横断型回轉断面撮影装置について

島津製作所 高尾忠美

On the Transversal Planigraphic Apparatus

Tadaharu Takao. Shimazu Seisakusho, Ltd.

第1図 横断型回轉断面撮影装置

I 構造並に撮影法

求める横断面以外の部分はボカして、その横断面のみを直接フィルムに撮影する方法を横断型断面撮影法 Transversal Planigraphy という。その撮影装置は第1図に図示せるとく、2個の回転台I、IIがついて、回転台Iには被写体を、回転台IIにはフィルムを置く。そしてX線管焦点と回転台I、IIの回転軸を同一平面内におき、放射X線中心線は水平と $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ に傾くようにしておく。また人体に有害であり、かつフィルムにカブリを生ぜしめる無用のX線を防止するため、X線管と被写体の間には鉛のスリットを置く。回転台IおよびIIの回転軸は互いに平行で同一方向、同一角速度で $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ または、 $0 \sim 360^{\circ}$ 回転させてその間にX線撮影を行なう。その時、始めてフィルムには、フィルムと平行な人体横断面が撮影される。更に詳しく言えばX線管焦点と回転台Iとの距離を a 、回転台IとIIとの距離を $x-a$ とすれば、フィルム上には、X線管焦点とフィルム上の任意の点とを結ぶ線上でそれを $a:x-a$ の比に内分する点を含み、フィルムと平行な面で人体を横断した切口がX線像として撮影される。したがって被写体の水平なる横断面を撮影したい時は、フィルムを水平におけばよく、またフィルムを

曲面にしておけば、被写体を曲面で截つた横断面写真が出来る。またフィルムを予め数枚間隔を離して排列して撮影すれば同時に多層の横断面を撮影する事が出来る。X線像と実際の横断面との間には変形はなく、つねに相似形であり、実大より拡大されていて、その拡大率は $x:a$ である。すなわち像の拡大はX線管および回転台I、II間距離のみにより決定され被写体の位置には無関係である。

第2図 横断型回轉断面撮影装置原理

II フィルム面が水平の時の撮影

(1) 陰影の形成

第2図においてAをX線管焦点位置とし、焦点の大きさを点と見做しておく。AB=bをX線管焦点Aと水平なるフィルム面との距離とし、Dを照準断面中心、DE=Zを照準断面-フィルム間距離とし、被写体回転軸I上の被写体内部の任意の一点C(CD=ΔZ)なる点を非照準断面中心位置とする。X線放射によつて出来るCのフィルム面上投影点をGとし、DのそれをFとする。フィルム回転台軸IIとX線管焦点Aとの水平距離を x 、被写体回転台軸IとX線管焦点Aとの距離を a とする。

被写体回転軸上において、円座標 (z, r) なる水平面内の円弧上の任意の一点はフィルム面上ではFを中心とする半径 $\frac{x}{a}r$ なる円弧上の一点に対応的に投影される。同様に座標 $(z+\Delta z, r)$ なる水平面内円弧上の任意の一点Pはフィルム面上ではGを中心とした半径

$\frac{x+\Delta x}{a} \cdot r$ なる円弧上に対応的に投影される。しかし乍ら、被写体回転軸Ⅰとフィルム回転軸Ⅱとは同期的に同一方向、同一角速度で回転するから (z, r) なる円弧上の任意の一点のフィルム面上での投影点とフィルム自体とのⅡ軸のまわりの相対角速度は零となり、投影像はフィルム面上で静止するが $(x+\Delta x, r)$ なる円上の任意の一点 P の像は第Ⅱ軸が回転することにより、フィルム面上では、Ⅱ軸の回転方向と逆に、投影像の中心 G が移行するため、フィルム面上での Q の軌跡は完全なる円となることは初等幾何の知識をかりて容易に証明出来る。すなわち、その様子は非照準点が上方

第3図 円形抹消陰影

の時は、第3図に図示せるとく F から $\frac{x+\Delta x}{a} \cdot r$ の距離だけ隔つた点を中心とした半径 Δx の円弧であり、撮影時の回転角度が 360° の時、完全なる円となる。すなわち、C も P もフィルム面上の抹消像はすべて同じ半径 Δx の円弧である。言い換えれば、C 点を含む水平面内のすべての点のフィルム面上での抹消像は F から $\frac{x+\Delta x}{a} \cdot r$ の距離の点を中心とした同じ半径 Δx の円弧となる。また抹消陰影の角速度は軸回転角速度と等しく一定である。

(2) 抹消陰影の長さ gl

前述のごとく、抹消陰影は円弧である。± Δz の絶対値をそれぞれ S_1, S_2 と書けば一回転当り

照準料面上方では

$$gl = \frac{2\pi \cdot S_1 \cdot x^2}{a \cdot b - S_1 \cdot x}$$

照準断面下方では

$$gt = \frac{2\pi \cdot S_2 \cdot x^2}{a \cdot b + S_2 \cdot x}$$

となる。

(3) 截断の厚さ h

フィルム面上に現出する許容ボケの大きさを U とすると截断の厚さ h は1回転当り

$$h = \frac{4\pi \cdot a \cdot b \cdot u}{4\pi^2 \cdot x^2 \cdot u}$$

今 U の大きさを半径 1mm の円周すなわち 2π mm と仮定し a, b, x を mm で表わし、X線放射角を α とすると

$$h = \frac{2a \cdot b}{x^2 - 1} = \frac{2a \cdot b}{x^2} - \frac{2a}{x} \tan \alpha \text{ [mm]}$$

なる近似式となる。Heinz Vieten は、この U の値を 0.15cm の半径の円周、すなわち 0.3π cm にとっている。この値では

$$h = \frac{3a}{x} \cdot \tan \alpha$$

となり、これを図示すれば第4図のようになる。

■ 傾斜フィルム面での撮影

平面状フィルムを水平面と β_0 だけ傾斜させて撮影する場合について考える。

前述のごとく、この場合には、被写体を β_0 だけの傾角で載つた断面像が出来る。非照準断面上の点の抹

第4図 截断の厚さ 消軌跡は

- (i) $\alpha > \beta_0$ の時。近似楕円形 (但、 $\beta_0 = 0$ の時は円形)
- (ii) $\alpha = \beta_0$ の時。近似抛物線形
- (iii) $\alpha < \beta_0$ の時。近似双曲線型 (但 $\beta_0 = \frac{\pi}{2}$ の時は直線)

以上のごとく、抹消像の軌跡は、その傾角に従つて、それぞれ近似円錐曲線となる事が証明出来る。

従つて傾斜フィルムでの撮影時には、回転角度は一般に 180° で、その抹消陰影の長さは、各傾斜角および被写体の非照準断面の点の位置によつて異なる。それ故一般にフィルム面を傾斜して撮影する場合、その截断の厚さは U を許容ボケの大きさとする

$$h = \frac{a \cdot b \cdot u \cdot \cos \beta_0}{x^2 \cdot f(\beta_0)}$$

なる数式で示される。ここで $f(\beta_0)$ は α と β_0 との函数である。尙この場合の抹消陰影の速度はフィルム水平時とは異なり、不等速である。

IV 結 言

横断型断面撮影法に関する研究は英国の W. Watson が 1939 年に発表したのを嚆矢とし、その後暫くして、イタリーの Amisano, Frain & Lacroix, Vallebona ドイツの Gebäuer u. Wachsmann 最近では R Yanker, Heinz Vieten, Stevenson, J., 等の研究があり、本邦でも高橋信次氏、島崎敏雄氏其他多数の研究が続出している。ドイツ、イタリーに続いて吾が島津製作所においても装置を完成し、今や医学上において広範なる応用研究が期待されている。