

望遠鏡用對物レンズに 用ふる硝子選定の特殊例

東京 淺野俊雄

普通の2枚合せ、即ち1枚のクラウン・レンズと1枚のフリント・レンズを併せて出来た天體望遠鏡用對物レンズは、その4つの屈折面の曲率半径の選び方で多くの型に分類されるが、最も多く實際に用ひられてゐるのは、第4面を最も弱い曲率にした型であつて、之を大體3つに分けることが出来る。即ち(1)第1面の曲率を第2面のそれより強くし、第4面に弱い凹みを附けたもので、所謂 Cooke type である。(2)第1面は第2面より曲率弱く、第4面に弱い凸を附けた型、この型は optical sine condition を満足して Coma が除かれてゐる。(3)第4面を平面にしたもの。

以上の内、(1)は第4面をフーコー・テストで figuring をチェックするに便利であるから、英國の Cooke 會社は普通の眼視用對物レンズは大小共總てこの型を採用してゐる。Comaの完全な匡正が不可能であるが、大口徑の特に figuring が重要な役割を演ずるものでは、この型の利點は認められるから Grubb-Parsons 會社のものも中口径以上のものはこの型である。獨逸にもこの型がないことはない(例へば Merz)が、どちらかといへば英米の製品に多い型である。Comaの點は寫眞用でない限り全く心配はない。(2)は Coma がないと言はれ、理論上からはよいとされてゐる型で Zeiss の型、Watson-Conrady の型等これに屬するものは多い。なる程 Coma のないのは結構であるが、一般に(1)や(3)の、完全に Sine Condition を満足しないものでも、その Coma の量たるや僅かなものであるから天體寫眞用に使ふもの以外は(1)或は(3)でもこの點何等心配はない。對物レンズをその型によつて優劣をきめる前にもつと大切なことがある。

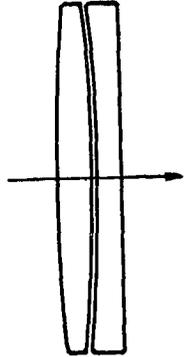
第4面に凸をつけた型では、この最後の面の凸を甚だしく強くして極端なものになると、第1面と等しい凸をつけたのがある。之は Coma の點でも不満足であり、他の理由によつて感心出來ず、特に大口徑にはこのやうな型は用ひぬ

がよい。總じて天體望遠鏡用である限り、餘り變つた型よりは平凡な、ありふれた型の方がよい。

最後に(3)の第4面が平面のもの、この型も甚だ多い。製作上眞の平面は必ずしも容易には得られないが、之に用ふる硝子の選擇の如何によつては故中村要氏の所謂“三等球面一平面”の型になつて製作上便利であるから、アマチュアの製作ばかりでなく、専門工場でもこの型は重寶がられる。例へば有名な故 Alvan Clark 氏作のワシントン海軍天文臺の66種對物レンズもこの型である。然もこのレンズは Clark 氏の作品中でも極めて優秀な部類に屬する。

茲では以下(3)の型、特にこの型を製作する時に重要な硝子の選擇に關し少しく記述致しませう。

故中村要氏の提唱された(3)に屬するものの中の“三等球面一平面”の型といふのは最後の面を平面にし、他の三球面の曲率半徑の絶對値を相等しくした型の意である。(中村要氏著天體望遠鏡の作り方、第169頁參照)この型を採用すると最後の平面はオートコリメーション法によつて球面鏡を利用して検査出来ること、その他の球面は互にニュートン・リングによつて検査出来ること等、表面検査の利便のみならず、研磨作業の上からも曲面は一組の研磨皿で足りるといふ便益もあるが、最も注目しなければならぬ點は、製作するときの曲率半徑の誤差は、ニュートン・リングによつて三球面の等曲率が確保されてゐるといふ條件を維持する限り、収差の状態には影響する所なく、單に焦點距離を變化せしむるに過ぎぬ所にある。換言すれば本型では三等球面の曲率半徑はこの對物レンズの焦點距離のみの函數であり、この對物レンズで考へねばならぬ範圍の重要な収差そのものゝ函數ではないのである、隨つて實際上から言へばスフェロメータを使つて精確な曲率半徑の測定を必ずしも必要としないのである。製作上からも焦點距離だけが僅に變化するのは殆んど痛痒を感じない。かうしてみると、この型を眼視用對物レンズに採用するのは何となく洗練されたやうに思へる Sine condition にかなつた Zeiss 流のレンズでも模倣してみたいといふ氣分の満足を味ふこと以上に實用的であり、然も



三等球面一平面の型の對物レンズ

その性能たるや簡單ではあるが優秀であるといふことになればレンズの田舎もの視しておるそかにはならない。天體望遠鏡用對物レンズの場合には型よりもつと光學硝子そのものゝ良質であることの方が重要である。レンズが大きくなればなる程この點を考慮せねばならぬ。

以上の如くこの型は製作する時の利便は他の型に比し數段優れてゐるが、それだけに唯一つ硝子の種類の選擇だけは他の型よりは自由度が劣つてゐるやうに思へる。何となれば硝子の種類が妥當でなければこの型で満足なレンズは出來難いからである。然るに幸なことに、この型に利用される硝子は次に示す如く最も古い型のクラウンとフリントであつて何等新しい種類のものを必要としないのみならず、新しい種類のものでは却つてこの型を作り得ないのであるから、益々好都合といふことになる。

この三等球面一平面の型(専門的に言へば one radius doublet)を採用するにしても勿論他の型と同様に球面収差(獨逸では數年來テクニツクの上ではこの言葉を使はないことになつた)と色収差だけは完全に(他の型と同様の意)修正されてゐなければ、この型を用ふる意味はないのである。次に光軸外の色消換言すれば焦點距離の波長による差異は Seidel aberration の範圍では、クラウン・レンズとフリント・レンズが密着してゐると考へてよいから、この収差は無い。又問題の Coma であるが、之は勿論(2)の型の如く正弦條件を完全に満足させることは出來ぬけれども、これも程度問題であつて、眼視用として全く默認できることは後に示す通りである。

してみると、殘る問題は硝子を上手に選ぶといふ事である。如何なる硝子をピツク・アップすればよいかを考へてみよう。之に就いては前記中村要氏の著書第169頁にフリント硝子の C—F line 間の分散即ち $n_F - n_C$ がクラウン硝子のそれの正しく 2 倍になつてゐればこの型で色消レンズが出來ることが書かれてあるが、今少しく數式で説明すると、

2枚合せの achromat の thin lens formula は

$$\frac{1}{f_1 v_1} + \frac{1}{f_2 v_2} = 0$$

$$\therefore \frac{f_2}{f_1} = -\frac{v_1}{v_2} \dots\dots\dots(1)$$

即ち二つのレンズの f が v -value に逆比例せねばならぬ。

又 one radius doublet であるから

$$r_2 = -2(n_1 - 1)f_1 \quad \text{及び} \quad r_3 = (n_2 - 1)f_2$$

に於て $r_2 = r_3$ であることから

$$-2(n_1 - 1)f_1 = (n_2 - 1)f_2$$

$$\therefore \frac{f_2}{f_1} = \frac{-2(n_1 - 1)}{(n_2 - 1)} \dots\dots\dots(2)$$

(2) 式を (1) 式に代入して

$$\frac{2(n_1 - 1)}{(n_2 - 1)} = -\frac{v_1}{v_2} = -\frac{(n_1 - 1)(n_F - n_C)_2}{(n_F - n_C)_1(n_2 - 1)}$$

となり、結局

$$\frac{(n_F - n_C)_2}{(n_F - n_C)_1} = 2 \dots\dots\dots(3)$$

となる。(3)式の左邊の分母はクラウン硝子の Mean dispersion であり、分子はフリント硝子のそれである。

One radius doublet 用硝子組合せ表

製 造 社	硝 子 種 類	n_d	Δn_d	ν	$n_F - n_C$	$\frac{(n_F - n_C)_2}{(n_F - n_C)_1}$	No.
(獨) ショット	K 3	1.5182	0.1077	59.0	0.00879	1.98	1
	F 1	1.6259		35.6	0.01756		
(英) チャンス	K 7	1.5111	0.1055	60.6	0.00845	1.993	2
	F 4	1.6166		36.6	0.01684		
(英) チャンス	517606	1.51664	0.10382	60.6	0.00852	2.016	3
	620361	1.62046		36.1	0.01718		
(佛) バラ・マントワ	519604	1.51944	0.10364	60.4	0.00860	2.011	4
	623360	1.62308		36.0	0.01729		
(佛) バラ・マントワ	B 1161	1.51126	0.10505	60.7	0.00842	2.008	5
	C 1736	1.61731		36.5	0.01691		
(佛) バラ・マントワ	B 1860	1.51755	0.10421	60.2	0.00860	2.000	6
	C 2236	1.62176		36.1	0.01720		

(バラ・マントワは n_D 及 Δn_D を示す)

この三等球面一平面の型の色消し条件を満足させるやうな硝子を各硝子會社

のカタログから探してみると割合に澤山あるけれども、天體望遠鏡用として濕氣への耐久力其他を考慮して極く普通のクラウン硝子とフリント硝子から1對を求めると大體次のやうなものである、但しクラウンとフリントは共に同一會社のものを組合はせることにした。

この他にも澤山組合はせは出来るけれども之位でも充分である。こゝで注意しなければならぬのは、クラウンは總て最も舊い型の所謂 Hard crown (ショットでは K-type) ばかりであつて、新しい Borosilicate crown は含まれてゐない事である。一般には後者は前者よりも耐濕度も大きく良好ではあるが、何分 C-F の分散が小さく、この型にすると色消しが甚だしく匡正過度 (over-correction) になるから之を防ぐために Balium flint を用ひねばならず、このフリントは好都合なのが少いから結局上表の組合せの方がよい。我國に於ても時局でも落着けば、耐濕力が大きくて透明なこの種普通クラウンの製出が光學硝子製造業者に注目されることを希望する。

若しフリントの分散がクラウンのその2倍以上になれば色消状態は over-になり、2倍以下になれば under-correction になるから望みの色消し状態に應じて適當な分散のものを選択すればよい。

(未完)

現在の彗星界

本年は豫期の如く彗星が夥しく出現しつつある。下に今年初以來の彗星發見の一覽を掲げる。

順	符號	名稱	發見月日
1	1939 a	コジク・ベルテヤ彗星	1939年1月17日
2	1939 b	グイサラ彗星	〃 2月8日
3	1939 c	ボン・キンネケ彗星	〃 3月17日
4	1939 d	ハセル岡林彗星	〃 4月15日
5	1939 e	コブ彗星	〃 4月22日
6	1939 f	シワスマン・ワハマン彗星	〃 6月12日
7	1939 g	ブルクス彗星	〃 6月17日

因みに、c, e, f, g の四星は舊星の再歸である。(急報 348 追補)