



Title	X線遮蔽に関する基礎的研究 第12報 二次線に関する遮蔽について
Author(s)	橋詰, 雅
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1955, 15(9), p. 803-807
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15767
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

X線遮蔽に関する基礎的研究

第12報 二次線に関する遮蔽について

信州大學醫學部放射線醫學教室(主任 金田弘教授)

橋 話 雅

(昭和30年7月26日受付)

I 緒 言

X線慢性障礙の大部分が二次線によるものであることは衆知の事實である。従つてこれが遮蔽は防禦対策の第一にあげられねばならない。その方法としては、透視の場合操作室を別室にするとか、間接撮影の様に被検者數の多い場合は操作を適當な防禦壁をもつて隔てられた所で行う等、日本醫學放射線學會災害豫防委員會によつて具體的な方法が考えられている。かように遮蔽に對する考え方方が慎重さを増してくると、遮蔽に必要な鉛當量も從來の様な粗雑な表示方では不充分となる。即ち、如何なる條件の下でもそれに適合した遮蔽物の厚さを自由に算出出来る遮蔽方式の必要が起つてくる。かような觀點に立つて第2.3報¹⁾に報告した二次線の遮蔽方法を、更らに具體的に検討し、一層實狀に即應出来る様に圖表に示した。又X線管球容器の鉛當量についても、在來の考え方とは別に二次線を主體にして考えてみた。

II 研究目標

二次線について種々の面から検討し、次の各項に必要な鉛當量を算出する。

- (1) 管球容器に必要な鉛當量
- (2) 診療室の壁に必要な鉛當量

III 測定器

二次線の測定には振動容量型電位計を使用し、直接線の測定には島津製キュストナーの線量計を使用した。

IV 測定方法

無濾過の直接線の鉛による減弱は、第11報の方法と完く同様である。二次線の鉛による減弱の測

定方法は、第3報の全面遮蔽の場合と同様であるが、測定位置を1米として測定器はローリッエンの検電器の代りに振動容量型電位計を使用し一層正確を期した。

V 實 驗

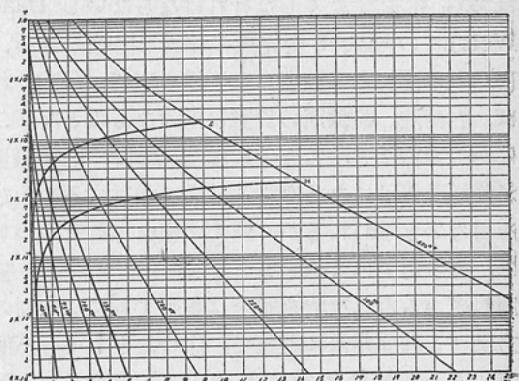
(I) 濾過板を使用しない40~400KVのX線を種々の厚さの鉛に照射し、その減弱された線量を第1表及び第1圖に示す。但し管電流は1mA、管球焦點からの距離は1mである。

(II) 焦點より30cmの所に17×17×18cmのバラ

第1表 40~400KV X線に鉛による減弱

$\frac{R}{R_0}$	0.1	0.3	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	10.0	15.0	20.0
40	7×10^{-6}	15×10^{-6}	8×10^{-6}	—	—	—	—	—	—	—	—
60	2×10^{-6}	8×10^{-6}	8×10^{-6}	1×10^{-5}	3×10^{-5}	—	—	—	—	—	—
75	3.5×10^{-6}	2.8×10^{-6}	4×10^{-6}	9×10^{-6}	7.5×10^{-6}	—	—	—	—	—	—
100	6.5×10^{-6}	—	2.9×10^{-6}	7.5×10^{-6}	1×10^{-5}	4×10^{-6}	—	—	—	—	—
150	1.4	—	4×10^{-6}	7×10^{-6}	4×10^{-5}	5.2×10^{-6}	—	—	—	—	—
200	2.4	—	2.4×10^{-6}	7×10^{-6}	10×10^{-6}	1.6×10^{-5}	1×10^{-5}	3×10^{-6}	—	—	—
250	4.0	—	—	3.6×10^{-6}	9×10^{-6}	2.3×10^{-5}	2.9×10^{-6}	6×10^{-6}	6.5×10^{-6}	—	—
300	7.0	—	—	—	2.4×10^{-6}	1.2×10^{-5}	2.2×10^{-5}	5.7×10^{-6}	3.5×10^{-6}	4.7×10^{-6}	—
400	14.0	—	—	—	—	4×10^{-6}	1.2×10^{-5}	4.0×10^{-6}	9×10^{-6}	1.1×10^{-5}	1.25×10^{-5}

第1圖 40~400KV X線の鉛による減弱曲線



第2表 40~400KV X線の照射によって
出る二次線の鉛による減弱

	$\frac{X\text{射量}}{\text{管電圧}}$	鉛當量 (30cm)	二次線量 (1m)	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0	3.0
40	1.0	0.37 ^a	0.25 ^b	6×10^{-3}	15×10^{-3}	—	—	—	—
60	1.0	1.4	1.0	5.5×10^{-3}	2.2×10^{-3}	2.8×10^{-3}	—	—	—
75	2.0	1.85	1.4	—	1.2×10^{-3}	2.4×10^{-3}	2.8×10^{-3}	—	—
100	2.0	3.4	2.8	—	4.3×10^{-3}	1.2×10^{-3}	1.8×10^{-3}	1.2×10^{-3}	—
150	0.5	0.5	4.3	—	—	5.8×10^{-3}	1.05×10^{-3}	1.05×10^{-3}	1.25×10^{-3}
200	0.9	0.5	6.7	—	—	1.2	3.1×10^{-3}	3.3×10^{-3}	6.5×10^{-3}

フインファンームを置き、 $10 \times 10\text{cm}$ の照射野にて40~200KVの實用X線を照射した。この時の側方 90° の二次線量及びこの二次線を鉛にて全面を遮蔽した時の減弱線量を第2表に示す。

VI 考 案

(1) X線管遮蔽に必要な鉛當量

管球容器の鉛當量を決定するのに種々の考え方がある。N.B.S Hand Book³⁾ や國際勸告では週48時間、1mの距離にあつても300mrを越えない様に規定している。(分約0.104mr) 又獨乙のDINでは、診察用では秒 $20\mu\text{r}$ (分1.2mr) 治療用では、その3倍の秒 $60\mu\text{r}$ (分3.6mr)と規定している。DINの勤務時間は週15時間であるから診察室でも1080mrとなり、國際勸告による許容線量300mrとは直接關係がない様である。

一方、X線防禦の面からみれば、理想的には容器からの透過を0にする事が望ましい。しかし理論的に0とする事は勿論不可能で、今N.B.S.の如く、100KVのX線を毎分約0.1mrになる様にするには、2.8mmの鉛を必要とする。斯様に厚い鉛當量を容器にもたせると非常な重量となり、バランスが重くなる爲、ストロークを長くするには支柱も相當太くしなければならないし Dead Weight の増大で螢光板の移動も困難になる。現在我が國にある裝置にこの様な事を要求すれば、各病院、診療所の負擔は膨大なものとなる。しかし斯様な方法で充分技師及び醫師の被曝線量が許容線量以下になるなら、敢えて強行するも止むを得ないと思われるが、例え斯様な容器を作つても、醫療用ではX線を患者等に照射する以上、被照射體からの二次線を完全に遮蔽するには特別の方法(これは非常に困難で、作つたとしても不便で、しかも膨大な費用がかかる)を講じない限

周圍に大量に放射される。この散亂X線を考えないで、管球容器を透過する線量を、患者から出る二次線に對しX線防禦上無視出来る値に迄減少させれば充分である。治療ではこの値は患者より出る二次線量の約 $1/10$ 以下でよく、診察用では醫師及び看護婦が同一室内にいるから、更に安全度を大きくして $1/20$ 以下とすれば充分であろう。以上の觀點から皮膚焦點間距離30cm、照射野 $10 \times 10\text{cm}$ の二次線源より1m離れた場所における各電圧による線量を第1圖に書き入れるとS曲線となり、その $1/10$ の線量を管球容器に必要な鉛當量とすればH曲線となる。この値を第3表に示す。

第3表 40~400KV X線管容器の
遮蔽に必要な鉛當量

最大使用電圧	鉛當量	最大使用電圧	鉛當量
40	0.3	100	1.3
50	0.4	125	1.7
60	0.6	150	2.0
70	0.8	200	3.6
75	0.9	250	6.3
80	1.0	300	9.3
90	1.1	350	11.8
95	1.2	400	14.0

診察用では皮膚焦點間距離高40cm、照射野平均 $22 \times 22\text{cm}$ 、脈流波型(線量78%)と考えれば治療用の二次線に較べ、次の計算に示す如く約2倍となる。

$$(治療用二次線) \times \frac{22 \times 22}{10 \times 10} \times \frac{9}{16} \times \frac{7.8}{10} = 2.1 \\ (\text{照射野})(\text{距離})(\text{波形})$$

従つて治療用の容器の鉛當量をそのまま使用すれば、患者から出る二次線量の約 $1/20$ となるから、診察も治療も管球容器の鉛當量は同一でよい事になる。

斯様な方法によつて管球容器の鉛當量を決定すれば次の様な利點がある。

(1) 二次線量に較べ管球容器を透過するX線量(一次線量)は遮蔽上無視出来る。

(2) 管球容器を透過するX線量と二次線量及び利用線量との比は管電流に無關係

この様に(1)から次の診療室の壁の鉛當量は患

者から出る二次線のみを考慮すれば良い事になり、(2)から管球容器の鉛の厚さは管電流に無関係となり管電圧だけを考慮すれば良い事になる。

(2) X線診療室の防護壁の鉛當量

二次線を遮蔽するのにあたつて線源方向の面のみを遮蔽したのは、側面天井及び床方向から来る二次線量が非常に復雑で、一面遮蔽のみでは遮蔽上能率が悪い事は既に第2.3報に報告した。従つてこゝでは全面遮蔽の場合についてのみ論ずる。これには40~200KVでは第2表の減弱曲線を使用すればよい。しかし250KV~400KVについて種々の點から直接遮蔽の測定が困難であるので次の如き便法を考えた。今200KVについて側方90°の二次線量を測定し、これを第1圖の直接線の減弱曲線を利用して算出した線量を第4表に示した。又比較の爲第2表の200KVの値を最下欄に示した。

この表から全面遮蔽した時は、無濾過の減弱曲線を使用しても餘り差のない事が判るから250, 300及び400KVについてはこの方法で減弱曲線を作りその値を第5表に示す。

第4表及び第5表を使用して第2圖及び第3圖を作る。

第4表 200KV のX線を照射したとき
出る二次線の鉛による減弱と、直接線の
減弱曲線を利用した減弱計算値。

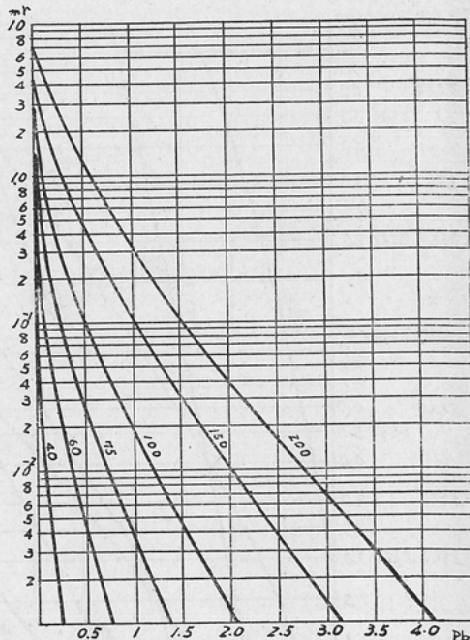
200 KV					
鉛	なし	0.5	1.0	2.0	3.0
線量(才1回)	2.4	4.0×10^1	1.0×10^1	1.1×10^1	2.3×10^3
減弱比	0	1.6×10^1	4.2×10^2	4.6×10^3	9.6×10^4
二次線量(mr)	6.7	1.1	2.9×10^1	3.2×10^2	6.5×10^3
算測(才2回)	6.7	1.2	3.1×10^1	3.3×10^2	7.0×10^3

第5表 250~400KV のX線を照射したとき
出る二次線の鉛による減弱値(計算)

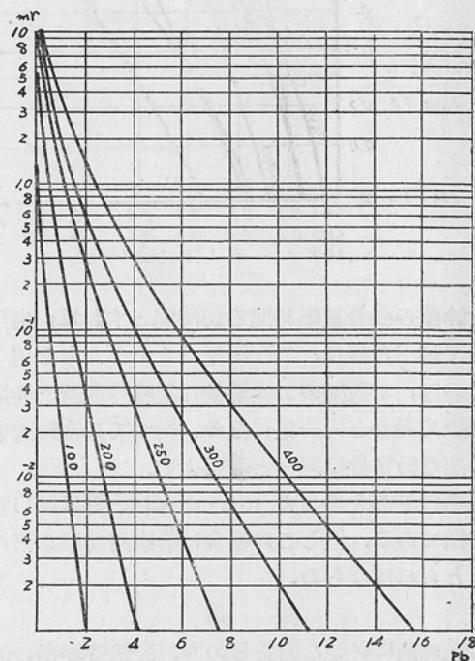
KV Pb	なし	2.0	4.0	7.0	10.0	15.0
250	4	2.5×10^1	2.8×10^2	1.6×10^3	1.1×10^4	—
300	7	5.7×10^1	9.5×10^2	1.15×10^4	1.9×10^5	—
400	14.5	—	2.4×10^1	5.0×10^2	1.1×10^3	1.3×10^4

この圖を使用して二次線を遮蔽するに必要な鉛當量を第11報と同様に週150mr(治療では被曝時間、週36時間)となる様に求めて第4圖に示す。

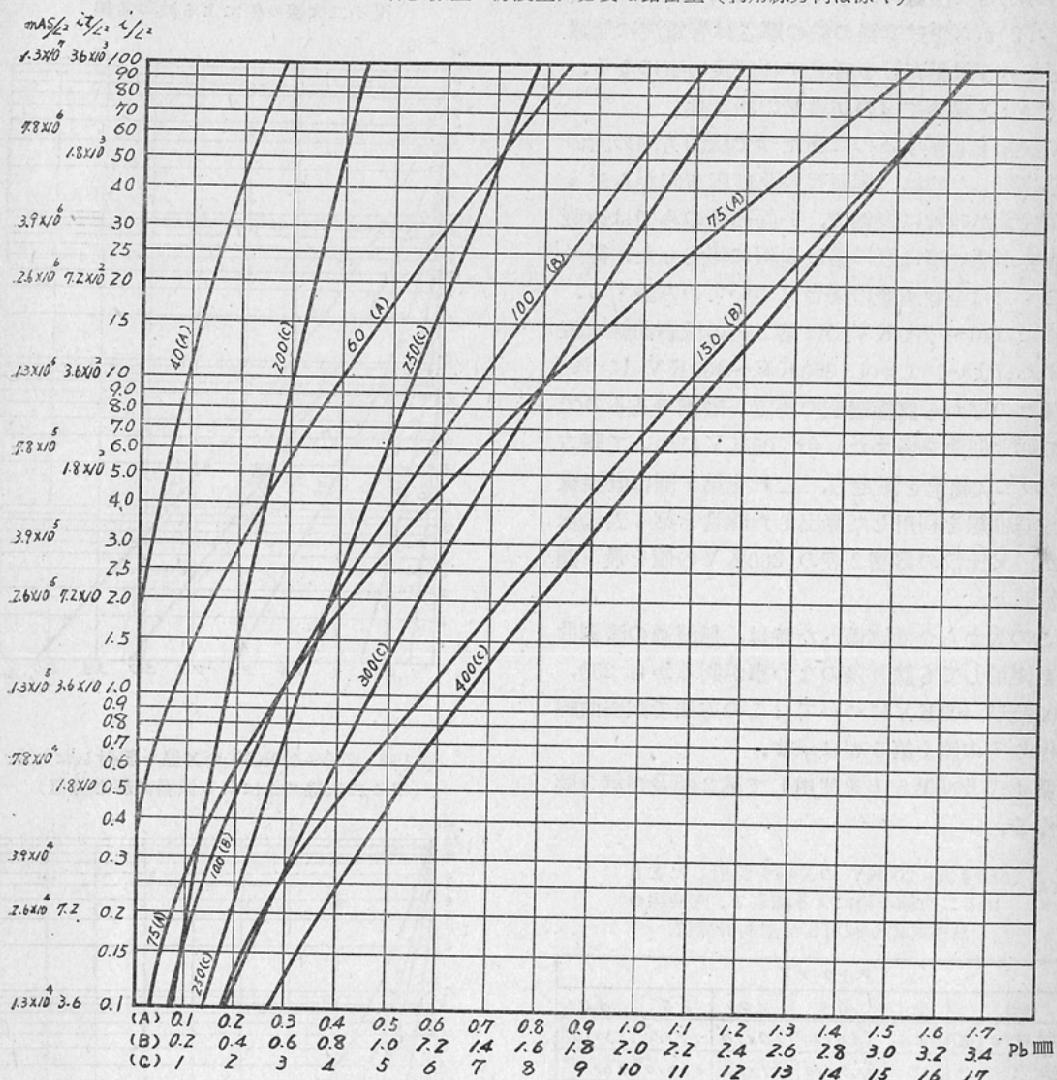
第2圖 40~200KV のX線を照射したとき
出る二次線の鉛による減弱曲線



第3圖 200~400KV のX線を照射したとき
(出る二次線の鉛による減弱曲線計算値)



第4圖 40~400KV X線診療室の防護壁に必要な鉛當量(利用線方向は除く)



尙診療の場合被曝時間を18時間とすれば、考案(1)で述べた様に、二次線量は1分あたり2倍であるので、1週間の二次線量は被曝時間過36時間の治療の場合と同一量になる。従つて二次線遮蔽に必要な鉛當量は同一としてよい。

尚労働時間を考慮した it/L^2 mAS/L^2 等は第11報と同様である。但しこの場合は診察用では2倍の値をとらねばならぬ。

結 果

X線遮蔽に必要な鉛當量の内、X線管容器の鉛

當量は患者から出る二次線を基準にとり、治療では $1/10$ 、診療では $1/20$ 以下にすればよい。診療室の防禦壁については40~200KVでは二次線の減弱曲線を、又 250~400KVは直接線の減弱曲線を使用して、被曝時間、管電流、管電圧、線源からの距離等の変化に應じ適宜鉛當量を算出出来る様にした。

文 獻

- 1) 橋詰雅: 日本醫放會誌, 14卷7號。—2) 橋詰雅, 日本醫放會誌, 14卷11號。—3) National Bure-

and Seandard's Hand book 41, 50. —4) Recomendations: of the international conclus-

sion on Radiological Protection (1954).

Fundamental Studies on X-ray Protection
Report 12 On the protection of Secondary Radiation

By

Tadashi Hashizume

Radiological Department, Faculty of Medicine, Shinshu University

I calculated equivalent quality of lead to make the dosage, which tracemitted X-ray tube container, to be 1/10 (therapie) and 1/20 (diagnosis) of the secondary radiation emitted from patient. By means of this method trancemitted radiation can not only be disregarded in comparison with the secondary radiation value in the protection but also the ratio of secaondary radiation useful radiation, and tracemitted radiation become unconnected with X-ray tube current.

With regard to the protective wall of the consulting room, covering the rate meter round with lead from 40 to 200 KV, I examined the attenuation curves of secondary radiation and from 250 to 400 KV, I calculated the attenuation of secondary radiation, based on the attenuation curves of Direct radiation.