

第5章 放射線発生装置取扱施設における遮蔽計算例

(9) 電子線照射に対する遮蔽評価（本文 5-15）に係る補遺

医療に使用される直線加速装置の電子線エネルギーは、X線エネルギー10MeVよりも高い場合、電子線により発生する制動放射線が重要となる。制動放射線の発生効率は解 1-16 に Wu と Segre による式が示されており、電子線のエネルギーが高く、ターゲットの原子番号が大きくなれば、制動放射線発生効率も高くなる。電子線が遮蔽壁のコンクリートに照射された場合と、鉄板に照射された場合では、発生する制動放射線は鉄板の方が多くなる。基本的に遮蔽壁がコンクリートと鉄の場合は、コンクリートの厚さが電子線の飛程よりも厚い場合であって、本文 5-16 ii) 制動放射線の①利用線錐について計算を行っている場合には、コンクリートによる制動放射線の計算を行わなくともよいが、コンクリートが電子線の飛程よりも薄くコンクリート中の鉄板に届く場合や、直接鉄板などに照射される場合には、鉄の原子番号が高いのでこれによる制動放射線の計算を行うことになる。電子線は遮蔽壁に衝突する間に、空気による散乱を起こし、その飛程距離が長くなれば更に散乱することで、電子線のエネルギー分布が簡単に求めることができない。更にこの場合の電子線による制動放射線の遮蔽計算は簡単な計算では求められない。

実用的には、電子線照射の場合は空気の散乱等を考慮し比較的近距离で使用する場合が多い。この場合の照射野は、照射物の大きさよりも小さく、電子線は照射対象物以外には照射されないのであれば、前記の遮蔽壁による制動放射線は生じない。照射物は人体又は水ファントムなどであれば、これによる遮蔽計算を必要としない。

具体例として

i) 電子線の遮蔽について

1MeV以上の単一エネルギーを有する電子の物質を通り抜ける最大の厚さ R は次の式で与えられる。

$$R = 0.530T - 0.106 \quad (\text{g/cm}^2)$$

ここで、

R : 電子線の最大飛程 (g/cm^2)

T : 電子線のエネルギー (MeV)

リニアック 1020XE 型の電子線最大エネルギーは 20MeV であるので、最大飛程 R は、

$$R = 0.530 \times 20 - 0.106 = 10.494 \text{ g/cm}^2 \text{ となる。}$$

従って、20MeV の電子線の飛程は、コンクリート（密度 2.10 g/cm^3 ）では、

$$10.494 \text{ (g/cm}^2) / 2.10 \text{ (g/cm}^3) = 5.0 \text{ cm となる。}$$

当使用施設の遮蔽壁は、直線加速装置側からコンクリート+鉄+コンクリートで構成され、内側のコンクリート厚は 20cm あり電子線の飛程計算値よりも厚い。

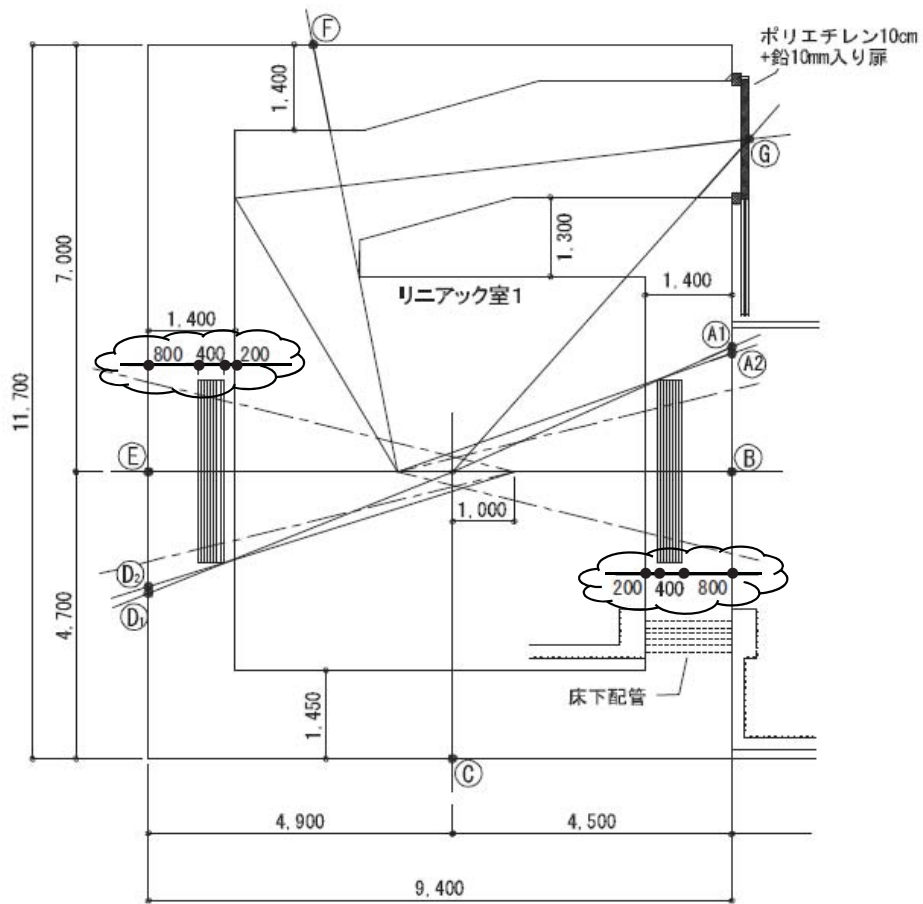


図5.1.1 リニアック室平面図

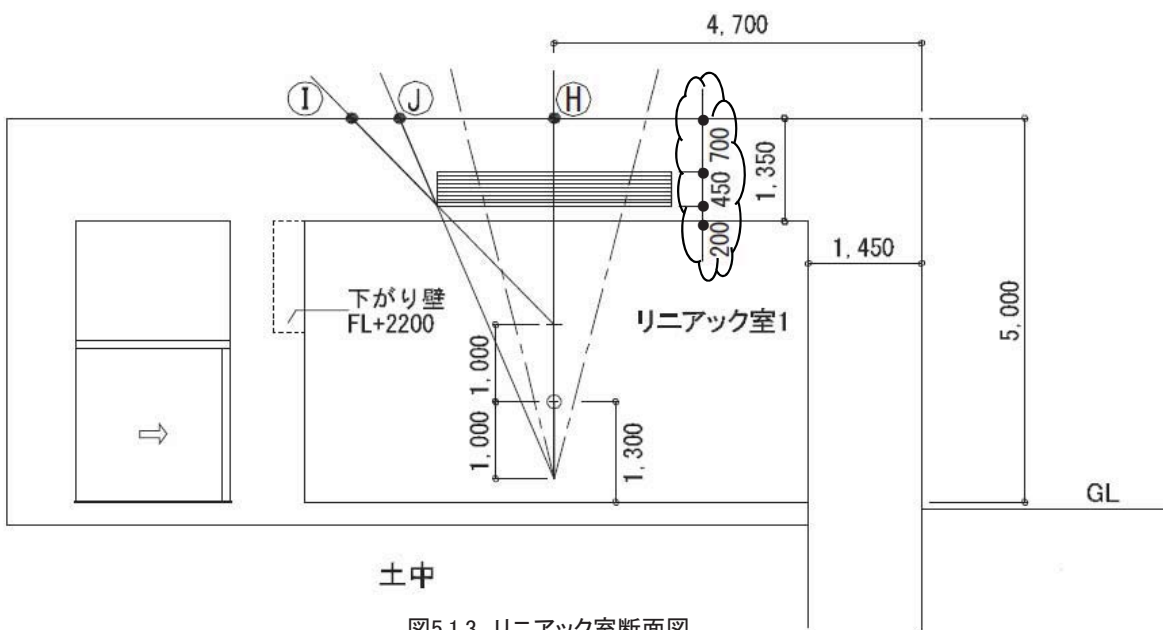


図5.1.3 リニアック室断面図