276. バリアブルコリメータと電子線の特性 (4)

矩形照射野の等価正方形

広島市立安佐市民病院放射線科 ○森川賀根雄
(Kaneo Morikawa)

(1) 始めに: マイクロトロンは電子線用バリアブルコリメータを装備して、容易に任意の矩形照射野が得られる。X線の場合には、矩形照射野でのピーク吸収線量を求めるのにその照射野を等価な正方形照射野に換算する計算法が使われており、その方法の電子線への適用を検討する。

(2) 電子線ピーク線量内挿の可能性: 公称14MeVの電子線に対するピーク線量の照射野依存性を、図1に示す。バリアブルコリメータによる正方形照射野での測定結果である。ピーク線量は、設定線量に対する比で示す。図1中の実線は、照射野寸法(X cm)とピーク線量(Dp)の測定値との関係を下式で表現したものであり、この式の値と14~6 MeV電子線に対する測定値との偏差は±2%よりは小さい。 $D_p = \exp \{ A_0 + A_1 \log(X) + A_2 \log(X)^2 + A_3 \log(X)^3 \}$ 前に報告したように、コーンの場合には構造の違いによってピーク線量の照射野依存性に不連続が生じ内挿が難しいが、バリアブルコリメータの場合は不連続は小さく比較的正確に内挿できる可能性がある。

(3) 等価正方形照射野換算法: X線の矩形照射野では、sterlingの計算法(A/P法)や√面積法(√A法)が使われる。これらは、まず矩形照射野に対して等価な正方形照射野寸法を計算し、次に正方形照射野で測定したピーク線量から矩形照射野のピーク線量を内挿する。A/P法では、矩形照射野を面積と周辺長との比が等しい正方形に置き換える。また√A法では、面積の等しい正方形に置き換える。またJARP法では表によって等価正方形を求める。

(4) 電子線への適用: ここでは、バリアブルコリメータを使用する場合の電子線に対して、上記の各等価正方形照射野換算法を適用し、測定値と比較する。

公称14MeVの電子線に対して矩形照射野で測定したピーク吸収線量と、A/P法、√A法、JARP法で計算した値の測定値に対する偏差を、表1に示す。測定値に対してどの計算法もほぼ同程度の偏差を示し、14~8MeVの電子線に対して±3.5%程度以下、6MeVに対して±6%程度以下に納まる。A/P法とJARPとの結果はよく似ているが、√A法は幾分傾向が異なる。いずれの場合も6MeVで偏差が大きくなっているが、測定値自体のばらつき(式1からの偏差)も6MeVに対する値は他のエネルギーよりも大きい。

(5) むすび: マイクロトロン用のバリアブルコリメータでは、ピーク線量は照射野寸法に対して比較的滑らかに変化し、矩形照射野を等価的な正方形照射野に換算する方法でピーク吸収線量を求めることができる。A/P法、√A法、JARP法共に測定値からの偏差は同程度である。

図1 ピーク吸収線量の測定値

表1 ピーク吸収線量の照射野依存性

長方形照射野のピーク線量測定値(Dp/Ds) (En=14MeV)

長辺 (cm)	短辺 (cm)					
	4.0	6.0	8.0	10.0	15.0	20.0
4.0	0.948					
6.0	0.963	0.987				
8.0	0.967	0.996	0.996			
10.0	0.967	0.985	1.000	1.000		
15.0	0.963	0.987	0.989	1.001	0.978	
20.0	0.962	0.984	0.989	0.989	0.973	0.977

A/P法でのピーク線量の誤差(%) (En=14MeV)

長辺 (cm)	短辺 (cm)					
	4.0	6.0	8.0	10.0	15.0	20.0
4.0	-0.1					
6.0	0.9	0.2				
8.0	1.5	-0.1	0.1			
10.0	2.0	1.2	-0.3	-0.5		
15.0	3.0	1.0	0.5	-1.1	0.4	
20.0	3.3	1.2	0.2	-0.3	0.6	-0.2

$$\text{誤差} = 100 \times (\text{計算値} - \text{測定値}) / \text{測定値} (\%)$$

√A法でのピーク線量の誤差(%) (En=14MeV)

長辺 (cm)	短辺 (cm)					
	4.0	6.0	8.0	10.0	15.0	20.0
4.0	-0.1					
6.0	1.1	0.2				
8.0	1.9	-0.1	0.1			
10.0	2.6	1.2	-0.3	-0.5		
15.0	3.5	0.9	0.3	-1.2	0.4	
20.0	3.6	0.9	-0.1	-0.5	0.5	-0.2

$$\text{誤差} = 100 \times (\text{計算値} - \text{測定値}) / \text{測定値} (\%)$$

JARP法でのピーク線量の誤差(%) (En=14MeV)

長辺 (cm)	短辺 (cm)					
	4.0	6.0	8.0	10.0	15.0	20.0
4.0	-0.1					
6.0	0.9	0.2				
8.0	1.6	-0.1	0.1			
10.0	2.1	1.2	-0.3	-0.5		
15.0	3.0	1.0	0.5	-1.1	0.4	
20.0	3.3	1.3	0.3	-0.2	0.6	-0.2

$$\text{誤差} = 100 \times (\text{計算値} - \text{測定値}) / \text{測定値} (\%)$$