

# レジストレーション・スプロケットおよび回転円板シャッタを使用した 回転プリズム式高速度カメラの開発

Development of Rotating-prism High-speed Camera Using Registration Sprocket and Rotating Disc Shutter

是 枝 正 国\* 山 本 隆 弘\*  
Masakuni Kore'eda Takahiro Yamamoto

## 要 旨

従来の回転プリズム式高速度カメラの画面動揺量を、定量的に解析した結果、そのおもな発生原因は、スプロケットとフィルム間のすべりであることを知る事ができた。また画質についても大幅に向上できる見通しがついたので、普通撮影速度のかき落とし式映画撮影機と同程度の画面安定度および画質が得られる高速度カメラを目標に試作を行ない、良好な結果を得たのでその経過および結果について報告する。

## 1. 緒 言

1,000 P. P. S. ~ 10,000 P. P. S. 程度の撮影速度で、映画用フィルムを使用する高速度カメラは、フィルムの強度に限界があるため、フィルム連続送りの回転プリズム式を採用している。

この種の高速度カメラは、高速度カメラのうちでは最も多く使用されているもので、これまでに約 10 社<sup>(1)</sup>が製品を市場に送り出している。日立工機株式会社においてもこれまでに 16H, 16 HB, 16 M, 16 HM 形<sup>(2)</sup>などの回転プリズム式高速度カメラを開発してきた。これらはいずれも駆動部が急激に加速されるために、フィルムにかかる張力や摩擦力の変動が大きくなり、その影響でかき落とし式撮影機に比較して、画面の動揺量が大きくなりがちであった。これまでも画面安定度に関してはかなり研究されており、Jhon H. Waddell 氏<sup>(3)</sup>の論文があるが、決定的な方法はなかったようである。

われわれは従来の高速度カメラについて、種々条件を変え画面安定度を測定し、フィルムにかかる張力を計算してみると画面動揺量と密接な関係があり、画面の動揺を引き起こす最大の原因はフィルムとスプロケット間のすべりであることを確認した。この実験から画面安定度を向上させるには、撮影面においてフィルムにかかる張力を一定に保たねばならないという結論に達し、フィルム送り用と撮影用の 2 個のスプロケットを使用することを試み好結果を得た。

一方画質についても、回転プリズムの回転角が増すと収差が急激に増すため、かき落とし方式に比較して鮮鋭度が劣りがちであった。われわれはこの画面安定度と画質の 2 点に重点を置いて、16 HD 形高速度カメラを設計した。その結果画面安定度については、30.5 m (100 フィート) フィilm 全域にわたって、8,500 P. P. S. のときフィルム上での動揺量を縦 0.03 mm 以内、横 0.02 mm 以内に押えることができた。また画質についても、かき落とし方式に見劣りしないものが得られた。

## 2. 従来の高速度カメラとその問題点および対策

### 2.1 画面安定度

すでに市場に出ている回転プリズム式高速度カメラのフィルム巻取り方式は、大別すると図 1 のように 1 個のモータにより巻き取るもの (MAGNIFAX, HYCAM, PHOTOSONIC, FAIRCHILD, 日立 16 M 形など) と図 2 のように 2 個のモータによって巻き取るもの (FASTAX, NOVA, 日立 16H, 16 HM など) とがあるが、いずれの場合もサブライスパールとテイクアップスパールの巻径および慣性モーメントが時間とともに変化するため、フィルムにかかる

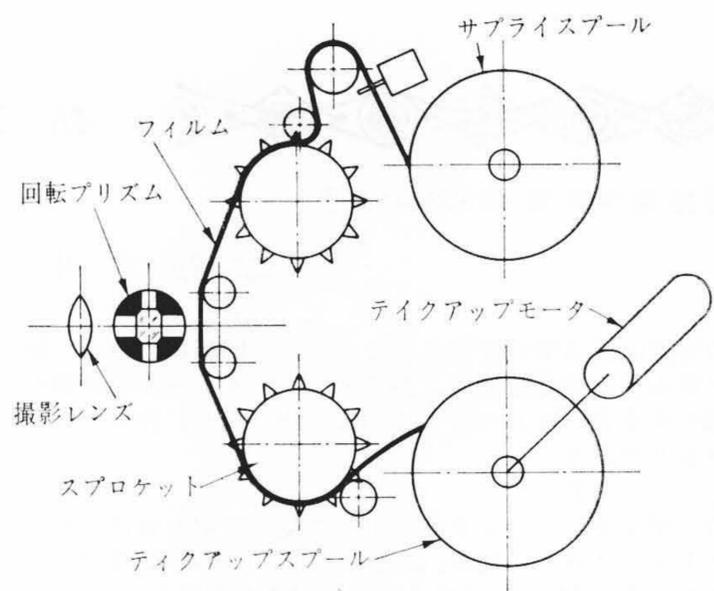


図 1 日立 16 M 形高速度カメラ略図

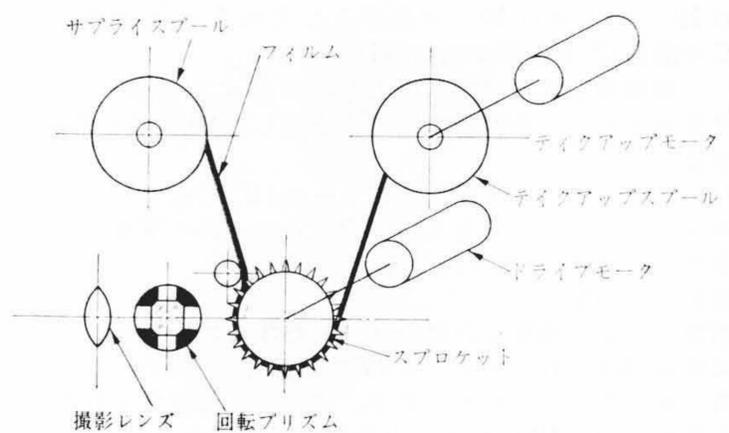


図 2 日立 16 HM 形高速度カメラ略図

張力もこれにつれて変わってくる。またフィルム押えローラやスパールの不均一な摩擦抵抗、モータのトルク変動などによっても、フィルム張力は変化する。この張力変化と画面安定度と相関関係がありそうなので、この点について検討してみた。まず回転軸に必要なトルクを計算するために、最小自乗法を用い従来のカメラの 10,000 P. P. S. における加速特性の実測値の近似式を作ったところ、30.5 m (100 フィート) フィilm の特性に対しては放物線近似、122 m (400 フィート) フィilm については円近似が適することがわかった。

$$v_{100} = 95.52 \sqrt{t} \text{ m/s} \dots\dots\dots (1)$$

$$v_{400} = 78.49 \sqrt{1 - (1 - 0.485t)^2} \text{ m/s} \dots\dots\dots (2)$$

なお (1) 式, (2) 式はいずれも  $t=0$  において  $dv/dt = \infty$  となるため、 $t=0$  近傍は使用しないものとする。

\* 日立工機株式会社

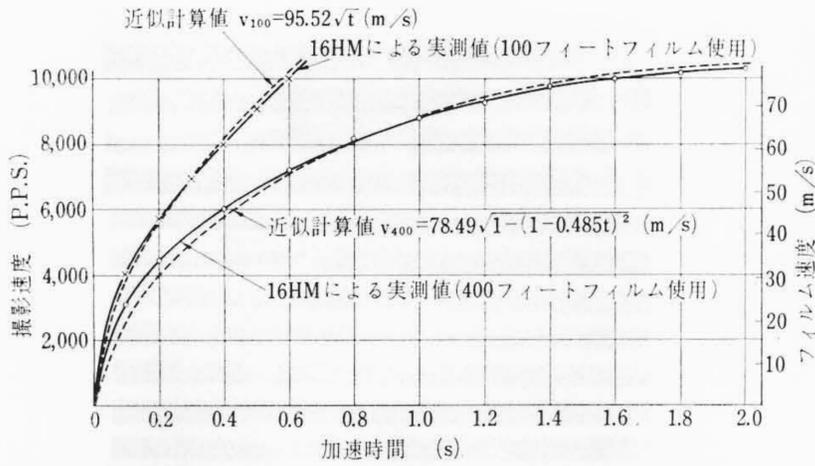


図3 従来の高速度カメラの加速特性とその近似式による計算値

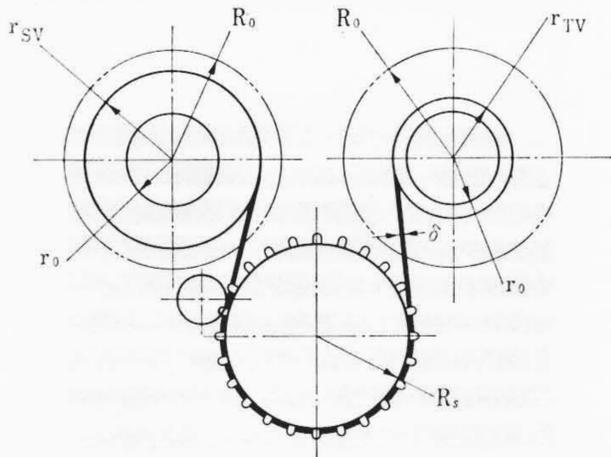


図4 サプライスプールとテークアップスプール巻径関連図

ただし、 $v_{100}$ : 30.5 m (100 フィート) フィルムを使用したときのフィルム速度  
 $v_{400}$ : 122 m (400 フィート) フィルムを使用したときのフィルム速度

図3に(1)式、(2)式を使用して計算した加速特性を示す。

次に各軸の慣性モーメントを

$I_{SU} = I_{SU(0)} + I_{SU(t)}$ : サプライスプール軸の慣性モーメント  
 $\left\{ \begin{array}{l} I_{SU(0)}: \text{固定分} \\ I_{SU(t)}: \text{フィルムによるもので時間とともに変化する。} \end{array} \right.$

$I_S$ : スプロケット軸の慣性モーメント

$I_{RP}$ : 回転プリズム軸の慣性モーメント

$I_{TU} = I_{TU(0)} + I_{TU(t)}$ : テークアップスプール軸の慣性モーメント  
 $\left\{ \begin{array}{l} I_{TU(0)}: \text{固定分} \\ I_{TU(t)}: \text{フィルムによるもので時間とともに変化する。} \end{array} \right.$

$I_{DM}$ : ドライブモータのアマチュア慣性モーメント

$I_{TM}$ : テークアップモータのアマチュア慣性モーメント

$l$ : フィルムの長さ

$\delta$ : フィルムの厚さ

$2r_0$ : スプールの巻心径

$2R_0$ : フィルムの最大径

$2r_{SV}$ : サプライスプールのフィルム外径

$2r_{TV}$ : テークアップスプールのフィルム外径

$v$ : フィルムの走行速度

$t$ : 時間

$\rho$ : フィルム単位長さあたりの重量

とおくと、撮影開始後  $t$  秒後には次のような関係が成立する。

$$l = \int_0^t v dt \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$l\delta = \pi(R_0^2 - r_{SV}^2) = \pi(r_{TV}^2 - r_0^2) \quad \dots\dots\dots (4)$$

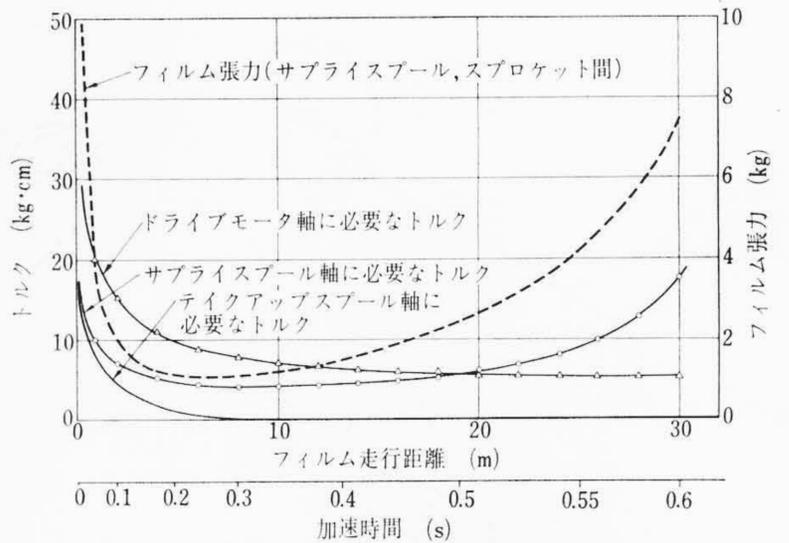


図5 各回転軸を駆動するために必要なトルクおよびフィルム張力とフィルム走行距離の関係

(3)式と(4)式から

$$\left\{ \begin{array}{l} r_{SV} = \sqrt{R_0^2 - \frac{\delta}{\pi} \int_0^t v dt} \\ r_{TV} = \sqrt{r_0^2 + \frac{\delta}{\pi} \int_0^t v dt} \end{array} \right. \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{SU(t)} = \frac{\pi\rho}{2g} (r_{SV}^4 - r_0^4) \\ I_{TU(t)} = \frac{\pi\rho}{2g} (R_0^4 - r_{TV}^4) \end{array} \right. \quad \dots\dots\dots (6)$$

各軸の角速度を  $\omega_{SU}, \omega_S, \omega_{RP}, \omega_{TU}$ 、ドライブモータ、テークアップモータのトルクをそれぞれ  $T_D, T_T$  とおくと、次のような運動方程式が成立する。

$$I_{SU} \frac{d\omega_{SU}}{dt} + (I_S + I_{DM}) \frac{d\omega_S}{dt} + I_{RP} \frac{d\omega_{RP}}{dt} + (I_{TU} + I_{TM}) \frac{d\omega_{TU}}{dt} = T_D + T_T \quad \dots\dots\dots (7)$$

ただし上式では摩擦、空気抵抗などは無視してある。

(7)式をサプライスプール軸、ドライブモータ軸、テークアップモータ軸の三つの回転軸に置き換えると(8)式のようなになる。

ただしドライブモータ軸に対する回転プリズム軸の回転比を  $i_{RP}$  とおく。

$$I_{SU} \frac{d\omega_{SU}}{dt} + (I_S + I_{DM} + i_{RP}^2 I_{RP}) \frac{d\omega_S}{dt} + (I_{TU} + I_{TM}) \frac{d\omega_{TU}}{dt} = T_D + T_T \quad \dots\dots\dots (8)$$

これら3軸はフィルムにより連結されているので、 $\omega_{SU}, \omega_S, \omega_{TU}$ の間には(9)式のような関係が成立する。

ただし  $2R_S$ : スプロケット径

$$r_{SV} \cdot \omega_{SU} = R_S \cdot \omega_S = r_{TV} \cdot \omega_{TU} = v \quad \dots\dots\dots (9)$$

(9)式を微分し整理すると(10)式が得られる。

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d\omega_{SU}}{dt} = \frac{1}{r_{SV}} \cdot \frac{dv}{dt} - \frac{v}{r_{SV}^2} \cdot \frac{dr_{SV}}{dt} \\ \frac{d\omega_S}{dt} = \frac{1}{R_S} \cdot \frac{dv}{dt} \\ \frac{d\omega_{TU}}{dt} = \frac{1}{r_{TV}} \cdot \frac{dv}{dt} - \frac{v}{r_{TV}^2} \cdot \frac{dr_{TV}}{dt} \end{array} \right. \quad \dots\dots\dots (10)$$

30.5 m (100 フィート) フィルム使用するときには、(1)式を、122 m (400 フィート) フィルムを使用するときには、(2)式を(10)式に代入することにより、 $d\omega_{SU}/dt, d\omega_S/dt, d\omega_{TU}/dt$  を求めることができる。

これらの関係式を使って、各軸に必要なトルクおよびサプライスプールとスプロケット間のフィルム張力を計算して示したのが、図5である。

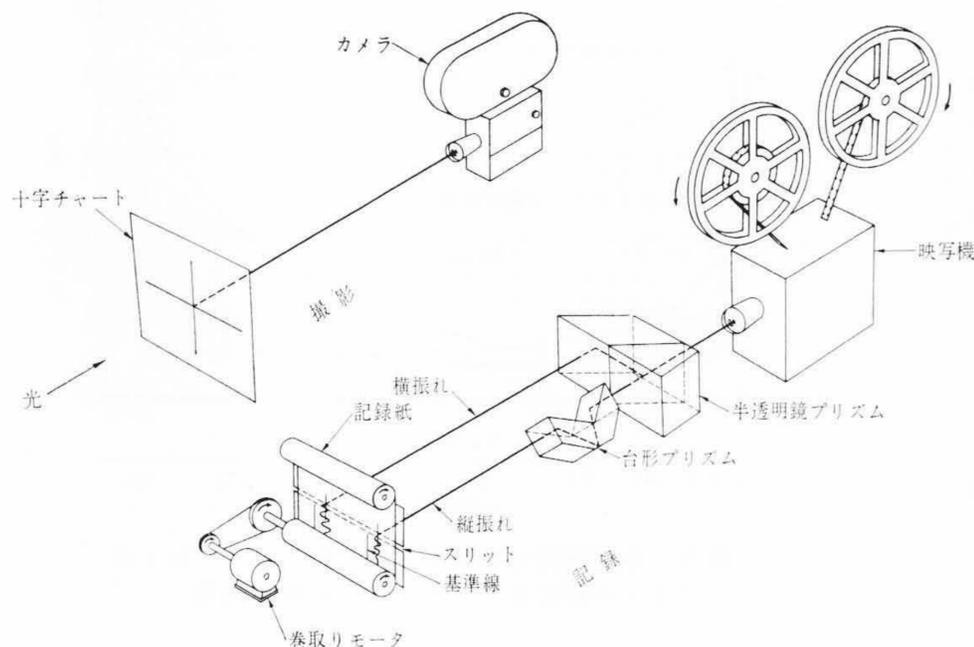


図6 画面動揺量測定方法説明図

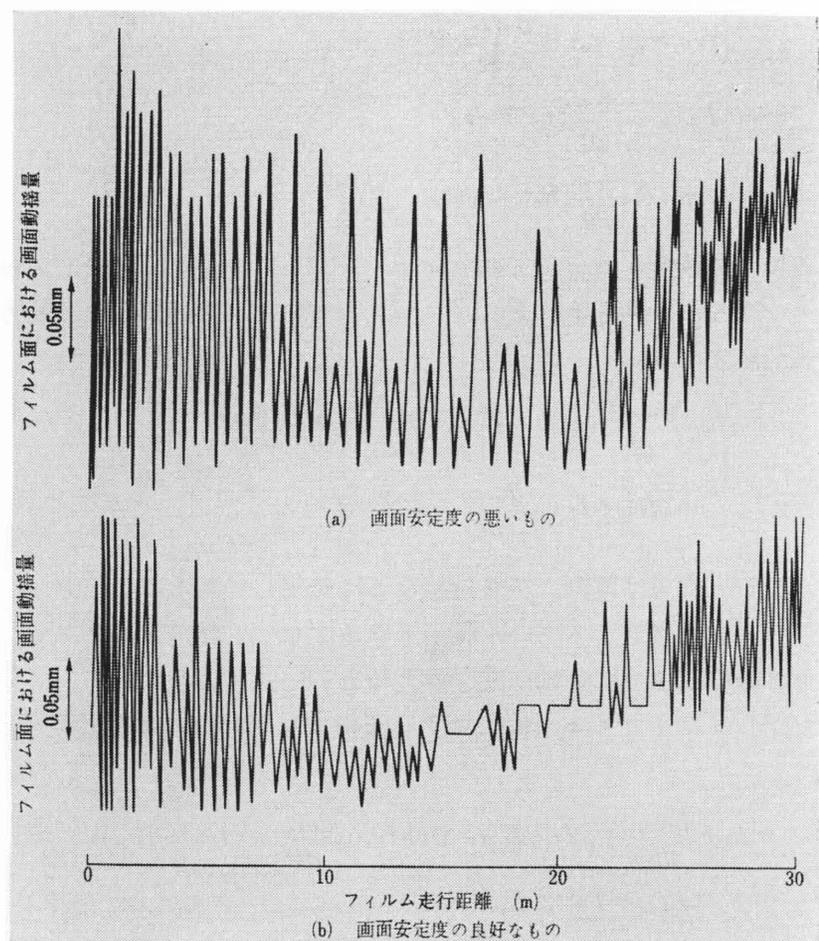
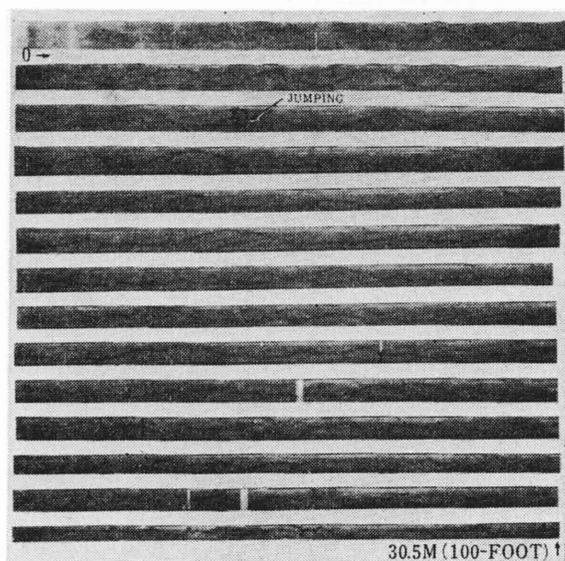
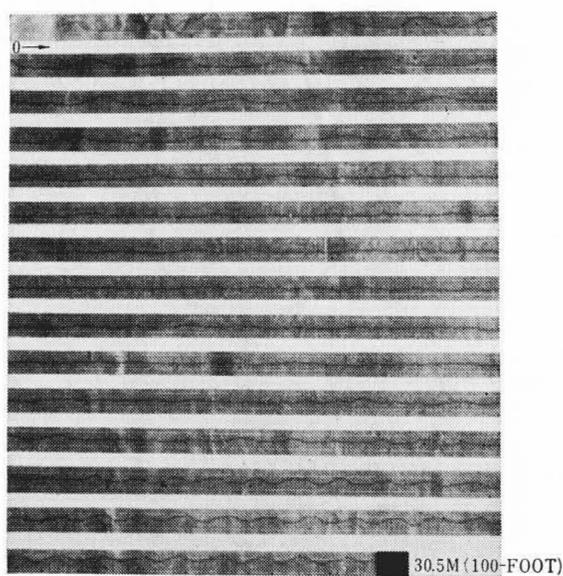


図8 フィルム走行距離と画面安定度（縦振れ）の関係

次に実際に撮影したフィルムの画面安定度が、どの程度であるかを調べるために図6のような方法を用いた。画面動揺量を記録する方法は、SMPTE<sup>(4)</sup>にも記載されているが、われわれは画面振れの周期を正確に知るために、記録紙の巻取り速度を約25 mm/sにし、30.5 m (100 フィート)フィルム全域にわたって動揺量を記録した。縦振れと横振れを同時に記録するために、映写機前面に半透明鏡プリズムを置いて像を二つに分け、縦振れの光路には台形プリズムを置くことにより、縦振れと横振れを同一記録紙上に同時に記録することができた。図7の(a)、(b)はこの装置で従来の高速度カメラについての縦方向画面振れを30.5 m (100 フィート)フィルム全域にわたって記録し、現像後切断し、順番に並べたものである。(a)はスプール、フィルム押えローラ、スプロケットおよびモータなどの条件を意識的に悪くしたもので、(b)は正常な状態で撮影した例である。いずれの場合でも振幅は異なるが、撮影開始後しばらくと、撮影終了間際に安定度は悪くなっている。図8はこれらの画



(a)



(b)

(b)は部品、組立てが良好な場合

図7 従来の高速度カメラの画面安定度（縦振れ）

面安定度の記録結果をグラフにまとめたものであるが、画面振れの振幅は、大きいところではフィルム面上で0.27 mm~0.28 mmにも及んでいる。画面振れは回転プリズムとスプロケット間の歯車のかみ合い状態が悪かったり、回転プリズム軸やスプロケット軸が偏心していても発生することがありうるが、これらの影響であれば、振れにもう少し周期性があるであろうし、振幅も小さいはずである。しかも軸の偏心により、この程度の振れが発生するためには、0.15 mm以上の偏心量がなければならず、このようにアンバランスな軸が高速回転し、フィルムを通過させているということは考えられない。この場合にはおそらくフィルムが通過し終わる前に駆動部、フィルムとも破損してしまうであろう。これらのことを考えてみると画面振れを引き起こしているものは撮影面におけるスプロケットとフィルムのすべりということになる。

スプロケットの爪(つめ)の厚さはフィルムのピッチ誤差があったり、温度変化による伸縮が起こったりしても、フィルム送りが正常に行なわれるようにするために、パーフォレーションの寸法より、かなり小さくするのが通常の使い方である<sup>(5)(6)</sup>。われわれが実験に使用したスプロケットもこれらのことを考慮したものである。上記0.27 mm~0.28 mmの振れの量は、パーフォレーションの寸法と、スプロケットの爪厚の差にほぼ等しい量であることおよび振れの大きいところでは圧力によりパーフォレーションのフィルム走行方向に向かって前側が感光したり、後側が感光したりしていることからして、スプロケット上でフィルムがすべっていることは間違いない。

図5と図8を比較してみるとフィルムにかかる張力が大きい撮影開始直後と撮影終了間際において、フィルムは走行方向に向かって前側のパーフォレーションがスプロケット爪と接近する側に寄せられ、この近辺において画面動揺量も多くなっている。さきに計算した張力は、回転部やフィルムは理想的な運動をしていると考えたものであるが、実際に撮影する場合には、スプール、ローラ、スプロケットおよびモータなど多くの回転体が短時間に加速されるため、フィルムは振動したり蛇行(だこう)したりしながらスプロケットに送り込まれ、張力は瞬間的にかなり変動しているはずである。張力が瞬間的に弱まり、フィルムがたるみ、次に強く引かれると、スプロケット上ですべりを生ずる。また張力が大きくなると、上記のようなすべりのほかにフィルムの伸びも大きくなり(5kgの張力のとき0.5%程度の伸びを生ずる)張力変動があると当然スプロケット爪とフィルムパーフォレーションの相対位置は変わってくる。このほかフィルムとスプロケットの累積公差によっても、安定度は低下する。以上のようなわけで、部品や組立ての精度を上げてフィルム送り方式を変えない限り、画面安定度を飛躍的に向上させることはできない。スプロケット爪とフィルムのパーフォレーションの相対変位を小さくする方法として、スプロケット爪の爪厚を増してパーフォレーションとの遊びを少なくしてやるのが考えられるが、従来どおりのフィルム送り方法で爪厚を増すと、フィルムのピッチ誤差、伸縮およびパーフォレーションの変形などの影響で、フィルムはスプロケットの爪に乗り上げ、最後まで巻き取る前に切断してしまう。これらの弊害を無くすために、われわれはフィルム送りと撮影用の2個のスプロケットを使用することを考えこれを新設計に採り入れた。

## 2.2 画 質

回転プリズム式高速度カメラは、プリズムの回転角が小さい間はプリズム回転角と像の移動量が比例するので、連続送りされているフィルムと同期してコマ撮り撮影ができるわけであるが、回転角が増すとこの比例関係はくずれ、フィルム走行方向に像のずれを生ずる。また非点収差も急激に増すため、プリズム回転角が大きくなってから入射した光によって結ばれた像は、非常に悪いものになってしまう。この不要な光を遮光する方法には、回転プリズムの窓わくをシャッタとする方法、回転円板シャッタを併用する方法などがある。前者は構造が簡単のため取り扱いが容易で、一応役割をはたしているが、不要な光を完全に遮光しきれないため、鮮鋭さの点で劣る。後者は円板のスリット幅をせまくしていけば、かなり有効に働く。回転円板シャッタを使用する場合に注意しなければならない点は、画面の上下位置で露光時間に遅れが出てくるということである。この時間遅れが大きいと、中心部ではいずれの場合でも同じであるが、周辺部においてはプリズムの回転角が大きくなり収差が増すため、画質が落ちるばかりではなく、動いている物体に対してスチール写真機のフォーカルプレキシッタと同様な理由で、像の変形が大きくなってしまふ。また基準マークを画面に撮影したり、画面わくをはっきりと出すためにはリレーレンズを使用しなければならないが、この場合明るさを減少させないような考慮が必要になってくる。それには明るいリレーレンズを使用し、光学系の表面反射による光量の損失を極力少なくするよう反射防止に注意を払い、反射面をできるだけ小さくしてやる必要がある。なおリレーレンズを使用するときには画面周辺まで一様に明るくするために、第1実像点にコンデンサレンズを入れてやらなければならない。このコンデンサレンズは撮影レンズとリレーレンズの関係で、常に一定のものを使用できるとはかぎらないので、交換可能にすることも考えておかねばならない。

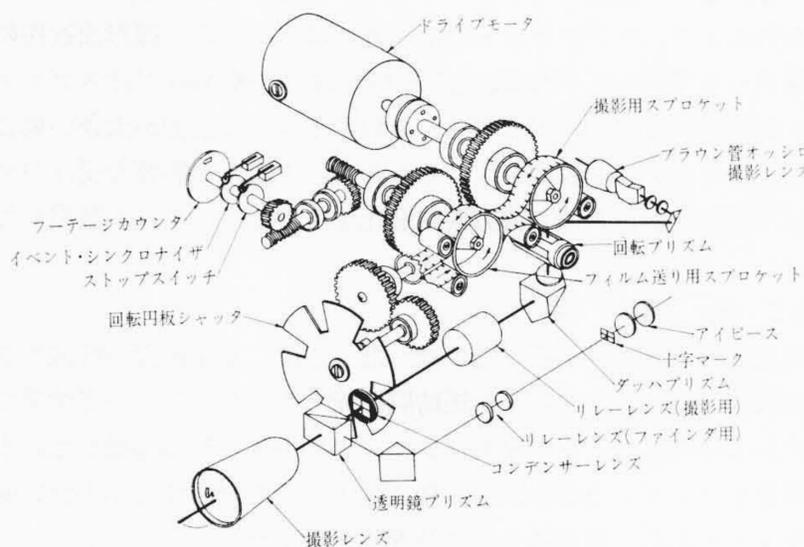


図9 16HD形高速度カメラの構造図

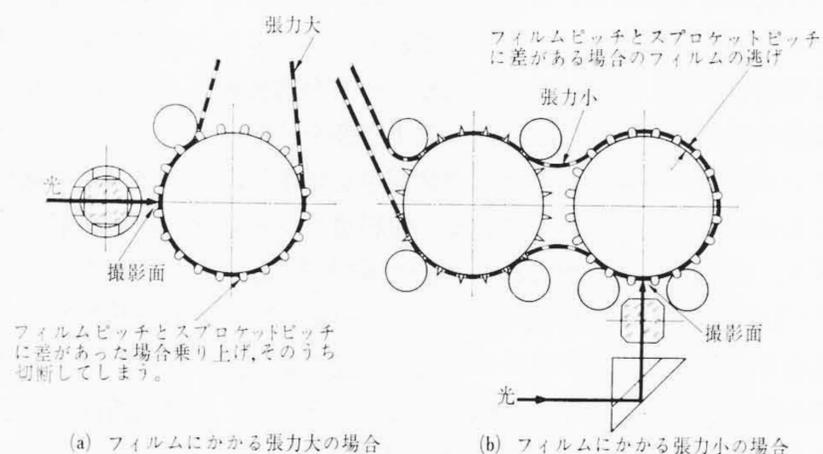


図10 フィルムパーフォレーションとスプロケット爪との公差を少なくした場合のフィルムの動き

## 3. 設計方針および構造

2.で検討したようなことを考慮して図9のような高速度カメラの設計に着手した。

### 3.1 フィルム送り機構

サプライスプールに装てんされたフィルムはまず、フィルム送りと撮影用の2個のスプロケットに送り込まれる。このスプロケットは従来どおりフィルムのパーフォレーションと爪との間に遊びを持たせてある。このためフィルムにピッチ誤差、伸縮、張力の変動などが生じて、フィルムとスプロケット間ですべりが起こって、フィルムがスプロケットに乗り上げたり破損したりしないようにしてある。このスプロケットから出たフィルムはループを作ったのち、フィルム送りと撮影用の2個のスプロケットと同回転数で同方向に回転するように、歯車連結された撮影用スプロケット(Registration Sprocket)に送り込まれる。このスプロケットをショートピッチ(7.60mm)に合わせ、爪の根本の厚みをパーフォレーションより約0.01mm薄く設計してある。撮影用スプロケットを出たフィルムは再びフィルム送りと撮影用の2個のスプロケットを通して、テークアップスプール軸に巻き取られる。したがって撮影用スプロケット上のフィルムには、フィルム自身の遠心力およびフィルムとスプロケット間の摩擦力が影響するだけで、張力は小さくほぼ一定になる。張力の大きい所に、爪厚の厚いスプロケットを使用するとさきに述べたように、フィルムが破損してしまうが、弱い一定張力のもとでは条件は違って来る。いまこのショートピッチフィルム用に設計されたスプロケットにロングピッチフィルム(7.62mm)がセットされたとしフィルムの巻き付いているコマ数を16とすると称呼寸法のみ考えても最大 $0.02\text{mm} \times 16 = 0.32\text{mm}$ の累積公差となるが、これはあくまでもフィルムがスプロケットに密着して

いたと仮定しての話である。フィルムの張力が弱ければフィルムは遠心力により、スプロケットの半径方向に移動する。撮影面近傍のみをローラで押えてやれば、他の場所では約0.05mmだけスプロケットから浮いた位置に安定する。結局フィルムは張力が大きい場合には、スプロケット表面をすべるためピッチ誤差の影響を受けやすいが、張力が弱いと遠心力方向に変化するのでフィルムを破損しない。

3.2 光 学 系

高速度カメラの光学系でたいせつなことは、まず画面が鮮鋭でなければならぬが、このほか短時間露光であるため明るい光学系でなければならぬ。また動的なシャッタ効果すなわち運動している被写体をフィルム上にいかに正確に静止させて記録するかもたいせつなことである。図9において被写体から出た光は撮影レンズにより半透明鏡プリズムを通してコンデンサレンズのマスクの位置に第1実像を結像する。次に回転円板シャッタ、リレーレンズ、像を左右上下反転させるための屋根形プリズムおよび像とフィルムを同期させるための回転プリズムを通して、スプロケット上のフィルムに第2実像を結像し撮影が行なわれる。一方半透明鏡プリズムにより約15%の光が反射され、拡散面に第1実像を結像する。この像はファインダ用リレーレンズにより第2実像を結像し、アイピースを通して目にはいるようになっている。撮影用リレーレンズは屋根形プリズム、回転プリズムを入れた状態で収差補正を行なったもので、F: 1.25, 8群10枚構成である。リレー系を使用すると当然途中で吸収や反射のため、フィルムに達する光の量は減少するが、レンズ系の表面反射防止処理を十分に行なうとともに、光の屈折面をできるだけ小さくした。その結果カメラの総合明るさは F: 2.5, T: 3 (ファインダにいく15%の光量も考慮してある) にすることができた。回転円板シャッタは回転プリズムの回転角が、像の移動量と比例する間だけ露光して画質を鮮鋭にしてやるためと、1コマあたりの露光時間を変更するために取り付けられたものである。理想的には画面上のどの位置でも時間的に遅れが無いことが望ましいが、シャッタを非常に高速に回転させなければならないので、ある程度の時間遅れを生ずるのはやむを得ない。われわれはシャッタの移動速度を速くし、運動している被写体を撮影した場合の変形度をできるだけ小さくするために、比強度の高い高力アルミニウム合金を使用し、回転円板の形状を円すい体とし、像面における周速を上げることを試みた。画面中心部と周辺部の露出時間遅れは次のようになる。

$$\left( \frac{1}{\text{撮影速度(P.P.S.)} \times 8} \right)$$

1コマあたりの標準露出時間は

$$\left( \frac{1}{\text{撮影速度(P.P.S.)} \times 5} \right)$$

にしてあるので、この標準シャッタを使用する場合には像の変形はない。このシャッタは1コマあたりの露出時間を変更できるようにするため、交換が簡単な設計になっている。非常にせまいスリットのシャッタを使用すると、上記のように画面中心部と周辺部では時間遅れがあるため、ある程度変形して撮影されるが、露出時間を短くすることができるので時間遅れを補正してやれば、解析精度を一段と上げることができる。なお円板シャッタの周速は回転部分の中では最高速度になり、最高撮影速度における円板周速は音速に近い速度(300m/s)になるが、強度計算の結果、十分使用できることがわかった。またスリットを切ったときの応力集中による影響は応力凍結法を用いた光弾性実験の結果、ほとんど問題ないことがわかった。

このほか、こま撮りと同時に流し撮りもできるようになっており、ブラウン管オシロの像をレンズ、台形プリズムを通してこま撮りされた画面と時間遅れなしに、しかもフィルム表面から撮影するので、

表1 16HD形高速度カメラの仕様

1. 撮影速度	100~8,000 P.P.S. (16mm フルフレーム) 200~16,000 P.P.S. (16mm ハーフフレーム) 400~32,000 P.P.S. (16mm 1/4 フレーム)
2. 総合明るさ	F: 2.5, T: 3 (リレーレンズ F: 1.25)
3. 撮影レンズ	Cマウント, ニコンFマウント, トプコンマウント
4. 画面サイズ	16mm フルフレーム (標準) 10.4mm×7.4mm 16mm ハーフフレーム 10.4mm×3.7mm 8mm フルフレーム 5.1mm×3.7mm 16mm 1/4 フレーム 10.4mm×1.8mm
5. フィルム容量	30.5m (100フィート), 122m (400フィート) マガジン交換可能
6. シャッタ定数	5 (標準), 10, 20, 40, 80, 回転円板シャッタ交換による。
7. 途中停止	3,000 P.P.S. 以下において 30.5m (100フィート), 122m (400フィート) と可能。(電磁ブレーキ使用)
8. 回転プリズム	4面 (標準), 8面, 16面 (交換可能)
9. ファインダ	半透明鏡プリズムによりフィルム走行中でも観察, ピント合せ可能。倍率9.5倍, このほかフィルム面直視式も使用可能
10. ブラウン管オシロスコープ	こま撮り画面と時間遅れなしにフィルム表面から撮影可能
11. シンクロナイザ	現象同期スイッチ—フィルム長さで精度 ±1m ストップスイッチ—フィルム長さで精度 ±1m (このほか手動で自由に停止させることも可能) フーテージカウンタ—フィルム長さにより精度 ±1m で残量を知ることができる
12. 寸 法	本体 253 (幅)×290 (奥行)×181mm (高さ) 400フィートマガジン 162 (幅)×422 (奥行)×253mm (高さ)
13. 重 量	本 体 10kg 400フィートマガジン 7kg コントローラ 25kg

裏面にバックリングしたフィルムでも使用できる。ここに使用してある台形プリズムは、ブラウン管上の像をフィルムの走行方向と直角に振動するように調整するものでこれを使用するとオシロスコープをいちいち傾ける必要がない。

3.3 そ の 他

高速度撮影は短時間撮影であるため、現象とカメラの同期が確実になければならない。本設計ではスプロケット軸から減速された軸にカムを取り付け、このカムがマイクロスイッチを切ることにより電気的な信号を出し、現象を起こさせるようにしてある。スプロケットの積算回転数からフィルム長さを指示しているため、正確に同期させることができる。この軸にはこの現象同期装置のほか、フーテージカウンタと、ブレーキと連動したストップスイッチがついている。ストップスイッチはあらかじめカメラを停止させたいフィルム長さの位置にダイヤルを合わせておくと、自動的に停止できるので、フィルムを有効に使用できるだけでなく、実験を確実に遂行することができる。

3.4 仕 様

表1に示すとおりである。

3.5 各 部 構 造

図11は16HD本体の外観写真、図12はレンズプレートを取りはずしたところ、図13はコントローラの外観写真である。

4. 結果および結果の検討

画面安定度については、この新しい試みで30.5m (100フィート) フィルム全域にわたって、フィルム面上で縦振れ0.03mm, 横振れ0.02mm以内に押えることができた。図14は30.5m (100フィート) フィルムを使用し、8,500 P.P.S. で撮影した場合の画面安定度である。図7と図14を比較してみると撮影速度は幾分違うが、画面安定度は大幅に向上していることがわかる。なお本16HDのシャッタ部分を取りはずして撮影すると撮影速度は10,000 P.P.S. まで上がるが、画面安定度は図14とほとんど変わらない。

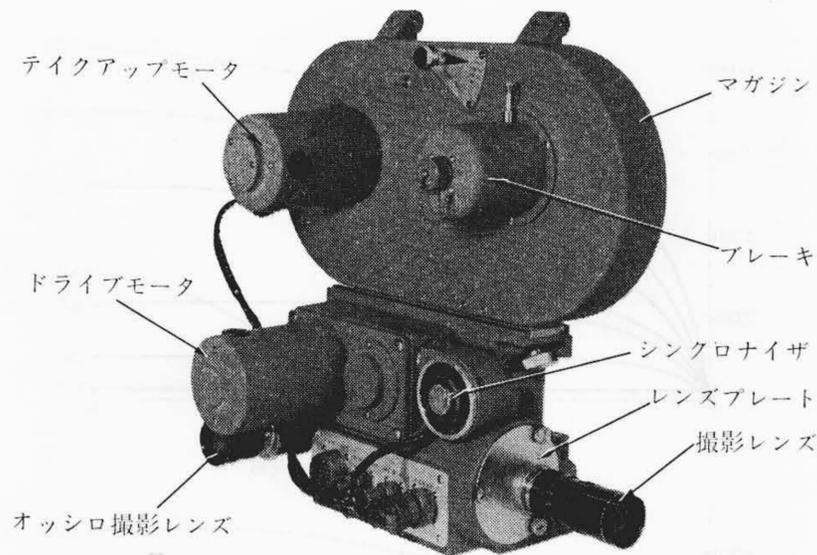
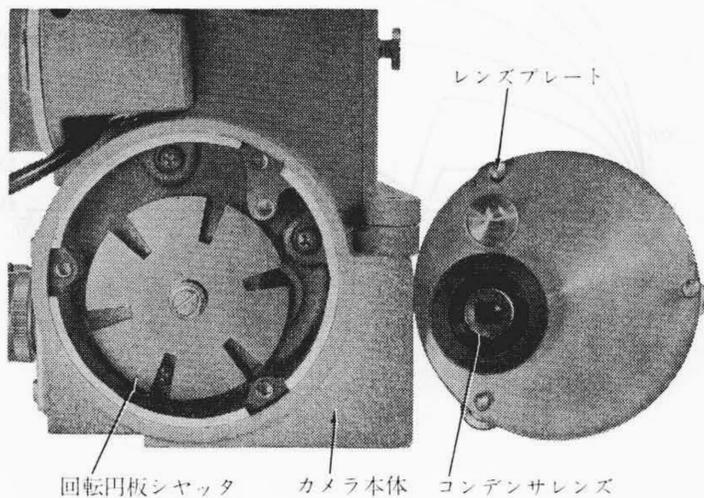
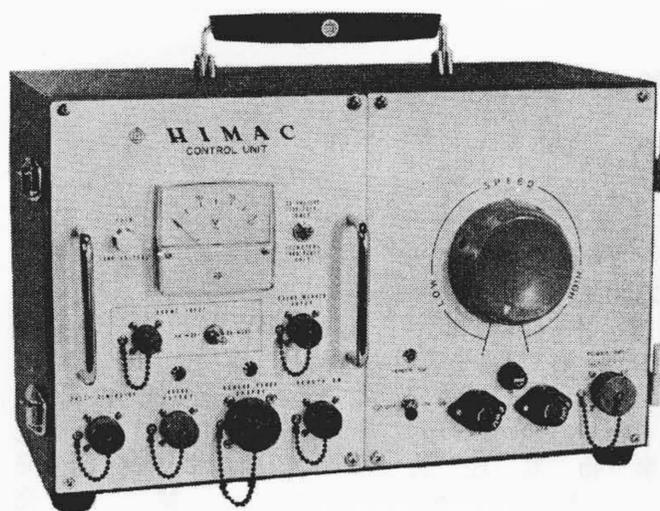


図11 16 HD 形高速度カメラ (本体外観)



(レンズプレートを取りはずしたところ)

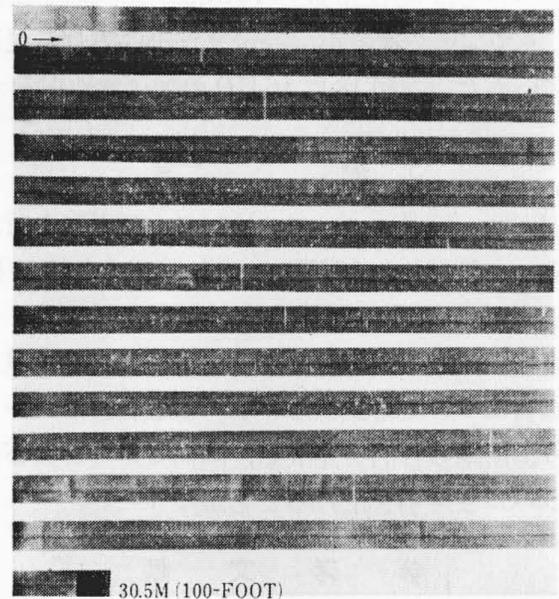
図12 16 HD 形高速度カメラ



(コントローラ)

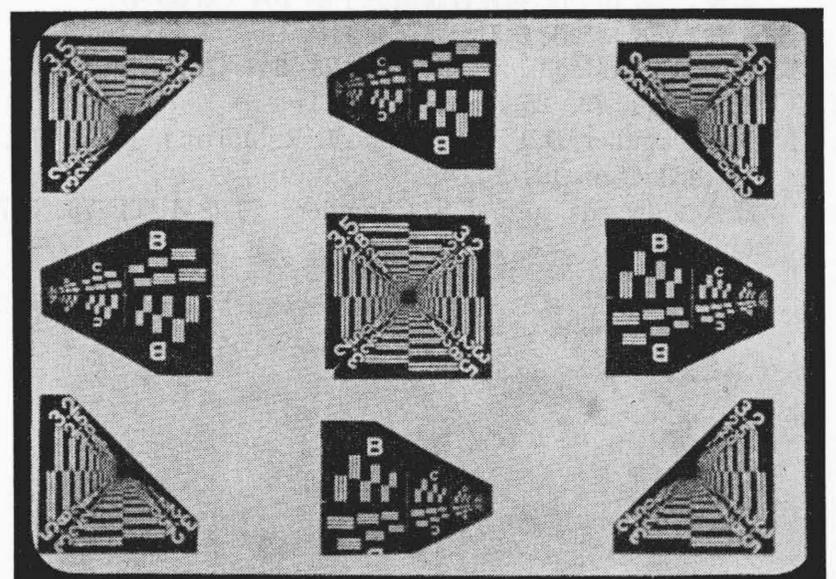
図13 16 HD 形高速度カメラ

一方画質についても満足な結果を得た。図15は静止したテストチャートを撮影したものであるが、かき落し式撮影機並の画質といえると思う。図16(a), (b)は回転チャートを撮影したものである。(a)はシャッタ定数5の場合で回転チャートの3本の線は分離して見えないが、従来のものはシャッタ定数5ないし3で動的なシャッタの効果はこの程度もしくは、もう少し悪いくらいであった。(b)はシャッタ定数を16倍の80に上げて撮影したものであるが、露光時間にずれがあるため、像は幾分変形しているが3本の線がはっきり分離して見える。したがって時間遅れを補正してやれば正確な解析を行なうことができる。このシャッタの交換は非常に簡単なので、だれでも必要に応じて露出時間を変えて撮影することができる。図17は図16(b)の変化していく過程を示したものである。



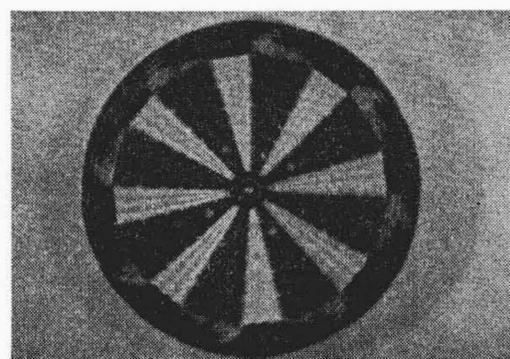
8,500 P.P.S. 30.5 m (100 フィート) フィルム使用(縦振れ)

図14 16HD の画面安定度



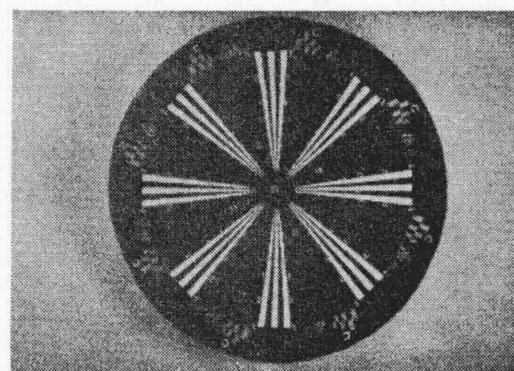
(シャッタ定数 5  
撮影速度 8,500 P.P.S.)

図15 静止チャート撮影例



(チャート回転数 20,000 rpm  
撮影速度 5,000 P.P.S.)

(a) シャッタ定数5



(チャート回転数 20,000 rpm  
撮影速度 5,000 P.P.S.)

(b) シャッタ定数80

図16 回転チャート撮影例

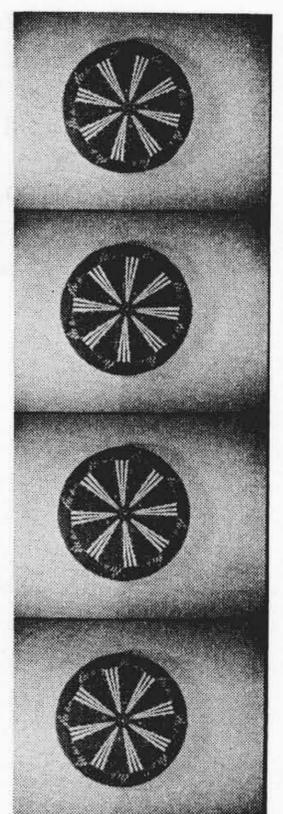


図16(b)の変化していく過程

図17 回転チャート撮影例

加速特性については現在市販の16mmフィルムを使用して最高8,500 P.P.S.まで撮影できるが、今後まだ上げられる見込みがあるので検討していきたい。図18に16HDの加速特性を示す。

5. 結 言

以上画面安定度と画質についての検討および考察を行ない、これらに重点を置いて設計した16HDの試作および実験結果について述べてきた。本研究により画面振れ発生原因をつかみ、その対策として2個の歯形の異なるスプロケットを用いることを試み、成果をおさめた。画質についても屋根形プリズムを含むリレー系を使用することにより、所期の目的を達成し、画面安定度および画質をかき落とし方式のレベルまで引き上げることができた。

参 考 文 献

- (1) David A. Fatora: J. SMPTE, 74, 911 (Oct. 1965)
- (2) 徳重, 嵯峨: 第6回応物連合講演会予稿 199 (昭34-4)  
嵯峨, 和田: 日立評論 42, 872 (昭35-8)  
是枝, 嵯峨: 第8回応物連合講演会予稿 80 (昭36-4)  
是枝: 第10回応物連合講演会予稿 104 (昭38-4)  
小林: 第12回応物連合講演会予稿 15 (昭40-4)
- (3) Jhon H. Waddell: J. SMPTE, 73, 648 (Aug. 1964)
- (4) J. SMPTE 73, 25 (Jan. 1964)
- (5) J. S. Chandler, D. F. Lyman and L. R. Martin: J. SMPTE, 48, 483 (Jun. 1947)
- (6) E. A. Edwards and J. S. Chandler: J. SMPTE 73, 537 (Jul. 1964)

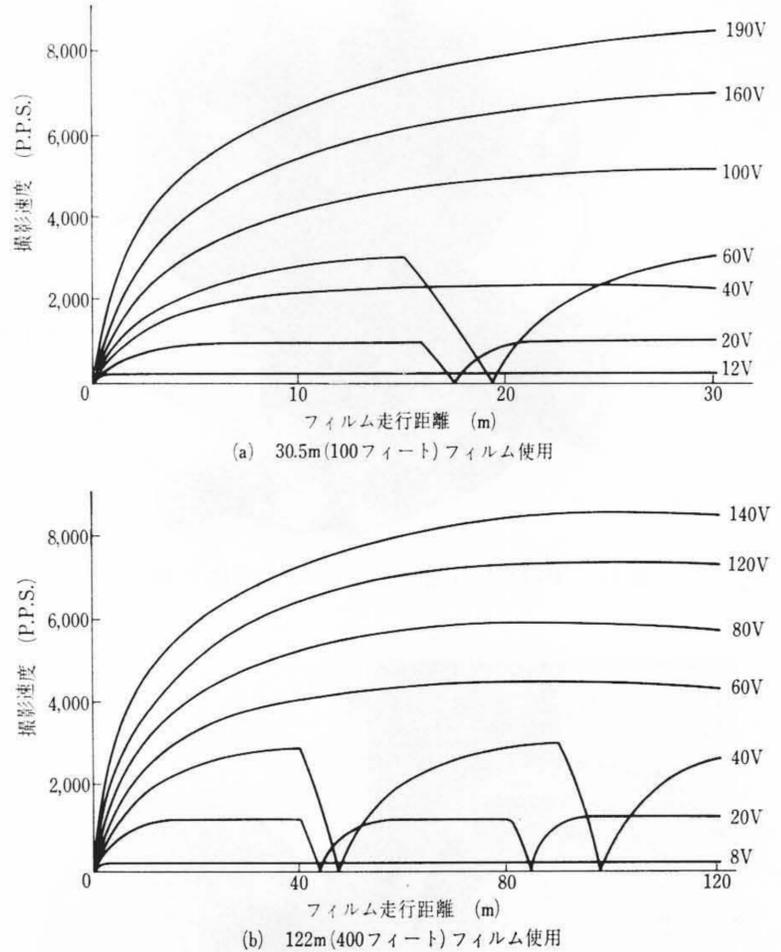


図18 加速特性

Vol. 50 日立評論 No. 7  
目 次

■論 文

- ・原子炉圧力容器支持スカート局部応力(第1報)軸対称荷重を受ける場合
- ・複合焼結整磁合金の研究
- ・ブラシレスタービン発電機
- ・条鋼用フライングシヤ
- ・引張巻取機と巻縮力
- ・日立DH30S形30t積スラグダンブトラック
- ・ポンプ式揚魚装置の現地試験
- ・バイパスジェット式コンバーティブルジェットポンプ

- ・薄壁冷蔵庫用硬質ポリウレタンフォームの特性
- ・ブチルゴム絶縁海底ケーブルの絶縁診断についての考察

■原子力開発特集

- ・沸騰水形原子炉(BWR)の開発
- ・沸騰水形原子炉(BWR)の主要機器
- ・軽水炉パルス運転による安全性の研究
- ・炉物理の実験的研究
- ・廃棄物処理装置に関する開発
- ・新形炉の開発

発行所 日立評論社 東京都千代田区丸の内1丁目4番地  
振替口座 東京71824番  
取次店 株式会社オーム社書店 東京都千代田区神田錦町3丁目1番地  
振替口座 東京20018番