



Title	廻轉横斷撮影法の鮮鋭度に就いての實驗的研究(其の1)増感紙に依る不鮮鋭度 廻轉撮影法の研究 第20報
Author(s)	高橋, 信次; 三品, 均; 瀧澤, 達兒
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1953, 12(10), p. 25-30
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18974
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

廻轉横斷撮影法の鮮鋭度に就いての實驗的研究

(其の1) 増感紙に依る不鮮鋭度

廻轉撮影法の研究 第20報

(弘前大學醫學部放射線醫學教室)

高橋 信次 三品 均

(大日本塗料茅ヶ崎工場極光研究所所長: 大谷信吉)

瀧澤 達 兒

(昭和27年10月1日受付)

緒 言

廻轉横斷撮影¹⁾を行つたX線寫眞像の鮮鋭度は種々の因子に依り影響を受ける。即ち、横斷撮影を行う爲、所要の横斷面以外の部分が量される爲に起る暈、或いは水平に置かれた「フィルム」を挟んで居る増感紙に厚さがあり、其れにX線が斜入する爲に起る像の暈、焦點の大いさと物體「フィルム」間の距離相互關係に依る暈等があり、其れ以外には撮影中に於ける物體或いは體內器官の運動に依る暈、撮影機械の「ガタ」の爲に起る暈等がある。

本報に於ては先ず増感紙に依る暈に就いて述べようと思ふ。

實驗装置

X線管球は Sealex D. R. 10 KW., 廻轉臺は廻轉軸が「ブレ」す然も精密に同期廻轉する様に作られた實驗用廻轉臺、被寫體を載せる廻轉臺の廻轉軸にはその内部に更に換子が切られて居り、物體は其の換子の臺の上に載せる様にしてある。換子の一山が1.2mmである様に成つて居るので其の換子を α 角廻轉する事により $1.2 \times \frac{\alpha}{360}$ mm 丈被寫體を精密に上下する事が出来る。管球と被寫體を載せる廻轉臺距離は70cm, 兩廻轉臺距離は8cmである。又X線中心線の「フィルム」に傾く所謂、管球傾斜角を夫々 30° 及び 15° とした。「フィルム」の特性曲線を作る爲に時間目盛²⁾ Time Scale を製作した。此れは3mm厚さの鉛板に 4×25 mmの窓を穿ち、其れと並べて、窓の幅は同じくして長さを14.61mm, 8.55mm, 5.00mm, 2.92mm,

1.71mm, 1.00mm, 0.584mmとした。其の對數を取ると、夫々1.3979, 1.1647, 0.93197, 0.6990, 0.4654, 0.2330, 0, 1.7664となる。即ち最長と最短の窓の長さの比を略々1:40とし、其の間の幅を8段の等比級數になる様に取つたものである。この場合、此等の窓の長さは正確である事を要する故、特に意を用いて「マイクロメーター」で計測し、鋭利な剃刀及び極目の細い鑷で百分の一ミリ以下の誤差で切つた。此れを等速度に移動せしめた。尙此の移動が等速度で行われる事は豫め確めてある。

「フィルム」の濃度を連続流動式に記録する爲に理學電機製の「レコーディング」式「マイクロフォトメーター」を使用した。此れは0.01mm幅の黒化線を「オシログラフペーパー」に記録する事が出来る。

實驗材料

被寫體は0.1mm厚さで直径が1.5mmの鉛板。此の鉛板の輪廓は特に鋭利に打抜いてある爲暈は起らない。此れを3個夫々深さが異なる様に並べた。即ち上の鉛板が其の下面で次の鉛板の上面に接する様にする。眞上から鳥瞰すると、其等の鉛板の中心は三角形の頂點を爲し、各邊の長さは夫々7mm, 8mm, 及び5mmであつた。被寫體を載せる廻轉臺の臺に付いて居る換子を 15° 廻轉し、被寫體を0.05mm宛上下し乍ら、7回宛の横斷撮影を行つた。増感紙は極光の「フロント」4 (以下 F_4 と略す)及び「バック」1 (以下 B_1 と略す)を用いた。

フィルムは富士フィルム 両面塗布の物 (以下Dと略す)及び富士フィルム 特製の片面フィルム(以下Eと略す)を直径5.4cmの圓いフィルム片に切つて使用した。

フィルムを載せる廻轉臺には直径6.8cmのカゼツテを置いた。此のカゼツテの端には0.1mm厚さの鉛板を貼つた。

供試の増感紙の感度及び鮮鋭度は次の如き物である。

	感 度	鮮鋭度指數
F ₄ DB ₁	0.512 (100)	0.389
DB ₁	0.431 (84.2)	0.416
F ₄ D	0.216 (42.2)	0.529
D	0.022 (4.3)	0.897

此處で感度の表示は60KV, 3 ma, 300cmのX線線載で黒化度1.0を得るに要する露出時間の逆数で表した。又鮮鋭度指數は Spiegler 及び Rüdinger³⁾の方法に基いて0.3mmの鉛細隙をX線撮影して得られた。供試F₄の厚さは略々0.1~0.15mm, B₁の厚さは略々0.2~0.3mmである。

實驗方法

鉛板を含む被寫體を0.05mm宛上下し乍ら、管球電壓60KV, 管球電流10ma, 廻轉臺廻轉360°, 9秒の條件で撮影した。尙増感紙を用いた時は適宜に廻轉時間を短縮した。撮影が終れば實驗に使用したのと同じ乳劑番號の未露出のフィルムを取り、増感紙も先の實驗の組合せ通りに用いて、其の管球側に時間目盛を置き、横斷撮影の場合と同一電壓及び同一管電流で適當な單純X線撮影をなす。X線放射中、時間目盛はカゼツテ上を等速度にて移動して居る。

斯くして撮影を終れば横斷撮影をなしたるフィルム及び單純撮影を爲したるフィルムを同時に同一の現像液に入れ、指定現像を爲して後、水洗乾燥する。次に先ず時間目盛を用いて單純撮影せるフィルムの濃度をマイクロフォトメーターにて計測し、横軸に時間目盛の窓の長さから逆に知り得た露出時間をtとした場合にt×maの對數を取り、縦軸に黒さを取れば、増感紙フィルム現像等を因子とする特性曲線を得る。次に廻轉横斷撮影を爲せるフィルムを見ると、2個若しくは3個の鉛板のX線像が見られる。此の中心部を通る様にマイ

クロフォトメーターにフィルムを掛けて行くと、先ず點の周圍の黒さが記録される。此れを基部の黒さとしてS_{max}とする。其れから丁度鉛板のX線像の所、即ちX線に依る寫眞作用に與らない部分の黒さをS₀とする。そうすると、此のX線像の鮮鋭度指數は

$\frac{S_{max}-S_z}{S_{max}-S_0}$ となる。此れを特性曲線のグラフから露出の對數即ち ma 秒に換算すると

$\frac{I_z}{I_{max}}$ となる。此れが求むるものである。

實驗結果

I) 實驗の都度時間目盛で計測せる露出結果は其の特性曲線は其の都度異なるが、増感紙F₄B₁の組合せ、即ち F₄DB₁ (両面フィルムDを前部増感紙F₄と後部増感紙B₁にて挟んだもの)、F₄EB₁ (片面フィルムEをF₄及びB₁にて挟んだもの)DB₁, EB₁, D, Eを單純撮影せるものは其のコントラストはF₄DB₁, F₄EB₁, DB₁, EB₁, D, Eの順に悪くなる。又感度はF₄DB₁, F₄EB₁, DB₁, EB₁, D, Eの順に悪くなる。

II) 次に以上の増感紙フィルムを用いて被寫體を60KV, 80ma sの條件で眞上より照射する方法で鮮鋭度指數を計測せるに次の如くなつた。

F ₄ DB ₁	0.935
DB ₁	0.938
F ₄ D	0.941
D	0.940

即ち此の被寫體を用いた場合は其れ等の鮮鋭度指數は0.941~0.935であつて特に大差は認められない。

III) 今管球傾斜角30°の場合に廻轉横斷撮影をして其の鮮鋭度指數を調査するに、

a) 片面フィルムで増感紙なしの場合(E)の鮮鋭度指數は被寫體を0.05mm上方若しくは下方に移動するに従つて、0.907, 0.954, 0.972, 0.986, 0.957, 0.924, 0.887と移動してゆく。

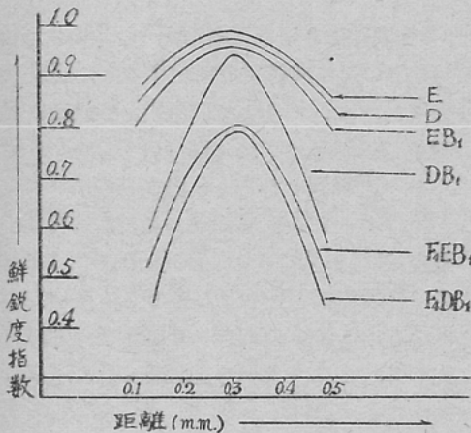
b) Dの場合は0.913, 0.932, 0.966, 0.968, 0.940, 0.921, 0.880。

c) EB₁の場合は0.875, 0.916, 0.948, 0.962, 0.930, 0.890, 0.844。

- d) DB_1 の場合は 0.650, 0.771, 0.861, 0.946, 0.861, 0.772, 0.648.
- e) F_4DB_1 の場合は 0.488, 0.647, 0.728, 0.800, 0.732, 0.646, 0.496 となる.
- f) F_4EB_1 の場合は 0.574, 0.690, 0.738, 0.809, 0.780, 0.713, 0.608 となる.

此等の各々の場合で鮮鋭度指数が最高値を示す場合が即ち被寫體である鉛板が最も横断面に近ういた場合に當る。今 a)~f) の場合を具體的に知るために各々の場合で最も鮮鋭度指数の高かつた場合を 0.3mm の座標の所に集め、此を中心として其の左右に 0.05mm 宛横軸に目盛しその各々の場合の鮮鋭度指数の値を縦軸に取つて圖示すれば第 1 圖の如くなる。即ち鮮鋭度指数はフィルム増感紙を夫々 E, D, EB_1 , DB_1 , F_4EB_1 , F_4DB_1 とせる場合夫々 0.986, 0.968, 0.962, 0.946, 0.809, 0.800 であると言う結果を得た。

第 1 圖



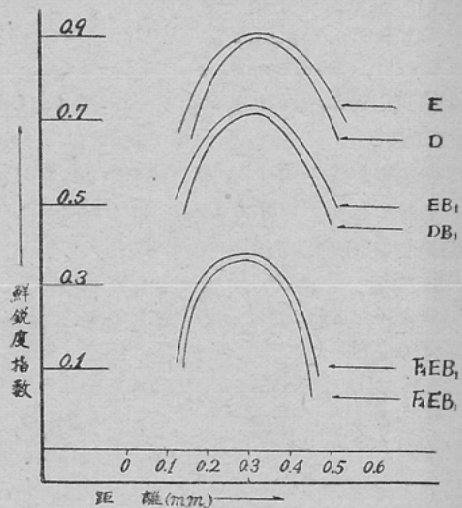
管球傾斜角 30° の場合に於ける鮮鋭度指数曲線 E は片面フィルムのみ、D は両面フィルムのみ EB_1 は片面フィルム後面増感紙、 DB_1 は両面フィルム後面増感紙、 F_4EB_1 は片面フィルム複増感紙、 F_4DB_1 は両面フィルム複増感紙を使用した場合である。此の順に鮮鋭度は悪くなってゆく。

IV) 次に管球焦點とフィルム廻轉中心とを結ぶ線が水平面に 15° である場合の結果を述べる。今被寫體を 0.05mm 宛昇降させる事に依り、夫々横断撮影を行つて計測せる鮮鋭度指数は夫々次の如

くである。

- a) E の場合 0.709, 0.826, 0.864, 0.895, 0.910, 0.886, 0.843.
- b) D の場合 0.698, 0.818, 0.845, 0.908, 0.905, 0.835, 0.738.
- c) EB_1 の場合 0.507, 0.655, 0.681, 0.717, 0.743, 0.700, 0.659.
- d) DB_1 の場合 0.498, 0.638, 0.672, 0.737, 0.706, 0.672, 0.642.
- e) F_4DB_1 の場合 0.154, 0.325, 0.362, 0.363, 0.327, 0.160, 0.05.
- f) F_4EB_1 の場合 0.210, 0.354, 0.381, 0.387, 0.365, 0.302, 0.208 となる.

第 2 圖



管球傾斜角 15° の場合に於ける鮮鋭度指数曲線 E は片面フィルムのみ、D は両面フィルムのみ EB_1 は片面フィルム後面増感紙、 DB_1 は両面フィルム後面増感紙、 F_4EB_1 は片面フィルム複増感紙、 F_4DB_1 は両面フィルム複増感紙を使用した場合である。此の順に鮮鋭度は悪くなる。

此の結果を第 1 圖の場合の如く矢張り圖示して第 2 圖となした。即ち鮮鋭度指数は E, D, EB_1 , DB_1 , F_4EB_1 , F_4DB_1 の夫々に就いて順次に 0.910, 0.908, 0.743, 0.737, 0.387, 0.363 と云う値を得た。

考 按

今本實驗の方法或いは結果に就いて吟味して見

るに、

a) 實驗裝置・材料・方法に就いて

實驗裝置に就いては特に精密に製作して、實驗の際に起こる誤差を少なくする様努力した。即ち豫め管球焦點兩廻轉臺の廻轉軸が一平面に含まれて居るかどうか、廻轉が同期して居るかどうかを確める爲、圓筒及び針を横斷撮影して其の結像が夫々圓及び點となる故正確なる事を知つた⁹⁾。

X線管球は其の實效焦點の大きさをもつと小さくする方が實驗に對しては合理的であるが、増感紙なしの片面フィルムを黒化するには矢張り此の程度の容量の管球が必要であつた。

被寫體としての鉛板の厚さを0.1mmと定めたのは次の如き理由からである。即ち所要の横斷面よりe離れた點の暈ける圓の半径は⁶⁾

$$R = \frac{(a+b)e}{a \cdot \tan \varphi - e}$$

aは焦點廻轉臺距離を現す。余等の場合此れは78cmである。

bは廻轉臺距離を現す。余等の場合8cmである。

φ はX線中心線のフィルムへの傾きを現し、余等の場合では15°及び30°であつた。

eは横斷面より離れた距離をあらわす。

今e=0.05mmとして夫々の値を代入すれば

$$\varphi = 30^\circ \text{の場合} \quad R = 0.1\text{mm}$$

$$\varphi = 15^\circ \text{の場合} \quad R = 0.2\text{mm}$$

此の程度の暈なら裸眼では不鮮鋭とは感ぜられない筈だからである。

此の鉛圓板のX線像から鮮鋭度を定めるには先ず寫真特性曲線を造る譯であるが、此の場合、強度目盛(Intensity Scale)を利用しないで時間目盛を利用した理由は前者であると、例えばアルミニウム階段等を用いる關係上、X線吸収の度合に應じてX線の組成が變つて來る。鉛と言つても薄板であるからX線組成が變ると、同一線量でも黒化度が變化して來る懼れがある。時間目盛であれば其の様な缺點は無くて済む譯である。

鮮鋭度を計測するには種々な方法がある。最も廣く行われているのは、基礎の黒さと物體X線像との黒さの差、即ち對比度を一定にして、其の移

行部の曲線の傾斜角を計つて比較する方法⁶⁾、或いは其の彎曲點を過る縦軸が曲線と圍む面積を比較する方法⁷⁾であろう。然し余等の實驗ではX線像を常に一定の黒さの差を出す事は困難であつた。又一方増感紙を用いて撮影した場合のX線像の鮮鋭度を比較するに最も利用されているRudinger a Spiegel⁸⁾の方法がある。それで此處では此の修飾法を利用したのである。

b) 單純撮影に依る鮮鋭度指數に就いて

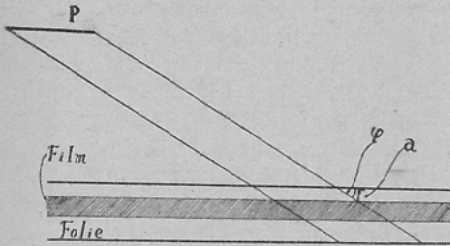
著者の1人である瀧澤の計測した増感紙の鮮鋭度指數は極光研究所で行う標準の方法では複増感紙、後面増感紙のみ、前面増感紙のみ、増感紙なしの順によくなる。然るに同一の其の増感紙を用いて、余等の被寫體を用いた場合には其れ等の鮮鋭度指數は夫々0.9程度を示し差は殆んど認められなかつた。此の鮮鋭度指數の相違を來した理由は余等の供試せる鉛圓板の徑が1.5mmもあり、増感紙の影響が鉛板像の中心迄及ばなかつた爲であらう。

c) 増感紙に依る廻轉横斷X線像の暈の生成機轉

X線撮影の際に増感紙を使用すると、使用しない場合に比べて、一般にX線像の鮮鋭度は落ちる。此れはX線量子が螢光體層の各結晶粒子に當つて、此れを勵起せしめ、此處より四方へ螢光を發してX線フィルムを感光せしめるからである。此の場合、X線がフィルム、増感紙に斜入する場合には更に鮮鋭度は不良となる筈である。其れはフィルムに直角にX線が入り、可視光線を發する場合に比べて、斜入すれば可視光線の發出する軌道が大となるからである。即ち、今放射線源を點と考え、鉛板の直徑をPとし、前方増感紙の厚さをaとする。X線は鉛板の直徑が小さく然も管球焦點とフィルムの距離を此の實驗の如く取る時は略々平行線と考える事が出来る。然る時は増感紙に接するフィルム面には、X線斜入の爲に管球に遠い側にa・cot φ の内側への暈が生ずる。(第3圖)

管球に近い側及び鉛板の兩側では斯かる事は無い。従つて鉛板は圓いX線像に鎌月狀に暈を生じている。此の圓板が廻轉する事に依り、鉛板のX線像の内側に同心圓狀に喰い込む輪狀の暈が生ず

第 3 圖



被射體(鉛板)の直径をP, 前方増感紙の厚さをa, 管球傾斜角を φ とすると, 管球に遠い側に $a \cot \varphi$ の量を内側に生ずる。

る。又一方増感紙の厚さaの内部に就いても夫々其の鉛板の横断面のX線像は増感紙の厚さ Δa 就いて夫々

$$\frac{(a+b) \Delta a}{a \cdot \tan \varphi - \Delta a}$$

寸量が生じての発光する。

これもフィルムに感光する。

又X線フィルムは両面塗布であるから下面の乳劑と後面増感紙に就いても同様な事が言ひ得る。従つて、増感紙の量は此等因子の加乗の結果となる。

従つて以上の考按から判る様に増感紙の厚さが薄い程、フィルムの乳劑面が片面塗布の場合或いは増感紙へ斜入するX線中心線の角度が大なる程、其の量が小になる譯になる。

實際に今種々なるフィルム及び増感紙を用いて、横断撮影を行つた場合、其の鮮鋭度指數に就いては、片面フィルムのみ、両面フィルムのみ、片面フィルム後面増感紙、両面フィルム後面増感紙、片面フィルム複増感紙、両面フィルム複増感紙の順に其の値が悪くなる。即ち、其の鮮鋭度が悪くなる。此れは矢張り、片面フィルムを使用するより、両面フィルムを使用する方が又増感紙を使用する方が夫々 $a \cdot \cot \varphi$ に於てaが大となる爲、全體として、 $a \cdot \cot \varphi$ の値が大となり、鮮鋭度が害されると解釋して良いのであろう。従つて同一の管球傾斜角の場合はaを無くするか、成る可く小にした方が像の鮮鋭度は増すと云う結果になる。又同時に同一のaの場合は φ を大にした方が鮮鋭度が増す譯である。尙フィルム及び増感紙の組合せに依る鮮鋭度指數が一つの頂点を有する曲線になるのは鉛板が1.5mmの直径を有して居

て、然も其の厚さが0.1mmあり、其の厚さの中央の部分で横断されたとすれば、上下方の0.05mmの厚さの部分は夫々直径0.2mmの此れに増感紙の量と言う事になり、此の直径Rの値は所要の鉛板の位置が外れた場合益々大きくなり、 S_{max} に影響を及ぼして来るからである。此が余等の實驗で被寫體を0.05mm宛昇降して、その都度鮮鋭度指數が小なる値より次第に大となり、又小となつた所以である。従つて曲線の頂點が被寫體の所要の横断面に合つた場合の鮮鋭度指數と解釋してよい。片面フィルムの場合は $R=0.2mm$ であつて、此れは鉛板直径1.5mmの内部迄入らず、従つて鮮鋭度指數が殆んど害されなかつた様な結果を得たのである。管球傾斜角が 30° の場合は F_4B_1 を除いた他の場合が總べて鮮鋭度指數が略々0.85以上である事は量が少なくとも、鉛板の半径0.75mmには至らなかつたと考えて良からう。然るに管球傾斜 30° の場合と 15° の場合を比較するに、 15° 傾斜の場合は鮮鋭度指數が悪くなり、此れは複増感紙の場合に著しい。此れは矢張り量の發生機轉に於いて $\tan 30^\circ$ は $\tan 15^\circ$ の略々2倍である爲、Rの長さが約2倍に成つた故爲であり、同時に $a \cdot \cot \varphi$ に於て φ が小になつた故爲と考えられる。

結 論

1) 廻轉横断撮影に於けるX線像の鮮鋭度が片面フィルム、両面フィルム、片面増感紙、複増感紙を使用する事に依りどの程度影響されるかを檢した。

2) 径1.5mm, 厚さ0.1mmの鉛板を廻轉横断撮影して、其の鮮鋭度指數をRudinger a Spieglerの方法に従つて計測した。

3) 其の結果片面フィルムのみ、両面フィルムのみ、片面フィルム後面増感紙、両面フィルム後面増感紙、片面フィルム複増感紙、両面フィルム複増感紙の順に鮮鋭度指數は低下する事を知つた。又管球傾斜角を 15° にした方が 30° にした場合に比し、X線像の鮮鋭度は低下する事を知つた。

以上を實際に曲線にて圖示して、此等の結果を得た理由を考按した。

追加; 極く最近極光研究所で製作した増感紙はその厚さが在來のものより遙に薄く、然も感度、鮮鋭度共に飛躍的によくなり、此れを用いると臨牀的に在來より更に鮮鋭なX線像を得る事を知り、

現在ではこれを用いて撮影を行つている。(高橋 Feb. 7. 1953.)

(本研究は文部省試験科學研究費の援助によつた。感謝の意を表す)。(本研究に際し種々の助言を與えられた弘前大學文理學部物理學教室鈴木重光教授及び片面フィルムを特製して供試の便を計られた富士フィルムに感謝す。)

文 獻

- 1) 高橋信次, 今岡睦麿, 篠崎達世: X線廻轉撮影法の研究 (第13報), 廻轉横斷撮影法, 日醫放誌, 10卷, 1號, 1~9頁 (昭25.4). —2) 辻義春, 高橋角次郎: 國產不燃性フィルムの試験成績, 日本レントゲン學會雜誌, 15卷, 2號, 73~89頁 (昭12.7). —3) G. Ru-

dinger und G. Spiegler: "Zum Wesen der Folienschärfe" Fortschr. Röntgenstr. Bd. 57, S. 56~59, 1938. —4) 高橋信次, 今岡睦麿, 篠崎達世: X線廻轉撮影法の研究 (第14報), 身體各部の廻轉横斷撮影, 日醫放誌, 10卷, 8號, 29~37頁 (昭25.12). —5) 高橋信次: X線廻轉撮影法の研究 (第18報), 廻轉横斷撮影法に於ける暈及び線影像の生成に就いての實驗的研究, 日醫放誌, 第12卷, 2號, 42~48頁, (昭27.5). —6) K. Wurstlin, "Mikrophotometrische Erfassung der Zeichenschärfe von Verstärkungsfolien" Fortschr. Röntgenstr. Bd. 54, S. 519~521, 1936. —7) H. Nikta: "Die Messung der Zeichenschärfe von Verstärkerfolien" Phy. Zeitschr. Bd. 39, S. 436~439, 1938.

Sharpness of X-ray Shadow imaged on Rotatory Cross Section

Radiograms taken with Intensifying Screens

(Studies on Rotatography. 20th Report)

by

Shinji Takahashi and Hitoshi Mishina

(From the Department of Radiology, Hirosaki University School of Medicine, Hirosaki) and

Tatsuji Takisawa

(From the Kyokko Institute of Chigasaki Factory, Dai Nippon Toryō Co. Ltd.)

Summary

The present paper deals with the effect of intensifying screens on sharpness of X-ray images when screens were used at the time of rotatory cross section radiography.

A lead disc of 1.5 millimeter in diameter and of 0.1 millimeter in thickness was rotatographed in two cases of condition that the central X-ray was inclined to a horizontal film either 15 degrees or 30 degrees. Six rotatograms were taken with the following combination of intensifying screens and film: a) a special made film coated with X-ray emulsion on single side of film base (E) only, b) ordinary duplitized X-ray film (D) only, c) the film E and a back piece of an ordinary Kyokko intensifying screen (EB₁), d) the film D and the screen B₁ (DB₁), e) the film E and ordinary Kyokko double screens (F₄ E B₁) and f) the film D and the double screens (F₄ D B₁).

The sharpness of the X-ray image of these roentgenograms was mentioned in sharpness coefficient of Rudinger and Spiegler's method.

The result obtained is as follows.

Case of inclination of central X-ray to the film in 30 degrees. E (0.986 of sharpness coefficient), D (0.968), E B₁ (0.962), D B₁ (0.946), F₄ E B₁ (0.809) and F₄ D B₁ (0.800).

Case of inclination of central X-ray in 15°.

E (0.910 of sharpness coefficient), D (0.908), E B₁ (0.743), D B₁ (0.737), F₄ E B₁ (0.387) and F₄ D B₁ (0.363).

Data of this experiments show that intensifying screens bring bad effects on the sharpness of the X-ray image, and especially when the inclination of the central X-ray is made too much.