

散乱X線除去用グリッドの傾斜が写真濃度に及ぼす影響

川崎医療短期大学 放射線技術科

北山 彰 荒尾 信一 西村 明久

(平成元年8月28日受理)

Effects of Incline of Anti-scatter Grid on Photographic Density

Akira KITAYAMA, Shinichi ARAO and Akihisa NISHIMURA

Department of Radiological Technology, Kawasaki College of Allied Health Professions
Kurashiki, Okayama 701-01, Japan

(Received on Aug. 28, 1989)

Key words: 散乱X線除去用グリッド, 写真濃度, グリッド比, 集束距離

概 要

散乱X線除去用グリッドがX線束中心軸に対し傾斜したときのフィルム上の任意の点におけるグリッドの入射X線透過率を求める計算式を考案し、グリッドの傾斜が写真濃度に及ぼす影響および胸部ポータブル撮影でのグリッド使用について検討した。その結果、グリッドが傾斜してもフィルム上に診断に影響するような写真濃度差を生じさせないためには、グリッドの集束距離と等しい撮影距離において、グリッド比の小さいグリッドを使用することが望ましいことが解った。また、胸部ポータブル撮影におけるグリッドの最大許容傾斜角度は、集束距離100cm、グリッド比5のグリッドであれば約4~5°、グリッド比が8であれば約3°であること、撮影距離が140cmのときには集束距離が∞のグリッドよりも集束距離が100cmのグリッドの方が有効であることも解った。

1. はじめに

近年、老人性疾患の増加あるいは中心栄養静脈法などの胸部チューブ挿入患者の増加に伴い、病室でのポータブル装置によるX線撮影の回数が徐々に増加している。

病室でのポータブル撮影で最も頻度の多いものは胸部仰臥位撮影であり、低圧撮影を行っている施設がほとんどである¹⁾。しかし、ポータブル装置による胸部撮影においても、一般の胸部撮影と同様に、診断能の向上、被曝線量の軽減あるいは撮影時間の短縮などを目的とした管電圧90~100kVの準高圧撮影が推奨されている^{2,3)}。

低圧撮影であれば散乱X線除去用グリッド(以後、グリッドと略す)は必要ないが、準高圧撮影を行うのであれば、被写体からの散乱線を除去し画質を高めるために、グリッド比が8~10のグリッドを使用することが必要である⁴⁾。しか

し、ベッド上にてグリッドを使用する場合には、グリッドの傾斜が起因するフィルムの周辺部位での写真濃度の低下および左右の写真濃度差が誤診の原因となる可能性があるため、グリッドの使用には十分の注意が必要である。

よって、今回我々はX線束中心軸に対しグリッドが傾斜したときのフィルム上の任意の点でのグリッドに対する入射X線透過率を求める計算式を考案し、種々のグリッドについて計算を行い、グリッドの傾斜が写真濃度に及ぼす影響および胸部ポータブル撮影においてグリッドを使用する場合の許容傾斜角度などについて検討し、若干の知見を得、考察を加えたので報告する。

2. 理 論

X線束中心軸に対しグリッド面が傾斜した場合に、入射X線がグリッドの鉛箔で吸収され減

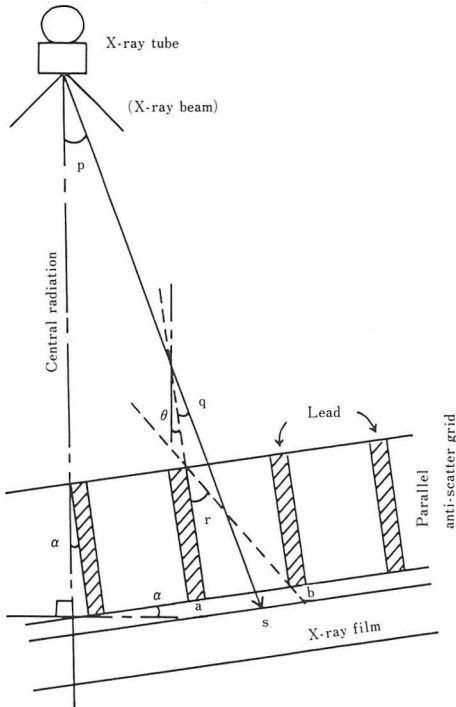


Fig.1 Schematic diagram to show how the X-ray beam reach the X-ray film through a parallel anti-scatter grid.

少する割合からフィルム上の任意の点での入射X線のグリッドに対する透過率を求める方法を考案した。

平行グリッドにおいてX線がグリッドの鉛箔間を通りフィルムに到達する様子を Fig. 1 に示す。

ここでグリッドの鉛箔間 $a b$ を通りX線フィルム上の任意の点 s に到達するX線について考えると、X線と鉛箔面のなす角 q は、フィルム上の点 s に入射するX線とX線束中心軸とのなす角を p 、グリッドの鉛箔 a とX線束中心軸とのなす角 (最大X線入射角) を θ とすると、

$$q = p - \theta [^\circ] \dots\dots\dots (1)$$

で求めることができる。ただし、図中X線束中心軸より右側に開く角度を+とし、 p は、

$$p = \tan^{-1}(x/SID)$$

x : グリッド中央から s までの距離
 SID: 撮影距離 (X線管焦点-フィルム間距離)

θ は、グリッドが平行グリッドの場合、

$$\theta = \alpha$$

α : グリッドの傾斜角

グリッドが集束グリッドの場合、

$$\theta = \alpha + \tan^{-1}(x/f_0)$$

f_0 : グリッドの集束距離

である。

また、X線が鉛箔に吸収されることなくフィルムに到達できる最大角 (有効最大角) r は、

$$r = \tan^{-1}(1/R) \dots\dots\dots (2)$$

R : グリッド比 (鉛箔の高さ/鉛箔の間隔)

で求めることができる。

よって、フィルム上の任意の点 s において入射X線がグリッドの鉛箔に吸収されずフィルムに到達できる割合 K は (1), (2) 式より、

$$K = (1 - |q/r|) \times 100 [\%] \dots\dots\dots (3)$$

となる。ただし、 $|q/r| \geq 1$ のとき、 $K = 0$ である。

この計算式を用い、グリッドが傾斜したとき (0, 2, 4, 6°) のグリッドに対する入射X線透過率の変化を平行グリッドおよび集束グリッドについて求めたものが Fig. 2 および Fig. 3 である。Fig. 2 は集束距離 ∞ 、グリッド比 5 の平行グリッド、Fig. 3 は集束距離 80cm、グリッド比 10 の集束グリッドを考え、撮影距離 120cm

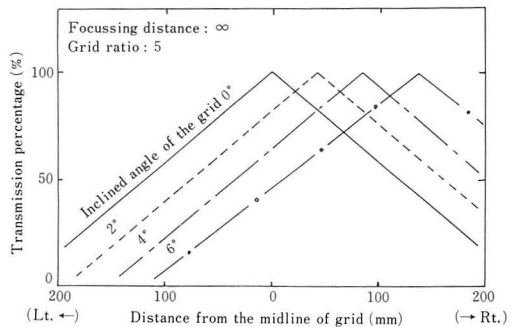


Fig.2 Relationship between each point in these regions and transmission percentage of primary beam with a parallel anti-scatter grid. (obtained from calculation method)

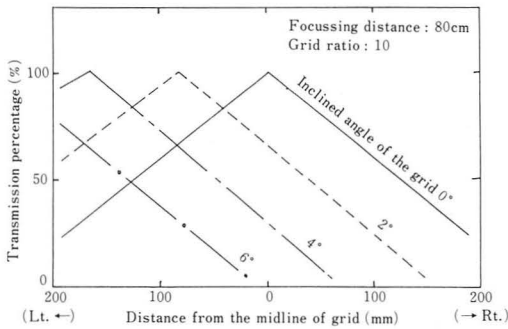


Fig. 3 Relationship between each point in these regions and transmission percentage of primary beam with a focused anti-scatter grid. (obtained from calculation method)

で計算を行った。

なお、グリッドの鉛箔の厚さ、鉛箔を通過する入射X線、中間物質による吸収および散乱線は考慮していない。

3. 実験および結果

前述の理論を証明するために実験を行った。実験配置図および使用した装置、器具を Fig. 4 に示す。

撮影条件は 90kV の管電圧にてフィルムの最

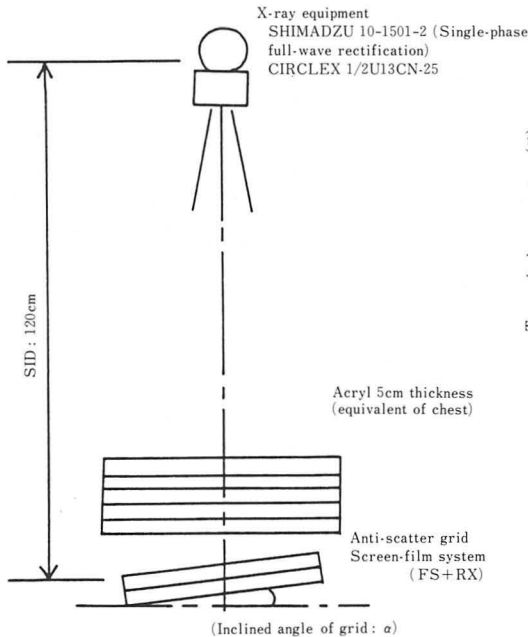


Fig. 4 Arrangement for measurement.

高濃度が 1.6 ± 0.3 となるように mAs を調節した。フィルム上の各点での入射X線透過率は、写真濃度を特性曲線にてX線強度に変換した後、一番写真濃度の高い点におけるX線量を100とした相対値で表した。

得られた結果を Fig. 5, Fig. 6 に示す。Fig. 5 は集束距離 130cm \sim ∞ 、グリッド比 5、グリッド密度 34lines/cm の平行グリッドを使用したとき、Fig. 6 は集束距離 80cm、グリッド比 10、グリッド密度 40Lines/cm の集束グリッドを使用したときに得られた結果である。

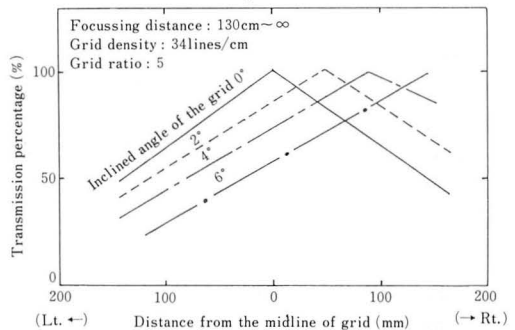


Fig. 5 Relationship between each point in these regions and transmission percentage of primary beam with a parallel anti-scatter grid. (obtained from measurement method)

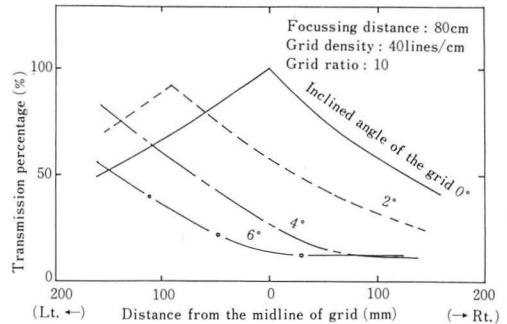


Fig. 6 Relationship between each point in these regions and transmission percentage of primary beam with a focused anti-scatter grid. (obtained from measurement method)

4. 考 察

4.1 実験に対する考察

計算式を用い求めた Fig. 2, Fig. 3 の結果(理

論値) と、実験により求めた Fig. 5, Fig. 6 の結果(実験値)を比較すると、グリッドが傾斜したときに入射X線透過率が最大となる点のフィルム上での位置、およびその点からの高透過率部位での透過率の減少具合は、平行グリッド(Fig. 2, Fig. 5), 集束グリッド(Fig. 3, Fig. 6)ともによく一致しており、今回考案した計算式が正しいことが実証できた。

ただし、低透過率部位での透過率の減少具合については理論値と実験値とに若干の違いがあるが、これは理論値では散乱線および鉛箔を通過する入射X線を考慮していないこと、実験値では入射X線の鉛箔での吸収が多いほど鉛箔からの散乱線が増加し、写真濃度が一次線のみ濃度よりも上昇したこと、また実験値は写真濃度から入射X線透過率を求めたため、フィルムに存在するベース+かぶり濃度により入射X線透過率が0まで下がらなかったことなどが原因と考えられる。

4.2 胸部ポータブル撮影でのグリッド 使用に関する理論的考察

今回考案した計算式を用い、グリッドの傾斜が写真濃度に及ぼす影響について考えることにより、胸部ポータブル撮影にグリッドを使用した場合のグリッドの最大許容傾斜角度などについて理論的考察を行った。

種々の撮影距離において2, 3の異なったグリッドを使用したときの、グリッド中央から左右10cm離れた点でのグリッドの傾斜角度に対する入射X線透過率を計算により求め Table 1 に示した。(左右の肺の中心が正中線より左右10cm

の距離にあると仮定した)

Table 1 より、X線束の中心とグリッドの中心とを一致させ、グリッドの集束距離に等しい撮影距離で撮影を行えば、グリッドが傾斜してもフィルムの左右での写真濃度に差は生じないことが解った。

撮影距離が120cmあるいは140cmでは、グリッド比が同じであれば、集束距離100cmの集束グリッドの方が集束距離∞の平行グリッドよりも有効であり、また、集束距離が同じ100cmのグリッドであればグリッド比が小さい方が有効であることも解った。

今回用いた増感紙-フィルム系では、特性曲線より、写真濃度1.2付近において写真濃度を0.1変化させるには、約13%のX線量の変化が必要である。また、人間の目で識別できる最小濃度差は0.08程度と言われているが⁴⁾、実際の臨床胸部写真において目で識別でき、診断に影響するであろう写真濃度差(最大許容濃度差)を0.3と考えると、フィルム上における入射X線透過率の変化が約40%以内であればグリッドの傾斜は許容できると考えられる。

したがって Table 1 より、撮影距離100cmで集束距離100cmのグリッドを使用する場合のグリッドの最大許容傾斜角度は、グリッド比が5のグリッドであれば約4~5°, グリッド比が8のグリッドであれば約3°となる。これは、葉山らの視覚的官能検査法による結果⁵⁾とよく一致している。

また、集束距離100cmのグリッドを撮影距離120cmで使用するとき、撮影距離100cmで使用するときよりも、最大許容傾斜角度が約1°

Table 1 Transmission percentages at the points of 10cm right and left far from the midline of each anti-scatter grid. (obtained from calculation method)

Inclined angle of grid [°]	SID = 100cm				SID = 120cm				SID = 140cm							
	① R=5 f ₀ =100cm		② R=8 f ₀ =100cm		③ R=5 f ₀ =100cm		④ R=8 f ₀ =100cm		⑤ R=8 f ₀ =∞		⑥ R=5 f ₀ =100cm		⑦ R=8 f ₀ =100cm		⑧ R=8 f ₀ =∞	
	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.
0	100.0	100.0	100.0	100.0	91.6	91.6	86.7	86.7	33.2	33.2	85.7	85.7	77.3	77.3	42.6	42.6
1	91.2	91.2	86.0	86.0	99.6	82.8	99.3	72.7	19.2	47.3	95.4	76.8	91.3	63.3	28.6	56.7
2	82.3	82.3	71.9	71.9	90.7	73.9	85.3	58.6	5.2	61.3	96.6	68.0	94.7	49.2	14.6	70.7
3	73.5	73.5	57.9	57.9	81.9	65.1	71.2	44.6	0.0	75.3	87.8	59.2	80.6	35.2	0.6	84.7
4	64.6	64.6	43.9	43.9	73.0	56.2	57.2	30.6	0.0	89.3	79.0	50.3	66.6	21.2	0.0	98.7

SID: Source image receptor distance

R: Grid ratio

f₀: Focussing distance

小さく、撮影距離が140cmで使用するならば、最大許容傾斜角度はさらに約1°小さくなることが解った。

なお、大角サイズのグリッドを使用したときの傾斜角度3°とは、グリッド左右の高低差では約2cm、傾斜角度5°であれば高低差約3cmであるが、葉山らは、傾斜角度3°では認識でき、傾斜角度5°であれば確実に認識できると述べている⁵⁾。

5. 結 論

- (1) 今回考案した計算式を用い、グリッドが傾斜したときのフィルム上の任意の点における入射X線透過率を求めることにより、グリッドの傾斜が写真濃度に及ぼす影響を推測できる。
- (2) グリッドの集束距離と等しい撮影距離で撮影を行えば、グリッドが傾斜してもフィルム上の左右で写真濃度に差は生じない。
- (3) 撮影距離が140cmであれば、集束距離が∞のグリッドよりも集束距離が100cmのグリッドの方が有効である。
- (4) 用いるグリッドの集束距離と撮影距離が等しく、グリッド比が小さい方が、グリッドの最大許容傾斜角度は大きくなる。

- (5) グリッドの最大許容傾斜角度は、集束距離100cm、グリッド比が5のグリッドであれば約4~5°、グリッド比が8であれば約3°である。

6. 謝 辞

稿を終えるにあたり、本研究に御協力いただいた放射線技術科第10期生、伊藤嘉浩、貝原健、河村玲二、山崎弘幸の各君に深く感謝いたします。

7. 文 献

- 1) 金場敏憲、高毛禮篤子：病室撮影に関する実態調査、第39回日本放射線技術学会総会予稿集、532~533 (1983)
- 2) 野原孝幸、他：胸部ポータブル撮影における診断能の向上、第37回日本放射線技術学会総会予稿集、538 (1981)
- 3) 村木一夫、他：ポータブルにおける胸部準高圧撮影の有用性、第40回日本放射線技術学会総会予稿集、92~93 (1984)
- 4) 内田勝、金森仁志、稲津博：診療放射線技術学大系専門技術学系5、放射線画像情報工学(II)、通商産業研究社、東京、382 (1980)
- 5) 葉山和弘、渡辺雅弘、小松昭彦：胸部ポータブル撮影におけるグリッド斜入による画像に対する影響、日本技学誌、44(8)、1131 (1988)

