



Title	X線管焦点, フィルムの回転中心及び回転横断撮影装置の回転中心を一致させる工夫, 所謂”どんぴしゃ法”
Author(s)	松田, 忠義; 伴, 和友; 沢田, 実
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1963, 23(7), p. 879-887
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/16149">https://hdl.handle.net/11094/16149</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

# X線管焦点、フィルムの廻転中心及び 廻転横断撮影装置の廻転中心を一致 させる工夫、所謂“どんびしや法”

豊橋市民病院放射線科

松田 忠義 伴 和友 沢田 実

(昭和38年7月19日受付)

A method for adjusting rotation axes and tube focus in rotatory cross section radiography, with a special reference to improvement of sharpness of X-ray image.

By

Tadayoshi Mazuda, Kazutomo Ban, and Minoru Sawada

An outline of the newly devised equipment for rotatory cross section radiography of lying type was described. with explanation of procedures to adjust the X-ray tube focus and tow rotation axes to be on the same one plane. First, the rotation centers of the equipment and film were decided, and secondly the X-ray tube was set so that tube focus is on the extension line of the two rotation centers. All of these procedures were conducted with radiographic examination. Aberration of the centering was corrected in accordance with the geometrical relationship. If the adjusting of rotation axes was incomplete, the sharpness and threshold of exhibiting power in the X-ray image would be poor, which was confirmed experimentally. When the equipment was thoroughly adjusted, the resolving power of metal in the X-ray image was 0.23 mm, and the cavity model with the diameter of over 1.5 mm was satisfactorily exhibited. The resolving power and exhibiting power of X-ray film taken by this newly devised equipment showed moderate to considerable improvement as compared with those films taken by the rotatory cross section radiography machine of old type.

## I. 緒 言

廻転横断撮影を行う場合X線管焦点、装置の廻転軸及びフィルムを載せる廻転盤の廻転軸の3者を同一平面内に配置させることは、此の撮影法では基本的に重要なことの一つである<sup>1)</sup>。

此の調整が正確に行なれていないと鮮明な横断写真は得られないので撮影の意味がなくなるからである。このためのよい方法は今迄発表されてい

なかつた。

それで臥位式廻転横断撮影装置に於ける3者の調整法の実際のやり方と、此の調整と鮮銳度の関係を中心について述べたいと思う。此の調整法を通称“どんびしや法”と呼んでいる。

使用した撮影装置は今回、東芝放射線株式会社に依頼して製作した臥位式廻転横断撮影装置である。

## II. 撮影装置

先づ、今回製作した臥位式廻転横断撮影装置の概略を述べる（第1図）。

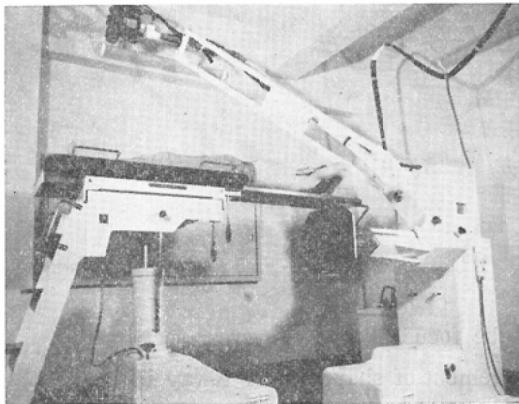


Fig. 1. Equipment for rotatory cross-section radiography of lying type in action.

臥位の姿勢をとる被検者の周りをX線管とカゼツテを載せる廻転盤が互に逆方向に廻転する。フィルムは廻転中常に正確に鉛直位をとりながら廻転する。以下、X線管及びカゼツテを載せる盤の廻転軸を夫々装置の廻転軸、フィルムの廻転中心と呼んで説明する。

此の装置ではX線管（ $0.8 \times 0.8\text{mm}$  と  $2.0 \times 2.0\text{mm}$  の2重焦点廻転陽極管）と装置の廻転軸間距離  $180\text{cm}$ 、装置の廻転軸とフィルムの廻転中心間距離  $50\text{cm}$  である。従つて撮影される横断写真は  $1.27$  倍に拡大され、幾何学的半影は大焦点では  $0.55\text{mm}$ 、小焦点では  $0.22\text{mm}$  である。X線管はフィルムの廻転中心から  $230\text{cm}$  離れて廻転するが、X線管の支持体は強固に補強され廻転中のぶれは完全に除去されている。

X線管は  $220$  度の範囲を廻転し此には  $12$  秒を要する。また遮光板がフィルムの前面に装用されている。即ち、フィルムを載せる廻転盤の支持軸に固定した取枠（第6図D）に焦点とフィルムの廻転軸を結ぶ直線に対し、廻転中常に遮光板の間隙が平行になるようにフィルムの前面にとりつけた。

X線束の中心線がフィルム面となす角度、即ち、管球傾斜角はフィルムを載せる廻転盤の支持軸の（第6図A）長さを変えることにより  $15$  度、 $20$  度、 $25$  度に変える事ができる。

被写体を載せる撮影台は、撮影装置の廻転部と独立して上下、左右及び前後方向に必要な範囲で任意に移動することが出来る。尚、此の際被検者の移動は横断部位を指向する照準器の照準に従つて行い、横断部位が選ばれば撮影台を固定する。

此の装置では横断部位を記録するために、更にもう一個のX線管が別に側方の壁面より蝶番で動く支持体にとりつけてある。

## III. 装置調整法

次に本稿の主題であるX線管焦点と、装置の廻転軸及びフィルムの廻転中心の3者を同一平面内に位置させるための調整法について述べる。

余等が工夫した調整法は次の順序で行う。先づ1) 装置の廻転軸の位置を正確にする。次に2) フィルムの廻転中心を求める。そして3) 装置の廻転軸とフィルムの廻転中心を結ぶ直線上にX線管の焦点を位置させる。

以下、此の順に従い、実際の求め方を説明する。

1) 装置の廻転軸の求め方：撮影装置の廻転軸の位置が正確には判つていないで、先づ此をはつきり決める必要がある。此の為に次の準備をする。

装置の廻転軸と推定される所に、廻転軸と平行にピアノ線を張る。（第2図C）横断写真を撮影するフィルムを載せる廻転盤を取りはずし、此の廻転盤の支持軸に水平にキヤビニ版のカゼツテを取り付ける。（第2図A）従つて此のカゼツテは何れの角度でもX線束の中心線に対して常に直角に指向する。此の状態でX線管を右  $90$  度、鉛直及び左  $90$  度の3方向からピアノ線を同一フィルムに3回撮影する。此の際左右の方向からのピアノ線のX線像を区別するため、右  $90$  度方向の撮影の時は、ピアノ線に小さい帶状の鉛箔を貼布し、又左

90度方向の撮影の場合は線状の鉛箔を貼布して撮影する。それで3本のピアノ線の像の中、標識がないのは鉛直方向からのX線像である。又目印としてカゼツテの右上隅に鉛板をのせる。此の様にして撮影すると、第3図の写真が得られる。若しピアノ線が装置の廻転軸に一致しておれば、3方向からの撮影像は完全に重つて一本のX線像になる（第3図3）又ピアノ線が廻転軸から外れている場合は3本のX線像となる。（第3図1）実際に装置の廻転軸を決めるには、此の様に3本のX線像を示している状態からピアノ線を移動しながら完全に1本に重なる位置を求めるのである。今、此の関係を幾何学的考察を加えて具体的に述べることにする。



Fig. 2. Actual procedures for obtaining the rotation axis of equipment (in action)

- A. The rotation disc for the film was removed, and the cassette was placed in parallel with the rotation axis.
- C. A piano line was fixed in the assumed rotation axis.

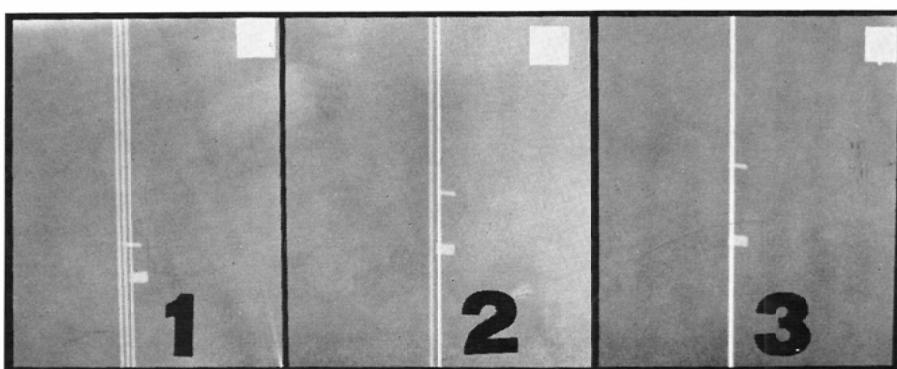


Fig. 3. Procedures for obtaining the rotation axis of equipment.

- 1). Piano lines are not coincided with each other either perpendicularly or horizontally.
- 2). Piano lines are not coincided horizontally.
- 3). Piano lines are coincided with the rotation axis completely.

ピアノ線が廻転軸から外れる場合、鉛直方向と水平方向の2次元のずれがあり、最初鉛直方向のずれを補正する。第4図で、装置の廻転中心をO、ピアノ線の位置をO'とする。X線管が左90度の場合(R<sub>1</sub>)には点O及びO'は夫々O<sub>1</sub>とO'<sub>1</sub>に、又右90度の場合(R<sub>3</sub>)には夫々O<sub>3</sub>、O'<sub>3</sub>に投影される。ピアノ線の位置O'から装置の水平軸R<sub>1</sub>R<sub>3</sub>に下した垂線の足をeとする。ΔR<sub>1</sub>O<sub>1</sub>O'<sub>1</sub>とΔR<sub>3</sub>O<sub>3</sub>O'<sub>3</sub>に於て、次の関係がある。

$$\begin{aligned} O_1O'_1 + O_3O'_3 &= \frac{O'e \cdot R_1O_1}{R_1e} + \frac{O'e \cdot R_3O_3}{R_3e} \\ &= \frac{O'e \cdot R_1O_1 \cdot R_3e + O'e \cdot R_3O_3 \cdot R_1e}{R_1e \cdot R_3e} \end{aligned}$$

茲で、X線管から廻転中心迄の距離(R<sub>1</sub>O<sub>1</sub>, R<sub>3</sub>O<sub>3</sub>)をa、又X線管からフィルム迄の距離(R<sub>1</sub>O<sub>1</sub>, R<sub>3</sub>O<sub>3</sub>)をbとする。

此の装置ではa = 180cm, b = 230cmである。又X線管から廻転中心迄の距離に対し、OO'は数mmであることから、R<sub>1</sub>eとR<sub>3</sub>eは实际上はaと

見做してよい。 $O'e$  を  $E_1, O'_1O'_3$  を  $D_1$  として、此等の記号で上式を整理すると、 $D_1 = \frac{2abE_1}{a^2}$  従つて  $E_1 = \frac{a}{2b}D_1$  (1式) の関係が得られる。即ち、右90度、左90度で撮影されたピアノ線の間隔  $D_1$  をフィルムより計測し  $180\text{cm}/2 \times 230\text{cm}$   $D_1$  丈けピアノ線を移動させることにより、ピアノ線を廻転中心を含む水平軸上に位置させることができることが判る。第3図1のフィルムより計測し上式に従い  $0.58\text{mm}$  ピアノ線を上方に移動し同様に3回撮影すると、右左90度方向からの投影像は重つて、一本のX線像とする事ができた。(第3図2) 此の際ピアノ線の移動方向はカゼツテに貼った鉛板を目標ににする。

次に水平軸に於ける補正を第5図について考察する。

ピアノ線は既に廻転中心を含む水平軸上に位置するので、X線管が右左90度にある場合( $R_1, R_3$ ) は廻転中心  $O$  とピアノ線  $O''$  は同じ点に投影される。X線管が真上に位置する( $R_2$ ) 場合、 $OO'' = E_2, O_2O''_2 = D_2$  として整頓すれば  $E_2 = \frac{a}{b}D_2$  (2

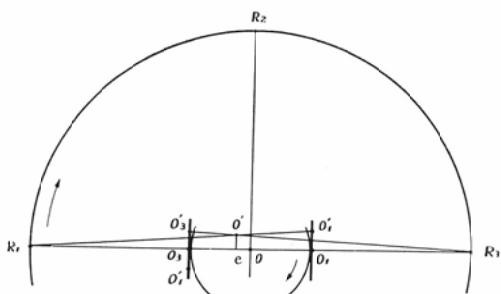


Fig. 4.

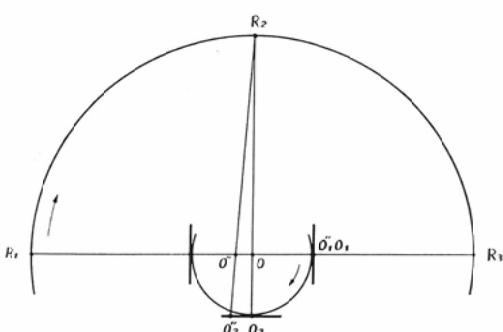


Fig. 5.

(式) が成立つ。

即ち、ピアノ線を水平軸に於ける廻転中心に一致させるには、第3図2のフィルムに撮影されたピアノ線の間隔を計測し、此に  $180\text{cm}/230\text{cm}$  を乗じた値  $E_2$  丈けピアノ線を移動させればよい事が判る。例えば第3図2より計算し  $1.56\text{mm}$ 、ピアノ線を右側に移動し、同様3回X線撮影すると完全に一本になったX線像が得られた。(第3図3) 此のピアノ線の位置が装置の廻転軸である。

以上を要約するに装置の廻転中心の位置は2つの手順で求められる。先づ廻転中心の近くに廻ったピアノ線を右左90度の方向から撮影し、ピアノ線のX線像の間隔から(1式)に従つて水平軸の位置を求め、次いで此處に移動したピアノ線を水平及び垂直方向からフィルムに投影された間隔から(2式)に従つて廻転軸の位置が求められるのである。

2) フィルムの廻転中心の求め方： 次に横断写真を撮影するフィルムを載せる廻転盤の廻転中心を求める。此のため遮光板を取ける取枠(第6図D)の先端に針を固定し、廻転盤にカゼツテを装着する。(第6図B) 此の状態でX線管を  $0^\circ, 10^\circ, 55^\circ, 110^\circ, 115^\circ$  に廻転し、その都度5回同

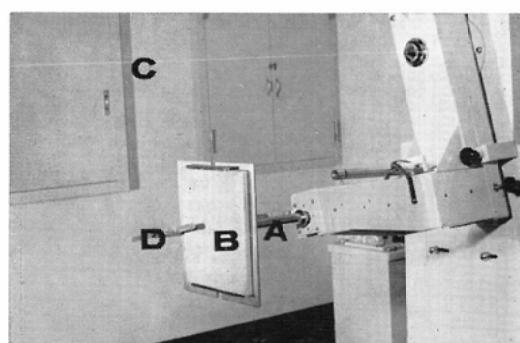


Fig. 6. Procedures for bringing the tube focus and rotation axes of equipment and film on the same plane.

A. Rotation axis of rotation disc on which film was placed.

B. Cassette.

C. Piano line fixed in the rotation axis of equipment.

D., The needle was fixed at the tip of the frame of the Lisholm's diaphragm.

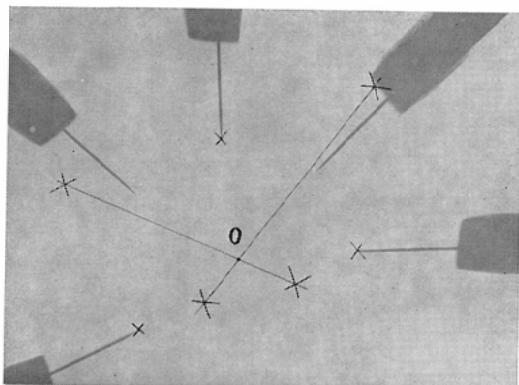


Fig. 7. Method for obtaining the rotation center of a film. The point O indicates the rotation center of a film.

一フィルムに撮影する。（第7図）此の写真に撮影された5本の針のX線像の中、任意の3本を選び夫々の先端の垂直2等分線の交点を求める。此の交点がフィルムの回転中心である。（第7図O点）

3) X線管焦点、装置の回転軸、フィルムの回転中心を同一平面内に配置させる方法：1), 2) の方法で求めた装置及びフィルムの両回転中心を結ぶ直線の延長上にX線管焦点を位置させるためには、ピアノ線を回転中心に張りカゼツテのすぐ前に針を固定し、管球を $0^\circ, 10^\circ, 55^\circ, 110^\circ, 155^\circ$ の角度でその都度同一フィルムに撮影する。

カゼツテの右上隅に鉛板を貼り指標にする。此の状態で、若し3者が完全に同一平面内に配置されている場合には5本のピアノ線のX線像が1点

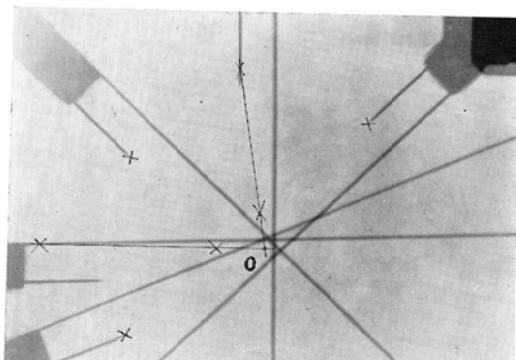


Fig. 8. The method of bringing the tube focus and rotation axes of equipment and film on the same perpendicular plane.

に交叉する。その交点の位置はフィルムの回転中心である。（第10図）X線管焦点が両回転中心を結ぶ直線上からずれている場合は5本のピアノ線のX線像は互に交錯しフィルムの回転中心とは何れも交わらない。（第8図）此の状態からX線管の位置をどう調整すればよいかを幾何学的考察を加えて述べる。第9図で装置の回転中心Oとフィルムの回転中心O<sub>1</sub>を結ぶ直線上に配置された焦点をR<sub>1</sub>とし、此処から外れて位置する焦点をR<sub>2</sub>とする。回転中心に張られたピアノ線Oは、X線管R<sub>1</sub>ではフィルム上O<sub>1</sub>に投影され、又R<sub>2</sub>ではO<sub>2</sub>に投影される。そしてO<sub>1</sub>O<sub>2</sub>の距離は第

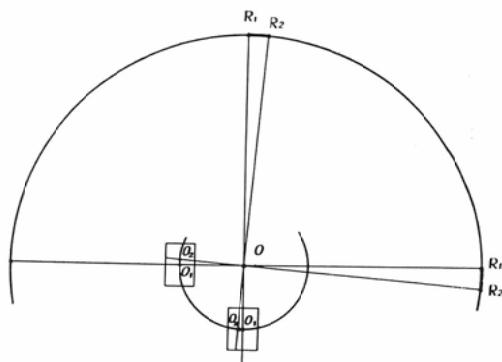


Fig. 9.

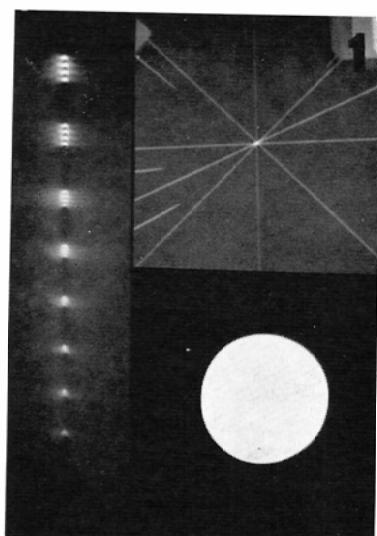


Fig. 10. Completely adjusted; The X-ray picture of piano lines completely coincided at one point.

8図のフィルムで、フィルムの廻転中心から各ピアノ線迄の距離に一致する。又此の  $O_1O_2$  の距離は  $R_1$  と  $R_2$  の距離が同じであればどの角度でも常に同一である。今、 $\angle OR_1R_2$  と  $\angle OO_1O_2$  に於て、 $R_1R_2 = R_1O - \frac{O_1O_2}{R_1O_1 - R_1O}$  の関係がある、此の関係式を  $R_1R_2 = E_3$ ,  $O_1O_2 = D_3$  X線管焦点から廻転中心及びフィルム迄の距離を  $a, b$  として整頓すれば上式は  $E_3 = \frac{a}{b-a} D_3$  (3式) となる。茲で、 $D_3$  はフィルムの廻転中心からピアノ線のX線像迄の距離であり、此の距離を計測し此に  $180\text{cm}/230\text{cm} = 180\text{cm}$  を乗じた値丈け管球を移動すればよいのである。第8図の例では左上方に  $10.8\text{mm}$  移動し、此處で5回の撮影を行つて5本のピアノ線のX線像が完全に一点で交叉する事が確かめられた。(第10図)

此が完全に装置が調整された状態である。

説明の便宜上、2)3)は項を別に述べたが、実際には同時に済ませるのである。従つて装置を整備するには、結局ピアノ線を廻転軸に張るために3回、3者を同一平面上に配置するために2回の撮影が必要であり、その間の補正是(1式)(2式)(3式)に従いすべて計算で処理される。

#### IV. 基礎実験

上述の方法に従い完全に装置が調整された状態で、装置の解像力と現出能を調べてみた。以下すべての実験は感光紙は極光F.S、フィルムはさくらニューYタイプを使用した。

##### 実験第1

解像力試験：実験に使用した試験体は、ペーパークライト板に直径  $0.18, 0.23, 0.26, 0.32, 0.45, 0.60, 0.80, 1.20\text{mm}$  の銅線を4本宛、夫々の太さの間隔で規則的に並べたもので、この試験体を撮

第1表

$\phi \text{ mm}$	0.18	0.23	0.26	0.32	0.45	0.60	0.80	1.20
管球傾斜角	本/mm	2.8	2.2	1.9	1.5	1.1	0.8	0.6
15°	-	-	±	+	+	+	+	+
20°	-	±	+	+	+	+	+	+
25°	-	+	+	+	+	+	+	+

影台に垂直に固定した。銅線の並びに対し直角を断面とし、管球傾斜角  $15, 20, 25$  度で横断撮影を行つた。

この結果は第1表に示す様に管球傾斜角が  $25, 20, 15$  度の順に解像力が高くなり、25度で  $0.23\text{mm}$ 、20度で  $0.26\text{mm}$ 、15度で  $0.32\text{mm}$  の銅線を明瞭に解像している。

##### 実験第2

現出能試験：試験体は径  $7.5\text{cm}$ 、長さ  $4.5\text{cm}$  の円柱形の密蠟に円の中心から  $2.0\text{cm}$  の処に径  $1.0, 1.5, 2.0, 4.0, 5.0\text{mm}$  の穴を等間隔にあけ中空としたものを用いた。この被写体を穴の中心軸が横断面と直角になるように固定した。管球傾斜角  $25, 20, 15$  度の各角度で横断撮影をして何mm迄の穴が像として認められるかを調べた。實際には露出条件を種々変えて最もよく現出したものにつき観察を行つてある。

その結果を示すのが第2表である。

第2表

$\phi \text{ mm}$ 管球 傾斜角	1.0	1.5	2.0	4.0	5.0
15°	-	-	±	+	+
20°	-	±	+	+	+
25°	-	+	+	+	+

##### 実験第3

装置の調整と鮮鋭度：次に、装置の調整の程度が解像力と現出能にどの様に影響するかを検討してみた。

此の際調整の程度は次つ3つの場合で代表した。

1) 完全調整：廻転軸上のピアノ線は一点で交り完全に調整されている。(第10図)

2) 略完全調整：完全に調整された位置からX線管を  $1.2\text{mm}$  ずらした場合。(第11図)

3) 不完全調整：完全に調整された位置からX線管を  $10\text{mm}$  ずらした場合。(第12図)

以上3つの状態で上述の解像力試験、現出能試験及び径  $35\text{mm}$  のアルミニニューム中空円筒の3を並べ同時に撮影した。何れも管球傾斜角は  $20$  度であ

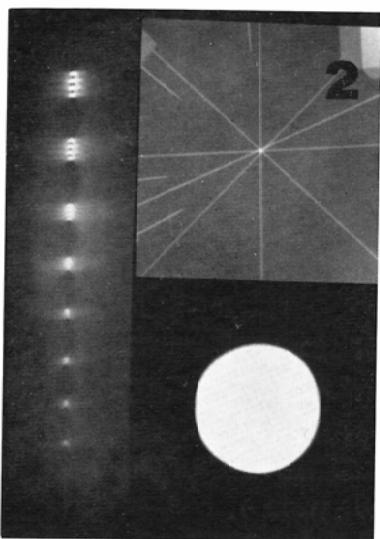


Fig. 11. Nearly completely adjusted; The X-ray tube focus was displaced for 1.2 mm away from the point of complete adjustment.

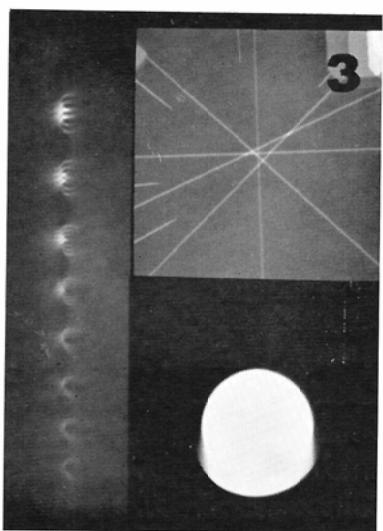


Fig. 12. Imcompletely adjusted; The X-ray tube focus was displaced for 10 mm away from the point of complete adjustment.

る。

その結果を総括整理したのが第3表である。

即ち、完全に装置が調整されている場合は径0.23mm迄の金属線及び径1.5mm迄の模型空洞が認知され、アルミニウム同筒は正円形像を示す。(第10図)此に対し略調整された状態ではアルミ

第3表

	1	2	3
解像力	0.23mm	0.32mm	—
現出能	1.5mm	2.0mm	4.0mm
アルミニウム円筒	正円形	円形	不規則形

ニユーム同筒は略円形を呈するが、ピアノ線の像は完全に一点に交つていない。(第11図)此の状態では金属線及び模型空洞は、夫々0.32mm, 2.0mmが認知されるに止るのである。

即ち、装置の調整の程度が横断撮影の解像力、現出能に対して大きく影響することが判つた。而も此の調整の程度は余等の方法に従い装置の廻転軸上のピアノ線の像の一一致、不一致を指標にするのが最も正確であることも判つた。

#### V. 考 按

廻転横断撮影は生体の横断面の状況を具体的明瞭にし、X線診断に特有の所見を提供する以外に放射線治療の前準備に利用されつゝある<sup>2)3)4)</sup>。またそのための種々な型式の撮影装置も製作され夫々に特長を持つてゐる<sup>5)6)7)</sup>。

一般に実際の生体を対象に撮影される廻転横断写真は断層写真等に比べて鮮銳度と対比度が劣り解像力や現出能が可成り低いと考えられている。斯様に横断写真の鮮銳度が低下するのは、すべてのX線写真に共通した制約、例えは拡大率、幾何学的半影、撮影時間等が他の撮影に比べて大きいという以外に、本質的に撮影される断面が断層撮影に比べて非常に薄い事も原因となつてゐる<sup>8)</sup>。

然し廻転横断撮影では此等の制約以外に此の撮影に特有の原因がある。それは本稿の主題にした装置の調整といふところである。即ち、X線管の焦点、装置及びフィルムの廻転中心の3者が正確に同一平面内に配置されなければ、他の諸因子がいかに改善されても鮮明な横断面像は得られないである<sup>1)8)</sup>。

元来この調整は立位式廻転横断撮影装置では比較的容易である、臥位式の装置では必ずしも容易ではなく、未だ完全な調整法も見出されていない。これは立位式の装置では、被写体とフィルムを載

せる2つの廻転台の廻転軸を見出すことは容易であり、X線管の位置を移動しながら此の2つの廻転軸を結ぶ直線上に焦点を位置させれば決るのである<sup>1)</sup>。これに対し臥位式の装置では、調整の目標は同じであるが固定した被写体の周りをX線管とフィルムが、夫々独立して廻転する方式をとるので、此等の2つの廻転軸を先づ見つける事は立位式の装置程には容易ではない。

余等が考案した調整法は、先づ装置の廻転軸を、次いでフィルムの廻転中心を夫々見出して此の両者を結ぶ平面内に焦点を移動させる手順を選んだ。

由来、装置の調整法は確実であり且つ普遍的容易である事が要求される。此の点から按するに、余等の方法はすべてX線像を基準にし、これに現われる“ずれ”を一定の数式に従つて計算、補正する具体性と何本かの直線像が一点に集合する結果を認知する確実性がある。

此に比べると従来一般に行われる透視下で“ずれ”を監視し調整し、又同筒形、立方体の被写体の断面像の正、歪を目標とする場合は、その結果が客觀性を欠き不確実性は免れ得ない。事実余等の方法で調整する場合、同筒形の断面の鮮銳を目指にするよりも遙かに解像力、現出能を高める事実が判つた。

余等の方法は一見操作が繁雑のように思われる。然し如何に大きくずれている場合でも、ピアノ線を装置の廻転軸に合せるために3回、焦点と装置及びフィルムの廻転軸の3つを合せるのに2回、合せて最大5回の撮影で済み、いづれも一定の定数で補正されるので決して繁雑とは言えない。

余等の装置での解像力、現出能の結果が在来報告された結果に比べ解像力で3段階、現出能で2段階夫々向上している<sup>9)10)11)</sup>。

今回製作した装置が此の様に解像力、現出能が従来に比べ向上したのは拡大率、幾何学的半影が小さくなり廻転中のぶれも少なくなつた事にも理由はあるが、装置の調整法が従来よりも正確にな

つた処にもその一端があると考えている。事実余等の実験でも装置の調整が完全でないと解像力、現出能は低下するのである。

最近臥位の姿勢で撮影される横断写真が超高圧放射線治療、特にその廻転照射や更にペータートロン治療等に括すためには不可欠のものと考えられる<sup>3)4)5)</sup>。

然し、その基本になる横断写真が單に体表面の輪廓が現出されて満足されるものでなく、内部の器官や病巣がより鮮明に現出されて始めて充分これが活用されるのである。此の点からも臥位式廻転横断撮影装置の確実な調整法の重要性は窺知できるものと言えよう。

## VI. 結 論

今回、東芝放射線株式会社に依頼し製作した臥位式廻転横断撮影装置の概要に就いて述べた。

廻転横断撮影装置でX線管焦点、装置及びフィルムを載せる廻転盤の廻転軸の3つが同一平面内に配置させるための調整方法を考案し、その実際のやり方を説明した。先づ装置とフィルムの廻転中心を決め、次いで此等を結ぶ直線の延長上にX線管焦点を配置させる。此等はすべてX線撮影で行われ、その補正は幾何学的に求めた関係式に従い計算で決定される。

此の調整が完全に行われていないと正確な横断面像は得られず、又鮮銳度、現出能が低下する事実を基礎実験で量的に確めた。

装置が完全に調整される場合、此の装置での金属線の解像力は0.23mmであり、又1.5mm迄の空洞模型を現出する。此の解像力、現出能の結果は従来報告された廻転横断撮影装置での実験結果に比べて夫々大凡2~3段階向上している。

(此の研究内容の要旨は日医放東海関西合同部会37.9.22で発表した)

## 文 献

- 1) 高橋信次他：廻転横断撮影法、日医放誌、10, 1, 1~9, 昭25.
- 2) 高橋信次：廻転横断撮影と断層撮影、東京、医学書院、昭29.
- 3) 松田忠義他：廻転集光照射法に於いて病巣への放射線の的中に對する廻転横断写真的役割、日医放誌、18, 11,

1584～1591, 昭34. —4) S, Takahashi etc: Axial Transverse Laminagraphy Applied to Rotational Therapy, Radiology, 74, 1, 61～64, 1960. —5) 大沼勲: 回転照射回転横断兼用装置, 日医放誌, 22, 6, 739～742, 昭37. —6) 有水昇他: X線運動照射装置による回転横断撮影の一方法, 日医放誌, 20, 4, 156～158, 昭35. —7) 中堀孝志他: 回転形深部治療用X線装置による回転横断々面撮影, 日医放誌,

21, 4, 145, 昭36. —8) 高橋信次他: 回転横断撮影法の鮮銳度に就いての実験的研究, 日医放誌, 12, 10, 25～30, 昭28. —9) 松田忠義他: 間接回転横断撮影法, 日医放誌, 16, 12, 1179～1184, 昭32. —10) 松田忠義他: 高圧回転横断撮影法, 日医放誌, 16, 11, 1104～1109, 昭32. —11) 佐々木常雄: 立体並びに臥位に於ける胃, 十二指腸の横断面的観察, 19, 7, 1402～1413, 昭34.