

# 簡易遮蔽解析コードレビューWG 年 2017 年活動報告(1)薄い遮蔽体と後方散乱に関する予備調査ーベンチマーク問題設定ー

2017 Activity Report on Simple Calculation Code Review WG for Radiation Shielding (1) A preliminary study about a thin layer and a back scattering effect - benchmark problem setting and trial calculation

\*延原文祥<sup>1</sup>, 岩井 梢平<sup>1</sup>, 古澤 哲<sup>1</sup>, 松居 祐介<sup>2</sup>久保田 修<sup>2</sup>, 高野 大将<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京ニュークリア・サービス, <sup>2</sup>テプコシステムズ

簡易遮蔽解析コード(QAD)では散乱線を考慮するビルドアップ係数に1つしか物質が設定できないため、タンク厚が薄い場合、タンク表面やタンク周辺の線量を計算する際のビルドアップ係数(以下 BF 呼ぶ)の設定がコード使用者の課題の1つである。どの程度の薄さまで前の層の物質を選択すべきかをモンテカルロ計算コード等を用いて求めることとして、ベンチマーク問題を設定し、計算を実施した。

**キーワード**: QAD, 遮蔽解析, 簡易遮蔽解析コード, ビルドアップ係数, 薄い遮蔽体

## 1. 緒言

簡易遮蔽解析コードレビューWG(以下レビューWG)で整理した簡易遮蔽解析コードを使用する上での種々の課題<sup>1)</sup>の内「薄い遮蔽体」の課題解決に導くためのベンチマーク問題を設定し、計算を実施する。

薄い遮蔽体とは、QAD コード<sup>2),3)</sup>の BF 設定でエンジニアリングジャッジが必要な事項である。最外層で 1mfp 透過すると BF 物質を最外層として良いとされている。0.5mfp 未満での最外層設定は適さないとされている。密度の薄い水線源の後方に密度の高い鉄遮蔽体を置くと、両者の BF 値の差異が大きく、実務レベルで見た際にどちらが正しいのか設計者として悩みが生じる。本検討では多重層の場合に1層前の BF 物質を使う方が良い場合の厚みを「薄い遮蔽体」と呼ぶ。検討では 10% 差異を基準ガイドラインとする。前後の BF が変わらない、後ろの層に設定することで安全側に設定できるなら問題無しとする。

## 2. ベンチマーク問題設定

JIS 等公開文献等から設定可能条件を元に実務レベルで遭遇する条件に近い形状、組成等でベンチマーク問題を設定する。

### 2-1. 計算モデル検討

コンクリート室内に RI 線源水の入ったタンクがあるケース、タンク厚が薄い(<1mfp)場合のビルドアップ係数を算出する。線源エネルギー(0.1MeV~10MeV)、線源形状(50L タンク、200L タンク、1m<sup>3</sup> タンク)、タンク鉄厚さ(0.1cm~1cm)をサーベイする。計算点はタンク中心高さ、タンク表面とする。計算を簡便にする観点から円筒形状とし、計算体系を図 1 に示す。

### 2-2. 試計算

QAD-IE<sup>3)</sup>コードによる試計算(0.1MeV~10MeV)により、鉄遮蔽厚 1mfp 以下の範囲で、BF 物質選択が水と鉄を比較すると 3 倍の差異がある。鉄透過前の線源領域透過分の差異である。差異は 2MeV 以下の領域に見られた。試計算の結果、モンテカルロ計算を 0.1MeV、0.5MeV、1MeV、3MeV のエネルギーについて実施することにした。

## 3. 詳細計算

2 で決定したケースで計算を実施した。計算は PHITS コード<sup>3)</sup>、MCNP5 コード<sup>4)</sup>、DORT コード<sup>5)</sup>を適宜用いて実施した。50L タンク線源エネルギー 0.1MeV のビルドアップ係数結果を表 1 に 0.5MeV のビルドアップ係数結果を表 2 に示す。本計算体系では 0.5MeV 以上であれば 0.5mfp 未満であっても 0.1cmt 以上は“IRON”で良い。0.1MeV(<0.5MeV)は 1mfp を透過しても過小評価で要検討である。

**参考文献** 1) 平尾好弘他, 2017 年春の学会 3D8.2)吉田至孝他,2006 秋の年会 E57 3)T. Sato, et al, J. Nucl. Sci. Technol. 50:9, p913(2013) 4) X-5 Monte Carlo Team, LA-UR-03-1987 5) ORNL RSICC CCC-650

\*Fumiyoshi Nobuhara<sup>1</sup>, Shohei Iwai<sup>1</sup>, Satoshi Furusawa<sup>1</sup>, Yuusuke Matsui<sup>2</sup>, Osamu Kubota<sup>2</sup>, Daisuke Takano<sup>2</sup>/<sup>1</sup>Tokyo Nuclear Services Co. LTD., <sup>2</sup>TEPCO SYSTEMS CORPORATION

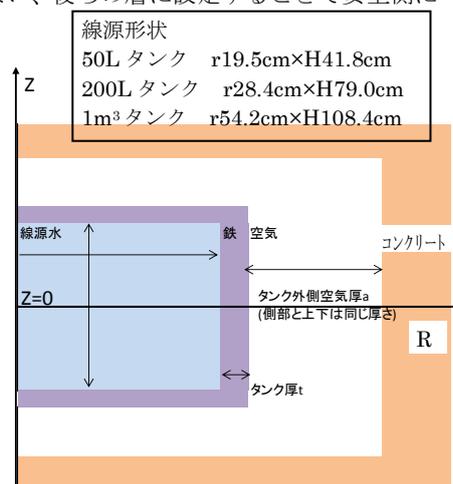


図 1 ベンチマーク問題計算体系

表 1 0.1MeV ビルドアップ係数計算結果  
QAD(BF)/PHITS mfp=0.3743cm

BF/厚 (cm)	0	0.1	0.2	0.5	1
WATE	1.60	3.12	4.35	8.19	16.3
IRON	0.43	0.58	0.64	0.74	0.83
CONC	0.85	1.42	1.77	2.62	3.93

表 2 0.5MeV ビルドアップ係数計算結果  
QAD(BF)/PHITS mfp=1.548cm

BF/厚 (cm)	0	0.1	0.2	0.5	1
WATE	1.27	1.37	1.44	1.59	1.79
IRON	0.98	1.03	1.05	1.09	1.13
CONC	1.15	1.22	1.27	1.37	1.49