論 説

焦点の長さの圖表*

正 會 員 尾 本 義 一

第1圖の様にレンズの前方 E の距離にある一點の像がレンズの後方 e の距離に鮮鋭に生ずるとせば f をレンズの焦点距離として

第 1 圖

$$\frac{1}{E} + \frac{1}{e} = \frac{1}{f} \quad \text{又は} \quad e = \frac{Ef}{E-f} \dots (1)$$

なる関係がある。同様にレンズの前方 V, H 等の距離にある點の像が生ずるのはレンズの後方 v, h 等の距離で、 $V < E < H$ とせば

$$v = \frac{Vf}{V-f}, \quad h = \frac{Hf}{H-f} \dots (2)$$

である。従て E にピントを合せた時に乾板は e にあるがその乾板上には V, H 等の像は一點となら

ずに圓となる。これは Circle of confusion 或は Zerstreuungskreis と稱せられるもので、その直径の大きい程像がぼける。 V と H の像が同じ程度にぼるためには兩者の像の直径が同一の d となる様に E を定めればよい。レンズの有効直径を D とせば

$$\frac{D}{d} = \frac{h}{e-h} = \frac{v}{v-e} \dots (3)$$

普通は D の代りに絞り F を使用するから上式で $D = \frac{f}{F}$ と置き

$$\frac{f}{Fd} = \frac{1}{\frac{e}{h} - 1} = \frac{1}{1 - \frac{e}{v}} \dots (3')$$

と書き改め e, h, v を夫々 E, H, V で表はすと次の關係を得る。

$$\frac{Fd}{f} = \frac{E}{H} \cdot \frac{H-f}{E-f} - 1 = 1 - \frac{E}{V} \cdot \frac{V-f}{E-f} \dots (4)$$

これから

$$\frac{1}{V} + \frac{1}{H} = \frac{2}{E} \dots (5)$$

$$\frac{1}{V} - \frac{1}{H} = \frac{Fd}{f} \left(\frac{2}{f} - \frac{2}{E} \right) \dots (6)$$

を得る。即(5)の式を満す様に E を定めると V 及 H の像が同一程度にぼけ、その中間はそれより鮮明に寫る。 V 及 H の像のぼけ方は(6)式の d で與えられるもので d を小にする爲には F を大に

* Nomographs of Depth of Focus., By Dr. Y. Omoto, Member.

すればよい。通常寫眞を眼で見る場合には d が 0.1 耗、實體鏡で見るには 0.03 耗位にすれば殆どぼけが認められぬとされて居る。又小型寫眞を引伸してもぼけが目立たぬ様にする爲には焦點距離に比例して d を變へるのが當然で d/f を $1/1000$ にするのが適當と云はれる。建築寫眞にはぼけを考へて適當に E 及び F を定める必要があるので表なども發行されて居るが $\frac{2}{f}$ に比して $\frac{2}{E}$ を省略して

$$\frac{1}{V} - \frac{1}{H} = \frac{2}{U} \div \frac{2Fd}{f^2} \dots\dots\dots (7)$$

としこれと (5) とから

$$\frac{1}{V} = \frac{1}{E} + \frac{1}{U}, \frac{1}{H} = \frac{1}{E} - \frac{1}{U}, U \div \frac{f^2}{Fd} \dots\dots\dots (8)$$

として E と f, F, d を與へて V と H を求めるのが普通である。即ち F 點にピントを合せて F に絞ればどこからどこまでが鮮明に寫るかが知れる仕組である。建築物などの場合には V から H までを鮮明に寫すにはどこにピントを合せ幾何に絞るべきかを求める方が便利と考へ第2圖の様な圖表を作つた。こゝには右端の F 尺に示す様に $f=15$ 種

及び10種のレンズで 0.1 耗のぼけを許す場合だけを描いた。又 $\frac{2}{E}$ を省略することなしに求めたがこれは F の値を精確にすることよりは、 $\frac{2}{E}$ を省略するとすべての f に對して F 尺が重なるので読み難くなるのを避ける爲に都合がよいからである。使用法は例へば 2 米から 3 米迄を鮮明に寫す爲には V 尺上の 2 と H 尺上の 3 とを結ぶ直線を引けば E 尺との交點から 2.4 米にピントを合せ、 F 尺との交點から $f=15$ 種に對しては F を 20 に絞ればよい事が求められる。 H 尺の最上端は無限遠を表はすので例へば 10 米から遠方を鮮鋭に寫す爲には V 尺上の 10 と H 尺の最上端を結び $E=20, F=11$ を得る。

圖表の作り方を説明すると先づ平行線上に V 尺は $\frac{p}{V}$, H 尺は $\frac{q}{H}$ に目盛り兩線の距離を $p=q$ の比に内分及び外分する平行線上に夫々 $\frac{pq}{p+q} \cdot \frac{2}{E}$, 及 $\frac{pq}{p-q} \cdot \frac{2}{U}$ を目盛つて E 及び U の尺度を得る。任意の V, H を結ぶ直線との交點が對應する E と U を

與へる。(6) から $\frac{2}{f} - \frac{2}{E}$ は $\frac{2}{U}$ と $\frac{f}{Fd}$ との積であるから先づ E 尺上に f に對する點 b をとれば E 尺の原點からの距離は $\frac{pq}{p+q} \cdot \frac{2}{f}$ で b と任意の E に對する點との距離は $\frac{pq}{q+q} \left(\frac{2}{f} - \frac{2}{E} \right)$ となる。 b 點と U 尺の原點 c とを結ぶ直線の長さを k とし c から

第 2 圖

第三圖

$$\frac{\frac{pq}{p-q}k}{\frac{pq}{p-q} + \frac{pq}{p+q} - \frac{f}{Fd}}$$

なる目盛をすれば E, U を結ぶ線 (即 V, H を結ぶ線) と cb との交點は對應する F を表はす. 第 2 圖の場合には $p=15, q=10$,

$$2\frac{pq}{p+q}=12, \quad 2\frac{pq}{p-q}=60 \text{ と } f \text{ の目盛は } \frac{k}{1+\frac{f}{5Fd}}$$

となる. U 尺は實際には描く必要が無い. 又 b 點は求めなくとも ab の方向を計算して線を引けばよい. $d/f=1/1000$ とする方法で

は同じ F の目盛がすべての f に對して U 尺に平行な直線上にある

から 1 つの f に對して目盛が出来れば他の f に對するものも容易に得られる. 又多くの f に對するものを 1 つの圖上に表はすには第 4 圖の様にしてもよい. V, H から E, U を求める尺度は前同様であるが, (8) の $U = \frac{f^2}{Fd}$ といふ關係から f^2/d が一定すれば $1/U$ と F とが比例するから任

意の寸法で等間隔の F 尺を作り U と F の端を結ぶ斜線を $d/2$ と f^2 の比に分つ點を求めるとその點を通る任意の直線との交點は對應する U と F とを與へる. 斜線の左下側の目盛は $d/f=1/1000$ とした場合で右上側の目盛は $d=0.1$ 耗とした場合で、いずれも數字は糧で表はした f を示す. 前例の $V=2$ 米, $H=3$ 米の場合には $E=2.4$ 米, $U=12$ 米となりその U と例へば $f=15$ 糧, $d=0.1$ 耗の點とを結ぶと $F=18.5$ を得る. 前の $F=20$ より稍少く出たが實用には差支へない. $f=10$ にすれば $F=8.5$ で足りる. 又 d の値を 0.1 耗の $1/m$ にしたい場合には圖から求めた F の m 倍を用ゐればよい. 又 1 つの f のみに就て F を與へるので充分ならばその f に對する點に就て F 尺を U 尺上に投影した尺度をつくつて置けば第 2 圖と同じ様なものが得られる. たゞ

E が f の數倍といふ様な近距離の時に稍不精密なだけである。

第 4 圖