

廃止措置のための PHITS コードを用いたコンクリート透過計算に関する研究

Study on concrete permeation calculation using PHITS code for decommissioning

*中村 陸¹, 田中 健一^{1,2}, 千葉 敏¹

¹東京工業大学, ²エネルギー総合工学研究所

原子炉施設の廃止措置準備作業における放射化放射能評価は、準備作業の最上流で実施され、その評価結果は後の作業工程で参照される。廃止措置対象の原子炉施設における放射化コンクリートは、放射能のレベルは比較的低いが物量が多く、工法、工程及び費用などに与える影響が大きいことから、その評価の信頼性は極めて重要である。コンクリートの放射化放射能評価の信頼性向上に資するため、異なる組成のコンクリートに対して、コンクリート内の中性子透過及び放射化挙動を 3 次元粒子輸送モンテカルロコード PHITS と放射化計算コード DCHAIN-SP を用いて評価した。

キーワード：遮蔽コンクリート、元素組成、PHITS、分散低減法、透過計算、DCHAIN

1. 緒言

原子炉施設において最も多くの物量を占めるコンクリートの組成は、施設毎に用いられる骨材が異なっている。一方、コンクリート内の中性子束分布や放射化放射能量は用いられるコンクリートの材料に大きく依存する。本研究では、異なる組成のコンクリートに対して、コンクリート内の中性子透過及び放射化挙動を 3 次元粒子輸送モンテカルロコード PHITS と放射化計算コード DCHAIN-SP を用いて評価した。

2. 目的

国内における岩石の存在割合から推定されたコンクリートの組成を参照し、それぞれの組成に対して中性子束分布をモンテカルロ計算コード PHITS^[1]を用いて評価した。また、この中性子分布を用いて標準的なコンクリートの組成に対して放射化放射能濃度を誘導放射能計算コード DCHAIN-SP^[2]を用いて計算を行い、中性子束分布及び放射化放射能分布の組成依存性を把握する。

3. 手法

3-1 PHITS の妥当性評価

本研究では、PHITS を用いて中空のコンクリートの球体系^[3]を作成し、球中心にある U-235 核分裂中性子源を用いて中性子輸送計算を行った。そのとき分散低減法として Weight Window Generator を用いそのうち 1 ケースに対して ANISIN と MCNP の結果^[3]と比較を行い計算の妥当性を確認した。

3-2 コンクリート組成変化

複数のコンクリート組成^[4](砂岩、砂利、安山岩、粗面岩、石灰岩、輝緑岩、花崗岩、粘板岩及び標準コンクリート組成 F02HT)、においてそれぞれのケースごと輸送計算を行いコンクリート組成が中性子フラックスに及ぼす影響を調べる。また標準コンクリート組成に関しては水分量も変化させて評価を行った。

3-3 コバルト放射化放射能評価

コンクリート不純物として Co-59 を含有させ、DCHAIN を用いて放射化計算を行い、放射化した Co-60 放射能を計算し同様にコンクリート組成が放射化放射能に及ぼす影響を調べた。

表：水組成変化による出力と重量で規格化した Co-60 放射能

distance[cm]	dry	0.04g/cm3	0.1 g/cm3
0	3.24E-04	3.27E-04	3.30E-04
50	4.92E-05	3.29E-05	1.79E-05
100	1.60E-06	6.57E-07	1.92E-07

参考文献

[1] T. Sato et al. Particle and Heavy Ion Transport Code System PHITS,

Version 2.77, 913-923 (2013)

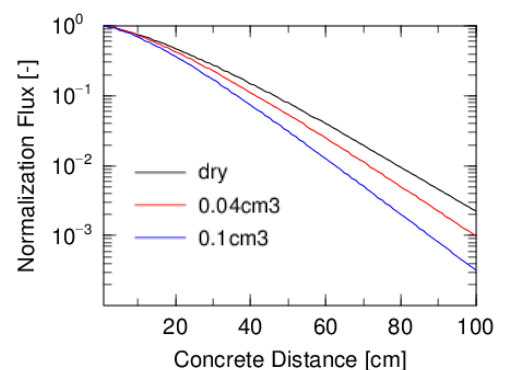
[2] Kai, Tetsuya et al. DCHAIN-SP 2014: High energy particle induced radioactivity calculation code (2014)

[3] T.ogata et al. Discussion on the Standardization of Shielding Materials Sensitivity Analysis of Material Composition ICRS-13,T2_S1_4 (2016)

[4] M.Taniguthi et al 遮蔽材料標準の策定について (2016年3月26日 日本原子力学会 春の年会)

*Riku Nakamura¹, Ken-ichi Tanaka^{1,2} and Satoshi Chiba¹

¹Tokyo Tech., ²The Institute of Applied Energy.



図：組成による規格化フラックス評価