



Title	θ max及び曝射制御が断層像の変形に及ぼす影響（転跡線移動方式断層撮影法の研究 第5報 基礎的研究 第4報
Author(s)	岩井, 昂
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1962, 21(10), p. 1004-1012
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15993
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

転跡線移動方式断層撮影法の研究 (第5報) 基礎的研究 (第4報) $\theta_{\max}$ 及び曝射制御が 断層像の変形に及ぼす影響

福島医科大学放射線医学教室 (主任 松川明教授)

東北大学川内東分校

岩 井 昂

(昭和36年12月23日受付)

Roulettes Tomography (5th Report)

Experimental Study (4th Report): Studies on the Influence upon the Distortion of Section Image, when the $\theta_{\max}$, which is crossing maximum angle between the central X-ray and the vertical line, and the Exposed Range during the Tube-shifting are changed.

By

Akira Iwai

(Kawauchi-higashi Branch, Tohoku University)

From the Department of Radiology, Fukushima Medical College, Fukushima, Japan.

(Director: Prof. A. Matsukawa)

As mentioned in the previous papers, the $\theta_{\max}$ which is crossing maximum angle between the central X-ray and the vertical line was determined in the expected trajectory of our roulettes tomography.

In this paper, by selecting $\theta_{\max}$ and the exposed range during the tube-shifting the effects upon the representabilities of iron and aluminium cylinders and hollow cylinders in waxen cube are examined.

The results are as follows:

- (1) The larger $\theta_{\max}$ and the exposed range become, the less distortion the tomographic image has. Accordingly, more accurate section images are obtained.
- (2) In the case of the tomography of hollow cylinders with limited exposed range, the distortion of the tomographic transparent images is more remarkable as $\theta_{\max}$ increases.
- (3) The stronger X-ray absorption the object has, the more remarkable the distortion of its section image appears.
- (4) With respect to the accurate representabilities of the plane to be sectioned, the circular trajectory as well as 3- or 4-looped superior epitrochoidal one are excellent, but the elliptic method is inferior to some degree.

緒 言

先に松川等が Circus Tomography に於いて¹⁾ 円錐頂角 2θ と管球廻転曝射角 ψ を種々変える事に依つて断層像の形の現出能に及ぼす影響に就いて検索した。

Roulettes Tomograph²⁾ に就いては 鉛直線と X 線中心線のなす最大角 θ_{max} を決定すると管球、フィルムの移動軌跡は自ら決定する事は前に記した。従つて円運動を除き他の運動に於いては θ_{max} を決めるとそれに基づいて移動軌跡を管球が走る際の θ は刻々変化して行く。此の様な状態に於いて θ_{max} を種々に変化させると又その移動軌跡中に於ける X 線曝射を種々に変化させると、截面外に於ける物体の陰影の暈像の出現状態が色々変つてきて、断層像の形の歪みに對する影響を大なり小なり及ぼしてくる。

そこで余は Roulette Tomography に於いて θ_{max} の変化とそれに於ける X 線の曝射制御が断層像の形の現出能に及ぼす影響を模型実験に於いて種々検討してみた。

実験方法

1. 撮影装置は我々の教室で試作した Roulettes Tomograph を使用した (X 線管球は DRX-70, 焦点 $1 \times 1 \text{ mm}^2$)。

2. 材料: フィルムはさくら X レイフィルム New Y-Type, 増感紙は東芝製 DD, 現象液はコニドールを用いた。

3. 被写体: 実験用被写体は各実験毎に異なるので夫々その項に於いて述べる。

4. 撮影方法: 実験を行つた撮影方式は楕円方式 ($\theta_{max}=30^\circ, 24^\circ$), 円方式 ($\theta_{max}=30^\circ$ [$2\theta=60^\circ$], $\theta_{max}=18^\circ$ [$2\theta=36^\circ$]) 3 捲方式 ($\theta_{max}=30^\circ, 23.5^\circ$, 及び 20.5°) 及び 4 捲方式 ($\theta_{max}=30^\circ, 26.75^\circ$, 及び 22°) の四種である。又軌跡移動中の X 線曝射は全曝射, 左右曝射及び 3 捲及び 4 捲方式に於いては内側曝射並びに外側曝射を行つた。

以上の如く各種運動方式毎に種々の θ_{max} 及び曝射制御の組合せの断層撮影を行い、斯様にして得られた夫々の断層像に就いて各項で述べる要

領に従つて検討した。

実験結果

実験 I

被写体及び観察方法: 被写体其の一として直径 10mm, 長さ 40mm の鉄及びアルミニウム製円柱夫々 6 本宛を採り厚さ 24mm のベークライト平板に植え込んだものである。この場合、鉄及びアルミニウムの夫々 6 本宛の円柱はベークライト平板面に対して各々 $90^\circ, 70^\circ, 60^\circ, 50^\circ, 40^\circ$ 及び 20° の角度を保ち且つ夫々の傾斜方向を同一方向にした (Fig. 1 及び Fig. 2)。

Fig. 1. Model Objects.

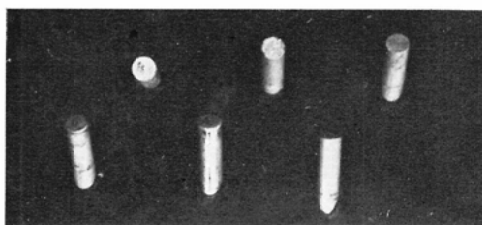
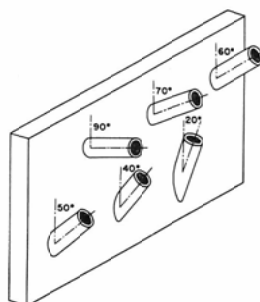


Fig. 2. Schematic View of Model Objects.



被写体其の二は厚さ 80mm の蜜蝋の立方体の中に直径 10mm の太さで円柱状にくりぬいた中空円柱を 6 本作つたものである。即ち此の蜜蝋製立方体の中の中空円柱が被写体であつて、夫々 6 本の中空円柱は被写体其の一の場合と同じく撮すべき截面に対して夫々 $90^\circ \sim 20^\circ$ 迄の 6 種類の角度を以つて同一方向に傾く様に作られている。

撮影截面はベークライト板面乃至蜜蝋体面を截面に平行に置き、円柱長軸の略々中央部に一致せしめて各種移動方式の断層撮影を行つた。

次に得られた多くの断層写真について Fig. 3 の如き夫々の被写体の截面に於ける眞の形と比較し

Fig. 3. The Horizontal Sections of the Model Objects above described.

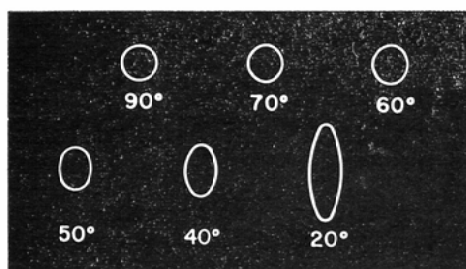
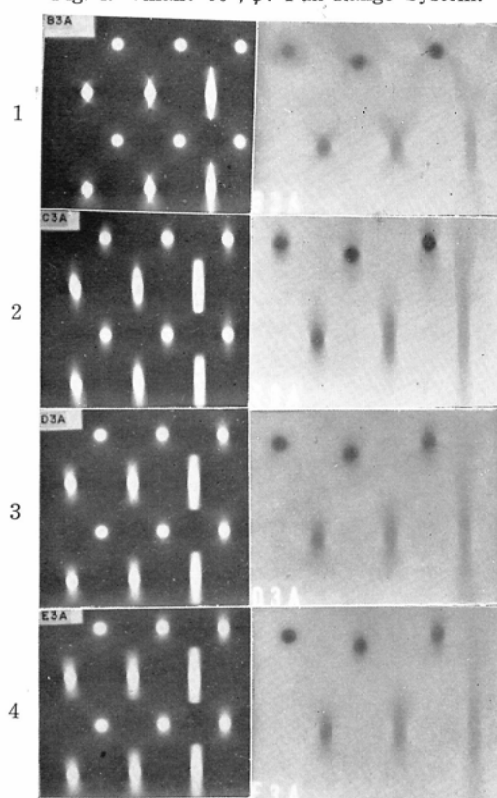


Fig. 4. θ_{max} : 30° , ψ : Full Range System.



Iron & Aluminium Cylinders Hollow Cylinders

1. Circular 2. Elliptic 3. 3-looped Superior Epitrochoidal 4. 4-looped Superior Epitrochoidal

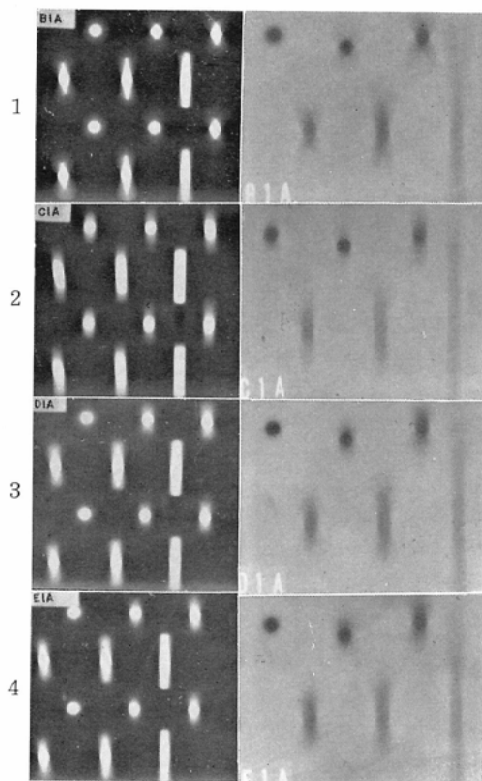
Note: As for the tomograms of iron & aluminium cylinders in the left column of figures, the upper two rows and the lower two rows in each tomogram correspond to iron and aluminium cylinders respectively. The arrangement of tomograms in Figs. 5, 6, 7 and 8 is the same as that of Fig. 4.

て正しく撮影されているか、暈像が少く円柱断面の歪みは目立たないか、又は円柱の断層像がレンズ型、菱形乃至多角型となつて撮影されているか（歪みが目立つか）どうかを判定した（判定は3段階に区別した）。

観察結果：茲に参考迄に代表的な断層像を掲げる（Fig. 4～Fig. 8）と共にその結果を括めると第1表の如くである。

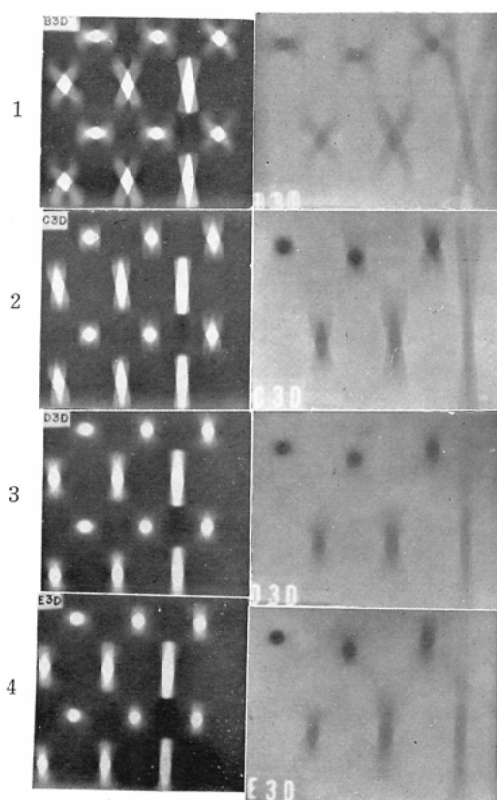
即ち θ_{max} 及び X線照射範囲が夫々大きい程暈像が少く断層像の歪み方が少ない。即ちいずれの断層撮影方式に於いても $\theta_{max}=30^\circ$ と全曝射との組合せが円柱の形の現出には最も優れているこ

Fig. 5. θ_{max} is less than 30° , ψ : Full Range System.



Iron & Aluminium Cylinders Hollow Cylinders

1. Circular (θ_{max} : 18°) 2. Elliptic (θ_{max} : 24°) 3. 3-looped Superior Epitrochoidal (θ_{max} : 20.5°) 4. 4-looped Superior Epitrochoidal (θ_{max} : 22°)

Fig. 6. $\theta_{\max}: 30^\circ$, ϕ : Right-and Leftside System.

Iron & Aluminium Cylinders Hollow Cylinders

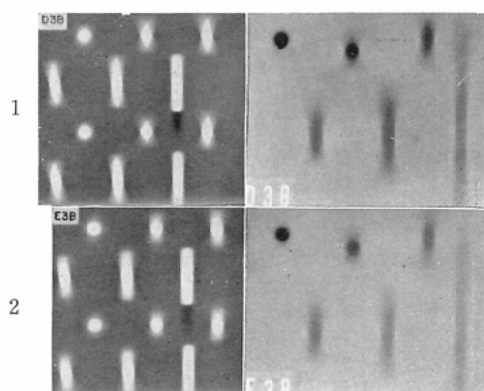
1. Circular 2. Elliptic 3. 3-looped Superior Epitrochoidal 4. 4-looped Superior Epitrochoidal

とが判る。一方被写体のX線吸収性の強弱の点から見ればアルミニウム、中空円柱の如くその吸収性が弱いもの程優れ、剰え截面に対してより強く傾斜している円柱体も正確に撮影することができる。

実験Ⅱ

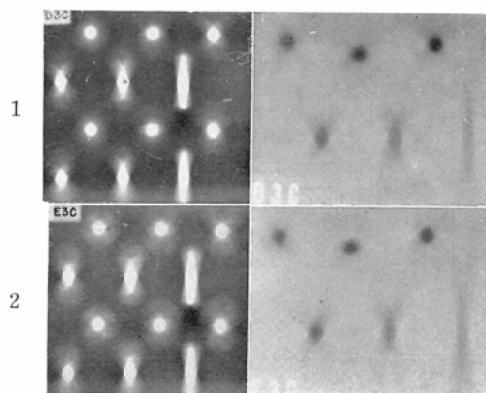
被写体及び観察方法：

被写体は直径90mm、厚さ80mmの蜜蝋円柱の中に直径が夫々19.4mm, 15.9mm, 14.3mm, 12.7mm, 11.1mm, 9.5mm, 6.4mm, 4.8mm, 3.5mm, 3.1mm, 1.9mm及び0.7mmの種々なる大いさの球状の空洞を12個作つた (Fig. 9. A)。しかも之等の空洞の赤道面が同一平面にある様にし且つこの面で

Fig. 7. $\theta_{\max}: 30^\circ$, ϕ : Inside System.

Iron & Aluminium Cylinders Hollow Cylinders

1. 3-looped Superior Epitrochoidal
2. 4-looped Superior Epitrochoidal

Fig. 8. $\theta_{\max}: 30^\circ$, ϕ : Outside System.

Iron & Aluminium Cylinders Hollow Cylinders

1. 3-looped Superior Epitrochoidal
2. 4-looped Superior Epitrochoidal

蜜蝋円柱が上下に均分される様になつている。撮影面は之等の空洞の赤道面を含む中心面に一致せしめ断層撮影を行つた。

次に得られた断層写真に就いて Fig. 9. B の如き夫々の空洞のX線像を基準として先ず断層像で認め得る最小空洞はどれ位の大きさであるか、又空洞透亮像が正円に撮られているか、又は稍々楕円形乃至多角状に認められるか、或は明らかに変形して認められるかの三段階に分けて観察した。

Tab. 1. Distortions of Section Images of Cylinders with Various Inclining Angles by Changing $\theta_{\max}$ and Exposed Range of X-ray.

Exposure	Tube-shift Type $\theta_{\max}: 30^\circ$	Cylinders	Inclining Angle of Cylinder $90^\circ 70^\circ 60^\circ 50^\circ 40^\circ 20^\circ$						Tube-shift Type $\theta_{\max}$ is less than 30°	Inclining Angle of Cylinder $90^\circ 70^\circ 60^\circ 50^\circ 40^\circ 20^\circ$					
Full Range System	Elliptic 	Iron							Elliptic $\theta_{\max}: 24^\circ$ 						
		Aluminium Hollow													
	Circular 	Iron							Circular $\theta_{\max}: 18^\circ$ 						
		Aluminium Hollow													
	3-looped Superior Epitrochoidal	Iron							3-looped Superior Epitrochoidal $\theta_{\max}: 23.5^\circ$ $\theta_{\max}: 20.5^\circ$						
		Aluminium Hollow													
	4-looped Superior Epitrochoidal	Iron							4-looped Superior Epitrochoidal $\theta_{\max}: 26.75^\circ$ $\theta_{\max}: 22^\circ$						
		Aluminium Hollow													
Right- and Leftside System	Elliptic 	Iron							Elliptic $\theta_{\max}: 24^\circ$ 						
		Aluminium Hollow													
	Circular 	Iron							Circular $\theta_{\max}: 18^\circ$ 						
		Aluminium Hollow													
	3-looped Superior Epitrochoidal	Iron							3-looped Superior Epitrochoidal $\theta_{\max}: 23.5^\circ$ $\theta_{\max}: 20.5^\circ$						
		Aluminium Hollow													
	4-looped Superior Epitrochoidal	Iron							4-looped Superior Epitrochoidal $\theta_{\max}: 26.75^\circ$ $\theta_{\max}: 22^\circ$						
		Aluminium Hollow													
Inside System	3-looped Superior Epitrochoidal	Iron							3-looped Superior Epitrochoidal $\theta_{\max}: 23.5^\circ$ $\theta_{\max}: 20.5^\circ$						
		Aluminium Hollow													
	4-looped Superior Epitrochoidal	Iron							4-looped Superior Epitrochoidal $\theta_{\max}: 26.75^\circ$ $\theta_{\max}: 22^\circ$						
		Aluminium Hollow													
Outside System	3-looped Superior Epitrochoidal	Iron							3-looped Superior Epitrochoidal $\theta_{\max}: 23.5^\circ$ $\theta_{\max}: 20.5^\circ$						
		Aluminium Hollow													
	4-looped Superior Epitrochoidal	Iron							4-looped Superior Epitrochoidal $\theta_{\max}: 26.75^\circ$ $\theta_{\max}: 22^\circ$						
		Aluminium Hollow													

Notes:

Distortion is unrecognized.

Distortion is recognized a little.

Distortion is recognized remarkably.

観察結果：茲に参考として代表的な断層像を掲げる (Fig.10～Fig. 14). 各種断層撮影方式に依つてこの観察結果を括めると第2表の如くである。

即ち大きな空洞程その断層像に歪を認め易い。又断層方式に依つては楕円方式に於いて全曝射の場合相当小さな空洞迄その透亮像の歪みが認めら

れるが左右曝射ではかえつて透亮像の歪みは認められなくなる。一方円、3捲及び4捲方式では全曝射乃至内側及び外側曝射に於いて透亮像の歪みが認められないが、左右曝射に於いて歪みが出てくることが判つた。又 θ_{max} に就いて見ると θ_{max} が大なる程また曝射制御を強くする程透亮像の歪みが強く現われる。 θ_{max} 、曝射制御の如何に拘

Fig. 9. Model of Spherical Cavity.

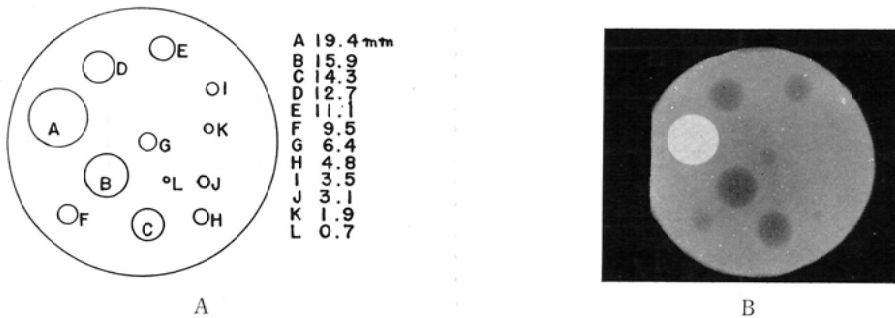


Fig. 10. $\theta_{max}: 30^\circ$, ϕ : Full Range System.

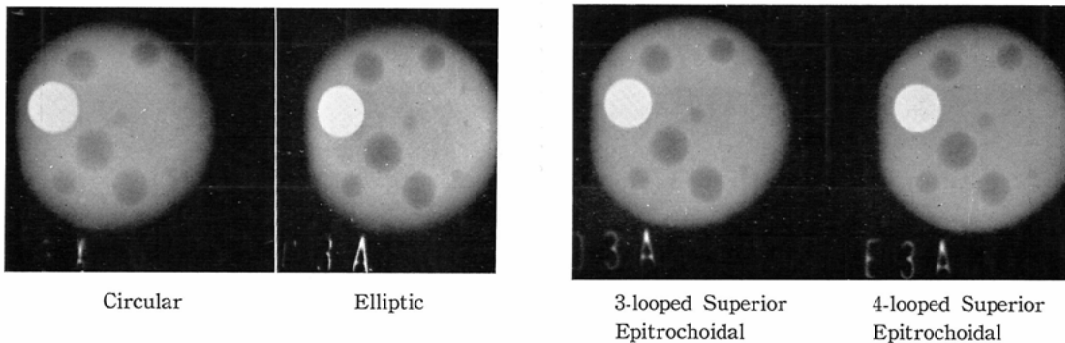
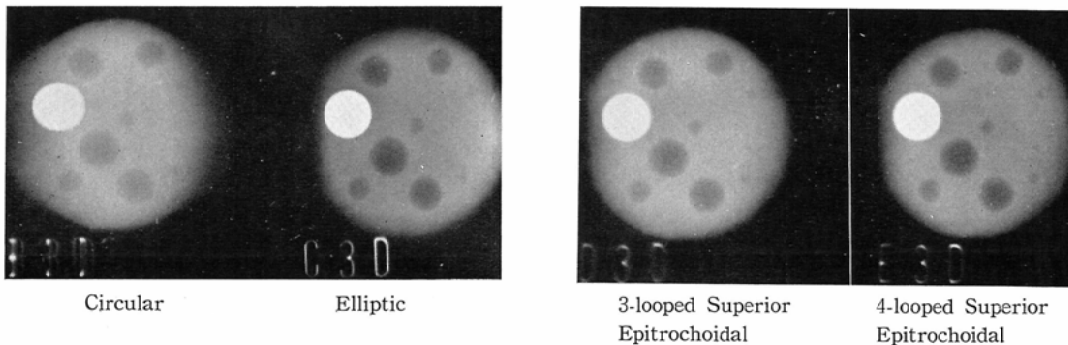


Fig. 11. $\theta_{max}: 30^\circ$, ϕ : Right-and Leftside System.



Tab. 2. Representabilities of Section Images of the Cavities in the Waxed Cylinder.

Exposure	Tube-shift Type	$\theta_{\max}$	Diameter of Cavity in mm.		
			with remarkable Distortion	with a little Distortion	without Distortion
Full Range System	Elliptic	30° 24°	19.4 ~ 4.8 19.4 ~ 6.4		3.5 ~ 1.9 4.8 ~ 1.9
	Circular	30° 18°			19.4 ~ 1.9
	3-looped Superior Epitrochoidal	30° 23.5° 20.5°			
	4-looped Superior Epitrochoidal	30° 26.75° 22°			
Right-and Leftside System	Elliptic	30° 24°			19.4 ~ 1.9 19.4 ~ 1.9
	Circular	30° 18°	19.4 ~ 4.8 19.4 ~ 9.5	6.4	3.5 ~ 1.9 4.8 ~ 1.9
	3-looped Superior Epitrochoidal	30° 23.5° 20.5°	19.4 ~ 9.5 19.4 ~ 11.1		6.4 ~ 1.9 9.5 ~ 1.9 19.4 ~ 1.9
	4-looped Superior Epitrochoidal	30° 26.75° 22°	19.4 ~ 9.5 19.4 ~ 11.1		6.4 ~ 1.9 9.5 ~ 1.9 19.4 ~ 1.9
Inside System	3-looped Superior Epitrochoidal	30° 23.5° 20.5°			19.4 ~ 1.9
	4-looped Superior Epitrochoidal	30° 26.75° 22°			
Outside System	3-looped Superior Epitrochoidal	30° 23.5° 20.5°			19.4 ~ 1.9
	4-looped Superior Epitrochoidal	30° 26.75° 22°			

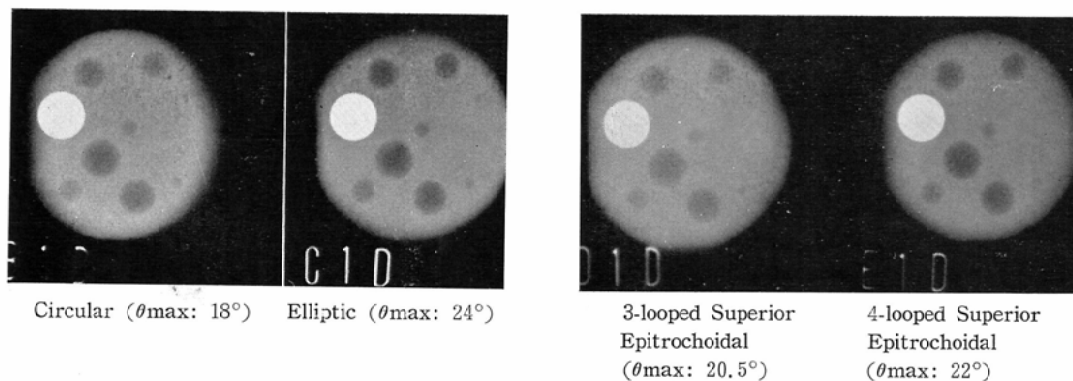
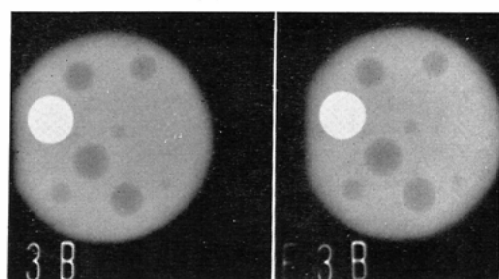
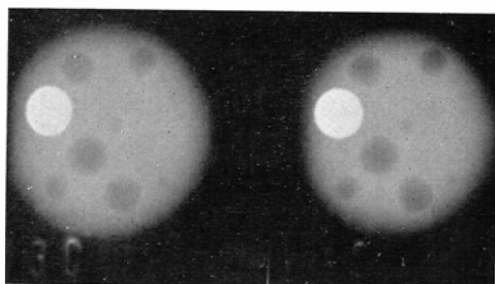
Fig. 12. $\theta_{\max}$ is less than 30°, ϕ : Right-and Leftside System.

Fig. 13. $\theta_{\max}$: 30° , ϕ : Inside System.3-looped Superior
Epitrochoidal4-looped Superior
EpitrochoidalFig. 14. $\theta_{\max}$: 30° , ϕ : Outside System.3-looped Superior
Epitrochoidal4-looped Superior
Epitrochoidal

らず Roulettes Tomographyに於いては直径 1.9 mmの大きさの空洞は検出し得る。又一方直径 3.5 mm以下の大きさの空洞ではその透亮像に歪みを認められない事が云える。

考 按

楕円、円、3巻及び4巻方式の断層撮影に就いて $\theta_{\max}$, X線の曝射制御が断層像の変形にどのような影響を及ぼすかを検討した。茲に各種運動方式の断層撮影に於ける $\theta_{\max}$, 及び曝射制御の意義に就いて考えてみる。

先ず実験 I に就いて見ると、使用した被写体は断面に対して或る角度を有する円柱群である。従つて之等の断面を正確に描出する為には暈残像乃至線影像が非常に少ない断層像でなければならない。そこで本実験の結果を第1表に就いて見ると $\theta_{\max}$, X線曝射範囲が夫々大きい程暈残像が少く断層像の歪みも少い。例えば $\theta_{\max}=30^\circ$ で全曝射に於いては円、3巻及び4巻方式の場合は断面に対して 60° 以上の傾斜をもつた円柱はその断層像

に歪みがなく、 50° の傾斜のものは若干歪みが現われる。要するに理論的には円柱の傾斜度が $\pi/2 - \theta_{\max}$ より大きいか又は之と等しい場合は断層像の形に歪みが現われない。換言すれば、 $\theta_{\max}=30^\circ$ である場合にはその角度よりはみ出て円柱が傾いているとX線に依る断面の縁取りの効果が効かない処に歪みが出て来ることは否定出来ないわけである。従つて楕円方式の場合に管球の運動軌跡の長軸の方向と円柱の傾斜の方向が平行な場合と直交している場合との結果が異なる事も理解出来る。一方3巻、4巻方式に於ける内側曝射、外側曝射では後者の方が断層像の歪みが少いことは当然である。又被写体の材料について比較するとX線吸収性の強いもの程その断層像の歪みも認められ易い。之は強いX線吸収体の暈像は消去し難いことによるものである。

次に実験 II について考えてみる。この被写体は均質な蜜蝋の中に種々の大きさの空洞を作り且つ撮影断面は空洞の赤道面である。従つて之は実験 I の被写体とは少々趣を異にしている。換言すれば空洞の周辺各点の暈像がその空洞の赤道面に於ける透亮像の範囲内に撮影されておれば且又その空洞の赤道面に於けるX線の縁取りが充分であれば断層像には歪みが現われないことになる。従つて全曝射である限り $\theta_{\max}$ の如何に関らず空洞透亮像には歪みがない。第2表で判る如く楕円方式を除いては全曝射、内側、外側曝射では歪みが認められない。一方左右曝射に於いて $\theta_{\max}$ が大なる程歪みが顕著に現われることも上記の見解を裏書きするものである。

然らば楕円方式の全曝射に於いて歪みが見られ左右曝射に於いては透亮像に歪みが生じない事は如何なる理由によるものであろうか。松川等¹⁾は本誌上で断層像の歪みを少くするにはX線曝射の均等化が重要である事を強調した。即ち楕円方式に於いては管球軌跡の長径と短径に於いて θ が変化し且又管球の移動速度が異なる、即ちX線曝射量に著しい不均等がある為に上記の一見矛盾した結果が出て来るのである。

次に Roulettes Tomography に於いて検出し

得る最小空洞直径に就いて吟味する。前述の如く夫々の断層方式がいずれも 1.9mm の空洞を検出した。しかしこの結果は模型実験を主体としたものであつて空洞の周囲の材質やそのX線吸収性と撮影の際の管電圧等の撮影条件との相対関係によつて変動するものであると考えるべきである。従つて本実験の成績を生体に持つて来ることには難点があるわけである³⁾。

茲に附言すべき事は先に松川等が本誌上で発表した成績⁴⁾と本実験の円方式に於ける結果との間に若干の相違のあることである。之は両実験に於ける被写体の撮影条件もあろうが又一方では肉眼で観察する際に於ける所謂断層像の歪みの認定基準に大いに影響される事を強調したい。第二は左右曝射による空洞透亮像の歪みは生体、特に胸部に於いては殆んど認識することが出来ない事を附言する。

結 論

Roulettes Tomography に於いて種々のX線対比度を有する円柱体及び蜜蝋製空洞を用い、種々の運動方式断層撮影について θ_{max} 及びX線曝射範囲の変化が形の現出能に及ぼす影響を実験し次の結論を得た。

(1) θ_{max} が大きい程、又X線曝射範囲が大きい程、暈残像が少く断面の描出は正確である。

(2) X線曝射範囲を制限した場合の空洞の断層像の変形は θ_{max} が大きくなればなる程目立つてくる。

(3) 断層像の変形はX線吸収性の高い被写体程度高度に現われる。

(4) 断面の正確な現出能は円、3捲及び4捲方式が何れも優れており楕円方式は使用法に依つて稍々劣る。

(本研究は文部省科学試験研究費の援助を受けた。ここに深謝の意を表する。松川明)

文 献

- 1) 松川明他：円軌道移動方式断層撮影法の研究(第16報) 基礎的研究第7報円錐頂角 2θ 、管球廻転曝射角 ϕ が断面像の変形に及ぼす影響に就いての実験的研究、日医放誌、16巻、8号、840~45頁、1956。
- 2) 松川明、岩井昂、深津久治：転跡線移動方式断層撮影法の研究(第1報) 転跡線移動方式断層撮影装置、日医放誌、第21巻、第10号、1~7頁、1962。
- 3) 岩井昂：転跡線移動方式断層撮影法の研究(第4報) 基礎的研究第3報微粒体の断層撮影、日医放誌、第21巻、第10号、52~57頁、1962。
- 4) 松川明他：円軌道移動方式断層撮影法の研究(第2報) 基礎的研究第1報解像力及び現出能に就いて、日医放誌、15巻、8号、684~89頁、1955。