

X선격자 성능시험에 미치는 인자의 검토

고려대학교 보건전문대학 방사선과

이 인 자 · 신 화 수 · 김 창 균 · 허 준

인천간호보건전문대학 방사선과

강 홍 석 · 박 준 철

동남보건전문대학 방사선과

윤 철 호

Abstract

A Study of Factors Affecting the Grid-test

In Ja Lee, Wha Soo Shin, Chang Kyun Kim, Joon Huh
*Dept. of Radiotechnology, Junior College of Public Health and
Medical Technology, Korea University*

Hong Seok Kang, Jun Chul Park
*Dept. of Radiotechnology, Incheon Junior Nursing College
and Allied Health Sciences*

Chul Ho Yoon
Dept. of Radiotechnology, Dong Nam Junior Health College

Authors tested the grid functions with various thickness of acryl phantom, radiation field size and diameter of shielding lead.

The results are as followed;

1. The characteristic values of grid are affected by phantom thickness, but free from radiation field size in the diagnostic useful range.
2. The quantity of scattered radiation was decreased according to the diameter of shielding lead under 20mm, and then the diameter the smaller the better, in accordance with proposed KS standard.

3. The quantity of primary radiation was increased a little at the 80mm diameter radiation field size, but did not have much differences.

Therefore, it was thought that it is needed to limit beam size in case of absolute values in accordance with any standards, but it has no matter to use 100 mm diameter in case of relative values just to compare with.

I. 서 론

X선 grid는 국가규정으로서 설계의 표준화를 도모하고 성능시험 및 검사를 할 수 있는 근거를 두고 나아가서는 사용시에 지침이 되게 grid의 구조나 품질에 대해서 각국에서는 명확한 규정이 제정되고 있다.^{1,2)} 그 성능시험은 phantom, X선원 및 측정기를 쓰고 grid의 사용여부에 따르는 1차X선의 강도, 전체X선의 강도 및 산란선의 강도를 측정하여 각기 X선투과도 및 산란선 투과도를 산출하여 노출배수, 선택능 및 대조도 개선능을 조사하는 것으로, 사용자는 구입할 때에 검사를 충분히 하고 검토를 하는 것이 바람직하다.

성능평가는 phantom투과 후의 1차X선, 산란X선이 grid에 의해서 성능차 등에 대해서 이미 실험한 바 있으나 이번에는 phantom의 두께, 1차선 측정시 grid면에서의 조사야, 산란선측정용 납판의 크기, 전체조사야 등의 변화에 따라 측정, 비교 검토 한 바 있어 그 결과를 보고하는 바이다.

II. 실험방법 및 결과

1) Phantom 변화시의 특성

격자의 성능을 실험하기 위한 피사체로 water phantom의 두께를 10cm와 20cm를 쓰고 관전압 70, 85, 100kV로 변화시키며 그림 1-a, b와 같이 배치한 후 형광량계(Yokogawa type Model F-11, Detector screen : LT-II front screen)로 격자의 성능을 산출하기 위해서 1차선투과율(Tp), 산란선투과율(Ts), 총선량투과율(Tt)을 6:1, 8:1, 12:1의 집속형격자를 사용하여 측정한 결과 phantom의 두께에 관계없이 관전압이 증가함에 따라서 Tp, Tt, Ts는 증가됨을 알 수 있으며 그 치는 phantom 10cm에서 Tp가 46~60%, Tt는 23~36%, Ts는 10~21%이며, 20cm phantom에서는 Tp가

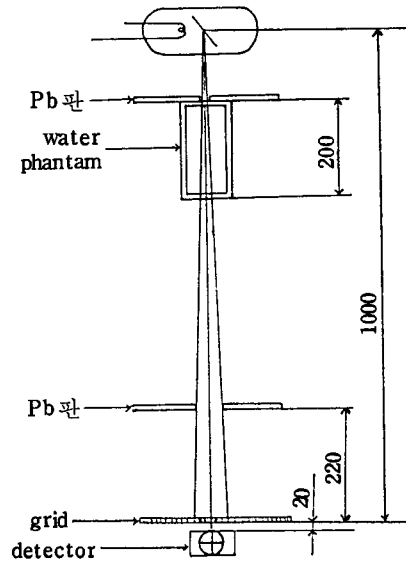


Fig 1-a. 1차 X선 측정방법

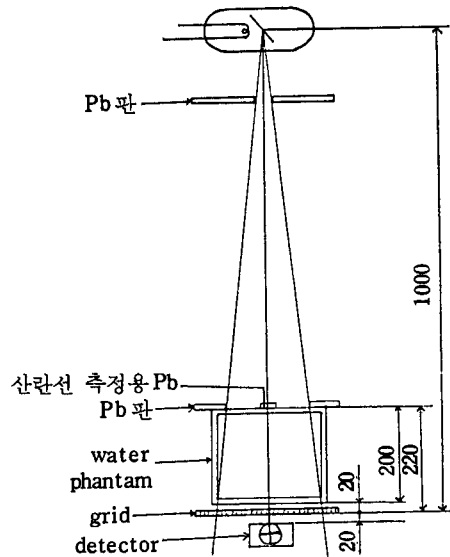


Fig 1-b. 산란선 및 총선량 측정방법

Table 1. Phantom 두께 변화시의 특성

KVP	특성치 격자	10						20					
		Tp	Ts	Tt	Σ	K	B	Tp	Ts	Tt	Σ	K	B
		phantom 두께 (cm)											
70	6:1	0.55	0.16	0.32	3.44	1.72	3.13	0.61	0.16	0.26	3.81	2.35	3.85
	8:1	0.52	0.14	0.28	3.71	1.86	3.57	0.60	0.12	0.22	5.00	2.73	4.55
	12:1	0.46	0.10	0.23	4.60	2.00	4.35	0.52	0.09	0.18	5.78	2.89	5.56
85	6:1	0.58	0.20	0.34	2.90	1.71	2.94	0.64	0.19	0.30	3.26	2.07	3.33
	8:1	0.57	0.16	0.31	3.56	1.84	3.23	0.62	0.15	0.26	4.13	2.38	3.85
	12:1	0.50	0.13	0.26	3.85	1.92	3.85	0.57	0.11	0.21	5.18	2.71	4.76
100	6:1	0.60	0.21	0.36	2.86	1.67	2.78	0.66	0.21	0.32	3.14	2.06	3.13
	8:1	0.58	0.18	0.33	3.33	1.82	3.08	0.65	0.17	0.21	3.88	2.36	3.57
	12:1	0.53	0.14	0.28	3.79	1.89	3.57	0.60	0.12	0.23	5.00	2.61	4.35

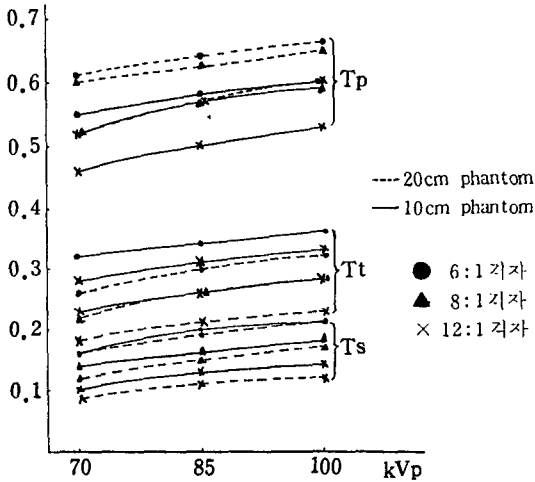


Fig 2-a. phantom 두께 변화시 kVp에 따른 투과율

52~66%, Tt는 18~32%, Ts는 9~21%로 Tp는 20cm phantom이 크며, Tt와 Ts는 10cm phantom에 비해 약간 저하 됨을 알 수 있다(table 1, fig. 2-a 참조).

또 선택능(Σ), 대조도개선능(K), 노출배수(B)를 보면 관전압 증가에 따라서 작아지는 경향은 별 차이가 없으나 phantom 10cm에서의 Σ 는 2.86~4.60, K는 1.67~2.00, B는 2.78~4.35이고, 20cm phantom에서는 Σ 가 3.14~5.78, K는 2.01~2.89, B는 3.13~5.56으로서 20cm phantom에서 월등히 크게 나타났다(table 1, fig. 2-b 참조).

2) 1차선 측정시 Grid면에서의 조사야 변화

Phantom 두께 20cm, 관전압 100kV, 8:1 격자

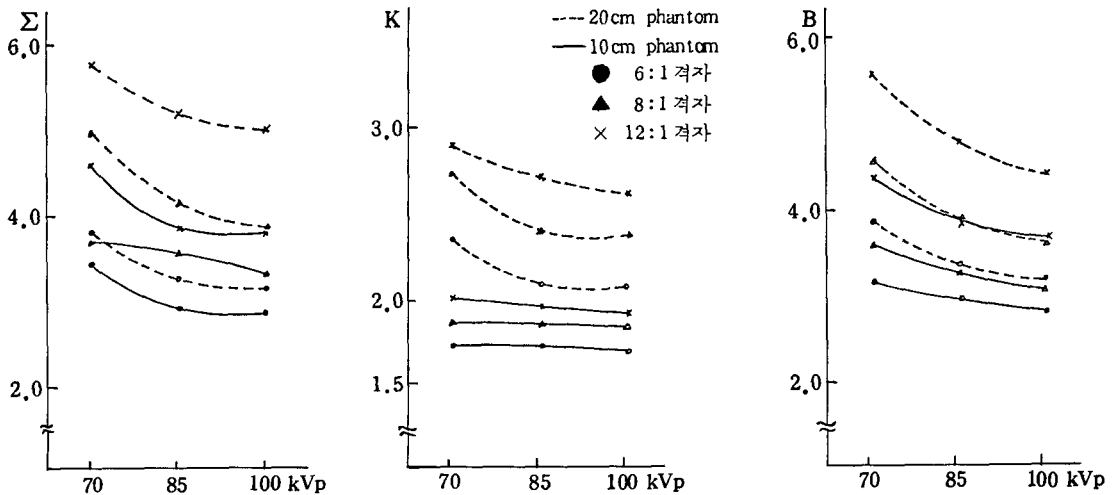


Fig 2-b. phantom 두께 변화시의 특성

를 사용하고 1차선 측정시 grid 면에서의 조사야의 직경이 25, 50, 80, 100, 150, 200 mm가 되도록 phantom 상면에서 조사야를 변화시켰으며, 산란선과 총선량은 fig. 1-b에서의 같이 배치하여 측정, 선량비, T_p , Σ , K를 산출한 결과 선량비는 조사야가

25~80mm까지는 급격히 증가가 되나 80mm 이상에서는 그 증가율이 둔화되고 있고(fig. 3-a 참조), 1차선 투과율은 60.0~64.2%로 직경 80mm까지는 증가가 되나 그 이상에서는 감소되며 선택능(Σ)은 3.97~4.29, 대조도개선통(K)는 2.19~2.36으로 이것 또한 직경 80mm까지는 증가되나 그 이상에서는 감소된다(table 2, fig. 3-b,c 참조).

Table 2. 1차선 측정시 조사야 변화

조사야 직경(mm)	특성	T_p	Σ	K
25		0.6316	4.1856	2.3001
50		0.6324	4.1909	2.3030
80		0.6486	4.2982	2.3620
100		0.6410	4.2478	2.3346
150		0.6190	4.1021	2.2542
200		0.6000	3.9761	2.1850

3) 산란선 측정용 Pb 판 크기변화

Pb 판의 크기에 따르는 격자의 특성치 변화를 보기 위해 두께 6mm, 지름 5, 10, 20, 30, 40, 50mm의 Pb를 변화시키면서 산란선을 측정하였다. 이때 관전압은 100KVp, phantom의 두께는 20cm, 격자는 8:1을 사용하였고, 그때의 T_s , Σ , 산란선 함

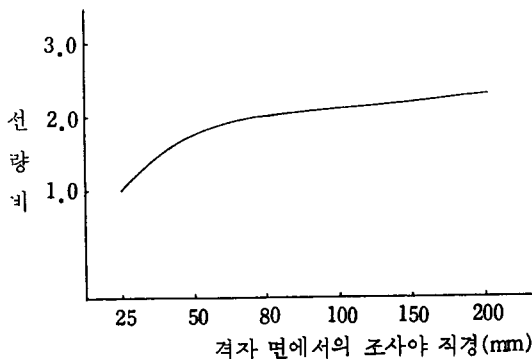


Fig 3-a. 1차선 측정시 조사야 변화에 따른 선량비

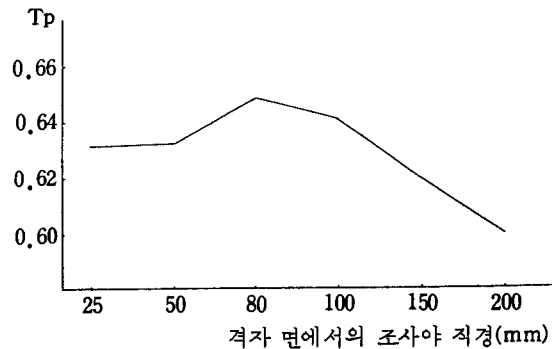


Fig 3-b. 1차선 측정시 조사야와 투과율과의 관계

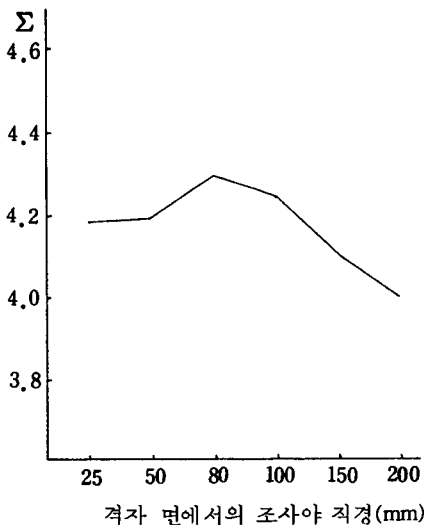
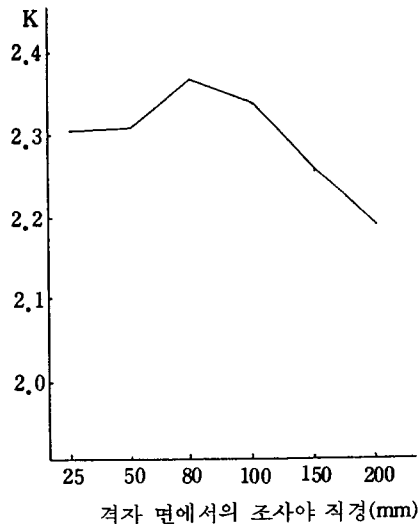


Fig 3-c. 1차선 측정시 조사야 변화에 따른 특성



유율을 산출하였다. 그 결과 Pb 판의 직경이 클수록 산란선 함유율은 fig. 4-a에서와 같이 감소됨을 알 수 있으며, 특히 격자를 사용하지 않았을 경우에 직경 15mm부터는 산란선 함유율의 감소율이 작아지고 있다. 또 fig. 4-b와 같이 Pb 판의 직경이 30mm 이상에서는 산란선 투과율이 별 변화가 없으며 선택능은 Pb 판의 직경이 커질수록 증가되고 있다(table 3. 참조)

4) 조사야 변화

두께 20cm phantom 상면에서의 조사야를 10 ×

10, 15 × 15, 20 × 20, 25 × 25 cm²로 변화시키면서 총선량 및 산란선량을 측정하여 Ts, Tt, Σ, K, B 를 산출하였다. 이 때 산란선 측정시 Pb 판의 크기는 직경 20mm, 두께 6mm를 사용하였다. 그 결과 산란 선투과율은 fig. 5-a와 같이 12.2~17.9%까지 변화되며 총선량투과율은 22.8~32.1%로 조사야가 커짐에 따라 감소되고 있고 조사야가 400 cm² 이상에서는 Ts, Tt 모두 큰 차이가 없음을 알 수 있다. 이때의 Σ는 3.47~5.13, K는 1.94~2.73, B는 3.11~4.39로 조사야가 커짐으로서 위의 모든 특성치가 증가하며, 조사야 400cm² 이상에서는 큰 차이가 없었다(table 4, fig. 5-a,b 참조).

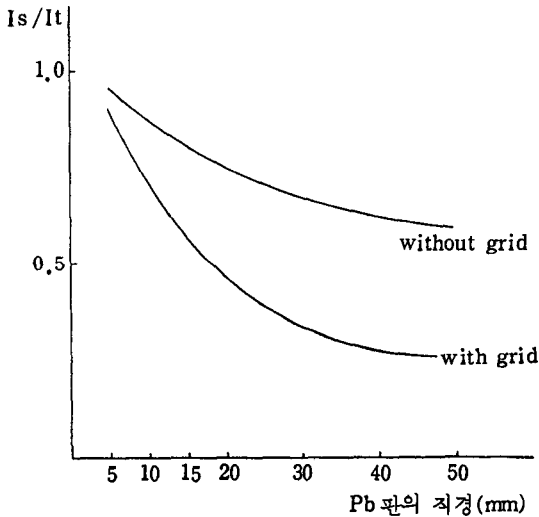


Fig 4-a. Pb 판의 크기에 따른 산란선 함유율

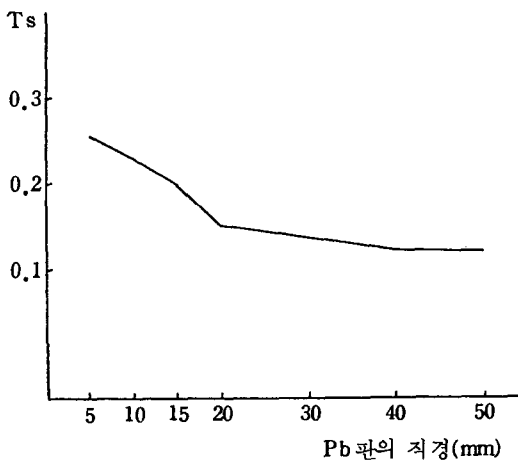


Table 3. 산란선 측정용 Pb 판의 크기 변화

특성 Pb의 직경(mm)	산란선함유율	Ts	Σ
5	0.8974	0.2574	2.4569
10	0.7436	0.2302	2.7472
15	0.5897	0.2000	3.1620
20	0.4103	0.1509	4.1909
30	0.3333	0.1354	4.6706
40	0.2821	0.1209	5.2308
50	0.2564	0.1205	5.2481

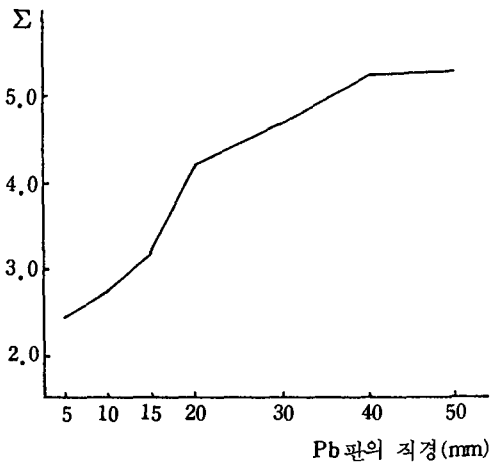


Fig 4-b. 산란선 측정시 Pb 판의 크기에 따른 특성

Table 4. phantom 상면에서의 조사야 변화

특 성 조사야(cm ²)	Ts	Tt	Σ	K	B
10 × 10	0.1794	0.3211	3.4732	1.9405	3.1143
15 × 15	0.1455	0.2673	4.2825	2.3311	3.7411
20 × 20	0.1266	0.2337	4.9218	2.6662	4.2790
25 × 25	0.1215	0.2279	5.1284	2.7341	4.3879

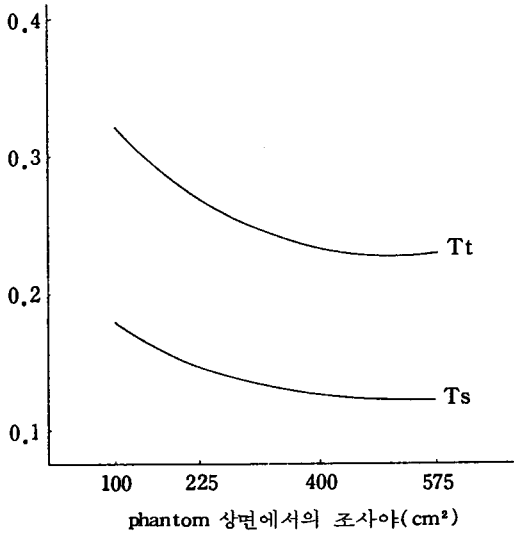


Fig 5-a. 조사야 크기에 따른 투과 선량

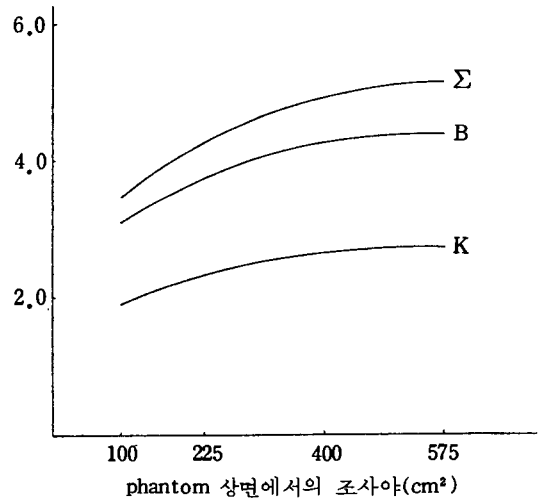


Fig 5-b. 조사야 크기에 따른 특성

Ⅲ. 고 안

산란선제거용 격자의 물리적성능을 시험하기 위해서 1차X선투과율, 전체X선 투과율 및 산란X선 투과율을 측정하여 그 치로 선택능, 대조도개선능, 노출 배수를 산출, 그 표시치가 $\pm 10\%$ 와 $\pm 5\%$ 가 되게 규정되어 있으나 실험기기 및 방법에 따라 그 치에는 차이가 있다.⁴⁻⁶⁾ 측정방법으로서는 여러가지가 있으나, 본 실험에서는 JIS규격에 따라 형광량계를 사용하였다. 이때 검출기는 직경 $10 \pm 1\text{mm}$ 의 유효면적을 가진 텅스텐산황속막($75 \pm 10\text{mg}/\text{cm}^2$)의 형광판을 사용하도록 규정되어 있으나, 형광량계의 특성에 따라 본 실험에 사용된 검출기의 증감지는 LT-II로서 그 직경은 26mm를 그대로 사용하였다. grid의 성능을 산출하기 위해서는 phantom에서 발생하는 산란X선의 투과율, phantom을 투과한 1차X선의 투과율, 전체X선의 투과율을 구하여야 한다.

그중 전체X선의 측정에 대해서는 검출기의 파장의 존성을 제외하면 측정치를 좌우하는 인자는 별로 없으나 phantom에서 발생하는 산란X선 및 phantom 투과 후의 1차X선, 산란X선을 분리 측정하는 것은 대단히 어렵다. 산란선의 검출은 phantom전면에 차폐용납판을 놓고 phantom에서 발생하는 산란선을 검출하는 방법이 규정되고 있으나 납차폐판이 클수록 산란선이 검출되는 양은 작아지므로 전체X선에 대한 산란X선의 비는 실험조건에 따라 차이가 있어 정확하게 하지 않으면 신뢰 할 수 있는치를 얻기란 매우 곤란하다. 산란선에 관계가 있는 선택능의 산출은 절대량이 아니고 grid투과율을 쓰므로 fig. 4-b와 같이 직경 20mm 이상에서는 거의 영향이 없으며, JIS에서는 과거에 납차폐판을 50mm직경으로 규정하고 있었으나⁶⁾ 최근에는 $10 \pm 0.5\text{mm} \phi$ 로 되어 있다.²⁾ 1차선 측정에서 X선량은 조사야의 크기에 크게 좌우되지 않으며 직경 25mm를 기준으로 할 경우

50mm까지는 증가가 있으나 그 이상에서는 별 변동이 없다. JIS규정에 따라 성능을 구할 때에 X선조사부분의 직경을 20mm의 원으로 한다고 되어 있어 1차X선의 절대량을 측정할 때는 선속을 작게 제한하는 것이 필요하며, 실제 상대치를 구할 경우에는 $5 \times 5\text{cm}^2$ 의 조사야로해도 별 문제는 없다고 사료된다.

IV. 결 론

산란선제거용 X선격자의 성능을 구하기 위해서 산란X선, 1차X선의 측정방법에 대해서 두께 10cm와 20cm phantom을 쓰고 실험한 결과 phantom에 따라 특성치에는 차이가 있었으나 보통 쓰여지는 조사야범위에서는 별 영향을 받지않고 있었다. Phantom 전면에 Pb차폐판을 놓고 그 밑에서 산란선을 측정하는 방법에서는 Pb차폐판의 직경이 20mm까지는 산란선량이 많이 감소되고 있어 규격에 따라 작은 것으로 차폐하는 것이 바람직하다.

1차선측정시 조사야의 크기에 대해서는 그 직경이 80mm에서 약간 증가되는 경향이 있으나 큰 변화는 없다. 따라서 상대치를 구할 경우에는 비교적 넓은 100mm ϕ 로 해도 무방하겠다. 그러나 절대량으로 측정할 경우에는 선속을 될 수 있는대로 작게 제한시킬 필요가 있다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. JIS Z 4910-1983 : 散亂線除去用グリット
2. KSA 4901-1982 : X선용 grid
3. Michel M. Ter-pogossian : The physical Aspects of Diagnostic Radiology, Hoeber Medical Division, 263, 1967.
4. 허준 : 산란선제거용 X선격자의 특성시험방법의 새로운 시도, 미발표.
5. 古田儀之・森 邦生・中村 實・平井 勝 : X線用grid 検査法の検討中村實博士業績集, 696, 1977.
6. JIS Z 4910 1962, X線用グリット