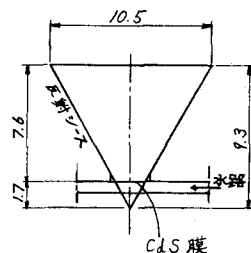


興業コンサルタント 正会員 ○ 伊 藤 栄太郎
 日本大学生産工学部 正会員 岡 本 但 夫
 日本大学生産工学部 正会員 木 田 哲 量

1, 概要 レンズより入った日光はシース軸方向のもの以外はその一部がシース面に当たり、その大部分は反射されてCdS膜の方に向かうが、その一部はシース壁に吸収されて熱となる。日光の入射角がシース軸より約12度以上ふれていると入射光線の50%以上が複反射され、その大部分は究極的にシース面に吸収されて熱となる

ものと考えられる。この熱がシース内に溜まると温度が上がり、CdS膜やアクリル樹脂製のレンズの寿命、および機能に悪影響を与えるのでその除去が必要となる。そのうちCdS膜面上に生

じた分は下の方へ抜かれるが、シース面に生じた熱はシース面の一部に除熱用の薄片を取りつけてシースの底部より突出している水路壁に連結してシース内の熱を水路にまで放出する。すなわちレンズシースの底には幅2cm、高さ0.8cmの銅製水路がシースの前後に連なっているのでシース面とこの水路壁との間に高さ2.5cm、厚さ0.2mmと高さ7mm、厚さ0.2mmのアルミ片をそれぞれシースの中央あたりと底付近とに取付け、シースの上方の最も高温の所でも53℃以下に保てる事が出来た。



2、除熱用の薄片A号の設計 シース面は薄く伝熱能力が余り大きくないので2枚の除熱薄片を用い、一つは底面近く（底面より0.7cmの高さ）もう一つは同2.5cmの所に設ける。

イ、底面より2.5cmの高さの薄片

処理すべき熱量 : $0.2165 \times 5.862 / 8.733 = 0.1453 \text{ Cal / Sec}$ 熱伝導度 0.487 Cal / Sec (アルミニウム)

薄片の幅 : シースとの接合部分 4.0cm 水路との接合点 2.0cm 平均 3.0cm

厚さ 0.2mm 高さ 2.5cm 平均断面積 $2 \times 3.0 \times 0.02 = 0.12 \text{ cm}^2$

接合部の温度 T_2 水路壁の温度 T_1 水路内の水の温度 23℃

水路壁の温度、管壁附近の層流による伝導により $T_1 = 23.0 + 9.7 = 32.7^\circ\text{C}$

鉄片の温度が定常である為には $0.487 \times 0.12 \times (T_2 - 32.7) / 2.5 = 0.1453 \text{ Cal / Sec}$

$$\therefore T_2 = 32.7 + 6.22 = 38.92^\circ\text{C}$$

ロ、底面より0.7cmの高さの薄片

処理すべき熱量 : $0.2165 \times 2.067 / 8.733 = 0.0512 \text{ Cal / Sec}$ 熱伝導度 0.487 Cal / Sec (アルミニウム)

薄片の幅 : シースとの接合部分 3.0cm 水路との接合点 2.0cm 平均 2.5cm

厚さ 0.2mm、高さ 0.7cm、平均断面積 $2 \times 2.5 \times 0.02 = 0.10 \text{ cm}^2$ 接合部の温度 : T_3 水路壁の温度 : $T_1 = 32.7^\circ\text{C}$

熱が平衡している場合には次の式が成り立つ $0.487 \times 0.10 \times (T_3 - T_1) / 0.7 = 0.0512 \text{ Cal / Sec}$

$$\therefore T_3 = 32.7 + 0.74 = 33.44^\circ\text{C}$$

3、シース壁の伝熱の計算 シース壁上で発生した熱は一旦除熱薄片との接合点までシース壁内を伝導により移動して後、除熱薄片によって水路の方へ導かれる。円すいをなすシース面の頂点(実はシース壁面外にあり、光の焦点と一致する。)を原点とし、シース面に沿うてx軸をとる。シース面上における温度分布はシース軸に対し一応対称と見なし(厳密ではないが一応近似的に成り立つ)て問題を二次元的に取扱う。シース面上に発生する熱は円すいの頂点に近づく程比例して面積は減少するが、光の密度もまたこれにはほぼ逆比例して増すので両者の相乗積はほぼ一定と考えられるので発生熱量はxに対して無関係と仮定する。

又xが同一の円周上における発熱は全部x点に集中しているものとして取扱う。

$q = 0.2165 / (10.680 - 1.947) = 0.02479$ ただし q : 発熱量の密度 今 x と $x + \Delta x$ 两点間にはさまれた区域を考えるに、定常状態では外部から右の区域内に入る熱量と同区域内で発生する熱との和は0である。よって次の式が出来る。 $kA(x) \frac{d^2T}{dx^2} = q = 0.02479 \dots\dots(1)$ k : 熱伝導度 (0.487) $A(x)$: シー

ス面の断面積 $A(x) = 0.020 \times 2\pi \times x \sin\theta = 0.020 \times 0.4916 \times 2\pi x = 0.06178x$

$\therefore 0.487 \times 0.06178x \frac{d^2T}{dx^2} = 0.02479 \qquad \therefore \frac{d^2T}{dx^2} = 0.8239 / x \dots\dots(2)$

$\therefore dT/dx = 0.8239 \log x + C_1 \dots\dots(3) \qquad T = 0.8239 \int_{4.818}^x \log x dx + C_2 x + C_3 \dots\dots(4)$

境界条件 I $x = 4.818$ において $T = 38.92^\circ \text{C}$ (4) より $38.92 = 4.818C_1 + C_2 + \dots\dots(5)$

II $x = 4.818$ において出て行く熱量はこの点より上方 (x の大きい方) において発生する熱量に等しい。

$0.487(4.0 \times 2 \times 0.020) \frac{dT}{dx} \Big|_{x=4.818} = 5.862 \times 0.02479 \qquad \therefore \left(\frac{dT}{dx}\right)_{x=4.818} = 1.8650 \dots\dots(6)$

この値を (3) に代入して $1.8650 = 0.8239 \log 4.818 + C_1 = 1.2955 + C_1 \qquad \therefore C_1 = 1.8650 - 1.2955 = 0.5695$

これを (5) に代入して $C_2 = 38.92 - 4.818 \times 0.5695 = 38.92 - 2.744 = 36.18^\circ \text{C} \dots\dots(7)$

$\int_{4.818}^{10.680} \log x dx = 11.8609$

$\therefore T = 0.8239 \times 11.8609 + 0.5695 \times 10.680 + 36.18$
 $= 9.78 + 6.08 + 36.18 = 52.04^\circ \text{C}$

xの値	log x	Δx
4.818		
5.000	4.909	$1.5911 \times 0.182 = 0.2896$
6.000	5.500	$1.7047 \times 1.000 = 1.7047$
7.000	6.500	$1.8718 \times 1.000 = 1.8718$
8.000	7.500	$2.0149 \times 1.000 = 2.0149$
9.000	8.500	$2.1401 \times 1.000 = 2.1401$
10.000	9.500	$2.2513 \times 1.000 = 2.2513$
10.680	10.340	$2.3360 \times 0.680 = 1.5885$
		total $\dots\dots 11.8609$

以上の計算により底のCdS膜の近くでは接合部の温度は33

33.44 $^\circ \text{C}$ となってCdS膜面上の温度より低い。又最も温度が高く残る頂部のレンズ付近でも52.04 $^\circ \text{C}$ である。この数字

はふく射や他の対外伝導により放散する熱量は計算に入れて無いので実際の場合よりは高い温度を与えている。

4、材料及び金額 A片: 厚さ0.2mmのアルミニウム薄板

を用いる。高さ2.5cm、幅 (4.0+2.0) \times 0.5 = 3.0cm 面積 $2 \times (4+2) / 2 \times 2.5 = 15.0 \text{cm}^2$ (1シーイング)

1 m^2 の面積から取れる数 (シーイングの数) $10000 \text{cm}^2 \div 15 \text{cm}^2 = 666.7$ よって666個分取れる。厚さ0.2mm板1 m^2 当単価335.0円、1シーイング分当 $335.0 \text{円} \div 666 \text{個} = 0.503 \text{円}$ 全加工、取付手間(20%) 0.101円、これ等を合計すると0.604円となる。

B片: 厚さ0.2mmのアルミニウム薄板を用いる。高さ0.7cm、幅 (3.0+2.0) \times 0.5 = 2.5cm

面積 $2 \times (2+3) / 2 \times 0.7 = 3.5 \text{cm}^2$ (1シーイング) 1 m^2 の面積から取れる数 (シーイングの数)

$10000 \text{cm}^2 \div 3.5 \text{cm}^2 = 2857.1$ よって2857個 厚さ0.2mm 板1 m^2 当単価335.0円 1シーイング分当 $335.0 \text{円} \div 2857 \text{個} = 0.118 \text{円}$ 加工取付(20%) 0.029円 これ等を合計すると0.142円となる。

1シーイング当アルミニウム片合計 0.604 + 0.142 = 0.746円

1集光盤当合計 0.746 \times 2128 = 1588円

全体 1588 \times 6332 \times 84 = 8.4464億円

補記: 本計画のアルミニウム片はアルミニウム製のシーイングと高張力鋼製の水路の外壁との間に張られており、厚さ0.2mmの極めて薄い膜であるが隣接のアクリル樹脂製の膜よりなるレンズ、上記のアルミニウム製のシーイング、鋼製水路等とともに天井はナトリウムガラス、四周及び底はラワン板に囲まれた鋼結構の箱(浮ブロック筐部と仮称)の中に保護された形で外からの営力にさらされる事はあり得ないので物理的、化学的に高い安全性を保つ訳である。水管壁に伝えられた熱はそのまま中の海水に伝えられて流下し、集められて海中に放出せられる。