アルベド法による合理的な迷路の線量評価手法の策定
(2)簡易計算コード(DUCT-III)による解析

Study on reasonable dose estimation by Albedo method for radiation streaming through an entranceway

(2) Shimple design code, DUCT-III analysis

*延原 文祥[1]，和田亜由美[2]，松田 規宏[3]，平尾 好弘[4]

[1]東京ニュークリア・サービス，[2]東芝エネルギーシステムズ，[3]原子力機構，[4]海技研

簡易計算手法の一つであるアルベド法を用いた迷路における線量評価を合理的に実施するため、アルベド散乱面の分割数の調整手法を検討した。調整法の検討に資するため、本件では簡易計算コード DUCT-Ⅲ ，G33，PHITS を用いたアルベド法の分割数調整手法検討結果を報告する。

キーワード：遮蔽解析,アルベド法,迷路,DUCT-III

1. 緒言

アルベド法で合理的かつ、現実的な線量にするには、入力パラメータである、散乱面を適切に分割した散乱距離、入射角と反射角のアルベド係数を設定することで達成できる。モンテカルロ計算コードによる予測精度は高いものの、実設計フェーズでモンテカルロ計算コードの計算時間はネックになることがある。迅速・簡便なストリーミングが実施可能な DUCT-III コード、G33 コードを利用して散乱分割検討が可能か調査する。評価モデルは前発表(1)概要およびアルベド法による解析で使用した、Terrell[1]の Z 字型ダクトで線源は Cs-137 とする(計算体系を図 1 に示す)。

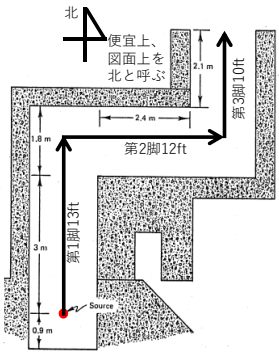

図 1　ベンチマーク体系

2. DUCT-III コードによる解析及び着眼点

DUCT-III コードによる解析を実施し、測定値[1]、PHITS コードの結果、真木の式[2]と比較し、DUCT コードが持つ尤度を確認した結果を図 2 に示す。線束－線量換算係数を保守側に設定した DUCT-III コードの結果は測定値及び PHITS 計算値に対して 40～60%の保守性を示した。ダクト減衰中の保守性は屈曲前後を通じて変わらず、散乱分割面検討に十分資する。DUCT-III 計算結果から気づく、アルベド法改善の着眼点は、第 1 脚ダクト北側壁(ダクト突当り)散乱面について線量分割を実施しない場合の第 1 屈曲部から実際の北壁まで距離を延長することで線量減衰を見込むことである。

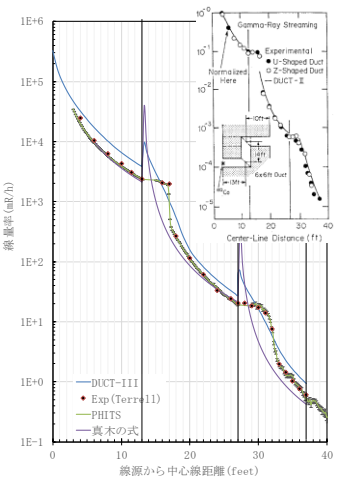

図 2　DUCT-III コード解析結果

3. PHITS コードによる調整手法と G33 コードを用いた調整手法検討

PHITS コードで得られた一回散乱成分による寄与の線量コンターマップ(図 3)について G33 コードを用いて同様なことが確認できて分割面検討に使用できるか調査する。PHITS コードの線量マップでの重要な気づき事項として、第 2 脚中心軸より北側と南側の領域(図 3 の散乱領域 1W-4,1W-5,1F-2,1F-3)の寄与が 2 倍程度の差異がある点である。G33-IE コードを用いた一回散乱成分による寄与の線量割合を表 1 に示す。G33 コードによる散乱影響においても、第 2 脚中心軸の北側と南側で 2 倍程度の差異が見られ、散乱面分割することで過大評価を現実ベースに近づけることが可能になる。

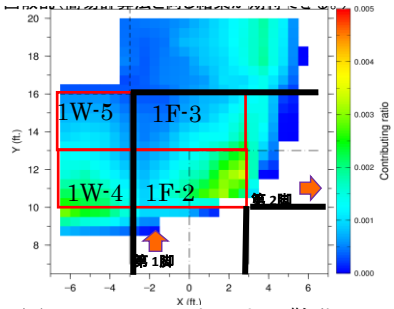

図 3 PHITS コードによる散乱領域の寄与割合(第 2 屈曲部)

表 1　G33 コードを用いた評価点第 2 屈曲部における散乱領域の体積当たり寄与比(1W-4 を 1 とした場合)

1脚西側壁		1脚床	
1W-4	1W-5	1F-2	1F-3
中心北	中心南	中心北	中心南
1.0E+00	4.9E-01	1.3E+00	6.4E-01

参考文献 1) C.W.Terrell, et al, Final Report 1158A02-7, 2)K Maki et.al JNST,37:sup1,pp.665-669(2000)

*Fumiyoshi Nobuhara[1], Ayumi Wada[2], Norihiro Matsuda3, Yoshihiro Hirao[4]／[1]Tokyo Nuclear Services Co. LTD., [2] Toshiba Energy Systems & Solutions Co. LTD, [3]Japan Atomic Energy Agency, [4] National Maritime Research Institute