

Lens Shutter の性能に就いて

市 川 誠

ON THE PROPERTIES OF LENS SHUTTER

Makoto ICHIKAWA

1. 序

Shutter は Camera の不可欠な機素であつて、その良否が Camera の性能に及ぼす影響は極めて大きい。特に、最近のように、Lens が非常に明るくなり (f 値の進歩, coating による増透等), 感光材料の感度も飛躍的に向上して来ると、露出に対する考へ方も根本的に変更されねばならなくなつて、秀れた性能の Shutter が要求される。然るに、Shutter に就いては殆んど改良進歩が認められない現状である。

これは、Shutter の機構が非常に複雑で、容易に変へる事が出来ないのと、数百分の一秒といふ瞬間露出の性質を正しく調べる方法がないためである。

筆者は、特に小型 Camera の Shutter の大部分を占める Lens Shutter (正しくは Between The Lens Shutter, 以後単に Shutter と呼ぶ。) に就いて、その性能を改良する目的で、現在の Shutter の代表的な機構に就いて、その機構と、露出の性質との関係を調べた。

尙、本実験に供した Shutter は、第 1 表の如く、3 型式 4 個である。

第 1 表

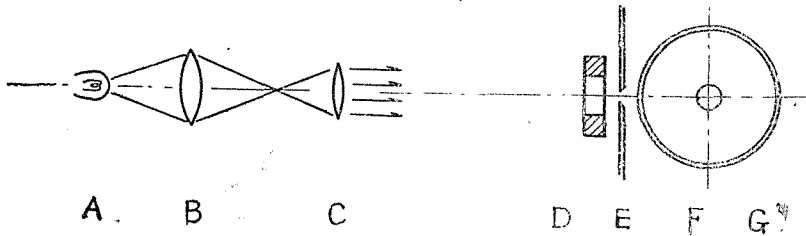
型 式	羽 根 の 数	記 号
COMPUR	5	C~1
PRONTOR	3	P~1
"	3	P~2
VARIO	2	V~1

註 (1) 現在の Lens Shutter は殆んど上の三型式である。

(2) 以後繁雜を避けるために上の記号を用ふ。

2. 実験装置

実験装置の大略を第 1 図に示す。



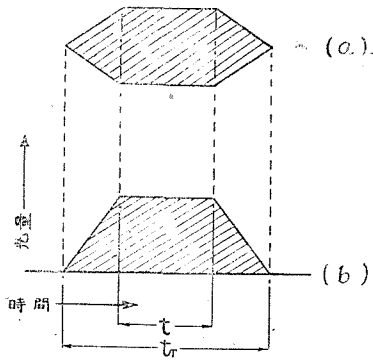
第 1 図

第1図に於て、Aは100V、500Wの特殊電球による光源、B及びCは平行線を得るための Condenser、Dは供試 Shutter、EはSlit (長さ18.8mm)、FはDrum、GはFilm (Paper) でその周速度は 430.57mm/sec. であつた。

3. 実験結果

A. 露出時間及び効率の測定

上の実験装置によると、Shutter の閉閉状態は第2図 (a) の如くに記録され、露出の時間と、Shutter を通る光量との関係は第2図 (b) の如くに表はされる。



第 2 図

第2図に於て、次の如く定義する。

$$t_T \dots\dots\dots \text{全露出時間}$$

$$t \dots\dots\dots \text{全開露出時間}$$

$$T_F = \frac{t_T + t}{2} \dots\dots\dots \text{有効露出時間}$$

$$E = \frac{T_F}{t_T} \times 100 \dots\dots\dots \text{効 率 (\%)}$$

而して、有効露出時間を単に露出時間と呼び、通常 Shutter の称呼露出時間はこれを指すのである。

上の定義によつて、各 Shutter の露出時間を測定した結果を第2表に示す。これは全開口径が 13.4mm の場合である。尙第2表に於て、T は各 Shutter の称呼露出時間、e は $[(T_F - T) / T] \times 100 (\%)$ を示す。

第 2 表

Sec.

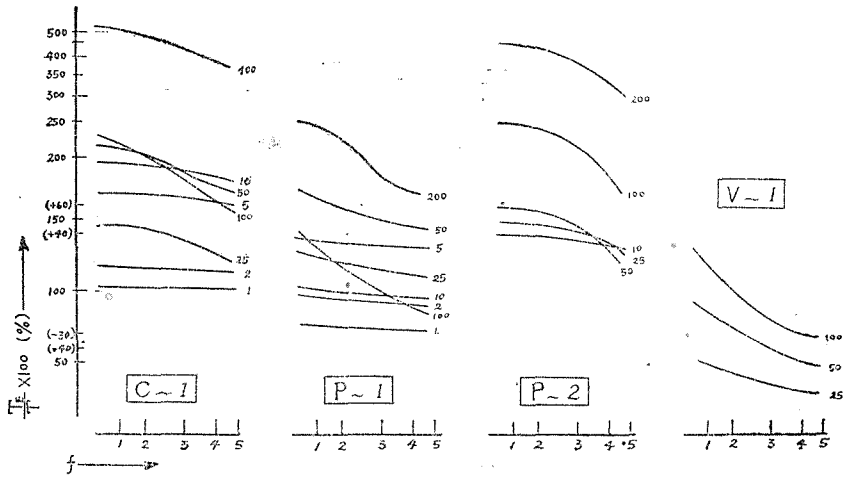
Shutter \ T	1 / (Aperture)									
	1	1/2	1/5	1/10	1/25	1/50	1/100	1/200	1/400	
	(1)	(0.5)	(0.2)	(0.1)	(0.04)	(0.02)	(0.01)	(0.005)	(0.0025)	
C~1	T_F	1.02	0.58	0.33	0.19	0.054	0.037	0.018		0.011
	$e\%$	102	115	165	187	134	184	180		443
P~1	T_F	0.73	0.46	0.26	0.097	0.05	0.03	0.099	0.09	
	$e\%$	73	92	132	97	116	150	99	183	
P~2	T_F				0.137	0.057	0.029	0.022	0.02	
	$e\%$				137	143	146	220	400	
V~1	T_F					0.014	0.012	0.008		
	$e\%$					35	60	80		

又、第2表の値も含めて、全開口径を変へた場合の露出時間変化の状態を第3図に示す。第3図に於て、横軸の数字は ShutterにStop を附した場合に、その全開口径を表すもので

1:3.4mm, 2:6.8mm, 3:13.4mm, 4:18.8mm, 5:21.5mm

である。これは、この Shutter がその大部分に取付けられてゐる焦点距離75mmのLens の Camera の場合には、その f は

1: 22, 2: 11, 3: 5.6, 4: 4, 5: 3.5
 となるものである。



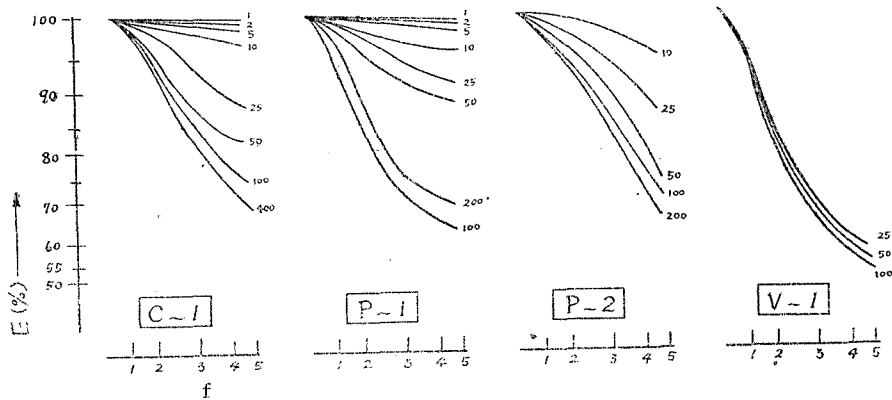
第 3 図

次に、効率の測定結果を第3表に示す。これも、全開口径を 13.4mm とした場合である。

第 3 表

Shutter	T sec.									
	1	1/2	1/5	1/10	1/25	1/50	1/100	1/200	1/400	
G~1	99.7	99.4	99	98	93	88	85		82	
P~1	99.6	99.4	99	97	94	91	71	75		
P~2				98	94	90	85	86		
V~1					68	67.4	66.6			

更に、露出時間の場合と同様に、第3表の値も含めて、全開口径を変へた場合の効率変化の状態を第4図に示す。



第 4 図

B. 変動率の測定

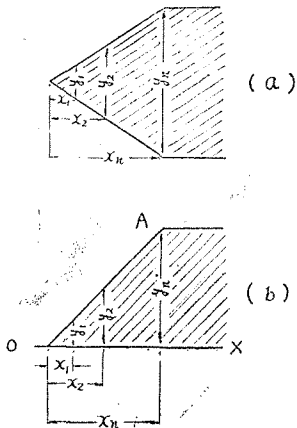
同一Shutterで、繰返し同一露出をする場合に、どの程度に変動するかを全露出時間に就いて、次のようにして求めた。

$$\text{変動率} = \frac{(\text{最大全露出時間}) - (\text{最小全露出時間})}{\text{平均全露出時間}} \times 100(\%)$$

その結果を第4表に示す。尙第4表最右欄は大体の比較の目安としたものである。

第 4 表

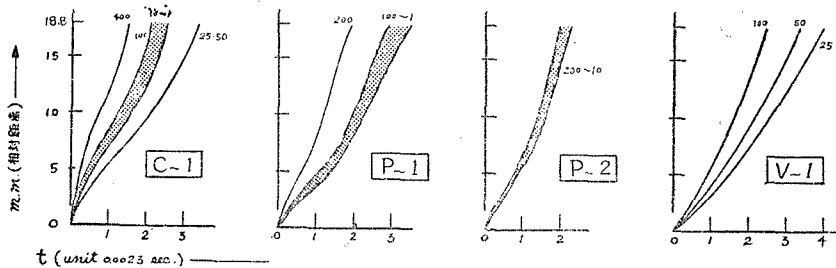
Shutter \ T _{sec.}	(%)									
	1	1/2	1/5	1/10	1/25	1/50	1/100	1/200	1/400	Mean
C~1	2.0	1.0	4.2	4.2	8.0	6.2	9.8		6.9	5.3
P~1	5.6	9.1	6.4	19.6	4.7	14.0	13.3	9.5		10.3
P~2				2.9	6.4	7.1	11.6	17.8		9.2
V~1					13.6	12.9	12.9			13.1



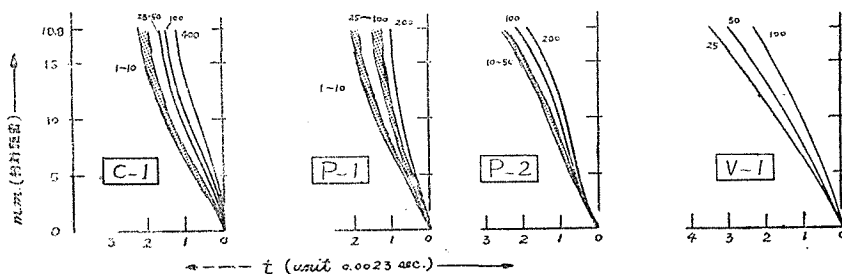
第5図

C. 羽根開閉の状態及び速度

第5図 (実際は第2図と同じものだが) に於て、(a) から (b) に移して、時間と光量の関係を示す場合に、OA は羽根の開閉運動の特性を表す線となり、これが直線であるか、曲線であるか、曲線ならばOXに対してどんな性質 (凸であるとか、凹であるとか) であるか、又 AO と OX との角がどんな変化をするか、等は、Shutter の能率を論ずる上に、極めて興味深い事である。その状態を第6図 (開) 及び第7図 (閉) に示す。



第 6 図



第 7 図

第6図, 及び第7図から, 夫々の場合に於ける平均速度(羽根が互ひに遠ざかり, 或ひは接近する相対平均速度)を次の如くして求め, それを第5表に示す。

$$\text{平均速度} = \frac{\text{相対距離}}{t} = \frac{18.8}{0.0023 \cdot n} \text{ (mm/sec.)}$$

第 5 表

		mm/sec.									
Shutter	T sec.	1	1/2	1/5	1/10	1/25	1/50	1/100	1/200	1/400	
	C~1	O	3269.6~3892.3				2404.1	3892.3		5449.3	
S		3715.0~4086.5				5108.7	5449.3		6811.6		
P~1	O	2335.4~2724.6							4086.5		
	S	4086.5~4302.1				4541.1~5449.3			8173.9		
P~2	O	3553.9~4086.5									
	S	3143.8~3269.6					3715.0	4302.1			
V~1	O						2043.5	2404.1	3269.6		
	S						2335.4	2724.6	3553.9		

4. 機構と実験結果

Shutterはその型式に応じて, 夫々特長ある機構を有しているが, 一般に, SpringとGovernorで各露出時間を得るようになってゐる。即ち, 羽根の開閉をつかさどるLeverは最初Springによつて働き始め(この時, 羽根は開き始めて全開), Governor(Escapementの着脱による二段階)に接し(この間, 羽根は全開している), Governorを外れて元へ戻る(羽根が閉ぢる)機構である。

この実験は何れもSlitの方向を, 羽根開閉の方向と成る可く一致するようにしたのであるが, 実際口径全体の場合と幾分異なる事は免れない。この事については将来検討を試みるとして, 今回はこの実験結果と機構との関係を調べて見た。

A-1, 露出時間(第3図)……………一般に緩速(1/10sec.以上)は良いが, 中速(1/25~1/100sec.), 高速(1/200sec.以下)と徐々にErrorが大きくなつてゐる。この現象と機構を比較して見ると, 緩速の場合には全開露出時間が大きく影響する。これ

は、第4図(効率)を見ても明らかな所である。だから Governor の一段作働範囲を適当に調整すればよい。中高速につれて、開速度、全開時間、閉速度が影響して、特に、中速では Escapement を外れた Governor (これは単なる Brake) の作働範囲の調整と、開速度の相応せる増加を必要とし、高速にては Spring のみによるから、この力を相当強大にしなければならない。然るに、現在の各 Shutter の機構は上に筆者が要求したような点を充分に有していない。特に、各 Shutter は最高速に於て極めて悪い結果を示している。これは、高速用の Spring の機能が如何に不充分であるかを物語るものである。

尙、(V~1) に就いては、すべて Spring のみで調速しているから露出範囲も少い。然し、最高速が比較的良く出ているので、調速は容易である。

A-2, 効率(第4図)……………同一露出時間の場合、口径が小さくなるに従つて、良くなる事は明らかであるが、これも露出時間と同じく高速につれて悪い。然し、(P~1) で 1/200sec. が 1/100sec. より良い結果を示しているのは、幾分でも最高速を得るための Spring が機能を發揮している証拠である。従つて、効率に於ても、既に述べた如き機構を附加する事によつて、相当の向上を期待出来る。尙、(V~1) が特に悪いのは、二枚羽根のためで、若し、Slit を羽根開閉と直角の方向においたらもつと良い結果を得る事は勿論である。

B, 変動率(第4表)……………(C~1) は10%以下で、この程度なら現在の Shutter 機構としては充分と考へられる。これは、この Shutter の Spring が他のものに比して強大なために、摩擦、潤滑等による影響を受ける事が少ないためであらう。従つて、他の Shutter にも Governor の作働を乱さない程度にもつと強い Spring を要求したい。これは露出時間、効率を良くするためにも大切な事であつた。又、将来は、姿勢差、温度の影響等についても測定して見たい。この実験はすべて 16~18 (°C) の下に於てであつた。

C, 羽根開閉の状態及び速度(第6図, 第7図, 第5表)……………開速度が夫々の露出時間に応じて変化しない事は、既に指摘した所であるが、露出時間の8変化に対して、開速度は僅に2変化に過ぎない。第6図(C~1)の 1/25sec. 及び 1/50sec. が特異な状態を示しているのは、Lever が開く途中 Governor と接してしまつたものと思はれる。然し、何れにせよ、開速度が変化に乏しいため、効率ひいては露出時間に悪影響を及ぼしている。

(V~1) は、この点では一応要求を充す状態にある。故に、(C~1) と (V~1) の機構を巧みに取り入れたら、相当良い Shutter が出来ると思ふ。

5. 結 び

以上、現在の Lens Shutter に就いて、種々の検討を加へて見たが、夫々一長一短がある。敢へて、各 Shutter の総合比較をするならば、COMPUR, PRONTOR, VARIO の順となり、一般に言はれている所と一致する。然し個々の性能については、筆者も想像しなかつたような結果が出たものもある。又、実験に供した Shutter は夫々数多くの中から偶然に選ばれたものなので、この結果を以つて、総てを論ずる事は不適當であるが、夫々の型式の大凡の性能は示されたと思ふ。そして、既に、筆者が再三に亘り提案した機構の改善、或ひは附加によつて、各 Shutter は飛躍的な性能向上を期待する

事が出来ると信ずる。

又、効率は一定の口径に於て相当良く、光電管応用の露出時間測定器が充分使用出来るので、今後は、これに依つて機構の改善を進めて行きたい。

終りに臨み、本研究に協力された、清水製作所桜井氏に感謝の意を表す。

尚、本研究は、昭和27年度文部省助成研究費による、Lens Shutter の改良に関する研究の一部をなすものである事を附記する。

ON THE PROPERTIES OF LENS SHUTTER

By

Makoto ICHIKAWA

A shutter is an indispensable mechanical element and its property has important effects on cameras, but the study of the shutter has not yet been made sufficiently.

Hereupon, of the three types of lens shutter (namely *COMPER, PRONTOR and VARIO type), I have investigated the exposure time, exposure efficiency, exposure fluctuation and properties and velocity when it is opened and shut.

From my experimental results, I have pointed out the fault of their mechanism and have suggested a new correct mechanism of the lens shutter.

Moreover, this experiment has been done as part of study of improvement of the lens shutter.