

簡易遮蔽解析コードレビューWG2017 年活動報告(2)
ー既存係数データから見る薄い遮蔽体における挙動理解と解析ー

2017 Activity report on simple calculation code review WG for radiation shielding(2)- Survey of thin layer in
existing build-up factor data and transport analysis -

*延原 文祥¹, 岩井 梢平¹, 松居 祐介², 坂本 幸夫³

¹東京ニュークリア・サービス, ²テプコシステムズ, ³アトックス

簡易遮蔽解析コードレビューWG 2017 年の活動として薄い遮蔽体についての調査を継続した。薄い遮蔽体における γ 線線量挙動の理解を助けるため、ビルドアップ係数の既存データの調査と線源付近でのデータの解析を実施した。

キーワード：QAD, 遮蔽解析, 簡易遮蔽解析コード, γ 線ビルドアップ係数, 薄い遮蔽体, 線源付近 BF 値挙動

1. 緒言

簡易遮蔽解析コードレビューWG における「薄い遮蔽体」の調査において、薄い遮蔽体での γ 線ビルドアップ係数(以下「BF 値」という)の挙動を調べるとともに、播磨の式(GP 近似式)も含めた 1mfp 以下のフィッティングの精度向上を図る。このため、①線源付近での BF 値の挙動解析(遮蔽を透過しない場合の線源付近の BF 値を 1 としてよいかを確認)、②均一層での線源付近(1mfp 以下)での BF 値の挙動に対する近似式の系統調査を行った。

2. 既存文献から見た薄い遮蔽体 BF 値の挙動把握

BF 値の物質・エネルギー依存性に関する傾向を視覚的に把握するため QAD-IE¹⁾コード内蔵の数表形式ライブラリ QADIE.dat から処理した各元素の 1mfp 透過後の BF 値の γ 線エネルギー依存性を図 1 に示す。低原子番号の元素と高原子番号の元素では、1mfp の BF 値のエネルギー依存性が異なることが分かる。

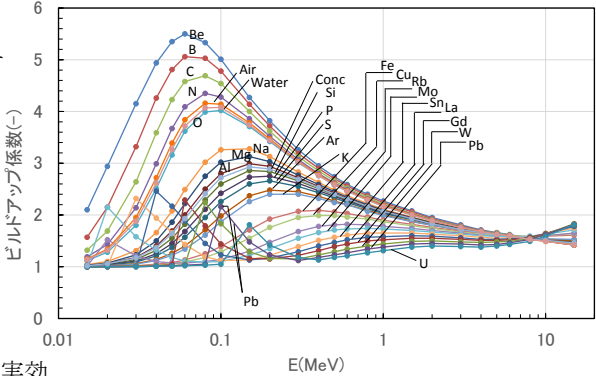


図 1 物質毎 1mfp のビルドアップ係数

3. 線源付近での BF 値解析

点等方線源付近での BF 値解析では、原点で単色エネルギーの γ 線を発生させ、0.01mfp から 1.0mfp までの球殻セルにおける実効線量率 $E(AP)$ を計算した。確認計算ケースは、過去報告²⁾で BF 値の差異が大きく見られた①水 0.1MeV、②K-X 線の挙動による影響を見るための鉛 0.1MeV、0.089MeV(K 殻吸収端直上)、0.088MeV(K 殻吸収端直下)である。使用計算コードは、MCNP5-1.40³⁾、PHITS⁴⁾、QAD-IE 及び QAD-CGGP2R⁵⁾であり、BF 値文献データ(ANSI/ANS⁶⁾、INSS Monograph⁷⁾、AESJ SC-A005⁸⁾、EGS4⁹⁾)と比較した結果を表 1 に示す。過去に懸案とされていた物質を透過しない線源付近(0mfp)の BF 値は 1.0 と見て良いことが分かった。また、水 0.1MeV の結果から、QAD-CGGP2R 及び QAD-IE で実装された 0.5mfp 以下の内挿法についても問題無いことが分かった。鉛 0.089MeV の QAD コード結果の差異は、K 殻吸収端のエネルギーを正確に反映していないプログラム仕様、ライブラリ上の問題であり、今後の γ 線簡易遮蔽解析コードの開発への教訓である。

表 1 線源付近での BF 値挙動解析 (ANS-6.4.3 及び鉛 0.089MeV EGS4 の結果は照射線量 BF 値である)

	遮蔽体 光子エネルギー	水 E=0.1MeV						鉛 E=0.089MeV					
		0.01	0.05	0.10	0.20	0.50	1.00	0.01	0.05	0.10	0.20	0.50	1.00
既存文献	mfp												
	ANS-6.4.3 B_{exp}												
	INSS Monograph												
	AESJ-SC-A005:2013												
今回解析	EGS4(ユーザーコード)	(ucspcdmbn) B_{AF}						(ucspbf及びucspdb) B_{exp}					
	QAD-CGGP2R	1.01	1.09	1.20	1.45	2.42	4.66	1.00	1.01	1.03	1.05	1.12	1.23
	QAD-IE (NBLD=+15)	1.03	1.13	1.25	1.51	2.26	4.14	1.00	1.01	1.03	1.05	1.13	1.27
	MCNP5-1.40	1.02	1.10	1.21	1.45	2.29	4.15	1.00	1.07	1.14	1.28	1.66	2.34
	PHITS2.88	1.02	1.10	1.21	1.45	2.28	4.12	1.02	1.08	1.15	1.28	1.65	2.30

参考文献 1) 吉田至孝他,2006 秋の年会 E57, 2)延原文祥他, 2017 年秋の大学会 1K11, 3)X-5 Monte Carlo Team, LA-UR-03-1987, 4)T. Sato, et al, JNST. 50, p913(2013), 5)Y. Sakamoto, JAERI-M 90-110, 6)ANSI/ANS-6.4.3-1991, 7)吉田至孝他,INSS Monographs No.2, 8)AESJ-SC-A005:2013, 9)H. Hirayama, JNST, 32, p1201(1995)

*Fumiyoshi Nobuhara¹, Shohei Iwai¹, Yusuke Matsui², Yukio Sakamoto^{3/1}Tokyo Nuclear Services Co. LTD., ²TEPCO SYSTEMS CORPORATION, ³ATOX CO., LTD.