある場合には, 物質を識別することが難しくなる。そこで今回, 2 種類の異なるエネルギー分布を有する高エネルギー X 線を用いたデュアルエネルギー CT 画像から, ウランを模擬した重金属(W, Pb)と, 非核燃料物質である鉄やコンクリート等の物質との識別可能性を評価した。

2. 評価方法

最大 X 線エネルギーが 6MeV および 9MeV の X 線照射が可能な加速器 X 線源を有する CT 装置により, 図 1 に示す元素の異なる 5 種類の金属棒およびコンクリートの試験体を, それぞれの X 線エネルギーで撮像した。CT 画像の値は物質および X 線エネルギーに依存する質量減弱係数と密度の積に比例するため, その比を取ることで密度の影響を排除し, 物質識別が可能と考えられることから, その比を算出した。

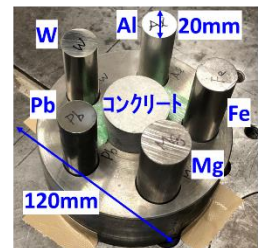


図 1 試験体

3. 評価結果

最大 X 線エネルギーが 6MeV, 9MeV の CT 画像を図 2 に, これらの画像から CT 値の比を算出した画像を図 3 に示す。この画像から算出した CT 値の比に基づき, 重金属と鉄, コンクリートを識別できることを確認した。さらにこの画像を基に, 各物質の原子番号に対する CT 値の比をプロットしたものを図 4 に示す。その結果, CT 値の比が 2~4% 程度の違いで, 重金属, 鉄, コンクリートを識別可能なことが分かった。

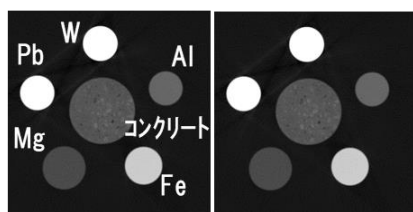


図 2 CT 画像

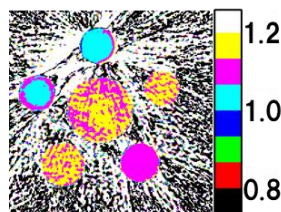


図 3 CT 値比の画像
(6MeV / 9MeV)

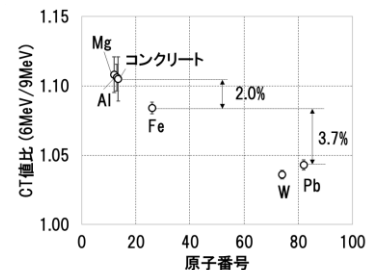


図 4 原子番号に対する CT 値比

参考文献

- [1] 奥村啓介, "福島第一原子力発電所デブリの計量管理技術の現状と今後 (2)燃料デブリ計量管理のための非破壊測定技術の課題と方策," 原子力学会 春の年会予稿(2020)

*Yasushi Nagumo¹, Katsunori Ueno¹, Takahiro Tadokoro¹, Yuri Yoshihara¹, Yutaka Kometani² and Junji Iwasa²

¹Hitachi, Ltd., ²Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.