参 考 文 獻

- 1) 島津レントゲン時報 昭和15年59號 測定用照射筒 中堀孝志.
- 2) 島津レントゲン時報 昭和16年62號 治療用 X 線装置の X 線出力に就て 中堀孝志.
- 3) Strahlen Therapie Bd. 40, 1931, S. 493. Der Einfluß des Tubus die Dosis. von Stephan Epstein.
- 4) The American Journal of Roentgenology and Radium Therapie. Vol. XXXII, No. 1, July 1934. Thickness of Aluminum to be used in Addition to Copper Filters. by A. Mutscheller.
- 5) 學友會雜誌 第21號 昭和12年 レントゲン線の性質の吟味に就て 上山正英.
- 6) Tabellen zur Dosierung der Röntgenstrahlen von L. Grebe u. K. Nitzge, 1930.

管 電 流 飽 和 角 の X 線 量 に 及 ぼ す 影 響

伊豆遷信病院放射線科

坂 内 秀 郎 (論文受付 昭和28年 4 月10日)

本論文の要旨は熊本に於ける本會第九回總會に於て發表せり。

THE INFLUENCE OF SATURATION
ANGLE OF X-RAY TUBE CURRENT ON X-RAY DOSES

By HIDERO SAKAUCHI

Dept. of Radiography
Izu Teishin Hospital

(Article received : April 10, 1953)

The outline of this paper was published at the General Meeting of this Association held in Kumamoto, last April.

Summary

It is believed, heretofore, that X-ray doses which are radiated from the one phase-full (half) wave rectification apparatus are not regular, even though the product of a X-ray tube voltage peak value or X-ray tube current mean value, and radiation time is identical, unless each wave is identical.

The present author reports as follows. Supposing that a voltage wave is a sine wave and a current wave is trapezoid wave with an optional saturation angle, in the same apparatus, a X-ray tube current saturation angle changes only by the relative relation of each wave peak value of tube voltage and tube current. From the fact, the author indicates the quantity of beam by a saturation angle function and gets the quantitative relation with it.

1. 序 言

従来より單相全(半)波整流装置より放射される X 線量は管電壓波高値及び管電流平均値と放射時間との積が夫々一定であつても、その各波形が夫々同一でなければ一定ではないと云われている。

筆者は電壓波形を正弦波、電流波形を仕意の飽和角をもつ梯形波と假定して、同一装置に於て管電流飽和

角が殆ど管電壓及び管電流の各波高値の相對的關係によつてのみ變化する事から、全 X 線量を飽和角の函數にて表し、その數量的關係を求め、これがフィルム濃度に如何に影響するかの考察を試みた。

2. 管球焦點より放射される全 X 線量

一般に管球焦點より放射される全 X 線量は管電壓の

二乗, 管電流, 及び放射時間に比例すると云われている所から, 単相全波整流装置より微小時間 dt に放射される阻止 X 線量 dX は, その臨時に於ける管電圧を v_i , 管電流を i_i とすれば

$$dX = Kv_i^2 i_i dt \quad \dots\dots\dots (1)$$

但し K は管球焦点の原子番號及び X 線放出能率に關係する定數とする。

ここで第 1 圖の如き正弦電壓波形, 梯形電流波形に

第 1 圖

於ける $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$ なる一部分を考察してみると, 管電壓波高値を V_p とし, f を電源の周波數として

$$2\pi ft = \theta \quad \dots\dots\dots (2)$$

とおけば

$$v_i = V_p \sin \theta \quad \dots\dots\dots (3)$$

又管電流波高値を I_p , その飽和角を ϕ とすれば

$$0 \leq \theta \leq \phi \text{ に於ては } i_i = \frac{\theta}{\phi} I_p \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\phi \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \text{ に於ては } i_i = I_p \quad \dots\dots\dots (4)'$$

但しこの V_p , I_p , 及び ϕ の間には Laugmuir の關係式より

$$\left(\frac{I_p}{L}\right)^{2/3} = V_p \sin \phi \quad \dots\dots\dots (5)$$

なる關係がある。但し L は電極間距離等により定まる定數とする。

尙 (2) より

$$dt = \frac{1}{2\pi f} d\theta \quad \dots\dots\dots (6)$$

依つて(1)に(3), (4), (4)', (6) を代入すれば

$$dX = \frac{KV_p^2 I_p}{2\pi f} \frac{1}{\phi} \theta \sin^2 \theta d\theta \quad (0 \leq \theta \leq \phi)$$

$$dX = \frac{KV_p^2 I_p}{2\pi f} \sin^2 \theta d\theta \quad (\phi \leq \theta \leq \frac{\pi}{2})$$

故に θ が 0 から $\frac{\pi}{2}$ まで變化する間に放射される線量 X は

$$X = \frac{KV_p^2 I_p}{2\pi f} \left(\frac{1}{\phi} \int_0^\phi \theta \sin^2 \theta d\theta + \int_\phi^{\pi/2} \sin^2 \theta d\theta \right)$$

即ち

$$X = \frac{KV_p^2 I_p}{8\pi f} \left(\pi - \phi + \frac{\sin^2 \phi}{\phi} \right) \quad \dots\dots\dots (7)$$

この場合に於ける波高値 I_p , 飽和角 ϕ なる管電流の平均値 I は

$$I = \frac{\pi - \phi}{\pi} I_p$$

なるにより

$$I_p = \frac{\pi}{\pi - \phi} I \quad \dots\dots\dots (8)$$

(8) を (7) に代入すると

$$X = \frac{KV_p^2 I}{8f} \left(1 + \frac{\sin^2 \phi}{\phi(\pi - \phi)} \right) \quad \dots\dots\dots (9)$$

この (9) 式は 0 から $\frac{\pi}{2}$ までの間に放射される總量であるから, T 秒間に放射される全線量 X_T は全波整流装置に於ては, T が餘程少くない限り, 大體

$$X_T = \frac{KV_p^2 IT}{2} \left(1 + \frac{\sin^2 \phi}{\phi(\pi - \phi)} \right) \quad \dots\dots\dots (10)$$

となつて, 全線量は IT , V_p が一定であつても飽和角の函數となつて一定ではない。

3. 被寫體透過後の線量

一般に被寫體透過後の X 線量は管電壓の約 4 乗に比例すると云われているから, 微小時間 dt に於ける被寫體透過後の線量を dx とすれば

$$dx = kv_i^4 i_i dt \quad \dots\dots\dots (11)$$

但し k は 2 の K に更に被寫體の吸收係數及び厚さを考慮した定數とする。

以下 2 の場合と同様に

$$x = \frac{kV_p^4 I_p}{2\pi f} \left(\frac{1}{\phi} \int_0^\phi \theta \sin^4 \theta d\theta + \int_\phi^{\pi/2} \sin^4 \theta d\theta \right)$$

$$= \frac{3kV_p^4 I_p}{32\pi f} \left(\pi - \phi + \frac{\sin^2 \phi + \frac{1}{3} \sin^4 \phi}{\phi} \right)$$

$$= \frac{3kV_p^4 I}{32f} \left(1 + \frac{\sin^2 \phi + \frac{1}{3} \sin^4 \phi}{\phi(\pi - \phi)} \right)$$

$$\therefore x_T = \frac{3kV_p^4 IT}{8} \left(1 + \frac{\sin^2 \phi + \frac{1}{3} \sin^4 \phi}{\phi(\pi - \phi)} \right) \quad \dots\dots\dots (12)$$

となつて, 2 と同じく x_T は ϕ の函數となつて, V_p , IT が一定であつても, 一定ではない。

4. 線量の變化

2, 3 より得た(10)及び(11)式を圖示すると, 第 2 圖の I, II の曲線の如くになつて, この圖から明かな如く I, II とも ϕ が 0 から増加するに従つて全線量も次第に増加し, 大體 75° 以上になると殆ど増加しなくなる。又

第 2 圖

その割合はⅡ即ち被寫體透過後の方が少し大きくなっている。

ここで實際問題として管電壓波高値及び管電流平均値と放射時間との積を夫々一定として管電流平均値を變化させた場合のX線量を考えてみるに、(5)へ(8)を代入して、

$$\left(\frac{I}{L}\right)^{2/3} \left(\frac{\pi}{\pi - \phi}\right)^{2/3} = V_p \sin \phi$$

即ち

$$\frac{1}{V_p} \left(\frac{I}{L}\right)^{2/3} = \sin \phi \left(1 - \frac{\phi}{\pi}\right)^{2/3} \dots\dots\dots (13)$$

この(13)を圖示すると第3圖に示される曲線となつて、

第 3 圖

ϕ は I の函数であつて、結局線量は I の函数となる。今ここに或る定まつた V_p, I にて $\phi=20^\circ$ と假定した場合、この I を2倍にすると、(13)の左邊は約1.6倍となつて、3圖から $\phi \approx 35^\circ$ となることがわかつて、この場合の放射時間を $\frac{1}{2}$ にしても全線量及び透過後の線量は第2圖から約1.08倍及び1.1倍となつて管電流によつて少しではあるが線量が變化する事がわかる。

5. 結 言

以上の如き考察から示性線を考察外におけば、単相全波整流装置より放射されるX全線量及び被寫體透過後の線量は、管電壓波高値及び管電流平均値と放射時間との積が夫々一定にもかかわらず管電流飽和角の變化によつて變化する事が明らかになつた。然しながら以上のX線量によるフィルムの黒化を考えると、4の例の如く mAS を一定として管電流を變化させた場合には、放射時間は管電流に反比例して變化するから、この場合の寫眞効果に於て、増感紙使用下では當然 Schwarzschild の關係式が適用されて、その指數 $p < 1$ である。依つて(12)式のX線量に依るフィルムの濃度は

$$S = r \left\{ \log_{10} \frac{3kV_p^4}{8} + \log_{10} I + p \log_{10} T + \log_{10} \left(1 + \frac{\sin^2 \phi + \frac{1}{3} \sin^4 \phi}{\phi(\pi - \phi)} \right) \right\}$$

であつて、 $p=0.9$ とすれば、4の例と同じく或る定まつた V_p, I にて $\phi=20^\circ$ の濃度は

$$S_{20} = r \left\{ \log_{10} \frac{3kV_p^4}{8} + \log_{10} I + 0.9 \log_{10} T + \log_{10} \left(1 + \frac{\sin^2 \frac{\pi}{9} + \frac{1}{3} \sin^4 \frac{\pi}{9}}{\frac{8}{81} \pi} \right) \right\}$$

となり、この I を2倍にすると、 $\phi \approx 35^\circ$ となつて、mAS が一定である事から、 $T = \frac{1}{2}$ になつて

$$S_{35} = r \left\{ \log_{10} \frac{3kV_p^4}{8} + \log_{10} 2 + \log_{10} I + 0.9 \log_{10} T - 0.9 \log_{10} 2 + \log_{10} \left(1 + \frac{\sin^2 \frac{7\pi}{36} + \frac{1}{3} \sin^4 \frac{7\pi}{36}}{\frac{203}{1296} \pi} \right) \right\}$$

となるから、その濃度差は

$$S_{35} - S_{20} = r (\log_{10} 2 - 0.9 \log_{10} 2 + \log_{10} 1.1) = 0.0414r$$

であつて、一般にこの濃度差はそれ程大きいものではないと云える。

又實際の撮影に於ても、管電壓降下の評價が正當で

ありさえすれば mAS が一定なる寫眞の管電流變化による濃度の變化によつては寫眞技術上殆ど支障を感じ

ず飽和角の寫眞上に於ける X 線量への影響はあまり大きなものではないと考察される。

X 線間接撮影装置の改良に関する研究

岡谷遞信診療所

宮 澤 友 良

(論文受付 昭和28年4月15日)

RESEARCHES ON IMPROVEMENT OF INDIRECT RADIOGRAPHY

By TOMOYOSHI MIYAZAWA
Okatani Teishin Clinic

(Article received: April 15, 1953)

Summary

By adding a little improvement to a Indirect Radiography apparatus heretofore in use, the apparatus can be operated in two ways, that is, 35 mm indirect radiography and observing an enlarged photograph.

The present author reports the method.

1. 緒 言

醫學領域に於いて X 線の占むる地位は極めて高きものがある、就中結核検診手段としての X 線の重要性については今更此處に贅言を要すまでもないところであるが今次公布を見た結核豫防法によつて益々その度を加えた、即ち同法によればわが國人口の大半を占むるであろうところの各種會社、工場、事業場等の従業員、各種學生、及び 30 才以下の一般市民を對照に年々定期的に X 線検査を包含する検診基準に基いて健康診断をもれなく而も業態や環境によつて年二回實施するのであるが斯かる龐大な數字に上る被検者に對して眞に立法の精神を反映した理想的な健康診断を實施することは時間的に又經濟的の非常な困難を伴う大事業であると言わなければならない。就中被検者の數的根據に基いて想起される検診所要時間と所要經費の問題はその最たるものである。即ち「ツ」反應検査、赤血球沈降速度検査、聽打診及び X 線検査等についてこれを考察して見ると X 線検査に於いて最大であることは容易に推測し得るところである。換言すれば X 線検査の能率的運用こそ大量集團結核検診完全實施の鍵を握るものであると言うも過言ではない。筆者は以上の觀點に基いて現行の 35mm 間接撮影法の特徴である取扱操作の簡易迅速性と經濟性はあくまでこれを生しその缺點

である畫面の狭少に起因する讀影上の不都合はこれを排除し、而も從來手持の装置に僅少な經費をもつて簡単に改造を加えることが可能な所謂 X 線間接撮影兼寫眞擴大觀察装置の創作について研究中であつたが最近その試作機の完成を見たので此處にその概要を報告し併せて御批判を乞う次第である。

2. 發明の性質及び目的の要領

所謂 X 線間接撮影とは X 線によつて透過された人體(主として胸部)の實物大螢光像を一旦長さ約 770mm の角錐又は圓錐形の暗函底部内側に裝着された縦横共に約 350mm の螢光板上に結ばしめこれを暗函の頂部に裝着した小型寫眞器(ライカ又はコンタックス等の如く 35mm ロールフィルムを使用するもの)により間接的に縮小撮影するもので胸部結核等の早期診斷のための胸部 X 線寫眞を集團的に能率的に而も經濟的に撮影せんとする場合に利用されているが、その寫眞は縮寫の本質上畫面は縦横共に約 35mm の狭小なものでこれによつて直接正確な讀影を期待することは困難と危険を伴うため通常極めて簡単な機構を有する別箇の擴大觀察機によつてゐる。次にその大要を記せば乳白色不透明硝子によつて濾過された電燈光線をもつて被觀察寫眞を背面より透過したものを普通の低倍率擴大