

AMCoR

Asahikawa Medical College Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

北海道放射線技術雑誌 (1984.08) 43・44号:117～119.

新型オボイドの線量測定について(第二報)

平田良昭, 高橋敬一

新型オボイドの線量測定について (第二報)

旭川医科大学医学部附属病院放射線部

平田 良昭 高橋 敬一

1. はじめに

前回独自に製作したフレッチャーシュートアプリケーションについてタングステンスクリーンによる遮蔽効果が膀胱直腸線量で約85%になることを報告した。一般に線源カプセルによる遮蔽計算は指数関数則によって一次線のみ減衰を計算する場合が殆どでブロードビームが物質を通過した場合にはそれに再生係数を乗じなければならないのは周知の通りである。今回その再生係数が遮蔽材の厚みと線源測定点間距離の関数として二次の近似式を求めてみたので報告する。

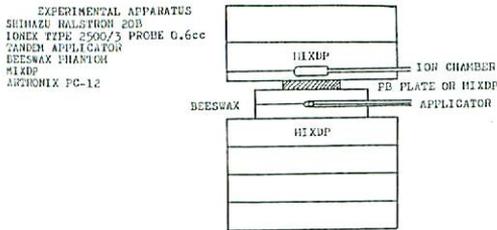


Fig. 1 Schematic diagram to show dose measurement

2. 測定方法

測定時の幾何学的配置と測定機器を Fig. 1 に示す。実際のアプリーケータ内に用いられている遮蔽材にはタングステンが用いられているが加工も容易でなく高価であり入手しにくいことから実験には鉛板で代用して測定方法の有用性を検討することにした。遮蔽材の厚みを0.2~0.8cm迄0.2cm毎に又線源測定点間距離を1~11cm迄1cm毎にそれぞれ変化させて遮蔽材のあるときとないときで吸収線量を測定した。

再生係数は次のように求めた。同一の線源測定点間距離において遮蔽材のあるときの吸収線量を D_1 、ないときを D_2 とすればこれらの比は再生係数と指数関数

の積 $Bxe^{-\mu d}$ となる。ここで μ は遮蔽材の線吸収係数、 d は遮蔽材の厚みであるから結局再生係数 $B = \frac{D_1}{D_2 = \exp(-\mu d)}$ と計算される。各鉛厚をパラメータに縦軸に再生係数、横軸に線源測定点間距離をプロットすると Fig. 2 に示すように線源測定点間距離が大きくなるにつれて再生係数は曲線的に減少する傾向がある。

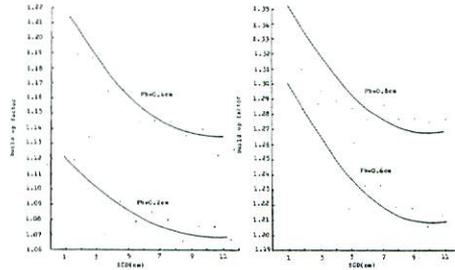


Fig. 2 Variation of build up factor with increase in SCD and Pb thickness

又線源測定点間距離が1~11cmの範囲で鉛厚が大きくなると再生係数は曲線的に増加しその一部を Fig. 2' に示す。

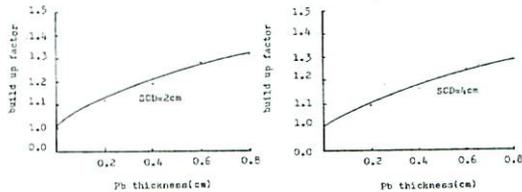


Fig. 2'

従って始めに再生係数を線源測定点間ごとに鉛厚に関する二次式で近似する。ここで近似式の二次の係数 a と一次の係数 b に着目すると a は線源測定点間距離が大きくなれば曲線的に増加し b は逆に減少してこれらの係数はいずれも線源測定点間距離の二次式として近似可能である (Fig. 3)。定数項については鉛厚が0の場合であるから1に決定した。尚各係数の決定には

最小二乗法¹⁾, 計算処理には治療計画用コンピュータ PC-12の FORTRAN を使用した。

SCD (cm)	B=ax**2+bx+c	
1.0	-0.2798 x**2 + 0.6525 x + 1.0006	x : Pb thickness (cm)
2.0	-0.2346 x**2 + 0.5937 x + 1.0004	
3.0	-0.1941 x**2 + 0.5413 x + 1.0002	
4.0	-0.1582 x**2 + 0.4954 x + 1.0000	
5.0	-0.1270 x**2 + 0.4558 x + 1.0000	
6.0	-0.1003 x**2 + 0.4227 x + 1.0000	
7.0	-0.0784 x**2 + 0.3960 x + 1.0001	
8.0	-0.0611 x**2 + 0.3756 x + 1.0002	
9.0	-0.0484 x**2 + 0.3618 x + 1.0004	
10.0	-0.0404 x**2 + 0.3543 x + 1.0007	
11.0	-0.0370 x**2 + 0.3532 x + 1.0011	
a = -0.0023 x**2 + 0.0521 x - 0.3296		x : SCD
b = 0.0032 x**2 - 0.684 x + 0.7177		
c = 1.0000		

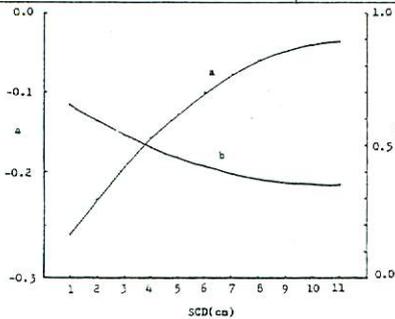


Fig. 3 Calculation method of approximated equation

3. 結果

近似式と実測による再生係数の比較を Table 1 に示す。誤差の平均は 0.8%, 最大でも 2.6% とよく近似した。

Pb = 0.2 cm		Pb = 0.4 cm	
SCD (cm)	ERROR (%)	SCD (cm)	ERROR (%)
1.45	+0.4	1.65	-1.4
2.45	+2.6	2.65	-0.3
3.45	-2.4	3.65	-1.0
4.45	+2.2	4.65	+0.0
5.45	-0.4	5.65	-0.9
6.45	+0.6	6.65	-0.2
7.45	+0.5	7.65	+0.3
8.45	-0.5	8.65	-0.2
9.45	+0.6	9.65	+0.4
10.45	+0.7	10.65	-1.1
11.45	-0.2	11.65	-0.8

Pb = 0.6 cm		Pb = 0.8 cm	
SCD (cm)	ERROR (%)	SCD (cm)	ERROR (%)
1.85	+2.0	2.05	+1.7
2.85	+1.6	3.05	-1.7
3.85	+0.1	4.05	-1.2
4.85	-1.7	5.05	-0.7
5.85	+0.3	6.05	-0.5
6.85	+1.0	7.05	+0.8
7.85	+0.4	8.05	+0.4
8.85	+0.6	9.05	+0.7
9.85	-0.2	10.05	+0.5
10.85	+0.4	11.05	+0.6
11.85	-0.6	12.05	-1.4

Table 1 Error between measurement value and approximated value mean 0.8 % max 2.6 %

次は文献による再生係数の取扱いについて代表的な二次式²⁾及び全く考慮しない場合についての比較を Table 2 に示す。鉛のような重たい物質に対しては全エネルギー範囲で再生係数は①式のように近似され又②式はテラーの表示式で A, C₁, C₂ は線源のエネルギーと遮蔽材によって決定される係数である。

これらの計算式をもとに鉛板の厚みを 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 cm 線源測定点間距離を 1, 5, 10 cm と変化させて計算値を比較した。①式, ②式では再生係数は線源測定点間距離の関数としての考慮がなされていないので実測値との誤差は大きい。

Calculation of build up factor by bibliography

$$B(u, x) = 1 + u \cdot x \dots \dots \dots \text{①}$$

$$B(u, x) = A \exp(-c_1 \cdot u \cdot x) + (1 - A) \exp(-c_2 \cdot u \cdot x) \dots \dots \dots \text{②}$$

u : linear absorption coefficient

x : Pb thickness

A, c₁, c₂ : coefficient decided by source energy and screen material

SCD (cm)	variation (%)		
	exp(-ux)		
Pb thickness (cm)	1.0	5.0	10.0
0.2	-10.7	-7.9	-6.5
0.4	-17.8	-13.9	-11.9
0.6	-22.5	-18.6	-16.6
0.8	-25.5	-22.1	-20.5

SCD (cm)	variation (%)					
	①* exp(-ux)			②* exp(-ux)		
	1.0	5.0	10.0	1.0	5.0	10.0
+1.7	+4.8	+6.5	-5.5	-2.6	-1.1	
+5.0	+9.9	+12.5	-8.4	-4.1	-1.9	
+9.7	+15.3	+18.3	-9.3	-4.6	-2.3	
+15.7	+21.1	+23.5	-8.7	-4.4	-2.5	

Table 2 Comparison of approximated value and 1, 2, noncorrection about treatment of secondary beam

4. 結論, 考察

今回タングステンスクリーンの効果を鉛板で代用して再生係数を線源測定点間距離及び遮蔽材の厚みの関数として二次式で近似することにより遮蔽された部分の線量計算を正確にした。ここで近似曲線が二次式であることによりある一定距離で再生係数の反転が考えられるが通常ラルスの線量分布の関心領域は外子宮口を原点にした場合でも -10 ~ +10 cm の範囲に充分含まれることから今回求めた近似式は有効である。しかし厳密には遮蔽材の位置による目的部位での散乱線量

の相対的変動によりエネルギースペクトルは一定でないことから真の吸収線量を定めにくい面はある。

今後はビームの遮蔽材への斜入射、遮蔽材近傍での散乱線量の把握、市販のパーソナルコンピューターを利用して短時間に線量分布を得る方法を検討していく

考えである。

参考文献

- 1) 沼倉三郎：測定値計算法
- 2) RI協会編：RI便覧